

核技术利用建设项目
重庆西南铝医院 DSA 项目
环境影响报告表

建设单位：重庆西南铝医院

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：2022 年 3 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
重庆西南铝医院 DSA 项目
环境影响报告表



建设单位名称：重庆西南铝医院

建设单位法人代表（签名或盖章）

通讯地址：重庆市九龙坡区西彭镇西华路 15 号

邮政编码：400000

联系人：邢水清

电子邮箱：515379081@qq.com

联系电话：15*****01

关于重庆西南铝医院 DSA 项目的公示说明

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆宏伟环保工程有限公司编制的《重庆西南铝医院 DSA 项目环境影响报告表》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。



打印编号: 1648447717000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	8ps365		
建设项目名称	重庆西南铝医院DSA项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	重庆西南铝医院		
统一社会信用代码	125000007562427558		
法定代表人 (签章)	陈可生		
主要负责人 (签字)	陈可生		
直接负责的主管人员 (签字)	王春		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	重庆宏伟环保工程有限公司		
统一社会信用代码	915001126912004062		
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
任洪文	2016035550350000003511550220	BH001038	任洪文
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
白雪梅	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物 (重点是放射性废弃物)、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论和建议	BH002264	白雪梅

项目基本情况

表 1

建设项目名称		重庆西南铝医院 DSA 项目			
建设单位		重庆西南铝医院			
法人代表	陈可生	联系人	邢水清	联系电话	15*****01
注册地址		重庆市九龙坡区西彭镇西华路 15 号			
项目建设地点		重庆市九龙坡区西彭镇西华路 15 号重庆西南铝医院医技楼 1F			
立项审批部门		重庆市九龙坡区发展和改革委员会	批准文号/ 批准代码	2202-500107-04-05-282724	
建设项目总投资 (万元)	548.45	项目环保投资 (万元)	12	投资比例(环保 投资/总投资)	2.2%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/
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			
	<p>1.1 医院概况</p> <p>重庆西南铝医院（以下简称“医院”），原为西南铝业（集团）有限责任公司职工医院。医院始建于1969年，是集医疗、教学、科研、预防保健、康复和急救一体的重庆市二级甲等综合医院。</p> <p>医院现有在职职工 484 人，其中卫生技术人员 412 人，高级职称 55 人，中级职称 142 人，硕士研究生 4 人，本科学历 188 人，大专学历 226 人。医院占地面积 28647.35m²，建筑面积为 26529.31m²。床位 510 张，现设有 13 个职能科室、15 个临床科室、3 个医技科室、其他业务科室 2 个。</p>				

1.2 项目由来

重庆西南铝医院已建成多年，为满足医院自身发展的需要和病人需求，2021年12月实施“重庆西南铝医院危房改造项目”，建设内容包括对现有危房进行拆除，拆除后在该地块内建设中心供应楼（-2F/1F）及医技楼（4F，其中1F为DSA机房及配套用房等），配套建设相关给排水、消防、空调暖通等，不设置住院床位；该部分已进行了登记表备案，备案号为202150010700000023，辐射部分另行评价；本次仅对DSA机房（1台医用血管造影X射线机，II类射线装置）部分进行评价。

“重庆西南铝医院DSA项目”位于九龙坡区西彭镇西华路15号重庆西南铝医院医技楼1F，建设内容主要为在DSA机房内安装使用1台医用血管造影X射线机（以下简称“DSA”，额定电压为125kV，额定电流为1000mA，单管头设备），开展血管造影介入手术工作。

根据关于发布《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），医用血管造影X射线机属于II类射线装置。

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，本项目应进行环境影响评价，医院委托重庆宏伟环保工程有限公司开展该项目的环境影响评价工作。根据《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）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。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础上，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《重庆西南铝医院DSA项目环境影响报告表》。

1.3 项目概况

（1）项目名称：重庆西南铝医院DSA项目

（2）建设地点：重庆市九龙坡区西彭镇西华路15号重庆西南铝医院医技楼1F

（3）建设性质：新建

(4) 建设单位：重庆西南铝医院

(5) 项目投资：总投资约 548.45 万元，环保投资约 12 万元。

(6) 建设内容：拟在医院医技楼 1F 预留 DSA 机房内安装并使用 1 台 DSA (II类射线装置，额定电压为 125kV，额定电流为 1000mA，单管头) 开展血管造影介入手术工作，项目用房总建筑面积约 310m²。项目工期约 6 个月。

根据项目特点，本项目主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程 4 部分组成，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	依托关系
主体工程	1F DSA 机房	DSA 机房最小内空长宽尺寸 9.6m×6.6m，层高 3.9m (吊顶后顶部到地面的净空高度为约 2.8m)，有效使用面积约 63.4m ² 。	依托主体结构安装设备
	设备	配置 1 台医用血管造影 X 射线机 (DSA, II类射线装置)，单管头，额定电压 125kV，额定电流 1000mA。	新购设备
辅助工程	辅助用房	设置控制室、铅衣存放间、卫生间 (含沐浴更衣)、设备间、更衣室等辅助用房。	依托
公用工程	给水	由城市供水管网提供，依托院内供水管网。	依托
	排水	雨污分流，雨水排入市政雨水管网，医疗废水经医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网。	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，机房内西北侧设置新风口、西南侧设置排风口；废气由排风管从 DSA 机房穿越西南侧外墙壁后，引至医技楼楼顶排放。	新建
环保工程	废气处理	本项目 DSA 机房的排风管从 DSA 机房穿越西南侧外墙壁后，引至医技楼楼顶排放。	新建
	废水处理	放射工作人员产生的生活污水依托院内现有污水管网收集至医院南侧现有污水处理站 (污水处理站处理能力为 200m ³ /d，现有富余量约 80m ³ /d)，处理达 GB18466-2005 预处理排放标准后接入市政污水管网。	依托
	固废处理	介入手术过程中产生的医疗废物在污物间打包收集，暂存于医院南侧医疗废物暂存间 (约 10m ²)，交重庆同兴医疗废物处理有限公司处置。 放射工作人员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交由出售方回收处置。	依托
	辐射防护	采用页岩砖、混凝土、硫酸钡、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 (如对讲装置、门灯连锁、电离辐射警示标志、工作状态指示灯等)	在重庆西南铝医院危房改造项目中已委托专业单位进行

			屏蔽防护方案设计，本项目仅安装门灯联锁、辐射警示标志等
--	--	--	-----------------------------

(2) 机房设计情况

本项目的 DSA 手术室及其辅助用房均位于医技楼 1F，医院已委托相关资质单位进行用房建设、布局、屏蔽防护设计和建设。

项目机房屏蔽防护方案具体情况见表 1-2。

表 1-2 项目 DSA 机房屏蔽情况表

机房名称	方位	DSA 机房辐射防护设计情况
DSA 机房	四周墙体	240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡
		240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡
		240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡
		240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡
	顶棚	120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡
	地板	120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡
	铅门	3mmPb 铅门
	铅窗	3mmPb 铅窗

备注：混凝土密度 2.35g/cm³，铅 11.3g/cm³，砖 1.65g/cm³，硫酸钡 3.5g/cm³。内空尺寸扣除装饰面及防护材料厚度。

(3) 相关设备配置

本项目拟配置的主要设备情况见表 1-3 所示。

表 1-3 项目主要设备一览表

序号	名称	数量	厂家、型号	管电压 管电流	用途	位置	备注
1	医用血管造影 X 射线机 (DSA)	1 台	西门子 Artis zeeIII floor PURE	125kV 1000mA	介入 手术	医技楼 1F DSA 机房	拟购
2	电源柜	1 套	DSA 配电			设备间	DSA 配套 设备
3	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置			设备间	
4	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输			设备间	
5	控制系统	1 套	DSA 设备操作			控制室	
6	中心供氧装置	1 套	病人供氧			DSA 机房内	手术 配套 设备
7	除颤仪	1 台	手术配套用			DSA 机房内	
8	高压注射器	1 台	手术配套用			DSA 机房内	
9	吸痰器	1 台	手术配套用			DSA 机房内	

10	电生理仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
11	中心负压吸引	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
12	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜套	4 套	工作人员防护	工作人员穿戴	新购
13	介入防护手套	若干			新购
14	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏	1 套	工作人员防护	DSA 机房内	设备配置
15	移动铅防护屏风	1 套	工作人员防护	DSA 机房内	新购
16	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	2 套	患者防护	患者穿戴，包含成人和儿童各一套	新购
17	个人剂量计	若干	工作人员个人剂量监测	工作人员佩戴	新购

1.5 劳动定员和工作制度

本项目劳动定员 12 人，其中手术医生 6 人，技师 3 人，护士 3 人；均在医院现有劳动定员中调配，不新增劳动定员。

放射工作人员年工作 250 天。

1.6 工作负荷

根据医院提供资料，本项目 DSA 机房年开展介入手术共 240 台，其中心脏介入手术 120 台、神经介入 40 台、综合介入手术 80 台。

1.7 外环境概况

医院位于重庆市九龙坡区西彭镇西华路 15 号，东侧约 13m 为铝城正街，南侧约 10m 为铝城四路，西侧约 14m 为商业楼，医院北侧约 22m 为商住楼。

本项目位于医技楼 1F。

医技楼东侧紧邻住院楼廊道，之外约 16m 为医院绿化带；南侧紧邻住院楼主楼，之外约 35m 为医院停车场；西侧紧邻医院内部道路，之外约 15m 为供氧中心，之外约 50m 为五村居民楼，西南侧约 45m 为儿科楼；北侧紧邻住院楼辅楼，之外约 30m 为门诊楼，医技楼主出入口位于西侧，医技楼外环境关系见表 1-4。

表 1-4 项目所在楼周围外环境关系一览表

序号	名称	方位	距离 (m)	高差 (m)	环境特征
----	----	----	--------	--------	------

1	住院楼廊道	东	紧邻	0	医院内部廊道, 约 10 人
2	绿化带		约 16	0	公共绿化, 人员不定
3	住院楼主楼	南	紧邻	0	医院用房, 7F, 约 500 人
4	医院停车场		约 35	0	医院内部停车场, 约 30 人
5	医院内部道路	西	紧邻	0	医院内部道路, 约 20 人
6	供氧中心		约 15	0	医院用房, 约 2 人
7	五村居民楼		约 50	+4	居民居住用房, 约 100 人
8	儿科楼	西南	约 45	+4	医院用房, 4F, 约 100 人
9	住院楼辅楼	北	紧邻	0	医院用房, 7F, 约 200 人
10	门诊楼		约 30	0	医院用房, 6F, 约 300 人

备注：-表示低于项目用房，+表示高于项目用房。

1.8 选址可行性

根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况满足标准要求，有利于项目的建设。

本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中产生电离辐射影响，DSA 机房选址于医技楼 1F，机房选址不影响医院的整体布局，另外，项目出入口远离公众聚集区域，周围一般公众成员较少，同时医院考虑了保守的防护方案，对周围环境影响甚微。另外，医技楼主要为手术用房及配套用房，本项目介入手术选址在医技楼内，便于手术统一管理。

因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

1.9 与项目有关的环境保护问题

1.9.1 项目用房的手续情况

重庆西南铝医院于 2020 年 6 月 17 日取得排污许可证，证书编号：125000007562427558001X；重庆西南铝医院于 2021 年 2 月 19 日完成“重庆西南铝医院危房改造项目”备案登记，备案号：202150010700000023。经咨询九龙坡生态环境局以及现场走访可知，重庆西南铝医院运营至今，未发生环保投诉。

相关文件支撑性材料附件 3。

1.9.2 本项目与医院的衔接

本项目主要是通过使用射线装置来开展介入手术，是一种手术过程中的更新诊断手段，能提高全区医疗救治能力，满足辖区老百姓就医需求，减轻病员外出就医负担，为心脑血管等病人争取最佳抢救时机，提高后期生活质量。本项目用房为 DSA 预留用房，无其他使用功能。因此，项目建设与医院的整体发展相适应。

1.9.3 与项目有关辐射环境问题

根据调查，医院的现有核技术利用项目已办理辐射安全许可证，证号：渝环（辐）证[15160]，有效期至 2022 年 10 月 25 日（详见支撑性材料附件 6），医院开展的核技术利用项目包括Ⅲ类射线装置。现有核技术利用项目情况见表 1-5。

表 1-5 现有射线装置情况一览表

序号	装置名称	相关参数	厂家	分类	工作场所
1	DR 机	电压 150kV、500mA	北京岛津	Ⅲ	门诊楼 1 楼
2	CT 机	电压 150kV、630mA	德国西门子	Ⅲ	门诊楼 1 楼
3	X 线机	电压 150kV、500mA	北京岛津	Ⅲ	门诊楼 1 楼
4	DR 机	电压 120kV、500mA	上海西门子	Ⅲ	门诊楼 1 楼
5	C 型臂 X 光机	电压 80kV、8-25mA	南京普爱	Ⅲ	门诊楼 1 楼

经现场调查，医院放射工作人员配备满足项目使用要求，已制定《重庆西南铝医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》等制度，现有工作人员均建立了个人剂量档案和健康档案。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。

医院运营至今，辐射设备运营良好，无辐射安全事故发生，每年按照要求对设备和机房防护进行了监测，医院也未收到环保投诉，也未产生环保纠纷。医院核技术利用项目在使用过程中严格管理，运营至今未发生辐射安全事故。

1.9.4 本项目与医院的依托关系

本项目主要依托医院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机构及人员，依托可行性分析详见表 1-6。

表 1-6 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	项目用房依托医技楼主体结构，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	供电等公用工程依托	医院现有配套供电系统等，故项目依托可行。	可行

环保工程	废水排放、固废处理依托	<p>医院已有医疗废物暂存间，建筑面积约 10m²，医疗废物每天转运，交重庆同兴医疗废物处理有限公司处置，能够满足本项目的需求。</p> <p>医院生活垃圾交环卫部门处理。</p> <p>医院已有污水处理站 1 座，位于医院南侧，处理能力为 200m³/d，富余容量为 80m³/d。本项目废水主要是医务人员洗手水、场地保洁水，产生量很少，远远小于污水处理站现有富余容量。</p> <p>综上，本项目依托可行。</p>	可行
管理	工作人员	均在医院现有劳动定员中调配，依托可行。	可行
	辐射环境管理	医院已经成立辐射安全与环境保护管理领导小组，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等。	可行

综上，本项目依托医院现有的供配电工程、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机构等是可行的。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(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	医用血管造影 X 射线机 (DSA)	II 类	1 台	西门子 Artis zeeIII floor PURE	125	1000	介入手术	医技楼 1F DSA 机房	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 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》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行修订版；</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，2003 年 6 月 16 日施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日施行修订版；</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) 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>(12) 《重庆市环境保护条例》，2018 年 7 月 26 日施行修订版；</p> <p>(13) 《重庆市辐射污染防治办法》渝府令〔2020〕338 号，2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(14) 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>
------	--

<p>技术标准 技术规范</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(3) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(4) 《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>(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) 参照《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)；</p> <p>(8) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环评内容委托函，支撑性材料附件 2；</p> <p>(2) 项目备案证，支撑性材料附件 1；</p> <p>(3) 辐射安全许可证，渝环(辐)证[15160]，支撑性材料附件 6；</p> <p>(4) 监测报告(渝泓环(监)[2021]2304 号)，支撑性材料附件 4；</p> <p>(5) ICRP33 号报告《Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine》；</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。

因项目 DSA 设备位于固定的机房内，因此垂直方向上本评价主要关注与机房相邻上层的项目用房对应区域。

7.2 环境保护目标

本项目位于医技楼 1F，DSA 机房东侧为控制室、铅衣存放间、设备间、电梯间，之外约 9m 为住院楼廊道，之外约 25m 为绿化带；南侧紧邻住院楼主楼，之外约 35m 为医院内部停车场；西侧紧邻医院内部道路，之外约 15m 为供氧中心，之外约 50m 为五村居民楼；西南侧约 45m 为儿科楼；北侧紧邻预留用房、更衣室、卫生间、设备间，之外约 14m 为住院楼辅楼，之外约 50m 为门诊楼；楼上为产房。

项目评价范围内周围环境保护目标见表 7-1。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 项目环境保护目标一览表								
序号	环境保护目标名称		方位	与机房的最近水平距离	高差	敏感目标特性	影响人群类型	影响因素
1	DSA 机房	控制室、铅衣存放间、设备间、电梯间	东侧	0m	平层	本项目用房, 约 3-5 人	放射工作人员、公众成员	电离辐射
2		住院楼廊道		9m	平层	医院用房, 约 5-10 人	公众成员	
3		绿化带		25m	平层	医院内部绿化带, 约 5-10 人	公众成员	
4		住院楼主楼	南侧	0m	平层	医院用房, 7F, 约 500 人	公众成员	
5		医院内部停车场		35m	平层	医院内部停车场, 约 5-10 人	公众成员	
6		医院内部道路	西侧	0m	平层	约 2-5 人	公众成员	
7		供氧中心		7m	平层	医院用房, 1F, 约 5-8 人	公众成员	
8		五村居民楼		50m	+10m	居民楼, 6F, 约 100 人	公众成员	
9		儿科楼	西南侧	45m	+5m	医院用房, 4F, 约 100 人	公众成员	
10		内部通道、更衣室、卫生间、设备间	北侧	0m	平层	本项目用房, 约 3-5 人	公众成员	
11		住院楼辅楼		14m	平层	医院用房, 7F, 约 200 人	公众成员	
12		门诊楼		50m	平层	医院用房, 6F, 约 300 人	公众成员	
13		产房	楼上	0m	机房上层	医院用房, 约 30 人	公众成员	

备注：“-”代表低于项目用房；“+”代表高于项目用房。

根据本项目周围环境保护目标的分布情况, 确定本项目环境保护对象为该医院从事放射诊疗的放射工作人员以及周围活动的公众成员。

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

续表 7 保护目标与评价标准

全。剂量限值：

1) 放射工作人员

应对工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

2) 公众照射

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

(2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

第 6.1.5 款 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（本报告中表 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的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
单管头 X 射线设备 ^b	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。

第 6.2.1 款 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3（本报告中表 7-3）的规定：

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	2

备注：本项目 DSA 为 C 型臂 X 射线设备。

第 6.2.3 款 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

第 6.3.1 款 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

续表 7 保护目标与评价标准

不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

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

第 6.5.1 款 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。

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

第 6.5.4 款 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 。

附录 B.1 介入放射学设备按透视条件进行检测。

(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（一）》（GBZ2.1-2019）

室内：臭氧浓度的接触限值： 0.3mg/m^3 ；氮氧化物的接触限值： 5mg/m^3 。

(4) 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：剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%-30%（即 0.1mSv/a - 0.3mSv/a ）。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；取其公众照射平均剂量估计值的四分之一 0.25mSv/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 25% 在上述取值范围内，满足 GB18871-2002 要求。

综上所述，结合本项目医用射线装置的实际情况，确定本项目的的评价要求见表 7-4 所示。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-4 辐射评价标准及相关参数汇总表			
年有效剂量控制			执行依据
执行对象	标准限值 (mSv/a)	年有效剂量管理目标 (mSv/a)	GB18871-2002 及医院管理要求
放射工作人员	20	5	
公众成员	1	0.25	
环境剂量控制			执行依据
距离 DSA 机房墙体、门、窗表面 30cm, 顶棚上方 (楼上) 距顶棚地面 100cm 处的周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$			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)	GBZ130-2020
DSA (单管头)	20	3.5	

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置

重庆西南铝医院位于重庆市九龙坡区西彭镇西华路 15 号，本项目位于重庆西南铝医院医技楼 1F，详见附图 1。

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，重庆泓天环境监测有限公司于 2022 年 1 月 7 日对本项目拟建址的环境 γ 辐射剂量率背景值进行了监测。监测报告编号为：渝泓环（监）[2022]2304 号。

（1）监测因子：环境 γ 辐射剂量率。

（2）监测方法和依据：

监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 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》HJ1157-2021

（3）监测仪器

监测仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器情况

仪器名称及型号	仪器编号	计量校准证书编号	有效期至	校准因子
环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率检测仪 JB4010	09031	2021H21-20-322080 1001	2022.4.25	0.93

（4）质量保证措施

监测人员持证上岗，监测仪器每年送剂量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的的数据量，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，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

（5）监测点位：共设 5 个点。具体监测布点见图 8-1。

续表 8 环境质量和辐射现状

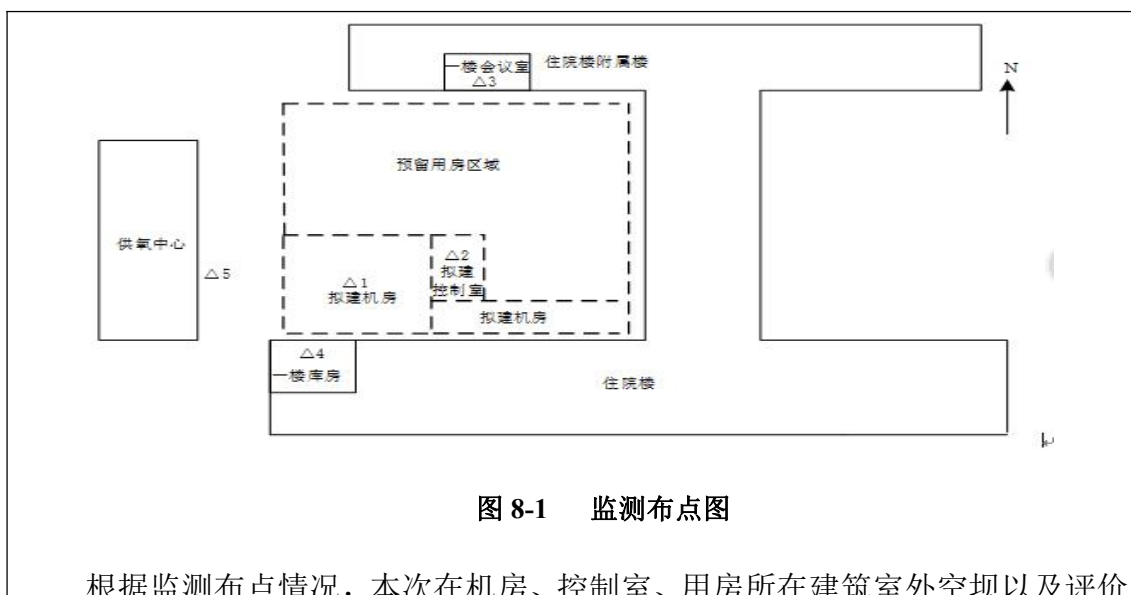


图 8-1 监测布点图

根据监测布点情况，本次在机房、控制室、用房所在建筑室外空坝以及评价范围内环境保护目标处均布设有监测点位，各监测点位的布设能够反映本项目用房及其周围的辐射环境背景水平。因此，项目监测布点合理可行。

(6) 监测结果统计：监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 拟建项目本底监测结果统计

监测点位	监测点位描述	γ 辐射剂量率 (nGy/h)
△1	拟建机房	69
△2	拟建控制室	70
△3	住院楼附属楼一楼会议室	107
△4	住院楼一楼库房	106
△5	项目西侧供氧中心旁	73

根据监测统计结果可知，拟建项目所在位置环境 γ 辐射剂量率的监测值在 69nGy/h~107nGy/h 之间（未扣除宇宙射线），根据《2020 年重庆市生态环境质量公报》，重庆市 2020 年环境地表 γ 空气吸收剂量率平均值为 95.9nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。两者相比，项目所在地的环境 γ 辐射剂量率无明显差异。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

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设备的安装等工作，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。

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 X 射线产生及成像原理

DSA 属于医用 X 射线装置。X 射线装置中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管 and 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 9-2。

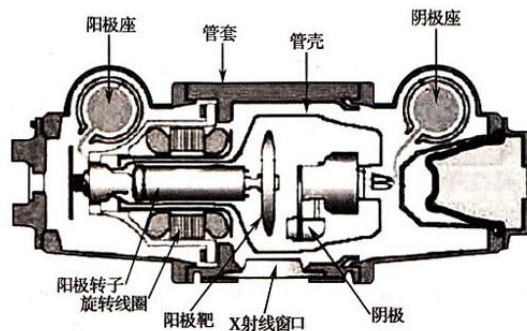


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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，通过荧光屏或影像增强器、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。

续表 9 项目工程分析与源项

②DSA 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，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

9.2.2 设备组成

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；图像处理系统。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。

DSA 工作示意图见图 9-3，实物图如下图 9-4 所示。

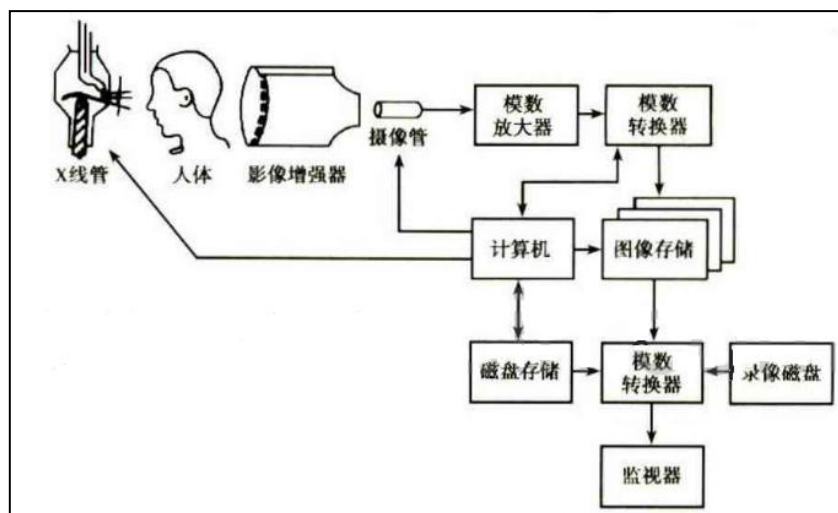


图 9-3 DSA 工作示意图



图9-4 DSA实物照片（示例）

9.2.3 操作流程

医护人员用推车将患者送入 DSA 机房，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。

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，医生与病人直接交流。在减影模式下则采取隔室操作的方式（即 DSA 技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。实际操作过程中，减影模式下手术医生也可能在 DSA 机房内。无论哪种工作模式，医生在 DSA 机房内必须身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅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、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等辅助防护设施后身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅防护手套等个人防护用品在 DSA 机房内对病人进行直接的介入手术操作。

DSA 治疗流程及产污环节见下图 9-5 所示：

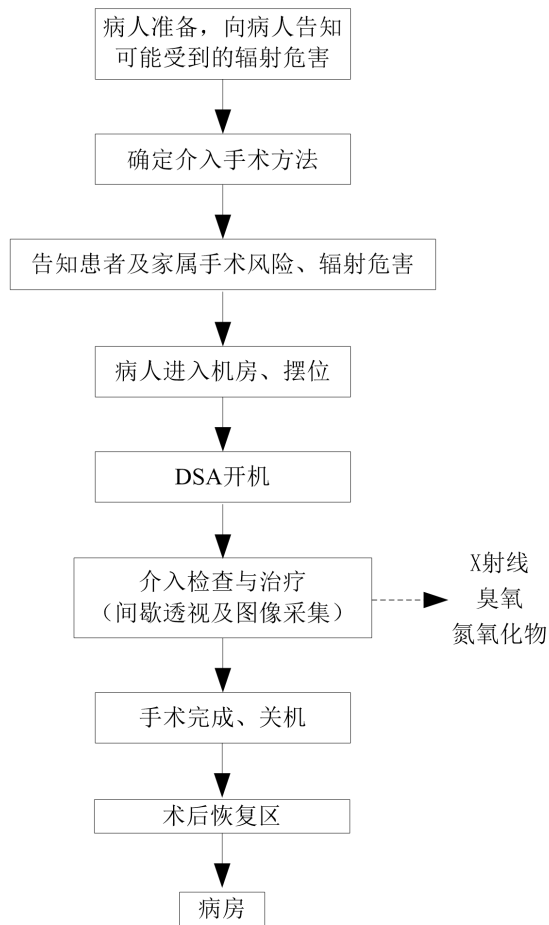


图 9-5 DSA 操作流程及产污环节图

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轫致辐射，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）；手术期间产生少量的医疗废物；医生、操作人员产生少量的洗手废

水及项目用房保洁废水。

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，医院介入手术工作负荷情况见表 9-1。

表 9-1 医院 DSA 工作负荷表

透视					
手术类别	工作人员及数量	年开展工作量	每台手术 透视曝光时间	年透视曝光时间	
心脏介入	手术医生 2 人	120 台	约 20min	约 40.00h	
神经介入	手术医生 2 人	40 台	约 21 min	约 14.00h	
综合介入	手术医生 2 人	80 台	约 21 min	约 28.00h	
小计	/	/	/	约 82.00h	
采集					
手术类别	年开展工作量	单次采集时间	单台手术采集 次数	单台手术最大 采集时间	年采集时间
心脏介入	120 台	10s	5 次	约 1min	约 2.00h
神经介入	40 台	10s	6 次	约 1min	约 0.67h
综合介入	80 台	10s	4 次	约 0.5min	约 0.67h
小计	/	/	/	/	约 3.34h
总计	/	/	/	/	约 85.34h

9.3 路径规划

(1) 放射工作人员通道

介入手术工作人员、操作人员等由项目东侧进入项目区域，操作人员直接进入控制室，手术工作人员进入更衣室更衣以及穿戴铅衣及佩戴其他防护用品，由 1 号门进入 DSA 机房，工作完成后原路返回。

(2) 病人通道

DSA 病人由东侧进入项目区域，由 DSA 机房北侧与 DSA 机房相连的大门（2 号门）进入机房，手术完成后原路返回。

(3) 污物通道

手术期间产生医疗废物存放在 DSA 机房内的医疗废物桶内，在每天工作结束后再由 DSA 机房运出，运至医院医疗废物暂存间。DSA 机房利用北侧污物走廊运输（3 号门），污物在每天工作结束后运输，达到通道相对独立。

项目通道布置示意图见图 9-6 所示。

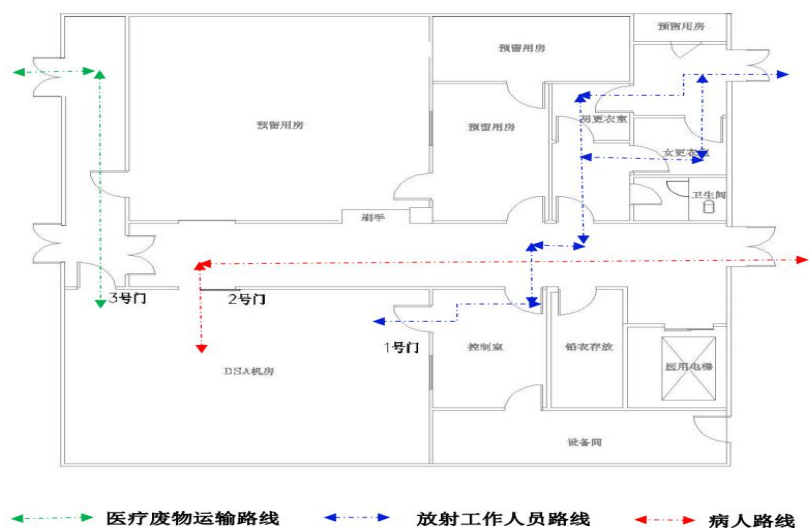


图 9-6 项目通道布置示意图

9.4 污染源项描述

9.4.1 电离辐射

根据本建设项目 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管电压之间，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），摄影时，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额定电压，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额定电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。②常用透视工况为 60~90kV/5~20mA，采集工况

为 60~90kV/300~500mA。

根据射线衰减原理和 ICRP33 号报告,不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如下图 9-7 所示。

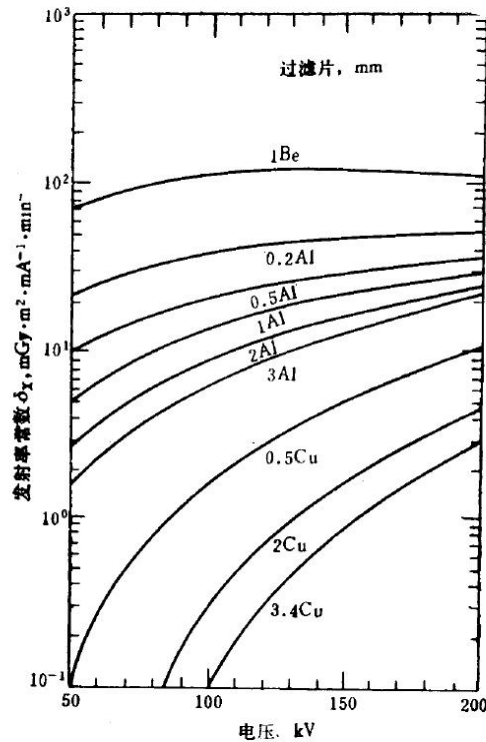


图 9-7 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

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125kV	9.8mGy·m²/mA·min
2	常用最大电压90kV	5.3mGy·m²/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。

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。

(2) 固废

介入手术产生废弃一次性医疗用品、器械等主要为感染性和损伤性废物，属于《国家危险废物名录》中HW01 医疗废物。医院在手术室内分别设置感染性和损伤性废物收集桶，收集桶带盖，并粘贴标识。手术过程中产生废物每日及时经污物通道运至医疗废物暂存间，再统一交由有资质单位处置。

DSA 在运行时采用实时成像系统，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。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，不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品，按有关规定交由出售方回收处置。

(3) 废水

DSA 机房医护人员洗手废水等属于医疗废水，进入医院污水处理站统一处理，达标后排入市政管网。

9.4.3 项目污染因子统计

综上所述，本项目污染因子一览表见表 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
介入手术用房	电离辐射	X 射线	距靶 1m 处有用线束的发射率：125kV 下不大于 9.8mGy·m ² /mA·min，90kV 不大于 5.3mGy·m ² /mA·min。漏射线距焦点 1m 处平均空气比释动能不超过 1mGy/h。
	废气	O ₃ 、NO _x	少量。
	固废	医疗废物	少量（依托医院医疗废物暂存间暂存后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（按有关规定交由出售方回收处置）。
废水	医疗废水	少量（排入医院污水处理站处理）。	

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

(1) 布局

本项目位于医技楼 1F，本项目 DSA 机房拟配备单独的控制室、设备间等，同时配套有手术室专用仪器和设备，配套设施齐全，机房周围一般公众成员较少，机房所在楼层内功能齐全。

本项目 DSA 机房出入口远离人流聚集区域，其位置与其他科室相对独立，有利于辐射防护。区域内仅医护人员和病人活动，无其他公众成员停留。DSA 机房属于独立的手术间，放射工作人员、病人的通道独立，污物通道相对独立；DSA 机房设置有分别用于工作人员和病人进出的防护门，并设置单独的污物通道，污物在每天工作结束后运输，通道相对独立。项目布局利于病患就医，人流、物流各通道相对独立，其设置布局利于辐射防护安全控制。

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

(2) 机房面积

本项目机房内空尺寸和标准要求见表 10-1 所示。

表 10-1 射线装置机房建设要求对比表

名称	机房设计		标准要求		是否满足要求
	机房内空尺寸 (长×宽, m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长 (m)	面积 (m ²)	
DSA 机房	9.6×6.6	63.4	≥3.5	≥20	满足

由上表可知，本项目射线装置机房的最小单边长度和面积均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

续表 10 辐射安全与防护

(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，医院对本项目采取分区管理，分为控制区及监督区。

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：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。

具体划分见表 10-2 及图 10-2。

表 10-2 本项目控制区、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	DSA 机房紧邻的污物通道、控制室、设备间、内部通道等，DSA 机房楼上产房；

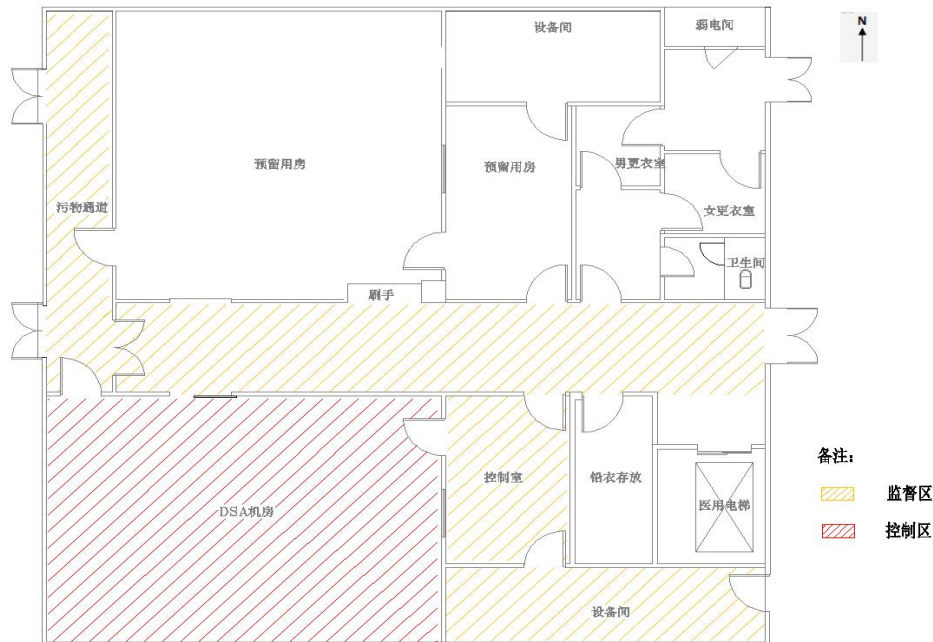


图 10-2 项目分区图

10.2 辐射安全与防护

10.2.1 医院拟采取的辐射安全与防护措施

续表 10 辐射安全与防护

(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 拟设可调限束装置，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。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，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 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。影像增强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配备辅助防护设施：设备采购时选配辅助防护设施 1 套，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) 机房采取的辐射安全与防护措施

①本项目机房面积有效使用面积为 63.4m²（详见表 1-1）、四周墙体均采用 240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡，顶棚采用 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡，铅门、铅窗均为 3mmPb（详见表 1-2）。由此可知，本项目机房的有效使用面积、最小单边长度和四周墙体、顶棚及地板屏蔽防护能力均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

②机房的 3 个门均为铅防护门，其中机房与控制室、污物通道的门为平开门，拟设自动闭门装置；病患进出的门为推拉门，拟设防夹装置；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，防护门、铅玻璃窗的生产和安装均交有专业的厂家负责，保证墙体、铅玻璃及铅门的屏蔽能力。

续表 10 辐射安全与防护

(3) 通风

DSA 机房采用设置新风系统，机械排风系统；本项目 DSA 机房西北侧设置 1 个新风口，本项目 DSA 机房西南侧设置 1 个排风口；新风、排风管分别从 DSA 机房西北侧、西南侧穿越机房墙壁。

(4) 管线进出口防护

穿墙线管：DSA 机房与控制室、设备间均设有穿墙管沟，穿越防护墙的电
缆导管采用“U”型，穿越“U”段室内外穿越口上方均敷设 2mm 铅当量的钡水
泥，不影响墙体的屏蔽防护效果。

穿墙风管：根据机房屏蔽防护方案，本项目 DSA 机房的新风、排风管分别
从 DSA 机房西北侧、西南侧穿越机房墙壁；穿越口位置的高度高于吊顶高度，
其穿墙高度离室内地面约 3.5m，风管变向穿墙弯曲部位包裹长度不少于 50cm，
并大于管道孔径，能保证机房的屏蔽能力。穿墙管径为 200×500mm；新风量：
500m³/h，排风量：500m³/h。

(5) 联锁系统

DSA 机房的出入口防护铅门均设置门灯联锁系统，即在关门时，门上方设
置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮，警示无关人员远离机房区域。

(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，并在病人进入 DSA 机房
通道内张贴放射防护注意事项。

(7) 辐射防护用品

根据医院提供的资料，医院拟配备个人防护用品，具体见表 10-3。

表 10-3 项目拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况

设备 类型	工作人员		患者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防 护设施
DSA	铅橡胶围裙、铅橡胶颈 套、铅防护眼镜(4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、移动铅防 护屏风(1套)	铅橡胶性腺防护围裙 (方形)或方巾、铅橡 胶颈套(2套，包含成 人和儿童各一套)	/

备注：除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量不
小于 0.025 mmPb；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不小于 2
mmPb，放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置。儿童防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于 0.5
mmPb。防护用品采用悬挂或平铺方式存放，不折叠。

续表 10 辐射安全与防护

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

（8）其他

①医院在进行介入手术时，制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间，减少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合理布置机房内急救及手术用辅助设备，机房内安装对讲装置。

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。

10.2.2 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）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。

10.5 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	一般要求	5.1.1 X 射线设备出线口上应安装线束系统（如限速器、光阑等）。	本项目 DSA 设备自带可调限束装置。
		5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标示。	本项目 DSA 的 X 射线管组件上拟设置清晰的焦点位置标示。
		5.1.3 X 射线管组件上应标明固有滤过，所有附加滤过片均应标明其材质和厚度。	本项目 DSA 的 X 射线管组件上拟标明固有滤过材质和厚度（拟采购设备为 3mmAl）。
	X 射线设备防护性能的技术要求	5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。	设备自带，透视曝光开关为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。
		5.8.2 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。	设备自带，机房内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。	设备自带，配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。
		5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。	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。
	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。	已合理设置门窗和管线位置，设备自带影像增强器能较好的阻挡主射线。
		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。	机房四周墙体和顶棚、地板均采用足够厚的屏蔽材料进行防护。
		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；	设备有独立的机房，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。	机房有效使用面积和最小单边长度见表 10-1，均满足标准要求。
		6.2.1 不同类型 X 设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护不低于表 3 的规定。	根据表 11-3 的分析可知，本项目机房的屏蔽防护均满足要求。

标准号	标准要求	项目情况
	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 2.5 μ Sv/h; 测量时, X射线设备连续出束时间应不大于仪器响应时间;	本项目 DSA 在透视条件下机房各屏蔽体屏蔽厚度满足 GBZ130-2020 要求, 根据后文核算, 能确保透视时机房屏蔽体外的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。
	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 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;	本项目 DSA 具有摄影功能, 摄影状态下机房各屏蔽体屏蔽厚度满足 GBZ130-2020 要求, 根据后文核算, 能确保摄影时机房屏蔽体外的周围剂量当量率不大于 25 μ Sv/h。
	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。	机房设置有观察窗, 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。	机房拟采取机械进风和机械排风, 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。	铅防护门均拟设置电离辐射警告标志, DSA 机房的出入口防护铅门均拟设置门灯联锁装置, 门关闭, 显示如“射线有害、灯亮勿入”, 同时拟在病人进入 DSA 机房通道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联动。	机房的 3 个门均为铅防护门, 其中机房与控制室、污物通道的门为平开门, 拟设自动闭门装置; 病患进出的门为推拉门, 拟设防夹装置; 工作状态指示灯与机房门联动。
	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	病患进出的门为推拉门, 拟设防夹装置。
	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。	拟加强管理, 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。	机房出入门均处于散射辐射相对低的位置。
	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	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

标准号	标准要求	项目情况	
	橡胶防护衣。	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。		
	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，按要求执行。	
	X 射线设备操作的防护安全要求	7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有可准确记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。	设备具有可准确记录受检者剂量的装置，医院拟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。	医院拟为每名介入手术的医生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，工作人员可位于影响增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。	拟加强工作人员管理，项目运行前对放射工作人员进行培训，并制定相应制度，按照标准规定执行。
GBZ128-2019	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。 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）。	医院拟为每名介入手术的医生在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计。	

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响

施工期主要为设备的安装等工作，主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

设备安装工程量很小，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，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，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 机房屏蔽能力核算

（1）屏蔽体铅当量核算公式

①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11-1）计算得到屏蔽透射因子B：

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

式中：B——给定铅的屏蔽透射因子；

β ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

续表 11 环境影响分析

②在相同透射因子 B 的情况下，其相当于其他屏蔽材质的厚度核算按以下公式核算：

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；其余同上。

③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，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。预测参数见表 11-1。

表 11-1 DSA 机房核算参数

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

④本项目采用查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中表 C.5 125kV 的 90°非有用线束条件下 2mm 铅当量对砖进行换算，参数详见表 11-2 所示。

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

$$d_1 / d_2 = \rho_2 / \rho_1 \quad (\text{公式 11-3})$$

式中：d₁、d₂—屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的厚度，

ρ₁、ρ₂—屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的密度。

续表 11 环境影响分析

表 11-2 不同屏蔽物质等效铅当量厚度 (2mmPb)

管电压 kV	X mm			
	混凝土	铁	石膏板	砖
125 (90°非有用线束)	147	21	451	—

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备额定参数, DSA 机房屏蔽体的铅当量核算结果见表 11-3。

表 11-3 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	折合铅当量	标准要求	评价结果	
DSA 机房	四周墙体	东面	240mm 实心页岩砖 +1mmPb 硫酸钡	3.3mmPb	2mmPb	满足
		南面	240mm 实心页岩砖 +1mmPb 硫酸钡	3.3mmPb	2mmPb	满足
		西面	240mm 实心页岩砖 +1mmPb 硫酸钡	3.3mmPb	2mmPb	满足
		北面	240mm 实心页岩砖 +1mmPb 硫酸钡	3.3mmPb	2mmPb	满足
	顶棚	120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡	3.5mmPb	2mmPb	满足	
	地板	120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡	3.5mmPb	2mmPb	满足	
	铅门	3mmPb 铅门	3mmPb	2mmPb	满足	
	铅窗	3mmPb 铅窗	3mmPb	2mmPb	满足	

备注: 混凝土密度 2.35g/cm³, 铅 11.3g/cm³, 砖 1.65g/cm³, 硫酸钡 3.5g/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, 即本项目机房屏蔽能力不得低于 2mmPb。根据上表核算和对比分析, 本项目机房墙体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 DSA 机房屏蔽体外剂量率核算

(1) 核算公式

根据式 11-1 计算得到屏蔽透射因子 B 后, 关注点的散射辐射剂量率

续表 11 环境影响分析

\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:

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-4)}$$

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)1 m 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 ($20\text{cm}\times 20\text{cm}$);

a——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 1m 处的每平方厘米的最大散射系数为 7.5×10^{-6} ; 90kV 射线装置在 1m 处的每平方厘米的最大散射系数为 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 0.38m;

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

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 DSA 机房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

续表 11 环境影响分析

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因《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）未给出常用管电压 90kV 的砖的拟合参数，故本报告页岩砖的铅当量厚度通过混凝土的参数进行换算。预测参数见表 11-4。

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}	0.38	根据设备布置位置确定

(3) 机房外周围剂量当量率核算结果

根据核算公式和表 11-4 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分别见表 11-5 所示。

表 11-5 DSA 机房屏蔽核算结果

墙体名称	射线类型	距离 R(m)	设计厚度	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		设计厚度是否满足要求
				透视	采集	
东侧 (控制室、铅衣存放间、设备间、电梯间)	墙体	5.34	240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡	1.33×10^{-2}	0.33	是
	防护门	5.34	3mmPb	3.35×10^{-2}	0.84	是
	防护窗	5.34	3mmPb	3.35×10^{-2}	0.84	是
南侧 (住院楼主楼)	墙体	3.84	240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡	2.58×10^{-2}	0.64	是
西侧 (医院内部道路)	墙体	5.34	240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡	1.33×10^{-2}	0.33	是
北侧 (内部通道、更衣室、卫生间、设备间)	墙体	3.84	240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡	2.58×10^{-2}	0.64	是
	铅门	3.84	240mm 实心页岩砖+1mmPb 硫酸钡	6.47×10^{-2}	1.62	是
楼上 (产房)	顶棚	4.62	120mm 混凝土 +2mmPb 硫酸钡	9.65×10^{-3}	0.24	是

备注：设备离地高度按 1.0m 考虑。顶棚核算到楼上地面 1m 处。

续表 11 环境影响分析

根据计算可知,常用透视工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$,常用采集工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率最大为 $1.62\mu\text{Sv/h}$,均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。

11.2.3 剂量估算

(1) 剂量估算公式

工作人员和公众成员受到的 X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算:

$$H_{Er} = H_{(10)} \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

其中: H_{Er} : X 或 γ 射线外照射周围剂量当量, mSv;

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

t: X 或 γ 射线照射时间, 小时(考虑居留因子 T)。

(2) 剂量估算结果

根据医院提供的资料和工程分析可知,医院机房年有效采集曝光时间、透视曝光时间等情况见表 11-6。

表 11-6 项目机房工作情况一览表

机房名称	工作负荷 (人次/年)	采集			透视			总年有效 曝光 时间(h)
		年出束时 间(h)	居留因 子(T)	年有效 曝光 时间(h)	年出束 时间(h)	居留因 子(T)	年有效 曝光 时间(h)	
DSA 机房	240	3.34	1	3.34	82.00	1	82.00	85.34

①放射工作人员剂量估算

A: 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 11-7。

表 11-7 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)
	采集	透视	采集	透视	采集	透视	
DSA 机房	0.84	3.35×10^{-2}	3.34	82.00	2.80×10^{-3}	2.75×10^{-3}	5.55×10^{-3}

续表 11 环境影响分析

根据上表可知，从最不利情况考虑，本项目机房的控制室的工作由 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。

B: 手术室医护人员

本项目 DSA 有采集和透视两种工作模式。

透视工作模式下，医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量 0.5mm），以公式 11-1 计算其透射因子，不考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素，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 400 μ Sv/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，医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量 0.5mm），并移至移动铅屏风（考虑铅当量 2mm）后，以公式 11-1 计算其透射因子，考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素（2m），不区分手术人员位置，核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。计算结果见表 11-8 所示。

表 11-8 手术室医护人员受照射剂量估算结果

运行管电压	透射因子		手术人员铅衣内 周围剂量当量率 (μ Sv/h)	年出束时 间 (h)	年有效剂量估算 (mSv/a)	
90kV	采集	3.68×10^{-5}	27.71	3.34	9.26×10^{-2}	0.91
	透视	2.52×10^{-2}	10.06	82.00	0.82	

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。

根据上表可知，正常工作模式下，假设本项目 DSA 机房内手术全由一组手术医生完成，医生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。医院拟配置的手术医生的数量能满足 DSA 常用条件下开展介入手术的基本需求。

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 400 μ Sv/h 的基础上计算的，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及习惯等

续表 11 环境影响分析

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，介入手术医生应在防护铅衣内外各佩戴1枚个人剂量计；

b、医院应定期对个人剂量计进行监测，根据监测报告结果，合理分配工作量，正确有效使用防护用品。若季度受照剂量超过1.25mSv，应开展调查，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公众成员及环境保护目标剂量估算

项目用房周围公众成员剂量估算结果见表 11-9。

表 11-9 公众成员及环境保护目标剂量估算

序号	环境保护目标名称		方位	最近水平距离	预测结果 $\mu\text{Sv/h}$		年有效时间 h					年有效剂量 mSv/a
					采集	透视	采集时间	透视时间	停留因子	有效采集时间	有效透视时间	
1	DSA 机房	控制室、铅衣存放间、设备间、电梯间	东侧	0m	0.84	3.35×10^{-2}	3.34	82.00	1	3.34	82.00	5.56×10^{-3}
2		住院楼廊道		9m	0.12	4.64×10^{-3}	3.34	82.00	1/5	0.67	16.40	$<1 \times 10^{-3}$
3		绿化带		16m	5.24×10^{-2}	2.10×10^{-3}	3.34	82.00	1/5	0.67	16.40	$<1 \times 10^{-3}$
4		住院楼主楼	南侧	0m	0.64	2.58×10^{-2}	3.34	82.00	1	3.34	82.00	4.25×10^{-3}
5		医院内部停车场		35m	6.30×10^{-3}	2.52×10^{-4}	3.34	82.00	1/5	0.67	16.40	$<1 \times 10^{-3}$
6		医院内部道路	西侧	0m	0.33	1.33×10^{-2}	3.34	82.00	1/5	0.67	16.40	$<1 \times 10^{-3}$
7		供氧中心		7m	6.24×10^{-2}	2.50×10^{-3}	3.34	82.00	1/5	0.67	16.40	$<1 \times 10^{-3}$
8		五村居民楼		50m	3.10×10^{-3}	1.24×10^{-4}	3.34	82.00	1	3.34	82.00	$<1 \times 10^{-3}$
9		儿科楼		西南侧	45m	3.75×10^{-3}	1.50×10^{-4}	3.34	82.00	1	3.34	82.00
10		内部通道、更衣室、卫生	北侧	0m	1.62	6.47×10^{-2}	3.34	82.00	1/5	0.67	16.40	2.15×10^{-3}

续表 11 环境影响分析

	间、设备间										
11	住院楼辅楼		14m	7.50×10^{-2}	3.00×10^{-3}	3.34	82.00	1	3.34	82.00	$<1 \times 10^{-3}$
12	门诊楼		50m	8.23×10^{-3}	3.29×10^{-4}	3.34	82.00	1	3.34	82.00	$<1 \times 10^{-3}$
13	产房	楼上	0m	0.24	9.65×10^{-3}	3.34	82.00	1	3.34	82.00	1.59×10^{-3}

备注：停留因子参照 NCRP144 号报告 P185 表 4.4 取值；

根据上表核算，DSA 机房周围公众成员受到的年附加有效剂量最大约为 $5.56 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于医院年剂量管理目标值 0.25mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

（3）剂量估算结论

综上所述，根据医院提供的计划手术量，合理分配手术量、放射工作人员正确、有效使用防护用品的前提下，从事介入手术的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 5mSv/a ，公众成员受到年有效剂量也满足管理目标值 0.25mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.2.4 环境保护目标受影响情况分析

DSA 机房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，设计屏蔽体外 0.3m 处的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本项目 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，辐射影响与距离的平方进行衰减，即距离辐射源越远，受到的影响越小。

各环境保护目标预测结果见表 11-9。

由表 11-9 可知，常用透视工况下机房屏蔽体外邻近的各敏感目标的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，常用采集工况下机房屏蔽体外邻近的各敏感目标的周围剂量当量率最大为 $1.62 \mu\text{Sv/h}$ ，对于机房之外的房间等，若考虑各方位墙体等屏蔽作用，则本项目的辐射影响将大大减小。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目建设对各环境保护目标不会带来不利影响，对环境的影响可以接受。

11.3 其他影响

11.3.1 废气影响

续表 11 环境影响分析

X 射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体，消除有害气体对诊断室的影响，关键在于加强室内通风。本项目 DSA 机房设计有排风系统，能满足 DSA 机房通风换气需要。

本项目机房内设置 1 个排风口，布置在顶棚上，DSA 机房排风风量约为 500m³/h，能保证机房内良好的通风。废气由排风管从 DSA 机房穿越西南侧外墙壁后，引至医技楼楼顶排放，少量废气排至室外经空气扩散，将很快恢复到原来的空气浓度水平，不会对公众造成危害，不会对环境带来影响。

11.3.2 废水影响

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

医院南侧污水处理站（污水处理站处理能力为 200m³/d），接纳整个医院医疗废水。DSA 机房劳动定员在医院现有工作人员调配，DSA 机房产生少量废水依托医院污水处理站处理是可行的。

项目产生的废水能得到合理处置，不会对周围环境产生影响。

11.3.3 固废影响

项目人员生活垃圾依托医院生活垃圾收集桶收集后交环卫部门处理。

DSA 机房设置有医疗废物桶，手术期间产生医疗废物存放在 DSA 机房内的医疗废物桶内，在每天工作结束后再通过专用的污物走廊运出，运至医院医疗废物暂存间，并与医院其他医疗废物一起交由有资质单位处置。

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，收集桶带盖，相应类别的塑料桶旁墙上贴有中文标签，医疗废物暂存间大门贴有警示标识；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，能够暂存包含本项目产生的医疗废物；设置紫外线消毒装置消毒，设置换气扇进行通风换气。医院与有资质单位签订医疗废物处置协议，每天收集、处置。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，不能达到原有使用功能后成

续表 11 环境影响分析

为报废铅防护用品，按有关规定交由出售方回收处置。

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。

11.4 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。项目营运以后，将为病人提供一个优越的就医环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。只有在临床上有充分理由要求，才能对已怀孕或可能怀孕的妇女进行会引起其腹部或盆腔受到照射的放射学检查，否则应避免 X 射线照射。

因此，该 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）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

11.5 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》（2019 年本）鼓励类中“十三 5、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”，本项目属于上述“数字化医学影像设备的应用”，属于鼓励类。

综上，本项目 DSA 的使用符合国家的产业政策。

11.7 事故风险分析及对策

（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

续表 11 环境影响分析

置设置有专用机房，机房四周墙体、顶棚、底板、观察窗及防护门均采用固定辐射防护设施，基本不会发生机房屏蔽体损坏而致无关人员受到误照射的事故，即使发生，也能一目了然而不再开机曝光，不会受到误照射。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：

①DSA 机房外公众成员误照射：在设备故障等极端风险情况下，本项目 DSA 出现最不利运行参数即透视时电压 125kV、电流 110mA，摄影时电压 125kV、电流 500mA。

②DSA 机房内公众成员误照射：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导致人员误入 DSA 机房，造成 DSA 机房内公众成员的误照射。

(2) 后果分析

①DSA 机房外公众成员误照射

根据核算，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 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额定电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。本项目 DSA 在最大运行参数条件下运行，核算按照前文公式，则单台手术时间内手术室外最大剂量估算情况见表 11-10。

表 11-10 误照射人员所受辐射剂量估算表

墙体外最大周围剂量当量率		单台手术最大时间	有效剂量	总有效剂量
位置	周围剂量当量率			
墙体（东北侧）	7.75 μ Sv/h（透视）	约 21min	0.027mSv	0.039mSv
墙体（东北侧）	35.2 μ Sv/h（采集）	约 2min	0.012mSv	

根据核算可知，在极端风险条件下，本项目 DSA 机房外公众成员受到的年有效剂量约 0.039mSv，这种情况属于极端风险事故，发生概率极小。医院应加强设备维护，尽可能避免此类风险事故发生。

②DSA 机房内公众成员误照射

因各种原因导致 X 射线装置在运行过程中人员滞留机房内或误入 DSA 机房

续表 11 环境影响分析

发生误照射辐射事故，根据本项目 DSA 透视工况的正常运行参数下（90kV，20mA），考虑人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m，受到 DSA 照射的时间最大约为 1min（DSA 设备上有急停按钮）的照射，其剂量估算情况见表 11-11。

表 11-11 误照射人员所受辐射剂量估算表

设备	1m 处发射率	受照时间	吸收剂量
DSA	5.3mGy·m ² /mA min	1min	4.01mGy

此外，本项目手术医生受到的年有效剂量以个人剂量计监测结果为准，医院每季度对放射工作人员个人剂量计测读一次值，如发现异常加密监测频率，医院应根据放射工作人员的个人剂量监测结果对手术医生进行工作调配，以确保其受到的剂量不超过年剂量管理目标值。因此要求放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计。

(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 11-12 所示。

表 11-12 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 中度 重度 极重度	乏力，不适，食欲减退 头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降 多次呕吐，可有腹泻，白细胞明显下降 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《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，两种事故情景导致公众成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。事故后果不会造成确定性效应，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 DSA 机房时应清点人数，放射工作人员对 DSA 机房按搜寻程序进行查找，确认没有无关人员停留在 DSA 机房后才开始操作。此外，在设备上及控制台设置有紧急停机按钮，可避免此类事故的发生。在 DSA 机房内应设置此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。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。

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 DSA 机房管理要求开展手术。

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。

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。

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

(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；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，明确了各成员的职责。根据调查，辐射安全与环境保护管理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。

(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》第十五条的规定：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国家核技术利用辐射安全与防护培训平台免费学习相关知识。原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目劳动定员 12 人，其中手术医生 6 人，技师 3 人，护士 3 人，均在医院现有劳动定员中调配，具体人员待定。现有放射工作人员均进行了辐射安全与防护培训并取得了培训合格证（合格成绩单）。

12.2 辐射安全管理规章制度、档案

(1) 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用放

续表 12 辐射安全管理

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《重庆西南铝医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。上述各种制度尚未健全，医院还应完善制定《设备检修维护制度》，《DSA 操作规程》，《人员培训计划》，《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。

(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，建立放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放射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

医院按照《放射工作人员职业健康管理办法》的要求，建立了放射工作人员个人剂量档案，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。

本项目放射工作人员到位后，应认真落实相关制度，将放射工作人员的健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证（合格成绩单）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。

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

续表 12 辐射安全管理

管理。

(3) 年度评估

医院建立并落实了年度评估等制度，医院往年都对射线装置的运行和辐射防护等进行了总结，编制《放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门提交。

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。核安全文化表现在核技术利用单位的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。医院应建立安全管理体系，明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别企业内部核安全文化的弱化处并加以纠正。将核安全文化的建设贯穿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在院内开展核安全文化宣贯推进专项培训，格落实岗位职责，对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。

②医院应不断总结、汲取经验教训，培植核技术利用项目领导及员工的全员核安全文化素养。

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下表 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 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，专职人员学历满足本科及以上的要求。
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。	已制定培训计划，本项目拟配置的放射工作人员需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。	拟购买的 DSA 自带急停按钮，同时本项目 DSA 机房各防护门均拟设置门灯联锁

续表 12 辐射安全管理

	装置, 工作状态指示灯, 门口显眼位置设置电离辐射警示标识。
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、射线置装使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	已经建立了相关规章制度。待在本项目建成后, 将相关制度在本项目放射工作场所张贴上墙。
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。	本项目放射工作人员尚未到岗, 待其到岗后拟为每名放射工作人员配备个人剂量计, 并配备一定数量的辐射防护用品(见表 10-3) 供放射工作人员和病员使用。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定放射事故应急预案, 投运后将完善应急预案并定期演练。

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(放射工作人员持证上岗, 设置门灯连锁、辐射警示标志, 制度上墙, 配备一定数量的辐射防护用品, 完善应急预案并定期演练等)后, 方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。

12.5 辐射环境监测

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。

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

本项目建成后, 定期对 DSA 机房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

按制度要求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, 专人专戴, 并将个人剂量结果存入档案。

监测单位: 具有个人剂量监测资质的单位;

续表 12 辐射安全管理

监测频率：3 个月测读一次个人剂量计；

监测结果处理：年剂量超过 5mSv，开展调查，根据调查结果上报。

(2) 工作场所环境监测

医院在项目建成后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。验收监测应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；

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，使用 II 类以上（含 II 类）射线装置的辐射工作单位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。

医院设置有放射事故应急领导小组，制定了《重庆西南铝医院放射事故应急预案》，具体内容包括放射事故应急处理机构与职责、放射性事故应急救援应遵循的原则、放射性事故应急处理程序等。医院应根据辐射源项不断完善应急预案，定期进行辐射事故应急演练，并做好演练记录。

(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。报告联系电话如下：

重庆市政务服务便民热线：12345

重庆市卫生健康委员会电话：（023）67706707

续表 12 辐射安全管理

九龙坡区生态环境局：（023）68789230

公安局报警电话：110

（2）辐射事故应急处置措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

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。

②事故状态下，确需工作人员进入机房关机的，工作人员应穿戴防护用品及个人剂量计。

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。

④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。

12.7 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 12-2。

表 12-2 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	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<5mSv 机房外公众成员年有效剂量<0.25mSv	GB18871-2002、 GBZ130-2020 及医 院管理要求
3	人员要求	按照要求组织放射工作人员均持证（合格成绩单）上岗，按要求定期组织复训	环境保护部令第 3 号、第 18 号、生态 环境部 7 号令、公 告 2019 年第 57 号
4	剂量率控制	DSA 机房四周墙体外 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 2.5μSv/h。	GBZ130-2020
5	建设内容	1 台 DSA（II 类射线装置）。	/
6	防护用品	每名手术医护人员在铅防护衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计	

续表 12 辐射安全管理

		按表 10-3 执行，具体为：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 4 套；铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 1 套；铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 2 套（含一套儿童专用）。
7	辐射安全防护措施	<p>① DSA 机房的出入口防护铅门均设置门灯连锁系统，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 DSA 机房的出入口防护铅门均设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在病人进入 DSA 机房通道内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 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>⑥ 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、年度评估制度等。

表 13 结论及建议

(1) 项目概况

本项目位于重庆市九龙坡区西彭镇西华路 15 号重庆西南铝医院医技楼 1F，建设内容主要为在 DSA 机房内安装使用 1 台医用血管造影 X 射线机（以下简称“DSA”，额定电压为 125kV，额定电流为 1000mA，单管头设备），开展血管造影介入手术工作。项目总建筑面积约 310m²。项目工期约 6 个月。项目总投资 548.45 万元，其中环保投资约 12 万元。

(2) 实践正当性

医院射线装置的配置和使用，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）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

(3) 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》（2019 年本），本项目属于鼓励类中“数字化医学影像设备的应用。”因此，本项目符合相关产业政策。

(4) 辐射环境现状

本项目所在位置环境 γ 辐射剂量率的监测值在 69nGy/h~107nGy/h 之间（未扣除宇宙射线），根据《2020 年重庆市生态环境质量公报》，重庆市 2020 年环境地表 γ 空气吸收剂量率平均值为 95.9nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。两者相比，项目所在地的环境 γ 辐射剂量率无明显差异。

(5) 选址可行性

根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况满足标准要求，有利于项目的建设。本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中产生电离辐射影响，DSA 机房选址于医技楼 1F，选址不影响医院的整体布局，另外，项目出入口远离公众聚集区域，周围一般公众成员较少，同时医院考虑了保守的防护方案，对周围环境影响甚微。

因此，项目选址可行。

续表 13 结论及建议

(6) 布局合理性

本项目机房出入口远离人流聚集区域，其位置与其它科室相对独立，有利于辐射防护。区域内仅医护人员和病人活动，无其他公众成员停留。机房属于独立的手术间，放射工作人员、病人的通道独立，污物通道相对独立；DSA 机房设置有分别用于工作人员和病人进出的防护门，并设置单独的污物通道，污物在每天工作结束后运输，通道相对独立。项目布局利于病患就医，人流、物流各通道相对独立，其设置布局利于辐射防护安全控制。项目布局便于介入手术放射诊疗的辐射防护管理与安全控制，符合有关法规标准与辐射防护安全要求。从辐射防护与环境保护角度，项目的平面布局合理。

(7) 辐射防护与安全措施

①辐射工作场所分区管理

医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将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。

②机房屏蔽防护

机房有效使用面积、最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。项目机房的屏蔽防护设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽防护铅当量厚度要求。

③安全联锁装置及其他措施

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，机房配置 1 套铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等辅助防护设施；按有关标准要求配备介入手术工作人员防护用品 4 套，患者防护用品 2 套（包含一套儿童专用）；主要采用机械通风，以保持机房内良好通风；DSA 机房的出入口防护铅门均拟设置醒目的工作状态指示灯，设置门灯联锁装置；各铅防护门均设置电离辐射警告标志。DSA 机房医护人员应在铅衣内外各佩戴 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》（GBZ130-2020）要求。

续表 13 结论及建议

(8) 环境影响分析

①机房屏蔽能力：根据核算，常用透视工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，常用采集工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率最大为 $1.62\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

②剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，本项目操作室放射工作人员年有效剂量低于放射工作人员剂量管理目标（ 5mSv/a ），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，手术医生正确佩戴个人剂量计，确保手术医生年有效剂量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附加年有效剂量亦低于剂量管理目标（ 0.25mSv/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：机房外 30cm 周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。根据射线装置衰减理论，则在距离机房更远的各环境保护目标处的周围剂量当量率将更小，项目运行，不会对环境保护目标带来不利影响。

④“三废”影响：DSA 运行中 X 射线与空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物，本项目采用机械排风，可保持机房良好的通风。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，医疗废物依托医院危废暂存间暂存后与医院其他危废一起交由有资质单位处置，生活垃圾交环卫部门处理，废铅防护用品按有关规定交由出售方回收处置。项目各污染物均能得到有效处理。

(9) 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，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；医院制订了辐射环境管理制度及放射事故应急预案，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；进一步补充、完善环境影响评价提出的管理制度后，能满足辐射环境管理要求。

综上所述，重庆西南铝医院拟建的“重庆西南铝医院 DSA 项目”在完善相应

续表 13 结论及建议

的污染防治措施和管理措施后，项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。在项目运行中，严格落实各项辐射安全与防护措施及辐射安全管理对环境及周围公众的影响可接受。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 项目地理位置图