

核技术利用建设项目

楚雄彝族自治州人民医院扩建 1 台 DSA 建

设项目环境影响报告表

(送审稿)

建设单位名称：楚雄彝族自治州人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：_____

通讯地址：楚雄市鹿城南路 318 号

邮政编码：675099 联系人：李光辉

电子邮箱：_____ 联系电话：15911624277

现场照片（一）



拟建DSA介入室



拟建DSA复苏室



拟建病人准备室和污物通道区域



拟建污物处置间

现场照片（二）



DSA介入室拟建场所东侧（鹿城南路）



DSA介入室拟建场所西侧（外科住院楼）



DSA介入室拟建场所南侧（环城西路）



DSA介入室拟建场所北侧（门诊楼）



医院医疗废物暂存点



医院污水处理站

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	19
表 3 非密封放射性质	19
表 4 射线装置	20
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	21
表 6 评价依据	22
表 7 保护目标与评价标准	24
表 8 环境质量和辐射现状	30
表 9 项目工程分析与源项	34
表 10 辐射安全与防护	43
表 11 环境影响分析	56
表 12 辐射安全管理	79
表 13 结论与建议	86
表 14 审批	96

附件：

附件 1 委托书

附件 2 法人证书

附件 3 辐射安全许可证

附件 4 辐射安全培训证书

附件 5 个人剂量检测报告

附件 6 关于调整辐射安全管理领导小组的通知

附件 7 辐射制度汇编

附件 8 辐射事故应急处理预案

附件 9 危废处理协议

附件 10 环境本底监测报告

附件 11 1 月废水排放量统计

附件 12 射线装置使用承诺书

附件 13 医院 DSA 使用情况说明

附件 14 防护方案

附件 15 2023 年医用射线装置辐射环境监测报告

附件 16 类比监测报告

附件 17 环境评估咨询三方协议

附件 18 内审意见表

附图：

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目周边关系图

附图 3 DSA 介入室平面布置图

附图 4 医技楼 2 楼平面布置图

附图 5 医技楼 3 楼原平面布置图

附图 6 医技楼 3 楼改建后平面布置图

附图 7 医技楼 4 楼平面布置图

附图 8 医护人员、污物、患者运行路线图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		楚雄彝族自治州人民医院扩建 1 台 DSA 建设项目				
建设单位		楚雄彝族自治州人民医院				
法人代表	罗恒	联系人	李光辉	联系电话	15911624277	
注册地址		楚雄市鹿城南路 318 号				
项目建设地点		楚雄市鹿城南路 318 号楚雄彝族自治州人民医院医技楼 3 楼				
立项审批部门		/		批准文号	2402-532300-04-01-928520	
建设项目总投资(万元)	700	项目环保投资(万元)	70	投资比例（环保投资/总投资）	10.0%	
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积(m ²)	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类			
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类			
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类			
	其他	/				

项目概述

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

1、建设单位基本情况

楚雄彝族自治州人民医院始建于 1938 年 4 月，是全州唯一一所集医疗、科研、教学、急救、预防保健、康复于一体的三级甲等综合医院，为大理大学第四附属医院、云南省高等医学教育临床教学医院。医院占地面积 254412 m²（382 亩），包括两个院区，建筑面积 27.02 万 m²，开放床位 2000 张。医院承担着大理大学、云南省中医学院、楚雄医专的临床教学实习任务，现有 7 个省级临床重点专科（急诊科、神经内科、泌尿外科、肾内科、胸心外科、普外科、感染科）和一个培育项目（心内科），有 14 个专业的国家级住院医师规范化培训基地。

楚雄州急救中心、楚雄州消化内镜诊疗中心、楚雄州血液净化中心、楚雄州胸痛中心、高级卒中中心、危重孕产妇救治中心、危重新生儿救治中心、创伤中心、国家爱婴医院，国家临床医学研究中心楚雄整合医学研究分中心、云南省临床检验中心楚雄分中心、云南省临床检验质量控制中心楚雄分中心、云南省心脏疾病临床医学中心分中心、云南省器官移植中心分中心、云南省脊柱脊髓疾病临床医学中心分中心、楚雄州云心电诊断中心、野生菌临床中毒实验室设在医院。医院是中国疝病专科联盟一疝病治疗和研究中心楚雄州人民医院分中心、中国日间手术合作联盟会员单位、粤港澳大湾区与华南减重联盟会员单位、中国肺癌联盟楚雄州人民医院肺结节诊治分中心和 LCBP 肺癌早诊云南省示范中心、“西南妇科肿瘤及疑难病专科联盟“成员单位、“四川大学华西医院检验学科联盟”单位、东南大学附属中大医院放射联盟单位、西部乳腺甲状腺专科联盟单位、中国肝癌防治联盟肝癌防治体系推进单位、云南省阜外心血管病医院心血管专科联盟成员单位、南方皮肤外科互助联盟单位等。

医院拥有各类先进大型医疗设备，开展各类疑难危重症的诊治。体外循环心脏直视手术、各类微创腔镜技术、心脏、神经、血管及综合介入治疗、人类辅助生殖技术在全省州市医院处于先进水平。

医院连续三年获得国家卫健委“改善医疗服务”创新医院、“进一步改善医疗服务行动计划”示范医院，全国第一批“节约型公共机构示范单位”。医院管理、医疗质量、专科建设、教学科研能力大幅提升，医院质量监测与绩效评价多项指标位居云南省州市医院前列。

医院秉承“患者至上 精益求精”的办院宗旨，传承“仁爱 团结 奉献 创新”的医院精神，紧紧围绕将医院建设成为立足楚雄、辐射周边，管理一流、质量一流、技术一流、服务一流的现代化医院目标，以患者为中心，健全医院“质量、安全、服务、管理、绩效”等各项管理制度，不断加强学科和人才队伍建设，推动医疗技术、护理质量和管理水平持续提升，为楚雄州人民群众的健康保驾护航。

2、项目由来

为提升放射诊疗业务能力，更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，医院拟将楚雄市鹿城南路 318 号楚雄彝族自治州人民医院医技楼 3 楼原为多功能数字胃肠室改建成一间 DSA 介入室，并将周围相关区域改建为 DSA 辅助用房，建成后机房将配备 1 台西门子 DSA（Q Ceiling）用于心内一科、心内三科、肿放科的介入

诊疗，本项目 DSA 属于II类射线装置。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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和防护条例》等法律法规的规定，其应办理核技术应用项目环境影响评价手续。

依据《射线装置分类》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 66 号）本项目拟新增 DSA 设备属于 II 类射线装置。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 1 号），本项目属于“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）-生产、使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。受楚雄彝族自治州人民医院的委托，我公司承担该医院核技术应用项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并结合现场勘察等工作的基础上，编制了楚雄彝族自治州人民医院扩建 1 台 DSA 建设项目环境影响报告表。

3、项目建设规模

（1）工程概况

项目拟建 DSA 机房位于医院医技楼 3 楼。医技楼于 20 多年前建设完成，相关环境影响评价手续因年代久远已遗失。

本项目建成后的 DSA 机房净尺寸为 $L_{长} 7.45m \times W_{宽} 5.50m \times H_{高} 3m$ ，有效面积约 $41.0m^2$ ，净空体积约 $122.9m^3$ 。目前，项目未开工建设，设备未安装，DSA 射线装置工作场所由控制室、设备间及机房组成。根据建设单位提供的资料，机房防护设计方案如下：

①DSA 介入室四面墙体为 240mm 实心砖墙，在墙面上涂抹 4cm 硫酸钡涂料，综合具有 5.9mm 铅当量的辐射防护水平；

②DSA 介入室顶面为 120mm 混凝土楼板，在顶面用 80*40 方钢搭设龙骨后挂 4mm 厚的铅板进行防护，综合具有 5.5mm 铅当量的辐射防护水平；

③DSA 介入室底面为 120mm 混凝土楼板，在地面上涂抹 4cm 硫酸钡涂料，综合具有 5.1mm 铅当量的辐射防护水平；

④病人通道防护门和医护通道防护门铅门为上下轨道式电动平移铅门，双面采用不锈钢材质，门体采用钢骨架结构，防护材料铅板采用高压粘合技术加工制作而成，有效避免了因使用时间长铅板下沉而导致防护门损坏，铅防护门门套内包 4mmPb 铅板、大芯

板固定，采用不锈钢面，美观耐用，确保综合铅当量 $\geq 4\text{mmPb}$ ；

⑤污物通道防护门为手动平开门，双面采用不锈钢材质，门体采用钢骨架结构，防护材料铅板采用高压粘合技术加工制作而成，有效避免了因使用时间长铅板下沉而导致防护门损坏，铅防护门门套内包 4mmPb 铅板、大芯板固定，采用不锈钢面，美观耐用，确保综合铅当量 $\geq 4\text{mmPb}$ ；

⑥控制室观察窗规格尺寸为 $1600\text{mm}\times 1000\text{mm}\times 20\text{mm}$ ，铅玻璃框不锈钢整体组焊框（内包 4mmPb 铅板）、浇注防护涂料铺设，安装时采用钡水泥浆同窗洞口四周封填搭接 10mm 抹平，阻止射线从玻璃四周及窗框四周泄露，有效防止因震动损坏铅玻璃，窗套选用外装饰用 1.0mm 厚不锈钢装饰，美观耐用，综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平；

⑦通风管道穿墙：机房排风管道从南侧屏蔽墙穿墙出机房，距 DSA 介入室地板约 0.3m ，排至医技楼南侧，穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm ，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 30cm ；送风管道：机房送风管道从机房南侧屏蔽墙穿墙进入机房，距 DSA 介入室地板约 2.8m ，穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm ，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 30cm 。

建成 DSA 介入室及辅助用房平面布局见附图 3

本项目的主体工程主要为 DSA 介入室，其余配套工程主要有控制室、设备间、污物处置间、病人准备室、复苏室、通风系统等。本项目建设内容及规模见表 1-1。

表 1-1 本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
主体工程	将医技楼 3 楼原多功能数字胃肠室、保管室、CT 用房和眼科检查室改建成符合标准要求的介入手术室及配套用房，建成后的 DSA 机房净尺寸为 $L_{\text{长}} 7.45\text{m}\times W_{\text{宽}} 5.50\text{m}\times H_{\text{高}} 3.0\text{m}$，有效面积 41.0m^2，净空体积为 122.9m^3，配套新增一台数字减影血管造影机（DSA）（单管头 C 型臂，型号为 Q Ceiling），最大管电压 125kV，最大管电流为 1000mA。 DSA 主要组成包括以下设备： ①X 射线管组件：旋转阳极 X 射线管、油浸式 X 射线管套、X 射线束准直器。 ②高压发生器：高压变压器、X 射线管灯丝变压器、高压整流器、高压变换闸、高压插座 ③控制台：电源开关、电源电压调节器及电压表、管电压调节器及管电压表、管电流调节器及管电流表、曝光控制及指示器、容量保护装置及指示器、透视量限制器 ④辅助支持设备：C 型臂式机械装置；荧光屏、电视设备、成像板、电影机、平板探测器 FPD 等影像装置；固定器、压迫器、专用滤线	扬尘、施工废水、噪声及施工废渣以及设备安装调试时产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物。	X 射线、臭氧、氮氧化物以及医疗固废、生活废水、办公垃圾。

	栅、铅橡胶防护帘等配套装置。		
辅助工程	控制室、设备间、医生办公室、男、女更衣室等。		
公用工程	通排风：DSA 介入室内安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m³/h，介入室外安装 1 台静音排风机，排风量不小于 900m³/h 的静音换气风机，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，相当于 4.0mmPb 辐射防护水平。 电缆沟：DSA 手术室电缆沟从西侧斜向 45°穿过屏蔽墙进入控制室，电缆沟宽 30cm、深 20cm，穿墙位置从 DSA 手术室 200mm 处至控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅皮，上方再用 5mm 厚钢板做盖板，能够有效防止射线泄露，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能，具有 4.0mmPb 防护水平。		
依托工程	利用医院已建的危废暂存、供水、排水、配电、供电和通讯系统等。 工作人员生活污水将依托医院已建的化粪池、污水处理系统进行处置；手术过程中产生的医疗废水将依托医院主体已建的污水处理站进行处置。 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在 DSA 介入室中的垃圾桶，手术结束集中收集后作为医疗废物收集至医疗废物暂存间内，后委托有资质单位清运；工作人员产生的少量办公垃圾，依托医院的保洁措施，统一收集后交由环卫部门统一处理。		
环保工程	DSA 介入室的屏蔽防护设计如下： 介入室四周墙体：240mm 实心砖墙+4cm 硫酸钡涂料，具有约 5.9mm 铅当量防护水平； 介入室顶面：120mm 混凝土楼板+4mm 厚度铅板，具有约 5.5mm 铅当量防护水平； 介入室地面：120mm 混凝土楼板+4cm 硫酸钡涂料，具有约 5.1mm 铅当量防护水平； 介入室防护门：钢铅复合防护门，具有 4mm 铅当量防护水平； 介入室观察窗：4 个铅当量厚铅玻璃，具有 4mm 铅当量防护水平； 操作位：床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，悬挂式上铅玻璃板具有 0.5mm 铅当量防护水平； 铅防护门 3 套、铅玻璃观察窗 1 套、电缆沟屏蔽使用 4mm 厚铅板数片、通排风管道包裹 4mm 厚铅皮 2 片； 噪声：风机及空调机组等采用减震设计； 固废：DSA 介入室内及污物间设置医疗废物收集桶，DSA 介入室和配套用房内设置数个生活垃圾收集桶。	/	/

(2) 设备配置

本项目配备的 DSA 技术参数见表 1-2。

表 1-2 本项目 DSA 技术参数一览表

序号	射线装置 型号	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	工作场 所名称	生产厂家	出束方向	设备用途	备注
1	Q Ceiling	1	125	1000	医技楼 3 楼 DSA 介入室	西门子	由下往上	诊断、介 入手术	拟购

(3) 人员配置及工作制度

①人员配置

根据医院发展规划，本项目 DSA 投入运行后，将由放射科负责管理和使用，主要涉及心内一科、心内三科、肿放科相关的手术。其中，放射科拟为本项目调配 2 名操作技师和 2 名护士，心内一科、心内三科和肿放科各单独调配 2 名介入医生。6 名介入手术医生分为 3 组，本项目投入运营后年手术台数 800 台，由 3 组介入手术医生分配完成（各科室的介入手术医生仅负责各自科室的手术），放射科操作技师和护士负责心内一科、心内三科和肿放科的辅助工作。本项目辐射工作人员除了负责本项目的介入手术，还参与其他辐射工作，故要考虑本项目相关辐射工作人员操作其他射线装置的叠加剂量。由于本项目 10 名辐射工作相关人员从已有辐射工作人员中抽调承当本项目辐射工作人员，均已配备个人剂量计，因此本项目不再新增个人剂量计，若后续项目新增人员，则增加相应的个人剂量计，项目建成后共计有 10 台个人剂量计、新增 2 台个人剂量报警仪。

手术期间，介入手术医生负责介入手术，医生身着铅服、铅眼镜在曝光室内对病人进行连续曝光，透视时在 DSA 介入室内进行介入手术，减影时在控制室内观察病人情况；护士负责造影剂的准备工作，DSA 出束时不进入机房内；控制室操作技师在控制室负责 DSA 的运行。本项目辐射工作人员除操作本项目辐射设备外，还操作院内的其他射线装置，具体人员由设备试运行阶段院方调配。

②工作制度

本项目 DSA 实行一班制，每班 8 小时，年工作日 250 天。DSA 手术时间基本在白天，偶有急诊会安排在晚上。

（4）本项目 DSA 使用情况

DSA 投入运行后，计划年开展介入手术共约 800 台，其中心内一科手术约 250 台、心内三科手术约 250 台、肿放科手术约 300 台。本项目 DSA 使用情况分别见表 1-3 和表 1-4。

表 1-3 本项目 DSA 实际工作量一览表

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	
		减影	透视		减影	透视
心内一科	2h	1min	15min	250 台	4.2h	62.5h
心内三科	2h	1min	15min	250 台	4.2h	62.5h
肿放科	2h	1min	15min	300 台	5.0h	75.0h
总计	/	/	/	800 台	13.4h	200.0h

表 1-4 本项目 DSA 实际运行工况一览表

设备型号	实际运行时最大管电压（kV）	实际运行时最大管电流（mA）
------	----------------	----------------

	减影	透视	减影	透视
Q Ceiling	65~75	60~75	140~240	5~10

(5) 项目进度

本项目预计于 2024 年 4 月进行施工，2024 年 6 月竣工完成，2024 年 6 月份进行设备安装和调试。

二、产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第十三项“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，符合国家产业政策。

三、项目规划符合性分析

本项目位于楚雄市鹿城南路 318 号楚雄彝族自治州人民医院医技楼内，项目用地属于楚雄彝族自治州人民医院规划的医疗用地，不新增用地，因此项目符合楚雄市总体规划。

四、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

楚雄彝族自治州人民医院位于楚雄市鹿城南路 318 号，医院地理位置示意图见附图 1。医院界外东面为鹿城南路，南面紧邻环城西路，西面为停车场，北面紧邻楚雄州人民医院住宅区。医院平面布置及周围环境情况见附图 2。

本项目 DSA 介入室拟建场为医院医技楼 3 楼，医技楼于 20 多年前建设完成，相关环境影响评价手续因年代久远已遗失。医技楼北面为门诊楼；西面为外科住院楼；南面为环城西路；东面为鹿城南路。

医院医技楼位于医院的东南侧，机房建于医技楼 3 楼南侧房间，2 楼为医学影像科的停用机房、操作间；4 楼为彩超检查五室、六室等。

根据设计内容，本项目新建 DSA 机房四周墙体具有 5.9mm 铅当量防护水平，DSA 介入室拟建场所西面依次为控制室、医生办公室、女更衣室、男更衣室、换鞋区；北面依次为过道、原有 DSA 机房；东侧为病人准备间、设备间、污物通道、污物处置间、复苏室；南面为医技楼外墙；西北面依次为原有 DSA 介入室控制室、医生报告室、器械间；

东北面依次为原有 DSA 介入室病人准备室、原有 DSA 介入室配电室、示教室、血液科化验室、电梯间、楼梯间、读片室、开水房、卫生间。项目 DSA 机房顶面是具有 5.5mm 铅当量防护水平的屏蔽体，机房正上方为医技楼 4 楼彩超检查五室、六室，机房地面是具有 5.1mm 铅当量防护水平的屏蔽体，机房正下方为医技楼 2 楼医学影像科的停用机房、操作间。DSA 介入室与医技楼 2 楼、4 楼对应位置关系剖面图见图 1-1。

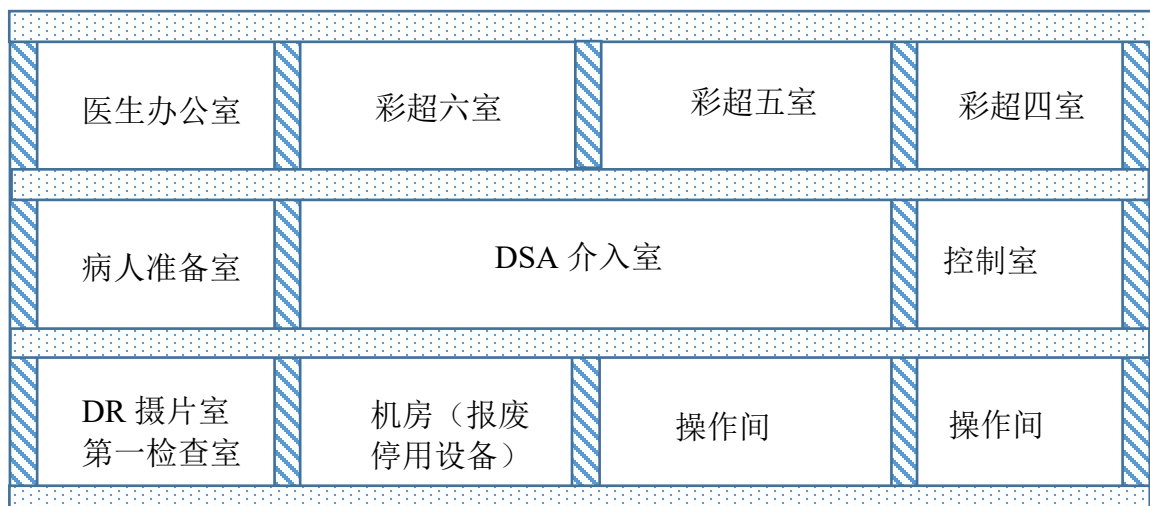


图 1-1 DSA 介入室与医技楼 2 楼、4 楼位置关系剖面图

医技楼 3 楼平面布局见附图 6，医技楼 2 楼、4 楼平面布局分别见附图 4、附图 7。

医院位于城市建成区，不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，周围无环境制约因素，本次项目选址无环境制约因素，本项目 DSA 机房已进行了相应的辐射屏蔽防护设计，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。

2、项目平面布置合理性分析

根据附图 6：医技楼 3 楼布置图可知，本项目 DSA 介入室拟建场所西面依次为控制室、医生办公室、女更衣室、男更衣室、换鞋区；北面依次为过道、原有 DSA 机房；东面为病人准备间、设备间、污物通道、污物处置间、复苏室；南面为医技楼外墙；西北面依次为原有 DSA 介入室控制室、医生报告室、器械间；东北面依次为原有 DSA 介入室病人准备室、原有 DSA 介入室配电室、示教室、血液科化验室、电梯间、楼梯间、读片室、开水房、卫生间。根据满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，对本项目工作场所平面布置合理性分析如下：

（1）项目 DSA 机房避开了门诊部等人流量大、人员集中活动区，同时兼顾了病员就诊的方便性，并在机房门外设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，将机房

划定为控制区，限制无关人员受到不必要的照射。

(2) DSA 手术室均单独设置了医生通道、污物通道及病人通道，设置独立，便于管理。

医务人员通道：介入手术医务人员从医护入口进入换鞋间换鞋，再沿着医护人员运行路线进入更衣室，更衣后继续沿医护人员路线进入控制室，后通过控制室防护铅门进入 DSA 介入室进行手术，出则原路返回。

污物通道：污物通过机房东侧铅门进入污物通道，沿着污物路线进入污物处置间，最后通过机房东北侧的电梯运至一楼，最终收集至医院西侧的医疗废物暂存点内。

患者通道：患者通过患者运行路线进入病人准备间，后进入 DSA 介入室进行手术，手术结束后原路返回离开 DSA 介入室。患者入口铅门由机房内医生控制开关，避免人员误入。患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，便于行动不便的患者治疗。

(3) DSA 机房内不设采光窗，所用线束不直接照射门、管线口位置；控制室紧邻机房，中间设防护窗便于观察机房情况；设备机房与控制室分开。患者不在机房内候诊。本项目不设置污物暂存间，手术中的污物收集至医疗废物专用容器内通过 DSA 介入室东侧铅门进入污物通道至污物处置间，再沿污物运行路线通过机房东北侧电梯送至一楼，最终收集至医院西侧的医疗废物暂存点内。在满足各使用要求前提下，平面布局合理。

(4) DSA 室有效面积为 41.0m²，最小单边长度为 5.50m，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对于单管头 X 射线设备机房“最小有效使用面积不低于 20m²，机房内最小单边长度不小于 3.5m”的要求。

(5) 从医院整体布局看，由于机房墙面、顶面、地面均经屏蔽防护处理，墙面综合铅当量为 5.9mm，顶面综合铅当量为 5.5mm，地面综合铅当量为 5.1mm，优于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，通过环评类比分析 DSA 正常运行时四周及楼上用房的 X-γ 辐射空气吸收剂量无明显波动，对四周及楼上用房影响轻微，项目平面、纵面布局可行。

综上所述，本项目总布局布置满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组分布功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，该项目平面、纵面布局可行。

表 1-5 DSA 机房周围场所用功能途表

方位	场所名称	用途及功能
/	DSA 介入室内	患者进行介入手术及诊断

西侧	控制室	操作技师在控制内负责 DSA 的运行
东侧	污物通道、设备间、病人准备室	污物运输、设备间放置 DSA 相关设备、患者准备、进入介入室
北侧	过道	/
南侧	医技楼外墙	/
楼上	彩超检查五室、六室	做彩超
楼下	医学影像科的停用机房、操作间	/

五、实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，虽然会增加机房周围的电离辐射水平，但是采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制。本项目投入使用不仅满足了患者的就医需求，还将给医院带来更多的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

六、现有环保措施概况

本项目建设地点位于医院医技楼 3 楼，医技楼于 20 多年前建设完成，相关环境影响评价手续因年代久远已遗失。

本项目工作人员工作时产生的医疗废水经过医院已建的化粪池预处理后，同生活污水一并排入医院行政楼负一楼的污水处理站进行处理，经医院建设的污水预处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标，方可外排进入排入市政污水管网。

生活垃圾由医院生活垃圾桶集中收集后委托环卫部门定期清运，手术产生的医疗废物经收集后暂存于医院西侧的医疗废物暂存点，医疗废物和生活垃圾存放时间不超过 2 天，医疗废物将定期交由有资质单位处置。

七、原有核技术利用项目许可情况

1、医院原有核技术利用项目许可情况

楚雄彝族自治州人民医院目前持有的辐射安全许可证书编号：云环辐证[01170]，许可种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置，有效期为：2022 年 8 月 23 日至 2027 年 8 月 22 日，医院目前持有的辐射安全许可证见附件 3，使用地点为云南鹿城南路 318 号。医院现有核技术利用项目环保履行情况见表 1-6。

表 1-6 医院现有核技术利用项目环保履行情况一览表

使用种类和范围		使用 III 类射线装置				备注
序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	

1	口腔 X 射线计算机断层摄影机	卡瓦 KAV03DEXAM-I	Ⅲ类	口腔（牙科）X 射线装置	鹿城南路 318 号口腔科	已登记在辐射安全许可上，正常使用
2	X 线定位体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V	Ⅲ类	其他不能被豁免的 X 射线装置：其他高于豁免水平的 X 射线机	鹿城南路 318 号泌尿科	
3	数字化血管造影机	Siemens Artis Zeeceiling	Ⅱ类	血管造影用 X 射线装置	楚雄市荷花村州医院新区介入室	
4	数字化血管造影机	Siemens Artis Zeeceiling	Ⅱ类	血管造影用 X 射线装置	南路院区介入室	
5	西门子 128 层螺旋 CT	Definition AS	Ⅲ类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	楚雄市荷花村州医院新区 CT 室	
6	西门子 64 层螺旋 CT	Sensation 64	Ⅲ类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	楚雄市鹿城南路 318 号 CT 室一楼	
7	西门子移动 DR	Siemens-8033	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市荷花村新区放射科	已登记在辐射安全许可上，报废
8	西门子 DR	AXIOM Aristos VX Plus	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市荷花村新区放射科	
9	飞利浦 DR	Digital Diagnost VS	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市荷花村新区放射科	
10	数字化乳腺 X 线机摄影装置	Umammo 590i	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号南路放射科	已登记在辐射安全许可上，正常使用
11	飞利浦 DR	Digital Diagnost VS	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号南路放射科	已登记在辐射安全许可上，报废
12	飞利浦 DR	Essenta DR	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号南路放射科	
13	西门子移动式 C 型臂	SIREMOBIL COMPACT	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城镇荷花村新区医院手术室	已登记在辐射安全许可上，正常使用
14	UNITED 联影移动 DR	uDR370i	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号南路放射科	
15	口腔数字牙片影像系统	eXpert DC	Ⅲ类	口腔（牙科）X 射线装置	鹿城南路 318 号南路口腔科	
1	数字化透视	安健 DTP576	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号南	

6	摄影 X 射线系统			置	路放射科
17	数字化透视摄影 X 射线系统	安健 DTP576	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市荷花村新区放射科
18	数字化移动式摄影 X 射线系统	安健 DP326C-3	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市荷花村新区放射科
19	移动式 C 臂 X 光机	Brivo OEC 715	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号手术室
20	移动式 C 型臂 X 射线机	西门子 Cios Select SI	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城镇荷花村新区医院手术室
21	新型 64 排 128 层螺旋 CT	西门子 SOMATOM go.Top	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市鹿城南路 318 号 CT 室一楼
22	X 射线计算机体层摄影设备	联影 uCT528	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市荷花村州医院新区 CT 室
23	移动 DR	uDR380i	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市荷花村新区放射科
24	X 射线计算机体层摄影设备	联影 uCT528	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	楚雄市鹿城南路 318 号 CT 室一楼
25	口腔全景机	卡瓦北斗 KaVo PAN EXAM PLUS	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号口腔科
26	移动 DR	uDR380i	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号南路放射科
27	GE 256 排 CT	Revolution CT	Ⅲ类	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）放射性药物的加速器	楚雄市荷花村州医院新区 CT 室
28	大孔径 CT	SOMATOM Confidence (64-slice)	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	鹿城南路 318 号肿瘤放疗科：医技楼一楼
29	胃肠 X 射线机	DRF-4	Ⅲ类	血管造影用 X 射线装置	楚雄市荷花村新区放射科：医技楼一楼
30	胃肠 X 射线机	DRF-4	Ⅲ类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	鹿城南路 318 号南路放射科：医技楼二楼
31	普通 X 射线放疗模拟定位	IE	Ⅲ类	放射治疗模拟定位装置	鹿城南路 318 号肿瘤放疗科：外科住

	位器				院楼负一楼	
3 2	直线加速器	Elekta Synergy	II 类	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	鹿城南路 318 号肿瘤放疗科：外科住院楼负一楼	
3 3	数字减影	GE Innova IGS 5-30	II 类	血管造影用 X 射线装置	楚雄市荷花村州医院新区介入室：医技楼一楼	

2、医院原有辐射安全管理情况

（1）辐射安全与环境保护管理机构

医院于 2024 年 1 月 25 日以医院内部文件发文，调整了医院辐射安全管理领导小组，并明确了领导小组的成员及职责，见附件 6。

（2）辐射安全管理规章制度

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：《射线装置操作规程》、《DSA 安全操作流程》、《辐射安全管理人员岗位职责》、《辐射工作人员职责》、《辐射与消防安全管理细则》、《放射科辐射防护管理制度》、《安全保卫制度》、《特种设备事故工作流程图》、《射线装置管理制度》、《辐射装置维修制度》、《放射科设备维修保养管理制度》、《放射设备质量管理制度》、《放射装置质量保证制度》、《放射设备定期检修制度》、《监测仪器检验管理》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员资质管理》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射安全监测方案》、《辐射事故应急处理预案》等。医院制定的辐射安全管理规章制度较完备且具有一定的可行性，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。

（3）现有设备辐射环境情况

医院辐射活动开展使用至今，未发生过一切辐射安全事故，未遭到投诉举报。至今，医院现有放射源、II 类、III 类射线装置、非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所运行良好。

医院医技楼 3 楼目前已投入使用一台 DSA，DSA 运行状况良好，未发生过辐射事故。

环评提出，本项目 DSA 机房建成后，建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关管理要求每年委托有辐射水平监测资质的单位每年对院内使用射线装置辐射工作场所及其周围环境进行监测，并每年 1 月 31 日前向环保部门提交年度评估报告。

（4）个人剂量监测与健康体检

医院现有介入手术相关辐射工作人员 85 人，目前医院有 49 人已通过辐射安全与防护培训，其中 5 人辐射安全培训证书已过期，医院应尽快安排本项目 DSA 辐射工作人员进行辐射安全与防护培训，确保本项目辐射工作人员均持证上岗。本项目 10 名辐射工作人员从医院现有辐射工作人员中调配，在预测时应叠加其他辐射项目所造成的辐射影响，均已配备个人剂量计，因此本项目不再新增个人剂量计，若后续项目需要新增人员，则增加相应的个人剂量计。本项目建成后，共配置有 10 台个人剂量计和新增 2 台个人剂量报警仪，个人剂量计定期送检测机构进行检测，佩戴不超过 90 天检测一次，建立个人剂量档案，符合个人剂量检测频次要求。医院承诺个人剂量监测将保持不超过 90 天检测一次的检测频率。楚雄彝族自治州人民医院提供了 2022 年 9 月~2023 年 9 月期间的辐射工作人员的个人检测报告（见附件 5），根据每位人员佩戴期间的天数及对应剂量按照 365 天进行折算，受检辐射工作人员年个人剂量当量在 0.31~2.45mSv/a，满足《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》（GB18871-2002）的四分之一；即：职业照射个人受照剂量管理限值 5mSv/a；没有个人剂量超标情况。现有辐射工作人员情况见表 1-7~表 1-9。

表 1-7 医院放射科辐射工作人员受照剂量情况表

编号	姓名	佩戴天数(天)	检测个人剂量当量 (mSv)	折算天数(天)	个人年剂量当量 (mSv/a)	达标情况
1003	温华昌	351	1.22	365	1.27	达标
1004	杨海燕	351	0.69	365	0.72	达标
1005	杨巧颖	351	0.77	365	0.80	达标
1006	武艳	351	0.68	365	0.71	达标
1009	苟丹才	351	0.97	365	1.01	达标
1010	武毅	351	0.97	365	1.01	达标
1012	苏梅	351	0.73	365	0.76	达标
1013	李爱云	351	0.71	365	0.74	达标
1014	赵家春	351	0.9	365	0.94	达标
1015	段云学	351	0.77	365	0.80	达标
1016	何锡洪	89	0.08	365	0.33	达标
1017	罗春玲	351	1.12	365	1.16	达标
1018	茶永芳	351	0.93	365	0.97	达标
1019	自煜楠	351	0.64	365	0.67	达标
1020	刘海梅	351	0.77	365	0.80	达标
1021	张晓芹	351	0.89	365	0.93	达标
1025	何国富	351	0.82	365	0.85	达标

1029	张丽芳	351	0.72	365	0.75	达标
1030	林永芬	261	0.62	365	0.87	达标
1031	尹丽君	351	0.71	365	0.74	达标
1034	生宏彦	351	0.64	365	0.67	达标
1036	王娅丽	351	0.72	365	0.75	达标
1037	吴丰骏	351	1.23	365	1.28	达标
1038	陈赛毅	351	0.83	365	0.86	达标
1039	杨兴春	351	1.00	365	1.04	达标
1040	张秋丽	351	0.83	365	0.86	达标
1041	何会全	351	1.11	365	1.15	达标
1042	汪琦	351	0.81	365	0.84	达标
1043	邓海斌	351	0.74	365	0.77	达标
1044	杨丽萍	262	0.69	365	0.96	达标
1045	李德裕	351	0.74	365	0.77	达标
1048	钱盈汐	351	0.86	365	0.89	达标
1050	王颖	351	0.76	365	0.79	达标
1051	张仁东	351	0.69	365	0.72	达标
1052	王思学	351	0.85	365	0.88	达标
1054	艾辉	351	1.04	365	1.08	达标
1056	徐雅丽	351	0.94	365	0.98	达标
1057	王建梅	351	0.88	365	0.92	达标
1058	彭晓丽	351	0.79	365	0.82	达标
1060	候露	351	0.76	365	0.79	达标
1066	吴斯成	351	1.33	365	1.38	达标
1067	石曼灏	351	0.7	365	0.73	达标
1068	罗思辉	261	0.33	365	0.46	达标
1069	段菊芬	261	0.52	365	0.73	达标
1070	李娅	351	0.58	365	0.60	达标
1071	李宏苓	351	0.48	365	0.50	达标
1072	刘玲佳	351	0.45	365	0.47	达标
1073	陈珺	178	0.43	365	0.88	达标

表 1-8 医院肿放科辐射工作人员受照剂量情况表

编号	姓名	佩戴天数(天)	检测个人剂量当量 (mSv)	折算天数(天)	个人年剂量当量 (mSv/a)	达标情况
1001	段宁波	351	1.07	365	1.11	达标
1002	李鹤	351	0.88	365	0.92	达标
1003	李子雄	351	0.92	365	0.96	达标
1008	徐光海	351	1.56	365	1.62	达标
1013	崔明坤	351	0.97	365	1.01	达标
1014	吴志斌	178	0.33	365	0.68	达标

1016	康雄山	178	0.15	365	0.31	达标
------	-----	-----	------	-----	------	----

表 1-8 医院心内科辐射工作人员受照剂量情况表

编号	姓名	佩戴天数(天)	检测个人剂量当量 (mSv)	折算天数(天)	个人年剂量当量 (mSv/a)	达标情况
1001	王元章	351	0.9	365	0.94	达标
1002	胡永平	351	2.36	365	2.45	达标
1003	胡文龙	351	0.56	365	0.58	达标
1006	宴国锋	351	0.55	365	0.57	达标
1009	温绍昌	351	0.78	365	0.81	达标
1010	杨莉	351	0.95	365	0.99	达标
1012	钱爱新	351	1.46	365	1.52	达标
1013	张远飞	351	0.75	365	0.78	达标
1015	王丽	351	1.13	365	1.18	达标
1017	张有明	351	0.99	365	1.03	达标
1018	刘亭锋	351	0.99	365	1.03	达标
1019	林云鹏	351	0.81	365	0.84	达标
1020	张兴文	351	0.71	365	0.74	达标
1021	张星	351	0.92	365	0.96	达标
1024	何先春	351	1.46	365	1.52	达标
1026	胡宇	351	0.69	365	0.72	达标
1032	袁佳磊	351	0.98	365	1.02	达标
1035	汪洪飞	351	1.07	365	1.11	达标
1036	李亚坤	351	1.74	365	1.81	达标
1037	张伟林	262	1.54	365	2.15	达标
1038	黄新鹏	351	0.8	365	0.83	达标
1039	王晓君	262	0.86	365	1.20	达标
1040	李云安	351	1.36	365	1.41	达标
1042	董龙燕	262	0.43	365	0.60	达标
1043	杨鑫	351	0.94	365	0.98	达标
1044	陈立金	351	0.58	365	0.60	达标
1045	杨鹏飞	351	0.91	365	0.95	达标
1048	李国顺	261	0.58	365	0.81	达标
1049	阮石飞	261	0.49	365	0.69	达标
1050	陈静	261	0.37	365	0.52	达标

目前医院暂未明确放射科人员调配情况，在合理安排各辐射人员辐射工作量后，能够满足本项目管理限值要求。

(5) 辐射安全和防护知识培训

医院现有的部分辐射工作人员还未进行辐射安全与防护培训，已取得辐射安全培训证书的部分辐射工作人员辐射安全培训证书已过期。本项目 DSA 为Ⅱ类射线装置，环评

要求本项目所有辐射工作人员在项目运行前必须参加生态环境部门组织开办的国家核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗，并定期组织培训，每过 5 年重新参与辐射安全考核。医院其他Ⅲ类射线装置辐射工作人员已参加院内自主培训，环评要求医院Ⅲ类射线装置辐射工作人员每 2 年参加一次院内自主培训，培训合格后方可上岗。

3、医院原有项目辐射安全许可履行情况及存在主要问题

（1）医院原有项目辐射安全许可履行情况

目前医院现有的辐射设备装置与本项目的辐射安全许可证上所允许的类型、数量、放置位置一致。楚雄彝族自治州人民医院开展放射性诊断至今，未发生过辐射安全事故，也无公众投诉。

医院辐射安全管理情况如下：

- ①辐射安全许可证所规定的活动种类未发生改变。
- ②现有放射性同位素与射线装置与台账明细一致。
- ③个人剂量档案和职业健康档案齐全。
- ④医院按要求委托有资质的单位进行了年度监测和个人剂量检测。
- ⑤医院自从事辐射诊疗以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

经单位自查，2023 年度单位辐射防护工作自查结果良好。

本项目开展前，经现场踏勘，未发现院方辐射安全许可履行情况存在问题。

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

（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	1	Q Ceiling	125	1000	诊断、介入手术	医技楼 3 楼 DSA 介入室	本次环评 新增

（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 (μA)	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	

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

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/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日起施行 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行 (4) 《建设项目环境保护管理条例》（修订本），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订版），国务院令第 449 号，国务院令第 709 号修正，2019 年 3 月 2 日起施行 (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），（原国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改） (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)(生态环境部令第 16 号) (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 (9) 《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》，国家环境保护总局文件，环发[2006]145 号文 (10) 《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，2017 年 12 月 5 日起施行 (11) 《关于发布建设项目竣工环境保护验收暂行办法的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日起施行 (12) 《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 (13) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年版） (14) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》
------------------	--

技 术 标 准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》 (HJ2.1-2016) (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) (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002) (4) 《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) (5) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ61-2021) (6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157—2021) (7) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ128-2019) (8) 《医疗机构水污染物排放标准》 (GB18466—2005) (9) 《污水排入城镇下水道水质标准》 (GB/T31962-2015) (10) 《危险废物贮存污染控制标准》 (GB18597-2023)
其 他	(1) 《电离辐射剂量学》，原子能出版社，1986，第二版，李士骏主编 (2) 《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强主编 (3) 联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告 (4) 《X 射线和γ射线防护手册》，苏森龄著 (5) 建设单位提供资料

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用医用 II 类射线装置，根据《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）的要求，本项目评价范围为以 DSA 介入室的屏蔽墙为边界，向外延伸 50m 的区域。本项目评价范围见附图 2 和图 7-1。



图 7-1 项目区评价范围图

7.2 保护目标

楚雄彝族自治州人民医院位于楚雄市鹿城南路 318 号。医院界外东面为鹿城南路，南面紧邻环城西路，西面为停车场，北面紧邻楚雄州人民医院住宅区。医院平面布置及周围环境情况见附图 2。

本项目 DSA 介入室拟建场为医院医技楼 3 楼，医技楼于 20 多年前建设完成，相关环境影响评价手续因年代久远已遗失。医技楼北面为门诊楼；西面为外科住院楼；南面为环城西路；东面为鹿城南路。

DSA 机房东侧屏蔽墙外 50m 范围内：病人准备间、设备间、污物通道、污物处置间、复苏室、鹿城南路。

DSA 机房南侧屏蔽墙外 50m 范围内：环城西路、商城。

DSA 机房西侧屏蔽墙外 50m 范围内：控制室、医生办公室、女更衣室、男更衣室、换鞋区、外科住院楼。

DSA 机房北侧屏蔽墙外 50m 范围内：过道、原有 DSA 机房、院内道路、门诊楼。

DSA 机房西北侧屏蔽墙外 50m 范围内：原有 DSA 介入室控制室、医生报告室、器械间、楼梯间。

DSA 机房东北侧屏蔽墙外 50m 范围内：原有 DSA 介入室病人准备间、原有 DSA 介入室配电室、示教室、血液科化验室、电梯间、楼梯间、读片室、开水房、卫生间。

DSA 机房下方区域：医技楼 2 楼医学影像科的停用机房、操作间。

DSA 机房上方区域：医技楼 4 楼彩超检查五室、六室。

上述区域不涉及新生儿、幼儿诊疗区域，由于设备间在手术时无人员滞留，其配套用房不列为保护目标。本项目环境保护目标重点关注 DSA 辐射工作人员以及评价范围内 DSA 介入室周围的公众，本项目环境保护目标具体详见表 7-1。

表 7-1 本项目周围环境保护目标分布情况

主要环境保护目标		方位	场所名称	距 DSA 手术室最近距离		规模	保护要求
				水平	垂直		
职业人员	DSA 工作人员	/	DSA 介入室内	0m	0m	共 3~4 人，医生 2 人，护士 1~2 人	5mSv
		西侧	控制室	1m	0m	操作技师 1 人	
公众	DSA 介入室附近其他人员	东侧	病人准备间	1m	0m	约 1 人	0.25 mSv
			污物通道	1m	0m	基本无人	
			污物处置间	3.6m	0m	基本无人	
			复苏室	7m	0m	约 4 人	
			鹿城南路	20m	0m	约 10 人	
		南侧	环城西路	15m	0m	约 10 人	
			商城	40m	0m	约 30 人	
			医生办公室	3.6m	0m	约 2 人	
		西侧	女更衣室	7.8m	0m	约 2 人	
			男更衣室	7.8m	0m	约 2 人	
			换鞋区	9.6m	0m	约 2 人	
			外科住院楼	20m	0m	约 50 人	
		北侧	过道	1m	0m	偶尔有人	

			原有 DSA 机房	2.6m	0m	约 4 人	
			院内道路	8.5m	0m	约 5 人	
			门诊楼	25m	0m	约 20 人	
		西北侧	原有 DSA 介入室控制室	3m	0m	约 1 人	
			医生报告室	5m	0m	约 2 人	
			器械间	10m	0m	偶尔有人	
			楼梯间	12m	0m	偶尔有人	
		东北侧	原有 DSA 介入室病人准备室	3m	0m	约 1 人	
			原有 DSA 介入室配电室	6.6m	0m	偶尔有人	
			示教室	11m	0m	偶尔有人	
			血液科化验室	15m	0m	约 2 人	
			电梯间	9m	0m	约 4 人	
			楼梯间	11m	0m	约 4 人	
			读片室	15m	0m	约 1 人	
			开水房	22m	0m	偶尔有人	
			卫生间	22.5m	0m	偶尔有人	
		楼上	彩超检查五室、六室	0m	垂直正上方 3.0m	约 4 人	
		楼下	医学影像科的停用机房、操作间	0m	垂直正下方 3.0m	基本无人	

7.3 评价标准

(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），任何工作人员所接受的职业照射水平不应超过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；实践使公众有关关键人群组的成员所受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）规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一，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。

(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

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。

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。

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。

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。

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。

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 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（m²）	机房内最小单边长度（m）
单管头 X 射线机 （含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

6.2 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

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（mm）	非有用线束方向铅当量（mm）
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a)具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h;测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

6.4X 射线设备工作场所防护

6.4X 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。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置：推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

(4) 本项目辐射剂量管理限值

综合考虑 GB18871-2002、GBZ130-2020 及云环函[2006]727 号，本项目管理目标为：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

非辐射类污染物排放标准：

废气：运营期执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准。

噪声：运营期厂界噪声执行（GB12348-2008）《工业企业厂界环境噪声排放标准》中 2 类标准值。即：昼间：60dB（A），夜间：50dB（A）。

废水排放：项目运行期废水排放采用雨污分流制，雨水经雨水沟管收集后从医院的雨水排放口进行排放，项目产生的医疗废水由医技楼附近已建的化粪池预处理后，同生活污水进入医院现有污水处理站进行处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准限值和《污水排入城市下水道水质标准》（CJ18466-2005）A 等级标准后，方可外排至市政截污管网。

固废：工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后交由当地环卫部门统一处理。医疗废物处置按照《医疗废物集中处置技术规范》有关规定执行。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量现状

本项目为使用 II 类射线装置，根据本项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染为 X 射线机在工作状态下发出的 X 射线电离辐射污染，其对环境空气、地表水质量、声环境影响较小。故本项目在进行现状调查时，主要调查 DSA 介入室及周围环境的 X-γ 辐射剂量率，对环境空气、地表水质量、声环境只进行了简单现状调查。2022 年楚雄市环境质量如下：

（1）地表水环境

楚雄彝族自治州人民医院位于楚雄市鹿城南路 318 号，距离医院最近的地表水体为医院西侧约 1500m 处的龙川江。根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》的相关规定，楚雄彝族自治州人民医院周边属龙川江楚雄景观、农业用水区。龙川江楚雄景观、农业用水区：由楚雄市青山嘴水库坝址至楚雄水文站，全长 12.9km，流经楚雄市区，江岸有绿化带和花园是市民休闲的好去处；该江段现状功能除景观、农业、工业用水外，还接纳了楚雄市工业、生活废污水，规划水平年 2030 年水质目标为 IV 类。

根据《楚雄州 2022 年生态环境状况公报》及《2022 年楚雄州长江流域、红河流域国控及省控地表水监测断面（点位）监测结果》，2022 年龙川江楚雄市境内设西观桥和青山嘴水库 2 个监测断面，其水功能区划要求 III 类，现状水质类别 II 类，满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III 类要求。

因此可知，楚雄彝族自治州人民医院所在区域 2022 年地表水水质达到 III 类水质标准。

（2）声环境

根据《楚雄州 2022 年生态环境状况公报》，2022 年，楚雄州 68 个城市功能区昼间总点次达标率为 99.6%，夜间总点次达标率为 98.2%，城区功能区声环境质量夜间点次达标率低于昼间。2022 年，楚雄州城市区域声环境昼间平均等效声级值为 50.5 分贝，总体水平为二级，评级结果为较好。项目位于楚雄市鹿城南路 318 号楚雄彝族自治州人民医院内，故区域声环境质量较好，能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求。

（3）大气环境

项目位于楚雄市鹿城南路 318 号楚雄彝族自治州人民医院，环境空气质量功能区划为二类区，所在区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。根据《楚雄州 2022 年生态环境状况公报》，2022 年全州环境空气质量总体优良率为 99.97%，

较 2021 年的 99.80%上升 0.17 个百分点，PM_{2.5} 浓度降至 12 微克/立方米，创有监测数据以来最好水平。其中，楚雄市、牟定县、元谋县、姚安县 4 个县的优良率达到 100%，与上年相比上升 0.3 个百分点。项目区环境空气质量满足环境空气质量二级标准。

8.2 环境辐射现状

由于项目设备尚未安装运行，为了解项目所在地辐射环境现状，建设单位特委托深圳市瑞达检测技术有限公司于 2024 年 1 月 25 日对本项目拟建的 DSA 射线装置工作场所及周围进行 X- γ 辐射剂量率监测，目的在于了解项目 DSA 拟建工作场所及周围辐射环境水平情况。

（1）检测方案

- ①检测单位：深圳市瑞达检测技术有限公司
- ②检测时间：2024 年 1 月 25 日
- ③检测目的：楚雄彝族自治州人民医院医技楼 3 楼 DSA 介入室项目辐射环境本底监测；
- ④检测内容：X- γ 辐射空气吸收剂量率；
- ⑤检测仪器：AT1121 型 X- γ 辐射检测仪（编号：45140）；
- ⑥布点原则：在 DSA 介入室拟建场所及周围进行布点，共计布点 18 个，确保设立的检测点位能够反映本项目拟建场所辐射环境现状；

⑦检测方法：按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中的要求进行。

（2）质量保证措施

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- ③监测仪器每年按规定定期经剂量部门检定，检定合格后方可使用。
- ④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- ⑥监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。
- ⑦现场监测时，收集了环境温度、环境湿度、天气状况等信息。

（3）检测结果及评价

检测结果见表 8-1，检测点位见图 8-1、图 8-2，详细检测结果见附件 10。

表 8-1 本项目拟建场所及周围环境的 X-γ辐射剂量率检测结果

序号	检测点位置	地面介质	检测结果 (nGy/h)				备注
			最小值	最大值	平均值	标准差	
1	拟建 DSA 介入室	混凝土	71	83	78	5	楼房内
2	拟建控制室	混凝土	62	67	63	2	楼房内
3	拟建病人准备室	混凝土	65	71	67	3	楼房内
4	拟建污物处置间	混凝土	59	67	63	2	楼房内
5	拟建复苏室	混凝土	53	58	56	2	楼房内
6	拟建机房东北侧电梯	混凝土	61	71	67	4	楼房内
7	拟建机房北侧过道	混凝土	54	60	57	2	楼房内
8	拟建机房北侧原 DSA 机房	混凝土	65	72	69	3	楼房内
9	拟建机房西北侧医生办公室	混凝土	48	51	50	1	楼房内
10	女更衣室	混凝土	56	59	58	1	楼房内
11	拟建机房正上方 (4 楼彩超检查室)	混凝土	70	81	74	4	楼房内
12	拟建机房正下方 (2 楼医学影像科)	混凝土	56	67	62	4	楼房内
13	门诊楼	混凝土	62	70	67	3	楼房内
14	外部住院楼	混凝土	53	60	57	3	楼房内
15	医技楼南侧公路 (环城西路)	混凝土	45	53	48	3	道路
16	医技楼东侧公路 (鹿城南路)	混凝土	44	50	48	3	道路
17	医技楼南侧 (横店影院)	混凝土	70	77	74	3	楼房内
18	医技楼南侧 (横店影院)	混凝土	70	82	75	5	楼房内

注：以上测量数据均未扣除天然辐射本底值。

由表 8-1 可知，楚雄彝族自治州医技楼 3 楼 DSA 介入室项目拟建场所的 X-γ辐射剂量率测值为 $(50 \pm 1) \sim (78 \pm 5)$ nGy/h，与医技楼室外环境对照点测值为 $(48 \pm 3) \sim (75 \pm 5)$ nGy/h 相当，本项目拟建场所及周围环境的 X-γ辐射剂量率处于医院所在区域正常辐射水平范围内。

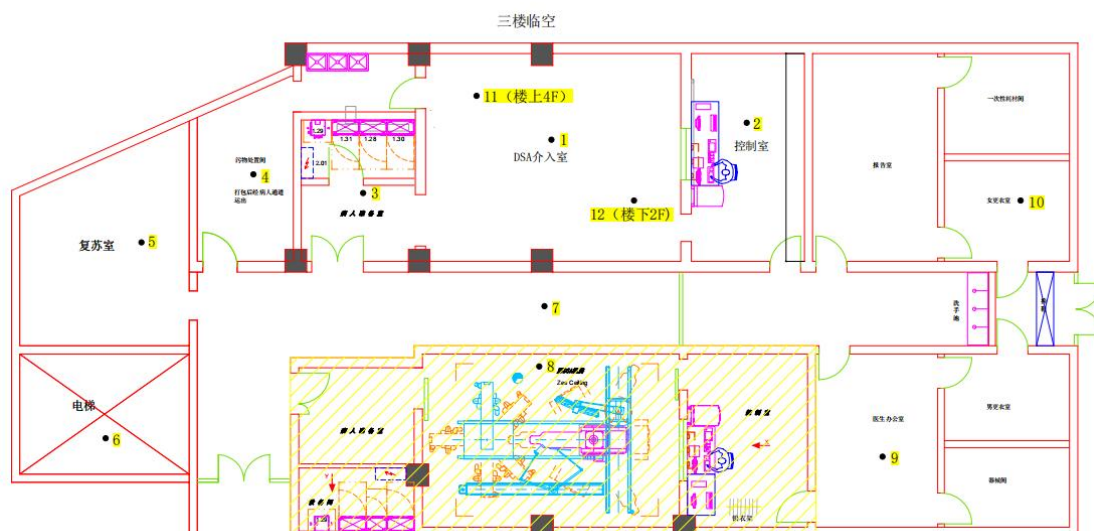


表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

一、施工期工艺分析

项目施工过程首先根据使用要求进行规划布置及设计；然后按照设计组织施工，施工完成后对建筑物内部进行改建及必要的辐射防护施工、装修和设备安装，并进行调试。

医技楼 3 楼机房拟建区域原为多功能数字胃肠室、保管室、CT 用房和眼科检查室，将其改建成符合标准要求的 DSA 介入室及配套用房 DSA，内部已有建筑内容属于医技楼的前期装修工程，部分墙体尚未拆墙，与本项目相关的辐射防护工程尚未施工，施工工艺流程及产污环节，见图 9-1：

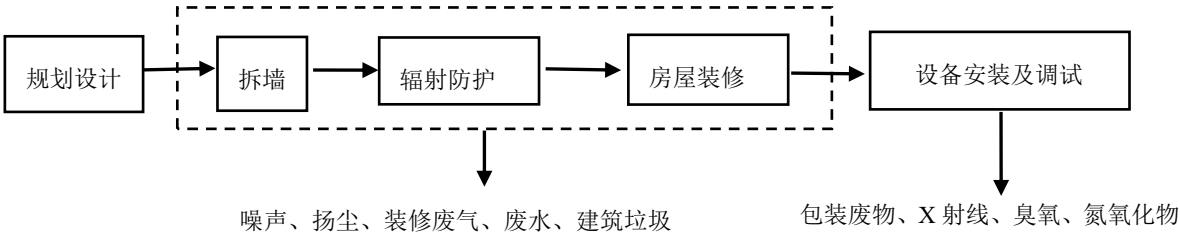


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

本项目主要是在建筑内部进行施工，先进行区划调整改造后再对部分墙体进行拆除，根据平面设计重建墙体及隔断，再进行水电、通排风等基装，再对机房内部墙体安装屏蔽材料、安装防护铅门、观察窗及装修工程等。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，以备后期验收。

二、运营期工艺分析

1、工作原理

数字减影血管造影系统（Digital subtraction angiography 简称 DSA），其基本原理是：注入造影剂之前，首先进行第一次成像。X 射线穿过人体各解剖结构形成荧光影像，经过影像增强器后为电视摄像管采集而形成视频影像，再经过对数增幅和模/数转换形成数字影像，这些数字信息输入计算机处理后并进行贮存。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，得到一个只有造影剂的血管图像。再经减影、对比度增强和数/模转换，产生数字减影图像。转换过程基本原理见图 9-1，临床 DSA 实际图像见图 9-2。

DSA 特点是图像清晰，分辨率高，对观察血管病变，血管狭窄的定位测量，诊断及介入治疗提供了真实的立体图像，为各种介入治疗提供了必备条件。

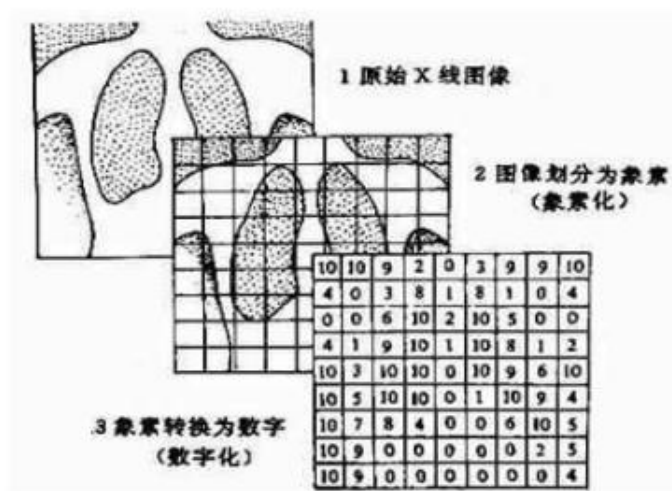


图 9-2 转换过程基本原理

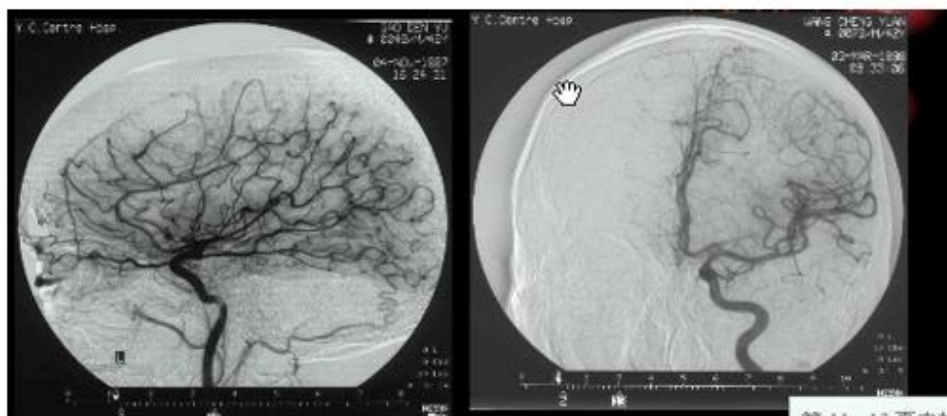


图 9-3 临床 DSA 图像

2、设备组成

DSA 主要组成如下：

①X 射线管组件：旋转阳极 X 射线管、油浸式 X 射线管套、X 射线束准直器。该部分为 X 射线的发生部位。

②高压发生器：高压变压器、X 射线管灯丝变压器、高压整流器、高压变换闸、高压插座

③控制台：电源开关、电源电压调节器及电压表、管电压调节器及管电压表、管电流调节器及管电流表、曝光控制及指示器、容量保护装置及指示器、透视量限制器

④辅助支持设备：C 型臂式机械装置；荧光屏、电视设备、成像板、电影机、平板探测器 FPD 等影像装置；固定器、压迫器、专用滤线栅、铅橡胶防护帘等配套装置。

本项目 DSA 设备型号待定，设备外观参考常见 DSA 设备形状，见图 9-3。

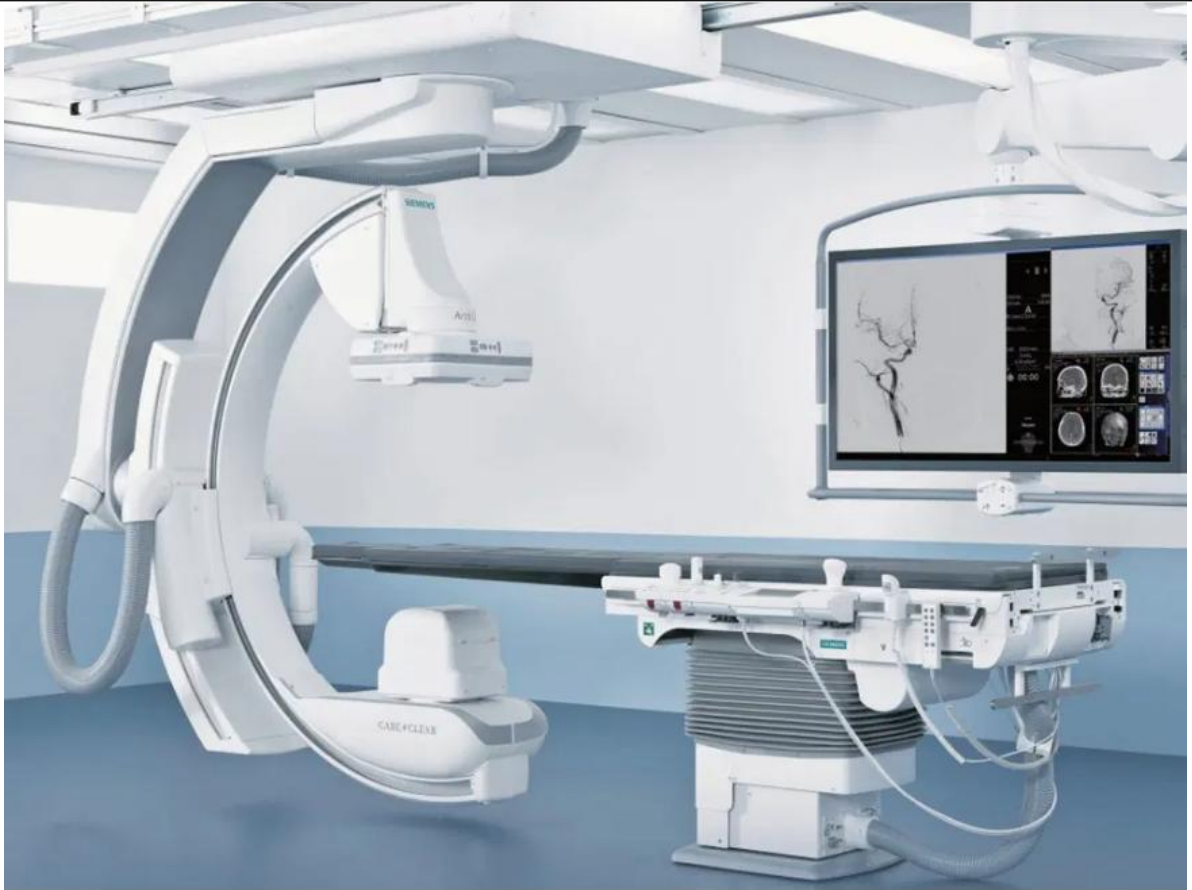


图 9-4Q Ceiling 设备外观图

3、操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，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静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 射线透视下将导管送达指定位置，并留 X 射线片记录，探查结束，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，减影：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况，透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风后身着铅服、铅眼镜、铅手套等防护用品，在曝光室内对病人进行连续曝光。DSA 主射方向为由下向上，设备有靶头旋转出束操作。

在设备开机运行过程中会有 X 射线产生，并有微量的臭氧及氮氧化物产生，设备

关机时不会产生 X 射线及臭氧及氮氧化物产生。

根据院方提供的资料，项目 DSA 射线装置年出束时间 213.4h，其中减影约 13.4h，透视约 200h，由于隔室减影操作时间仅占整台手术 DSA 出束时间 6.28%，所占比例较小，而同室透视操作时间占整台手术 DSA 出束时间 93.72%，所占比例较大、对保护目标影响比较大，因此同室操作为本次评价的重点。

4、靶头旋转操作流程

全自动悬挂 C 臂≥六轴、具有智能床旁控制系统可以控制机架和导管床的运动，机架立柱和底盘可分离运动，从而使 C 臂既可垂直于导管床横向水平移动，也可沿导管床纵向移动，机架偏心安装，C 臂沿导管床纵向移动，覆盖范围≥210cm，准直器和平板探测器具备自动跟踪旋转技术，无论 C 臂机架与检查床投照角度如何，平板探测器始终与检查床保持相对静止，实时图像始终保持正直向上无偏转。

5、人流物流路径规划

项目人流物流遵循，医患分开、清污分开原则。

（1）人员路径规划：

医务人员通道：介入手术医务人员从医护入口进入换鞋间换鞋，再沿着医护人员运行路线进入更衣室，更衣后继续沿医护人员路线进入控制室，后通过控制室防护铅门进入 DSA 介入室进行手术，出则原路返回。

患者通道：患者通过患者运行路线进入病人准备间，后进入 DSA 介入室进行手术，手术结束后原路返回离开 DSA 介入室。患者入口铅门由机房内医生控制开关，避免人员误入。患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，便于行动不便的患者治疗。

（2）物品流向路径规划：

污物通道：污物通过机房东侧铅门进入污物通道，沿着污物路线进入污物处置间，最后通过机房东北侧的电梯运至一楼，最终收集至医院西侧的医疗废物暂存点内。

项目涉及的人流和物流的路径规划见附图 8。本项目设计的 DSA 工作场所设置了医务人员通道、患者通道和污物通道，各个通道相互独立，设有独立的门和路线，有利于介入手术室的洁净管理，利用人流、物流合理规划路线，避免交叉污染。项目路径规划符合辐射防护最优化的要求。

6、DSA 工作流程及产污环节

DSA 在进行曝光时可分为减影和透视两种情况，减影是操作人员采取隔室操作的

方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过控制室铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流；透视是病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。

本项目 DSA 工作流程及产污环节见图 9-3。

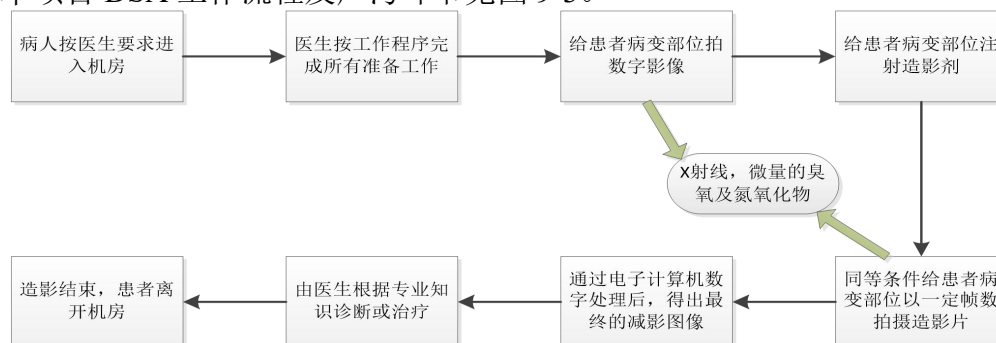


图 9-5 DSA 工作流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

一、施工期污染源

项目工程量小，施工时间短。在施工过程中有施工噪声、施工废渣、施工废水和建筑粉尘等污染物产生。施工区域临近医院病区声环境敏感，施工单位应合理安排好施工时间，禁止夜间施工，尽可能采取低噪声设备及采取隔声减震等措施降低施工噪声对周围环境的影响；施工所产生的少量生活废水依托医院排水及污水处理系统，最终排入城市污水管网；在装修过程中尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；建设施工所产生的少量建筑废渣、设备安装产生的包装废物由施工单位负责清理，并送指定的建筑垃圾处置场。为保证手术室满足防辐射要求，手术室屏蔽设施建设过程中，应严格施工，避免防护材料或墙体衔接处有漏缝产生。项目施工期污染物核算如下：

施工期仅存在装修设备产生的机械噪声和装修过程产生的装修垃圾及施工人员产生的少量生活垃圾和洗手污水，项目在楚雄市区内，施工人员均在外部用餐、回家住宿，因此项目施工工人不在施工场内食宿。施工期间的环境污染因素主要是施工废气、污水、噪声和固体废物等。

（一）施工废气

建筑装修的过程中产生粉尘。在装修的过程中主要是对墙体进行粉刷，本项目施工的工序均位于室内，项目造成周边的粉尘浓度较低，采用洒水措施，保持装修室内一定的湿度，则基本不会产生较大的影响。

建筑装修的过程中产生少量的装修废气。为减少装修废气的产生，本项目装修的过程中采用成品材料对房屋进行分割，只在极少部分的装修过程中采用“环保型”油漆及涂料，并保持良好的通风措施，对周围环境不会产生较大的影响。

（二）施工废水

施工期的水污染主要来自于施工人员生活污水的排放。施工所产生的少量生活废水依托医院排水及水处理系统，最终排入城市污水管网。

（三）噪声

施工期间噪声主要是室内凿打声、电钻声和物料撞击声，多为瞬间噪声。施工单位应合理安排好施工时间，禁止夜间施工，尽可能采取低噪声设备及采取隔声减震等措施降低施工噪声对周围环境的影响。

（四）固体废物

1、装修垃圾

本工程建筑垃圾主要为废弃的建筑材料，主要成份为：水泥、木屑、碎木块、弃砖、纤维、碎玻璃、废金属、废瓷砖等。根据工程设计，墙体拆除、布局调整的过程中产生弃砖、混凝土、废瓷砖等建筑垃圾，按建筑垃圾产生量 $0.05\text{t}/\text{m}^2$ 计算，本项目涉及的室内建筑面积约 41.0m^2 ，则建筑垃圾产生量约为 2.05t 。本项目所产生的建筑垃圾可进行回收作为建材原料再利用，因此，项目的建筑垃圾产生后，经过统一收集外售作为建材原料，或者运至楚雄市政管理部门指定的建筑垃圾堆放点，严禁乱堆乱放。

2、生活垃圾

施工人员的生活垃圾设置堆放点，并采取分类收集、即产即清的方法外运至楚雄彝族自治州人民医院指定地点，由环卫部门统一处理。

本项目 DSA 设备的安装及调试由设备厂商专门负责人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，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，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。人员离开时机房必须上锁并派人看守。

根据以上分析，本项目在建设施工期对周围环境产生影响较小，随着施工的结束，施工期带来的影响也随之结束。

二、运行期正常工况污染源

项目 DSA 的 X 射线诊断机曝光时，出束方向向上；注入的造影剂不含放射性，血管造影流程及产污环节如图 9-5 所示，运营期主要环境影响有射线装置产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物，设备运行和通排风系统产生的噪声，介入手术产生的医疗废物及工作人员产生的生活垃圾和生活污水等。主要污染情况如下：

（1）辐射污染

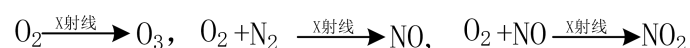
在 X 射线机曝光状态时会产生 X 射线，X 射线属于非带电粒子，其能量与曝光时 X 射线的管电压有关，具有较强的穿透性，本项目 DSA 射线装置额定电压为 125kV，额定管电流为 1000mA。DSA 主射方向主要为从下往上，设备有靶头旋转出束操作情况。

DSA 正常工况下的主要污染途径是，在开机曝光时会有有用束、漏射、散射的 X 射线对周围环境造成的辐射污染，包括对手术室内介入手术工作人员及手术室外其他工作人员及周围环境产生的外照射辐射影响。

人体受到 X 射线照射到一定量时会受到辐射损伤，因此 X 射线装置周围需要达到一定的屏蔽防护，以防止 X 射线泄漏到室外，对医生及其它公众人员构成伤害。X 射线随机器的开、关而产生和消失。

（2）废气

X 射线机曝光状态下，X 射线在穿透空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：



臭氧是强氧化剂，浓度大时对人的呼吸道有损伤作用。本项目射线装置曝光时间很短，臭氧和氮氧化物的产生量很少，DSA 介入室内安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m³/h，介入室外安装 1 台静音排风机，排风量不小于 900m³/h 的静音换气风机。机房内均预留有进、出风口风管穿墙部分、弯管用 4mm 厚铅皮包裹，相当于 4.0mmPb 辐射防护水平。机房净空体积为 122.9m³，采取连续通风换气，外排后通过稀释扩散，产生废气对外环境影响较小。

（3）废水

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生。医护人员在工作中产生少量生活污水；介入手术及器械清洗时会产生少量的医疗废水。根据《云南省地方标准用水定额》（DB53/T2324168-2019），本项目介入手术的用水量按照“医院-医院门诊-20L/（人·次）”计算，介入手术每年约进行 800 人次，则介入手术用水量为 0.044m³/d，16m³/a

（年工作 365 天），产污系数按 0.8 计，则产生医疗废水约 $0.035\text{m}^3/\text{d}$ ， $12.8\text{m}^3/\text{a}$ 。本项目医疗废水经过医技楼附近的化粪池预处理后，同生活污水一起进入医院已建的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准限值和《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A 等级标准，排入市政截污管网。楚雄彝族自治州人民医院目前建有一座污水处理站，日处理规模为 $600\text{m}^3/\text{d}$ 。根据医院提供的 1 月份的《楚雄彝族自治州人民医院南路院区废水总排月报表》可知，医院废水日排放量最大为 $418.332\text{m}^3/\text{d}$ ，故本项目运营期医疗废水能够排入医院已建的污水处理站进行处理，污水处理站有余量能够处理本项目产生的医疗废水。

（4）固体废弃物

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。

介入手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料及手术垃圾，该固废属于医疗废物，将采用专门的医疗废物收集容器收集后，转移至医院已建的医疗废物暂存点暂存。按照医疗废物执行转移联单制度，依托医院医疗废物管理制度统一处置。

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后交由当地环卫部门统一处理。

（5）噪声

DSA 设备运行时产生噪声较小，主要产噪设备为风机、空调制冷机组，采取隔声减震措施降低噪声影响。

三、运行期事故情况污染源

本项目涉及新增 1 台 II 类射线装置——数字减影血管造影系统（DSA）的使用。DSA 射线装置不运行时不存在放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有 DSA 射线装置机运行期间才会产生 X 射线等危害因素，事故主要包括以下几种：

- （1）门灯连锁装置和报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的射线装置机房；
- （2）其它医护人员还未全部撤离机房，即进行曝光，人员受到不必要的照射。所受到的照射剂量与其所在位置有关，距离射线装置越近，受照剂量越大。
- （3）在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。
- （4）医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作受到射线照射。

四种事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

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、工作人员产生的生活污水和生活垃圾。针对 X 射线污染，医院将采取以下相应的辐射防护措施：

一、工作场所分区管理

为加强 DSA 工作场所的管理，防止无关人员受到不必要的照射，医院对本项目进行了分区管理。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本次环评结合现场实际将 DSA 介入室作为辐射防护控制区，将控制室、病人准备间、污物通道划为辐射防护监督区，并将在辐射防护监督区处设置电离辐射警告标志及中文警示说明，本项目控制区与监督区的划分见图 10-1。

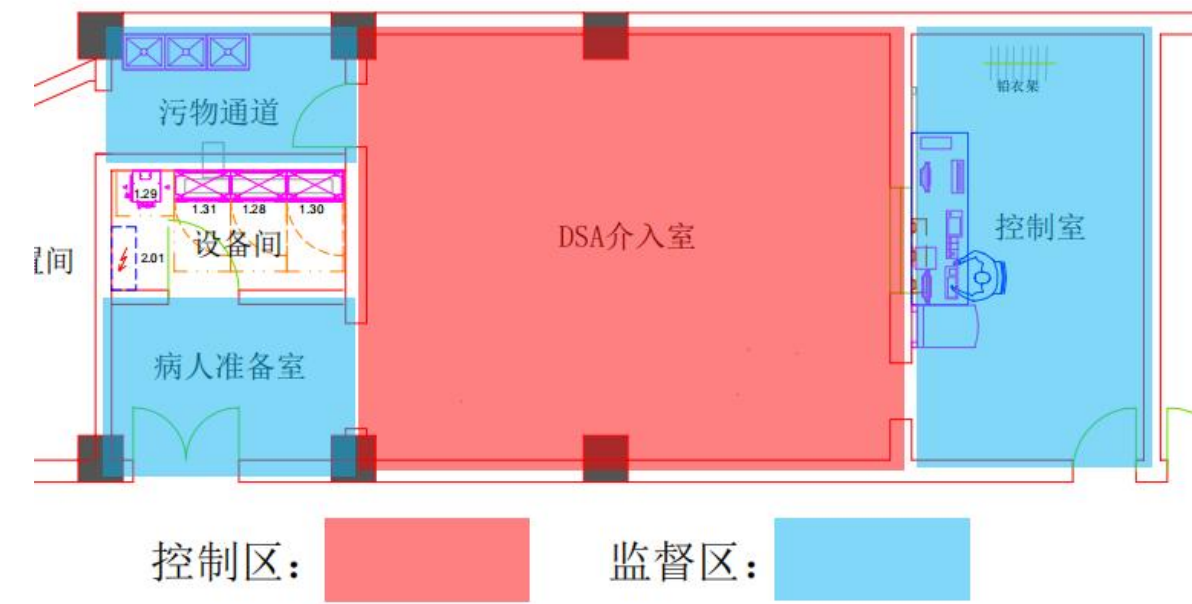


图 10-1 本项目控制区与监督区划分示意图

此外，还应将机房北侧过道、东侧设备间、楼下医学影像科的停用机房、操作间、楼上彩超检查五室、六室作为辐射环境影响关注区，医院在 DSA 运行期间应加强对上述辐射环境影响关注区的定期监测、年度监测和验收监测，如发现问题应及时的处理。

DSA 介入室设有独立的医护通道、患者通道和污物通道，医生、患者和污物在 DSA 介入室的运行路线见附图 8。

两区划分防治措施：

控制区：控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。

监督区：在监督区设立警告标识和标牌，仅允许相关医生进入，其余无关人员均不得随意进入。

二、场所设计屏蔽措施

X射线的基本防护原则是加以必要的屏蔽、减少照射时间及远离射线源。本项目对外照射的防护方法主要有源项控制法和屏蔽防护。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定了各种射线装置的辐射屏蔽要求及机房要求，其中关于介入X射线设备机房屏蔽及机房规定要求见表10-1。

表 10-1 介入 X 射线设备机房的防护要求

机房类	有用线束方向 铅当量mm)	非用线束方铅当 量 (mm)	机房内最小有效 使用面积 (m²)	机房内最小单边 长度 (m)
C 形臂 X 射线设备机房	2	2	20	3.5

可查《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.5，在管电压 125kV 工况下，查表计算得 258mm 厚砖约为 2.5mm 铅当量，158mm 厚混凝土约为 2.0mm 铅当量，用比例法计算，24mm 厚砖约为 2.3mm 铅当量，120mm 厚混凝土约为 1.5mm 铅当量。

本项目 4cm 硫酸钡的防护铅当量保守取在管电压 150kV 下的铅当量，根据《X 射线和γ射线防护手册》（苏森龄著）P76 表 11.B，在管电压 150kV 下，2cm 钡涂料为 1.8mm 铅当量，故本项目 4cm 硫酸钡约 3.6mm 铅当量。

本项目 DSA 介入室进行了屏蔽防护设计（见附件 14），机房为四边形，四面墙体为 240mm 实心砖墙，在墙面上涂抹 4cm 硫酸钡涂料。施工工艺：用防护涂料兑水泥（比例 4 包:1 包）混合好，粉刷于墙面，若粉刷超过 20mm 厚则需加挂铁丝网粉刷；每次粉刷不得大于 10mm 厚，超过厚度得一层一层的粉刷上去，待其干一天后，第二天用同样的方法粉刷，最后一层用沙兑水泥平整，横平竖直，误差降低在 3mm 内，综合具有 5.9mm 铅当量的辐射防护水平；

顶面防护方案：顶面为 120mm 混凝土楼板，在顶面用 80*40 方钢搭设龙骨后挂 4mm 厚的铅板进行防护，综合具有 5.5mm 铅当量的辐射防护水平；

地面防护方案：地面为 120mm 混凝土楼板，在地面上涂抹 4cm 硫酸钡涂料。施工工艺：用防护涂料兑水泥（比例 4 包:1 包）混合好，粉刷于墙面，若粉刷超过 20mm 厚则需加挂铁丝网粉刷；每次粉刷不得大于 10mm 厚，超过厚度得一层一层的粉刷上去，待

其干一天后，第二天用同样的方法粉刷，最后一层用沙兑水泥平整，横平竖直，误差降低在 3mm 内。综合具有 5.1mm 铅当量的辐射防护水平；

铅门材料工艺：医生进出防护门、患者进出防护门，采用电动平移式铅门，污物通道进出防护门采用手动平开铅门，双面采用不锈钢材质，门体采用钢骨架结构，防护材料铅板，采用高压粘合技术加工制作而成，有效避免了因使用时间长铅板下沉而导致防护门损坏，铅防护门门套内包 4mmPb 铅板、大芯板固定，采用不锈钢面，美观耐用，确保综合铅当量≥4mm 铅当量；

控制室观察窗材料：采用铅玻璃，铅玻璃防护量约为 4mm 铅当量。

本项目 DSA 介入室的辐射防护屏蔽材料、屏蔽厚度及所对应的等效屏蔽效果见表 10-2，屏蔽防护设计示意图见图 10-2 和图 10-3。

表 10-2 本项目 DSA 介入室辐射防护屏蔽设计一览表

场所名称	屏蔽方位	屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果
DSA 介入室	四周墙体	240mm 实心砖墙+4cm 硫酸钡涂料	5.9mm 铅当量
	顶面	120mm 混凝土楼板+4mm 铅板	5.5mm 铅当量
	地面	120mm 混凝土楼板+4cm 硫酸钡涂料	5.1mm 铅当量
	病人通道防护门、医护人员通道防护门、污物通道防护门	医生进出防护门、患者进出防护门采用电动平移式铅门；污物通道进出防护门采用手动平开铅门；铅防护门门套内包 4mmPb 铅板	4mm 铅当量
	控制室观察窗	铅玻璃铅当量为 4mm	4mm 铅当量
	DSA 介入室面积	东西长约 7.45m、南北宽约 5.50m，内净面积约为 41.0m ²	
通排风	通风透气	安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m ³ /h，介入室外安装 1 台静音排风机，排风量不小于 900m ³ /h 的静音换气风机，产生的臭氧和氮氧化物可通过该换排风机排风口排出 DSA 介入手术室。	
电缆	电缆布置	将地面地胶铲除后开凿 200mm 深的电缆沟。从设备基座下方设置电缆沟（30cm 宽×20cm 深），DSA 手术室电缆沟从西侧斜向 45°穿过屏蔽墙进入控制室，电缆沟宽 30cm、深 20cm，穿墙位置从 DSA 手术室 200mm 处至控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅皮，上方再用 5mm 厚钢板做盖板。	

由表 10-1、10-2 对比可知，本项目 DSA 手术室的屏蔽防护及有效使用面积及单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关规定，机房设计合理。

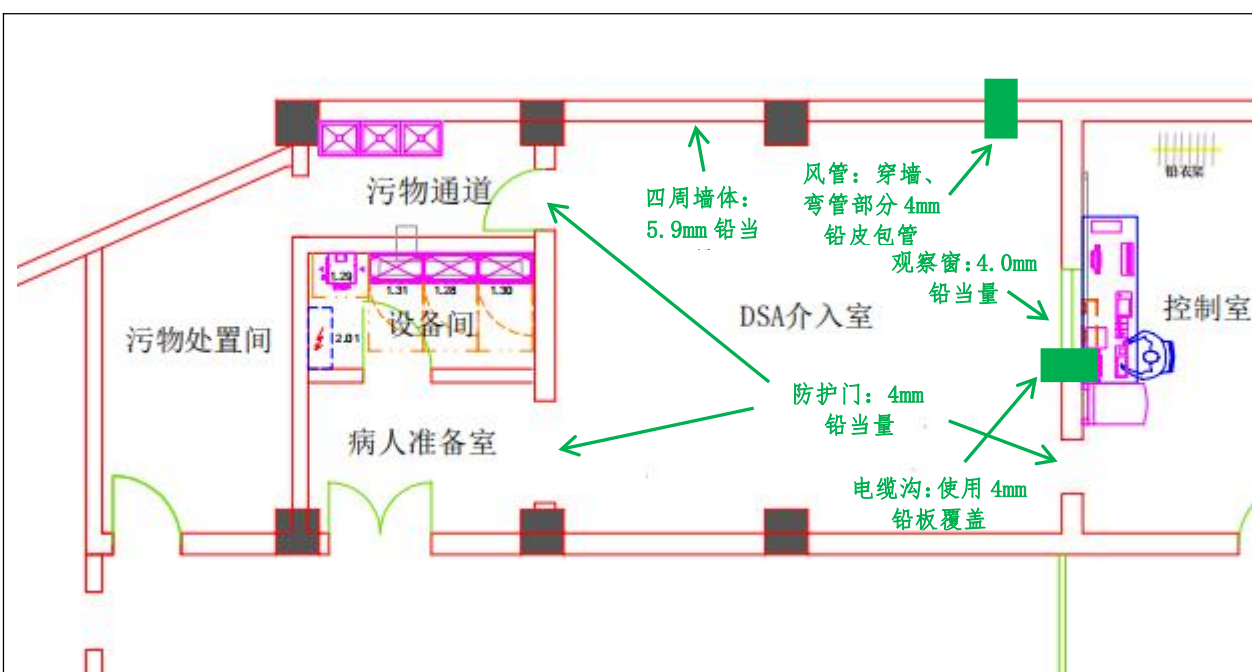


图 10-2 本项目 DSA 介入室屏蔽防护设计平面图

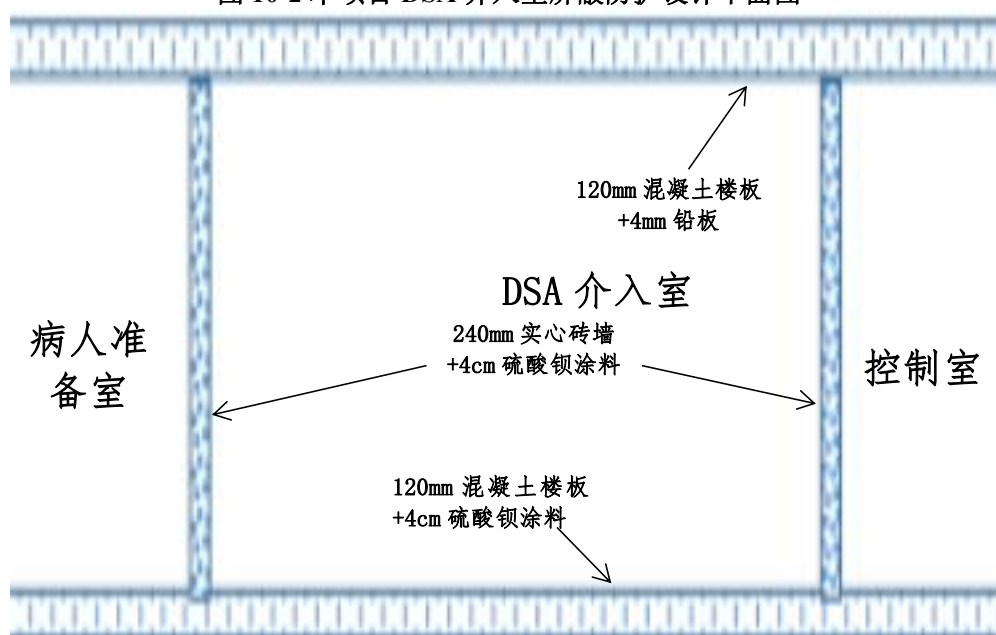


图 10-3 本项目 DSA 介入室屏蔽防护设计剖面图

三、辐射安全和防护措施

X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离辐射源以及加以必要的屏蔽。本项目 DSA 介入室对 X 射线外照射采取了以下辐射安全与防护措施：

1、设备固有措施

本项目 DSA 设备从厂家购买，在使用运行期间性能稳定，设备各项固有安全措施齐备，设备的拆卸、安装、调试均由设备厂家专业人员进行，仪器自身采取了多种安全防护措施：

①本项目 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，以多消除 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备应提供适应 DSA 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。影像增强器前面可酌情配置各种规格的滤线栅，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（lastimagehold，LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。
- ⑥配备相应的表征剂量的指示装置：应配备能在线监测表征输出剂量的指标装置。
- ⑦配备辅助防护设施：DSA 设备配备有防护屏蔽吊架、各种防护屏蔽挂帘等辅助防护用品与设施，DSA 床旁的铅防护帘，机头处的铅悬防护屏，这些屏蔽体具有 0.5mm 铅当量防护水平。

2、个人防护措施

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求配置个人防护用品及辅助防护设置，见表 10-3。

表 10-3 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设置	个人防护用品	辅助防护设置
放射诊断学用 X 射线设备格式透视、摄影	--	--	铅防护围裙（方形）或方巾、铅颈套、铅帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏；定特殊受检者体位的各种设备
介入放射学操作	铅围裙、铅颈套、铅帽子、铅防护眼镜	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、移动铅防护屏风	铅防护围裙（方形）或方巾、铅颈套、铅帽子	--
注：“--”表示不要求。				

①本项目配备了符合防护要求的个人防护用品，包括铅帽、铅围裙、铅眼镜、铅围脖 4 套；配置受检者防护用品，包括铅帽、铅围脖、铅方巾；上述防护用品须≥0.5mm 铅当量，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中个人防护设置的要求。

②DSA 手术室在对病人病灶进行照射时，对病人病灶以外的部位用铅方巾进行了遮盖，必要时应穿着其他防护用品，尽可能避免了病人受到不必要的辐射照射。

3、场所设计安全措施

(1) DSA 医护工作人员通道防护门、介入室患者通道防护门和污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动，防止无关人员误入机房，导致误照射；

(2) DSA 医护工作人员通道防护门、介入室防护门及病人入口门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在此逗留；

(3) DSA 医护工作人员通道防护门、介入室患者通道防护门和医生通道防护门设计有闭门装置，可使防护门时刻处于常闭状态，防止射线泄漏到手术室外，导致误照射；

(4) DSA 介入室内侧墙壁及控制室内共设计有 2 个急停按钮，当设备误照射或故障时能够及时的中断照射；

(5) 视频监控及对讲系统：建设单位拟在 DSA 机房安装视频监控及对讲系统，患者进入 DSA 机房后，操作医师在控制室通过监控视频可实时监控 DSA 机房内患者状况及机房内情况，通过对讲系统与患者沟通；

(6) 医生换鞋间入口门及病人入口门设计有门禁，禁止无关人员进入；

(7) 门灯联锁装置及工作状态指示灯：各铅门、外顶部均安装有工作状态指示灯，防护门顶部安装有联锁装置，将防护门开关情况与工作状态指示灯有效联动，当防护门关闭后，联锁装置联动工作状态指示灯变亮，警示非工作人员不得入内，防止无关人员误入机房，导致误照射。

本项目 DSA 介入室拟安装的安全措施示意图 10-4。



图 10-4 DSA 介入室拟安装的安全措施示意图

4、电缆布置

本项目将 DSA 介入室内地面地胶铲除后开凿 200mm 深的电缆沟。从设备基座下方设置电缆沟（30cm 宽×20cm 深），DSA 手术室电缆沟从 DSA 手术室西侧斜向 45° 穿过屏蔽墙进入控制室，电缆沟宽 30cm、深 20cm，穿墙位置从 DSA 手术室 200mm 处至控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅皮，上方再用 5mm 厚钢板做盖板，能够有效防止射线泄露，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能，拟采用的屏蔽防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的屏蔽防护要求。DSA 电缆沟示意图见图 10-5，电缆沟穿墙示意图见图 10-6。

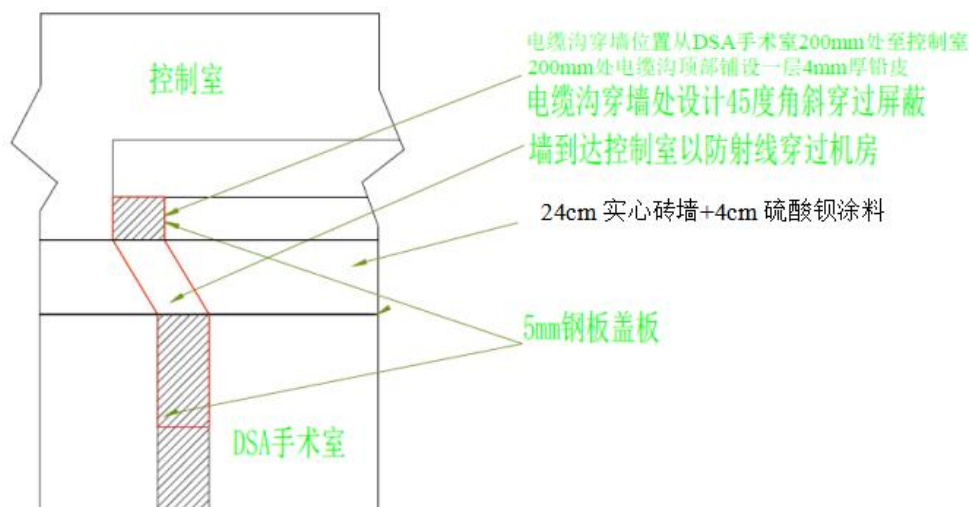


图 10-5 DSA 介入室电缆沟示意图

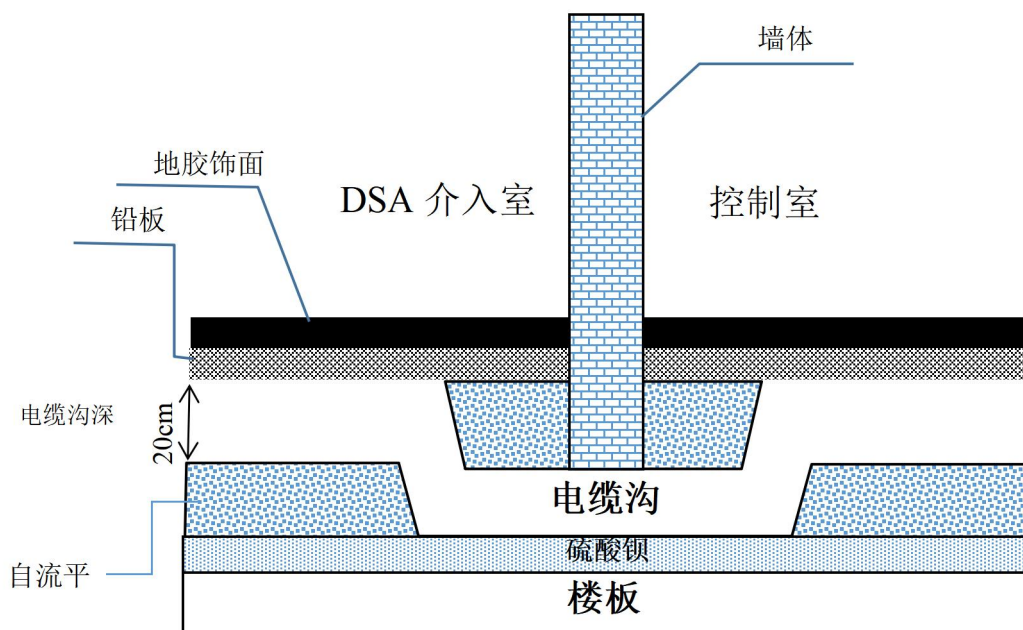


图 10-6 DSA 介入室电缆沟穿墙示意图

5、通风管设置

本项目 DSA 介入室安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 $1500\text{m}^3/\text{h}$ ，介入室外安装 1 台静音排风机，排风量不小于 $900\text{m}^3/\text{h}$ 的静音换气风机，产生的臭氧和氮氧化物可通过该换排风机排风口排出 DSA 介入手术室。机房净空体积为 122.9m^3 ，连续通风换气，对环境的影响很小。

本项目 DSA 介入室排风管道从南侧屏蔽墙穿墙出机房，距 DSA 手术室地板约 0.3m ，排至医技楼南侧，穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm ，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 30cm ；DSA 介入室送风管道从机房南侧屏蔽墙穿墙进入机房，距 DSA 手术室地板约 2.8m ，穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm ，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 30cm 。拟采用的屏蔽防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的屏蔽防护要求。通排风管道穿墙示意图下图 10-7。

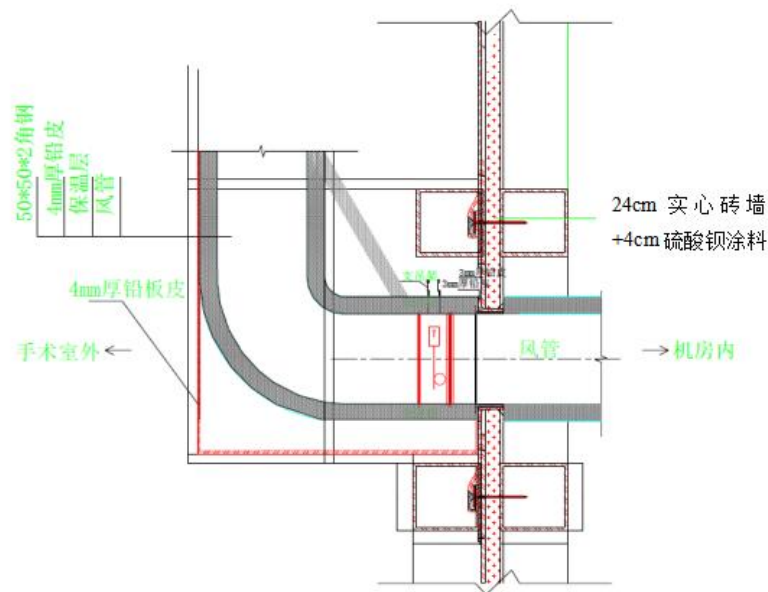


图 10-7 通排风系统管线示意图

6、个人剂量监测管理

辐射工作人员应按照国家规定配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪器应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。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。

本次项目辐射工作人员共有 10 人，且从原有辐射工作人员中调配，医院已为本项目辐射工作人员各配置 1 台个人剂量计。个人剂量计专人佩戴，定期送检，建立个人剂量档案。

医生个人剂量片不超过 90 天送检一次，检测委托具备有资质的单位进行，每次检测数据存档，建立辐射工作人员个人剂量档案。

7、医疗照射防护的最优化制度

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“医疗防护最优化”的要求，环评要求建设方制定医疗照射防护最优化制度，从医用放射设备要求、操作要求和医疗照射的治疗保证三个方面加强防护最优化。医疗放射性设备严格落实医用放射设备的要求：操作方面，做到使用合格设备，合理控制剂量，加强应急准备，严格执行放射诊断、放射治疗的操作要求。医疗照射的质量保证，严格落实医疗照射质量保证大纲的要求，加强临床剂量学工作，校准和给准辐射剂量。

①设备要求：应当将医疗照射所使用的系统设计成可及时发现系统内单个部件的故

障，以使对患者的任何非计划医疗照射降至最小，并有利于尽可能避免或减小人为失误。

②操作要求：应辨明各种可能引起非计划医疗照射的设备和人为失误；旋转操作过程中尽量减少对医务人员的直射照射；考虑相应专业机构所制定的可接受图像质量标准和有关医疗照射指导水平后，确保患者所受到的照射是否达到预期诊断目标所需的最小照射，并注意查阅以往的检查资料以避免不必要的额外检查；应制定对特殊人群（如孕妇或可能怀孕妇女）的放射治疗计划；将放射治疗可能产生的危险通知患者。

③医疗照射的质量保证：根据标准所规定的质量标准要求和和其他有关医疗照射质量保证的标准制定一个全面的医疗照射质量保证大纲，制定这种大纲时应邀请诸如放射物理等有关领域的合格专家参加；放射性治疗临床剂量测定应形成文件制度，记录患者每次治疗的剂量。

8、时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用 DSA 射线装置诊疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊疗方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外的照射。

9、辐射安全管理措施

医院制定了辐射事故应急管理制度及方案、辐射防护和安全保卫、监测方案、辐射工作人员个人剂量管理、辐射工作人员培训、DSA 安全操作规程等制度，并于 2024 年 1 月 25 日调整了辐射安全管理领导小组。

10、其他措施

①加强 DSA 机房附近通道的管理要求，严禁非手术相关人员进入手术区域，减少人员在 DSA 设备出束使用时在机房周围停留。

②DSA 室设有观察窗和有语音提示系统，便于操作人员实时了解机房内的情况。

③制定完善相关规章制度及事故应急预案，尽可能的降低事故情况下对环境的污染。

④操作规程、岗位职责和辐射应急预案等相关制度应张贴于辐射工作场所醒目处。

11、辐射安全与防护设备安全保护功能及其实现过程

通过 DSA 设备固有辐射防护措施和个人防护措施，第一术者位医生和第二术者位医生综合具有 1.0mm 铅当量的防护水平，DSA 医护工作人员通道防护门、介入室患者通道防护门和污物通道防护门设计有闭门装置，可使防护门时刻处于常闭状态，防止射线泄漏到手术室外，且个防护门上方设计有工作状态指示灯和电离辐射警告标志，提醒公众

和工作人员 DSA 手术时是否正在进行介入手术, DSA 介入室内侧墙壁和控制室设置有急停按钮, 当人员误入机房或 DSA 设备出现故障时, 按下按钮可立即停止 DSA 设备运行, 确保设备误照射或故障时能够及时的中断照射。DSA 电缆沟采用 4mm 厚铅板 (4mm 铅防护当量)+不锈钢装饰板进行屏蔽防护, 通风管道用 4mm 铅皮 (4mm 铅防护当量) 包裹通排风管道, 防止射线从电缆沟或通风管处泄漏。本项目辐射工作人员均配备了个人剂量计且对个人剂量片进行定期送检, 确保项目辐射工作人员的年有效剂量不会超标。医院根据相关要求制定了相应的辐射制度, 并设置了放射防护安全管理委员会。综上所述本项目辐射安全与防护设备安全保护功能较为完善。

10.2 三废的治理

1、废气治理措施

DSA 在曝光过程中臭氧、氮氧化物产生量很小, 在设计中已经考虑了通风换气, 项目 DSA 机房安装动力排放装置, 采取连续通风换气后, 防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积, 废气排到中央空调内进行交换, 有利于改善室内空气环境。

通风管道采取相应的屏蔽措施, 采用弯管及局部铅皮包裹处理, 本项目射线装置曝光时间很短, 臭氧和氮氧化物的产生量很少, 外排后通过稀释扩散对环境影响较小。

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; 本项目 DSA 配置有水循环冷却系统, 冷却水循环使用, 无废水产生; 本项目医疗废水进入医院医技楼附近已建的化粪池进行预处理后, 同生活污水进入医院污水处理站进行处理, 经医院拟建的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 表 2 预处理标准限值和《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A 等级标准后, 排入市政截污管网。

3、固体废弃物治理措施

本项目 DSA 采用数字成像, 无废胶片产生; 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具、等医疗废物暂存在 DSA 介入室中的垃圾桶, 手术结束集中收集后作为医疗废物进行处理, 后委托有资质的医疗废物处置单位进行处置; 工作人员工作中产生的少量办公垃圾, 将依托医院的保洁措施, 统一收集后交由环卫部门统一处理。

4、噪声治理措施

机房空调外机工作时将产生一定的噪声, 其噪声值较小, 无需采用专门的降噪措施。

综上所述,本项目针对 DSA 运行过程产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施,能够满足环保要求。

本项目主要污染物的产生及主要环保措施见表 10-4。

表 10-4 项目主要污染物的产生及主要环保措施

内容	排放源	污染物	处理方案	排放要求
DSA 运行期	DSA 射线管	X 射线	设备自屏蔽,屋顶墙体地面屏蔽等屏蔽措施,佩戴个人防护用品及个人剂量检测仪、制定规章制度严格管理等	达到《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)第 6.3.1 条的机房的辐射屏蔽防护,周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的规定要求;DSA 手术室医务人员年有效剂量低于 5mSv/a 的管理限值;机房附近其他公众年有效剂量低于 0.25mSv/a 的管理限值
	废气	臭氧、氮氧化物	通风换气系统	微量
	医务人员、病人	生活污水	医院主体工程生活污水处理措施	《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 标准 《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A 等级标准
	介入手术	医疗废物	医院主体工程医废处理措施	严格按《医疗废物管理条例》、《医疗卫生机构医疗废物管理办法》执行
	普通办公	一般固废	医院主体工程一般固废处理措施	按照当地环保部门进行处理
	换气设备	噪声	依托设备采用低噪设备、排风管采用减震设计	昼间<60dB(A), 夜间<50dB(A)。

5、环保措施及投资估算

根据 DSA 射线装置对保护目标及周围环境的影响,按照国家有关法规和技术规范对项目进行辐射环境影响评价,确认实践的安全与防护,对不利影响及存在的问题提出防治措施,把辐射环境影响减少到合理可达到的尽量低的水平。针对拟采取的安全与防护措施进行分析,指出可能存在的薄弱环节,提出减少工作人员和公众辐射剂量、改善辐射环境质量的对应措施和建议。

本项目环保投资估算费用见表 10-5。

表 10-5 本项目环保投资估算费用一览表

	类别	环保设施(措施)	投资金额(万元)
新增	电离辐射防护	手动铅防护门 1 套和电动铅防护门 2 套,各具有 4mm 铅当量的辐射防护水平、控制室铅玻璃观察窗 1 套,采用 4mm 铅当量厚度的铅玻璃,电缆沟屏蔽使用 4mm 厚铅板、通排风管道包裹 4mm 厚铅皮 4 片	35.0

		四面墙体为 240mm 实心砖墙，涂抹 4cm 硫酸钡涂料； 顶面为 120mm 混凝土楼板，架设型钢龙骨上安装 4.0mm 厚铅板； 地面为 120mm 混凝土楼板，涂抹 4cm 硫酸钡涂料。	20.0
	个人防护用品	铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜、铅围裙 4 套	2.5
	监测仪器及个人剂量监测	新增 2 台个人剂量报警仪、1 台 X-γ 辐射监测仪	2.4
	警示标志	电离辐射警告标志 3 副、工作状态指示灯 3 套、门灯联锁装置 3 套及 2 个急停按钮	2.0
	监控、对讲系统	监控、对讲系统 1 套	1.0
	废气治理	换气系统	3.5
	噪声治理	采用低噪设备、换气扇底座、通排风管采用减震设计。	0.5
	废水收集	依托建筑污水管网	0
	医废收集	在介入室中设置 2 个医疗废物收集桶收集医疗废物	0.1
	其他	辐射安全规章制度上墙、竣工环保验收，控制区警示标志，监督区标牌。	3.0
合计			70.0

本项目的总投资约为 700 万，其中环保投资约为 70.0 万元，占项目总投资额的 7.5%。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本次项目拟将院区内医技楼 3 楼南侧原多功能数字胃肠室改建成 DSA 介入诊疗室，不新增用地，项目工程量小，施工时间较短。在投入使用前主要的施工是墙体的简单装饰，再进行辐射屏蔽防护安装，内部装修，设备调试运行等，项目工程量小，施工时间较短。在施工过程中有施工噪声、建筑粉尘、建筑垃圾等产生。

(1) 大气环境影响分析

本项目施工期产生废气的作业主要为施工时产生的扬尘及装修废气等。在装修施工阶段会有一定施工扬尘产生，可加强通风透气，降低扬尘的影响。装修过程中产生的挥发性气体等，通过加强通风或室内空气净化措施，严格按《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）控制室内环境，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。

(2) 声环境影响分析

施工过程及设备使用时会对周围声环境产生一定影响，考虑项目工程量小，施工作业较少，施工方式主要为人为施工，机械设备的使用较少，同时项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。但必须重视的是，大楼周围病区对声环境较为敏感，施工单位应合理安排好施工时间，文明施工，禁止夜间施工，尽可能采取低噪声设备及采取隔声减震等措施降低施工噪声对周围环境的影响，场界噪声应控制在《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值内，施工期噪声只是在短期对局部环境造成影响。

(3) 固体废物

产生的固废主要是施工废料等，由施工单位依照当地行政主管部门要求负责清运，送指定的建筑垃圾处置场。另外生活人员产生的生活垃圾，产生量较小可依托医院现有的一般固废收处设施处置。

(4) 水环境影响分析

施工工艺基本无废水产生，产生的少量施工人员的生活废水，依托医院现有污水收集处理系统，经处理后污水进入城市污水管网，不对外直接排放，不会对周围水环境产生大的影响。

在施工期间有一定噪声、粉尘、固废等污染物产生并对周围环境造成一定影响。由

于本项目在医院病区施工，施工单位应予以重视，合理安排施工时间，文明施工，采取措施尽量降低对医院环境的影响。施工结束后，项目施工期环境影响随之消除。

2、设备安装、调试的环境影响

（1）设备安装过程会产生一定的噪声，但产生的噪声很小，且随着设备的安装完毕而消失，对周围环境影响很小。

（2）设备在调试过程会产生 X 射线，对周围人员产生外照射。设备安装、调试均由厂家专业技术人员负责完成，设备在调试时，机房的防护措施已经建设完成，且调试时间很短，产生的 X 射线经机房屏蔽后对周围环境影响很小。

（3）设备在调试过程 X 射线电离空气产生臭氧和氮氧化物。设备调试时间很短，产生的臭氧和氮氧化物量很少，且可通过机房的排风装置排至室外，对周围环境影响很小。

医院在施工阶段采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院院区。本项目施工量不大、施工期较短，对医院周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

11.2 运行阶段对环境的影响

一、正常运行工况下辐射环境影响分析

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 DSA 在工作状态下发出 X 射线，对医务人员和公众产生外照射。本项目还未建设，对 DSA 介入室周围辐射环境影响评价采用类比分析结合模式预测的方法进行环境影响分析。

（一）类比分析

1、类比对象的选取

由于本项目 DSA 型号为 Q Ceiling，最大管电压参数为 125kV，最大管电流为 1000mA，本项目类比对象采用云南省保山市第二人民医院门诊北楼 1 楼 DSA 介入室的 Innova IGS 540 型 DSA。

2、类比可行性分析

（1）DSA 技术参数类比

表 11-1 本项目 DSA 与类比 DSA 技术参数一览表

设备型号	设备主要技术参数		主射束方向	生产厂家	备注
	额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)			

Q Ceiling 型 DSA	125	1000	向上照射	西门子	本项目
类比 Innova IGS 540 型 DSA	125	1000	由下向上	GE	云南省保山市第二人民医院

(2) 安全防护措施能力类比

表 11-2 本项目 DSA 与类比 DSA 安全设施一览表

本项目 DSA	类比项目 DSA	类比结果
医院将设置明显的控制区与监督区标识牌及标线，并将 DSA 介入室划为控制区，将控制室、病人准备室、污物通道划为监督区。	设置有明显的控制区与监督区标识牌及标线。将 DSA 介入检查室划为控制区，控制室划为监督区。	相当
与 DSA 机房连接的防护门外醒目位置拟设置电离辐射警示标志及中文警示说明；防护门顶部安装有联锁装置，当防护门关闭后，联锁装置联动工作状态指示灯变亮，防止无关人员误入机房，导致误照射。	在 DSA 介入检查室各防护门上方设立“当心电离辐射”警示标志、门头安装工作状态警示灯，设置门灯连锁。	相当
医院拟在 DSA 介入室内侧墙壁及控制台处共设置 2 个紧急停止按钮。	在诊疗床操作面板和控制室操作台上设计了紧急按钮。	相当
DSA 自带有铅屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘。	DSA 自带有铅屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘。	相当
医院拟在 DSA 机房安装视频监控及对讲系统一套。	DSA 机房设置监视对讲装置，用于手术室的监视及对讲。	相当
新增铅衣、铅帽、铅眼镜、铅手套、铅围裙、铅围脖等个人防护用品各 4 套。本项目共配置 10 台个人剂量计。	给各工作人员配置了个人剂量计，和个人防护用具	相当
共配置 2 台个人剂量报警仪及 1 台 X-γ 辐射剂量率仪。	医院配备了 2 台个人剂量报警仪及 1 台 X-γ 辐射剂量率仪。	相当
医院拟将相关辐射安全管理制度上墙。	医院已将相关辐射安全管理制度上墙。	相当
DSA 机房患者进出防护门设计有闭门装置。	DSA 机房患者通道防护门安装有闭门装置。	相当

由表 11-2 可知本项目 DSA 机房及类比 DSA 机房均设置了控制区、监督区；DSA 介入室各防护门均设立警示标志、门头均安装工作状态警示灯，设置门灯连锁；DSA 均自带有铅玻璃屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘；DSA 机房均设置 1 套监视对讲装置；医院均将相关辐射安全管理制度上墙；DSA 机房患者通道防护门安装有闭门装置；本项目 DSA 拟设置 2 个紧急停止按钮；配备 4 套铅防护用品；项目工作人员每人配置 1 台个人剂量计、共配置 2 台个人剂量报警仪和 1 台 X-γ 辐射剂量率仪，以上几项都与类比 DSA 安全防护措施相当。综上，本项目在安全防护措施方面与类比 DSA 相当，安全防护措施进行类比是可行的。

(3) 屏蔽防护参数类比

表 11-3 本项目 DSA 介入室与类比 DSA 介入室屏蔽防护参数一览表

类比项目	本项目 DSA 介入室	类比 DSA 介入室	类比结果
四周墙体	240mm 实心砖墙+4cm 硫酸钡 (约 5.9mm 铅当量)	24mm 实心砖墙, 另粉刷 30mm 硫酸钡防护涂层, 共约 4.9mm 铅当量防护水平	本项目防护能力较强
顶面	120mm 混凝土楼板+4mm 铅板 (5.5mm 铅当量)	120mm 混凝土, 另在介入室楼上地面层粉刷 30mm 硫酸钡防护涂层, 共约 4.1mm 铅当量防护水平	本项目防护能力较强
地面	120mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡 (5.1mm 铅当量)	120mm 混凝土, 另粉刷 30mm 硫酸钡防护涂层, 共约 4.1mm 铅当量防护水平	本项目防护能力较强
防护门	4.0mm 铅当量	3.5mm 铅当量	本项目防护能力较强
观察窗	4.0mm 铅当量	3.5mm 铅当量	本项目防护能力较强
介入室净尺寸及面积	长 7.45m、宽 5.50m, 高约 3.0m, 内净面积约 41.0m ²	长 6.8m、宽 5.8m, 机房面积 39.44m ²	本项目机房面积较大
手术位	0.5mm 铅当量床侧铅帘、0.5mm 铅当量悬挂式上铅玻璃板	床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平, 悬挂式上铅玻璃板具有 0.5mm 铅当量防护水平	防护能力相当

由表 11-5 可知, 本项目 DSA 机房在手术位处铅帘与铅玻璃板的铅当量与类比 DSA 机房相当; 本项目 DSA 机房的四周墙体、顶面、地面、防护铅门及观察窗铅当量强于类比 DSA 机房; 本项目机房面积大于类比 DSA 机房面积。因此, 本项目 DSA 机房屏蔽防护能力与类比 DSA 机房较强, 综上, 本项目采用云南省保山市第二人民医院门诊北楼 1 楼 DSA 介入室的 Innova IGS 540 型 DSA 作为类比射线装置在机房屏蔽防护能力方面是可行的。

此外, 根据类比 DSA 的验收监测报告可知, 其验收开机工况为正常使用时的最大管电压、最大管电流, 类比监测工况如下: 透视情况下, 管电压: 78kV, 管电流: 10.6mA; 减影情况下, 管电压: 92kV, 管电流: 503mA, 本项目运营期最大透视工况下管电压 75kV、管电流 10mA, 最大减影工况下管电压 75kV、管电流 240mA, 本项目 DSA 运营期最大透视工况和最大减影工况均比类比 DSA 小, 故本项目辐射强度小于类比 DSA, 具有可类比性。

2、类比监测结果分析

2019 年 6 月 12 日, 云南卓淮检测技术有限公司对云南省保山市第二人民医院门诊北楼 1 楼 DSA 进行了辐射环境监测, 并出具了《辐射环境监测报告》(YNZH-FSHJ-

【2019】-第 135 号），类比监测结果见表 11-4，监测点位分别见图 11-1，详细监测报告见附件 16。

表 11-4 类比 DSA 正常运行工况下介入手术室及周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果

序号	测量点描述		仪器读数 ($\mu\text{Gy/h}$)					均值 $\bar{X}$ ($\mu\text{Gy/h}$)	标准差 σ ($\mu\text{Gy/h}$)	校正值 ($\mu\text{Gy/h}$)	监测结果(校正 值 $\pm$ 标准 差)($\mu\text{Gy/h}$)
			1	2	3	4	5				
1	第一术 者位	关机	0.09	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.007	0.07	0.07 $\pm$ 0.007
		开机	9.75	9.18	9.27	9.15	9.07	9.28	0.270	7.24	7.24 $\pm$ 0.270
2	第二术 者位	关机	0.10	0.09	0.09	0.08	0.10	0.09	0.008	0.07	0.07 $\pm$ 0.008
		开机	7.27	7.19	7.59	7.65	7.60	7.46	0.213	5.82	5.82 $\pm$ 0.213
3	铅玻璃 右上角	关机	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.005	0.07	0.07 $\pm$ 0.005
		开机	0.10	0.10	0.11	0.09	0.10	0.10	0.007	0.08	0.08 $\pm$ 0.007
4	铅玻璃 右下角	关机	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.005	0.07	0.07 $\pm$ 0.005
		开机	0.09	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.011	0.09	0.09 $\pm$ 0.011
5	铅玻璃 中心	关机	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.10	0.005	0.08	0.08 $\pm$ 0.005
		开机	0.12	0.13	0.11	0.10	0.12	0.12	0.011	0.09	0.09 $\pm$ 0.011
6	铅玻璃 左上角	关机	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.005	0.08	0.08 $\pm$ 0.005
		开机	0.11	0.10	0.11	0.12	0.12	0.11	0.008	0.09	0.09 $\pm$ 0.008
7	铅玻璃 左下角	关机	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09	0.005	0.07	0.07 $\pm$ 0.005

		开机	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.004	0.08	0.08±0.004
8	铅玻璃框	关机	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.004	0.07	0.07±0.004
		开机	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.005	0.08	0.08±0.005
9	操作台	关机	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.007	0.07	0.07±0.007
		开机	0.10	0.11	0.09	0.12	0.11	0.11	0.011	0.09	0.09±0.011
10	控制室墙	关机	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.005	0.07	0.07±0.005
		开机	0.11	0.11	0.10	0.10	0.12	0.11	0.008	0.09	0.09±0.008
11	控制室门右上角	关机	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.005	0.07	0.07±0.005
		开机	0.11	0.11	0.10	0.10	0.12	0.11	0.008	0.09	0.09±0.008
12	控制室门右下角	关机	0.10	0.09	0.10	0.09	0.08	0.09	0.008	0.07	0.07±0.008
		开机	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11	0.008	0.09	0.09±0.008
13	控制室门中心	关机	0.09	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.007	0.07	0.07±0.007
		开机	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.008	0.08	0.08±0.008
14	控制室门左上角	关机	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.005	0.07	0.07±0.005
		开机	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.005	0.09	0.09±0.005

15	控制室 门左下角	关机	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.005	0.07	0.07±0.005
		开机	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.004	0.08	0.08±0.004
16	机房大 门右上 角	关机	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.005	0.07	0.07±0.005
		开机	0.11	0.10	0.10	0.12	0.10	0.11	0.009	0.09	0.09±0.009
17	机房大 门右下 角	关机	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.10	0.016	0.08	0.08±0.016
		开机	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.12	0.013	0.09	0.09±0.013
18	机房大 门中心	关机	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.005	0.08	0.08±0.005
		开机	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.005	0.09	0.09±0.005
19	机房大 门左上 角	关机	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.005	0.07	0.07±0.005
		开机	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.008	0.08	0.08±0.008
20	机房大 门左下 角	关机	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.004	0.07	0.07±0.004
		开机	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.005	0.08	0.08±0.005
21	机房外 缓冲区	关机	0.09	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.007	0.07	0.07±0.007
		开机	0.09	0.10	0.10	0.10	0.12	0.10	0.011	0.08	0.08±0.011

22	设备间	关机	0.08	0.09	0.08	0.09	0.10	0.09	0.008	0.07	0.07±0.008
		开机	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.10	0.013	0.08	0.08±0.013
23	污物通道	关机	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.007	0.07	0.07±0.007
		开机	0.10	0.09	0.09	0.12	0.10	0.10	0.012	0.08	0.08±0.012
24	设备间铅门	关机	0.09	0.10	0.10	0.11	0.09	0.10	0.008	0.08	0.08±0.008
		开机	0.11	0.12	0.11	0.13	0.11	0.12	0.009	0.09	0.09±0.009
25	污物通道铅门	关机	0.09	0.10	0.09	0.08	0.09	0.09	0.007	0.07	0.07±0.007
		开机	0.11	0.12	0.11	0.10	0.11	0.11	0.007	0.09	0.09±0.007
26	二楼检查室	关机	0.08	0.09	0.08	0.09	0.10	0.09	0.008	0.07	0.07±0.008
		开机	0.10	0.11	0.10	0.09	0.12	0.10	0.011	0.08	0.08±0.011
27	负一楼发热门诊	关机	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.000	0.07	0.07±0.000
		开机	0.11	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.007	0.09	0.09±0.007
28	医院道路	关机	0.08	0.07	0.08	0.09	0.10	0.08	0.011	0.06	0.06±0.011
		开机	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.005	0.08	0.08±0.005
29	本底值		0.09	0.10	0.09	0.11	0.12	0.10	0.013	0.08	0.08±0.013

备注：

1、X 射线照射方向由下向上。

2、监测时，第一术者位、第二术者位于同一侧，并分别位于床侧铅屏风后 0.3m、1m 处，并用铅围裙遮挡。

3、监测工况：透视情况下，管电压：78kV，管电流：10.6mA；减影情况下，管电压：92kV，管电流：503mA。

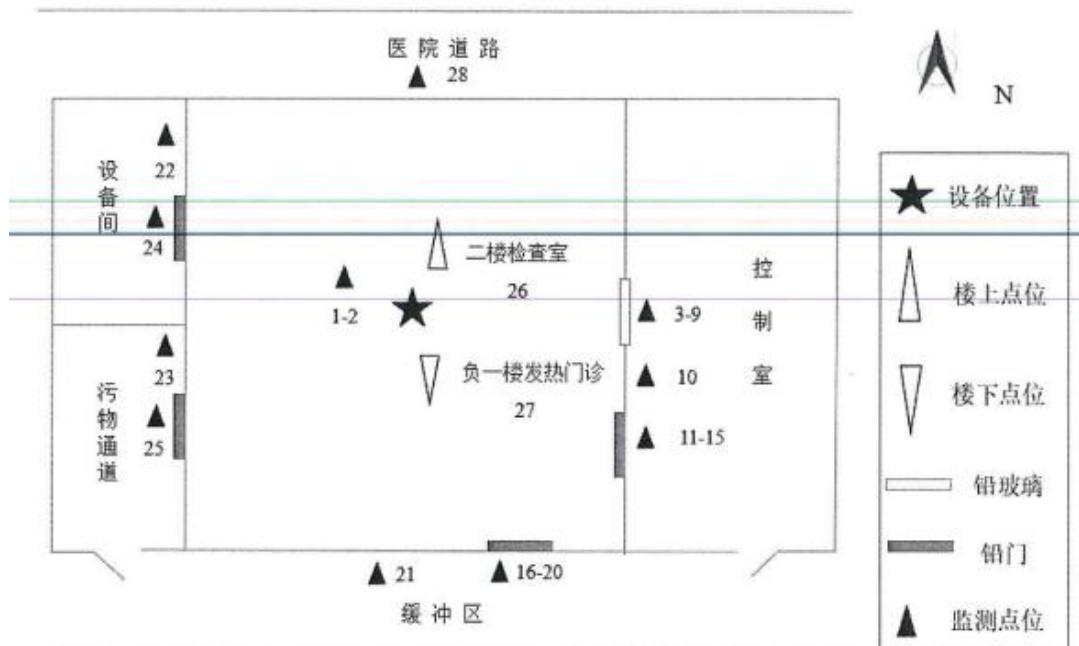


图 11-1 类比介入室周围监测布点示意图

根据表 11-4 监测结果可知：

①根据类比 DSA 开机时介入手术室墙体表面外 30cm 处 X-γ辐射剂量率测值在（0.08~0.09）μGy/h 之间，可推断本项目 DSA 开机时介入室墙体表面外 30cm 处 X-γ辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房外的周围剂量当量剂量约束值控制目标值应不大于 2.5μSv/h”的要求。

②根据类比 DSA 分别在开机与关机情况下的监测结果可以看出，介入手术室外各点在开机与关机时的 X-γ辐射剂量率相差不大，说明该类比机房经过屏蔽后辐射泄漏很小，机房屏蔽效果良好。而本项目 DSA 介入室的整体屏蔽防护能力优于类比 DSA 介入手术室的屏蔽防护能力，且本项目 DSA 介入室的面积较类比 DSA 介入手术室大，由此可推测本项目 DSA 介入室屏蔽效果良好。

3、项目 DSA 射线装置影响分析

根据"类比可行性分析"，本项目采用云南省保山市第二人民医院门诊北楼 1 楼 DSA 介入室的 Innova IGS 540 型 DSA 进行类比是可行的。因此可根据类比 DSA 监测报告得出的 X-γ空气吸收剂量率附加值，并根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中公式，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_{cr}=D_r \times K_a \times t \times 10^{-3} \times \beta \text{ (mSv)} \dots\dots\dots \text{ (式 11-1)}$$

式中： H_{er} ：X- γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D_r ：X- γ 射线空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t ：X- γ 照射时间，h；

K_a ：剂量换算系数，本项目保守取 1；

β ：居留因子。

本项目投入运行后，DSA 计划年开展介入手术共约 800 台，放射科将为本项目 DSA 调配 2 名操作技师和 2 名护士；心内一科、心内三科和肿放科各为 DSA 单独配备 2 名介入手术医生；心内一科、心内三科和肿放科的介入手术医生仅负责各自科室的介入手术，放射科的操作技师和护士负责心内一科、心内三科和肿放科的辅助工作。其中心内一科手术 250 台、心内三科手术 250 台、肿放科 300 台，年减影时间 13.4h、年透视时间 200h，总出束时间 213.4h。

对于射线装置机房外围人员，保守考虑，其年有效剂量按该台射线装置年总出束时间 213.4h 计算，全部为参数较大的减影工况来计算；

本项目心内一科和心内三科介入手术医生年透视时间取 62.5h，肿放科介入手术医生年透视时间取 75h。

其中居留因子参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。按上述条件，并根据类比 DSA 监测结果的 X- γ 吸收剂量率附加值计算得到本项目射线装置对职业及公众人员所致年有效剂量见表 11-5。

表 11-5 本项目 DSA 所致人员年有效剂量

序号	方位	类比监测点位	该点处附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	年累积曝光时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv)	管理限值 (mSv/a)
1	第一术者位 (心内一科、心内三科)	监测点位 1 (第一术者位)	7.17	62.5	1	0.45	5
2	第二术者位 (心内一科、心内三科)	监测点位 2 (第二术者位)	5.75	62.5	1	0.36	5
3	第一术者位 (肿放科)	监测点位 1 (第一术者位)	7.17	75	1	0.54	5
4	第二术者位 (肿放科)	监测点位 2 (第二术者位)	5.75	75	1	0.43	5
5	操作位	监测点位 9 (操作台)	0.02	213.4	1	4.27×10^{-3}	5
6	病人通道防护门	监测点位 16 (机房大门右上)	0.02	213.4	1/4	1.07×10^{-3}	0.25

		角)					
7	医生通道防护门	监测点位 11 (控制室门右上 角)	0.02	213.4	1/4	1.07×10^{-3}	5
8	污物通道防护门	监测点位 25 (污物通道铅门)	0.02	213.4	1/4	1.07×10^{-3}	0.25
9	控制室	监测点位 10 (控制室墙)	0.02	213.4	1	4.27×10^{-3}	5
10	污物通道	监测点位 23 (污物通道)	0.01	213.4	1/4	5.34×10^{-4}	0.25
11	设备间	监测点位 22 (设备间)	0.01	213.4	1/16	1.33×10^{-4}	5
12	病人准备室	监测点位 21 (缓冲区)	0.01	213.4	1/4	5.34×10^{-4}	0.25
13	DSA 介入室北侧过道	监测点位 21 (缓冲区)	0.01	213.4	1/4	5.34×10^{-4}	0.25
14	机房上方 彩超检查五室、六室	监测点位 26 (二楼检查室)	0.01	213.4	1/4	5.34×10^{-4}	0.25
15	机房下方 医学影像科的停用机房、 操作间	监测点位 27 (负一楼发热门 诊)	0.02	213.4	1/4	1.07×10^{-3}	0.25
16	评价范围内保护目标	保守取监测点位 28 (医院道路)	0.02	213.4	1	4.27×10^{-3}	0.25

由表 11-5 可知, 经计算, 本项目 DSA 正常工作时, 各科室为 DSA 配置 1 组手术医生进行介入手术, 则心内一科和心内三科第一术者位医生年有效剂量为 0.45mSv, 心内一科和心内三科第二术者位医生年有效剂量为 0.36mSv, 肿放科第一术者位医生年有效剂量为 0.54mSv, 肿放科第二术者位医生年有效剂量为 0.43mSv, 操作位的操作技师和护士年有效剂量为 4.27×10^{-3} mSv, 均低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv; 公众年有效剂量最大值为 4.27×10^{-3} mSv, 该值低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv。

(二) 理论预测本项目 DSA 对介入室内工作人员的影响

由于监测数据无法完全反映出全年介入手术过程中机房内辐射环境状况, 故采用理论预测透视情况下辐射环境影响分析。本项目透视手术时的工况均保守取最大透视工况下的管电压与管电流, 即取管电压 75kV、管电流 10mA。

预测选用李士骏著《电离辐射剂量学》中的估算方法预测分析 DSA 透视情况下对介入手术工作人员的辐射剂量, 计算公式如下:

$$X = I \times t \times v_{ro} \times (r_0 / r)^2 \times f \dots\dots\dots (\text{式 } 11-2)$$

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

$$H = \mu \times D \dots\dots\dots (\text{式 } 11-4)$$

式中：X：离靶 r m 处产生的照射量，R；

I：管电流，根据医院提供资料，本项目介入手术最大管电流约为 10mA；

t：累计出束时间，min，本项目神经内科和心血管内科介入手术透视曝光时间约为 15min/台；

v_{ro} ：发射率常数，（查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）236 页，图 4.4c），在过滤板 3mmAl、管电压 75kV 下， v_{ro} 取 $0.42 \text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

r_0 ：1m；

r：与主射束距离，第一术者位距球管距离保守取 0.3m，第二术者位距球管距离保守取 1m；

f：防护材料对 X 射线的减弱因子；

D：离靶 r m 处产生的空气吸收剂量，Gy；

H：有效剂量，Sv；

μ ：转换因子，取 1。

医生在机房内操作时身穿铅衣、戴铅眼镜、铅围脖，同时使用床侧帘进行防护，这些防护用品均相当于 0.5mm 铅当量，第一术者位医生实际受到两层防护，防护能力相当于 1mm 铅当量，第二术者位医生仅受铅衣、铅眼镜、铅围脖等防护，防护能力相当于 0.5mm 铅当量。查《辐射防护手册（第一分册）》图 10.5e，75kV 下 1mmPb 对 X 射线的减弱因子为 0.0012，0.5mmPb 对 X 射线的减弱因子 0.013。

考虑正常情况下，由于医生处于射线束侧向，为 X 射线漏射束向或散射线向，因此射线出机头后不会直接照射到医生，通过病人体表散射到医生，因此照射量率取主射束方向的 1‰（注：美国国家辐射防护及测量委员会（NCRP）报告（第 49 号出版）第 147 号和 151 号报告中针对能量在 10MV 以下医用 X 射线结构屏蔽设计和评价，漏射辐射比率不大于有用束剂量的 1‰）。

将相关参数带入公式 11-2、11-3 和 11-4，可估算出单台手术工作人员所受照剂量，计算结果见表 11-6。

表 11-6 单台手术所致不同手术位的受照剂量

科室（时间）	手术位	与主射线束距离	减弱因子	防护铅当量	受照射剂量
心内一科 （15min）	第一术者位	0.3m	0.0012	1mm 铅当量	$7.33 \times 10^{-3} \text{mSv}$
	第二术者位	1m	0.013	0.5mm 铅当量	$7.15 \times 10^{-3} \text{mSv}$
心内三科 （15min）	第一术者位	0.3m	0.0012	1mm 铅当量	$7.33 \times 10^{-3} \text{mSv}$
	第二术者位	1m	0.013	0.5mm 铅当量	$7.15 \times 10^{-3} \text{mSv}$
肿放科 （15min）	第一术者位	0.3m	0.0012	1mm 铅当量	$7.33 \times 10^{-3} \text{mSv}$
	第二术者位	1m	0.013	0.5mm 铅当量	$7.15 \times 10^{-3} \text{mSv}$

本项目投入运行后，DSA 计划年开展介入手术共约 800 台，其中心内一科手术 250 台、心内三科手术 250 台、肿放科手术 300 台，由此可估算出第一术者位医生、第二术者位医生进行不同科室介入手术时的年受照剂量，计算结果见表 11-7。

表 11-7 不同科室手术时手术人员不同手术位年受照剂量

手术位	手术类型	单台手术受照剂量	年手术台数	年受照剂量
心内一科	第一术者位	$7.33 \times 10^{-3} \text{mSv}$	250 台	1.83mSv
	第二术者位	$7.15 \times 10^{-3} \text{mSv}$		1.79mSv
心内三科	第一术者位	$7.33 \times 10^{-3} \text{mSv}$	250 台	1.83mSv
	第二术者位	$7.15 \times 10^{-3} \text{mSv}$		1.79mSv
肿放科	第一术者位	$7.33 \times 10^{-3} \text{mSv}$	300 台	2.20mSv
	第二术者位	$7.15 \times 10^{-3} \text{mSv}$		2.14mSv

根据表 11-7 估算结果，本项目 DSA 运行所致心内一科、心内三科第一术者位医生年有效剂量约为 1.83mSv、第二术者位医生年有效剂量约为 1.79mSv，所致肿放科第一术者位医生年有效剂量约为 2.20mSv、第二术者位医生年有效剂量约为 2.14mSv，均未超过本项目管理限值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv。

与类比监测值相比，本次理论计算值较类比值结果偏大，主要原因是预测过程中采取参数值均为保守取值，计算值较大，且手术量会根据医生工作时间、技术水平等因素，医生也不会固定在第一术者位或第二术者位，同时随着介入医生手术熟练程度不断增加，每台手术时间也会相应的减少，故介入医生的实际年受照剂量小于理论估算值。

二、保护目标剂量评价

1、职业人员年有效剂量评价

根据医院提供的放射科辐射工作人员个人剂量检测报告，医院放射科辐射工作人员在 2022 年 9 月~2023 年 9 月期间从事放射工作所致年有效剂量为 0.31~2.45mSv。

本项目辐射工作人员除了负责本项目的介入手术，还参与其他辐射工作，故要考虑本项目相关辐射工作人员操作其他射线装置的叠加剂量。因此，假设本项目运行后，本

项目辐射工作人员其他射线装置的工作量较之前不变，则本项目辐射工作人员年有效剂量最大约为 4.65mSv。

故在做好个人防护措施、安全措施的情况下，本项目投入运行后，辐射工作人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求和本项目管理目标中对辐射工作人员剂量约束值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）。

2、本项目周围公众年有效剂量评价

由表 11-5 估算结果可知，本项目 DSA 经机房实体屏蔽防护后，DSA 运行对机房周围及楼上、楼下的环境影响很小，评价范围内公众年有效剂量最大约为 4.27×10^{-3} mSv，故本项目 50m 评价范围内距本项目距离相对较远的保护目标，经过距离的进一步衰减，辐射水平基本处于环境本底水平。故本项目 50m 评价范围内公众的有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求和本项目管理目标中对公众剂量约束值的要求（公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

3、叠加辐射环境影响分析

医技楼 1 楼在用的 1 台 SOMATOM Confidence（64-slice）型 X 射线计算机体层摄影设备；医技楼 2 楼在用的 1 台 DTP 576 型数字化透视摄影 X 射线系统、1 台 uDR 380i 型移动式数字化医用 X 射线摄影系统、1 台 Umammo 型数字化乳腺 X 射线摄影系统、1 台 DRF-4 型医用诊断 X 射线机；医技楼 3 楼在用的 1 台 Siemens Artis Zeeceiling 型数字减影血管造影机；外科住院楼（3 号楼）12 楼在用的 1 台 Brivo OEC 715 型移动式 C 型臂 X 射线机；外科住院楼（3 号楼）负 1 楼在用的 1 台 SL-IE 型普通 X 射线放疗模拟定位机、1 台 Elekta Synergy 型医用电子直线加速器在本项目评价范围内，另医技楼还有 1 台 uDR370i 型联影移动 DR 也在本项目评价范围内，但因故障无法监测，故本项目环境保护目标除受本项目 DSA 辐射影响外，也会受到 2 台 II 类和 11 台 III 类射线装置的辐射影响。

根据医院提供的射线装置检测报告（附件 15）及医院提供的各类仪器实际年使用时间可知，可估算出 2 台 II 类和 7 台 III 类射线装置所致本项目评价范围内公众的年有效剂量，估算结果见表 11-8~11-21。

表 11-8 放疗定位室设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称	医技楼一楼放疗定位室
与本项目位置关系	项目 DSA 机房东北侧

距 DSA 介入室最近距离（m）	水平 22m，垂直 6.6m，直线距离 23m
射线装置名称、型号	X 射线计算机体层摄影设备（SOMATOM Confidence（64-slice））
监测报告	YHHC/JCBG-FS-2023-117
选取的监测点位	保守取测量点位 9（机房防护门左）
测量值（nGy/h）	117
居留因子	1
年有效工作时间（h/a）	150
年有效剂量（mSv/a）	0.018
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。	

表 11-9 第二检查室东室设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称	南路院区 2 号楼（医技楼）2 楼放射科第二检查室东室
与本项目位置关系	项目 DSA 机房西北侧
距 DSA 介入室最近距离（m）	水平 3m，垂直 3.3m，直线距离 4.5m
射线装置名称、型号	数字化透视摄影 X 射线系统（DTP 576）
监测报告	YHHC/JCBG-FS-2023-117
选取的监测点位	保守取测量点位 14（机房防护门上）
测量值（nGy/h）	103
居留因子	1
年有效工作时间（h/a）	45
年有效剂量（mSv）	0.005
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。	

表 11-10 第一检查室设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称	南路院区 2 号楼（医技楼）2 楼第一检查室
与本项目位置关系	项目 DSA 机房正下方
距 DSA 介入室最近距离（m）	水平 0m，垂直 3.3m，直线距离 3.3m
射线装置名称、型号	移动式数字化医用 X 射线摄影系统（uDR 380i）
监测报告	YHHC/JCBG-FS-2023-117
选取的监测点位	保守取测量点位 12（机房防护门右）
测量值（nGy/h）	123
居留因子	1
年有效工作时间（h/a）	1.2
年有效剂量（mSv）	1.48×10^{-4}
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。	

表 11-11 第三检查室设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称	南路院区 2 号楼（医技楼）2 楼放射科第三检查室
与本项目位置关系	项目 DSA 机房东北侧
距 DSA 介入室最近距离（m）	水平 7.8m，垂直 3.3m，直线距离 8.5m

射线装置名称、型号	数字化乳腺 X 射线摄影系统（Umammo）
监测报告	YHHC/JCBG-FS-2023-117
选取的监测点位	保守取测量点位 9（控制室防护门下）
测量值（nGy/h）	105
居留因子	1
年有效工作时间（h/a）	3
年有效剂量（mSv）	3.15×10^{-4}
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。	

表 11-12 204 室设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称	南路院区医技楼二楼 204 室
与本项目位置关系	项目 DSA 机房西侧
距 DSA 介入室最近距离（m）	水平 3.6m，垂直 3.3m，直线距离 4.9m
射线装置名称、型号	医用诊断 X 射线机（DRF-4）
监测报告	YHHC/JCBG-FS-2023-117
选取的监测点位	保守取测量点位 12（机房防护门右）
测量值（nGy/h）	88
居留因子	1
年有效工作时间（h/a）	120
年有效剂量（mSv）	0.011
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。	

表 11-13 介入室设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称	南路院区医技楼 3 楼介入室
与本项目位置关系	项目 DSA 机房北侧
距 DSA 介入室最近距离（m）	水平 3m，垂直 0m，直线距离 3m
射线装置名称、型号	数字减影血管造影机（Siemens Artis Zeeceiling）
监测报告	YHHC/JCBG-FS-2023-117
选取的监测点位	保守取测量点位 12（机房防护门左）
测量值（nGy/h）	115
居留因子	1
年有效工作时间（h/a）	500
年有效剂量（mSv）	0.058
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。	

表 11-14 1 号手术室设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称	南路院区 3 号楼（外科住院楼）12 楼 1 号手术室
与本项目位置关系	项目 DSA 机房西侧
距 DSA 介入室最近距离（m）	水平 17.4m，垂直 29.7m，直线距离 34.4m
射线装置名称、型号	移动式 C 型臂 X 射线机（Brivo OEC 715）
监测报告	YHHC/JCBG-FS-2023-117

选取的监测点位	保守取测量点位 11（污物通道门下）
测量值（nGy/h）	104
居留因子	1
年有效工作时间（h/a）	0.4
年有效剂量（mSv）	4.16×10^{-5}
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。	

表 11-15 外科住院楼负一楼设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称	老院（南路院区）外科住院楼负一楼
与本项目位置关系	项目 DSA 机房西侧
距 DSA 介入室最近距离（m）	水平 40m，垂直 14.6m，直线距离 42.6m
射线装置名称、型号	普通 X 射线放疗模拟定位机（SL-IE）
监测报告	YHHC/JCBG-FS-2023-117
选取的监测点位	保守取测量点位 11（机房防护门右）
测量值（nGy/h）	75
居留因子	1
年有效工作时间（h/a）	150
年有效剂量（mSv）	0.011
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。	

表 11-16 放射科第二检查室东室设备所致本项目评价范围内公众人员年有效剂量估算

场所名称		外科住院楼负一楼加速器机房
与本项目位置关系		项目 DSA 机房西侧
距 DSA 介入室最近距离（m）		水平 40m，垂直 14.6m，直线距离 42.6m
射线装置名称、型号		医用电子直线加速器（Elekta Synergy）
监测报告		赣福康检字 24-FKFF012
选取的监测点位		保守取监测点位 4（距北侧防护墙外 30cm 处）
检测结果 （μSv/h）	开机状态	0.14±0.012
	关机状态	0.11±0.007
辐射剂量率附加值（μSv/h）		0.03
居留因子		1
装置年照射时间（h/a）		900
年有效剂量（mSv）		0.027
注：X 射线装置年照射时间参考医院实际年开机运行情况。		

由表 11-8~11-16 可知，2 台 II 类和 7 台 III 类射线装置所致本项目评价范围内公众年有效剂量叠加值为 0.130mSv，叠加本项目 DSA 所致评价范围内公众年有效剂量为 4.27×10^{-3} mSv，则本项目 50m 评价范围内公众年有效剂量为 0.134mSv。

综上所述，根据类比监测、理论预测结果并叠加原有辐射工作的辐射影响，经采取有效屏蔽措施后，本项目 50m 评价范围内辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足本项

目管理限值要求。

三、大气环境影响分析

DSA 运行时会使 DSA 介入室内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的臭氧和氮氧化物可通过排风装置排出室外，周围无环境制约因素，且臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围的环境影响很小。

四、水环境影响分析

各科室产生的医疗废水进入医院医技楼附近的化粪池预处理后，与生活污水一起进入医院污水处理站进行处理达到《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（B 级）标准限值后排入，市政污水管网，最后排入楚雄市污水处理厂处理。楚雄彝族自治州人民医院已建的污水处理站，日处理规模为 600m³/d。根据医院提供的 1 月份的《楚雄彝族自治州人民医院南路院区废水总排月报表》可知，医院废水日排放量最大为 418.332m³/d，污水处理站有余量能够处理本项目产生的医疗废水，对区域水体环境影响很小。

五、声环境影响分析

本项目 DSA 介入室通风系统的风机运行时噪声值很小，设备工作时噪声值符合国家标准要求，经墙体及物体阻挡以及距离的衰减，对周围声环境影响很小。

六、固体废弃物影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片产生；

②手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂时收集于 DSA 介入室中的医疗废物垃圾桶内，手术结束后运送至医院西侧的医疗废物暂存点内暂存，后委托有资质的医疗废物处置单位进行处置；

③工作人员工作中产生的少量办公垃圾，通过普通垃圾桶收集后，后交由环卫部门统一处理。

该项目产生的医疗废物先收集于机房内的医疗废物垃圾桶，后通过污物路线运送至医院已建的医疗废物暂存点内，后委托有资质单位进行处置，本项目医疗废物依托医院主体工程已建设的医疗废物暂存点，本项目不再新建。医疗废物和生活垃圾存放时间不超过 2 天。医疗固废临时贮存间必须贴有明显标识，建立健全的医疗废物转移台账。

本项目固体废弃物处理措施满足环保要求，固体废弃物经妥善处理地对周围环境影响很小。

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。

①特别重大辐射事故，是指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。

②重大辐射事故，是指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。

③较大辐射事故，是指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）急性重度放射病、局部器官残疾。

④一般辐射事故：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。

1、本项目可能产生的辐射事故主要有：

本项目涉及一台Ⅱ类射线装置——数字减影血管造影系统（DSA）的使用。DSA 射线装置不运行时不存在放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有 DSA 射线装置机运行期间才会产生 X 射线等危害因素，事故主要包括以下几种：

（1）第一术者位医生开展介入治疗时，仅使用设备自带床侧吊链进行防护，未穿戴个人防护用品进行手术操作受到射线照射。

（2）第一术者位医生开展介入治疗时，未使用设备自带床侧吊链并未穿戴个人防护用品进行手术操作受到射线照射。

（3）第二术者位医生开展介入治疗时，未穿戴个人防护用品进行手术操作受到的射线照射

（4）门灯连锁装置和报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的射线装置机房，受到不必要的照射（所受到的照射剂量与其所在位置有关，距离射线装置越近，受照剂量越大，本次预测考虑人员与靶距离 0.3m、1m 和 2m 的情况）。

（5）在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，对周围活动的人员造成不必要的照射。

2、事故影响预测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），任何工作人员所接受的职业照射水平不应超过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；实际使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过年有效剂量，1mSv。

根据医院提供的资料，每台介入手术累积曝光时间最长一般约为 15min，根据《电离辐射剂量学》中的估算方法可估算出本项目一台手术事故情况下工作人员和公众所致最大照射剂量，计算结果见表 11-21。

表 11-21 不同事故情况下人员所致照射剂量

目标群体	位置	与靶距离	曝光时间	防护情况	减弱因子	受照剂量
职业人员	第一术者位	0.3m	15min	未穿防护服、使用设备自带床侧帘（0.5mmPb）	0.011	0.07mSv
		0.3m		未使用设备自带床侧帘、未穿防护服	1	6.11mSv
	第二术者位	0.6m		未穿防护服	1	1.53mSv
公众	DSA 介入室内	0.3m	1min	误入、未撤离、无防护	1	0.41mSv
		1m				0.04mSv
		2m				0.009mSv
	DSA 介入室外附近	4m	1min	防护门未关闭的情况下即进行曝光操作	1	0.002mSv

说明：以正常工作最大管电压 75kV、最大管电流 10mA，人员受到非主射线照射进行计算。

由表 11-21 估算结果可知：

①第一术者位医生在使用设备自带床侧帘、未穿防护服的情况下，单台手术所致照射剂量约为 0.07mSv，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 20mSv 的要求；在未使用设备自带床侧帘、未穿防护服的情况下，单台手术所致照射剂量约为 6.11mSv，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 20mSv 的要求。

②第二术者位医生在未使用设备自带床侧帘、未穿防护服的情况下，单台手术所致照射剂量约为 1.53mSv，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 20mSv 的要求。

③公众误留、误入机房无防护的情况下，距离射线束侧向 0.3m 时单台手术所致照射剂量约为 0.41mSv，超过本项目管理限值 0.25mSv；距离射线束侧向 1m 和 2m 时，单

台手术所致照射剂量分别约为 0.04mSv 和 0.009mSv，均未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 1mSv 的要求。

④当 DSA 在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作时有公众人员经过时，单台手术所致照射剂量约为 0.002mSv，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 1mSv 的要求。

同理，可估算出本项目工作人员和公众在不同误照射情况下受到超年有效剂量限值的曝光时间，计算结果见表 11-22。

表 11-22 不同事故情况下人员受到超年有效剂量限值的曝光时间

目标群体	位置	与靶距离	防护情况	减弱因子	年有效剂量限值	曝光时间
职业人员	第一术者位	0.3m	未穿防护服、使用设备自带床侧吊帘（0.5mmPb）	0.013	20mSv	62.9h
		0.3m	未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1		49.10min
	第二术者位	1m	未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1		9.09h
公众	机房内	0.3m	未撤离、无防护	1	1mSv	2.45min
		1m				27.27min
		2m				1.82h
	DSA 手术室外附近	4m	单台 DSA 防护门未关闭的情况下即进行曝光操作	1	1mSv	7.27h
说明：以正常工作时最大管电压 75kV、最大管电流 10mA，人员受到非主射线照射进行计算。						

由表 11-22 估算结果可知：

①第一术者位医生在使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，受照时间达到 62.9h 后所致受照剂量将超过 20mSv；在未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，受照时间达到 49.10min 后所致受照剂量将超过 20mSv，将发生一般辐射事故。

②第二术者位医生在未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，受照时间达到 9.09h 后所致受照剂量将超过 20mSv，将发生一般辐射事故。

③公众误留、误入机房无防护情况下，距离射线束侧向 0.3m 时，受照时间达到 2.45min 后所致受照剂量将超过 1mSv；距离射线束侧向 1m 时，受照时间达到 27.27min 后所致受照剂量将超过 1mSv；距离射线束侧向 2m 时，受照时间达到 1.82h 后所致受照剂量将超过 1mSv，将发生一般辐射事故。

④在单台 DSA 防护门未关闭的情况下即进行曝光操作时有公众人员经过时，受照

射时间达到 7.27h 后所致受照剂量将超过 1mSv，达到公众年有效剂量限值，将造成公众人员超剂量照射。

根据事故情况估算结果，按《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）、《云南省生态环境厅突发环境事件应急响应预案（2022 年修订）》中的规定，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。

3、辐射事故预防措施

（1）事故处理及应急预案

医院成立由院长为组长的辐射事故应急处理领导小组，已制定《辐射事故应急处理预案》，其中包括了组织机构及职能、辐射事故的预防措施、应急处理措施、辐射事故报告以及预案管理等内容。应急方案规定了放射事件应急处理机构、放射性事故应急救援遵循原则、应急处理程序，内容较全，在应对放射性事故和突发性事件时可行。

环评要求，还应补充一旦发生辐射事故，应当立即启动本医院的辐射事故应急方案，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》，向当地环境保护部门和公安部门报告。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。

通过制定和完善上述措施能有效防范和处置突发事故，将事故发生的概率和事故危害控制到最低限度。

（2）风险防范措施

①DSA 介入室患者通道防护门、医护通道防护门和污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动，防止无关人员误入机房，导致误照射；

②DSA 介入室防护门及病人入口门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在此逗留；

③DSA 介入室患者通道防护门和医生通道防护门设计有闭门装置，可使防护门时刻处于常闭状态，防止射线泄漏到手术室外，导致误照射；

④DSA 介入室内侧墙壁及控制台处设计有 2 个急停按钮，当设备误照射或故障时能够及时的中断照射；

⑤DSA 介入室内将安装监控系统，可实时监控 DSA 介入室内情况；

⑥医生换鞋间入口门及病人入口门设计有门禁，防止无关人员进入；

⑦辐射工作人员开展介入手术时穿戴防护用品，并佩戴个人剂量计，严禁在无任何

防护情况下进行曝光；

⑧手术时，操作医生应检查并确认机房内无其他闲杂人员、各防护门均处于关闭状态后，方能开机曝光；

⑨曝光时，严禁曝光方向正对介入手术医生所在位置。

⑩门灯连锁装置和报警系统发生故障状况时，应停止运行本项目，并尽快上报维修，待门灯连锁装置和报警系统恢复正常后方可运行本项目装置。

采取以上辐射安全措施后，能够有效预防辐射事故的发生。楚雄彝族自治州人民医院应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训和安全意识教育，尽可能避免辐射事故的发生。同时医院应经常监测射线装置工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用射线装置的单位应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；辐射工作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。

2024 年 1 月 25 日，楚雄彝族自治州人民医院以医院内部文件《楚雄彝族自治州人民医院关于调整辐射安全管理领导小组的通知》（附件 6）发文调整了楚雄彝族自治州人民医院辐射防护及辐射安全管理工作领导小组，文件中明确了以院长罗恒以及其它成员的组成，并明确了领导小组的职责及工作制度，相关人员为成员。

医院若有新增的辐射工作人员应尽快报名参加卫生环保部门组织的辐射安全与防护的培训，并定期不定期组织医院内部培训，保证本项目拟派的 10 人均持证上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

楚雄彝族自治州人民医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定了相关的辐射安全管理制度，主要有：《射线装置操作规程》、《DSA 安全操作流程》、《辐射安全管理人员岗位职责》、《辐射工作人员职责》、《辐射与消防安全管理细则》、《放射科辐射防护管理制度》、《安全保卫制度》、《特种设备事故工作流程图》、《射线装置管理制度》、《辐射装置维修制度》、《放射科设备维修保养管理制度》、《放射设备质量管理体系》、《放射装置质量保证制度》、《放射设备定期检修制度》、《监测仪器检验管理》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员资质管理》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射安全监测方案》、《辐射事故应急处理预案》等。

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求，将医院管理制度现状列于表 12-1 中进行对照分析：

表 12-1 管理制度汇总对照表

序号	检查项目		制定情况	备注
1	A 综合	辐射安全管理规定	已制定《安全保卫制度》	附件 7
2	B 场所和设备管理	辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	已制定《辐射装置维修制度》、《放射科设备维修保养管理制度》、《放射设备定期检修制度》	附件 7
3		医疗质量与安全管理制度	已制定《放射科辐射防护管理制度》、《射线装置管理制度》、《放射设备质量管理体系》、《放	附件 7

			射装置质量保证制度》	
4	C 监测	监测方案、监测仪表使用与检验管理制度	已制定《监测仪器检验管理》、《辐射安全监测方案》	附件 7
5	D 人员	岗位职责	已制定《辐射安全管理人员岗位职责》、《辐射工作人员职责》	附件 7
6		辐射工作人员培训管理制度	已制定《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员资质管理》	附件 7
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《辐射工作人员健康管理》	附件 7
8	E 应急	辐射事故应急预案	已制定《辐射事故应急处理预案》	附件 8

根据表 12-1，医院的辐射安全管理规章制度如下：

1、制定了《安全保卫制度》，规定了辐射防护和安全保卫工作；医院应加强对辐射工作场所的管理工作，防止辐射事故的发生。

2、制定了《放射科辐射防护管理制度》、《射线装置管理制度》、《放射设备质量管理制度》、《放射装置质量保证制度》，加强医院医用放射性同位素与射线装置的使用安全和防护的。

3、制定了《辐射装置维修制度》、《放射科设备维修保养管理制度》、《放射设备定期检修制度》，规定了设备日常使用过程中维护保养工作，严格控制设备安全质量，确保设备及安全装置有效运转，防止出现安全事故。

4、制定了《辐射安全监测方案》，方案中明确了医院对工作场所进行自助监测和委托有资质单位进行年度监测。

5、制定了《监测仪器检验管理》，规定了监测仪器的使用管理和校验。

6、制定了《辐射安全管理人员岗位职责》、《辐射工作人员职责》，明确了医院辐射工作人员在各岗位上的具体职责和相应的工作内容。

7、制定了《辐射工作人员培训管理制度》，制定了辐射工作人员的培训计划；环评要求对医院辐射工作人员应尽快安排参加环保部门的辐射安全与防护培训，考试（核）合格、持证方能上岗。

8、制定了《辐射工作人员健康管理制度》，规定了辐射工作人员上岗前的健康检查工作、定期检查时间等。

9、制定了《辐射事故应急处理预案》，预案中明确了应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等；通过完善、定期自查和监测等措施以应对可能发生的辐射事故。

综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。医院原有的 DSA 设备已制

定相应 DSA 操作规程制度并已上墙，医院开展此台 DSA 射线装置多年未发生过任何辐射安全事故，运行良好，故环评认为医院具备开展 II 类射线装置的能力。

在医院环境保护管理领导小组领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度各科室人员严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议，严格执行个规章制度；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；应将操作规程、辐射事故应急预案、辐射安全管理制度等张贴于工作场所墙面醒目处。通过完善组织、落实经费、准备物资、加强演练等措施以应对可能发生的辐射事故；完善设备维修保养制度，建立设备维护台账，设备的更换、维修委托专业设备厂家进行，使之处于良好运行状态。本次拟派人员为原有的 10 名辐射工作人员，若后续需要新增加辐射工作人员或现有辐射工作人员的辐射安全与防护培训证书过期，医院应尽快组织新增人员和证书过期人员报名参加卫生环保部门组织的辐射安全与防护的培训，取得培训合格证书后才能上岗。

本环评提出以下针对本项目的管理制度要求：

1、严格遵守和执行手术室的各项消毒隔离制度和无菌技术操作规程。除参加手术的人员外，其他人员不得进入检查室。

2、DSA 室内的设备及物品不得随意外借，特殊情况须经科主任允许并按时归还；急救药品物品及时补充。

3、DSA 设备由专业技术人员操作，必须按操作程序进行操作，未经操作人员许可，其他人员不得随意操作。

12.3 辐射监测

1、个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修改）（环境保护部第 3 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）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个人剂量监测仪器，同时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。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。医院应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案，定期或不定期对项目中涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境部门开展的辐射环境监督（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。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》，上报辐射安全许可证发证机关。

建设方应为医院所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证本项目工作人员每人配备一台个人剂量计，项目建成后共计有 10 台个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，每季度定期送相关专业单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析，若检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。

楚雄彝族自治州人民医院应根据辐射管理要求，至少配备 1 台便携式 X-γ辐射监测仪，还应为本项目拟新增的辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，每季度（一般不超过 90 天）送相关专业单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案，并为工作人员保存职业照射记录。

环评要求：工作人员应正确佩戴个人剂量计，医院应每个季度（一般不超过 90 天）定期送检，并对检测结果及时分析，若检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。

2、辐射环境及工作场所监测

- ①监测项目：X-γ辐射剂量率；
- ②监测频次：请有资质的单位监测不少于 1 次/年，自主监测根据实际需要进行监测；
- ③监测范围：DSA 介入室内第一术者位、第二术者位、DSA 介入室各防护门表面和四周门缝、污物通道、设备间，控制室、50m 评价范围内保护目标以及 DSA 介入室对应的楼上、楼下区域。
- ④监测仪器：便携式 X-γ辐射监测仪。

对于常规日常监测，医院应配备 1 台便携式 X-γ辐射监测仪，并用自配备的便携式 X-γ辐射监测仪进行自主监测，并记录监测数据存档。但对于项目验收及辐射安全许可证的延续、更换，则必须请有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告。本项目监测计划见表 12-2。

表 12-2 本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	监测的位置要求
自主	X-γ辐射剂量率	根据实际需要进行监测	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；	X-γ辐射监测仪	距墙体、门、窗表面 30cm；

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、控制室操作台、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		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。
委 托 监 测	X- γ 辐射剂量率	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、控制室操作台、机房内第一手术位、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 X- 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	距墙体、门、窗表面 30cm;顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm,机房地面下方(楼下)距楼下地面 170cm。
		编制辐射防护年度评估报告(每年 1 次)			
	职业性外照射个人剂量	最长不应超过 3 个月送有资质的单位监测	本项目辐射工作人员	个人剂量计	应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计

建设单位每年均委托有资质的单位对其射线装置的安全和防护状况进行监测并编制了年度评估报告,并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关提交评估报告。

12.4 辐射事故应急

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,保障医院工作人员和公众的健康与生命安全,楚雄彝族自治州人民医院已制定了辐射事故应急预案。医院制定的应急预案基本可行,医院制定了《辐射安全应急预案》并成立了辐射事故应急处理领导小组,组织开展工作。

应急预案中发生辐射事故时,医院应立即启动本单位的辐射事故应急预案,采取必要防范措施,并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》,向当地环境保护部门和公安部门报告。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。医院需根据项目运行中可能发生的辐射事故情况和防范应对措施,从经费、物资、人员和技术方面做好准备工作,并定期进行演练,根据预案实施情况,结合国家发布的法规和医院实际情况,对事故应急预案作补充修改,使之更能符合实际需要。

通过以上措施能有效防范和处置突发事件,将事故发生的概率和事故危害控制到最低限度。

12.5 从事辐射活动能力的评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订）及《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）的相关管理要求，建设单位在本项目运营前应确保具备使用 II 类射线装置的条件，如设置辐射安全管理机构、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、取得辐射安全培训证书的人员、有效的防护用品及监测仪器以及人员的个人剂量监测及健康体检等。

结合本项目拟采取的辐射防护措施，对建设单位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。本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第 31 号，生态环境部令第 20 号修改）对使用放射性同位素和射线装置单位承诺的对应检查情况见表 12-3。

表 12-3 本项目使用 II 类射线装置应具备的条件及符合性分析一览表

序号	应当具备的条件	医院拟采取的措施	预期效果
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已成立了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。	满足环保管理要求。
2	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。机房的设计应有相应资质的单位承担。	建设单位已委托了建筑工程设计单位进行设计；保证防护门的设计、修建，机房的防护厚度满足要求	本项目屏蔽防护设计满足辐射防护要求。
3	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。	DSA 手术室医护人员通道防护门、患者通道防护门和污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动；防护门和病人入口门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明；患者通道防护门和医生通道防护门设计有闭门装置；DSA 手术室内侧墙壁及控制台处共设计有 2 个急停按钮；DSA 手术室内将安装监控和对讲系统。	本项目拟采取的辐射安全措施满足辐射安全要求。
4	放射性诊疗项目机房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	DSA 手术室内将安装通风系统，接入医技楼空调通风系统。	满足辐射工作场所通风要求。
5	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。	承诺尽快安排目前从事辐射工作的人员及新增人员参加环保辐射安全与防护培训和考核，拟派 10 人均持证上岗。	考核合格后，方能满足本项目对辐射工作人员技术要求。
6	从事辐射工作的人员必须开展个人剂	医院已为辐射工作人员配备了个人剂量	满足辐射工作人员

	量监测。	计，并定期送有资质单位监测，本次项目 10 人相关辐射工作人员均已配备个人剂量计，项目建成后共计有 10 台个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪，医院承诺安排涉及人员佩戴个人剂量上岗工作，并建立个人剂量监测档案。	必须开展个人剂量监测的要求。
7	从事辐射工作的人员必须开展人员职业健康监护。	医院放射科辐射工作人员已进行了职业健康体检，并建立职业健康监护档案。	满足辐射工作人员必须开展职业健康体检的要求。
8	配备必要的防护用品。	本项目新增 4 套 0.5mm 铅当量的铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品。	满足防护用品配备要求。
9	配备必要的监测仪器。	现有辐射工作人员已配备个人剂量及个人剂量报警仪台。配制 1 台 X-γ 辐射监测仪。	满足监测仪器配备要求。
10	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、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施。	医院已制定了相关的辐射安全管理制度及辐射事故应急预案。	应在之后的工作中不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善。
通过对照国家有关要求对本项目从事辐射活动能力的逐项分析，本项目 DSA 介入室屏蔽防护设计满足辐射防护要求，各种辐射防护措施设计较齐全。麻栗坡县人民医院在落实以上各项辐射安全和防护措施以及辐射安全管理措施后，已基本具备使用 II 类射线装置的综合能力。			

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

本项目拟将楚雄市鹿城南路 318 号楚雄彝族自治州人民医院医技楼 3 楼原多功能数字胃肠室改建为一间 DSA 介入室,在机房内新购一台型号为 Q Ceiling 的 DSA 设备(管电压 125kV, 管电流 1000mA), 该 DSA 设备属于II类射线装置。

建成后的 DSA 机房净尺寸为 $L_{\text{长}} 7.45\text{m} \times W_{\text{宽}} 5.50\text{m} \times H_{\text{高}} 3\text{m}$, 有效面积约 41.0m^2 , 净空体积约 122.9m^3 。

本项目 DSA 投入运行后, 主要涉及 3 个科室手术: 心内一科、心内三科、肿放科。本项目拟从放射科调配 2 名操作技师和 2 名护士, 心内一科、心内三科、肿放科各调配 2 名介入手术医生, 分配成 3 组。本项目投入运营后年手术台数共 800 台, 由 3 组医护人员分配完成。年出束时间约为 213.4 小时(其中: 透视 200 小时, 减影 13.4 小时)。

项目总投资 700 万元, 其中环保投资 70.0 万元, 占项目总投资的 10.0%。

2、产业政策、项目规划符合性评价

本项目属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中第十三项“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, 符合国家产业政策。

本项目位于楚雄彝族自治州人民医院内, 项目用地属于楚雄彝族自治州人民医院规划的医疗用地, 不新增用地, 因此项目符合楚雄市城市总体规划。

3、实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射, 虽然会增加机房周围的电离辐射水平, 但是采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制。本项目投入使用不仅满足了患者的就医需求, 还将给医院带来更多的经济效益和社会效益, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“实践的正当性”的原则

4、选址、布局合理性评价

(1) 选址合理性

楚雄彝族自治州人民医院位于楚雄市鹿城南路 318 号。医院界外东面为鹿城南路，南面紧邻环城西路，西面为停车场，北面紧邻楚雄州人民医院住宅区。

根据设计内容，本项目新建 DSA 机房四周墙体具有 5.9mm 铅当量防护水平，DSA 介入室拟建场所西侧依次为控制室、医生办公室、女更衣室、男更衣室、换鞋区；北侧依次为过道、原有 DSA 机房；东侧为病人准备间、设备间、污物通道、污物处置间、复苏室；南侧为医技楼外墙；西北侧依次为原有 DSA 介入室控制室、医生报告室、器械间；东北侧依次为原有 DSA 介入室病人准备室、原有 DSA 介入室配电室、示教室、血液科化验室、电梯间、楼梯间、读片室、开水房、卫生间。项目 DSA 机房顶面是具有 5.5mm 铅当量防护水平的屏蔽体，机房正上方 3m 为医技楼 4 楼彩超检查五室、六室，机房地面是具有 5.1mm 铅当量防护水平的屏蔽体，机房正下方 3m 为医技楼 2 楼医学影像科的停用机房、操作间。

选址避开了门诊区等人流量大、人员集中活动区，同时兼顾了病员救治集中方便性，介入手术区域除手术相关医务人员及病患外对进入区域人员进行严格限制，并应在机房门外设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，将机房划定为控制区，严格操作规程，限制无关人员受到不必要的照射。DSA 手术室、控制室分开单独设置；线束不直接照射门、窗和管线口位置；患者和受检者不在机房内候诊。DSA 手术室单独设置了医生通道及病人通道，候诊病人从病人通道进入手术室，医生从医生通道进入控制室和手术室，设置独立，便于管理。病人通道的宽度满足病人手推车的通行，通道畅通无阻，便于治疗和管理。

本项目周围无环境制约因素，项目新建机房进行辐射屏蔽防护设计，项目通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，选址合理。项目运行后应在机房门外设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，将机房划定为控制区，并对周围通道进行严格管理，限制无关人员受到不必要的照射。

（2）人流物流路径规划

项目人流物流遵循，医患分开、清污分开原则。

①人员路径规划：

医务人员通道：介入手术医务人员从医护入口进入换鞋间换鞋，再沿着医护人员运行路线进入更衣室，更衣后继续沿医护人员路线进入控制室，后通过控制室防护铅门进入 DSA 介入室进行手术，出则原路返回。

患者通道：患者通过患者运行路线进入病人准备间，后进入 DSA 介入室进行手术，手术结束后原路返回离开 DSA 介入室。

②物品流向路径规划：

污染物品流向：污物通过机房东侧铅门进入污物通道，沿着污物路线进入污物处置间，最后通过机房东北侧的电梯运至一楼，最终收集至医院西侧的医疗废物暂存点内。

项目涉及的人流和物流的路径规划见附图 8。

综上所述，本项目总布局布置满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组分布功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，该项目选址合理。

5、环境质量与辐射现状评价

根据深圳市瑞达检测技术有限公司对本项目拟建场所及周围环境辐射水平现状调查结果，本项目拟建场所的 X- γ 辐射剂量率测值为 $(50 \pm 1) \sim (78 \pm 5) \text{ nGy/h}$ ，处于医院所在区域正常辐射水平范围内。

6、辐射防护措施有效性评价

新建的 DSA 射线装置工作场所由控制室及机房组成，机房为规整四边形，防护设计方案如下：**四面墙体**，墙体为 240mm 实心砖墙（2.3mm 铅当量），在墙面上涂抹 4cm 硫酸钡涂料（3.6mm 铅当量），综合具有 5.9mm 铅当量的辐射防护水平；**机房顶面**，120mm 混凝土楼板（1.5mm 铅当量），架设 80*40 方钢搭设龙骨后挂 4mm 厚的铅板进行防护，综合具有 5.5mm 铅当量的辐射防护水平；**防护门**，具有 4.0mm 铅当量的辐射防护水平；**控制室观察窗**，采用 20mm 厚铅玻璃，具有 4mm 铅当量的辐射防护水平。**机房地面**，地板为 120mm 混凝土楼板（1.5mm 铅当量），在地面上涂抹 4cm 硫酸钡涂料（3.6mm 铅当量），综合具有 5.1mm 铅当量的辐射防护水平；**通风系统**，风管穿墙部分、弯管用 4mm 厚铅皮包裹；**电缆沟**，使用 4mm 厚铅板+不锈钢装饰板进行屏蔽防护。

新建 DSA 机房四面墙体具有 5.9mm 铅当量防护水平，顶面具有 5.5mm 铅当量防护水平，地面具有 5.1mm 铅当量防护水平，优于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“介入 X 射线设备机房，有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求，通过类比分析 DSA 正常运行时四周及楼上用房的 X- γ 辐射空气吸收剂量无明显波动，对四周及楼上楼下用房影响轻微，项目平面、纵面布局可行。

本项目 DSA 介入室东西长约 7.45m、南北宽约 5.50m，有效面积约为 41.0m²，能

够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“最小单边长度应不小于 3.5m、最小有效使用面积应不小于 20m²”的要求。

通过以上各项防护措施的综合使用，按照环评提出防护时间进行控制，可有效防止 X 射线产生的辐射影响，对公众和职业人员所致剂量低于云南省生态环境厅规定的管理限值。

7、辐射安全措施评价

辐射安全防护措施：DSA 介入室患者通道防护门和污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动；DSA 介入室防护门和病人入口门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明；医院为项目辐射工作人员配置多套铅衣、铅帽等个人防护用品；工作人员配置个人剂量计，专人佩戴，定期送检，建立个人剂量档案；配置 X-γ 辐射监测仪器及个人剂量报警仪；DSA 设置紧急制动开关、门灯连锁装置、工作指示灯、声光报警装置和对讲系统。

辐射安全管理措施：医院成立了环境保护管理领导小组，制定了辐射事故应急管理制度及方案、辐射防护和安全保卫、监测方案、辐射工作人员个人剂量管理、辐射工作人员培训、DSA 安全操作规程和设备维修等制度。

医院 DSA 操作人员及辐射防护负责人应参加环保部门组织的辐射安全培训并取得合格证，正确佩戴个人剂量计，定期送检；完善应急预案组织、经费落实和物资准备内容，并加强应急演练；项目操作规程、岗位职责和辐射应急预案等相关制度应张贴于辐射工作场所醒目处。医院应在监督区（控制室）和控制区（机房）范围设立明显标识，加强项目核技术利用场所周围辐射环境管理和监测工作，认真落实本次环评提出的监测计划。

8、环境影响评价

（1）施工期环境影响评价

本项目施工时会产生一定的扬尘、噪声、施工废水、固体垃圾等环境问题，医院将采取一定的污染防治措施，且本项目施工期较短，施工量不大，对医院周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

（2）运行期环境影响评价

①辐射环境影响评价

a、类比监测分析本项目 DSA 的影响

根据类比监测结果，本项目 DSA 投入使用后，在平时运行工况下，职业人员年附加剂量最大约为 0.54mSv，机房周围公众年附加剂量最大约为 4.27×10^{-3} mSv。DSA 介入室经实体屏蔽防护后，本项目 DSA 工作时对 DSA 介入室四周的辐射环境影响很小。

b、理论预测本项目 DSA 对 DSA 介入室内介入手术医生的影响

根据理论估算结果，本项目 DSA 对第一术者位医生所致个人年有效剂量最大约为 2.20mSv，对第二术者位医生所致个人年有效剂量最大约为 2.14mSv。

c、评价范围内环境保护目标的剂量评价

根据类比监测、理论预测、叠加辐射环境影响显示，评价范围内职业人员年有效剂量最大值约为 2.20mSv；评价范围内公众年有效剂量最大值约为 0.134mSv，未超过本项目管理限值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

②水环境影响评价

本项目的废水主要为工作人员工作时产生的生活污水，将依托医院的污水处理系统进行处置，对区域水体环境影响很小。

③大气环境影响评价

DSA 运行时会使 DSA 介入室内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的臭氧和氮氧化物可通过通风系统排风口排出 DSA 介入室，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响很小。

④声环境影响评价

本项目 DSA 介入室通风系统的风机运行时噪声值很小，设备工作时噪声值符合国家标准要求，经墙体及物体的阻挡以及距离的衰减，对周围声环境影响很小。

⑤固体废弃物影响评价

本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片产生；手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在 DSA 介入室中的垃圾桶，手术结束集中收集后作为普通医疗废物处理；工作人员工作中产生的少量办公垃圾，将依托医院的保洁措施，统一收集后交由环卫部门统一处理。采取以上处理措施后对周围环境影响很小。

9、事故情况下辐射环境影响评价

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《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中规定判断，属于一般辐射事故。

楚雄彝族自治州人民医院制定了辐射事故应急预案，各种辐射防护措施设计较齐

全，基本满足辐射防护要求。医院制定的各种辐射安全制度较全面，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取相应的防护措施可有效的控制辐射事故对环境的影响。

10、核技术应用能力与安全管理综合能力评价

楚雄彝族自治州人民医院成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以院内文件的形式明确了辐射安全管理领导小组的职责；制定了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急预案；设计有满足国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备，将具有使用本项目 DSA 的综合能力。

11、项目建设的环保可行性结论

本项目符合国家产业政策，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）中对职业人员及公众照射的要求，建设单位具备对本项目评价的II类射线装置（1台 DSA 设备）的使用和管理能力。在严格落实本报告提出的环境保护措施，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

13.2 承诺

（1）若医院运行期间有新增辐射工作人员，尽快安排新增辐射工作人员报名参加卫生环保部门组织的辐射安全与防护的培训，并定期不定期组织医院内部培训，确保本院所有辐射工作人员持证上岗。

（2）在本项目运行前，医院尽快为新增的辐射工作人员配备个人剂量计，并定期送有资质单位监测。

（3）严格遵守 DSA 操作规程，加强门灯联锁装置维护，介入手术过程中曝光前需确定防护门是否关闭，如果曝光过程中铅门未关闭，应立即停止出束。

（4）工作人员应正确佩戴个人剂量计，医院应每个季度（一般不超过 90 天）定期送检，并对检测结果及时分析，若检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。

（5）项目在运行中，将严格遵循操作规程，加强对医务人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

（6）院方应每年对所有射线装置进行监测。并在每年 1 月 31 日之前将年度监测报

告上报至管理部门。

(7) 院方在依托工程的环保设施验收投入运行后，本项目在进行投入使用。

13.3 建议

(1) 项目竣工后应按照国家相关法律法规尽快进行验收。

(2) 在实施诊治之前，事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

(3) 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。

(4) 医院应进一步完善各项规章制度，并制定监测仪器仪表的使用与校检管理制度。

(5) 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。

(6) 建议项目建设过程中进行防护工程施工、隐蔽施工时，留下影像资料、台账等，方便上级主管部门查阅。

建设项目竣工验收

建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环评[2017]4号）对配套建设的环境保护设施进行验收，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、环境影响报告表编制机构、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。

建设单位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，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十一条和第十三条，建设单位在验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当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。验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位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，环境保护主管部门对上述信息予以公开。

本项目建设竣工后，医院应按照上述要求尽快开展竣工环保验收工作，本项目竣工环保验收“三同时”检查内容见附表。

附表

“三同时”措施一览表

项目		验收内容	备注
项目概况及屏蔽措施		医院拟将在医技楼3楼南侧原原多功能数字胃肠室、保管室、CT用房和眼科检查室改建成DSA介入室及配套辅助用房。 ①DSA介入室四面墙体为240实心砖墙(2.3mm铅当量)，墙面涂抹4cm硫酸钡涂料(3.6mm铅当量)，综合具有5.9mm铅当量的辐射防护水平； ②DSA介入室顶面为120mm混凝土楼板(1.5mm铅当量)，用80*40方钢搭钢架，钢架间距600*1200，将4mm铅板(4mm铅当量)固定于钢架上，综合具有5.5mm铅当量的辐射防护水平； ③DSA介入室底面为120mm混凝土楼板(1.5mm铅当量)，地面涂抹4cm硫酸钡涂料(3.6mm铅当量)，综合具有5.1mm铅当量的辐射防护水平； ④防护门，钢铅复合门，内有4mm厚铅板防护，综合具有4mm铅当量的辐射防护水平； ⑤控制室观察窗，综合具有4mm铅当量的辐射防护水平； ⑥通排风管道穿墙：通排风管道由南侧屏蔽墙穿墙进出机房，风管与墙体交接处用4mm厚铅皮搭接。	/
程序合法性	环保手续执行情况	本项目环评批复	/
设备参数		设备型号、参数与环评一致	/
辐射安全管理机构	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。	/
辐射安全措施	安全措施	DSA介入室医护人员通道防护门、患者通道防护门和污物通道防护门处安装有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动；DSA介入室防护门和病人入口门表面均粘贴有电离辐射警告标志及中文警示说明；DSA介入室患者通道防护门和医生通道防护门安装有闭门装置；DSA介入室内侧墙壁及控制台处	/

		设计有急停按钮；DSA 介入室内安装有监控和对讲系统；医生换鞋区入口门及病人入口门设计有门禁。	
	通风措施	DSA 介入室安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m ³ /h，介入室外安装 1 台静音排风机，排风量不小于 900m ³ /h 的静音换气风机。	/
人员配备	辐射防护与安全培训	本项目辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训及考核。	/
	个人剂量监测	本项目 10 名辐射工作人员每人均配备个人剂量计，项目建成后共计有 10 台个人剂量计、2 台个人剂量报警仪。建立辐射工作人员个人剂量档案。	/
	人员职业健康监护	本项目 10 名辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康监护档案。	/
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪	配备 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪。	/
	个人剂量报警仪	本项目辐射工作人员工作时已配备个人剂量报警仪。	/
	防护用品	配备铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜、铅围裙各 4 套。	/
辐射安全管理制度	辐射防护和安全保卫制度、DSA 安全操作流程、辐射设备检修维护制度、辐射工作场所现场监测方案、监测仪器检验与校验管理制度、辐射工作人员岗位职责、辐射工作人员培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急处理预案	制定并完善相关的辐射安全管理制度。	/
验收监测	X-γ 辐射剂量率	DSA 介入室内第一术者位、第二术者位、DSA 介入室各防护门表面和四周门缝、污物通道、设备间，控制室、过道以及 DSA 介入室对应的楼上、楼下区域。	/

表 14 审批

下一级环保部门预审意见： 公章 经办人年月日
审批意见： 公章 经办人年月日