

核技术利用建设项目
重庆市璧山区中医院 DSA 手术室建设项目

环境影响报告表

(公示版)

建设单位：重庆市璧山区中医院

环评单位：重庆渝辐科技有限公司

编制时间：二零二二年六月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
重庆市璧山区中医院 DSA 手术室建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：重庆市璧山区中医院

建设单位法人代表：

通讯地址：重庆市璧山区璧泉街道新生街 82 号

邮政编码：402760

联系人：聂嘉

电子邮箱：515687878@qq.com 联系电话：157*****181

打印编号: 1686195557000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	fdw 3t3		
建设项目名称	重庆市璧山区中医院DSA手术室建设项目		
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)	重庆市璧山区中医院		
统一社会信用代码	125002274506974315		
法定代表人 (签章)	卢廷淑		
主要负责人 (签字)	聂嘉		
直接负责的主管人员 (签字)	聂嘉		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	重庆渝辐科技有限公司		
统一社会信用代码	91500000MAG081XU37		
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
张灵	20210503555000000007	BH 000896	张灵
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张灵	项目基本情况、射线装置、结论及建议	BH 000896	张灵
谭双双	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	BH 052733	谭双双

表 1 项目基本情况

建设项目名称		重庆市璧山区中医院DSA手术室建设项目				
建设单位		重庆市璧山区中医院				
法人代表	卢廷淑	联系人	聂老师	联系电话	157*****181	
注册地址		重庆市璧山区璧泉街道新生街 82 号				
项目建设地点		重庆市璧山区璧泉街道新生街 82 号				
立项审批部门		重庆市璧山区发展和改革委员会		批准文号	2304-500120-04-01-411718	
建设项目总投资（万元）		900	项目环保投资（万元）	36	投资比例（环保投资/总投资）	4%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	130
应用类型	放射源	<input checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	/			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	无				
	1.1 建设单位概况					
<p>重庆市璧山区中医院始建于 1985 年，是一所国家“二级甲等”综合性中医院，是创建“全国农村中医工作先进单位”龙头单位、全区中医药业务指导中心，市级“爱婴医院”、市级“文明单位”。</p> <p>医院包括本部和体检中心，本部原址位于重庆市璧山区璧城街道中医院巷 80 号，于 2022 年搬迁至重庆市璧山区璧泉街道新生街 82 号；体检中心位置不变，仍在璧城街道文星路 158 号。本部总用地面积约 175079m²，总建筑面积约 59730m²，主要为 1 栋门诊楼、1 栋外科楼、1 栋内科楼，设计床位 794 张，设置的科室包括内科、外科、妇产科、儿科、骨伤科、肿瘤科、针灸科、耳鼻喉科、口腔科、眼科、皮肤科、内分泌科、血液病科、肛肠科、老年科、肺病科、泌尿外科、急诊科等 20 余个专科及药剂科、检</p>						

验科、放射科、手术室、病理科等医技科室，能接待的门诊量 36.5 万人次/a，住院人次量 3.1 万人次/a，手术台次约 2.0 万台次/a。

1.2 项目由来

医院为更好地满足患者多层次、多方位、高质量和快捷便利的就诊需求，拟在医院本部外科楼一楼实施“重庆市璧山区中医院 DSA 手术室建设项目”。该项目建设内容包括拟对医院外科楼一楼库房进行改造装修，并采购医用血管造影 X 射线机（以下简称“DSA”）一台，配套除颤仪 1 台、心电监护仪 1 台、高压注射器 1 套、多导电生理仪 1 台等辅助设施，用于开展心血管介入手术治疗。该项目已经在重庆市璧山区发展和改革委员会进行备案，项目代码：2304-500120-04-01-411718，备案证见附件 1。

根据《射线装置分类》（原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）可知，血管造影用 X 射线装置属于 II 类射线装置。

射线装置使用时将会对周围环境产生一定的电离辐射影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，该项目的建设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 版）（生态环境部令第 16 号）的“五十五 核与辐射 172 核技术利用建设项目”可知，使用 II 类射线装置的项目环境影响评价文件形式为编制环境影响报告表。重庆市璧山区中医院委托重庆渝辐科技有限公司开展本项目的环境影响评价工作，评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，并按照《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）的要求，编制完成了《重庆市璧山区中医院 DSA 手术室建设项目环境影响报告表》。

1.3 项目建设内容及规模

1.3.1 项目组成

- （1）项目名称：重庆市璧山区中医院 DSA 手术室建设项目
- （2）建设地点：重庆市璧山区璧泉街道新生街 82 号
- （3）建设性质：新建
- （4）建设内容：对医院外科楼一楼库房进行改造装修，建设介入手术室及其配套用房，配置 1 台 DSA（II 类射线装置，额定电压为 125kV，额定电流为 1000mA，单管头）开展心血管介入手术工作，项目总占地面积约 130 平方米，建设完成后满足相关手术开展约 500 台/年。

(5) 项目投资：总投资约 900 万元，其中环保投资约 36 万元。

(6) 施工期：4 个月。

项目组成情况见下表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

分类	项目	项目组成	备注
主体工程	介入手术室 (DSA 机房)	改建的介入手术室位于外科大楼 1 楼，将已空置的库房改建为 1 间介入手术室 (DSA 机房) 及相关配套用房。介入手术室外尺寸为：长×宽×高=7.5m×6.3m×3.9m，装修后内空尺寸为：长×宽×高=6.8m×5.1m×3.0m (吊顶后)，机房最小有效使用面积约 34.7m ² 。	依托主体结构改造用房
	设备	介入手术室内安装 1 台 DSA (II 类射线装置，单管头)，型号为万东医疗 CGO-2100 Plus 型，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。	新购设备
辅助工程	辅助用房	控制室、设备间、污洗间、缓冲区、耗材库、刷手池、耗材间、男更、女更、卫生间淋浴、换鞋间、办公室等。	依托主体结构改造用房
公用工程	给水	依托院内供水管网。	依托
	排水	医疗废水经医院东北角污水处理站 (设计处理能力 450m ³ /d) 处理达标后排入市政污水管网。	依托
	供配电	依托院内供配电系统。	依托
	通风	采用空调系统换气，分别在介入手术室、控制室、办公室装有一台空调，其中介入手术室顶有 1 个出风口和 1 个回风口。	新建
	压缩空气	依托院内现有供气系统。	依托
环保工程	废水处理措施	依托医院污水处理站处理后接入市政污水管网。	依托
	废气处理措施	项目区域采用空调系统换气，介入手术室西侧设置 1 个回风口，最终引至机房南侧墙体外排放至外环境。	新建
	固废处置措施	生活垃圾收集后交市政环卫部门处理。介入手术室配套的污洗间位于手术室西北侧，面积约 4m ² ；医院医疗废物暂存间位于医院西南侧，建筑面积约 50m ² ，2 间。手术过程中产生废物暂存在污洗间内，每日及时将污物废物经污洗间运至医院医疗废物暂存间暂存，再统一由有资质单位处置。DSA 设备报废后，通过拆解高压球管和去功能化后交由物资回收部门处理，高压球管内的阴极射线管属于危险废物，交由有资质的单位回收。不再使用的铅防护用品医院收集后妥善保管，做好记录，交由有资质单位处置。	依托
	辐射防护	采用足够厚度的铅玻璃、防护铅门、实心砖、硫酸钡涂层、硫酸钡板等作为介入手术室屏蔽防护体。	拟委专业单位的屏蔽防护方案施工

1.3.2 机房辐射防护方案设计

根据医院提供的资料可知，本项目用房是利用医院外科大楼 1 楼部分用房及进行改建，介入手术室主要使用铅玻璃、防护铅门、实心砖、硫酸钡涂层、硫酸钡板等进行屏蔽防护，具体屏蔽方案见表 1-2。

表 1-2 介入手术室辐射防护方案

房间	面积	本次设计防护方案	现有建筑情况	备注
介入手术室	内空尺寸 6.8m（长） ×5.1m（宽）， 有效使用面积 34.7m ²	东、南、西、北墙：24cm 实心 砖墙+ 25mm 硫酸钡涂料	四周墙体原来均为 24cm 厚实心砖墙，南 侧墙体有窗户。	用实心砖填补南侧 窗户，厚度为 24cm；新增 25mm 硫酸钡涂料
		顶棚：17cm 混凝土+ 25mm 硫 酸钡板	顶棚：17cm 混凝土	新增 25mm 硫酸钡 板，离地高度约 3.2m
		3 个防护门、观察窗：4mmPb	/	新建

备注：混凝土（砣）密度 2.35g/cm³，铅密度 11.3g/cm³，砖密度 1.65g/cm³。硫酸钡涂料密度 3.20g/cm³，内空尺寸扣除装饰面及防护材料厚度；介入手术室内有柱子，计算内空尺寸时考虑其影响，详见附图 3。

1.3.3 设备配置

本项目的配套设施设备见表 1-3。

表 1-3 本项目配套设施设备配置一览表

序号	名称	数量	用途	位置	备注
1	DSA（125kV， 1000mA）	1 台	介入手术	介入手术室	II类射线装置，单管 头，型号万东医疗 CGO-2100 Plus 型
2	血管类超声诊断设备	1 套	手术配套用	介入手术室	DSA 配套设备 型号：VH-60
3	电源柜	1 套	DSA 配电	设备间	DSA 配套设备
4	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置	设备间	
5	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输	设备间	
6	控制系统	1 套	DSA 设备操作	控制室	
7	临时起搏器	1 套	手术配套用	项目用房内	介入手术配套设备
8	心电图机	1 台	手术配套用	项目用房内	
9	除颤仪	1 台	手术配套用	项目用房内	
10	高压注射器	1 台	手术配套用	项目用房内	
11	吸痰器	1 台	手术配套用	项目用房内	
12	多导电生理仪	1 台	手术配套用	项目用房内	
13	等离子消毒器	2 台	空气消毒	项目用房内	
14	精密空调	3 套	通风换气及 温湿度调节	项目用房内	FNBQF05AA 型 1 套 FTXM336WC 型 2 套
15	铅橡胶围裙、铅橡胶 颈套、铅防护眼镜	2 套	工作人员防护	男更、女更内	不小于 0.5mmPb
16	介入防护手套	若干	工作人员防护	男更、女更内	不小于 0.025mmPb
17	床侧防护帘/床侧防 护屏	1 套	工作人员防护	介入手术室内	设备配置，不小于 0.5mmPb

18	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	1套	工作人员防护	介入手术室内	设备配置, 不小于 0.25mmPb
19	移动铅防护屏风	1套	工作人员防护	介入手术室内	不小于 2mmPb
20	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套	成人 儿童 各 1 套	患者防护	缓冲区内	不小于 0.5mmPb
21	个人剂量计	14 个	工作人员个人剂量监测	工作人员佩戴	新购

备注: 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。

1.4 项目劳动定员、工作制度及工作负荷

本项目拟配置8名放射工作人员, 主要包括介入手术医师4人、技师2人、护士2人, 均从医院现有工作人员中调配培养, 不新增医院总劳动定员。

工作制度: 本项目放射人员年工作250天, 调配到本项目的放射工作人员仅从事本项目的相应放射工作。

工作负荷: 本项目因为病人数量制约, 预计最大年开展介入手术约 500 台。手术类型为心血管介入手术。

1.5 外环境概况

重庆市璧山区中医院本部位于璧山区璧泉街道新生街 82 号, 北侧约 34m 为城市道路新生街; 东侧为璧山区人民医院家属院; 南侧为城市道路文星路; 西侧为城市道路东林大道; 西南侧为璧山区人民医院家属楼; 西北侧为东林大道 43 号居民楼。

本项目位于医院外科楼 1 楼东南侧。外科楼北侧约 40m 为门诊楼; 东侧约 14m 为璧山区人民医院家属院区 (东北侧为 5 幢, 东侧为 4 幢, 东南侧为 8 幢与 3F 职工之家); 南侧约 36m 为内科楼; 西侧 50m 内为外科楼; 外环境关系见表 1-4, 具体分布见附图 2-2。

表 1-4 项目所在楼 (外科楼) 外环境关系表一览表

序号	名称	方位	最近距离	高差	环境特征
1	门诊楼	北	约 40m	-8m	医院用房, 6F, 约 200 人
1	人民医院家属楼 5 幢	东北	约 26m	-6m	居民楼, 8F, 约 200 人
2	人民医院家属楼 4 幢	东	约 14m	0	居民楼, 8F, 约 100 人
3	人民医院家属楼 8 幢	东南	约 42m	0	居民楼, 8F, 约 100 人
4	职工之家 3F 和家属楼 8F	东南	约 20m	0	居民楼, 约 80 人
5	内科楼	南	约 36m	0	医院用房, 7F, 约 300 人

备注: +代表其地面高于本项目地面, -代表其地面低于本项目地面。

项目周边保护目标主要为该医院从事本项目放射诊疗的放射工作人员以及周围活动的公众成员。

1.6 项目选址可行性分析

本项目选址于医院外科楼 1 楼东南侧，楼上为病房和接种室，楼下无建筑，项目用房为库房，本次根据医院需求改建成介入手术室及配套用房，建成后介入手术室工作场所相对独立，不影响医院其他诊疗活动和医院的整体布局。本项目周围活动公众成员较少，同时与建设单位内其他建筑也有一定的距离，充分考虑周围场所的安全；项目北侧用房拟划分为本项目配套病房，便于本项目手术的开展；周围墙体防护效果较好，有利于减少 X 射线对公众成员的影响。此外，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，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

1.7 项目建设背景

1.7.1 环评及验收情况

本项目位于璧山区璧泉街道新生街 82 号，医院于 2022 年 7 月 28 日取得重庆市璧山区环境保护局对重庆市璧山区中医院项目的环境影响评价批准书，批复文号为：渝（璧山）环准【2022】093 号。该项目未开展辐射环境影响评价，未完成项目验收。

1.7.2 辐射安全许可情况

医院于 2022 年 8 月 25 日取得了《辐射安全许可证》（渝环（辐）证 24001 号），有效期至 2027 年 8 月 24 日。根据《辐射安全许可证》明细可知，医院目前正在使用的有 8 台医用 X 射线诊断装置，均在许可范围内。医院现有医用 X 射线装置见表 1-5。

表 1-5 医院现有 X 射线装置一览表

序号	设备名称	类别	数量（台）	使用场所	
1	CT	III	1	本部	门诊大楼一楼 CT 室
2	CT	III	1		门诊大楼三楼 CT 室
3	DR	III	1		门诊大楼三楼 DR 室
4	骨密度仪	III	1		门诊大楼三楼骨密度室
5	口腔 CBCT	III	1		门诊大楼三楼口腔 CBCT 室
6	C 型臂透视机	III	1		外科大楼七楼 C 型臂手术室
7	X 射线 DR 机	III	1	体检中心	体检中心一楼 DR 室
8	X 射线透视装置	III	1		体检中心一楼透视室

医院上述手续齐全的设备运行至今使用情况良好，无辐射安全事故发生。经现场调查，医院放射工作人员配备齐全，建立了个人剂量档案和健康档案，根据医院放射工作人员个人剂量监测报告可知，医院放射工作人员上一年度个人剂量在 0.15mSv/a~

0.70mSv/a，低于医院的管理目标值 5mSv/a，医院未发生放射工作人员的年剂量超标情况。放射工作人员均进行了辐射工作安全防护培训，并通过了考核。医院现有辐射设备完整且能正常运行。医院运营至今，未发生环保纠纷，未收到环保投诉，无环保遗留问题。

1.7.4 本项目与医院整体的依托可行性分析

本项目主要依托医院主体结构、给排水及供配电工程、污水处理站、医疗废物收运系统等，依托可行性分析详见表 1-6。

表 1-6 本项目与医院依托关系表

依托工程	依托情况	可行性分析
主体工程	建筑主体依托	本项目由库房改建而成，本次改建，保留了用房墙体的主体结构，填补了原有窗户。介入手术室所在区域墙体仅开凿门窗位置，不涉及承重墙，依托可行。项目用房原主要为空置库房，无特殊产排污，无环保遗留问题。本项目 DSA 用于介入手术，使用该区域后不影响医院整体的布局。
公用工程	给水	医院由市政供水管网供给，项目依托医院供水管网供水可行。
	排水	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后排入市政污水管网。项目位于外科楼一楼，排水管网成熟。因此，项目依托医院已有排水管网排水可行。
	供配电	医院用电由市政电网引入，现外科楼用电正常，因此，项目依托医院供电系统可行。
	压缩空气	医院压缩空气管网现正常运作，项目依托可行。
环保工程	废水排放、固废处理依托	<p>医院建设有医疗废物暂存间，并与有资质单位签订了处理医疗废物的合同；目前，医疗废物每天转运，医疗废物暂存间面积约 50m²，尚有较多剩余空间，本项目本身产生医疗废物很少，剩余使用空间完全能够满足本项目的需求，因此依托可行。</p> <p>医院生活垃圾交环卫部门处理。</p> <p>医院建设有医院污水处理站 1 座，位于医院北侧，处理能力为 450m³/d。本项目放射工作人员在医院总劳动定员内，不新增劳动定员；本项目在污水处理站的接纳范围。介入手术室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。因此，项目废水依托医院污水处理站处理可行。</p> <p>本项目介入手术室属于医院的一部分，其医务人员和病人等产生的废水、固废等均已在医院总体考虑范围内，医院环保设施能满足要求。</p>
劳动定员	放射工作人员	项目劳动定员 8 人，包含医师、技师和护士，均从医院现有工作人员中调配，不新增医院总劳动定员，可以依托。
管理	辐射安全管理	医院已建辐射防护管理机构，设置了专人管理辐射环境，制定了相应的管理制度和应急预案，可直接依托现有的辐射环境管理机构，管理制度适当完善后可依托。

根据表 1-6 可知，项目依托医院已建的给排水及供配电工程、污水处理站、医疗废

物及生活垃圾收运系统等是可行的。

1.7.5 本项目原有产排污情况及环境遗留问题

本项目为 DSA 手术室建设项目，将原有外科楼 1 楼库房改造为介入手术室及其配套用房。项目原有区域无特殊产污，无环保遗留问题。

1.7.6 本项目与医院发展的衔接

本院 DSA 手术室建设项目，目的是提高所在区域医疗救治能力，满足辖区老百姓就医需求，减轻病员外出就医负担，为病人争取最佳治疗时机，提高后期生活质量。项目建成后将用于开展心血管介入手术，提高了医院医疗服务质量，与医院的发展相适应。

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)	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	II类	1	万东医疗 CGO-2100 Plus 型	125	1000	介入手术	医院本部外科楼一楼	拟购
	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 (mA)	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
以下空白								

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固态为 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

法律 法规 文件	<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 日施行修订版；</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》，中华人民共和国国务院令第 682 号，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》，中华人民共和国国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，中华人民共和国国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(7) 《医疗废物管理条例》，中华人民共和国国务院令第 380 号；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(13) 《重庆市环境保护条例》，2022 年 11 月 11 日发布；</p> <p>(14) 《重庆市辐射污染防治办法》渝府令〔2020〕338 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环[2017]242 号。</p>
----------------	--

续表 6 评价依据

<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) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(7) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)；</p> <p>(8) 《急性外照射放射病的诊断标准》(GBZ104-2017)。</p> <p>(9) 《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB39707-2020)。</p> <p>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023)</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目备案证，附件 1。</p> <p>(2) 渝（璧山）环准【2022】093 号，附件 2。</p> <p>(3) 建设单位辐射安全许可证，附件 3。</p> <p>(4) 璧山区中医院个人剂量检测结果，附件4。</p> <p>(5) 渝联放环检字【2023】I0114 号检测报告，附件 8。</p> <p>(6)NCRP147 号报告《Structural shielding Design for Medical X-ray Imaging Facilities》。</p> <p>(7) 《辐射防护导论》。</p> <p>(8) 医院提供的防护方案等其他资料。</p> <p>(9) 环境影响评价委托协议，附件 9。</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，并结合该项目射线装置为能量流污染的特征。根据能量流的传播与距离相关的特性，确定以该项目介入手术室边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

本项目介入手术室位于医院外科楼 1 楼东南侧；介入手术室东面紧邻控制室、设备间、刷手池、耗材间、换鞋间、办公室、卫生间、库房等，之外约 14m 为医院家属院楼区（东北侧为 3 幢，东侧为 4 幢，东南侧为 8 幢与 3F 职工之家）；南面为花台，之外约 36m 为内科楼；西面为库房，之外为电梯间楼梯间及 1 楼病房；西北侧约 12m 为护士站和医生办公室，之外为病房；北侧为过道，之外约 2m 为病房；楼下无建筑，为土层；楼上为产科病房和接种室等。

项目介入手术室周围 50m 评价范围内环境保护目标统计情况见表 7-1。

表 7-1 介入手术室周围环境保护目标一览表

序号	名称	方位	最近距离 (m)	高差 (m)	敏感目标特性	受影响人群
1	控制室、设备间、刷手池	东	紧邻	平层	介入手术室配套用房，约 2 人	放射工作人员
	耗材间、换鞋间		约 3m	平层	介入手术室配套用房，约 1 人	放射工作人员
	办公室、卫生间		约 6m	平层	介入手术室配套用房，约 1 人	放射工作人员
	库房		约 10m	平层	医院用房，约 1 人	公众
	医院家属院楼（4 幢 8F）		约 14m	1F 约与项目等高	医院家属楼，约 100 人	公众
2	医院家属院楼（5 幢 8F）	东北	约 26m	3F 约与项目等高	医院家属楼，约 100 人	公众
3	医院家属院楼 8F、职工之家 3F	东南	约 20m	1F 约与项目等高	医院家属楼与职工活动中心，约 80 人	公众
	医院家属院楼（8 幢 8F）		约 42m	1F 约与项目等高	医院家属楼，约 100 人	公众
4	花台及停车坝	南	紧邻	平层	公众区域，约 10 人	公众
	内科楼 1F-7F		约 36m	1F 约与项目等高	医院用房，约 300 人	公众

5	污洗间、缓冲区	西	紧邻	平层	医院用房, 约 1 人	公众
	楼梯间		约 3m	平层	医院区域, 约 5 人	公众
	病房		约 12m	平层	医院用房, 约 20 人	公众
6	护士站、医生办公室、病房	西北	约 13m	平层	医院用房, 约 20 人	公众
7	过道	北	紧邻	平层	手术区外过道, 约 3 人	公众
	病房		约 2m	平层	医院用房, 约 20 人	公众
	停车坝		约 10m	低约 1m	公众区域, 约 10 人	公众
8	外科楼 2F-7F	楼上	/	紧邻	项目所在楼, 楼上有妇产科、外科、骨伤科及手术室病房, 约 300 人	公众

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。

4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制

B1 剂量限值

B1.1.1.1 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。

B1.2 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。

6.1 X 射线设备机房布局

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

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

6.1.3 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

续表 7 保护目标与评价标准

要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

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 2（即下表 7-2）的规定。

表 7-2 X 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 ²
单管头 X 射线设备 ^b (含 C 形臂机, 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。

备注：项目 DSA 属于单管头 C 形臂，按单管头 X 射线设备执行。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不小于表 3（本报告表 7-3）要求。

本项目 DSA 为 C 形臂 X 射线设备，执行其屏蔽防护铅当量。

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 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
C 形臂 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 3（即表 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 μSv/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 0.25 mSv。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4（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
介入放射性操作	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：“—”表示不作要求。

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。

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。

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；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。

(3) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）

工作场所空气中化学因素的职业接触限值为：

臭氧最高容许浓度（MAC）接触限值：0.3mg/m³；

氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的时间加权平均容许浓度（PC-TWA）接触限值：5mg/m³。

(4) 《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB39707-2020)

介入手术产生的一次性医疗用品、器械等废物属于《国家危险废物名录(2021年版)》中 HW01 医疗废物,主要包括感染性废物(841-001-01)、损伤性废物(841-002-01),按《医疗废物管理条例》和《重庆市人民政府关于进一步加强医疗废物管理的通告》(渝府发(2007)71号)要求进行收集处置;其贮存按《医疗废物集中处置技术规范(试行)》(环发(2003)206号)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023)执行。

(5) 评价标准及相关参数值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求,放射工作人员年有效剂量不超过 20mSv,公众成员年有效剂量不超过 1mSv;条款 11.4.3.2 规定:保护目标与评价标准剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%-30%(即 0.1mSv/a-0.3mSv/a)的范围之内。

根据医院提供的资料,医院取 GB18871-2002 中工作人员职业照射剂量限值的四分之一即 5mSv/a 作为放射工作人员的年有效剂量管理目标值,取公众年有效剂量约束限值的十分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值,本项目医院的公众照射剂量管理取值为 10%在上述取值范围内,满足 GB18871-2002 要求。

综上所述,确定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

年剂量限值要求			执行依据
分类	年有效剂量管理目标值	年剂量限值	
放射工作人员	5mSv/a	20mSv/a	GB18871-2002 及医院管理要求
公众成员	0.1mSv/a	1mSv/a	
环境剂量控制			执行依据
介入手术室外(DSA 机房墙体、门、窗表面 30cm,顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm)	透视工况下周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。 采集工况下周围剂量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$,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。		《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)
机房面积控制			执行依据
设备名称	机房内最小有效使用面积(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	20	3.5	

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)确定机房控制面积和单边长度。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目位于重庆市璧山区璧泉街道新生街 82 号，为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平，重庆渝辐科技有限公司委托重庆朕尔医学研究院有限公司于 2023 年 4 月 18 日对重庆市璧山区中医院的重庆市璧山区中医院 DSA 手术室建设项目所在地的环境 γ 辐射剂量率进行了监测，监测报告编号为：渝朕放环检字[2023]I0114 号。

(1) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率。

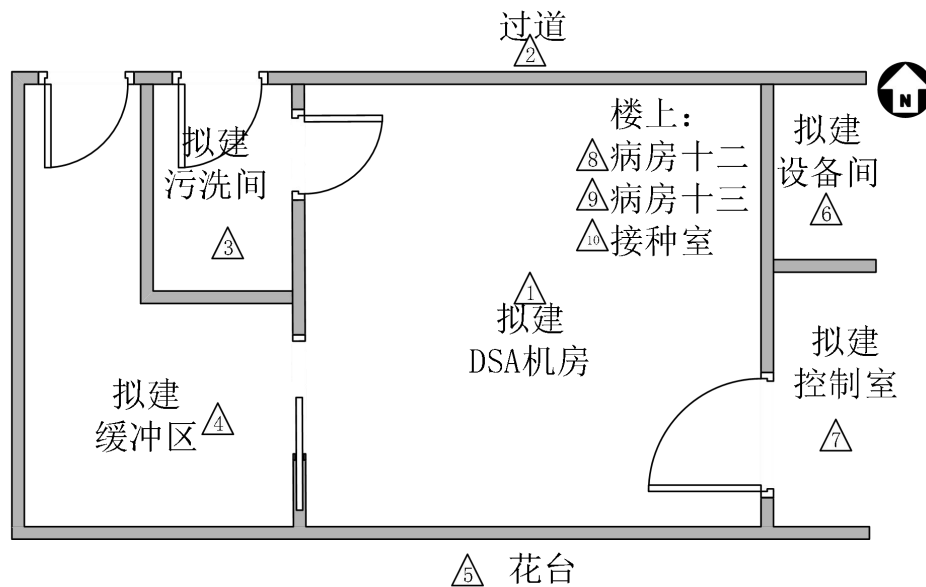
(2) 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境 γ 辐射剂量率	仪器法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021

(3) 监测仪器情况

仪器名称及型号	仪器编号	计量检定证书编号	有效期至	校准因子
便携式 X、 γ 剂量率仪 BH3103B	ZRSB-FS-30	Hnjln20220090-320	20230531	1.03

(4) 监测布点：本项目共监测 10 个点位，监测报告中监测布点示意图见下图。



监测点位合理性分析：根据监测布点情况，本次在拟建 DSA 机房（介入手术室）、南侧花台、西侧拟建缓冲区与拟建污洗间、北侧过道、东侧拟建设备间和拟建控制室、楼上病房十二、病房十三和接种室各布设了 1 个监测点位，各监测点位的布设能够反映本项目用房辐射环境水平及临近环境 γ 辐射水平。因此，项目监测布点合理可行。

续表 8 环境质量和辐射现状

(5) 质量保证措施

监测单位具备所监测项目的资质；合理布设监测点位；监测方法采用国家有关部门颁布的标准；监测人员经过培训后上岗，监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；监测时由专业人员按操作规程操作仪器，获取足够的数量，并做好记录；监测报告严格实行三级审核制度，最后由授权签字人审定。

(6) 监测结果统计

监测结果统计见表 8-2。

表 8-2 本项目监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境 γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		
		平均值	修正值	标准偏差
$\Delta 1$	拟建 DSA 机房	125	128	1.1
$\Delta 2$	过道区域	117	121	2.0
$\Delta 3$	拟建污洗间	143	148	2.9
$\Delta 4$	拟建缓冲区	120	123	3.3
$\Delta 5$	花台区域	136	140	4.1
$\Delta 6$	拟建设备间	140	144	3.7
$\Delta 7$	拟建控制室	129	132	3.9
$\Delta 8$	拟建机房楼上（病房十二）	129	132	2.9
$\Delta 9$	拟建机房楼上（病房十三）	129	133	3.7
$\Delta 10$	拟建机房楼上（接种室）	129	133	1.9

根据监测统计结果可知，项目所在位置环境 γ 剂量率的监测值在 120~148nGy/h 之间（未扣除宇宙射线相应值），重庆市 2022 年空气吸收剂量率均值范围为 78.0~119nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。两者相比，项目选址处辐射环境水平在正常涨落范围内。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期

建设单位拟将内科楼1楼库房改建为1间介入手术室及相关配套用房。本项目施工期工艺流程及产物环节见图9-1。

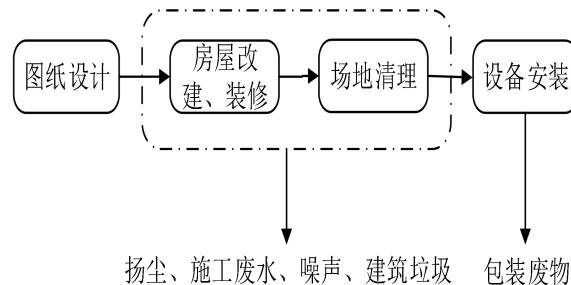


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

根据上图，项目施工期主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

扬尘：主要为项目现有用房改建（包括墙体拆除和新建等）及装修时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；

噪声：主要来自于项目现有用房装修及现场处理等产生的噪声；

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水；

固体废物：主要为现有用房墙体拆除、墙体新建和装修过程产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾。根据项目工程量，预计建筑垃圾共产生约 5t。

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 工作原理及产污环节

(1) DSA 设备组成

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 典型照片见图 9-2。

(2) DSA 工作原理

DSA 的基本原理是将注入造影剂前后通过人体吸收后的 X 线信号进行成像，分别经平板探测器探测后，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的

差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的剪影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA 工作示意图见图 9-3。

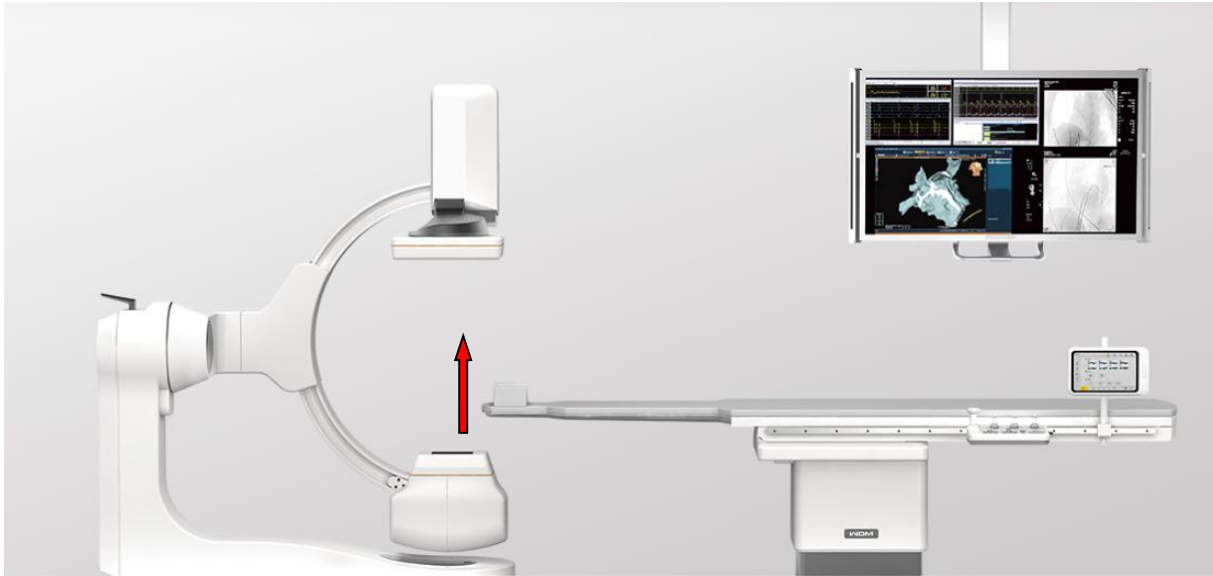


图 9-2 DSA 示意照片

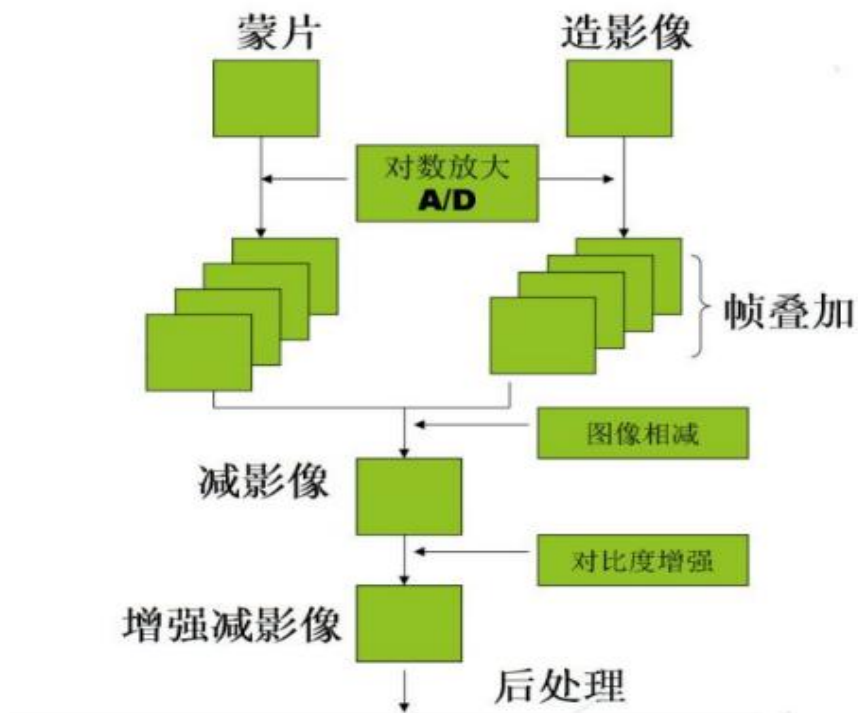


图 9-3 DSA 工作示意图

续表 9 项目工程分析与源项

(3) 操作流程

医护人员用推车将患者送入介入手术室，引导其躺在手术床上，工作人员选择病人所需照射部位，调整 DSA 机架和照射野，手术医生和助手穿戴好防护用品后，按手术要求，在 DSA 的引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸注射，引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等操作完成相应的手术。在手术过程中，介入手术医生必须在床旁并在 X 射线导视下进行操作。

DSA 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介入手术室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 DSA 技师在控制位内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和视频监控系统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介入手术室内，曝光时医护人员位于移动铅屏风后。无论哪种工作模式，医生在介入手术室内身着铅橡胶围裙、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介入手术室内对病人进行直接的介入手术操作。DSA 检查与治疗流程及其产污环节见下图 9-4 所示。

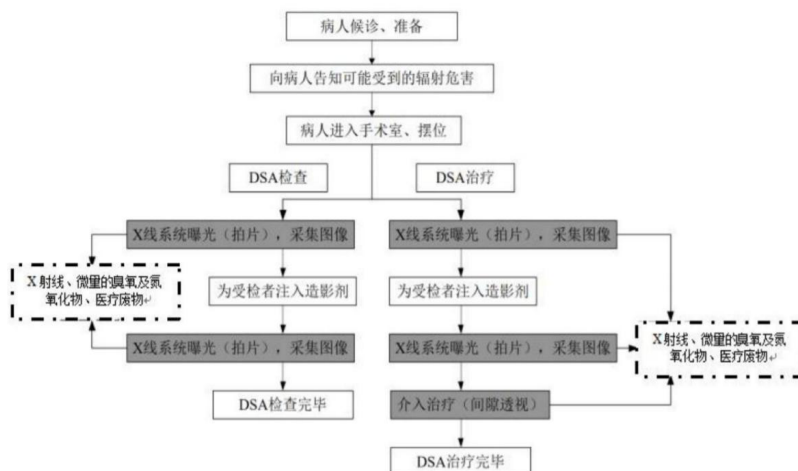


图 9-4 DSA 操作流程及产污环节图

续表 9 项目工程分析与源项

(4) 工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目 DSA 仅开展心血管介入手术，因病人数量制约，年开展 500 台手术较合理，按工作时间计算，平均每天两台手术，时间分配较合理。

DSA 预计工作负荷见表 9-1。

表 9-1 DSA 介入手术有效开机时间表

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	
心血管介入	手术医生 4 人 技师 2 人 护士 2 人	500 台	约 21min	约 175h	
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
心血管介入	500 台	3~4s	6~10 次	约 0.7min	约 5.8h

根据介入手术年工作负荷可知，本项目 DSA 年透视时间共约 175h，采集时间约 5.8h，DSA 总年有效开机时间约 180.8h。

9.2.2 污染因子

(1) 电离辐射

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。

9.3 路径规划

本项目位于医院外科大楼1楼东南侧，主要由介入手术室、控制室、设备间、污洗间、缓冲区等用房构成。

续表 9 项目工程分析与源项

医护通道：介入医生从东北侧员工入口进入手术区→换鞋间→男/女更衣室→铅更衣室→控制室→介入手术室内→手术完成后，原路离开。控制室技师到达控制室后止步，工作完成后原路离开。

病人通道：从西北侧病人入口进入手术区→缓冲间→介入手术室内→手术完成后，原路离开。

污物通道：手术结束后专人从介入手术室内将手术污物从与污洗间连接的门运出→污洗间→运至医院医疗废物暂存间。

本项目人流物流走向示意图见图9-5所示。



图 9-5 本项目人流物流通道示意图

9.4 污染源项描述

(1) 电离辐射

DSA 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 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、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，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 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，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有约 30%的裕量。

续表 9 项目工程分析与源项

根据医院资料提供资料并调查根据调查重庆市多家医院 DSA 的设备工作条件中发现，①在极端情况下，本项目 DSA 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 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。

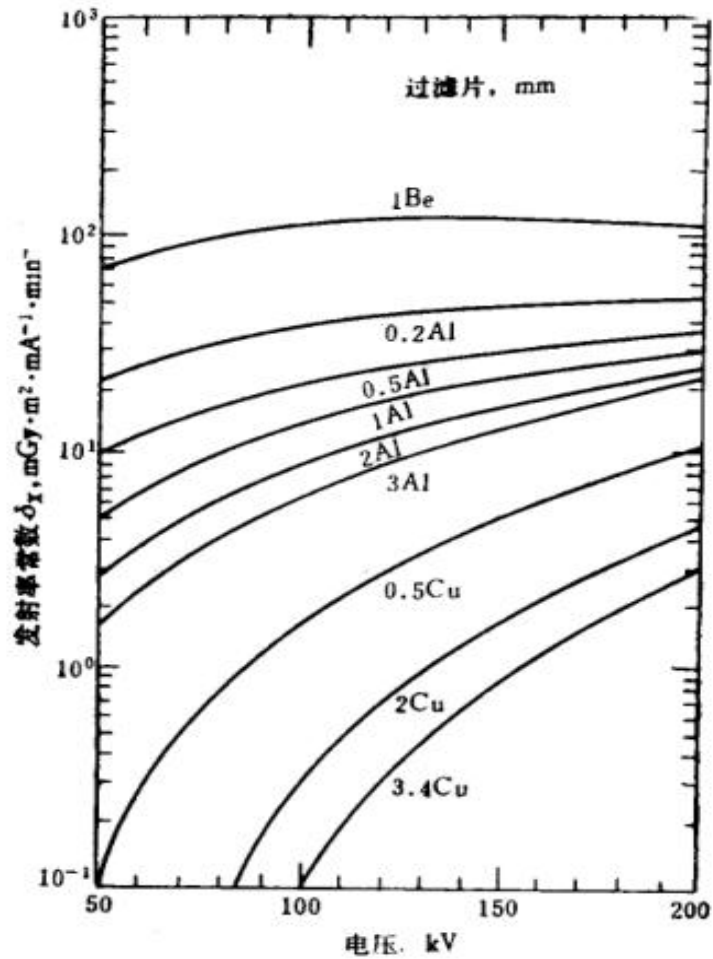


图 9-6 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

续表9 项目源项与工程分析

本项目 DSA 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 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，产生少量臭氧和氮氧化物，对室内环境空气质量影响较小。

(3) 固废

介入手术产生的感染性废物（841-001-01）、损伤性废物（841-002-01），属于《国家危险废物名录》中 HW01 医疗废物。医院在介入手术室内设置感染性和损伤性废物收集桶，并粘贴标识，每台手术结束后经介入手术室西侧沿污物通道运至手术室西侧配套的污洗间整理打包，再经污洗间运至医院医疗废物暂存间暂存，再统一由资质单位处理，以每年 500 台手术，每台手术 0.5kg 计，废物产生量约 250kg/年。DSA 在运行时均采用实时成像系统，不洗片，无废片产生。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。DSA 设备报废后，通过拆解高压球管和去功能化后交由物资回收部门处理，高压球管内的阴极射线管属于《国家危险废物名录》中 HW49 其他废物，废物代码为 900-044-49，交由有资质的单位回收，阴极射线管重约 2kg，以 20 年报废计，废物产生量为 0.1kg/年。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，医院收集后妥善保存，做好记录，交由有资质单位处理，本项目铅防护用品重约 50kg，拟 20 年更换一次，废物产生量为 2.5kg/年。

(4) 废水

本项目产生的少量生活污水、医疗废水等进入医院污水处理站统一处理，达标后排

续表9 项目源项与工程分析

入市政管网。

9.6 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
介入 手术室	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）
	固废	医疗废物	少量（每台手术结束后运至西侧污物暂存间整理打包，及时运至医院医疗废物暂存间暂存，交有资质单位处理）
		危险废物	少量（DSA 设备报废后，通过拆解高压球管和去功能化后交由物资回收部门处理，高压球管内的阴极射线管属于危险废物，废物代码为 900-044-49，交由有资质的单位回收）
		生活垃圾	少量（交环卫部门处置）
		废铅防护用品	少量（医院收集后妥善保管，做好记录，交有资质单位处理）
废水	生活污水、医疗废水等	少量（排入医院污水处理站处理达标后接入市政污水管网）	

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 项目布局合理性分析

本项目用房位于医院外科楼 1 楼东南侧，周围活动的公众人员较少，有独立的介入手术室，配有单独的控制室，其它辅助配套用房齐全，满足诊疗需求。介入手术室东西两面均为本项目用房包围，除手术工作人员和病人可以进出外，其他公众成员未经允许不得入内，减少对周围公众的影响和有利于辐射防护。介入手术室设置 3 个防护门，东墙上的平开防护门用于工作人员进出，西墙上的电动推拉门用于病人进出，平开防护门用于污物运出，各路径独立。介入手术室东墙上设置 1 个观察窗，用于控制室放射工作人员随时观察手术室内的情况。项目布局便于介入手术室的辐射安全管理，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，平面布局合理。

10.1.2 机房面积

本项目介入手术室的内空尺寸和标准要求见表10-1所示。

表10-1 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)	
介入手术室	5.1	34.7	≥3.5	≥20	满足

本项目介入手术室最小单边长及最小有效使用面积均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

10.1.3 工作场所分区

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，划定控制区和监督区。

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。

续表 10 辐射安全与防护

根据上述要求，医院拟对项目进行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区，具体划分见表 10-2 及图 10-1。

表10-2 本项目控制区、监督区划分

分区类型	划分区域
控制区范围	介入手术室
监督区范围	东侧控制室与设备间、西侧污洗间与缓冲区、北侧过道、南侧花台、楼上病房十二及接种室等

医院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，保障该区的辐射安全，控制区边界铅防护门设置电离辐射警告标识、拟设置门灯连锁装置。监督区进行日常工作场所的辐射监测。

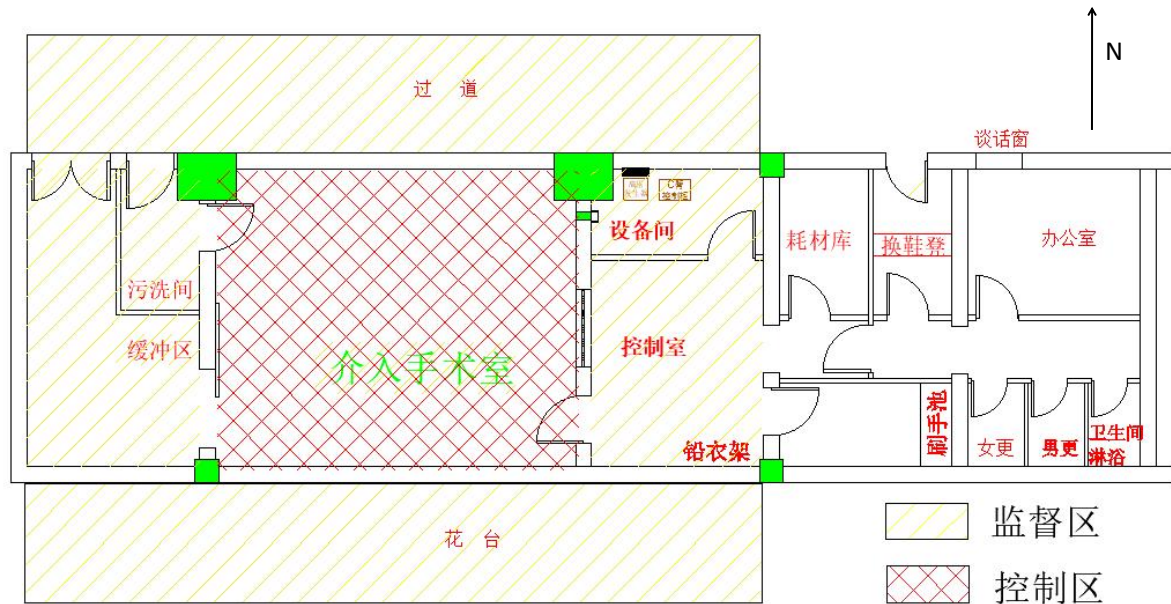


图 10-1 本项目分区图

10.2 辐射安全与防护

10.2.1 医院采取的辐射安全与防护措施

(1) 设备固有措施

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 设备配置有限束装置，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。介入操作中，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。

续表 10 辐射安全与防护

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或平板探测器的窗口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 不同应用时可以选择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（last image hold, 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配备辅助防护设施：包括铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏。

⑥应急开关：DSA 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。

只有在所有安全防护装置正常的情况下，设备才能启动，同理，设备运行过程中，如果按下任何一个急停开关，设备会立即停止运行。辐射安全联锁逻辑见图 10-2。



图10-2 辐射安全联锁逻辑图

(2) 机房采取的辐射安全与防护措施

①本项目介入手术室（DSA 机房）的有效使用面积为 34.7m²，机房东墙、南墙、西墙和北墙均为 24cm 实心砖墙+25mm 硫酸钡涂层；顶棚为 17cm 混凝土（密度不低于 2.35g/cm³，下同）+25mm 硫酸钡板，3 个防护门及 1 个观察窗均为 4mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

②介入手术室设置 3 个防护门和 1 个观察窗。其中机房与控制室防护门、污洗间的门为平开门，设置自动闭门装置；机房与缓冲区之间的门为电动推拉式门，设置了防夹

续表 10 辐射安全与防护

装置；观察窗四周配备防护窗套，窗套屏蔽能力与铅玻璃屏蔽能力相当，由专业单位施工，保证施工质量。

③介入手术室在建设时保证施工质量，防护门、防护窗的生产和安装由有生产资质的厂家承担，防护门、防护窗与墙体拟采取足够的搭接，不影响屏蔽体的屏蔽效果。

(3) 通风

介入手术室采用空调排风，介入手术室顶部设置 1 个出风口和 1 个回风口，以保证机房内具有良好的通风，排风管经南侧墙壁引至南侧外墙排出。

(4) 管线穿墙防护

穿墙电缆管线：介入手术室进入设备间的设备电缆导线采用斜穿方式，管线在机房内的出口设置在地面下方斜穿进入设备间，如图 10-4.2 所示，不影响墙体的屏蔽防护效果。介入手术室进入设备间的照明线管从机房顶部进入设备间，距地面高度约 3.2m，管径约 10cm，DSA 运行产生的 X 射线经过多次散射后在机房外的影响很小。

穿墙风管及防护：介入手术室内空高 3.7m，吊顶后内空高约 2.9m，介入手术室内空调管道由机房吊顶上方穿过南侧墙体，距地面高度约 3.2m，同时拟外包 3mmPb 铅皮，包裹位置在机房内，包裹长度不小于两倍穿越口长边长度，用于通风管道穿越机房墙体处的屏蔽补偿，能保证机房的屏蔽能力，补偿方式如图 10-4.1。

防护：管线穿墙及防护分布情况见附件 6。

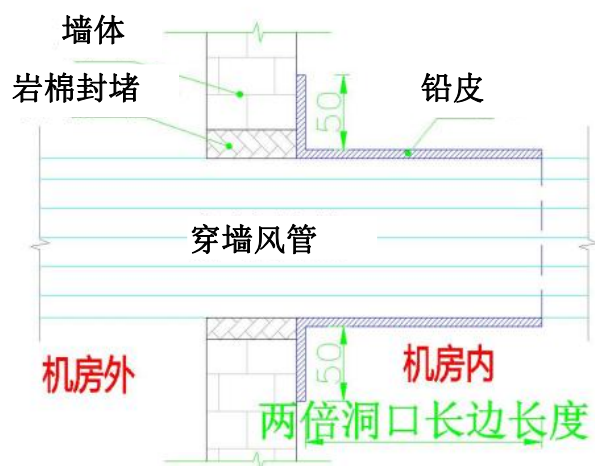


图10-4.1：项目顶部风管穿墙防护示意图

续表 10 辐射安全与防护

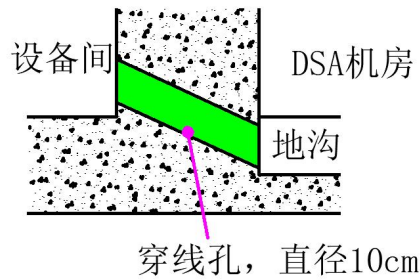


图10-4. 2: 项目电缆管线穿墙防护示意图

(5) 联锁系统

介入手术室病人进出防护门、污洗间防护门、医护进出防护门均拟设置门灯联锁系统，置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮，警示无关人员远离介入手术室区域。

(6) 警示标识

介入手术室各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，并在谈话窗一侧过道墙壁张贴放射防护注意事项。

(7) 辐射防护用品

根据建设单位提供的资料，医院拟配备个人防护用品，具体见表 10-3。

表 10-3 本项目拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况表

使用对象	个人防护用品			辅助防护设施		
	名称	铅当量	数量	名称	铅当量	数量
工作人员	铅橡胶围裙 铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	2 套	床侧防护帘/床 侧防护屏	≥0.5mmPb	1 套
	铅防护眼镜	≥0.25mmPb	2 套	铅悬挂防护屏/ 铅防护吊帘	≥0.25mmPb	1 套
	介入防护手套	≥0.025mmPb	若干	移动铅防护屏 风	≥2mmPb	1 套
患者	铅橡胶性腺防护 围裙（方形）或方 巾、铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	儿童和 成人各 1 套	/	/	

备注：可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。

(8) 管理措施

①医院在进行介入手术时，拟先制定最优化方案，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，减少放射工作人员和相关公众的受照射时间，

续表 10 辐射安全与防护

避免患者受到额外剂量的照射。

②合理布置机房内急救及手术用辅助设备，机房内拟安装对讲装置。

③医院应合理安排医疗废物运出时间。DSA 机房工作时，严禁医疗废物运出；待 DSA 机房停止工作时，方可进行医疗废物运送。

④介入手术室投入使用后，医院应持续观察 DSA 机房含防护门、钱玻璃窗等屏蔽体状态，发现问题及时采取补救措施，确保项目屏蔽体的屏蔽效果良好。

10.3 拟采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

本项目拟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）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等相关要求对比情况见表 10-4 所示。

根据表 10-4 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足以上标准要求。

续表10 辐射安全与防护

表 10-4 项目拟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	5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统(如限束器、光阑等)。	
		5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位。	
		5.1.3 X 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。	
	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。	拟购置的 DSA 设备的最小焦皮距为 34cm, 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。	拟购设备自带,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。	拟购设备防护性能满足要求。
		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。	拟购设备设备自带,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。
		5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。	拟购设备配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置, 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。	拟购设备自带,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。
	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。	拟购设备具有平板探测器,机房的门、窗、管线口和工作人员操作位可避免有用线束直接照射。
6.1.2 X 射线设备机房(照射室)的设置应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。		介入手术室四周墙体和楼上拟采用足够厚的屏蔽材料进行防护,已考虑邻室及周围场所的人员防护与安全。	

续表10 辐射安全与防护

		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。	DSA 设置有独立的机房，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。	介入手术室有效使用面积为 34.7m ² ，最小单边长为 5.1m，均能满足标准要求。
GBZ130-2020	6.2 X 射线设备机房屏蔽	6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。	根据后文计算，本项目介入手术室的屏蔽防护能力均大于 2mmPb，满足要求。
	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； c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.1mSv。	根据后文核算，本项目 DSA 在透视工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h。摄影工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 25μSv/h。
	6.4 X 射线设备工作场所防护	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	机房拟设置观察窗，能观察到受检者状态及防护门开闭情况。拟设置对讲装置便于患者与控制室医生沟通。
		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。	机房拟采取机械排风，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。	介入手术室病人进出防护门、污物处置间防护门、医护进出防护门均拟设置门灯连锁系统，即在开机时，门上方设置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮。 谈话间拟设置放射防护注意事项告知栏。

续表10 辐射安全与防护

		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。	机房与医护进出防护门、污洗间的门为平开门，设置自动闭门装置；机房与病人进出口之间的门为电动推拉式门，设置防夹装置；拟在病人进出防护门边上张贴管理制度，手术期间机房门关闭，任何人不得擅自打开；介入手术室病人进出防护门、污洗间防护门、医护进出防护门均设置门灯连锁系统。
		6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	介入手术室患者进出的防护门为电动推拉式门，拟设置防夹装置。
		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。	加强管理，将其列入管理制度中，按标准要求执行。
		6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	设备自带影像接收器器能较好的阻挡主射线，机房出入门均处于散射辐射相对低的位置。
6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求	6.5.3 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。	拟配置相应的辐射防护用品，数量和铅当量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。	
	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。	拟加强个人防护用品管理，采用悬挂或平铺方式存放，不折叠。	
GBZ130-2020	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	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，医院拟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。	拟加强管理，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。

续表10 辐射安全与防护

	求	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。	医院拟为每名介入手术的医护人员在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计, 满足要求。
		7.8.5 移动式 C 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,工作人员可位于影像增强器一侧,同时注意避免有用线束直接照射。	拟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	<p>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。</p> <p>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)。</p>	医院拟为每名介入手术的医护人员在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计。DSA 技师配置 1 枚。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响

施工期主要为用房的改造（包括墙体的拆除和新建等）、装修，设备的安装等工作，主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

施工扬尘主要为项目用房改造、装修时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘，项目施工期短，位于地面 1 层，采取洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

施工噪声主要来自于项目用房装修及现场处理等，采取合理安排施工时间，选择低噪声设备和工艺等措施减少施工噪声影响。

施工期废水主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水，生活污水依托医院现有的废水处理系统处理。

固体废物：主要为现有用房拆除，及改造后装修过程产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾运至市政指定的弃渣场，生活垃圾交环卫部门统一收运处置。

本项目工程量小，且均在建筑物内施工，对外环境及保护目标的影响较小；项目施工期短，施工期产生的影响随着施工的结束而消失，环境可以接受。

11.2 营运期辐射环境影响分析

11.2.1 介入手术室屏蔽体铅当量核算公式

根据《辐射防护导论》（方杰、李士骏）P88，砖和混凝土的相当厚度可用密度进行换算，具体公式如下：

$$d_1 / d_2 = \rho_2 / \rho_1 \quad (11-1)$$

式中： d_1 、 d_2 —屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的厚度，

ρ_1 、 ρ_2 —屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的密度。

11.2.2 介入手术室屏蔽体核算参数及条件

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，对于顶棚查《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。拟合参数见表 11-1。

表 11-1 125kV 拟合参数核算参数

屏蔽材料	125kV（90°非有用线束）			屏蔽材料的密度 g/cm ³
	α	β	γ	
铅	2.233	7.888	0.7295	11.3
混凝土	0.0351	0.0660	0.7832	2.35

因《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.3 中未给出上述电压的砖、硫酸钡的拟合参数，因此，硫酸钡（密度 3.2g/cm³）的转换参考《辐射防护手册》（第三分册辐射安全）表 3.3，150kV 的数据换算铅当量，33mm 硫酸钡对应铅当量为 2mm，100kV 的数据换算铅当量，17mm 硫酸钡对应铅当量为 2mm，插值法计算 25mm 硫酸钡在 125kV 时对应铅当量为 2mm 铅当量。该表格中无 1.65g/cm³ 砖的相应参数，则砖的转换采用公式 11-1 换算为混凝土厚度，再核算出铅当量。

因《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）未给出 125kV90°非有用线束的砖的拟合参数，且标准要求 DSA 机房防护墙体不低于 2.0mmPb，因此，本次按照 GBZ130-2020 标准表 C.5 中 125kV90°非有用线束下 2.0mmPb 对应混凝土厚度为 147mm，根据密度换算（公式 11-3）为对应实心页岩砖（密度 1.65g/cm³）的厚度为 210mm；本项目介入手术室墙体设计为 240mm 实心页岩砖+25mm 硫酸钡涂层，则在相同条件下相当于 $(240\text{mm}/210\text{mm}) \times 2\text{Pb} + 2\text{mmPb} = 4.28\text{mmPb}$ 。本项目介入手术室顶棚设计为 170mm 混凝土+25mm 硫酸钡板，则在相同条件下相当于 $(170\text{mm}/147\text{mm}) \times 2\text{Pb} + 2\text{mmPb} = 4.31\text{mmPb}$ 。

根据建设单位提供的屏蔽防护方案，介入手术室屏蔽体的铅当量核算结果见表 11-2。

表 11-2 介入手术室屏蔽厚度与 GBZ130-2020 要求对比表

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计方案	折算铅当量	标准要求	评价结果
介入手术室 (125kV)	东墙、南墙、北墙、西墙	24cm 实心砖墙+25mm 硫酸钡涂层	4.28mmPb	2.0mmPb	满足要求
	顶棚	17cm 混凝土+25mm 硫酸钡板	4.31mmPb	2.0mmPb	满足要求
	3 个防护铅门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	满足要求
	防护铅玻璃窗	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	满足要求

备注：混凝土（砣）密度 2.35g/cm³，铅密度 11.3g/cm³，砖密度 1.65g/cm³。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.2.1 可知，标准中规定了 X 射

线装置机房的屏蔽防护应不低于标准中表 3 的要求，即本项目介入手术室屏蔽能力不得低于 2mmPb。根据上表核算和对比分析，本项目介入手术室屏蔽能力均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.2.3 介入手术室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：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \quad (11-4)$$

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，单位为平方米（ m^2 ），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（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1 m 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 射线装置在最大散射角情况下 1m 处的每平方厘米的散射系数为 7.50×10^{-6} ；90kV 射线装置在最大散射角情况下 1m 处的每平方厘米的散射系数为 6.83×10^{-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 0.34m；

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

① DSA 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介入手术室墙体外周围剂量当量率。DSA 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 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。

②本报告选用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中管电压 90kV 的各屏蔽体的拟合参数进行估算。

③设备安装位置为介入手术室中心，设备为 C 形臂，按散射体位于机房中心、离地高度为 1m 考虑。防护门、观察窗考虑同侧屏蔽体核算的最短距离。

综上，项目机房具体核算点位距中心处距离如表 11-3，示意图如图 11-1。

表 11-3 核算点位距离表

核算目标代表	方位	最近距离 (m)	核算过程
控制室	东	4.0	$7.4\text{m}/2+0.3\text{m}=4.0\text{m}$
花台	南	3.3	$6.1\text{m}/2+0.3\text{m}\approx 3.3\text{m}$
缓冲区	西	4.0	$7.4\text{m}/2+0.3\text{m}=4.0\text{m}$
过道	北	3.3	$6.1\text{m}/2+0.3\text{m}\approx 3.3\text{m}$
病房和接种室	楼上	3.9	$2.7\text{m}+0.17\text{m}+1\text{m}\approx 3.9\text{m}$

备注：①层高为 3.7m，顶棚核算到楼上地面 1.0m 处。四周墙体计算参考点位于四周墙体、门窗外 0.3m 处。②设备离地高度按 1.0m 考虑，球管位于机房中心点。③机房外部长宽为 7.4m*6.1m。④铅门距离考虑范围较广，故按最不利情况考虑，与墙体距离等同。

表 11-4 核算参数

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	90	20 (透视) 500 (采集)	3.18×10^5	400	6.83×10^{-6}	0.34	见图 11-1
90kV 拟合参数			铅 α : 3.067	β : 18.83	γ : 0.7726		

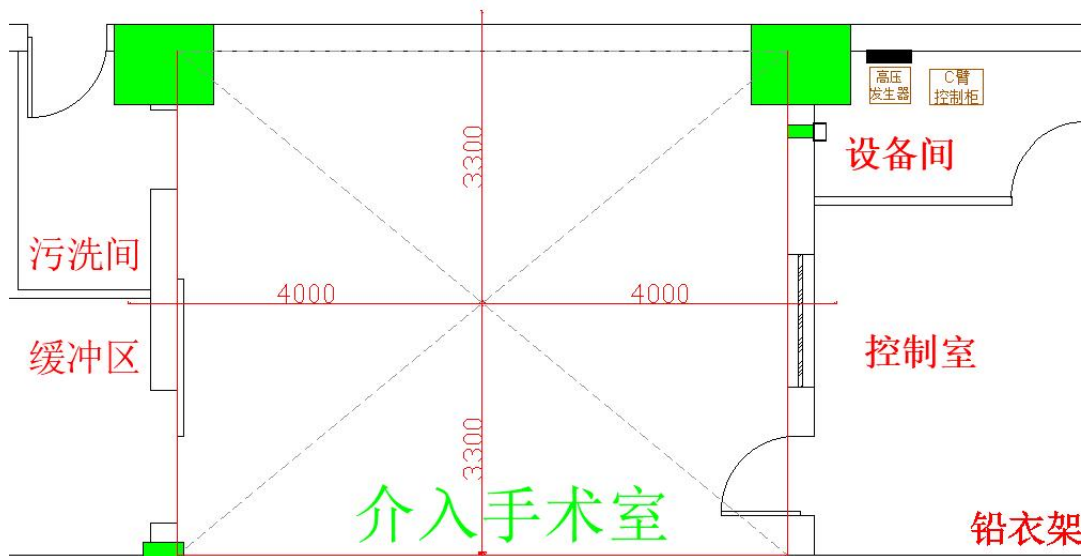


图 11-1 计算距离示意图

(3) 机房外周围剂量当量率核算结果

根据核算公式和表 11-3 和表 11-4 相关参数，透视、采集状态下介入手术室外周围剂量当量率核算结果见表 11-5 所示。

表 11-5 介入手术室屏蔽核算结果

墙体名称		最近距离 R(m)	设计厚度	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		是否满足要求
				透视	采集	
东 (设备间和控制室)	墙体	4	24cm 实心砖墙 +25mm 硫酸钡涂层	1.47×10^{-3}	0.04	是
	铅门	4	4mmPb 铅门	3.47×10^{-3}	0.09	是
	铅窗	4	4mmPb 铅窗	3.47×10^{-3}	0.09	是
南 (花台)	墙体	3.3	24cm 实心砖墙 +25mm 硫酸钡涂层	2.16×10^{-3}	0.05	是
西 (污洗间及缓冲区)	墙体	4	24cm 实心砖墙 +25mm 硫酸钡涂层	1.47×10^{-3}	0.04	是
	污洗间铅门	4	4mmPb 铅门	3.47×10^{-3}	0.09	是
	缓冲区铅门	4	4mmPb 铅门	3.47×10^{-3}	0.09	是
北 (过道)	墙体	3.3	24cm 实心砖墙 +25mm 硫酸钡涂层	2.16×10^{-3}	0.05	是
顶棚 (病房及接种室)	楼上	3.9	17cm 混凝土+ 25mm 硫酸钡板	1.41×10^{-3}	0.04	是

续表 11 环境影响分析

续表 11 环境影响分析

根据计算可知，在日常透视和采集条件下介入手术室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。根据计算介入手术室楼顶周围剂量当量率小，且楼上存在多层建筑，不考虑天空散射。

11.3 剂量估算

11.3.1 剂量估算公式

(1) 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：

$$H_{Er} = H_{(10)}^* \times t \times 10^{-3} \quad (\text{公式 11-5})$$

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， μ Sv/h；

t ：X 或 γ 射线照射时间，h。

(2) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）6.2.4 条，手术室内医护人员按要求佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用下列公式估算有效剂量：

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

式中：E ——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

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

11.3.2 放射工作人员剂量估算

根据建设单位提供的资料，本项目 DSA 年透视时间共约 175h，采集时间约 5.8h，DSA 总年有效开机时间约 180.4h。

(1) 放射工作人员剂量估算

①控制室放射工作人员有效剂量估算

透视情况及采集情况下控制室放射工作人员有效剂量估算见表 11-5。

续表 11 环境影响分析

表 11-5 项目机房控制室放射工作人员有效剂量估算一览表

机房名称	控制室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	
介入手术室	3.47×10^{-3}	0.09	175	5.8	0.0006	0.0005	0.0011

根据上表可知,从最不利情况考虑,本项目介入手术室的控制室的工作由 1 名技师完成,则该名放射工作人员受到的年有效剂量低于本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值 5mSv/a ,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

②手术室医护人员

本项目 DSA 有透视和摄影(采集)两种工作模式。

透视工作模式下: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 $400\mu\text{Sv/h}$ 。手术医护人员均穿戴个人防护用品(考虑 0.5mmPb),以本报告公式 11-4 和相关参数计算防护用品的透射系数,不考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素,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:考虑医护人员全部位于机房内移动铅屏风后,医护人员均穿戴个人防护用品,铅围裙考虑为 0.5mmPb ,移动铅屏风 2mmPb ,以公式 11-1 和相关参数计算其透射因子,并考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素(2m),核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。核算结果如表 11-6 所示:

表 11-6 手术医护人员年受照剂量估算一览表

工作模式	无个人防护时最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	个人防护屏蔽透射因子 (90kV)	医护人员铅衣内(外)周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时间 (h)	剂量计示数 (mSv)	有效剂量 (mSv/a)	总年有效剂量 (mSv/a)
透视	400	(内) 2.52×10^{-2}	(内) 10.08	175	H_u : 1.76	4.96	5.17
		(外) 1	(外) 400		H_o : 70		
采集	9.39×10^5	(内) 3.68×10^{-5}	(内) 34.56	5.8	H_u : 0.20	0.21	
		(外) 1.72×10^{-4}	(外) 161.5		H_o : 0.94		

备注:采集时医生可能在介入手术室内或者在控制室内,故按照最不利情况全部在介入手术

续表 11 环境影响分析

室内进行核算。

则根据公式11-6，医护人员按规定均有甲状腺屏蔽， α 取0.79， β 取0.051

可得 $E_{\text{总}}=1.76 \times 0.79 + 70 \times 0.051 + 0.2 \times 0.79 + 0.94 \times 0.051 \text{mSv/a} \approx 5.17 \text{mSv/a}$ 。

根据上表可知，正常工作模式下，假设本项目机房内手术均由一组手术医护人员完成，机房内从事介入手术的医护人员年有效剂量最大值约为5.17mSv/a，大于本项目放射工作人员年有效剂量管理目标5mSv/a，根据本项目介入手术医生和护士的劳动定员情况，医院拟配置的手术医护人员数量为医生4人和护士2人，可分为两组人员，能满足DSA常用条件下开展介入手术的基本需求。

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 $\mu\text{Sv/h}$ 、0.5mmPb铅防护用品计算的，采集是按照移动铅屏风2mmPb、距离2m，以及0.5mmPb铅围裙防护计算的。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对手术医生进行工作调配，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工作：

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，介入手术医护人员应在防护铅衣内外各佩戴1枚个人剂量计；曝光时医护人员位于移动铅屏风后。

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，确保放射工作人员受到的年有效剂量低于医院的年剂量管理目标值。若季度受照剂量超过1.25mSv，应开展进一步调查，查明原因，提出解决方案。

(2) 公众成员剂量估算

介入手术室外公众成员受到的年有效剂量见表 11-7。

表 11-7 环境保护目标周围剂量当量率预测结果

序号	名称	方位	最近水平距离	预测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		出束时间 (h)		居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
				透视	采集	透视	采集		
1	控制室、设备间、刷手池	东	紧邻	1.47×10^{-3}	0.09	175	5.8	1	7.79×10^{-4}
	耗材间、换鞋间		约 3m	4.80×10^{-4}	0.01	175	5.8	1/5	2.84×10^{-5}

续表 11 环境影响分析

	办公室、卫生间		约 6m	2.35×10^{-4}	5.88×10^{-3}	175	5.8	1/5	1.50×10^{-5}
	库房		约 10m	1.20×10^{-4}	3.00×10^{-3}	175	5.8	1/20	1.92×10^{-6}
	医院家属院楼（4 幢 8F）		约 17m	5.33×10^{-5}	1.33×10^{-3}	175	5.8	1	1.01×10^{-4}
2	医院家属院楼（5 幢 8F）	东北	约 26m	3.00×10^{-5}	7.50×10^{-3}	175	5.8	1	4.88×10^{-5}
3	医院家属院楼 8F、职工之家 3F	东南	约 20m	4.44×10^{-5}	1.11×10^{-3}	175	5.8	1	1.42×10^{-5}
	医院家属院楼（8 幢 8F）		约 42m	1.16×10^{-5}	2.90×10^{-4}	175	5.8	1	3.71×10^{-6}
4	花台及停车坝	南	紧邻	2.16×10^{-3}	0.05	175	5.8	1/40	1.67×10^{-5}
	内科楼 1F-7F		约 36m	1.55×10^{-5}	3.86×10^{-4}	175	5.8	1	4.95×10^{-6}
5	污洗间、缓冲区	西	紧邻	1.47×10^{-3}	0.04	175	5.8	1/5	9.79×10^{-5}
	楼梯间		约 3m	4.80×10^{-4}	0.01	175	5.8	1/5	2.84×10^{-5}
	病房		约 12m	1.04×10^{-4}	2.61×10^{-3}	175	5.8	1/5	6.67×10^{-6}
6	护士站、医生办公室、病房	西北	约 13m	9.18×10^{-5}	2.30×10^{-3}	175	5.8	1	2.94×10^{-5}
7	过道	北	紧邻	2.16×10^{-3}	0.05	175	5.8	1/5	1.34×10^{-4}
	病房		约 2m	9.40×10^{-4}	0.02	175	5.8	1/5	5.61×10^{-5}
	停车坝		约 10m	1.39×10^{-4}	3.48×10^{-3}	175	5.8	1/40	1.11×10^{-6}
8	外科楼 2F 及以上	楼上	紧邻	1.41×10^{-3}	0.04	175	5.8	1	4.79×10^{-4}

备注：居留因子参照 NCRP147 号报告 P31 表 4.1 取值：办公室、库房等工作区域、等候室、儿童室内游戏区、护士站、控制室等取 1；检查、治疗室取 1/2；走廊、病房、员工休息室等取 1/5；走廊门 1/8；公厕、储藏室、室外休息区、病人留观区等取 1/20；过路行人或车辆、无人看管的停车场、楼梯等取 1/40。表中库房实为储藏室，取 1/20；相邻多个房间，居留因子取最大值。

根据上表核算，介入手术室外公众成员受到的年有效剂量远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，根据建设单位提供的计划手术量，合理分配手术量、放射工作人员规范使用防护用品的前提下，从事介入手术的医生所受到的年有效剂量低于放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医院管理目标值 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

介入手术室的屏蔽防护能力能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，各关注点周围剂量当量率满足国家相关标准要求。本项目环境保护目标主要受 DSA 运行时产生的电离辐射（X 射线）影响。根据 X 射线衰减规律，辐射影响与距离

续表 11 环境影响分析

的平方进行衰减，即距离辐射源越远，受到的影响越小。根据表 11-7 可知，介入手术室外 50m 范围内环境保护目标位置周围剂量当量率远低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，介入手术室外公众成员受到的年有效剂量远低于 0.1mSv/a 。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目对周围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，消除有害气体对手术室的影响，关键在于加强室内通风。项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，介入手术室设置有空调排风，机房少量废气引至所在南墙外花台排至外环境，少量废气经空气扩散，将很快恢复到原来的空气浓度水平，不会对公众造成危害，不会对环境带来不利影响。

11.5.2 废水

本项目医生、操作人员洗手废水，医疗废水及项目用房保洁废水等进入医院污水处理设施进行处理，达标后排入市政污水管网。

医院北侧污水处理站处理能力为 $450\text{m}^3/\text{d}$ ，本项目放射工作人员在医院额定定员内，污水处理站设计时已经考虑这部分废水，因此能接纳本项目产生废水。项目产生的废水能得到有效处置，不会对周围环境产生影响。

11.5.3 固体废物

项目工作人员在医院总劳动定员内，生活垃圾收集后依托医院收运系统交环卫部门处理。

项目介入手术产生的医疗废物分类收集，在手术室打包整理后暂存在污洗间（面积约 4m^2 ），污洗间非专人无法，进出按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597—2023），采取防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐等措施，能够暂存介入手术室产生的医疗废物，打包好的医疗废物由专人经污洗间运至医院西南侧的医疗废物暂存间，并由资质单位转运、处置。医院医疗废物暂存间建筑面积 50m^2 ，暂存医院产生的医疗废物。医院医疗废物暂存间内设置感染性废物和损伤性废物收集桶，相应类别的塑料桶上粘贴中文标签，医疗废物暂存间大门张贴危险废物标识；医疗废物暂存间为封闭空间，日常不使用时锁闭大门，设专人管理，防止非工作人员接触医疗废物；面积足够暂存医

续表 11 环境影响分析

院 2 天内产生的医疗废物；暂存间内设置紫外线消毒装置消毒，空调通风换气装置。

医院已与有资质的单位签订医疗废物处置协议，并由该公司每天收集、处置医疗废物。因此，本项目产生医疗废物及时运送至医疗废物暂存间，此种处理措施依托可行。

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按有关规定由医院收集后妥善保存，做好记录，交有资质单位处理。

DSA 设备报废后，通过拆解高压球管和去功能化后交由物资回收部门处理，高压球管内的阴极射线管属于危险废物，交由有资质的单位回收。

项目产生的固体废物均能得到合理的处理，不会对环境产生影响。

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。

DSA 在医疗诊断和手术辅助等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。DSA 在医疗诊断和手术辅助等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，对拯救生命起了十分重要的作用。项目拟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 DSA 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

项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类中第十三项、第 5 条：“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，项目属于上述的“数字化医学影像设备”的应用，属于鼓励类，符合国家的产业政策。

续表 11 环境影响分析

11.8 事故影响分析

(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，机房顶棚混凝土、地板混凝土、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，不会受到误照射。X 射线看不见、摸不着，因此，更多的辐射事故是因为管理等不到位，而导致无关人员受到误照射或者放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：

①介入手术室外人员误照射：在设备偏离正常运行工况下，本项目 DSA 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 800mA（设备最大功率为 100kW），造成机房外人员的误照射。

②介入手术室内公众成员误照射：除手术人员外其他与手术无关人员（如清洁人员、医疗废物运输人员等）在防护门关闭前因未及时撤离，防护门未关闭或射线装置工作时门被开启，造成介入手术室内公众成员的误照射。

(2) 后果分析

①介入手术室外人员误照射

根据核算，在极端情况下，项目 DSA 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 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 800mA。DSA 在最大运行参数条件下运行，单台手术时间内手术室外最大剂量估算情况见表 11-8。

表 11-8 介入手术室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)
介入手术室防护门、窗外	最大运行参数条件下运行，人员位于机房外	1.75 μ Sv/h (透视)	21	0.613 \times 10 ⁻³	0.00104	0.00104
		12.7 μ Sv/h (采集)	2	0.423 \times 10 ⁻³		

备注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1。

根据核算可知，在理论可预知风险条件下，项目介入手术室外人员误照射受到的单台手术有效剂量最大约 0.00104mSv。

续表 11 环境影响分析

②介入手术室内公众成员误照射

因各种原因导致 X 射线装置在运行过程中非手术人员滞留机房内发生误照射辐射事故，按照 DSA 正常运行的较大参数（90kV，500mA），考虑人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m，未穿戴防护用品，采集时按单台手术最大采集时间 2min，透视时按单台手术最大透视时间 21min 的照射，其剂量估算情况见表 11-9。

表 11-9 介入手术室内误照射公众成员所受辐射剂量估算表

设备	事故情景	受照时间	受照人员所在位置周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	有效剂量 (mSv)	总有效剂量 (mGy)	吸收剂量 (mGy)
DSA	采集模式：1m 处发射率 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$	2min	3.76×10^6	125	177.5	177.5
	透视模式：1m 处发射率 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$	21min	1.50×10^5	52.5		

备注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1。

根据以上后果分析可知，介入手术室内人员误照射情况下，可能发生超年有效剂量照射的事故，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

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是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。这类效应分为确定性效应和随机性效应，在剂量超过一定的阈值时才能发生的是确定性效应，而随机性效应则不存在阈值。

不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-10 所示。

表 11-10 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，血液变化，但不伴有临床症状
1~2 2~3.5 3.5~5.5 5.5~10	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，腹痛，血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病		频繁呕吐，腹泻，休克，共济失调，肌张力增高，震颤，抽搐，

续表 11 环境影响分析

		昏睡，定向和判断力减退
备注：来自《急性外照射放射病的诊断标准》（GBZ104-2017）和《辐射防护导论》P33。		
根据上述后果分析可知，两种事故情景导致人员在机房内或机房外单次误照射所受到辐射剂量可能会发生不明显和不易察觉的病变等情况。事故后果一般不会造成确定性效应，不会造成明显的辐射损伤，但会增加随机性效应的概率。全年多次误照射的情况基本不存在。		
(4) 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，因此发生误照射事故应第一时间切断 X 射线装置电源，确保 X 射线装置停止出束，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撤离介入手术室时应清点人数，确认没有无关人员停留在介入手术室后才开始操作。此外，在设备及控制台设置有紧急停机按钮，可避免此类事故的发生。在介入手术室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。		
②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。		
③放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，保证按照介入手术室管理要求开展手术。		
④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。		
⑤培植放射工作人员的安全文化素养，提高放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，放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。加强介入医护人员职业健康体检，发现医护人员不适合参与放射工作应及时停止工作。		
医院落实上述措施后，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 36 万，占总投资的 4%，具体情况见表 11-11。		

续表 11 环境影响分析

表 11-11 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	2
电离辐射警示标志	张贴警示标志，有中文说明	
辐射防护与安全措施	屏蔽室门灯连锁等	1
防护监测设备	个人剂量计	1
防护用品	铅衣、铅屏风等	10
墙体屏蔽	屏蔽室墙体、防护门窗等	12
环保手续	环评、验收、监测、办证等	10
合计	/	36

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构及人员

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

按照《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；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。

医院目前成立了放射安全防护工作领导小组，明确了放射防护领导小组成员组成及职责。根据调查，医院放射防护领导小组具体负责成员学历能满足上述要求。因此，医院的辐射安全与环境保护管理机构满足相关要求。

12.1.2 放射工作人员配置

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《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。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可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。

本项目放射工作人员最低配置劳动定员 8 人，其中介入手术医师 4 人、技师 2 人、护士 2 人，均从医院现有工作人员中调配培养。

12.2 辐射安全管理

12.2.1 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。

建设单位已制定《放射诊疗安全防护管理制度》《放射诊疗设备安全操作规程》《放射诊疗档案管理制度》《放射诊疗工作人员岗位职责》《放射科放射事件应急预案》《辐

表 12 辐射安全管理

射工作人员培训制度》等各项管理规章制度。上述各种管理制度和应急预案考虑到了设备的操作使用和安全防护，制度基本健全，建设单位在运营过程中也按上述制度执行，具有一定的可操作性。另外，建设单位应补充制定“DSA 操作规程”，“放射机器设备的调试检测制度”，“辐射安全和防护监测制度”，在今后工作中认真落实相关制度，并不断更新和完善。

12.2.2 档案管理

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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

医院已制定了辐射工作人员个人剂量管理相关制度，本项目运营后，医院将认真落实相关制度和规定，安排放射工作人员进行职业健康体检（两次检查的时间间隔不超过 2 年）、配置个人剂量计、参加辐射安全与防护培训并取得合格证，将健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。档案信息和保存等按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定执行。

辐射安全与防护管理档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”。医院应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

12.2.3 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。

医院按照上述要求每年均提交了上一年度的年度评估报告，医院今后还将制定并落实年度评估制度，继续于每年 1 月 31 日前均向发证机关提交年度评估报告。年度评估报告应包括医用 X 射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

表 12 辐射安全管理

12.3 核安全文化建设

核安全文化是从事核安全相关活动的全体工作人员的责任心，对于核技术利用项目核安全文化的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单位核技术利用工作的相关领导与员工及最高管理者具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识。

医院已建立较为完善的安全管理体系，应进一步明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别单位内部核安全文化的弱化处并加以纠正，落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”，将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①医院应组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化；

②医院应当建立有关的部门管理，通过专项的管理能够让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并让核安全文化建设更加有效。

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。	成立了辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。
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	在本项目投运前制定培训计划，对新上岗辐射工作人员按照规定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，持证上岗。
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	设备及控制台拟设急停按钮，同时本项目设置门灯连锁装置，工作状态指示灯亮，门口显眼位置设置电离辐射警示标识和警示语。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检维修维护制度、射线置装使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	已建立了相关规章制度，待在本项目建成后，完善和更新相关制度，并在本项目放射工作场所张贴上墙。

表 12 辐射安全管理

<p>配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。</p>	<p>在本项目投运前拟为放射工作人员配备个人剂量计，并拟配备一定数量的辐射防护用品供放射工作人员和病员使用。</p>
<p>有完善的辐射事故应急措施</p>	<p>已制定辐射事故应急预案，应进一步完善预案。</p>

根据上表可知，本项目尚未建设，但医院已有其他射线装置运行，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医院现有的管理体系，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，进一步更新、完善本环评提出的防护措施和管理制度后，且放射工作人员在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，具备从事本项目辐射活动的的能力，本项目方可投入正式运行。在后期运行过程中，医院还应强化医院辐射安全管理制度，严格要求放射工作人员遵守医院辐射安全管理制度。

12.5 辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》、《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、工作场所监测、开展常规的防护监测工作。

医院在投入运营前应制定监测计划，包括工作场所监测及个人剂量监测等，满足相关要求，包括定期对介入手术室周围人员和环境进行监测，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

对放射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求放射工作人员在工作时必须正确佩戴个人剂量计，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：3 个月测读一次个人剂量计，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日常监测，发现问题及时整改。验收监测委托有资质的单位进行。

监测频度：验收时监测一次；日常监测每年监测一次；涉及设备发射剂量率或防护设施维修后监测一次；

表 12 辐射安全管理

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；顶棚上方（楼上）距离顶棚地面 100cm 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》及《重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知》（渝环〔2017〕242 号）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。

12.6.1 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》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。

根据本报告表 11 分析，DSA 发生的单次误照射可能会造成人员受到超过年剂量限值，属于一般辐射事故。

12.6.2 事故应急方案与措施

医院目前已经制定了辐射事故应急预案，预案内容包括了应急机构组织、应急准备与响应程序、应急能力的培训、演练和应急响应能力的保持等。医院应根据辐射源项不断完善应急预案，完善医院放射事故应急处理流程，更新射线装置失控等辐射事故应急处置流程、应急报告电话、辐射事故的调查等内容，定期进行辐射事故应急演练，并做好演练记录。主要内容如下：

（1）事故报告程序和电话

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即停机，并立即向上级部门报告，并根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向重庆市生态环境局、璧山区生态环境局等部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

报告联系电话如下：

医院应急办电话：023-41426701

但应补充如下联系方式：璧山区生态环境局：023-41423413

表 12 辐射安全管理

<p>璧山区卫健委电话：023-41421231</p> <p>政务服务便民热线：12345</p> <p>(2) 辐射事故应急处置措施</p> <p>①一旦发生辐射事故，立即按下应急开关按钮或直接停机断电，撤出机房内人员。</p> <p>②事故状态下，确需工作人员进入机房关机的，工作人员应佩戴防护用品及个人剂量计。</p> <p>③应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。</p> <p>④派专人对事故进行调查，查明事故原因。</p> <p>⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，采取措施防止类似事故再次发生。</p>			
<p>12.7 竣工验收</p> <p>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。项目正式投产运行前，医院应进行自主竣工环保验收。</p> <p>本项目环境保护验收一览表见表 12-2。</p>			
<p>表 12-2 项目环保设施竣工验收内容及管理要求一览表</p>			
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	放射工作人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv}$ 机房外公众成员年有效剂量 $\leq 0.1\text{mSv}$	GB18871-2002、医院管理要求
3	人员要求	按照要求组织放射工作人员均经考核合格后上岗，按要求定期复训	环境保护部令第 3 号、第 18 号、公告 2019 年第 57 号
4	剂量率控制	介入手术室四周墙体外 30cm 处、楼上距顶棚地面 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，周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。	GBZ130-2020
5	建设内容	1 台 DSA（单管头，II 类射线装置）	/
6	防护用品	每名介入手术医护人员在铅防护衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计，技师佩戴 1 枚个人剂量计。	

表 12 辐射安全管理

		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 2 套；介入防护手套若干；铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 套；铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 2 套（成人和儿童各一套）。防护用品的铅当量满足标准要求。
7	辐射安全防护措施	<p>①介入手术室各防护门外均拟设置门灯连锁系统，防护门外上方拟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。</p> <p>②介入手术室各防护门外均设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在谈话间设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>③相关制度醒目位置上墙（操作规程、岗位职责、应急程序等）。</p> <p>④机房设置机械通风系统，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。</p> <p>⑤平开机房门有自动闭门装置；电动推拉门宜设置防夹装置。</p> <p>⑥设备上自带急停开关；控制台设置急停开关；控制室与机房设对讲装置；防护用品与辅助防护设施齐全。</p> <p>⑦机房四周墙体、顶棚、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。</p>
8	管理	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、人员培训计划、监测方案等。

表 13 结论及建议

13.1 项目概况

重庆市璧山区中医院在重庆市璧山区璧泉街道新生街 82 号医院本部内科楼 1 楼东南侧将库房改建成 1 间介入手术室（DSA 机房）及其配套用房，配置 1 台 DSA（II 类射线装置），并开展介入手术，介入手术室有效使用面积约 34.7m²。

项目总投资约 900 万元，其中环保投资约 36 万元。

13.2 实践正当性

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

项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类中的“数字化医学影像设备”的应用，符合相关产业政策。

13.4 辐射环境质量现状

为了解本项目建设地的辐射环境质量现状，重庆渝辐科技有限公司委托重庆朕尔医学研究院有限公司对项目所在地辐射水平现状进行了监测，监测结果表明所在地环境 γ 辐射剂量率为 120~148nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），处于重庆市 2022 年环境 γ 空气吸收剂量率平均值正常波动范围。

13.5 选址可行性及布局合理性

本项目选址于医院外科楼 1 楼东南侧，项目用房现状为库房，建成后介入手术室工作场所相对独立，不影响医院其他诊疗活动和医院的整体布局。本项目所在外科楼 1 楼南侧邻近花台，其外为停车坝，周围活动公众成员较少停留，同时建筑内相邻区域均为医院区域，辐射防护工程较好，充分考虑周围场所的安全，有利于减少 X 射线对公众成员的影响。此外，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，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

本项目用房有独立的介入手术室，配有单独的控制室，其它辅助配套用房齐全，满足诊疗需求。介入手术室东西两面均为本项目用房包围，除手术工作人员和病人可以进出外，其他公众成员未经允许不得入内，减少对周围公众的影响和有利于辐射防

续表 13 结论及建议

护。介入手术室设置 3 个防护门，工作人员、病人进出、污物运出的各路径独立。介入手术室东墙上已设置 1 个观察窗，用于控制室放射工作人员随时观察手术室内的情况。项目布局便于介入手术室的辐射安全管理，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，平面布局合理。

13.6 辐射安全与防护分析结论

(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，将辐射工作场所划分为控制区和监督区，将介入手术室划分为控制区，控制室、设备间、过道(部分)、缓冲区、污洗间、花台(部分)、楼上病房十二、病房十三及接种室等划分为监督区。

(2) 机房屏蔽防护

本项目介入手术室有效使用面积为 34.7m²，最小单边长度为 5.1m，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。项目机房四周墙体、铅门铅窗、顶棚及地板屏蔽防护设计大于 2mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的屏蔽防护厚度要求。

(3) 安全联锁装置及其他措施

项目配置具有多种固有安全防护措施并符合相关标准要求 DSA，DSA 设备上及控制台上均拟设置急停开关，配置 1 套铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅屏风等辅助防护设施；并拟按有关标准要求配备介入手术人员及患者防护用品。项目介入手术室设置 3 个通道防护门(介入手术医护人员、患者进出防护门及污物运出防护门)；均拟设置门灯联锁系统，拟在防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，3 个防护门均设置电离辐射警告标志。病人进出机房门为电动推拉门，设置防夹装置。其余机房为平开门，设置自动闭门装置。项目介入手术室拟采取空调系统进行通风换气，介入手术室内拟设置 1 个出风口和 1 个回风口，废气引至南墙外排放至外环境；介入手术室医护人员拟在铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计，技师佩戴 1 枚个人剂量计，合理分配工作量。

经分析，本项目已采取的辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》

续表 13 结论及建议

(GBZ130-2020) 要求。

13.7 环境影响分析结论

(1) 机房屏蔽能力：根据核算，在常用透视和采集条件下时，介入手术室现有屏蔽厚度均能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的要求。

(2) 剂量估算：根据建设单位提供的计划手术量，通过核算，在项目在合理配置介入手术医生工作量情况下，项目 DSA 介入手术相关医务人员所受到的年有效剂量均低于放射工作人员剂量管理目标 (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：通过核算可知介入手术室外 50m 范围内环境保护目标位置周围剂量当量率远低于 2.5 μ Sv/h，介入手术室外公众成员受到的年有效剂量低于 0.1mSv/a。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目对周围各环境保护目标不会带来较大的不利影响，对环境的影响可以接受。

(4) “三废”影响：项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，介入手术室已安装专门的排风系统，所产生废气经废气管道收集引至南墙外排放，排放后废气经大气扩散和分解后，对周围环境影响小。项目放射工作人员等产生的废水依托医院已建污水处理站处理，医疗废物依托医院医疗废物暂存间暂存后与医院其他危废一起交有资质单位处理；设备主机使用一定年限后无法正常使用的情况下应先对设备球管去功能化处理后，再按生活垃圾处理；生活垃圾交环卫部门处理；废铅防护用品由医院收集后妥善保存，做好记录，交有资质单位处理。项目各污染物均能得到有效处理。

(5) 事故风险：通过落实撤离介入手术室时应清点人数、在设备上及控制台设置有紧急停机按钮、加强医院管理、放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，放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，本项目风险可控。

13.8 辐射与环境保护管理

重庆市璧山区中医院成立了放射安全防护工作领导小组，负责医院的放射防护与安全管理工作，并明确了相应职责与分工；医院制定了辐射环境管理制度及辐射事故

续表 13 结论及建议

应急预案，有满足从事辐射活动的的能力。在项目建设中，根据要求配置介入手术相应的放射工作医技人员，以满足开展项目放射介入工作需求，并组织新进放射工作人员参加辐射安全与防护培训考核合格后上岗；进一步更新、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。

综上所述，重庆市璧山区中医院 DSA 手术室建设项目项目符合国家产业政策，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。在认真落实制定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。