

核技术利用建设项目

南京市六合区中医院新增一台 DSA 项目

环境影响报告表

(公示版)

南京市六合区中医院 (盖章)

2024年12月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

南京市六合区中医院新增一台 DSA 项目

环境影响报告表

(公示版)

建设单位名称：南京市六合区中医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：



通讯地址：江苏省南京市六合区龙池街道新棠路 181 号

邮政编码：211599

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

打印编号: 1732606454000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	qt1el		
建设项目名称	南京市六合区中医院新增一台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)	南京市六合区中医院		
统一社会信用代码	12320123426061150U		
法定代表人 (签章)	赵林钢		
主要负责人 (签字)	高文铭		
直接负责的主管人员 (签字)	孙磊		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	江苏玖玖玖蓝环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91320105MA1MQU5T14		
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
吴小平	08353243507320555	BH001785	吴小平
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
季轩	表8环境质量和辐射现状;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	BH065073	季轩
吴小平	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(重点是放射性废弃物);表6评价依据;表7保护目标与评价标准	BH001785	吴小平



持证人签名:
Signature of the Bearer

吴小平

管理号: 08353243507320555
File No.:

姓名: 吴小平

Full Name

性别: 男

Sex

出生年月: 1979年06月

Date of Birth

专业类别:

Professional Type

批准日期:

Approval Date 2008年05月

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2008年07月29日

Issued on



本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



编号: 0008447
No.:

编制主持人现场照片

拍照时间：2024 年 11 月 13 日
拍照地点：江苏省南京市六合区龙池街道新棠路 181 号
编制主持人：吴小平
职业资格证书管理号：08353243507320555



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：江苏省清玖环保科技有限公司

现参保地：建邺区

统一社会信用代码：91320105MA1MQU5T14

查询时间：202411-202501

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		29		29		29	
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	吴小平			202411 - 202501		3	
2	季轩			202411 - 202501		3	

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3月10日

编制人员江苏省社会保险权益记录单

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	10
表 8 环境质量和辐射现状	14
表 9 项目工程分析与源项	19
表 10 辐射安全与防护	24
表 11 环境影响分析	31
表 12 辐射安全管理	43
表 13 结论与建议	47
表 14 审批	52

表 1 项目基本情况

建设项目名称		南京市六合区中医院新增一台 DSA 项目			
建设单位		南京市六合区中医院			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		江苏省南京市六合区龙池街道新棠路 181 号			
项目建设地点		江苏省南京市六合区龙池街道新棠路 181 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		694	项目环保投资（万元）	55	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性物质		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			

项目概述

1 建设单位基本情况、项目建设规模及任务由来

1.1 建设单位基本情况

南京市六合区中医院暨江苏省中医院江北院区，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复为一体的二级甲等中医综合性医疗机构，位于六合区龙池街道新棠路 181 号，占地面积 55.6 亩，总建筑面积 51250 平方米，设置床位 400 张。现有职工 533 人，其中卫生技术人员 454 人，专业技术人员高级职称 61 人、中级职称 142 人，研究生及以上学历 54 人，本科学历 209 人。中医类执业医师 110 人（占执业医师总数的 66.67%），南京市名中医 3 名，全国中药特色技术传承人才 1 人。

1.2 项目建设规模及任务由来

为满足医疗需求，医院计划在院内 3 号楼一层新建一座 DSA 机房及控制室、设备间、污物间等辅助用房，在 DSA 机房内配备一台 Artis zee III ceiling 型 DSA（125kV、1000mA），该设备用于介入治疗及诊断。医院本次核技术利用情况见下表 1-1：

表 1-1 本项目核技术利用情况一览表

名称	类别	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	球管类型	用途	工作场所	备注
DSA	II	Artis zee III ceiling	125	1000	单球管	介入治疗、诊断	3 号楼一层 DSA 机房	新增

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》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律、法规和部门规章的规定，本项目涉及使用Ⅱ类射线装置，应编制核技术利用项目环境影响评价报告表。受南京市六合区中医院委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

南京市六合区中医院位于江苏省南京市六合区龙池街道新棠路 181 号，其东南侧为林场路，西南侧为新棠路，西北侧为河道，东北侧为莉湖路。地理位置见附图 1，平面布局及周围环境见附图 2。

本项目 DSA 机房拟建于 3 号楼一层，3 号楼为院内独栋一层平房，其东南侧为院内道路和门诊医技楼；西南侧为院内道路；西北侧为院内道路和河道；东北侧为院内道路和住院楼。本项目 3 号楼一层平面布局见附图 3。

根据本项目的特点，结合《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定“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”。因此，确定本项目评价范围为 DSA 机房边界外 50m 的范围，如附图 2 所示。根据现场调查分析及附图 2 可知，本项目保护目标主要为辐射工作人员、DSA 机房周围评价范围内的医护人员、患者、患者家属及流动人员、院内道路上的行人、院外河道上的流动人员。

3 医院现有核技术利用建设项目许可及辐射安全管理情况

3.1 医院现有核技术利用建设项目许可情况

南京市六合区中医院目前已取得辐射安全许可证，编号为苏环辐证[A0277]，发证日期为 2022 年 06 月 02 日，有效期至 2026 年 03 月 17 日。许可种类和范围为：使用 III 类射线装置。医院现有核技术利用项目均已履行了环保手续，医院辐射安全许可证见附件 3。医院现有核技术利用项目许可情况见表 1-2。

表 1-2 现有核技术利用项目许可情况一览表

序号	装置名称	型号	类别	工作场所	环评登记表情况	许可情况
1	X 射线计算机体层摄影设备	INGENUITY FLEX	III	放射科第五检查室	已备案	已许可
2	口腔 X 射线数字化体层摄影系统	Planmeca pro max 3D	III	口腔科	已备案	已许可
3	乳腺钼靶 X 线机	HOLORIC SELENTA	III	放射科	已备案	已许可
4	数字化移动式摄影 X 射线机	DRXR-1	III	放射科	已备案	已许可
5	数字化 X 射线系统	OPERA T90fp	III	放射科第二检查室	已备案	已许可
6	X 线骨密度仪	DPXBRAVO	III	放射科第四检查室	已备案	已许可
7	数字化医用 X 射线摄影系统	DRX EVOLUTION	III	放射科第一检查室	已备案	已许可
8	数字化医用 X 射线摄影系统	Multix fusion	III	体检科	已备案	已许可
9	体外冲击波碎石机	Dornler Cimoact Deltall	III	门（急）诊手术室	已备案	已许可
10	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT620	III	放射科第三检查室	已备案	已许可
11	移动式 C 型臂 X 射线机	Cios Select	III	住院部手术室	已备案	已许可
12	牙科 X 射线机	eXpertDC	III	口腔科	已备案	已许可
13	高频移动式 C 型臂 X 射线机	Cios connect	III	住院部手术室	已备案	已许可
14	X 射线计算机体层摄影设备	NeuViz 16 Essence	III	发热门诊方舱 CT 室：龙池街道新棠路 181 号	已备案	已许可

3.2 医院现有辐射安全管理情况

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并通过取得辐射安全与防护的培训和考核，证书均在有效期内。医院现有辐射工作人员的数量满足现有核技术利用项目对人员的需求。医院已安排所有辐射工作人员参加了职业健康体检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案，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；医院委托南京泰坤环境检测有限公司对辐射工作人员进行了个人剂量监测，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。

4 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的介入治疗和诊断需求，提高患者治疗能力。本项目的开展可达到一般非放射性治疗和诊断方法所不能及的治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用。医院通过采取相应的辐射防护措施和管理措施，本项目运行后产生的辐射影响很小。因此，本项目所带来的利益是大于付出的代价的，因此符合《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”原则。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

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	Artis zee III ceiling	125	1000	诊断、介入治疗	3 号楼一层 DSA 机房	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	不暂存	通过排风系统排入大气，臭氧的有效化学分解时间约为 50 分钟
医用器具、纱布手套等医疗废物	固态	/	/	/	200kg	/	放于处污物间	由医院统一作为医疗废物处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m³)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订)，中华人民共和国主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日起施行 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正)，中华人民共和国主席令第 24 号公布，2018 年 12 月 29 日起施行 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行 (4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修正版)，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修正版)，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行 (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》，中华人民共和国生态环境部令第 16 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行 (7) 《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 6 日起施行 (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正)生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行 (9) 《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 (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 (11) 《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，自 2019 年 11 月 1 日起施行 (12) 《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 (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 (14) 《生态环境部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 11 月 1 日起施行 (15) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修正版)，江苏省第十三届人
------	---

	民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 （16）《江苏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 （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 （18）《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 （19）《江苏省自然资源厅关于南京市六合区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕1175 号）
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） （2）《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） （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） （4）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） （5）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） （6）《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） （7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019） （8）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020） （9）《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）
其它	与本项目相关附件： （1）委托书（附件 1） （2）射线装置使用承诺书（附件 2） （3）辐射安全许可证（附件 3） （4）辐射环境现状检测报告（附件 4） （5）DSA 机房屏蔽防护参数（附件 5）

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点，结合《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定“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”。因此，确定本项目评价范围为 DSA 机房边界外 50m 的范围内区域，如附图 2 所示。

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。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）和《江苏省自然资源厅关于南京市六合区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕1175 号），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域和南京市六合区 2023 年度调整后生态空间管控区域。

根据现场调查可知，本项目评价范围内保护目标主要为辐射工作人员、DSA 机房周围评价范围内的医护人员、患者、患者家属及流动人员、院内道路上的行人。保护目标详细情况见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表

保护目标名称		方位	最近距离	规模	剂量约束值 (mSv/a)
职业人员	介入手术医生、护士	机房内及控制室内	/	5 人	5
	影像技师	东南侧控制室	紧邻	1	
公众	3 号楼内医护人员	西南侧	约 2m	20 人	0.1
	3 号楼内患者及患者家属			流动人员	
	门诊医技楼内医护人员	东南侧	约 15m	105 人	
	门诊医技楼内患者及患者家属			流动人员	
	住院楼内医护人员	东北侧	约 12m	80 人	
	住院楼内患者及患者家属			患者：400 张床位 患者家属：流动人员	
	院内道路上行人	四周	约 1m	流动人员	
	河道上行人	西北侧	约 5m	流动人员	

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv；
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，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围内。

2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对扩建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-3 的规定。

本项目为单管头 X 射线设备，机房最小有效使用面积、最小单边长度需要满足表 7-3 要求。

表 7-3 单管头 X 射线设备机房使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备 ^b (含 C 形臂， 乳腺 CBCT)	20	3.5

^b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-4 的规定。

本项目为 C 形臂 X 射线设备机房，机房的屏蔽防护铅当量需要满足表 7-4 的要求。

表 7-4 C 形臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

6.4 X 射线设备工作场所防护

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患者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 患者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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

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

表 7-5 介入放射学操作个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套

	护手套 选配：铅橡胶帽子	屏 选配：移动铅防护屏风	选配：铅橡胶帽子
--	-----------------	-----------------	----------

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

3 剂量约束值

（1）年剂量约束值：职业照射年剂量约束值取 GB18871 附录 B 职业照射剂量限值的 1/4，不大于 5mSv/a；公众的年剂量约束值按照 GB18871 附录 B 公众照射剂量限值的 1/10 取值，不大于 0.1mSv/a。

（2）机房辐射屏蔽防护辐射剂量率控制值：“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”、“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h”。

4 参考资料

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

表7-6 江苏省环境天然γ辐射水平（单位：nGy/h）

类别 \ 类型	原野 γ 辐射剂量率	道路 γ 辐射剂量率	室内 γ 辐射剂量率
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
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”。			

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1 项目地理位置及场所位置

根据现场调查可知，本项目 DSA 机房拟建址位于 3 号楼 1 层，DSA 机房原为药材库房，现空置。房间四周墙体结构为 240mm 厚实心砖墙，顶部为 160mm 混凝土、底部为 200mm 混凝土，房间内无铅玻璃观察窗、铅防护门等专门辐射防护结构。房间西北侧、东北侧和东南侧部分墙体均设有窗户。DSA 机房拟建址东南侧为控制室、院内道路和门诊医技楼；西南侧为加压氧舱、污物通道、发热门诊科室和院内道路；西北侧为院内道路和河道；东北侧为院内道路和住院楼。DSA 机房所在的 3 号楼为独栋一层平房，楼上为屋顶，楼下为土层。本项目周围环境现状见图 8-1。



拟建址处（DSA 机房）



拟建址处东南侧（门诊医技楼）



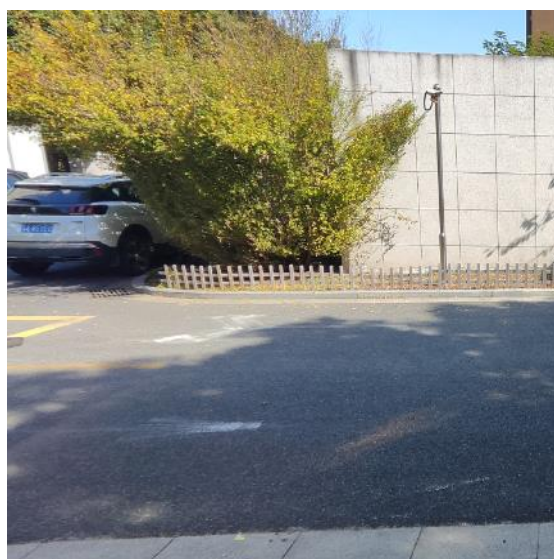
拟建址处西南侧（加压氧舱）



拟建址处西北侧（院内道路）



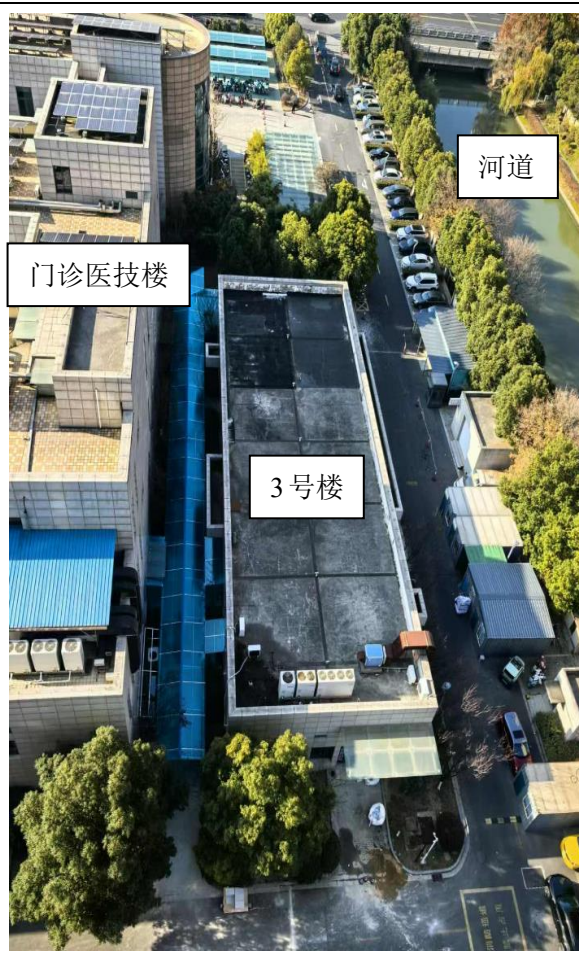
拟建址处西北侧（河道）



拟建址处东北侧（院内道路）



拟建址处东北侧（住院楼）



3号楼四周现状图

图 8-1 本项目周围环境现状图

2 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：本项目拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在本项目拟建址及周围进行布点，共布点 7 个

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

监测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，
检定有效期：2024 年 10 月 23 日-2025 年 10 月 22 日）

监测仪器能量响应：48keV~4.4MeV 测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在项目拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2024 年 11 月 05 日

监测环境：天气：晴；温度：19.2℃；湿度：54.3%RH

监测方法：《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）

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。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。本项目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，换算系数取 1.20Sv/Gy

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，该公司已通过 CMA 资质认定

监测布点质量保证：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

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《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

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有合格证书，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 4，测量数据已扣除宇宙响应值。

表 8-1 本项目拟建址及周围 γ 辐射水平测量结果

测点号	点位描述	测量结果 (nGy/h)	标准偏差	备注
1	拟建址处 (DSA 机房)	69.1	1.17	室内平房
2	拟建址东南侧 (院内道路)	47.0	1.03	室外道路
3	拟建址西南侧 (加压氧舱)	67.3	1.33	室内平房
4	拟建址西北侧 (院内道路)	46.7	0.87	室外道路
5	拟建址东北侧 (院内道路)	45.9	1.46	室外道路
6	拟建址东南侧 20 米处 (门诊医技楼西侧入口 5m 处)	69.8	0.54	室内楼房
7	拟建址东南侧 30 米处 (住院楼南侧入口 3m 处)	73.3	2.91	室内楼房

*1.表中结果扣除仪器宇宙响应值, FH40G 型辐射剂量检测仪 (设备编号: J0317) 宇宙响应值为 17.4nGy/h;

2.楼房对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.8, 平房对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.9, 原野、道路对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1;

3.根据 HJ 1157-2021, 使用 ^{137}Cs 作为检定校准参考辐射源, 换算系数取 1.20Sv/Gy。

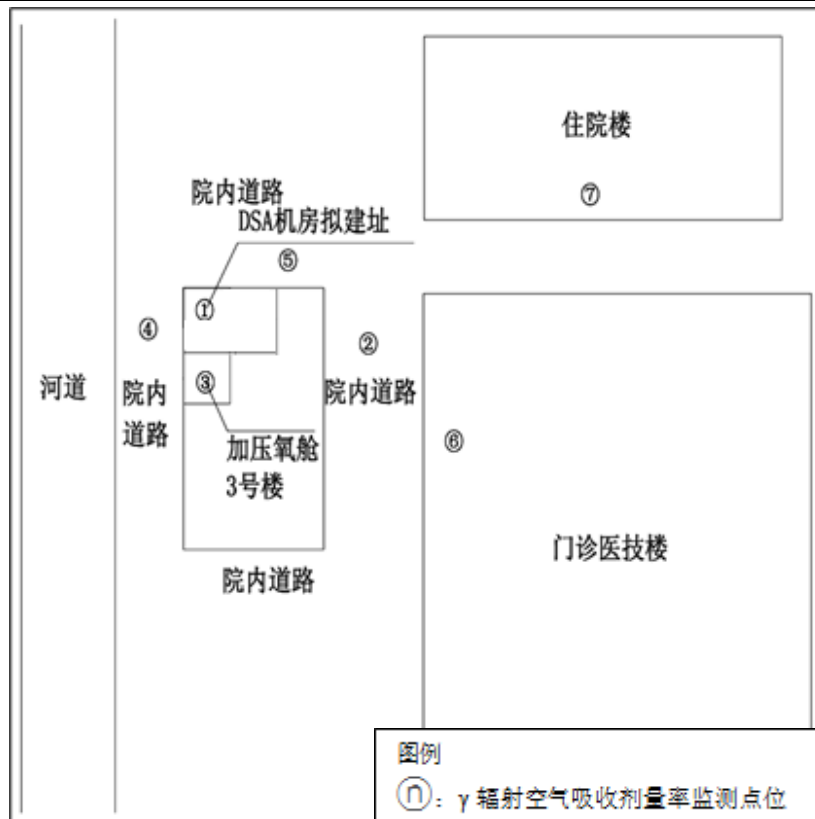


图 8-2 γ 辐射空气吸收剂量率检测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目 DSA 机房拟建址及周围环境室内 γ 辐射水平为 (67.3~73.3)nGy/h，处于江苏省室内环境天然 γ 辐射水平（50.7~129.4）nGy/h 范围内；道路 γ 辐射水平为 (45.9~47.0)nGy/h，处于江苏省道路环境天然 γ 辐射水平（18.1~102.3nGy/h）范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1 设备组成

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 设备主要由 X 射线发生系统、影像增强接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统、防护屏及防护铅帘等构成。数字减影血管造影（DSA）是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是 70 年代以来用于临床的一种崭新的 X 射线检查技术，是应用计算机程序两次成像完成的，本项目拟配备的 DSA 外观见图 9-1，运行工况说明见表 9-1。

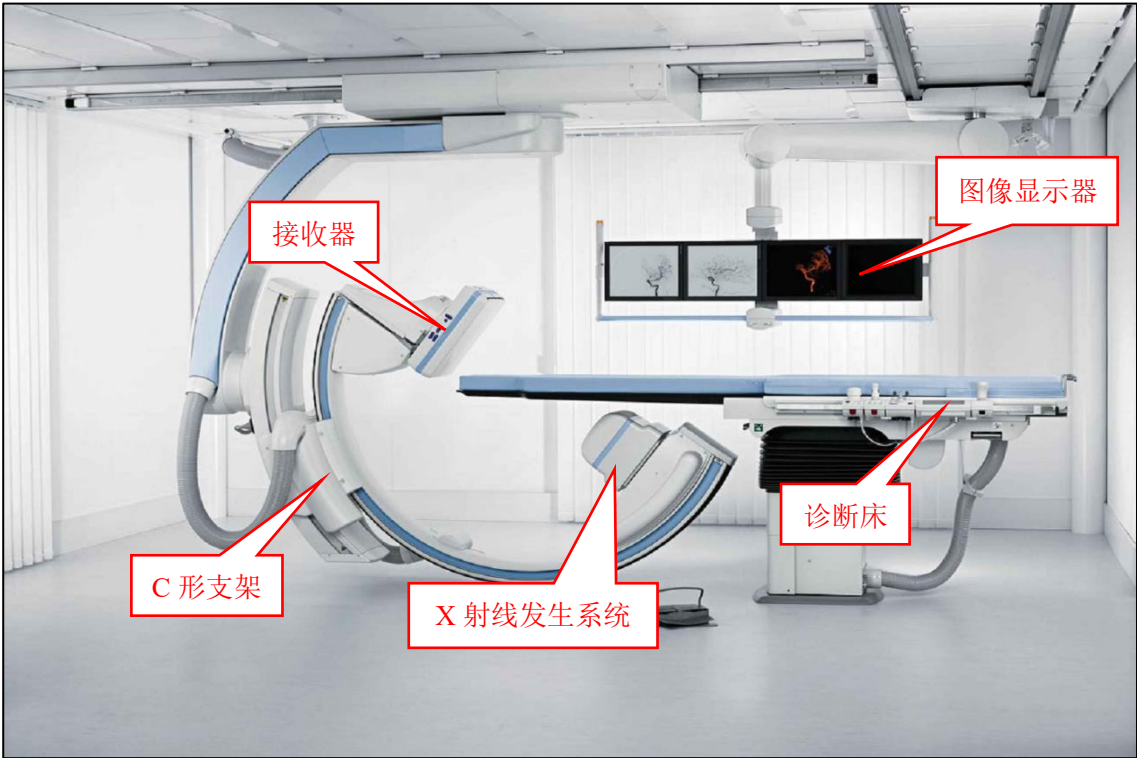


图 9-1 数字减影血管造影机外观图

表 9-1 本项目 DSA 运行工况一览表

设备名称	DSA
型号	Artis zee III ceiling
生产厂家	西门子
设置场所	3 号楼一层 DSA 机房
滤过	固有滤过 2.5mmAl、附加滤过附加 0.1, 0.2, 0.3, 0.6, 0.9 mmCu
最大照射野	30cm×38cm
参数	125kV、1000mA

运行工况	透视：常用管电压为 60~90kV、管电流为 5~20mA 摄影：常用管电压为 60~100kV、管电流 100~500mA
球管类型	单球管，手术时主射线向上照射

DSA配套设备配置情况见表9-2。

表9-2DSA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	设备间
4	控制系统	1 套	DSA 设备操作	控制室

2 工作原理介绍

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影X射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过DSA处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

介入治疗具有不开刀、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、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

3 工作流程及产污环节分析

患者进行DSA诊断和在DSA引导下进行介入治疗时，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射线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。DSA在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况（DSA检查）：血管减影检查（摄影）。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（DSA治疗）：引导介入治疗（透视）。患者需要进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服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，注入造影剂时DSA装置是否处于曝光状态取决于开展的不同的手术类型，心内科手术在注入造影剂时DSA装置保持脉冲曝光状态，神经内科手术在注入造影剂时DSA设备不进行曝光。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。

本项目DSA工作流程及产污环节（医疗废物无放射性）如下图：

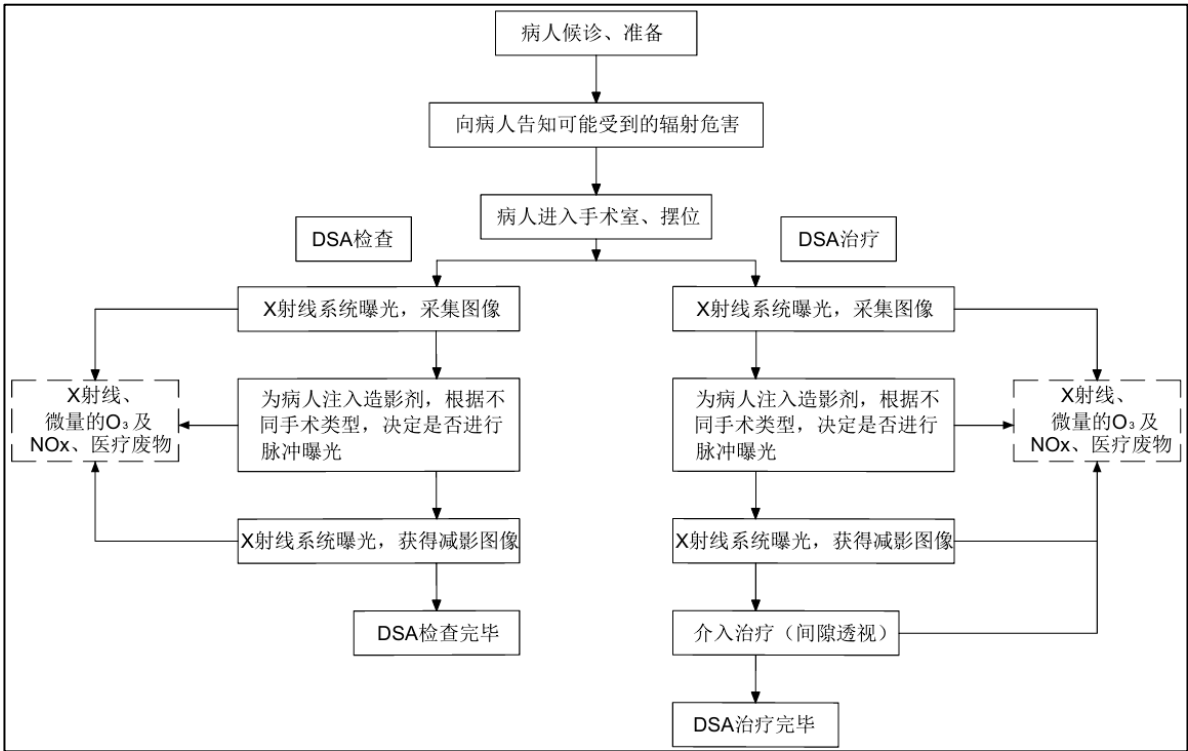


图 9-2 DSA 工作流程及产污环节示意图

4 工作负荷

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

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
	心脏介入	150 台		约 15min		约 37.5h
	神经介入	50 台		约 15min		约 12.5h
	综合介入	50 台		约 15min		约 12.5h
小计						约 62.5h
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
	心脏介入	150 台	3~4s	6~10 次	约 0.7min	约 1.8h
	神经介入	50 台	6~10s	4~10 次	约 1.7min	约 1.4h
	综合介入	50 台	3~4s	7~15 次	约 1min	约 0.8h
小计						约 4h
总 计						约 66.5h

医院拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，包括 1 名影像技师、4 名介入医生、1 名护士，计划配备人员能够满足医院介入放射学日常工作需要。

项目开展后，机房内同时操作的手术医护人员最多 3 人，包含 2 名手术医生和 1 名护士。根据医院提供的 DSA 工作负荷，影像技师在控制室进行隔室操作设备，受到经机房屏蔽体后的散射线、漏射线的照射，年接触射线时间不超过 66.5h；介入医生、护士在机房内进行同室操作，机房内年接触射线时间不超过 62.5h，机房外在控制室年接触射线时间约 4h。

污染源项分析

1 放射性污染

DSA 产生的 X 射线随机器的开、关而产生、消失，因此在设备使用期间，X 射线是主要污染因子。

1.1 有用线束

本项目 DSA 的有用线束方向为由下至上，有用线束的射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），摄影时，如果患者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果患者体型较胖，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裕量。根据医院提供资料，本项目 DSA 正常运行时，透视模式的常用管电压为 60~90kV、管电流为 5~20mA；摄影模式的常用管电压为 60~100kV、管电流为 100~500mA。

本项目 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 查取。由《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中 5.1.5（c）可知：除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl。根据医院提供的资料，本项目涉及的 DSA 固有滤过为 2.5mmAl，配置多组滤过片，按保守估计，本项目 DSA 的滤过条件按照 2.5mmAl 进行剂量预测，查《辐射防护导论》（方杰著）附图 3，90kV 运行时离靶 1 米处的发射率约为 $252000\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$ ，DSA 在 100kV 运行时离靶 1 米处的发射率约为 $324000\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$ 。

1.2 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 1mGy/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 部分：安全通用要求三并列标准诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》（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 。

1.3 散射线

本项目 DSA 的散射线主要考虑有用线束照射到患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。

2 非放射性污染

医院拟在 3 号楼一层 DSA 机房内顶部设置通风系统，能够保持通风良好的要求。DSA 在工作状态时，会使 DSA 机房内的空气产生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，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。本项目 DSA 在投入使用后，还会产生一定量的医疗垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1 项目工作场所布局及分区

本项目 DSA 工作场所主要由 DSA 机房、控制室、设备间和污物间等构成，DSA 机房与其他辅助用房分开单独设置，区域划分明确，工作场所布局合理。

医院拟按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，把工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：将 DSA 机房内区域划分为控制区，在机房入口设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。制定放射安全防护管理制度，在控制室操作台设置机房门开关，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。控制室内设置个人防护用品放置架，以工作人员取用。

监督区：将本项目 DSA 机房相邻的控制室、设备间划为监督区，同时将缓冲区电动防护门外 30cm 纳入监督区管理。在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，对该区不采取专门防护手段或安全措施，但定期检测其辐射剂量率。具体见下表：

表 10-1 本项目控制区、监督区防护措施一览表

两区划分	防护措施要求	拟采取的防护措施
控制区	1) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志给出相应的辐射水平和污染水平的指示； 2) 制定职业防护与安全措施； 3) 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区； 4) 按需要在控制区的入口处提供防护衣具(监测设备和个人衣物贮存柜。	1) 拟在机房入口设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯； 2) 已制定放射安全防护管理制度； 3) 由控制室操作台开关控制患者进出防护门、机房与控制室连通的防护门的开启和关闭，以限制无关人员进入控制区； 4) 控制室内设置个人防护用品放置架，以便工作人员取用。
监督区	1) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌	1) 拟在缓冲区电动防护门入口处设立表明监督区的标牌。 2) 定期检测辐射剂量率

本项目两区划分及场所布局见图 10-1，其中红色表示控制区，黄色表示监督区。本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的规定，将辐射工作区域进行分区，同时对控制区和监督区采取相应的措施，可以有效避免人员误闯入而造成的误照。

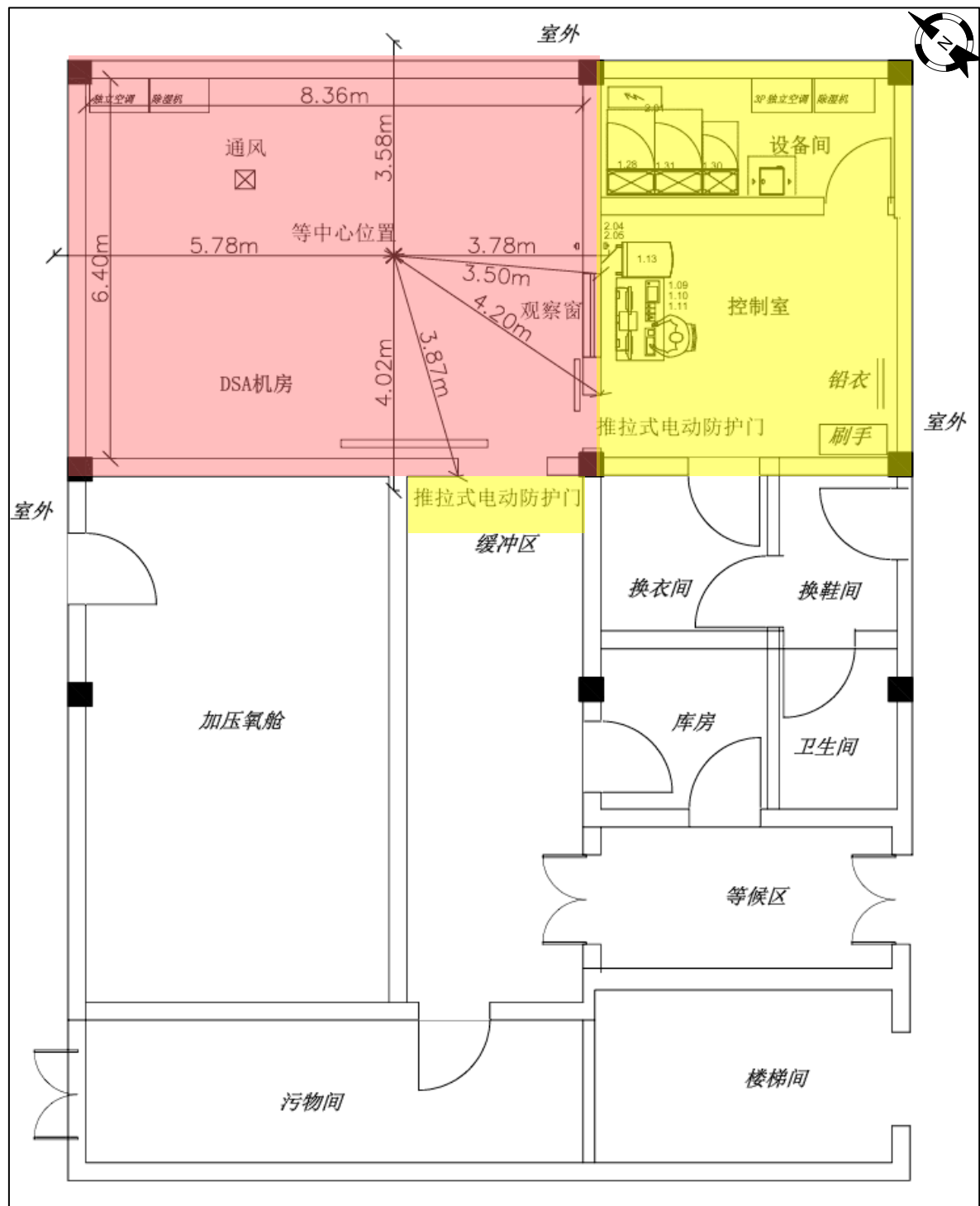


图 10-1 本项目 DSA 工作场所平面布局及分区图 (: 控制区 : 监督区)

2 辐射防护屏蔽设计

本项目 DSA 机房原为药材库房, 现空置。房间四周墙体结构为 240mm 厚实心砖墙, 顶部为 160mm 混凝土、底部为 200mm 混凝土, 房间内无铅玻璃观察窗、铅防护

门等专门辐射防护结构。房间西北侧、东北侧和东南侧部分墙体均设有窗户，计划拆除原有窗户并砌 240mm 实心砖填充。计划将北侧药材库房砌 240mm 实心砖墙隔断为 DSA 机房与控制室、设备间。DSA 机房顶部加装龙骨钢架，铅板固定于龙骨钢架上方，钢架下方为吊顶；填窗改造后，DSA 机房四周墙体均为实心砖墙，内侧批荡硫酸钡水泥，粉刷 20mm 后挂网防止开裂。

本项目 DSA 工作场所改造前布局见图 10-2，DSA 工作场所改造后见图 10-3。本项目 DSA 机房辐射防护设计参数见表 10-2，设计参数说明见附件 5。

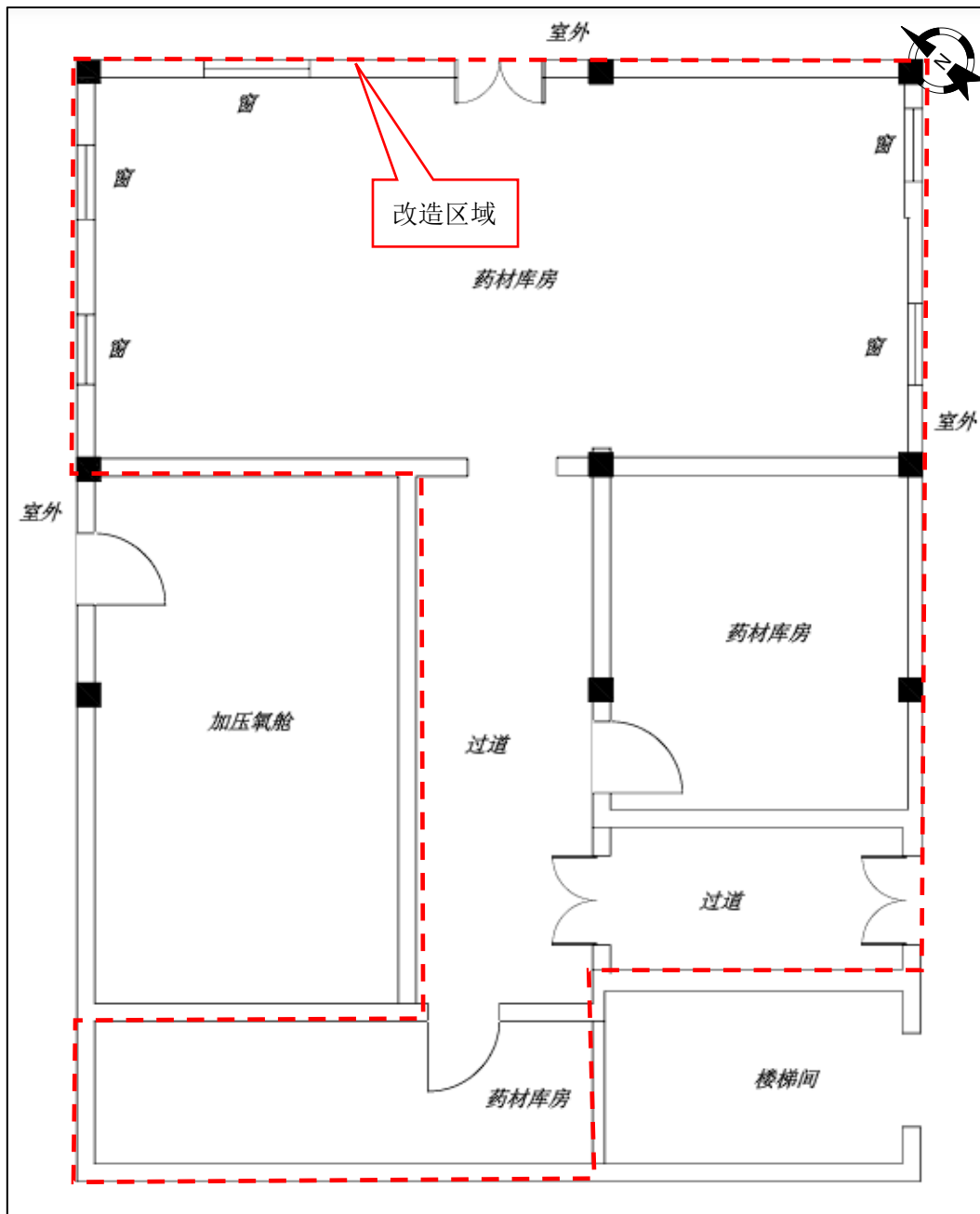


图 10-2 本项目 DSA 工作场所改造前布局

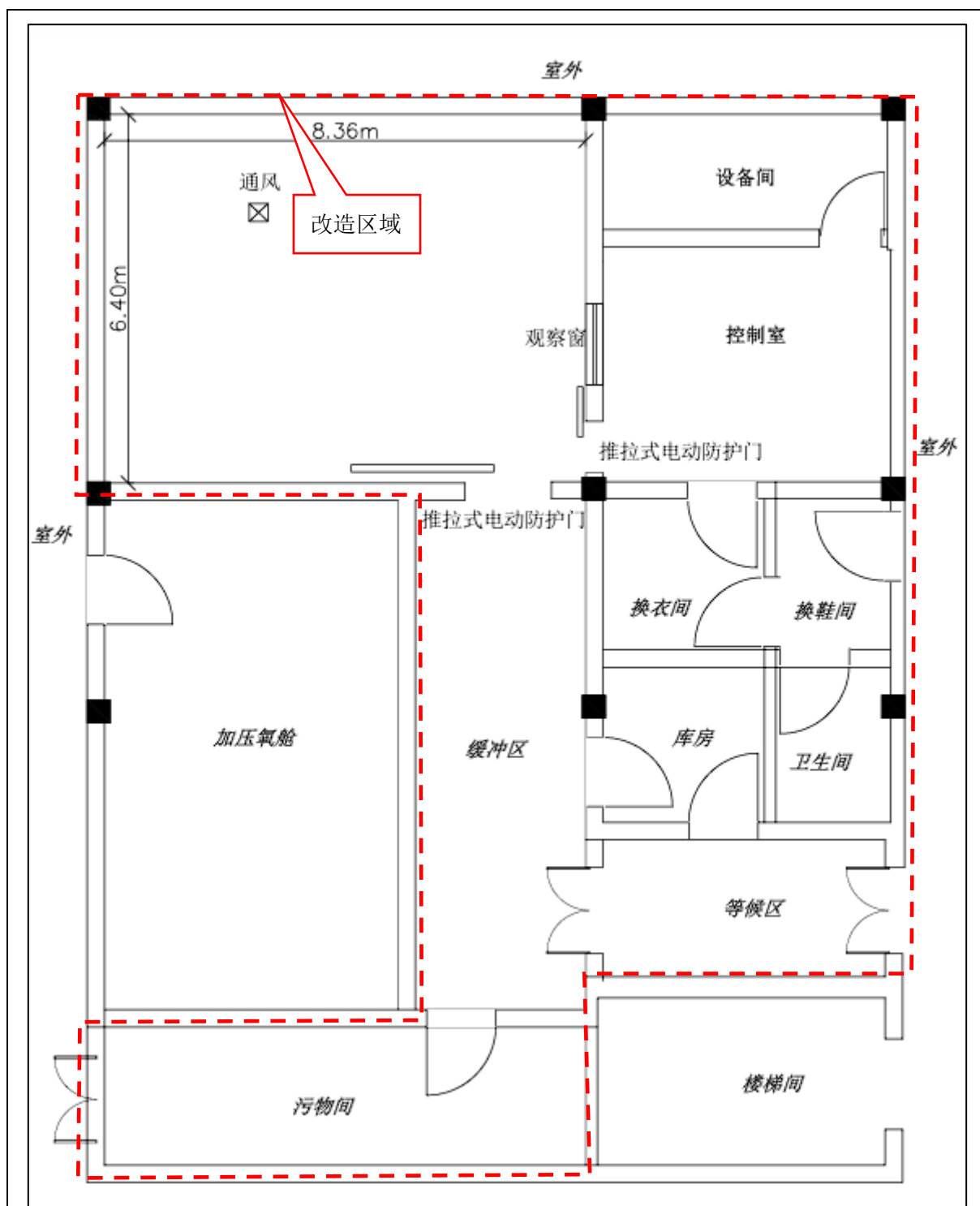


图 10-3 本项目 DSA 工作场所改造后布局

表 10-2 本项目 DSA 机房辐射防护设计参数一览表

DSA 机房	设计尺寸	最小单边长度 (m)	6.40
		有效使用面积 (m ²)	6.40×8.36≈53.50
	四侧墙体	240mm 实心砖墙+20mm 厚硫酸钡水泥	
	顶部	160mm 混凝土+龙骨钢架+2mm 铅板	

	地板	200mm 混凝土
	观察窗	4mmPb 铅玻璃
	防护门	4mm 铅板
	通风和管线穿墙的屏蔽补偿措施	管线穿墙采用地沟式管线穿墙，管线口和通风口使用 3mmPb 铅皮进行屏蔽补偿
注：硫酸钡水泥密度为 4.2g/cm ³ ，实心砖密度为 1.65g/cm ³ ，混凝土密度为 2.35g/cm ³ ，铅的密度为 11.3g/cm ³ ，铅玻璃密度为 4.1g/cm ³ 。		

医院在施工改造过程中应注意观察窗与屏蔽墙的叠缝应不得小于 1.5cm，防护门与屏蔽墙的搭接应不得小于 3cm，以保证屏蔽防护效果。

3 辐射安全措施

本项目机房拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要包括：（1）控制台处设置观察窗；（2）在缓冲区推拉式电动防护门上设置工作状态指示灯，警示灯箱处设置警示语句，如“射线有害、灯亮勿入”，并在醒目位置张贴“当心电离辐射”以及放射防护注意事项；（3）在缓冲区推拉式电动防护门上设置门-灯联锁装置，工作状态指示灯与防护门能有效联动；（4）在推拉式电动防护门上设置防夹装置，拟设置曝光时关闭机房门的管理措施；（5）在 DSA 机房内诊断床上、控制台上设置急停按钮；（6）为本项目参与同室操作的介入手术人员配备双个人剂量计；（7）为参与介入手术的辐射工作人员配备一系列防护用品，具体配备情况见表 10-3、表 10-4；

表 10-3 拟配备的个人防护用品一览表

使用场所	标准要求			拟配备的防护用品		数量
	使用人员	防护用品名称	标准铅当量	防护用品名称	标准铅当量	
DSA 机房	患者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	≥0.50mmPb	铅橡胶性腺防护方巾	0.5mmPb	1
				铅橡胶颈套		1
	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	介入防护手套 ≥0.025mmPb、 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套 ≥0.50mmPb、 其它≥0.25mmPb	铅橡胶围裙	0.5mmPb	2
				铅橡胶颈套	0.5mmPb	2
				铅防护眼镜	0.25mmPb	2
				介入防护手套	0.025mmPb	4

表 10-4 拟配置的辅助防护用品一览表

使用场所	标准要求		拟配备防护用品		数量
	防护用品名称	标准铅当量	防护用品名称	标准铅当量	
DSA 机房	铅悬挂防护屏	≥0.25mmPb	铅防护吊帘	0.5mmPb	1

	床侧防护帘		床侧防护帘		1
--	-------	--	-------	--	---

(8) 其它辐射安全措施:

介入手术需要长时间的透视和大量的摄片, 对人员的辐射剂量较高, 因此在评估介入放射的效应和操作时, 其辐射损伤必须加以考虑。X 射线球管工作时产生的散射线对 DSA 机房内工作人员有较大影响, 根据辐射防护“三原则”, 医院应在以下方面加强对介入放射的防护工作:

a) 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;

b) 一般说来, 降低病人的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, 以减少病人和介入人员的剂量;

c) 本项目不仅限于介入手术医生, 也包括周围护理人员, 都应开展个人剂量监测, 应结合个人剂量监测的数据采取措施, 控制和减少工作人员的受照剂量;

d) 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;

e) 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;

f) 加强 DSA 设备的质量保证工作, 设备的球管与高压发生器、透视和数字成像的性能以及其它相关设备应该定期进行检测;

g) 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衣、机器自带的铅帘等防护设备被动防护。一般来说, 床下球管机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。如: 床侧立地防护屏、防护手术手套、床侧竖屏及床上防护屏、床下帘、床侧帘、床上防护覆盖板等。以上组合屏蔽防护措施的使用, 能够有效降低介入手术医务人员的吸收剂量;

h) 在候诊区设置放射防护注意事项告知栏, 让病人及陪检者了解并遵守放射防护注意事项。

三废处理

医院拟在本项目机房顶部设置排风系统，DSA 机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过排风系统排入大气，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目工作人员和部分患者产生的普通生活污水，由医院内污水处理站处理。

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污物间，由医院统一作为医疗废物处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为新建项目，涉及到屏蔽防护材料和辅助结构的安装固定、饰面装修、设备安装等，在项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目施工时会产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，对环境会产生如下影响：

（1）大气：本项目在建设施工期需进行的建筑装修等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆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：a.及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b.车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c.施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（2）噪声：整个施工阶段，施工设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。因此，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）标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时应避免在中午休息时间施工，另外考虑院区周围公众，严禁夜间进行噪声作业。本项目施工工期相对较短，在严格执行噪声标准，并且合理安排施工时间的情况下，噪声对周围人群的影响是暂时的。

（3）固体废物：施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，医院应委托有资质的单位清运，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：项目施工期间，会有少量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水不可随意外排，应统一收集后由医院进行处理。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

运行阶段对环境的影响

1 屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性分析评价

1.1 评价标准

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

1.2 本项目机房各屏蔽部位的铅当量厚度核算

本项目按 125kV 核算 DSA 机房各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度。

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：

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

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：

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

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、表 C.3 查取铅、混凝土和实心砖的 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 BIR Radiation Shielding For Diagnostic Radiology 2nd Edition 中 Table 4.1 查取硫酸钡水泥的 125kV 管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，列于表 11-1：

表 11-1 125kV 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
125kV	铅	2.219	7.923	0.5386
	混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
	实心砖	0.0287	0.067	1.346
	硫酸钡水泥	0.160	0.513	0.632

DSA 机房屏蔽部位涉及 160mm 混凝土、240mm 实心砖墙和 20mm 硫酸钡水泥，按公式 11-2、公式 11-1 计算其屏蔽透射因子 B、铅当量厚度，计算结果列于表 11-2。

表 11-2 混凝土、实心砖和硫酸钡水泥屏蔽透射因子 B、铅当量厚度计算结果

屏蔽体		屏蔽透射因子 B	铅当量厚度 (mmPb)
125kV	160mm 混凝土	7.67E-04	2.02
	240mm 实心砖	4.17E-04	2.28
	20mm 硫酸钡水泥	4.97E-03	1.28

2 辐射环境影响分析

2.1 DSA 机房屏蔽参数与标准要求的相符性分析评价

DSA 机房辐射防护屏蔽设计参数与标准对比见表 11-3:

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

屏蔽体	屏蔽设计参数	等效 铅当量	标准要求 ^[1]	评价结果
四侧屏蔽墙 ^[2]	240mm 实心砖墙+20mm 厚硫酸钡水泥	3.56mmPb	2mmPb	满足要求
顶部 ^[3]	160mm 混凝土+龙骨钢架+2mm 铅板	4.02mmPb	2mmPb	满足要求
防护门 ^[2]	4mmPb 铅玻璃	4mmPb	2mmPb	满足要求
观察窗 ^[2]	4mm 铅板	4mmPb	2mmPb	满足要求
注: [1]为 GBZ 130-2020 表 3 要求; [2]为非有用线束方向; [3]为有用线束方向				

由表 11-3 可知, DSA 机房的屏蔽体等效铅当量在管电压 125kV 工况下满足 GBZ 130-2020 表 3 关于有用线束方向、非有用线束方向铅当量均不小于 2.0mmPb 的要求。

2.2 DSA 机房尺寸参数与标准要求的相符性分析评价

DSA 机房尺寸设计参数与标准对比见表 11-4:

表 11-4 DSA 机房尺寸设计参数

机房	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	标准要求	评价结果
DSA 机房	6.40	53.50	单管头 X 射线设备, 最小单边长度不少于 3.5m, 有效使用面积不少于 20m ²	满足要求

根据表 11-4 可知, DSA 机房的有效使用面积、最小单边长度能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的相关要求。

3 辐射影响预测

根据医院提供资料, DSA 最大管电压为 125kV, 最大管电流为 1000mA。实际使用时, 透视模式下最大管电压约为 90kV, 最大管电流约为 20mA, 摄影模式下最大管电压约为 100kV, 最大管电流约为 500mA。本次理论预测透视和摄影模式的管电压分别按

90kV 和 100kV 进行计算。

根据 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），在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。本项目球管总固定向平板探测器照射的结构特点，平板探测器能够完全捕集照射野范围内主射线，辐射影响估算时不考虑有用线束照射，仅考虑散射辐射和泄漏辐射。

本项目的辐射影响构成情况见表 11-5，关注点布设见图 11-1。

表 11-5 DSA 设备辐射影响构成情况

操作模式		正常运行时最大工况	射线种类	辐射影响对象
非有用线束方向	摄影模式	100kV/500mA	散射线、泄漏射线	机房外公众、控制室操作人员
	透视模式	90kV/20mA	散射线、泄漏射线	机房外公众、控制室操作人员； 机房内介入治疗操作人员

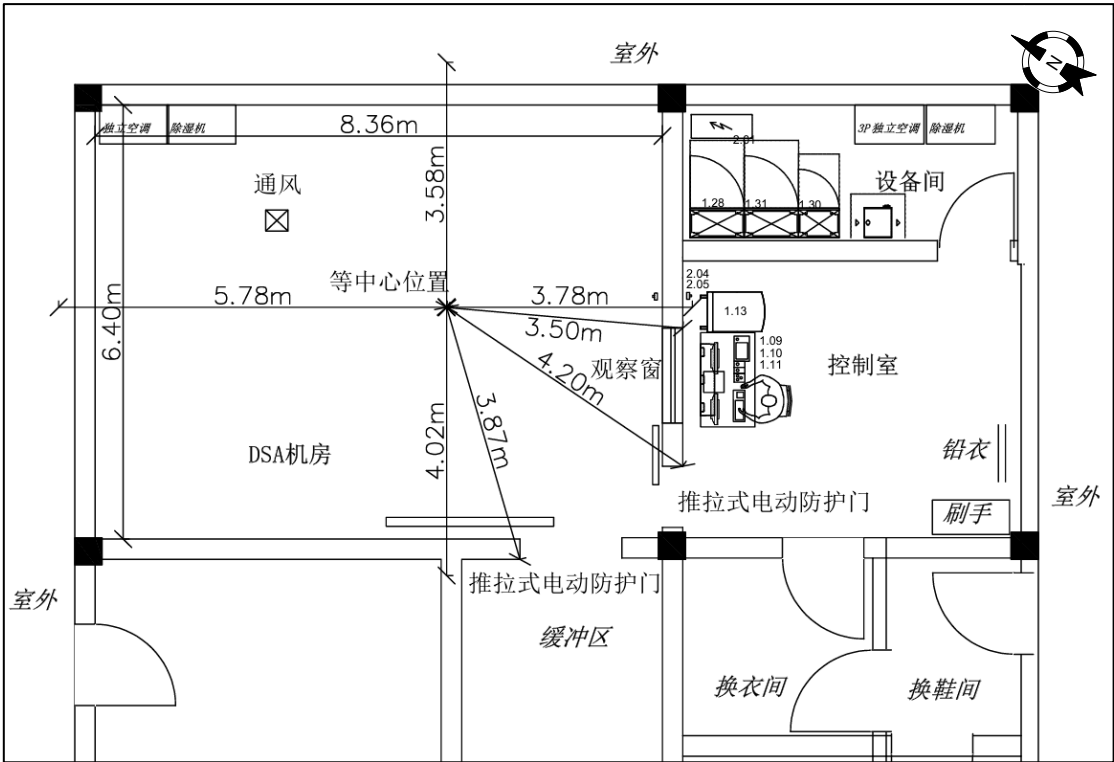


图 11-1 DSA 机房周围关注点示意图

本项目 DSA 机房的预测点选取如表 11-6：

表 11-6 本项目 DSA 机房预测点选取情况表

机房名称	点位说明	距离（m）
DSA 机房	东南墙外 30cm 处，控制室内	3.78

	西南墙外 30cm 处，加压氧舱内	4.02
	西北墙外 30cm 处，院内道路上	5.78
	东北墙外 30cm 处，院内道路上	3.58
	观察窗外 30cm 处，控制室内	3.50
	控制室电动防护门外 30cm 处，控制室内	4.20
	缓冲区电动防护门外 30cm 处，缓冲区内	3.87
	楼上距地 100cm 处	4.70
备注：点位距离通过 CAD 设计图量取。		

3.1 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剂量计算公式（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：

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

式中：

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

H_0 —X 射线机发射率常数， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；根据辐射源项分析，管电压 90kV 取 252000；管电压 100kV 取 324000；

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

a —人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值，由《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 查取。本项目理论估算时不考虑斜射的等效屏蔽，保守按垂直入射考虑，透视最大管电压为 90kV，从《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中采用内插法计算散射角 90° 时对应的 a 值为 0.0010；摄影最大管电压为 100kV，从《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中查取散射角 90° 时 100kV 对应的 a 值为 0.0013；

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^2 ；

d_0 —源至受照点的距离，本项目取 d_0 为 0.45m；

d_s —受照体至关注点的距离，m；

K —查《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024）表 G.1，采用内插法计算管电压为 76.5kV 时有效剂量与空气比释动能转换系数取 1.70Sv/Gy ；管电压为

83.6kV 时有效剂量与空气比释动能转换系数取 1.69Sv/Gy

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。

X —铅厚度，本项目 DSA 机房屏蔽体的铅当量厚度，保守按 125kV 工况下计算得出的铅厚度，见表 11-3；

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，本项目 DSA 常用最大管电压约为透视 90kV、摄影 100kV，根据《辐射防护手册(第一分册)》P448 的能量散射公式：

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos \theta)}{0.511}} \dots\dots\dots \text{公式 11-5}$$

90kV 射线经过一次散射后的能量值约为 76.5kV，100kV 射线经过一次散射后的能量值约为 83.6kV；根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 中相关数据，制作拟合曲线，由拟合曲线计算管电压为 76.5kV、83.6kV 时相应的 α 、 β 、 γ 数值，见表 11-9。

表 11-9 铅对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	α	β	γ
76.5kV	4.1744	22.1398	0.6760
83.6kV	3.3053	20.4450	0.7222

将前述有关参数代入公式 11-4，计算透视和摄影模式下 DSA 机房外关注点处、机房内介入操作人员处散射辐射剂量率，计算结果见表 11-10。

表 11-10 DSA 机房关注点处散射辐射剂量率计算结果

关注点	操作模式	H_0	I	B_s	d_0	ds	H_s
		$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	mA	/	m	m	$\mu\text{Sv/h}$
东南墙	透视模式	252000	20	2.31E-08	0.45	3.78	4.38E-05
	摄影模式	324000	500	5.06E-07			3.99E-02
西南墙	透视模式	252000	20	2.31E-08	0.45	4.02	3.87E-05
	摄影模式	324000	500	5.06E-07			3.52E-02
西北墙	透视模式	252000	20	2.31E-08	0.45	5.78	1.87E-05
	摄影模式	324000	500	5.06E-07			1.70E-02
东北墙	透视模式	252000	20	2.31E-08	0.45	3.58	4.88E-05
	摄影模式	324000	500	5.06E-07			4.44E-02
观察窗	透视模式	252000	20	3.68E-09	0.45	3.50	8.14E-06
	摄影模式	324000	500	1.18E-07			1.09E-02
控制室电动防护门	透视模式	252000	20	3.68E-09	0.45	4.20	5.65E-06

		摄影模式	324000	500	1.18E-07			7.54E-03
缓冲区电动防护门		透视模式	252000	20	3.68E-09	0.45	3.87	6.66E-06
		摄影模式	324000	500	1.18E-07			8.88E-03
楼上		透视模式	252000	20	3.39E-09	0.45	4.70	4.15E-06
		摄影模式	324000	500	1.11E-07	0.45	4.70	5.64E-03
第一术者位	铅衣内	透视模式	252000	20	1.09E-03	0.45	0.5	1.18E+02
	铅衣外	透视模式	252000	20	1.14E-02	0.45	0.5	1.24E+03
第二术者位	铅衣内	透视模式	252000	20	1.09E-03	0.45	1	2.95E+01
	铅衣外	透视模式	252000	20	1.14E-02	0.45	1	3.10E+02

3.2 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：

$$\dot{H}_L = \frac{H_1 \cdot B \cdot K}{r^2} \dots\dots\dots \text{公式 11-6}$$

式中：

H_1 —距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率，mGy/h；本项目 DSA1m 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

K —查《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024）表 G.1，采用内插法计算管电压为 90kV 时有效剂量与空气比释动能转换系数取 1.67Sv/Gy；管电压为 100kV 时有效剂量与空气比释动能转换系数取 1.65Sv/Gy

将有关参数代入公式 11-6，计算 DSA 机房外关注点处、机房内介入操作人员处的泄漏辐射剂量率，计算结果见表 11-11。

表 11-11 DSA 机房外关注点处、机房内介入操作人员处漏射线辐射剂量率计算结果

关注点	操作模式	H_1	r	B	$\dot{H}_L$
		mGy/h	m	/	μSv/h
东南墙	透视模式	1	3.78	1.42E-06	1.67E-04
	摄影模式	1	3.78	1.02E-05	1.18E-03
西南墙	透视模式	1	4.02	1.42E-06	1.47E-04
	摄影模式	1	4.02	1.02E-05	1.04E-03
西北墙	透视模式	1	5.78	1.42E-06	7.12E-05
	摄影模式	1	5.78	1.02E-05	5.03E-04
东北墙	透视模式	1	3.58	1.42E-06	1.86E-04
	摄影模式	1	3.58	1.02E-05	1.31E-03
观察窗	透视模式	1	3.50	3.70E-07	5.04E-05
	摄影模式	1	3.50	3.39E-06	4.57E-04

控制室电动防护门		透视模式	1	4.20	3.70E-07	3.50E-05
		摄影模式	1	4.20	3.39E-06	3.17E-04
缓冲区电动防护门		透视模式	1	3.87	3.70E-07	4.12E-05
		摄影模式	1	3.87	3.39E-06	3.74E-04
楼上		透视模式	1	4.70	3.48E-07	2.63E-05
		摄影模式	1	4.70	3.23E-06	2.41E-04
第一术者位	铅衣内	透视模式	1	0.5	4.08E-03	2.72E+01
	铅衣外	透视模式	1	0.5	2.52E-02	1.68E+02
第二术者位	铅衣内	透视模式	1	1	4.08E-03	6.81E+00
	铅衣外	透视模式	1	1	2.52E-02	4.20E+01

3.3 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，见表 11-12。

表 11-12 DSA 机房关注点处辐射剂量率计算结果

关注点	操作模式	辐射剂量率 (μSv/h)		合并辐射剂量
		散射辐射	泄漏辐射	μSv/h
东南墙	透视模式	4.38E-05	1.67E-04	2.11E-04
	摄影模式	3.99E-02	1.18E-03	4.11E-02
西南墙	透视模式	3.87E-05	1.47E-04	1.86E-04
	摄影模式	3.52E-02	1.04E-03	3.62E-02
西北墙	透视模式	1.87E-05	7.12E-05	8.99E-05
	摄影模式	1.70E-02	5.03E-04	1.75E-02
东北墙	透视模式	4.88E-05	1.86E-04	2.35E-04
	摄影模式	4.44E-02	1.31E-03	4.57E-02
观察窗	透视模式	8.14E-06	5.04E-05	5.85E-05
	摄影模式	1.09E-02	4.57E-04	1.14E-02
控制室电动防护门	透视模式	5.65E-06	3.50E-05	4.07E-05
	摄影模式	7.54E-03	3.17E-04	7.86E-03
缓冲区电动防护门	透视模式	6.66E-06	4.12E-05	4.79E-05
	摄影模式	8.88E-03	3.74E-04	9.25E-03
楼上	透视模式	4.15E-06	2.63E-05	3.05E-05
	摄影模式	5.64E-03	2.41E-04	5.88E-03
第一术者位	铅衣内	1.18E+02	2.72E+01	1.45E+02
	铅衣外	1.24E+03	1.68E+02	1.41E+03
第二术者位	铅衣内	2.95E+01	6.81E+00	3.63E+01
	铅衣外	3.10E+02	4.20E+01	3.52E+02

由表 11-12，机房四周最大周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“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”、“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于

25μSv/h”的要求。

3.4 辐射工作人员和公众剂量评价

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：

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \quad \dots\dots\dots \text{公式11-7}$$

式中： H_{Er} ——X射线外照射年有效剂量，mSv/a；

D_r ——关注点处剂量率，μSv/h；

T ——居留因子；

t ——年照射时间，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》（GBZ 128-2019）给出的公式进行估算：

$$E = \alpha H_{\mu} + \beta H_o \quad \dots\dots\dots \text{公式 11-8}$$

式中：

E ——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特(mSv)；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_{μ} ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 Hp(10)，单位为毫希沃特(mSv)；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

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

DSA 机房周围公众、控制室辐射工作人员年有效剂量估算结果：

将有关参数代入公式 11-7，估算 DSA 机房四周公众及控制室辐射工作人员的年附加剂量，见表 11-13。

表 11-13 DSA 机房四周公众及控制室辐射工作人员的年附加剂量

关注点		射线类型	t (h)	T	总剂量率 (μSv/h)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)
DSA 机房	东南墙外 30cm	透视模式	62.5	控制室 (1)	2.11E-04	1.32E-05
		摄影模式	4		4.11E-02	1.64E-04
	西南墙外 30cm	透视模式	62.5	加压氧舱 (1)	1.86E-04	1.16E-05
		摄影模式	4		3.62E-02	1.45E-04
	西北墙外 30cm	透视模式	62.5	院内道路 (1/40)	8.99E-05	1.40E-07
		摄影模式	4		1.75E-02	1.75E-06

	东北墙外 30cm	透视模式	62.5	院内道路 (1/40)	2.35E-04	3.67E-07
		摄影模式	4		4.57E-02	4.57E-06
	观察窗外 30cm	透视模式	62.5	控制室 (1)	5.85E-05	3.66E-06
		摄影模式	4		1.14E-02	4.54E-05
	控制室电动防 护门外 30cm	透视模式	62.5	控制室 (1)	4.07E-05	2.54E-06
		摄影模式	4		7.86E-03	3.14E-05
	缓冲区电动防 护门外 30cm	透视模式	62.5	缓冲区 (1/5)	4.79E-05	5.98E-07
		摄影模式	4		9.25E-03	7.40E-06
	楼上	透视模式	62.5	屋顶 (1/40)	3.05E-05	4.76E-08
		摄影模式	4		5.88E-03	5.88E-07

由表 11-13 可知，DSA 机房四周公众的年附加剂量最大值透视模式下为 $1.16\text{E-}05\text{mSv}$ 、摄影模式下为 $1.45\text{E-}04\text{mSv}$ ，考虑透视和摄影模式叠加后为 $1.57\text{E-}04\text{mSv}$ ，能够满足公众剂量约束值 0.1mSv/a 的要求；控制室辐射工作人员的年附加剂量最大值透视模式下为 $1.32\text{E-}05\text{mSv}$ 、摄影模式下为 $1.64\text{E-}04\text{mSv}$ ，考虑透视和摄影模式叠加后为 $1.77\text{E-}04\text{mSv}$ ，能够满足辐射工作人员剂量约束值 5mSv/a 的要求。

DSA 机房内介入操作人员年有效剂量估算结果：

将有关参数代入公式 11-8，计算第一术者、第二术者年有效剂量，结果见下表。

表 11-14 介入操作人员年有效剂量估算结果

/	α	β	空气比释动能率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）				年照射 时间 （h）	年有效剂量 E （mSv）
			部位	散射线	漏射线	合计		
第一 术者	0.79	0.051	铅衣内	1.18E+02	2.72E+01	1.45E+02	62.5	11.65
铅衣外			1.24E+03	1.68E+02	1.41E+03			
第二 术者			铅衣内	2.95E+01	6.81E+00	3.63E+01		2.91
			铅衣外	3.10E+02	4.20E+01	3.52E+02		

注：有效剂量估算中，有效剂量与空气比释动能转换系数取 1.67Sv/Gy 。

由表 11-14 可知，DSA 机房内的介入操作第一、第二术者操作位的年有效剂量分别为 11.65mSv 、 2.91mSv ，机房内第一术者操作位由 3 人承担，则第一术者操作位医师年有效剂量为 $11.65\div 3\approx 3.88\text{mSv}$ ；第二术者操作位由 1 人承担，年有效剂量为 2.91mSv ，手术室护士保守参考第二术者操作位估算年有效剂量。叠加在机房外控制室内附加剂量，介入操作第一、第二术者及护士年有效剂量能够满足辐射工作人员剂量约束值 5mSv/a 的要求。

本项目为医院首次开展放射介入项目，拟配备的 4 名介入手术医师和 1 名护士均

为新纳入个人剂量管理人员。影像技师除本项目外还从事医院放射科其他工作，因此为进一步评价本项目工作场所工作人员的辐射危害，将其 2023 年 5 月至 2024 年 5 月个人剂量监测结果作为比较，见表 11-15。

表 11-15 本项目辐射工作人员个人剂量监测结果（mSv）

序号	姓名	2023.5.31 ~2023.8.28	2023.8.29 ~2023.11.26	2023.11.27 ~2024.2.26	2024.2.27 ~2024.5.26	合计
1						0.18

根据表 11-15 可知，本项目影像技师年有效剂量最大值为 0.18mSv，与本项目叠加后年有效剂量能够满足工作人员剂量约束值 5mSv 的要求。

本项目 DSA 工作场所 50m 范围内保护目标主要为辐射工作人员、机房周围评价范围内的医务人员、患者、患者家属及流动人员、院内道路上的行人。根据表 11-13 计算结果，DSA 工作场所周围公众可达处（取屏蔽墙外 30cm 处参考点）最大年附加剂量＜0.01mSv，由于辐射影响与距离平方成反比关系以及墙体、楼体结构的屏蔽作用，最大年附加剂量均＜0.01mSv，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。

事故影响分析

1 潜在事故分析

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

- （1）DSA 操作人员违反放射操作规程或误操作，造成意外照射；
- （2）操作时其他无关人员滞留 DSA 机房内，受到照射；
- （3）DSA 发生控制系统或安全保护系统故障，使得患者或工作人员受到超剂量照射；
- （4）在射线装置出束时人员误入机房受到照射；
- （5）DSA 设备调试和维修过程中责任者脱岗或操作失误导致的人员误照事故。

2 辐射事故处置方法及预防措施

本项目 DSA 属于Ⅱ类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

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

(2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

(3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

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

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 47 号）要求，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，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。

根据上述要求，医院目前已成立专门的辐射安全管理领导小组，由其负责医院的辐射安全管理工作。医院计划安排本项目工作人员，参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习“医用 X 射线诊断与介入放射学”专业知识，考核合格方可上岗。

辐射安全管理规章制度

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，应建立健全的《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备维护检修制度》、《医用射线装置使用登记制度》、《医用射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《环境监测方案》、《辐射事故应急预案》等。医院已建立一系列辐射安全管理制度，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。现对各项制度提出相应的建议和要求：

辐射防护安全管理制度：结合医院的具体情况，明确辐射防护和安全保卫制度中对于 DSA 的要求，在 DSA 工作场所周围显著位置设置电离辐射警告标志。

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。

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。

设备维护检修制度：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。

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

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。

辐射工作人员培训计划：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。

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。

辐射监测

1 监测设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用放射源、非密封放射性物质和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监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

南京市六合区中医院计划为本项目配备 1 台辐射巡测仪。

2 监测方案

医院辐射工作已运行多年，根据辐射管理要求已制定相关监测方案，并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位射线装置安全和防护状况进行评估，并每年向管理部门提交年度评估报告。医院制定的辐射监测方案主要内容如下：

（1）每年委托有资质单位对各个辐射工作场所周围环境辐射水平进行监测，定期（1次/季度）自行开展辐射监测。

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（一季度1次）送有资质部门进行监测，建立了个人累积剂量档案。

（3）每两年组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立了职业健康监护档案。

（4）建立发现个人剂量异常、工作场所及周围环境监测时发现异常情况时的报告制度：1）在对工作场所及周围环境进行监测时，发现异常情况的，立即采取措施，并在1小时内向生态环境部门报告；2）发现个人剂量异常的，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部门、卫健委调查处理。

本项目辐射监测方案见表12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
DSA 机房	X-γ 辐射剂量率	验收监测	1 次	机房周围各关注点处，如四面墙体、机房门、控制室门、观察窗、管线洞口、操作位等
		工作场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	1 次/季度	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	1 次/3 月	/

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》和《江苏省辐射污染防治条例》等相关规定，辐射事故应急方案并明确以下几个方面：

- 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

为有效预防、及时控制和消除辐射事故所致的危害，加强医院射线装置安全监测

和控制等管理工作，保障辐射工作人员、患者以及周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，医院已制定《辐射事故应急方案》，该方案明确了以下内容：明确了放射应急救援领导小组的组织机构、职责分工、具体小组成员及联系方式，明确了辐射事故等级分类、处理程序及响应措施，明确了辐射事故调查、报告和处理程序等内容。该方案内容较为全面，符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理条例》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求。在后续工作中，医院应根据实际情况对应急方案进行修订完善，严格落实该应急预案，定期组织相关人员参加辐射事故应急演练。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

本项目位于南京市六合区中医院 3 号楼，医院位于江苏省南京市六合区龙池街道新棠路 181 号。根据现场调查可知，本项目 50m 范围内无居民区、学校等敏感点。

1.2 项目分区及布局

本项目 DSA 工作场所主要由 DSA 机房、控制室、设备间和污物间等构成，且 DSA 机房与其它房间分开单独设置，区域划分明确，工作场所布局合理。医院将 DSA 机房内区域划分为控制区，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，制定放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，控制区内不得有无关人员进入；将本项目 DSA 机房相邻的控制室、设备间划为监督区，同时将缓冲区电动防护门外 30cm 纳入监督区管理。在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，对该区不采取专门防护手段或安全措施，但定期检测其辐射剂量率。综上所述，本项目分区布局符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定。

1.3 实践正当性分析

本项目的建设将满足医院的医疗需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，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。

1.4 辐射安全措施

本项目拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要包括：（1）控制台处设置观察窗；（2）在缓冲区推拉式电动防护门上设置工作状态指示灯，警示灯箱处设置警示语句，如“射线有害、灯亮勿入”，并在醒目位置张贴“当心电离辐射”以及放射防护注意事项；（3）在缓冲区推拉式电动防护门上设置门-灯联锁装置，工作状态指示灯与防护门能有效联动；（4）在推拉式电动防护门上设置防夹装置，拟设置曝光时关闭机房门的管理措施；（5）在 DSA 机房内诊断床上、控制台上设置急停按钮；（6）为本项目参与同室操作的介入手术人员配备双个人剂量计；（7）为参与介入手术的辐射工作人

员配备一系列防护用品，本项目在落实以上辐射安全措施后，能够满足辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

南京市六合区中医院已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，并以文件形式明确管理领导小组职责。医院已制定一系列辐射安全管理制度，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》，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，并在日常工作中落实。

医院计划安排本项目辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训；计划继续委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检，建立完整的个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

医院计划为本项目配备 1 台辐射巡测仪。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

本项目 DSA 机房屏蔽体等效铅当量均不低于 2mmPb，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中 C 形臂 X 射线设备机房的相关要求即屏蔽铅当量不少于 2mmPb。

2.2 保护目标剂量

根据分析预测，在做好个人防护措施和安全措施的情况下，DSA 辐射工作人员及周围公众年受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及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）。

2.3 三废处理处置

医院拟在本项目 DSA 机房天花板上方设置通风口。DSA 机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过通风系统排入大气，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，本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具备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，从辐射环境保护角度论

证，该项目的建设和运行是可行的。

建议与承诺

1、该项目运行中，应严格遵守操作规程，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。

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

3、项目建成后医院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》的有关规定进行自主环境保护验收工作，验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

附表：本项目“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	已以文件形式成立辐射安全管理领导小组，负责辐射安全管理工作，且明确其管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。	/
辐射安全和防护措施	本项目机房四侧墙体为240mm实心砖+20mm硫酸钡水泥，顶部为160mm混凝土+2mm铅板，底部为200mm混凝土，防护门采用4mmPb铅板，观察窗采用4mmPb铅玻璃。 本项目拟设计相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：（1）控制台处设置观察窗；（2）在缓冲区推拉式电动防护门上设置工作状态指示灯，警示灯箱处设置警示语句，如“射线有害、灯亮勿入”，并在醒目位置张贴“当心电离辐射”以及放射防护注意事项；（3）在缓冲区推拉式电动防护门上设置门-灯联锁装置，工作状态指示灯与防护门能有效联动；（4）在推拉式电动防护门上设置防夹装置，拟设置曝光时关闭机房门的管理措施；（5）在DSA机房内诊断床上、控制台上设置急停按钮；（6）为本项目参与同室操作的介入手术人员配备双个人剂量计；（7）为参与介入手术的辐射工作人员配备一系列防护用品	满足透视条件下机房外周围剂量当量率不大于2.5μSv/h、摄影条件下机房外周围剂量当量率不大于25μSv/h的要求。辐射工作人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv。 满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求。	54
人员配备	拟安排本项目辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习辐射安全和防护专业知识。 拟安排本项目辐射工作人员进行个人剂量监测，建立工作人员个人剂量档案。 拟安排本项目辐射工作人员参加职业健康体检，建立职业健康监护档案。	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》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	定期投入 定期投入 定期投入
监测仪器和防护用品	计划为本项目配备1台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用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监测仪器要求。	1
辐射安全管理制度	医院已根据相关标准要求，制定了一系列辐射安全管理制度，医院还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行完善补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训	/

		计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。	
其他污染防治措施	(1) 医院拟在本项目机房顶部设置排风系统，DSA 机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过排风系统排入大气。 (2) 本项目工作人员和部分患者产生的生活污水，由医院内污水处理站处理。 (3) 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污物间，由医院统一作为医疗废物处理。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 及项目管理的要求。	/

以上措施必须在项目运行前落实。

表 14 审批

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