

江苏省苏北人民医院
改扩建放射诊疗项目
竣工环境保护验收监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2024）第042号

建设单位：江苏省苏北人民医院

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二四年九月

建设单位法人代表：

编制单位法人代表

项目负责人：

填表人：

建设单位（盖章）：江苏省苏北人民医
院

电话：18051060234

传真：

邮编：225001

地址：江苏省扬州市广陵区南通路98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：

邮编：210003

地址：南京市鼓楼区建宁路61号中
央金地广场1幢1317室

目 录

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 表一 建设项目基本情况..... | 1 |
| 表二 建设项目工程分析..... | 12 |
| 表三 辐射安全与防护设施/措施..... | 22 |
| 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 | 42 |
| 表五 验收监测质量保证及质量控制..... | 47 |
| 表六 验收监测内容..... | 48 |
| 表七 验收监测期间生产工况..... | 50 |
| 表八 验收监测结论..... | 59 |
| 附件1：项目委托书..... | 61 |
| 附件2：项目环境影响报告表主要内容..... | 62 |
| 附件3：本项目环评批复..... | 74 |
| 附件4：辐射安全许可证正副本复印件..... | 76 |
| 附件5：辐射安全管理机构及制度..... | 88 |
| 附件6：辐射工作人员培训证书及健康证明..... | 101 |
| 附件7：个人剂量监测报告..... | 121 |
| 附件8：竣工环保验收监测报告..... | 157 |
| 附件9：验收监测单位CMA资质证书..... | 166 |
| 建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表 | 167 |

表一 建设项目基本情况

| | | | | | |
|--|---|--------------------|------------------|------|-----|
| 建设项目名称 | 江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目竣工环境保护验收 | | | | |
| 建设单位名称 | 江苏省苏北人民医院 (统一社会信用代码: 12321000468830683C) | | | | |
| 建设项目性质 | <input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役 | | | | |
| 建设地点 | 江苏省扬州市南通西路98号江苏省苏北人民医院内 | | | | |
| 源项 | 放射源(类别) | 非密封放射性物质 (场所等级) | 射线装置 (类别) | 退役项目 | |
| | / | / | II类 | / | |
| 建设项目 环评批复时间 | 2022年6月24日 | 开工建设时间 | 2022年7月 | | |
| 重新申领辐射安 全许可证时间 | 2023年11月2日 | 项目投入运行时间 | 2023年12月 | | |
| 退役污染治理 完成时间 | / | 验收现场监测时间 | 2024年9月25日 | | |
| 环评报告表 审批部门 | 江苏省生态环境 厅 | 环评报告表 编制单位 | 南京瑞森辐射技术有限 公司 | | |
| 辐射安全与防护 设施设计单位 | / | 辐射安全与防护设 施施工单位 | / | | |
| 投资总概算 | 1500万元 | 辐射安全与防护设 施投资总概算 | 150万元 | 比例 | 10% |
| 实际总概算 | 1500万元 | 辐射安全与防护设 施实际总概算 | 150万元 | 比例 | 10% |
| 建设内容: 本项目环评规划为: 拟在8号楼放疗中心2号机房新增1台医用电子直线加速器, 并在门诊二楼介入中心4#DSA机房内配备1台DSA。 | | | | | |
| 验收依据 | 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度: (1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 2015年1月1日起实施; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正版), 2018年12月29日发布施行; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003年10月1日起施行; | | | | |

- (4) 《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；
- (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；
- (9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145 号文）；
- (10) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；
- (11) 《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；
- (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；
- (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；
- (14) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，生态环保部公告[2018]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发。

建设项目竣工环境保护验收技术规范：

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；
- (2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；
- (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；
- (4) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》

| |
|---|
| <p>(HJ 1326-2023)；</p> <p>(5) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)；</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) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)；</p> <p>(9) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)。</p> <p>建设项目环境影响报告书(表)及其审批部门审批文件：</p> <p>(1) 《江苏省苏北人民医院改扩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，2022年4月。见附件2；</p> <p>(2) 《关于江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目环境影响报告表的批复》，江苏省生态环境厅，审批文号：(苏环辐(表)审〔2022〕26号，2022年6月24日。见附件3。</p> |
|---|

人员年受照剂量限值：

(1) 人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：

表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

| 对象 | 剂量限值 |
|------|---|
| 职业照射 | 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 |
| 公众照射 | 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高至5mSv。 |

(2) 根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量约束值，本项目剂量约束值见表1-2。

验收执行
标准

表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量约束值

| 项目名称 | 适用范围 | 剂量约束值* |
|--------------------|----------|----------|
| 江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目 | 职业照射有效剂量 | 5mSv/a |
| | 公众有效剂量 | 0.1mSv/a |

工作场所辐射剂量率控制水平

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求：

6.3.1机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求；

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

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

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《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目DSA工作场所布局应遵循下述要求：

应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求，本项目医用直线加速器工作场所布局应遵循下述要求：

5.1 选址与布局

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。

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。

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。

5.2 分区原则

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。

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）。

8.4 气态废物管理要求

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

工作场所放射防护安全要求：

本项目DSA机房防护设施应满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求：

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

表2 DSA机房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 |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| 双管头或多X射线设备 ^a (含C形臂) | 30 | 4.5 |

^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。

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 DSA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 |

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。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

7 X射线设备操作的防护安全要求

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备操作的防护安全要求。

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用X射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合GBZ 128的规定。

7.8.5 移动式C形臂X射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人

身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），本项目医用直线加速器机房应满足下述要求。

6 放射治疗场所辐射安全与防护要求

6.1 屏蔽要求要求

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于10MV的X射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面30cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面30cm处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列1)和2)所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

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

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

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

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

| | |
|--|--|
| | <p>人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$；</p> <p>人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$。</p> <p>b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。</p> <p>c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。</p> <p>6.1.5 使用中子源开展后装治疗的治疗室内应配备符合需要的应急贮源水池或聚乙烯罐等满足中子屏蔽的措施，保障放射源的安全暂存，并实行双人双锁管理。</p> <p>6.2 安全防护设施和措施要求</p> <p>6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；</p> <p>b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；</p> <p>c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。</p> <p>6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。</p> <p>6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：</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输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；</p> <p>d) 质子/重离子治疗装置安全联锁系统还应包括清场巡检系统、门钥匙开关（身份识别系统）。质子/重离子治疗室、加速器大厅和束流输运通道应建立分区清场巡检和束流控制的逻辑关系，清场巡检系统应考虑清场巡检的最长响应时间和分区调试情况的联锁设置。日常清场巡检时，如超出设定的清场巡检响应时间，需重新进行清场巡检；</p> <p>e) 质子/重离子治疗装置应考虑建立调试、检修、运行维护人员的人身安全联锁系统，将调试、检修、运行维护人员的受照剂量与进入控制区的权限实施联锁管控；</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>防护用品及防护设施配置要求：</p> <p>按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目 DSA 机房防护用品及防护设施的配置应满足下述要求：</p> <p>6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">表4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求</p> |
|--|---|

| 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 | — |
| <p>注1：“—”表示不做要求。</p> <p>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。</p> | | | | |
| <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</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:

江苏省苏北人民医院即扬州大学附属江苏省苏北人民医院、南京医科大学扬州临床医学院，位于江苏省扬州市南通西路98号。1994年被原卫生部评定为江苏省首批9家三级甲等综合医院之一，是卫生部国际紧急救援中心网络医院。

江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目建设规模为：在8号楼放疗中心2号机房新增1台医用电子直线加速器，并在门诊二楼介入中心4#DSA机房内配备1台DSA。该项目已于2022年4月完成项目的环境影响评价，于2022年6月24日取得了江苏省生态环境厅关于本项目的环评批复文件(苏环辐（表）审[2022]26号)。实际建设内容主要技术参数与其环评及批复一致。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见附件3。

本次验收，江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目射线装置使用情况见表2-1。

表2-1 江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目基本情况一览表

| 射线装置 | | | | | | | |
|-----------|---------------|----|---------------------------------------|----|------|-----------------|-----------|
| 装置名称 | 型号 | 数量 | 技术参数 | 类别 | 活动种类 | 工作场所名称 | 备注 |
| 医用电子直线加速器 | uRT-Linac306 | 1台 | X射线能量：6MV； 1m处常用最高剂量率：1400cGy/min； | II | 使用 | 8号楼放疗中心2号机房 | 放射治疗 |
| DSA | Azurion 7 M20 | 1台 | 125kV/1000mA | II | 使用 | 门诊二楼介入中心4#DSA机房 | 放射诊断及介入治疗 |

截至本次验收，江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目已建设完成，医用直线加速器机房及DSA机房配套的辐射安全防护和环境保护设施、措施同步建设完成，具备竣工环境保护验收条件。

本次验收项目环评时投资总概算为1500万元、辐射安全与防护设施投资总概算为150万元，项目环评审批及实际建设情况见表2-2，由表可知，本项目建设情况及周围环境与环评及其审批意见一致。

表2-2 新建1台PET/CT放射诊断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 | 江苏省扬州市南通西路98号 | | | 江苏省扬州市南通西路98号 | 与环评一致 |
| 周围环境 | 8号楼放疗中心 2号机房 | 东侧 | 1号加速器机房 | 1号加速器机房 | 与环评一致 |
| | | 南侧 | 控制室、缓冲区及物理维修室 | 控制室、缓冲区及物理维修室 | 与环评一致 |
| | | 西侧 | 后装治疗室 | 后装治疗室 | 与环评一致 |
| | | 北侧 | 走廊及3号加速器机房 | 走廊及3号加速器机房 | 与环评一致 |
| | | 楼上 | 无建筑 | 无建筑 | 与环评一致 |
| | | 楼下 | 土层 | 土层 | 与环评一致 |
| | 门诊二楼介入 中心4#DSA机 房 | 东侧 | 污物走廊 | 污物走廊 | 与环评一致 |
| | | 南侧 | 配电间 | 配电间 | 与环评一致 |
| | | 西侧 | 控制室及走廊 | 控制室及走廊 | 与环评一致 |
| | | 北侧 | 设备间 | 设备间 | 与环评一致 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|---------------|------------|------|------|-------------|-------------------------|------------|------|------|-------|---------|
| | | 楼上 | 诊室 | | | | 诊室 | | | | 与环评一致 | |
| | | 楼下 | 中药房及排风机房 | | | | 中药房及排风机房 | | | | 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 | 活度种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数 | 类别 | 活度种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| 非密封放射性物质 | | | | | | | | | | | | |
| 核素名称 | 环评建设规模 | | | | | 实际建设规模 | | | | | | |
| | 日最大操作量 (Bq) | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (Bq) | 活动种类 | 使用场所 | 日最大操作量 (Bq) | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (Bq) | 活动种类 | 使用场所 | | |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | | |
| 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 | | |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|------|---------------------------------------|-------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------------|-----|-----------------|
| 医用电子直线加速器 | uRT-Linac306 | 1台 | X射线能量：6MV； 1m处常用最高剂量率：1400cGy/min； | II类 | 8号楼放疗中心2号机房 | uRT-Linac306 | 1台 | X射线能量：6MV； 1m处常用最高剂量率：1400cGy/min； | II类 | 8号楼放疗中心2号机房 |
| DSA | Azurion 7 M20 | 1台 | 125kV/1000mA | II类 | 门诊二楼介入中心4#DSA机房 | Azurion 7 M20 | 1台 | 125kV/1000mA | II类 | 门诊二楼介入中心4#DSA机房 |
| 废弃物 | | | | | | | | | | |
| 名称 | 环评建设规模 | | | | | | | | | 实际建设规模 |
| | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年排放总量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向 | | |
| 臭氧、氮氧化物 | 气态 | / | / | 少量 | 少量 | / | 不暂存 | 直接进入大气，臭氧在常温常压约50min可自行分解为氧气 | | 与环评一致 |
| 介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料 | 固态 | / | / | 约10kg | 约120kg | / | 暂存在机房内的废物桶内 | 手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置 | | 与环评一致 |

源项情况

一、辐射污染源项

1、医用电子直线加速器项目

由本项目工程分析和产污环节可知，医用直线加速器项目主要产生以下放射性污染：

1) X射线：当加速器以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。该院购置的直线加速器X射线最大能量为6MV，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：当加速器按电子束模式运行时，从电子枪里发出来的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，电子线对周围环境辐射影响小于X射线治疗。

2、DSA项目

由本项目工作原理和 workflows 可知，DSA主要产生以下污染：

电离辐射：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，DSA是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。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。

二、非辐射污染源项

1、废水

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。

2、固废

本项目工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，定期交由城市环卫部门处理。

3、废气

本项目无其他废气产生。

工程设备与工艺分析：

一、医用电子直线加速器项目

1、工作原理

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。

医用电子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射线治疗。

江苏省苏北人民医院配备的uRT-Linac306型医用电子直线加速器，X射线能量 $\leq 10\text{MV}$ ，无电子线。依据《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/T201.2-2011）规定（§4.3.2.5），当加速器X射线 $\leq 10\text{MV}$ 时，中子的影响可忽略，对外环境的影响主要考虑韧致辐射发射的X射线。本项目医用电子直线加速器示意图见图2-1。



图2-1 本项目医用直线加速器示意图

2、工作流程及产污环节

(1) 进行定位：先通过模拟定位机（医院现有CT室，已许可）对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位。

(2) 制订治疗计划：根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。

(3) 固定患者体位：在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位，标记，调整照射角度及射野。

(4) 技师离开治疗室，进入控制室，根据TPS计划进行出束治疗；

(5) 治疗结束后，关机，打开治疗室防护门，患者离开治疗室。

医用直线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间时，电子束对周围环境辐射影响小于X射线治疗。因此，本项目直线加速器开机期间，产生的X射线为主要辐射环境污染因素。

有害气体：在加速器开机运行时，产生的X射线与空气中氧气相互作用可产生少量臭氧和氮氧化物。医用直线加速器放疗流程及产污环节如图2-2所示。

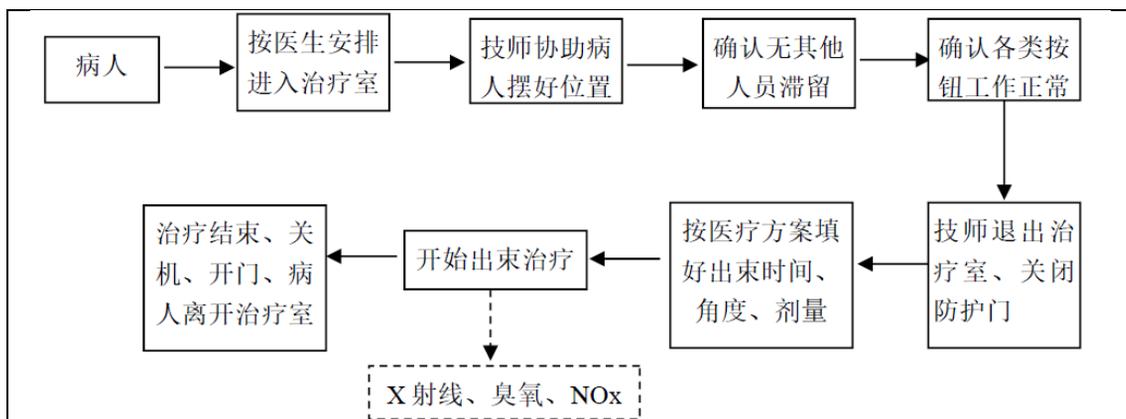


图2-2医用直线加速器放疗流程及产污环节示意图

二、DSA项目

1、工作原理

DSA 主要由五部分构成：X 射线发生装置、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和检查床、影像存储和传输系统。

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

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

江苏省苏北人民医院配备的 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA，最大管电压为

125kV，最大管电流为 1000mA。该型号 DSA 设备外观见图 2-3。



图2-3 本项目DSA示意图

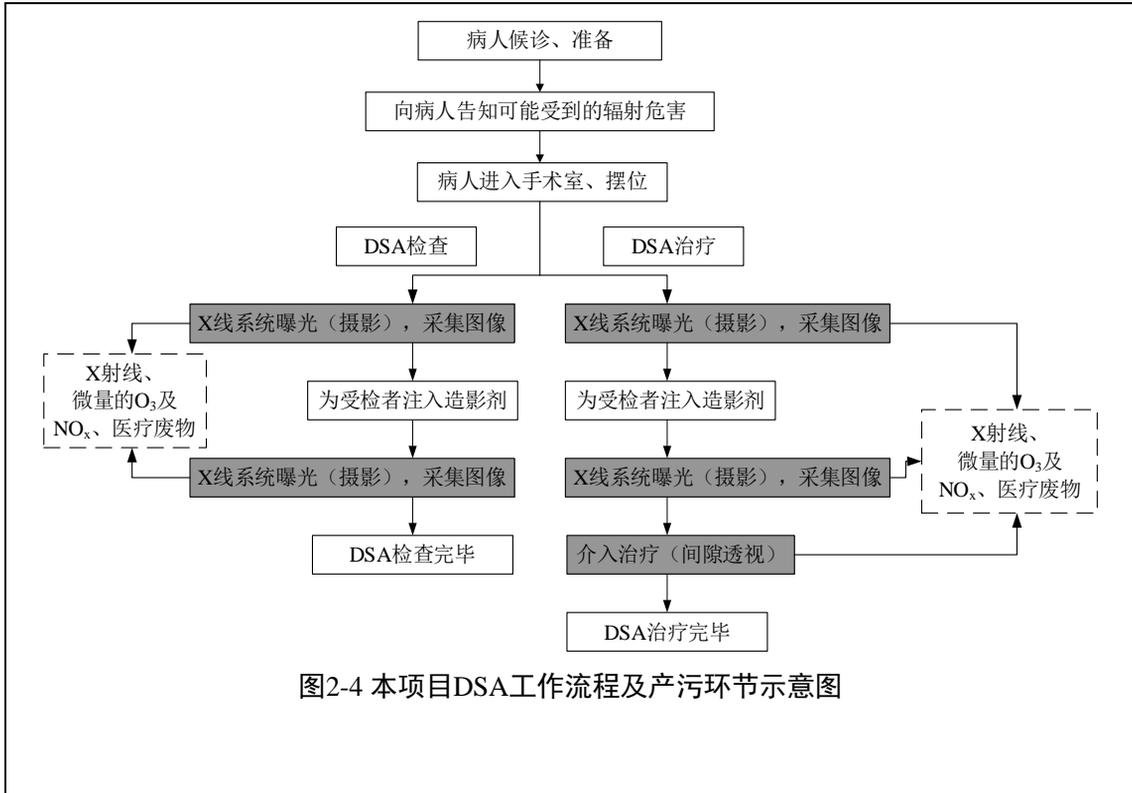
2、工作流程及产污环节

本项目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分析见图 2-4。



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、医用电子直线加速器项目**

布局：江苏省苏北人民医院本项目医用电子直线加速器机房位于放疗中心2号机房，于机房内配备1台医用直线加速器（型号：uRT-Linac306，X射线能量为6，无电子线），用于肿瘤的放射治疗。

医用电子直线加速器机房设置有“L”型迷路，迷路口设有防护门，治疗室面积约40.8m²（不含迷路）；医用直线加速器2号机房东侧为1号加速器机房，南侧为控制室、缓冲区及物理维修室，西侧为后装治疗室，北侧为走廊及3号加速器机房，上方无建筑，下方为土层。

本项目选址及布局与环境影响报告表内容及其批复要求基本一致，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。

辐射防护分区：本项目将屏蔽产生射线的医用电子直线加速器机房作为辐射防护控制区，严格控制人员进出，并在机房入口处设置电离辐射警告标志；拟将控制室、水冷机房等与机房相邻的区域作为辐射防护监督区。本项目加速器机房平面布置及分区见图3-1。

本次验收医用直线加速器工作场所辐射防护分区划分明确，布局基本合理，工作场所布局与环境影响报告表内容及其批复要求基本一致，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

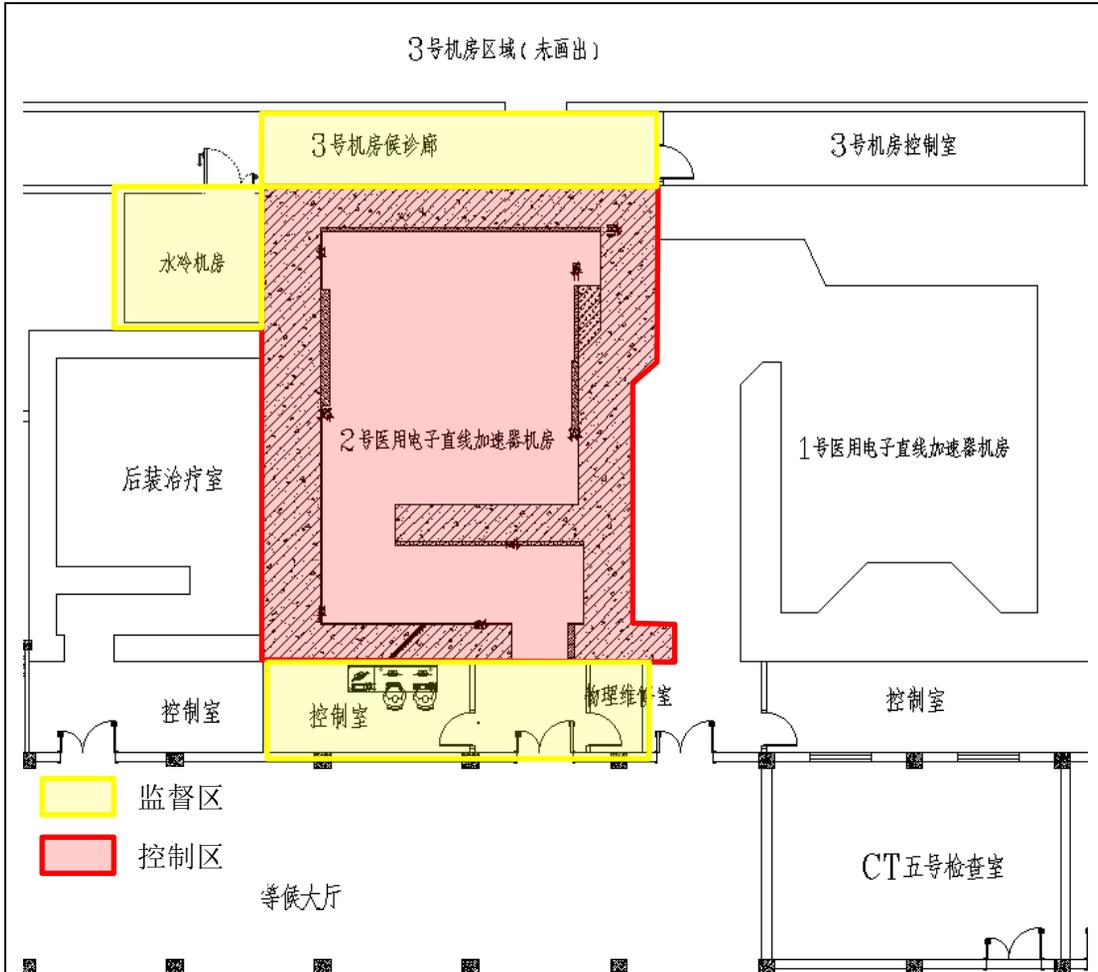


图3-1 本项目医用电子直线加速器工作场所分区示意图

2、DSA项目

布局：江苏省苏北人民医院在门诊楼二楼4#DSA室配备1台DSA（型号：Azurion 7 M20，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。DSA配套独立用房，由DSA机房和控制间组成，且DSA机房与控制间分开布置，符合《放射诊断放射防护要求》（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，机房相邻的控制室、洗手池及设备机房划为监督区，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3-2。

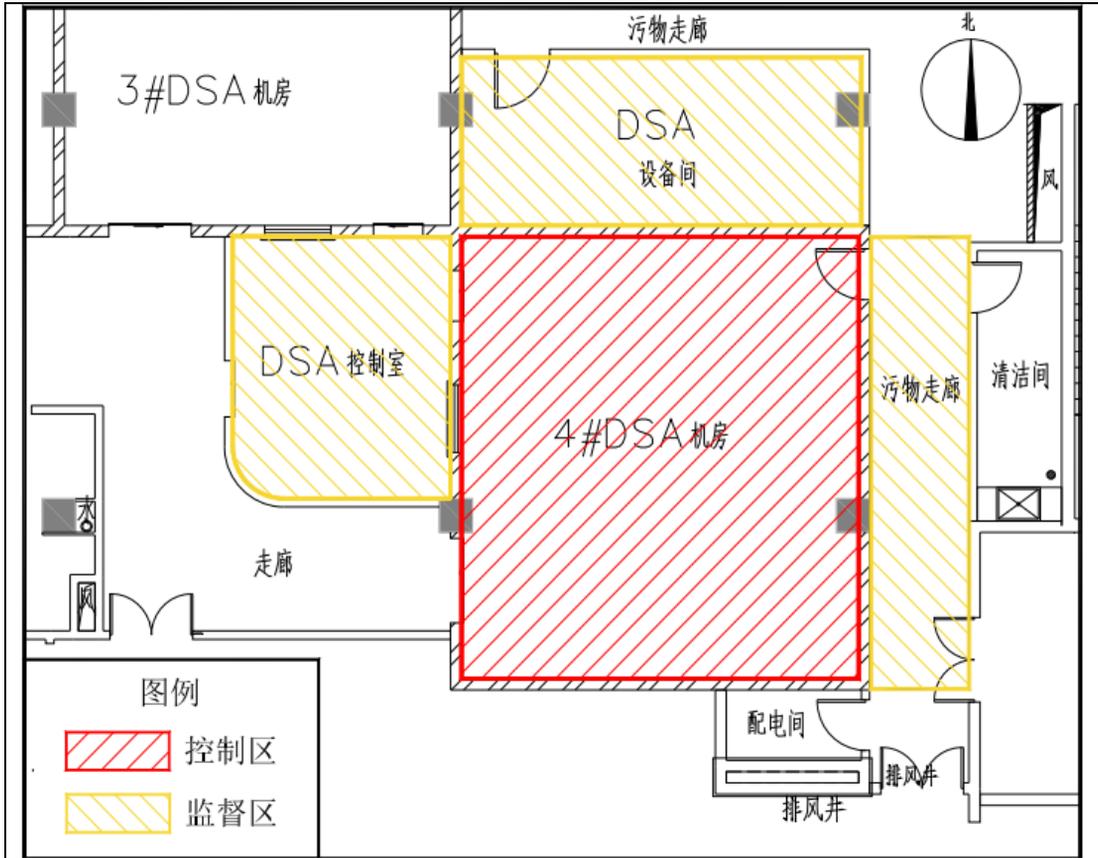


图3-2 本项目DSA工作场所分区示意图

二、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目医用电子直线加速器机房屏蔽设计见表3-1，4#DSA机房屏蔽设计参数见表3-2。

表 3-1 加速器 2 号机房屏蔽防护落实情况一览表

| 屏蔽防护设计 | | 屏蔽设计（厚度及材质）* | | |
|--------|------|--|--|-----|
| | | 环评要求防护设计 | 落实情况 | 备注 |
| 东墙 | 主屏蔽 | 北段：1.95m 厚混凝土+80mm 铅砖（宽度为1.5m） 南段：1.39m~1.95m 厚混凝土+80~162mm 铅砖（宽度为1.991m） | 北段：1.95m 厚混凝土+80mm 铅砖（宽度为1.5m） 南段：1.39m~1.95m 厚混凝土+80~162mm 铅砖（宽度为1.991m） | 已落实 |
| | 次屏蔽 | 1.39m~1.40m 厚混凝土 | 1.39m~1.40m 厚混凝土 | 已落实 |
| 南墙 | 迷道内墙 | 0.90m 砼+90mm 铅砖 | 0.90m 砼+90mm 铅砖 | 已落实 |
| | 迷道外墙 | 1.10m 砼+50mm 铅砖 | 1.10m 砼+50mm 铅砖 | |
| 西墙 | 主屏蔽 | 1.40m 砼+195mm 铅砖（宽度为2.8m） | 1.40m 砼+195mm 铅砖（宽度为2.8m） | 已落实 |
| | 次屏蔽 | 1.40m 砼+31mm 铅砖 | 1.40m 砼+31mm 铅砖 | 已落实 |
| 北墙 | 次屏蔽 | 1.00m 砼+110mm 铅砖 | 1.00m 砼+110mm 铅砖 | 已落实 |
| 屋顶 | 主屏蔽 | 2.50m 砼（宽度为3.5m） | 2.50m 砼（宽度为3.5m） | 已落实 |
| | 次屏蔽 | 1.40m 砼 | 1.40m 砼 | 已落实 |
| 防护门 | | 15mm 铅当量+150mm 含硼5%聚乙烯（1 扇） | 15mm 铅当量+150mm 含硼5%聚乙烯（1 扇） | 已落实 |

表 3-2 4#DSA 机房屏蔽防护落实情况一览表

| 屏蔽防护设计 | | 屏蔽设计（厚度及材质）* | | |
|--------|--|------------------------|------------------------|-----|
| | | 环评要求防护设计 | 落实情况 | 备注 |
| 四周墙体 | | 200mm 石膏板+ 2mm 铅板 | 200mm 石膏板+ 2mm 铅板 | 已落实 |
| 顶面 | | 150mm 混凝土楼板+2mm 铅板 | 150mm 混凝土楼板+2mm 铅板 | 已落实 |
| 地面 | | 150mm 混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥 | 150mm 混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥 | 已落实 |
| 观察窗 | | 3mm 铅当量铅玻璃（1 扇） | 3mm 铅当量铅玻璃（1 扇） | 已落实 |
| 防护门 | | 3mm 铅防护门（3 扇） | 3mm 铅防护门（3 扇） | 已落实 |

表 3-3 4#DSA 机房屏最小面积及单边长度一览表

| 设备机房 | 机房实际面积（m ² ） | 最小单边长度（m） | 最小有效面积要求（m ² ） | 最小单边长度要求（m） | 评价 |
|---------------|-------------------------|-----------|---------------------------|-------------|----|
| 门诊楼二楼 4#DSA 室 | 51.8 | 6.6 | 20 | 3.5 | 满足 |

由表3-1至表3-3可知，本项目加速器机房和DSA机房屏蔽设施建设情况与环评设计情况一致，已落实屏蔽防护建设。

三、辐射安全与防护措施

1、医用电子直线加速项目

(1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目加速器机房入口处设置有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句。工作状态指示灯及电离辐射警告标志见图3-3。



图 3-3 本项目加速器机房电离辐射警告标志及工作状态指示灯

(2) 门灯联锁及相关设置

本项目加速器机房防护门（电动防护门）上方设置有工作状态指示灯，工作状态指示灯、防护门和加速器设备组成联锁，现场检测联锁有效。加速器机房防护门设置有防夹装置和紧急开门装置，现场检测有效。

(3) 视频监控装置及对讲系统

医院为防止治疗过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，已在加速器操作台上配备了对讲装置和视频监控系统。通过影像监控系统可以监视机房内患者的情况，经现场核查，对讲系统运行正常。加速器影像监控装置和对讲装置现场照片见图 3-4。





图 3-4 本项目加速器机房视频监控装置及对讲系统设置

(4) 急停按钮

本项目加速器控制室、机房内设备上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，经现场核查有效。本项目加速器机房内及控制台急停按钮现场照片见图3-5。





图3-5 本项目加速器机房控制室及治疗室内急停按钮设置

(5) 固定式剂量报警仪

本项目加速器机房配备有固定式报警仪，其中将剂量探头安置在机房迷道线缆沟内，显示终端设置在控制室内。本项目加速器机房固定式剂量报警仪现场照片见图3-6。

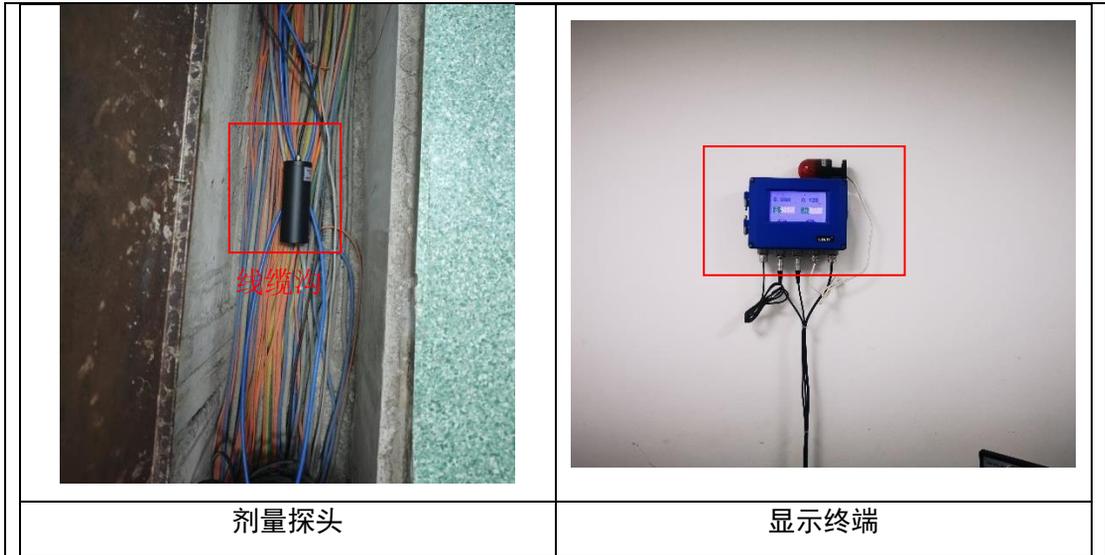


图3-6 本项目加速器机房配备固定式剂量报警仪

(6) 非放污染防治

经验证检查，本项目加速器机房通过新风系统和排风机进行通风换气，新风口设置于机房西南和东南角天花板上，排风口设置于治疗室西北角，排风口下沿距地面约10cm处，排风口使用强排风通向医院排烟风管道最后排向室外。排风口尺寸均约为28cm×28cm，排风口排风速率约为4.73m/s，治疗室容积约为190.75m³，由此可知治疗室内空气每小时交换次数为7次/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中放射治疗机房通风换气次数应不小于4次/h和进风口与排风口成对角设置要求。本项目加速器机房通风口照片见图3-7。





加速器通风管室外示意图

图3-7 本项目加速器机房治疗室内通风设置

(7) 人员监护监

医院为本项目配备4名辐射工作人员（名单见表3-4），为医院放疗中心原有加速器工作人员，满足本项目放射治疗配置要求。本项目辐射工作人员均已参加相关部门组织的辐射安全与防护培训，并且考核均为合格。本项目辐射工作人员培训证书及健康证明见附件6。

表3-4 本项目加速器配备的职业人员名单

| 姓名 | 性别 | 工种 | 培训合格证书编号 | 有效期 | 工作场所 |
|-----|----|-----|---------------|------------|---------|
| 李军 | 男 | 物理师 | FS23JS0200800 | 2028.10.27 | 2号加速器机房 |
| 张先稳 | 男 | 医生 | FS23JS0200799 | 2028.10.27 | 2号加速器机房 |
| 凌莹 | 女 | 技师 | FS20JS0200181 | 2028.10.27 | 2号加速器机房 |

| | | | | | |
|----|---|----|---------------|------------|---------|
| 颜菲 | 女 | 护士 | FS24JS0200183 | 2029.05.21 | 2号加速器机房 |
|----|---|----|---------------|------------|---------|

医院已安排工作人员进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件6、附件7。医院已为本项目配备1台辐射巡测仪，2台个人剂量报警仪，见图3-8。医院为本项目工作人员配备了个人剂量计，辐射工作人员均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。



图 3-8 本项目配备辐射剂量检测仪器

2、DSA项目

(1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目DSA机房患者入口处设置有电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句，同时医护防护门上也设置有电离辐射警告标志，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》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。DSA机房工作状态指示灯、电离辐射警告标志及放射防护注意事项告知牌见图3-9。



图 3-9 本项目 4#DSA 机房电离辐射警告标志及工作状态指示灯

(2) 闭门和防夹装置

本项目患者防护门和医护防护门均为电动推拉门，其中，患者防护门设有防夹装置及曝光时关闭机房门的管理措施闭门装置，医护防护门设有自动闭门装置。

(3) 门灯有效关联

本项目 DSA 机房的工作状态指示灯能与机房门有效关联，防护门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查门灯联锁装置运行正常。

(4) 观察窗及对讲装置

医院在 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 DSA 机房观察窗见图 3-10。

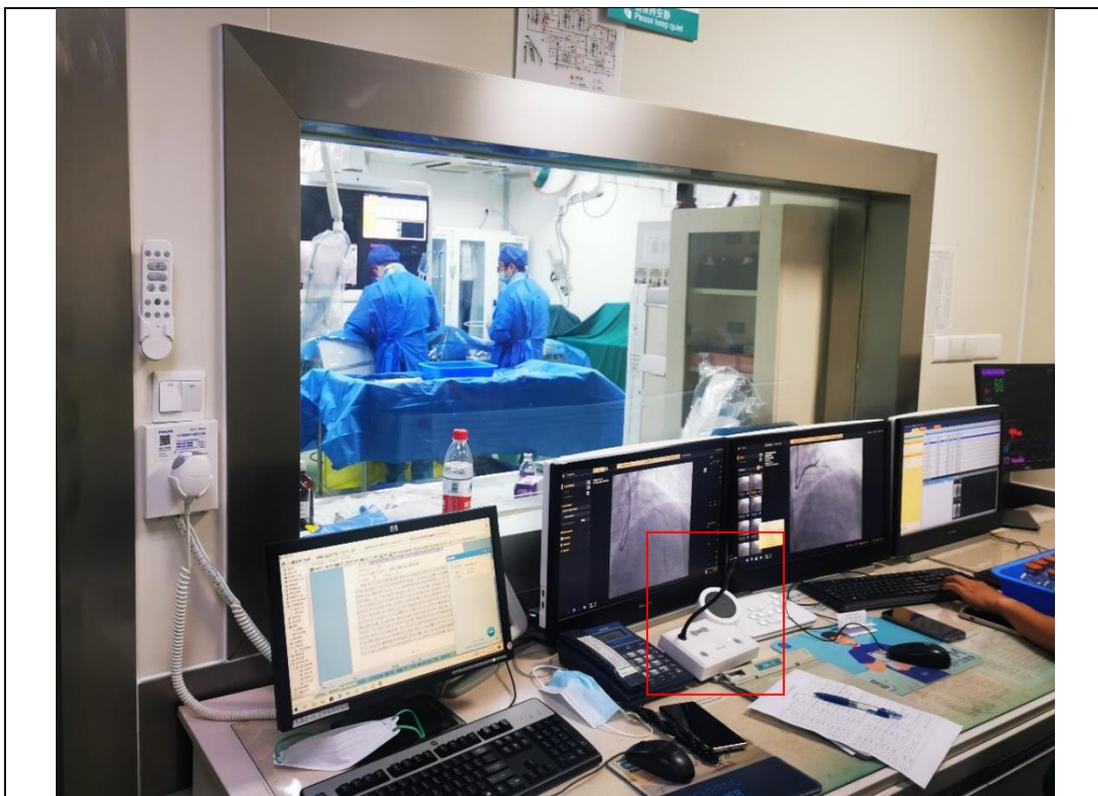


图 3-10 本项目 4#DSA 机房设置观察窗及对讲装置

(5) 急停按钮

本项目DSA机房内病床上设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备。经验证检查，按下DSA设备上的急停开关，DSA即可停止出束。急停装置见图3-11。



图3-11 本项目DSA机房内病床上急停按钮

(6) 人员监护

医院为本项目4#DSA机房配备4名辐射工作人员，为医院原有DSA机房工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格。辐射工作人员培训证书见附件6，名单见表3-5。

表3-5 本项目配备的职业人员名单

| 姓名 | 性别 | 专业 | 岗位 | 培训合格证书编号 | 有效期 | 工作场所 |
|-----|----|-------------|----------|---------------|------------|--------|
| 王福安 | 男 | 外科专业 | 外科介入手术医师 | FS20JS0101116 | 2025.08.28 | 4#DSA室 |
| 刘孜卓 | 男 | 内科专业 | 内科介入手术医师 | FS20JS0101329 | 2025.09.24 | 4#DSA室 |
| 葛俊 | 男 | 医学影像和放射治疗专业 | 放射影像医师 | FS20JS0101196 | 2025.09.07 | 4#DSA室 |
| 吴琨 | 女 | 护理专业 | 介入手术护士 | FS20JS0100989 | 2025.08.17 | 4#DSA室 |

(7) 防护用品

医院已为本项目配备1台辐射巡测仪和2台个人剂量报警仪，辐射工作人员均配备了个人剂量计，本项目配备检测仪器见图3-12。

医院已为本项目配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、介入防护手套、铅悬挂防护屏、床侧防护帘等防护用品，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中“介入放射学操作时，需配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等个人防护用品，其数量应满足开展工作需要；对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于0.25mmPb”的要求。本项目配备的个人防护用品见图3-12，清单见表3-6。



辐射巡测仪



个人剂量报警仪



图3-12 本项目配备剂量检测仪器及个人防护用品

表 3-6 本项目配备的个人防护用品清单

| 机房名称 | | 工作人员 | 受检者 | 陪检者 |
|--------------|---------|--|------------------------------------|-----|
| 门诊楼 二楼介入科 | 4#DSA 室 | 4 件 0.5mmPb 铅围裙 4 件 0.5mmPb 铅围脖 4 副 0.5mmPb 铅眼镜 1 副 0.025mmPb 介入防护手套 1 个铅悬挂防护屏 1 件床侧防护帘 | 1 件 0.5mmPb 铅围裙 1 件 0.5mmPb 铅围脖 | / |

(8) 其它环境保护设施

DSA机房内空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目DSA机房采用动力排风装置将臭氧及氮氧化物排入大气，臭氧常

温下50min左右可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。本项目DSA机房设置有通风系统。本项目DSA机房通风系统见图3-13。



图3-13本项目DSA机房通风系统

四、辐射安全管理制度

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

- 1、《苏北人民医院关于调整辐射安全与环境保护管理委员会的通知》
- 2、《放射诊疗工作场所、放射性同位素储存场所安全管理制度》
- 3、《辐射防护和安全保卫制度》
- 4、《操作规程》
- 5、《辐射工作人员岗位职责》
- 6、《设备检修维护制度》
- 7、《放射工作人员培训计划》
- 8、《个人剂量和辐射环境监测方案》
- 9、《射线装置使用登记、台账管理制度》
- 10、《辐射事故应急预案》

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。辐射安全规章管理机构及制度详见附件5。

4.4辐射安全应急措施

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

表3-7 江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目环评及批复落实情况一览表

| 检查项目 | “三同时”措施 | 环评批复要求 | 执行情况 | 结论 |
|-----------|--|---|---|-----|
| 辐射安全管理机构 | 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。 | 满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。 | 已设有辐射安全与防护管理领导小组，见附件5。 | 已落实 |
| 辐射安全和防护措施 | 医用电子加速器屏蔽措施：本项目医用电子直线加速器机房四周墙体均为混凝土+铅砖结构，屋顶为混凝土结构，各项辐射防护屏蔽措施详见表10-2。工作人员和周围公众的年有效剂量符合项目剂量约束值要求。 DSA屏蔽措施：本项目DSA机房辐射防护屏蔽措施详见表10-3。工作人员和周围公众的年有效剂量符合项目剂量约束值要求。 | 严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。 | 屏蔽措施：本项目8号楼放疗中心医用电子加速器2号机房及门诊楼二楼4#DSA机房采用辐射防护屏蔽措施均满足环评要求，见表3-1和表3-2。工作人员和周围公众的年有效剂量符合项目剂量约束值要求。 | 已落实 |
| | 安全措施（警示标志、工作状态指示灯等）：各机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯；机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮。 | 定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，以及个人剂量报警仪等辐射监测设备，确保正常工作。 | 1、本项目医用电子加速器机房入口处设有电离辐射警告标志；机房防护门上方设置工作指示灯；操作室及机房内上设有急停按钮；操作室与机房房间设置视频监控及对讲装置。 2、DSA机房防护门上已粘贴电离辐射警告标志；防护门上方已设置工作指示灯；DSA机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮；操作室与机房之间设有观察窗和对讲装置。 | 已落实 |

| 检查项目 | “三同时”措施 | 环评批复要求 | 执行情况 | 结论 |
|-----------|---|---|---|-----|
| 人员配备 | 医用电子直线加速器项目拟配备辐射工作人员4名，DSA项目拟配备辐射工作人员4名，辐射安全管理人员和辐射工作人员均需参加辐射安全与防护学习及考核，考核合格后上岗。 | 对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。 | 医院为本项目2号加速器机房和4#DSA机房均配备了4名辐射工作人员，且均参加辐射安全培训，考核合格后持证上岗；取得辐射安全合格证书的人员，并定期接受一次再培训。 | 已落实 |
| | 辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（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。 | | 医院已委托扬州市疾病预防控制中心对8名辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，检测报告见附件7。 | 已落实 |
| | 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。 | | 8名辐射工作人员在上岗前进行职业健康体检，体检结论均为“可继续从事原放射工作”，并已建立职业健康档案。 | 已落实 |
| 监测仪器和防护用品 | 拟为医用电子直线加速器项目配备辐射巡测仪1台（利旧），个人剂量报警仪2台，固定式报警仪1台。 | | 已为医用电子直线加速器项目配备辐射巡测仪1台，个人剂量报警仪2台，固定式报警仪1台。 | 已落实 |
| | 拟为DSA项目配备辐射巡测仪1台（利旧），个人剂量报警仪2台。 | | 为DSA项目配备辐射巡测仪1台，个人剂量报警仪2台。 | 已落实 |
| | DSA介入治疗医生配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等，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 | | 已配备铅通风橱，放射性核素操作人员配备铅衣、铅手套、铅眼镜、铅围脖、铅帽等个人防护用品。 | 已落实 |
| 辐射安全管理制度 | 操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。 | 建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。 | 已制定辐射安全制度：《苏北人民医院关于调整辐射安全与环境保护管理委员会的通知》《放射诊疗工作场所、放射性同位素储存场所安全管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《设备检修维护制度》《放射工作人员培训计 | 已落实 |

| 检查项目 | “三同时”措施 | 环评批复要求 | 执行情况 | 结论 |
|------|---------|--------|--|----|
| | | | 划》《个人剂量和辐射环境监测方案》《射线装置使用登记、台账管理制度》《辐射事故应急预案》。详见附件 5。 | |

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、项目概况

为了适应医院发展要求，服务患者，江苏省苏北人民医院拟对院内原有2号加速器机房进行改建，并新增配备一台医用电子直线加速器（型号：uRT-Linac306，X射线最大能量：6MV，属II类射线装置），用于肿瘤的放射治疗；拟在院内门诊楼二层介入中心预留的1座DSA机房（4#DSA机房）内新增使用1台DSA（型号：Azurion 7，最大管电压125kV，最大管电流1000mA，属II类射线装置），用于开展医疗诊断和介入治疗。

二、项目建设的必要性及产业政策符合性

对照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订）和《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012年本）》，本项目不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家和江苏省现行的产业政策。

三、实践正当性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设 and 运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、选址合理性

江苏省苏北人民医院位于江苏省扬州市南通西路98号，医院东侧依次为汶河南路及南门街小区，南侧依次为南通西路及医院宿舍楼，西侧为淮海路、苏农一村及医院宿舍楼，北侧为扬州大学医学院。

医院拟对放疗中心一层原有2号加速器机房进行改建，并新增配备一台医用电子直线加速器，放疗中心位于院内西部，其东侧为二号病房楼及医技楼（医疗综合楼B段），南侧为行政楼，西侧为淮海路（院外道路），北侧为一号病房楼。2号加速器机房东侧为1号加速器机房，南侧为控制室、缓冲区及

物理维修室，西侧为后装治疗室，北侧为走廊及3号加速器机房，上方无建筑，下方为土层。

医院拟在门诊楼二层介入中心建设时预留的1座DSA机房内新增使用1台DSA，门诊楼位于院内南部，其东侧为急诊中心，南侧为全科医生规范化临床培养基地，西侧为院史陈列馆，北侧为医技楼（医疗综合楼B段）。4#DSA机房东侧依次为污物走廊、清洁间、空调机房及楼梯间，南侧为餐厅及休息室，西侧为控制室及走廊，北侧为设备间，上方为诊室，下方为中药房及排风机房等。

本项目2号加速器机房周围50m评价范围内除西侧部分位于医院边界外，其余方向均位于医院边界内，50m评价范围内主要为院内建筑；本项目DSA机房周围50m评价范围均位于医院边界内，50m评价范围内主要为院内建筑，本项目运行后的环境保护目标主要为从事本项目的辐射工作人员、院内其他医务人员、院内病患及公众等。

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

五、辐射环境现状

江苏省苏北人民医院本次改扩建放射诊疗项目拟建址周围本底辐射剂量率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。

六、环境影响评价

江苏省苏北人民医院改、扩建放射诊疗项目拟采取的辐射防护屏蔽措施适当，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《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《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求。根据预测结果，在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，本项目投入运行后对辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众年

有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。

七、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

江苏省苏北人民医院拟将院内原有2号加速器机房进行改建，并新增配备一台医用电子直线加速器；拟于门诊楼预留的1座DSA机房内新增使用1台DSA。本项目设备开机期间，产生的X射线为主要辐射环境污染因素。本项目机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯；射线装置机房内外均设置有急停按钮，符合《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）中的相关要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

八、辐射安全管理评价

江苏省苏北人民医院已设定专门的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。

江苏省苏北人民医院需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。江苏省苏北人民医院拟为医用电子直线加速器项目配备1台辐射巡测仪，2台个人剂量报警仪；拟为DSA项目配备1台辐射巡测仪，2台个人剂量报警仪。此外，医院应根据相关标准要求，为辐射工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，江苏省苏北人民医院改扩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，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行

是可行的。

2、审批部门审批决定

江苏省生态环境厅

苏环辐(表)审[2022]26号

关于江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目 环境影响报告表的批复

江苏省苏北人民医院：

你单位报送的《江苏省苏北人民医院改扩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。项目地点位于扬州市南通西路98号，项目内容：医院对放疗中心原有2号加速器机房进行改建，并新增1台医用直线加速器(X射线最大能量6MV、电子线最大能量20MeV，属II类射线装置)，用于放射治疗；在门诊楼二层介入中心预留的1座DSA机房(4#DSA机房)内新增1台DSA(最大管电压125kV、最大管电流1000mA，属II类射线装置)，用于医疗诊断和介入治疗。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、辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

(三) 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。

(四) 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。

(五) 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。每年对项目周围辐射水平监测1~2次。

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

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



抄送：省核管中心、扬州市生态环境局，南京瑞森辐射技术有限公司。

表五 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、监测单位资质

验收监测单位南京瑞森辐射技术有限公司获得 CMA 资质认证（CMA 证书编号：221020340350），见附件 9。

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。

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。

4、质量控制

本项目验收监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过检验检测机构资质认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件9），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）、《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）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：

（1）X- γ 周围剂量当量率：将辐射剂量仪（型号：AT 1123）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。仪器示数稳定后读取数据，读取间隔不小于10s；

（2）加速器机房排风口风速：将风速仪探头放在排风口处测量风速，保持探头稳定，待仪器示数稳定后读取数据。

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

1、监测项目

根据本项目污染源特征，本次竣工验收监测项目确定为：

- (1) 工作场所X- γ 周围剂量当量率；
- (2) 加速器机房通风口风速。

2、监测点位

对2号加速器机房、4#DSA机房工作场所及周围环境布设监测点，特别关注控制区边界，监测X- γ 空气吸收剂量率；在加速器机房排风口测量通风风速。

监测布点详见图6-1和图6-2。

3、监测仪器

监测仪器见表 6-1。

表6-1 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 | 辐射剂量仪 | AT1123 | NJRS-137 | 能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2024-0089730 检定有效期限：2024.8.28~2025.8.27 |
| 2 | 风速仪 | HT625B | NJRS-136 | 测量范围：0~20m/s 检定证书编号：H2024-0048265 检定有效期限：2024.5.17~2025.5.16 |

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）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求进行监测、分析。

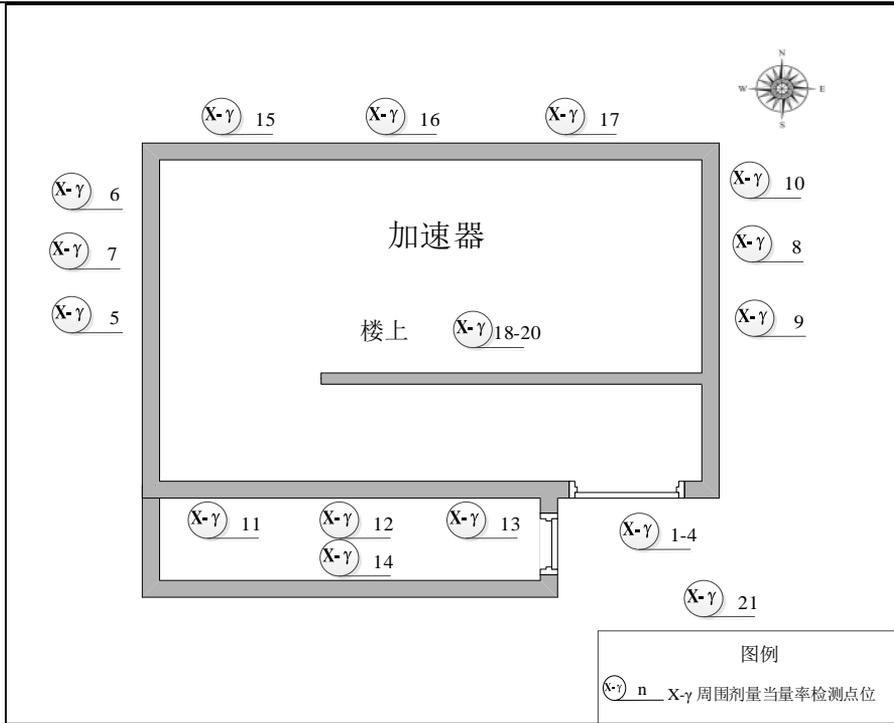


图6-1 2号加速器机房外X-γ剂量当量率监测布点图

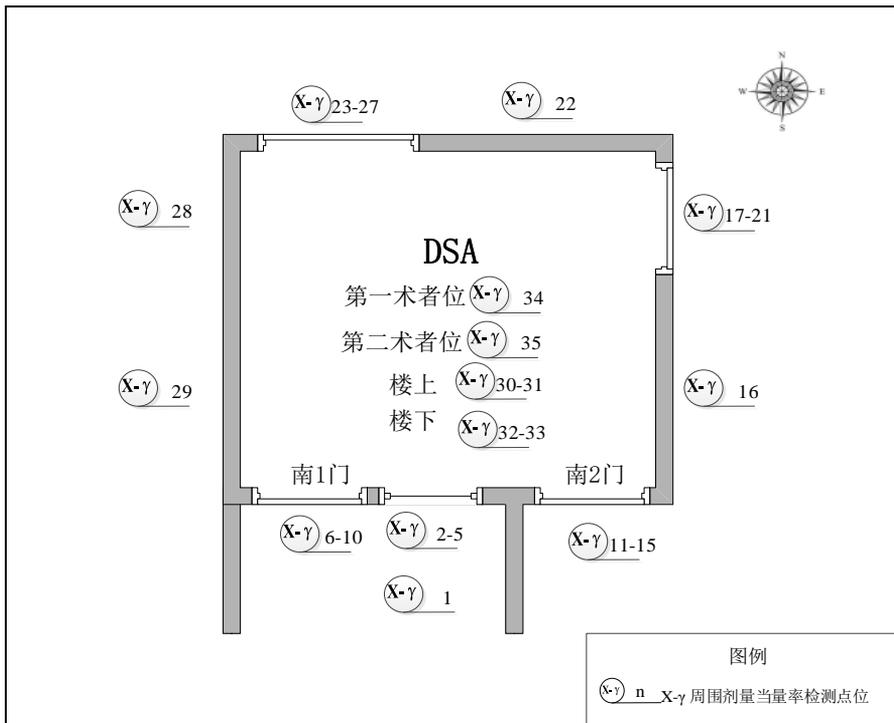


图6-2 4#DSA机房外X-γ剂量当量率监测布点图

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：江苏省苏北人民医院

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2024年9月24日

天气：晴，25℃，56%RH

监测因子：X-γ辐射剂量率

验收监测期间生产工况见表7-1。

表7-1 本项目验收监测期间生产工况

| 被检设备（场所）信息 | | | | | |
|------------|---------|---------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------|
| 序号 | 设备名称 | 设备型号 | 设备参数 | 检测工况 ^{①②} | 使用场所 |
| 1 | 医用直线加速器 | uRT-Linac306 | X射线能量：6MV， 1m处常用最高剂量率：1400cGy/min | 6MV、 1400MU/min 40cm×40cm | 2号加速器机房 |
| 2 | DSA | Azuiron 7 M20 | 125kV/1000mA | 82kV/8.5mA | 4#DSA机房 |

注：①本次DSA验收监测工况为自动曝光条件下工况，散射模体使用标准水模+1.5mm铜板。

②本次医用直线加速器验收监测工况为最大X射线能量+最大射野下工况，且等中心放置厚度为15cm的水模体。

验收监测结果：

一、辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件8。2号加速器机房周围环境X-γ辐射剂量率监测结果见表7-2，2号加速器机房排风口风速监测结果见表7-3，4#DSA机房周围环境X-γ辐射剂量率监测结果见表7-4。

表7-2 2号加速器机房周围环境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(nSv/h) | 设备状态 |
|------|--------------|-------------|------------------|
| 1 | 南门外30cm处（左缝） | <MDL | 出束，射线朝西，等中心处放置水模 |
| 2 | 南门外30cm处（中间） | <MDL | |

| | | | |
|----|-----------------|------|----------------------|
| 3 | 南门外 30cm 处（右缝） | 17 | |
| 4 | 南门外 30cm 处（下缝） | <MDL | |
| 5 | 西墙外 30cm 处 | 8 | |
| 6 | 西墙外 30cm 处 | 11 | |
| 7 | 西墙外 30cm 处 | 19 | 出束，射线朝西， 准直器角为45° |
| 8 | 东墙外 30cm 处 | <MDL | 出束，射线朝东， 准直器角为45° |
| 9 | 东墙外 30cm 处 | <MDL | |
| 10 | 东墙外 30cm 处 | <MDL | 出束，射线朝东， 等中心处放置水模 |
| 11 | 南墙外 30cm 处 | <MDL | |
| 12 | 南墙外 30cm 处 | <MDL | |
| 13 | 南墙外 30cm 处 | <MDL | |
| 14 | 操作位 | <MDL | |
| 15 | 北墙外 30cm 处 | <MDL | 出束，射线朝下， 等中心处放置水模 |
| 16 | 北墙外 30cm 处 | <MDL | |
| 17 | 北墙外 30cm 处 | <MDL | |
| 18 | 距机房顶棚地面 100cm 处 | <MDL | 出束，射线朝上， 等中心处放置水模 |
| 19 | 距机房顶棚地面 100cm 处 | <MDL | |
| 20 | 距机房顶棚地面 100cm 处 | 12 | 出束，射线朝上， 准直器角为45° |

注：1. 测量结果已扣除环境本底值，本底值为144nSv/h，最低探测水平（MDL）为4.2 nSv/h；

2. 检测工况：6MV，1400cGy/min，40cm×40cm；

3. 检测点位见附图6-1。

表 7-3 2 号加速器机房内通风口风速检测结果

| | | |
|---------|--------|-------------|
| 2号加速器机房 | 检测点位描述 | 通风口风速 (m/s) |
| | 排风口 | 4.73 |

由表 7-2 检测结果可知，本项目 2 号加速器机房内直线加速器（型号：uRT-Linac306）正常工作（检测工况：6MV，X 射线，1400MU/min，照射野：40cm×40cm）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（<MDL~19）nSv/h，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的标准要求。

由表 7-3 可知，本项目加速器机房内排风口排风 4.73m/s 排风口尺寸均约为 28cm×28cm，治疗室容积为 190.75m³，由此可知治疗室内空气每小时交换次数为 7 次/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中放射治疗机房通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。

表 7-4 4#DSA 机房周围环境 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 | 控制室 | 0.12 | 关机 |
| 2 | 操作位 | 0.12 | 开机 |
| 3 | 观察窗外 30cm 处（左缝） | 0.13 | 开机 |
| 4 | 观察窗外 30cm 处（中间） | 0.12 | 开机 |
| 5 | 观察窗外 30cm 处（右缝） | 0.13 | 开机 |
| 6 | 南 1 门外 30cm 处（左缝） | 0.13 | 开机 |
| 7 | 南 1 门外 30cm 处（中间） | 0.16 | 开机 |
| 8 | 南 1 门外 30cm 处（右缝） | 0.12 | 开机 |
| 9 | 南 1 门外 30cm 处（上缝） | 0.14 | 开机 |
| 10 | 南 1 门外 30cm 处（下缝） | 0.18 | 开机 |
| 11 | 南 2 门外 30cm 处（左缝） | 0.15 | 开机 |

| | | | |
|----|---------------|------|----|
| 12 | 南2门外30cm处(中间) | 0.13 | 开机 |
| 13 | 南2门外30cm处(右缝) | 0.14 | 开机 |
| 14 | 南2门外30cm处(上缝) | 0.13 | 开机 |
| 15 | 南2门外30cm处(下缝) | 0.17 | 开机 |
| 16 | 东墙外30cm处 | 0.13 | 开机 |
| 17 | 东门外30cm处(左缝) | 0.14 | 开机 |
| 18 | 东门外30cm处(中间) | 0.13 | 开机 |
| 19 | 东门外30cm处(右缝) | 0.14 | 开机 |
| 20 | 东门外30cm处(上缝) | 0.13 | 开机 |
| 21 | 东门外30cm处(下缝) | 0.15 | 开机 |
| 22 | 北墙外30cm处 | 0.12 | 开机 |
| 23 | 北门外30cm处(左缝) | 0.12 | 开机 |
| 24 | 北门外30cm处(中间) | 0.12 | 开机 |
| 25 | 北门外30cm处(右缝) | 0.15 | 开机 |
| 26 | 北门外30cm处(上缝) | 0.13 | 开机 |
| 27 | 北门外30cm处(下缝) | 0.15 | 开机 |
| 28 | 西墙外30cm处 | 0.13 | 开机 |
| 29 | 西墙外30cm处 | 0.13 | 开机 |
| 30 | 距机房顶棚地面100cm处 | 0.12 | 开机 |
| 31 | 距机房顶棚地面100cm处 | 0.12 | 开机 |
| 32 | 距机房楼下地面170cm处 | 0.13 | 开机 |

| | | | | |
|----|-----------------|----|------|----|
| 33 | 距机房楼下地面 170cm 处 | | 0.13 | 开机 |
| 34 | 第一术者位 | 头部 | 19 | 开机 |
| | | 胸部 | 23 | 开机 |
| | | 腹部 | 57 | 开机 |
| | | 下肢 | 71 | 开机 |
| | | 足部 | 58 | 开机 |
| 35 | 第二术者位 | 头部 | 33 | 开机 |
| | | 胸部 | 38 | 开机 |
| | | 腹部 | 87 | 开机 |
| | | 下肢 | 121 | 开机 |
| | | 足部 | 88 | 开机 |

注：1.测量结果未扣除本底值；

2.检测点位见附图6-2。

由表 7-4 检测结果可知，本项目 4#DSA 机房内 DSA（型号：Azurion 7 M20）正常工作（检测工况：82kV/8.5mA）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.12~0.18） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

由表 7-4 检测结果可知，本项目 4#DSA 机房内 DSA（型号：Azurion 7 M20）正常工作（检测工况：82kV/8.5mA）时，第一术者位 X- γ 周围剂量当量率为（19~71） $\mu\text{Sv/h}$ ，第二术者位 X- γ 周围剂量当量率为（33~121） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）的标准要求。

二、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。

（一）加速器项目

1、辐射工作人员

目前江苏省苏北人民医院已为加速器项目配备4名辐射工作人员，满足放射治疗日常工作的配置要求。采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据医院提供的最近四个季度个人剂量监测报告，加速器项目辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表7-5。

表 7-5 加速器项目辐射工作人员个人累积剂量监测结果

| 姓名 | 岗位 | 2023年 (mSv) | | | 2024年 (mSv) | 累积结果 (mSv) |
|-----|-----|----------------|------|------|----------------|---------------|
| | | 第二季度 | 第三季度 | 第四季度 | 第一季度 | |
| 李军 | 物理师 | <MDL | <MDL | 0.05 | <MDL | 0.11 |
| 张先稳 | 医师 | 0.06 | <MDL | <MDL | <MDL | 0.15 |
| 凌莹 | 技师 | <MDL | <MDL | <MDL | <MDL | 0.08 |

注：①颜菲为本项目新聘辐射工作人员，目前已对其进行个人剂量监测，尚未取得监测报告；

②根据建设单位提供的个人剂量监测报告（详见附件7），最低探测水平（MDL）均为0.04mSv，结果低于MDL时，以1/2MDL表示。

由表 7-5 可知，根据江苏省苏北人民医院提供的个人累积剂量监测报告，结果显示加速器项目辐射工作人员近一年个人累积剂量最大约为 0.15mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、本项目环评及批复的要求。

根据本项目实际监测结果，结合项目工作人员工作时间及居留情况，对加速器项目所致工作人员年有效剂量进行预测计算，结果见表7-6。

表 7-6 本项目辐射工作人员及周围公众年有效剂量分析

| 场所 | 关注点位 | 最大监测值 (nSv/h) | 人员性质 | 居留因子 | 年工作时间 (h) | 人员年 有效剂量 (mSv/a) | 剂量约束值 (mSv/a) |
|-----------------|------|------------------|------|------|--------------|------------------------|------------------|
| 2号 加速器 机房 | 南门外 | 17 | 职业人员 | 1 | 835 | 0.01 | 5.0 |
| | 西墙外 | 19 | 公众 | 1/4 | 835 | <0.01 | 0.1 |
| | 东墙外 | <MDL | 公众 | 1/4 | 835 | <0.01 | 0.1 |
| | 南墙外 | <MDL | 职业人员 | 1 | 835 | <0.01 | 5.0 |

| | | | | | | |
|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|
| 操作位 | <MDL | 职业人员 | 1 | 835 | <0.01 | 5.0 |
| 北墙外 | <MDL | 公众 | 1/4 | 835 | <0.01 | 0.1 |
| 楼上 | 12 | 公众 | 1/4 | 835 | <0.01 | 0.1 |

注：1.计算时已扣除环境本底剂量；

2.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： E_{eff} 为年有效剂量， D 为关注点处剂量率， t 为年工作时间（保守取2000h）， T 为居留因子（保守取1）， U 为使用因子（保守取1）。

由表7-6预测计算结果可知，本项目加速器运行后对辐射工作人员造成的年有效剂量最大为0.01mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、本项目环评及批复的要求。

2、公众

由表7-7可知，本项目周围公众年有效剂量不超过0.01mSv，低于本项目对公众剂量约束值的要求。

（二）DSA项目

1、辐射工作人员

目前江苏省苏北人民医院已为本次DSA项目配备4名辐射工作人员，满足放射治疗日常工作的配置要求。采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据医院提供的最近四个季度个人剂量监测报告，加速器项目辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表7-7。

表 7-7 加速器项目辐射工作人员个人累积剂量监测结果

| 姓名 | 岗位 | 2023年 (mSv) | | 2024年 (mSv) | | 累积结果 (mSv) |
|-----|--------------|----------------|--------|----------------|--------|---------------|
| | | 第三季度 | 第四季度 | 第一季度 | 第二季度 | |
| 王福安 | 外科介入 手术医师 | <MDL | 0.0687 | 0.0714 | 0.0801 | 0.2383 |
| 刘孜卓 | 内科介入 手术医师 | <MDL | 0.0685 | 0.0607 | 0.0432 | 0.1905 |
| 葛俊 | 放射影像 医师 | <MDL | 0.0850 | <MDL | 0.0091 | 0.1303 |
| 吴琨 | 介入手术 护士 | <MDL | 0.0649 | 0.0840 | 0.0286 | 0.1956 |

注：根据建设单位提供的个人剂量监测报告（详见附件7），测量水平小于MDL值时，结果表述为<MDL（0.0181mSv）。

由表 7-7 可知，根据江苏省苏北人民医院提供的个人累积剂量监测报告，结果显示 DSA 项目辐射工作人员近一年个人累积剂量最大约为 0.2383mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、本项目环评及批复的要求。

根据本项目实际监测结果，结合项目工作人员工作时间及居留情况，对加速器项目所致工作人员年有效剂量进行预测计算，结果见表 7-8。

表 7-8 本项目 DSA 机房辐射工作人员及周围公众年有效剂量分析

| 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) | 剂量约束值 (mSv/a) | |
|--------|-------------------------------|------|------|--------------|--------------------|------------------|-----|
| DSA 机房 | 操作位 | 0.12 | 职业人员 | 1 | 196 | 0.02 | 5 |
| | 观察窗外 | 0.13 | 职业人员 | 1 | 196 | 0.03 | 5 |
| | 南门 1 外 | 0.18 | 职业人员 | 1/4 | 196 | <0.01 | 5 |
| | 南门 2 外 | 0.17 | 公众 | 1/8 | 196 | <0.01 | 5 |
| | 东墙外 | 0.13 | 公众 | 1/8 | 196 | <0.01 | 0.1 |
| | 东门外 | 0.15 | 公众 | 1/8 | 196 | <0.01 | 0.1 |
| | 北墙外 | 0.12 | 公众 | 1/16 | 196 | <0.01 | 0.1 |
| | 北门外 | 0.15 | 公众 | 1/8 | 196 | 0.01 | 0.1 |
| | 西墙外 | 0.13 | 职业人员 | 1/8 | 196 | <0.01 | 5 |
| | 上方 | 0.12 | 公众 | 1/16 | 196 | <0.01 | 0.1 |
| | 下方 | 0.13 | 公众 | 1/16 | 196 | <0.01 | 0.1 |

注：1. 计算时已扣除环境本底剂量；

2. 工作人员的年有效剂量由公式 $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： E_{eff} 为年有效剂量， D 为关注点处剂量率， t 为年工作时间（保守取 2000h）， T 为居留因子（保守取 1）， U 为使用因子（保守取 1）。

由表 7-8 预测计算结果可知，本项目 DSA 运行后对辐射工作人员造成的年有效剂量最大为 0.03mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、本项目环评及批复的要求。

（二）公众

由表 7-8 可知，本项目周围公众年有效剂量均不超过 0.01mSv，低于本项目

对公众剂量约束值的要求。

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：截止验收时，辐射工作人员年有效剂量为0.2383mSv，周围公众年有效剂量不超过0.01mSv（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众有效剂量均能满足《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），并低于本项目剂量约束值（职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a），满足环评文件要求。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

江苏省苏北人民医院改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：

一、江苏省苏北人民医院在8号楼放疗中心2号机房新增1台医用电子直线加速器，并在门诊二楼介入中心4#DSA机房内配备1台DSA。该项目已于2022年4月完成项目的环境影响评价，于2022年6月24日取得了江苏省生态环境厅关于本项目的环评批复文件(苏环辐(表)审[2022]26号)。实际建设内容主要技术参数与其环评及批复一致。

二、本项目8号楼放疗中心2号机房及门诊二楼介入中心4#DSA机房工作场所控制区和监督区划分合理，能有效避免受检者误入或非正常受照。

三、本项目8号楼放疗中心2号机房及门诊二楼介入中心4#DSA机房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 辐射剂量率及加速器通风口风速均能满足《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)、《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。

四、本项目医用电子加速器机房入口处设有电离辐射警告标志，机房防护门上方设置工作指示灯，操作室及机房内上设有急停按钮，操作室与机房房间设置视频监控及对讲装置；DSA机房防护门上已粘贴电离辐射警告标志，防护门上方已设置工作指示灯，DSA机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮，操作室与机房之间设有观察窗和对讲装置，均已落实环评及批复中相关要求。

五、医院为本项目加速器工作场所配备了1台巡检仪、2台个人剂量报警仪和1台固定式剂量报警仪，为DSA工作场所配备1台巡检仪、2台个人剂量报警仪，并配备了防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、铅手套等防护用品，已落实环评及批复中相关要求。

六、辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并

建立个人剂量和职业健康档案；医院具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度及辐射应急预案，已落实环评及批复中相关要求。

综上所述，江苏省苏北人民医院改扩建放射诊疗项目满足环评及批复中有关辐射管理的要求，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过验收。

建议：

一、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；

二、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。