

核技术利用建设项目

武定县人民医院 DSA 迁建项目

环境影响报告表



生态环境部监制

核技术利用建设项目

武定县人民医院 DSA 迁建项目 环境影响报告表

建设单位名称： 武定县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）： 李

通讯地址： 武定县狮山镇香水路39号

邮政编码： 651600 联系人： 李

电子邮箱： 5 联系电话： 1

现场勘查照片



DSA 拟建机房现状



DSA 拟建机房控制室及观察窗间



污物通道



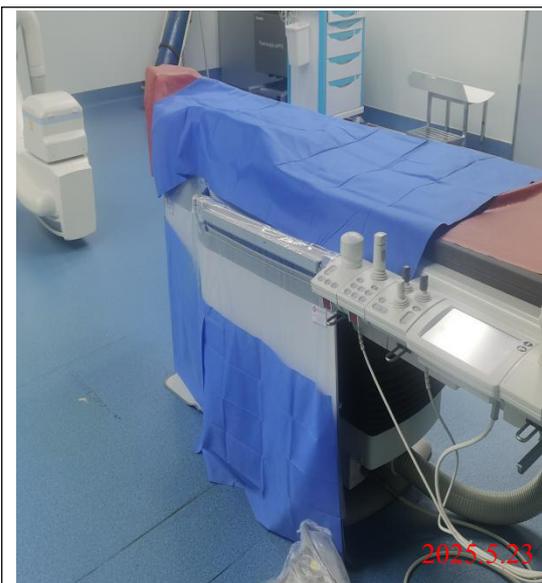
男女卫生间



男女更衣间



医护通道



设备自带铅帘



已有对讲装置



已有铅衣、铅帽



已有铅屏风



本项目迁建设备现状



三楼检验科（过道、血型测定室）



医疗废物暂存间



污水处理站



二楼放射科



一楼隔震层



住院楼



医技楼



门诊楼



工程师现场照片

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	16
表 3 非密封放射性物质	16
表 4 射线装置	17
表 5 废弃物（重点是放射性废物）	19
表 6 评价依据	19
表 7 保护目标及评价标准	22
表 8 环境质量和辐射现状	26
表 9 项目工程分析与污染源	31
表 10 辐射安全与防护	39
表 11 环境影响分析	52
表 12 辐射安全管理	73
表 13 结论与建议	84
表 14 审批	94

附件

附件 1、委托书

附件 2、项目备案证

附件 3、武定县人民医院关于 DSA 迁建项目设备主要技术参数说明

附件 4、事业单位法人证书

附件 5、楚雄州生态环境局武定分局准予行政许可决定书（武环许准〔2019〕4 号）

附件 6、云南省生态环境厅关于武定县人民医院新增 DSA 射线装置项目环境影响报告表的批复（云环辐评审〔2019〕2-48 号）

附件 7、武定县人民医院新增 DSA 射线装置项目竣工环境保护验收意见

附件 8、辐射安全许可证（正副本）

附件 9、武定县人民医院关于成立放射防护与辐射安全管理委员会的通知（武医字〔2024〕76 号）

附件 10、武定县人民医院放射事故应急预案

附件 11、辐射安全管理相关制度

附件 12、核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2024 年度）

附件 13、武定县人民医院辐射环境监测报告

附件 14、个人剂量仪监测报告

附件 15、辐射环境本底检测报告

附件 16、武定县人民医院手术间防辐射专项方案

附件 17、硫酸钡板检测报告

附件 18、核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单

附件 19、医疗废物处置合同

附件 20、内审记录表

附件 21、工作进度管理表

附件 22、技术服务合同

附图

附图 1、本项目地理位置图

附图 2、项目周边关系、评价范围及保护目标分布图

附图 3、DSA 机房平面布局图

附图 4、本项目 DSA 楼下（1 楼）平面布置示意图

附图 5、本项目 DSA 楼上（3 楼）平面布置示意图

附图 6、医护人员、患者、污物运行线路

附图 7、监督区与控制区的划分示意图

附图 8、安全防护措施图

附图 9、DSA 机房排风平面图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		武定县人民医院 DSA 迁建项目			
建设单位		武定县人民医院			
法定代表人		联系人		电话	
注册地址		武定县狮山镇环城南路 50 号			
项目建设地点		武定县狮山镇香水路 39 号			
立项审批部门		武定县发展和改革局	批准文号	2505-532329-04-01-894957	
建设项目总投资 (万元)		94	项目环保 投资(万 元)	64.8	投资比例(环保 投资/总投资) 68.94%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I (医疗使用) <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V		
	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 <input type="checkbox"/> III		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III		
	其它	/			

1.1 项目基本情况

1.1.1 建设单位基本情况

武定县人民医院 1935 年成立。历经 87 年的发展，现已成为武定县疑难危重疾病救治中心，是集医疗、科研、教学和急救救援为一体的武定县唯一一家大型二级甲等综合医院，是城镇职工居民医疗保险定点医疗机构、武定县 120 急救中心，被世界卫生组织、联合国儿童基金会、国家卫生部、云南省卫健委等单位授予“爱婴医院”“文明医院”等称号，先后荣获“三区三州”事业单位脱贫攻坚集体记大功奖励、云南省抗击新冠肺炎疫情先进集体及先进基层党组织、民族团结示范医院、清廉医院示范点、爱国卫生先进单位等荣誉。

武定县人民医院现有总院、新院 2 个院区，总院区（武定县人民医院）占地面积 30 亩。武定县人民医院（新院区）位于云南省楚雄州武定县城东南片区（武定县狮山镇香水路 39 号），医院占地面积 60.1 亩，编制床位 498 张，拥有员工总数 619 人，其中医务人员 548 人，属于二级甲等综合医院，临床科室包括：急诊科，内科，外科，妇产科，儿科，中医科，耳鼻喉科，眼科，皮肤科，麻醉科，康复科，预防保健科，传染科，结核病科，口腔科；医技科室包括：药剂科，检验科（过道、血型测定室），放射科，手术室，病理科，输血科，核医学，实验室。

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，武定县狮山镇香水路 39 号。根据现场踏勘，目前医技楼二楼介入手术室均为空置状态，未进行防护装修。

1.1.2 评价目的和项目由来

1.1.2.1 评价目的

1) 对项目周边的辐射环境本底进行现场调查和监测，以掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量本底，为核算个人剂量提供基础数据。

2) 通过环境影响评价，预测建设项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染控制对策，为建设项目的工程设计和环境管理提供科学依据。

3) 在对该项目进行全面分析和评价的基础上，对不利影响和存在的问题提出相应的污染防治措施，把辐射防护最优化达到“可合理达到尽量低水平”。

4) 给出明确的环评结论，为管理部门的辐射环境管理提供科学依据。

1.1.2.2 任务由来

本项目 DSA 设备原位于武定县人民医院总院 4 号楼 1 楼，于 2019 年 11 月 29 日取得云南省生态环境厅关于武定县人民医院新增 DSA 射线装置项目环境影响报告表的批复（云环辐评审〔2019〕2-48 号），2019 年 12 月 5 日开始建设；2020 年 9 月 13 日完成自主验收。

根据武定县人民医院整体搬迁项目要求，本项目 DSA 需从武定县人民医院总院 4 号楼 1 楼搬迁至新院区进行安装使用，用于心内科和脑血病科开展诊断及介入手术，拟建 DSA 机房目前空置，本项目对空置房屋进行改造和防护装修，可以更好的利用医院资源，也为患者提供更好的诊治。

为加强核技术利用医疗设备的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保相关医疗设备的使用避免或尽可能减少对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，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》《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目应办理环境影响评价手续。

根据中华人民共和国生态环境部第 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目中使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。云南卓准检测技术有限公司（以下简称我公司）接受武定县人民医院委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，按照国家有关技术规范要求，结合本项目特点，编制了《武定县人民医院 DSA 迁建项目环境影响报告表》，呈报至贵局审批。委托书见附件 1。

1.1.3 建设项目内容和规模

1.1.3.1 项目名称、建设单位、地点、性质

项目名称：武定县人民医院 DSA 迁建项目

建设单位：武定县人民医院

注册地址：武定县狮山镇环城南路 50 号

建设地点：武定县狮山镇香水路 39 号（见附图 1）

建设性质：新建（迁建）

1.1.3.2 建设规模

(1) 工程概况

本项目拟在武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室（目前为空置房屋）改造成 1 间 DSA 手术室及其辅助用房，从老院区迁建 1 台 DSA 至本项目机房安装，型号 Artis Zee III ceiling，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。该设备只在本次评价的固定机房内使用，若移动出后需要另行报批环评手续。目前，拟建 DSA 机房尚未进行屏蔽防护施工，拟建 DSA 机房现状详见下图。



图 1-1 DSA 机房现状图

射线装置工作场所建设内容见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置内容

射线装置名称	射线装置类别	数量（台）	工作场所名称	活动种类	备注
DSA	II 类	1	新院区医技楼二楼介入手术室	使用	迁建

本项目组成及主要环境问题见下表所示。

表 1-2 项目组成及主要环境问题一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体	本项目拟从武定县人民医院总院迁建 1 台 DSA 至新院区	施工废	X 射线、

工程	<p>医技楼二楼介入手术室，并对介入手术室及其配套的功能用房进行装修，迁建 DSA 型号 Artis Zee III ceiling，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。</p> <p>(1) 迁建 1 台 DSA 设备主要由 X 射线管球、高压发生器柜、C 型臂、诊断床、显示器与键盘、图像处理柜、系统控制柜等组成。</p> <p>(2) DSA 手术室：室内净高 4.3m，机房装修后有效面积约为 48.62m²（长×宽：7.15m×6.8m），吊顶高度 2.7m。</p> <p>(3) 控制室面积约为 29.6m²。</p>	水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中的 X 射线、臭氧、氮氧化物。	臭氧、氮氧化物、噪声、医疗废物、医疗废水
辅助工程	设备室、一次性耗材间、男卫生间、女卫生间、男更衣室、女更衣室、办公室、值班室、缓冲/换床区、苏醒室、谈话间、换鞋间等。	臭氧、氮氧化物。	生活污水、办公垃圾
公用工程	配电、供电、供水和通讯系统等依托医院设施。		/
环保工程	<p>DSA 机房电离辐射防护措施：</p> <p>① DSA 机房铅门 3 樘，综合铅当量 3mmPb，机房墙体与门重叠部分大于 10cm；</p> <p>② 观察窗采用铅玻璃进行防护，铅当量为 3mmPb，铅玻璃四周采用 3mm 铅皮密封，搭接宽度 3~5cm；</p> <p>③ 四周墙体：240mm 实心砖+48mm 厚硫酸钡涂料；</p> <p>④ 地面：100mm 混凝土楼板+36mm 硫酸钡涂料；</p> <p>⑤ 顶棚：100mm 混凝土楼板+48mm 硫酸钡板，硫酸钡板采用 3 层 1.6cm 硫酸钡板错缝搭接 50mm。</p> <p>⑥ 通风管道防护：本手术室不设置进风系统，仅设置排风系统一套，吸顶式换气扇，共一台，房间换气次数为 5 次/h，换气量：780m³/h，穿墙方式斜穿(斜 45 度)，穿墙部分包裹防护材料 3mm 铅板，穿墙前后管道包裹长度 600mm，排气口位置位于内庭院。</p> <p>⑦ DSA 手术室供电分上下两路。下路电缆防护：从检查室地面到下方楼板开φ100mm 孔，天花电缆桥架进入设备间，穿楼板部分处用 3mm 厚(3mmPb) 铅板包裹(穿墙前后管道包裹长度 200mm)；上路穿墙电缆防护：采用斜穿方式，从检查室采用天花电缆线槽进入控制室及设备间，穿墙部分处用 3mm 厚(3mmPb) 铅板包裹(穿墙前后管道包裹长度 600mm)，能够有效防止射线泄漏。</p>		/
	对排气口位置进行整改，将排气口引至楼顶排放。	备注：环评提出	
依托工程	<p>本项目生活污水及医疗废水依托医院已建的污水处理站预处理达标后排入市政管网。</p> <p>本项目医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至医院的医疗废物暂存间，定期交由楚雄亚太医疗废物处置有限公司进行清运处置。</p> <p>本项目工作人员产生的生活垃圾集中收集后，依托环卫部门统一清运。</p>	/	/

(2) 设备配置

DSA 属于 II 类射线装置，本项目使用射线装置基本情况见表 1-3。

表 1-3 本项目使用射线装置基本情况

射线装置名称	数量 (台)	型号	最大 管电压	最大 管电流	主要曝光 方向	拟安装使用 场所位置
DSA	1	Artis Zee III ceiling	125kV	1000mA	由下往上	新院区医技楼二楼介入手术室

(3) 本项目 DSA 使用情况

本项目投入运行后，由心内科和脑血病科开展介入手术。根据建设单位提供资料，心内科和脑血病科年手术量分别为 400 台、250 台，合计 650 台。本项目 DSA 使用情况见表 1-4，运行工况见表 1-5。

表 1-4 本项目 DSA 使用情况

使用科室	平均单台手术时间	单台手术曝光时间		年手术台数	年出束时间 (h)	
		减影	透视		减影	透视
心内科	45min	3min	15min	400	20h	100h
脑血病科	90min	3min	15min	250	12.5h	62.5h
合计	/	/	/	650	32.5h	162.5h

表 1-5 本项目 DSA 预计运行工况一览表

设备型号		实际运行管电压 (kV)	实际运行管电流 (mA)
DSA	减影	65~95	200~600
	透视	60~75	4~12

(4) 人员配置及工作制度

根据建设单位提供的资料，本项目共配置辐射工作人员 11 名，其中心内科医生、护士为原有辐射工作人员，其余医生、护士均为新增辐射工作人员，本项目辐射工作人员配置情况详见下表。

表 1-6 本项目辐射工作人员安排计划

序号	科室类别	岗位	人数	备注
1	心内科	医生	4	原有辐射工作人员
2		护士	2	原有辐射工作人员
3	脑血病科	医生	2	新增

4		护士	1	新增
5	放射科	技师	2	原有辐射工作人员 1 人、新增 1 人

本项目技师负责在控制室内操作设备，不进入机房。医生进入机房为患者进行手术，护士进行辅助手术，曝光时护士在操作间，不在机房内停留。本项目医生、护士仅从事本项目本科室辐射相关工作，不与其他射线装置的操作使用，技师操作本项目设备同时负责其他辐射设备操作。

辐射工作人员均实行白班单班制度，每班工作 8 小时，年工作时间 300 天。

1.2 项目正当性分析

1.2.1 产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录(2024 年本)》相关规定，本项目的建设属于第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家和地方产业发展政策。

1.2.2 项目规划符合性

本项目位于武定县狮山镇香水路 39 号，武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，不涉及新增用地，因此本项目符合《武定县国土空间总体规划（2021-2035 年）》要求。

1.2.3 项目选址合理性与平面布置合理性分析

(1) 项目选址合理性分析

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，在医院用地红线范围内，不涉及生态敏感区，不在生态保护红线范围内。本项目 50 米评价范围内包括门诊楼、医技楼及住院楼。

本项目位于新院区医技楼二楼介入手术室，机房楼上为三楼检验科（过道、血型测定室），机房楼下为一楼隔震层（隔震层下为土层，无建筑），50 米评价范围无自然保护区、风景名胜区、学校、名胜古迹等环境敏感点。本项目 DSA 手术室进行辐射屏蔽防护设计，通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，

项目选址合理可行。项目周边关系图见图 1-2。



图 1-2 项目周边位置关系图

(2) 项目平面布置合理性分析

DSA 机房北侧为控制室、男卫生间、女卫生间、男更衣室、女更衣室、一次性耗材间、换鞋间；西侧为设备室、污物暂存间；南侧临空；东侧为洗手间、办公室、值班室、缓冲/换床区、苏醒室、谈话间；楼下为隔震层，楼上为检验科（过道、血型测定室）。本项目 DSA 机房四邻区域及楼上楼下区域不涉及新生儿及婴幼儿诊疗、产科等。DSA 机房平面布局图见附图 3，DSA 机房楼下布局图见附图 4，DSA 机房楼上布局图见附图 5。

本项目设置医护通道、病人通道及污物通道，避免不同人员交叉影响。医生经过更衣后进入医护通道后分别进入控制室和 DSA 手术室；患者经换床区进入 DSA 手术室；手术过程中产生的污物通过污物通道运出 DSA 手术室。本建设项目 DSA 机房位置相对独立，人流较少，降低了公众受到照射的可能性。医护人员、患者、污物运行线路见图 1-3 及附图 6。

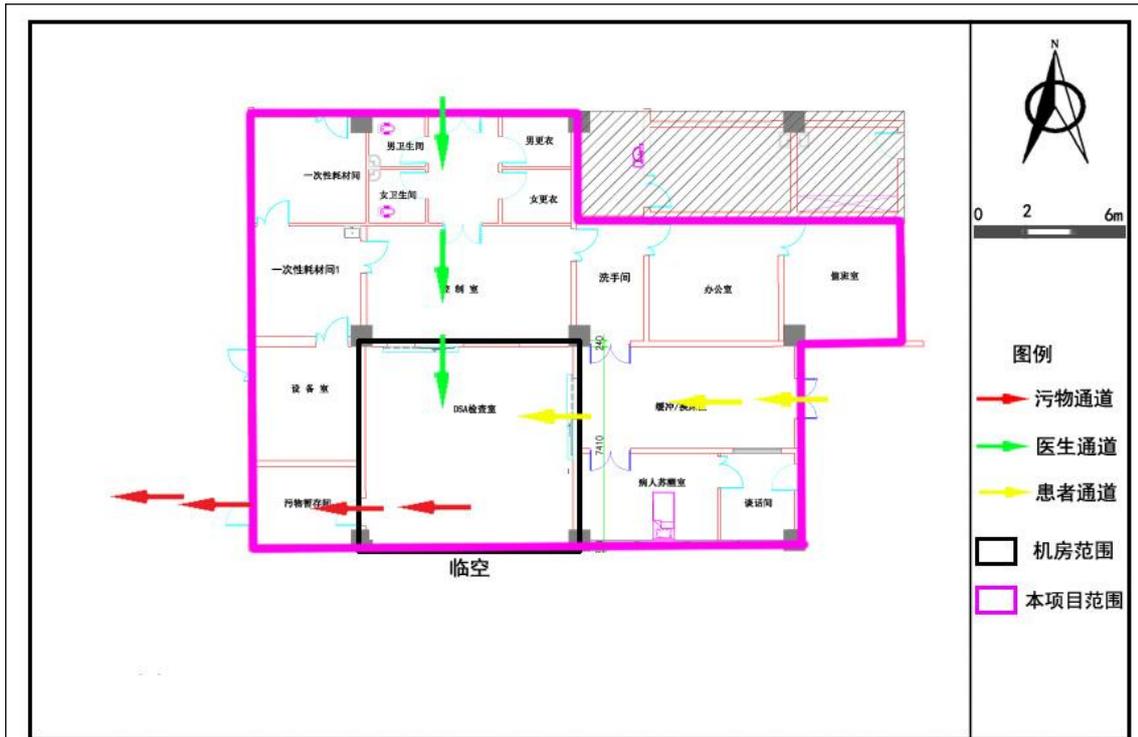


图 1-3 医护人员、患者、污物运行线路

综上，本项目 DSA 机房平面布置合理。

1.2.4 实践正当性分析

本项目在使用时患者、医护人员及周围的公众可能会受到一定的照射剂量，但本项目的建设能满足患者多层次、多方位、高质量、文明和及时就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，是非医疗照射不可代替的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，能够带来重大社会效益。本项目经采取防护措施、设施后，职业人员、公众人员受照射的预测结果低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）标准要求。本项目开展所带来的利益大于所付出的代价，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

1.3.1 原有核技术项目环保执行情况

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，主体工程已于 2019 年 3 月 11 日取得楚雄州生态环境局武定分局准予行政许可决定书（武环许准（2019）4 号），见附件 5，目前正在开展竣工环境保护验收工作。

本项目 DSA 迁建前在总院于 2019 年 11 月 29 日取得云南省生态环境厅关于

武定县人民医院新增 DSA 射线装置项目环境影响报告表的批复（云环辐评审〔2019〕2-48 号），2020 年 9 月 13 日完成自主验收。

1.3.2 原有核技术利用项目许可情况

武定县人民医院已于 2021 年 1 月 4 日重新申领了《辐射安全许可证》(云环辐证[01559])，有效期至 2026 年 01 月 03 日，使用种类和范围为：使用 II、III 类射线装置。

医院现有射线装置均办理辐射安全许可，共有射线装置 8 台，包括 II 类射线装置 1 台、III 类射线装置 7 台，详见表 1-7。

表 1-7 医院现有射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	使用场所	备注
1	NeuvisionDR 型 DR 彩像诊断机	NeuvisionDR	III 类	2 号楼一楼 DR 机房	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
2	PAPAYA 3DPLUS 型口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	PAPAYA3D PLUS	III 类	2 号楼一楼口腔 CT 室	
3	MobiEye 700 型移动式 X 射线机	MobiEye700	III 类	2 号楼一楼数字胃肠机房	
4	PrecisionTHUNIS-800+ 型数字胃肠 X 透视系统	PrecisionTHUNIS800+	III 类	2 号楼一楼数字胃肠机房	
5	Ingenuity Core128 型 X 射线计算机体层摄影设备	IngenuityCore 128	III 类	4 号楼一楼 CT 室	
6	Artis zee ceiling 型数字减影血管造影机	Artis zee ceiling	II 类	4 号楼一楼介入中心	
7	HK.ESWL-V 型体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V	III 类	4 号楼一楼碎石机房	
8	Cios Select S1 型移动式 C 形臂 X 射线机	Cios Select S1	III 类	外科住院楼十楼	

1.3.3 原有辐射安全管理情况

1、辐射管理机构基本情况

2024 年 12 月 1 日，武定县人民医院成立放射防护与辐射安全管理委员会(武

医字[2024]76号)，担任主任，任副主任，其他相关科室各部门负责人担任成员，并下设领导小组办公室，具体负责医院放射防护与辐射安全管理委员会的日常工作。明确了领导小组职责。见附件9。

2、制定规章制度及落实情况

医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定了相关的管理制度，包括：辐射防护和安全保卫制度、安全操作规程、设备检修维护制度、辐射安全管理机构设置、射线装置管理制度、射线装置管理制度、监测方案、监测仪器检验与刻度管理、辐射工作人员资质管理、辐射工作人员岗位职责管理、辐射工作人员健康管理制度、辐射工作人员个人剂量管理、辐射工作人员培训制度、辐射事故应急管理制度及方案等。医院制定的辐射安全管理规章制度具有一定的可行性，医院能够按照规章制度对医院的辐射工作进行管理，辐射工作人员也能够严格按照各项规章制度开展放射诊疗工作。

原有辐射项目至今未发生过辐射事故及环保投诉及环保处罚。

3、辐射工作人员情况

①辐射工作人员安全培训

根据《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2024年度）》医院原有辐射工作人员58人，均通过辐射安全培训，其中通过自主培训人员61人（含离岗3人）。取得核技术利用辐射安全与防护考核证书人员6人。

本项目拟设置11名辐射工作人员，其中技师1人从放射科原有辐射工作人员中调用，1人为新增辐射工作人员。心内科医生、护士均为原有辐射工作人员，脑血病科医生、护士均为新增工作人员。其中心内科医生、护士均取得核技术利用辐射安全与防护考核证书，详见附件18。

本项目DSA为II类射线装置，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》（生态环境部，公告2019年第57号）的规定，医院应尽快安排其余4名新增辐射工作人员及从放射科调用原有辐射人员1人参加学习、考核，在操作本项目II类射线装置前须持证上岗。

②健康体检与个人剂量监测

医院定期进行职业健康体检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案。根

据个人计量检测报告，医院为所有辐射工作人员均配备了个人剂量计并定期送检，2024年个人剂量检定结果为0.06~0.71mSv，均未超过管理限值要求。

现有58名辐射工作人员个人剂量明细见表1-8。

表1-8 本项目原有61名辐射工作人员个人剂量统计表

序号	姓名	第一季度 (mSv)	第二季度 (mSv)	第三季度 (mSv)	第四季度 (mSv)	年度总和
1		0.04	0.04	0.01*	0.04	0.13
2		0.07	0.01*	0.01*	0.01*	0.1
3		0.06	0.01*	0.01*	0.01*	0.09
4		0.06	0.3	0.01*	0.01*	0.38
5		0.05	0.13	0.01*	0.01*	0.2
6		0.06	0.11	0.01*	0.01*	0.19
7		0.01*	0.1	0.01*	0.01*	0.13
8		0.06	0.03	0.01*	0.03	0.13
9		0.07	0.03	0.01*	0.01*	0.12
10		0.05	0.11	0.01*	0.03	0.2
11		0.1	/	0.01*	0.04	0.15
12		0.13	0.15	0.11	0.25	0.64
13		0.1	/	0.02	0.06	0.18
14		0.11	0.05	0.03	0.03	0.22
15		0.09	0.1	0.01*	0.01*	0.21
16		0.05	0.06	0.01*	0.09	0.21
17		0.09	/	0.01*	0.04	0.14
18		0.09	0.01*	0.01*	0.03	0.14
19		0.07	0.01*	0.03	0.03	0.14
20		0.08	0.08	0.04	0.07	0.27
21		0.04	0.04	0.03	0.05	0.16
22		0.09	0.01*	0.01*	0.18	0.29
23		0.07	0.04	0.03	0.06	0.2
24		0.07	0.01*	0.02	0.04	0.14
25		0.05	0.02	0.01*	0.05	0.13
26		0.09	0.04	0.01*	0.03	0.17
27		0.08	0.04	0.01*	0.04	0.17
28		0.09	0.08	0.01*	0.03	0.21
29		0.07	0.05	0.01*	0.04	0.17
30		0.07	0.04	0.01*	0.01*	0.13
31		0.07	0.06	0.03	0.15	0.31
32		0.05	0.03	0.02	0.04	0.14
33		0.03	0.04	0.01*	0.01*	0.09
34		0.1	0.1	0.03	0.01*	0.24
35		0.05	0.01*	0.04	0.04	0.14

36		0.13	0.07	0.04	0.03	0.27
37		0.03	0.06	0.05	0.04	0.18
38		0.05	0.05	0.03	0.03	0.16
39		0.05	0.04	0.03	0.07	0.19
40		0.01*	0.01*	0.01*	0.04	0.07
41		0.06	0.01*	0.01*	0.01*	0.09
42		0.05	0.11	0.03	0.01*	0.2
43		0.07	0.12	0.01*	0.01*	0.21
44		0.05	0.03	0.06	0.01*	0.15
45		/	0.02	0.01*	0.01*	0.04
46		0.06	0.03	0.05	0.01*	0.15
47		0.06	0.08	0.09	0.03	0.26
48		0.08	0.2	0.09	0.24	0.61
49		0.08	0.03	0.01*	0.05	0.17
50		0.09	0.04	0.01*	0.01*	0.15
51		0.06	0.07	0.06	0.03	0.22
52		0.05	0.01*	0.03	0.04	0.13
53		0.14	0.14	0.06	0.08	0.42
54		0.14	0.06	0.45	0.06	0.71
55		0.1	0.07	0.08	0.06	0.31
56		0.07	0.02	0.02	0.04	0.15
57		0.01*	0.01*	0.01*	0.15	0.18
58		0.01*	0.04	0.01*	0.12	0.18
59		0.08	0.05	0.03	0.04	0.2
60		0.03	0.07	0.01*	0.08	0.19
61		0.06	/	/	/	0.06
注 1						
注 2: *标注的结果<MDL。						

1.3.4 其他情况

1、年度评估情况

2024 年度，武定县人民医院完成了各项辐射安全防护工作，依据相关法律法规对医院射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，编写了《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度 2024 年度评估报告》，2024 年建设单位未发生过辐射安全事故。

2、年度监测情况

2024 年 3 月建设单位委托云南核瑞环境检测有限公司对 8 台辐射设备的辐射工作场所进行了年度监测，报告编号：云辐监[2024]第 110142 号，监测结果

如下：

根据监测结果可知，在未出束状态，8台射线装置的X- γ 辐射剂量率为0.09~0.148 μ Sv/h，在出束状态，8台射线装置的X- γ 辐射剂量率为0.089~3.975 μ Sv/h，射线装置均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值的要求（短时、高辐射剂量率设备为25 μ Sv/h，其它设备为2.5 μ Sv/h）。见附件13。

根据监测报告监测结论可知，武定县人民医院医用II、III类射线装置的使用对职业人员和公众造成的附加剂量满足环境控制目标中规定的职业照射和公众照射5mSv/a和0.25mSv/a管理限值要求。

3、依托工程及环保手续办理情况

（1）环保手续办理情况

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，主体工程已于2019年3月11日取得楚雄州生态环境局武定分局准予行政许可决定书（武环许准〔2019〕4号），见附件5，目前正在开展竣工环境保护验收工作。武定县人民医院新院区于2025年3月11日取得排污许可证，有效期至2030年3月10日，排污许可证编号为：1253232943196512X5002Q。

本项目DSA迁建前在总院于2019年11月29日取得云南省生态环境厅关于武定县人民医院新增DSA射线装置项目环境影响报告表的批复（云环辐评审〔2019〕2-48号），2020年9月13日完成自主验收。

医院现有射线装置8台，包括II类射线装置1台、III类射线装置7台，所有射线装置已申领了辐射安全许可证。本项目所在区域现状为空置房屋，不存在遗留环境污染问题。

（2）废水

本项目产生的废水接入医院污水管网，进入医院现有污水处理系统处理达标后汇入市政污水管网，最终经市政管网进入武定深隆污水处理有限公司处理。医院污水处理站位于医院西侧，采用“格栅+调节+水解酸化+接触氧化+沉淀+消毒”工艺，规模为300m³/d。

（3）固废

本项目产生的办公、生活垃圾依托医院的收集系统进行回收后由当地环卫部

门清运。本项目介入手术产生少量纱布、手套等属医疗废物，依托医院医疗废物暂存场所进行暂存后，定期由楚雄亚太医疗废物处置有限公司进行清运和处置。

1.3.5 存在的问题及整改措施

存在问题：

- 1、污水处理站总排口标识牌、医疗废物暂存间标识牌不规范。
- 2、辐射安全管理制度不够完善。

整改措施：

- 1、按规范要求设置污水处理站总排口标识牌、医疗废物暂存间标识牌。
- 2、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021年版）的相关要求，医院应及时完成《武定县人民医院辐射事故应急预案》、《武定县人民医院辐射工作监测方案》更新、修订，并在实际工作中认真落实。

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，对其简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)	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 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	Artis Zee III ceiling	125	1000	放射诊断及 介入治疗	新院区医技楼二楼介入手术室	迁建
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(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 (μ A)	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（重点是放射性废物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
--	本项目不涉及			--	--	--	--	--

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度（Bq/L，或 Bq/kg，或 Bq/m³），年排放总量分别用 Bq 和 kg。

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 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修改实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令 709 号）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 20 号修改）（部令 20 号）；</p> <p>(6) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）；</p> <p>(8) 关于发布《射线装置分类》的公告（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（中华人民共和国生态环境部第 16 号令）；</p> <p>(10) 《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》（环发[2006]145 号）；</p> <p>(11) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环境保护部环发[2008]13 号）；</p> <p>(12) 《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021 年版）》；</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》；</p> <p>(14) 《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号）；</p> <p>(15) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订）》（云环发[2022]4 号）；</p> <p>(16) 《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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(17) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第</p>
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>9号)；</p> <p>(18) 《医疗废物管理条例》(国务院令 588 号 2011 年 1 月 8 日起实施)。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《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>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128—2019)；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61—2021)；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157—2021)；</p> <p>(7) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297—1996)；</p> <p>(8) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466—2005)；</p> <p>(9) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523—2011)；</p> <p>(10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348—2008)；</p> <p>(11) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及 2018 年修改单；</p> <p>(12) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；</p> <p>(13) 《声环境质量标准》(GB3096-2008)；</p> <p>(14) 《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》(HJ421-2008)；</p> <p>(15) 《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)；</p> <p>(16) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)。</p>
<p>其他</p>	<p>参考文献：</p> <p>(1) 《电离辐射剂量学》(李士骏 著)；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》(第一分册，李德平、潘自强主编)；</p> <p>(3) NCRP147 号报告</p> <p>(4) 《辐射防护导论》(方杰主编)</p> <p>(5) 国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》</p> <p>技术文件：</p> <p>(1) 委托书；</p> <p>(2) 《武定县人民院搬迁新建项目环境影响报告书》及其批复；</p>

<p>(3) 《武定县人民医院新增 DSA 射线装置项目环境影响报告表》及其批复；</p> <p>(4) 《武定县人民医院新增 DSA 射线装置项目竣工环境保护验收》及其验收意见；</p> <p>(5) 武定县人民医院《核技术利用单位放射性同位素和射线装置安全与防护状况年度评估报告（2024 年度）》；</p> <p>(6) 武定县人民医院手术间防辐射专项方案；</p> <p>(7) 武定县人民医院提供的其他技术资料。</p>

表 7 保护目标及评价标准

7.1 评价范围

依据《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）的有关规定，射线装置应用项目的评价范围，取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。结合本项目特点，确定评价范围为：DSA 所在机房屏蔽墙体边界外 50m 的区域。本项目评价范围示意图见图 7-1 及附图 2。



图 7-1 本项目实体屏蔽外 50m 评价范围示意图

7.2 保护目标

结合本项目辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征、评价范围，确定本项目主要环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 主要环境保护目标

主要环境保护目标	方位	位置	人数 (人)	与射线装置最近距离		保护要求
				水平	垂直	
DSA 机房	职业	机房内	5	0.3m	0m	5mSv/a
	人员	机房北侧		控制室	3.5m	
	公众	机房北侧	一次性耗材间、一次	1	5.5m	0m

		性耗材间 1			
		男、女卫生间, 男女更衣室、换鞋间	5	7.8m	0m
		放射科	50	15m	0m
	机房西侧	设备间	1	4.87m	0m
		污物暂存间	1	5.20m	0m
	机房东侧	洗手间	5	5.50m	0m
		办公室	5	7.50m	0m
		值班室	2	12.50m	0m
		缓冲/换床区	3	4.20m	0m
		病人苏醒室	3	4.60m	0m
		谈话间	2	9.70m	0m
	机房上方	检验科(过道、血型测定室)	约 20	0m	+4.3m
		医技楼 3-5 层	约 200	0m	4.3~12.9m
	机房下方	隔震层	1	0m	-4.3m
	机房四周	住院楼	1000	39m	0m
		门诊楼	200	20m	0m
		庭院及院内道路	20	20	0m

注：1、表中“人数”仅为相应场所可能逗留人数，并非实际分布人数。
2、机房南侧临空，人员不可达，楼下为隔震层，隔震层下方为土层，无建筑，巡查人员可能进入。

7.3 评价标准

7.3.1 环境质量标准

(1) 本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，所在区域属大气环境功能二类区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准及其修改单。

(2) 本项目所在区域主要地表水体为菜园河，菜园河汇入武定河进入禄劝县后汇入掌鸠河。根据《云南省水功能区划》(2014年修订)，掌鸠河禄劝保留区：由禄劝县云龙水库坝址至入普渡河口，全长64.4km，现状水质为Ⅲ类，规划水平年水质目标为Ⅲ类。执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准。菜园河属于掌鸠河支流，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准。

(3) 本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，根据《武定县人民医院搬迁新建项目环境影响报告书》及其批复，属声环境功能2类区。执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准，

7.3.2 污染物排放标准

(1) 废气：运营期主要产生的氮氧化物执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996) 表 2 中无组织排放监控浓度限值浓度；

(2) 废水：经调查核实，本项目污水拟通过医院内部污水处理站处理达标后经市政管网排入武定深隆污水处理有限公司处理，因此手术过程中产生的医疗废水执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) (表 2 中预处理标准) 及《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015) (表 1 中 A 级标准)；

(3) 噪声：施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523—2011) (昼间 $\leq 70\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$)；运营期项目区执行《工业企业厂界噪声排放标准》(GB 12348—2008) 中的 2 类标准 (昼间 $\leq 60\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $\leq 50\text{dB}(\text{A})$)。

(4) 医疗废物：运营期产生医疗废物执行《医疗废物管理条例》(国务院令 588 号 2011 年 1 月 8 日起施行)、《医疗废物集中处置技术规范(试行)》(环发[2003]206 号)、《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》(HJ421—2008)。

7.3.3 辐射相关标准

1、剂量限值

(1) 国家标准限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)附录 B1.1.1.1 的规定,任何工作人员的职业照射不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量, 20mSv ; 第 B1.2.1 条规定,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应超过年有效剂量, 1mSv 。

(2) 行政管理限值

根据《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示〉的复函》(云环函[2006]727 号)中的规定,单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002)的四分之一。

本次评价采用行政管理限值,即:

◇职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a ;

◇公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a 。

2、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)

根据标准第 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；

根据标准第 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 7-2 的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度的要求

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 射线设备 b(含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5

备注：本项目射线装置属于单管头 X 射线机。

根据标准第 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 7-3 的规定。

表 7-3 不同类型 X 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（mmPb）	非有用线束方向铅当量（mmPb）
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：本项目射线装置机房属于 C 形臂 X 射线设备机房。

根据标准第 6.3.1：机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，项目投运后对周围环境空气、地表水质量、声环境影响较小，对项目周围的环境现状只进行了简单现状调查和简要阐述。

1、环境空气现状

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，所在区域属大气环境功能二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及其 2018 修改单。

根据《2023 年楚雄州生态环境质量状况公报》，2023 年，楚雄州共设 11 个空气自动监测点位，其中国控监测点位 2 个（楚雄市经济开发区和楚雄州环境监测站）、省控监测点位 9 个（武定县监测站、双柏县环保局、南华县思源实验学校、姚安县档案馆、大姚县平安医院、永仁县人事局、元谋县环保局、牟定县环保局、禄丰市环保局）。监测项目均包含可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）、二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、一氧化碳（CO）、臭氧（O₃）等常规 6 项，气象五参数（温度、湿度、气压、风向、风速）、能见度，监测频次为 24 小时连续自动监测，并实时上传和发布数据。2023 年，全州十县市城区环境空气质量总体优良率为 98.05%。因此，本项目所在区域环境空气质量为达标区。

2、地表水环境现状

本项目所在区域主要地表水体为菜园河，菜园河汇入武定河进入禄劝县后汇入掌鸠河。根据《云南省水功能区划》（2024 年修订），掌鸠河禄劝保留区：由禄劝县云龙水库坝址至入普渡河口，全长 64.4km，现状水质为Ⅲ类，规划水平年水质目标为Ⅲ类。执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。菜园河属于掌鸠河支流，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。

根据《2023 年楚雄州生态环境质量状况公报》及《2025 年 4 月楚雄州长江流域、红河流域国控及省控地表水监测断面（点位）监测结果》，菜园河水质为Ⅲ类，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。

3、声环境质量现状

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，根据《武定县人民院搬迁新

建项目环境影响报告书》及其批复，属声环境功能 2 类区。

根据《2023 年楚雄州生态环境质量状况公报》，2023 年，全州 10 县市均开展了城市区域声环境质量监测，全州共设监测点位 1048 个，其中：楚雄市设监测点位 101 个，大姚县设监测点位 104 个，武定县设监测点位 100 个，永仁县设监测点位 100 个，元谋县设监测点位 113 个，双柏县设监测点位 103 个，牟定县设监测点位 125 个，南华县设监测点位 101 个，禄丰市设监测点位 101 个，姚安县设监测点位 100 个。监测频次：昼间监测每年一次，夜间监测每五年一次，在每个五年规划的第三年监测，本年度开展了夜间、昼间的监测工作。全州城市区域声环境昼间平均等效声级值为 49.7dB(A)，总体水平为一级，评级结果为好，夜间平均等效声级值为 42.8dB(A)，总体水平为二级，评级结果较好。本项目在主城区范围，声环境质量较好。

4、辐射现状

根据《2023 年楚雄州生态环境质量状况公报》，2023 年，楚雄州辐射环境质量总体良好。其中：环境电离辐射水平处于本底涨落范围内，环境电磁辐射水平低于国家规定的电磁环境控制限值。

为了了解项目区辐射环境本底情况，对项目区进行辐射环境质量监测：

(1) 监测方案

本项目评价人员根据现场调查及建设单位人员的情况介绍，了解本项目拟建地及周边环境状况，按相关规范和要求确定本项目监测方案。

监测环境：现场监测时，收集环境温度、湿度、天气状况等信息。

监测对象：DSA 机房拟建地及周边辐射环境本底监测。

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率。

监测布点：见图 8-1~图 8-2。在机房内部、四周、上下房间空间均布置了监测点，同时在医技楼外围、医院外围及保护目标处布置了监测点，布点具有均匀性和代表性，能较好反映项目所在地周围辐射环境现状水平，监测点位布设合理。

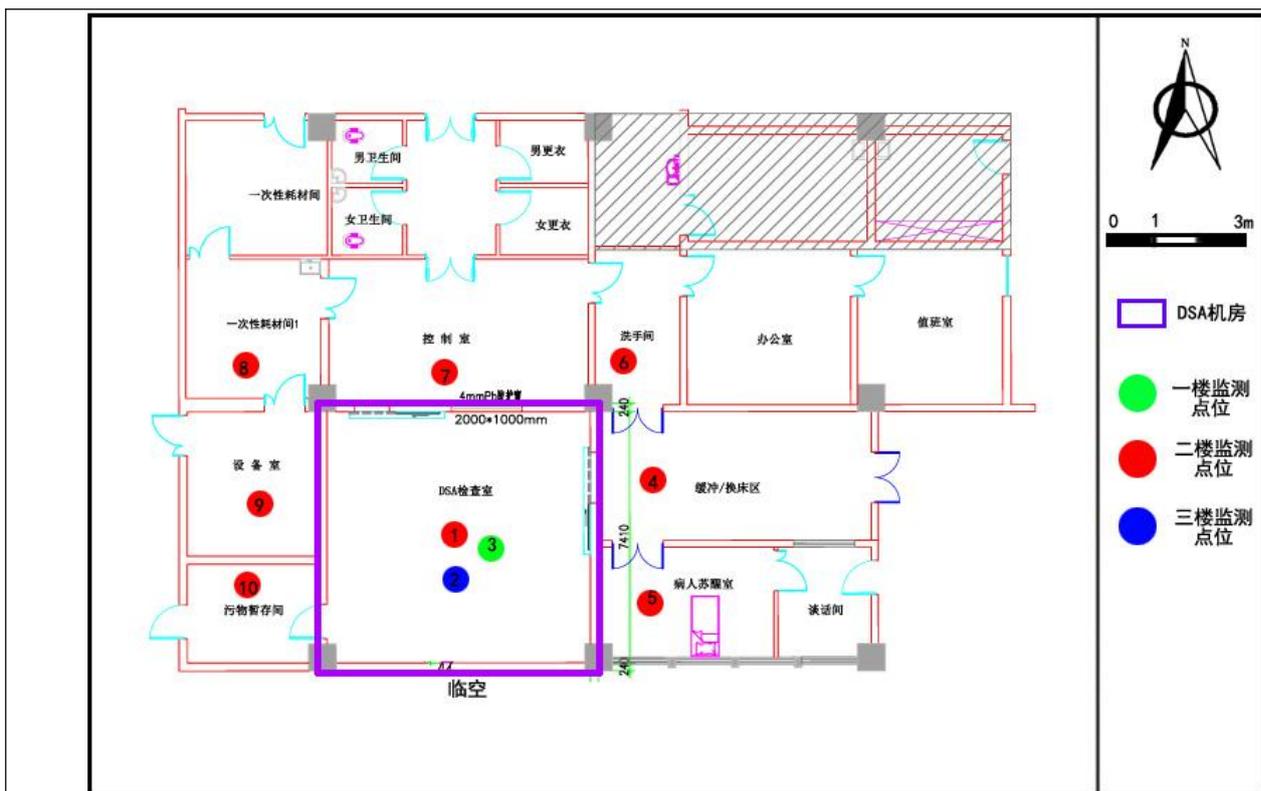


图 8-1 拟建 DSA 机房及周围 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位图



图 8-2 医技楼及医院周围对照点 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位图

(2) 监测质量保证措施

①本项目监测单位为云南卓准检测技术有限公司，公司取得了昆明市市场监督管理局

颁发的资质证书（CMA 认证），证书编号为：152521340112。公司具备完整、有效的质量控制体系；

②根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021），并参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质量手册》《作业指导书》开展现场工作；

④监测仪器每年经计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑥根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021），监测高度为 1m，合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性，每个测点连续测量 10 次，取平均值校正，校正未扣除宇宙射线响应值；

⑦建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧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。

（3）辐射环境质量现状监测与评价

为掌握项目所在地 X- γ 辐射环境水平，云南卓准检测技术有限公司于 2025 年 5 月 28 日对本项目拟建工作场所及周围辐射环境进行了监测（监测报告见附件 15）。监测方法和使用监测仪器见表 8-1，监测结果列于表 8-2。现场监测时，环境温度：19℃；环境湿度：78%；天气状况：阴。检测工况：新院区现有射线装置正常运行。

表 8-1 γ 辐射空气吸收剂量率监测方法及监测仪器

监测仪器	检测仪器名称	设备型号	设备自编号	主要参数
	X- γ 剂量率仪	BG9680	ZH-61	量程范围：10nGy/h ~ 200 μ Gy/h 能响范围：15keV ~ 3MeV 响应时间：≤10s
监测仪器 校准证书 编号/日期	证书编号	DLjl2025-03546	检定/校准有 效期	2026 年 03 月 13 日
监测仪器 校准因子	校准点（ μ Sv/h）	0.5	3.06	11.0
	校准因子（ C_f ）	1.01	1.00	1.00

表 8-2 本项目 DSA 机房拟建地及周围 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

测量点号	测量点描述	校正值 \pm 标准差
1	本项目手术室内	0.046 \pm 0.002
2	本项目手术室下方一楼隔震层	0.053 \pm 0.002
3	本项目手术室上方三楼检验科	0.056 \pm 0.001
4	本项目手术室东侧缓冲间	0.054 \pm 0.001
5	本项目手术室东侧病人苏醒间	0.052 \pm 0.002
6	本项目手术室北侧洗手间	0.053 \pm 0.001
7	本项目手术室北侧控制室	0.047 \pm 0.002
8	本项目手术室北侧一次性耗材间 1	0.056 \pm 0.002
9	本项目手术室西侧设备间	0.055 \pm 0.001
10	本项目手术室西侧污物暂存间	0.054 \pm 0.001
11	医院西侧空地	0.073 \pm 0.001
12	医院北侧空地	0.113 \pm 0.001
13	医院东侧道路	0.074 \pm 0.001
14	医院南侧空地	0.074 \pm 0.001

备注：①本次监测结果未扣除宇宙射线响应值。

②点位 1-10 为拟建 DSA 机房场所本底监测，点位 11-14 为医院周围本底监测。

从表 8-3 得出结论：本项目 DSA 拟建场所的 γ 辐射剂量率测量值在 0.046~0.056 $\mu\text{Sv/h}$ 之间；项目周围的 γ 辐射剂量率测量值为 0.073~0.113 $\mu\text{Sv/h}$ 。

DSA 拟建场所 X- γ 辐射剂量率水平与医院背景值相当，属于医院正常 X- γ 辐射水平。

本项目拟建场所属于所在区域正常辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与污染源

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 施工期工艺分析

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，依托新院区医技楼，该楼已于 2019 年 3 月 11 日取得楚雄州生态环境局武定分局准予行政许可决定书（武环许准〔2019〕4 号），目前正在开展竣工环境保护验收工作。本次环评施工期仅涉及少量的隔墙砌筑、墙体开门及设备安装，主要评价内容为机房防护装修施工及设备安装调试。

环评要求：严格按照设计方案进行防护施工，隐蔽工程需留下影像资料，如：机房地面及墙体防护涂料施工、顶棚防护涂料板安装、防护门及铅玻璃安装、通风管穿墙防护、电缆穿墙防护等影像资料，以备后期查验。

本次建设 DSA 手术室及其配套辅助用房主体结构已建设完成，主要施工内容为隔墙砌筑、墙体开门、辅助用房装修及 DSA 机房屏蔽防护装修施工、设备安装及调试，主要污染物有施工粉尘、噪声、装修废气、建筑垃圾、生活垃圾、生活污水、少量电离辐射、氮氧化物和臭氧。

1、机房防护装修施工

机房防护装修施工会产生以下环境问题：

硫酸钡涂料涂刷、硫酸钡板安装、机房门安装、铅玻璃安装、排风系统及供电系统安装时产生的扬尘、装修废气、废水和固体废弃物等。

本项目施工期会对周围声环境质量产生一定影响，但本项目工程量小，施工期短，通过围挡、合理安排施工作业时间，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生的影响较小，影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。施工所产生的少量生活污水依托医院已建成的污水处理站处理达标后排入市政污水管网，施工所产生的少量生活垃圾经收集后委托环卫部门清运处置。在建设施工中采取湿法作业，尽量降低扬尘对周围环境的影响。建设施工所产生的少量建筑垃圾送当地指定的建筑垃圾处置场处置。

2、辅助用房装修

辅助用房装修施工会产生以下环境问题：

辅助用房装修施工需要部分墙体修砌、墙体开门，辅助用房需要装饰装修。施工时钻机、切割机等会产生一定的噪声、扬尘、施工废水及建筑垃圾，装修时会产生扬装修废弃物、噪声和装修废气等。

本项目施工期会对周围声环境质量产生一定影响，但本项目工程量小，施工期短，通过围挡、合理安排施工作业时间，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生的影响较小，影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。施工所产生的少量生活污水依托医院已建成的污水处理站处理达标后排入市政污水管网，施工所产生的少量生活垃圾经收集后委托环卫部门清运处置。在建设施工中采取湿法作业，尽量降低扬尘对周围环境的影响。建设施工所产生的少量建筑垃圾送当地指定的建筑垃圾处置场处置。

3、设备安装调试的污染分析

设备安装主要污染物是运输器械产生噪声及包装废弃物，调试阶段产生电离辐射、臭氧、氮氧化物。本建设项目设备安装和调试由设备供货方专业人员进行，建设方不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警示标识，禁止无关人员靠近。

设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响可接受，本项目调试过程中开机曝光时间很短，臭氧、氮氧化物的产生量很少，经排风系统收集排放对周围环境影响较小。设备安装产生的固体废物能回收利用的回收利用处置，不能回收利用的送当地指定的建筑垃圾处置场处置。

施工工序及产污见图 9-1。

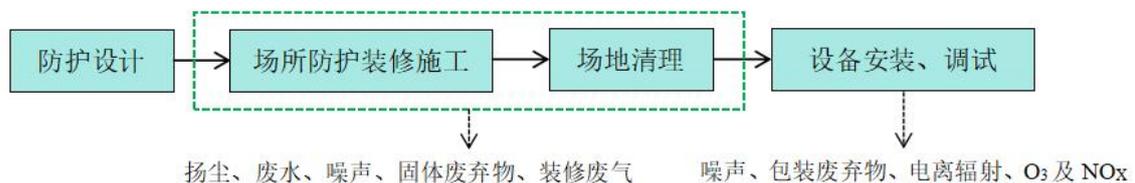


图 9-1 施工期施工工序及产污位置图

4、工程进度计划

①装修施工预计：2025 年 8 月 1 日~2025 年 10 月 1 日。

②设备安装、调试预计：2025 年 10 月 1 日~2025 年 10 月 7 日。

9.1.2 运营期工程设备与工艺分析

1、设备组成

数字减影血管造影机（DSA）主要组成部分为：C形臂单元、检查床、X射线发生系统、数字平板探测器、监视器和监视器吊架、注射器、控制柜、高压发生器、系统控制台、床边智能控制器等，本项目迁建 DSA 装置外观示意图见图 9-2。



图 9-2 DSA 射线装置整体外观示意图

2、工作原理

射线装置是由产生 X 射线的 X 射线管（X 射线管详见图 9-3）、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置（外围设备）组成。DSA 在透视及减影工作中，X 射线管是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极，当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。DSA 通过

计算机程序进行两次成像，在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来，注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号，两次数相减，消除相同的信号，得出一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，能显示精细的血管结构，且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少、浓度低、损伤小，使用较为安全；通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA 工作原理示意图见图 9-4。

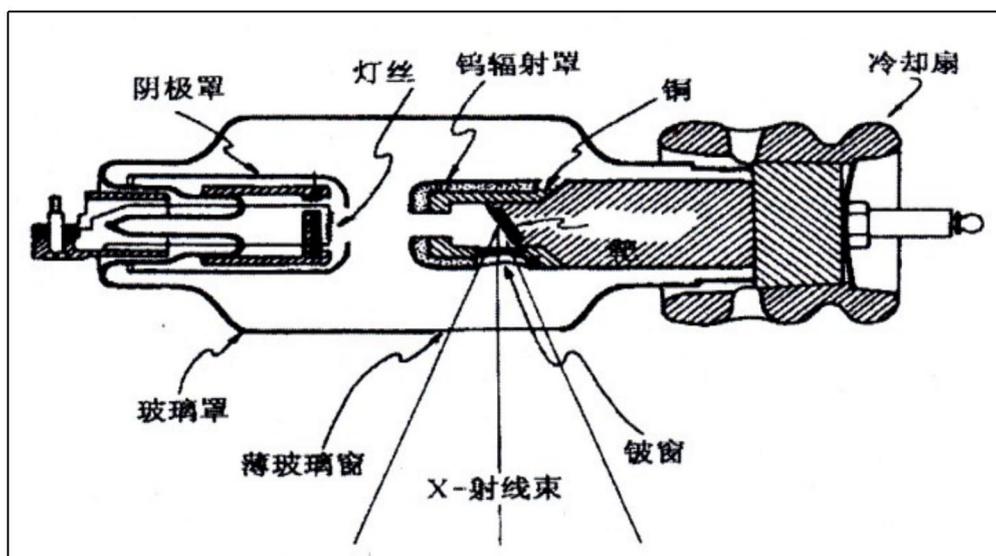


图 9-3 X 射线管图

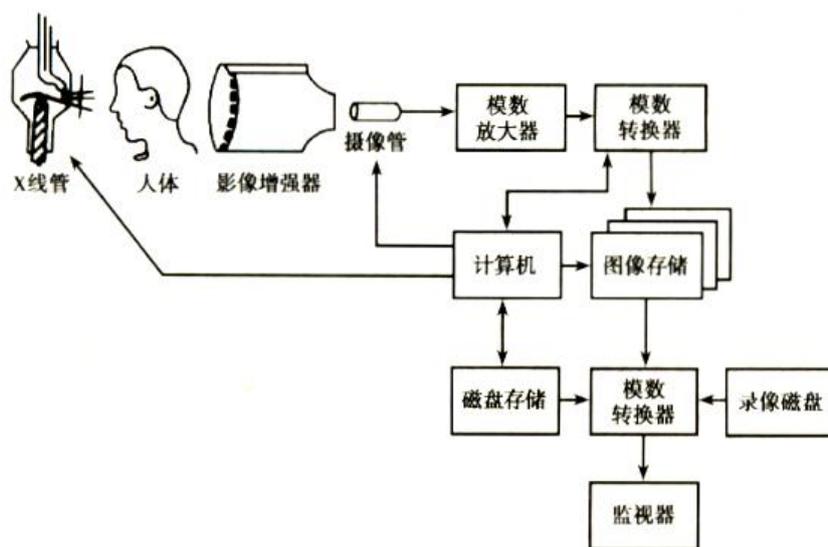


图 9-4 DSA 工作原理示意图

3、DSA 诊疗流程

本项目 DSA 主要用于介入手术。基本流程为：患者仰卧于床上并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达检查治疗部位实行探查、治疗，并留 X 线片记录，检查治疗结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。操作医生在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采取脉冲透视方式，形成实时图像（不能自动保存，需进行手动操作进行保存，曝光时自动更新图像），此时操作医生位于铅帘和铅悬挂防护屏后身着铅服、铅帽、铅围脖在机房内对病人进行直接的介入手术操作，同时由一名护士协助工作。在进行介入手术治疗时，医生在 DSA 脉冲透视曝光下通过机房内显示屏清楚了解手术过程及病人情况。在手术过程中均会使用此操作，并且实际运行中该情况占绝大多数，因此，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。技师采取隔室操作，技师、医生通过铅玻璃观察窗以及电脑显示屏观察机房内病人情况，通过对讲系统与病人交流。医生、护士和技师均在操作间内。

4、产污流程

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，靶头可进行 180°垂直旋转。本项目 DSA 的主射方向为从下往上。注入的造影剂无放射性，同时射线装置均采用先进的数字减影技术，无废显影液、废定影液和废胶片产生。本项目使用的 X 射线装置在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线，产生少量臭氧和微量氮氧化物。

DSA 诊断流程及产污环节示意图见图 9-5 所示：

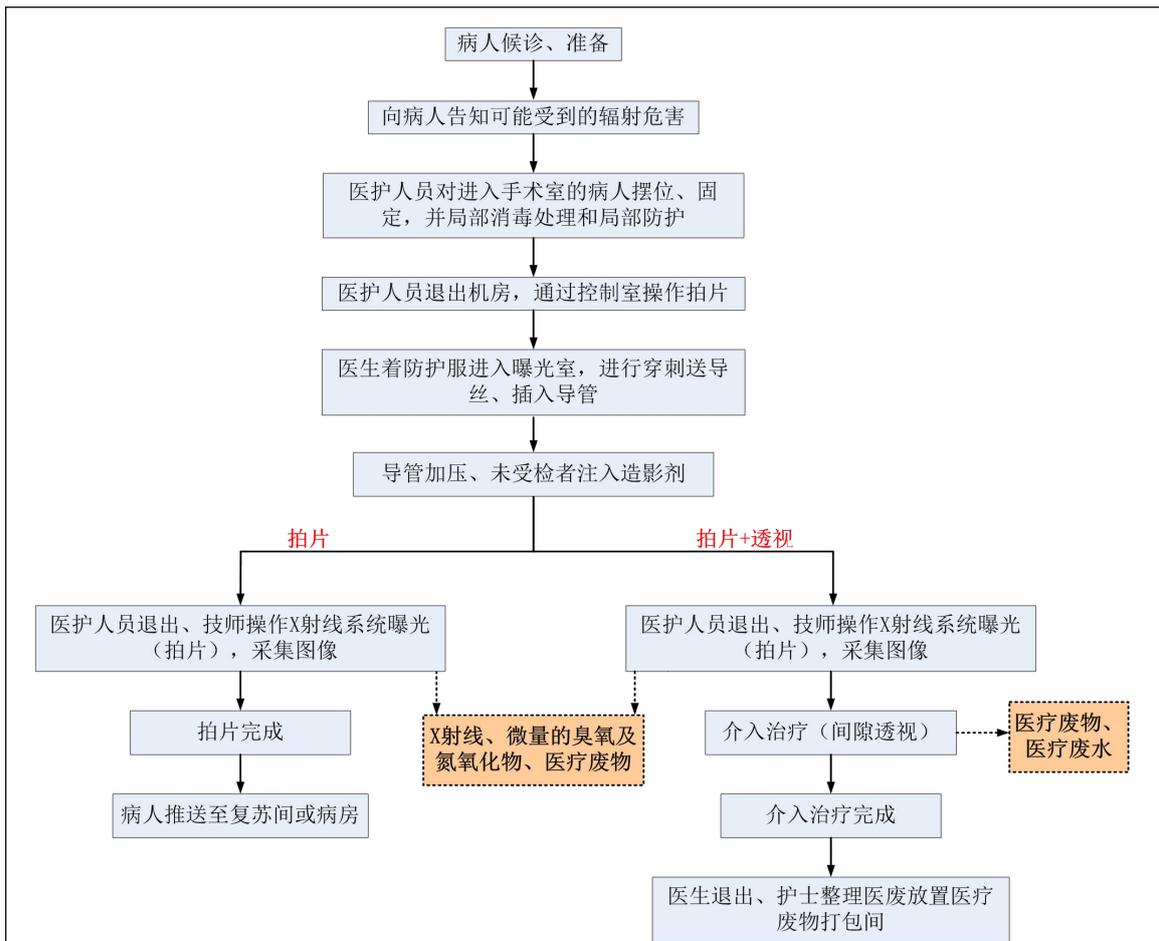


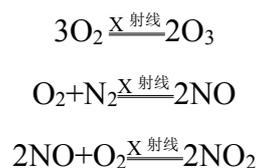
图 9-5 DSA 流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

1、正常工况下污染源

(1) X 射线：X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。X 射线随设备的开机而产生，关机而消失。

(2) 废气（臭氧、氮氧化物）：在 X 射线装置开机及曝光过程中，X 射线穿过空气会导致空气中的 O₂、N₂ 发生一系列化学反应，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：



本项目射线装置开机曝光时间很短，臭氧的产生量很少，而氮氧化物的产生量比臭氧还少得多，故本建设项目只对臭氧进行分析。臭氧在常温常压下可自行

分解，因此不进行定量分析。

(3) 废水：本项目 DSA 射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生。医务人员工作时产生少量的生活废水，介入手术、清洗器械产生少量医疗废水。根据建设单位提供资料，本项目医护人员均为医院原有工作人员，不新增生活污水；介入手术、清洗器械产生少量医疗废水，根据建设单位提供数据，每台手术废水产生量为 $0.3\text{m}^3/\text{台}$ ，每年手术量为 650 台，每天最多 6 台手术，医疗废水量为 $1.8\text{m}^3/\text{d}$ 、 $195\text{m}^3/\text{a}$ ，依托医院污水处理站处理达标后排入市政管网，最终进入武定深隆污水处理有限公司处理。

(4) 噪声：本项目 DSA 机房设置吸顶式换气扇，DSA 机房排风系统换气扇运行时会产生噪声，换气扇选用低噪音类型设备，噪声值 $<50\text{dB}(\text{A})$ ，排风管道上使用减振器降噪处理，经过墙体阻隔和距离衰减后，对周围环境影响不大。

(5) 固体废物：本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理，无废胶片产生；本项目医护人员均为医院原有工作人员，不新增生活垃圾；介入手术产生的医用器具和药棉、纱布、手套（每台手术预估医疗废物量 1kg ），预计手术量最多 $6\text{台}/\text{d}$ ， $650\text{台}/\text{a}$ ，产生医疗废物 $6\text{kg}/\text{d}$ ， $0.65\text{t}/\text{a}$ 。医疗废物暂存于医疗固废暂存间，委托楚雄亚太医疗废物处置有限公司进行定期清运处置。

2、事故工况的污染途径

本项目射线装置是将电能转化成 X 射线能的诊疗设备，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，只有当设备开机时才会产生 X 射线，运行中存在着风险和潜在危害及事故隐患。在意外情况下，可能出现的辐射事故有以下三种：

情形 1：病人通道开关装置发生故障，导致无关人员误入正在运行的射线装置机房受到照射；

情形 2：在病人通道防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；

考虑实际情况，情形 1 和情形 2 按照减影情况下病人通道门点位防护门未关闭时计算，曝光时间 3min 计算。

情形 3：进行介入手术时，机房内的医生违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内职业人员受到照射，以一台手术累计透视时间最长 15min 计算。

以上事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

3、项目主要污染物产生及预计排放情况

本项目主要污染物的产生及预计排放见表 9-1。

表 9-1 项目主要污染物的产生及预计排放情况

类型		污染物名称	产生量	处理措施
大气 污染物	施工期	粉尘、装修废气	少量	洒水降尘、室内通风
	运营期	臭氧、氮氧化物	少量	通排风系统排放。
水污 染物	施工期	施工废水	少量	洒水降尘、回用。
		生活污水	少量	依托医院已建污水处理站处理后排入城市污水管网，最终排入进入武定深隆污水处理有限公司处理。
	运营期	生活污水	/	依托医院已建污水处理站处理后排入城市污水管网，最终排入武定深隆污水处理有限公司处理。
		医疗废水	195m ³ /a	
固体 废物	施工期	生活垃圾	少量	放置垃圾桶收集后，交由环卫部门统一清运。
		建筑垃圾	少量	部分回收利用，不能回收利用的清运至住建部门指定堆放点。
	运营期	生活垃圾	/	放置垃圾桶收集后，交由环卫部门统一清运。
		医疗废物	0.65t/a	采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，定期交由楚雄亚太医疗废物处置有限公司进行清运处置。
噪声	施工期	施工设备	/	合理安排作业时间，围挡阻隔施工。
	运营期	换气扇	/	排风系统的风机，其噪声源强一般低于 50dB(A)。采用加减振措施，经墙壁阻隔、距离衰减，进一步降低噪声影响。
辐射	施工期	/	/	/
	调试	X 射线	/	专业人员进行设备调试
	运营期	X 射线	/	射线装置工作产生的 X 射线经墙体屏蔽和其他有效防护屏蔽后，所致职业和公众照射剂量当量可达到评价标准。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

通过污染源分析可知，本项目运行期间产生的主要污染物为 X 射线以及空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物；手术过程中产生的医疗废物、医疗废水；工作人员产生的生活污水和生活垃圾。针对 X 射线污染、医院将采取以下响应的辐射防护措施：

10.1.1 工作区域管理

本项目 DSA 机房位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，DSA 机房北侧为控制室、男卫生间、女卫生间、男更衣室、女更衣室、一次性耗材间，换鞋间；西侧为设备室、污物暂存间；南侧临空；东侧为洗手间、办公室、值班室、缓冲/换床区、苏醒室、谈话间；楼下为隔震层，楼上为检验科（过道、血型测定室）。

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），辐射工作场所分控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定：

控制区：注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防治污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中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。

本次环评结合项目诊断、介入手术、辐射防护和环境情况特点，本项目控制区和监督区划分情况见表10-1，分区划分示意图见下图10-1。

表10-1 本项目控制区和监督区划分情况一览表

工作场所	控制区（红色）	监督区（黄色）
武定县人民医院新院区 医技楼二楼介入手术室	介入手术室	一次性耗材间 1、控制室、洗手间、设备间、污物暂存间、病人苏醒室、谈话间、缓冲/换床间

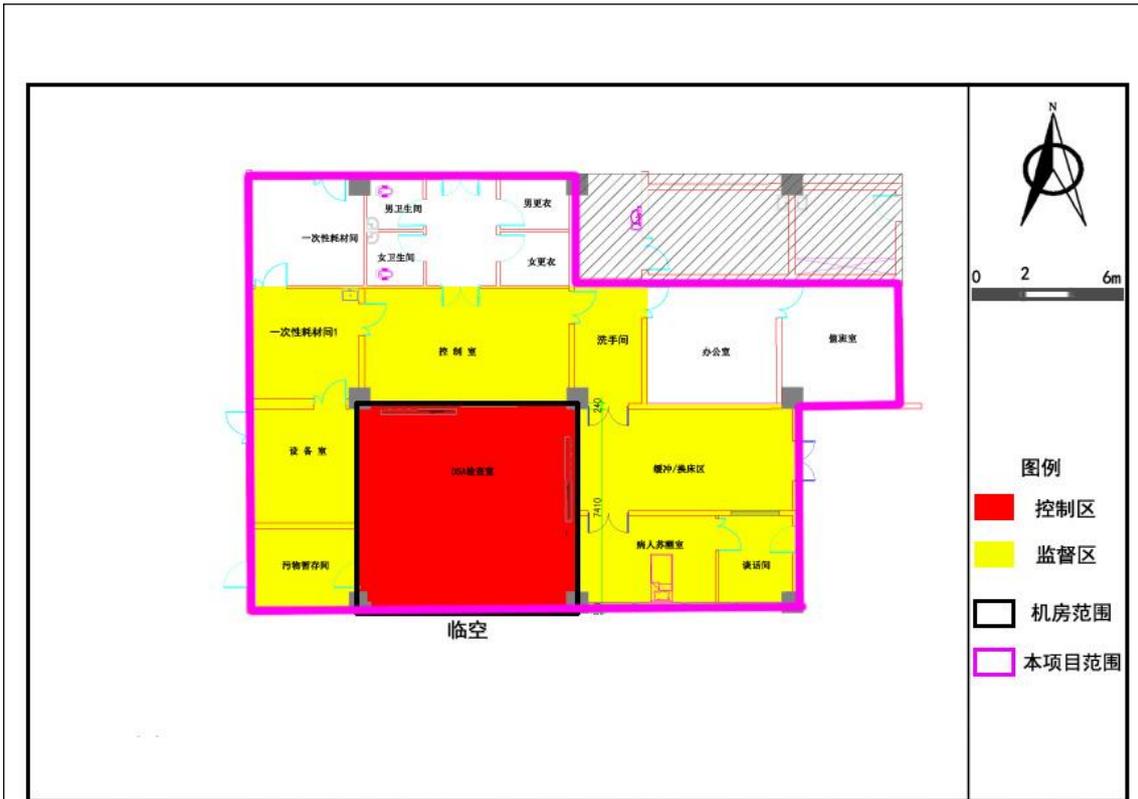


图 10-1 本项目 DSA 机房两区划分示意图

控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

(2) 控制区的防护手段与安全措施

①控制区四周采用实体墙及防护门进行隔离，并在病人通道防护门、医护通道防护门和污物通道防护门上设置“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）附录 F 要求；

②病人通道防护门、医护通道防护门和污物通道防护门设置门禁、门灯连锁，限制人员进、出控制区；设有观察窗用于观察手术室受检者状态及防护门开闭情况；

③按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜；

④定期审查控制区的实际状况，改善防护手段或安全措施或该区的边界。

(3) 监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区的边界，并在醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志；

②在监督区的入口处张贴监督区的标识标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。

10.1.2 辐射安全及防护措施

本项目DSA主要辐射为X射线，对X射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对X射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

1、设备固有措施

本项目DSA从正规厂家购买，仪器本身采取了多种固有安全防护措施：

①本建设项目DSA装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

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，以消除软X射线以及减少二次散射，优化有用X射线谱。设备已提供适应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。影像增强器前面已配置滤线栅，以减少散射影响。

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（如每秒25帧、12.5帧、6帧等可供选择），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配备相应的表征剂量的指示装置：DSA设备已配备有能在线监测表征输出剂量的指示装置。

⑦配备辅助防护设施：DSA设备配备有铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护用品与设施，在设备运行中可用于加强对有关人员采取辐射防护与安全措施。

2、场所设计安全措施

(1) DSA 机房防护

本项目按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中 X 射线设备机房屏蔽防护要求进行设计建设，机房内最小单边长度为 6.8m，机房内有效使用面积 48.62m²，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中规定的“单管头 X 射线机设备机房内最小有效使用面积 20m²，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 机房屏蔽设计情况见表 10-2 及附件 16。

表 10-2 拟建 DSA 机房辐射防护情况一览表

项目	DSA 机房
有效面积	48.62m ²
尺寸	长×宽×高：7.15×6.8×2.7m，最小单边长度 6.8m
手术室四面墙体屏蔽	四周墙体为 240mm 实心砖+48mm 厚硫酸钡涂料，综合铅当量约为 5.5mmPb。
顶棚屏蔽	100mm 混凝土楼板+48mm 硫酸钡板，综合铅当量约为 4.1mmPb。
地面屏蔽	100mm 混凝土楼板+36mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 4.2mmPb。
手术室观察窗屏蔽	铅玻璃进行防护，铅当量为 3mmPb。
手术室三道防护门屏蔽	铅门 3 樘，综合铅当量 3mmPb，机房墙体与门缝的重叠部分大于 10 倍缝隙，患者、医护人员进出防护门设计为电动推拉式门。电动推拉式防护门设置防夹装置，污物通道门设计为平开式防护门，设计安装自动闭门装置。
<p>注：1、根据建设单位提供的“武定县人民医院手术间防辐射专项方案”及其他有关数据，钢筋混凝土的密度为 2.35g/cm³，硫酸钡防护涂料的密度为 3.2g/cm³，实心砖的密度为 1.65g/cm³。</p> <p>2、根据《X 射线和γ射线防护手册》第 73 页表 10，保守按 150kV 条件进行转换，100mm 混凝土楼板相当于 13.3mm 厚硫酸钡涂料；240mm 实心砖相当于 23.1mm 厚硫酸钡涂料；保守按 150kV 条件进行计算，13.3mm 厚硫酸钡涂料相当于 1.2mm 的铅，49.3mm 厚硫酸钡涂料相当于 4.2mm 的铅，71.1mm 厚硫酸钡涂料相当于 5.5mm 的铅。</p> <p>3、16mm 硫酸钡板根据检测报告取值，相当于 0.97mm 的铅，详见附件 17。</p>	

由表 10-2 可知，本项目 DSA 机房的屏蔽防护及机房内使用面积、单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）的要求，机房设计合理。DSA 机房屏蔽平面、剖面示意图如下：

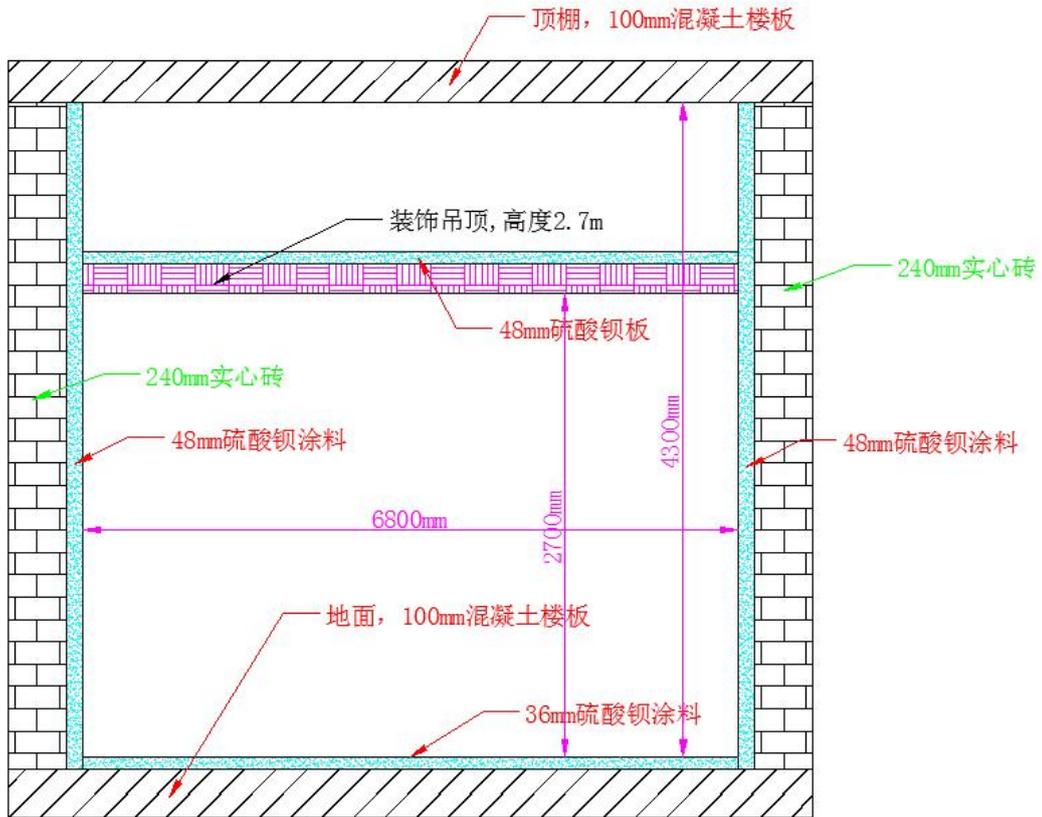


图 10-2 四周墙体、地面、顶棚防护工艺示意剖面图

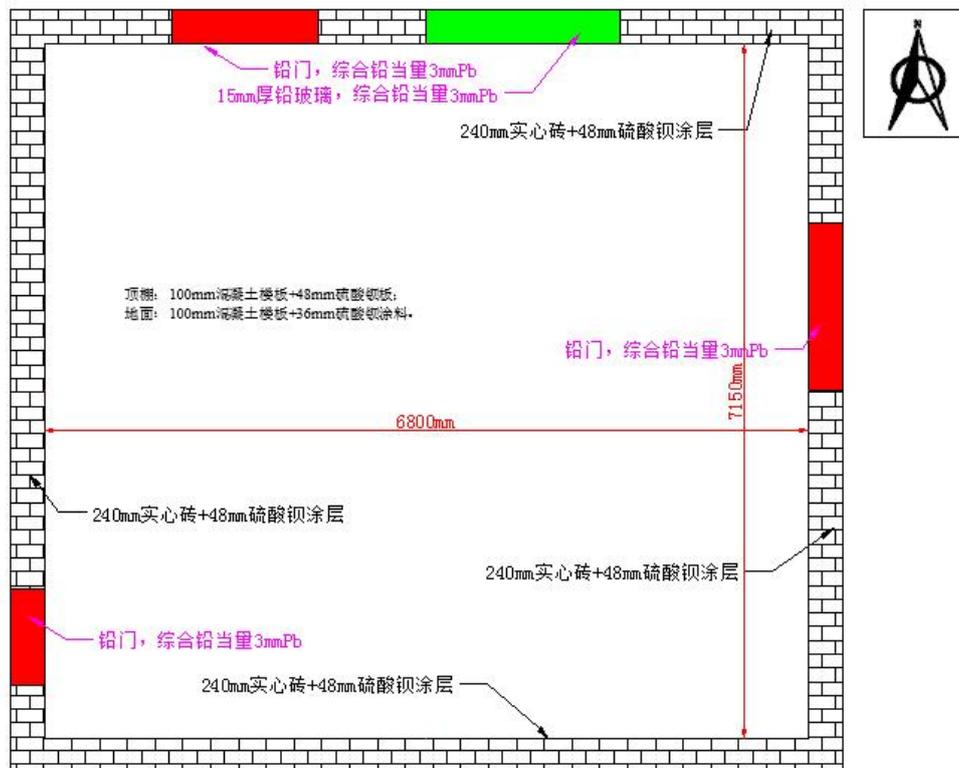


图 10-3 DSA 手术室平面防护设计示意图

综上所述，机房最小单边长度 6.8m，机房内有效使用面积为 48.62m²，满足

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中规定“单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积 20m²，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。DSA 机房防护铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中规定的“有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

（2）其他防护措施

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 手术室拟采取的其他措施有：

①在 DSA 床旁安装铅防护帘，在机头处安装铅悬挂防护屏，这些屏蔽体具有 0.5mmPb 的防护能力。

②医生在手术室内操作时应身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，同时使用铅悬挂防护屏和床侧防护帘进行防护，这些防护用品均具有 0.5mm 铅当量，医生工作时实际受到两次防护，防护能力相当于 1mm 铅当量。

③DSA 手术室供电分上下两路。下路电缆防护：从检查室地面到下方楼板开 $\phi 100\text{mm}$ 孔，天花电缆桥架进入设备间，穿楼板部分处用 3mm 厚铅板包裹（穿墙前后管道包裹长度 200mm）；上路穿墙电缆防护：采用斜穿方式，从检查室采用天花电缆线槽进入控制室及设备间，穿墙部分处用 3mm 厚铅板包裹（穿墙前后管道包裹长度 600mm），能够有效防止射线泄漏。

环评要求：缝隙处采用硫酸钡涂料填充。

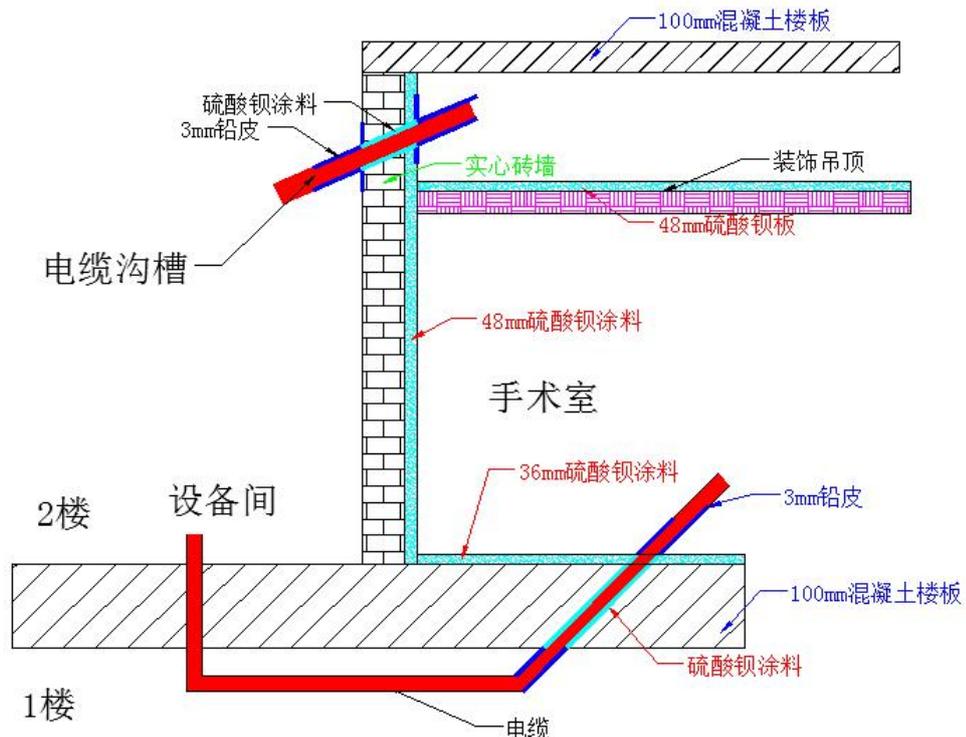


图 10-4 电缆穿墙示意图

④通风管道防护：本手术室不设置进风系统，仅设置排风系统一套，吸顶式换气扇，共一台，房间换气次数为 5 次/h，换风量：780m³/h，额定功率 108w，静压 155Pa，穿墙方式斜穿(斜 45 度)，穿墙部分包裹防护材料 3mm 铅板，功率 108w，静压 155Pa，穿墙前后管道包裹长度 600mm，经风管引至楼顶排放。

环评要求：缝隙处采用硫酸钡涂料填充。

风管穿墙示意图见图 10-5。

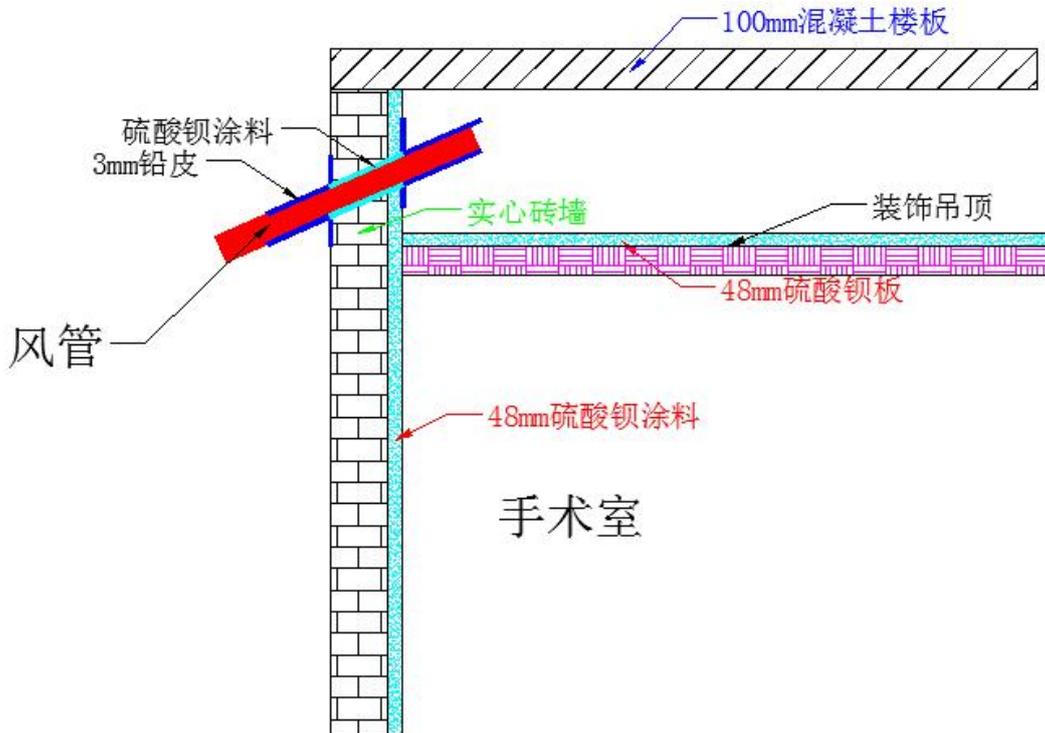


图 10-5 风管穿墙示意图

3、紧急停机按钮

建设单位拟设置紧急停机按钮 2 个，主要用于异常情况下设备紧急停止，1 个位于射线装置控制台上、1 个位于诊疗床操作面板上，各按钮与 DSA 连接。DSA 的 X 线管出束过程中，一旦出现异常，按动任一紧急停止按钮，均可停止出束。

4、门灯联锁装置、电离辐射警示标志

门灯联锁装置、电离辐射警示标志主要警示和防治无关人员误入手术室造成受到误照射。建设单位拟设置门灯联锁装置、电离辐射警示标志 3 套，分别设置在病人通道防护门、医护通道防护门和污物通道防护门处，“当心电离辐射”警示

标志,主要警示人们注意可能发生的危险。门灯联锁装置主要在病人通道防护门、医护通道防护门和污物通道防护门上方,并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,同时,工作状态指示灯能与机房门有效关联。当机房门开启时,警示灯熄灭,机房门关闭时,警示灯开启。严格遵守 DSA 操作规程,加强门灯联锁装置维护,只有在机房完全关闭,工作状态指示灯亮时 DSA 才可出束诊疗,避免医务人员及公众受到误照射。

5、监控系统、对讲装置

本项目采用观察窗观察受检者状态及防护门开闭情况,为方便辐射工作人员更好与病人交流,设置对讲装置 1 套,对讲装置分别设置在控制室及手术室设备上,通过对讲装置及时沟通病人。

6、个人防护用品、监测仪器

防护用品:本项目拟为辐射工作人员配备 0.5mmPb 的铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品各 5 套,为受检者配备 0.5mmPb 围裙或方巾 2 套、颈套 2 套,铅橡胶帽子 2 个,详见表 10-3。

表 10-3 个人防护用品配备表

放射检查类型	GBZ130-2020 要求	拟配备个人防护用品和辅助防护设施	是否满足要求
介入放射学操作	个人防护用品: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	工作人员:已配备 0.5mmPb 的铅衣 5 套、铅围脖 5 个、介入防护手套 5 套、铅防护眼镜 5 副、铅帽 5 件	满足
	辅助防护设施:铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护帘 选配:移动铅防护屏风	辅助防护设施:已有铅悬挂防护屏 1 个、床侧防护帘 1 个	满足
	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	受检者:已配备围裙或方巾 2 套、颈套 2 套,铅橡胶帽子 2 个(其中成人 1 套、儿童 1 套)	满足

根据表 10-3,医院拟为工作人员配备的个人防护用品满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)要求。

监测仪器:医院需购买 1 台便携式辐射监测仪,拟为每位辐射工作人员配备个人剂量计,已有个人剂量报警仪 1 台,拟购买 1 台个人剂量报警仪。

7、时间防护

在满足手术要求的前提下，每次使用 DSA 诊疗前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的手术方案，选择合理可行的射线照射参数，减少照射时间。

介入手术医生穿戴铅防护用品、佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪进入 DSA 机房进行介入手术，产生紧急情况时，介入医生按下治疗床上的紧急停机按钮或操作室人员按下操作室紧急停机按钮，停止 X 射线出束，不定期用便携式辐射监测仪对 DSA 机房周围进行监测，发现异常，及时处理，减少对外围人员的照射。

10.1.3 与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）的符合性分析

本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）符合性分析，见表 10-4。

表 10-4 本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）符合性分析

序号	标准要求	本项目情况	符合情况
1	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 设备的主射方向自下向上，有用线束直接照射位置为顶棚，未直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	符合
2	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 机房楼上为检验科（过道、血型测定室），楼下为隔震层，北侧为控制室、男卫生间、女卫生间、男更衣室、女更衣室、一次性耗材间、换鞋间；西侧为设备室、污物暂存间；南侧临空；东侧为洗手间、办公室、值班室、缓冲/换床区、苏醒室、谈话间；机房四周及楼上、楼下设计有相应的屏蔽防护措施，经屏蔽后辐射对机房四周（含楼上）场所的人员影响较小。	符合
3	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；	本项目 DSA 设备设有单独的机房，机房装修后有效面积为 48.62m ² （7.15m×6.8m），机房最小有效使用面积及最小单边长度满足要求。	符合
4	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、改建和扩建项目核技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定	本项目 DSA 机房的有效面积为 48.62m ² （7.15m×6.8m），大于 20m ² ，机房最小单边长 6.8m，大于 3.5m，机房有效使用面积及最小单边长度满足要求。	符合

	“单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）机房内最小使用面积不小于 20m ² ，机房内最小单边长度不小于 3.5m”		
5	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 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求”的规定“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均不得小于 2mmPb”。	DSA 机房四周墙体：四周墙体为 240mm 实心砖+48mm 厚硫酸钡涂料，综合铅当量约为 5.5mmPb；顶棚为 100mm 混凝土楼板+48mm 硫酸钡板，综合铅当量约为 4.1mmPb；100mm 混凝土楼板+36mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 4.2mmPb；均满足标准 2mmPb 的要求。	符合
6	6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足“表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求”的规定“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均不得小于 2mmPb”的要求。	拟建 DSA 机房观察窗采用铅玻璃进行防护，玻璃厚度为 15mm，铅当量为 3mmPb；DSA 机房铅门综合铅当量 3mmPb，均满足标准 2mmPb 的要求。	符合
7	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。	本项目机房设有观察窗其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
8	6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合
9	6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	DSA 机房内设置通排风系统，换气量不小 780m ³ /h，通风良好。	符合
10	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。	病人通道防护门、医护通道防护门和污物通道防护门均设有电离辐射警告标志；门上方有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；并设有门灯连锁装置，候诊区设置放射防护注意事项告知栏，提醒无关人员注意辐射安全，防止无关人员进入。	符合
11	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连锁。	DSA 机房拟安装 1 樘平开机房门，门内设置自动闭门装置；2 樘电动推拉防护门，门内设有闭门装置，DSA 曝光时，门外工作状态指示灯为红色；工作状态指示灯能与机房门有效连锁。	符合
12	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目电动推拉门设有防夹装置，可以保证人员出入安全。	符合
13	6.4.7 受检者不应在机房内候诊；	受检者不在机房内候诊，手术前，	符合

	非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	患者在缓冲间做好手术准备，由医护人员推至 DSA 机房内手术，陪检人员均在外等候，不进入 DSA 机房。	
14	6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。	机房出入口分别位于西北角、西南角和东南侧，均处于散射辐射相对低的位置。	符合
15	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 个人防护用品和辅助防护设施配置要求”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。	防护用品：工作人员：已配备 0.5mmPb 的铅衣 5 套、铅围脖 5 个、介入防护手套 5 套，受检者：铅防护眼镜 5 副、铅帽 5 件；已配备围裙或方巾 2 套、颈套 2 套，铅橡胶帽子 2 个（其中成人 1 套、儿童 1 套）；辅助防护设施已配备铅悬挂防护屏 1 个、床侧防护帘 1 个。	符合
16	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。	医院为本项目医护工作人员配备相关防护用品，除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量均为 0.5mm，保证医护人员手术期间的防护需求；医院为受检者配备相关防护用品，包括 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾和铅橡胶颈套、铅橡胶帽子；若需配备移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。	符合
17	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。	为儿童（受检者）的 X 射线检查配备儿童款围裙、颈套、铅橡胶帽子等保护相应组织和器官的防护用品和辅助防护设施 1 套，铅当量均为 0.5mmPb。	符合
18	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。	个人防护用品均妥善存放，不折叠放置。	符合

综上，本项目符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）相关要求。

10.1.4 环保设施及投资分析

为了保证射线装置利用项目工作安全持续开展，建设必要的环保设施，配置监测仪器和个人防护用品。具体环保设施及投资见表10-5。

今后在实践中应根据国家发布的法规内容，结合医院的实际情况，及时补充必要的设施、设备，使之符合国家法规和满足实际需要。

表 10-5 本项目环保投资估算一览表

类别	设备、机房、人员	环保设施	投资金额(万元)	备注
废气处理	机房	1套通排风系统	3	新增
电离辐射防护	辐射防护主体设施工程费用	机房墙体、铅门、铅玻璃、防护涂料、硫酸钡板的安装施工	47	新增
		铅悬挂防护屏、床侧防护铅帘		依托原有
	专用防护设计	工作状态指示灯3套、门灯联锁装置3套、对讲系统1套、紧急按钮2个		新增
	规章制度	规章制度上墙		新增
	警示标识	电离辐射警示标志3套、两区分划地贴等		新增
个人防护用品	项目涉及设备	工作人员：配备0.5mmPb的铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子等共5套；受检者：围裙或方巾2套、颈套2套，铅橡胶帽子2个，（成人1套，儿童1套）	0	依托原有
监测仪器	项目涉及设备	便携式辐射环境检测仪1台，个人剂量报警仪1台，工作人员配备个人剂量计8个	2	新增
		个人剂量报警仪1台，工作人员配备个人剂量计14个	0	依托原有
辐射项目环境影响报告	--	环境影响报告		--
辐射项目竣工环境保护验收	--	竣工验收监测	9.8	--
其余检测服务	--	设备性能、防护等检测服务		--
事故应急	应急物资储备	辐射应急药品、监测设备、防护装备等应急物资储备及演练	3	--
合计			64.8	--

本项目总投资约94万元，环保投资约64.8万元，占总投资的68.94%。

10.2 三废的治理

1、废气治理措施

本项目DSA曝光过程中会产生臭氧、氮氧化物，DSA手术室安装1套排风系统，换气量不小于780m³/h，经排风系统排至室外，经自然稀释后对周围

环境影响不大。

2、废水治理措施

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水和介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托现有污水处理系统处理达标后经市政管网排入武定深隆污水处理有限公司处理。

3、固体废弃物治理措施

本项目 DSA 采用数字成像，根据病人的需要刻录光盘和打印胶片，光盘和胶片由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物暂存间，定期由楚雄亚太医疗废物处置有限公司进行清运和处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后委托环卫部门定期清运。

4、噪声治理措施

本项目 DSA 机房设置独立净化空调机组，通排风系统运行时会产生噪声，排气风机选用低噪音类型设备，噪声值 $<50\text{dB(A)}$ ，排风管道上使用减振器降噪处理，经过墙体阻隔和距离衰减后，对周围环境影响不大。

综上所述，医院针对 DSA 机房产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 装修施工的环境影响

本次环评施工期仅涉及少量隔墙砌筑、墙体开门、辅助用房装修及 DSA 机房屏蔽防护装修施工、设备安装及调试，主要污染物有施工粉尘、噪声、装修废气、建筑垃圾、生活垃圾、生活污水、少量电离辐射、氮氧化物和臭氧等。主要影响如下：

1、大气环境影响分析

墙体修砌、辅助用房及机房装修会产生少量扬尘、装修废气，但这方面的影响仅局限在医院内部。在装修时通过采用“环保型”油漆及涂料，洒水降尘、加强通风、保持场所洁净、湿润将扬尘降至最低，对周围环境产生的影响可接受。

2、声环境影响分析

本项目建设过程中会产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。选用低噪声设备，合理安排施工进度和作业时间，严禁夜间（22:00~6:00）施工作业。采取以上措施后，对外部声环境影响不大。

3、水环境影响分析

本建设项目施工期间，施工人员生活会排放一定少量的生活污水，依托医院现有污水处理站处理达标后经市政污水管网排入武定深隆污水处理有限公司处理，对周围水环境影响较小。

4、固体废物

本建设项目固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。

①生活垃圾

本建设项目施工期生活垃圾产生量较少，应妥善处置，保持施工区域环境的洁净卫生。生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置，在施工活动中，禁止破坏城市生态环境和随意抛撒垃圾的行为。

②建筑垃圾

本建设项目产生建筑垃圾主要是包装袋、包装箱、碎木块、废水泥、废砖块等。建筑垃圾定点堆放，充分回收可利用的建筑垃圾后，由施工单位或承建单位与市政

部门联系外运至指定的建筑垃圾处置场处理。

综上，本建设项目工程量较小，施工期短。通过控制作业时间，合理安排好各种噪声施工机械使用时间，避开午休时间，禁止夜间施工，采用围挡，加强施工现场管理等手段，对周围环境影响不大。施工影响随着工程的结束而消失。

11.1.2 安装调试阶段环境影响分析

射线装置安装由厂家专业人员完成，医院不得自行拆卸、安装设备。设备安装调试时，确保各项屏蔽措施落实到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志与警戒线，禁止无关人员靠近，操作人员必须持证上岗并采取足够安全的个人防护措施，人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响可接受，本项目调试过程中开机曝光时间很短，臭氧、氮氧化物的产生量很少，经排风系统收集排放对周围环境影响较小。

11.2 DSA 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目运营期主要环境问题是射线装置开机曝光时产生的 X 射线。

本环评采用预测方法分析本项目设备在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响。

根据医院提供的资料，DSA 机房防护及设备参数见下表。

表 11-1 本项目 DSA 机房防护及设备参数一览表

DSA 机房防护设施					
四周墙体	顶棚	地面	防护门	观察窗	医护人员防护
四侧墙体为 240mm 实心砖+48mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 5.5mmPb。	100mm 混凝土楼板+18mm 硫酸钡板，综合铅当量约为 4.1mmPb。	100mm 混凝土楼板+36mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 4.2mmPb。	综合铅当量 3mmPb	玻璃厚度为 15mm，铅当量为 3mmPb	铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品 (0.5mmPb)
DSA 设备					
技术参数	过滤材料	照射野	工作模式		
			减影	透视	
最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA	3.0mmAl	400cm ²	最大常用电压 95kV，最大常用电流 600mA	最大常用电压 75kV，最大常用电流 12mA	

根据《血管造影用 X 射线装置辐射环境分析》（周海强，彭海波，环境保护前沿, 2023, 13(3): 578-579)及 NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节指出：在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此血管造影用 X 射线装置屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次屏蔽计算重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

本项目配置的射线装置具有自动调强功能，为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留不小于 30% 的裕量，即管电压控制在 100kV 以下。本项目保守取医院减影和透视常用最大运行工况的参数进行计算。

1、关注点位设置

本项目关注点的选取主要考虑可能对工作人员或公众产生影响的区域。DSA 在使用时，机头会在床旁一定范围移动，在屏蔽计算时，保守取设备球管靶点到四周墙壁最近处、观察窗和防护门外 0.3m 处，顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。人员受照剂量当量可能最大的位置作为关注点。DSA 机房外各关注点位置，见图 11-1 和图 11-2。

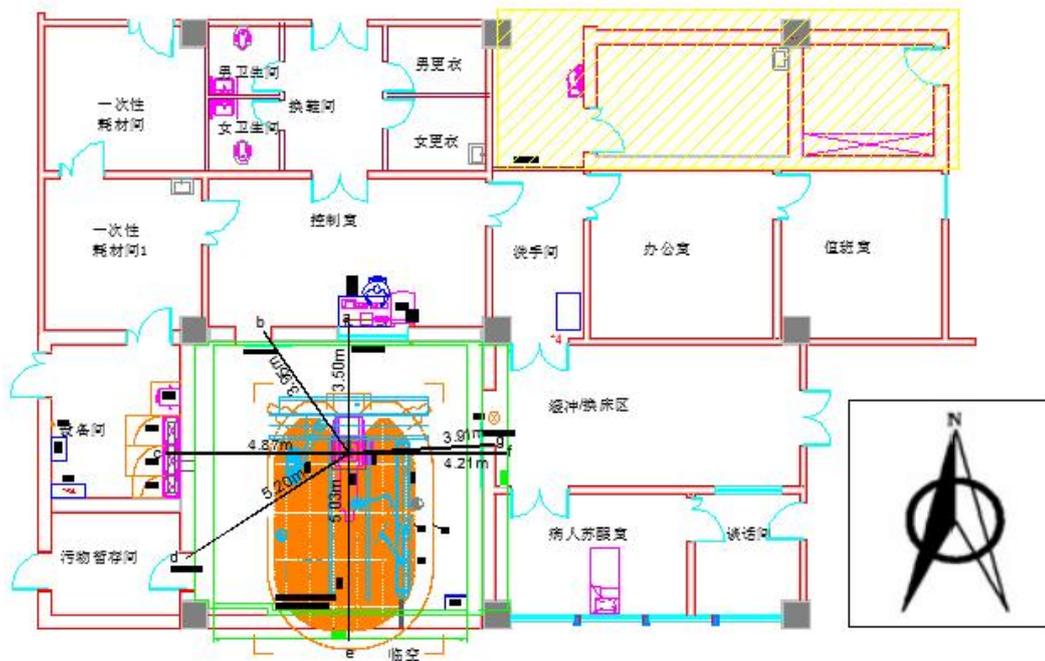
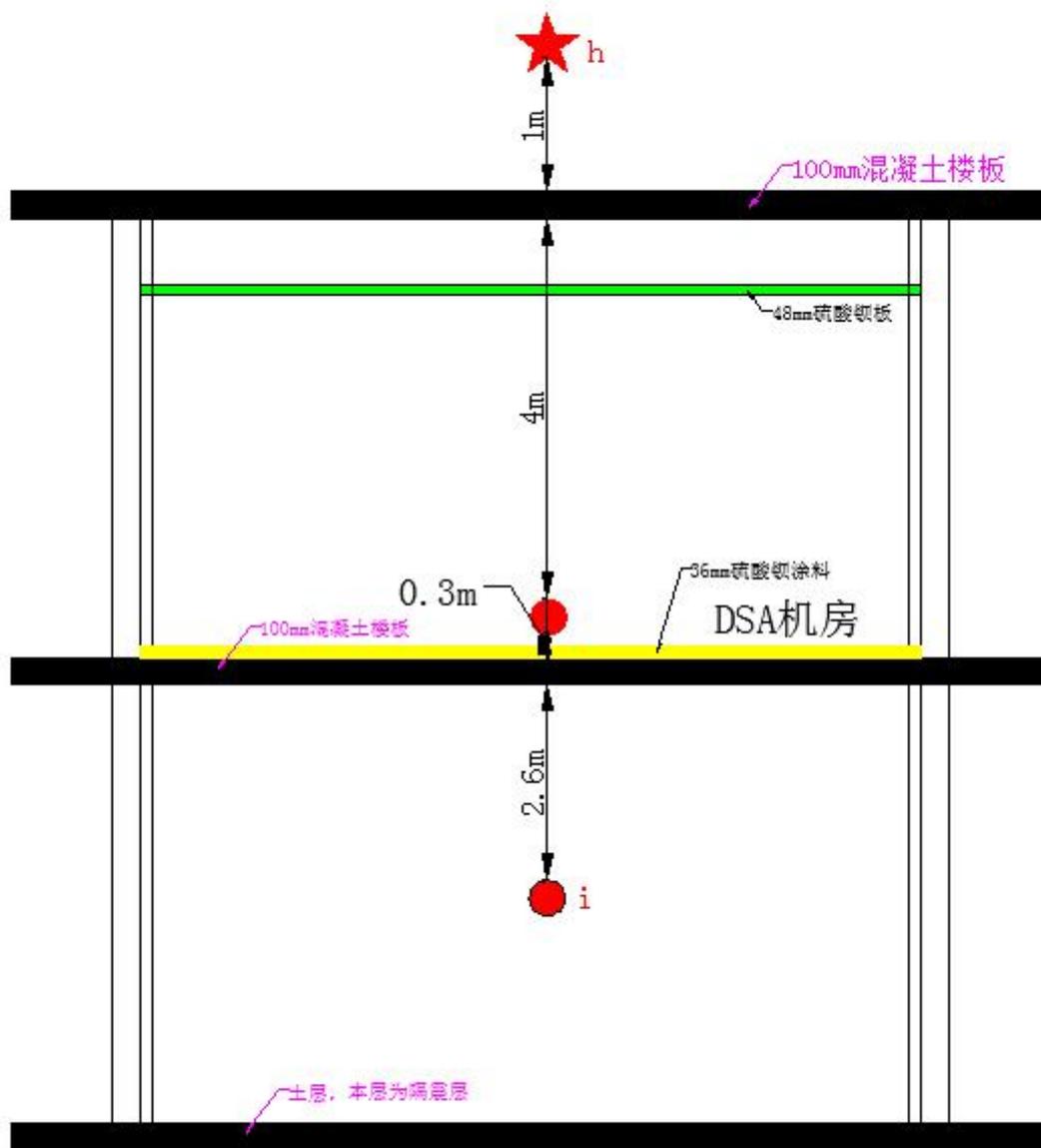


图 11-1 DSA 机房外各关注点位置图



注：以上距离未包含楼板厚度

图 11-2 DSA 机房楼上楼下关注点位置示意图

根据 DSA 机房外各关注点位置，各关注点距离见表 11-2。

表 11-2 DSA 机房外各关注点距离

编号	关注点位置	靶距关注点的距离 (m)
a	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	3.50
b	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	3.95
c	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	4.87
d	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	5.20

e	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	5.03
f	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	4.21
g	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	3.91
h	DSA 机房上方（距顶棚地面 100cm）	4.11
i	DSA 机房下方（距楼下地面 170cm）	3.00

2、本项目关注点的辐射环境影响分析

根据《辐射防护导论》（方杰主编）中 X 射线机剂量率计算公式（3.1）而来，计算对距离靶点 r（m）处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，根据式 11-1 计算。

$$\dot{K}_a = I\delta_x(r_0/r)^2 \dots\dots\dots \text{（式 11-1）}$$

式中：

\dot{K}_a —对距离靶点 r（m）处的由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率； mGy/min；

I—管电流； mA；

δ_x —发射率常数， mGy/mA·min，根据《辐射防护导论》附图 3 可知，X 射线过滤材料为 3.0mmAl，本项目减影 95kV 电压下，发射率常数为 5.5mGy·m²/(mA·min)，透视 75kV 电压下，X 射线过滤材料为 3.0mmAl，发射率常数为 3.6mGy·m²/(mA·min)。

$r_0=1\text{m}$ ；

r—计算点距靶点的距离（m）。

根据式 11-1 计算距离靶点 1m 处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，详见下表；

表 11-3 距离靶点 1m 处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率

设备	运行模式	过滤材料 (Al) 厚度 (mm)	距靶 1m 处的发射率常数 (mGy·m ² /mA·min)	最大常用电压 (kV)	最大常用电流 (mA)	距靶 1m 处空气比释动能率 (μGy/h)
DSA	减影	3.0	5.5	95	600	1.98×10 ⁸
	透视	3.0	3.6	75	12	2.59×10 ⁶

《辐射防护导论》：由于在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动

能 K 与以 Gy 为单位的吸收剂量指数 D_I ，以及以 Sv 为单位的剂量当量指数 H_I 数值上几乎相等，因此，也可用(3.1)式算出距离极靶 r(m)处的吸收剂量指数率 \dot{D}_I ，或剂量当量指数率 \dot{H}_I 的数值。据此做以下计算。

(1) 散射辐射剂量率估算

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）附录 C 计算，见公式 11-2。

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

式中：

B——屏蔽透射因子；

X——铅厚度；

α 、 β 、 γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关拟合参数。

根据公式 11-2，DSA 机房各关注点屏蔽散射透射因子计算结果见表 11-4。

表 11-4 DSA 机房各关注点散射透射因子计算结果

模式	关注点位置	屏蔽铅当量 (mmPb)	α	β	γ	B
95kV 减影模式	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31×10^{-5}
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31×10^{-5}
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	5.5	2.507	15.33	0.9124	1.20×10^{-7}
	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31×10^{-5}
	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	5.5	2.507	15.33	0.9124	1.20×10^{-7}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	5.5	2.507	15.33	0.9124	1.20×10^{-7}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31×10^{-5}
	DSA 机房上方（距顶棚地面 100cm）	4.1	2.507	15.33	0.9124	4.00×10^{-6}
	DSA 机房下方（距楼下地面 170cm）	4.2	2.507	15.33	0.9124	3.11×10^{-6}
75kV 透视模式	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}

DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	5.5	3.067	18.83	0.7726	3.71×10 ⁻⁹
DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93×10 ⁻⁶
DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	5.5	3.067	18.83	0.7726	3.71×10 ⁻⁹
DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	5.5	3.067	18.83	0.7726	3.71×10 ⁻⁹
DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93×10 ⁻⁶
DSA 机房上方（距顶棚地面 100cm）	4.1	3.067	18.83	0.7726	2.72×10 ⁻⁷
DSA 机房下方（距楼下地面 170cm）	4.2	3.067	18.83	0.7726	2.00×10 ⁻⁷

注：（1）减影电压保守按 100kV（散射），透视电压保守按 90kV 选取拟合参数。本项目 DSA 减影最大管电压 95kV，透视最大管电压 75kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV 和 95kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV 和 100kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数。

根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》（第一分册）中公式（10.8）、（10.9）、（10.10）等公式演化而来，病人体表散射屏蔽估算公式如下式 11-3。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{(d_0)^2 \cdot (d_s)^2} \dots \dots \dots \text{（式 11-3）}$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ 。由表 11-2 计算得，减影工作模式， H_0 取 $1.98 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ；透视工作模式， H_0 取 $2.59 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ 。

α ——患者（照射体）对 X 射线的散射比， $\alpha=a/400$ 查《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，摄影和透视保守按 100kV 下取值： $a=0.0013(90^\circ\text{散射})$ ；

s ——散射面积， cm^2 ，根据建设单位提供资料本次取 400cm^2 ；

d_0 ——源与患者（照射体）的距离，m，取 0.8m；

d_s ——患者（照射体）与预测点的距离，m；

B ——屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算同式 11-2。

本项目 DSA 机房各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果列表见表 11-5。

表 11-5 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	预测点	H_0 ($\mu\text{G y/h}$)	a	S (cm^2)	d_0 (m)	ds (m)	B	H_s ($\mu\text{Gy/h}$)
减影	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	3.50	6.31×10^{-5}	2.07
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	3.95	6.31×10^{-5}	1.63
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	4.87	1.20×10^{-7}	2.03×10^{-3}
	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	5.20	6.31×10^{-5}	9.39×10^{-1}
	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	5.03	1.20×10^{-7}	1.9×10^{-3}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	4.21	1.20×10^{-7}	2.71×10^{-3}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	3.91	6.31×10^{-5}	1.66
	DSA 机房上方(距顶棚地面 100cm)	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	4.11	1.89×10^{-6}	9.52×10^{-2}
	DSA 机房下方(距楼下地面 170cm)	1.98×10^8	0.0013	400	0.8	3.00	3.11×10^{-6}	1.39×10^{-1}
透视	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	3.50	7.93×10^{-6}	3.41×10^{-3}
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	3.95	7.93×10^{-6}	2.68×10^{-3}
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	4.87	3.71×10^{-9}	8.23×10^{-7}
	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	5.20	7.93×10^{-6}	1.54×10^{-3}

DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	5.03	3.71×10^{-9}	7.72×10^{-7}
DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	4.21	3.71×10^{-9}	1.10×10^{-6}
DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	3.91	7.93×10^{-6}	2.73×10^{-3}
DSA 机房上方(距顶棚地面 100cm)	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	4.11	1.08×10^{-7}	8.47×10^{-5}
DSA 机房下方(距楼下地面 170cm)	2.59×10^6	0.0013	400	0.8	3.00	2.00×10^{-7}	1.17×10^{-4}

(2) 泄漏辐射剂量率估算

根据公式 11-2, DSA 机房各关注点漏射透射因子计算结果见表 11-6。

表 11-6 DSA 机房各关注点漏射透射因子结果

模式	关注点位置	屏蔽铅当量 (mmPb)	α	β	γ	B
95kV 减影模式	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14×10^{-5}
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14×10^{-5}
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	5.5	2.500	15.28	0.7557	7.96×10^{-8}
	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14×10^{-5}
	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	5.5	2.500	15.28	0.7557	7.96×10^{-8}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	5.5	2.500	15.28	0.7557	7.96×10^{-8}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14×10^{-5}
	DSA 机房上方(距顶棚地面 100cm)	4.1	2.500	15.28	0.7557	2.64×10^{-6}
	DSA 机房下方(距楼下地面 170cm)	4.2	2.500	15.28	0.7557	2.05×10^{-6}
75kV 透视模式	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	5.5	3.067	18.83	0.7726	3.71×10^{-9}
	DSA 机房西侧污物暂存	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}

	间铅门外 30cm 处					
	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	5.5	3.067	18.83	0.7726	3.71×10 ⁻⁹
	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	5.5	3.067	18.83	0.7726	3.71×10 ⁻⁹
	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93×10 ⁻⁶
	DSA 机房上方(距顶棚地面 100cm)	4.1	3.067	18.83	0.7726	2.72×10 ⁻⁷
	DSA 机房下方(距楼下地面 170cm)	4.2	3.067	18.83	0.7726	2.00×10 ⁻⁷

注：(1) 减影电压保守按 100kV (主束)，透视电压保守按 90kV 选取拟合参数。本项目 DSA 减影最大管电压 95kV，透视最大管电压 75kV，查《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 表 C.2 无 75kV 和 95kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV 和 100kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数。

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，剂量率计算公式参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T 201.2-2011) 中 5.2.1 b) 给出的公式进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H_L ——预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0 \cdot f$ ——距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ，根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》“(77) 用于诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy/h”即 1000 $\mu\text{Gy/h}$ ；

R ——靶点距关注点的距离，m；

B ——屏蔽透射因子，取表 11-6 的值；

f ——对有用束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率。

各预测点位泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表 11-7。

表 11-7 各预测点位泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	R (m)	B	H_L ($\mu\text{Gy/h}$)
减影	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	1.0×10^3	3.50	1.18×10^{-5}	3.38×10^{-3}
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	1.0×10^3	3.95	3.57×10^{-7}	2.65×10^{-3}
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	1.0×10^3	4.87	1.18×10^{-5}	3.36×10^{-6}
	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	1.0×10^3	5.20	1.18×10^{-5}	1.53×10^{-3}
	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	1.0×10^3	5.03	3.57×10^{-7}	3.15×10^{-6}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体 外 30cm 处	1.0×10^3	4.21	1.18×10^{-5}	4.49×10^{-6}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门 外 30cm 处	1.0×10^3	3.91	1.95×10^{-5}	2.71×10^{-3}
	DSA 机房上方 (距顶棚地面 100cm)	1.0×10^3	4.11	1.95×10^{-5}	1.56×10^{-4}
	DSA 机房下方 (距楼下地面 170cm)	1.0×10^3	3.00	4.35×10^{-6}	2.28×10^{-4}
透视	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	1.0×10^3	3.50	1.71×10^{-6}	6.48×10^{-4}
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	1.0×10^3	3.95	2.34×10^{-8}	5.09×10^{-4}
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	1.0×10^3	4.87	1.71×10^{-6}	1.56×10^{-7}
	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	1.0×10^3	5.20	1.71×10^{-6}	2.93×10^{-4}
	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	1.0×10^3	5.03	2.34×10^{-8}	1.47×10^{-7}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体 外 30cm 处	1.0×10^3	4.21	1.71×10^{-6}	2.09×10^{-7}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门 外 30cm 处	1.0×10^3	3.91	3.16×10^{-6}	5.19×10^{-4}
	DSA 机房上方 (距顶棚地面 100cm)	1.0×10^3	4.11	3.16×10^{-6}	1.61×10^{-5}
	DSA 机房下方 (距楼下地面 170cm)	1.0×10^3	3.00	5.02×10^{-7}	2.22×10^{-5}

(3) 床旁手术位剂量率估算

根据医院提供资料, DSA 手术室内仅存在透视操作情况, 对于机房内职业人员,

需考虑透视模式下受到的辐射剂量。参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）表 B.1 和图 I.3 规定：透视防护区检测平面上周围剂量当量率应不大于 400 μ Sv/h。

本项目辐射工作人员在手术室内操作时身穿铅衣、戴铅围脖等，这些防护用品均为 0.5mm 铅当量。本项目 DSA 透视最大管电压 75kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 90kV X 射线辐射衰减的拟合参数 $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ，根据（式 11-2）计算可得，0.5mm 铅当量防护用品对应的屏蔽透射因子约为 0.0252，即医生在透视工况下的最大受照剂量率水平为 10.08 μ Sv/h。

（4）散射和泄漏总辐射剂量率估算

根据表 11-5 和表 11-7 的计算结果，将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表 11-8，以上计算得出的剂量率单位为 μ Gy/h，通过转换因子计算，将剂量率单位换成 μ Sv/h。

表 11-8 各个预测点的总辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率 (μ Sv/h)	泄漏辐射剂量率 (μ Sv/h)	总辐射剂量率 (散射+漏射) (μ Sv/h)
减影	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	2.07	3.38×10^{-3}	2.08
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	1.63	2.65×10^{-3}	1.64
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	2.03×10^{-3}	3.36×10^{-6}	2.03×10^{-3}
	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	9.39×10^{-1}	1.53×10^{-3}	9.40×10^{-1}
	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	1.9×10^{-3}	3.15×10^{-6}	1.90×10^{-3}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	2.71×10^{-3}	4.49×10^{-6}	2.72×10^{-3}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	1.66	2.71×10^{-3}	1.66
	DSA 机房上方（距顶棚地面 100cm）	9.52×10^{-2}	1.56×10^{-4}	9.54×10^{-2}
	DSA 机房下方（距楼下地面 170cm）	1.39×10^{-1}	2.28×10^{-4}	1.39×10^{-1}

透视	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	3.41×10^{-3}	6.48×10^{-4}	4.06×10^{-3}
	DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	2.68×10^{-3}	5.09×10^{-4}	3.19×10^{-3}
	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	8.23×10^{-7}	1.56×10^{-7}	9.8×10^{-7}
	DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	1.54×10^{-3}	2.93×10^{-4}	1.84×10^{-3}
	DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	7.72×10^{-7}	1.47×10^{-7}	9.18×10^{-7}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	1.10×10^{-6}	2.09×10^{-7}	1.31×10^{-6}
	DSA 机房东侧缓冲/换床区铅门外 30cm 处	2.73×10^{-3}	5.19×10^{-4}	3.25×10^{-3}
	DSA 机房上方（距顶棚地面 100cm）	8.47×10^{-5}	1.61×10^{-5}	1.01×10^{-4}
	DSA 机房下方（距楼下地面 170cm）	1.17×10^{-4}	2.22×10^{-5}	1.39×10^{-4}
	床旁手术位	/		10.08

由表 11-8 可知，DSA 机房各关注点（手术位除外）辐射剂量率水平最大值为 $2.08 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）中“周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的限制要求。

2、剂量估算

根据建设单位提供的资料，本项目共配置 11 名辐射工作人员，本项目技师负责在控制室内操作设备，不进入机房。医生进入机房为患者进行手术，护士进行辅助手术，曝光时护士在操作间，不在机房内停留。本项目医生、护士仅从事本项目本科室辐射相关工作，不参与其他射线装置的操作使用，技师操作本项目设备同时负责其他辐射设备操作。

①手术室内医护人员：

DSA 减影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到操作室进行操作，DSA 透视曝光时，医生在手术间内近台操作，护士进行辅助手术，曝光时护士在操作间，不在机房内停留，技师负责在操作室内操作设备。透视模式下需要近台操作医生的受照剂量见表 11-9。

表 11-9 手术室内医生年有效剂量一览表

科室	手术台数	单台手术曝光时间透视时间 (min)	累计年透视时间 (h/a)	最大受照剂量率(μSv/h)	手术室内医生、护士年有效剂量率(mSv/a)
心内科	400	15	100	10.08	1.008
脑血病科	250	15	62.5	10.08	0.63

注：本次环评按一组人员完成本科室全部手术进行计算。

由上表可知，开展心内科介入手术医生所受年有效剂量为 1.008mSv/a，开展脑血病科介入手术医生所受年有效剂量为 0.63mSv/a，均低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号）对职业人员及公众照射的要求。

②手术室外操作间工作人员及公众剂量估算

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围停留的公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此保守选取离辐射工作场所最近的四周环境各关注点及手术室最薄弱点剂量率进行剂量估算，见表 11-10。

表 11-10 项目所致周围环境保护目标所致附加年有效剂量估算

保护名单	位置	散射+漏射剂量率(μSv/h)		手术室年总出束时间(h/a)		年有效剂量估算(mSv/a)	
		减影	透视	减影	透视		
DSA 机房	职业人员	DSA 机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处	2.08	4.06×10^{-3}	32.5	162.5	6.81×10^{-2}
		DSA 机房北侧控制室铅门外 30cm 处	1.64	3.19×10^{-3}	32.5	162.5	3.19×10^{-3}
	公众	DSA 机房西侧设备间墙体外 30cm 处	2.03×10^{-3}	9.8×10^{-7}	32.5	162.5	6.62×10^{-5}
		DSA 机房西侧污物暂存间铅门外 30cm 处	9.40×10^{-1}	1.84×10^{-3}	32.5	162.5	3.09×10^{-2}
		DSA 机房南侧墙体外 30cm 处	1.90×10^{-3}	9.18×10^{-7}	32.5	162.5	6.02×10^{-5}
		DSA 机房东侧缓冲/换床区墙体外 30cm 处	2.72×10^{-3}	1.31×10^{-6}	32.5	162.5	8.86×10^{-5}
DSA 机房东侧缓	1.66	3.25×10^{-3}	32.5	162.5	5.46×10^{-2}		

	冲/换床区铅门外 30cm 处					
	DSA 机房上方(距 顶棚地面 100cm)	9.54×10^{-2}	1.01×10^{-4}	32.5	162.5	3.12×10^{-3}
	DSA 机房下方(距 楼下地面 170cm)	1.39×10^{-1}	1.39×10^{-4}	32.5	162.5	4.55×10^{-3}

操作室工作人员：

根据核算（表 11-10），控制室最大年有效剂量为 0.0681mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号）对职业人员及公众照射的要求。

公众剂量估算

根据核算（表 11-10），手术室四周、楼上及楼下最大年有效剂量为 0.0681mSv/a，位于机房北侧控制室铅玻璃外 30cm 处，满足公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a 要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号）对职业人员及公众照射的要求。

本项目评价范围内其他保护目标经距离衰减和墙体屏蔽防护，均低于 0.0681mSv/a，即一次性耗材间、一次性耗材间 1、男、女卫生间，男女更衣室、换鞋间、放射科、设备间、污物暂存间、洗手间、办公室、值班室、缓冲/换床区、病人苏醒室、谈话间、检验科（过道、血型测定室）、医技楼 3-5 层、隔震层、住院楼、门诊楼、庭院及院内道路等经距离衰减和墙体屏蔽防护后，均小于等于 0.0681mSv/a，满足公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a 要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号）对职业人员及公众照射的要求，故本项目对其造成的影响较小。

3、叠加影响分析

本项目拟配备 11 名辐射工作人员，其中技师 2 人（1 人为新增，1 人从放射科原有辐射工作人员中调用），其余医生、护士 9 人，医生、护士仅从事本项目本科室辐射相关工作，不参与其他射线装置的操作使用，故 9 名医生、护士不进行叠加计算。技师操作本项目设备同时负责其他辐射设备操作，对技师进行叠加计算，本

项目技师从放射科原有辐射工作人员中调用，人员未定，本次评价采用 2024 年技师最大年有效剂量率进行叠加计算，2024 年技师最大年有效剂量率为 0.71mSv/a，叠加后个人最大年有效剂量率为 0.7781mSv/a，未超过管理限值 5mSv/a 要求。

11.2.2 大气环境影响分析

本项目 DSA 在曝光过程中产生的臭氧、氮氧化物量很小，本项目拟在 DSA 手术室内设置 1 套通排风系统，换气量不小于 780m³/h，DSA 曝光过程中产生的废气经排风系统排至室外自然稀释对大气环境影响不大。

11.2.3 水环境影响分析

本项目 DSA 射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生。本项目医护人员均为医院原有工作人员，不新增生活污水；医疗废水产生量为 1.8m³/d、195m³/a，依托医院污水处理站处理达标后排入市政管网，最终进入武定深隆污水处理有限公司处理。

医院污水处理站位于医院西侧，采用“格栅+调节+水解酸化+接触氧化+沉淀+消毒”工艺，规模为 300m³/d。本项目不新增生活污水，医疗废水产生量为 1.8m³/d，废水产生量较少，依托医院污水处理站处理达标后排入市政管网，最终进入武定深隆污水处理有限公司处理，对周边水环境影响较小。

11.2.4 声环境影响分析

本项目 DSA 机房设置吸顶式换气扇，DSA 机房排风系统换气扇运行时会产生噪声，换气扇选用低噪音类型设备，噪声值 < 50dB(A)，排风管道上使用减振器降噪处理，经过墙体阻隔和距离衰减后，对周围环境影响不大。

11.2.5 固体废物环境影响分析

本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理，无废胶片产生；本项目医护人员均为医院原有工作人员，不新增生活垃圾；介入手术产生的医用器具和药棉、纱布、手套（每台手术预估医疗废物量 1kg），医疗废物产生量为 6kg/d，0.65t/a。医疗废物暂存于医疗固废暂存间，委托楚雄亚太医疗废物处置有限公司进行定期清运处置，对周围环境影响较小。

11.3 事故影响分析

根据《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）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐

射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-11。

表 11-11 辐射事故等级分级

事故等级	危害后果
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目迁建一台 DSA，属于 II 类射线装置，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机出束时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 能量不大，曝光时间比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于“一般辐射事故”。

11.3.1 本项目 DSA 事故状态分析

II 类射线装置可能发生的三种事故情形：

情形 1：病人通道开关装置发生故障，导致无关人员误入正在运行的射线装置机房受到照射；

情形 2：在病人通道防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；

考虑实际情况，情形 1 和情形 2 按照减影情况下病人通道门点位防护门未关闭时计算，曝光时间 3min 计算。

情形 3：进行介入手术时，机房内的医生违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内职业人员受到照射，以一台手术累计透视时间最长 15min 计算。

11.3.2 事故情况下环境影响分析

1、不同事故情况下人员受到的有效剂量当量

根据以上可能发生事故可以看出，事故情况下人员均处于非主束方向。

按公式（11-6）、公式（11-7）及公式（11-8），本项目一台手术事故情况下工作人员及公众所受到的有效剂量当量见表 11-12。

$$\dot{X} = I \cdot t \cdot v_{r_0} \cdot \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 \cdot f \quad (\text{式 11-6})$$

$$D = 8.73 \times 10^{-3} \dot{X} \quad (\text{式 11-7})$$

$$H = \mu \times D \quad (\text{式 11-8})$$

式中：

\dot{X} ：离射线装置 r m 处产生的照射量， R ；

I ：管电流（mA）或平均电子束流（ μ A）；

t ：介入性血管造影的累计出束时间，min。

v_{r_0} ：在给定的管电压和射线过滤情况下，距射线装置 r_0 m（ $r_0=1$ m）处，由单位管电流（1mA）造成的照射量率， $R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；根据建设单位提供资料，透视操作最大管电压为 **75kV**、管电流为 **12mA**，第一术者位医生操作位置距离主射束距离 r 约为 0.3m，第二术者位医生操作位置距离主射束距离 r 取 0.8m。第二术者位医生操作位置距离主射束距离 r 一般活动范围为 0.5m~1m 范围，当 r 为 0.5~0.8m 范围内，距离手术床旁近，第二术者位医生工作时除受到铅衣、铅围脖等个人防护用品的防护，还受到床下铅帘的防护，因此实际受到了两次防护，受到有效剂量较小，当 r 为 0.8~1m 范围内，距离手术床旁更远，第二术者位医生工作时实际只受到铅衣、铅围脖等个人防护用品的防护，经过试算，保守取第二术者位医生操作位置距离主射束距离 r 为 0.8m 时，只受到铅衣、铅围脖等个人防护用品的防护，受到有效剂量最大，保守按取 0.8 计算。DSA 过滤板采用 3mmAl，据此查得 1m 处 $v_{r_0}=0.48R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ （查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）236 页，图 4.4c）。事故情况下第一术者位在设备自带铅防护帘防护下，防护能力相当于 **0.5mmPb**。查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）图 10.5e，75kV 时，**本项目保守考虑，0.5mm 铅当量对 X 射线的减弱因子 f 取 0.01**。由于事故不同人员误入位置处于射线非主射束方向，因此照射量率取主射束方向的 **1%**。

r_0 ：距射线装置的单位距离，取 1m；

r ：预测点位距射线装置的距离，m；

f ：防护材料对 X 射线的减弱因子，无量纲；

D ：离射线装置 r m 处产生的空气吸收剂量，Gy；

μ ：转换因子，此处取 1；

H: 有效剂量, Sv。

表 11-12 不同事故情况人员受到的有效剂量当量

事故情况	人员	与射线束之间最近距离(m)	防护情况	曝光方式	曝光时间	DSA 致剂量当量估算 (mSv)
情形 1 情形 2	公众	3.91 (非主射方向)	无防护	减影	3min	0.49
情形 3	职业 (第一术者位)	0.3 (非主射方向)	设备自带铅防护帘 (0.5mm 铅当量), 未穿铅衣	透视	15min	0.08
		0.3 (非主射方向)	未使用铅玻璃防护, 无防护	透视	15min	8.38
	职业 (第二术者位)	0.8 (非主射方向)	无防护	透视	15min	1.18

注: 以正常工作时透视最大管电压 75kV、最大管电流 12mA; 减影最大管电压 95kV, 最大管电流 600mA 进行计算。

从表 11-12 估算结果可以看出:

①情形 1、情形 2: 病人通道开关装置和发生故障, 导致无关人员误入正在运行的射线装置机房受到照射; 在病人通道防护门未关闭时即进行曝光, 造成防护门附近人员受到照射, 这两种情形所致剂量为 0.49mSv, 超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值, 未超过公众 1mSv/a 的国家标准限值, 未造成辐射事故;

②情形 3: 机房内第一术者位在没有穿防护服有铅防护帘遮挡情况下, 一台手术致医生所受剂量为 0.08mSv, 低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值, 第一术者位医生未穿防护服且无铅防护帘遮挡情况下, 一台手术致医生所受剂量为 8.38mSv, 超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值, 未超过职业人员 20mSv/a 的国家标准限值, 未造成辐射事故; 机房内第二术者位医生在没有穿防护服且无铅防护帘遮挡情况下, 一台手术致医生所受剂量为 1.18mSv, 低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值。

2、不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

按公式 (11-6)、公式 (11-7) 及公式 (11-8), 本项目工作人员和公众在不同事故情况下受到超年剂量限值曝光时间的计算见下表 11-13。

表 11-13 不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

事故情况	人员	与射线束之间最近距离	防护情况	年剂量限值	曝光时间
情形 1 情形 2	公众(误入或未撤离)	3.91m	无防护	1mSv	6.08min
情形 3	第一术者位	0.3m	医生在设备自带铅防护帘(0.5mm 铅当量)后操作,未穿防护服,减弱因子为 0.01。	20mSv	59.66h
			医生未使用铅防护帘遮挡,无防护。		0.60h
	第二术者位	0.8m	医生不在铅防护帘后,未穿防护服,无防护。		4.24h

从表 11-13 估算结果可以看出, ①病人通道开关装置发生故障, 导致无关人员误入正在运行的射线装置机房受到照射; 在病人通道防护门未关闭时即进行曝光, 造成防护门附近人员受到照射, 这两种情形受照射时间达到 6.08min 时所致剂量为 1mSv/a, 达到公众年剂量限值, 可造成公众超剂量照射; ②DSA 室内第一术者位医生在未穿防护服有铅防护帘遮挡情况下, 受照射时间达到 59.66h 时所致剂量为 20mSv/a, 达到职业年剂量限值, 可造成职业人员超剂量照射; 在未穿防护服且无铅防护帘遮挡情况下, 受照射时间达到 0.60h 时所致剂量为 20mSv/a, 达到职业年剂量限值, 可造成职业人员超剂量照射; ③DSA 第二术者位医生在未穿防护服且无铅防护帘遮挡情况下, 受照时间达到 4.24h 时所致剂量为 20mSv/a, 达到职业年剂量限值, 达到职业年剂量限值, 可造成职业人员超剂量照射。

《云南省生态环境厅辐射事故应急预案(2022 年修订)》(云环发[2022]4 号)规定: 根据辐射事故的性质、程度、可控性和影响范围等因素, 将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本建设项目可能发生的事故“属于放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超年剂量限值的照射”, 为一般辐射事故。

11.3.3 事故应急措施

(1) 射线装置发生紧急事故时, 应立即按下紧急停止按钮。

(2) 发生辐射事故时(包括: 发生人员误闯、防护门未关到位、手术医师未严格佩戴个人防护用品), 应由当时工作人员进行迅速处置, 包括: 暂停手术和检查;

迅速采取补救措施。

11.3.4 事故风险防范措施

对前述本项目 X 射线装置可能发生的事故情况，为了防止其发生，应采取多种风险防范措施：

情形 1：病人通道开关装置发生故障，导致无关人员误入正在运行的射线装置机房受到照射；

措施：医院定期对铅门开关装置进行维护检查，手术时在防护门完全关闭后方可进行曝光；

情形 2：在病人通道防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；

措施：确认关闭防护门后方可启动设备曝光；

情形 3：进行介入手术时，机房内的医生违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内职业人员受到照射；

措施：医院加强管理，辐射工作人员在进行辐射工作时必须穿戴防护用品，并佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光；

本项目各种安全措施及设施，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中规定要求，医务人员须严格执行各种安全规章制度，按规范正确操作，即可减少或杜绝人员误入和超剂量照射事故的发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款要求“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。”

2024 年 12 月 1 日，武定县人民医院成立放射防护与辐射安全管理委员会（武医字[2024]76 号），担任主任，担任副主任，其他相关科室各部门负责人担任成员，并下设领导小组办公室，具体负责医院放射防护与辐射安全管理委员会的日常工作。明确了领导小组职责。见附件 9。

本项目拟设置 11 名辐射工作人员，其中技师 1 人从放射科原有辐射工作人员中调用，1 人为新增辐射工作人员。心内科医生、护士均为原有辐射工作人员，脑血病科医生、护士均为新增工作人员。其中心内科医生、护士均取得核技术利用辐射安全与防护考核证书，详见附件 18。

本项目 DSA 为 II 类射线装置，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》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号）的规定，医院应尽快安排其余 4 名新增辐射工作人员及从放射科调用原有辐射人员 1 人参加学习、考核，在操作本项目 II 类射线装置前须持证上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

1、规章制度执行与落实情况

根据《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（2021 年版）的相关要求，使用射线装置的单位应当具备健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、辐射工作场所现场监测制度、方案等，制度制定情况见下表。（应急预案见附件 10，规章制度见附件 11）：

表 12-1 管理制度汇总一览表

序号	检查项目		制度制定	是否需要完善	落实情况
1	综合	辐射防护和安全保卫制度	已制定	不需要完善	已落实

2	管理	安全操作规程	已制定	不需要完善	已落实
3		设备检修维护制度	已制定	不需要完善	已落实
4		辐射安全管理机构设置	已制定	不需要完善	已落实
5		射线装置管理制度	已制定	不需要完善	已落实
6	监测	监测方案	已制定	需要完善	需落实
7		监测仪器检验与刻度管理	已制定	不需要完善	已落实
8	人员管理	辐射工作人员资质管理	已制定	不需要完善	已落实
9		辐射工作人员岗位职责管理	已制定	不需要完善	已落实
10		辐射工作人员健康管理制度	已制定	不需要完善	已落实
11		辐射工作人员个人剂量管理	已制定	不需要完善	已落实
12		辐射工作人员培训制度	已制定	不需要完善	已落实
13	事故应急	辐射事故应急管理制度及方案	已制定	需要完善	需落实

医院的辐射安全管理规章制度如下：

(1) 医院已制定了《辐射防护和安全保卫制度》，包括辐射工作的开展应依法办理的手续内容，辐射工作场所应符合法规及标准要求，个人计量监测和健康管理的相关要求，辐射工作人员上岗持证、个人计量和健康管理等相关内容，无需完善。

(2) 医院已制定了《DSA 操作规程及流程》，规定了 DSA 开机、准备和患者信息录入等，运行中图像的处理及 DSA 的正确使用，手术后操作流程及设备关机，无需完善。

(3) 医院已制定了《辐射安全和防护设施维护维修制度》，明确了辐射设备日常维修保养，制定辐射设备定期维护周期，以及对每名工作人员操作要求，无需完善。

(4) 医院成立了成立了放射防护与辐射安全管理委员会，由闫浩担任主任，武联军、彭兴明、刘寿斌担任副主任，其他相关科室各部门负责人担任成员，并下设领导小组办公室，具体负责医院放射防护与辐射安全管理委员会的日常工作。明确了领导小组职责，无需完善。

(5) 医院已制定了《射线装置管理制度》，主要包括射线装置台账制定的详细内容、日常检查、保养等内容，无需完善。

(6) 医院已制定了《武定县人民医院辐射工作监测方案》，主要包括个人剂量监测、放射工作人员健康检查、工作场所监测等相关内容，需根据本项目进行完善。

(7) 医院已制定了《监测仪表使用与校验管理制度》，主要包括对监测仪日常管理、使用及定期送有资质机构进行校验，保证其的可靠性、灵敏度和准确度等相关内容，无需完善。

(8) 医院已制定了《辐射工作人员资质管理》，主要包括工作人员持证上岗、培训以及证书使用等相关内容，无需完善。

(9) 医院已制定了《辐射工作人员岗位职责》，规定了科室主任、射线装置操作岗、介入室岗位职责及相关要求，无需完善。

(10) 医院已制定了《辐射工作人员健康管理制度》，主要包括相关人员上岗前应符合职业健康检查标准，定期开展职业健康检查要求，在职、离职等情况下的相关检查要求等相关内容，无需完善。

(11) 医院已制定了《辐射工作人员个人剂量管理制度》，主要包括个人剂量计佩戴、个人剂量监测的周期、个人剂量档案管理等相关内容，无需完善。

(12) 医院已制定了《辐射工作人员培训管理制度》，主要包括辐射工作人员培训合格证取得，使用科室组织的安全和防护知识培训等相关内容，无需完善。

(13) 医院已制定了《武定县人民医院辐射事故应急预案》，主要包括辐射应急预案的编制依据、目的，工作原则，事故等级划分；应急组织机构成员及职责分工；预防与应急准备，事故报警；应急信息处置及报告，应急响应程序；事故后期处置；应急保障（包含经费保障、物资保障、人员培训、应急演练、公众宣传教育）等相关内容。但需对辐射事故应急预案进行修订，明确应急人员的组织及联系方式，细化应急处置工作程序等相关内容。

综上，医院需要在本项目竣工验收前完成《武定县人民医院辐射工作监测方案》、《武定县人民医院辐射事故应急预案》更新、修订，已制定的其他制度较完备且具有一定的可行性和针对性，能够根据辐射安全管理规章制度对医院辐射工作加强管理，并落实专人负责，确保各项辐射安全管理规章制度落实到位，并

定期对辐射安全控制效果进行评议。从事辐射诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射诊疗工作本建设项目运行后,辐射工作人员必须严格按照各项规章制度开展介入放射工作。辐射安全管理规章制度上墙时尺寸大小要适宜读取查看,并张贴于工作场所墙面醒目处。

12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求,医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和监测仪器,应与辐射类型和辐射水平相适应,包括个人剂量计、个人剂量报警仪、X- γ 辐射监测仪等。

12.3.1 现有核技术利用建设项目监测情况

(1) 现有核技术利用项目验收监测情况

医院现有的核技术利用项目均完成竣工环境保护验收监测。

(2) 个人剂量监测

所有从事放射性工作的医护人员均佩带了个人剂量计,按每季度1次的频次,按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求,建立了个人剂量档案。

(3) 工作场所及环境监测

日常监测:医院配备了一台X- γ 辐射监测仪,对射线装置机房工作场所及其周围环境进行日常监测,监测频次为每季度监测不少于一次,并建立了监测档案。

定期监测:医院委托云南核瑞环境检测有限公司于2024年3月进行了射线装置工作场所监测,完成了各项辐射安全防护工作,依据相关法律法规对单位射线装置的安全和防护状况进行了年度评估,编写了《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》(2024年度)。目前医院各辐射工作场所运行良好,未发生过辐射事故。

12.3.2 辐射监测方案

医院应建立放射性诊疗项目的自行辐射监测方案,每季度1次对项目涉及的设备四周屏蔽措施进行监测、检查;同时接受生态环境部门开展的辐射监督(监测)检查。项目运行过程中,每年应请具有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测,判断射线装置是否处于有效屏蔽状态,防止意外发生。年度监测报告

附录到《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境主管部门。

医院应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时佩戴个人剂量计，每季度定期送相关专业单位监测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。并对监测结果及时分析，若监测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决，监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境主管部门。

1、个人剂量监测

为测量本项目辐射工作人员（医用射线装置操作人员）在一段时间的受照剂量，借以限制辐射工作人员的剂量当量和评价工作场所的安全情况，医院须为本建设项目辐射工作人员配备个人剂量计并进行个人剂量监测（外照射个人剂量监测）。医院设有专人负责个人剂量监测管理（每 90 天送给有资质单位监测一次），并建立辐射工作人员个人剂量档案。

2、工作场所监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应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，包括个人剂量报警仪、X- γ 辐射监测仪等，定期或不定期对项目中涉及的场所四周屏蔽措施进行监测、检查；同时接受生态环境主管部门开展的辐射环境监督（监测）检查。

设备配置：医院为本项目已配备 1 台个人剂量报警仪。拟配备 1 台 X- γ 辐射监测仪，拟配备 1 台个人剂量报警仪。

监测要求：

（1）监测项目：X- γ 辐射空气吸收剂量率；

（2）监测频率：委托有监测资质单位至少每年监测 1 次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；医院每季度自行监测、检查一次，确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行；

（3）监测范围：在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、操作室操作台、机房内

第一术者位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上、楼下区域等)开展 γ 辐射空气吸收剂量率(开关机时各测量一次)监测;

(4) 监测设备或监测单位: 医院所购买的监测仪器需按照国家规定进行计量检定。如果医院不具备监测条件的需委托有监测资质的单位进行监测。

医院针对核技术利用建设项目应制定相应的辐射监测计划, 规定监测项目、监测频次、监测范围等内容, 监测计划见下表 12-2。

表 12-2 项目监测计划一览表

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备
自主监测	X- γ 辐射空气吸收剂量率	每季度至少 1 次	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测; 运行中, 对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测, 并选择部分关注点位(机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、操作室操作台、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等)开展 γ 辐射空气吸收剂量率(开关机时各测量一次)监测	X- γ 辐射监测仪
委托监测	X- γ 辐射空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测; 运行中, 对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测, 并选择部分关注点位(机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、操作室操作台、机房内第一术者位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等)开展 γ 辐射空气吸收剂量率(开关机时各测量一次)监测。	X- γ 辐射监测仪
		编制辐射防护年度评估报告(每年 1 次)		
		辐射安全许可证重新申领		
	职业性外照射个人剂量	每 90 天送给有监测资质的单位监测	本项目辐射工作人员	个人剂量计

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，在该项目建成后针对该项目专门成立辐射事故应急领导小组，并明确小组成员的职责。辐射事故应急小组负责辐射事故的应急处置以及日常工作中的辐射防护管理。

按《云南省生态环境厅突发环境事件应急响应预案（2022年修订）》（云环发[2022]4号）的规定判别，本项目射线装置可能发生的辐射事故为一般辐射事故。一旦发生辐射事故，建设单位应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要应急措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生行政部门报告。

为提高本单位对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障医院职业工作人员和公众的健康与生命安全，医院已制定了辐射事故应急预案（见附件10），应急预案内容主要有：

（1）总则；（2）应急救援组织；（3）预防预警；（4）应急信息处置及报告；（5）应急响应；（6）后期处置；（7）保障措施；（8）培训与演习；（9）应急预案的管理；（10）应急事件的终止程序与后续整改；（11）后续整改；（12）预案实施时间。

医院制定了辐射事故应急预案，但需对辐射事故应急预案进行修订，明确应急人员的组织及联系方式，细化应急处置工作程序等相关内容。

医院应重视辐射事故应急工作，专门组织所属人员对《辐射事故应急预案》进行完善和修订，内容详实、具体、可操作性强，辐射工作人员能够依照辐射应急预案进行上报、处理突发情况。

医院定期组织应急演练，从中总结经验和不足，以确保一旦发生辐射安全事故，相关人员能够积极应对，妥善处理。

平时能够定期组织学习、考核，加强演练，使每名辐射工作人员熟练掌握辐射事故应急处置突发情况。

建议根据本医院的实际情况，结合本医院的防护措施及防护能力进一步完善辐射事故应急救援预案，提高应急预案的可行性，医院本项目运行后，应完善辐射事故应急预案。

12.5 建设单位使用类射线装置具备能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修改实施）、《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《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修正）的相关管理要求，在本项目运营前应确保具备使用类射线装置的条件，如设置辐射安全与环境保护管理机构、制定辐射安全管理制度、满足辐射防护的场所、有效的安全防护措施、有效的防护用品及监测仪器，以及人员的个人剂量监测及职业健康体检等。

结合本项目拟采取的辐射防护措施，对医院从事辐射活动能力进行分析评估，并就不足之处提出相应的完善要求。医院使用类射线装置应具备的能力条件与要求的符合性分析见表 12-3。

表 12-3 使用 II 类射线装置能力分析

序号	应具备的条件	规定要求	落实情况	报告要求
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门、窗）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射、漏射效应。	建设单位已请有资质的单位进行机房防护设计并出具防护设计施工方案，建设单位应请有资质单位按照设计方案进行修建，按照设计单位的设计建造 DSA 机房，能满足环评需要。	建设单位应按计划认真做好相应的防护工作，做好自行监测。
2	安全联锁	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。	建设单位拟在在控制台上设置 1 个紧急停机按钮、机房内机器操作面板上设置 1 个紧急停机按钮，在病人通道防护门、医护通道防护门和污物通道防护门分别设置门禁、门灯连锁、警示标志。	建设单位要严格执行相关操作规程、检修、检验工作，定期维护，确保辐射安全。
3	紧急制动装置	在诊断、诊疗室内墙上应安装多个串联并有明显标识的“紧急止动”开关，该开关应与控制台上的“紧急止动”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	在控制台上设置 1 个紧急停机按钮、机房内机器操作面板上设置 1 个紧急停机按钮，该装置与设备联锁，使误留于室内人员可通过紧急制动按钮使照射终止。	运营时严格按计划执行，定期维护，确保辐射安全。

4	警示标志	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警告标识。	机房工作区域病人通道防护门、医护通道防护门和污物通道防护门分别设置警示标志和工作状态指示灯。	落实控制区、监督区的划分，设置警戒线和警示标志。
5	通风系统	放射性诊疗项目机房内应设置相应换气量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	DSA 机房安装排风系统，换气量：780m ³ /h。	定期维护，满足通排风和防护屏蔽要求。
6	管理人员要求	使用 II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	2024 年 12 月 1 日，武定县人民医院放射防护与辐射安全管理委员会（武医字[2024]76 号），由闫浩担任主任，武联军、彭兴明、刘寿斌担任副主任，其他相关科室各部门负责人担任成员，并下设领导小组办公室，具体负责医院放射防护与辐射安全管理委员会的日常工作。明确了领导小组职责。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展这方面的工作。
7	操作人员要求	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。	项目涉及的辐射工作人员有 11 人，4 名新增辐射工作人员及从放射科调用原有辐射人员 1 人在项目运行前完成辐射安全与防护培训并取得培训合格证。	新增或调岗人员应及时参加环保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并考核。
8	辐射安全许可证	必须取得省级环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	医院目前持有《辐射安全许可证》(证书编号：云环辐证[01559])，有效期至 2026 年 01 月 03 日，使用种类和范围为：使用 II、III 类射线装置。	本项目审批完成后，应重新申领《辐射安全许可证》。
9	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电设备和监测仪器，特别是安全联锁装置，进行检查、维护。	定期对本项目诊疗设备进行检查、及时维护更换部件。	医院应按计划认真做好相应的防护工作，完善相关制度和记录。

10	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备 1 个人剂量计。个人剂量计应编号并定人佩戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	医院已为原有辐射工作人员配备了个人剂量计，并进行了送检，建立了个人剂量档案。拟为本项目新增辐射工作人员配备个人剂量计，并按要求进行送检，建立个人剂量档案。	严格要求工作人员正确佩戴个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及时解决，个人剂量档案应终身保存。
11	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	医院已为本项目辐射工作人员建立个人剂量档案，并定期对其进行个人剂量监测。本项目医院拟建立设备运行、维修、辐射环境监测记录档案。	医院应及时更新妥善保存相关档案。
12	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	已制定《辐射环境监测制度》。	需根据本项目进行完善，明确监测点位布置及频次，项目运行后每年至少委托有资质的单位进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，监测数据定期上报生态环境主管部门备案。
13	辐射防护安全管理制 度	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。	目前医院已具备和制定的管理制度：医院已制定了《DSA 操作规程及流程》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《射线装置管理制度》《辐射工作人员培训管理制度》《武定县人民医院辐射工作监测方案》等。	医院应进一步完善各项规章制度，并落实专人负责。从事放射性诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行放射诊疗工作，所有制度应张贴上墙。
14	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废水、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目产生的固体废物和废水具有可行的处理方案，对项目运用过程中产生的废气采用排风系统排出。	医疗废物和医疗废水应与办公垃圾和生活污水分开收集或处理。

15	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了《武定县人民医院放射事故应急处理预案》，应急预案中包括辐射事故应急的指挥体系、应急处置、事故分级等。	应明确应急人员联系方式，细化应急处置工作程序等相关内容，将事故发生的概率和事故危害控制到最低程度。
16	质量保证	使用放射性同位素和射线装置进行放射诊疗的医疗卫生机构，应当依据国务院卫生主管部门有关规定和国家标准，制定与本单位从事的诊疗项目相适应的质量保证方案。	医院已制定质量控制大纲。（见附件 11）	医院应遵守质量保证监测规范，按照医疗照射正当化和辐射防护最优化原则，避免一切不必要的照射，并事先告知患者和受检者辐射对健康的潜在影响。

根据上表所述，武定县人民医院按照本报告提出的要求进行落实后具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件，具备了使用本次评价 1 台 DSA（II 类射线装置）的能力。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

本项目拟在武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室建设 1 间 DSA 手术室及其辅助用房，迁建 1 台 DSA，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。本项目总投资约 94 万元，环保投资约 64.8 万元，占总投资的 68.94%。

2、产业政策符合性及规划符合性结论

根据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目的建设属于第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

本项目位于武定县狮山镇香水路 39 号，武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，不涉及新增用地，因此本项目符合《武定县国土空间总体规划（2021-2035 年）》要求。

3、本项目选址及平面布置合理性分析

（1）选址合理性分析

本项目位于武定县人民医院新院区医技楼二楼介入手术室，在医院用地红线范围内，不涉及生态敏感区，不在生态保护红线范围内。本项目 50 米评价范围内包括门诊楼、医技楼及住院楼。

本项目位于新院区医技楼二楼介入手术室，机房楼上为三楼检验科（过道、血型测定室），机房楼下为一楼隔震层（隔震层下为土层，无建筑），50 米评价范围无自然保护区、风景名胜区、学校、名胜古迹等环境敏感点。本项目 DSA 手术室进行辐射屏蔽防护设计，通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理可行。

（2）项目平面布置合理性分析

DSA 机房北侧为控制室、男卫生间、女卫生间、男更衣室、女更衣室、一次性耗材间、换鞋间；西侧为设备室、污物暂存间；南侧临空；东侧为洗手间、办公室、值班室、缓冲/换床区、苏醒室、谈话间；楼下为隔震层，楼上为检验科（过道、血型测定室）。本项目 DSA 机房四邻区域及楼上楼下区域不涉及新生儿及婴幼儿诊疗、产科等。本项目设置医护通道、病人通道及污物通道，避免不同人员交叉影响。医生经过更衣后进入医护通道后分别进入控制室和 DSA 手术室；患者经换床区进入 DSA 手术室；手术过程中产生的污物通过污物通道运出 DSA 手术室。本建设项目 DSA 机房位置相对独立，人流较少，降低了公众受到照射的可能性。综上，本项目 DSA 机房平面布置合理。

4、项目代价利益分析

本项目在使用时患者、医护人员及周围的公众可能会受到一定的照射剂量，但本项目的建设能满足患者多层次、多方位、高质量、文明和及时就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用。本项目经采取防护措施、设施后，职业人员、公众人员受照射的预测结果低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）标准要求。本项目开展所带来的利益大于所付出的代价，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

5、辐射环境质量现状

经对本项目相关辐射环境现状监测，本项目 DSA 机房室内及周围各监测点 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 0.046~0.056 $\mu\text{Sv/h}$ ，与本次监测的医院背景值 0.073~0.113 $\mu\text{Sv/h}$ 水平相当，属于医院正常辐射水平。

6、环境影响评价结论

（1）辐射防护措施有效性结论

本建设项目 DSA 所在机房均采取了实体防护和专业辐射防护措施，防护效果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）的要求。设备自带有辐射防护设施，医院制定了有针对性的操作规程，医务人员工作时穿戴铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品。通过以上各项防护措施的综合使用，可有效地防止 X 射线产生的辐射影响，满足对公众和职业人员所致剂量低于本次评价的管理限值要求。

（2）辐射环境影响分析结论

①通过对本项目 DSA 机房的辐射环境影响预测分析，本项目 DSA 在正常运行情况下，四周、楼上及楼下环境各关注点附加剂量率值均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）中“周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的限制要求。

②本项目 DSA 对开展心内科介入手术医生所受年有效剂量为 1.008mSv/a ，脑血病科介入手术医生所受年有效剂量为 0.63mSv/a ，对操作室的职业人员造成的最大年有效剂量估算为 0.0681mSv/a ，均低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a ；对保护范围内的公众人员造成的最大年有效剂量估算为 0.0681mSv/a ，低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727号）对职业人员及公众照射的要求。

③本项目拟配备 11 名辐射工作人员，其中技师 2 人（1 人为新增，1 人从放射科原有辐射工作人员中调用），其余医生、护士 9 人，医生、护士仅从事本项目本科室辐射相关工作，不参与其他射线装置的操作使用，故 9 名医生、护士不进行叠加计算。技师操作本项目设备同时负责其他辐射设备操作，对技师进行叠加计算，本项目技师从放射科原有辐射工作人员中调用，人员未定，本次评价采用 2024 年技师最大年有效剂量率进行叠加计算，2024 年技师最大年有效剂量率为 0.71mSv/a ，叠加后个人最大年有效剂量率为 0.7781mSv/a ，未超过管理限值 5mSv/a 要求。

（3）大气环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期产生废气主要为施工时产生的扬尘及装修废气等，施工中采取了洒水降尘等防治措施，对周围大气环境影响较小。

②运营期：本项目 DSA 在曝光过程中产生的臭氧、氮氧化物量很小，本项目拟在 DSA 手术室内设置 1 套排风系统，换风量 $780\text{m}^3/\text{h}$ ，DSA 曝光过程中产生的废气经排风系统排至室外自然稀释对大气环境影响不大。

（4）水环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期间，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水，可依托医院现有污水收集系统收集处理，经处理达标后污水进入市政污水管网，对周围水环境影响较小。

②运营期：本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。本项目生活污水和医疗废水依托医院现有污水处理设施处理达标后进入市政

污水管网，对周围水环境影响较小。

(5) 声环境影响分析结论

①施工期：施工单位通过选取低噪声的施工机械，加强施工管理，合理的安排施工时间等措施后，施工期间施工噪声对周围声环境影响较小。

②运营期：本项目 DSA 机房设置吸顶式换气扇，DSA 机房排风系统换气扇运行时会产生噪声，换气扇选用低噪音类型设备，噪声值 $<50\text{dB(A)}$ ，排风管道上使用减振器降噪处理，经过墙体阻隔和距离衰减后，对周围环境影响不大。

(6) 固体废物影响分析结论

①施工期：本项目施工期间固体废物主要为生活垃圾、建筑垃圾。施工人员生活垃圾依托医院生活垃圾收集系统处置；建筑垃圾送当地指定的建筑垃圾处置场处置。采取以上措施后对周围环境影响较小。

②运营期：本项目 DSA 采用数字成像，会根据病人的需要刻录光盘和打印胶片，光盘和胶片由病人带走并自行处理。本项目不新增辐射工作人员，不新增生活垃圾，但介入手术时会产生少量纱布、手套等医疗废物，医疗废物暂存于医疗固废暂存间，委托楚雄亚太医疗废物处置有限公司进行定期清运处置，对周围环境影响较小。

7、事故情况下辐射环境影响评价结论

根据事故情况估算结果，本项目 DSA 事故情况下可能产生的后果按《云南省生态环境厅突发环境事件应急响应预案（2022 年修订）》（云环发[2022]4 号）中规定判断，属于一般辐射事故。

医院在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

8、核技术利用医疗设备使用与安全管理的综合能力结论

医院拥有专业的辐射工作医务人员和辐射安全与环境保护管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较为完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；本项目按照本报告提出的要求进行安排落实，具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件，具备了使用本次评价 1 台 DSA（II 类射线装置）的能力。

9、项目建设的环保可行性总结论

本建设项目符合国家产业政策，本建设项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）及云南省生态环境厅对职业人员及公众照射的要求，医院在落实本报告提出的措施后具备对本项目评价的 1 台 II 类射线装置（DSA）的使用和管理能力。只要严格落实本报告提出的环境保护措施，本建设项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

13.2 建议和承诺

1、建议

（1）医院每年要将辐射环境保护经费开支列入年度预算中，使辐射环境保护工作有充足的经费保障，切实将辐射环境保护工作落到实处。

（2）定期对辐射防护设施及监测设备检查，检测设备定期送检，对辐射工作场所进行自主监测，并保存好监测数据。

（3）隐蔽工程需留下影像资料，如机房顶部硫酸钡防护板安装、墙面硫酸钡涂料厚度、墙面硫酸钡板厚度、地面硫酸钡涂料厚度、铅门铅玻璃安装、通风管穿墙防护、电缆穿墙防护等影像资料，以备后期查验；做好项目文本存档及各种台账管理。

（4）定期进行辐射事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断完善辐射事故应急预案。

（5）根据国家及地方最新出台的法律法规，对医院相关制度进行更新完善。

2、承诺

（1）项目应按照国家相关法律法规要求进行验收。

（2）医院应合理分配医生的手术量，尽量做到平均分配，以防因手术量过多造成个人剂量超过管理限值要求。

（3）一旦发生辐射安全事故，立即按医院应急处理预案进行处置，并及时逐级上报生态主管部门。

（4）对新增辐射工作人员及培训合格期满人员安排参加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学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗，为所有辐射工作人员配备个人计量计，并督促其正确佩戴，定期送检，

检测超标人员进行换岗。

13.3 项目竣工验收

建设项目竣工后，根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023），建设项目中辐射防护和安
全措施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。竣工环保验收“三
同时”措施见表 13-1。

表 13-1 本项目竣工环保验收“三同时”措施一览表

项目		验收内容	备注
程序合法性	环保手续	环评项目批复	/
设备参数		设备参数与环评一致	/
辐射安全与 环境保护管 理机构	设置辐射安全与环 境保护管理机构， 或者指定专职人员 负责辐射安全与环 境保护管理工作	医院成立专门的辐射安全与环境保护管理机构， 指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工 作，以文件形式明确了各成员的管理职责。	/
环保措施	屏蔽措施	DSA 机房最小单边长度、有效使用面积以及屏蔽 防护水平满足《放射诊断放射防护要求》 （GBZ130—2020）的要求。同时满足环评报告及 批复要求。	/
	安全措施	DSA 机房病人通道防护门、污物通道防护门和操 作间防护门处设计有工作状态指示灯，灯箱上应 设置如“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句，且 工作状态指示灯与各自该点处的防护门能有效联 动； DSA 机房所有防护门表面均设计有电离辐射警告 标志及中文警示说明；DSA 机房所有防护门设计 有闭门装置或关闭管理措施； 射线装置控制台上、诊疗床操作面板上各设置 1 个紧急停机按钮，使误留于室内人员可通过紧急 制动按钮使照射终止。 DSA 机房安装有对讲系统。 环评报告及批复要求的其他措施。	/
	通风措施	DSA 机房配备排风系统。	/
监测仪器和 防护用品	辐射监测仪	配备 1 台 X-γ辐射监测仪。	/
	个人剂量报警仪	配备 2 台个人剂量报警仪。	/
	防护用品	本项目拟为辐射工作人员配备0.5mmPb的铅衣、铅 橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护	/

		手套、铅橡胶帽子等共5套；受检者：围裙或方巾2套、颈套2套，铅橡胶帽子2个，（成人1套，儿童1套）。	
辐射安全管理制度	辐射安全管理相关制度	《辐射事故应急预案》《辐射工作人员岗位职责》《辐射场所监测制度》《辐射设备维修与保养制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》《辐射安全保卫制度》《射线装置安全操作规程》《监测仪器检验与刻度管理制度》《质量保证大纲和质量控制检测计划》《辐射场所监测制度》《射线装置管理制度》《辐射工作人员资质管理》，完善相关的辐射安全管理制度，并上墙部分制度。	/
验收监测	X-γ辐射剂量率	委托第三方有资质的单位按照相关标准及方法进行监测	/

医院应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）对配套建设的环境保护设施进行验收，医院若不具备编制验收报告能力，可委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环评单位、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

医院应公开上述相关信息，向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保配套建设的环境保护设施与主体工程同时运行或者使用。

验收报告公示期满后5个工作日内，医院应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

单位盖章

年 月 日

审批意见：

签发人签字

单位盖章

年 月 日