

# 核技术利用建设项目

彭水县中医院靛水新城院区 DSA 用房

建设项目

## 环境影响报告表

(公示版)

建设单位：彭水苗族土家族自治县中医院

编制单位：重庆后科环保有限责任公司

二〇二三年三月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 彭水县中医院靛水新城院区 DSA 用房 建设项目

### 环境影响报告表

建设单位：彭水苗族土家族自治县中医院  
编制单位：重庆后科环保有限责任公司  
编制时间：2023 年 3 月



生态环境部监制

核技术利用建设项目  
彭水县中医院靛水新城院区  
DSA 用房建设项目  
环境影响报告表

(报审版)

建设单位名称：彭水苗族土家族自治县中医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：



通讯地址：重庆市彭水苗族土家族自治县汉葭街道高家台街 47 号

邮政编码： 400000

联系人：谢

电子邮箱：

联系电话：

# 关于彭水县中医院靛水新城院区 DSA 用房建设项目的公示 说明

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆后科环保有限责任公司编制的《彭水县中医院靛水新城院区 DSA 用房建设项目环境影响报告表》目前属于上报审批阶段。我单位承诺，环评报告文本中内容不涉及国家机密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，同意环评报告全本公开，并愿意承担相关法律责任。

彭水苗族土家族自治县中医院



## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	7qy077		
建设项目名称	彭水县中医院靛水新城院区DSA用房建设项目		
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)	彭水苗族土家族自治县中医院		
统一社会信用代码	12500243453041657B		
法定代表人 (签章)	苏勇		
主要负责人 (签字)	谢伟生		
直接负责的主管人员 (签字)	谢伟生		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	重庆盾科环保有限责任公司		
统一社会信用代码	91500103MA5U6UF380		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
顾浩腾	12355543507550160	BH001123	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
顾浩腾	建设项目基本情况、射线装置、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	BH001123	
周宇	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论及建议	BH048578	

# 建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位重庆后科环保有限责任公司（统一社会信用代码91500103MA5U6UF380）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的彭水县中医院靛水新城院区DSA用房建设项目环境影响报告表基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告表的编制主持人为顾浩腾（环境影响评价工程师职业资格证书管理号12355543507550160，信用编号BH001123），主要编制人员包括顾浩腾（信用编号BH001123）、周宇（信用编号BH048578）2人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章)



年 月 日

## 目录

表 1 建设项目基本情况.....	1
1.1 建设单位概况.....	1
1.2 项目由来.....	2
1.3 项目建设内容及规模.....	3
1.4 劳动定员和工作制度.....	6
1.5 工作负荷.....	6
1.6 外环境概况.....	7
1.7 项目选址可行性分析.....	7
1.8 与项目有关的环境保护问题.....	7
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	14
7.1 评价范围.....	14
7.2 保护目标.....	14
7.3 评价标准.....	16
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
8.1 项目地理位置和场所位置.....	21
8.2 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	24
9.1 施工期.....	24
9.2 运行期污染工序及污染物产生情况.....	24
9.3 路径规划.....	29
9.4 污染源项描述.....	29
表 10 辐射安全与防护.....	33
10.1 布局与分区.....	33

10.2 辐射安全与防护 .....	34
10.3 采取的辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析 .....	39
表 11 环境影响分析 .....	44
11.1 施工期环境影响 .....	44
11.2 营运期辐射环境影响分析 .....	44
11.3 其他影响 .....	55
11.4 实践正当性分析 .....	56
11.5 产业政策符合性 .....	57
11.6 事故风险分析及对策 .....	57
表 12 辐射安全管理 .....	61
12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置 .....	61
12.2 辐射安全管理规章制度、档案 .....	61
12.3 核安全文化建设 .....	63
12.4 辐射活动能力评价 .....	64
12.5 辐射环境监测 .....	64
12.6 辐射事故应急 .....	65
12.7 竣工验收 .....	66
表 13 结论及建议 .....	68
13.1 项目概况 .....	68
13.2 实践正当性 .....	68
13.3 产业政策符合性 .....	68
13.4 辐射环境现状 .....	68
13.5 选址可行性及布局合理性 .....	68
13.6 辐射防护安全措施 .....	69
13.7 环境影响分析 .....	70
13.8 辐射环境管理 .....	70
附录 .....	72
附图 .....	72
支撑性文件 .....	72



**表 1 建设项目基本情况**

建设项目名称		彭水县中医院靛水新城院区 DSA 用房建设项目			
建设单位		彭水苗族土家族自治县中医院			
法人代表	苏*	联系人	谢**	联系电话	023-58***357
注册地址		彭水县靛水街道张家坝村			
项目建设地点		彭水县靛水街道张家坝村			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	600	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资）	3%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	114
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			
	<b>1.1 建设单位概况</b>				
<p>彭水苗族土家族自治县中医院（以下简称彭水中医院）是一所集中医医疗、教学、科研、预防保健于一体的国家二级甲等综合性中医院，是全县中医药预防、保健、医疗中心，是重庆市中医类别全科医生转岗培训临床实训基地。</p> <p>为完善彭水新城医疗基础设施，方便患者及群众就医，彭水县中医院启动了“彭水县中医院靛水新城迁建工程”，该项目总占地面积 21467 平方米，总建筑面积 73626.73 平方米（其中地下建筑面积 33628.53 平方米），建设 1 栋门诊楼（5F/-2F）及 1 栋住院楼（13F/-2F），计划设置病床 450 张，门诊量 1200 人次/天，医院劳动定员为 600 人，其中医师 180 人，护理 223 人，医技 197 人。重庆浩力环境影响评价有</p>					

## 续表 1 项目基本情况

限公司编制了《彭水县中医院靛水新城迁建工程环境影响报告书》，并于 2014 年 6 月取得环评批准书（渝（彭）环准[2015]31 号）（详见附件）。目前项目已经建设完成，已投入使用。

根据彭水县中医院新城分院的业务发展需要，彭水县中医院拟在新建彭水县中医院新城分院的门诊楼负二楼、门诊楼负一楼和住院楼三楼新建机房及配套设施，其中门诊楼负二楼配置 1 个直线加速器机房、1 个模拟定位机机房及多个辅助用房，门诊楼负一楼配置 1 个 CT 机房、2 个 DR 机房、1 台数字胃肠机、1 台 X 骨密度仪机房及辅助用房，住院楼三楼手术室设置 1 台 DSA、1 台移动 DR 设备用于病房的影像诊断。重庆宏伟环保工程有限公司编制完成《直线加速器和 X 射线装置项目环境影响评价报告表》，并于 2017 年 4 月取得环评批准书（渝（辐）环准（2017）009 号）（详见附件）。

### 1.2 项目由来

在新城分院建设过程中，考虑到设备辐射对医护人员及患者的影响，彭水县中医院将住院楼三楼手术室的 DSA 机房位置变更为门诊楼负一层影像中心建设，其余门诊楼负二楼、门诊楼负一楼射线装置建设地点、建设内容均未发生变化，移动 DR 设备仍置于住院楼三楼手术室，详见变更情况见表 1.2.1。

表 1.2.1 项目变更情况表

序号	项目	原环评情况	变动情况	建设现状
1	直线加速器治疗	位于门诊楼-2F 北面，包括 1 个直线加速器机房、1 个模拟定位机机房及多个辅助用房，建筑面积约 200m <sup>2</sup> 。	无变动	机房等相关设施在医院整体设计、施工阶段已进行变更并完成建设，设备未安装。
2	X 线影像诊断治疗	在门诊楼-1F 医学影像科设置 1 个 CT 机房、2 个 DR 机房、1 台数字胃肠机、1 台 X 骨密度仪机房及辅助用房，建筑面积约 250m <sup>2</sup>	无变动	已建成投入使用
		在住院楼 3F 手术室设置 1 台 DSA、1 台移动 DR 设备用于病房的影像诊断。	DSA 机房位置变更为门诊楼负一层影像中心	机房等相关设施在医院整体设计、施工阶段已进行变更并完成建设，DSA 设备已安装完成，但并未接线，其余部分配套设施并未完全安装
			无变动，移动 DR 设备仍置于住院楼三	已建成，拟投入使用

**续表 1 项目基本情况**

			楼手术室	
--	--	--	------	--

项目 DSA 机房建设地点发生变化，参照《上海建设项目（核与辐射类）重大变动清单》（2020 年版），本项目属于重大变更，故需重新报批建设项目环境影响报告表。具体见表 1.2.2。

**表 1.2.2 项目重大变动判定依据**

序号	内容		本项目情况	是否为重大变动
1	实质性变化	环评对应申请《辐射安全许可证》的活动种类和范围发生变化（扩大或者升级）	未变化	否
2	放射性同位素种类发生变化后使环境影响因子发生明显变化。		未变化	否
3	同类别射线装置数量、最大管电压、最大管电流、加速器最大能量、最大束流等增加 30%及以上		未变化	否
4	使用场所位置变更（不含自屏蔽射线装置在原工作场所内位置变化）		DSA 机房位置变更为门诊楼负一层影像中心	是
5	辐射安全防护设施变化或者工艺流程变化导致不利环境影响增加的		未变化	否

综上，本次变动为重大变动，属于重大变动的应当重新报批环境影响评价文件。因只有 DSA 机房建设内容发生变化，故本次环评只针对 DAS 机房建设内容。

受建设单位彭水苗族土家族自治县中医院委托，重庆后科环保有限责任公司承担本项目环境影响评价工作。我公司在接受委托后，组织公司技术人员多次前往现场进行实地踏勘、调查、收集资料，并征求了有关部门的意见和建议，按照环评的有关技术规范及导则的要求，编制完成了《彭水县中医院靛水新城院区 DSA 用房建设项目环境影响报告表》。

### **1.3 项目建设内容及规模**

#### **1.3.1 项目组成**

项目名称：彭水县中医院靛水新城院区 DSA 用房建设项目

建设地点：彭水县中医院新城院区门诊楼负一层

建设性质：新建

建设单位：彭水苗族土家族自治县中医院

项目投资：总投资约 600 万元，环保投资约 20 万元。

**续表 1 项目基本情况**

建设工期：2 个月

工作负荷：年开展介入手术约 500 台，包括心脏介入手术、神经介入手术和综合介入手术。

建设内容：在重庆市彭水县中医院新城院区门诊楼负一层建设 DSA 机房，配置 1 台数字减影血管造影 X 射线装置，（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。项目建设内容详见表 1.3.1。

**表 1.3.1 项目组成一览表**

分类	项目组成	主要内容及规模	备注
主体工程	DSA 机房	位于门诊楼负一层，负一楼层高 5.1m，装修后的内空高度 2.9m，机房外尺寸：长×宽×高=7.12m×5.7m×5.1m，装修后内空尺寸：长×宽×高=6.2m×4.86m×2.9m，机房最小有效使用面积 30.1m <sup>2</sup> 。	依托主体结构改造用房
	设备	1 台 DSA(II 类射线装置, ArtisOne), 最大管电压 125kV, 最大管电流 1000mA。	新购
辅助工程	辅助用房	控制室、设备间、更衣换鞋间、办公室等。	依托主体结构改造用房
公用工程	给水	由城市供水管网提供，依托新建院区供水管网。	依托
	排水	实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；废水经医院污水处理站（处理能力为 300m <sup>3</sup> /d）后排入市政污水管网，最终进入乌江。	依托
	供配电	由市政电网供电，依托医院供配电系统。	依托
	通风	项目区域全部采用全空气型净化空调系统，新风系统，采用机械排风，项目控制室和 DSA 机房各设置 1 个进风口，新风从南侧医生走廊墙壁区域引入，穿墙高度离地约 3.5m。控制室和 DSA 机房各设置 1 个排放口，由南侧医生走廊墙壁区域排出，穿墙高度离地约 3.5m，引至所在楼层西侧排风井，最终在所在楼楼顶排放至室外。	新建
环保工程	废水	依托医院污水处理站处理后接入市政污水管网。	依托
	固废	医疗废物：每日结束后在机房内分类打包暂存，并每日及时运至位于住院楼的医疗废物暂存间暂存，交有资质单位处置；医院医疗废物暂存间位于住院楼，建筑面积约 40m <sup>2</sup> 。 本项目不新增生活垃圾； 废铅防护用品：由医院收集后妥善保存，并做好相应记录，交有资质的单位处置。 DSA 报废后高压球管去功能化后交由物资回收单位处置，报废的阴极射线管作为危险废物，交有资质的单位处置。	依托
	废气	DSA 机房设置 1 个排风口，位于机房南侧靠医生走廊墙壁吊顶上方，穿墙高度离地约 3.5m，DSA 废气经 DSA 机房排风管穿越机房南侧墙壁后引至所在楼层西侧排风井，最终在门诊楼楼顶排放。	新建，已建成
	辐射防护	采用页岩砖、混凝土、铅玻璃、铅防护门等屏蔽材料进行屏蔽。设置对讲装置、门灯连锁、电离辐射警示标志、工	已按专业单位的屏蔽防

续表 1 项目基本情况

	作状态指示灯、急停开关。	护方案施工
<p><b>1.3.2 屏蔽防护设计</b></p> <p>建设单位委托相关资质单位对 DSA 机房屏蔽防护进行了设计和施工，DSA 机房设置于影像中心，墙体厚度等基础条件较好，DSA 机房屏蔽防护平面示意图见图 1.3.1，具体屏蔽防护方案见图 1.3.1，具体屏蔽防护方案见图</p>		

续表 1 项目基本情况

图 1.3.1 DSA 机房屏蔽防护平面示意图

表 1.3.2。

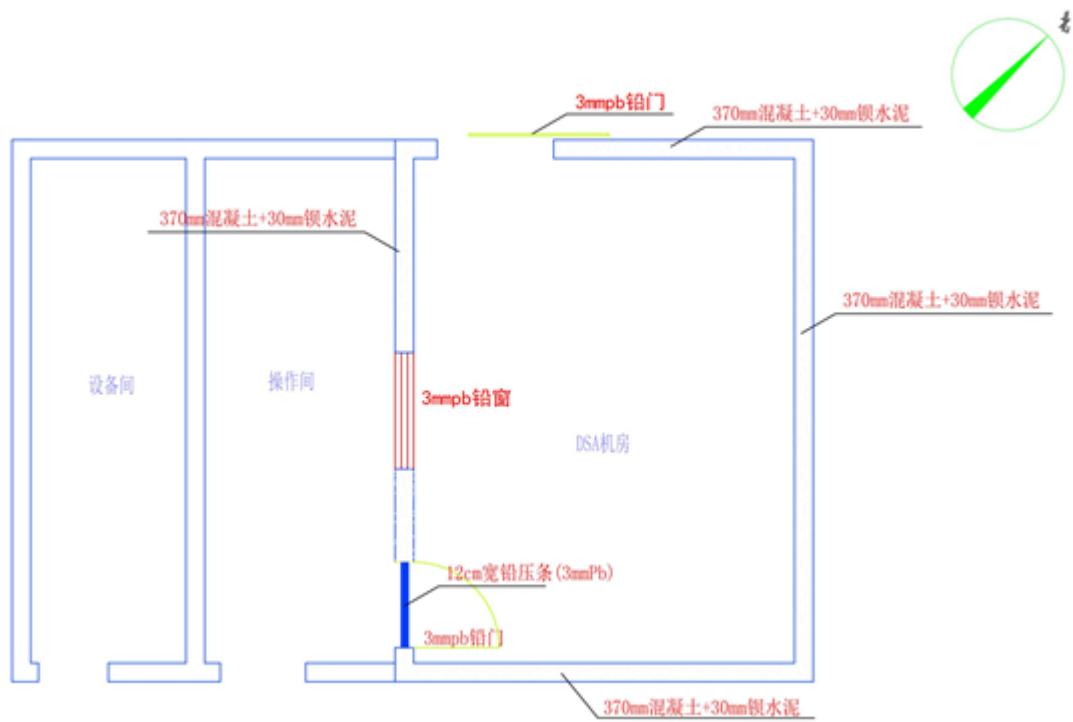


图 1.3.1 DSA 机房屏蔽防护平面示意图

续表 1 项目基本情况

面积	方位	DSA 机房屏蔽防护情况	备注
内空尺寸 6.2m×4.86m×2.9m (高为吊顶后), 有效使用面积 30.1m <sup>2</sup>	四周墙体	370mm 实心页岩砖砌体+30mm 硫酸钡水泥	新建
	DSA 机房各铅门	均为 3.0mmPb 的铅防护门	
	西南侧观察窗	3.0mmPb 的铅玻璃	
	顶棚	120mm 混凝土+0.98mmPb <sup>3</sup> 的硫酸钡板	
	地板	520mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	

备注: 1、混凝土密度 2.35g/cm<sup>3</sup>, 铅密度 11.3g/cm<sup>3</sup>, 硫酸钡水泥密度 3.2g/cm<sup>3</sup>。实心页岩砖密度 1.65g/cm<sup>3</sup>。

2、内空尺寸扣除装饰面及防护材料厚度。DSA 手术室内有柱子, 计算内空尺寸时已考虑。

3、项目机房采用 16mm 硫酸钡板, 根据设计单位提供监测报告(详见附件), 14mm 硫酸钡板铅当量为 0.98mmPb, 本次保守按为 0.98mmPb 计。

### 1.3.3 相关设备配置

主要设备情况见表 1.3.3。

表 1.3.3 项目主要设备和设施一览表

序号	名称	数量	用途	位置	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA, 125kV, 1000mA)	1 台	介入手术	医院门诊楼负一层 DSA 机房	II 类射线装置, 单管头, 西门子 ArtisOne
2	电源柜	1 套	DSA 配电	设备间	DSA
3	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置	设备间	配套设备
4	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输	设备间	
5	控制系统	1 套	DSA 设备操作	控制室	
6	中心供氧装置	1 套	病人供氧	DSA 机房内	手术配套设备
7	除颤仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
8	高压注射器	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
9	吸痰器	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
10	电生理仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
11	中心负压吸引	1 套	手术配套用	DSA 机房内	
12	空气消毒机	1 台	空气消毒	DSA 机房内	
13	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜套	5 套	工作人员防护	工作人员穿戴	不小于 0.5mmPb
14	介入防护手套	若干			不小于 0.025mmPb
15	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏	1 套	工作人员防护	DSA 机房	设备配置, 不小于 0.5mmPb
16	移动铅防护屏风	1 套	工作人员防护	DSA 机房	不小于 2mmPb
17	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套	2 套	患者防护	患者穿戴, 成人和儿童各一套	不小于 0.5mmPb
18	个人剂量计	17 个	工作人员个人剂量监测	工作人员佩戴	医护人员在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂

续表 1 项目基本情况

					量计。技师配置 1 枚
--	--	--	--	--	-------------

### 1.4 劳动定员和工作制度

本项目拟配置 9 名辐射工作人员，其中包括 5 名手术医生、1 名放射影像技师和 3 名护士，本项目辐射工作人员均在中医院靛水新院项目人员定额内，培训合格后上岗，医院不新增劳动定员。

工作制度：放射工作人员年工作 250 天，实行 8 小时单班工作制度。

### 1.5 工作负荷

根据医院提供资料，本项目预计年开展介入手术共 500 台，包括神经介入手术(200 台/年)，另外综合介入手术（150 台/年）和心脏介入手术（150 台/年）。

### 1.6 外环境概况

项目位于彭水县中医院靛水新城分院门诊楼负一楼南侧，门诊楼（-2/5F）位于医院东北侧，门诊楼西南侧为住院楼，北侧为院内道路和河道整治工程临时施工营地，东侧为蟠龙路，南侧为靛水大道。项目所在门诊楼外环境关系见表 1.6.1。

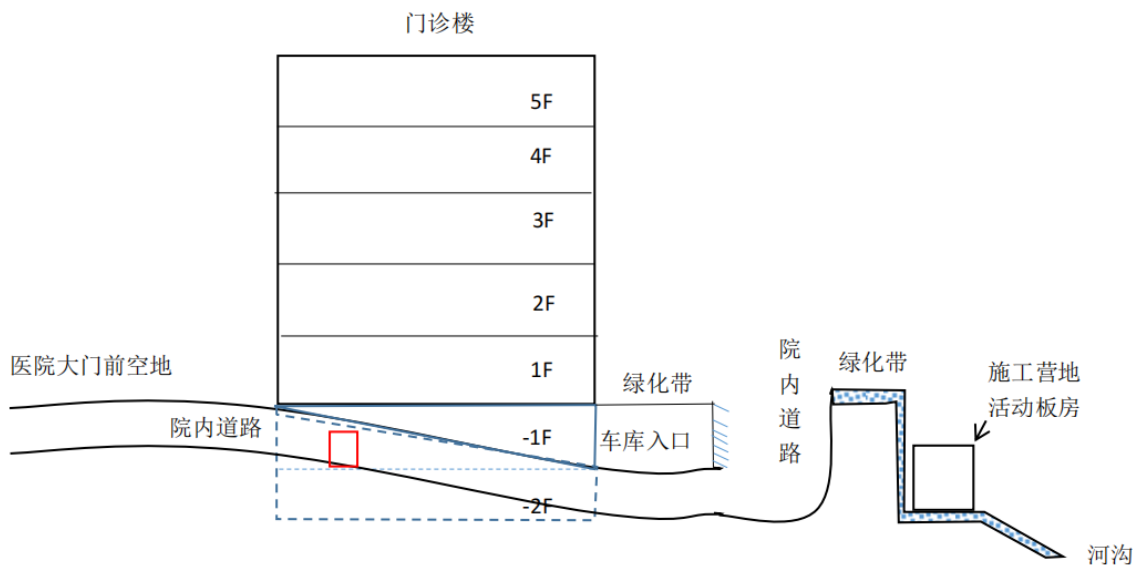


图 1.6.1 项目所在楼层与外环境高差示意图

表 1.6.1 项目所在门诊楼外环境关系表

序号	名称	方位	距门诊楼最近距离 (m)	环境特征
1	住院楼	西南	83	医院用房，-2/13F，约 1000 人
2	院内道路	北	10	院内道路
3	临时施工营地		55	临时住宅，2F，约 80 人
4	院内道路	东	10	院内道路



**续表 1 项目基本情况**

序号	名称	方位	距门诊楼最近距离 (m)	环境特征
5	靛水大道	南	30	城市主干道

**1.7项目选址可行性分析**

本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中产生电离辐射影响。新院区 DSA 机房位于门诊楼负一层影像中心，楼下为停车库，楼上为收费挂号处和医院大厅，项目相邻用房主要为医院放射科区域，周围墙体防护效果较好，有利于减少 X 射线对公众成员的影响，且与医院其他的医用射线装置统一规划，不影响医院其他诊疗活动和医院的整体布局。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。

**1.8 与项目有关的环境保护问题**

**1.8.1 原有环保手续情况及原有环境保护问题**

2015 年 6 月，重庆市彭水县中医院新城分院已完成了《彭水县中医院靛水新城迁建工程环境影响评价报告书》，并于 2015 年 6 月 30 日取得了重庆市彭水县环境保护局的审批意见：渝（彭）环准[2015]31 号。新城分院设置影像中心，拟配备了直线加速器、普通射线装置等，于 2017 年 4 月 10 日取得了重庆市环保局的审批意见：渝（辐）环准[2017]009 号。

目前新院区主体建筑结构已建成，基本功能已经配备，已投入运行。项目主体工程建设期间未发生重大污染和环保投诉事件，无环保遗留问题。

**1.8.2 与项目有关辐射环境问题**

彭水县中医院老院区已办理《辐射安全许可证》，渝环（辐）证 52039 号，有效期至 2027 年 01 月 08 日，许可的种类和范围为使用 III 类射线装置。彭水县中医院在许可范围内从事核技术利用工作，并按照医院的辐射安全管理要求进行管理，具体情况表 1.8.1。

**表 1.8.1 医院现有使用射线装置情况一览表**

序号	装置名称	规格型号	数量	等级/类别	使用场所	备注
1	CT 机	Somatom	1 套	III 类	老院区门诊楼放射科	正常在用
2	数字化医用 X 射线成像系统 (DR)	新天龙	1 套	III 类	老院区门诊放射科	
3	移动式 X 射线机	PLx100	1 套	III 类	老院区可移动	

## 续表 1 项目基本情况

医院上述手续齐全的设备运行至今使用情况良好，无辐射安全事故发生。经调查，医院现有放射工作人员均建立了个人剂量档案和健康档案，个人剂量 2022 年未见异常，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。放射工作人员均进行了辐射工作安全防护培训并考核合格。医院运营至今，生态环境部门未收到对彭水县中医院的辐射类环保投诉和纠纷。以上设备均在老院区使用，新院区运行后以上设备维持现状，继续在老院区使用。

### 1.8.3 本项目与医院的依托关系

本项目主要依托门诊楼建筑主体、公用工程、污水处理站、医疗废物及生活垃圾收运系统和辐射环境管理机构及人员。依托可行性分析详见表 1.8.2。

表 1.8.2 项目依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析	结论
主体工程	建筑主体依托	项目用房原属于影像中心，不属于医院重点功能用房，本项目使用该区域后不影响医院整体的布局与运营。	可行
辅助工程	辅助用房依托	项目用房已建成，不对建筑结构进行改造，仅改变其使用功能。	可行
公用工程	给水	医院供水管网已建成，项目用水依托可行。	可行
	排水	实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；废水经医院污水处理站（处理能力为 300m <sup>3</sup> /d）后排入市政污水管网，最终进入乌江。	可行
	供配电	医院供电系统已建成，现门诊楼负一楼用电正常。	可行
环保工程	医疗废物	医院在每层楼设置医疗垃圾暂存点，医院及时收集各单位产生的医疗垃圾，做到日产日清，然后集中收集在位于住院楼的医疗废物暂存间，建筑面积约 40m <sup>2</sup> ，医疗废物定期交有资质单位进行处理。医院医疗废物暂存间考虑了含本项目在内的整个医院的医疗废物，能够满足本项目的需求。	可行
	生活垃圾	医院设置了移动式生活垃圾箱，生活垃圾交环卫部门处理。本项目劳动定员已纳入医院总劳动定员人员，不新增生活垃圾	可行
	废水	新城医院污水处理站处理能力为 300m <sup>3</sup> /d。本项目辐射工作人员均在中医院靛水新院项目人员定额内，不新增劳动定员；本项目在污水处理站的接纳范围。项目 DSA 机房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。	可行
劳动定员	放射工作人员	本项目拟配置 9 名辐射工作人员，其中包括 5 名手术医生、1 名放射影像技师和 3 名护士，本项目辐射工作人员均在中医院靛水新院项目人员定额内，培训合格后上岗，医院不新增劳动定员。	可行
辐射安全	管理机构、规章	医院已经建立了辐射防护管理机构，设置了专人管理辐	可行

续表 1 项目基本情况

管理	制度	射环境，制定了相应的管理制度和应急预案，可直接依托现有的辐射环境管理机构，管理制度适当完善后可依托。	
----	----	--	--

由表 1.8.2 可知，本项目依托新城院区现有工程是可行的。

**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)	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	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA)	II 类	1 台	ArtisOne	125	1000	介入手术	彭水县中医院新城院区门诊楼负一层 DSA 机房	新购

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

**表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	活度	日排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
本项目不产生放射性废物。								
以下空白								

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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日施行修订版；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日施行修订版；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，中华人民共和国国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(7) 《医疗废物管理条例》，中华人民共和国国务院令第 380 号；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》，2021 年 12 月 30 日起施行；</p> <p>(13) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(14) 《重庆市环境保护条例》，2022 年 9 月 28 日修订实施；</p> <p>(15) 《重庆市辐射污染防治办法》渝府令〔2020〕338 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(16) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环[2017]242 号。</p>
----------	--

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) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(7) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)；</p> <p>(8) 《急性外照射放射病的诊断标准》(GBZ104-2017)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 监测报告（渝辐(监)[2022]151 号），附件 2-1；</p> <p>(2) 监测报告（渝辐(监)[2023]31 号），附件 2-2；</p> <p>(3) NCRP147 号报告 《StructuralshieldingDesignforMedicalX-rayImagingFacilities》；</p> <p>(4) ICRP33 号报告 《ProtectionAgainstIonizingRadiationfromExternalSourcesUsedinMedicine》；</p> <p>(5) 医院环评批复，附件 5-1；</p> <p>(6) 原直线加速器和 X 射线装置项目环评批复，附件 5-2；</p> <p>(7) 《辐射防护导论》</p> <p>(8) 医院提供的其他资料</p> <p>(9) 评价内容委托函，附件 6</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**7.1评价范围**

按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，并结合项目射线装置为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定以项目 DSA 机房边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

**7.2保护目标**

项目 DSA 机房位于彭水县中医院靛水新城分院门诊楼负一楼，DSA 机房东北侧紧邻 CT 机房，之外依次为核磁共振、胃肠机区域；南侧依次为医生办公室、库房、值班室、办公室等；西南侧为控制室，之外依次为设备室、阅片室、DR 机房、负一楼车库等；西北侧为病人等候区，之外为门诊留观室区域等；西侧为分诊台；楼上为收费挂号处和医院大厅；楼下为停车库。

项目 DSA 机房 50m 评价范围内环境保护目标统计情况见表 7.2.1。



续表 7 保护目标与评价标准

表 7.2.1 DSA 机房评价范围内主要环境保护目标一览表							
序号	名称	方位	与机房距离 (m)	高差 (m)	敏感目标特性	影响人群类型	影响因素
1	CT 机房	东北	紧邻	0	院内工作人员及病人, 约 2 人	公众成员	电离辐射
2	核磁共振和胃肠机区域		约 8~30	0	院内工作人员及病人, 约 4 人	公众成员	
3	院内道路		约 40	0	公众成员, 约 200 人	公众成员	
4	医生走廊	东南	紧邻	0	放射工作人员, 约 20 人	放射工作人员	
5	楼梯间		约 2	0	放射工作人员, 约 20 人	放射工作人员	
6	负一层车库		约 8~30	0	公众成员, 约 200 人	公众成员	
7	医生走廊	南	紧邻	0	放射工作人员, 约 20 人	放射工作人员	
8	库房		约 3	0	DSA 工作人员, 约 9 人	DSA 工作人员	
9	值班室		约 5	0	DSA 工作人员, 约 9 人	DSA 工作人员	
10	办公室		约 8	0	DSA 工作人员, 约 9 人	DSA 工作人员	
11	更衣室		约 8	0	DSA 工作人员, 约 9 人	DSA 工作人员	
12	负一层车库		约 35	5.1	公众成员, 约 200 人	公众成员	
13	控制室	西南	紧邻	0	DSA 工作人员, 约 9 人	DSA 工作人员	
14	设备室		约 4	0	DSA 工作人员, 约 9 人	DSA 工作人员	
15	阅片室		约 6	0	院内工作人员及病人, 约 30 人	公众成员	
16	DR 机房、CT 机房		约 17~30	0	院内工作人员及病人, 约 2 人	公众成员	
17	负一层车库		约 30~50	0	公众成员, 约 200 人	公众成员	
18	分诊台	西	约 8	0	院内工作人员及病人, 约 50 人	公众成员	
19	病人等候区	西北	紧邻	0	公众成员, 约 200 人	公众成员	
20	门诊留观室区域		约 20~47	0	院内工作人员及病人, 约 100 人	公众成员	
21	监控中心、信息用房		约 30~50	0	院内工作人员, 约 4 人	公众成员	
22	输液大厅、急诊门诊、处置室、配药室等	北	约 14	0	院内工作人员及病人, 约 100 人	公众成员	
23	负一层车库		约 33	0	公众成员, 约 200 人	公众成员	

续表 7 保护目标与评价标准

序号	名称	方位	与机房距离 (m)	高差 (m)	敏感目标特性	影响人群类型	影响因素
24	负二层车库	楼下	/	-5.1	公众成员, 约 200 人	公众成员	
25	挂号收费	楼上	/	5.1	院内工作人员, 约 4 人	公众成员	
26	门诊大厅及以上区域		/	5.1	公众成员, 约 200 人	公众成员	
备注: +代表其地面高于本项目地面, -代表其地面低于本项目地面。							

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 《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

第 B1.1.1.1 款应对任何工作人员的\*\*职业照射水平进行控制, 使之不超过下述限值: 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。

##### 第 B1.2 款公众照射

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。

#### 7.3.2 《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

**续表 7 保护目标与评价标准**

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（即表 7.3.1）的规定。

**表 7.3.1 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求（摘录）**

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

b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。  
d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。  
e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

备注：项目 DSA 属于单管头 C 型臂，按单管头 X 射线设备执行。

### **6.2 X 射线设备机房屏蔽**

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3（即表 7.3.2）的规定。

项目 DSA 为 C 型臂 X 射线设备，执行其屏蔽防护铅当量。

**表 7.3.2 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求（摘录）**

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（即表 7.3.2）的要求。

### **6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平**

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/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 25 μSv/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。

### **6.4 X 射线设备工作场所防护**

## 续表 7 保护目标与评价标准

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。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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。

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。

### 6.5X 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（即表 7.3.3）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 7.3.3 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。

续表 7 保护目标与评价标准

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

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。

**7.3.3 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)**

工作场所空气中化学因素的职业接触限值为：

臭氧最高容许浓度（MAC）接触限值：0.3mg/m<sup>3</sup>；氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的时间加权平均容许浓度（PC-TWA）接触限值：5mg/m<sup>3</sup>。

**7.3.4 评价标准及相关参数值**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，放射工作人员年有效剂量不超过 20mSv，公众成员年有效剂量不超过 1mSv；条款 11.4.3.2 规定：剂量约束值通常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：环境影响评价委托书附件），医院取 GB18871-2002 中工作人员职业照射剂量限值的四分之一即 5mSv/a 作为放射工作人员的年有效剂量管理目标值，取其公众照射平均剂量估计值的十分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值，本项目医院的公众照射剂量管理取值为 10% 在上述取值范围内，满足 GB18871-2002 要求。

综上所述，结合本项目医用射线装置的实际情况，确定本项目的评价要求见表 7.3.4。

表 7.3.4 评价标准汇总表

年剂量限值要求			执行依据
执行对象	年有效剂量管理目标	年剂量限值	GB18871-2002 及医院管理要求
放射工作人员	5 mSv/a	20 mSv/a	
公众成员	0.1 mSv/a	1 mSv/a	
环境剂量控制			执行依据

续表 7 保护目标与评价标准

透视条件下, 距 DSA 机房外 30cm 处	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 距离介入室四周墙体、门、窗表面 30cm, 顶棚上方 (楼上) 距地面 100cm, 机房地面下方 (楼下) 距地面 170cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。		《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)
摄影条件下, 距 DSA 机房外 30cm 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。		
机房面积控制			执行依据
设备名称	机房内最小有效使用面积(m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度(m)	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)
DSA	20	3.5	
注: 本项目 DSA 为单管头, 按照单管头 X 射线设备 (含 C 形臂) 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项目地理位置和场所位置

本项目地理位置位于彭水县靛水街道张家坝村，地理位置图见附图 1。本项目场所位于彭水县中医院新城院区门诊楼负一层，项目周围环境现状情况见附图 2，项目平面布置图见附图 3。

### 8.2环境质量和辐射现状

为掌握项目所在位置的辐射环境背景水平，特委托重庆市辐射服务中心有限公司两次对项目区域的环境地表辐射剂量率背景值进行了监测。

(1) 监测时间：2022 年 9 月 8 日，2023 年 4 月 17 日。

(2) 监测因子：环境  $\gamma$  辐射剂量率

(3) 监测报告编号为：渝辐(监)[2022]151 号，渝辐(监)[2023]31 号

(4) 监测方法和依据：

监测方法和依据见表 8.2.1。

表 8.2.1 监测方法和依据

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

(5) 监测仪器

监测仪器情况见表 8.2.2。

表 8.2.2 监测仪器情况

日期	仪器名称及型号	仪器编号	计量校准证书编号	有效期至	校准因子
2022 年 9 月 8 日	环境监测用 X- $\gamma$ 辐射监测仪 FHZ672E	10814	2021091400564	2022.9.24	1.1
2023 年 4 月 17 日	环境监测用 X- $\gamma$ 辐射监测仪 FH40G-L10FHZ267E	030923 (主机) 10814 (探头)	202211000464	2023.11.02	1.09

(6) 监测点位：共设 8 个点，监测报告中监测布点示意图见下图。

续表 8 环境质量和辐射现状





## 续表 8 环境质量和辐射现状

制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。因此，监测结果有效。

### (8) 监测结果统计

监测结果统计见表 8.2.3。

表 8.2.3 本项目监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)
$\Delta 1$	楼上挂号收费处	80.7
$\Delta 2$	楼下车库	54.7
$\Delta 3$	西南侧控制室	93
$\Delta 4$	东北侧 CT 机房	84.3
$\Delta 5$	西北侧病人等候区	97
$\Delta 6$	东南侧医生走廊	108
$\Delta 7$	所在门诊楼外	87.8
$\Delta 8 (5)$	新院区 DSA 机房	107.1

注：监测时临近 CT 和 DR 均处于开机状态。

### (9) 现状监测评价

根据监测统计结果可知，本项目所在位置环境  $\gamma$  辐射剂量率的监测值在 54.7nGy/h~108nGy/h 之间（未扣除宇宙射线），根据《2021 年重庆市生态环境状况公报》，重庆市 2021 年环境  $\gamma$  空气吸收剂量率平均值为 94.0nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值），项目所在场址环境  $\gamma$  辐射剂量率在正常涨落范围内，区域辐射环境质量良好。

表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期

彭水县中医院漩水新城院区一期项目已经建设完成，且本项目目前已完成装修建设，并完成主要设备安装，还有部分配套设施尚未安装。

在项目施工期间，产生了少量装修噪声及扬尘，施工人员的生活废水及生活垃圾，还有约 1.5t 的建筑及装修垃圾，均已妥善处置，目前并未收到环保投诉。

### 9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

#### 9.2.1 工作原理及产污环节

##### (1) DSA 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。项目 DSA 照片见图 9.2.1。DSA 工作示意图见图 9.2.2。



图 9.2.1 本项目 DSA 照片

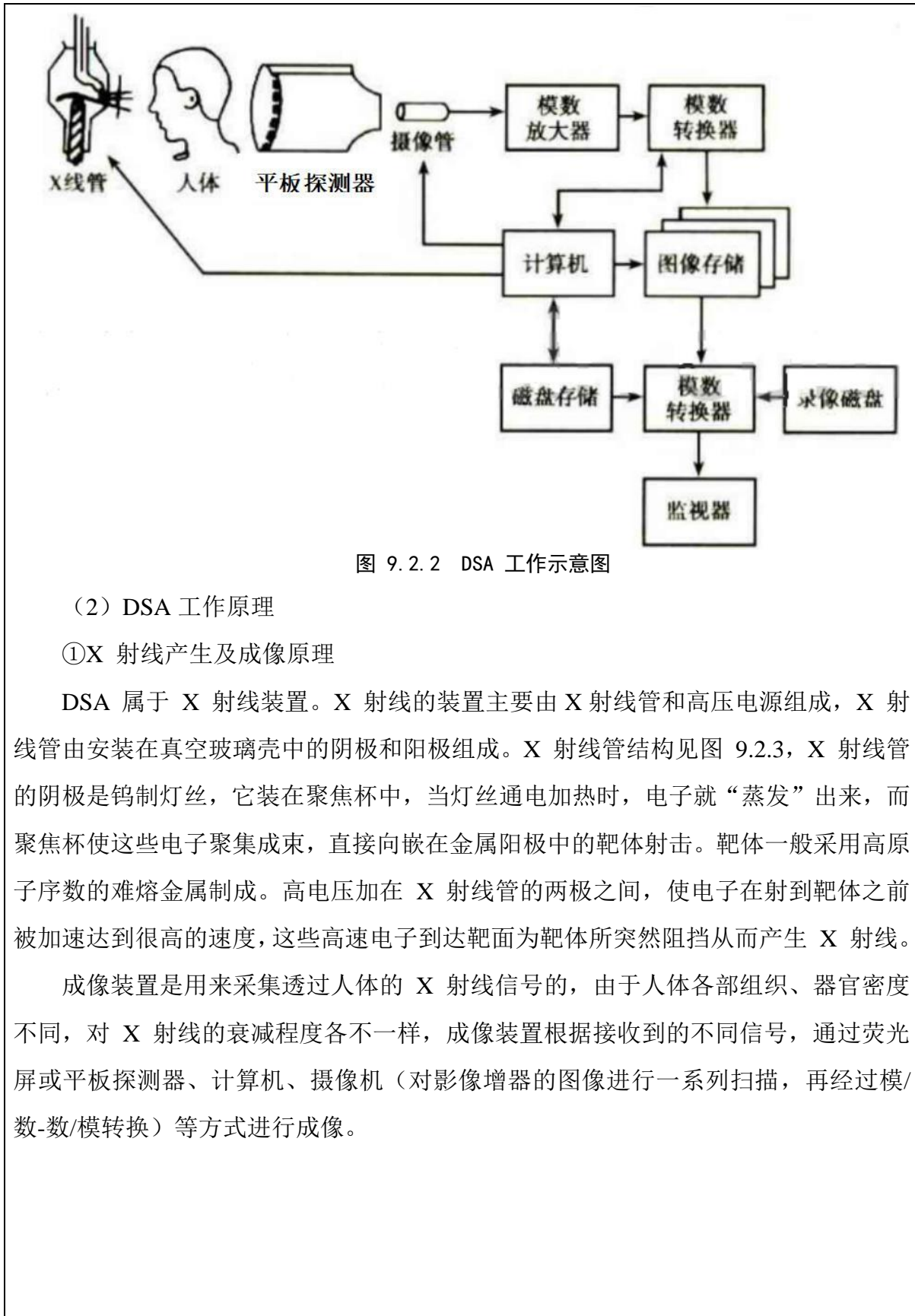


图 9.2.2 DSA 工作示意图

(2) DSA 工作原理

①X 射线产生及成像原理

DSA 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 9.2.3，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。

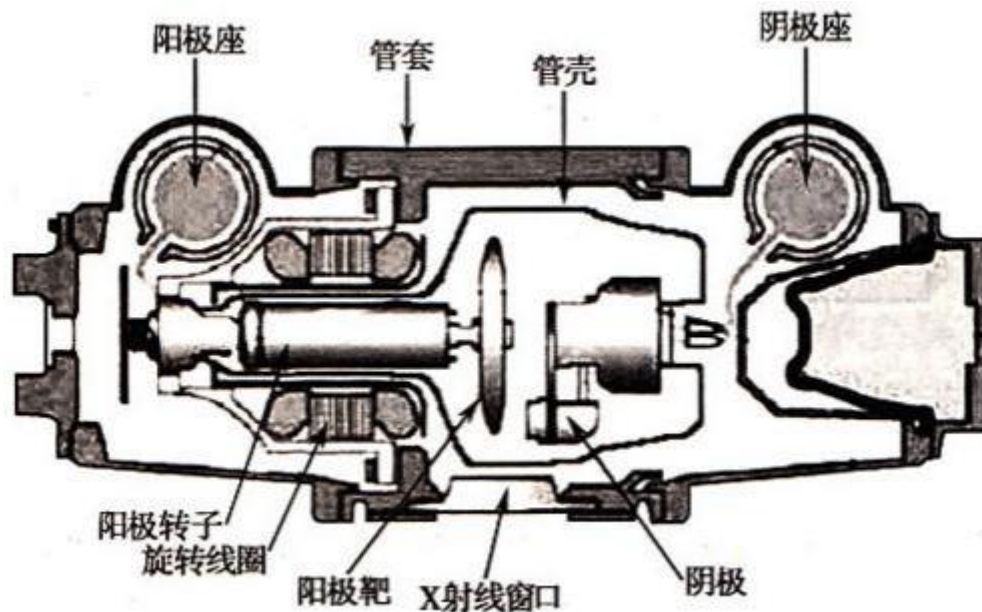


图 9.2.3 典型 X 射线管结构图

### 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，分别经影像增强器后，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，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的剪影图像，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。

### (3) 操作流程

医护人员用推车将患者送入介入手术室，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。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

续表 9 项目工程分析与源项

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

第二种情况，透视。病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时介入手术医生位于铅悬挂防护屏（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介入手术室内对病人进行直接的介入手术操作。DSA 检查与治疗流程及其产污环节见图 9.2.4 示。



图 9.2.4 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

(4) 工作负荷

根据医院提供的资料，医院开展介入手术的工作负荷见表 9.2.1。

表 9.2.1 DSA 介入手术有效开机时间表

透视
----

续表 9 项目工程分析与源项

手术类别	工作人员及数量	年开展工作量 (台)	每台手术透视曝光时间 (min)	年透视曝光时间 (h)	
心脏介入	手术医生 3 人 护士 1 人	150	约 20	约 50	
神经介入	手术医生 2 人 护士 1 人	200	约 21	约 70	
综合介入	手术医生 3 人 护士 1 人	150	约 21	约 52.5	
小计	/	/	/	约 172.5	
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)	单台手术最大采 集时间(min)	年采集时间 (h)
心脏介入	150	3~4	6~10	约 0.7	约 1.7
神经介入	200	6~10	4~10	约 1.7	约 5.6
综合介入	150	3~8	7~15	约 2	约 5
小计	/	/	/	/	约 12.3
总计	/	/	/	/	约 184.8

由表 9.2.1 可知，本项目 DSA 年透视时间约 172.5h，采集时间约 12.3h，DSA 总年有效开机时间约 184.8h。

### 9.2.2 污染因子

#### 1、放射性污染因子

##### (1) 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、非放射性污染物

废气：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。

固废：手术时产生的少量医疗废物分类收集，在 DSA 机房打包整理后经污物通道运至项目医疗废物暂存间暂存，再统一交有资质单位处理；废铅防护用品由医院收集、暂存后妥善处置，并做好相应记录。

续表 9 项目工程分析与源项

废水：手术时产生的少量医疗废水依托医院污水处理站处理。

9.3 路径规划

(1) 医务人员通道：医护人员经医务人员通道进入更衣换鞋间，操作人员进入控制室，医生及护士经防护门进入 DSA 机房。手术完成后，医护人员原路返回。

(2) 病人通道：病人经西北侧防护门进入 DSA 机房接受手术，手术完成后原路返回。

(3) 污物通道：手术期间产生医疗废物手术结束后在机房内打包暂存，在每天工作结束后再由机房大门运出，运至医院医疗废物暂存间。

项目人流物流走向示意图见图 9.3.1

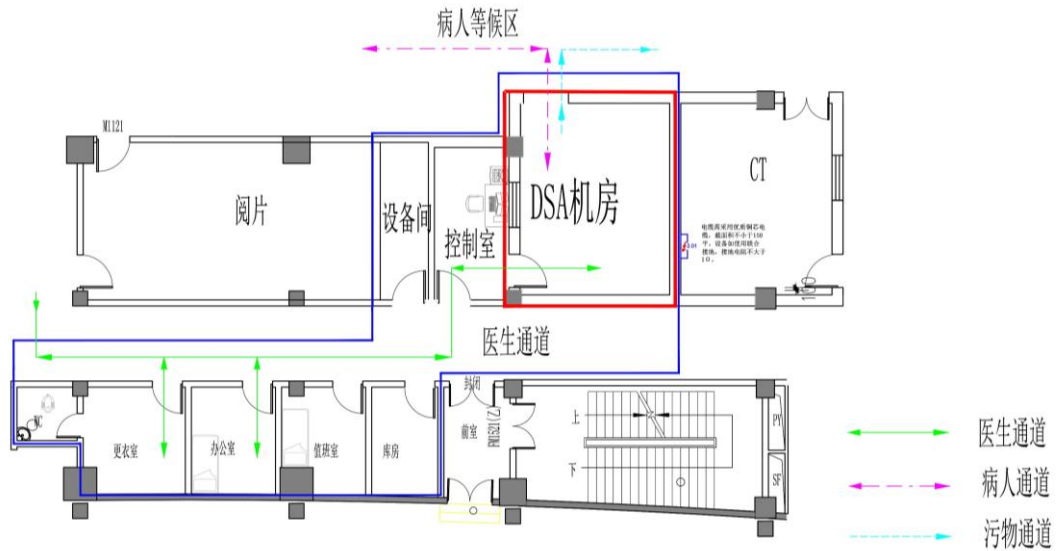


图 9.3.1 本项目人流物流通道示意图

9.4 污染源项描述

9.4.1 电离辐射

与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 DSA 设备 X 射线球管出束照射患者期间，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

续表 9 项目工程分析与源项

关。靶物质原子序数，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。由于本项目 X 射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），采集时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为防止 X 射线球管烧毁并延长其使用寿命，在实际使用时，管电压和管电流通常留有约 30% 的裕量。根据医院资料提供资料及重庆市多家医院 DSA 的设备工作条件发现：①在极端情况下，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。②常用透视工况为 60~90kV/5~20mA，采集工况为 60~90kV/300~500mA。

根据射线衰减原理和《辐射防护导论》（P342，附图 5），不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如图 9.4.1 所示。

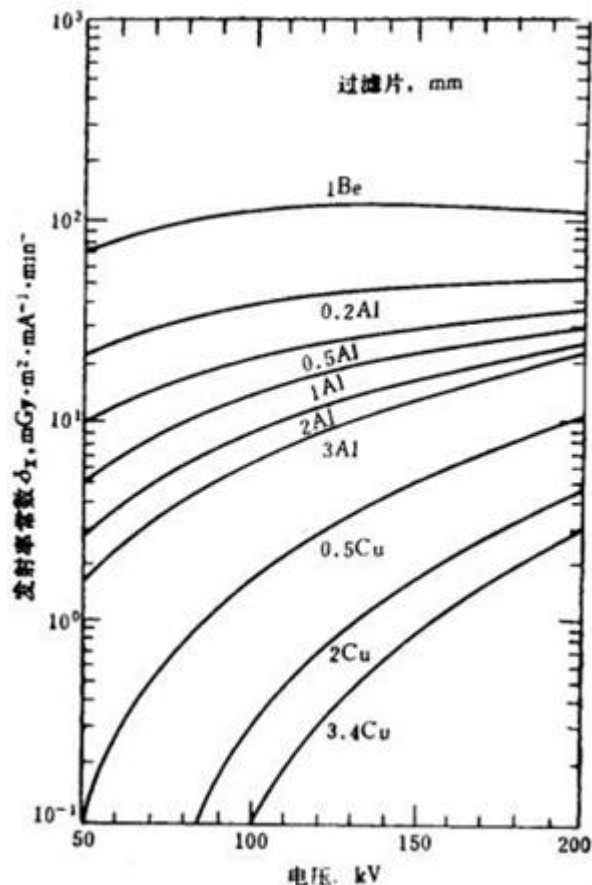


图 9.4.1 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率



## 续表 9 项目工程分析与源项

本项目 DSA 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 9.4.1。

表 9.4.1 最大管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 <sup>2</sup> /mA·min
2	常用最大电压 90kV	5.3mGy·m <sup>2</sup> /mA·min

### (2) 漏射线

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

### (3) 散射线

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

## 9.4.2 “三废”（非放射性）排放情况

### (1) 废气

X 射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物，影响室内空气质量。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体。

### (2) 固废

本项目 9 名辐射工作人员全部在中医院漩水新院项目人员定额内，不新增劳动定员，故不新增生活垃圾，生活垃圾统一收集后，交由市政环卫部门处理；介入手术产生的棉签、纱布、手套等医疗废物分类收集，在 DSA 机房打包整理后经污物通道运至医疗废物暂存间暂存，再统一交有资质单位处理；DSA 在运行时均采用实时成像系统，不洗片，无废片产生；项目拟配置多套铅橡胶衣、帽子等含铅防护用品，在破损等情况下，屏蔽能力减弱，不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品，含铅防护用品报废后按有关规定收集、妥善保管和暂存后，交有资质单位处置，并做好相应记录；DSA 使用年限 10 年以上，报废的 DSA 成为固体废物，报废后的 DSA 按照相关要求对射线装置内的高压射线管进行拆解、去功能化，拆解后废阴极射线管暂存于

**续表 9 项目工程分析与源项**

医疗废物暂存间暂存，再统一交有资质单位处理，拆解后的其他部件交设备制造单位或交由物资回收单位处置。

**(3) 废水**

本项目 9 名辐射工作人员全部在中医院淦水新院项目人员定额内，不新增劳动定员，故不新增生活污水。项目产生的少量医疗废水进入医院污水处理站统一处理，达标后排入市政管网。

**(4) 噪声**

本项目 DSA 手术室的噪声主要来自通排风系统、空调等设备，以及进出医院的机动车辆产生的交通噪声及就诊病人及家属产生的人群活动噪声，声级较小，噪声影响小。

**9.4.3 项目污染因子统计**

综上所述，本项目污染因子见表 9.4.2。

**表 9.4.2 污染因子一览表**

工作场所	影响因素	主要污染因子	产排量
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 <sup>2</sup> /mA·min，90kV 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不超过 1mGy/h
	废气	O <sub>3</sub> 、NO <sub>x</sub>	少量（机械排放）
	固废	医疗废物	少量（每日结束后在机房内分类打包暂存，及时运至医疗废物暂存间暂存，交有资质单位处置）
		生活垃圾	不新增
		废阴极射线管	少量（拆解后废阴极射线管暂存于医疗废物暂存间暂存，再统一交有资质单位处理，拆解后的其他部件交设备制造单位或交由物资回收单位处置）
		废铅防护用品	少量（由医院收集后妥善保存，并做好相应记录，交有资质的单位处置）
	废水	医疗废水	少量（排入医院污水处理站处理）

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1 布局与分区**

**10.1.1 项目布局合理性分析**

本项目新院区 DSA 机房位于门诊楼负一楼影像中心，DSA 机房东北侧为 CT 机房，东南侧为医生走廊，西南侧为控制室，西北侧为病人等候区大厅，医生和病人区域不交叉，通道完全分离。

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，平面布局合理。

**10.1.2 机房面积**

本项目 DSA 为单管头设备，DSA 机房内空尺寸和标准要求见表 10.1.1。

表 10.1.1 机房建设要求对比表

设备名称	机房设计		标准要求		是否满足要求
	有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	最小单边长 (m)	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	30.1	4.86	≥20	≥3.5	满足

由表 10.1.1 可知，本项目 DSA 机房的有效使用面积和最小单边长度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

**10.1.3 辐射工作场所分区**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义，划定控制区和监督区。

控制区：把要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施的区域定为控制区，以便在正常工作条件下控制正常照射或防止污染扩展，并防止潜在照射或限制其程度。

监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

项目控制区和监督区分区情况见表 10.1.2、图 10.1.1。

续表 10 辐射安全与防护

表 10.1.2 控制区、监督区划分表

分区类型	划分区域
控制区范围	DSA 机房
监督区范围	控制室、病人等候区、医生走廊、CT 机房，楼上收费挂号处、门诊大厅，楼下对应的车库等

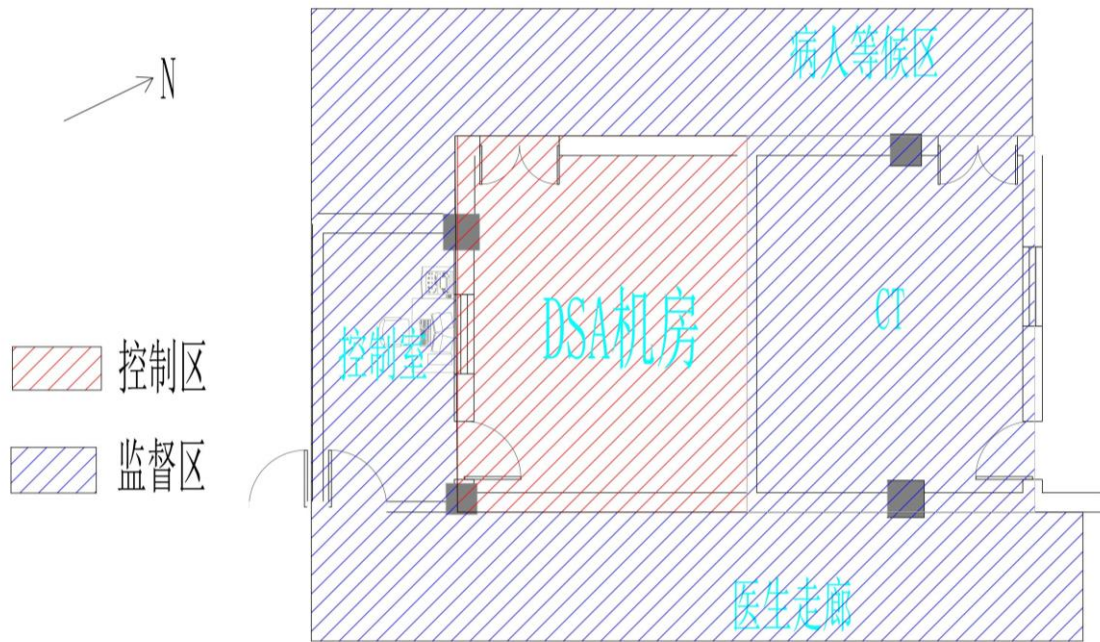


图 10.1.1 项目分区布置示意图

医院严格限制无关人员进出控制区，在正常诊疗的工作过程中，控制区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全，控制区边界铅防护门设置电离辐射警告标识、拟设置门灯连锁装置。监督区进行日常工作场所的监测。

## 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 DSA 装置自身采取了多种固有安全防护措施：

① 本项目 DSA 设备可调限束装置，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。

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，

续表 10 辐射安全与防护

以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。平板探测器前面的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 设备上及控制台上设置急停开关，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，如果按下任何一个急停开关，设备会立即停止运行。辐射安全联锁逻辑见图 10.2.1。

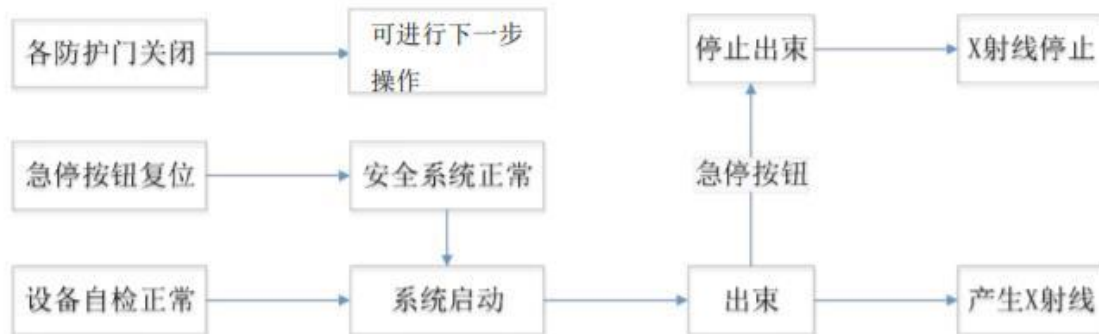


图 10.2.1 辐射安全联锁逻辑图

## (2) 机房采取的辐射安全与防护措施

①本项目机房的有效使用面积约 30.1m<sup>2</sup>、最小单边长度 4.86m。四周墙体为 370mm 实心页岩砖砌体(砖 1.65g/cm<sup>3</sup>)+30mm 硫酸钡水泥，顶棚为 120mm 混凝土+0.98mmPb 的硫酸钡板，地板为 520mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥，铅防护门和铅玻璃均为 3.0mmPb，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

②DSA 机房的 2 个门均为铅防护门，DSA 机房的铅门为推拉式门，设有自动闭

续表 10 辐射安全与防护

门装置；控制室—DSA 机房的铅门为平开门，设置有防夹装置；观察窗四周配备防护窗套，窗套屏蔽能力与铅玻璃屏蔽能力相当，由专业单位进行施工。

(3) 通风

项目区域全部采用全空气型净化空调系统，新风系统，采用机械排风，项目控制室和 DSA 机房各设置 1 个进风口，新风从南侧医生通道墙壁区域引入，穿墙高度离地约 3.5m。控制室和 DSA 机房各设置 1 个排放口，由南侧医生走廊墙壁区域排出，穿墙高度离地约 3.5m，废气经排风管穿越机房南侧墙壁后引至所在楼层西侧排风井，最终在门诊楼楼顶排放。新风量：500m<sup>3</sup>/h，排风量：500m<sup>3</sup>/h。

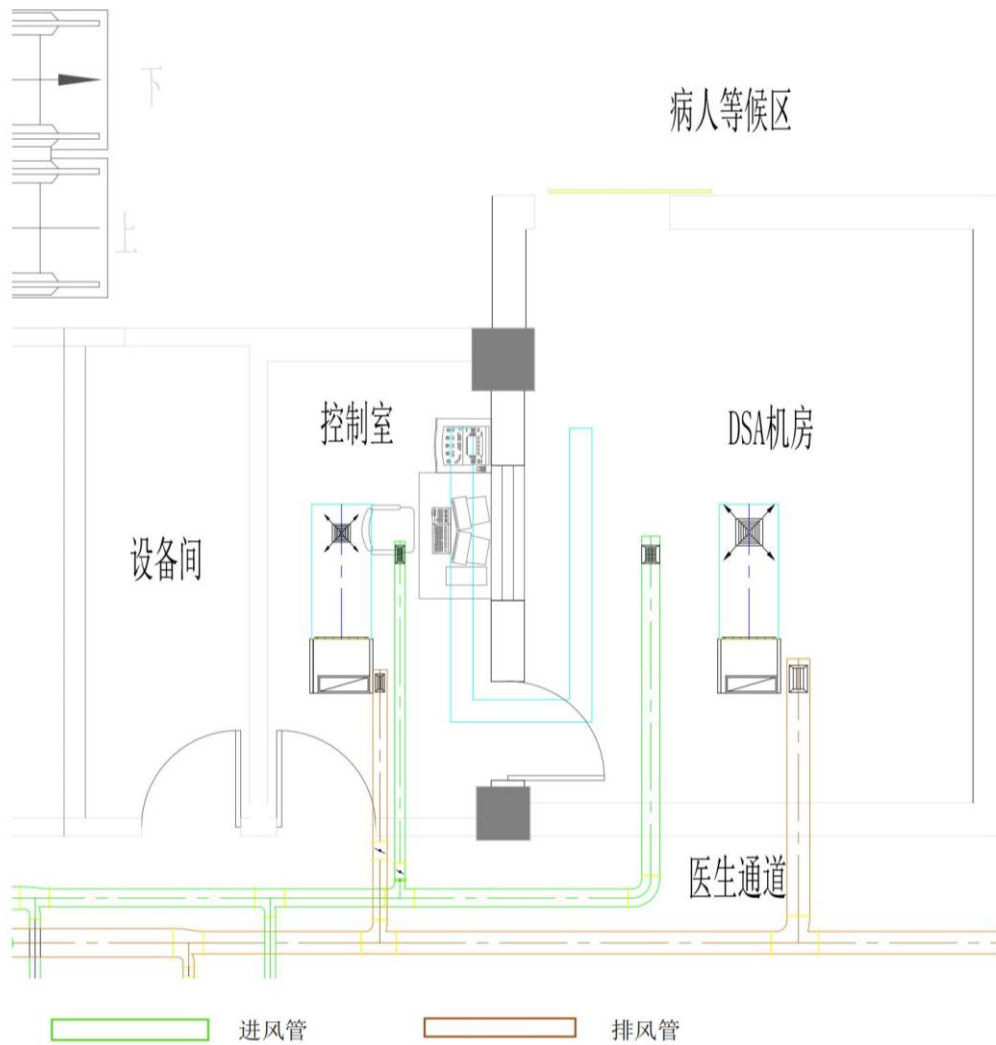


图 10.2.2 项目风管走向平面示意图

(4) 管线进出口防护

续表 10 辐射安全与防护

**电缆管线：**项目电缆管线铺设在地板预留的电缆沟（宽 20cm×深 10cm）内,然后通过控制室-DSA 机房平开门门洞进入控制室，不涉及穿越墙体。项目在通过门洞的上方加设 3mmPb 铅压条，不影响整体屏蔽防护效果。

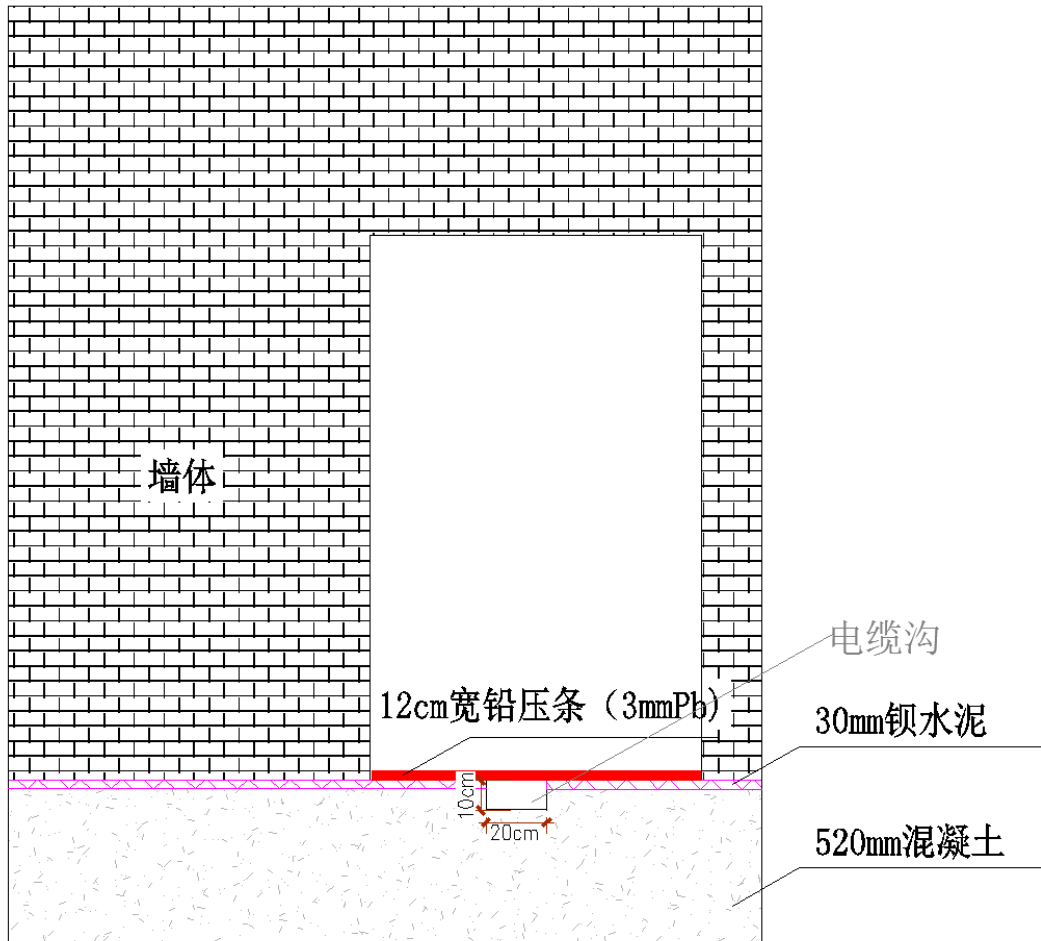


图 10.2.3 项目电缆沟防护示意图

**穿墙风管：**送风管道从南侧医生走廊墙壁区域进入 DSA 机房，排风管道从南侧医生走廊墙壁区域排出。

**通风管进出口防护：**DSA 机房高 5.1m，吊顶后内空高 2.9m，DSA 机房内风管由机房吊顶上方位置穿越机房屏蔽体，穿墙高度离地约 3.5m，经过吊顶上方两侧穿过与控制室墙体时外包 3mmPb 铅皮，包裹长度不小于两倍穿越口长边长度，用于通风管道穿越机房墙体处的屏蔽补偿，能保证机房的屏蔽能力。

续表 10 辐射安全与防护

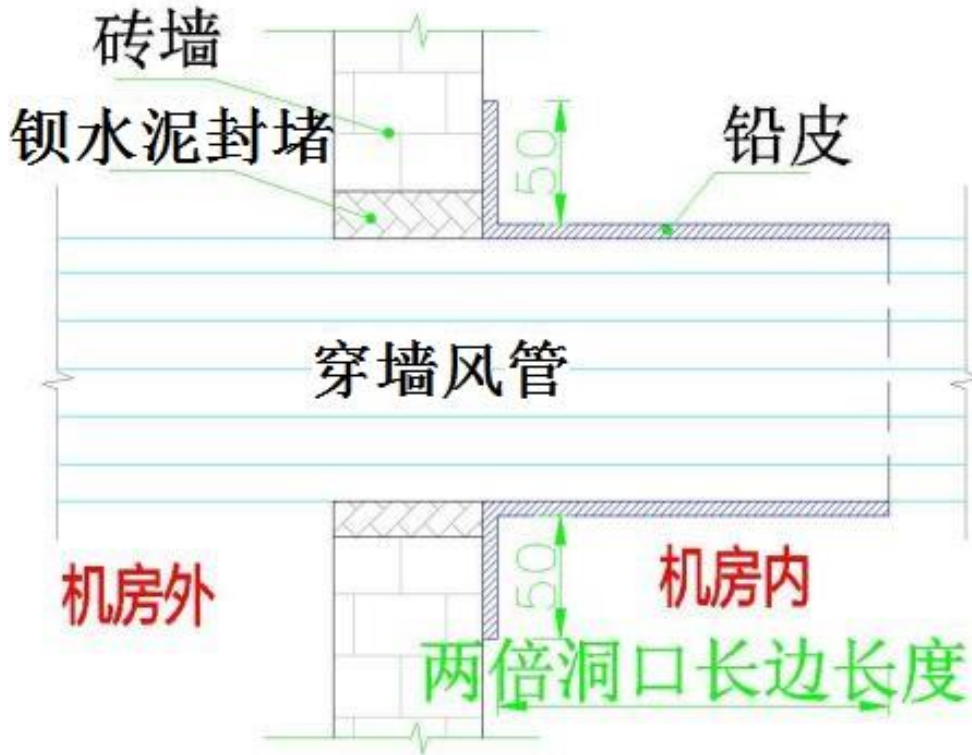


图 10.2.4 项目顶部风管穿墙防护示意图

(5) 连锁系统

DSA 机房的各出入口防护铅门均设置有门灯连锁系统，即在开机时，门上方有“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮，警示无关人员远离机房区域。

(6) 警示标识

DSA 机房各防护门外均设置电离辐射警告标志，并在机房病人出入口旁张贴放射防护注意事项。

(7) 辐射防护用品

根据医院提供的资料，医院拟配备个人防护用品，具体见表 10.2.1。

表 10.2.1 项目配置的个人防护用品和辅助防护设施情况

使用对象	个人防护用品			辅助防护措施		
	名称	铅当量	数量	名称	铅当量	数量
工作人员	铅橡胶围裙	$\geq 0.5\text{mmPb}$	5 套	铅悬挂防护/铅防护帘	$\geq 0.5\text{mmPb}$	1 套
	铅橡胶颈套					
	铅防护眼镜	$\geq 0.25\text{mmPb}$	5 套	床侧防护帘/床	$\geq 0.25\text{mmPb}$	1 套



续表 10 辐射安全与防护

				侧防护屏		
	介入防护手套	$\geq 0.025\text{mmPb}$	若干	移动铅防护屏 风	$\geq 2\text{mmPb}$	1 套
患者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅 橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	2 套	/	/	
备注：若配置儿童个人防护用品，铅当量不低于 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《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），医院配置的个人防护用品及辅助防护设施符合要求。

(8) 管理

①合理布置机房内急救及手术用辅助设备，机房内安装有对讲装置。

②医院应合理安排医疗废物运出时间，DSA 机房工作时，严禁医疗废物运出；待 DSA 机房停止工作时，方可进行医疗废物运送。

(9) 还应完善的辐射安全与防护措施

①根据 10.1.3 章节划定控制区和监督区，在各进出口完善分区地面标识。

②医院在进行介入手术时，制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间，减少放射工作人员和相关公众的受照射时间，避免病人受到额外剂量的照射。

**10.2.2 三废的治理**

本项目 X 射线装置（DSA）在工作过程中主要产生 X 射线，不产生放射性三废。

**10.3 采取的辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析**

本项目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 10.3.1 所示。

根据表 10.3.1 可知，本项目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。

续表 10 辐射安全与防护

表 10.3.1 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准号	标准要求		项目情况
GBZ130-2020	5.1 一般要求	5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。	设备自带。
		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。	
	5.2 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。	项目 DSA 设备的最小焦皮距为 38cm，满足要求。
		5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。	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，满足要求。
	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。	项目 DSA 配备 3mmAl 过滤板，满足要求。
		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。	DSA 设备配置了可调限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少散射辐射，满足要求。
	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。	项目 DSA 设备防护性能满足要求
		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。	设备自带，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。
		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。	本项目 DSA 设备的最小焦皮距为 38cm，满足要求。
5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。		设备自带，设备控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指	

续表 10 辐射安全与防护

标准号	标准要求	项目情况
		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。	项目合理设置门窗和管线位置，设备自带影像增强器能较好的阻挡主射线。
	6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	DSA 机房位于门诊楼负一层影像中心，楼下为停车库，楼上为收费挂号处和医院大厅，项目相邻用房主要为医院放射科区域，且机房四周墙体、楼上和楼下均已采用足够厚的屏蔽材料进行防护。
	6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；	DSA 有独立的机房，能满足使用设备的布局要求。
	6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。	本项目机房的有效使用面积均大于 30m <sup>2</sup> 、最小单边长度大于 4.8m，均满足标准要求。
	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。
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 在透视、采集工况下各机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h。 根据后文核算，本项目 DSA 在采集工况下各机房屏蔽体外的周围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。	机房设置有观察窗，能观察到受检者状态及防护门开闭情况。
	6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内除必要的配套设施外，将不堆放其他杂物。

续表 10 辐射安全与防护

标准号	标准要求		项目情况
		6.4.3 机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。	机房已设置进排风系统, 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。	铅防护门均设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯, 灯箱显示“射线有害、灯亮勿入”, 同时在东南墙上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。	DSA 机房的铅门为平开门, 设自动闭门装置; 控制室的铅门为推拉式, 设置有门灯联锁, 能确保曝光时关闭机房门。
		6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	控制室的铅门为推拉式门, 电动推拉门设置有防夹装置。
		6.4.7 受检者不应在机房内候诊; 非特殊情况, 检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	加强管理, 将其列入管理制度中, 按标准要求执行。
		6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	机房出入门均处于散射辐射相对低的位置。
6.5 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。	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 10.2.1
		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	加强个人防护用品管理, 按要求执行。

续表 10 辐射安全与防护

标准号	标准要求		项目情况
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		裂。	
		7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有可准确记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。	设备具有可准确记录受检者剂量的装置，医院将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时可追溯。
		7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。	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，制定了《DSA 操作规程》。
		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。	医院为 10 名介入手术的医务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，工作人员可位于影响增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。	加强工作人员管理，项目运行前对放射工作人员进行培训，并制定相应制度，按照标准规定执行
GBZ128-2019	5.3 剂量计的佩戴	5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。	医院拟为每名介入手术的医护人员在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计。DSA 技师配置 1 枚。
		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 施工期环境影响**

彭水县中医院漩水新城院区一期项目已经建设完成，且本项目目前已完成装修建设，并完成主要设备安装，还有部分配套设施尚未安装。

在项目施工期间，产生了少量装修噪声及扬尘，施工人员的生活废水及生活垃圾，还有约 1.5t 的建筑及装修垃圾，均已妥善处置，目前并未收到环保投诉。

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，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。

施工单位做好施工组织工作，文明施工，切实落实相应环保措施后，项目施工对环境产生的影响较小。

**11.2 营运期辐射环境影响分析**

**11.2.1 机房屏蔽能力核算**

根据《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：

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

式中：

**B**——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

$\beta$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\alpha$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

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

续表 11 环境影响分析

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；其余同上。

(2) 相关参数

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 最大管电压为 125kV，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中表 C.2 给出的相关拟合参数，对屏蔽体进行核算。预测参数见表 11.2.1。

表 11.2.1 DSA 机房 125kV 拟合参数

屏蔽材料	125kV (90°非有用线束)			屏蔽材料的密度 g/cm <sup>3</sup>
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
铅	2.233	7.888	0.7295	11.3
混凝土	0.0351	0.0660	0.7832	2.35

因未给出管电压为 125kV 的 90° 非有用线束条件下的页岩砖、硫酸钡水泥拟合参数，故本报告页岩砖、硫酸钡水泥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，实心页岩砖和硫酸钡水泥，与混凝土的相当厚度可用密度进行换算，具体公式如下：

$$d1/d2 = \rho2/\rho1 \quad (\text{公式 11-3})$$

式中：d1、d2——屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的厚度，  
 ρ1、ρ2——屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的密度。

(3) 核算结果

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备额定参数，DSA 机房屏蔽体的铅当量核算结

续表 11 环境影响分析

果见表 11.2.2。

表 11.2.2 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	折合铅当量	标准要求	评价结果
DSA 机房 (125kV)	四周墙体	370mm 实心页岩砖砌体 +30mm 硫酸钡水泥	4.09mmPb	2mmPb	满足
	顶棚	120mm 混凝土 +0.98mmPb 的硫酸钡板	2.61 mmPb	2mmPb	满足
	地板	520mm 混凝土+30mm 硫 酸钡水泥（本次以 420mm 混凝土计）	5.71mmPb	2mmPb	满足
	铅门、铅窗	3mmPb 当量	3mmPb	2mmPb	满足

备注：混凝土(砷)密度 2.35g/cm<sup>3</sup>、铅密度 11.3g/cm<sup>3</sup>、砖 1.65g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡水泥密度 3.2g/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，即本项目 DSA 机房屏蔽能力不得低于 2mmPb 当量。根据上表核算和对比分析，本项目机房墙体的屏蔽能力均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.2.2 DSA 机房屏蔽体外剂量率核算

(1) 核算公式

根据公式 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 H(μSv/h) 根据《辐射防护导论》（原子能出版社）第三章第三节（P116-P117）散射线的屏蔽计算公式(3.66)进行推导得出，按最不利情况考虑居留因子取 1，管电压修正系数取 1，推导得出项目关注点的散射辐射剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2}$$

(公式 11-4)

式中：H——关注点散射辐射剂量率，μSv/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<sub>0</sub>——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/ (mA·h)，以 mSv·m<sup>2</sup>/ (mA·min) 为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>，Sv/Gy 转换系数取值为 1。



续表 11 环境影响分析

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  $400\text{cm}^2$  ( $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ )；

a——散射因子，入射辐射被单位面积 ( $1\text{ m}^2$ ) 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  $7.5\times 10^{-6}$ ；90kV 射线装置 1m 处的每平方厘米的散射系数为  $6.83\times 10^{-6}$ 。

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

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

(2) 核算参数

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

② 本报告选用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中管电压 90kV 的各屏蔽体的拟合参数进行估算。

③ 设备安装位置为介入手术室中心，设备为 C 型臂，按散射体位于机房中心考虑。防护门、观察窗考虑同侧屏蔽体核算的最短距离。

综上，项目机房具体核算点位距中心处距离见表 11.2.3。

表 11.2.3 核算点位距离表

核算目标代表	方位	最近距离 (m)	核算过程
CT 机房	东北	3.15	$5.71\text{m}/2+0.3\text{m}=3.15\text{m}$
病人等候区	西北	3.86	$7.12\text{m}/2+0.3\text{m}=3.86\text{m}$
控制室	西南	3.15	$5.71\text{m}/2+0.3\text{m}=3.15\text{m}$
医生走廊	东南	3.86	$7.12\text{m}/2+0.3\text{m}=3.86\text{m}$
挂号收费处	楼上	5.22	$4.1\text{m}+0.12\text{m}+1\text{m}=5.22\text{m}$
车库	楼下	4.4	$1\text{m}+0.55\text{m}+5.1\text{m}-1.7\text{m}=4.95\text{m}$

续表 11 环境影响分析

备注：①层高为 5.1m，顶棚核算到楼上地面 1.0m 处，地板核算到楼下地面 1.7m 处，四周墙体计算参考点位于四周墙体、门窗外 0.3m 处。②设备离地高度按 1.0m 考虑，球管位于机房中心点。

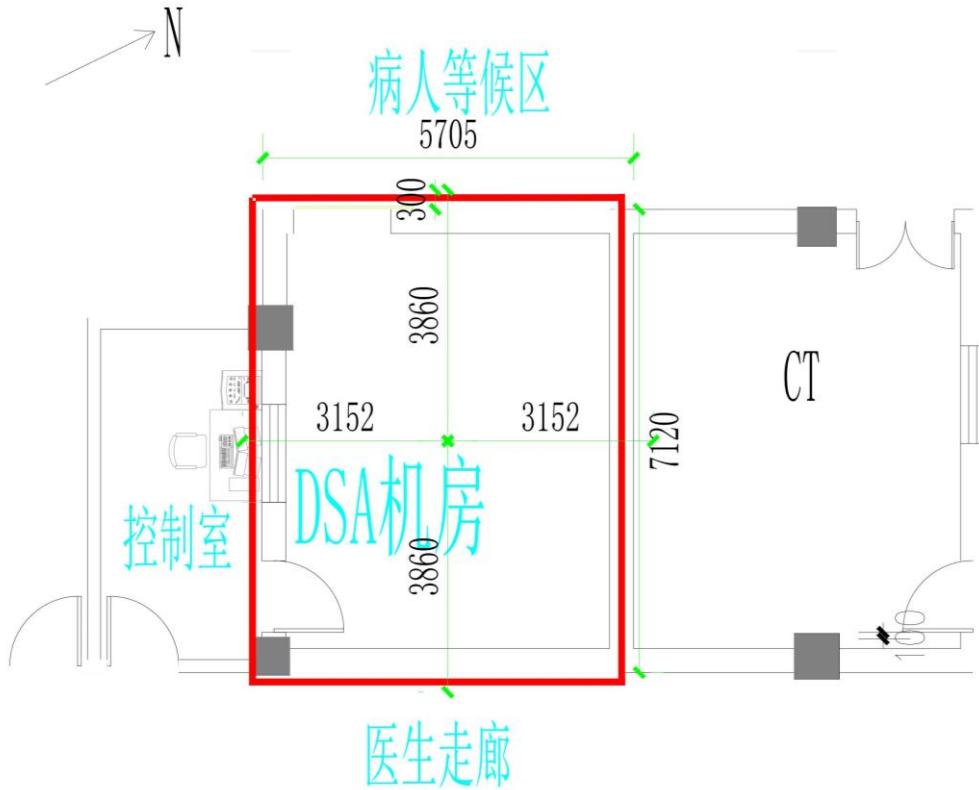


图 11.2.1 核算点位距离示意图

表 11.2.4 核算参数

设备名称	管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量 $H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	散射面积 $F$ ( $\text{cm}^2$ )	散射因子 $\alpha$	散射距离 $R_s$ (m)	关注点距离 $R_0$
DSA	90	20 (透视) 500 (采集)	$3.18 \times 10^5$	400	$6.83 \times 10^{-6}$	0.38	根据设备布置位置确定
管电压	材质	拟合参数					
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$			
90kV	铅	3.067	18.83	0.7726			

(3) 机房外周围剂量当量率核算结果

根据核算公式和表 11.2.4 相关参数，透视、采集工作模式下 DSA 机房外周围剂量当量率核算结果分别见表 11.2.5 所示。

表 11.2.5 DSA 手术室屏蔽核算结果

续表 11 环境影响分析

墙体名称	射线类型	距离 R (m)	设计厚度	屏蔽厚度 (折合铅当量) mm	周围剂量当量率 (μSv/h)		设计厚度是否满足要求	
					透视	采集		
东北、西南 (控制室、CT 室)	墙体	散射	3.15	370mm 实心红砖砌体+30mm 钡水泥	4.09	$3.38 \times 10^{-3}$	$8.45 \times 10^{-2}$	是
	铅门、窗	散射	3.15	3mmPb	3	$9.58 \times 10^{-2}$	2.39	是
东南、西北 (医生走廊、病人等候区)	墙体	散射	3.86	370mm 实心红砖砌体+30mm 钡水泥	4.09	$2.25 \times 10^{-3}$	$5.63 \times 10^{-2}$	是
	铅门	散射	3.86	3mmPb	3	$6.38 \times 10^{-2}$	1.59	是
1F 及以上医疗用房	顶棚	散射	5.22	120mm 混凝土 +1.6mmPb 硫酸钡板	3.23	$1.72 \times 10^{-2}$	$4.31 \times 10^{-1}$	是
楼下车库	地板	散射	4.40	420mm 混凝土	5.71	$9.52 \times 10^{-2}$	$2.38 \times 10^{-4}$	是

根据计算可知，在透视和采集条件下介入手术室屏蔽体外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。根据计算介入手术室楼顶周围剂量当量率小，不考虑天空散射。

### 11.2.3 剂量估算

#### (1) 剂量估算公式

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

$$H_{\text{Er}} = H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3} \quad (\text{公式 11-5})$$

其中： $H_{\text{Er}}$ ：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：居留因子；

t：X 或 γ 射线照射时间，小时。

#### (2) 剂量估算结果

根据医院提供的资料，医院使用 DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 500 人次/

续表 11 环境影响分析

年；年有效采集曝光时间约为 12.3h，透视曝光时间约 172.5h。DSA 总年有效曝光时间约 184.8h。

①放射工作人员剂量估算

A.控制室放射工作人员有效剂量估算

透视情况及采集情况下控制室放射工作人员有效剂量估算见表 11.2.6。

表 11.2.6 项目机房控制室放射工作人员有效剂量估算一览表

机房名称	控制室最大周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		年出束时间 (h)		年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )		总年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
	透视	采集	透视	采集	透视	采集	
DSA 机房	$9.58 \times 10^{-2}$	2.39	172.50	12.30	0.02	0.029	0.05

根据上表可知，从最不利情况考虑，本项目各 DSA 机房的控制室的工作由 1 名技师完成，则该名放射工作人员受到的年有效剂量满足本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值  $5\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

B.手术室医护人员

透视工作模式下：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  $400 \mu\text{Sv/h}$ 。手术医护人员均穿戴个人防护用品（考虑  $0.5\text{mmPb}$ ），以本报告公式 11-4 和相关参数计算防护用品的透射系数，不考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素，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：考虑医护人员全部位于机房内移动铅屏风后，医护人员均穿戴个人防护用品，结合其他防护设施总体考虑为  $0.5\text{mmPb}$ ，移动铅屏风  $2\text{mmPb}$ ，以公式 11-4 和相关参数计算其透射因子，并考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素（2m），核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。计算结果见表 11.2.7 所示。

表 11.2.7 手术室医护人员最大手术负荷时间表

运行电压	透射因子		手术人员铅衣内周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	手术类型	年出束时间(h)	年有效剂量估算 ( $\text{mSv/a}$ )	
90 kV	采集	$3.68 \times 10^{-5}$	27.6	神经介入	5.6	0.15	2.07
			27.6	心脏介入	1.7	0.05	

续表 11 环境影响分析

			27.6	综合介入	5	0.14	
	透视	2.52×10 <sup>-2</sup>	10.1	神经介入	70	0.70	
			10.1	心脏介入	50	0.50	
			10.1	综合介入	52.5	0.53	
运行电压	透射因子		手术人员铅衣外周围剂量当量率 (μSv/h)	手术类型	年出束时间(h)	年有效剂量估算 (mSv/a)	
90 kV	采集	1.72×10 <sup>-4</sup>	128.7	神经介入	5.6	0.72	70.58
			128.7	心脏介入	1.7	0.22	
			128.7	综合介入	5	0.64	
	透视	/	400.0	神经介入	70	28.00	
			400.0	心脏介入	50	20.00	
			400.0	综合介入	52.5	21.00	

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

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

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

其中：E-有效剂量中的外照射分量，单位为 mSv

$\alpha$ -系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

$H_u$ -铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为 mSv；

$\beta$ -系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.1；

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

则： $E = 0.79 \times 2.07 + 0.051 \times 70.58 = 5.24 \text{mSv}$

根据上述计算可知，假设本项目机房内手术由一组手术医护人员完成，则手术医护人员受到的年有效剂量约 5.24mSv/a，大于年有效剂量管理目标限值 5mSv/a，因此本项目至少需要配备 2 组手术医护人员，平均分配工作量，则单组手术医护人员受到的年有效剂量约 2.62mSv/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。医院拟配置 5 名手术医生，可以分为 2 个组，能满足 DSA 常用条件下开展介入手术的

续表 11 环境影响分析

基本需求。

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  $\mu$  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 2m，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对手术医生进行工作调配，以确保辐射安全。

另外，医院还应采取以下措施确保辐射安全工作：

A、要求从事介入手术人员在实际工作中，应正确佩戴个人剂量计，介入手术医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，确保放射工作人员受到的年有效剂量低于医院的年剂量管理目标值。若季度受照剂量超过 1.25mSv，应开展进一步调查，查明原因，提出解决方案。

②公众成员剂量估算

项目用房周围公众成员剂量估算结果见

号	敏感点名称	屏蔽体	最近水平距离	预测结果 ( $\mu$ 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	CT 机房	东北墙	紧邻	$3.38 \times 10^{-3}$	$8.45 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$1.623 \times 10^{-3}$
2	核磁共振和胃肠机区域		约 8m	$5.24 \times 10^{-4}$	$1.31 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/2	$1.258 \times 10^{-4}$
3	院内道路		约 40m	$2.10 \times 10^{-5}$	$5.24 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$2.517 \times 10^{-7}$
4	医生走廊	东南墙	紧邻	$2.25 \times 10^{-3}$	$5.63 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/5	$2.162 \times 10^{-4}$
5	楼梯间		约 2m	$8.39 \times 10^{-3}$	0.21	172.5	12.3	1/5	$8.053 \times 10^{-4}$
6	负一层车库		约 8~30	$5.24 \times 10^{-4}$	$1.31 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$6.292 \times 10^{-6}$
7	医生走廊	南 (以	紧邻	$9.58 \times 10^{-2}$	2.39	172.5	12.3	1/40	$1.150 \times 10^{-3}$

续表 11 环境影响分析

8	库房	西南门 计)	约 3.3	$8.73 \times 10^{-2}$	2.18	172.5	12.3	1/20	$2.095 \times 10^{-3}$
9	值班室		约 5	$3.80 \times 10^{-2}$	0.951	172.5	12.3	1/5	$3.650 \times 10^{-3}$
10	办公室		约 8	$1.49 \times 10^{-2}$	0.371	172.5	12.3	1	$7.129 \times 10^{-3}$
11	更衣室		约 11	$7.86 \times 10^{-3}$	0.196	172.5	12.3	1/5	$7.542 \times 10^{-4}$
12	负一层车库		约 35	$7.76 \times 10^{-4}$	$1.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$9.312 \times 10^{-6}$
13	控制室	西南 门、窗	紧邻	$9.58 \times 10^{-2}$	2.39	172.5	12.3	1	$4.598 \times 10^{-2}$
14	设备室		约 4	$5.94 \times 10^{-2}$	1.49	172.5	12.3	1/20	$1.426 \times 10^{-3}$
15	阅片室		约 6	$2.64 \times 10^{-2}$	0.66	172.5	12.3	1	$1.267 \times 10^{-2}$
16	DR 机房、 CT 机房		约 17	$3.29 \times 10^{-3}$	$8.22 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$1.579 \times 10^{-3}$
17	负一层车库		约 30~50	$7.76 \times 10^{-4}$	$1.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$9.312 \times 10^{-6}$
18	分诊台	西（以 西北防 护门 计）	约 8	$1.49 \times 10^{-2}$	0.371	172.5	12.3	1	$7.129 \times 10^{-3}$
19	病人等候 区	西北 （以西 北防护 门计）	紧邻	$6.38 \times 10^{-2}$	1.59	172.5	12.3	1	$3.062 \times 10^{-2}$
20	门诊留观 室区域		约 20	$2.38 \times 10^{-3}$	$5.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/20	$5.703 \times 10^{-5}$
21	监控中心、 信息用房		约 30	$1.06 \times 10^{-3}$	$2.64 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$5.070 \times 10^{-4}$
22	输液大厅、 急诊门厅、 处置室、配 药室等	北（以 东北墙 计）	约 14	$1.71 \times 10^{-4}$	$4.28 \times 10^{-3}$	172.5	12.3	1/20	$4.109 \times 10^{-6}$
23	负一层车 库		约 33	$3.08 \times 10^{-5}$	$7.70 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$3.697 \times 10^{-7}$
24	负二层车 库	地板	紧邻	$9.52 \times 10^{-6}$	$2.38 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$1.143 \times 10^{-7}$
25	挂号收费	顶棚	紧邻	$1.72 \times 10^{-2}$	0.431	172.5	12.3	1	$8.267 \times 10^{-3}$
26	门诊大厅 及以上区 域		紧邻	$1.72 \times 10^{-2}$	0.431	172.5	12.3	1/5	$1.653 \times 10^{-3}$

续表 11 环境影响分析

序号	敏感点名称	屏蔽体	最近水平距离	预测结果 (μSv/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	CT 机房	东北墙	紧邻	$3.38 \times 10^{-3}$	$8.45 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$1.623 \times 10^{-3}$
2	核磁共振和胃肠机区域		约 8m	$5.24 \times 10^{-4}$	$1.31 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/2	$1.258 \times 10^{-4}$
3	院内道路		约 40m	$2.10 \times 10^{-5}$	$5.24 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$2.517 \times 10^{-7}$
4	医生走廊	东南墙	紧邻	$2.25 \times 10^{-3}$	$5.63 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/5	$2.162 \times 10^{-4}$
5	楼梯间		约 2m	$8.39 \times 10^{-3}$	0.21	172.5	12.3	1/5	$8.053 \times 10^{-4}$
6	负一层车库		约 8~30	$5.24 \times 10^{-4}$	$1.31 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$6.292 \times 10^{-6}$
7	医生走廊	南 (以西南门计)	紧邻	$9.58 \times 10^{-2}$	2.39	172.5	12.3	1/40	$1.150 \times 10^{-3}$
8	库房		约 3.3	$8.73 \times 10^{-2}$	2.18	172.5	12.3	1/20	$2.095 \times 10^{-3}$
9	值班室		约 5	$3.80 \times 10^{-2}$	0.951	172.5	12.3	1/5	$3.650 \times 10^{-3}$
10	办公室		约 8	$1.49 \times 10^{-2}$	0.371	172.5	12.3	1	$7.129 \times 10^{-3}$
11	更衣室		约 11	$7.86 \times 10^{-3}$	0.196	172.5	12.3	1/5	$7.542 \times 10^{-4}$
12	负一层车库		约 35	$7.76 \times 10^{-4}$	$1.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$9.312 \times 10^{-6}$
13	控制室	西南门、窗	紧邻	$9.58 \times 10^{-2}$	2.39	172.5	12.3	1	$4.598 \times 10^{-2}$
14	设备室		约 4	$5.94 \times 10^{-2}$	1.49	172.5	12.3	1/20	$1.426 \times 10^{-3}$
15	阅片室		约 6	$2.64 \times 10^{-2}$	0.66	172.5	12.3	1	$1.267 \times 10^{-2}$
16	DR 机房、CT 机房		约 17	$3.29 \times 10^{-3}$	$8.22 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$1.579 \times 10^{-3}$
17	负一层车库		约 30~50	$7.76 \times 10^{-4}$	$1.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$9.312 \times 10^{-6}$
18	分诊台	西 (以西北防护门计)	约 8	$1.49 \times 10^{-2}$	0.371	172.5	12.3	1	$7.129 \times 10^{-3}$



续表 11 环境影响分析

19	病人等候区	西北（以西北防护门计）	紧邻	$6.38 \times 10^{-2}$	1.59	172.5	12.3	1	$3.062 \times 10^{-2}$
20	门诊留观室区域		约 20	$2.38 \times 10^{-3}$	$5.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/20	$5.703 \times 10^{-5}$
21	监控中心、信息用房		约 30	$1.06 \times 10^{-3}$	$2.64 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$5.070 \times 10^{-4}$
22	输液大厅、急诊门厅、处置室、配药室等	北（以东北墙计）	约 14	$1.71 \times 10^{-4}$	$4.28 \times 10^{-3}$	172.5	12.3	1/20	$4.109 \times 10^{-6}$
23	负一层车库		约 33	$3.08 \times 10^{-5}$	$7.70 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$3.697 \times 10^{-7}$
24	负二层车库	地板	紧邻	$9.52 \times 10^{-6}$	$2.38 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$1.143 \times 10^{-7}$
25	挂号收费	顶棚	紧邻	$1.72 \times 10^{-2}$	0.431	172.5	12.3	1	$8.267 \times 10^{-3}$
26	门诊大厅及以上区域		紧邻	$1.72 \times 10^{-2}$	0.431	172.5	12.3	1/5	$1.653 \times 10^{-3}$

备注：居留因子参照 NCRP147 号报告 P31 表 4.1 取值：办公室、药房等工作区域、等候室、儿童室内游戏区、护士站、控制室等取 1；检查、治疗室取 1/2；走廊、病房、员工休息室等取 1/5；走廊门 1/8；公厕、储藏室、室外休息区、设备机房、病人留观区等取 1/20；过路行人或车辆、无人看管的停车场、楼梯等取 1/40。

续表 11 环境影响分析

根据上表核算，DSA 机房周围公众成员受到的年附加有效剂量均低于医院年剂量管理目标值 0.1mSv/a 要求。

(3) 剂量估算结论

综上所述，根据医院提供的计划手术量，合理分配手术量、放射工作人员正确、有效使用防护用品的前提下，从事介入手术的医生所受到的年有效剂量低于放射工作人员剂量管理目标(5mSv/a)，公众成员受到年有效剂量也满足管理目标值 0.25mSv/a 的要求。

11.2.4 环境保护目标受影响情况分析

DSA 机房的屏蔽防护能力能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求，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本项目 DSA 运行时产生的电离辐射(X 射线)影响。根据 X 射线衰减规律，辐射影响与距离的平方进行衰减，即距离辐射源越远，受到的影响越小。根据

号	敏感点名称	屏蔽体	最近水平距离	预测结果 (μSv/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	CT 机房	东北墙	紧邻	$3.38 \times 10^{-3}$	$8.45 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$1.623 \times 10^{-3}$
2	核磁共振和胃肠机区域		约 8m	$5.24 \times 10^{-4}$	$1.31 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/2	$1.258 \times 10^{-4}$
3	院内道路		约 40m	$2.10 \times 10^{-5}$	$5.24 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$2.517 \times 10^{-7}$
4	医生走廊	东南墙	紧邻	$2.25 \times 10^{-3}$	$5.63 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/5	$2.162 \times 10^{-4}$
5	楼梯间		约 2m	$8.39 \times 10^{-3}$	0.21	172.5	12.3	1/5	$8.053 \times 10^{-4}$
6	负一层车库		约 8~30	$5.24 \times 10^{-4}$	$1.31 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$6.292 \times 10^{-6}$
7	医生走廊	南(以西南门计)	紧邻	$9.58 \times 10^{-2}$	2.39	172.5	12.3	1/40	$1.150 \times 10^{-3}$
8	库房		约 3.3	$8.73 \times 10^{-2}$	2.18	172.5	12.3	1/20	$2.095 \times 10^{-3}$
9	值班室		约 5	$3.80 \times 10^{-2}$	0.951	172.5	12.3	1/5	$3.650 \times 10^{-3}$
10	办公室		约 8	$1.49 \times 10^{-2}$	0.371	172.5	12.3	1	$7.129 \times 10^{-3}$
11	更衣室		约 11	$7.86 \times 10^{-3}$	0.196	172.5	12.3	1/5	$7.542 \times 10^{-4}$

续表 11 环境影响分析

1 2	负一层车库		约 35	$7.76 \times 10^{-4}$	$1.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$9.312 \times 10^{-6}$
1 3	控制室	西南 门、窗	紧邻	$9.58 \times 10^{-2}$	2.39	172.5	12.3	1	$4.598 \times 10^{-2}$
1 4	设备室		约 4	$5.94 \times 10^{-2}$	1.49	172.5	12.3	1/20	$1.426 \times 10^{-3}$
1 5	阅片室		约 6	$2.64 \times 10^{-2}$	0.66	172.5	12.3	1	$1.267 \times 10^{-2}$
1 6	DR 机房、 CT 机房		约 17	$3.29 \times 10^{-3}$	$8.22 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$1.579 \times 10^{-3}$
1 7	负一层车库		约 30~5 0	$7.76 \times 10^{-4}$	$1.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/40	$9.312 \times 10^{-6}$
1 8	分诊台		西（以 西北防 护门 计）	约 8	$1.49 \times 10^{-2}$	0.371	172.5	12.3	1
1 9	病人等候 区	西北 （以西 北防护 门计）	紧邻	$6.38 \times 10^{-2}$	1.59	172.5	12.3	1	$3.062 \times 10^{-2}$
2 0	门诊留观 室区域		约 20	$2.38 \times 10^{-3}$	$5.94 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1/20	$5.703 \times 10^{-5}$
2 1	监控中心、 信息用房		约 30	$1.06 \times 10^{-3}$	$2.64 \times 10^{-2}$	172.5	12.3	1	$5.070 \times 10^{-4}$
2 2	输液大厅、 急诊门厅、 处置室、配 药室等	北（以 东北墙 计）	约 14	$1.71 \times 10^{-4}$	$4.28 \times 10^{-3}$	172.5	12.3	1/20	$4.109 \times 10^{-6}$
2 3	负一层车 库		约 33	$3.08 \times 10^{-5}$	$7.70 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$3.697 \times 10^{-7}$
2 4	负二层车 库	地板	紧邻	$9.52 \times 10^{-6}$	$2.38 \times 10^{-4}$	172.5	12.3	1/40	$1.143 \times 10^{-7}$
2 5	挂号收费	顶棚	紧邻	$1.72 \times 10^{-2}$	0.431	172.5	12.3	1	$8.267 \times 10^{-3}$
2 6	门诊大厅 及以上区 域		紧邻	$1.72 \times 10^{-2}$	0.431	172.5	12.3	1/5	$1.653 \times 10^{-3}$

可知，常用透视工况下机房屏蔽体外邻近的各敏感目标的周围剂量当量率小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，介入手术室外公众成员受到的年有效剂量低于  $0.1\text{mSv/a}$ 。对于机房之外的房间等，若考虑各方位墙体等屏蔽作用，则本项目的辐射影响将大大减小。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目建设对各环境保护目标不会带来不利影响，对环境的影响可以接受。

### 11.3其他影响

## 续表 11 环境影响分析

### 11.3.1 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。本项目 DSA 机房设计有排风系统，能满足 DSA 机房通风换气需要。

DSA 机房设置 1 个排风口，位于机房南侧靠医生走廊墙壁吊顶上方，穿墙高度离地约 3.5m，DSA 废气经 DSA 机房排风管穿越机房南侧墙壁后引至所在楼层西侧排风井，最终在门诊楼楼顶排放。不会对公众造成危害，不会对环境带来影响。

### 11.3.2 废水

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

医院污水处理站（污水处理站处理能力为  $300\text{m}^3/\text{d}$ ），接纳整个医院医疗废水。DSA 机房劳动定员在医院现有工作人员调配，DSA 机房产生少量废水依托医院污水处理站处理是可行的。

项目产生的废水能得到合理处置，不会对周围环境产生影响。

### 11.3.3 固体废物

项目工作人员从医院内部调配，不新增人员，因此生活垃圾量无新增；生活垃圾收集后交环卫部门处理。

医院在每层楼设置医疗垃圾暂存点，医院及时收集各单位产生的医疗垃圾，做到日产日清，然后集中收集在位于住院楼的医疗废物暂存间，建筑面积约  $40\text{m}^2$ ，医疗废物定期交有资质单位进行处理。项目介入手术产生的医疗废物分类收集，在机房内打包暂存，经机房大门每天及时转运至医疗废物暂存间，并由资质单位转运、处置，措施依托可行。

废铅防护用品：由医院收集后妥善保存，并做好相应记录，交有资质的单位处置。

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

项目产生的固体废物均能得到合理的处理，不会对环境产生影响。

## 11.4 实践正当性分析

续表 11 环境影响分析

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

DSA 在医疗诊断和手术辅助等方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。DSA 在医疗诊断和手术辅助等方面有其他技术无法替代的特点，可实现对血管病灶的精准定位，对拯救生命起了十分重要的作用。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。

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。

### 11.5 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》（2019 年本）鼓励类中第十三项、第 5 条：“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，项目属于上述的“数字化医学影像设备”的应用，属于鼓励类，符合国家的产业政策。

### 11.6 事故风险分析及对策

#### （1）风险事故类型

X 射线装置产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因 X 射线装置设置有专用机房，机房四周墙体、顶棚、观察窗及防护门均采用固定辐射防护设施，基本不会发生机房屏蔽体损坏而致无关人员受到误照射的事故，即使发生，也能一目了然而不再开机曝光，不会受到误照射。X 射线看不见、摸不着，因此，更多的辐射事故是因为管理等不到位，而导致无关人员受到误照射或者放射工作人员受到超剂量照射。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

① DSA 机房外公众成员误照射：在设备故障等极端风险情况下，本项目 DSA 出

续表 11 环境影响分析

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，造成机房外公众成员的误照射。

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，防护门未关闭或射线装置工作时门被开启，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，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，项目 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，单台手术时间内手术室外最大剂量估算情况见表 11.6.1，核算过程见支撑性材料。

表 11.6.1 手术室外误照射人员所受辐射剂量估算表

墙体外最大周围剂量当量率		单台手术最大曝光时间	有效剂量 (mSv)	总有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
位置	周围剂量当量率				
DSA 机房防护相对薄弱处	3.4 $\mu$ Sv/h (透视)	约 21min	$1.19 \times 10^{-3}$	0.00402	0.00402
	85.0 $\mu$ Sv/h (采集)	约 2min	$2.83 \times 10^{-3}$		

备注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1。

根据核算可知，在极端风险条件下，项目 DSA 机房外人员受到的单台手术有效剂量最大约 0.0042mSv。

②DSA 机房内公众成员误照射

因各种原因导致 X 射线装置在运行过程中非手术人员滞留机房内发生误照射辐射事故，按照 DSA 正常运行参数（90kV，500mA），考虑人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m，未穿戴防护用品时受到 DSA 照射的时间最大约为 1min（DSA 设备上有急停按钮）的照射，其剂量估算情况见表 11.6.2。

表 11.6.2 DSA 机房内误照射公众成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 ( $\mu$ Sv/h)	有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
DSA	采集模式：1m 处发射率 5.3mGy $m^2/mA \min$	10s (单次最长采集)	$3.00 \times 10^6$	8.32	8.32

续表 11 环境影响分析

		2min	$3.00 \times 10^6$	99.83	99.83
	透视模式：1m 处发射率 5.3mGy m <sup>2</sup> /mA min	2min（发现后使用急停按钮）	$1.20 \times 10^5$	3.99	3.99
		21min	$1.20 \times 10^5$	41.93	41.93

备注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1。

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。

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

### （3）事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。这类效应分为确定性效应和随机性效应，在剂量超过一定的阈值时才能发生的是确定性效应，而随机性效应则不存在阈值。不同照射剂量的损伤估计情况见表 11.6.3。

表 11.6.3 不同照射剂量对人体损伤的估计情况表

类型	受照剂量参考值 (Gy)	初期症状和损伤程度
/	<0.25 0.25~0.5 0.5~1	不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化，可能有血液学的变化机能变化，血液变化，但不伴有临床症状
骨髓型急性放射病	1.0~2.0	轻度：乏力，不适，食欲减退
	2.0~4.0	中度：头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降
	4.0~6.0	重度：1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞明显下降
	6.0~10.0	极重度：1h 内多次呕吐和腹泻，休克、腮腺肿大，白细胞明显下降
肠型急性放射病	10.0~50.0	频繁呕吐，腹泻严重，腹痛，血红蛋白升高
脑型急性放射病	>50.0	频繁呕吐，腹泻，休克，共济失调，肌张力增高，震颤，抽搐 昏睡，定向和判断力减退、死亡

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

## 续表 11 环境影响分析

根据上述后果分析可知，两种事故情景导致公众成员在机房内或机房外单次误照射所受到辐射剂量可能会发生不明显和不易察觉的病变等情况。事故后果不会造成确定性效应，但会增加随机性效应的概率。全年多次误照射的情况基本不存在。

### (4) 风险事故防范措施分析

由于各种管理不善或人误等造成的误照射，导致人员的照射方式主要是外照射，因此发生误照射事故应第一时间切断 X 射线装置电源，确保 X 射线装置停止出束，对人员进行救治，医院应采取以下措施防范风险事故发生。

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

②手术医生在开展手术时，需要进行机房内透视曝光时，应由熟练医生正确穿戴防护用品熟练完成。

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

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

⑤培植放射工作人员的安全文化素养，提高放射工作人员个人防护意识，在开展介入手术时正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，放射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训。防护用品不使用时，采用悬挂或平铺方式妥善存放，防止断裂。

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

## 11.7 环保投资

本项目环保投资估算共约 20 万，占总投资的 3.3%，具体情况见表 11.7.1。

表 11.7.1 项目环保投资一览表

内容	措施	投资（万元）
----	----	--------



续表 11 环境影响分析

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	屏蔽室门灯联锁等	6
防护监测设备	个人剂量计	2
防护用品	铅衣、铅屏风等	5
墙体屏蔽	屏蔽室墙体、防护门窗等	计入医院整体投资
环保手续	环评、验收、监测、办证等	5
合计	/	20

**表 12 辐射安全管理**

### **12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

#### **(1) 辐射安全与环境保护管理机构**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，医院设有专门的放射防护管理领导小组。

医院成立的放射防护管理领导小组，明确了各个成员的职责。根据调查，领导小组具体负责成员学历能满足上述要求。因此，医院的辐射安全与环境保护管理机构满足相关要求。

#### **(2) 放射工作人员配置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号），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，2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目劳动定员 9 人，其中手术医生 5 人，技师 1 人，护士 3 人，从医院现有工作人员中调配培养。医院应组织本项目放射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，通过培训平台报名并参加考核，考核合格方能正式上岗，在合格证/合格成绩单有效期到期前，按规定参加复训和考核，考核合格后才能继续上岗。

### **12.2 辐射安全管理规章制度、档案**

#### **(1) 辐射安全管理规章制度**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：有健全的操作规程、

续表 12 辐射安全管理

岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。

目前，医院已制定了《放射防护安全管理小组职责》、《放射防护安全管理人员岗位职责》、《放射防护管理制度》、《放射工作场所安全防护制度》、《放射工作人员辐射安全与防护管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《放射工作人员职业健康监护制度》、《放射卫生档案管理制度》《放射防护应急处理预案》等制度。

上述各种制度考虑到了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，但还应新增《辐射防护和安全保卫制》、《设备操作规程》、《放射工作人员岗位职责》，并结合医院各科室实际情况修订完善《放射科医学影像设备、场所定期检测制度及措施》。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。

本项目为 DSA 项目，医院未开展过同类型的项目，因此，本项目实施以后将新增《DSA 设备操作规程》、《放射工作人员岗位职责》、《放射防护注意事项》、《辐射防护和安全保卫制度》等，并修订院内现有的管理制度《放射事故应急预案》、《放射科医学影像设备、场所定期检测制度及措施》以满足 DSA 使用及管理要求。项目运行后期，医院还应根据实际使用情况和新发布更新的法律法规等，对现有制度进行不断的完善和修订

## (2) 档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立放射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至放射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

本项目放射工作人员到位后，应认真落实相关制度，将放射工作人员的个人职业健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。档案信息和保存等按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定执行。辐射安全与防护管理档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线

## 续表 12 辐射安全管理

装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”。医院应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

医院认真落实了相关制度和规定，所有放射工作人员均进行职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过 2 年，目前正在开展新一轮体检）、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。

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。

### （3）年度评估

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

根据调查，医院往年都对射线装置的运行和辐射防护等进行了总结，编制《放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告》，并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。

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

## 续表 12 辐射安全管理

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

### 12.4辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院从事本项目辐射活动能力评价见下表 12.4.1。

表 12.4.1 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用 II 类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作	医院成立了放射防护管理领导小组
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	医院已建立人员培训计划，且医院已成立介入放射学科，配置劳动定员 9 人，制定了人员培训计划。
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	设备设有急停按钮，控制台拟设急停按钮，同时本项目设置有门灯连锁装置，工作状态指示灯，门口显眼位置设置有电离辐射警示标识和警示语
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	医院现有辐射环境管理制度较齐全，待项目建成后，根据实际情况新增或修订后，相应制度张贴上墙。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计	医院为 9 名放射工作人员配备了个人剂量计，并配备有辐射防护用品供放射工作人员和病员使用
有完善的辐射事故应急措施	已制定辐射事故应急预案

根据上表可知，医院已有其他射线装置运行，且医院已建设，医院已建立有相应的辐射环境管理体系，因此本项目的管理工作依托现有的管理体系，已具备了一定的能力，但医院还应针对本项目射线装置的管理，认真落实上述要求后，方具备从事本项目辐射活动的的能力，本项目方可投入正式运行。

### 12.5辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》、《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

续表 12 辐射安全管理

监测、工作场所监测、开展常规的防护监测工作。

根据调查，医院已按照相关要求委托有资质的单位每年对现有辐射工作场所进行了监测。根据监测结果，医院现有辐射工作场所的辐射环境影响满足相关标准的要求。

医院未制定有详细的监测计划，本项目实施后应针对项目实际情况制定相应的监测方案，以满足相关要求，包括定期对 DSA 手术室周围活动人员和环境进行监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

#### (1) 个人剂量监测

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

监测频率：一般情况下 3 个月 1 次；如发现异常可加密监测频率。

监测结果处理：年剂量超过 5mSv，报告发证机关，开展调查，根据调查结果作出相应整改等。

#### (2) 工作场所外环境监测

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

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

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：机房墙体、门、窗外 30cm 处；顶棚上方（楼上）距离顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 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。

### 12.6 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《重庆市环境保护局关于印发〈重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定〉的通知》（渝环〔2017〕242 号）要求，使用 II 类以上（含 II 类）射线装置的辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

医院设置有放射事故应急工作领导小组，制定了《放射性事故应急处理预案》，

**续表 12 辐射安全管理**

具体内容包括放射事故应急处理组织机构与职责、应急处置程序。医院应根据辐射源项不断完善应急预案，完善内容包括：定期进行放射事故应急演练和辐射应急知识及法律法规培训，并做好记录和资料归档。

**(1) 事故报告程序**

一旦发生放射事故，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》，向彭水县生态环境部门和重庆市生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。报告联系电话如下：

市政府热线：12345

重庆市卫生健康委员会：023-67706707

彭水县卫生健康委员会：023-79310328

彭水县生态环境局：023-79222925

**(2) 辐射事故应急处置措施**

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①一旦发生放射事故，立即按下应急开关按钮或直接停机断电，撤出机房内人员。

②事故状态下，确需工作人员进入机房关机的，工作人员应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派专人对事故进行调查，查明事故原因。

⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，采取措施防止类似事故再次发生。

**12.7 竣工验收**

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应进行自主竣工环保验收。同时，项目建成后，应及时重新申办《辐射安全许可

续表 12 辐射安全管理

证》，在许可范围内从事核技术利用项目。本工程竣工环境保护验收见表 12.7.1。			
表 12.7.1 环保设施竣工验收要求一览表			
序号	验收内容	验收要求	备注
1	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全	/
2	剂量控制	放射工作人员年有效剂量<5mSv 机房外公众成员年有效剂量<0.25mSv	GB18871-2002、 GBZ130-2020 及医院管理 要求
3	人员要求	按照要求组织放射工作人员均持证上岗，按要 求定期组织复训	环境保护部令第 3 号、第 18 号、生态环境部 7 号令、 公告 2019 年第 57 号
4	剂量率控制	机房墙体、门、窗外 30cm 处；顶棚上方（楼上） 距离顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下 地面 170cm 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，在透视工况下周围剂量当量率不大 于 2.5μSv/h，摄影工况下周围剂量当量率均不大于 25 μ Sv/h。	GBZ130-2020
5	建设内容	1 台 DSA（II类射线装置）	/
6	机房面积	机房内最小有效使用面积不低于 20m <sup>2</sup> ，最小单 边长度不小于 3.5m	GBZ130-2020
7	防护用品	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	按表 10.2.1 执行，具体为：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防 护手套各 5 套；铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅 防护屏风 1 套；铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 1 套（成 人和儿童各一套）。
8	辐射安全防护措施	<p>①DSA 机房各进出防护门设置门灯联锁系统，防护门外上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。</p> <p>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，同时在北南侧走廊墙上设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>③制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急程序等）。</p> <p>④机房设置机械通风系统，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。</p> <p>⑤设备上自带急停开关；控制台设置急停开关；控制室与机房设对讲装置；防护用品与辅助防护设施齐全。</p> <p>⑥机房四周墙体、顶棚、防护门、观察窗有足够的屏蔽防护能力，穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。</p> <p>⑦DSA 机房各进出防护门，平开门设置自动闭门装置；电动推拉式门设置防夹装置。</p>	
9	管理	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、年度评估制度等	



**表 13 结论及建议**

**13.1项目概况**

彭水县中医院拟在彭水县中医院靛水新城院区门诊楼负一层设置 DSA 机房并购置 1 台数字减影血管造影 X 射线装置（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。总投资约 600 万元，其中环保投资约 20 万元。

**13.2实践正当性**

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**

项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类中的“数字化医学影像设备”的应用，符合相关产业政策。

**13.4辐射环境现状**

本项目所在位置环境  $\gamma$  辐射剂量率的监测值 54.7nGy/h~108nGy/h 之间（未扣除宇宙射线），根据《重庆市 2021 年辐射环境状况公报》，重庆市 2021 年环境地表  $\gamma$  空气吸收剂量率平均值为 94.0nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。两者相比，拟建址场址  $\gamma$  辐射剂量率无明显变化。

**13.5选址可行性及布局合理性**

本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中产生电离辐射影响。项目 DSA 机房位于门诊楼负一层影像中心，楼下为停车库，楼上为收费挂号处和医院大厅，项目相邻用房主要为医院放射科区域，周围墙体防护效果较好，有利于减少 X 射线对公众成员的影响，且与医院其他的医用射线装置统一规划，不影响医院其他诊疗活动和医院的整体布局。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。

本项目位于门诊楼负一层，配备了单独的控制室等，同时配套有手术室专用仪器和设备，配套设施齐全，DSA 机房属于独立的手术间，设置 2 个防护门，分别用于工作人员、病人进出各通道完全分开。项目布局便于介入手术放射诊疗的辐射防护管

### 续表 13 结论及建议

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，平面布局合理。

#### 13.6 辐射防护安全措施

##### (1) 辐射工作场所分区管理

医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将辐射工作场所划分为控制区和监督区，将 DSA 机房划分为控制区，机房周围相邻区域及的楼上机房对应区域划分为监督区。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，控制区边界铅门设置电离辐射警告标志、拟设置门灯连锁装置。监督区进行日常的监测和评估。

##### (2) 机房屏蔽防护

本项目机房有效使用面积为  $30.1\text{m}^2$ ，最小单边长度为  $4.86\text{m}$ ，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。项目四周墙体为  $370\text{mm}$  实心红砖砌体（砖  $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ）+ $30\text{mm}$  硫酸钡水泥，顶棚为  $120\text{mm}$  混凝土+ $0.98\text{mmPb}$  的硫酸钡板，地板屏蔽防护最不利处为  $420\text{mm}$  混凝土，铅防护门和铅玻璃均为  $3.0\text{mmPb}$ ，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) 安全连锁装置及其他措施

使用具有多种固有安全防护措施并符合相关标准要求的 DSA，机房配置有铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风 1 套；按有关标准要求配备介入手术工作人员防护用品 5 套，患者防护用品 2 套（成人、儿童各一套）；主要采用新风系统进排风，以保持机房内良好通风；机房进出口所有防护门上设置电离辐射警告标志，醒目的工作状态指示灯；病人进出口防护门设置有门灯连锁装置。DSA 机房医护人员应在铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计，合理分配工作量。

还应完善的辐射安全与防护措施：①根据 10.1.3 章节划定控制区和监督区，在各进出口完善分区地面标识。②医院在进行介入手术时，制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间，减少放射工作人员和相关公众的受照射时间，避免病人受到额外剂量的照射。

经分析，本项目已采取及拟完善的辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护

## 续表 13 结论及建议

要求》（GBZ130-2020）要求。

### 13.7环境影响分析

（1）机房屏蔽能力：根据核算，在常用透视和摄影条件下时，DSA 机房屏蔽体现有建成厚度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽厚度要求。

（2）剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，在项目在合理配置介入手术医生情况下，项目 DSA 介入手术相关医务人员所受到的年有效剂量均低于放射工作人员剂量管理目标（5mSv/a），项目所致公众成员的附加年有效剂量亦低于剂量管理目标（0.25mSv/a），符合相关标准的要求。

（3）环境保护目标影响：通过核算，机房外周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

（4）“三废”影响：DSA 运行中 X 射线与空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物，本项目采用机械排风，可保持机房良好的通风。项目放射工作人员等产生的废水依托医院现有污水处理站处理；手术过程中产生废物在机房内打包暂存，每日及时将机房内的废物经机房大门运至医院医疗废物暂存间暂存，再统一交有资质单位处理；生活垃圾交环卫部门处理；铅防护用品在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用后按有关规定由医院妥善保存，并做好相应记录，交有资质的单位处置。项目各污染物均能得到有效处理。

（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有紧急停机按钮、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，本项目风险可控。

### 13.8辐射环境管理

医院成立了放射防护管理领导小组，负责医院的放射防护与安全管理工作，并明确了相应职责与分工；医院制定了辐射环境管理规章制度及放射事故应急预案，有满足从事辐射活动的的能力。在项目建设中，根据要求配置介入手术相应的放射工作医技人员，能满足开展项目放射介入工作需求；进一步补充、完善环境影响评价提出的防

续表 13 结论及建议

护措施和管理制度后，能满足辐射环境管理要求。

综上所述，重庆市彭水县中医院建设的“彭水县中医院靛水新城院区 DSA 用房建设项目”具有实践的正当性，选址可行，布局合理，在完善相应的污染防治措施和管理措施后，项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求在严格落实各项辐射安全与防护措施后，项目运行对环境及周围公众的影响可接受。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

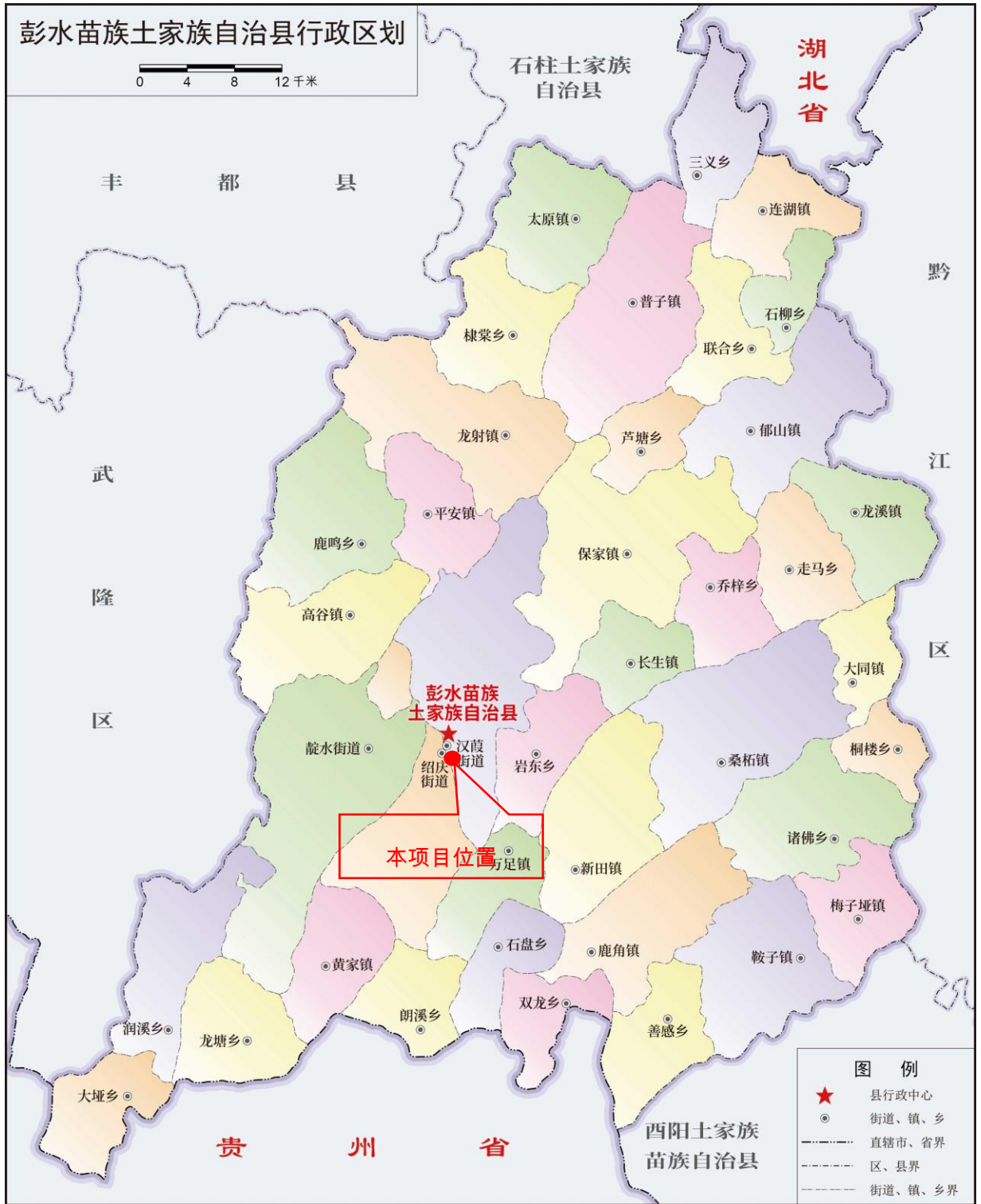
## 附录

### 附图

- 附图1 地理位置图
- 附图2 项目周围环境示意图
- 附图3 新院区 DSA 机房所在楼层平面图
- 附图4 新院区 DSA 机房楼上楼层平面图
- 附图5 新院区 DSA 机房楼下楼层平面图
- 附图6 项目机房管线布置图
- 附图7 现状照片

### 支撑性文件

- 附件 1 辐射安全许可证
- 附件 2 监测报告
- 附件 3 计算过程文件
- 附件 4 医院制度
- 附件 5 医院原有核技术项目环评批文
- 附件 6 评价内容委托函



审图号：渝S(2021)048号

重庆市规划和自然资源局 重庆市民政局 监制 二〇二一年十月

附图 1 项目地理位置图