

建设单位： 苏州市第九人民医院

法人代表（签字）： 沈根海

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）： 苏州市第九人民
医院

电话： 0512-82881159

传真： /

邮编： 215000

地址： 苏州市吴江区太湖新城芦荡路
2666号

编制单位（盖章）： 南京瑞森辐射技
术有限公司

电话： 025-86633196

传真： 025-86633196

邮编： 210000

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.....	21
表三 辐射安全与防护设施/措施.....	34
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.....	74
表五 验收监测质量保证及质量控制.....	78
表六 验收监测内容.....	80
表七 验收监测期间生产工况.....	82
表八 验收监测结论.....	100

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	新建医用直线加速器等核技术利用项目（分期）竣工环境保护验收监测				
建设单位名称	苏州市第九人民医院				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	苏州市吴江区太湖新城芦荡路2666号苏州市第九人民医院肿瘤科病房楼负一层、医疗综合楼一层				
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	
	/	乙级	II类、III类	/	
建设项目环评批复时间	2018年5月16日	开工建设时间	2018年6月		
取得辐射安全许可证时间	2021年11月11日*	项目投入运行时间	DSA：2019年7月 加速器：2020年8月 核医学科：2021年5月		
退役污染治理完成时间（退役项）	/	验收现场监测时间	2019年7月5日 2021年11月3日 2022年5月23日		
环评报告表审批部门	原江苏省环保厅	环评报告表编制单位	江苏嘉溢安全环境科技服务有限公司		
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	4000万元	辐射安全与防护设施投资总概算	1000万元	比例	25%
实际总概算	3000万元	辐射安全与防护设施实际总概算	800万元	比例	27%
*备注：该时间为最新辐射安全许可证的换领时间，本项目各设备在建成并取得辐射安全许可证许可后陆续投入试运行，由于新冠肺炎疫情及医院管控影响，本项目验收工作延迟至今。					
验收依据	建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度： （1）《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订），2015年1月1日起实施；				

验收依据	<p>(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；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常委会，2003年10月1日起施行；</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》（2021年修正本），生态环境部部令 第20号，2021年1月8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) 《江苏省辐射污染防治条例》，2018年修改，2018年5月1日起实施；</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办法》，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>建设项目竣工环境保护验收技术规范：</p>
------	---

验收依据	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021);</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(5) 《表面污染测定 第一部分β发射体($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$)和$\alpha$发射体》(GB/T 14056.1-2008);</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(7) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020);</p> <p>(8) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020);</p> <p>(9) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020);</p> <p>(10) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);</p> <p>(11) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)</p> <p>(12) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021);</p> <p>(13) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ 158-2003);</p> <p>(14) 《职业性内照射个人剂量监测规范》(GBZ 129-2002);</p> <p>(15) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB 11930-2010);</p> <p>(16) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005) (环评评价标准);</p> <p>(17) 《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);</p> <p>(18) 《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);</p> <p>(19) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011)(已作废, 环评评价标准)。</p> <p>建设项目环境影响报告书(表)及其审批部门审批文件:</p> <p>(1) 《新建医用直线加速器等核技术利用项目环境影响报告表》, 江苏嘉溢安全环境科技服务有限公司, 2017年11月, 见附件2;</p> <p>(2) 《关于苏州市第九人民医院(筹)新建医用直线加速器等核技术利用项目环境影响报告表的批复》(苏环辐(表)审[2018]009</p>
------	---

<p>验收依据</p>	<p>号），原江苏省环保厅，2018年5月16日，见附件3。</p> <p>其他相关文件：</p> <p>(1) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第13卷第2期，1993年3月），江苏省环境监测站。</p>														
<p>验收监测 执行标准</p>	<p>人员年受照剂量限值：</p> <p>(1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="text-align: center;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">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;">表1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">项目名称</th> <th style="width: 30%;">适用范围</th> <th style="width: 30%;">管理目标值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">苏州市第九人民医院新建医用直线加速器等核技术利用项目</td> <td style="text-align: center;">职业照射有效剂量</td> <td style="text-align: center;">5mSv/a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众有效剂量</td> <td style="text-align: center;">0.25mSv/a</td> </tr> </tbody> </table> <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</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	苏州市第九人民医院新建医用直线加速器等核技术利用项目	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													
苏州市第九人民医院新建医用直线加速器等核技术利用项目	职业照射有效剂量	5mSv/a													
	公众有效剂量	0.25mSv/a													

验收监测 执行标准	<p>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 style="text-align: center;">（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>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，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：</p> <p style="margin-left: 2em;">5 工作场所的放射防护要求</p> <p style="margin-left: 2em;">5.1 工作场所平面布局和分区</p> <p style="margin-left: 2em;">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 style="margin-left: 4em;">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 style="margin-left: 4em;">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 style="margin-left: 2em;">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》（HJ 1188-2021）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：</p> <p style="margin-left: 2em;">5 选址和布局</p> <p style="margin-left: 2em;">5.1 选址</p> <p style="margin-left: 2em;">5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。</p> <p style="margin-left: 2em;">5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员</p>
--------------	--

<p>验收监测 执行标准</p>	<p>密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。</p> <p style="padding-left: 2em;">5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。</p> <p style="padding-left: 2em;">5.2 布局</p> <p style="padding-left: 2em;">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。</p> <p style="padding-left: 2em;">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 style="padding-left: 2em;">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《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）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 style="padding-left: 2em;">6.1 布局要求</p> <p style="padding-left: 4em;">6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。</p> <p style="padding-left: 4em;">6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。</p> <p style="padding-left: 4em;">6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。</p>
----------------------	---

<p>验收监测 执行标准</p>	<p>6.1.6 X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。</p> <p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）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 选址、布局与分区要求</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>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>根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目放射诊断工作场所布局应遵循下述要求：</p> <p>6.1 X射线设备机房布局</p> <p>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</p>
----------------------	---

验收监测 执行标准	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>6.1.3 每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。</p> <p>工作场所放射防护安全要求：</p> <p>根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目核医学工作场所放射防护应遵循下述要求：</p> <p>5.2 放射防护措施要求</p> <p>5.2.1 核医学的工作场所应按照非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应防护措施。</p> <p>5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放性放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为I、II、III三类。</p> <p>5.2.3 核医学工作场所的通风按要求，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。</p> <p>5.2.4 分装药物操作宜采用自动分装方式，¹³¹I给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。</p> <p>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。</p> <p>5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>
--------------	---

验收监测 执行标准	<p>容器。容器表面应设置电离辐射标志。</p> <p>5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。</p> <p>根据《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防护应遵循下述要求：</p> <p>4.3 辐射工作场所分区</p> <p>4.3.1 应按照GB 18871的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区，并进行相应的管理。</p> <p>4.3.2 核医学工作场所的控制区主要包括回旋加速器机房、放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、核素治疗病房、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域。</p> <p>4.3.3 核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器和显像设备控制室、卫生通过间以及与控制区相连的其他场所或区域。</p> <p>4.3.4 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处应设置标明监督区的标志。</p> <p>4.4.2 剂量约束值</p> <p>4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a；</p> <p>4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。</p> <p>5.1 选址</p> <p>5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。</p> <p>5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。</p> <p>5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。</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</p>
--------------	--

验收监测 执行标准	<p>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>6.1 屏蔽要求</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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$10\mu\text{Sv/h}$。</p> <p>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$25\mu\text{Sv/h}$。</p> <p>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> <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>7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：</p>
--------------	---

<p>验收监测 执行标准</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>根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）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>6.2.2 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。</p> <p>6.4 安全装置和警示标志要求</p> <p>6.4.1 监测报警装置</p> <p>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。</p> <p>6.4.2 连锁装置</p> <p>放射治疗设备都应安装门机连锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。</p> <p>6.4.3 标志</p> <p>医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；</p> <p>b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p> <p>6.4.4 急停开关</p> <p>6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。</p> <p>6.4.4.2 放射源后装近距离治疗工作场所，应在控制台、后装设备表面人员易触及位置以及治疗机房内墙面各设置一个急停开关。</p> <p>6.4.5 应急储存设施</p>
----------------------	---

<p>验收监测 执行标准</p>	<p>6.4.5.1 γ源后装治疗设施应配备应急储源器。</p> <p>6.4.5.2 中子源后装治疗设施应配备符合需要的应急储源水池。</p> <p>6.4.6 视频监控、对讲交流系统控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。</p> <p>7 放射治疗操作中的放射防护要求</p> <p>7.1 对于高于10 MV X射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗，除考虑中子放射防护外，在日常操作中还应考虑感生放射线的放射防护。</p> <p>7.2 后装放射治疗操作中，当自动回源装置功能失效时，应有手动回源的应急处理措施。</p> <p>7.3 操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，应保障安全联锁正常运行。</p> <p>7.4 工作人员进入涉放射源的放射治疗机房时应佩戴个人剂量报警仪。</p> <p>7.5 实施治疗期间，应有两名及以上操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度，密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不应擅自离开岗位。</p> <p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）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>6.2 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</p>
----------------------	---

验收监测 执行标准	<p>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联锁措施：</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侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流运输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>根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目放射诊断工作场所放射防护应遵循下述要求：</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">表 2 DSA 机房使用面积及单边长度</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">设备类型</th> <th style="text-align: center;">机房内最小有效使用面积^dm²</th> <th style="text-align: center;">机房内最小单边长度^em</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">单管头X射线设备^b (含C形臂，乳腺CBCT)</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">3.5</td> </tr> </tbody> </table>	设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m	单管头X射线设备 ^b (含C形臂，乳腺CBCT)	20	3.5
设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m					
单管头X射线设备 ^b (含C形臂，乳腺CBCT)	20	3.5					

验收监测 执行标准	<p>b单管头、双管头或多管头X射线设备的每个管球各安装在1个房间内。 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。</p>		
	<p>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。</p>		
	<p>表 3 DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求</p>		
	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	2.0
	<p>6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表3的要求。</p>		
	<p>6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：</p> <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。</p>		
	<p>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。</p>		
	<p>6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。</p>		
	<p>防护用品及防护设施配置要求：</p> <p>根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020），本项目核医学工作场所防护用品及防护设施的配置应满足下述要求：</p> <p>4 总则</p> <p>4.1 管理要求</p> <p>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</p>		

验收监测 执行标准	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；			
	根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），本项目放射诊断工作场所防护用品及防护设施的配置应满足下述要求：			
	6.5.1 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表4基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。			
	6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb。			
6.5.4 应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。				
表4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求				
放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套；选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏；选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套；选配：铅橡胶帽子	—
注1：“—”表示不做要求。 注2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				
核医学工作场所分级：				
根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录C规定的非密封源工作场所的分级，应按表C1将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。				
表C1 非密封源工作场所的分级				
级别		日等效最大操作量/Bq		

验收监测 执行标准	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" rowspan="2">表面类型</th> <th colspan="2">α放射性物质</th> <th rowspan="2">β放射性物质</th> </tr> <tr> <th>极毒性</th> <th>其他</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;">4</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">监督区</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> <td style="text-align: center;">4</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;">0.4</td> <td style="text-align: center;">0.4</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;">0.04</td> <td style="text-align: center;">0.04</td> <td style="text-align: center;">0.4</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">1) 该区内的高污染子区除外</p>					表面类型		α放射性物质		β放射性物质	极毒性	其他	工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	40	40	监督区	0.4	4	4	工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	0.4	0.4	4	手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04
表面类型		α放射性物质		β放射性物质																										
		极毒性	其他																											
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	40	40																										
	监督区	0.4	4	4																										
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	0.4	0.4	4																										
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4																										
<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》（HJ 1188-2021）的规定，本项目放射性废物的管理应遵循下述要求：</p> <p style="margin-left: 20px;">7 放射性废物的管理</p> <p style="margin-left: 40px;">7.1 一般要求</p> <p style="margin-left: 60px;">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 style="margin-left: 60px;">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 style="margin-left: 60px;">7.1.3 核医学实践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>验收监测 执行标准</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>7.2.1 固体放射性废物收集</p> <p>7.2.1.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。</p> <p>7.2.1.2 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。</p> <p>7.2.1.3 放射性废物每袋重量不超过 20 kg。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。</p> <p>7.2.2 固体放射性废物贮存</p> <p>7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。</p> <p>7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。</p> <p>7.2.2.3 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应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。</p> <p>7.2.2.4 含放射性的实验动物尸体或器官应装入废物袋做好防腐措施（如存放至专用冰柜内），并做好屏蔽防护。不需要特殊防护措施即可处理的尸体含放射性常用核素的上限值见附录 C。</p> <p>7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。</p> <p>7.2.3 固体放射性废物处理 7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08 Bq/cm²、β表面污染小于 0.8 Bq/cm² 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</p>
----------------------	--

验收监测 执行标准	<p>30 天；</p> <p>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；</p> <p>c) 含碘-131核素的放射性固体废物暂存超过180天。</p> <p>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0.1mSv/h，表面污染水平对β和γ发射体以及低毒性α发射体应小于4Bq/cm²、其他α发射体应小于0.4Bq/cm²。</p> <p>7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。</p> <p>7.3 液态放射性废物的管理</p> <p>7.3.1 放射性废液收集</p> <p>7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。</p> <p>7.3.1.2 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。</p> <p>7.3.1.3 核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备（包括洗消液）。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。</p> <p>7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。</p> <p>7.3.2 放射性废液贮存</p>
--------------	--

<p>验收监测 执行标准</p>	<p>7.3.2.1 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。</p> <p>7.3.2.2 含碘-131治疗病房的核医学工作场所应设置槽式废液衰变池。槽式废液衰变池应由污泥池和槽式衰变池组成，衰变池本体设计为2组或以上槽式池体，交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口。有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。</p> <p>7.3.2.3 核医学诊断和门诊碘-131治疗场所，可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固形物，推流至衰变池，衰变池本体分为3-5级分隔连续式衰变池，池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。</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>b) 所含核素半衰期大于24小时的放射性废液暂存时间超过10倍最长半衰期（含碘-131核素的暂存超过180天），监测结果经审管部门认可后，按照GB 18871中8.6.2规定方式进行排放。放射性废液总排放口总α不大于1Bq/L、总β不大于10Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L。</p> <p>7.3.3.2 对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于24小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足GB 18871附录A表A1的要求。</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>
----------------------	---

验收监测 执行标准	<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>安全管理要求及环评要求：</p> <p>《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。</p>
--------------	--

表二 建设项目工程分析

项目建设内容:

苏州市第九人民医院根据周边综合治疗的需要，新建1台后装机、2台医用直线加速器、2台DSA、1台PET/CT及1台SPECT/CT，用于开展放射治疗、诊断及介入治疗项目。具体内容如下：

（1）于医院肿瘤科病房楼负一层新建1间后装机机房，使用 ^{192}Ir 放射源（ 3.7×10^{11} （Bq） $\times 1$ 枚）进行放射治疗；

（2）于医院肿瘤科病房楼负一层新建2间医用直线加速器机房，新增2台医用直线加速器，用于肿瘤放射治疗；

（3）于医院医疗综合楼一层新建2间DSA机房，配备2台DSA；

（4）于医院医疗综合楼一层新建1处核医学工作场所，配备1台PET/CT，使用放射性核素 ^{18}F 进行影像诊断；配备1台SPECT/CT，使用放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行影像诊断；同时于场所内开展甲状腺功能测定项目和 ^{131}I 甲亢治疗项目（属于乙级非密封放射性物质工作场所）。

本项目环评报告表详见附件2，环评批文件详见附件3。

苏州市第九人民医院核医学科本次验收的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的日等效最大操作量为 $1.48\times 10^7\text{Bq}$ ， ^{131}I 的日等效最大操作量为 $1.11\times 10^8\text{Bq}$ ，最终医院核医学科的日等效最大操作量为 $1.26\times 10^8\text{Bq}$ ，属于（ $2\times 10^7\sim 4\times 10^9$ ）Bq的范围，确定苏州市第九人民医院核医学工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所，与环评一致。

截止验收监测时，苏州市第九人民医院已开展甲状腺功能测定和 ^{131}I 甲亢治疗项目及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素显像项目；肿瘤科病房楼负一层加速器机房内的1台医用直线加速器、核医学科工作场所内的1台SPECT/CT、医疗综合楼一层放射科DSA室1内的1台DSA均已安装、完成调试，相关配套设施与防护设施同步建设完成，具备竣工环境保护验收条件。项目环评审批及实际建设情况见表2-1。

表2-1 扩建放射诊疗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	苏州市吴江区芦荡路以北、秋枫街以东			苏州市吴江区太湖新城芦荡路2666号	地理位置与环评一致，已细化门牌号
周围环境	苏州市第九人民医院	东侧	松陵大道	松陵大道	与环评一致
		南侧	芦荡路	芦荡路	与环评一致
		西侧	秋枫街	秋枫街	与环评一致
		北侧	空地	苏州湾藏璟小区、中心西路、东太湖实验小学、庞杨路	医院北侧原为空地，后建设有小区、学校、道路等
	医疗综合楼	东侧	院内道路	院内道路	与环评一致
		南侧	院区广场及大门	院区广场及大门	与环评一致
		西侧	肿瘤科病房楼及妇幼保健楼	肿瘤科病房楼及妇幼保健楼	与环评一致

	肿瘤科病房楼	北侧	综合病房楼及行政综合楼	综合病房楼及行政综合楼	与环评一致
		东侧	院内道路及医疗综合楼北区	院内道路及医疗综合楼北区	与环评一致
		南侧	妇幼保健楼	妇幼保健楼	与环评一致
		西侧	院内道路及院区围墙	院内道路及院区围墙	与环评一致
		北侧	综合病房楼	综合病房楼	与环评一致
	1号加速器机房	东侧	2号加速器机房	2号加速器机房	与环评一致
		南侧	土层	土层	与环评一致
		西侧	配电间	配电间	与环评一致
		北侧	电气机房、水冷机房、操作间	电气机房、水冷机房、操作间	与环评一致
		上方	住院大厅	住院大厅	与环评一致
		下方	无建筑	无建筑	与环评一致

	核医学工作场所	东侧	院区道路	院区道路	与环评一致
		南侧	走廊	走廊	与环评一致
		西侧	医生办公室	医生办公室	与环评一致
		北侧	院区道路	院区道路	与环评一致
		上方	输液区	输液区	与环评一致
		下方	配电间	配电间	与环评一致
	放射科DSA室1	东侧	放射科 DSA 室 2	放射科 DSA 室 2	与环评一致
		南侧	控制室、设备间	控制室、设备间	与环评一致
		西侧	院内道路	院内道路	与环评一致
		北侧	污洗间、设备间	污洗间、设备间	与环评一致
		上方	更衣室、临床检验区	更衣室、临床检验区	与环评一致
		下方	资料室、医生办公室	资料室、医生办公室	与环评一致

放射源										
核素名称	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	
¹⁹² Ir	3.7×10 ¹¹ (Bq) 3.7×10 ¹¹ (Bq) × 1枚	III	使用	肿瘤科病房楼负一层 后装机机房		尚未开展工作				
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	3.70×10 ⁹	3.70×10 ⁶	1.11×10 ¹²	使用	乙级非密封源 工作场所	尚未开展工作				
^{99m} Tc	7.40×10 ⁹	7.40×10 ⁶	2.22×10 ¹²	使用	乙级非密封源 工作场所	1.48×10 ¹⁰	1.48×10 ⁷	3.70×10 ¹²	使用	乙级非密封源 工作场所
¹³¹ I	3.70×10 ⁹	3.70×10 ⁸	1.11×10 ¹²	使用	乙级非密封源 工作场所	1.11×10 ⁹	1.11×10 ⁸	2.78×10 ¹¹	使用	乙级非密封源 工作场所

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
医用直线加速器	型号未定	1台	X射线：15MV 电子线：22MeV	II	肿瘤科病房楼负一层 加速器机房	Infinity	1台	X射线：6、10MV 电子线：4、6、 8、10、12、15MV	II	肿瘤科病房楼负一层1 号加速器机房
医用直线加速器	型号未定	1台	X射线：15MV 电子线：22MeV	II	肿瘤科病房楼负一层 加速器机房	尚未建成				
SPECT/CT	型号未定	1台	150kV/1000mA	III	医疗综合楼一层北区 核医学科	Optima NM/CT 640	1台	150kV/1000mA	III	医疗综合楼一层北区核 医学科
PET/CT	型号未定	1台	150kV/1000mA	III	医疗综合楼一层北区 核医学科	尚未建成				
DSA	型号未定	1台	140kV/1250mA	II	医疗综合楼一层南区	Artis Zee	1台	140kV/1250mA	II	医疗综合楼一层放射科 DSA室1
DSA	型号未定	1台	140kV/1250mA	II	医疗综合楼一层南区	尚未建成				

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	
退役 ¹⁹² Ir废源	固态	¹⁹² Ir	/	/	/	/	暂存在后装机中	厂家回收或送贮城市放射性废物库	尚未建成
加速器退役废靶	固态	/	/	/	/	/	暂存于铅罐内	厂家回收或送贮城市放射性废物库	与环评一致
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温可自行分解为氧气	与环评一致
沾有 ¹⁸ F、 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I等放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固态	/	/	约0.1m ³	约1m ³	¹⁸ F清洁解控水平推荐值<1.0×10 ⁴ Bq/kg、 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I清洁解控水平推荐值<1.0×10 ⁵ Bq/kg	放射性废物收集、暂存于废物箱自然衰变	放射性废物自然衰变十个半衰期达到清洁解控推荐限值后作为普通医疗废物，由医院相关部门统一处理	含有 ^{99m} Tc的固废，暂存30天；含有 ¹³¹ I的固废，暂存180天；当β表面污染小于0.8Bq/cm ² 时可对废物清洁解控并作为医疗废物处理
含有 ¹⁸ F、 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I等放射性核素的废水	液体	/	/	约10m ³	约120m ³	总β<10Bq/L	放射性废水经专用管道收集后排入衰变池贮存，自然衰变	衰变池废水自然衰变十个半衰期符合排放浓度后排放至医院污水管网	含有 ^{99m} Tc的废水，暂存30天后可直接解控排放

源项情况：

一、医用直线加速器项目

1.电离辐射

加速器工作时产生X射线、电子线、中子和感生放射性污染，对工作人员和公众造成的外照射。

2.放射性固体废物

加速器靶物质（件）以及机头等金属部件由于受电子的轰击会产生较强的感生放射性，更换下来的废靶件等应作为放射性废物处理。

3.非放射性污染

加速器运行时发射的X射线照射周围空气相互作用产生的臭氧和氮氧化物。

二、核医学科项目

1.电离辐射

放射性药物在取药、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。

本项目放射性核素种类及其特性见表2-3。

表2-3 放射性核素特性一览表

核素名称	半衰期	衰变类型及分支比 (%)	主要 α 、 β 辐射能量 (keV) 与绝对强度 (%)	主要 γ 、X 射线能量 (keV) 与绝对强度 (%)	周围剂量率当量率常数 (裸源) ^① ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	IT(100)	-	140.511(88.5)	0.0303
^{131}I	8.04d	β (100)	606.3(89.9)	364.489(81.7)	0.0595

注：①该数据来源于《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）。

2.放射性固体废物

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 放射性药物在操作过程中粘有放射性核素的注射器、棉签、试管、手套等。

3.放射性液体废物

放射性药物使用过程中产生沾有放射性核素的医疗器械、器皿的洗涤用水、辐射工作人员的洗涤用水以及体内含有放射性核素的病人的排泄物及其清洗用水等。

4.放射性废气

^{99m}Tc 、 ^{131}I 等放射性药物使用过程中挥发产生的少量放射性气溶胶。

三、DSA项目

1.电离辐射

由DSA工作原理可知，DSA只有在开机并处于出束状态时才会发出X射线，对工作人员及公众产生X射线外照射影响，故DSA在开机期间，X射线是项目主要污染物。

2.非放射性污染

DSA工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温可自行分解为氧气，DSA运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。

工程设备与工艺分析：

一、医用直线加速器项目

（1）工作原理

医用直线加速器是使电子在高真空场中受磁场力控制、电场力加速而获得高能量的特种电磁、高真空装置，是人工产生各种高能电子束或 X 射线的设备。当医用电子直线加速器加上高压后，即产生多种类型的辐射，可大致分为瞬时辐射和剩余辐射。瞬时辐射是指被加速的电子束与靶材料及其他加速器材料相互作用产生的高能 X 射线和中子，其可能会对工作人员和公众产生辐射危害。剩余辐射是指由于中子活化使加速器及周围环境产生短寿命的感生放射性核素，当加速器产生的带电粒子能量高于 10MeV 时，在加速器周围空气中会产生中子，停机数小时后，感生放射性一般即可达到可忽略的水平。

（2）工作流程

本项目医用直线加速器的工作流程及产污环节示意图 2-1。

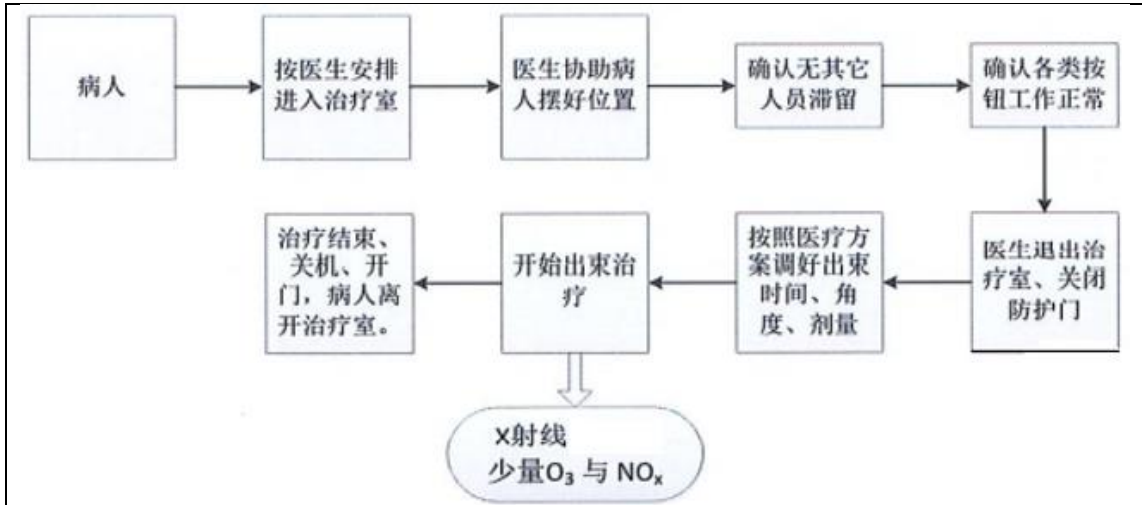


图2-1 医用直线加速器的工作流程及产污环节示意图

二、核医学科项目

1、SPECT/CT

(1) 工作原理

本项目中 SPECT/CT 显像用药物为 ^{99m}Tc 的液体放射性药物。

SPECT/CT 显像原理：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 γ 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的打拿极倍增放大后在光阳极形成电脉冲，其经过放大器放大成形，再经过位置计算电路形成 X、Y 位置信号。各个光电倍增管输出信号之和为能量信号 Z。X、Y 信号经处理后加入显示器偏转极，Z 信号加入启挥极，从而在荧光屏上形成闪烁影响。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响重建横向断层影响，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/CT 是单光子发射型计算机断层摄影显像仪和 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。

(2) 工作流程

SPECT/CT 使用放射性核素 ^{99m}Tc ，该院采取“采购”模式， ^{99m}Tc 药物由医院直接从生产厂家购买，核医学科根据患者的检查说明确定用药核素剂量，在

全封闭分装橱内进行 ^{99m}Tc 分装和标记，注射完药物后的患者进入候诊区等待，一定时间后进行扫描检查，如无异常情况，患者检查结束就可以离开科室。

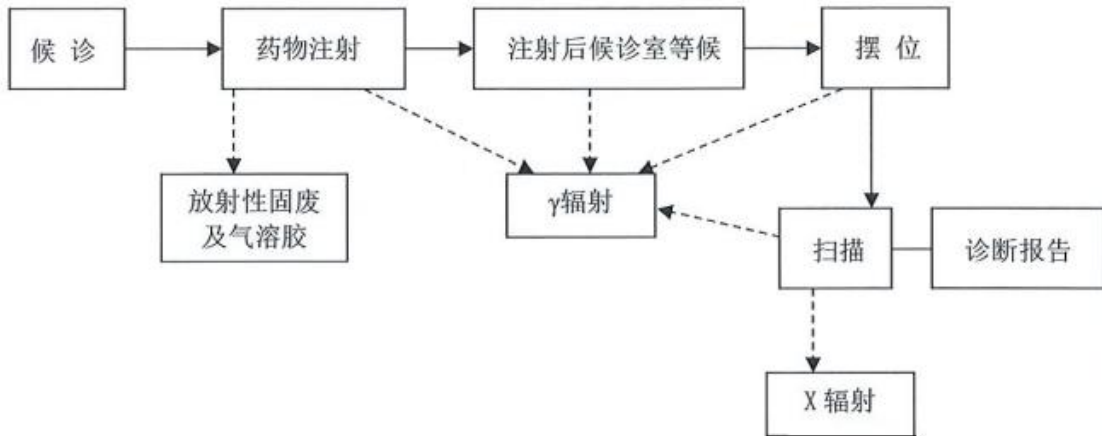


图2-2 SPECT/CT诊断部分工作流程及产污环节示意图

2、 ^{131}I 核素治疗

(1) 工作原理

① 甲状腺功能测定

碘是合成甲状腺激素的物质之一，甲状腺细胞通过钠/碘共转运子克服电化学梯度从血循环中浓聚 ^{131}I ，因此，病人注射的 ^{131}I 药剂大都聚集在甲状腺内。在体外用探测器在颈部测量甲状腺对 ^{131}I 的摄取速度和摄取量，即吸碘率。利用不同时间段患者吸碘率的变化曲线来判断患者甲状腺功能是否正常，为甲状腺疾病的诊断和放射性碘治疗提供了可靠的数据。

② ^{131}I 甲亢治疗

碘是合成甲状腺激素的物质之一，甲状腺细胞通过钠/碘共转因子克服电学梯度从血循环中浓聚 ^{131}I ，因此，病人口服或注射的 ^{131}I 药剂大都聚集在甲状腺内。甲状腺细胞对碘化物具有特殊的亲和力，注射或服用药物后 ^{131}I 能够被甲状腺高度选择性吸收，甲亢病人的甲状腺中功能亢进的病变组织比一般的甲状腺组织的摄碘率更高， ^{131}I 在衰变为 ^{131}Xe 时能发射出 β 射线和 γ 射线。 β 射线有效射程仅有 0.5-2 毫米，能选择性地破坏甲状腺腺泡上皮而不影响邻近组织。甲状腺组织能受到长时间的集中照射，其腺体被破坏后逐渐坏死，代之以无功能的结缔组织，达到治疗的目的。

(2) 工作流程

根据GBZ120-2020， ^{131}I 门诊给药量不超过400MBq的，无需住院，否则应

住入具有一定屏蔽防护效果的病房，减少对周围人员的辐射影响。¹³¹I药液购自有资质的专业供货商并通过自动分装仪自动分装，病人按照提示自行服药。

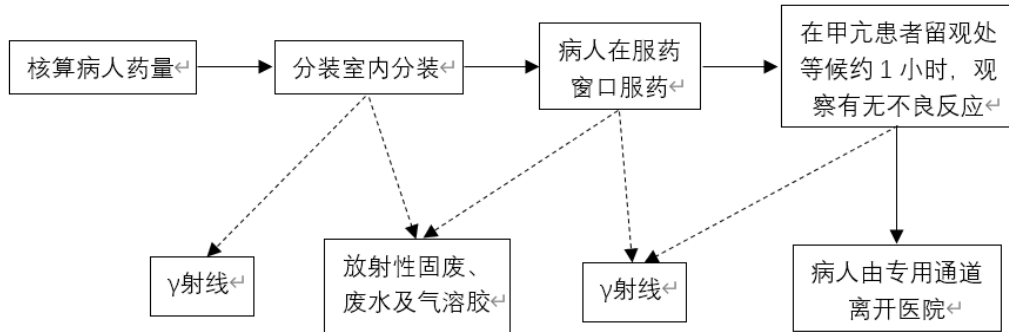


图 2-3 甲亢治疗工作流程及产污环节示意图

三、DSA项目

(1) 工作原理

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

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影X射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过DSA处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。数字减影血管造影机（DSA）示意图见图2-4。

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。

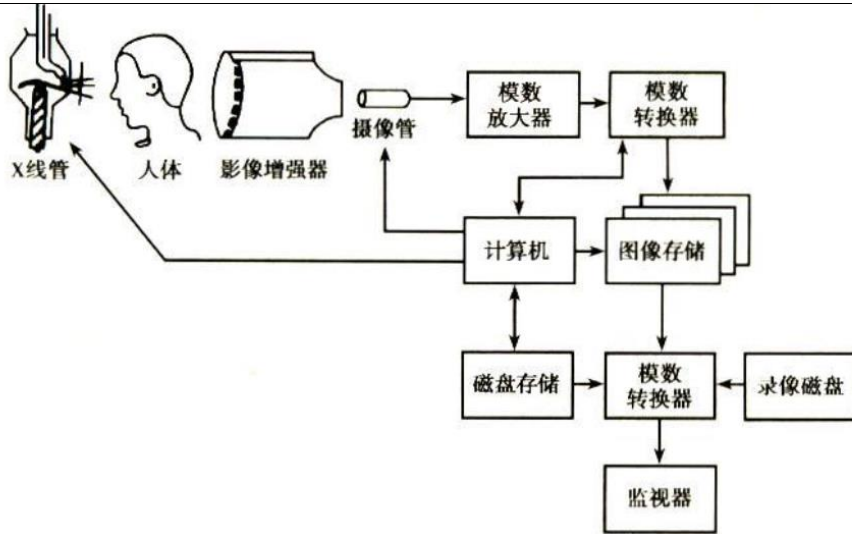


图2-4 DSA系统结构示意图

(2) 工作流程

本项目DSA工作流程及产污环节如图2-5，DSA在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：检查减影。操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况：治疗透视。病人需要进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。

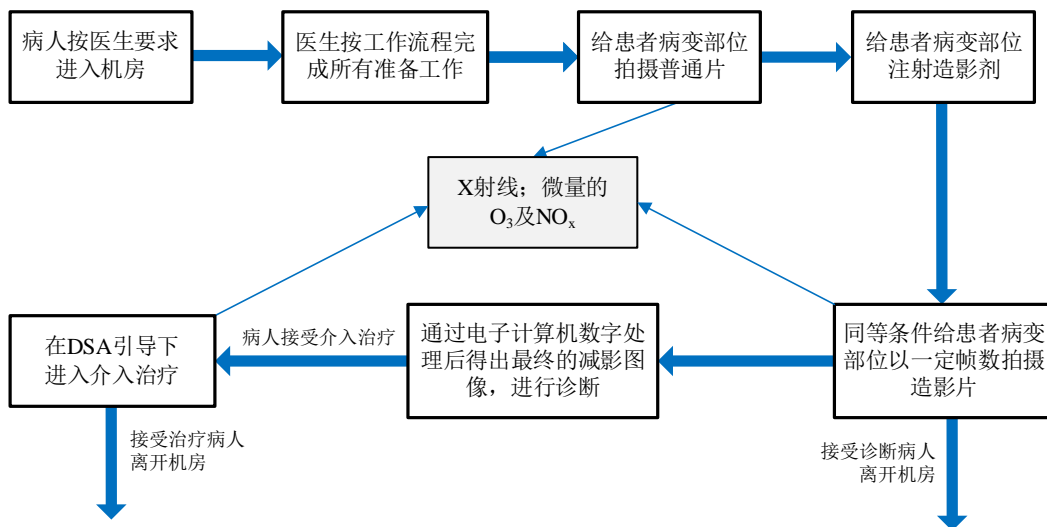


图2-5 本项目DSA工作流程及产污环节示意图

表三 辐射安全与防护设施/措施

辐射安全与防护设施/措施

一、工作场所布局

1、医用直线加速器项目

本次验收的1号加速器机房与暂未投用的2号加速器机房并排在一起，位于医院肿瘤科病房楼地下一层。1号加速器机房的东侧为2号加速器机房，南侧为土层，西侧为配电间，北侧为电气机房、水冷机房和操作间，上方为住院大厅，下方无建筑。符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中有关选址与布局的要求。

1号加速器机房设置有治疗室和控制室，控制室与治疗室分离。该加速器机房设置有L型迷路，迷路口设有防护门，加速器有用线束不向控制室照射，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的有关规定。本项目将加速器机房作为辐射防护控制区，与机房相邻的控制室及其他辅助用房划为监督区，在机房入口处粘贴有电离辐射警告标志。本项目辐射防护分区的划分符合《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》（GBZ 121-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。详见图3-1。

2、核医学项目

苏州市第九人民医院新建的核医学科项目为乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目新建的核医学科工作场所位于医院医疗综合楼一层北区，其东侧为院区道路，南侧为走廊，西侧为医生办公室，北侧为院区道路，上方为输液区，下方为配电间。符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中有关选址与布局的要求。

该核医学科工作场所主要包括PET/CT机房、SPECT/CT机房、控制室、注射前候诊区、PET/CT注射后候诊室、SPECT/CT注射后候诊室、注射室、储源室、废物间、准备室、医生办公室和放免室等。该核医学科工作场所分别设有医务人员进出路线和病人进出路线，可有效避免带有放射性药物的病人对其他人员造成不必要照射，通道设计合理可行，详见图3-2。该核医学科

工作场所布局满足《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）及《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）的标准要求。

为便于辐射防护管理和职业照射控制，该核医学科工作场所设控制区和监督区两个区域：控制区主要包括吸碘室、PET/CT机房、SPECT/CT机房、注射室、储源室、废物间、准备室、PET/CT注射后候诊室、SPECT/CT注射后候诊室等；监督区主要包括控制室、医生办公室和更衣室等。核医学科工作场所控制区和监督区划分明显，符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中有关辐射工作场所的分区规定。

3、DSA项目

本项目在医疗综合楼一层南区新增1台DSA，用于血管造影检查及介入手术治疗。

放射科DSA室1位于医疗综合楼一层南区，机房东侧为放射科DSA室2，南侧为控制室及设备间，西侧为院内道路，北侧为污洗间及设备间，上方为更衣室和临床检验区，下方为资料室和医生办公室。

本项目的DSA配套独立用房，房间由诊断机房和控制室组成，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。本项目DSA机房将诊断机房作为辐射防护控制区，与机房相邻的控制室及其他辅助用房划为监督区，在机房入口处粘贴有电离辐射警告标志。本项目辐射防护分区的划分符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。详见图3-3所示。

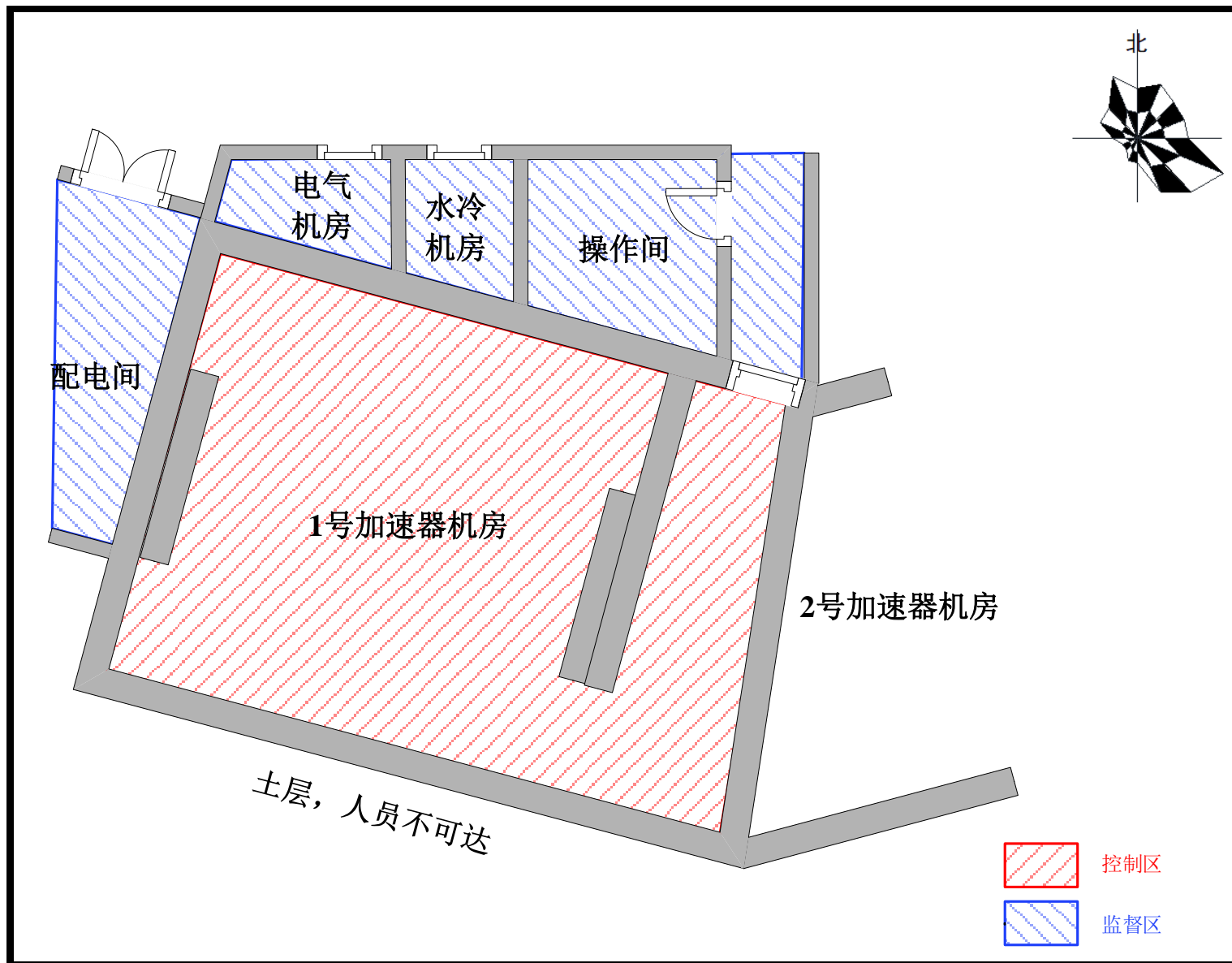


图3-1 1号加速器机房平面布局及区域划分示意图

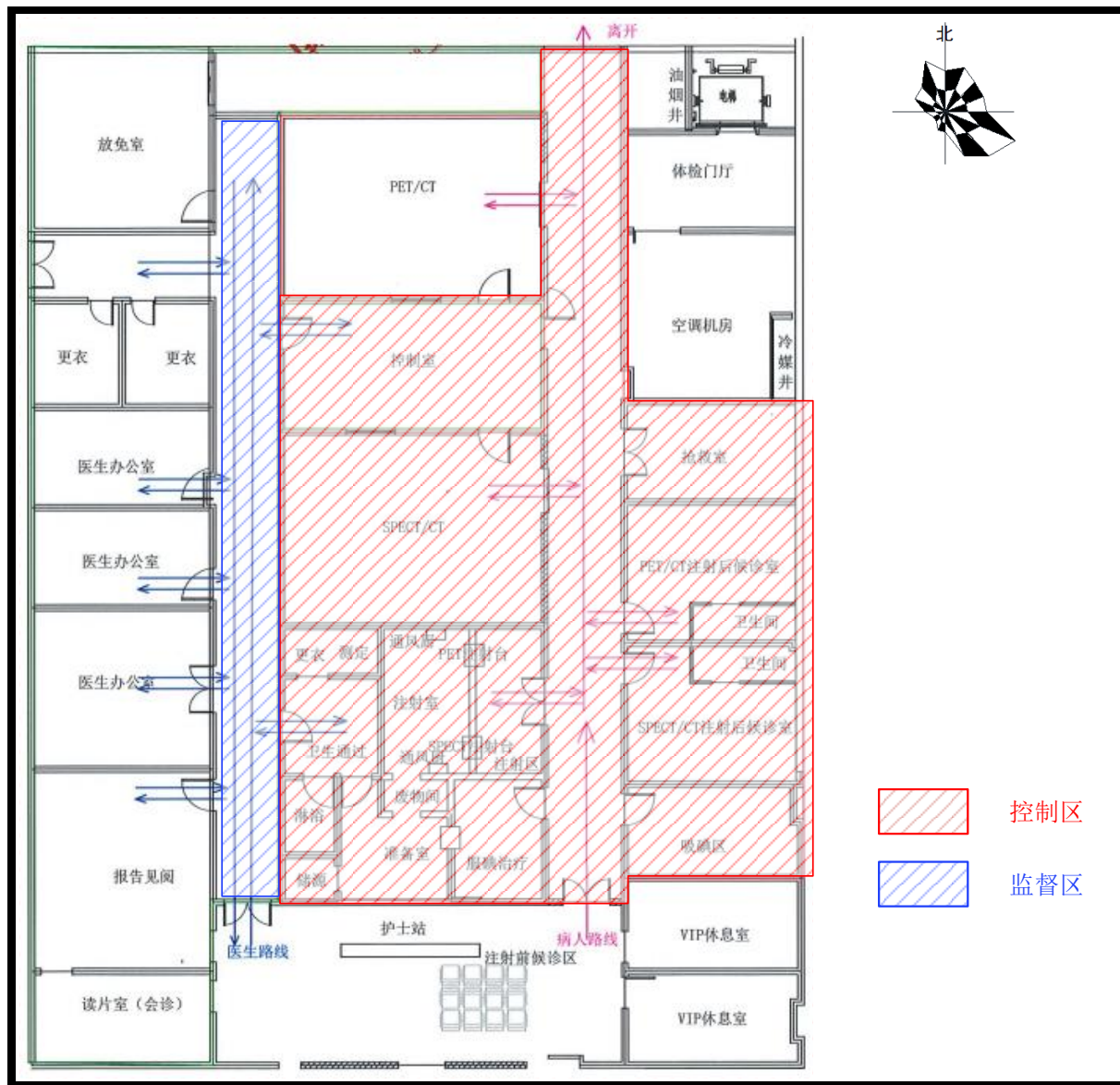


图3-2 核医学科平面布局及区域划分示意图

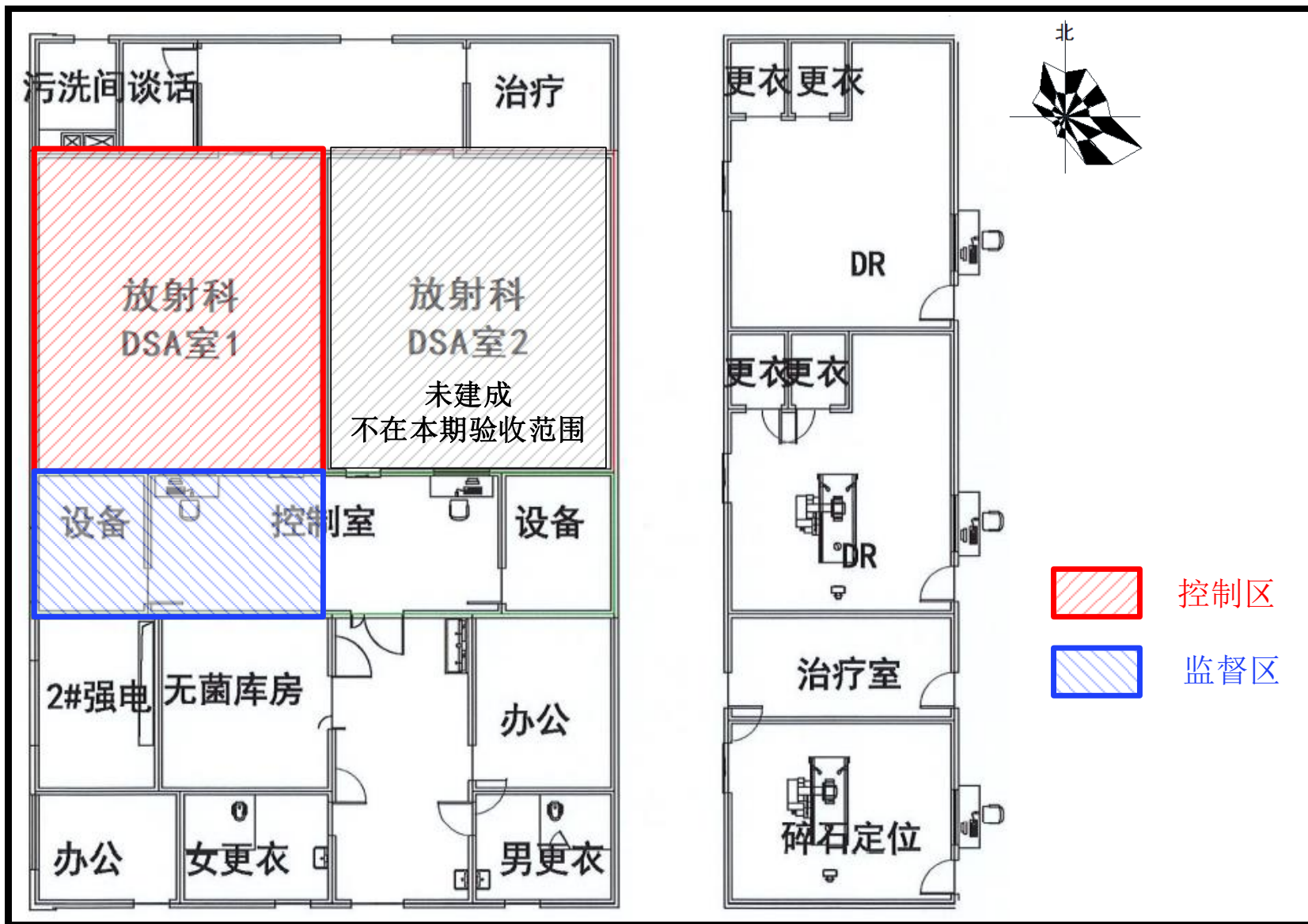


图3-3 医疗综合楼一层DSA区域平面布局及区域划分示意图

二、工作场所屏蔽设施建设情况

1、医用直线加速器项目

苏州市第九人民医院医用直线加速器项目的屏蔽设施建设情况见表3-1。

表 3-1 医用直线加速器项目的屏蔽防护设计及落实情况一览表

名称	屏蔽体	环评要求防护设计	落实情况	备注
1号加速器机房	东侧主屏蔽墙	3050mm混凝土	3050mm混凝土	已落实
	东侧次屏蔽区	1850mm混凝土	1850mm混凝土	已落实
	西侧主屏蔽墙	3050mm混凝土	3050mm混凝土	已落实
	西侧次屏蔽区	1850mm混凝土	1850mm混凝土	已落实
	东侧迷道外墙	500mm混凝土	500mm混凝土	已落实
	南墙	1600mm混凝土	1600mm混凝土	已落实
	北墙	1800mm混凝土	1800mm混凝土	已落实
	顶棚	3200mm混凝土楼板	3200mm混凝土楼板	已落实
	防护门	20mmPb铅板 +160mm含硼(5%)聚乙烯	20mmPb铅板 +160mm含硼(5%)聚乙烯	已落实

注：混凝土密度为2.3g/cm³，铅密度为11.3g/cm³。

2、核医学科项目

苏州市第九人民医院核医学科项目的屏蔽设施建设情况见表3-2。

表 3-2 新建核医学科项目的屏蔽防护设计及落实情况一览表

名称	屏蔽体	环评要求防护设计	落实情况	备注
SPECT/CT 机房	四面墙体	20cm轻质砖+3mmPb	20cm轻质砖+3mmPb	已落实
	顶棚	120mm混凝土楼板+3mmPb	120mm混凝土楼板+3mmPb	已落实
	地面	180mm混凝土楼板+3mmPb	180mm混凝土楼板+3mmPb	已落实
	防护门	3mmPb铅板	3mmPb铅板	已落实
	窗	3mmPb铅玻璃	3mmPb铅玻璃	已落实
注射室	四面墙体	20cm轻质砖+10mmPb	20cm轻质砖+10mmPb	已落实
	顶棚	120mm混凝土楼板 +10mmPb	120mm混凝土楼板 +10mmPb	已落实
	地面	180mm混凝土楼板 +10mmPb	180mm混凝土楼板 +10mmPb	已落实
	防护门	10mmPb铅板	10mmPb铅板	已落实

SPECT/T 注射后候 诊室	四面墙体	20cm轻质砖+3mmPb	20cm轻质砖+3mmPb	已落实
	顶棚	120mm混凝土楼板+3mmPb	120mm混凝土楼板+3mmPb	已落实
	地面	180mm混凝土楼板+3mmPb	180mm混凝土楼板+3mmPb	已落实
	防护门	3mmPb铅板	3mmPb铅板	已落实

注：混凝土密度为2.3g/cm³，铅密度为11.3g/cm³。

3、DSA项目

苏州市第九人民医院DSA项目的屏蔽设施建设情况见表3-3。

表 3-3 DSA 机房的屏蔽防护设计及落实情况一览表

名称	屏蔽体	环评要求防护设计	落实情况	备注
一层放射科 DSA 机房	四面墙体	24cm砖+2mmPb涂层	24cm砖+2mmPb涂层	已落实
	顶棚	120mm混凝土+2mmPb涂层	120mm混凝土+2mmPb涂层	已落实
	地面	120mm混凝土+2mmPb涂层	120mm混凝土+2mmPb涂层	已落实
	观察窗	2mmPb铅玻璃	2mmPb铅玻璃	已落实
	防护门	2mmPb铅板	2mmPb铅板	已落实

注：混凝土密度为2.3g/cm³，硫酸钡密度为3.6g/cm³，铅密度为11.3g/cm³。

三、辐射安全与防护措施

1、医用直线加速器项目

(1) 电离辐射警告标志

医院在直线加速器机房入口处设置了电离辐射警告标志和中文警示说明，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。电离辐射警告标志见图3-4。

(2) 工作状态指示灯和门灯联锁

直线加速器机房入口处设置有工作状态指示灯及门灯联锁装置，防护门打开时工作状态指示灯熄灭；防护门关闭时，工作状态指示灯呈黄色。同时安装了设置有“射线有害，灯亮勿入”的警示语的灯箱，当射线出束时，灯箱亮。现场检查门灯联锁装置运行正常。工作状态指示灯和门灯联锁装置见图3-4。



图3-4 1号加速器机房入口门上电离辐射警告标志和工作状态指示灯

（3）门机联锁

直线加速器机房设置了门机联锁。只有在机房门关闭时，直线加速器才能出束；正常开机状态下，意外打开防护门，直线加速器立即停止出束，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）中的有关规定。经现场核查有效。

（4）急停按钮

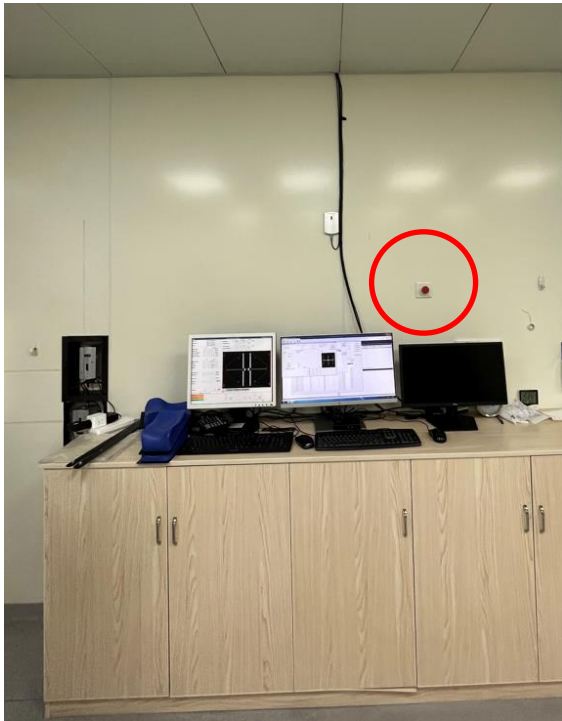
直线加速器机房迷道墙壁、机房内东西墙上均设置急停按钮，控制室墙壁上设置有急停按钮，便于工作人员及误入人员在发生紧急情况时能及时切断系统电源，减少照射时间，经现场核查有效，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中的有关规定。现场照片见图3-5所示。



控制室内急停按钮



机房内迷道墙壁急停按钮



机房内东墙急停按钮



机房内西墙急停按钮

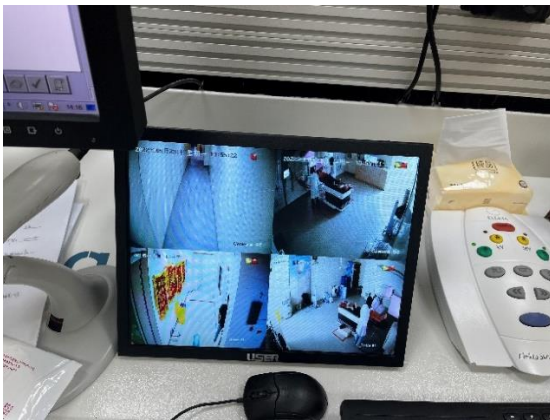


加速器治疗床急停按钮

图3-5 1号加速器机房急停按钮

(5) 监控系统和对讲装置

直线加速器机房安装了监控系统和对讲装置，可实时观察机房内的动态，机房内外可进行双向交流，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）中的有关规定。现场照片见图 3-6。



控制台监控显示屏



控制台监控显示屏



机房内迷道处摄像头



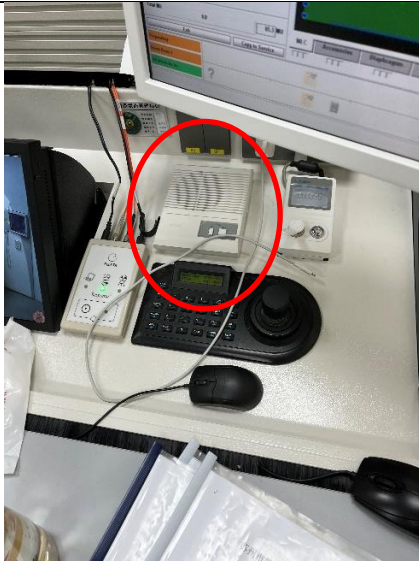
机房内南墙中部摄像头



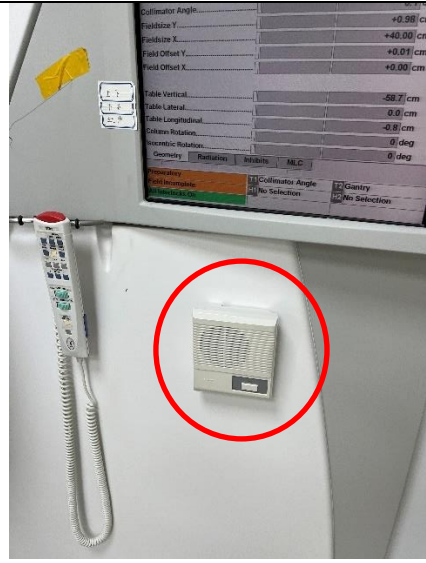
机房内东北角摄像头



机房内西南角摄像头



控制台对讲装置



机房内对讲装置

图3-6 1号加速器机房监控系统和对讲装置

（6）剂量监控

直线加速器机房内安装有固定式剂量探头，对辐射剂量进行实时监测并显示在控制室内，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）中的有关规定。固定式剂量监测装置见图3-7。



机房内剂量探头



剂量显示面板

图3-7 1号加速器机房剂量监测装置

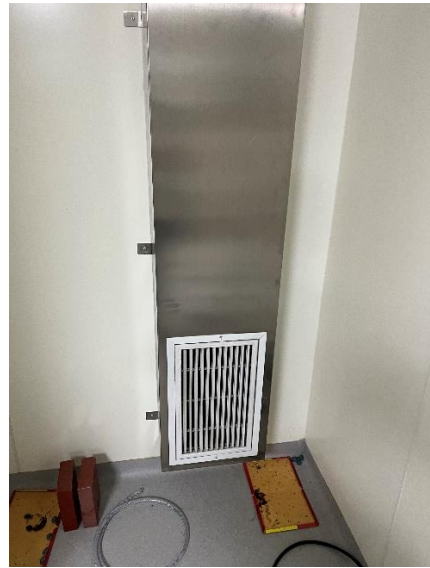
（7）通风设施

直线加速器机房设置有通风设施，通风口现场照片见图3-8。该直线加速器机房治疗室的体积约为 200m^3 （不包括迷路），由现场测量结果可知，通风口面积为 0.1075m^2 （ $43\text{cm} \times 25\text{cm}$ ），东侧通风口风速为 1.84m/s ，西侧通风口风速为 0.57m/s ，经计算可得，通风量为 $932.67\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数为4.66次，可满足《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）中的有关规

定。



机房内东北角通风口



机房内西北角通风口

图3-8 1号加速器机房通风口

2、核医学科项目

（1）电离辐射警告标志

本项目核医学工作场所各功能房间门上、放射性废物收集桶上、储源保险箱上、手套箱上均粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。电离辐射警告标志见图3-9至图3-11。





图3-9 核医学工作场所各功能房间门上电离辐射警告标志



图3-10 储源保险箱和手套箱上电离辐射警告标志

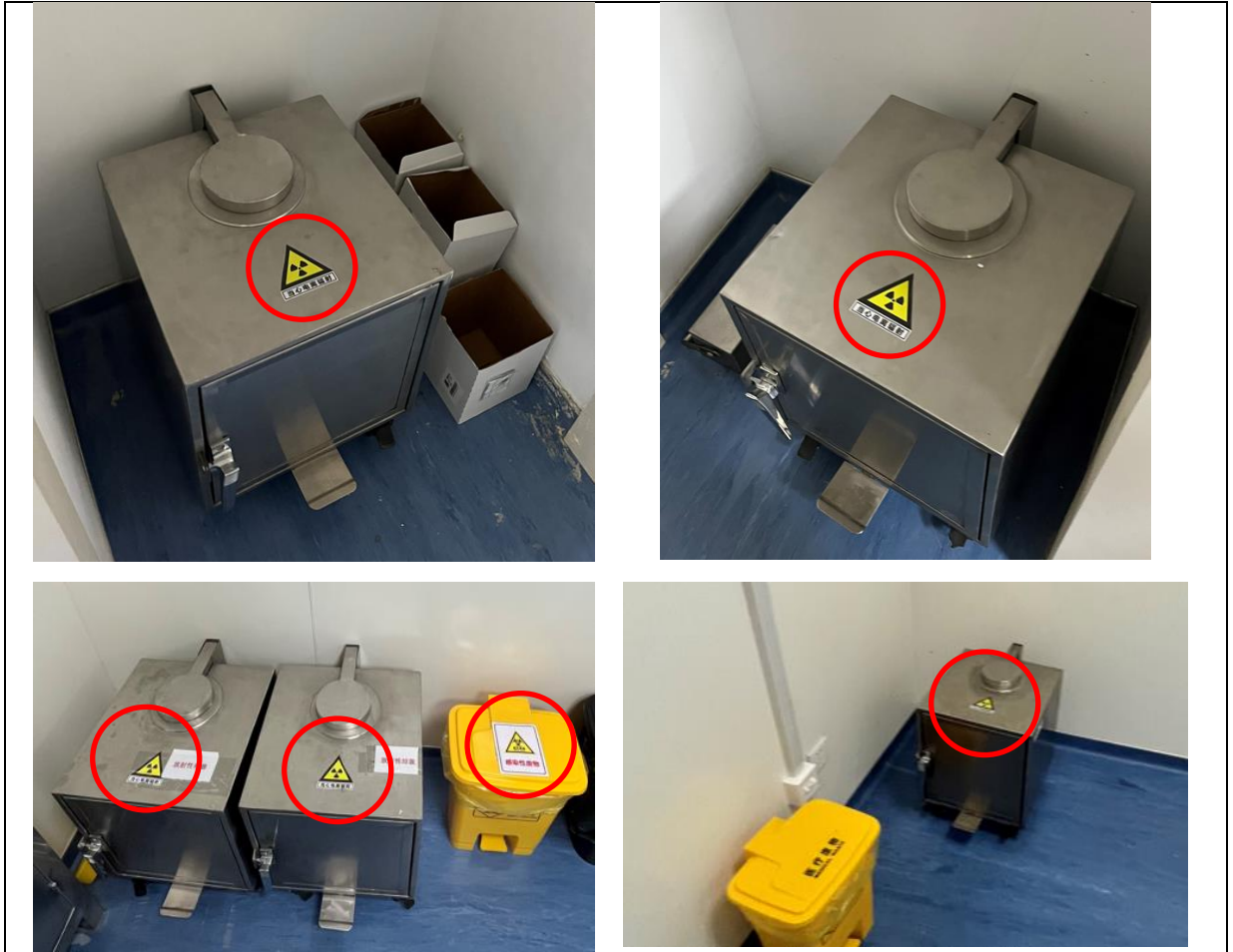


图3-11 放射性废物收集桶上电离辐射警告标志

(2) SPECT/CT 室工作状态指示灯

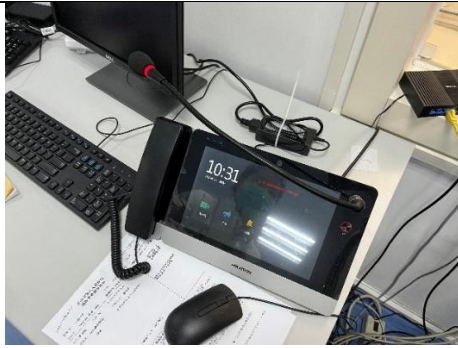
SPECT/CT室防护门上方设置有工作状态指示灯，防护门打开时工作状态指示灯熄灭；防护门关闭时，工作状态指示灯呈红色。工作状态指示灯见图3-12。



图3-12 SPECT/CT室工作状态指示灯

(3) SPECT/CT室语音对讲、视频监控和急停按钮

SPECT/CT室与控制室内设置双向语音对讲装置和监控系统，且SPECT/CT控制台处安装有观察窗；SPECT/CT设备及控制室控制台上均设置急停按钮。符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的有关要求。语音对讲、监控装置、急停按钮等见图3-13。



控制室语音对讲装置



机房内语音对讲装置



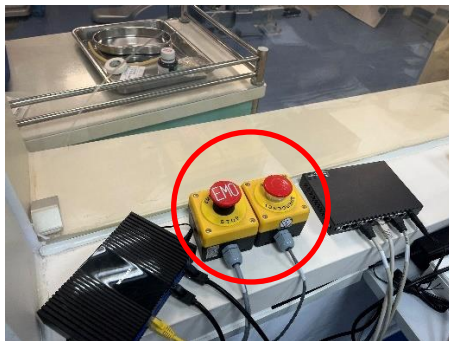
机房内西北角摄像头



机房内东南角摄像头



控制室监控显示画面



控制台急停按钮



设备急停按钮

图3-13 SPECT/CT室语音对讲、视频监控及急停按钮

(4) 剂量监控

本项目工作场所病人通道入口处、病人通道内、医生通道内、SPECT/CT控制室内均安装有固定式X-γ辐射监测报警仪，对辐射剂量进行实时监测并显示在仪器面板上，当辐射剂量超标时，报警仪将发出声光报警。符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的有关要求。固定式剂量监测装置见图3-14。



病人通道入口处辐射监测仪



病人通道内辐射监测仪



医生通道内辐射监测仪



SPECT/CT控制室内辐射监测仪

图3-14 核医学工作场所固定式X-γ辐射监测报警仪

(5) 视频监控

本项目工作场所出入口、病人通道、各功能房间等多处均安装有视频监控装置，进行24h不间断监视。符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的有关要求。视频监控装置见图3-15。



SPECT/CT室内西北角摄像头



SPECT/CT室内东南角摄像头



SPECT/CT候诊室内摄像头



通风橱摄像头



病人通道摄像头



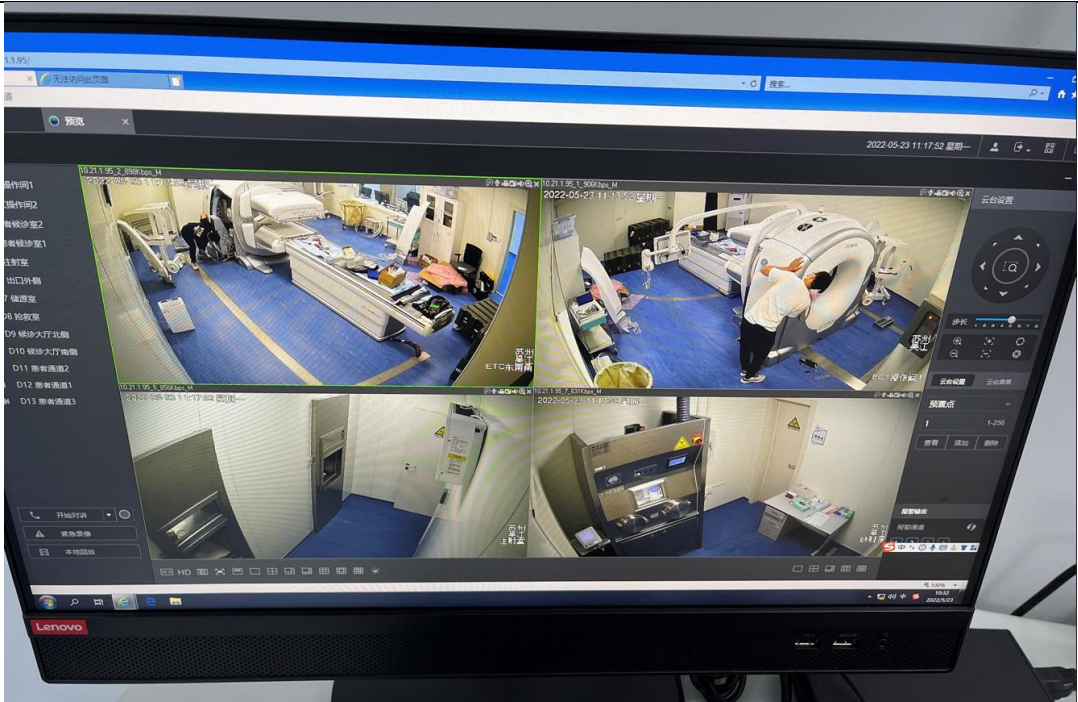
病人通道摄像头



核医学工作场所入口处摄像头



核医学工作场所入口处摄像头



监控显示屏

图3-15 核医学工作场所视频监控

（6）门禁系统

本项目在进入核医学工作场所的出入口处设置门禁，只有取得相应授权的人员才能刷卡进入。符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的有关要求。门禁系统见图3-16-图3-17。



图3-16 外部门禁刷卡器



图3-17 内部门禁开门开关及吸门装置

3、DSA项目

（1）电离辐射警告标志和工作状态指示灯

本项目DSA机房控制室防护门和病人入口防护门上均粘贴电离辐射警告标志，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。电离辐射警告标志见图3-18。

（2）工作状态指示灯

DSA机房控制室防护门和病人入口防护门上方均设置有工作状态指示灯及门灯连锁装置，灯箱上写有“射线有害，灯亮勿入”的警示语，工作状态指示灯与机房门有效关联，机房门闭合时工作状态指示灯亮，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求。工作状态指示灯见图3-18。



病人入口防护门

控制室防护门

图3-18 DSA机房工作状态指示灯和电离辐射警告标志

(3) 急停按钮

本项目DSA设备上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，现场已核实。本项目DSA急停按钮见图3-19。



控制台急停按钮



设备急停按钮

图3-19 DSA急停按钮

(4) 观察窗

DSA 机房墙上设置有观察窗，可有效观察到患者和受检者状态。DSA机房设有

2mm铅当量的玻璃观察窗，便于观察到患者和受检者状态，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求。本项目DSA机房观察窗见图3-20。

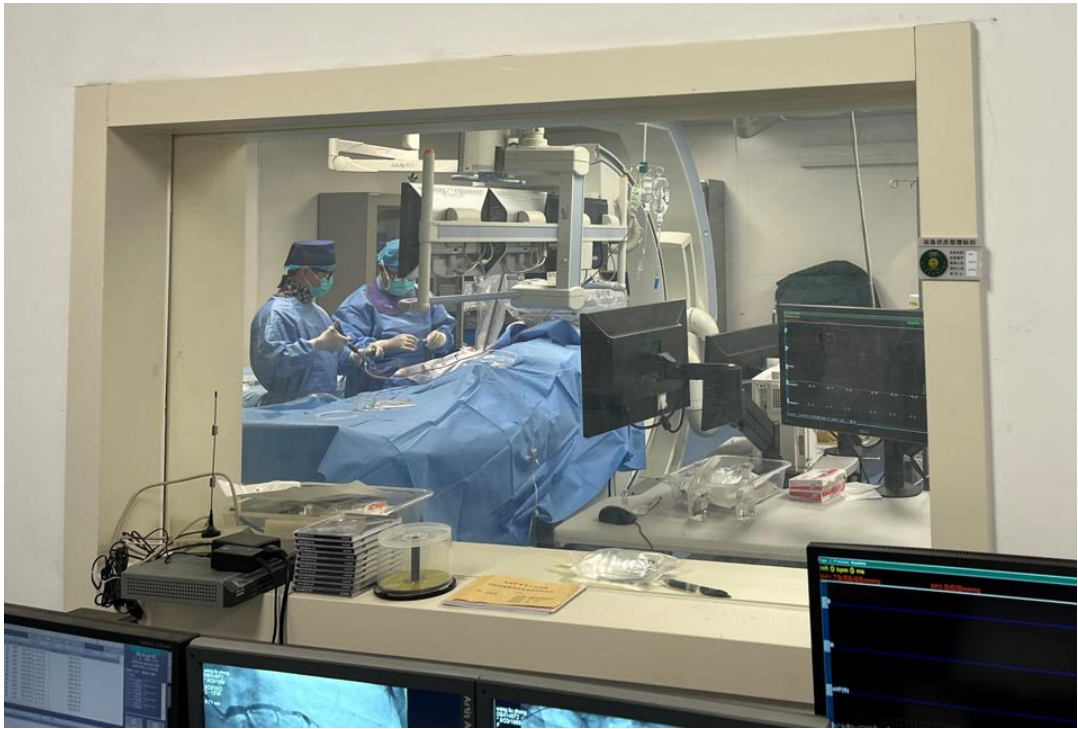


图3-20 观察窗

4、人员监护

医院为本项目配备15名辐射工作人员，名单见表3-4。15名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格，均已进行职业健康体检且体检结果为“可继续从事原放射工作”，均已进行个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，辐射工作人员的培训证书、体检报告见附件6，个人剂量监测报告见附件7。

表3-4 本项目配备的职业人员名单

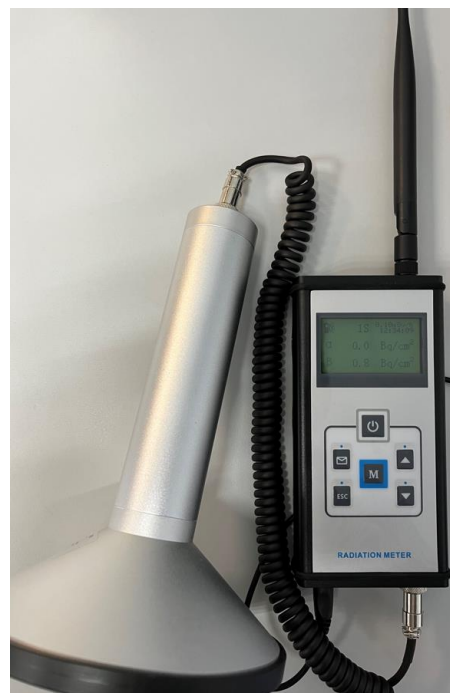
姓名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	职业健康体检结论	工作场所
张欢乐	男	博士	医生	苏环辐1964034	可继续从事原放射工作	加速器机房
陈斌	男	硕士	医生	苏环辐1964035	可继续从事原放射工作	加速器机房
洪燕	女	本科	护士	FS20JS0200127	可继续从事原放射工作	加速器机房
张欢欢	女	本科	技师	苏环辐1964116	可继续从事原放射工作	加速器机房
陈玲丽	女	本科	医生	苏环辐1777031	可继续从事原放射工作	DSA机房
王林全	男	本科	医生	苏环辐1777029	可继续从事原放射工作	DSA机房

吴元初	男	本科	医生	苏环辐1777032	可继续从事原放射工作	DSA机房
殷人麟	男	硕士	医生	苏环辐1777030	可继续从事原放射工作	DSA机房
张刚	男	硕士	医生	苏环辐1777036	可继续从事原放射工作	DSA机房
侯蓓蓓	女	本科	护士	苏环辐1777038	可继续从事原放射工作	DSA机房
沈道文	女	本科	护士	苏环辐1777039	可继续从事原放射工作	DSA机房
潘露露	女	本科	技师	苏环辐1964118	可继续从事原放射工作	DSA机房
尤徐阳	男	博士	医生	苏环辐1964037	可继续从事原放射工作	核医学科
朱丽娟	女	硕士	护士	苏环辐1964040	可继续从事原放射工作	核医学科
金振涛	男	硕士	技师	苏环辐1964039	可继续从事原放射工作	核医学科

医院已为本项目配备1台LT-III型辐射巡测仪，1台CM7010-B型 α 、 β 表面污染测量仪，7台个人剂量报警仪（包括5台CM5002型个人剂量报警仪，1台FJ2000型X γ 个人剂量仪，1台RM-2021型X γ 辐射个人剂量当量（率）监测仪），医院同时为核医学工作场所配备了4套固定式X- γ 辐射监测报警仪，为加速器机房配备了1套固定式X- γ 辐射监测报警仪，见图3-21。工作人员均配备了个人剂量计，均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。



辐射巡测仪



α 、 β 表面污染测量仪



个人剂量报警仪



核医学工作场所固定式 X- γ 辐射监测报警仪



加速器机房固定式 X- γ 辐射监测报警仪

图3-21 本项目配置的辐射监测仪器

5、防护用品

医院已配备铅防护衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶手套、铅屏风等防护用品，用于辐射工作人员的个人防护。本项目配备的个人防护用品见图3-22，个人防护用品清单见表3-5。

表 3-5 本项目配备的个人防护用品清单

防护用品	数量	防护参数（mmPb）	备注
铅橡胶围裙	3件	0.5	核医学工作场所
铅橡胶颈套	3件	0.5	
铅橡胶帽子	1件	0.5	
铅防护手套	1双	0.25	
铅防护屏风	2个	3	
铅防护操作台	1个	3	
铅防护衣	4件	0.5	DSA机房
铅橡胶围裙	4件	0.5	
铅橡胶颈套	4件	0.5	
铅橡胶帽子	4件	0.5	
铅防护眼镜	4件	0.5	
介入防护手套	2双	0.025	



图3-22 个人防护用品

四、“三废”治理情况

1、放射性三废

（1）放射性废水

本项目核医学科产生的含放射性废水主要包括：工作人员操作过程手部受到微量污染的清洗废水，清扫工作台面、地坪的清洁工具清洗时可能会有带有微量放射性的废水，以及患者冲洗排便用水。本项目涉及的核素主要为 ^{99m}Tc ，另外本项目使用的 ^{131}I 核素是对甲亢病人开展，病人服药后即离开核医学科，不会在核医学科产生废水。

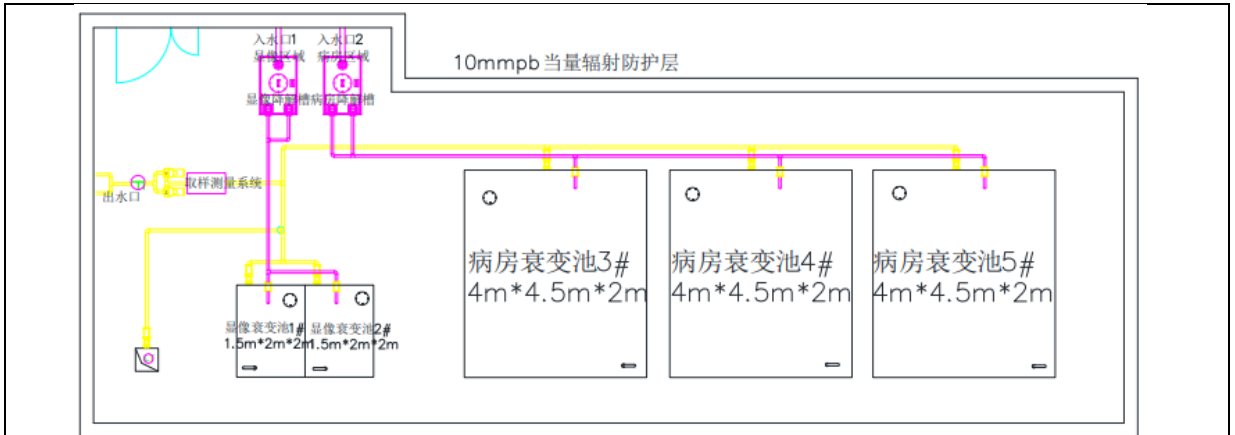
核医学科产生的放射性废水均排放至医疗综合楼负二层核医学科正下方设置的放射性废水衰变系统。放射性废水衰变系统通过专门管路收集放射性废水，采用槽式衰变的处理方式。放射性废水衰变系统利用一台人机界面全面监控放射性废水的降解、衰变、取样、监测、排放的全过程，掌控放射性废水的流向、排放是否符合环保标准，避免出现放射性废水的意外排放以及不可追溯的事故。

本项目衰变池系统示意图和现场照片见图 3-23。

该衰变池系统共设五个不同体积的放射性废水衰变槽体，其中 1#和 2#为本项目核医学科显像诊断用的衰变池，每个有效容积为 6m^3 ，两个池子为 12m^3 ；3#、4#和 5#为以后扩建的核医学病房使用，每个有效容积为 36m^3 ，两个池子为 72m^3 ，三个池子为 108m^3 。本项目核医学科中 SPECT/CT 项目产生废水量较小，约 $5\text{m}^3/\text{月}$ ，此外核医学科医生洗涤用水平均约 $2\text{m}^3/\text{月}$ ，1#和 2#衰变池总有效容积为 12m^3 ，可满足 ^{99m}Tc 的放射性废水集中到衰变池中自行衰变 30 天以上的要求。

本项目产生的含 ^{99m}Tc 的放射性废水集中到衰变池中自行衰变 30 天以上后排至医院污水管网，最后进入医院的总废水处理站，经处理达标后排放。

本项目放射性废水的产生及治理情况属于环评及其批复的建设范围内，无变动情况。



本项目衰变池系统示意图



图 3-23 核医学科衰变池

(2) 放射性废气

本项目运行过程不会产生放射性气体，但在药物分装过程中可能产生带有放射性核素的气溶胶。本项目对药物分装在手套箱中进行，放射性气溶胶经专用通风管道由活性炭过滤后排至楼顶进入大气，对环境影响较小。

本项目工作场所内设有机械通风装置，放药准备室内有通风橱。核素药物的分装在放药准备室通风橱内进行，药物注射在注射室内进行。通风橱内设专用通风管道，注射室内有机械通风装置，外排风口设置于医疗综合楼楼顶，且高于楼顶 1m。医院还在通风管道外排风口处设计活性炭过滤吸附装置，对放射性气溶胶进行吸附，降低放射性气溶胶外排浓度。吸附材料应定期更换并作为放射性固废处理。满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的有关要求。

本项目使用的II类和III类射线装置在工作状态时，会使空气电离产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过动力排出装置排出室外，臭氧在常温下可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

经现场核查，现场照片如图 3-24~图 3-27 所示。

本项目放射性废气处理设施建设情况与环评及其批复一致，无变动情况。



图 3-24 核医学工作场所通风橱





图 3-26 核医学工作场所楼顶外排风口



加速器机房内东侧风口

加速器机房内西侧风口

图 3-27 1 号加速器机房通风设施

（3）放射性固体废物

本项目核医学科产生的放射性固体废物主要有废气的手套、口罩、试管、棉球、滤纸、患者使用的一次性杯子等。核医学科设置有废物室，用于贮存产生的放射性固体废物，含 ^{99m}Tc 的固体废物经收集、标记后在废物室暂存 30 天以上；含 ^{131}I 的固体废物经收集、标记后在废物室暂存 180 天以上。放射性废物收集贮存时应详细标记核素类型、收集贮存时间，标记信息清晰易见，在暂存时间满足要求后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，对废物清洁解控并作为医疗废物处理。满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的有关要求。

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



图 3-28 核医学科废物室



图 3-29 核医学科废物桶

放射性废物登记表

2022年 05月

日期	放射性数量 (个)		记录人	交付重量 (kg)		交付人 签名	接收人 签名	交付 时间	备注
	损伤性	非损伤性 (有/无)		损伤性	非损伤性				
1	✓	✓							
2	✓	✓							
3	6	✓	陈松						
4	6	✓							
5	✓	✓							
6	2	✓	陈松	0.2	0.2	陈松	陈松		
7	✓	✓							
8	6	✓	陈松						
9	6	✓	陈松						
10	✓	✓							
11	6	✓	陈松						
12	✓	✓							
13	8	✓	陈松						
14	✓	✓							
15	✓	✓							
16	8	✓	陈松						
17	✓	✓							
18	9	✓	陈松						
19	✓	✓							
20	6	✓	陈松						
21	✓	✓							
22	✓	✓							
23	✓	✓		0.2	0.2	陈松	陈松		
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

图 3-30 核医学科放射性废物登记表

2、非放射性三废

（1）固废

本项目工作人员产生的一般生活垃圾，经分类收集后，交由环卫部门统一处理。

（2）废水

工作人员和部分病人产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理。

（3）废气

射线装置机房内的空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

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

表3-6 扩建放射诊疗项目环评及批复落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理机构	拟成立辐射防护管理机构，制定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件的形式明确各成员管理职责。	建立辐射安全防护与环保管理机构或制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。	已成立放射防护管理领导小组，并以文件（院医[2018]4号）的形式发布。	已落实
辐射安全和防护措施	<p>辐射防护措施：</p> <p>（1）1号加速器机房东西主屏蔽墙为305cm混凝土，东西与主屏蔽墙相连的次屏蔽区为185cm混凝土，北墙为180cm厚混凝土，迷道外墙为50cm厚混凝土，防护门内嵌20mm铅板及160mm含硼聚乙烯，顶部为320cm厚混凝土。</p> <p>（2）2号加速器机房东西主屏蔽墙为305cm混凝土，东西与主屏蔽墙相连的次屏蔽区为185cm混凝土，北墙为180cm厚混凝土，迷道外墙为50cm厚混凝土，防护门内嵌20mm铅板及160mm含硼聚乙烯，顶部为320cm厚混凝土。</p> <p>（3）后装机机房南、北屏蔽墙均为60cm混凝土，西屏蔽墙为130cm混凝土，迷道内、外墙均为60cm厚混凝土，顶部为45cm厚混凝土，防护门为内嵌5mm铅板。</p> <p>（4）核医学科工作场所四侧墙体均采用实心砖加铅板，顶部采用混凝土加铅板，各防护门均采用铅防护门，观察窗为铅玻璃观察窗。</p> <p>（5）2座DSA机房四周墙体均为24cm实心砖加2mm铅当量涂料，顶部及地面为12cm混凝土加2mm铅当量涂料，防护门内嵌2mm铅板，观察窗铅当量均为2mm。</p> <p>辐射安全措施：各机房防护门设置电离辐射警告标志，防护门上方设置工作指示灯；后装机机房及加速器机房控制室操作台和防护门设置安全联锁装置，治疗室内设计安装紧急终止照射的应急开关，剂量监测报警装置，实时观察和对讲装置。</p>	<p>定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作；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。</p>	<p>辐射防护措施：</p> <p>（1）1号加速器机房东西主屏蔽墙为305cm混凝土，东西与主屏蔽墙相连的次屏蔽区为185cm混凝土，南墙160cm厚混凝土，北墙为180cm厚混凝土，迷道外墙为50cm厚混凝土，防护门内嵌20mm铅板及160mm含硼聚乙烯，顶部为320cm厚混凝土。</p> <p>（2）核医学科工作场所四侧墙体均采用实心砖加铅板，顶部采用混凝土加铅板，各防护门均采用铅防护门，观察窗为铅玻璃观察窗。</p> <p>（5）放射科DSA室1四周墙体均为24cm实心砖加2mm铅当量涂料，顶部及地面为12cm混凝土加2mm铅当量涂料，防护门内嵌2mm铅板，观察窗铅当量均为2mm。</p> <p>辐射安全措施：</p> <p>各机房防护门设置电离辐射警告标志，防护门上方设置工作指示灯；加速器机房控制室操作台和防护门设置安全联锁装置，治疗室内设计安装紧急终止照射的应急开关，剂量监测报警装置，实时观察和对讲装置；机房设计通风设施，排出机房内可能聚集的有害气体；介入手术时工作人员穿戴铅衣、铅眼镜、铅围脖等，</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
	置；机房设计通风设施，排出机房内可能聚集的有害气体；介入手术时工作人员穿戴铅衣、铅眼镜、铅围脖等，并尽可能缩短手术时间，减少照射。		并尽可能缩短手术时间，减少照射。	
人员配备	本项目辐射工作人员在上岗前参加辐射安全与防护培训，通过考核后正式从事相应的放射诊断或治疗工作。	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。	本项目辐射工作人员已参加辐射安全与防护培训，且通过考核。	已落实
	在项目运行前委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测。		已委托苏州大学卫生与环境技术研究所对辐射工作人员开展个人剂量检测。	
	医院定期组织职业健康体检，按相关要求建立放射工作人员个人剂量检测档案和职业健康监护档案。		医院已组织职业健康体检，已按相关要求建立放射工作人员个人剂量检测档案和职业健康监护档案。	
监测仪器和防护用品	配置 1 台环境辐射剂量巡测仪和 1 台表面污染仪。	配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年将有资质的单位对项目周围辐射水平检测 1~2 次。	医院已配置 1 台环境辐射剂量巡测仪和 1 台表面污染仪，将定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年将有资质的单位对项目周围辐射水平检测 1~2 次。	已落实
	每个加速器机房配置 2 台个人剂量报警仪（共 4 台）；后装机机房配置 2 台个人剂量报警仪；核医学科配置 2 台个人剂量报警仪；每个 DSA 机房配置 2 台个人剂量报警仪（共 4 台）。	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。	医院已配置 7 台个人剂量报警仪，辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。	
	核医学科核素操作场所拟配置铅服、铅围脖、铅帽、铅眼镜等个人防护用品。DSA 医护人员配备铅防护眼镜、铅衣、铅帽、铅防护围脖等防护用品；DSA 机房内配备悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、移动防护屏等辅助防护设施。	配备必要的个人防护用品。	核医学科核素操作场所已配置铅服、铅围脖、铅帽、铅眼镜等个人防护用品。DSA 医护人员已配备铅防护眼镜、铅衣、铅帽、铅防护围脖等防护用品；DSA 机房内配备悬挂防护屏。	
辐射安全管理制度	根据环评要求，按照项目的实际情况，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。	医院已建立辐射安全规章制度并严格执行。	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：

一、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、实践正当性

苏州市第九人民医院（筹）为了满足病人综合治疗的需要，拟购置医用直线加速器、后装机进行肿瘤放射治疗；开展核医学科进行诊断治疗；开展核医学科进行诊断治疗；使用DSA进行放射治疗及介入治疗，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

2、选址、布局

苏州市第九人民医院（筹）位于苏州市吴江区芦荡路以北、秋枫路以东，医院东侧为松陵大道；南侧为芦荡路；西侧为秋枫路；北侧目前为空地。本项目后装机房和医用直线加速器机房拟建址均位于医院肿瘤科病房楼负一层；肿瘤科病房楼东侧为院内道路及医疗综合楼北区，南侧为妇幼保健楼，西侧为院内道路及院区围墙，北侧为综合病房楼。核医学科和2台DSA机房均位于医院医疗综合楼一层。医院医疗综合楼东侧为院内道路，南侧为院区广场及大门，西侧为肿瘤科病房楼及妇幼保健楼，北侧为综合病房楼及行政综合楼。本项目后装机机房、医用直线加速器机房、DSA及III类射线装置机房拟建址周围50m范围内无居民区、学校等敏感目标。项目选址合理。

本项目后装机、医用直线加速器、DSA机房设计有治疗室及控制室，控制室位于治疗室外，本项目后装机、医用直线加速器、DSA机房工作场所布局设计基本合理。

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

3、辐射屏蔽能力分析

本项目拟建核医学科、医用直线加速器机房、后装机机房、DSA机房等辐射工作场所设计采用实心砖墙及混凝土浇筑结构（混凝土密度不低于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ），机房均采用铅防护门、铅玻璃观察窗等。核医学科注射室等核素操作场所拟根据需要配置通风橱及铅服等个人防护用品，在满足实际工作需要的基础上对工作人员及公众进行了必要的防护，减少不必要的照射，根据理论估算分析结果，该院拟采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要求。

4、保护目标剂量

根据计算结果，本项目辐射工作人员和周围公众成员年受照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》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.25mSv ）。

5、辐射安全措施

医院本项目核医学科、SPECT/CT机房、PET/CT机房、注射室等辐射工作场所显著位置均拟设置电离辐射警告标志、SPECT/CT及PET/CT机房门口设计安装工作状态指示灯。医院核医学科拟配置铅通风橱、铅屏风等放射防护用品；放射性核素操作人员拟配备铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅帽等个人防护用品。

该院加速器机房、后装机机房防护门外拟设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯，拟设计安装门机联锁装置、急停装置、监控对讲装置等。

该院DSA机房防护门外均拟设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。DSA医护人员配备有铅衣、铅防护眼镜、铅帽、铅防护围脖等防护用品。

本项目配置1台辐射剂量巡测仪、1台表面污染监测仪及12台个人剂量报警仪，项目运行后定期对后装机、医用直线加速器、DSA机房周围环境辐射水平监测。

本项目辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案，定期进行职业健康体检并建立职业健康档案。医院辐射安全措施满足有关辐射防护安全要求。

在落实以上措施后，该院核医学科、医用直线加速器、后装机、DSA等核技术应用项目的安全措施能够满足安全防护要求。

6、辐射环境管理

医院拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前制定完善相关辐射安全管理制度；医院本项目拟配备的辐射工作人员在上岗前参加并通过辐射安全与防护知识的培训，医院计划对工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为放射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

综上所述，苏州市第九人民医院（筹）新建医用直线加速器等核技术利用项目在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

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

2) 各项环保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。

二、审批部门审批决定

苏州市第九人民医院（筹）：

你单位报送的《新建医用直线加速器等核技术利用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经研究，批复如下：

一、根据《报告表》评价结论，项目建设具备环境可行性。从环境保护角度考虑，我厅同意你单位该项目建设。项目地点位于苏州市吴江区芦荡路以北、秋枫街以东该医院内，项目内容：新建1座加速器机房，配备2台15MV医用直线加速器（属II类射线装置）；新建一座后装机房，新增1台后装机，含1枚¹⁹²Ir放射源（活度 3.7×10^{11} Bq，III类放射源）；新建核医学科，使用¹⁸F、^{99m}Tc、¹³¹I核素开展放射诊断、治疗（属乙级非密封放射性物质工作场所）；新建2座DSA机房，配备2台DSA（属II类射线装置）。各设备详细技术参数详见《报告表》。

二、在工程设计、建设和运行中应认真落实《报告表》所提出的辐射污

染防治和安全管理措施，并做好以下工作：

（一）严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应的剂量限值要求。

（二）定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全措施，确保正常工作；非密封放射性物质工作场所功能区布置应符合国家的有关规定和要求。

（三）放射源与非密封放射性物质转让须及时到环保部门办理审批与备案手续。

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

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

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

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

三、本批复只适用于以上核技术应用项目，其它如涉及非放射性污染项目须按有关规定另行报批。本批复自下达之日起五年内建设有效。项目的性质、规模、地点、拟采取的环保措施发生重大变动的，应重新报批项目的环境影响评价文件。

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	张晓露	SHFSJ0039（综合类）	2016.10
2	崔严	SHFSJ0281（综合类）	2017.7

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	多功能辐射探测器	FH40G+ FHZ672E-10	NJRS-103	能量响应：40keV~4.4MeV 测量范围：1nSv/h~100μSv/h 检定证书编号：2018H21-1683396001 检定有效期限：2018.12.26~2019.12.25
2	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-044	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2021-0010445 检定有效期限：2021.02.08~2022.02.07
3	多功能辐射探测器	FH40G+ FHZ672E-10	NJRS-004	能量响应：40keV~4.4MeV 测量范围：1nSv/h~100μSv/h 检定证书编号：2022H00-10-3823812001 检定有效期限：2022.2.24~2023.2.23
4	α、β表面污染测量仪	CoMo 170	NJRS-088	测量范围：β/γ 0cps~20000cps 检定证书编号：2021H21-20-3342219001 检定有效期限：2021.6.10~2022.6.9
5	风速仪	F30J	NJRS-065	测量范围：0.05m/s~30m/s 检定证书编号：H2021-0118791

				检定有效期限：2021.12.13~2022.12.12
--	--	--	--	------------------------------

4、质量控制

本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：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，一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取10个数据，读取间隔不小于10s。

5、监测报告

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

表六 验收监测内容

验收监测内容：

1、监测期间项目工况

2019年7月5日、2021年11月3日、2022年5月23日，南京瑞森辐射技术有限公司对苏州市第九人民医院扩建放射诊疗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

被检场所		检测工况
1号加速器机房		10MV、40×40cm、600cGy/min
		6MV、40×40cm、600cGy/min
核医学工作场所	SPECT/CT机房	1.85×10 ⁹ Bq（50mCi） ^{99m} Tc药物
	SPECT/CT注射后候诊室	
	通风橱	
	SPECT/CT注射台	
放射科DSA室1		74.3kV、100mA

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、β表面污染水平和风速。

3、监测点位

对核医学工作场所及周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界，监测X-γ辐射剂量率、每个点位监测5个数据，β放射性表面污染水平，每个点位监测6个数据。

对加速器机房和DSA机房及周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界，监测X-γ辐射剂量率，每个点位监测5个数据。

4、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《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》（HJ1188-2021）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《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）的标准要求进行监测、分析。

表七 验收监测期间生产工况

验收监测期间生产工况记录：

被检单位：苏州市第九人民医院

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2019年7月5日、2021年11月3日、2022年5月23日

天气：2019年7月5日，晴，29℃，48%RH

2021年11月3日，多云，20℃，56%RH

2022年5月23日，阴，24℃，63%RH

监测因子：X-γ辐射剂量率、β表面污染水平、风速

验收监测期间生产工况见表7-1。

表7-1 本项目验收监测期间生产工况

被检场所		检测工况
1号加速器机房		10MV、40×40cm、600cGy/min
		6MV、40×40cm、600cGy/min
核医学工作场所	SPECT/CT机房	1.85×10 ⁹ Bq（50mCi） ^{99m} Tc药物
	SPECT/CT注射后候诊室	
	通风橱	
	SPECT/CT注射台	
放射科DSA室1		74.3kV、100mA

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。

本项目加速器机房周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-2 和表 7-3，监测点位见图 7-1 和图 7-2。

表7-2 1号加速器机房周围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	过道	0.12	关机

		0.13	射线朝下
2	北墙外 30cm 处（水冷机房）	0.13	射线朝下
3	北墙外 30cm 处（电气机房）	0.12	
4	防护门外 30cm 处（左缝）	0.14	射线朝下
		0.14	射线朝东
5	防护门外30cm处（中间）	0.13	射线朝下
		0.13	射线朝东
6	防护门外30cm处（右缝）	0.14	射线朝下
		0.14	射线朝东
7	防护门外30cm处（上缝）	0.13	射线朝下
		0.14	射线朝东
8	防护门外30cm处（下缝）	0.14	射线朝下
		0.14	射线朝东
9	西墙外表面30cm处（北段）	0.38	射线朝西
10	西墙外表面30cm处（南段）	0.33	
11	东墙外表面30cm处（北段）	0.14	射线朝东
12	东墙外表面30cm处（南段）	0.14	
13	距机房楼上地面 100cm 处	0.17	射线朝上

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-2 检测结果可知，当 1 号加速器机房内 Infinity 型医用直线加速器工作（工况：10MV X 射线，600cGy/min，照射野 40cm×40cm）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.12~0.38）μSv/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。

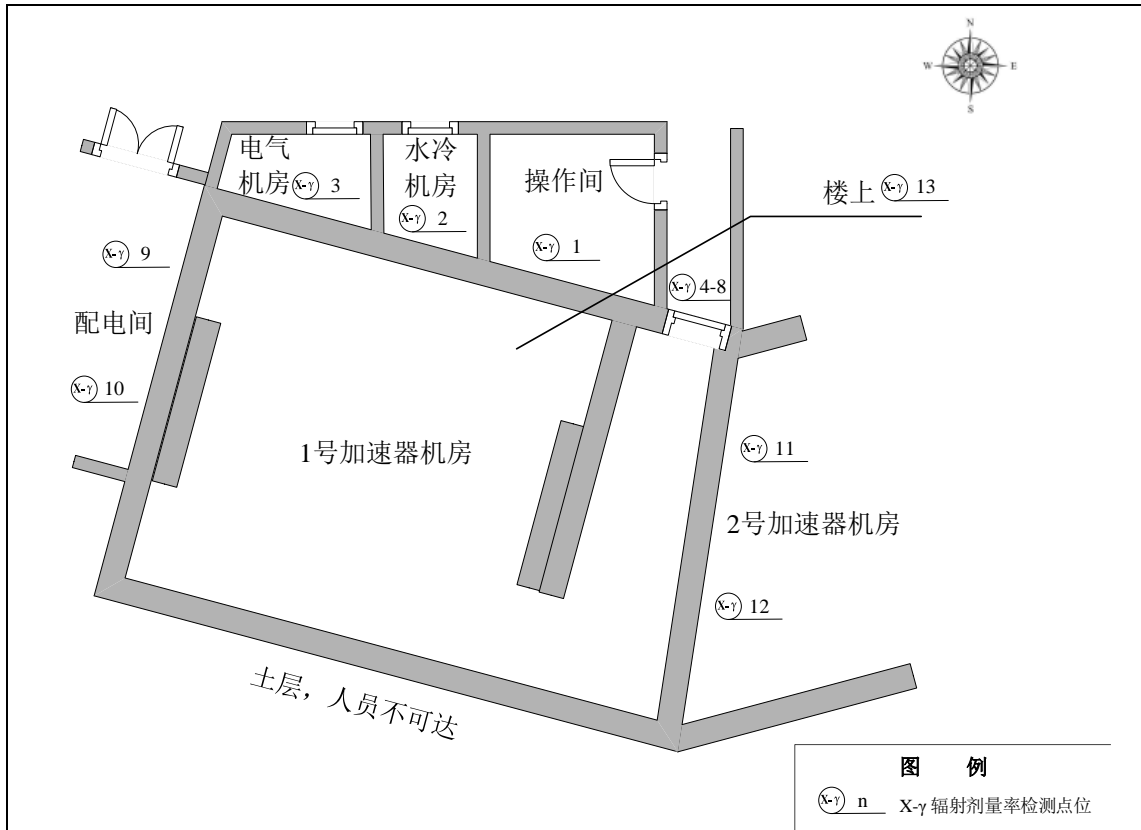


图 7-1 1 号加速器机房周围 X-γ 辐射剂量率现场检测点位示意图

表 7-3 1 号加速器机房周围 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	过道	0.11	关机
2	防护门外 30cm 处 (左缝)	0.13	射线朝西
3	防护门外 30cm 处 (中间)	0.13	
4	防护门外 30cm 处 (右缝)	0.12	
5	防护门外 30cm 处 (下缝)	0.12	
6	北墙外 30cm 处	0.13	
7	操作位	0.12	
8	北墙外 30cm 处	0.12	
9	北墙外 30cm 处	0.12	
10	东墙外 30cm 处	0.12	射线朝东

11	东墙外30cm处	0.12	
12	西墙外30cm处	0.12	射线朝西
13	西墙外30cm处	0.13	
14	距机房楼上地面100cm处	0.12	射线朝上
15	距机房楼上地面100cm处	0.12	
16	距机房楼上地面 100cm 处	0.12	

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-3 检测结果可知，当 1 号加速器机房内 Infinity 型医用直线加速器工作（工况：6MV X 射线，600cGy/min，照射野 40cm×40cm）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.12~0.13）μSv/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。

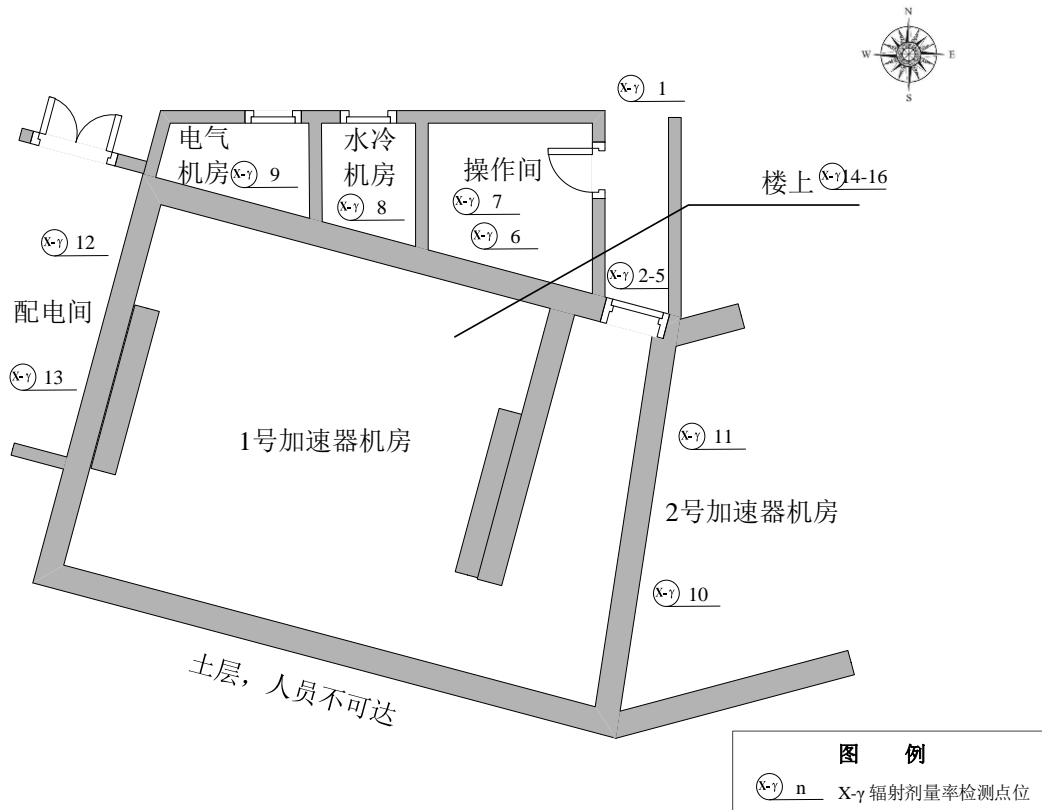


图 7-2 1 号加速器机房周围 X-γ 辐射剂量率现场检测点位示意图

本项目核医学工作场所 SPECT/CT 机房周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-4，监测点位见图 7-3。

表 7-4 SPECT/CT 机房周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	环境本底	0.08	关机
2	北墙外30cm处	0.10	开机
3	观察窗外30cm处	0.12	开机
4	观察窗缝外30cm处	0.12	开机
5	操作位	0.10	开机
6	北墙外30cm处	0.11	开机
7	控制室门外30cm处（右缝）	0.12	开机
8	控制室门外30cm处	0.10	开机
9	控制室门外30cm处（左缝）	0.10	开机
10	控制室门外30cm处（下缝）	0.11	开机
11	东墙外30cm处	0.12	开机
12	大门外30cm处（右缝）	0.11	开机
13	大门外30cm处	0.14	开机
14	大门外30cm处（左缝）	0.14	开机
15	大门外30cm处（下缝）	0.13	开机
16	东墙外30cm处	0.12	开机
17	南墙外30cm处	0.11	开机
18	南墙外30cm处	0.11	开机
19	南墙外30cm处	0.10	开机
20	西墙外30cm处	0.11	开机
21	西墙外30cm处	0.10	开机
22	西墙外30cm处	0.11	开机

23	距机房楼上地面100cm处	0.11	开机
24	距机房楼下地面170cm处	0.10	开机

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-4 检测结果可知，当 SPECT/CT 机房内 Optima NM/CT 640 型单光子发射计算机断层成像装置的诊断床上放有 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ (50mCi) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物时，机房周围的 X- γ 辐射剂量率为 (0.10~0.14) $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 的标准要求。

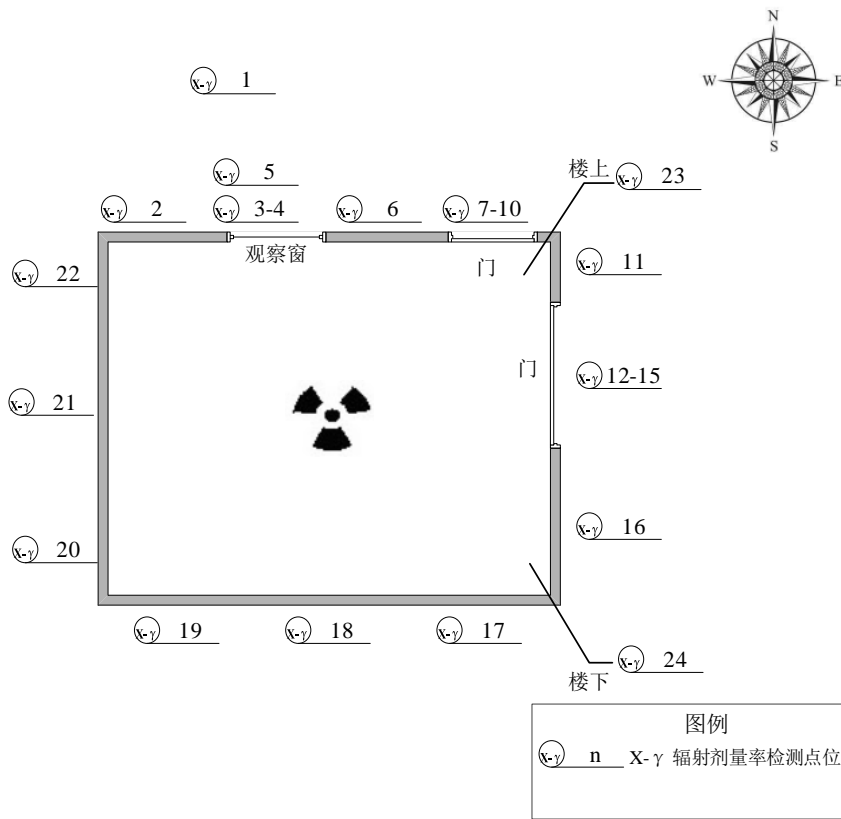


图 7-3 SPECT/CT 机房周围 X- γ 辐射剂量率现场检测点位示意图

本项目核医学工作场所各功能房间周围环境 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 核医学工作场所各功能房间周围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	SPECT/CT注射后候诊室东墙外30cm处	0.11	房间内放置 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ (50mCi)
2	SPECT/CT注射后候诊室南墙外30cm处	0.10	

3	SPECT/CT注射后候诊室南墙外30cm处	0.11	^{99m} Tc 药物	
4	SPECT/CT注射后候诊室西墙外30cm处	0.12		
5	SPECT/CT注射后候诊室防护门外30cm处（右缝）	0.12		
6	SPECT/CT注射后候诊室防护门外30cm处	0.12		
7	SPECT/CT注射后候诊室防护门外30cm处（左缝）	0.14		
8	SPECT/CT注射后候诊室防护门外30cm处（下缝）	0.14		
9	SPECT/CT注射后候诊室北墙外30cm处	0.12		
10	SPECT/CT注射后候诊室北墙外30cm处	0.10		
11	距SPECT/CT注射后候诊室楼上地面100cm处	0.09		
12	距SPECT/CT注射后候诊室楼下地面170cm处	0.09		
13	通风橱观察窗外30cm处	0.09		通风橱内放置 1.85×10 ⁹ Bq (50mCi) ^{99m} Tc 药物
14	通风橱外前侧外表面30cm处	0.08		
15	通风橱外左侧外表面30cm处	0.11		
16	通风橱外右侧外表面30cm处	0.15		
17	SPECT/CT注射窗口观察窗外30cm处	0.28	注射窗口放置 1.85×10 ⁹ Bq (50mCi) ^{99m} Tc 药物	
18	SPECT/CT注射窗口表面外30cm处	0.16		
19	废物间北门外30cm处（右缝）	0.11	/	
20	废物间北门外30cm处	0.10		
21	废物间北门外30cm处（左缝）	0.11		
22	废物间北门外30cm处（下缝）	0.11		
23	废物间东墙外30cm处	0.12		
24	废物间南门外30cm处（右缝）	0.12		
25	废物间南门外30cm处	0.11		

26	废物间南门外30cm处（左缝）	0.12
27	废物间南门外30cm处（下缝）	0.11
28	废物间西墙外30cm处	0.11
29	储源室门外30cm处（右缝）	0.11
30	储源室门外30cm处	0.10
31	储源室门外30cm处（左缝）	0.10
32	储源室门外30cm处（下缝）	0.11
33	储源室南墙外30cm处	0.12
34	储源室西墙外30cm处	0.10
35	储源室北墙外30cm处	0.10

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-5 检测结果可知，该核医学工作场所各功能房间周围的 X-γ 辐射剂量率为（0.08~0.28）μSv/h，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。

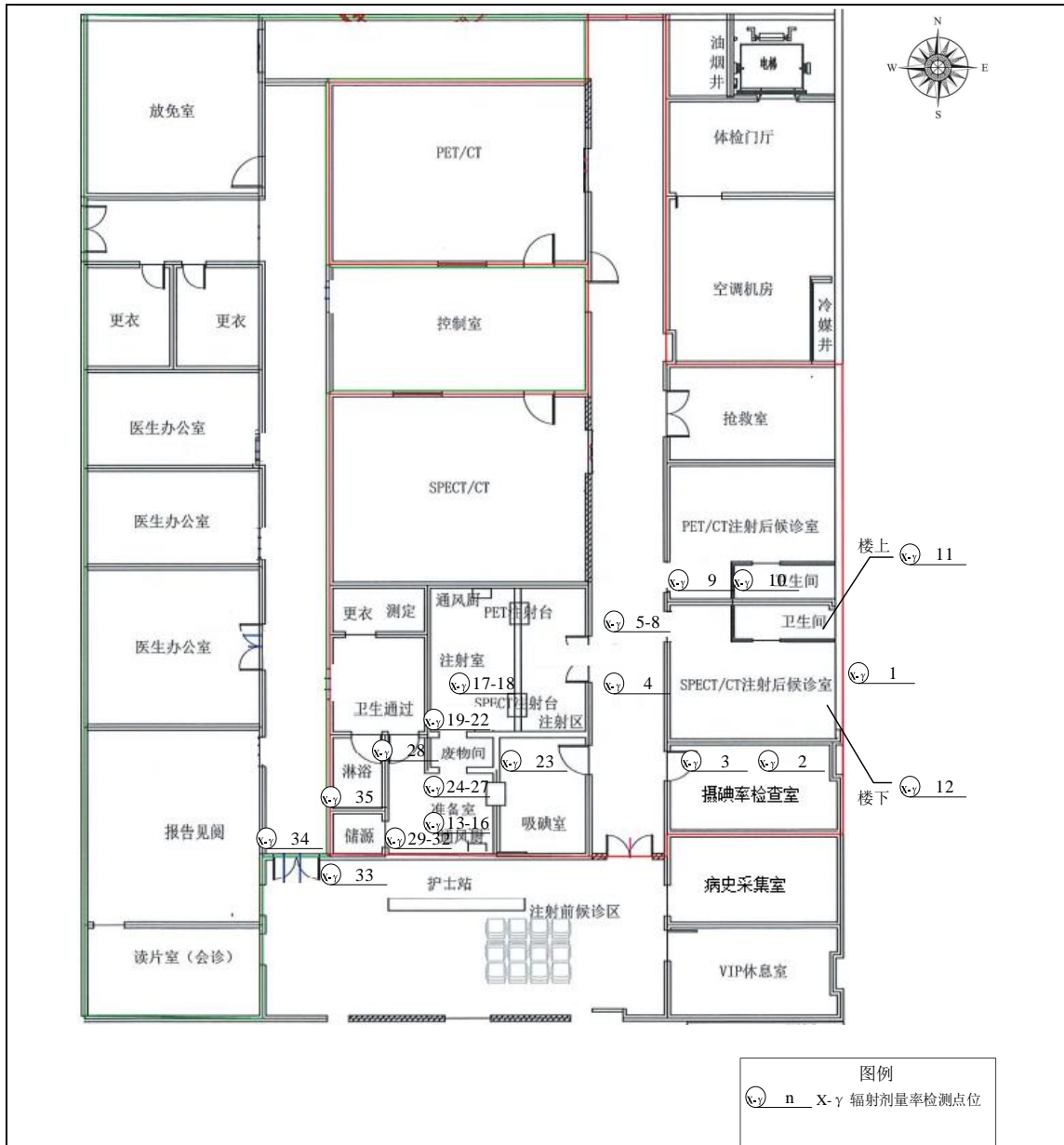


图 7-4 核医学工作场所各功能房间周围 X-γ 辐射剂量率现场检测点位示意图

本项目核医学工作场所周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-6，监测点位见图 7-5。

表 7-5 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 (μSv/h)	备注
1	SPECT/CT机房地面	0.10	/
2	SPECT/CT机房地面	0.10	/
3	SPECT/CT机房诊断床表面	0.10	/

4	SPECT/CT控制室桌面	0.09	/
5	SPECT/CT控制室地面	0.09	/
6	控制区患者通道地面	0.14	/
7	控制区患者通道地面	0.14	/
8	SPECT/CT注射后候诊室地面	0.10	/
9	SPECT/CT注射后候诊室座椅表面	0.10	/
10	SPECT/CT注射后候诊室卫生间地面	0.15	/
11	注射台表面	0.15	/
12	注射区地面	0.14	/
13	摄碘率检查室地面	0.10	/
14	吸碘室地面	0.09	/
15	通风橱表面	0.10	/
16	准备室地面	0.11	/
17	淋浴间地面	0.10	/
18	卫生通过间地面	0.11	/
19	注射室地面	0.10	/
20	废物桶表面	0.10	/
21	注射前候诊区地面	0.09	/
22	病史采集室地面	0.12	/
23	病史采集室座椅表面	0.13	/
24	VIP休息室地面	0.13	/
25	VIP休息室座椅表面	0.12	/

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-6 检测结果可知，该核医学工作场所周围的 X-γ 辐射剂量率为

(0.09~0.15) $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。



图 7-5 核医学工作场所周围 X-γ 辐射剂量率现场检测点位示意图

本项目核医学工作场所周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-7，监测点位见图 7-6。

表 7-7 核医学工作场所 β 表面污染水平检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (Bq/cm^2)	备注
1	SPECT/CT机房地面	<0.02	/
2	SPECT/CT机房地面	<0.02	/
3	SPECT/CT机房诊断床表面	<0.02	/

4	SPECT/CT控制室桌面	<0.02	/
5	SPECT/CT控制室地面	<0.02	/
6	控制区患者通道地面	0.04	/
7	控制区患者通道地面	0.02	/
8	SPECT/CT注射后候诊室地面	<0.02	/
9	SPECT/CT注射后候诊室座椅表面	<0.02	/
10	SPECT/CT注射后候诊室卫生间地面	<0.02	/
11	注射台表面	0.02	/
12	注射区地面	<0.02	/
13	摄碘率检查室地面	<0.02	/
14	吸碘室地面	<0.02	/
15	通风橱表面	<0.02	/
16	准备室地面	<0.02	/
17	淋浴间地面	<0.02	/
18	卫生通过间地面	<0.02	/
19	注射室地面	<0.02	/
20	废物桶表面	<0.02	/
21	注射前候诊区地面	<0.02	/
22	病史采集室地面	<0.02	/
23	病史采集室座椅表面	<0.02	/
24	VIP休息室地面	0.05	/
25	VIP休息室座椅表面	<0.02	/

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-7 检测结果可知，该核医学工作场所 β 放射性表面污染水平为（<

0.02~0.05) Bq/cm²，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。



图 7-6 核医学工作场所 β 表面污染水平现场检测点位示意图

本项目 DSA 机房 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-8，监测点位见图 7-7。

表 7-8 放射科 DSA 室 1 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	环境本底	0.10	关机
2	南墙外30cm处	0.11	开机
3	观察窗外30cm处	0.11	开机

4	观察窗缝外30cm处	0.11	开机
5	操作位	0.11	开机
6	控制室门外30cm处（左缝）	0.11	开机
7	控制室门外30cm处	0.12	开机
8	控制室门外30cm处（右缝）	0.13	开机
9	控制室门外30cm处（下缝）	0.12	开机
10	东墙外30cm处	0.12	开机
11	东墙外30cm处	0.13	开机
12	东墙外30cm处	0.13	开机
13	北墙外30cm处	0.12	开机
14	大门外30cm处（左缝）	0.12	开机
15	大门外30cm处	0.12	开机
16	大门外30cm处（右缝）	0.13	开机
17	大门外30cm处（下缝）	0.12	开机
18	北墙外30cm处	0.13	开机
19	西墙外30cm处	0.12	开机
20	西墙外30cm处	0.12	开机
21	西墙外30cm处	0.13	开机
22	距机房楼上地面100cm处	0.11	开机
23	距机房楼下地面170cm处	0.11	开机

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-8 检测结果可知，当放射科 DSA 室 1 内 Artis Zee 型 DSA 工作（工况：74.3kV、100mA；射线方向向上）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量率为（0.11~0.13） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

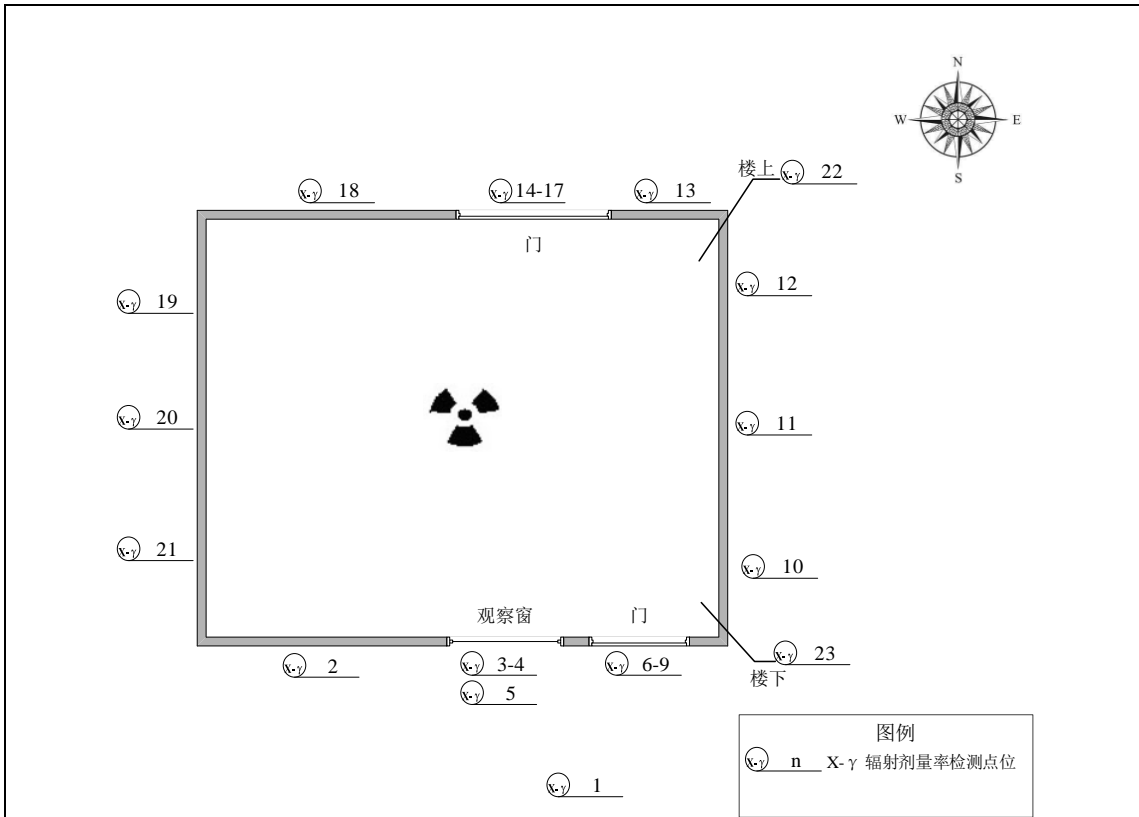


图 7-7 放射科 DSA 室 1 周围 X-γ 剂量率现场检测点位示意图

本项目核医学科通风橱通风速率和 1 号加速器机房通风速率检测结果见表 7-9。

表 7-9 风速检测结果

点位描述	测量结果 (m/s)	
核医学工作场所通风橱	左侧操作口	0.86
	右侧操作口	0.76
1 号加速器机房	东侧通风口	1.84
	西侧通风口	0.57

由表 7-9 检测结果可知，本项目核医学科通风橱操作口风速分别为 0.86m/s 和 0.76m/s，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。

2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据建设单位提供的辐射工作人员个人累计剂量监测报告及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

目前苏州市第九人民医院为本项目配备 15 名辐射工作人员，满足本项目目前的配置要求。本项目辐射工作人员采用个人累积剂量监测结果计算其年有效剂量。根据建设单位提供的 2021 年度 4 个周期的个人累积剂量监测报告（报告编号为：SDWH-2021-00981、SDWH-2021-03161、SDWH-2021-05081、SDWH-2021-06241），其辐射工作人员个人累积剂量监测及计算结果见表 7-10。

表 7-10 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓名	编号	工种	2021 年 mSv				年有效 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		
张欢乐	JS-SZ-WJ-015-237	医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
陈斌	JS-SZ-WJ-015-238	医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
洪燕	JS-SZ-WJ-015-243	护士	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
张欢欢	JS-SZ-WJ-015-241	技师	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
陈玲丽	JS-SZ-WJ-015-141	医生	<MDL	<MDL	2.176	<MDL	2.176	5
王林全	JS-SZ-WJ-015-139	医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
吴元初	JS-SZ-WJ-015-142	医生	<MDL	0.369	<MDL	<MDL	0.369	5
殷人麟	JS-SZ-WJ-015-140	医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
张刚	JS-SZ-WJ-015-129	医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
侯蓓蓓	JS-SZ-WJ-015-106	护士	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
沈道文	JS-SZ-WJ-015-125	护士	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
潘露露	JS-SZ-WJ-015-	技师	0.374	<MDL	<MDL	<MDL	0.374	5

	157							
尤徐阳	JS-SZ-WJ-015-232	医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
朱丽娟	JS-SZ-WJ-015-235	护士	<MDL	<MDL	0.302	<MDL	0.302	5
金振涛	JS-SZ-WJ-015-234	技师	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5

注：2021 年第一季度测量探测限 MDL 为 0.102mSv；

2021 年第二季度测量探测限 MDL 为 0.101mSv；

2021 年第三季度测量探测限 MDL 为 0.096mSv；

2021 年第四季度测量探测限 MDL 为 0.095mSv。

本项目 DSA 于 2019 年 7 月投入试运行、加速器于 2019 年 7 月投入试运行、核医学科于 2021 年 5 月投入试运行，由表 7-10 可知，根据医院提供的 2021 年度个人累积剂量监测报告，结果显示本项目辐射工作人员年有效剂量最大为 2.176mSv/a，低于本项目辐射工作人员个人剂量管理目标值。

(2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，根据本项目现场实际监测结果，结合周围公众居留情况，对公众人员年有效剂量进行计算分析，结果见表 7-11。

表 7-11 本项目周围公众工作人员年有效剂量分析

场所或关注点位	最大监测值 nSv/h	人员性质	居留因子	年工作时间	人员年有效剂量 mSv/a	管理目标值 mSv/a
1号加速器机房西墙外30cm处（配电间）	0.13	公众	1/16	500h	<0.001	0.25
1号加速器机房北墙外30cm处（电气机房/水冷机房）	0.12	公众	1/16	500h	<0.001	0.25
1号加速器机房楼上100cm处（住院大厅）	0.12	公众	1/4	500h	<0.001	0.25
核医学科SPECT/CT注射后候诊室东墙外30cm处（院内道路）	0.11	公众	1/4	500h	<0.001	0.25
核医学科SPECT/CT注射后候诊室楼上100cm处（输液区）	0.09	公众	1/4	500h	<0.001	0.25
核医学科SPECT/CT注射后候诊室楼下170cm处（配电间）	0.09	公众	1/16	500h	<0.001	0.25
核医学科储源室南墙外30cm处（室内过道）	0.12	公众	1/4	500h	<0.001	0.25
放射科DSA室1北墙外30cm处（谈话间）	0.13	公众	1/4	100h	<0.001	0.25

放射科DSA室1南墙外30cm处 (设备间)	0.11	公众	1/16	100h	<0.001	0.25
---------------------------	------	----	------	------	--------	------

注：1. 计算时未扣除环境本底剂量；

2. 工作人员的年有效剂量由公式 $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： E_{eff} 为年有效剂量， D 为关注点处剂量率， t 为年工作时间， T 为居留因子（取值参照环评文件）， U 为使用因子（保守取1）。

由表7-11可知，本项目周围公众年有效剂量均不超过0.001mSv，低于本项目工作人员个人剂量管理目标限值。

综上所述，本项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测及个人剂量监测受照剂量结果计算为：辐射工作人员有效剂量最大为2.176mSv/a，周围公众年有效剂量不超过0.001mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员5mSv/a，公众0.25mSv/a），与环评文件一致。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

苏州市第九人民医院扩建放射诊疗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) 苏州市第九人民医院根据周边综合治疗的需要，新建1台后装机、2台医用直线加速器、2台DSA、1台PET/CT及1台SPECT/CT，用于开展放射治疗、诊断及介入治疗项目。具体内容如下：

①于医院肿瘤科病房楼负一层新建1间后装机机房，使用 ^{192}Ir 放射源（ 3.7×10^{11} （Bq） $\times 1$ 枚）进行放射治疗；

②于医院肿瘤科病房楼负一层新建2间医用直线加速器机房，新增2台医用直线加速器，用于肿瘤放射治疗；

③于医院医疗综合楼一层新建2间DSA机房，配备2台DSA；

④于医院医疗综合楼一层新建1处核医学工作场所，配备1台PET/CT，使用放射性核素 ^{18}F 进行影像诊断；配备1台SPECT/CT，使用放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行影像诊断；同时于场所内开展甲状腺功能测定项目和 ^{131}I 甲亢治疗项目（属于乙级非密封放射性物质工作场所）。

截止验收监测时，苏州市第九人民医院已开展甲状腺功能测定和 ^{131}I 甲亢治疗项目及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素显像项目；肿瘤科病房楼负一层加速器机房内的1台医用直线加速器、核医学科工作场所内的1台SPECT/CT、医疗综合楼一层放射科DSA室1内的1台DSA均已安装、完成调试，相关配套设施与防护设施同步建设完成，具备竣工环境保护验收条件。具体内容如下：

①于医院肿瘤科病房楼负一层新建1间医用直线加速器机房，新增1台Infinity型医用直线加速器，用于肿瘤放射治疗。

②于医疗综合楼一层新建1处核医学工作场所，于场所内配备1台SPECT/CT，使用放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行影像诊断，日等效操作量为 $1.48\times 10^7\text{Bq}$ ；同时于场所内开展甲状腺功能测定项目和 ^{131}I 甲亢治疗项目，日等效操作量为 $1.11\times 10^8\text{Bq}$ 。最终核医学科的日等效最大操作量为 $1.26\times 10^8\text{Bq}$ ，属于（ $2\times 10^7\sim 4\times 10^9$ ）Bq的范围，该核医学工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

③于医院医疗综合楼一层新建 1 间 DSA 机房，配备 1 台 Artis Zee 型 DSA，属II类射线装置。

2) 本次扩建放射诊疗项目工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实。在正常工作条件下运行时，加速器机房周围所有监测点位的 X- γ 辐射剂量率均能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求；核医学工作场所周围所有监测点位的 X- γ 辐射剂量率、 β 放射性表面污染水平均能满足《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）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求；DSA 机房周围所有监测点位的 X- γ 辐射剂量率均能满足《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。

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

4) 本项目工作场所控制区和监督区划分明显，能有效避免受检者误入或非正常受照；本项目加速器机房入口处设置电离辐射警告标志和中文警示说明，防护门上安装工作状态指示灯并与门能有效联动，直线加速器配备门机联锁、急停按钮等安全装置，机房内安装剂量监控装置，机房内安装多个视频监控系统和对讲装置，可实时观察机房内的动态，机房内外可进行双向交流，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的标准要求；本项目核医学工作场所内显著位置处均设置电离辐射警告标志和中文警示说明，SPECT/CT 机房门上安装工作状态指示灯并与门能有效联动，SPECT/CT 设备、控制室控制台上均设置急停按钮，控制台与机房内设置双向语音对讲装置，该核医学工作场所内安装多个视频监控、剂量监控装置，设置门禁系统，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）的标准要求；本项目 DSA 机房防护门上设置电离辐射警告标志和中文

警示说明，防护门上安装工作状态指示灯并与门能有效联动，机房内和控制台上设置急停按钮，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

5) 医院核医学科建有衰变池，能够满足含 ^{99m}Tc 的放射性废水暂存 30 天以上的要求；设有放射性废物桶收集放射性废物，废物室能够满足含 ^{99m}Tc 的固体废物暂存 30 天以上、含 ^{131}I 的固体废物暂存 180 天以上的要求；核医学工作场所有机械通风装置，设有通风橱及专用通风管道，通风管道延伸至医疗综合楼楼顶，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）的标准要求。

6) 医院为本项目配备了 1 台辐射巡测仪、1 台表面污染测量仪、7 台个人剂量报警仪，为工作人员配备了铅衣、铅围裙、铅帽、防护手套、防护口罩、防护眼镜等个人防护用品，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）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求；

7) 本项目辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；本项目辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；医院已设立辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度；医院制定了辐射事故应急处理制度并定期组织工作人员进行演练。满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求。

综上所述，苏州市第九人民医院新建医用直线加速器等核技术利用项目（分期）与环评报告内容及批复要求一致。本次验收核技术利用项目环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过竣工环境保护分期验收。

建议：

1) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不

断提高核安全文化素养和安全意识；

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