

南京医科大学第四附属医院新建 放射诊疗项目竣工环境保护（分 期）验收监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2022）第009号

建设单位： 南京医科大学第四附属医院

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二二年四月

建设单位：南京医科大学第四附属医院

法人代表（签字）： 闻浩

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）：南京市浦口医院
（南京医科大学第四附属医院）

电话

传真：

邮编

地址：江苏省南京市浦口区沿江街道
南浦路298号

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技
术有限公司

电话

传真：

邮编

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	11
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	37
表五 验收监测质量保证及质量控制	41
表六 验收监测内容	43
表七 验收监测期间生产工况	44
表八 验收监测结论	56
附件1：项目委托书	59
附件2：项目环境影响报告表主要内容	60
附件3：项目环境影响报告表批复文件	69
附件4：辐射安全许可证正副本复印件	71
附件5：辐射安全管理机构及制度	80
附件6：辐射工作人员培训证书及健康证明	92
附件7：个人剂量委托检测协议和个人剂量监测报告	107
附件8：竣工环保验收监测报告	121
附件9：验收监测单位CMA资质证书	137
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	140

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目竣工环境保护（分期）验收			
建设单位名称	南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院） （统一社会信用代码）			
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	江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路298号南京市浦口医院 （南京医科大学第四附属医院）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		开工建设时间		
取得辐射安全 许可证时间		项目投入运行时间		
退役污染治理 完成时间 （退役项）	/	验收现场监测时间		
环评报告表 审批部门	原江苏省环境保 护厅	环评报告表 编制单位	江苏润天环境科技有限 公司	
辐射安全与防护 设施设计单位	/	辐射安全与防护设 施施工单位	/	
投资总概算		辐射安全与防护设 施投资总概算		比例
实际总概算		辐射安全与防护设 施实际总概算		比例
验收依据	建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度： （1）《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订），2015年1月1日起实施； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（修正版），2018年12月29日发布施行； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常委会，2003年10月1日起施行； （4）《建设项目环境保护管理条例》（2017年修改），国务院令			

第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；

(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》（2019 年修正本），生态环境部部令 第 7 号，2019 年 8 月 22 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》，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 年修改，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》生态环境部公告[2018]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发；

(15) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688 号，2020 年 12 月 13 日印发。

建设项目竣工环境保护验收技术规范：

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；

(2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；

- (3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；
- (4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；
- (6) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- (7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；
- (8) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；
- (9) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）。

建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件：

- (1) 《南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目环境影响报告表》，江苏润天环境科技有限公司，2017年9月。见附件2；
- (2) 《关于南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目环境影响报告表的批复》，原江苏省环境保护厅，审批文号：（苏环辐(表)审〔2018〕012号，2018年5月31日。见附件3；

其他相关文件：

- (1) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第13卷第2期，1993年3月），江苏省环境监测站。

验收监测 执行标准	<p>人员年受照剂量限值：</p> <p>(1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="text-align: center;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">职业照射</td> <td> 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众照射</td> <td> 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。 </td> </tr> </tbody> </table>			剂量限值	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。	公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。	
		剂量限值							
	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。							
	公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。							
	<p>(2) 根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量管理目标值，本项目管理目标值见表1-2。</p> <p style="text-align: center;">表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">项目名称</th> <th style="width: 30%;">适用范围</th> <th style="width: 40%;">管理目标值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">南京医科大学第四附属医院 新建放射诊疗项目</td> <td style="text-align: center;">职业照射有效剂量</td> <td style="text-align: center;">5mSv/a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众有效剂量</td> <td style="text-align: center;">0.25mSv/a</td> </tr> </tbody> </table>		项目名称	适用范围	管理目标值	南京医科大学第四附属医院 新建放射诊疗项目	职业照射有效剂量	5mSv/a	公众有效剂量
项目名称	适用范围	管理目标值							
南京医科大学第四附属医院 新建放射诊疗项目	职业照射有效剂量	5mSv/a							
	公众有效剂量	0.25mSv/a							
<p>辐射管理分区：</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p> <p>(1) 控制区</p> <p>注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。</p> <p>(2) 监督区</p> <p>注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未</p>									

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》（GBZ 121-2020）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：

6 工作场所放射防护要求

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分布。

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；其它相邻的、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。

6.1.7 使用移动式电子加速器的手术室应设在医院手术区的一端，并和相关工作用房（如控制室或专用于加速器调试、维修的储存室）形成一个相对独立区域，移动式电子加速器的控制台应与移动式电子加速器机房分离，实行隔室操作。

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。

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
单管头X射线设备 ^b (含C形臂, 乳腺CBCT)	20	3.5
^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。

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2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

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。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），本
项目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 H_c ：

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

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

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

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

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

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

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。

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）。

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。

6.2 安全防护设施和措施要求

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：

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；

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；

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。

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。

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：

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；

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；

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流运输通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

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、加速器大厅和束流运输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；

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；

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。

防护用品及防护设施配置要求：

本项目DSA机房防护用品及防护设施配置应满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求：

6.5.1 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表4基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

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

表4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏，选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注 1：“—”表示不做要求。				
注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，建议为介入工作人员配备介入防护手套。

安全管理要求及环评要求：

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

表二 建设项目工程分析

项目建设内容:

为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）位于江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路298号。本项目环评规划建设内容：新建放射诊疗项目位置位于医技楼（北区）及地下负一层东部。项目主要包括：放疗中心拟建2座医用直线加速器机房（负一层）（配备2台医用直线加速器，X射线最大能量15MV，属II类射线装备）、1座后装机房（负一层）（含1枚¹⁹²Ir放射源，活度 3.7×10^{11} Bq，属III类放射源），核医学科拟建两座PET/CT机房、一座SPECT/CT机房、¹³¹I核素治疗病房及相关辅助用房（负一层）（使用¹⁸F、^{99m}Tc、¹³¹I核素进行放射性诊断）使用4枚⁶⁸Ge校验源（属V类放射源），医技楼（北区）拟开展DSA介入治疗（一楼1座，三楼3座）（型号均未定，最大管电压均为125kV，最大管电流均为1250mA）。该项目已于2017年9月完成项目的环境影响评价，于2018年5月31日取得了原江苏省环境保护厅关于本项目的环评批复文件（苏环辐（表）审[2018]012号）。

实际建设情况：环评规划中医技楼实际建成后更名为门诊楼，本项目在门诊楼三楼介入科新建3座DSA机房（手术室1、2、3）并在手术室1、2各配备1台DSA（手术室1：DSA型号为UNIQ FD20，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA；手术室2：DSA型号为UNIQ FD10，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA），手术室3尚未配置；在门诊楼负一层放疗中心新建2座加速器机房，并在1号加速器机房配备1台医用直线加速器（Axesse型，X射线能量：6、10MV，电子线：6、9、12、16、20MeV），2号加速器机房尚未配置设备。本项目环评规划中其它机房均已建设完成，但均未配置相关设备。

表2-1 本次验收项目基本情况一览表

项目名称	项目内容	验收情况
1台医用直线加速器	1#加速器机房 (1台医用直线加速器，型号：医科达 Axesse)	本次验收
	2#加速器机房 (1台医用电子直线加速器，型号未定)	加速器2#机房已建成，尚未安装设备，另行待验收
2台DSA	手术室1 (1台DSA，型号：飞利浦 UNIQ FD20)	本次验收

	手术室 2 (1 台 DSA, 型号: 飞利浦 UNIQ FD10)	本次验收
	手术室 2 (1 台 DSA, 型号未定)	手术室 3 已建成, 尚未安装设备, 另行待验收

经现场核查本项目实际建设规模及主要技术参数等虽与《南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目环境影响报告表》及其环评批复内容有所变化, 但对照《射线装置分类名录》和《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函[2020]688号），均不属于重大不变动。本项目环评报告表详见附件2，环评批文件详见附件3。

本项目尚未建设完成部分，待建设完成后另行验收。

表2-2 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间	实际建设情况	备注
《南京医科大学第四附属医院项目环境影响报告表》	建设地点：江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路 298 号。 项目内容：在放疗中心拟建 2 座医用直线加速器机房（配备 2 台医用直线加速器，X 射线最大能量 15MV，属 II 类射线装置）和 1 座后装机放（含 1 枚 ¹⁹² Ir 放射源，活度 3.7×10 ¹¹ Bq，属 III 类放射源）；核医学科拟建 2 座 PET/CT 机房、1 座 SPECT/CT 机房、 ¹³¹ I 核素治疗病房及相关辅助机房，使用 ¹⁸ F、 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I 核素进行放射性诊断、治疗（属乙级非密封放射性物质工作场所），使用 4 枚 ⁶⁸ Ge 校验源（属 V 类放射源），配备 2 台 PET/CT、1 台 SPECT/CT（属 III 类射线装置）；此外，再医技楼（北区）拟新增 4 台 DSA，开展介入治疗（属 II 类射线装置）。 批复时间：2018 年 5 月 31 日	建设地点：江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路 298 号。 项目内容：在门诊楼负一层放疗中心新建 2 做医用直线加速器机房，并在 1 号加速器机房配备一台加速器（型号：Axesse，X 射线：6、10MV；电子线：6、9、12、16、20MeV）；2 号加速器机房还未配备设备。在门诊楼三层介入科新建 3 座手术室，并在手术室 1、2 各配备 1 台 DSA（型号分别为：型号：UNIQ FD20 和 UNIQ FD10，最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA），均属于 II 类射线装置。手术室 3 未配备设备。	本项目未建设完成部分，待建设完成后另行验收。本次新建放射诊疗项目实际建设规模及主要技术参数在其环评及批复范围内。

南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）于2022年03月11日重新申领了辐射安全许可证（证书编号：苏环辐证[A0136]），活动种类和范围为：使用II类、III类射线装置，有效期至2027年03月10日。辐射安全许可证见附件4。

本次分期验收项目环评审批及实际建设情况见表2-3。

表2-3 新建放射诊疗项目环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境					
项目内容	环评规划情况			实际建设情况	备注
建设地点	江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路298号			江苏省南京市浦口区沿江街道南浦路298号	与环评一致
周围环境	南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）	东侧	小外江路	小外江路	与环评一致
		南侧	引水河路	引水河路	与环评一致
		西侧	南浦路	南浦路	与环评一致
		北侧	柳州东路	柳州东路	与环评一致
	1号加速器机房	东侧	土层	土层	与环评一致
		南侧	2号加速器机房	2号加速器机房	与环评一致
		西侧	机房及控制室	机房及控制室	与环评一致
		北侧	下沉庭院	下沉庭院	与环评一致
		上方	院内绿化	院内绿化	与环评一致
		下方	土层	土层	与环评一致

	DSA机房 (手术室1)	东侧	设备室、控制室和医生办公室	导管室、设备室、走道及医生办公室	与环评一致
		南侧	候诊区、准备/恢复室及 B 超室	病人走道、候诊区、准备/恢复室及 B 超室	与环评一致
		西侧	手术室 2	手术室 2	与环评一致
		北侧	污物通道	控制廊	与环评不一致
		上方	手术中心	手术中心	与环评一致
		下方	胃肠室检查室	内镜中心检查室	与环评一致
	DSA机房 (手术室2)	东侧	手术室 1	手术室 1	与环评一致
		南侧	候诊区、准备/恢复室及 B 超室	病人走道、候诊区、准备/恢复室及 B 超室	与环评一致
		西侧	设备室、控制室及手术室 3	导管室、设备室及手术室 3	与环评一致
		北侧	污物通道	控制廊	与环评不一致
		上方	手术中心	手术中心	与环评一致
		下方	胃肠室检查室	内镜中心检查室	与环评一致
放射源					

核素名称	环评建设规模				实际建设规模					
	数量（枚）	单枚活度（Bq）	放射源类别	使用场所	数量（枚）	单枚活度（Bq）	放射源类别	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	管电压、管电流	类别	使用场所	型号	数量	管电压、管电流	类别	使用场所
DSA	型号未定	1台	管电压≤125kV， 管电流≤1250mA	II类	医技楼（北区）介入中心	UNIQ FD20	1台	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	II类	门诊楼3楼 手术室1
DSA	型号未定	1台	管电压≤125kV， 管电流≤1250mA	II类	医技楼（北区）介入中心	UNIQ FD10	1台	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	II类	门诊楼3楼 手术室2
医用直线加速器	型号未定	1台	X射线：≤15MV 电子线：≤22MeV	II类	放疗楼1号加速器机房	医科达 Axesse型	1台	X射线：6、10MV； 电子线：6、9、12、 16、20MeV	II类	门诊楼负一层1号加速器机房
废弃物										
名称	环评建设规模								实际建设规模	
	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向		
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳	与环评一致	

								定性较差，可自行 分解为氧气	
--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------	--

污染源项分析：

1、辐射污染源项

（一）医用直线加速器项目

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：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。

（二）DSA项目

由DSA工作原理和 workflow 可知，本项目主要产生以下污染：

辐射污染：DSA在工作状态下会发出X射线。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。本项目新建的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

废气：本项目医用直线加速器、DSA出束过程中产生的X射线，会使机房内的空气电离，产生少量臭氧和氮氧化物。

固体废物：本项目医用直线加速器工作过程不产生固体废物；DSA采用数

字成像，医院根据病人的需要打印胶片，打印出来的胶片由病人带走自行处理；DSA介入手术过程中会产生医疗废物及工作人员的办公和生活垃圾。

废水：本项目医用直线加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不产生废水；DSA采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生，不产生医疗废水；工作人员及病人会产生少量的生活废水。

噪声：医用直线加速器机房和DSA机房设置机械排风装置，排风机运行时会产生噪声。

工作人员和部分病人产生的生活污水和生活垃圾，由院内污水处理站和垃圾处理站分类收集后统一处理。

工程设备与工艺分析：

1.1、DSA工作原理

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。

南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）本次验收的2台DSA。分别位于是：门诊楼三层手术室1（型号：UNIQ FD20，最大管电压为125kV，最大管电流1000mA）和门诊楼三层手术室2（型号：UNIQ FD10，最大管电压为125kV，最大管电流1000mA）。本项目DSA示意图见图2-3、图2-4。

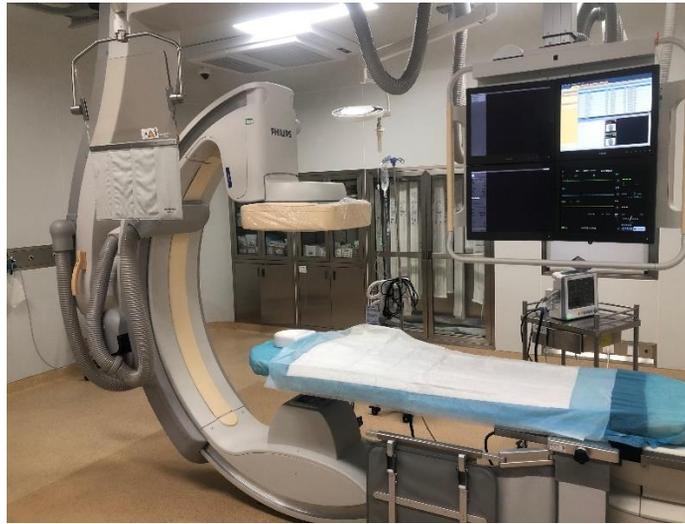


图2-3 UNIQ FD20型DSA外观



图2-4 UNIQ FD10型DSA外观图

1.2、DSA 工作流程及产污环节

DSA工作时，空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物

(NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过动力排风装置排出机房，臭氧在常温下自动分解为氧气，废气对周围环境影响较小。工作流程及产污环节见图2-5。

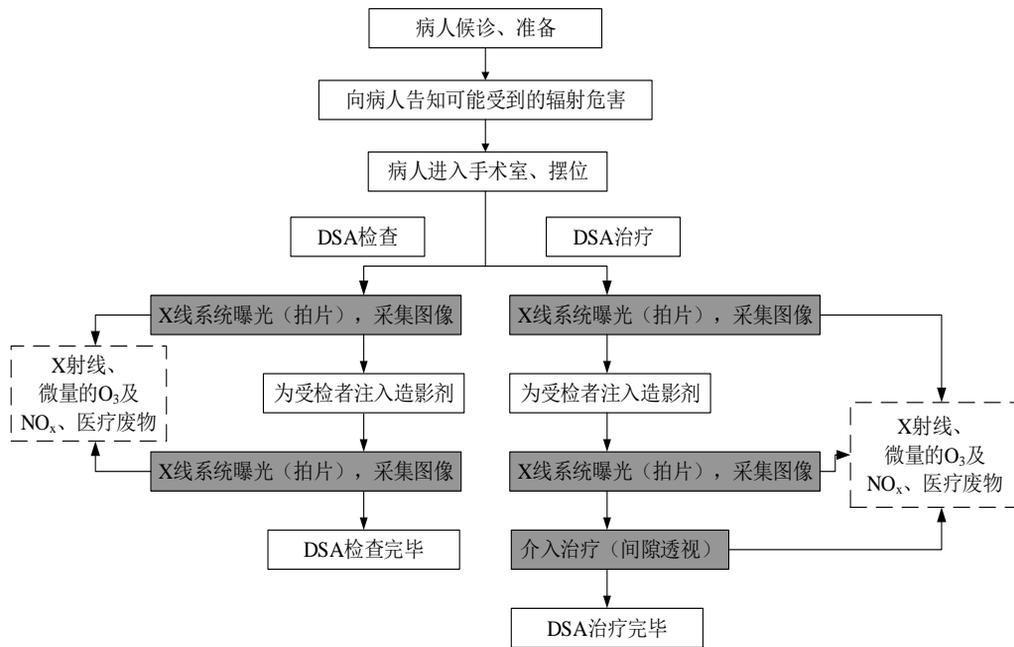


图2-5本项目DSA工作流程及产污环节示意图

2.1、医用直线加速器工作原理

医用直线加速器是实现放疗的最常见设备之一，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。

南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）配备的医用电子直线加速器，X射线能量≤10MV，电子线能量≤20MeV。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。

2.2、医用直线加速器工作流程及产污环节

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，电子线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。由于正常情况下氮氧化物的产额约为臭氧的1/10，因此主要考虑臭氧的环境影响。

工作流程：

1) 进行定位：先通过模拟定位机（东区放疗科一楼模拟定位室）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。

医用直线加速器放疗流程见图2-6。

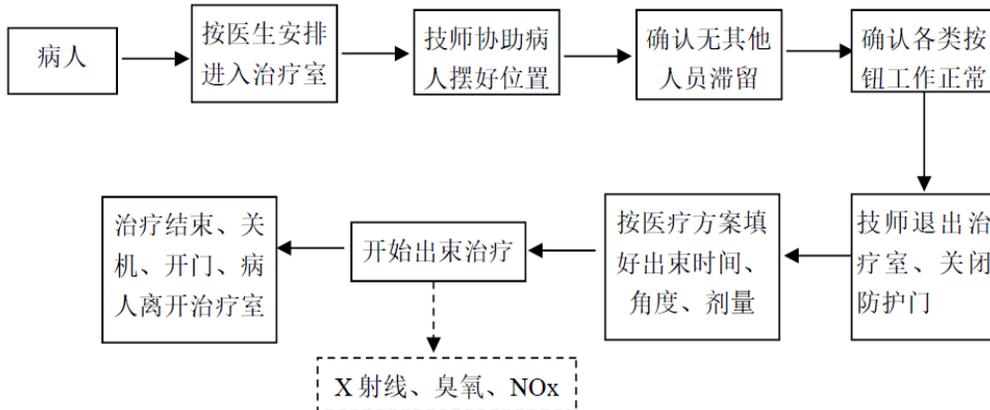


图2-6 本项目医用直线加速器工作流程及产污环节示意图

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

(二) 医用直线加速器项目

布局：本项目将位于本部放疗楼一层的1号加速器机房进行改建，并新装一台医用直线加速器（型号：医科达Axesse型，X射线能量为6、10MV，电子线能量为6、9、12、16、20MeV），1号加速器机房东侧为院内绿化，南侧为土层，西侧为控制室及设备间，北侧为下沉庭院，下方为土层，上方为院内绿化。

辐射防护分区：本项目将加速器治疗室、迷道作为辐射防护控制区，严格控制人员进出，并在治疗室入口处设置当心电离辐射警告标志及中文警示说明；将加速器控制室、治疗室入口门处及相邻辅助用房作为辐射防护监督区。放疗楼1号加速器机房平面布置及分区见图3-1。

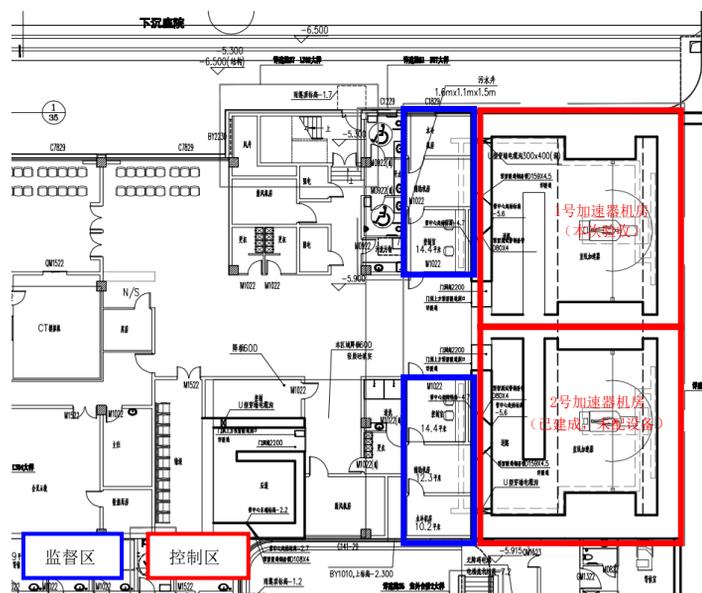


图3-1 门诊楼负一层医用直线加速器机房平面布置及分区示意图

(三) DSA项目

布局：本项目在门诊楼三层介入科手术室1（型号：UNIQ FD20，最大管电压为125kV，最大管电流1000mA）和门诊楼三层介入科手术室2（型号：UNIQ FD10，最大管电压为125kV，最大管电流1000mA）。门诊楼三层手术室1在手术室2东侧，手术室1、2东侧为导管室、设备室、走道及医生办公

室，南侧为病人走道、候诊区、准备/恢复室及B超室，西侧为导管室、设备室及手术室3，北侧为控制廊，下方为内镜中心检查室，上方为手术中心。DSA配套独立用房，房间由射线装置机房和操作室组成。DSA机房操作室与诊断机房分开单独布置，区域划分明确，项目布局合理。

辐射防护分区：本项目DSA所在机房作为辐射防护控制区，与机房相邻的操作室、设备间等划为监督区，在机房入口处粘贴有电离辐射警告标志。DSA机房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》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。门诊楼三层DSA机房平面布置及分区见图3-2。

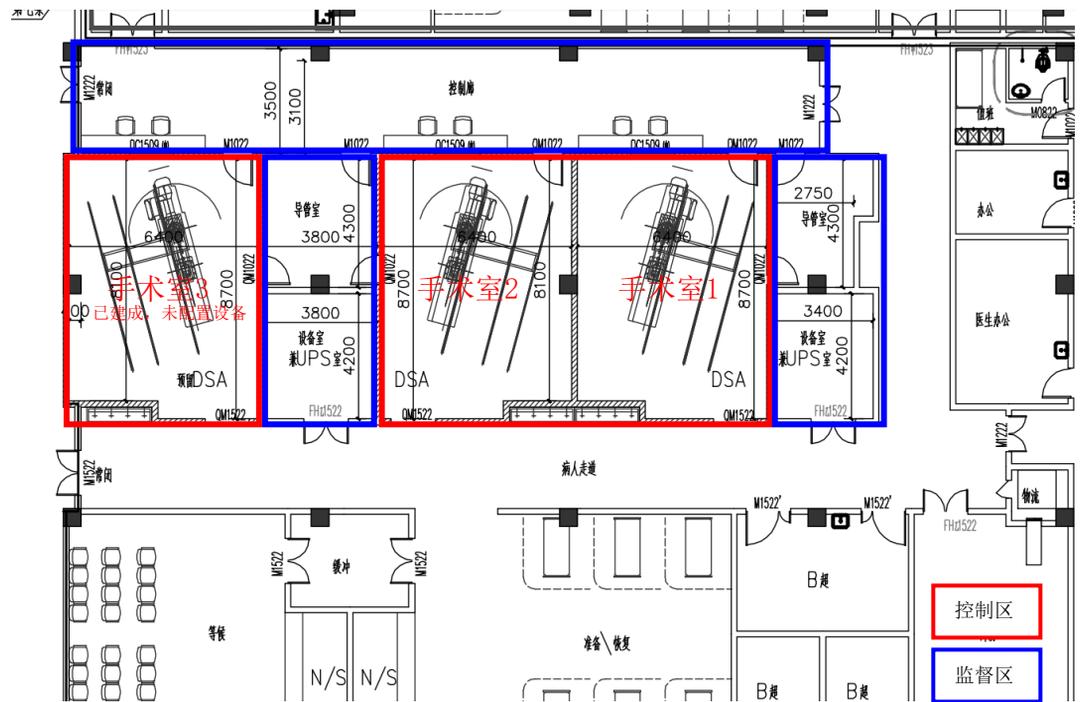


图3-2 门诊楼三层手术室1、2平面布置及分区示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

（一）医用直线加速器项目

本项目1号加速器机房位于门诊楼负一层放疗中心，采用混凝土浇筑结构，迷路入口设铅防护门。医用直线加速器机房具体屏蔽设计参数见表3-1。

表3-1 1号加速器机房屏蔽设计参数

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	150cm砼	150cm砼	已落实
南墙	主屏蔽	290cm砼（宽度：450cm）	290cm砼（宽度：450cm）	已落实
	次屏蔽	150cm砼	150cm砼	
西墙	迷路内墙	135cm砼	135cm砼	已落实
	迷路外墙	130cm砼	130cm砼	已落实
北墙	主屏蔽	300cm砼（宽度：540cm）	300cm砼（宽度：540cm）	已落实
	次屏蔽	150cm砼	150cm砼	已落实
屋顶	主屏蔽	290cm砼（宽度：540cm）	290cm砼（宽度：540cm）	已落实
	次屏蔽	150cm砼	150cm砼	已落实
防护门		200mm含硼（5%）聚乙烯板+15mm铅	200mm含硼（5%）聚乙烯板+15mm铅	已落实

本项目机房线路敷设采用电缆沟设计，穿墙U型管道，电缆沟不会破坏治疗室墙体屏蔽效果。

（二）DSA项目

本项目在门诊楼三层手术室1和手术室2各配备1台DSA，均用于医学诊断及介入治疗。DSA机房辐射防护设计见表3-2。

表3-2 DSA机房屏蔽防护落实情况一览表

工作场所	参数	环评要求防护设计	落实情况	备注
门诊楼三层手术室1和手术室2	四周墙体	240mm实心砖+1mm铅当量的硫酸钡涂料	240mm实心砖+1mm铅当量的硫酸钡涂料	已落实
	顶面	200mm砼	200mm砼	已落实

观察窗	3mm铅当量	3mm铅当量	已落实
防护门	3mm铅当量	3mm铅当量	已落实
地面	200mm砷	200mm砷	已落实

本项目DSA有用线束不会直接照射门、窗和管线口位置。

表 3-3 本项目 DSA 机房最小面积及单边长度一览表

设备机房	机房实际面积 (m 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
门诊楼三层手术室 1 和手术室 2	55.7	6.4	20	3.5	满足

3、辐射安全与防护措施

(1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目DSA机房和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，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。本项目工作状态指示灯及电离辐射警告标志见图3-3至图3-5。



图3-3 门诊楼三层手术室1工作状态指示灯和电离辐射警告标志



图3-4 门诊楼三层手术室1工作状态指示灯和电离辐射警告标志



图 3-5 1号加速器机房电离辐射警告标志和工作状态指示灯

(2) 门灯联锁及门机联动

本项目；DSA机房门设置闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动；加速器机房防护门与工作状态指示灯联动，加速器设备与防护门设置了门机联锁机制，防护门均为电动防护门，现场检测联锁装置有效。

3) 观察窗或视频监控装置及对讲装置

DSA机房应设有观察窗或视频监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。DSA机房均设有铅玻璃观察窗，便于观察到患者和受检者状态，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求。本项目2座DSA机房对讲系统及观察窗见图3-6和图3-7。



图3-6 门诊楼三层手术室1观察窗及对讲装置

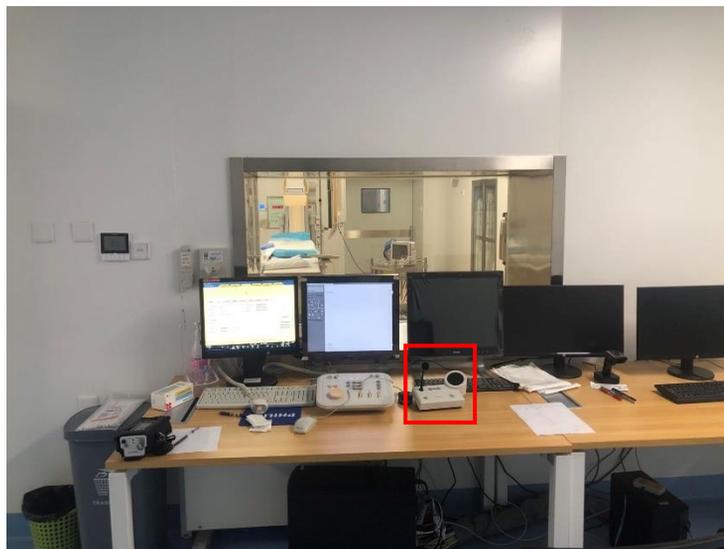


图3-7 门诊楼三层手术室2观察窗及对讲装置

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装置。通过视频监控装置可以监视机房内

患者的情况，经现场核查，对讲系统运行正常。加速器监控和对讲装置现场照片见图3-8。



图3-8 加速器机房视频监控和对讲系统

(4) 急停按钮

本项目DSA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，现场已核实。本项目DSA机房急停装置见图3-9。



图3-9 DSA控制室及机房内的急停按钮

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，现场已核实。本项目加速器机房内及控制台急停按钮见图3-10。



图3-10 加速器治疗室和控制室急停开关

(5) 人员监护

医院为本项目配备13名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格。辐射工作人员培训证书见附件6，名单见表3-4。

表3-4 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	学历	工种	科室	培训合格证书编号	工作场所
张巧云	女	本科	护士	介入科	FS21JS010540	DSA室
刘荣荣	男	本科	技师	放射科	苏辐培 20192059	DSA室
聂春焰	男	本科	医生	介入科	FS20JS0100850	DSA室
杭涛	男	博士	医生	心内科	FS21JS010929	DSA室
高翔	男	硕士	医生	心内科	苏辐培201902093	DSA室
胡效	男	硕士	医生	介入科	FS21JS0101932	DSA室

田鸿福	男	硕士	医生	神经内科	苏辐培201902051	DSA室
夏云	女	本科	护士	介入科	苏辐培 20192056	DSA室
沈泽天	男	博士研究生	医生	放疗科	苏辐培201803084	放疗科
赵本新	男	硕士研究生	医生	放疗科	苏辐培201802947	放疗科
周含	女	硕士研究生	物理师	放疗科	苏辐培201803027	放疗科
郭畅	男	本科	技师	放疗科	苏辐培201802943	放疗科
游舟靓	女	大专	技师	放疗科	FS22JS0200025	放疗科

医院已安排工作人员进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件6、附件7。医院已为本项目配备1台辐射巡测仪，1台固定式辐射监测仪（设置在1号加速器机房控制室内穿线口上方）和10台个人剂量报警仪见图3-11。工作人员均配备了个人剂量计，均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。



辐射巡测仪



个人剂量报警仪



固定式辐射监测仪

图3-11 本项目配备剂量检测仪器

（6）防护用品

医院已配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、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；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于

0.5mmPb”的要求。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，医院还为本项目介入工作人员配备介入防护手套，其铅当量为0.025mmPb，满足开展工作的需要。个人防护用品见图3-12，个人防护用品清单见表3-5。

表 3-5 本项目配备的个人防护用品清单

防护用品	防护参数	数量	用途	备注
铅橡胶围裙	0.5mmPb	8	医护用	门诊楼三层手术室1、2
		2	受检者用	
铅橡胶颈套	0.5mmPb	8	医护用	
		2	受检者用	
铅橡胶帽子	0.5mmPb	8	医护用	
		2	受检者用	
铅防护眼镜	0.5mmPb	3	医护用	
铅防护衣	0.5mmPb	10	医护用	
介入防护手套	0.025 mmPb	2（双）	医护用	



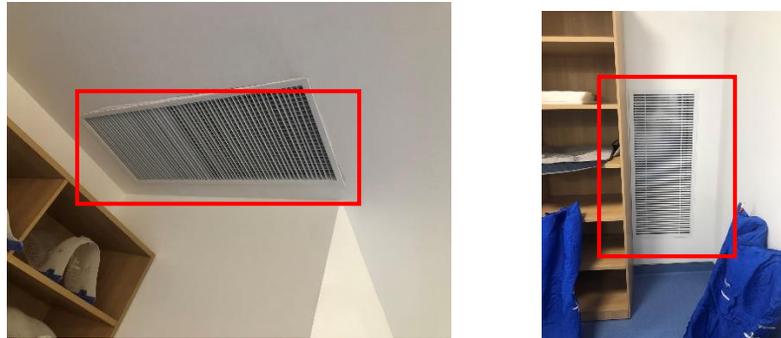
图3-12 个人防护用品（部分）

4、其它环境保护设施

DSA及加速器机房内空气在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，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）第6.2.2条款的要求：放射治疗机房设置强制排风系统，进风口设在放射治疗机房上部，排风口设在治疗机房下部，进风口与排风口位置对角设置，以确保室内空气充分交换。本项目通风系统见图3-13。



DSA 机房内通风口



加速器机房进风口和排风口

图 3-13 本项目通风系统

5、辐射安全管理制度

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

- 1) 《关于调整辐射安全领导小组的通知》
- 2) 《辐射防护与安全保卫制度》
- 3) 《辐射工作人员岗位职责》
- 4) 《工作人员培训计划》
- 5) 《辐射设备检修维护制度》

6) 《射线装置使用登记、台账管理制度》

7) 《直线加速器操作规程》

8) 《放射事故应急措施预案》

以上辐射安全与防护管理制度满足《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。医院已落实环境保护部令第3号、环境保护部令第18号、环评及批复提出的要求，医院具备从事DSA和医用直线加速器等技术应用项目工作的能力。辐射安全管理机构及规章制度详见附件5。

表3-6 放射性同位素实验室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	建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已设有放射诊疗与辐射安全工作领导小组，见附件 5。	已落实
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：加速器、后装机、核医学科、DSA 等 X 射线机机房墙体采用混凝土结构（部分场所内刷防辐射涂料）、顶（地面）采用混凝土结构，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。	屏蔽措施：1 号加速器机房：东墙：150cm 砼；南墙（主屏蔽）：290cm 砼（宽 450cm）；南墙（次屏蔽）：150cm 砼；西墙（迷路内墙）：135cm 砼；西墙（迷路外墙）：130cm 砼；北墙（主屏蔽）：290cm 砼（宽 540cm）；北墙（次屏蔽）：150cm 砼；屋顶（主屏蔽）：290cm 砼（宽 540cm）；屋顶（次屏蔽）：150cm 砼；防护门：200mm 含硼（5%）聚乙烯板+15mm 铅。 2座DSA机房（门诊楼三层手术室1和手术室2）：四周墙体：240mm实心砖+1mm铅当量的硫酸钡涂料；顶面：200mm砼；观察窗：3mm铅当量；防护门：3mm铅当量；地面：200mm砼。	已落实
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）： 1、医用直线加速器设有门机联锁装置，防护门外安装工作状态指示灯及电离辐射警告标志，在治疗室墙上安装紧急停机按钮，并配备闭路电视机监视，配备剂量检测仪器和个人剂量报警仪。	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帮射监测设备，确保正常工作。	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。	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	2、DSA 机房防护门应设有闭门装置，防护门外设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。			
辐射安全管理	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、辐射事故应急措施等制度。	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。	已制定《关于调整辐射安全领导小组的通知》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《工作人员培训计划》、《辐射设备检修维护制度》、《射线装置使用登记、台账管理制度》、《直线加速器操作规程》、《放射事故应急措施预案》等规章制度。	已落实
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护学习，考核合格后上岗。	对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。	本项目配备的 13 名辐射工作人员均参加辐射安全培训，考核合格后持证上岗；取得辐射安全合格证书的人员，定期接受一次再培训。	已落实
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		医院已委托南京泰坤环境检测有限公司对 13 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，并建立放射工作人员职业健康档案。		13 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	配备辐射巡测仪 1 台及表面沾污仪 1 台，配备个人剂量报警仪≥10 台。		已配备 1 台巡检仪，定期对项目周围辐射水平进行监测，1 台固定式辐射检测仪，10 台个人剂量报警仪，辐射工作人员工作时随身携带。	已落实
	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		医院已为本项目配备 10 件铅衣、10 顶铅帽、10 件铅围脖及 3 副铅眼镜，2 双介入防护手套。同时设置了铅悬挂防护屏、铅防护吊	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	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。		帘、床侧防护帘、床侧防护屏等。	
辐射监测	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。每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。	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。每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。医院定期对场所周围环境辐射剂量率进行监测。	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

南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目

1) **实践正当性：**南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目位置位于医技楼（北区）及地下负一层东部。项目主要包括：放疗中心拟建2座医用直线加速器机房（负一层）、1座后装机房（负一层）；核医学科拟建两座PET/CT机房、一座SPECT/CT机房、¹³¹I核素治疗病房及相关辅助用房（负一层）；医技楼（北区）拟开展DSA介入治疗（一楼1座，三楼3座）。

以上项目均符合《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。

2) **选址合理性：**本项目位于南京市浦口区沿江街道京新社区，医院东侧为小外江路，南侧为引水河路，西侧为南浦路，北侧为柳州东路。50m范围内无学校、居民楼等本项目环境敏感点，选址可行。各射线装置机房、乙级非密封放射性物质工作场所拟设置控制区及监督区，控制区和监督区内病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，相关配套布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，能够有效防止交叉污染，注射后候诊室内设置有注射后病人专用厕所，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局基本合理。

3) **辐射环境现状评价：**南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目周围区域本底辐射剂量率在104nSv/h~115nSv/h之间，与江苏省辐射天然本底水平相比较，属正常本底水平。

4) **环境影响评价：**根据理论估算结果，南京医科大学第四附属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）。

5) 辐射安全措施评价: 南京医科大学第四附属医院核医学非密封放射性物质工作场所控制区出入口需设置“当心电离辐射”警告标志; PET/CT机房、SPECT/CT机房、加速器机房、DSA机房以及其他机房入口处均需设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态灯; PET/CT机房、SPECT/CT机房、加速器机房及后装机房应设门机联锁装置, DSA机房应设闭门装置, 所有机房确保工作状态指示灯与机房相通的门能有效联动, 各机房门外还应标注放射防护注意事项, 详见“三同时”措施一览表。

6) 辐射管理措施和管理制度评价:

南京医科大学第四附属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。南京医科大学第四附属医院还需为核医学科乙级非密封放射性物质工作场所、DSA 机房以及其他III类射线装置机房其他配备共计 1 台巡测仪, 1 台表面沾污仪, ≥ 10 台个人剂量报警仪。此外, 医院应根据 GBZ 130-2013 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。

医院需设立辐射安全管理机构, 制定相关操作规程、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, 南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目符合实践正当性原则, 拟采取的辐射安全和防护措施适当, 工作人员及公众受到的年有效剂量符合项目剂量管理限值的要求。

从保护环境的角度而言, 在严格执行本报告提出的相关辐射防护措施的基础上, 本项目是可行的。

建议和承诺

一、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。

二、各项环保设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。

三、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

关于南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目环境影响报告表的批复

南京医科大学第四附属医院：

你单位报送的《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。项目地点位于南京市浦口高新技术开发区沿江街道京新社区医院内，项目内容：放疗中心拟建2座医用直线加速器机房（配备2台医用直线加速器，X射线最大能量15MV，属II类射线装置）和1座后装机放（含1枚¹⁹²Ir放射源，活度 3.7×10^{11} Bq，属III类放射源）；核医学科拟建2座PET/CT机房、1座SPECT/CT机房、¹³¹I核素治疗病房及相关辅助机房，使用¹⁸F、^{99m}Tc、¹³¹I核素进行放射性诊断、治疗（属乙级非密封放射性物质工作场所），使用4枚⁶⁸Ge校验源（属V类放射源），配备2台PET/CT、1台SPECT/CT（属III类射线装置）；此外，再医技楼（北区）拟新增4台DSA，开展介入治疗（属II类射线装置）。各设备详细技术参数见《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》(GB 18871-2002)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、应急开关、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

(三)放射源和非密封放射性同位素转让须及时到环保部门办理审批与备案手续；非密封放射性物质工作场所功能区域布置符合国家的有关规定和要求。

(四)建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与

环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。

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

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

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

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

表五 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（161012050353），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。检测人员资质见表 5-1。

表 5-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1	刘彧好	SHFSJ0583（电离类）	2019.11.28
2	张晋	SHFSJ0743（电离类）	2020.9.30

3、监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 5-2。

表5-2检测使用仪器

序号	仪器名称/型号	仪器编号	主要技术参数
1	X-γ 辐射巡测仪 (AT1123)	NJRS-044	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2021-0118806 检定有效期限：2021.12.15~2022.12.14
2	智能风速仪（ZRQF）	NJRS-079	测量范围：0.05m/s~30m/s 检定证书编号：H2020-0031780 检定有效期限：2020.4.22~2021.4.21
4	水模	NJRS-084	\

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：161012050353，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）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器或将仪器固定在三脚架上。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取5个数据，读取间隔不小于10s。

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3月14日，南京瑞森辐射技术有限公司对南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）新建放射诊疗项目进行了现场核查和验收监测，监测期间工作场所的运行工况见表6-1。

表6-1 验收监测工况

设备名称型号	技术参数	验收监测工况	使用场所
UNIQ FD20	125kV/1000mA	75kV/21mA	门诊楼三层手术室1
UNIQ FD10	125kV/1000mA	85kV/17mA	门诊楼三层手术室2
医用直线加速器 (医科达Axesse型)	X射线: 6、10MV; 电子线: 6、9、12、 16、20MeV	10MV X射线 600cGy/min 40cm×40cm, 6MV-FFF X射线 1400cGy/min 40cm×40cm,	门诊楼负一层 1号加速器机房

2、验收监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为工作场所X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染水平。

3、监测点位

对DSA机房和直线加速器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和医用直线加速器运行状态、非运行状态下的X- γ 辐射剂量率和医用直线加速器机房内通风风速，每个点位监测5个数据。

4、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-021）、《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）和《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行监测、分析。

表七 验收监测期间生产工况

验收监测期间生产工况记录：

被检单位：南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2022年3月14日

天气：阴，18℃，74%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

设备名称型号	技术参数	验收监测工况	使用场所
UNIQ FD20	125kV/1000mA	75kV/21mA	门诊楼三层手术室1
UNIQ FD10	125kV/1000mA	85kV/17mA	门诊楼三层手术室2
医用直线加速器 (医科达Axesse型)	X射线：6、10MV； 电子线：6、9、12、 16、20MeV	10MV X射线 600cGy/min 40cm×40cm， 6MV-FFF X射线 1400cGy/min 40cm×40cm，	门诊楼负一层 1号加速器机房

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 8。本项目工作场所周围环境 X-γ 辐射剂量率和通风风速结果见表 7-2~表 7-6，监测点位见图 7-1~图 7-3。

表7-2 门诊楼三层手术室1（DSA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)	设备状态
1	控制室内	0.09	关机
2	观察窗外30cm处 (控制室)	0.09	开机
3	观察窗缝外30cm处 (控制室)	0.09	开机
4	操作位 (控制室)	0.09	开机

5	北门外30cm处（左缝） （控制室）	0.09	开机
6	北门外30cm处（中间） （控制室）	0.10	开机
7	北门外30cm处（右缝） （控制室）	0.10	开机
8	北门外上观察窗外30cm处 （控制室）	0.11	开机
9	东门外30cm处（左缝） （导管室）	0.10	开机
10	东门外30cm处（中间） （导管室）	0.10	开机
11	东门外30cm处（右缝） （导管室）	0.11	开机
12	东门上观察窗外30cm处 （导管室）	0.11	开机
13	东墙外30cm处 （导管室）	0.11	开机
14	东墙外30cm处 （设备间1）	0.09	开机
15	南门外30cm处（左缝） （病人通道）	0.20	开机
16	南门外30cm处（中间） （病人通道）	0.10	开机
17	南门外30cm处（右缝） （病人通道）	0.11	开机
18	南门上观察窗外30cm处 （病人通道）	0.11	开机
19	南墙外30cm处 （病人通道）	0.10	开机
20	西墙外30cm处 （手术室2）	0.11	开机
21	西墙外30cm处 （手术室2）	0.11	开机
22	距机房楼上地面100cm处 （手术中心）	0.10	开机
23	距机房楼上地面100cm处 （手术中心）	0.10	开机
24	距机房楼下地面170cm处 （内窥镜中心）	0.11	开机

25	距机房楼下地面170cm处 (内窥镜中心)	0.10	开机
----	--------------------------	------	----

注：天气：阴，温度：18℃，湿度：74%RH。

表7-3 门诊楼三层手术室2（DSA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)	设备状态
1	控制室内	0.09	关机
2	观察窗外30cm处 (控制室)	0.11	开机
3	观察窗缝外30cm处 (控制室)	0.10	开机
4	操作位 (控制室)	0.10	开机
5	北门外30cm处（左缝） (控制室)	0.10	开机
6	北门外30cm处（中间） (控制室)	0.10	开机
7	北门外30cm处（右缝） (控制室)	0.11	开机
8	北门上观察窗外30cm处 (控制室)	0.10	开机
9	东墙外30cm处（左缝） (手术室1)	0.10	开机
10	东墙外30cm处（左缝） (手术室1)	0.11	开机
11	南门外30cm处（左缝） (病人通道)	0.10	开机
12	南门外30cm处（中间） (病人通道)	0.09	开机
13	南门外30cm处（右缝） (病人通道)	0.11	开机
14	南门上观察窗外30cm处 (病人通道)	0.10	开机
15	南墙外30cm处 (病人通道)	0.09	开机
16	西墙外30cm处 (设备间2)	0.10	开机
17	西墙外30cm处 (导管室)	0.10	开机

18	西门外30cm处（左缝） （导管室）	0.10	开机
19	西门外30cm处（中间） （导管室）	0.10	开机
20	西门外30cm处（右缝） （导管室）	0.10	开机
21	西门上观察窗外30cm处 （导管室）	0.10	开机
22	距机房楼上地面100cm处 （手术中心）	0.10	开机
23	距机房楼上地面100cm处 （手术中心）	0.10	开机
24	距机房楼下地面170cm处 （内窥镜中心）	0.11	开机
25	距机房楼下地面170cm处 （内窥镜中心）	0.10	开机

注：天气：阴，温度：18℃，湿度：74%RH。

表7-4 1号加速器机房周围X-γ辐射剂量率检测结果（10MV X射线、600cGy/min）

测点 编号	点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	候诊大厅	0.10	关机
2	西墙外30cm处（操作位）	0.11	机架0° （射线方向 向下）
3	西墙外30cm处（穿线口）	0.11	
4	西墙外30cm处（设备间）	0.10	
5	西墙外30cm处（设备间）	0.10	
6	防护门外30cm处（左缝）	0.10	
7	防护门外30cm处（中间）	0.10	
8	防护门外30cm处（右缝）	0.11	
9	防护门外30cm处（下缝）	0.10	
10	北墙外30cm处（下沉庭院）	0.17	

11	北墙外30cm处（下沉庭院）	0.16	（射线方向 向北）
12	北墙外30cm处（下沉庭院）	0.17	
13	南墙外30cm处（2号加速器机房）	0.25	机架-90° （射线方向 向南）
14	南墙外30cm处（2号加速器机房）	0.27	
15	南墙外30cm处（2号加速器机房）	0.26	
16	距机房楼上地面100cm处（草坪）	0.09	机架180° （射线方向 向上）
17	距机房楼上地面100cm处（草坪）	0.11	
18	距机房楼上地面100cm处（草坪）	0.10	

注：天气：阴，温度：18℃，湿度：74%RH。

表7-5 1号加速器机房周围X-γ辐射剂量率检测结果（1400cGy/min、6MV-FFF X射线）

测点 编号	点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	候诊大厅	0.10	关机
2	西墙外30cm处（操作位）	0.10	机架0° （射线方向 向下）
3	西墙外30cm处（穿线口）	0.10	
4	西墙外30cm处（设备间）	0.10	
5	西墙外30cm处（设备间）	0.09	
6	防护门外30cm处（左缝）	0.10	
7	防护门外30cm处（中间）	0.10	
8	防护门外30cm处（右缝）	0.11	
9	防护门外30cm处（下缝）	0.10	
10	北墙外30cm处（下沉庭院）	0.14	
11	北墙外30cm处（下沉庭院）	0.15	

12	北墙外30cm处（下沉庭院）	0.15	
13	南墙外30cm处（2号加速器机房）	0.11	机架-90° （射线方向 向南）
14	南墙外30cm处（2号加速器机房）	0.12	
15	南墙外30cm处（2号加速器机房）	0.11	
16	距机房楼上地面100cm处（草坪）	0.09	机架180° （射线方向 向上）
17	距机房楼上地面100cm处（草坪）	0.11	
18	距机房楼上地面100cm处（草坪）	0.12	

注：天气：阴，温度：18℃，湿度：74%RH。

表7-6 1号加速器机房内通风风速检测结果

机房容积 (m ³)	平局风速 (m/s)	通风量 (m ³ /h)	换气次数 (次/小时)	标准限制 (次/小时)	单项结论
	排风口				
268.38	2.31	1122.66	4.18	不小于4	符合

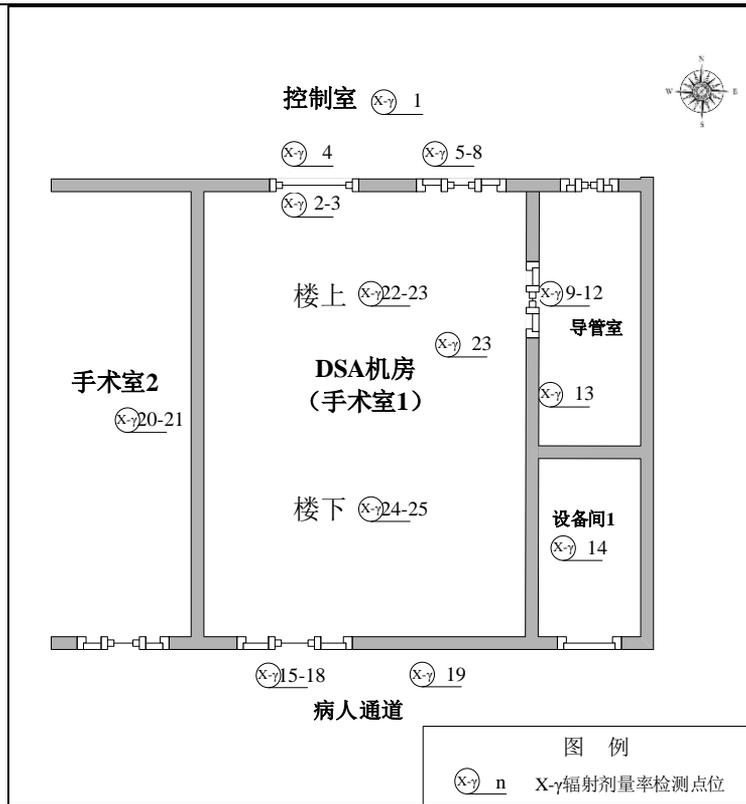


图7-1 门诊楼三层手术室1（DSA机房）周围监测布点图

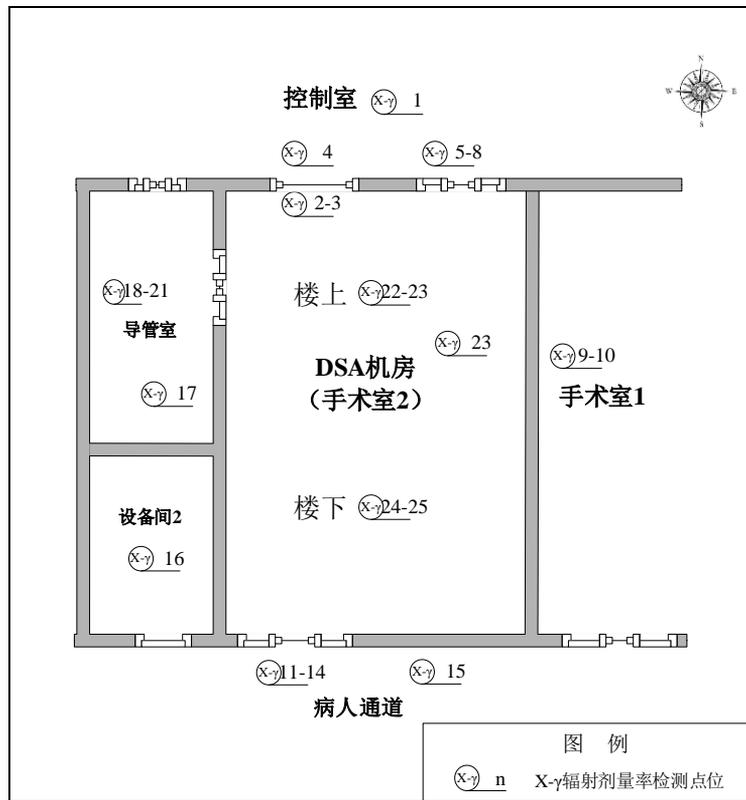


图7-2 门诊楼三层手术室2（DSA机房）周围监测布点图

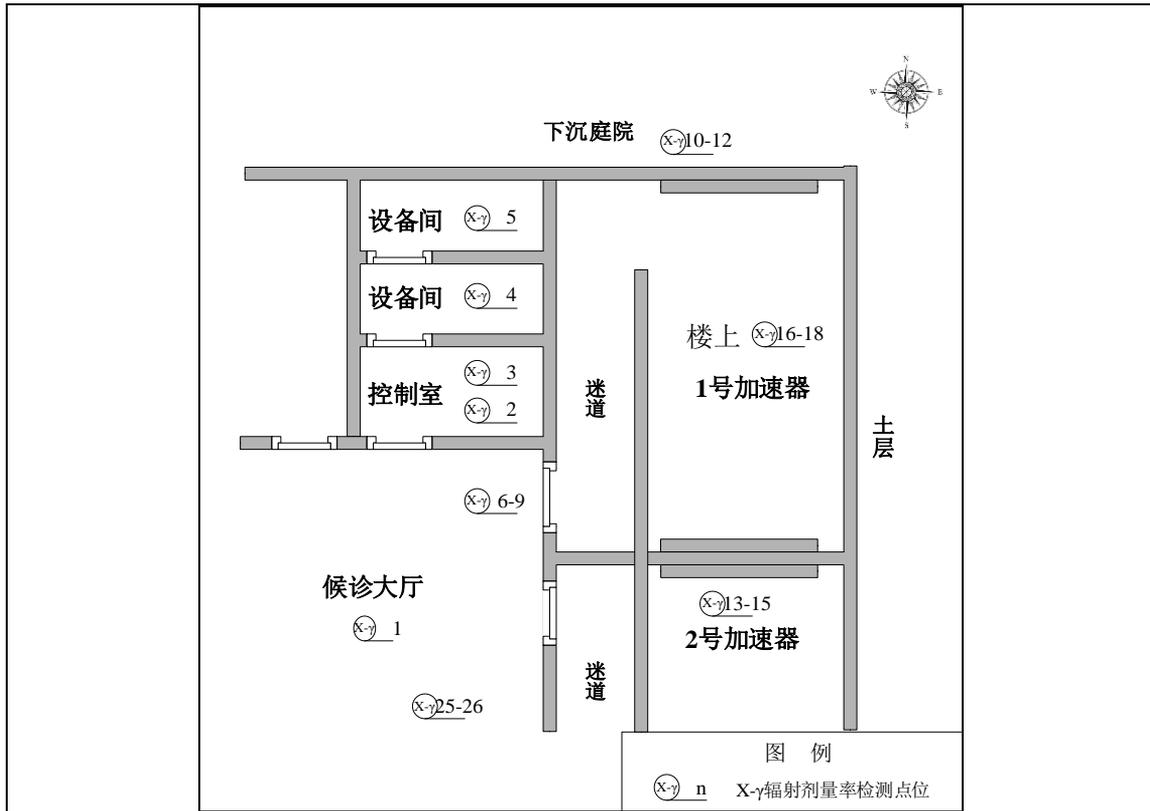


图7-3 1号加速器机房周围监测布点图

由表7-2、表7-3可知，本项目门诊楼三层手术室1内DSA（型号：UNIQ FD20）正常工作（检测工况：75kV/21mA）时，DSA机房（门诊楼三层手术室1）周围的X-γ辐射剂量当量率为（0.09~0.20） $\mu\text{Sv/h}$ ；门诊楼三层手术室2内DSA（型号：UNIQ FD10）正常工作（检测工况：75kV/17mA）时，DSA机房（门诊楼三层手术室2）周围的X-γ辐射剂量当量率为（0.09~0.11） $\mu\text{Sv/h}$ 。均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

由表7-4、表7-5可知，本项目1号加速器机房（型号：Axesse）正常工作（工况：10MV X射线、600cGy/min、40cm×40cm 和6MV-FFF X射线、1400cGy/min、40cm×40cm）时，机房周围的X-γ辐射剂量当量率为（0.09~0.27） $\mu\text{Sv/h}$ ，均符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的标准要求。

由表7-6可知，本项目1号加速器机房换气次数为4.18次/小时，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的要求。

2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据本项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效

剂量进行计算分析，计算未扣除环境本底剂量率。

1) 辐射工作人员

目前南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）为本项目配备13名辐射工作人员，满足DSA及医用直线加速器日常工作的配置要求。采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据医院提供的2021年第三、第四季度个人剂量监测报告，报告编号为：宁泰坤（个剂）检字第202119806和宁泰坤（个剂）检字第202119809，其辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表7-7。

表 7-7 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

工作场所	姓名	工种	2021年	2021年	人员半年受照剂量（mSv/半年）	管理目标值（mSv/半年）
			第三季度	第四季度		
DSA室	张巧云	护士	0.07	0.04	0.11	2.5
	刘荣荣	技师	0.06	0.05	0.11	2.5
	聂春焰	医生	<MDL	0.03	0.03	2.5
	杭涛	医生	0.36	<MDL	0.36	2.5
	高翔	医生	<MDL	<MDL	<MDL	2.5
	胡效	医生	/	0.09	0.09	2.5
	田鸿福	医生	0.05	<MDL	0.05	2.5
	夏云	护士	0.44	0.24	0.68	2.5
放疗科	沈泽天	医生	/	0.13	0.13	2.5
	赵本新	医生	/	0.13	0.13	2.5
	周含	物理师	/	0.07	0.07	2.5
	郭畅	技师	/	0.13	0.13	2.5
	游船靓	技师	/	0.12	0.12	2.5

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估算。本项目门诊楼三层手术室1、2的DSA的工作时间均约为

200h/a，门诊楼负一层放疗中心 1号加速器机房工作时间约为200h/a，辐射工作人员的全居留因子取1，偶然居留因子取1/8，周围公众的偶然居留因子取1/8，计算辐射工作人员和周围公众的年有效剂量，结果见表7-8和表7-12。

表7-8 门诊楼三层手术室1（DSA机房）周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

场所	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)
门诊楼三层手术室1	控制室防护门外	0.10	职业人员	1	200	0.02	5.0
	观察窗外	0.09	职业人员	1	200	0.02	5.0
	操作位处	0.09	职业人员	1	200	0.02	5.0
	东墙外	0.11	职业人员	1	200	0.02	5.0
	南墙外	0.10	职业人员	1	200	0.02	5.0
			公众	1/8	200	<0.01	0.25
	DSA 机房南防护门外	0.20	职业人员	1	200	0.04	5.0
			公众	1/8	200	<0.01	0.25
	西墙外	0.11	公众	1/8	200	<0.01	0.25
	楼上	0.10	公众	1/8	200	<0.01	0.25
楼下	0.11	公众	1/8	200	<0.01	0.25	

注：1.计算时未扣除环境本底剂量；

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

表7-9 门诊楼三层手术室2（DSA机房）周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

场所	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)
门诊楼三层手术室2	控制室防护门外	0.10	职业人员	1	200	0.02	5.0
	观察窗外	0.11	职业人员	1	200	0.02	5.0

操作位处	0.10	职业人员	1	200	0.02	5.0
东墙外	0.10	公众	1/8	200	<0.01	0.25
南墙外	0.09	职业人员	1	200	0.02	5.0
		公众	1/8	200	<0.01	0.25
西墙外	0.10	职业人员	1	200	0.02	5.0
DSA 机房南防护门外	0.10	职业人员	1	200	0.02	5.0
		公众	1/8	200	<0.01	0.25
楼上	0.10	公众	1/8	200	<0.01	0.25
楼下	0.11	公众	1/8	200	<0.01	0.25

注：1.计算时未扣除环境本底剂量；

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

表7-10 本项目1号加速器机房周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

位置	最大监测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年剂量约束值 (mSv/a)	使用因子 U	居留因子 T	年剂量估算 (mSv/a)
控制室 (操作位)	0.11	放射工作人员, 5	1/4	全居留, 1	0.11
防护门外	0.11	公众中个人, 0.25	1	部分居留, 1/4	<0.01

由表7-7可知，根据南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）提供的个人累积剂量监测结果显示，辐射工作人员有效剂量最大为0.68mSv/半年。由表7-8、表7-9和表7-10可知，根据现场实际监测结果显示，2座DSA机房工作人员年有效剂量最高为0.04mSv/a，1号加速器机房工作人员年有效剂量最大为0.11mSv/a，均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。计算结果见由表7-8、表7-9和表7-10，由表可知，DSA机房和1号加速器机房周围公众年有效剂量最大均<0.01mSv/a，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结果 s 为：实际监测辐射工作人员有效剂量最大为 0.11mSv/a ，实际监测周围公众年有效剂量最大 $<0.01\text{mSv/a}$ 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 ），并低于本项目目标管理值（职业人员 5mSv/a ，公众 0.25mSv/a ）。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）新建放射诊疗项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 本项目环评规划建设内容：新建放射诊疗项目位置位于医技楼（北区）及地下负一层东部。项目主要包括：放疗中心拟建2座医用直线加速器机房（负一层）（配备2台医用直线加速器，X射线最大能量15MV，属II类射线装备）、1座后装机房（负一层）（含1枚 ^{192}Ir 放射源，活度 $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$ ，属III类放射源），核医学科拟建两座PET/CT机房、一座SPECT/CT机房、 ^{131}I 核素治疗病房及相关辅助用房（负一层）（使用 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 核素进行放射性诊断）使用4枚 ^{68}Ge 校验源（属V类放射源），医技楼（北区）拟开展DSA介入治疗（一楼1座，三楼3座）（型号均未定，最大管电压均为125kV，最大管电流均为1250mA）。该项目已于2017年9月完成项目的环境影响评价，于2018年5月31日取得了原江苏省环境保护厅关于本项目的环评批复文件（苏环辐（表）审[2018]012号）。

实际建设情况：环评规划中医技楼实际建成后更名为门诊楼，本项目在门诊楼三楼介入科新建3座DSA机房（手术室1、2、3）并在手术室1、2各配备1台DSA（手术室1：DSA型号为UNIQ FD20，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA；手术室2：DSA型号为UNIQ FD10，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA），手术室3尚未配置；在门诊楼负一层放疗中心新建2座加速器机房，并在1号加速器机房配备1台医用直线加速器（Axesse型，X射线能量：6、10MV，电子线：6、9、12、16、20MeV），2号加速器机房尚未配置设备。本项目环评规划中其它机房均已建设完成，但均未配置相关设备。

经现场核查本项目实际建设规模及主要技术参数等虽与《南京医科大学第四附属医院新建放射诊疗项目环境影响报告表》及其环评批复内容有所变化，但对照《射线装置分类名录》和《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函[2020]688号），均不属于重大不变动。

2) 本项目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 辐射剂量率和通风风速等均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的要求和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对工作人员和公众年有效剂量限值的要求。

3）本项目工作场所设置有电离辐射警告标志，DSA防护门上方安装工作状态指示灯，防护门与工作状态指示灯联动，防护门已设置闭门装置；加速器机房防护门与工作状态指示灯联动，加速器设备与防护门设置了门机连锁；在DSA操作台前机房墙上设置了观察窗，在加速器操作台安装了视频监控系统；本项目DSA机房和加速器机房均设置动力排风装置，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）及环评报告和环评批复的要求。

5）医院为本项目共配备了1台巡检仪、1台固定式辐射检测仪、10台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，配备了铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅防护手套、铅悬挂防护屏、床侧防护帘等防护用品；满足环评和环评批复的要求。

6）本项目辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；本项目辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；医院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，满足环评和环评批复的要求。

综上所述，南京市浦口医院（南京医科大学第四附属医院）新建放射诊疗项目均在环评报告内容及批复范围内。本次验收2台DSA及1台医用直线加速器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。

后续要求：

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。