

核技术利用建设项目
数字化平板血管造影减影系统
环境影响报告表



生态环境部监制

打印编号: 1594355848000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	kuyojc		
建设项目名称	数字化平板血管造影减影系统		
建设项目类别	50_191核技术应用建设项目 (不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置)		
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)	重庆市中医院		
统一社会信用代码	12500000450384582F		
法定代表人 (签章)	左国庆		
主要负责人 (签字)	刘晓燕		
直接负责的主管人员 (签字)	刘晓燕		
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
陈玲	2014035550350000003511550077	BH004749	陈玲
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
蒲小洁	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量现状	BH001011	蒲小洁
陈玲	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、结论及建议	BH004749	陈玲

项目基本情况

表 1

建设项目名称		数字化平板血管造影减影系统			
建设单位		重庆市中医院			
法人代表	左国庆	联系人	刘晓熹	联系电话	1*****1
注册地址		重庆市江北区盘溪七支路 6 号			
项目建设地点		重庆市渝中区道门口 40 号道门口院部门诊综合楼负二层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	900	项目环保投资 (万元)	60	投资比例 (环保投资/总投资)	6.66%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" 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			
1.1 医院概况					
<p>重庆市中医院是一所集医疗、教学、科研和预防保健为一体的大型三级甲等医院，是卫生部国际紧急救援中心网络医院、国家爱婴医院、国家药物临床试验机构、全国重点中西医结合医院和省级重点中医院。医院现分江北区南桥寺院部和渝中区道门口院部，总占地 173 亩，建筑面积近 20 万平方米。医院现有在岗职工 3700 余人，现编制床位 2500 张，开放床位 3000 张，临床科室 32 个，医技科室 10 个，医院拥有大型医疗设备 200 余台。年门诊量 205 万人次，年出院病人 6.8 万人次。道门口院部主要有门诊综合楼、老门诊楼、医技楼和住院楼。</p>					

医院拟对重庆市渝中区道门口 40 号道门口院部门诊综合楼负二层现有房间进行改造，改建 1 个 DSA 机房、1 个 CT 机房、1 个浅放治疗室，并拟购买 1 台 DSA 和 1 台 CT，拟搬迁 1 台浅层 X 射线放射治疗系统，改建各机房和辅助用房内新建新风系统。负二层施工顺序为先将档案室改建浅放治疗室，将现有的 1 台浅层 X 射线放射治疗系统搬迁至新治疗室内；然后依托负二层现有房间再改建 1 个 DSA 机房、1 个 CT 机房，并安装新购 DSA 和 CT；负二层整体改建后，3 台设备投入运行的时间相差不大。医院在重庆市渝中区发展和改革委员会为 DSA、CT、浅层 X 射线放射治疗系统分别办理了单独的项目备案证，因此环评手续需分开办理。本环评仅对数字减影血管造影 X 射线装置（以下简称“DSA”）进行评价，浅层 X 射线放射治疗系统、CT 医院委托重庆宏伟环保工程有限公司另行评价。

1.2 项目由来

为满足医院自身发展的需要和病人需求，重庆市中医院拟将门诊综合楼负二层的现有 X 射线浅层治疗机房、控制室、空调房等改造为介入手术室，并购置 1 台 DSA，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），数字减影血管造影 X 射线装置属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》的相关规定，DSA 的使用应开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号）的要求，II 类射线装置的使用属于“191 核技术利用建设项目 使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》，重庆市中医院特委托重庆宏伟环保工程有限公司对该项目进行环境影响评价。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，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《数字化平板血管造影减影系统环境影响报告表》。

1.3 项目概况

(1) 项目组成

本项目位于重庆市渝中区道门口 40 号道门口院部门内，建设内容为将门诊综合楼负二层的 X 射线浅层治疗机房、控制室、空调房等改造为介入手术室，介入手术室包括 DSA 机房、控制室、设备间、缓冲区、家属谈话间、男女更衣室、污物间等，并配置 1 台 DSA（单管头，额定电压 125kV，额定电流 1000mA），开展介入手术。项目总建筑面积约 130m²。

项目工期约 3 个月。项目总投资 900 万元，其中环保投资约 60 万元。本项目组成及与医院的依托情况见下表 1-1。

表 1-1 本项目组成及医院的依托关系表

分类	项目	组成	依托关系
主体工程	DSA 机房	DSA 机房位于门诊综合楼负二层，最小内空尺寸 6m×7.69m，内空高 3.5m（吊顶后净空高度为约 3m），有效使用面积约 46.14m ² 。	依托主体结构改造用房
	设备	配置 1 台数字减影血管造影 X 射线装置(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	控制室、设备间、缓冲区、家属谈话间、男女更衣室、污物间等。	依托主体结构改造用房
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；医疗废水经医院废水处理站处理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	负二层新建一套新风系统，浅放治疗室、DSA 机房、CT 机房内均设置送风口和排风口，在各机房顶棚上错开布置，废气汇总后通过一根管道排出。	新建
环保工程	废水处理	放射工作人员产生的废水依托医院的污水管网收集至位于门诊综合楼东南侧医院废水处理站（废水处理站处理能力为 400m ³ /d）处理后通过市政管网接入鸡冠石污水处理厂进行再处理，达标后排入长江。	依托
	固废处理	介入手术过程中产生的医疗废物依托医院的医疗废物收集系统收集，暂存于门诊综合楼和住院楼之间的医疗废物临时贮存间（10m ² ），交有资质单位处理。 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。	依托

废气处理	本项目 DSA 机房内设置一个排风口和一个送风口，在顶棚上错开布置，废气与负二层其他房间废气一起引至室外院坝内高于地面约 1m 处排放。DSA 机房排风风量约为 700m ³ /h，通风换气次数约 5 次/h。	新建
辐射防护	采用铅版、混凝土、铅玻璃、铅防护门等屏蔽材料进行屏蔽。	新建

(2) DSA 机房设计情况

本项目的 DSA 机房用房位于门诊综合楼负二层东北侧，由现 X 射线浅层治疗机用房改造，本项目委托重庆信远射线防护设备有限公司进行用房布局、屏蔽防护设计和建设。本次改造主要施工内容包括内部隔墙拆除、新建墙体（除北墙外全部新建）、DSA 机房屏蔽体（墙体、顶棚、地板）建设、内部装饰、防护门窗及设备安装等。项目 DSA 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	备注
DSA 机房	东、南、西	200mm 空心砖+3mmPb 铅板	新建
	北（堡坎）	200mm 混凝土	依托
	顶棚	200mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡复合板	改建
	地板（地下无建筑）	120mm 混凝土	依托
	铅门	3mmPb 当量	新建
	铅窗	3mmPb 当量	

备注：混凝土密度 2.35g/cm³，铅 11.3g/cm³。

(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	型号	管电压 管电流	用途	位置	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA)	1 台	InnovaIGS	125kV 1000mA	介入手术	门诊综合楼负二层 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 配套设备
2	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置		设备间		
3	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输		设备间		
4	控制系统	1 套	DSA 设备操作		控制室		

项目基本情况

续表 1

5	中心供氧装置	2 套	病人供氧	DSA 机房内	手术配套设备
6	除颤仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
7	高压注射器	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
8	吸痰器	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
9	电生理仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
10	中心负压吸引	2 套	手术配套用	DSA 机房内	
11	空气消毒机	1 台	空气消毒	DSA 机房内	

1.4 劳动定员和工作制度

本项目劳动定员 8 人，其中手术医生 6 人，技师 1 人，护士 1 人，均在医院内部调配，不新增医院总劳动定员。目前具体人员待定。

放射工作人员年工作 250 天。

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共 500 台，主要为心脏介入手术（300 台/年），另外有神经介入手术（100 台/年）和综合介入手术（100 台/年）。

1.6 项目周边保护目标

项目位于重庆市渝中区道门口 40 号道门口院部门诊综合楼负二层。根据项目周围环境敏感目标分布情况，DSA 机房周围 50m 范围内敏感建筑物主要是医院住院楼、老门诊大楼及医技楼，均为医院用房，因此，确定本项目环境保护目标为该医院从事介入手术的相关工作人员、机房周围公众成员。

1.7 与项目有关的环境保护问题

1.7.1 医院的环保手续情况

2011 年重庆市中医院委托重庆市环境保护工程设计研究院有限公司编制了《重庆市第一人民医院门诊综合楼重建工程项目环境影响报告书》，并于 2011 年 3 月 17 日取得了原重庆市环境保护局的审批意见：（渝（市）环准（2011）041 号）。该项目于 2018 年 10 月 9 日进行了竣工验收，医院环保设施通过验收，并取得了《重庆市排放污染物许可证》。

2017 年重庆市中医院委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《皮肤科浅层 X 射线放射治疗系统建设项目环境影响报告表》，并于 2017 年 11 月 20 日取得了原

重庆市环境保护局的审批意见：（渝（市）环准〔2017〕051号）。该项目于2018年10月26日进行了竣工验收，并通过竣工环境保护验收，办理了《辐射安全许可证》。

1.7.2 本项目与医院的衔接

本项目改建门诊综合楼负二层 X 射线浅层治疗机房、控制室、空调房等用房为介入手术室，项目用房原功能为 X 射线装置机房，本项目建设不改变项目用房性质，目的是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，为心脑血管病人争取最佳抢救时机，提高后期生活质量，项目建设与医院的整体发展相适宜。

1.7.3 与项目有关辐射环境问题

经现场调查和咨询，医院于2020年1月7日重新申领了辐射安全许可证：渝环（辐）证00092号（有效期至2025年1月6日，见附件），医院目前取得许可并使用的有1台伽玛刀（使用I类放射源钴-60），3台II类射线装置，20台III类射线装置，1个非密封放射性物质丙级工作场所。

南桥寺院部A栋5楼的1台DSA已进行了环评和验收，目前正在办理《辐射安全许可证》。

医院现有辐射装置具体情况见表1-4所示。

表 1-4 医院现有辐射工作情况一览表

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	位置		环保手续
1	DSA	INFX-8000C	II类	1台	南桥寺	B栋裙楼介入手术室	已环评、验收、办证
2	加速器	Elekta Synergy VMAT	II类	1台	南桥寺	C栋负2楼放疗中心直线加速器治疗室	
3	DR	Directview DR7500	III类	1台	南桥寺	A栋1楼放射科1室	
4	DR	RADspeed M	III类	1台	南桥寺	B栋裙楼1楼放射科1室	
5	CT	Lightspeed VCT	III类	1台	南桥寺	A栋1楼放射科3室	
6	CT	Optima CT660	III类	1台	南桥寺	B栋裙楼1楼放射科2室	

项目基本情况

续表 1

7	钼靶机	Senographe DS	III类	1台	南桥寺	A栋楼 放射科 5室
8	骨密度仪	DPX-NT	III类	1台	南桥寺	B栋裙楼 1楼 骨密度检查室
9	床旁机	MobileDaRt Evolution	III类	1台	南桥寺	B栋 (移动)
10	中C臂机	BV Libra	III类	1台	南桥寺	B栋 3楼 手术室
11	G臂机	Orca DigiArc 100AC	III类	1台	南桥寺	B栋 3楼 手术室
12	牙片机	SK68	III类	1台	南桥寺	A栋 4楼 口腔科
13	碎石机	HK.ESWL-V	III类	1台	南桥寺	A栋负1楼 碎石室
14	模拟定位 CT	Brilliance CT Big Bore	III类	1台	南桥寺	C栋负2楼 放疗中心 模拟 CT室
15	胃肠机	Uni-Vision	II类	1台	南桥寺	A栋 1楼 放射科 2室
16	碘 125 粒籽	乙级工作场所	/	/	南桥寺	C栋负1楼 储藏室、分装室
17	伽玛刀	Holy - γ -SRRS (I类放射源)	/	1台	道门口	门诊楼负2楼 伽玛刀治疗室
18	浅层 X 射线放射治疗系统	SRT-100	II类	1台	道门口	门诊楼负2楼 皮肤浅放射治疗室
19	DR	RADspeed M	III类	1台	道门口	门诊楼 2楼 放射科 DR室
20	CT	Brilliance CT 16-slice	III类	1台	道门口	门诊楼 2楼 放射科 CT室
21	中C臂机	BV Libra	III类	1台	道门口	住院楼 6楼 手术室
22	胃肠机	Ultimax-i	III类	1台	道门口	门诊楼 2楼 放射科 特检室
23	骨密度	Lunar DPX-MD+	III类	1台	道门口	门诊楼 2楼 放射科 骨密度检查室
24	牙片机	Oralix AC	III类	1台	道门口	门诊楼 4楼 口腔科 X光检查室
25	床旁机	uDR 360i	III类	1台	道门口	住院楼 (移动)

26	DSA	UNIQFD20C	II类	1台	南桥寺	A栋5楼 DSA 机房	已环评验收、正在办证
----	-----	-----------	-----	----	-----	-------------	------------

上述设备均完成了环境影响评价工作、进行了验收。除南桥寺院部的 1 台 DSA 正在办理辐射安全许可证外，其余设备均取得了辐射安全许可证，并按照医院的辐射安全管理要求进行管理，近几年未发生辐射环境事故及环保投诉。

现有 X 射线浅层治疗机房不存在放射性污染。

1.7.4 本项目与医院的依托关系

本项目主要依托门诊综合楼主体结构、给排水及供配电工程、废水处理站、医疗废物及生活垃圾收运系统、医院劳动定员和辐射环境管理机构及人员，依托可行性分析详见表 1-5。

表 1-5 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	建筑主体依托	项目用房的主体结构已经建成，并有完善的环保手续。项目用房原属于 X 射线浅层治疗机用房，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、供水等公用工程依托	医院已经建成运行，其建筑内的供电系统、供水管网等完善。故项目依托可行。	可行
环保工程	废水排放、固废处理依托	<p>医院建设有医疗废物暂存间，建筑面积约 10m²，与重庆同兴医疗废物处理有限公司签订了处理医疗废物的合同；目前，医疗废物每天转运，危废暂存间面积较大，尚有较多空余，完全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。医院建设有医院废水处理站 1 座，处理能力为 400m³/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。根据医院门诊综合楼排水管网图，本项目用房周围有布置排水管网，废水经管网收集到废水处理站处理。根据医院废水监测结果可知，医院废水处理站出水满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准值。</p> <p>同时，根据调查，本项目不新增工作人员，均在医院内部调配。另因本项目建设，不新增医院的住院床位，且危废暂存间及废水处理站均考虑了整个医院内所有建筑的固废和废水的产生量。因此，本项目依托可行。</p>	可行
劳动定员	技师和护士	项目劳动定员 8 人，其中手术医生 6 人，技	可行

项目基本情况

续表 1

		师 1 人和护士 1 人均在医院内部调配。医院现有放射工作人员中包含了技师、医师、护士等，医院技术均进行了辐射安全培训，持证上岗，调配的手术医生和护士也需持证上岗。因此，本次依托可行。	
管理	辐射环境管理	医院已经建立了辐射防护管理机构，设置了专人管理辐射环境，制定了相应的管理制度和应急预案等。本项目为 DSA，也属于诊断射线装置，且医院南桥寺院部已有在用的 DSA，因此能依托现有的辐射环境管理机构和管理制度。	可行

综上，本项目依托医院现有的主体结构、给排水及供配电工程、废水处理站、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	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA)	II 类	1 台	InnovaIGS	125	1000	介入手术	门诊综合楼负二层 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 日最新修订；</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) 《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>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，2014 年 7 月 29 日修订实施；国务院令第 653 号，2014 年 7 月 29 日修订实施；国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2019 年 8 月 22 日修订实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环保部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日施行）及《关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日施行）；</p> <p>(9) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(10) 《重庆市环境保护条例》，2018 年 7 月 26 日施行修订版；</p> <p>(11) 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) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013);</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) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GB16348- 2010);</p> <p>(7) 《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>(8) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012);</p> <p>(9) 参照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目委托书，附件 1；</p> <p>(2) 项目备案证，附件 2；</p> <p>(3) 《辐射安全许可证》，附件 3；</p> <p>(4) 项目所在楼环评批复文件和验收意见，附件 4；</p> <p>(5) 《监测报告》渝泓环（监）[2020]941 号，附件 5；</p> <p>(6) ICRP33 号报告、ICRP144 号报告和 NCRP147 号报告；</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 DSA 机房内, 因此竖直方向上本评价主要关注与 DSA 机房相邻上层的项目用房对应区域。

7.2 环境保护目标

(1) 项目用房所在楼外环境概况

项目位于医院门诊综合楼负二层。门诊综合楼为 12 层高建筑。门诊综合楼南面外约 30m 为医院住院楼, 北面外为医院边界及解放东路, 西面紧邻原门诊大楼 (并与之连通), 西南面约 5m 为医技楼 (与原门诊大楼连通), 东面外为停车场。

(2) 项目用房周围环境布置

项目用房位于门诊综合楼负二层东北侧。门诊综合楼负二层整层改建完成后, DSA 机房北侧为堡坎; 南侧紧邻设备间及病人缓冲区, 之外依次为伽玛刀控制室、医生办公室、CT 操作室; 西侧紧邻污物间和过道, 之外依次为浅放控制室、浅放治疗室、办公室、电梯间; 东侧紧邻控制室、家属谈话间, 之外依次为男女更衣室、工作人员缓冲区、缓冲空间、过道、水泵房; 楼上为中药库房; 楼下无建筑。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 DSA 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	控制室、家属谈话间	东侧	0m	平层	医院用房, 人员不定	放射工作人员	电离辐射
	男女更衣室、工作人员缓冲区、缓冲空间		约 3m	平层	医院用房, 人员不定	放射工作人员	
	过道、水泵房		约 7m	平层	医院用房, 人员不定	公众成员	
2	设备间、病人缓冲区	南侧	0m	平层	医院用房, 人员不定	放射工作人员、公众成员	
	伽玛刀控制室、医生办公室、CT 操作室		约 5m	平层			
3	邻污物间和过道	西侧	0m	平层	医院用房, 人员不定	放射工作人员、公众成员	
	浅放控制室、办公室、电梯间		约 3m	平层			
4	中药库房	楼上	/	机房上层	医院用房, 人员不定	公众成员	
5	医院住院楼	南侧	约 30m	/	7 层楼, 医院用房, 人员不定	公众成员	
6	医院老门诊大楼	西侧	约 20m	/	8 层楼, 医院用房, 人员不定	公众成员	
7	医院医技楼	西南侧	约 25m	/	4 层楼, 医院用房, 人员不定	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全。剂量限值:

1) 放射工作人员

应对工作人员的照射水平进行控制, 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。

续表 7 保护目标与评价标准

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) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)

本标准规定了医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、X 射线诊断操作的通用防护安全要求及其相关检测要求。

第 4.7.5 款 X 射线设备在确保铅屏风 and 床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，按附录 B 中 B.1.2 的要求，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 μ Gy/h（按附录 C 图 C.3 的要求）。

第 5.2 款 每台 X 射线机(不含移动式和便携式床旁摄影机与车载 X 射线机)应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2（本报告表 7-2）要求。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

第 5.3 款 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3(本报告表 7-3)要求：

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
介入 X 射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

第 5.4 款 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

续表 7 保护目标与评价标准

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$; 测量时, X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

b) CT 机、乳腺机、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$; 其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv ; 测量时, 测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

第 5.9 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、患者和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防护衣; 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb ; 应为不同年龄儿童的不同检查, 配备有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低于 0.5mmPb 。

采集时可参照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中 6.3.1 款 c 条具有短时、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 。

(3) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GB16348-2010)

第 7.1.2 款 应为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的防护用品, 其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。

(4) 《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 。

(5) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)

二级标准: 臭氧 1 小时平均限值为 $200\mu\text{g/m}^3$ (0.2mg/m^3); 二氧化氮 1 小时平均限值为 $200\mu\text{g/m}^3$ (0.2mg/m^3)。

(6) 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

续表 7 保护目标与评价标准

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，确定本项目的评价要求见表 7-4 所示。

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	
摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv			GBZ130-2013
环境剂量控制			执行依据
机房外 30cm 处	机房外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。		GBZ130-2013
透视防护区 测试平面	DSA 机房在确保铅屏风和床侧挂帘等防护设施正常使用 的情况下，在透视防护区测试平面上的空气释 动能率应不大于 400μGy/h。		
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)	GBZ130-2013
DSA (按单管头执行)	20	3.5	

注：本项目 DSA 为单管头，参照单管头 X 射线机确定机房控制面积和单边长度。由于 GBZ130-2020 于 2020 年 10 月 1 日执行，项目可参考执行 GBZ130-2020。

表 8 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受我院委托,于 2020 年 6 月 2 日对本项目拟建址的环境地表 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)[2020]941 号。

(1) 监测因子: 环境地表 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
环境地表 γ 辐射剂量率	仪器法	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993

(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 JB4010	09031	2020030403481	2021.3.19	1.03

(4) 监测点位: 共设 5 个点。具体监测布点见表 8-3。

根据监测布点情况,本次在机房、控制室、机房外过道、机房楼上药品库房、用房所在建筑室外停车坝各布设了 1 个监测点位。各监测点位的布设能够反映本项目拟用房辐射环境水平及临近地表 γ 辐射水平。因此,项目监测布点合理可行。

(5) 质量保证措施: 监测人员经培训合格后上岗,监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用;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,经过校对、校核,最后由技术负责人审定。因此,监测结果有效。

(6) 监测结果统计:

监测结果统计见表 8-3。

续表 8 环境质量和辐射现状

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	环境地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
△1	X 射线浅层治疗机房内 (拟建控制室)	76
△2	控制室内 (拟建介入手术室)	92
△3	过道	89
△4	拟建介入手术室楼上, 药品库房	76
△5	重庆市中医院西南侧室外停车坝	71

备注: 监测时机房内的浅层 X 射线放射治疗系统未运行。

根据监测统计结果可知, 本项目建设位置及周围环境的地表 γ 剂量率的监测值在 71nGy/h~92nGy/h 之间 (未扣除宇宙射线)。根据《2018 年全国辐射环境质量报告》(中华人民共和国生态环境部), 重庆市多个点位的 2018 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率监测值范围在 64.4~168.7nGy/h (未扣除宇宙射线) 之间。两者相比, 项目址场及临近环境 γ 辐射剂量率在其本底涨落范围内。

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

本项目用房依托医院门诊综合楼负二层现有房间进行改建，施工期主要为用房的改造和装修，设备的安装等工作，不新增用地。

其工艺流程及产物环节见图 9-1。

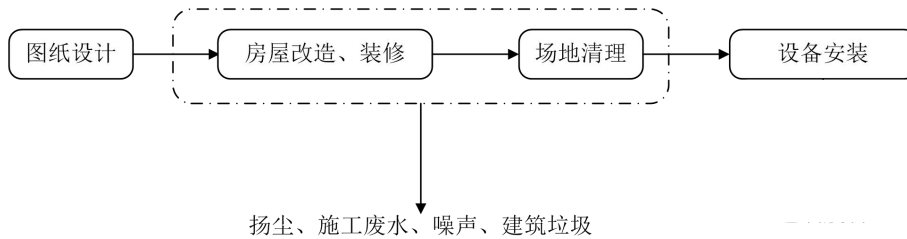


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

铅板安装具体施工方式为：先将砖墙涂上砂灰抹平，然后是防辐射铅板的安装，从墙边开始施工，把铅板依次排放在墙面上，采用紧固螺钉固定，墙边折 50mm 反边靠墙面，铅板中间搭接时，搭接不少于 20mm，阻止射线泄露；最后进行墙面装饰，用辅助支架将板材顶起固定在龙骨上。

根据上图，项目施工期主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

扬尘：主要为项目用房现有用房改造时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；

噪声：主要来自于项目用房现有用房改造、装修及现场处理等产生的噪声；

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水；

固体废物：主要为现有用房改造、装修过程产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾。根据项目工程量，建筑垃圾共产生约 4t。

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 设备情况

本项目拟在医院门诊综合楼负二层配置 1 台 II 类射线装置 DSA，用于介入手术。医院拟配置的设备基本情况见表 1-3。

9.2.2 工作原理、操作流程、工作负荷及污染因子

续表 9 项目工程分析与源项

(1) 工作原理

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 9-2。

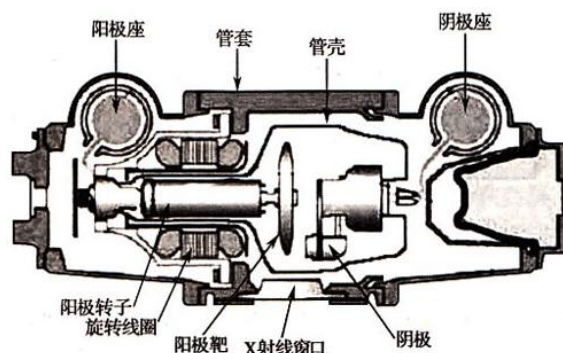


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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（对影像增强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

续表 9 项目工程分析与源项

号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

(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。

该项目设备采用平板探测器（FD）技术成像：FD 技术可以即时采集到患者图像，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。

DSA 工作示意图见图 9-3，实物图如下图 9-4 所示。

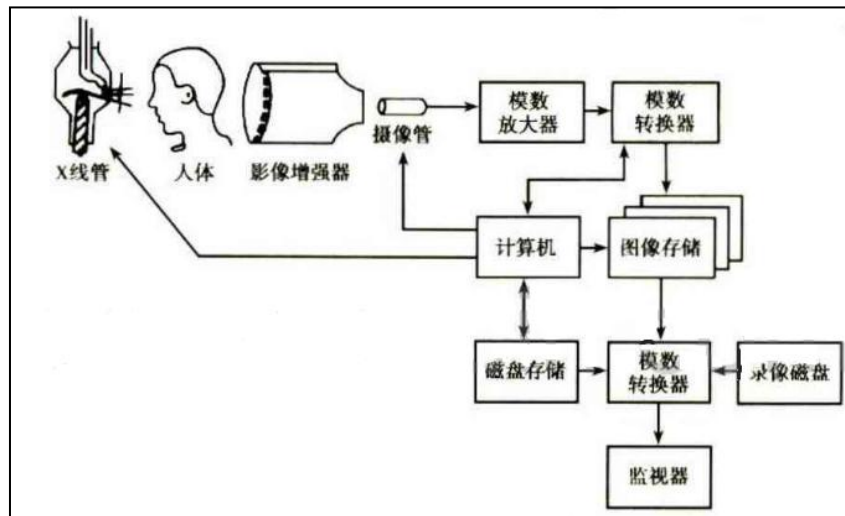


图 9-3 DSA 工作示意图

续表 9 项目工程分析与源项



图 9-4 DSA 实物照片（示例）

(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介入手术室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介入手术室内。无论哪种工作模式，医生在介入手术室内必须身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品。

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、铅防护吊帘、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、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品在介入手术室内对病人进行直接的介入手术操作。

续表 9 项目工程分析与源项

DSA 治疗流程及产污环节见下图 9-5 所示：

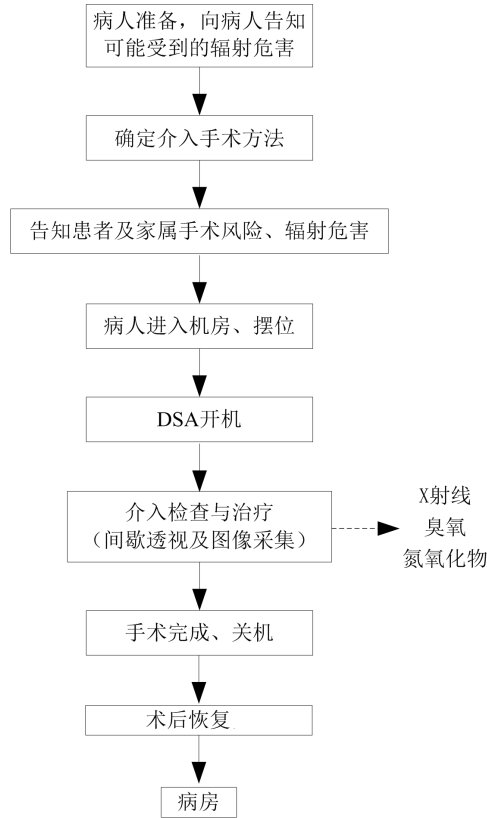


图 9-5 DSA 操作流程及产污环节图

根据上图，本项目污染因子主要为 DSA 工作时产生的 X 射线和臭氧、氮氧化物。由 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。

(4) 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	300 台	约 20min	约 100h
神经介入	手术医生 2 人	100 台	约 21 min	约 35h

续表 9 项目工程分析与源项

综合介入	手术医生 2 人	100 台	约 21 min	约 35h	
小计	/	/	/	约 170h	
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	300 台	3~4s	6~10 次	约 0.7min	约 3.5h
神经介入	100 台	6~10s	4~10 次	约 1.7min	约 2.8h
综合介入	100 台	3~8s	7~15 次	约 2min	约 3.3h
小计	/	/	/	/	约 9.6h
总计	/	/	/	/	约 179.6h

根据上表可知, DSA 介入手术过程中, 透视时间共约 170h, 采集时间约 9.6h, DSA 总年有效开机时间约 179.6h。

9.3 污染源项描述

9.3.1 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/5~10mA, 采集工况

续表 9 项目工程分析与源项

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 9-6 所示。本项目 DSA 过滤板为 3mmAl, 额定电压 125kV, 常用最大电压 90kV。查图可知, 额定电压 125kV 时, 离靶 1 米处的发射率约为 $9.8\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。

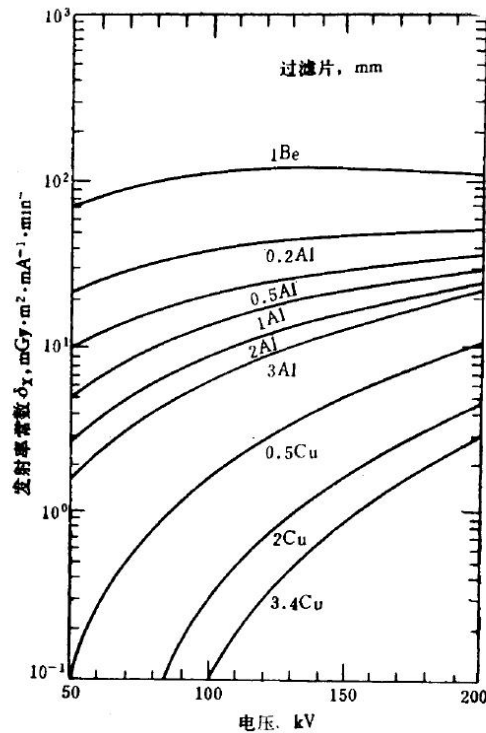


图 9-6 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

(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 100cm^2 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。

9.3.2 “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

续表 9 项目工程分析与源项

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。

根据《X射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（中国辐射卫生 1998 年第 7 卷第 3 期，郝海鹰、刘容、王玉海），在正常通风的摄片机房、透视机房、CT 室内（工作电压 70~90kV 下）射线装置正常工作 1 小时后，机房内的臭氧浓度最大为 0.064mg/m³，氮氧化物的浓度最大为 0.042mg/m³；远小于《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）的标准限值要求（臭氧 0.3mg/m³、氮氧化物 5mg/m³）。本项目 DSA 机房设置独立机械排风系统，排风风量约为 700m³/h，通风换气次数约 5 次/h，可确保机房内有良好的通风。本项目 DSA 机房废气引至室外院坝内排放，排放后经大气扩散稀释，浓度将进一步降低，也远小于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准“臭氧小时平均限值 0.2mg/m³、二氧化氮小时平均限值 0.2mg/m³”的要求。

（2）固废

DSA 在运行时均采用实时成像系统，不洗片，无废片产生。

介入手术产生废一次性医疗用品、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，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垃圾暂存间。

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，堆存在医院的废物间内，并做好收存记录，存积一定的量后由厂家回收。

（3）废水

介入手术室医护人员洗手废水、项目用房保洁废水属于医疗废水，进入医院废水处理站统一处理，达标后排入市政管网。

9.3.3 项目污染因子统计

综上所述，本项目污染因子一览表见表 9-2。

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-2 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。 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	臭氧浓度约为 0.064mg/m ³ ，氮氧化物的浓度约为 0.042mg/m ³
	固废	医疗垃圾	少量（依托医院医疗废物暂存间暂存后交有资质单位处置）
		生活垃圾	少量（交环卫部门处置）
	废铅防护用品	少量（妥善暂存后按有关规定综合利用）	
废水	医疗废水	少量（排入医院废水处理站处理）	

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) 布局

本项目位于医院门诊综合楼负二层，DSA 机房位于北侧中部，其北侧为堡坎；西侧为污物间、过道、之外为浅放控制室、浅放治疗室、办公室、电梯间，南侧为设备间、病人缓冲区，过道之外为医生办公室、伽玛刀和 CT 控制室；东侧为控制室、家属谈话室、更衣室、缓冲间等。楼上为药品库房，楼下无建筑。

(2) 通道

放射工作人员通道：手术工作人员、操作人员等由项目用房南侧工作人员专用大门进入项目区域，在缓冲区换鞋后进入更衣间更衣，操作人员直接进入控制室，手术工作人员进入缓冲空间穿戴铅衣及佩戴其他防护用品，然后进入 DSA 机房。工作完成后原路返回。

病人通道：病人通过项目用房南侧病人专用大门进入病人缓冲区，然后进入 DSA 机房接受手术。手术完成后原路返回。

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污物间运出，运至医院医疗废物暂存间。

项目通道布置示意图见图 10-1 所示。

(3) 合理性分析

项目设置 DSA 机房和各种辅助用房，功能齐全。项目出入口远离人流聚集区域，DSA 机房布置在用房中部，其北侧为堡坎，东侧、南侧紧邻区域为 DSA 医护人员及病人活动，无其他公众成员停留，西侧为过道，人员活动较少。项目用房属于独立的手术间，放射工作人员、病人的通道、污物通道独立。DSA 机房拟设置 3 个防护门，分别用于工作人员、病人进出、污物运出。项目布局利于病患就医，人流、物流各通道独立，其设置布局利于辐射防护安全控制。DSA 机房另设置移动式的空气消毒机，并配套设施一些手术室专用仪器和设备，配套设施齐全。

综上所述，该布局考虑了工作人员、病人和污物运出的独立通道，且利于辐射防护。从辐射环境保护角度分析，项目机房布局合理。

续表 10 辐射安全与防护

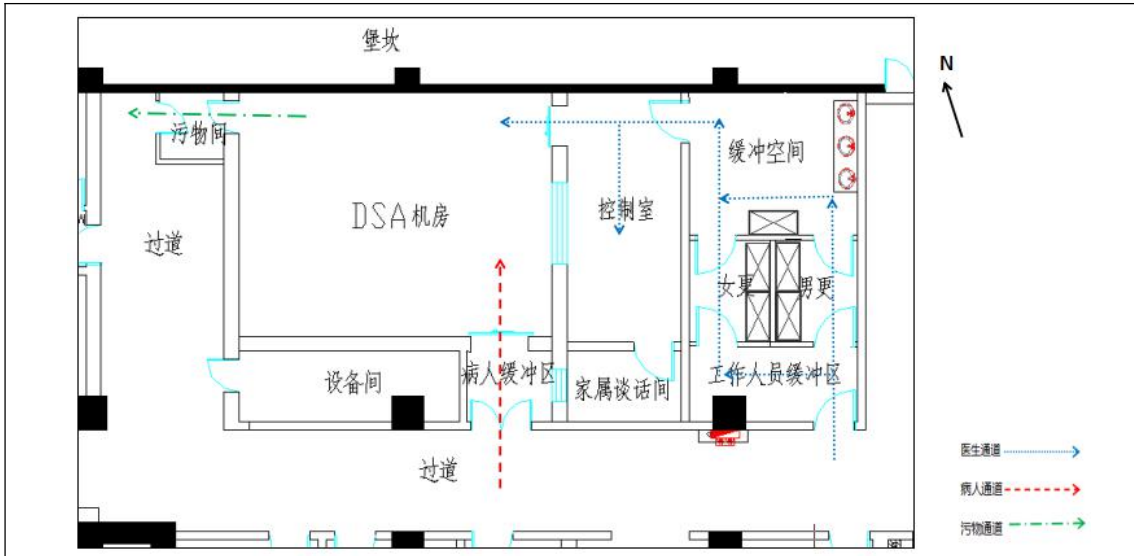


图 10-1 项目通道布置示意图

10.1.2 机房面积

本项目 DSA 为单管头设备，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

设备名称	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	6×7.69	46.14	≥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《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130 -2013）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，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。

续表 10 辐射安全与防护

分区类型	划分区域
控制区范围	DSA 机房
监督区范围	西侧过道、设备间、病人缓冲区、家属谈话间、控制室；楼上对应区域（中药库房）。

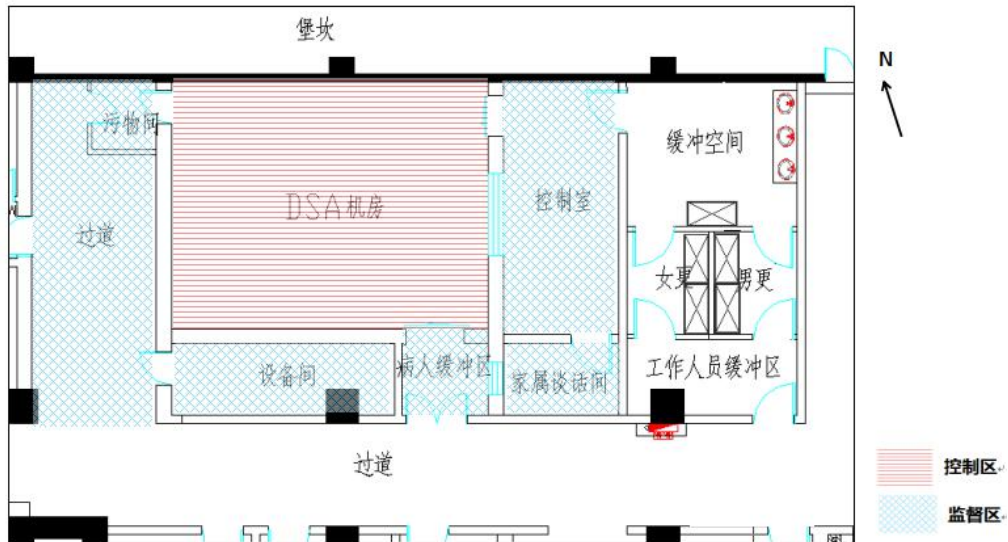


图 10-2 本项目分区布置示意图

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

(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。

续表 10 辐射安全与防护

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、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏。

⑥应急开关：DSA 设备上及控制台上拟设置急停开关，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根据医院提供资料，DSA 机房四周墙体、顶棚、防护门、观察窗防护铅当量能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）表 3 的要求，屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。

②DSA 机房的 3 个门均为铅防护门，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资质的厂家负责。

(3) 通风

DSA 机房采用新风系统，设置有进风口和排风口。机房设计风量为 700m³/h，通风换气次数约为 5 次/h，能保证机房内良好的通风。废气通过排风口收集后引至门诊综合楼北侧室外院坝排放。

(4) 管线进出口防护

机房内穿越防护墙的电缆导线、导管等均采用“U”型，电缆管进出口设置在机房底部，不影响墙体的屏蔽防护效果。

(5) 联锁系统

DSA 机房的病人出入口防护铅门设置有门灯联锁系统，即在开机时，门上方设置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮，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，并在病人进出的防护门上张贴放射防护注意事项。

(7) 辐射防护用品

续表 10 辐射安全与防护

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、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶衣服（4套）	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏（1套）	铅橡胶围裙、铅橡胶三角裤、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具（1套）	/

备注：上述防护用品屏蔽厚度：工作人员辐射防护设施不低于 0.5mmPb，其余防护用品不低于 0.25mmPb。放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置。如对儿童进行介入手术时，需为患者另行配置不低于 0.5mmPb 的个人防护用品。

对比《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），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，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合理布置机房内急救及手术用辅助设备，机房内安装监控与对讲装置。

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；污物运输的防护门外应设置电离辐射警告标志。

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《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）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《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）及《医用 X 射线诊断受检者卫生防护标准》（GB16348-2010）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	
GBZ130-2013	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	透视曝光开关应为常断式开关, 并配有透视限时装置。	设备自带
		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
		X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下, 按附录 B 中 B.1.2 的要求, 在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 μ Gy/h。	配置合格出厂的设备, 经监测合格后方可使用。
	X 射线设备机房防护设施的技术要求	X 射线设备机房(照射室)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。	机房四周墙体和楼上均采用足够厚的屏蔽材料进行防护。
		每台 X 射线机应设有单独的机房, 机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房, 其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于相应要求。	设备有独立的机房。机房有效使用面积和最小单边长度满足标准要求。
		X 射线设备机房屏蔽防护应满足相应要求。具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h;	本项目 DSA 具有透视功能, 根据后文核算, 透视时机房屏蔽体外的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h, 屏蔽能力满足要求。
		其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv。	本项目 DSA 具有摄影功能, 根据后文核算, 摄影时机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值小于 0.25mSv。
		应合理设置机房的门、窗和管线口位置, 机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房(不含顶层)顶棚、地板(不含下方无建筑物的)应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。	已合理设置门窗和管线位置, 有相应的屏蔽能力。顶棚的屏蔽能力满足要求。
		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患者和受检者状态。	机房设置有观察窗, 能观察到患者和受检者状态。
		机房内布局要合理, 应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置; 不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物; 机房应设置动力排风装置, 并保持良好的通风。	拟合理安装设备, 设备自带影像增强器能较好的阻挡主射线。机房内除必要的配套设施外, 将不堆放其他杂物。机房拟设置专用排风系统通风。
机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯, 灯箱	DSA 机房铅防护门均设置电离辐射警		

标准号	标准要求		项目情况
		处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	告标志，病人进出口门设置门灯联锁装置，门关闭，显示“射线有害、灯亮勿入”，拟张贴放射防护注意事项。
		患者和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。
		每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备相应的工作人员、患者和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防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有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低于 0.5mmPb。	拟配置相应的辐射防护用品，数量和铅当量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。
	医用 X 射线诊断防护安全操作要求	介入放射学用 X 射线设备应具有可准确记录受检者受照剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后患者受照剂量记录在病历中。 借助 X 射线透视进行骨科整复、取异物等诊疗活动时，不应连续曝光，并应尽可能缩短累计曝光时间。 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。	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。
GB16348-2010	防护最优化	应避免受检者同一部位重复 X 射线检查，以减少受检者受照剂量。	加强管理和提高工作人员能力，将在术前制定手术方案，按要求执行。
	儿童 X 射线检查的特殊要求	应为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的防护用品，其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。	拟配置，数量和铅当量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。
GBZ128-2019	剂量计的佩带	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

施工期主要为用房的改造和装修，设备的安装等工作，主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

施工扬尘主要为项目用房现有用房改造时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘为机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘，项目位于负二层，所在区域比较独立，用塑料布围封施工区域，洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

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

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

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

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

11.2 营运期辐射环境影响分析

11.2.1 DSA 机房屏蔽能力换算

(1) 屏蔽体铅当量核算公式

①根据《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)附录D的D.1.2，给定屏蔽体厚度的透射因子B按以下公式核算：

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

式中：X——铅厚度；其余同上。

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：

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ ——不同屏蔽材质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数。

③根据 DSA 工作原理及工作方式可知，DSA 工作时发出的有用线束均会被患者身体和影像增强器等阻挡，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 额定电压为 125kV，查《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）表 D.2 混凝土拟合参数，对墙体进行核算。

(2) 核算结果

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备最大参数，其机房屏蔽体的铅当量核算结果见表 11-1。

表 11-1 射线装置机房屏蔽厚度核算对比表

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 (125kV)	东、南、西墙	200mm 空心砖 +3mmPb 铅板	3mmPb 当量	2mmPb 当量	满足要求
	北墙	200mm 混凝土	2.82mmPb 当量	2mmPb 当量	满足要求
	顶棚	200mm 混凝土 +3mmPb 硫酸钡 复合板	5.82mmPb 当量	2mmPb 当量	满足要求
	铅门	3mmPb 当量	3mmPb 当量	2mmPb 当量	满足要求
	铅窗	3mmPb 当量	3mmPb 当量	2mmPb 当量	满足要求

备注：混凝土密度 2.35g/cm³。空心砖不考虑屏蔽。

由《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）5.3 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

续表 11 环境影响分析

屏蔽能力不得低于 2mmPb 当量。根据上表核算和对比分析，本项目 DSA 机房墙体的屏蔽能力均能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求。

11.2.2 DSA 机房屏蔽体外剂量率核算

(1) 核算公式

根据工程分析，DSA 设备的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。由于 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，根据 NCRP147 号报告“Struchural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节 (P62) 指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。另外，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），因此屏蔽计算可不考虑。综上，本次核算采用散射进行屏蔽防护的核算。

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

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

式中：

I——X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)；

H₀——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——R₀ 处的辐射野面积,单位为平方米 (m²)，射线装置运行时的最大照射野面积为 400cm² (20cm×20cm)；

a——散射因子，入射辐射被单位面积 (1m²) 散射体散射到距其 1 m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；根据 NCRP147 号报告第 137 页附图 C.1，125kV 射线装置在最大散射角情况下 1m 处的每平方厘米的

续表 11 环境影响分析

散射系数为 7.5×10^{-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），假设设备布设机房中间位置确定。

(2) 核算参数

本项目 DSA 采集时间极短，本次评价主要考虑透视情况下，计算 DSA 机房墙体外周围剂量当量率，即考虑极端情况下，额定电压 125kV，对应电流不大于 110mA 进行计算 DSA 机房墙体外周围剂量当量率。本次核算相关计算参数见表 11-2。

表 11-2 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)
DSA	125	110 (透视)	5.88×10^5	400	7.5×10^{-6}	0.38
	125	500 (采集)	5.88×10^5	400	7.5×10^{-6}	0.38

(3) 机房外周围剂量当量率核算结果

根据核算公式、表 11-1 核算结果和表 11-2 相关参数，DSA 机房外周围剂量当量率核算结果见表 11-3 所示。

表 11-3 DSA 机房屏蔽核算结果

墙体名称		射线类型	距离 R(m)	设计厚度	建议厚度	建议厚度透射因子	建议厚度周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	建议厚度是否满足要求
东面 (控制室)	墙体	散射	4.3	200mm 空心砖 +3mmPb 铅板	4mmPb 铅板	1.67×10^{-5}	1.21	是
	观察窗	散射	4.3	3mmPb	4mmPb	1.67×10^{-5}	1.21	是
	铅门	散射	4.3	3mmPb	4mmPb	1.67×10^{-5}	1.21	是
西面 (污物间、	墙体	散射	4.3	200mm 空心砖	4mmPb 铅板	1.67×10^{-5}	1.21	是

续表 11 环境影响分析

过道)				+3mmPb 铅板				
	铅门	散射	4.3	3mmPb	4mmPb	1.67×10^{-5}	1.21	是
南面 (设备室、 患者缓冲间)	墙体	散射	3.5	200mm 空心砖 +3mmPb 铅板	4mmPb 铅板	1.67×10^{-5}	1.83	是
	铅门	散射	3.5	3mmPb	4mmPb	1.67×10^{-5}	1.83	是
北面 (堡坎)	墙体	散射	3.5	200mm 混凝土	200mm 混凝土	2.49×10^{-5}	/	是
顶棚	墙体	散射	3.7	200mm 混凝土 +3mmPb 硫酸钡复合板	200mm 混凝土 +3mmPb 硫酸钡复合板	2.86×10^{-7}	0.03	是

备注：设备离地 X 高度按 1.0m 考虑。顶棚核算到楼上地面 1m 处。空心砖墙不考虑屏蔽。北墙外为土层堡坎，50m 范围内人员无法到达，不考虑其墙体外剂量。

根据计算可知，设计厚度下，最不利透视条件下，除顶棚外，其余墙体外周围剂量当量率均大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，不能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求，对此本环评对此给出了建议方案，其应按照建议方案建设。

建议厚度下，最不利透视条件下，DSA 机房屏蔽体外的周围剂量当量率最大为 $1.83 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。建议厚度下，最不利采集条件下，DSA 机房屏蔽体外的周围剂量当量率最大为 $8.31 \mu\text{Sv/h}$ (采集条件下计算表格见附件)，满足参照的《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中“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不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ ”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：

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

续表 11 环境影响分析

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， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T：居留因子；

t：X 或 γ 射线照射时间，小时。

(2) 剂量估算结果

根据医院提供的资料和工程分析，医院使用 DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 500 人次/年；年有效采集曝光时间约为 9.6h，透视曝光时间约为 170h。DSA 总年有效曝光时间约 179.6h。

①放射工作人员剂量估算

A：操作间放射工作人员有效剂量估算

aa：透视情况下操作间放射工作人员有效剂量估算

根据核算，本项目 DSA 机房透视模式下操作间最大周围剂量当量率约为 $1.21\mu\text{Sv/h}$ ，年透视出束时间为 170h/a，则操作间的放射工作人员受到的年有效剂量约为 0.21mSv/a ，从最不利情况考虑，本项目所有手术操作间的工作由 1 名技师完成，则该名放射工作人员受到的年有效剂量约 0.21mSv/a ，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。

bb：采集情况下操作间放射工作人员有效剂量估算

根据式 11-1~11-2 计算，在采集情况下，按最不利条件在 125kV，500mA 的条件下，机房外操作间周围剂量当量率为 $5.51\mu\text{Sv/h}$ ，年采集出束时间为 9.6h/a，则操作间的放射工作人员（包括操作间内技师和采集时在操作间的手术医生）受到的附加有效剂量约为 0.05mSv/a ，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv 的要求。

综上所述，本项目操作间的放射工作人员（包括操作间内技师和采集时在操作间的手术医生）受到的附加有效剂量最大为 $0.21+0.05=0.26\text{mSv/a}$ ，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，同时在采集条件下，机房外操作间的放

续表 11 环境影响分析

射工作人员附加有效剂量最大为0.05mSv/a，也满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于0.25mSv。

B: 手术室医护人员

根据《医用 X 射线诊断防护要求》（GBZ130-2013）规定：X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，按附录 B.1.2 的要求，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率不应大于 400μGy/h（按附录 C 图 C.3 的要求）。医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量 0.5mm），以式 11-3 计算防护用品屏蔽减弱倍数，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，保守核算常用电压及额定电压条件下手术医务人员受照剂量在医院年剂量管理目标值下的年工作时间（DSA 的年有效出束时间），见表 11-4。由于采集时手术医生位于 DSA 机房外，因此核算不考虑采集时间。

$$K=1/B \dots\dots\dots \text{（式 11-3）}$$

式中：K—— 减弱倍数；B——给定铅厚度的屏蔽透射因子（同式 11-1 中 B）

表 11-4 透视时手术室医护人员最大手术负荷时间表

运行管电压	减弱倍数	空气比释动能率	手术位周围剂量当量率	透视时年有限剂量管理目标值 ^①	单组医生最大透视手术工作时间（h/a）
90kV	39.8	400μGy/h	10.1μSv/h	5mSv/a	497.5
125kV	13.6	400μGy/h	29.4μSv/h	5mSv/a	170

备注：采集时医生均可能在介入手术室内，故按照最不利情况进行核算，核算考虑采集时间。

本项目 DSA 总年有效开机时间约 179.6h，本项目 DSA 在常用条件下单组手术医生可承担的最大手术时间为 497.5h/a，故至少配置 1 组手术医生即可满足本项目介入手术的需求。DSA 在额定条件下单组手术医生可承担的最大手术时间为 170h/a，需配置 2 组手术医生可满足本项目介入手术的需求。

医院配置了 3 组手术医生（6 名手术医生），不仅能满足 DSA 常用条件下开展介入手术的基本需求，也能满足 DSA 极端（额定）条件下开展介入手术的需求。

上述估算是按照透视防护区测试平面上的空气比释动能率不大 400μGy/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相关。因此，介入手术

续表 11 环境影响分析

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：

(1) 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；

(2) 医院应定期对个人剂量计进行监测，根据监测报告结果，合理分配工作量，正确有效使用防护用品，确保放射工作人员受到的年有效剂量低于医院的年剂量管理目标值。

②公众成员剂量估算

项目用房周围公众成员剂量估算结果见表 11-5。

表 11-5 公众成员剂量估算

类别	机房外最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	曝光时间 (h/a)	居留因子*	年有效剂量 (mSv/a)	
部分居留 (设备间、污物间、过道、楼上药品库房)	1.83 (透视时)	170	1/4	0.08	0.1
	8.31 (采集时)	9.6	1/4	0.02	

备注：居留因子参照 ICRP144 号报告 P185 表 4.4 取值。

根据核算，DSA 机房周围公众成员受到的年附加有效剂量最大约为 0.1mSv/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《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求，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。

续表 11 环境影响分析

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 11-6。

表 11-6 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	水平距离	预测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
1	控制室、家属谈话间	东侧	0m	1.21
	男女更衣室、工作人员缓冲区、缓冲空间		约 3m	0.42
	过道、水泵房		约 7m	0.18
2	设备间、病人缓冲区	南侧	0m	1.83
	伽玛刀控制室、医生办公室、CT 操作室		约 5m	0.31
3	邻污物间和过道	西侧	0m	1.21
	浅放控制室、办公室、电梯间		约 3m	0.42
4	中药库房	楼上	/	0.03
5	医院住院楼	南侧	约 30m	0.02
6	医院老门诊大楼	西侧	约 20m	0.04
7	医院医技楼	西南侧	约 25m	0.03

根据表 11-6 可知，机房邻近的各敏感目标周围剂量当量率均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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

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 手术室设计有进风口和出风口，且错开布置，能满足 DSA 手术室通风换气需要。

废气通过排风口收集后引至门诊综合楼北侧室外院坝内排放。排口处为空旷

续表 11 环境影响分析

的室外，排口处为角落位置，设置警示围栏，人员不能到达，且废气排入空气中经稀释后满足质量标准，对环境的影响可接受。

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。

医院门诊综合楼东南侧医院废水处理站（废水处理站处理能力为 400m³/d），接纳整个医院医疗废水。DSA 手术室劳动定员在医院现有工作人员调配，DSA 手术室产生少量废水依托医院废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 机房设置有专用的污物间，项目产生的医疗废物通过污物收集间暂存，并在每天工作结束后再外运至医院医疗废物暂存间，并与医院其他医疗垃圾一起交由资质单位处理。

医院医疗垃圾暂存间内设置感染性废物和损伤性废物收集桶，相应类别的塑料桶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 2 天内产生的医疗垃圾；设置紫外线消毒装置消毒，设置换气扇进行通风换气。医院与重庆同兴医疗废物处理有限公司签订医疗垃圾处置协议，交该公司每天收集、处置。因此，本项目产生医疗垃圾及时运送至医疗垃圾暂存间，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为报废铅防护用品，堆存在医院的废物间内，并做好收存记录，存积一定的量后由厂家回收。

项目产生的固体废物均能得到合理的处理，不会对环境产生影响。

11.4 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

续表 11 环境影响分析

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。

11.6 工作场所选址合理性

根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。

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，其选址于医院门诊综合楼负二层，项目用房原为 X 射线浅层治疗机用房，该 DSA 用于介入手术，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，DSA 机房周围一般公众成员较少，医院考虑了保守的防护方案，对周围环境影响甚微。

因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

续表 11 环境影响分析

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：

①除手术人员外其他与手术无关人员（如清洁人员、医疗废物运输人员等）在防护门关闭前因未及时撤离，防护门未关闭或射线装置工作时门被开启，造成公众成员的误照射。

②未合理安排介入医生工作量，长期由一名医生开展手术，手术过程中医生未正确使用防护用品，造成工作人员的误照射。

(2) 后果分析

①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发生误照射辐射事故，根据本项目 DSA 的最不利运行参数（125kV，500mA），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 11-7。

表 11-7 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	9.8mGy·m ² /mA min	1min	101.8mGy

备注：仅考虑散射线

②放射工作人员误照射

情景 A、放射工作人员穿戴防护用品完成全年手术量

极端情况下，若放射工作人员穿戴防护用品且操作所有 500 台介入手术的情况下，以额定透视电压 125kV 计，根据表 11-4 计算，手术位周围剂量当量率为 29.4 μ Sv/h，年有效开机时间约 179.6h，则这名放射工作人员受到的年有效剂量为 5.3mSv。

续表 11 环境影响分析

情景 B、放射工作人员未穿戴防护用品完成全年手术量

若该名手术医生长期不穿戴防护用品且独立一人操作所有 500 台手术,则这名放射工作人员受到的年有效剂量为 71.8mSv。

情景 C、放射工作人员未穿戴防护用品完成一台手术

若只是单台手术不穿戴防护用品,在额定电压情况下这名放射工作人员受到的年有效剂量为 0.15mSv。

根据以上后果分析可知,情景 A、情景 B 极端情况下,本项目放射工作人员可能发生超年有效剂量照射的事故。情景 C 不会发生超剂量事故。

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚,但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化,由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤,继而出现相应的生化代谢紊乱,并由此产生一系列临床症状。这类效应分为确定性效应和随机性效应,在剂量超过一定的阈值时才能发生的是确定性效应,而随机性效应则不存在阈值。

根据上述后果分析可知,本项目 DSA 对公众成员发生单次误照射及放射工作人员在极端情况下发生的事故均不会达到发生确定性效应阈值,但可能增加发生随机性效应的概率。

(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进行手术前,确认没有无关人员停留在 DSA 机房后才开始操作。此外,在设备上设置有紧急停机按钮,只要相关人员了解该按钮的作用,可避免此类事故的发生。因此,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加强医院管理,设备间日常上锁,DSA 机房病人通道防护门设置内开门开关;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

续表 11 环境影响分析

穿戴防护用品熟练完成。在操作间采集时，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，使设备始终保持在最佳状态下工作。

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。

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。

11.8 环保投资估算

本项目环保投资估算共约 60 万，占总投资 6.66%，具体情况见表 11-8。

表 11-8 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	控制区墙体改造，防护铅门、铅玻璃	40
2	个人防护用品及监测仪器	5
4	废气收集管网、处置	5
5	警示标识	2
6	监测、环评、验收、办证等	8
合计		60

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。

医院成立了放射防护管理领导小组（以下简称领导小组）。领导小组由院长为组长，整体负责医院的辐射防护管理工作。根据调查，医院管理领导小组具体负责成员学历能满足上述要求。因此，医院设有专门的辐射管理机构，符合相关要求。

(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《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 8 人，其中手术医生 6 人，技师 1 人，护士 1 人，均在医院内部调配。目前人员待定。

在本项目放射工作人员到岗后，医院拟按照医院管理制度组织本项目放射工作人员报名参加辐射安全与防护培训，并取得合格证，禁止无证操作；取得培训合格证的人员，定期参加复训。

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

续表 12 辐射安全管理

素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。

目前，医院已制定了《放射防护与辐射安全管理领导小组职责》、《辐射工作安全防护管理制度》、《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射监测制度》、《人员培训计划》、《设备使用和安全规则》、《一般操作规程》、《辐射安全应急处理措施》、《设备维修保养制度》、《DSA 操作规程》等。上述各种制度考虑到了设备的操作使用和安全防护，制度基本健全，具有一定的可操作性。医院在此之前按照各项管理制度执行，到目前为止未曾发生过放射事故。

同时，医院还应根据在实际落实情况中不断完善已经制定的各项规章制度，如应急预案、维修保养制度、培训计划等。

(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管理。

(3) 年度评估

续表 12 辐射安全管理

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，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或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	成立了辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	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，同时本项目拟设置门灯联锁装置，工作状态指示灯，门口显眼位置设置电离辐射警示标识。

续表 12 辐射安全管理

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、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。	已制定辐射事故应急预案。

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。

医院可配备相应的监测仪器或委托有资质的单位定期对所有射线装置机房和放射源机房、非密封放射性物质场所进行监测，做好监测记录，存档备查。根据调查，医院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，满足相关要求。

本项目建成后，医院也应按照现有监测计划执行，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

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。

监测频率：常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

(2) 工作场所环境监测

续表 12 辐射安全管理

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，DSA 透视防护区测试平面的空气比释动能率；

监测点位：DSA 透视防护区测试平面及机房屏蔽体四周 30cm 处等关注点位，重点关注轴流风机排风口、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小组，制定了《放射事故应急预案》，具体内容包
括应急处理原则、应急预案措施、应急报告电话。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：

医院应急办公室：（023）63731325（24 小时值班）

环境保护举报热线电话：12369

重庆市辐射环境监督管理站：15998981300

重庆市卫生健康委员会电话：（023）67903565

渝中区生态环境局：（023）63832682

渝中区卫生健康委员会：（023）63765146

（2）辐射事故应急处置措施

续表 12 辐射安全管理

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。

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 摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于0.25mSv	GB18871-2002、 GBZ130-2013 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、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、操作台、机房外电缆穿越处等，在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用情况下，在透视防护区测试平面上的空气释动能率应不大于 400μGy/h。	GBZ130-2013
5	建设内容	1 台 DSA（II 类射线装置）。	/

续表 12 辐射安全管理

6	防护用品	<p>每名介入手术医护人员在铅防护衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计</p> <p>按表 10-3 执行, 具体为: 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶衣服各 4 套; 铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 套; 铅橡胶围裙、铅橡胶三角裤、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各 1 套。</p>
7	辐射安全防护措施	<p>① DSA 机房各防护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 机房各防护门外均设置电离辐射警告标志, 提醒周围人员尽量远离该区域, 同时在病人通道入口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 设备上自带急停开关; 操作间与机房设对讲装置; 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	<p>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。</p>

表 13 结论及建议

(1) 项目概况

重庆市中医院拟将门诊综合楼负二层的 X 射线浅层治疗机房、控制室、空调房等改造为项目介入手术室，并新购 1 台数字减影血管造影 X 射线装置（DSA，单管头，额定电压 125kV，额定电流 1000mA，II 类射线装置）开展血管造影介入手术工作。项目总建筑面积 130m²，总投资 900 万元，其中环保投资约 60 万。

(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

本项目建设位置的地表 γ 剂量率的监测值在 71nGy/h~92nGy/h（未扣除宇宙射线），与重庆市多个点位的 2018 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率相比较处于本底涨落范围内。项目周围的辐射环境质量现状无异常。

(5) 选址合理性

项目拟建址的辐射环境质量状况无异常，有利于项目的建设。选址于医院门诊综合楼负二层，项目用房原为 X 射线浅层治疗机用房，该 DSA 用于介入手术，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，DSA 手术室周围一般公众成员较少，医院考虑了保守的防护方案，对周围环境影响较小。因此，项目选址可行。

(6) 布局合理性

项目设置 DSA 机房和各种辅助用房，功能齐全。本项目出入口远离人流聚集区域，有利于辐射防护。DSA 机房属于独立的手术间，设置 3 个防护门，分别用于工作人员、病人进出及污物运出。放射工作人员通道、病人通道、污物通道独立。综上所述，本项目布局考虑了不同类型通道相对独立，且利于辐射防护。从辐射环境保护角度分析，项目布局合理。

续表 13 结论及建议

(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。

将项目 DSA 机房内部设置为控制区;过道、设备间、病人缓冲区、家属谈话间、控制室;楼上对应区域(中药库房)设置为监督区。对控制区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;对监督区定期开展辐射环境监测和评价。

②机房屏蔽防护

DSA 机房有效使用面积为 46.14m²,最小单边长度为 6m,均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)要求。项目 DSA 机房的屏蔽防护设计满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)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,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;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 1 套;采用新风系统通风和机械排风,以保持机房内良好通风;机房病人进出防护门上设置电离辐射警告标志,醒目的工作状态指示灯,设置门灯联锁装置;其它铅防护门均设置电离辐射警告标志。DSA 手术室医护人员应在铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计;根据监测报告结果,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《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013 及《医用 X 射线诊断受检者卫生防护标准》GB16348-2010 要求。

(8) 环境影响分析

①机房屏蔽能力:根据核算,建议厚度下,DSA 机房屏蔽体的厚度能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)的屏蔽厚度要求,屏蔽体外的周

续表 13 结论及建议

围剂量当量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

②剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，在项目配备了足够的介入手术医生情况下，项目 DSA 介入手术相关医务人员人均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)，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《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 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，本项目采用新风系统通风、风机排风，可保持介入手术室良好的通风。项目放射工作人员等产生的废水依托医院现有废水处理站处理，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有资质单位处理，生活垃圾交环卫部门处理，废铅防护用品存积一定的量后由厂家回收。项目各污染物均能得到有效处理。

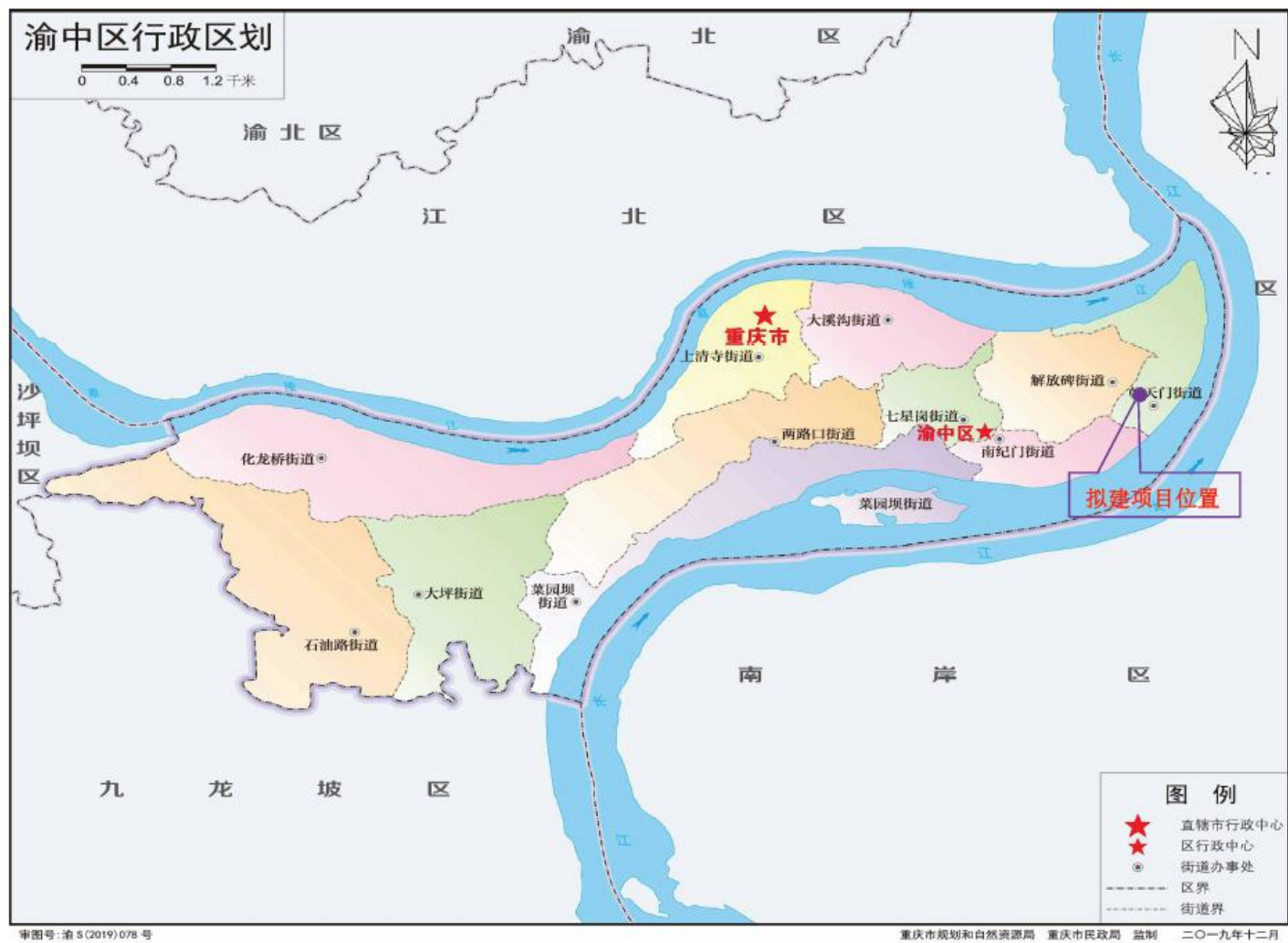
(9) 辐射环境管理

医院成立了放射防护管理领导小组，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辐射事故应急预案，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，重庆市中医院拟建的“数字化平板血管造影减影系统”在完善相应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

附图一 项目地理位置图



附图1 地理位置图