

核技术利用建设项目
江西中医药大学附属医院
射线装置应用项目
环境影响报告表
(公示稿)

江西中医药大学附属医院 (盖章)

二〇二五年九月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江西中医药大学附属医院

射线装置应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：江西中医药大学附属医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：刘良倚

通讯地址：南昌市西湖区抚生路 666 号

邮政编码：330026

联系人：肖慧华

电子邮箱：Xiao6362597@163.com 联系电话：18170939876

打印编号：1754642360000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	w4cv8s		
建设项目名称	江西中医药大学附属医院射线装置应用项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	江西中医药大学附属医院		
统一社会信用代码	1236000049101596XT		
法定代表人（签章）	刘良倚		
主要负责人（签字）	杨军平		
直接负责的主管人员（签字）	肖慧华		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	江西省地质局实验测试大队		
统一社会信用代码	12360000858266387A		
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
吴群	2017035360352013360710000096	BH010017	
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
周嘉文	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	BH072273	
吴群	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议、审批	BH010017	

基础材料真实性承诺书

我方已对《江西中医药大学附属医院射线装置应用项目》
报告表内容认真核对，确认项目相关基础资料均为我方提供，
可以上报生态环境行政主管部门，由于我方提供资料真实性造
成的法律责任由我方承担。特此承诺！

江西中医药大学附属医院
2025年8月8日



目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	19
表 3	非密封放射性物质	19
表 4	射线装置	19
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	20
表 6	评价依据	21
表 7	保护目标与评价标准	23
表 8	环境质量和辐射现状	27
表 9	项目工程分析与源项	32
表 10	辐射安全与防护	40
表 11	环境影响分析	49
表 12	辐射安全管理	68
表 13	结论与建议	74
表 14	审批	76

表 1 项目基本情况

建设项目名称		江西中医药大学附属医院射线装置应用项目				
建设单位		江西中医药大学附属医院				
法人代表		刘良倚	联系人	肖慧华	联系电话	18170939876
注册地址		江西省南昌市东湖区八一大道 445 号				
项目建设地点		南昌市西湖区抚生路 666 号医技住院楼一楼 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1800	项目环保投资 (万元)	350	投资比例（环保 投资/总投资）	19.4%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）	103
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 用放射性药物			
		☐ 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	/				

1.1 核技术利用项目情况

1.1.1 建设单位情况简述

江西中医药大学附属医院（江西省中医院）创办于 1954 年，是江西中医医疗、教学、科研、预防保健的龙头医院。医院是国家区域医疗中心、国家中医药传承创新中心、国家中医药传承创新工程、国家中医临床研究基地、国家中医疫病防治基地建设单位，是全国中医药文化宣传教育基地、国家药品不良反应监测哨点单位和江西省中医医疗联合会理事长单位。

医院拥有东湖、西湖和高新三个院区，形成了“一院三区多门诊”的发展格局。其中，东湖院区占地约 30 余亩，床位 1600 张，是综合型、专科特色鲜明的中医龙头医院，位于南昌市东湖区八一大道 445 号；西湖院区占地约 110 余亩，设置床位 996 张，是以针灸康复为主要特色的大专科、小综合型特色院区，位于南昌市西湖区抚生路 666 号；高新院区占地约 150 亩，规划床位 1000 张，引入上海龙华医院优质医疗资源，建设以肿瘤、中医外科、肛肠等专科疑难重症诊治为发展方向的国家中医区域医疗中心，位于南昌市高新技术开发区雁行二路 66 号。

本项目位于医院西湖院区，西湖院区地理坐标为北纬 28°39'17.424"，东经 115°51'57.521"。

1.1.2 项目建设规模、目的和任务的由来

为满足日益增加的患者就医需求，为群众带来更好的医疗保障服务，同时促进医院的发展，医院拟在西湖院区医技住院楼（又称 1 号住院部）一楼规划建设两间 DSA 手术室，配套使用两台医用血管造影 X 射线装置（简称 DSA），该场所现为大厅及收费室。

其中 DSA 手术室 1 拟配置 1 台 Allia IGS Ultra 型 DSA，该 DSA 为单球管设备，最大管电压 125kV，最大管电流为 1000mA，带类 CT 成像功能，属于 II 类射线装置；DSA 手术室 2 中拟配置的 DSA 型号待定，为单球管设备，最大管电压 125kV，最大管电流为 1250mA，带类 CT 成像功能，属于 II 类射线装置。

本项目 DSA 辐射工作人员依托医院现有辐射工作人员 10 人（均为东湖院区介入科原有 DSA 辐射工作人员），此外拟新增 2 名技师，每台 DSA 拟配备 6 名辐射工作人员（医师 2 人，护士 2 人，技师 2 人，分为两组，每组医师 1 人，护士 1 人，技师 1 人），共配备 12 名辐射工作人员，调配后的辐射工作人员仍从事原岗位辐射工作，原有设备仍正常使用，本项目拟调配的现有辐射工作人员均在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）参加辐射安全与防护培训，参加相关考试并通过考核，均做到持证上岗，医院拟安排新增的 DSA 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（<http://fushe.mee.gov.cn/>）参加辐射安全与防护培训，参加相关考试，做到持证上岗，本项目现有辐射工作人员情况一览表见表 1-1。

表 1-1 本项目现有辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	岗位	考核类别	辐射安全与防护 培训证书编号	有效期至	体检结果	2024.4 至 2025.3 累计剂量
1	邹国辉	医师	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS25JX0100480	2030.06.30	可继续原 放射工作	0.05mSv
2	戴飞	医师	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS23JX0101725	2028.11.24	可从事放 射工作	0.05mSv
3	罗寒彬	医师	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS23JX0101724	2028.11.24	可继续原 放射工作	0.05mSv
4	沈亚徐	医师	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS23JX0101739	2028.12.26	可继续原 放射工作	0.07mSv
5	何建成	技师	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS20JX0100491	2025.10.23	可继续原 放射工作	0.05mSv
6	方小兔	技师	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS21JX0100171	2026.01.26	可继续原 放射工作	0.05mSv
7	潘琳	护士	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS21JX0101536	2026.12.20	可继续原 放射工作	0.05mSv

8	邓莉	护士	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS21JX0101530	2026.12.20	可继续原 放射工作	0.05mSv
9	邓露双	护士	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS23JX0101569	2028.10.27	可继续原 放射工作	0.05mSv
10	涂文娟	护士	医用 X 射线诊断 与介入放射学	FS23JX0100905	2028.06.29	可继续原 放射工作	0.18mSv

本项目射线装置一览表见表 1-2。

表 1-2 本项目射线装置一览表

序号	设备名称	数量(台)	型号	类别	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	应用目的和任务	工作场所	备注
1	DSA	1	Allia IGS Ultra	II类	125	1000	放射诊断、介入治疗	西湖院区医技住院楼一楼 DSA 手术室 1	单球管,带类 CT
2	DSA	1	待定	II类	125	1250	放射诊断、介入治疗	西湖院区医技住院楼一楼 DSA 手术室 2	单球管,带类 CT

由“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）”可知，本项目 DSA 属于II类射线装置

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》《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》可知，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172 核技术利用建设项目-使用II类射线装置”，江西中医药大学附属医院射线装置应用项目应进行辐射环境影响评价并编制辐射环境影响报告表。为此，江西中医药大学附属医院于 2025 年 5 月正式委托江西省地质局实验测试大队进行辐射环境影响评价。江西省地质局实验测试大队则立即组织人员进行了现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成了该项目的辐射环境影响报告表。

1.2 项目周边环境概况及选址合理性分析

江西中医药大学附属医院西湖院区位于南昌市西湖区抚生路 666 号,医院东面为抚生路,南面为烟厂路,西面为欧鹏湾住宅区,北面为建设西路。

本项目拟建的 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 均位于西湖院区医技住院楼一楼。医技住院楼东面为医院内部道路及药用植物园,南面为医院内部道路及家属楼,西面为医院内部道路、综合楼、艾灸文化广场及 2 号住院部,北面为医院内部道路。

DSA 手术室 1 东面为办公室、值班 1 及值班室;南面为洁净区走廊;西面为控制室及污物通道;北面为设备间 1 及风井;楼上为 B 超室、过道及内镜室;楼下为地下停车场。DSA 手术室 2 东面为控制室及洁净区走廊;东南面为换床/缓冲间;南面为大厅;西面为空调机房;西南面为楼梯间;北面为设备间 2 及污物通道;楼上为等候大厅(含咨询台),楼下为地下

停车场。

DSA 手术室 1 东南侧 0~47m 为医技住院楼，47~50m 为院内道路；南侧 0~50m 为医技住院楼；西南侧 0~35m 为医技住院楼及院内道路，35~50m 为艾灸文化广场；西北侧 0~26m 为医技住院楼及院内道路，26~50m 为 2 号住院部；东北侧 0~46m 为医技住院楼及院内道路，46~50m 为建设西路。DSA 手术室 2 东侧、南侧 0~50m 为医技住院楼；西南侧 0~25m 为医技住院楼及院内道路，25~50m 为艾灸文化广场；西北侧 0~16m 为医技住院楼及院内道路，16~50m 为 2 号住院部；北侧 0~50m 为院内道路。

本项目西湖院区医技住院楼一楼 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 选址充分考虑了邻室（含楼上楼下）及周围场所的人员防护与安全。DSA 手术室 1 北侧 0~46m 范围位于医院内，46~50m 范围位于医院外（建设西路），东侧、南侧、西侧 50m 范围均位于医院内；DSA 手术室 2 四周 50m 范围均位于医院内。本项目辐射工作场所周围 50m 评价范围内主要环境敏感目标为医院用房，无学校、居民区等敏感目标，且本项目辐射工作场所屏蔽体等防护设施厚度、辐射工作场所的布局均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求，对工作人员以及公众的年有效剂量值低于剂量约束值，故本项目选址合理可行。

本项目地理位置图见图 1-1，医院西湖院区平面布置图见图 1-2，本项目外环境关系图见图 1-3，本项目周围环境现状照片见图 1-4，本项目医技住院楼一楼平面布置图（局部）见图 1-5，本项目 DSA 手术室楼上平面布置图（局部）见图 1-6，本项目 DSA 手术室楼下平面布置图（局部）见图 1-7。

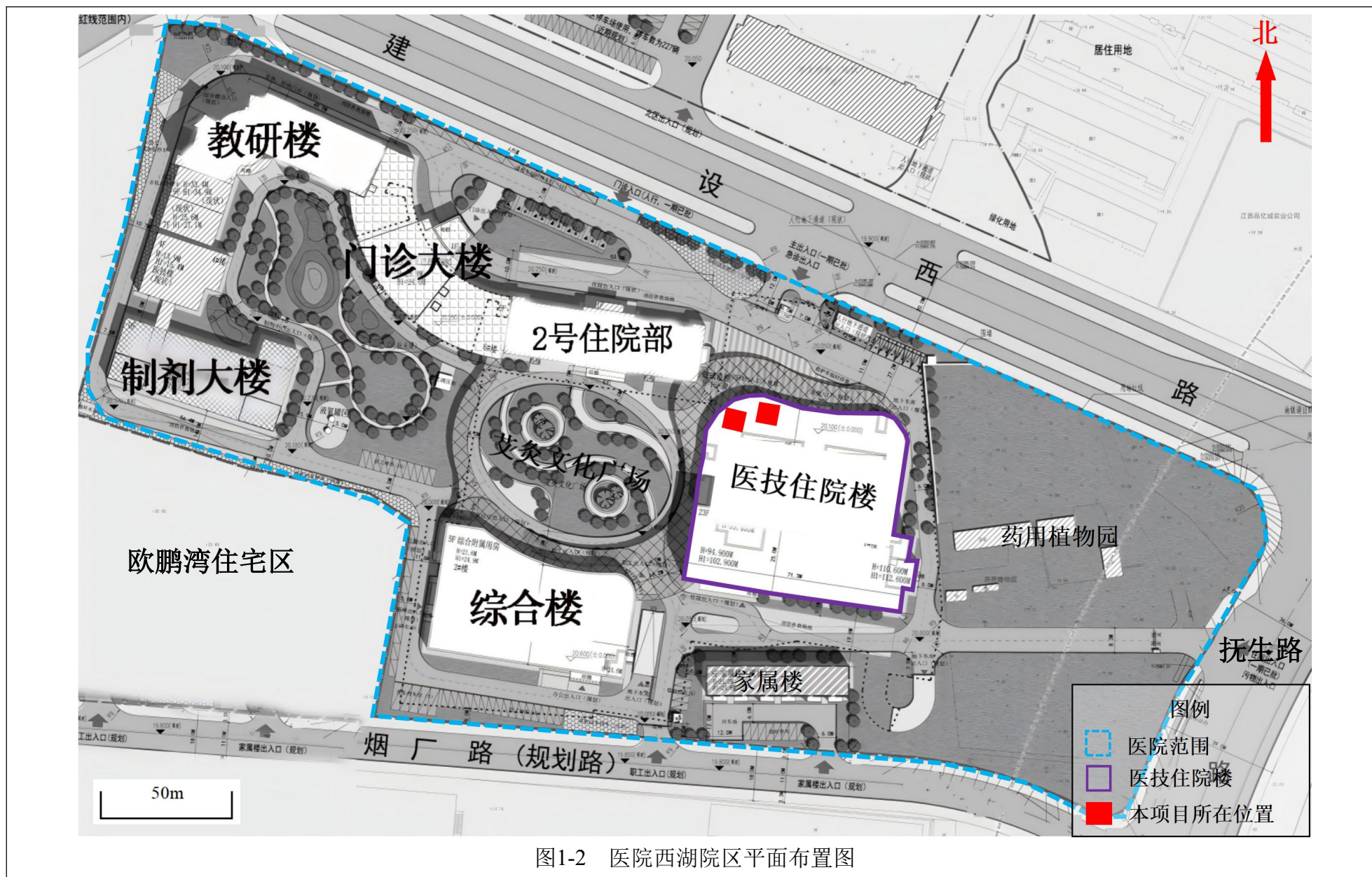


图1-2 医院西湖院区平面布置图



医技住院楼东侧



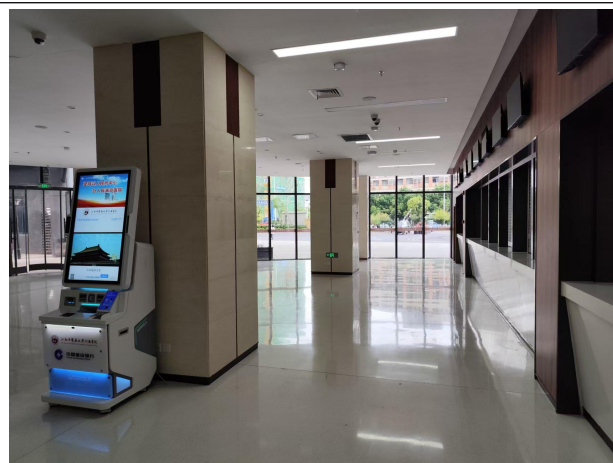
医技住院楼南侧



医技住院楼西侧



医技住院楼北侧



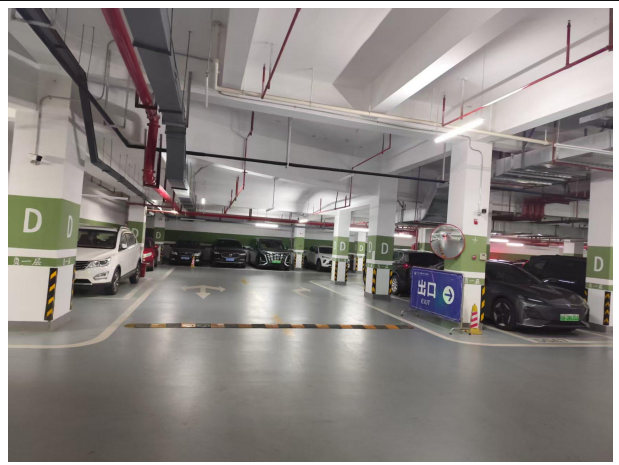
拟建 DSA 手术室 1



拟建 DSA 手术室 2



拟建 DSA 手术室 1、2 楼上



拟建 DSA 手术室 1、2 楼下



医技住院楼西侧 2 号住院部



环评工程师现场踏勘

图 1-4 本项目周围环境现状照片

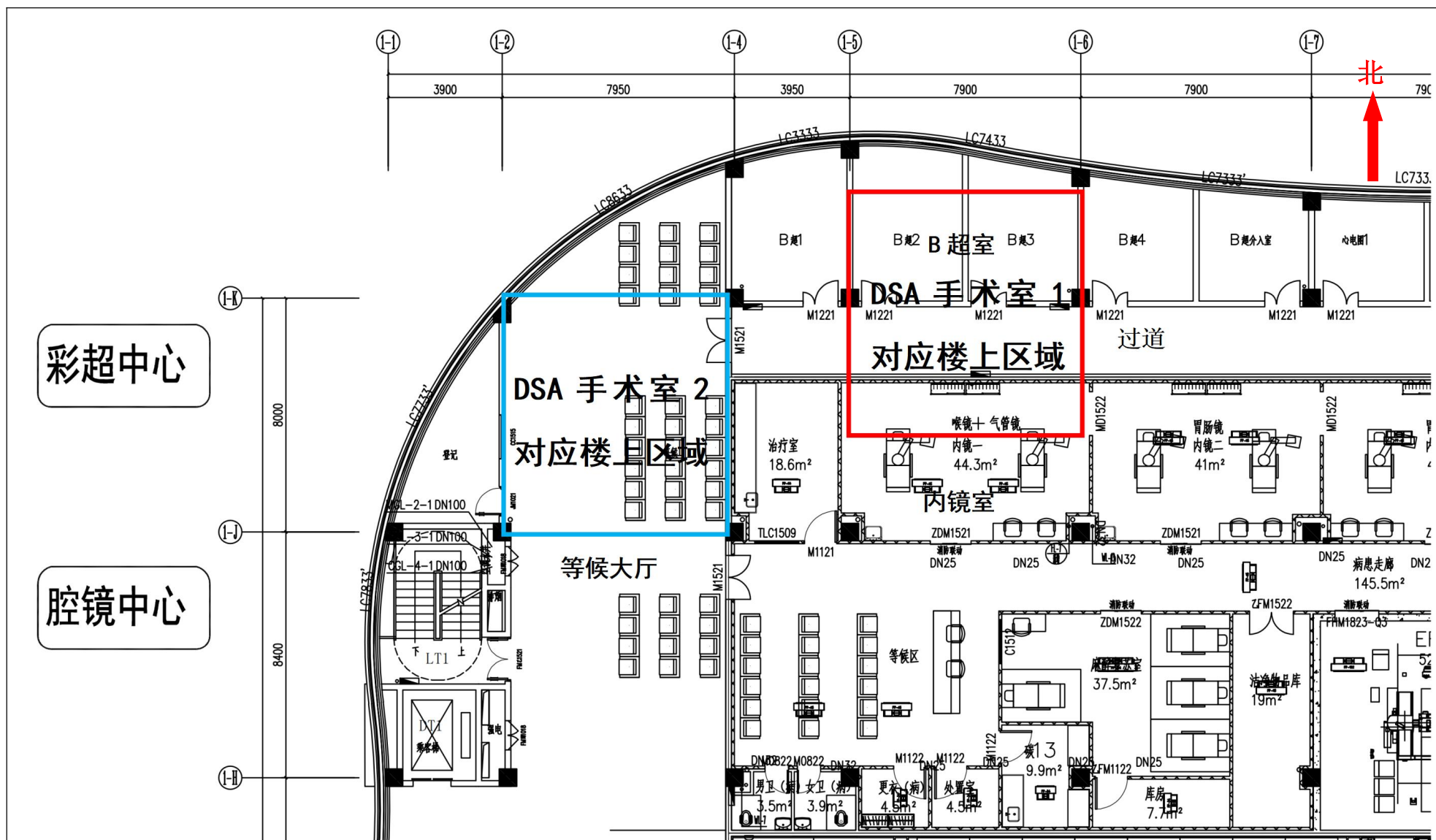


图 1-6 本项目 DSA 手术室楼上平面布置图（局部）

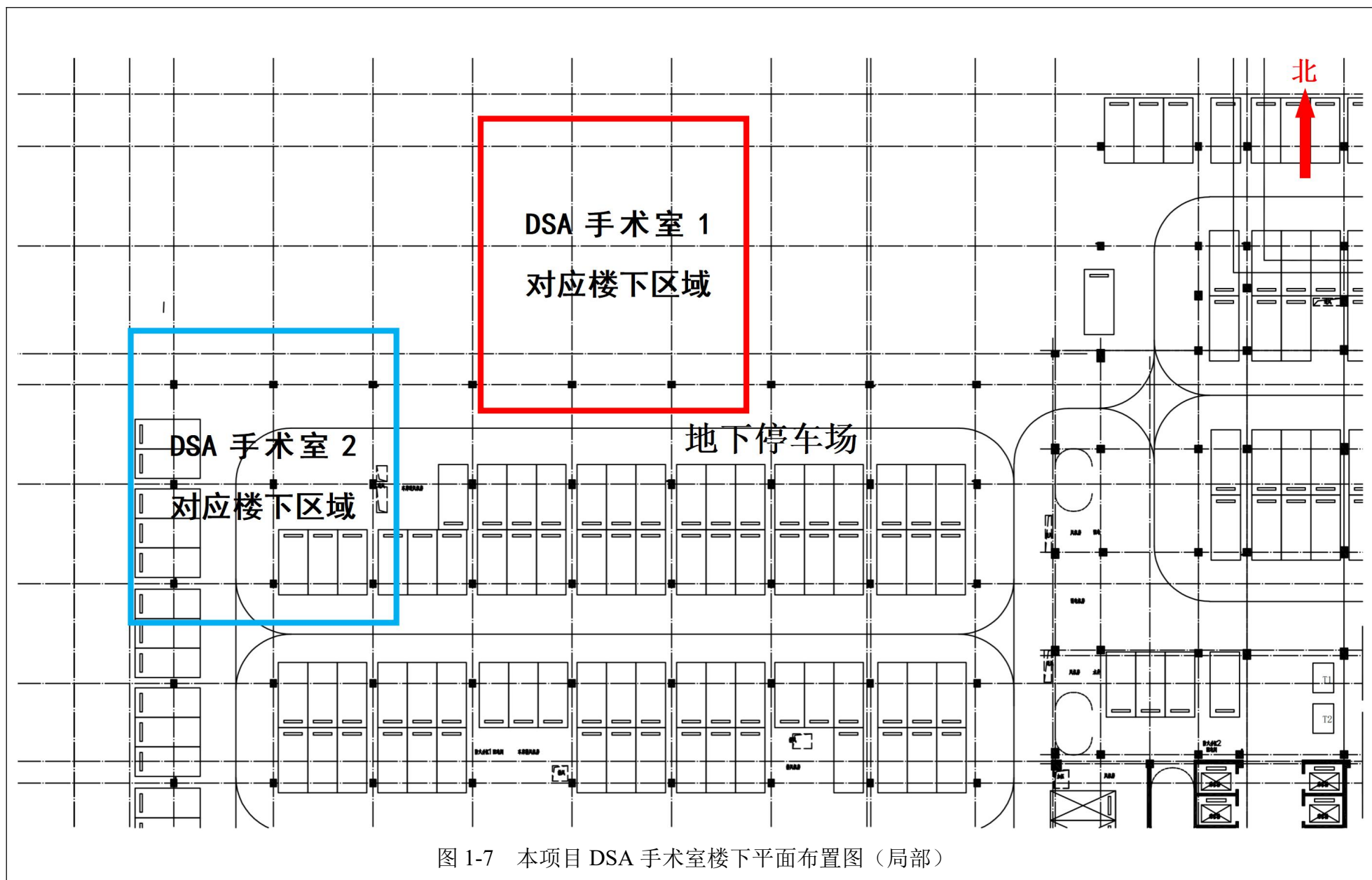


图 1-7 本项目 DSA 手术室楼下平面布置图（局部）

1.3 医院核技术应用项目概况

1.3.1 原有核技术项目回顾

江西中医药大学附属医院拥有东湖、西湖和高新三个院区以及阳明路门诊，其中东湖院区现有 2 台Ⅱ类射线装置和 20 台Ⅲ类射线装置，2 台Ⅱ类射线装置均为 DSA。20 台三类射线装置包括 DR 机 4 台，移动 X 线机 7 台，移动式 C 形臂 X 射线机 2 台，CT 机 3 台，骨密度仪、口腔 X 射线机、口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备、碎石机定位仪各 1 台。

医院西湖院区门诊使用 5 台Ⅲ类射线装置，包括 DR、X 射线计算机断层摄影机、牙片 X 射线机、双能 X 射线骨密度仪、移动式 C 形臂 X 射线机各 1 台。

医院阳明路门诊使用 1 台 DR 机，属Ⅲ类射线装置。

上述射线装置均已履行环评手续，取得了环评批复（见附件 3）。医院于 2024 年 7 月 23 日申领了辐射安全许可证，证号为赣环辐证[A2492]（见附件 2），有效期至 2029 年 7 月 22 日。江西中医药大学附属医院现已使用射线装置情况详见表 1-3。

表 1-3 医院射线装置环评及验收情况一览表

序号	设备名称	型号	安装位置	类别	环评情况	验收情况
东湖院区						
1	X 射线计算机断层摄影装置（64 排螺旋 CT）	GE discovery HD750	2 号楼一楼放射科 3 号机房	Ⅲ类	洪环审批 [2014]184 号	洪环批 [2016]43 号
2	骨密度仪	Discovery Wi	2 号楼一楼放射科 4 号机房	Ⅲ类	备案号：201736010200000001	/
3	X 射线计算机断层摄影装置（16 排螺旋 CT 机）	Bright speed	2 号楼一楼放射科 5 号机房	Ⅲ类	赣环辐字 [2014]72 号	赣环辐函 [2017]161 号
4	DR 机	Digital Diagnost	2 号楼一楼放射科 6 号机房	Ⅲ类	备案号：202036010200000082	/
5	DR 机	DigiEye760	2 号楼一楼放射科 7 号机房	Ⅲ类	洪环审批 [2014]184 号	洪环批 [2016]43 号
6	DR 机	Digital Diagnost	2 号楼一楼放射科 8 号机房	Ⅲ类	洪环审批 [2014]184 号	洪环批 [2016]43 号
7	移动式 X 射线机	Mobilett Mira	2 号楼一楼放射科	Ⅲ类	赣环辐字 [2014]72 号	赣环辐函 [2017]161 号
8	移动 X 线机（小 C）	OEC850	1 号楼四楼手术室	Ⅲ类	洪环审批 [2014]184 号	洪环批 [2016]43 号
9	移动 X 线机（小 C）	Ziehm8000	1 号楼四楼手术室	Ⅲ类	洪环审批 [2015]75 号	赣环辐函 [2017]161 号

10	移动 X 线机（小 C）	Ziehm8000	1 号楼四楼手术室	Ⅲ类	洪环审批 [2015]75 号	赣环辐函 [2017]161 号
11	移动 X 线机（小 C）	Ziehm8000	1 号楼四楼手术室	Ⅲ类	洪环审批 [2014]184 号	洪环批 [2016]43 号
12	移动 X 线机（小 C）	Ziehm8000	1 号楼四楼手术室	Ⅲ类	备案号： 2022360102 00000005	/
13	移动 X 线机（小 C）	ZiehmSolo	1 号楼四楼手术室	Ⅲ类	备案号： 2022360102 00000005	/
14	数字减影血管造影 X 线机	Discovery IGS730	1 号楼 18 楼 1 号机房	Ⅱ类	赣环辐字 [2014]72 号	赣环辐函 [2017]161 号
15	数字减影血管造影 X 线机	Innova IGS520	1 号楼 18 楼 2 号机房	Ⅱ类	赣环辐字 [2014]72 号	赣环辐函 [2017]161 号
16	DR 机	新东方 1000ND	5 号楼六楼体检科 DR 机房	Ⅲ类	备案号： 2019360102 00000087	/
17	口腔 X 射线机	Kodak2100	7 号楼一楼口腔科	Ⅲ类	备案号： 2020360102 00000036	/
18	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备（口腔 CT）	ORTHOPHOS XG 3D Ceph	7 号楼一楼口腔科	Ⅲ类	备案号： 2020360102 00000036	/
19	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC Elite CFDx	5 号楼 5 楼内镜介入室	Ⅲ类	备案号： 2020360102 00000037	/
20	碎石机定位仪	HK.ESWL-V	1 号楼 2 楼碎石机房	Ⅲ类	赣环辐字 [2014]72 号	赣环辐函 [2017]161 号
21	X 射线计算机体层摄影设备 CT	uCT 780	2 号楼一楼放射科 9 号机房	Ⅲ类	备案号： 2022360102 00000005	/
22	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC One	1 号楼四楼手术室	Ⅲ类	备案号： 2024360102 00000029	/
西湖院区门诊						
23	DR 机	万东新东方 1000FA 型	4 号楼教研楼一楼 3 号机房	Ⅲ类	备案号： 2022360103 00000004	/
24	X 射线计算机断层摄影机 CT	Bright speed Elite	4 号楼教研楼一楼 4 号机房	Ⅲ类	备案号： 2017360103 00000033	/

25	双能 X 射线骨密度仪	KD-GRAND	4 号楼教研楼一楼 2 号 (骨密度) 机房	III 类	备案号: 2024360103 00000034	/
26	牙片 X 射线机	ORTHOPHO S XG 5 Ceph	3 号楼门诊大楼三层口腔科	III 类	备案号: 2022360103 00000189	/
27	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm 8000	2 号住院部一楼手术部 OR2-手术室	III 类	备案号: 2024360103 00000034	/
阳明路门诊						
28	DR 机	Ysio	国际教育学院一楼(阳明路门诊)	III 类	洪环审批 [2015]184 号	/

注：1) 上表中“/”为未进行竣工环保验收，根据生态环境部“关于环评登记表项目是否要进行环保验收的回复”可知，按照现行法律规章，对编制环境影响登记表的建设项目没有作出竣工环保验收要求。2) “环评情况”一列中仅“赣环辐字[2014]72 号”的环评文件为环境影响报告表，其余射线装置的环评文件为环境影响登记表。3) 目前江西中医药大学附属医院高新院区未使用射线装置。

1.3.2 医院辐射安全管理现状

医院根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，在辐射防护设施运行、维护、检测、辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方完成了以下工作：

(1) 医院成立了辐射安全与环境保护管理委员会。

建设单位已成立辐射安全与环境保护管理委员会（见附件 5），能够满足原有核技术利用项目运行过程中辐射防护管理和监督的需要。

(2) 辐射安全管理相关规章制度

医院在原有核技术利用项目运行中已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，制定了《江西中医药大学附属医院辐射防护和安全保卫制度》《江西中医药大学附属医院辐射安全管理制度》《江西中医药大学附属医院辐射安全管理操作规程》《江西中医药大学附属医院射线装置使用登记台账管理制度》《江西中医药大学附属医院辐射环境监测方案》《江西中医药大学附属医院辐射人员培训计划》《江西中医药大学附属医院辐射设备检修维护制度》《江西中医药大学附属医院辐射监测仪器使用与校验管理制度》《江西中医药大学附属医院放射工作人员个人剂量监测制度》《江西中医药大学附属医院放射科岗位职责》《江西中医药大学附属医院辐射事故应急预案》《江西中医药大学附属医院辐射事故报告制度》《DSA 操作规程》等规章制度，制度基本满足目前核技术利用项目开展的需要，实践过程中若发现与工作实践不符或采取的防护技术有变化的情况出现，医院将立即组织相关人员进行修订，以保持制度的适用性和规范性，最大限度保护环境和人员免受辐射影

响。

（3）辐射工作人员培训情况

医院有辐射工作人员 95 人，其中 30 人已经通过了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习培训并考核合格，65 人仅从事 III 类射线装置使用活动的辐射工作人员通过了医院组织的自行考核，医院辐射工作人员培训情况统计详见附件 8。

（4）医院现有所有辐射工作人员均已进行个人剂量监测，根据 2024 年 4 月至 2025 年 3 月连续四个监测周期个人剂量监测报告（见附件 4），医院现所有辐射工作人员近四个季度的个人剂量监测最大值为 0.38mSv（诊断放射学万鑫宇），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值，也满足职业剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求。医院定期安排辐射工作人员进行职业健康检查，并建立了完善的职业健康档案。

（5）医院各辐射工作场所均根据相关标准要求布局，采取了相应的控制区和监督区分管理，各辐射工作场所设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯等辐射防护与安全措施，且均制定了相应的操作规程。医院为辐射工作人员和患者配置了铅衣、铅帽、铅围脖等防护用品。医院已配备两台辐射监测仪，一台在东湖院区 1 号楼 18 楼介入室，一台在西湖院区 4 号楼 1 楼影像科，定期对射线装置工作场所的辐射安全与防护措施进行检查，并定期对射线装置工作场所周围辐射环境进行自行监测。

（6）医院制定了设备定期保养维护制度，定期自行检测设备状况，记录设备日常运行和异常情况，且每年由设备厂家进行定期预防性保养。

（7）根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，医院每年委托有资质单位对核技术利用建设项目辐射工作场所和周围环境进行 1 次辐射水平监测，监测报告存档。根据医院上一年度辐射工作场所年度监测报告，医院辐射工作场所和周围环境的辐射监测结果满足标准要求。

（8）年度评估报告情况

医院按照《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，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告（见附件 6），由年度评估报告可知，在 2024 年度，医院认真执行辐射环境管理相关法律法规标准，全年未发生辐射安全事故，医院射线装置机房屏蔽体屏蔽效果均满足相关标准要求。

医院现阶段存在的问题及建议：

东湖院区 1 号楼 18 楼 2 号机房的数字减影血管造影 X 线机型号实际为 Innova IGS520，

辐射安全许可证上的型号 Lnnova IGS520 描述错误，医院需及时更新辐射安全许可证。

1.4 本项目与原有项目的依托关系

本项目属于核技术利用新建项目，相关工作尚在筹备中。

(1)主体工程(建筑)的依托关系

本项目 DSA 手术室拟建场所位于医技住院楼一楼西北角，该场所原为大厅及收费室，本项目拟将该场所改建为 DSA 手术室，该项目辐射工作场所均为新增场所，不依托原有核技术利用项目。

(2)辐射安全与防护设施(设备)、防护用品与辐射监测设备的依托关系

本项目的辐射安全与防护设施(设备)、防护用品、监测设备为新增购置，不依托原有核技术利用项目。

(3)辐射工作人员依托关系说明

本次核技术利用项目建成投入使用后，医院拟从现有辐射工作人员中调配部分人员作为本项目工作人员，调配后不再从事原有辐射工作。

(4)辐射安全管理制度依托关系说明

本项目建成后，辐射安全纳入医院管理，医院已制定了《江西中医药大学附属医院辐射防护和安全保卫制度》《江西中医药大学附属医院辐射安全管理制度》《江西中医药大学附属医院辐射安全管理操作规程》《DSA 操作规程》等一系列比较完善的辐射安全管理制度，本次项目将依托医院已制定的相关辐射安全制度，对原有辐射安全管理制度进行完善。只要在日常工作中严格落实，能够满足核技术利用项目的管理需求。

1.5 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类“十三、医药中的 4、高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.6 实践正当性

医院本项目内容为使用 DSA 开展放射诊断、介入治疗项目，该项目的开展能够为患者提供更好的医疗服务，本项目对工作人员和公众的辐射影响满足国家相关标准要求。本项目对患者和社会所带来的利益（主要是患者的健康有利）大于可能引起的辐射危害。因此，本

项目核技术利用实践活动是正当的。

1.7 评价目的

(1) 对医院此次环评的 DSA 工作场所周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，以掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状。

(2) 通过环境影响评价，预测建设项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染控制对策，为建设项目的工程设计和环境管理提供科学依据。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(4) 提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部对建设项目环境管理规定的要求，为辐射环境管理提供科学依据。

1.8 评价因子及评价重点

本项目的污染因子为 DSA 在应用过程中产生的电离辐射。本次评价采用 X- γ 辐射剂量率和有效剂量作为评价因子，重点评价 DSA 使用过程中产生的电离辐射对环境敏感点人群的影响。

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》（GB18871-2002）。

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	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 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	Allia IGS Ultra	125	1000	放射诊断、介入治疗	西湖院区医技住院楼一楼 DSA 手术室 1	单球管, 带类 CT 功能
2	DSA	II类	1	待定	125	1250	放射诊断、介入治疗	西湖院区医技住院楼一楼 DSA 手术室 2	单球管, 带类 CT 功能

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	气体	/	/	少量	少量	少量	不暂存	通过排风系统排入大气, 臭氧在常温常压下稳定性较差, 可自行分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg, 或 Bq/m³) 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》（中华人民共和国主席令第九号 自 2015 年 1 月 1 日起施行） (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 2018 年修订） (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） (4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号） (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号，2019 年修订） (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部第 3 号令，2021 年修正版） (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保部令第 18 号） (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令 第 16 号） (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） (10)关于进一步优化辐射安全考核的公告,生态环境部 公告 2021 年 第 9 号,2021 年 3 月 15 日起实施 (11)《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日 (12) 《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 (13) 《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号） (14) 《卫生部核事故和辐射事故卫生应急预案》（卫应急发〔2009〕101 号） (15) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，自 2024 年 2 月 1 日起施行） (16) 《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 (17)《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）
------	--

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) 《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) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021) (4) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) (5) 《放射诊断放射防护要求》 (GBZ 130-2020) (6) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ 128-2019) (7) 《放射工作人员健康要求及监护规范》 (GBZ 98-2020) (8) 《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) (9) 《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》 (WS76-2020) (10) 《放射治疗辐射安全与防护要求》 (HJ1198-2021)
其他	(1) 项目环境影响评价委托书 (2) 《中国环境天然放射性水平》 (中国原子能出版社, 2015 年) (3) 其他技术资料

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用 DSA 工作场所，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），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。考虑到该项目的实际情况，本项目评价范围为医技住院楼一楼 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 实体屏蔽物外 50m 范围。

7.2 保护目标

由医院总平面布置及现场调查可得，本项目主要环境保护目标为本项目辐射工作人员、各工作场所周围偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员以及评价范围的公众。本项目的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象			相对方位	距离	规模
医技住院楼一楼 DSA 手术室 1	职业工作人员	控制室	西侧	紧邻	4 人
		DSA 手术室 1	机房内	/	4 人
	公众成员	办公室	东侧	紧邻	4 人
		值班室	东侧	紧邻	2 人
		值班 1	东侧	紧邻	2 人
		洁净区走廊	南侧	紧邻	5 人
		污物通道	西侧	紧邻	2 人
		设备间 1	北侧	紧邻	2 人
		B 超室、内镜室	楼上	紧邻	8 人
		过道	楼上	紧邻	流动人员
		地下停车场	楼下	紧邻	流动人员
		医技住院楼	项目所在大楼	紧邻	200 人
		艾灸文化广场	西南侧	35~50m	流动人员
		2 号住院部	西北侧	26~50m	200 人
		机房四周 50m 范围内的流动人员	四周	0-50m	流动人员

医技住院楼一楼 DSA 手术室 2	职业工作人员	控制室	东侧	紧邻	4 人
		DSA 手术室 2	机房内	/	4 人
	公众成员	洁净区走廊	东侧	紧邻	5 人
		换床/缓冲间	东南侧	紧邻	2 人
		大厅	南侧	紧邻	20 人
		空调机房	西侧	紧邻	2 人
		楼梯间	西南侧	紧邻	流动人员
		污物通道	北侧	紧邻	2 人
		设备间 2	北侧	紧邻	2 人
		等候大厅（含咨询台）	楼上	紧邻	20 人
		地下停车场	楼下	紧邻	流动人员
		医技住院楼	项目所在大楼	紧邻	200 人
		艾灸文化广场	西南侧	25~50m	流动人员
		2 号住院部	西北侧	16~50m	200 人
		机房四周 50m 范围内的流动人员	四周	0-50m	流动人员

注：由于本项目两台 DSA 控制室共用，控制室内的职业工作人员应考虑两台 DSA 的所有技师，实际每台 DSA 的技师仅为两人（分为两组，每组一人）。

7.3 评价标准

（一）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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：

a) 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；

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

（二）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求。

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

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

b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。
d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。
e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影机和急救车配备设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定：

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求。

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 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

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

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注 1：“—”表示不做要求。				
注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				
a 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。				
b 床旁摄影时的移动铅防护屏风主要用于保护周围病床不易移动的受检者。				

7.4 本次核技术利用项目相关限值要求汇总

根据上述相关标准中取其中相对较严格的控制水平或限值作为本项目限值。本项目核医学科相关限值要求汇总详见表 7-5。

表 7-5 本项目 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 限值要求汇总

工作场所	人员年受照剂量	机房要求	辐射剂量率控制水平	废气
DSA 手术室 1、DSA 手术室 2	剂量限值：辐射工作人员连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均） $\leq 20\text{mSv}$ ；公众人员 $\leq 1\text{mSv/a}$ 。 剂量约束值：辐射工作人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；公众人员 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。	DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 机房面积 $\geq 20\text{m}^2$ ，机房单边长度 $\geq 3.5\text{m}$ 。机房有用线束方向和非有用线束方向铅当量 $\geq 2\text{mmPb}$ 。	DSA 透视、摄影、类 CT 状态下，机房的屏蔽墙、防护门、观察窗外 30cm 处的辐射剂量率控制水平为不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。	机房内设置动力通风装置，保持良好通风。
标准依据	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）			

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 核技术利用项目地理位置和场所位置

江西中医药大学附属医院西湖院区位于南昌市西湖区抚生路 666 号，医院东面为抚生路，南面为烟厂路，西面为欧鹏湾住宅区，北面为建设西路。本项目拟建的 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 均位于西湖院区医技住院楼一楼。

8.2 核技术利用项目机房及其周围辐射环境背景水平监测

为掌握项目所在地的辐射环境现状，江西省地质局实验测试大队于 2025 年 5 月 29 日对项目周围环境进行辐射环境现场监测，监测报告见附件 7。

本项目环境现状监测因子为环境γ辐射剂量率。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的相关要求，对辐射工作场所中已存在的辐射水平进行环境γ辐射剂量率本底监测，故在拟建的各 DSA 手术室中央、四周、楼上、楼下及评价范围内环境保护目标处布设监测点位，监测点位布设满足《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的相关要求，监测点位具有代表性、布设较为合理。监测布点图见图 8-1 至图 8-3。

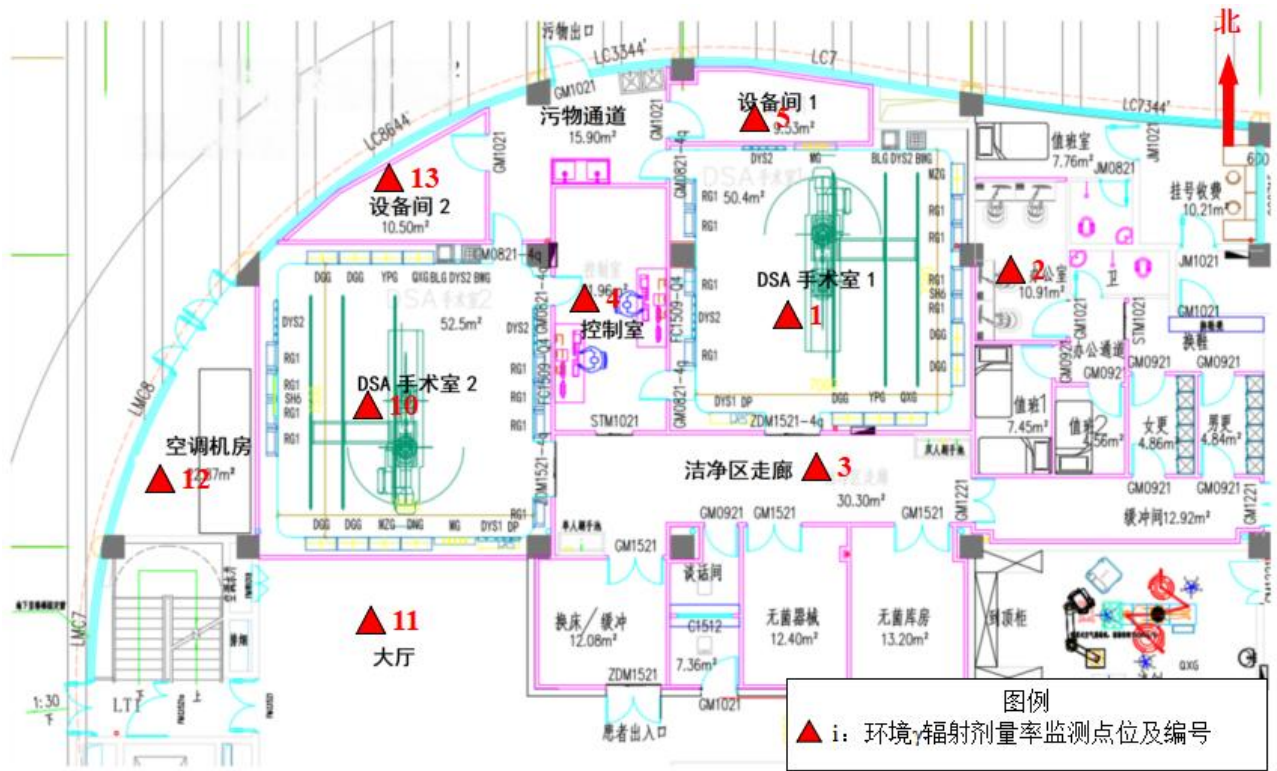


图 8-1 DSA 手术室所在大楼一楼辐射环境监测布点示意图

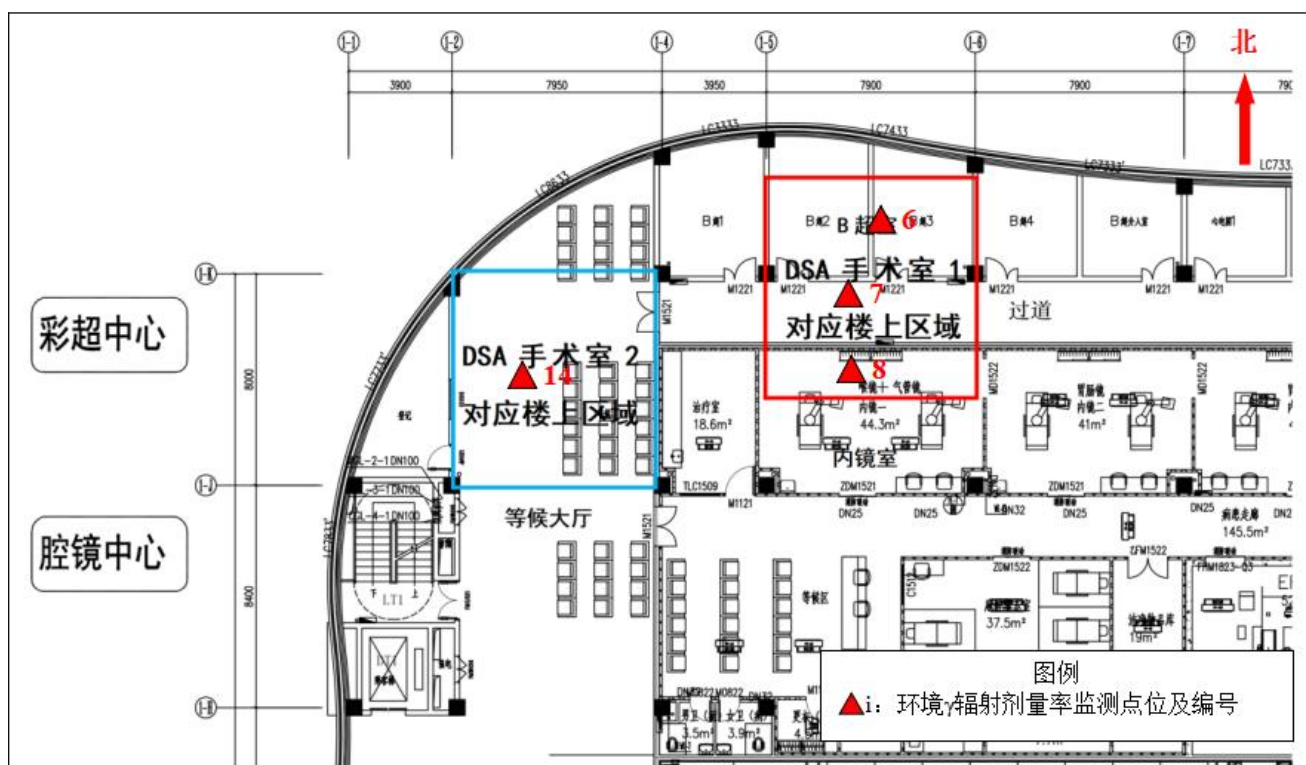


图 8-2 DSA 手术室所在大楼二楼辐射环境监测布点示意图

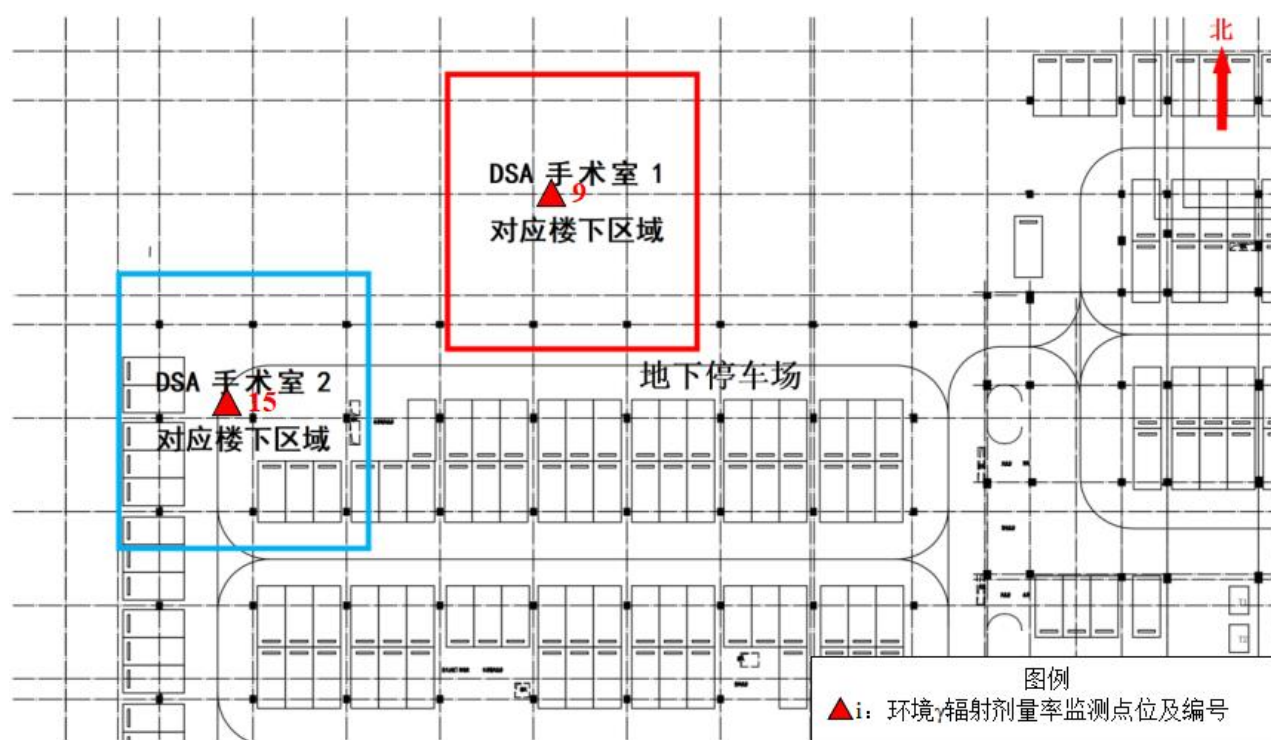


图 8-3 DSA 手术室所在大楼负一楼辐射环境监测布点示意图

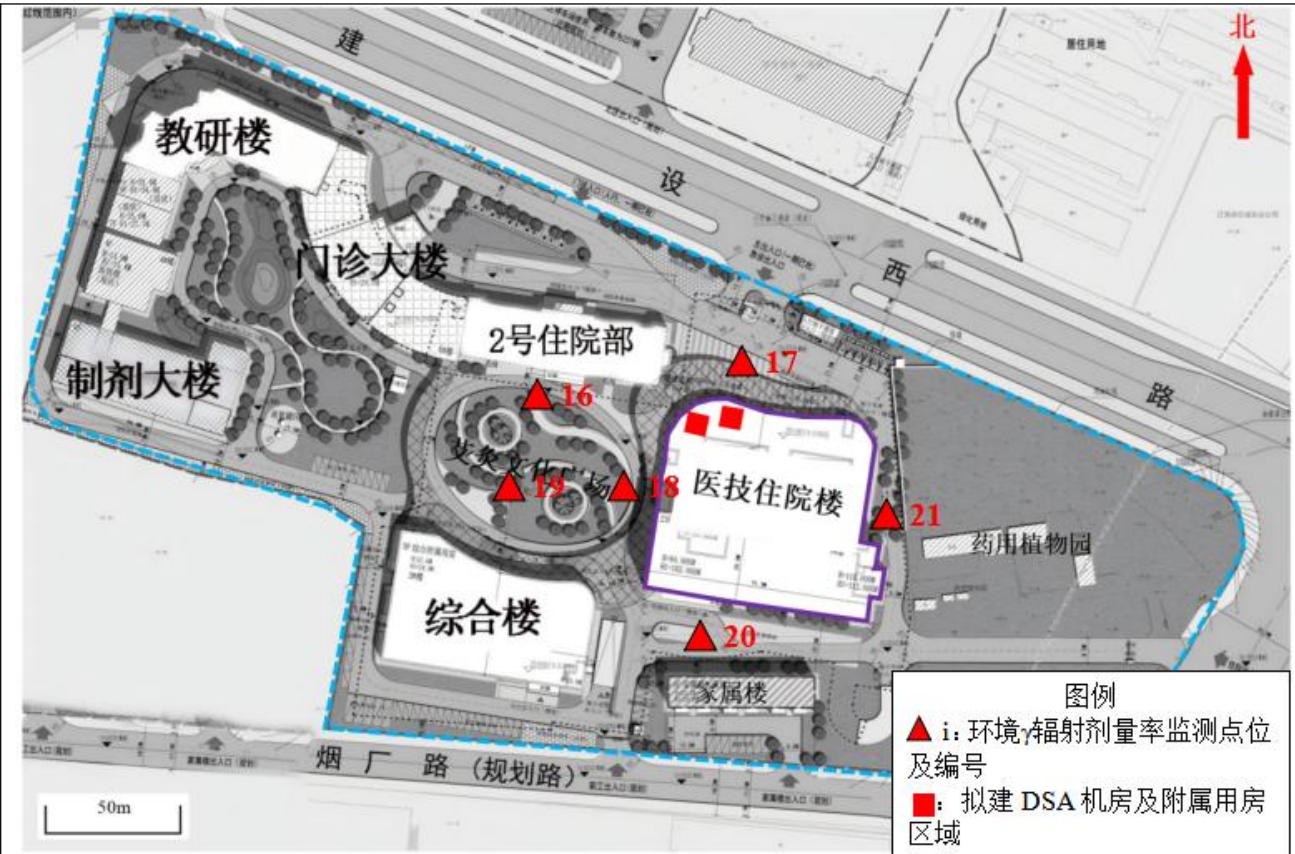


图 8-4 DSA 手术室周边辐射环境监测布点示意图

8.3 监测仪器与规范

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器与监测规范表

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号及编号	FH40G 探头：FHZ 672E-10，F198
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
测量范围	1nSv/h~100 μ Sv/h
能量范围	40keV~4.4MeV
监测规范	《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）
监测单位	江西省地质局实验测试大队
监测时间	2025 年 5 月 29 日
校准证书编号	2025H21-10-5779394002
发布日期	2025 年 03 月 10 日
校准单位	上海市计量测试技术研究院/华东国家计量测试中心

8.4 质量保证措施

- a 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- b 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c 监测仪器每年定期经计量部门校准，校准合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人审定。

5.外环境辐射环境质量现状监测结果

本次项目工作场所周边辐射环境现状监测结果见表 8-2，监测报告见附件 7。

表 8-2 本项目辐射工作场所周围环境 γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测位置		环境γ辐射剂量率（nGy/h）			备注
			开/	测量结果	标准偏差	
1	拟建 DSA 手术室 1	拟建机房中央	/	117	1	室内楼房
2		东侧（拟建办公室）		120	2	室内楼房
3		南侧（拟建洁净区走廊）		130	1	室内楼房
4		西侧（拟建控制室）		121	2	室内楼房
5		北侧（拟建设备间 1）		116	2	室内楼房
6		楼上（B 超室）		77.0	1.3	室内楼房
7		楼上（过道）		78.3	1.2	室内楼房
8		楼上（内镜室）		77.6	0.6	室内楼房
9		楼下（地下停车场）		90.5	2.6	室内楼房
10	拟建 DSA 手术室 2	拟建机房中央		116	1	室内楼房
11		南侧（大厅）		122	2	室内楼房
12		西侧（拟建空调机房）		116	1	室内楼房
13		北侧（拟建设备间 2）		102	1	室内楼房
14		楼上（等候大厅）		89.5	0.8	室内楼房
15		楼下（地下停车场）		85.7	2.5	室内楼房
16	医技住院楼西北侧（2 号住院部门口）			121	1	室外道路
17	医技住院楼北侧（医院内部道路）			132	1	室外道路
18	医技住院楼西侧（医院内部道路）			77.0	1.5	室外道路
19	医技住院楼西侧（医院内部艾灸文化广场）			74.5	1.9	室外原野
20	医技住院楼南侧（医院内部道路）			93.2	0.8	室外道路
21	医技住院楼东侧（医院内部道路）			84.1	2.9	室外道路

注：（1）测值根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）已扣除仪器对宇宙射线的

响应值，该仪器根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）附录 D 中的公式换算后对宇宙射线的响应值为 16.4nGy/h。（2）现场监测时，仪器探头朝下，距地 1m。（3）检测仪器在 ^{137}Cs 辐射场中进行检定，在该射线平均能量下光子的周围剂量当量 $H^*(10)$ 与空气比释动能率的（Ka）的转换系数为 $H^*(10)/K_a=1.20\text{Sv/Gy}$ ；建筑物屏蔽修正因子楼房取 0.8，道路、原野取 1。

由表 8-2 监测数据可知，项目拟建场所及评价范围内环境 γ 辐射剂量率室内现状监测值在 77.0-130nGy/h 之间，在南昌地区室内的环境 γ 辐射剂量率本底范围内（江西省南昌地区室内本底值为 58.1nGy/h~134.3nGy/h），室外现状监测值在 74.5~132nGy/h 之间，稍高于南昌地区室外的环境 γ 辐射剂量率本底范围（江西省南昌地区原野及道路本底值为 27.9nGy/h~86.4nGy/h），但在江西省全省原野及道路和室内辐射环境本底范围内（江西省全省原野及道路本底值为 12.6nGy/h~369.4nGy/h，摘自《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年））。本项目评价范围内室外环境 γ 辐射剂量率稍高于南昌地区室外的环境 γ 辐射剂量率本底范围，应为地面装修材料以及天然本底的正常波动叠加所致。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

DSA 是数字减影血管造影仪（Digital subtraction angiography）的简称，其由产生 X 射线的 X 线管、供给 X 线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 线的“量”和质及曝光时间的控制装置、探测器，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置等外围设备组成。

9.1.2 工作原理

本项目数字减影血管造影仪（DSA）为采用 X 射线进行摄影或透视检查的技术设备。DSA 设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

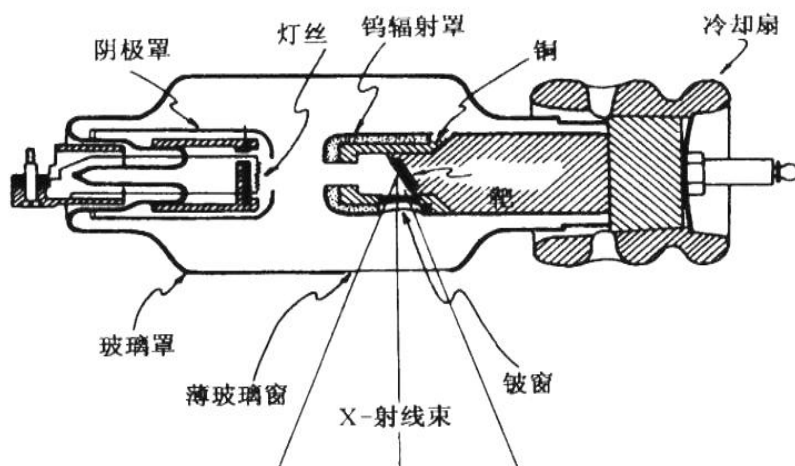


图 9-1 典型 X 射线管结构图

数字减影血管造影仪（DSA）成像的基本原理是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 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机扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，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。

本项目医技住院楼 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 拟使用单球管 DSA，带类 CT 功能。

随着硬件系统的不断完善，影像链处理技术的飞跃，DSA 设备已经从影像增强系统（image intensifier）发展到了数字平板探测器；硬件的进步同样促进了整体机架机械运动性能的提升。术中三维血管造影、三维路图、旋转采集血管机“类 CT”或称“CT（Cone-Beam CT）”锥束等三维成像成为可能，各种基于“类 CT”的高级功能也纷纷开始萌芽，如出现了导管室内的术中定量分析、功能学成像等高端应用，可帮助医生判断即刻疗效、影响决策；术中实时导航可增加医生对解剖的空间认知；同时，血管造影剂、高压注射器等配套设备的提升也使 DSA 技术有了明显进步。

类 CT 功能能进行三维旋转采集及重建，并且利用厂家工作站根据病变特点选择不同的重建方式，进行多种密度组织重建，提供类 CT 高分辨图像，有利于判断病变解剖部位及结构，从而帮助临床诊断。通过旋转采集原始影像数据传送到影像后处理工作站，经校正后进行断层重建，同时重建出横断面、矢状面、冠状面的断层图像。

9.1.3 工作流程

本项目 DSA 在进行曝光时有三种情况：

第一种情况：透视。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，此时介入医师穿戴好防护用品位于铅帘后在手术室内对病人进行直接的介入手术操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况：摄影。操作人员采取隔室操作的方式（即操作人员在操作间的操作台对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台显示器观察机房内病人情况。

第三种情况：类 CT。利用 DSA 系统中旋转血管造影采集的图像进行血管造影计算机断层成像；类 CT 旋转采集 500 帧原始数据，因此其获取的图像质量优于三维重建影像。帮助医生更好地了解血管病变的位置、形态和范围，指导临床手术和治疗。

工作流程：

本项目 DSA 存在隔室操作与同室操作，治疗流程如下：

（1）登记：患者须行介入诊疗时，由接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间；

（2）正当性判断：判断病人是否必须要接受介入诊疗，对确认需要接受介入诊疗的病人，由主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可

预期的效果等，征得病人或其家属的同意并签署知情同意书、委托书等书面文件；

（3）患者推进手术室。

（4）手术人员穿戴好防护用品后经工作人员通道门进入手术室，控制室的技师在操作台就位，准备手术。

（5）摆位准备：手术人员对其进行摆位准备，摆位前认真查对受检者信息、照射条件及摆位要求；

（6）术中实施照射：

根据不同的治疗方案，医师及护士密切配合，完成介入手术或检查，分为以下两种情况：

第一种情况，隔室操作（摄影、类 CT 扫描模式）：医师、护士和技师均采用隔室操作的方式，即介入医师、护士均退至 DSA 控制室后，技师在控制室隔室操作 DSA 设备，对患者进行摄影或类 CT 扫描曝光，医师、护士通过铅玻璃观察窗观察机房内患者情况，并通过对讲系统与患者交流。

第二种情况，同室操作（透视模式）：医师进行手术治疗时，为更清楚地了解患者情况时会连续曝光，采取连续脉冲透视，此时操作医师身着个人防护用品位于手术床侧的铅帘后对患者进行近台手术操作；护士承担同室传递医疗器械及辅助医师手术并同时记录手术情况的工作，护士同室操作时，身着个人防护用品位于手术床侧的铅帘/铅屏远台辅助；技师全程在 DSA 控制室中隔室操作设备。

（7）照射结束：手术医生或助手压迫血，并向病人详细交代注意事项，由护士协助包扎止血，非危重和复杂病人介入诊疗结束后可由医生护送病人回病房。手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，护士整理房间并安排下一个病人上检查床。DSA 介入治疗工作流程及产污环节示意图见图 9-2。

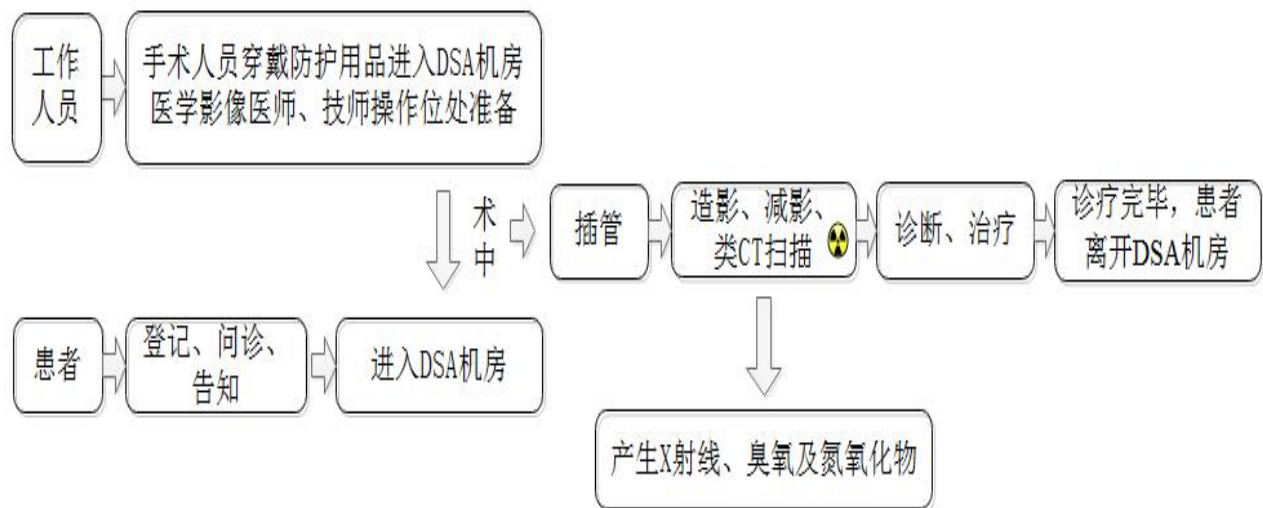


图 9-2 DSA 介入治疗工作流程及产污环节示意图

9.1.4 工作负荷

本项目 DSA 辐射工作人员依托医院现有辐射工作人员 10 人，此外拟新增 2 名技师，每台 DSA 拟配备 6 名辐射工作人员（医师 2 人，护士 2 人，技师 2 人，分为两组，每组医师 1 人，护士 1 人，技师 1 人），共配备 12 名辐射工作人员；调配后的辐射工作人员仍从事原岗位辐射工作。

根据医院提供的资料，本项目建成后，每台 DSA 年手术量约为 500 台，即每组辐射工作人员年手术量为 250 台，每台 DSA 手术摄影时间平均 1min，类 CT 时间 30s，透视时间 20min。故 DSA 手术室 1 每组辐射工作人员年摄影时间为 4.17h，年类 CT 时间为 2.08h，年透视时间为 83.33h，年总出束时间为 89.58h；DSA 手术室 2 每组辐射工作人员年摄影时间为 4.17h，年类 CT 时间为 2.08h，年透视时间为 83.33h，年总出束时间为 89.58h。每台 DSA 年总出束时间为 179.2h。

本项目拟新增使用的射线装置辐射工作人员工作负荷统计情况见表 9-1。

表 9-1 本项目拟新增使用的射线装置工作负荷统计一览表

人员类型	工作状态	每台手术最长曝光时间	年最大手术量（台）	年最大曝光时间（h）	
DSA 手术室 1（两组辐射工作人员，每组医师 1 人，护士 1 人，技师 1 人）	摄影	1min	250	4.17	89.58
	类 CT	30s		2.08	
	透视	20min		83.33	
DSA 手术室 2（两组	摄影	1min	250	4.17	89.58

辐射工作人员，每组 医师 1 人，护士 1 人， 技师 1 人）	类 CT	30s		2.08	
	透视	20min		83.33	

9.2 污染源项

9.2.1 源项参数

DSA 设备在手术中出束主要分透视、摄影和类 CT 三种模式。摄影模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。透视模式是指在透视条件下，医护人员近台同室进行介入操作。类 CT 是指 DSA 球管通过旋转采集原始影像数据传送到影像后处理工作站，经校正后进行断层重建，同时重建出横断面、矢状面、冠状面的断层图像，为隔室操作方式。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147号出版物）第4.1.6节指出，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。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

根据 DSA 设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目 DSA 手术室的 DSA 设备无法同时达到最大管电压 125kV 以及最大管电流 1250mA，正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，实际使用时管电压通常在 90kV 以下，透视图管电流通常为几毫安，摄影功率较大，管电流通常为几百毫安。参考《环境影响评价》第 2020 年 11 月第 42 卷第 6 期：“环境影响评价中 DSA 介入医生受照剂量的计算方法和结果讨论”（代庆仁、连晓雯），根据目前一些医院的实际值统计，摄影模式下，普遍情况下 DSA 设备的管电压和管电流为 60~90kV/300~500mA；透视模式下管电压和管电流为 60~90kV/5~15mA。结合江西中医药大学附属医院 DSA 常用工况统计数据可知，江西中医药大学附属医院 DSA 摄影模式下管电压和管电流为 80~90kV/120~500mA；透视模式下管电压和管电流为 60~70kV/5~10mA。故本环评拟进行保守估算采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。

结合江西中医药大学附属医院 CT 常用工况统计数据可知，CT 扫描曝光条件管电压通常在 80~125kV，管电流通常在 70~300mA，故本项目类 CT 常用最大工况下的设备参数按管电压 125kV、管电流 300mA 考虑（本项目相关参数说明见附件 10）。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)，介入设备等总滤过不小于 2.5mmAl，本项目购置正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求，本次计算总滤过保守按

2.5mmAl 取值，根据摄影和透视工况下的设备最大参数，且 DSA 为使用三相电源的设备，根据《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1，可计算出本项目 DSA 摄影工况下距靶 1m 处空气中的空气比释动能为 $0.09 \times 1.8 = 0.162 \text{mGy/mAs}$ ，则距靶 1m 处的辐射剂量率为 $2.916 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ；透视工况下，距离靶 1m 处空气比释动能率为 $0.075 \times 1.8 = 0.135 \text{mGy/mAs}$ ，则距靶 1m 处的辐射剂量率为 $7.29 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ ；类 CT 工况下，距离靶 1m 处空气比释动能率按 125kV 时估算，即 $0.14 \times 1.8 = 0.252 \text{mGy/mAs}$ ，则距靶 1m 处的辐射剂量率为 $2.722 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

根据《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），加载状态下距设备焦点 1m 处的空气比释动能率不应超过 1mGy/h，故本项目 DSA 距靶点 1m 处泄漏辐射剂量率整体取 1mGy/h。

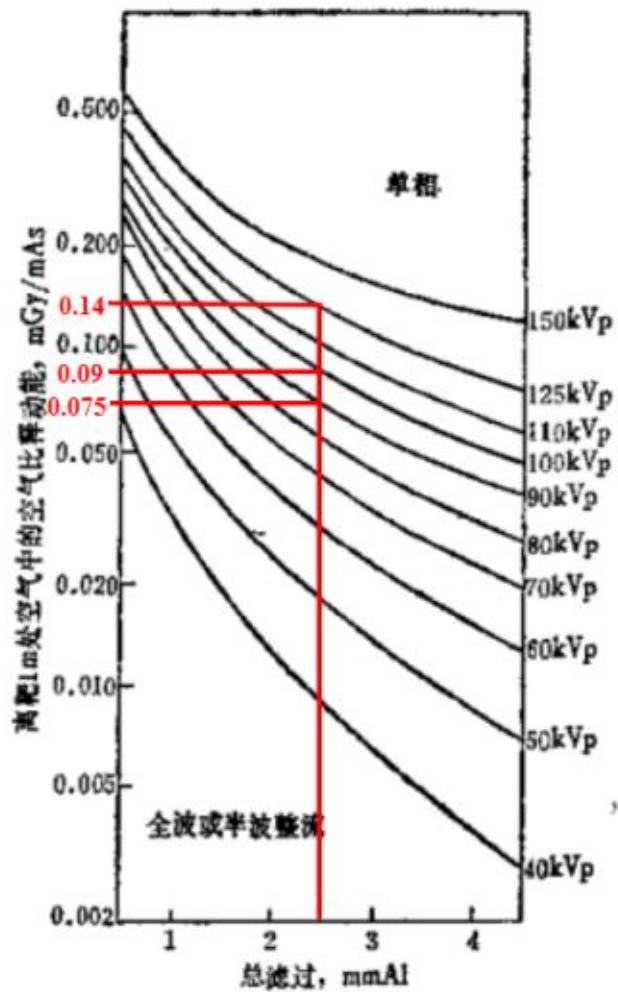


图3.1 距X线源1m处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况
注：对于使用三相电源及恒压电源的设备应将图上的数据乘以1.8。

图 9-3 距 X 射线源 1m 处的空气比释动能率随管电压及总过滤厚度变化情况

参照 GBZ/T 201.1-2007 的第 4.8.3 款，为了 DSA 机房屏蔽剂量估算和评价的方便及统一，在辐射屏蔽及其设计范畴内，不进行诸物理量（周围剂量当量 Sv、空气比释动能 Gy、有效剂量 Sv）之间的转换系数修正。

本项目 DSA 运行工况、计算参数一览表见表 9-2。

表 9-2 DSA 运行工况、计算参数一览表

设备	运行模式	滤过条件	管电压 (kV)	管电流 (mA)	距靶 1m 处空气比释 动能率 (μGy/h)	距靶 1m 处的泄漏 辐射的空气比释动 能率 (μGy/h)
DSA	透视	2.5mmAl	90	15	7.29×10 ⁶	1.0×10 ³
	摄影	2.5mmAl	100	500	2.916×10 ⁸	1.0×10 ³
	类 CT	2.5mmAl	125	300	2.722×10 ⁸	1.0×10 ³

9.2.2 污染因子及污染途径

医用血管造影 X 射线装置（DSA）X 射线在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口射出的用于诊断检查的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。DSA 在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

9.2.2.1 正常工况

DSA 装置正常运行时产生的主要污染源项为 X 射线，X 射线随着射线装置的开关而产生和消失。X 射线在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射射线；以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。

除此之外，DSA 装置运行中可能产生非放射性有害气体氮氧化物（NO_x）和臭氧（O₃）等非辐射有害因素。在 X 射线辐射源的照射下，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，机房设置排风装置，可以最大限度降低有害气体的浓度。

在采取隔室操作的情况下，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，DSA 机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。介入人员在机房内进行出束操作时，受到 X 射线的外照射影响。

9.2.2.2 事故工况

- ①DSA 发生 X 射线无法停止出束故障，机房内工作人员受到持续照射。
- ②工作人员在防护门关闭前尚未撤离机房，DSA 运行出束可能产生误照射。
- ③安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 DSA 机房内而受到误照射。

本次评价项目中使用的 DSA 为在显示屏上观察诊断结果，并采用数字打印机打印诊断结果，不使用胶片摄影，不会产生废显影水、定影水，无放射性废气、废水及固体废物产生，主要污染为 DSA 运行过程中产生的 X 射线的外照射影响。

监督区：应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

医院将 DSA 手术室 1 和 DSA 手术室 2 划为控制区，在机房防护门上张贴电离辐射警告标志，避免人员误闯入或误照射；将控制室、设备间 1、设备间 2、值班室、办公室、值班 1、空调机房以及换床/缓冲间设为监督区，在防护门外 30cm 设置地面警戒线。本项目 DSA 手术室 1~2 分区见图 10-1。

10.1.2 辐射安全与防护措施

由《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的附录 C 的式 C.1、C.2 可算得不同屏蔽物质的铅当量，相关计算公式如下：

对给定的铅厚度，依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值按式（C.1）计算辐射透射因子 B：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) \times e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

b) 依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值和 a) 中的 B 值，使用下式计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X。

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left[\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] \dots\dots\dots (C.2)$$

α 、 β 、 γ 为屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

由《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的表 C.2 可知，混凝土的拟合参数取值分别为：管电压 125kV（主束）， $\alpha=0.03502$ ， $\beta=0.07113$ ， $\gamma=0.6974$ ；铅的拟合参数取值分别为：管电压 125kV（主束）， $\alpha=2.219$ ， $\beta=7.923$ ， $\gamma=0.5386$ 。代入参数算得：100mm 混凝土相当于 1.16mm 铅当量，180mm 混凝土相当于 2.32mm 铅当量。

本项目 DSA 手术室 1~2 采取的防护措施情况见表 10-1。

表 10-1 DSA 手术室 1~2 防护措施情况一览表

机房	项目	辐射防护情况
DSA 手术室 1	四周墙体	方管龙骨+4mm 铅板
	顶板	100mm 混凝土+3mm 铅板（共约 4.16mmPb）
	底板	180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡涂料（共约 4.32mmPb）
	观察窗	4mmPb 当量防辐射窗
	防护门	4mmPb 当量防辐射门
	机房有效面积	50.4m ² （7m×7.2m）
DSA 手术室 2	四周墙体	方管龙骨+4mm 铅板
	顶板	100mm 混凝土+3mm 铅板（共约 4.16mmPb）
	底板	180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡涂料（共约 4.32mmPb）
	观察窗	4mmPb 当量防辐射窗
	防护门	4mmPb 当量防辐射门
	机房有效面积	52.5m ² （7m×7.5m）

注：铅密度 11.34g/cm³，混凝土密度 2.35g/cm³。

为保障 DSA 的安全运行，避免在开机期间人员误留或误入机房内而发生误照射事故，以及对工作人员和病人的辐射防护，本项目 DSA 手术室 1~2 设计有相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

（1）DSA 手术室 1~2 防护门门外设置电离辐射警告标志；患者出入防护门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；在候诊区等设置放射防护注意事项告知栏。机房设置门灯联动装置，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。机房平开机房门设置自动闭门装置，推拉式机房门设有曝光时关闭机房门的管理措施，并设置防夹装置；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

（2）DSA 手术室 1~2 内各设置 1 个急停开关按钮，共用的控制室给每台 DSA 各设置 1 个急停开关按钮，在出现紧急情况下，按下急停按钮，可以切断设备电源，X 射线停止出束。

（3）DSA 手术室 1~2 内设置对讲装置，方便工作人员与病人交流。

（4）DSA 手术室 1~2 设置观察窗，在控制室内可以观察到手术室内的情况，当发生意外情况（有人误入或滞留）时，操作间内操作人员可以及时发现并采取应急措施。

（5）DSA 手术室 1~2 手术时，曝光条件电压、电流、照射野面积以及脉冲透视频率均

与医生的受照剂量相关。医院引入的 DSA 及配套设备符合国家的相关标准，设备使用时应调节到满足低剂量的有效范围内，在提高图像质量的同时也可减小不必要的照射。在满足医疗诊断的条件下，应确保在达到预期诊断目标时，患者和受检者所受到的照射剂量最低。

（6）操作中减少透视时间和减少拍片的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，介入手术工作人员在操作时应尽量远离检查床。同时，加强辐射工作人员的培训，参与介入手术的工作人员应该技术熟练，以减少介入手术工作人员的剂量。

（7）医院为所有辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，同时建立个人剂量档案；定期安排人员参加职业健康体检，并建立个人职业健康监护档案。

（8）DSA 手术室在对病人病灶进行照射时，对病人病灶以外的部位用铅橡胶布或其他防护用品进行遮盖，避免病人受到不必要的辐射照射。

（9）医院拟购买一台便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪用于本项目 DSA 的日常自行监测。每年委托有资质单位对射线装置应用场所进行辐射监测，对射线装置安全防护状况进行年度评估，一旦发现安全隐患，应当立即进行整改。

（10）制定辐射事故应急预案等辐射安全管理相关的各项规章制度，发生辐射事故时，立即启动应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境、公安和卫生健康主管部门报告。

（11）电缆沟

本项目 DSA 手术室 1~2 拟设置电缆沟，拟采用直通地下穿墙式，电缆穿墙处位于控制室侧墙体角落，电缆沟上方拟敷设盖板，电缆沟穿墙处盖板上方拟采用含 4mmPb 的不锈钢板进行防护补偿，防止射线泄漏，DSA 手术室 1~2 电缆走向平面图见图 10-2，屏蔽补偿示意图见图 10-3。

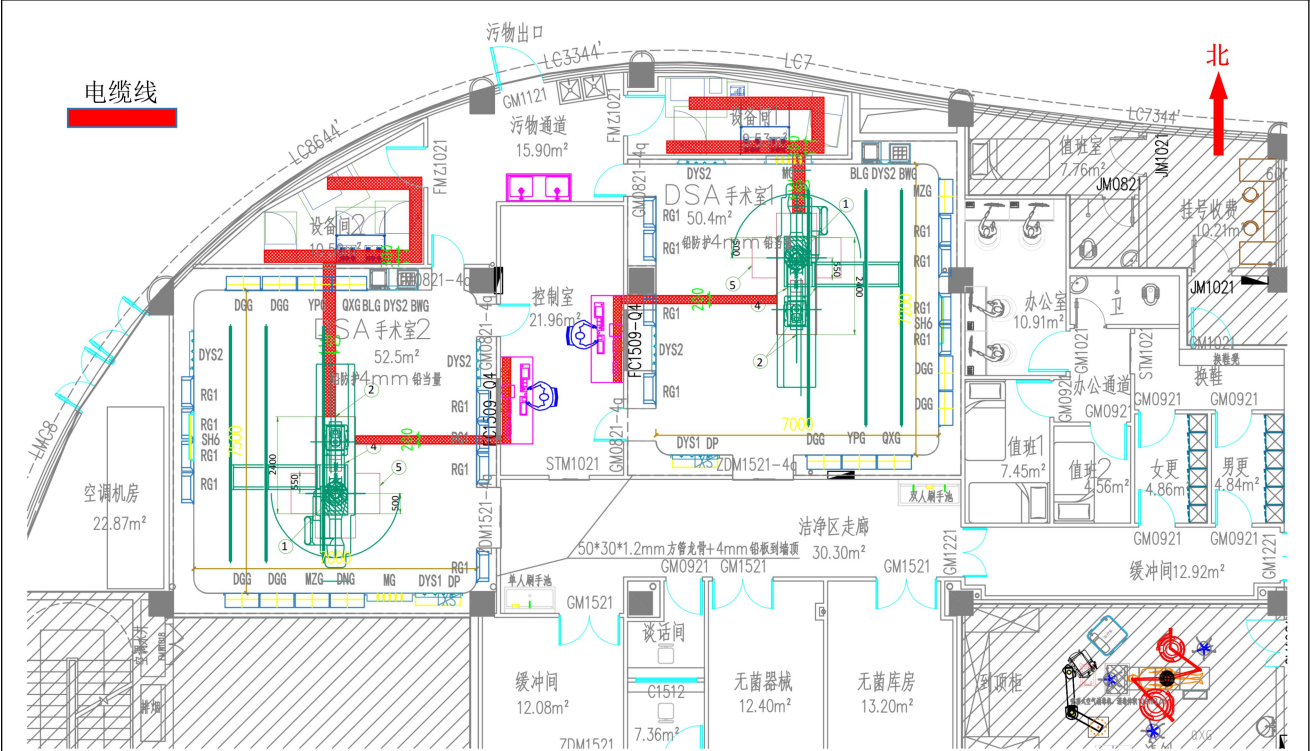


图 10-2 DSA 手术室 1~2 电缆走向平面图

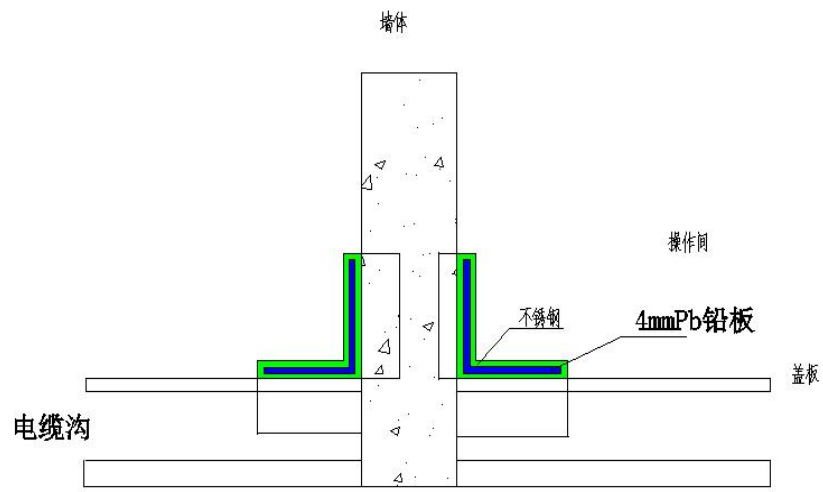


图 10-3 电缆沟穿墙处屏蔽补偿防护设计图

(12) 通风

本项目 DSA 手术室 1~2 拟设置动力通风装置，机房内保持良好的通风，新、排、回风管道采用直穿方式，穿墙处使用 4mm 铅板进行屏蔽补偿，射线经患者散射、管道多次折返等衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果，各机房风管布置图见图 10-4，通风穿墙处屏蔽补偿防护设计图见图 10-5。

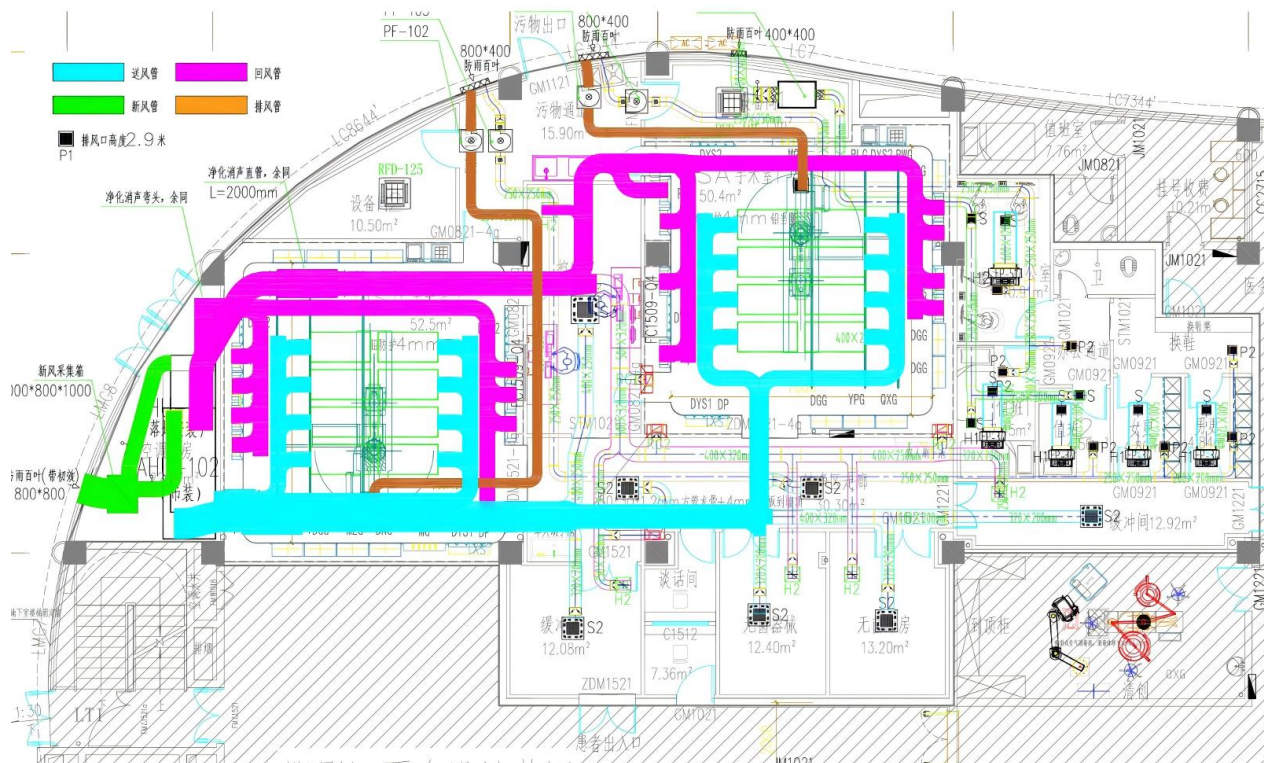


图 10-4 DSA 手术室 1~2 风管布置图

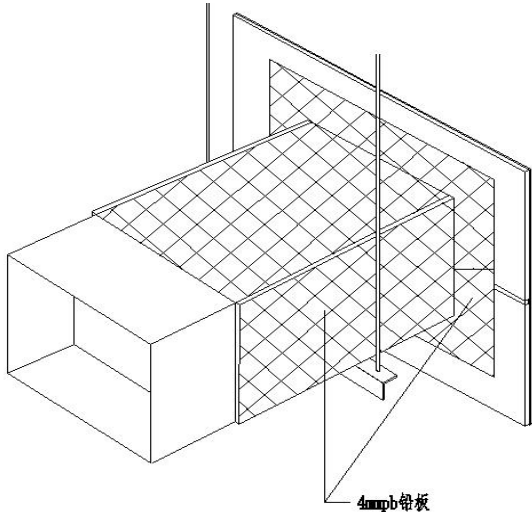


图 10-5 通风管道穿墙处屏蔽补偿防护设计图

(13) 医院为本项目辐射工作场所配备辐射防护用品，详见表 10-2。

表 10-2 本项目机房配备辐射防护用品一览表

机房	GBZ130-2020 要求	辐射防护用品和设施名称及拟配备情况	使用人群	评价
DSA 手术室 1~2 (合计)	铅橡胶帽子 (选配)	铅橡胶帽子 6 件, 0.5mmPb	工作人员	符合
	铅橡胶围裙	铅橡胶围裙 6 件, 0.5mmPb		
	铅橡胶颈套	铅橡胶颈套 6 件, 0.5mmPb		
	铅防护眼镜	铅防护眼镜 6 副, 0.5mmPb		
	介入防护手套	铅橡胶手套 6 件, 0.025mmPb		

移动铅防护屏风（选配）	移动铅防护屏风 2 件，2mmPb		
铅悬挂防护屏	铅悬挂防护屏 2 个，0.5mmPb		
铅防护吊帘	铅防护吊帘 2 个，0.5mmPb		
床侧防护帘	床侧防护帘 2 件，0.5mmPb		
床侧防护屏	床侧防护屏 2 件，0.5mmPb		
铅橡胶帽子（选配）	铅橡胶帽子 2 件，0.5mmPb	受检者	符合
铅橡胶性腺防护围裙	铅橡胶性腺防护围裙 2 件，0.5mmPb		
铅橡胶颈套	铅橡胶颈套 2 件，0.5mmPb		
铅橡胶帽子（选配）	儿童铅橡胶帽子 2 件，0.5mmPb		
铅橡胶性腺防护围裙	儿童铅橡胶性腺防护方巾 2 件，0.5mmPb		
铅橡胶颈套	儿童铅橡胶颈套 2 件，0.5mmPb		

（14）本项目涉及的人流物流路径规划图见图 10-6。

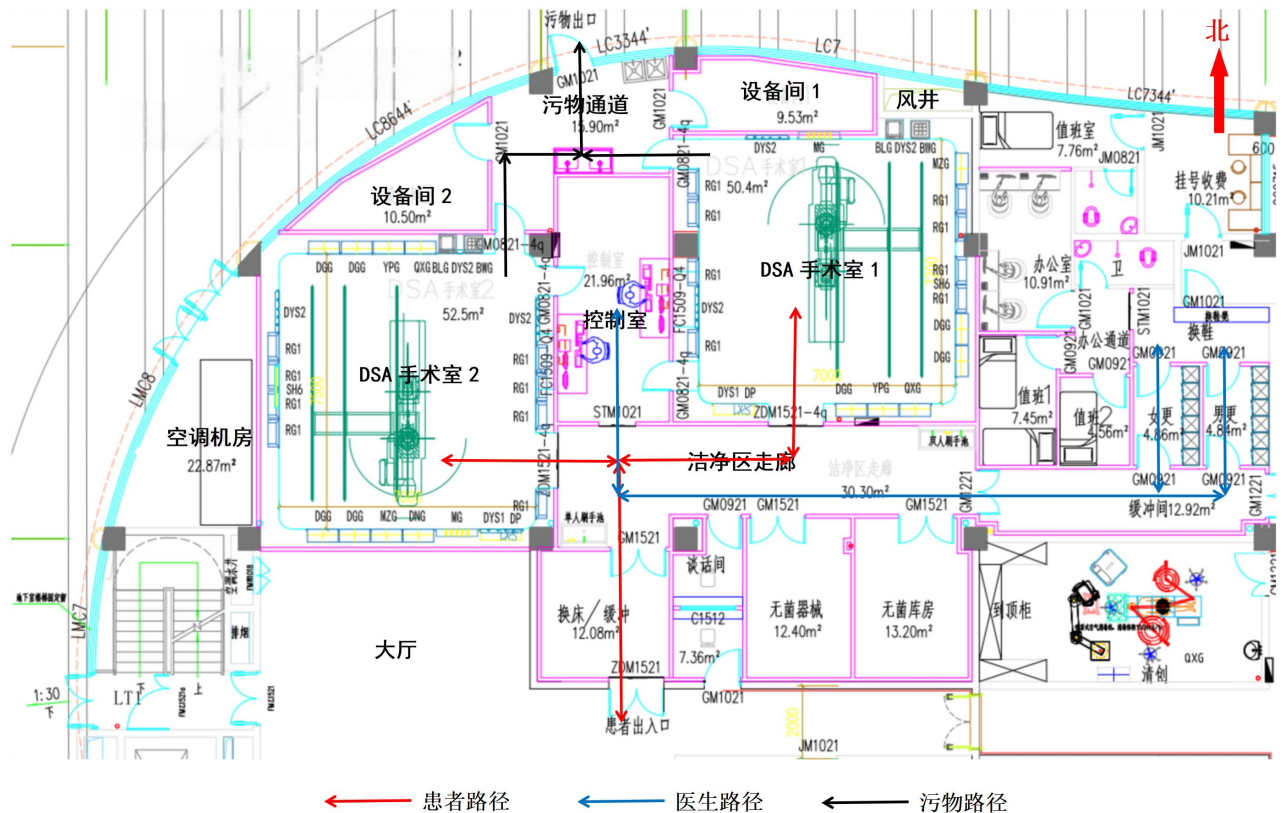


图 10-6 本项目涉及的人流物流路径规划图

10.1.3 辐射防护措施符合性分析

本项目 DSA 手术室 1~2 辐射防护措施合理性采用《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）进行分析，辐射防护措施符合性分析见下表。

表 10-3 本项目 DSA 手术室 1~2 辐射防护措施符合性分析表

项目	辐射防护情况	标准要求	评价
X 射线设备机房布局	本项目 DSA 手术室 1~2 的 DSA 有用线束朝四周照射；各 DSA 手术室均避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。本项目 DSA 手术室 1~2 为介入专用工作场	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。	符合

	所；各 DSA 手术室均充分考虑了邻室（含楼上楼下）及周围场所的人员防护与安全，机房大小、屏蔽物质厚度等符合相关标准要求。	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。	符合
	各 DSA 手术室与操作间等分开单独设置，布局符合要求。	每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。	符合
	由表 10-1 可知，本项目 DSA 手术室 1 最小有效使用面积为 50.4m ² （7m×7.2m），最小单边长度为 7m；DSA 手术室 2 号最小有效使用面积为 53.5m ² （7m×7.5m），最小单边长度为 7m。	单管头 X 射线机（含 C 形臂，乳腺 CBCT）：机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，最小单边长度不小于 3.5m。	符合
X 射线设备机房屏蔽	由表 10-1 可知：本项目 DSA 手术室 1~2 四周墙体为方管龙骨+4mm 铅板，顶板为 100mm 混凝土+3mm 铅板（共约 4.16mmPb），底板为 180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡涂料（共约 4.32mmPb），观察窗为 4mmPb 铅玻璃，医生、患者进出防护门、污物通道防护门均为 4mmPb 铅防护门。	C 形臂 X 射线设备机房：有用线束方向铅当量：2mmPb；非有用线束方向铅当量：2mmPb。	符合
X 射线设备工作场所防护	本项目各 DSA 手术室在控制室侧设置观察窗，观察窗位置便于观察受检者状态及防护门开闭情况。	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。	符合
	本项目各 DSA 手术室内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合
	本项目各 DSA 手术室拟设置动力通风装置，机房内保持良好的通风，风管穿墙处使用铅皮包裹进行屏蔽补偿。	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	符合
	本项目各 DSA 手术室防护门外设置电离辐射警告标志；患者出入防护门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；在候诊区等设置放射防护注意事项告知栏。	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。	符合
	本项目各 DSA 手术室平开机房门设置自动闭门装置，推拉式机房门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。	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。	符合
	本项目各 DSA 手术室的电动推拉门拟设置红外线防夹装置。	电动推拉门宜设置防夹装置。	符合

	本项目各 DSA 手术室出入口处于散射辐射相对低的位置。	机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。	符合
--	------------------------------	---------------------	----

由上表可知，本项目 DSA 手术室 1~2 按《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求进行了设计，机房辐射防护措施符合相关规定要求。

10.2 三废的治理

本次评价的DSA属于利用X射线进行介入诊疗和摄影诊断的医用设备，只有在开机的状态下才产生X射线，本项目无放射性废气、废水和放射性固体废弃物产生。

DSA运行时产生的少量氮氧化物和臭氧，经机房通风系统排出室外（排风口距地2.9m），对人员影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

医院此次环评项目建设期不涉及射线装置的使用，故建设过程本项目不会对周边产生电离辐射影响，但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA 理论估算

本项目 DSA 手术室 1-2 的 DSA 采取理论估算法，对 DSA 透视、摄影、类 CT 工况下屏蔽体外的辐射剂量率进行分析评价。

①关注点选取

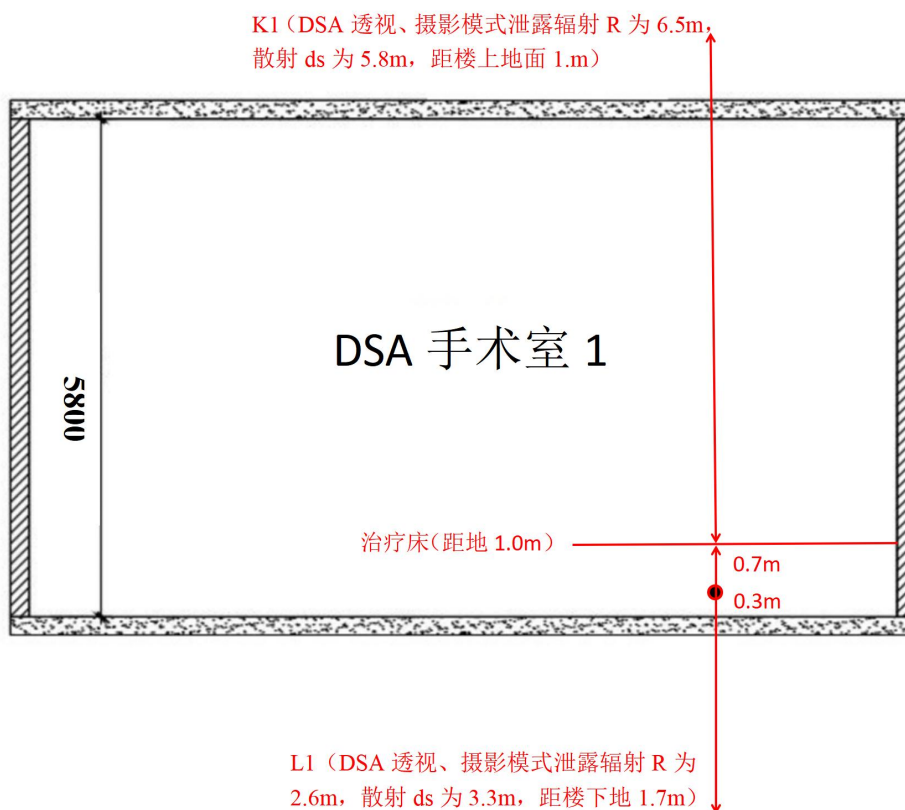
根据建设单位提供的布局设计，DSA 设备出束时球管水平活动范围即为患者所在治疗床的范围。本项目 DSA 理论计算时以 DSA 设备球管作为辐射源点。

本项目医技住院楼一楼 DSA 手术室 1、2 拟使用床下单球管 DSA（带类 CT），单球管 DSA 配备有一个落地 C 臂或悬吊 C 臂。DSA 手术室 1、2 机房净高为 5.8m，DSA 手术室 1、2 楼下为地下停车场，地下停车场净空高为 4m，DSA 设备球管距地面约 0.3m，治疗床距地 1m。透视和摄影工况，射线方向朝上，类 CT 工况，C 型臂以治疗床为轴 180° 旋转。透视和摄影工况下，DSA 设备球管距地面约 0.3m，距顶棚约 5.5m；类 CT 工况下，DSA 设备球管距地面最近距离约 0.3m，距顶棚最近距离约 4.1m（床高 1m，球管在上方离床 0.7m）；透视、摄影工况出束时球管距四周屏蔽体最近距离保守取治疗床距四周屏蔽体距离。类 CT 工况出束时球管距治疗床两侧外约 0.4m。

本次评价关注点选取 DSA 机房四周各侧屏蔽墙体外 30cm、顶棚距地面 1m、楼下距地面 1.7m 处，关注点选取情况见图 11-1 至图 11-5。

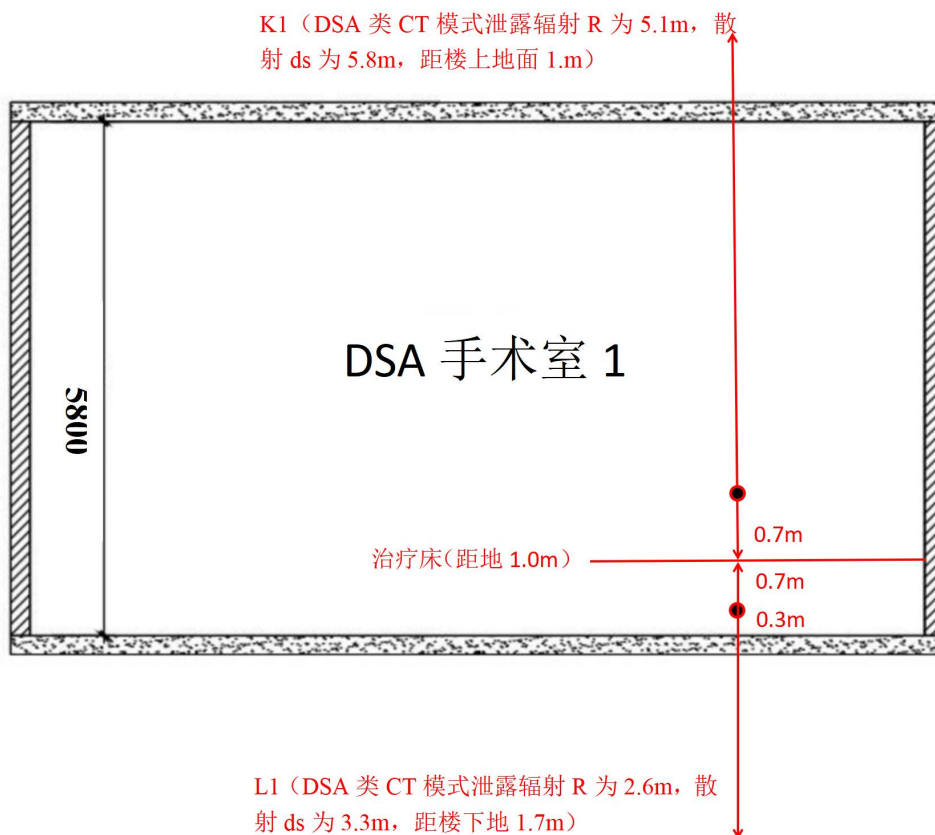
②预测模式

根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，因此本项目 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。



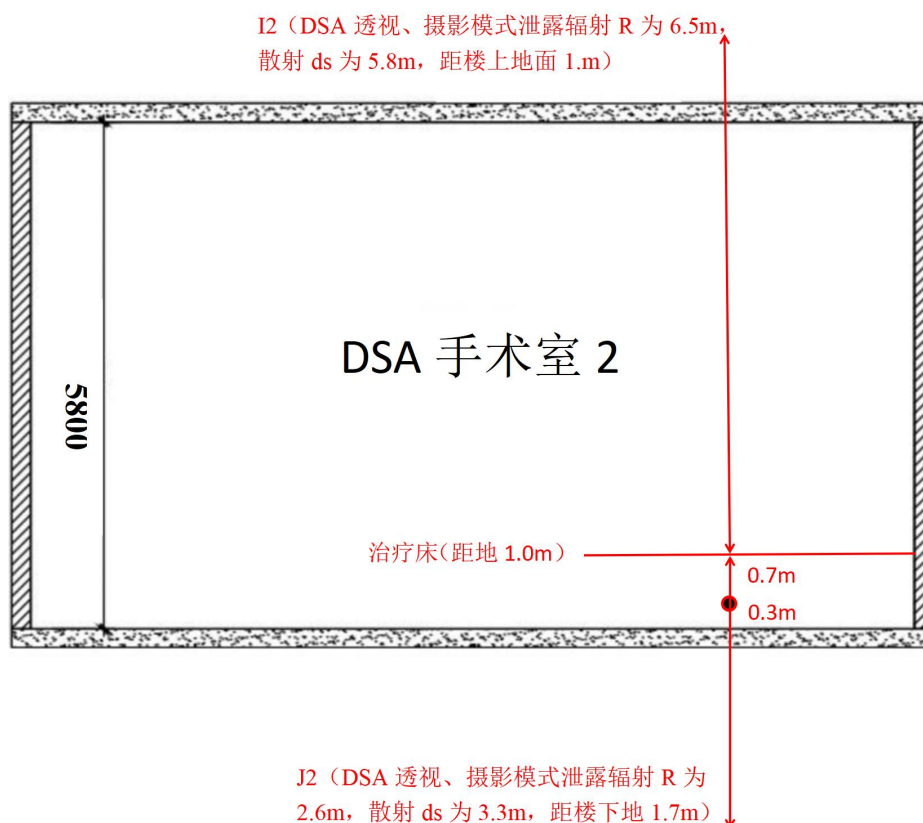
注：不考虑墙体厚度，计算结果偏保守。

图 11-2 本项目 DSA 手术室 1（摄影、透视工况下）楼上楼下关注点选取示意图



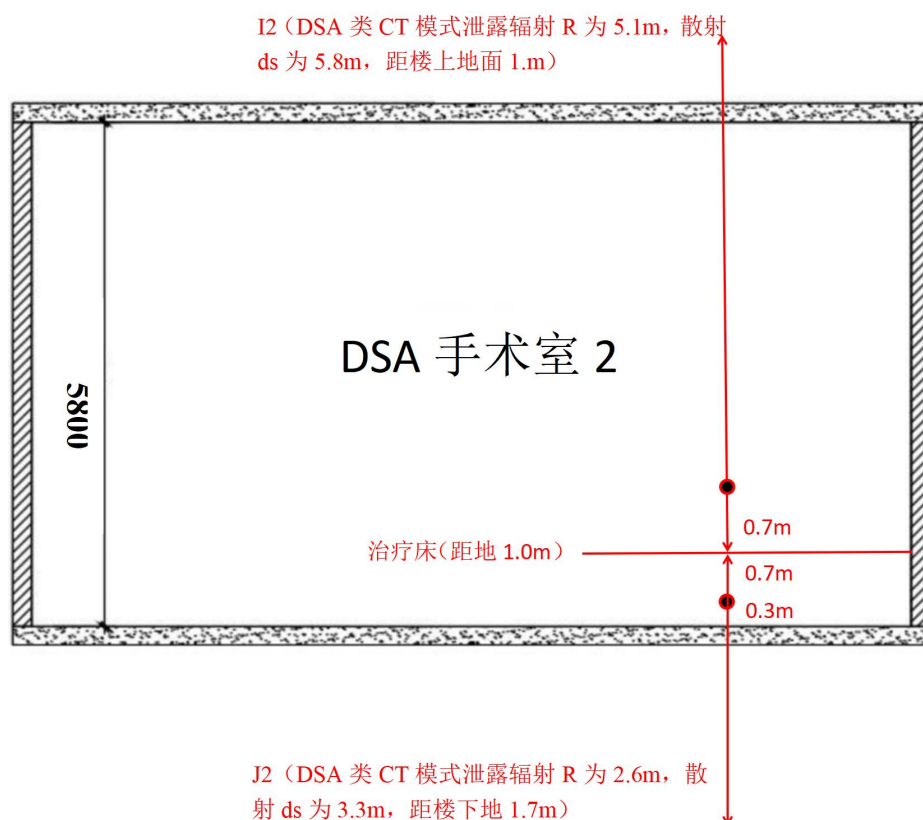
注：不考虑墙体厚度，计算结果偏保守。

图 11-3 本项目 DSA 手术室 1（类 CT 模式工况下）楼上楼下关注点选取示意图



注：不考虑墙体厚度，计算结果偏保守。

图 11-4 本项目 DSA 手术室 2（摄影、透视工况下）楼上楼下关注点选取示意图



注：不考虑墙体厚度，计算结果偏保守。

图 11-5 本项目 DSA 手术室 2（类 CT 模式工况下）楼上楼下关注点选取示意图

1) 泄漏辐射环境影响分析

根据《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），本项目DSA距靶点1m处泄漏辐射剂量率取1mGy/h。根据《辐射防护手册》第一分册（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987年），关注点处泄漏辐射剂量率计算公式如公式11-1所示：

$$H = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{（式11-1）}$$

式中：

H —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L —距靶点 1m 处的最大泄漏剂量率，本项目为 1000 $\mu\text{Sv/h}$ ；

R —靶点至关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，由《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的附录 C 的式 C.1 计算，见本报告 10.1.2。

2) 病人体表散射辐射环境影响分析

对于病人体表散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《辐射防护手册》第一分册——《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）。可按以下公式进行估算：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-2）}$$

式中：

H_s —关注点处的患者散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α —患者对 X 射线的散射比， $\alpha=a/400$ ，查《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1 得：100kV，90°时，散射值 $a=0.0013$ ；125kV，90°时，散射值 $a=0.0015$ ；本项目 DSA 透视模式下，90kV，90°时，散射值按保守取值，散射值 a 取 0.0013；

S —散射面积，根据设备厂家提供资料，DSA 取 100 cm^2 ；

d_0 —源与患者的距离，m，本项目为 0.7m；

d_s —患者与关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，由《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的附录 C 的式 C.1

计算，见本报告 10.1.2。

③预测参数选取

本项目 DSA 透视工况、摄影工况、类 CT 扫描工况距靶 1m 处辐射剂量率见表 9-2。

1) 泄漏辐射

透视模式下管电压取 90kV、摄影模式下管电压取 100kV、类 CT 工况下管电压取 125kV，利用公式（11-1）计算本项目 DSA 手术室屏蔽体外关注点及介入操作位泄漏辐射剂量率，计算结果见表 11-1 及表 11-2。

表 11-1 DSA 手术室 1 屏蔽体外关注点及介入操作位泄漏辐射剂量率

关注点		H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R(m)	X (mmPb)	α	β	γ	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)
透 视 模 式	A1（西墙外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	B1（西侧观察窗外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	C1（控制室防护门外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	D1（污物通道防护门外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	E1（北墙外 30cm）	1.0E+03	2.40	4.0	3.067	18.83	0.7726	6.41E-05
	F1（东墙外 30cm 值班室）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	G1（东墙外 30cm 办公室）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	H1（东墙外 30cm 值班 1）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	I1（南墙外 30 cm）	1.0E+03	2.40	4.0	3.067	18.83	0.7726	6.41E-05
	J1（病人防护门外 30cm）	1.0E+03	2.40	4.0	3.067	18.83	0.7726	6.41E-05
	K1（距楼上地面 100cm）	1.0E+03	6.50	4.16	3.067	18.83	0.7726	5.35E-06
	L1（距楼下地面 170cm）	1.0E+03	2.60	4.32	3.067	18.83	0.7726	2.05E-05
	M1 手术医生（铅橡胶防护衣内）	1.0E+03	1.00	（0.5mmPb +0.5mmPb 铅悬挂帘）	3.067	18.83	0.7726	4.08E+00
	M1'手术医生（铅橡胶防护衣外）	1.0E+03	1.00	0.5mmPb 铅悬挂帘	3.067	18.83	0.7726	2.52E+01
	N1 护士位（铅橡胶防护衣内）	1.0E+03	1.50	（0.5mmPb +0.5mmPb 铅悬挂帘）	3.067	18.83	0.7726	1.81E+00
	N1'护士位（铅橡胶防护衣外）	1.0E+03	1.50	0.5mmPb 铅悬挂帘	3.067	18.83	0.7726	1.12E+01
摄 影	A1（西墙外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	B1（西侧观察窗外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04

模式	C1（控制室防护门外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	D1（污物通道防护门外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	E1（北墙外 30cm）	1.0E+03	2.40	4.0	2.500	15.28	0.7557	5.88E-04
	F1（东墙外 30cm 值班室）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	G1（东墙外 30cm 办公室）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	H1（东墙外 30cm 值班 1）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	I1（南墙外 30 cm）	1.0E+03	2.40	4.0	2.500	15.28	0.7557	5.88E-04
	J1（病人防护门外 30cm）	1.0E+03	2.40	4.0	2.500	15.28	0.7557	5.88E-04
	K1（距楼上地面 100cm）	1.0E+03	6.50	4.16	2.500	15.28	0.7557	5.37E-05
	L1（距楼下地面 170cm）	1.0E+03	2.60	4.32	2.500	15.28	0.7557	2.25E-04
类 CT 模式	A1（西墙外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	B1（西侧观察窗外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	C1（控制室防护门外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	D1（污物通道防护门外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	E1（北墙外 30cm）	1.0E+03	2.40	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.46E-03
	F1（东墙外 30cm 值班室）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	G1（东墙外 30cm 办公室）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	H1（东墙外 30cm 值班 1）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	I1（南墙外 30 cm）	1.0E+03	2.40	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.46E-03
	J1（病人防护门外 30cm）	1.0E+03	2.40	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.46E-03
	K1（距楼上地面 100cm）	1.0E+03	5.10	4.16	2.219	7.923	0.5386	2.26E-04
	L1（距楼下地面 170cm）	1.0E+03	2.60	4.32	2.219	7.923	0.5386	6.10E-04

表 11-2 DSA 手术室 2 屏蔽体外关注点及介入操作位泄漏辐射剂量率

关注点		H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R(m)	X (mmPb)	α	β	γ	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)
透 视 模 式	A2（东墙外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	B2（东侧观察窗外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	C2（控制室防护门外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	D2（污物通道防护门外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	3.067	18.83	0.7726	5.68E-05
	E2（北墙外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	3.067	18.83	0.7726	5.68E-05
	F2（西墙外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05

	G2（南墙外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	3.067	18.83	0.7726	5.68E-05
	H2（病人防护门外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	3.067	18.83	0.7726	3.01E-05
	I2（距楼上地面 100cm）	1.0E+03	6.50	4.16	3.067	18.83	0.7726	5.35E-06
	J2（距楼下地面 170cm）	1.0E+03	2.60	4.32	3.067	18.83	0.7726	2.05E-05
	K2 手术医生（铅橡胶防护衣内）	1.0E+03	1	（0.5mmPb +0.5mmPb 铅悬挂帘）	3.067	18.83	0.7726	4.08E+00
	K2' 手术医生（铅橡胶防护衣外）	1.0E+03	1	0.5mmPb 铅悬挂帘	3.067	18.83	0.7726	2.52E+01
	L2 护士位（铅橡胶防护衣内）	1.0E+03	1.5	（0.5mmPb +0.5mmPb 铅悬挂帘）	3.067	18.83	0.7726	1.81E+00
	L2' 护士位（铅橡胶防护衣外）	1.0E+03	1.5	0.5mmPb 铅悬挂帘	3.067	18.83	0.7726	1.12E+01
摄影模式	A2（东墙外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	B2（东侧观察窗外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	C2（控制室防护门外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	D2（污物通道防护门外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	2.500	15.28	0.7557	5.21E-04
	E2（北墙外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	2.500	15.28	0.7557	5.21E-04
	F2（西墙外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	G2（南墙外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	2.500	15.28	0.7557	5.21E-04
	H2（病人防护门外 30cm）	1.0E+03	3.50	4.0	2.500	15.28	0.7557	2.77E-04
	I2（距楼上地面 100cm）	1.0E+03	6.50	4.16	2.500	15.28	0.7557	5.37E-05
	J2（距楼下地面 170cm）	1.0E+03	2.60	4.32	2.500	15.28	0.7557	2.25E-04
类CT模式	A2（东墙外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	B2（东侧观察窗外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	C2（控制室防护门外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	D2（污物通道防护门外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.29E-03
	E2（北墙外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.29E-03
	F2（西墙外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	G2（南墙外 30cm）	1.0E+03	2.55	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.29E-03
	H2（病人防护门外 30cm）	1.0E+03	3.10	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.76E-04
	I2（距楼上地面 100cm）	1.0E+03	5.10	4.16	2.219	7.923	0.5386	2.26E-04
	J2（距楼下地面 170cm）	1.0E+03	2.60	4.32	2.219	7.923	0.5386	6.10E-04

2) 散射辐射

取透视模式下管电压 90kV，摄影模式下管电压 100kV，类 CT 模式下管电压 125kV，利用公式（11-2）计算本项目 DSA 手术室屏蔽体外关注点及介入操作位散射辐射剂量率，计算结果见表 11-3 及表 11-4。

表 11-3 DSA 手术室 1 屏蔽体外关注点及介入操作位散射辐射剂量率

关注点		H ₀ (μSv/h)	X (mmPb)	α	S (cm ²)	d ₀ (m)	d _s (m)	α	β	γ	H _s (μSv/h)
透 视 模 式	A1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	B1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	C1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	D1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	E1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.40	3.067	18.83	0.7726	3.10E-04
	F1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	G1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	H1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	I1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.40	3.067	18.83	0.7726	3.10E-04
	J1	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.40	3.067	18.83	0.7726	3.10E-04
	K1	7.29E+06	4.16	3.25E-06	100	0.7	5.80	3.067	18.83	0.7726	3.25E-05
	L1	7.29E+06	4.32	3.25E-06	100	0.7	3.30	3.067	18.83	0.7726	6.14E-05
	M1	7.29E+06	1	3.25E-06	100	0.7	1.00	3.067	18.83	0.7726	1.97E+01
	M1’	7.29E+06	0.5	3.25E-06	100	0.7	1.00	3.067	18.83	0.7726	1.22E+02
	N1	7.29E+06	1	3.25E-06	100	0.7	1.50	3.067	18.83	0.7726	8.76E+00
	N1’	7.29E+06	0.5	3.25E-06	100	0.7	1.50	3.067	18.83	0.7726	5.41E+01
摄 影 模 式	A1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	B1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	C1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	D1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	E1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.40	2.507	15.33	0.9124	1.73E-01
	F1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	G1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	H1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	I1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.40	2.507	15.33	0.9124	1.73E-01
	J1	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.40	2.507	15.33	0.9124	1.73E-01

类 C T 模 式	K1	2.916E+08	4.16	3.25E-06	100	0.7	5.80	2.507	15.33	0.9124	1.98E-02
	L1	2.916E+08	4.32	3.25E-06	100	0.7	3.30	2.507	15.33	0.9124	4.09E-02
	A1	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	B1	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	C1	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	D1	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	E1	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	2.40	2.233	7.888	0.7295	6.03E-01
	F1	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	G1	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	H1	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	I1	2.722E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.40	2.233	7.888	0.7295	6.03E-01
	J1	2.722E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.40	2.233	7.888	0.7295	6.03E-01
	K1	2.722E+08	4.16	3.75E-06	100	0.7	5.80	2.233	7.888	0.7295	7.22E-02
	L1	2.722E+08	4.32	3.75E-06	100	0.7	3.30	2.233	7.888	0.7295	1.56E-01

注：类 CT 模式下，按患者位于治疗床边缘进行计算，计算结果偏保守。

表 11-4 DSA 手术室 2 屏蔽体外关注点及介入操作位散射辐射剂量率

关注点		H ₀ (μSv/h)	X (mmPb)	α	S (cm ²)	d ₀ (m)	d _s (m)	α	β	γ	H _s (μSv/h)
透 视 模 式	A2	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	B2	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	C2	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	D2	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.55	3.067	18.83	0.7726	2.74E-04
	E2	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.55	3.067	18.83	0.7726	2.74E-04
	F2	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	G2	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.55	3.067	18.83	0.7726	2.74E-04
	H2	7.29E+06	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	3.067	18.83	0.7726	1.46E-04
	I2	7.29E+06	4.16	3.25E-06	100	0.7	5.80	3.067	18.83	0.7726	3.25E-05
	J2	7.29E+06	4.32	3.25E-06	100	0.7	3.30	3.067	18.83	0.7726	6.14E-05
	K2	7.29E+06	1	3.25E-06	100	0.7	1	3.067	18.83	0.7726	1.97E+01
	K2'	7.29E+06	0.5	3.25E-06	100	0.7	1	3.067	18.83	0.7726	1.22E+02
	L2	7.29E+06	1	3.25E-06	100	0.7	1.5	3.067	18.83	0.7726	8.76E+00
	L2'	7.29E+06	0.5	3.25E-06	100	0.7	1.5	3.067	18.83	0.7726	5.41E+01

摄影模式	A2	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	B2	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	C2	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	D2	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.55	2.507	15.33	0.9124	1.53E-01
	E2	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.55	2.507	15.33	0.9124	1.53E-01
	F2	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	G2	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	2.55	2.507	15.33	0.9124	1.53E-01
	H2	2.916E+08	4.0	3.25E-06	100	0.7	3.50	2.507	15.33	0.9124	8.12E-02
	I2	2.916E+08	4.16	3.25E-06	100	0.7	5.80	2.507	15.33	0.9124	1.98E-02
	J2	2.916E+08	4.32	3.25E-06	100	0.7	3.30	2.507	15.33	0.9124	4.09E-02
类CT模式	A2	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	B2	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	C2	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	D2	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	2.55	2.233	7.888	0.7295	5.34E-01
	E2	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	2.55	2.233	7.888	0.7295	5.34E-01
	F2	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	G2	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	2.55	2.233	7.888	0.7295	5.34E-01
	H2	2.722E+08	4.0	3.75E-06	100	0.7	3.50	2.233	7.888	0.7295	2.83E-01
	I2	2.722E+08	4.16	3.75E-06	100	0.7	5.80	2.233	7.888	0.7295	7.22E-02
	J2	2.722E+08	4.32	3.75E-06	100	0.7	3.30	2.233	7.888	0.7295	1.56E-01

注：类CT模式下，按患者位于治疗床边缘进行计算，计算结果偏保守。

3) 总剂量率

本项目 DSA 手术室屏蔽体外各关注点剂量率见表 11-5 及表 11-6。

表 11-5 DSA 手术室 1 屏蔽体外各关注点及介入操作位剂量率

工作模式	关注点描述	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	总剂量率 (μSv/h)
透视模式	A1 (西墙外 30cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	B1 (西侧观察窗外 30cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	C1 (控制室防护门外 30 cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	D1 (污物通道防护门外 30cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	E1 (北墙外 30cm)	6.41E-05	3.10E-04	3.74E-04

		F1 (东墙外 30cm 值班室)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
		G1 (东墙外 30cm 办公室)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
		H1 (东墙外 30cm 值班 1)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
		I1 (南墙外 30 cm)	6.41E-05	3.10E-04	3.74E-04
		J1 (病人防护门外 30cm)	6.41E-05	3.10E-04	3.74E-04
		K1 (距楼上地面 100cm)	5.35E-06	3.25E-05	3.78E-05
		L1 (距楼下地面 170cm)	2.05E-05	6.14E-05	8.19E-05
		M1 手术医生 (铅橡胶防护衣内)	4.08E+00	1.97E+01	2.38E+01
		M1'手术医生 (铅橡胶防护衣外)	2.52E+01	1.22E+02	1.47E+02
		N1 护士位 (铅橡胶防护衣内)	1.81E+00	8.76E+00	1.06E+01
		N1'护士位 (铅橡胶防护衣外)	1.12E+01	5.41E+01	6.52E+01
	摄影模式	A1 (西墙外 30cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
		B1 (西侧观察窗外 30cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
		C1 (控制室防护门外 30 cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
		D1 (污物通道防护门外 30cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
		E1 (北墙外 30cm)	5.88E-04	1.73E-01	1.73E-01
		F1 (东墙外 30cm 值班室)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
		G1 (东墙外 30cm 办公室)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
		H1 (东墙外 30cm 值班 1)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
		I1 (南墙外 30 cm)	5.88E-04	1.73E-01	1.73E-01
		J1 (病人防护门外 30cm)	5.88E-04	1.73E-01	1.73E-01
		K1 (距楼上地面 100cm)	5.37E-05	1.98E-02	1.98E-02
		L1 (距楼下地面 170cm)	2.25E-04	4.09E-02	4.11E-02
	类 CT 模式	A1 (西墙外 30cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
		B1 (西侧观察窗外 30cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
		C1 (控制室防护门外 30 cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
		D1 (污物通道防护门外 30cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
		E1 (北墙外 30cm)	1.46E-03	6.03E-01	6.04E-01
		F1 (东墙外 30cm 值班室)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
		G1 (东墙外 30cm 办公室)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
		H1 (东墙外 30cm 值班 1)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
		I1 (南墙外 30 cm)	1.46E-03	6.03E-01	6.04E-01
		J1 (病人防护门外 30cm)	1.46E-03	6.03E-01	6.04E-01
		K1 (距楼上地面 100cm)	2.26E-04	7.22E-02	7.24E-02
		L1 (距楼下地面 170cm)	6.10E-04	1.56E-01	1.57E-01

表 11-6 DSA 手术室 2 屏蔽体外各关注点及介入操作位剂量率

工作模式	关注点描述	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	总剂量率 (μSv/h)
透视模式	A2 (东墙外 30cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	B2 (东侧观察窗外 30cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	C2 (控制室防护门外 30 cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	D2 (污物通道防护门外 30cm)	5.68E-05	2.74E-04	3.31E-04
	E2 (北墙外 30cm)	5.68E-05	2.74E-04	3.31E-04
	F2 (西墙外 30cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	G2 (南墙外 30cm)	5.68E-05	2.74E-04	3.31E-04
	H2 (病人防护门外 30cm)	3.01E-05	1.46E-04	1.76E-04
	I2 (距楼上地面 100cm)	5.35E-06	3.25E-05	3.78E-05
	J2 (距楼下地面 170cm)	2.05E-05	6.14E-05	8.19E-05
	K2 手术医生 (铅橡胶防护衣内)	4.08E+00	1.97E+01	2.38E+01
	K2' 手术医生 (铅橡胶防护衣外)	2.52E+01	1.22E+02	1.47E+02
	L2 护士位 (铅橡胶防护衣内)	1.81E+00	8.76E+00	1.06E+01
	L2' 护士位 (铅橡胶防护衣外)	1.12E+01	5.41E+01	6.52E+01
摄影模式	A2 (东墙外 30cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
	B2 (东侧观察窗外 30cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
	C2 (控制室防护门外 30 cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
	D2 (污物通道防护门外 30cm)	5.21E-04	1.53E-01	1.53E-01
	E2 (北墙外 30cm)	5.21E-04	1.53E-01	1.53E-01
	F2 (西墙外 30cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
	G2 (南墙外 30cm)	5.21E-04	1.53E-01	1.53E-01
	H2 (病人防护门外 30cm)	2.77E-04	8.12E-02	8.14E-02
	I2 (距楼上地面 100cm)	5.37E-05	1.98E-02	1.98E-02
	J2 (距楼下地面 170cm)	2.25E-04	4.09E-02	4.11E-02
类 CT 模式	A2 (东墙外 30cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
	B2 (东侧观察窗外 30cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
	C2 (控制室防护门外 30 cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
	D2 (污物通道防护门外 30cm)	1.29E-03	5.34E-01	5.35E-01
	E2 (北墙外 30cm)	1.29E-03	5.34E-01	5.35E-01
	F2 (西墙外 30cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
	G2 (南墙外 30cm)	1.29E-03	5.34E-01	5.35E-01
	H2 (病人防护门外 30cm)	8.76E-04	2.83E-01	2.84E-01
	I2 (距楼上地面 100cm)	2.26E-04	7.22E-02	7.24E-02
	J2 (距楼下地面 170cm)	6.10E-04	1.56E-01	1.57E-01

由计算结果可知, DSA 在正常使用时, 机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率在

3.78E-05~5.35E-01 μ Sv/h 之间,符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)相关要求,即满足机房外 30cm 处周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求,说明机房屏蔽效果良好。

11.2.4 有效剂量估算

为确定医院射线装置运行过程中对操作人员和公众产生的辐射剂量及其辐射环境影响,对其进行辐射剂量估算评价。

(1)介入操作位个人有效剂量当量计算模式如下(取自 GBZ 128-2019 中 6.2.4 公式 4):

$$H_e = \alpha H_u + \beta H_o \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

式中: H_e —DSA 介入操作位个人有效剂量当量, mSv;

α —系数,有甲状腺屏蔽时,取 0.79,无屏蔽时,取 0.84,本项目取 0.79;

β —系数,有甲状腺屏蔽时,取 0.051,无屏蔽时,取 0.100,本项目取 0.051;

H_u —铅围裙内个人有效剂量当量,单位为毫希沃特 (mSv);

H_o —铅围裙外个人有效剂量当量,单位为毫希沃特 (mSv)。

(2)隔室操作人员个人年有效剂量当量计算模式如下:

$$H_\gamma = D_\gamma \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式 (11-4)}$$

式中: H_γ — γ 辐射外照射人均年有效剂量当量, mSv;

D_γ —X- γ 辐射剂量率, μ Sv/h;

T —年工作时间, h。

根据医院提供的相关资料,本项目 DSA 辐射工作人员依托医院现有辐射工作人员 10 人,此外拟新增 2 名技师,每台 DSA 拟配备 6 名辐射工作人员(医师 2 人,护士 2 人,技师 2 人,分为两组,每组医师 1 人,护士 1 人,技师 1 人),共配备 12 名辐射工作人员;调配后的辐射工作人员仍从事原岗位辐射工作。

医院预估项目建成后,每台 DSA 年手术量约为 500 台,每台 DSA 手术摄影时间平均 1min,类 CT 时间 30s,透视时间 20min。故 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 的辐射工作人员年摄影时间为 8.33h,年类 CT 时间为 4.17h,年透视时间为 166.67h,年总出束时间为 179.2h。本项目拟新增使用的射线装置辐射工作人员工作负荷统计情况见表 9-1,本项目 DSA 手术室所致工作人员和公众最大附加年有效剂量估算表见表 11-7,本项目考虑叠加影响所致工作人员和公众最大附加年有效剂量估算表见表 11-8。

表 11-7 本项目 DSA 手术室所致工作人员和公众最大附加年有效剂量估算表

机房	环境保护对象		年受照时间(h)	居留因子	剂量率(μSv/h)	有效剂量(mSv/a)	
DSA 手术室 1	职业工作 人员	控制室工作人员	89.58	1	2.84E-01	2.54E-02	
		介入室内辐射工作人员（医生、护士）位于介入手术室	按式（11-3）则 E=0.79×23.8×83.33h÷1000+0.051×147×83.33h÷1000=2.19mSv/a。故介入室内辐射工作人员（医生、护士）位于介入手术室最大附加年有效剂量为 2.19mSv。				2.19
		介入室内辐射工作人员（医生、护士）位于控制室	4.17+2.08=6.25	1	2.84E-01	1.78E-03	
	公 众 成 员	东墙外值班室	179.2	1	2.84E-01	5.09E-02	
		东墙外办公室	179.2	1	2.84E-01	5.09E-02	
		东墙外值班 1	179.2	1	2.84E-01	5.09E-02	
		病人防护门外	179.2	1/8	6.04E-01	1.35E-02	
		南墙外洁净区走廊	179.2	1/5	6.04E-01	2.16E-02	
		污物通道防护门外	179.2	1/8	2.84E-01	6.36E-03	
		北墙外设备间 1	179.2	1/4	6.04E-01	2.71E-02	
		楼上内镜室	179.2	1	7.24E-02	1.30E-02	
	楼下地下停车场	179.2	1/16	1.57E-01	1.76E-03		
DSA 手术室 2	职业工作 人员	控制室工作人员	89.58	1	2.84E-01	2.54E-02	
		介入室内辐射工作人员（医生、护士）位于介入手术室	按式（11-3）则 E=0.79×23.8×83.33h÷1000+0.051×147×83.33h÷1000=2.19mSv/a。故介入室内辐射工作人员（医生、护士）位于介入手术室最大附加年有效剂量为 2.19mSv。				2.19
		介入室内辐射工作人员（医生、护士）位于控制室	4.17+2.08=6.25	1	2.84E-01	1.78E-03	
	公 众 成 员	东墙外洁净区走廊	179.2	1/5	2.84E-01	1.02E-02	
		南墙外大厅	179.2	1/4	5.35E-01	2.40E-02	
		西墙外空调机房	179.2	1/4	2.84E-01	1.27E-02	
		污物通道防护门外	179.2	1/8	5.35E-01	1.20E-02	
		北墙外设备间 2	179.2	1/4	5.35E-01	2.40E-02	
		楼上等候大厅（含咨询台）	179.2	1	7.24E-02	1.30E-02	
		楼下地下停车场	179.2	1/16	1.57E-01	1.76E-03	

注：居留因子取值参考《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)，DSA 手术室 1 楼上取居留因子最大的内镜室，DSA 手术室 2 楼上等候大厅含咨询台，居留因子取 1，同一关注点在各模式下的剂量率取其最大值，计算结果偏保守。

表 11-8 本项目考虑叠加影响所致工作人员和公众最大附加年有效剂量估算表

环境保护对象		DSA 手术室 1 有效剂量	DSA 手术室 2 有效剂量	叠加有效剂量 (mSv/a)
职业工作人员	DSA 手术室 1 控制室工作人员	2.54E-02	2.54E-02	5.09E-02
	DSA 手术室 1 介入室内辐射工作人员	2.19	1.78E-03	2.20
	DSA 手术室 2 控制室工作人员	2.54E-02	2.54E-02	5.09E-02
	DSA 手术室 2 介入室内辐射工作人员	1.78E-03	2.19	2.20
公众人员	洁净区走廊	2.16E-02	1.02E-02	3.18E-02
	污物通道防护门外	6.36E-03	1.20E-02	1.83E-02
	手术室楼上	1.30E-02	1.30E-02	2.59E-02
	手术室楼下	1.76E-03	1.76E-03	3.52E-03

注：①由于控制室共用，职业工作人员有效剂量需考虑叠加影响。②由于污物通道、洁净区走廊、手术室楼上楼下与DSA手术室1、2同时相邻，公众人员有效剂量需考虑叠加影响。③其余关注点与DSA手术室1、2不同时相邻，由于存在距离防护和屏蔽防护，有效剂量无需考虑叠加影响。

由表 11-7 及表 11-8 可知，本项目 DSA 正常运行时对工作人员职业照射的最大附加年有效剂量值为 2.20mSv，由于本项目辐射工作人员仍从事原有辐射工作，叠加原有辐射工作最大年有效剂量值 0.18mSv 后，本项目辐射工作人员的年有效剂量值为 2.38mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a；本项目 DSA 正常运行时对公众最大附加年有效剂量值为 5.09E-02mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于本项目剂量约束值 0.1mSv/a。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故影响分析

本项目可能发生的辐射事故主要为：

①DSA 发生故障或人员疏忽，使受检者或工作人员受到超剂量照射。工作人员应每天检查 DSA 控制系统及门灯联动等辐射安全与防护措施，且医务人员必须严格按照射线装置操作程序进行操作。

②工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离机房，射线装置运行可能产生误照射。工作人员出束前，应通过观察窗等确认机房内无相关人员后才能出束。

③使用 DSA 的手术医生在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。手术医生出束前，应穿戴好铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具。

④检修时，误开机时，维修人员受到潜在照射伤害。

11.3.2 辐射事故影响分析

根据以上分析，本次评价项目可能严重的辐射事故情景是：手术室内手术人员没有按

要求穿戴铅衣、铅帽等个人防护用品，导致工作人员受到不必要的超剂量外照射。

假设某手术人员没有穿戴个人防护用品参与手术，一般一名医生一年不会超过 1 次手术未佩戴防护用品，一次手术照射时间约为 20 分钟。

根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)，表 B1 中第 7 条“非直接透视荧光屏设备，透视防护区检测平面上周围剂量当量率需小于 400 μ Sv/h”，根据表 10 分析，本项目拟按照要求配备床侧防护帘，所以本项目透视防护区周围剂量当量率小于 400 μ Sv/h。假设手术工作人员未穿戴防护用品持续时间为 20min，则可以计算出其受照剂量为 0.13mSv，本项目 DSA 投入运行后正常运行状态下手术工作人员预计年累计受照剂量不高于 2.38mSv，则在发生一次误照射的情况下，其全年受照剂量 2.51mSv，仍不超过工作人员的年有效剂量约束值（5mSv/a）。

参考《辐射安全手册精编》第 14.6.2 节关于急性放射病内容，各型急性放射病剂量阈值见表 11-9。

表 11-9 急性放射病剂量阈值

分型		受照剂量阈值（Gy）
骨髓型	轻度	1.0
	中度	2.0
	重度	4.0
	极重度	6.0
肠型		10.0
脑型		50.0

结合上表内容，一次事故下辐射工作人员受到的剂量为 0.13mGy，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条关于人员年剂量限值的要求，也低于急性放射病剂量阈值。

11.3.3 辐射事故等级

根据《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）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-10。

表 11-10 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

综上所述，本项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员受到照射，照射剂量未超过年剂量限值，不构成一般辐射事故。一旦发生射线装置失控，则立即切断电源，停止射线的产生，能有效减少对工作人员及公众的误照射。

11.3.4 发生事故后的处理措施

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生，通知医院辐射事件防治工作领导小组。

②辐射事件防治工作领导小组启动应急处理预案，及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

③出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理，缩小事故影响，减少事故损失。

④在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

⑤事故处理后应整理资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

⑥对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报环保部门和卫生部门。

11.3.5 辐射事故预防措施

使用 DSA 开展放射诊断及介入治疗，发生辐射事故的主要原因是管理上出问题。所以辐射工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求做好各种相应的辐射防护措施，并定期检查机房的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能及有关的安全警示标志是否正常工作，避免人员误入正在工作中的机房和其他安全事故。

11.4 服务期满后的环境影响分析

在 DSA 达到设备使用年限时，将 X 射线发生器处置至无法使用，拆除 X 射线管后的 DSA 在任何情况下均不会再产生 X 射线，可由医院按照一般设备报废的相关规范进行处置，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

表 12 辐射安全管理

12.1 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》（国家环境保护部令第 31 号 2021 年修订版）第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 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。医院成立了以严小军、刘良倚为主任委员，廖东华、翁剑锋、罗小亮等为副主任委员，肖慧华、周军、熊淑英等为委员，张新萍和余恭飞为秘书的辐射安全与环境保护管理委员会（见附件 5）。

12.2 辐射安全管理规章制度

（1）现有规章制度制定情况

医院已建立《江西中医药大学附属医院辐射防护和安全保卫制度》《江西中医药大学附属医院辐射安全管理制度》《江西中医药大学附属医院辐射安全管理操作规程》《江西中医药大学附属医院射线装置使用登记台账管理制度》《江西中医药大学附属医院辐射环境监测方案》《江西中医药大学附属医院辐射人员培训计划》《江西中医药大学附属医院辐射设备检修维护制度》《江西中医药大学附属医院辐射监测仪器使用与校验管理制度》

《江西中医药大学附属医院放射工作人员个人剂量监测制度》《江西中医药大学附属医院放射科岗位职责》《江西中医药大学附属医院辐射事故应急预案》《江西中医药大学附属医院辐射事故报告制度》《DSA 操作规程》等规章制度，且工作人员严格按规章制度要求执行。

（2）医院每年委托有资质的单位对医院辐射工作场所进行监测，并向生态环境主管部门提交年度评估报告。

（3）医院给辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受剂量监测，已委托有资质单位定期检测，建立剂量健康档案并存档。

（4）医院放射性工作场所设置有电离辐射警告标志、工作指示灯等辐射安全措施。

（5）医院安排了辐射工作人员参加职业健康体检，建立了健康体检档案。

（6）医院有辐射工作人员 95 人，其中 30 人已经通过了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习培训并考核合格，65 人仅从事 III 类射线装置使用活动的辐射工作人员通过了医院组织的自行考核，医院辐射工作人员培训情况统计详见附件 8。

医院现有射线装置运行正常，未发生过辐射事故，现有辐射类规章制度能够满足医院现有射线装置运行需要。

本项目运行后，医院应严格落实各项规章制度，定期修改和完善各项规章制度，确保医院射线装置的安全运行。医院建立的辐射安全管理制度较为全面，各项管理制度可依托现有管理制度体系。

12.3 辐射监测

（1）已有辐射监测情况

①常规监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括辐射工作场所机房的各面屏蔽墙、观察窗和防护门等工作场所，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

②辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，并每季度定期送检，并建立完善的个人剂量检测档案。

（2）本项目辐射监测计划

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）等的要求，医院针对本项目制定了相应的辐射监测计划，包括：

①辐射工作人员个人剂量监测

医院对放射工作人员开展个人剂量监测，监测工作委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，常规个人剂量监测的周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，常规监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月，医院配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。加强对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。医院还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后医院还应当组织放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。

②年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的辐射监测机构进行监测。医院将按照辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对医院的辐射工作场所进行年度监测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年1月31日前上报上一年度年度评估报告至生态环境主管部门。

③竣工环保验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。本项目环保设施验收期限一般不超过3个月，需要对该类环保设施进行调试或者整改的，验收期限可适当延期，但最长不超过12个月。

④工作场所和周围环境监测

监测频率：每年委托有资质的单位监测一次，平时定期进行自主监测，具体监测频率详见表12-1。因本项目DSA手术室布置相对集中，故针对本项目医院拟配备1台便携式X-γ辐射剂量率监测仪，医院拟安排专职人员定期对便携式X-γ辐射剂量率监测仪进行日常管理维护，确保仪器处于正常可用状态。医院拟定期对射线装置机房四周环境进行监测。发现问题及时整改。所有监测记录，存档备查，并编制年度辐射安全防护评估报告上报当地生态环境部门。

表 12-1 辐射监测计划

监测对象		监测方案	监测项目	监测频率	监测方式
DSA 手术室 1、DSA 手术室 2	防护性能	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、观察窗、楼上、楼下、管线孔等	周围剂量当量率	每年 1 次	委托有资质单位监测
			周围剂量当量率	每季度 1 次	自行监测
	安全联锁	实测并检查	安全	每次使用前	自行检测

辐射工作人员	佩戴个人辐射剂量计	年有效剂量	操作时，常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月	送有资质单位检测
外环境	实测	周围剂量当量率	每年1次	委托有资质单位监测

医院制定的辐射监测计划符合医院实际情况，包含了竣工环境保护验收监测与定期监测、辐射工作人员个人剂量监测以及日常自行监测，内容全面，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等的要求。

综上所述，医院辐射监测计划较为全面，能够涵盖本项目的各个环节，且监测频率较为合理，辐射监测计划整体可行。

12.4 医院辐射事故应急预案及其实施程序

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规，江西中医药大学附属医院根据可能发生的辐射事故的风险，制定了本单位的应急方案，做好应急准备。发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫生健康行政部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。《江西中医药大学附属医院的辐射事故应急预案》包括了以下内容：

（1）组织机构与职责：

为了加强辐射事件应急工作的统一指挥、及时应对、处理，医院成立辐射事件防治工作领导小组，负责医院内的辐射事件应急管理工作。成员名单如下：

组 长：严小军 刘良倚

副组长：廖东华 翁剑锋 罗小亮 邵益森 杨卫星

王万春 付 勇 杨安金 杨军平（常务）

组 员：肖慧华 周 军 梅丽俊 李 芳 张文然

熊淑英 邵继满 张群芳 伍建光 陈宝国

李 林 戈阳华 胡建华 何 凌 邹国辉

王 伟

秘 书：张新萍 余恭飞

工作职责：

①执行国家辐射事件应急工作的法规和政策；

②制定并修订医院内辐射事件应急计划，做好辐射事件应急准备工作；

③确定辐射事件应急状态等级，统一指挥本单位的辐射事件应急响应行动；

④及时向环保与公安等主管部门报告事件情况，协助和配合指定的部门做好辐射事件应急管理工作（南昌市公安局：0791-88892109，南昌市生态环境局：0791-85356015，南昌市卫监所：0791-86830696）。

⑤定期组织辐射安全事故应急演练。

（2）辐射事故分级：

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重至轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

①特别重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

②重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

③较大辐射事故，是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

④一般辐射事故，是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

（3）应急准备：

为了保证辐射事故应急工作的有效进行，辐射事故应急工作小组应做好事故应急的人员、物资的准备工作，主要包括以下内容：

①明确辐射事故应急工作的基本任务：减少危害、保护公众、保护环境。

②明确辐射事故应急响应组织及其职责，做好辐射事故应急准备和应急响应的详细方案。

③辐射事故应急机构应当具有必要的应急设施、设备和相互之间快速可靠的通讯联络系统。

④辐射事故应急机构应当具有辐射监测系统、防护器材、药械和其他物资，用于辐射事故应急工作的设施、设备和通讯联络系统、辐射监测以及防护器材、药械等，应当处于良好状态。

⑤应当对职工进行辐射安全与防护事故应急知识的专门教育，并应当对辐射事故应急

工作人员进行培训，适时组织进行辐射事故应急演练。

（4）应急流程

辐射事故应急，是指为了控制或者缓解辐射事故、减轻辐射事故后果而采取的不同于正常秩序和正常工作程序的紧急行动。应急计划的建立是为了减轻辐射事故所造成的危害，保护人员及环境，更好的应对核事故，其主要内容包括：

①当发生射线泄漏时，操作人员应根据现场情况及时采取应急防护措施，关闭设备电源，人员及时撤离事故现场，并向医院辐射事故应急机构报告情况，医院进入应急待命状态，医院辐射事故应急机构应当根据情况及时向环保与公安等主管部门报告，并做好辐射事故后果预测与评价以及环境放射性监测等工作，为采取辐射事故应急对策和应急防护措施提供依据。

②医院辐射事故应急领导小组应当根据现场射线泄漏的情况，决定进入场区应急状态，并采取应急防护措施在辐射事故现场，应当实行有效的剂量监督。现场核事故应急响应人员和其他人员都应当在辐射防护人员的监督和指导活动，尽量防止接受过大剂量的照射。应当做好辐射事故现场接受照射人员的救护、洗消、转运和医学处置工作。

③在医院辐射事故应急领导小组的统一指挥下，由辐射防护人员对泄漏射线场所进行处理，整个过程应实施有效的剂量监督。

④当辐射防护人员对泄漏事件处理完毕，由医院辐射事故应急机构根据对现场辐射剂量监督情况，向环保行政主管部门申请解除现场应急状态。

（5）事故的调查、处理及报告

辐射事件应急状态终止后，辐射事件工作领导小组应当组织相关人员进行事件的调查、分析，并向环保与公安等主管部门提交详细的事件处理报告及核事故应急工作报告。

医院核技术应用项目运行以来，尚未发生过辐射事故。建议医院定期进行辐射事故应急演练，对演练效果进行评估，提交演练报告，重点说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，及时整改。同时完善《江西中医药大学附属医院的辐射事故应急预案》的相关内容，如应急人员的组织、培训，可能发生的辐射事故类别与应急响应措施等。

表 13 结论与建议

13.1 结论

江西中医药大学附属医院拟在西湖院区医技住院楼一楼规划两间 DSA 手术室，配套使用两台医用血管造影 X 射线装置(简称 DSA)。其中 DSA 手术室 1 拟配置 1 台 Allia IGS Ultra 型 DSA，该 DSA 为单球管设备，最大管电压 125kV，最大管电流为 1000mA，带类 CT 成像功能，属于 II 类射线装置；DSA 手术室 2 中拟配置的 DSA 型号待定，暂定该 DSA 为单球管设备，最大管电压 125kV，最大管电流为 1250mA，带类 CT 成像功能，属于 II 类射线装置。

13.1.1 可行性分析结论

DSA 的应用在我国是一门成熟的技术，它在医学治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。江西中医药大学附属医院拟使用的 DSA 工作场所为病人提供一个更加优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时医院此次项目涉及的辐射工作场所按相关要求进行了设计，防护措施满足标准要求，对周边环境及人员的影响较小。因此，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类“十三、医药中的 4、高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

本项目 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2 屏蔽体等防护设施厚度、辐射工作场所的布局均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。

13.1.3 环境影响分析

根据理论估算结果可知，本项目 DSA 手术室工作人员年有效剂量最大为 2.38mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。本项目 DSA 运行致公众年有效剂量最大为 5.09E-02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 0.1mSv/a。

13.1.4 利益代价分析

本项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境。本项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益和社会效益，所带来的利益大于其危害。本项目通过对机房设置辐射防护措施，对潜在照射所致危险实施控制，使本项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

13.1.5 总结论

江西中医药大学附属医院射线装置应用项目旨在改善患者就医环境，经评价分析，只要认真落实本报告提出的环境保护措施，严格按照程序操作，切实执行国家各项法规、制度，使本项目实践符合辐射实践的正当性、辐射防护的最优化、个人剂量的限制三原则，则该项目从辐射环保角度来说运营是可行的。

13.2 建议

医院此次项目环评批复后，医院应及时更换新的辐射安全许可证。本项目内容运行后应及时履行竣工环保手续，验收合格后方可运行。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人：公 章

年 月 日

审批意见：

经办人： 盖章

年 月 日