

核技术利用建设项目

南京市雨花医院新建 1 台 DSA  
应用项目环境影响报告表  
(公示稿)



2026 年 2 月

生态环境部监制

2025-TKFSHP-025

## 核技术利用建设项目

# 南京市雨花医院新建 1 台 DSA 应用项目环境影响报告表 (公示稿)



2026 年 2 月

生态环境部监制

## 核技术利用建设项目

# 南京市雨花医院新建 1 台 DSA 应用项目环境影响报告表



建设单位名称：南京市雨花医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：南京市雨花台区板桥大道 9 号

邮政编码

联系人

电子邮箱

联系电话：

打印编号: 1766394153000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	t32153		
建设项目名称	南京市雨花医院新建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		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	南京市雨花医院		
统一社会信用代码	12320114426020585Q		
法定代表人 (签章)	李宏		
主要负责人 (签字)	贲琳琳		
直接负责的主管人员 (签字)	黄金鹏		
<b>二、编制单位情况</b>			
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	91320115894454150		
<b>三、编制人员情况</b>			
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
徐玲	表2放射源、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12辐射安全管理	BH074888	徐玲
徐钦华	表1项目基本情况、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表、表10辐射安全与防护、表11环境影响分析、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：202501-202601

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	徐玲		202501 - 202601	13
2	徐钦华		202501 - 202601	13

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）。



## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	- 1 -
表 2 放射源 .....	- 5 -
表 3 非密封放射性物质 .....	- 5 -
表 4 射线装置 .....	- 6 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	- 7 -
表 6 评价依据 .....	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准 .....	- 11 -
表 8 环境质量和辐射现状 .....	- 14 -
表 9 项目工程分析与源项 .....	- 18 -
表 10 辐射安全与防护 .....	- 24 -
表 11 环境影响分析 .....	- 33 -
表 12 辐射安全管理 .....	- 50 -
表 13 结论与建议 .....	- 55 -
表 14 审批 .....	- 60 -

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.综合楼 4 层平面布置示意图（改造前）（附图 3）；
- 4.综合楼 4 层平面布置示意图（改造后）（附图 4）；
- 5.综合楼 3 层（DSA 机房楼下）平面布置示意图（附图 5）；
- 6.综合楼夹层（DSA 机房楼上）平面布置示意图（附图 6）；
- 7.项目与江苏省生态环境分区管控关系查询截图（附图 7）；
- 8.项目系统布局图（平面图）（附图 8-1）；
- 9.项目系统布局图（剖面图）（附图 8-2）。

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说明（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.项目备案证（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**

建设项目名称	南京市雨花医院新建1台DSA应用项目				
建设单位	南京市雨花医院 (统一社会信用代码: 12320114426020535Q)				
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址	南京市雨花台区板桥大道9号				
项目建设地点	南京市雨花台区板桥大道9号综合楼4层				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	400	项目环保投资 (万元)	40	投资比例 (环保投资/总投资)	10%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	163
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			/
<p><b>项目概述:</b></p> <p><b>一、建设单位情况、项目建设规模、目的和任务的由来</b></p> <p><b>1、建设单位基本情况</b></p> <p>南京市雨花医院（以下简称“医院”）创建于1956年，位于江苏省南京市雨花台区板桥大道9号，是一所二级甲等公立综合医院；医院占地面积1.3万平方米，建筑面积2.3万平方米，设有床位170张，设有急诊科、内科、外科、妇产科、儿科、医学影像科、消化内镜中心、体检中心、消毒供应中心等30多个科室。</p>					

## 2、项目建设规模

为适应医院发展要求，更好地服务患者，医院拟将综合楼（地上 9 层，地下 1 层）4 层消毒供应中心部分房间改造为 1 间 DSA 机房及辅助用房，并在该机房内配备 1 台 DSA（型号待定，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），用于开展放射诊断及介入治疗。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。本项目射线装置情况见表 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	4 层 DSA 机房	新购

医院拟为本项目配备 5 名辐射工作人员，包括 2 名医师，1 名护士，1 名影像技师，1 名影像学医师，所有辐射工作人员均从医院现有工作人员中调配。

## 3、目的和任务的由来

医院在使用 DSA 进行放射诊疗过程中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，南京市雨花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。

本项目拟使用的 DSA 装置属于“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、资料收集、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

南京市雨花医院位于南京市雨花台区板桥大道 9 号，医院东侧为板桥大道，南侧、西侧均为院外道路（未命名），北侧为南京市板桥中学。本项目位于综合楼 4 层，综合楼东、南、西、北四侧均为院内道路。

DSA 机房拟建址现状为消毒供应中心库房、发放室、缓冲室、消毒间、存放间，建成后的 DSA 机房东侧为弱电室（部分临空），南侧为设备间、配置室、污物间，西侧为控制室、铅衣室，北侧为走廊，机房上方为夹层，机房下方为 3 层楼梯间、体检中心、走廊。

本项目地理位置示意图见附图 1，医院平面布置、评价范围示意图见附图 2，DSA 机房改造前后综合楼 4 层平面布置示意图见附图 3 和附图 4，综合楼 3 层、夹层平面布置示意图见附图 5、附图 6。

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）、《江苏省自然资源厅关于南京市雨花台区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕168 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《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 2024 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 7），本项目所在地块位于“雨花台区其他街道”一般环境管控单元（编码：ZH32011430247）内，评价范围内不涉及优先保护单元和重点管控单元。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 范围内主要环境保护目标为项目所在综合楼、东侧院内道路、板桥大道（东侧，最近距离 23m）、南侧院内道路、北侧院内道路及南京市板桥中学操场（北侧，最近距离 29m，不涉及教学楼）；南京市板桥中学操场（北侧 29m，不涉及教学楼）为本项目敏感目标，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[A0341]，种类和范围为“使用III类射线装置”，有效期至2029年3月31日。医院现有10台III类射线装置，均已完成环评备案和辐射安全许可，医院现有核技术利用项目情况见附件4，辐射安全许可证正、副本见附件5。

##### 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参加职业健康体检，并建立了职业健康监护档案；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	综合楼 4 层 DSA 机房	新购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (μA)	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 30kg	约 360kg	/	暂存在机房的垃圾桶中，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<sup>3</sup>；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<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none"><li>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；</li><li>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；</li><li>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；</li><li>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；根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第709号）修订；</li><li>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；</li><li>6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》原国家环境保护总局令第31号；根据2021年1月4日《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正；</li><li>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；</li><li>8. 《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；</li><li>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；</li><li>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；</li><li>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；</li><li>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；</li><li>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》，生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日起施行；</li></ol>
------	--

	<p>14.《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；</p> <p>15.《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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>21.《江苏省生态环境厅关于印发辐射安全许可证办理等工作程序和规范的通知》，苏环规〔2025〕1号，2025年9月21日起施行；</p> <p>22.《江苏省突发生态环境事件应对办法》，江苏省人民政府令第189号，自2025年9月1日起施行；</p> <p>23.《江苏省自然资源厅关于南京市雨花台区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕168号）。</p>
技术标准	<p>1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>2.《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>4.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>5.《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>6.《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>7.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p>

	<p>8.《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>9.《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T 830-2024)；</p> <p>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)。</p>
其他	<p><b>设计资料(设计图及设计说明)</b></p> <p>附图：</p> <p>1.项目地理位置示意图(附图1)；</p> <p>2.医院平面布置、评价范围示意图(附图2)；</p> <p>3.综合楼4层平面布置示意图(改造前)(附图3)；</p> <p>4.综合楼4层平面布置示意图(改造后)(附图4)；</p> <p>5.综合楼3层(DSA机房楼下)平面布置示意图(附图5)；</p> <p>6.综合楼夹层(DSA机房楼上)平面布置示意图(附图6)；</p> <p>7.项目与江苏省生态环境分区管控关系查询截图(附图7)；</p> <p>8.项目系统布局图(平面图)(附图8-1)；</p> <p>9.项目系统布局图(剖面图)(附图8-2)。</p> <p>附件：</p> <p>1.本项目环评委托书(附件1)；</p> <p>2.本项目射线装置使用情况说明(附件2)；</p> <p>3.本次环评项目DSA机房屏蔽设计情况(附件3)；</p> <p>4.医院现有核技术利用项目情况(附件4)；</p> <p>5.医院辐射安全许可证(附件5)；</p> <p>6.项目备案证(附件6)；</p> <p>7.项目辐射环境现状检测报告(附件7)；</p> <p>8.医院现有辐射安全管理制度文件(附件8)；</p> <p>9.硫酸钡涂料拟合参数相关证明材料(附件9)。</p>

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 机房的屏蔽体为边界周围 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 范围内主要环境保护目标为项目所在综合楼、东侧院内道路、板桥大道（东侧，最近距离 23m）、南侧院内道路、北侧院内道路及南京市板桥中学操场（北侧，最近距离 29m，不涉及教学楼）；南京市板桥中学操场（北侧 29m，不涉及教学楼）为本项目敏感目标。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

保护目标名称	场所名称	方位	最近距离	规模	年剂量约束值 (mSv/a)
辐射工作人员	DSA 机房	/	/	5 人	5
	控制室、铅衣室	西	紧邻		
	设备间、配置室、污物间	南	紧邻		
评价范围内公众 (其他医务人员、患者及患者家属、敏感目标处公众)	配电间	东	紧邻	约 2 人	0.1
	板桥大道		23m	流动人员	
	院内道路	南	3m	流动人员	
	4 层：手术室、清洁库房、护士站、办公室、配电间等	西	2.5m	约 20 人	
	走廊	北	紧邻	流动人员	
	4 层：手术室、帮手、更衣室、家属等候室、机房等		3m	约 15 人	
	院内道路		13m	流动人员	
	南京市板桥中学（操场）		29m	流动人员	
	综合楼夹层~9 层病房、办公室、值班室、处置室等	上	0m	约 280 人	

	综合 B1 层~3 层（含裙楼）诊室、检查室、治疗室、化验室、处置室、机房、办公室等	下	0m	约 200 人	
--	--	---	----	---------	--

## 评价标准

### 一、剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求，本项目剂量限值见下表：

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，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
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，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一月份的有效剂量可提高到 5 mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。
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。	

### 二、剂量约束值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等评价标准要求，本项目剂量约束值为：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。

### 三、辐射剂量率控制水平

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求，DSA 机房屏蔽体外剂量水平应满足：“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu \text{Sv/h}$ ”。

### 四、参考资料：

根据《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）确定本项目建设址的辐射环境质量现状检测评价

参考值，见下表。

表 7-3 江苏省环境天然 $\gamma$ 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 $\gamma$ 辐射水平参考范围取 (33.1-72.6) nGy/h, 道路天然 $\gamma$ 辐射水平参考范围取 (18.1-102.3) nGy/h, 室内天然 $\gamma$ 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

南京市雨花医院位于南京市雨花台区板桥大道 9 号，医院东侧为板桥大道，南侧、西侧均为院外道路（未命名），北侧为南京市板桥中学。

本项目 50m 范围内主要环境保护目标为项目所在综合楼、东侧院内道路、板桥大道（东侧，最近距离 23m）、南侧院内道路、北侧院内道路及南京市板桥中学操场（北侧，最近距离 29m，不涉及教学楼）；南京市板桥中学操场（北侧 29m，不涉及教学楼）为本项目敏感目标。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 拟建址东侧（临空）



图 8-2 拟建址南侧（临空）

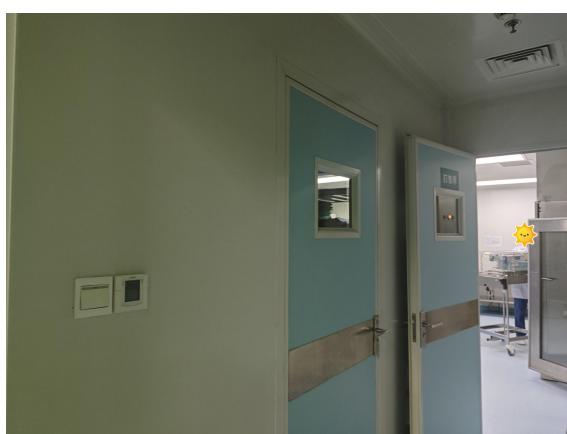


图 8-3 拟建址西侧（打包室）



图 8-4 拟建址北侧（走廊）



图 8-5 拟建址下方 (体检中心)



图 8-6 拟建址上方 (夹层)

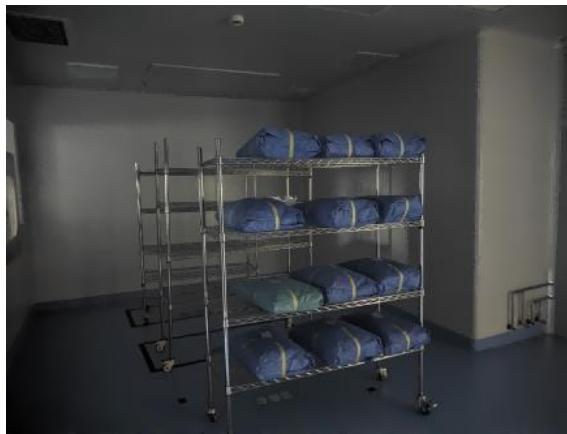


图 8-7 拟建址中部 (消毒供应中心库房)



图 8-8 南京市板桥中学

## 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： $\gamma$ 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9月28日

监测环境：天气：晴，温度：(27.2~28.1) °C，相对湿度：(71.5~74.1) %。

监测设备：见表 8-1

表 8-1 监测设备相关数据

监测仪器	X- $\gamma$ 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	2025.09.09~2026.09.08
校准证书编号	Y2025-0091453

监测布点：根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）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 $\gamma$ 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 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率的测量。

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 $\gamma$ 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  $^{137}\text{Cs}$ ，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、道路 1 进行取值。

## 2、质量保证措施

本项目监测按照《环境 $\gamma$ 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 机房拟建址及周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率

编号	检测点位	检测结果 (nGy/h)	
		测量值	标准差
1			
2			
3			
4			
5			

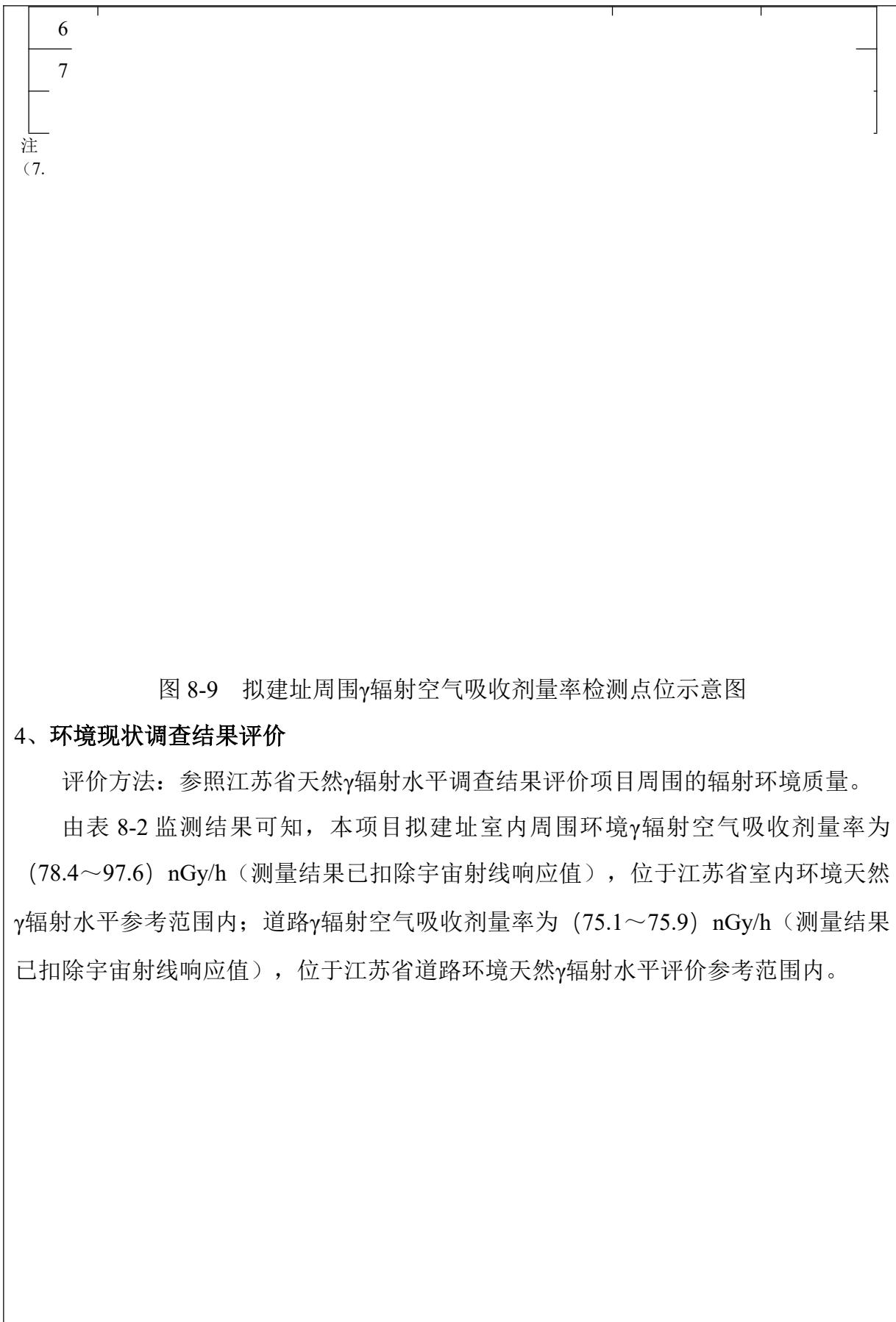


图 8-9 拟建址周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率检测点位示意图

#### 4、环境现状调查结果评价

评价方法：参照江苏省天然 $\gamma$ 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，本项目拟建址室内周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为 (78.4~97.6) 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 $\gamma$ 辐射水平参考范围内；道路 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为 (75.1~75.9) nGy/h (测量结果已扣除宇宙射线响应值)，位于江苏省道路环境天然 $\gamma$ 辐射水平评价参考范围内。

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 形臂 X 光机，DSA 设备主要包括 C 形臂机架系统、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。典型 DSA 外观图见图 9-1。



图 9-1 典型 DSA 外观图

本项目拟配备的 DSA 用于血管造影检查及介入手术治疗。根据南京市雨花医院提供的资料，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。

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	综合楼 4 层 DSA 机房
球管类型	单球管
主射线方向	下球管，主射线朝向平板探测器照射
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

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, 用计算机将注入造影剂前后图像转换成数字信号分别存储起来, 然后输入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。

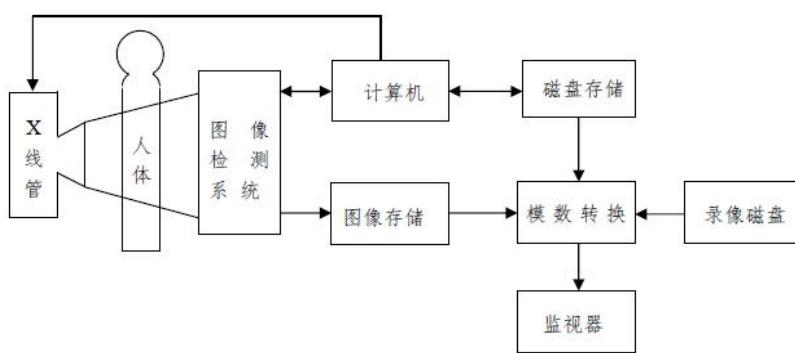


图 9-2 DSA 系统结构图

### 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 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，为更清楚地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，注射造影剂过程中，医师通过脚踏开关开机观察、控制造影剂注射过程。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介入手术过程中产生的医疗废物。

本项目 DSA 工作流程及产污环节见图 9-3。

图 9-3 项目 DSA 工艺 程及 污环节示 图

### 三、工作负荷

医院拟为本项目配备 5 名辐射工作人员，医师 2 名，护士 1 名，影像学技师 1 名，影像学医师 1 名，其中医师、护士、影像学技师为 DSA 专职辐射工作人员，影像医师主要远程进行影像分析诊断，工作需要时会在控制室开展影像分析诊断工作。手术过程中，医师、护士在手术室内近台操作，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；影像学技师在控制室隔室操作设备。摄影过程中，机房内辐射工作人员全部进入控制室。根据南京市雨花医院提供的资料，预估本项目 DSA 的工作负荷情况见表 9-3。

表 9-3 本项目 DSA 工作负荷

项目开展后, DSA 机房内同时操作的医护人员最多 3 人。根据医院提供的工作负荷, DSA 机房内医生、护士年接触射线时间不超过 75h, 摄影过程中机房内医生、护士全部进入控制室, 年接触射线时间为 4.1h; 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 79.1h; 影像医师主要远程进行影像分析诊断, 工作需要时会在控制室开展影像分析诊断工作, 年接触射线时间保守按照 79.1h 进行分析。

## 污染源项描述

### 一、辐射污染源

DSA 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。

DSA 的 C 形臂上，X 射线球管及平板探测器分别在 C 形臂的两端，球管出束口恒定朝向平板探测器照射，出束主射线在平板探测器成像范围（照射野范围）内。在对 X 射线探测时，均要求平板探测器具有对电离辐射的高阻断能力，要求所有入射到发光材料上的 X 射线尽可能多地被吸收，当 X 射线穿过平板探测器而没被吸收，就不会产生激发，从而影响成像效果。

#### 1、有用线束

#### 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 100cm<sup>2</sup>的面积上或者在离管或源壳 5cm 处的 10cm<sup>2</sup>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 360kg), 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

### 1、工作场所布局

本项目 DSA 机房拟建址位于 4 层，DSA 配套独立用房、设备间和控制室。本项目工作场所由 DSA 机房、控制室、设备间、铅衣室、配置室、污物间等组成，控制室、设备间等与机房分开单独布置，机房满足拟使用设备的布局要求。DSA 机房有 5 个防护门，其中 M1 门用于进出设备间，M2 门用于污物运送，M3、M4 门分别用于铅衣室和控制室医护人员进出，M5 门用于患者出入，污物、患者及工作人员互不干扰。

根据医院提供的资料，本项目拟配备的 DSA 使用平板探测器，DSA 的 C 形臂上，X 射线球管及平板探测器分别在 C 形臂的两端，球管出束口恒定朝向平板探测器照射，出束主射线在平板探测器成像范围（照射野范围）内。根据项目系统布局图，项目 DSA 东西朝向布置，DSA 球管位于检测床下方，有用线束朝向平板探测器照射，有用线束不直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位，项目布局合理。项目系统布局图见附图 8-1、附图 8-2。

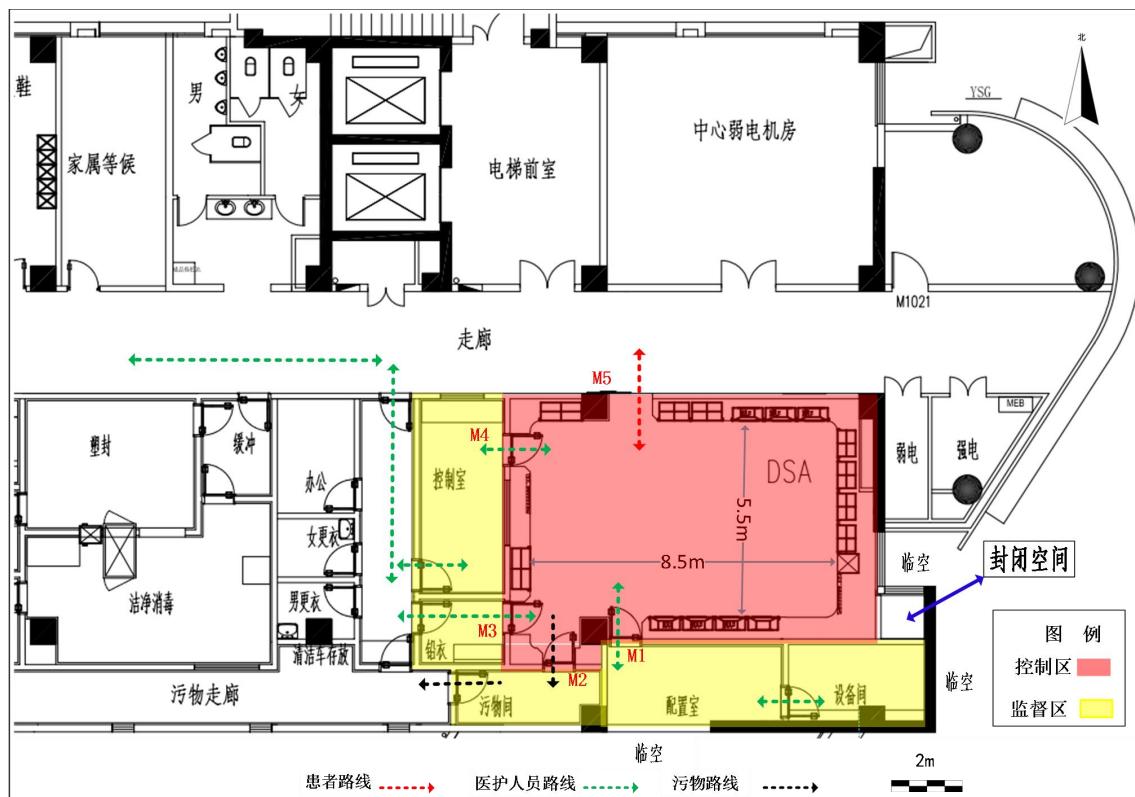


图 10-1 本项目 DSA 工作场所平面布置、分区及人流、物流路径示意图

## 2、两区划分

医院拟将 DSA 机房作为控制区，拟在控制区的进出口及适当位置处设置醒目的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，制定辐射安全防护管理制度，严格限制无关人员进出控制区，在正常工作过程中，不得有无关人员进入；与 DSA 机房相邻的控制室、设备间、铅衣室、污物间、配置室作为监督区，拟在监督区的所有入口处设立标明监督区的标牌，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。

## 3、辐射工作场所的屏蔽设计

### （1）机房屏蔽设计

根据南京市雨花医院提供的资料，本项目 DSA 机房东西长 8.5m，南北长 5.5m，有效使用面积  $46.75 \text{ m}^2$ ，本项目 DSA 机房辐射防护屏蔽设计参数见下表。

表 10-1 DSA 机房屏蔽设计一览表

机房名称	屏蔽体	屏蔽设计参数	机房尺寸	有效使用面积
4层 DSA 机房	东墙		东西长：8.5m 南北长：5.5m 层高：3.9m	$46.75 \text{ m}^2$
	南墙、西墙、北墙			
	顶棚			
	地面			
	防护门			
	观察窗			
	穿墙管线 屏蔽			

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

### （2）辐射防护施工工艺

根据本项目屏蔽防护要求，辐射防护改造内容主要包括：消毒供应中心库房、消毒间、存放区、缓冲间、发房间等房间全部拆除，DSA 机房四面墙壁利用龙骨钢架敷设 3mm 厚铅板防护。机房地面找平粉刷 30mm 硫酸钡涂料，机房顶部防护在楼

上夹层地面找平粉刷 30mm 硫酸钡涂料（四周分别外扩 400mm），施工时严格按照工艺配比拌料，确保硫酸钡涂料密度不低于  $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ 。防护门内衬 3mm 厚铅板，观察窗设置为 3mm 铅当量的铅玻璃，并设置工作状态指示灯、门灯联锁装置、自动闭门器、防夹装置等辐射防护设施。

### （3）通风系统设置及屏蔽

本项目拟在 DSA 机房设置动力通风装置，进风和排风管道设计于机房吊顶上方。在天花板吊顶处东侧、西侧安装 2 处吸顶式空调系统送新风；在机房南墙、北墙下部设置 2 处排风口，排风管道由 DSA 机房北侧墙体穿出汇入通风系统排出，通风系统的排风口位于楼顶，能保证机房良好的通风效果，符合 GBZ130-2020 中对通风的要求。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，通过排风系统排入大气，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目 DSA 机房电缆线布设、通排风管道穿墙方式均为直穿式，为防止 X 射线泄漏，电缆孔处均设置 3mm 铅板进行防护（接口处四周包封），通风及排风管道口均设置 3mm 铅板进行防护（接口处进行包裹）。

## 4、工作场所辐射安全与防护措施（见图 10-2）

### （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 5 个防护门，患者通道防护门（M5）为电动推拉门，设置防夹装置，电动推拉门拟设置曝光时关闭防护门的管理措施；其他防护门（M1、M2、M3、M4）均为平开门，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；DSA 机房内对讲装置内置在床旁显示系统内。

#### （6）辐射监测仪器

医院已配备有 1 台辐射巡测仪（全院共用，平时存放在放射科），拟为 DSA 项目增配 2 台个人剂量报警仪（平时存放在控制室）。辐射工作人员工作时将佩戴个人剂量计（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、铅防护眼镜及介入防护手套等个人防护用品；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。DSA 机房具体配备情况见表 10-6、表 10-7。

表 10-2 DSA 机房拟配备的个人防护用品一览表

序号	个人防护用品名称	数量	备注
1	铅围裙	1	
2	铅围脖	1	
3	铅橡胶手套	1	
4	铅悬挂屏	1	
5	床侧防护帘	1	
6	铅防护眼镜	1	
7	介入防护手套	1	
8	个人剂量计	2	
9	辐射巡测仪	1	
10	个人剂量报警仪	2	

#### （8）职业健康管理

医院拟为本项目配备 5 名辐射工作人员，均拟通过辐射安全和防护培训考核；拟对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 DSA 项目的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。

### 6、与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相符性分析

本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于 DSA 机房防护设施技术要求的符合性分析见下表。

表 10-4 本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）符合性分析

序号	《放射诊断放射防护要求》 BZ1 -2 2	机房情况	符合性
1			符合
2			符合
3			符合
4			符合
5			符合

6		符合
7		符合
8		符合

由上表可知，本项目 DSA 机房的各项辐射防护设施均能够满足《放射诊断放射防护要求》（（GBZ 130-2020）中的有关规定。

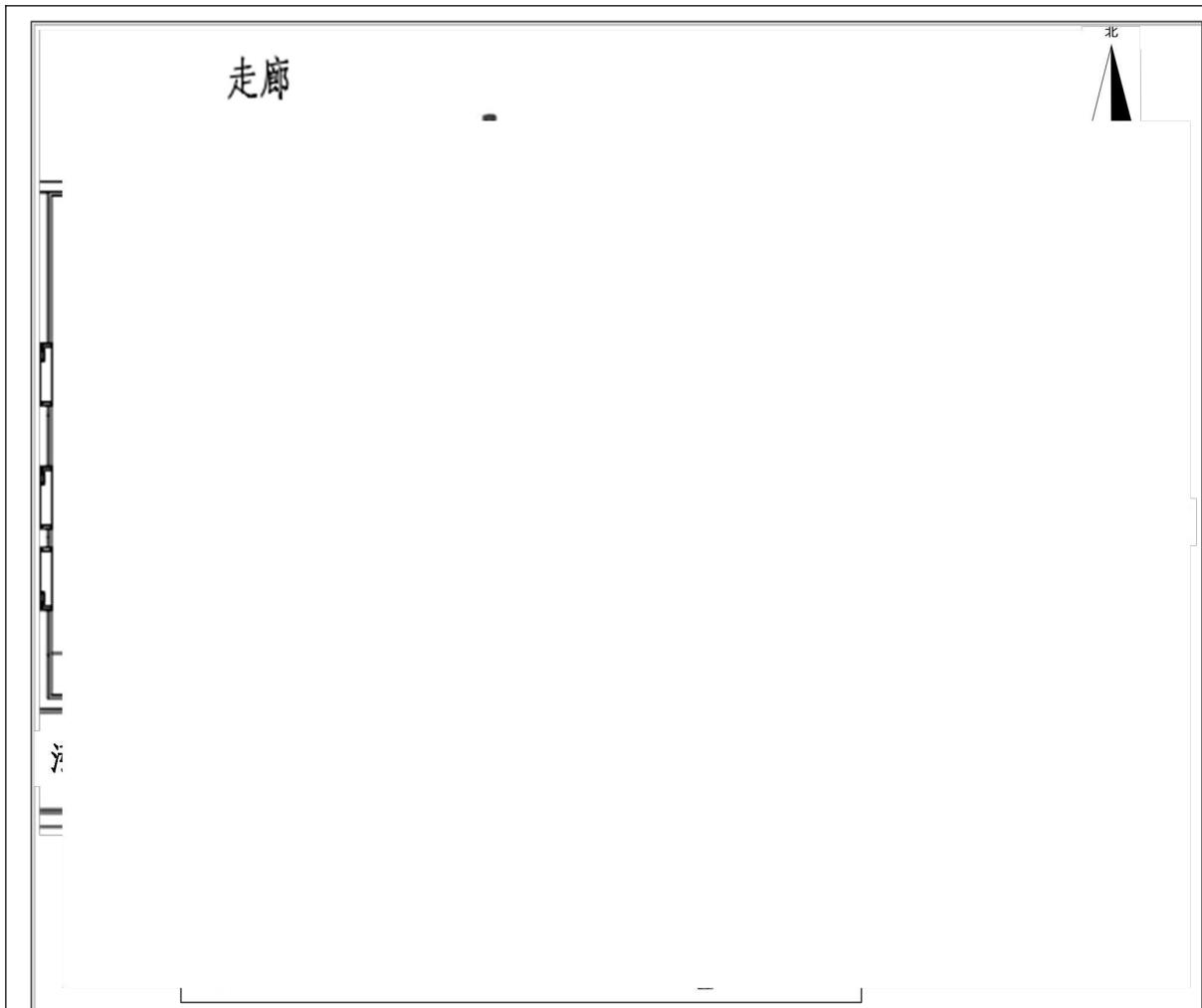


图 10-2 本项目辐射安全与防护设施分布示意图

### 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《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523—2025），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。

综上，本建设工程项目工程量较小，施工期较短。医院在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院院区内部，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

##### （一）、DSA 机房的设计与标准要求的相符性分析评价

###### 1、本项目 DSA 机房各屏蔽部位的铅当量厚度核算

由表 10-1 可知，本项目 DSA 机房使用的屏蔽材料除铅板以外，还涉及混凝土、硫酸钡涂料和铅玻璃。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。

混凝土、硫酸钡涂料等效铅当量按照《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：

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left( \frac{B^\gamma + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{公式 11-1}$$

式中：

$X$ —给定屏蔽物质的铅厚度；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —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：

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{公式 11-2}$$

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；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —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。

由 GBZ 130-2020 中表 C.2 中查取铅、混凝土 125kV 条件 X 射线（主束）有关拟合参数，由 BIR Radiation Shielding For Diagnostic Radiology 2nd Edition 中 Table 4.1（见附件 9.1）查取硫酸钡涂料的 125kV 管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见下表：

表 11-1 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	屏蔽材料	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
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

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 1 000 kg of plaster to cover an area of 19 m<sup>2</sup>”（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<sup>3</sup>。本项目硫酸钡涂料密度为 3.2g/cm<sup>3</sup>，比上述文献中的密度（2.1g/cm<sup>3</sup>）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 11-1、公式 11-2 和表 11-1 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 11-2 屏蔽透射因子  $B$ 、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)
125kV	120mm 混凝土	3.21E-03	1.44
	30mm 硫酸钡涂料	8.99E-04	1.96

## 2、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 125kV 的最不利条件的等效铅当量厚度核算情况, 对本项目拟建 DSA 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 11-3 DSA 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	屏蔽体	屏蔽设计参数	等效铅当量 (mm)	标准要求	评价结果
DSA 机房	东墙	龙骨钢架+3mm 铅板+内侧 8mm 厚无机预涂板+外侧原有墙体或玻璃幕墙	3.0	$\geq 2.0\text{mmPb}$	满足要求
	南墙、西墙、北墙	龙骨钢架+3mm 铅板+两侧 8mm 厚无机预涂板	3.0	$\geq 2.0\text{mmPb}$	满足要求
	顶棚	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料 (楼上夹层地面施工, 外扩 400mm)	3.4	$\geq 2.0\text{mmPb}$	满足要求
	地面	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料	3.4	$\geq 2.0\text{mmPb}$	满足要求
	防护门	内衬 3.0mm 铅板	3.0	$\geq 2.0\text{mmPb}$	满足要求
	观察窗	3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	$\geq 2.0\text{mmPb}$	满足要求

注: (1) 无机预涂板不考虑屏蔽效果;

(2) 机房东墙铅板外侧墙体分别为轻质砖墙、玻璃幕墙, 由于该外侧墙体材料不连续分布, 龙骨钢架、轻质砖墙、玻璃幕墙等屏蔽能力不予考虑, 东墙屏蔽参数保守按照 3mm 铅板屏蔽进行核算。

由上表可知, 本项目 DSA 机房在最大管电压为 125kV 工况下屏蔽防护的等效铅当量满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 表 3 中 C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向、非有用线束方向铅当量均不小于 2.0mmPb 的要求。

## 3、机房面积及单边长度符合性分析

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 表 2 要求, 本项目 DSA 机房有效使用面积及最小单边长度符合性见下表:

表 11-4 机房面积及最小单边长度一览表

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 <sup>2</sup> )	最小单边长度 (m)	最小有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	
DSA 机房	5.5	46.75	3.5	20	符合

由上表可知，本项目 DSA 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。

## （二）辐射环境影响预测

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 11-5 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 11-6，预测点位示意图见图 11-1、图 11-2。

表 11-6 本项目 DSA 机房预测点选取情况表

点位	点位说明	距离 (m)
1 <sup>(1)</sup>	东墙外 30cm 处，弱电间内	5.7
2	南墙外 30cm 处，设备间内	4.3
3	南墙外 30cm 处，配置室内	3.8
4	防护门 M1 外 30cm 处，配置室内	4.0
5 <sup>(2)</sup>	南墙外 30cm 处，污物间内	5.4
6	防护门 M3 外 30cm 处，铅衣室内	6.0
7	西墙外 30cm 处，控制室内	5.5

8	观察窗外 30cm 处, 控制室内	5.4	cm
9	防护门 M4 外 30cm 处, 控制室内	5.8	
10	防护门 M5 外 30cm 处, 走廊	4.0	
11	北墙外 30cm 处, 走廊	3.8	
12	楼上夹层内, 地面以上 100cm 处	散射: 3.9; 漏射: 4.4	
13	楼下 3 层电梯厅内, 地面以上 170cm 处	散射: 3.5; 漏射: 3.0	
14	第一术者位	0.5	

距

择

## 2、辐射影响计算

### （1）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：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot I \cdot a \cdot (s/400) \cdot B_s}{d_0^2 \cdot d_s^2} \cdot K \quad \text{公式 11-3}$$

式中：

$H_s$ —关注点处散射辐射有效剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$H_0$ —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）， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；根据辐射源项分析，本项目取  $5\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $300000\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

$I$ —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;

$S$ —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 256cm<sup>2</sup>;

$d_0$ —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 10-2; 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  $\theta=90^\circ$ ) 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:

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1-\cos\theta)}{0.511}} \quad \text{公式 11-4}$$

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  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  值, 见下表。

表 11-7 铅对 70kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
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, 利用拟合曲线计算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11-3, DSA机房周围关注点、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11-8 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	$H_0$	$I$	$Bs$	$d_0$	$ds$	$Hs$
		$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	mA	/	m	m	$\mu\text{Sv}/\text{h}$
东墙外30cm处,弱电间内(1)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	5.7	4.33E-06
	摄影模式		500				1.08E-04
南墙外30cm处,设备间内(2)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	4.3	7.61E-06
	摄影模式		500				1.90E-04
南墙外30cm处,配置室内(3)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	3.8	9.75E-06
	摄影模式		500				2.44E-04
防护门M1外30cm处,配置室内(4)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	4.0	8.80E-06
	摄影模式		500				2.20E-04
南墙外30cm处,污物间内(5)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	5.4	4.83E-06
	摄影模式		500				1.21E-04
防护门M3外30cm处,铅衣室内(6)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	6.0	3.91E-06
	摄影模式		500				9.77E-05
西墙外30cm处,控制室内(7)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	5.5	4.65E-06
	摄影模式		500				1.16E-04
观察窗外30cm处,控制室内(8)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	5.4	4.83E-06
	摄影模式		500				1.21E-04
防护门M4外30cm处,控制室内(9)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	5.8	4.18E-06
	摄影模式		500				1.05E-04
防护门M5外30cm处,走廊(10)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	4.0	8.80E-06
	摄影模式		500				2.20E-04
北墙外30cm处,走廊(11)	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	3.8	9.75E-06
	摄影模式		500				2.44E-04
楼上夹层内,地面以上100cm处(12)	透视模式	300000	20	6.77E-10	0.45	3.9	1.22E-06
	摄影模式		500				3.04E-05

楼下 3 层电梯厅内，地面以上 170cm 处 (13)	透视模式	300000	20	6.77E-10	0.45	3.5	2.68E-06
	摄影模式		500				6.71E-05
拟建址北侧 29m 处，南京市板桥中学操场 (16) *	透视模式	300000	20	5.80E-09	0.45	29	1.67E-07
	摄影模式		500				4.18E-06
第一术者位 (14)	铅衣内	300000	20	2.84E-04	0.45	0.5	27.54
	铅衣外		20	5.35E-03	0.45	0.5	519.24
第二术者位 (15)	铅衣内	300000	20	2.84E-04	0.45	1.0	6.88
	铅衣外		20	5.35E-03	0.45	1.0	129.81

注：(1) 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），铅衣不低于 0.5mmPb。

(2) \*：该点位防护铅当量保守取机房相应方位防护最低铅当量，不考虑其他墙体、楼体结构的屏蔽作用。

## (2) 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：

$$\dot{H}_L = \frac{H_i \cdot B}{r^2} \cdot K \quad \text{公式 11-5}$$

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 11-2 进行计算。

$r$ —源至关注点的距离，m；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —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，按 80kV 管电压从 NCRP147 报告 TABLE A.1 查铅的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 值，见下表。

表 11-9 铅对 80kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
80kV	4.040	21.69	0.7187

$K$ —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。

将前述有关参数代入公式 11-5，DSA 机房外关注点、控制室操作人员、机房内介入操作人员处漏射辐射剂量率计算结果见下表。

表 11-10 DSA 机房关注点处漏射线辐射剂量率计算结果

关注点位置	$H_t$ mGy/h	r m	B /	$\dot{H}_t$
				$\mu\text{Sv}/\text{h}$
东墙外 30cm 处, 弱电间内 (1)	1	5.7	4.15E-07	2.13E-05
南墙外 30cm 处, 设备间内 (2)	1	4.3	4.15E-07	3.74E-05
南墙外 30cm 处, 配置室内 (3)	1	3.8	4.15E-07	4.80E-05
防护门 M1 外 30cm 处, 配置室内 (4)	1	4.0	4.15E-07	4.33E-05
南墙外 30cm 处, 污物间内 (5)	1	5.4	4.15E-07	2.37E-05
防护门 M3 外 30cm 处, 铅衣室内 (6)	1	6.0	4.15E-07	1.92E-05
西墙外 30cm 处, 控制室内 (7)	1	5.5	4.15E-07	2.29E-05
观察窗外 30cm 处, 控制室内 (8)	1	5.4	4.15E-07	2.37E-05
防护门 M4 外 30cm 处, 控制室内 (9)	1	5.8	4.15E-07	2.06E-05
防护门 M5 外 30cm 处, 走廊 (10)	1	4.0	4.15E-07	4.33E-05
北墙外 30cm 处, 走廊 (11)	1	3.8	4.15E-07	4.80E-05
楼上夹层内, 地面以上 100cm 处 (12)	1	4.4	8.24E-08	7.11E-06
楼下 3 层电梯厅内, 地面以上 170cm 处 (13)	1	3.0	8.24E-08	1.53E-05
拟建址北侧 29m 处, 南京市板桥中学操场 (16) *	1	29	4.15E-07	8.23E-07
第一术者位 (14)	铅衣内	1	0.5	1.43E-03
	铅衣外	1	0.5	1.37E-02
第二术者位 (15)	铅衣内	1	1	1.43E-03
	铅衣外	1	1	1.37E-02

注: (1) 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), 铅衣不低于 0.5mmPb。

(2) \*: 该点位防护铅当量保守取机房相应方位防护最低铅当量, 不考虑其他墙体、楼体结构的屏蔽作用。

### (3) 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 11-11 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 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )		辐射剂量率合计 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
		散射线	漏射线	
东墙外 30cm 处, 弱电间	透视	4.33E-06	2.13E-05	2.56E-05

内 (1)	摄影	1.08E-04	2.13E-05	1.30E-04	
南墙外 30cm 处, 设备间 内 (2)	透视	7.61E-06	3.74E-05	4.51E-05	
	摄影	1.90E-04	3.74E-05	2.28E-04	
南墙外 30cm 处, 配置室 内 (3)	透视	9.75E-06	4.80E-05	5.77E-05	
	摄影	2.44E-04	4.80E-05	2.92E-04	
防护门 M1 外 30cm 处, 配置室内 (4)	透视	8.80E-06	4.33E-05	5.21E-05	
	摄影	2.20E-04	4.33E-05	2.63E-04	
南墙外 30cm 处, 污物间 内 (5)	透视	4.83E-06	2.37E-05	2.86E-05	
	摄影	1.21E-04	2.37E-05	1.44E-04	
防护门 M3 外 30cm 处, 铅衣室内 (6)	透视	3.91E-06	1.92E-05	2.31E-05	
	摄影	9.77E-05	1.92E-05	1.17E-04	
西墙外 30cm 处, 控制室 内 (7)	透视	4.65E-06	2.29E-05	2.75E-05	
	摄影	1.16E-04	2.29E-05	1.39E-04	
观察窗外 30cm 处, 控制 室内 (8)	透视	4.83E-06	2.37E-05	2.86E-05	
	摄影	1.21E-04	2.37E-05	1.44E-04	
防护门 M4 外 30cm 处, 控制室内 (9)	透视	4.18E-06	2.06E-05	2.48E-05	
	摄影	1.05E-04	2.06E-05	1.25E-04	
防护门 M5 外 30cm 处, 走廊 (10)	透视	8.80E-06	4.33E-05	5.21E-05	
	摄影	2.20E-04	4.33E-05	2.63E-04	
北墙外 30cm 处, 洁净走 廊 (11)	透视	9.75E-06	4.80E-05	5.77E-05	
	摄影	2.44E-04	4.80E-05	2.92E-04	
楼上夹层内, 地面以上 100cm 处 (12)	透视	1.22E-06	7.11E-06	8.32E-06	
	摄影	3.04E-05	7.11E-06	3.75E-05	
楼下 3 层电梯厅内, 地面 以上 170cm 处 (13)	透视	2.68E-06	1.53E-05	1.80E-05	
	摄影	6.71E-05	1.53E-05	8.24E-05	
拟建址北侧 29m 处, 南 京市板桥中学操场 (16)	透视	1.67E-07	8.23E-07	9.91E-07	
	摄影	4.18E-06	8.23E-07	5.01E-06	
第一术者位 (14)	铅衣内	透视	27.54	9.55	37.09
	铅衣外	透视	519.24	91.54	610.78
第二术者位 (15)	铅衣内	透视	6.88	2.39	9.27
	铅衣外	透视	129.81	22.88	152.69

由表 11-11 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  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  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:

$$H_{Er} = H_r \times T \times t \quad \text{公式 11-6}$$

式中:

$H_r$ —关注点处辐射剂量率,  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ;

$T$ —居留因子;

$t$ —年照射时间,  $\text{h}$ 。

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:

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad \text{公式 11-7}$$

式中:

$\alpha$ —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  $\text{mSv}$ ;

$\beta$ —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  $\text{mSv}$ 。

#### (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 11-6、公式 11-7, 根据表 11-11 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有效剂量见下表。

表 11-12 DSA 机房四周公众及控制室辐射工作人员的年有效剂量

关注点	射线类型	T (h)	T	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	年有效剂量 ( $\text{mSv}/\text{a}$ )	人员类型
南墙外 30cm 处,	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	4.51E-05	1.08E-06	辐射工作

设备间内 (2)	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	2.28E-04		人员
南墙外 30cm 处, 配置室内 (3)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	5.77E-05	1.38E-06	辐射工作 人员
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	2.92E-04		
防护门 M1 外 30cm 处, 配置室内 (4)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	5.21E-05	1.25E-06	辐射工作 人员
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	2.63E-04		
南墙外 30cm 处, 污物间内 (5)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	2.86E-05	6.84E-07	辐射工作 人员
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	1.44E-04		
防护门 M3 外 30cm 处, 铅衣室内 (6)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	2.31E-05	5.54E-07	辐射工作 人员
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	1.17E-04		
西墙外 30cm 处, 控制室内 (7)	散射线+漏射线 (透视)	75	1	2.75E-05	2.64E-06	辐射工作 人员
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1	1.39E-04		
观察窗外 30cm 处, 控制室内 (8)	散射线+漏射线 (透视)	75	1	2.86E-05	2.74E-06	辐射工作 人员
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1	1.44E-04		
防护门 M4 外 30cm 处, 控制室内 (9) *	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	2.48E-05	5.93E-07	辐射工作 人员
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	1.25E-04		
东墙外 30cm 处, 弱电间内 (1)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	2.56E-05	6.14E-07	公众
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	1.30E-04		
防护门 M5 外 30cm 处, 走廊 (10)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	5.21E-05	1.25E-06	公众
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	2.63E-04		
北墙外 30cm 处, 走廊 (11)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	5.77E-05	1.38E-06	公众
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	2.92E-04		
楼上夹层内, 地面 以上 100cm 处 (12)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/16	7.03E-06	4.08E-08	公众
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/16	3.06E-05		
楼下 3 层电梯厅 内, 地面以上 170cm 处 (13)	散射线+漏射线 (透视)	75	1/4	1.80E-05	4.21E-07	公众
	散射线+漏射线 (摄影)	4.1	1/4	8.24E-05		

	(摄影)					
北侧 29m 处, 南京市板桥中学(操场)	散射线+漏射线(透视)	75	1/4	9.91E-07	2.37E-08	公众
	散射线+漏射线(摄影)	4.1	1/4	5.01E-06		
第一术者位	铅衣内	75	1	37.09	4.53	辐射工作人员
	铅衣外	75	1	610.78		
第二术者位	铅衣内	75	1	9.27	1.13	辐射工作人员
	铅衣外	75	1	152.69		

注: \*: 防护门外属工作人员部分停留区域, 该点位居留因子取值为 1/4。

由表 11-12 可知, 本项目 DSA 机房外辐射工作人员的年有效剂量最大约为 2.74E-06mSv, 机房内辐射工作人员年有效剂量叠加在机房外控制室内附加剂量后, 介入操作第一、第二术者操作位医护人员的年有效剂量分别为 4.53mSv、1.13mSv, 手术室护士保守参考第二术者位估算年有效剂量为 1.13mSv, 均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中对辐射工作人员的受照剂量限值 (20mSv/a, 连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可做任何追溯平均) ) 要求以及本项目剂量约束值 (5mSv/a) 要求。

由表 11-12 可知, 本项目 DSA 机房周围处公众年有效剂量最大为 1.38E-06mSv, 南京市板桥中学(操场) 处公众年有效剂量约为 2.37E-08mSv, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中对公众的受照剂量限值 (1mSv/a) 要求以及本项目剂量约束值 (0.1mSv/a) 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地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能产生 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

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压电源，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。

## 3、辐射事故预防措施

（1）辐射工作场所按要求设置相应的辐射安全与防护设施，定期检查各辐射工作场所和设备的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态；

（2）建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行；

（3）加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识。

医院应制订《辐射事故应急方案》，成立辐射安全管理领导小组，并明确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 DSA 属于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。

南京市雨花医院已成立放射防护安全领导机构（见附件 8），负责医院的辐射安全管理工作，医学影像科负责人为辐射防护负责人。医院拟为本项目配备的 5 名辐射工作人员均拟参加并通过“医用 X 射线诊断与介入放射学”辐射安全与防护考核；医院辐射安全管理人员拟参加并通过“辐射安全管理”辐射安全与防护考核。

医院应及时关注辐射工作人员辐射安全和防护专业知识的培训时间，如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的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。

**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**

南京市雨花医院已建立辐射安全管理制度包括：《放射科安全防护管理制度》《放射科岗位职责》（包括放射科主任、主治医师、影像科技师、护士等岗位职责）、《医用诊断 X 射线机安全操作规程》《设备维护检修制度》《射线装置使用登记、台账管理制度》《人员培训制度》《放射工作人员培训计划》《辐射环境与个人剂量监测方案》《射线装置辐射事故应急预案》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现有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 应用项目的特点补充和完善

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 台账登记管理制度，重点是 DSA 的使用、购买、报废情况等由专人负责登记、专人形成台账、定期核对，确保正确无误，账物相符明确对射线装置的使用人员、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巾，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

南京市雨花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- $\gamma$ 辐射剂量率	竣工验收监测	1次	DSA 机房四侧墙体外、防护门外、门缝隙处、控制台处、观察窗、管线洞口、楼上、楼下；评价范围内保护目标处。	周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。
	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 $5\text{mSv}$

- (1) 委托有资质的单位定期对项目所在场所周围环境 X- $\gamma$ 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小时内向当地生态环境局报告。

## 2、监测仪器情况

南京市雨花医院已配备有1台辐射巡测仪（全院共用），拟为本项目增配2台个人剂量报警仪，用于辐射防护监测和报警，所有辐射工作人员均拟配备个人剂量计，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

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

南京市雨花医院已制定《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，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自开展工作以来，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

医院拟将综合楼 4 层消毒供应中心部分房间改造为 1 间 DSA 机房及其辅助用房，并在该机房内配备 1 台 DSA（型号待定，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），用于开展放射诊断及介入治疗。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。

### 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

南京市雨花医院位于南京市雨花台区板桥大道 9 号，医院东侧为板桥大道，南侧、西侧均为院外道路（未命名），北侧为南京市板桥中学；本项目位于综合楼 4 层，综合楼东、南、西、北四侧均为院内道路。

本项目 50m 范围内主要环境保护目标为项目所在综合楼、东侧院内道路、板桥大道（东侧，最近距离 23m）、南侧院内道路、北侧院内道路及南京市板桥中学（北侧，最近距离 29m，不涉及教学楼）；南京市板桥中学（北侧 29m，不涉及教学楼）为本项目敏感目标；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。DSA 球管有用线束向上朝向平板探测器照射，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，与 DSA 机房相邻的控制室、设备间、铅衣室、污物间、配置室作为监督区。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

本项目拟建址室内周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为（78.4~97.6）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 $\gamma$ 辐射水平参考范围内；道路 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为（75.1~75.9）nGy/h（测量结果已扣除宇宙射线响应值），位于江苏省道路环境天然 $\gamma$ 辐射水平评价参考范围内。

#### 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）。

#### 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，通过动力通风装置排出，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机房设有门灯联动装置和对讲及观察装置；DSA机房内外均设有急停按钮。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戴个人剂量计。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、楼下辐射剂量率均满足《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

南京市雨花医院已成立放射防护安全领导机构（见附件 8），负责医院的辐射安全管理，医学影像科负责人为辐射防护负责人。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、辐射防护监测仪器评价

医院已配备有 1 台辐射巡测仪，拟为本项目增配 2 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《放射科安全防护管理制度》《放射科岗位职责》、《医用诊断 X 射线机安全操作规程》《设备维护检修制度》《射线装置使用登记、台账管理制度》《人员培训制度》《放射工作人员培训计划》《辐射环境与个人剂量监测方案》《射线装置辐射事故应急预案》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 120mm 混凝土 +30mm 硫酸钡涂料（楼上夹层地面施工，外扩 400mm），地面为 120mm 混凝土 +30mm 硫酸钡涂料，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。	26
	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：DSA 机房电动推拉门设防夹装置，平开门设自动闭门装置。 (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控制室拟设置对讲装置。		
	监测仪器：已配备1台辐射巡测仪，拟为本项目增配2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。	1
人员配备	医院拟为本项目配备5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
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期送检（1次/3个月），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。	
“三废”治理措施	1、废气：DSA机房设计有独立通风系统，工作时开启确保机房内臭氧和氮氧化物能及时排出。 2、废水：项目产生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。 3、固废：医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置；生活垃圾分类收集后交由城市环卫部门处理。	通风设置满足《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