

编号：渝联辐环评字[2024]0009号

核技术利用建设项目

巫溪县人民医院

特殊科室能力提升扩容项目

(DSA装置部分)

环境影响报告表

(公示版)

建设单位：巫溪县人民医院

编制单位：重庆肤尔医学研究院有限公司

编制时间：2025年2月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

巫溪县人民医院

特殊科室能力提升扩容项目

(DSA装置部分)

环境影响报告表

建设单位名称：巫溪县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：重庆市巫溪县柏杨街道万通路 100 号

邮政编码：405800

联系人：陈晓华

电子邮箱：770****26@qq.com

联系电话：138*****019

打印编号：1734591949000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	t3kttto		
建设项目名称	巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目（DSA装置部分）		
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）	巫溪县人民医院		
统一社会信用代码	12500238451905503M		
法定代表人（签章）	柳庆君		
主要负责人（签字）	柳庆君 		
直接负责的主管人员（签字）	陈晓华 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆朕尔医学研究院有限公司		
统一社会信用代码	91500103MA5U53FM41		
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
程春梅	03520240555000000030	BH067923	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张朝生	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、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	BH071244	
程春梅	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置	BH067923	

目录

表 1 项目基本情况	2
表 2 放射源	15
表 3 非密封放射性物质	15
表 4 射线装置	16
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	17
表 6 评价依据	18
表 7 保护目标与评价标准	20
表 8 环境质量和辐射现状	25
表 9 项目工程分析与源项	29
表 10 辐射安全与防护	38
表 11 环境影响分析	50
表 12 辐射安全管理	67
表 13 结论与建议	74

表 1 项目基本情况

建设项目名称		巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目（DSA 装置部分）			
建设单位		巫溪县人民医院			
法人代表	柳庆君	联系人	陈晓华	联系电话	138*****019
注册地址		重庆市巫溪县柏杨街道万通路 100 号			
项目建设地点		重庆市巫溪县柏杨街道万通路 100 号 巫溪县人民医院一期住院楼负一楼 DSA 手术室 1			
立项审批部门		巫溪县发展和改革委员会	批准文号	巫溪发改函（2020）38 号	
建设项目总投资（万元）		600	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资） 3.33%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	45.27
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				

1.1 建设单位概况

巫溪县人民医院（以下简称：医院），始建于 1945 年，注册地址为重庆市巫溪县柏杨街道万通路 100 号，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复于一体的国家三级综合医院，是璧山区人民医院和重庆市人民医院“组团式”帮扶国家乡村振兴重点帮扶医院，是重庆三峡医药高等专科学校非直管附属医院，是重庆市住院医师规范化培训基地，是重医大附一院、附二院、儿童医院、重庆大学附属肿瘤医院、重庆西南医院、新桥医院、大坪医院、重庆大学附属三峡医院和山东省多家三甲医院技术指导和对口帮扶医院。巫溪县人民医院设有急救、重症医学、心血管、呼吸、消化、神经、肾脏、儿内、新生儿、肿瘤等内科系统，设有骨科、泌尿、胸外、普外、肝胆、神外、妇产、口腔、眼耳鼻喉等外科系统；设有放射治疗中心、介入治疗中心、血液净化中心、高压氧治疗中心；设有麻醉、皮肤、放射、超声、检验、电生理、康复等 36 个临床、医技科室。

1.2 项目由来

根据医院提供的资料，医院于 2009 年提交了《巫溪县人民医院迁建工程项目环境影响报告书》，并于 2009 年 7 月取得了《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（巫溪）环审[2009]22 号）。医院于 2020 年 3 月 18 日，在医院一期住院楼和二期住院楼，实施了“巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目”，该项目总面积 4365m²，其中临床体检中心 1040m²、重症监护中心 1425m²、临床放射中心 800m²、新生儿治疗中心 1100m²，同时购置 1 台直线加速器、1 台模拟定位 CT、1 台 DSA 等相关诊疗设备 122 台套，该项目对巫溪县人民医院特殊科室进行深化设计装修，将原总务库房、值班室、中心吸氧、中心供应、解剖室、太平间、停尸房、发电机房等区域建设为介入手术中心，不涉及新增床位，并于 2022 年编制了《巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目（辐射部分）建设项目环境影响报告表》，于 2022 年 8 月 9 日取得批复，并于 2023 年 2 月 8 日通过竣工环境保护验收。

医院为了满足日益增长的介入诊疗的需要，于 2024 年对一期住院楼负一楼的介入手术中心预留房间 DSA 手术室 1 进行改造，并配置了 1 台由北京万东医疗科技股份有限公司生产的 CGO-2100Plus 型医用血管造影 X 射线机（以下简称“DSA 装置”，额定电压为 125kV、额定电流为 1000mA）。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部国家卫生和计划生育委

员会公告 2017 年第 66 号），DSA 装置属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》等相关法律法规要求，本项目应进行环境影响评价。根据《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），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”，环境影响评价文件类别为环境影响报告表。

该项目建设前未按照相关法律法规编制环境影响报告表，因此项目的建设违反了《中华人民共和国环境影响评价法》第二十五条“建设项目的环评文件未依法经审批部门审查或者审查后未予批准的，建设单位不得开工建设”，存在“未批先建”等违法行为，巫溪县生态环境局依据《重庆市生态环境行政处罚裁量基准》（渝环规（2022）6 号）第六条不予处罚情形第一项和《中华人民共和国行政处罚法》第三十三条，对巫溪县人民医院进行教育，要求巫溪县人民医院在完善环境影响评价手续之前不得建设，并下发不予处罚决定书，不予处罚决定书详见附件 6。

为此，巫溪县人民医院委托重庆朕尔医学研究院有限公司开展“巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目（DSA 装置部分）”（简称“本项目”）的环评工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘查、收集资料和现状监测等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求，对施工期的环境影响进行回顾性分析，对运营期的辐射环境影响进行预测分析。

1.3 项目概况

1.3.1 项目用房现状

根据现场勘查可知，介入手术中心位于巫溪县人民医院一期住院楼负一楼，本项目 DSA 手术室 1 为介入手术中心预留房间，目前该房间四周墙体均为 140mm 空心砖+60mm 硫酸钡水泥，防护门窗均为 4mmPb，房间内通风系统已安装完成，房间四周已配置了操作间、设备间和配电间等辅助用房。DSA 手术室 1 所铺设的线缆沟，从 DSA 手术室 1 直穿到设备间，穿墙孔位置处于设备射线没有直接照射的区域，并采用 3mm 的钢板覆盖穿墙孔区域。

1.3.2 项目组成

巫溪县人民医院位于重庆市巫溪县柏杨街道万通路 100 号，巫溪县人民医院一期住

院负一楼建设“巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目（DSA 装置部分）”，并购置一台 DSA 装置（II类射线装置），用于开展血管造影介入手术。本项目机房面积约 45.27m²，总投资为 600 万元，其中环保投资约 20 万元。目前施工已结束，DSA 装置已进场。本项目组成情况见下表 1-1。

表1-1本项目组成一览表

分类	项目	8.23	依托关系
主体工程	DSA 手术室 1	DSA 机房内最小有效内空尺寸约 5.5m×8.23m×4.3m，吊顶后顶部到地面的净空高度约 2.7m，有效使用面积约 45.27m ² 。房间四周墙体均为 140mm 空心砖+60mm 硫酸钡水泥，防护门窗均为 4mmPb，房间内通风系统已安装完成，本项目建设内容主要为在现有房间的基础上铺设线缆沟、加装轨道、空调系统、电脑、储物柜等配套设施。	依托主体结构改造
	设备	DSA 机房内安装 1 台 DSA 装置（由北京万东医疗科技股份有限公司生产的 CGO-2100 Plus 型医用血管造影 X 射线机，II类射线装置，单管头），最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。	新增
辅助工程	辅助用房	设备间、库房、男更衣、女更衣、卫生间、处置间、男值班室、女值班室、谈话间、缓冲间等依托现有的，与 DSA 手术室 2 共用。	依托现有
		现有操作间与 DSA 手术室 2 共同使用，并在操作间内增加本项目的控制系统，铺设线缆沟；配电间、污物打包间现为闲置房间，经改造后为本项目辅助用房，单独使用。	依托主体结构改造用房
公用工程	给水	由市政供水管网提供，依托院内供水管网。	依托
	排水	实行雨污分流制度，雨水直接进入市政雨水管道；污水经污水处理站处理达标后排入市政污水管网。	依托
	供配电	由市政电网供电，依托医院供配电系统；已配置 3 台柴油发电机，解决停电时临时需要。	依托
	通风	介入手术中心设置了 1 套独立的通风系统，DSA 手术室 1 内设置了 2 个送风口、1 个排风口、4 个回风口，送风口和排风口位于 DSA 手术室 1 吊顶上，回风口布置在北墙和南墙底部，经管道汇集到 DSA 手术室 1 吊顶上，再从南墙经回风管道排出。DSA 手术室 1 废气经气管道收集后引至本项目的污物打包间南侧外墙排风口直接排放，该区域无人员长期逗留，避开了人员密集区。	新建
环保工程	废水处理措施	项目产生的少量废水依托医院的污水管网收集至污水处理站（处理能力 800m ³ /d），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理排放标准后接入市政污水管网。	依托
	废气处理措施	DSA 手术室 1 废气经气管道收集后引至本项目的污物打包间南侧外墙排风口直接排放。	新建
	固废处理措施	依托医院的收运系统，一般医疗废物交有资质的单位处理，生活垃圾交环卫部门处理。	依托
报废的 DSA 按照要求对其装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档。		/	

		废弃铅防护用品由医院按有关规定收集、妥善保存，交由有资质单位处理，并做好相应记录。	
	辐射防护	采用现浇混凝土、硫酸钡水泥、铅玻璃窗、铅防护门等屏蔽材料进行屏蔽。	依托
		设置对讲装置、门灯联动、电离辐射警示标志、工作状态指示灯、急停开关等。	新建

1.3.2辐射防护方案设计

本项目建于巫溪县人民医院一期住院楼负一楼介入手术中心，机房四周墙体、顶板、防护门及观察窗的防护方案见表1-2。

表1-2DSA手术室1屏蔽防护方案

机房名称	面积、尺寸	屏蔽体	防护方案
DSA 手术室 1	DSA 机房内最小有效内空尺寸约5.5m×8.23m×4.3m，吊顶后顶部到地面的净空高度约2.7m，有效使用面积约45.27m ² 。	四周墙体	140mm 空心砖+60mm 硫酸钡水泥
		机房顶板	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥
		铅防护门	4mmPb
		铅观察窗	4mmPb

注：铅密度11.3g/cm³，混凝土密度2.35g/cm³，硫酸钡水泥密度3.2g/cm³，楼下为地基，空心砖不考虑防护能力（后文不再赘述）。

1.3.3设备配置

本项目主要配套设施设备见表1-3。

表1-3DSA机房配套设施设备配置一览表

序号	名称	数量	位置	用途	备注
1	DSA 装置	1 台	DSA 机房	介入手术	II类射线装置，单管头
2	电源柜	1 套	设备间	DSA 配电	DSA 装置配套设备
3	高压发生柜	1 套	设备间	DSA 装置高压装置	
4	系统控制柜	1 套	设备间	设备控制和数据传输	
5	控制系统	1 套	操作间	DSA 装置操作	
6	中心供氧装置	1 套	DSA 机房	患者供氧	介入手术配套设备
7	除颤仪	1 套	DSA 机房	手术配套用	
8	高压注射器	1 套	DSA 机房	手术配套用	
9	吸痰器	1 套	DSA 机房	手术配套用	
10	电生理仪	1 套	DSA 机房	手术配套用	
11	中心负压吸引	1 套	DSA 机房	手术配套用	

12	铅防护眼镜、铅橡胶帽	3套	DSA 机房	工作人员防护，0.5mmPb	已配置
13	铅衣、防辐射裙、防辐射围领	4套	DSA 机房	工作人员防护，0.5mmPb	已配置
14	介入防护手套	3双	DSA 机房	工作人员防护，0.05mmPb	已配置
15	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏	1套	DSA 机房	工作人员防护，0.5mmPb	已配置
16	移动铅防护屏风(含观察窗)	1个	DSA 机房	工作人员防护，2mmPb	已配置
17	防辐射裙、防辐射围领、铅橡胶帽	2套	DSA 机房	患者防护，0.5mmPb	已配置
18	个人剂量计	若干	DSA 机房和操作间	工作人员个人剂量监测	已配置

1.4项目劳动定员、工作制度

医院介入手术中心现有17名辐射工作人员从事介入手术，包括10名介入手术医生（其中心脏介入手术医生2组，神经介入手术医生1组，综合介入手术医生2组）、3名护士、2名放射技师和2名影像医师；本项目配置的17名辐射工作人员均从医院介入手术中心内调配，不新增总劳动定员，仅从事介入手术相关工作。

工作制度：辐射工作人员年工作250天，实行轮体制，本项目劳动定员情况见表1-4。

表1-4本项目劳动定员一览表

序号	姓名	性别	岗位	最近四个季度的剂量监测结果加和*	辐射安全与防护考核成绩报告单	辐射安全与防护考核成绩单有效期
1	刘功勋	男	影像医师	0.30mSv	FS23CQ0100271	2028年3月23日
2	陈坤	女	护士	0.20mSv	FS20CQ0100171	2025年8月13日
3	邓勇	男	医生	0.20mSv	FS21CQ0100851	2026年9月17日
4	苟开放	男	技师	0.20mSv	FS23CQ0100267	2028年3月23日
5	何娟	女	医生	0.83mSv	FS20CQ0100168	2025年8月13日
6	李超	男	技师	0.31mSv	FS23CQ0100272	2028年3月23日
7	李孝俊	男	医生	0.24mSv	FS23CQ0100401	2028年4月21日
8	卢建国	男	医生	0.20mSv	FS21CQ0100678	2026年7月22日
9	王欣鑫	男	医生	0.36mSv	FS23CQ0100326	2028年3月24日
10	向洪念	男	影像医师	0.30mSv	FS23CQ0100315	2028年3月24日
11	向力成	男	医生	0.91mSv	FS23CQ0100353	2028年3月24日
12	叶东	男	医生	0.45mSv	FS21CQ0100702	2026年7月22日
13	张茂松	男	医生	1.06mSv	FS21CQ0100315	2026年3月19日
14	张元	男	医生	0.52mSv	FS20CQ0100549	2025年8月28日
15	周宇	男	医生	0.25mSv	FS23CQ0100432	2028年10月20日

16	胡艳	女	护士	0.20mSv	FS22CQ0200642	2027年6月
17	向平	女	护士	0.20mSv	FS20CQ0100610	2025年8月28日

1.5 工作负荷

根据医院提供的资料，本项目预计年开展介入手术约800台，手术类型包括心脏介入手术（400台/年）、神经介入手术（100台/年）和综合介入手术（300台/年）。

本项目DSA年透视时间共约273.33h，采集时间约17.51h，总年有效开机时间约290.84h。

1.6 外环境概况

本项目位于重庆市巫溪县柏杨街道万通路100号巫溪县人民医院一期住院楼负一楼介入手术中心。医院征地范围内已建项目包括一期住院楼、二期住院楼、门诊楼及配套公辅及环保设施。此外，医院整体呈现北高、南低，一期住院楼位于住院楼南部，其负一楼与院内道路相接；二期住院楼位于住院楼北部，其一楼与院内道路相接。本项目所在楼外环境详见表1-5。

表 1-5 项目所在楼外环境关系表

序号	名称	方位	最近水平距离	高差	环境特征
1	二期住院楼	北侧、东北侧	紧邻	无	医院用房，21F/-1F
2	绿化（施工区）		约33m	无	院内公共区域
3	空地（施工区）	北侧	约40m	无	院内公共区域
4	停车场	东北侧、东侧	紧邻	约+4.5m	院内公共区域
5	休息亭	东北侧	约20m	约+4.5m	院内公共区域
6	院内车道		约30m	约+3m	院内公共区域
7	高压氧治疗中心		约42m	约+3m	医院辅助用房，1F
8	二期住院楼	东侧	紧邻	无	医院用房，-1F
9	人行楼梯、院内车道		约29m	无	院内公共区域
10	人行道和绿化带	东侧、东南侧	约35m	无	院内公共区域
11	人行道、院内车道	东南侧、南侧、西南侧	紧邻	无	院内公共区域
12	廊道	南侧	紧邻	约+4.5m	院内公共区域
13	绿化带1、人行道	南侧、西南侧	约17m	无	院内公共区域
14	吸烟亭	南侧	约24m	无	院内公共区域
15	门诊楼4F	南侧、西南侧	约30m	无	医院用房
16	总务科用房(-1F/1F)	西侧	紧邻	无	医院用房
17	人行道、院内车道	西侧、西北侧	约5m	无	院内公共区域
18	居民楼		约26m	无	院外建筑、医院用房
19	空坝	西侧	约26m	无	院内公共区域

20	空调机房和发电机房裙楼(2F)	西北侧	约 4m	约+4.5m	医院辅助用房, 2F
----	-----------------	-----	------	--------	------------

备注：“+”表示高于一期住院楼-1F 室外地面。

本项目的环境保护目标是从事该项目辐射工作人员及辐射工作场所周围 50m 范围内活动的公众成员。

1.7项目选址可行性分析

本项目 DSA 机房选址于一期住院楼负一楼介入手术中心，本项目 DSA 手术室 1 为介入手术中心预留房间，目前该房间四周墙体均为 140mm 空心砖+60mm 硫酸钡水泥，防护门窗均为 4mmPb，房间内通风系统已安装完成，房间四周已配置了操作间、设备间和配电间等辅助用房，机房楼上为消毒供应中心相关用房，机房楼下为地基；本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中产生电离辐射影响；本项目用房与周边相邻区域均有实体隔断，所在区域相对独立，既不影响医院其他诊疗活动，也远离公众聚集区域，对周围环境影响甚微。根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于本项目的建设。

因此，从辐射防护与环境保护角度，项目选址可行。

1.8与项目有关的环境保护问题

1.8.1 项目用房的环保手续情况

本项目位于巫溪县人民医院一期住院楼负一楼介入手术中心。医院于在2009年编制完成了《巫溪县人民医院迁建工程项目环境影响报告书》，仅对医院迁建工程进行环境影响评价，建设内容包括门诊楼、急救楼、住院楼、医技科室、后勤综合楼、高压氧楼、康复楼、康复中心、科研教学楼、公共停车场等，项目征地80000m²，总建筑面积63000m²。原巫溪县环境保护局于2009年7月对该项目进行了批复，批文号为渝（巫溪）环审[2009]22号；2016年工程建成投运，并于2016年8月取得了《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（巫溪）环验[2016]6号）。医院已取得排污许可证，排污许可证编号为12500238451905503M001U，有效期限为2022年12月17日至2027年12月16日。

项目用房的环保手续完善，无环保遗留问题。

1.8.2医院核技术利用项目开展情况

医院已取得《辐射安全许可证》（渝环辐证[00688]，有效期至2028年4月17日），医院许可的核技术利用项目包括使用II类、III类射线装置。现场射线装置与辐射安全许

可证相符。

根据现场调查，医院现有射线装置具体情况见表1-6所示。

表 1-6 医院现有射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	工作场所	备注
1	医用直线加速器	XHA1400	II类	1台	二期住院楼负一楼放疗中心直线加速器机房	已上证
2	医用血管造影 X 射线系统	UNIQFD20	II类	1台	一期住院楼负一楼 DSA 手术室 2	已上证
3	数字乳腺 X 射线系统	SN-DR3M	III类	1台	门诊一楼放射科乳腺 DR 检查室	已上证
4	X 射线计算机体层摄影设备	Aquilion PRIMETSX-303A	III类	1台	门诊一楼放射科 CT 检查室 2	已上证
5	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOMDefinitionAS	III类	1台	感染楼发热门诊 CT 室	已上证
6	X 射线计算机体层摄影设备	Aquilion LightningTSX-036A	III类	1台	门诊一楼放射科 CT 检查室 1	已上证
7	模拟定位机	SL-ID	III类	1台	二期住院楼负一楼放疗中心模拟定位机机房	已上证
8	移动式平板 C 形臂 X 射线机	PLX118F/6	III类	1台	住院楼二楼手术间 1	已上证
9	高频移动式手术 X 射线机	PLX112C	III类	1台	住院楼二楼手术间 1	已上证
10	数字 X 射线摄影系统	RADspeedd-fit	III类	1台	门诊一楼放射科摄片 1 室	已上证
11	口腔 X 射线计算机体层摄影设备	KaVo3DeXami	III类	1台	门诊三楼口腔科口腔 CT 室	已上证
12	移动数字摄影 X 线系统	MUX-200D	III类	1台	住院楼 12 楼（临时场所）	已上证
13	医用诊断 X 射线遥控透视摄影系统	BSX-50ACPAS	III类	1台	门诊一楼胃肠检查室	已上证
14	医用 X 射线摄影装置	AXIOMAAristosVXplus	III类	1台	门诊一楼放射科摄片 2 室	已上证
15	体外冲击波碎石机	JDPN-VC2	III类	1台	门诊三楼体检中心碎石机房	已上证

医院已委托有资质单位对现有各辐射场所的屏蔽能力进行了监测，屏蔽能力满足要求，医院上述设备的手续齐全，运行至今使用情况良好。经调查，医院现有辐射工作人员 60 人，已为每名辐射工作人员配置个人剂量计，建立个人剂量监测档案和职业健康体检档案，2024 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31，介入工作人员个人剂量监测结果在 0.20mSv~1.06mSv 之间，满足本项目辐射工作人员年有效剂量管理目标值 5mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求；辐射工作人员均已参

加辐射安全防护培训，并通过考核。医院运营至今，未发生辐射事故，也未产生辐射环保纠纷，无相关环保遗留问题。

1.8.3 DSA手术室2概况

2022年7月，医院编制完成了《巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目（辐射部分）建设项目环境影响报告表》，建设内容包括肿瘤诊断治疗区、介入手术区，并购置1台10MV医用电子直线加速器（II类射线装置）、1台放射治疗模拟机（III类射线装置）开展放射肿瘤治疗工作，1台数字减影血管造影X射线装置（II类射线装置）开展介入放射诊断工作，项目总建筑面积约923m²，其中介入手术区建筑面积约406m²，包含介入手术室1和手术室2两间机房，以及工作人员的换鞋间、更衣淋浴间、库房、洁具间、护士办公室、医生办公室、库房、谈话间、缓冲间、污物打包间、配电间、拆包间等辅助用，并为介入手术室配置了独立的控制室、设备间。介入手术手术室1为预留了介入手术室供医院后期发展使用。本项目于2022年8月9日取得《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（辐）环准[2022]042号），于2023年2月18日通过竣工环境保护验收。

（1）工作负荷

根据医院提供的资料，2024年DSA手术室2工作负荷情况见表1-7。

表 1-7 DSA 手术室 2 工作负荷表

透视					
手术类别	工作人员及数量	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	辐射工作人员 17名	540台	约20min	约180h	
神经介入		52台	约21min	约18.2h	
综合介入		363台	约21min	约127.05h	
小计	/	/	/	约325.25h	
采集					
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	540台	3~4s	6~10次	约0.7min	约6.3h
神经介入	52台	6~10s	4~10次	约1.7min	约0.71h
综合介入	363台	3~8s	7~15次	约2min	约12.1h
小计	/	/	/	/	约19.11h
总计	/	/	/	/	约344.36h

根据年工作负荷可知，现 DSA 手术室 2 的 1 年透视时间约 325.25h，年采集时间约 19.11h，总年有效开机时间约 344.36h。本项目改扩建完成后，DSA 手术室 2 的手术工作量基本不会发生变化。

（2）放射工作人员

医院现有介入放射工作人员 17 人，均建立了个人剂量档案和健康档案，均进行了辐射工作安全防护培训并考核合格，且介入工作人员个人剂量监测结果在 0.20mSv~1.06mSv 之间，未见异常。

(3) DSA 手术室 2 环境管理制度

医院已制定了《巫溪县人民医院放射工作人员培训/再培训制度》《巫溪县人民医院放射科人员健康管理规定》《巫溪县人民医院放射科辐射安全管理规定及落实措施》《巫溪县人民医院辐射防护与安全保卫制度》《巫溪县人民医院放射工作人员健康管理规定》《巫溪县人民医院放射工作人员培训再培训管理制度》《巫溪县人民医院辐射监测大纲》《巫溪县人民医院放射工作人员个人剂量管理制度》《巫溪县人民医院介入中心质量保证方案》《巫溪县人民医院医学装备维修管理制度》《巫溪县人民医院辐射安全应急处理预案》等制度。

(4) 工作场所辐射环境监测结果

医院每年均委托有资质单位对现有 DSA 手术室 2 工作场所辐射环境进行监测。根据重庆市万州区疾病预防控制中心 DSA 检测报告，编号：渝质控(放检)字(2024) 04988 号可知，在透视条件下 DSA 手术室 2 屏蔽体外的周围剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。

(5) 机房采取的辐射安全与防护措施

①根据医院提供资料，DSA 手术室 2 的有效使用面积为 46.20m²、最小单边长度为 5.50m，屏蔽防护方案为四周墙体均为 240mm 空心砖+60mm 硫酸钡水泥，顶棚为 120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥，地下为地基；各个防护门和观察窗防护厚度均为 4mmPb。由此可知，现有 DSA 手术室 2 的有效使用面积、最小单边长度和四周墙体、顶棚、地板、防护门、观察窗的屏蔽防护能力均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。

②通风

根据医院提供资料，DSA 手术室 2 设置了 1 套独立的通风系统。介入手术室内设置 2 个送风天花，4 个回风口，1 个排风口，进风口、排风口布置在介入手术室顶棚上，回风口布置在底部，其进风量约 4000m³/h，回风量约 6000m³/h，排风量约 300m³/h。

③联锁系统和警示标识

根据医院提供资料和现场调查，DSA 手术室 2 已设置了门灯联锁、工作指示灯、

对讲系统、监控、急停、辐射警示标志等设施，配置了个人防护用品和辅助防护设施。

(6) 三废处理情况

项目产生的医疗废水和生活污水经医院门诊楼东侧污水处理站处理，处理能力 800m³/d，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理排放标准后接入市政污水管网。

项目产生的污物在污物打包间打包后运至医院东北角垃圾中转站 2F 医疗废物暂存间暂存；工作人员和患者产生的生活垃圾，分类收集后，暂存于医院东北角垃圾中转站 1F 生活垃圾暂存处，交由市政环卫部门统一收运处理；报废的 DSA 按照要求对其装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档，目前未产生报废的 DSA；废弃铅防护用品由医院按有关规定收集、妥善保存，交由有资质单位处理，并做好相应记录。

DSA 手术室 2 内废气经排风管道引至住院楼-1F 南侧室外排放，排放后废气经大气扩散和分解后，浓度将进一步降低。

1.8.4 与医院整体的依托可行性分析

本项目与医院依托关系及可行性分析详见表 1-8。

表1-8本项目与医院依托关系表

依托工程		可行性分析
主体工程		本项目位于巫溪县人民医院一期住院楼负一楼介入手术中心，依托其主体结构建设本项目相关功能用房，本项目机房为介入手术室 1 预留房间，项目使用该区域后，不影响医院整体的布局与运营。项目主体建筑结构依托可行。
辅助工程		本项目依托介入手术中心的操作间、库房、男更衣、女更衣、卫生间、处置间、男值班室、女值班室、谈话间、缓冲间等，本项目建成后介入手术总的工作负荷较现有工作负荷稍大，现有辅助用房的面积约为 315m ² ，能够满足本项目使用需求。因此，本项目辅助工程依托可行。
公用工程	给水	医院由市政供水管网供给，项目位于医院内，依托院内供水管网供水。因此，本项目给水依托可行。
	排水	医院实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；医疗废水经医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网。因此，本项目排水依托可行。
	供配电	医院用电由市政电网引入，依托医院供配电系统。已配置 3 台柴油发电机，解决停电时临时需要。因此，本项目供配电依托可行。
环保工程	废水	医院污水处理站布置在医院门诊楼东侧，处理能力 800m ³ /d，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理排放标准后接入市政污水管网。本项目在污水处理站的接纳范围，本项目产生的废水也为一般医疗废水，医院污水处理站现有工艺能够满足对本项目废水的处理需求。本项目属于医院的一部分，其医务人员等产生的废水等均已在医院总体考虑范围内，医院污水处理能力满足要求，因此，本项目废水处理依托可行。
	固废	医疗废物暂存间位于医院东北角垃圾中转站 2F，医疗废物暂存间设计时就考虑了项目医疗废物暂存量。医院医疗废物暂存间面积较大，尚有多余空间，已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求做好分区、防渗

	<p>等措施。项目相较全院而言未新增医疗废物种类，全院医疗废物进行统一暂存、周转，可满足本项目暂存需求，因此依托可行。</p> <p>医院产生的生活垃圾，分类收集后，暂存于医院东北角垃圾中转站 1F 生活垃圾暂存处，交由市政环卫部门统一收运处理。</p>
辐射工作人员	<p>医院介入手术中心现有 17 名辐射工作人员从事介入手术，包括 10 名介入手术医生（其中心脏介入手术医生 2 组，神经介入手术医生 1 组，综合介入手术医生 2 组）、3 名护士、2 名放射技师和 2 名影像医师；本项目配置的 17 名辐射工作人员均从医院介入手术中心内调配，不新增总劳动定员，仅从事介入手术相关工作。本项目配置的辐射工作人员均进行了职业健康体检，参加了辐射安全与防护培训并取得了培训合格证/合格成绩单，进行了个人剂量监测。</p>
辐射安全管理	<p>医院已成立了放射防护管理领导小组和辐射事件应急处置领导小组，并制定了相应的辐射安全管理制度和应急预案等，辐射安全管理依托可行。</p>

根据上表可知，本项目依托医院主体结构、辅助工程、公用工程、环保工程、辐射工作人员和辐射安全管理是可行的。

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
本项目不涉及。								

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
本项目不涉及。										

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 (MeV)	活动种类	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及。											

(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 装置	II	1	CGO-2100Plus	125	1000	介入诊疗	一期住院楼负一楼 DSA 手术室 1	新增
以下空白									

(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	
本项目不涉及。													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	DSA 手术室 1 废气经气管道收集后引至本项目的污物打包间南侧外墙排风口直接排放
医疗废水	液态	/	/	/	/	/		排入医院污水处理站统一处理，达标后排入市政污水管网
生活垃圾	固态	/	/	/	/	/	/	交由市政环卫部门处置
医疗废物	固态	/	/	/	/	/	暂存于医院东北侧医疗废物暂存间	交由有资质单位处理
报废的 DSA	固态	/	/	/	/	/	/	按照要求对其装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档
废弃铅防护用品	固态	/	/	/	/	/	/	由医院收集交由有资质单位处理，并做好相应记录
本项目不产生放射性废物。								

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日最新修正；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年9月1日施行修订版；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年10月1日施行修订版；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019年3月2日施行修订版；</p> <p>(7) 《医疗废物管理条例》，2011年1月8日施行修订版；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021年1月4日施行修改版；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，自2011年5月1日起施行；</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，自2017年12月5日起施行；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，自2021年1月1日起施行；</p> <p>(12) 《国家危险废物名录（2025年版）》，自2025年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，自2024年2月1日起施行；</p> <p>(14) 《重庆市环境保护条例》，2022年11月1日修订版实施；</p> <p>(15) 《重庆市辐射污染防治办法》，自2021年1月1日起施行。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>(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》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p>

	<p>(4) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(9) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）；</p> <p>(10) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 立项批复；</p> <p>(3) 环境现状监测报告—渝朕辐环检字[2024]0009 号；</p> <p>(4) NCRP147 号 报 告</p> <p>《StructuralshieldingDesignforMedicalX-rayImagingFacilities》；</p> <p>(5) 《辐射防护导论》；</p> <p>(6) 《辐射防护手册》—（第三分册）辐射安全；</p> <p>(7) ICRP33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》；</p> <p>(8) 医院提供的图纸、防护方案、支撑性文件、制度等其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，确定以该项目 DSA 机房实体屏蔽物外 50m 区域作为辐射环境的评价范围，医院平面布置图及保护目标分布图见附图 2。

7.2 环境保护目标

本项目 DSA 机房位于巫溪县人民医院一期住院楼负一楼介入手术中心，DSA 机房东侧为操作间，南侧为污物打包间和配电间，西侧为走廊办公桌和洁净走廊，北侧为洁净走廊，机房楼上为消毒供应中心相关用房，机房楼下为地基。

结合本项目的评价范围，确定本项目的环境保护目标是从事该项目辐射工作人员及辐射工作场所周围 50m 范围内活动的公众成员。

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围内环境保护目标的名称、规模及其与本项目的方位和距离详见表 7-1。

表 7-1 DSA 机房周围环境保护目标情况一览表

编号	名称	方位	最近水平距离	高差	环境特征	人员类型	规模	影响因子
1	操作间	东侧	紧邻	0	项目用房	辐射工作人员	约 3 人	电离辐射
2	DSA 手术室 2、过道		约 4m		介入中心用房、院内公共区域	辐射工作人员、公众成员	约 5 人	
3	二期住院楼放射诊断区		东侧、北侧、东北侧		约 18m	医院用房、院内公共区域	公众成员	
4	停车场	东侧、东北侧	约 18m	约 +4.5m	院内公共区域	公众成员	约 10 人	
5	休息亭	东北侧	约 48m		院内公共区域	公众成员	约 2 人	
6	人行楼梯、院内车道	东侧	约 36m	0	医院用房、院内公共区域	公众成员	约 20 人	
7	设备间	东南侧	紧邻	0	项目用房	辐射工作人员	约 2 人	
8	DSA 手术室 2 的污物打包间、DSA 手术室 2 的配电间、走廊		约 3m		介入中心用房、院内公共区域	公众成员	约 2 人	

9	人行过道、院内车道	东南侧、南侧、西南侧	约 7m		院内公共区域	公众成员	约 20 人
10	人行道和绿化带	东南侧	约 47m	0	院内公共区域	公众成员	约 3 人
11	污物打包间、配电间、走廊	南侧	紧邻	0	项目用房	公众成员	约 2 人
12	绿化带 1、人行道	南侧、西南侧	约 22m	0	院内公共区域	公众成员	约 5 人
13	吸烟亭	南侧	约 29m	0	院内公共区域	公众成员	约 5 人
14	门诊楼 4F		约 35m		医院用房	公众成员	约 300 人
15	男值班室、女值班室	西南侧	紧邻	0	介入中心用房	公众成员	约 5 人
16	廊道		约 13m	约 +4.5m	院内公共区域	公众成员	约 20 人
17	门诊楼 4F		约 48m	0	医院用房	公众成员	约 300 人
18	走廊办公桌	西侧	紧邻	0	项目相关区域	公众成员	约 3 人
19	洁净走廊	西侧、西北侧、北侧、东北侧	紧邻	0	项目相关区域	公众成员	约 3 人
20	谈话间、缓冲区	西侧	约 3m	0	项目用房	公众成员	约 6 人
21	过道、洗衣房、纯水机房、中心供氧机房、值班室		约 8m		医院用房、院内公共区域	公众成员	约 15 人
22	(总务科用房) -1F/1F		约 45m		医院用房	公众成员	约 5 人
23	过道、配电房、水泵房、消防水池	西北侧	约 5m	0	医院用房、院内公共区域	公众成员	约 15 人
24	库房、楼梯间、负压机房、氧气瓶存放间		约 18m		医院用房、院内公共区域	公众成员	约 10 人
25	二期住院楼辅助用房、电梯间、过道、		约 35m		医院用房、院内公共区域	公众成员	约 10 人
26	二期住院楼放射治疗区		约 48m		医院用房	公众成员	约 10 人
27	二期住院楼 (1F-21F)	西北侧、北侧、东北侧	约 32m	约 +4.5m	医院用房、院内公共区域	公众成员	约 300 人
28	(空调机房和发电机房) 2F	西北侧	约 46m		医院用房	公众成员	约 3 人
29	配电房、电梯厅、机电房、楼梯间	北侧	约 4m	0	医院用房、院内公共区域	公众成员	约 20 人
30	二期住院楼核磁诊断	北侧、东北侧	约 43m		医院用房、院内公共区域	公众成员	约 20 人

31	更衣换鞋区、库房、卫生间、处置间、楼梯间、电梯间以及库房、过道	东北侧	约 4m	0	项目用房、医院用房	公众成员	约 15 人
32	一期住院楼（1F-12F）	楼上	/	约 +4.48m	医院用房	公众成员	约 150 人

注：“+”表示高于一期住院楼负一楼介入手术中心 DSA 手术室 1 地面。

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

1) 放射工作人员

应对工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述控制值。

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 作为职业照射剂量限值。

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

2) 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

(2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及其相关防护检测要求。本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

第 6.1.5 条除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和迁建项目和技术改造、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 2（即下表 7-2）的规定。

表 7-2X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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 射线机 ^b (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5

^b 单管头、双管头或多管头 X 射线机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。

注：本项目 DSA 为单管头，按单管头 X 射线设备执行。

第 6.2.1 条不同类型 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 3（本报告表 7-3）的要求。

表 7-3 不同类型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	2.0	2.0

注：本项目 DSA 属于 C 形臂 X 射线设备，按其机房屏蔽防护铅当量厚度执行。

第 6.2.3 条机房的门和窗关闭时应满足表 3（即表 7-3）的要求。

第 6.3.1 条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 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv ；

第 6.4.3 条机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

第 6.5.1 条每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4（即下表 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。

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		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	铅衣、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：“——”表示不要求。

注 2：各类个人防护用品和肤质防护设施，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。

第 6.5.3 条除介入防护手套外，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 。

第 6.5.4 条应为儿童的 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 。

第 6.5.5 条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。

附录 B

B.1 检测条件 X 射线设备机房防护检测条件和散射模体应按表 B.1 的要求。

表 B.1 中备注 1：介入放射学设备按透视条件进行检测。

B.2 关注点检测的位置要求。

B.2.1 距墙体、门、窗表面 30cm；顶板上方（楼上）距顶板地面 100cm。

(3) 评价标准及相关参数值

根据医院提供的资料（见支撑性材料：附件 1 环境影响评价委托书），医院取 GB18871-2002 中放射工作人员年有效剂量的四分之一即 5mSv/a 作为放射工作人员的年有效剂量管理目标值；取公众成员年有效剂量的十分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值，满足 GB18871-2002 要求。

本项目的的评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 评价标准汇总表

年有效剂量限值要求			执行依据
分类	年有效剂量管理目标值	年有效剂量限值	
辐射工作人员	5mSv/a	20mSv/a	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及医院管理要求
公众成员	0.1mSv/a	1mSv/a	
环境辐射剂量率控制			执行依据
透视条件下，DSA 机房外	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，距离 DSA 机房四周墙体、门、窗表面 30cm，顶板上方（楼上）距地面 100cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）
摄影条件下，DSA 机房外	具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如屏片摄影）机房距离 DSA 机房四周墙体、门、窗表面 30cm，顶板上方（楼上）距地面 100cm 处的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。		
机房尺寸控制			执行依据
设备名称	机房内最小有效面积（m ² ）	机房内最小单边长度（m）	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）
DSA 装置	20	3.5	
通风要求			执行依据
机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风			《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

注：本项目 DSA 为单管头，按照单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）确定机房控制面积及单边长度。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1项目地理和场所位置

巫溪县人民医院位于重庆市巫溪县柏杨街道万通路100号，地理位置图见附图1。本项目位于巫溪县人民医院一期住院楼负一楼介入手术中心，医院总平面布置图及环境保护目标分布图见附图2，本项目DSA机房所在楼层平面图见附图3。

8.2环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

(1) 环境现状评价对象：建设地址及周边环境。

(2) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率。

(3) 监测点位：本项目共设 17 个监测点位。本次监测对 DSA 机房内及周围布点，并根据周围环境情况对周围环境及敏感目标进行布点，监测布点既考虑了机房紧邻区域，又考虑了可能受影响环境保护目标，布点设置整体合理。监测点位见图 8-1 和图 8-2。

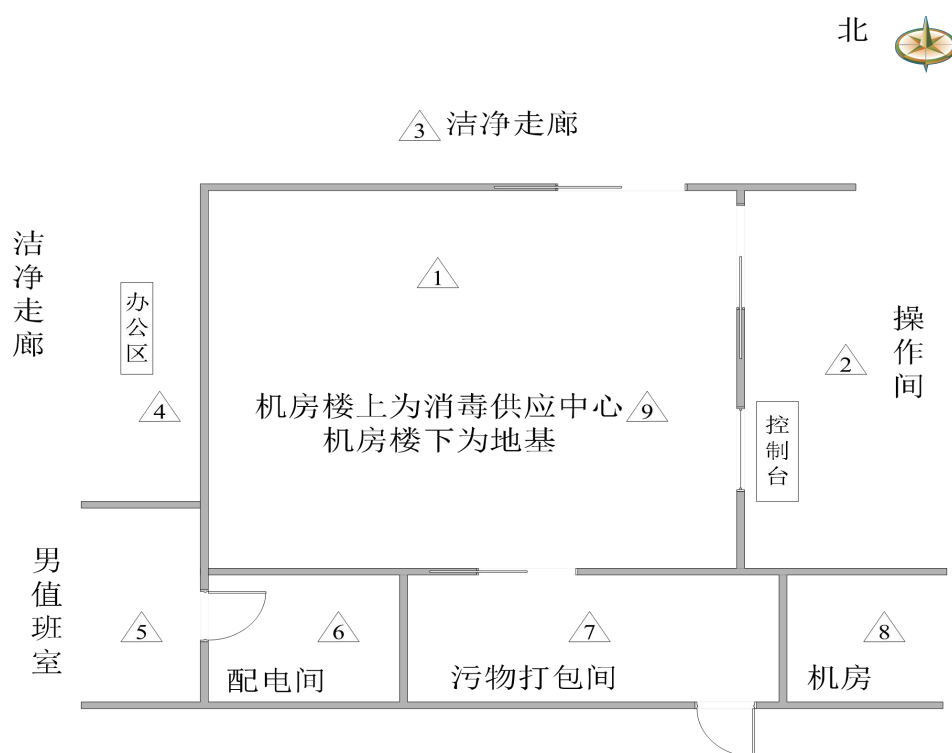


图8-1本项目监测点位图

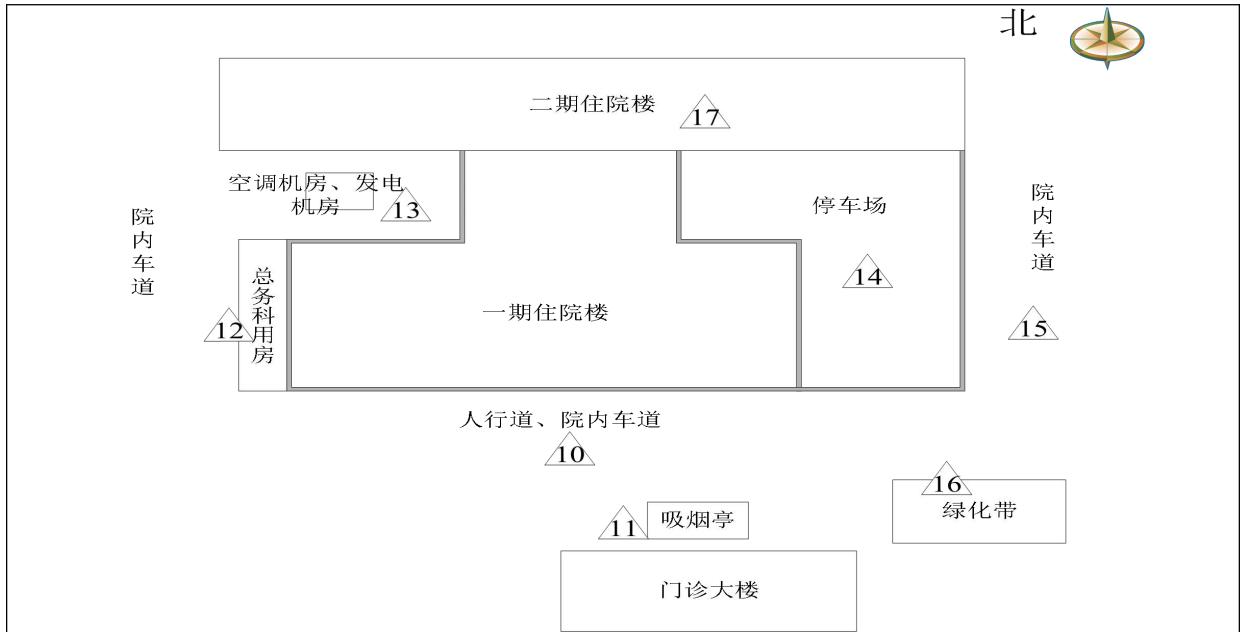


图8-2本项目监测点位图

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平，重庆朕尔医学研究院有限公司于2024年8月28日对本项目所在地的环境辐射剂量率进行了监测，监测报告编号为：渝朕辐环检字[2024]0009号。

- (1) 监测单位：重庆朕尔医学研究院有限公司
- (2) 监测日期：2024年8月28日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
- (5) 监测设备

表 8-1 监测设备参数表

仪器名称	便携式 X-γ剂量率仪
仪器型号	BH3103B
生产厂家	中核（北京）核仪器厂
仪器编号	2016008
能量范围	25KeV~3MeV
量程	(1~10000) ×10 ⁻⁸ Gy/h
检定单位	中国计量科学研究院

检定证书	DLjl2024-10690
检定有效期至	2025年7月11日
校准因子	1.02

8.3.2 质量保证措施

①本项目辐射环境监测单位为重庆联尔医学研究院有限公司，具有重庆市市场监督管理局颁发的检验检测机构资质认定证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④监测实行全过程的质量控制，严格按照重庆联尔医学研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表 8-2 DSA 场所及周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

监测点位编号	监测点位描述	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)	
		平均值	检测结果
△1	DSA 机房内	70	72
△2	DSA 机房东墙操作间	70	72
△3	DSA 机房北墙洁净走廊	70	71
△4	DSA 机房西墙办公区和洁净走廊	70	72
△5	DSA 机房西南处的男值班室	72	74
△6	DSA 机房南墙配电间	69	70
△7	DSA 机房南墙污物打包间	72	73
△8	DSA 机房东南墙的设备间	70	71
△9	DSA 机房楼上的消毒供应中心	81	83
△10	一期住院楼南侧外人行道和院内车道	90	91
△11	一期住院楼南侧外吸烟亭和门诊大楼前	85	87

△12	一期住院楼西侧裙楼（总务科）	84	85
△13	一期住院楼西北侧裙楼（空调机房和发电机房）	82	84
△14	停车场	103	105
△15	一期住院楼东侧外的院内车道	97	98
△16	一期住院楼东南侧绿化带	90	92
△17	二期住院楼负一楼过道	102	105

注：检测结果=平均值×校准因子，监测结果未扣除宇宙射线响应值；监测时 DSA 手术室 2 设备未运行。

8.4 环境现状调查结果的评价

根据监测统计结果可知，本项目建址及周边环境 γ 辐射剂量率的监测值在 70nGy/h~105nGy/h 之间（未扣除宇宙射线响应值），根据《2023 年重庆市辐射环境质量报告书》中辐射环境质量状况数据，累积剂量法测得重庆市的 γ 空气吸收剂量率年均值范围为 76.8nGy/h~93.3nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），全市年均值为 87nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），因此本项目建址及周边环境的辐射水平在天然辐射本底水平正常涨落范围内，未见辐射异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 建设阶段工艺流程及产污环节

本项目施工内容主要包括墙体装修和设备安装，主要污染因子有：噪声、废水、废气、固体废物等。本项目施工量不大，且均为室内施工。因此，施工期产生的噪声、废水、废气、固体废物等对周围环境影响不大。根据现场调查可知，本项目建设内容主要为在现有房间的基础上加装轨道、空调系统、电脑、储物柜等配套设施，目前机房配套设施已完成安装，线缆沟铺设完毕，DSA 数字血管造影机已进场，但未投入使用，没有造成生态破坏和辐射污染，该项目没有取得环评审批手续，待完善环保手续后即可开展工作。

本项目施工期产生的噪声、废水、废气、固体废物的处理均采取了有效措施，未对周围环境造成影响。

9.2 运行阶段工艺流程及产污环节

9.2.1 DSA 工作原理及产污环节

(1) DSA 装置组成及工作方式

血管造影机系统组成：Gantry，俗称“机架”或“C形臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷机控制温度；图像处理系统。该项目设备采用平板探测器（FD）技术成像：FD 技术可以即时采集到患者图像，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。DSA 装置典型实物照片见图 9-1。

介入手术工作方式为在医学影像设备引导下，采取透视和采集两种方式进行一系列的介入检查与诊疗手术。介入手术过程中，介入手术医生须在手术床旁并在 X 射线导视下进行操作。DSA 装置工作示意图见图 9-2。

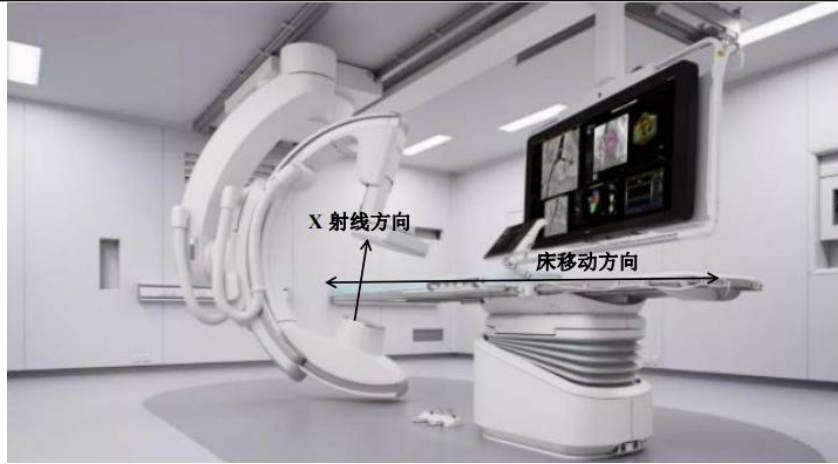


图9-1DSA装置典型实物照片（示例）

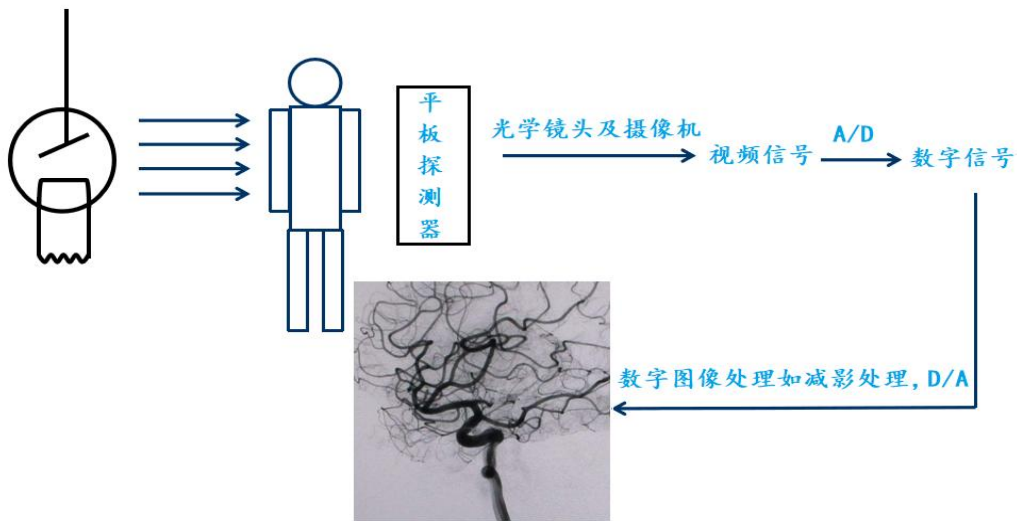


图9-2DSA装置工作示意图

(2) DSA 工作原理

①X 射线产生及成像原理

DSA 装置属于 X 射线装置。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。X 射线管结构见图 9-3，X 射线管的阴极是钨制灯丝，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体所突然阻挡从而产生 X 射线。X 射线有两种类型，一种是高速电子在靶原子核附近经过时，受靶核的强库仑场作用而损失其部分或全部动能，转变为具有连续能谱的韧致辐射；另一种是高速电子轰击靶物质时，靶原子的内层电子被电离而离开原子，位能较高的相邻外层电子进入内层轨道填补空位，多余的能量以辐射形式释放，因为靶原子各壳层之间的能级差是一定的，所以这种辐射光

子具有确定的能量，称为特征 X 射线；本项目 DSA 所用 X 射线是将特征 X 射线屏蔽后的结果。

成像装置是用来采集透过人体的 X 射线信号的，由于人体各部组织、器官密度不同，对 X 射线的衰减程度各不一样，成像装置根据接收到的不同信号，通过荧光屏或平板探测器、计算机、摄像机（对影像增器的图像进行一系列扫描，再经过模/数-数/模转换）等方式进行成像。

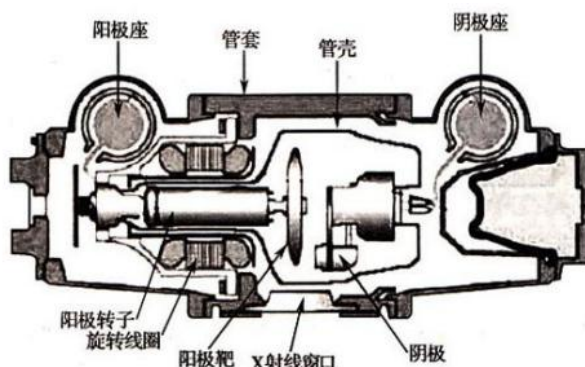


图 9-3 典型 X 射线管结构图

② DSA 工作原理

数字减影血管造影技术（Digital Subtraction Angiography，简称“DSA”）是血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂（造影剂不含有放射性）之前和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经平板探测器增益后，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储存起来，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/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、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。

（3）操作流程

DSA 主要操作流程为：在 DSA 装置引导下进行一系列的介入检查与诊疗手术。在手术过程中，介入手术医生在床旁并在 X 射线导视下进行操作。

DSA 装置在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，采集。采集包括电影和减影两种模式，根据手术方案，采集次数不同。

一般情况下，电影模式下是医生在 DSA 机房内由手术医生直接采集。在减影模式下则采取隔室操作的方式（即放射技师在操作间内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和视频监控了解机房内病人情况。实际操作过程中，根据手术情况，减影模式下手术医生也可能在 DSA 机房内，但在铅屏风后。无论哪种工作模式，医生在 DSA 机房内身着铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品。

第二种情况，透视。病人需进行介入手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时介入手术医生位于铅悬挂防护屏（或铅防护吊帘）、床侧防护帘（或床侧防护屏）等辅助防护设施后，并身着铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品在 DSA 机房内对病人进行直接的介入手术操作。

DSA 操作流程及产污环节示意图见图 9-4 所示。

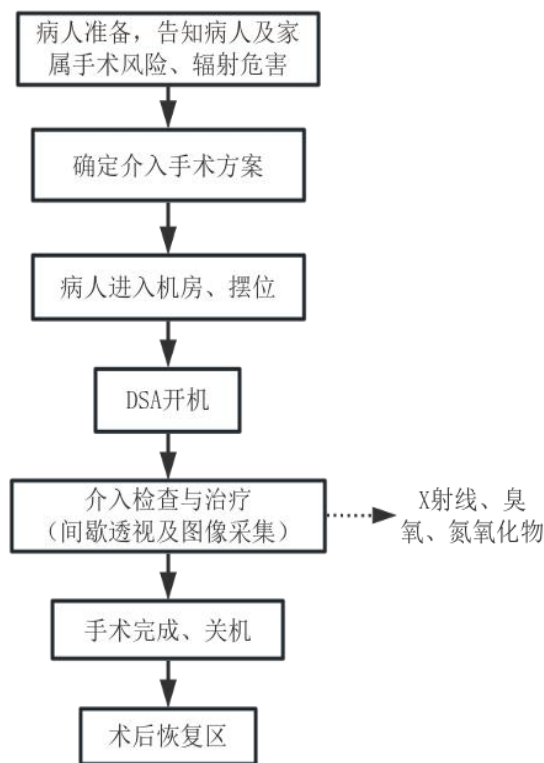


图9-4DSA操作流程及产污环节示意图

(4) 工作负荷

根据医院提供的资料，DSA 以心脏介入、神经介入、综合介入为主。本项目 DSA 预计工作负荷见表 9-1。

表9-1本项目DSA介入手术有效开机时间表

透视				
手术类别	工作人员及	年开展工作量	每台手术透视	年透视曝光时间

	数量		曝光时间		
心脏介入	辐射工作人员 17名	400台	约20min	约133.33h	
神经介入		100台	约21min	约35.00h	
综合介入		300台	约21min	约105.00h	
小计	/	/	/	约273.33h	
采集					
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	400台	3~4s	6~10次	约0.7min	约4.67h
神经介入	100台	6~10s	4~10次	约1.7min	约2.84h
综合介入	300台	3~8s	7~15次	约2min	约10.00h
小计	/	/	/	/	约17.51h
总计	/	/	/	/	约290.84h

根据介入手术年工作负荷可知，本项目DSA年透视时间共约273.33h，采集时间约17.51h，总年有效开机时间约290.84h。

(5) 污染因子

①X 射线

DSA 运行过程中污染物主要为 X 射线，X 射线随机器的开、关而产生和消失，即仅在 DSA 开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。根据 X 射线装置的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生轫致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。

②其他

DSA 运行过程不产生放射性废水、废气和放射性固体废物。

DSA 运行时，空气在 X 射线的作用下电离产生少量的氮氧化物(NO_x)和臭氧(O₃)。

由上述分析可知，DSA 在运行过程中污染因子主要为 X 射线，以及少量的氮氧化物和臭氧，其中以 X 射线为评价重点。

(6) 路径规划

①医护人员通道：医护人员在换鞋间换鞋和更衣室内更换衣物和穿戴好个人防护用品，消毒后进入操作间，经工作人员防护门进入 DSA 机房；手术完成后，医护人员原路返回。

②病人通道：病人通过缓冲区经 DSA 机房北侧患者防护门进入 DSA 机房内接受手术，手术完成后原路返回。

③污物通道：手术期间产生医疗废物，采用时间管理措施，在手术结束后（无病人时），经 DSA 机房南侧的污物打包间，打包运至医院东北侧医疗废物暂存间。

本项目工作区域相对独立，与其他场所不交叉，人流物流路径相对独立。本项目人流物流规划示意图见图 9-5 所示。

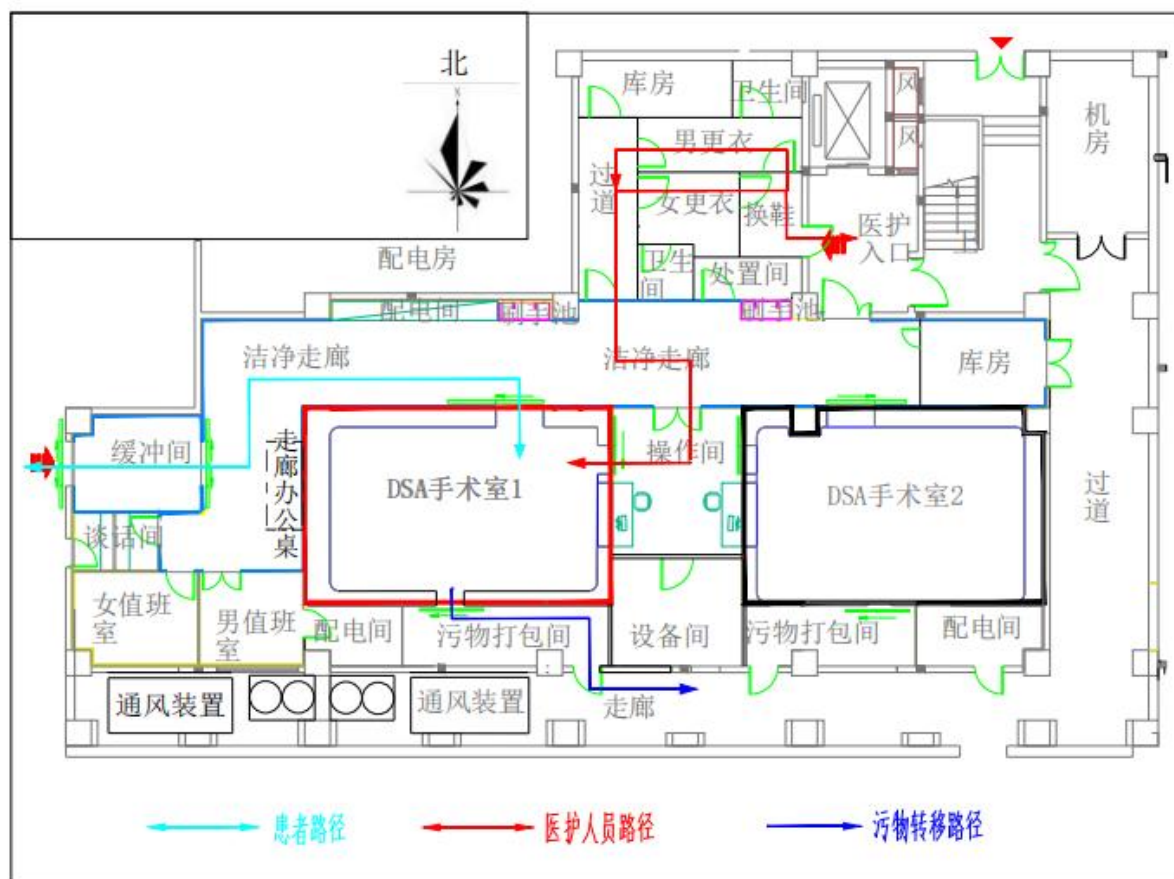


图9-5本项目人流物流规划示意图

9.3 污染源项描述

(1) 电离辐射

DSA装置与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为X射线球管出束照射患者期间，它产生的X射线能量在零和曝光电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与X射线的管电压和出口滤过有关。辐射场中的X射线包括有用线束、漏射线和散射线。

①有用线束：直接由X射线球管产生的电子通过打靶获得X射线并通过辐射窗口用来照射人体，形成诊断影像的射线。其射线能量、强度与X射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数越大，加在X射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。由于本项目X射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

DSA装置具有自动照射量控制调节功能（AEC），采集时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量增大。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约30%的裕量。

根据医院提供资料并调查了重庆市多家医院DSA装置工作条件，从中发现：①在极端情况下，本项目DSA装置透视工况运行管电压为最大管电压，即125kV，电流自动跟随电压，电流不大于110mA；在极端情况下，本项目DSA装置采集工况运行管电压也为最大管电压，即125kV，电流自动跟随电压，电流不大于500mA。②常用透视工况为60~90kV/5~20mA，采集工况为60~90kV/300~500mA。

根据射线衰减原理和《医用外照射源的辐射防护》P55图2，不同过滤条件下距靶1m处的X射线发射率如下图9-6所示。

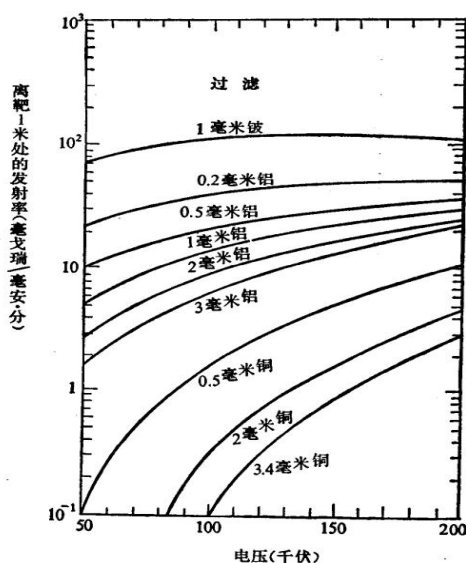


图 9-6 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在距靶 1m 处的发射率

本项目DSA装置过滤板为3mmAl，最大管电压和常用最大电压距靶1m处有用线束的发射率见表9-2。

表9-2最大电压和常用最大电压距靶1m处有用线束的发射率

序号	电压	距靶1m处有用线束的发射率
1	最大管电压125kV	9.8mGy·m ² /mA·min
2	常用最大电压90kV	5.3mGy·m ² /mA·min

②漏射线：由X射线管发射的透过X射线管组装体的射线。根据NCRP147号报告第138页C.2可知，DSA装置的漏射线剂量率很小，泄漏辐射距焦点1m处，在任一100cm²区域内的平均空气比释动能不超过1mGy/h。

③散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（限束装置、受检者、射线接收装置及检查床、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离等有关。

(2) 废气

X射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物，影响室内空气质量。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体。本项目 DSA 设备 X 射线能量低，废气产生量少。

(3) 废水

本项目不新增劳动定员，不新增废水量，医院产生的医疗废水和生活污水排入医院污水处理站统一处理，达标后排入市政污水管网。

(4) 固废

本项目介入手术过程中产生的少量危险废物主要来自介入手术产生废一次性医疗用品、器械等，分为感染性废物（废物代码：841-001-01）和损伤性废物（废物代码：841-002-01）两种，属于《国家危险废物名录》中 HW01 医疗废物。医院在 DSA 机房内设置感染性废物和损伤性废物收集桶，并粘贴标识。手术过程中产生废物经打包整理后，运至医院东北侧医疗废物暂存间，统一交由有资质单位处理。

DSA 装置在运行时采用实时成像系统，不洗片，无废片产生。本项目产生生活垃圾依托院内生活垃圾暂存间暂存交环卫部门处理。项目配置多套铅橡胶衣、帽子等含铅防护用品，在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用的铅防护用品，由医院收集，交由有资质单位处理，并做好相应记录。报废的 DSA 按照要求对其装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档。

9.4 本项目主要产排污汇总

综上，本项目主要污染物产生情况统计汇总见表 9-3。

表9-3污染因子一览表

工作场所	影响因素	主要污染因子	产排量	
DSA机房	电离辐射	X射线	距靶1m处有用线束的发射率：125kV下不大于9.8mGy·m ² /mA·min，90kV不大于5.3mGy·m ² /mA·min；漏射线距焦点1m处平均空气比释动能率不超过1mGy/h	
	废气	O ₃ 、NO _x	少量（机械排风）	
	废水	医疗废水、生活污水	少量（排入医院污水处理站统一处理，达标后排入市政污水管网）	
	固废	生活垃圾		少量（生活垃圾收集点位于医院东北侧垃圾中转站1F，交由市政环卫部门统一收运处理）
		医疗废物		少量（医院东北侧垃圾中转站2F医疗废物暂存间，暂存后交由有资质单位处置）
		报废的DSA		少量（对其装置内的X射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档）
		废弃铅防护用品		少量（由医院收集，交由有资质单位处理，并做好相应记录）

9.5 与项目有关的主要环境问题

根据现场调查，DSA 手术室 2 无环保遗留问题。医院采取的污染防治措施切实有效，均满足相应的污染物排放标准；固体废物得到了妥善处置，环境风险防范措施较完善，主要存在的环保问题如下：

医疗废物暂存间标识牌设置不规范。

整改措施：根据《危险废物标识标志设置技术规范》（HJ1276-2022）更新医疗废物暂存间相关标识牌。

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 工作场所布局

项目 DSA 机房位于巫溪县人民医院一期住院楼负一楼介入手术中心，本项目 DSA 手术室 1 的辅助用房中设备间、库房、男更衣、女更衣、卫生间、处置间、男值班室、女值班室、谈话间、缓冲间等与 DSA 手术室 2 共用，配电间、污物打包间现为闲置房间，经改造后为本项目专用的辅助用房，同时配套有手术室专用仪器和设备，配套设施齐全。DSA 装置位于 DSA 机房中部位置，与周围均有一定的距离，机房和设备的布局考虑到了周围场所的安全。

本项目 DSA 机房出入口远离人流聚集区域，有利于辐射防护。DSA 机房所在区域内仅医护人员和病人活动，无其他公众成员停留。DSA 机房为单独的手术间，设置用于医护人员和病人进出的铅防护门，每台手术完成后，手术过程中产生废物及时打包整理，在手术结束后（无病人时），经 DSA 机房南侧的污物打包间，打包运至医院东北侧医疗废物暂存间。项目布局利于病患就医，人流、物流通道相对独立，其设置布局利于辐射防护安全控制。

综上，本项目布局便于介入手术放射诊疗的辐射防护管理与安全控制，符合有关法规标准与辐射防护安全要求。从辐射防护与环境保护角度，本项目的平面布局合理。

10.1.2 辐射工作场所分区管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，并采取分区管理措施，在项目运营期间进行分区管理。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义，控制区：需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。监督区：未被定为控制区，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。

根据上述分区原则，将工作场所划分为控制区和监督区，DSA 机房以防护门、观察窗和屏蔽墙为界划设为控制区；防护门、观察窗和防屏蔽墙体外邻近区域以和楼上对应区域划设为监督区。具体划分见表 10-1 及图 10-1。

表10-1本项目控制区、监督区划分

工作场所	控制区范围	监督区范围
DSA机房	DSA机房内	操作间、洁净走廊、走廊办公桌、男值班室、配电间、污物打包间、设备间，机房楼上消毒供应中心

控制区管理：在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志，设置实体屏蔽（包括门锁和联动装置）和运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）严格限制无关人员进出控制区，在正常诊疗的工作过程中，控制区内不得有无关人员滞留，定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界，保障该区的辐射安全。

监督区管理：在洁净走廊墙上和候诊区醒目位置均张贴辐射防护注意事项告知栏，采用适当的手段划出监督区的边界，在监督区的适当地点设立表明监督区的标牌，并定期检查工作状况，进行工作场所的辐射监测，根据监测结果确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，以及是否需要更改监督区的边界。

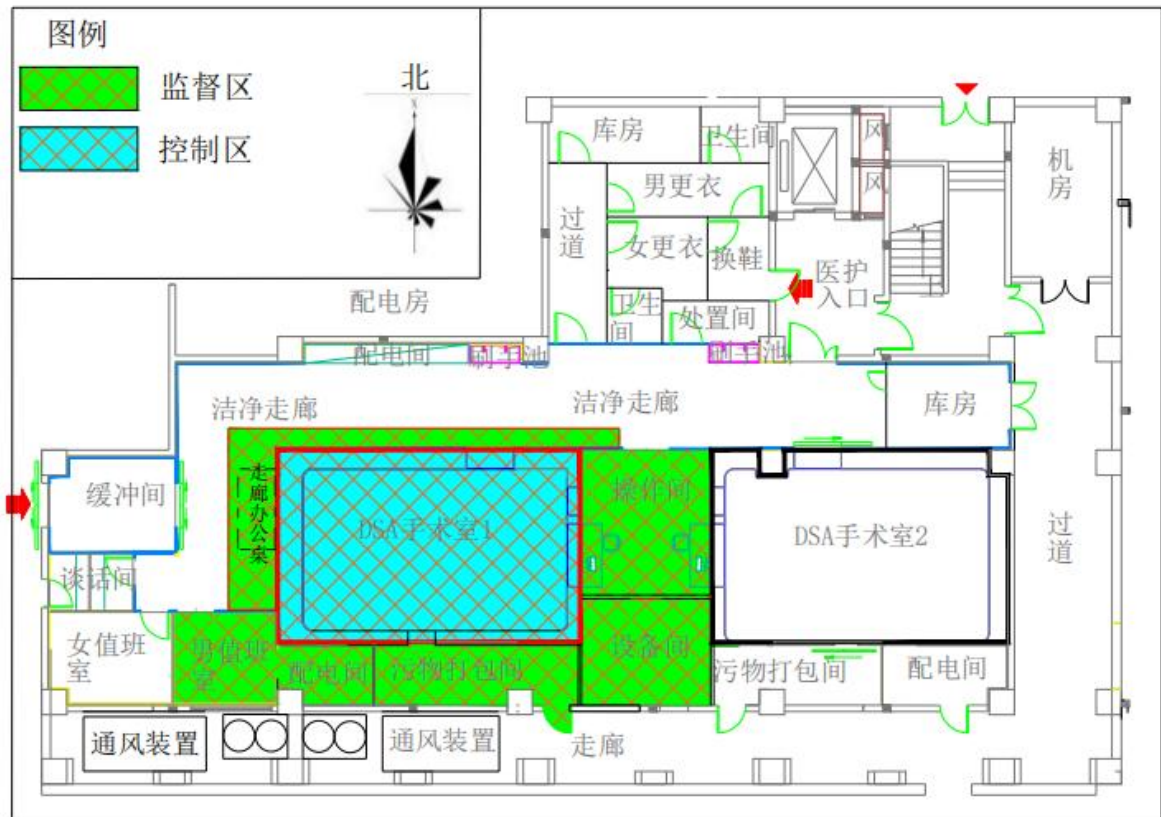


图 10-1 项目布局与分区图

本项目工作场所按照相关要求进行了分区，控制区、监督区互不交叉，分区合理，

符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关要求。

10.2 机房面积和屏蔽防护设计

10.2.1 机房面积

本项目DSA机房的面积尺寸和标准要求见表10-2所示。

表10-2机房建设要求对比表

机房名称	设计情况		标准要求		是否满足要求
	机房内最小单边长度, m	机房内有效使用面积, m ²	机房内最小单边长度, m	机房内最小有效使用面积, m ²	
DSA 机房	5.5	45.27 (8.23m×5.5m)	≥3.5	≥20	满足

根据上表可知，本项目 DSA 机房最小单边长度及最小有效使用面积均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关要求。

10.2.2 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的资料，DSA 机房屏蔽防护设计详见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 机房屏蔽防护设计

机房名称	屏蔽体	屏蔽防护方案
DSA 机房	四周墙体	140mm 空心砖+60mm 硫酸钡水泥
	机房顶板	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥
	铅防护门	4mmPb
	铅观察窗	4mmPb

根据后文核算可知，本项目 DSA 机房屏蔽防护设计符合 GBZ130-2020 标准的相关规定要求。

10.3 辐射安全与防护

10.3.1 固有安全防护措施

本项目购置的 DSA 装置自身采取多种固有安全防护措施：

①购置的 DSA 装置配置可调限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少泄漏辐射。透视曝光开关为常断式开关，并配备透视限时装置。DSA 具备工作人员在不变换操作位置情况下成功切换透视和采集功能的控制键。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头处设置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。平板探测器前面酌情配置各种规格的滤线栅，减

少散射影响。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（lastimagehold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤应急开关：DSA 装置上及控制台上设置急停开关，按下急停按钮，DSA 装置立即停止出束。

⑥设备控制台和机房内显示器上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。

10.3.2 机房采取的辐射安全与防护措施

①医院在进行介入手术时，制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间，减少辐射工作人员和周围公众的受照射时间。

②DSA 机房设置 3 扇含铅防护门和操作间墙上设置 1 个铅玻璃观察窗。DSA 机房各防护门、观察窗与墙体之间采取足够的搭接宽度。患者防护门设置电动推拉门，并设置防夹装置；工作人员防护门为电动推拉门，设置防夹装置；污物打包间门设置电动推拉门，并设置防夹装置。

③DSA 机房各防护门均设置门灯联动系统，各防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置警示语句，如“射线有害、灯亮勿入”，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。

④DSA 设备上及控制台上设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。辐射安全设施和措施见图 10-2。

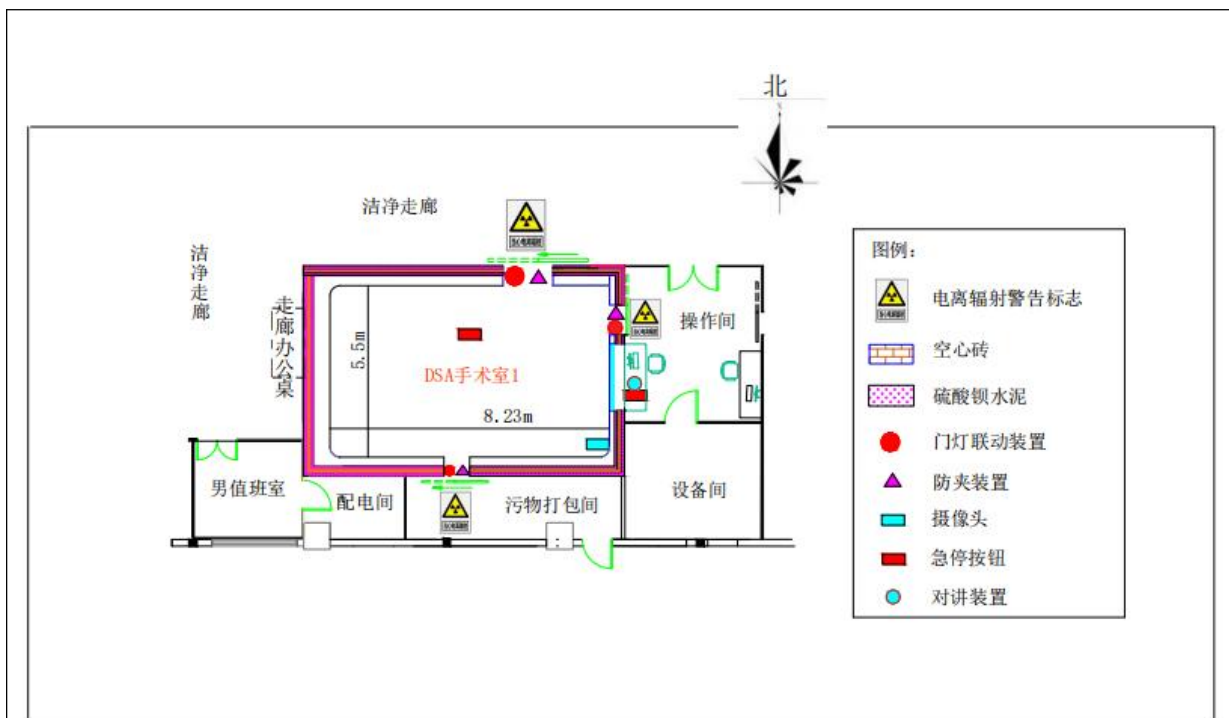


图 10-2 辐射安全设施和措施图

只有在安全防护装置正常的情况下，设备才能启动。各防护门关闭，工作状态指示灯亮起，急停按钮复位，设备自检正常，安全系统正常即可出束。设备运行过程中，如果按下任何一个急停按钮，设备会立即停止运行。辐射安全联动逻辑见图 10-3。

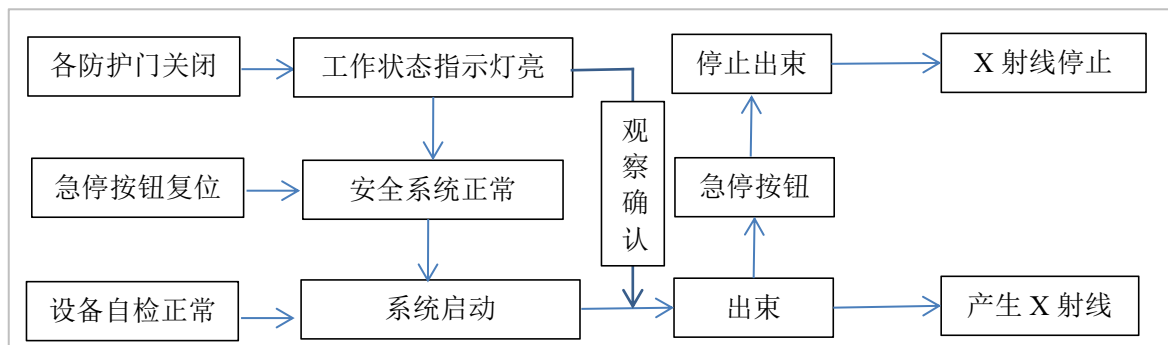


图10-3本项目DSA辐射安全联动逻辑图

⑤ DSA机房各防护门外均设置电离辐射警告标志，并在洁净走廊墙上和候诊区醒目位置均张贴辐射防护注意事项告知栏。

⑥ 本项目在操作间和机房之间设置双向对讲系统，便于机房内辐射工作人员与操作间内人员沟通；设置视频监控系统，其中摄像头位于机房内靠东南墙上，显示器位于操作间墙上，以便操作间内辐射工作人员观察到受检者状态及机房防护门开闭情况。

⑦ 本项目为放射技师各配备1枚个人剂量计。为介入手术医生和护士各配备双剂量计，介入手术医生和护士应在铅围裙外锁骨对应的领口位置和铅围裙内躯干上戴剂量

计，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反，及时对剂量计送检，监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月，建立个人剂量档案。建议在工作人员身体可能受到较大照射的部位宜佩戴局部剂量计（如指环剂量计等）。

10.3.3 通风

介入手术中心设置了1套独立的通风系统，DSA手术室1内设置了2个送风口、1个排风口、4个回风口，送风口和排风口位于DSA手术室1吊顶上，回风口布置在北墙和南墙底部，经管道汇集到DSA手术室1吊顶上，再从南墙经回风管道排出。DSA手术室1废气经废气管道收集后引至本项目的污物打包间南侧外墙排风口直接排放，该区域无人员长期逗留，避开了人员密集区。

10.3.4 管线进出口防护

(1) 穿墙风管：

机房设有排风管、送风管和回风管。废气经排风管道收集后从机房南侧以直穿墙体方式穿越机房墙体1次，引至本项目的污物打包间南侧外墙排风口直接排放，穿墙口距离机房室内地面约3m；送风管穿墙口距离室内地面约3m，以直穿墙体方式穿越，穿越机房墙体1次；回风口布置在北墙和南墙底部，气体经管道汇集到DSA手术室1吊顶上，再从DSA手术室1南墙以直穿墙体方式穿越，穿越机房墙体1次。穿墙风管均在穿墙处机房内侧包裹长度不低于2倍管径宽度的2mmPb铅皮，以进行屏蔽补偿，射线需经过多次散射才能穿出，能保证机房的屏蔽能力，对环境影响很小。

风管穿越墙体示意图见图10-4。

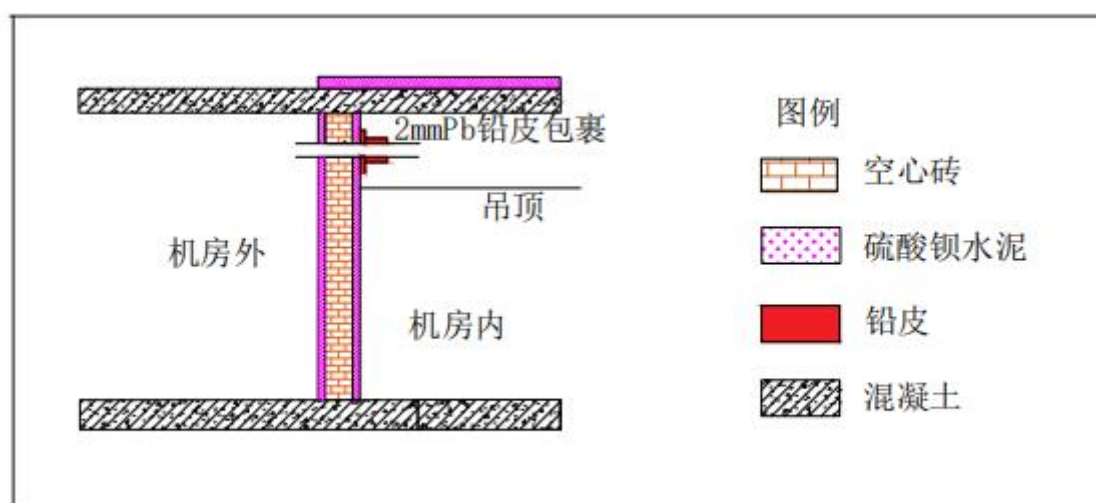


图10-4风管穿越墙体示意图

(2) 穿墙电缆：

穿墙电缆管线：DSA 手术室 1 和操作间设有穿墙线缆沟，线缆沟采用直穿方式从东侧墙体下方进入设备间，再到操作间，穿线孔位置处于设备射线未直接投射的区域，线缆沟上方覆盖 3mm 的钢板，以形成完整的防护层，以免射线泄漏。电缆走向示意图见图 10-5，电缆穿墙屏蔽补偿大样图见图 10-6。

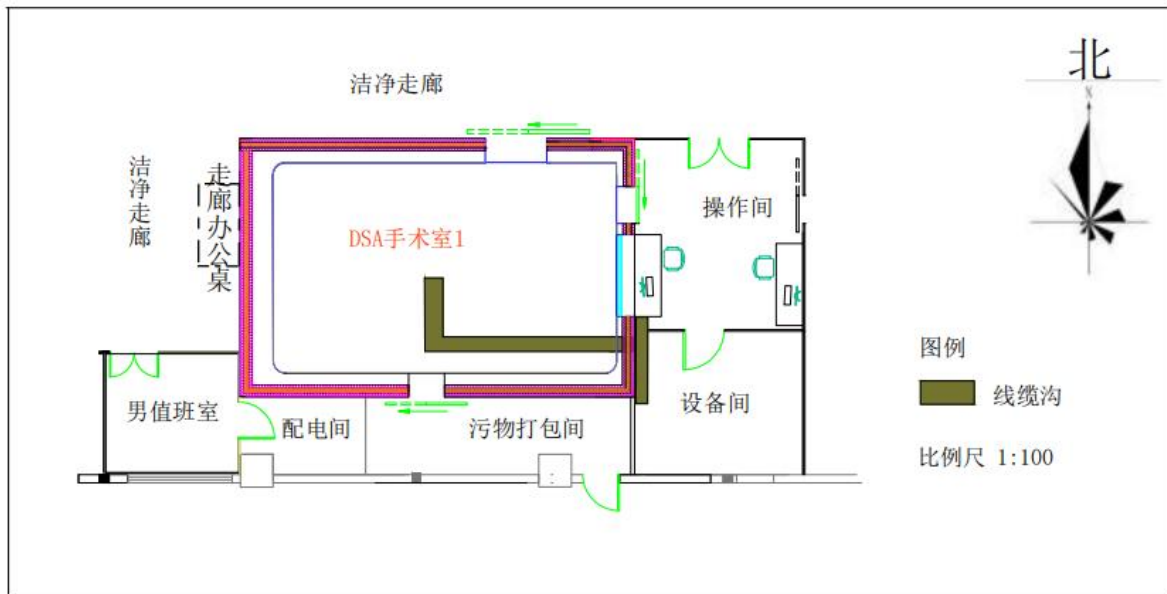


图10-5电缆走向示意图

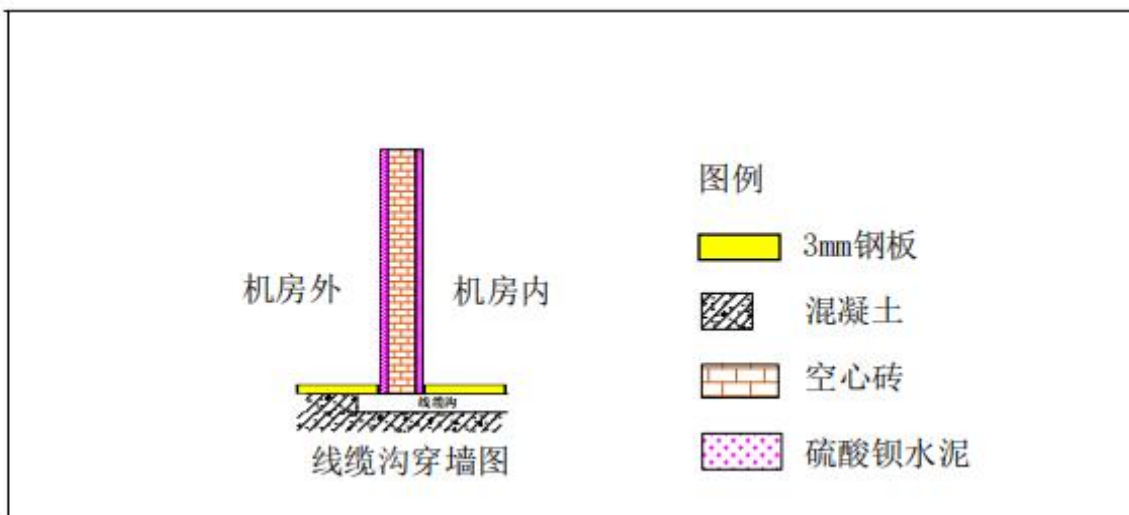


图10-6电缆穿墙屏蔽补偿大样图

10.3.5 辐射防护用品

根据医院提供的资料，医院配备辐射防护用品，具体见表10-4。

表 10-4 本项目配备的个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求	本项目配置情况	是否符合

		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	辐射工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 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	配置 0.5mmPb 的铅橡胶帽 3 套、铅防护眼镜 3 副，铅衣、防辐射裙、防辐射围领 4 套，0.025mmPb 介入防护手套 3 双。	配置 0.5mmPb 铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 1 套，2mmPb 移动铅防护屏风（含观察窗）1 个	符合
	患者和受检者	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	——	配置 0.5mmPb 防辐射裙、铅防辐射围领、铅橡胶帽 1 套（成人、儿童各 1 套）。	——	符合
<p>说明（GBZ130-2020 要求）：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；儿童的 X 射线检查配备的防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb；另外，可以根据工作人员及患者需要选配铅橡胶帽子，铅当量不低于 0.25mmPb。</p>						

根据医院提供资料，本项目介入手术一般由 2~3 人在 DSA 机房内操作，故辐射工作人员的防护用品数量可以满足要求，配备的防护用品及辅助防护设施的铅当量满足 GBZ130-2020 要求。

10.4 三废的治理

项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废弃物。

10.5 采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

本项目采取的辐射安全与防护措施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关要求对比情况见表 10-5 所示。

根据表 10-5 可知，本项目采取的辐射安全与防护措施满足以上标准要求。

表10-5项目采取的辐射安全与防护措施与相关标准要求对比分析表

标准号	标准要求	项目情况	
GBZ130-2020	5.1一般要求	5.1.1X射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。	本项目设备出线口安装限束器。
		5.1.2X射线管组件上应有清晰的焦点位置。	本项目设备射线管组件上有清晰的焦点位置。
		5.1.3X射线组件上应标明固有过滤，所有附加滤过片应标明其材料和厚度。	本项目 DSA 设备配备 3mmAl 过滤板。
	5.2透视用X射线设备防护性能的专用要求	5.2.1C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20cm，其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30cm。	本项目设备的最小焦皮距为 21.5cm，满足要求。
		5.2.2透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。	设备自带，透视曝光开关为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。
	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。	本项目设备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。	购买的设备满足标准要求，设备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脚踩控制键。
		5.8.3X射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于20cm的装置。	本项目设备的最小焦皮距为21.5cm，满足要求。
		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。	购买的设备满足标准要求，设备控制台和DSA机房内显示器上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。
	6.1X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。	合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，以避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。
		6.1.2X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。	本项目DSA机房四周墙体、楼上均采用足够厚的屏蔽材料进行防护，DSA装置位于DSA机房中部位置，与周围均有一定的距离，机房和设备的布局已考虑邻室（含楼上）及周围场所的人员防护与安全。
		6.1.3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。	本项目DSA装置设置独立的机房，能满足使用设备的布局要求。
		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	本项目DSA机房有效使用面积约为45.27m ² ，最小单

		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2的规定。	边长约为5.5m, 均能满足标准要求。
6.2X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3的规定。	根据后文核算, 本项目DSA机房的屏蔽防护能力均大于2mmPb, 满足要求。
6.3X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 μ 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; c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序 (如DR、CR、屏片摄影) 机房外的周围剂量当量率应不大于25 μ Sv/h, 当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估, 应不大于0.25mSv。	根据后文核算, 本项目DSA装置在透视工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于2.5 μ Sv/h。 根据后文核算, 本项目DSA装置在采集工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于25 μ Sv/h。
6.4X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受检者状态及防护门开闭情况。	本项目DSA机房设置观察窗和视频监控装置, 其摄像头位于机房内靠东南墙上, 显示器位于操作间墙上, 以便操作间内辐射工作人员能观察到受检者状态及各防护门开闭情况。在操作间和机房之间设置双向对讲系统, 便于机房内辐射工作人员与操作间内人员沟通。
	6.4.2	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内除必要的配套设施外, 将不堆放其他杂物。
	6.4.3	机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。	本项目DSA机房设置机械排风装置, 能保证良好的通风。
	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。	本项目DSA机房设置3扇防护门均张贴电离辐射警告标志, 设置工作状态指示灯, 即在各铅门关闭时, 门上方设置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮。在洁净走廊墙上和候诊区醒目位置均张贴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。	本项目推拉式机房门制定曝光时关闭机房门的管理措施, 工作状态指示灯与机房门有效关联。
	6.4.6	电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目电动推拉门设置门灯联动装置和防夹装置。
	6.4.7	受检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。	医院制定相应管理制度进行管理, 已设置铅观察窗, 可观察到机房内人员情况, 确保受检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。	机房出入口均处于散射辐射相对低的位置。
6.5X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、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。	配置相应的辐射防护用品，数量和铅当量满足要求。
		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。	
7.1一般要求		7.1.1放射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律培训，满足放射工作人员岗位要求。	投运前，项目辐射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律培训，满足放射工作人员岗位要求。
		7.1.2根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。	本项目工作人员在手术过程中将根据患者及手术类型，使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。
		7.1.3 合理选择各种操作参数，在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受到的照射剂量最低。	本项目辐射工作人员在手术过程中合理选择参数使受检者所受到的照射剂量最低，医院制定相应管理制度进行管理。
		7.1.4 如设备具有儿童检查模式可选项时，对儿童实施检查时应使用该模式；如无儿童检查模式，应适当调整照射参数（如管电压、管电流、照射时间等），并严格限制照射野。	有儿童检查时，将调整适当的照射参数并严格限制照射野。
		7.1.5X射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。机房内射线装置曝光时，将关闭机房门窗。	机房内射线装置曝光时，将关闭机房门，医院制定相应管理制度进行管理。
		7.1.6 放射工作人员应按 GBZ128 的要求接受个人剂量监测。	辐射工作人员在工作过程中佩戴个人剂量计，且监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。
		7.1.8 不应使用加大摄影曝光条件的方法，提高过期胶片的显影效果	不应使用加大摄影曝光条件的方法，为自动条件，数字显影，不使用胶片。

		7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。	工作人员在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并通过观察窗等密切观察受检者状态。
	7.8介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备操作的防护安全要求	7.8.2介入放射学用X射线设备应具有可准确记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。	设备具有可准确记录受检者剂量的装置，医院将每次介入手术后受检者受照剂量记录在病历中，需要时可追溯。
		7.8.3除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。	加强管理，图像采集时工作人员尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。
		7.8.4穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合GBZ128的规定。	医院为放射技师各配备1枚个人剂量计，为介入手术医生和护士在铅防护衣内外各配置1枚个人剂量计，满足要求。
		7.8.5C形臂X射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于平板探测器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。	制定操作规程及人员岗位职责，将球管旋转至病人身体下方，手术人员在操作过程中合理站位，避开有用线束。
GBZ128-2019	5.3剂量计的佩戴	5.3.2对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。	医院为放射技师各配备1枚个人剂量计，为介入手术医生和护士在铅防护衣内外各配置1枚个人剂量计，一枚佩戴在铅防护衣内，一枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置。建议在工作人员身体可能受到较大照射的部位宜佩戴局部剂量计（如指环剂量计等）。
		5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。	

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段回顾性环境影响分析

11.1.1 屏蔽施工及装饰施工阶段

本项目的施工均在室内开展，施工过程中产生的噪声未造成扰民；产生的废水、废气、固体废物得到了合理的处理，对周围环境影响未造成影响。

根据现场调查可知，本项目建设内容主要为在现有房间的基础上加装轨道、空调系统、电脑、储物柜等配套设施，目前机房配套设施已完成安装，线缆沟铺设完毕，DSA 数字血管造影机已进场，但未投入使用，没有造成生态破坏和辐射污染，该项目没有取得环评审批手续，待完善环保手续后即可开展工作。

根据调查，本项目的施工过程中，未收到环保投诉。此外，项目无环保遗留问题。

11.1.2 设备安装阶段

本项目在建设或安装过程不产生 X 射线，不会对周围辐射环境产生影响。射线装置安装调试会产生 X 射线，但时间很短，辐射影响很小。本项目 DSA 装置的安装、调试请设备厂家专业人员进行，在设备安装调试阶段，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装过程中，医院方将回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置。现场设备安装已完成，设备安装环境影响已消失，未接到投诉。

11.2 运行阶段环境影响分析

11.2.1 DSA 机房屏蔽能力核算

(1) 核算公式

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录C中C.1.2所列方法和公式核算不同屏蔽物质的铅当量。

①对给定的铅厚度的屏蔽透射因子B按下式核算：

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

式中：B——给定铅的屏蔽透射因子；

β ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ——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；

X——铅厚度。

②在给出透射因子B的情况下，使用下式计算出各屏蔽物质的铅当量厚度X：

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；其余同上。

(2) 参数取值

根据 DSA 工作原理及工作方式可知，DSA 的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。根据 NCRP147 号报告“Examples of Shielding Calculations” 5.1 节 (P72) 指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。根据 NCRP147 号报告第 138 页 C.2 可知，DSA 的漏射线剂量率很小（一般不大于 1mGy/h）。因此，在屏蔽防护时主要考虑非有用线束的影响，而 90°非有用线束的影响最大，因此本评价以 90°非有用线束屏蔽厚度要求作为核算依据。本项目 DSA 最大管电压为 125kV，对于顶板查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 混凝土拟合参数进行核算。

(3) 核算结果

根据建设单位提供的屏蔽防护方案，DSA 机房屏蔽体的铅当量核算结果见表 11-1。

表 11-1 DSA 机房屏蔽体的铅当量核算

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计	折合铅当量(mmPb)	标准要求(mmPb)	是否满足要求
DSA 机房	四周墙体	140mm 空心砖+60mm 硫酸钡水泥	4.8	2	满足要求
	机房顶板	120mm 混凝土+60mm 硫酸钡水泥	6.39	2	满足要求
	铅防护门	4mmPb	4	2	满足要求
	铅观察窗	4mmPb	4	2	满足要求

注：①混凝土折算铅当量依据 GBZ130-2020 标准附录 C；②混凝土的密度值取 2.35t/m³，铅的密度值取 11.3t/m³，硫酸钡水泥的密度取 3.2t/m³，硫酸钡水泥折算铅当量依据辐射防护手册（第三分册）辐射安全中表 3.3 插值法取得；③以上折合铅当量均按 DSA 装置最大管电压 125kV 进行核算；空心砖不纳为有效的屏蔽材料，即屏蔽效果为 0。

根据上表核算结果可知，本项目 DSA 机房屏蔽能力能符合 GBZ130-2020 标准的相关规定要求。

11.2.2 DSA 机房屏蔽体外剂量率核算

(1) 核算公式

根据式11-1计算得到屏蔽透射因子B后,关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)可根据《辐射防护导论》(原子能出版社)第三章第三节(P116-P117)散射线的屏蔽计算公式(3.66)进行推导得出,按最不利情况考虑居留因子取1,管电压修正系数取1,推导出本项目关注点的散射辐射剂量率计算公式如下:

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \quad (11-3)$$

式中: I ——X射线装置在最高管电压下的常用最大管电流,单位为毫安(mA);

H_0 ——距辐射源点(靶点)1m处输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$,以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , Sv/Gy 转换系数取值为1。

B ——屏蔽透射因子,根据公式11-1计算得出;

F —— R_0 处的辐射野面积,射线装置运行时的最大照射野面积为 400cm^2 ($20\text{cm}\times 20\text{cm}$);

α ——散射因子,入射辐射被单位面积(1cm^2)散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比;根据NCRP147号报告第137页附图C.1,125kV射线装置1m处的每平方厘米的散射系数为 7.38×10^{-6} ;90kV射线装置1m处的每平方厘米的散射系数为 6.82×10^{-6} 。

R_s ——辐射源点(靶点)至散射体的距离,单位为米(m),根据设备参数,本项目取0.215m;

R_0 ——散射体至关注点的距离,单位为米(m),根据设备布设位置确定。

(2) 核算参数

DSA装置存在透视及采集两种工况,本次评价按照透视常用工况及采集常用工况分别计算DSA机房墙体外周围剂量当量率。DSA装置常用透视工况为60~90kV/5~20mA,常用采集工况为60~90kV/300~500mA。本报告保守估算,透视工况按照常用最大90kV、20mA进行计算;采集工况按照常用最大90kV、500mA进行计算。DSA装置在90kV、3mmAl过滤板情况下主射线方向1m处发射率为 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。Sv/Gy转换系数取值为1。

相关参数详见表11-2。

表11-2核算参数表

设备名称	管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量 H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	散射面积 F (cm^2)	散射因子 α	散射距离 R_s (m)	关注点距离 R_0
DSA装置	90	20 (透视) 500 (采集)	3.18×10^5	400	6.82×10^{-6}	0.215	根据设备布置位置确定
90kV拟合参数			铅 α : 3.067 β : 18.83 γ : 0.7726				

X射线管头位置根据厂家设备布置图进行机房外关注点距离取值，各计算点距离见图11-1和图11-2所示。

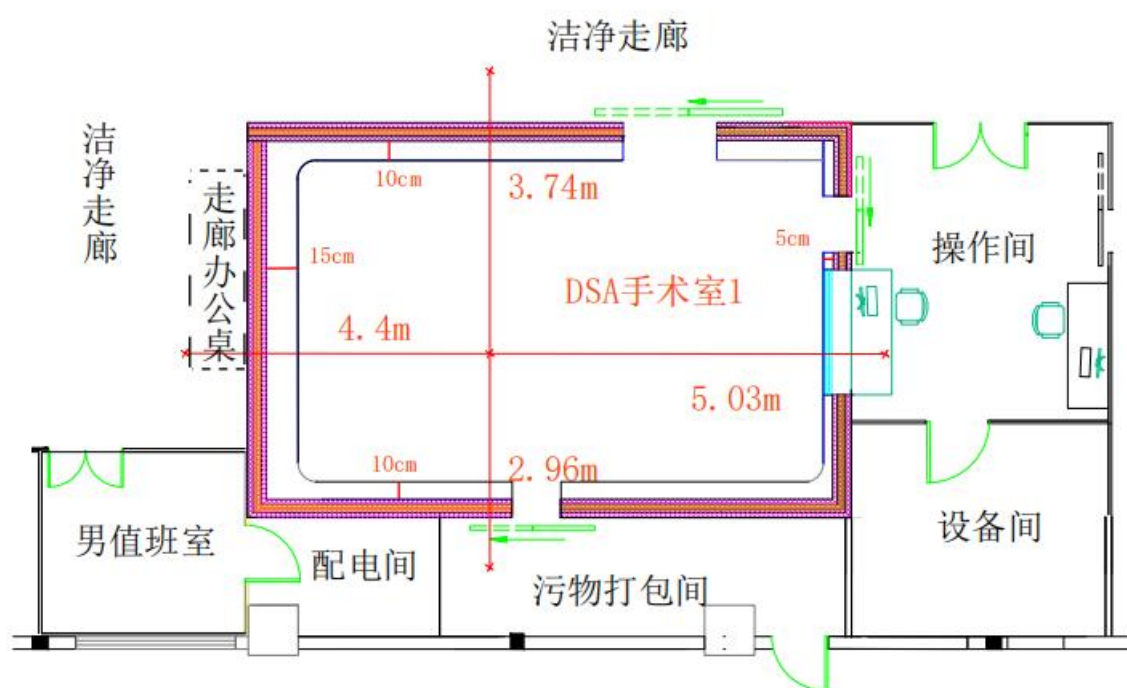


图11-1各计算点距离示意图

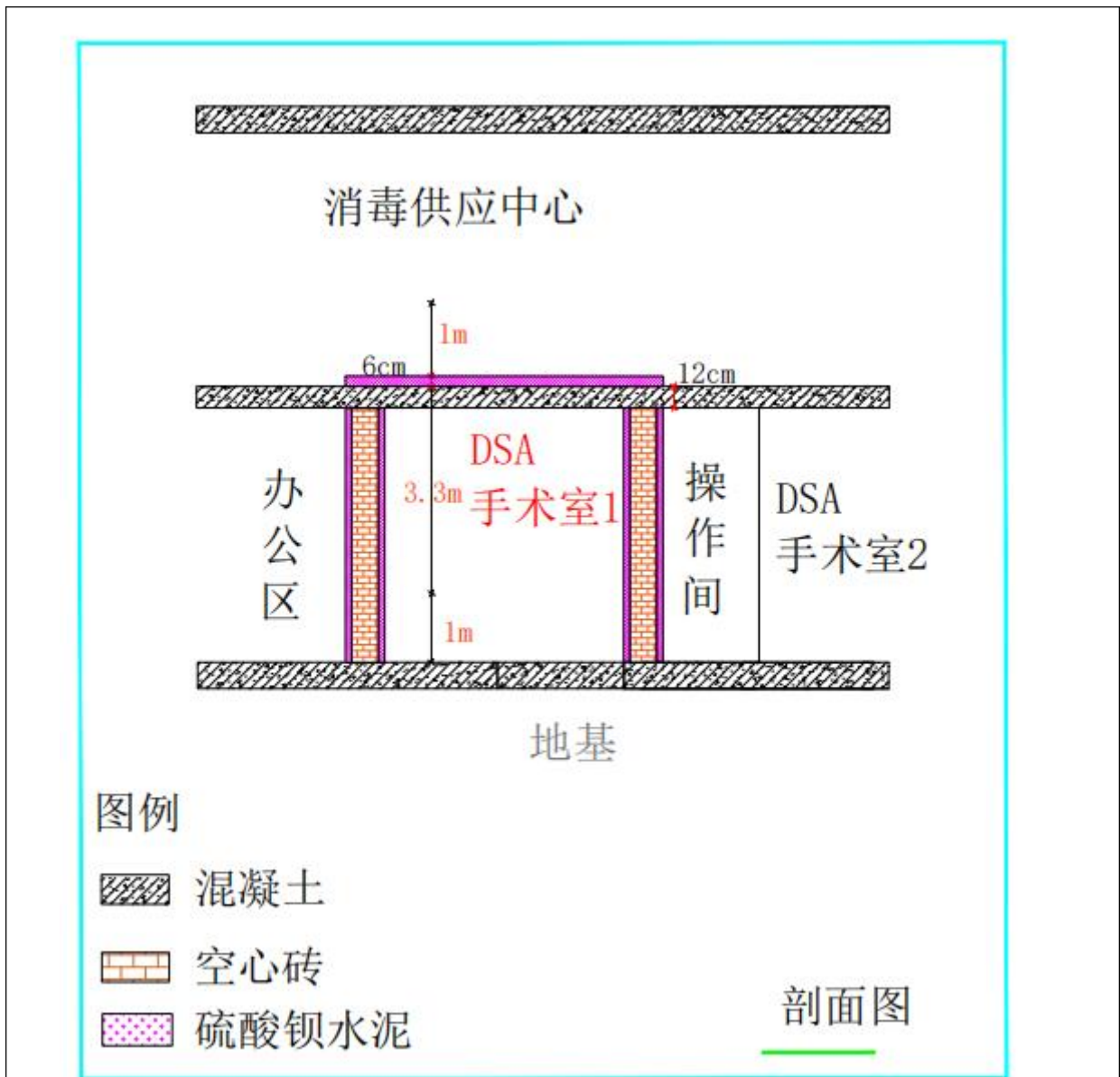


图 11-2 本项目剖面计算点位图

(3) 核算结果

根据核算公式和表11-2相关参数，在透视、采集状态下，DSA机房外周围剂量当量率核算结果见表11-3所示。

表11-3 DSA机房外周围剂量当量率核算结果

关注点	屏蔽体	射线类型	距离 R (m)	屏蔽材料及厚度	周围剂量当量率 (μSv/h)		建设厚度是否满足要求
					透视	采集	
北侧 (洁净走廊)	墙体	散射	3.74	140mm空心砖 +60mm硫酸钡水泥	8.52×10^{-4}	2.13×10^{-2}	是
	铅门	散射		4mmPb	9.91×10^{-3}	2.48×10^{-1}	
东侧 (操作间)	墙体	散射	5.03	140mm空心砖 +60mm硫酸钡水泥	4.71×10^{-4}	1.18×10^{-2}	
	铅窗	散射		4mmPb	5.48×10^{-3}	1.37×10^{-1}	

	铅门	散射		4mmPb	5.48×10^{-3}	1.37×10^{-1}	
南侧（污物打包间、配电室、男值班室）	墙体	散射	2.96	140mm空心砖+60mm硫酸钡水泥	1.36×10^{-3}	3.40×10^{-2}	
	铅门	散射		4mmPb	1.58×10^{-2}	3.95×10^{-1}	
西侧（走廊办公桌、洁净走廊）	墙体	散射	4.4	140mm空心砖+60mm硫酸钡水泥	6.15×10^{-4}	1.54×10^{-2}	
楼上（消毒供应中心用房）	墙体	散射	4.48	120mm混凝土+60mm硫酸钡水泥	4.52×10^{-6}	1.13×10^{-4}	是
备注：①一期住院楼介入手术中心内空高约4.3m；顶板核算到距离楼上地面1m处，下层为地基；四周屏蔽体计算参考点位于四周屏蔽体、门窗外30cm处。②球管离地高度按1m考虑；③同侧距离核算时保守取最短距离。							

根据计算可知，在透视和采集条件下，DSA机房四周墙体30cm处和机房楼上1米处的周围剂量当量率均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.3 剂量估算

11.3.1 剂量估算公式

X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H^*_{(10)} \times t \times 10^{-3} \quad (11-4)$$

式中： H_{Er} ：X或 γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

$H^*_{(10)}$ ：X或 γ 射线周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t：X或 γ 射线照射时间，h。

11.3.2 辐射工作人员剂量估算

根据医院提供的资料，本项目DSA年透视时间共约273.33h，采集时间约17.51h，总年有效开机时间约290.84h。

（1）辐射工作人员剂量估算

①操作间辐射工作人员有效剂量估算

在透视和采集情况下，操作间辐射工作人员有效剂量估算见表11-4。

表11-4本项目操作间辐射工作人员有效剂量估算一览表

设备名称	操作间最大周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		年出束时间（h）		年有效剂量（mSv/a）		总年有效剂量（mSv/a）
	透视	采集	透视	采集	透视	采集	
DSA装置	5.48×10^{-3}	1.37×10^{-1}	273.33	17.51	1.50×10^{-3}	2.40×10^{-3}	3.89×10^{-3}

根据上表可知，从最不利情况考虑，本项目DSA机房操作间的工作由1名技师完成，本项目技师年有效剂量估算为 0.00389mSv ，根据医院提供的资料可知，医院现有介入技师2024年度有效剂量在 $0.20\sim 0.31\text{mSv}$ 之间，叠加2024年度辐射工作人员个人剂量监测结

果和本项目年有效剂量的预测结果不超过0.32mSv，满足本项目辐射工作人员年有效剂量管理目标值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②手术医护人员

本项目DSA装置有采集和透视两种工作模式。

透视工作模式下，医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量0.5mmPb），以公式11-1计算其透射因子，不考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素，同时，参照《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）表B.1规定：透视防护区检测平面上的周围剂量当量率不应大于400μSv/h。核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。

采集工作模式下，考虑医护人员全部在机房铅屏风后操作，医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量 0.5mmPb），并在移动铅屏风（考虑铅当量 2mmPb）后操作，以公式 11-1 计算其透射因子，考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素最近为 1m，核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。计算结果见表 11-5 所示。

表11-5机房医护人员最大手术负荷时间表

运行管电压	透射因子		手术人员铅衣内周围剂量当量率 (μSv/h)	手术类型	年出束时间 (h)	铅围裙内个人剂量估算值 (mSv)
90kV	透视	2.52×10 ⁻²	10.06	心脏介入	133.33	1.34
			10.06	神经介入	35.00	0.35
			10.06	综合介入	105.00	1.06
	采集	3.68×10 ⁻⁵	345.76	心脏介入	4.67	1.61
			345.76	神经介入	2.84	0.98
			345.76	综合介入	10.00	3.46
运行管电压	透射因子		手术人员铅衣外周围剂量当量率 (μSv/h)	手术类型	年出束时间 (h)	铅围裙外个人剂量估算值 (mSv)
90kV	透视	/	400.00	心脏介入	133.33	53.33
			400.00	神经介入	35.00	14.00
			400.00	综合介入	105.00	42.00
	采集	1.72×10 ⁻⁴	1613.29	心脏介入	4.67	7.53
			1613.29	神经介入	2.84	4.58
			1613.29	综合介入	10.00	16.13

备注：采集时医生均有可能在机房内，故按照最不利情况进行核算，核算考虑采集时间。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中6.2.4佩戴铅围裙内外两个剂量计时，宜采用式（11-5）估算有效剂量：

$$E=\alpha H_u+\beta H_o \quad (11-5)$$

其中：E-有效剂量中的外照射分量，单位为mSv；

α -系数，有甲状腺屏蔽时，取0.79，无屏蔽时，取0.84；

H_u -铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的Hp（10），单位为mSv；

β -系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051，无屏蔽时，取0.1；

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mSv。

根据医院提供资料，结合实际情况考虑，医院配备介入手术医生共10人，仅在DSA机房工作；医院介入手术目前配备手术医生10人共5组（其中心脏介入手术医生2组，神经介入手术医生1组，综合介入手术医生2组）。

$$\text{则：} E(\text{心脏介入}) = (0.79 \times (1.61 + 1.34) + 0.051 \times (7.53 + 53.33)) / 2 = 2.72 \text{mSv}$$

$$E(\text{神经介入}) = 0.79 \times (0.35 + 0.98) + 0.051 \times (14.00 + 4.58) = 2 \text{mSv}$$

$$E(\text{综合介入}) = (0.79 \times (1.06 + 3.46) + 0.051 \times (42.00 + 16.13)) / 2 = 3.27 \text{mSv}$$

根据计算可知，本项目心脏介入手术医护人员受到的年有效剂量约2.72mSv/a，神经介入手术医护人员受到的年有效剂量约2mSv/a，综合介入手术医护人员受到的年有效剂量约3.27mSv/a；从最不利情况考虑，本项目心脏介入手术医护人员同时承担建设单位另一台DSA介入相关手术操作，根据医院提供的资料可知，医院现有介入工作人员2024年度有效剂量在0.20~1.06mSv/a之间，叠加2024年度介入手术医护人员的个人剂量监测结果和本项目年有效剂量的预测结果不超过4.33mSv，均满足本项目辐射工作人员年有效剂量管理目标值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

建议医院增加介入手术医护人员，减少每组医护人员的工作负荷。

上述估算中透视是按照透视防护区测试平面上的周围剂量当量率不大于400 μ Sv/h、0.5mmPb铅防护用品计算的，采集是按照移动铅屏风2mmPb、距离1m，以及0.5mmPb铅防护用品计算的。实际手术过程中，手术医生受到的照射剂量与铅悬挂防护屏设置位置、铅防护用品质量、手术医生的手术熟练度、习惯、移动铅屏风的厚度及位置等相关。因此，介入手术医生实际受到的年有效剂量以个人剂量计监测结果为准，医院应根据最大手术工作时间以及每周期（1.25mSv）的个人剂量监测结果，对手术医生手术数量进行控制，若出现个人剂量超过管理目标值的情况应及时降低其手术数量，以确保辐射安全。

另外，医院还应采取以下措施确保辐射安全：

A、要求从事介入手术人员在实际工作中，应正确佩戴个人剂量计，介入手术医生和护士应在防护铅衣内外各佩戴1枚个人剂量计；

B、医院应定期对个人剂量计进行监测，根据监测报告结果，合理分配工作量，正确有效使用防护用品。当职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，并作进一步调查。标准建议的年调查水平为有效剂量5mSv，单周期的调查水平为5mSv/（年监测周期数）；

C、医院根据需要补充介入手术人员指环和眼部剂量计。

(2) 公众成员

机房外公众成员受到的年有效剂量见表11-6。

表11-6机房外公众成员周围剂量当量率和年有效剂量预测结果

序号	名称	方位	最小水平距离	预测结果 $\mu\text{Sv/h}$		出束时间 h		居留因子 ^①	年有效剂量 mSv/a
				透视	采集	透视	采集		
1	DSA 手术室 2、过道	东侧	约 4m	1.82×10^{-3}	4.54×10^{-2}	273.33	17.51	1	1.29×10^{-3}
2	二期住院楼放射诊断区	东侧、北侧、东北侧	约 18m	2.68×10^{-4}	6.70×10^{-3}	273.33	17.51	1	1.91×10^{-4}
3	停车场	东侧、东北侧	约 18m	2.68×10^{-4}	6.70×10^{-3}	273.33	17.51	1/40	4.77×10^{-6}
4	休息亭	东北侧	约 48m	4.98×10^{-5}	1.25×10^{-3}	273.33	17.51	1/20	1.77×10^{-6}
5	人行楼梯、院内车道	东侧	约 36m	8.35×10^{-5}	2.09×10^{-3}	273.33	17.51	1/40	1.48×10^{-6}
6	设备间	东南侧	紧邻	1.36×10^{-3}	3.40×10^{-2}	273.33	17.51	1/5	1.93×10^{-4}
7	DSA 手术室 2 的污物打包间、DSA 手术室 2 的配电间、走廊		约 3m	3.72×10^{-4}	9.30×10^{-3}	273.33	17.51	1/5	5.29×10^{-5}
8	人行过道、院内车道	东南侧、南侧、西南侧	约 7m	1.48×10^{-3}	3.71×10^{-2}	273.33	17.51	1/40	2.64×10^{-5}
9	人行道和绿化带	东南侧	约 47m	4.83×10^{-6}	1.21×10^{-4}	273.33	17.51	1/40	8.59×10^{-8}
10	污物打包间、配电间、走廊	南侧	紧邻	1.58×10^{-2}	3.95×10^{-1}	273.33	17.51	1/5	2.25×10^{-3}
11	绿化带 1、人行道	南侧、西南侧	约 22m	2.28×10^{-4}	5.70×10^{-3}	273.33	17.51	1/40	4.05×10^{-6}
12	吸烟亭	南侧	约	1.38×10^{-4}	3.46×10^{-3}	273.33	17.51	1/20	4.91×10^{-6}

			29m						
13	门诊楼 4F		约 35m	9.77×10^{-5}	2.44×10^{-3}	273. 33	17.51	1	6.95×10^{-5}
14	男值班室、女 值班室	西南侧	紧邻	1.36×10^{-3}	3.40×10^{-2}	273. 33	17.51	1	9.67×10^{-4}
15	廊道		约 13m	4.86×10^{-5}	1.21×10^{-3}	273. 33	17.51	1/5	6.91×10^{-6}
16	门诊楼 4F		约 48m	4.64×10^{-6}	1.16×10^{-4}	273. 33	17.51	1	3.30×10^{-6}
17	走廊办公桌	西侧	紧邻	6.15×10^{-4}	1.54×10^{-2}	273. 33	17.51	1	4.38×10^{-4}
18	洁净走廊	西侧、 西北 侧、北 侧、东 北侧	紧邻	9.91×10^{-3}	2.48×10^{-1}	273. 33	17.51	1/5	1.41×10^{-3}
19	谈话间、缓冲 区	西侧	约 3m	2.36×10^{-4}	5.91×10^{-3}	273. 33	17.51	1	1.68×10^{-4}
20	过道、洗衣 房、纯水机 房、中心供氧 机房、值班室		约 8m	8.14×10^{-5}	2.03×10^{-3}	273. 33	17.51	1	5.79×10^{-5}
21	(总务科用 房)-1F/1F		约 45m	4.94×10^{-6}	1.24×10^{-4}	273. 33	17.51	1	7.03×10^{-7}
22	过道、配电 房、水泵房、 消防水池	西北侧	约 5m	1.67×10^{-4}	4.18×10^{-3}	273. 33	17.51	1/5	2.38×10^{-5}
23	库房、楼梯 间、负压机 房、氧气瓶存 放间		约 18m	2.59×10^{-5}	6.48×10^{-4}	273. 33	17.51	1/20	9.21×10^{-7}
24	二期住院楼 辅助用房、电 梯间、过道、		约 35m	8.06×10^{-6}	2.02×10^{-4}	273. 33	17.51	1/5	1.15×10^{-6}
25	二期住院楼 放射治疗区		约 48m	4.50×10^{-6}	1.13×10^{-4}	273. 33	17.51	1	3.20×10^{-6}
26	二期住院楼 (1F-21F)	西北 侧、北 侧、东 北侧	约 32m	1.10×10^{-4}	2.76×10^{-3}	273. 33	17.51	1	7.84×10^{-5}
27	(空调机房 和发电机房) 2F	西北侧	约 46m	4.87×10^{-6}	1.22×10^{-4}	273. 33	17.51	1/20	1.73×10^{-7}
28	配电房、电梯 厅、机电房、 楼梯间	北侧	约 4m	2.50×10^{-3}	6.26×10^{-2}	273. 33	17.51	1/5	3.56×10^{-4}
29	二期住院楼 核磁诊断	北侧、 东北侧	约 43m	6.42×10^{-5}	1.61×10^{-3}	273. 33	17.51	1	4.57×10^{-5}
30	更衣换鞋区、 库房、卫生	东北侧	约 4m	2.50×10^{-3}	6.26×10^{-2}	273. 33	17.51	1/5	3.56×10^{-4}

	间、处置间、楼梯间、电梯间以及库房、过道								
31	一期住院楼(1F-12F)	楼上	/	4.52×10^{-6}	1.13×10^{-4}	273.33	17.51	1	3.22×10^{-6}

注：①同一处的环境保护目标的年有效剂量估算均以最近的距离进行计算，故更远的环境保护目标年有效剂量将更小；②居留因子参照 NCRP147 号报告 P31 表 4.1 取值；③表格中所述最小距离为关注点到 DSA 机房墙体外的距离；④按水平距离进行保守计算，未考虑高差。

根据上表核算，机房外50m范围内公众成员周围剂量当量率估算值低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求；公众成员受到的年有效剂量估算值最大为 $2.25 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，低于医院年剂量管理目标值 0.1mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

(3) 剂量估算结论

综上所述，根据医院提供的计划手术量，再合理分配手术量、辐射工作人员正确、有效使用防护用品的前提下，从事介入手术的辐射工作人员所受到的年有效剂量低于辐射工作人员剂量管理目标值 5mSv/a ，公众成员受到年有效剂量也低于公众管理目标值 0.1mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.4 环境保护目标辐射环境影响分析

DSA 手术室 2 和 DSA 手术室 1 存在的共同环境保护目标，故应考虑 2 个机房的叠加影响。

根据重庆市万州区疾病预防控制中心 DSA 检测报告（编号：渝质控(放检)字(2024)04988 号）对 DSA 手术室 2 机房外四周和机房楼上的环境保护目标位置周围剂量当量率检测结果可知，DSA 手术室 2 机房外北侧大门表面及四周缝隙（洁净走廊）在透视条件下检测结果为 $0.23\mu\text{Sv/h}$ ，其余点位均低于仪器检出限，本次评价北侧洁净走廊考虑本项目与 DSA 手术室 2 叠加影响，本项目洁净走廊透视条件下预测值为 $9.91 \times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$ ，叠加后低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

对于机房之外的房间等，若考虑各方位墙体等屏蔽作用，则本项目的辐射影响将大大减小。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目建设对各环境保护目标不会带来不利影响，对环境的影响可以接受。

11.5 “三废”环境影响分析

11.5.1 废气

X射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体，消除有害气体对诊断室的影响，关键在于加强室内通风。DSA手术室1废气经气管道收集后引至本项目的污物打包间南侧外墙排风口直接排放。该区域人员活动较少，少量废气经空气扩散，对环境影响很小。

11.5.2 废水

手术时产生的少量医疗废水和生活污水依托医院污水处理站处理，达标后排入市政污水管网。

门诊楼东侧污水处理站（处理能力为800m³/d），接纳整个包括本项目在内的医院医疗废水，项目产生少量医疗废水和生活污水依托该污水处理站处理是可行的。

项目产生的少量废水能得到有效处置，不会对周围环境产生不利影响。

11.5.3 固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾收运至医院东北侧垃圾中转站1F生活垃圾收集点，由市政环卫部门统一收运处理。

项目手术期间产生少量的医疗废物（HW01），及时打包整理后，运至医院东北侧垃圾中转站2F医疗废物暂存间，定期委托有资质单位外运处置。

本项目配备的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等含铅防护用品在使用一定年限后屏蔽能力减弱，废弃铅防护用品由医院交由有资质的单位处置，并做好相应记录。

报废的DSA按照要求对其装置内的X射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档。

项目产生的固体废物均能得到合理的处理，对环境产生的影响可接受。

11.6 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

项目 DSA 应用于介入手术，对疾病诊断和手术辅助方面有其他技术无法替代的特点，可实现对血管病灶的精准定位，对保障健康、拯救生命可起到十分重要的作用。项目将为患者提供更多医疗服务和便捷的就医条件，具有明显的社会效益；随着医院医疗

技术以及服务水平的提高，将吸引更多的就诊人员，医院在为患者健康服务的同时也将创造更大的经济效益。项目采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。

因此，项目射线装置的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《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）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

11.7 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》第一类鼓励类中十三、医药4、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。因此，本项目属于产业结构鼓励类，符合相关产业政策。

11.8 事故影响分析

11.8.1 风险事故类型

X射线装置产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因X射线装置设置有专用机房，机房四周屏蔽体、顶板、地板、观察窗及防护门均采用固定辐射防护设施，基本不会发生机房屏蔽体损坏而致无关人员受到误照射的事故，即使发生，也能一目了然而不再开机曝光，不会产生误照射。X射线看不见、摸不着，因此，更多的辐射事故是因为设备故障和违反操作规程等，而导致无关人员受到误照射或者辐射工作人员受到超剂量照射。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

①DSA机房外人员误照射：在设备偏离正常运行工况下，本项目DSA装置出现最不利运行参数即透视时电压125kV、电流110mA，采集时电压125kV、电流500mA，射线装置工作时铅防护门未关闭，造成机房外人员的误照射；

②DSA机房内人员误照射：手术人员穿戴个人防护用品屏蔽效能失效，以及其他与手术无关人员（如清洁人员、医疗废物运输人员、维修人员等）滞留DSA机房内，造成机房内人员的误照射。

11.8.2 后果分析

①机房外人员误照射

在极端情况下，项目DSA装置透视工况运行管电压为最大管电压，即125kV，电流自动跟随电压，电流不大于110mA；在极端情况下，项目DSA装置采集工况运行管电压也为最大管电压，即125kV，电流自动跟随电压，电流不大于500mA。DSA装置在最大运行参数条件下运行，单台手术时间内机房外最大剂量估算情况见表11-7。

表11-7机房外误照射人员所受辐射剂量估算表

位置	事故情景	机房外周围剂量当量率	单台手术最大曝光时间 (min)	有效剂量 (mSv)	总有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
DSA 南墙体外	最大运行参数条件下运行，铅门未关闭，人员位于机房外	4.59×10 ⁵ (透视)	21	160.63	230.17	230.17
		2.09×10 ⁶ (采集)	2	69.54		

注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1。

根据估算可知，在理论可预知风险条件下，本项目DSA机房外人员受到的单台手术误照射的吸收剂量最大约230.17mGy，超过年剂量限值，即造成一般辐射事故。

②机房内人员误照射

因各种原因导致X射线装置在运行过程中人员滞留机房内（未穿戴个人防护用品或防护用品屏蔽效能失效）发生误照射辐射事故，按照DSA极端运行情况下（透视工况为125kV/110mA，采集工况为125kV/500mA），考虑人员受到照射的位置距离X射线装置靶点约1m考虑，其剂量估算情况见表11-8。

表11-8机房内误照射人员所受辐射剂量估算表

工作模式	受照时间	受照人员所在位置周围剂量当量率 (μSv/h)	有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)	总吸收剂量 (mGy)
采集模式：1m 处发射率 9.8mGy·m ² /mAmin	10s (单次最长采集)	1.88×10 ⁷	52.15	52.15	189.84
透视模式：1m 处发射率 9.8mGy·m ² /mAmin	2min (发现后使用急停按钮)	4.13×10 ⁶	137.69	137.69	
采集模式：1m 处发射率 9.8mGy·m ² /mAmin	2min	1.88×10 ⁷	625.84	625.84	2071.54
透视模式：1m 处发射率 9.8mGy·m ² /mAmin	21min	4.13×10 ⁶	1445.70	1445.70	

注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1。

据以上结果分析可知，当单次透视和采集完成后，发现DSA机房内人员滞留机房内发生误照射辐射事故风险，该滞留机房人员总吸收剂量为189.84mGy；当1台手术完成

后，才发现DSA机房内人员滞留机房内发生误照射辐射事故风险，该滞留机房人员总吸收剂量为2071.54mGy；这两种情况下均可能发生超年有效剂量限值照射的事故风险，即造成一般辐射事故。

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射作用于机体后，其能量传递给机体的分子、细胞、组织和器官等基本生命物质后，引起一系列复杂的物理、化学和生物学变化，由此所造成生物体组织细胞和生命各系统功能、调节及代谢的改变，产生各种生物学效应。电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程，大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。

电离辐射生物效应按照剂量与效应的关系进行分类，分为随机性效应和组织反应。随机性效应是指电离辐射照射生物机体所产生效应的发生概率（而非其严重程度）与受照射的剂量大小成正比，而其严重程度与受照射剂量无关；随机性效应的发生不存在组织反应阈剂量。辐射致癌效应和遗传效应属于随机性效应。受照射个体细胞受损伤引发突变的结果，最终可导致受照射人员的癌症，即辐射致癌效应；受照射个体生殖细胞遗传物质的损伤，引起基因突变或染色体畸变可以传递下去并表现为受照者后代的遗传紊乱，导致后代先天畸形、流产、死胎和某些遗传性疾病，即遗传效应。

组织反应定义为通常情况下存在组织反应阈值的一种辐射效应，受照剂量超过一定的阈值时才会发生，其效应的严重程度随超过阈值的剂量越高而越严重。组织反应是辐射照射导致器官或组织的细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果，指除了癌症、遗传和突变以外的所有躯体效应和胚胎效应及不育症等，包括血液、性腺、胚胎、眼晶体、皮肤的辐射效应及急性放射病，如放射性皮肤损伤、生育障碍。

不同照射剂量的X、 γ 射线对人体损伤估计见表11-9。

表11-9不同照射剂量对人体损伤的估计

剂量 (Gy)	类型		初期症状和损伤程度
<0.25 0.25~0.5 0.5~1	/		不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化，可能有血液学的变化 机能变化，血液学变化，但不伴有临床征象
1~2 2~4 4~6 6~10	骨髓型 急性放射病	轻度	乏力，不适，食欲减退
		中度	头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降
		重度	多次呕吐，可有腹泻，白细胞明显下降
		极重度	多次呕吐，腹泻，休克，白细胞急剧下降

10~50	肠型急性放射病	频繁呕吐，腹泻严重，腹疼，血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病	意识障碍、定向力丧失、共济失调、肌张力增强等
注：来自《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）和《辐射防护导论》P33。		

根据上述后果分析可知，当单次透视和采集完成后，发现 DSA 机房内人员滞留机房内发生误照射辐射事故风险，该滞留机房人员所受到误照射辐射剂量可能会发生不明显和不易察觉的病变等情况；当 1 台手术完成后，才发现 DSA 机房内人员滞留机房内发生误照射辐射事故风险，该滞留机房人员所受到误照射辐射剂量可能发生机能变化，血液学变化，但不伴有临床征象等情况。事故后果一般不会造成严重的辐射损伤，但可能增加随机性效应的发生概率。项目产生的随机性效应是关注的重点，因其无法防护，所以尽量避免误照射发生和降低人员的受照剂量，减少随机性效应的发生概率。

11.8.3 风险事故防范措施分析

由于各种管理不善或人误等造成的误照射，导致人员的照射方式主要是外照射。根据 DSA 装置运行原理，DSA 装置在开机出束状态下才会产生辐射影响，未出束则不会产生辐射影响。因此，发生误照射事故时应第一时间切断装置电源（就近按下急停按钮），确保装置停止出束，再对人员进行救治。

对人员进行救治，医院应采取以下措施防范风险事故发生：

①设备操作前，先进行安全检查，检查门灯联动、各防护措施是否正常。

②撤离机房时应清点人数，确认没有无关人员停留在机房后才开始操作。此外，在设备及控制台设置有急停按钮，可立即减少此类事故的影响。在机房内设置紧急停机按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

③手术医生在开展手术时，需要进行机房内透视曝光时，应由熟练医生正确穿戴防护用品熟练完成。

④辐射工作人员须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，保证按照机房管理要求开展手术。

⑤医院应定期做好设备稳定性检测和质控检测，加强设备维护，使设备始终保持在最佳状态下工作，尽可能避免最不利条件运行的风险事故发生。

⑥培植辐射工作人员的安全文化素养，提高辐射工作人员个人防护意识，在开展介入手术时正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，辐射工作人员定期参加辐射安全与防护

知识的培训。防护用品不使用时，采用悬挂或平铺方式妥善存放，防止断裂。

医院按照规范要求做好辐射防护与安全措施定期检查，使设备及各项辐射防护安全措施始终保持在有效状态下工作。医院在认真落实上述措施后，能有效减少和杜绝辐射事故的发生，减少对周围环境和公众的影响。

11.9 环保投资

本项目环保投资估算共约20万，占总投资的约3.33%，具体情况见表11-10。

表11-10项目环保投资一览表

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框上墙、人员培训考核等	1
电离辐射警示标志	张贴正确、有中文说明	
辐射防护与安全措施	工作状态指示灯、屏蔽室门灯联动等	2
防护监测设备	个人剂量计	1
DSA机房四面屏蔽体	屏蔽室墙体、防护门窗等	7
防护用品	铅防护用品、铅屏风等	3
环保手续	环评、验收、监测、办证等	6
合计	/	20

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

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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，或者至少有1名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院成立了辐射安全管理委员会，现有的辐射安全与环境保护管理机构的设置符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。医院设置了专职技术人员负责辐射安全与环境保护管理工作；后续医院应将本项目纳入辐射安全与环境保护管理，加强辐射管理工作。

12.1.2 辐射工作人员配置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的规定：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《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》（公告2019年第57号），辐射安全与防护培训需求的人员通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加相对应专业类别考核。

经调查，医院现有辐射工作人员60人，均建立了个人剂量档案和健康档案，2024年度个人剂量监测未发现异常现象。辐射工作人员均进行了辐射安全防护培训并考核合格。本项目配备17名辐射工作人员从事介入手术，包括10名介入手术医生、3名护士、2名放射技师和2名影像医师，人员配置满足介入手术工作开展。医院承诺后期根据介入手术的实际工作负荷，若增加的辐射工作人员，也会按照规定接受考核，做到考核合格后方可上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 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》第十六条规定：使用放射性同

位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。

医院根据自身实际情况，已制定一套相对完善的管理制度和操作规程，制定了多项辐射安全管理制度，具体有《巫溪县人民医院放射工作人员培训/再培训制度》《巫溪县人民医院放射科人员健康管理规定》《巫溪县人民医院放射科辐射安全管理规定及落实措施》《巫溪县人民医院辐射防护与安全保卫制度》《巫溪县人民医院放射工作人员健康管理规定》《巫溪县人民医院放射工作人员培训再培训管理制度》《巫溪县人民医院辐射监测大纲》《巫溪县人民医院放射工作人员个人剂量管理制度》《巫溪县人民医院介入中心质量保证方案》《巫溪县人民医院医学装备维修管理制度》《巫溪县人民医院辐射安全应急处理预案》等制度。

目前医院已开展核技术利用项目，制定了一系列管理制度，考虑到了现有核技术利用项目的操作使用和安全防护，制度基本健全，具有一定的可操作性。医院在此之前按照各项管理制度执行，到目前为止未发生过放射事故。

本项目依托医院现有辐射防护管理体系，同时，在本项目运行前，结合项目现场情况、防护设施配备、开展的诊疗项目、工作人员配备等具体情况，及时修订 DSA 安全操作规程等放射诊疗和放射防护管理相关制度，确保本项目工作正常开展。

本项目运行后，医院还应根据实际使用情况和新发布更新的法律法规等，对现有辐射安全管理制度进行不断的修订和完善。

12.2.2 个人剂量管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案终生保存。

建设单位制定《巫溪县人民医院放射工作人员个人剂量管理制度》，为每名介入手术医师、护士配置2枚个人剂量计，每名放射技师和DSA医师各配置1枚个人剂量计，发

现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。此外，辐射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互转借，不允许将个人剂量计带出医院。

建设单位严格按照《巫溪县人民医院辐射工作人员个人剂量管理制度》相关要求，为现有所有辐射工作人员配置了个人剂量计，建立了个人剂量监测档案，个人剂量监测结果均低于管理目标值5mSv/a，未发生辐射工作人员的年剂量超标情况。

12.2.3 职业健康体检

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十九条规定：生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

建设单位制定了《巫溪县人民医院辐射工作人员健康管理制度》，规定辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加放射工作；定期组织在岗期间的辐射工作人员进行职业健康检查，两次检查时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时检查。

建设单位在此之前严格按照《巫溪县人民医院辐射工作人员健康管理制度》相关要求，为医院现有所有辐射工作人员建立职业健康体检档案，现有所有辐射工作人员均进行了上岗前或在岗期间放射性职业健康检查。

12.2.4 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

医院落实了年度评估制度，于每年1月31日前均向重庆市生态环境局提交上一年度的年度评估报告。年度评估报告主要内容包括医院基本信息、核技术应用项目内容、辐射安全和防护设施和监测设备的运行与维护情况、辐射安全管理制度、辐射工作人员安全培训管理情况、辐射工作人员个人剂量监测情况、本年度核技术应用项目的办理情况、工作场所辐射环境监测、辐射事故及应急响应情况、存在的安全隐患及其整改情况、其他有关法律法规的落实情况等内容。后续医院应将本项目的设备纳入评估，每年按要求开展年度评估工作，对评估中发现的问题或隐患及时整改，并按规定上报年度评估报告。

12.3 核安全文化建设

核安全文化是以“安全第一”为根本方针，以维护公众健康和环境安全为最终目标；保障核安全是培育核安全文化的根本目的，而培育核安全文化是减少人因失误的有力措施，是核安全“纵深防御”体系中的重要屏障。

核安全文化是核安全的基础，是从事核技术利用活动单位及其全体工作人员的责任心。对于核技术利用项目核安全文化建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化，核安全文化表现在从事核技术利用活动单位的相关领导与员工及最高管理者应具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识，提高并保持核安全意识。

建设单位已建立安全管理体系，设立了辐射安全管理委员会，明确了小组人员的职责，将良好的核安全文化融汇于运营和管理的各个环节；持续开展核安全文化建设，让其发挥的作用更加有效，做到凡事有章可循，凡事有据可查，凡事有人负责，凡事有人检查。在日常工作中将核安全文化建设贯彻于核技术利用活动中，不断识别单位内部核安全文化的弱项和问题并积极纠正与改进；落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。让核安全文化落实到每个从事核技术利用活动人员的工作过程中，确保核技术利用项目的辐射安全。

12.4 辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的相关规定，医院从事的辐射活动能力评价如表12-1。

表12-1从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
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。	已成立辐射安全管理委员会，并有1名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。
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。	配备的17名辐射工作人员均参加辐射安全与防护考核，并考核合格。
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设备及控制台设置急停按钮，同时本项目设置有门灯联动装置，防夹装置，工作状态指示灯，各防护门张贴电离辐射警示标识和警示语，并设置曝光时关闭机房门的管理措施。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已经建立了操作规程、岗位职责、辐射安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。
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，包括个人剂量计。	本项目为放射技师配备1枚个人剂量计，为每名介入手术医生和护士配备双个人剂量计，并配备一定数量的辐射防护用品（见表1-3）供辐射工作

	人员和患者使用。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定了《巫溪县人民医院辐射安全应急处理预案》，成立了辐射事故应急处置领导小组，并规定了发生放射性事故时的应急处相应措施，设置了应急联系方式，应急预案较为完善。

根据上表可知，本项目医院已建立有相应的管理体系，因此本项目的管理工作依托现有的管理体系，已具备了一定的能力，但医院还应针对本项目射线装置的管理，认真落实上述要求后，方具备从事本项目辐射活动的能力，并及时按照辐射环境管理要求办理《辐射安全许可证》，在许可范围内从事辐射工作，最终在本项目通过竣工环境保护验收后，方可投入运行。

12.5 辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测和工作场所监测工作。

根据调查，医院已制定有监测计划，包括工作场所监测及个人剂量监测等，医院每年均委托有资质单位对现有射线装置等屏蔽体外辐射环境及辐射工作人员个人剂量进行监测。

本项目建成后，将 DSA 机房周围环境监测纳入监测计划，对 DSA 机房周围人员和环境进行监测，并做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

（1）个人剂量监测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求放射技师在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴 1 枚个人剂量计，每名介入手术医生和护士除在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴 1 枚个人剂量计外，还应在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月；如发现异常可加密监测频率。

（2）工作场所环境监测

医院应对机房外周围剂量当量率进行监测，监测包括验收监测和定期监测，发现问题及时整改。验收监测应委托有资质的单位进行。

监测频率：验收时监测一次；定期监测每年监测一次；涉及设备发射剂量率或防护

设施维修后监测一次；

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：机房四周墙体、门、窗外 30cm 处、工作人员操作位；楼上距顶板地面 100cm 处等关注点位，通风管道及其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置；重点关注穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置。

12.6 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《重庆市辐射污染防治办法》要求，建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

医院制定的《巫溪县人民医院辐射安全应急处理预案》，明确了辐射事件应急处置领导小组组织指挥机构各科室部门的职责，并规定了发生放射性事故时应急响应程序，设置了应急联系科室及联系方式；应急预案较为完善，符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规，且具有较高可行性的应急预案。

建设单位在此之前严格按照《巫溪县人民医院辐射安全应急处理预案》相关要求，定期组织开展了应急预案演练工作；建设单位后期应结合自身实际情况继续细化完善应急预案的内容，及时更新、完善应急管理部门名称及联系方式；并继续定期组织开展应急预案演练工作，做好应急演练记录和资料归档，并根据应急演练情况，进一步完善辐射事故应急预案，在本项目建成后，将本项目纳入现有应急预案中。

12.7 竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目需要配套建设的环境保护设施需与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目正式投产运行前，医院应进行自主竣工环保验收。

本项目环境保护验收一览表见表12-2。

表12-2项目竣工环保验收内容及管理要求一览表

序号	验收内容	本项目验收要求	备注
1	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全。	/
2	剂量控制	辐射工作人员年有效剂量<5mSv； 机房外公众成员年有效剂量<0.1mSv。	GB18871-2002 及医院管理要求
3	人员要求	配备相应数量和职责的满足介入诊疗工作需求的辐射工作人员，按照要求组织辐射工作人员均经考核合格后上岗，按要求定期复训。	原环境保护部令第3号、第18号

4	剂量率控制	DSA 机房四周墙体外30cm处、楼上距顶板地面100cm处、防护门外30cm处、观察窗外30cm处、其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置，在透视条件下检测时，距离机房四周屏蔽体外表面30cm和机房楼上100cm处周围剂量当量率不大于2.5 μ Sv/h。	GBZ130-2020
5	建设内容	1台DSA装置（最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，单管头设备）；DSA 机房及其配套的操作间、设备间等辅助用房。	/
6	防护用品	放射技师各配备1枚个人剂量计，每名介入手术医生和护士在铅防护衣内外各佩戴1枚个人剂量计，根据工作场所配置适宜数量的个人剂量报警仪。 为医生配置了0.5mmPb的铅橡胶帽3套、铅防护眼镜3副，0.5mmPb的铅衣、防辐射裙、防辐射围领4套，0.05mmPb的介入防护手套3双；为患者配置了0.5mmPb的防辐射裙、防辐射围领、铅橡胶帽子2套；0.5mmPb的铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏1套、2mmPb的移动铅屏风（含观察窗）1个。	
7	辐射安全防护措施	①各铅防护门设置门灯联动装置、防夹装置，并设置曝光时关闭铅门的管理措施；各防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。 ②各防护门外设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在洁净走廊墙上和候诊区醒目位置均张贴辐射防护注意事项。 ③制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急程序等）。 ④机房设置排风装置，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。 ⑤设备上自带急停开关，控制台设置急停开关；操作间与机房设对讲装置；配备防护用品与辅助防护设施；机房内设置视频监控系统。 ⑥机房四周墙体、顶板、防护门、观察窗有足够的屏蔽防护能力，穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。	
8	管理	成立了辐射安全管理委员会，设置健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、年度评估制度等。	
9	环保工程	根据《危险废物标识标志设置技术规范》（HJ1276-2022）更新医疗废物暂存间相关标识牌。	

表 13 结论与建议

13.1 项目概况

巫溪县人民医院在一期住院楼负一楼介入手术中心实施“巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目（DSA装置部分）”，并新配置了1台由北京万东医疗科技股份有限公司生产的CGO-2100Plus型医用血管造影X射线机（以下简称“DSA装置”，额定电压为125kV、额定电流为1000mA），用于开展血管造影介入手术。

项目投资：总投资约600万元，其中环保投资约20万元。

13.2 实践正当性

本项目的建设对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《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）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.3 产业政策符合性

本项目主要使用DSA装置从事介入手术工作，属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》鼓励类中的“高性能医学影像设备”的应用，符合相关产业政策。

13.4 辐射环境质量现状

为了解本项目建址及周边环境辐射环境质量现状，重庆朕尔医学研究院有限公司对本项目建址及周边环境进行了辐射水平现状监测，监测结果表明，本项目建址及周边环境 γ 辐射剂量率的监测值在70nGy/h~105nGy/h之间（未扣除宇宙射线响应值），根据《2023年重庆市辐射环境质量报告书》中辐射环境质量状况数据，累积剂量法测得的重庆市 γ 空气吸收剂量率全市点位年均值范围为76.8nGy/h~93.3nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），全市点位年均值为87nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），因此本项目建址及周边环境的辐射水平在天然辐射本底水平正常涨落范围内，未见辐射异常。

13.5 选址可行性及布局合理性

根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。因此，从辐射防护与环境保护角度，本项目选址可行。

本项目布局便于介入手术放射诊疗的辐射防护管理与安全控制，符合有关法规标准与辐射防护安全要求。从辐射防护与环境保护角度，本项目的平面布局合理。

13.6 辐射防护与安全措施

(1) 辐射工作场所分区管理

医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求,将DSA手术室1内划为控制区;将操作间、设备间、污物打包间、配电房、男值班室、走廊办公桌、洁净走廊和机房楼上的消毒供应中心划为监督区,实行辐射安全分区管理,并采取相应的分区管理措施。

(2) 机房屏蔽防护

本项目DSA机房内有效使用面积、最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中单管头X射线设备(含C形臂,乳腺CBCT)机房有效使用面积和最小单边长度的要求。本项目机房四周墙体、顶板、地板以及铅门、铅窗屏蔽防护设计折合铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的屏蔽防护铅当量厚度要求。

(3) 安全联动装置及其他措施

本项目DSA装置配置可调限束装置、光谱过滤技术等多种固有安全防护措施的射线装置,射线装置上及控制台上设置急停开关,机房设置门灯联动装置、防夹装置、自动闭门装置、工作信号指示灯、警示标识、曝光时关闭机房门的管理措施,设置对讲系统,在洁净走廊墙上和候诊区醒目位置均张贴放射防护注意事项告知栏。

机房设置排风装置并保持良好的通风,穿墙风管采取屏蔽防护补偿措施,穿墙电缆线采取屏蔽防护补偿措施,不影响墙体的屏蔽防护效果。为辐射工作人员和患者配备个人防护用品和辅助防护设施,数量和铅当量满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中相关要求。

经分析,本项目采取的辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等相关的辐射防护要求。

13.7 环境影响分析

(1) 场所辐射剂量水平:根据计算可知,在透视和采集条件下DSA机房屏蔽体外30cm的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$,场所辐射剂量水平满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的相关要求。

(2) 剂量估算:根据医院提供的计划手术量,通过核算,项目在合理配置介入手术医生情况下,本项目介入手术医生、护士、放射技师等相关职业人员所受职业照射年有效剂量低于辐射工作人员年有效剂量管理目标(5mSv/a),项目所致公众成员的年有

效剂量亦低于年有效剂量管理目标（0.1mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

（3）环境保护目标影响：通过核算可知机房外50m评价范围内各环境保护目标位置的年有效剂量均远低于医院管理目标值。因此，项目所致机房外50m评价范围内环境保护目标的辐射影响甚微，本项目对周围各环境保护目标不会带来不利影响，对环境的辐射影响可以接受。

（4）“三废”影响：本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废弃物。DSA装置运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，DSA手术室1已设置排风装置，废气经排风管道引至DSA手术室1南侧墙体往外室外排放。项目辐射工作人员等产生的少量生活污水和医疗废水依托医院污水处理站处理达标后纳入市政污水管道；医疗废物及时打包整理，运至医院东北较垃圾中转站2F医疗废物暂存间；生活垃圾运至医院东北较垃圾中转站1F生活垃圾收集点，交由市政环卫部门统一收运处理；废弃铅防护用品由医院交由有资质单位处理，并做好相应记录。报废的DSA按照要求对其装置内的X射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档。

（5）事故风险：通过事故风险分析，本项目可能发生超年有效剂量限值照射的事故风险，即造成一般辐射事故。事故状态可能导致人员在机房内或机房外单次透视和采集完成后，发现DSA机房内人员滞留机房内发生误照射辐射事故风险，该滞留机房人员所受到误照射辐射剂量可能会发生不明显和不易察觉的病变等情况；当1台手术完成后，才发现DSA机房内人员滞留机房内发生误照射辐射事故风险，该滞留机房人员所受到误照射辐射剂量可能发生机能变化，血液学变化，但不伴有临床征象等情况。事故后果一般不会造成严重的辐射损伤，但可能增加随机性效应的发生概率。通过落实撤离机房时应清点人数、在设备上及控制台设置有紧急停机按钮、加强医院管理、辐射工作人员须加强专业知识学习、加强防护知识培训、加强职业道德修养、严格遵守操作规程和规章制度、定期做好设备稳定性检测和质控检测、加强设备维护、使设备始终保持在最佳状态下工作、正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，辐射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训等措施后，本项目事故风险可防可控。

13.8 辐射与环境保护管理

医院已成立辐射安全管理委员会，负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，并明

确了相应职责与分工，医院制定了辐射环境管理相关规章制度及医院辐射事故应急预案，有满足从事辐射活动的的能力。待本项目建成后，后续应针对本项目设备情况更新、完善相关辐射管理制度；项目营运中应加强核安全文化建设，进一步完善环境影响评价提出的防护措施和管理制度后，能满足辐射环境管理要求。在严格执行规定的辐射安全和环境管理制度前提下，项目的运行安全是有保障的，能满足辐射环境管理要求。

综上所述，巫溪县人民医院特殊科室能力提升扩容项目（DSA装置部分）符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”要求，项目选址可行，平面布局合理。在完善相应的辐射安全防护措施和管理措施后，项目环境风险可防可控，能实现辐射防护安全目标及污染物的达标排放。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

巫溪县行政区划



- 图例**
- ★ 县行政中心
 - 街道、镇、乡
 - 直辖市、省界
 - 区、县界
 - 街道、镇、乡界

项目所在位置

审图号：渝S(2024)056号

重庆市规划和自然资源局 重庆市民政局 监制 二〇二四年六月

本项目地理位置图

