

邳州市人民医院
新建医用直线加速器、核医学科
及DSA项目竣工环境保护验收监
测表（分期）

报告编号：瑞森（验）字（2022）第053号

建设单位：邳州市人民医院

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二二年十一月

建设单位： 邳州市人民医院

法人代表（签字）： 王进

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）：邳州市人民医院 编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技

术有限公司

电话：0516-86222476

电话：025-86633196

传真：

传真：

邮编：221399

邮编：

地址：江苏省邳州市辽河东路15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 建设项目基本情况	1
表二 建设项目工程分析	15
表三 辐射安全与防护设施/措施	31
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	56
表五 验收监测质量保证及质量控制	60
表六 验收监测内容	62
表七 验收监测期间生产工况	64
表八 验收监测结论	82
附件1：项目委托书	85
附件2：项目环境影响报告表主要内容	86
附件3：项目环境影响报告表批复文件	99
附件4：辐射安全许可证及辐射工作人员相关信息	101
附件5：辐射安全管理机构及制度	108
附件6：辐射工作人员培训证书及健康证明	161
附件7：个人剂量监测报告	179
附件8：工作场所屏蔽建设情况说明	191
附件9：竣工环保验收监测报告	194
附件10：验收监测单位CMA资质证书	215

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	邳州市人民医院新建医用直线加速器、核医学科及 DSA 项目竣工环境保护验收监测				
建设单位名称	邳州市人民医院 (统一社会信用代码: 123203824666701611)				
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	江苏省邳州市辽河东路15号				
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	
	/	丙级	II类、III类	/	
建设项目 环评批复时间	2019年11月12日	开工建设时间	2019年12月		
取得辐射安全 许可证时间	2017年11月21日	项目投入运行时间	2021年5月		
退役污染治理 完成时间	/	验收现场监测时间	2022年11月6日		
环评报告表 审批部门	徐州市生态环境局	环评报告表 编制单位	南京瑞森辐射技术 有限公司		
辐射安全与防护 设施设计单位	/	辐射安全与防护设 施施工单位	/		
投资总概算	5000万元	辐射安全与防护设 施投资总概算	300万元	比例	6%
实际总概算	4800万元	辐射安全与防护设 施实际总概算	270万元	比例	5.6%
注: 该项目环评中拟新建2台医用直线加速器机房 (1台医科达Axesse型医用直线加速器, 1台瓦里安VITALBEAM型医用直线加速器), 新建1个丙级非密封放射性物质工作场所 (含1座SPECT/CT机房及相关辅助用房), 新建3台DSA机房 (1台UNIQ FD20型, 另外2台型号未定), 截止验收监测时, 其中2台医用直线加速器 (1台医科达Axesse型医用直线加速器, 1台瓦里安VITALBEAM型医用直线加速器), 1个丙级非密封放射性物质工作场所 (含1座SPECT/CT机房及相关辅助用房), 2台DSA (型号均为UNIQ FD20型) 已建设、调试完成并投入运行, 具备验收条件。另1台DSA待建成后另行验收。					
验收依据	建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度: (1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 2015年1月1日起实施; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正版), 2018年12月29日发布施行; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003年10月1日起				

	<p>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》（2019 年修正本），生态环境部部令 第 7 号，2019 年 8 月 22 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（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) 《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；</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日起施行；</p> <p>(13) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环境部公告[2018]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发；</p> <p>建设项目竣工环境保护验收技术规范：</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；</p>
--	--

	<p>(3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；</p> <p>(4) 《表面污染测定 第一部分β发射体 ($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$) 和α发射体》(GB/T 14056.1-2008)；</p> <p>(5) 《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)；</p> <p>(6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T 201.2-2011)；</p> <p>(7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)；</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(9) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)；</p> <p>(10) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)；</p> <p>(11) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)；</p> <p>(12) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)；</p> <p>(13) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(14) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)；</p> <p>(15) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》(WS 394-2012)。</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) 《邳州市人民医院新建放射诊疗项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2019年10月，见附件2；</p> <p>(2) 《关于邳州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：徐环辐(表)审〔2019〕032号，徐州市生态环境局，2019年11月12日，见附件3。</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="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="text-align: center;">剂量限值</td> </tr> </table>		剂量限值
	剂量限值		

职业照射	<p>工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：</p> <p>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；</p> <p>②任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p> <p>④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。</p>
公众照射	<p>实践使公众有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：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>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；</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，15mSv；</p> <p>④皮肤的年当量剂量，50mSv。</p>
<p>剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。</p>	

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项目个人剂量监测应遵循下述要求：核医学放射工作人员应按GBZ 128的要求进行外照射个人监测，同时对于近距离操作放射性药物的工作人员，宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测，保证眼晶状体连续5年期间，年平均当量剂量不超过20mSv，任何1年中的当量剂量不超过50mSv。

（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。

表1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
邳州市人民医院新建医用直线加速器、核医学科及 DSA 项目	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.1mSv/a

辐射管理分区：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

1) 控制区

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安

全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。

2) 监督区

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

工作场所布局要求：

根据《放射治疗放射防护要求》（GB 121-2020）的要求，本项目医用直线加速器机房布局应遵循下述要求：

6.1 布局要求

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。

6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。

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。

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。

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。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求，本项

	<p>目丙级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《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目SPECT/CT和DSA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《放射治疗放射防护要求》（GB 121-2020）的要求，本项目医用直线加速器机房放射防护应遵循下述要求：</p> <p>6.3 屏蔽要求</p> <p>6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平</p>
--	--

6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外 30cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a）、b) 和 c) 所确定的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

a) 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，由周剂量参考控制水平 \dot{H}_c ，见式（1）：

$$\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots \dots \dots (1)$$

b) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ；

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

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

c) 由上述 a) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 。

根据《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）的要求，本项目非密封源工作场所放射防护应遵循下述要求：

5 安全操作

5.1 一般要求

5.1.2 宜在辐射工作场所醒目位置悬挂（张贴）辐射警告标志，人员通行和放射性物质传递的路线应严格执行相关规定，防止发生交叉污染。应制定严格的辐射防护规程和操作规程。

5.1.5 辐射工作人员对某些操作程序必要时应事先进行模拟试验，冷试验、热试验，当熟练掌握操作技能后方可正式开展工作。

5.1.6 如果操作过程中发现异常情况，应及时报告，并分析原因。采取措施，防止重复发生类似事件。

5.1.7 应定期检查，工作场所各项防护与安全措施的有效性，针对不安全因素制定相应的补救措施，并认真落实，确保工作场所处在良好的运行状态。

5.1.8 在原有设施条件下开展新工作（包括工艺流程的重大改变和提高放射性核素日等效最大操作量），如果计划操作的放射性核

<p>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>

5.3.1 辐射工作人员应熟练掌握安全与防护技能，取得相应资质。

5.3.2 辐射工作人员应根据实际需要配备适用，足够和符合标准的个人防护用具（器械，衣具），并掌握其性能和使用方法。个人防护用具应有备份，均应妥善保管，并应对其性能进行定期检验。

5.3.3 辐射工作场所应具备适当的防护手段与安全措施，做好个人防护工作。

5.3.4 在伴有外照射的工作场所，应做好个人外照射防护，包括β外照射防护。

5.3.5 在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。

5.3.6 辐射工作场所应根据所操作非密封源的特点配备适当的医学防护用品和急救药品箱，供处理事故时使用。严重污染事件的医学处理应在医学防护人员的指导下进行。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目SPET/CT机房和DSA机房放射防护应遵循下述要求：

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

表2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
CT机（不含头颅移动CT）	30	4.5
单管头 X 射线设备 b （含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

^a双管头或多管头X射线设备的所有管球安装在同一间机房内。
^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。
^c透视专用机指无诊断床、标称管电流小于5mA的X射线设备。
^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 X射线机房屏蔽

6.2.1 不同类型X射线设备（不含床旁摄影设备和便携式X射线设备）机房的屏蔽防护应不小于表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	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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.9 CT装置的安放应利于操作者观察受检者。

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）的要求，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。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目 SPECT/CT 机房和 DSA 机房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。

表4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描（隔室）	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
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。				

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲

状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

工作场所分级：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录C规定的非密封源工作场所的分级，应按表C1将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表C1 非密封源工作场所的分级

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

核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定，对于工作场所的放射性表面污染，应满足表B11的控制水平。

表B11 工作场所放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm²）

表面类型		α放射性物质		β放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	40	40
	监督区	0.4	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	0.4	0.4	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4

1) 该区内的高污染子区除外

放射性废物管理要求：

根据《核医学辐射防护与安全要求》（GBZ 120-2020）的规定，本项目放射性固废暂存还应遵循下述要求：

8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。核医学常用放射性核素的物理特性参见附录H。

8.2 设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。

8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。

8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构，应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所，专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁。

8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。

8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过0.1mSv/h，质量不超过20kg。

8.9 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。

8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的规定，本项目放射性固废暂存还应遵循下述要求：

	<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$0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$、$\beta$表面污染小于$0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：</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>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:

邳州市人民医院，是一所集医疗、教学、科研、预防、急救、保健和康复于一体的三级乙等综合性医院、国家级“爱婴医院”、国家级胸痛中心、卒中中心、创伤中心，是徐州医科大学附属邳州医院、南通大学医学院教学医院、江苏医药职业学院临床学院、国家级住院医师规范化培训协同基地。

医院现有本部及新区医院、城北分院三个院区。为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，邳州市人民医院在位于邳州市辽河东路15号的新区医院内新建医用直线加速器、核医学科及DSA项目，在医技楼东侧负一层放疗中心新建2座医用直线加速器机房并于1号机房配备1台医科达 Axesse 型医用直线加速器，2号机房配备1台瓦里安 VITALBEAM 型医用直线加速器，均用于肿瘤的放射治疗；在医技楼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SPECT/CT机房及相关辅助用房），机房配备1台Symbia Intevo 16型SPECT/CT（使用 ^{99m}Tc 放射性核素）用于开展核素显像诊断，属于丙级非密封放射性物质工作场所；在病房楼七层新建2座DSA机房并于导管1室配备1台DSA（型号：UNIQ FD20，最大管电压125kV，最大管电流1000mA），导管2室配备1台DSA；在医技楼一层新建1座DSA机房并配备1台DSA。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见附件3。

表2-1 新建医用直线加速器、核医学科及DSA项目射线装置及核素使用情况

非密封放射性物质					
核素名称	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	工作场所名称
^{99m}Tc	使用	1.48×10^{10}	1.48×10^7	3.7×10^{12}	医技楼负一层核医学科
射线装置					
名称	数量	型号	技术参数	工作场所名称	
医用直线加速器	1	医科达 Axesse	X射线能量：6、10MV； 电子线：4、6、8、10、 12、15MeV	医技楼东侧负一层直线加速器 1号机房	

医用直线加速器	1	瓦里安 VITALBEAM	X射线能量：6、10MV； 电子线：6、9、12、 16MeV	医技楼东侧负一层直线加速器 2号机房
SPECT/CT	1	Symbia Intevo 16	最大管电压140kV 最大管电流570mA	医技楼负一层核医学科
DSA	1	UNIQ FD20	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	病房楼七层导管1室
DSA	1	UNIQ FD20	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	病房楼七层导管2室

截至验收监测时，邳州市人民医院已在医技楼东侧负一层放疗中心新建2座医用直线加速器机房并于1号机房配备1台医科达 Axesse 型医用直线加速器（X射线能量：6、10MV；电子线：4、6、8、10、12、15MeV），2号机房配备1台瓦里安 VITALBEAM 型医用直线加速器（X射线能量：6、10MV；电子线：6、9、12、16MeV），均用于肿瘤的放射治疗；已在医技楼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SPECT/CT机房及相关辅助用房），机房配备1台Symbia Intevo 16型 SPECT/CT（使用^{99m}Tc放射性核素）用于开展核素显像诊断；已在病房楼七层新建2座DSA机房并于导管1室配备1台DSA（型号：UNIQ FD20，最大管电压125kV，最大管电流1000mA），导管2室配备1台DSA（型号：UNIQ FD20，最大管电压125kV，最大管电流1000mA）。余下医技楼一层1座DSA机房已完成建设，但暂未安装设备，待其安装、调试完成后另外履行环保手续。

邳州市人民医院于2017年11月21日申领了辐射安全许可证（证书编号：苏环辐证[C0444]），活动种类和范围为：使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2022年11月20日。辐射安全许可证见附件4。

本次验收项目辐射安全与防护设施总投资为270万元，实际总概算较环评时小。项目环评审批及实际建设情况见表2-2。

表2-2 新建医用直线加速器、核医学科及DSA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	邳州市辽河东路 15 号			邳州市辽河东路 15 号	与环评一致
周围环境	邳州市人民医院	东侧	南京路	南京路	与环评一致
		南侧	辽河路	辽河路	与环评一致
		西侧	邳州市市场监督管理局	邳州市市场监督管理局	与环评一致
		北侧	空地	空地	与环评一致
	直线加速器1号机房	东侧	控制室、过道	控制室、过道	与环评一致
		南侧	候诊区及护士站	候诊区及护士站	与环评一致
		西侧	走廊	走廊	与环评一致
		北侧	排风机房、氧气泵房及二氧化碳机房	排风机房、氧气泵房及二氧化碳机房	与环评一致
		下方	土层	土层	与环评一致
		上方	院内广场	院内广场	与环评一致

	直线加速器2号机房	东侧	走廊	走廊	与环评一致
		南侧	楼梯	楼梯	与环评一致
		西侧	控制室及辅助用房	控制室及辅助用房	与环评一致
		北侧	走廊	走廊	与环评一致
		下方	土层	土层	与环评一致
		上方	院内广场	院内广场	与环评一致
	核医学科	东侧	空调机房、排风机房及候诊区	空调机房、排风机房及候诊区	与环评一致
		南侧	过道及诊室	过道及诊室	与环评一致
		西侧	走廊及地下车库	走廊及地下车库	与环评一致
		北侧	走廊及地下车库	走廊及地下车库	与环评一致
		下方	土层	土层	与环评一致
		上方	放射科机房及候诊区	放射科机房及候诊区	与环评一致
	导管1室 (DSA机房1)	东侧	控制室	控制室	与环评一致

		南侧	建筑外墙	建筑外墙	与环评一致
		西侧	器材室	器材室	与环评一致
		北侧	走廊	走廊	与环评一致
		下方	病房	病房	与环评一致
		上方	病房	病房	与环评一致
	导管2室 (DSA机房2)	东侧	建筑外墙	建筑外墙	与环评一致
		南侧	建筑外墙	建筑外墙	与环评一致
		西侧	控制室	控制室	与环评一致
		北侧	走廊	走廊	与环评一致
		下方	病房	病房	与环评一致
		上方	病房	病房	与环评一致
	DSA室	东侧	设备机房及清洗消毒室	设备机房及清洗消毒室	与环评一致
		南侧	控制室	控制室	与环评一致

	西侧	走廊				走廊				与环评一致
	北侧	就诊通道				就诊通道				与环评一致
	下方	图像分析室及免疫实验室				图像分析室及免疫实验室				与环评一致
	上方	走廊				走廊				与环评一致
非密封放射性物质										
核素名称	环评建设规模					实际建设规模				
	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所
^{99m} Tc	1.48×10 ¹⁰	1.48×10 ⁷	3.7×10 ¹²	使用	医技楼负一层核医学科	1.48×10 ¹⁰	1.48×10 ⁷	3.7×10 ¹²	使用	医技楼负一层核医学科
射线装置										
射线装置名称	环评建设规模					实际建设规模				
	型号	数量	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	医科达 Axesse	1台	X射线能量：6、10MV； 电子线：4、6、8、10、 12、15MeV	II类	医技楼东侧负一层直线加速器1号机房	医科达 Axesse	1台	X射线能量：6、10MV； 电子线：4、6、8、10、 12、15MeV	II类	医技楼东侧负一层直线加速器1号机房

邳州市人民医院新建医用直线加速器、核医学科及 DSA 项目竣工环境保护验收监测表

医用直线 加速器	瓦里安 VITALBEAM	1 台	X 射线能量：6、10MV； 电子线：≤20 MeV	II 类	医技楼东侧负一 层直线加速器 2 号机房	瓦里安 VITALBEAM	1 台	X 射线能量：6、10MV； 电子线：6、9、12、 16MeV	II 类	医技楼东侧负 一层直线加速 器 2 号机房
SPECT/CT	Symbia Intevo 16	1 台	最大管电压 140kV 最大管电流 570mA	III 类	医技楼负一层 核医学科	Symbia Intevo 16	1 台	最大管电压 140kV 最大管电流 570mA	III 类	医技楼负一层 核医学科
DSA	UNIQ FD20	1 台	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	II 类	病房楼七层 导管 1 室	UNIQ FD20	1 台	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	II 类	病房楼七层 导管 1 室
DSA	UNIQ FD20	1 台	管电压≤125kV 管电流≤1000mA	II 类	病房楼七层 导管 2 室	UNIQ FD20	1 台	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	II 类	病房楼七层 导管 2 室
DSA	未定	1 台	管电压≤150kV 管电流≤1250mA	II 类	医技楼一层 DSA 室	暂未安装				
废弃物										
名称	环评建设规模									实际建设规模
	状态	核素 名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向		
沾有 ^{99m} Tc放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	^{99m} Tc	/	约8kg	约100kg	小于清洁解 控水平	存放于专用放射性 废物铅桶与放射性 废物间	满足环评与《核医学辐射防护 与安全要求》（HJ 1188- 2021）的要求，储存超过30 天，达到清洁解控水平推荐值 后，由医院统一作为医疗废物 处理		与环评一致

含有 ^{99m} Tc放射性核素的卫生间下水及清洗废水	液体	^{99m} Tc	/	约4m ³	约50m ³	总β<10 Bq/L	流入衰变池中	满足环评与《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的要求，衰变池内暂存30天后，达到排放标准后，排放至医院污水综合处理站	与环评一致
含有 ^{99m} Tc放射性药物操作时挥发的微量气溶胶	气体	^{99m} Tc	/	微量	微量	微量	不暂存	在通风橱中操作，经通风橱管道内及屋顶排放口活性炭装置过滤后排放	与环评一致

源项情况：**1、辐射污染源项**

由本项目工作原理和 workflow 可知，本项目新增 2 台医用直线加速器主要产生以下污染：

(1) X 射线：当医用直线加速器以 X 射线模式运行时，从加速器电子枪里发出来的电子束，在加速管内经加速电压加速，轰击到钨金靶上，产生 X 射线。该院购置的医用直线加速器 X 射线能量为 6、10MV，由于 X 射线的贯穿能力极强，将对工作人员、公众及周围环境辐射造成辐射污染。

(2) 电子束：电子束经加速器加速后直接从加速管引出用于治疗病人。产生的电子属初级辐射，贯穿物质时受物质库伦场的影响，贯穿深度有限。加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽，因此，在加速器电子束治疗时，电子束对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗。

故本项目医用直线加速器运行时产生的辐射源项主要为 X 射线。

本项目新建核医学科主要产生以下污染：

(1) 辐射：SPECT/CT 在工作状态下产生的 X 射线；放射性核素 ^{99m}Tc 在操作、诊断过程中产生的 γ 射线。以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

(2) 废气：本项目注射时药物在针筒内，无开放液面，空气中挥发散逸的放射性同位素几乎没有，因此放射性气溶胶极少，其对医务人员和公众呼吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

(3) 固体废物：放射性药物操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸等带微量放射性同位素的医疗固体废弃物；污染途径为操作过程中及收集固废过程中和贮存衰变时对医务人员产生的外照射。

(4) 废水：体内含有放射性核素的病人排泄物等；工作场所清洗废水等。

本项目新增 2 台 DSA 主要产生以下污染：

DSA 在工作状态下会发出 X 射线，本项目配置的 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，由于在荧光影像与视频影像之间有影像增强器，从而降低了造影所需的 X 射线能量，再加上一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较

小。而介入放射治疗需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目的 DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

2、非辐射污染源项

(1) 废气：医用直线加速器机房、SPECT/CT 机房和 DSA 机房内的空气因电离产生的少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

(2) 固体废物：工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

(3) 废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

工程设备与工艺分析：

1、工作原理

- 新建 2 台医用直线加速器项目

放疗是癌症三大治疗手段之一。是用各种不同能量的射线照射肿瘤，以抑制和杀灭癌细胞的一种治疗方法。放疗可单独使用，也可与手术、化疗等配合，作为综合治疗的一部分，以提高癌症的治愈率。放疗的基本目的是努力提高放疗的治疗增益比，即最大限度地将放射线的剂量集中到病变（靶区）内，而使周围的正常组织和器官少受或免受不必要的照射。

医用直线加速器是实现放疗的最常见设备之一，医用直线加速器是利用具有一定能量的高能电子与大功率微波的微波电场相互作用，从而获得更高的能量。这时电子的速度增加不大，主要是质量不断变大。电子直接引出，可作电子线治疗，电子打击重金属靶，产生韧致辐射发射 X 射线，作 X 线治疗。

医用直线加速器至少要包括，一个加速场所（加速管），一个大功率微波源和波导系统，控制系统，射线均整和防护系统。医用直线加速器按照微波传输的特点分为行波和驻波两类，其基本结构和系统包括电子枪、微波功率源（磁控管或者速调管）、波导管（隔离器、RF（射频微波源）监测器、移相器、RF 吸收负载、RF 窗等）、DC 直流电源（射频发生器、脉冲调制器、电子

枪发射延时电路等)、真空系统(真空泵)、伺服系统(聚焦线圈、对中线圈)、偏转系统(偏转室、偏转磁铁)、剂量监测系统、均整系统、射野形成系统等,分别安装于治疗头、固定机架、旋转机架、治疗床、控制台等处。

邳州市人民医院于新区医院医技楼东侧负一层放疗中心新建 2 座医用直线加速器机房,于 1 号机房新增 1 台医科达 Axesse 型的医用直线加速器(X 射线: 6、10MV, 电子线: 4、6、8、10、12、15MeV), 于 2 号机房新增 1 台瓦里安 VITALBEAM 型的医用直线加速器(X 射线: 6、10MV, 电子线: 6、9、12、16MeV), 主要技术参数见表 2-3。2 台医用直线加速器设备外观见图 2-1。

表 2-3 本项目医用直线加速器技术参数情况一览表

型号	医科达Axesse型	瓦里安VITALBEAM型
主要技术指标	X射线能量(MV): 6、10 电子线能量(MeV): 4、6、8、10、12、15	X射线能量(MV): 6、10 电子线能量(MeV): 6、9、12、16
射线最大出射角	28°(等中心点每侧14°)	28°(等中心点每侧14°)
源轴距SAD	1m	1m
距靶1m处 X辐射剂量率	X射线: 2400cGy/min 电子线: 1000cGy/min	10MV时600cGy/min (3F束流模式) 电子线: 1000cGy/min
最大照射野大小	40cm×40cm	40cm×40cm
机架旋转	360°	360°
靶材料	钨合金	钨合金



(a) 医科达 Axesse 型

(b) 瓦里安 VITALBEAM 型

图 2-1 本项目医用直线加速器设备外观图

- 新建核医学科项目

SPECT/CT 即单光子发射型计算机断层像 (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, 在荧光屏上形成闪烁影像。利用滤波反投影方法, 借助计算机处理系统可以从一系列投影影像重建横向断层影像, 由横向断层影像的三维信息再经影像重建组合获得矢状、冠状断层或任意斜位方向的断层影像。SPECT 是单光子发射型计算机断层显像仪和 CT 一体化组合的影像诊断设备, 将功能代谢与解剖结构完美结合显示成像, 是目前临床核医学最广泛应用的医学影像诊断设备。

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

邳州市人民医院于新区医院医技楼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, 于 SPECT/CT 机房配备 1 台 Symbia Intevo16 型的 SPECT/CT, 其最大管电压 140kV, 最大输出电流 570mA。本项目 SPECT/CT 显像使用的放射性药物为 ^{99m}Tc 。SPECT/CT 工作时, 其 CT 的 X 射线管会产生 X 射线, 属于 III 类射线装置。SPECT/CT 设备外观见图 2-2。SPECT/CT 显像所

用放射性同位素特性见表 2-3。



图 2-2 本项目 SPECT/CT 设备外观图

表2-3 SPECT/CT显像用放射性同位素特性一览表

核素种类	半衰期	衰变类型及分支比 (%)	主要 α 、 β 辐射能量 (keV) 与绝对强度 (%)	主要 γ 、X射线能量 (keV) 与绝对强度 (%)	空气比释动能率常数 ($\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Bq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6.02h	IT(100)	-	140.511(88.5)	1.8E-14

• 新建 2 台 DSA 项目

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

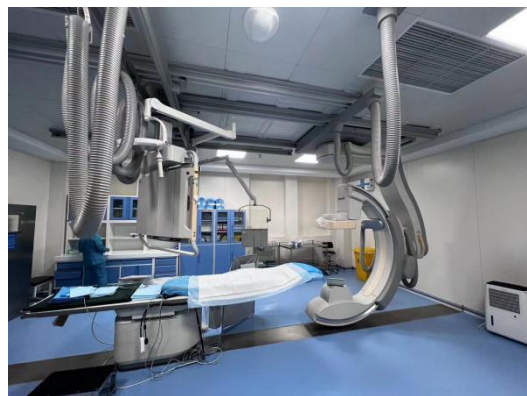
像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

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。

邳州市人民医院于新区医院病房楼七层新建 2 座 DSA 机房，于导管 1 室配备 1 台 DSA（型号：UNIQ FD20，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），导管 2 室配备 1 台 DSA（型号：UNIQ FD20，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA）。2 台 DSA 设备外观见图 2-3。



(a) 导管 1 室



(b) 导管 2 室

图 2-3 本项目 DSA 设备外观图

2、工作流程及产污环节

- 新建 2 台医用直线加速器项目

该院医用直线加速器 X 线最大能量分别为 6MV 和 10MV，医院配备有专用的 CT 模拟机用于加速器治疗患者的定位。患者在治疗前，首先需要对病灶部位进行定位，放疗医师确定放疗剂量，物理师设计放疗计划，并经 TPS 形成

具体的放疗照射野，然后在放疗技师带领下进入加速器机房，对患者进行摆位；工作人员提取 TPS 中具体的照射野信息，经过核对治疗单，使用既定的 X 射线或电子线对患者进行治疗。本项目医用直线加速器工作流程及产污环节分析见图 2-4。

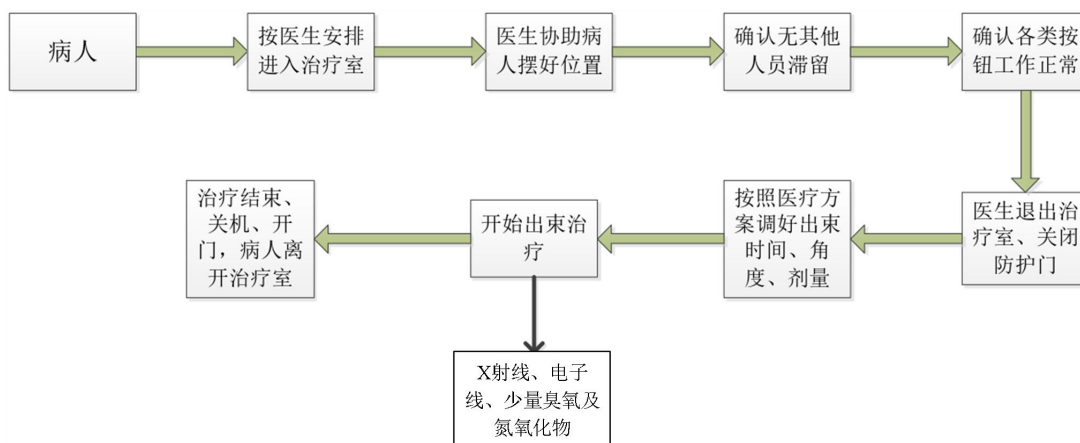


图 2-4 医用直线加速器放疗工作流程及产污环节示意图

• 新建核医学科项目

邳州市人民医院新区医院核医学科 ^{99m}Tc 放射性药物为外购，医院根据患者预约情况，确定当天所使用的药物剂量，向专业供应商订购，供应商根据医院预约的时间和用量定时将药物送达医技楼负一层分装室，医院指定专人负责药物的接收和登记，并暂存到分装室铅通风橱内，当天用完。

医院已许可使用的 ^{99m}Tc 放射性药物日最大操作量为 $1.48 \times 10^{10}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $1.48 \times 10^7\text{Bq}$ ，年最大用量为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，为丙级非密封放射性物质工作场所。

注射护士手持带铅套的注射器，测定活度，经校对无误后，在注射铅玻璃屏的屏蔽下为病人注射。注射完毕后，注射器放入专用废物铅桶内。每次注射过程中近距离接触单光子药物的时间保守按 1min 估算。

病人根据注入的 ^{99m}Tc 药物特性，在候诊室内静躺候诊（一般注射 ^{99m}Tc 后需等待约 30min），待药物代谢至靶器官，进入 SPECT/CT 机房，经医护人员摆位后，接受 SPECT/CT 的扫描，每次扫描约 10~20min。扫描完成后，病人留观一段时间后，若无其他情况，从病人专用通道离开。工作流程及产污环节分析见图 2-5。

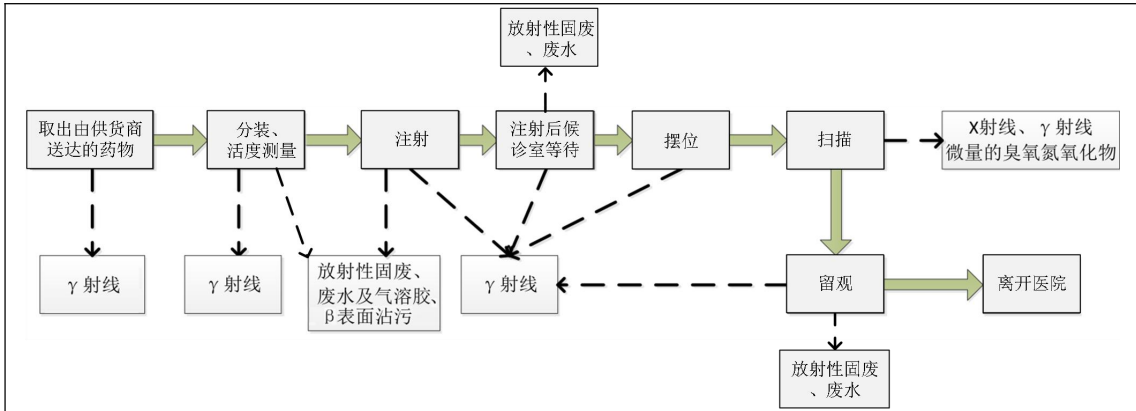


图 2-5 本项目 SPECT/CT 工作流程及产污环节示意图

• 新建 2 台 DSA 项目

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：血管减影检查。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：引导介入治疗。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。

本项目 DSA 工作流程及产污环节如下分析见图 2-6。

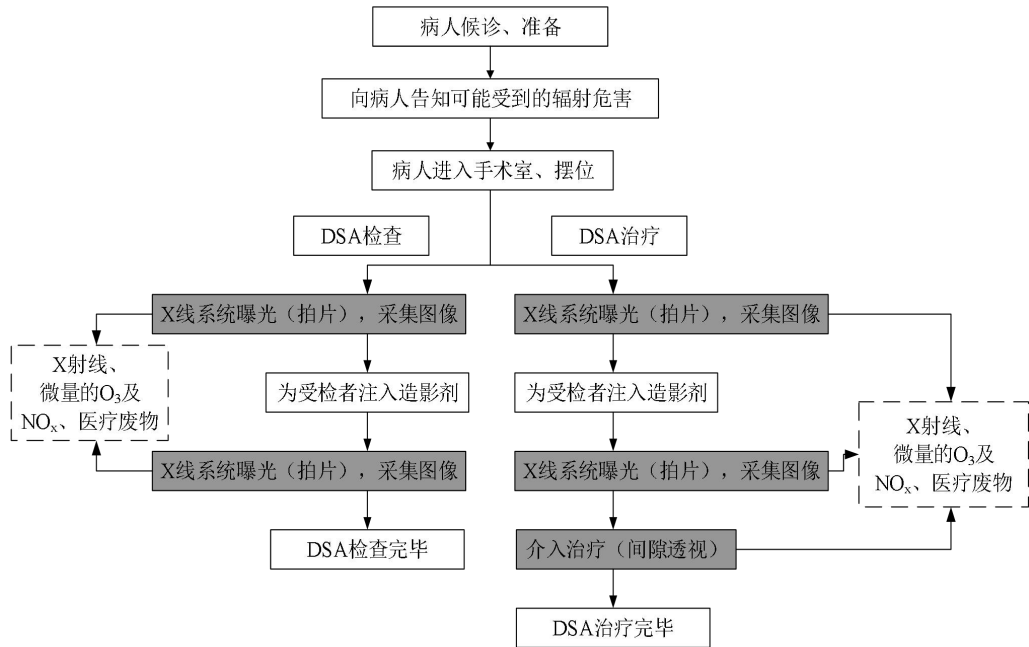


图 2-6 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

表三 辐射安全与防护设施/措施

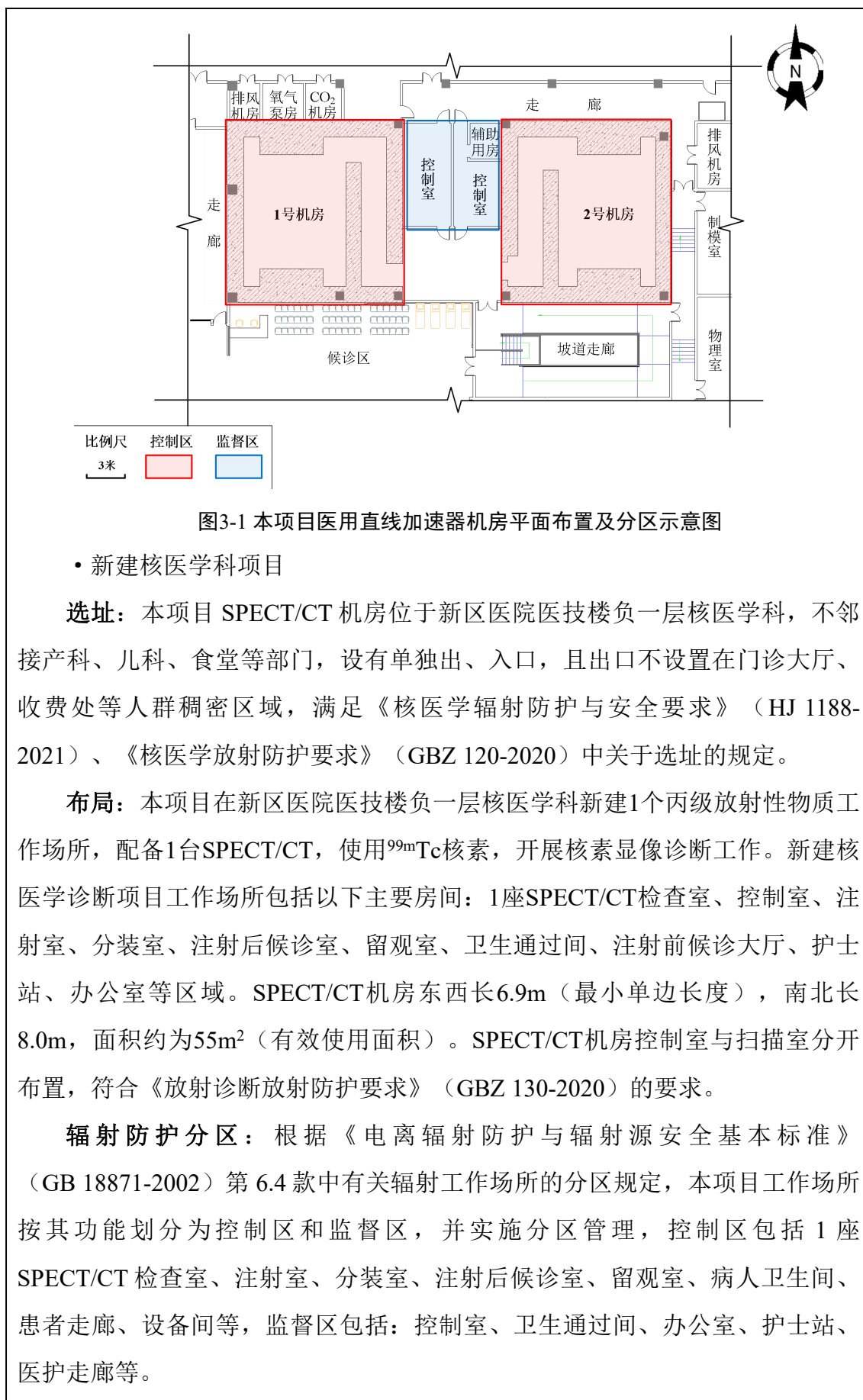
辐射安全与防护设施/措施**1、工作场所布局**

- 新建 2 台医用直线加速器项目

选址：本项目医用直线加速器机房位于新区医院医技楼东侧负一层放疗中心，机房位于建筑物底部，周围无儿科病房、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，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）中关于选址的规定。

布局：直线加速器1号机房东侧为控制室、过道，南侧为候诊区及护士站，西侧为走廊，北侧为排风机房、氧气泵房及二氧化碳机房，机房下方为土层，机房上方为院内广场；2号放机房东侧、北侧为走廊，南侧为楼梯，西侧为控制室及辅助用房，机房下方为土层，机房上方为院内广场。医用直线加速器机房控制室均与治疗室分离，1号机房控制室位于治疗室东侧，治疗室面积约72.9m²（不含迷路），2号机房控制室位于治疗室西侧，治疗室面积约为69.3m²，治疗室均采用“L”型迷路设计，符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中“其他治疗机房均应设置迷路”等规定，布局合理。

辐射防护分区：本项目将医用直线加速器机房作为辐射防护控制区，将控制室划为辐射监督区，本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目医用直线加速器机房平面布置及分区示意图见图3-1。



• 新建核医学科项目

选址：本项目 SPECT/CT 机房位于新区医院医技楼负一层核医学科，不邻接产科、儿科、食堂等部门，设有单独出、入口，且出口不设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中关于选址的规定。

布局：本项目在新区医院医技楼负一层核医学科新建1个丙级放射性物质工作场所，配备1台SPECT/CT，使用 ^{99m}Tc 核素，开展核素显像诊断工作。新建核医学诊断项目工作场所包括以下主要房间：1座SPECT/CT检查室、控制室、注射室、分装室、注射后候诊室、留观室、卫生通过间、注射前候诊大厅、护士站、办公室等区域。SPECT/CT机房东西长6.9m（最小单边长度），南北长8.0m，面积约为55m²（有效使用面积）。SPECT/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。

辐射防护分区：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定，本项目工作场所按其功能划分为控制区和监督区，并实施分区管理，控制区包括 1 座 SPECT/CT 检查室、注射室、分装室、注射后候诊室、留观室、病人卫生间、患者走廊、设备间等，监督区包括：控制室、卫生通过间、办公室、护士站、医护走廊等。

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。本项目核医学科SPECT/CT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。本项目工作场所平面布置、两区划分及病人、医护人员流动路线示意图见图3-2。

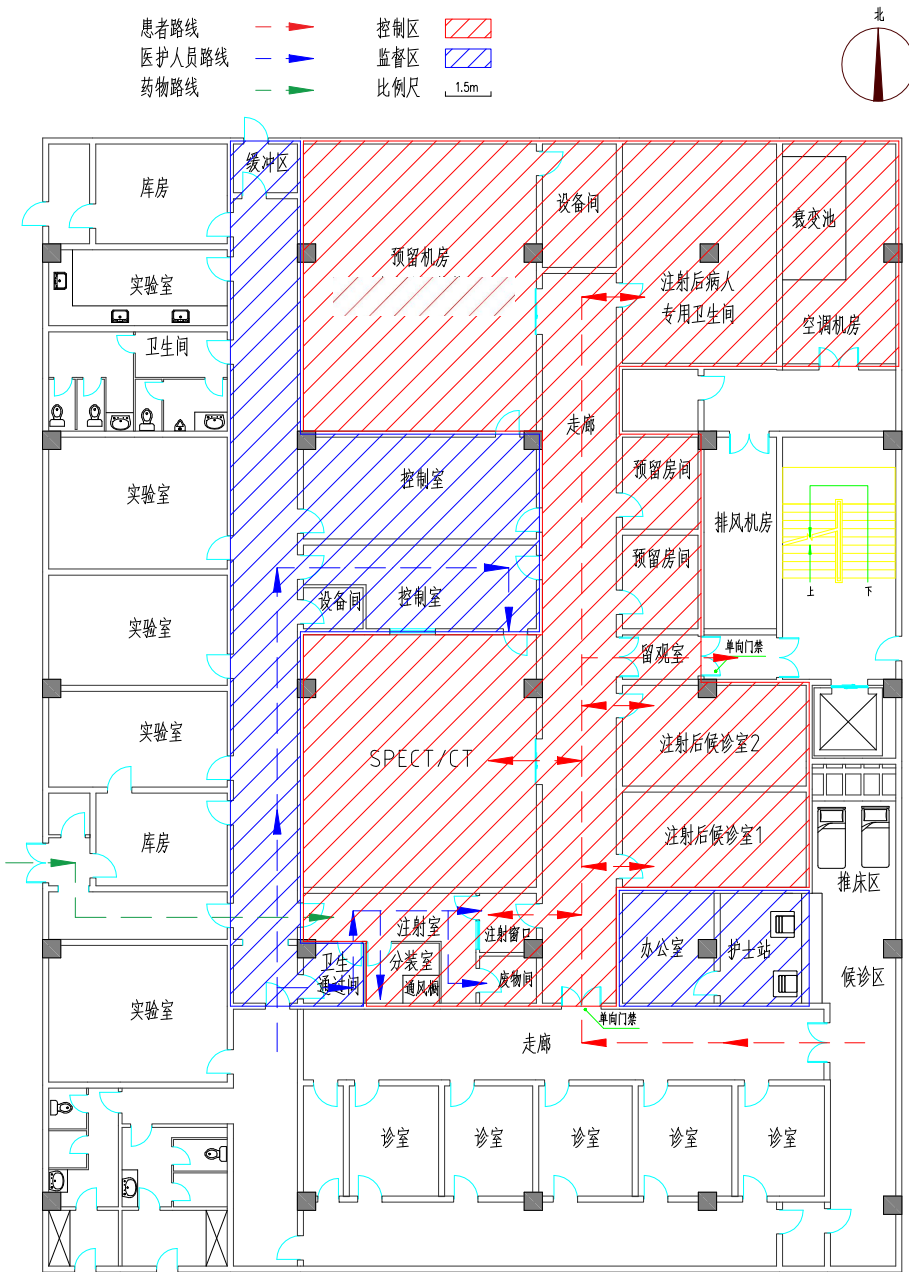


图3-2 本项目核医学科SPECT/CT工作场所区域划分及患者、医护人员流动路线示意图

• 新建 2 台 DSA 项目

布局：本项目在新区医院病房楼七层新建 2 座 DSA 机房，分别配备 1 台 DSA，用于介入诊断及治疗。导管 1 室东侧为控制室，南侧为建筑外墙，西侧为器材室，北侧为走廊，上方及下方均为病房；导管 2 室东侧及南侧为建筑外墙，西侧为控制室，北侧为走廊，上方及下方均为病房。导管 1 室南北长 6.56m（最小单边长度），东西长 7.53m，面积约为 49.4m²；导管 2 室南北长 5.21m（最小单边长度），东西长 7.44m，面积约为 38.8m²。DSA 机房控制室与诊断机房分开布置，符合《放射诊断防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，布局合理。

辐射防护分区：本项目将 DSA 机房作为辐射防护控制区，与机房相邻的控制室划为辐射监督区，本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目 DSA 机房平面布置及分区示意图见图 3-3。

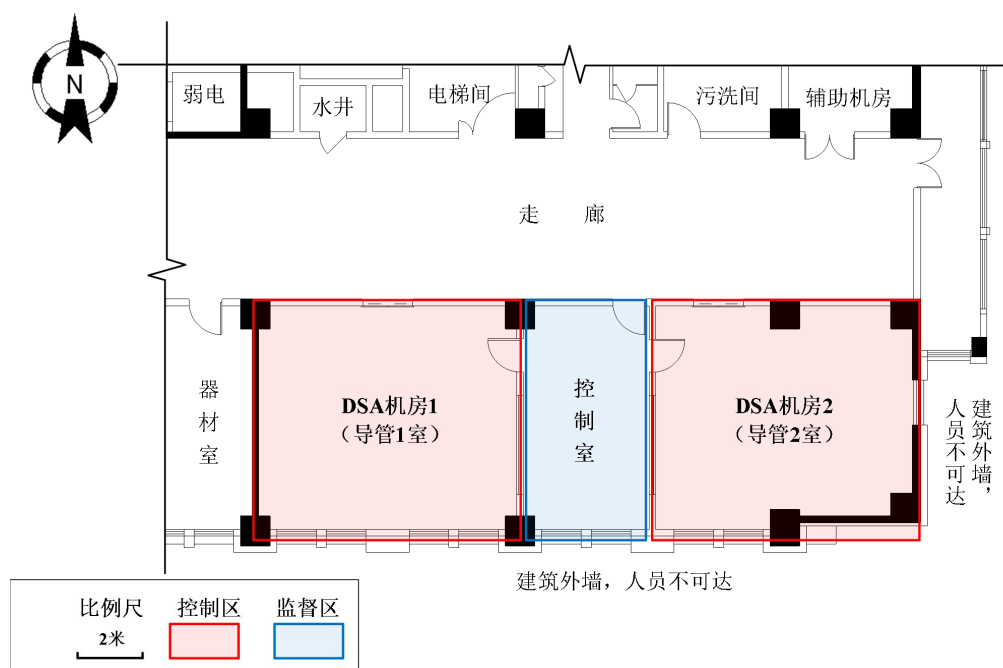


图3-3 本项目 DSA 机房平面布置及分区示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目医用直线加速器机房屏蔽设施建设情况见表 3-1 和表 3-2。

表 3-1 医用直线加速器 1 号机房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
----	----------	------	----

东墙	迷道内墙	120cm砼	120cm砼	已落实
	迷道外墙	130cm砼	130cm砼	已落实
南墙	主屏蔽区	270cm砼（宽度为500cm）	310cm砼（宽度为500cm）	已落实
	次屏蔽区	130cm砼	130cm砼	已落实
西墙	侧屏蔽区	130cm砼	130cm砼	已落实
北墙	主屏蔽区	270cm砼（宽度为500cm）	310cm砼（宽度为500cm）	已落实
	次屏蔽区	130cm砼	130cm砼	已落实
屋顶	主屏蔽区	270cm砼（宽度为500cm）	270cm砼（宽度为500cm）	已落实
	次屏蔽区	130cm砼	130cm砼	已落实
防护门		15mm铅板+15cm含硼石蜡	15mm铅板+15cm含硼石蜡	已落实

注：混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅板密度为 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ 。

表3-2 医用直线加速器2号机房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
东墙	侧屏蔽区	130cm砼	130cm砼	已落实
南墙	主屏蔽区	270cm砼（宽度为500cm）	270cm砼（宽度为500cm）	已落实
	次屏蔽区	130cm砼	130cm砼	已落实
西墙	迷道内墙	120cm砼	120cm砼	已落实
	迷道外墙	130cm砼	130cm砼	已落实
北墙	主屏蔽区	270cm砼（宽度为500cm）	270cm砼（宽度为500cm）	已落实
	次屏蔽区	130cm砼	130cm砼	已落实
屋顶	主屏蔽区	270cm砼（宽度为500cm）	270cm砼（宽度为500cm）	已落实
	次屏蔽区	130cm砼	130cm砼	已落实
防护门		15mm铅板+15cm含硼石蜡	15mm铅板+15cm含硼石蜡	已落实

注：①混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅板密度为 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ；②1号机房南北主屏蔽墙各增加了40cm砼。

本项目核医学科屏蔽设施建设情况见表3-3。

表3-3 核医学科屏蔽防护设计及落实情况一览表

参数		环评要求防护设计	落实情况	备注
SPECT/CT 检查室	墙体	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	顶部	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	观察窗	6mm 铅当量	6mm 铅当量	已落实
	防护门	6mm 铅当量	6mm 铅当量	已落实
分装室/注射室	墙体	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	顶部	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	观察窗	6mm 铅当量	6mm 铅当量	已落实
	防护门	10mm 铅当量	10mm 铅当量	已落实
注射后候诊室	墙体	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	顶部	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	防护门	8mm 铅当量	8mm 铅当量	已落实
留观室	墙体	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	顶部	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	防护门	10mm 铅当量	10mm 铅当量	已落实
注射后病人专用 卫生间	墙体	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	顶部	30cm 砼	30cm 砼	已落实
	防护门	8mm 铅当量	8mm 铅当量	已落实
通风橱		40mmPb	40mmPb	已落实

注：实心砖密度为1.65g/cm³，混凝土密度为2.35g/cm³，铅板密度为11.3g/cm³。

本项目 DSA 机房屏蔽设施建设情况见表3-4。

表3-4 DSA 机房屏蔽防护落实情况一览表

参数	环评要求防护设计	落实情况	备注
----	----------	------	----

导管1室	墙体	220mm混凝土加气砖+ 3mmPb硫酸钡	220mm混凝土加气砖+ 3mmPb硫酸钡	已落实
	顶部	150mm混凝土+ 3mmPb硫酸钡	150mm混凝土+ 3mmPb硫酸钡	已落实
	底部	150mm混凝土+ 3mmPb硫酸钡	150mm混凝土+ 3mmPb硫酸钡	已落实
	防护门	3mm铅板	3mm铅板	已落实
	观察窗	2mm铅当量	2mm铅当量	已落实
导管2室	墙体	220mm混凝土加气砖+ 3mmPb硫酸钡	220mm混凝土加气砖+ 3mmPb硫酸钡	已落实
	顶部	150mm混凝土+ 3mmPb硫酸钡	150mm混凝土+ 3mmPb硫酸钡	已落实
	底部	150mm混凝土+ 3mmPb硫酸钡	150mm混凝土+ 3mmPb硫酸钡	已落实
	防护门	3mm铅板	3mm铅板	已落实
	观察窗	2mm铅当量	2mm铅当量	已落实

注：混凝土密度为 2.35g/cm^3 ，铅板密度为 11.3g/cm^3 ，混凝土加气砖密度为 0.63g/cm^3 ，硫酸钡涂料密度为 3.2g/cm^3 。

3、辐射安全与防护措施

(1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目医用直线加速器机房防护门、SPECT/CT机房防护门、核医学科工作场所控制区出入口、DSA机房处均粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。工作状态指示灯和电离辐射警告标志见图3-4。患者防护门设有防夹装置，操作间防护门设有自动闭门装置。



(a) 医用直线加速器1号机房防护门



(b) 医用直线加速器2号机房防护门



(c) SPECT/CT机房防护门



(d) 废物桶上电离辐射标志



(e) 候诊室1防护门



(f) 候诊室2防护门



(g) 注射室防护门



(h) 废物间防护门



(i) 核医学科入口防护门



(j) 核医学科出口防护门



(k) 导管1室防护门



(l) 导管2室防护门

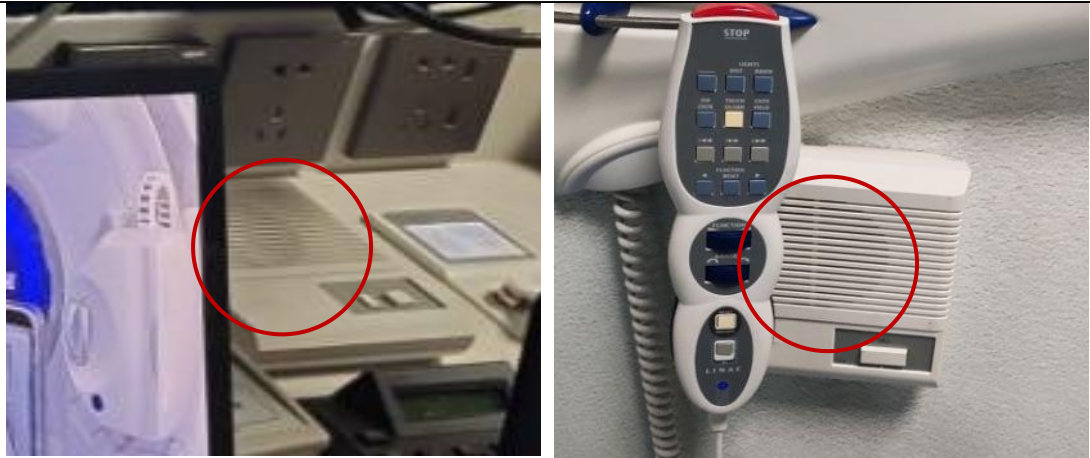
图3-4 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

(2) 门机联锁或门灯联锁

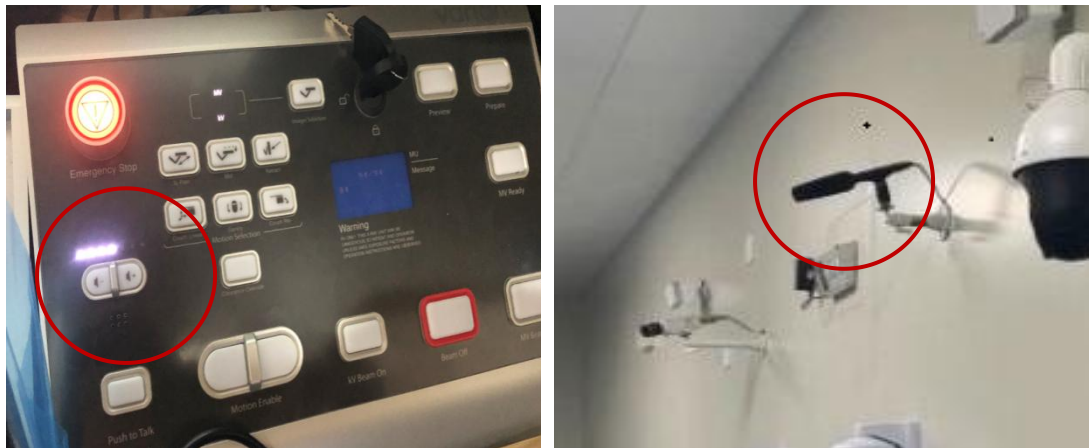
本项目医用直线加速器机房防护门、SPECT/CT机房防护门和DSA机房均设置有门灯连动装置，防护大门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查门灯连动装置运行正常。

(3) 观察和对讲系统

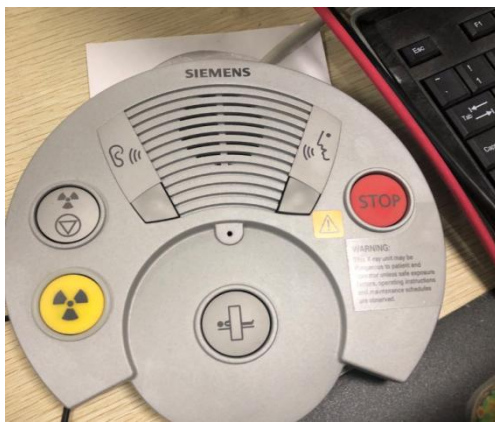
医院在医用直线加速器机房、SPECT/CT机房、DSA机房与其控制室内设置双向语音对讲装置，且DSA机房控制台处安装有观察窗，在诊断过程中医务人员可以及时观察病人情况和与病人交流，保证诊断质量和防止意外情况的发生。经现场核查，该对讲系统运行正常。机房对讲系统和观察窗见图3-5。



(a) 医用直线加速器1号机对讲装置



(b) 医用直线加速器2号机房对讲装置



(c) SPECT/CT控制室对讲装置



(d) 注射窗口对讲装置



(e) 导管1室观察窗

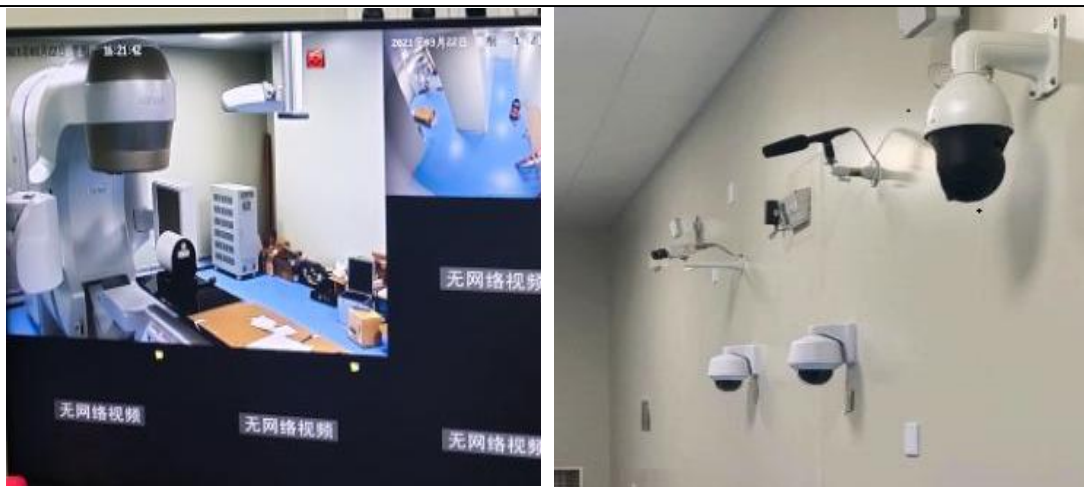
(f) 导管2室观察窗

图3-5 对讲系统和观察窗

医院为防止诊疗过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，在医用直线加速器机房治疗室内和迷路均设置了监控装置（共3个），监控装置做到了全方位无死角，监控装置显示终端设置在控制室内，便于观察到患者状态，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求。医用直线加速器机房监控装置见图3-6。



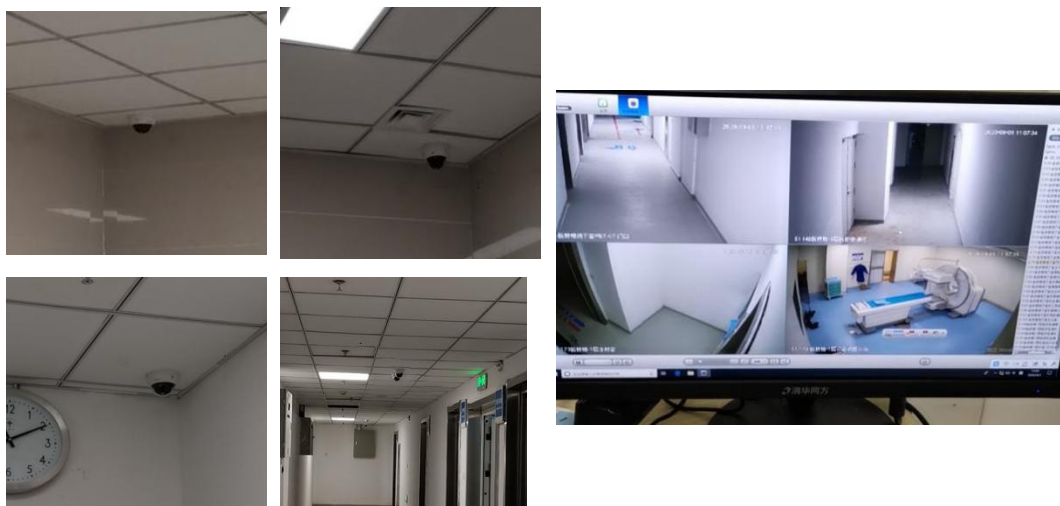
(a) 医用直线加速器1号机房



(b) 医用直线加速器2号机房

图3-6 医用直线加速器机房监控装置

医院在注射后候诊室、注射室、患者通道等关键位置设置了监控摄像装置，对受检者进行全程监控，监控显示终端设置在SPECT/CT控制室内，辐射工作人员在控制室可以随时监控受检者的情况，避免受检者注射药物后随意走动或无关人员进入放射工作场所。核医学科监控装置见图3-7。



(a) 监控摄像头

(b) 控制室内监控显示终端

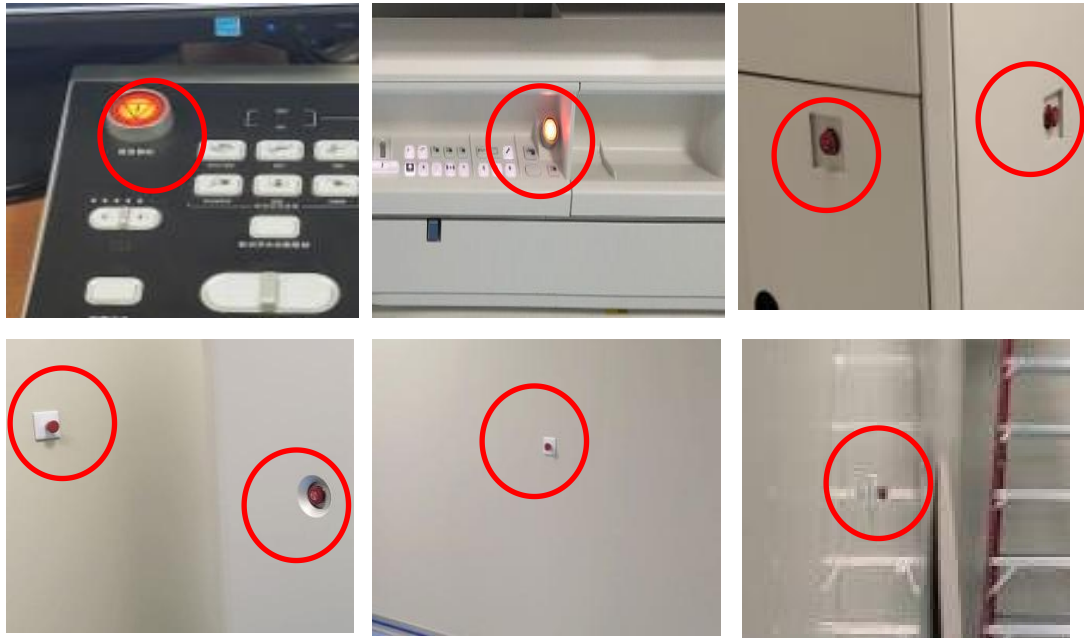
图3-7 核医学科监控装置

(4) 急停按钮

本项目医用直线加速器机房入口处迷路内、控制室及机房内设备上均设有急停按钮，SPECT/CT控制室操作台上及机房内设备上均设有急停按钮，DSA机房机床上设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，现场已核实。急停装置见图4-8。



(a) 医用直线加速器1号机房



(b) 医用直线加速器2号机房



(c) 核医学科



(d) 导管1室



(e) 导管2室

图3-8 急停按钮

(5) 人员监护

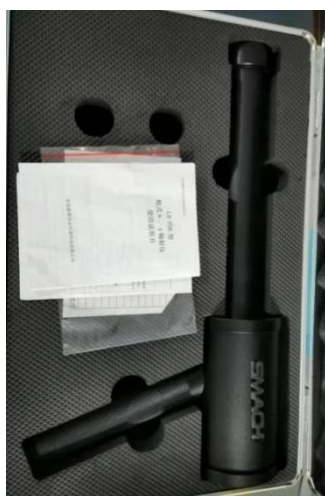
医院为医用直线加速器机房、核医学科、DSA机房各配备6名、4名、5名辐射工作人员（已参加辐射安全与防护培训并且考核合格，部分工作人员因疫情原因推迟培训，详细名单见表3-5），并对其进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

表3-5 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	工作场所	备注
					医用直线加速器机房	/
					医用直线加速器机房	疫情原因推迟培训
					医用直线加速器机房	/
					医用直线加速器机房	/
					医用直线加速器机房	/

					医用直线加速器机房	疫情原因推迟培训
					核医学科	疫情原因推迟培训
					核医学科	/
					核医学科	/
					核医学科	/
					介入科	/
					介入科	
					介入科	疫情原因推迟培训
					介入科	疫情原因推迟培训
					介入科	疫情原因推迟培训

医院配备有固定式剂量报警仪8套、辐射巡测仪3台、表面污染仪1台及个人剂量报警仪12台，本项目配备的辐射监测仪器见图3-9，清单见表3-6。工作人员均配备了个人剂量计，均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。



(a) 辐射巡测仪



(b) 表面污染仪



(c) 固定式剂量报警仪



(d) 放射性活度计



(e) 个人剂量报警仪



图3-9 辐射监测仪器

表3-6 本项目配备的辐射监测仪器清单

仪器名称/型号	数量	型号	购买日期	性能状态	备注
辐射巡测仪	3	BG9010Y	2019.12	良好	医用直线加速器机房/核医学科/DSA机房
表面沾污仪	1	REN600A	2019.11	良好	核医学科
个人剂量报警仪	12	FJ-200	2019.11	良好	医用直线加速器机房/核医学科/DSA机房
固定式剂量报警仪	2	BS2010	2019.12	良好	医用直线加速器机房
放射性活度计	1	HD175A	2019.11	良好	核医学科

(6) 防护用品

医院已为核医学科和DSA机房配备防护铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等防护用品，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的

相关要求。本项目配备的个人防护用品见图3-10，清单见表3-7。

表3-7 本项目配备的个人防护用品清单

防护用品	防护参数 (mmPb)	数量	购买日期	备注
铅防护衣	0.5	5件	2019.12	DSA机房
铅围脖	0.5	5件	2019.12	DSA机房
铅帽	0.5	5顶	2019.12	DSA机房
铅眼镜	0.5	2副	2019.12	DSA机房
铅移动屏风	2	1个	2019.12	DSA机房
床侧防护屏	0.5	1个	2019.12	DSA机房
铅废物桶	10	5个	2019.11	核医学科
铅防护衣	0.5	4件	2019.11	核医学科
铅围脖	0.5	2件	2019.11	核医学科
铅帽	0.5	4顶	2019.11	核医学科
铅眼镜	0.5	4副	2019.11	核医学科
铅手套	0.5	4副	2019.11	核医学科
铅移动屏风	2	2个	2019.11	核医学科
放射性污染防护服	/	按需配备	/	核医学科

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，不要折叠存放，以防止断裂，使用的个人防护用品每年至少自行检查1次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量，若发现老化、断裂或损伤自行及时更换。



(a) SPECT/CT检查室



(b) 铅废物桶



(c) DSA机房

图3-10 个人防护用品

4、“三废”治理情况

(1) 放射性“三废”

①放射性废气

在进行液态放射性药物活度测量过程中，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。

本项目核医学科工作场所设有独立通风系统，气流组织自非放射区向监督区再向控制区流动，本项目核素操作均在通风橱内进行，通风橱内设专用通风管道，通风口高于本建筑物屋脊，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“排气口应高于本建筑屋顶”的要求。



(a) 候诊室1排风



(b) 候诊室2排风



(c) SPECT/CT机房排风



(d) 注射室排风



(e) 废物间排风



(f) 注射室外排风



(g) 通风橱排风管道



(h) 楼顶排风管道

图3-11 核医学科工作场所排风

核医学科通风橱左侧、右侧操作口风速分别为 2.37m/s、2.11m/s，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中对合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中风速不小于 0.5m/s 的要求。

微量放射性气溶胶通过活性炭吸附，再经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；活性炭定期更换，更换的活性炭作为放射性废物处置。

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，如一次性注射器、一次性手套、滤纸、棉签等带有微量放射性同位素的医疗固体废弃物。医院在注射室设有放射性废物箱，注射过程中产生的放射性固废暂存在放射性废物桶内，当天注射产生的放射性固体废物下班后集中存放在位于废物室内，衰变超过 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》（GBZ 1188-2021）中的相关要求。

③放射性废水

本次核医学诊断项目的放射性废水包括：（1）体内含有放射性核素的病人

排泄物等；（2）工作场所清洗废水等。

本项目核医学科场所中， ^{99m}Tc 项目，员工淋洗预计 $0.3\text{m}^3/\text{d}$ ；日门诊量最大为 20 人次，放射性废水产生量按 $0.005\text{m}^3/\text{人次}$ 计算，则 SPECT/CT 显像诊断项目含 ^{99m}Tc 核素的放射性废水排放量为 $0.4\text{m}^3/\text{d}$ 。 ^{99m}Tc 半衰期约为 6 小时，10 个半衰期为 60 小时，即安全排放周期 2.5 天，三格衰变池总容积为 13m^3 ，该专用衰变池设计容积能满足该场所废水的排放贮存时间要求。该衰变池中的放射性废水在贮存超过 30 天后，经检测满足排放要求后作为一般医疗废水排入医院污水管网。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 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放，故本项目衰变池能够满足《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。

（2）非放射性三废

①废气

本项目 SPECT/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。SPECT/CT 机房内排风装置见图 3-11（c）。

本项目医用直线加速器机房排风机进行通风换气，1 号机房的 2 个进风口设置于机房天花板上，2 个排风口分别位于机房东南角和西南角的墙上，距地面约 30cm 处，2 个排风口尺寸均为 0.22m^2 ，东侧排风口排风速率为 1.47m/s ；西侧排风口排风速率为 1.37m/s ，治疗室容积为 324m^3 （包括迷道），由此可知治疗室内空气每小时交换次数为 6.9 次；2 号机房的 2 个进风口设置于机房天花板上，2 个排风口分别位于机房东南角和西南角的墙上，距地面约 30cm 处，2 个排风口尺寸均为 0.22m^2 ，东侧排风口排风速率为 1.27m/s ；西侧排风口排风速率为 1.74m/s ，治疗室容积为 371m^3 （包括迷道），由此可知治疗室内空气每小时交换次数为 6.4 次，均符合相关标准的要求。医用直线加速器机房通风装置见图 3-12。



图 3-12 医用直线加速器机房内通风装置

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3-5 新建医用直线加速器、核医学科及DSA项目项目环评及批复落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理	管理机构：建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已建立辐射安全与环境管理机构，以制度形式明确了管理人员职责。	已落实
	管理制度：制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定以下管理制度：《邳州市人民医院放射事故应急措施预案》《放疗科仪器管理制度》《放疗科安全管理制度》《放射治疗计划质量管理体系》《放疗科安全防护制度》《放射工作人员个人剂量管理制度》《放射工作人员培训制度》《放射工作人员培训计划》《放射治疗工作制度》《直线加速器事故应急处理方案》《放射治疗工作制度》《直线加速器操作规程》《放射治疗的质量保证措施和质控制度》《放射治疗技术人员职责》《核医学科工作制度》《放射性药品管理制度》《注射室工作人员管理制度》《核医学科登记制度》《查对制度》《放射性同位素的管理制度》《放射性同位素的保管制度》《放射性同位素使用管理制度》《放射性污物处理制度》《放射性污染的紧急处理制度》《安全管理制度》《放射性药盒管理制度》《DSA操作规程》《放射诊疗治疗保证方案》等。	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：核医学科、医用直线加速器机房墙体、顶部采用混凝土结构，DSA机房墙体采用混凝土加气砖/混凝土+硫酸钡涂层、顶部及地面采用混凝土+硫酸钡涂料，各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗。	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。	本项目医用直线加速器机房、核医学科和DSA机房，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均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。	已落实
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）： 1、医用直线加速器机房设置门机联锁装置，并设置急停按钮、视频监控系统及对讲装置，防护门外设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。 2、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SPECT/CT检查室门口设置当心电离辐射警告标志和工作状态指示灯，SPECT/CT检查室设置门灯联锁装置，并设置急停按钮及对讲装置。 3、DSA机房设置闭门装置，防护门外设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	定期检查辐射工作场所门禁系统、门机联锁、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。	医用直线加速器机房防护门、SPECT/CT机房防护门、核医学科工作场所控制区出入口和DSA机房防护门处均设置电离辐射警告标志，同时在医用直线加速器机房、SPECT/CT机房和DSA机房门口均设置工作状态指示灯和门机联锁装置，医用直线加速器机房SPECT/CT机房和DSA机房均设置急停按钮及对讲装置。	已落实
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。	对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗。	7名工作人员已报名参加培训，因疫情原因推迟培训，通过考核前暂不参与相关辐射工作；其余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6；	已落实

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。	岗。建立个人剂量档案和职业健康档案，辐射工作人员工作时须随身携带个人剂量计。	医院已委托南京凡飞生物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7。	
	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。		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6。	
监测仪器和防护用品	已配备辐射巡测仪3台。	配备环境辐射剂量巡测仪和表面沾污仪器，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪。	医院配备有固定式剂量报警仪2套、辐射巡测仪3台、表面污染仪1台及个人剂量报警仪12台。	已落实
	已配备表面沾污仪1台。			
	拟配备个人剂量报警仪12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、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等。	配备必要的个人防护用品。	医院已为本项目配备防护铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、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围辐射水平监测 1~2 次。	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。	已落实

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

1、环境影响报告书（表）主要结论与建议

表13 结论与建议

结论

一、实践正当性

邳州市人民医院新区医院本次新建放射诊疗项目主要包括：

于医技楼东侧负一层放疗中心新建2座医用直线加速器机房，于1号机房配备1台医科达Axesse型的医用直线加速器（X射线能量 $\leq 10\text{MV}$ ，电子线能量 $\leq 18\text{MeV}$ ）；于2号机房配备1台瓦里安VITALBEAM型的医用直线加速器（X射线能量 $\leq 10\text{MV}$ ，电子线能量 $\leq 20\text{MeV}$ ），均用于肿瘤的放射治疗；

于医技楼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SPECT/CT机房及相关辅助用房），用于开展核医学诊断项目；

于医技楼一层新建1座DSA机房（DSA室），并配备1台DSA（型号未定，管电压 $\leq 150\text{kV}$ ，管电流 $\leq 1250\text{mA}$ ），用于医学诊断及介入治疗；

于病房楼七层导管1室内配备1台DSA（UNIQ FD20型，最大管电压为 125kV ，最大管电流为 1000mA ）；于病房楼七层导管2室内配备1台DSA（型号未定，管电压 $\leq 125\text{kV}$ ，管电流 $\leq 1000\text{mA}$ ），均用于医学诊断及介入治疗。

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

邳州市人民医院新区医院位于邳州市辽河东路15号，医院东侧为南京路，南侧为辽河路，西侧为邳州市市场监督管理局，北侧为空地。本项目50m评价范围东至院内广场，南至门诊楼，西至院内道路，北至院内停车场，均位于新区医院院区内，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，控制病人进出口防护门均设置单向门禁，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

邳州市人民医院新区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 $106\text{nSv/h}\sim 136\text{nSv/h}$ 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，邳州市人民医院新区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（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 ）。

五、辐射安全措施评价

邳州市人民医院新区医院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；医用直线加速器机房、SPECT/CT检查室、DSA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，医用直线加速器机房、SPECT/CT检查室设置有门灯联锁装置，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，均符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）及《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）中的要求。

六、辐射安全管理评价

邳州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。医院已制定较为完善的辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，增补相应内容，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

邳州市人民医院新区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。邳州市人民医院新区医院还需为本项目配备辐射巡测仪3台、表面沾污仪1台和个人剂量报警仪12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。

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。

综上所述，邳州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。

2、审批部门审批决定

邳州市人民医院：

你院报送的《新建放射诊疗项目环境影响报告表》(以下简称“《报告表》”)收悉。经研究，批复如下：

一、根据《报告表》评价结论，项目建设具有环境可行性，我局同意你院该项目建设，项目地点位于邳州市辽河东路15号新区医院内，项目内容：放疗中心新建两座加速器机房（位于医技楼负一层东侧），各配备一台直线加速器（X射线最大能量均为10MV）；核医学科新建丙级非密封放射性物质工作场所（医技楼负一层），配备一台SPECT/CT，使用放射性核素： ^{99m}Tc 日等效最大操作量： $1.48 \times 10^7\text{Bq}$ ；医技楼一楼新建一座DSA机房，配备一台DSA（最大管电压150kV，最大输出电流1250mA）；病房楼七楼新建两座DSA机房，各

配备一台 DSA（最大管电压 125kV，最大输出电流 1000mA）。技术参数详见《报告表》，分别用于放射治疗、诊断及介入。

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：

1、落实《报告表》中提出的辐射污染防治和安全管理整改措施，确保职业人员和公众的年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的相应剂量限值和《报告表》中确定的年剂量约束值要求。

2、定期检查辐射工作场所门机连锁、急停按钮、通风装置、对讲装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保设施正常工作。

3、核医学科放射性物质工作场所控制区和监督区应设置合理可行的病人和医护人员独立出入口、流动路线，避免交叉污染。

4、建立健全辐射安全与防护规章制度，落实安全责任制，制定事故应急预案，确保项目安全运行。

5、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。配备必要的个人防护用品，工作时应携带辐射剂量报警仪和个人剂量计，建立个人剂量档案。

6、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。每年请有资质单位对项目周围辐射水平检测 1-2 次，检测结果报我局。

7、放射性同位素的运输和转让符合国家相关法律、法规、及技术标准要求。

8、放射性废液、废气、固废的处理、处置、排放符合国家的法律法规和技术规范要求。

9、项目建设完毕后应及时办理环保相关手续，在取得辐射安全许可并经环保验收合格后，方可投入使用。

三、本批复只适用于以上核技术应用项目。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，应重新报批该项目环境影响评价文件。

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 10。

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			
2			

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-125	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2021-0106295 检定有效期限：2021.11.11~2022.11.10
2	中子周围剂量当量仪	FH40G/FHT762	NJRS-022	能量响应：0.025eV~5GeV 测量范围：1nSv/h~100mSv/h 检定证书编号：DLjs2022-00700 检定有效期限：2022.04.01~2023.03.31
3	风速仪	F30J	NJRS-065	校准证书编号：H2021-0118791 校准有效期限：2021.12.13~2022.12.12
4	α 、 β 表面污染测量仪	CoMo 170	NJRS-129	测量范围： β/γ 0cps~20000cps 检定证书编号：检定字第 202204002138号 检定有效期限：2022.04.10~2023.04.09

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10），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

2022年11月6日，南京瑞森辐射技术有限公司对邳州市人民医院医技楼东侧负一层放疗中心的直线加速器机房、医技楼负一层的核医学科工作场所和病房楼七层的DSA机房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
医用直线加速器 (医科达 Axesse)	X射线能量: 6、10MV; 电子线: 4、6、8、 10、12、15MeV	10MV X射线 2400cGy/min 40cm×40cm	医技楼负一层 直线加速器 1号机房
医用直线加速器 (瓦里安 VITALBEAM)	X射线能量: 6、 10MV; 电子线: 6、9、12、16MeV	6MVX射线1400cGy/min 40cm×40cm 10MVX射线600cGy/min 40cm×40cm	医技楼负一层 直线加速器 2号机房
SPECT/CT (Symbia Intevo 16)	最大管电压 140kV 最大管电流 570mA	130kV/234mAs CT 扫描、诊断床上放 置20mCi ^{99m} Tc药物	医技楼负一层 核医学科
DSA (UNIQ FD20)	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	78kV/3.8mA	病房楼七层 导管1室
DSA (UNIQ FD20)	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	120kV/305mA	病房楼七层 导管2室

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医用直线加速器机房X-γ辐射剂量率、机房内通风口风速、核医学科工作场所X-γ辐射剂量率、β表面污染水平及通风橱风速和DSA机房X-γ辐射剂量率。

3、监测点位

对医用直线加速器机房工作场所周围环境布设监测点，特别关注防护门及屏蔽墙外30cm处，监测医用直线加速器运行状态、非运行状态下的X-γ辐射剂量率和机房内通风口风速，每个点位监测5个数据。

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

对DSA机房工作场所周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界，监测DSA运行状态、非运行状态下的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）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《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）的标准要求进行监测、分析。

表七 验收监测期间生产工况

验收监测结果:

1、辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件9。本项目医用直线加速器1号机房周围环境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 本项目医用直线加速器 1 号机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	东门外30cm处（左缝）	0.19	射线朝下
2	东门外30cm处（中间）	0.17	
3	东门外30cm处（右缝）	0.14	
4	东门外30cm处（下缝）	0.14	
5	东墙外30cm处	0.11	
6	东墙外30cm处	0.13	
7	穿线口外30cm处	0.11	
8	操作位	0.10	
9	西墙外30cm处	0.15	
10	西墙外30cm处	0.14	
11	西墙外30cm处	0.16	
12	北墙外30cm处	0.14	射线朝北
13	北墙外30cm处	0.17	
14	北墙外30cm处	0.14	
15	东门外30cm处（左缝）	0.13	
16	东门外30cm处（中间）	0.13	
17	东门外30cm处（右缝）	0.12	
18	东门外30cm处（下缝）	0.15	

19	南墙外30cm处	0.14	射线朝南
20	南墙外30cm处	0.15	
21	南墙外30cm处	0.14	
22	距机房楼上地面100cm处	0.19	射线朝上
23	距机房楼上地面100cm处	0.15	
24	距机房楼上地面100cm处	0.14	
25	控制室	0.09	关机

注：1、测量结果未扣除本底值；

2、机房下方为泥土层，人员无法到达。

由表7-2检测结果可知，本项目医技楼负一层直线加速器1号机房内医用直线加速器（型号：Axesse）正常工作（工况：10MV X射线、2400cGy/min、40cm×40cm）时，机房周围的X-γ辐射剂量当量率为（0.10~0.19）μSv/h，机房周围的中子辐射剂量率为<0.001 μSv/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的标准要求。

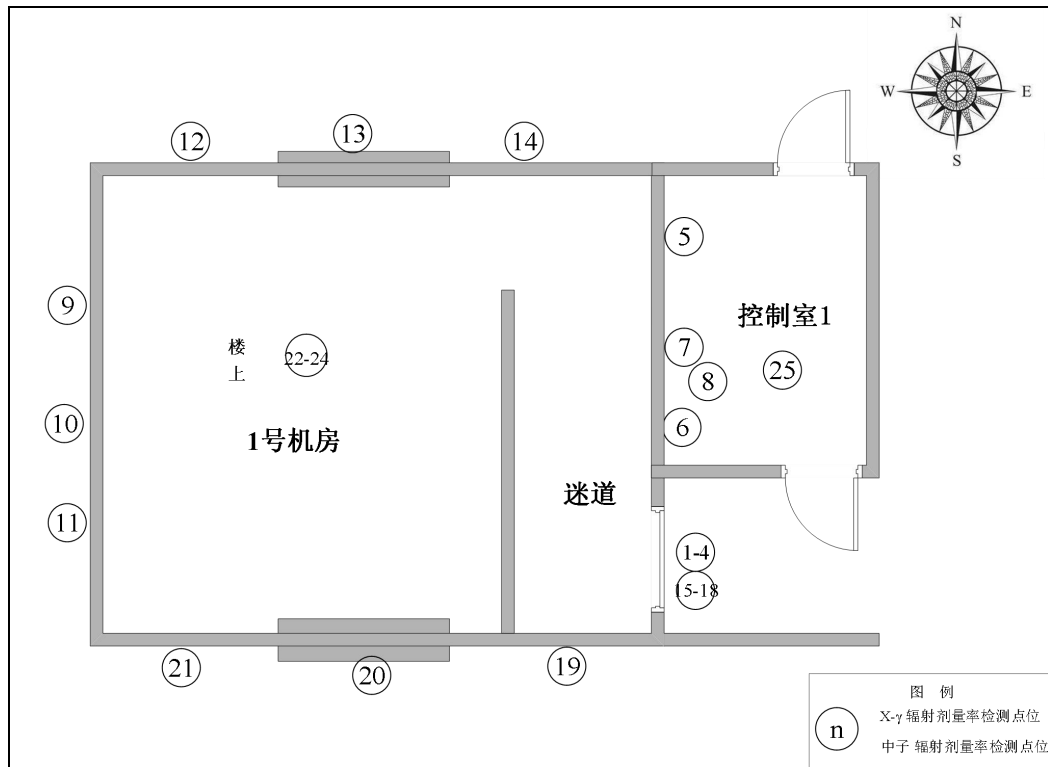


图7-1 医用直线加速器1号机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本项目医技楼负一层直线加速器 1 号机房内通风口风速监测结果见表 7-2。

表7-2 本项目医用直线加速器1号机房内通风口风速检测结果

点位描述	测量结果 (m/s)	
直线加速器1号机房	排风口 (东侧)	1.46
	排风口 (西侧)	1.38

经现场检测，医用直线加速器机房内东侧排风口排风速率为 1.29m/s，西侧排风口排风速率为 1.38m/s，2 个矩形排风口尺寸均为 0.22m²，治疗室容积约为 324m³（包括迷路），经计算机房每小时通风次数为 6.9 次，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“治疗室通风次数不小于 4 次/h”的要求。

本项目医用直线加速器2号机房周围环境X-γ辐射剂量率监测结果见表7-3和7-4，监测点位见图7-2。

表 7-3 本项目医用直线加速器 2 号机房周围 X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	西门外30cm处 (左缝)	0.13	射线朝下
2	西门外30cm处 (中间)	0.12	
3	西门外30cm处 (右缝)	0.14	
4	西门外30cm处 (下缝)	0.12	
5	西墙外30cm处	0.10	
6	西墙外30cm处	0.15	
7	穿线口外30cm处	0.10	
8	操作位	0.11	
9	东墙外30cm处	0.12	
10	东墙外30cm处	0.13	
11	东墙外30cm处	0.12	

12	北墙外30cm处	0.14	射线朝北
13	北墙外30cm处	0.13	
14	北墙外30cm处	0.13	
15	西门外30cm处（左缝）	0.15	
16	西门外30cm处（中间）	0.12	
17	西门外30cm处（右缝）	0.12	
18	西门外30cm处（下缝）	0.13	
19	南墙外30cm处	0.12	
20	南墙外30cm处	0.17	
21	南墙外30cm处	0.12	
22	距机房楼上地面100cm处	0.16	射线朝上
23	距机房楼上地面100cm处	0.13	
24	距机房楼上地面100cm处	0.15	
25	控制室	0.09	关机

注：1、测量结果未扣除本底值；

2、机房下方为泥土层，人员无法到达；

3、本项目工况：6MV X 射线、1400cGy/min、40cm×40cm。

由表7-4检测结果可知，本项目医技楼负一层直线加速器2号机房内医用直线加速器（型号：Vital Beam）正常工作（工况：6MV X射线、1400cGy/min、40cm×40cm）时，机房周围的X- γ 辐射剂量当量率为（0.10~0.17） μ Sv/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的标准要求。

表 7-4 本项目医用直线加速器 2 号机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	点位描述	测量结果(μ Sv/h)	备注
1	西门外30cm处（左缝）	0.19	射线朝下
2	西门外30cm处（中间）	0.17	

3	西门外30cm处（右缝）	0.14		
4	西门外30cm处（下缝）	0.13		
5	西墙外30cm处	0.11		
6	西墙外30cm处	0.12		
7	穿线口外30cm处	0.11		
8	操作位	0.09		
9	东墙外30cm处	0.16		
10	东墙外30cm处	0.15		
11	东墙外30cm处	0.15		
12	北墙外30cm处	0.14		射线朝北
13	北墙外30cm处	1.52		
14	北墙外30cm处	0.14		
15	西门外30cm处（左缝）	0.25		
16	西门外30cm处（中间）	0.20		
17	西门外30cm处（右缝）	0.16		
18	西门外30cm处（下缝）	0.15	射线朝南	
19	南墙外30cm处	0.16		
20	南墙外30cm处	1.58		
21	南墙外30cm处	0.17	射线朝上	
22	距机房楼上地面100cm处	0.18		
23	距机房楼上地面100cm处	0.25		
24	距机房楼上地面100cm处	0.16	关机	
25	控制室	0.09		

注：1、测量结果未扣除本底值；

2、机房下方为泥土层，人员无法到达；

3、本项目工况：10MV X 射线、600cGy/min、40cm×40cm。

由表7-4检测结果可知，本项目医技楼负一层直线加速器2号机房内医用直线加速器（型号：Vital Beam）正常工作（工况：10MV X射线、600cGy/min、40cm×40cm）时，机房周围的X-γ辐射剂量当量率为（0.09~1.58）μSv/h，机房周围的中子辐射剂量率为<0.001 μSv/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的标准要求。

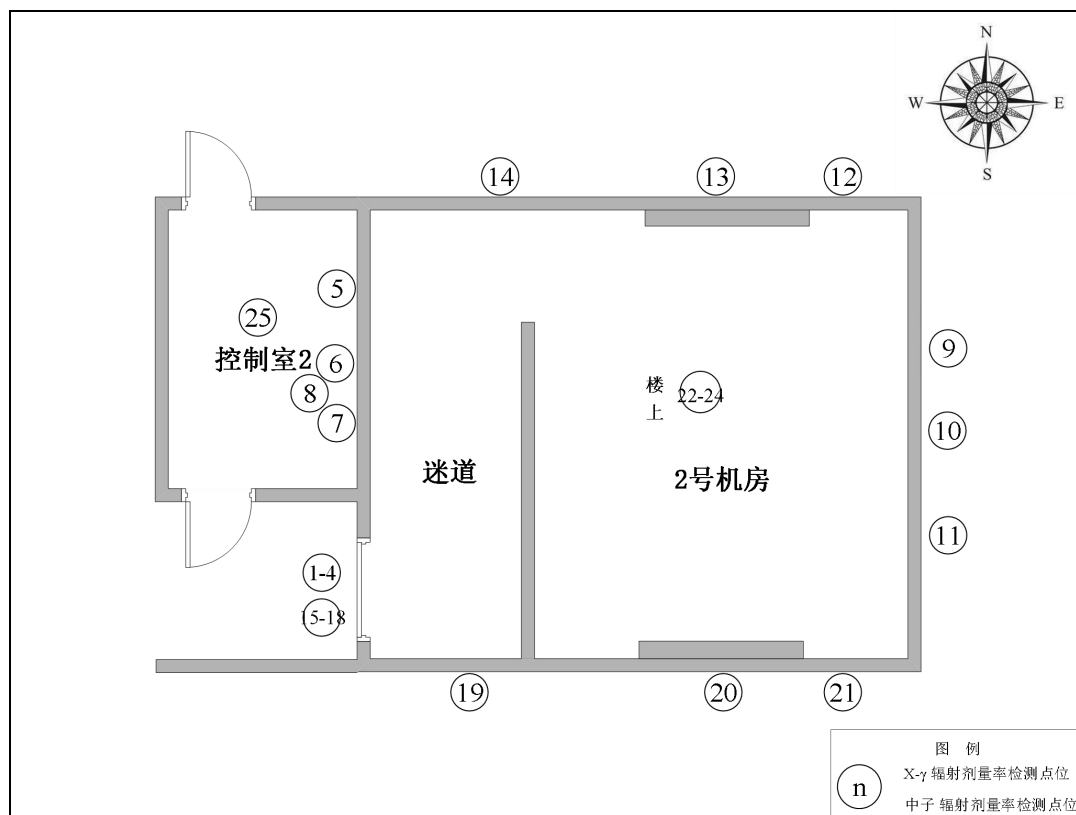


图7-2 医用直线加速器1号机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本项目医技楼负一层直线加速器 2 号机房内通风口风速监测结果见表 7-5。

表7-5 本项目医用直线加速器2号机房内通风口风速检测结果

点位描述	测量结果（m/s）	
直线加速器2号机房	排风口（东侧）	1.28
	排风口（西侧）	1.73

经现场检测，医用直线加速器机房内东侧排风口排风速率为 1.28m/s，西侧排风口排风速率为 1.73m/s，2 个矩形排风口尺寸均为 0.22m²，治疗室容积约为 371m³（包括迷路），经计算机房每小时通风次数为 6.4 次，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“治疗室通风次数不小于 4 次/h”的要求。

本项目 SPECT/CT 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 7-6，监测点位见图 7-3。

表 7-6 本项目 SPECT/CT 机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(μ Sv/h)	设备状态
1	公众区	0.13	/
2	操作位	0.15	/
3	观察窗外30cm处（左缝）	0.16	/
4	观察窗外30cm处（中间）	0.16	/
5	观察窗外30cm处（右缝）	0.18	/
6	北门外30cm处(左缝)	0.17	/
7	北门外30cm处(中间)	0.17	/
8	北门外30cm处(右缝)	0.17	/
9	北门外30cm处(下缝)	0.15	/
10	北墙外30cm处	0.17	/
11	东门外30cm处(左缝)	0.15	/
12	东门外30cm处(中间)	0.16	/
13	东门外30cm处(右缝)	0.21	/
14	东门外30cm处(下缝)	0.18	/
15	东墙外30cm处	0.16	/
16	南墙外30cm处	0.16	/

17	南墙外30cm处	0.17	/
18	西墙外30cm处	0.17	/
19	西墙外30cm处	0.18	/
20	距机房楼上地面30cm处	0.13	/
21	距机房楼上地面30cm处	0.12	/

注：1、测量结果未扣除本底值；

2、诊断床上放置 20mCi 的 ^{99m}Tc 药物。

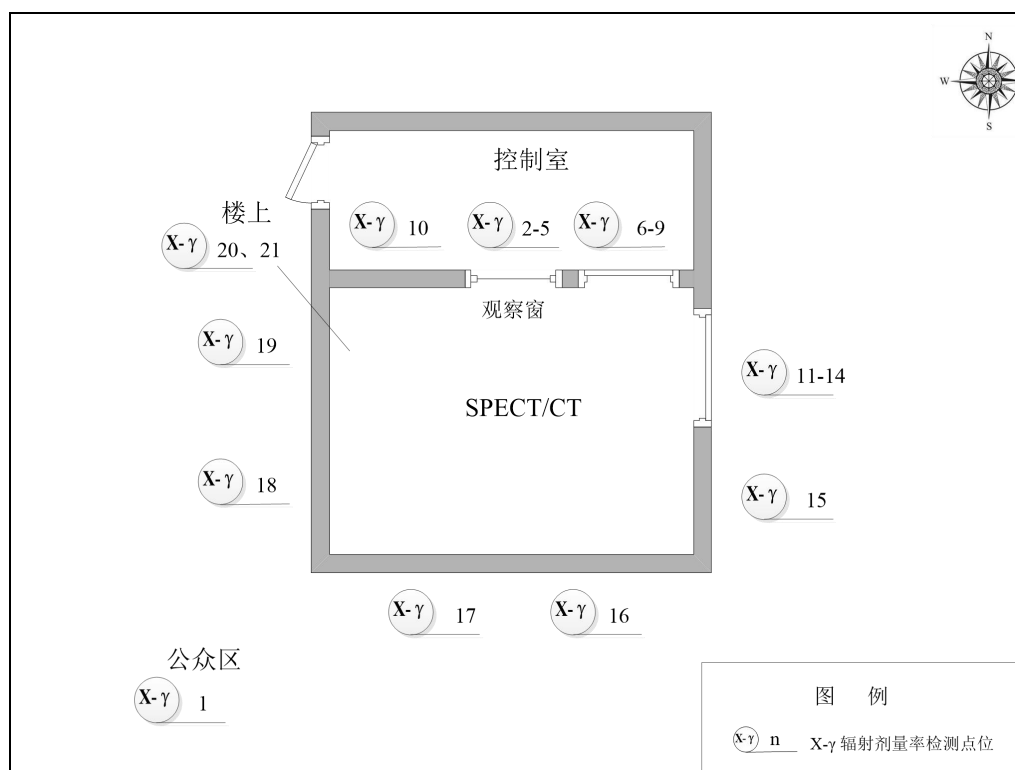


图7-3 核医学科SPECT/CT机房周围X-γ辐射剂量率监测布点图

由表 7-6 检测结果可知，本项目医技楼负一层核医学科 SPECT/CT 机房内 SPECT/CT（型号：Symbia Intevo 16）正常工作（检测工况：130kV/234mAs CT 扫描时，诊断床上有注射了 20mCi ^{99m}Tc 药物的病人）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.15~0.19） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

本项目核医学科工作场所周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-8，监测点位见图 7-4。

表 7-7 本项目核医学科工作场所周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	SPECT/CT机房地面	0.13	/
2	SPECT/CT诊断床表面	0.15	/
3	淋浴间地面	0.17	/
4	分装室地面	0.15	/
5	通风橱表面	0.13	/
6	注射室地面	0.15	/
7	注射窗表面	0.19	/
8	候诊室1地面	0.14	/
9	候诊室2地面	0.14	/
10	留观室地面	0.15	/
11	卫生间地面	0.18	/
12	患者通道地面	0.14	/
13	患者通道地面	0.15	/
14	公众区	0.12	/

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-7 检测结果可知，本项目医技楼负一层核医学科工作场所的 X- γ 辐射剂量当量率符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求。

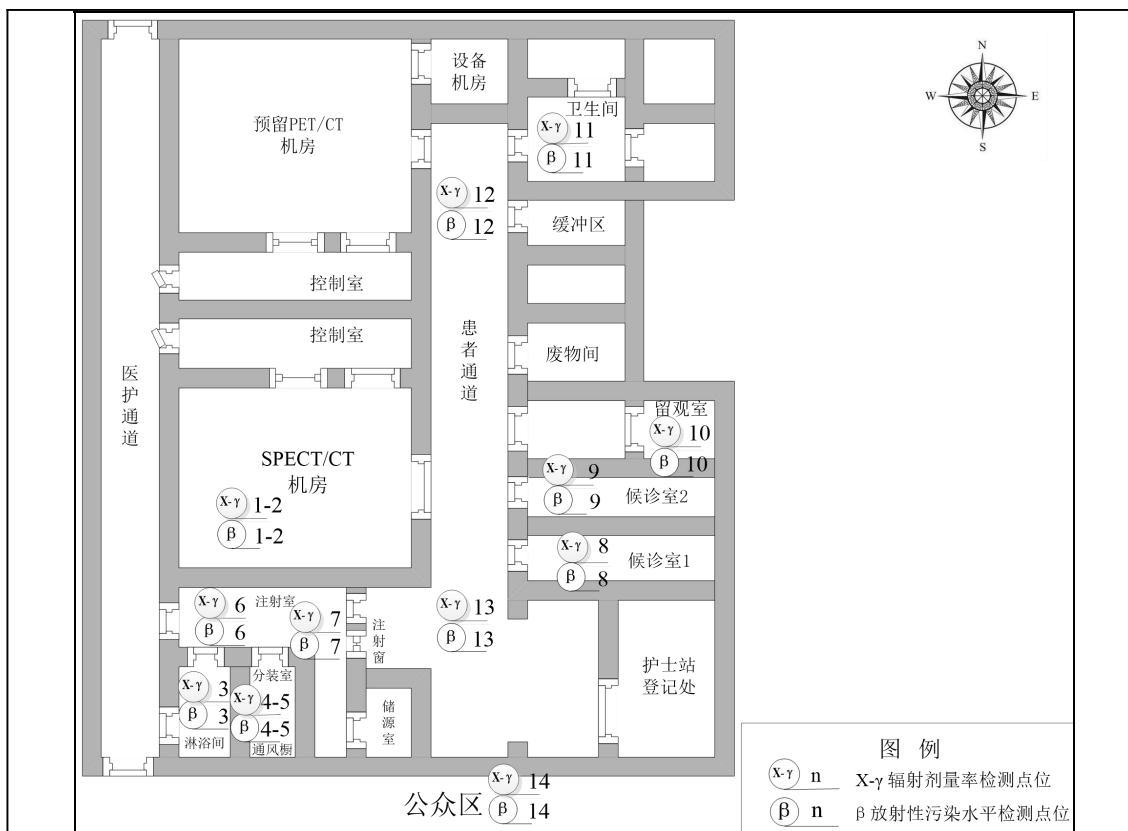


图7-4 核医学科工作场所周围X-γ辐射剂量率监测布点图

本项目核医学科工作场所β放射性表面污染水平监测结果见表 7-8，监测点位见图 7-5。

表 7-8 本项目核医学科工作场所β放射性表面污染水平检测结果

测点编号	检测点位描述	表面β放射性污染测量结果 (Bq/cm ²)	设备状态
1	SPECT/CT机房地面	<0.02	/
2	SPECT/CT诊断床表面	0.04	/
3	淋浴间地面	<0.02	/
4	分装室地面	0.03	/
5	通风橱表面	0.02	/
6	注射室地面	0.03	/
7	注射窗表面	0.04	/
8	候诊室1地面	<0.02	/

9	候诊室2地面	0.03	/
10	留观室地面	0.03	/
11	卫生间地面	0.05	/
12	患者通道地面	0.02	/
13	患者通道地面	0.02	/

注：放射性表面污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm²。

由表 7-8 检测结果可知，本项目医技楼负一层核医学科工作场所开展工
作结束并清洁后，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）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ
1188-2021）的标准要求。

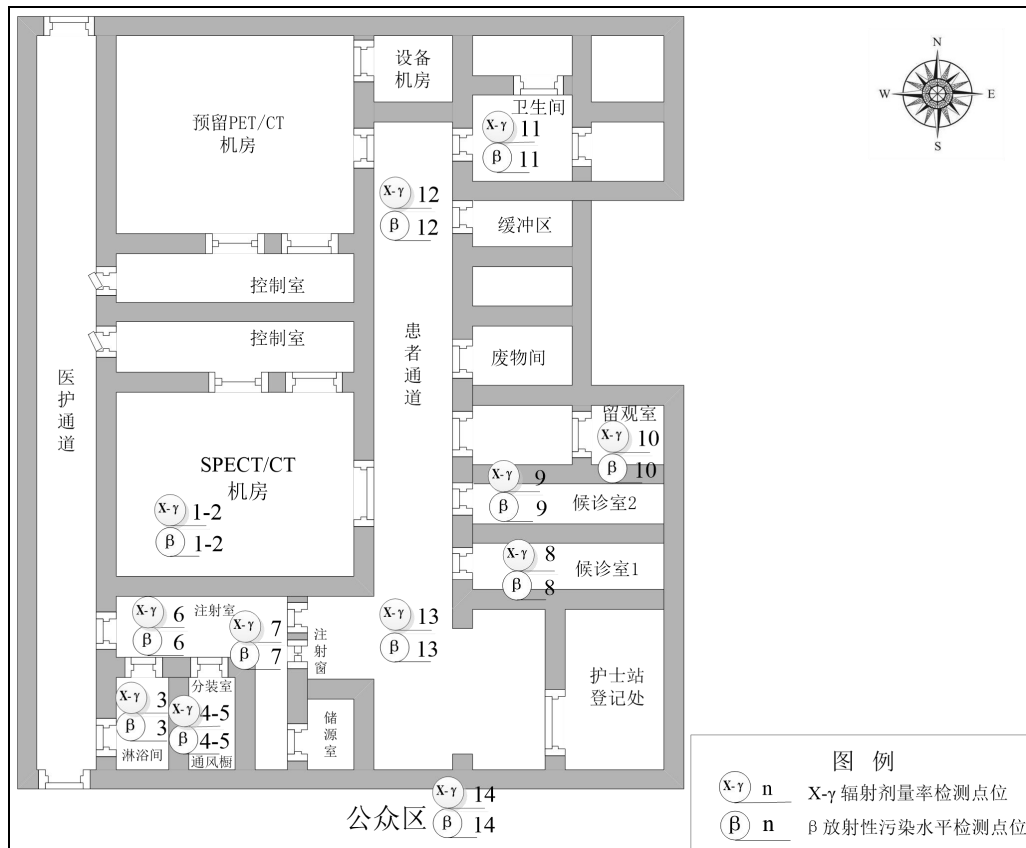


图7-5 核医学科工作场所周围β放射性表面污染水平监测布点图

本项目 DSA 机房导管 1 室周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-9，监
测点位见图 7-6。

表 7-9 DSA 机房导管 1 室 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	东门外30cm处 (左缝)	0.23	开机
2	东门外30cm处 (中间)	0.16	开机
3	东门外30cm处 (右缝)	0.15	开机
4	东门外30cm处 (下缝)	0.20	开机
5	观察窗外30cm处	0.15	开机
6	观察窗缝外30cm处	0.17	开机
7	操作位	0.12	开机
8	东墙外30cm处	0.16	开机
9	北门外30cm处 (左缝)	0.22	开机
10	北门外30cm处 (中间)	0.18	开机
11	北门外30cm处 (右缝)	0.20	开机
12	北门外30cm处 (下缝)	0.27	开机
13	北墙外30cm处	0.14	开机
14	西墙外30cm处	0.15	开机
15	西墙外30cm处	0.16	开机
16	距机房楼下地面170cm处	0.13	开机
17	距机房楼下地面170cm处	0.14	开机
18	距机房楼上地面100cm处	0.14	开机
19	距机房楼上地面100cm处	0.12	开机
20	控制室	0.11	关机

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-9 检测结果可知，本项目导管 1 室 DSA（型号：UNIQ FD 20）检测工况为 78kV/3.8mA 时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.12~0.27） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和《电离辐射防护与

《辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

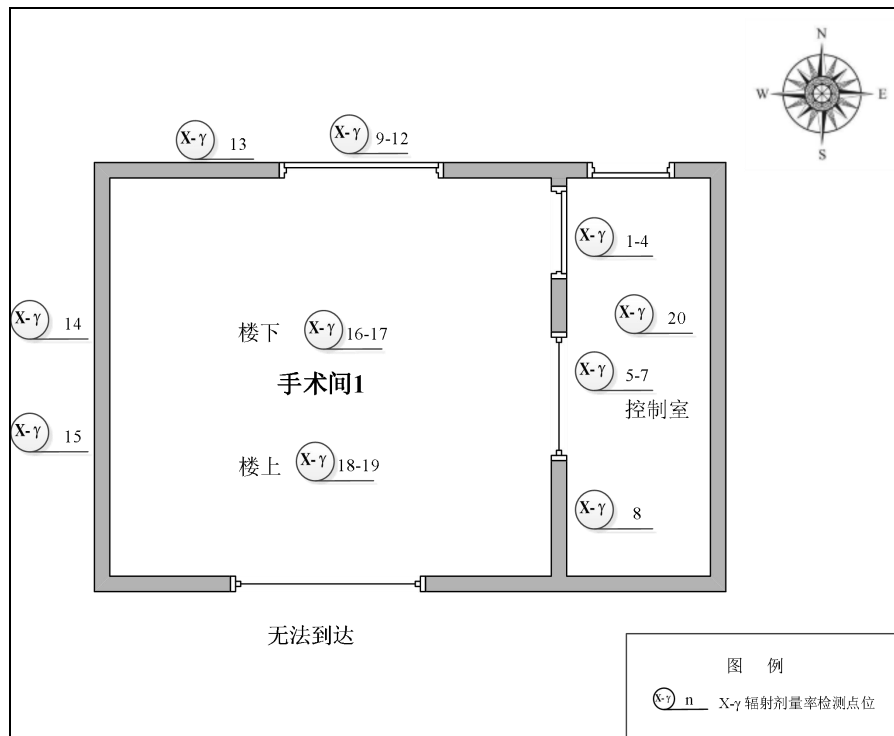


图7-6 DSA机房导管1室周围X-γ 辐射剂量率监测布点图

本项目 DSA 机房导管 2 室周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-10，监测点位见图 7-7。

表7-10 DSA机房导管1室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	西门外30cm处(左缝)	0.14	开机
2	西门外30cm处(中间)	0.13	开机
3	西门外30cm处(右缝)	0.16	开机
4	西门外30cm处(下缝)	0.18	开机
5	观察窗外30cm处	0.14	开机
6	观察窗缝外30cm处	0.13	开机
7	操作位	0.15	开机
8	西墙外30cm处	0.15	开机
9	北门外30cm处(左缝)	0.25	开机

10	北门外30cm处(中间)	0.19	开机
11	北门外30cm处(右缝)	0.23	开机
12	北门外30cm处(下缝)	1.23	开机
13	北墙外30cm处	0.19	开机
14	东墙外30cm处	0.15	开机
15	距机房楼上地面1m处	0.15	开机
16	距机房楼上地面1m处	0.16	开机
17	距机房楼下地面1.7m处	0.12	开机
18	距机房楼下地面1.7m处	0.12	开机
19	控制室	0.11	关机

注：测量结果未扣除本底值。

由表 7-10 检测结果可知，本项目导管 2 室 DSA（型号：UNIQ FD 20）检测工况为 120kV/305mA 时，机房周围的 X-γ辐射剂量当量率为（0.12~1.23） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

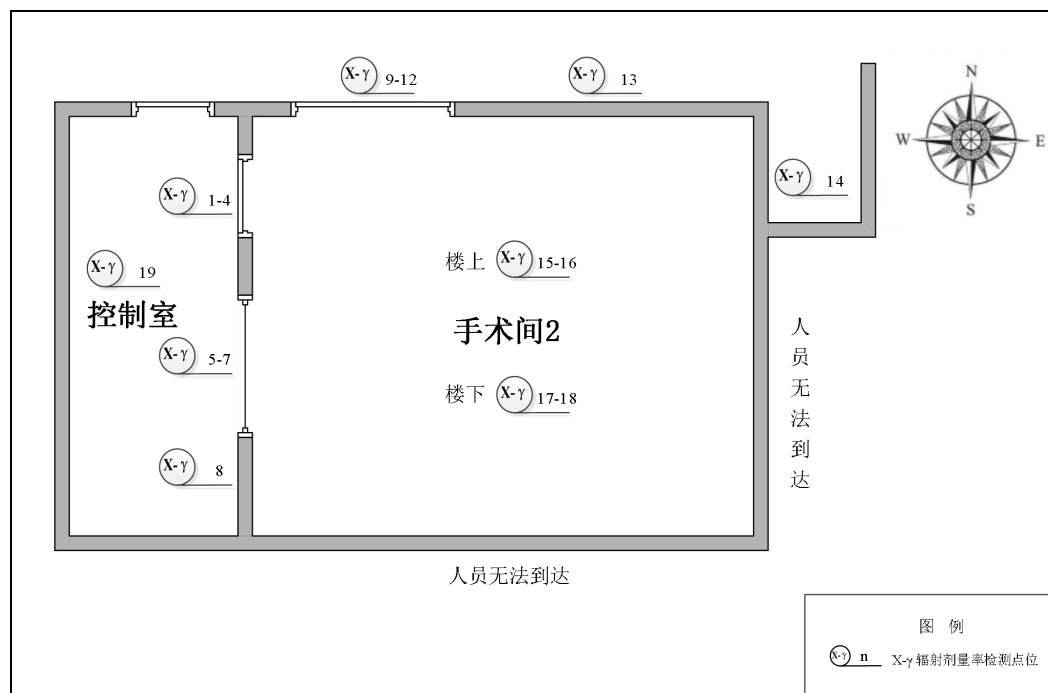


图7-7 DSA机房导管2室周围X-γ辐射剂量率监测布点图

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

目前邳州市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计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据建设单位提供的近一年度个人累计剂量监测报告（2021 年 5 月-2022 年 5 月，报告编号为：（个）2021450（XZ）、（个）2021800（XZ）、个 2022059、个 2022290，其辐射工作人员个人累积剂量监测及预算结果见表 7-11。

表 7-11 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓名	岗位	2021年		2022年		截止验收监测 人员年受照剂量 (mSv/a)	管理 目标值 (mSv/a)
		第三季度	第四季度	第一季度	第二季度		
放射治疗							
		<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
		<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
		<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
		<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
		<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
		<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
核医学							
		0.0319	0.0474	0.0319	0.0319	<MDL	5
		<MDL	<MDL	<MDL	0.1119	0.1119	5
		<MDL	0.2278	<MDL	<MDL	0.2278	5
		<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
介入科							

	<MDL	0.2055	<MDL	<MDL	0.2055	5
	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	5
	0.0319	0.0403	0.0319	0.0319	0.1360	5

根据新建医用直线加速器、核医学科及 DSA 项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算。本项目医用直线加速器年出束时间约 1000h；SPECT/CT 机房内检查约为 2000h、注射室内注射约为 250h、药物分装约为 300h、注射候诊时间约为 900h；2 台 DSA 出束时间约为 200h；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 7-12。

表 7-12 本项目周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

关注点位	最大监测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员性质	居留 因子	年工作 时间 (h)	人员年有效 剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)	
直线 加速器 1号 机房	操作位	0.10	职业人员	1	1000	0.10	5
	防护门外	0.19	职业人员	1/8	1000	0.02	5
			公众	1/8	1000	0.02	0.1
	东墙外	0.13	职业人员	1	1000	0.13	5
	南墙外	0.15	职业人员	1	1000	0.15	5
	北墙外	0.17	职业人员	1/16	1000	0.01	5
	西墙外	0.16	职业人员	1/2	1000	0.08	5
	上方	0.19	公众	1/16	1000	0.01	0.1
直线 加速器 2号 机房	操作位	0.11	职业人员	1	1000	0.11	5
	防护门外	0.15	职业人员	1/8	1000	0.02	5
			公众	1/8	1000	0.02	0.1
	东墙外	0.13	公众	1/5	1000	0.03	5
	南墙外	0.17	公众	1/5	1000	0.03	5

	北墙外	0.13	公众	1/5	1000	0.03	5
	西墙外	0.15	职业人员	1	1000	0.58	5
	上方	0.16	公众	1/16	1000	0.02	0.1
	分装位	0.15	职业人员	1	300	0.04	5
	注射位	0.19	职业人员	1	250	0.05	5
	候诊室1	0.14	公众	1/16	900	<0.01	0.1
	候诊室2	0.14	公众	1/16	900	<0.01	0.1
SPECT/CT机房	东墙外	0.16	公众	1/5	2000	0.06	0.1
	南墙外	0.16	职业人员	1		0.32	5
	西墙外	0.18	公众	1/5		0.07	0.1
	北墙外	0.17	职业人员	1		0.34	5
	北门外	0.17	职业人员	1		0.34	5
			公众	1/16		0.02	0.1
	东门外	0.21	职业人员	1		0.42	5
			公众	1/16		0.03	0.1
	上方	0.13	公众	1/16		0.02	0.1
下方	0.13	公众	1/16	0.02	0.1		
DSA机房导管室	操作外	0.12	职业人员	1	200	0.02	5
	东墙外	0.16	职业人员	1		0.03	5
	西墙外	0.16	职业人员	1		0.03	5
	北墙外	0.14	公众	1/5		<0.01	0.1
	北门外	0.27	职业人员	1		0.05	5
			公众	1/16		<0.01	0.1
	上方	0.14	公众	1/16		<0.01	0.1

	下方	0.14	公众	1/16		<0.01	0.1
DSA 机房导管室	操作位	0.15	职业人员	1	200	0.03	5
	西墙	0.15	职业人员	1		0.03	5
	北墙外	0.19	公众	1/5		<0.01	0.1
	北门外	0.25	职业人员	1		0.05	5
			公众	1/16		<0.01	0.1
	上方	0.16	公众	1/16		<0.01	0.1
	下方	0.12	公众	1/16		<0.01	0.1

注：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， U 为使用因子（取值参照环评文件）。

由表 7-11 可知，根据邳州市人民医院提供的个人累积剂量监测报告，结果显示本项目辐射工作人员原有个人累积剂量最大为 0.23mSv/a。由表 7-12 可知，根据现场实际监测结果显示，本项目辐射工作人员有效剂量最大分别为 0.58mSv/a（已扣除环境本底剂量），则本项目运行后，叠加本项目产生的辐射影响，辐射工作人员的有效剂量最大为 0.81mSv/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，计算方法同辐射工作人员。计算结果见表 7-12。由表可知，公众年有效剂量最大为 0.07mSv/a（已扣除环境本底剂量），低于本项目周围公众个人剂量管理目标值。

综上所述，本项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测及个人剂量监测受照剂量预算结果计算为：辐射工作人员有效剂量最大为 0.81mSv/a，周围公众年有效剂量最大为 0.07mSv/a（已扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a），与环评文件一致。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

邳州市人民医院新建医用直线加速器、核医学科及 DSA 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)邳州市人民医院在医技楼东侧负一层放疗中心新建 2 座医用直线加速器机房并于 1 号机房配备 1 台医科达 Axesse 型医用直线加速器,2 号机房配备 1 台瓦里安 VITALBEAM 型医用直线加速器,均用于肿瘤的放射治疗;在医技楼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 SPECT/CT 机房及相关辅助用房),机房配备 1 台 Symbia Intevo 16 型 SPECT/CT(使用^{99m}Tc 放射性核素)用于开展核素显像诊断,属于丙级非密封放射性物质工作场所;在病房楼七层新建 2 座 DSA 机房并于导管 1 室配备 1 台 UNIQ FD20 型 DSA,导管 2 室配备 1 台 UNIQ FD20 型 DSA;目前医技楼一层 DSA 机房未安装设备。

本次验收项目中环评中未建设完成部分,待其建设完成后另行履行环保手续。

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》及其环评批复范围内;

2)本次邳州市人民医院新建医用直线加速器、核医学科及 DSA 项目工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实。在正常工作条件下运行时,工作场所周围所有监测点位的 X- γ 辐射剂量率、 β 放射性表面污染水平、机房内通风口风速、通风橱风速均能满足《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)、《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)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)本项目医用直线加速器机房防护门处设置当心电离辐射警告标志及工作状态指示灯,设有门机联锁装置,控制室、治疗室内均设有急停按钮,操作台

上设有影像监控对讲装置，医院为 2 件医用直线加速器机房均配备有 1 套固定式剂量报警仪，显示终端安装在控制室内；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）的要求；满足环评和环评批复的要求；

本项目核医学科工作场所控制区和监督区划分明显，能有效避免受检者误入或非正常受照；本项目 SPECT/CT 机房防护门、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 SPECT/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；SPECT/CT 机房控制室操作台上及机房内设备上均设有急停按钮；SPECT/CT 机房与控制室内设置双向语音对讲装置，医院在核医学科候诊室、患者通道、SPECT/CT 机房、分装室等关键位置设置了监控摄像装置，对受检者进行全程监控，监控显示终端设置在 SPECT/CT 控制室内，辐射工作人员在控制室可以随时监控受检者的情况，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求；

5) 放射性三废处置情况：核医学科设有通风橱及专用通风管道，通风管道延伸至医技楼顶部；核医学科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；核医学科建有衰变系统，放射性废水由独立下水管道统一汇流入衰变系统中；

6) 非放射性三废处置情况：本项目医用直线加速器机房、SPECT/CT 机房和 DSA 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；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 套固定式剂量报警仪、3 台辐射巡测仪、1 台表面污染仪及 12 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，配备了防护铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品；满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学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）的要求；

8) 本项目 7 名工作人员已报名参加培训, 因疫情原因推迟培训, 通过考核前暂不参与相关辐射工作, 其余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; 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, 邳州市人民医院新建医用直线加速器、核医学科及 DSA 项目与环评报告内容及批复要求一致。本次验收邳州市人民医院新建医用直线加速器、核医学科及 DSA 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验收。

建议:

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

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