

核技术利用建设项目  
石柱县中医院中医药服务能力改建项目  
(DSA 部分)  
环境影响报告表

建设单位：石柱土家族自治县中医院

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：2022年11月

生态环境部监制

# 关于石柱县中医院中医药服务能力改建项目 (DSA 部分) 的公示说明

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《石柱县中医院中医药服务能力改建项目（DSA 部分）环境影响报告表》目前属于上报审批阶段。我单位承诺，环评报告文本中内容不涉及国家机密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，同意环评报告全本公开，并愿意承担相关法律责任。



石柱土家族自治县中医院

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		石柱县中医院中医药服务能力改建项目（DSA部分）			
建设单位		石柱土家族自治县中医院			
法人代表	马涛	联系人名称	李富洪	联系电话	134*****9
注册地址		石柱县南宾街道万寿大道 8 号			
项目建设地点		石柱县南宾街道万寿大道 8 号石柱土家族自治县中医院门诊住院综合楼 1 号楼-1F 东侧			
立项审批部门		石柱土家族自治县发展和改革委员会	批准文号	2202-500240-04-01-512131	
建设项目总投资（万元）		3986	项目环保投资（万元）	100	投资比例（环保投资/总投资） 2.51%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	150
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其他	无				
<p><b>1.1 建设单位概况</b></p> <p>石柱土家族自治县中医院位于重庆市东部、长江南岸、三峡库区腹心地带的石柱土家族自治县南宾街道万寿大道 8 号。医院创建于 1945 年 8 月 27 日，1984 年 11 月 18 日，石柱土家族自治县成立，医院遂更名为石柱土家族自治县人民医院，并沿用至今。2009 年 8 月，医院晋升为国家二级甲等综合医院，是全县唯一的二级甲等综合医院，是渝东南片区率先达到“二甲”水平的县级综合医院。</p>					

## 续表1 项目基本情况

### 1.2 项目由来

为完善医疗基础设施，方便患者及群众就医，石柱土家族自治县中医院拟在门诊住院综合楼 1 号楼-1F 至 3F 开展“石柱县中医院中医药服务能力改建项目”，主要建设内容包括智慧医院建设、外立面改造、室内装饰装修改造、安装改造工程等，并进行 DSA 相关建设，配置血管造影设备 1 套。本项目智慧医院建设、外立面改造、室内装饰装修改造、安装改造工程不涉及土建工程、不新增床位，主要为医院内部房间和外部的装修工程以及医院内部智能化设备的安装。石柱县中医院中医药服务能力改建项目（DSA 部分）评价内容为 DSA 机房及其配套用房的建设和 DSA 设备的配置。医院用房紧张，本次需要调整部分用房布局，重新布局医院原洗衣房、衣物收发室、标本室和库房，新建 DSA 机房及其配套用房。项目所在门诊住院综合楼为“U”型结构，分为 1 号楼（南侧）和 2 号楼（北侧），以下简称“综合楼”，项目所在楼为 1 号楼。医院已取得石柱土家族自治县发展和改革委员会关于石柱县中医院中医药服务能力改建项目可行性研究报告的批复（项目代码：2202-500240-04-01-512131），本环评仅针对 DSA 改造部分进行评价，建设内容主要为：在综合楼 1 号楼-1F 东侧建设 DSA 机房及其配套用房，并在 DSA 机房内购置并安装 1 台数字减影血管造影 X 射线装置（以下简称“DSA”，最大电压为 150kV，最大电流为 1500mA，单管头设备），开展血管造影介入手术工作。

根据关于发布《射线装置分类》的公告（原环境保护部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。

根据《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》等相关规定，本项目应进行环境影响评价，医院委托重庆宏伟环保工程有限公司开展该项目的环评工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号）的“五十五 核与辐射 172 核技术利用建设项目”可知，使用 II 类射线装置的项目环境影响评价文件形式为编制环境影响报告表。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础上，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《石柱县中医院中医药服务能力改建项目（DSA 部分）环境影响报告表》。

### 1.3 项目建设内容及规模

#### 1.3.1 项目建设内容及规模

**续表1 项目基本情况**

(1) 项目名称：石柱县中医院中医药服务能力改建项目（DSA 部分）

(2) 建设地点：石柱县南宾街道万寿大道 8 号石柱土家族自治县中医院门诊住院综合楼 1 号楼-1F 东侧

(3) 建设性质：新建

(4) 建设单位：石柱土家族自治县中医院

(5) 建设规模：在医院综合楼 1 号楼-1F 东侧建设 DSA 机房及其配套用房，并在 DSA 机房内购置、安装 1 台 DSA（II 类射线装置）开展介入手术，项目总建筑面积约 150m<sup>2</sup>。

(6) 项目投资：总投资约 3986 万元，其中环保投资约 100 万元。

(7) 施工期：预计 6 个月。

项目组成情况见下表 1-1。

**表 1-1 项目组成一览表**

分类	项目	项目组成	依托关系
主体工程	DSA 机房	DSA 机房最小内空长宽尺寸 7.2m×7.3m，层高 4.2m（吊顶后顶部到地面的净空高度为约 2.9m），有效使用面积约 52.56m <sup>2</sup> 。	依托主体结构改造用房
	设备	DSA 机房内拟安装 1 台 DSA，型号待定，最大管电压 150kV，最大管电流 1500mA。	新购设备
辅助工程	辅助用房	拟设置控制室、设备室、污物存放室、病人缓冲区、更衣室等辅助用房。	依托
公用工程	给水	依托院内供水管网。	依托
	排水	雨污分流，雨水排入市政雨水管网，医疗废水经医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网。	依托
	供配电	依托院内供配电系统。	依托
	通风	DSA 机房设计有独立的通排风系统，采用机械排风、中央空调。	新建
环保工程	废水处理措施	项目所在楼产生的生活污水依托医院的污水管网收集至医院综合楼东北侧污水处理站（处理能力为 600m <sup>3</sup> /d），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466—2005）预处理排放标准后接入市政污水管网。	依托
	废气处理措施	本项目机房内设置 1 个排风口，布置在顶棚上，排风管从 DSA 机房穿越北侧外墙壁后，废气引至项目所在楼楼顶排放，穿越口位置的高度高于吊顶高度，其穿墙高度离室内地面约 3.2m。排风风量约为 500m <sup>3</sup> /h，通风换气次数为约 3 次/h。	新建
	固废处置措施	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，暂存于医院医疗废物暂存间（位于残疾人康复中心楼-1F 车库内，占地面积约 50m <sup>2</sup> ），交由有资质单位处理。 放射工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收	依托

续表1 项目基本情况

	集系统收集，统一交环卫部门处理。 废铅防护用品由医院收集妥善暂存，并做好相应记录，交由有资质单位处理。	
辐射防护	采用足够厚度的铅板、铅玻璃、防护铅门、硫酸钡、混凝土等作为 DSA 机房屏蔽防护体。	新建机房并安装门灯联锁、辐射警告标志等

### 1.3.2 辐射防护方案设计

本项目用房原为洗衣房、衣物收发室和库房（详见附图3），本次建设需拆除原西墙、北墙墙体，保留东墙、南墙墙体，并重新布局新建本项目相关用房，DSA机房屏蔽方案见表1-2。

表 1-2 DSA 机房屏蔽防护方案

项目	现有建筑情况	改造内容	改建后防护情况
东墙	200mm 厚混凝土	墙体不变，墙体新增 40mm 硫酸钡	墙体：200mm 厚混凝土+40mm 厚硫酸钡
南墙	200mm 厚混凝土	墙体不变，墙体新增 40mm 硫酸钡	墙体：200mm 厚混凝土+40mm 厚硫酸钡
西墙	200mm 厚实心页岩砖	拆除原有墙体，新建 240mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡	墙体：240mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡；防护门：3mmPb
北墙	200mm 厚实心页岩砖	拆除原有墙体，新建 370mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡（控制室位置）	墙体：240mm/370mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡；观察窗和防护门：3mmPb
		拆除原有墙体，新建 240mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡（电井位置）	
顶棚	现有顶棚：120mm 混凝土	顶棚墙体不变，在吊顶上方安装轻钢龙骨架，张贴有 2mmPb 铅板（距吊顶上方约 0.6m，离地约 3.5m）	顶棚：120mm 混凝土+2.0mmPb 铅板

备注：混凝土（砼）密度 2.35g/cm<sup>3</sup>、铅密度 11.3g/cm<sup>3</sup>、实心页岩砖 1.65g/cm<sup>3</sup>、硫酸钡密度 3.20g/cm<sup>3</sup>。

### 1.3.3 设备配置

项目主要配套设施设备见表1-3。

表 1-3 DSA 机房配套设施设备配置一览表

序号	名称	数量	用途	位置	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置	1 台	介入手术	DSA 机房	II 类射线装置，单管头，型号待定
2	电源柜	1 套	DSA 配电	设备室	DSA 配套设备
3	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置	设备室	
4	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输	设备室	
5	控制系统	1 套	DSA 设备操作	控制室	
6	中心供氧装置	1 套	患者供氧	DSA 机房	介入手术配套设备

**续表1 项目基本情况**

7	除颤仪	1套	手术配套用	DSA 机房	
8	高压注射器	1套	手术配套用	DSA 机房	
9	吸痰器	1套	手术配套用	DSA 机房	
10	电生理仪	1套	手术配套用	DSA 机房	
11	中心负压吸引	1套	手术配套用	DSA 机房	
12	空气消毒机	1套	空气消毒	DSA 机房	
13	移动防护屏	1套	机房内工作人员防护， 2mmPb	DSA 机房	/

**1.3.4 项目劳动定员、工作制度及工作负荷**

本项目拟配置 12 名放射工作人员，主要包括医师、技师、护士等。放射工作人员在现有工作人员中调配、培养，不新增医院总劳动定员。

工作制度：放射工作人员年工作250天，实行轮休制。

**1.4 工作负荷**

根据医院提供的资料，项目预计年开展介入手术约 330 台，手术类型包括心脏介入手术（200 台/年）、神经介入手术（30 台/年）和综合介入手术（100 台/年）。

**1.5 外环境概况**

医院位于石柱县南宾街道万寿大道 8 号，东侧与道路相邻，约 20m 外为汇景龙湾小区居民楼；南侧与万寿大道相邻；西侧与柱蒲街相邻，约 22m 外为在建居民楼；北侧与道路相邻，约 10m 外为锦苑小区居民楼。

本项目位于医院综合楼 1 号楼-1F 东侧。综合楼 1 号楼东侧为医院门诊住院综合楼扩建楼（以下简称“扩建楼”），综合楼 1 号楼 2F 与扩建楼 2F 通过连廊相连；综合楼 1 号楼南侧与万寿大道相邻，约 52m 外为商业楼、居民楼等；综合楼 1 号楼西侧与柱蒲街相邻，约 22m 外为在建居民楼，综合楼 2 号楼西侧与医院道路相邻，约 10m 外为柱蒲街居民楼（7F），约 45m 外为在建居民楼；综合楼 2 号楼北侧与医院道路相邻，约 15m 处为医院食堂，约 20m 处为医院儿科门诊、残疾人康复中心。医院总平面图见附图 2，项目所在楼外环境关系见表 1-4。

**表 1-4 项目所在楼外环境关系表**

序号	名称	方位	距离	高差 (m)	环境特征
1	在建居民楼	西侧	约 22m	0	公众成员
2	柱蒲街居民楼	西侧	约 10m	0	-1/6F，公众成员，约 200 人

**续表1 项目基本情况**

3	万寿大道	南侧	约 15m	0	城市主干道，人员流动，公众成员
4	空坝、扩建楼	东侧	紧邻	0	-1/12F，医院用房，公众成员，约 300 人
5	食堂	北侧	约 14m	-3	1F，食堂，公众成员，约 100 人
6	儿科门诊、残疾人康复中心	北侧	约 20m	-3	-1/4F，医院用房，公众成员，约 100 人

备注：-表示低于项目用房，以项目所在楼层地面为基准。

本项目 DSA 机房周围 50m 范围主要为医院综合楼、扩建楼及万寿大道，项目周边保护目标主要为该医院从事本项目放射诊疗的放射工作人员以及周围活动的公众成员。

### 1.6 项目选址可行性分析

根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况达标，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。DSA 机房选址于门诊住院综合楼 1 号楼-1F 东南角，所在楼层为项目所在楼最底层，东侧和南侧无相邻建筑，北侧紧邻控制室，西侧紧邻病人缓冲区、污物存放室、设备室等，不与医院其它病房、检查室等直接相连，周围主要布置的放射科其他医用 X 射线诊断用房、医生办公室、休息室等，机房选址不影响医院的整体布局，项目楼下无建筑，楼上为急诊科诊室和过道，周围一般公众成员相对较少，项目出入口也远离公众聚集区域，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。

### 1.7 项目建设背景

#### 1.7.1 项目用房的环保手续情况

本项目涉及内容为利用医院综合楼 1 号楼内原有用房改建，综合楼为上世纪的建筑，建设完成后，主要是对 1 号楼-1F 至 3F 的内部和外部进行重新装修等。该楼共 6 层（-1F/5F），本项目位于 -1F 东侧。医院已取得排污许可，许可证编号：125002404529517633001U。

医院已运营多年，已咨询重庆市石柱土家族自治县生态环境局，医院未收到过环保投诉，无环保遗留问题。

#### 1.7.2 医院核技术利用项目开展情况

医院已取得《辐射安全许可证》（渝环辐证[57029]，有效期至2024年10月23日），



**续表1 项目基本情况**

医院开展的核技术利用项目包括使用使用III类射线装置，根据现场调查，医院现有射线装置共8台，具体情况见表1-5。

**表 1-5 医院现有射线装置一览表**

序号	装置名称	类别	数量	工作场所	是否在用
1	CT	III类	1	综合楼-1F 放射科 CT1 室	是
2	CT	III类	1	综合楼-1F 放射科 CT2 室	是
3	DR	III类	1	综合楼-1F 放射科 DR1 室	是
4	DR	III类	1	综合楼-1F 放射科 DR2 室	是
5	胃肠机	III类	1	综合楼-1F 放射科胃肠室	是
6	CBCT	III类	1	综合楼 3F 口腔科 CBCT 室	是
7	牙片机	III类	1	综合楼 3F 口腔科牙片室	是
8	移动 DR	III类	1	/	是

经现场调查，医院现有放射工作人员 35 人，已为每名放射工作人员配置个人剂量计，建立个人剂量检测档案和职业健康体检档案。部分放射工作人员参加辐射安全防护培训，并通过考核。医院委托有资质单位对现有各辐射场所的周围剂量当量率进行了监测，屏蔽能力满足要求。经咨询石柱县生态环境局和医院相关人员，医院运营至今，未发生辐射事故，也未收到对石柱土家族自治县中医院的辐射类环保投诉和纠纷，无相关环保遗留问题。

**1.7.3 本项目与医院整体的依托可行性分析**

项目用房依托可行性分析详见表 1-6。

**表 1-6 本项目与医院依托关系表**

依托工程		可行性分析
主体工程		项目位于综合楼 1 号楼-1F 东侧，依托主体结构，拆除现有部分墙体等，重新布局新建本项目相关用房，因此，项目主体建筑结构依托可行。
公用工程	给水	医院由市政供水管网供给，项目位于医院内，依托医院供水管网供水可行。
	排水	医院实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；医疗废水经医院污水处理站达标排入市政污水管网。因此，本项目依托医院总体排水管网排水可行。
	供配电	医院用电由市政电网引入，同时医院配置应急电源柴油发电机，解决停电时临时需要。因此，项目依托医院供电系统可行。
环保工程	废水	医院已设置有一座污水处理站，处理能力 600m <sup>3</sup> /d。本项目放射工作人员劳动定员在医院劳动定员内，不新增劳动定员；本项目在污水处理站的接纳范围，排水管网已接入。项目产生的废水主要为工作人员生活污水，产生量少，目前医院仍有余量。因此，项目废水依托医院污水处理站处理可行。
	固废	医院医疗废物暂存间位于医院残疾人康复中心楼-1F 车库内，占地面积约 50m <sup>2</sup> ，医疗废物暂存间按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）进行防渗、防

**续表1 项目基本情况**

	腐、硬化处理。医院危险废物交具备相应类别危险废物处置资质的单位。医疗废物暂存间设计时考虑了项目所在楼（包含本项目）的所有医疗废物暂存量。因此，项目依托可行。
放射工作人员	项目劳动定员 12 人，从医院现有工作人员中调配。现有放射工作人员已配置个人剂量计，建立职业健康体检档案等。因此，本项目调配现有放射工作人员可行。
辐射安全管理	医院已成立辐射安全管理委员会，并制定了相应的辐射安全管理制度，本项目运营前，医院还应对现有辐射环境管理制度进行补充、修订。

根据上表可知，项目依托医院现有的给排水及供配电工程、污水处理站、医疗废物及生活垃圾收运系统和辐射环境管理机构及人员等是可行的。

**表 2 放射源**

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

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1	待定	150	1500	介入手术	医院门诊住院综合楼 1号楼-1F 东侧 DSA 机房	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 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
以下空白								

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固态为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法律 法规 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 日施行修订版；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日施行修订版；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(7) 《医疗废物管理条例》，中华人民共和国国务院令第 380 号；</p> <p>(8) 《产业结构调整指导目录》（2019 年本））</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订实施；</p> <p>(10) 《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>(11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(14) 《重庆市环境保护条例》，2018 年 7 月 26 日施行修订版；</p> <p>(15) 《重庆市辐射污染防治办法》渝府令（2020）338号自2021年1月1日起施行；</p> <p>(16) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环[2017]242 号。</p>
----------------	---

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(7) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)；</p> <p>(8) 《急性外照射放射病的诊断标准》(GBZ104-2017)；</p> <p>(9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目可行性研究报告批复，见支撑性材料附件 1；</p> <p>(2) 环评内容确认函，见支撑性材料附件 2；</p> <p>(3) 医院排污许可证，见支撑性材料附件 3；</p> <p>(4) 辐射安全许可证，见支撑性材料附件 4；</p> <p>(5) 医院现有辐射环境管理制度，见支撑性材料附件 6；</p> <p>(6) 监测报告，见支撑性材料附件 8；</p> <p>(7) NCRP147 号报告《Structural shielding Design for Medical X-ray Imaging Facilities》；</p> <p>(8) 《辐射防护导论》；</p> <p>(9) 医院提供的防护方案等其他资料。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**评价范围**

按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，并结合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。

**环境保护目标**

本项目位于医院综合楼 1 号楼（-1F）东侧。DSA 机房东侧与南侧为堡坎，均无紧邻建筑；北侧紧邻 DSA 控制室、更衣室等，之外为骨密度室、控制室、医生休息室、值班室、办公室、阅片室、资料室、储存室等；西侧紧邻 DSA 污物存放室、设备室、病人缓冲区，之外为 MRI 室、DR 室、乳腺室、控制室、值班室、报告大厅等；机房上方为急诊科诊室和过道，楼下无建筑（本项目所在楼层为本楼最底层）。

项目 DSA 机房周围 50m 评价范围内环境保护目标统计情况见表 7-1。

**表 7-1 DSA 机房周围环境保护目标一览表**

序号	名称	方位	距离	高差	敏感目标特性	受影响人群	影响因素
1	控制室	北	紧邻	平层	项目用房，约 1 人	放射工作人员	电离辐射
	更衣室		约 3m	平层	项目用房，约 2 人	放射工作人员	
	骨密度室		约 7m	平层	医院用房，约 2 人	公众成员	
	控制室		约 10m	平层	医院用房，约 1 人	放射工作人员	
	储存室		约 14m	平层	医院用房，一般无人	公众成员	
	护士长办公室、主任办公室		约 18m	平层	医院用房，约 2 人	公众成员	
	医院门厅		约 30m	平层	医院大厅，约 20 人	公众成员	
	保安室		约 35m	平层	医院用房，约 1 人	公众成员	
2	医生值班室	西北	约 7m	平层	医院用房，约 1 人	公众成员	
	资料室		约 7m	平层	医院用房，一般无人	公众成员	
	办公室、阅片室、		约 10m	平层	医院用房，约 2 人	公众成员	
	DSA 医生休息室		约 18m	平层	医院用房，约 2 人	放射工作人员	
	诊室、检验、治疗室、处置室、DR 室等		约 25m	平层	医院用房，约 10 人	公众成员	
	库房		约 35m	平层	医院用房，一般无人	公众成员	
	导医台、挂号、收费、值班室、办公室等		约 35m	平层	医院用房，约 5 人	公众成员	
	留观室		约 25m	平层	医院用房，约 10 人	公众成员	
控制室	约 25m	平层	医院用房，约 1 人	放射工作人员			



3	污物存放室、设备室	西	紧邻	平层	项目用房, 一般无人	公众成员
	病人缓冲区			平层	项目区域, 约 3 人	公众成员
	候梯厅		约 12m	平层	医院候梯厅, 约 5 人	公众成员
	值班室		约 23m	平层	医院用房, 约 1 人	公众成员
	更衣室		约 26m	平层	医院用房, 约 1 人	公众成员
	注射室		约 30m	平层	医院用房, 约 2 人	公众成员
	取片报告大厅		约 30m	平层	取片大厅, 约 20 人	公众成员
	登记站		约 33m	平层	医院大厅, 约 2 人	公众成员
4	MRI 室、DR 室、乳腺室等	西南	约 12m	平层	医院用房, 约 15 人	公众成员
	控制室				医院用房, 约 5 人	放射工作人员
5	车库	东	约 30m	平层	车库, 约 5 人	公众成员
6	急诊科诊室	楼上	/	楼上	医院用房, 约 2 人	公众成员
	过道	楼上	/	楼上	过道, 约 5 人	公众成员

续表 7 保护目标与评价标准

评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制

B1 剂量限值

B1.1.1.1 应对工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述控制值。

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

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2 公众照射

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

**(2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)**

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

**6.1 X 射线设备机房布局**

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

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

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

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

## 续表 7 保护目标与评价标准

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度		
设备类型	机房内最小有效使用面积 <sup>d</sup> m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 <sup>e</sup> m <sup>2</sup>
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形, 乳腺 CBCT)	20	3.5
<p>b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。            d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。            e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。</p>		
<p>备注：项目 DSA 属于单管头 C 形臂，按单管头 X 射线设备执行。</p>		
<h3>6.2 X 射线设备机房屏蔽</h3> <p>6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不小于表 3（本报告表 7-3）要求。</p> <p>本项目 DSA 为 C 形臂 X 射线设备，执行其屏蔽防护铅当量。</p>		
表 7-3 不同类型射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求		
机房类型	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
<p>6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（即表 7-3）的要求。</p>		
<h3>6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平</h3> <p>6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：</p> <p>a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。</p> <p>6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p>		
<h3>6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求</h3> <p>6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4（即下表 7-4）基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。</p>		

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求				
放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射性操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注 1：“—”表示不做要求。				
注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				
<p>6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。</p> <p>6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。</p> <p>6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。</p>				
附录 B				
B.1 检测条件 X 射线设备机房防护检测条件和散射模体应按表 B.1 的要求。				
表 B.1 中备注 1：介入放射学设备按透视条件进行检测。				
B.2 关注点检测的位置要求				
B.2.1 距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm。				
<p>(3) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019) 工作场所空气中化学因素的职业接触限值为：</p> <p>臭氧最高容许浓度 (MAC) 接触限值：0.3mg/m<sup>3</sup>；</p> <p>氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的时间加权平均容许浓度 (PC-TWA) 接触限值：5mg/m<sup>3</sup>。</p>				
(4) 医疗废物				
<p>医疗废物属于危险废物，按国家危险废物名录分为医疗废物 HW01，主要包括感染性废物 (841-001-01)、损伤性废物 (841-002-01)，按《医疗废物管理条例》和《重庆市人民政府关于进一步加强医疗废物管理的通告》(渝府发[2007]71 号) 要求进行收集处置；其贮存按《医疗废物集中处置技术规范 (试行)》(环发[2003]206 号)、《危险</p>				

## 续表 7 保护目标与评价标准

废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）执行。

### （5）评价标准及相关参数值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，放射工作人员年有效剂量不超过20mSv，公众成员年有效剂量不超过1mSv；条款11.4.3.2规定：剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

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

综上所述，确定本项目的的评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 评价标准汇总表

年剂量限值要求			执行依据
分类	年有效剂量管理目标值	年剂量限值	
放射工作人员	5mSv/a	20mSv/a	GB18871-2002 及医院管理要求
公众成员	0.1mSv/a	1mSv/a	
环境剂量控制			执行依据
距离 DSA 机房墙体、门、窗表面 30cm，顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 的周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$			《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)
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)	
DSA	20	3.5	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

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

## 表 8 环境质量和辐射现状

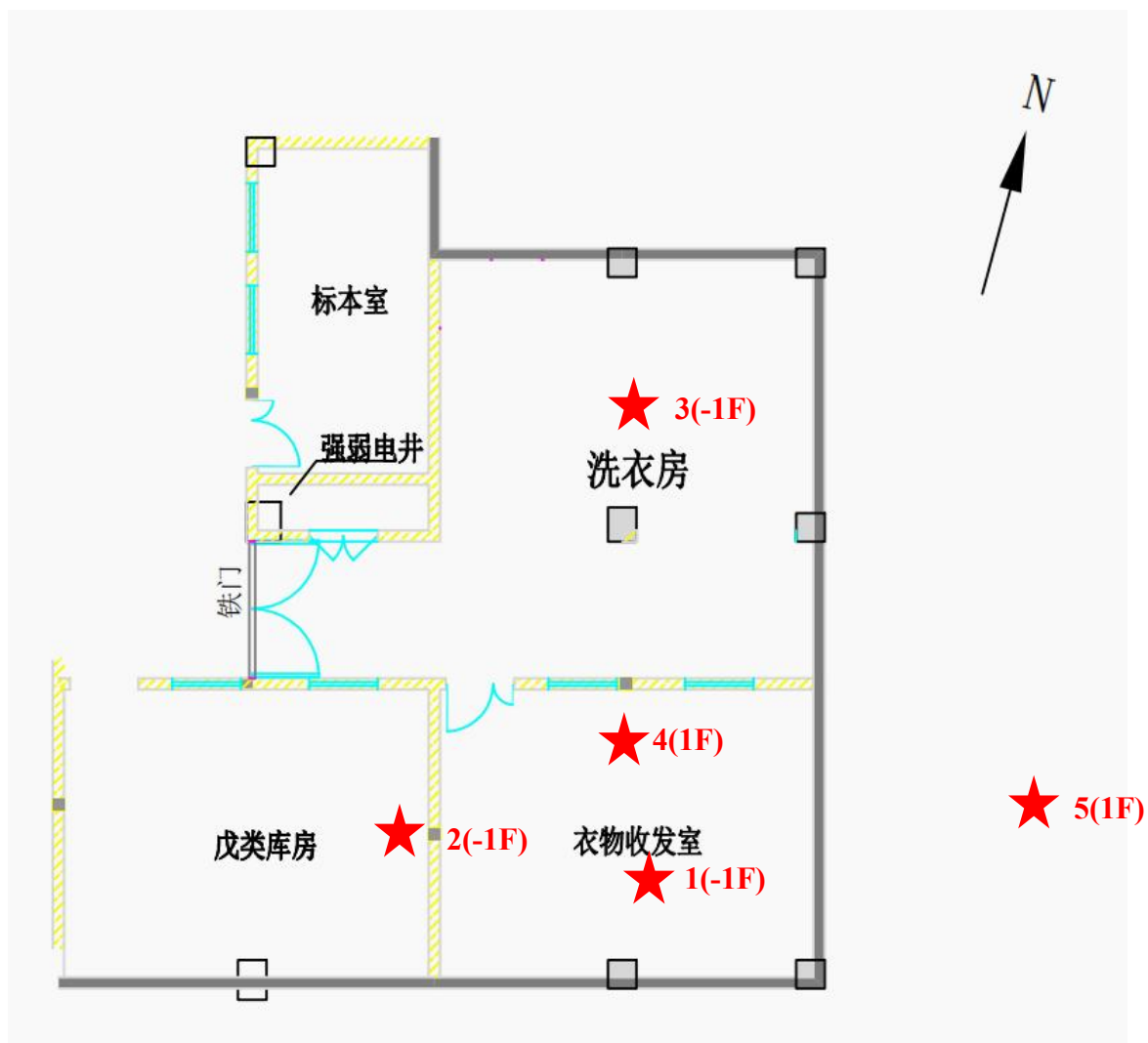
### 8.1 项目地理位置和场所位置

本项目位于石柱县南宾街道万寿大道 8 号石柱土家族自治县中医院门诊住院综合楼 1 号楼（-1F）东侧，地理位置图见附图一。

### 8.2 环境质量和辐射现状

为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平，重庆泓天环境监测有限公司于 2022 年 9 月 8 日对本项目所在地的环境 $\gamma$ 辐射剂量率进行了监测，监测报告编号为：渝泓环(监)[2022]1022 号。

（1）监测点位：本项目共监测 5 个点位，监测布点示意图见图 8-1。



注：“★”代表环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测点位

图 8-1 本项目监测布点图

监测点位合理性分析：本次在机房、机房楼上（楼下无建筑）、用房所在建筑室外

空坝均布设有监测点位，能够反映本项目所在地的辐射环境背景水平。因此，项目监测布点合理可行。

(2) 监测因子：环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

(3) 监测仪器

监测仪器情况见表 8-1。

**表 8-1 监测仪器情况**

仪器名称	型号	仪器编号	计量检定证书编号	有效期至	校准因子
环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪	JB4010	09031	2022042603435	2023.5.4	0.87

(4) 质量保证措施

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

(5) 监测结果统计

监测结果统计见表 8-2。

**表 8-2 本项目监测结果统计**

监测点位	监测点位描述	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)
★1	拟建 DSA 机房 (-1F) 内 (原衣物收发室, 目前为空置房间)	80
★2	拟建 DSA 机房 (-1F) 内 (原库房, 目前为空置房间)	82
★3	拟建控制室内 (原洗衣房, 目前为空置房间)	81
★4	拟建 DSA 机房楼上 (1F) 急诊科病房、过道	64
★5	项目所在楼外东侧 (1F) 空坝 (住院大楼旁)	104

根据监测统计结果可知，拟建项目所在位置环境 $\gamma$ 辐射剂量率的监测值在 64nGy/h~104nGy/h 之间 (未扣除宇宙射线)，根据《二〇二一年重庆市生态环境质量公报》，重庆市 2021 年环境 $\gamma$ 空气吸收剂量率平均值为 94.0nGy/h (未扣除宇宙射线的响应值)。两者相比，本项目所在地环境 $\gamma$ 辐射剂量率在正常涨落范围内。

表9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期

本项目用房依托医院主体结构，拆除现有衣物收发室的北墙与西墙混凝土墙体，在原墙体位置向北侧与西侧拓宽，新建实心页岩砖+硫酸钡墙体，东墙与南墙墙体不变，新增一层硫酸钡涂层，本项目涉及原衣物收发室、洗衣房、库房和标本室，重新布局本项目相关用房，新建相关用房（详见附图3）。此外，需在顶棚下方安装铅板：在吊顶上方约0.6m（距离地面约3.5m）处搭建轻钢龙骨架，钢架上方安装铅板。

施工期主要为墙体的拆除、新建和装修（如铅门安装、装饰吊顶等），设备的安装等工作，不新增用地。其工艺流程图及产污环节见图9-1。

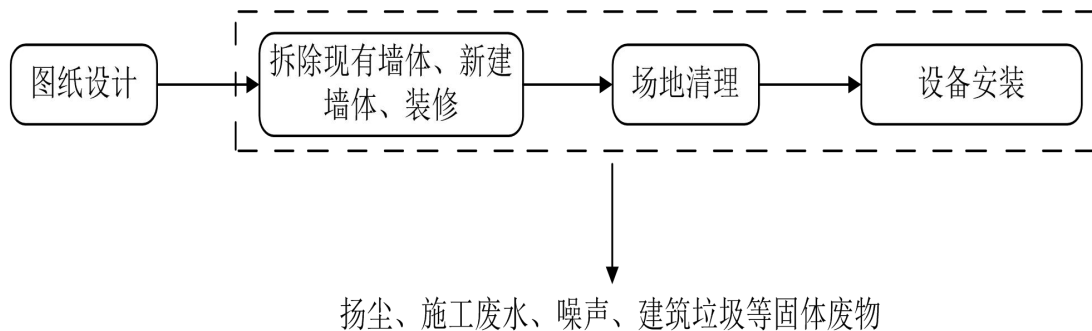


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

根据上图，项目施工期主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

扬尘：主要拆除现有墙体、新建本项目墙体时产生的扬尘，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墙体拆除、新建、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：主要为墙体拆除、新建、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2t。

### 9.2 运行期本项目污染工序及污染物产生情况

#### 9.2.1 DSA 工作原理及产污环节

##### (1) DSA 设备组成及工作方式

血管造影机系统组成：Gantry，俗称“机架”或“C形臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，



该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷机控制温度；图像处理系统。该项目设备采用平板探测器（FD）技术成像：FD 技术可以即时采集到患者图像，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。DSA 典型照片见图 9-2。

介入手术工作方式为在医学影像系统监视引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸注射、引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等，医院在实际操作过程中采取透视和采集的方式。DSA 工作示意图见图 9-3。

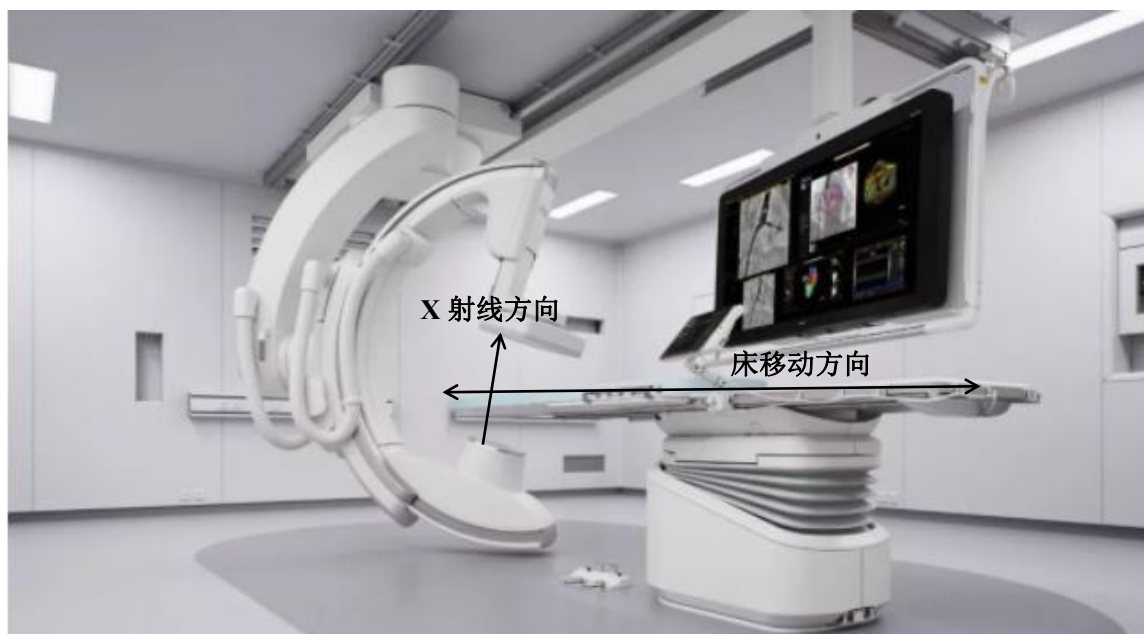


图 9-2 DSA 实物照片（示例）

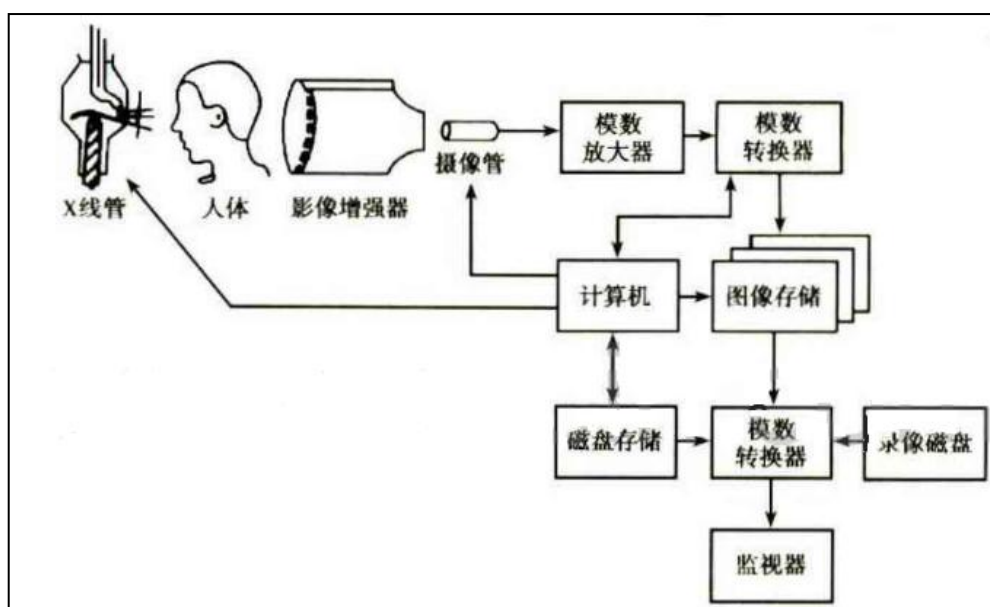


图 9-3 DSA 工作示意图

## 续表 9 项目工程分析与源项

### (2) DSA 工作原理

#### ①X 射线产生及成像原理

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

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

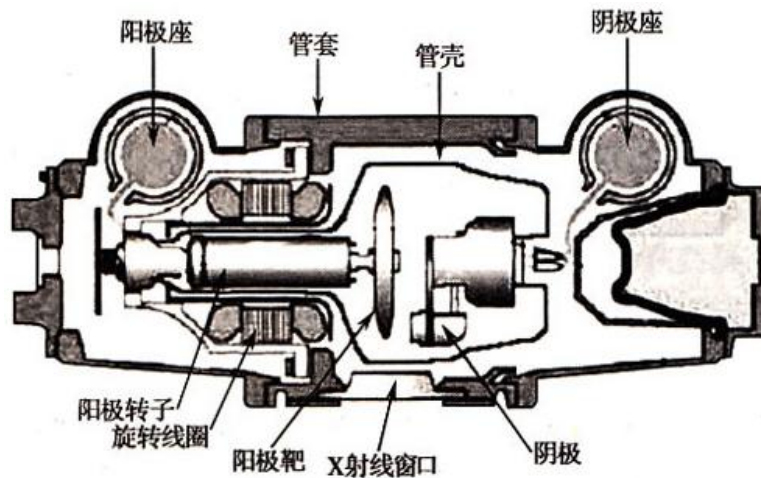


图 9-4 典型 X 射线管结构图

#### 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，分别经影像接收器后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，

续表 9 项目工程分析与源项

通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

### (3) 操作流程

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

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

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

第二种情况，透视。病人需进行介入手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时介入手术医生位于铅悬挂防护屏（或铅防护吊帘）、床侧防护帘（或床侧防护屏）等辅助防护设施后，并身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品在 DSA 机房内对病人进行直接的介入手术操作。DSA 操作流程及产污环节见下图 9-5 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

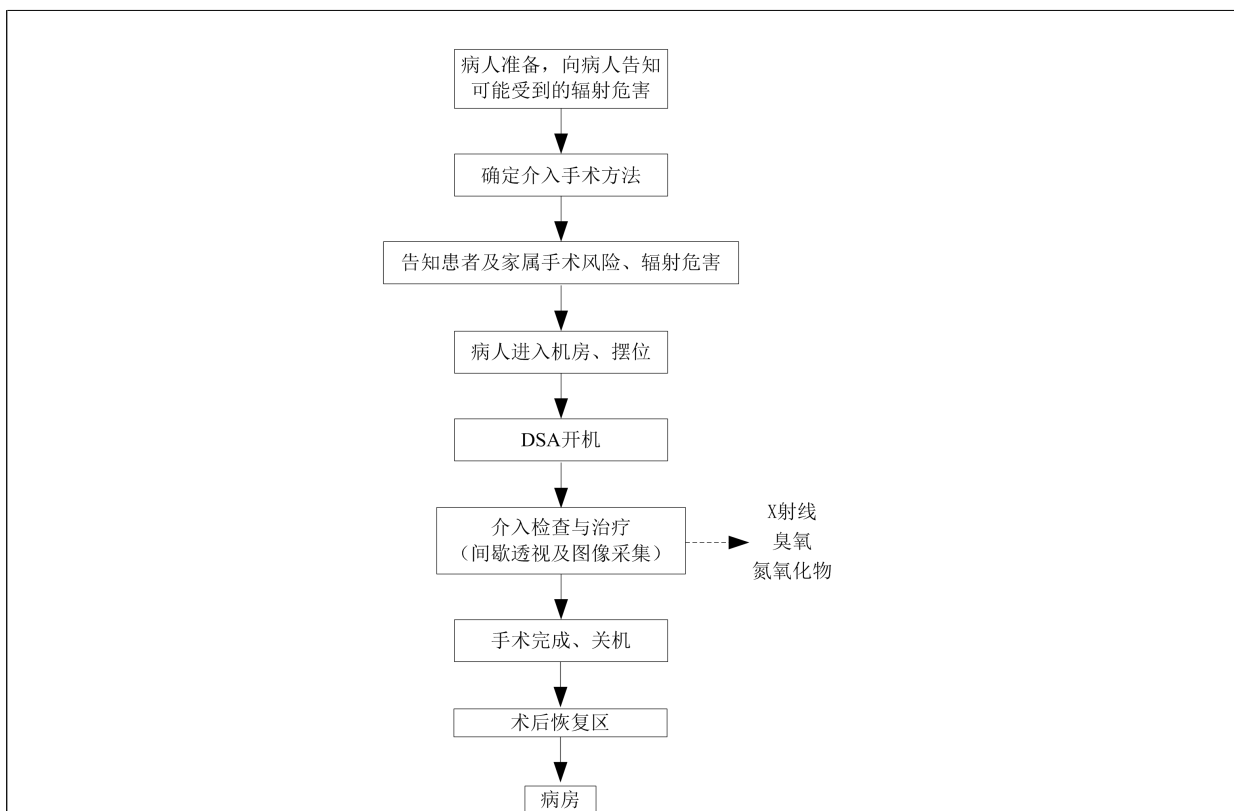


图9-5 DSA操作流程及产污环节图

#### (4) 工作负荷

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

表 9-1 DSA 介入手术有效开机时间表

透视					
手术类别	工作人员及数量	年开展工作量	每台手术平均透视曝光时间	年透视曝光时间	
心脏介入	手术医生 6 人	200 台	约 20min	约 66.7h	
神经介入		30 台	约 21min	约 10.5h	
综合介入		100 台	约 21min	约 35.0h	
小计	/	/	/	约 112.2h	
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	单台手术平均采集时间	年采集时间
心脏介入	200 台	3~4s	6~10 次	约 0.7min	约 2.33h
神经介入	30 台	6~10s	4~10 次	约 1.7min	约 0.85h
综合介入	100 台	3~8s	7~15 次	约 2min	约 3.33h
小计	/	/	/	/	约 6.5h
总计	/	/	/	/	118.7h

续表 9 项目工程分析与源项

根据介入手术年工作负荷可知，本项目 DSA 年透视时间共约 112.2h，采集时间约 6.5h，DSA 总年有效开机时间约 118.7h。

### 9.2.2 污染因子

#### (1) X 射线

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

#### (2) 其他

DSA 运行过程不产生放射性废水、废气和放射性固体废物。

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

由上述分析可知，DSA 在运行过程中污染因子主要为 X 射线，以及少量的氮氧化物和臭氧，其中以 X 射线为评价重点。

### 9.3 路径规划

医生通道：医护走廊→更衣室→控制室→DSA 机房，手术结束后原路离开；控制室技师直接经医护走廊进入控制室。

病人通道：病人缓冲区→DSA 机房，手术结束后原路离开。

污物通道：手术结束后专人从 DSA 机房将手术污物从与污物存放室连接的门运出→医院医疗废物暂存间，每天由专人运至医院残疾人康复中心楼-1F 的医疗废物暂存间。

本项目人流物流走向示意图见图9-6所示。

续表 9 项目工程分析与源项

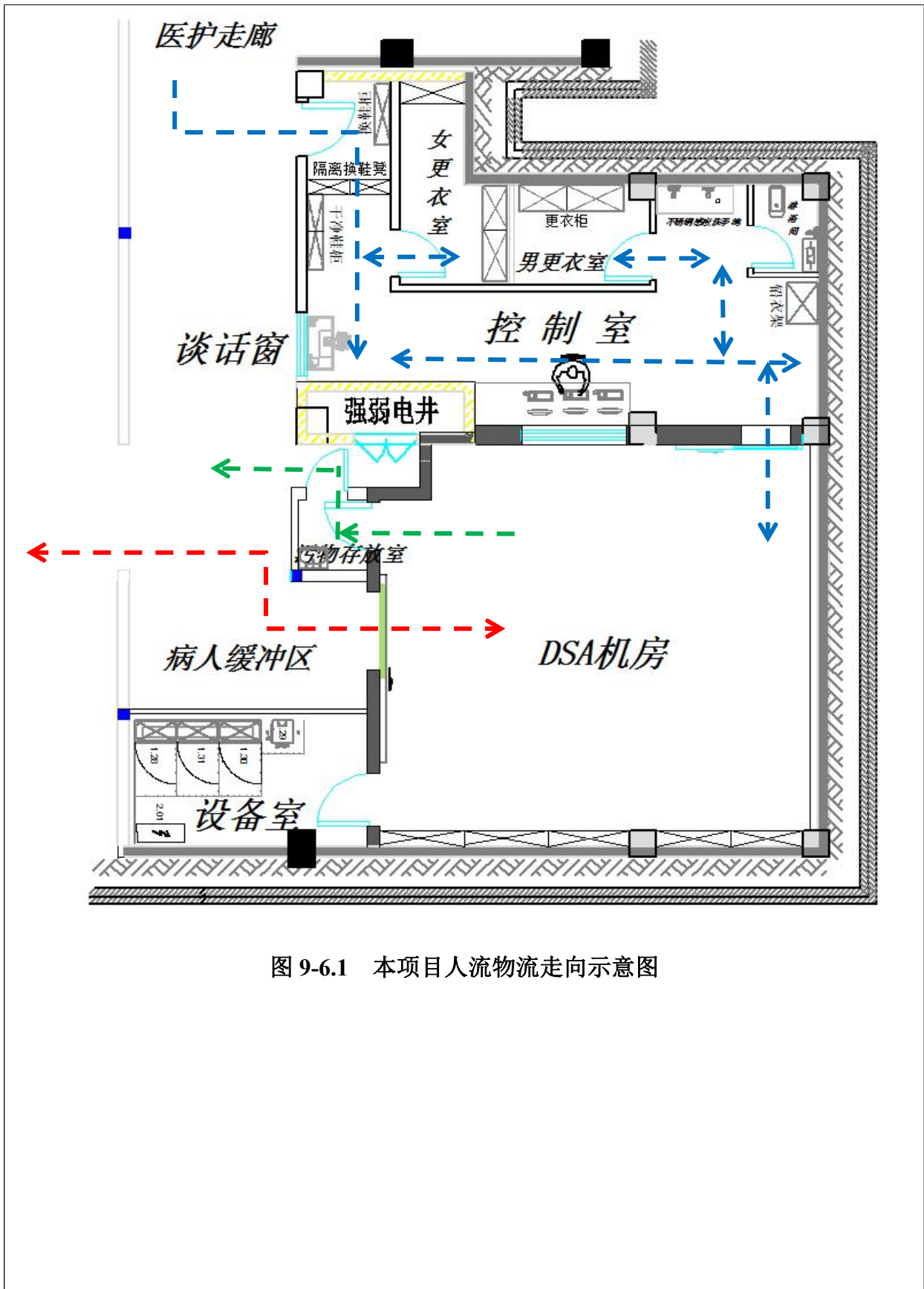
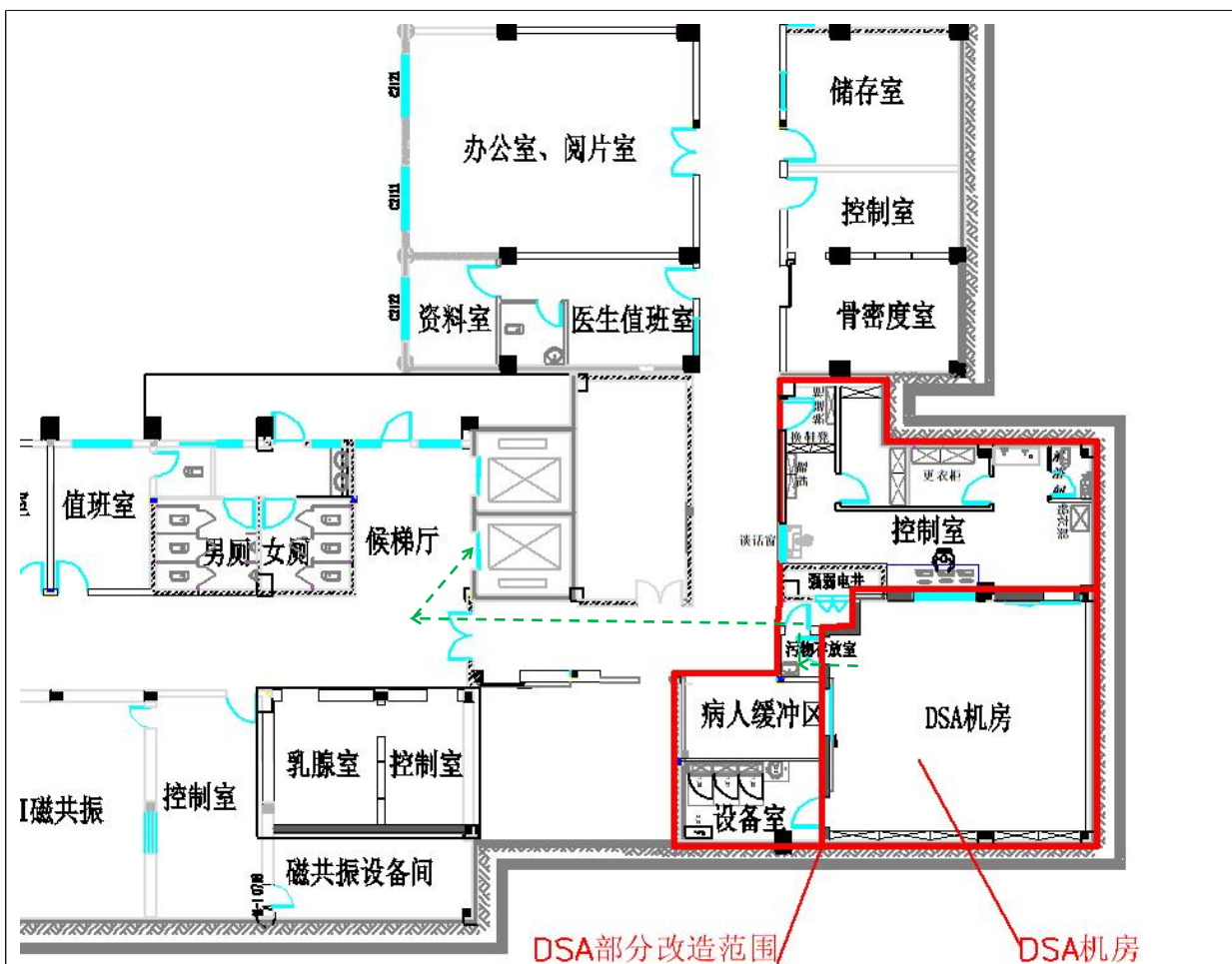


图 9-6.1 本项目人流物流走向示意图

续表 9 项目工程分析与源项



图例：医护人员通道 ← - - - - - → 病人通道 ← - - - - - → 污物通道 ← - - - - - →

图 9-6.2 本项目物流走向示意图

### 9.4 污染源项描述

#### (1) 电离辐射

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。

DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），采集时，如果受检者体型偏瘦，功率



续表 9 项目工程分析与源项

自动降低，照射量减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有约 30% 的裕量。根据医院资料提供资料并调查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最大管电压，即 150kV，电流自动跟随电压，电流不大于 110mA；在极端情况下，本项目 DSA 采集工况运行管电压也为最大管电压，即 150kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。②常用透视工况为 60~90kV/5~20mA，采集工况为 60~90kV/300~500mA。

根据射线衰减原理和《辐射防护导论》，不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如下图 9-7 所示。

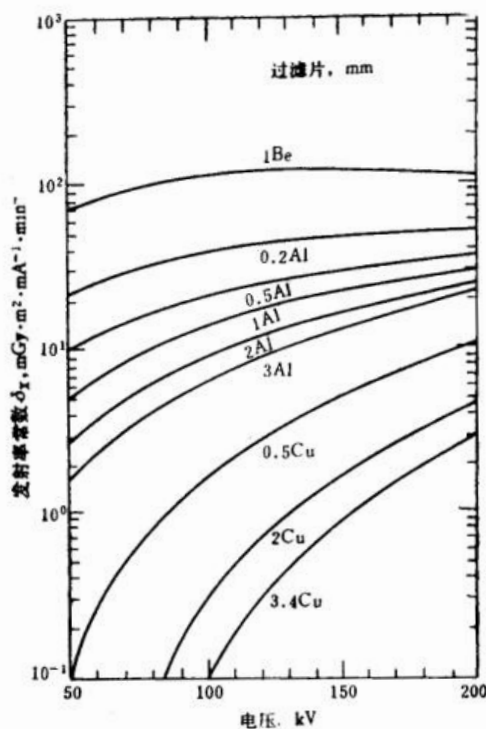


图 9-7 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

一般情况下 DSA 过滤板为 3mmAl，本项目按照 3mmAl 评价，最大管电压和常用最大电压距靶 1m 处有用线束的发射率见表 9-2。

表 9-2 最大电压和常用最大电压距靶 1m 处有用线束的发射率

序号	电压	距靶 1m 处有用线束的发射率
1	最大管电压 150kV	13.4mGy·m <sup>2</sup> /mA·min
2	常用最大电压 90kV	5.3mGy·m <sup>2</sup> /mA·min

②漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。根据 NCRP147 号报告



**续表 9 项目工程分析与源项**

第 138 页 C.2 可知, DSA 的漏射线剂量率很小, 泄漏辐射距焦点 1m 处, 在任一 100cm<sup>2</sup> 区域内的平均空气比释动能不超过 1mGy/h。

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

### **(2) 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。

### **(3) 固废**

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 DSA 机房内设置感染性和损伤性废物收集桶, 并粘贴标识。手术过程中产生的医疗废物每日及时经污物存放室打包后运至医院医疗废物暂存间暂存, 再统一交由有资质单位处理。

DSA 在运行时采用实时成像系统, 不洗片, 无废片产生。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, 在使用一定年限后屏蔽能力减弱, 不再使用的铅防护用品, 由医院收集妥善暂存, 并做好相应记录, 交由有资质单位处理。

### **(4) 废水**

本项目产生的少量医疗废水进入医院污水处理站统一处理, 达标后排入市政管网。

## **9.5 本项目主要产排污汇总**

综上, 本项目主要污染物产生情况统计汇总见表 9-3。

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-3 污染因子一览表			
工作场所	影响因素	主要污染因子	产排量
DSA 机房	电辐射	X 射线	距靶 1m 处有用线束的发射率：150kV 下不大于 13.4mGy·m <sup>2</sup> /mA·min, 90kV 不大于 5.3mGy·m <sup>2</sup> /mA·min; 漏射线距焦点 1m 处平均空气比释动能率不超过 1mGy/h
	废气	O <sub>3</sub> 、NO <sub>x</sub>	少量（机械排风）
	固废	医疗废物	少量（依托医院医疗废物暂存间暂存后交有资质单位处置）
		生活垃圾	少量（交环卫部门处置）
		废铅防护用品	少量（医院收集妥善暂存，并做好相应记录，交有资质单位处理。）
	废水	医疗废水	少量（排入医院污水处理站处理达标后接入市政污水管网）

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 布局与分区

#### 10.1.1 项目布局合理性分析

本项目位于医院综合楼 1 号楼 (-1F) 东侧，周围主要布置的为 III 类射线装置机房以及办公室、休息室等，项目区域配套了控制室、污物存放室、更衣室、设备室等辅助配套用房，辅助配套用房紧邻 DSA 机房布置，配套设施齐全。

DSA 机房不直接与外环境相邻，机房楼下无建筑，楼上为急诊科诊室和过道，机房东侧和南侧均为堡坎，无建筑，机房北侧和西侧相邻其各配套用房，有利于辐射防护，可减少对公众的影响。DSA 机房属于独立的手术间，设置 4 个防护门，分别为医护人员通道、病人通道、污物通道和设备室通道。项目布局便于介入手术的辐射安全管理，符合有关法规标准与辐射防护安全要求。从辐射防护与环境保护角度，平面布局合理。

#### 10.1.2 机房面积

本项目 DSA 机房的内空尺寸和标准要求见表 10-1 所示。

表 10-1 机房建设要求对比表

机房名称	设计情况		标准要求		是否满足要求
	机房内最小单边长度, m	机房内有效使用面积, m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度, m	机房内最小有效使用面积, m <sup>2</sup>	
DSA 机房	7.2	52.56	≥3.5	≥20	满足

注：①内空面积为机房有效使用面积。

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

#### 10.1.3 工作场所分区

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

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

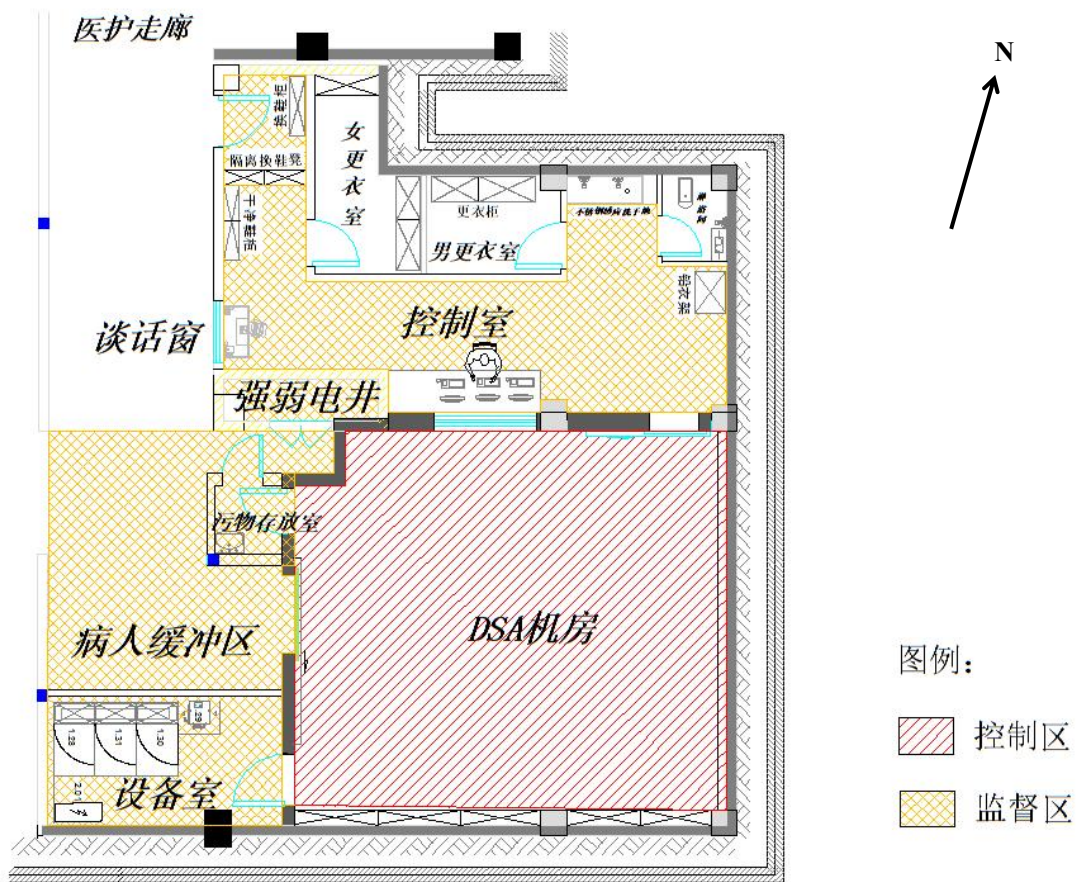
监督区：未被定为控制区，通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

根据上述要求，医院拟对项目进行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区，具体划分见表 10-2 及图 10-1。

续表 10 辐射安全与防护

表10-2 本项目控制区、监督区划分		
工作场所	控制区范围	监督区范围
DSA	DSA 机房	控制室、设备室、缓冲区、污物存放室、楼上正对区域等（弱电井）

医院严格限制无关人员进出控制区，在正常诊疗的工作过程中，控制区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全，控制区边界各铅门上设置电离辐射警告标志，介入手术医护人员进出防护门、患者进出防护门、污物运输防护门均拟设置门灯连锁装置。监督区进行日常工作场所的监测。



注：东墙与南墙不与人可到达区域相邻

图 10-1 项目布局与分区图

10.2 辐射安全与防护

10.2.1 医院采取的辐射安全与防护措施

(1) 设备固有措施

本项目拟购 DSA 装置自身采取多种固有安全防护措施：

**续表 10 辐射安全与防护**

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

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或平板探测器的窗口处设置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。平板探测器前面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总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤应急开关：DSA 设备上及控制台上设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。

⑥设备控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

## **(2) 机房采取的辐射安全与防护措施**

①本项目 DSA 机房的有效使用面积约为 52.56m<sup>2</sup>，最小单边长约为 7.2m，机房东墙和南墙保留原有 200mm 混凝土墙体，再新增 40mm 硫酸钡涂层，即 200mm 厚混凝土+40mm 厚硫酸钡，顶棚为 120mm 混凝土（密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>，下同）+2mmPb 铅板，西墙需拆除现有墙体，新建 240mm 厚实心页岩砖+40mm 厚硫酸钡墙体，北墙需拆除现有墙体，新建 240mm/370mm 厚实心页岩砖+40mm 厚硫酸钡墙体，4 个防护门及 1 个观察窗均为 3mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。成品铅板的铅当量不低于设计要求，做好搭接处的处理。

②DSA 机房设置 4 个防护门和 1 个观察窗。其中机房与设备室、污物存放室的门为平开门，拟设置自动闭门装置；机房与医护进出防护门、机房与病人进出口之间的门为电动推拉式门，拟设置防夹装置；观察窗四周配备防护窗套，窗套屏蔽能力与铅玻璃屏蔽能力相当，由专业单位施工。

续表 10 辐射安全与防护

③铅板连接处需要用钉子固定，钉子穿孔和铅板拼接处采用 2mmPb 铅皮遮盖，射线经多次散射后对机房外的剂量满足要求，不影响墙体的屏蔽防护效果。

### (3) 通风

DSA 机房拟设置独立的通排风系统，DSA 机房顶部拟设置 1 个进风口和 1 个排风口，废气引至项目所在楼楼顶排放，以保证机房内具有良好的通风。

### (4) 管线穿墙防护

穿墙电缆管线：机房内穿越防护墙的电导线、导管进出口设置在 DSA 机房墙底部，并在管线上放敷设 2mmPb 铅板，不影响墙体的屏蔽防护效果。

穿墙风管：根据机房屏蔽防护方案，普通吊顶在距离机房地面 2.9m 处。进风、排风管均从机房顶棚直穿入机房，风管尺寸为 300mm×300mm，风管穿越机房进出口均位于顶棚，如图包裹 2mmPb 铅皮进行补偿，水平长度约 0.3m，射线需经过多次散射才能穿出，对环境影响很小。

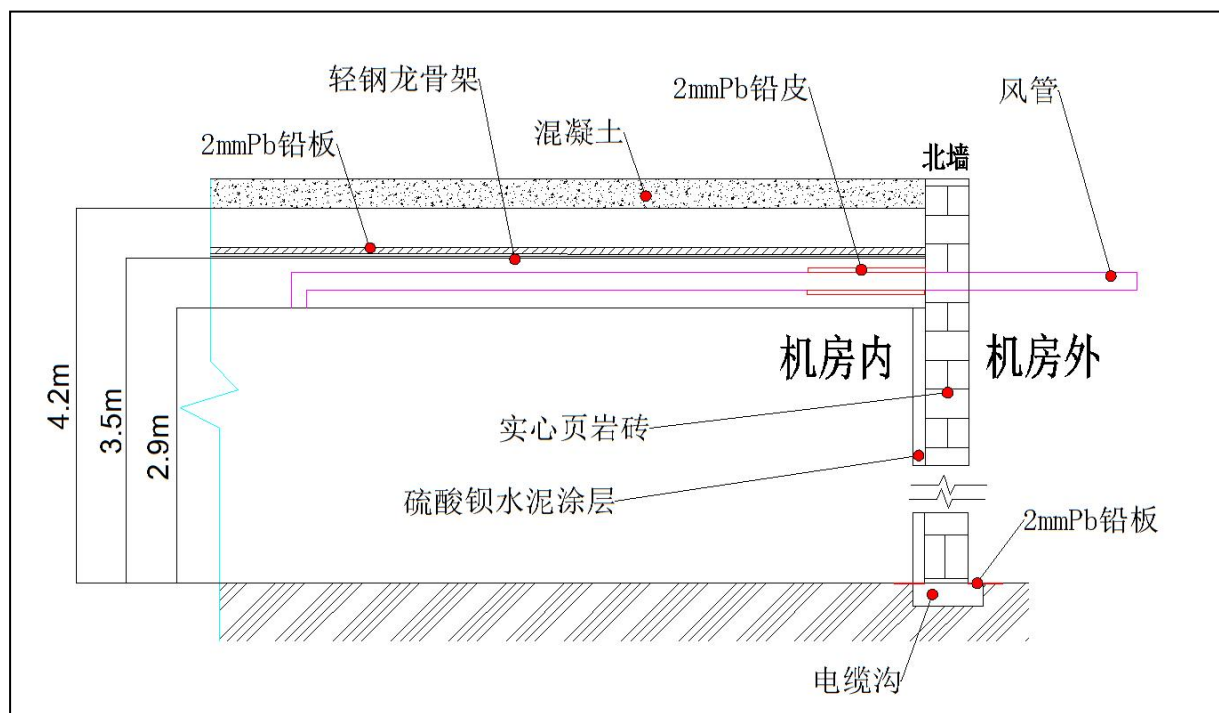


图10-2 穿墙管线示意图

### (5) 连锁系统

介入手术医护人员进出防护门、患者进出防护门、污物运输防护门均拟设置门灯连锁系统，拟设置“射线有害、灯亮勿入”指示灯，警示无关人员远离 DSA 机房区域。

### (6) 警告标志

## 续表 10 辐射安全与防护

DSA 机房各防护门外均拟张贴电离辐射警告标志，并在缓冲区适当位置内张贴放射防护注意事项。

### (7) 辐射防护用品

根据医院提供的资料，医院拟配备个人防护用品，具体见表 10-3。

**表 10-3 项目拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况表**

使用对象	个人防护用品			辅助防护设施		
	名称	铅当量	数量	名称	铅当量	数量
工作人员	铅橡胶围裙 铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	4套	床侧防护帘/床侧 防护屏	$\geq 0.5\text{mmPb}$	1套
	铅防护眼镜	$\geq 0.25\text{mmPb}$	4套	铅挂防护屏/铅防 护吊帘	$\geq 0.25\text{mmPb}$	1套
	介入防护手套	$\geq 0.025\text{mmPb}$	$\geq 3$ 双	移动铅防护屏风	$\geq 2\text{mmPb}$	1套
患者	铅橡胶性腺防护围 裙（方形）或方巾、 铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	1套	/	/	

备注：若配置儿童个人防护用品，铅当量不低于 $0.5\text{mmPb}$ 。另外，可以根据工作人员及患者需要选配铅橡胶帽子，铅当量不低于 $0.25\text{mmPb}$

### (8) 其他

①医院在进行介入手术时，制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间，减少放射工作人员和周围公众的受照射时间。

②合理布置机房内急救及手术用辅助设备，机房内拟安装对讲装置。

③医院合理安排医疗废物运出时间，DSA 机房工作时，严禁医疗废物运出；待 DSA 机房停止工作时，方可进行医疗废物运送。

④保证施工质量，确保 DSA 机房的屏蔽防护能力均不低于  $3\text{mmPb}$ 。

只有在所有安全防护装置正常的情况下，设备才能启动，同理，设备运行过程中，如果按下任何一个急停开关，设备会立即停止运行。辐射安全联锁逻辑见图 10-3。

续表 10 辐射安全与防护

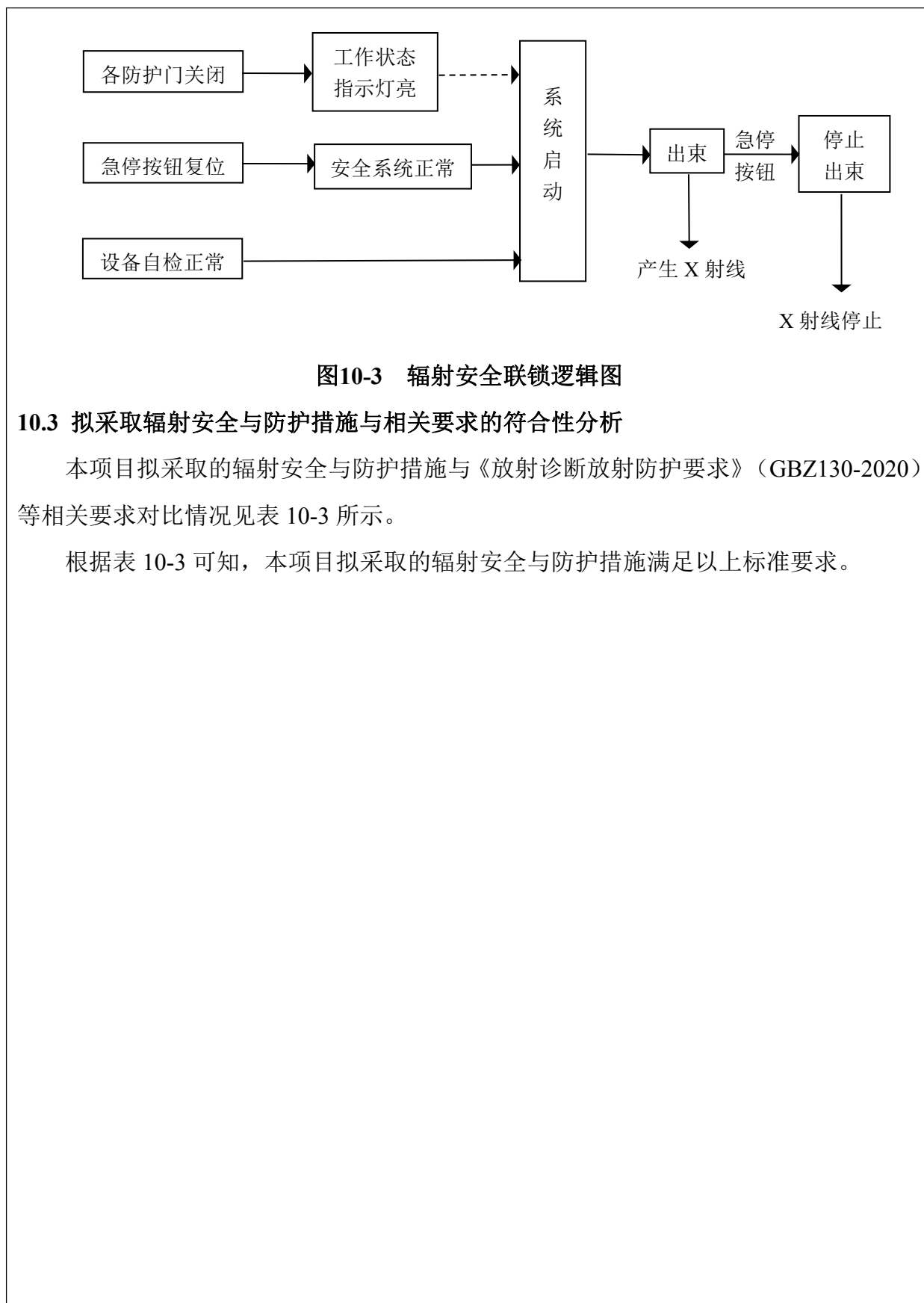


图10-3 辐射安全联锁逻辑图

### 10.3 拟采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

本项目拟采取的辐射安全与防护措施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关要求对比情况见表 10-3 所示。

根据表 10-3 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足以上标准要求。



续表10 辐射安全与防护

表 10-4 项目拟采取的辐射安全与防护措施与相关标准要求对比分析表			
标准号	标准要求	项目情况	
GBZ130-2020	5.1 一般要求	5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统(如限束器、光阑等)。	设备自带
		5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位置。	
		5.1.3 X 射线组件上应标明固有过滤,所有附加滤过片应标明其材料和厚度。	
	5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求	5.2.1C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20cm,其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30cm。	本项目拟购 DSA 设备的焦皮距为常用最低 38cm,满足要求。
		5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关,并配有透视计时及限时报警装置。	设备自带,透视曝光开关为常断式开关,并配有透视计时及限时报警装置。
	5.8 介入放射学、近台同室操作(非普通荧光屏透视)用 X 射线设备防护性能的专用要求	5.8.1 介入放射学、近台同室操作(非普通荧光屏透视)用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。	拟购设备防护性能满足要求。
		5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。	设备自带,设备具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的脚踩控制键。
		5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。	拟购设备焦皮距大于 20cm。
		5.8.4 介入操作中,设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。	设备自带,设备控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。
	6.1 X 射线设备机房布局	6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置,应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	本项目 DSA 具有影像接收器,机房的门、窗、管线口和工作人员操作位可避免有用线束直接照射。
		6.1.2 X 射线设备机房(照射室)的设置应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。	DSA 机房四周墙体和楼上拟采用足够厚的屏蔽材料进行防护,已考虑邻室(含楼上)及周围场所的人员防护与安全。
		6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房,机房应满	DSA 设置有独立的机房,能满足使用设备的布局要求。

续表10 辐射安全与防护

		足使用设备的布局要求。	
		6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。	DSA 机房有效使用面积约为 52.56m <sup>2</sup> ，最小单边长约为 7.2m，均能满足标准要求。
GBZ130-2020	6.2 X 射线设备机房屏蔽	6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。	根据后文计算，本项目 DSA 机房的屏蔽防护能力均不低于 3mmPb，满足要求。
	6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平	6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求： a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间； c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。	根据后文核算，本项目 DSA 在透视工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h。 根据后文核算，本项目 DSA 在采集工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 25μSv/h。
	6.4 X 射线设备工作场所防护	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	机房拟设置观察窗，能观察到受检者状态及防护门开闭情况。拟设置对讲装置便于患者与控制室医生沟通。
		6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内除必要的配套设施外，将不堆放其他杂物。
		6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	机房拟采取机械排风，能保证良好的通风。
		6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	介入手术医护人员进出防护门、患者进出防护门、污物运输防护门均拟张贴电离辐射警告标志，设置门灯联锁系统，即在开机时，门上方设置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮。病人缓冲区拟设置放射防护注意事项告知栏。
		6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	设备室、污物存放室的门为平开门，拟设置自动闭门装置；机房与医护进出防护门、机房与病人进出口之间的门为电动推拉式门；介入手术医护人员进出防护门、患者进出防护门、

续表10 辐射安全与防护

			污物运输防护门均拟设置门灯联锁系统。 项目设置管理制度进行管理，机房设置工作状态指示灯警示，设置铅窗，可观察到机房门的开关，只有机房门关闭时才会进行曝光。
		6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	DSA 机房患者进出的防护门为电动推拉式门，拟设置防夹装置。
		6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	拟加强管理，将其列入管理制度中，按标准要求执行。
		6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	设备自带影像接收器能较好的阻挡主射线，机房出入门均处于散射辐射相对低的位置。
6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求		6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。	拟配置相应的辐射防护用品，数量和铅当量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。
		6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。	
		6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。	本项目铅衣架拟设置于控制室东侧，用于悬挂或平铺方式存放铅衣等，不折叠。
GBZ130-2020	7.8 介入放射学和近合同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要	7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有可准确记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。	设备具有可准确记录受检者剂量的装置，医院拟将每次介入手术后受检者受照剂量记录在病历中，需要时可追溯。
		7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其	拟加强管理，图像采集时工作人员尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停

续表10 辐射安全与防护

	求	他人员在机房内停留。	留。
		7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员,其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。	医院拟为每名从事介入手术的放射工作人员在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计,满足要求。
		7.8.5 移动式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时,球管应位于病人身体下方;水平方向透视时,工作人员可位于影响增强器一侧,同时注意避免有用线束直接照射。	拟制定操作规程及人员岗位职责,将球管旋转至病人身体下方,手术人员在操作过程中合理站位,避开有用线束。
GBZ128-2019	5.3 剂量计的佩戴	5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况,应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。	医院拟为每名从事介入手术的放射工作人员在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计,1 枚佩戴在铅防护衣内,1 枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置。DSA 技师配置 1 枚。

表 11 环境影响分析

### 11.1 施工期环境影响

施工期主要为现衣物收发室的北墙与西墙混凝土墙体的拆除、DSA 机房北墙与西墙的新建、东墙与南墙墙体新增一层硫酸钡涂层以及其它相关用房的重新布局等。墙体的拆除、新建，用房的装修，施工期主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

施工扬尘主要为墙体的拆除、新建及用房装修时产生的扬尘，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，项目位于已建大楼内，采取洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

施工噪声主要来自于墙体的拆除、新建及用房装修及现场处理等，采取合理安排施工时间，禁止在夜间（22：00-6：00）作业，选择低噪声、低振动施工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，生活污水依托医院的废水处理系统处理。

固体废物：主要为用房装修过程产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾运至合法的弃渣场处置，生活垃圾交环卫部门统一收运处置。

本项目工程量小，施工范围在医院大楼内，施工期短，施工期产生的影响随着施工结束而消失，环境影响很小。

### 11.2 营运期辐射环境影响分析

#### 11.2.1 DSA 机房屏蔽体铅当量核算

根据《辐射防护导论》（方杰、李士骏）P88，实心页岩砖和硫酸钡水泥，与混凝土的相当厚度可用密度进行换算，具体公式如下：

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

式中： $d_1$ 、 $d_2$ —屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的厚度，

$\rho_1$ 、 $\rho_2$ —屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的密度。

因未给出管电压为 150kV 的 90°非有用线束条件下的页岩砖、硫酸钡水泥拟合参数，故本报告页岩砖、硫酸钡水泥的铅当量厚度通过《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中表 C.5 混凝土质等效铅当量厚度进行换算。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中表 C.5 150kV 的 90°非有用线束条件下 2mm 铅当量相当于 157mm 混凝土，对混凝土进行换算。根据医院提供

续表 11 环境影响分析

的屏蔽防护方案，DSA 机房屏蔽体的铅当量核算结果见表 1-1，计算过程见附表 1。

表 11-1 DSA 机房屏蔽厚度与 GBZ130-2020 要求对比表

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计方案	折算铅当量	标准要求	评价结果
DSA 机房 (150kV)	东墙、南墙	200mm 厚混凝土+40mm 厚硫酸钡	3.46mmPb	2.0mmPb	满足要求
	西墙	240mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡	3.03mmPb	2.0mmPb	满足要求
	北墙	370mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡（控制室位置）	4.28mmPb	2.0mmPb	满足要求
		240mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡（电井位置）	3.03mmPb	2.0mmPb	满足要求
	顶棚	120mm 混凝土+2mmPb 铅板	3.42mmPb	2.0mmPb	满足要求
	4 个防护铅门	3mmPb	3mmPb	2.0mmPb	满足要求
	防护铅玻璃窗	3mmPb	3mmPb	2.0mmPb	满足要求

备注：混凝土（砣）密度 2.35g/cm<sup>3</sup>、铅密度 11.3g/cm<sup>3</sup>、页岩砖密度 1.65g/cm<sup>3</sup>、硫酸钡密度 3.2g/cm<sup>3</sup>。

根据上表核算和对比分析，本项目 DSA 机房屏蔽能力均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“DSA 机房屏蔽能力不得低于 2mmPb”的要求。

11.2.2 DSA 机房屏蔽体外剂量率核算

(1) 核算公式

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

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

式中：B——给定铅的屏蔽透射因子；

β——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

②在给出透射因子 B 的情况下，使用下式计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X：

续表 11 环境影响分析

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；其余同上。

③根据 DSA 工作原理及工作方式可知，DSA 的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。根据 NCRP147 号报告“Examples of Shielding Calculations”5.1 节（P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。根据 NCRP147 号报告第 138 页 C.2 可知，DSA 的漏射线剂量率很小（一般不大于 1mGy/h）。因此，在屏蔽防护时主要考虑非有用线束的影响，而 90°非有用线束的影响最大，因此本评价以 90°非有用线束屏蔽厚度要求作为核算依据。

本项目 DSA 最大管电压为 150kV，对于顶棚查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 混凝土拟合参数进行核算。预测参数见表 11-2。

表 11-2 DSA 机房核算参数

屏蔽材料	150kV（90°非有用线束）			屏蔽材料的密度 g/cm <sup>3</sup>
	α	β	γ	
铅	1.791	5.478	0.5678	11.3
混凝土	0.0324	0.0775	1.566	2.35

④根据式 11-2 计算得到屏蔽透射因子 B 后，关注点的散射辐射剂量率  $\dot{H}$ （μSv/h）可根据《辐射防护导论》（原子能出版社）第三章第三节（P116-P117）散射线的屏蔽计算公式（3.66）进行推导得出，按最不利情况考虑居留因子取 1，管电压修正系数取 1，推导得出本项目关注点的散射辐射剂量率计算公式如下：

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

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

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

B——屏蔽透射因子，根据公式 11-1 计算得出；

F——R<sub>0</sub> 处的辐射野面积，单位为平方米（m<sup>2</sup>），射线装置运行时的最大照射野面积为 400cm<sup>2</sup>（20cm×20cm）；

续表 11 环境影响分析

$\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积（1m<sup>2</sup>）散射体散射到距其 1 m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；根据 NCRP147 号报告第 137 页附图 C.1，150kV 射线装置在 140°散射角情况下 1m 处的每平方厘米的散射系数为 7.80×10<sup>-6</sup>；90kV 射线装置在 140°散射角情况下 1m 处的每平方厘米的散射系数为 6.8×10<sup>-6</sup>。

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

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

**(2) 核算参数**

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

②本项目 DSA 采集和透视常用最大工况均为 90kV，同时前文已按照 150kV 将各屏蔽防护换算成铅当量，本项目铅门、铅窗和顶棚核算采用前文已换算的铅当量及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中管电压 90kV 下铅的拟合参数进行计算，墙体核算采用前文已换算的混凝土厚度及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中管电压 90kV 下混凝土的拟合参数进行计算，相关参数详见表 11-3。

③将 X 射线管头位置考虑在机房中心进行机房外关注点距离取值。

**表 11-3 核算参数**

设备名称	管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量 $H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	散射面积 F (cm <sup>2</sup> )	散射因子 $\alpha$	散射距离 $R_s$ (m)	关注点距离 $R_0$
DSA	90	20 (透视) 500 (采集)	3.18×10 <sup>5</sup>	400	6.8×10 <sup>-6</sup>	0.38	根据设备布置位置确定
90kV 拟合参数			铅 $\alpha$ : 3.067	$\beta$ : 18.83	$\gamma$ : 0.7726		
			混凝土 $\alpha$ : 0.04228	$\beta$ : 0.1137	$\gamma$ : 0.4690		

**(3) 机房外周围剂量当量率核算结果**

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



续表 11 环境影响分析

墙体名称		射线类型	距离 R(m)	设计厚度	周围剂量当量率 (μSv/h)		建设厚度是否满足要求
					透视	采集	
北侧（控制室、更衣室等）	墙体 1	散射	4.5	370mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡水泥	6.23×10 <sup>-4</sup>	1.56×10 <sup>-2</sup>	是
	铅门、铅窗	散射	4.1	3.0mmPb 的铅门、铅窗	5.65×10 <sup>-2</sup>	1.41×10 <sup>0</sup>	是
北侧（电井）	墙体 2	散射	4.8	240mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡水泥	2.64×10 <sup>-2</sup>	6.59×10 <sup>-1</sup>	是
西侧（污物存放室、设备室、病人缓冲区等）	墙体	散射	5.0	240mm 厚实心页岩砖+40mm 硫酸钡水泥	2.43×10 <sup>-2</sup>	6.07×10 <sup>-1</sup>	是
	铅门	散射	4.6	3.0mmPb 的铅防护门	4.49×10 <sup>-2</sup>	1.12×10 <sup>0</sup>	是
东侧（堡坎）	墙体	散射	4.5	200mm 厚混凝土+40mm 硫酸钡水泥	7.85×10 <sup>-3</sup>	1.96×10 <sup>-1</sup>	是
南侧（堡坎）	墙体	散射	4.7	200mm 厚混凝土+40mm 硫酸钡水泥	7.20×10 <sup>-3</sup>	1.80×10 <sup>-1</sup>	是
楼上（科诊室和过道）	顶棚	散射	4.2	120mm 厚混凝土+2.0mmPb 铅板	1.48×10 <sup>-2</sup>	3.71×10 <sup>-3</sup>	是

备注：①本楼层层高约 4.2m，顶棚核算到楼上地面 1.0m 处。四周墙体计算参考点位于四周墙体、门窗外 0.3m 处。②设备离地高度按 1.0m 考虑，球管位于机房中心点。

根据计算可知，在透视及采集条件下 DSA 机房屏蔽体外的周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

### 11.3 剂量估算

#### 11.3.1 剂量估算公式

X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

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

式中：H<sub>Er</sub>：X 或γ射线外照射人均年有效剂量，mSv；

H<sub>(10)</sub><sup>\*</sup>：X 或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

t：X 或γ射线照射时间，h。

#### 11.3.2 放射工作人员剂量估算

根据医院提供的资料，本项目 DSA 年透视时间共 112.2h，采集时间约 6.5h，DSA 总年有效开机时间约 118.7h。

##### (1) 放射工作人员剂量估算

续表 11 环境影响分析

①控制室放射工作人员有效剂量估算

透视情况及采集情况下控制室放射工作人员有效剂量估算见表 11-5。

表 11-5 项目机房控制室放射工作人员有效剂量估算一览表

机房名称	控制室最大周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		年出束时间 (h)		年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )		总年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
	透视	采集	透视	采集	透视	采集	
DSA 机房	0.06	1.40	112.2	6.5	$6.23 \times 10^{-4}$	$1.56 \times 10^{-2}$	$1.71 \times 10^{-4}$

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

②手术室医护人员

本项目 DSA 有采集和透视两种工作模式。

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

采集工作模式下，考虑医护人员在机房铅屏风后操作，医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量  $0.5\text{mm}$ ），并在移动铅屏风（考虑铅当量  $2\text{mm}$ ）后操作，以公式 11-1 计算其透射因子，考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素最近为  $2\text{m}$ ，核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。计算结果见表 11-6 所示。

表 11-6 透视时 DSA 机房医护人员最大手术负荷时间表

运行管电压	透射因子		手术人员铅衣内周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年出束时间 (h)	年有效剂量估算 ( $\text{mSv/a}$ )	
	采集	透视				
90kV	采集	$3.68 \times 10^{-5}$	27.59	6.5	0.18	1.31
	透视	$2.52 \times 10^{-2}$	10.06	112.2	1.13	

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

根据上表可知，正常工作模式下，假设本项目机房内手术均由一组手术医生完成，机房医生受到的辐射剂量不能满足本项目放射工作人员年有效剂量管理目标值  $5\text{mSv/a}$  和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。医院拟配置的手术医生 6 人，至少分为 3 组并合理分配手术量的情况下能满足 DSA 常用条件下开展介入手

续表 11 环境影响分析

术的基本需求。

此外，上述透视工作条件下的估算是按照透视防护区测试平面上的周围剂量当量率不大400 $\mu$ Sv/h的基础上计算的，短时的采集次数根据手术计划确定。实际手术过程中，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，医院应根据最大手术工作时间对手术医生进行工作调配，以确保辐射安全。

另外，医院还应采取以下措施确保辐射安全工作：

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

B、医院应定期对个人剂量计进行监测，根据监测报告结果，合理分配工作量，正确有效使用防护用品。若季度受照剂量超过1.25mSv，应开展调查，查明原因，提出解决方案，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) 公众成员剂量估算

DSA机房外公众成员受到的年有效剂量见表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(m)	预测结果 $\mu$ Sv/h		出束时间(h)		居留因子	年有效剂量 mSv/a	
				透视	采集	有效采集时间	有效透视时间			
1	D S A 机 房	北	更衣室	3	$2.43 \times 10^{-4}$	$6.08 \times 10^{-3}$	1.3	22.4	1/5	$1.34 \times 10^{-5}$
			骨密度室	7	$1.01 \times 10^{-4}$	$2.51 \times 10^{-3}$	3.3	56.1	1/2	$1.38 \times 10^{-5}$
			控制室	10	$6.25 \times 10^{-5}$	$1.56 \times 10^{-3}$	6.5	112.2	1	$1.72 \times 10^{-5}$
			储存室	14	$3.81 \times 10^{-5}$	$9.52 \times 10^{-4}$	0.3	5.6	1/20	$5.23 \times 10^{-7}$
			护士长办公室、主任办公室	18	$2.56 \times 10^{-5}$	$6.40 \times 10^{-4}$	6.5	112.2	1	$7.03 \times 10^{-6}$
			医院门厅	30	$1.08 \times 10^{-5}$	$2.69 \times 10^{-4}$	1.3	22.4	1/5	$5.92 \times 10^{-7}$
			保安室	35	$8.20 \times 10^{-6}$	$2.05 \times 10^{-4}$	6.5	112.2	1	$2.25 \times 10^{-6}$
2	D S A 机 房	西北	医生值班室	7	$4.44 \times 10^{-3}$	$1.11 \times 10^{-1}$	6.5	112.2	1	$1.22 \times 10^{-3}$
			资料室	7	$4.44 \times 10^{-3}$	$1.11 \times 10^{-1}$	0.3	5.6	1/20	$6.10 \times 10^{-5}$
			办公室、阅片室、	10	$2.81 \times 10^{-3}$	$7.03 \times 10^{-2}$	6.5	112.2	1	$7.72 \times 10^{-4}$
			DSA 医生休息室	18	$1.18 \times 10^{-3}$	$2.95 \times 10^{-2}$	1.3	22.4	1/5	$6.48 \times 10^{-5}$

续表 11 环境影响分析

	诊室、检验、治疗室、处置室、DR 室等		25	$7.22 \times 10^{-4}$	$1.81 \times 10^{-2}$	3.3	56.1	1/2	$9.93 \times 10^{-5}$
	库房		35	$3.85 \times 10^{-4}$	$9.63 \times 10^{-3}$	0.3	5.6	1/20	$5.29 \times 10^{-6}$
	导医台、挂号、收费、值班室、办公室等		35	$3.85 \times 10^{-4}$	$9.63 \times 10^{-3}$	6.5	112.2	1	$1.06 \times 10^{-4}$
	留观室		25	$6.89 \times 10^{-4}$	$1.72 \times 10^{-2}$	0.3	5.6	1/20	$9.46 \times 10^{-6}$
	控制室		25	$6.89 \times 10^{-4}$	$1.72 \times 10^{-2}$	6.5	112.2	1	$1.89 \times 10^{-4}$
3	污物存放室、设备室	西	0	$4.49 \times 10^{-2}$	$1.12 \times 10^0$	0.3	5.6	1/20	$6.16 \times 10^{-4}$
	病人缓冲区		0	$4.49 \times 10^{-2}$	$1.12 \times 10^0$	1.3	22.4	1/5	$2.46 \times 10^{-3}$
	候梯厅		12	$3.58 \times 10^{-3}$	$8.94 \times 10^{-2}$	1.3	22.4	1/5	$1.97 \times 10^{-4}$
	值班室		23	$1.28 \times 10^{-3}$	$3.19 \times 10^{-2}$	6.5	112.2	1	$3.51 \times 10^{-4}$
	更衣室		26	$1.04 \times 10^{-3}$	$2.59 \times 10^{-2}$	1.3	22.4	1/5	$5.70 \times 10^{-5}$
	注射室		30	$8.08 \times 10^{-4}$	$2.02 \times 10^{-2}$	3.3	56.1	1/2	$1.11 \times 10^{-4}$
	取片报告大厅		30	$8.08 \times 10^{-4}$	$2.02 \times 10^{-2}$	1.3	22.4	1/5	$4.44 \times 10^{-5}$
登记站	33	$6.83 \times 10^{-4}$	$1.71 \times 10^{-2}$	6.5	112.2	1	$1.88 \times 10^{-4}$		
4	MRI 室、DR 室、乳腺室等	西南	12	$2.18 \times 10^{-3}$	$5.44 \times 10^{-2}$	3.3	56.1	1/2	$2.99 \times 10^{-4}$
	控制室		12	$2.18 \times 10^{-3}$	$5.44 \times 10^{-2}$	6.5	112.2	1	$5.98 \times 10^{-4}$
5	车库	东	30	$5.19 \times 10^{-4}$	$1.30 \times 10^{-2}$	0.2	2.8	1/40	$3.57 \times 10^{-6}$
6	急诊科诊室	楼上	0	$1.48 \times 10^{-2}$	$3.71 \times 10^{-3}$	3.3	56.1	1/2	$8.14 \times 10^{-4}$
	过道		0	$1.48 \times 10^{-2}$	$3.71 \times 10^{-3}$	1.3	22.4	1/5	$8.14 \times 10^{-4}$

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

根据上表核算，DSA 机房外公众成员受到的年有效剂量最大为 0.00246mSv，低于医院年剂量管理目标值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

### （3）剂量估算结论

综上所述，根据医院提供的计划手术量，合理分配手术量、放射工作人员正确、有效使用防护用品的前提下，从事介入手术的放射工作人员所受到的年有效剂量低于放射工作人员剂量管理目标值 5mSv/a，公众成员受到年有效剂量也低于医院管理目标值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

## 11.4 环境保护目标辐射环境影响分析

## 续表 11 环境影响分析

DSA 机房的屏蔽防护能力能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求,各关注点周围剂量当量率满足国家相关标准要求。本项目环境保护目标主要受 DSA 运行时产生的电离辐射(X 射线)影响。根据 X 射线衰减规律,辐射影响与距离的平方进行衰减,即距离辐射源越远,受到的影响越小。根据表 11-7 可知,DSA 机房外 50m 范围内环境保护目标位置周围剂量当量率远低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。因此,项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微,本项目对周围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。

### 11.5 “三废”环境影响分析

#### 11.5.1 废气

X 射线与空气作用,可以使气体分子或原子电离、激发,产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体,消除有害气体对诊断室的影响,关键在于加强室内通风。项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少,DSA 机房设计有排风系统,在 DSA 机房顶部设置 1 个排风口,能够满足 DSA 机房通风换气需要。机房少量废气引至项目所在楼楼顶排放,少量废气经空气扩散,将很快恢复到原来的空气浓度水平,不会对公众造成危害,不会对环境带来不利影响。

#### 11.5.2 废水

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污水处理站进行处理,达标后排入市政管网。

医院西南侧污水处理站处理能力为  $600\text{m}^3/\text{d}$ ,现仍有余量,接纳整个医院医疗废水。项目放射工作人员为医院现有工作人员调配,介入手术过程中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有效处置,不会对周围环境产生影响。

#### 11.5.3 固体废物

项目工作人员在医院劳动定员内,生活垃圾收集后交环卫部门处理。

项目介入手术产生的医疗废物分类收集,在 DSA 机房整理后暂存在污物存放室(面积约  $5\text{m}^2$ ,能够暂存介入手术产生的医疗废物),每天由专人运至医院残疾人康复中心楼-1F 的医疗废物暂存间,并由资质单位转运、处置。医院医疗废物暂存间占地面积约  $50\text{m}^2$ ,暂存医院产生的医疗废物。医院医疗废物暂存间内设置感染性废物和损伤性废物

## 续表 11 环境影响分析

收集桶，相应类别的塑料桶上拟粘贴中文标签，医疗废物暂存间大门张贴危险废物标识；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；面积足够暂存医院 2 天内产生的医疗废物；暂存间内设置紫外线消毒装置消毒，空调通风换气装置。

铅防护用品在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用的铅防护用品按有关规定由医院收集、暂存，交由有资质单位处置，并做好相应记录。

项目产生的固体废物均能得到合理的处理，不会对环境产生影响。

### 11.6 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，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，可实现对血管病灶的精准定位，对拯救生命起了十分重要的作用。项目为患者提供更加优越的就医环境，具有明显的社会效益；随着医院医疗技术与及服务水平的提高，将吸引更多的就诊人员，医院在为患者健康服务的同时也将创造更大的经济效益。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。

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

### 11.7 产业政策符合性

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

### 11.8 事故影响分析

#### （1）风险事故类型

续表 11 环境影响分析

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

①DSA 机房外人员误照射：在设备偏离正常运行工况下，本项目 DSA 出现最不利运行参数即透视时电压 150kV、电流 110mA，采集时电压 150kV、电流 500mA，造成机房外人员的误照射。

②DSA 机房内人员误照射：除手术人员外其他与手术无关人员（如清洁人员、医疗废物运输人员等）在防护门关闭前因未及时撤离，防护门未关闭或射线装置工作时门被开启，造成 DSA 机房内人员的误照射。

(2) 后果分析

①DSA 机房外人员误照射

根据核算，在极端情况下，项目 DSA 透视工况运行管电压为最大管电压，即 150kV，电流自动跟随电压，电流不大于 110mA；在极端情况下，项目 DSA 采集工况运行管电压也为最大管电压，即 150kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。DSA 在最大运行参数条件下运行，单台手术时间内 DSA 机房外剂量估算情况见表 11-8，核算过程见支撑性材料。

表 11-8 DSA 机房外误照射公众成员所受辐射剂量估算表

位置	事故情景	机房外周围剂量当量率	单台手术平均曝光时间 (min)	有效剂量 (mSv)	总有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
DSA 机房东南、西北墙外	最大运行参数条件下运行，人员位于机房外	1.82×10 <sup>1</sup> μSv/h (透视)	21	6.36×10 <sup>-3</sup>	9.12×10 <sup>-3</sup>	9.12×10 <sup>-3</sup>
		8.26×10 <sup>1</sup> μSv/h (采集)	2	2.75×10 <sup>-3</sup>		

备注：仅考虑散射线，Sv/Gy=1。

根据核算可知，在极端风险条件下，项目 DSA 机房外人员误照射受到的单台手术有效剂量最大约 9.16×10<sup>-3</sup>mSv。

②DSA 机房内人员误照射

## 续表 11 环境影响分析

因各种原因导致 X 射线装置在运行过程中非手术人员滞留机房内发生误照射辐射事故，按照 DSA 正常运行参数（采集工况 90kV，500mA；透视工况 90kV、20mA），考虑人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m。因手术床旁和控制室均拟设置急停按钮，发现人员误入或滞留机房内时能及时按下急停按钮停止出束，因此受照时间可按照发现人员误入或滞留并按下急停按钮时间约 2min 考虑，其剂量估算情况见表 11-8。

**表 11-8 DSA 机房内误照射公众成员所受辐射剂量估算表**

设备	事故情景	受照时间	受照人员所在位置周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
DSA	1m 处发射率 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$ (采集)	10s(单台手术单次采集时间)	$3.00\times 10^6$	8.49	8.49
		2min	$3.00\times 10^6$	99.83	99.83
	1m 处发射率 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$ (透视)	2min(发现后使用急停按钮)	$1.20\times 10^5$	3.99	3.99
		21min	$1.20\times 10^5$	41.93	41.93

备注：仅考虑散射线， $\text{Sv/Gy}=1$ 。

根据以上后果分析可知，DSA 机房内人员误照射情况下，可能发生超年有效剂量限值误照射事故，造成一般辐射事故。

### (3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

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

不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-9 所示。



续表 11 环境影响分析

表 11-9 不同照射剂量对人体损伤的估计

剂量 (Gy)	类型		初期症状和损伤程度
<0.25 0.25~0.5 0.5~1	/		不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化, 可能有血液学的变化 机能变化, 血液变化, 但不伴有临床症状
1~2 2~3.5 3.5~5.5 5.5~10	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	多次呕吐, 腹泻, 休克, 白细胞急剧下降
10~50	肠型急性放射病		频繁呕吐, 腹泻严重, 腹疼, 血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病		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。

项目运行产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。DSA 属于 II 类射线装置, 其事故工况造成误照射事故时可能使人员受到较大的辐射剂量照射。经估算, 事故工况下人员可能受到超过年剂量限值的照射, 即造成一般辐射事故的发生; 项目对 DSA 机房外人员造成单次误照射及滞留机房内人员受到事故误照射时, 一般不会导致确定性效应和严重辐射损伤, 但可能增加发生随机性效应的概率。

**表 12 辐射安全管理**

**12.1 辐射安全与环境保护管理机构及人员**

**12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构**

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

医院制定了《石柱土家族自治县中医院关于调整医院辐射安全管理委员会的通知》，根据通知成立了辐射安全管理委员会，明确了各成员的职责。根据调查，领导小组具体负责成员学历能满足上述要求。因此，医院的辐射安全与环境保护管理机构满足相关要求。

**12.1.2 放射工作人员配置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号），辐射安全与防护培训需求的人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

根据调查，医院现有放射工作人员共 35 人，其中部分放射工作人员参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台发布的辐射安全与防护培训考核并取得辐射安全培训合格证，其它人员参加自主培训并通过考核。本项目放射工作人员劳动定员 12 人，由手术医生、技师、护士组成，均在医院劳动定员内，项目调配和培养的放射工作人员需参加辐射安全与防护培训并考核合格后方可上岗。

**12.2 辐射安全管理**

**12.2.1 规章制度**

## 续表 12 辐射安全管理

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

医院已制定了《辐射安全管理委员会》、《射线装置安全与防护管理制度》、《辐射防护监测大纲》、《辐射安全事故应急预案》、《设备检修维护制度》、《放辐射台账管理制度》、《放辐射工作人员安全培训教育制度》等，以上制度指导医院现行相关操作的需求，具有一定的可操作性，医院在此之前一直按照各项管理制度执行，到目前为止未发生过辐射事故。在新增 DSA 设备后，医院还应制定《DSA 操作规程》、《DSA 机房管理制度》、《人员岗位职责》等制度，并不断完善辐射工作人员培训计划、辐射监测方案等制度，在进一步完善环境影响评价提出的防护措施和管理制度后，医院能满足辐射环境管理要求。

### 12.2.2 档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

医院按照相关要求，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。

本项目运营前，医院将认真落实相关制度和规定，DSA 介入工作人员均进行职业健康体检、配置个人剂量计、参加辐射安全与防护培训并取得合格证方可上岗，将职业健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。档案信息和保存等按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定执行。

### 12.2.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全

## 续表 12 辐射安全管理

和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

医院按照上述要求每年均提交了上一年度的年度评估报告，医院应补充年度评估制度，继续于每年 1 月 31 日前均向原发证机关提交年度评估报告。年度评估报告应包括医用 X 射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

### 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单位核技术利用工作的相关领导与员工及最高管理者具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识。

医院应建立安全管理体系，明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别单位内部核安全文化的不足并加以纠正，落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”，将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①医院应组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化；

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

### 12.4 辐射活动能力评价

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

表 12-1 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用 I 类、II 类射线装置的，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。	成立了辐射安全管理委员会，并指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，专职管理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。	医院已制定培训计划，本项目拟配置的放射工作人员需按照规定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，持证上岗。

续表 12 辐射安全管理

射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设备及控制台均拟设有急停按钮，同时本项目拟设置有门灯连锁装置，工作状态指示灯亮，门口显眼位置设置电离辐射警告标志和警示语
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	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。
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

医院目前使用有III类射线装置，根据上表可知，已建立有辐射环境管理体系，本项目的管理工作依托现有的管理体系，具备一定从事辐射活动的能力。但医院还应针对本项目射线装置的管理，认真落实上述要求（放射工作人员持证上岗，设置门灯连锁、电离辐射警告标志，制度上墙，配备一定数量的辐射防护用品等）后，方具备从事本项目辐射活动的能力，本项目方可投入正式运行。

### 12.5 辐射监测

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

根据调查，医院已制定有监测计划，包括工作场所监测及个人剂量监测等，并每年委托有资质单位对医院各辐射场所进行了监测，满足相关要求。

本项目建成后，修订监测计划，定期对 DSA 机房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：3 个月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

## 续表 12 辐射安全管理

题及时整改。验收监测委托有资质的单位进行。

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

监测项目：周围剂量当量率；

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

### 12.6 辐射事故应急

#### （1）医院辐射事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知》（渝环〔2017〕242 号）要求，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。

医院目前已修订了《辐射安全事故应急预案》（2022 年版），预案内容包括应急领导小组、应急处置措施、辐射事故报告电话及流程。应急措施具有一定操作性，但医院应根据实际情况完善应急预案中领导小组职责，完善应急处理流程，定期进行辐射事故应急演练，并做好演练记录。

医院于 2022 年 3 月 19 日下午进行了“突发放射事故应急救援演练”活动，主要为 CT 机突发故障时放射科工作人员进行设备断电、疏散撤离、现场警戒等相关应急内容（详见支撑性材料附件 7）。

#### （2）辐射事故应急处置措施

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即停机，并立即向上级部门报告，并根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，并向生态环境部门报告。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。

①一旦发生辐射事故，立即按下急停按钮，停机断电，开门撤出机房内人员。

②事故状态下，确需工作人员进入机房关机的，工作人员应佩戴防护用品及个人剂量计。

③应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故

## 续表 12 辐射安全管理

实际情况进行评估,并对工作人员进行职业健康检查和跟踪,按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序,评估事故对工作人员健康的影响。

④派专人对事故进行调查,查明事故原因。

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

### 12.7 风险事故防范措施

当造成误照射时,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 DSA 操作前,先进行安全检查,检查门灯联锁、各防护措施是否正常。

② 撤离 DSA 机房时应清点人数,确认没有无关人员停留在 DSA 机房后才开始操作。此外,在设备及控制台设置有急停按钮,可立即停止此类事故的发生。在 DSA 机房内设置紧急停机按钮醒目的指示和说明,便于在紧急情况下使用。

③ 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。

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

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

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

医院落实上述措施后,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。

### 12.8 竣工验收

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

续表 12 辐射安全管理

竣工环保验收。			
本项目环境保护验收一览表见表 12-2。			
<b>表 12-2 项目环保设施竣工验收内容及管理要求一览表</b>			
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<0.1mSv	GB18871-2002、 GBZ130-2020 及医院管 理要求
3	人员要求	按照要求组织放射工作人员均经考核合格后上岗，按 要求定期复训	环境保护部令第 3 号、 第 18 号、生态环境部 7 号令、公告 2019 年第 57 号
4	剂量率控制	DSA 机房四周墙体外 30cm 处、楼上距顶棚地面 100cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、其他穿墙 管线、门缝等搭接薄弱位置，在透视条件下检测时， 周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。	GBZ130-2020
5	建设内容	1 台 DSA（单管头，II 类射线装置）	/
6	防护用品	每名介入手术医护人员在铅防护衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套、介入防护手套≥3 双；铅悬挂 防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅屏风各 1 套；铅橡胶性 腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 1 套（含一套儿童专用）。	
7	辐射安全 防护措施	①介入手术医护人员进出防护门、患者进出防护门、污物运输防护门均设置门 灯连锁系统，防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线 有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人 员远离该区域。 ②DSA 机房各防护门外均设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区 域，同时在缓冲区适当位置设置放射防护注意事项告知栏。 ③制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急程序等）。 ④机房设置机械通风系统，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。 ⑤平开机房门有自动闭门装置；电动推拉门宜设置防夹装置。 ⑥设备上自带急停开关；控制台设置急停开关；控制室与机房设对讲装置；防 护用品与辅助防护设施齐全。 ⑦机房四周墙体、顶棚、防护门、观察窗有足够的屏蔽防护能力，穿墙管线不 得影响屏蔽防护效果。	
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 项目概况

石柱土家族自治县中医院拟在石柱县南宾街道万寿大道 8 号石柱土家族自治县中医院门诊住院综合楼 1 号楼 (-1F) 东侧建设 DSA 机房及其配套用房，并在 DSA 机房内购置并安装 1 台数字减影血管造影 X 射线装置，开展血管造影介入手术工作。项目总投资约 3986 万元，其中环保投资约 100 万元。

### 13.2 产业政策符合性

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

### 13.3 实践正当性

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

### 13.4 辐射环境质量现状

为了解本项目拟建地的辐射环境质量现状，重庆泓天环境监测有限公司对项目所在地辐射水平现状进行了监测，监测结果表明项目所在地环境 $\gamma$ 辐射剂量率在正常涨落范围内：在 64nGy/h~104nGy/h 之间（未扣除宇宙射线的响应值）。根据《二〇二一年重庆市生态环境质量公报》，重庆市 2021 年环境地表 $\gamma$ 空气吸收剂量率平均值为 94.0nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。两者相比，拟建址场址 $\gamma$ 辐射剂量率无明显变化。

### 13.5 选址可行性及布局合理性

DSA 机房选址于医院综合楼 1 号楼 (-1F) 东侧，周围主要布置的为 III 类射线装置机房和医生值班室、休息室等。机房选址不影响医院的整体布局，另外，项目出入口远离公众聚集区域，周围一般公众成员较少，同时医院考虑了保守的防护方案，对周围环境影响甚微。项目选址可行。

项目区拟域配套包括污物存放室、设备室、更衣室等辅助配套用房，辅助配套用房紧邻 DSA 机房布置，配套设施齐全。项目周围一般公众活动较少，远离人流聚集区域，有利于辐射防护。DSA 机房属于独立的手术间，拟设置 4 个防护门，分别为介入手术医护人员进出防护门、患者进出防护门、污物运输防护门、设备室防护门。项目

## 续表 13 结论及建议

布局便于项目的辐射安全管理，符合有关法规标准与辐射防护安全要求。从辐射防护与环境保护角度，平面布局合理。

### 13.6 辐射安全与防护分析结论

#### (1) 辐射工作场所分区管理

医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将辐射工作场所划分为控制区和监督区，将 DSA 机房划分为控制区，控制室、设备室等机房相邻区域及楼上楼下相邻区域划分为监督区。

#### (2) 机房屏蔽防护

本项目 DSA 机房有效使用面积约为 52.56m<sup>2</sup>，最小单边长度约为 7.2m，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）机房有效使用面积和最小单边长度的要求。项目机房四周墙体、顶棚及地板屏蔽防护设计折合铅当量大于 3mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽防护铅当量厚度要求。

#### (3) 安全联锁装置及其他措施

项目拟配置具有多种固有安全防护措施并符合相关标准要求的 DSA，DSA 设备上及控制台上均设置急停开关，拟配置 1 套铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅屏风等辅助防护设施；并拟按有关标准要求配备介入手术人员及患者防护用品。项目 DSA 机房拟设置 4 个防护门（介入手术医护人员进出防护门、患者进出防护门、污物运输防护门、设备室防护门）；介入手术医护人员进出防护门、患者进出防护门、污物运输防护门均拟设置门灯连锁系统，拟在防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，与控制室相邻的各铅防护门均设置电离辐射警告标志。医护人员进出门和病人进出机房门为电动推拉门，拟设置防夹装置。其余机房门为平开门，拟设置自动闭门装置。项目 DSA 机房拟采取机械排风系统进行通风换气，废气引至项目所在楼楼顶排放；DSA 机房医护人员拟在铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计，合理分配工作量。

经分析，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

### 13.7 环境影响分析结论

(1) 机房屏蔽能力：根据核算，在常用透视和采集条件下时，DSA 机房设计屏蔽厚

### 续表 13 结论及建议

度能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

（2）剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，项目在合理配置介入手术医生情况下，项目 DSA 介入手术相关医务人员所受到的年有效剂量均低于放射工作人员剂量管理目标（5mSv/a），项目所致公众成员的年有效剂量亦低于剂量管理目标（0.1mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

（3）环境保护目标影响：通过核算可知 DSA 机房外 50m 范围内环境保护目标位置周围剂量当量率远低于 2.5 $\mu$ Sv/h。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目对周围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。

（4）“三废”影响：项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，DSA 机房拟安装专门的排风系统，所产生废气经废气管道收集引至项目所在楼楼顶排放，排放后废气经大气扩散和分解后，浓度将进一步降低。项目所在楼产生的废水依托医院现有污水处理站处理，本项目产生的医疗废物依托医院危废暂存间暂存后与医院其他医疗废物一起交由资质单位处理，生活垃圾交环卫部门处理，废铅防护用品由医院收集妥善暂存，并做好相应记录，交由有资质单位处理。项目各污染物均能得到有效处理。

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

#### 13.8 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全管理委员会，制定了相应辐射环境管理相关制度，医院还应针对本项目工作场所的特点，修订现有辐射安全管理制度，制定详实、可操作性强的介入手术人员岗位职责等。加强日常应急响应的准备工作及应急演练，医院在今后的工作中，加强管理，能满足辐射环境管理要求。

综上所述，石柱县中医院中医药服务能力改建项目（DSA 部分）符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”要求，项目选址可行，平面布局合理。在完善相应的辐射安全防护措施和管理措施后，项目环境风险可防可控，能够实现辐射防护安全目标及污染物的达标排放。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

## 附录

### 附图

- 附图1-1 项目地理位置图
- 附图1-2 医院外环境卫星图
- 附图2 医院总平面布置图
- 附图3-1 项目改造前所在楼层平面图（-1F）
- 附图3-2 项目改造后所在楼层平面图（-1F）
- 附图3-3 DSA机房平剖面图
- 附图4 DSA所在楼（1F）平面布置图
- 附图5 本项目机房排风图
- 附图6 现场图片