

宜兴市人民医院
新建放射诊疗项目、改建核医学诊
断项目（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056号

建设单位：宜兴市人民医院

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二三年十二月

建设单位法人代表： 吴俊东（签字）

编制单位法人代表： 王爱强（签字）

项目 负责人： （签字）

填 表 人： （签字）

建设单位（盖章）： 宜兴市人民医院

编制单位（盖章）： 南京瑞森辐射技
术有限公司

电话：

电话： 025-86633196

传真：

传真： 025-86633719

邮编： 213004

邮编： 210018

地址： 江苏省无锡市宜兴市宜城镇通
贞观路 75 号

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 项目基本情况	1
表二 项目建设情况	23
表三 辐射安全与防护设施/措施	38
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	79
表五 验收监测质量保证及质量控制	91
表六 验收监测内容	93
表七 验收监测	95
表八 验收监测结论	121
附件1：项目委托书	125
附件2：项目环境影响报告表主要内容	126
附件3：辐射安全许可证及辐射工作人员相关信息	150
附件4：辐射安全管理机构及制度	158
附件5：辐射工作人员培训证书及健康证明	183
附件6：个人剂量检测委托合同	200
附件7：工作场所屏蔽建设情况说明	203
附件8：放射性药物及其原料转让审批表	210
附件9：废旧放射源处置方案暨回收协议	214
附件10：竣工环保验收监测报告	217
附件11：医院监测仪器检定/校准证书	235
附件12：验收监测单位CMA资质证书	239

表一 项目基本情况

建设项目名称	宜兴市人民医院新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目（分期验收）竣工环境保护验收监测报告表		
建设单位名称	宜兴市人民医院 (统一社会信用代码: 12320282466455146Q)		
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建		
建设地点	兴业路以东、潢潼路以南、新城路以西、南一路以北		
源项	放射源	V类	
	非密封放射性物质	乙级	
	射线装置	II类、III类	
建设项目环评批复时间	2018年12月19日 2023年8月16日	开工建设时间	2018年3月
取得辐射安全许可证时间	2023年8月	项目投入运行时间	2023年11月
辐射安全与防护设施投入运行时间	/	验收现场监测时间	2023年6月6日、2023年7月31日~8月1日、2023年9月25日~9月28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	江苏润天环境科技有限公司、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	上海传承博华建筑设计有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	超敏科技有限公司
投资总概算		辐射安全与防护设施投资总概算	比例 26.7%
实际总概算		辐射安全与防护设施实际总概算	比例 25.3%
<p>备注：1、本次验收内容为：综合楼1号楼（环评中住院大楼A座）负二层放疗中心新建的1座医用直线加速器机房用于肿瘤放射治疗；综合楼1号楼（环评中住院大楼A座）负一层介入中心新建的3座DSA机房，各配备1台DSA用于介入诊断及治疗；综合楼2号楼（环评中住院大楼B座）负一层核医学科新建1个乙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房及相关辅助用房）。</p> <p>2、环评内容： 新建放射诊疗项目：住院大楼A座负二层放疗中心新建2座医用直线加速器机房，各配备1台X射线最大能量为15MV的医用直线加速器，新建1座后装治疗机机房，配备1枚192Ir（装源活度3.7×10^{11}Bq）放射源，均用于肿瘤放射治疗；住院大楼A座负一层介入中心新建3座DSA机房，各配备1台DSA用于介入诊断及治疗；住院大楼B座负一层核医学科新建1个丙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房、1座PET/MR机房及相关辅助用房）。</p> <p>改建核医学诊断项目：医疗综合楼住院大楼B座负一层核医学科新建1个乙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房、1台SPECT/CT机房及相关辅助用房）</p>			

3、未验收的内容为：1座医用直线加速器机房、1座后装治疗机房、1座SPECT/CT机房。
 4、新建放射诊疗项目投资总概算为5000万元、辐射安全与防护设施投资总概算为1540万元；改建核医学诊断项目投资总概算为1000万元、辐射安全与防护设施投资总概算为150万元，该项目投资总概算为6000万元、辐射安全与防护设施投资总概算为1600万元，实际总概算为6690万元，辐射安全与防护设施实际总概算为1690万元，价格差异仅为估算差异，无实质性变动。
 5、本期验收内容包括两个环评，即：新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目，其中新建放射诊疗项目包含改建核医学诊断项目。

验收依据	<p>建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</p> <p>（1）《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015年1月1日起实施；</p> <p>（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日发布施行；</p> <p>（3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起施行；</p> <p>（4）《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令 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 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》（2021年修正本），生态环境部部令 第20号，2021年1月4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》（2021年版），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）《放射源分类办法》，国家环境保护总局公告 2005年第62</p>
------	---

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。

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）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；

（3）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；

（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）；

（5）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

（6）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；

（7）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；

（8）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）；

（9）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；

（10）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）；

（11）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；

（12）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；

（13）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；

（14）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）。

建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件：

	<p>(1) 《新建放射诊疗项目环境影响报告表》，江苏润天环境科技有限公司，2018年8月，见附件2；</p> <p>(2) 《关于宜兴市人民医院新建放射诊疗项目环境影响报告表的批复》，审批文号：苏环辐（表）审〔2018〕46号，江苏省生态环境厅，2018年12月19日，见附件2；</p> <p>(3) 《宜兴市人民医院改建核医学诊断项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2023年7月，见附件2；</p> <p>(4) 《关于宜兴市人民医院改建核医学诊断项目环境影响报告表的批复》，审批文号：苏环辐（表）审〔2023〕44号，江苏省生态环境厅，2023年8月16日，见附件2。</p>								
<p>验收 执行标准</p>	<p>人员年受照剂量限值：</p> <p>(1) 人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值</p> <table border="1" data-bbox="404 1151 1321 1839"> <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> <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> <tr> <td colspan="2"> 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。 </td> </tr> </tbody> </table> <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</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。	公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。	剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。	
	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。								
公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。								
剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。									

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。

(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。

表1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量约束值

项目名称	适用范围	剂量约束值
宜兴市人民医院新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目（分期验收）	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.1mSv/a

工作场所辐射剂量率控制水平：

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求：

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

本项目DSA机房辐射工作场所周围剂量当量率控制水平：距墙体、门、窗表面30cm，顶棚上方(楼上)距顶棚地面100cm，机房地面下(楼下)距楼下地面170cm处的周围剂量当量率不大于2.5μSv/h。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求：

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30 cm 处的周围剂量当量率应小于2.5 μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于10 μSv/h。

6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5 μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25 μSv/h。

6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射

性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30 cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目核医学工作场所周围剂量当量率控制水平：各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30 cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子 $< 1/2$ ），周围剂量当量率应小于 10 $\mu\text{Sv/h}$ ；监督区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30 cm 处、楼上距地面 30 cm 处、楼下距地面 170 cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。手套箱外表面 30 cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，手套箱非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25 $\mu\text{Sv/h}$ 。放射性废物桶外表面 30 cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求：

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面 30 cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30 cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列

1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平（ \dot{H}_c ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)：

机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)：

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂

	<p>量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。</p> <p>c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30 cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。</p> <p>本项目放射治疗工作场所周围剂量当量率控制水平：治疗室墙和入口门外表面 30 cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近及在治疗室上方已建二层建筑物，距治疗室顶外表面 30 cm 处的周围剂量当量率应同时满足：</p> <p>1) 使用放射治疗周工作负荷： 机房外辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$； 机房外非辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$。</p> <p>2) 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,\text{max}} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$； 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,\text{max}} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$。</p> <p>穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。</p> <p>辐射管理分区：</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p> <p>1) 控制区</p> <p>注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。</p> <p>2) 监督区</p> <p>注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。</p> <p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求，本项目放射治疗工作场所分区应遵循下述要求：</p>
--	--

	<p>5.2 分区原则</p> <p>5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。</p> <p>5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。</p> <p>工作场所布局要求：</p> <p>根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目非密封放射源工作场所布局应遵循下述要求：</p> <p>5 工作场所的放射防护要求</p> <p>5.1 工作场所平面布局和分区</p> <p>5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p> <p>根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：</p> <p>5.2 布局</p> <p>5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区</p>
--	--

<p>域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。</p> <p>5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。</p> <p>5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。</p> <p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求，本项目放射治疗工作场所布局应遵循下述要求：</p> <p>5.1 选址与布局</p> <p>5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。</p> <p>5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。</p> <p>5.1.3 术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施，并尽量设在医院手术区的最内侧，与相关工作用房（如控制室或专用于术中放射治疗设备调试、维修的房间）形成一个相对独立区域；术中控制台应与治疗设备分离，实行隔室操作，控制台可设在控制室或走廊内。</p> <p>工作场所放射防护安全要求：</p> <p>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：</p>
--

<p>5 安全操作</p> <p>5.1 一般要求</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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，操作方式环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。</p> <p>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。</p> <p>5.2 操作条件</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>5.3 个人防护</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目核医学中心工作场所放射防护应遵循下述要求：</p> <p>5.3 工作场所的防护水平要求</p>
--

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 $25\mu\text{Sv/h}$ ；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药物理化特性参见附录H。PET相关房间的辐射屏蔽计算方法和示例参见附录I。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求，本项目核医学中心工作场所放射防护应遵循下述要求：

6.1 屏蔽要求

6.1.1 核医学场所屏蔽层设计应适当保守，按照可能使用的最大放射性活度、最长时间和最短距离进行计算。

6.1.2 设计核医学工作场所墙壁、地板及顶面的屏蔽层时，除应考虑室内的辐射源外，还要考虑相邻区域存在的辐射源影响以及散射辐射带来的照射。

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面30cm处的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

<p>6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。</p> <p>6.2 场所安全措施要求</p> <p>6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。</p> <p>6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。</p> <p>6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。</p> <p>6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。</p> <p>6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。</p> <p>6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。</p> <p>6.3 密闭和通风要求</p> <p>6.3.1 核医学工作场所应保持有良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。</p> <p>6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。</p> <p>6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工</p>
--

<p>作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。</p> <p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求，本项目放射治疗工作场所放射防护应遵循下述要求：</p> <p>6 放射治疗场所辐射安全与防护要求</p> <p>6.1 屏蔽要求</p> <p>6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。</p> <p>6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于 10 MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。</p> <p>6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。</p> <p>6.1.4 剂量控制应符合以下要求：</p> <p>a) 治疗室墙和入口门外表面 30 cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30 cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c：</p> <p>1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平（\dot{H}_c）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$):</p> <p>机房外辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$；</p> <p>机房外非辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$。</p> <p>2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$):</p>

	<p>人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所：$\dot{H}_c, \max \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$；</p> <p>人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所：$\dot{H}_c, \max \leq 10 \mu\text{Sv/h}$。</p> <p>b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。</p> <p>c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30 cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。</p> <p>6.2 安全防护设施和措施要求</p> <p>6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；</p> <p>b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；</p> <p>c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。</p> <p>6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。</p> <p>6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全。</p> <p>a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门—机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施；</p> <p>b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；</p> <p>c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内</p>
--	--

<p>侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；</p> <p>f) 安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。</p> <p>7 操作的辐射安全与防护要求</p> <p>7.1 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。</p> <p>7.2 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。</p> <p>7.3 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室，进入含放射源或质子/重离子装置的治疗室前须携带个人剂量报警仪。检修人员进入质子/重离子加速器大厅和束流输运通道区域前，应先进行工作场所辐射监测，在单位辐射安全管理机构批准后方可进入。进入质子/重离子加速器大厅和束流输运通道区域的参观人员须在辐射工作人员带领下进入。</p> <p>7.4 应加强放射源倒装活动的辐射安全管理，倒装工作应由有相应能力且通过辐射安全考核的专业人员进行；应制定放射源倒装活动方案，对辐射监测与报警仪器的有效性、操作场所分区隔离设置、倒源屏蔽体搭建进行确认；倒装放射源时应对倒装热室周围和含源设备表面进行辐射监测，关注倒源屏蔽体的辐射防护效果和含源设备的表面污染情况，做好安装和更换的放射源清点并记录；倒源结束后对含放射源的放射治疗设备、场所与周围环境进行辐射监测。</p> <p>本项目DSA、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：</p>
--

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

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
单管头X射线设备 ^b （含C形臂，乳腺CBCT）	20	3.5

^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
C形臂X射线设备机房		2.0
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；

b) CT机机房外的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h。

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 $\sim 2 \times 10^7$														
<p>核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">表B11 工作场所放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm²）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">表面类型</th> <th style="text-align: center;">β放射性物质</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">工作台、设备、墙壁、地面</td> <td style="text-align: center;">控制区¹⁾</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">监督区</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">工作服、手套、工作鞋</td> <td style="text-align: center;">控制区、监督区</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">手、皮肤、内衣、工作袜</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>放射性废物管理要求：</p> <p>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：</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>		表面类型		β放射性物质	工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	40	监督区	4	工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4	手、皮肤、内衣、工作袜		0.4
表面类型		β放射性物质													
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	40													
	监督区	4													
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4													
手、皮肤、内衣、工作袜		0.4													

<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>8.11 废物包装体外表面的污染控制水平：$\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$。</p> <p>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：</p> <p>7.1 一般要求</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>7.2 固体放射性废物的管理</p> <p>7.2.3 固体放射性废物处理</p> <p>7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于0.08 Bq/cm^2、β表面污染</p>

	<p>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：</p> <p>a) 所含核素半衰期小于24小时的放射性固体废物暂存时间超过30天；</p> <p>7.3 液态放射性废物的管理</p> <p>7.3.3放射性废液排放</p> <p>7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：</p> <p>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；</p> <p>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。</p> <p>7.4 气态放射性废物的管理</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的规定，本项目放射性废物暂存还应遵循下述：</p> <p>8.1 总体要求</p> <p>医疗机构应尽量减少放射性废物的产生；对产生的放射性废物按核素的种类、活度、半衰期、理化性质等分类收集处理。</p> <p>8.2 固体废物管理要求</p> <p>8.2.1 废旧放射源管理要求</p> <p>废旧放射源应按法律法规要求返回放射源生产厂家或原出口方。确定无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交有相应资质的单位收贮，并承担相关费用。</p> <p>8.2.2 其他固体废物管理要求</p>
--	---

8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。

8.2.2.2 低水平的活化部件如质子/重离子加速器治疗头器件、磁铁等，以及处理质子/重离子加速器冷却水的废树脂，集中放置在固体废物暂存间暂存衰变，经衰变后仍超出清洁解控水平的（放射性废物豁免的活度、活度浓度见附录 B）送交有资质的单位收贮。

8.2.2.3 建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。

8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

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 项目建设情况

项目建设内容：

宜兴市人民医院本部位于宜兴市通贞观路75号，成立于1946年，是一所三级甲等综合性医院，现有核医学科、放射科、重症医学科、心血管内科、肿瘤科、麻醉科等科室，是全市医疗急救中心、江苏大学附属医院、宜兴临床医学院、扬州大学医学院宜兴临床学院和南京医科大学、东南大学医学院的教学医院。

随着医院的不断发展，宜兴市人民医院本部已不能满足发展需求，宜兴市人民政府全额投资，建设宜兴市人民医院新院区，该建设工程是全市最大规模的单体市政工程，地处宜兴市潢潼路南侧、兴业路东侧、新城路西侧、南一路北侧。工程立足全市医疗中心的定位，根据现代化三级甲等医院的设计理念规划设计，满足医疗、急救、教学、科研、健康体检等功能需求，设置床位1600张，内设市临床检验中心、影响诊断报告中心、卫生职工教育培训中心。届时新、老院区按“一院两址”模式运行。

宜兴市人民医院新院区新建放射诊疗项目主要包括：

住院大楼A座负二层放疗中心新建2座医用直线加速器机房，各配备1台X射线最大能量为15MV的医用直线加速器，新建1座后装治疗机机房，配备1枚¹⁹²Ir（装源活度 3.7×10^{11} Bq）放射源，均用于肿瘤放射治疗；

住院大楼A座负一层介入中心新建3座DSA机房，各配备1台DSA用于介入诊断及治疗；

住院大楼B座负一层核医学科新建1个丙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房、1座PET/MR机房及相关辅助用房）。

该项目由江苏润天环境科技有限公司（国环评证乙字第1999号）承担环境影响评价工作，并于2018年12月19日取得江苏省生态环境厅的批复（苏环辐（表）审【2018】46号），本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见表四。

改建核医学诊断项目主要包括：医疗综合楼住院大楼B座负一层核医学科新建1个乙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房、1台SPECT/CT机房及相关辅助用房），该项目对新建放射诊疗项目中核医学科进行了如下调

整：①将原环评规划中PET/MR机房调整为PET/CT机房（PET/CT型号：Discovery MI，最大管电压140kV，最大管电流600mA），使用放射性核素¹⁸F配合PET/CT开展核素显像诊断，PET/CT质量控制校正时使用2枚⁶⁸Ge放射源，属V类放射源；将原环评规划中PET/CT机房调整为SPECT/CT机房（型号未定，最大管电压140kV，最大管电流600mA），使用放射性核素^{99m}Tc配合SPECT/CT开展核素显像诊断，并对机房的防护屏蔽进行了调整，同时也对相关辅助机房的的功能性和防护屏蔽进行调整。②本项目新院区核医学科场所等级由丙级调整为乙级。③对原衰变池设计进行了优化，将原衰变池总容积由10m³调整到100.2 m³。为此医院委托南京瑞森辐射技术有限公司编制了《宜兴市人民医院改建核医学诊断项目环境影响报告表》，并已经取得江苏省生态环境厅的批复（苏环辐（表）审【2023】44号），本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见表四。

本期验收内容为：综合楼1号楼负二层放疗中心新建的1座医用直线加速器机房用于肿瘤放射治疗；

综合楼1号楼负一层介入中心新建的3座DSA机房，各配备1台DSA用于介入诊断及治疗；

综合楼2号楼负一层核医学科新建1个乙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房及相关辅助用房）。医院¹⁸F药物的注射和贮存日等效最大操作量之和为1.036×10⁷Bq，小于2×10⁷Bq，确定本次新增的工作场所为丙级非密封放射性物质工作场所。

另有1座医用直线加速器机房、1座后装治疗机房、1座SPECT/CT机房尚未达到验收条件，另行组织验收。

表2-1 新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目（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）	工作场所等级	工作场所名称
¹⁸ F	使用（核素诊断）	7.40E+9	7.40E+6	1.85E+12	乙级	综合楼2号楼负1楼核医学科
¹⁸ F	使用（核素诊断备药）	2.96E+10	2.96E+6	7.4E+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	(5.5E+7) *1	V类	综合楼2号楼负1楼核医学科
		(3.5E+6) *1		
射线装置				
名称	数量	型号	技术参数	工作场所名称
PET/CT	1	Discovery MI	140kV/600mA	综合楼2号楼负1楼核医学科
医用直线加速器	1	VitalBeam	X射线：6、10MV 电子线：6、9、12、16、20MeV	综合楼1号楼负2楼放疗科加速器机房
DSA	1	Artis Q floor	125kV/1000mA	综合楼1号楼负1楼介入中心DSA1室
DSA	1	Azurion 7 M20	125kV/1000mA	综合楼1号楼负1楼介入中心DSA2室
DSA	1	Artis zeego III	125kV/1000mA	综合楼1号楼负1楼介入中心DSA3室

截至验收监测时，宜兴市人民医院已在综合楼2号楼负一楼新建核医学中心，配备1台Discovery MI型PET/CT（质量控制校正使用2枚⁶⁸Ge放射源，活度分别为5.5E+7Bq、3.5E+6Bq，2枚⁶⁸Ge放射源放置在核医学中心校准源室的铅桶内，采用双人双锁管理，安装有红外报警装置、监控装置，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），使用¹⁸F核素，开展核素显像诊断工作；已在综合楼1号楼负一楼介入中心，配备3台DSA用于开展介入放射诊疗工作。

本项目投资总概算为6000万元、辐射安全与防护设施投资总概算为1600万元，实际总概算为6690万元，辐射安全与防护设施实际总概算为1690万元，价格差异仅为估算差异，无实质性变动。本项目医用直线加速器X射线的最大能量由环评的15MV变成10MV，不属于重大变更。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 新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目（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	兴业路以东、潢潼路以南、新城路以西、南一路以北					兴业路以东、潢潼路以南、新城路以西、南一路以北				与环评一致
周围环境	核医学中心	东侧	电梯厅			电梯厅				与环评一致
		南侧	放射科			放射科				与环评一致
		西侧	排风机房及电梯厅			排风机房及电梯厅				与环评一致
		北侧	地下通道			地下通道				与环评一致
		下方	车库			车库				与环评一致
		上方	输液大厅			输液大厅				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

¹⁸ F	7.40E+9	7.40E+6	1.85E+12	使用	新院区核医学科	7.40E+9	7.40E+6	1.85E+12	使用	综合楼2号楼负1楼核医学科
¹⁸ F	2.96E+10	2.96E+6	7.4E+12	使用	新院区核医学科	2.96E+10	2.96E+6	7.4E+12	使用	综合楼2号楼负1楼核医学科
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	(5.5E+7) *1		V类	使用	新院区核医学科	(5.5E+7) *1		V类	使用	综合楼2号楼负1楼核医学科
	(3.5E+6) *1		V类			(3.5E+6) *1		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
PET/CT	型号未定	1台	≤140kV ≤600mA	III类	新院区核医学科	Discovery MI	1台	140kV/600mA	III类	综合楼2号楼负1楼核医学科
DSA	型号未定	1台	≤150kV ≤1250mA	II类	介入中心	Artis zeego III	1台	125kV/1000mA	II类	综合楼1号楼负1楼介入中心DSA3室

DSA	型号未定	1台	≤150kV ≤1250mA	II类	介入中心	Azurion 7 M20	1台	125kV/1000mA	II类	综合楼1号楼负1楼 介入中心DSA2室
DSA	型号未定	1台	≤150kV ≤1250mA	II类	介入中心	Artis Q floor	1台	125kV/1000mA	II类	综合楼1号楼负1楼 介入中心DSA1室
医用直线 加速器	型号未定	1台	X射线：≤15MV 1m处最高剂量 率：600cGy/min 电子线：≤22MeV 电子线最高剂量 率： 1000cGy·m ² /min	II类	放疗中心	VitalBeam	1台	X射线：6、 10MV 电子线：6、9、 12、16、20MeV	II类	综合楼1号楼负2楼 放疗科加速器机房
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		
核医学项目产生的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	¹⁸ F	/	约6m ³	约50m ³	总β<10 Bq/L	流入衰变池中	存放十个半衰期，达到排放标准后，排放至医院污水综合处理站	含 ¹⁸ F核素的放射性液体废物存放超过30天后，排放至医院污水综合处理站（验收时执行《核医学辐射防护与安全技术要求》（HJ 1188-2021）中放射性废物处置规定）。	

液态放射性药物分装时挥发的微量气溶胶	气体	^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	/	微量	微量	微量	不暂存	在通风橱中操作，过滤后排至室外	液态 ^{18}F 放射性药物分装时在通风橱中操作，产生的微量气溶胶经过滤后排至室外（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）。
^{192}Ir 、 ^{68}Ge 退役放射源	固体	/	/	/	/	$^{192}\text{Ir} < 1 \times 10^4 \text{Bq}$; $^{68}\text{Ge} < 1 \times 10^5 \text{Bq}$	暂存于源库	退役废源送生产厂家回收或送交江苏省城市放射性废物库贮存	^{68}Ge 退役废源将送交江苏省城市放射性废物库贮存。
含有 ^{18}F 等放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	^{18}F	/	约33 kg	约400kg	小于清洁解控水平	存放于非密封放射性物质工作场所的废物间内	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 ^{18}F 核素的放射性固体废物暂存超过30天，经检测合格后，由医院统一作为医疗废物处理（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）。
退役废靶	固体	/	/	/	/	/	暂存于铅罐中	厂家回收处理或送交江苏省城市放射性废物库贮存	与环评一致
废活性炭	固体	^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	/	少量	少量	/	更换后暂存在放射性废物间	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， α 表面污染小于 $0.08 \text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表	含 ^{18}F 核素的废活性炭存放超过30天，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

								面污染小于0.8Bq/cm ² 的，作为医疗废物统一交由有资质的单位处理	废物处置规定）。
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	/	微量	微量	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧在常温条件下约50min可自然分解为氧气	与环评一致
含放射性核素的卫生间下水及清洗废水	液体	¹⁸ F、 ^{99m} Tc	/	约15m ³	约125m ³	/	流入衰变池中	在衰变池中暂存超过30天后直接解控排放	含 ¹⁸ F放射性核素的卫生间下水及清洗废水，在衰变池中暂存超过30天后直接解控排放
沾有放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸等	固体	¹⁸ F、 ^{99m} Tc	/	约24kg	约200kg	/	存放于专用放射性废物铅桶与放射性废物间	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，α表面污染小于0.08Bq/cm ² 、β表面污染小于0.8Bq/cm ² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理	沾有放射性核素 ¹⁸ F的注射器、手套、擦拭废纸等暂存时间超过30天，经检测合格后，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理

源项情况：

1、辐射污染源项

由本项目工作原理和 workflows 可知，本项目主要产生以下污染：

(1) 辐射：DSA、PET/CT 在工作状态下产生的 X 射线；放射性核素 ^{18}F 在操作、诊断过程中产生的 β 、 γ 射线，2 枚 ^{68}Ge 校准源在储存、使用过程中产生的 γ 射线；医用直线加速器工作时产生的 X 射线、中子及感生放射性。以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

(2) 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发逸造成人员吸入内照射。

(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。

2、非辐射污染源项

(1) 废气：医用直线加速器机房、PET/CT 机房、DSA 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

(1) PET/CT

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。

宜兴市人民医院于院区内综合楼 2 号楼负 1 楼新建核医学科，于核医学科新建 1 座 PET/CT 机房，购置 1 台 Discovery MI 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 2 枚。该型号 PET/CT 设备外观见图 2-1。PET/CT 显像用放射性同位素特性见表 2-3。



图 2-1 本项目 PET/CT 设备外观图

表2-3 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

(2) DSA

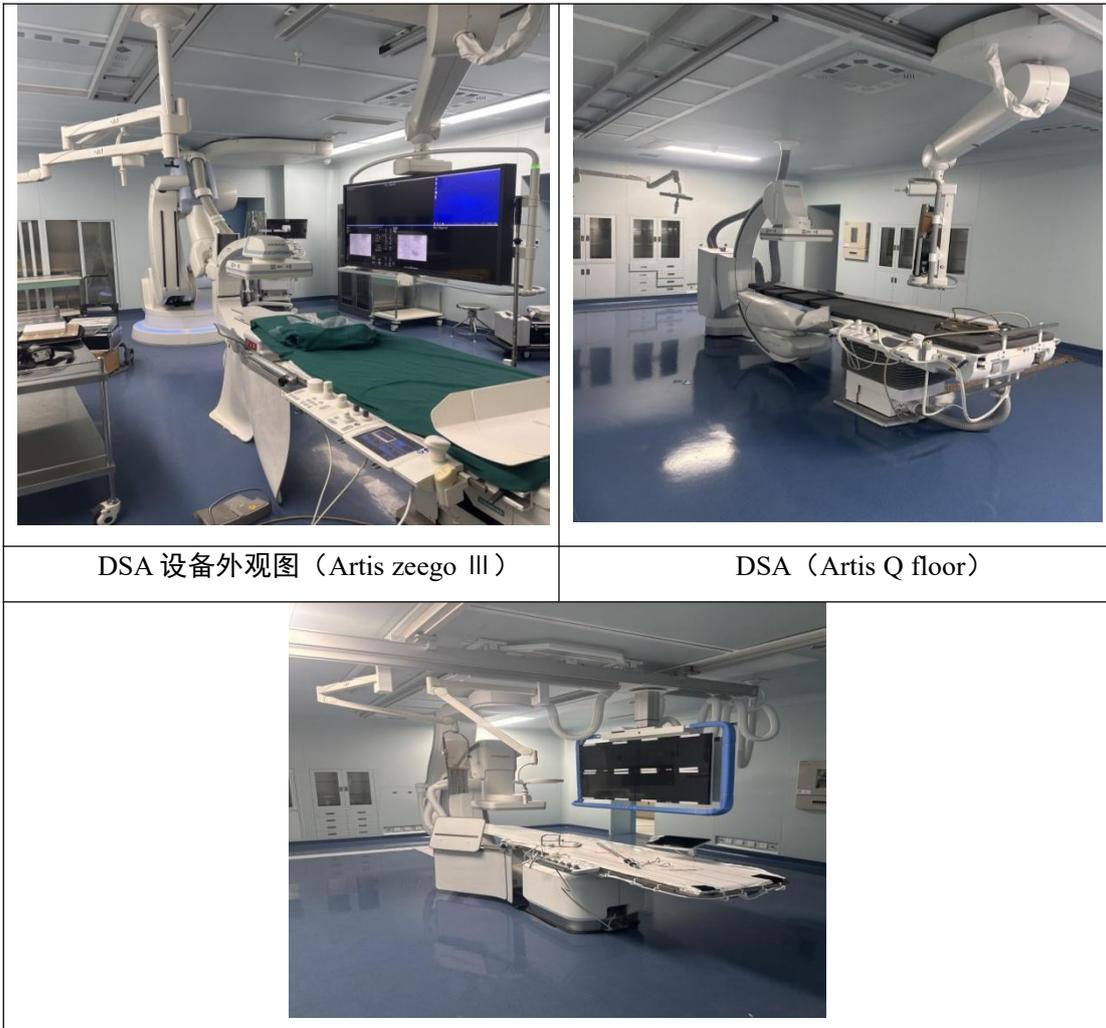
DSA因其整体结构像大写的“C”，因此也称作C型臂X光机，DSA由X线发生装置，包括X线球管及其附件、高压发生器、X线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

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

全，节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影X射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

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

宜兴市人民医院于院区内综合楼1号楼-1F介入中心DSA1室、DSA2室、DSA3室各投放1台DSA开展介入诊疗，型号分别为：Artis zeego III、Azurion 7 M20、Artis Q floor。DSA设备外观见图 2-2。



DSA 设备外观图（Artis zeego III）

DSA（Artis Q floor）

DSA（Azurion 7 M20）

图 2-2 DSA 设备外观图

（3）医用直线加速器

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过2cm左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能X线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的X线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。

宜兴市人民医院于院区内综合楼1号楼-2F放疗科加速器机房配备1台VitalBeam型医用直线加速器用于肿瘤放射治疗，设备外观见图2-3。



图 2-3 医用直线加速器设备外观图

2、工作流程及产污环节

• 新建放射诊疗项目

（1）医用直线加速器

医用直线加速器放疗工作一般流程及产污环节见图2-4。

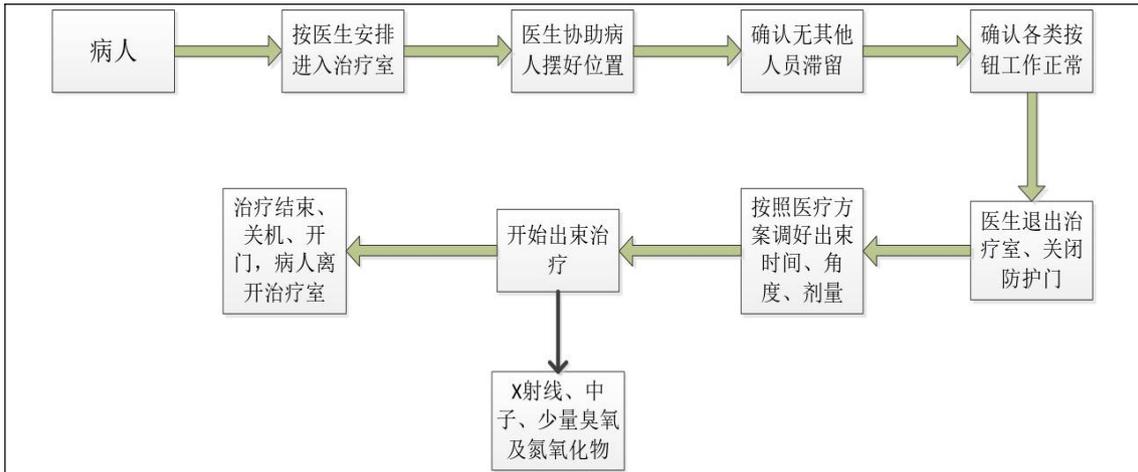


图 2-4 医用直线加速器放疗工作流程及产污环节示意图

(2) DSA

本项目 DSA 工作流程及产污环节如下图 2-5:

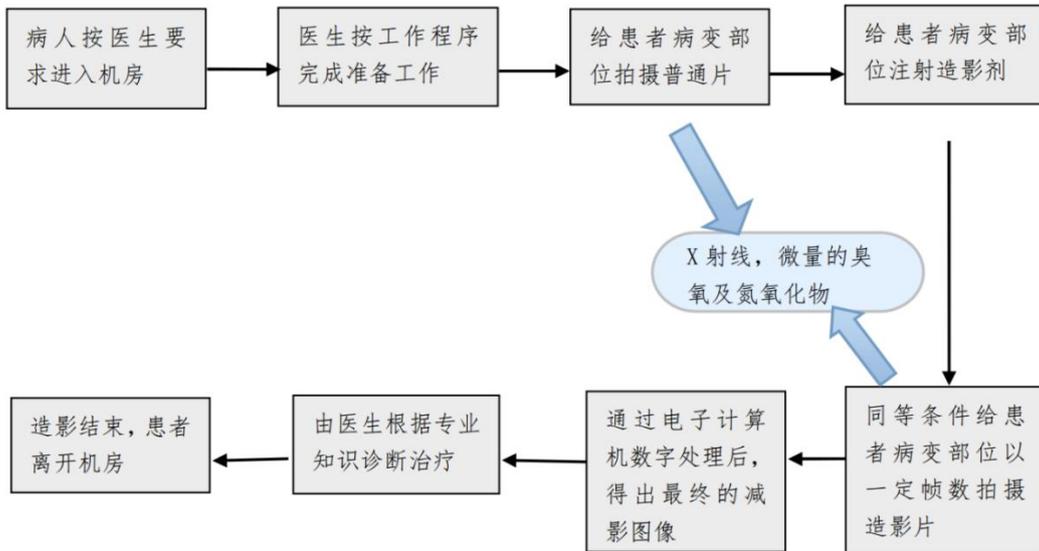


图 2-5 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

• 改建核医学诊断项目

宜兴市人民医院改建核医学工作场所项目所使用的 ^{18}F 放射性药物为向制药公司（江苏华益科技有限公司）订购获得，医院根据患者预约情况，确定当天所使用的药物剂量，提前向制药公司预订，制药公司在患者就诊前将药物送到核医学科的储源室内，核医学科指定专人负责药物的接收和登记，并暂存到注射室铅手套箱内，当天用完。

患者按预约日期到达候诊大厅，在候诊大厅内接受宣讲和告知，之后再行注射前埋针，埋针后进入候诊大厅南侧的注射室。医护人员在铅手套箱内根

据患者用药情况将药物进行分装，装至带铅套的注射器内，经校对无误后，在注射窗口为病人注射。注射完毕后的注射器放入专用废物铅桶内。每次分装过程中近距离接触正电子药物的时间不超过 2min、注射过程不超过 1min。

PET/CT 诊断具体工作流程如下：

- ①接收患者，开具 PET/CT 诊断单并告知患者诊断过程存在的辐射危害；
- ②医生根据病情确定使用核素的剂量；与患者预约，按需订购放射性药物；
- ③病人先进行埋针，然后通过注射将放射性药物摄入。在药品摄入过程中存在 γ 射线污染，同时会产生放射性废水、固废(注射器、棉球、药品盒)；
- ④病人注射完药物后进入注射后候诊室或 VIP 注射后候诊室内等待观察（一般注射放射性药物后需等待约 30min），待药物代谢至靶器官，进入 PET/CT 检查室，经医护人员摆位后，接受 PET/CT 的扫描，每次扫描约 10~20 分钟。扫描完成后，病人在留观室休息，留观一段时间后，若无其他情况，从病人专用通道离开。此过程病人带有 γ 射线。

PET/CT 诊断工作流程及产污环节分析见图 2-6。

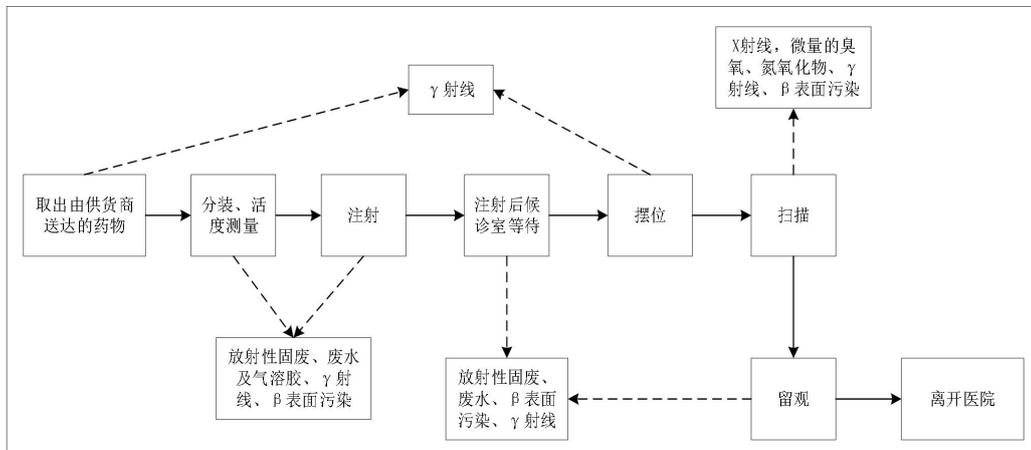


图 2-6 PET/CT 工作流程及产污环节分析示意图

因此，用¹⁸F进行PET显像主要环境影响为分装、注射对工作人员产生的外照射；注射过程对工作台面、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、注射放射性药物患者的排泄物；PET/CT扫描时产生的X射线。

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**

- 新建放射诊疗项目

选址：宜兴市人民医院新院区位于江苏省无锡市宜兴市，医院东侧为新城路，南侧为南一路（规划道路），西侧为兴业路，北侧为潢潼路。项目50m范围内无学校、居民楼等环境敏感点，选址可行。

布局：本项目医用直线加速器机房位于综合楼1号楼负二楼，机房东侧为车库及电梯厅，南侧依次为走廊、后装治疗机控制室机模拟定位机控制室，西侧为送风机房及电梯厅，北侧为库房，上方为核磁共振机房及DSA机房，下方为土层。医用直线加速器机房控制与治疗室分离，控制室分别位于治疗室东侧、西侧，治疗室面积约87m²（不含迷道）。治疗室入口处设置的迷道为“L”型迷道，医用直线加速器有用线束向东西主屏蔽墙照射。医用直线加速器机房布局符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）的要求，本项目医用直线加速器机房布局合理。

本项目3座DSA机房位于综合楼1号楼负一楼介入中心，3座DSA机房东侧为电梯厅，南侧为地下车库坡道，西侧为DSA办公室及污物电梯，北侧为核磁共振治疗机房，上方为急诊急救大厅，下方为后装治疗机机房、医用直线加速器机房及模拟定位机机房。各DSA均配套独立用房，房间均由DSA机房和控制室组成。DSA机房控制室与诊断机房分开单独布置，区域划分明确，项目布局合理，机房周围无公众聚集的敏感区域，设备的安放位置和观察窗的设置位置有利于操作者观察受检者状态和防护门的开闭情况，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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，

- （1）医用直线加速器工作场所

控制区包括：医用直线加速器机房和迷路，监督区包括放射治疗机房的控

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：本项目在综合楼2号楼负一层核医学科核素显像区，配备1台PET/CT，使用 ^{18}F 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PET/CT机房、1座SPECT机房、控制室、设备间、诊室、废物间、注射室、储源库、库房、抢救室、VIP候诊室、注射后候诊室、留观室、办公室、男淋卫、女淋卫、衰变池等区域。PET/CT机房最小单边长度为6.21m，有效使用面积约为52.8m²。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）的要求。

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：分装注射室、储源库、废物暂存间、淋浴间、PET/CT检查室、候诊室1~2、PET/CT候诊室1~2、抢救室、留观室、清洁间、衰变池、校准源库和控制区内患者过道等区域。对于控制区，医院采取一系列的放射卫生防护与安全措施，设置防护门（门禁等限制措施），摄像监视和通讯对讲系统，严格限制人员随意进出控制区，保障在正常的诊疗工作中，无关人员不得在该区内有滞留，同时在控制区的进出口和适当位置设置了电离辐射警告标志，并以文字标注、框线等方式设置分区标识，设置了患者行进路线标识，以进一步保障该区的辐射安全，防止放射性污染的扩散，抢救药品放置于抢救室内。

监督区包括：候诊大厅、护士站、问诊处、登记处、PET/CT控制室、设备间、库房、更衣室、办公室等。

控制区和监督区内辐射工作人员具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染，避免工作人员受到不必要的外照射。在控制区出、入口处均设置符合规范的电离辐射警告标志。本项目核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 3-3。

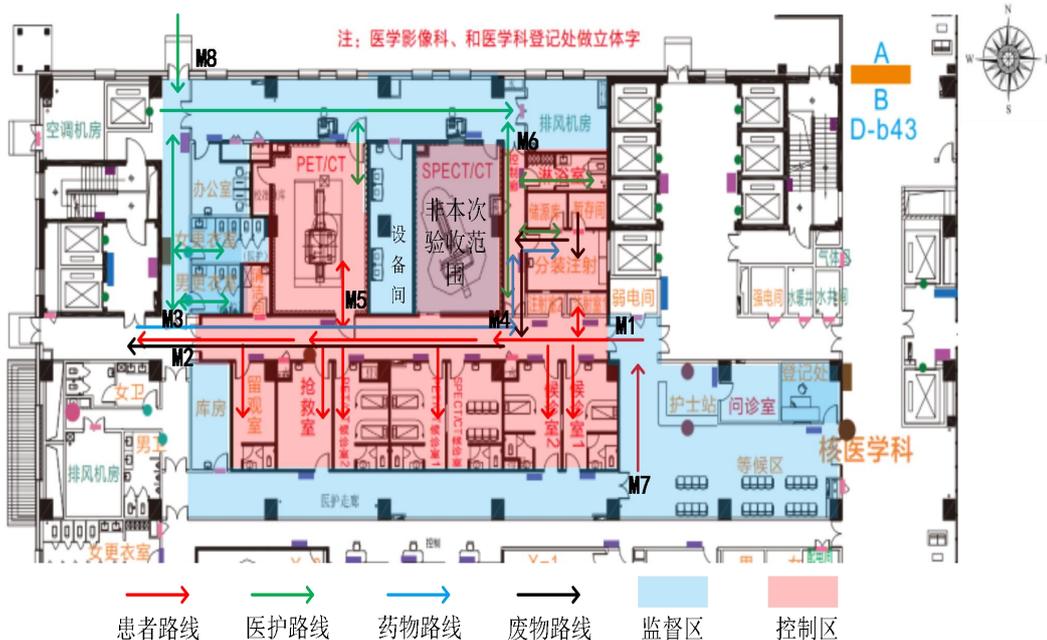


图 3-3 核医学工作场所两区划分及患者、医护人员流动路线示意图

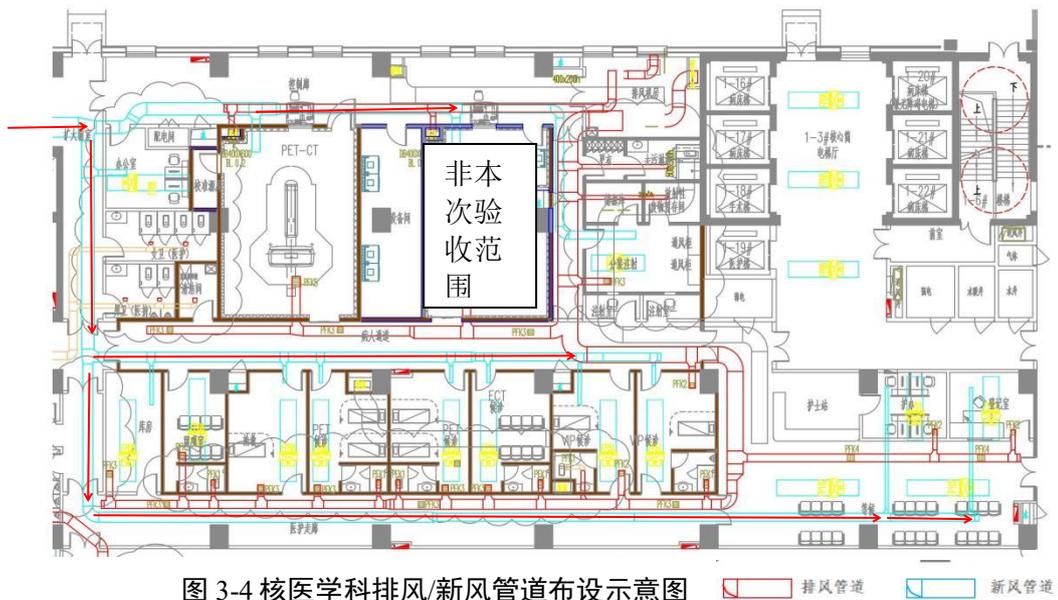


图 3-4 核医学科排风/新风管道布设示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目屏蔽设施建设情况见表3-1。

表3-1 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	
改建核医学诊断项目	注射室	四面墙体	钢龙骨+12mmPb	钢龙骨+12mmPb	已落实
		屋顶	120mm 砼+95mm 砼找平	120mm 砼+95mm 砼找平	已落实
		地面	250mm 混凝土楼板+300mm 砼	250mm 混凝土楼板+300mm 砼	已落实
		防护门	12mmPb	12mmPb 铅板	已落实
		注射观察窗	40mmPb	40mmPb	已落实
	PET/CT 机房	四面墙体	200mm实心砖+5mm铅板	200mm实心砖+5mm铅板	已落实
		屋顶	北半边：250mm 砼+95mm 砼找平+1mm 铅板 南半边：200mm 砼+95mm 砼找平+2mm 铅板	北半边：250mm 砼+95mm 砼找平+1mm 铅板 南半边：200mm 砼+95mm 砼找平+2mm 铅板	已落实
		地面	250mm 混凝土楼板+300mm 砼	250mm 混凝土楼板+300mm 砼	已落实
		防护门	12mmPb	12mmPb 铅板	已落实
		观察窗	15mmPb	15mmPb 观察窗	已落实
		四面墙体	钢龙骨+15mmPb防护板	钢龙骨+15mmPb防护板	已落实
	PET/CT 候诊室 1、2	屋顶	120mm 砼+95mm 砼找平	120mm 砼+95mm 砼找平	已落实
		地面	250mm 混凝土楼板+300mm 砼	250mm 混凝土楼板+300mm 砼	已落实
		防护门	15mmPb	15mmPb 铅板	已落实
		四面墙体	钢龙骨+10mmPb防护板	钢龙骨+15mmPb防护板	已落实
	VIP 候诊室-PET	屋顶	120mm 砼+95mm 砼找平	120mm 砼+95mm 砼找平	已落实
		地面	250mm 混凝土楼板+300mm 砼	250mm 混凝土楼板+300mm 砼	已落实

		防护门	15mmPb	15mmPb铅板	已落实	
	留观室	四面墙体	钢龙骨+10mmPb防护板	钢龙骨+10mmPb防护板	已落实	
		屋顶	120mm砼+95mm砼找平	120mm砼+95mm砼找平	已落实	
		地面	250mm混凝土楼板+300mm砼	250mm混凝土楼板+300mm砼	已落实	
		防护门	10mmPb	10mmPb铅板	已落实	
	抢救室	四面墙体	钢龙骨+10mmPb防护板	钢龙骨+10mmPb防护板	已落实	
		屋顶	120mm砼+95mm砼找平	120mm砼+95mm砼找平	已落实	
		地面	250mm混凝土楼板+300mm砼	250mm混凝土楼板+300mm砼	已落实	
		防护门	5mmPb	5mmPb铅板	已落实	
	储源室、放射性废物间	四面墙体	钢龙骨+10mmPb防护板	钢龙骨+10mmPb防护板	已落实	
		屋顶	120mm砼+95mm砼找平	120mm砼+95mm砼找平	已落实	
		地面	250mm混凝土楼板+300mm砼	250mm混凝土楼板+300mm砼	已落实	
		防护门	5mmPb	5mmPb铅板	已落实	
	衰变池	四面	300mm砼	300mm砼	已落实	
		屋顶	300mm砼	300mm砼	已落实	
		底面	300mm砼	300mm砼	已落实	
	手套箱 (原为通风橱)		¹⁸ F手套箱为50mmPb	¹⁸ F手套箱为50mmPb	已落实	
新建放射诊疗项目	医用直线加速器机房	东墙	主屏蔽	310cm砼 (宽度为410cm)	310cm 砼 (宽度为 410cm)	已落实
			次屏蔽	170cm砼	170cm 砼	已落实
		南墙	迷路内墙	东端90cm砼, 西端150cm砼	东端90cm砼, 西端150cm砼	已落实
			迷路	东端170cm砼, 西端	东端170cm砼, 西端	已落实

		路外墙	80cm砼	80cm砼	
	西墙	主屏蔽	310cm砼 (宽度为450cm)	310cm 混凝土 (宽度为 450cm)	已落实
		次屏蔽	170cm砼	170cm砼	已落实
	北墙	次屏蔽	170cm砼	170cm砼	已落实
	屋顶	主屏蔽	310cm砼 (宽度为410cm)	310cm混凝土 (宽度为410cm)	已落实
		次屏蔽	170cm砼	170cm混凝土	已落实
	防护门		200mm含硼（5%）聚乙烯板+20mm铅	20cm 含硼石蜡+20mm铅板	已落实
DSA1室	四周墙体		轻钢龙骨+3mm铅当量防辐射复合板	钢龙骨+3mmPb射线防护板	已落实
	屋顶		200mm混凝土楼板+100mm水泥面层	25cm混凝土+30cm混凝土垫层	已落实
	地面		250mm混凝土楼板+300mm水泥面层	25cm混凝土+30mm硫酸钡水泥+30cm混凝土垫层	已落实
	防护门		3mm 厚的铅	内衬3mm铅板	已落实
	观察窗		3mm 铅当量的玻璃	3mmPb铅玻璃	已落实
DSA2室	四周墙体		轻钢龙骨+3mm 铅当量防辐射复合板	钢龙骨+3mmPb 射线防护板	已落实
	屋顶		200mm 混凝土楼板+100mm 水泥面层	钢龙骨+3mm 铅板+25cm 混凝土+30cm 混凝土垫层	已落实
	地面		250mm 混凝土楼板+300mm 水泥面层	25cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥+30cm 混凝土垫层	已落实
	防护门		3mm 厚的铅	内衬 3mm 铅板	已落实
	观察窗		3mm 铅当量的玻璃	3mmPb 铅玻璃	已落实
DSA3室	四周墙体		轻钢龙骨+3mm 铅当量防辐射复合板	钢龙骨+3mmPb 射线防护板	已落实
	屋顶		200mm混凝土楼板+100mm水泥面层	钢龙骨+2mm 铅板+20cm 混凝土+10cm 混凝土垫层	已落实

				层	
		地面	250mm混凝土楼板 +300mm水泥面层	25cm 混凝土+2cm 硫酸 钡水泥+ 30cm 混凝土垫层	已落实
		防护 门(3 个)	3mm厚的铅	内衬 3mm 铅板	已落实
		观察 窗	3mm铅当量的玻璃	3mmPb 铅玻璃	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。

现场验收时对PET/CT、DSA机房有效使用面积和最小单边长度进行测量，核实情况如表3-2。

表3-2. 本项目机房的建设情况核实

机房名称	有效使用面积 施工值	最小单边长度 施工值	标准要求	评价
PET/CT机房	52.8m ²	6.21m	有效使用面积≥30m ² ， 最小单边长度≥4.5m	符合
介入中心DSA1室	46.2m ²	5.30m	有效使用面积≥20m ² ， 最小单边长度≥3.5m	符合
介入中心DSA2室	45.8m ²	6.45m	有效使用面积≥20m ² ， 最小单边长度≥3.5m	符合
介入中心DSA3室	39.7m ²	5.16m	有效使用面积≥20m ² ， 最小单边长度≥3.5m	符合

由表3-2可知，本项目PET/CT机房、3间DSA机房的规格符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的标准要求。

3、辐射安全与防护措施

• 新建放射诊疗项目

(1) 电离辐射警告标志及工作状态指示灯

医院已在DSA机房受检者出入的防护门上设置了电离辐射警告标志，并在机房受检者出入的防护门外上方设置了工作状态指示灯，防护门与工作状态指示灯设置为联锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起，灯箱处设置“放射中”的警示语句，提醒人们注意防护，符合相关标准要求。工作状态指示灯和电离辐射警告标志现场验证照片见图3-5。



图3-5 DSA机房门外电离辐射警告标志及工作状态指示灯

医院已在医用直线加速器机房的防护门上设置了电离辐射警告标志，在医用直线加速器机房的防护门上方设置有工作状态指示灯（三色灯），工作状态指示灯、防护门和医用直线加速器组成联锁，医用直线加速器设备未出束时，工作状态指示灯为绿色，加速器设备准备出束时，工作状态指示灯为橙色，加速器设备出束时，工作状态指示灯为红色。经现场验证检查，上述电离辐射警告标志和工作状态指示灯设置符合相关标准要求。工作状态指示灯和电离辐射警告标志见图3-6。



图3-6. 医用直线加速器机房工作状态指示灯和电离辐射警告标志

(2) 急停按钮

本项目医用直线加速器机房和控制室内设有急停开关共8个，控制室设有1个急停开关，位于操作台上，机房迷道外墙西侧设有1个急停开关（距地面约1.4m），机房东墙（次屏蔽墙）南侧设有1个急停开关（距地面约1.4m），机房北墙东侧设有1个急停开关（距地面约1.4m），治疗床下方设有2个急停开关，加速器设备两侧设有2个急停开关，当出现紧急情况时，按下急停开关即可

关闭设备。医用直线加速器机房急停开关设置位置见图3-7。经现场验证检查，按下控制室操作台上的急停开关，医用直线加速器设备可以停止出束，需要复位后方可重新出束，控制室内的急停开关经检验有效。医用直线加速器机房急停开关现场照片见图3-8。

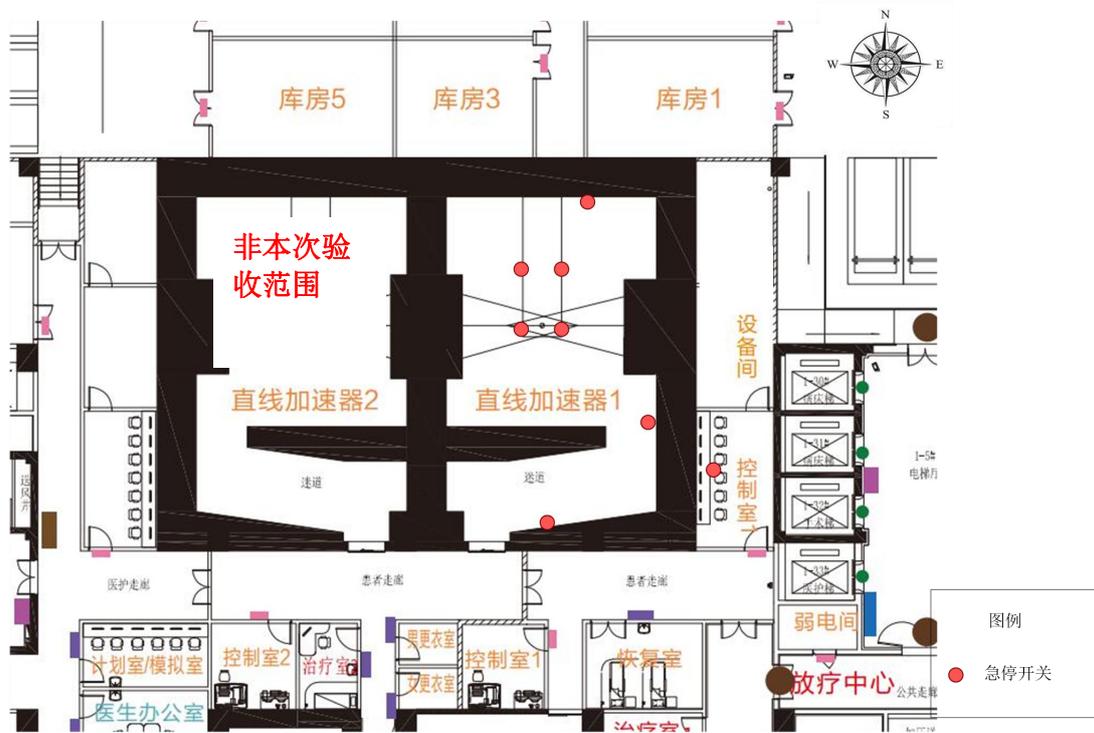


图3-7. 医用直线加速器机房急停按钮设置位置平面示意图

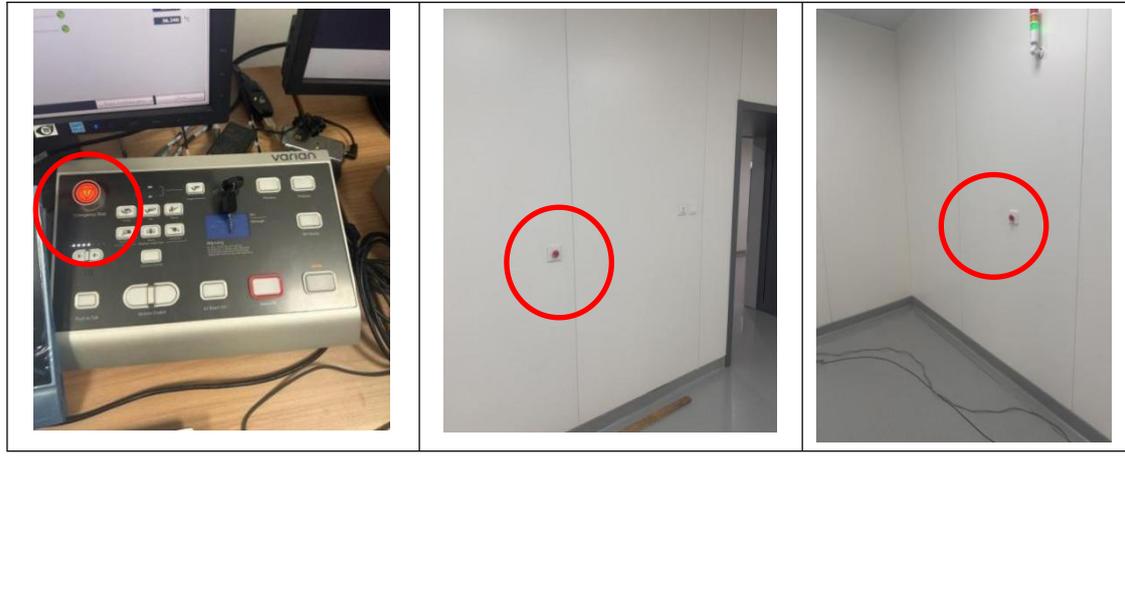




图3-8. 医用直线加速器机房急停开关现场照片

本项目3间DSA机房受检者出入的电动推拉式防护门设置了脚感应式开门开关，未设置防夹装置，医护人员出入的防护门为平开式防护门，机房内DSA操作面板上设置了急停开关，一旦出现紧急情况时，可以通过急停开关切断设备电源以阻止机器出束，防止受到过量的照射，符合标准要求。急停开关及脚感应式开门开关现场验证照片见图3-9。



图3-9. DSA设备急停开关及脚感应式开门开关现场照片

(3) 观察和对讲装置及剂量显示

本项目3台DSA机房与控制室相隔的墙上均设置了铅玻璃观察窗，并均设置了对讲装置，在诊断过程中医务人员可以及时观察受检者情况，保证诊断质量和防止意外情况的发生，设备控制台和机房内显示器上能够显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的标准要求。现场验证照片见图3-10。



图3-10.观察、对讲装置、剂量显示现场照片

医院已在医用直线加速器室内设置了监控装置和对讲装置，医用直线加速器机房内共设置了7个监控摄像头，其中迷道尽头吊顶天花板上设置了1个监控摄像头，治疗室迷道内墙的墙上设置了4个监控摄像头（4个监控摄像头从西往东分别距地面约2.0m、1.8m、1.8m和2.5m），治疗室主屏蔽西墙上设置了1个监控摄像头（距地面约2.8m），治疗室北墙上东侧设置了1个监控摄像头（距地面约2.8m），监控装置做到了全方位无死角，监控视频终端设置在控制室内；控制室与医用直线加速器机房之间设置了对讲系统，对讲装置分别设置在治疗

室迷道内墙上（受检者端）和控制室内操作台上（医护人员端）。

经现场验证检查，医用直线加速器机房的监控及对讲装置均运行正常有效，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求。医用直线加速器机房观察和对讲装置设置位置见图3-11，医用直线加速器机房观察和对讲装置现场照片详见图3-12。

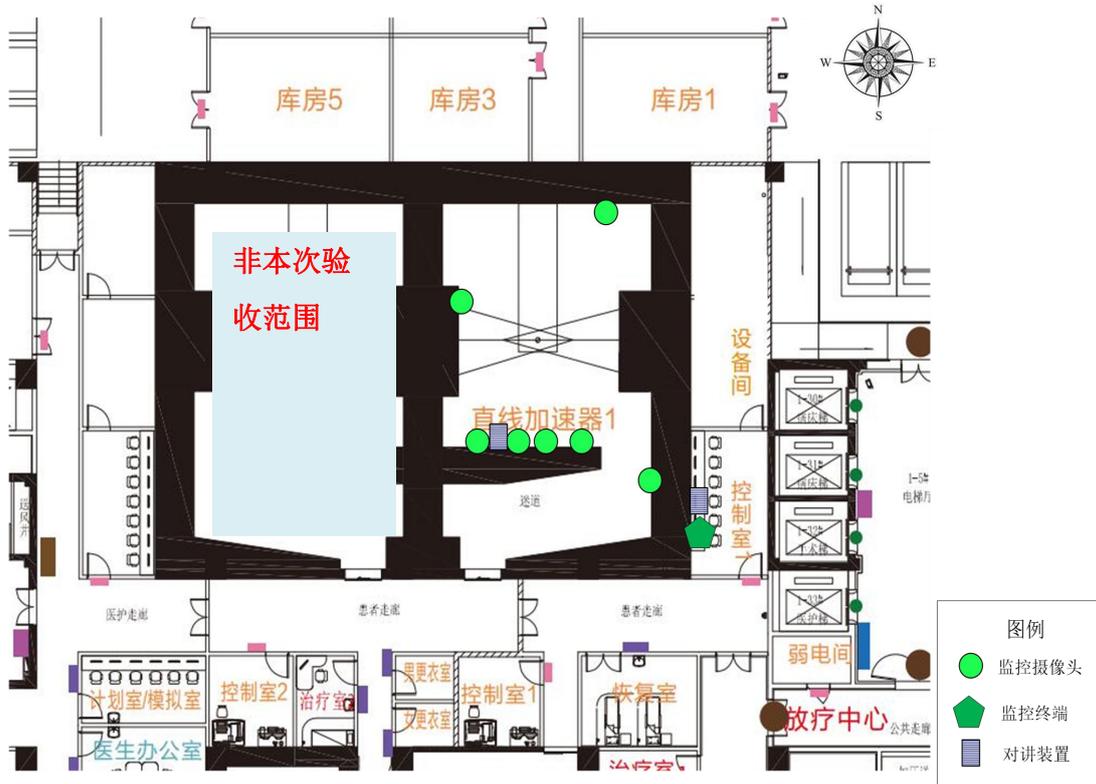


图3-11. 医用直线加速器机房对讲装置和监控装置设置位置示意图

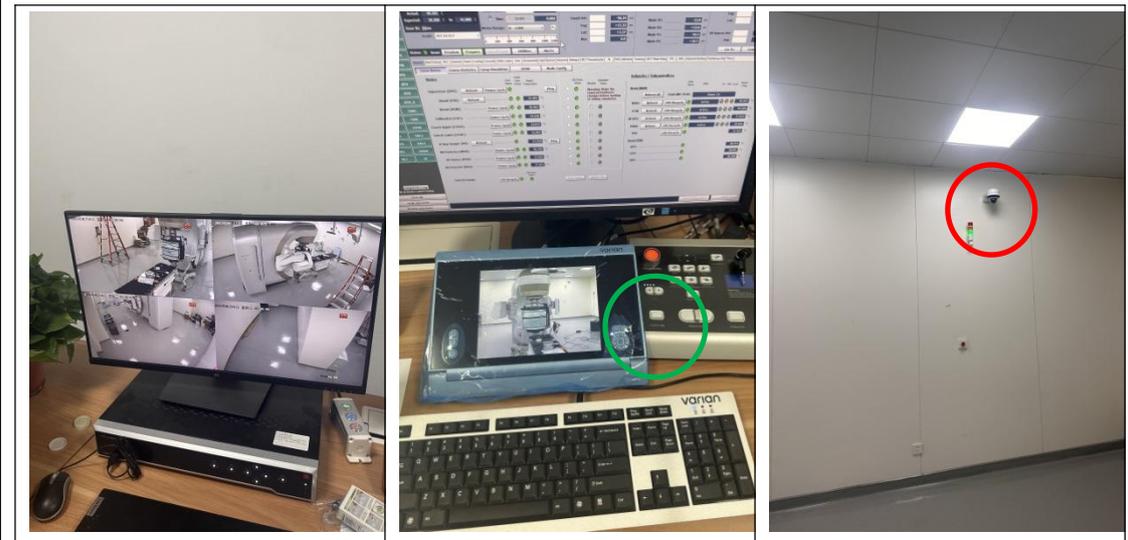




图3-12. 医用加速器机房监控（红圈）及对讲装置（绿圈）现场照片

（4）安全联锁装置

本项目医用直线加速器配备各种不同类型的安全联锁装置，能使机器在某种危险状态时切断电源以阻止机器出束保护病人，安全联锁装置包括：设置防护门与加速器门机联锁装置，当防护门未关好时，加速器不能出束，如果治疗过程中门被强制打开，机器将自动停止照射；医用直线加速器的两道剂量检测系统在吸收剂量达到预选值时，系统终止照射，初级剂量检测系统失效时，次级剂量检测系统在到达预选值时终止照射；同时本项目的医用直线加速器机房防护门处设置了防挤压功能，机房内防护门旁侧设置了开门开关。

经验证检查，医用直线加速器机房防护门与医用直线加速器设备的门机联锁装置和防挤压功能均有效，医用直线加速器机房内的开门开关均有效，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的标准要求。

本项目医用直线加速器机房开门开关和防挤压装置现场照片见图3-13。



图3-13. 医用直线加速器机房开门开关和防挤压装置现场照片

(5) 通风设施

本项目医用直线加速器机房通过新风系统、排风系统和吸顶式中央空调进行通风换气和温度调节，进风和排风管道采用“V”型穿墙方式从防护门上方墙体经过迷道至治疗室内，采用上进风下出风的方式，2个进风口分别位于治疗室西南侧和东南侧吊顶天花板上，2个排风口分别位于治疗室西北角西墙（主屏蔽墙）和东北角东墙（次屏蔽墙）下方，2个排风口下沿距地面约30cm，2个排风口尺寸均为29cm×29cm，医用直线加速器机房2个排风口风速分别为1.94m/s（西北角）和1.81m/s（东北角），治疗室容积（含迷道）约为279m³，由此计算可得治疗室内空气每小时交换次数为4.06次，医用直线加速器机房排风口和进风口呈对角设置，排风口设置和通风换气次数符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）第6.2.2条款“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h”的要求；也满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第8.4.1条款“放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于4次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置”的要求。

机房进风和排风管道平面布局见图3-14，机房新风口、吸顶式中央空调和排

风口设置位置见图3-15，机房进风口和排风口现场照片见图3-16。

介入中心3间DSA放射机房采用层流净化系统进行通风换气，各机房内保持正压，排风口设置在机房的吊顶天花板上，各机房通风设置满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的标准要求。排风装置现场验证照片见图3-16。

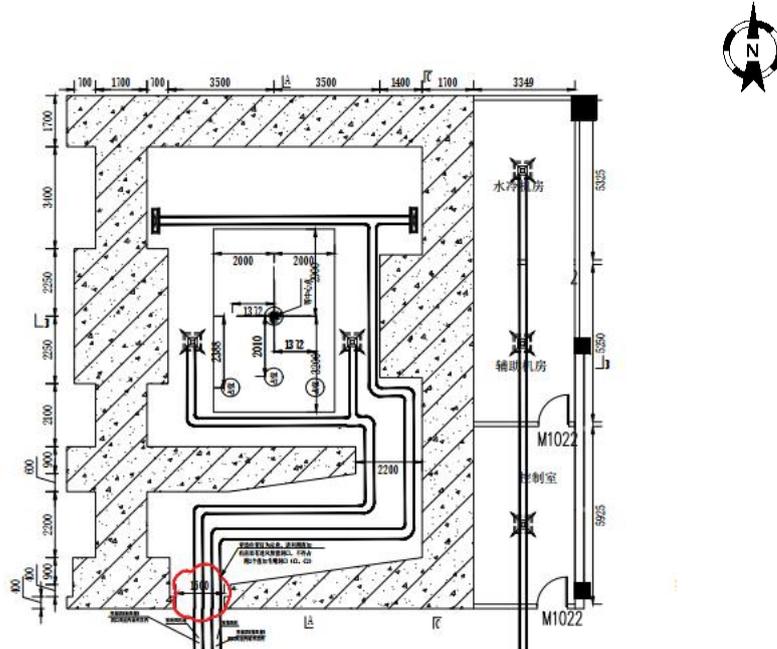


图 3-14. 本项目医用直线加速器机房进风和排风管道平面布局示意图

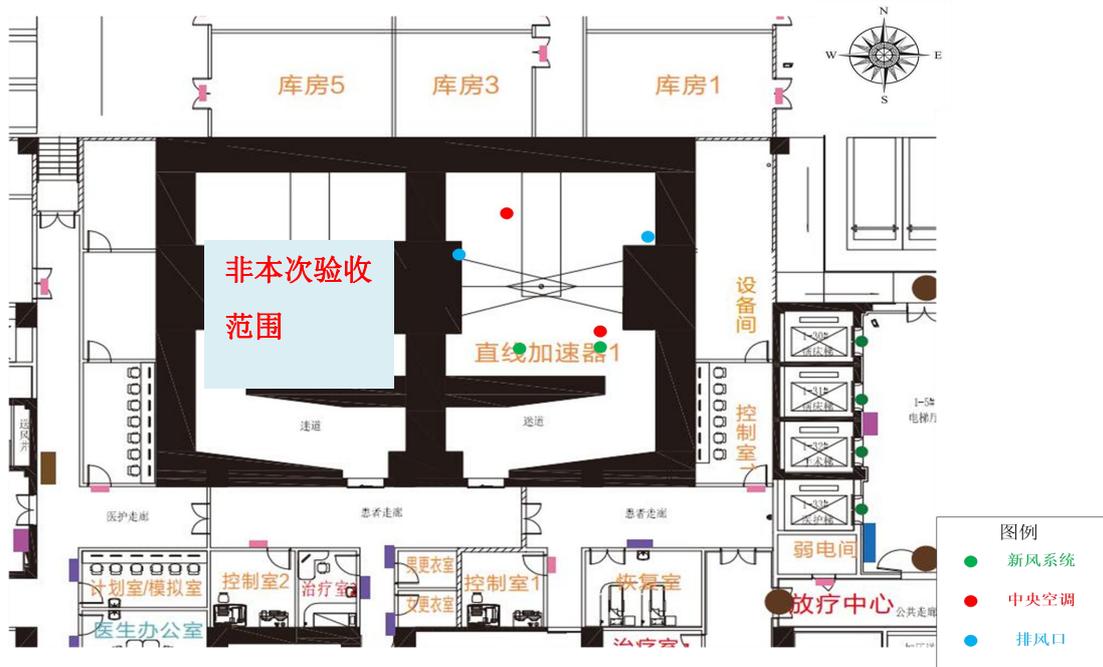


图3-15. 医用直线加速器机房新风系统、中央空调和排风口设置位置示意图



医院已在本项目医用直线加速器机房内预留了地埋式“U”型电缆沟槽，管道沟槽深40cm，电缆线布设于电缆沟槽内，电缆沟埋设在地下，从机房内向下然后直段，再向上穿过墙体；用于质控测试的管线槽从治疗室45°斜穿墙体进入控制室，2个管线口均避免直穿防护墙体，不影响墙体的屏蔽防护效果，射线经几次散射后，电缆管出口处辐射剂量将在控制范围内，经现场验证检测，电缆管线口外30cm处的周围剂量当量率为10nSv/h（已扣除本底值），质控测试管线口外30cm处的周围剂量当量率为11 nSv/h（已扣除本底值），符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的标准要求。本项目机房穿墙管线处理方式和管线沟槽现场照片见图3-17。

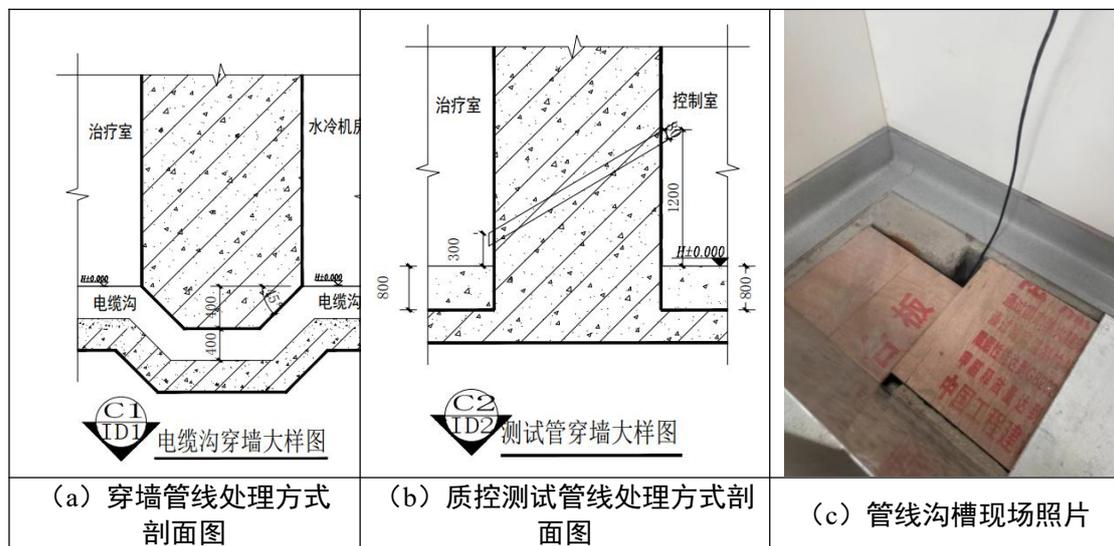


图3-17. 本项目机房穿墙管线处理方式和管线沟槽现场照片

(7) 人员监护

医院为1台医用直线加速器和3台DSA配备21名辐射工作人员（均已参加放射防护知识、法律法规培训并且考核合格，名单见表3-3，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3-3. 本项目放射工作人员基本情况一览表

姓名	性别	学历	工作场所	岗位	培训合格证书编号
	男	本科	放射治疗	放射治疗医师	FS23JS0200469
	男	硕士	放射治疗	放射治疗医师	FS23JS0200451
	男	本科	放射治疗	放射治疗医师	FS23JS0200450

	女	硕士	放射治疗	放射治疗医师	FS21JS0200155
	男	硕士	放射治疗	放射治疗医师	FS23JS0200431
	男	本科	放射治疗	放射治疗物理师	FS23JS0200115
	男	本科	放射治疗	放射治疗物理师	FS23JS0200468
	男	本科	放射治疗	放射治疗物理师	FS23JS0200389
	男	本科	放射治疗	放射治疗技师	FS22JS0200016
	女	本科	介入手术	放射影像医师	FS22JS0100025
	男	本科	介入手术	介入手术医师	FS22JS0100023
	女	本科	介入手术	放射影像医师	FS22JS0100026
	女	本科	介入手术	放射影像技师	FS22JS0100022
	女	本科	介入手术	介入手术医师	FS22JS0100051
	男	硕士	介入手术	放射影像医师	FS22JS0100050
	女	本科	介入手术	介入手术技师	FS22JS0100032
	女	本科	介入手术	介入手术技师	FS22JS0100144
	女	本科	介入手术	介入手术技师	FS22JS0100052
	女	本科	介入手术	介入手术技师	FS22JS0100181
	女	本科	介入手术	介入手术护士	FS22JS0100114
	男	硕士	介入手术	介入手术医师	FS22JS0100024

(8) 监测仪器

医院为本项目医用直线加速器机房配备了1套GY-S-X型固定式剂量报警仪、1台GY-3013H型辐射巡检仪和11台RadTarge-Mini型个人剂量报警仪，固定式剂量报警仪探头安装在机房迷道尽头的南墙上，固定式剂量报警仪的显示终端安装在控制室内的墙上。经验证检查，所有设备均能正常使用，符合《放射诊疗管理规定》中“放射治疗工作场所应当按照相应标准设置固定式剂量报警装置和个人剂量报警仪”、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）第6.4.1条款“含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常”和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第9.2.1

条款“应根据使用放射治疗设备种类、能量和使用方式配备相应的辐射监测设备，对辐射工作场所的辐射水平（X- γ 辐射周围剂量当量率、中子辐射周围剂量当量率等）进行监测”的要求。配备的防护和监测仪器见表3-4，现场验证照片见图3-18。

表3-4. 本项目配备的防护监测仪器一览表

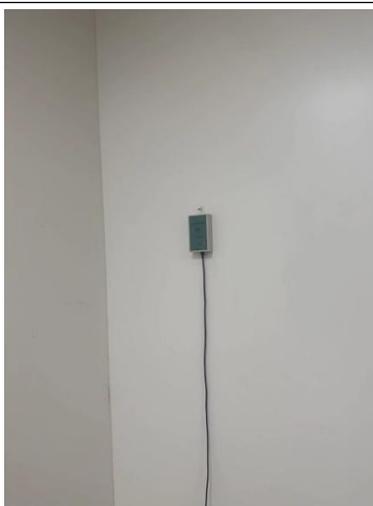
序号	仪器名称	规格型号	数量	生产厂家	配置地点	检定/校准情况
1	固定式剂量报警仪	YDU100-A	1套	南京茂宇医疗器械科技有限公司	探头位于机房内东北角的东墙上，显示终端位	已校准
2	辐射巡检仪	451P	1台	天津中核永泰科技有限公司	办公室内	已检定
3	个人剂量报警仪	RadTarge-Mini	11台	南京茂宇医疗器械科技有限公司	人员随身携带	已检定



(a) 个人剂量报警仪



(b) 剂量报警仪显示终端



(c) 固定式剂量报警仪探头



(d) 辐射巡检仪

图3-18. 防护用品和监测仪器现场照片

(9) 个人防护用品

医院为本项目配备的个人防护用品如下表，现场验证照片见图3-19。

表3-5. 本项目配备的个人防护用品一览表

机房名称	工作人员	受检者	陪检者
综合楼1号楼负1楼介入中心DSA1室	2件铅围脖、2顶铅帽、2件铅围裙、2副铅防护眼镜、1件铅悬挂防护屏、1件床侧防护帘、3副铅手套	1件铅围脖、1顶铅帽、1件铅围裙	/
综合楼1号楼负1楼介入中心DSA2室	2件铅围脖、2顶铅帽、2件铅围裙、2副铅防护眼镜、1件铅悬挂防护屏、1件床侧防护帘、3副铅手套	1件铅围脖、1顶铅帽、1件铅围裙	/
综合楼1号楼负1楼介入中心DSA3室	2件铅围脖、2顶铅帽、2件铅围裙、2副铅防护眼镜、1件铅悬挂防护屏、1件床侧防护帘、2副铅手套	1件铅围脖、1顶铅帽、1件铅围裙	/
医用直线加速器机房	1件铅防护眼镜、1件铅帽、1件铅围颈、1件铅衣	/	/

注：以上配备的铅手套为0.025mmPb，每三个月更换一次，其他防护用品均为0.5mmPb。

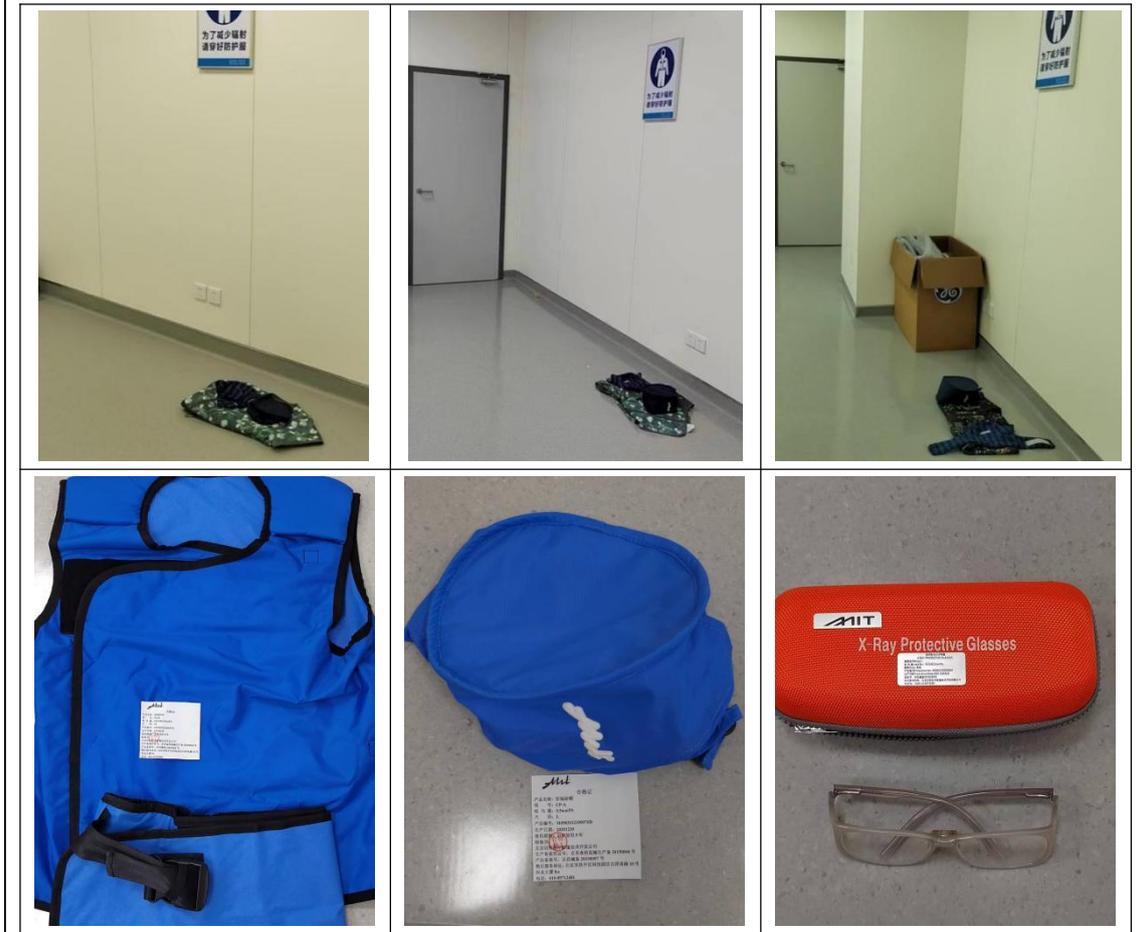




图3-19. 防护用品现场照片

医院配备的防护铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶围脖、介入防护手套等防护用品，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）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。

- 改建核医学诊断项目

- (1) 电离辐射警告标志

本项目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，具体如下：

a. 核医学工作场所入口处、患者进入和离开控制区的防护门、分装注射室、注射后候诊室、PET/CT检查室、抢救室、废物暂存间、储源室和留观室的防护门上均设置了电离辐射警告标志，核医学科出门处设置了单向开闭门装置，在监督区和控制区地面设置了引导标识，用以告知受检者行动路线，以防止受检者错误走动。

b. PET/CT检查室患者出入的推拉式防护门上方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，工作状态指示灯与机房大门联动，控制室墙上设置有机房大门开关，控制室的平开式防护门设置了自动闭门装置，同时在患者出入的防护门外地面设置了红色警示线，提醒人员勿靠近和逗留。

c. 分装注射室、废物暂存间和各注射后候诊室内设置了放射性废物铅桶，桶上表面设置了电离辐射警告标志和废物标签，相关放射性废弃物置于废物铅

桶，经存 30 天，经检测合格后作普通医疗废物处理，废物暂存间设置有通风设施及登记处置台账；衰变池检修口盖表面张贴了电离辐射警告标志。

d. 除注射药物操作外，其余涉及放射性药物的操作均在手套箱内完成，手套箱表面张贴了电离辐射警告标志。

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。现场验证照片见图3-20。





图3-20. 电离辐射警告标志、地面标识等现场照片

(2) 门灯联锁

本项目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。



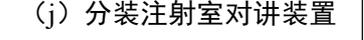
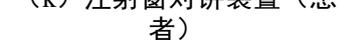
图3-21 PET/CT机房门灯联锁装置

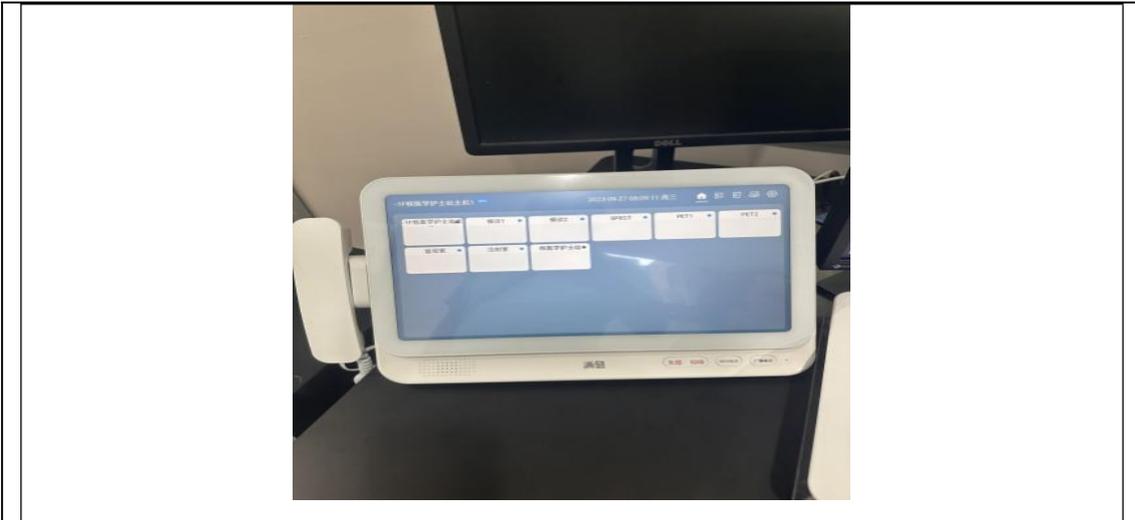
（3）观察和对讲系统

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第5.2.8条款的要求：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。

经现场核实，医院已在PET/CT检查室、储源室、校准源库、分装注射室、各注射后候诊室、抢救室、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PET/CT控制室内；各注射后候诊室、抢救室、留观室内的墙上均设置了对讲装置，医护人员对讲装置设置在PET/CT控制室内；注射窗口设置了对讲装置；同时医院在PET/CT检查室与控制室相隔的墙上设置了观察窗，并设置了对讲装置，医护人员通过对讲装置与患者进行通话交流。现场验证了观察装置和对讲装置，均能正常有效使用。现场验证照片见图3-22。



<p>(a) PET/CT机房观察窗</p> 	<p>(b) 患者通道监控装置</p> 	<p>(c) 分装注射室监控装置</p> 
<p>(d) 校准源室监控装置</p> 	<p>(e) 注射后候诊室监控装置</p> 	<p>(f) 监控视频终端（控制室）</p> 
<p>(g) 留观室监控装置</p> 	<p>(h) 注射后候诊室对讲装置</p> 	<p>(i) 留观室对讲装置</p> 
<p>(j) 分装注射室对讲装置</p> 	<p>(k) 注射窗对讲装置（患者）</p> 	<p>(l) 注射窗对讲装置（医护人员）</p> 



(m) 对讲装置（控制室）

图3-22 核医学中心核素显像区监控装置

(4) 急停按钮

本项目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。急停按钮见图3-23。

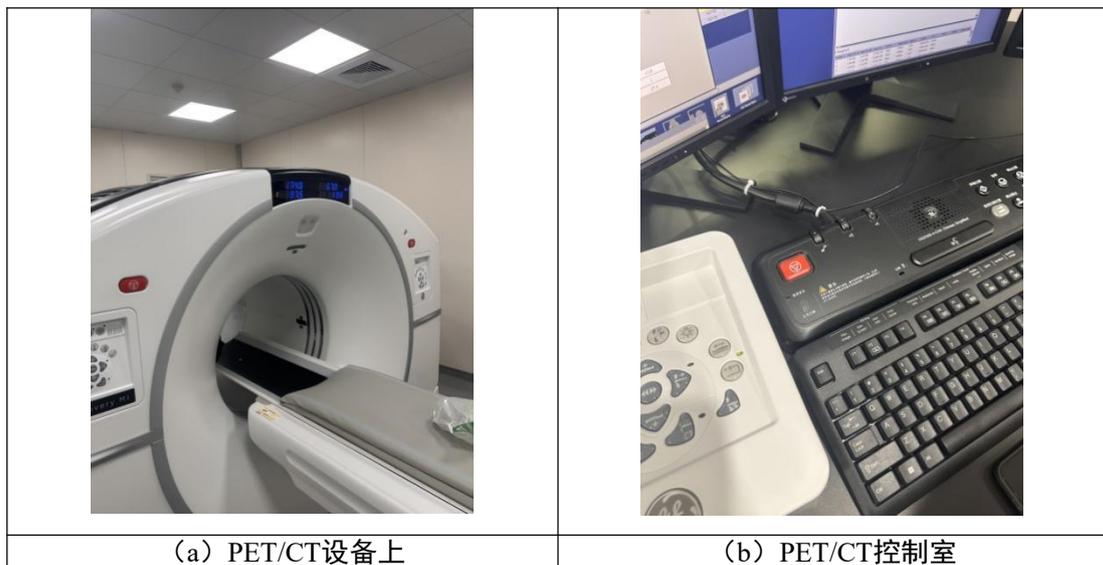


图3-23. 急停按钮

(5) 人员监护

医院为核医学中心配备7名辐射工作人员（均已参加放射防护知识、法律法规培训并且考核合格，名单见表3-6，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（健康证明见附件5，个人剂量检测报告见附件6）。

表3-6 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	学历	工作场所	岗位	培训合格证书编号
	男	本科	核医学科	医师	FS22JS0300163
	男	本科	核医学科	医师	FS22JS0300216
	女	本科	核医学科	医师	FS22JS0300235
	男	本科	核医学科	技师	FS23JS0300027
	男	本科	核医学科	技师	FS22JS0300220
	女	本科	核医学科	技师	FS23JS0300015
	女	本科	核医学科	护士	FS22JS0300024

(6) 辐射监测仪器

医院配备有辐射检测仪1台、表面污染仪2台及个人剂量报警仪4台，本项目配备的辐射监测仪器见图3-24，清单见表3-7。工作人员均配备了个人剂量计，均参加了放射防护知识、法律法规培训后上岗操作。

表3-7. 核医学PET/CT工作场所配备的辐射监测仪器一览表

仪器名称	规格及型号	数量	生产厂家	性能状态	设置场所	检定/校准情况
辐射检测仪	YD-1105	1	北京易达测量技术有限公司	良好	办公室	已校准
个人剂量报警仪	RadTarge-Mini	4	苏州瑞派宁科技有限公司	良好	核医学场所 人员随身携带	已校准
表面污染仪	Inspector	2	美国Medcom	良好	卫生通过间	已校准

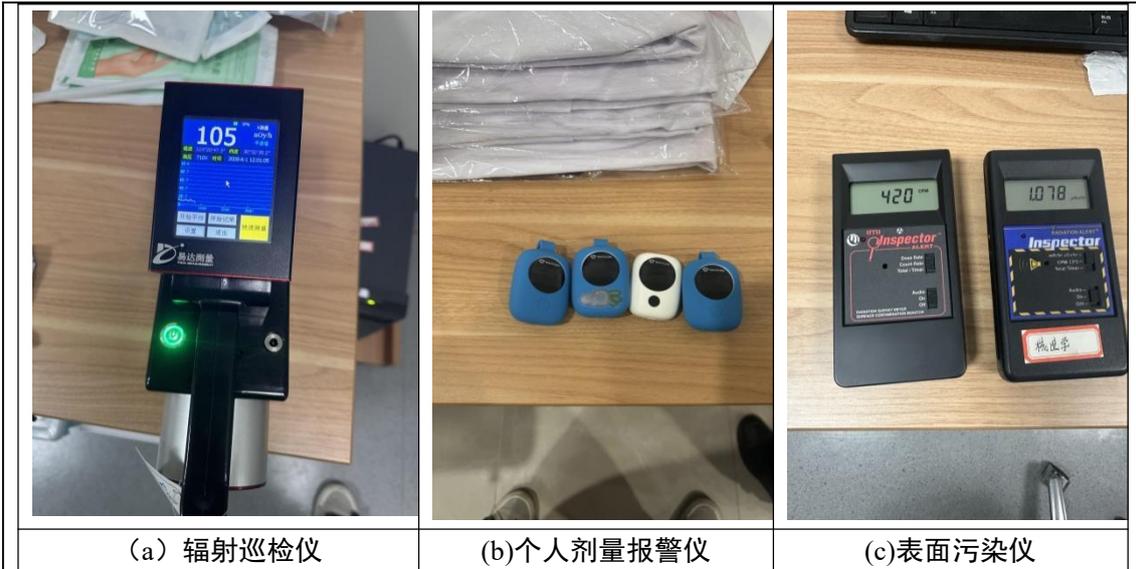


图3-24. 本项目辐射监测仪器现场验证图

(7) 防护用品

医院已为核医学中心配备0.5mmPb的防护铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶围脖、铅防护眼镜以及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）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）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3-25. 个人防护用品

图3-26. 校准源铅桶

(8) 校准源库

本项目配备2枚⁶⁸Ge校准源，放置在核医学中心校准源室的铅桶内，采用双人双锁管理，安装有红外报警装置、监控装置，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

核医学工作场所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。本项目核医学科分装注射室内配置有手套箱，本项目药物分装、活度测量等所有放射性核素的操作均在手套箱内进行。排风管道末端处配置高效排风过滤器+活性炭吸附装置二级处理设施，排风管道内各排风口均设置了止回阀，防止气体回流，整个PET/CT工作场所的气流从低活度区向高活度区排放出去，外排风口设置于综合楼楼顶，高于本建筑并远离周边高层建筑，满足《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2020）中“排气口应高于本建筑屋顶”的要求，同时满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求。经检测，手套箱左操作口的风速为0.56m/s，右操作口的风速为0.72m/s，均大于0.5m/s，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的标准要求。

医院还应定期更换活性炭并作为放射性固废处理。核医学工作场所排风现场照片见图3-27。





图3-27. 工作场所排风

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

本项目核医学科放射性药物的操作会产生少量受放射性污染的固体废物，如注射器、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、废物暂存间和各注射后候诊室内设置了放射性废物铅桶，桶表面设置了电离辐射警告标志，相关放射性废弃物置于废物桶，含 ^{18}F 核素的放射性固体废物暂存超过 30 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。建议医院将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

医院在核医学科西侧室外地下建有 1 个槽式衰变池，衰变池设置在地下负二层深度处，设置有爬梯直通地面，地面入口处设置有钢材质盖板，医院已将衰变池作为控制区进行管控，并在衰变池四周设有围栏，本项目放射性废水暂存衰变 30 天后可直接解控排放至医院污水处理系统作为医疗废水处理。衰变池系统由维修空间和 3 个衰变池组成，单个衰变池有效容积均为 33.4m^3 ，总容积为 100.2m^3 ；池壁由混凝土浇筑而成，壁厚 300mm；池顶为 300mm 混凝土（低于地表 0.75m），井盖为 50mm 铸铁井盖（与地表平齐），衰变池现场照片见图 3-28。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自动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，自动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。放射性废水主要有沾有放射性核素的医疗器械、器皿的洗涤用水，放射工作人员的洗涤用水以及服用药物病人的排泄物及冲洗水等。医院核医学科另有 1 座 SPECT/CT 未进行验收，PET/CT 诊断项目、SPECT/CT 诊断项目日接诊量最大均为 20 人次，放射性废水产生量按 10L/人次计算，工作场所每天的清洗废水约为 100L，则放射性废水排放量为 500L/d （ $10\text{L/人} \times (20\text{人/d} + 20\text{人/d}) + 100\text{L/d}$ ）。根据放射性废水衰变系统工作原理，放射性废水可在该衰变系统内衰变时间为 200.4d （ $100200\text{L}/500\text{L/d}$ ），而医院使用的 ^{18}F 核素半衰期为 109.8min， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素的半衰期为 6.02h，故医院衰变系统能够满足相关标准的要求。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，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3-28 核医学科衰变池

（2）非放射性三废

①废气

本项目DSA机房、医用直线加速器机房、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。医用直线加速器机房、DSA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。本项目医用直线加速器机房通过新风系统、排风系统和吸顶式中央空调进行通风换气和温度调节，进风和排风管道采用“V”型穿墙方式从防护门上方墙体经过迷道至治疗室内，采用上进风下出风的方式，2个进风口分别位于治疗室西南侧和东南侧吊顶天花板上，2个排风口分别位于治疗室西北角西墙（主屏蔽墙）和东北角东墙（次屏蔽墙）下方，2个排风口下沿距地面约30cm，2个排风口尺寸均为29cm \times 29cm，医用直线加速器机房2个排风口排风速率分别为1.94m/s（西北角）和1.81m/s（东北角），治疗室容积（含迷道）约为279m³，由此可知治疗室内空气每小

时交换次数为4.06次。医用直线加速器机房排风口和进风口呈对角设置，排风口设置和通风换气次数符合相关标准要求。本项目中的3间DSA机房采用新风系统进行通风换气，排风口设置在机房的吊顶天花板上；现场照片见图3-29。



图3-29. 工作场所排风现场图

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3-8 新建放射诊疗项目（分期验收）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。	/	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。	认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施，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。	已制定以下管理制度：《宜兴市人民医院辐射安全管理规章制度》《放射安全事件应急演练方案》《放射诊疗许可证管理制度》《放射防护检测与评价制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射诊疗质量保证方案》《放射性废物收集与处理制度》《放射工作场所防护污染监测制度》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：核医学科、DSA、后装治疗机、医用直线加速器等X射线机机房墙体采用混凝土结构或实心砖、顶（地面）采用混凝土结构（部分场所内刷防辐射涂料），各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗，详见环评表10-1至10-4。工作人员和周围公众的年有效剂量低于项目剂量约束值。	应加强施工监督管理，主动接受当地环境保护部门的监督检查，并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。	本项目，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、中子剂量当量率、通风橱速率，均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）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：1、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，同时在PET/CT机房、PET/MR机房门口设置当心电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p> <p>2、DSA、后装治疗机、医用直线加速器机房防护门外设置当心电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p> <p>3、PET/CT、PET/MR、后装治疗机、医用直线加速器设置门机联锁装置，并设置急停按钮、视频监视系统及对讲装置；DSA机房应设置闭门装置。</p> <p>4、后装治疗机机房内安装固定式报警仪。</p>	<p>认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施,确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。</p>	<p>DSA、医用直线加速器机房防护门外设置当心电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p> <p>医用直线加速器设置门机联锁装置，并设置急停按钮、视频监视系统及对讲装置；DSA机房设置了闭门装置。</p>	已落实
人员 配备	<p>辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。</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，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。</p>		<p>医院已委托无锡国通环境检测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，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>	
监测仪器和防护用	<p>配备辐射巡测仪1台</p>	<p>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</p>	<p>医院配备有辐射巡测仪1台、个人剂量报警仪11台。</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
品	配备个人剂量报警仪15台。	测，及时解决发现的问题。		
	配备表面沾污仪1台			
	核医学科配备铅通风橱，放射性核素操作人员配备铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅帽等个人防护用品。DSA介入治疗医生配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等，同时设置铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等。	配备必要的个人防护用品。	DSA介入治疗医生配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等，同时设置铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等。	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3-8 改建核医学诊断项目（分期验收）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。	/	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

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	<p>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。</p>	/	<p>已制定以下管理制度：《宜兴市人民医院辐射安全管理规章制度》《放射安全事件应急演练方案》《放射诊疗许可证管理制度》《放射防护检测与评价制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射诊疗质量保证方案》《放射性废物收集与处理制度》《放射工作场所防护污染监测制度》《核素登记保管制度》等（见附件4），并落实到实际工作中。</p>	已落实
辐射安全和防护措施	<p>屏蔽措施：屏蔽措施：核医学科工作场所四侧墙体采用实心砖+铅板进行和钢龙骨+铅板进行辐射防护，顶部采用混凝土+铅板进行辐射防护，地面采用混凝土进行辐射防护，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。详见环评表10-6。</p>	<p>严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，严格执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关规定。</p>	<p>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。</p>	已落实
	<p>安全措施：核医学科控制区入口处（包括PET/CT机房、SPECT/CT机房、注射室、放射性废物间、注射后候诊室、VIP后候诊室、等）、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志，同时在PET/CT机房、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，核医学科控制区出入口设置单向门禁系统。</p>	<p>定期检查辐射工作场所联锁装置、工作指示灯、辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。</p>	<p>PET/CT机房防护门、核医学中心工作场所控制区出入口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

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	<p>三废处理措施：本项目核素操作均在手套箱中进行，手套箱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>本项目产生的放射性废水由专用下水管道统一集中到放疗核医学楼西侧的衰变池中，暂存30天后可直接解控排放至医院污水处理系统作为医疗废水处理。衰变系统采用串联衰变池，包含3个衰变池，单个衰变池有效容积约33.4m³，总有效容积约100.2m³。</p> <p>核医学科产生的放射性固体废物集中到放射性废物间中的铅桶中暂存，在放射性废物间内自然衰变30天后，作为医疗废物进行处理；本项目产生的废⁶⁸Ge校准源交由原生产厂家回收或由省城市放射性废物库回收处置。符合辐射环境保护管理要求。</p>	<p>做好放射性废水衰变池和专用管道的防腐、防渗、耐酸碱腐蚀，放射性废水贮存衰变满30天后可作为医疗废水处理。放射性固体废物按半衰期分批分类暂存，达到贮存期且经监测满足清洁解控标准后，作为医疗废物处理。</p>	<p>F-18 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 30 天，排放至医院污水处理系统作为医疗废水进行处理。F-18 放射性固体废物按照要求进行贮存，存放超过 30 天，经检测合格后，作为医疗废物进行处理。⁶⁸Ge 校准源退役后送交城市放射性废物库。</p>	<p>已落实</p>
<p>人员配备</p>	<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>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>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。本项目确定的辐射工作人员职业照射剂量约束值取 5mSv/a；公众成员剂量</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> <p>医院已委托无锡国通环境检测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>已落实</p>

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	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。	约束值取0.1mSv/a。	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。	
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	配备环境辐射剂量检测仪，定期对项目周围辐射水平进行巡测。	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4台。	已落实
	拟配备表面沾污仪1台。			
	拟配备个人剂量报警仪6台。			
	核医学科配备2个手套箱，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2个手套箱（本项目1个手套箱），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	/	每年请有资质的单位对项目周边辐射环境监测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

一、实践正当性

宜兴市人民医院本次新建放射诊疗项目主要包括：

住院大楼A座负二层放疗中心新建2座医用直线加速器机房，各配备1台X射线最大能量为15MV的医用直线加速器，新建1座后装治疗机机房，配备1枚¹⁹²Ir（装源活度 3.7×10^{11} Bq）放射源，均用于肿瘤放射治疗；

住院大楼A座负一层介入中心新建3座DSA机房，各配备1台DSA用于介入诊断及治疗；

住院大楼B座负一层核医学科新建1个丙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房、1座PET/MR机房及相关辅助用房）。

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

二、选址合理性

宜兴市人民医院新院区位于江苏省无锡市宜兴市，医院东侧为新城路，南侧为南一路（规划道路），西侧为兴业路，北侧为潢潼路。项目50m范围内无学校、居民楼等环境敏感点，选址可行。各放射诊疗设备机房以及丙级非密封放射性物质工作场所均划分了控制区及监督区，其中丙级非密封放射性物质工作场所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，注射后候诊室内设置有注射后病人专用厕所，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局合理。

三、辐射环境现状评价

宜兴市人民医院本次新建放射诊疗项目拟建址周围本底辐射剂量率在117nSv/h~145nSv/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。

四、环境影响评价

根据理论估算结果，宜兴市人民医院新建放射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。

五、辐射安全措施评价

宜兴市人民医院新院区核医学丙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；PET/CT机房、PET/MR机房、DSA机房、后装治疗机机房、医用直线加速器机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识和工作状态灯。其中，PET/CT机房、PET/MR机房、后装治疗机机房、医用直线加速器设置有门机联锁装置，DSA机房设有闭门装置，各射线装置机房内外均设置有急停按钮，后装治疗机机房内安装有固定式报警仪，符合辐射安全要求。

六、辐射管理措施评价

医院须尽快完善辐射安全管理小组，制定、完善操作规程、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辐射安全管理制度。

宜兴市人民医院还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。宜兴市人民医院还需为本项目配备辐射巡测仪1台、表面沾污仪1台、个人剂量报警仪15台。此外，医院应根据GBZ130-2013的要求，为辐射工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，宜兴市人民医院新建放射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，从辐射环境保护角度论证，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、PET/MR中MRI核磁的影响不在本报告评价范围内，应按相关标准及要求设计建设。

2、审批部门审批决定

江苏省生态环境厅

苏环辐(表)审〔2018〕46号

关于宜兴市人民医院新建放射诊疗项目 环境影响报告表的批复

宜兴市人民医院：

你单位报送的由江苏润天环境科技有限公司编制的《新建放射诊疗项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及相关材料收悉。依据《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规，经研究，批复如下：

一、拟改扩建项目位于宜兴市兴业路以东、潢潼路以南、新城路以西、南一路以北，项目内容：拟于住院大楼 A 座负二层放疗中心新建 2 座医用直线加速器机房，各配备 1 台医用直线加速器（型号：待定；X 射线最大能量：15MV；电子线最大能量：22MeV；属 II 类射线装置），用于肿瘤放射治疗；拟于住院大楼 A 座负二层放疗中心新建 1 座后装治疗机房，配备 1 枚 ^{192}Ir （装源活度 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ）放射源，用于肿瘤放射治疗；拟于住院大楼 A 座负一层介入中心新建 3 座 DSA 机房，各配备 1 台 DSA（型号：未定；最大管电压：150kV；最大管电流：1250mA，属 II 类射线装置）用于介入诊断及治疗；拟于住院大楼 B 座负一层核医学科新建 1 个丙级非密封放射性物质工作场所，配备 1 座 PET/CT（型号：待定；最大管电压：150kV；最大管电流：1500mA；属 III 类射线装置）和 1 座 PET/MR 机房及其相关辅助用房，使用 ^{18}F （日等效最大操作量 $8.88 \times 10^6\text{Bq}$ ），以及配置 6 枚 ^{68}Ge 质控源（活度为 $4.6 \times 10^7\text{Bq}$ 的 4 枚，活度为 $9.25 \times 10^7\text{Bq}$ 的 2 枚，均属 V 类放射源）。

- 1 -

二、我厅同意《报告表》中对于辐射环境保护方面的评价结论。在工程设计、建设和运行中，你单位应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施，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。

三、项目建设期间，你单位应加强施工监督管理，主动接受当地环境保护部门的监督检查，并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。

四、放射源和非密封放射性同位素转让须及时到环保部门办理审批与备案手续；闲置或者废旧放射源应当交回生产单位或者返回原出口方；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。

五、要依法重新申请领取辐射安全许可证，并按照相关规定组织开展环境保护竣工验收。

六、要定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警告标志、门机连锁等安全设施，以及个人剂量报警仪、表面沾污仪等辐射监测仪器，确保正常工作。

七、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：无锡市环境保护局。

表13 结论与建议

一、项目概况

宜兴市人民医院新院区位于宜兴市梅渚路与洑滨大道交叉口西500米。为了适应医院发展要求，服务患者，医院拟在新院区医疗综合楼的住院大楼B座负一楼改建核医学科项目，拟建成乙级非密封放射性物质工作场所，配置1台PET/CT（型号未定，最大管电压140kV，最大管电流600mA）和1台SPECT/CT（型号未定，最大管电压140kV，最大管电流600mA），均属III类射线装置。本项目拟使用放射性核素 ^{18}F 配合PET/CT开展核素显像诊断，拟使用放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 配合SPECT/CT开展核素显像诊断，PET/CT质量控制校正时拟使用2枚 ^{68}Ge 放射源，属V类放射源。

宜兴市人民医院新建放射诊疗项目已于2018年12月9日取得了江苏省生态环境厅的环评批复（苏环辐（表）审[2018]46号），见附件6。原环评规划中的加速器机房、后装治疗机机房及DSA机房均正常建设。本次仅对新院区核医学科进行调整：①将原环评规划中PET/MR机房调整为PET/CT机房，将PET/CT机房调整为SPECT/CT机房，并对机房的防护屏蔽进行了调整，同时也对相关辅助机房的功能性和防护屏蔽进行调整。②本项目新院区核医学科场所等级由丙级调整为乙级。③对原衰变池设计进行了优化，将原衰变池总容积由 10m^3 调整为 100.2m^3 。

二、项目建设的必要性及产业政策符合性

本项目的建设，可为医院提供多种诊断、治疗手段，有着重要临床应用价值，可为患者提供放射诊断服务，并可提高当地医疗卫生水平。对照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订），不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

三、实践正当性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经落实辐射防护屏蔽设计和安全管理措施后，本项目的建设和运行对受照个人和社会公众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。

四、选址合理性

宜兴市人民医院新院区位于宜兴市梅渚路与洑滨大道交叉口西500米，医院东侧为新城路，南侧为南一路（规划道路），西侧为兴业路，北侧为潢渚路。本次改建

核医学科位于医疗综合楼的住院大楼B座负一层，住院大楼B座东侧为门诊大楼，南侧为医技楼（南区），西侧为院内道路及绿化，北侧为院内绿化、医技楼（北区）、住院大楼A座及总变电所。

本项目新院区核医学工作场所东侧为电梯厅，南侧为放射科，西侧为排风机房及电梯厅，北侧为地下通道，上方为输液大厅，下方为车库。

本项目新院区核医学工作场所周围50m评价范围均位于医院内，内无学校、居民区等环境敏感点。项目运行后的环境保护目标主要为核医学辐射工作人员、评价范围内其他医务人员、病患及其他公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。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；根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题；本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

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

五、辐射环境现状评价

宜兴市人民医院本次改建核医学诊断项目拟建址周围本底辐射剂量率在68nGy/h~76nGy/h之间，与江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果相比较，均未见异常；新增核医学项目拟建址周围 β 表面污染水平均小于0.02Bq/cm²。

六、环境影响评价

根据预测估算结果，宜兴市人民医院改建核医学诊断项目在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面的周围剂量当量率小于2.5 μ Sv/h，满足《核医学放射防护要求》

（GBZ 120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的要求。项目投入运行后对辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《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年有效剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（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）。

七、“三废”的处理处置

核医学科核素操作均在手套箱中进行，手套箱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；来自核医学科的注射室、给药后患者专用卫生间等高活区的放射性废水，含有 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性核素，由独立下水管道统一集中到放疗核医学楼西侧地下的衰变池中，衰变30天满足排放标准后流入医院污水处理系统作为医疗废水处理；核医学科产生的放射性固体废物集中到放射性废物间中的放射性废物桶中暂存，在放射性废物间内自然衰变30天后，作为医疗废物进行处理；PET/CT使用的 ^{68}Ge 校准源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。符合辐射环境保护管理要求。

PET/CT机房及SPECT/CT机房内的空气在X射线、 γ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧常温下约50min可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；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；工作人员和病人产生的生活垃圾，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。

八、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

宜兴市人民医院改建核医学诊断项目，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021），确定核医学科工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

核医学科PET/CT机房、SPECT/CT机房扫描时产生的X射线； ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 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，以上射线会造成医务人员和公众的外照射。本项目核医学科工作场所控制区出入口拟设置“当心电离辐射”警告标志；PET/CT机房、SPECT/CT机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识和工作状态灯。PET/CT机房、SPECT/CT机房设置有门机联锁装置，机房

内外均设置有急停按钮，核医学科控制区出入口设置单向门禁系统，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《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的安全管理要求。

九、辐射安全管理评价

宜兴市人民医院已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院拟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》，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。

宜兴市人民医院需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。宜兴市人民医院还需为本项目配备辐射巡测仪1台、表面沾污仪1台及个人剂量报警仪共6台。此外，医院应根据相关标准要求，为核医学诊断项目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，宜兴市人民医院改建核医学诊断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，该公司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、根据防护与安全的最优化原则，进一步优化完善辐射工作场所屏蔽措施。

3、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。

4、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

5、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〔2023〕44号

关于宜兴市人民医院改建核医学诊断项目 环境影响报告表的批复

宜兴市人民医院：

你单位报送的《宜兴市人民医院改建核医学诊断项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经研究，批复如下：

一、根据《报告表》评价结论，项目建设具备环境可行性。从环境保护角度考虑，我厅同意你单位该项目建设。项目地点位于无锡市宜兴市梅潼路与洵滨大道交叉口西500米。项目内容：在新院区大楼B座负一层改建核医学科，将原环评规划中PET/MR机房改建为PET/CT机房，配备1台PET/CT（最大管电压140kV、最大管电流600mA，属III类射线装置）使用 ^{18}F 核素，用于显像诊断，并使用2枚 ^{68}Ge 放射源（单枚活度分别为 $3.50\times 10^6\text{Bq}$ 、 $5.50\times 10^7\text{Bq}$ ，均属V类放射源）用于质控校准；将原环评规划中PET/CT机房改建为SPECT/CT机房，配备1台SPECT/CT（最大管电压140kV、最大管电流500mA，属III类射线装置）使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素，用于显像诊断；日等效最大操作量为 $2.516\times 10^7\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。详见《报告表》。

二、在工程设计、建设和运行中要认真落实《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，严格执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等相关规定。

（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；放射源及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）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。本项目确定的辐射工作人员职业照射剂量约束值取 5mSv/a；公众成员剂量约束值取 0.1mSv/a。

（四）定期检查辐射工作场所联锁装置、工作指示灯、辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

（五）配备环境辐射剂量检测仪，定期对辐射工作场所进行巡测。每年请有资质的单位对项目周边辐射环境监测 1~2 次。

（六）做好放射性废水衰变池和专用管道的防腐、防渗、耐酸碱腐蚀，放射性废水贮存衰变满 30 天后可作为医疗废水处理。

（七）放射性固体废物按半衰期分批分类暂存，达到贮存期且经监测满足清洁解控标准后，作为医疗废物处理。

三、项目建成后建设单位应及时向我厅申办环保相关手续，依法取得辐射安全许可证并经验收合格后，方可投入正式运行。你单位应在收到本批复后 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告表报无锡市生态环境局，并接受其监督检查。

四、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、无锡市生态环境局，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。

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-044	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2022-0115344 检定有效期限：2022.12.01~2023.11.30
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：Y2023-0042629 检定有效期限：2023.03.27~2024.03.26
3	风速仪	AR886A	NJRS-065	检定证书编号：H2022-0115345 检定有效期限：2022.11.30~2023.11.29
4	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-807	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 校准证书编号：Y2022-0088777 校准有效期限：2022.09.14~2023.09.13
5	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-137	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2022-0079660 检定有效期限：2022.08.18~2023.08.17

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。

X- γ 剂量率数据记录及处理：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。

表面污染数据记录及处理：开机预热，手持仪器。保持仪器探头中心距离污染面在尽可能低的距离，仪器读数稳定后，每个点位读取6个数据，读取间隔不小于10s。

风速数据记录及处理：开机预热，手持仪器。保持仪器探头中心与来风风向垂直，仪器读数稳定后，读取数据，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

2023年6月6日、7月31、9月25日，南京瑞森辐射技术有限公司对宜兴市人民医院综合楼2号楼负一楼核医学科及综合楼1号楼负一楼介入中心、负二楼医用直线加速器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	检测日期
医用直线加速器 (VitalBeam)	X射线： 6、10MV 电子线： 6、9、12、 16、20MeV	6MV（FFF）X射线，照射野40cm×40cm，输出剂量率：1400cGy/min；10MV X射线，照射野：40cm×40cm，输出剂量率：600cGy/min	综合楼1号楼负2楼放疗科加速器机房	2023.7.31
PET/CT (Discovery MI型)	140kV/600mA 核素： ¹⁸ F	120kV250mA CT扫描、 诊断床上放置装有 1.03×10^9 Bq（27.8mCi） ¹⁸ F药物	综合楼2号楼负一层核医学科	2023.9.25
医用血管造影 X射线机 (Artis Q floor)	125kV/1000 mA	78.8kV/54.7mA	综合楼1号楼负1楼介入中心 DSA1室	2023.6.6
医用血管造影 X射线系统 (Azurion 7 M20)	125kV/1000 mA	68kV/6.5mA	综合楼1号楼负1楼介入中心 DSA2室	2023.6.6
医用血管造影 X射线机 (Artis zeego III)	125kV/1000 mA	80.6kV/234.6mA	综合楼1号楼负1楼介入中心 DSA3室	2023.9.25
场所名称	验收监测工况			
¹⁸ F场所	1. PET/CT机房内放置药量约为 $1.03E+9$ Bq（27.8mCi）的 ¹⁸ F药物； 2. PET诊断项目各功能用房内放置药量为 $5.29E+8$ Bq（14.3mCi）的 ¹⁸ F药物； 3. ¹⁸ F专用通风橱内放置 $4.25E+9$ Bq（115.0mCi）的 ¹⁸ F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包括：X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率、 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手套箱风速，每个点位监测6个数据。

在医用直线加速器机房周围布设监测点，监测加速器运行状态下机房周围的X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率和机房排风口的风速。

在3间DSA机房周围布设监测点，监测设备正常运行状态下机房周围的X- γ 辐射剂量率。

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）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《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

验收监测期间运行工况记录：

被检单位：宜兴市人民医院

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2023年6月6日、7月31~8月1日、9月25~28日

天气：6月6日，晴，23℃，83%RH

7月31~8月1日，多云，29℃，（80~84）%RH

9月25日，多云，27℃，（82~86）%RH

9月26日，多云，26℃，（86~90）%RH

9月27日，阴，24℃，（88~92）%RH

9月28日，多云，26℃，（77~81）%RH

监测因子：X-γ辐射剂量率，中子剂量当量率、β表面污染水平，手套箱风速。

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PET/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 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	监督区	PET/CT机房观察窗外30cm处 (左缝)	0.10	^{18}F 药物在PET/CT 诊断床上，CT扫描 工况： 120kV/250mA
2		PET/CT机房观察窗外30cm处 (中间)	0.10	
3		PET/CT机房观察窗外30cm处 (右缝)	0.10	
4		操作位	0.10	
5		PET/CT机房北墙外30cm处	0.12	
6		PET/CT机房北门外30cm处 (左缝)	0.12	

7	控制区	PET/CT机房北门外30cm处 (中间)	0.11	
8		PET/CT机房北门外30cm处 (右缝)	0.13	
9		PET/CT机房北门外30cm处 (上缝)	0.12	
10		PET/CT机房北门外30cm处 (下缝)	0.12	
11		PET/CT机房西墙外30cm处 (办公室)	0.11	
12		PET/CT机房西墙外30cm处 (女更衣室)	0.62	
13		PET/CT机房西墙外30cm处 (清洁间)	0.58	
14		PET/CT机房南墙外30cm处 (泄气口)	0.80	
15		PET/CT机房南门外30cm处 (左缝)	0.40	
16		PET/CT机房南门外30cm处 (中间)	0.64	
17		PET/CT机房南门外30cm处 (右缝)	0.76	
18		PET/CT机房南门外30cm处 (上缝)	0.56	
19		PET/CT机房南门外30cm处 (下缝)	1.09	
20	监督区	PET/CT机房东墙外30cm处	0.11	
21		PET/CT机房东墙外30cm处	0.11	
22		PET/CT机房东墙外30cm处	0.11	
23		PET/CT机房楼上距地面30cm 处	0.11	
24		PET/CT机房楼上距地面30cm 处	0.11	
25		PET/CT机房楼下距地面 170cm处	0.11	
26		PET/CT机房楼下距地面 170cm处	0.11	
27		候诊室1北墙外30cm处	1.43	¹⁸ F药物在候诊室1 内
28	候诊室1北门外30cm处(左 缝)	5.4		

29		候诊室1北门外30cm处（中间）	6.2	¹⁸ F药物在候诊室2内
30		候诊室1北门外30cm处（右缝）	4.1	
31		候诊室1北门外30cm处（上缝）	4.1	
32		候诊室1北门外30cm处（下缝）	1.76	
33		候诊室1西墙外30cm处	2.88	
34	监督区	候诊室1南门外30cm处（左缝）	0.30	
35		候诊室1南门外30cm处（中间）	0.31	
36		候诊室1南门外30cm处（右缝）	0.92	
37		候诊室1南门外30cm处（上缝）	0.34	
38		候诊室1南门外30cm处（下缝）	0.34	
39		候诊室1南墙外30cm处	0.30	
40		候诊室1东墙外30cm处	1.87	
41		候诊室1楼上距地面30cm处	0.11	
42		候诊室1楼下距地面170cm处	0.11	
43	控制区	候诊室2北墙外30cm处	2.76	
44		候诊室2北门外30cm处（左缝）	1.27	
45		候诊室2北门外30cm处（中间）	1.96	
46		候诊室2北门外30cm处（右缝）	2.22	
47		候诊室2北门外30cm处（上缝）	1.26	
48		候诊室2北门外30cm处（下缝）	2.20	
49		候诊室2西墙外30cm处	3.7	
50	监督区	候诊室2南墙外30cm处	0.20	

51		候诊室2南门外30cm处（左缝）	0.82	
52		候诊室2南门外30cm处（中间）	0.76	
53		候诊室2南门外30cm处（右缝）	0.19	
54		候诊室2南门外30cm处（上缝）	0.73	
55		候诊室2南门外30cm处（下缝）	0.81	
56		候诊室2楼上距地面30cm处	0.12	
57		候诊室2楼下距地面170cm处	0.12	
58		PET/CT候诊室1北墙外30cm处	1.07	
59		PET/CT候诊室1北门外30cm处（左缝）	1.55	
60		PET/CT候诊室1北门外30cm处（中间）	1.93	
61	控制区	PET/CT候诊室1北门外30cm处（右缝）	2.35	
62		PET/CT候诊室1北门外30cm处（上缝）	1.51	
63		PET/CT候诊室1北门外30cm处（下缝）	1.77	¹⁸ F药物在PET/CT候诊室1内
64		PET/CT候诊室1西墙外30cm处	1.35	
65	监督区	PET/CT候诊室1南墙外30cm处	0.66	
66	控制区	PET/CT候诊室1东墙外30cm处	1.34	
67	监督区	PET/CT候诊室1楼上距地面30cm处	0.11	
68		PET/CT候诊室1楼下距地面170cm处	0.11	
69		PET/CT候诊室2北墙外30cm处	1.05	
70	控制区	PET/CT候诊室2北门外30cm处（左缝）	1.03	¹⁸ F药物在PET/CT候诊室2内
71		PET/CT候诊室2北门外30cm处（中间）	0.65	

72		PET/CT候诊室2北门外30cm处（右缝）	0.80	
73		PET/CT候诊室2北门外30cm处（上缝）	0.88	
74		PET/CT候诊室2北门外30cm处（下缝）	1.04	
75		PET/CT候诊室2西墙外30cm处	1.47	
76	监督区	PET/CT候诊室2南墙外30cm处	0.57	
77		PET/CT候诊室2楼上距地面30cm处	0.11	
78		PET/CT候诊室2楼下距地面170cm处	0.10	
79	控制区	抢救室北墙外30cm处	2.21	¹⁸ F药物在抢救室内
80		抢救室北门外30cm处（左缝）	1.52	
81		抢救室北门外30cm处（中间）	1.37	
82		抢救室北门外30cm处（右缝）	1.74	
83		抢救室北门外30cm处（上缝）	1.48	
84		抢救室北门外30cm处（下缝）	1.64	
85		抢救室西墙外30cm处	5.1	
86	监督区	抢救室南墙外30cm处	0.45	
87		抢救室南门外30cm处（左缝）	0.92	
88		抢救室南门外30cm处（中间）	0.66	
89		抢救室南门外30cm处（右缝）	1.22	
90		抢救室南门外30cm处（上缝）	1.19	
91		抢救室南门外30cm处（下缝）	1.21	
92		抢救室楼上距地面30cm处	0.11	
93		抢救室楼下距地面170cm处	0.11	

94	控制区	留观室北墙外30cm处	2.14	¹⁸ F药物在留观室内
95		留观室北门外30cm处（左缝）	2.19	
96		留观室北门外30cm处（中间）	2.57	
97		留观室北门外30cm处（右缝）	2.00	
98		留观室北门外30cm处（上缝）	2.13	
99		留观室北门外30cm处（下缝）	1.89	
100			留观室西墙外30cm处	
101	监督区	留观室南墙外30cm处	0.46	
102		留观室楼上距地面30cm处	0.10	
103		留观室楼下距地面170cm处	0.11	
104	通风橱（手套箱）观察窗外5cm处		1.02	¹⁸ F药物在手套箱内
105	通风橱（手套箱）前侧表面外5cm处		1.05	
106	通风橱（手套箱）左操作口表面外5cm处		0.29	
107	通风橱（手套箱）右操作口表面外5cm处		0.34	
108	注射台观察窗外5cm处		1.57	¹⁸ F药物在注射台上
109	注射台左操作口表面外5cm处		1.07	
110	注射台右操作口表面外5cm处		0.79	
111	注射台前侧表面外5cm处		1.38	
112	注射台下侧表面外5cm处		0.72	
113	工作人员摆位处（距 ¹⁸ F药物1.5m）		27	¹⁸ F药物在PET/CT诊断床模体内
114	核医学科等候大厅		0.10	/

注：1、测量结果未扣除本底值；
 2.各功能房中间放置药量为 $5.29 \times 10^8 \text{Bq}$ （14.3mCi）的 ¹⁸F 药物；
 3.手套箱内放置 $4.25 \times 10^9 \text{Bq}$ （115.0mCi）的 ¹⁸F 药物；
 4.PET/CT 检查室内的检查床上放置 $1.03 \times 10^9 \text{Bq}$ （27.8mCi）的 ¹⁸F 药物，CT 扫描工况：120kV/250mA。

由表 7-1 检测结果可知，本项目综合楼 2 号楼负一楼核医学科 PET/CT 机房内 PET/CT（型号：Discovery MI）正常工作（检测工况：120kV/250mA，诊断床上放置装有 27.8mCi¹⁸F 药物）时，控制区的周围剂量当量率为（0.40~6.2） μ Sv/h，监督区的周围剂量当量率为（0.10~1.87） 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”的标准要求；候诊室 1 北门外 30cm 处（核医学科走廊）、候诊室 1 西墙外 30cm 处（候诊室 2）、候诊室 2 北墙外 30cm 处（核医学科走廊）、候诊室 2 西墙外 30cm 处（SPECT 候诊室）、抢救室西墙外 30cm 处（留观室）、留观室北门外 30cm 处（核医学科走廊）的 X- γ 辐射剂量率检测结果均大于 2.5 μ Sv/h，根据《生态环境部辐射源安全监管司关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）“控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子 $\geq 1/2$ ），周围剂量当量率应小于 2.5 μ Sv/h。控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子 $< 1/2$ ），如给药/注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于 10 μ Sv/h”，上述 X- γ 辐射剂量率检测结果大于 2.5 μ Sv/h 的检测点位均为工作人员较少停留的场所，因此检测结果符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30 cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 μ Sv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10 μ Sv/h。放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25 μ Sv/h”的标准要求。

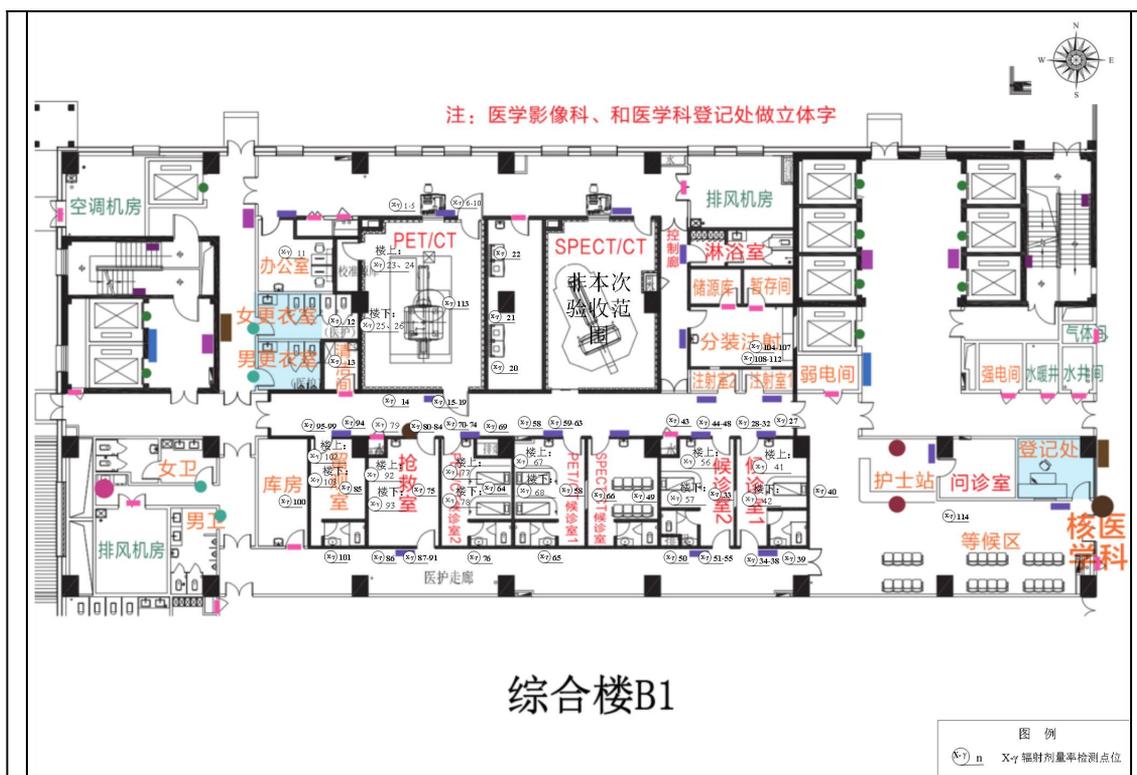


图7-1 核医学科PET/CT机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本项目核医学科 PET/CT 机房周围β放射性表面污染水平监测结果见表 7-2，监测点位见图 7-2。

表 7-2 本项目 PET/CT 机房周围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诊断床表面	<0.06	/
2	PET/CT机房地面	<0.06	/
3	PET/CT控制室地面	<0.06	/
4	PET/CT操作台表面	<0.06	/
5	候诊室1地面	<0.06	/
6	候诊室1座位表面	<0.06	/
7	候诊室1卫生间地面	<0.06	/
8	候诊室2地面	<0.06	/
9	候诊室2座位表面	<0.06	/

10	候诊室2卫生间地面	<0.06	/
11	PET/CT候诊室1地面	<0.06	/
12	PET/CT候诊室1座位表面	<0.06	/
13	PET/CT候诊室1卫生间地面	<0.06	/
14	PET/CT候诊室2地面	<0.06	/
15	PET/CT候诊室2座位表面	<0.06	/
16	PET/CT候诊室2卫生间地面	<0.06	/
17	抢救室地面	<0.06	/
18	留观室地面	<0.06	/
19	留观室卫生间地面	<0.06	/
20	患者过道	<0.06	/
21	患者过道	<0.06	/
22	患者过道	<0.06	/
23	患者过道	<0.06	/
24	分装注射室地面	<0.06	/
25	通风橱（手套箱）表面	<0.06	/
26	注射台表面	<0.06	/

注：放射性表面污染水平探测下限（LLD）为 0.06Bq/cm²。

由表 7-2 检测结果可知，本项目 PET/CT 机房周围β放射性表面污染水平为 <0.06Bq/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7-2 PET/CT机房周围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的检测结果见表7-3。

表7-3 本项目核医学中心工作场所手套箱风速检测结果

点位描述	测量结果 (m/s)	
通风橱（手套箱）	左侧操作口	0.56
	右侧操作口	0.72

由表 7-3 可知，本项目核医学 PET/CT 工作场所 ¹⁸F 专用通风橱操作口 的风速符合《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。

本项目医用血管造影X射线机机房周围环境X-γ辐射剂量率监测结果见表7-4，监测点位见图7-3。

表 7-4 本项目医用血管造影 X 射线机机房（DSA3 室）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	观察窗外 30cm 处（左缝）	0.10	开机
2	观察窗外 30cm 处（中间）	0.10	开机

3	观察窗外 30cm 处（右缝）	0.10	开机
4	观察窗外 30cm 处（上缝）	0.10	开机
5	观察窗外 30cm 处（下缝）	0.10	开机
6	操作位	0.10	开机
7	东门外 30cm 处（左缝）	0.11	开机
8	东门外 30cm 处（中间）	0.10	开机
9	东门外 30cm 处（右缝）	0.10	开机
10	东门外 30cm 处（上缝）	0.10	开机
11	东门外 30cm 处（下缝）	0.10	开机
12	东门外 30cm 处（观察窗）	0.10	开机
13	北门外 30cm 处（左缝）	0.10	开机
14	北门外 30cm 处（中间）	0.10	开机
15	北门外 30cm 处（右缝）	0.10	开机
16	北门外 30cm 处（上缝）	0.10	开机
17	北门外 30cm 处（下缝）	0.11	开机
18	北门外 30cm 处（观察窗）	0.10	开机
19	西门外 30cm 处（左缝）	0.10	开机
20	西门外 30cm 处（中间）	0.10	开机
21	西门外 30cm 处（右缝）	0.10	开机
22	西门外 30cm 处（上缝）	0.09	开机
23	西门外 30cm 处（下缝）	0.10	开机
24	西门外 30cm 处（观察窗）	0.10	开机
25	东墙外 30cm 处	0.10	开机
26	东墙外 30cm 处	0.10	开机

27	东墙外 30cm 处（观察窗下方插座）	0.10	开机
28	管线洞口外 30cm 处	0.10	开机
29	北墙外 30cm 处	0.10	开机
30	北墙外 30cm 处	0.10	开机
31	北墙外 30cm 处（消防栓）	0.10	开机
32	西墙外 30cm 处	0.10	开机
33	西墙外 30cm 处	0.10	开机
34	南墙外 30cm 处	0.10	开机
35	南墙外 30cm 处	0.10	开机
36	南墙外 30cm 处	0.10	开机
37	距机房楼上地面 100cm 处	0.10	开机
38	距机房楼上地面 100cm 处	0.10	开机
39	距机房楼下地面 170cm 处	0.10	开机
40	距机房楼下地面 170cm 处	0.10	开机
41	控制室内	0.09	关机

注：测量结果未扣除本底值。

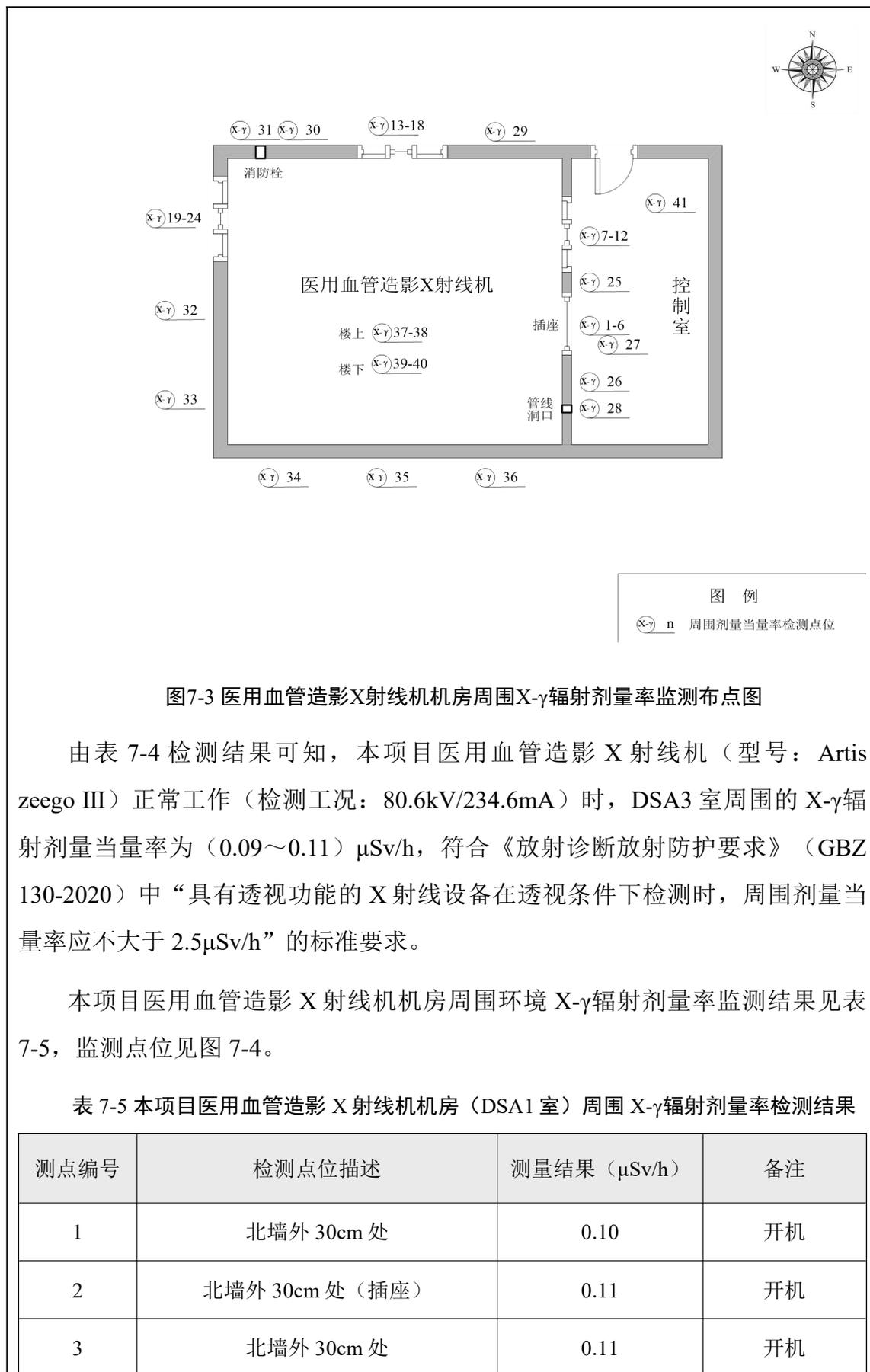


图7-3 医用血管造影X射线机机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

由表 7-4 检测结果可知，本项目医用血管造影 X 射线机（型号：Artis zeego III）正常工作（检测工况：80.6kV/234.6mA）时，DSA3 室周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.09~0.11） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

本项目医用血管造影 X 射线机机房周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-5，监测点位见图 7-4。

表 7-5 本项目医用血管造影 X 射线机机房（DSA1 室）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	北墙外 30cm 处	0.10	开机
2	北墙外 30cm 处（插座）	0.11	开机
3	北墙外 30cm 处	0.11	开机

4	东门外 30cm 处（左缝）	0.11	开机
5	东门外 30cm 处（中间）	0.10	开机
6	东门外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
7	东门外 30cm 处（上缝）	0.11	开机
8	东门外 30cm 处（下缝）	0.12	开机
9	东门外 30cm 处（观察窗）	0.12	开机
10	东门外 30cm 处（穿线孔）	0.43	开机
11	东墙外 30cm 处	0.12	开机
12	东墙外 30cm 处	0.13	开机
13	东墙外 30cm 处（插座）	0.11	开机
14	南墙外 30cm 处	0.10	开机
15	南墙外 30cm 处（插座）	0.12	开机
16	南门外 30cm 处（左缝）	0.12	开机
17	南门外 30cm 处（中间）	0.11	开机
18	南门外 30cm 处（右缝）	0.12	开机
19	南门外 30cm 处（上缝）	0.12	开机
20	南门外 30cm 处（下缝）	0.12	开机
21	南门外 30cm 处（观察窗）	0.11	开机
22	南墙外 30cm 处	0.11	开机
23	控制室门外 30cm 处（左缝）	0.13	开机
24	控制室门外 30cm 处（中间）	0.12	开机
25	控制室门外 30cm 处（右缝）	0.12	开机
26	控制室门外 30cm 处（上缝）	0.11	开机

27	控制室门外 30cm 处（下缝）	0.12	开机
28	控制室门外 30cm 处（观察窗）	0.12	开机
29	西墙外 30cm 处	0.12	开机
30	西墙外 30cm 处（插座）	0.11	开机
31	观察窗外 30cm 处（左缝）	0.11	开机
32	观察窗外 30cm 处（中间）	0.12	开机
33	观察窗外 30cm 处（右缝）	0.12	开机
34	观察窗外 30cm 处（上缝）	0.12	开机
35	观察窗外 30cm 处（下缝）	0.11	开机
36	操作位	0.11	开机
37	西墙外 30cm 处（穿线孔）	0.11	开机
38	西墙外 30cm 处（插座）	0.12	开机
39	西门外 30cm 处（左缝）	0.12	开机
40	西门外 30cm 处（中间）	0.12	开机
41	西门外 30cm 处（右缝）	0.12	开机
42	西门外 30cm 处（上缝）	0.12	开机
43	西门外 30cm 处（下缝）	0.12	开机
44	西门外 30cm 处（观察窗）	0.12	开机
45	距机房楼上地面 100cm 处	0.11	开机
46	距机房楼上地面 100cm 处	0.11	开机
47	距机房楼下地面 170cm 处	0.13	开机
48	距机房楼下地面 170cm 处	0.11	开机
49	控制室	0.10	关机

注：检测结果未扣除本底值。

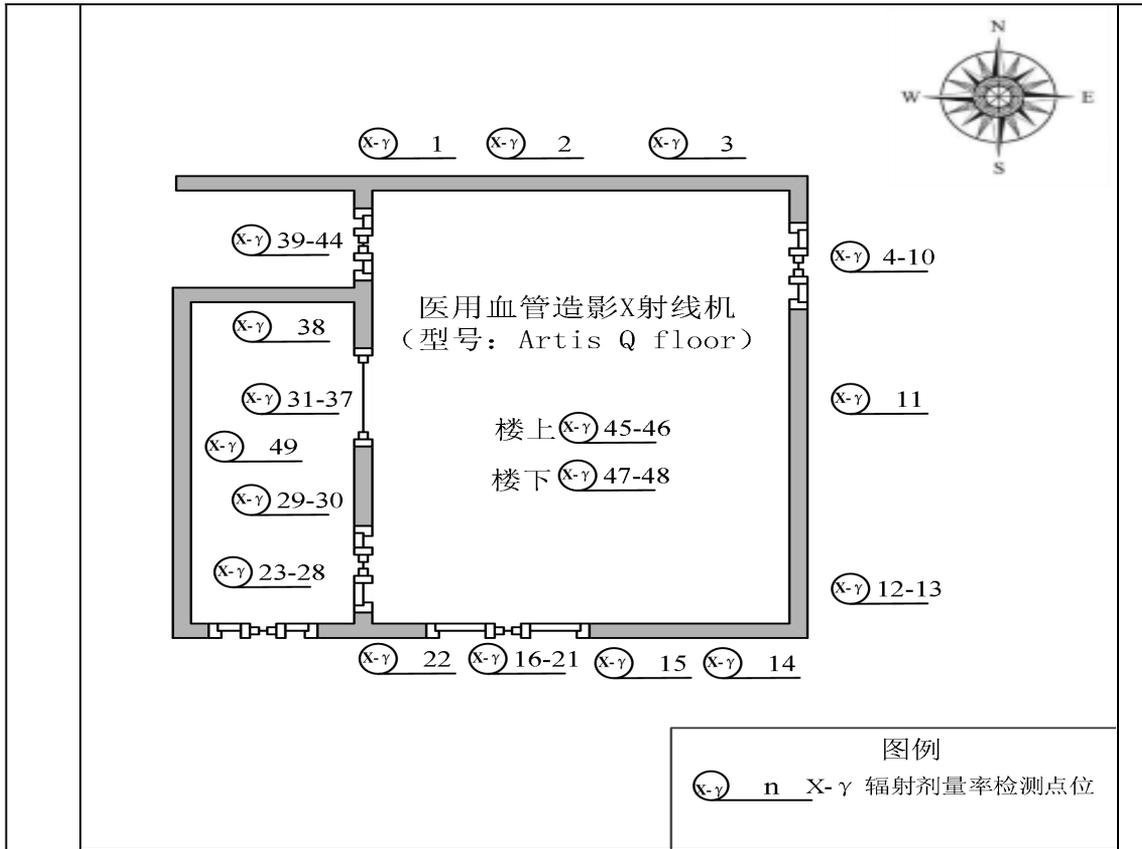


图 7-4 医用血管造影 X 射线机机房周围 X-γ辐射剂量率监测布点图

由表 7-5 检测结果可知，本项目 1 台医用血管造影 X 射线机（型号：Artis Q floor）正常工作（检测工况：78.8kV/54.7mA）时，DSA1 室周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.10~0.43） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

本项目医用血管造影 X 射线系统机房周围环境 X-γ辐射剂量率监测结果见表 7-6，监测点位见图 7-5。

表 7-6 本项目医用血管造影 X 射线系统机房（DSA2 室）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	北墙外 30cm 处	0.12	开机
2	北墙外 30cm 处（插座）	0.11	开机
3	北墙外 30cm 处	0.12	开机

4	东门外 30cm 处（左缝）	0.11	开机
5	东门外 30cm 处（中间）	0.12	开机
6	东门外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
7	东门外 30cm 处（上缝）	0.11	开机
8	东门外 30cm 处（下缝）	0.12	开机
9	东门外 30cm 处（观察窗）	0.12	开机
10	东墙外 30cm 处（插座）	0.12	开机
11	东墙外 30cm 处	0.13	开机
12	东墙外 30cm 处	0.12	开机
13	南墙外 30cm 处	0.12	开机
14	南墙外 30cm 处（插座）	0.12	开机
15	南门外 30cm 处（左缝）	0.12	开机
16	南门外 30cm 处（中间）	0.11	开机
17	南门外 30cm 处（右缝）	0.12	开机
18	南门外 30cm 处（上缝）	0.12	开机
19	南门外 30cm 处（下缝）	0.12	开机
20	南门外 30cm 处（观察窗）	0.11	开机
21	南墙外 30cm 处	0.11	开机
22	南墙外 30cm 处（开关）	0.12	开机
23	西门外 30cm 处（左缝）	0.12	开机
24	西门外 30cm 处（中间）	0.12	开机
25	西门外 30cm 处（右缝）	0.12	开机
26	西门外 30cm 处（上缝）	0.12	开机

27	西门外 30cm 处（下缝）	0.12	开机
28	西门外 30cm 处（观察窗）	0.12	开机
29	西墙外 30cm 处	0.12	开机
30	观察窗外 30cm 处（左缝）	0.12	开机
31	观察窗外 30cm 处（中间）	0.12	开机
32	观察窗外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
33	观察窗外 30cm 处（上缝）	0.12	开机
34	观察窗外 30cm 处（下缝）	0.12	开机
35	操作位	0.13	开机
36	西墙外 30cm 处	0.13	开机
37	西墙外 30cm 处（穿线孔）	0.13	开机
38	距机房楼上地面 100cm 处	0.12	开机
39	距机房楼上地面 100cm 处	0.12	开机
40	距机房楼下地面 170cm 处	0.11	开机
41	距机房楼下地面 170cm 处	0.11	开机
42	过道	0.10	关机

注：检测结果未扣除本底值。

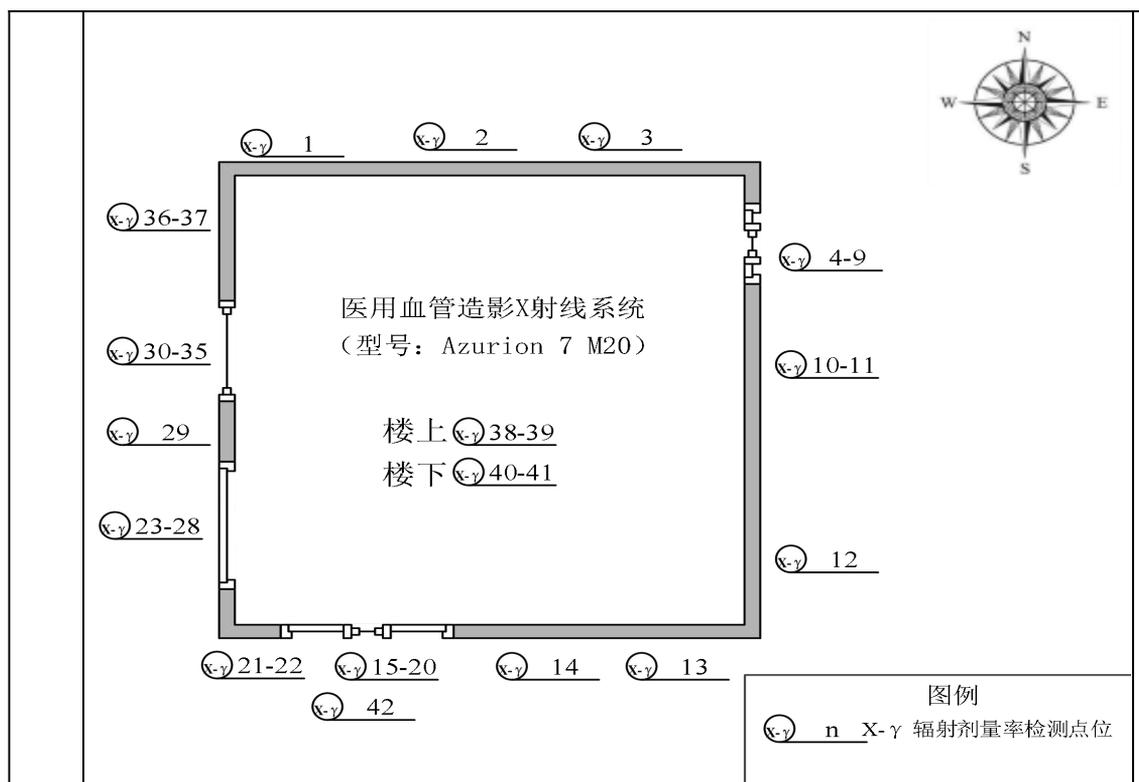


图 7-5 医用血管造影 X 射线机房周围 X-γ辐射剂量率监测布点图

由表 7-6 检测结果可知，本项目 1 台医用血管造影 X 射线系统（型号：Azurion 7 M20）正常工作（检测工况：68kV/6.5mA）时，DSA2 室周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.13）μSv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“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”的标准要求。

本项目医用直线加速器机房周围环境剂量当量率监测结果见表7-7、表7-8，监测点位见图7-6。

表7-7 医用直线加速器机房外的周围剂量当量率检测结果（6MV（FFF））

测点编号	检测点位描述	测量结果(nSv/h)	设备状态
1	防护门外 30cm 处（左缝）	3.3×10^2	射线朝东，等中心处放置模体
2	防护门外 30cm 处（中间）	5	
3	防护门外 30cm 处（右缝）	6	
4	防护门外 30cm 处（上缝）	5	
5	防护门外 30cm 处（下缝）	<MDL	

6	操作位	<MDL	
7	东墙外 30cm 处	<MDL	
8	东墙外 30cm 处	8	
9	管线洞口外 30cm 处	6	
10	检测管线口外 30cm 处	<MDL	
11	东墙外 30cm 处	10	射线朝东，准直器 45°，无模体
12	东墙外 30cm 处	12	
13	南墙外 30cm 处	5	射线朝西，等中心处 放置模体
14	南墙外 30cm 处	<MDL	
15	南墙外 30cm 处	5	
16	西墙外 30cm 处	<MDL	
17	西墙外 30cm 处	5	
18	西墙外 30cm 处	10	射线朝西，准直器 45°，无模体
19	西墙外 30cm 处	7	
20	北墙外 30cm 处	19	射线朝下，等中心处 放置模体
21	北墙外 30cm 处	19	
22	北墙外 30cm 处	19	
23	距机房楼上地面 30cm 处	6	射线朝上，准直器 45°，无模体
24	距机房楼上地面 30cm 处	<MDL	射线朝上，等中心处 放置模体
25	距机房楼上地面 30cm 处	<MDL	
26	东墙外 30cm 处	9	射线朝东，等中心处 放置模体

注：1. 测量结果已扣除本底值，本底值为91nSv/h，最低探测水平（MDL）为5nSv/h；
2. 机房下方人员无法到达。



图7-6 核医学中心工作场所（¹⁸F）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1台医用直线加速器（型号：VitalBeam）正常工作（检测工况：6MV（FFF）X射线，照射野40cm×40cm，输出剂量率：1400cGy/min）时，机房周围的剂量当量率为（<MDL~3.3×10²）nSv/h，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）标准要求。

表7-8. 医用直线加速器机房外的周围剂量当量率检测结果（10MV）

测点编号	检测点位描述	测量结果(nSv/h)	设备状态
1	防护门外 30cm 处（左缝）	4.7×10 ²	射线朝东，等中心处放置模体，照射野：40cm×40cm
		3.3×10 ²	射线朝西，照射野：0.5cm×0.5cm
2	防护门外 30cm 处（中间）	38	射线朝东，等中心处放置模体，照射野：40cm×40cm
		36	射线朝西，照射野：0.5cm×0.5cm
3	防护门外 30cm 处（右缝）	35	射线朝东，等中心处放置模体，照射野：40cm×40cm
		46	射线朝西，照射野：0.5cm×0.5cm

4	防护门外 30cm 处（上缝）	44	射线朝东，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
		46	射线朝西， 照射野：0.5cm×0.5cm
5	防护门外 30cm 处（下缝）	3.3×10^2	射线朝东，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
		49	射线朝西， 照射野：0.5cm×0.5cm
6	操作位	<MDL	射线朝东，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
7	东墙外 30cm 处	11	
8	东墙外 30cm 处	10	
9	管线洞口外 30cm 处	10	
10	检测管线口外 30cm 处	11	
11	东墙外 30cm 处	15	射线朝东，准直器45°， 无模体，照射野：40cm×40cm
12	东墙外 30cm 处	16	
13	南墙外 30cm 处	10	射线朝西，等中心处放置模 体，照射野：40cm×40cm
14	南墙外 30cm 处	10	
15	南墙外 30cm 处	11	
16	西墙外 30cm 处	11	
17	西墙外 30cm 处	12	
18	西墙外 30cm 处	16	射线朝西，准直器 45°， 无模体，照射野：40cm×40cm
19	西墙外 30cm 处	16	
20	北墙外 30cm 处	23	射线朝下，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
21	北墙外 30cm 处	27	
22	北墙外 30cm 处	26	
23	距机房楼上地面 30cm 处	7	射线朝上，准直器 45°，无模 体，照射野：40cm×40cm
24	距机房楼上地面 30cm 处	6	射线朝上，等中心处放置模 体，照射野：40cm×40cm

25	距机房楼上地面 30cm 处	5	
26	东墙外 30cm 处	10	射线朝东，等中心处放置模体，照射野：40cm×40cm

注：1. 测量结果已扣除本底值，本底值为91nSv/h，最低探测水平（MDL）为5nSv/h；
2. 机房下方人员无法到达。

由表7-8检测结果可知，本项目1台医用直线加速器（型号：VitalBeam）正常工作（检测工况为10MV X射线，照射野：40cm×40cm，输出剂量率：600cGy/min时，机房外的周围剂量当量率为（<MDL~4.7×10²）nSv/h；检测工况为10MV X射线，照射野0.5cm×0.5cm，输出剂量率：600cGy/min时，机房防护门外的周围剂量当量率为（36~3.3×10²）nSv/h，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的标准要求。

本项目医用直线加速器机房通风口风速检测结果见表 7-9。

表 7-9. 医用直线加速器机房通风口风速检测结果

检测点位描述		通风口风速（m/s）
医用直线加速器 机房	排风口（西北角）	1.94
	排风口（东北角）	1.81

由表 7-9 可知，医用直线加速器机房 2 个排风口风速分别为 1.94m/s（西北角）和 1.81m/s（东北角），治疗室容积（含迷道）约为 279m³，由此计算可得治疗室内空气每小时交换次数为 4.06 次，医用直线加速器机房排风口和进风口呈对角设置，排风口设置和通风换气次数符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）第 6.2.2 条款“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求；也满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第 8.4.1 条款“放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置”的要求。

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

目前宜兴市人民医院为本项目配备 28 名辐射工作人员，医院已委托无锡国通环境检测技术有限公司开展辐射工作人员个人剂量检测，个人剂量检测报告见附件 6。

根据现场监测结果，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。本项目核医学科 PET 诊断项目年门诊量为 5000 人，医用直线加速器平均每天工作量为 80 人（次）/天，平均每个患者单次治疗出束用时约 4 分钟，一年 250 个工作日，年出束时间约 1333h，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/ 使用因子	年工作 时间	人员年有 效剂量 (mSv/a)	管理 目标值 (mSv/a)
新建放射 诊疗项目	防护门外30cm 处（受检者过 道）	0.56	公 众	1/8 、 1	80人 (次)/天 $\times 4\text{min} \times$ 250天	0.093	0.25
	操作位（控制 室）	0.091	职 业 人 员	1、 1	80人 (次)/天 $\times 4\text{min} \times$ 250天	0.121	5
	东墙外30cm处 （设备间）	0.107	公 众	1/8 、 1/4	80人 (次)/天 $\times 4\text{min} \times$ 250天	0.004	0.25
	南墙外30cm处 （受检者过 道）	0.102	公 众	1/4 、 1	80人 (次)/天 $\times 4\text{min} \times$ 250天	0.034	0.25
	西墙外30cm处 （预留机房）	0.107	公 众	1/8 、 1/4	80人 (次)/天 $\times 4\text{min} \times$ 250天	0.004	0.25
	北墙外30cm处 （库房和过 道）	0.118	公 众	1/16 、 1	80人 (次)/天 $\times 4\text{min} \times$ 250天	0.010	0.25
	距机房楼上地 面30cm处 （介入中心和	0.098	公 众	1/4 、 1/4	80人 (次)/天 $\times 4\text{min} \times$	0.008	0.25

		放射科)				250天		
改建核医学诊断项目	分装位	1.02	职业人员	1	30s×5000人/年	0.042	5	
	注射位	1.57	职业人员	1	20s×5000人/年	0.044	5	
	摆位处	27	职业人员	1	30s×5000人/年	1.125	5	
	PET/CT机房观察窗外30cm处（控制室）	0.10	职业人员	1	20min×5000人/年	0.167	5	
	PET/CT机房西墙外30cm处（女更衣室）	0.62	职业人员	1/4	20min×5000人/年	0.258	5	
	抢救室南门外30cm处（医护走廊）	1.22	职业人员	1/8	20min×5000人/年	0.254	5	
	候诊室1东墙外30cm处（注射前候诊区）	1.87	公众	1/16	20min×5000人/年	0.195	0.25	
	留观室西墙外30cm处（库房）	2.02	职业人员	1/16	10min×5000人/年	0.105	5	
	距核医学科楼上地面30cm处（输液大厅）	0.12	公众	1/8	30min×5000人/年	0.038	0.25	
	距核医学科楼下地面170cm处（地下车库）	0.12	公众	1/16	30min×5000人/年	0.019	0.25	

注：1、计算时未扣除本底值；

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。

由表7-10可知，本项目医用直线加速器机房周围放射工作人员的最大年受照剂量为0.121mSv/a，由此可见，放射工作人员所受年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值 and 医院制定的年剂量管理目标值的要求。

分装药物时，护士操作药物的年有效剂量估算值为0.042mSv；注射药物时，护士的年有效剂量估算值为0.044mSv。本项目配备1名护士承担药物的分装和注射，则护士所受的年有效剂量为0.086mSv。PET/CT摆位工作人员的年有效剂量估算值为1.125mSv，医院为本项目配备了3名技师承担摆位工作，则每名摆位技师年有效剂量估算值为0.375mSv。

本项目中的DSA由于其操作方式的特点，存在近台操作情况，由于人体感官无法感知射线的照射和受照剂量大小，手术者手术过程中全神贯注于手术过程，很容易忽视自身和患者的防护问题。不同患者和不同的病情采用的曝光时

间和曝光参数不一样，对手术医生累计剂量很难定量分析。因此要加强对放射工作人员的职业健康管理，落实放射工作人员的个人剂量监测并采取轮岗制度进行管理，确保其年累计剂量不超过本项目的管理目标值：

(a) 接触同室操作的放射工作人员应认真执行个人剂量计的佩戴规定，需在铅围裙外面衣领上和铅衣内各佩戴1个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量，同时应明显标记内外两个剂量计，防止戴反，及时对剂量计送检，建立个人剂量档案。

(b) 适当安排工作负荷，分担手术的工作量，同时尽量提高介入手术等医生的手术熟练程度，以降低人员受照射的累积时间。

(c) 引入的DSA及配套设备必须符合国际的或国家的标准，满足各种操作的要求；设备应该常规调节到满足低剂量的有效范围内，并尽可能提高图像质量。

(d) 医院配备的防护用品，如铅围脖、铅帽、铅防护眼镜、铅围裙等，医生手术时应按照要求穿戴防护用品。

(e) 同室操作手术的医生应结合设备特点，了解一些降低剂量的方法，如脉冲透视、优化滤线器、除滤线栅和低剂量透视等方法。

(f) 加强设备的质量保证工作，定期对设备性能进行检测。

(g) 若发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。

(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 7-11。由表可知，公众年有效剂量最大为0.195mSv/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0.375mSv/a，周围公众年有效剂量最大为0.195mSv/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:

宜兴市人民医院新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目（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) 宜兴市人民医院新院区新建放射诊疗项目主要包括：

住院大楼A座负二层放疗中心新建2座医用直线加速器机房，各配备1台X射线最大能量为15MV的医用直线加速器，新建1座后装治疗机机房，配备1枚¹⁹²Ir（装源活度 3.7×10^{11} Bq）放射源，均用于肿瘤放射治疗；

住院大楼A座负一层介入中心新建3座DSA机房，各配备1台DSA用于介入诊断及治疗；

住院大楼B座负一层核医学科新建1个丙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房、1座PET/MR机房及相关辅助用房）。

改建核医学诊断项目包括：

医疗综合楼住院大楼B座负一层核医学科新建1个乙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房、1台SPECT/CT机房及相关辅助用房）。改建核医学诊断项目主要对新建放射诊疗项目中的核医学科进行了如下调整：①将原环评规划中PET/MR机房调整为PET/CT机房（PET/CT型号：Discovery MI，最大管电压140kV，最大管电流600mA），使用放射性核素¹⁸F配合PET/CT开展核素显像诊断，PET/CT质量控制校正时使用2枚⁶⁸Ge放射源，属V类放射源；将原环评规划中PET/CT机房调整为SPECT/CT机房（型号未定，最大管电压140kV，最大管电流600mA），使用放射性核素^{99m}Tc配合SPECT/CT开展核素显像诊断，并对机房的防护屏蔽进行了调整，同时也对相关辅助机房的的功能性和防护屏蔽进行调整。②本项目新院区核医学科场所等级由丙级调整为乙级。③对原衰变池设计进行了优化，将原衰变池总容积由10m³调整到100.2m³。

本次验收内容为：综合楼1号楼（环评中住院大楼A座）负二层放疗中心新建的1座医用直线加速器机房用于肿瘤放射治疗；综合楼1号楼（环评中住院大楼A座）负一层介入中心新建的3座DSA机房，各配备1台DSA用于介入诊断及治疗；综合楼2号楼（环评中住院大楼B座）负一层核医学科新建1个乙级非密封放射性物质工作场所（含1座PET/CT机房及相关辅助用房）。

未验收的内容为：1座医用直线加速器机房、1座后装治疗机房、1座SPECT/CT机房。

本期验收内容包括两个环评，即：新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目，其中新建放射诊疗项目包含改建核医学诊断项目。

本项目实际建设规模及主要技术参数均在《新建放射诊疗项目环境影响报告表》、《改建核医学诊断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6000万元、辐射安全与防护设施投资总概算为1600万元，实际建成项目中，本项目实际总概算为6690万元，辐射安全与防护设施实际总概算为1690万元，无重大变动情况。

2) 本次新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实。在正常工作条件下运行时，工作场所周围所有监测点位的X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率、 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）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）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PET/CT机房防护门、医用直线加速器机房防护门、DSA机房防护门、核医学科工作场所控制区出入口处等显著位置均设置电离辐射警告标志和中文警示说明；本项目医用直线加速器机房、PET/CT机房、DSA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；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；PET/CT机房与控制室内设置双向语音对讲装置，且PET/CT机房操作台处安装有观察窗，医院在PET/CT检查室、储源室、校准源库、分装注射室、各注射后候诊室、抢救室、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PET/CT控制室内，各注射后候诊室、抢救室、留观室内的墙上均设

置了对讲装置，医护人员对讲装置设置在 PET/CT 控制室内；注射窗口也设置了对讲装置，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）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）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 30 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 校准源退役后交由城市放射性废物库处置。

6) 非放射性三废处置情况：本项目医用直线加速器、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 2 台辐射巡测仪、2 台表面污染仪、1 套固定式剂量报警仪及 15 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）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《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，也满足环评的要求。

8) 本项目 28 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，宜兴市人民医院新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目（分期验收）与环评报告内容及批复要求一致。本次验收新建放射诊疗项目、改建核医学诊断项目（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》、《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射工作人员职业健康管理辦法》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；

3) 在平时工作中加强辐射工作人员及辐射安全管理人员的辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生，从事辐射工作的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。

4) 辐射管理机构及辐射工作人员培训和个人剂量监测有变动时应及时登录全国核技术利用辐射安全申报系统进行信息更新。