2025-TKFSHP-009

核技术利用建设项目

南京应天骨科医院新建 1 台 DSA 应用项目环境影响报告表

（公示稿）

南京应天骨科医院

2025 年 5 月

生态环境部监制

打印编号：1745221871000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	uqu132
建设项目名称	南京应天骨科医院新建1台DSA应用项目
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	南京应天骨科医院
统一社会信用代码	52320100329537671 7
法定代表人（签章）	陆维举
主要负责人（签字）	李斌
直接负责的主管人员（签字）	王玲玉
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	南京泰坤环境检测有限公司
统一社会信用代码	91320111589145415Q
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
徐钦华	11353743506370312	BH028310	徐钦华

2 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐钦华	表1项目基本情况、表2放射源、表3非密封放射性物质、表4射线装置、表5废弃物、表6评价依据、表7保护目标与评价标准、表8环境质量和辐射现状、表9项目工程分析与源项、10辐射安全与防护、表11环境影响分析、表12辐射安全管理、表13结论与建议	BH028310	徐钦华

编制主持人职业资格证书

编制主持人社保缴纳记录

江苏省社会保险权益记录单

（参保单位）

请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称： 南京泰坤环境检测有限公司　　**现参保地：** 江北新区

统一社会信用代码： 91320111589445415Q　　**查询时间：** 202501-202505

共1页，第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险
缴费总人数			

序号	姓名	公民身份号码（社会保障号）	缴费起止年月	缴费月数
1	徐钦华	370[redacted]76	202501 - 202505	5

说明：
1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。

江苏省社会保险 电子专用章

打印时间：2025年5月23日

目 录

附图：

1.项目地理位置示意图（附图 1）；

2.医院平面布置、评价范围示意图（附图 2）；

3.门急诊住院综合楼负 1 楼平面布置示意图（附图 3）；

4.门急诊住院综合楼 1 楼平面布置示意图（附图 4）；

5.门急诊住院综合楼 2 楼平面布置示意图（附图 5）；

6.门急诊住院综合楼 3 楼平面布置示意图（附图 6）；

7.门急诊住院综合楼 4 楼平面布置示意图（附图 7）；

8.项目与江苏省生态环境分区管控关系查询截图（附图 8）；

9.DSA 机房专项辐射防护图（附图 9-1）；

10.DSA 机房辐射防护墙面、顶部防护节点图（附图 9-2）；

11.DSA 机房辐射防护推拉门节点图（附图 9-3）；

12.DSA 机房辐射防护平开门节点图（附图 9-4）；

13.DSA 机房辐射防护观察窗节点图（附图 9-5）。

附件：

1.本项目环评委托书（附件 1）；

2.本项目射线装置使用情况承诺书（附件 2）；

3.本次环评项目 DSA 机房屏蔽设计情况（附件 3）；

4.医院现有核技术利用项目情况（附件 4）；

5. 医院辐射安全许可证（附件 5）；

6.新院区建设项目备案证及环评批复（附件 6）；

7.项目辐射环境现状检测报告（附件 7）；

8.医院现有辐射安全管理制度文件（附件 8）；

9.硫酸钡涂料拟合参数相关证明材料（附件 9）。

表1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">南京应天骨科医院新建1台DSA应用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">南京应天骨科医院
（统一社会信用代码：52320100329537671 7）</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td></td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">江苏省南京市江宁区胜利西路36号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">南京经开区新港大道78号</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">南京经济技术开发区管理委员会行政审批局</td><td>批准文号</td><td colspan="2">宁开委行审备〔2022〕1号</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>400</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>40</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>10%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>206</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□I类 □II类 □III类 □IV类□V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□I类（医疗使用）□II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备PET用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑II类 ☑III类</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

项目概述：

一、建设单位情况、项目建设规模、目的和任务的由来

1、建设单位基本情况

南京应天骨科医院（以下简称医院）地处南京市江宁区胜利西路36号，是以骨科创伤、骨与软组织感染、关节疾病、畸形矫形治疗为主要特色的二级非营利医院。医院业务技术骨干是以原南京军区南京总医院骨科专家及护理团队为班底，目前有主任医师3人，副主任医师5人，硕士、博士生7人。开放床位100张，设置有

内科、外科、骨科、口腔科、康复科、中医骨伤科等科室。

为提高医院服务质量，改善患者就医环境，医院拟在南京经开区新港大道78号建设新院区，总建筑面积约8.9万平方米，其中地上建筑面积约6.89万平方米，其功能主要是门急诊、医技、病房及相关配套用房；地下建筑面积约2.01万平方米，其主要功能是机动车库、非机动车库、设备机房、人防及配套设施用房等。新院区建成后南京应天骨科医院将整体搬迁至新院区。新院区建设项目于2022年1月1日进行了投资项目备案，备案证号：宁开委行审备〔2022〕1号；建设项目环境影响评价报告表于2023年3月10日取得南京经济技术开发区管理委员会的批复文件（批复文号：宁开委行审许可字〔2023〕52号）。新院区建设项目投资备案证及环评批复见附件6。目前新院区尚在建设中。

2、项目建设规模

为满足医疗需求，更好地为患者提供放射诊疗服务，医院拟在建成后的新院区门急诊住院综合楼3楼新建1间DSA机房及控制室、设备间、缓冲间等辅助用房，在DSA机房内配备1台DSA（最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，设备型号待定），用于放射诊断及介入治疗；在门急诊住院综合楼1楼新建2间CT机房（各配备1台CT机）、2间DR机房（各配备1台DR）、1间牙片机机房（各配备1台牙片机），在门急诊住院综合楼3楼新建2间C形臂机房并各配置1台移动式C形臂X射线机。配置的射线装置中，1台CT机、1台C形臂机、1台DR及1台牙片机由老院区搬迁，其余射线装置均拟购置。本项目DSA属于《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（公告2017年 第66号）中的II类射线装置，CT、DR、牙片机及C形臂机均为III类射线装置。射线装置情况见表1-1。

表1-1 射线装置情况一览表

名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	类别	工作场所名称	备注
DSA	待定	1台	125kV	1000mA	II	3楼DSA机房	新购
C形臂1	PLX112E	1台	120kV	30mA	III	3楼C形臂1机房	由老院区搬迁
C形臂2	待定	1台	120kV	110mA	III	3楼C形臂2机房	新购
CT1	SOMATO MSpirit	1台	130kV	180mA	III	1楼CT1机房	由老院区搬迁
CT2	待定	1台	140kV	700mA	III	1楼CT2机房	新购

DR1	PLD6500 F	1 台	150kV	800mA	III	1 楼 DR1 机房	由老院区搬迁
DR2	待定	1 台	150kV	1000mA	III	1 楼 DR2 机房	新购
牙片机	ZLY-Q	1 台	70kV	8mA	III	1 楼牙片机房	由老院区搬迁

3、目的和任务的由来

医院在使用 DSA 进行放射诊疗可能对周围人员和环境造成一定影响，为保护环境和公众，减少或避免污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《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》等法律法规的规定，南京应天骨科医院委托南京泰坤环境检测有限公司对新建 1 台 DSA 应用项目进行环境影响评价工作。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目拟使用的 DSA 装置属“血管造影用 X 射线装置”，为II类射线装置。依照《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 年版），本项目新建 1 台 DSA 属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。

南京泰坤环境检测有限公司通过现场踏勘和监测、资料调研及项目工程分析等工作，编制了该项目的环境影响评价报告表。

二、项目场址选址及周边保护目标

1、项目场址选址

南京应天骨科医院新院区位于南京经开区新港大道 78 号，新院区东侧为经六路，南侧为安福路，西侧为惠台路，北侧为新港大道。

本项目位于门急诊住院综合楼，门急诊住院综合楼东、西、北侧均为院内道路，南侧依次为院内道路、停车场。

本项目 1 台 DSA 机房设置在门急诊住院综合楼 3 楼。DSA 机房东侧为设备间，南侧为控制室、缓冲间，西侧为洁净走廊，北侧为污物走廊，机房上方为 4 楼治疗室、被服库房、仪器设备间、UPS 间、空调机房（西侧部分区域）及走廊等，机房下方为 2 楼冷库、医护办公室、值班室、更衣室、敷料库房等。

C 形臂 1 机房、C 形臂 2 机房均设置在门急诊住院综合楼 3 楼，其东侧为 OR3 手术室、南侧为走廊，西侧为楼梯间，北侧临空，上方为楼顶平台，下方为门诊大

厅。

2台CT、2台DR、1台牙片机机房集中设置在门急诊住院综合楼1楼中部影像中心，影像中心东侧为健康宣讲室，南侧为室外道路，西侧为电梯间，北侧为走廊，楼上为无菌物品处理区、敷料处理、库房及办公室等，楼下为食堂加工区、热水机房、低压配电室。

本项目地理位置示意图见附图1，医院平面布置及评价范围示意图见附图2，门急诊住院综合楼负1楼~4楼平面布置示意图见附图3~附图7。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》苏政发〔2018〕74号、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》苏政发〔2020〕1号和《江苏省自然资源厅关于南京市栖霞区2023年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕1067号），本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（苏政发〔2020〕49号）、南京市生态环境局《南京市2023年度生态环境分区管控动态更新成果公告》，经江苏省生态环境厅“江苏省生态环境分区管控综合服务系统”查询（查询截图见附图8），本项目所在地块位于南京经济技术开发区重点管控单元（编码：ZH32011320217）内，评价范围内不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条（一）中的“国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区”等环境敏感区。项目选址合理。

2、项目周边保护目标

本项目50m范围内主要为新院区内门急诊住院综合楼、院内道路、停车场，均为医院内部建筑和道路，无学校、居民区等环境敏感目标，评价范围见附图2。评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及“国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区”等环境敏感区。运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员及周围公众等。

三、实践正当性分析

本项目的投入使用能更好地满足患者的就诊需求，并可提高当地医疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，在做好辐射防护措施和管理的基础上，其所带来的效益远大于可能对环境造成的影响，因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安

全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”原则。

四、现有核技术利用项目分析

1、现有核技术利用项目

医院已取得辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证[A0467]，种类和范围为“使用III类射线装置”，有效期至 2029 年 11 月 14 日。医院老院区现有 4 台III类射线装置，均已完成环评备案和辐射安全许可。辐射安全许可证正、副本见附件 5。医院现有核技术利用项目情况见下表。

表 1-2 医院现有核技术项目一览表

序号	射线装置名称	型号	数量	主要技术参数	射线装置类别	工作场所名称	活动	环保手续履行情况	备注
1	CT 机	SOMATO MSpirit	1	130kV/180mA	III	CT 室	使用	已备案已许可	拟搬迁至新院区
2	数字化摄影 X 射线机	PLD6500 F	1	150kV/800mA		DR 室	使用		拟搬迁至新院区
3	高频移动式手术 X 射线机	PLX112E	1	120kV/30mA		手术室	使用		拟搬迁至新院区
4	牙科 X 射线机	ZLY-Q	1	70kV/8mA		牙片室	使用		拟搬迁至新院区

2、辐射安全管理现状

医院已成立了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，已针对现有核技术利用项目制定了辐射安全管理制度，每年委托有资质单位对本单位的辐射工作场所进行了监测，监测结果满足相关标准要求。医院每年对本单位辐射工作场所的安全和防护状况进行了年度评估，于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交了上一年度的放射性同位素与射线装置安全和防护状况评估报告，满足环保相关管理要求。

医院现有辐射工作人员均已取得辐射安全与防护考核合格证书，证书均在有效期内。医院现有辐射工作人员的数量满足现有核技术利用项目对人员的需求。所有辐射工作人员均已参加职业健康体检，并建立了职业健康监护档案，根据辐射工作人员的职业健康体检报告，现有辐射工作人员均可继续原放射工作。医院已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案，根据辐射工作人员的个人剂量检测报告，现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量约束值 5mSv/a，满足环保相关管理要求。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	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）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	待定	125	1000	医用诊断/介入治疗	门急诊住院综合楼 3 楼 DSA 机房	新购
2	C 形臂	III	1	PLX112E	120	30	医用诊断/介入治疗	门急诊住院综合楼 3 楼 C 形臂 1 机房	由老院区搬迁
3	C 形臂	III	1	待定	120	110	医用诊断/介入治疗	门急诊住院综合楼 3 楼 C 形臂 2 机房	新购
4	CT	III	1	SOMATO MSpirit	130	180	医用诊断/介入治疗	门急诊住院综合楼 1 楼 CT1 机房	由老院区搬迁
5	CT	III	1	待定	140	700	医用诊断/介入治疗	门急诊住院综合楼 1 楼 CT2 机房	新购
6	DR	III	1	PLD6500 F	150	800	医用诊断/介入治疗	门急诊住院综合楼 1 楼 DR1 机房	由老院区搬迁
7	DR	III	1	待定	150	1000	医用诊断/介入治疗	门急诊住院综合楼 1 楼 DR2 机房	新购
8	牙片机	III	1	ZLY-Q	70	8	医用诊断/介入治疗	门急诊住院综合楼 1 楼牙片机房	由老院区搬迁

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（Ma）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	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	/	/	微量	微量	/	不暂存	通过排风系统排入大气，臭氧在常温下约50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。
介入手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具、介入导丝、废造影剂、废造影剂瓶等医疗废物	固态	/	/	约 25kg	约 300kg	/	暂存在机房中的垃圾桶中，手术结束集中收集暂存于医院医疗废物暂存间。	委托有资质单位进行处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m^3）和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	1.《中华人民共和国环境保护法》（修订版），中华人民共和国主席令第9号，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），中华人民共和国主席令第24号，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日起实施； 4.《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年修订，国务院令709号，2019年3月2日施行； 5.《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行； 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），生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行； 7.《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； 8.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行； 9.《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第2号公告，2018年5月1日起实施； 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.《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行； 12.《关于进一步做好建设项目环境影响评价报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，2021年5月28日发布； 13.《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部第57号公告，2020年1月1日起施行； 14.《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施

	行； 15.《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； 16.《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布； 17.《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日； 18.《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日； 19.《江苏省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日； 20.《江苏省辐射事故应急预案》（2020年修订版），苏政办函〔2020〕26号，2020年2月19日发布； 21.《江苏省自然资源厅关于南京市栖霞区2023年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕1067号）。
技术标准	1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 2.《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 3.《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； 4.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5.《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 6.《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）； 7.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 8.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 9.《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）； 10.《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）。

其他	**设计资料（设计图及设计说明）** 附图： 1.项目地理位置示意图（附图 1）； 2.医院平面布置、评价范围示意图（附图 2）； 3.门急诊住院综合楼负 1 楼平面布置示意图（附图 3）； 4.门急诊住院综合楼 1 楼平面布置示意图（附图 4）； 5.门急诊住院综合楼 2 楼平面布置示意图（附图 5）； 6.门急诊住院综合楼 3 楼平面布置示意图（附图 6）； 7.门急诊住院综合楼 4 楼平面布置示意图（附图 7）； 8.项目与江苏省生态环境分区管控关系查询截图（附图 8）； 9.DSA 机房专项辐射防护图（附图 9-1）； 10.DSA 机房辐射防护墙面、顶部防护节点图（附图 9-2）； 11.DSA 机房辐射防护推拉门节点图（附图 9-3）； 12.DSA 机房辐射防护平开门节点图（附图 9-4）； 13.DSA 机房辐射防护观察窗节点图（附图 9-5）。 附件： 1.本项目环评委托书（附件 1）； 2.本项目射线装置使用情况承诺书（附件 2）； 3.本次环评项目 DSA 机房屏蔽设计情况（附件 3）； 4.医院现有核技术利用项目情况（附件 4）； 5. 医院辐射安全许可证（附件 5）； 6.新院区建设项目备案证及环评批复（附件 6）； 7.项目辐射环境现状检测报告（附件 7）； 8.医院现有辐射安全管理制度文件（附件 8）； 9.硫酸钡涂料拟合参数相关证明材料（附件 9）。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，结合本项目的特点，本项目确定以 DSA 机房的屏蔽墙为边界周围 50m 范围内的区域作为评价范围，详见附图 2。

保护目标

本项目 50m 范围内主要为新院区内的门急诊住院综合楼、院内道路及停车场，均为医院内部建筑和道路，无学校、居民区等环境敏感目标。本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及“国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区”等环境敏感区。运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员及周围公众等。本项目保护目标详见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内保护目标一览表

位置	场所名称	方位及最近距离	保护对象	规模	年有效剂量约束值（mSv/a）
门急诊住院综合楼机房周围紧邻	3 楼 DSA 控制室、设备间	南侧、东侧，紧邻	辐射工作人员	6 人	5
	3 楼 C 形臂 1 机房、C 形臂 2 机房	/	辐射工作人员	6 人	
	1 楼 CT1、CT2 共用操作间	2 机房中间，紧邻	辐射工作人员	2 人	
	1 楼 DR1、DR2、牙片机共用控制廊	机房北侧，紧邻	辐射工作人员	3 人	
	3 楼 DSA 南侧缓冲间	南，紧邻	评价范围内公众（其他医务人员、患者及患者家属）	流动人员	
	3 楼 DSA 西侧洁净走廊	西，紧邻		流动人员	
	3 楼 DSA 北侧污物走廊	北，紧邻		流动人员	
	4 楼治疗室、被服库房、仪器设备间、UPS 间、空调机房（西侧部分区域）及走廊	上，紧邻		约 8 人	
	2 楼冷库、医护办公室、值班室、更衣室、敷料库房、无障碍电梯间等	下，紧邻		约 10 人	
门急诊	3 楼，机房东侧各手术室、办公室、机房等	东，2.4m	评价范围内	约 60 人	

住院综合楼内部环境	3楼，机房南侧 库房、手术室、办公室等	南，2.6m	公众（其他医务人员、患者及患者家属）	约10人	
	3楼，机房西侧 胃镜室、手术室、库房等	西，3.2m		约20人	
	3楼，机房北侧 手术室、麻醉室等	北，2.3m		约30人	
	门急诊住院综合楼4-15楼	上方，5.4m		约400人	
	门急诊住院综合楼 地下一层地下车库-2楼	下方，4.5m		约200人	
门急诊住院综合楼外部环境	门急诊住院综合楼东侧院内道路	东，33m	评价范围内公众（其他医务人员、患者及患者家属）	流动人员	
	门急诊住院综合楼南侧院内道路、停车场	南，15m		流动人员	
	门急诊住院综合楼西侧院内道路	西，47m		流动人员	
	门急诊住院综合楼北侧院内道路	北，24m		流动人员	

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

辐射工作人员和公众剂量限值

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对 象	剂量限值
职业照射剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150 mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500 mSv。 对于年龄为16岁~18岁接受涉及辐射照射就业培训的徒工和年龄为16岁~18岁在学习过程中需要使用放射源的学生，应控制其职业照射使之不超过下述限值： ①年有效剂量，6mSv；
公众照射剂量限值	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，lmSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过lmSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5 mSv；
剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3 mSv/a）的范围之内。	

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）：

6 X射线设备机房防护设施的技术要求

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 7-3 的规定。本项目为单管头 X 射线设备。

表 7-3 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积 m^2	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备 （含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
口内牙片机	3	1.5

6.2 X 射线设备机房屏蔽

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低于表 7-4 的规定。

表 7-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
口内牙片机房	1.0	1.0
CT 机房	2.5	

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

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。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

本项目放射学检查类型为介入放射学操作，需要配备的防护用品及防护设施需要满足表 7-5 的要求。

表 7-5 介入放射学操作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		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
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影 a	—	—	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	可调节防护窗口的立位防护屏；选配：固定特殊受检者体位的各种设备

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/铅防护吊帘、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	—
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	—
口内牙片摄影	—	—	大领铅橡胶颈套	—
注1："—"表示不需要求。 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				

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 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

3、本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）及辐射防护最优化原则确定本项目的管理目标为：

（1）年剂量约束值

DSA 职业人员年有效剂量约束值不超过 5mSv，公众年有效剂量约束值不超过 0.1mSv；

（2）周围剂量当量率参考控制水平

DSA 机房四周屏蔽体外 30cm 处、顶棚上方距顶棚地面 100cm、楼下距地面 170cm 处的周围剂量当量率均不超过 2.5μSv/h。

4、参考资料：

《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。

表 7-6 江苏省环境天然γ辐射水平（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2

标准差（s）	7.0	12.3	14.0

注：1.测量值已扣除宇宙射线响应值；

2. 现状评价时， 取测值范围为其评价参考范围，即原野天然γ辐射水平参考范围取（33.1-72.6）nGy/h，道路天然γ辐射水平参考范围取（18.1-102.3）nGy/h，室内天然γ辐射水平参考范围取（50.7-129.4）nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理位置和场所位置

项目场址选址

南京应天骨科医院新院区位于南京经开区新港大道 78 号，新院区东侧为经六路，南侧为安福路，西侧为惠台路，北侧为新港大道。

本项目 DSA 机房位于门急诊住院综合楼 3 楼中部，门急诊住院综合楼东、西、北侧均为院内道路，南侧依次为院内道路、停车场。

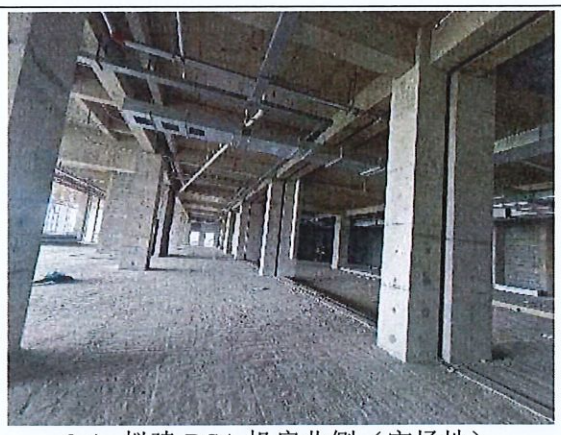
DSA 机房东侧为设备间，南侧为控制室、缓冲间，西侧为洁净走廊，北侧为污物走廊，机房上方为 4 楼治疗室、被服库房、仪器设备间、UPS 间、空调机房（西侧部分区域）及走廊等，机房下方为 2 楼冷库、医护办公室、值班室、更衣室、敷料库房等。

本项目 50m 范围内主要为医院内部建筑和道路，无学校、居民区等环境敏感目标。本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及“国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区”等环境敏感区。运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员及周围公众等。本项目及周边环境现状见图 8-1~ 图 8-7。

图 8-1 拟建 DSA 机房东侧（空场地）

图 8-2 拟建 DSA 机房南侧（空场地）

图 8-3 拟建 DSA 机房西侧（空场地）



8-4 拟建 DSA 机房北侧（空场地）

图 8-5 拟建 DSA 机房下方（空房间）

图 8-6 拟建 DSA 机房上方（空房间）

图 8-7 DSA 机房拟建址（空场地）

二、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

环境现状评价的对象：本项目拟建址及周围辐射环境

监测因子：γ辐射空气吸收剂量率

监测点位：在本项目拟建址周围进行布点。

三、监测方案、质量保证措施及监测结果

1、监测方案

监测单位：南京泰坤环境检测有限公司

检测时间：2025 年 4 月 11 日

监测设备：见表 8-1

表 8-1 监测设备相关数据

监测仪器	X-γ辐射监测仪
型号	FH40G-L10+FHZ672E-10 型
设备编号	NJTK/YQ041
能量响应范围	40keV~4.4MeV
测量范围	1nSv/h~100μSv/h
校准有效期	2024.8.28~2025.8.27
校准证书编号	Y2024-0089043

监测布点：根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，所有检测点位均布设在地面。

监测方法：根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）相关方法和要求，在环境现场调查时，于本项目周围进行γ辐射空气吸收剂量率的测量，监测结果见表 8-2，监测点位示意图见图 8-8。

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）5.5 中公式（1）对数据进行处理。其中，测量仪器无检验源，检验源效率因子取 1；测量仪器校准参考源为 ^{137}Cs，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20Sv/Gy；各监测点所在建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子按楼房 0.8 进行取值。

2、质量保证措施

本项目监测按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求，实

施全过程质量控制。监测单位（南京泰坤环境检测有限公司）具有相应检测资质（见附件 7），监测人员均经过培训和能力确认，所有监测仪器均经过计量部门检定或者校准，并在有效期内，监测仪器使用前经过核查，监测报告实行三级审核。

3、**监测结果**

本项目环境现状监测结果见表 8-2，监测报告见附件 7。

表 8-2 DSA 机房拟建址及周围γ辐射空气吸收剂量率

编号	检测点位	检测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
1	拟建址（室内，楼房）	59.5	1.3	楼房
2	拟建址东侧（室内，楼房）	60.5	0.8	楼房
3	拟建址南侧（室内，楼房）	57.5	1.4	楼房
4	拟建址西侧（室内，楼房）	58.4	1.4	楼房
5	拟建址北侧（室内，楼房）	58.8	1.3	楼房
6	拟建址楼上（室内，楼房）	57.2	1.5	楼房
7	拟建址楼下（室内，楼房）	54.6	1.2	楼房

注：1、测量结果已依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）扣除宇宙射线响应值（7.56nGy/h）；

2、检测点位见图 8-8。

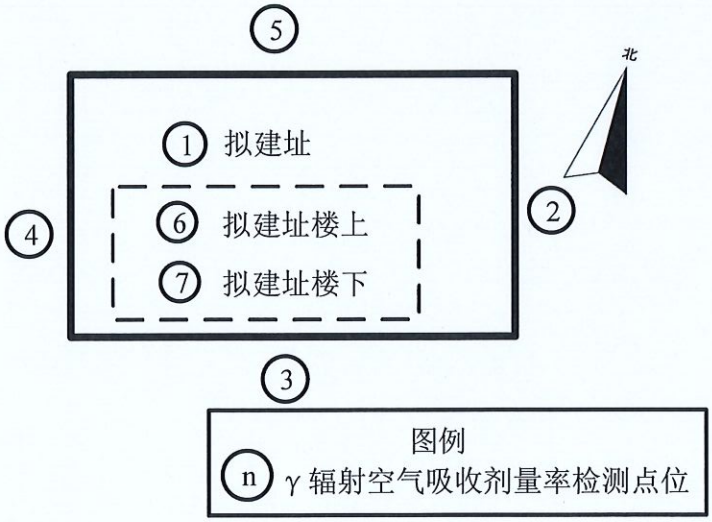


图 8-8 拟建址周围γ辐射空气吸收剂量率检测点位示意图

4、**环境现状调查结果评价**

评价方法：参照江苏省天然γ辐射水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质

量。

由表 8-2 监测结果可知，本项目拟建址周围环境室内γ辐射空气吸收剂量率为（54.6～60.5）nGy/h（测量结果已扣除宇宙射线响应值），均位于江苏省室内环境天然γ辐射水平参考范围内，属江苏省天然γ辐射正常水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 DSA 工程设备和工艺分析

一、设备组成及工作方式

数字减影血管造影（DSA）因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 设备主要包括 C 型臂机架系统、检测床、显示器吊架及显示系统、X 射线高压发生器装置、X 射线球管、数字平板探测器、图像采集处理系统、后处理工作站、防护屏及防护铅帘等。

本项目拟配备的 DSA 用于血管造影检查及介入手术治疗。根据南京应天骨科医院提供的资料，拟配置的 DSA 主要设备技术参数见表 9-1，拟配套设备配置情况见表 9-2。典型 DSA 外观图见图 9-1。

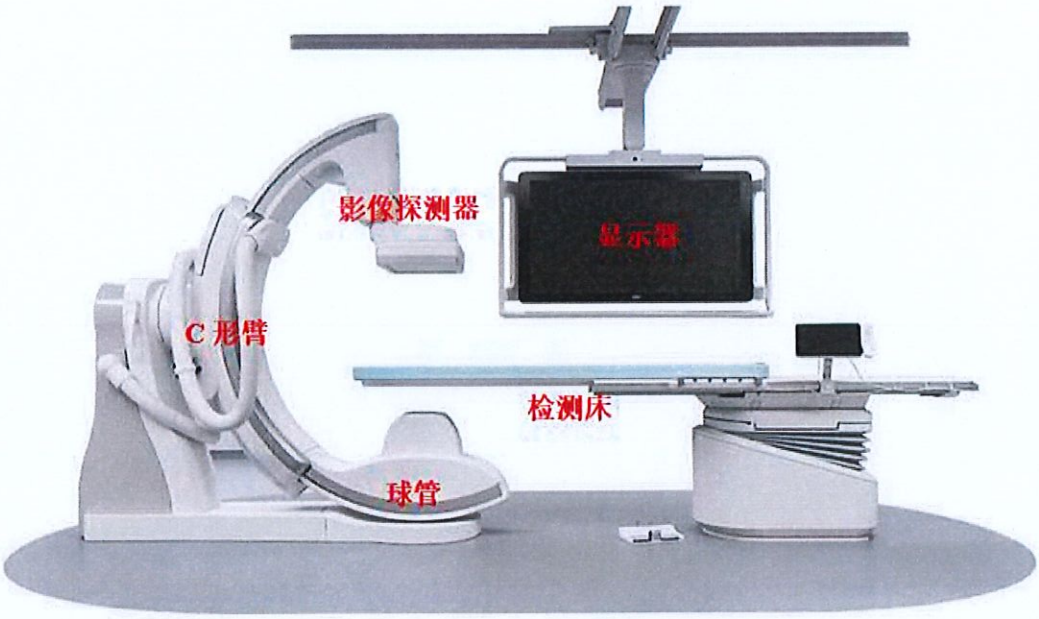


图 9-1　典型 DSA 外观图

表 9-1 本项目 DSA 主要设备技术参数

指标	技术参数
型号	待定
使用场所	门急诊住院综合楼 3 楼 DSA 机房
球管类型	单球管
焦皮距	不小于 45cm

最大管电压	125kV
最大管电流	1000mA
固有滤过	≥2.5mmAl

表 9-2 本项目 DSA 主要配套设备配置

序号	名称	数量	用途	位置
1	电源柜	1 套	DSA 配电	设备间
2	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置	设备间
3	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输	设备间
4	控制系统	1 套	DSA 设备操作	设备间

为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，一般 DSA 正常运行时工况为（60～80）kV/（100～500）mA（摄影模式）、（60～80）kV/（5～20）mA（透视模式）。

二、工作原理及工作流程

1、工作原理

（1）DSA 工作原理

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。DSA 系统结构图见图 9-2。

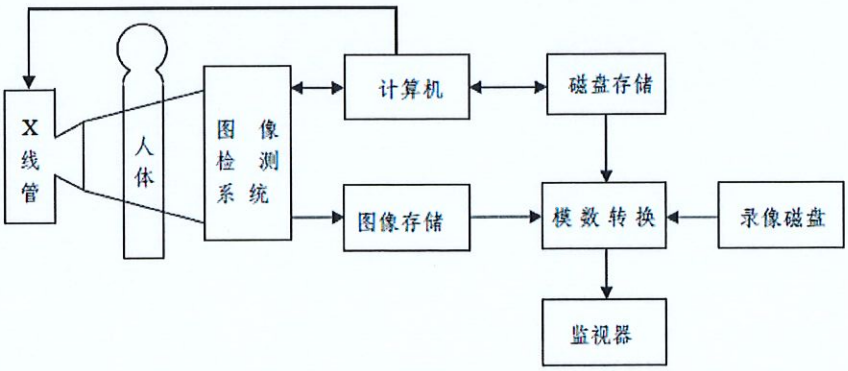


图 9-2 DSA 系统结构图

2、工作流程及产污环节

患者在接受 DSA 诊断和放射性介入治疗时，先仰卧进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，送入引导钢丝及扩张血管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。本项目 DSA 工作流程及产污环节见图 9-3。

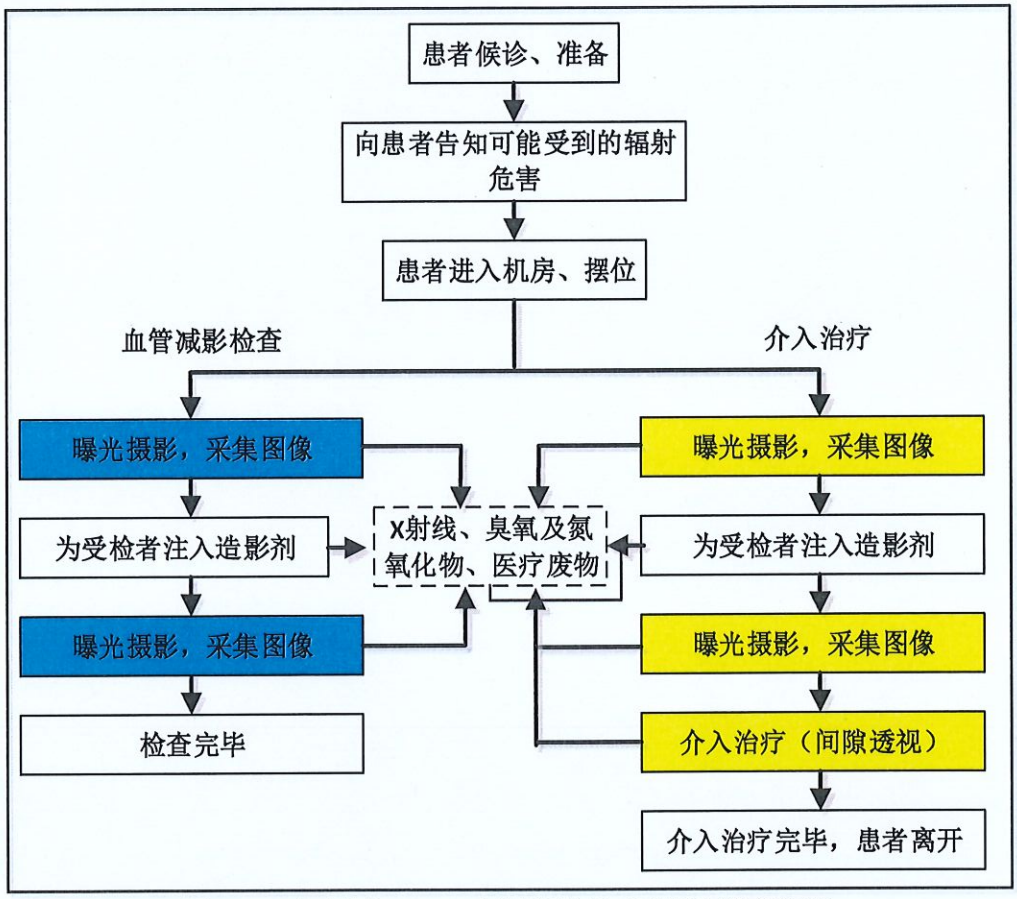


图 9-3 本项目 DSA 工艺流程及产污环节示意图

本项目 DSA 在使用时分为两种情况：

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受检者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内受检者情况，并通过对讲系统与受检者交流。

第二种情况：引导介入治疗。患者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。

本项目采用先进的数字显影技术，电脑成像，不使用显（定）影液，不产生废显影液、废定影液和废胶片。注入的造影剂不含放射性。设备运行过程中产生的污染物主要为X射线、少量臭氧和氮氧化物以及手术过程中产生的医疗废物。

三、工作负荷

根据南京应天骨科医院提供的资料，预估本项目DSA的工作负荷情况见表9-3。医院拟为本项目配备6名辐射工作人员，包括2名医师，2名护士，1名影像技师，1名影像医师，该项目辐射工作人员均为专职，不从事其他辐射工作项目。

手术过程中，医师、护士在手术室内近台操作，2名医师均位于手术床旁，站位顺序依次为第一术者、第二术者，其中第一术者距球管约0.5m处，负责为患者进行介入手术；第二术者距球管约1m处，负责辅助第一术者进行手术；护士负责术中护理操作和配合，位于术者位之后。全年手术中，医院拟规定2名医师交替作为第一和第二术者位操作医师，以保障单个医师工作量不会过大。辐射工作人员年工作250天。

表9-3 本项目DSA工作负荷

<table>
<tr><td colspan="6">透视</td></tr>
<tr><td>手术类别</td><td colspan="2">年开展工作量</td><td colspan="2">每台手术透视曝光时间</td><td>年透视曝光时间</td></tr>
<tr><td>血管介入</td><td colspan="2">150台</td><td colspan="2">约15min</td><td>约37.5h</td></tr>
<tr><td>综合介入</td><td colspan="2">100台</td><td colspan="2">约15min</td><td>约25h</td></tr>
<tr><td colspan="5">合计</td><td>约62.5h</td></tr>
<tr><td colspan="6">摄影</td></tr>
<tr><td>手术类别</td><td>年开展工作量</td><td>单次曝光时间</td><td>单台手术采集次数</td><td>单台手术最大采集时间</td><td>年曝光时间</td></tr>
<tr><td>心脏介入</td><td>150台</td><td>3～4s</td><td>6～10次</td><td>约0.7min</td><td>约1.8h</td></tr>
<tr><td>综合介入</td><td>100台</td><td>3～4s</td><td>7～15次</td><td>约1min</td><td>约1.7h</td></tr>
<tr><td colspan="5">合计</td><td>约3.5h</td></tr>
<tr><td colspan="5">总计</td><td>约66h</td></tr>
</table>

项目开展后，机房内同时操作的手术医护人员最多4人，根据医院提供的DSA工作负荷，影像技师在控制室进行隔室操作设备，受到经机房屏蔽体后的散射线、漏射线的照射，年接触射线时间不超过66h；医生、护士在机房内进行同室操作，年接触射线时间不超过62.5h。辐射工作人员一班制，每天工作时间8h，年工作250天。

四、原有工艺不足和改进情况

医院现有核技术利用项目为使用III类射线装置，现有项目均已履行环保手续，医院成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定了辐射安全管理制度，辐射工作人员均已经过自主考核，每年按规定委托有资质单位对本单位的辐射工作场所、个人剂量进行了监测，根据检测报告未出现场所周围剂量率和个人剂量超标情况，建立了职业健康监护档案，按期上报年度射线装置安全和防护状况评估报告，满足环保相关管理要求。

医院现有核技术利用项目为使用III类射线装置，新建 DSA 项目为使用 II 类射线装置开展放射介入手术，现有设备无法开展相关工作，现有管理制度、人员配置、辐射工作场所等不满足放射介入工作要求。

污染源项描述

一、辐射污染源

DSA 等射线装置运行时，X 射线球管出束产生的 X 射线对周围公众及辐射工作人员产生辐射影响。X射线在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束（主束）、漏射线和散射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

1、有用线束

本项目配置的 1 台 DSA 的有用线束透射方向为由下至上。有用线束的射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常与设备最大管电压和管电流之间留有一定的裕量。根据医院提供的资料，当 DSA 运行管电压为最大管电压的极端情况时，透视模式下的电流不大于 20mA，摄影模式下的电流不大于 500mA；DSA 正常运行时，透视模式的工况为（60～80）kV/（5～20）mA，摄影模式的工况为（60～80）kV/（100～500）mA。

本项目设备型号尚未确定，参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）5.15 规定（DSA 的所有物质形成的等效总滤过≥2.5mmAl），本项目保守按照等效总滤过为

2.5mmAl进行剂量预测（本项目DSA拟购置于正规厂家合格产品，滤过材料、泄漏辐射等必须满足国家标准要求）。DSA运行时离靶1米处的X射线发射率根据运行时管电压和DSA的X射线管的过滤条件从《辐射防护导论》（方杰著）附图3中查取，本项目正常运行时最大管电压为80kV，离靶1米处的发射率约为5mGy·m²/（mA·min）。

2、漏射线

根据国际放射防护委员会第33号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个X射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的X射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点1m处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过1 mGy/h”（在距离源1m处不超过100cm²的面积上或者在离管或源壳5cm处的10cm²面积上进行平均测量），以及《医用电气设备 第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断X射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）中12.4的相应要求，本项目DSA离焦点1m处的泄漏辐射空气比释动能率为1.0mGy/h。

3、散射线

本项目DSA的散射线主要考虑有用线束照射到受检者人体产生的侧向散射线，其强度与有用线束的X射线能量、X射线机的输出量、散射面积和距离等有关。

二、非辐射污染源

本项目为使用DSA等射线装置，在使用过程中无放射性废液、放射性废气以及放射性固体废弃物产生。

1、废水

本项目均通过显示器成像，不洗片，无洗片废水。一般废水主要是工作人员和部分病人产生的生活污水。

2、废气

射线装置在工作状态时，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

3、固体废物

本项目DSA采用数字成像，无废显、定影液及废胶片产生，手术过程中会产生一定量的棉签、纱布、手套、器具、介入导丝、废造影剂、废造影剂瓶等医疗废物（按每台手术产生约1.2kg的医疗废物，每年固体废物产生量约为300kg），工作人员产生一定量的生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、DSA 安全与防护措施分析

1、工作场所布局与分区

（1）工作场所布局合理性

本项目 DSA 配套独立用房，房间由 DSA 机房、控制室、设备间、缓冲间等组成，控制室、设备间与机房分开单独布置，机房满足拟使用设备的布局要求。DSA 机房共有 4 个防护门，其中机房南侧 M1 门用于患者出入，M2 门用于医护人员进出，北侧 M3 门用于污物运送，东侧 M4 门用于进出设备间。

手术结束患者离开后，污物通过 M3 门沿污物走廊送至医疗废物暂存间；患者通过患者通道进入，医护人员通过医护通道门进入，污物、患者及工作人员互不干扰。有用线束不直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。机房有效使用面积为 97.2m^2、最小单边长度为 7.2m，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，项目布局合理。

（2）两区划分

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目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。

①DSA

南京应天骨科医院拟将 DSA 机房作为控制区，拟在各防护门显著处设置电离辐射警告标志及中文警示说明，采用门锁等方式防止非辐射工作人员误入，造成误照射；与机房相邻的 DSA 控制室、设备间、缓冲间作为监督区，拟在监督区的所有入口处设立表明监督区的标牌，限制无关人员进入，并经常对职业照射条件进行监督和评价。

本项目 DSA 工作场所辐射防护分区符合《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的要求。本项目 DSA 工作场所辐射防护分区及人流物流示意图见图 10-1。

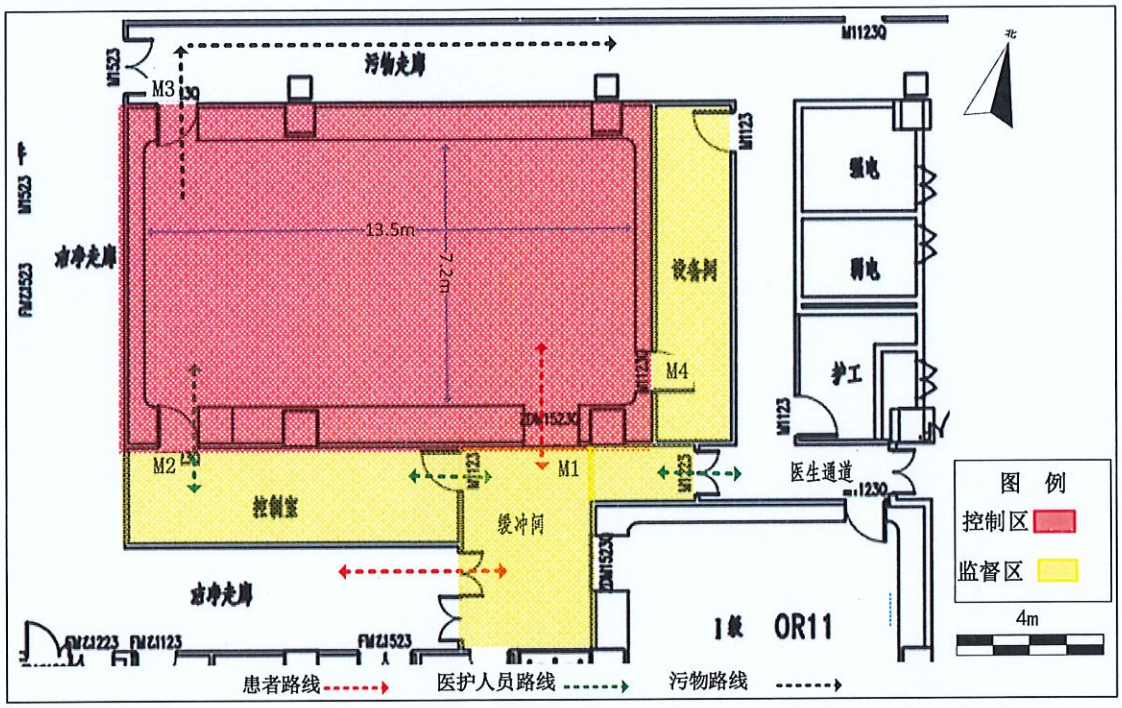


图 10-1 本项目 DSA 工作场所平面布置、分区及人流、物流路径示意图

2、辐射工作场所的屏蔽设计

根据南京应天骨科医院提供的资料，本项目 DSA 机房东西长 13.5m，南北宽 7.2m，有效使用面积 97.2 ㎡，机房楼层高度 5.4m，本项目 DSA 机房辐射防护屏蔽设计参数见下表。DSA 机房屏蔽设计节点图详见附图 9-1~9-5。

表 10-1 DSA 机房屏蔽设计一览表

设备名称	屏蔽体	屏蔽设计参数	机房尺寸	有效使用面积
3 楼 DSA 机房	四面墙	3mm 铅板+方钢龙骨+两侧 8mm 厚无机预涂板	东西长：13.5m 南北宽：7.2 m 层高：5.4m	97.2m^2
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料（四楼地面）		
	地面	300mm 混凝土		
	防护门	内衬 3.0mm 铅板		
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃		
	穿墙管线屏蔽	管线穿墙位置处管道周围采用 3mm 铅屏蔽		

注：铅密度为：11.3g/cm^3，硫酸钡涂料密度为：3.2g/cm^3，混凝土密度为：2.35g/cm^3。

3、工作场所辐射安全与防护措施

（1）电离辐射警告标志

本项目 DSA 机房防护门均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

（2）门灯联动及闭门装置

DSA 机房设置 4 个防护门，南侧患者通道防护门（M1）为电动推拉门，设置防夹装置；南侧医护通道防护门（M2）、北侧的污物通道门（M3）、东侧设备间防护门（M4）为平开门，设置自动闭门装置。

患者通道防护门上方拟设置工作状态指示灯，并安装“射线有害、灯亮勿入”可视警示语句的灯箱，且工作状态指示灯与防护门能有效联动，在防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。

（3）急停按钮

DSA 控制室操作台上拟设置 1 个急停按钮，机房内的治疗床边操作面板自带 1 个急停按钮，各急停按钮均与 X 射线系统连接，在出现紧急情况时，按下急停按钮即可停止 X 射线出束。

（4）观察窗

DSA 控制室墙上拟设置观察窗，可有效观察到患者和受检者状态。

（5）对讲装置

DSA 控制室拟设置对讲装置，方便机房外工作人员与患者交流。

（6）辐射监测仪器

医院已配备有 1 台辐射巡测仪（全院共用），拟为 DSA 项目增配 2 台个人剂量报警仪。辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计（医院拟对介入手术医生采用双剂量监测方法，在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，在铅围裙内躯干上再佩戴另一枚剂量计），每三个月及时将剂量计送检，并建立个人剂量档案。

（7）个人防护用品

医院拟为 DSA 项目辐射工作人员及受检患者配备铅橡胶围裙、铅橡胶围脖、铅防护眼镜（不低于 0.5mm 铅当量）及介入防护手套（不低于 0.025mm 铅当量）等个人防护用品；DSA 设备配套铅悬挂防护屏、床侧防护帘（不低于 0.5mm 铅当量）防护用品。具体配备情况见下表。

表 10-2　个人防护用品配备一览表

机房名称	工作人员	患者和受检者	陪检者
DSA 机房	4 件铅橡胶围裙、4 件铅橡胶围脖、4 副铅防护眼镜、4 副介入防护手套；铅悬挂防护屏、床侧防护帘（不低于 0.5mm 铅当量）。	1 件铅橡胶围脖、1 件铅方巾。	-

注：本项目配备 6 名辐射工作人员，介入手术中施行放射诊断时，驻留在手术室人员在机房内不超过 4 名。

（8）职业健康管理

医院拟为本项目配备6名辐射工作人员，其中2名医师，2名护士，1名影像技师，1名影像医师。辐射工作人员均拟参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习及培训，考核合格后方可上岗。拟对6名辐射工作人员开展职业健康监护，定期安排其在有相应资质单位进行职业健康体检，并建立职业健康档案。

（9）辐射安全管理制度

完善并落实射线装置相关的安全使用制度、管理制度，从事辐射工作的医务人员均拟参加“医用X射线诊断与介入放射学”类别的辐射安全培训与考核。医务人员在操作过程中严格遵守操作规程，避免发生事故。

（10）其他辐射安全措施

根据辐射防护“三原则”，医院还应在以下方面加强防护：

1）操作中减少透视时间和摄片的次数，介入人员在操作时应尽量远离检查床。

2）应加强对介入人员的培训，包括辐射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作迅速，以减少病人和介入人员的剂量。

3）本项目所有在介入放射手术室内的工作人员都应开展个人剂量监测，医院应结合个人剂量检测数据采取措施，减少工作人员的受照剂量。

4）配备的DSA及配套设备必须符合国际或国家标准，满足各种特殊操作的要求，其性能必须与操作性质相符合；在保证图像质量的情况下，设备应调节到满足低剂量的有效范围内。

5）介入人员应该结合DSA设备的特点，了解一些降低剂量的方法，比如采用小照射野、低频率脉冲透视等方法。

6）加强DSA设备的质量保证工作，设备的球管与发生器、透视和数字成像的性能以及其他相关设备应定期进行检修。

7）临床介入手术时，介入医生需站在DSA床边操作，操作人员除个人防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜及介入防护手套等）外，该屏蔽要做到既不影响操作者的操作，又能达到防护目的。如：铅悬挂防护屏、床侧防护帘、床上防护覆盖板、防护手术手套等。

8）候诊区设置放射防护注意事项告知栏，让病患及陪护者了解并遵守放射防护注意事项。

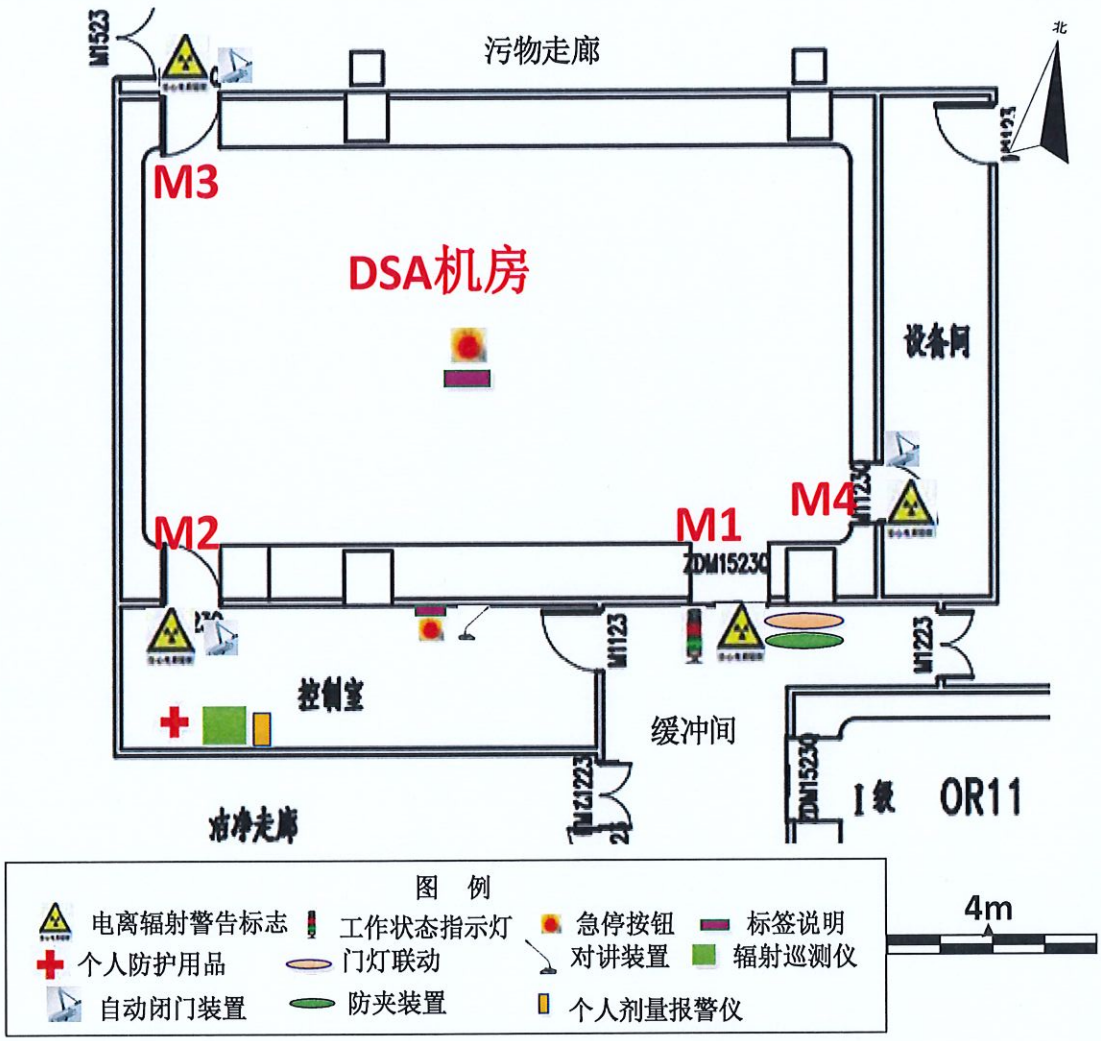


图 10-2　本项目辐射安全与防护设施分布示意图

二、其他III类射线装置安全与防护措施分析

1、III类射线装置辐射工作场所平面布置

根据医院提供资料，C 形臂机房在门急诊住院综合楼 3 楼，CT 机房、DR 机房、牙片机房在门急诊住院综合楼 1 楼影像中心，医院III类射线装置辐射工作场所平面布置图见图 10-3、10-4。

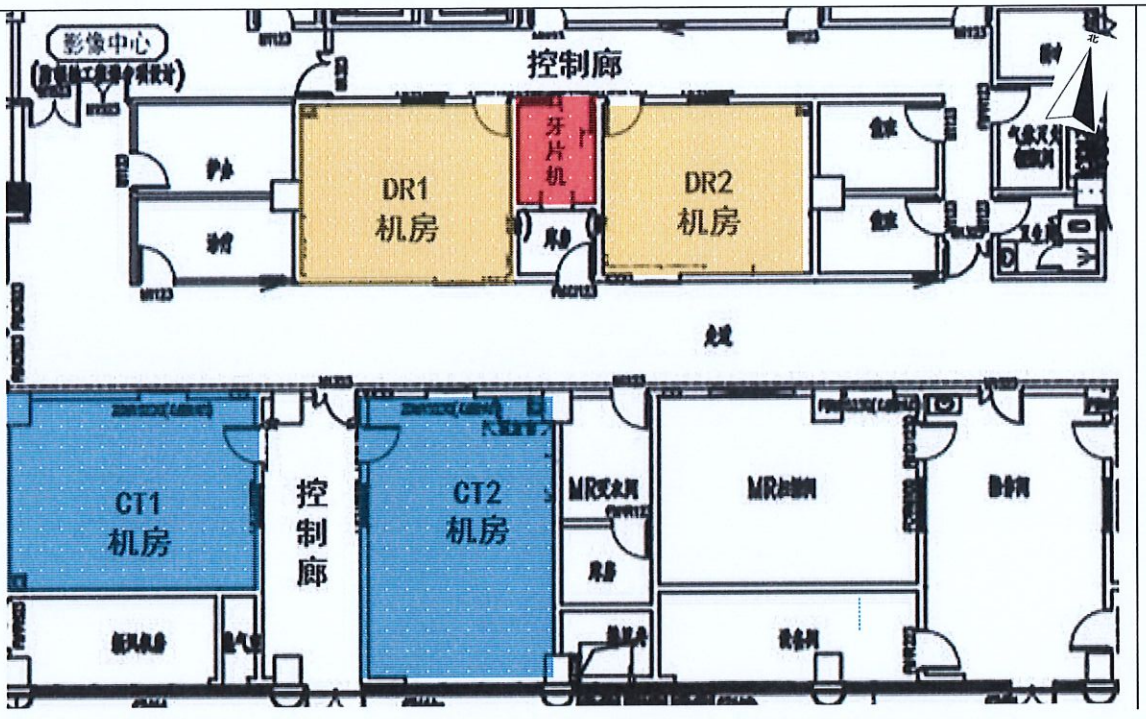


图 10-3　本项目 1 楼辐射工作场所（CT、DR、牙片机）平面布置图

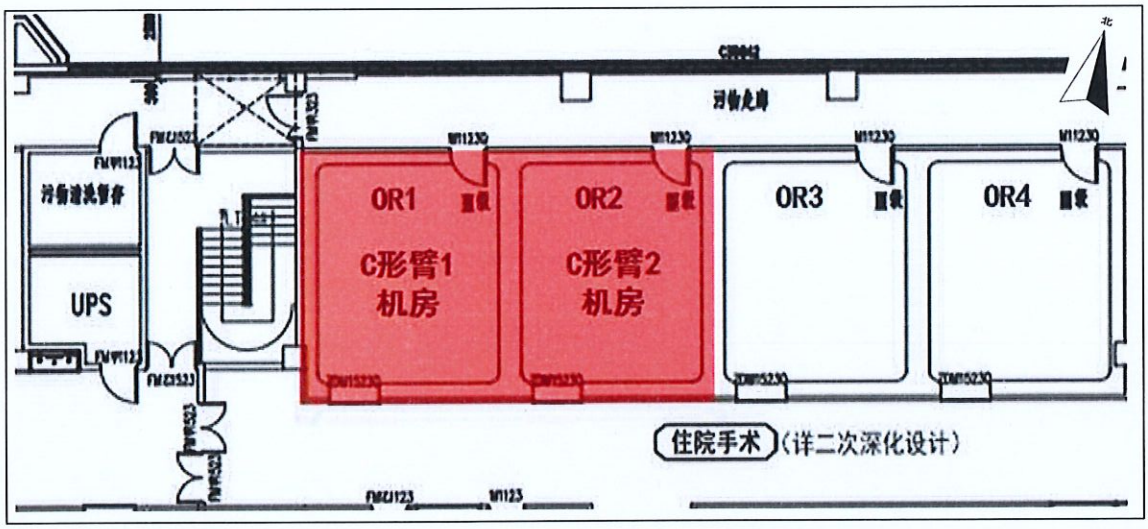


图 10-4　本项目 3 楼辐射工作场所（C 形臂）分区示意图

2、III类射线装置辐射工作场所的屏蔽设计

根据南京应天骨科医院提供的资料，本项目其他III类射线装置机房辐射防护屏蔽设计参数见下表。

表 10-3　III类射线装置机房屏蔽设计一览表

设备名称	屏蔽体	屏蔽设计参数	机房尺寸	有效使用面积
3 楼 C 形臂 1	四面墙	2mm 铅板+轻钢龙骨架+两侧 8mm 厚无机预涂板	东西长：5.5m 南北长：5.9 m	32.5m^2

机房	顶棚	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料	层高：5.4m	
	地面	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料		
	防护门	内衬 3.0mm 铅板		
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃		
3 楼 C 形臂 2 机房	四面墙	2mm 铅板+轻钢龙骨架+两侧 8mm 厚无机预涂板	西长：5.5m 南北长：5.9 m 层高：5.4m	32.5m^2
	顶棚	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料		
	地面	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料		
	防护门	内衬 3.0mm 铅板		
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃		
1 楼 CT 室 1 机房	四面墙	240mm 厚的实心砖+30mm 厚的硫酸钡涂料	东西长：6.95m 南北长：5.06m 层高：5.4m	35.2m^2
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料		
	地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡涂料		
	防护门	内衬 3.0mm 铅板		
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃		
1 楼 CT 室 2 机房	四面墙	240mm 厚的实心砖+30mm 厚的硫酸钡涂料	东西长：7.15m 南北长：5.5 m 层高：5.4m	39.3m^2
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料		
	地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡涂料		
	防护门	内衬 3.0mm 铅板		
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃		
1 楼 DR 室 1 机房	四面墙	240mm 厚的实心砖+30mm 厚的硫酸钡涂料	东西长：6.13m 南北长：5.22m 层高：5.4m	32.0m^2
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料		
	地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡涂料		
	防护门	内衬 3.0mm 铅板		
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃		
1 楼 DR 室 2 机房	四面墙	240mm 厚的实心砖+30mm 厚的硫酸钡涂料	东西长：6.15m 南北宽：5.22 m 层高：5.4m	32.0m^2
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料		
	地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡涂料		
	防护门	内衬 3.0mm 铅板		

	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃		
1 楼 牙片机机房	四面墙	240mm 厚的实心砖+10mm 厚的硫酸钡涂料	东西长：2.25m 南北宽：2.42m 层高：5.4m	5.3m²
	顶棚	150mm 混凝土		
	地面	250mm 混凝土		
	防护门	内衬 3.0mm 铅板		
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃		

注：铅密度为：11.3g/cm³，硫酸钡涂料密度为：3.2g/cm³，混凝土密度为：2.35g/cm³，实心砖密度为：1.65g/cm³。

3、安全防护措施

（1）具有安全设备，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

（2）正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射。

（3）紧急止动装置：控制台设置紧急止动按钮（各按钮串联并与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动紧急止动按钮，可停止 X 射线系统出束。

（4）门灯联动：机房防护门外顶部设置工作状态指示灯。指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

4、其它防护措施

（1）机房受检者出入口门外应设置警戒线，告诫无关人员请勿靠近。机房的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

（2）配备辐射检测设备：医院已配备 1 台辐射巡测仪（全院共用），3 台个人剂量报警仪，拟为 III类射线装置项目增配 4 台个人剂量报警仪，辐射工作人员必须配备个人剂量计。

（3）每个 C 形臂机房配备医务人员用铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 2 件，移动铅屏风 1 件；受检者用铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶围裙各 1 件；CT 机房、DR 机房内各配置 1 套为患者提供必要遮挡的铅橡胶围裙或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽等防护用品；牙片机配 1 套大领铅橡胶颈套。配备的防护用品其防护当量不低于 0.5mmPb 当量。

（4）机房操作室上张贴相应的岗位规章制度、操作规程。

（5）各机房内设置有通风系统。

三、各机房的屏蔽设计与标准要求的相符性分析评价

1、机房各屏蔽部位的铅当量厚度核算

由表 10-1、10-3 可知，本项目机房使用的屏蔽材料除铅板以外，还涉及硫酸钡涂料、混凝土、实心砖和铅玻璃。根据医院提供的材料，铅玻璃已给出具体铅当量，本项目按最大管电压（主束）核算机房各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度。

（1）140kV、150kV 条件下实心砖等效混凝土厚度核算

由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中无 140kV、150kV 条件下实心砖辐射衰减拟合参数，按《辐射防护导论》（方杰著）P88 给出的相应公式估算轻质砖的等效混凝土厚度：

$$d_1/d_2=\rho_2/\rho_1 \qquad \text{公式 10-1}$$

式中：d_1 一实心砖厚度(mm)；

d_2 一实心砖的等效混凝土厚度（mm）；

ρ_1 一实心砖密度，根据医院提供资料为 1.65g/cm^3；

ρ_2 一混凝土密度，取 2.35g/cm^3。

则 240mm 厚实心砖等效混凝土厚度约为 169mm。

（2）等效铅当量核算公式

混凝土、硫酸钡涂料、实心砖（125kV、70kV）按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中附录 C 给出的计算公式进行计算：

$$X=\frac{1}{\alpha\gamma}In\left(\frac{B^{-\gamma}+\frac{\beta}{\alpha}}{1+\frac{\beta}{\alpha}}\right) \qquad \text{公式 10-2}$$

式中：

X—给定屏蔽物质的铅厚度；

α、β、γ—铅对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B—给定屏蔽物质的屏蔽透射因子。

给定铅厚度的屏蔽透射因子 B 值对照 GBZ 130-2020 中附录 C 相应要求采用给出

的计算公式进行计算：

$$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}} \qquad \text{公式 10-3}$$

式中：B—给定屏蔽物质的屏蔽透射因子；

X—不同屏蔽物质的厚度；

α、β、γ—给定屏蔽物质对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

（3）等效铅当量厚度核算

由 GBZ 130-2020 中表 C.2 中查取铅、混凝土、实心砖相关管电压下辐射衰减拟合参数，其中 DR 按照 150k、CT 保守按照 140kV、DSA 和移动 C 形臂保守按照 125kV、牙片机按照 70kV 条件 X 射线（主束）查取有关拟合参数，不同管电压下硫酸钡涂料拟合参数由 BIR Radiation Shielding For Diagnostic Radiology 2nd Edition 中 Table 4.1（见附件 9.1）查取，见下表：

表 10-4 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	屏蔽材料	α	β	γ
150kV	铅	1.757	5.177	0.3156
	混凝土	0.03243	0.08599	1.467
	硫酸钡涂料	0.172	0.103	0.475
140kV（CT）	铅	2.009	3.990	0.3420
	混凝土	0.03360	0.01220	0.5190
	硫酸钡涂料（通过拟合曲线计算取得）	0.1634	0.4451	0.6367
125kV	铅	2.219	7.923	0.5386
	混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
	硫酸钡涂料	0.160	0.513	0.632
	砖	0.02870	0.06700	1.346
70kV	铅	5.369	23.49	0.5881
	混凝土	0.05087	0.1696	0.3847
	硫酸钡涂料（通过拟合曲线计算取得）	0.4465	0.5144	0.1830
	砖	0.05060	0.1370	0.7150

注：根据“BIR Radiation Shielding For Diagnostic Radiology 2nd Edition”3.1.5 建筑施工中硫酸钡涂料施工说明“A 25 mm thickness of finished, dry plaster applied to concrete blocks or bricks requires 10

00 kg of plaster to cover an area of 19 m^2”（翻译为“在混凝土块或砖上涂抹 25mm 厚的干燥钡石膏，需要 1000 公斤的钡石膏才能覆盖 19 平方米的面积”，见附件 9.2），按此比例换算钡涂料密度约为 2.1g/cm^3。本项目硫酸钡涂料密度为 3.2g/cm^3，比上述文献中的密度（2.1g/cm^3）大，本报告按照文献中的参数进行理论预测应更为保守。

本项目机房屏蔽部位涉及的混凝土按公式 10-2、公式 10-3 和表 10-4 参数，计算其屏蔽透射因子 *B*、铅当量厚度，计算结果列于下表。

表 10-5　各屏蔽体透射因子 *B*、铅当量厚度计算结果

管电压	屏蔽体	屏蔽透射因子 *B*	铅当量厚度（mm）
150kV	250mm 混凝土	1.25E-04	2.93
	150mm 混凝土	3.19E-03	1.50
	169mm 混凝土*	1.72E-03	1.75
	30mm 硫酸钡涂料	2.29E-03	1.63
	10mm 硫酸钡涂料	9.76E-02	0.44
140kV	250mm 混凝土	1.25E-04	3.01
	150mm 混凝土	3.70E-03	1.57
	169mm 混凝土*	1.93E-03	1.82
	30mm 硫酸钡涂料	9.92E-04	2.10
	10mm 硫酸钡涂料	3.96E-02	0.75
125kV	300mm 混凝土	5.58E-06	4.18
	150mm 混凝土	1.09E-03	1.87
	30mm 硫酸钡涂料	8.99E-04	1.96
	20mm 硫酸钡涂料	4.97E-03	1.28
70kV	250mm 混凝土	6.73E-08	2.54
	150mm 混凝土	1.20E-05	1.58
	10mm 硫酸钡涂料	7.63E-04	0.82
	240mm 实心砖	8.51E-07	2.07

注：*：为实心砖等效混凝土厚度。

（4）屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性分析

根据前述各屏蔽材料在额定管电压的最不利条件的等效铅当量厚度核算情况，对本项目各机房屏蔽体等效铅当量进行汇总并进行评价，结果见下表：

表 10-6 各机房屏蔽体等效铅当量厚度核算及其与标准要求对比

机房类型	防护设施	屏蔽材料	等效铅当量（mmPb）	标准要求（mmPb）	符合性评价

3 楼 DSA 机房	四面墙体	3mm 铅板+方钢龙骨+两侧 8mm 厚无机预涂板	3.0	2.0	符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料	3.83	2.0	符合
	地面	300mm 混凝土	4.18	2.0	符合
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	2.0	符合
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0	符合
3 楼 C 形臂 1 机房	四面墙体	2mm 铅板+轻钢龙骨架+两侧 8mm 厚无机预涂板	2.0	2.0	符合
	顶棚	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料	3.15	2.0	符合
	地面	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料	3.15	2.0	符合
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	2.0	符合
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0	符合
3 楼 C 形臂 2 机房	四面墙体	2mm 铅板+轻钢龙骨架+两侧 8mm 厚无机预涂板	2.0	2.0	符合
	顶棚	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料	3.15	2.0	符合
	地面	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料	3.15	2.0	符合
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	2.0	符合
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0	符合
1 楼 CT 室 1 机房	四面墙体	24cm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料	3.92	2.5	符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料	3.67	2.5	符合
	地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡涂料	3.76	2.5	符合
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	2.5	符合
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.5	符合
1 楼 CT 室 2 机房	四面墙体	24cm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料	3.92	2.5	符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料	3.67	2.5	符合
	地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡涂料	3.76	2.5	符合
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	2.5	符合
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.5	符合
1 楼 DR 室 1 机房	东墙（主射线）	24cm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料	3.38	3.0	符合
	南墙、西墙、北墙	24cm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料	3.38	2.0	符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料	3.13	2.0	符合

	地面（主射线）	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡涂料	3.37	3.0	符合
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	2.0	符合
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0	符合
1 楼 DR 室 2 机房	东墙（主射线）	24cm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料	3.38	3.0	符合
	南墙、西墙、北墙	24cm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料	3.38	2.0	符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料	3.13	2.0	符合
	地面（主射线）	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡涂料	3.37	3.0	符合
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	2.0	符合
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0	符合
1 楼 牙片机机房	四面墙	24cm 实心砖+10mm 硫酸钡涂料	2.89	1.0	符合
	顶棚	150mm 混凝土	1.58	1.0	符合
	地面	250mm 混凝土	2.54	1.0	符合
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	1.0	符合
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	1.0	符合

注：第一、第二术者位防护为 DSA 设备配套铅悬挂防护屏、床侧防护帘（不低于 0.5mmPb）。

由表 10-6 可知，本项目射线装置各工作场所屏蔽防护设计均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表 3 的相关要求。

2、各机房面积及单边长度符合性分析

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）表 2 要求，各机房有效使用面积及最小单边长度符合性见下表：

表 10-7 各机房面积及最小单边长度一览表

序号	机房名称	拟设置情况		GBZ130 表 2 标准要求		符合性分析
		最小单边长度（m）	有效使用面积（m^2）	最小单边长度（m）	有效使用面积（m^2）	
1	DSA 机房	7.2	97.2	3.5	20	符合
2	C 形臂 1 机房	5.5	32.5	3.5	20	符合
3	C 形臂 2 机房	5.5	32.5	3.5	20	符合
4	CT 室 1 机房	5.06	35.2	4.5	30	符合
5	CT 室 2 机房	5.5	39.3	4.5	30	符合
6	DR 室 1 机房	5.22	32.0	3.5	20	符合

7	DR 室 2 机房	5.22	32.0	3.5	20	符合
8	牙片机机房	2.25	5.3	1.5	3	符合

由表 10-7 可知，本项目射线装置各机房最小单边长度、有效使用面积均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 2 的相关要求。

三废的治理

本项目为使用射线装置，在介入过程中无放射性废液、放射性废气以及放射性固体废弃物产生。

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，处理达标后排入市政污水管网，对周围环境影响较小。

2、废气

本项目各射线装置机房设计有通风系统，依托门急诊住院综合楼通风系统将机房废气排放至外环境，能满足机房的通风换气要求；臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

3、固体废物

手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具、介入导丝、废造影剂、废造影剂瓶等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后交医院医疗废物贮存点集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。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。

在采取以上相关固体废物污染措施后，本项目 DSA 产生的固体废物能得到合理处理，不会产生二次污染，不会对周边环境产生影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 DSA 机房建设时主要工作为墙体建设及内饰装潢及设备安装，将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响：

1、大气：建设过程中将产生地面扬尘，机械作业时将排放废气，但此种影响仅限于施工现场附近区域。针对上述大气污染，医院拟采取及时清扫施工场地、设立围挡、保持施工场地一定湿度等措施。

2、噪声：建设过程中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定影响。医院拟严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

3、固体废物：项目施工期间会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

4、废水：主要为施工人员的生活污水和建筑废水（含有泥浆），生活污水由医院建设工程污水处理设施处理达标后排至市政污水管网，建筑废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），本评价对 DSA 应用项目进行辐射影响预测。

为了进一步评价屏蔽辐射防护效果，采用理论预测的方法进行影响分析。本项目 DSA 设备有用线束方向朝上，介入手术过程中，DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design for Medical Imaging X-ray Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers，P41-45）及 5.1 节（Cardiac Angiography，P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此本项目 DSA 需要屏蔽的辐射仅考虑泄漏辐射和散射辐射。本项目保守按最大管电压 125kV（主束）核算的屏蔽材料的等效铅当量进行辐射影响预测，DSA 非有用线束的辐射影响构成情况见下表。

表 11-1　本项目 DSA 辐射影响构成情况

操作模式	正常运行时最大工况	射线种类	辐射影响对象
摄影模式	80kV/500mA	散射线、漏射线	机房外公众、控制室操作人员
透视模式	80kV/20mA	散射线、漏射线	机房外公众、控制室操作人员、机房内介入手术操作人员

（1）关注点的选取

本项目拟建 DSA 机房的辐射影响预测点选取如表 11-2，点位示意图见图 11-1。

表 11-2　本项目 DSA 机房预测点选取情况表

点位	点位说明	距离（m）
1	东墙外 30cm 处，设备间内	7.6
2	防护门 M4 外 30cm 处，设备间内	8.1
3	防护门 M1 外 30cm 处，缓冲间内	6.5
4	观察窗外 30cm 处，控制室内	4.9
5	南墙外 30cm 处，控制室内	5.2
6	防护门 M2 外 30cm 处，控制室内	7.7
7	西墙外 30cm 处，洁净走廊	7.6
8	防护门 M3 外 30cm 处，污物走廊	7.7
9	北墙外 30cm 处，走廊	4.9
10	楼上，4 楼仪器设备间内，地面以上 100cm 处	散射：5.4；漏射：5.9
11	楼下，2 楼综合办公室内，地面以上 170cm 处	散射：3.8；漏射：3.3

注：1、机房四侧屏蔽体外关注点位于屏蔽体外 30cm 处，机房上方关注点位于距上方（楼上）地面 100cm 处，机房下方关注点位于距下方（楼下）地面 170cm 处。

楼上、楼下距离：漏射为球管（距离地面 0.5m）至关注点距离，散射为患者（距离地面 1m）至关注点距离；

2、项目 3 楼楼层高度 5.4m，2 楼楼层高度 4.5m。

散射：楼上 4 楼仪器设备间：ds=5.4-1+1=5.4m；楼下 2 楼综合办公室：ds=4.5-1.7+1=3.8m；

漏射：楼上 4 楼仪器设备间：ds=5.4-0.5+1=5.9m；楼下 2 楼综合办公室：ds=4.5-1.7+0.5=3.3m。

3、DSA 机房四周受照体至关注点的距离 ds 通过 CAD 设计图量取。

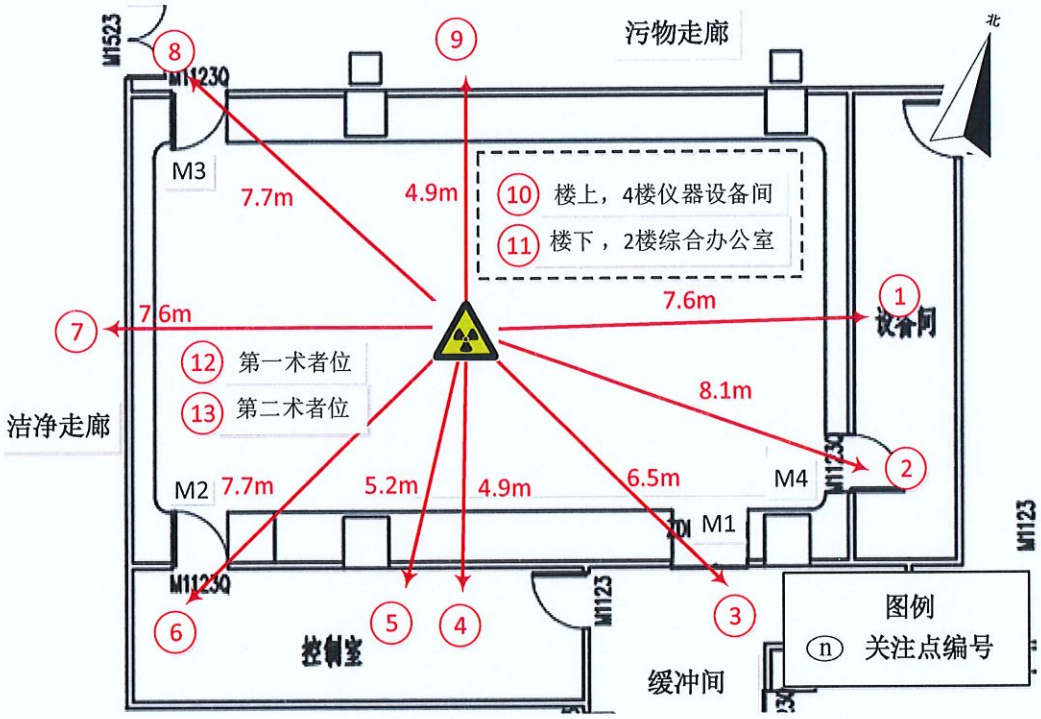


图 11-1 本项目 DSA 计算点位示意图

（2）关注点处散射辐射剂量率计算

由《辐射防护手册（第一分册）》（李德平 潘自强著）给出的X射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的辐射剂量率 H_s 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取 1），继而在公式中增加“有效剂量与空气比释动能转换系数”修正因子，得到散射辐射有效剂量率计算公式：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot I \cdot a \cdot (s/400) \cdot B_s}{d_0^2 \cdot d_s^2} \cdot K \qquad \text{公式 11-1}$$

式中：

Hs—关注点处散射辐射有效剂量率，μSv/h；

H_0—X 射线机发射率常数（当管电流为 1mA 时，距离阳极靶 1 m 处由主束产生的比释动能率），$mGy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$；根据辐射源项分析，本项目取 $5mGy \cdot m^2/(mA \cdot min)$，即 $300000\mu Gy \cdot m^2/(mA \cdot h)$；

I—管电流，mA；本项目透视、摄影模式下正常使用的最大管电流分别取 20mA、500mA；

a—人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值，由《辐射防护手册（第一

分册）》表 10.1 查取。本项目常用最大管电压为 80kV，对于散射线向机房四侧墙体投射的情况，从《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中采用内插法求取散射角 90°时 80kV 对应的 a 值为 0.0008；对于散射线向机房地面情况，因《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中无散射角 180°的数据，表中所列散射角中以 135°最接近 180°，故从该表中散射角为 135°、管电压为 70kV、100kV 对应的 a 值采用内插法求取 80kV 对应的 a 值为 0.0016；对于散射线向机房顶面投射的情况，因《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中无散射角 0°的数据，表中所列散射角中以 30°最接近 0°，故从该表中散射角为 0°、管电压为 70kV、100kV 对应的 a 值采用内插法求取 80kV 对应的 a 值为 0.0009；

S—主束在受照人体上的散射面积，本项目取常用最大照射面积 256cm²；

d_0—源至受照点的距离，根据设备参数确定，本项目 d_0 取最小值 0.45m（符合 ICRP 33 号报告第 98 段关于使用固定式 X 线透视检查设备的焦皮距的要求）；

d_s—受照体至关注点的距离，m；

B_s——屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，计算公式见式 10-3；此处散射线是指本项目常用最大管电压（80kV，即 0.08MV）下有用线束（初级 X 射线）的散射线，其能量偏保守取有用线束侧向（散射角θ=90°）的一次散射线能量，根据《辐射防护手册（第一分册）》的能量散射公式：

$$E = \frac{E_0}{1+\frac{E_0(1-\cos\theta)}{0.511}} \qquad \text{公式 11-2}$$

80kV 射线经过一次散射后的能量值约为 69.2kV，近似取值为 70kV。按 70kV 管电压从 NCRP147 报告 TABLE C.1 查铅的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数α、β、γ值，见下表。

表 11-3 铅对 70kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	α	β	γ
70kV	5.369	23.49	0.5883

K—有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy；查《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）表 G.2，表中无 70kV 对应的数据，根据 60kV 和 80kV 数据使用内插法得管电压为 70kV 时有效剂量与空气比释动能转换系数为 1.60Sv/Gy；

将前述有关参数代入公式 11-1，计算透视和摄影模式下 DSA 机房外公众、控制室操作人员、机房内介入操作人员处散射辐射剂量率，计算结果见下表。

表 11-4　DSA 机房关注点处散射辐射剂量率计算结果

关注点位置（点位编号）		操作模式	H_0	I	Bs	d_0	ds	Hs
			μGy•m²/（mA•h）	mA	/	m	m	μSv/h
东墙外 30cm 处，设备间内（1）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	7.6	2.44E-06
		摄影模式		500				6.09E-05
防护门 M4 外 30cm 处，设备间内（2）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	8.1	2.15E-06
		摄影模式		500				5.36E-05
防护门 M1 外 30cm 处，缓冲间内（3）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	6.5	3.33E-06
		摄影模式		500				8.33E-05
观察窗外 30cm 处，控制室内（4）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	4.9	5.86E-06
		摄影模式		500				1.47E-04
南墙外 30cm 处，控制室内（5）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	5.2	5.21E-06
		摄影模式		500				1.30E-04
防护门 M2 外 30cm 处，控制室内（6）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	7.7	2.37E-06
		摄影模式		500				5.93E-05
西墙外 30cm 处，洁净走廊（7）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	7.6	2.44E-06
		摄影模式		500				6.09E-05
防护门 M3 外 30cm 处，污物走廊（8）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	7.7	2.37E-06
		摄影模式		500				5.93E-05
北墙外 30cm 处，污物走廊（9）		透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	4.9	5.86E-06
		摄影模式		500				1.47E-04
楼上，4 楼仪器设备间内，地面以上 100cm 处（10）		透视模式	300000	20	6.73E-11	0.45	5.4	6.30E-08
		摄影模式		500				1.58E-06
楼下，2 楼综合办公室内，地面以上 170cm 处（11）		透视模式	300000	20	1.03E-11	0.45	3.8	3.45E-08
		摄影模式		500				8.64E-07
第一术者位（12）	铅衣内	透视模式	300000	20	2.84E-04	0.45	0.5	27.54
	铅衣外	透视模式		20	5.35E-03	0.45	0.5	519.24
第二术者位（13）	铅衣内	透视模式	300000	20	2.84E-04	0.45	1.0	6.88
	铅衣外	透视模式		20	5.35E-03	0.45	1.0	129.81

注：第一、第二术者位防护为 DSA 设备配套铅悬挂防护屏、床侧防护帘（不低于 0.5mmPb）。

（3）关注点处泄漏辐射剂量率计算

DSA 泄漏辐射剂量率采用下式计算：

$$\dot{H}_L = \frac{H_i \cdot B}{r^2} \cdot K \qquad \text{公式 11-3}$$

式中：

H_i—距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率，mGy/h；根据本报告表 9 中污染源项描述，本项目 1m 处泄漏射线的空气比释动能率取 1.0mGy/h。

B—DSA 机房各屏蔽体的泄漏射线屏蔽透射因子，根据公式 10-3 进行计算。

r—源至关注点的距离，m；

α、β、γ—铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，本项目 DSA 正常运行最大管电压 80kV，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 中相关数据，制作拟合曲线，由拟合曲线查取管电压为 80kV 时相应的α、β、γ 数值，见下表。

表 11-5　铅对 80kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	α	β	γ
80kV	3.722	21.356	0.699

K—有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy；查《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）表 G.2，管电压为 80kV 时有效剂量与空气比释动能转换系数取 1.67Sv/Gy。

将有关参数代入公式 11-3，计算 DSA 机房周围关注点处、机房内介入操作人员操作位关注点处的泄漏辐射剂量率，计算结果见下表。

表 11-6　DSA 机房关注点处漏射线辐射剂量率计算结果

关注点位置	H_i	r	B	$\dot{H}_L$
	mGy/h	m	/	μSv/h
东墙外 30cm 处，设备间内（1）	1	7.6	9.24E-07	2.67E-05
防护门 M4 外 30cm 处，设备间内（2）	1	8.1	9.24E-07	2.35E-05
防护门 M1 外 30cm 处，缓冲间内（3）	1	6.5	9.24E-07	3.65E-05
观察窗外 30cm 处，控制室内（4）	1	4.9	9.24E-07	6.43E-05
南墙外 30cm 处，控制室内（5）	1	5.2	9.24E-07	5.71E-05
防护门 M2 外 30cm 处，控制室内（6）	1	7.7	9.24E-07	2.60E-05
西墙外 30cm 处，洁净走廊（7）	1	7.6	9.24E-07	2.67E-05
防护门 M3 外 30cm 处，污物走廊（8）	1	7.7	9.24E-07	2.60E-05

北墙外 30cm 处，污物走廊（9）		1	4.9	9.24E-07	6.43E-05
楼上，4 楼仪器设备间内，地面以上 100cm 处（10）		1	5.9	4.20E-08	2.02E-06
楼下，2 楼综合办公室内，地面以上 170cm 处（11）		1	3.3	1.14E-08	1.75E-06
第一术者位（12）	铅衣内	1	0.5	1.73E-03	11.58
	铅衣外	1	0.5	1.48E-02	98.90
第二术者位（13）	铅衣内	1	1	1.73E-03	2.89
	铅衣外	1	1	1.48E-02	24.72

注：第一、第二术者位防护为 DSA 设备配套铅悬挂防护屏、床侧防护帘（不低于 0.5mmPb）。

（4） 关注点处预测计算结果汇总

根据上述计算结果，对 DSA 机房外各关注点处的辐射剂量率理论估算结果进行汇总，见下表。

表 11-7 DSA 机房关注点处辐射剂量率计算结果

关注点位置（点位编号）	使用模式	辐射剂量率（μSv/h）		辐射剂量率合计（μSv/h）
		散射线	漏射线	
东墙外 30cm 处，设备间内（1）	透视	2.44E-06	2.67E-05	2.91E-05
	摄影	6.09E-05	2.67E-05	8.76E-05
防护门 M4 外 30cm 处，设备间内（2）	透视	2.15E-06	2.35E-05	2.57E-05
	摄影	5.36E-05	2.35E-05	7.71E-05
防护门 M1 外 30cm 处，缓冲间内（3）	透视	3.33E-06	3.65E-05	3.98E-05
	摄影	8.33E-05	3.65E-05	1.20E-04
观察窗外 30cm 处，控制室内（4）	透视	5.86E-06	6.43E-05	7.01E-05
	摄影	1.47E-04	6.43E-05	2.11E-04
南墙外 30cm 处，控制室内（5）	透视	5.21E-06	5.71E-05	6.23E-05
	摄影	1.30E-04	5.71E-05	1.87E-04
防护门 M2 外 30cm 处，控制室内（6）	透视	2.37E-06	2.60E-05	2.84E-05
	摄影	5.93E-05	2.60E-05	8.54E-05
西墙外 30cm 处，洁净走廊（7）	透视	2.44E-06	2.67E-05	2.91E-05
	摄影	6.09E-05	2.67E-05	8.76E-05
防护门 M3 外 30cm 处，污物走廊（8）	透视	2.37E-06	2.60E-05	2.84E-05
	摄影	5.93E-05	2.60E-05	8.54E-05
北墙外 30cm 处，污物走	透视	5.86E-06	6.43E-05	7.01E-05

廊（9）		摄影	1.47E-04	6.43E-05	2.11E-04
楼上，4楼仪器设备间内，地面以上100cm处（10）		透视	6.30E-08	2.02E-06	2.08E-06
		摄影	1.58E-06	2.02E-06	3.59E-06
楼下，2楼综合办公室内，地面以上170cm处（11）		透视	3.45E-08	1.75E-06	1.79E-06
		摄影	8.64E-07	1.75E-06	2.62E-06
第一术者位（12）	铅衣内	透视	27.54	11.58	39.12
	铅衣外	透视	519.24	98.90	618.14
第二术者位（13）	铅衣内	透视	6.88	2.89	9.77
	铅衣外	透视	129.81	24.72	154.53

注：第一、第二术者位防护为DSA设备配套铅悬挂防护屏、床侧防护帘（不低于0.5mmPb）。

由表11-7可知，本项目机房内DSA正常运行时，在经机房墙体、防护门等屏蔽防护后，透视、摄影模式下机房边界周围剂量率均能满足不大于2.5μSv/h的剂量率控制水平要求，本项目DSA机房屏蔽能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

3、周围公众及辐射工作人员年有效剂量估算：

（1）年有效剂量估算模式：

DSA机房周围公众、控制室辐射工作人员年有效剂量计算采用联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000年报告附录A中的计算公式进行估算：

$$H_{Er} = H_r \times T \times t \qquad \text{公式11-4}$$

式中：

H_r—关注点处辐射剂量率，μSv/h；

T—居留因子；

t—年照射时间，h，本项目DSA透视和摄影年照射时间分别取62.5h和3.5h。

DSA机房内介入操作人员的外照射辐射年有效剂量计算借鉴《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）给出的公式进行估算：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \qquad \text{公式 11-5}$$

式中：

α—系数，有甲状腺屏蔽时，取0.79，无屏蔽时，取0.84；

H_u—铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的H_p（10），单位为mSv；

β—系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

H_o—铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 H_p（10），单位为 mSv。

（2）机房外辐射工作人员和公众年有效剂量估算结果：

将有关参数代入公式 11-4、公式 11-5，根据表 11-7 的计算结果估算 DSA 机房四周公众及控制室辐射工作人员的年附加剂量见下表。

表 11-8　DSA 机房四周公众及控制室辐射工作人员的年附加剂量

关注点	射线类型	T（h）	T	辐射剂量率（μSv/h）	年有效剂量（mSv/a）	人员类型
观察窗外控制室	散射线+漏射线（透视）	62.5	1	7.01E-05	5.12E-06	辐射工作人员
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1	2.11E-04		
南墙外控制室	散射线+漏射线（透视）	62.5	1	6.23E-05	4.55E-06	辐射工作人员
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1	1.87E-04		
防护门 M2 外控制室	散射线+漏射线（透视）	62.5	1/8	2.84E-05	2.59E-07	辐射工作人员
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1/8	8.54E-05		
东墙外设备间	散射线+漏射线（透视）	62.5	1/4	2.91E-05	5.32E-07	辐射工作人员 辐射工作人员
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1/4	8.76E-05		
防护门 M4 外设备间	散射线+漏射线（透视）	62.5	1/8	2.57E-05	2.34E-07	辐射工作人员
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1/8	7.71E-05		
防护门 M1 外缓冲间	散射线+漏射线（透视）	62.5	1/8	3.98E-05	3.64E-07	公众
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1/8	1.20E-04		
西墙外洁净走廊	散射线+漏射线（透视）	62.5	1/5	2.91E-05	4.26E-07	公众
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1/5	8.76E-05		
防护门 M3 外污物走廊	散射线+漏射线（透视）	62.5	1/8	2.84E-05	2.59E-07	公众
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1/8	8.54E-05		
北墙外污物走廊	散射线+漏射线（透视）	62.5	1/5	7.01E-05	1.02E-06	公众
	散射线+漏射线	3.5	1/5	2.11E-04		

	（摄影）					
4楼仪器设备间	散射线+漏射线（透视）	62.5	1/4	2.08E-06	3.56E-08	公众
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1/4	3.59E-06		
2楼综合办公室	散射线+漏射线（透视）	62.5	1	1.79E-06	1.21E-07	公众
	散射线+漏射线（摄影）	3.5	1	2.62E-06		
第一术者位	铅衣内	62.5	1	39.12	3.90	辐射工作人员
	铅衣外	62.5	1	618.14		
第二术者位	铅衣内	62.5	1	9.77	0.98	辐射工作人员
	铅衣外	62.5	1	154.53		

注：第一、第二术者位防护为DSA设备配套铅悬挂防护屏、床侧防护帘（不低于0.5mmPb）。

由表11-8可知，本项目DSA机房外辐射工作人员的年附加剂量最大约为5.12E-06mSv，机房内介入操作第一、第二术者操作位的年有效剂量分别为3.90mSv、0.98mSv，医院拟为本项目配备2名医师，医院拟规定2名医师交替作为第一和第二术者位操作医师，则每名医师年附加剂量最大约为2.44mSv；手术中护士位于第二术者位之后，护士年附加剂量参照第二术者位最大约为0.98mSv；辐射工作人员年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对人员受照剂量限值的要求以及本项目的目标管理值要求。

由表11-8可知，本项目DSA机房周围公众年附加剂量最大为1.02E-06mSv，满足公众项目管理目标年有效剂量约束值0.1mSv的要求。

对于介入手术，由于其实际工作中DSA透视工况及操作时间的不确定性，辐射工作人员需要依靠佩戴个人剂量计进行跟踪性监测才能准确的测定其受照剂量的大小，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）要求进行佩戴，医院应加强对介入手术工作人员的个人剂量监测管理，在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生部门调查处理。介入手术工作人员均按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）穿戴防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等），并充分利用自带的铅悬挂防护屏及床侧防护帘等做好自身防护，确保其年有效剂量满足标准限值要求。

综上所述，根据上述理论估算结果，本项目DSA机房在经实体屏蔽后，对

DSA 机房外辐射工作人员和周围公众的环境影响较小，同时在开展介入工作时，在采取有 效的辐射防护措施和医院良好的管理情况下，辐射工作人员的年有效剂量可以满足标准限值要求。

二、三废的治理评价

本项目为使用 DSA 装置，在介入过程中无放射性废液、放射性废气以及放射性固体废弃物产生。

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，处理达标后排入市政污水管网，对周围环境影响较小。

2、废气

DSA 机房设计有通风系统，依托门急诊住院综合楼通风系统将 DSA 机房废气排放至外环境，能满足机房的通风换气要求；臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

3、固体废物

手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具、介入导丝、废造影剂、废造影剂瓶等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后交医院医疗废物贮存点集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。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。

在采取以上相关固体废物污染措施后，本项目 DSA 产生的固体废物能得到合理处理，不会产生二次污染，不会对周边环境产生影响。

事故影响分析

1、辐射事故分析

本项目 DSA 只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，主要存在以下事故情况：

（1）DSA 操作人员违反放射操作规程或误操作，造成意外照射；

（2）操作时其他无关人员滞留 DSA 机房内，受到照射；

（3）DSA 发生控制系统或安全保护系统故障，使得患者或工作人员受到超剂量照射；

（4）在射线装置出束时人员误入机房受到照射；

（5）DSA 设备调试和维修过程中责任者脱岗或操作失误导致的人员误照事故。

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目 DSA 射线装置运行期间的最大可信事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

2、辐射事故处置方法及预防措施

本项目 DSA 属于II类射线装置，根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

（1）工作人员或操作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）估算人员受照剂量，视情况安排受照人员接受医学检查或救治；

（4）事故发生后，积极配合生态环境主管部门做好事故调查和善后处理工作；

（5）对发生事故的射线装置，请有关供货单位或相关检测部门进行检测或维修，分析事故发生的原因，并提出改进意见；

（6）定期对机房防护门的防护效果、机械性能等进行检查，防止因防护门损坏造成射线泄漏。

医院已制订《辐射事故应急方案》，成立了辐射安全管理领导小组，并明确了管理小组各成员的职责。医院应加强管理并严格要求辐射工作人员按照操作规程开展工作，在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，定期检查 DSA 及各项安全防护装置的性能，尽可能避免辐射事故的发生。发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政主管部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目涉及使用II、III类射线装置，DSA 属II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，应对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部第 57 号公告）的要求，从事辐射工作的人员及辐射防护负责人均应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通过考核。对于原来已取得考核合格证书且在有效期内的仍然有效。

南京应天骨科医院已成立放射防护安全领导机构（见附件 8），由其负责医院的辐射安全管理工作。医院计划安排本项目工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习“医用 X 射线诊断与介入放射学”专业知识，考核合格方可上岗。

辐射安全管理规章制度

一、辐射安全管理规章制度制定情况

南京应天骨科医院已建立辐射安全管理制度包括：《医用III类射线装置操作规程》《岗位职责》《医用射线装置使用登记制度》《台账管理制度》《辐射环境监测方案》《个人剂量监测方案》《放射工作人员体检制度》《辐射工作人员培训计划》《设备维护检修制度》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射事故应急预案》等规章制度（见附件 8），医院目前核技术应用类型为使用III射线装置，现有管理制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院应根据新建 1 台 DSA 应用项目的特点完善相关制度，制定 DSA 操作规程，调整相关管理制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

1、操作规程：制定 DSA 操作规程，并明确 DSA 工作人员的资质、DSA 治疗流

程及手术过程中应采取辐射防护措施和辐射安全注意事项，重点明确 DSA 治疗过程中必须采取的辐射安全措施，工作人员操作前要熟悉治疗计划（要核对诊疗方案），发现问题及时解决。

2、岗位职责：明确 DSA 项目工作人员、设备管理人员等的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

3、设备维修制度：明确 DSA 设备、辐射检测仪器、DSA 机房工作状态指示灯、闭门装置、防夹装置在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保设备及辐射安全装置有效运转。重点是闭门装置、辐射检测仪器必须保持良好工作状态，还应增加辐射监测设备的维修计划、维修记录，确保 DSA、辐射测量仪等仪器设备保持良好工作状态。

4、医用射线装置使用登记制度：针对本项目具体情况，建立 DSA 台帐登记管理制度，重点是 DSA 的使用、购买、报废情况等由专人负责登记、专人形成台帐、定期核对，确保正确无误，帐物相符;明确对射线装置的使用人、使用时间、开机工况、诊断记录等均需要进行登记。

5、医用射线装置台账管理制度：制度要明确射线装置的型号、规格、数量、管电压输出电流、用途等均要求记录在台账上，并要求射线装置更换时应及时向生态环境部门及卫健委及时备案。医院应在日常工作中落实到位，对射线装置参数、变更等及时记录在台账上，做到有据可查。

6、辐射工作人员培训计划和健康管理制度：明确医院组织辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行培训和考核，未取得考核合格证书或证书过期不得上岗；培训证到期的应及时组织参加培训并通过考核，加强对培训档案的管理，做到有据可查；辐射工作人员定期在有相应资质单位进行职业健康体检，并建立职业健康档案。

7、环境监测方案：针对本项目具体情况，编写环境监测方案，明确应委托有资质单位进行放射性工作场所监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境部门；明确对辐射工作人员定期进行个人剂量监测(一个季度一次)；明确对辐射工作人员定期进行职业健康体检(1 次/2 年)。该制度还应明确医院自行对放射性工作场所监测频次和监测项目，并对监测结果、监测项目等进行记录:应明确建立个人剂量档案和职业健康档案。

综上所述，医院在落实上述制度后，能够确保医院 DSA 的安全使用，满足国家相关的管理及技术层面要求。

二、现有核技术利用项目辐射安全管理制度执行情况

医院目前核技术应用类型为使用III射线装置，在辐射安全管理工作中，医院按照岗位职责及使用登记制度、台账管理制度要求进行使用登记，建立台账；严格落实射线装置操作规程，所有辐射工作人员均已通过自主考核，及时对射线装置进行维护维修，消除事故隐患；委托有资质单位定期开展工作场所年度监测和辐射工作人员个人剂量检测。目前医院各项规章制度得到有效落实执行，现有管理制度满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

辐射监测

1、环境监测方案

南京应天骨科医院已制定如下辐射监测方案，辐射监测计划见下表。

表 12-1 工作场所监测计划表

监测项目		监测频次	监测点位	结果评价
X-γ辐射剂量率	竣工验收监测	1 次	各机房四侧墙体外、防护门外、门缝隙处、控制台处、楼上、楼下。	周围剂量当量率不超过 2.5μSv/h。
	场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年		
	定期自行开展辐射监测	每 3 个月 1 次		
个人剂量监测	委托有资质的单位进行	每 3 个月 1 次	铅衣内 铅衣外	年剂量不超过 5mSv

（1）委托有资质的单位定期对项目所在场所周围环境 X-γ辐射剂量率进行监测，周期：1～2 次/年；

（2）辐射工作人员开展个人剂量监测（1 次/季），建立个人剂量档案；

（3）定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录；

（4）如出现外照射事故，将立即采取应急措施，并在 1 小时之内向当地生态环境局报告。

2、监测仪器情况

南京应天骨科医院已配备有 1 台辐射巡测仪，3 台个人剂量报警仪，拟为 DSA 项目增配 2 台个人剂量报警仪，拟为III射线装置机房增配 4 台个人剂量报警仪；所有辐射工作人员均已配备个人剂量计，工作时随身佩戴。

3、现有核技术利用项目辐射监测开展情况

南京应天骨科医院已按照检测方案要求委托有资质单位对放射工作场所进行年度检测，每年 1 次，各辐射工作场所辐射控制水平符合国家标准要求；配备了辐射巡测仪，对辐射工作场所每 3 个月至少开展 1 次自检；所有辐射工作人员均已参加职业健康体检，并建立了职业健康监护档案，根据辐射工作人员的职业健康体检报告，现有辐射工作人员均可继续原放射工作；医院已委托有资质单位对所有辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案，根据辐射工作人员的个人剂量检测报告，现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量约束值 5mSv/a，满足环保相关管理要求。

医院拟在工作中不断完善监测计划的频次及监测内容。同时，医院拟对全院的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至国家核技术利用申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射事故应急

南京应天骨科医院已制定《辐射事故应急预案》，拟根据现有核技术利用项目可能发生的辐射事故风险完善辐射事故应急处理预案，明确人员职责和应急响应措施。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号）等相关规定，辐射事故应急预案拟明确以下几个方面：

①应急机构和职责分工；

②应急的具体人员和联系电话；

③应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；

⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故后，南京应天骨科医院立即向当地公安、生态环境部门报告，同时拟采取以下措施：

1.现场控制；

2.保护现场；

3.决定相关人员是否需要进一步进行医学检查；

4.向现场负责人和作业人员了解事故发生经过，必须包括受照人员所描述的事故

经过。

5.记录受照人员的临床症状和医疗机构检查的情况；

6.现场决定是否进一步进行现场检测；

7.现场决定病人是否必须进行其他项目的辅助检查；

8.进行现场检测时检测人员必须进行必要的个人防护；

9.将检测数据及时送检测检验组进行分析。

医院已制定了《辐射事故应急预案》，并根据预案每年组织相关科室进行辐射事故应急演练；医院现有核技术利用项目开展工作以来，运行至今未发生过辐射安全事故。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

为满足医疗需求，更好地为患者提供放射诊疗服务，医院拟在建成后的新院区门急诊住院综合楼 3 楼新建 1 间 DSA 机房及控制室、设备间、缓冲间等辅助用房，在 DSA 机房内配备 1 台 DSA（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，设备型号待定），用于放射诊断及介入治疗；在门急诊住院综合楼 1 楼新建 2 间 CT 机房（各配备 1 台 CT 机）、2 间 DR 机房（各配备 1 台 DR）、1 间牙片机机房（各配备 1 台牙片机），在门急诊住院综合楼 3 楼新建 2 间 C 形臂机房并各配置 1 台移动式 C 形臂 X 射线机。配置的射线装置中，1 台 CT 机、1 台 C 形臂机、1 台 DR 及 1 台牙片机由老院区搬迁，其余射线装置均拟购置。本项目 DSA 属于《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（公告 2017 年 第 66 号）中的II类射线装置，CT、DR、牙片机及 C 形臂机均为III类射线装置。

二、实践正当性评价

本项目的投入使用能更好地满足患者的就诊需求，并可提高当地医疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，在做好辐射防护措施和管理的基础上，其所带来的效益远大于可能对环境造成的影响，因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”原则。

三、项目选址及布局合理性评价

南京应天骨科医院新建院区位于南京经开区新港大道 78 号，本项目位于新建院区门急诊住院综合 3 楼、1 楼，本项目各方向 50m 范围内为院内建筑、道路等，无学校、居民区等环境敏感目标；本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及“国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区”等环境敏感区，项目选址合理。

本项目 DSA 设有单独机房，机房与控制室和其他辅助用房分开布置，机房满足拟使用设备的布局要求。有用线束不直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。DSA 机房有效使用面积、最小单边长度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，项目布局合理。

医院拟将DSA机房作为本项目控制区，将与机房相邻的控制室、设备间、缓冲间作为监督区，将其他III类射线装置机房划为控制区，控制室等区域划为监督区。项目两区划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的分区要求。

四、辐射环境现状评价

本项目拟建址周围环境室内γ辐射空气吸收剂量率为（54.6～60.5）nGy/h（测量结果已扣除宇宙射线响应值），位于江苏省室内环境天然γ辐射水平参考范围内，属江苏省天然γ辐射正常水平。

五、辐射环境影响分析评价

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）。

六、“三废”的治理评价

工作人员产生的生活污水，由医院统一处理达标后排放至城市生活污水管网；DSA工作过程中使空气电离产生的少量臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排出，臭氧在常温下约50min可自行分解为氧气，对环境影响较小；医疗废物委托有资质单位进行处置，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，对周围环境影响较小。

七、辐射安全措施评价

本项目DSA机房入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；DSA机房拟设计门灯联动装置和对讲及观察装置；DSA机房内外均拟设计有急停按钮。同时拟为DSA辐射工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜和介入防护手套等防护用品，病人配置铅围裙（或方巾）、铅橡胶颈套，所有辐射工作人员均按要求佩带个人剂量计；其他III类射线装置机房防护门设置明显的电离辐射警告标志，控制台设置紧急止动按钮，设置门灯联锁装置，按要求为工作人员和患者配备相关防护用品。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、辐射防护措施评价

本项目各机房屏蔽体的等效铅当量满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 3 要求。通过理论估算，本项目 DSA 机房四周及楼上辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

九、辐射安全管理评价

南京应天骨科医院已设定专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院拟根据本项目特点补充和完善相应的辐射安全管理制度。本项目拟配备的辐射工作人员在上岗前拟参加并通过辐射安全与防护知识的培训，拟对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并建立职业健康档案和个人剂量档案。

十一、辐射防护监测仪器评价

医院已配备有 1 台辐射巡测仪，3 台个人剂量报警仪，拟为本项目增配 6 台个人剂量报警仪；拟为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，在工作时随身携带，符合要求。

综上所述，本项目新建 1 台 DSA 应用项目选址及布局合理，拟采取的辐射安全与防护措施适当，在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该项目的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，辐射工作人员应严格遵守操作规程等辐射安全制度，如有证书到期人员拟及时通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

2、保证各项安全措施及辐射防护设施正常运行，严格按照国家有关规定及要求进行操作，确保项目运行安全可靠。

3、定期对辐射工作场所进行检查和监测，及时发现并排除事故隐患。

4、取得本项目环评批复、项目建成后应及时重新申领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，在 3 个月内完成竣工环境保护验收工作。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资（万元）
辐射安全管理	管理机构：医院已成立辐射安全领导小组，明确了辐射安全防护负责人，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，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》中使用放射性同位素和射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
	管理制度：已制定《医用III类射线装置操作规程》《岗位职责》《医用射线装置使用登记制度》《台账管理制度》《辐射环境监测方案》《个人剂量监测方案》《放射工作人员体检制度》《辐射工作人员培训计划》《设备维护检修制度》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射事故应急预案》等规章制度，拟根据本项目特点进行补充和完善。	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。	
辐射防护措施	屏蔽措施：DSA 机房四面墙体采用 3mm 铅板，屋顶为 150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料，地面为 300mm 混凝，防护门内衬 3.0mm 铅板，观察窗为 3mm 铅当量铅玻璃。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。 其他射线装置机房的辐射防护设计均符合标准要求。	辐射工作人员和周围公众年受照剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	25
	防护用品：拟为 DSA 项目辐射工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶围脖、铅防护眼镜及介入防护手套等，同时设置铅悬挂防护屏、床侧防护帘等。	采取的辐射防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）个人防护用品和辅助防护设施配置的要求。	
辐射安全措施	（1）工作状态指示灯：患者通道防护门上方拟设置工作状态指示灯，并安装“射线有害、灯亮勿入”可视警示语句的灯箱，且工作状态指示灯和与相应防护门能有效联动，在防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。 （2）防夹和闭门装置：患者通道防护门为推拉门，设有防夹装置；医务人员通道防护门、污物走廊防护门、设备间防护门为平开门，设有自动闭门装置。 （3）电离辐射警告标志：机房入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。 （4）DSA 控制室操作台上拟设置	采取的辐射安全措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关辐射安全管理的要求。	8

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资（万元）
	1 个急停按钮，机房内的治疗床边操作面板自带 1 个急停按钮，DSA 控制室墙上拟设置观察窗，DSA 控制室拟设置对讲装置。		
	监测仪器：已配备有 1 台辐射巡测仪，3 台个人剂量报警仪，拟为本项目增配 6 台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对辐射监测仪器的配备要求。	2
人员配备	医院拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，辐射工作人员拟通过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知识及相关法律法规，考核（类别为医用 X 射线诊断与介入放射学类）合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员拟及时通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的管理要求。	1
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（1 次/季度），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。	
	辐射工作人员定期（不少于 2 年 1 次）进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展职业健康体检的管理要求。	
废气治理措施	DSA 机房设计有独立通风系统，工作时候开启确保机房内臭氧和氮氧化物能及时排出。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关通风要求。	4
总计	/	/	40

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见： 公章 经办人　　年　　月　　日
审批意见 公章 经办人　　年　　月　　日