

编号：渝联辐环评字[2025]0001号

核技术利用建设项目

重庆医科大学附属大学城医院
医疗设备更新项目（DSA装置部分）
环境影响报告表
（公示版）

建设单位：重庆医科大学附属大学城医院

编制单位：重庆联尔医学研究院有限公司

编制时间：2025年3月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

重庆医科大学附属大学城医院
医疗设备更新项目(DSA装置部分)
环境影响报告表

建设单位名称：重庆医科大学附属大学城医院

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：重庆市高新区大学城中路55号

邮政编码：401331

联系人：乐乐

电子邮箱：36*****@qq.com

联系电话：173****0400

打印编号：1740450120000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	49z3jl		
建设项目名称	重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目（DSA装置部分）		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	重庆医科大学附属大学城医院		
统一社会信用代码	1250000067866859XM		
法定代表人（签章）	王佳 		
主要负责人（签字）	陈丽行 		
直接负责的主管人员（签字）	陈丽行 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆联尔医学研究院有限公司		
统一社会信用代码	91500103MA5U53FM4T		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
程春梅	03520240555000000030	BH067923	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
程春梅	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、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH067923	

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	23
表 9 项目工程分析与源项	31
表 10 辐射安全与防护	40
表 11 环境影响分析	52
表 12 辐射安全管理	70
表 13 结论与建议	79

附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 医院平面布置图及环保设施分布图
- 附图 3 项目周边环境保护目标分布图
- 附图 4 本项目所在楼一楼平面图
- 附图 5 本项目所在楼二楼平面图
- 附图 6 本项目建设前后对比图
- 附图 7 本项目控制区和监督区分布图
- 附图 8 本项目所在楼剖面图
- 附图 9 本项目 DSA 机房屏蔽防护设计平面图和剖面图
- 附图 10 本项目 DSA 机房排风管道和电缆沟平面图
- 附图 11 项目现状照片

附件

- 附件 1 环境影响评价委托书
- 附件 2 重庆市发展改革委员会关于重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目可行性研究报告的批复
- 附件 3 事业单位法人证书
- 附件 4 医疗机构执业许可证
- 附件 5 《重庆医科大学附属大学城医院建设项目环境影响评价文件批准书》渝（沙）环准（2008）14 号
- 附件 6 辐射制度
- 附件 7 辐射安全许可证
- 附件 8 现状监测报告 渝联辐环检字（2025）0001 号
- 附件 9 骨密度和 DSA 工作场所检测报告（渝联放检字[2024]0135-11 号、渝联放检字[2024]0135-14 号）
- 附件 10 排污许可证
- 附件 11 医疗固废处理合同
- 附件 12 计算过程

表 1 项目基本情况

建设项目名称		重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目（DSA 装置部分）			
建设单位		重庆医科大学附属大学城医院			
法人代表	王佳	联系人	乐乐	联系电话	173*****400
注册地址		重庆市高新区大学城中路 55 号			
项目建设地点		重庆市高新区大学城中路 55 号 重庆医科大学附属大学城医院医技楼 1F 放射科			
立项审批部门		重庆市发展和改革委员会	批准文号	渝发改社会〔2024〕703 号 2406-500356-04-03-349239	
建设项目总投资（万元）		1000	项目环保投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资） 2.5%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	100
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	/				
<p>1.1 建设单位概况</p> <p>重庆医科大学附属大学城医院（以下简称医院）是 2007 年 11 月经重庆市卫生局批准，于 2011 年 10 月 11 日正式运行的一所集医疗、教学、科研、预防保健为一体的三级甲等综合性教学医院，系重庆市卫生健康委委属医院、重庆医科大学直属教学医院。医院位于重庆高新区，占地面积 120 亩，现有编制床位 800 张，现有在岗职工 1168 人，其中博士 45 人、硕士 395 人；医院设有临床科室 33 个，医技科室 9 个，专科专病门诊 83 个，医院设有国家级博士后科研工作站，累计招纳 11 名博士后进站开展医学研究，累计在国家级、省部级医学会、医师协会及其他专业委员会任职 350 余人次，国家级、省部级学会主委副主委 40 余人次。</p> <p>医院始终秉承“创新、敬业、合作、服务”院训精神，以“患者至上，职工满意，</p>					

品质卓越的现代化综合教学医院”为愿景，以高水平推进区域医疗中心建设为目标，以医教研协同发展为主线，全面深化公立医院综合改革、卫生健康数字化改革，潜心“医学高峰”建设，全力推进医院高质量发展，努力开创卫生事业发展的新局面。

1.2 项目由来

医院目前有 1 台数字减影血管造影机（以下简称“DSA”）已投入使用，位于医技楼 1F 放射科内北侧导管室内。医院现有 1 台 DSA 无法满足医院介入需求，为了更好地实施介入服务，满足日益增长的介入诊疗的需要，拟在医院医技楼 1F 放射科建设“重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目（DSA 装置部分）”，项目已取得重庆市发展和改革委员会《重庆市发展和改革委员会关于重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目可行性研究报告的批复》，见附件 1，根据批复文件，重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目包含了 1 台 CT、2 台 C 形臂、1 台 DR 以及 2 台 DSA 等射线装置，本次评价只评价医技楼 1 楼放射科新增的 1 台 DSA 装置，其余射线装置不在本次评价范围内。本次建设内容主要为拟将现有 DSA 控制室南侧备用机房及邻近区域改建成 1 间 DSA 机房及其设备间、控制室、换鞋间等辅助用房，并购置 1 台医用血管造影 X 射线机（以下简称“DSA 装置”，额定电压为 125kV，额定电流为 1000mA，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》（原环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 装置属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置，根据《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》等相关法律法规要求，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件类别为环境影响报告表。

为此，重庆医科大学附属大学城医院委托重庆朕尔医学研究院有限公司开展“重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目（DSA 装置部分）”（简称“本项目”）的环评工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘查、收集资料和现状监测等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求编制完成本环境影响报告表。

1.3 项目概况

1.3.1 项目用房现状

根据现场勘查可知，DSA 机房现为放射科备用机房，本次按照介入室使用机房标准要求完成 DSA 机房各屏蔽体（墙体、楼板）建设、内部装饰、防护门窗等，根据拟建项目情况在 DSA 机房内西北角设置设备间，在机房外东侧建设其控制室和换鞋间等辅助用房，进行设备安装、铺设线缆沟及线缆穿墙等。

1.3.2 项目组成

重庆医科大学附属大学城医院拟在医院医技楼 1F 放射科实施“重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目（DSA 装置部分）”，主要建设 DSA 机房及其控制室、设备间、换鞋间等辅助用房，并拟新增一台 DSA 装置（II 类射线装置），用于开展血管造影介入手术。拟建项目总建筑面积约 100m²，总投资为 740 万元，其中环保投资约 25 万元。施工期预计 2 个月。拟建项目组成情况见下表 1-1。

表1-1 本项目组成一览表

分类	项目	项目组成	依托关系
主体工程	DSA 机房	DSA 机房内最小有效内空尺寸约 5.2m×7.5m，层高约 4.4m（吊顶后顶部到地面的净空高度约 2.8m），有效使用面积约 39m ² 。	依托主体结构改造用房
	设备	DSA 机房内拟安装 1 台 DSA 装置（II 类射线装置，单管头），设备型号待定，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。	新购
辅助工程	辅助用房	DSA 机房内西北角设置设备间，在机房外东侧拟设置控制室和换鞋间，拆除现有女更衣室墙体，与现有医生通道连成一体，将库房改为女更衣室；改造完成后控制室和设备间为本项目单独使用，医生通道、女更衣室和换鞋间与现有 DSA 共用。	依托主体结构改造用房
		DSA 机房西侧为病人通道，DSA 机房东北侧为 DSA 耗材库房、洗手区等，东侧为男更衣室。本项目与现有 DSA 共用。	依托
公用工程	给水	由市政供水管网提供，依托院内供水管网。	依托
	排水	实行雨污分流制度，雨水直接进入市政雨水管道；污水经污水处理站处理达标后排入市政污水管网。	依托
	供配电	由市政电网供电，依托医院供配电系统。	依托
环保工程	废水处理措施	项目产生的少量废水依托医院的污水管网收集至医院东北侧污水处理站（设计处理能力为 1200m ³ /d），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理排放标准后接入市政污水管网。	依托
	废气处理措施	DSA 机房设置机械排风，排风口布置在吊顶上方，废气经排风管道引至同层病人通道西侧外墙排放。	新建
	固废处理措施	介入手术过程中产生的医疗废物及时收集清理，并采取消毒措施，统一运至医院东北侧医疗废物贮存点，医疗废物定期交有资质的单位处理。	依托
		本项目产生的生活垃圾，分类收集后，暂存于医院东北侧生活垃圾暂存点，交由市政环卫部门统一收运处理。	依托
		报废的 DSA 按照要求对其装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录	/

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

1.3.3 改造建设方案

具体改造情况见表 1-2。本项目改造前后平面布置详见附图 6。

表 1-2 本项目改造前后对照表

场所名称	原用房情况	现有建筑情况	改造情况
DSA 机房	备用机房	东侧墙体为 370mm 实心砖墙，现有一扇无防护功能的普通木门。	墙体改造后为 370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥；保留门洞，将木门改为 3mmPb 铅门；新建 1 个 3mmPb 铅窗。
		南侧墙体为 370mm 实心砖墙。	墙体改造后为 370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥。
		西侧为 370mm 实心砖墙，原门洞已采用普通材料封堵。	墙体改造后为 370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥；拆除现有门洞封堵材料，改用实心砖重新封堵，并加 60mm 硫酸钡水泥；偏西南角新建 1 个 3mmPb 铅门。
		北侧为 370mm 实心砖墙。	西北角新建设备间后设备间墙体为 240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥，北侧现有 DSA 控制室墙体为 370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥。
		顶棚为 120mm 混凝土。	顶棚为 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板。
		地板为 150mm 混凝土。	地板依旧为 150mm 混凝土。
设备间	备用机房	DSA 机房内西北角新建隔墙，设备间尺寸为 1.8m×3.6m。	
控制室	医生通道、放射科控制廊	拆除医生通道、放射科控制廊现有隔墙，重新布局，新建隔墙。	
换鞋间	放射科控制廊	新建隔墙。	
女更衣室	库房	房间功能改为女更衣室。	
医生通道	女更衣室	拆除墙体，与现有医生通道连为一体。	

1.3.4 辐射防护方案设计

本项目位于医院医技楼 1F 放射科，根据建设单位提供的资料，本次拟将备用机房改建成设备间和 DSA 机房，改建后 DSA 机房有效面积为 39m²，DSA 机房内最小有效内空尺寸约 5.2m×7.5m、高 4.4m，DSA 机房具体屏蔽防护方案见表 1-3。

表1-3 DSA机房防护方案

机房名称	面积、尺寸	屏蔽体		屏蔽设计方案
DSA 机房	DSA 机房内最小有效内空尺寸约 5.2m×7.5m, 层高约 4.4m (吊顶后顶部到地面的净空高度约 2.8m), 有效使用面积约 39m ² 。	东侧、南侧墙体		370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
		西侧墙体	病人通道	370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
			设备间	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
		北侧墙体	现有 DSA 控制室	370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
			设备间	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
		机房顶板	120mm 现浇混凝土+2mmPb 硫酸钡板	
		机房地板	150mm 现浇混凝土	
		铅窗	3mmPb 铅窗	
		2 个铅防护门	3mmPb 铅防护门	
注: ①铅密度 11.3g/cm ³ , 混凝土密度 2.35g/cm ³ , 实心砖密度 1.65g/cm ³ , 硫酸钡水泥密度 3.2g/cm ³ ; ②铅铅、防护门、硫酸钡板测定铅当量的 X 射线管电压不低于 125kV。				

1.3.5设备配置

本项目主要配套设施设备见表1-4。

表1-4 DSA机房配套设施设备配置一览表

序号	名称	数量	位置	用途	备注
1	DSA 装置	1 台	DSA 机房	介入手术	II 类射线装置, 单管头
2	电源柜	1 套	设备间	DSA 配电	DSA 装置配套设备
3	高压发生柜	1 套	设备间	DSA 装置高压装置	
4	系统控制柜	1 套	设备间	设备控制和数据传输	
5	控制系统	1 套	控制室	DSA 装置操作	
6	中心供氧装置	1 套	DSA 机房	患者供氧	介入手术配套设备
7	除颤仪	1 套	DSA 机房	手术配套用	
8	有创心电监护仪	1 套	DSA 机房	手术配套用	
9	高压注射器	1 套	DSA 机房	手术配套用	
10	吸痰器	1 套	DSA 机房	手术配套用	
11	电生理仪	1 套	DSA 机房	手术配套用	
12	中心负压吸引	1 套	DSA 机房	手术配套用	
13	麻醉机	1 套	DSA 机房	手术配套用	
14	空气消毒机	1 套	DSA 机房	空气消毒	
15	铅衣/防辐射裙、防辐射围领、铅橡胶帽、铅防护眼镜	3 套	DSA 机房	工作人员防护, 0.5mmPb	新购
16	介入防护手套	3 双	DSA 机房	工作人员防护, 0.025mmPb	新购
17	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏	1 套	DSA 机房	工作人员防护, 0.5mmPb	设备配套

18	移动铅防护屏风(含观察窗)	1 个	DSA 机房	工作人员防护, 2mmPb	新购
19	防辐射裙、防辐射围领、铅橡胶帽	1 套	DSA 机房	患者防护, 0.5mmPb	新购
20	个人剂量计	若干	DSA 机房和控制室	工作人员个人剂量监测	新购

1.4 项目劳动定员、工作制度

本项目拟配备 17 名辐射工作人员从事介入手术, 包括 8 名介入手术医生、4 名护士、4 名放射技师和 1 名影像医师, 均从医院内调配, 不新增总劳动定员。其中 4 名放射技师和 1 名影像医师均由医院放射科现有辐射工作人员中调配, 同时从事放射科及介入手术相关工作; 其余人员均从医院现有介入手术工作人员中调配, 同时从事现有介入手术和本项目介入手术相关工作。工作制度: 辐射工作人员年工作 250 天, 实行轮休制。本项目劳动定员情况见表 1-5。

表 1-5 本项目劳动定员一览表

序号	姓名	性别	岗位	最近四个季度的剂量监测结果加和 (mSv)*	辐射安全与防护考核成绩报告单	辐射安全与防护考核成绩单有效期
1	李芸	女	护士	0.21	FS23CQ0101206	2028 年 9 月 18 日
2	杜华安	男	医生	0.02	FS20CQ0101009	2025 年 9 月 28 日
3	祝杰	男	医生	0.02	FS20CQ0100716	2025 年 9 月 18 日
4	唐彩妮	女	护士	0.09	FS24CQ0100742	2029 年 5 月 28 日
5	曹杰	男	医生	0.18	FS24CQ0100753	2029 年 5 月 28 日
6	傅欢	女	医生	0.04	FS24CQ0101082	2029 年 7 月 22 日
7	唐博	男	医生	0.09	FS20CQ0100985	2025 年 9 月 28 日
8	肖文波	男	医生	0.15	FS24CQ0100450	2029 年 4 月 18 日
9	涂利宽	男	医生	0.38	FS24CQ0101118	2029 年 8 月 20 日
10	晏佳	男	医生	0.05	FS24CQ0101937	2029 年 10 月 25 日
11	黄功伦	男	护士	0.04	FS24CQ0100703	2029 年 5 月 28 日
12	赵秀娟	女	护士	0.14	FS24CQ0100814	2029 年 6 月 19 日
13	隆金洋	男	技师	0.11	FS23CQ0100083	2028 年 2 月 24 日
14	陈红巧	女	技师	0.16	FS22CQ0100575	2027 年 6 月 17 日
15	杨洁	女	技师	0.2	FS22CQ0100419	2027 年 6 月 10 日
16	彭艳	女	技师	0.11	FS24CQ0100909	2029 年 6 月 9 日
17	李晓兰	女	影像医师	0.07	FS20CQ0101360	2025 年 11 月 23 日

注: 杜华安、彭艳和祝杰入职时间不足一年, 仅统计了2024年第一、二、三季度有效剂量监测结果加和。

1.5 工作负荷

根据现有DSA手术负荷和医院提供的资料，本项目预计年开展介入手术约1150台，手术类型包括心脏介入手术（1070台/年）和综合介入手术（80台/年）。

本项目DSA年透视时间共约384.7h，采集时间约15.2h，总年有效开机时间约399.9h。

1.6 外环境概况

医院位于重庆市高新区大学城中路 55 号，医院北侧紧邻重庆医科大学，东侧紧邻大学城中路，南侧紧邻厚德路，西侧为湖岸家园 B。

医技楼共 4 层，无地下层。本项目位于医技楼 1F 放射科，医技楼东侧紧邻绿化草坪和人行道，约 8m 为门诊和急诊楼，约 93m 为绿化和人行道；南侧紧邻绿化草坪和人行道，约 19m 为院内车行道，约 30m 为绿化带及院外人行道，约 62m 为厚德路；西侧紧邻绿化草坪和人行道，约 8m 为住院楼 A 栋、B 栋以及车库，约 75m 为湖岸家园 B；北侧为绿化草坪和车行道，约 8m 为车行道，约 17m 为绿化区域，西北侧约 17m 为停车场，东北侧约 43m 为锅炉房。项目所在楼医技楼外环境见表 1-6。

表 1-6 医技楼外环境关系表

序号	名称	方位	最近水平距离	高差	环境特征
1	人行道及绿化草坪	东侧	紧邻	无	院内公共区域
2	门诊和急诊楼		约 8m	无	院内建筑物（5F）
3	绿化和人行道		约 93m	无	院内公共区域
4	绿化草坪和人行道	南侧	紧邻	无	院内公共区域
5	院内车行道		约 19m	无	院内公共区域
6	绿化带及院外人行道		约 30m	无	院外公共区域
7	厚德路		约 62m	无	院外公共区域
8	绿化草坪和人行道	西侧	紧邻	无	院内公共区域
9	住院楼 A 栋、B 栋及车库		约 8m	无	院内建筑物（17F）
10	湖岸家园 B		约 75m	无	院外建筑物
11	停车场	西北侧	约 17m	+4m	院内公共区域
12	绿化草坪和车行道	北侧	紧邻	无	院内公共区域
13	车行道		约 8m	+4m	院内公共区域
14	绿化区域		约 17m	+4m	院内公共区域
15	锅炉房	东北侧	约 43m	+1m	院内建筑物（1F）

备注：“+”表示高于医院医技楼 1F 室外地面，“-”表示低于医院医技楼 1F 室外地面。

项目周边保护目标主要为医院从事本项目的辐射工作人员以及周围活动的公众成

员。

1.7 项目选址可行性分析

本项目 DSA 机房选址于医院医技楼，医技楼四周紧邻医院绿化草坪，远离公众聚集区域；DSA 机房位于 1F 放射科内北侧，便于医院统一管理；本项目机房临近导管室，便于实现本项目对现有辅助用房的依托；机房东邻控制室，机房南侧为骨密度机房及其控制室，机房西侧为病人通道，机房北侧为现有 DSA 控制室和设备间，楼上为内镜中心，楼下无建筑，项目所在区域相对独立，远离公众聚集区域，同时医院考虑了保守的屏蔽防护方案，对周围环境影响甚微；根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于本项目的建设。

因此，从辐射防护与环境保护角度，项目选址可行。

1.8 与项目有关的环境保护问题

1.8.1 项目用房的环保手续情况

医院于 2008 年委托编制了重庆医科大学附属大学城医院建设项目环境影响报告书，并于 2008 年 3 月取得了原重庆市沙坪坝区环境保护局下发的《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（沙）环准（2008）14 号），医院已于 2016 年进行了竣工环境保护验收，医院已取得排污许可证，其许可证编号为 1250000067866859XM001V，目前医院正常运营，至今未收到环保投诉，无环保遗留问题。

本项目拟位于医院医技楼 1F 放射科北侧，项目用房的环保手续齐全。

1.8.2 医院核技术利用项目开展情况

医院已取得《辐射安全许可证》，证号为渝环辐证（00398），有效期：2028 年 3 月 16 日，许可种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。根据调查，医院目前许可和使用的有 1 台 II 类射线装置，13 台 III 类射线装置，现场射线装置与辐射安全许可证相符。医院现有射线装置情况见表 1-7。

表 1-7 医院现有射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	工作场所	备注
1	全景口腔机	柯达 9000c	III 类	1 台	门诊楼 3 层全景机室	口腔科
2	牙片机	柯达 2100	III 类	1 台	门诊楼 3 层口腔 CT 室	口腔科
3	DSA	Innova 2100IQ	II 类	1 台	医技楼 1 楼放射科现有 DSA 机房	放射科
4	CT	Brilliance CT-16 Sli	III 类	1 台	医技楼 1 楼放射科 CT 室	放射科

5	DR	Cares trean DRX-Evo	III类	1台	医技楼1楼放射科DR室	放射科
6	移动式C形臂	Brivo CRC 850	III类	1台	医技楼3层手术部手术室7	手术麻醉科
7	口腔X射线计算机断层摄影设备	NVO1 1P57	III类	1台	门诊楼3层房间3	口腔科
8	乳腺钼靶机	Mammomat Fusion	III类	1台	医技楼1层乳腺钼靶机房	放射科
9	双源CT	SOMATOM Driver	III类	1台	医技楼1层CT2室	放射科
10	移动DR	MobiEye 700T	III类	1台	医技楼1层	放射科
11	透视机	Uni-Vision	III类	1台	医技楼1层胃肠1室	放射科
12	X射线机体层摄影设备	Neu Viz 16 Essence	III类	1台	发热门诊	发热门诊
13	骨密度	Horizon-Ci	III类	1台	医技楼1层骨密度室	放射科
14	C型臂	JZ10	III类	1台	医技楼3楼手术部手术室15	手术麻醉科

医院已委托有资质单位对现有各辐射场所的屏蔽能力进行了监测，屏蔽能力满足要求，医院上述设备的手续齐全，运行至今使用情况良好。经调查，医院现有辐射工作人员84人，已为每名辐射工作人员配置个人剂量计，建立个人剂量监测档案和职业健康体检档案，根据2023年第4度个人剂量和2024年第1、2、3季度个人剂量监测结果，辐射工作人员年有效剂量在0.01~3.75mSv/a之间，满足医院辐射工作人员年有效剂量管理目标值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。辐射工作人员均已参加辐射安全防护培训，并通过考核。医院运营至今，未发生辐射事故，也未产生辐射环保纠纷，无相关环保遗留问题。

1.8.3 现有DSA概况

(1) 工作负荷

根据医院提供的资料，现DSA位于医技楼一楼放射科北侧现有DSA机房内，工作负荷情况见表1-7。

表1-7 现DSA装置工作负荷表

透视					
手术类别	工作人员及数量	年开展工作量(台)	单台手术常见透视曝光时间(min)	年透视曝光时间(h)	
心脏介入	辐射工作人员17人	1072	约20	约357.3	
综合介入		79	约21	约27.7	
透视小计	/	1151	/	约385.0	
采集					
手术类别	年开展工作量(台)	单次采集时间(S)	单台手术采集次数(次)	单台手术常见采集时间(min)	年采集时间(h)

心脏介入	1072	3~4	6~10	约 0.70	约 12.5
综合介入	79	3~8	7~15	约 2	约 2.6
采集小计	1151	/	/	/	约 15.1
总计	1151	/	/	/	约 400.1

根据年工作负荷可知，现有 DSA 年透视时间约 385h，年采集时间约 15.1h，总年有效开机时间约 400.1h。本项目改扩建完成后，现有 DSA 的手术工作量基本不会发生变化。

(2) 辐射工作人员

医院现有介入辐射工作人员 36 人，均建立了个人剂量档案和健康档案，均进行了辐射工作安全防护培训并考核合格。根据 2023 年第 4 季度和 2024 年第 1、2、3 季度个人剂量检测报告可知，个人剂量未见异常。

(3) 辐射环境管理制度

针对现有 DSA，医院已制定了《介入手术操作规程》《DSA 工作人员岗位职责》《放射安全防护规章制度》《设备使用制度和维修保养制度》《放射工作人员辐射安全与放射防护培训计划》《放射工作人员个人剂量管理制度》《辐射防护监测计划》《放射卫生档案管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》等制度。

(4) 工作场所辐射环境监测结果

医院每年均委托有资质单位对导管室（现有 DSA）工作场所辐射环境进行监测。根据重庆朕尔学研究院有限公司介入放射诊疗工作场所放射防护检测报告，编号：渝朕放检字[2024]0135-14 号可知，在透视条件下导管室屏蔽体外的周围剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。检测报告详见支撑性材料附件 9。

(5) 三废处理情况

导管室产生的医疗废水和生活污水经医院污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理排放标准后接入市政污水管网。导管室产生的污物在机房内打包后运至医疗废物贮存点暂存；工作人员和患者产生的生活垃圾，分类收集后，暂存于医院生活垃圾暂存点，交由市政环卫部门统一收运处理；医院已规定报废的 DSA 按照要求交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档，目前未产生报废的 DSA；废弃铅防护用品由按有关规定收集、妥善保存，交由有资质单位处理，并做好相应记录。机房内废气经管道收集后引至外墙直接排放。

1.8.4 与医院整体的依托可行性分析

本项目与医院依托关系及可行性分析详见表 1-8。

表1-8 本项目与医院依托关系表

依托工程	工程内容和规模	可行性分析	
主体工程	项目机房利用现有备用机房进行改造，本项目使用该区域后，不影响医院整体的布局与运营。因此，项目主体建筑依托可行。	可依托	
辅助工程	项目设备间利用现有备用机房进行改造，控制室利用医生通道、放射科控制廊，换鞋间利用放射科控制廊进行改建，女更衣间利用现有库房进行改建，不影响医院整体的布局与运营，依托可行。	可依托	
	本项目依托现有的病人通道、男更衣室、DSA 耗材库房、洗手区等。本项目建成后介入手术总的工作负荷较现有工作负荷稍大，现有辅助用房有足够的面积能够满足本项目使用需求，因此，本项目建成后依托以上辅助用房可行。	可依托	
公用工程	给水	医院由市政供水管网供给，项目位于医院内，依托院内供水管网供水可行。	可依托
	排水	医院实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；医疗废水经医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网。项目用房已有排水管网，因此项目依托医院已有排水管网 可行。	可依托
	供配电	医院用电由市政电网引入，依托医院供配电系统可行。	可依托
环保工程	废水	医院建有污水处理站 1 座，位于医院东北侧，处理能力为 1200m ³ /d，污水处理站现处理量约为 600m ³ /d，有富余处理能力，本项目在污水处理站的接纳范围内；本项目产生的废水也为一般医疗废水，医院污水处理站现有工艺能够满足对本项目废水的处理需求。本项目属于医院的一部分，其医务人员等产生的废水、固废等均已 在医院总体考虑范围内，医院环保设施能满足要求。因此，项目废水依托医院污水处理站处理可行。	可依托
	固废	①本项目介入手术过程中产生的医疗废物及时收集清理，并采取消毒措施，统一运至医院东北侧医疗废物贮存点（面积约 50m ² ），医院已与有资质的单位签订医疗废物处理合同，医疗废物定期交有资质的单位处理。医院医疗废物贮存点面积较大，尚有多余空间，且已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求做好分区、防渗等措施。项目相较全院而言未新增医疗废物种类，全院医疗废物进行统一暂存、周转，可满足本项目暂存需求，因此依托可行。 ②医院产生的生活垃圾，分类收集后，暂存于医院东北侧生活垃圾暂存点，交由市政环卫部门统一收运处理。 ③报废的 DSA 按照要求对其装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收。废弃铅防护用品由医院按有关规定收集，交由有资质单位处理。	可依托
辐射工作人员	本项目拟配备 17 名辐射工作人员从事介入手术，包括 8 名介入手术医生、4 名护士、4 名放射技师和 1 名影像医师，均从医院现有辐射工作人员中内调配，包含了放射技师、手术医生、护士等。	可依托	
辐射安全管理	医院已成立了放射防护管理领导小组和辐射事件应急处置领导小组，并制定了相应的辐射安全管理制度和应急预案等。医院完善辐射管理体系及介入相关制度，辐射安全管理依托可行。	可依托	

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

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	活动种类	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及。											

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA 装置	II	1	待定	125	1000	介入诊疗	医院医技楼 1F 放射科	新增
以下空白									

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及。													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	废气经排风管道引至西侧外墙排放
医疗废水	液态	/	/	/	/	/	/	排入医院污水处理站统一处理，达标后排入市政污水管网
生活垃圾	固态	/	/	/	/	/	分类收集后暂存于医院东北侧生活垃圾暂存点	交由市政环卫部门处置
医疗废物	固态	/	/	/	/	/	暂存于医院东北侧医疗废物贮存点	交由资质的单位处理
报废的 DSA	固态	/	/	/	/	/	/	按照要求对其装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档
废弃铅防护用品	固态	/	/	/	/	/	/	由医院收集交由有资质单位处理，并做好相应记录
本项目不产生放射性废物。								

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

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

	<p>(4) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(9) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）；</p> <p>(10) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价委托书，见附件 1；</p> <p>(2) 立项文件，见附件 2；</p> <p>(3) 环境现状监测报告—渝朕辐环检字[2025]0001 号，见附件 8；</p> <p>(4) NCRP147 号报告《Structural shielding Design for Medical X-ray ImagingFacilities》；</p> <p>(5) 《辐射防护导论》；</p> <p>(6) 《辐射防护手册》—（第三分册）辐射安全；</p> <p>(7) ICRP 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》；</p> <p>(8) 医院提供的图纸、防护方案、支撑性文件、制度等其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，确定以该项目 DSA 机房实体屏蔽物外 50m 区域作为辐射环境的评价范围，本项目 DSA 机房 50m 范围内环境保护目标分布图见附图 2 和附图 3。

7.2 环境保护目标

本项目位于医院医技楼 1F 放射科，DSA 机房东侧紧邻控制室；南侧紧邻骨密度及其控制室；西侧紧邻病人通道；北侧紧邻设备间和现有 DSA 控制室；机房楼上为内镜中心；楼下无建筑。DSA 机房周围 50m 范围内主要包括 DSA 机房周围各房间及过道，东侧门诊和急诊楼，西侧住院楼 B 栋和连廊，及室外人行道、绿化草坪、车行道等。

结合本项目的评价范围，确定本项目的环境保护目标是从事该项目辐射工作人员及辐射工作场所周围 50m 范围内活动的公众成员，50m 评价范围内环境保护目标的名称、规模及其与本项目的方位和距离详见表 7-1。

表 7-1 DSA 机房周围环境保护目标情况一览表

编号	名称	方位	水平距离范围	高差	环境特征	人员类型	规模	影响因素
1	控制室	东侧	紧邻	无	项目辅助用房	辐射工作人员	约 2 人	电离辐射
2	换鞋间		约 2.5m	无	项目辅助用房	公众成员	约 2 人	
3	MRI 空调及液氮、过道		约 7~15m	无	医院用房	公众成员	约 3 人	
4	男更衣室、女更衣室		约 4m	无	项目辅助用房	公众成员	约 2 人	
5	医生通道	东侧、东北侧	紧邻	无	项目辅助用房	公众成员	约 3 人	
6	备用机房	东侧、东北侧	约 7m	无	医院用房	公众成员	约 2 人	
7	等候区 1	东北侧、东侧及东南侧	约 16m	无	医院用房	公众成员	约 10 人	
8	绿化草坪、人行道	东北侧、东侧及东南侧	约 23~50m	无	医院公共区域	公众成员	约 10 人	

9	门诊和急诊楼 (-1F~5F)	东北侧、 东侧及东 南侧	约 32~50m	-4~16m	医院用房	公众成员	约 200 人
10	洗手区	东北侧	约 3m	无	项目辅助用房	公众成员	约 2 人
11	DSA 耗材库房	东北侧	约 5m	无	项目辅助用房	公众成员	约 1 人
12	楼梯间	东北侧	约 16m	无	医院用房	公众成员	约 2 人
13	人行道		约 17m	无	医院公共区域	公众成员	约 10 人
14	绿化草坪、车行道	东北侧、 北侧、西 北侧	约 8~50m	无	医院公共区域	公众成员	约 10 人
15	车行道	东北侧、 北侧、西 北侧	约 13~50m	+5m	医院公共区域	公众成员	约 10 人
16	现有 DSA 控制室	北侧	紧邻	无	医院用房	公众成员	约 2 人
17	设备间		紧邻	无	医院用房	公众成员	约 2 人
18	导管室		约 2m	无	医院用房	公众成员	约 4 人
19	新风机房、电梯	西北侧	约 4m	无	医院用房	公众成员	约 1 人
20	人行道		约 8m	无	医院公共区域	公众成员	约 1 人
21	天桥		约 8m	+5m	医院公共区域	公众成员	约 1 人
22	停车场		约 35~50m	+5m	医院公共区域	公众成员	约 10 人
23	2 间值班室	西侧	约 4m	无	医院用房	公众成员	约 2 人
24	病人通道	西北侧、 西侧、西 南侧	紧邻	无	项目辅助用房	公众成员	约 2 人
25	绿化草坪、人行道		约 8~50m	无	医院公共区域	公众成员	约 10 人
26	住院楼 B 栋及车库 (-1F~5F)	西南侧	约 23~50m	-4~+64 m	医院用房	公众成员	约 100 人
27	CT 等候区、楼梯间	西南侧	约 7m	无	医院用房	公众成员	约 2 人
28	住院楼 B 栋连廊 (1F-4F)		约 31m	+4~12 m	医院用房	公众成员	约 3 人
29	空调水管井、电梯井、 卫生间、机房、口服分 包间		约 37m	无	医院用房	公众成员	约 2 人
30	骨密度及其控制室	南侧	紧邻	无	医院用房	公众成员	约 2 人
31	备用机房、CT 机房、 更衣间、DR 机房、办 公室		约 3~23m	无	医院用房	公众成员	约 10 人
32	医技楼大厅	西南侧、 南侧、东 南侧	约 24m	无	医院用房	公众成员	约 20 人
33	药房	约 38~50m	无	医院用房	公众成员	约 5 人	
34	放射科控制廊	东南侧	紧邻	无	医院用房	公众成员	约 20 人

35	MRI 候诊区、MRI 机房、库房、双源 CT 机房、DR 机房、乳腺 X 射线机房及其控制室		约 7~28m	无	医院用房	公众成员	约 15 人
36	候诊区、女卫生间、电梯井、水管井		约 16m	无	医院用房	公众成员	约 2 人
37	护士站		约 25m	无	医院用房	公众成员	约 1 人
38	门诊和急诊楼连廊 (1F-4F)		约 33m	+4~12 m	医院用房	公众成员	约 15 人
39	示教室、楼梯间、弱电机房		约 40m	无	医院用房	公众成员	约 10 人
40	医技楼 (2F, 内镜中心等)	楼上紧邻楼层	/	+4.4m	医院用房	公众成员	约 30 人
41	医技楼 (3F-4F, 手术中心、监护病房等)	楼上	/	+8~12 m	医院用房	公众成员	约 60 人

注：1. “-”表示低于 DSA 机房所在楼层地面；2. “+”表示高于 DSA 机房所在楼层地面。

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

1) 放射工作人员

应对工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述控制值。

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv 作为职业照射剂量限值。

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

2) 公众照射

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

(2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

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

第 6.1.5 条 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和迁建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2（即下表 7-2）的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

^b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内;

^d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形面积;

^e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

注: 本项目 DSA 为单管头, 按单管头 X 射线设备执行。

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

表 7-3 不同类型射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

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

第 6.2.3 条 机房的门和窗关闭时应满足表 3 (即表 7-3) 的要求。

第 6.3.1 条 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h; 测量时, X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

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

第 6.4.3 条 机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。

第 6.5.1 条 每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于表 4 (即下表 7-4) 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施, 其数量应满足开展工作需要, 对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配: 铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配: 移动铅防护屏	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套 选配: 铅橡胶帽子	——

注 1: “——”表示不要求。

注 2: 各类个人防护用品和肤质防护设施, 指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品, 特别是非铅介入防护手套。

第 6.5.3 条 除介入防护手套外, 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于

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

第 6.5.4 条 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

第 6.5.5 条 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

附录 B

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

表 B.1 中备注 1：介入放射学设备按透视条件进行检测。

B.2 关注点检测的位置要求。

B.2.1 距墙体、门、窗表面 30cm；顶板上方（楼上）距顶板地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。

(3) 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：剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%-30%（即0.1mSv/a-0.3mSv/a）的范围之内。

根据医院提供的资料（见支撑性材料：附件1环境影响评价委托书），医院取GB18871-2002中放射工作人员年有效剂量的四分之一即5mSv/a作为放射工作人员的年有效剂量管理目标值；取公众成员年有效剂量的十分之一即0.1mSv/a作为公众成员的年有效剂量管理目标值，本项目医院的年有效剂量管理目标值为10%在上述取值范围内，满足GB18871-2002要求。

本项目的评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 评价标准汇总表

年有效剂量限值要求			执行依据
分类	年有效剂量管理目标值	年有效剂量限值	
辐射工作人员	5mSv/a	20mSv/a	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及医院管理要求
公众成员	0.1mSv/a	1mSv/a	
环境辐射剂量率控制			执行依据
透视条件下，DSA 机房外	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，距离 DSA 机房四周墙体、门、窗表面 30cm，顶板上方（楼上）距地面 100cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）
摄影条件下，DSA 机房外	具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进		

	行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。		
机房尺寸控制			执行依据
设备名称	机房内最小有效面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)
DSA 装置	20	3.5	
通风要求			执行依据
机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风			《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

重庆医科大学附属大学城医院位于重庆市高新区大学城中路 55 号，地理位置图见附图 1。本项目拟建于医院医技楼 1F 放射科，本项目 DSA 机房所在楼层平面图见附图 4。

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，重庆朕尔医学研究院有限公司于 2025 年 1 月 6 日对本项目所在地的环境辐射剂量率进行了监测，监测报告编号为：渝朕辐环检字[2025]0001 号。此外，本次评价引用骨密度和 DSA 工作场所检测报告（渝朕放检字[2024]0135-11 号、渝朕放检字[2024]0135-14 号）中的数据来评价现有 DSA 机房和骨密度机房工作场所的辐射环境现状。

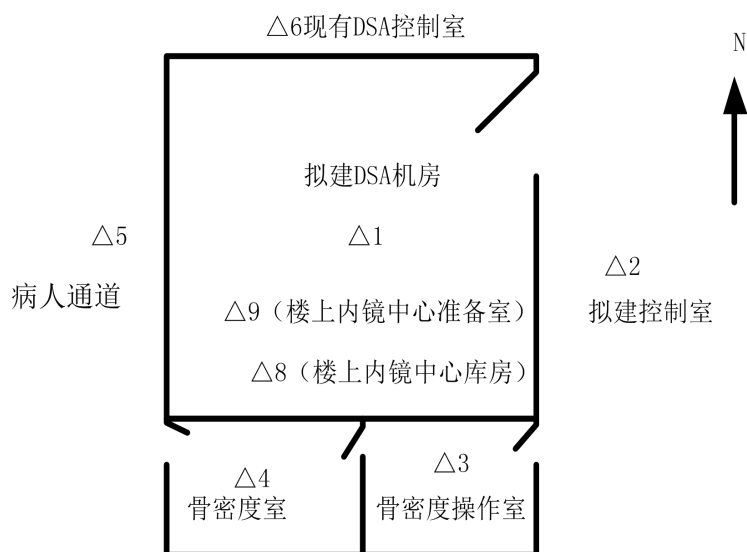
8.2.1 背景监测

1、监测方案

(1) 环境现状评价对象：拟建址及周边环境。

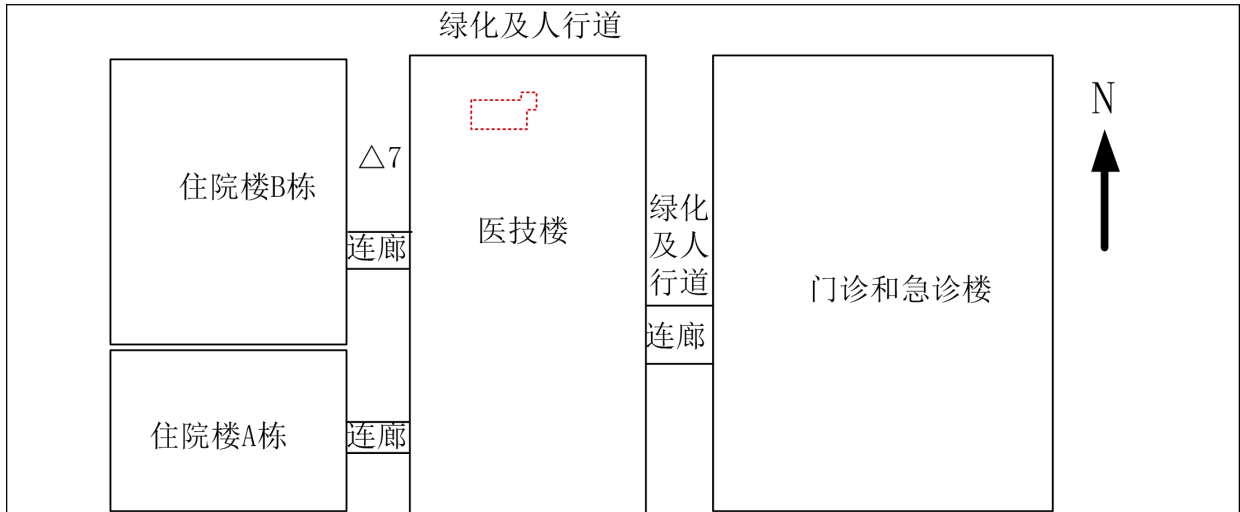
(2) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率。

(3) 监测点位及合理性分析：本项目共设 9 个监测点位，分别位于拟建 DSA 机房内及拟建机房四周、楼上等环境保护目标处，监测布点较全面地考虑了拟建项目所在位置及其周围辐射环境水平，监测点位布设整体合理。监测点位见图 8-1、8-2。



备注：△为监测点位，监测时现有 DSA 未运行。

图8-1 本项目监测点位图



备注：[]为项目所在区域，△为监测点

图8-2 本项目监测点位图

2、质量保证措施及监测结果

(1) 监测设备

表 8-1 监测设备参数表

仪器名称	便携式 X-γ剂量率仪
仪器型号	BH3103B
生产厂家	中核（北京）核仪器厂
仪器编号	2016008
能量范围	25KeV~3MeV
量 程	$1 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 10000 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书	DLjl2024-10690
检定有效期至	2025 年 7 月 11 日
校准因子	1.02

(2) 质量保证措施

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

②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，测量前、后均检查仪器工作状态为正常。

③监测仪器经中国计量科学研究院检定，检定结果为合格，检定有效期至 2025 年

7月11日。

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

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

3、监测结果

本项目各监测点位的环境现状监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建场所及周围 X-γ辐射剂量率监测结果

监测点位	监测点位描述	环境γ辐射剂量率 (nGy/h)	
		平均值	结果
△1	拟建 DSA 机房	104	106
△2	拟建控制室	92	94
△3	骨密度操作室	107	109
△4	骨密度室	101	103
△5	病人通道	107	109
△6	现有控制室	109	111
△7	住院楼 B 栋旁	87	89
△8	楼上内镜中心库房	98	99
△9	楼上内镜中心准备室	103	105

注：结果=平均值×校准因子，监测结果未扣除宇宙射线响应值。

4、监测结果分析

根据《2023年重庆市辐射环境质量报告书》中辐射环境质量状况数据，累积剂量法测得的重庆市γ空气吸收剂量率年均值范围为 76.8nGy/h~93.3nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），全市点位年均值为 87nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）。根据项目辐射环境监测结果可知，本项目拟建址及周边环境γ辐射剂量率的监测结果在 89nGy/h~111nGy/h 之间（未扣除宇宙射线响应值），监测时现有 DSA 未运行，因此本项目拟建址及周边环境的辐射水平在天然辐射本底水平正常涨落范围内，未见辐射异常。

8.2.2 现状监测

1、监测方案

(1) 环境现状评价对象：导管室（检测报告中场所名称为介入室检查室 6，本次

评价统一名称为“导管室”)和骨密度工作场所。

(2) 监测因子: 周围剂量当量率。

(3) 监测点位: 导管室和骨密度机房四周及楼上各布置了32个监测点, 分别布置在机房四周、防护门、操作位、观察窗以及楼上等人能到达的位置。监测点位见图8-3、8-4。

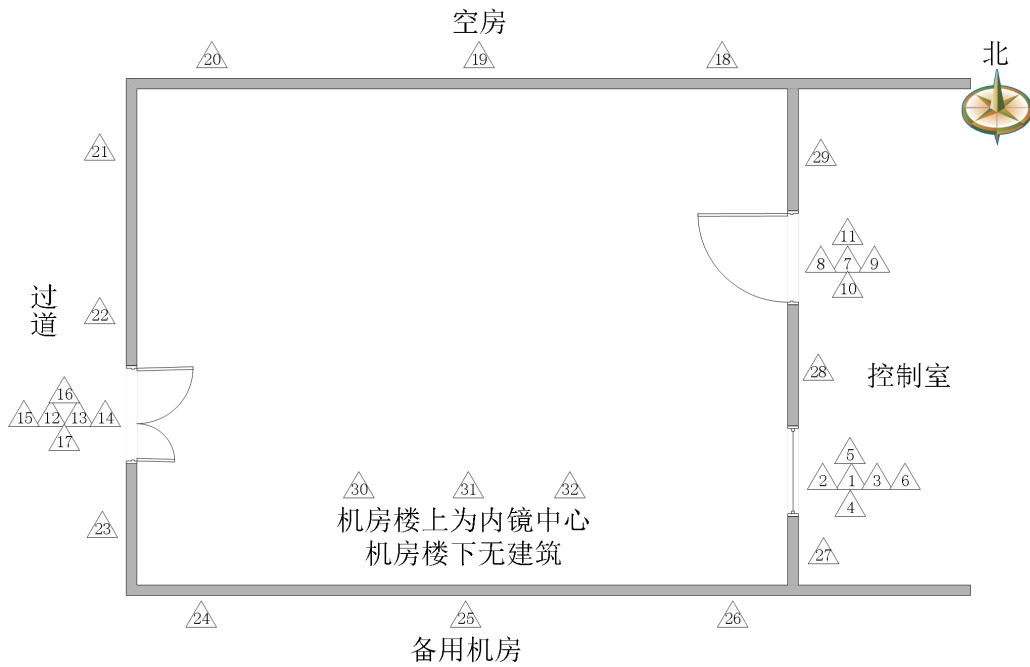


图8-3 骨密度监测点位图

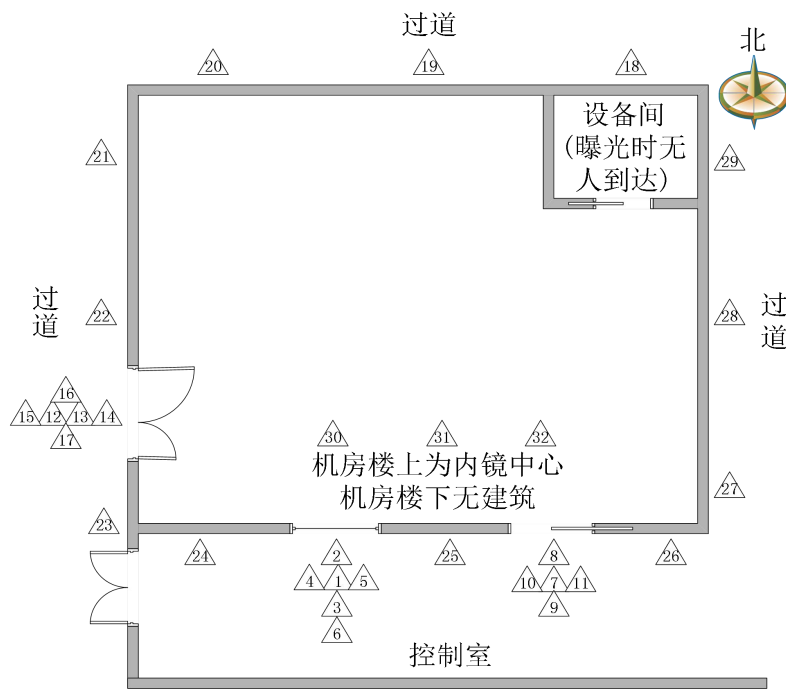


图8-4 导管室监测点位图

2、质量保证措施及监测结果

(1) 监测设备

表 8-3 监测设备参数表

仪器名称	辐射检测仪
仪器型号	AT1123
生产厂家	/
仪器编号	55488
量 程	50nSv/h~10Sv/h
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书	DLjl2024-10690
检定有效期至	2024 年 4 月 22 日
校准因子	0.94

(2) 质量保证措施

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

②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，测量前、后均检查仪器工作状态为正常。

③监测仪器经中国计量科学研究院检定，检定结果为合格，检定有效期至 2024 年 4 月 22 日。

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

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

3、 监测结果

导管室工作场所放射防护检测结果见表 8-4，骨密度工作场所放射防护检测结果见表 8-5。

表 8-4 导管室工作场所放射防护检测结果

检测点	检测位置		检测结果
			周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
$\Delta 1$	观察窗	中间表面	<0.05
$\Delta 2$		上边框	<0.05

△3		下边框	<0.05
△4		左边框	<0.05
△5		右边框	<0.05
△6	医生操作位		<0.05
△7	控制室 防护门	中间表面	<0.05
△8		上边框	<0.05
△9		下边框	<0.05
△10		左边框	<0.05
△11		右边框	<0.05
△12	机房 防护门	中间表面	<0.05
△13		中间缝隙	<0.05
△14		上边框	<0.05
△15		下边框	<0.05
△16		左边框	<0.05
△17		右边框	<0.05
△18	机房北墙外		<0.05
△19	机房北墙外		<0.05
△20	机房北墙外		<0.05
△21	机房西墙外		<0.05
△22	机房西墙外		<0.05
△23	机房西墙外		<0.05
△24	机房南墙外		<0.05
△25	机房南墙外		<0.05
△26	机房南墙外		<0.05
△27	机房东墙外		<0.05
△28	机房东墙外		<0.05
△29	机房东墙外		<0.05
△30	机房楼上距地面 100cm 处		<0.05
△31	机房楼上距地面 100cm 处		<0.05
△32	机房楼上距地面 100cm 处		<0.05
—	机房楼下距地面 170cm 处		\

注：检测结果为仪器读数扣除本底值并经过仪器检定因子 C_r 修正后所得。

表 8-5 骨密度工作场所放射防护检测结果

检测点	检测位置		检测结果
			周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
△1	观察窗	中间表面	<0.05
△2		上边框	<0.05
△3		下边框	<0.05
△4		左边框	<0.05
△5		右边框	<0.05
△6	医生操作位		<0.05
△7	机房观察窗	中间表面	<0.05
△8		上边框	<0.05
△9		下边框	<0.05
△10		左边框	<0.05
△11		右边框	<0.05
△12	机房防护门	中间表面	<0.05
△13		中间缝隙	<0.05
△14		上边框	<0.05
△15		下边框	<0.05
△16		左边框	<0.05
△17		右边框	<0.05
△18	机房北墙外		<0.05
△19	机房北墙外		<0.05
△20	机房北墙外		<0.05
△21	机房西墙外		<0.05
△22	机房西墙外		<0.05
△23	机房西墙外		<0.05
△24	机房南墙外		<0.05
△25	机房南墙外		<0.05
△26	机房南墙外		<0.05
△27	机房东墙外		<0.05
△28	机房东墙外		<0.05
△29	机房东墙外		<0.05
△30	机房楼上距地面 100cm 处		<0.05
△31	机房楼上距地面 100cm 处		<0.05
△32	机房楼上距地面 100cm 处		<0.05

—	机房楼下距地面 170cm 处	\
---	-----------------	---

注：检测结果为仪器读数扣除本底值并经过仪器检定因子 C_f 修正后所得。

4、监测结果分析

根据表 8-4 可知，导管室屏蔽体外距离机房墙体、门、窗表面 30cm，机房顶棚上方距楼上地面 100cm 处的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求。

根据表 8-5 可知，骨密度机房屏蔽体外距离机房墙体、门、窗表面 30cm，机房顶棚上方距楼上地面 100cm 处的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 建设阶段工艺流程及产污环节

本项目 DSA 机房及控制室等房间依托医院医技楼 1F 放射科现有用房进行改建，施工期主要为改造墙体、顶棚，新建隔断、门洞及窗洞，室内装修，设备安装等工作，项目位于医院现有用地范围内，不新增用地。其工艺流程及产污环节见图 9-1。

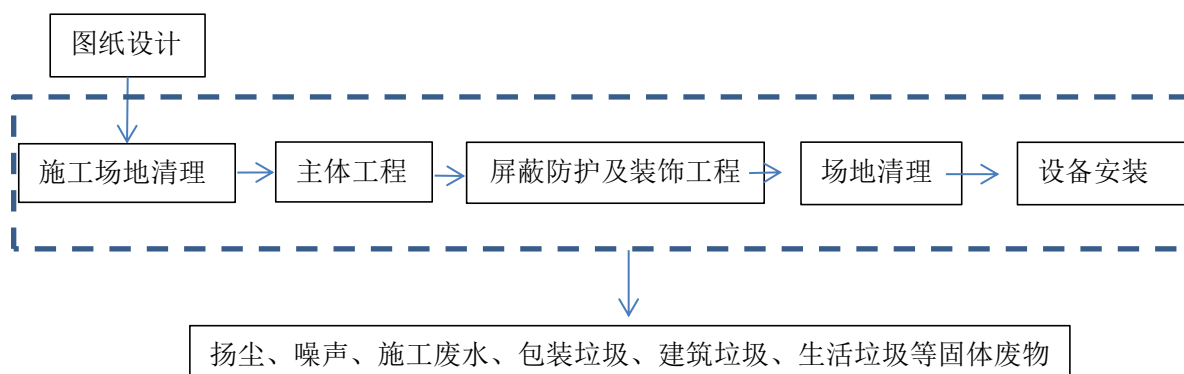


图9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

根据上图，项目施工期主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

扬尘：主要为机房墙体改建、屏蔽防护施工及装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；

噪声：主要为机房墙体改建、屏蔽防护施工及装修等产生的噪声；

废水：主要为机房墙体改建、施工人员产生的少量生活污水，无机械废水；

固体废物：主要为机房墙体改建、屏蔽施工及装修过程产生的建筑垃圾，设备安装产生的包装垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾，产生量很少。

9.2 运行阶段工艺流程及产污环节

9.2.1 DSA 工作原理及产污环节

(1) DSA 装置组成及工作方式

血管造影机系统组成：Gantry，俗称“机架”或“C形臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷机控制温度；图像处理系统。该项目设备采用平板探测器（FD）技术成像：FD 技术可以即时采集到患者图像，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。DSA 装置典型实物照片见图 9-2。

介入手术工作方式为在医学影像设备引导下，采取透视和采集两种方式进行一系列的介入检查与诊疗手术。介入手术过程中，介入手术医生须在手术床旁并在 X 射线导视下进行操作。DSA 装置工作示意图见图 9-3。



图9-2 DSA装置典型实物照片（示例）

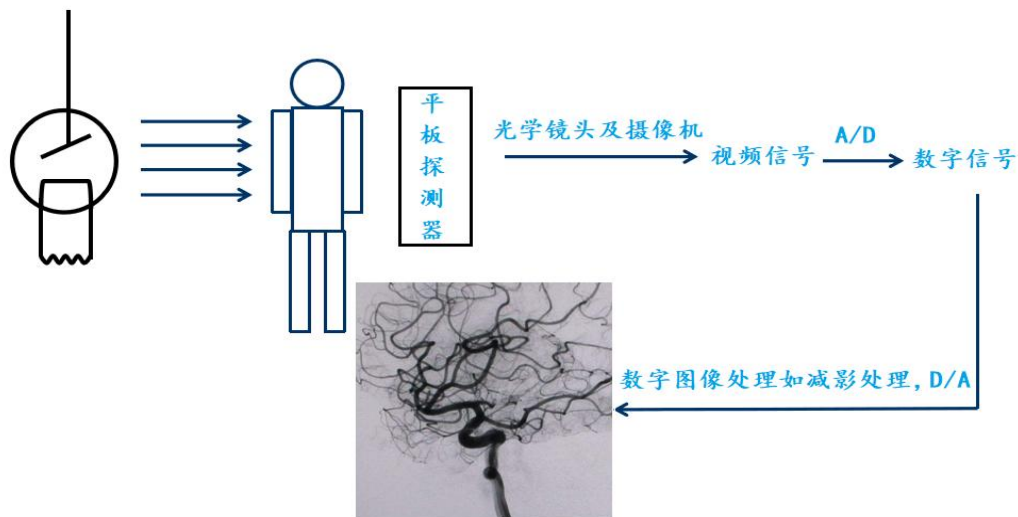


图9-3 DSA装置工作示意图

(2) DSA 工作原理

①X 射线产生及成像原理

DSA 装置属于 X 射线装置。X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。X 射线管结构见图 9-4，X 射线管的阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶体所突然阻挡从而产生 X 射线。X 射线有两种类型，一种是高速电子在靶原子核附近经过时，受靶核的强库仑场作用而损失其部分

或全部动能，转变为具有连续能谱的韧致辐射；另一种是高速电子轰击靶物质时，靶原子的内层电子被电离而离开原子，位能较高的相邻外层电子进入内层轨道填补空位，多余的能量以辐射形式释放，因为靶原子各壳层之间的能级差是一定的，所以这种辐射光子具有确定的能量，称为特征 X 射线；本项目 DSA 所用 X 射线是将特征 X 射线屏蔽后的结果。

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

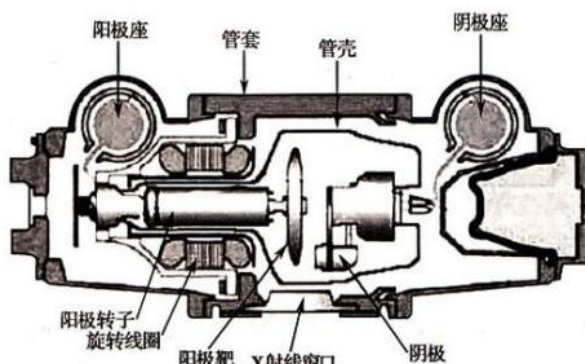


图 9-4 典型 X 射线管结构图

② DSA 工作原理

数字减影血管造影技术（Digital Subtraction Angiography，简称“DSA”）是血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂（造影剂不含有放射性）之前和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经平板探测器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

（3）操作流程

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

手术过程中，介入手术医生在床旁并在 X 射线导视下进行操作。

DSA 装置在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，采集。采集包括电影和减影两种模式，根据手术方案，采集次数不同。一般情况下，电影模式下是医生在 DSA 机房内由手术医生直接采集。在减影模式下则采取隔室操作的方式（即放射技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和视频监控系统了解机房内病人情况。实际操作过程中，根据手术情况，减影模式下手术医生也可能在 DSA 机房内，但在铅屏风后。无论哪种工作模式，医生在 DSA 机房内身着铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品。

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

DSA 操作流程及产污环节示意图见图 9-5 所示。

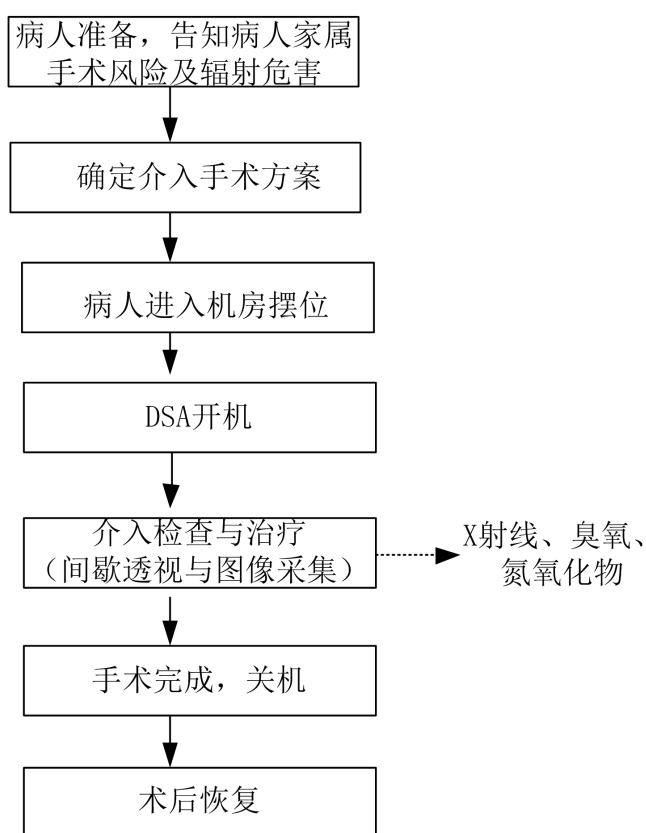


图9-5 DSA操作流程及产污环节示意图

(4) 污染因子

①放射性污染因子

X 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。

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(O_3)。

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。

(5) 工作负荷

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

表9-1 本项目DSA介入手术有效开机时间表

透视					
手术类别	工作人员及数量	年开展工作量	每台手术透视曝光时间	年透视曝光时间	
心脏介入	辐射工作人员 17名	1070台	约20min	约356.7h	
综合介入		80台	约21min	约28.0h	
透视时间小计	/	/	/	约384.7h	
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	1070台	3~4s	6~10次	约0.7min	约12.5h
综合介入	80台	3~8s	7~15次	约2min	约2.7h
采集时间小计	/	/	/	/	约15.2h
总计	/	/	/	/	约399.9h

根据介入手术年工作负荷可知，本项目 DSA 年透视时间共约 384.7h，采集时间约 15.2h，总年有效开机时间约 399.9h。

(6) 路径规划

DSA 机房拟设置两道防护门分别用于患者、医护人员的进出，并设置一道防护门用于设备间维修人员的进出，患者、医护人员通道是独立的，患者和污物通过时间管理实现相对独立。

①医护人员通道：医护人员（手术医生和护士）在换鞋间换鞋和更衣室内更换衣物

和穿戴好个人防护用品，消毒后进入控制室，经工作人员防护门进入 DSA 机房；手术完成后，医护人员原路返回。本项目建成后，原导管室医护人员的路径换鞋间和更衣室部分与本项目一致。

②病人通道：病人通过病人通道经 DSA 机房西侧患者防护门（电动推拉门）进入 DSA 机房内接受手术，手术完成后原路返回。

③污物通道：手术期间产生医疗废物在 DSA 机房完成打包，采用时间管理措施，在手术结束后（无病人时），经 DSA 机房西侧的患者防护门经过病人通道运至医院东北侧医疗废物贮存点。

本项目工作区域相对独立，与其他场所不交叉，工作人员与病人路径相对独立。本项目人流物流规划示意图见图 9-6 所示。

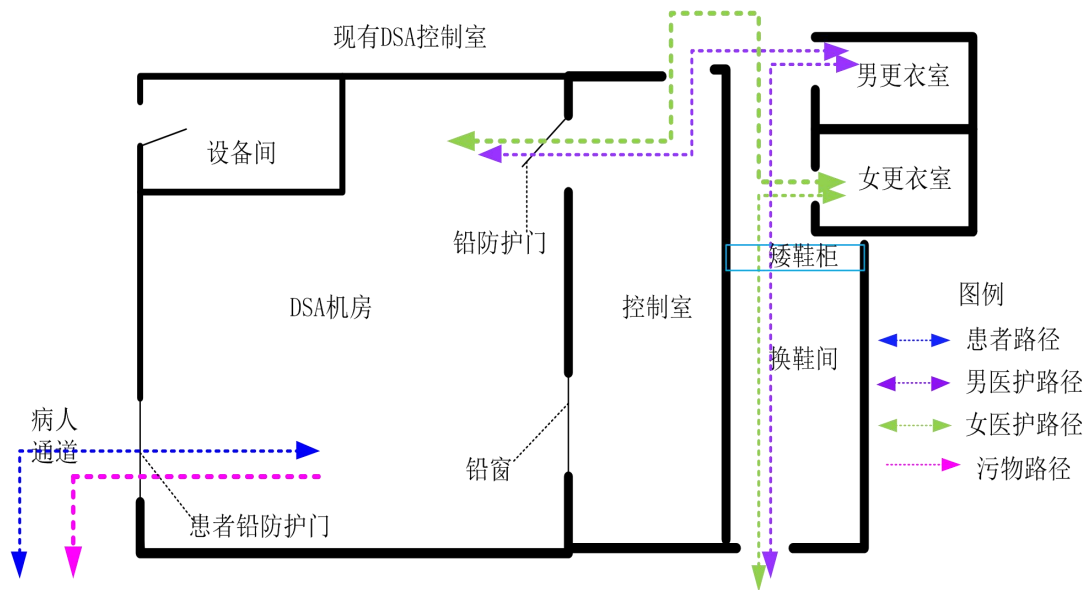


图9-6 本项目人流物流规划示意图

9.3 污染源项描述

9.3.1 电离辐射

DSA装置与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为X射线球管出束照射患者期间，它产生的X射线能量在零和曝光电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与X射线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。靶物质原子序数越大，加在X射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。由于本项目X射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

DSA装置具有自动照射量控制调节功能（AEC），采集时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有约30%的裕量。根据医院提供资料并调查了重庆市多家医院DSA装置工作条件，从中发现：①在极端情况下，本项目DSA装置透视工况运行管电压为最大管电压，即125kV，电流自动跟随电压，电流不大于110mA；在极端情况下，本项目DSA装置采集工况运行管电压也为最大管电压，即125kV，电流自动跟随电压，电流不大于500mA。②常用透视工况为60~90kV/5~20mA，采集工况为60~90kV/300~500mA。

根据射线衰减原理和《医用外照射源的辐射防护》P55图2，不同过滤条件下距靶1m处的X射线发射率如下图9-7所示。

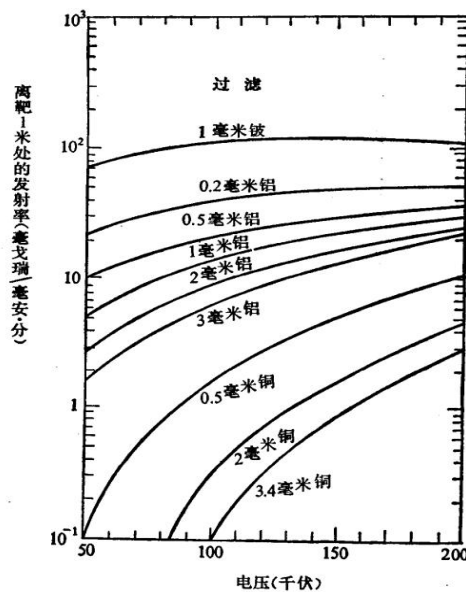


图 9-7 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在距靶 1m 处的发射率

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

表9-2 最大电压和常用最大电压距靶1m处有用线束的发射率

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

2	常用最大电压90kV	5.3mGy·m ² /mA·min
---	------------	-------------------------------

(2) 漏射线

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

(3) 散射线

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

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，产生臭氧和氮氧化物，影响室内空气质量。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体。本项目 DSA 设备 X 射线能量低，废气产生量少。

(2) 废水

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

(3) 固废

①生活垃圾：项目产生的一般固体主要为医务人员及病人家属产生的生活垃圾，集中放置于医院生活垃圾点，依托医院收运系统交环卫部门处理。

②危险废物：介入手术产生的一次性医疗用品、器械等主要为感染性（废物代码：841-001-01）和损伤性废物（废物代码：841-002-01），属于《国家危险废物名录（2025年版）》中 HW01 医疗废物。当日手术结束后在机房内打包整理后运至医院医疗废物贮存点暂存，之后统一由有资质单位处理。

③其他：DSA 报废拆解去功能化后交由有资质单位处理，保留处理手续，并做好相关记录存档。DSA 在运行时均采用实时成像系统，不洗片，无废片产生。项目配置多套铅橡胶衣、帽子等含铅防护用品，在使用一定年限出现破损和破裂后，其屏蔽能力减弱，不再使用的铅防护用品，医院收集后妥善保存，做好记录，交由有资质单位处理。

9.4 本项目主要产排污汇总

综上，本项目主要污染物产生情况统计汇总见表 9-3。

表9-3 污染因子一览表

工作场所	影响因素	主要污染因子	产排量
DSA机房	电离辐射	X射线	距靶 1m 处有用线束的发射率：125kV 下不大于 9.8mGy·m ² /mA·min，90kV 不大于 5.3mGy·m ² /mA·min；漏射线距焦点 1m 处平均空气比释动能率不超过 1mGy/h
	废气	O ₃ 、NO _x	少量（机械排风）
	废水	医疗废水、生活污水	少量（排入医院东北侧污水处理站统一处理，达标后排入市政污水管网）
	固废	生活垃圾	少量（收集至医院东北侧生活垃圾暂存点，交由市政环卫部门统一收运处理）
		医疗废物	少量（医院东北侧医疗废物贮存点（约 50m ² ）暂存后交有资质的单位处置）
		报废的 DSA	少量（对其装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档）
		废铅防护用品	少量（由医院收集，交由有资质单位处理，并做好相应记录）

9.5 原有环境问题

根据现场调查，医院采取的污染防治措施切实有效，均满足相应的污染物排放标准；固体废物得到了妥善处置，环境风险防范措施较完善，无环保遗留问题；根据对导管室进行调查，导管室无环保遗留问题。

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) DSA 机房位于医技楼 1F 放射科北侧，该层已布置有放射科室和导管室，方便对院内开展的辐射工作进行统一管理和监督；DSA 机房东侧控制室为本项目用房，西侧病人通道为本项目使用区域，北侧为现有 DSA 控制室，南侧为骨密度及其控制室，DSA 机房周围活动人员相对较少；楼上区域为内镜中心，楼下无建筑，DSA 机房墙体防护设计时考虑了人员防护与安全，医院考虑了保守的防护方案，对周围环境影响甚微。

(2) DSA 机房设置设备间、控制室和换鞋间，依托现有更衣室、病人通道、医生通道、DSA 耗材库房、洗手区等辅助用房，配置相对齐全，满足介入手术需求。

(3) DSA 机房拟为单独的手术间，拟设置用于医护人员和病人进出的铅防护门，本项目的医护人员、患者通道均有各自独立的出入口，路径独立。每台手术完成后，手术过程中产生废物及时打包整理，采用时间管理措施，在手术结束后（无病人时），经 DSA 机房西侧的患者防护门经过病人通道，运至医院东北侧医疗废物贮存点，通过时间管理实现患者通道和污物通道的相对独立。

(4) DSA 机房和控制室之间拟设置防护门和铅玻璃观察窗，观察窗设置的位置便于观察到患者状态及防护门开闭情况。

综上所述，从辐射防护与环境保护角度分析，拟建项目平面布局合理。

10.1.2 工作场所分区管理

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

控制区：需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：未被定为控制区，通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

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

表10-1 本项目控制区、监督区划分

分区类型	划分区域
控制区范围	DSA 机房
监督区范围	放射科控制廊、控制室、医生通道、现有 DSA 控制室、病人通道、设备间、骨密度控制室、楼上内镜中心

控制区管理：拟在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志，在患者和医生出入的防护门门口处均设立表明控制区的标识，在防护门处设置门灯连锁装置、工作状态指示灯等，设置实体屏蔽严格限制无关人员进出控制区，在正常诊疗的工作过程中，控制区内不得有无关人员滞留，定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界，保障该区的辐射安全。

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

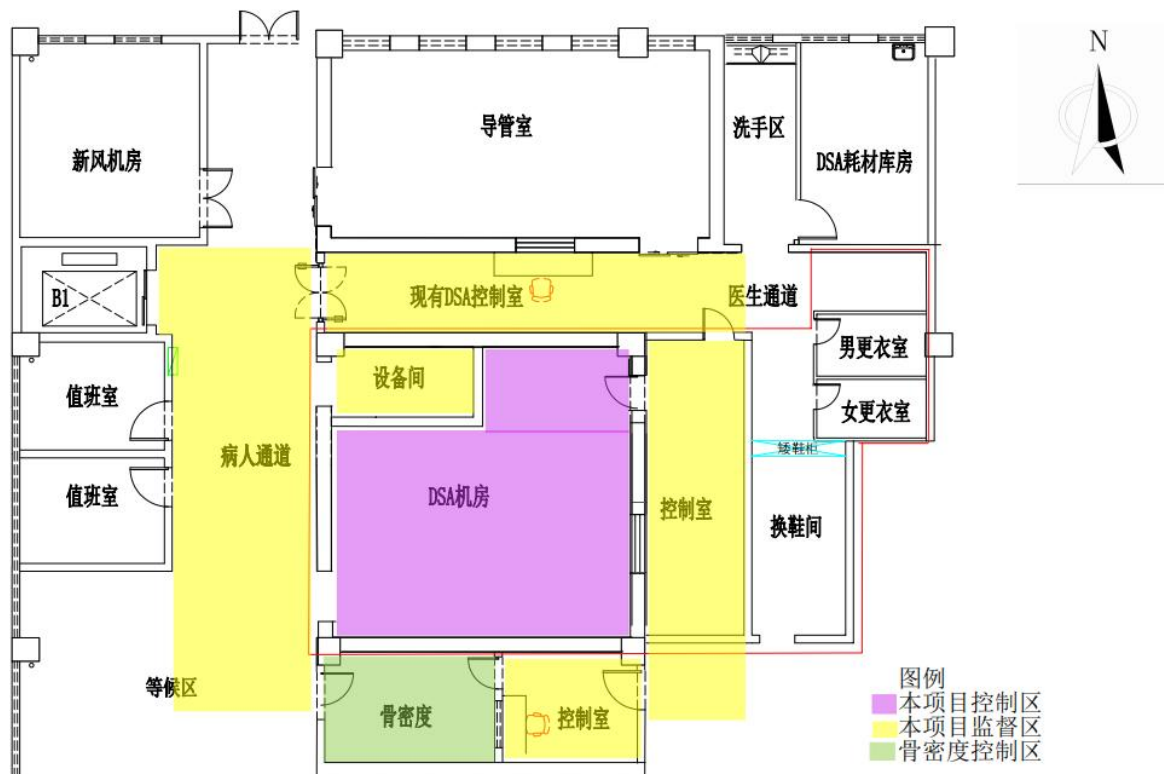


图 10-1 项目布局与分区图

本项目工作场所拟按照相关要求进行分区，控制区、监督区互不交叉，分区合理，项目分区及拟采取的分区管理措施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)等相关要求。

10.1.3 机房面积

本项目DSA机房的面积尺寸和标准要求见表10-2所示。

表10-2 机房建设要求对比表

机房名称	设计情况		标准要求		是否满足要求
	机房内最小单边长度, m	机房内有效使用面积, m ²	机房内最小单边长度, m	机房内最小有效使用面积, m ²	
DSA机房	5.2	39 (5.2m×7.5m)	≥3.5	≥20	满足

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

10.2 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

拟在 DSA 机房内购买合格出厂的、符合相关标准要求性能的 DSA; 合格设备具有以下固有安全功能:

①拟购 DSA 配置可调限束装置, 使装置发射的线束照射面积尽量减小, 以减少泄漏辐射。透视曝光开关为常断式开关, 并配备透视限时装置。DSA 具备工作人员在不变换操作位置情况下成功切换透视和采集功能的控制键。介入操作中, 设备控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

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

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

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

⑤配备辅助防护设施: 包括铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏。

⑥应急开关：DSA 设备上设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。只有在所有安全防护装置正常的情况下，设备才能启动，同理，设备运行过程中，如果按下急停开关，设备会立即停止运行。

(2) 机房拟采取的辐射安全与防护措施

①屏蔽体防护

根据建设单位提供的资料，DSA 机房屏蔽防护设计详见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 机房屏蔽防护设计

机房名称	屏蔽体	屏蔽防护方案	
DSA 机房	东侧墙体、南侧墙体	370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥	
	西侧墙体	病人通道	370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
		设备间	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
	北侧墙体	现有 DSA 控制室	370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
		设备间	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥
	顶板	120mm 现浇混凝土+2mmPb 硫酸钡板	
	地板	150mm 现浇混凝土	
	2 个铅防护门	3mmPb 铅防护门	
	控制室观察窗	3mmPb 铅窗	

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

②穿墙管线进出口防护

穿墙风管：根据机房屏蔽防护，本项目 DSA 机房的排风管从 DSA 机房西侧穿越机房墙壁；穿越口位置的高度（距离 DSA 机房地面约 2.9m）。穿墙管径为 160mm。排风管穿墙前拟采用铅皮屏蔽防护包裹补偿墙体的屏蔽能力，铅皮厚度不低于 3mmPb，包裹长度为 2 倍穿越口长度，铅皮包裹从 DSA 机房内部包裹，穿越处拟设置铅皮做搭接，射线经多次散射不影响墙体的屏蔽防护效果。管线防护补偿情况见图 10-2

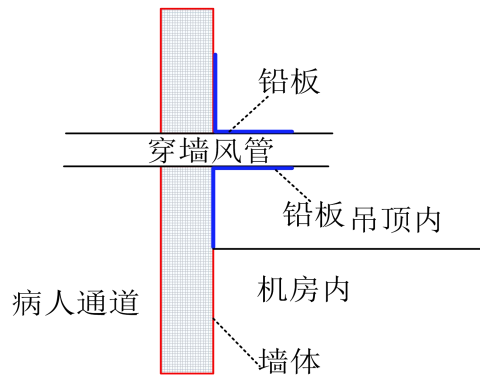


图 10-2 项目穿墙风管防护示意图

穿墙线管：DSA 机房与控制室、设备间均设穿墙管沟，以直穿方式穿越墙体，穿墙管沟位于地面回填层混凝土里，穿越处尺寸均为 200mm×100mm；穿越处均采用不低于 3mmPb 铅皮包裹管道补偿，包裹长度为 2 倍穿越口长边长度，设备间和控制室内电缆沟顶部加盖钢板。DSA 运行产生的 X 射线经过多次散射后在机房外的影响很小。

穿墙电缆防护补偿情况见图 10-3 所示。

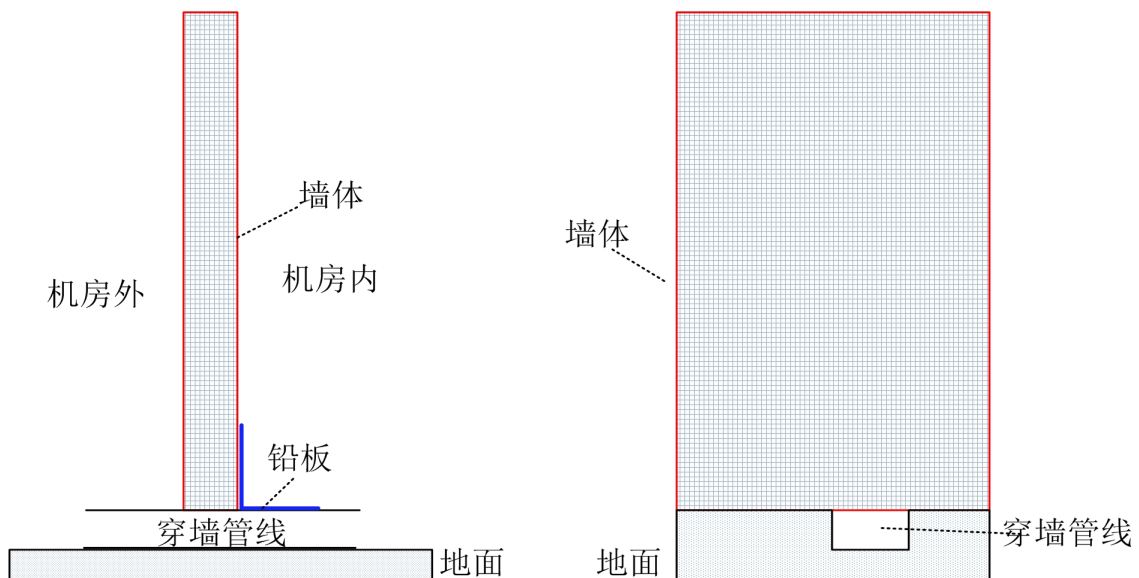


图 10-3 项目穿墙线管防护示意图

③防护门及观察窗

DSA 机房拟设置 2 个进出铅防护门。病人进出的防护门为电动推拉门，拟设防夹装置，设置门灯连锁；医护人员进出的铅防护门为平开门，拟设自动闭门装置和门灯连锁。

在机房和控制室之间墙体上拟设置 1 个观察窗，辐射工作人员在控制室内便可全方位地观察到机房及防护门的开闭情况，如发现患者不适、位置移动、部件脱落、机架与治疗床发生碰撞等异常情况，可及时采取紧急措施。观察窗四周配备防护窗套，窗套屏蔽能力与铅玻璃屏蔽能力相当，由专业单位施工，保证施工质量。

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

(3) 通风

DSA 机房利用自然进风，单独设置机械排风系统。在 DSA 机房内顶棚装饰吊顶面设置 1 个排风口（从 DSA 机房内部吊顶面设置排风管道，排风管从西侧穿墙），排风量：960m³/h，机房内废气经排风管道引至病人通道外墙外排风口排放，外排风口高度距地面约 2.9m。

(4) 联锁系统

DSA 机房医护进出防护门、患者进出防护门均拟设置门灯联锁系统，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮，警示无关人员远离 DSA 机房区域。

(5) 警示标识

DSA 机房各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，并在病人通道适当位置张贴放射防护注意事项。

(6) 急停开关

DSA 设备和控制台上均拟设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。辐射安全设施和措施见图 10-2。

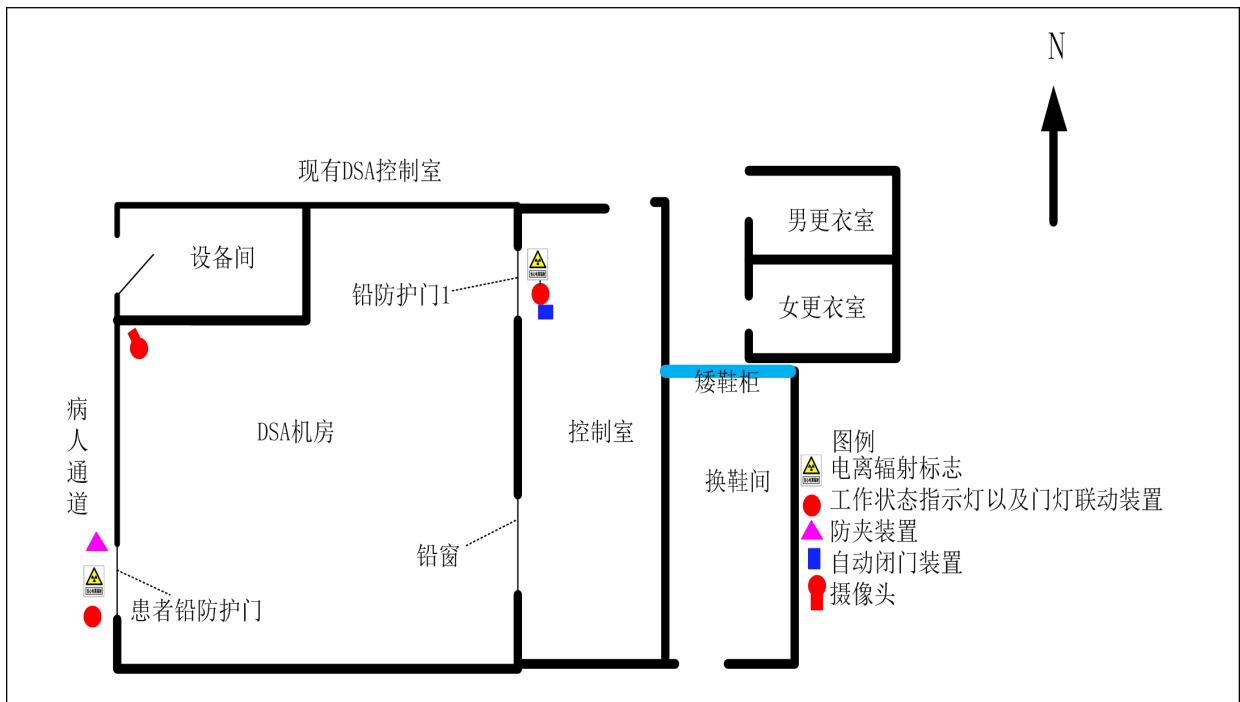


图 10-2 辐射安全设施和措施图

只有在急停按钮复位、系统自检正常的情况下，设备才能启动，同理，设备运行过程中，如果按下任何一个急停开关，设备会立即停止运行，工作状态指示灯与防护门联锁。辐射安全联锁逻辑见图 10-3。

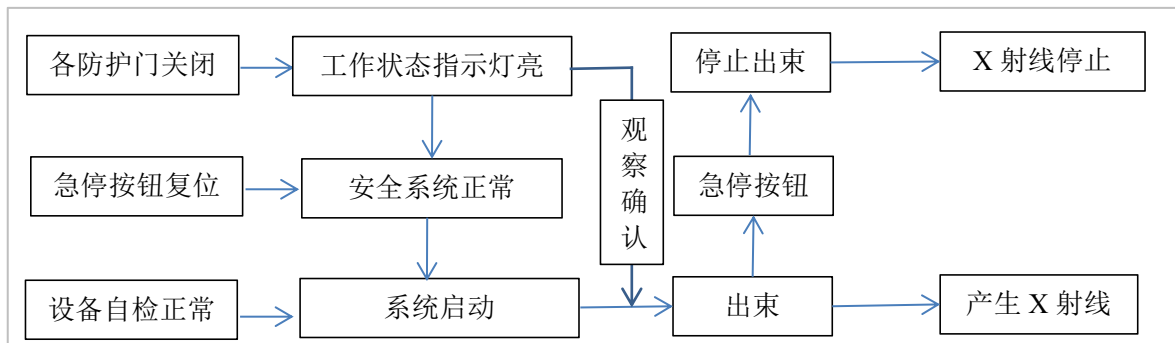


图10-3 本项目DSA辐射安全联动逻辑图

(7) 对讲和视频监控系统

本项目拟在控制室和机房之间设置双向对讲系统，便于机房内辐射工作人员与控制室内人员沟通；拟设置视频监控系统，其中摄像头拟位于机房内靠西北侧墙上，显示器拟位于控制室墙上，以便控制室内辐射工作人员观察到受检者状态及病人通道防护门开闭情况。

(8) 辐射防护用品

根据建设单位提供的资料，医院拟配备个人防护用品和辅助防护设施，具体见表

10-3。

表 10-3 本项目拟配备的个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	辐射工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	拟配置 0.5mmPb 的铅衣/防辐射裙、防辐射围领、铅橡胶帽 3 套、铅防护眼镜 3 副，0.025mmPb 介入防护手套 3 双。	拟配置 0.5mmPb 铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 1 套，2mmPb 移动铅防护屏风（含观察窗）1 个	符合
	患者和受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——	拟配置 0.5mmPb 防辐射裙、铅防辐射围领、铅橡胶帽 1 套。	——	符合

说明（GBZ130-2020 要求）：除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb；儿童的 X 射线检查配备的防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb；另外，可以根据工作人员及患者需要选配铅橡胶帽子，铅当量不低于 0.25mmPb。

根据医院提供资料，本项目介入手术一般由 2~3 人在 DSA 机房内操作，故辐射工作人员的防护用品数量可以满足要求，拟配备的防护用品及辅助防护设施的铅当量满足 GBZ 130-2020 要求。

(9) 其他

①医院在进行介入手术时，应制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间，减少辐射工作人员和相关公众的受照射时间，避免病人受到额外剂量的照射。

②合理布置 DSA 机房内急救及手术用辅助设备。

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

10.3 拟采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

本项目拟采取的辐射安全与防护措施与《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 等相关要求对比情况见表 10-4 所示。

根据表 10-4 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足以上标准要求。

表10-4 项目拟采取的辐射安全与防护措施与相关标准要求对比分析表

标准号	标准要求	项目情况	
GBZ130-2020	5.1一般要求	5.1.1X射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。	拟购买满足标准要求的设备。
		5.1.2X射线管组件上应有清晰的焦点位置。	
		5.1.3X射线组件上应标明固有过滤，所有附加滤过片应标明其材料和厚度。	
	5.2透视用X射线设备防护性能的专用要求	5.2.1C形臂X射线设备的最小焦皮距应不小于20cm，其余透视用X射线设备的最小焦皮距应不小于30cm。	拟购买满足标准要求的设备。
		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。	
	5.8介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备防护性能的专用要求	5.8.1介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。	拟购买满足标准要求的设备。
		5.8.2在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。	拟购买满足标准要求的设备，设备具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的脚踩控制键。
		5.8.3X射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于20cm的装置。	拟购买满足标准要求的设备。
		5.8.4介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。	拟购买满足标准要求的设备，设备控制台和DSA机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。
	6.1X射线设备机房布局	6.1.1应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	拟建项目DSA机房医护人员进出防护门设置在DSA机房东北侧角落，风管设在DSA机房吊顶上方，病患进出防护门位于DSA机房西侧，电缆线设在下方地板上（设备间与机房之间、控制室与机房之间），观察窗拟设置紧邻医护人员进出防护门布置，均可避免有用线束直接照射。
		6.1.2 X射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	本项目DSA机房选址位于医技楼一楼放射科，DSA装置拟位于DSA机房中部位置，与周围均有一定的距离，机房和设备的布局已考虑邻室（含楼上）及周围场所的人员防护与安全。
		6.1.3 每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。	本项目DSA装置拟设置独立的机房，能满足使用设备的布局要求。

表10-4 项目拟采取的辐射安全与防护措施与相关标准要求对比分析表

	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。	本项目DSA机房有效使用面积约为39m ² ，最小单边长约为5.2m，均能满足标准要求。
6.2 X射线设备机房屏蔽	6.2.1不同类型X射线设备（不含床旁摄影设备和便携式X射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表3的规定。	根据后文核算，本项目DSA机房的屏蔽防护能力均大于2mmPb，满足要求。
6.3 X射线设备机房屏蔽体外剂量水平	6.3.1机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求： a) 具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间； c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于0.25mSv。	根据后文核算，本项目DSA装置在透视工况下机房屏蔽体外周围的剂量当量率均不大于2.5μSv/h。 根据后文核算，本项目DSA装置在采集工况下机房屏蔽体外周围的剂量当量率均不大于25μSv/h。
6.4 X射线设备工作场所防护	6.4.1机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	本项目DSA机房拟设置观察窗和视频监控装置，以便控制室内辐射工作人员能观察到受检者状态及患者防护门开闭情况。拟在控制室和机房之间设置双向对讲系统，便于机房内辐射工作人员与控制室内人员沟通。
	6.4.2机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内除必要的配套设施外，将不堆放其他杂物。
	6.4.3机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目DSA机房拟设置机械排风装置，能保证良好的通风。
	6.4.4机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	本项目DSA机房拟设置2扇防护门均拟张贴电离辐射警告标志，拟设置工作状态指示灯，即在各铅防护门关闭时，门上方设置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮。在病人通道墙上醒目位置拟张贴放射防护注意事项告知栏。
	6.4.5平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	DSA机房的医护人员进出为平开门，设置自动闭门装置；DSA机房的病患进出防护门为电动推拉式，拟设曝光时关闭防护门的管理措施，手术期间防护门关闭，任何人不得擅自打开。
	6.4.6电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目DSA机房的病患进出防护门为电动推拉门，拟设置门灯联动装置和防夹装置。

表10-4 项目拟采取的辐射安全与防护措施与相关标准要求对比分析表

	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。	项目机房西侧病人通道作为专门候诊区，医院拟制定相应管理制度进行管理，拟设置铅观察窗，可观察到机房内人员情况，确保受检者不在机房内候诊。非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。
	6.4.10机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	拟建项目DSA机房医护人员进出防护门设置在DSA机房东北侧角落，病患进出防护门位于DSA机房西侧，均处于散射辐射相对低的位置。
6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求	6.5.1每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表4基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。	拟配置相应的辐射防护用品，数量和铅当量满足要求，详见表10-3。
	6.5.3除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。	
	6.5.4应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。	
	6.5.5个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。	
7.1一般要求	7.1.1放射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律知识培训，满足放射工作人员岗位要求。	投运前，项目辐射工作人员已熟练掌握业务技术，均已取得核技术利用辐射防护安全与防护考核成绩合格单，满足辐射工作人员岗位要求。
	7.1.2根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。	本项目工作人员在手术过程中将根据患者及手术类型，使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。
	7.1.3 合理选择各种操作参数，在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受到的照射剂量最低。	本项目辐射工作人员在手术过程中合理选择参数使受检者所受到的照射剂量最低，医院拟制定相应管理制度进行管理。
	7.1.4 如设备具有儿童检查模式可选项时，对儿童实施检查时应使用该模式；如无儿童检查模式，应适当调整照射参数（如管电压、管电流、照射时间等），并严格限制照射野。	有儿童检查时，将调整适当的照射参数并严格限制照射野。
	7.1.5 X射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。机房内射线装置曝光时，将关闭机房门窗。	机房内射线装置曝光时，将关闭机房门。

表10-4 项目拟采取的辐射安全与防护措施与相关标准要求对比分析表

		7.1.6 放射工作人员应按 GBZ 128 的要求接受个人剂量监测。	辐射工作人员在工作过程中佩戴个人剂量计，介入手术医生和护士在铅防护衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计，且监测周期不超过 3 个月。	
		7.1.7 在进行病例示教时，不应随意增加曝光时间和曝光次数。	在进行病例示教时，不随意增加曝光时间和曝光次数。	
		7.1.8 不应使用加大摄影曝光条件的方法，提高过期胶片的显影效果不会使用加大摄影曝光条件的方法，提高过期胶片的显影效果。	不使用加大摄影曝光条件的方法，为自动条件，数字显影，不使用胶片。	
		7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。	工作人员在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并通过观察窗等密切观察受检者状态。	
	7.8介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备操作的防护安全要求	7.8.2介入放射学用X射线设备应具有可准确记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。	拟购具有可准确记录受检者剂量装置的设备，医院拟将每次介入手术后受检者受照剂量记录在病历中，需要时可追溯。	
		7.8.3除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。	拟加强管理，图像采集时工作人员尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。	
		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。	本项目辐射工作人员从原有辐射工作人员中调配，医院已为放射技师各配备1枚个人剂量计，已为介入手术医生和护士在铅防护衣内外各配置1枚个人剂量计，满足要求。	
		7.8.5C形臂X射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于平板探测器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。	已制定操作规程及人员岗位职责，将球管旋转至病人身体下方，手术人员在操作过程中合理站位，避开有用线束。	
	GBZ128-2019	5.3剂量计的佩戴	5.3.2对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。	医院为放射技师各配备1枚个人剂量计，为介入手术医生和护士在铅防护衣内外各配置1枚个人剂量计，一枚佩戴在铅防护衣内，一枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置。建议在工作人员身体可能受到较大照射的部位宜佩戴局部剂量计（如指环剂量计等）。
			5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。	

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

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

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

施工噪声主要来自于项目用房改建、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，根据医院污水处理站监测报告，其可以对院内污废水进行有效处理，并且达标排放。

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

本项目工程量小，且均在建筑物内施工，施工过程中拟采取相应环保措施，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 运行阶段环境影响分析

11.2.1 机房屏蔽体铅当量核算

(1) 核算参数

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 在实际使用中不会使用到最大管电压，但保守估计，在折合屏蔽体铅当量时，仍按照最大管电压下参数进行铅当量折算，本项目 DSA 最大管电压为 125kV，对于顶板和地板查《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表 C.2 混

凝土拟合参数进行核算。在环境影响分析部分，采用常用工况（90kV）下相关参数进行计算。因未给出管电压为125kV的90°非有用线束条件下的砖拟合参数，故本报告砖的铅当量厚度通过混凝土的参数进行换算。

（2）核算公式

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

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

式中： d_1 、 d_2 —屏蔽材料1和屏蔽材料2的厚度；

ρ_1 、 ρ_2 —屏蔽材料1和屏蔽材料2的密度。

由以上公式可计算出370mm实心砖对应的混凝土厚度为259.8mm，240mm实心砖对应的混凝土厚度为168.5mm。

因《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表C.3未给出硫酸钡水泥拟合参数，故本报告根据《辐射防护手册》（第三分册）中表3.3中150kV条件下2mmPb相当于33mm硫酸钡水泥（密度3.2g/cm³）、100kV条件下2mmPb相当于17mm硫酸钡水泥，本次采用150kV、100kV的相关数据进行内插法计算，则125kV条件下60mm硫酸钡水泥对应的铅当量为4.8mmPb。

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

①对给定的铅厚度的屏蔽透射因子B按下式核算：

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

式中：B——给定铅的屏蔽透射因子；

β ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

②在给出透射因子B的情况下，使用下式计算出各屏蔽物质的铅当量厚度X：

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；其余同上。

(3) 核算结果

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

表 11-1 DSA 机房屏蔽体的铅当量核算

机房名称	屏蔽防护体		屏蔽防护设计	折合铅当量(mmPb)	标准要求(mmPb)	是否满足要求
DSA 机房	东侧墙体		370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥	8.56	2	满足要求
	南侧墙体		370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥	8.56	2	满足要求
	西侧墙体	病人通道	370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥	8.56	2	满足要求
		设备间	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥	7.13	2	满足要求
	北侧墙体	现 DSA 控制室	370mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥	8.56	2	满足要求
		设备间	240mm 实心砖+60mm 硫酸钡水泥	7.13	2	满足要求
	顶棚		120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板	3.59	2	满足要求
	地板		150mm 混凝土	2.05	2	满足要求
	观察窗		3mmPb	3	2	满足要求
	防护门		3mmPb	3	2	满足要求

注：①混凝土、实心砖折算铅当量依据 GBZ 130-2020 标准附录 C；②以上折合铅当量均按 DSA 装置最大管电压 125kV 进行核算；③实心砖密度 1.65g/cm³，混凝土（砼）密度 2.35g/cm³，铅密度 11.3g/cm³，硫酸钡水泥密度 3.2g/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，即拟建项目 DSA 机房屏蔽能力不得低于 2mmPb。根据上表核算和对比分析，拟建项目 DSA 机房屏蔽能力均能满足《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估算

(1) 估算公式

根据式 11-1 计算得到屏蔽透射因子 B 后，关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$ 可根据《辐射防护导论》（原子能出版社）第三章第三节（P116-P117）散射线的屏蔽计算公

式(3.66)进行推导得出,按最不利情况考虑居留因子取1,管电压修正系数取1,推导出本项目关注点的散射辐射剂量率计算公式如下:

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

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

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

B ——屏蔽透射因子,根据公式11-1计算得出;

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

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

R_s ——辐射源点(靶点)至散射体的距离,单位为米(m),根据设备参数,本项目取0.38m;

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) 估算参数

DSA装置存在透视及采集两种工况。射线装置有保护机制,正常运行状况下不会达到额定管电压和额定管电流进行,否则设备容易损坏,经过专家讨论后形成共识,采用常用工况进行核算。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。额定条件允许情况为事故情况,在事故情况下已进行核算。因此本次评价以常用最大条件进行估算。DSA装置常用透视工况为60~90kV/5~20mA和常用采集工况为60~90kV/300~500mA。本报告保守估算,透视工况按照常用最大90kV、20mA进行计算;采集工况按照常用最大90kV、500mA进行计算。DSA装置在90kV、3mmAl过滤板情况下主射线方向1m处发射率为 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。Sv/Gy转换系数取值为1。相关参数详见表11-2。

表11-2 估算参数表

设备名称	管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量H ₀ μSv·m ² / (mA·h)	散射面积 F (cm ²)	散射因子 α	散射距离 R _S (m)	关注点距离 R ₀
DSA装置	90	20 (透视) 500 (采集)	3.18×10 ⁵	400	6.82×10 ⁻⁶	0.38	根据设备布置位置确定
90kV拟合参数			铅	α: 3.067	β: 18.83	γ: 0.7726	

将 X 射线管头位置考虑在机房中心进行机房外关注点距离取值，各计算点距离见图 11-1 和图 11-2 所示。

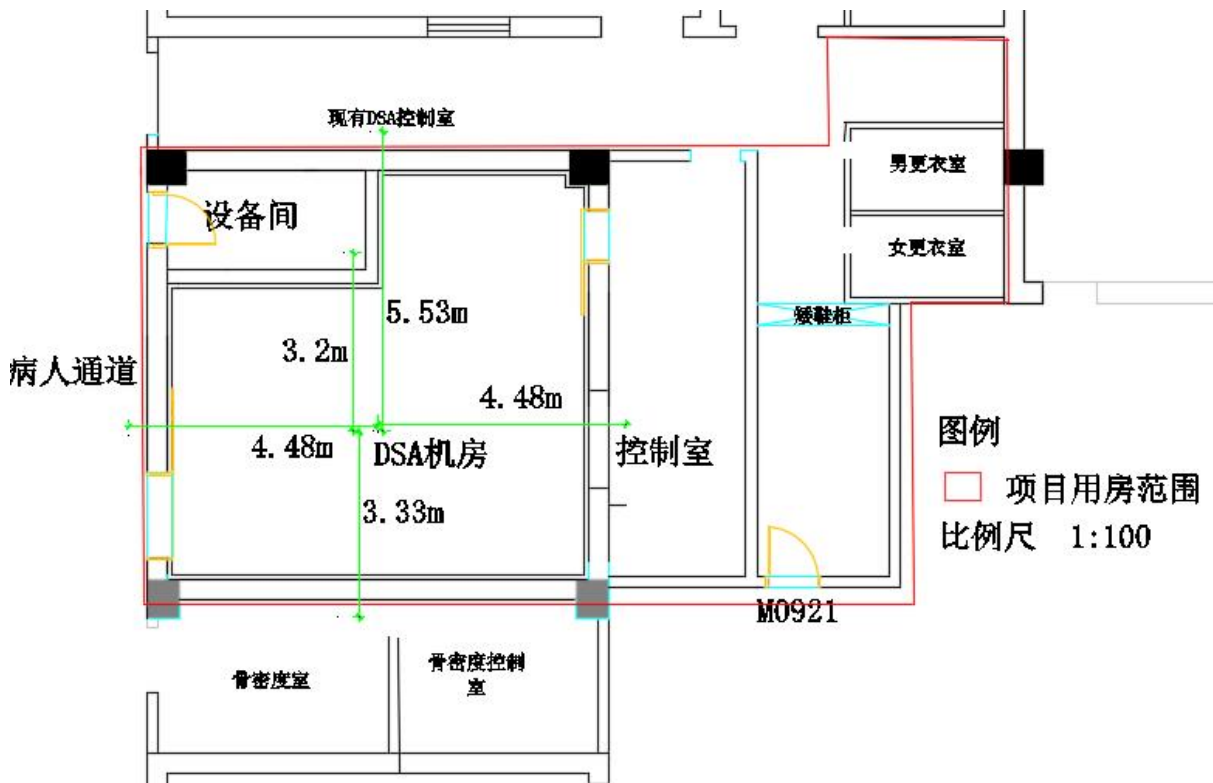


图11-1 各计算点距离示意图

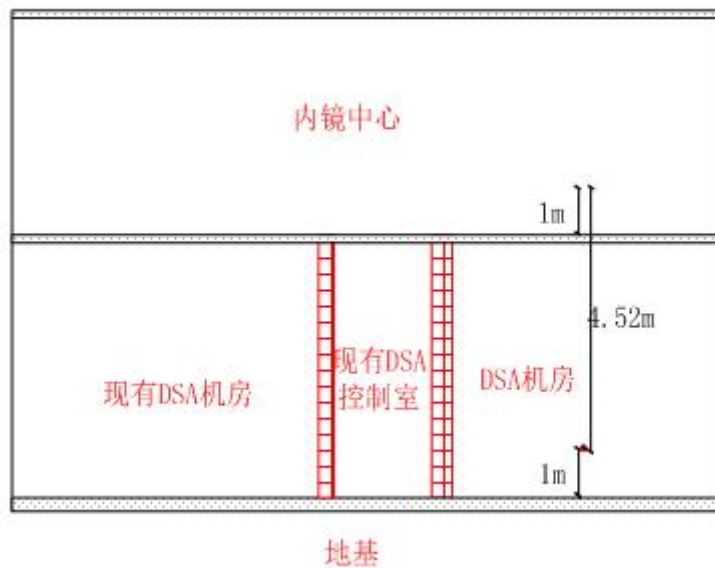


图 11-2 本项目剖面计算点位图

(3) 估算结果

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

表11-3 DSA机房外周围剂量当量率估算结果

关注点	屏蔽体	射线类型	距离 R (m)	屏蔽材料及厚度	周围剂量当量率 (μSv/h)		建设厚度是否满足要求
					透视	采集	
东侧（控制室）	墙体	散射	4.48	370mm实心砖+60mm硫酸钡水泥	1.86×10 ⁻⁹	4.66×10 ⁻⁸	是
	铅窗	散射	4.48	3mmPb	4.75×10 ⁻²	1.19	是
	铅防护门	散射	4.48	3mmPb	4.75×10 ⁻²	1.19	是
北侧	现有 DSA 控制室 墙体	散射	5.53	370mm实心砖+60mm硫酸钡水泥	1.22×10 ⁻⁹	3.06×10 ⁻⁸	是
	设备间 墙体	散射	3.20	240mm实心砖+60mm硫酸钡水泥	2.93×10 ⁻⁷	7.34×10 ⁻⁶	是
西侧	设备间 墙体	散射	/	240mm实心砖+60mm硫酸钡水泥	/	/	/
	病人通道 墙体	散射	4.48	370mm实心砖+60mm硫酸钡水泥	1.86×10 ⁻⁹	4.66×10 ⁻⁸	是
		铅防护门	散射	4.48	3mmPb	4.75×10 ⁻²	1.19
南侧（骨密度室及其控制室）	墙体	散射	3.33	370mm实心砖+60mm硫酸钡水泥	3.37×10 ⁻⁹	8.44×10 ⁻⁸	是
顶板（内镜中心）	楼板	散射	4.52	120mm现浇混凝土+2mmPb硫酸钡板	7.64×10 ⁻³	1.91×10 ⁻¹	是

备注：①放射科所在楼层层高为 4.4m；顶板核算到距离楼上地面 1.0m 处；四周屏蔽体计算参考点位于四周屏蔽体、门窗外 0.3m 处；②球管离地高度按 1.0m 考虑；③同侧距离核算时保守取最短距离；④楼下无建筑。

根据计算可知，在透视和采集条件下，DSA机房屏蔽体外30cm的周围剂量当量率均小于2.5μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

11.3 剂量估算

11.3.1 剂量估算公式

X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

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

式中：H_{Er}：X或γ射线外照射人均年有效剂量，mSv；

H*₍₁₀₎：X或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

t：X或γ射线照射时间，h。

11.3.2 辐射工作人员剂量估算

根据医院提供的资料，本项目DSA年透视时间共约384.7h，采集时间约15.2h，总年有效开机时间约399.9h。

(1) 辐射工作人员剂量估算

①控制室辐射工作人员有效剂量估算

本项目 DSA 机房放射工作人员从医院现有放射工作人员中调配，因此，本次按照理论计算的方式估算控制室放射工作人员受到 DSA 机房的年附加有效剂量，再叠加上一年度技师的年剂量监测结果作为介入技师受照剂量评价依据。

在透视和采集情况下，控制室辐射工作人员有效剂量估算见表11-4。

表11-4 本项目控制室辐射工作人员有效剂量估算一览表

设备名称	控制室最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		年出束时间 (h)		年有效剂量 (mSv/a)		总年有效剂量 (mSv/a)
	透视	采集	透视	采集	透视	采集	
DSA装置	4.75×10^{-2}	1.19	384.7	15.2	1.83×10^{-2}	1.81×10^{-2}	3.63×10^{-2}

根据上表可知，从最不利情况考虑，本项目DSA机房控制室的工作由1名技师完成，本项目拟配备技师同时操作医院其他X射线设备，根据医院提供的资料可知，医院拟配置的放射技师最近一年度（2023年第4季度和2024年第1、2、3季度）有效剂量在0.07~0.20mSv/a之间，叠加本项目年有效剂量的预测结果最大为0.24mSv，满足本项目辐射工作人员年有效剂量管理目标值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②手术医护人员

本项目DSA装置有采集和透视两种工作模式。

透视工作模式下，医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量0.5mmPb），以公式11-1计算其透射因子，不考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素，同时，参照《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）表B.1规定：透视防护区检测平面上的周围剂量当量率不应大于400 $\mu\text{Sv/h}$ 。核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。

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

表11-5 机房医护人员最大手术负荷时间表

运行管电压	手术类型	透射因子		手术人员铅衣内周围剂量当量率 (μSv/h)	年出束时间 (h)	铅围裙内个人剂量估算 (Hp (10), mSv)	
90kV	心脏介入	透视	2.52×10^{-2}	10.06	356.7	3.59	4.97
		采集	3.68×10^{-5}	110.68	12.5	1.38	
	综合介入	透视	2.52×10^{-2}	10.06	28	0.28	0.58
		采集	3.68×10^{-5}	110.68	2.7	0.30	
运行管电压	手术类型	透射因子		手术人员铅衣外周围剂量当量率 (μSv/h)	年出束时间 (h)	铅围裙外个人剂量估算 (Hp (10), mSv)	
90kV	心脏介入	透视	/	400	356.7	142.68	149.14
		采集	1.72×10^{-4}	516.44	12.5	6.46	
	综合介入	透视	/	400	28	11.20	12.59
		采集	1.72×10^{-4}	516.44	2.7	1.39	

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

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

其中: E-有效剂量中的外照射分量,单位为 mSv;

α -系数,有甲状腺屏蔽时,取0.79,无屏蔽时,取0.84;

H_u -铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的Hp(10),单位为mSv;

β -系数,有甲状腺屏蔽时,取0.051,无屏蔽时,取0.1;

H_o -铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的Hp(10),单位为mSv。

根据医院提供资料,结合实际情况考虑,医院拟配备介入手术医生共8人,仅在DSA机房从事辐射相关工作;医院介入手术目前拟配备手术医生8人共4组(其中心脏介入手术医生3组,综合介入手术医生1组)。

$$\text{则: } E(\text{心脏介入}) = (0.79 \times 4.97 + 0.051 \times 149.14) / 3 = 3.84 \text{ mSv}$$

$$E(\text{综合介入}) = 0.79 \times 0.58 + 0.051 \times 12.59 = 1.10 \text{ mSv}$$

根据计算可知,本项目心脏介入手术医护人员受到的年有效剂量约3.84mSv/a,综合介入手术医护人员受到的年有效剂量约1.10mSv/a,从最不利情况考虑,本项目综合介入手术医护人员同时承担现有介入手术相关工作,根据医院提供的资料可知,本项目配置的介入手术工作人员最近一年度(2023年第4季度和2024年第1、2、3季度)有效剂量在0.02~0.38mSv/a之间,本项目年有效剂量的预测结果叠加介入手术工作人员最近一年度个人剂量监测结果,其最大值为4.22mSv,均满足本项目辐射工作人员年有效剂量

管理目标值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

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

另外，医院还应采取以下措施确保辐射安全：

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

B、医院应定期对个人剂量计进行监测，根据监测报告结果，合理分配工作量，正确有效使用防护用品。当职业照射受照剂量大于管理目标值时，除记录个人监测的剂量结果外，并作进一步调查。

C、医院根据需要补充配置介入手术人员指环和眼部剂量计。

（2）公众成员

①本项目年有效剂量估算

机房外公众成员受到的周围剂量当量率和年有效剂量见表11-6。

表11-6 机房外公众成员周围剂量当量率和年有效剂量估算结果

序号	名称	方位	最小水平距离	预测结果 μ Sv/h		出束时间 h		居留因子	年有效剂量 mSv/a
				透视	采集	透视	采集		
1	换鞋间	东侧	约2.5m	2.14×10^{-2}	5.34×10^{-1}	384.7	15.2	1/5	3.27×10^{-3}
2	MRI 空调及液氮、过道	东侧	约7m	7.63×10^{-3}	1.91×10^{-1}	384.7	15.2	1/5	1.17×10^{-3}
3	女更衣室、男更衣室	东侧	约4m	1.42×10^{-2}	3.56×10^{-1}	384.7	15.2	1/5	2.18×10^{-3}
4	医生通道	东侧、东北侧	紧邻	4.75×10^{-2}	1.19	384.7	15.2	1/5	7.26×10^{-3}
5	备用机房	东侧、东北侧	约7m	7.63×10^{-3}	1.91×10^{-1}	384.7	15.2	1/20	2.92×10^{-4}

6	等候区 1	东北侧、东侧及东南侧	约 16m	2.34×10^{-3}	5.85×10^{-2}	384.7	15.2	1/5	1.78×10^{-4}
7	绿化草坪、人行道	东北侧、东侧及东南侧	约 23m	1.29×10^{-3}	3.23×10^{-2}	384.7	15.2	1/40	1.23×10^{-5}
8	门诊和急诊楼(-1F~5F)	东北侧、东侧及东南侧	约 32m	7.28×10^{-4}	1.82×10^{-2}	384.7	15.2	1	2.77×10^{-4}
9	洗手区	东北侧	约 3m	1.85×10^{-2}	4.62×10^{-1}	384.7	15.2	1/5	1.41×10^{-3}
10	DSA 耗材库房	东北侧	约 5m	1.13×10^{-2}	2.83×10^{-1}	384.7	15.2	1/20	2.15×10^{-4}
11	楼梯间	东北侧	约 16m	2.34×10^{-3}	5.85×10^{-2}	384.7	15.2	1/40	2.22×10^{-5}
12	人行道	东北侧	约 17m	2.13×10^{-3}	5.31×10^{-2}	384.7	15.2	1/40	2.02×10^{-5}
13	绿化草坪、车行道	东北侧、北侧、西北侧	约 8m	6.43×10^{-3}	1.61×10^{-1}	384.7	15.2	1/40	6.11×10^{-5}
14	车行道	东北侧、北侧、西北侧	约 13m	3.23×10^{-3}	8.08×10^{-2}	384.7	15.2	1/40	3.07×10^{-5}
15	现有 DSA 控制室	北侧	紧邻	1.22×10^{-9}	3.06×10^{-8}	384.7	15.2	1	4.65×10^{-10}
16	设备间	北侧	紧邻	2.93×10^{-7}	7.34×10^{-6}	384.7	15.2	1/20	5.57×10^{-9}
17	现有 DSA 机房	北侧	约 2m	6.31×10^{-8}	1.58×10^{-6}	384.7	15.2	1/2	1.20×10^{-8}
18	新风机房	西北侧	约 4m	1.13×10^{-2}	2.83×10^{-1}	384.7	15.2	1/40	1.08×10^{-4}
19	人行道	西北侧	约 10m	4.74×10^{-3}	1.19×10^{-1}	384.7	15.2	1/40	4.51×10^{-5}
20	天桥	西北侧	约 10m	4.74×10^{-3}	1.19×10^{-1}	384.7	15.2	1/40	4.51×10^{-5}
21	停车场	西北侧	约 35m	6.21×10^{-4}	1.55×10^{-2}	384.7	15.2	1/40	5.90×10^{-6}
22	2 间值班室	西侧	约 4m	1.42×10^{-2}	3.56×10^{-1}	384.7	15.2	1/5	1.08×10^{-3}
23	病人通道	西北侧、西侧、西南侧	紧邻	4.75×10^{-2}	1.19	384.7	15.2	1/5	3.62×10^{-3}

24	绿化草坪、人行道	西北侧、西侧、西南侧	约 8m	6.43×10^{-3}	1.61×10^{-1}	384.7	15.2	1/40	6.11×10^{-5}
25	住院楼 B 栋	西北侧、西侧、西南侧	约 23m	1.29×10^{-3}	3.23×10^{-2}	384.7	15.2	1/5	9.81×10^{-5}
26	CT 等候区、楼梯间	西南侧	约 7m	7.63×10^{-3}	1.91×10^{-1}	384.7	15.2	1	2.90×10^{-3}
27	住院楼 B 栋连廊 (1F-4F)	西南侧	约 31m	7.70×10^{-4}	1.93×10^{-2}	384.7	15.2	1/5	5.85×10^{-5}
28	空调水管井、电梯井、卫生间、机房、口服分包间	西南侧	约 37m	5.62×10^{-4}	1.41×10^{-2}	384.7	15.2	1/5	4.27×10^{-5}
29	骨密度及其控制室	南侧	紧邻	3.37×10^{-9}	8.44×10^{-8}	384.7	15.2	1	1.28×10^{-9}
30	备用机房、CT 机房、更衣间、DR 机房、办公室	南侧	约 3m	1.03×10^{-9}	2.57×10^{-8}	384.7	15.2	1	3.91×10^{-10}
31	医技楼大厅	西南侧、南侧、东南侧	约 24m	1.20×10^{-3}	3.00×10^{-2}	384.7	15.2	1	4.56×10^{-4}
32	药房	西南侧、南侧、东南侧	约 38m	5.36×10^{-4}	1.34×10^{-2}	384.7	15.2	1	2.04×10^{-4}
33	放射科控制廊	东南侧	紧邻	4.75×10^{-2}	1.19	384.7	15.2	1	1.81×10^{-2}
34	MRI 候诊区、MRI 机房、库房、双源 CT 机房、DR 机房、乳腺 X 射线机房及其控制室	东南侧	约 7m	7.63×10^{-3}	1.91×10^{-1}	384.7	15.2	1	2.90×10^{-3}
35	候诊区、女卫生间、电梯井、水管井	东南侧	约 16m	2.34×10^{-3}	5.85×10^{-2}	384.7	15.2	1/5	1.78×10^{-4}
36	护士站	东南侧	约 25m	1.12×10^{-3}	2.80×10^{-2}	384.7	15.2	1	4.25×10^{-4}
37	门诊和急诊	东南	约 33m	6.90×10^{-4}	1.72×10^{-2}	384.7	15.2	1/5	5.24×10^{-5}

	楼连廊 (1F-4F)	侧							
38	示教室、楼 梯间、弱电 机房	东南 侧	约40m	4.88×10^{-4}	1.22×10^{-2}	384.7	15.2	1/5	3.71×10^{-5}
39	医技楼(2F, 包括内镜中 中心等用房)	楼上 紧邻 楼层	/	7.64×10^{-3}	1.91×10^{-1}	384.7	15.2	1	2.90×10^{-3}
40	医技楼 (3F-4F,包 括手术中 心、监护病 房等用房)	楼上	/	2.76×10^{-3}	6.90×10^{-2}	384.7	15.2	1	1.05×10^{-3}
注：①同一处的环境保护目标的年有效剂量估算均以最近的距离进行计算；②居留因子参照NCRP147号报告P31表4.1取值；③表格中所述最小距离为关注点到DSA机房墙体外的距离；④按水平距离进行保守计算，未考虑高差，敏感点39、40除外。									

根据估算，机房外公众成员受到的年有效剂量最大为 $1.81 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，低于医院年剂量管理目标值 0.1mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求。

②本项目与现有其他辐射源对公众成员年有效剂量叠加

由于本项目DSA机房周围50m内存在其他辐射源，需考虑现有其他辐射源对公众成员年有效剂量的叠加。根据现场调查，项目位于放射科，50m范围内涉及1台DSA、1台骨密度、2台CT、2台DR以及1台乳腺X射线装置，根据X射线衰减规律，距离机房越远，辐射剂量率越低，项目对环境的辐射影响越小，因此本次评价仅考虑离本项目DSA机房最近的骨密度和现有DSA射线装置四周公众成员的叠加影响。

根据重庆联尔医学研究院有限公司现有DSA和骨密度工作场所放射防护检测报告，现有DSA机房和骨密度机房屏蔽体外周围剂量当量率均低于 $0.05 \mu\text{Sv/h}$ （即低于设备检出限，表示结果未检出），经与本项目机房外公众成员周围剂量当量率估算结果叠加后，现有DSA和骨密度屏蔽体外距离机房墙体、门、窗表面30cm，机房顶棚上方距楼上地面100cm处的周围剂量当量率均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求；根据检测报告结果、现有DSA工作负荷以及本项目机房外公众成员受到的年有效剂量估算值进行叠加计算后，机房外公众成员受到的年有效剂量低于医院年剂量管理目标值 0.1mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求。

(3) 剂量估算结论

综上所述，根据医院提供的计划手术量，合理分配手术量、辐射工作人员正确、有

效使用防护用品的前提下,从事介入手术的辐射工作人员所受到的年有效剂量低于辐射工作人员剂量管理目标值5mSv/a, 公众成员受到年有效剂量也低于公众管理目标值0.1mSv/a, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

11.4 环境保护目标辐射环境影响分析

拟建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,各关注点周围剂量当量率满足国家相关标准要求。本项目环境保护目标主要受DSA装置运行时产生的电离辐射(X射线)影响。X射线衰减主要包括距离的衰减(与传播距离平方成反比)和物质吸收的衰减,根据X射线衰减规律,距离机房越远,辐射剂量率越低,则距离机房更远处的公众人员受照剂量不会大于上述保守预测值。根据表11-6可知,机房外50m评价范围内各环境保护目标的年有效剂量均远低于医院管理目标值。因此,项目所致机房外50m评价范围内环境保护目标的辐射影响甚微,本项目建成后对环境的辐射影响可以接受。

11.5 “三废”环境影响分析

11.5.1 废气

X射线与空气作用,可以使气体分子或原子电离、激发,产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体,消除有害气体对诊断室的影响,关键在于加强室内通风。DSA机房内少量废气经排风管道引至同层病人通道外墙排放。该区域人员活动较少,少量废气经空气扩散,将很快恢复到原来的空气浓度水平,不会对公众造成危害,对环境影响很小。

11.5.2 废水

手术时产生的少量医疗废水和生活污水依托医院污水处理站处理,达标后排入市政污水管网。医院东北侧污水处理站,处理能力为1200m³/d,接纳整个包括本项目在内的医院医疗废水,目前污水处理站处理负荷为600m³/d,剩余处理能力为600m³/d,项目产生少量医疗废水和生活污水依托该污水处理站处理是可行的。

项目产生的少量废水能得到有效处置,不会对周围环境产生不利影响。

11.5.3 固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾收集后交由市政环卫部门统一收运处理。

项目手术期间产生少量的医疗废物(HW01),及时打包整理后,运至医院东北侧医疗废物贮存点,定期委托有资质单位外运处置。

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

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

项目产生的固体废物均能得到合理的处理，对环境产生的影响可接受。

11.6 实践正当性分析

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

项目DSA应用于介入手术，对疾病诊断和手术辅助方面有其他技术无法替代的特点，可实现对血管病灶的精准定位，对保障健康、拯救生命可起到十分重要的作用。项目为患者提供更加优越的就医环境，具有明显的社会效益；随着医院医疗技术与及服务水平的提高，将吸引更多的就诊人员，医院在为患者健康服务的同时也将创造更大的经济效益。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的辐射影响在可接受范围内。

因此，项目DSA的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

11.7 产业政策符合性

项目主要使用DSA从事介入手术工作，根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》第一类鼓励类中十三、医药4、新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等。因此，本项目属于产业结构鼓励类，符合相关产业政策。

11.8 事故影响分析

11.8.1 风险事故类型

X射线装置产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因X射线装置设置有

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

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

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

11.8.2 后果分析

①机房外人员误照射

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

表11-7 机房外误照射人员所受辐射剂量估算表

位置	事故情景	机房外周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	单台手术最大曝光时间 (min)	有效剂量 (mSv)	总有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
DSA 西侧或东侧铅防护门外	最大运行参数条件下运行，铅防护门未关闭，人员位于机房外	6.59×10^4 (透视)	21	23.1	33.08	33.08
		2.99×10^5 (采集)	2	9.98		

注：①仅考虑散射线， $\text{Sv/Gy}=1$ ；②设备运行时，设备间无人员停留，不考虑人员停留在设备间的误照射。

根据机房外误照射人员所受辐射剂量估算结果可知，在理论可预知风险条件下，本项目DSA机房外人员受到的单台手术误照射的吸收剂量最大约33.08mGy，超过年剂量限值，即造成一般辐射事故。

②机房内人员误照射

因各种原因导致X射线装置在运行过程中人员滞留机房内（未穿戴个人防护用品或

防护用品屏蔽效能失效)发生误照射辐射事故,按照DSA极端运行情况下(透视工况为125kV/110mA,采集工况为125kV/500mA),考虑人员受到照射的位置距离X射线装置靶点约1m考虑,其剂量估算情况见表11-8。

表11-8 机房内误照射人员所受辐射剂量估算表

工作模式	受照时间	受照人员所在位置周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	有效剂量(mSv)	吸收剂量(mGy)	总吸收剂量(mGy)
采集模式: 1m处发射率 $9.8\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$	10s(单次最长采集)	6.01×10^6	16.70	16.70	60.78
透视模式: 1m处发射率 $9.8\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$	2min (发现后使用急停按钮)	1.32×10^6	44.08	44.08	
采集模式: 1m处发射率 $9.8\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$	2min	6.01×10^6	200.34	200.34	663.13
透视模式: 1m处发射率 $9.8\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$	21min	1.32×10^6	462.79	462.79	

注: 仅考虑散射线, $\text{Sv/Gy}=1$ 。

据以上后果分析可知,当单次透视和采集完成后,发现DSA机房内人员滞留机房内发生误照射辐射事故,该滞留机房人员总吸收剂量为60.78mGy;当1台手术完成后,才发现DSA机房内人员滞留机房内发生误照射辐射事故,该滞留机房人员总吸收剂量为663.13mGy;这两种情况下均可能发生超年有效剂量限值照射的事故风险,即造成一般辐射事故。

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

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

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

紊乱，导致后代先天畸形、流产、死胎和某些遗传性疾病，即遗传效应。

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

不同照射剂量的X、 γ 射线对人体损伤估计见表11-9。

表11-9 不同照射剂量对人体损伤的估计

剂量 (Gy)	类型		初期症状和损伤程度
<0.25 0.25~0.5 0.5~1	/		不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化，可能有血液学的变化 机能变化，血液学变化，但不伴有临床征象
1~2 2~4 4~6 6~10	骨髓型 急性放射病	轻度 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，腹疼，血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病		意识障碍、定向力丧失、共济失调、肌张力增强等

注：来自《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）和《辐射防护导论》P33。

根据上述后果分析可知，当1台手术完成后，发现DSA机房外人员受到的单台手术误照射，人员所受到误照射辐射剂量约33.08mGy，初期症状和损伤程度为可能会使人员发生不明显和不易察觉的病变；当单次透视和采集完成后，发现DSA机房内人员滞留机房内，人员所受到误照射辐射剂量为60.78mGy，初期症状和损伤程度为可能会使人员发生不明显和不易察觉的病变；当1台手术完成后，才发现DSA机房内人员滞留机房内，受到误照射辐射剂量约为663.13mGy，初期症状和损伤程度为可能会使人员发生机能变化，血液学变化，但不伴有临床征象。

根据分析，本项目辐射事故后果一般不会造成严重的辐射损伤，但可能增加随机性效应的发生概率。项目产生的随机性效应是关注的重点，因其无法防护，所以尽量避免误照射发生和降低人员的受照剂量，减少随机性效应的发生概率。

11.8.3 风险事故防范措施分析

由于各种管理不善或人误等造成的误照射，导致人员的照射方式主要是外照射。根据DSA装置运行原理，DSA装置在开机出束状态下才会产生辐射影响，未出束则不会产

生辐射影响。因此，发生误照射事故时应第一时间切断装置电源（就近按下急停按钮），确保装置停止出束，再对人员进行救治。

医院应采取以下措施防范风险事故发生：

①设备操作前，先进行安全检查，检查门灯联动、各防护措施是否正常。

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

③手术医生在开展手术时，需要进行机房内透视曝光时，医生应正确穿戴防护用品。

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

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

⑥培植辐射工作人员的安全文化素养，提高辐射工作人员个人防护意识，在开展介入手术时正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，辐射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训。防护用品不使用时，采用悬挂或平铺方式妥善存放，防止断裂。

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

11.9 环保投资

本项目环保投资估算共约25万，占总投资的约2.5%，具体情况见表11-10。

表11-10 项目环保投资一览表

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框上墙、人员培训考核等	1
电离辐射警示标志	张贴正确、有中文说明	
辐射防护与安全措施	工作状态指示灯、屏蔽室门灯联动等	2
防护监测设备	个人剂量计	1
DSA机房四面屏蔽体	屏蔽室墙体、防护门窗等	12
防护用品	铅防护用品、铅屏风等	3
环保手续	环评、验收、监测、办证等	6
合计	/	25

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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已有 DSA 射线装置和放射科，并成立了放射防护管理领导小组，明确了各成员的职责，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，设置了专业技术人员负责辐射安全与环境保护管理工作；后续医院应进一步完善辐射管理体系，将本项目纳入辐射安全与环境保护管理，并加强辐射安全管理。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。

目前医院在用 II 类及 III 类射线装置，已制定一套相对完善的管理制度和操作规程，制定了多项辐射安全管理制度，主要有《介入手术操作规程》《DSA 工作人员岗位职责》《放射安全防护规章制度》《设备使用制度和维修保养制度》《放射工作人员辐射安全与放射防护培训计划》《放射工作人员个人剂量管理制度》《辐射防护监测计划》《放射卫生档案管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》等制度。

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

本项目拟依托医院现有辐射安全管理规章制度，依托可行。本项目运行后，医院还应根据实际使用情况和新发布更新的法律法规等，对现有及拟制定辐射安全管理规章制度进行不断的修订和完善。

12.2.2 辐射工作人员配置

拟建项目介入手术总配置 17 人，其中医生 8 人，护士 4 人，技师 4 人，影像医师 1 人，其介入手术人数和岗位设置满足要求，后期医院根据实时手术需求进行人员岗位调整。

①辐射安全培训

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生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识，并参加考核，取得辐射安全培训合格证书，持证上岗。已持证上岗的，在辐射安全培训合格证有效期到期前，需进行再次考核。

医院现有辐射工作人员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，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，医院今后按相关要求继续执行。医院新从事辐射活动的人员，拟参加相应的培训和考核，持证上岗。

②个人剂量管理

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

医院现有辐射工作人员均配置了个人剂量计，并定期对辐射工作人员进行个人剂量监测，目前未发现个人剂量监测结果异常，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。

医院已制定《放射工作人员职业健康管理制

量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互转借，不允许将个人剂量计带出医院。

③职业健康体检

《放射工作人员职业健康管理办法》第五条规定：放射工作人员年满18周岁；经职业健康检查，符合放射工作人员的职业健康要求。第十八条规定：放射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。放射工作单位不得安排未经职业健康检查或者不符合放射工作人员职业健康标准的人员从事放射工作。第十九条规定：放射工作单位应当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应超过2年，必要时可增加临时性检查。第二十条规定：放射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十九条规定：生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

医院已制定《放射工作人员职业健康管理制度》，规定医院负责为辐射工作人员建立个人健康档案；辐射工作人员每两年到有资质的体检机构进行体检，脱离放射工作岗位时应进行离岗前职业健康检查；发现不宜继续从事放射工作的，根据体检机构的意见及时调离放射工作岗位并妥善安置；辐射工作人员脱离放射岗位时，应进行离岗前的职业健康体检。

医院在此之前严格按照《放射工作人员职业健康管理制度》相关要求，为医院现有所有辐射工作人员建立了职业健康体检档案，现有所有辐射工作人员均进行了上岗前或在岗期间放射性职业健康检查。本项目辐射工作人员从现有介入工作人员中调配，已按照要求进行职业健康体检，并建立相应档案。

12.2.3 年度评估

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

医院已制定年度评估制度，并每年1月31日按照规定提交上一年度的年度评估报告。年度评估报告主要内容包括医院基本信息、核技术应用项目内容、辐射安全和防护设施

和监测设备的运行与维护情况、辐射安全管理制度、辐射工作人员安全培训管理情况、辐射工作人员个人剂量监测情况、本年度核技术应用项目的办理情况、工作场所辐射环境监测、辐射事故及应急响应情况、存在的安全隐患及其整改情况、其他有关法律法规的落实情况等内容。

本项目建成后，拟将本项目纳入年度评估管理中，并按规定开展年度评估工作，对检查中发现的问题或者不足及时整改，消除安全隐患，编写并提交年度评估报告。

12.2.4 核安全文化建设

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

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

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

12.2.5 档案管理

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第四十一条规定：放射性同位素与射线装置台账、个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存。《重庆市辐射污染防治办法》第十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依法建立生产、销售、使用台账和辐射工作人员培训及个人剂量等档案，编写安全和防护状况年度评估报告，并按照规定在国家核技术利用辐射安全管理系统中及时申报和更新相关信息。

辐射安全与防护管理档案资料分以下十大类：“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”“职业健康档案”“辐射培训档案”“辐射应急资料”和“年度评估”。医院已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。

医院认真落实了相关制度和规定，所有辐射工作人员均进行职业健康体检、个人剂量检测、辐射安全与防护培训，并将职业健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案进行了保存。

个人剂量档案按照相关要求进行终身保存。本项目运营后，医院拟将本项目相关的档案资料建立档案，并纳入现有档案管理中，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。

12.3 辐射活动能力评价

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

表12-1 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院使用 II 类射线装置，已成立放射防护管理领导小组，并有1名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	现有辐射工作人员均已通过辐射安全和防护培训和考核，并在有效期内。医院承诺后期如有新上岗人员将按要求培训、考核，并考核合格后再行上岗。
放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设备及控制台拟设置急停按钮，同时本项目拟设置有门灯联动装置，防夹装置，工作状态指示灯，各防护门拟张贴电离辐射警示标识和警示语，并拟设置曝光时关闭机房门的管理措施。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已经建立了健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计。	本项目为放射技师配备1枚个人剂量计，为每名介入手术医生和护士配备双个人剂量计，并配备一定数量的辐射防护用品（见表1-3）供辐射工作人员和患者使用。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定了《放射安全事件应急预案》，成立了辐射事故应急处领导小组，并规定了发生放射性事故时的应急处相应措施，设置了应急联系方式，应急预案较为完善。

根据上表可知，医院已建立有相应的管理体系，本项目的管理工作依托现有的管理体系，具备一定从事辐射活动的的能力。但还应针对本项目射线装置的管理，完善辐射安全管理体系，设置门灯连锁、电离辐射警告标志，制度上墙，配备一定数量的辐射防护用品等要求，本项目建成后，将本项目纳入现有管理制度中，并按照要求将本项目所有相关制度张贴上墙后，方具备从事本项目辐射活动的的能力，并及时按照辐射环境管理要求重新办理《辐射安全许可证》，在许可范围内从事辐射工作，本项目方可投入正式运行。

12.4 辐射监测计划

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

根据调查，医院已制定有监测计划，包括工作场所监测及个人剂量监测等，医院每年均委托有资质单位对现有射线装置等屏蔽体外辐射环境及辐射工作人员个人剂量进行监测。本项目建成后，将 DSA 机房周围环境监测纳入监测计划，对 DSA 机房周围人员和环境进行监测，并做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

（1）个人剂量监测

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

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

（2）工作场所环境监测

医院应对项目辐射工作场所周围剂量当量率进行监测，监测包括验收监测和定期监测，发现问题及时整改。验收监测应委托有资质的单位进行。

监测频率：验收时监测一次；定期监测为每年监测一次；涉及设备发射剂量率或防护设施维修后监测一次；

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：机房四周墙体、门、窗外 30cm 处、工作人员操作位；楼上距顶板地面

100cm 处等关注点位，通风管道及其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置；重点关注穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置。

12.5 辐射事故应急

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

医院已制定的《放射事故应急预案》，应急预案里已明确放射事件应急处置领导小组组织指挥机构各科室部门的职责，并规定发生放射性事故时应急响应程序，设置应急联系科室及联系方式；应急预案符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规，且具有较高可行性。应急预案主要内容如下：

（1）辐射事故的报告

一旦发生辐射事故，首先查明事故的类型、原因，切断有害因素，立即封闭现场，防止事故蔓延。造成或者可能造成人员受超剂量照射的事故时，应迅速安排受照人员接受医学检查或者在有条件的医疗机构救治，同时填写《辐射事故初始报告表》，并在 2 小时内上报辖区环保、公安和卫生行政主管部门。报告电话如下：

重庆市生态环境局 24 小时应急值班电话：(023)89112369

政务服务便民热线：12345

重庆市卫生健康委员会：023-67706707

重庆市卫生监督执法局：023-68803681

高新区生态环境局：023-89181997

大学城医院行政总值班：023-65715757

大学城医院放射科：65714811、665714814、65714813

大学城医院急诊科：65714711

大学城医院后勤保障科：65714777

大学城医院医学装备科：65715697

大学城医院安全管理科：65715110

（2）应急处理程序

①发生辐射事故后，立即关闭辐射源（如关闭射线装置应急开关等），立即撤离有关工作人员和受检者，封锁现场；禁止无关人员进入辐射区，同时报告科室负责人，启动应急预案。

②辐射应急处理领导小组召集相关人员，按照辐射事故的具体情况，迅速确定事故处理方案。

③安排受照人员到职业病防治机构接受医学检查、救治和医学观察，同时对危险源采取应急安全处理措施。对可能受放射损伤的人员，立即采取暂时隔离和根据需要实施其他医学救治应急救援措施。

④核实事故情况，确定为辐射事故的，并于2小时内向区卫生健康委员会、市生态环境局、区生态环境局等报告。禁止任何部门、科室和个人缓报、瞒报、谎报或者漏报。

⑤发生放射事故的科室及个人，必须积极配合高新区生态环境局、市生态环境局、区卫生健康委员会、区生态环境局等部门对放射事故的调查、处置、监测等，做好善后处理工作。

⑥辐射事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故再发生。

医院运行至今未发生过辐射事故。本项目建成后，医院将本项目可能产生的辐射事故纳入应急预案，定期进行辐射事故应急演练，做好演习记录和资料归档，并根据应急演练情况，进一步完善辐射事故应急预案。

12.6 竣工环保验收

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

本项目环境保护验收一览表见表12-2。

表12-2 项目竣工环保验收内容及管理要求一览表

序号	验收内容	本项目验收要求	备注
1	建设内容	1台DSA装置（最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，单管头设备）；DSA机房及其配套的控制室、设备间等辅助用房。	未发生重大变动
2	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全。	/
3	剂量控制	辐射工作人员年有效剂量<5mSv； 机房外公众成员年有效剂量<0.1mSv。	GB18871-2002 及医院管理要求
4	人员要求	配备相应数量和职责的满足介入诊疗工作需求的辐射工作人员，按照要求组织辐射工作人员均经考核合格后上岗，按要求定期复训。	原环境保护部令 第3号、第18号
5	剂量率控制	DSA机房四周墙体外30cm处、楼上距顶板地面100cm处、防护门外30cm处、观察窗外30cm处、其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置，在透视条件下检测时，距离机房屏蔽体外表面30cm处周围剂量当量率不大于2.5μSv/h。	GBZ130-2020

6	防护用品	放射技师各配备1枚个人剂量计，每名介入手术医生和护士在铅防护衣内外各佩戴1枚个人剂量计，根据工作场所配置适宜数量的个人剂量报警仪。 铅衣、防辐射裙、防辐射围领、铅橡胶帽子3套（成人），铅防护眼镜3副、介入防护手套3双，防辐射裙、防辐射围领、铅橡胶帽子1套；铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏1套、移动铅屏风（含观察窗）1个。
7	辐射安全防护措施	①各铅防护门设置门灯联动装置、防夹装置或自动闭门装置，并设置曝光时关闭铅防护门的管理措施；各防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。 ②各防护门外设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在病人通道墙上醒目位置张贴辐射防护注意事项。 ③制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急程序等）。 ④机房设置排风装置，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。 ⑤设备上自带急停开关，控制台设置急停开关；控制室与机房设对讲装置；配备防护用品与辅助防护设施；机房内设置视频监控系统。 ⑥机房四周墙体、顶板、地板、防护门、观察窗有足够的屏蔽防护能力，穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。
8	管理	成立辐射事故应急处置领导小组，设置健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、年度评估制度等。

表 13 结论与建议

13.1 项目概况

重庆医科大学附属大学城医院拟在医院医技楼1F放射科实施“重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目（DSA装置部分）”，将医技楼1F放射科备用机房及邻近区域改造为DSA机房、设备间及其控制室等辅助用房，并拟新增一台DSA装置（II类射线装置，额定电压为125kV，额定电流为1000mA，单管头设备），用于开展血管造影介入手术。

项目投资：总投资约1000万元，其中环保投资约25万元。

13.2 实践正当性

本项目的建设对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.3 产业政策符合性

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

13.4 辐射环境质量现状

为了解本项目拟建址及周边环境辐射环境质量现状，重庆朕尔医学研究院有限公司对本项目拟建址及周边环境进行了辐射水平现状监测，监测结果表明，本项目拟建址及周边环境 γ 辐射剂量率的监测值在89nGy/h~111nGy/h之间（未扣除宇宙射线响应值），根据《2023年重庆市辐射环境质量报告书》中辐射环境质量状况数据，累积剂量法测得的重庆市 γ 空气吸收剂量率年均值范围为76.8nGy/h~93.3nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），全市点位年均值为87nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），本项目拟建址及周边环境的辐射水平在重庆市天然辐射本底水平正常涨落范围内，未见辐射异常。

导管室和骨密度机房屏蔽体外距离机房墙体、门、窗表面30cm，机房顶棚上方距楼上地面100cm处的周围剂量当量率均小于2.5 μ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中机房屏蔽体外周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5 μ Sv/h的要求。

13.5 选址可行性及布局合理性

项目位于医院医技楼一楼放射科，根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。因此，从辐射防护与环境保护角度，本项目选址可行。

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

13.6 辐射防护与安全措施

(1) 辐射工作场所分区管理

医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将DSA机房内划为控制区；将控制室、医生通道、病人通道、现有DSA控制室、放射科控制廊、设备间，机房楼上内镜中心划为监督区，实行辐射安全分区管理，并采取相应的分区管理措施。

(2) 机房屏蔽防护

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

(3) 安全联动装置及其他措施

本项目DSA装置拟配置可调限束装置、光谱过滤技术等多种固有安全防护措施的射线装置，射线装置上及控制台上拟设置急停开关，机房拟设置门灯联动装置、防夹装置、自动闭门装置、工作状态指示灯、警示标识、曝光时关闭机房门的管理措施，拟设置对讲系统，在病人通道墙上拟张贴放射防护注意事项告知栏。

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

经分析，本项目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）等相关的辐射防护要求。

13.7 环境影响分析

(1) 场所辐射剂量水平：根据计算可知，在透视和采集条件下DSA机房屏蔽体外

30cm的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，场所辐射剂量水平满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。

（2）剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，项目在合理配置介入手术医生情况下，本项目介入手术医生、护士、放射技师等相关职业人员所受职业照射年有效剂量低于辐射工作人员年有效剂量管理目标值（ 5mSv/a ），项目所致公众成员的年有效剂量亦低于年有效剂量管理目标值（ 0.1mSv/a ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

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

（4）“三废”影响：DSA装置运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，机房拟设置排风装置，废气经排风管道引至同层病人通道西侧外墙排放。项目辐射工作人员等产生的少量生活污水和医疗废水依托医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网；医疗废物及时打包整理，运至医院东北侧医疗废物贮存点，最终由有资质单位处理；生活垃圾交由市政环卫部门统一收运处理；废铅防护用品由医院交由有资质单位处理，并做好相应记录。报废的DSA按照要求对其装置内的X射线管进行拆解和去功能化后，交由有资质单位回收，保留回收手续并做好相关记录存档。

（5）事故风险：通过落实撤离DSA机房时应清点人数、在设备上及控制台设置紧急停机按钮、加强医院管理、合理设置防护门、放射工作人员须加强专业知识学习、加强防护知识培训、加强职业道德修养、严格遵守操作规程和规章制度、定期做好设备稳定性检测和质控检测、加强设备维护、使设备始终保持在最佳状态下工作、正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，放射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训等措施后，本项目辐射事故风险可控。

13.8 辐射与环境保护管理

医院已成立放射防护管理领导小组，负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，并明确了相应职责与分工，医院制定了辐射环境管理相关规章制度及医院辐射事故应急预案，有满足从事辐射活动的的能力。待本项目建成后，后续应针对本项目设备情况更新、完善相关辐射管理制度；项目营运中应加强核安全文化建设，进一步完善环境影响评价

提出的防护措施和管理制度后，能满足辐射环境管理要求。在严格执行规定的辐射安全和环境管理制度前提下，项目的运行安全是有保障的，能满足辐射环境管理要求。

综上所述，重庆医科大学附属大学城医院医疗设备更新项目（DSA装置部分）符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”要求，项目选址可行，平面布局合理。在完善相应的辐射安全防护措施和管理措施后，项目环境风险可防可控，能够实现辐射防护安全目标及污染物的达标排放。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。