

核技术利用建设项目

酉阳土家族苗族自治县人民医院

数字减影血管造影系统机房改造及防护工程

环境影响报告表

酉阳土家族苗族自治县人民医院



环境保护部制

核技术利用建设项目

酉阳土家族苗族自治县人民医院

数字减影血管造影系统机房改造及防护工程

环境影响报告表

建设单位名称：酉阳土家族苗族自治县人民医院

建设单位法人代表（签名或盖章）

通讯地址：酉阳县桃花源大道中路102号

邮政编码：409800

联系人：秦鹏

电子邮箱：874568642@qq.com

联系电话：13206011751



公示承诺书

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆宏伟环保工程有限公司编制的《酉阳土家族苗族自治县人民医院数字减影血管造影系统机房改造及防护工程环境影响报告表》目前属于上报审批阶段。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。

酉阳土家族苗族自治县人民医院

2019年9月
人民医院



编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	酉阳土家族苗族自治县人民医院数字减影血管造影系统机房改造及防护工程		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
建设单位（盖章）	酉阳土家族苗族自治县人民医院		
法定代表人或主要负责人（签字）	肖英		
主管人员及联系电话	秦鹏 13206011751		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称（盖章）	重庆宏伟环保工程有限公司		
社会信用代码	915001126912004062		
法定代表人（签字）	肖英		
三、编制人员情况			
编制主持人及联系电话	肖英 13271946226		
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书编号	签字	
肖英	0008219	肖英	
2. 主要编制人员			
姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
肖英	0008219	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量现状、环境影响分析、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、辐射安全管理、结论及建议	肖英
四、参与编制单位和人员情况			
<p>编制单位情况：重庆宏伟环保工程有限公司为依法登记的独立法人，并具备统一社会信用代码 915001126912004062。重庆宏伟环保工程有限公司不属于下列单位：</p> <p>（一）生态环境主管部门或者其他有关审批部门设立的事业单位和作为业务主管单位或者挂靠单位的社会组织，以及受生态环境主管部门或者其他有关审批部门委托，开展环境影响报告书（表）技术评估的单位；（二）第一项中的事业单位、社会组织以及技术评估单位出资的企业法人；（三）第二项中的企业法人出资的企业法人。</p> <p>编制人员情况：肖英为重庆宏伟环保工程有限公司中具备环境影响评价技术能力的全职人员，且具备环境影响评价工程师职业资格。</p>			

项目基本情况

表 1

建设项目名称	酉阳土家族苗族自治县人民医院数字减影血管造影系统机房改造及防护工程				
建设单位	酉阳土家族苗族自治县人民医院				
法人代表	陈若飞	联系人	秦鹏	联系电话	13206011751
注册地址	酉阳县桃花源大道中路 102 号				
项目建设地点	酉阳县桃花源大道中路 102 号酉阳县人民医院外科楼-1F				
立项审批部门	酉阳县发展和改革委员会	批准文号	2019-500242-84-01-088585		
建设项目总投资（万元）	900	项目环保投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资）	2.78%
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 ² ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input checked="" 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

酉阳土家族苗族自治县人民医院（以下简称“医院”）成立于 1939 年，是一所集医疗、教学、预防、保健、康复、急救为一体的国家二级甲等综合性医院。医院于 2013 年 2 月成为重庆医科大学附属第一医院托管医院，同时命名为重庆医科大学附属第一医院酉阳医院，医院是重医附一院医院集团所属成员单位之一；是重庆医科大学附二院、儿童医院、重庆市第三人民医院技术指导医院；医院是重庆市第三卫校、湖北恩施卫校等学校的教学实习基地；医院是酉阳县的医疗救治中心。

酉阳土家族苗族自治县人民医院编制床位 700 张。医院设预防保健科、内科、外科、妇产科、妇女保健科（门诊）、儿科、儿童保健科（门诊）、眼科、耳鼻咽喉科、口腔科、皮肤科、传染科、急诊医学科、康复医学科、麻醉科、重症医学科、医学检验科、病理科、医学影像科、中医科、中西医结合科等科室。

1.2 项目由来

为满足诊断的需要，酉阳土家族苗族自治县人民医院拟在酉阳土家族苗族自治县人民医院外科楼（以下简称外科楼）-1F 建设酉阳土家族苗族自治县人民医院数字减影血管造影系统机房改造及防护工程，该项目主要建设内容为：将空置房间改造为项目介入手术室及其配套用房，并购置 1 台血管造影系统 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），血管造影 X 射线装置属于 II 类射线装置。

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

为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》，酉阳土家族苗族自治县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《酉阳土家族苗族自治县人民医院数字减影血管造影系统机房改造及防护工程环境影响报告表》。

1.3 项目概况

（1）项目组成

本项目位于医院外科楼-1F，建设内容包括将外科楼-1F 的空置房间改造为项目介入手术室及其配套用房，并配置 1 台 DSA，开展介入手术。项目总建筑面

积约 70.66m²。

项目工期约 3 个月。项目总投资 900 万元（包括基础建设投资 35 万元），其中环保投资约 25 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 介入手术室位于外科楼-1F，介入手术室有效内空尺寸 5.96m×4.62m，内空高 3.20m（吊顶高度 2.9m），有效使用面积约 27.5m ² 。	依托主体结构改造用房
	设备	配置 1 台血管造影 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	包括谈话间、污物间、控制室、设备间、更衣间。	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	设置分体式空调，介入手术室、污物间同时配置手术室专用新风系统，满足机房换气要求。	新建
环保工程	废水	本项目产生的废水依托医院的污水管网收集至位于急救中心西北侧（外科楼南侧）医院污水处理站（污水处理站处理能力为 400m ³ /d）处理后接入市政管网，进入西阳县城污水处理厂进一步处理。	依托
	固废	介入手术过程中产生的医疗废物依托医院的医疗废物收集系统收集，暂存于内科楼南侧的医疗废物暂存间（建筑面积约 28m ² ），交秀山县友鑫环境治理有限公司处理。 本项目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	介入手术室、污物间设置排风系统，共设置 1 个排风口，废气通过排风口收集后引至外科楼绿化带上方排放，离地高度 1m。介入手术室排风风量为 500m ³ /h，通风换气次数约为 6 次/h。	新建
	辐射防护	采用实心页岩砖、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

本项目的介入手术室及其辅助用房均位于外科楼-1F，拟使用的用房原为预留用房（清水房）、部分办公室用房和过道，目前仅有项目用房东侧外边界墙体。

项目基本情况

续表 1

本次项目用房建筑主体结构均新建，仅东侧、南侧墙体保留；因此，本项目单独委托相关资质单位进行用房建设、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，东侧、南侧墙体保留，其余墙体、隔断、门洞及窗洞均为新建。

另外，项目用房占用部分办公室区，本项目建设后，办公区直接使用剩余的办公区进行改造，不再另行设置办公区。

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	介入手术室辐射防护设计情况	备注
介入手术室	位于外科楼-1F，设计功能为空置用房（清水房）。顶棚厚度为 20cm 砼。	机房四周墙体 18cm 实心页岩砖+3mmPb 防护板；防护门 4mmPb 当量，观察窗 4mmPb 当量。顶棚为 20cm 砼。	新建

备注：混凝土密度 2.35g/cm³，页岩砖 1.65g/cm³。

(3) 相关设备配置

本项目拟配置的主要设备情况见表 1-3 所示。

表 1-3 项目主要设备一览表

序号	名称	数量	型号	管电压 管电流	用途	位置	备注
1	血管造影 X 射线装置 (DSA)	1 台	Artis zee III floor PURE	125kV 1000mA	介入手术	外科楼-1F 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		2P
2	电源柜	1 套	DSA 配电		设备间		DSA 配套设备
3	高压发生器	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	电缆柜	1 套	DSA 配电		设备间		
7	中心供氧装置	1 套	病人供氧		DSA 手术室内		手术配套设备
8	除颤仪	1 台	手术配套用		DSA 手术室内		
9	高压注射器	1 台	手术配套用		DSA 手术室内		
10	吸痰器	1 台	手术配套用		DSA 手术室内		
11	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

本项目新增劳动定员 8 人，其中手术医生 5 人，技师 1 人，护士 2 人，均为

对外招聘。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 720 台，其中心脏介入 480 台，神经介入 180 台、其余综合介入 60 台。

1.5 项目周边保护目标

项目位于医院外科楼-1F。根据项目周围环境敏感目标分布情况，DSA 机房周围 50m 范围在医院用地范围内，敏感建筑物为医院用房和职工家属楼，因此，确定本项目环境保护目标为该医院从事介入手术的相关工作人员和公众成员。

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

(1) 射线装置

根据调查，医院目前配置有Ⅲ类射线装置 7 台（普通 X 射线机 3 台、口腔全景 X 线机 1 台，DR 机 2 台，CT 机 1 台）。上述射线装置均按照相关规定，进行了环境影响评价并取得了原酉阳县环保局的审批意见（酉阳环准[2007]8 号）。

上述设备已安装到位，并验收合格后于 2019 年 8 月 20 日取得了《辐射安全许可证》：渝环辐证[53032]（有效期至 2024 年 8 月 19 日）。

医院现有射线装置具体情况见表 1-4 所示。

表 1-4 医院现使用的射线装置情况一览表

序号	设备名称	型号	类别	数量	置放位置	环保手续
1	CT	SOMATOM Emotion 16	Ⅲ类	1	外科楼 1F 放射科 CT 室	已环评、验收、办证
2	DR	GE Definium6000	Ⅲ类	2	外科楼-1F 放射科 DR 室	
3	移动 X 线机	OEC850	Ⅲ类	1	外科楼 4F 手术室	
4	移动 X 线机	CIOS Select S3	Ⅲ类	1	外科楼 4F 手术室	
5	X 线机	F108-V	Ⅲ类	1	外科楼-1F X 线室	
6	口腔全景 X 线机	PaX-400C	Ⅲ类	1	外科楼-1FDR 室	

综上，医院已完善现有射线装置环评、验收和上证手续，且已投入运行。

(2) 辐射环境管理

经调查和了解，医院放射工作人员目前有 18 名，医院放射工作人员中包含了技师、医师、护士等，配备满足要求。放射工作人员均参加了辐射安全与防护知识培训，取得了培训合格证，持证上岗，且在四年期内；另外，医院应安排已持证的放射工作人员在四年内参加辐射安全与防护知识继续教育。同时，医院为每名放射工作人员配置了个人剂量计，建立了个人剂量档案和健康档案。

根据医院统计，现有放射工作人员上一年度个人剂量在 0.05 mSv/a~0.48mSv/a，远低于医院的管理目标限值 5mSv/a。医院每年对放射工作人员个人剂量计进行了剂量检测，并将检测结果计入了个人剂量档案和健康档案。

医院运营至今，辐射设备运营良好，到目前为止未发生辐射安全事故，重庆市生态环境局和酉阳县生态环境局也未收到环保投诉，也未产生环保纠纷。

医院现有的辐射管理现场照片如下图 1-1 所示。



图 1-1 医院现有辐射环境管理相关照片

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

2007 年，酉阳土家族苗族自治县人民医院委托酉阳土家族苗族自治县环境科学研究所编制了《酉阳土家族苗族自治县人民医院外科大楼环境影响报告表》中进行了评价，并于 2007 年 5 月 4 日取得了原酉阳县环境保护局的审批意见：（酉阳环准[2007]8 号）。

酉阳土家族苗族自治县人民医院外科大楼于 2013 年 1 月完成了竣工环境保护验收，取得了原酉阳土家族苗族自治县环境保护局下发的验收批复文件（渝（酉）环验（2013）01 号）。

(2) 医院运营情况

医院验收后运营至今，接受酉阳土家族苗族自治县生态环境局的监督和检查，医疗废水达标排放，医疗废物交秀山县友鑫环境治理有限公司处置，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。项目用房原属于空置用房，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 28m²，与秀山县友鑫环境治理有限公司签订合同处理医疗废物；目前，医疗废物每天转运，医疗废物暂存间面积较大，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 400m³/d。本项目废水主要是医务人员洗手水、场地保洁水，产生量很少。根据医院-1F 排水管网图，本项目用房周围有布置排水管网，废水经管网收集到废水处理站处理。</p> <p>根据渝酉环验〔2013〕01 号，医院医疗废物暂存间及医院污水处理站均已验收合格。</p> <p>同时，根据调查，本项目新增工作人员最多 8 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，且医疗废物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
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 DSA 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。本项目用房原为放射科预留用房，无其他使用功能。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	血管造影 X 射线装置 (DSA)	II 类	1 台	Artis zee III floor PURE	125	1000	介入手术	医院外科楼-1FDSA 室	拟购
以下空白。									

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日最新修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，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》，环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日修改；</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》，2017 年 6 月 1 日施行修订版；</p> <p>(11) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环[2017]242 号。</p>
------	---

<p>技术标准 技术规范</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (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) 《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）； (7) 《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）； (8) 《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）； (9) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目委托书； (2) 《辐射安全许可证》； (3) 医院环评批复文件和验收文件； (4) 《监测报告》渝泓环（监）[2019]1146 号； (5) 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，因此竖直方向上本评价主要关注与介入手术室相邻上层的项目用房对应区域。

7.2 环境保护目标

(1) 项目用房所在楼外环境概况

项目位于医院外科楼-1F。外科楼（-1F/13F）东侧隔院内道路为皮肤科（1F）+职工家属楼（2-4F），之外为医院入口大门及桃花源大道中路；南侧隔院内道路为职工家属楼和急救中心；西侧隔院内道路为消毒供应中心、洗涤中心和内科楼；北侧为医院在建建筑。

(2) 项目用房周围环境布置

项目用房位于外科楼-1F。其东侧为楼梯间（包括工具间），之外为皮肤科（1F）+职工家属楼（2-4F）；南侧隔院内道路为职工家属楼和急救中心；西南侧为超声波科室、DR 机房、DR 控制室，西侧为等候区；北侧为过道，之外为办公室、仓库、配电室。楼上为 CT 室，无地下层。

项目机房外周围 50m 范围均在医院内。

(3) 项目介入手术室周围布置

介入手术室在项目用房的东侧，其东侧为楼梯间（包括工具间），之外为皮肤科（1F）+职工家属楼（2-4F）；南侧为污物间，之外为职工家属楼和急救中心；西侧为控制室、设备间、更衣室以及谈话间；北侧为过道，之外为办公室、仓库、配电室；楼上为 CT 室，无地下层。

项目评价范围内周围环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 项目所在区域环境保护目标一览表

序号	敏感目标名称		方位	与介入手术室的水平距离	高差	敏感目标特性	影响人群类型	影响因素
1	外科楼内	本项目污物间	南侧	紧邻	平层	医院用房，人员不定	公众成员	电离辐射
2		超声波科室、DR 机房、DR 控制室、等候区、本项目控制室、本项目更衣室、本项目谈话间	西侧西南侧	约 0-50m	平层	医院用房，人员不定	放射工作人员 公众成员	
3		办公室	北侧	约 2-50m	平层	医院用房，约 12 人	公众成员	
4		CT 室	楼上	/	机房上层	医院用房，人员不定	公众成员	
5	外科楼外	皮肤科（1F）+职工家属楼（2-4F）	东侧	20-50m	0m	医院用房，人员不定	公众成员	
6		职工家属楼、急救中心	南侧	15-50m	0m	医院用房，人员不定	公众成员	
7		在建建筑	北侧	20-50m	0m	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。

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 μ Gy/h(按附录 C 图 C.3 的要求)。

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

表 7-2 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5

^b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

第 5.3 款 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求:

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

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-3 不同类型射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求		
机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2

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

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

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

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

第 5.9 款 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。

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

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

(4) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》（GBZ2.1-2007）

室内：臭氧浓度的接触限值：0.3mg/m³。

(5) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

二级标准：臭氧 1 小时平均限值为 200 μ g/m³（0.2mg/m³）。

续表 7 保护目标与评价标准

(4) 评价标准及相关参数值

根据建设单位提供的资料，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。根据GB18871-2002的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），本项目建设单位的公众照射剂量管理取值在上述取值范围内，满足GB18871-2002要求。

综上所述，结合本项目医用射线装置的实际情况，确定本项目的评价要求见表 7-4 所示。

表 7-4 辐射评价标准及相关参数汇总表

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

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 8 月 12 日对本项目拟建址的环境地表 γ 辐射剂量率背景值进行了监测。监测报告编号为:渝泓环(监)[2019]1146 号。

(1) 监测因子:环境地表 γ 辐射剂量率。

(2) 监测方法和依据:

监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境地表 γ 辐射剂量率	仪器法	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993

(3) 监测点位:共设 4 个点。具体监测布点见表 8-2,监测点位见图 8-1 所示。

根据监测布点情况,本次在项目拟用机房范围内、拟用房外走道、拟用房控制室内、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临近地表 γ 辐射水平。因此,项目监测布点合理可行。

(4) 监测工况:本项目尚未建设,无设备。本项目所在同一楼层(-1F)放射科现有 DR 机 2 台、普通 X 射线机 1 台、口腔全景 X 线机 1 台,距离本次监测点位最近约 10m,监测期间,该 4 台设备未运行。

(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;监测时获取足够的数量,以保证监测结果的统计学精度;监测报告严格实行三级审核制度,经过校对、校核,最后由技术负责人审定。因此,监测结果有效。

续表 8 环境质量和辐射现状

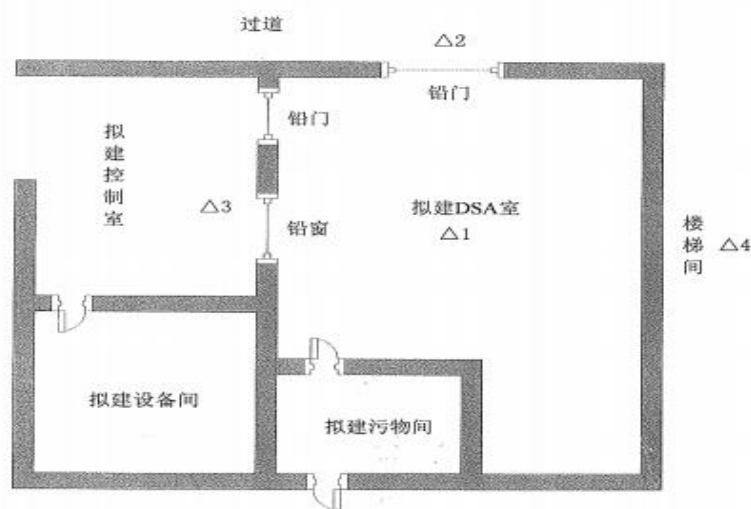


图 8-1 监测点位布置示意图

(6) 监测结果统计:

监测结果统计见表 8-2。

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 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
△1	拟建项目 DSA 机房内	87
△2	拟建项目 DSA 机房房外过道	84
△3	拟建项目控制室内	85
△4	拟建项目外空地临家属楼侧	85

根据监测统计结果可知，本项目拟建设位置及周围环境的地表 γ 剂量率的监测值在 84nGy/h~87nGy/h 之间（未扣除宇宙射线）。根据《2018 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部），重庆市多个点位的 2018 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率监测值范围在 64.4~168.7nGy/h（未扣除宇宙射线）之间。两者相比，拟建址场址及临近环境地表 γ 辐射剂量率在其本底涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本项目用房在医院外科楼-1F 现有建筑内进行建设，施工期主要为用房的改造和装修，设备的安装等工作，不新增用地。

其工艺流程及产物环节见图 9-1。

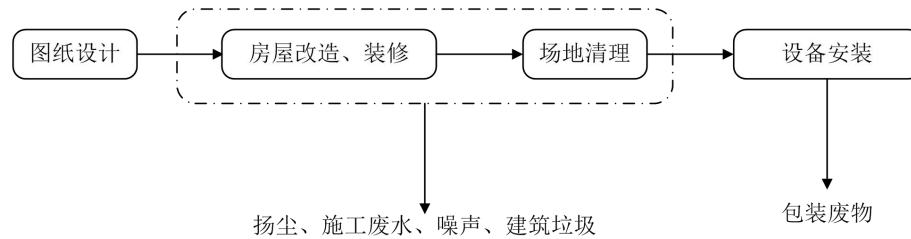


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

根据上图，项目施工期主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

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

噪声：主要来自于项目用房现有用房改造、装修及现场处理等产生的噪声；

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水；

固体废物：主要为现有用房改造、装修过程产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾。根据项目工程量，建筑垃圾共产生约 1t。

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 设备情况

本项目拟在医院外科楼-1F 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) 工作原理

① X 射线产生及成像原理

DSA 属于医用 X 射线装置。X 射线装置中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。X 射线管结构见图 9-2。

续表 9 项目工程分析与源项

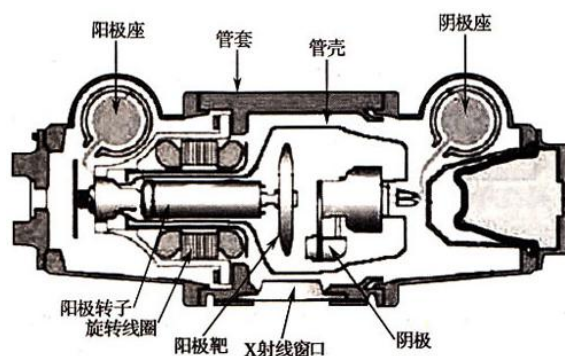


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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

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

②DSA 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。

(2) 设备组成

血管造影机系统组成：Gantry，俗称“机架”或“C 型臂”，由“L”臂、PIVOT、

续表 9 项目工程分析与源项

“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷机控制温度；图像处理系统。

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

DSA 工作示意图见图 9-3，实物图如下图 9-4 所示。

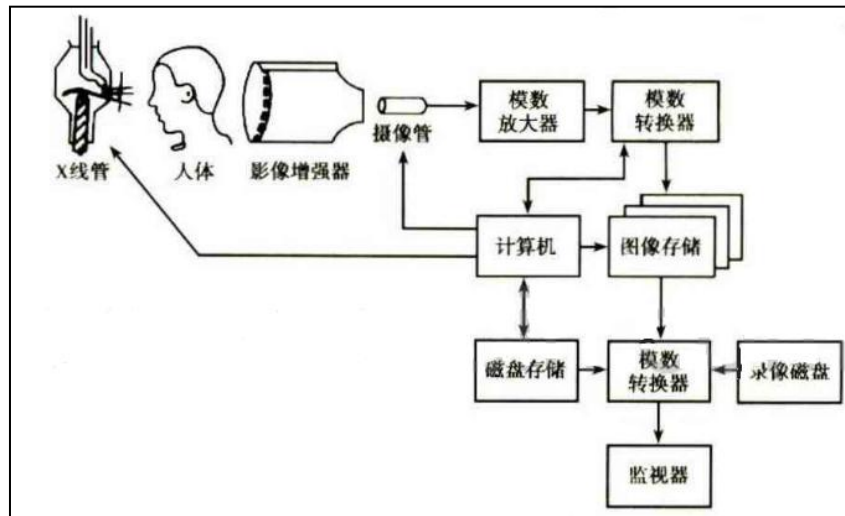


图 9-3 DSA 工作示意图



图 9-4 DSA 实物照片（示例）

续表 9 项目工程分析与源项

(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，并通过对讲系统与控制室工作人员交流。

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介入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下图 9-5 所示：

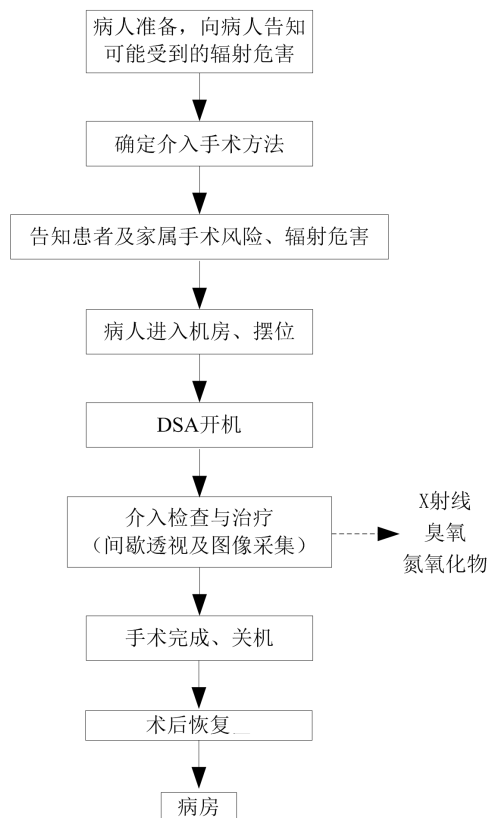


图 9-5 DSA 操作流程及产污环节图

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

续表 9 项目工程分析与源项

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。

表 9-1 医院 DSA 工作负荷表

透视					
手术类别	工作人员及数量	年开展工作量	每台手术透视曝光时间	年透视曝光时间	
心脏介入	手术医生 3 人	480 台	约 20 min	约 160 h	
神经介入	手术医生 2 人	180 台	约 21 min	约 63 h	
综合介入		60 台	约 21 min	约 21h	
小计	/	720 台	/	约 244 h	
采集					
手术类别	年开展工作量	单次采集时间	单台手术采集次数	单台手术最大采集时间	年采集时间
心脏介入	480 台	3~4 s	7~15 次	约 1 min	约 8.0 h
神经介入	180 台	3~8 s	7~15 次	约 2 min	约 3.0 h
综合介入	60 台	6~10 s	4~10 次	约 1.7 min	约 1.0 h
小计	720 台	/	/	/	约 12.0h
总曝光时间					
心脏介入	480 台	/	/	/	约 168.0 h
神经介入	180 台	/	/	/	约 66.0h
综合介入	60 台	/	/	/	约 22.0h
总合计	720 台	/	/	/	约 256 h

备注：神经介入和综合介入手术医生共设 2 人，轮班操作介入手术。

根据上表可知，DSA 介入手术过程中，透视时间共约 244h，采集时间约 12.0h，DSA 总年有效开机时间约 256h。

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。

续表 9 项目工程分析与源项

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

DSA 具有自动照射量控制调节功能 (AEC)，摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有约 30% 的裕量。根据调查重庆市多家医院 DSA 的设备工作条件中发现，透视工况为 60~90kV/5~10mA，采集工况为 60~90kV/300~500mA。同时，本项目建设单位也确认其 DSA 不同工作状态及设备自动照射量率控制情况下，电压不大于 90kV，电流不大于 500mA。

根据射线衰减原理和 ICRP33 号报告，不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如下图 9-6 所示。本项目 DSA 过滤板为 3mmAl，额定电压 125kV，常用最大电压 90kV。查图可知，额定电压 125kV 时，离靶 1 米处的发射率约为 9.8mGy/mA·min，常用最大电压 90kV 时，离靶 1 米处的发射率约为 5.3mGy/mA·min。

续表 9 项目工程分析与源项

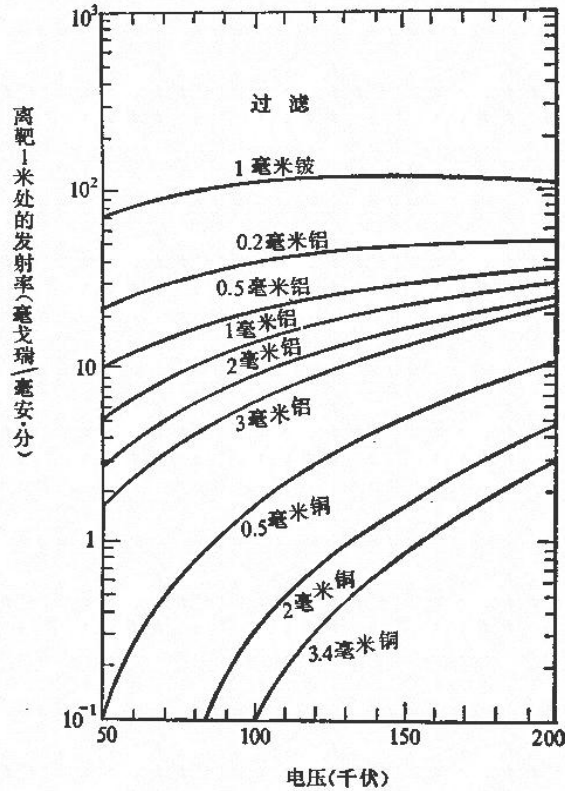


图 9-6 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

(2) 漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。泄漏辐射距焦点 1m 处，在任一 100cm² 区域内的平均空气比释动能不超过 1mGy/h。

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

9.3.2 “三废”排放情况

(1) 废气

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

续表 9 项目工程分析与源项

为 $0.031\text{mg}/\text{m}^3$ ，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（ $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ）。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（ $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ）。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。

介入手术手术过程中产生医用器具、药棉、纱布、手套等医疗废物及生活垃圾已在医院固废处理中进行了考虑。医疗废物依托医院医疗废物暂存间暂存后交秀山县友鑫环境治理有限公司处置，生活垃圾交环卫部门处理。

项目拟配置多套铅橡胶防护衣等铅防护用品，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废铅防护用品。废铅防护用品收集后交专业单位收集处置。

(3) 废水

介入手术室医护人员洗手废水、项目用房保洁废水属于医疗废水，进入医院污水处理站统一处理，达标后排入市政管网，进入酉阳县城污水处理厂进一步处理。

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 $9.8\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，90kV 下不大于 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。 漏射线距焦点 1m 处平均空气比释动能不超过 $1\text{mGy}/\text{h}$ 。
	废气	O ₃ 、NO _x	少量
	固废	医疗垃圾	少量（依托医院医疗废物暂存间暂存后交秀山县友鑫环境治理有限公司处置）
生活垃圾		少量（交环卫部门处置）	

续表 9 项目工程分析与源项

		废铅防护用品	少量（交专业单位处置）
	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

10.1.1 项目布局

本项目位于外科楼-1F 东侧，包含介入手术室及其配套用房。介入手术室位于项目用房东侧，其东侧为楼梯间（包括工具间），之外为皮肤科（1F）+职工家属楼（2-4F）；南侧为污物间，之外为职工家属楼和急救中心；西侧为控制室、设备间、更衣室以及谈话间；北侧为过道，之外为办公室、仓库、配电室；楼上为 CT 机房。

10.1.2 机房面积

本项目 DSA 为单管头设备，机房内空尺寸和标准要求见表 10-1 所示。

表 10-1 射线装置机房建设要求对比表

设备名称	机房设计		标准要求		是否满足要求
	机房内空尺寸 (长×宽, m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长 (m)	面积 (m ²)	
DSA	5.96×4.62	27.5	≥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 通道

放射工作人员通道：手术工作人员、操作人员等由项目用房北侧大门（①）进入项目区域，手术工作人员进入更衣间更衣换鞋，然后进入刷手槽区域进行清洗以及换铅衣及佩戴其他防护用品，最后进入介入手术室；操作人员直接进入控制室；工作完成后原路返回。

病人通道：病人通过项目用房北侧大门（③）直接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（⑥）进入污物间暂存，在每天工作结束后，由用房南侧大门（⑨）运至医院医疗废物暂存间。

项目通道布置情况见下图。

续表 10 辐射安全与防护

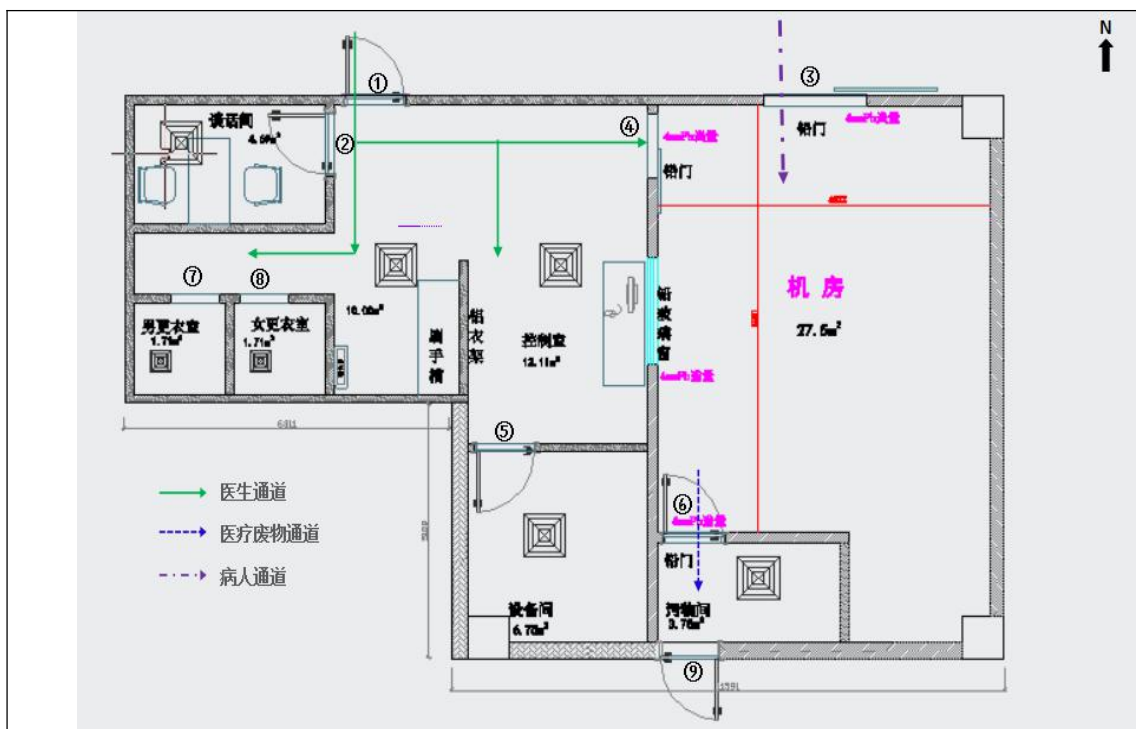


图 10-1 本项目通道布置示意图

10.1.4 选址、布局合理性分析

项目设置介入手术室和各种辅助用房，项目辅助用房功能齐全。

项目介入手术室布置在用房东侧，其北侧为过道，之外为办公室、仓库、配电室，病人出入口人员活动较少。项目用房属于独立的手术间，放射工作人员、病人、污物的通道独立；DSA 机房拟设置 3 个防护门，分别用于工作人员、病人进出及污物运出，介入室污物通道紧邻污物间。项目布局利于病患就医，人流、物流各通道独立，其设置布局利于辐射防护安全控制。

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。

项目选址于医院外科楼放射科区域，不与其他科室交叉，人流相对分开，避免了无关人员进出、停留，有利于辐射防护；其设置布局符合核医学诊断场所功能需要，便于核医学场所辐射防护管理与防护安全控制，同时考虑了不同类型人员通道相对独立。从辐射防护与环境保护角度，项目的选址可行，平面布局合理。

10.2 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。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。

本项目用房上层为 CT 机房，本身即为控制区，不纳入本项目进行分区管理。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、控制室、设备间以及机房外 30cm 处

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；按要求定期检查控制区辐射剂量水平，进行经常性监督和评价。

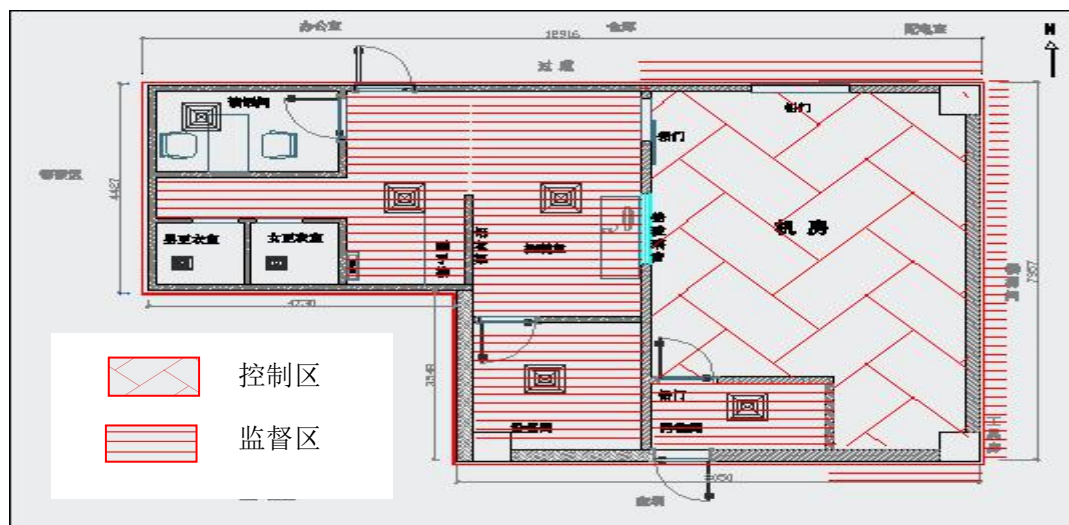


图 10-2 本项目分区布置图

续表 10 辐射安全与防护

10.3 辐射安全与防护

10.3.1 建设单位拟采取的辐射安全与防护措施

(1) 设备固有措施

本项目 DSA 装置自身拟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采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

③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。

④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。

⑤采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑥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、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏。

⑦应急开关：DSA 设备上及控制台上拟设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。

(2) 机房采取的辐射安全与防护措施

①根据建设单位提供资料，DSA 所在的介入手术室屏蔽设计方案为：屏蔽墙体采用 18cm 实心页岩砖+3mmPb 防护板，屏蔽墙体上的铅防护门 4mmPb 当量，观察窗 4mmPb 当量。顶棚和地板均为 20cm 砵。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 μ Sv/h。

续表 10 辐射安全与防护

②介入手术室的 3 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拟交有资质的厂家负责。机房的防护门与墙体，观察窗与墙体的重叠长度将不小于其缝隙的 10 倍。

(3) 通风

本项目设置分体式空调通风换气，介入手术室、污物间同时配置手术室专用新风系统，满足机房换气要求，出风口位于外科楼绿化带上方；设计风量为 500m³/h，通风换气次数约为 6 次/h，能保证室内良好通风。废气出风口接入项目所在外科楼绿化带上方。

(4) 管线进出口防护

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

本项目穿墙电缆、通风管等均拟采用暗铺预埋式；穿墙进排风口处采用铅皮屏蔽防护包裹补偿墙体的屏蔽能力，铅皮厚度为 2mm，墙外两侧包裹长度不少于 20cm，能保证机房的屏蔽能力。

(5) 联锁系统

介入手术室北侧防护门、西侧防护门上方拟设置“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。

(6) 警示标识

介入手术室各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，并在病人进出的防护门上张贴放射防护注意事项，提醒周围人员尽量远离该区域。

(7) 辐射防护用品

根据建设单位提供的资料，建设单位拟配备个人防护用品，具体见表 10-3。

表 10-3 项目拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况

设备类型	工作人员		患者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
DSA	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护	铅橡胶围裙、铅橡胶三角裤、铅橡胶颈套、铅	/

续表 10 辐射安全与防护

	眼镜、铅防护手套、铅橡胶衣服（4套）	帘、床侧防护屏（1套）	橡胶帽子、阴影屏蔽器具（1套）	
<p>备注：①上述防护用品屏蔽厚度：工作人员辅助辐射防护设施不低于 0.5mmPb，其余防护用品不低于 0.25mmPb；②如遇儿童需要防护用品，医院应按照相关要求另行单独配置；③放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置。</p>				
<p>对比《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），建设单位拟配置的个人防护用品及辅助防护设施符合要求。此外，考虑到介入手术 DSA 出束时间较长，对手术人员的累计剂量影响显著，建议建设单位为手术人员配置手环个人剂量计并定期监测。</p>				
<p>（8）其他</p>				
<p>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。</p>				
<p>②由专业单位对按照防护方案施工，保证施工质量。</p>				
<p>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。</p>				
<p>10.3.2 拟采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析</p>				
<p>本项目拟采取的辐射安全与防护措施与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）等相关要求对比情况见表 10-4 所示。</p>				
<p>根据表 10-4 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）及《医用 X 射线诊断受检者卫生防护标准》（GB16348-2010）要求。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。</p>				
<p>10.4 三废的治理</p>				
<p>本项目 DSA 在工作过程中产生的 X 射线，不产生放射性三废，无相应放射性三废的辐射安全与防护措施。</p>				

表 10-4 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准号	标准要求	项目情况	
GBZ130-2013	介入放射学、近台同室操作(非普通荧光屏透视)用 X 射线设备防护性能的专用要求	透视曝光开关应为常断式开关, 并配有透视限时装置。	设备自带
		在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。	设备自带
		X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下, 按附录 B 中 B.1.2 的要求, 在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 μ Gy/h。	配置合格出厂的设备, 经监测合格后方可使用。
	X 射线设备机房防护设施的技术要求	X 射线设备机房(照射室)应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。	机房四周墙体和楼上均采用足够厚的屏蔽材料进行防护。
		每台 X 射线机应设有单独的机房, 机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房, 其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于相应要求。	设备有独立的机房。机房有效使用面积和最小单边长度满足标准要求。
		X 射线设备机房屏蔽防护应满足相应要求。具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h; 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 μ Sv/h。	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 μ 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。
		应合理设置机房的门、窗和管线口位置, 机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房(不含顶层)顶棚、地板(不含下方无建筑物的)应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。	已合理设置门窗和管线位置, 设计有相应的屏蔽能力。顶棚地板的屏蔽能力满足要求。
		机房应设有观察窗或摄像监控装置, 其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。	机房设置有观察窗, 能观察到患者和受检者状态。
		机房内布局要合理, 应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置; 不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物; 机房应设置动力排风装置, 并保持良好的通风。	拟合理安装设备, 设备自带影像增强器能较好的阻挡主射线。机房内除必要的配套设施外, 将不堆放其他杂物。机房拟设置专用排风系统通风。
		机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯, 灯箱处应设警示语句; 机房门应有闭门装置, 且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	各防护门外设置醒目的工作状态指示灯、门灯联锁、电离辐射警告标志; 且病人进出防护门外还拟设置放射防护注意事项。

标准号	标准要求		项目情况
		患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	加强管理，将其列入管理制度中，按标准要求执行。
		每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备相应的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施。其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。	拟配置相应的辐射防护用品，数量和铅当量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。
	医用 X 射线诊断 防护安全操作要 求	介入放射学用 X 射线设备应具有可准确记录受检者受照剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后患者受照剂量记录在病历中。	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。
		借助 X 射线透视进行骨科整复、取异物等诊疗活动时，不应连续曝光，并应尽可能缩短累计曝光时间。	
	除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留。		
GB16348 -2010	防护最优化	应避免受检者同一部位重复 X 射线检查，以减少受检者受照剂量。	加强管理和提高工作人员能力，将在术前制定手术方案，按要求执行。
	儿童 X 射线检查 的特殊要求	应为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的防护用品，其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。	拟配置，数量和铅当量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响

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

施工扬尘主要为项目用房现有用房改造时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘为机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘，项目位于外科楼-1F，所在区域比较独立，用塑料布围封施工区域，洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

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

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

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

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

11.2 营运期辐射环境影响分析

11.2.1 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：

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

(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；

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

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：

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

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.4，无与砖墙对应的拟合参数。因此，本次核算采用与砖墙材质组成物质基本相同的混凝土进行核算。

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	18cm 实心页岩砖 +3mmPb 防护板	约 4.64mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求
	顶棚	20cm 砼	约 2.82mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求
	防护门	4mmPb 当量	4mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求
	观察窗	4mmPb 当量	4mmPb 当量	2.0mmPb 当量	满足要求

备注：实心页岩砖墙密度 1.65g/cm³，砼密度 2.35g/cm³。

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。

续表 11 环境影响分析

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·m²/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

根据工程分析，本次以电压 90kV、电流 500mA 计算介入手术室墙体外周围剂量当量率。DSA 在 90kV、3mmAl 过滤板情况下主射线方向 1m 处发射率为 5.3mGy·m²/mA min。参照 GBZ/T144-2002 附录 B 中给出的自由空气比释动能和周围剂量当量的转换系数及内插法核算，90kV 的 Sv/Gy 转换系数取值为 1.68。设备布设位置见附图（考虑机房中心向各方向 0.5m 处核算）。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 ² /mA min)	最大运行管电流 (mA)	TVL (Pb) *
DSA	90	5.3	500	0.07cm

备注：铅 TVL 根据《放射性和辐射的安全使用》（中国科学技术出版社，2001 年出版 P99 表 3-20 强衰减的宽束 X 射线十值层厚度）。

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。本项目 DSA 运行

续表 11 环境影响分析

电压为 90kV，评价按照 100kV 电压进行计算。根据 NCRP147 号报告第 137 页附图 C.1，100kV 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 7×10^{-6} ，考虑射线装置运行时的最大照射野面积为 400cm^2 ($20\text{cm} \times 20\text{cm}$)，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
西面 (控制室、更衣室、谈话间、等候区)	墙体	散射	4.71	18cm 实心砖+3mmPb 防护板	5.18×10^{-8}	1.70×10^{-3}	是
	观察窗	散射	4.71	4mmPb	3.69×10^{-7}	1.24×10^{-2}	是
	铅门	散射	4.71	4mmPb	3.69×10^{-7}	1.24×10^{-2}	是
南面 (污物间)	墙体	散射	6.56	18cm 实心砖+3mmPb 防护板	5.18×10^{-8}	9.00×10^{-4}	是
	铅门	散射	6.56	4mmPb	3.69×10^{-7}	6.40×10^{-3}	是
东面 (楼梯间)	墙体	散射	4.71	18cm 实心砖+3mmPb 防护板	5.18×10^{-8}	1.70×10^{-3}	是
北面 (过道/办公室)	墙体	散射	6.56	18cm 实心砖+3mmPb 防护板	5.18×10^{-8}	9.00×10^{-4}	9.00×10^{-4}
	铅门	散射	6.56	4mmPb	3.69×10^{-7}	6.40×10^{-3}	是
顶棚	墙体	散射	3.20	20cm 砼	1.28×10^{-5}	9.30×10^{-1}	是

备注：①设备离地高度按 1.0m 考虑。顶棚核算到楼上地面 1m 处；②墙体为 18cm 实心砖+3mmPb 防护板，故本次核算周围剂量当量率时将设计厚度全部换算成铅进行核算。

根据计算可知，DSA 介入手术室屏蔽体外的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求。

考虑防护最优化，本次评价建议厚度如下：

续表 11 环境影响分析

墙体名称		距离 R(m)	建议厚度	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
西面 (控制室、更衣室、谈话间、等候区)	墙体	4.71	18cm 实心砖+1mmPb 防护板	0.80
	观察窗	4.71	3mmPb	0.27
	铅门	4.71	3mmPb	0.27
南面 (污物间)	墙体	6.56	18cm 实心砖+1mmPb 防护板	0.41
	铅门	6.56	3mmPb	0.14
东面 (楼梯间)	墙体	4.71	18cm 实心砖+1mmPb 防护板	0.80
北面 (过道/办公室)	墙体	6.56	18cm 实心砖+1mmPb 防护板	0.41
	铅门	6.56	3mmPb	0.14
顶棚	墙体	3.20	20cm 砼	0.93

11.2.3 剂量估算

(1) 剂量估算公式

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

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

其中： H_{Er} ：X 或 γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

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

T：居留因子；

t：X 或 γ 射线照射时间，小时。

(2) 剂量估算结果

根据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 720 人次/年；年有效采集曝光时间约为 12.0h，透视曝光时间约为 244h。DSA 总年有效曝光时间约 256h。

续表 11 环境影响分析

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 $0.0124\mu\text{Sv/h}$, 控制室设备操作由一人完成, 即出束时间为 256h/a , 则控制室的放射工作人员受到的附加有效剂量最大为 0.003mSv/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 射线诊断放射防护要求》(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 $400\mu\text{Gy/h}$ (按附录 C 图 C.3 的要求)。

按照 GBZ130-2013 附录 C 介入放射学设备、近台同室操作的 X 射线机透视防护区测试点示意图, 第一术者位为 $0\sim 0.6\text{m}$, 第二术者位为 $0.6\sim 1.2\text{m}$, 本评价取屏风与主射束距离约 0.3m , 手术者均位于屏风后, 第一术者距屏风约 0.3m , 第二术者距屏风约 0.9m , 医护人员均穿戴铅衣、铅眼镜、铅围脖等防护设施(铅当量 0.25mm , 减弱倍数约 2.17, DSA 运行电压不高于 90kV , 铅的 TVL 取值为 0.074cm (100kV), 《辐射防护概论》表 3.7)。

参考李士骏编著的《电离辐射剂量学》中的估算方法, 空气比释动能率与距离的平方呈反比, 与防护材料对 X 射线的减弱因子呈正比, 即:

$$H=H_0\div (R\div R_0)^2\div f \quad (\text{式 } 11-5)$$

式中: H 为 R 距离处空气比释动能率; H_0 为初始空气比释动能率; R_0 为 H_0 处距主射束距离; R 为计算点 H 处距主射束距离; f 为防护材料对 X 射线的减弱因子。

经距离减弱后, 各手术位受照剂量见表 11-5。

续表 11 环境影响分析

表 11-5 手术医生受照剂量

人员名称	空气比释动能率	防护用品减弱倍数	R ₀	R	受照剂量
第一手术者	400μGy/h	2.17	0.3m	0.6m	46.08μGy/h
第二手术者	400μGy/h	2.17	0.3m	1.2m	11.52μGy/h

根据工作负荷，各类介入手术不同手术位最大年有效剂量估算见表 11-6。

表 11-6 手术医生受照剂量

手术类型	手术台数(台)	曝光时间(h)	第一手术位医生年有效剂量(mSv/a)	第二手术位医生年有效剂量(mSv/a)	年剂量小计(mSv/a)	手术医生数量(人)	平均受照剂量(mSv/a)
心脏介入	480	168.0	13.01	0.25	13.26	3	4.42
神经介入	180	66.0	5.11	0.10	5.21	2	3.47
综合介入	60	22.0	1.70	0.03	1.73		3.47
合计	720	256	19.82	0.38	20.20	5	4.04

注：根据 GBZ/T144-2002 附录 B 中给出的自由空气比释动能和周围剂量当量的转换系数，90kV 时 Sv/Gy 转换系数取 1.68。

根据上表估算结果可知，项目介入手术过程中，心脏介入、神经介入、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。

同时，由以上可以看出，医院拟配置手术医生的数量是满足本项目需求的。

另外，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于 400μGy/h 的基础上计算的，实际手术过程中，手术医生受到的照射剂量与铅悬挂防护屏设置位置、铅防护用品质量、手术医生的手术熟练度及习惯等相关。因此，介入手术医生实际受到的年附加有效剂量以个人剂量计监测结果为准。这则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，并据定期的个人剂量监测报告结果，合理分配工作量，以确保辐射安全。

C：楼上 CT 机房放射工作人员有效剂量估算

根据医院统计，现有 CT 机房放射工作人员上一年度个人剂量最大值为 0.48mSv/a，根据介入手术室周围受照剂量估算（详见表 11-7）可知，CT 机房年

续表 11 环境影响分析

附加有效剂量为 0.24mSv/a，由此可知，楼上 CT 机房放射工作人员年附加有效剂量为 0.72mSv/a，远低于医院放射工作人员剂量管理目标值 5mSv/a。

表 11-7 介入手术室周围公众受照剂量估算表

保护目标		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效曝光时间 (h)	居留因子	年附加有效剂量 (mSv/a)
楼上	CT 机房	0.93	256.0	1	0.24

②公众成员剂量估算

介入手术室周围布置为办公室、等候区、控制室、设备间，更衣室、谈话间、污物、楼梯间，楼上为 CT 机房（楼上斜方向布置 CT 机房控制室）。

介入手术室周围公众成员活动区域主要为办公室、等候区、控制室、设备间，更衣室、谈话间、污物、楼梯间、CT 机房。办公室、等候区公众成员停留时间长，居留因子取 1；楼梯间公众成员停留时间短、流动快、重复停留机会少，居留因子取 1/8；楼上 CT 机房控制室公众成员停留时间短、流动快、重复停留机会少，居留因子取 1/8；楼上机房斜方向的办公室有人员长期上班，居留因子取 1。

介入手术室楼上为 CT 机房，机房内为放射工作人员，故不纳入本次介入手术室周围公众受照剂量估算。

介入手术室周围公众受照剂量估算见表 11-8 所示。

表 11-8 介入手术室周围公众受照剂量估算表

保护目标		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效曝光时间 (h)	居留因子	年附加有效剂量 (mSv/a)
北面	办公室	0.0064	256.0	1	1.64×10^{-3}
西面	等候区	0.0124	256.0	1	3.17×10^{-3}
东面	楼梯间	0.0017	256.0	1/8	5.00×10^{-5}

备注：北面办公室处周围剂量当量率保守考虑按北面最不利情况计。

根据核算，介入手术室周围公众成员受到的年附加有效剂量最大约为 3.17×10^{-3} mSv/a，远低于医院年剂量管理目标值 0.25mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

(3) 剂量估算结论

续表 11 环境影响分析

综上所述,介入手术医生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。

同时,对于本项目开展介入手术时,从事介入手术的医生应在手术次数、手术位进行控制和调节,尽可能的平均分配工作岗位和工作量,以保证受到的年附加有效剂量低于医院放射工作人员剂量管理目标值。

11.2.3 环境保护目标受影响情况分析

按照医院提供的介入手术室屏蔽防护设计方案建设后,介入手术室的屏蔽能力能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)的要求,屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率满足国家相关标准要求。

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。

介入手术室四周墙体外 30cm 处周围剂量当量率按最不利 0.0124 μ Sv/h(DSA 距离墙体外的距离不低于 4.71m), 距离介入手术室外 3m、4m、10m、50m 处的剂量率分别为 0.0043 μ Sv/h、0.0024 μ Sv/h、0.0004 μ Sv/h、0.00002 μ Sv/h。根据上述核算,距离介入手术室墙体外约 3m 处贡献的周围剂量当量率已低于本底水平。若考虑各方位墙体等屏蔽作用,则本项目的辐射影响将大大减小。因此,项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微,本项目建设对各环境保护目标不会带来不利影响,对环境的影响可以接受。

11.3 其他影响

11.3.1 废气影响

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 介入手术室设计有进风口和出风口,且错开布置,能满足介入手术室通风换气需要。废气在外科楼绿化带上方排放,排风出口区域为绿化带,对周围环境影响微小。

续表 11 环境影响分析

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，进入酉阳县城污水处理厂进一步处理。

医院急救中心西北侧（外科楼南侧）建设有医院医疗废水处理站（污水处理站处理能力为 400m³/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交环卫部门处理。

介入手术室设置有专用的污物间，项目产生的医疗废物通过污物间暂存，并在每天工作结束后再外运至医院医疗废物暂存间，并与医院其他医疗垃圾一起交秀山县友鑫环境治理有限公司处理。生活垃圾通过医院生活垃圾收集系统收集后交环卫部门处理。

废铅防护用品交专业单位处置。

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

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。

续表 11 环境影响分析

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

项目拟采取的辐射安全与防护措施满足相关标准的要求，射线装置运行时对周围环境和人员的影响满足相关国家法律、法规和标准的要求，射线装置使用过程中不会给所在区域带来环境压力，符合清洁生产和环境保护的总体要求。

中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 21 号《产业结构调整指导目录》（2011 年本、2013 年修正）第一类——鼓励类中新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用。本项目属于《产业结构调整指导目录》中鼓励类—数字化医学影像产品的应用，所以本项目 DSA 的使用符合国家的产业政策。

11.6 工作场所选址合理性

根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。

本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中产生电离辐射影响，其选址于外科楼-1F，紧邻放射科，项目用房原为空置用房，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

续表 11 环境影响分析

使发生，也能一目了然而不再开机曝光，不会受到误照射。X 射线看不见、摸不着，因此，更多的辐射事故是因为管理等不到位，而导致无关人员受到误照射或者放射工作人员受到超剂量照射。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

①除手术人员外其他与手术无关人员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。

⑤因管理不善，手术医生工作分配不均匀或者个别医生（如心脏介入手术医生）长期处于第一手术位工作，造成其受到的年附加有效剂量超过管理目标限值。

(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（90kV，500mA），考虑人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m，受到 DSA 照射的时间最大约为 1min（DSA 设备上和控制室均有急停按钮）的照射，其剂量估算情况见表 11-9。

表 11-9 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	吸收剂量率
DSA	5.3 mGy·m ² /mA min	1min	7.42 mGy

②放射工作人员超剂量照射

根据本报告表 11-5 估算可知，若一名放射工作人员长期位于第一手术位工作，则其受到的年附加有效剂量最大为 13.01mSv（吸收剂量约 7.74mGy）。

(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。

续表 11 环境影响分析

这类症状存在阈值效应，其严重程度取决于剂量大小，只有在剂量超过一定的阈值时才能发生，我们称之为确定性效应，该效应是高水平辐射照射导致细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果。确定性效应常出现在短时间间隔内的高剂量照射的情况（急性照射）。除了受控制的医学照射外，高剂量照射一般不会出现在工作场所。因此，确定性效应一般也不会出现在常规的工作场所，仅在事故情况下被观察到。

确定性效应定义为通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应，超过阈值时，剂量越高则效应的严重程度越大。同时不同个体不同组织和器官对射线照射的敏感度差异较大。在非正常情况下，急性大量辐射照射可以造成人或者生物的死亡。成人全身受到不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-10 所示。

表 11-10 不同照射剂量对人体损伤的估计

剂量 (Gy)	类型		初期症状和损伤程度
<0.25 0.25~0.5 0.5~1	/		不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化，可能有血液学的变化 机能变化，血液变化，但不伴有临床症状
1~2 2~4 4~6 6~10	骨髓型急性放射病	轻度	乏力，不适，食欲减退
		中度	头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降
		重度	多次呕吐，可有腹泻，白细胞明显下降
		极重度	
10~50	肠型急性放射病		频繁呕吐，腹泻严重，腹疼，血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病		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

备注：来自《急性外照射放射病的诊断标准》（GBZ104-2017）和《辐射防护导论》P33。

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 7.42mGy；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约 7.74mGy。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》（国务院令 449 号）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

续表 11 环境影响分析

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,在介入手术过程中,医生通道的门在开启前,需要确认设备未出束,从控制室进入机房内时可在设备控制台控制设备不能出束,从机房出来到控制室,可与手术医生确认后再开门。

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》（环境保护部令第 3 号）第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

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

12.2 辐射安全管理规章制度、档案

(1) 培训

根据环境保护部令第 3 号第十五条的规定：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。

本项目新增劳动定员 8 人，其中手术医生 5 人，技师 1 人，护士 2 人，均为对外招聘。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》环境保护部令第 3 号第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。

续表 12 辐射安全管理

目前，建设单位已制定了《放射防护管理领导小组职责》、《放射科辐射防护管理制度》、《设备维修保养制度》、《辐射安全与防护专业知识人员培训计划》、《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《放射科辐射环境监测方案》、《放射事故应急预案》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。

医院还应完善年度评估制度、建立辐射安全责任制等，并在本项目 DSA 到位后，还应根据设备说明书补充设备操作规程、补充人员岗位职责。同时，建设单位还应根据在实际落实情况中不断完善已经制定的各项规章制度，如应急预案、维修保养制度、培训计划、监测制度等。

(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《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》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。

本项目放射工作人员到位后，应认真落实相关制度，将新的放射工作人员的健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。档案信息和保存等按照环境保护部令第 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

续表 12 辐射安全管理

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。医院应建立核安全管理体系，明确单位各层次人员的职责、不断识别医院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建设单位应组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化；

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

12.4 辐射活动能力评价

医院从事本项目辐射活动能力评价见下表 12-1。

表 12-1 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用 II 类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	成立了辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目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、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	已经建立了相关规章制度。待在本项目建成后，将相关制度在本项目放射工作场所张贴上墙。
射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	待本项目机房建成后，拟在机房门上设置工作状态指示灯，并实行门灯联锁。门口

续表 12 辐射安全管理

	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。	本项目放射工作人员尚未到岗，待其到岗后拟为每名放射工作人员配备个人剂量计，并配备一定数量的辐射防护用品（见表 10-3）供放射工作人员和病员使用。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急预案。

根据上表可知，本项目尚未建设，但医院已有其他射线装置运行，医院已建立有相应的管理体系，因此本项目的管理工作依托现有的管理体系，已具备了一定的能力，但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放射安全和防护条例》（国务院第 449 号令）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。

建设单位可配备相应的监测仪器或委托有资质的单位定期对所有射线装置进行监测，做好监测记录，存档备查。根据调查，建设单位每年均委托有资质单位对现有射线装置屏蔽体外辐射环境进行监测，满足相关要求。

本项目建成后，建设单位也应按照现有监测计划执行，定期对 DSA 介入手术室周围人员和环境进行监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

（1）个人剂量监测

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

监测频率：90 天测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

（2）工作场所环境监测

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

监测频度：验收时监测一次；日常监测每 1~2 年监测一次；涉及设备发射

续表 12 辐射安全管理

剂量率或防护设施维修后监测一次；

监测项目：周围剂量当量率，DSA 透视防护区测试平面的空气比释动能率；

监测点位：DSA 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、机房外导线管穿越处；DSA 介入手术室内手术位、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：023-75535206（24 小时值班）

环境保护举报热线电话：12369

重庆市辐射环境监督管理站：15998981300

重庆市卫生健康委员会电话：（023）67903565

酉阳县生态环境局：（023）75557258

酉阳县卫生健康委员会：（023）75551605

（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：

续表 12 辐射安全管理

- 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	有手术医生、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。	GB18871-2002 GBZ130-2013
5	建设内容	1 台 DSA（II 类射线装置），布局不发生大的改动。	/
6	防护用品	每名放射工作人员均配置至少 1 枚个人剂量计。 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、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 套；铅橡胶围裙、铅橡胶三角裤、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各 1 套。	

续表 12 辐射安全管理

续表 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
7	辐射安全防护措施	①机房各防护门上均设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯，设置门灯联锁装置。病人进出防护门张贴病人须知。 ②制度上墙（DSA操作规程、监测计划、应急预案等）。 ③机房设置空调通风，机房内不得堆放无关杂物。 ④设备上自带急停开关；控制室与机房设对讲装置；防护用品与辅助防护设施齐全。 ⑤机房四周墙体、顶棚、防护门、观察窗等有足够的屏蔽防护能力。 ⑥穿墙管线不影响屏蔽防护效果。	
8	管理	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、年度评估制度等。	

表 13 结论及建议

13.1 结论

(1) 项目概况

酉阳土家族苗族自治县人民医院拟将外科楼-1F 空置房间改造后作为介入手术室及其配套用房，并新购 1 台血管造影 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 70.66m²，总投资 900 万元，其中环保投资约 30 万。

(2) 实践正当性

医院射线装置的配置和使用，对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

(3) 产业政策符合性

项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 21 号《产业结构调整指导目录》（2011 年本，2013 年修正）中鼓励类—数字化医学影像产品的应用，符合国家产业政策。

(4) 辐射环境现状

本项目建设位置的地表 γ 剂量率的监测值在 84nGy/h~87nGy/h（未扣除宇宙射线），与重庆市多个点位的 2018 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率相比较处于本底涨落范围内。项目周围的辐射环境质量现状无异常。

(5) 选址合理性

项目拟建址的辐射环境质量状况无异常，有利于项目的建设。选址于外科楼-1F，紧邻放射科，项目用房原为空置用房，不影响医院的整体布局；项目出入口远离人流聚集区域，介入手术室四周除北侧外均为项目手术辅助用房，人员活动较少。因此，项目选址可行。

(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通道错开。从辐射环境保护角度分析，项目机房布局合理。

续表 13 结论及建议

(7) 辐射防护与安全措施

DSA 机房有效使用面积、最小单边长度均符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求。

建设单位拟对介入手术室分区管理，划分为控制区和监督区，项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

DSA 自带有可调限束装置、光谱过滤技术、脉冲透视技术应急开关等。机房屏蔽体拟采取的屏蔽防护方案满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求，保证施工质量，并做好管线进出口的防护。各防护门安装门灯联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志。机房四周墙体 18cm 实心页岩砖+3mmPb 防护板；防护门 4mmPb 当量，观察窗 4mmPb 当量；顶棚为 20cm 砼。配备符合开展项目要求的个人防护用品及辅助防护设施。机房具有良好的通风，并在内拟安装对讲及监控设施。因此，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）及《医用 X 射线诊断受检者卫生防护标准》（GB16348-2010）要求。

(8) 环境影响分析

①机房屏蔽能力：DSA 机房屏蔽体的设计建设厚度能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的屏蔽厚度要求，屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5 μ Sv/h。

②剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，在项目配备了足够的介入手术医生情况下，项目 DSA 介入手术相关医务人员人均所受到的年有效剂量低于辐射工作人员剂量管理目标（5mSv/a），项目所致非辐射工作人员和公众成员的附加年有效剂量亦低于剂量管理目标（0.25mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

③环境保护目标影响：机房外 30cm 周围剂量当量率满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求。根据射线装置衰减理论，则在距离机房更远的各环境保护目标处的周围剂量当量率将更小，项目运行，不会对环境保护目标带来不利影响。

④“三废”影响：本项目采用空调和通风系统能满足 X 射线室通风换气需要，

续表 13 结论及建议

废气在外科楼绿化带上方排放，排风出口区域为绿化带，对环境影响微小。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，医疗废物依托医院医疗废物暂存间暂存后与医院其他医疗废物一起交秀山县友鑫环境治理有限公司处理，生活垃圾交环卫部门处理，废铅防护用品交专业单位处置。项目各污染物均能得到有效处理。

(9) 辐射环境管理

建设单位成立了放射防护管理领导小组，建立了相关辐射安全管理规章制度及放射事故应急预案。项目建成后，建设单位应建立 DSA 操作规程，并确保本项目放射工作人员持证上岗。在今后的工作中，加强核安全文化建设，提高辐射安全管理能力，杜绝辐射事故的发生。

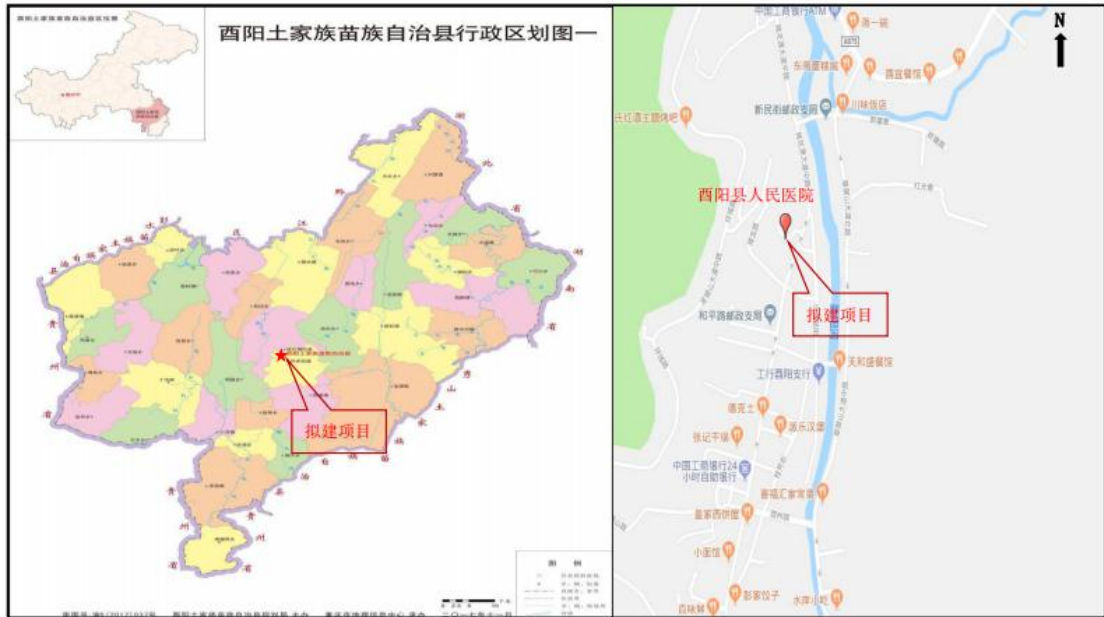
综上所述，酉阳土家族苗族自治县人民医院数字减影血管造影系统机房改造及防护工程位于酉阳县桃花源大道中路 102 号酉阳县人民医院外科楼-1F，项目建设符合国家相关产业政策、符合辐射防护“实践正当性”要求，严格落实报告表提出的辐射安全防治措施和污染治理措施的情况下，该项目环境风险可控，能实现辐射防护安全目标及污染物的达标排放，从辐射防护及环境保护角度，项目建设可行。

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) 建议为手术人员配置手环个人剂量计，并定期监测。

(3) 医院应建立辐射安全责任制，完善年度评估制度。



附图1 本项目地理位置示意图

建设项目环评审批基础信息表

建设单位(盖章): 酉阳土家族苗族自治县人民医院												环评人(签字): 廖强		项目负责人(签字):	
项目概况	项目名称		血管造影系统(DSA)新建项目				建设地点		酉阳县城花溪大道中段102号酉阳县人民医院放射科楼一层						
	项目代码		2019-500242-84-01-088585				计划开工时间		2019年12月						
	建设内容、规模		改建原有并新建血管造影机房,新增DSA 1台, 相控, 1 吋亚单位, 台				预计投产时间		2020年3月						
	项目建设周期		3个月				国民经济行业类别		Q83-卫生						
	环境影响评价行业类别		X-射线与辐射				项目申请类别		新改扩建						
	建设性质		新建(改建)				规划环评文件名称								
	现有工程排污许可证编号(改、扩建项目)						规划环评审查意见文号								
	规划环评开展情况		不开开展				环评影响评价文件类别		环境影响报告表						
	建设地点中心坐标(非线性工程)		经度	107.286625	纬度	29.741045	环评影响评价文件类别		环境影响报告表						
	建设地点坐标(线性工程)		起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度				
总投资(万元)		900.00				环保投资(万元)		25.00							
建设单位	单位名称		阳土家族苗族自治县人民医院		法人代表		陈若飞		单位名称		重庆金博环保工程有限公司				
	通讯地址		酉阳县桃花源大道中段102号		技术负责人		廖强		证书编号		乙字第3132号				
	统一社会信用代码(组织机构代码)		12500102451951286H		联系电话		13206011751		通讯地址		重庆市渝北区新南路388号				
								环评文件项目负责人		肖英					
污染物排放	污染物		现有工程(已建+在建)		本工程(拟建或待建空壳)		总体工程(已建+在建+拟建或待建空壳)		排放方式						
			①实际排放量(吨/年)	②许可排放量(吨/年)	③预测排放量(吨/年)	④“以新带老”削减量(吨/年)	⑤区域平衡替代本工程削减量(吨/年)	⑥预测削减量(吨/年)	⑦排放削减量(吨/年)						
	废水	废水								□不外排					
		COD								■间接排放, ■市政管网					
		氨氮								□高浓度工业污水处理站					
		总氮								□直接排放, 受纳水体					
	空气	废气													
		二氧化硫													
		氮氧化物													
		颗粒物													
		挥发性有机													
注: 1、环评申报部门审批及验收项目均指(与重庆市网上行政许可平台填报项目代码一致, 非核准项目不填报);															
2、间接排放, 是指经污水处理厂(GB/T 4754-2011)															
3、为各单元提供集中供暖的中心锅炉															
4、环评申报所在区域通过“区域平衡”替代本工程削减量的单															
5、①-①-①-①-①, ②-①-①-①-①															
项目涉及保护区与风景名胜区的情况	涉及保护区		名称	级别	保护对象(目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积(hm ²)	生态保护措施						
	自然保护区								□避让□避让□避让□避让(必填)						
	饮用水水源保护区(地表)								□避让□避让□避让□避让(必填)						
	饮用水水源保护区(地下)								□避让□避让□避让□避让(必填)						
风景名胜区								□避让□避让□避让□避让(必填)							