

核技术利用建设项目  
重庆市涪陵区人民医院介入治疗室机  
房装饰工程  
环境影响报告表

重庆市涪陵区人民医院

2020年1月

生态环保部制

打印编号: 1578801968000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	23083		
建设项目名称	重庆市涪陵区人民医院介入治疗室机房装饰工程		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	重庆市涪陵区人民医院 		
统一社会信用代码	12500102451951294G		
法定代表人（签章）	胡章勇 		
主要负责人（签字）	文荣学 		
直接负责的主管人员（签字）	陈刚 		
<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
肖英	07355543507550272	BH 001035	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐鹏飞	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、射线装置、废弃物、项目工程分析与源项、环境影响分析、辐射安全管理、辐射安全与防护、结论与建议	BH 004099	

项目基本情况

表 1

建设项目名称		重庆市涪陵区人民医院介入治疗室机房装饰工程			
建设单位		重庆市涪陵区人民医院			
法人代表	胡章勇	联系人	张陵	联系电话	*****
注册地址		重庆市涪陵区民康巷 6 号			
项目建设地点		重庆市涪陵区民康巷 6 号医院门诊大楼负一层			
立项审批部门		重庆市涪陵区发展和改革委员会	批准文号	2019-500102-84-01-09295 5	
建设项目总投资(万元)	1000	项目环保投资(万元)	30	投资比例(环保投资/总投资)	3.0%
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> )	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	无			

### 1.1 建设单位概况

重庆市涪陵区人民医院是一所集医疗、教学、科研于一体的全民所有制国家二级综合医院，成立于 1958 年。医院 A 区位于涪陵区民康巷 6 号，占地面积 40 余亩；医院 B 区位于涪陵区步阳路 9 号，建筑面积 5 亩。医院新建住院门诊大楼项目建筑面积约 22253 平方米，总投资约 1.2 亿元，预设床位 500 张，2020 年底建成并投入使用。

截止 2018 年 10 月 20 日，全院在岗职工总数 452 人，区级名中医 2 人，市级优秀青年中医 1 名，区级科技拔尖人才 4 人，卫生专业技术人员高级职称 53 人，中级职称 101 人，其中硕士 6 人；医院编制床位 380 张；设有内、外、妇、儿、中医、重症监护、疼痛康复病房共 11 个病区 20 余个专业组，分别在人民西

路、黎明路、步阳路设有门诊部。医院现有 1.5T 核磁共振、16 排螺旋 CT、全进口 DR、四维彩超、电子胃镜、肠镜、高清腹腔镜、腔内碎石系统、全自动生化分析仪等一批先进医疗设备。

## 1.2 项目由来

为满足诊断的需要，重庆市涪陵区人民医院在民康巷 6 号院区（A 院区）的门诊大楼负一层西侧特检室及其控制室、摄片室及其控制室改造为项目介入手术室及其配套用房，并购置 1 台数字减影血管造影 X 射线装置（以下简称“DSA”），开展血管造影介入手术工作。根据《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），数字减影血管造影 X 射线装置属于 II 类射线装置。目前重庆市涪陵区人民医院机房改造完成，重庆市涪陵区环境执法支队已责令重庆市涪陵区人民医院立即停止介入治疗室项目的建设，并向环保行政主管部门完善环保手续。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》的相关规定，DSA 的使用应开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号）的要求，II 类射线装置的使用属于“191 核技术利用建设项目 使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》，重庆市涪陵区人民医院特委托重庆宏伟环保工程有限公司对该项目进行环境影响评价。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，并按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了《重庆市涪陵区人民医院介入治疗室机房装饰工程环境影响报告表》。

## 1.3 项目概况

### （1）项目组成

本项目位于重庆市涪陵区民康巷 6 号院区，建设内容包括将门诊大楼负一层

项目基本情况

续表 1

西侧特检室及其控制室、摄片室及其控制室改造为项目介入手术室及其配套用房，并配置 1 台 DSA（II 类射线装置，单管头，额定电压 125kV，额定电流 1000mA），开展介入手术。项目总建筑面积约 228m<sup>2</sup>。

项目工期约 3 个月。项目总投资 1000 万元（其中基础建设投资 45 万元），其中环保投资约 30 万元。本项目组成及与医院的依托情况见下表 1-1。

表 1-1 本项目组成及医院的依托关系表

分类	项目	组成	依托关系
主体工程	DSA 介入手术室	DSA 介入手术室门诊大楼负一层，介入手术室最小内空尺寸 7.56m×8.76m，内空高 4.5m（吊顶高度 3m），有效使用面积约 66.23m <sup>2</sup> 。	依托主体结构改造用房
	设备	配置 1 台数字减影血管造影 X 射线装置(DSA, II 类射线装置，单管头)，额定电压 125kV，额定电流 1000mA。	新购设备
辅助工程	辅助用房	包括缓冲间、设备间、库房、控制室、医生办公室、铅衣室、休息室、清洁室、卫生间、杂物间、污物间、盥洗室等。	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，依托医院供水管网。	依托
	排水	实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；医疗废水经医院污水处理站处理后排入市政污水管网。	依托
	供配电	由市政电网供电，依托医院供配电系统。	依托
	通风	采用 2 台分体式空调对机房进行通风换气。	新建
环保工程	废水	放射工作人员产生的废水依托医院的污水管网收集至位于在建住院大楼东北侧医院污水处理站（污水处理站处理能力为 500m <sup>3</sup> /d）处理后接入市政管网。	依托
	固废	介入手术过程中产生的医疗废物暂存于污物间，后依托医院的医疗废物收集系统收集，暂存于在建住院大楼东北侧危废暂存间，交有重庆市涪陵区固体废物处理中心处理。 放射工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。	依托
	废气	本项目 DSA 机房（以下均简称“机房”）采用 2 台分体式空调进行通风换气。机房吊顶后高度约 3m，有效体积约 250m <sup>3</sup> ，设计风量为 3000m <sup>3</sup> /h，通风换气次数约为 12 次/h，能保证机房内良好的通风。空调外机（废气出风口）位于机房西侧墙外。	新建
	辐射防护	采用实心页岩砖、硫酸钡、混凝土、铅玻璃、铅防护门等屏蔽材料进行屏蔽。	新建和改造

(2) 介入手术室设计情况

项目基本情况

续表 1

本项目的介入手术室及其辅助用房均位于门诊大楼负一层，原用房为特检室及其控制室、摄片室及其控制室。因建筑主体结构建设时未考虑设备机房墙体的屏蔽防护，因此，本项目单独委托其他单位进行用房布局、屏蔽防护设计和建设。本次改建主要是机房屏蔽体全部新建，其余墙体保留、新建或者改造（开门洞）。

项目介入手术室屏蔽防护方案具体情况见表 1-2。

表 1-2 项目介入手术室设计情况表

机房名称	用房现状功能及建设情况	方位	DSA 手术室辐射防护设计情况	备注
DSA 手术室	位于门诊大楼负 1 层放射科，为特检室及其控制室、摄片室及其控制室。机房四周墙体均为 24cm 空心砖，机房四周墙体均拆除重建	东北墙	24cm 实心页岩砖墙+2mmPb 当量硫酸钡	新建
		东南墙	24cm 实心页岩砖墙+2mmPb 当量硫酸钡	
		西南墙	24cm 实心页岩砖墙+2mmPb 当量硫酸钡	
		西北墙	24cm 实心页岩砖墙+2mmPb 当量硫酸钡	
		顶棚	120mm 混凝土+3mmPb 当量硫酸钡	
		地板	150mm 混凝土+2mmPb 当量硫酸钡	
		铅门	3mmPb 当量	
		铅窗	3mmPb 当量	

备注：混凝土密度 2.35g/cm<sup>3</sup>，页岩砖 1.65g/cm<sup>3</sup>。

(3) 相关设备配置

本项目拟配置的主要设备情况见表 1-3 所示。

表 1-3 项目主要设备一览表

序号	名称	数量	型号	管电压 管电流	用途	位置	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA)	1 台	Trinias C12	125kV 1000mA	介入手术	门诊大楼负一层介入手术室	拟购
序号	名称	数量	用途		位置		备注
1	空调	2 台	DSA 室温控		项目用房内		/
2	电源柜	1 套	DSA 配电		设备间		DSA 配套设备
3	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置		设备间		
4	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输		设备间		
5	控制系统	1 套	DSA 设备操作		控制室		
6	中心供氧装置	2 套	病人供氧		DSA 手术室内		手术配套设备
7	除颤仪	1 台	手术配套用		DSA 手术室内		
8	高压注射器	1 台	手术配套用		DSA 手术室内		
9	吸痰器	1 台	手术配套用		DSA 手术室内		

10	电生理仪	1 台	手术配套用	DSA 手术室内
11	中心负压吸引	2 套	手术配套用	DSA 手术室内
12	空气消毒机	1 台	空气消毒	DSA 手术室内

#### (4) 劳动定员和工作制度

本项目劳动定员 11 人，其中手术医生 7 人，技师 2 人，护士 2 人。手术医生（7 人）招聘或者医院内部培养，技师和护士（4 人）在医院内部调配。目前人员待定。

放射工作人员年工作 250 天。

#### 1.4 工作负荷

根据医院提供资料，DSA 预计年开展介入手术共 1000 台，其中心脏介入 600 台，其余的神经介入 300 台、综合介入 100 台。

#### 1.5 项目周边保护目标

项目位于重庆市涪陵区民康巷 6 号医院门诊大楼负一层。根据项目周围环境环境保护目标分布情况，确定本项目环境保护目标为该医院从事介入手术的相关工作人员、机房周围其它非放射工作人员和医院内外公众成员。

#### 1.6 与项目有关的环境保护问题

##### 1.6.1 医院现有辐射项目情况介绍

经现场调查和咨询，医院目前正在使用的 3 台 III 类射线装置，医院已于 2018 年 11 月 19 日取得了辐射安全许可证：渝环（辐）证 41005 号（有效期至 2023 年 11 月 18 日，见附件一），截止 2019 年 12 月，辐射安全许可证上目前有 5 台设备，其中 2 台设备报废，医院应及时重新办理辐射安全许可证。根据现场调查，目前在用射线装置台账见表 1-4。

表 1-4 涪陵区人民医院射线装置一览表

序号	名称	型号	装置类别	数量 (台)	用途	使用场所	备注
1	牙片机	MSD-III	III 类	1	诊断	门诊楼负一层放射科 DR 室	已办证
2	DR 机	UD150L-40E	III 类	1	诊断	门诊楼负一层放	已办证

项目基本情况

续表 1

						射摄片 2 室	
3	X 光机	FSI-5	III类	1	诊断	门诊楼负一层放射科	已报废
4	X 光机	FIK-200	III类	1	诊断	董家湾门诊	已报废
5	16 排 CT 机	BRICI-ICE16	III类	1	扫描	门诊楼负一层放射科 CT 1 室	已办证

1.6.2 医院的环保手续情况及运营情况

(1) 医院的环保手续情况

2002 年，重庆市涪陵区人民医院报送了《涪陵区人民医院业务综合楼项目环境影响报告表》，并于 2002 年取得了原重庆市涪陵区环境保护局的审批意见：（渝（涪）环评表〔2002〕01 号）。

重庆市涪陵区人民医院于 2007 年 11 月完成了竣工环境保护验收，取得了原重庆市涪陵区环境保护局下发的验收批复文件（渝（涪）环验〔2007〕36 号）。

(2) 医院运营情况

医院验收后运营至今，接受涪陵区生态环境局的监督和检查，医疗废水达标排放，危废交有重庆市涪陵区固体废物处置中心处置，生活垃圾交环卫部门处置。医院运营至今，未曾发生过环保事故，无环保投诉。因此，医院不存在环保遗留问题。

1.6.3 本项目与医院的依托关系

项目依托可行性分析见表 1-6。

表 1-6 项目依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析	结论
项目用房	建筑主体依托	项目用房的主体结构已经建成，并有完善的环保手续。项目用房原为特检室及其控制室、摄片室及其控制室，目前空置用房，且紧邻放射科，本项目使用该区域后不影响医院整体的布局。	可行
公用工程	供电、供水等公用工程依托	医院已经建成运行，其建筑内的供电电网、供水管网等完善。故项目依托可行。	可行



环保工程	废水排放、固废处理依托	<p>医院建设有医疗废物暂存间，建筑面积约 70m<sup>2</sup>，与重庆市涪陵区固体废物处置中心签订合同处理医疗废物；目前，医疗废物每天转运，危废暂存间面积较大，尚有较多空余，完全能够满足本项目的需求。</p> <p>医院生活垃圾交环卫部门处理。医院建设有医院污水处理站 1 座，处理能力为 500m<sup>3</sup>/d。本项目废水主要是医务人员洗手水、场地保洁水，产生量很少。本项目用房周围有布置排水管网，废水经管网收集到废水处理站处理。</p> <p>同时，根据调查，本项目新增工作人员最多 11 人，在医院的劳动定员内，本项目新增人员后未突破医院的医务人员总劳动定员数。另因本项目建设，不新增医院的住院床位，且危废暂存间及污水处理站均考虑了整个医院内所有建筑的固废和废水的产生量。因此，本项目依托可行。</p>	可行
劳动定员	技师和护士	<p>项目劳动定员 11 人，其中手术医生 7 人为招聘或者医院内部培养，技师 2 人和护士 2 人均在医院内部调配，主要在放射科现有放射工作人员和护士部门内调配。因此，本次依托可行。</p>	可行
管理	辐射环境管理	<p>医院已经建立了辐射防护管理机构，设置了专人管理辐射环境，制定了相应的管理制度和应急预案。本项目为 DSA，也属于诊断射线装置，能依托现有的辐射环境管理机构和管理制度。</p>	可行

由上表可知，本项目依托现有建筑、公用工程、环保工程、人员、辐射环境管理等是可行的。

#### (4) 本项目与医院发展的衔接

本项目主要是通过使用射线装置来开展介入手术，是一种手术过程中的更新诊断手段，能更好的为病人进行诊断。本项目用房原为特检室和 X 射线装置机房用房，目前已拆除，原 X 光机（型号 FSI-5）已报废。项目利用现有空置房间进行项目建设。因此，项目建设不与医院的整体发展相冲突。

**表 2 放射源**

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

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA)	II 类	1 台	Trinias C12	125	1000	介入手术	医院门诊大楼负一层介入室	已购
以下空白。									

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

**表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

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

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固态为 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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日最新修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2019 年 03 月 02 日修订实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2019 年 8 月 22 日修订实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环保部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日施行）及《关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日施行）；</p> <p>(9) 《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>(10) 《重庆市环境保护条例》，2018 年 7 月 26 日施行修订版；</p> <p>(11) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环[2017]242 号；</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录》（2019 年本）。</p>
------	---

<p>技术标准 技术规范</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；  (2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；  (3) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；  (4) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》（GB16348- 2010）；  (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）；  (6) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；  (7) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》（GBZ2.1 -2007）；  (8) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目委托书，附件一；  (2) 《辐射安全许可证》，附件二；  (3) 医院环保相关文件，附件三；  (4) 《监测报告》渝泓环（监）[2019]1390 号，附件四；  (5) ICRP33 号报告和 NCRP147 号报告；  (6) 《辐射防护导论》；  (7) 建设单位提供的其他资料。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**7.1 评价范围**

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

因项目 DSA 设备位于固定的介入手术室内，因此垂直方向上本评价主要关注与介入手术室相邻上下层的项目用房对应区域。

**7.2 环境保护目标**

**(1) 门诊楼外环境**

项目用房位于门诊大楼（-2F/8F）负一层西侧。其西南侧为门诊大楼入口，西南侧为道路（黎明路），隔道路为居民楼，最近距离约为 21m；西北侧隔医院车行道为居民楼，最近距离约为 13m；东北侧为院内小广场和在建住院楼，在建住院楼距门诊楼约为 25m，东南侧约为 2m 为居民区。

**表 7-1 医院门诊楼外环境一览表**

序号	名称	方位	与门诊楼最近水平距离	环境特征	备注
1	西南侧居民楼	西南侧	约 21m	共 3 栋居民楼，均为 6F 建筑，约 60 户，180 人	/
2	西北侧居民楼	西北侧	约 13m	共 3 栋建筑物，分别为 6F，7F，13F 建筑，约 20 户，60 人	/
3	东南侧居民区	东南侧侧	约 2m	多栋居民用房	不在 DSA 机房评价范围内
4	在建住院楼	东北侧	约 25m	在建 20F 住院楼	/

**(3) 项目介入手术室周围布置**

介入手术室在紧邻门诊楼西南侧，其西北侧为项目污物间、清洁室、杂物间、盥洗室等，之外约 13m 为居民楼（机房与居民楼 2 层齐高）；东北侧为操作室、医生办公室等，之外约 8m 为小广场下门诊室；东南侧为项目设备间、缓冲间、过道等，之外约 4m 为放射科其他用房；西南侧隔 2m 缝隙后为泥土层。楼上为输液观察室，楼下为消防水池和控制室。

项目评价范围内周围环境保护目标见表 7-1。

表 7-2 介入手术室周围环境保护目标一览表

序号	敏感目标名称	方位	与介入手术室的最近水平距离	高差	敏感目标特性	影响人群类型	影响因素
1	污物间、清洁室、盥洗室	西北侧	0m	平层	医院用房, 约 2 人	公众成员	电离辐射
2	杂物间	西北侧	2m	平层	医院用房, 人员不定	公众成员	
3	西北侧居民楼	西北侧	13m	部分居民用房与机房齐高	3 栋居民用房, 6-13F, 约 20 户, 约 60 人	公众成员	
4	操作室、办公室等	东北侧	0m	平层	医院用房, 约 2 人	放射工作人员	
5	小广场下门诊室	东北侧	8m	平层	医院用房, 人员不定	公众成员	
6	设备间、缓冲间、过道等	东南侧	0m	平层	医院用房, 人员不定	公众成员	
7	放射科其它用房	东南侧	4m	平层	医院用房, 人员不定	公众成员	
8	西南侧居民楼	西南侧	21m	无居民用房与机房齐高, 最低高于机房 5m	3 栋居民用房, 均为 6F, 约 50 户, 约 150 人	公众成员	
9	输液观察室	楼上	/	机房上层	医院用房, 人员不定	公众成员	
10	消防水池及控制室	楼下	/	机房下层	医院用房, 人员不定	公众成员	

续表 7 保护目标与评价标准

### 7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全剂量限值:

##### 1) 放射工作人员

应对工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均) 20mSv。
- b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;
- c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;
- d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

##### 2) 公众照射

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

#### (2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)

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

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

第 5.1 款 X 射线设备机房(照射室)应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。

第 5.2 款 每台 X 射线机(不含移动式和便携式床旁摄影机与车载 X 射线机)应设有单独的机房,机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房,其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2(本报告表 7-3)要求。

**表 7-3 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度**

设备类型	机房内最小有效使用面积 m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 m
------	----------------------------	-------------



续表 7 保护目标与评价标准

单管头 X 射线机 <sup>b</sup>	20	3.5
<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。		
第 5.3 款 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：		
a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3 (本报告表 7-4) 要求：		
<b>表 7-4 不同类型射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求</b>		
机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2
c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。		
第 5.4 款 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：		
a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。		
b) CT 机、乳腺机、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv；测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。		
第 5.9 款 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。		
<b>(3) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》（GB16348-2010）</b>		
第 7.1.2 款 应为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的防护用品，其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。		
<b>(4) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》（GBZ2.1-2007）</b>		

续表 7 保护目标与评价标准

室内：臭氧浓度的接触限值：0.3mg/m<sup>3</sup>。

(5) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)

二级标准：臭氧 1 小时平均限值为 200μg/m<sup>3</sup> (0.2mg/m<sup>3</sup>)。

(6) 评价标准及相关参数值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求，放射工作人员年有效剂量不超过20mSv，公众成员年有效剂量不超过1mSv；条款 11.4.3.2 规定：剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%-30% (即 0.1mSv/a-0.3mSv/a)。根据医院提供的资料，医院取GB18871-2002中工作人员职业照射剂量限值的四分之一即5mSv/a作为放射工作人员的年有效剂量管理目标值；取其公众照射平均剂量估计值的四分之一0.25mSv/a作为公众成员的年有效剂量管理目标值，本项目医院的公众照射剂量管理取值为25%，在上述取值范围内，满足GB18871-2002要求。

综上所述，确定本项目的评价标准见表7-5所示。

表 7-5 辐射评价标准及相关参数汇总表

年有效剂量控制			执行依据
执行对象	标准限值 (mSv/a)	年有效剂量管理目标 (mSv/a)	GB18871-2002 及医院管理要求
放射工作人员	20	5	
公众成员	1	0.25	
环境剂量控制			执行依据
机房外 30cm 处	机房外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。		GBZ130-2013
透视防护区 测试平面	介入手术室在确保铅屏风和床侧挂帘等防护设施正常使用的情况下，在透视防护区测试平面上的空气释动能率应不大于 400μGy/h。		
机房面积控制			执行依据
设备名称	机房内最小有效 使用面积(m <sup>2</sup> )	机房内最小 单边长度(m)	GBZ130-2013
DSA (按单管头执行)	20	3.5	

注：本项目 DSA 为单管头，参照单管头 X 射线机确定机房控制面积和单边长度。

**表 8 环境质量和辐射现状**

为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平,重庆泓天环境监测有限公司受我公司委托,于 2019 年 10 月 11 日对本项目拟建址的 $\gamma$ 辐射剂量率背景值进行了监测。监测报告编号为:渝泓环(监)[2019]1390 号。

(1) 监测因子: 环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率。

(2) 监测方法和依据:

监测方法和依据见表 8-1。

**表 8-1 监测方法和依据**

监测项目	监测方法	监测依据
环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率	仪器法	《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993

(3) 监测点位: 共设 4 个点。具体监测布点见表 8-2。

根据监测布点情况,本次在项目拟建介入手术室和控制室各布设 1 个监测点位,拟用房楼上射液观察室、拟用房所在建筑外地面各布设了 1 个监测点位。各监测点位的布设能够反映本项目拟用房辐射环境水平及邻近地表 $\gamma$ 辐射水平。因此,项目监测布点合理可行。

(4) 监测工况: 监测时其他 X 射线装置未运行。

(5) 质量保证措施: 监测人员持证上岗,监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用;监测时获取足够的的数据量,以保证监测结果的统计学精度;监测报告严格实行三级审核制度,经过校对、校核,最后由技术负责人审定。因此,监测结果有效。

(6) 监测结果统计:

监测结果统计见表 8-2。

续表 8 环境质量和辐射现状

表 8-2 拟建项目本底监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)
△1	拟建介入手术室	102
△2	拟建控制室	117
△3	楼上输液观察室	96
△4	门诊大楼外道路上	74

根据监测统计结果可知,本项目拟建设位置的 $\gamma$ 剂量率的监测值在 74nGy/h~117nGy/h 之间(未扣除宇宙射线)。根据《2018 年全国辐射环境质量报告》(中华人民共和国生态环境部),重庆市多个点位的 2018 年环境地表 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测值范围在 64.4~168.7nGy/h(未扣除宇宙射线)之间。两者相比,拟建址场址及邻近环境 $\gamma$ 辐射剂量率在其本底涨落范围内。

**表 9 项目工程分析与源项**

**工程设备和工艺分析**

**9.1 回顾施工期污染工序及污染物产生情况**

本项目用房已改造和装修完成，回顾施工期主要为房间改装和设备安装产生的扬尘、噪声、固体废物以及施工人员产生的生活废水。

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

噪声：主要来自于项目用房现有用房改造、装修及现场处理等产生的噪声；

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水；

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

**9.2 运行期污染工序及污染物产生情况**

**9.2.1 设备情况**

本项目在医院门诊大楼负一层配置 1 台 II 类射线装置 DSA，用于介入手术。医院拟配置的设备基本情况见表 1-3。

**9.2.2 工作原理、操作流程、工作负荷及污染因子**

**(1) X 射线产生及成像原理**

DSA 属于医用 X 射线装置。X 射线装置中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。X 射线管结构见图 9-1。

续表 9 项目工程分析与源项

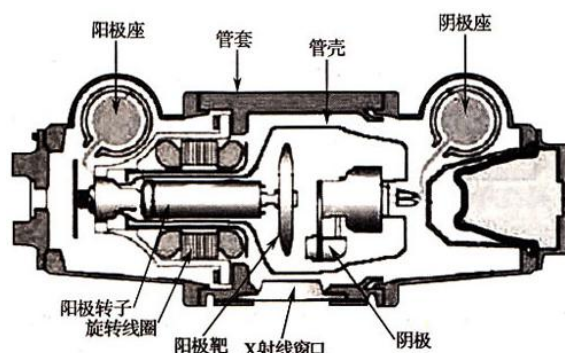


图 9-1 典型 X 射线管结构图

X 射线管的阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

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

## (2) DSA 设备组成及工作原理

**DSA 设备组成：**DSA 主要由 C 臂、手术床、影像显示器、透视及曝光脚闸、床旁操作、曝光手闸、影像显示器、键盘、鼠标、主机、多讲系统组成。

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

续表 9 项目工程分析与源项

DSA 工作示意图见图 9-2，DSA 实物图如下图 9-3 所示。

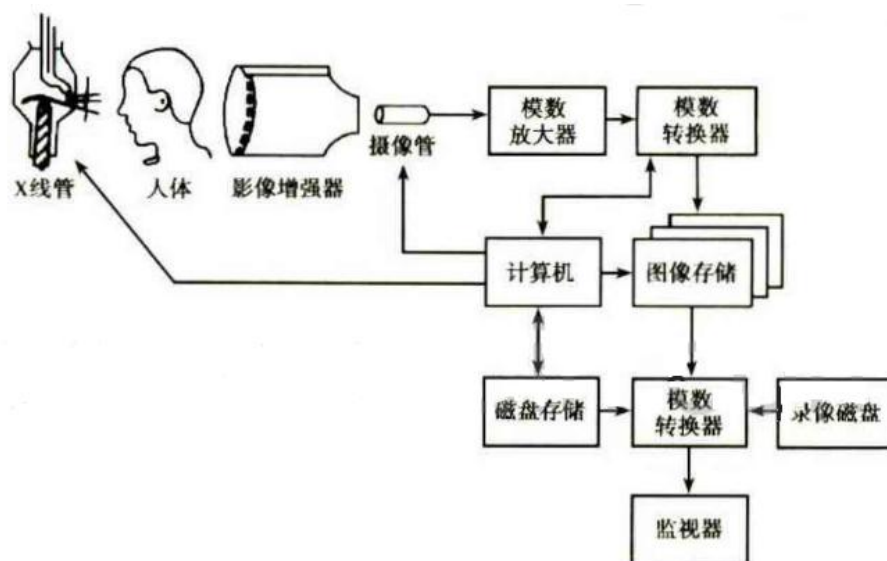


图 9-2 DSA 工作示意图



图 9-3 DSA 设备照片示例

(3) 操作流程

DSA 主要操作流程为：在 DSA 引导下进行一系列的介入检查与诊疗手术。在手术过程中，介入手术医生必须在床旁并在 X 射线导视下进行操作。

项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，采集。介入手术医生采取隔室操作的方式（即介入手术医生在

续表 9 项目工程分析与源项

控制室内对病人进行曝光)，医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

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帘后身着铅衣、铅眼镜等防护用品在 DSA 手术室内对病人进行直接的介入手术操作。

DSA 治疗流程及产污环节见图 9-4 所示。

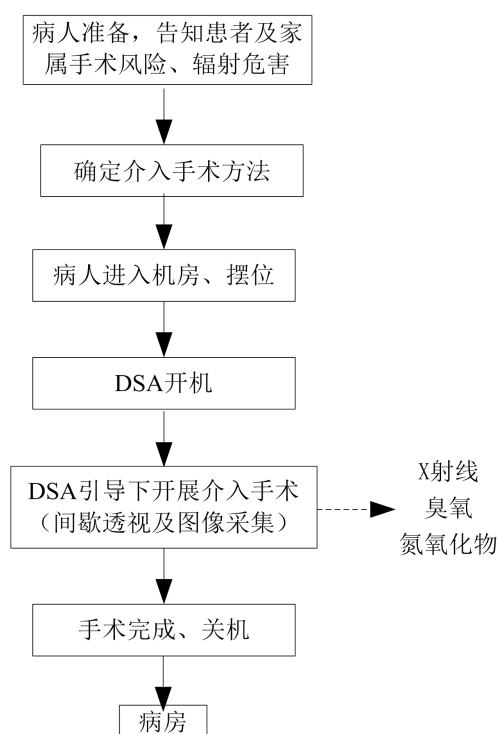


图 9-4 DSA 操作流程及产污环节图

根据上图，本项目污染因子主要为 DSA 工作时产生的 X 射线和臭氧、氮氧化物。本项目 DSA 工作时产生的 X 射线一般是从床体下方的 C 臂头出束，床体上方的 C 臂头为接收器，主射线从下往上照射，照向机房顶棚。由 X 射线装置的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。

#### (4) 工作负荷

根据医院提供的资料，医院介入手术室工作负荷情况见表 9-1。



续表 9 项目工程分析与源项

表 9-1 医院 DSA 工作负荷表					
<b>透视</b>					
手术类别	工作人员及数量	年开展工作量	每台手术 透视曝光时间	年透视曝光时间	
心脏介入	手术医生 2 人	600 台	约 20 min	约 400h	
神经介入	手术医生 2 人	300 台	约 21 min	约 210 h	
综合介入	手术医生 3 人	100 台	约 21 min	约 35 h	
小计	/	1000 台	/	约 645 h	
<b>采集</b>					
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	600 台	3~4 s	7~15 次	约 1 min	约 10h
神经介入	300 台	3~8 s	7~15 次	约 2 min	约 10h
综合介入	100 台	6~10 s	4~10 次	约 1.7 min	约 2.8 h
小计	1000 台	/	/	/	约 22.8 h
<b>总曝光时间</b>					
心脏介入	600 台	/	/	/	约 410 h
神经介入	300 台	/	/	/	约 220 h
综合介入	100 台	/	/	/	约 37.8 h
<b>总合计</b>	1000 台	/	/	/	<b>约 667.8 h</b>

根据上表可知，DSA 介入手术过程中，透视时间共约 645h，采集时间约 22.8h，DSA 总年有效开机时间 667.8h。

### 9.3 污染源项描述

#### 9.3.1 电离辐射

根据本建设项目 DSA 介入工作流程，DSA 与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 X 射线球管出束照射患者期间，它产生的 X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

(1) 有用线束：直接由 X 射线球管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射人体，形成诊断影像的射线。其射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射

续表 9 项目工程分析与源项

量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有约 30% 的裕量。根据调查重庆市多家医院 DSA 的设备工作条件中发现，①在极端情况下，本项目 DSA 透视工况运行管电压为额定电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 110mA。②常用透视工况为 60~90kV/5~10mA，采集工况为 60~90kV/300~500mA。

根据射线衰减原理和 ICRP33 号报告，不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如下图 9-5 所示。本项目 DSA 过滤板为 3mmAl，额定电压 125kV。查图可知，额定电压 125kV 时，离靶 1 米处的发射率约为 9.8mGy/mA·min。

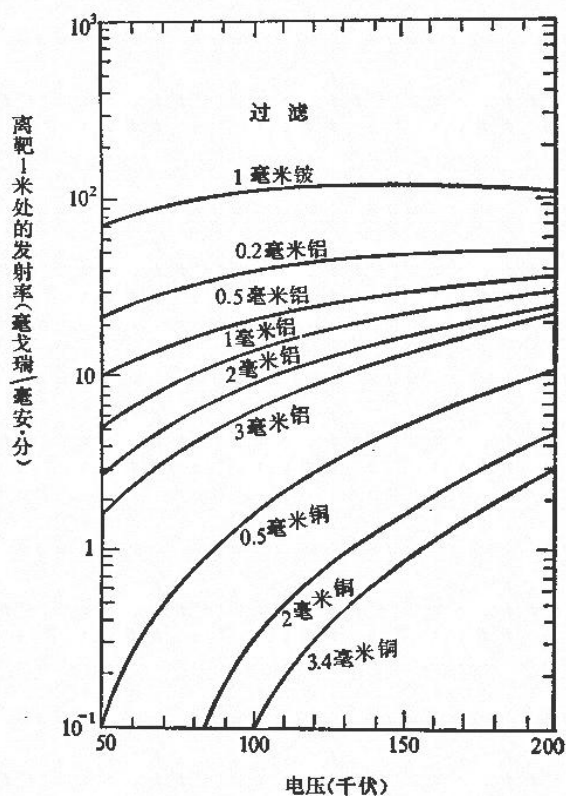


图 9-5 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

(2) 漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。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。

续表 9 项目工程分析与源项

### 9.3.2 “三废”排放情况

#### (1) 废气

X 射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物，影响室内空气质量。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体。臭氧产额远大于氮氧化物，因此下文以臭氧进行分析。

根据《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（中国辐射卫生 1998 年第 7 卷第 3 期，郝海鹰、刘容、王玉海），在 20 间摄片机房、透视机房、CT 室内（工作电压 70~90kV）下射线装置正常工作 1 小时后，机房内的臭氧浓度最大为 0.031mg/m<sup>3</sup>，远小于《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》（GBZ2.1-2007）的标准限值要求（0.3mg/m<sup>3</sup>）。臭氧很快能自行分解（分解时间约 0.83h），其通过通风换气到室外后，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的标准限值要求（0.2mg/m<sup>3</sup>）。因此，本项目 DSA（工作电压一般不超过 90kV）运行产生的臭氧和氮氧化物实际上可不予考虑，一般采用空调通风换气即能保证机房内的空气质量。

#### (2) 固废

DSA 在运行时均采用实时成像系统，不洗片，无废片产生。

介入手术产生废一次性医疗用品、器械等主要为感染性和损伤性废物，属于《国家危险废物名录》中 HW01 医疗废物。医院在手术室内分别设置感染性和损伤性废物收集桶，并粘贴标识。手术过程中产生废物每日及时经污物通道运至医疗废物暂存间。

项目产生生活垃圾依托院内生活垃圾暂存间暂存交环卫部门处理。

项目配置多套铅橡胶衣、帽子等含铅防护用品，其在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品，经查阅《国家危险废物名录》（环保部 1 号令，2016 年版），报废铅防护用品不属于名录中危险废物，也不属于具有腐蚀性、毒性、易燃性、反应性或者感染性等一种或者几种危险特性的。因此，本评价识别为一般固废，由医院妥善收集、暂存后作为一般固废处置。

#### (3) 废水

**续表 9 项目工程分析与源项**

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

**9.3.3 项目污染因子统计**

综上所述，本项目污染因子一览表见表 9-2。

**表 9-2 污染因子一览表**

工作场所	影响因素	主要污染因子	产排量
介入 手术 用房	电离辐射	X 射线	距靶 1m 处有用线束的发射率：125kV 下不大于 9.8mGy·m <sup>2</sup> /mA·min。 漏射线距焦点 1m 处平均空气比释动能不超过 1mGy/h。
	废气	O <sub>3</sub> 、NO <sub>x</sub>	小于 0.2mg/m <sup>3</sup>
	固废	医疗废物	少量(污物间暂存后运至医院医疗废物暂存间暂存,后交重庆市涪陵区固废处置中心处置)
		生活垃圾	少量(交环卫部门处置)
	废铅防护用品	少量,妥善暂存后按照一般固废处置	
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**

#### **(1) 布局**

本项目位于门诊大楼负一层西侧，包含介入手术室及其配套用房。介入手术室西北侧为污物间、清洁室、杂物间、过道等，东北侧为操作室、办公室等，东南侧为设备间、缓冲间、过道等，西南侧为泥土层。楼上为输液观察室，楼下为消防水池。

#### **(2) 通道**

放射工作人员通道：手术工作人员、操作人员等由东南侧医生通过间更衣后进行操作室、办公室等。手术工作人员在盥洗室洗手后进入铅衣室穿戴防护用品，再通过医生入口进入介入室。工作完成后原路返回。

病人通道：病人通过项目用房东南侧大门进入缓冲间，然后通过病人入口进入介入手术室接受手术。手术完成后原路返回。

污物通道：手术期间产生医疗废物在手术结束后由专用防护门进入污物间暂存，在每天工作结束后再运至医院医疗废物暂存间。

项目通道布置示意图见图 10-1 所示。

#### **(3) 合理性分析**

项目设置介入手术室和各种辅助用房，同时项目的缓冲间兼做术后恢复区、抢救区。项目辅助用房功能齐全。

项目位于负一层西侧，远离其他放射科人流聚集区域；介入手术室布置在用房中部，其西北侧为污物间、清洁室、杂物间、过道等，东北侧为操作室、办公室等，东南侧为设备间、缓冲间、过道等，西南侧为泥土层。西北侧过道外为空置区域，无公众成员停留；东南侧过道为医护人员及病人活动区域，无无公众成员停留。项目用房属于独立的手术间，放射工作人员、病人的通道独立，污物在每天工作完成后，沿污物通道运出；DSA 机房拟设置 4 个防护门，分别用于工作人员（2 个）、病人进出及污物储存的防护门。项目布局利于病患就医，保证错峰的情况下人流、物流各通道独立，其设置布局利于辐射防护安全控制。

项目介入手术室周围基本上均为项目手术辅助用房，介入手术室周围基本上

续表 10 辐射安全与防护

不与外环境相接。介入手术室另设置移动式的空气消毒机，并配套设施一些手术室专用仪器和设备，配套设施齐全。

综上所述，该布局考虑了不同类型人员通道相对独立，且利于辐射防护。从辐射环境保护角度分析，项目机房布局合理。

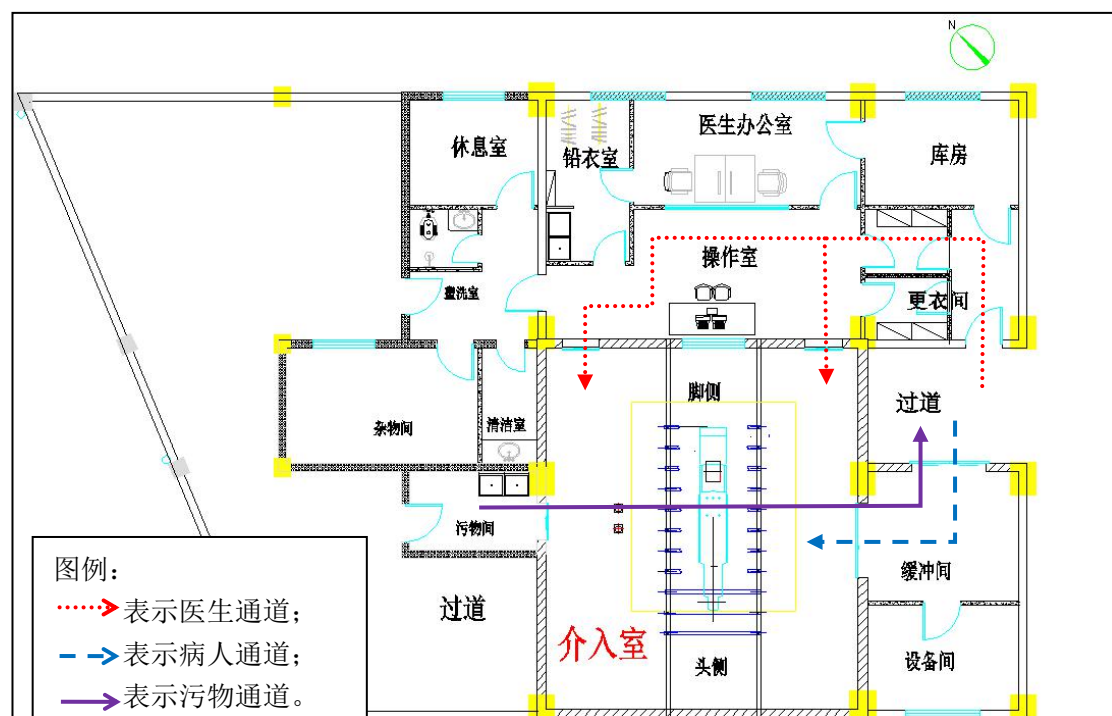


图 10-1 项目通道布置示意图

### 10.1.2 机房面积

本项目 DSA 为单管头设备，机房内空尺寸和标准要求见表 10-1 所示。

表 10-1 射线装置机房建设要求对比表

设备名称	机房设计		标准要求		是否满足要求
	机房内空尺寸 (长×宽, m)	有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	最小单边长 (m)	面积 (m <sup>2</sup> )	
DSA	8.76×7.56	66.23	≥3.5	≥20	满足

由上表可知，本项目射线装置机房的最小单边长度和面积均能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130 -2013）的要求。

### 10.1.3 辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和

## 续表 10 辐射安全与防护

监督区的定义划定控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和措施；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措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。

为加强核技术应用医疗设备所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，应对项目划定控制区和监督区进行分区管理。建设单位拟将项目介入手术室实体墙体以内的区域设置为控制区；与机房相邻的周围用房区域内全部作为监督区，西南侧、东南侧过道 30cm 范围内的区域为监督区，由于机房西南侧为土层，故西南侧不划监督区。分区原则符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

分区布置图见图 10-2，分区用房情况见表 10-2 所示。

表 10-2 本项目控制区、监督区划分表

分区类型	划分区域
控制区范围	介入手术室
监督区范围	污物间、清洁室、操作室、缓冲间、设备间；西南侧、东南侧过道 30cm 范围；介入手术室楼上、楼下对应区域。

建设单位拟对控制区设置工作状态指示灯及辐射警示标志等设施，限制无关人员随意进入，以便控制正常照射和防止（或限制）潜在照射；在面对公众成员侧的监督区边界处拟设置电离辐射警示标志，按要求定期检查辐射剂量水平，进行经常性监督和评价。

续表 10 辐射安全与防护

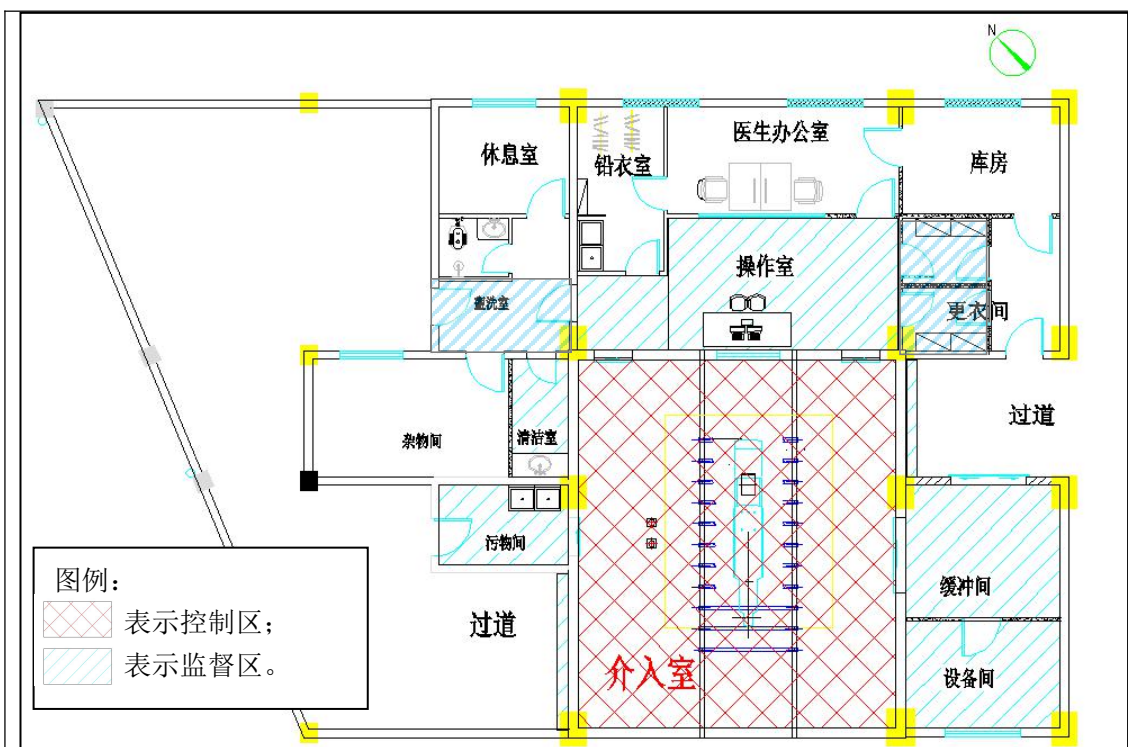


图 10-2 本项目分区布置示意图

## 10.2 辐射安全与防护

### 10.2.1 建设单位已采取的辐射安全与防护措施

#### (1) 设备固有措施

本项目 DSA 装置自身已采取多种固有安全防护措施：

①本项目 DSA 拟设可调限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少泄漏辐射。透视曝光开关为常断式开关，并拟配备透视限时装置。DSA 具备工作人员在不变换操作位置情况下成功切换透视和采集功能的控制键。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。影像增强器前面可酌情配置各种规格的滤线栅，减少散射影响。

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

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短



## 续表 10 辐射安全与防护

总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备辅助防护设施：设备采购时选配辅助防护设施包括 1 套铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏。

⑥应急开关：DSA 设备上及控制台上拟设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。

设备配置的辅助防护设施现场照片见图 10-3 所示。



图 10-3 设备配置的辅助防护设施现场照片

### (2) 机房已采取的辐射安全与防护措施

①根据建设单位提供资料，DSA 所在的介入手术室屏蔽设计方案为：墙体上的铅防护门 3mmPb 当量，观察窗 3mmPb 当量，顶棚为 12cm 砼+3mmPb 当量硫酸钡；地板为 15cm 砼+3mmPb 当量硫酸钡，四周墙体为 24cm 实心页岩砖。其屏蔽能力能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）表 4 的要求，屏蔽体外周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

②介入手术室的 4 个防护门均为铅防护门，观察窗四周配备防护窗套，窗套屏蔽能力与铅玻璃屏蔽能力相当，防护门、铅玻璃窗的生产和安装均交有资质的

**续表 10 辐射安全与防护**

厂家负责。

**(3) 通风**

介入手术室采用分体式空调通风换气。机房吊顶后高度约 3m，有效体积约 250m<sup>3</sup>，设计风量为 3000m<sup>3</sup>/h，通风换气次数约为 12 次/h，能保证机房内良好的通风，空调外机安放在机房墙体外西侧。

**(4) 管线进出口防护**

机房内的穿越防护墙的电缆导线、导管等均采用“U”型，在机房角落穿墙，电管进出口设置在机房底部并敷设钎水泥，不影响墙体的屏蔽防护效果。

**(5) 警示标识**

介入手术室病人进出防护门外设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域。

**(6) 辐射防护用品**

根据建设单位提供的资料，建设单位已配备个人防护用品，具体见表 10-3。

**表 10-3 项目已配置个人防护用品和辅助防护设施情况**

设备类型	工作人员		患者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
DSA	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅防护手套、铅橡胶衣服（共计 4 套）	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏（共计 1 套）	铅橡胶围裙、铅橡胶三角裤、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具（1 套）	/

备注：上述防护用品屏蔽厚度均为 0.5mmPb。

对比《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），建设单位已配置的个人防护用品及辅助防护设施符合要求。

**(7) 其他**

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

②由专业单位对按照防护方案施工，保证施工质量。

③合理布置机房内急救及手术用辅助设备，机房内安装监控与对讲装置。

④医院应合理安排医疗废物运出时间，介入手术室工作时，严禁医疗废物运

续表 10 辐射安全与防护

出；待介入手术室停止工作时，方可进行医疗废物运送。

### 10.2.2 建设单位需补充的辐射安全与防护措施

#### (1) 联锁系统

介入手术室病人防护门上方拟设置“正在照射”工作状态指示灯，并实行门灯联锁。即当防护门关闭到位后，“正在照射”工作状态指示灯亮，警示无关人员远离机房区域。

#### (2) 警示标识

介入手术室医生进出防护门和污物运输的防护门外均需设置电离辐射警告标志和放射防护注意事项，提醒周围人员尽量远离该区域。

### 10.2.3 采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

本项目根据已采取的辐射安全与防护措施和需补充的辐射安全与防护措施后与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）等相关要求对比情况见表 10-4 所示。

根据表 10-4 可知，本项目补充完善后的辐射安全与防护措施满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）及《医用 X 射线诊断受检者卫生防护标准》（GB16348-2010）要求。建设单位严格按照上述要求建设，认真落实上述辐射安全与防护措施后，能保障 DSA 的运行对环境和人员的影响满足相关标准要求。

### 10.3 三废的治理

本项目 X 射线装置在工作过程中产生的 X 射线，不产生放射性三废。

表 10-4 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准号	标准要求	项目情况
GBZ130 -2013  X 射线设备机房 防护设施的技术 要求	介入放射学、近台 同室操作(非普通 荧光透视)用 X 射线设备防护性 能的专用要求	设备自带  设备自带
	透视曝光开关应为常断式开关, 并配有透视限时装置。  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。	配置合格出厂的设备, 经监测合格后方能使用。
	X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用情况下, 按附录 B 中 B.1.2 的要求, 在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 $\mu$ Gy/h。	机房四周墙体、防护门窗、地板和顶棚均采用足够厚的屏蔽材料进行防护。
	X 射线设备机房(照射室)应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。	机房有独立的机房。机房有效使用面积和最小单边长度满足标准要求。
	每台 X 射线机应设有单独的机房, 机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房, 其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于相应要求。	根据后文核算, 机房屏蔽体的铅当量折算大于标准要求, 屏蔽体外的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu$ Sv/h, 屏蔽能力满足要求。本项目设备同时具备摄影和透视功能。
	X 射线设备机房屏蔽防护应满足相应要求。具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h; CT 机、乳腺机、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。	已合理设置门窗和管线位置, 设计有相应的屏蔽能力。顶棚、地板的屏蔽能力满足要求。
应合理设置机房的门、窗和管线口位置, 机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房(不含顶层)顶棚、地板(不含下方无建筑物的)应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。	机房设置有观察窗, 能观察到患者和受检者状态。	
机房应设有观察窗或摄像监控装置, 其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。	合理安装设备, 设备自带影像增强器能较好的阻挡主射线。机房内除必要的配套设施外, 未堆放其他杂物。机房采用分体式空调进行通风换气。	
机房内布局要合理, 应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置; 不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物; 机房应设置动力排风装置, 并保持良好的通风。	辐射防护设施补充完善后, 病人进出防护门外设置醒目的工作状态指示灯、门灯、门灯联锁、电离辐射警告标志和联动。	

标准号	标准要求		项目情况
		<p>根据工作内容，现场应配备相应的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施。其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护服；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。</p>	<p>放射防护注意事项。</p> <p>已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。</p>
	<p>医用 X 射线诊断 防护安全操作要求</p>	<p>介入放射学用 X 射线设备应具有可准确记录受检者受照剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后患者受照剂量记录在病历中。</p> <p>借助 X 射线透视进行骨科整复、取异物等诊疗活动时，不应连续曝光，并应尽可能缩短累计曝光时间。</p> <p>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。</p>	<p>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。</p>
<p>GB16348-2010</p>	<p>防护最优化</p>	<p>应避免受检者同一部位重复 X 射线检查，以减少受检者受照剂量。</p>	<p>加强管理和提高工作人员能力，将在术前制定手术方案，按要求执行。</p>
	<p>儿童 X 射线检查的特殊要求</p>	<p>应为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的防护用品，其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。</p>	<p>本项目配置的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。</p>
<p>GBZ128-2016</p>	<p>剂量计的佩带</p>	<p>对于工作中穿戴铅围裙的场合（如医院放射科），通常应根据佩带在围裙里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量。当受照剂量可能超过调查水平时（如介入放射学操作），则还需在围裙外面衣领上另外佩带一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。</p>	<p>医院拟为每名放射工作人员在铅防护服内外各配置 1 枚个人剂量计</p>

表 11 环境影响分析

### 11.1 回顾施工期环境影响

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

项目用房现有用房改造时产生的扬尘，采用塑料布围封施工区域，采取定期洒水等措施，扬尘对周围环境影响小。

项目用房改造、装修及现场处理等，采取合理安排施工时间，夜间不进行施工，选择低噪声设备和工艺等措施，施工噪声影响较小。

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，对水环境影响小。

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

根据回顾性分析，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，环境可以接受。

### 11.2 营运期辐射环境影响分析

#### 11.2.1 介入手术室屏蔽能力换算

(1) 屏蔽体铅当量核算公式

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

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ——不同屏蔽材质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

续表 11 环境影响分析

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

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

式中：X——铅厚度；其余同上。

③根据 DSA 工作原理及工作方式可知，DSA 工作时发出的有用线束均会被患者身体和影像增强器等阻挡，因此在屏蔽防护时主要考虑非有用线束的影响，而 90°非有用线束的影响最大，因此本评价以 90°非有用线束屏蔽厚度要求作为核算依据。

本项目 DSA 额定电压为 125kV，查《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）表D.2 混凝土拟合参数，对墙体进行核算。核算过程见附件 6。

根据《辐射防护导论》（方杰、李士骏）P88，砖和混凝土的相当厚度可用密度进行换算，具体如下公式： $d_1/d_2 = \rho_2/\rho_1$ 。

(2) 核算结果

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

表 11-1 射线装置机房屏蔽厚度核算对比表

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计	折合铅当量	标准要求	评价结果
介入 手术室 (125kV)	四周墙体	24cm 实心页岩砖 +2mmPb 当量硫酸钡	约 4.33mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求
	顶棚	12cm 砷+3mmPb 当量硫酸钡	约 4.54mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求
	地板	15cm 砷+2mmPb 当量硫酸钡	约 4.02mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求
	防护门	3mmPb 当量	3mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求
	观察窗	3mmPb 当量	3mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求

备注：实心页岩砖墙密度 1.65g/cm<sup>3</sup>，砷密度 2.35g/cm<sup>3</sup>。

续表 11 环境影响分析

由《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）5.3 可知，标准中规定了 X 射线装置机房的屏蔽防护应不低于标准中表 3 的要求，即本项目 DSA 机房屏蔽能力不得低于 2mmPb 当量。根据上表核算和对比分析，项目介入手术室的屏蔽能力能满足《医用 X 射线诊断防护标准》（GBZ130-2013）的要求。

### 11.2.2 介入手术室屏蔽体外剂量率核算

#### (1) 核算公式

根据工程分析，DSA 设备的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。漏射线剂量率很小（不大于 1mGy/h），可不考虑。

核算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{H}{K \times R^2} \quad H = \dot{G} \times I \times 60 \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：K——减弱倍数，K=1/B（B：透射因子，计算公式见式 11-2）；

H——X 线的输出率（Gy/h）；

I——电流（mA）；

$\dot{G}$  ——发射率（mGy·m<sup>2</sup>/mA·min）；

$\dot{H}$  ——屏蔽体外 30cm 处瞬时剂量率（Gy/h）；

R——参考点距离(m)。

#### (2) 核算参数

DSA 采集时间极短，本次评价主要考虑透视情况下，计算介入手术室墙体外周围剂量当量率，即考虑极端情况下，额定电压 125kV，对应电流不大于 110mA 进行计算介入手术室墙体外周围剂量当量率。DSA 在 125kV、3mmAl 过滤板情况下主射线方向 1m 处发射率为 9.8mGy/mA·min，Sv/Gy 取 1。

本项目 DSA 常用最大管电压及发射率值见表 11-2。

表 11-2 设备常用管电压对应发射率

设备名称	常用管电压 (kV)	发射率 (mGy·m <sup>2</sup> /mA min)	最大运行管电流 (mA)	TVL (Pb) *
DSA	125 (取额定电压)	9.8	110	0.090cm

备注：铅 TVL 根据《辐射防护概论》表 3.7 查得。



续表 11 环境影响分析

根据射线装置的工作原理和实际工作状态，设备出束方向有影像增强器屏蔽，因此核算采用散射，即在上述公式核算上考虑散射系数。评价按照 125kV 电压进行计算。根据 NCRP147 号报告第 137 页附图 C.1，125kV 射线装置在最大散射角情况下 1m 处的每平方厘米的散射系数为  $7 \times 10^{-6}$ ，考虑射线装置运行时的最大照射野面积为  $400\text{cm}^2$  ( $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ )，则散射系数为 0.0028。

(3) 机房外周围剂量当量率核算结果

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

表 11-3 DSA 机房屏蔽核算结果

墙体名称		射线类型	距离 R(m)	设计厚度	透射因子	周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	实际厚度是否满足要求
西北侧(清洁室、污物间、盥洗室等)	墙体	散射	4.34	24cm 实心砖+2mmPb 当量硫酸钡	$7.96 \times 10^{-6}$	0.08	是
	铅门	散射	4.34	3mmPb	$1.54 \times 10^{-4}$	1.48	是
东北侧(控制室)	墙体	散射	4.94	24cm 实心砖+2mmPb 当量硫酸钡	$7.96 \times 10^{-6}$	0.06	是
	铅窗	散射	4.94	3mmPb	$1.54 \times 10^{-4}$	1.14	是
	铅门	散射	4.94	3mmPb	$1.54 \times 10^{-4}$	1.14	是
东南侧(缓冲间、设备间等)	墙体	散射	4.34	24cm 实心砖+2mmPb 当量硫酸钡	$7.96 \times 10^{-6}$	0.08	是
	铅门	散射	4.34	3mmPb	$1.54 \times 10^{-4}$	1.48	是
顶棚	墙体	散射	4.67	12cm 砷+3cm 硫酸钡	$4.98 \times 10^{-6}$	0.04	是
地板	墙体	散射	3.97	15cm 砷+2cm 硫酸钡	$1.59 \times 10^{-5}$	0.18	是

备注：①介入室西南侧为土层，故不纳入核算。②设备离地高度按 1.0m 考虑。顶棚核算到楼上地面 1m 处，楼下核算到楼下地面 1.7m 处。

根据计算可知，在额定电压 125kV 情况下，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《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求。常用透视条件电压低于 125kV，则机房外周围剂量当量率亦小于

续表 11 环境影响分析

2.5 $\mu$ Sv/h。

### 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- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

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

其中： $H_{Er}$ ：X 或 $\gamma$ 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

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

T：居留因子；

t：X 或 $\gamma$ 射线照射时间，小时。

#### (2) 剂量估算结果

根据建设单位提供的资料和工程分析，医院使用 DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 1000 人次/年；透视时间共约 645h，采集时间约 22.8h，DSA 总年有效开机时间 667.8h。

##### 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

根据核算，介入手术室的建设方案能满足 GBZ130-2013 辐射防护的要求。本评价考虑最不利因素，控制室最大周围剂量当量率约为 1.14 $\mu$ Sv/h，控制室设备操作由一人完成，即出束时间为 667.8h/a，则控制室的放射工作人员受到的附加有效剂量最大为 0.76mSv/a，满足本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值 5mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

##### B：手术室医护人员

根据《医用 X 射线诊断防护要求》（GBZ130-2013）规定：X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，按附录 B.1.2 的要求，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率不应大于 400 $\mu$ Gy/h（按附录 C 图 C.3 的要求）。医护人员均穿戴铅衣、铅眼镜、铅围脖等防护设施（考虑铅当量 0.5mm），以公式 11-5 计算防护用品屏蔽减弱倍数，不考虑射线与手术医护人员的距离衰

续表 11 环境影响分析

减因素，不区分手术人员位置，保守核算常用电压及额定电压条件下手术医务人员受照剂量在医院年剂量管理目标值下的年工作时间（DSA 的年有效出束时间），见表 11-4。由于采集时手术医生位于 DSA 机房外，因此核算不考虑采集时间。

$$d = TVL \log K \quad (\text{公式 11-5})$$

式中：TVL——十值层厚度；

d——屏蔽材料厚度。

表 11-4 手术室医护人员最大手术负荷时间表

运行管电压	TVL 取值	减弱倍数	空气比释动能率	年有限剂量管理目标值	单人最大透视手术工作时间 (h/a)
90kV	0.0704cm	5.13	400 $\mu$ Gy/h	5mSv/a	64.1
125kV	0.090cm	3.59	400 $\mu$ Gy/h	5mSv/a	44.9

TVL 取值：《辐射防护概论》表 3.7 查得 100kV 宽束 X 射线铅的 TVL 为 0.074cm。

根据表 11-4 可知，理论计算本项目 DSA 在常用条件下单人最大透视手术工作时间为 64.1h，在额定电压条件下为 44.9h，低于医院计划 DSA 开机时间，因此需要多组工作人员分担工作时间。结合上述估算结果，给出常用电压条件下本项目手术医生单人年有效剂量估算结果，具体见表 11-5。

表 11-5 常用条件下本项目手术医生剂量估算

手术类型	手术台数 (台)	总计透视曝光时间 (h)	年剂量小计 (mSv/a)	拟配置人数		最低配置人数	
				手术医生数量 (人)	平均受照剂量 (mSv/a)	手术医生数量 (人)	平均受照剂量 (mSv/a)
心脏介入	600	400	31.2	2	15.6	7	4.5
神经介入	300	210	16.4	2	8.2	4	4.1
综合介入	100	35	2.7	3	0.9	1	2.7
合计	1000	/	/	7	/	12	

注：Sv/Gy 转换系数取 1。

根据上表估算结果可知，项目拟配置手术医生，介入手术过程中，综合介入的手术医生平均受照剂均低于本项目放射工作人员的年有效剂量管理目标值（5mSv/a），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求；心脏介入、神经介入的手术医生平均受照剂均高于本项目放射工作人员的年有效剂量管理目标值（5mSv/a）。

**续表 11 环境影响分析**

根据上表估算结果可知，项目需配置最低手术医生，介入手术过程中，心脏介入、神经介入、综合介入的手术医生最低配置人数为 7 人、4 人、1 人，合理安排轮换制度，各手术医生平均受照剂均低于本项目放射工作人员的年有效剂量管理目标值（5mSv/a），也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

上述估算是按照透视防护区测试平面上的空气比释动能率不大 400 $\mu$ Gy/h 的基础上计算的，实际手术过程中，手术医生受到的照射剂量与铅悬挂防护屏设置位置、铅防护用品质量、手术医生的手术熟练度及习惯等相关。因此，介入手术医生实际受到的年有效剂量以个人剂量计监测结果为准。因此，医院应根据最大手术工作时间对手术医生进行工作调配，以确保辐射安全。

另外，医院还应采取以下措施确保辐射安全工作：

（1）要求从事介入手术人员在实际工作中，应正确佩戴个人剂量计，手术室医护人员应在防护铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计；

（2）医院应定期对个人剂量计进行监测，根据监测报告结果，合理分配工作量，正确有效使用防护用品，每季度受照剂量不得超过 1.25mSv/a，确保放射工作人员受到的年有效剂量低于医院的年剂量管理目标值。

**②非放射工作人员及公众成员剂量估算**

项目用房周围公众成员剂量估算结果见表 11-6。

**表 11-6 公众成员剂量估算**

类别	机房外最大周围剂量当量率（ $\mu$ Sv/h）	曝光时间（h/a）	居留因子*	年有效剂量（mSv/a）
公众成员	1.48	667.8	1/5	0.20

备注：居留因子参照 GBZ/T180-2006 表 B.1 取值。

根据表 11-5 核算，在 DSA 开机期间，公众成员所受的周围剂量当量率均低于医院剂量管理目标值 0.25mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目年有效剂量管理目标的要求。

**（3）剂量估算结论**

综上所述，按要求增加介入手术医生后，根据医院提供的计划手术量，在合理分配手术量、放射工作人员正确、有效使用防护用品的前提下，介入手术医生

## 续表 11 环境影响分析

受到的平均年附加有效剂量低于医院放射工作人员剂量管理目标值 5mSv/a；其余非放射工作人员、公众成员受到本项目射线装置运行产生的附加年剂量也均满足管理目标值 0.25mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

### 11.2.4 环境保护目标受影响情况分析

临近介入手术室为项目辅助用房及医院过道等院内功能用房，各环境保护目标预测结果见表 11-7。

表 11-7 环境保护目标周围剂量当量率预测结果

序号	环境保护目标名称	方位	最近水平距离	预测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	污物间、清洁室、盥洗室	西北侧	0m	1.48
2	杂物间	西北侧	2m	0.04
3	西北侧居民楼	西北侧	13m	0.005
4	操作室、办公室等	东北侧	0m	1.14
5	小广场下门诊室	东北侧	8m	0.17
6	设备间、缓冲间、过道等	东南侧	0m	1.48
7	放射科其它用房	东南侧	4m	0.40
8	西南侧居民楼	西南侧	21m	0.002

根据表 11-7 可知，机房临近最近各环境保护目标周围剂量当量率均低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，对于机房之外的房间等，若考虑墙体、楼板等屏蔽，则项目所致周围 50m 范围内环境保护目标几乎无影响，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 三废影响分析

### 11.3.1 废气影响

X 射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物。介入手术室采用空调进行通风，设置两套轴流风机进行排风，确保机房内有良好的通风，臭氧很快能自行分解，对机房内空气质量影响甚微。

### 11.3.2 废水影响

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

医院门诊大楼东南侧建设有医院医疗废水处理站（污水处理站处理能力为  $500\text{m}^3/\text{d}$ ，目前实际处理力量约为  $140\text{m}^3/\text{d}$ ），接纳整个医院医疗废水。项目建成后，项目新增人员后未突破医院整个医务人员的劳动定员，因此，项目产生少

## 续表 11 环境影响分析

量废水依托医院污水处理站处理是可行的。

项目产生的废水能得到合理处置，不会对周围环境产生影响。

### 11.3.3 固废影响

项目人员生活垃圾依托医院生活垃圾收集桶收集后由交由环卫部门处理。本项目介入手术室设置有专门的污物通道，本项目医疗废物可以运至医院医疗废物暂存间内统一交重庆市涪陵区固废处置中心处置。经调查，医院医疗废物暂存间内设置了感染性废物和损伤性废物收集桶，相应类别的塑料桶旁墙上贴有中文标签，医疗废物暂存间大门贴有警示标识；医疗废物暂存间为封闭空间，日常不使用时锁闭大门，设专人管理，防止非工作人员接触医疗废物；面积足够，能够暂存 2 天内产生的医疗废物；设置紫外线消毒装置消毒，设置换气扇进行通风换气。医院与重庆市涪陵区固废处置中心签订医疗废物处置协议。因此，本项目产生医疗废物及时运送至医疗废物暂存间，此种处理措施依托可行。

铅防护用品，在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品，作为一般固废管理。

项目产生的固体废物均能得到合理的处理，不会对环境产生影响。

### 11.4 实践正当性分析

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

DSA 在医疗诊断和手术辅助等方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。项目营运以后，将为病人提供一个优越的就医环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。只有在临床上有充分理由要求，才能对已怀孕或可能怀孕的妇女进行会引起其腹部或盆腔受到照射的放射学检查，否则应避免 X 射线照射。

因此，该医院 X 射线装置的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的

## 续表 11 环境影响分析

利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

### 11.5 产业政策符合性

本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类中“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，本项目属于上述“数字化医学影像设备的应用”，属于鼓励类。

综上，本项目符合相关产业政策。

### 11.6 工作场所选址合理性

根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。

本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中产生电离辐射影响，其选址于门诊大楼负一层，紧邻放射科，项目用房原为特检室及其控制室、摄片室及其控制室，特检室及其控制室、摄片室及其控制室目前为空置房，不影响医院的整体布局，且能对射线装置统一管理；另外，项目出入口远离放射科公众聚集区域，介入手术室周围一般公众成员较少，医院考虑了保守的防护方案，对周围环境影响甚微。

因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

### 11.7 事故风险分析及对策

#### （1）风险事故类型

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

## 续表 11 环境影响分析

①除手术人员外其他与手术无关人员在防护门关闭前尚未撤离机房，导致无关人员滞留在机房内受到误照射。

②由于特殊原因，造成防护门未关闭或射线装置工作时门被开启，照射过程中防护门打开而致无关人员受到误照射。

③未进行质量控制检测致设备发射剂量较大。

④长期对使用过大的透视输出剂量，或对患者未采取有效的防护，造成患者误照射。

### (2) 后果分析

#### ①无关人员误照射

因各种原因导致 X 射线装置在运行过程中发生误照射辐射事故，根据本项目 DSA 的运行参数（125kV，110mA），考虑人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m，受到 DSA 照射的时间最大约为 1min（DSA 设备上有急停按钮）的照射，其剂量估算情况见表 11-8。

表 11-8 误照射人员所受辐射剂量估算表

设备	1m 处发射率	受照时间	吸收剂量
DSA	9.8mGy·m <sup>2</sup> /mA min	1min	13.72mGy

备注：仅考虑散射线

#### ②放射工作人员超剂量照射

极端情况下，若一名放射工作人员长期操作所有介入手术，即 1000 台手术，年放射工作时间约 667.8h，则其受到的年有效剂量将超过 74.4mSv。则放射工作人员会超过医院的年有效剂量管理目标，同时也超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的放射工作人员年剂量限制。

### (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



续表 11 环境影响分析

性效应，而随机性效应则不存在阈值。

根据前文估算，无关人员在距离本项目 DSA（II类放射装置）1m 处误照射情况下，1min 受到的吸收剂量率约 13.72mGy；放射工作人员不合理分配手术岗位造成的年附加有效吸收剂量最大约 74.43mGy。受照人员受到的影响将产生不明显和不易察觉的病变。因此，DSA 单次误照射不会达到发生确定性效应阈值，但可能增加发生随机性效应的概率。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》辐射事故分级，DSA 等发生多次累积误照射可能导致人员受到超过年剂量限值的照射，造成一般辐射事故。建设单位应根据不同的风险事故采取不同的处置措施，减少人员受照剂量，保障人群健康。

#### （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撤离介入手术室时应清点人数，放射工作人员对介入手术室按搜寻程序进行查找，确认没有无关人员停留在介入手术室后才开始操作。此外，在设备上设置有紧急停机按钮，只要相关人员了解该按钮的作用，可避免此类事故的发生。因此，在介入手术室内应设置此按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

②加强医院管理，介入手术室病人通道防护门、医生通道防护门均为脚踏式内开门；手术医生在开展手术时，需要进行机房内透视曝光时，应由熟练医生正确穿戴防护用品熟练完成。在控制室采集时，应确认机房内无工作人员，防护门已关闭方才开始曝光。

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

④医院应定期做好设备稳定性检测和质控检测，使设备始终保持在最佳状态下工作。

⑤培植放射工作人员的安全文化素养，提高放射工作人员个人防护意识，在开展介入手术时正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，放射工作人员定期参加辐

**续表 11 环境影响分析**

射安全与防护知识的培训。

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

**表 12 辐射安全管理**

### **12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理小组，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

重庆市涪陵区人民医院医院成立了辐射安全管理领导小组（以下简称领导小组），整体负责医院的辐射防护管理工作。根据调查，医院管理领导小组具体负责成员学历能满足上述要求。因此，医院设有专门的辐射管理机构，符合相关要求。

### **12.2 辐射安全管理规章制度、档案**

#### **(1) 培训**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。同时，根据环境保护部令第 18 号第二十二条规定：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。辐射安全再培训包括新颁布的相关法律、法规和辐射安全与防护专业标准、技术规范以及辐射事故案例分析与经验反馈等内容。

本项目劳动定员 11 人，其中手术医生 7 人，技师 2 人，护士 2 人。手术医生（7 人）招聘或者医院内部培养，技师和护士（4 人）在医院内部调配。目前人员尚未确定。

在本项目放射工作人员到岗后，建设单位拟按照医院管理制度组织本项目放射工作人员报名参加辐射安全与防护培训，并取得合格证，禁止无证操作；取得培训合格证的人员，每四年参加复训。

#### **(2) 辐射安全管理规章制度**

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

续表 12 辐射安全管理

目前，医院已制定了《放射检查受检者防护制度》、《放射科防护安全管理制度》、《放射科辐射防护监测计划》、《放射科辐射事故应急预案》、《放射科个人剂量管理制度》、《放射科工作制度》、《放射科数字化放射摄影（DR）操作规程》、《放射科医师诊断质量管理制度》、《放射科医师职责》、《关于成立辐射安全与环境保管理领导小组的通知》、《技师职责》、《主治医师职责》等。上述各种制度考虑到了设备的操作使用和安全防护，制度基本健全，具有一定的可操作性。医院在此之前按照各项管理制度执行，到目前为止未曾发生过放射事故。

医院还应补充《DSA 室操作规程》、《DSA 检查流程》、《放射工作人员培训教育计划》、《维修保养制度》等制度，并建立辐射安全责任制。同时，医院还应根据在实际落实情况中不断完善已经制定的各项规章制度，如《放射科辐射事故应急预案》、培训计划等。

## （2）档案管理

根据环境保护部令第 18 号第二十三条规定：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七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

建设单位按照《放射工作人员健康管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测管理制度》的要求，建立了放射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。

医院建立了放射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。档案信息和保存等按照环境保护部令第 18 号规定执行。

档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐

## 续表 12 辐射安全管理

射应急资料”。建设单位应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

### (3) 年度评估

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

医院还应将该工作形成制度，今后依制度执行。

## 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。核安全文化表现在从事企业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，严格落实岗位职责，对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。

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

## 12.4 辐射活动能力评价

医院从事本项目辐射活动能力评价见下表 12-1。

表 12-1 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用 II 类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院建立了以放射防护管理领导小组，专职人员学历满足本科以上的要求。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目放射工作人员尚未到岗，待其到岗后按照规定参加学习和考核，持证上岗。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安	已经建立了相关规章制度，还应补充《年

**续表 12 辐射安全管理**

全保卫制度、设备检修维护制度、射线置装使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	度评估制度》等制度。待在本项目建成后，将相关制度在本项目放射工作场所张贴上墙。
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	购买的 DSA 自带急停按钮，同时本项目辐射防护整改完成后设置有门灯联锁装置，工作状态指示灯，门口显眼位置设置电离辐射警示标识和警示语。
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。	医院拟为每名放射工作人员配置 2 枚个人剂量计、介入手术室拟配备足够数量的防护用品。
有完善的辐射事故应急措施。	医院已制定《辐射事故应急预案》，规定了事故应急措施，应进一步完善预案。

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

### 12.5 辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、开展常规的防护监测工作。医院制定了《辐射工作场所监测方案》，每年委托有资质的单位对工作场所及周围环境进行了辐射环境监测，其监测报告结论符合有关标准的要求。医院制定的监测方案符合院内现有核技术利用项目实际需要。本项目实施后，医院应为新增放射工作人员配置个人剂量计，对介入手术室制定监测方案，修订监测制度，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：90 天测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

续表 12 辐射安全管理

**(2) 工作场所及周围环境监测**

应委托有资质的单位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。

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

监测项目：周围剂量当量率

监测项目：周围剂量当量率，DSA 透视防护区测试平面的空气比释动能率；

监测点位：DSA 手术室四周墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、操作位、顶棚上方、地板下方、机房外导线管穿越处；DSA 手术室内手术位、透视防护区测试平面等。

**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》（环保部令第 18 号）及《重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知》（渝环〔2017〕242 号）要求，使用 II 类以上（含 II 类）射线装置的辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

医院设置有放射事故应急小组，制定了《放射事故应急预案》，具体内容包括应急处理原则、应急预案措施、应急报告电话。医院应根据辐射源项不断完善应急预案。

**(1) 事故报告程序**

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即停机，立即向上级部门报告，并根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、区生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。报告联系电话如下：

医院应急救援办公室：72862397（24 小时值班）

环境保护举报热线电话：12369

重庆市辐射环境监督管理站：15998981300

**续表 12 辐射安全管理**

重庆市卫生健康委员会电话：（023）67903565

涪陵区生态环境局：（023）72899936

涪陵区卫生健康委员会：（023）72371632

**（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确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计。

④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。

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，必须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。建设单位应按规定组织自主验收，编制验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-2。

本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-2。

表 12-2 本项目环保设施竣工验收要求一览表

序号	验收内容	本项目验收要求	备注
1	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全	/
2	剂量控制	放射工作人员年有效剂量<5mSv 机房外公众成员年有效剂量<0.25mSv	GB18871-2002 及 医院管理要求
3	人员要求	手术医生、技师、护士等放射工作人员； 放射工作人员均持证上岗，且 4 年进行 1 次复训。	环境保护部令第 3 号、第 18 号
4	剂量率控制	介入手术室四周墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、操作位、顶棚上方、机房外电缆穿越处等，周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。 DSA 第一手术位、第二手术位处，机房在确保铅屏风和床侧挂帘等防护设施正常使用的前提下，在透视防护区测试平面上的空气释动能率应不大于 400μGy/h。	GBZ130-2013



续表 12 辐射安全管理

5	设备数量	1 台 DSA（II 类射线装置）	/
6	防护用品	<p>每名介入手术放射工作人员在铅防护衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计；其他放射工作人员每人佩戴 1 枚个人剂量计。</p> <p>按表 10-3 执行，具体为：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅防护手套、铅橡胶衣服各 4 套；铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 套；铅橡胶围裙、铅橡胶三角裤、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各 1 套。</p>	
7	辐射安全防护措施	<p>①机房各防护门上均设置电离辐射警告标志，醒目的工作状态指示灯，设置门灯连锁装置。</p> <p>②制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急程序等）。</p> <p>③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>④设备上自带急停开关；控制室与机房设对讲装置；</p> <p>⑤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。</p> <p>⑦穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。</p>	
8	管理	<p>有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、年度评估制度等。</p>	

表 13 结论及建议

### 13.1 结论

#### (1) 项目概况

重庆市涪陵区人民医院将医院门诊大楼负一层西侧特检室及其控制室、摄片室及其控制室改造为项目介入手术室及其配套用房,并新购 1 台数字减影血管造影 X 射线装置(DSA, II 类射线装置)开展血管造影介入手术工作。项目总建筑面积 288m<sup>2</sup>,总投资 1000 万元,其中环保投资约 30 万。

#### (2) 实践正当性

使用 DSA 开展介入手术在疾病诊疗方面有其他技术无法替代的特点,对保障健康、拯救生命可以起到十分重要的作用,项目对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

#### (3) 产业政策符合性

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

#### (4) 辐射环境现状

本项目建设位置的 $\gamma$ 剂量率的监测值在 74nGy/h~117nGy/h(未扣除宇宙射线),与重庆市多个点位的 2018 年环境地表 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率相比较处于本底涨落范围内。项目周围的辐射环境质量现状无异常。

#### (5) 选址合理性

项目建址的辐射环境质量状况无异常,有利于项目的建设。选址于门诊大楼负一层,紧邻放射科,项目用房原为特检室及其控制室、摄片室及其控制室,特检室及其控制室、摄片室及其控制室目前为空置房,不影响医院的整体布局;项目出入口远离放射科人流聚集区域,介入手术室四周除西北侧、东南侧有过道外,其余均为项目手术辅助用房,无公众成员停留,西北侧、东南侧过道外人员活动较少。因此,项目选址可行。

续表 13 结论及建议

**(6) 布局合理性**

DSA 介入手术室周围布置有相关介入手术室专用辅助功能用房，该布局能形成病人通道和医生通道独立，在污物运输与病员进出错开。从辐射环境保护角度分析，项目机房布局合理。

**(7) 辐射防护与安全措施**

**①辐射工作场所分区管理**

医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将辐射工作场所划分为控制区和监督区，实行辐射安全分区管理，并采取相应的防护安全措施。

将项目介入手术室内部，以防护门和机房屏蔽墙为界，设置为控制区；临近房间、机房楼上对应区域及控制区墙外 30cm 为监督区。对控制区防护门设置工作状态指示灯及辐射警示标志等设施，限制无关人员随意进入，以便控制正常照射和防止（或限制）潜在照射；对监督区定期开展辐射环境监测和评价。

**②机房屏蔽防护**

介入手术室有效使用面积为 66.23m<sup>2</sup>，最小单边长度为 7.56m，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求。项目介入手术室的屏蔽防护设计东北、东南、西北、西南墙均为 240mm 实心页岩砖+2mmPb 铅当量硫酸钡，顶棚为 120mm 混凝土厚度+3mmPb 铅当量硫酸钡，地板为 150mm 混凝土厚度+2mmPb 铅当量硫酸钡，防护门、观察窗均为 3mmPb 当量）满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的屏蔽防护铅当量厚度要求。

**③安全联锁装置及其他措施**

项目根据环评要求完善辐射防护设施后介入手术室设置门灯联锁系统；使用具有多种固有安全防护措施并符合相关标准要求的 DSA，配置 1 套铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等辅助防护设施；配备介入手术工作人员防护用品 4 套，患者防护用品 1 套；采用空调通风排风方式，以保持机房内良好通风；机房防护门均设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯。介入手术室医护人员应在铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计；根据监测报告结果，合理分配工作量。

续表 13 结论及建议

经分析，本项目已采取的辐射安全与防护措施满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013 及《医用 X 射线诊断受检者卫生防护标准》GB16348-2010 要求。

### (8) 环境影响分析

#### ①辐射环境影响分析

项目介入手术室的有效使用面积、最小单边长度均符合相关标准要求；通过核算，介入手术室的四周墙体厚度、顶棚厚度、防护门、观察窗均能满足屏蔽防护要求，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）等标准及辐射防护要求。

根据医院提供的计划手术量，本项目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），非放射工作人员、公众成员受到年有效剂量也均满足管理目标值 0.25mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②环境保护目标影响：机房外 30cm 周围剂量当量率满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求。根据射线衰减理论，在距离机房更远的各环境保护目标处的周围剂量当量率将更小，项目运行，不会对环境保护目标带来不利影响。

③“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，本项目采用空调通风，可保持介入手术室良好的通风。项目放射工作人员等产生的废水依托医院现有污水处理站处理，医疗废物依托医院危废暂存间暂存后与医院其他危废一起交由重庆市涪陵区固体废物处理中心处理，生活垃圾交环卫部门处理，废铅防护用品作为一般固废处置。项目各污染物均能得到有效处理。

### (9) 辐射环境管理

医院成立了放射防护领导小组，负责医院的放射防护与安全管理工作，并明确了相应职责与分工；医院制订和完善了辐射环境管理规章制度及辐射事故应急预案，有一定从事辐射活动的的能力。在 DSA 项目建设中，应根据要求配置相应的辐射工作人员，包括介入手术及医学影像学专业技术人员，以满足开展项目放射介入工作需求，并组织新进辐射工作人员参加辐射安全防护培训，经考核合格

### 续表 13 结论及建议

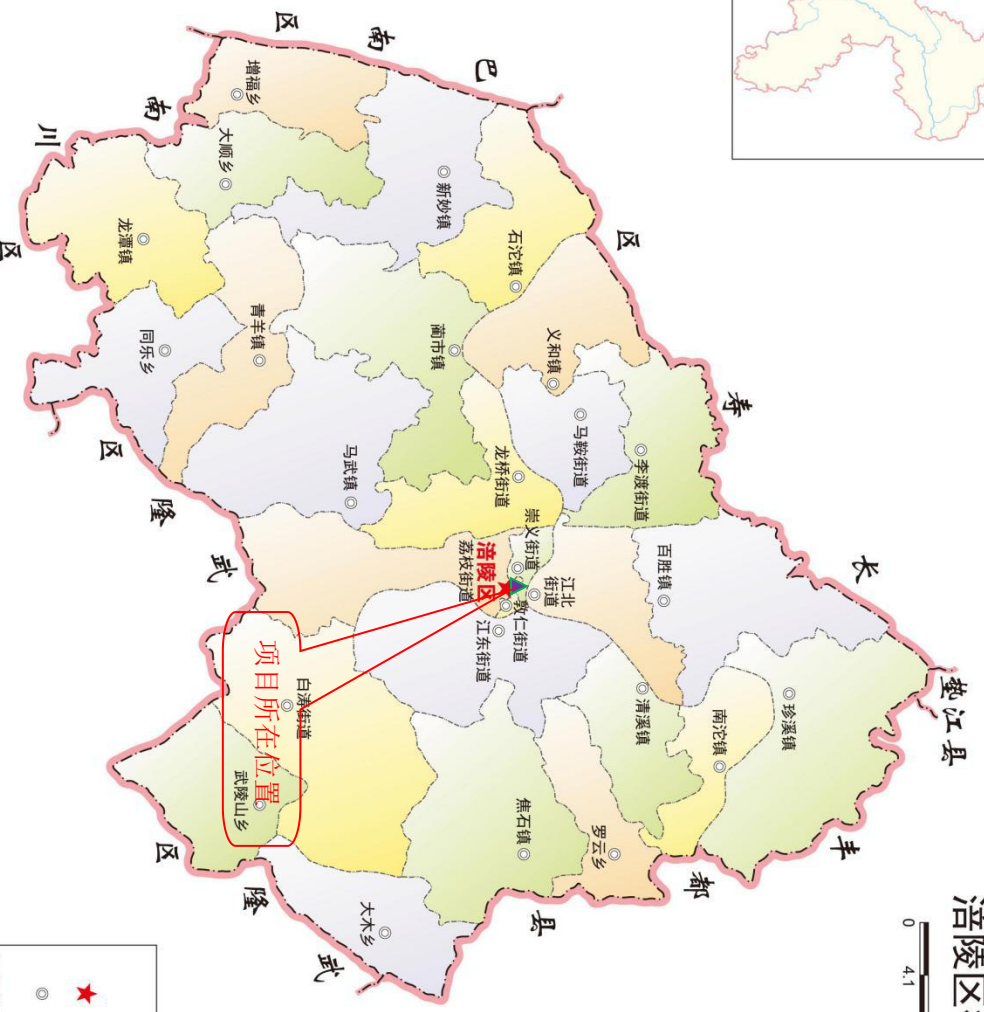
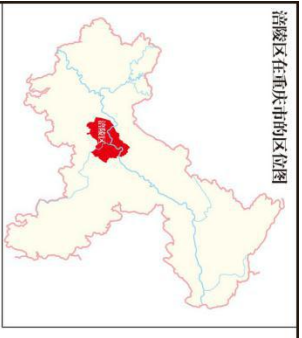
持证上岗；完善辐射监测计划，落实监测计划；进一步补充、完善环境影响评价提出的防护措施和管理制度后，能满足辐射环境管理要求。

综上所述，重庆市涪陵区人民医院介入治疗室机房装饰工程符合国家产业政策，选址和布局合理。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。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

#### 13.2 反馈意见

(1) 项目建设完成后，建设单位应及时按相关规定自行开展环保验收，并重新办理《辐射安全许可证》，在许可范围内开展工作。

(2) 医院应建立辐射安全责任制，完善年度评估制度。



附图一 项目地理位置图

审图号：渝S(2016)076号 涪陵区规划局 主办 重庆市勘测院(重庆市地图编制中心) 承办 二〇一六年十一月