

核技术利用建设项目

重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目

# 环境影响报告表

建设单位：重庆医科大学附属儿童医院

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：二〇二六年一月

生态环境部监制

核技术利用建设项目  
重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目

# 环境影响报告表



建设单位名称：重庆医科大学附属儿童医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：  
*王俊愉*

通讯地址：重庆市渝中区中山二路 136 号

邮编：400014

联系人：王俊愉

电子邮箱：598749577@qq.com

联系电话：18225005725

打印编号：1769754513000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	83359u		
建设项目名称	重庆医科大学附属儿童医院两江院区DSA建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	重庆医科大学附属儿童医院		
统一社会信用代码	12500000450405742J		
法定代表人（签章）	华子瑜		
主要负责人（签字）	杨汝铃		
直接负责的主管人员（签字）	王俊愉		
<b>二、编制单位情况</b>			
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		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
刘媛	2014035550350000003511550046	BH001056	刘媛
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵杰	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、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、结论和建议	BH004098	赵杰

## 目录

表 1	项目基本情况 .....	1
表 2	放射源 .....	15
表 3	非密封放射性物质 .....	15
表 4	射线装置 .....	16
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	17
表 6	评价依据 .....	18
表 7	保护目标与评价标准 .....	20
表 8	环境质量和辐射现状 .....	26
表 9	项目工程分析与源项 .....	30
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 .....	69
表 13	结论及建议 .....	86



**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	重庆医科大学附属儿童医院两江院区DSA建设项目				
建设单位	重庆医科大学附属儿童医院				
法人代表	华子瑜	联系人	王俊愉	联系电话	1822****725
注册地址	重庆市渝中区中山二路 136 号				
项目建设地点	重庆市两江新区金渝大道 20 号门诊楼一楼				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	1032	项目环保投资（万元）	36	投资比例（环保投资/总投资）	3.49
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	无			
	<p><b>1.1 建设单位概况</b></p> <p>重庆医科大学附属儿童医院（以下简称儿童医院）于 1956 年由上海医学院儿科系迁渝创建，是集医教研为一体的国家三级甲等综合性儿童医院，现有渝中院区和两江院区两个院区，共有编制床位 2480 张，平均开放 2200 张，科室设置有急诊科、放射科、内科、呼吸科、外科、检验科、麻醉科、超声科、眼科、皮肤科、口腔科、儿保科等。</p>				

## 续表 1 项目基本情况

### 1.2 项目由来

儿童医院院内仅有的 1 台 DSA 设备（位于两江院区）目前已不能满足日常诊疗需求，为更好地满足患者能够及时就诊，故医院拟在两江院区门诊楼一楼建设“重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目”，建设内容主要为将门诊楼一楼内已闲置的原使用功能为放射科 CT、DR 及其周围用房装修改造为 DSA 手术室用房（DSA 机房及其辅助用房），并购置 1 台医用血管造影 X 射线机（以下简称“DSA”，II类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，单管头设备），开展血管造影介入手术工作。原 CT 机房内的射线装置已于 2024 年 11 月搬迁至医技楼一楼放射科 CT 二室内（设备型号为 OptimaCT660），DR 机房内的射线装置已于 2024 年 11 月按要求进行报废处置，医院已重新申请办理了辐射安全许可证（渝环（辐）证[00310]号）。

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），血管造影用 X 射线装置属于 II 类射线装置。

射线装置使用时将会对周围环境产生一定的电离辐射影响，《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，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）》（生态环境部令第 16 号）的“五十五 核与辐射 172 核技术利用建设项目”可知，使用 II 类射线装置的项目环境影响评价文件形式为编制环境影响报告表。重庆医科大学附属儿童医院委托重庆宏伟环保工程有限公司开展该项目的环境影响评价工作，评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，并按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了《重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目环境影响报告表》。

### 1.3 现状调查

本次项目用房改造区域原为放射科 CT、DR 及其周围用房，医院已在 2024 年将 CT 设备搬迁、DR 设备报废，本次将此部分闲置用房进行布局建设，布局改变后不会影响本层楼其他房间的使用功能；拟改造区域内的 CT 和 DR 机房服役时间为 2014 年-2024 年，环保手续齐全，服役期间未发生过辐射事故及相关投诉，本项目不涉及环保遗留问题。

本项目机房对应区域现状建设情况见表 1-1。

续表 1 项目基本情况

表 1-1 项目机房对应区域现状建设情况一览表	
方位	现有屏蔽材料及规格
南	370mm 实心砖墙、1 扇普通门
北	370mm 实心砖墙、1 扇 3mmPb 铅门、1 扇 3.6mmPb 铅窗
东	370mm 实心砖墙、 2 扇 3mmPb 铅门、1 扇普通门
西	370mm 实心砖墙
顶棚	原控制室区域 120mm 混凝土(约 23.1m <sup>2</sup> ),原 DR 机房区域为 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板 (约 37.7m <sup>2</sup> )
地板	原控制室区域 160mm 混凝土(约 23.1m <sup>2</sup> ),原 DR 机房区域为 160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥 (约 37.7m <sup>2</sup> )
电缆沟	穿控制室 1 次、3mmPb 铅包裹
排风管道	穿南墙、西墙各 1 次,高度为 4m, 3mmPb 铅皮包裹
备注: ①以上防护方案数据由医院提供确认 ②页岩砖密度 1.65g/cm <sup>3</sup> , 混凝土(砼)密度 2.35g/cm <sup>3</sup> , 硫酸钡水泥密度 3.2g/cm <sup>3</sup> , 铅密度 11.3g/cm <sup>3</sup>	
<p>拆除的建筑垃圾运至政府指定的合法渣场倾倒,拆除的废铅门、废铅窗收集后妥善保存并做好记录,交由资质单位处理。</p> <p><b>1.4 本项目建设概况</b></p> <p>(1) 项目名称: 重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目</p> <p>(2) 建设地点: 重庆市两江新区金渝大道 20 号门诊楼一楼</p> <p>(3) 建设性质: 改建</p> <p>(4) 建设单位: 重庆医科大学附属儿童医院</p> <p>(5) 建设规模: 拟在门诊楼一楼放射科实施“重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目”,将已闲置的原使用功能为放射科 CT、DR 及其周围用房改造装修为 DSA 手术室用房,用房包括 DSA 机房、操作室、病患等待区、复苏室、准备间、谈话室、设备室、污物打包间、无菌库房、休息室、男更和女更衣室、通道(铅衣区)、办公室等,项目总建筑面积约 435m<sup>2</sup>,拟在 DSA 机房内配置 1 台 DSA(单管头,II 类射线装置)开展介入手术。</p> <p>(6) 项目投资: 总投资约 1032 万元,环保投资约 36 万元。</p> <p>(7) 施工期: 约 6 个月。</p> <p>本项目位于门诊楼一楼西南角,项目组成情况见表 1-2。</p>	

续表 1 项目基本情况

表 1-2 项目组成一览表			
分类	项目	项目组成	备注
主体工程	DSA 机房	位于门诊楼一楼，最大有效内空尺寸约 7.4m×6.9m（扣除装饰层），房间内空高为 5.4m，装饰吊顶后净空高度约 2.7m，其机房的最大有效使用面积约 51.1m <sup>2</sup> 。	依托建筑结构改造装修
	设备	机房内拟配置 1 台 DSA（II类射线装置），型号未定，单管头，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。	新购
辅助工程	辅助用房	主要包括操作室、病患等待区、复苏室、准备间、谈话室、设备室、污物打包间、无菌库房、休息室、男更和女更衣室、通道（铅衣区）、办公室等。	依托建筑结构改造装修
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。依托医院内雨水管网及污水管网；雨水经院内雨水管网收集后，排入市政雨水管网；医疗废水和生活污水依托院内已有的污水处理站（处理能力为 2500m <sup>3</sup> /d）处理后排入市政污水管网。	依托
	供配电	依托院内供配电系统。	依托
	通风	机房设置新风系统进风，并设置机械排风系统，进、排风管穿北墙 1 次、西墙 2 次，穿墙口处风管包裹 4mmPb 铅板作为防护补偿，穿墙高度约为 5m（装饰吊顶高度约 2.7m、硫酸钡板吊顶高度约为 3.2m）；机房内废气经排风管道穿西侧屏蔽墙后引至所在建筑外绿化排放，排放口设置百叶窗，高度为 5m。	新建
环保工程	废水处理措施	依托院内已有的污水处理站（处理能力为 2500m <sup>3</sup> /d）处理后排入市政污水管网进入九曲河污水处理厂。	依托
	废气处理措施	DSA 机房采用机械排风系统，排风管穿西墙后将废气排放至所在建筑外绿化处，排放口设置百叶窗，排放高度为 5m。	新建
	固废处置措施	生活垃圾收集后交市政环卫部门处理。 手术过程中产生的医疗废物在污物打包间内分类打包暂存，手术结束后及时将污物打包间的废物运至院内医疗废物暂存库暂存，运输距离约 150m，再统一由有资质单位处置。 不再使用的铅防护用品由医院收集后妥善保存，做好记录，交由有资质单位处置，原 CT、DR 机房拆除的废铅门、废铅窗统一收集保存做好记录并暂存，交由资质单位处置。DSA 报废后按照相关要求拆解去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。	依托
	辐射防护	拟采用足够铅当量厚度的实心页岩砖、混凝土、硫酸钡水泥、硫酸钡板、铅板、铅玻璃、防护铅门等作为 DSA 机房屏蔽防护材料，设置门机连锁等辐射安全设施措施。	依托+新建

### 1.5 屏蔽防护方案

根据施工方案可知，本项目用房是拟对门诊楼一楼已闲置的原使用功能为放射科病患等待区、治疗室、准备室、CT 机房、DR 机房及控制室、医生办公室、值班室、办公读片室、库房等进行改造和装修使其成为 DSA 手术室用房。拟建 DSA 机房及辅助用房主体依托现有主体结构，内部根据设计重新布局和建设。

DSA 机房内的西墙需在现有 370mm 实心页岩砖墙基础上铲除现有砖墙装饰层后敷

**续表 1 项目基本情况**

设 20mm 硫酸钡水泥，并将该墙和普通门更换为 4mmPb 铅门（1000mm×2100mm）；北墙需在现有 370mm 实心页岩砖墙基础上铲除现有砖墙装饰层后并敷设 20mm 硫酸钡水泥，并将该墙的 3mmPb 铅门更换为 4mmPb 铅门（1000mm×2100mm）、3.6mmPb 铅窗更换为 4mmPb 铅窗（2000mm×900mm）；东墙需在现有 370mm 实心页岩砖墙基础上铲除现有砖墙装饰层后并敷设 20mm 硫酸钡水泥、使用 370mm 实心页岩砖填补中间门洞，将该墙两侧的门更换为 4mmPb 铅门（1500mm×2100mm）；南墙需在现有 370mm 实心页岩砖墙基础上铲除现有砖墙装饰层后并敷设 20mm 硫酸钡水泥，顶棚需在原控制室区域 120mm 混凝土基础上新增 2mmPb 硫酸钡水泥板吊顶、保留原 DR 机房区域原 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥板吊顶，地板需在原控制室区域 160mm 混凝土基础上新增 20mm 硫酸钡水泥、保留原 DR 机房区域原 160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥，本次将填补原电缆沟和穿墙风管空洞，并新增设置电缆洞和排风管道。各屏蔽体主要使用实心页岩砖、硫酸钡板、硫酸钡水泥、混凝土、铅玻璃、铅门等材料进行屏蔽防护。

根据设计及建设单位提供资料，本次项目机房改造前后对比见表 1-3，改造后项目辐射防护设计方案见表 1-4。

**表 1-3 机房辐射屏蔽防护设计方案改造对比一览表**

墙体	现有屏蔽材料及规格	本项目需改造部分	本项目屏蔽材料及规格
新建 DSA 机房西墙	370mm 实心砖墙	保留墙体并敷设 20mm 硫酸钡水泥	370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥
	1 扇普通门	保留门洞，普通门更换为 4mmPb 铅门（1#防护门）	4mmPb 铅门
新建 DSA 机房北墙	370mm 实心砖墙	保留墙体，敷设 20mm 硫酸钡水泥	370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥
	1 扇 3mmPb 铅门	保留门洞，将 3mmPb 铅门更换为 4mmPb 铅门（4#防护铅门）	4mmPb 铅门
	1 扇 3.6mmPb 铅窗	保留窗洞，3.6mmPb 铅窗更换为 4mmPb 铅窗	4mmPb 铅窗
新建 DSA 机房东墙	370mm 实心砖墙	保留墙体并敷设 20mm 硫酸钡水泥	370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥
	1 扇 3mmPb 铅门（东墙正中）	使用 370mm 实心页岩砖填补该门洞，并敷设 20mm 硫酸钡水泥	370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥
	1 扇 3mmPb 铅门（东墙靠南侧）	保留门洞，将普通门更换为 4mmPb 铅门（3#防护铅门）	4mmPb 铅门

续表 1 项目基本情况

	1 扇普通门	保留门洞, 将普通门更换为 4mmPb 铅门 (2#防护铅门)	4mmPb 铅门
新建 DSA 机房南墙	370mm 实心砖墙	保留墙体并敷设 20mm 硫酸钡水泥	370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥
新建 DSA 机房顶棚	原控制室区域 120mm 混凝土 (约 23.1m <sup>2</sup> ), 原 DR 机房区域为 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板 (约 37.7m <sup>2</sup> )	原控制室区域上方保留混凝土顶板, 增加 2mmPb 硫酸钡板吊顶, 保留原 DR 机房上方 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板	120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥板
新建 DSA 机房地板	原控制室区域 160mm 混凝土 (约 23.1m <sup>2</sup> ), 原 DR 机房区域为 160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥 (约 37.7m <sup>2</sup> )	原控制室区域地板保留混凝土, 增加 20mm 硫酸钡水泥, 保留原 DR 机房区域 160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥	160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥
新建 DSA 机房电缆沟	穿控制室 1 次、3mmPb 铅包裹	拆除并填补	设施电缆穿孔, 穿地板处采用 4mmPb 铅皮包裹和岩棉封堵
新建 DSA 机房排风管道	穿南墙、西墙各 1 次, 高度为 4m, 3mmPb 铅包裹	拆除并填补孔洞	西墙和南墙新设穿墙口, 穿墙高度为 5m, 采用 4mmPb 铅皮包裹和岩棉封堵

表 1-4 改造后机房辐射屏蔽防护设计方案

机房名称	方位		DSA 机房辐射防护设计情况
DSA 机房 (长为 7.4m、宽为 6.9m, 有效使用面积 51.1m <sup>2</sup> )	四周墙体	南	370mm 实心页岩砖+20mm 硫酸钡水泥
		西	370mm 实心页岩砖+20mm 硫酸钡水泥
		北	370mm 实心页岩砖+20mm 硫酸钡水泥
		东	370mm 实心页岩砖+20mm 硫酸钡水泥
		顶棚	120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥板
		地板	160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥
		铅门、铅窗	4mmPb

备注: 页岩砖密度 1.65g/cm<sup>3</sup>, 混凝土(砼)密度 2.35g/cm<sup>3</sup>, 硫酸钡水泥密度 3.2g/cm<sup>3</sup>, 铅密度 11.3g/cm<sup>3</sup>

### 1.6 配套设施、设备

DSA 手术室用房拟配置主要设备见表 1-5。

表 1-5 DSA 手术室用房拟配置设备一览表

序号	名称	数量	用途	位置	备注
1	DSA (125kV, 1000mA)	1 台	介入手术	DSA 机房内	单管头, II 类射线装置
2	电源柜	1 套	DSA 配电	设备室内	DSA 配套设备
3	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置	设备室内	

续表 1 项目基本情况

4	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输	设备室内	
5	控制系统	1 套	DSA 设备操作	操作室	
6	中心供氧装置	1 套	患者供氧	DSA 机房内	手术配套设备
7	除颤仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
8	高压注射器	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
9	吸痰器	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
10	电生理仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
11	中心负压吸引	1 套	手术配套用	DSA 机房内	
12	主动脉球囊反搏器	1 台	心脏手术辅助	DSA 机房内	
13	移动铅屏风	1 架	辐射防护	DSA 机房内	
14	医用吊塔（麻醉塔）	1 套	手术配套用	DSA 机房内	/
15	送排风系统	1 套	机房内温湿度调节	DSA 机房内	/

### 1.7 外环境概况

本项目位于儿童医院两江院区门诊楼一楼。门诊楼为独栋建筑（-1F/7F），与南侧的医技楼 2-4F 之间设置连廊接通，连廊相接以外的区域为院内绿化和通道；北侧邻院内道路及绿化，之外为院外城市道路；西侧邻院内空坝，之外为院内道路；东侧邻院内停车场及通道，之外为院外城市道路。外环境关系见表 1-6。

表 1-6 项目所在楼外环境关系一览表

序号	名称	方位	最近距离	高差	环境特征
1	院内绿化	南	紧邻	0m	院内道路，公众成员
	院内通道		约 6m	0m	院内道路，公众成员
	医技楼		约 20m	0m	医院用房（-4F/17F），其间 2-3F 有连廊相接，公众成员
2	院内空坝	西	紧邻	0m	院外人行道，公众成员
	院内道路		约 40m	-3m	院外道路，公众成员
	科教楼		约 62m	-3m	院用房（-3F/12F），公众成员
3	院内道路及绿化	北	紧邻	0m	院内道路，公众成员
	院外城市道路		约 45m	0m	院外道路，公众成员
4	院内停车场及通道	东	紧邻	0m	院内停车场，公众成员
	院外城市道路		约 70m	0m	院外道路

备注：“+”表示高于门诊楼一层地面。

本项目 DSA 机房周围 50m 范围内均为医院内用房及活动场所，因此，项目周边保护目标主要为该医院从事本项目放射诊疗项目的放射工作人员及周围活动的公众成员（行人、办公人员）。

## 续表 1 项目基本情况

### 1.8 选址可行性

本项目用房区域位于医院门诊楼一楼，利用已闲置的放射科用房进行改造建设，本项目 DSA 机房内四周墙体主要依托原有墙体，并在原有墙体填补或新开门洞，并在墙体上新增敷设 20mm 硫酸钡水泥，改造后 DSA 机房的最大有效使用面积为 51.1m<sup>2</sup>，该区域位于门诊楼西南角，其配套用房齐全，设置有单独的出入口，形成了独立管控的 DSA 手术区，这个手术区位于一层角落，周围均布置其手术辅助配套用房，远离了公众聚集区域，便于辐射安全管理。DSA 机房墙体及门窗防护设计时考虑了人员防护与安全，对周围环境影响甚微。

此外，根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

### 1.9 项目劳动定员及工作制度

本项目拟依托院内现有的放射工作人员共 16 人，主要包括介入手术医师 6 人（心脏介入）、技师 4 人、护士 6 人，本项目不新增医院总劳动定员，本次设置的医护人员共为 3 组。

放射工作人员年工作 250 天，实行轮休制。

拟从事本次辐射工作人员情况见表 1-7。

表 1-7 拟从事本项目辐射工作人员情况一览表

姓名	性别	职位	个人剂量编号	最近一年度个人剂量 (mSv/a)	培训情况	体检情况
陈务霜	女	技师	2024120264061	0.282	自主考核合格	可继续从事放射工作
丁浩	男	技师	2024120264097	0.057	自主考核合格	可继续从事放射工作
符生针	男	技师	2024120264096	0.07	自主考核合格	可继续从事放射工作
贺小娅	女	技师	2024120264086	0.143	自主考核合格	可继续从事放射工作
向平	男	医生	2024120264305 (内) 2024120264306 (外)	0.049	FS22CQ0100421	可继续从事放射工作
许欣	女	医生	2024120264308 (内) 2024120264308 (外)	0.036	FS22CQ0100420	可继续从事放射工作
王瑞珏	男	医生	2024120264135 (内) 2024120264136 (外)	0.036	FS21CQ0100480	可继续从事放射工作
吴宣萱	女	医生	2024120264229 (内) 2024120264230 (外)	0.036	FS21CQ0100552	可继续从事放射工作

续表 1 项目基本情况

彭亮	男	医生	2024120264334 (内) 2024120264335 (外)	0.184	FS22CQ0100940	可继续从事放射工作
郑敏	女	医生	2024120264008 (内) 2024120264009 (内)	0.306	FS23CQ0100579	可继续从事放射工作
周林	男	护士	2024120264274 (内) 2024120264275 (外)	0.123	FS21CQ0100830	可继续从事放射工作
周沿园	女	护士	2024120264276 (外) 2024120264277 (外)	0.196	FS21CQ0100828	可继续从事放射工作
夏子玉	男	护士	2024120264262 (内) 2024120264263 (外)	0.168	FS22CQ0100521	可继续从事放射工作
谭磊	女	护士	2024120264252 (内) 2024120264253 (外)	0.073	FS22CQ0100469	可继续从事放射工作
吴先	女	护士	2024120264260 (内) 2024120264261 (内)	0.143	FS23CQ0100082	可继续从事放射工作
代越	男	护士	2024120264236 (内) 2024120264237 (外)	0.12	FS22CQ0100919	可继续从事放射工作
备注：以上个人年剂量数据来源于2024年第四季度和2025年前三季度剂量之和						

根据医院提供的资料，目前4名技师均为自主考核，因本项所用DSA属于II类射线装置，故技师均应按照要求取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单后方能从事本项目辐射工作。

### 1.10 工作负荷

根据医院提供的资料，本项目预计年开展心脏介入手术约 900 台。

### 1.11 项目建设背景

#### 1.11.1 项目用房的环保手续情况

①项目用房环保手续：本项目位于门诊楼一楼，其主体工程已在《重庆儿童医院医疗中心项目环境影响报告书》进行了评价，原重庆环境保护区经济技术开发区分局（现重庆市两江新区生态环境局）以“渝(经开)环准〔2008〕8号”对该项目进行了批复，建设完成后，重庆市环境保护局两江新区分局（现重庆市两江新区生态环境局）以“渝(两江)环验〔2014〕8号”对此项目进行了验收。

②项目所在辐射工作场所原环保手续：本项目改造区域涉及的CT和DR机房于2013年12月24日取得了原重庆市环境保护局建设项目环境影响登记表审批意见(编号:渝HS〔2013〕20号)，并于2014年3月6日取得了原重庆市环境保护局核技术应用项目竣工环境保护验收登记意见(编号:渝HY〔2014〕2号)，原CT机房内的射线装置已于2024年11月搬迁至医技楼一楼放射科CT二室内(设备型号为OptimaCT660)，DR

## 续表 1 项目基本情况

机房内的射线装置已于 2024 年 11 月按要求进行报废处置，医院已重新申请办理了辐射安全许可证（渝环（辐）证[00310]号），有效期至 2029 年 7 月 24 日。项目用房环保手续齐全，无遗留环保问题。

医院办理了排污许可证（证书编号为：12500000450405742J002V），有效期至 2026 年 6 月 20 日，根据调查，医院已按照要求对院内各项环保设施治理情况进行了定期监测，各类污染物均可达标排放。

根据调查，重庆医科大学附属儿童医院在建设和运营过程中，未曾发生过辐射事故，也不存在环保遗留问题。此外，重庆市两江新区生态环境局均未收到核技术利用相关的环保投诉。

### 1.11.2 现有核技术利用情况及现有辐射环境问题

#### (1) 医院现有核技术利用项目及辐射安全许可情况

根据调查及医院提供的资料，医院办理的《辐射安全许可证》（渝环（辐）证[00310]号）有效期至 2029 年 7 月 24 日。

医院现有已许可医用 X 射线装置见表 1-8。

表 1-8 医院现有 X 射线装置一览表

序号	装置分类名称	装置名称	型号	类别	数量(台)	所在院区	工作场所	备注
1	血管造影用 X 射线装置	DSA 心血管介入机	Artis zee ceiling	II	1	渝中院区	5 号楼 2 楼 DSA 室	在用
2	口腔（牙科）X 射线装置	牙科 X 射线机	RAY68 (M)	III	1		1 号楼 4 楼口腔科检查室	在用
3	口腔（牙科）X 射线装置	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	KaVo OP 3D Vision	III	1		1 号楼 4 楼口腔科检查室	在用
4	医用诊断 X 射线装置	X 射线骨密度仪	Discovery WL	III	1		3 号楼 5 楼骨密度仪检查室	在用
5	医用诊断 X 射线装置	数字化医用 X 射线摄影系统	uDR Aurora CE	III	1		3 号楼 4 楼放射科	在用
6	医用诊断 X 射线装置	数字化医用 X 射线摄影系统	Radspeed Plus	III	1		3 号楼 4 楼放射科	在用
7	医用诊断 X 射线装置	移动式 X 射线机（移动 DR）	MobiEye 750T	III	1		5 号楼 2 楼放射科	在用
8	医用诊断 X 射	DR	RADspee d	III	1			在用

续表 1 项目基本情况

	线装置		Pro 80					
9	医用诊断 X 射线装置	DR	Ysio	III	1			在用
10	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	CT	Brilliance Ict	III	1			在用
11	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	方舱 CT	uCT 710	III	1		5 号楼 2 楼放射科 CT 三室	在用
12	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	X 射线计算机体层摄影设备	uCT 968	III	1		5 号楼 2 楼放射科 CT 一室	在用
13	医用诊断 X 射线装置	数字胃肠机	Liminos dRF Max	III	1		5 号楼 2 楼胃肠机室	在用
14	医用诊断 X 射线装置	C 臂机	uMC560i	III	1		5 号楼 9 楼手麻科	在用
15	医用诊断 X 射线装置	移动式 C 形臂 X 射线机	uMC Reveal E	III	1			在用
16	医用诊断 X 射线装置	移动 DR	MobiEye 700T	III	1		发热门诊	在用
17	血管造影用 X 射线装置	DSA	Artis Q floor	II	1		医技楼 3 楼手麻科	在用
18	医用诊断 X 射线装置	C 臂机	ACTIVO	III	1			在用
19	医用诊断 X 射线装置	C 臂机	HMC-50D	III	1			在用
20	医用诊断 X 射线装置	C 臂机	uMC560i	III	1			在用
21	医用诊断 X 射线装置	移动 DR	MobiEye 700T	III	1		发热门诊	在用
22	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	X 射线计算机体层摄影 (40 排 CT)	uCT530	III	1	两江院区	感染楼一楼发热 CT 检查室	在用
23	医用诊断 X 射线装置	移动式 X 射线机 DR	MobiEye 700T	III	1		门诊楼 1 楼放射科	在用
24	口腔 (牙科) X 射线装置	牙科 X 射线机	RAY68 (M)	III	1		门诊楼 4 楼内牙片机房	在用
25	口腔 (牙科) X 射线装置	口腔 CBCT	mDX-13STSP IA	III	1		门诊楼 4 楼口腔科	在用
26	医用 X 射线装置	双能 X 射线骨密度仪	Prodigy Pro	III	1		门诊楼 6 楼骨密度仪室	在用
27	医用 X 射线装置	DR	Ysio MAX (40081)	III	1		医技楼 1 楼放射科照片二室	在用

续表 1 项目基本情况

28	医用 X 射线装置	数字化医用 X 射线摄影	DigitalDiagnost	III	1		医技楼 1 楼放射科照片三室	在用
29	医用 X 射线装置	DR	Ysio MAX (40080)	III	1		医技楼 1 楼放射科照片一室	在用
30	医用 X 射线装置	移动式 C 形臂 X 射线机	uMC560i	III	1		医技楼 5 楼排尿功能障碍诊疗中心	在用
31	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	CT	OptimaCT660	III	1		医技楼一楼放射科 CT 二室	在用
32	医用 X 射线计算机断层扫描	X 射线计算机一体层摄影(双源 192 排)	SOMATO M Force	III	1		医技楼一楼放射科 CT 一室	在用
33	医用诊断 X 射线装置	移动式数字摄影 X 线系统(移动 DR)	MobileDaRt MX8	III	1		医技楼胃肠检查室	在用
34	医用诊断 X 射线装置	数字化 X 射线摄影透视系统	Luminosd RF Max	III	1			在用

医院核技术利用项目运营以来，环保手续齐全，未发生过辐射事故。向相关主管部门调查，医院未收到辐射影响投诉，未发生辐射纠纷。

## (2) 辐射管理情况

### ①放射工作人员

医院现有从事放射工作的人员共计273名，医院在2024年、2025年已统一对院内从事III类射线装置的放射工作人员进行了辐射安全培训或自主考核，从事II类射线装置的放射工作人员均已取得了核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单且在有效期内。

根据调查，医院所有放射工作人员均佩戴了个人剂量计，每3个月将个人剂量计交浙江卫康检测科技有限责任公司进行检测，并建立了个人健康档案。根据医院近连续四个季度个人剂量检测报告可知，院内辐射工作人员受到的年剂量均低于医院的年有效剂量管理目标值（5mSv）。

医院所有辐射工作人员均进行了放射职业健康体检，均在2年有效期内。

### ②放射工作场所

医院按照要求每年对现有核技术利用项目进行监测，根据医院提供的资料，各放射

续表 1 项目基本情况

工作场所监测结果满足相关评价标准要求。

③现有辐射管理制度执行情况

医院成立有放射安全防护管理委员会，制定了相应的管理制度和应急预案，并张贴上墙；医院已有多年从事DSA手术经验，制定有DSA手术室人员岗位职责、DSA操作规程、患者告知制度等，本次可依托该制度执行。

(3) 小结

根据上述调查，医院核技术利用项目环保手续完善，医院核技术利用项目运行至今，无辐射安全事故发生，无环保投诉和环保遗留问题，运行总体良好。

1.11.3 本项目与医院的依托关系

本项目用房利用现有房间改造，主要依托医院给排水及供配电工程、污水处理系统、医疗废物收运系统等，依托可行性分析详见表 1-9。

表 1-9 项目依托可行性分析

依托工程		可行性分析
主体工程		项目用房拟改造已闲置的房间，不会影响医院整体的布局与运营；改造为用房包括 DSA 机房、操作室、病患等待区、复苏室、准备间、谈话室、设备室、污物打包间、无菌库房、休息室、男更和女更衣室、通道（铅衣区）、办公室等，改造面积共约 435m <sup>2</sup> 。因此，项目主体建筑依托可行。
公用工程	给水	医院由市政供水管网供给，项目位于医院内，依托医院供水管网供水可行。
	排水	医院实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；医疗废水和生活污水经医院污水处理站处理后排入市政污水管网。项目污水能接入医院的排污管网中。因此，拟建项目依托医院总体排水管网排水可行。
	供配电	医院用电由市政电网引入，项目依托医院供电系统可行。
环保工程	废水	医院修建有污水处理站，设计处理能力 2500m <sup>3</sup> /d，医院废水和生活污水经处理达标后排入市政污水管网进入九曲河污水处理厂，进一步处理后尾水经九曲河排入嘉陵江。本项目的建设不新增劳动定员、门诊等人数；本项目在污水处理站的纳入范围内。本项目产生的废水为一般医疗废水和生活污水，污水处理站装置采用“厌氧+好氧+沉淀+消毒”工艺，能够满足本项目废水的处理需求。因此，项目废水依托医院污水处理站处理可行。
	医疗废物	医院医疗废物贮存库，位于门诊楼外东侧，已按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求进行防渗、防腐、硬化处理，医院已取得排污许可证。医院危险废物定期交由资质单位处置。因此，项目依托可行。
	生活垃圾	医院设置移动式生活垃圾箱，生活垃圾收集后交环卫部门处理
工作人员		项目劳动定员 16 人，均为院内现有辐射工作人员，不新增医院总劳动定员，4 名技师待取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单方能从事本次辐射工作。
辐射安全管理		医院已经建立了放射安全与防护管理小组，设置了专人管理辐射环境，制定了

续表 1 项目基本情况

	相应的管理制度和应急预案，医院已有多年从事 DSA 手术经验，并已制定了可行的 DSA 手术室人员岗位职责、DSA 操作规程、患者告知制度等，依托可行。
<p>根据上表分析可知，本项目主要依托医院门诊楼主体结构、给排水及供配电工程、污水处理系统、医院医疗废物收运系统、辐射管理机构及部分辐射安全管理制度等可行。拟从事本次放射工作的 4 名技师均将统一取得技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单后方能从事 II 类射线装置相关工作，以满足辐射环境管理的要求。</p>	

**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
本项目不涉及放射源								

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
本项目不涉及非密封放射性物质。										

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 (MV)	额定电流 (mA) /剂量 率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及加速器。										

(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 (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	暂定	125	1000	介入手术	门诊楼一楼 DSA 机房	单管 头

(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	
本项目不涉及中子发生器。													

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
非放射性三废	废气	DSA 机房	气态	臭氧、氮氧化物等	/	少量	/	不暂存	通风换气至室外绿化上方
	废水	医疗废水、生活污水	液态	/	/	少量	/	排入医院污水处理系统	依托医院污水处理系统收集处理
	固态	医疗废物	固废	/	/	少量	/	依托医院医疗废物贮存库暂存	依托医院医疗废物贮存库暂存，交有资质的单位处理
		生活垃圾	固废	/	/	少量	/	依托院内生活垃圾收运系统	依托医院收运系统，交环卫部门处理
		废铅防护用品	固废	/	/	少量	/	由医院收集后妥善保管	交有资质的单位处理
报废射线装置		固废	/	/	少量	/	/	按照相关要求拆解去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。	

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固态为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法律法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日修订施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修正施行；</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 日修订施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日修订施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，2014 年 7 月 29 日修订实施；中华人民共和国国务院令第 653 号，2014 年 7 月 29 日修订施行；中华人民共和国国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，中华人民共和国生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日第四次修正施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(10) 《射线装置分类》，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>(11) 《医疗废物管理条例》，中华人民共和国国务院令第 380 号；</p> <p>(12) 《国家危险废物名录》（2025 年版）；</p> <p>(13) 《重庆市环境保护条例》，2025 年 7 月 31 日修订；</p> <p>(14) 《重庆市辐射污染防治办法》，重庆市人民政府令第 338 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行。</p>
--------	---

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(8) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)；</p> <p>(9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)</p> <p>(10) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)；</p> <p>(11) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书，附件 1；</p> <p>(2) 监测报告，附件 2；</p> <p>(3) 辐射安全许可证，附件 3；</p> <p>(4) 医院排污许可证正本，附件 4；</p> <p>(5) 医院制度，附件 5；</p> <p>(6) 过程计算资料，附件 6；</p> <p>(7) ICRP33 号报告《Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine》；</p> <p>(8) NCRP147 号报告《Structural shielding Design for Medical X-ray Imaging Facilities》；</p> <p>(9) 《医用外照射源的辐射防护》；</p> <p>(10) 《电离辐射剂量学》；</p> <p>(11) 医院提供的防护方案等其他资料。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**评价范围**

根据本项目辐射源为能量流污染及其能量流的传播与距离相关的特性，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）的相关规定，并结合项目辐射源传播与距离相关的特性，确定以 DSA 机房边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

**环境保护目标**

项目所在门诊楼为-1F/7F 建筑，根据本项目周围环境保护目标分布情况，确定本项目环境保护对象为该医院 DSA 机房从事放射诊疗工作的放射工作人员及用房周围活动的公众成员。DSA 机房周围环境保护目标统计见表 7-1。

**表 7-1 机房周围环境保护目标一览表**

序号	名称	方位	水平距离 (m)	高差	敏感目标特性	受影响人群	影响因素
1	操作室	北	紧邻	0	项目辅助用房，2 人	放射工作人员	电离辐射
	门诊药房、等候区、挂号收费区、办公室、卫生间、机房、物品临时堆放区、管理用房、门诊大厅等		约 6-50	0	医院用房，约 200 人	公众成员	
2	休息室、无菌库房、更衣室、通道（铅衣区）、办公室、卫生间、机房、通道等	西	约 0-17	0	项目辅助用房，6 人	公众成员	
	地面通道		约 17-50	0	医院通道，约 20 人	公众成员	
3	绿化	南	约 0-6		医院绿化	公众成员	
	院内通道		约 6-20	0	医院通道，约 50 人	公众成员	
	医技楼等候区、观察区、CT 机房及配套用房、胃肠机机房及配套用房、走廊、机房、电梯和楼梯等		约 20-50	0	医院用房，约 200 人	公众成员	
4	复苏室、准备间、污物打包间、病患等待区等	东	约 0-12	0	项目辅助用房，约 10 人	公众成员	
	门诊楼内电梯、楼梯、病人等候区、输液室、值班室、零售店、库房、学习室、护士站等		约 12-50	0	医院用房，约 500 人	公众成员	
5	诊室、走廊、医生内部通道等（2F）	上方	/	+5.4m	医院用房，约 50 人	公众成员	
	医院用房（3-7F）		/	+9.9-32.4m	医院用房，约 500 人	公众成员	
6	车库等（-1F）	下方	/	-5.4m	医院用房，约 20 人	公众成员	

备注：“+”表示保护目标高于本项目地面，“-”表示保护目标低于本项目地面，距离以周围用房距机房外边界最近距离进行统计。

续表 7 保护目标与评价标准

评价标准

**(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)**

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制

B1 剂量限值

B1.1.1.1 应对工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述控制值。

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

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

**(2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)**

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

**6.1 X 射线设备机房布局**

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

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

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

续表 7 保护目标与评价标准

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 <sup>d</sup>	机房内最小单边长度 <sup>e</sup>
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20m <sup>2</sup>	3.5m
<p><sup>b</sup> 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。  <sup>d</sup> 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。  <sup>e</sup> 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。</p>		
<p>本项目 DSA 属于单管头 C 形臂, 按单管头 X 射线设备执行。</p>		
<p><b>6.2 X 射线设备机房屏蔽</b></p>		
<p>6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不小于表 3（本报告表 7-3）要求。</p>		
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	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
<p>本项目拟配置的 DSA 为 C 形臂 X 射线设备, 执行 C 形臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量。</p>		
<p>6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（即表 7-3）的要求。</p>		
<p><b>6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平</b></p>		
<p>6.3.1 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:</p>		
<p>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。</p>		
<p>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。</p>		
<p><b>6.4 X 射线设备工作场所防护</b></p>		
<p>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受检者状态及防护门开闭情况。</p>		
<p>6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p>		
<p>6.4.3 机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。</p>		
<p>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</p>		

**续表 7 保护目标与评价标准**

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。

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。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察。

**6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求**

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

**表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求**

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

注 1：“—”表示不作要求。

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

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

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

**附录 B**

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

表 B.1 中备注 1：介入放射学设备按透视条件进行检测。

B.2 关注点检测的位置要求

续表 7 保护目标与评价标准

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

**(3) 医疗废物**

医疗废物属于危险废物，按国家危险废物名录分为医疗废物 HW01，主要包括感染性废物 (841-001-01)、损伤性废物 (841-002-01)等，按《医疗废物管理条例》和《重庆市人民政府关于进一步加强医疗废物管理的通告》（渝府发〔2007〕71 号）要求进行收集处置；其贮存按《医疗废物集中处置技术规范(试行)》（环发〔2003〕206 号）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597—2023）执行。

**(4) 评价标准及相关参数值**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，放射工作人员连续 5 年的年平均有效剂量不超过 20mSv，公众成员年有效剂量不超过 1mSv。

根据建设单位提供的资料（见附件 1），医院取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作放射人员年有效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；取其公众年有效剂量限值的十分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值。

综上所述，确定拟建项目的评价标准见表 7-5 所示。

**表 7-5 评价标准汇总表**

年剂量限值要求			执行依据
分类	年剂量限值	年有效剂量管理目标值	
放射工作人员	20mSv/a	5.0mSv/a	GB18871-2002 及医院管理要求
公众成员	1mSv/a	0.1mSv/a	
环境剂量控制			执行依据
透视时距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm、楼下距地面 170cm 处	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。		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）
摄影时距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm、楼下距地面 170cm 处	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。		
机房面积控制			执行依据

续表 7 保护目标与评价标准

设备名称	机房内最小有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度 (m)	
DSA	20	3.5	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)
注：本项目拟配置 DSA 为单管头，按照单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）确定机房控制面积和单边长度。			

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

重庆医科大学附属儿童医院两江院区位于重庆市两江新区金渝大道 20 号，项目地理位置图见附图 1，拟建 DSA 机房位于门诊楼一楼，辐射工作场所位置见附图 2 及附图 4-1。

### 8.2 辐射环境现状

为掌握本项目所在地辐射环境质量现状，本次环评委托重庆泓天环境监测有限公司于 2025 年 11 月 13 日对重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目所在地环境  $\gamma$  辐射剂量率背景值进行了监测，监测时位于本项目 50m 范围内的射线装置 CT 和胃肠机设备均为开机状态。监测结果和监测布点见附件 2，监测报告号：渝泓环（监）（2025）1455 号。

#### 8.2.1 监测因子

环境  $\gamma$  辐射剂量率。

#### 8.2.2 监测方案

##### （1）监测方法和依据

监测方法和依据见表 8-1。

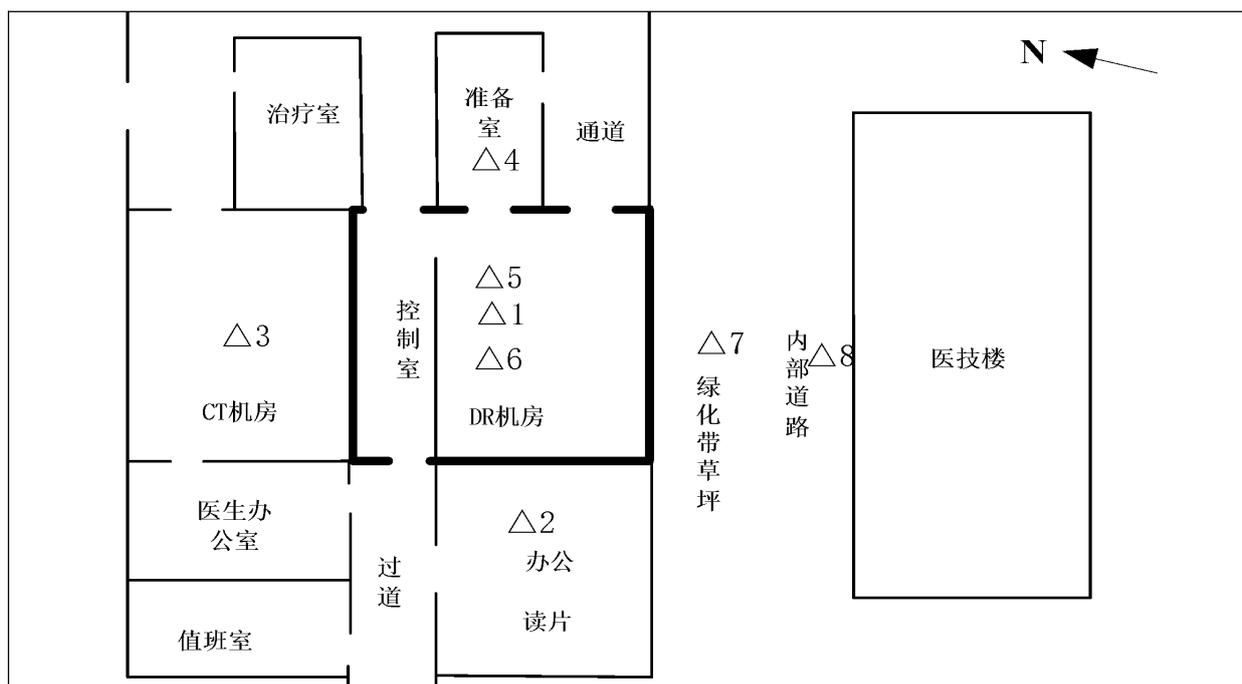
表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境 $\gamma$ 辐射剂量率	仪器法	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021

##### （2）监测点位布置

监测点位合理性分析：根据监测布点情况，拟建项目现状监测点位分别布设在拟建 DSA 机房及其操作室所在位置、机房西侧、东侧及南侧相邻区域、机房楼上（即受视者接待室）、机房楼下（车库）、邻近的医技楼，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，监测期间机房 50m 评价范围内的 III 类射线装置（医技楼内 CT、胃肠机等）均正常开展曝光工作。本次共设 8 个监测点位，具体监测布点见图 8-1，监测点位情况见表 8-2。

续表 8 环境质量和辐射现状



备注：△为监测点位，其中△5为2楼监测点（楼上诊室），△6为-1楼监测点（楼下车库），△8为医技楼外，监测高度距地面1.0m。

图 8-1 监测布点图

表 8-2 监测点位描述

监测因子	序号	监测对象	监测点位描述
环境γ辐射剂量率	△1	拟建设备室	拟建设备室（原为 DR 机房和控制室，现设备已搬迁空置）
	△2	楼上诊室（2楼）	机房对应楼上
	△3	楼下车库（-1楼）	机房对应楼下
	△4	拟建设备室	拟建设备室（原为 DR 机房准备室）
	△5	拟建设备室	拟建设备室（原为 DR 机房准备室）
	△6	楼上诊室（2楼）	机房对应楼上
	△7	楼下车库（-1楼）	机房对应楼下
	△8	拟建设备室	拟建设备室（原为 DR 机房准备室）

监测点位合理性分析：本项目布置了 8 个监测点位，监测点位分别布设在 DSA 机房内部及四周相邻区域、楼上对应位置及门诊楼外，以及南侧最近的医技楼，监测点位布置全面，监测布点能够反映本项目所在地及周围环境保护目标的辐射环境背景水平。因此，项目监测布点合理。

续表 8 环境质量和辐射现状

**(3) 测定方式**

本项目选取的测定方式为即时测量，即用剂量率仪直接测量出点位上的环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

**8.3 质量保证措施**

**8.3.1 监测仪器**

本项目委托有资质的单位重庆泓天环境监测有限公司进行监测，监测仪器在检定有效期内使用，监测仪器及检定情况见表 8-3。

**表 8-3 监测仪器及检定情况**

仪器名称	仪器型号	仪器编号	资产编号
环境级 x、 $\gamma$ 辐射巡检仪	RGM5200	1222203004005	HT20221201
测量范围	计量检定证书编号	有效期至	校准因子
10nSv/h-100 $\mu$ Sv/h	2024112106273	2025.12.2	1.12

**8.3.2 监测人员及报告审核制度**

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

**8.4 监测结果**

监测结果统计见表 8-4。

**表 8-4 环境 $\gamma$ 辐射剂量率背景值监测结果统计**

序号	监测点位描述	环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量值 ( $\mu$ Gy/h)
△1	拟建 DSA 机房	0.106
△2	拟建无菌库房	0.101
△3	拟建操作室	0.106
△4	拟建设备室	0.103
△5	楼上诊室 (2 楼)	0.101
△6	楼下车库 (-1 楼)	0.099
△7	拟建手术室外绿化带草坪	0.095
△8	医技楼外	0.109

注：未扣除宇宙射线响应值。

## 续表 8 环境质量和辐射现状

本项目位于儿童医院两江院区门诊楼 1F 西南角，监测时本项目机房 50m 范围内的射线装置（医技楼 1F 内 CT、胃肠机）均开机使用。由监测统计结果可知，本项目所在位置环境 $\gamma$ 剂量率的监测值在 95nGy/h~109nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。根据《2024 年重庆市辐射环境质量报告书（简化版）》，2024 年重庆市环境 $\gamma$ 辐射剂量率各点位测量均值范围为 79.2~108nGy/h、全市各点位年均值为 96.1nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值）。项目辐射环境现状调查表明，拟建址及周围的环境 $\gamma$ 辐射剂量水平在重庆市天然辐射本底水平的正常涨落范围内。

### 8.5 项目评价范围内其他核技术利用项目辐射环境现状

拟建项目 50m 评价范围内有医技楼正在使用的 2 台 CT 和 1 台胃肠机，本项目 DSA 机房与其最近的 CT 室约 25m。医技楼 X 射线装置辐射工作场所辐射环境现状监测结果见表 8-5。

表 8-5 项目 50m 评价范围内其他 X 射线装置辐射工作场所辐射监测结果统计

序号	设备名称	机房名称	监测报告号	与本项目位置关系		周围剂量当量率 监测结果最大值 ( $\mu$ Sv/h)
				方位	最近距离	
1	CT	CT 一室	渝联放检字 [202510535-17 号	南侧	25	0.59
2	CT	CT 二室	渝联放检字 [202510535-16 号	南侧	25	0.3
3	胃肠机	胃肠检查室	渝联放检字 [2025]0535-24 号	南侧	40	0.26

根据表 8-5，医院提供的医技楼最近一年 CT 一室、CT 二室、胃肠检查室工作场所辐射防护监测报告可知，医技楼距离本项目较近的各射线装置工作场所周围剂量率最大为 0.59 $\mu$ Sv/h。

## 表9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本项目用房依托儿童医院两江院区门诊楼一楼已闲置的原使用功能为放射科 CT、DR 及其周围用房进行改建，施工期主要为改造墙体、地板、顶棚，新建墙体隔断、门洞及窗洞，室内装修，设备安装等工作，不新增用地。顶棚新增防辐射钡板安装时，墙面龙骨架的两侧使用自攻丝固定防护钡板，新旧硫酸钡板衔接处采用顺向搭接工艺，利旧板与新建板贴合紧密、无缝隙，对于新增钡板以及与利旧钡板之间的缝隙，新建硫酸钡板各板块间采用错缝搭接，搭接缝隙均填充防辐射专用密封胶。其工艺流程及产物环节见图 9-1。

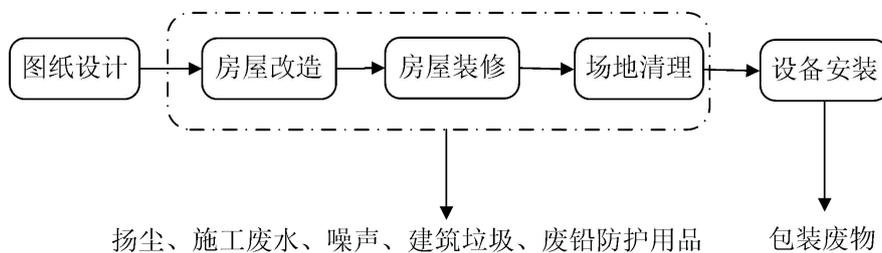


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

根据上图，项目施工期主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

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

噪声：主要来自项目现有用房内部结构拆除、装修及现场处理等产生的噪声；

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水；

固体废物：主要为现有用房墙体拆除、墙体新建和装修、场地清理和设备安装过程产生的建筑垃圾、废铅门、废铅窗、包装废物，以及施工人员产生的生活垃圾。

### 9.2 运行期污染工序

#### 9.2.1 DSA 设备组成和工作方式

##### (1) 设备组成

血管造影机系统组成：Gantry，俗称“机架”或“C形臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷

## 续表 9 项目工程分析与源项

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。

### (2) 工作方式

本项目拟在 DSA 机房内安装 1 台 DSA。本项目利用 DSA 开展介入工作时，在医学影像系统监视引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸注射、引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等。DSA 机架、X 射线管组合体可在水平和垂直两个方向上转动，介入手术过程中，介入手术医生须穿戴防护用品在手术床旁利用 DSA 进行透视引导、采集图像。DSA 典型照片见图 9-2。

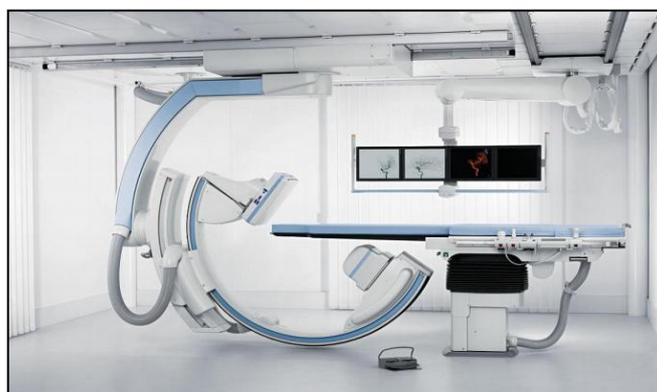


图 9-2 DSA 示例照片

## 9.2.2 工作原理

### ① X 射线产生及成像原理

本项目拟配置的 DSA 属于 II 类射线装置，其产生 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。典型 X 射线管结构详见图 9-3。

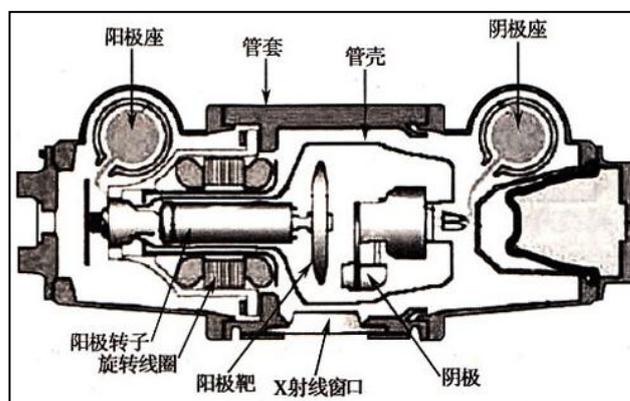


图 9-3 典型 X 射线管结构图

续表 9 项目工程分析与源项

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。

成像装置是用来采集透过人体的 X 射线信号的，由于人体各部分组织、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。

### ② DSA 工作原理

DSA 的基本原理是将注入造影剂前后通过人体吸收后的 X 线信号进行成像，分别经平板探测器后，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，获得不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的剪影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA 工作示意图见图 9-4。

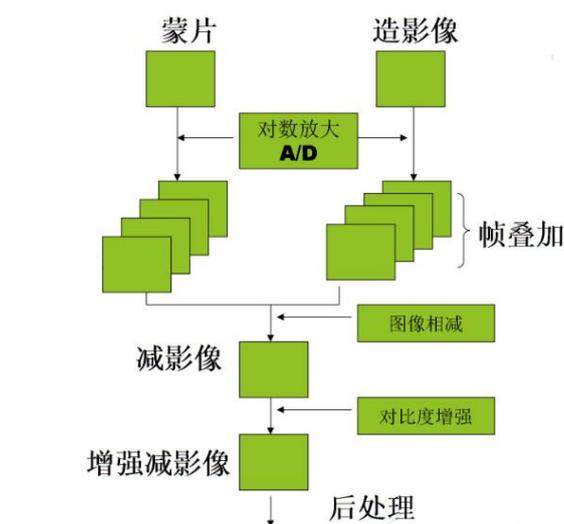


图 9-4 DSA 工作示意图

续表 9 项目工程分析与源项

9.2.3 设备参数

由于目前设备型号未定，参考常见同类设备过滤片、焦皮距等参数，常用工况数据根据医院现有 DSA 使用工况统计并提供，其主要技术指标见表 9-1。

表 9-1 主要技术指标

设备名称	DSA（单管头）
型号	型号暂定
过滤片	3mmAl
焦皮距	38cm
主要技术参数	最大管电压：125kV，最大管电流：1000mA； 透视模式常用工况：60~90kV/5~20mA； 采集模式常用工况：60~90kV/300~500mA

9.2.4 操作流程及产污环节

医护人员将患者送入 DSA 机房，引导其躺在手术床上，工作人员选择病人所需照射部位，调整 DSA 机架和照射野，手术医生和助手穿戴好防护用品后，按手术要求，在 DSA 的引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸注射，引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等操作完成相应的手术。在手术过程中，介入手术医生必须在床旁并在 X 射线导视下进行操作。操作流程及污染因子如图 9-5 所示。

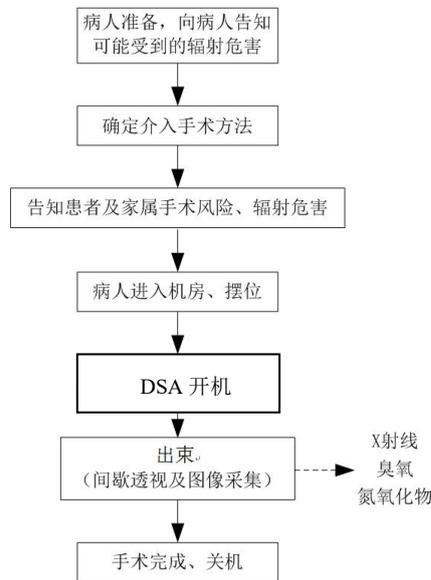


图 9-5 操作流程及产污环节图

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。

续表 9 项目工程分析与源项

一般情况下，电影模式下是医生在 DSA 机房内由手术医生直接采集。在减影模式下则采取隔室操作的方式（即 DSA 技师在操作室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗了解 DSA 机房内病人情况。实际操作过程中，根据手术情况，减影模式下手术医生也可能在 DSA 机房内，曝光时医护人员位于移动铅屏风后。无论哪种工作模式，医生在 DSA 机房内身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品。

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

### 9.2.5 污染因子

#### （1）放射性污染因子

##### ①X 射线

DSA 运行过程中污染物主要为 X 射线，X 射线随机器的开、关而产生和消失，即仅在 DSA 开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。根据 X 射线装置的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。

##### ②放射性废物

DSA 运行过程不产生放射性废水、废气和放射性固体废物。

#### （2）非放射性污染因子

DSA 运行时，空气在 X 射线的作用下电离产生少量的氮氧化物（ $\text{NO}_x$ ）和臭氧（ $\text{O}_3$ ）。

DSA 运行期间，亦将产生医务工作人员、病人的生活垃圾、生活污水，以及手术过程中的医疗废物等。

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、医疗废物、生活垃圾、生活污水、医疗废水等，其中以 X 射线为评价重点。

### 9.2.6 工作负荷

续表 9 项目工程分析与源项

根据医院提供的资料，本项目 DSA 仅开展心脏介入。项目工作负荷情况见表 9-2。

表 9-2 DSA 年有效开机时间

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 4 人	900 台	约 20min	约 300h	
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	900 台	3~4s	6~10 次	约 0.7min	约 10.5h
总计	/	/	/	/	约 310.5h

根据表 9-2 可知, DSA 心脏介入手术过程中, 透视时间共约 300h, 采集时间约 10.5h, DSA 总年有效开机时间约 310.5h。

### 9.3 路径规划

本项目位于门诊楼一楼，主要由 DSA 机房、操作室、病患等待区、复苏室、准备间、谈话室、设备室、污物打包间、无菌库房、休息室、男更和女更衣室、通道（铅衣区）、办公室等构成。本项目人流物流走向示意图见图 9-6 所示。

**手术医护通道：**手术医生和手术护士由医护人员进出门进入更衣区，更衣后洗手清洁并穿戴铅防护用品，由 1#防护铅门进入 DSA 机房内，手术结束后原路离开。

**技师通道：**由医护人员进出门依次通过更衣区、通道（铅衣区）、休息室然后进入操作室，手术结束后原路离开。

**患者通道：**患者从北侧病人进出门进入病患等待区、准备间，从 2#防护铅门进入 DSA 机房内，手术结束后需在 2#防护铅门的复苏室内复苏后原路离开；

**污物通道：**手术结束后污物经机房东侧的 3#防护铅门至污物打包间，在污物间打包后，每日定时将医疗废物运至医院的医疗废物贮存库（位于门诊楼外东侧），运输距离约为 150m。

续表 9 项目工程分析与源项

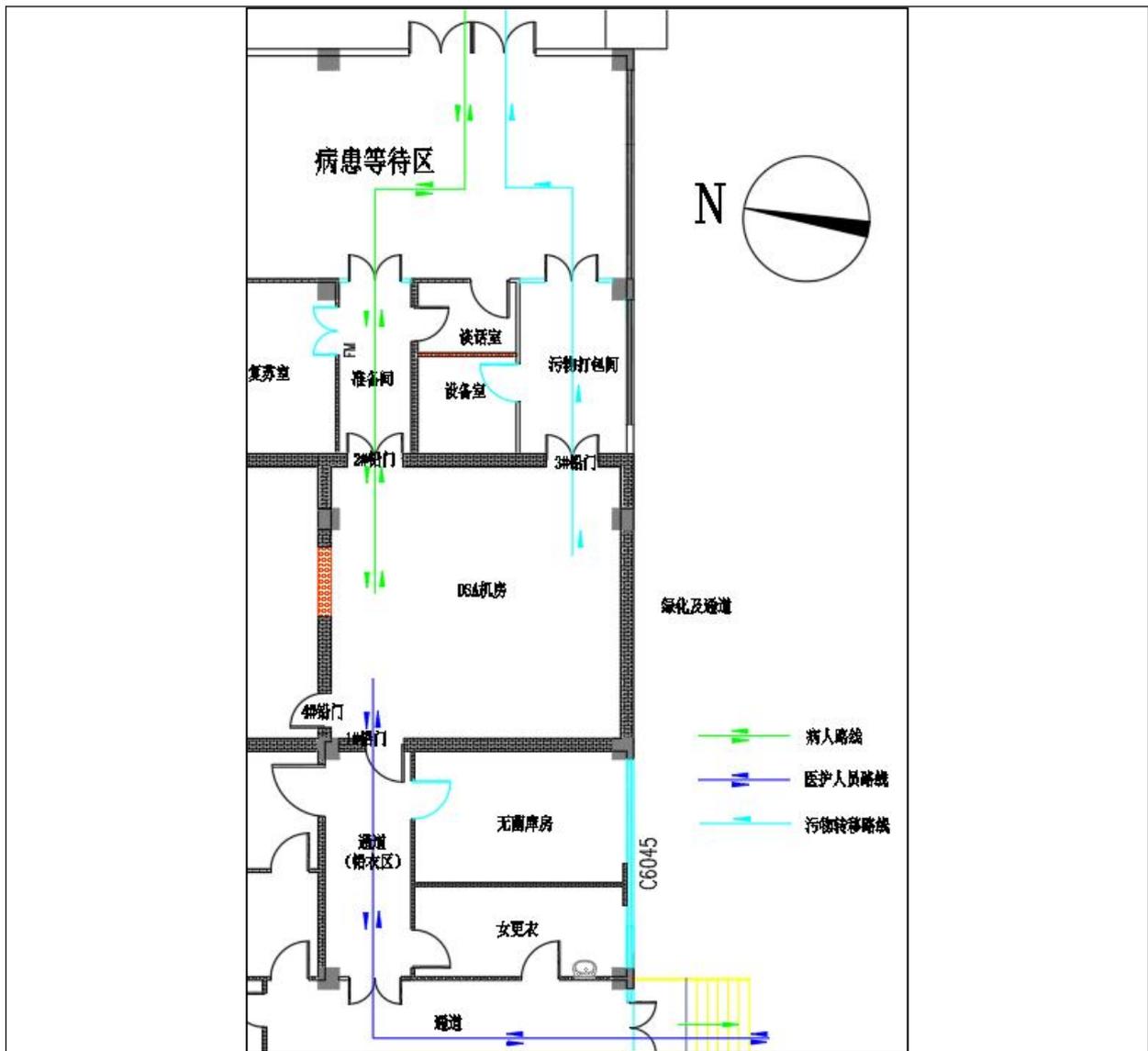


图 9-6 项目人流物流走向示意图

## 9.4 污染源项描述

### 9.4.1 电离辐射

本项目 DSA 在开机并曝光时产生 X 射线，在开机不曝光或不开机状态下均不产生 X 射线。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，机房内以散射线为主。

(1) **有用线束：**有用线束是指直接由 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，

续表 9 项目工程分析与源项

光子束流越强。由于本项目 X 射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

DSA 具有自动照射量控制调节功能 (AEC)，根据医院现有的使用经验，常用透视工况为 60~90kV/5~20mA，采集工况为 60~90kV/300~500mA。

根据《辐射防护导论》中附图 3，不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如下图 9-7 所示。

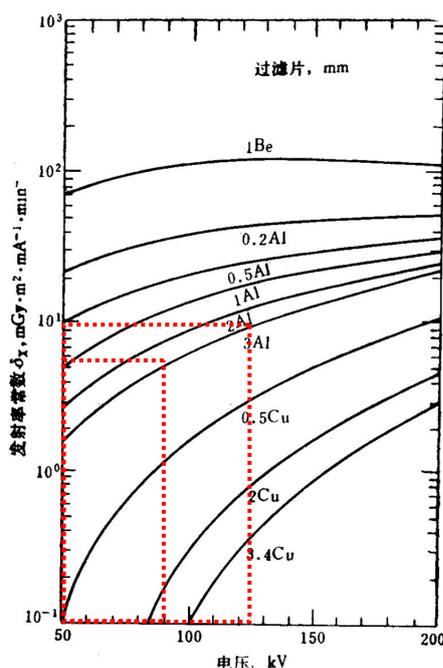


图 9-7 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率常数

本项目 DSA 过滤板为 3mmAl，查图可知，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 9-3。

表 9-3 距靶 1m 处有用线束的发射率

设备	电压	距靶1m处有用线束的发射率
DSA	最大管电压125kV	9.8mGy·m <sup>2</sup> /mA·min
	常用最大电压90kV	5.3mGy·m <sup>2</sup> /mA·min

### (2) 漏射线

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<sup>2</sup> 区域内的平均空气比释动能率为 0.876mGy/h。

### (3) 散射线

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

续表 9 项目工程分析与源项

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。根据 NCRP 报告第 147 号出版物,对于标称 X 射线管电压为 50kV~150kV 的 X 射线机,随着散射角由 0°~160°变化,散射分数在  $3.75 \times 10^7 \sim 7.5 \times 10^6$  之间变化。

#### 9.4.2 “三废”排放情况

##### (1) 废气

X 射线与空气作用,可以使气体分子或原子电离、激发,产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体,并影响 DSA 机房的空气质量。本项目设置机械排风系统,DSA 运行产生的废气通过机械排风引至建筑外南侧绿化上方排放,排放高度为 5m,排放口区域为绿化,人员极少到达。

##### (2) 固废

###### ① 生活垃圾

项目产生的一般固体主要为医务人员产生的生活垃圾,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 版)》中 HW01 医疗废物。当日手术结束后在 DSA 机房东侧配套的污物打包间打包后运至医院医疗废物暂存库内暂存,之后统一由有资质单位处理。DSA 报废后按照相关要求拆解去功能化后根据建设单位相关要求处理,保留相关手续,并做好相关记录存档。

###### ③ 其他

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,不再使用含铅防护用品,医院收集后妥善保存,做好记录,交由有资质单位处理。

##### (3) 废水

本项目产生的少量医疗废水和生活污水进入医院污水处理站统一处理,处理达标后排入市政管网。

#### 9.5 项目主要产排污汇总

续表 9 项目工程分析与源项

综上，本项目主要污染物产生情况统计汇总见表 9-4。

表 9-4 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 手术室	电离辐射	X 射线	DSA: 125kV 下距靶 1m 处的有用线束发射率不大于 9.8mGy·m <sup>2</sup> /mA·min, 90kV 距靶 1m 处的有用线束发射率不大于 5.3mGy·m <sup>2</sup> /mA·min; 漏射线距焦点 1m 处平均空气比释动能率为 0.876mGy/h。
	非放射性废气	O <sub>3</sub> 、NO <sub>x</sub>	少量 (机械排风)
	非放射性废水	医疗废水 生活污水	少量 (排入医院污水处理站处理达标后接入市政污水管网)
	非放射性固废	医疗废物 (841-001-01、 841-002-01)	少量 (交由有资质单位处置)
		生活垃圾	少量 (交环卫部门处置)
		施工期间拆除的废铅门、废铅窗 (900-999-49)	由医院收集、妥善暂存, 做好记录, 最后交由有资质单位处置
		营运期间产生的废铅防护用品 (900-999-49)	少量 (由医院收集、妥善暂存, 做好记录, 最后交由有资质单位处置)
		报废的 DSA 设备	按照相关要求拆解去功能化后根据建设单位相关要求处理, 保留相关手续, 并做好相关记录存档

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目选址与布局

#### 10.1.1 项目布局合理性分析

(1) 拟建 DSA 机房位于门诊楼一楼西南角，其配套用房齐全，设置有单独的出入口，可形成独立的手术区，便于辐射安全管理；本次 DSA 机房北侧为操作室、南侧紧邻室外绿化和通道、西侧为通道（铅衣区）和无菌库房、东侧为复苏室、准备间、设备室、污物打包间，机房楼下为车库、楼上为诊室，本次设置的 DSA 机房为单独区域，周围活动人员相对较少，机房墙体及门窗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) 本项目设置有单独的机房，配套的辅助用房及设备功能齐全，满足介入手术需求。

(3) 本项目的医护人员、患者和医疗废物通道均有各自独立的出入口，路径相对独立。

(4) 拟建项目 DSA 机房和操作室之间设置防护门和铅玻璃观察窗，观察窗设置的位置便于观察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，本项目 DSA 手术室用房平面布局合理。

#### 10.1.2 机房建设尺寸

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定，机房的有效使用面积为机房内可划出的最大矩形的面积，机房内单边长度为机房内有效使用面积的最小边长。本项目 DSA 机房的有效使用面积和最小单边长度见表 10-1 和附图 5。

从表 10-1 可知，本项目 DSA 机房有效使用面积及最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

表 10-1 DSA 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 <sup>2</sup>	机房内最小单边长度, m	机房内最小有效使用面积, m <sup>2</sup>	
DSA 机房	6.9	51.1	≥3.5	≥20	满足

根据上表可知，本项目 DSA 机房的最小单边长及最小有效使用面积均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对设备机房要求。

续表 10 辐射安全与防护

10.1.3 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，医院拟将 DSA 手术室场所划设控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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

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。

根据上述要求，本项目工作场所区域划设具体情况见图 10-1 及表 10-2。

表 10-2 本项目控制区、监督区划分

分区类型	划分区域
控制区范围	DSA 机房
监督区范围	无菌库房、通道（铅衣区）、操作室、污物打包间、准备间、设备室、复苏室以及楼上、楼下对应区域、机房外南侧区域等。

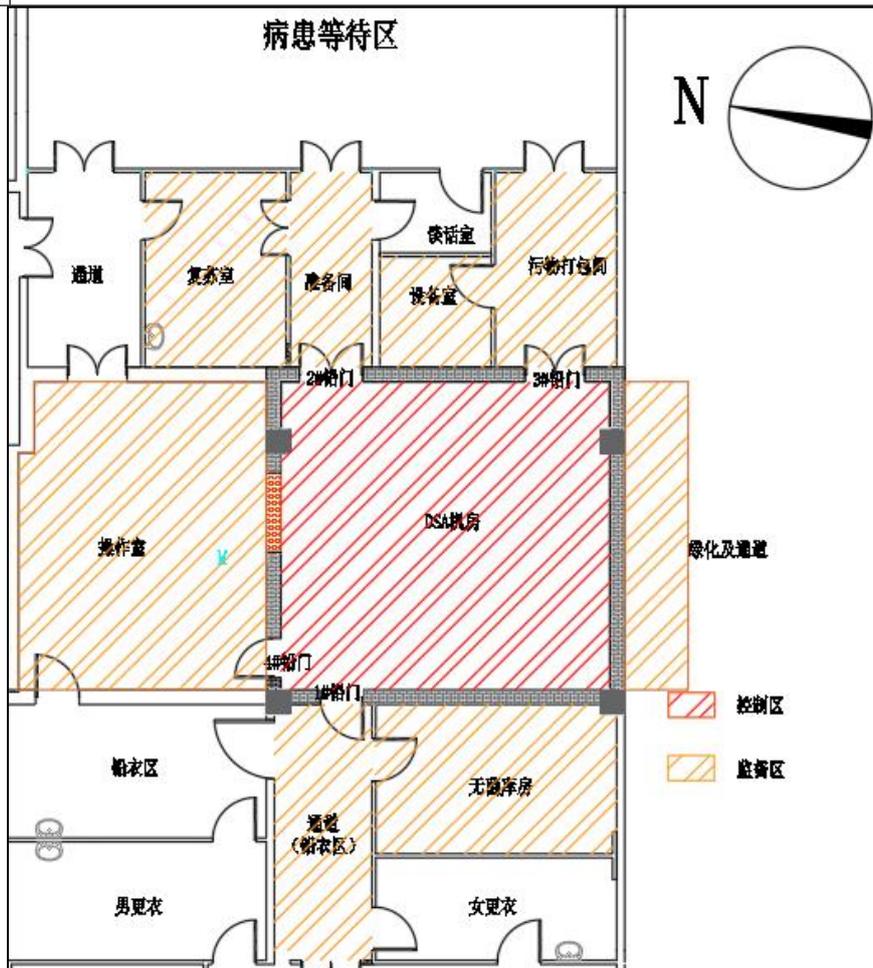


图 10-1 分区图

**续表 10 辐射安全与防护**

医院严格限制无关人员进出控制区，在正常诊疗的工作过程中，控制区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全。控制区边界防护门拟设置电离辐射警告标识、门灯连锁装置，在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌，对监督区进行日常的监测和评估。

## **10.2 辐射安全与防护**

### **10.2.1 医院采取的辐射安全与防护措施**

#### **(1) 设备固有措施**

本项目拟购的 DSA 装置自身采取多种固有安全防护措施：

①拟购 DSA 设备配置可调限束装置，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，并配备透视显示装置。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 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。

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：拟配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏。

⑥急停开关：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) 机房拟采取的辐射安全与防护措施**

①屏蔽体防护：根据医院提供资料，项目改造完成后 DSA 机房四周墙体均为 370mm 实心页岩砖墙+20mm 硫酸钡水泥，地板为 160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥，防护门、

续表 10 辐射安全与防护

观察窗为 4mmPb，顶棚为 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板。

其中顶棚硫酸钡板防护层由利旧硫酸钡板与新建硫酸钡板共同组成，为保障辐射防护完整性，对防护板搭接做专项要求：①新旧硫酸钡板衔接处采用顺向搭接工艺，利旧板与新建板贴合紧密、无缝隙；②新建硫酸钡板各板块间采用错缝搭接；所有搭接缝隙均填充防辐射专用密封胶，确保整体防护构造无辐射泄漏点，满足项目辐射安全防护设计标准

②**穿墙风管防护**：门诊楼一楼内空 5.4m，机房装饰吊顶后空高 2.7m，硫酸钡水泥板的吊顶高度约 3.2m。机房内新风管道穿南墙 1 次，排风管穿机房北墙和西墙各 1 次，从西墙处汇入主风管引至建筑外绿化处排放，排放口设置百叶窗，排风管穿墙处高约 5m，新风管道穿墙管径为 500mm×120mm，排风管道穿墙管径分别为 320mm×250mm、500mm×250mm，在穿防护吊顶上方对管道包裹“L 形” 4mmPb 的、长度大于洞口最大直径两倍（1000mm）的铅皮作为防护补偿，具体大样图见图 10-2.1。

③**穿墙线管防护**：DSA 机房电缆采用穿底板并使用套管连接至设备间，穿越处尺寸均为 $\phi$ 100mm，穿底板处均采用洞口尺寸的两倍长（200mm）的 4mmPb 铅皮包裹管道补偿，洞口包裹位置在机房外且缝隙使用岩棉封堵。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。

穿墙管线防护补偿情况见图 10-2.1、图 10-2.2 所示。

续表 10 辐射安全与防护

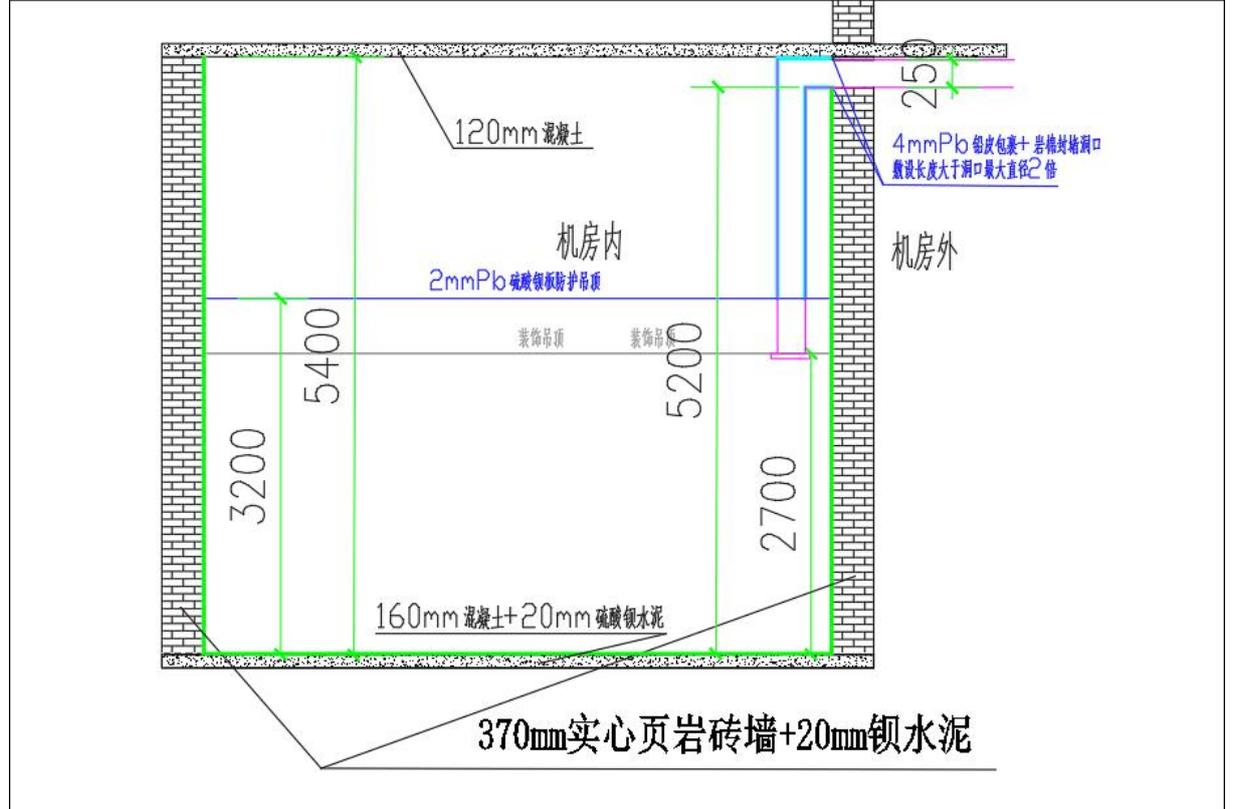


图 10-2.1 穿墙风管补偿大样图

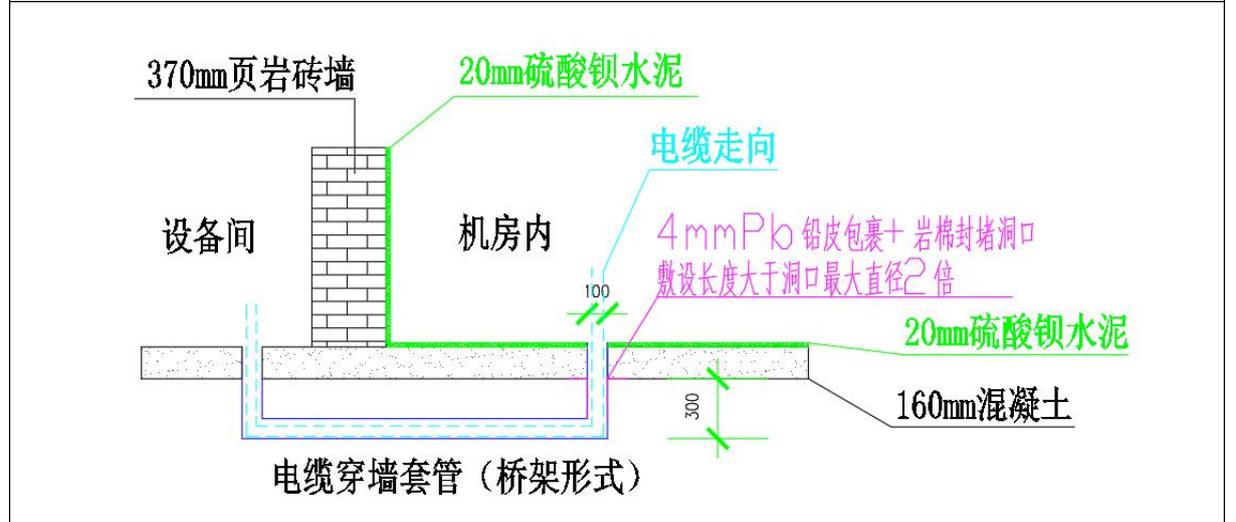


图 10-2.2 电缆沟大样图

### ③防护门、窗

DSA机房设置4个进出防护铅门和1个铅防护观察窗。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。防护铅门、铅玻璃窗的生产和安装交由资质的厂家负责，对于项目使用的铅防护平开门，生产厂家应结合门洞实际安装工况、门体启闭方

续表 10 辐射安全与防护

式及辐射的缝隙管控要求，科学设计门缝搭接形式与搭接量，并配套专用防辐射密封条，保障门体关闭后门缝处的密封完整性与辐射屏蔽效果。机房内4扇防护铅门均为平开门，拟设置自动闭门装置。

#### ④通风

DSA 机房设置新风系统进风、设置机械排风系统排风。

在 DSA 机房内顶棚装饰吊顶面设置 1 个进风口（在 DSA 机房内部装饰吊顶面设置新风管道，新风管从西侧穿墙 1 次），在 DSA 机房内顶棚装饰吊顶面设置 2 个排风口（在 DSA 机房内部装饰吊顶面设置排风管道，排风管从西侧和北侧穿墙）机房内废气经排风管道从西侧接入排风主管后引至所在建筑外绿化处排放，排放高度为 5m，排放口区域为绿化上方，人员极少到达。

#### ⑤联锁系统

DSA 机房的各防护门均拟设置门灯联锁系统，安装“射线有害、灯亮勿入”指示灯，防护门关闭，指示灯亮，警示无关人员远离 DSA 机房。污物打包间门（3#铅门）为常闭状态，钥匙专人保管，无人员停留。

DSA 机房的 DSA 只有在所有安全防护装置正常的情况下才能启动。同理，DSA 设备及操作室操作台上设置有急停按钮，DSA 运行过程中，如果按下与之对应的任一急停按钮，DSA 会立即停止运行。辐射安全联锁逻辑见图 10-3。

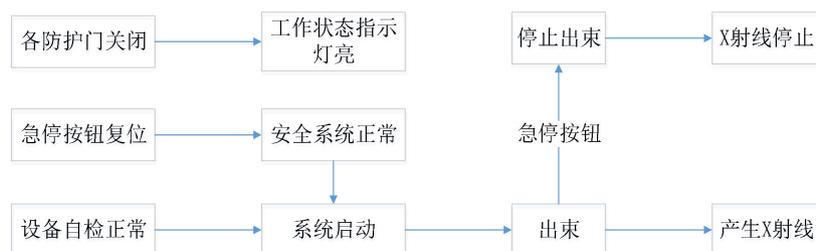


图 10-3 辐射安全联锁逻辑图

#### ⑥对讲及监控系统

项目 DSA 机房和操作室拟设置对讲系统，便于操作室技师与手术医护人员的交流。拟在机房 1 套监控系统，便于无死角观察监控机房内情况。

#### ⑦警示标识

项目 DSA 机房各防护门外均拟设置电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯等，提醒周围人员尽量远离该区域。

## 续表 10 辐射安全与防护

### 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 拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况表**

使用对象	个人防护用品			辅助防护设施		
	名称	铅当量	数量	名称	铅当量	数量
工作人员	铅橡胶围裙 铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	4 套	床侧防护帘/床 侧防护屏	≥0.5mmPb	1 套
	铅防护眼镜	≥0.25mmPb	4 套	铅悬挂防护屏/ 铅防护吊帘	≥0.5mmPb	1 套
	介入防护手套	≥0.025mmPb	若干	移动铅防护屏风	≥2mmPb	1 套
	患者	铅橡胶性腺防护围 裙（方形）或方巾、 铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	1 套（儿童）	/	/

备注：可以根据工作人员及患者需要选配铅橡胶帽子，铅当量不低于 0.25mmPb。根据《职业性外照射个人监测规范》（GB128-2019），建议在工作人员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）。

### (3) 管理措施

①医院在进行介入手术时，拟先制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行和尽量低的射线参数、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，避免患者受到额外剂量的照射。

②合理布置机房内急救及手术用辅助设备，机房内拟安装对讲装置。

③手术结束后，医护人员立即将医疗废物在机房东侧污物打包间内打包，每日工作结束后统一转移至医院医疗废物贮存库内。

### 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。

### 10.4 拟采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

本项目拟采取的辐射安全与防护措施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等相关要求对比情况见表 10-4 所示。

续表10 辐射安全与防护

表 10-4 项目拟采取的辐射安全与防护措施与相关标准要求对比分析表			
标准号	标准要求	项目情况	
GBZ130-2020	5.1 一般要求	5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。	拟购 DSA 自带。
		5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位。	
		5.1.3 X 射线组件上应标明固有过滤，所有附加滤过片应标明其材料和厚度。	
		5.1.4 随机文件应说明与防护有关的性能：CT 随机文件应提供等剂量图，描述设备周围的杂散辐射值，便于工作人员选择防护方案；介入放射学、近台同室操作（非普通荧光透视）用 X 射线设备随机文件中应提供等剂量图，描述设备周围的杂散辐射的分布以及工作人员典型位置的杂散辐射值，便于工作人员选择防护方案。	拟购 DSA 出厂时配备随机文件。
	5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求	5.2.1 C 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。	本项目拟购 DSA 设备的焦皮距不小于 30cm，满足要求。
		5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。	设备自带，透视曝光开关为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。
	5.3 摄影用 X 射线设备防护性能的专用要求	5.3.1 200mA 及以上的摄影用 X 射线设备应有可安装附加滤过板的装置，并配备不同规格的附加滤过板。	本项目 DSA 拟配备 3mmAl 过滤板。
		5.3.2 X 射线设备应有能调节有用线束照射野的限束装置，并提供可标示照射野的灯光野指示装置。	拟购 DSA 设备配置可调限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少散射辐射。
	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	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 DSA 的防护性能满足要求。
		5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。	拟购 DSA 自带，设备具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的脚踩控制键。

续表10 辐射安全与防护

	能的专用要求	5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。	拟购 DSA 的焦皮距为 38cm，配备有能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。
		5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。	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。
6.1 X 射线设备 机房布局		6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	DSA 一般朝向顶棚照射，机房的门、窗、管线口和工作人员操作位可避免有用线束直接照射。
		6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	DSA 机房的四周墙体和顶板、铅门、铅窗均采用足够厚的屏蔽材料进行防护，根据后文核算，机房内使用的屏蔽体防护材料铅当量均满足要求。
		6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。	DSA 拟设置独立的机房，能满足使用设备的布局要求。
		6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。	机房的有效使用面积约为 51.1m <sup>2</sup> ，最小单边长约为 6.9m，均能满足 DSA 的使用要求。
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。	根据后文计算，机房的屏蔽防护能力能满足表 3 的要求。
6.3 X 射线设备 机房屏蔽体外 剂量水平		6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求： a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间； b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h； c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机	根据后文核算，DSA 在透视工况下，屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h，在摄影工况下的屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 25μSv/h。

续表10 辐射安全与防护

		房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h, 当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估, 应不大于 0.25mSv。	
6.4X 射线设备工作场所防护	6.4.1	机房应设有观察窗或摄像监控装置, 其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	机房拟设置观察窗, 能观察到受检者状态及防护门开闭情况。拟设置对讲装置便于机房内介入手术医护人员与操作室内人员相互沟通。
	6.4.2	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内除必要的配套设施外, 将不堆放其他杂物。
	6.4.3	机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。	机房内拟采取机械送风和排风系统, 能保证良好的通风。
	6.4.4	机房门外应有电离辐射警告标志; 机房门上方应有醒目的工作状态指示灯, 灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句; 候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	机房各防护铅门外拟设电离辐射警告标志; 上方设置醒目的工作状态指示灯, 灯箱上拟设置可视警示语句。在病患等待区拟张贴患者告知等制度。
6.4X 射线设备工作场所防护	6.4.5	平开机房门应有自动闭门装置; 推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施; 工作状态指示灯能与机房门有效关联。	机房内 4 扇防护铅门均为平开门, 并拟设置门灯联锁, 工作状态指示灯能与防护门有效关联, 拟设置自动闭门装置。
	6.4.7	受检者不应在机房内候诊; 非特殊情况, 检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	医院拟加强管理, 在病患等待区张贴患者告知等制度, 按标准要求执行。
	6.4.10	机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	拟购 DSA 自带平板探测器能较好地阻挡主射线, 机房的防护门主要处于散射辐射相对低的位置。
6.5X 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, 数量和铅当量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。
	6.5.3	除介入防护手套外, 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb; 介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb; 甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb; 移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。	

续表10 辐射安全与防护

		6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。	
		6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。	拟加强个人防护用品管理，机房外西侧通道设置铅衣架，采用悬挂方式存放，不折叠。
	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。	本项目拟配置的放射工作人员熟练掌握业务技术，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，未取得辐射安全考核成绩单的工作人员需在取得后方可开展工作。
		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。
		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，将调整适当的参数并严格限制照射野，项目拟配置儿童防护用品。
		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。
		7.1.6 放射工作人员应按 GBZ128 的要求接受个人剂量监测。	放射工作人员在工作过程中佩戴个人剂量计，并按照 GBZ128 的要求接受个人剂量监测，常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 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。	进行病例示教时，不会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。	本项目不使用胶片，均为数字成像。
7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并通过观察窗等密切观察受检者状态。	工作人员在有屏蔽的防护设施的机房内进行曝光操作，并通过观察窗等密切观察受检者状态。		

续表10 辐射安全与防护

	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 DSA 具有可准确记录受检者剂量的装置，医院拟将每次介入手术后受检者受照剂量记录在病历中，需要时可追溯。
		7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。	拟加强管理，采集时工作人员尽量不在机房内停留；对手术患者实施照射时，禁止无关人员在机房内停留。
		7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。	医院已为每名手术医护人员在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计，满足要求。
		7.8.5 移动式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。	医院制定有 DSA 操作规程及人员岗位职责，设备垂直方向透视时，球管一般位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员位于平板探测器一侧，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。	医院已为每名介入医生和护士在铅围裙内左胸前和铅围裙外锁骨对应的领口位置各配置 1 枚个人剂量计，已为每名技师左胸前配备 1 枚个人剂量计，满足要求。
		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）。	

根据表 10-4 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）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。

表 11 环境影响分析

**施工期影响分析**

施工期主要为用房的改造（包括墙体的拆除和新建、原有铅门铅窗的拆除等）、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。

本项目施工内容以用房改建、装修及现场处理为主，施工期噪声源主要为拆除作业机械（风镐、破碎机）、装修机械（电锯、电钻）及物料运输车辆等，1 m 处源强范围为 75~105 dB (A)。为减轻施工噪声对医院周边功能区的干扰，拟采取合理安排施工时段（避开午休、夜间）、选用低噪声设备及工艺等降噪措施。本次施工活动在室内开展，施工区域外分布有门诊大厅、诊室、医生办公室等敏感区域，住院病房集中设置于门诊楼 6-7 层，最近的手术用房位于门诊楼 3 层。经现有建筑楼板、墙体的固有隔声作用，结合施工时段管控措施，可有效削减噪声传播强度；加之项目施工周期较短，能够将施工期噪声对周边声环境的影响控制在最低限度，且影响程度整体较小。

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，污水处理站运行情况良好，各类污染物均可达标排放。

固体废物：主要为现有用房、门窗拆除及改造后装修过程产生的建筑垃圾、废铅防护用品，以及施工人员产生的生活垃圾，废铅防护用品做好记录并交由资质单位处理，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。

**运行阶段对环境的影响**

**11.1 辐射环境影响分析**

**11.1.1 DSA 机房屏蔽效能核算**

根据 DSA 工作原理及工作方式可知，DSA 的辐射场由三种射线组成：主射线、散射射线、漏射线。根据 NCRP147 号报告“Examples of Shielding Calculations”5.1 节（P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。根据 NCRP147 号报告第 138 页 C.2 可知，DSA 的漏射线剂量率很小。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

续表11 环境影响分析

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。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。根据《辐射防护导论》（方杰、李士骏）P88，

实心页岩砖和混凝土的相当厚度可用密度进行换算，具体公式如下：

$$d1 / d2 = \rho2 / \rho1 \quad (11-1)$$

式中：d1、d2—屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的厚度，

$\rho1$ 、 $\rho2$ —屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的密度。

由以上公式可计算出 370mm 实心页岩砖对应的混凝土厚度为 260mm。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），附录表 C.2 中给出了 125kV（散射）下混凝土的拟合参数，通过拟合参数及附录 C 的式 C.2（本报告式 11-3）的计算，125kV 条件下顶棚 120mm 混凝土对应的铅当量为 1.6mmPb、地板 160mm 混凝土对应的铅当量为 2.2mmPb、260mm 混凝土对应的铅当量为 3.8mmPb。

混凝土换算为铅当量的计算参数见表 11-1。

表 11-1 混凝土换算铅当量参数一览表

管电压（kV）	材质	拟合参数		
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
125（散射）	铅	2.233	7.888	0.7295
125（散射）	混凝土	0.0351	0.0660	0.7832

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/cm<sup>3</sup>）、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 20mm 硫酸钡水泥对应的铅当量为 1.6mmPb。

根据医院提供的屏蔽防护方案，机房屏蔽体的铅当量核算结果见表 11-2，计算过程见附件 6。

续表11 环境影响分析

表 11-2 DSA 机房屏蔽厚度与 GBZ130-2020 要求对比表

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计方案	折算铅当量	标准要求	评价结果
DSA 机房	四周墙体	370mm 页岩砖+20mm 硫酸钡水泥	5.4mmPb	2.0mmPb	满足要求
	顶棚	120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板	3.6mmPb		
	地板	160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥	3.8mmPb		
	防护门	4mmPb	4mmPb		
	观察窗	4mmPb	4mmPb		

备注：页岩砖密度 1.65g/cm<sup>3</sup>，混凝土（砼）密度 2.35g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡水泥密度 3.2g/cm<sup>3</sup>，铅密度 11.3g/cm<sup>3</sup>。

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核算

(1) 核算公式

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

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

式中：B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

在给出透射因子 B 的情况下，可根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 的式 C.2（本报告式 11-2）计算出各屏蔽物质的铅当量厚度：

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left[ \frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] \quad (11-3)$$

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；其余同上。

续表11 环境影响分析

根据式 11-2 计算得到屏蔽透射因子 B 后, 关注点的散射辐射剂量率  $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 可根据《辐射防护导论》(原子能出版社) 第三章第三节 (P116-P117) 散射线的屏蔽计算公式 (3.66) 进行推导得出, 按最不利情况考虑管电压修正系数取 1, 推导得出本项目关注点的散射辐射剂量率计算公式如下:

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

式中:  $\dot{H}$  ——关注点散射辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

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

$H_0$  ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量,  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ , 以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ ;

B ——屏蔽透射因子, 根据公式 11-2 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  $400\text{cm}^2$  ( $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ );

$\alpha$  ——散射因子, 入射辐射被单位面积 ( $1\text{cm}^2$ ) 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最大为  $7.5\times 10^{-6}$ ; 90kV 射线装置 1m 处的每平方厘米的散射系数最大为  $6.8\times 10^{-6}$ ;

$R_s$  ——辐射源点 (靶点) 至散射体的距离, 单位为米 (m), 拟建项目取 0.38m;

$R_0$  ——散射体至关注点的距离, 单位为米 (m), 根据设备布设位置确定。

## (2) 核算参数和条件

① DSA 存在透视及采集两种工况, 本次评价按照透视常用工况及采集常用工况分别计算 DSA 机房屏蔽体外周围剂量当量率。DSA 常用透视工况为 60~90kV/5~20mA, 常用采集工况为 60~90kV/300~500mA。本报告保守估算, 透视工况按照常用最大 90kV、20mA 进行计算; 采集工况按照常用最大 90kV、500mA 进行计算。DSA 在 90kV、3mmAl 过滤板情况下主射线方向 1m 处发射率为  $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。

② X 射线管头位置按有效使用面积的中心位置考虑, 设备离地高度按 1.0m 考虑。四周墙体 (含防护门、观察窗) 计算点为屏蔽体外 30cm 处, 防护门及观察窗计算距离

续表11 环境影响分析

直接按门及窗所在墙体最近距离计算；顶棚核算到 DSA 机房顶上方 1m 处、地板核算到距地面 1.7m 处。

③本项目在屏蔽体外周围剂量当量率计算时，采用常用工况下设备相关参数，选用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中常用管电压拟合参数进行估算，并保守采用最大管电压下折算铅当量进行计算，根据《电离辐射剂量学》Sv 与 Gy 之间的转换系数取 1。

常用工况下预测核算参数详见表 11-3。

表 11-3 核算参数

管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量 $H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	发射率 $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$	散射面积 F ( $\text{cm}^2$ )	散射因子 $\alpha$	散射距离 $R_s$ (m)
90	20 (透视)	$3.18\times 10^5$	5.3	400	$6.8\times 10^{-6}$	0.38
90	500 (采集)	$3.18\times 10^5$	5.3	400	$6.8\times 10^{-6}$	0.38
管电压 (kV)	材质	拟合参数				
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$		
90	铅	3.067	18.83	0.7726		
90	混凝土	0.04228	0.1137	0.4690		
90	砖	0.0375	0.082	0.892		

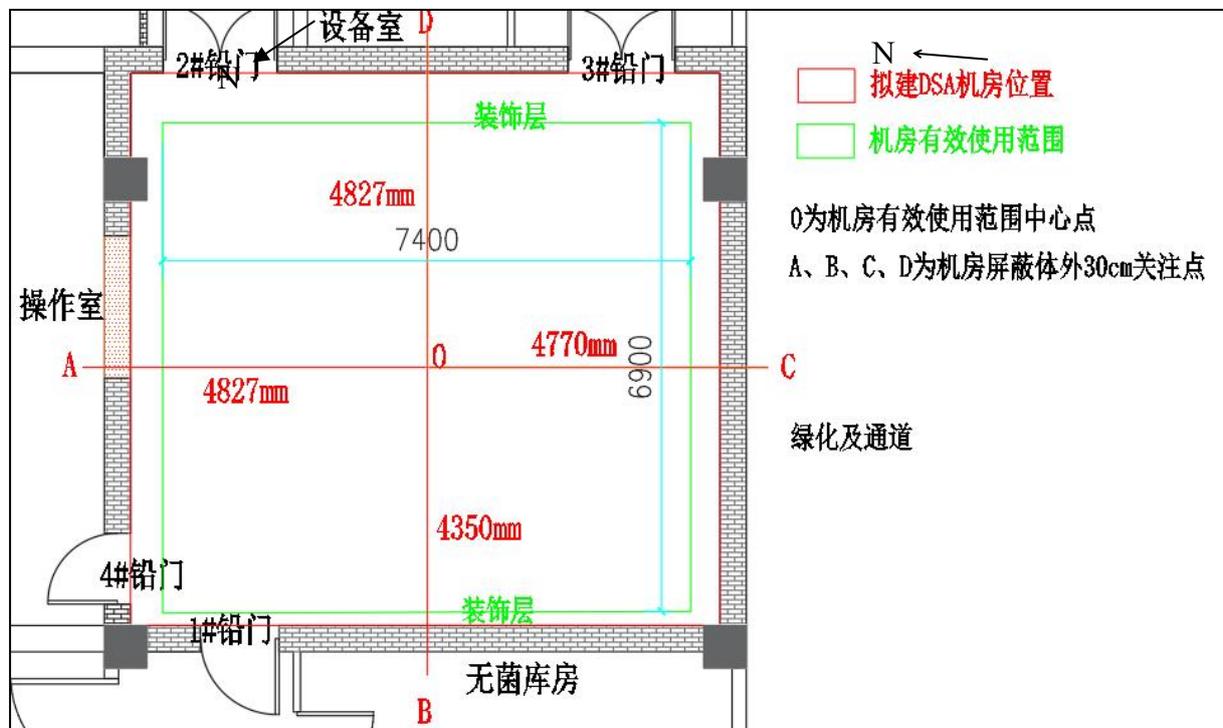


图 11-1 机房周围关注点示意图（单位：mm）

续表11 环境影响分析

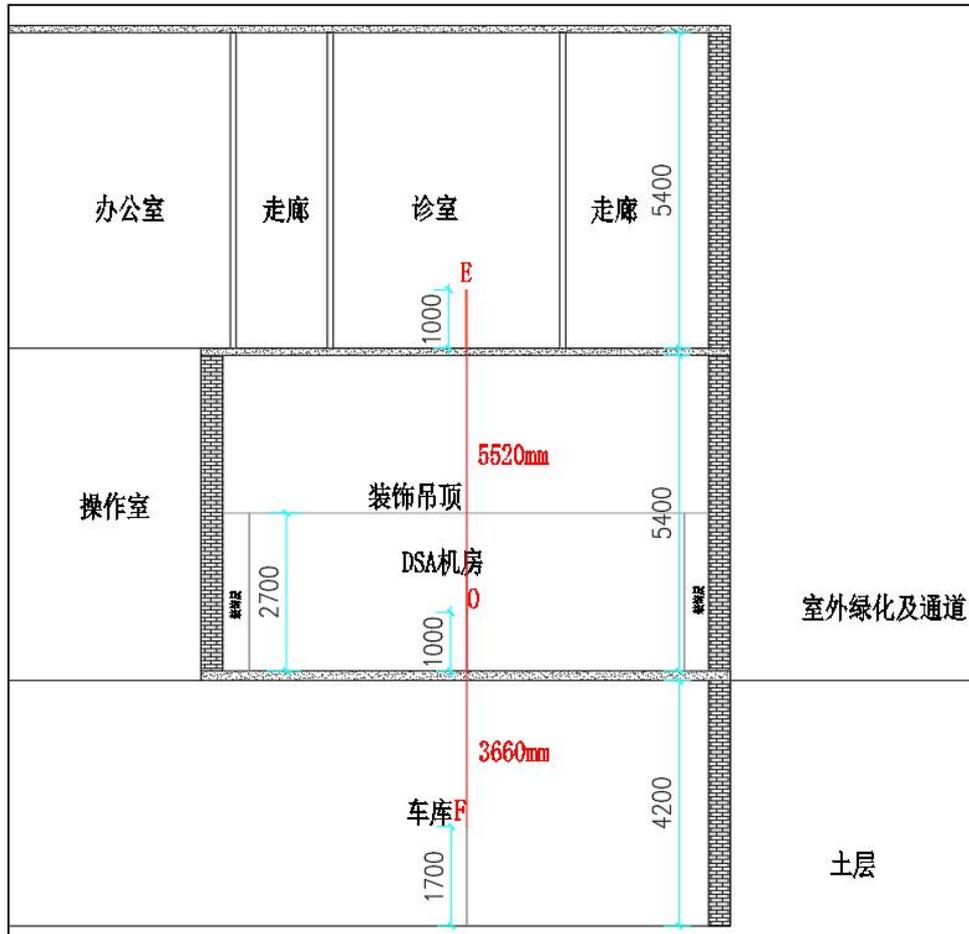


图 11-2 机房上方关注点示意图（单位：mm）

(3) DSA 机房外周围剂量当量率核算结果

根据核算公式和表 11-3 相关参数，透视、采集状态下 DSA 机房外周围剂量当量率核算结果见表 11-4 所示。

表 11-4 机房外周围剂量当量率核算结果

设备	墙体名称		距离 (m)	屏蔽情况	周围剂量当量率 (μSv/h)		是否满足屏蔽要求
					透视	采集	
DSA	北墙 A	墙体	4.82	370mm 实心页岩砖墙+20mm 硫酸钡水泥	$7.89 \times 10^{-7}$	$1.97 \times 10^{-5}$	是
	北侧铅窗 A	观察窗	4.82	4mmPb	$1.90 \times 10^{-3}$	$4.76 \times 10^{-2}$	是
	北侧铅门 A	铅门	4.82	4mmPb	$1.90 \times 10^{-3}$	$4.76 \times 10^{-2}$	是
	西墙 B	墙体	4.35	370mm 实心页岩砖墙+20mm 硫酸钡水	$9.69 \times 10^{-7}$	$2.42 \times 10^{-5}$	是

续表11 环境影响分析

				泥			
	西侧铅门 B	铅门	4.35	4mmPb	$2.06 \times 10^{-3}$	$5.15 \times 10^{-2}$	是
	南墙 C	墙体	4.77	370mm 实心页岩砖墙+20mm 硫酸钡水泥	$8.06 \times 10^{-7}$	$2.01 \times 10^{-5}$	是
	东墙 D	墙体	4.82	370mm 实心页岩砖墙+20mm 硫酸钡水泥	$7.89 \times 10^{-7}$	$1.97 \times 10^{-5}$	是
	东侧铅门 D	铅门	4.82	4mmPb	$1.90 \times 10^{-3}$	$4.76 \times 10^{-2}$	是
	顶棚 E (诊室)	顶棚	5.52	120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板	$3.04 \times 10^{-4}$	$7.59 \times 10^{-3}$	是
	地板 F (车库)	地板	3.66	160mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥	$4.06 \times 10^{-4}$	$1.01 \times 10^{-2}$	是
备注：以上关注点距离取小保留两位小数							

根据计算可知，DSA 常用透视条件下，机房屏蔽体外周围剂量当量率最大为  $2.06 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求；常用采集条件下，机房屏蔽体外周围剂量当量率最大为  $5.15 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）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， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$t$ ：X 或γ射线照射时间，h。

#### 11.3.2 放射工作人员剂量估算

根据建设单位提供的资料，DSA 年透视出束时间约 300h，年采集时间约 10.5h，总年有效开机时间约 310.5h。

##### (1) 放射工作人员剂量估算

##### ①操作室放射工作人员年有效剂量估算

续表11 环境影响分析

操作室放射工作人员有效剂量估算见表 11-5。

表 11-5 操作室放射工作人员有效剂量估算一览表

机房名称	操作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 ( $\text{mSv/a}$ )		总年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
	透视	采集	透视	采集	透视	采集	
DSA 机房	$1.90 \times 10^{-3}$	$4.76 \times 10^{-2}$	300	10.5	$5.71 \times 10^{-4}$	$5.00 \times 10^{-4}$	$1.07 \times 10^{-3}$

根据上表可知, 拟建项目 DSA 机房的操作室内工作按最不利情况由 1 名技师完成, 则该名放射工作人员受到的年有效剂量约  $1.07 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。根据前连续 4 个季度个人剂量检测报告可知医院现有技师上一年度外照射个人剂量最大值为  $0.282 \text{mSv}$ , 从最不利情况考虑, DSA 操作室的工作都由该名技师完成, 则该名技师的年有效剂量约  $0.29 \text{mSv}$ , 远低于拟建项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值  $5 \text{mSv/a}$ , 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

②DSA 机房医护人员

拟建项目 DSA 有采集和透视两种工作模式。

透视工作模式下, 医护人员均穿戴个人防护设施(考虑铅当量  $0.5 \text{mm}$ ), 以公式 11-2 计算其透射因子, 不考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素, 不区分手术人员位置, 同时, 参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020) 表 B.1 规定: 透视防护区检测平面上的周围剂量当量率不应大于  $400 \mu\text{Sv/h}$ 。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, 考虑医护人员穿戴个人防护设施(考虑铅当量  $0.5 \text{mm}$ ), 并在移动铅屏风(考虑铅当量  $2 \text{mm}$ ) 后操作, 以公式 11-2 计算其透射因子, 考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素 ( $1.5 \text{m}$ ), 不区分手术人员位置, 核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。

DSA 运行时, DSA 机房内医护人员铅衣内外的周围剂量当量率计算结果见表 11-6 所示。

表 11-6 医护人员铅衣内外的周围剂量当量率计算表

运行管电压	手术类别	透射因子		手术人员铅衣内周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年出束时间 (h)	年剂量估算 ( $\text{mSv/a}$ )	
		透视	采集				
90kV	心脏介入	透视	$2.52 \times 10^{-2}$	10.06	300	3.02	3.53
		采集	$3.68 \times 10^{-5}$	49.05	10.5	0.52	

续表11 环境影响分析

运行管电压	手术类别	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)	年剂量估算 (mSv/a)	
		透视	/			120	122.4
90kV	心脏介入	采集	1.72×10 <sup>-4</sup>	228.86	10.5	2.4	

备注：采集时医生均有可能在 DSA 机房内，故按照最不利情况进行核算，核算考虑采集时间。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），其中 6.2.4 佩戴铅围裙内外两个剂量计时，宜采用式（11-6）估算有效剂量：

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

式中：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<sub>u</sub>—铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 H<sub>p</sub>(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<sub>o</sub>—铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 H<sub>p</sub>(10)，单位为 mSv。

本项目尚未运行，采用理论预测值进行计算。

表 11-7 手术医护人员受到的年有效剂量

手术类别	α	H <sub>u</sub> (mSv)	β	H <sub>o</sub> (mSv)	E (mSv)	每组手术医护人员受到的年有效剂量	备注
心脏介入	0.79	3.53	0.051	122.4	9.03	3.01	拟配置 3 组医护人员

备注：本项目工作人员手术时佩戴铅橡胶颈套，故α取 0.79，β取 0.051。本项目未运营，按照理论值进行估算。

待本项目建成后医护人员依托院内现有，则单组手术医护人员受到本项目的年有效剂量最大约3.01mSv/a（单组心脏介入手术医生），根据前连续4个季度2025年连续4个季度个人剂量检测报告可知，从事本项目医护人员年剂量最大值为0.306mSv/a，叠加本项目年有效剂量后约为3.32mSv/a，小于本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，且能满足DSA常用条件下开展介入手术的基本需求。

此外，上述透视工作条件下的估算是按照透视防护区测试平面上的周围剂量当量率不大于400μSv/h的基础上计算的，短时的采集次数根据手术计划确定。实际手术过程中，

**续表11 环境影响分析**

手术医护人员受到的照射剂量与铅悬挂防护屏设置位置、铅防护用品质量、手术医护人员的手术熟练度及习惯等相关。因此，介入手术医护人员实际受到的年有效剂量以个人剂量计监测结果为准，医院应根据最大手术工作时间对手术医生进行工作调配，以确保辐射安全，在个人剂量计季度受照剂量超过1.25mSv时应及时查明原因，如因工作量太大导致个人剂量计季度受照剂量超过1.25mSv，则应减少工作量并密切关注个人剂量计结果。

另外，医院还应采取以下措施确保辐射安全工作：

A、要求从事介入手术人员在实际工作中，应正确佩戴个人剂量计，介入手术医护人员应在防护铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计；曝光时医护人员位于移动铅屏风后。

B、医院应定期对个人剂量计进行监测，根据监测报告结果，合理分配工作量，正确有效使用防护用品，尤其是铅橡胶颈套。

C、建议医院后续根据实际情况需要，可为介入医生配备局部剂量计（如指环剂量计、眼部剂量计等）。

**(2) 公众成员剂量估算**

同一方位的环境保护目标的年剂量估算均以最近的距离、最大的居留因子进行计算，故更远的环境保护目标年剂量将更小。机房外公众成员受到的年剂量估算见表 11-8。

**表 11-8 机房外公众成员受到的年剂量估算结果一览表**

序号	环境保护目标名称	方位	与机房最近水平距离 (m)	预测结果 (μSv/h)		年有效照射时间 (h)			年有效剂量 (mSv/a)
				透视	采集	居留因子	有效透视时间	有效采集时间	
1	门诊药房、等候区、挂号收费区、办公室、卫生间、机房、物品临时堆放区、管理用房、门诊大厅等	北	约 6-50	$3.78 \times 10^{-4}$	$9.44 \times 10^{-3}$	1	300	10.5	$2.12 \times 10^{-4}$
2	休息室、无菌库房、更衣室、通道（铅衣区）、办公室、卫生间、机房、通道等	西	约 0-17	$2.34 \times 10^{-3}$	$5.84 \times 10^{-2}$	1	300	10.5	$1.31 \times 10^{-3}$
	地面通道		约 17-50	$9.70 \times 10^{-5}$	$2.43 \times 10^{-3}$	1/40	300	10.5	$1.36 \times 10^{-6}$
3	绿化	南	约 0-6	$8.06 \times 10^{-7}$	$2.01 \times 10^{-5}$	1/40	300	10.5	$1.13 \times 10^{-8}$

续表11 环境影响分析

	院内通道		约 6-20	$1.58 \times 10^{-7}$	$3.95 \times 10^{-6}$	1	300	10.5	$8.89 \times 10^{-8}$
	医技楼等候区、观察区、CT 机房及配套用房、胃肠机机房及配套用房、走廊、机房、电梯和楼梯等		约 20-50	$2.99 \times 10^{-8}$	$7.47 \times 10^{-7}$	1/40	300	10.5	$4.20 \times 10^{-10}$
4	复苏室、准备间、污物打包间、病患等待区等	东	约 0-12	$1.9 \times 10^{-3}$	$4.76 \times 10^{-2}$	1	300	10.5	$1.07 \times 10^{-3}$
	门诊楼门诊大厅、电梯、楼梯、病人等候区、输液室、值班室、零售店、库房、学习室、护士站等		约 12-50	$1.56 \times 10^{-4}$	$3.91 \times 10^{-3}$	1	300	10.5	$8.79 \times 10^{-5}$
5	诊室、走廊、医生内部通道等（2F）	顶棚	/	$3.04 \times 10^{-4}$	$7.59 \times 10^{-3}$	1	300	10.5	$1.71 \times 10^{-4}$
	医院用房（3-7F）		/	$9.55 \times 10^{-5}$	$2.30 \times 10^{-3}$	1	30	10.5	$5.18 \times 10^{-5}$
6	车库等（-1F）	地板	/	$4.06 \times 10^{-4}$	$1.01 \times 10^{-2}$	1/40	300	10.5	$5.71 \times 10^{-6}$

备注：居留因子参照 NCRP147 号报告 P31 表 4.1 取值，同一方位选取居留因子最大值进行保守估算；机房与保护目标之间距离按水平距离取值保守考虑

根据表 11-8 可知, DSA 机房外公众成员受到的年有效剂量最大约  $1.07 \times 10^{-3} \text{ mSv/a}$  , , 本项目 DSA 机房外有其他 X 射线装置机房屏蔽防护方案与本项目相当, 根据现状监测结果可知, 其他机房内射线装置经多层楼板、墙体屏蔽和距离衰减后与本项目贡献值叠加, 基本处于本底水平, 因此, 叠加后对本项目周围公众成员年剂量影响很小, 仍低于医院年剂量管理目标值  $0.1 \text{ mSv/a}$ , 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、有效使用防护用品和辅助防护设施的前提下, 从事介入手术的放射工作人员所受到的年有效剂量低于放射工作人员的剂量管理目标值 ( $5 \text{ mSv/a}$ ), 公众成员受到年有效剂量也低于医院公众成员的剂量管理目标值 ( $0.1 \text{ mSv/a}$ ), 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

## 续表11 环境影响分析

本项目 DSA 机房的屏蔽防护能力能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求,各关注点周围剂量当量率满足国家相关标准要求。本项目环境保护目标主要受 DSA 运行时产生的电离辐射(X 射线)影响。根据 X 射线衰减规律,辐射影响与距离的平方进行衰减,即距离辐射源越远,受到的影响越小。根据表 11-8 可知,DSA 机房外各关注点周围剂量当量率远低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ,机房外 50m 范围内公众成员受到的年剂量低于  $0.1\text{mSv/a}$ 。因此,本项目所致 DSA 机房周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微,对环境的影响可以接受。

### 11.5 “三废”环境影响分析

#### 11.5.1 废气影响

X 射线与空气作用,可以使气体分子或原子电离、激发,产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体,消除有害气体对 DSA 机房的影响,关键在于加强室内通风。本项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少,DSA 机房设置机械排风系统,机房内设置有 2 个排风口,废气经排风管收集引至机房所在建筑外南侧外排放,排放高度为 5m,排放口区域为院内绿化,人员极少到达。因此,本项目废气对环境的影响可接受。

#### 11.5.2 废水影响

本项目医疗废水和生活污水进入医院污水处理站进行处理,处理满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中预处理标准后排入市政污水管网,医院污水处理站处理能力为  $2500\text{m}^3/\text{d}$ 。本项目配置的放射工作人员在医院劳动定员内,故医院污水处理站能接纳本项目产生的废水。因此,本项目产生的废水能得到有效处置,不会对周围环境产生影响。

#### 11.5.3 固体废物

本项目产生的生活垃圾经收集后,统一经医院的收运系统交环卫部门处理。

本项目产生的医疗废物分类收集,在污物打包间打包整理后依托医院的医疗废物收集系统收集,并暂存于医院医疗废物贮存库,最终交由有资质单位处理。医疗废物贮存库内设置感染性废物和损伤性废物收集桶,在相应类别的塑料桶上粘贴中文标签,在医疗废物贮存库大门张贴危险废物标识;医疗废物贮存库为封闭空间,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;医疗废物贮存库的面积足够暂存医

## 续表11 环境影响分析

院 2 天内产生的医疗废物；医疗废物贮存库内设置紫外线消毒装置，空调通风换气装置。因此，本项目产生医疗废物及时运送至医疗废物贮存库，此种处理措施依托可行。

本项目配置多套含铅防护用品，在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用的铅防护用品按有关规定由医院收集后妥善保存，做好记录，交由资质单位处理。DSA 报废后按照相关要求拆解去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

综上所述，本项目产生的固体废物均能得到合理的处理，不会对环境产生影响。

### 11.6 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，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。

拟建项目配置的 DSA 专项应用于儿童心脏介入手术，其具备的实时动态血管成像、病灶精准定位及术中即时监测等核心功能，是其他诊疗技术无法替代的，为儿童复杂先天性心脏病、心血管畸形等疾病的微创介入治疗提供了关键技术支撑，对提升危重患儿救治成功率、挽救患儿生命具有不可替代的重要作用。项目运营期将为儿童患者群体打造安全、舒适、专业的就医环境，有效缓解现有 DSA 设备诊疗压力，提升区域内儿童心脏介入诊疗因患者数量激增而出现的服务能力空白，社会效益显著；同时，随着医院儿童心血管专科诊疗技术与服务能力的提升，将进一步增强对周边患儿的就医吸引力，在持续为儿童健康保驾护航的基础上，实现社会效益与经济效益的协同发展。此外，项目针对儿童患者辐射敏感性更高的特点，拟采取的辐射安全防护措施严格遵循《放射诊疗管理规定》《医用 X 射线诊断放射防护要求》等国家相关标准规范，经分析论证，运营期辐射对周边环境的影响可控制在国家规定限值范围内，环境风险处于可接受水平。

综上所述，拟建项目 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）》

## 续表11 环境影响分析

鼓励类中第十三项、第4条：“新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，项目属于《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，属于鼓励类，符合国家的产业政策。

### 11.8 事故影响分析

#### (1) 风险事故类型

X 射线装置产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因 X 射线装置设置有专用机房，机房顶棚、地板、观察窗及防护门均采用固定辐射防护设施，基本不会发生机房屏蔽体损坏而致无关人员受到误照射的事故，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设备故障和违反操作规程等，而导致无关人员受到误照射或者放射工作人员受到超剂量照射。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

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

②DSA 机房内公众成员误照射：除手术人员外其他与手术无关人员（如清洁人员、医疗废物运输人员等）在防护门关闭前因未及时撤离，造成 DSA 机房内公众成员的误照射。

#### (2) 后果分析

##### ①DSA 机房外人员误照射

根据核算，在极端情况下，拟建项目 DSA 透视工况运行管电压为最大管电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 110mA；在极端情况下，DSA 采集工况运行管电压也为最大管电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。

DSA 在最大运行参数条件下运行，单台手术时间内 DSA 机房外最大剂量估算情况见表 11-9。

表 11-9 DSA 机房外误照射人员所受辐射剂量估算表

续表11 环境影响分析

位置	事故情景	DSA 机房外最大周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	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 机房顶棚	DSA 透视最大运行参数 125kV, 110mA 条件下运行, 人员位于手术室外	1.80 (透视)	20	$5.99 \times 10^{-4}$	$6.95 \times 10^{-4}$	$6.95 \times 10^{-4}$
	DSA 采集最大运行参数 125kV, 500mA 条件下运行, 人员位于手术室外	8.17 (采集)	0.7	$9.54 \times 10^{-4}$		

备注: 仅考虑散射线, Sv/Gy=1。125kV 在最大散射角情况下 1m 处的每平方厘米的散射系数为  $7.5 \times 10^{-6}$

备注: ①仅考虑散射线, Sv/Gy=1; ②125kV 下顶棚折算铅当量为 3.2mmPb。

根据核算可知, 在理论可预知风险条件下, 项目 DSA 机房外人员误照射受到的单台手术有效剂量最大约  $6.95 \times 10^{-4} \text{mGy}$ 。

### ②DSA 机房内人员误照射

因各种原因导致 X 射线装置在运行过程中非手术人员滞留机房内发生误照射辐射事故, 按照最不利情况即 DSA 最大运行参数 (透视工况为 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。因手术床旁和操作室均拟设置急停按钮, 发现人员误入或滞留机房内时能及时按下急停按钮停止出束, 因此受照时间可按照发现人员误入或滞留并按下急停按钮时间约 2min 考虑, 另外从最不利情况考虑单台手术的最大采集和透视时间 (分别约 0.7min 和 20min) 进行估算, 其剂量估算情况见表 11-10。

表 11-10 DSA 机房内误照射人员所受辐射剂量估算表

设备	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 (mGy)
DSA	采集模式: 1m 处发射率 $9.8 \text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{mA min}$	10s (发现后使用急停按钮)	$6.11 \times 10^6$	16.97
		0.7min	$6.11 \times 10^6$	71.26
	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)	$1.34 \times 10^6$	44.79
		20min	$1.34 \times 10^6$	447.92
	采集+透视: 额定参数运行	20.7min (单次采集+透视最长时间)	/	580.94

备注: 仅考虑散射线, Sv/Gy=1。

**续表11 环境影响分析**

根据以上后果分析可知，DSA 机房内人员误照射情况下，人员滞留 DSA 机房内且未穿戴防护用品时，可能发生超年有效剂量照射的事故，造成一般辐射事故。

### **(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应**

电离辐射作用于机体后，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，由此造成生物体组织细胞和生命各系统功能、调节及代谢的改变，产生各种生物学效应。电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程，大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。电离辐射生物效应按照剂量与效应的关系进行分类，分为随机性效应和组织反应（确定性效应）。

随机性效应是指电离辐射照射生物机体所产生效应的发生概率与受照射的剂量大小成正比，而其严重程度与受照射剂量无关；随机性效应的发生不存在剂量阈值。辐射致癌效应和遗传效应属于随机性效应。受照射个体的体细胞受损伤引发突变的结果，最终可导致受照射人员的癌症，即辐射致癌效应；受照射个体生殖细胞遗传物质的损伤，引起基因突变或染色体畸变可以传递下去并表现为受照者后代的遗传紊乱，导致后代先天畸形、流产、死胎和某些遗传性疾病，即遗传效应。

确定性效应定义为以存在阈值剂量并且反应严重程度随剂量增加而加重为特征的细胞群体的损伤，也被称为“组织反应”。确定性效应是辐射照射导致器官或组织的细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果，指除了癌症、遗传和突变以外的所有躯体效应和胚胎效应及不育症等，包括血液、性腺、胚胎、眼晶体、皮肤的辐射效应及急性放射病，如放射性皮肤损伤、生育障碍。

根据上述后果分析可知，两种事故情景导致人员在手术室内或手术室外单次误照射所受到辐射剂量超过年剂量，为一般辐射事故，单次事故不会导致严重辐射损伤，但会增加随机性效应的概率。全年多次误照射的情况基本不存在。

### **(4) 风险事故防范措施分析**

由于各种管理不善或人误等造成的误照射，导致人员的照射方式主要是外照射，因此发生误照射事故应第一时间切断 X 射线装置电源，确保 X 射线装置停止出束，对人

**续表11 环境影响分析**

员进行救治，医院应采取以下措施防范风险事故发生。

①撤离 DSA 机房时应清点人数，确认没有无关人员停留在 DSA 机房后才开始操作。此外，在设备及控制台设置有紧急停机按钮，可避免此类事故的发生。在 DSA 机房内设置紧急停机按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

②医院加强管理，手术医生在开展手术时，需要进行 DSA 机房透视曝光时，应由熟练医生正确穿戴防护用品熟练完成。

③放射工作人员须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，保证按照 DSA 机房管理要求开展手术。

④医院应定期做好设备稳定性检测和质控检测，加强设备维护，使设备始终保持在最佳状态下工作，尽可能避免最不利条件运行的风险事故发生。

⑤培植放射工作人员的安全文化素养，增强放射工作人员个人防护意识，在开展介入手术时正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，放射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训。防护用品不使用时，采用悬挂或平铺方式妥善存放，防止断裂。加强介入医护人员职业健康体检，发现医护人员不适合参与放射工作应及时停止工作。

综上所述，医院落实上述措施后，能有效减少和杜绝辐射事故的发生，减少对周围环境和公众的影响。

**11.9 环保投资**

拟建项目环保投资估算约 36 万元，占总投资的 3.6%，具体情况见表 11-12。

**表 11-12 拟建项目环保投资一览表**

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框、上墙，人员培训考核等	2
电离辐射警示标志	张贴正确，有中文说明	
辐射防护与安全措施	DSA 机房屏蔽体防护（防护铅板、钡板、防护门窗等）计入主体投资，机房门灯联锁、状态指示灯、自动闭门装置、对讲系统等	20
防护用品	个人防护用品及辅助防护设施，包括铅橡胶围裙、帽子、颈套、眼镜，床侧防护帘/床侧防护屏、铅悬挂防护屏/铅防护帘、移动铅屏风等	4
环保手续	环评、验收、监测、办证等	10
合计	/	36

**表 12 辐射安全管理**

**12.1 辐射安全与环境保护管理机构设置**

**12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构**

按照《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求，为确保辐射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，尽可能的避免事故的发生，医院应培植和保持良好的安全文化素养，减少因人为因素导致人员意外照射事故的发生。

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

医院目前正在使用 1 台 II 类射线装置、33 台 III 类射线装置开展放射诊断工作，并按照要求成立了以分管副院长为主任委员，医务处处长、医务处副处长、公共卫生科科长为副主任委员的放射安全防护管理委员，明确了放射安全防护管理委员会成员职责，设置 1 名放射防护管理专职人员，负责医院的辐射安全及环保管理工作，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

本项目开展后，目前医院的放射安全防护管理委员和管理人员也能满足相关要求，因此，本项目的辐射环境管理可直接纳入现有管理机构管理。

**12.1.2 放射工作人员配置**

本项目劳动定员 16 人，其中医生 6 名、技师 4 名、护士 6 名，均为现有辐射工作人员，医生和护士均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单、4 名技师将按要求取得辐射安全与防护考核成绩报告单后从事本次辐射工作。

根据调查，医院现有放射工作人员 273 人，从事 II 类射线装置的工作人员均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单、从事 III 类射线装置的工作人员均由医院统一进行了辐射安全自主考核。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当定期接受一次再培训。根据《关于核技术利用

**表 12 辐射安全管理**

辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号），有辐射安全与防护培训需求的人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）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，五年有效。

根据《中华人民共和国生态环境部公告》（2021 年第 9 号），自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。

因此，医院应及时梳理在岗放射工作人员，核查其培训情况及持证到期情况，督促其做到持在有效期内的辐射安全与防护培训合格证上岗，新招聘的放射工作人员也按照上述要求管理。本项目拟依托的 4 名技师应按照使用 II 类射线装置要求取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单才可从事本次辐射工作。

## **12.2 辐射安全管理规章制度**

### **12.2.1 规章制度**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当建立健全的操作规程、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、台账管理制度、监测方案。

目前医院已制定了一系列管理制度，主要有《重庆医科大学附属儿童医院关于调整医院质量与安全管理委员会部分二级委员会的通知》、《放射性事故应急处理预案》、《放射安全与防护管理制度》（包含放射许可制度、放射设备及辐射工作场所管理制度、放射防护用品的管理制度、放射工作人员职业健康管理制、放射工作人员外照射个人剂量监测管理制度、放射工作人员防护制度、患者及陪检者放射防护制度、放射防护培训管理制度、放射防护管理责任）、《放射工作人员岗位职责》、《DSA 安全操作规程》、《受检者放射危害告知与防护制度》、《辐射工作监测计划》、《放射设备使用制度和维修保养制度》等。现有制度可指导医院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，医院到目前为止未曾发生过放射事故。

在本项目 DSA 投入运营前，医院将 DSA 机房人员岗位职责、DSA 安全操作规程、受检者放射危害告知与防护制度等张贴于辐射工作场所，并及时按照辐射环境管理要求办理《辐射安全许可证》，在许可范围内从事辐射工作。

### **12.2.2 档案管理**

**表 12 辐射安全管理**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。医院制定了《放射人员档案管理制度》，该制度中明确了需要存档备查的资料名录。医院应结合自身情况，适时调整。

### **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。

根据调查，医院每年编制《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》，并按时向生态环境主管部门提交。年度评估报告包括医用 X 射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。医院后续拟建立年度评估制度，按规定开展年度评估检查，对检查中发现的问题或不足及时整改，消除安全隐患，按规定编制并上报年度评估报告。待项目建成运行后，将项目纳入年度评估管理中。

本项目建成后，医院拟将本项目 DSA 纳入年度评估管理中。

### **12.3 核安全文化建设**

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

医院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、不断识别单位内部核安全文化的弱化处并加以纠正，落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”，将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。具体操作参考如下：

- ①医院应组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化；

**表 12 辐射安全管理**

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

**12.4 辐射活动能力评价**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（第十六条）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（第七条）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 从事辐射活动能力评价**

应具备的主要条件	落实情况
使用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。	已成立放射安全防护管理委员会，负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，设置的专职人员满足学历要求。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	已制定放射防护培训管理制度，放射工作人员上岗前通过核技术利用辐射安全与防护考核后，方能开展辐射工作。
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。	设备自带急停按钮，机房防护门拟设置门灯连锁装置，门口显眼位置设置电离辐射警示标识和警示语等。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院现有辐射环境管理制度较齐全。项目 DSA 投入运营前，医院将 DSA 机房人员岗位职责、DSA 安全操作规程、受检者放射危害告知与防护制度等张贴于辐射工作场所
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	现有放射工作人员均按照要求配置了个人剂量计；拟配备一定数量的辐射防护用品供医护人员及患者使用。
有完善的辐射事故应急措施。	医院已制定《放射事故应急处置预案》，并规定典型辐射事故场景的事故应急措施。

医院现有 1 台 DSA 已投入使用，医院已建立相应的管理体系。本项目参照现有介入手术室管理，本项目的辐射安全管理工作依托医院现有的管理体系。医院已具备一定辐射安全管理能力，但还应加强对医院射线装置的管理及放射工作人员管理，认真落实上述要求后，具备从事本项目辐射活动的的能力。项目建成后，及时开展竣工环境保护验收，并按照要求办理《辐射安全许可证》，在许可范围内从事辐射工作，项目方可投入正式运行。在后期运行过程中，医院还应强化医院辐射安全管理制度，严格要求放射工作人员遵守医院辐射安全管理制度。

**12.5 辐射监测**

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》等相关法规和标准，必须对

**表 12 辐射安全管理**

射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、开展常规的防护监测工作。

根据调查，医院制定了《辐射工作监测计划》，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。现有辐射工作场所监测计划是针对院区使用的射线装置制定，现有监测计划包括质量控制与防护检测、工作场所监测、外照射个人剂量监测。本项目营运前，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进行监测，做好监测记录，存档备查。

本项目建成后，医院也应补充本次新增放射诊疗设备的监测计划，定期对辐射工作场所周围人员和环境进行监测，做好监测记录档案。辐射监测内容包括：

**(1) 个人剂量监测**

对放射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求放射工作人员在工作时必须正确佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：一般为 1 个月测读一次，最长不超过 3 个月，如发现异常可加密监测频率。

**(2) 工作场所及周围环境监测**

医院拟对 DSA 机房外周围剂量当量率进行监测，监测包括验收监测和日常监测，发现问题及时整改。验收监测委托有资质的单位进行。

监测频度：验收时监测一次（含维修导致屏蔽防护措施或设备剂量率发生变化时的监测），委托有资质单位监测。医院未配置辐射监测设备，日常监测委托有资质单位进行，每年监测一次；

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：DSA 机房四周墙体、门、窗外 30cm 处；顶棚上方（楼上）距离顶棚地面 100cm、楼下距地面 170cm 处等关注点位，通风管道及其他穿墙管线、门缝、风口等搭接薄弱位置；重点关注穿墙管线、门缝、风口等搭接薄弱位置。

**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。

**12.6.1 事故分级**

## 表 12 辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

根据本报告表 11 分析，本项目射线装置在事故工况下导致人员的误照射可能超过年剂量限值，即造成一般辐射事故的发生。

### 12.6.2 医院辐射事故应急响应机构设置

医院放射事故应急预案中预案内容包括放射事故应急处理组织机构，明确责任领导、分管领导和应急机构职责。

### 12.6.3 医院辐射事故应急预案及处置措施

医院目前已制定了《放射事故应急处置预案》，并成立了放射事故应急领导小组，组长由院长担任，成员由相关科室负责人组成；应急领导小组的主要职责是负责编制应急处置预案，对突发辐射事故事件的统一领导、统一指挥，作出处置的重大决策，决定辐射事故的应急响应终止。《预案》还明确了辐射事故的预防、应急处置措施、辐射事故报告电话及流程、应急响应的启动和终止等。医院还应在制度上完善应急能力的培训、演练等要求。

#### (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，并立即向上级部门报告，并根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、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。

#### (2) 辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①一旦发生辐射事故，立即按下应急开关按钮或直接停机断电，撤出机房（介入手术室）内人员。

②事故状态下，确需工作人员进入机房（介入手术室）关机的，工作人员应佩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

**表 12 辐射安全管理**

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。

另外，医院运行至今，尚未发生过辐射事故，故目前未启动过放射安全事件应急处理预案，但开展过应急演练。医院应继续完善现有放射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练，并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，在本项目建成后，将本项目纳入现有放射事故应急预案中。

另外，医院运行至今尚未发生过辐射事故，因此未启动过辐射事故应急预案。医院每年均开展了应急演练，最近一次演练时间为 2025 年 5 月 19 日，以 CT 故障无法关机持续照射事故为背景，目的为考核和验证事故状态下放射科内现场人员的处置能力、紧急救护、人员疏散等配合情况，已对该次演练进行了记录并存档。医院将继续完善现有应急预案，定期进行辐射事故应急演练，并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，在本项目建成后，将本项目纳入现有辐射事故应急预案中。

**12.7 竣工验收**

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。项目正式投产运行前，中医院应进行自主竣工环保验收，按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）的要求开展验收工作，完善验收程序与相关手续。

本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-2。

**表 12-2 项目环保设施竣工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	DSA 机房内使用 1 台 DSA（单管头，II 类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA）	/
2	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全	/
3	剂量管理目标值	放射工作人员年有效剂量管理目标值<5mSv 机房外公众成员年有效剂量管理目标值<0.1mSv	GB18871-2002 医院管理要求
4	人员要求	配置符合要求的辐射工作人员，按照要求组织放射工作人员均经考核合格后上岗，按要求定期复训	环境保护部令第 3 号、第 18 号、公告 2019 年第 57 号

表 12 辐射安全管理

5	剂量率控制	机房四周墙体、门、观察窗外 30cm 处；顶棚上方（楼上）距离顶棚地面 100cm、楼下距地面 170cm 处，其他穿墙管线（电缆穿墙和风管穿墙等位置）、门缝、风口等搭接薄弱位置，在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。	GBZ130-2020
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，每名技师各佩戴 1 枚个人剂量计；</p> <p>工作人员用铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，介入防护手套若干；铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 1 套；患者用铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 1 套（儿童 1 套）。防护用品的铅当量满足标准要求。机房改造产生的废铅防护用品保存做好记录并交资质单位处理。</p>	
7	辐射安全防护措施	<p>①DSA 机房各防护门均设置门灯连锁系统，防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。</p> <p>②DSA 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，同时在病患等待区设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>③制度上墙（DSA 操作规程及人员岗位职责、应急程序、患者告知制度等）。</p> <p>④机房设置机械通风系统，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。</p> <p>⑤平开机房门设置自动闭门装置。</p> <p>⑥设备上自带急停开关；控制台设置急停开关；操作室与机房设对讲装置；防护用品与辅助防护设施齐全。</p> <p>⑦DSA 机房四周墙体、顶棚、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。</p>	
8	管理	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、年度评估等。	

两江新区生态环境保护措施监督检查清单（污染影响类）

填表时间：2026 年 1 月

一、基本信息

企事业单位名称	重庆医科大学附属儿童医院		建设地点	重庆市两江新区金渝大道 20 号门诊楼一楼			
地理坐标	E: 106.48753° N: 29.6698°	行业类别	Q8411 卫生	排污许可管理类别	简化管理	证书编号或排污登记编号	12500000450405742J002V
劳动定员及生产制度	本项目拟依托院内现有的放射工作人员共 16 人，主要包括介入手术医师 6 人（心脏介入）、技师 4 人、护士 6 人，本项目不新增医院总劳动定员，本次设	年生产时间	250 天	产品方案及生产能力	拟在门诊楼一楼放射科实施“重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目”，将已闲置的原使用功能为放射科 CT、DR 及其周围用房改造装修为 DSA 手术室用房，用房包括 DSA 机房、操作室、病患等待区、复苏室、准备间、谈话室、设备室、污物打包间、无菌库房、休息室、男更和女更衣室、通道（铅衣区）、办公室等，项目总建筑面积约 435m <sup>2</sup> ，拟在 DSA 机房内配置 1 台 DSA（单管头，II 类射线装置）开展心脏介入手术 900 台/年。		

	置的医护人员共为 3 组。				
主要原料及用 量	/		主要辅料、燃料及用 量	/	
主要污染物总 量	/				
环评、竣工环保 验收情况	项目名称	批准书文号	审批部门	验收情况	
	重庆儿童医院医疗中心项目环境 影响报告书	渝(经开)环准(2008)8号)	原重庆环境保护区经济技术开 发区分局	已验收	
	/	/	/	/	

环境管理制度 及机构	<p>目前医院已制定了一系列管理制度，主要有《重庆医科大学附属儿童医院关于调整医院质量与安全管理委员会部分二级委员会的通知》、《放射性事故应急处理预案》、《放射安全与防护管理制度》（包含放射许可制度、放射设备及辐射工作场所管理制度、放射防护用品的管理制度、放射工作人员职业健康管理制、放射工作人员外照射个人剂量监测管理制度、放射工作人员防护制度、患者及陪检者放射防护制度、放射防护培训管理制度、放射防护管理责任）、《放射工作人员岗位职责》、《DSA 安全操作规程》、《受检者放射危害告知与防护制度》、《辐射工作监测计划》、《放射设备使用制度和维修保养制度》等</p>
---------------	---

## 二、监督检查内容

内容 分类	主要生产/ 公用单元	生产线（公 用单元）名 称	主要 生产 设备	数 量	排放 形式	环保措 施及其 工艺	参数 或能 力	污染物种 类	对应排放 口	排放口 类型	排放口 高度/排 放去向	执行标准	排放浓度 限值	排放速率 限值	建设 情况
大气环 境	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
地表水 环境	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

公用单元	供水系统	市政供水管网	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	依托
	供电系统	市政供电	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	依托
声环境	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
辐射环境	<p>根据《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： 放射工作人员年有效剂量&lt;5mSv；机房外公众成员年有效剂量&lt;0.1mSv</p>														
	<p>《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）： 机房四周墙体外 30cm 处、楼上距顶棚地面 100cm 处、地板下方（楼下）距离下层地面 170cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置，在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。</p>														
固体废物	固体废物名称	属性	危险废物编码	年产生量	贮存方式	利用处置方式或去向	利用或处置量	暂存设施情况	环境管理要求	/					
	生活垃圾	生活垃圾	/	/	垃圾桶	分类收集后交由当地环卫部门处置	/	合理摆放	/	/					

	报废射线装置		/	/	按照相关要求拆解去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档	物资回收单位处置	/	/	/	/
	医疗废物	危险废物	841-001-01	/	医疗垃圾废物桶分类暂存	委托有资质的单位进行处置	/	依托两江院区门诊楼外东侧现有医疗废物暂存库。	/	/
	报废的阴极射线管		841-002-01	/	医疗垃圾废物桶分类暂存	委托有资质的单位进行	/	医疗废物暂存库	/	/
			900-044-49	/	医疗垃圾废物桶分类暂存	委托有资质的单位进行	/		/	/

				存	处置					
	废铅防护用品		900-999-49	/	由医院收集	委托有资质的单位进行处置	/	妥善保存、做好记录	/	/
土壤及地下水	/									
生态保护	/									
环境风险防范	设置警示标志，编制辐射应急预案，并定期进行应急预案演练									
施工期环境保护措施	加强管理、合理安排施工时间，采用低噪声设备；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。									
主要环	环境保护目标名称	方向	水平距离	高差	基本情况	影响人群	影响因素			

境保护 目标							
1	操作室	北侧	紧邻	0m	项目辅助用房, 2人	放射 工作人员	电离辐射
	门诊药房、等候区、挂号 收费区、办公室、卫生间、 机房、物品临时堆放区、 管理用房、门诊大厅等		约 6-50m	0m	医院用房, 约 200人	公众成员	
2	休息室、无菌库房、更衣 室、通道(铅衣区)、办 公室、卫生间、机房、通 道等	西侧	约 0-17m	0m	项目辅助用房, 6人	公众成员	
	地面通道		约 17-50m	0m	医院通道, 约 20人	公众成员	
3	绿化	南侧	紧邻	0m	医院绿化	/	
	院内通道		约 6-20m	0m	医院通道, 约 50人	公众成员	

	医技楼等候区、观察区、CT 机房及配套用房、胃肠机机房及配套用房、走廊、机房、电梯和楼梯等		约 20-50m	0m	医院用房, 约 200 人	公众成员
4	复苏室、准备间、污物打包间、病患等待区等	东侧	约 0-12	0m	项目辅助用房, 约 10 人	公众成员
	门诊楼内电梯、楼梯、病人等候区、输液室、值班室、零售店、库房、学习室、护士站等		约 12-50m	0m	医院用房, 约 500 人	公众成员
5	诊室、走廊、医生内部通道等 (2F)	上方	/	+5.4m	医院用房, 约 50 人	公众成员
	医院用房 (3-7F)		/	+9.9-32.4m	医院用房, 约 500 人	公众成员
6	车库等 (-1F)	下方	/	-4.2m	医院用房, 约 20 人	公众成员

其他环境管理要求	大气环境管理要求	重污染天气应对要求	/			是否按相关要求执行	/
		环境质量限期达标规划要求	/			是否按相关要求执行	/
	水环境管理要求	/				是否按相关要求执行	/
	台账管理要求	//				是否按相关要求执行	/
	自行监测管理要求 (含自动监测要求)	/	是否按相关要求执行	是	自行监测结果是否有超标情况(如有请说明具体情况)	/	
	环境信息公开要求	/					
	环境防护距离要求	/				是否按相关要求执行	/
	其他	/				是否按相关要求执行	/

表 13 结论及建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

儿童医院院内仅有的 1 台 DSA 设备（位于两江院区）目前已不能刚满足日常诊疗需求，为更好地满足患者能够及时就诊，故医院拟在两江院区门诊楼一楼建设“重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目”，建设内容主要为将门诊楼一楼内已闲置的原使用功能为放射科 CT、DR 及其周围用房装修改造为 DSA 手术室用房（DSA 机房及其辅助用房），并购置 1 台医用血管造影 X 射线机（以下简称“DSA”，II 类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，单管头设备），开展血管造影介入手术工作。项目总建筑面积约 435m<sup>2</sup>，总投资为 1032 万元，其中环保投资约 36 万元。

#### 13.1.2 产业政策符合性分析

本项目主要使用 DSA 从事介入手术，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，符合国家的产业政策。

#### 13.1.3 实践正当性分析

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。故本项目建设符合《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。

#### 13.1.4 辐射环境现状

为了解本项目拟建地的辐射环境质量现状，重庆泓天环境监测有限公司对项目所在地辐射水平现状进行了监测，监测结果表明本项目所在位置环境 $\gamma$ 剂量率的监测值在 95nGy/h~109nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。根据《2024 年重庆市辐射环境质量报告书（简化版）》，2024 年重庆市环境 $\gamma$ 辐射剂量率各点位测量均值范围为 79.2~108nGy/h、全市各点位年均值为 96.1nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值）。项目辐射环境现状调查表明，拟建址及周围的环境 $\gamma$ 辐射剂量水平在重庆市天然辐射本底水平的正常涨落范围内。

#### 13.1.5 选址可行性及布局合理性分析

本项目用房区域位于医院门诊楼一楼，利用已闲置的放射科用房进行改造建设，本项目 DSA 机房内四周墙体主要依托原有墙体，并在原有墙体填补或新开门洞，并在墙

### 续表 13 结论及建议

体上新增敷设20mm硫酸钡水泥，改造后DSA机房的最大有效使用面积为51.1m<sup>2</sup>，该区域位于门诊楼西南角，其配套用房齐全，设置有单独的出入口，可形成独立的手术区，远离了公众聚集区域，便于辐射安全管理。DSA机房墙体及门窗防护设计时考虑了人员防护与安全，对周围环境影响甚微。从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

拟建 DSA 机房北侧为操作室，西侧为无菌库房、通道（铅衣区），南侧外为室外绿化带，东侧为污物打包间、设备间、准备间，楼上区域为诊室、走廊、楼下为车库，DSA 机房墙体及门窗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。从辐射防护与环境保护角度分析，拟建项目平面布局合理。

#### 13.1.6 辐射安全与防护分析结论

（1）医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将核技术利用工作场所划分为控制区和监督区，将 DSA 机房划分为控制区，无菌库房、医护通道、操作室、污物打包间、准备间、复苏室、设备室以及楼上、楼下对应区域、机房外南侧区域等划分为监督区。

#### （2）屏蔽防护措施

本项目 DSA 机房有效使用面积为 51.1m<sup>2</sup>，最小单边长度为 6.98m，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）。本项目 DSA 机房的四周墙体均为 370mm 实心页岩砖+20mm 硫酸钡水泥，顶棚为 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板，地板为 160mm 混凝土+20mm 硫酸钡板，4 个防护门和 1 个观察窗均为 4mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽防护厚度要求。

#### （3）安全联锁装置及其他措施

拟建项目配置具有多种固有安全防护措施并符合相关标准要求的 DSA。DSA 及控制台上均拟设置急停开关。DSA 机房配置 1 套铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅屏风等辅助防护设施，并按有关标准要求配备足够数量，并符合防护要求的医生及患者的防护用品。DSA 机房拟分别设置 4 道防护铅门，并安装门灯联锁系统，在防护门外上方均设置醒目的工作状态指示灯，防护门上均设置电离辐射警告标志。DSA 机房的防护铅门均为平开门，拟设置自动闭门装置。拟建项目 DSA 机房拟采取机械排风系统进行通风换气，DSA 机房内顶部拟设排风口 2 个，机房内废气经管道收

集后穿机房西侧屏蔽墙后排放至所在建筑外绿化处。介入手术医护人员在铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计，技师佩戴 1 枚个人剂量计，合理分配工作量。拟建项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

### 13.1.7 环境影响分析结论

（1）DSA 机房屏蔽能力：根据核算，在常用工况条件下，DSA 机房设计屏蔽能力能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

（2）剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，在合理配置介入手术医护人员的情况下，工作时正确使用防护设施、穿戴防护用品，拟建项目放射工作人员所受到的年有效剂量均低于放射工作人员剂量管理目标（5mSv/a），拟建项目所致公众成员的年有效剂量亦低于剂量管理目标（0.1mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

（3）环境保护目标影响：通过核算可知 DSA 机房屏蔽体外 50m 范围内的环境保护目标处的周围剂量当量率远低于 2.5 $\mu$ Sv/h，DSA 机房外公众成员受到的年有效剂量低于 0.1mSv/a。因此，拟建项目所至周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目对周围各环境保护目标的环境影响可以接受。

（4）“三废”影响：拟建项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，DSA 机房设置送排风系统进行通风换气，DSA 机房内顶部拟设排风口 2 个，机房内废气经管道收集后穿机房西侧屏蔽墙后排放至室外绿化处，排放高度为 5m。拟建项目产生的医疗废水和生活污水依托医院已建污水处理站处理。医疗废物依托医院现有医疗废物贮存库暂存后交由有资质单位处理；生活垃圾交环卫部门处理；废弃铅防护用品由医院收集后妥善保存，做好记录，交由资质单位处理；DSA 报废后按照相关要求拆解去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

拟建项目各污染物均能得到有效处理，对环境影响小，环境可接受。

（5）事故风险：最大风险事故等级为一般辐射事故，医院落实撤离 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、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，拟建项目风险可防可控。

### 13.1.8 辐射与环境保护管理

医院成立了放射安全防护管理委员会，制定了相应辐射环境管理相关制度，后续还应针对本项目工作场所的特点，修订现有辐射安全管理制度。院内从事Ⅲ类射线装置的放射工作人员进行了辐射安全培训和自主考核，从事Ⅱ类射线装置的放射工作人员均已取得了核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单且在有效期内，放射工作人员均放射职业体检合格，后期将按照5年有效期按时进行复训和考核、2年有效期按时进行放射职业健康体检；项目落实本次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。加强日常应急响应的准备工作及应急演练，根据应急演练情况，进一步完善辐射事故应急预案，并在今后的工作中，加强管理，能满足辐射环境管理要求，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，重庆医科大学附属儿童医院拟开展的“重庆医科大学附属儿童医院两江院区 DSA 建设项目”符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”要求，项目选址可行，平面布局合理。在采取辐射安全防护措施、管理措施后，项目环境风险可防可控，能实现辐射防护安全目标及污染物的达标排放。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

## 附录

- 附图1 项目所在地理位置图
- 附图2 医院总平面布置图
- 附图3 项目机房50m评价范围保护目标分布图
- 附图4-1 门诊楼1F布局图
- 附图4-2 门诊楼2F布局图
- 附图4-3 门诊楼-1F布局图
- 附图5 项目平面布局图
- 附图6 机房剖面图
- 附图7 项目通风管道走向图
- 附图8 项目辐射防护措施布局图
- 附图9 现场照片

