

核技术利用建设项目

重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）

环境影响报告表

（公示版）

建设单位：重庆市妇幼保健院

编制单位：重庆惠能标普科技有限公司

编制时间：2024 年 4 月

生态环境部监制



核技术利用建设项目

重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）

环境影响报告表

（公示版）



建设单位名称：重庆市妇幼保健院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：重庆市渝北区龙山街道龙山路120号

邮政编码：401120

联系人：赵康

电子邮箱：cd*****@126.com

联系电话：13*****69

编制单位和编制人员情况表

项目编号	68ig36		
建设项目名称	重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目 (DSA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)	重庆市妇幼保健院		
统一社会信用代码	12500000450389308J		
法定代表人 (签章)	漆洪波		
主要负责人 (签字)	漆洪波		
直接负责的主管人员 (签字)	刘方达		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	重庆慧能标普科技有限公司		
统一社会信用代码	91500000MA5U6UTK68		
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
朱毅	2014035550350000003512550464	BH010855	朱毅
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
朱毅	项目基本情况、射线装置、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、辐射安全与管理、结论及建议	BH010855	朱毅

关于重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设 项目（DSA 部分）的公示说明

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆惠能标普科技有限公司编制的《重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）环境影响报告表》目前属于上报审批阶段。我单位承诺，环评报告文本中内容不涉及国家机密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，同意环评报告全本公开，并愿意承担相关法律责任。

特此说明。



目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	10
表 3 非密封放射性物质	10
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标与评价标准	14
表 8 环境质量和辐射现状	20
表 9 项目工程分析与源项	22
表 10 辐射安全与防护	31
表 11 环境影响分析	41
表 12 辐射安全管理	56
表 13 结论及建议	64

表 1 项目基本情况

建设项目名称		重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）			
建设单位		重庆市妇幼保健院			
法人代表	漆洪波	联系人	赵康	联系电话	13*****69
注册地址		重庆市渝中区金汤街 64 号			
项目建设地点		重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼 1F			
立项审批部门		重庆市渝北区发展和改革委员会	批准文号	2207-500112-04-05-197049	
建设项目总投资（万元）	700	项目环保投资（万元）	38	投资比例（环保投资/总投资）	5.43%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 其他		建筑面积（m ² ）	约 250
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	无				

1.1 医院概况

重庆市妇幼保健院创建于 1944 年，是一所集临床医疗、妇幼保健、科研教学为一体的三级甲等妇幼保健院。医院现为“一院两区”（冉家坝院区、七星岗院区）运行格局，编制床位 1000 张，实行差异化布局、一体化管理、同品质发展。

七星岗院区位于重庆市渝中区金汤街 64 号，编制床位 100 张，主要开展人类辅助生殖相关业务；冉家坝院区位于重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号，编制床位 900 张，主要开展妇科、产科、儿科医疗与保健等，冉家坝院区总用地面积 28461.8m²，总建筑

续表 1 项目基本情况

面积 104398.12m²，冉家坝院区主要建筑包括 1 栋门诊楼、1 栋住院楼、1 栋行政楼、发热门诊配套用房（1#楼和 2#楼）及其他辅助配套设施；其中，冉家坝院区除发热门诊配套用房（1#楼和 2#楼）处于建设中，其余功能用房已投运多年。

1.2 项目由来

重庆市妇幼保健院冉家坝院区已建成多年，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，重庆市妇幼保健院拟于 2024 年 4 月实施“重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目”，建设内容主要包括对发热诊室配套用房的建设，共有 2 栋建筑（1#楼和 2#楼，均为 2F），配套建设相关给排水、消防、空调暖通等，不设置住院床位；该部分建筑用房已进行了登记表备案，备案号为 202350011200000145；医院分析室等相关实验项目部分、辐射部分（DSA 机房及配套用房等）按相关要求另行评价。

本次评价仅对针对 DSA 机房（1 台数字减影血管造影 X 射线系统，II 类射线装置）及配套用房等辐射部分进行评价，医院分析室等相关实验内容由建设单位按相关要求另行评价，不在本次评价范围内。

“重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）”拟选址于重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号重庆市妇幼保健院发热门诊配套用房 1#楼 1F（以下简称“1#楼 1F”），建设内容主要为在预留房间内安装并使用 1 台数字减影血管造影 X 射线系统（以下简称“DSA”，单管头，最大管电压、管电流分别为 150kV 和 1000mA）开展介入手术工作。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，本项目应开展环境影响评价工作。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），DSA 属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号）中第五十五项：核与辐射中第 172 条：使用 II 类射线装置的项目应编制环境影响报告表。

重庆市妇幼保健院委托重庆惠能标普科技有限公司对“重庆市妇幼保健院新建发热门诊配套用房建设项目（DSA 部分）”进行环境影响评价。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，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《重庆市妇幼保健院新建发热

续表 1 项目基本情况

诊室配套用房建设项目（DSA 部分）环境影响报告表》。

1.3 项目概况

1.3.1 项目组成

(1) 项目名称：重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）

(2) 建设地点：重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼 1F

(3) 建设性质：新建

(4) 建设单位：重庆市妇幼保健院

(5) 项目投资：总投资约 700 万元，环保投资约 38 万元。

(6) 建设内容：拟在重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼 1F 预留房间安装并使用 1 台数字减影血管造影 X 射线系统，包括 1 间 DSA 机房及其控制室（包括铅衣置放区、洗手区）、无菌间、处置间、谈话间（兼复苏间）、等候区、辅料间、穿刺间（兼抢救室）等辅助用房，并配置 1 台 DSA（II 类射线装置）开展介入手术工作。

本项目 DSA 机房及配套用房随着发热诊室配套用房 1#楼的建设，主体建筑结构已完成；本项目施工内容主要包括在预留房间进行装修、屏蔽防护设计和建设以及设备安装等。本项目总建筑面积约 210m²，工期约 1 个月。

本项目组成情况见下表 1-1。

表 1-1 本项目组成情况一览表

分类	项目	组成	备注
主体工程	DSA 机房	内空尺寸长×宽=7.5m×6.43m，有效使用面积约 48.2m ² ，机房层高 4.5m，吊顶后净空高度约 2.8m。	依托主体结构安装设备
	设备	1 台 DSA（II 类射线装置），单管头，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA，型号待定。	拟购
辅助工程	辅助用房	控制室（包括铅衣置放区、洗手区）、设备间、无菌间、处置间、谈话间（兼复苏间）、等候区、辅料间、穿刺间（兼抢救室）等。	依托主体结构安装相关设施设备
公用工程	给水	由城市供水管网提供，依托医院供水管网。	依托
	排水	实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；生活污水、医疗废水依托医院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。	依托
	通风	采取机械进风、排风。新建新风系统、排风系统，机房吊顶西侧设置新风口、东侧设置排风口；新建排风管道引至 1#楼楼顶排放，风机风	依托现有通风管道，安

续表 1 项目基本情况

		量 500m ³ /h。	装通风设备
环保工程	废水处理	本项目产生的废水依托医院现有污水处理站（处理能力为 700m ³ /d）处理后接入市政管网，经唐家沱污水处理厂集中处理达标后排放。	依托
	固废处理	本项目产生的医疗废物在污物处置间打包整理后依托医院的医疗废物收集系统收集，暂存于医院现有医疗废物暂存间（约 20m ² ），最终交由有资质单位处理。 本项目产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。废铅防护用品按有关规定由医院收集、妥善暂存，做好记录，最后交由有资质单位处置。 DSA 报废后高压球管去功能化后交由物资回收单位处置，报废的阴极射线管作为危险废物交有资质的单位处置。	依托
	废气处理	本项目 DSA 运行产生的废气经机械排风系统引至发热诊室配套用房 1#楼楼顶排放。	新建
	辐射防护	拟采用足够厚的混凝土、硫酸钡水泥、铅玻璃、铅防护门等屏蔽材料进行屏蔽，并按相关标准要求配置辐射安全设施（如门灯连锁、电离辐射警示标志、工作状态指示灯等）。	主体依托改造装修

表 1-2 本项目所在 1#楼各楼层功能情况一览表

楼层	功能布置情况
1F	本项目所在楼层，主要布置 DSA 机房及其辅助用房
2F	细胞培养室、样本室、暗室、更衣室等
-1F	行车道及车库局部*

备注：*本项目所在 1#楼并非全部区域均有-1F，仅 DSA 机房及部分辅助用房楼下为-1F，其余均为土坯，无建筑。

1.3.2 屏蔽防护设计

本项目的 DSA 机房及其辅助用房均位于 1F，各屏蔽体拟采取屏蔽防护方案见表 1-3。

表 1-3 本项目 DSA 机房屏蔽防护方案

名称	屏蔽体	屏蔽防护设计情况
DSA 机房	墙体	轻钢龙骨+250mm 加气混凝土砌块+55mm 硫酸钡水泥
	顶棚	120mm 混凝土+35mm 硫酸钡水泥
	地板	120mm 混凝土+35mm 硫酸钡水泥
	防护门、观察窗	3mmPb
	排风管穿墙补偿	排风口采用“L”型包裹 3mmPb 铅皮，包裹长度 20cm
	电缆管线穿墙补偿	采用 3mmPb 铅皮包裹管道补偿，包裹长度为 2 倍穿越口长边长度

备注：①混凝土 2.35g/cm³、铅密度 11.3g/cm³、硫酸钡水泥密度 3.2g/cm³；

②轻钢龙骨、加气混凝土砌块（主要作用为保温），基本无屏蔽防护能力，本次评价不考虑其屏蔽防护作用。

1.3.3 设备配置

续表 1 项目基本情况

本项目拟配置 1 台 DSA，同时配套相关手术设备、防护用品以及监测设备，项目拟配置的设施设备见表 1-4，个人防护用品和辅助防护设施配置情况见表 1-5。

表 1-4 主要设备配置一览表

序号	名称	数量	设备型号	最大管电压 最大管电流	用途	位置	备注
1	DSA	1 台	待定	150kV、1000mA	介入手术	DSA 机房	拟购
序号	名称	数量	用途		位置		备注
1	电源柜	1 套	DSA 配电		设备间	DSA 机房	DSA 配套设备
2	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置				
3	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输				
4	控制系统	1 套	DSA 设备操作		控制室		
5	中心供氧装置	1 套	病人供氧		DSA 机房	手术配套设备	
6	除颤仪	1 台	手术配套用				
7	高压注射器	1 台	手术配套用				
8	吸痰器	1 台	手术配套用				
9	电生理仪	1 台	手术配套用				
10	中心负压吸引	1 套	手术配套用				
11	医用空气消毒机	1 台	手术配套用				

表 1-5 个人防护用品和辅助防护设施配置一览表

序号	名称	用途	位置	数量
1	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜套	工作人员防护	更衣间	4 套
2	介入防护手套	工作人员防护	更衣间	若干
3	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏	工作人员防护	DSA 机房	1 套
4	移动铅防护屏风	工作人员防护	DSA 机房	1 套
5	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	患者防护	DSA 机房	1 套
6	个人剂量计	工作人员个人剂量监测	工作人员佩戴	医生和护士每人 2 枚（铅衣内外），技师每人 1 枚

1.4 劳动定员和工作制度

本项目拟从医院现有人员中调配培养 10 名工作人员专职开展介入手术工作，其中医生 6 人，技师 2 人，护士 2 人，以上人员全部由医院内部调配并纳入放射工作人员管理。本项目放射工作人员仅在本项目 DSA 机房工作，不参与其他介入手术或放射诊疗工作。

续表 1 项目基本情况

放射工作人员年工作 250 天，实行轮体制。

1.5 工作负荷

根据医院提供资料，本项目预计年开展介入手术约 450 台，包括心脏介入手术（200 台/年）、神经介入手术（100 台/年）和综合介入手术（150 台/年）。

1.6 外环境概况

本项目位于重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼 1F。

发热诊室配套用房 1#楼东侧为绿化带，之外为发热诊室配套用房在建 2#楼及液氧站、旗山路，南侧绿化带，之外为龙山路，西侧为停车库入口及保安亭，北侧为院内通道，之外为门诊楼。

根据项目周围环境情况，确定本项目环境保护目标为医院从事介入手术的放射工作人员、DSA 机房周围 50m 范围内的公众成员。

表 1-6 项目所在 1#楼周围外环境关系一览表

序号	方位	环境概况	最近距离	环境特征
1	东	绿化带	紧邻	医院内部
		发热诊室配套用房在建 2#楼（在建）及液氧站	约 24m	医院用房，2F
		旗山路	约 38m	城市次干道，双向四车道
2	南	绿化带	紧邻	医院内部
		龙山路	约 19m	城市次干道，双向四车道
3	西	停车库入口	紧邻	医院内部
		保安亭	约 7m	医院内部
4	北	院内通道	紧邻	医院内部
		门诊楼	约 15m	医院用房，4F/-1F

1.7 选址可行性

根据现状监测结果，本项目所在地及邻近环境的环境 γ 辐射剂量率反映本项目用房（拟建址）及邻近环境 γ 辐射背景水平，不会制约本项目的建设。

本项目拟建 DSA 机房选址于重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼 1F，本项目场所相对独立，DSA 机房楼下为车库行车道，楼上为分析室、更衣室等，DSA 机房周围布置 DSA 手术辅助配套用房，周围公众活动较少，有

续表 1 项目基本情况

利于场所辐射防护安全。另外，医院针对 DSA 机房也考虑了较保守的防护方案，对周围环境不会带来不利影响。因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

1.8 与项目有关的环境保护问题

1.8.1 项目相关环保手续情况

重庆市妇幼保健院冉家坝院区已于 2009 年 12 月 23 日取得《重庆市妇幼保健院迁建项目环境影响评价文件批准书》，文号：渝（市）环准[2009]205 号，详见附件 5-1；于 2017 年 8 月 9 日取得《重庆市妇幼保健院迁建项目竣工环境保护验收批复》，文号：渝（市）环验[2017]026 号，详见附件 5-2；重庆市妇幼保健院于 2017 年 8 月 30 日取得排污许可证，证书编号：12500000450389308J001V，详见附件 5-4；项目所在重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼已于 2023 年 9 月 18 日完成“重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目”备案登记，备案号：202350011200000145，详见附件 5-3。

根据调查，重庆市妇幼保健院在建设和运营过程中，未曾发生过环保事故，也不存在环保遗留问题。此外，重庆市生态环境局、渝北区生态环境局均未收到核技术利用相关的环保投诉。

1.8.2 医院核技术利用项目开展情况

(1) 医院现有核技术利用项目及辐射安全许可情况

根据医院提供的资料和现场调查，医院现有 11 台 III 类射线装置，具体情况见表 1-7 所示。医院现有 III 类射线装置均已办理了辐射安全许可证，证号为渝环辐证[00504]，有效期至 2028 年 2 月 23 日（详见附件 5-5）。

表 1-7 医院现有核技术利用项目情况一览表

序号	射线装置名称	数量(台)	型号	类别	场所	备注
1	口腔 X 线体层摄影机	1	Smart 3D	III	冉家坝院区住院部 1 楼	在用
2	多功能 X 光遥控透视摄影机	1	BSX-150L	III	七星岗院区 1 号楼 2 楼	在用
3	双光子骨密度仪	1	DPX-NT	III	冉家坝院区住院部 1 楼	在用
4	数字化乳腺三维断层摄影机	1	Selenia Dimensions	III	冉家坝院区住院部 1 楼	在用
5	移动数字	1	DX-D100	III	冉家坝院区住院部 1 楼	在用

续表 1 项目基本情况

	化 X 线摄影机					
6	数字化 X 线摄影机	1	DX-D600	III	冉家坝院区住院部 1 楼	在用
7	数字化 X 线胃肠机	1	SONILVISION G4	III	冉家坝院区住院部 1 楼	在用
8	数字化 X 线牙片机	1	JYF-10D	III	冉家坝院区住院部 1 楼	在用
9	X 射线计算机体层摄影设备 (192 排 CT)	1	SOMATOM FORCE	III	冉家坝院区住院部 1 楼	在用
10	X 射线计算机体层摄影设备 (16 排方舱 CT)	1	SOMATOM go.Now	III	冉家坝院区发热门诊西北角	停用
11	数字 X 射线摄影系统	1	Radspeed Pro80	III	七星岗院区综合楼 1 楼	在用

(2) 辐射管理情况

根据医院提供资料可知，医院放射工作人员配备满足项目使用要求，医院已制定《重庆市妇幼保健院关于调整放射防护工作领导小组成员的通知》、《放射防护安全管理人员岗位职责》等相关制度，现有工作人员均建立了个人剂量档案和健康档案，医院现有放射工作人员均进行了辐射工作安全防护培训，并取得了合格证（合格成绩单），并在有效期范围内。医院近年来个人剂量监测结果最大值均低于医院的年有效剂量约束值 5mSv/a。医院所有放射工作人员均进行了职业健康体检，并在 2 年内进行复检。目前在岗放射工作人员均无体检异常，无疑似职业病人员。另外，医院近年现有辐射工作场所辐射监测均满足相关标准。

(3) 小结

医院运营至今，辐射设备运营良好，无辐射安全事故发生。医院每年按照要求对辐射工作场所进行了监测，按照要求每年 1 月 31 日之前提交了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告表》。

1.8.3 本项目与医院的依托关系

本项目主要依托发热诊室配套用房 1#楼的主体结构、给排水及供配电工程、医院现

续表 1 项目基本情况

有污水处理站、医疗废物及生活垃圾收运系统和医院辐射环境管理机构及人员，依托情况详见表 1-8。

表 1-8 项目依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析	结论
主体工程	依托主体结构安装设备	项目用房依托现有 DSA 机房及配套用房主体结构，并有完善的环保手续。项目用房为预留 DSA 机房，本项目使用该区域后不影响医院整体的布局。	可行
公用工程	供电、供水	医院的供电电网、供水管网完善，本项目依托可行。	可行
环保工程	污水处理	本项目废水主要来自手术医务人员刷手清洁、场地保洁等，产生量很少，本项目废水经管网收集到医院现有污水处理站处理达标后排入市政污水管网。根据《重庆市妇幼保健院迁建项目环境影响报告书》可知，医院污水经现有污水处理站（处理能力 700m ³ /d）处理达《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后排入市政污水管网。本项目位于医院现有污水处理站废水收纳范围内，且项目产生的废水量很小，因此本项目依托医院现有污水处理站可行。	可行
	固废处理	<p>本项目产生的医疗废物主要为手术过程中产生的感染性及损伤性医疗废物，拟在本项目污物处置间打包整理后依托医院的医疗废物收集系统收集，暂存于医院现有医疗废物暂存间，最终交由有资质单位处理。医院现有医废暂存间建筑面积约 20m²，考虑了整个医院的医疗废物收储，本项目不新增住院床位，本项目产生的少量医疗废物依托现有的医疗废物收运系统可行。</p> <p>本项目产生的少量生活垃圾依托医院现有的生活垃圾收运系统，最终交环卫部门处理，依托可行。</p>	可行
管理	辐射环境管理	医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，制定了相应的管理制度和应急方案，本项目与现有核技术利用项目相似，均为使用医用 X 射线装置，进一步完善辐射环境管理机构及总体管理制度后本项目可依托。	完善后可依托

根据分析可知，本项目依托医院的主体结构、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和辐射环境管理是可行的。

1.8.4 本项目与医院发展的衔接

本项目新购置数字减影血管造影 X 射线系统（DSA）开展介入手术工作，医院新增一种医疗技术，提升医院医疗技术水平，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，项目建设与医院的整体发展需求相适宜。

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》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
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	数字减影血管造影 X 射线系统 (DSA)	II 类	1 台	待定	150	1000	介入手术	发热诊室配套用房 1# 楼 1F DSA 机房	拟购

(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 6 评价依据

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》，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，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》，原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》，原环境保护部令第 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》（2021 年版），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，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，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(13) 《重庆市环境保护条例》，2022 年 11 月 1 日起施行修订版；</p> <p>(14) 《重庆市辐射污染防治办法》，重庆市人民政府令第 338 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《产业结构调整指导目录》（2024 年本）。</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)； (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)； (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)； (5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (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)； (7) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)； (8) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)； (9) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书，附件 1； (2) 《重庆市卫生健康委员会关于重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房项目的批复》，附件 2-1； (3) 《临时建设工程规划审批意见书》，附件 3； (4) 《监测报告》，附件 7； (5) 重庆市妇幼保健院冉家坝院区环评及验收相关批复，附件 5-1、5-2； (6) 《辐射安全许可证》渝环辐证[00504]，附件 5-5； (7) NCRP147 号报告《Structural shielding Design for Medical X-ray Imaging Facilities》； (8) 《辐射防护导论》； (9) 医院提供的其他资料。</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,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 DSA 机房边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

本项目位于发热诊室配套用房 1#楼 1F, DSA 机房东侧为谈话间(兼做复苏室)控制室(包括铅衣置放区、洗手区),之外为等候区、辅料间、卫生间、沐浴室、更衣间、换鞋区、预留用房、楼梯间等,之外为绿化带、发热诊室配套用房在建 2#楼及液氧站;南侧绿化带,之外为龙山路;西侧污物处置间、设备间、无菌间,之外为卫生间、配电间、楼梯间等,之外为停车库入口及保安亭;北侧为院内通道,之外为门诊楼。DSA 机房楼下为车库行车道,楼上为分析室、更衣室等。本项目 DSA 机房周围环境保护目标见表 7-1、附图 2。

表 7-1 本项目 DSA 机房周围环境保护目标一览表

序号	环境保护目标名称	方向	最近水平距离	高差	基本情况	影响人群	影响因素
1	控制室(包括铅衣置放区、洗手区)	东	紧邻	平层	本项目辅助用房,约 2 人	放射工作人员	X 射线
	谈话间(兼做复苏室)		紧邻	平层	本项目辅助用房,约 2 人		
	等候区、辅料间、卫生间、沐浴室、更衣间、换鞋区、预留用房、楼梯间等		约 3m	平层	本项目辅助用房,约 5 人		
	绿化带		约 15m	平层	院内绿化,约 5 人		
	旗山路		约 45m	平层*	院外道路,约 20 人		
2	液氧站	东北侧	约 38m	平层*	医院用房,约 2 人	公众成员	X 射线
	发热诊室配套用房在建 2#楼		约 39m	平层	在建,约 10 人		
3	绿化带	南	紧邻	平层	院内绿化,约 5 人	公众成员	X 射线
	龙山路		约 19m	平层*	院外道路,约 20 人		
4	污物处置间、无菌间等	西	紧邻	平层	本项目辅助用房,约 2 人	公众成员	X 射线
	卫生间、设备间、配电间、楼梯间等		约 2m	平层	本项目辅助用房,约 5 人		
	停车库入口		约 3m	平层	院内停车区,约 5 人		
	保安亭		约 10m	平层	院内保安亭,约 2 人		
5	院内通道	北	紧邻	平层	院内通道,约 5 人	公众成员	X 射线

	门诊楼		约 15m	平层	医院用房, 约 200 人		
6	分析室、更衣室等	楼上	/	/	医院用房, 约 10 人		
7	车库行车道	楼下	/	/	院内停车库行车道, 约 5 人		

备注: *高差不到 1m, 本次评价忽略不计, 按平层考虑。

续表 7 保护目标与评价标准

7.3 评价标准（主要指标）

(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

6.1.5 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、单边长度的要求（摘录）

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

b 单管头、双管头或多管头 X 射线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：本项目 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

续表 7 保护目标与评价标准

护应不低于表 3（即下表 7-3）的规定。

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 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求（摘录）

机房类型	有用线束方向铅当量 mm Pb	非有用线束方向铅当量 mm Pb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：DSA 为 C 形臂 X 射线设备。

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 2.5 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。

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
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

注 1：“—”表示不作要求。

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 0.25 mm Pb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mm Pb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mm Pb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mm Pb。

续表 7 保护目标与评价标准

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 0.5 mm Pb。

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

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；取公众照射剂量限值的十分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值，满足 GB18871-2002 的规定。

综上所述，结合本项目实际情况，确定本项目的评价要求见表 7-5 所示。

续表 7 保护目标与评价标准

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	年有效剂量限值	年有效剂量管理目标值	
放射工作人员	20mSv/a	5mSv/a	
公众成员	1mSv/a	0.1mSv/a	GB18871-2002 及医院管理要求
环境剂量控制			执行依据
透视条件下	DSA 机房墙体、门、窗表面外 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 处周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）
摄影条件下	DSA 机房墙体、门、窗表面外 30cm，顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100 cm、机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处周围剂量率应不大于 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。		
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）	
DSA	20	3.5	
《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 射线设备确定机房控制面积和单边长度。			

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 地理和场所位置

本项目位于重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号重庆市妇幼保健院内，地理位置见附图 1。本项目 DSA 辐射工作场所位于重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼 1F，楼下为车库行车道，楼上为分析室、更衣室等，项目场所位置见附图 3、附图 4-1，项目场所现状及周围环境现状情况见附图 2。

8.2 环境质量和辐射现状

为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平，重庆惠能标普科技有限公司于 2024 年 2 月 26 日对本项目拟建址及邻近环境的环境 γ 辐射剂量率背景值进行了监测。监测报告编号为：24FH0001。

(1) 监测点位：共设 8 个点，具体监测布点见图 8-1。

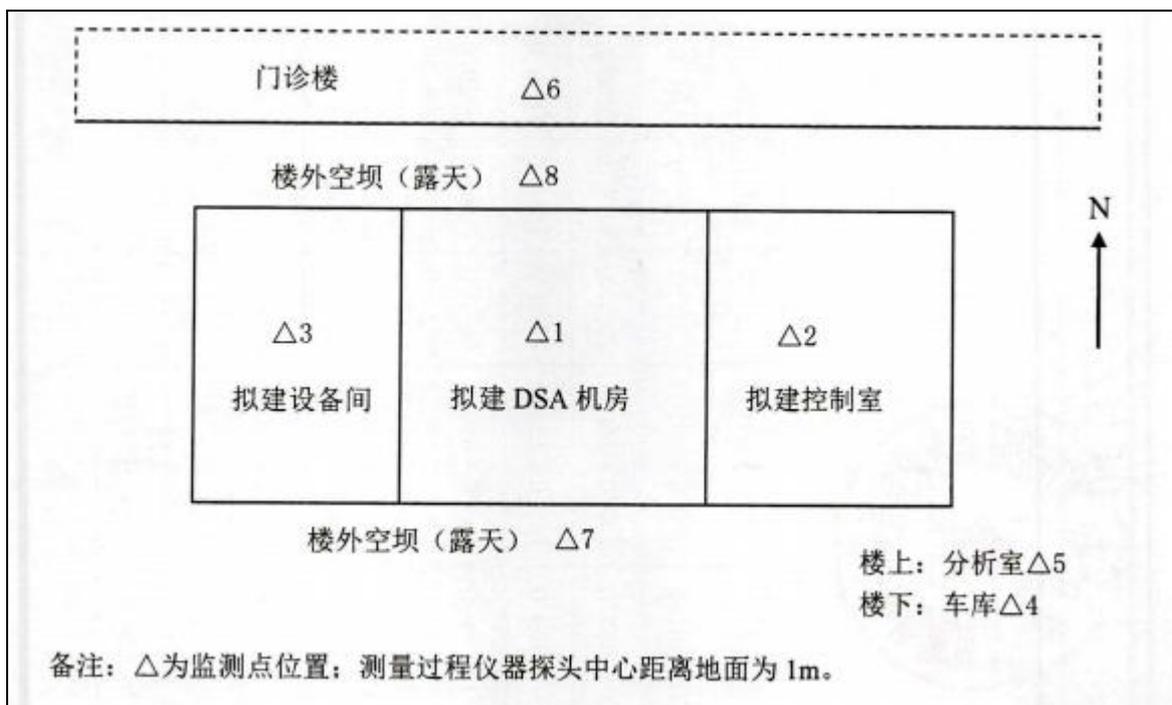


图 8-1 监测布点图 (示意图)

监测点位合理性分析：本次监测在本项目拟建 DSA 机房内及机房四周和项目所在楼外南侧、北侧地面均布设了监测点位，各监测点位的布设能反映本项目用房（拟建址）及邻近环境 γ 辐射背景水平。因此，项目监测布点合理可行。

续表 8 环境质量和辐射现状

(2) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率。

(3) 监测仪器：监测仪器情况见表 8-1。

表 8-1 监测仪器情况

仪器名称	仪器型号	仪器编号
环境级 x、 γ 辐射巡检仪	FH40G-L10+FHZ672E-10	HS-013
计量检定证书编号	有效期至	校准因子或其他
2023061500201	20240626	1.22

(4) 质量保证措施：监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度；监测报告严格实行三级审核制度，经过编制、审核，最后由授权签字人签发。因此，监测结果有效。

(5) 监测结果统计：

监测结果统计见表 8-2。

表 8-2 本项目本底监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境 γ 辐射剂量率 (μ Gy/h)	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
Δ 1	拟建 DSA 机房内	0.096	96
Δ 2	拟建控制室	0.085	85
Δ 3	拟建设备间	0.117	117
Δ 4	楼下车库 (DSA 机房正下方)	0.081	81
Δ 5	楼上分析室 (DSA 机房正上方)	0.078	78
Δ 6	门诊楼内	0.099	99
Δ 7	楼外空坝 (露天)	0.105	105
Δ 8	楼外空坝 (露天)	0.105	105

根据监测统计结果可知，本项目拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率的监测值在 78nGy/h~117nGy/h 之间（未扣除宇宙射线的响应值）。根据《2022 年重庆市辐射环境质量报告书》，重庆市 γ 辐射累积剂量各点位测量均值范围为 78.0~119nGy/h，全市各点位年均值为 94.5nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值）。本项目场所及邻近环境的环境 γ 辐射剂量率在重庆市环境 γ 辐射剂量率本底水平的正常涨落范围内。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本项目施工期主要为在预留 DSA 机房及配套用房中进行装修、屏蔽防护设计和建设以及设备安装等，不新增用地，无建筑施工。

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：主要为装修以及设备安装时产生的少量粉尘；

噪声：主要来自于项目设备安装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：主要为施工人员产生的生活垃圾、包装废物等。

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 设备组成及工作方式

血管造影机系统组成：Gantry，俗称“机架”或“C型臂”，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；图形处理系统。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。设备实物图如图 9-1 所示。

工作方式：在医学影像系统监视引导下，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。本项目 DSA 机架、X 射线管组合体可在水平和垂直两个方向上转动。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。

续表 9 项目工程分析与源项



图 9-1 DSA 实物照片（示例）

9.2.2 工作原理

① X 射线产生及成像原理

本项目拟配置的 1 台 DSA 属于 II 类射线装置，其中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。X 射线管结构见图 9-3。

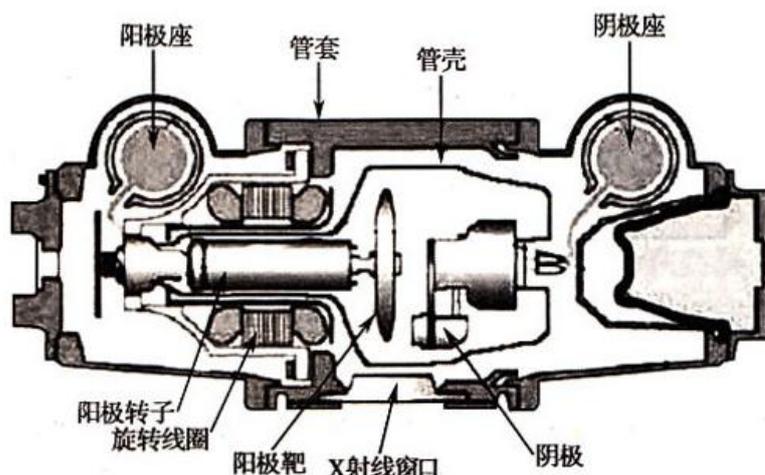


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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

续表 9 项目工程分析与源项

前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

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，通过荧光屏或影像接收器、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。

② DSA 工作原理

DSA 的基本原理是先后将没有注入造影剂和注入造影剂后通过人体 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。DSA 工作原理见图 9-4。

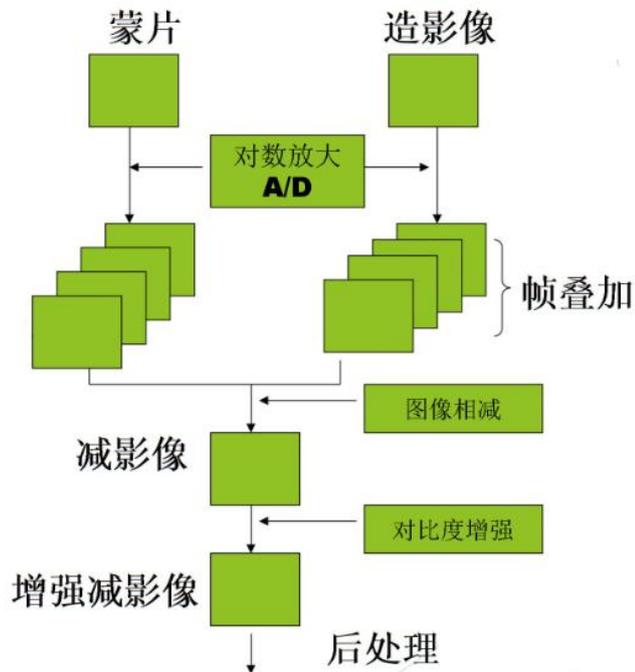


图 9-3 DSA 工作原理示意图

9.2.3 操作流程

DSA 主要操作流程为：在 DSA 引导下进行一系列的介入检查与诊疗手术。在手术过

续表 9 项目工程分析与源项

程中，介入手术医生需在床旁并在 X 射线导视下进行操作。DSA 治疗流程及产污环节见下图 9-5 所示：

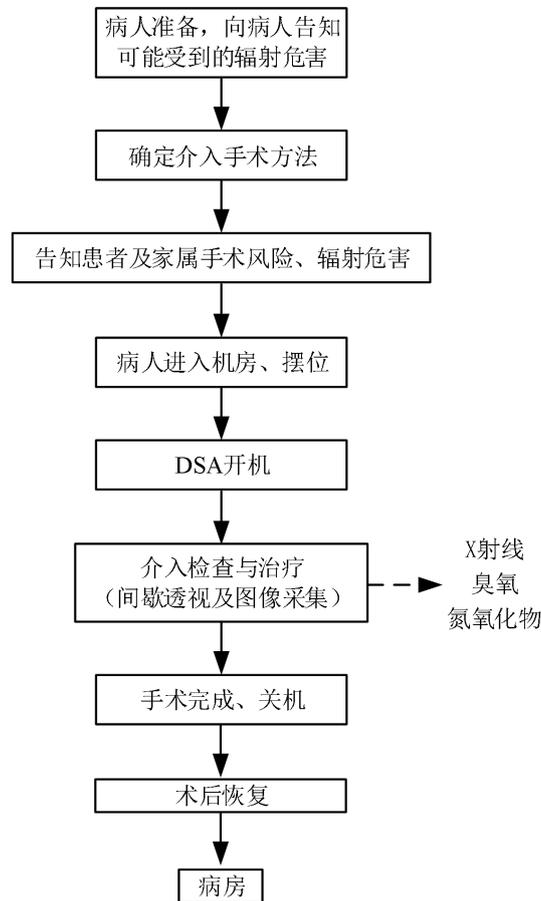


图 9-4 DSA 操作流程及产污环节图

项目 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 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 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統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，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 DSA 机房内身着铅橡胶围裙、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）、

续表 9 项目工程分析与源项

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 DSA 机房内对病人进行直接的介入手术操作。

9.2.4 污染因子

(1) 放射性污染因子

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韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。

②放射性废物

DSA 运行过程不产生放射性废水、废气和放射性固体废物。

(2) 非放射性污染因子

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。

9.2.5 工作负荷

根据医院提供的资料，本项目 DSA 工作负荷情况见表 9-1。

表 9-1 DSA 机房工作负荷表

透视					
手术类别	年开展工作量	平均每台手术透视出束时间		年透视出束时间	
心脏介入	200 台	约 20min		约 66.7h	
综合介入	150 台	约 21min		约 52.5h	
神经介入	100 台	约 21min		约 35h	
小计				约 154.2h	
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	单台手术最大采集出束时间	年采集出束时间
心脏介入	200 台	3~4s	7~15 次	约 1min	3.3h
综合介入	150 台	6~10s	4~10 次	约 1.7min	4.3h
神经介入	100 台	3~8s	7~15 次	约 2min	3.3h
小计					约 10.9h

续表 9 项目工程分析与源项

透视、采集合计					
合计	450 台	/	/	/	约 165.1h

根据表 9-1 可知，DSA 介入手术过程中，年透视出束时间约 154.2h，年采集时间约 10.9h，DSA 总年有效开机时间约 165.1h。

9.3 路径规划

本项目拟建 DSA 机房共设置 5 道防护门，分别用于病人、医护人员的进出、医疗废物运出、设备间设备维护人员以及无菌间工作人员进出，确保病人、医护人员、医疗废物、设备间设备维护人员以及无菌间工作人员通道相对独立。

(1) 医护人员路径

医护人员均由项目东侧进入，在更衣间更衣后经洗手区进入控制室，再经控制室进入 DSA 机房，手术工作完成后原路返回。

(2) 病人路径

病人由项目北侧进入等候区，然后经谈话间与 DSA 机房之间的防护门进入 DSA 机房，手术完成后原路返回。

(3) 污物路径

介入手术产生的医疗废物在手术结束后运至 DSA 机房西侧的污物处置间进行打包整理，然后运至医院医废暂存间暂存。

本项目通道路径规划布置示意图见图 9-5 所示。

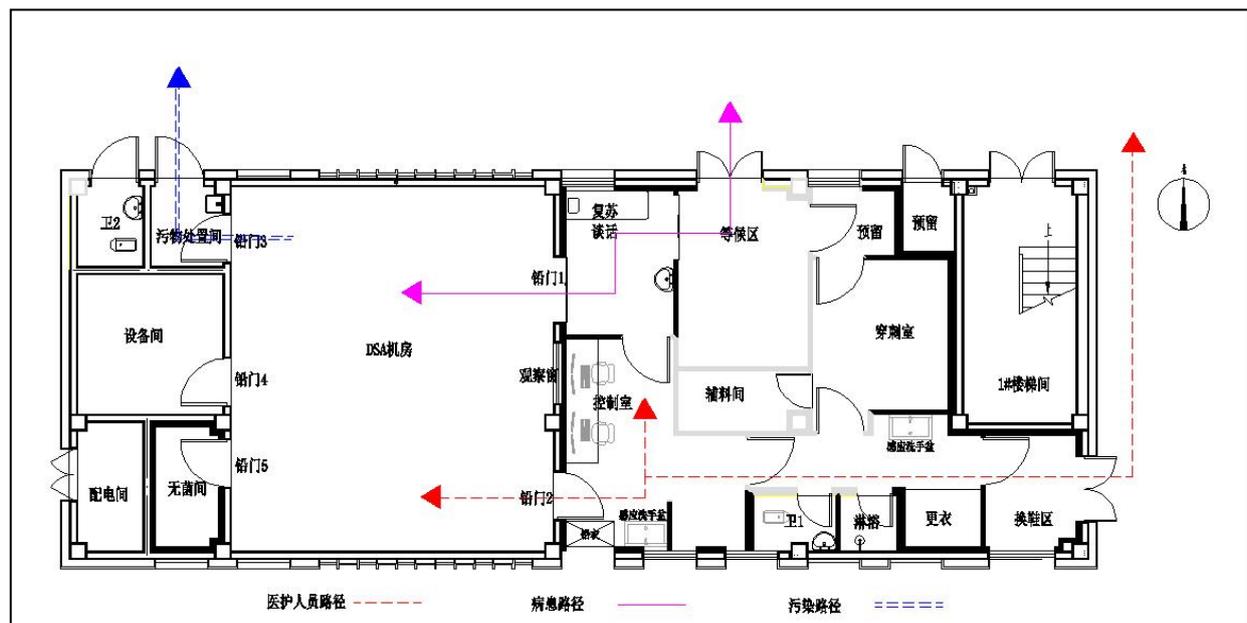


图 9-5 路径规划通道布置示意图

续表9 项目工程分析与源项

9.4 污染源项描述

9.4.1 电离辐射

根据本项目 DSA 介入工作流程, 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, 照射量率减小; 如果受检者体型较胖, 功率自动增强, 照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命, 实际使用时, 管电压和管电流通常留有约 30% 的裕量。根据医院提供资料, 同时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额定电压, 即 150kV, 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额定电压, 即 150kV, 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《辐射防护导论》P342 附图 3, 不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如下图 9-6 所示。本项目 DSA 过滤板为 3mmAl, 查图可知, 额定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 额定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	额定电压150kV	13.4mGy·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

续表 9 项目工程分析与源项

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。

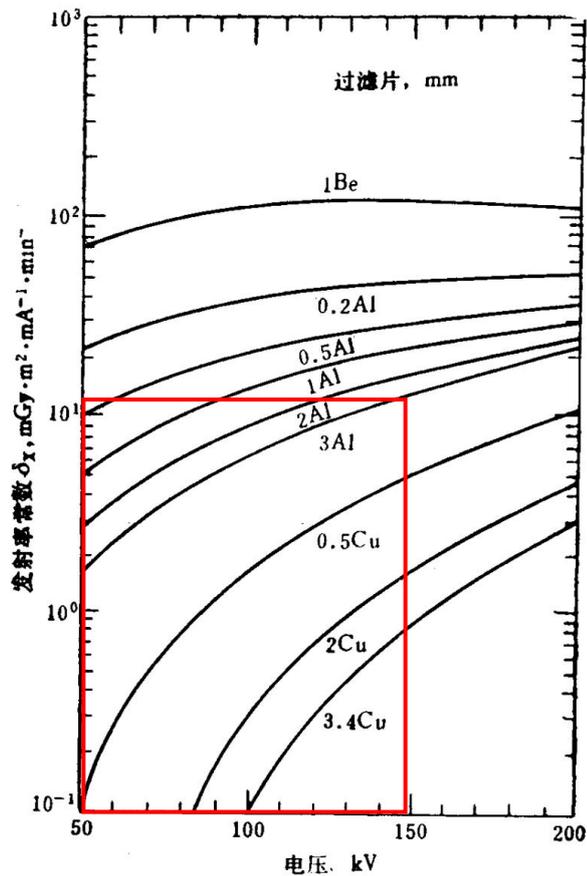


图 9-6 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

9.4.2 “三废”排放情况

(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，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。本项目拟设置机械排风系统，DSA 运行产生的废气经机械排风系统引至 1#楼楼顶排放。

(2) 固废

本项目介入手术过程中主要产生感染性废物(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。本项目产生的医疗废物在污物处置间进行打包整理，然后运至医院现有医废暂存间暂存，最终统一交由有资质单位处理。

续表 9 项目工程分析与源项

DSA 在运行时均采用实时成像系统，不洗片，无废片和废液产生。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。项目配置多套铅橡胶衣服、帽子等含铅防护用品，在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品，由医院收集、妥善暂存，做好记录，最后交由有资质单位处置。DSA 报废后高压球管去功能化后交由物资回收单位处置，报废的阴极射线管（废物代码：900-044-49）作为危险废物交有资质的单位处置。

(3) 废水

本项目产生的生活污水、医疗废水进入医院现有污水处理站统一处理，达标后排入市政管网。

9.5 本项目主要产排污汇总

综上所述，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	产排量及处理方式
DSA 机房	电离辐射	X 射线	距靶 1m 处有用线束的发射率：150kV 下不大于 13.4mGy·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（841-001-01、841-002-01）	少量（交由有资质单位处置）
		生活垃圾	少量（交环卫部门处置）
		废铅防护用品	少量（由医院收集、妥善暂存，做好记录，最后交由有资质单位处置）
		废阴极射线管（900-044-49）	交有资质的单位处置
废水	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

(1) 本项目位于发热诊室配套用房 1#楼 1F，与医院其他工作场所相对较远，DSA 机房周围主要布置本项目辅助用房，周围公众成员活动较少，远离人流聚集区域，有利于辐射防护，便于辐射防护统一管理。

(2) 本项目拟建 DSA 机房拟设置控制室（包括铅衣置放区、洗手区）、设备间、更衣间、污物处置间、谈话间（兼做复苏室）、穿刺室（兼抢救室）等辅助用房，辅助用房设置相对齐全，满足介入手术需求。

(3) 本项目 DSA 机房的医护人员、病人和医疗废物通道均有各自独立的出入口，各个通道均独立；病人、医护人员的进出、医疗废物运出路径均独立，互不干扰。

(4) 本项目 DSA 机房和控制室之间设置防护门和铅玻璃观察窗，观察窗设置的位置便于观察到病人状态及防护门开闭情况。

综上所述，从辐射防护与环境保护角度分析，本项目平面布局合理。

10.1.2 机房面积

本项目 DSA 为单管头设备，DSA 机房尺寸与标准要求对比见表 10-1。

表 10-1 DSA 机房建设要求对比表

机房名称	机房设计		标准要求		是否满足要求
	最小单边长	有效使用面积	最小单边长	有效使用面积	
DSA 机房	约 6.43m	约 48.2m ²	≥3.5m	≥20m ²	满足

由上表可知，本项目 DSA 机房最小单边长度和有效使用面积均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

10.1.3 辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，医院拟将本项目辐射工作场所划为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：把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，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

续表 10 辐射安全与防护

监督区：这种区域未被确定为控制区，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。

本项目工作场所区域划分具体情况见表 10-2 及图 10-1。

表 10-2 本项目 DSA 机房控制区、监督区划分表

分区类型	划分区域
控制区范围	DSA 机房
监督区范围	控制室（包括铅衣置放区、洗手区）、谈话间（兼复苏间）、无菌间、设备间、污物处置间及楼上机房对应区域、楼下机房对应区域（行车道）和南侧、北侧室外相邻区域

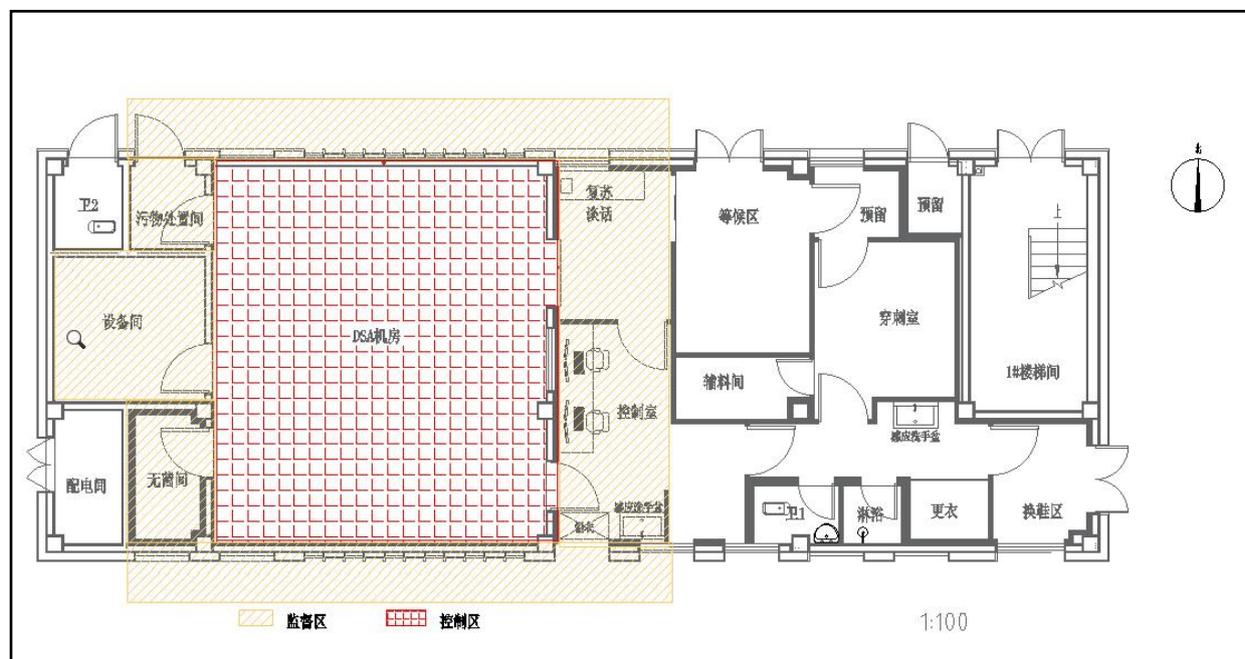


图 10-1 本项目分区布置示意图

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，控制区边界防护门拟设置电离辐射警告标识和门灯联锁装置。监督区设置分区标志并进行日常的监测和评估。

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

本项目拟购 DSA 装置自身采取多种固有安全防护措施：

①本项目 DSA 设可调限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少泄漏

续表 10 辐射安全与防护

辐射。透视曝光开关为常断式开关，并拟配备透视限时装置。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。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像接收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。影像接收器前面可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应急开关：DSA 设备上自带急停开关，控制台上拟设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。

(2) 机房拟采取的辐射安全与防护措施

①本项目 DSA 机房的有效使用面积约为 48.2m²，DSA 机房四周墙体屏蔽防护均设计为轻钢龙骨+250mm 加气混凝土砌块+55mm 硫酸钡水泥、顶棚及地板屏蔽防护设计为 120mm 混凝土+35mm 硫酸钡水泥，5 个防护门和 1 个观察窗防护厚度均为 3mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

②本项目 DSA 机房拟设置 5 个铅防护门，其中 DSA 机房病人进出口的防护门为自动推拉门，拟设置红外线感应防夹装置且拟制定曝光时关闭防护门的管理制度；DSA 机房其他出口防护门为平开门，拟设置自动闭门装置。

③本项目 DSA 机房拟设置 1 个铅玻璃观察窗（东侧），放射工作人员在控制室内便可清晰地观察到患者的治疗情况，如发现患者不适、位置移动、部件脱落、机架与治疗床发生碰撞等异常情况，可及时采取紧急措施。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。

④DSA 机房建设时保证施工质量，窗户封堵搭接缝隙进行错缝施工，确保有足够的搭接宽度；防护门、防护窗的生产和安装由有生产资质的厂家承担，注意其与墙体有足

续表 10 辐射安全与防护

够的搭接宽度，不影响屏蔽体的屏蔽效果。

(3) 通风

本项目 DSA 机房采取机械进风、机械排风，DSA 机房吊顶西侧已设置新风口、东侧已设置排风口，排风管道引至 1#楼楼顶排放，风机风量 500m³/h。DSA 排风示意图见附图 5。

(4) 管线进出口防护

电缆管线：

DSA 机房与控制室、设备间均设有穿墙管沟，电缆管分别从控制室、设备间临机房墙体地面上穿越，穿越处均采用 3mmPb 铅皮包裹管道补偿，包裹长度为 2 倍穿越口长边长度，包裹位置均在机房内，不影响墙体的屏蔽防护效果。电缆管线穿墙屏蔽补偿示意图见图 10-2。

通风管道：

DSA 机房设置机械进风、机械排风系统。

在 DSA 机房内天棚装饰吊顶面已设置 1 个排风口（从 DSA 机房内部吊顶面设置排风管道，排风口设置在东侧）和 1 个进风口（西侧），废气经管道收集引至 1#楼楼顶排放，DSA 机房排风口穿墙处距离 DSA 机房内外地面均约 3.2m。排风口采用“L”型包裹 3mmPb 铅皮，包裹长度 20cm，包裹位置在机房内，不影响墙体的屏蔽防护效果。电缆管线和通风管道穿墙屏蔽补偿示意图见图 10-2。

电缆管线和通风管道穿墙屏蔽补偿示意图见图 10-2。

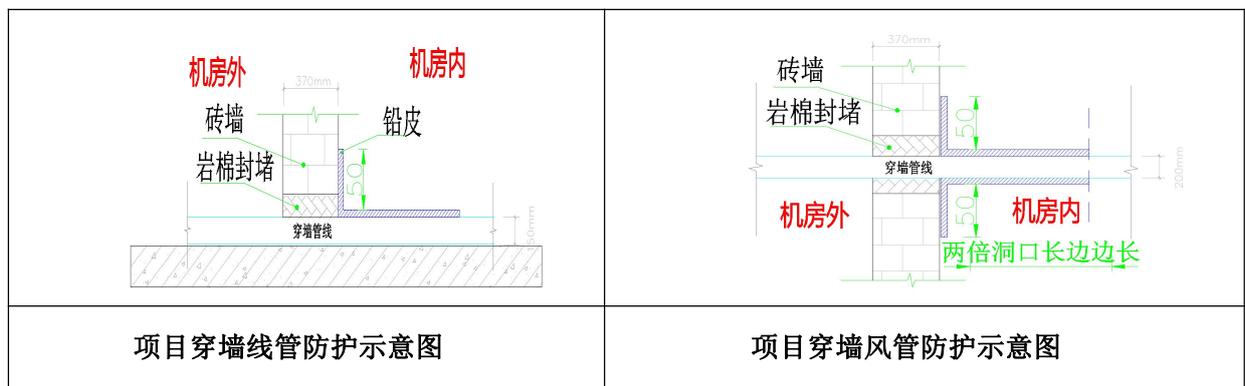


图 10-2 通风管道和线缆孔屏蔽补偿示意图

(5) 联锁系统

DSA 机房各防护门（共 5 道铅门，分别位于 DSA 机房东侧和西侧）拟设置门灯联锁系统，防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”

续表 10 辐射安全与防护

的红色警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。

(6) 警示标识

DSA 机房各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时拟在等候区设置放射防护注意事项告知栏。

(7) 辐射防护用品

根据医院提供的资料，医院拟配备的个人防护用品和辅助防护设施见表 10-3。

表 10-3 项目配置个人防护用品和辅助防护设施情况

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、铅防护眼镜	$\geq 0.5\text{mmPb}$	4套	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏	$\geq 0.5\text{mmPb}$	1套
	介入防护手套	$\geq 0.025\text{mmPb}$	若干	移动铅防护屏风	$\geq 2\text{mmPb}$	1套
患者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	1套，开展儿童介入手术时配备铅当量 $\geq 0.5\text{mmPb}$ 、且尺寸满足要求的防护用品。			

备注：铅橡胶围裙前片的铅当量 0.5mmPb、其余部分的铅当量 0.25mmPb。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），医院配置的个人防护用品及辅助防护设施符合要求。

(8) 对讲装置

DSA 机房与控制室拟设置对讲设备，便于手术医务人员和控制室人员之间进行交流。

(9) 其他

①医院在进行介入手术时，应制定最优化方案，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，避免病人受到额外剂量的照射。

②合理布置 DSA 机房内急救及手术用辅助设备。

③医院合理安排医疗废物运出时间，介入手术过程中严禁进入 DSA 机房进行医疗废物转运；待 DSA 机房内停止工作时，方可进行医疗废物运送。

本项目 DSA 辐射安全联锁逻辑见图 10-3，只有在急停按钮复位、系统自检正常的情况下，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

续表 10 辐射安全与防护

即停止运行，工作状态指示灯与防护门联锁。

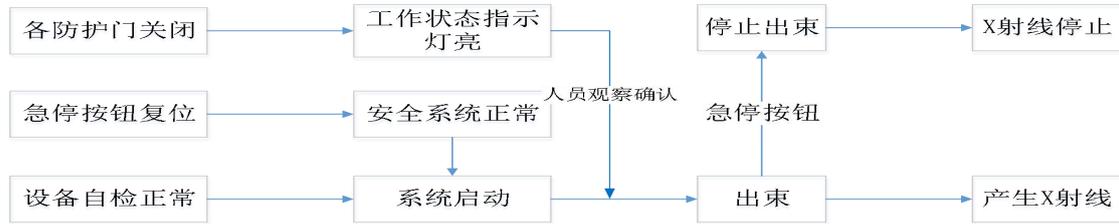


图10-3 辐射安全联锁逻辑图

10.2.2 采取的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）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《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。医院严格按照上述要求建设，认真落实上述辐射安全与防护措施后，能保障 DSA 的运行对环境和人员的影响满足相关标准要求。

10.3 三废的治理

本项目 X 射线装置在工作过程中产生的 X 射线，不产生放射性三废。

表 10-4 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

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）。	拟购买满足标准要求的设备。
		5.1.2 X 射线管组件上应有晰的焦点位。	
		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 DSA 设备的焦皮距为 38cm，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。	拟购买满足标准要求的设备。
	5.3 摄影用 X 射线设备防护性能的专用要求	5.3.1 200mA 及以上的摄影用 X 射线设备应有可安装附加滤过板的装置，并配备不同规格的附加滤过板。	拟购买满足标准要求的设备。
		5.3.2 X 射线设备应有能调节有用线束照射野的限束装置，并提供可标示照射野的灯光野指示装置。	拟购买满足标准要求的设备。
	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。	拟购买满足标准要求的设备。
		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。	拟购买满足标准要求的设备，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。	拟购设备焦皮距为 38cm，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。	拟购买满足标准要求的设备，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。
6.1 X 射线设备机房防护设施的技术要求	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。	本项目 DSA 主射线向上，本项目 DSA 机房医务人员进出防护门和污物运出的防护门拟设置在机房角落，穿墙电缆沟拟设在机房东侧、西侧，观察窗拟设置在 DSA 机房东侧，均可避免有用线束直接照射（主射线向上）。	

	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。	本项目 DSA 机房设置在发热诊室配套用房 1#楼 1F，周围主要为 DSA 辅助用房，楼下为车库行车道，楼上为分析室、更衣室等，设置已考虑邻室（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要求。	本项目 DSA 有独立的机房，满足使用设备的布局要求。

续表 10-4 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准号	标准要求	项目情况	
GBZ130-2020	6.1 X 射线设备机房防护设施的技术要求	6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。	项目 DSA 机房有效使用面积为 48.2m ² ，最小单边长度为 6.43m，满足标准要求。
	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。	根据后文核算，本项目 DSA 机房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 a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间； 6.3.1 c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。	根据后文核算，本项目 DSA 在透视条件下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h，在摄影条件下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 25μSv/h，满足要求。
	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。	机房拟设置观察窗以及机房内部拟设置摄像监控装置，能观察到受检者状态及防护门开闭情况。
		6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	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。	机房各防护门外拟设置电离辐射警告标志，各防护门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；等候区拟设置放射防护注意事项告知栏。
		6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	本项目平开防护门拟设置自动闭门装置；拟制定推拉式防护门曝光时关闭机房门的管理制度；各防护门上

标准号	标准要求		项目情况
			方拟设置工作状态指示灯与防护门进行联锁，防护门关闭时指示灯亮。
		6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目电动推拉门拟设置红外防夹装置。
		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。
GBZ130-2020	6.4 X 射线设备工作场所防护	6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。	本项目医务人员进出的防护门设置在机房东南角，污物运出的防护门设置在机房西北角，病患进出的防护门设置在机房东北角，各个防护门处于散射辐射相对低机房角落。
	6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求	6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、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。	本项目拟配备的防护用品种类和数量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。
		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。	介入防护手套铅当量为 0.025mmPb，移动铅防护屏风铅当量为 2mmPb，其余防护用品和辅助防护设施铅当量均为 0.5mmPb。
		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。	开展儿童介入手术时配备铅当量≥0.5mmPb、且尺寸满足要求的防护用品。
		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。	在工作人员更衣间配备防护用品架，个人防护用品不使用时悬挂或平铺方式存放，不折叠放置。
	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知识培训，满足放射工作人员岗位要求。	拟配备放射工作人员均通过培训平台报名并参加考核，考核合格方能正式上岗。
		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。	拟购买满足标准要求的设备及相应的防护用品。
		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。	按照相关标准要求进行操作。
		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	拟购买满足标准要求的设备。

标准号	标准要求	项目情况
	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。	
	7.1.5 X 射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。	设备工作时，与机房相通的门、窗均保持关闭状态。
	7.1.6 放射工作人员应按 GBZ 128 的要求接受个人剂量监测。	按照相关要求对个人剂量监测
	7.1.7 在进行病例示教时，不应随意增加曝光时间和曝光次数。	按照相关要求病例示教
	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。	按照相关要求摄影曝光
	7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并通过观察窗等密切观察受检者状态。	本项目拟配备的防护用品种类和数量均满足要求，工作人员均在有屏蔽的防护设施内进行作业。
	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。	拟购具有可准确记录受检者剂量装置的设备，医院拟建立管理制度要求将每次诊疗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。
	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。	医院拟为每名介入医生和护士在铅围裙内左胸前和铅围裙外锁骨对应的领口位置各配置 1 枚个人剂量计，拟为每名技师左胸前配备 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。	工作人员均按照相关要求进行操作，即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接收器一侧。
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。	医院拟为每名介入医生和护士在铅围裙内左胸前和铅围裙外锁骨对应的领口位置各配置 1 枚个人剂量计，拟为每名技师左胸前配备 1 枚个人剂量计，满足要求。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响

施工期主要为在预留 DSA 机房及配套用房中进行装修、屏蔽防护设计和建设以及设备安装等工作，主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

本项目施工期工程量很小，施工扬尘采取洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

采取合理安排施工时间，禁止在夜间（22：00-6：00）作业，选择低噪声、低振动施工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，生活污水依托医院的污水处理站处理。

固体废物：主要为施工人员产生的生活垃圾以及设施设备的包装废物，医院统一收集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，项目施工期产生的扬尘、噪声、废水对周围环境影响较小，固体废物能妥善处理；项目施工期短，施工期产生的影响随着施工的结合而消失，环境影响很小。在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，切实落实相应环保措施后，项目施工对环境产生的影响可接受。

11.2 营运期辐射环境影响分析

11.2.1 机房屏蔽能力核算

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。

（1）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求 DSA 机房屏蔽体不低于 2.0mmPb，附录表 C.2 中给出了 150kV（散射）条件下混凝土以及铅的拟合参数进行换算，根据换算即可得到顶棚、地板不同厚度混凝土对应的铅当量厚度。

（2）拟建项目 DSA 机房的四周墙体屏蔽材料包括硫酸钡水泥以及铅防护门、铅玻璃。核算参数取值和换算优先以有出处的资料为准，本项目拟购 DSA 最大管电压为 150kV，因《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.3 未给出上述电压的硫酸钡的拟合参

续表 11 环境影响分析

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）中表 3.3 按照 150kV 的数据换算铅当量，由表 3.3 可知，55mm 硫酸钡水泥（密度 3.2g/cm³）近似铅当量厚度为 3mmPb，35mm 硫酸钡水泥（密度 3.2g/cm³）近似铅当量厚度为 2mmPb。预测参数见表 11-1。

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	屏蔽防护设计情况	换算铅当量	标准要求	评价结果
DSA 机房 (150kV)	四周墙体	轻钢龙骨+250mm 加气混凝土砌块+55mm 硫酸钡水泥	3.0 mmPb	2.0mmPb	满足要求
	顶棚	120mm 混凝土+35mm 硫酸钡水泥	3.42mmPb	2.0mmPb	满足要求
	地板	120mm 混凝土+35mm 硫酸钡水泥	3.42mmPb	2.0mmPb	满足要求
	铅门、铅窗	3mmPb	3mmPb	2.0mmPb	满足要求

备注：轻钢龙骨、加气混凝土砌块（主要作用为保温），基本无屏蔽防护能力，本次评价不考虑其屏蔽防护作用。

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 DSA 机房屏蔽能力不得低于 2.0mmPb。根据核算和对比分析，本项目 DSA 机房的屏蔽能力均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.2.2 机房屏蔽体外剂量率核算

(1) 核算公式

①对给定的铅厚度，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 的式 C.1（本报告式 11-2）计算得到屏蔽透射因子 B：

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

式中：B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

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；

续表 11 环境影响分析

X——铅厚度。

②根据式 11-2 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，按最不利情况考虑管电压修正系数取 1，推导得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： \dot{H} ——关注点散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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。即常用最大电压 90kV 时， H_0 为 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}\times 6\times 10^4=3.18\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

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 (1m^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.1，150kV 射线装置 1m 处的每平方厘米的散射系数最大为 7.8×10^{-6} ；90kV 射线装置 1m 处的每平方厘米的散射系数最大为 6.8×10^{-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 0.38m；

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

①DSA 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 机房屏蔽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 1.0。

续表 11 环境影响分析

②设备离地高度按 1.0m 考虑。四周墙体(含防护门、观察窗)计算点为屏蔽体外 30cm 处,防护门计算距离直接按门所在墙体最近距离计;顶棚核算到机房顶上方 1m 处,地板核算到楼下距车库地面 1.7m 处。

③根据各屏蔽体的铅当量,本报告选用《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中铅的拟合参数进行估算。预测核算参数详见表 11-2。

表 11-2 核算参数

管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量 H ₀ μSv·m ² / (mA·h)	发射率 mGy·m ² /mA min	散射面积 F (cm ²)	散射因子 α	散射距离 R _s (m)
90	20 (透视)	3.18×10 ⁵	5.3	400	6.8×10 ⁻⁶	0.38
90	500 (采集)	3.18×10 ⁵	5.3	400	6.8×10 ⁻⁶	0.38
管电压 (kV)	材质	拟合参数				
		α	β	γ		
90	铅	3.067	18.83	0.7726		
150		1.791	5.478	0.5678		

(3) 机房外周围剂量当量率核算结果

根据核算公式和表 11-2 相关参数,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。根据计算可知,常用透视条件下 DSA 机房各屏蔽体外周围剂量当量率最大为 6.51×10⁻² μSv/h,满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中“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”的要求;常用采集条件下 DSA 机房各屏蔽体外周围剂量当量率最大为 1.63 μSv/h,满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求。

表 11-3 DSA 机房屏蔽核算结果

屏蔽体方位及外环境	屏蔽体	距离 R(m)	屏蔽方案	周围剂量当量率 (μSv/h)		是否满足要求
				透视	采集 (摄影)	
东 (谈话间 (兼做复苏室)、控制室 (包括铅衣置放区、洗手区))	墙体	3.82	轻钢龙骨+250mm 加气混凝土砌块 +55mm 硫酸钡水泥	6.51×10 ⁻²	1.63	是
	防护门/窗		3 mmPb	6.51×10 ⁻²	1.63	是
南 (室外)	墙体	4.36	轻钢龙骨+250mm 加气混凝土砌块 +55mm 硫酸钡水泥	5.00×10 ⁻²	1.25	是
西 (污物处置间、无菌间)	墙体	3.82	轻钢龙骨+250mm 加气混凝土砌块 +55mm 硫酸钡水泥	6.51×10 ⁻²	1.63	是

续表 11 环境影响分析

	防护门		3 mmPb	6.51×10^{-2}	1.63	是
北 (室外)	墙体	4.36	轻钢龙骨+250mm 加气混凝土砌块 +55mm 硫酸钡水泥	5.00×10^{-2}	1.25	是
楼上(分析室、更衣 室等)	顶棚	4.96	120mm 混凝土 +35mm 硫酸钡水泥	1.06×10^{-2}	0.27	是
楼下(车库行车道)	底板	3.96	120mm 混凝土 +35mm 硫酸钡水泥	1.67×10^{-2}	0.42	是

备注：①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。

11.3 剂量估算

11.3.1 剂量估算公式

X-γ射线产生的外照射均年有效剂量按下列公式计算：

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

其中： 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，μSv/h；

t ：X 或γ射线照射时间，h。

11.3.2 放射工作人员剂量估算

(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

本项目 DSA 对控制室放射工作人员有效剂量估算见表 11-4。根据表 11-4 可知，控制室放射工作人员受到 DSA 的年附加有效剂量约 0.028mSv，满足本项目放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。

表 11-4 控制室放射工作人员有效剂量估算一览表

机房名称	控制室周围剂量当量率 (μSv/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 机房	6.51×10^{-2}	1.63	154.2	10.9	0.010	0.018	0.028

②DSA 机房内放射工作人员

DSA有采集和透视两种工作模式。

续表 11 环境影响分析

透视工作模式下，医护人员均穿戴个人防护用品（铅当量0.5mm），以公式11-2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，不区分手术人员位置，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，考虑医护人员在机房移动铅屏风后操作，医护人员均穿戴个人防护用品（0.5 mmPb），并在移动铅屏风（2 mmPb）后操作，以公式 11-2 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（2m），核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。

DSA 机房内工作人员年剂量估算结果见表 11-5 所示。

表 11-5 DSA 机房内工作人员年剂量估算结果

运行管电压	透射因子		铅衣内周围剂量当量率 (μSv/h)	铅衣外周围剂量当量率 (μSv/h)	年出束时间 (h)	铅衣内年剂量估算 (mSv/a)		铅衣外年剂量估算 (mSv/a)	
	90 kV	采集	3.68×10 ⁻⁵	27.6	128.7	10.9	0.30	1.85	1.40
透视		2.52×10 ⁻²	10.1	400	154.2	1.55	61.68		

备注：采集时医生均有可能在 DSA 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，计算结果见表11-6所示。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{公式11-5})$$

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H_p（10），单位为mSv，本项目用估算值代替测量值；

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H_p（10），单位为mSv，本项目用估算值代替测量值。

续表 11 环境影响分析

表 11-6 手术医护人员受到的年有效剂量估算结果

α	Hu (mSv)	β	Ho (mSv)	E (mSv)
0.79	1.85	0.051	63.08	4.68

备注：本项目工作人员手术时佩戴铅橡胶颈套对甲状腺进行屏蔽，故 α 取0.79， β 取0.051。

根据上表可知，正常工作模式下，按最不利情况假设所有介入手术均由一组手术医护人员完成，医护人员受到的辐射剂量能满足本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。为了更有效的保证医护人员，本项目拟配备2组介入手术，合理安排手术量的情况下，医护人员受到的辐射剂量能满足本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

根据建设单位提供资料可知，医院在实际工作中，不同类别的介入手术通常由不同组别的医护人员完成，因此，各组医护人员受到的年有效剂量会更小，能满足本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

此外，上述透视工作条件下的估算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的基础上计算的，短时的采集次数根据手术计划确定。实际手术过程中，手术医护人员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、手术医护人员的手术熟练度及习惯等相关。因此，介入手术医护人员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：

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；采集曝光时医护人员位于移动铅屏风后或机房外；

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

续表 11 环境影响分析

效使用个人防护用品和辅助防护设施。若单期的调查水平超过 5mSv/ （年监测周期数），应开展进一步调查，查明原因，提出解决方案，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。

(2) 公众成员剂量估算

项目 DSA 机房周围公众成员剂量估算结果见表 11-7。根据估算，DSA 机房周围公众成员受到的年有效剂量最大约为 $1.39 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，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。

表 11-7 公众成员及环境保护目标周围剂量当量率预测结果

序号	环境保护目标名称	方位	最近水平距离	预测结果 $\mu\text{Sv/h}$		年有效照射时间 h			年有效剂量 mSv/a
				透视	采集	居留因子	有效透视时间	有效采集时间	
1	控制室（包括铅衣置放区、洗手区）	东	紧邻	6.51×10^{-2}	1.63	1	154.2	10.9	2.78×10^{-2}
	谈话间（兼做复苏室）		紧邻	6.51×10^{-2}	1.63	1/2	77.1	5.45	1.39×10^{-2}
	等候区、辅料间、卫生间、沐浴室、更衣间、换鞋区、预留用房、楼梯间等		约 3m	2.04×10^{-2}	0.51	1/2	77.1	5.45	4.35×10^{-3}
	绿化带		约 15m	2.68×10^{-3}	6.71×10^{-2}	1/20	7.71	0.55	$< 1 \times 10^{-3}$
	旗山路	约 45m	$< 1 \times 10^{-3}$	9.97×10^{-3}	1/5	30.8 4	2.18	$< 1 \times 10^{-3}$	
	液氧站	东北侧	约 38m	$< 1 \times 10^{-3}$	9.97×10^{-3}	1/5	30.8 4	2.18	$< 1 \times 10^{-3}$
	发热诊室配套用房在建 2#楼		约 39m	$< 1 \times 10^{-3}$	9.97×10^{-3}	1/5	30.8 4	2.18	$< 1 \times 10^{-3}$
2	绿化带	南	紧邻	5.00×10^{-2}	1.25	1/20	7.71	0.55	1.07×10^{-3}
	龙山路		约 19m	1.74×10^{-3}	4.35×10^{-2}	1/5	30.84	2.18	$< 1 \times 10^{-3}$
3	污物处置间、无菌间等	西	紧邻	6.51×10^{-2}	1.63	1/5	30.84	2.18	5.56×10^{-3}
	卫生间、设备间、配电间、楼梯间等		约 2m	2.81×10^{-2}	0.70	1/2	77.1	5.45	5.98×10^{-3}
	停车库入口		约 3m	4.98×10^{-3}	0.12	1	154.2	10.9	2.08×10^{-3}
	保安亭		约 10m	4.98×10^{-3}	0.12	1	154.2	10.9	2.08×10^{-3}
4	院内通道	北	紧邻	5.00×10^{-2}	1.25	1/5	30.84	2.18	4.27×10^{-3}
	门诊楼		约 15m	2.68×10^{-3}	6.71×10^{-2}	1	154.2	10.9	1.14×10^{-3}
5	分析室、更衣室等	楼上	/	1.06×10^{-2}	0.27	1	154.2	10.9	4.58×10^{-3}

续表 11 环境影响分析

6	车库行车道	楼下	/	1.67×10^{-2}	0.42	1/5	30.84	2.18	1.43×10^{-3}
---	-------	----	---	-----------------------	------	-----	-------	------	-----------------------

备注：①居留因子参照 NCRP147 号报告 P31 表 4.1 取值：同一方位选取居留因子最大值进行保守估算。
②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、最大的居留因子进行计算，故更远的环境保护目标年有效剂量将更小。

(3) 剂量估算结论

综上所述，根据医院提供的计划手术量，合理分配手术量、放射工作人员正确、有效使用防护用品和辅助防护设施的前提下，从事介入手术的放射工作人员所受到的年有效剂量低于放射工作人员剂量管理目标（5mSv/a），公众成员受到年有效剂量也满足管理目标值 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 环境保护目标受影响情况分析

本项目 DSA 机房的屏蔽防护能力满足《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，辐射水平与距离的平方成反比，即距离辐射源越远，受到的影响越小。根据表 11-7 可知，DSA 机房外 50m 范围内环境保护目标位置透视条件下周围剂量当量率远低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，DSA 机房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较小，对环境的影响可以接受。

11.5“三废”环境影响分析其他影响

11.5.1 废气影响

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 DSA 机房的影响，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，DSA 机房内设置 1 个排风口，废气经机械排风系统引至 1#楼楼顶排放。废气排放口距离周围建筑较远，废气影响较小，故本项目废气对环境影响可接受。

11.5.2 废水影响

本项目医疗废水进入医院现有污水处理站处理达标后排入市政管网。根据《重庆市妇幼保健院迁建项目环境影响报告书》可知，医院现有污水经新建污水处理站（处理能力 $700 \text{m}^3/\text{d}$ ）处理达《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后排入市政污水管网，经唐家沱污水处理厂处理达标后排入长江。本项目位于医院现有污

续表 11 环境影响分析

水处理站废水容纳范围内，且项目产生的废水量很小，因此本项目依托医院现有污水处理站可行。项目产生的废水能得到合理处置，不会对周围环境产生不利影响。

11.5.3 固废影响

本项目工作人员在医院总劳动定员中调配培养，不新增生活垃圾产生量，生活垃圾收集后交环卫部门统一收运处理。

本项目手术过程中产生的医疗废物在污物间打包整理后依托医院的医疗废物收集系统收集，暂存于医院现有医疗废物暂存间，最终交由有资质单位处理。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，相应类别的收集桶旁墙上贴有中文标签，医废暂存间大门贴有警示标识；医废暂存间为封闭空间，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；面积足够暂存医院 2 天内产生的医疗废物；设置紫外线消毒装置消毒，设置换气扇进行通风换气。因此，本项目产生医疗废物及时运送至医废暂存间，此种处理措施依托可行。

项目配置多套含铅防护用品，在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用后按有关规定由医院妥善保存，并做好相应记录，交由有资质单位处理。

DSA 报废后高压球管去功能化后交由物资回收单位处置，报废的阴极射线管（900-044-49）作为危险废物交有资质的单位处置。

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。

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。项目营运将为病人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；随着医院医疗技术与服务水平的提高，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。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的辐射影响在可接受范围内。

项目对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其对环境的辐射影响及可

续表 11 环境影响分析

能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

11.7 产业政策符合性

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

综上，本项目 DSA 的使用符合国家的产业政策。

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，机房四周墙体、顶棚、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。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 DSA 机房外人员误照射：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 150kV、电流 110mA，采集时电压 150kV、电流 500mA，造成机房外人员的误照射。

② DSA 机房内人员误照射：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 DSA 机房内人员的误照射。

(2) 后果分析

① DSA 机房外人员误照射

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 150kV，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 150kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。DSA 在最大运行

续表 11 环境影响分析

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 DSA 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 机房外	最大运行参数条件下运行，人员位于机房外(东侧控制室)	54.90 μ Sv/h (透视)	约 21min	1.92 $\times 10^{-2}$	2.76 $\times 10^{-2}$	2.76 $\times 10^{-2}$
		250.00 μ Sv/h (采集)	约 2min	8.33 $\times 10^{-3}$		

备注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1。

根据核算可知，在极端风险条件下，项目 DSA 机房外人员误照射受到的单台手术有效剂量最大约 2.76 $\times 10^{-2}$ mSv。

② DSA 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非手术人员滞留机房内发生误照射辐射事故，按照最不利情况即 DSA 最大运行参数（透视工况为 150kV/110mA，采集工况为 150kV/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。因手术床旁和控制室均拟设置急停按钮，发现人员误入或滞留机房内时能及时按下急停按钮停止出束，因此受照时间可按照发现人员误入或滞留并按下急停按钮时间约 2min 考虑，另外从最不利情况考虑单台手术的最大采集和透视时间（分别约 2min 和 21min）进行估算，其剂量估算情况见表 11-9。

表 11-9 DSA 机房内误照射人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 (μ Sv/h)	有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
DSA	采集模式：1m 处发射率 13.4mGy·m ² /mA min	10s (单台手术单次采集时间)	7.57 $\times 10^6$	21.45	21.45
		2min(单台手术最大采集时间)	7.57 $\times 10^6$	252.41	252.41
	透视模式：1m 处发射率 13.4mGy·m ² /mA min	2min(发现后使用急停按钮)	1.67 $\times 10^6$	55.53	55.53
		21min (单台手术最大透视时间)	1.67 $\times 10^6$	583.07	583.07

备注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1，核算过程详见支撑性文件。

根据后果分析可知，DSA 机房内人员误照射情况下，人员滞留机房内且未穿戴防护用品时，最大辐射剂量为 583.07mGy。

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

续表 11 环境影响分析

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（确定性效应）。

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剂量阈值。辐射致癌效应和遗传效应属于随机性效应。受照射个体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。

确定性效应定义为以存在阈值剂量并且反应严重程度随剂量增加而加重为特征的细胞群体的损伤，也被称为“组织反应”。确定性效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 11-10。

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	/		不明显和不易察觉的病变
0.25~0.5			可恢复的机能变化，可能有血液学的变化
0.5~1			机能变化，血液变化，但不伴有临床症状
1~2	骨髓型 急性 放射病	轻度	乏力，不适，食欲减退
2~3.5		中度	头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降
3.5~5.5		重度	多次呕吐，可有腹泻，白细胞明显下降
5.5~10		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，昏睡，定向和判断力减退

续表 11 环境影响分析

备注：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，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可恢复的机能变化，以及血液学的变化等情况，事故不会导致严重辐射损伤，但可能会增加随机性效应的概率。项目辐射所致随机性效应是辐射防护关注的重点，应采取有效防范措施尽量降低人员的受照剂量，以减少随机性效应的发生概率。

（4）辐射风险事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射事故从重到轻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，见表 11-11。

表 11-11 辐射事故分级一览表

事故分级	辐射风险事故后果
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

综上估算，项目 DSA 机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。

（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介入手术在设备操作前，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 DSA 机房时应清点人数并通过观察窗，查看有无无关人员停留，确认没有无关人员停留在 DSA 机房后才开始操作。此外，在设备上和控制室均拟设置紧急停机按钮，以控制和降低事故的辐射影响。因此，应设置急停按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

续表 11 环境影响分析

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。在控制室采集时，应确认机房内无工作人员，防护门已关闭方才开始曝光。

④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 DSA 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培植放射工作人员的安全文化素养，增强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。

医院应按要求做好辐射防护与安全措施定期检查，使设施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 38 万，占总投资的 5.4%，具体情况见表 11-11。

表 11-11 项目环保投资一览表

序号	辐射安全与防护设施名称	投资（万元）
1	防护铅门、铅窗等	20
2	个人防护用品	8
3	管理制度上墙，各处标识标牌、警示标志等	1
4	个人剂量检测、职业健康体检等	2
5	监测、环评、验收、办证等	7
合计		38

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，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，组织结构见表 12-1。

表 12-1 辐射安全与环境保护管理机构及职责

组织结构	职务	职责
组长	副院长	全面主持与决策院内放射防护与辐射安全工作
组员	医务科、放射科、总务科、设备科等工作科室的负责人。	①遵守放射防护与辐射安全管理制度、放射工作人员管理制度、放射工作场所和放射诊疗设备管理制度的相关要求； ②定期组织对放射诊疗工作场所、设备进行放射防护及性能检测； ③组织本机构放射工作人员接受专业技术、放射防护和辐射安全与防护等培训和职业健康检查； ④记录本机构发生的放射事件并及时报告相关行政部门。

医院设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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《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），有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（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识，并参加考核，取得辐射安全培训合格证书，持证上岗。已持证人员在辐射安全培训合格证有效期到期前，需进行再次考核。

医院目前已配置的放射工作人员均为操作III类射线装置的放射工作人员，所有放射工作人员均按照规定参加了医院自行组织的辐射安全防护培训并通过了考核。

本项目拟从医院现有人员中调配培养 10 名工作人员开展介入手术工作，其中医生 6 人，技师 2 人，护士 2 人，以上人员全部由医院内部调配并纳入放射工作人员管理。项目人员配置满足开展介入诊疗工作需要。医院在开展介入诊疗工作过程中，根据项目开

续表 12 辐射安全管理

展情况适时配置符合要求的辐射工作人员，并承诺按照规定接受辐射安全培训考核，做到考核合格，持证上岗。

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：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。

目前，医院已制定《重庆市妇幼保健院关于调整放射防护工作领导小组成员的通知》、《放射防护安全管理人员岗位职责》、《放射防护管理制度》、《放射工作场所安全防护制度》、《放射工作人员辐射安全与防护管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《放射工作人员职业健康档案管理制度》、《放射工作人员职业健康监护制度》、《放射卫生档案管理制度》、《辐射事故应急处理预案》等。医院现有制度基本健全，具有一定的可操作性，医院在此之前一直按照各项管理制度执行，到目前为止未曾发生过放射事故。另外，医院还应针对本项目制定医院**还应完善**制定《DSA 检修维护制度》，《DSA 操作规程》，《DSA 人员培训计划》，《DSA 监测方案》等，进一步补充、完善环境影响评价提出的管理制度后，医院能满足辐射环境管理要求。

12.2.2 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。

医院在《辐射工作安全防护管理制度》中明确规定了提交年度评估报告要求，对医院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，并按时向发证机关提交上一年度的评估报告。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。

重庆市妇幼保健院按照上述要求每年均提交了上一年度的年度评估报告，年度评估报告包括单位基本信息、射线装置台账、现有防护用品情况、辐射安全和防护设施的运

续表 12 辐射安全管理

行与维护及辐射安全和防护制度及措施的建立和落实等方面的内容。后续应补充年度评估制度，继续于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关提交年度评估报告。拟建项目建成后，拟其纳入年度评估管理中。

12.2.3 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。个人剂量档案应当终身保存。

医院建立了放射工作人员个人档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。档案信息和保存记录等按照《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。本项目的辐射安全与防护管理档案资料也应按照规定纳入现有档案管理中。

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。

医院已建立安全管理体系，组织了核安全文化培训，制定了符合自身发展规划的核安全文化；设立了有关的部门管理，明确单位各层次人员的职责，让核安全文化建设和发挥的作用更加有效。在日常工作中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，通过专项的管理让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并向患者、公众宣传，提高核安全意识，确保项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

续表 12 辐射安全管理

- 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》，医院从事本项目辐射活动能力评价见表 12-2。

据表 12-2 可知，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。本项目运行前，医院应针对本项目射线装置和人员配备情况，补充本项目设备安全操作规程及相关管理制度，认真落实上述要求，进一步补充、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，方具备从事本项目辐射活动的能力。本项目正式运行后还需要在验收合格后重新办理辐射安全许可证。

表 12-2 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	医院现状/拟落实
使用 II 类射线装置的工作单位，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或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	成立了辐射安全与环境保护管理领导小组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。	医院现有从事辐射工作的人员均已取得辐射安全培训合格证书，持证上岗。本项目正式运行后，相关工作人员必须按要求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。
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。	拟购买自带急停按钮的 DSA，同时本项目各防护门拟设置门灯联锁装置，防护门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。	医院已建立辐射工作安全防护管理制度、辐射安全和防护监测制度、放射性设备维修、保养制度等制度。医院还应完善《DSA 检修维护制度》、《DSA 操作规程》、《DSA 人员培训计划》、《DSA 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。	本项目拟按要求为每名放射工作人员以及病患配备满足相关要求和数量的防护用品和监测仪器，配备数量的辐射防护用品（见表 10-3）。
有完善的辐射事故应急措施。	医院已制定辐射事故应急措施；本项目正式运行后，医院还应针对本项目完善辐射事故

续表 12 辐射安全管理

	应急措施。
12.5 辐射监测	
<p>根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》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。</p>	
<p>根据调查，医院已制定《辐射安全和防护监测制度》，包括放射诊疗设备监测、工作场所监测及个人剂量监测等，满足相关要求。设备科负责管理医院放射诊疗工作场所及设备、个人照剂量计，每年均委托有资质单位对现有射线装置屏蔽体外辐射环境进行监测，定期对放射工作人员的个人剂量监测，并做好监测记录，并存档备查。辐射监测内容包括：</p>	
<p>(1) 个人剂量监测</p>	
<p>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。</p>	
<p>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。</p>	
<p>(2) 工作场所环境监测</p>	
<p>医院已制定《辐射安全和防护监测制度》，要求对辐射工作场所进行监测。辐射工作场所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。</p>	
<p>监测频度：项目竣工后及涉及设备发射剂量率或防护设施维修后进行验收监测；日常监测每年监测一次；</p>	
<p>监测项目：周围剂量当量率；</p>	
<p>监测点位：DSA 机房四周屏蔽体外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100 cm、机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处等关注点位，重点关注通风管道及其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置。</p>	
12.6 辐射事故应急	
<p>根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关要求，医院应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。</p>	

续表 12 辐射安全管理

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

医院制定了《重庆市妇幼保健院放射事故应急方案》，设置有应急处理领导小组，领导小组及职责见表 12-3。

表 12-3 放射事故应急处理领导小组

组织结构	职务	职责
组长	副院长	全面负责放射事故应急统一协调工作；组织制定医院放射事故应急处理预案；定期组织放射工作人员学习放射事故应急知识并进行演习；发生放射事件时组织应急救援，并向相关部门汇报。
组员	医务科、放射科、总务科、设备科等工作科室的负责人。	

《重庆市妇幼保健院放射事故应急方案》具体内容包括应急组织及职责、定期自查和监测、应急处置、保障措施、应急报告相关电话等内容。医院没有发生过辐射事故，因此没有启动过放射事故应急方案。医院应根据本项目 DSA 完善放射事故应急方案，组织辐射工作人员及放射事故应急有关人员的应急方案培训，按方案要求定期进行辐射事故应急演习，提高相关人员的辐射应急处置能力，减少辐射事故扩大影响的几率；根据演习经验教训完善事故应急方案与应急处置措施，并做好演习记录和资料归档。

(1) 事故报告程序

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即停机，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》，向市、区生态环境部门报告。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。联系电话如下：

医院办公室：023-6*****4(24 小时值班)

重庆市生态环境局值班电话：023-8*****9

重庆市卫生健康委员会电话：023-6*****7

重庆市渝北区卫健委：023-6*****2

续表 12 辐射安全管理

重庆市渝北区生态环境局电话：023-8*****7

(2) 辐射事故应急处置措施

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，立即撤出受照射人员，划分控制区域，组织人员疏散，维持安全与秩序。

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。

③报告：当事人立即报告科室负责人，科室负责人核实情况后立即报告医院办公室，办公室核实后及时向放射事件应急处理领导小组汇报，经领导小组同意立即启动医院放射事故应急方案，并于 2 小时内向市、区生态环境部门报告。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。禁止任何部门、科室和个人缓报、瞒报、谎报或者漏报。

④受照射人员辐射剂量估算：相关科室协助专业人员对受辐射人员进行受照射剂量估算、身体检查和医学观察。

⑤派专人配合相关部门对事故进行调查，查明事故原因。

⑥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。

12.8 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施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。医院应按规定组织自主验收，编制验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-4。

表 12-4 本项目环保设施竣工验收要求一览表

序号	验收内容	本项目验收要求	备注
1	建设内容	新增 1 台 DSA（II 类射线装置），建设内容不发生重大变动	机房及辅助用房
2	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全	/
3	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 及 医院管理要求
4	人员要求	根据项目开展配置符合要求的放射工作人员，并按照要求组织放射工作人员参加培训，考核合格后上岗。	原环境保护部令 第 18 号等
5	剂量率控制	DSA 机房四周屏蔽体外 30cm 处、楼上距地面 100cm 处、	GBZ130-2020

续表 12 辐射安全管理

		机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处、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 μ Sv/h。	
6	防护用品或防护设施	每名介入医生和护士在铅围裙内左胸前和铅围裙外锁骨对应的领口位置各配置 1 枚个人剂量计，每名技师左胸前配备 1 枚个人剂量计。 按表 10-3 执行，具体为：辅助防护设施 1 套，工作人员个人防护用品 4 套；患者个人防护用品 1 套。防护用品和辅助防护设施的厚度满足标准要求。	
7	辐射环境管理	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、年度评估等管理制度和辐射事故应急预案。	
8	辐射安全防护措施	<p>①各防护门设置门灯联锁系统，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。</p> <p>②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，在控制区和监督区设置相应分区标志，同时在等候区设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>③制度上墙（操作规程、人员岗位职责、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；推拉式机房门设有防夹装置，制定有推拉式防护门曝光时关闭机房门的管理制度。</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>	

表 13 结论及建议

13.1 项目概况

重庆市妇幼保健院拟在重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼 1F 建设“重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）”，建设内容主要为在预留 DSA 机房内安装并使用 1 台数字减影血管造影 X 射线系统（以下简称“DSA”，II 类射线装置，单管头，最大管电压、管电流分别为 150kV 和 1000mA）开展介入手术工作。项目总建筑面积约 210m²，总投资约 700 万元，环保投资约 38 万元。

13.2 实践正当性

“重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）”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）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

“重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建设项目（DSA 部分）”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》（2024 年本），本项目属于鼓励类中“高性能医学影像设备”。因此，本项目符合相关产业政策。

13.4 辐射环境现状

为了解本项目拟建地的辐射环境质量现状，重庆惠能标普科技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 78nGy/h ~ 117nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值），根据《2022 年重庆市辐射环境质量报告书》，重庆市 γ 辐射累积剂量各点位测量均值范围为 78.0~119nGy/h，全市各点位年均值为 94.5nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值）。本项目场所及邻近环境的环境 γ 辐射剂量率在重庆市环境 γ 辐射剂量率本底水平的正常涨落范围内。

13.5 选址可行性及布局合理性

本项目拟建 DSA 机房选址于重庆市渝北区龙山街道龙山路 120 号重庆市妇幼保健院发热诊室配套用房 1#楼 1F，本项目 DSA 机房楼下为车库行车道，楼上为分析室、更衣室等，DSA 机房周围布置 DSA 手术辅助配套用房，周围公众成员活动较少，有利于场所辐射防护安全。本项目 DSA 机房考虑了较保守的防护方案，对周围环境不会带来不利影

续表 13 结论及建议

响。本项目所在地的环境 γ 辐射剂量率在重庆市环境地表 γ 空气吸收剂量率正常涨落范围内，不会制约本项目的建设。因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

本项目拟设置 DSA 机房及其控制室、设备间、污物处置间、无菌间、更衣间等辅助用房，功能用房设置齐全，满足介入手术需求。本项目医护人员、病人和医疗废物通道均有各自独立的出入口，路径相对独立。本项目 DSA 机房和控制室之间设置铅玻璃观察窗，设置的位置便于观察到病人状态及防护门开闭情况。本项目通风管道穿墙位置和线缆孔均避开有用线束照射方向，且均拟采取相应的屏蔽补偿措施。从辐射环境保护角度分析，项目平面布局合理。

13.6 辐射防护与安全措施

(1) 辐射工作场所分区管理

重庆市妇幼保健院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所划分为控制区和监督区，实行辐射安全分区管理，并采取相应的防护安全措施。医院拟将 DSA 机房内部设置为控制区、将与 DSA 机房紧邻区域设置为监督区，拟对各防护门设置工作状态指示灯及辐射警示标志等设施，限制无关人员随意进入，以便控制正常照射和防止（或限制）潜在照射；拟对监督区定期开展辐射环境监测和评价。

本项目控制区范围包括 DSA 机房，监督区范围包括控制室（包括铅衣置放区、洗手区）、谈话间（兼复苏间）、无菌间、设备间、污物处置间及楼上机房对应区域、楼下机房对应区域（行车道）和南侧、北侧室外相邻区域。

(2) 机房屏蔽防护

本项目拟建 DSA 机房有效使用面积为 48.2m²，最小单边长度为 6.43m，均能满足《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。

本项目拟建 DSA 机房 DSA 机房四周墙体屏蔽防护均设计为轻钢龙骨+250mm 加气混凝土砌块+55mm 硫酸钡水泥、顶棚屏蔽防护设计为 120mm 混凝土+35mm 硫酸钡水泥、地板屏蔽防护设计为 120mm 混凝土+35mm 硫酸钡水泥，5 个防护门和 1 个观察窗防护厚度均为 3 mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，亦满足辐射防护安全要求。

续表 13 结论及建议

(3) 安全联锁装置及其他措施

本项目 DSA 机房各防护门拟设置门灯联锁系统，防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域，各防护门外拟设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时拟在等候区设置放射防护注意事项告知栏。

应急开关及对讲装置：DSA 设备上自带急停开关，控制台上拟设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。DSA 机房与控制室拟设置对讲设备，便于手术医务人员和控制室人员之间进行交流。

本项目拟使用具有多种固有安全防护措施并符合相关标准要求的 DSA，DSA 拟配置 1 套铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等辅助防护设施；拟按标准要求配备介入手术工作人员和患者个人防护用品；通风拟采用机械排风以保持机房内良好通风。

经分析，本项目拟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）的要求。

13.7 环境影响分析结论

(1) 机房屏蔽能力：根据核算，在透视情况下，本项目 DSA 机房各屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；在采集情况下，本项目 DSA 机房各屏蔽体门外的周围剂量当量率均不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽要求。

(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 DSA 机房外 50m 范围内环境保护目标位置周围剂量当量率远低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，DSA 机房外公众成员受到的年有效剂量低于 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。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响较小，本项目对周围各环境保护目标的环境影响可以

续表 13 结论及建议

接受。

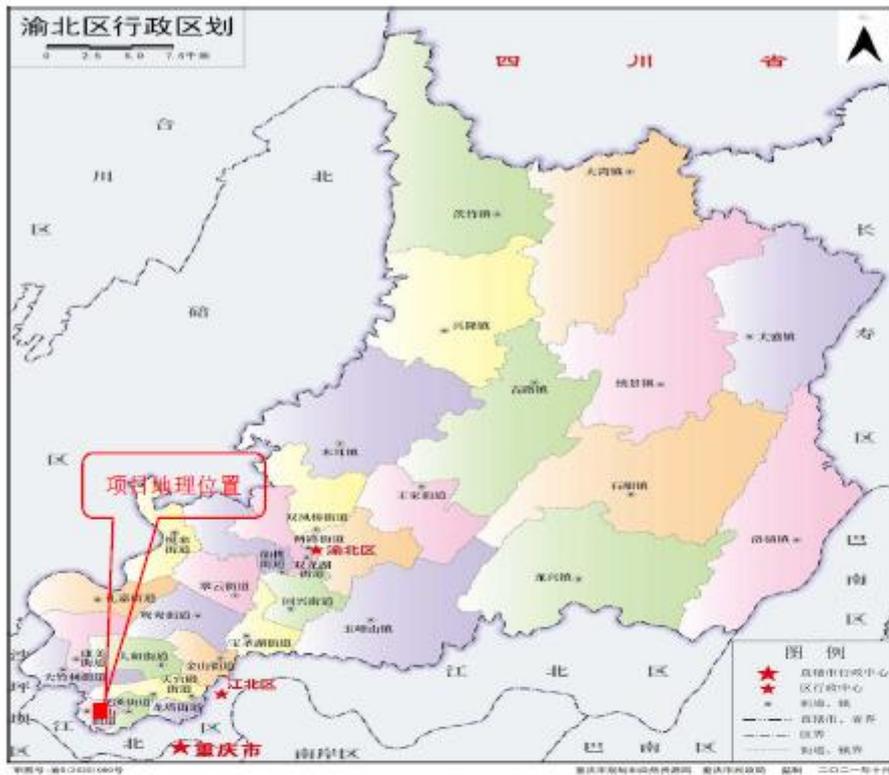
(4) “三废”影响：项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，DSA 机房内废气经机械排风系统引至发热诊室配套用房 1#楼楼顶排放，排放后废气经大气扩散和分解后，对周围环境影响小。项目放射工作人员等产生的废水依托医院现有污水处理站处理；手术过程中产生废物在污物间打包暂存，每日及时将废物运至医院医废暂存间暂存后与医院其他医疗废物一起交有资质单位处理；生活垃圾交环卫部门处理；铅防护用品在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用后按有关规定由医院妥善保存，做好记录，交由有资质单位处理。DSA 报废后高压球管去功能化后交由物资回收单位处置，报废的阴极射线管作为危险废物交有资质的单位处置。本项目各类污染物均能得到有效处理。

(5) 事故风险：根据核算，本项目 DSA 机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。通过落实撤离 DSA 机房时应清点人数、在设备上及控制台设置紧急停机按钮、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。

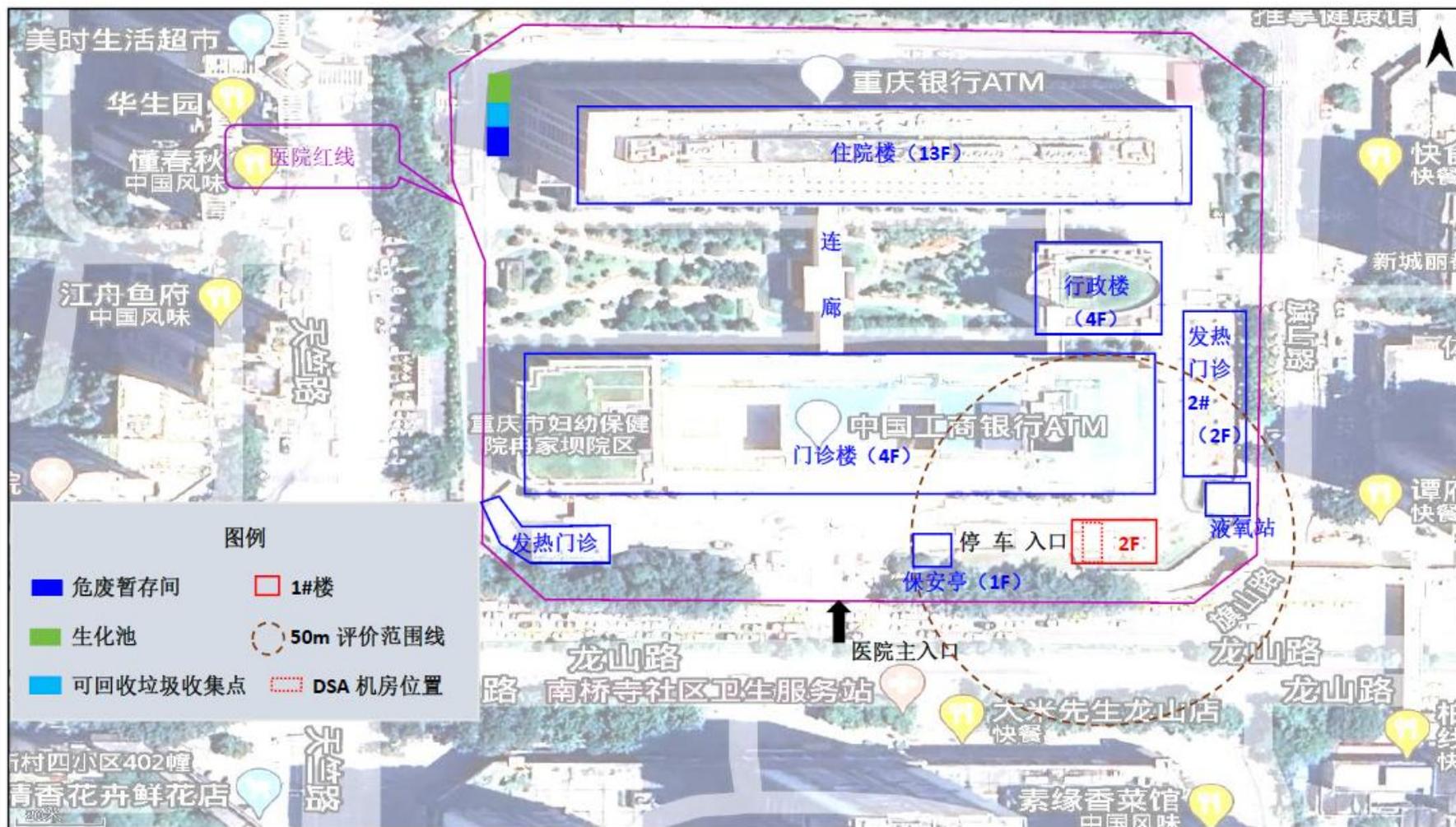
13.8 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，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放射事故应急方案，
有满足从事辐射活动的的能力。医院拟根据要求配置介入手术相应的放射工作医技人员，
能满足开展项目放射介入工作需求；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。

综上所述，重庆市妇幼保健院拟建的“重庆市妇幼保健院新建发热诊室配套用房建
设项目（DSA 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。在严格落实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。



附图1 本项目地理位置示意图



附图 2 本项目周围环境概况示意图

