核技术利用建设项目

南京市第一医院
扩建1台DSA项目
环境影响报告表

（公示本）

南京市第一医院

2025年9月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

南京市第一医院
扩建1台DSA项目
环境影响报告表

南京市第一医院

2025年9月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

南京市第一医院
扩建1台DSA项目
环境影响报告表

建设单位名称：南京市第一医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：刘万里

通讯地址：南京市秦淮区长乐路68号

邮政编码：　　联系人：

电子邮箱：　　联系电话：

打印编号：1757567590000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	81ab34
建设项目名称	南京市第一医院扩建1台DSA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）	南京市第一医院
统一社会信用代码	12320100425800900J
法定代表人（签章）	刘万里
主要负责人（签字）	苏宝凤
直接负责的主管人员（签字）	苏宝凤
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	南京瑞森辐射技术有限公司
统一社会信用代码	91320106694645355K
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
陈朝晖	2014035320352013321405000117	BH019830	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈朝晖	表9 项目工程分析与源项 表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	BH019830	
郭文政	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 环境质量与辐射现状	BH051806	

环评项目负责人职业资格证

姓名：陈朝晖
Full Name

性别：男
Sex

出生年月：1968年12月
Date of Birth

专业类别：
Professional Type

批准日期：2014年05月
Approval Date

持证人签名：
Signature of the Bearer

签发单位盖章：
Issued by

签发日期：2014 年 09 月 04 日
Issued on

HP0014263

20140353203520133214050001 17
管理号：
File No.

仅供南京市第一医院扩建1台DSA项目使用

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：[redacted]瑞森辐射技术有限公司　　现参保地：玄武区

统一社会信用代码：91320106694645355K　　查询时间：202504-202509

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	35	35	35

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	郭文政	[redacted]	202504 - 202509	6
2	陈朝晖	[redacted]	202504 - 202509	6

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10月10日

目 录

表 1 项目基本情况 ..... - 1 -
表 2 放射源 ..... - 7 -
表 3 非密封放射性物质 ..... - 7 -
表 4 射线装置 ..... - 8 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） ..... - 9 -
表 6 评价依据 ..... - 10 -
表 7 保护目标与评价标准 ..... - 13 -
表 8 环境质量和辐射现状 ..... - 17 -
表 9 项目工程分析与源项 ..... - 23 -
表 10 辐射安全与防护 ..... - 30 -
表 11 环境影响分析 ..... - 37 -
表 12 辐射安全管理 ..... - 57 -
表 13 结论与建议 ..... - 62 -
表 14 审批 ..... - 68 -
附图 1 南京市第一医院扩建 1 台 DSA 项目地理位置示意图 ..... - 69 -
附图 2 南京市第一医院平面布置和周围环境示意图 ..... - 70 -
附图 3 南京市第一医院 1 号楼二楼平面布置及周围环境图 ..... - 71 -
附图 4 南京市第一医院 1 号楼三楼平面布置及周围环境图 ..... - 72 -
附图 5 南京市第一医院 1 号楼一楼平面布置及周围环境图 ..... - 73 -
附件 1 项目委托书 ..... - 74 -
附件 2 射线装置使用承诺书及机房屏蔽设计参数 ..... - 75 -
附件 3 辐射安全许可证正副本复印件 ..... - 78 -
附件 4 原有核技术利用项目基本情况一览表 ..... - 87 -
附件 5 辐射安全管理机构及应急预案 ..... - 91 -
附件 6 医院改造项目立项文件及个人剂量的检验检测报告 ..... - 99 -
附件 7 辐射环境本底检测报告 ..... - 126 -
附件 8 检测机构资质认定证书 ..... - 131 -
附件 9 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书 ..... - 135 -

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">南京市第一医院扩建 1 台 DSA 项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">南京市第一医院
（统一社会信用代码　　）</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表姓名</td><td colspan="2"></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="7">南京市秦淮区长乐路 68 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">南京市秦淮区长乐路 68 号医院 1 号楼急诊二楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">南京市发展和改革委员会</td><td>批准文号</td><td colspan="3">宁发改投资[2021]806 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td></td><td>项目环保总投资（万元）</td><td></td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">☐新建☐改建 ☑ 扩建☐其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="8">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="5">☐Ⅰ类 ☐Ⅱ类 ☐Ⅲ类 ☐Ⅳ类 ☐Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐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="5">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐乙　　☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐Ⅱ类 ☐Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">☐Ⅱ类 ☐Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑Ⅱ类 ☐Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述：

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

南京市第一医院，又名南京医科大学附属南京第一医院、南京医科大学第三临床医学院、南京市心血管病医院，是一所三级甲等综合性医院。医院创建于 1936 年 2月，现有1个本部和2个分院区（南院和河西院区），本部位于南京市长乐路68号，南院位于南京市雨花台区共青团路 32 号，河西院区位于南京市建邺区应天大街 919 号。

为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，南京市第一医院拟对本部1号楼（为地上七层建筑）急诊二楼药房及收费区域进行改造，改造内容包括建设1座DSA手术室，并配备1台数字减影血管造影机（Digital Subtraction Angiography），以下简称“DSA”，其型号为Artis Q biplane，双球管，最大管电压均为125kV，最大管电流均为1000mA，用于开展医疗诊断和介入治疗。

《南京市第一医院胸痛、卒中、创伤三大中心及配套建设项目》立项文件已通过南京市发改委核准，项目代码：2110-320100-04-01-956942，批复文件详见附件6。医院已于2022年初开始进行1号楼急诊楼改造相关工作，本次1号楼急诊二楼DSA手术室为南京市第一医院院区医疗用房改造装修项目的组成部分。

为保护环境和公众利益，防治辐射污染，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，南京市第一医院扩建1台DSA项目需进行环境影响评价；受南京市第一医院的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位扩建1台DSA项目的环境影响评价工作。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），本项目为扩建1台DSA项目，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。南京瑞森辐射技术有限公司在资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场检测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。医院扩建1台DSA项目情况见下表：

表1-1 南京市第一医院扩建1台DSA项目情况一览表

射线装置

序号	射线装置名称型号	数量（台）	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	备注
1	DSA（Artis Q biplane）	1	125	1000	II类	本部1号楼急诊二楼DSA室	使用	本次环评	双球管
			125	1000					

本项目DSA手术室无定岗辐射工作人员，其操作由医院现有87名介入辐射工作人员承担。现有87名介入辐射工作人员，参加本项目DSA操作工作量不超过30台次/（人·年）。每台DSA手术配2名介入医生，1名技师和1名护士。根据医院提供的DSA工作负荷，本项目年开展手术量约为1000台，DSA室内医生、护士年接触射线时间不超过266.67h，技师在操作台进行隔室操作设备，包括透视及摄影，其年接

触射线时间不超过269.6h。

二、项目选址情况

南京市第一医院本部位于南京市秦淮区长乐路 68 号，医院东侧为信府河路及秦淮河沿边商铺住宅，南侧为宏图上福园小区及军师巷小区，西侧为中华路，北侧为长乐路。

南京市第一医院本次拟扩建的DSA手术室位于本部1号楼急诊二楼。1号楼东侧为院内道路，南侧为院内道路及停车场，西侧和北侧均为 10 号楼。本项目地理位置示意见附图1，南京市第一医院本部平面布置和周围环境示意图见附图2。

本项目 DSA 机房位于 1 号楼急诊二楼，其东侧为控制室和设备间，南侧为楼梯间，西侧为室内通道，北侧为体外碎石间、实验室及办公室，机房下方为抢救室、新风机房和器械间，机房上方为新风机房和输液大厅。本项目 DSA 机房平面布置及周围环境示意图见附图3。

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围（见附图 2）除西侧至中华路、北侧至长乐路，其余方向均位于医院边界内（院内道路、停车场、9 号楼又名心血管病楼及 10 号楼又名医技楼）。评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、其他医务人员、院内病患及其家属和中华路、长乐路评价范围内公众等。

三、实践正当性分析

南京市第一医院目前已有 8 台 DSA，本次扩建 1 台 DSA，用于开展医疗诊断和介入治疗。本项目建成投运后，可减轻其他 DSA 手术室的工作负荷，减少患者的等待时间，提高患者的救治效率，具有良好的社会效益和经济效益。在落实本报告提出的辐射安全与防护管理措施后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、原有核技术利用项目许可情况

南京市第一医院目前已持有南京市生态环境局核发的辐射安全许可证（见附件3），证书编号为苏环辐证〔01076〕，许可种类和范围为“使用II类、III类射线装置”，有效期至2027年6月9日。医院原有核技术利用项目均已履行环保手续，无环保遗留问题。原有核技术项目情况基本情况详见下表及附件4。

表 1-2 南京市第一医院核技术利用项目基本情况一览表

射线装置								
序号	工作场所名称	射线装置名称	规格型号	数量（台）	类别	使用情况	环评、许可及验收情况	备注
1	发热门诊（本部）	CT	SOMATOMSOMATOM Emotion16（2007）	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
2	放疗科（本部）	直线加速器	VARIAN Clinac iX	1	Ⅱ类	使用	已环评、已许可、已验收	/
3		模拟机	SL-ID	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
4		CT 模拟机	ATOM Sensation	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
5	放射科（本部）	C 臂机	Compact D 7900	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
6		床边 DR	uDR370i	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
7		CT	Definition Flash	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
8		DR	uDR780i	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
9		碎石机	HK.ESWL-V	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
10		C 臂机	Compact D 7900	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
11		智能乳腺机	HAWK-2MSDR	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
12		CT	uCT760	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
13		DR	DRX-Evolution	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
14		数字胃肠机	R200	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
15		C 臂机	GE Fluorostar 7900	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
16		128 排 CT	Ingenuity Core 128	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/
17		CT	uCT710	1	Ⅲ类	使用	已许可、已监测	/

18		DR	Axiom Aristos VX Plus	1	III类	使用	已许可、已监测	/
19		床边 DR	700T	1	III类	使用	已许可、已监测	/
20		DR	DRX-Evolution	1	III类	使用	已许可、已监测	/
21		CT	CT6000	1	III类	使用	已许可、已监测	/
22		床边 DR	SM-50HF-B-D-C	1	III类	使用	已许可、已监测	/
23	放射科（河西）	CT	uCT 860	1	III类	使用	已许可、已监测	/
24		CT	uCT 780	1	III类	使用	已许可、已监测	/
25		DR	Axiom Aristos VX Plus	1	III类	使用	已许可、已监测	/
26		DR	DRX-Evolution	1	III类	使用	已许可、已监测	/
27		骨密度仪	PRODIGY	1	III类	使用	已许可、已监测	/
28		C 臂机	ARCADIS Orbic Gen2 3D	1	III类	使用	已许可、已监测	/
29		床边 DR	uDR370i	1	III类	使用	已许可、已监测	/
30		CT	SOMATOMSOMATOM Emotion16（2007）	1	III类	使用	已许可、已监测	/
31	放射科（南院）	骨密度仪	Lunar Prodigy	1	III类	使用	已许可、已监测	/
32		CT	Ingenuity Core 128	1	III类	使用	已许可、已监测	/
33		DR	uDR780i	1	III类	使用	已许可、已监测	/
34	介入科（本部）	DSA	ARTIS zee III ceiling	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
35		DSA	Allura Xper FD20	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
36	口腔科（本部）	牙科机	SL 3D	1	III类	使用	已许可、已监测	/

37		口腔颌面锥形束CT	NewTom Giano	1	III类	使用	已许可、已监测	/
38		牙科机	KODAK 2100	1	III类	使用	已许可、已监测	/
39	口腔科（河西）	口腔CBCT	3D-1020MS	1	III类	使用	已许可、已监测	/
40		牙科机	X-Mind DC	1	III类	使用	已许可、已监测	/
41	口腔科（南院）	牙科机	X-Mind DC	1	III类	使用	已许可、已监测	/
42	手术室（本部）	移动C臂机	uMC 560i	1	III类	使用	已许可、已监测	/
43	手术室（河西）	C臂机	OEC one	1	III类	使用	已许可、已监测	/
44	体检中心(本部)	DR	Axiom Aristos VX Plus	1	III类	使用	已许可、已监测	/
45	消化内镜中心（本部）	数字胃肠机	DTP780	1	III类	使用	已许可、已监测	/
46	心导管室（本部）	DSA	Q Zen Biplane	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
47	心内科（河西）	DSA	Artis Q zen Floor	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
48	心内科导管室（本部）	DSA	Artis zee	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
49		DSA	Artis zee III floor	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
50		DSA	INNOVA	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
51		DSA	Innova 2100 IQ	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
52	心外科（本部）	DSA	ARTIS zeego III	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/
53	心血管外科（本部）	DSA	UNIQ FD20C	1	II类	使用	已环评、已许可、已验收	/

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	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类	1	Artis Q biplane	125	1000	医用诊断/介入治疗	本部 1 号楼急诊二楼 DSA 室	双球管
					125	1000			
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，常温常压下，臭氧约 50min 可自行分解为氧气
介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料	固态	/	/	约 10kg	约 120kg	/	暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集	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》，1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，中华人民共和国主席令 第九号； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令 第七十七号，2002年10月28日发布，根据2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第一次修正，根据2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令 第六号，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年修改，国务院令 第709号，2019年3月2日施行； （5）《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 第253号，1998年11月29日发布，根据2017年7月16日《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（中华人民共和国国务院令 第682号）修订； （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）《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； （10）《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； （11）《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10月25日发布； （12）《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； （13）《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； （14）《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，2019年12月24日发布； （15）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（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； （16）《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； （17）《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日发布； （18）《省政府关于印发江苏省国土空间规划（2021—2035年）的通知》，苏政发〔2023〕69号，2023年8月16日发布； （19）《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。
技术标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （2）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； （3）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； （4）《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）； （5）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）； （6）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （7）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （8）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； （9）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。
其他	**附图：**

	（1）南京市第一医院扩建1台DSA项目地理位置示意图； （2）南京市第一医院平面布置和周围环境示意图； （3）南京市第一医院1号楼二楼平面布置及周围环境示意图； （4）南京市第一医院1号楼三楼平面布置及周围环境示意图； （5）南京市第一医院1号楼一楼平面布置及周围环境示意图。 **附件：** （1）项目委托书； （2）射线装置使用承诺书及机房屏蔽设计参数； （3）辐射安全许可证正副本复印件； （4）原有核技术利用项目基本情况一览表； （5）辐射安全管理机构及制度； （6）医院改造项目立项及环评批复文件； （7）辐射环境本底检测报告； （8）检测机构资质认定证书； （9）江苏省生态环境分区管控综合查询报告书。

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）中“放射源和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”的规定，结合本项目的特点，确定本项目评价范围为南京市第一医院扩建1台DSA项目所在机房实体屏蔽体边界外周围50m范围内区域，评价范围详见附图2。

保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、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。

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）、《关于印发<生态环境分区管控管理暂行规定>的通知》（环环评〔2024〕41号）和《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880号）要求，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，本项目所在地块位于夫子庙-秦淮风光带风景名胜区（含部分秦淮河洪水调蓄区）优先保护单元（编码：ZH32010410229）内，评价范围内不涉及重点管控单元和一般管控单元。医院已开展核技术利用项目，本项目为已有核技术利用扩建项目。另根据现场检测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目DSA机房周围50m评价范围为院内建筑、院内道路、中华路（医院附近），评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要是辐射工作人员、其他医务人员、院内病患和周围公众等。详见表7-1。

表7-1 本项目保护目标一览表

保护对象类型	场所	环境保护目标	方位/位置	距本项目最近距离	人员规模	剂量限值

辐射工作人员	DSA 手术室	操作技师	控制室	/	4 人	5mSv/a
		医师、护士	DSA 手术室内			
评价范围内公众	1 号楼	医护人员	DSA 辐射工作场所四周、上方及下方	毗邻	约 20 人	0.1mSv/a
		病患、其他公众			约 30 人	
	院内道路	医护人员、病患、其他公众	DSA 手术室东侧	约 40m	流动人员	
	院内道路和停车场	医护人员	DSA 手术室南侧	约 20m	流动人员	
		病患、其他公众			流动人员	
	9 号楼	医护人员		约 20m	约 10 人	
		病患、其他公众			约 20 人	
	10 号楼	医护人员	DSA 手术室西侧	约 1m	约 15 人	
		病患、其他公众			约 30 人	
	中华路	其他公众		约 30m	流动人员	
	10 号楼	医护人员	DSA 手术室北侧	约 1m	约 10 人	
		病患、其他公众			约 20 人	
	长乐路	其他公众		约 40m	流动人员	

本项目不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

一、工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中个人剂量限值，见表 7-2。

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
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，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，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 5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。

二、剂量约束值：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B 的要求并结合本项目特点，确定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、DSA 机房外的周围剂量当量率参考控制水平：

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）“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；c）具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv”的要求，确定本项目机房外的周围剂量当量率参考控制水平为：距 DSA 机房墙体、门、观察窗表面外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处、地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处的辐射剂量率目标控制值均为 2.5μSv/h。

四、辐射环境质量现状检测评价参考值

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，见表 7-3。

表 7-3 江苏省全省环境天然 γ 辐射水平调查结果（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
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：*测量值已扣除宇宙射线响应值，现状评价时，取测值范围数值：即原野为（33.1～72.6）nGy/h；道路为（18.1～102.3）nGy/h；室内为（50.7～129.4）nGy/h。

五、参考资料：

（一）《辐射防护导论》，方杰主编；

（二）《辐射防护手册（第一分册）》，李德平、潘自强主编。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

南京市第一医院本部位于南京市秦淮区长乐路 68 号，医院东侧为信府河路及秦淮河沿边商铺住宅，南侧为宏图上福园小区及军师巷小区，西侧为中华路，北侧为长乐路。

南京市第一医院本次拟扩建的DSA手术室位于本部1号楼急诊二楼。1号楼东侧为院内道路，南侧为院内道路及停车场，西侧和北侧均为 10 号楼。本项目地理位置示意见附图1，南京市第一医院本部平面布置和周围环境示意图见附图2。

本项目 DSA 机房位于 1 号楼急诊二楼，其东侧为控制室和设备间，南侧为楼梯间，西侧为室内通道，北侧为体外碎石间、实验室及办公室，机房下方为抢救室、新风机房和器械间，机房上方为新风机房和输液大厅。本项目 DSA 机房平面布置及周围环境示意图见附图3。

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围（见附图 2）除西侧至中华路、北侧至长乐路，其余方向均位于医院边界内（院内道路、停车场、9 号楼又名心血管病楼及 10 号楼又名医技楼）。评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、其他医务人员、院内病患及其家属和中华路、长乐路评价范围内公众等。

本项目DSA机房周边环境现状见图8-1~图8-7。

图 8-1 本项目 DSA 机房拟建址

图 8-2 本项目 DSA 机房拟建址东侧

图 8-3 本项目 DSA 机房拟建址南侧

图 8-4 本项目 DSA 机房拟建址西侧

图 8-5 本项目 DSA 机房拟建址北侧

图 8-6 本项目 DSA 机房拟建址上方

图 8-7 本项目 DSA 机房拟建址楼下

二、辐射环境现状调查

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，于医院 1 号楼急诊二楼急诊 DSA 室周围进行布点，测量辐射现状剂量率。检测报告详见附件 7，检测结果见表 8-1，检测点位示意图见图 8-8。

检测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

检测仪器：6150 AD6/H+6150 AD-b/H 型 X-γ 辐射检测仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2024 年 10 月 28 日~2025 年 10 月 27 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2024-0107802）

能量响应：20keV～7MeV

测量范围：1nSv/h～99.9μSv/h

检测日期：2025 年 1 月 13 日

检测因子：γ 辐射剂量率

天气：多云

温度：13℃

湿度：28%RH

检测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目检测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过检验检测机构资质认定（证书编号：221020340350，检测资质见附件 8），具备相应的检测资质和检测能力，检测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器或将仪器固定在三脚架上。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy。

检测人员、检测仪器及检测结果质量保证：检测人员均经过考核，检测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，检测仪器使用前经过校准或检验，检测报告实行

三级审核。

评价方法：参照江苏省原野、道路、建筑物内γ辐射（空气吸收）剂量率水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 南京市第一医院扩建 1 台 DSA 项目拟建址周围现状辐射剂量率

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	DSA 机房拟建址	68	2	楼房室内
2	DSA 机房拟建址东侧	74	2	楼房室内
3	DSA 机房拟建址南侧	71	1	楼房室内
4	DSA 机房拟建址西侧（10 号楼内）	69	3	楼房室内
5	DSA 机房拟建址北侧	75	4	楼房室内
6	DSA 机房拟建址楼上	68	5	楼房室内
7	DSA 机房拟建址楼下	89	2	楼房室内
8	1 号楼旁边院内道路	78	3	道路
9	9 号楼旁边院内道路	83	2	道路
10	医院西侧（中华路）	76	2	道路
11	医院北侧（长乐路）	73	6	道路

注：1.上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值，本次检测所用仪器宇宙射线响应值为 25nGy/h。

2.环境 γ 辐射剂量率测量结果按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中公式$\dot{D} = C_f\left(E_f\dot{X} - \mu_c\dot{X_c}'\right)$计算，其中，$C_f$为仪器量程检定/校准因子；$E_f$为仪器检验源效率因子；$\dot{X}$为现场检测时仪器 n 次读数的平均值（n≥10）；μ_c为建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1；$\dot{X_c}'$为测点处仪器对宇宙射线的响应值。

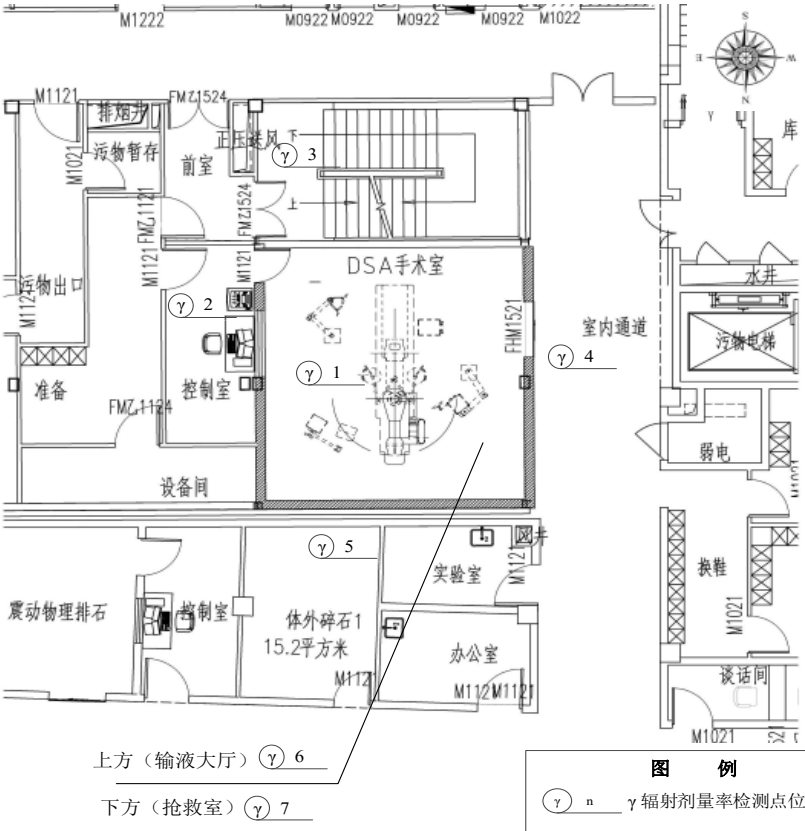

图 8-8 南京市第一医院扩建 1 台 DSA 项目拟建址周围环境γ辐射检测点位示意图

由表 8-1 检测结果可知，南京市第一医院扩建 1 台 DSA 项目拟建址室内点位周围环境天然 γ 辐射剂量率在（68～89）nGy/h，位于江苏省建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（50.7～129.4）nGy/h 之间；室外点位周围环境 γ 辐射剂量率为（73~83）nGy/h，位于江苏省道路 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（18.1～102.3）nGy/h 之间。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

南京市第一医院拟在本部 1 号楼急诊二楼 DSA 手术室内配备 1 台 DSA（型号 Artis Q biplane，双球管，最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 形臂 X 光机，DSA 由 X 射线发生装置（包括 X 射线球管及其附件、高压发生器、X 射线控制器等）和图像检测系统（包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等）组成。本项目 DSA 外观示意图 9-1，本项目配备的 DSA 主要设备技术参数见表 9-1，配套设备配置情况见表 9-2。

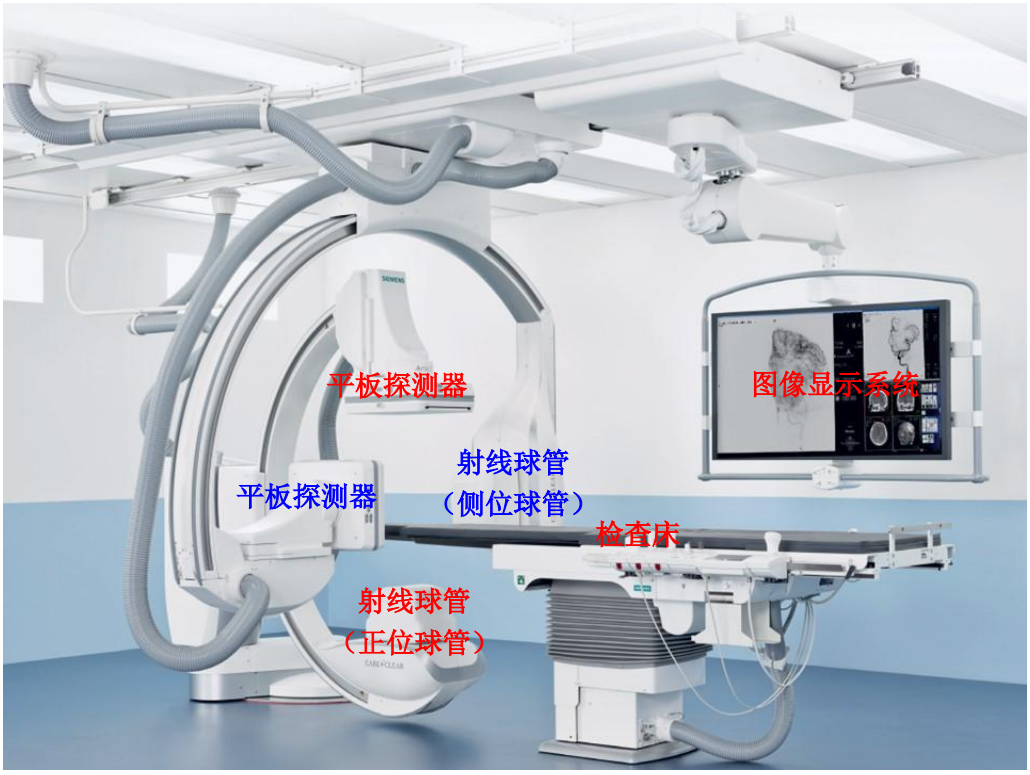

图 9-1 本项目 DSA 外观图示意图

表 9-1 本项目 DSA 主要设备技术参数

位置	指 标	技 术 参 数
急诊二楼 DSA 室	型 号	Artis Q biplane
	设备供应商	西门子

	额定管电压	≤125kV（正、侧位球管相同）
	额定管电流	≤1000mA（正、侧位球管相同）
	X 射线球管滤过条件	固有滤过 2.5mmAl+其他附加过滤
	出束方向	正位球管：向上；侧位球管：侧向
	焦皮距	正位球管：≥45cm 侧位球管：≥45cm
	照射野	最大照射野：29cm×38cm 最小照射野：8cm×8cm

注：*设备型号、技术参数由建设单位及供货商提供。

表 9-2 本项目 DSA 配套设备一览表

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	控制室

二、工作原理及工作流程

（一）工作原理

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少、浓度低、损伤小、较安全，节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA 系统结构图见图 9-2。

DSA 是引导介入治疗的重要医学影像设备，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化

道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

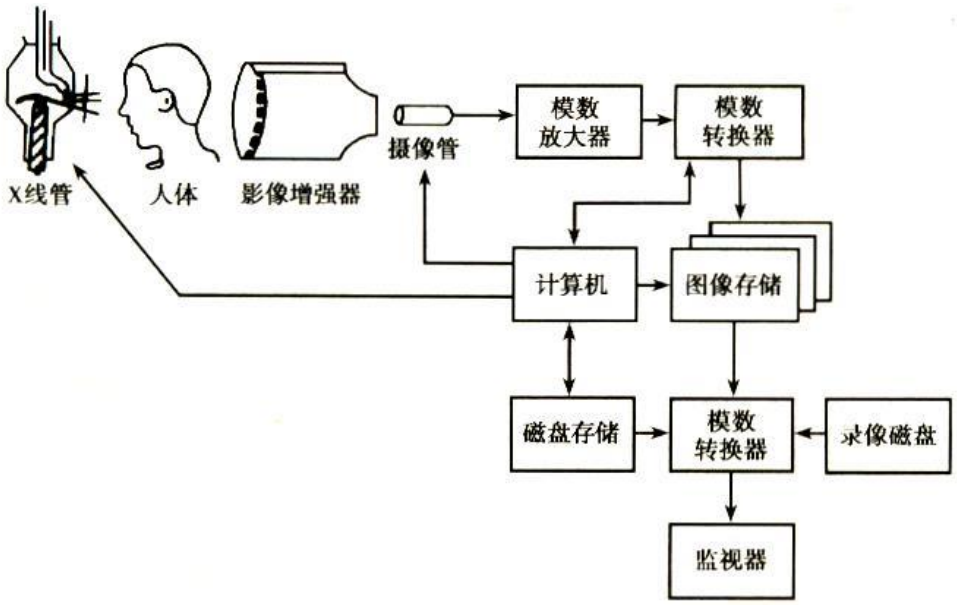

图 9-2 DSA 系统结构图

（二）工作流程及产污环节分析

1、医疗诊断

DSA 检查（诊断）采用是根据采集的造影部位图像，对患者病变部位进行诊断，以选择合适的治疗方案。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员指导患者摆位并调整 X 射线球管、人体、影像接收器三者之间的距离，然后进行出束摄影，获取底片；下一步为患者注射造影剂、出束摄影或透视，获取样片。计算机将样片信号减去底片信号后，得到仅显示造影剂分布的图像，即血管图像。医护人员根据该图像识别、判断患者病变的具体部位、病变程度及类型，以选择合适的治疗方案。

2、介入治疗

介入治疗是医师、护士在DSA出束曝光条件下，根据影像引导，为患者实施如血管扩张、清淤、送入支架等治疗操作。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员指导患者摆位并调整 X 射线球管、人体、影像接收器三者之间的距离，然后进行出束曝光，获取底片；下一步为患者注射造影剂，再次出束曝光，获取样片。计算机将样片信号减去底片信号后，得到仅显示造影剂分布的图像，即血管图像。介入治疗手术过程中，DSA 间歇多次出束，获取手术过程中的动态图像，医护人员根据图像引导完成治疗操作。

DSA 的产污环节分析：

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。DSA 项目工作流程及产污环节如图 9-3。

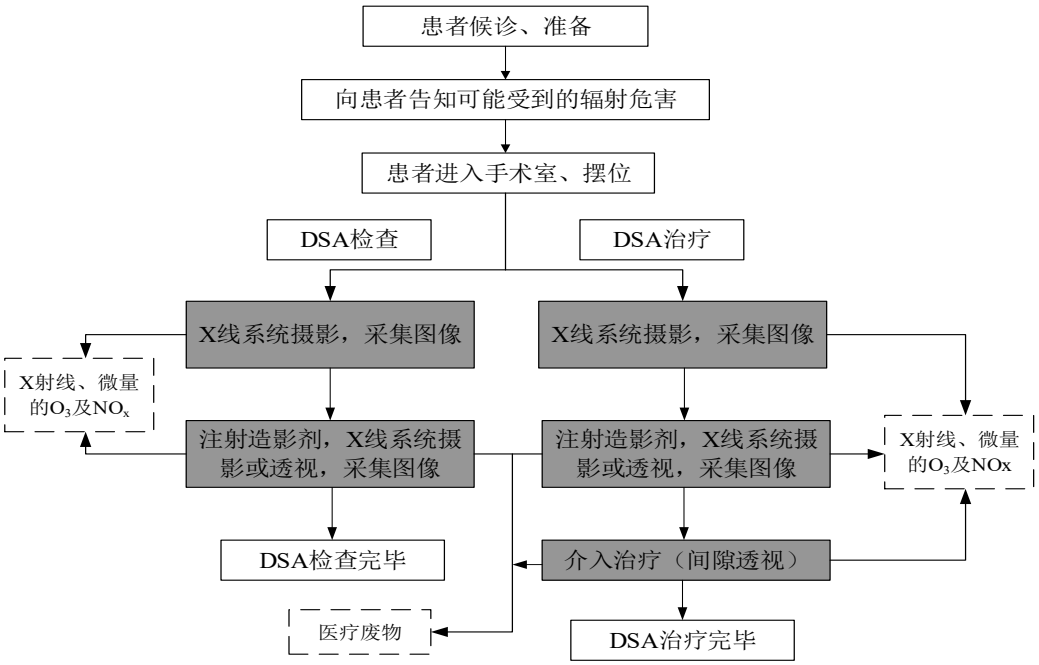

图 9-3 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

三、工作负荷及人员配置

根据医院提供的资料，预估 DSA 的工作负荷情况见表 9-3。

表 9-3 预估本项目 DSA 室内工作负荷

（1）透视			
手术类别	年开展工作量	每台手术 透视曝光时间	年透视 曝光时间
介入血管科	200 台	约 20min	约 66.67h
心脏介入	800 台	约 15min	约 200h
小计	/	/	约 266.67h

（2）摄影					
手术类别	年开展 工作量	单次采集 时间	单台手术 采集次数	单台手术最 大采集时间	年采集时间
介入血管科	200 台	0.5~1s	5～10 次	约 0.17min	约 0.57h
心脏介入	800 台	0.5~1s	7～11 次	约 0.18min	约 2.4h

小计	/	/	/	/	约 2.97h
总 计					约 269.6h

注：根据医院提供资料，本项目正位球管单独出束占比约 90%，侧位球管单独出束占比约 5%，双球管同时出束占比约 5%；则正位球管透视模式年曝光时间为 253.3h（占比 90%+5%），侧位球管透视模式年曝光时间约 26.67h（占比 5%+5%）。

本项目 DSA 手术室无定岗辐射工作人员，其操作由医院现有 87 名介入辐射工作人员承担。现有 87 名介入辐射工作人员，承担本项目 DSA 操作工作量不超过 30 台次/人·年。每台 DSA 手术配 2 名介入医生，1 名技师和 1 名护士。根据医院提供的 DSA 工作负荷，本项目年开展手术量约为 1000 台，DSA 室内医生、护士年接触射线时间不超过 266.67h，技师在操作台进行隔室操作设备，包括透视及摄影，其年接触射线时间不超过 269.6h。

四、原有工艺不足及改进情况

医院已有多台 DSA 在运行，本项目为扩建 DSA 项目，工艺流程与原有工艺一致，不存在不足及改进；扩建 DSA 项目为了满足医院介入治疗活动的需求。

本项目 DSA 将沿用医院原有辐射安全管理制度，并纳入射线装置使用登记管理中，医院应结合单位具体情况，完善辐射安全管理制度，针对 DSA 使其具有较强的针对性和可操作性，将管理制度在日常工作中落实到位。

污染源项描述

一、放射性污染

DSA 在工作状态下会发出 X 射线，本项目配置的 DSA 型号 Artis Q biplane，双球管，最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA，其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，由于存在影像增强器，从而降低了造影所需的 X 射线能量，再加上一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小。而介入治疗需要长时间的透视和大量的摄片，对患者和医务人员有一定的附加辐射剂量。

DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。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。

（一）有用线束

本项目 DSA 设备正位球管主射线方向为由下至上，侧位球管主射线方向为由东至西。介入手术过程中，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留有一定的余量。根据医院提供资料，当 DSA 运行管电压为额定电压的极端情况时，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。

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，本项目扩建的 1 台 DSA 过滤装置采用 2.5mmAl 过滤片+附加过滤器，按照过滤材料为 2.5mmAl 滤片分别进行剂量预测，查《辐射防护导论》附图 3，本项目正常运行时最大电压为 80kV，离靶 1 米处的发射率分别约为 5mGy·m^2/mA·min。

（二）泄漏射线

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^2 的面积上或者在离管或源壳 5cm 处的 10cm^2 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》（GB 9706.103-2020）中 12.4 的相应要求，取本项目 DSA 离焦点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率为 1.0mGy/h。

（三）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、非放射性污染

（一）废气：DSA 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。

（二）废水：主要是工作人员和部分病人产生的生活污水。

（三）固体废物：主要是工作人员和病人产生的生活垃圾和 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局合理性

本项目 DSA 手术室东侧为控制室和设备间，南侧为楼梯间，西侧为室内通道，北侧为体外碎石间、实验室及办公室，下方为抢救室、新风机房和器械间，上方为新风机房和输液大厅。

本项目 DSA 配套独立用房，DSA 机房控制室与诊断机房分开单独布置，区域划分明确，平面和空间布局合理，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于选址与布局的规定。

本项目将 DSA 所在机房作为辐射防护控制区，在机房入口处粘贴电离辐射警告标志；拟将与机房相邻的控制室、设备间及室内通道等划为监督区，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目 DSA 机房平面布置及分区示意图见 10-1。

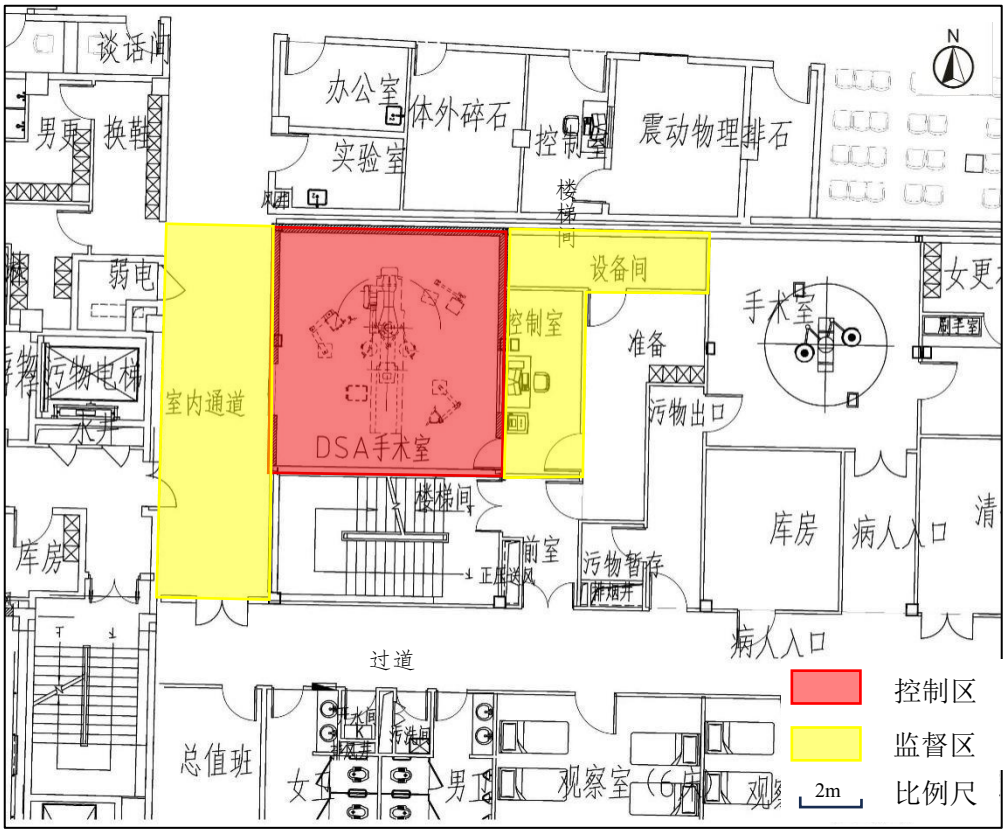

图 10-1 本项目工作场所辐射防护分区管理示意图

二、分区管理要求

医院拟在控制区进出口（防护门口）设置醒目的电离辐射警告标志及注意事项，安装工作状态指示灯，在正常工作中，禁止无关人员进入；拟在监督区进出口设置醒目的监督区标识，监督区内实施监控管理，非辐射工作人员不得随意进入。

三、辐射防护屏蔽设计

本项目 DSA 机房辐射防护设计见表 10-1。

表 10-1 本项目 DSA 机房屏蔽设计一览表

屏蔽体①	屏蔽设计（屏蔽体厚度及材质）②
四周墙体	200mm 砼加气块+4mm 铅板
顶棚	120mm 厚混凝土+2mm 厚铅板
地面	120mm 厚混凝土+2mm 厚铅板
防护门（2 扇）	内衬 4mm 铅板
观察窗	4mm 铅当量铅玻璃
其他	DSA 手术室防护门与墙体间的缝隙不大于 1cm，防护门与墙体搭接宽度不小于 15cm；观察窗防护铅玻璃内嵌到防护墙内并在四周用铅皮进行包裹；机房门与墙、窗与墙之间的重叠应大于相关缝隙的 10 倍。

注：①本项目 DSA 机房四周墙体均为新建，机房顶部和底部均为在原有 120mm 厚混凝土基础上增加 2mm 厚铅板；

②混凝土密度为 2.35g/cm^3，铅密度为 11.3g/cm^3，砼加气块密度为 0.60g/cm^3。

四、辐射安全措施

（一）电离辐射警告标志

DSA 机房入口处拟设置“当心电离辐射”的警告标志和中文警示说明，并拟在候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

（二）门灯联动

DSA 机房患者入口防护门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。平开机房门拟设有自动闭门装置，电动推拉式机房门设有闭门装置及防夹装置，同时拟设有曝光时关闭机房门的管理措施。

（三）急停按钮

DSA 机房内的治疗床边操作面板自带急停按钮，各按钮分别与 X 射线系统连接，在出现紧急情况下，按下急停按钮，即可停止 X 射线系统出束。

（四）观察窗和对讲装置

DSA 机房设置有观察窗，可有效观察到患者和受检者状态及防护门开闭情况。操作台上设置对讲装置。

（五）通风系统

医院拟为 DSA 机房设置动力通风装置，排风口设置在墙体底部区域。

（六）防护用品

医院拟为本项目工作人员配备的辐射防护装置及个人防护用品主要有铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、剂量报警仪、个人剂量计等，医院拟购置的各类防护用品除介入防护手套防护能力不低于 0.025mm 铅当量外，其余防护用品防护能力均不低于 0.5mm 铅当量。本项目 DSA 设备自带铅防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施，其防护能力均不低于 0.5mm 铅当量。

（七）人员监护

医院拟为本项目配备 10 名辐射工作人员（医院原有辐射工作人员），已为辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检且做好个人剂量档案管理工作。医院已开展辐射工作人员的职业健康监护，定期安排其在有相应资质医院体检，建立个人剂量档案。

（八）规章制度

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须参加辐射工作的培训与辐射安全培训考核。医务人员在操作过程中遵守以上制度，严格按照操作程序，避免发生事故。

（九）其他辐射安全措施

介入治疗需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员来说辐射剂量较高，因此在评估介入治疗的效应和操作时，其辐射损伤必须要加以考虑。由于需要医务人员在机房内，X 射线球管工作时产生的散射线对医务人员有较大影响，根据辐射防护“三原则”，医院还应在以下方面加强对介入治疗的防护工作：

1、操作中减少透视时间和减少照相的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，介入人员在操作时应尽量远离检查床。

2、一般说来，降低患者剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强对介入人员的培训，包括放射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作迅速，以减少患者和介入人员的剂量。

3、所有在介入机房内的工作人员都应开展个人剂量监测，医院应结合工作人员个人剂量检测的数据采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量。

4、引入的DSA及配套设备必须符合国际的或者国家的标准，满足各种特殊操作的要求，其性能必须与操作性质相符合；设备应该常规调节到满足低剂量的有效范围内，并尽可能提高图像质量。

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，比如脉冲透视、优化滤线器、除滤线栅、图像处理、低剂量透视等方法。

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该定期进行检测。

7、临床介入手术时，介入医生需站在DSA床边操作，仅依赖于医务人员身着铅橡胶围裙、机器自带的铅防护吊帘等防护设备被动防护。一般来说，球管对医务人员的辐射剂量，由头、颈、胸至腹部呈现剂量逐渐上升的趋势，故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，应着重考虑 X 射线机操作侧的屏蔽，该屏蔽要做到既不影响操作者的操作，又能达到防护目的，且能消毒。本项目 DSA 设备自带床侧防护帘、铅防护吊帘及铅悬挂防护屏，以上组合屏蔽防护措施的设置，能够有效降低介入手术医务人员的吸收剂量。

本项目DSA机房辐射安全措施示意图见图10-2。

图 10-2 DSA 机房辐射安全措施示意图

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对本项目的各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析，对照分析表见表 10-2。

表 10-2 本项目各项辐射安全与防护措施对照分析

《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的防护安全要求	**本项目辐射安全与防护实施计划**
6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	本项目 DSA 机房已设置观察窗，且辐射工作人员透过观察窗能观察到受检者状态及防护门开闭情况。
6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	建设单位拟按照手术室要求，不在机房内堆放与该设备诊断工作无关的杂物。
6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	医院拟为 DSA 机房设置动力通风装置，排风口设置在墙体底部区域。
6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	DSA 机房入口处拟设置“当心电离辐射”的警告标志和中文警示说明，并拟在候诊区设置放射防护注意事项告知栏； DSA 机房患者入口防护门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	DSA 机房工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。平开机房门拟设有自动闭门装置，同时拟设有曝光时关闭机房门的管理措施。
6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	电动推拉式机房门设有闭门装置及防夹装置。

综上所述，本项目拟采取的各项辐射安全与防护措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。医院应定期对辐射安全措施（设施）进行检查、维护，确保各项辐射安全措施（设施）正常工作。

五、检测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和检测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射检测等仪器。

医院已配备辐射巡测仪 1 台，拟为本项目配备个人剂量报警仪 2 台，同时拟为本项目辐射工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子、铅防护眼镜及介入防护手套等个人防护用品（具体配备情况见表 10-3）。辐射工作人员工作时将佩戴个人剂量计，开展 DSA 介入治疗的辐射工作人员采用双剂量计监测方法，以监测累积受照情况。医院已定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立辐射工作人员个人剂量检测档案和职业健康监护档案。

表 10-3 个人防护用品和辅助防护设施配置符合性

设备名称	分项		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目拟采取措施
DSA	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	3 件 0.5mmPb 铅橡胶围裙、 3 件 0.5mmPb 铅橡胶颈套、 3 顶 0.5mmPb 铅橡胶帽子、 2 副 0.5mmPb 铅防护眼镜、 2 副 0.025mmPb 介入防护手套
		辅助防护设施	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	1 个 0.5mmPb 铅悬挂防护屏、 1 个 0.5mmPb 床侧防护帘
	受检者	个人防护用品	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	1 件 0.5mmPb 铅橡胶围裙、 1 件 0.5mmPb 铅橡胶围脖
		辅助防护设施	/	/

本项目DSA介入手术时机房内由2名介入医生、1护士同时负责，个人防护用品和辅助防护设施的拟配备数量能够满足介入手术要求；拟为患者配备个人防护用品，配备种类能够满足基本种类配备要求，同时拟配备个人防护用品和辅助防护设施的防护当量也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的要求。

三废治理

一、废气

DSA 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，少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气。

二、废水

工作人员和部分病人产生的生活污水，将进入医院污水处理站，处理达标后排入城市污水管网。

三、固废

本项目 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后统一集中分类收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置；工作人员和病人产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

南京市第一医院本次扩建 1 台 DSA 项目拟建址位于本部 1 号楼急诊二楼 DSA 机房，建设时主要工作为旧墙体拆除、墙体隔断、辐射防护工程、设备移位就位与简单的内饰装潢，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：

一、大气：本项目在建设施工期需进行的墙体隔断、辐射防护工程等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，设立围挡，并保持施工场地一定的湿度。

二、噪声：整个建筑施工阶段，如墙体拆除、墙体连接、铅板铺设等施工中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，尽量采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

三、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。

四、废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

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，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 机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性分析评价

1、评价标准

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表 3 规定，主束方向、非有用线束方向屏蔽体的铅当量均应不小于 2.0mmPb。

2、本项目 DSA 机房各屏蔽部位的铅当量厚度核算

本项目 DSA 均为双球管设备，其正位球管有用线束投射方向为由下至上，侧位球管有用线束投射方向为由东至西。即使旋转机头，正位球管向上的散射线和漏射线的辐射影响及侧位球管向西的散射线和漏射线的辐射影响，均小于其主束向上的影响，所以本项目将 DSA 机房顶部及西侧墙体、防护门作为有用线束投射方向。由表 10-1 可知，本项目 DSA 机房使用的屏蔽材料除铅以外，还涉及顶面、地面的混凝土，以及 DSA 手术室东墙的铅玻璃。本项目按额定管电压 125kV 主束方向的极端条件核算 DSA 机房各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度。

（1）混凝土的等效铅当量厚度核算：

按照 GBZ 130-2020 中 C.1.2 b）给出的计算公式进行计算：

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

式中：X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α、β、γ—相应屏蔽物质（本项目为混凝土）对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；给定铅厚度的屏蔽透射因子 B 值对照 GBZ 130-2020 中 C.1.2 a）相应要求采用给出的计算公式进行计算：

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

式中：B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

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；

X—铅厚度。

由 GBZ 130-2020 中表 C.2 查取 125kV 管电压工况下 X 射线（主束）辐射衰减的有关的拟合参数，由 NCRP147 报告 TABLE A.1、TABLE C.1 查取 80kV 管电压工况下 X 射线（主束）辐射衰减的有关的拟合参数和 70kV 管电压工况下 X 射线（散射）辐射衰减的有关的拟合参数，列于表 11-1：

表 11-1 不同管电压工况下 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	备注

125kV（主束）	铅	2.219	7.923	0.5386	额定最大管电压
	混凝土	0.03502	0.07113	0.6974	
80kV（主束）	铅	4.040	21.69	0.7187	常用最大管电压
70kV（散射）	铅	5.369	23.49	0.5883	

本项目机房屏蔽部位涉及的120mm混凝土按公式11-2、公式11-1计算其屏蔽透射因子*B*、等效铅当量厚度*X*，计算结果列于表11-2。

表11-2 混凝土屏蔽透射因子*B*、铅当量厚度计算结果

管电压	屏蔽材料	屏蔽透射因子*B*	铅当量厚度*X*（mm）
125kV（主束）	120mm混凝土	3.21E-03	1.44

（2）DSA机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性

根据前述各屏蔽材料的等效铅当量厚度核算情况，可对本项目DSA机房屏蔽体等效铅当量进行汇总，结果见下表。

表11-3 南京市第一医院1号楼急诊二楼DSA机房辐射防护设计一览表

参数		设计厚度	125kV等效铅当量	屏蔽要求[1)]	评价
1号楼急诊二楼DSA机房	四侧墙体	200mm砼加气块+4mm铅板	4mm	C形臂X射线设备机房：有用线束方向铅当量2mm，非有用线束方向2.0mm铅当量。	满足
	防护门	4mm厚铅板	4mm		满足
	观察窗	4mmPb当量铅玻璃	4mm		满足
	顶面	120mm厚混凝土+2mm厚铅板	3.44mm		满足
	地面	120mm厚混凝土+2mm厚铅板	3.44mm		满足
机房面积	DSA机房	机房内有效面积约43.48m^2，单边最短长度约6.38m		双管头X射线机机房内最小有效使用面积不小于30m^2，单边长度不小于4.5m。	满足
					满足

注：[1)] 屏蔽要求引自《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表3；

由上表可知，南京市第一医院1号楼急诊二楼DSA机房屏蔽防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

（二）DSA机房辐射影响预测

为了进一步评价屏蔽效果辐射防护效果，采用理论预测的方法进行影响分析。

预测点选取如下：

1#-DSA室东侧屏蔽墙外30cm处，设备间；

2#-DSA室东侧屏蔽墙外30cm处，控制室；

3#- DSA室东侧防护门外30cm处，控制室；

4#- DSA 室东侧观察窗外 30cm 处，控制室；

5#- DSA 室南侧屏蔽墙外 30cm 处，楼梯间；

6#- DSA 室西侧防护门外 30cm 处，室内通道（10#楼共用）；

7#- DSA 室西侧屏蔽墙外 30cm 处，室内通道（10#楼共用）；

8#- DSA 室北侧屏蔽墙外 30cm 处，实验室（10#楼）；

9#- DSA 室北侧屏蔽墙外 30cm 处，体外碎石间（10#楼）；

10#-DSA 室楼上，新风机房及输液大厅；

11#-DSA 室楼下，新风机房、器械间及抢救室；

12#-1 号楼东侧，院内道路；

13#-1 号楼南侧，院内道路及停车场；

14#-1 号楼南侧，9 号楼；

15#-1 号楼西侧，中华路；

16#-1 号楼北侧，长乐路。

本项目 DSA 机房周围共布设 16 个预测点，预测点布设见图 11-1~图 11-3 所示。

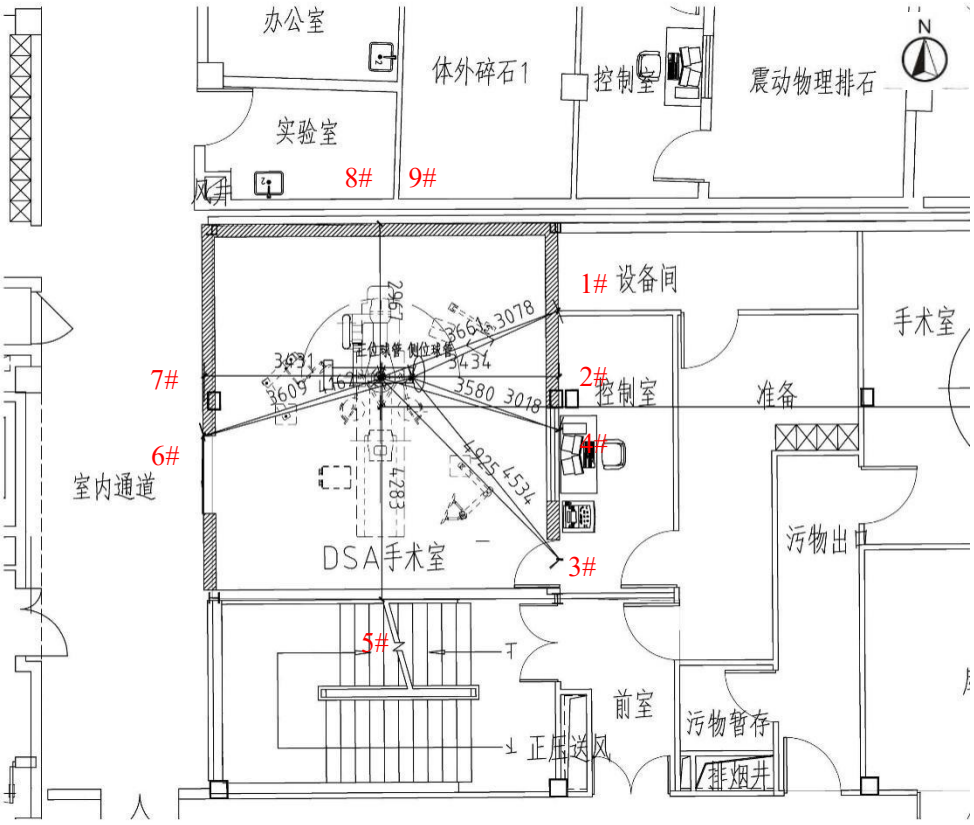

图 11-1 DSA 机房周围预测点布设平面图

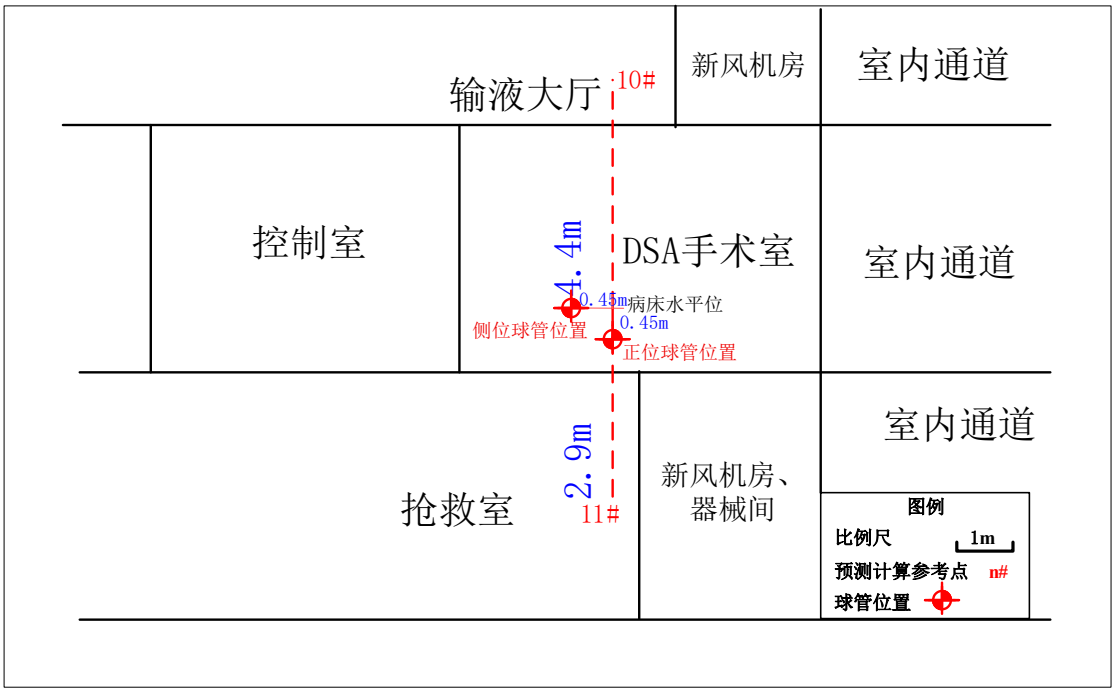

图 11-2 本项目 DSA 机房周围预测点布设剖面示意图

图 11-2 本 1 号楼周围预测点布设示意图

本项目 DSA 的辐射影响构成情况见表 11-4。

表 11-4 本项目 DSA 的辐射影响情况

操作模式	正常运行时最大工况	辐射影响对象
摄影模式	80kV/500mA	机房外公众、操作台操作人员
透视模式	80kV/20mA	机房外公众、操作台操作人员； 机房内介入治疗操作人员

1、关注点处有用线束辐射影响预测

本项目介入手术过程中，DSA 平板探测器对 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。

2、泄漏辐射剂量率预测计算

泄漏辐射存在于透视操作和摄影操作过程，泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_L$ 采用下式计算：

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

式中：H_i—距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率，mGy/h；本项目 1m 处泄漏射线的空气比释动能率取 1.0mGy/h。

B—机房各屏蔽体的泄漏射线屏蔽透射因子，将 DSA 机房各屏蔽体的铅当量厚度 *X*（表 11-3）和铅对 80kV（本项目正常运行最大管电压）管电压 X 射线（主射）辐射衰减的有关的拟合参数 α、β、γ 值（表 11-1）代入公式 11-2，计算相应的屏蔽透射因子 *B* 值。

r—关注点至 X 射线源的距离；

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，对于本项目 DSA 运行时常用最大管电压 80kV，*K* 值取 1.67。

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，计算结果见表 11-5。

表 11-5 关注点处漏辐射剂量率计算结果

球管位置	关注点位置		H_i（mGy/h）	X（mm）	r*（m）	B	H_L（μSv/h）
正位球管	1#-东侧屏蔽墙外 30cm（设备间）		1	4	3.96	7.30E-09	7.77E-07
	2#-东侧屏蔽墙外 30cm（控制室）		1	4	3.73	7.30E-09	8.76E-07
	3#-东侧防护门外 30cm（控制室）		1	4	3.88	7.30E-09	8.09E-07
	4#-东侧观察窗外 30cm（控制室）		1	4	5.23	7.30E-09	4.45E-07
	5#-南侧屏蔽墙外 30cm（楼梯间）		1	4	4.58	7.30E-09	5.81E-07
	6#-西侧防护门外 30cm（室内通道）		1	4	3.91	7.30E-09	7.97E-07
	7#-西侧屏蔽墙外 30cm（室内通道）		1	4	3.73	7.30E-09	8.76E-07
	8#-北侧屏蔽墙外 30cm（实验室）		1	4	3.27	7.30E-09	1.14E-06
	9#-北侧屏蔽墙外 30cm（体外碎石间）		1	4	3.27	7.30E-09	1.14E-06
	10#-上方距地面 100cm 处（输液大厅）		1	3.44	4.4	7.01E-08	6.05E-06
	11#-下方距顶棚 170cm 处（抢救室）		1	3.44	2.9	7.01E-08	1.39E-05
	12#-1 号楼东侧（院内道路）		1	4	40	7.30E-09	7.61E-09
	13#-1 号楼南侧（院内道路及停车场）		1	4	20	7.30E-09	3.05E-08
	14#-1 号楼南侧（9 号楼）		1	4	20	7.30E-09	3.05E-08
	15#-1 号楼西侧（中华路）		1	4	30	7.30E-09	1.35E-08
	16#-1 号楼北侧（长乐路）		1	4	40	7.30E-09	7.61E-09
	第一术者	铅衣内	1	1	0.5	1.43E-03	9.55
		铅衣外	1	0.5	0.5	1.37E-02	91.54

	第二术者	铅衣内	1	1	1.0	1.43E-03	2.39
		铅衣外	1	0.5	1.0	1.37E-02	22.88
侧位球管	1#-东侧屏蔽墙外 30cm（设备间）		1	4	3.38	7.30E-09	1.07E-06
	2#-东侧屏蔽墙外 30cm（控制室）		1	4	3.28	7.30E-09	1.13E-06
	3#-东侧防护门外 30cm（控制室）		1	4	3.43	7.30E-09	1.04E-06
	4#-东侧观察窗外 30cm（控制室）		1	4	4.83	7.30E-09	5.22E-07
	5#-南侧屏蔽墙外 30cm（楼梯间）		1	4	4.58	7.30E-09	5.81E-07
	6#-西侧防护门外 30cm（室内通道）		1	4	4.46	7.30E-09	6.12E-07
	7#-西侧屏蔽墙外 30cm（室内通道）		1	4	3.88	7.30E-09	8.09E-07
	8#-北侧屏蔽墙外 30cm（实验室）		1	4	3.27	7.30E-09	1.14E-06
	9#-北侧屏蔽墙外 30cm（体外碎石间）		1	4	3.27	7.30E-09	1.14E-06
	10#-上方距地面 100cm 处（输液大厅）		1	3.44	3.95	7.01E-08	7.50E-06
	11#-下方距顶棚 170cm 处（抢救室）		1	3.44	3.35	7.01E-08	1.04E-05
	12#-1 号楼东侧（院内道路）		1	4	40	7.30E-09	7.61E-09
	13#-1 号楼南侧（院内道路及停车场）		1	4	20	7.30E-09	3.05E-08
	14#-1 号楼南侧（9 号楼）		1	4	20	7.30E-09	3.05E-08
	15#-1 号楼西侧（中华路）		1	4	30	7.30E-09	1.35E-08
	16#-1 号楼北侧（长乐路）		1	4	40	7.30E-09	7.61E-09
	第一术者	铅衣内	1	1	0.5	1.43E-03	9.55
		铅衣外	1	0.5	0.5	1.37E-02	91.54
	第二术者	铅衣内	1	1	1.0	1.43E-03	2.39

		铅衣外	1	0.5	1.0	1.37E-02	22.88

注：*由图 11-2 中可知：①侧位球管与焦点在同一水平上，且距焦点 0.45m；②侧位球管与正位球管安装高度差为 0.45m。再结合图 11-1 中标注出的焦点距 DSA 机房周围关注点的距离，得出侧位球管距 DSA 机房周围关注点的距离。

3、关注点处散射辐射剂量率计算

散射辐射存在于透视操作和摄影操作过程。

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比释动能率 H_s 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）继而在式中增加“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：

$$H_S = \frac{H_0 \cdot I \cdot a \cdot (s/400) \cdot B_s}{d_0^2 \cdot d_s^2} \cdot K \qquad \text{公式 11-4}$$

式中：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），$mGy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$；

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 中查取。本项目最大常用管电压为 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 中采用内插法查取散射角 90º 时 80kV 对应的 *a* 值为 0.0008（该取值适用于与球管主射线照射垂直方向关注点相应预测计算）；对于散射线向机房底面投射的情况，因《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中无散射角 180º 的数据，表中所列散射角中以 135º 最接近 180º，故从该表中散射角为 135º、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（该取值适用于与球管主射线照射相反方向关注点相应预测计算）；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 0º 的数据，表中所列散射角中以 30º 最接近 0º，故从该表中散射角为 0º、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（该取值适用于球管主射线照射方向关注点相应预测计算）；

S—主束在受照人体上的散射面积，考虑手术需要的最大照射面积，本项

目常用照射面积取 16×16=256cm^2；

d_0—源至受照点的距离，根据设备参数确定，本项目 d_0 取 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，本项目受照体至关注点的距离列于表 11-6：

B_s—屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，计算公式见式 11-2。此处散射线是指本项目最大常用管电压（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=90º）的一次散射线能量，可借鉴康普顿散射定律计算一次散射线能量 E 与入射的初级 X 射线能量 E_0 之比值 $E/E_0=1/[1+ E_0（1-\cos\theta）/0.511]= 1/[1+ 0.08×（1-\cos90º）/0.511]=0.865$，继而计算一次散射线能量 E 对应的 kV 值为 80kV×0.865=69.2 kV，近似取为 70kV，再利用 NCRP147 报告 TABLE C.1 查取散射线 70kV 下铅的 α、β、γ 拟合参数（见表 11-1）；将机房各屏蔽体和介入操作人员防护用屏蔽物的铅当量厚度 X（见表 11-3）和铅对 70kV 管电压 X 射线（主射）辐射衰减的有关的拟合参数 α、β、γ 值（见表 11-1）代入公式 11-2，计算相应的屏蔽透射因子 B 值：

K—有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）表 G.2，按前述 90º 方向一次散射线能量对应的 kV 值为 70kV，K 值取 1.60。

将前述有关参数代入公式 11-4，计算透视模式、摄影模式下 DSA 机房外公众、操作台操作人员、机房内介入操作人员处散射辐射剂量率，计算结果见表 11-6。

表 11-6 关注点处散射辐射剂量率计算结果

球管位置	关注点位置	操作模式	H_0（μGy·m^2/（mA·h））	I（mA）	X（mm）	B_s	d_0（m）	d_s（m）	H_s（μSv/h）
正位球管	1#-东侧屏蔽墙外30cm（设备间）	透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.96	4.18E-08
		摄影		500					1.05E-06
	2#-东侧屏蔽墙外30cm（控制室）	透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.73	4.71E-08
		摄影		500					1.18E-06
	3#-东侧防护门外30cm（控制室）	透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.88	4.36E-08
		摄影		500					1.09E-06
	4#-东侧观察窗外30cm（控制室）	透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	5.23	2.40E-08
		摄影		500					5.99E-07
		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	4.58	3.13E-08

	5#-南侧屏蔽墙外30cm（楼梯间）		摄影		500					7.81E-07
	6#-西侧防护门外30cm（室内通道）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.91	4.29E-08
			摄影		500					1.07E-06
	7#-西侧屏蔽墙外30cm（室内通道）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.73	4.71E-08
			摄影		500					1.18E-06
	8#-北侧屏蔽墙外30cm（实验室）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.27	6.13E-08
			摄影		500					1.53E-06
	9#-北侧屏蔽墙外30cm（体外碎石间）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.27	6.13E-08
			摄影		500					1.53E-06
	10#-上方距地面100cm处（输液大厅）		透视	300000	20	3.44	7.01E-08	0.45	3.95	9.56E-07
			摄影		500					2.39E-05
	11#-下方距顶棚170cm处（抢救室）		透视	300000	20	3.44	7.01E-08	0.45	3.35	2.36E-06
			摄影		500					5.91E-05
	12#-1号楼东侧（院内道路）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	40	4.10E-10
			摄影		500					1.02E-08
	13#-1号楼南侧（院内道路及停车场）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	20	1.64E-09
			摄影		500					4.10E-08
	14#-1号楼南侧（9号楼）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	20	1.64E-09
			摄影		500					4.10E-08
	15#-1号楼西侧（中华路）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	30	7.29E-10
			摄影		500					1.82E-08
	16#-1号楼北侧（长乐路）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	40	4.10E-10
			摄影		500					1.02E-08
	第一术者	铅衣内	透视	300000	20	1	2.84E-04	0.45	0.5	27.54
		铅衣外	摄影		20	0.5	5.35E-03	0.45	0.5	519.2
	第二术者	铅衣内	透视	300000	20	1	2.84E-04	0.45	1.0	6.88
		铅衣外	摄影		20	0.5	5.35E-03	0.45	1.0	129.8
侧位球管	1#-东侧屏蔽墙外30cm（设备间）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.96	4.18E-08
			摄影		500					1.05E-06
	2#-东侧屏蔽墙外30cm（控制室）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.73	4.71E-08
			摄影		500					1.18E-06
	3#-东侧防护门外30cm（控制室）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.88	4.36E-08
			摄影		500					1.09E-06
	4#-东侧观察窗外30cm（控制室）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	5.23	2.40E-08
			摄影		500					5.99E-07
			透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	4.58	3.13E-08

	5#-南侧屏蔽墙外30cm（楼梯间）		摄影		500					7.81E-07
	6#-西侧防护门外30cm（室内通道）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.91	4.29E-08
			摄影		500					1.07E-06
	7#-西侧屏蔽墙外30cm（室内通道）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.73	4.71E-08
			摄影		500					1.18E-06
	8#-北侧屏蔽墙外30cm（实验室）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.27	6.13E-08
			摄影		500					1.53E-06
	9#-北侧屏蔽墙外30cm（体外碎石间）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	3.27	6.13E-08
			摄影		500					1.53E-06
	10#-上方距地面100cm处（输液大厅）		透视	300000	20	3.44	7.01E-08	0.45	3.96	9.56E-07
			摄影		500					2.39E-05
	11#-下方距顶棚170cm处（抢救室）		透视	300000	20	3.44	7.01E-08	0.45	3.34	2.36E-06
			摄影		500					5.91E-05
	12#-1号楼东侧（院内道路）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	40	4.10E-10
			摄影		500					1.02E-08
	13#-1号楼南侧（院内道路及停车场）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	20	1.64E-09
			摄影		500					4.10E-08
	14#-1号楼南侧（9号楼）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	20	1.64E-09
			摄影		500					4.10E-08
	15#-1号楼西侧（中华路）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	30	7.29E-10
			摄影		500					1.82E-08
	16#-1号楼北侧（长乐路）		透视	300000	20	4	2.70E-11	0.45	40	4.10E-10
			摄影		500					1.02E-08
	第一术者	铅衣内	透视	300000	20	1	2.84E-04	0.45	0.5	55.07
		铅衣外	摄影		20	0.5	5.35E-03	0.45	0.5	1038.5
	第二术者	铅衣内	透视	300000	20	1	2.84E-04	0.45	1.0	13.77
		铅衣外	摄影		20	0.5	5.35E-03	0.45	1.0	259.6

注：在进行第一、第二术者位散射辐射剂量率估算时，正位球管所致人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值 *a* 取 0.0008，侧位球管所致人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值 *a* 取 0.0016。

4、关注点处预测计算结果汇总

综上所述，DSA 机房外关注点处的辐射剂量率理论估算结果汇总见表 11-7。

表 11-7 关注点处辐射剂量率计算统计结果*

关注点位置	操作模式	X 射线辐射剂量率（μSv/h）				
		正位球管		侧位球管		合计
		散射线	漏射线	散射线	漏射线	
1#-东侧屏蔽墙外 30cm（设备间）	透视	4.18E-08	7.77E-07	4.18E-08	1.07E-06	1.93E-06
	摄影	1.05E-06		1.05E-06		3.95E-06
2#-东侧屏蔽墙外 30cm（控制室）	透视	4.71E-08	8.76E-07	4.71E-08	1.13E-06	2.10E-06
	摄影	1.18E-06		1.18E-06		4.37E-06
3#-东侧防护门外 30cm（控制室）	透视	4.36E-08	8.09E-07	4.36E-08	1.04E-06	1.94E-06
	摄影	1.09E-06		1.09E-06		4.03E-06
4#-东侧观察窗外 30cm（控制室）	透视	2.40E-08	4.45E-07	2.40E-08	5.22E-07	1.02E-06
	摄影	5.99E-07		5.99E-07		2.17E-06
5#-南侧屏蔽墙外 30cm（楼梯间）	透视	3.13E-08	5.81E-07	3.13E-08	5.81E-07	1.22E-06
	摄影	7.81E-07		7.81E-07		2.72E-06
6#-西侧防护门外 30cm（室内通道）	透视	4.29E-08	7.97E-07	4.29E-08	6.12E-07	1.49E-06
	摄影	1.07E-06		1.07E-06		3.55E-06
7#-西侧屏蔽墙外 30cm（室内通道）	透视	4.71E-08	8.76E-07	4.71E-08	8.09E-07	1.78E-06
	摄影	1.18E-06		1.18E-06		4.05E-06
8#-北侧屏蔽墙外 30cm（实验室）	透视	6.13E-08	1.14E-06	6.13E-08	1.14E-06	2.40E-06
	摄影	1.53E-06		1.53E-06		5.34E-06
9#-北侧屏蔽墙外 30cm（体外碎石间）	透视	6.13E-08	1.14E-06	6.13E-08	1.14E-06	2.40E-06
	摄影	1.53E-06		1.53E-06		5.34E-06
10#-上方距地面 100cm 处（输液大厅）	透视	9.56E-07	6.05E-06	9.56E-07	7.50E-06	1.55E-05
	摄影	2.39E-05		2.39E-05		6.14E-05
11#-下方距顶棚 170cm 处（抢救室）	透视	2.36E-06	1.39E-05	2.36E-06	1.04E-05	2.90E-05
	摄影	5.91E-05		5.91E-05		1.43E-04
12#-1 号楼东侧（院内道路）	透视	4.10E-10	7.61E-09	4.10E-10	7.61E-09	1.60E-08
	摄影	1.02E-08		1.02E-08		3.56E-08
13#-1 号楼南侧（院内道路及停车场）	透视	1.64E-09	3.05E-08	1.64E-09	3.05E-08	6.43E-08
	摄影	4.10E-08		4.10E-08		1.43E-07
14#-1 号楼南侧（9 号楼）	透视	1.64E-09	3.05E-08	1.64E-09	3.05E-08	6.43E-08
	摄影	4.10E-08		4.10E-08		1.43E-07

15#-1 号楼西侧（中华路）		透视	7.29E-10	1.35E-08	7.29E-10	1.35E-08	2.85E-08
		摄影	1.82E-08		1.82E-08		6.34E-08
16#-1 号楼北侧（长乐路）		透视	4.10E-10	7.61E-09	4.10E-10	7.61E-09	1.60E-08
		摄影	1.02E-08		1.02E-08		3.56E-08
第一术者	铅衣内	透视	27.54	9.55	55.07	9.55	101.7
	铅衣外	透视	519.2	91.54	1038.5	91.54	1741
第二术者	铅衣内	透视	6.88	2.39	13.77	2.39	25.43
	铅衣外	透视	129.8	22.88	259.6	22.88	435.2

注：保守取正位、侧位球管同时使用时，对机房周围各关注点剂量率水平进行汇总估算。

由表 11-7 结果分析知，本项目机房外辐射工作人员关注点剂量率最大<0.001μSv/h，公众关注点剂量率最大<0.001μSv/h，本项目 DSA 机房屏蔽设计能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

（三）电缆沟、通排风管道辐射影响分析

本项目 DSA 机房电缆线布设采用电缆沟，通排风管道穿墙方式均为直穿式，为防止 X 射线泄漏，电缆孔处均拟设置 4mm 铅板（与防护门同等屏蔽防护）进行防护（接口处四周包封），通风及排风管道口均拟设置 4mm 铅板（与防护门同等屏蔽防护）进行防护（接口处进行包裹），经过铅板屏蔽后，电缆沟、通排风管道出口处辐射剂量将在控制范围内。

（四）剂量率叠加影响

本项目 DSA 手术室位于 1 号楼急诊二楼，手术室周围关注点处最大剂量率为 1.43E-04μSv/h。本项目 50m 评价范围内：西侧现有 2 台在用 DSA（距本项目最短距离约 8m），北侧现有 6 台在用Ⅲ类射线装置（距本项目最短距离约 8m），楼下现有 6 台在用Ⅲ类射线装置（距本项目最短距离约 10m）。考虑射线能量随距离衰减和墙体隔断影响，评价范围内现有在用射线装置与本项目 DSA 手术之间的辐射水平影响较小，可忽略不计。

（五）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、操作台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：

$$H_{Er} = H_r \times T \times t \qquad \text{公式 11-5}$$

式中：H_{Er}—X射线外照射年有效剂量，mSv/a；

H_r—关注点处剂量率，μSv/h；

T—居留因子；

t—年照射时间，h。

2、辐射工作人员与周围公众年有效剂量估算

将有关参数代入公式 11-5，估算 DSA 机房四周公众及操作台辐射工作人员的年附加剂量，见表 11-8。

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

关注点位置	操作模式	t（h）	T	辐射剂量率（μSv/h）	年有效剂量 H_{Er}（mSv/a）	
1#-东侧屏蔽墙外 30cm（设备间）	透视	266.67	1/4	1.93E-06	1.28E-07	<0.001
	摄影	2.97		3.95E-06	2.93E-09	
2#-东侧屏蔽墙外 30cm（控制室）	透视	266.67	1	2.10E-06	5.60E-07	<0.001
	摄影	2.97		4.37E-06	1.30E-08	
3#-东侧防护门外 30cm（控制室）	透视	266.67	1	1.94E-06	5.17E-07	<0.001
	摄影	2.97		4.03E-06	1.20E-08	
4#-东侧观察窗外 30cm（控制室）	透视	266.67	1	1.02E-06	2.72E-07	<0.001
	摄影	2.97		2.17E-06	6.44E-09	
5#-南侧屏蔽墙外 30cm（楼梯间）	透视	266.67	1/4	1.22E-06	8.13E-08	<0.001
	摄影	2.97		2.72E-06	2.02E-09	
6#-西侧防护门外 30cm（室内通道）	透视	266.67	1/4	1.49E-06	9.93E-08	<0.001
	摄影	2.97		3.55E-06	2.64E-09	
7#-西侧屏蔽墙外 30cm（室内通道）	透视	266.67	1/4	1.78E-06	1.19E-07	<0.001
	摄影	2.97		4.05E-06	3.01E-09	
8#-北侧屏蔽墙外 30cm（实验室）	透视	266.67	1	2.40E-06	6.40E-07	<0.001
	摄影	2.97		5.34E-06	1.59E-08	
	透视	266.67	1	2.40E-06	6.40E-07	<0.001

9#-北侧屏蔽墙外 30cm（体外碎石间）	摄影	2.97		5.34E-06	1.59E-08	
10#-上方距地面 100cm 处（输液大厅）	透视	266.67	1	1.55E-05	4.13E-06	<0.001
	摄影	2.97		6.14E-05	1.82E-07	
11#-下方距顶棚 170cm 处（抢救室）	透视	266.67	1	2.90E-05	7.73E-06	<0.001
	摄影	2.97		1.43E-04	4.25E-07	
12#-1 号楼东侧（院内道路）	透视	266.67	1/8	1.60E-08	5.33E-10	<0.001
	摄影	2.97		3.56E-08	1.32E-11	
13#-1 号楼南侧（院内道路及停车场）	透视	266.67	1/8	6.43E-08	2.14E-09	<0.001
	摄影	2.97		1.43E-07	5.31E-11	
14#-1 号楼南侧（9 号楼）	透视	266.67	1	6.43E-08	1.71E-08	<0.001
	摄影	2.97		1.43E-07	4.25E-10	
15#-1 号楼西侧（中华路）	透视	266.67	1/8	2.85E-08	9.50E-10	<0.001
	摄影	2.97		6.34E-08	2.35E-11	
16#-1 号楼北侧（长乐路）	透视	266.67	1/8	1.60E-08	5.33E-10	<0.001
	摄影	2.97		3.56E-08	1.32E-11	

注：计算DSA手术室四周公众和辐射工作人员的年附加剂量时，保守选取双球管同时出束时关注点处辐射剂量率。

由表11-8，本项目DSA机房四周公众的年附加剂量最大<0.001mSv，控制室辐射工作人员（技师）的年附加剂量最大<0.001mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员、公众的剂量限值要求和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）。

3、本项目 50m 范围内涉及的公众年有效剂量估算

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围西侧至中华路、北侧至长乐路，其余方向均位于医院边界内。由表 11-8 可知，本项目机房 50m 评价范围内环境保护目标处公众受照剂量最大<0.001mSv/a，且在考虑其他建筑结构的屏蔽、人员居留情况及距离的衰减后，对周围人员的年有效剂量还将进一步降低，远小于上述计算结果，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本

项目剂量约束值要求（公众年有效剂量不超过0.1mSv）。因此本项目周围保护目标的年有效剂量能够满足0.1mSv的剂量限值要求。

4、DSA机房内术者位年有效剂量估算

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》（GBZ 128-2019）给出的公式进行估算：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \qquad \text{公式 11-6}$$

式中：α—系数，有甲状腺屏蔽时，取0.79，无屏蔽时，取0.84（本项目取有甲状腺屏蔽时的系数，即0.79进行计算）；

H_u—铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的H_p（10），mSv；

β—系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051，无屏蔽时，取0.100（本项目取有甲状腺屏蔽时的系数，即0.051进行计算）；

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），mSv。

本项目手术室内介入治疗操作人员按照保守按双球管同时出束进行年有效剂量估算。将有关参数代入公式11-6，计算第一术者、第二术者年有效剂量，结果列于表11-9。

表11-9介入操作人员年有效剂量估算结果

位置		α	β	部位	辐射剂量率（μSv/h）		年照射时间（h）[1)]		年有效剂量（mSv）[2)]
					正位球管	侧位球管	正位球管	侧位球管	
急诊二楼DSA手术室	第一术者	0.79	0.051	铅衣内	37.09	64.6	253.3	26.67	18.2（15.31+2.89）
				铅衣外	610.7	1130			
	第二术者			铅衣内	9.27	16.16			4.55（3.83+0.72）
				铅衣外	152.7	282.5			

注：1、DSA机房内设备年透视曝光时间为266.67h，其中，正位球管单独出束占比约90%，侧位球管单独出束占比约5%，双球管同时出束占比约5%；则正位球管透视模式年曝光时间为253.3h（占比90%+5%），侧位球管透视模式年曝光时间约26.67h（占比5%+5%）；

2、年有效剂量为第一、第二术者操作位全年受到的累积有效剂量。

本项目DSA手术室无定岗辐射工作人员，其操作由医院现有87名介入辐射工作人员承担。现有87名介入辐射工作人员，参加本项目DSA操作工作量不超过30台次/（人·年）。每台DSA手术配2名介入医生，1名技师和1名护士。根据医院提供

的 DSA 工作负荷，本项目年开展手术量约为 1000 台，DSA 室内医生、护士年接触射线时间不超过 266.67h，技师在操作台进行隔室操作设备，包括透视及摄影，其年接触射线时间不超过 269.6h。

根据医院提供的DSA工作负荷，本项目年开展手术量约为1000台，则每台手术第一术者位所受辐射剂量为（18.2/1000）mSv=0.0182 mSv，每台手术第二术者位所受辐射剂量为（4.55/1000）mSv=0.00455 mSv。保守按每名介入工作人员年参与 30 台该手术室内工作，则本项目所致第一术者位年有效剂量为（0.0182×30）mSv=0.546 mSv；所致第二术者位年有效剂量为（0.00455×20）mSv=0.1365mSv；手术室内护士保守参考第二术者操作位估算年有效剂量，均能满足工作人员剂量约束值 5mSv/a 的要求。

根据医院提供最近四个季度的个人剂量的检验检测报告（见附件 6），保守取每个季度介入工作人员中最大有效剂量（0.75mSv、0.87mSv、0.09mSv、0.09mSv），保守考虑在现有介入工作人员在原工作量不减少时与本项目所致第一术者位工作人员年有效剂量进行叠加，其叠加最大值为（0.75+0.87+0.09+0.09+0.546）mSv=2.346 mSv，能满足工作人员剂量约束值 5mSv/a 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，开展 DSA 介入治疗的辐射工作人员采用双剂量计监测方法，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，并在接到检测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。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、非放射性“三废”影响分析

（一）废气

DSA 机房内的空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等气体，DSA 机房内拟设置通风系统进行通风换气。少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

（二）废水

工作人员和部分病人产生的医疗废水和生活污水，将进入医院污水处理站，达标后排入城市污水管网，对环境影响较小。

（三）固体废物

本项目 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。工作人员和病人产生的生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理。对周围环境影响较小。

事故影响分析

本项目DSA属II类射线装置，医院在开展介入治疗和诊断过程中，如果安全管理或防护不当，可能对人员产生误照射。因此本项目主要事故风险为：

一、主要事故风险

（一）操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；

（二）DSA 机房门灯联动装置失效，工作状态指示灯指示错误，人员误入机房内，导致发生误照射；

（三）停机维修期间，因操作不当，导致工作人员受到误照射。

（四）DSA 年久或更换部件和维护、检修后，未进行质量控制检测，设备性能指标发生变化，有可能在诊疗过程中使患者可能受到较大剂量的照射。

（五）使用 DSA 的医生或护士在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、铅防护手套、铅防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

二、事故预防措施

针对本项目可能发生的辐射事故，医院拟采取以下事故预防措施：

（一）辐射工作人员在每日开展介入工作前，应对机房各联锁装置和安全防护设施进行检查，确保其运行正常；

（二）设备工作时，应定期使用辐射巡测仪进行巡检，发生异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，做好记录；

（三）医院应加强日常工作的监管，在维修停机期间严格按照规程操作，确保有专人看守，能有效降低辐射事故发生的几率。

医院应定期对 DSA 机房辐射安全措施进行检查、维护，发现问题及时维修；每次工作前均应检查相应辐射安全装置的有效性，定期对工作场所进行检测。医院还应在平时工作中加强工作人员的辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。

三、事故处理措施

针对本项目可能发生的辐射事故，可采取以下的处理措施：

（一）当发生误照射时，应立即按下急停开关，确保 DSA 停止工作。

（二）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（三）对辐射工作人员开展职业外照射个人监测，当受照剂量大于调查水平时，应作进一步调查。

（四）对发生事故的设备或其他设备故障，请设备厂家或相关单位进行检测或维修，分析事故发生原因，不得擅自进行维修。

医院应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告；对于可能受到大剂量照射的人员，迅速安排医学检查和救治，积极配合政府管理部门做好事故调查和善后工作。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

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。从事辐射工作管理和辐射工作的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。

根据上述要求，南京市第一医院已成立专门的辐射安全与防护领导小组，由法人担任组长，组员覆盖各辐射科室，并以文件形式明确管理人员职责（见附件 7）。本项目 DSA 手术室无定岗辐射工作人员，日常操作使用者均为医院现有辐射工作人员。医院辐射安全管理人员已参加“辐射安全管理”辐射防护培训，辐射工作人员均已参加“医学 X 射线诊断与介入放射学”辐射安全与防护培训，且均已考核合格后方才上岗。后续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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。目前医院已制定相关辐射安全与防护管理制度，如《辐射防护和安全保卫制度》《设备维护检修制度》《岗位职责》《辐射工作人员培训计划》《辐射环境监测方案》《操作规程》《辐射事故应急预案》《南京市第一医院关于调整放射防护管理委员会的通知》等。医院现有管理制度内容较为全面，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，拟根据本次扩建 1 台 DSA 项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

一、操作规程

医院已制定《操作规程》，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤。重点是：

（一）确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作流程操作，防止发生辐射事故；

（二）从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

（三）在工作场所严禁吸烟、进食。

二、岗位职责

医院已制定《岗位职责》，明确射线装置使用工作人员、台账管理人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

三、辐射防护和安全保卫制度

医院已根据射线装置的具体情况制定相应的《辐射防护和安全保卫制度》。重点是：

（一）定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全联锁装置、个人剂量报警仪、环境辐射剂量检测仪保持良好工作状态；

（二）辐射工作人员定期开展职业外照射个人监测和职业健康监护。

四、设备维护检修制度

医院已制定《设备维护检修制度》，明确射线装置和辐射检测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保射线检测装置、安全措施（门灯联动装置、警示标志、工作状态指示灯、急停按钮）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

五、人员培训计划和健康管理制度

医院已制定《辐射工作人员培训计划》，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握辐射防护知识、最新的操作技术。根据18号令及《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》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。医院已制定《辐射

工作人员职业健康管理制度》，医院应组织辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于1次/2年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

六、监测方案

医院已制定《辐射环境监测方案》，明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保II类射线装置的辐射安全，医院应制定监测方案，重点是：

（一）明确监测项目和频次；

（二）辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常监测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到检测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

（三）医院应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行检测或者委托有资质的机构进行检测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；

（四）委托有资质检测单位对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射监测

根据辐射管理要求，南京市第一医院已配备辐射巡测仪1台，拟为本项目配备个人剂量报警仪2台，用于辐射防护检测和报警，同时结合本项目实际情况，已制定如下监测计划：

一、委托有资质的单位定期对项目周围环境 X-γ 辐射剂量率进行检测，周期：1～2次/年；

二、辐射工作人员配备个人剂量计监测累积剂量，定期（不少于 1 次/季）送有资质机构进行个人剂量检测，建立个人剂量档案；

三、定期使用辐射检测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录；

四、所有辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，定期开展职业健康体检（不少于1次/2年），并建立个人职业健康档案；

五、出现外照射事故，立即采取应急措施，并在1小时之内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

南京市第一医院已根据上述监测计划，明确监测项目，定期（不少于 1 次/季）使用辐射检测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录，每年委托有资质的单位定期对项目周围环境X-γ辐射剂量率进行检测，检测结果上报生态环境行政主管部门。

南京市第一医院已为现有辐射工作人员配备个人剂量计，组织辐射工作人员进行个人剂量监测（1 次/季）和职业健康体检（1 次/2 年），已指定专人负责全院辐射工作人员个人剂量的收发和管理以及职业健康监护、个人剂量检测档案的存放保管。

2024 年度医院未发生辐射事故，医院辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作，定期检查防护情况，发现的隐患及时处理；医院已制定和完善了相应辐射安全和防护制度及措施，各项制度和措施得到了落实。

2024 年度医院已开展辐射工作场所的辐射安全与防护年度检测，检测结果均符合国家相关标准要求；已委托江苏省疾病预防控制中心对全院辐射工作人员进行个人剂量监测，所有辐射工作人员检测结果未见异常，均符合国家相关标准要求。

表 12-1 工作场所检测计划一览表

检测对象	检测因子	检测点位	检测类别	检测周期	检测方式
DSA 机房	X-γ辐射剂量率	距墙体、门、观察窗表面 30cm 处；楼上地面 100cm、楼下地面 170cm 处，人员操作位处，电缆口外 30cm 处	验收检测	竣工后 3 个月内	委托有资质单位检测
			日常检测	不少于 1 次/季	自主检测
			年度检测	1～2 次/年	委托有资质单位检测
辐射工作人员	个人剂量当量	/	常规检测	每 3 个月/次	委托有资质的单位进行

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

一、应急机构和职责分工；

二、应急的具体人员和联系电话；

三、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；

四、辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；

五、辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在医院定期检测或委托检测时发现异常情况时，应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在1小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的还应当同时向卫生健康部门报告。在发生辐射事故时，事故单位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，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

南京市第一医院已经制定了《辐射事故应急预案》，该预案已包括成立辐射事故应急处理领导小组、应急处理领导小组的职责、预防事故措施、放射性事故应急处置程序和善后处理等内容。由辐射安全与防护领导小组组织各相关科室，定期（1次/年）开展应急培训演练，在物资、通讯、技术、人员、经费等准备方面均加以落实。医院开展核技术利用项目至今，未发生过辐射事故。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

南京市第一医院拟在本部 1 号楼急诊二楼 DSA 手术室内配备 1 台 DSA（型号为 Artis Q biplane，双球管，最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。

二、项目建设的必要性

本项目的建设，可为医院提供多种诊断、治疗手段，有着重要临床应用价值，可为患者提供放射诊断及介入治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平。

三、实践正当性

南京市第一医院目前已有 8 台 DSA，本次扩建 1 台 DSA，用于开展医疗诊断和介入治疗。本项目建成投运后，可减轻其他 DSA 手术室的工作负荷，减少患者的等待时间，提高患者的救治效率，具有良好的社会效益和经济效益。在落实本报告提出的辐射安全与防护管理措施后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则

四、项目产业政策符合性分析

本项目不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修改）中“限制类”、“淘汰类”项目，项目符合国家产业政策。

五、选址合理性

南京市第一医院本部位于南京市秦淮区长乐路 68 号，医院东侧为信府河路及秦淮河沿边商铺住宅，南侧为宏图上福园小区及军师巷小区，西侧为中华路，北侧为长乐路。

南京市第一医院本次扩建 DSA 位于本部 1 号楼急诊二楼 DSA 手术室。1 号楼东侧为院内道路，南侧为 9 号楼和院内道路，西侧为中华路，北侧为长乐路。

本项目 DSA 机房位于 1 号楼急诊二楼，其东侧为控制室和设备间，南侧为楼梯间，西侧为室内通道，北侧为体外碎石间、实验室及办公室，机房下方为抢救室、新风机房和器械间，机房上方为新风机房和输液大厅。

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围（见附图 2）除西侧至中华路、北侧至长乐

路，其余方向均位于医院边界内（院内道路、停车场、9 号楼又名心血管病楼及 10 号楼又名医技楼）。评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、其他医务人员、院内病患及其家属和中华路、长乐路评价范围内公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、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。根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）、《关于印发<生态环境分区管控管理暂行规定>的通知》（环环评〔2024〕41 号）和《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）要求，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，本项目所在地块位于夫子庙-秦淮风光带风景名胜区（含部分秦淮河洪水调蓄区）优先保护单元（编码：ZH32010410229）内，评价范围内不涉及重点管控单元和一般管控单元。医院已开展核技术利用项目，本项目为已有核技术利用扩建项目。另根据现场检测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题。

本项目 DSA 机房与控制室分开，区域划分明确，选址及布局合理。

六、辐射环境现状

本项目拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后室内 γ 辐射剂量率为（68~89）nGy/h，拟建址所在建筑物周围道路 γ 辐射剂量率为（73～83）nGy/h，各检测点位γ辐射水平处于江苏省环境天然贯穿辐射水平测值范围内。

七、环境影响评价

本项目拟采取的辐射防护屏蔽措施适当，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求。根据理论估算结果，在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，本项目投入运行后对辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求和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）。

八、“三废”的处理处置

DSA 工作时，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，可通过通风系

统排至室外，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员和部分患者产生的生活污水，由医院污水处理站统一处理；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小；本项目 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

九、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

本项目 DSA 开机期间，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。本项目 DSA 机房入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯，DSA 机房拟设闭门装置、观察窗与对讲装置，DSA 设备上均拟设置急停按钮，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的安全管理要求。

十、辐射安全管理评价

南京市第一医院已设定专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院已制定较为完善的辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建立符合本部实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

南京市第一医院已为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；已定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案；已配备辐射巡测仪 1 台，拟为本项目配备个人剂量报警仪 2 台。此外，医院拟为辐射工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，南京市第一医院扩建 1 台 DSA 项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

一、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

二、各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

三、定期进行辐射工作场所的检查及检测，及时排除事故隐患。

四、医院取得本项目环评批复后，应重新申领辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

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）
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：本项目 DSA 机房四侧墙体：4mm 厚铅板+200mm 砼加气砖；顶面：2mm 厚铅板+120mm 厚混凝土；地面：2mm 厚铅板+120mm 厚混凝土；防护门：4mm 铅板；铅玻璃窗：4mm 铅当量铅玻璃。辐射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。详见表 10-2。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求。	60
	安全措施：本项目 DSA 机房入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯；防护门拟设有闭门装置；机房设置观察窗与对讲装置，DSA 设备上拟设置急停按钮；机房内设置动力通风装置，并保持良好的通风。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。	
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	2
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立辐射工作人员职业健康档案。		
检测仪器和防护用品	已配备辐射巡测仪 1 台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	2
	拟配备个人剂量报警仪 2 台。		
	DSA 介入治疗医生配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等，同时设置铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求。	5

辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	已满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
总计	/	/	69

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

下一级环保部门预审意见：   公章 经办人　　年　月　日
审批意见   公章 经办人　　年　月　日

印　数	第　　册　　共　　册
项目编号	RSHP-NJ-2025071402
日期-版本号	2025.09.15-C4
备　注	/