

核技术利用建设项目

南华县人民医院新增 DSA 射线装置核技术利用项目

环境影响报告表

(送审稿)

南华县人民医院

2021 年 10 月

核技术利用建设项目

南华县人民医院新增 DSA 射线装置核技术利用项目

环境影响报告表



建设单位名称：南华县人民医院

建设单位法人代表（签名和签章）：

通讯地址：南华县龙川镇华强路

邮政编码：675200

联系人：王开美

电子邮件：884342916@qq.com

联系电话：0878-7222446

## 《建设项目环境影响报告表》编制说明

1. 项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过 30 个字（两个英文字段作一个汉字）
2. 建设地点——指项目所在地详细地址，公路、铁路应填写起止地点。
3. 行业类别——按国标填写。
4. 总投资——指项目投资总额。
5. 主要环境保护目标——指项目区周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离。
6. 结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结论，确定污染防治措施的有效性，说明本项目对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其他建议。
7. 预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门项目，可不填。
8. 审批意见——由负责审批该项目的环境保护行政主管部门批复。

# 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	14
表 3 非密封放射性物质 .....	错误!未定义书签。
表 4 射线装置.....	错误!未定义书签。
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	错误!未定义书签。
表 6 评价依据.....	17
表 7 保护目标与评价标准 .....	17
表 8 环境质量和辐射现状 .....	25
表 9 项目工程分析与源项 .....	30
表 10 辐射安全与防护 .....	40
表 11 环境影响分析.....	59
表 12 辐射安全管理.....	79
表 13 结论与建议.....	91
表 14 审批 .....	102

## 附表：

建设项目环评审批基础信息表

## 附图：

附图 1. 项目交通位置图

附图 2. 项目周围环境示意图

附图 3. 医院平面布置及评价范围图

附图 4. 项目平面布置及人流物流路线图

附图 5. 医技楼四层平面图

附图 6. 医技楼三层平面图

## **附件：**

- 附件 1. 环评委托书
- 附件 2. 事业单位法人证书
- 附件 3. 医疗机构执业许可证
- 附件 4. 辐射安全许可证
- 附件 5. 放射诊疗许可证
- 附件 6. 排污许可证
- 附件 7. 医院成立成立辐射安全领导小组的通知
- 附件 8. 医院内污水处理站情况说明
- 附件 9. 医疗废物委托处置服务合同及相关说明
- 附件 10. 现有设备辐射环境监测报告
- 附件 11. 个人剂量检测报告
- 附件 12. 辐射安全培训证
- 附件 13. 环评文件承诺书
- 附件 14. 项目主要技术参数说明
- 附件 15. 项目辐射本底监测报告
- 附件 16. 放射安全事件应急预案
- 附件 17. 辐射安全管理制度
- 附件 18. 类比辐射监测报告（部分内容）
- 附件 19. 辐射防护施工单位及防护材料检测报告
- 附件 20. 项目进度管理表
- 附件 21. 报告审核审定表

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		南华县人民医院新增 DSA 射线装置核技术利用项目			
建设单位		南华县人民医院			
法人代表	李俊彬	联系人	王开美	联系电话	13508780997
注册地址		南华县龙川镇华强路 100 号			
项目建设地点		南华县人民医院院内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	850	项目环保投资 (万元)	58	投资比例(环保 投资/总投资)	6.8%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	200
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性 物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他				
	<p><b>1.1 项目由来</b></p> <p>南华县人民医院始建于 1941 年 11 月，是南华县唯一一所集医疗、急救、教学、科研、康复、保健于一体的二级甲等综合医院，承担着全县及周边地区 24.3 万人口医疗保健和应急救治保障工作。医院建设用地 86.5 亩，建设业务用房 31946.26 平方米。现有在职职工 440 人，核定编制床位 300 张，实际开放床位 370 张；设置临床、医技、职能保障等科室，年门诊量 29 万余人次，住院约 1.4 万余人次。结合医疗“八大中心”建设，胸痛中心建设荣获 2019 年中国胸痛中心质控第一名。重症医学科、眼科评委省级重点专科，妇产科、感染科列为补短板重点专科；“韩红爱心·复明中心”成立，区域眼科中心建设惠及全县广大眼疾患者；医院整体实力明显提升，医疗资源进一步优化，使广大民族群众在县域内享受优质医疗。</p>				

医院医疗装备配有 64 排 CT、DR、四维超声、全自动生化血球分析仪等先进医疗设备。除此，医院还建立了远程医疗会诊中心，使病人能够方便、快捷地得到全国名医、名专家提供的高质量协同诊疗服务，能够节约大量费用，病人得到及时诊治。

南华县人民医院为提高诊疗水平，满足患者的就医需求，根据医院发展规划拟新增 1 台数字减影血管造影系统（DSA）。为加强核技术应用医疗设备的辐射管理、防止辐射污染和意外事故的发生，确保新增射线装置在安装后的使用中能有效避免射线装置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》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价，编制环境影响评价文件。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，并根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）的相关要求，本项目属使用 II 类射线装置应编制核技术利用建设项目环境影响报告表。环评应对医院新增的 II 类射线装置、辐射环境影响进行客观合理的评价，对医院涉及新增射线装置后从事诊疗活动能否满足辐射环境管理法定要求进行分析，并为医院的环境管理提供科学依据。

我单位受医院委托（附件 1），对医院新增的 DSA 射线装置项目进行核技术应用环境影响评价。接受委托后，项目组依据环评相关的技术规范要求，在现场调查、收集资料等工作基础上，结合项目特点，编制了《南华县人民医院新增 DSA 射线装置核技术利用项目环境影响报告表》（送审稿），供建设单位上报。

## **1.2 本次项目建设内容**

### **1.2.1 本次项目情况**

本次项目拟新增一台西门子的 Artis zee III ceiling 型数字减影血管造影机(DSA)，建设地点位于医院医技楼四楼，将对原闲置空房进行改造及辐射防护装修等，建成符合标准要求的介入手术室及配套用房。本次 DSA 机房设计及屏蔽防护方案具体如下：

（1）介入手术室主要包括 DSA 机房控制室、配电间、污物处置打包间、耗材间、一次性物品间、洁具间、污物通道、复苏间、病人缓冲间、医护通道、缓冲间、谈话间等，面积约 200m<sup>2</sup>、高度为 3.9m，医生术前准备区依托四楼手术区合用设施。

（2）DSA 射线装置工作场所由控制室及机房组成，其中 DSA 机房净尺寸为：L

长7.4m×W宽5.4m×H高2.6m，净空面积约40m<sup>2</sup>，净空体积约104m<sup>3</sup>，控制室面积约30m<sup>3</sup>。

(3) DSA 机房为四边形，不破坏建筑外墙，对窗户进行封闭，具体防护设计方案如下：

四周墙体，墙体采用240mm实心砖墙+内侧加20mm厚的硫酸钡防护涂料板，综合具有约4.5mm铅当量的辐射防护水平。

机房顶面，机房所在三层与四层间有12cm厚混凝土楼板，在机房顶面安装3mm铅板，综合具有4.7mm铅当量的辐射防护水平。

机房地面，四楼与三楼间有12cm厚混凝土楼板，机房地面采用水泥/硫酸钡粉混合比例为1:4，厚度为4cm的硫酸钡水泥，综合具有4mm铅当量的辐射防护水平。

防护门，包括4樘防护门，其中医务人员防护门、患者防护门采用采用电动平移式铅门，污物通道铅门为手动平开铅门。防护门套选用不锈钢作装饰面板，铅芯板做平整，内含3.5mm铅板，具有为3.5mm铅当量的辐射防护水平。

观察窗，采用20mm厚铅玻璃，具有4.3mm铅当量的辐射防护水平进行防护。

项目基本情况见1-1。

**表 1-1 项目基本情况表**

项目名称	位置	安装设备型号	辐射防护措施
介入手术室	医技楼 四楼	Artis zee III ceiling 型	不破坏建筑外墙，对窗户进行封闭； 四周墙体，墙体采用240mm实心砖墙+内侧加20mm厚的硫酸钡防护涂料板，综合具有约4.5mm铅当量的辐射防护水平； 机房顶面，机房所在三层与四层间有12cm厚混凝土楼板，在机房顶面安装3mm铅板，综合具有4.7mm铅当量的辐射防护水平； 机房地面，四楼与三楼间有12cm厚混凝土楼板，机房地面加4cm硫酸钡水泥，综合具有4mm铅当量的辐射防护水平； 防护门，内夹3.5mm铅板，具有3.5mm铅当量的辐射防护水平进行防护； 观察窗，采用20mm厚铅玻璃，具有4.3mm铅当量的辐射防护水平进行防护。

项目组成及主要环境问题见表1-2。

**表 1-2 项目组成及主要的环境问题表**

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	位于医技楼四楼，项目将建成符合标准要求的介入	施工噪声、扬	X射线

	<p>(1) 手术室及配套用房。其中 DSA 机房面积约 52m<sup>2</sup>, L<sub>长</sub>7.4m×W<sub>宽</sub>5.4m×H<sub>高</sub>2.6m, S<sub>净</sub>约 40m<sup>2</sup>, V<sub>净</sub>约 104m<sup>3</sup>, 并采取辐射屏蔽措施。</p> <p>(2) 安装 1 台 Artis zee III ceiling 型数字减影血管造影系统 (DSA), 属 II 类射线装置。</p> <p>(3) 控制室 1 间, 面积约 30m<sup>2</sup>。</p>	尘、废水、建筑垃圾等以及 DSA 射线装置安装调试过程中的 X 射线	臭氧 氮氧化物等
辅助工程	配电间、污物处置打包间、耗材间、一次性物品间、洁具间、污物通道、复苏间、病人缓冲间、医护通道、缓冲间、谈话间等, 约 115m <sup>2</sup> 。 其余医生术前准备区依托四楼手术区公共设施。		--
公用工程	配电、供电、给排水、通讯系统等。		生活废水, 生活垃圾
环保工程	<p>① DSA 机房射线屏蔽措施, 墙面、顶面、地面约 4.5mm、4.7mm、4mm 铅当量的辐射防护水平, 防护门、观察窗分别约 3.5 mm、4.3mm 铅当量的辐射防护水平, 详见表 1-1;</p> <p>② 介入手术室通排风设置独立的通排风系统, 设计通风量为 400m<sup>3</sup>/d。</p> <p>③ 产生固废依托医院废物收处设施、管理制度统一处置。</p> <p>④ 产生废水, 依托手术区盥洗等设施接入医技楼排水管道, 并依托医院废水收处系统设施进行处理。</p>		--

### 1.2.2 设备配置及主要技术参数

项目使用设备配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 设备配置及主要技术参数

设备名称	规格型	数量	生产厂家	主要技术参数		出束方向	用途
				额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)		
数字减影血管造影机 (DSA)	Artis zee III ceiling	1 台	西门子	125	1000	从下往上	诊断

### 1.2.3 主要原辅材料

本项目采用计算机图像存储管理系统、电脑打印, 无洗片过程, 打印胶片由病人带走, 故本项目运行期间不产生废胶片、不使用显影液和定影液。项目原辅材料及能耗情况见表 1-4。

类别	名称	数量	来源
造影剂	碘克沙醇注射液	约 5000ml	外购
能源	电	约 500kW.h/a	城市电网
水	盥洗清洁用水	约 10t/a	市政给水管网
手术耗材	导管、纱布、药棉等	100kg/a	外购

#### 1.2.4 项目 DSA 使用情况

本项目 DSA 射线装置设备由医学影像科进行管理，医院近期主要开展心血管介入手术、肿瘤介入手术、神经介入手术、泌尿外科介入手术、骨骼肌肉介入手术、妇科介入手术；设备使用涉及医学影像科、心血管病科、肿瘤科、神经科、泌尿外科、骨科、妇科七个科室，预计每年开展介入手术 500 例。

DSA 设备使用操作基本分为介入手术时脉冲透视以及减影。一是操作人员采取隔室减影操作，即医生在控制室内对病人进行曝光；二是进行介入手术治疗采用连续脉冲透视，即医生身着铅服、铅眼镜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情况。

根据医院提供的设备使用计划，设备使用模式基本分为透视及减影，参照省内同类手术出束情况，每例手术出束时间约 20.5 分钟（其中：透视 20 分钟，减影 30 秒），年出束时间约为 170.9 小时（其中：透视 166.7 小时，减影 4.2 小时）。设备使用情况见表 1-5。

表 1-5 本项目 DSA 计划使用情况一览表

管理科室	使用科室	预计年出束时间 (h)	年预计手术量 (例)	平均每例手术透视模式曝光时间 (min)	平均每例手术减影曝光时间 (s)
医学影像科	医学影像科、心血管病科、肿瘤科、神经科、泌尿外科、骨科、妇科	170.9 (透视 166.7h, 减影 4.2h)	500	20	30

#### 1.2.5 工作人员及工作制度

按照医院规划，预计涉及使用本次 DSA 设备的辐射工作人员共 17 人，其中 DSA 控制室操作技师 2 人，介入手术医生 12 人，介入手术护士 4 人；控制室操作技师负责控制室操作，不进入机房；护士负责术前、术后的护理工作，在曝光时不在机房内

停留；一般情况下，设备曝光模式中，介入手术医生仅在透视模式下进入机房。上述人员中操作技师及医学影像科护士为原有辐射工作人员，其余人员为新增辐射工作人员，介入手术医生及部分护士计划由目前各科室医务人员培训上岗。控制室人员和介入手术工作人员工作不交叉。介入手术医生及护士不操作医院其他射线装置。

介入手术工作人员通常由3人（2名医生、1名护士）分为一组，共分为6组；控制室操作技师由2名技师轮流完成操作。人员情况见表1-6。

**表 1-6 使用 DSA 工作人员情况表**

部门	手术类型	操作技师	手术医生	手术护士	合计	分组
医学影像科	/	2人	/	/	2人	2组
心内科	心血管介入手术	/	2人	1人	3人	1组
肿瘤科	肿瘤介入手术	/	2人	1人	3人	1组
神经外科	神经介入手术	/	2人	1人	3人	1组
泌尿外科	泌尿外科介入手术	/	2人	(1人,医学影像科护士)	2人	1组
骨科	骨骼肌肉介入手术	/	2人		2人	1组
妇科	妇科介入手术	/	2人		2人	1组
合计	--	2人	12人	4人	18人	6组(手术)

由于各类手术均由同一组医生完成，手术医生计划受照时间见表1-7。

**表 1-7 介入手术医生计划手术量及受照时间表**

人员名称	手术类型	科室	预计年最大手术量	该类型每组人员手术年最大出束时间 (h/a)	
				透视	减影
介入手术医生	心血管介入手术	心内科	200例/a	66.7	1.7
	肿瘤介入手术	肿瘤科	120例/a	40.0	1.0
	神经介入手术	神经外科	100例/a	33.3	0.8
	泌尿外科介入手术	泌尿外科	20例/a	6.7	0.2
	骨骼肌肉介入手术	骨科	20例/a	6.7	0.2
	妇科介入手术	妇科	40例/a	13.3	0.3
	合计	/	500例/a	166.7	4.2

心血管介入手术、肿瘤介入手术、神经介入手术手术中护士岗位各由所属科室各安排1位，泌尿外科介入手术、骨科介入手术、妇科介入手术由医学影像科安排1位护士完成，由于手术护士在减影及透视模式时均退出手术室，保守按照全出束手术时间计算，计划受照时间见表1-8。

人员名称	手术类型	科室	预计年最大手术量	该类型每组人员手术年最大出束时间 (h/a)
介入手术护士	心血管介入手术	心内科	200 例/a	68.3
	肿瘤介入手术	肿瘤科	120 例/a	41.0
	神经介入手术	神经外科	100 例/a	34.2
	泌尿外科介入手术	医学影像科	20 例/a	27.4
	骨骼肌肉介入手术		20 例/a	
	妇科介入手术		40 例/a	
	合计	/	500 例/a	170.9

控制室操作由2名操作技师负责完成，尽量平均分担操作量，保守按照全出束手术时间计算，每名操作技师计划受照时间见表1-9。

人员名称	科室	预计年最大手术量	该类型每组人员操作年最大出束时间 (h/a)	备注
控制室操作技师	医学影像科	250 例/a	85.5	2 组轮班
合计	/	500 例/a	170.9	

### 1.3 评价目的

本次评价的项目涉及 1 台 Artis zee III ceiling 型 DSA，属使用 II 类射线装置，用于放射诊疗。通过本次辐射环境影响评价，达到以下目的：

(1) 对南华县人民医院新增 DSA 射线装置辐射环境影响进行评价，从环境保护角度给出项目实施后辐射环境可行性的明确结论，为生态环境行政主管部门实施辐射环境管理提供科学依据，为医院辐射安全与环境管理部门提供依据。

(2) 针对南华县人民医院新增的 DSA 射线装置的使用对周围环境产生的影响，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，确认实践的安全性与防护的有效性，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。

(3) 对已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。对新增的 DSA 射线装置使用情况进行分析评价，了解工作过程中职业人员及公众所受的辐射影响程度，是否符合国家标准及管理限值要求。

(4) 从环境保护角度给出项目实施后辐射环境可行性的明确结论：为建设方提

供办理《辐射安全许可证》的依据，为上级行政主管部门实施辐射环境管理提供科学依据。

## 1.5 产业政策符合性

项目属于《产业结构调整指导目录》（2019年本修正）中第十三项“医药”中第5款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，项目的建设属于“数字化医学影像设备”，是当前国家产业政策鼓励发展的产业类别，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

## 1.6 项目规划符合性分析

建设地点位于南华县人民医院院区内，机房位于医技楼四楼闲置空房，本次项目不新增用地，医院选址用地符合南华县城市总体规划。

## 1.7 布局合理性分析

### 1.7.1 南华县人民医院周边情况及医院平面布局

南华县人民医院位于南华县龙川镇东北华强路，占地面积约 86.5 亩，业务用房 3.19 万平方米。医院南临华强路，隔路为南华思源实验学校；西侧临市政道路，隔路为商业住宅区；医院北侧及东侧目前为农田。医院周边环境见附图二。

南华县人民医院平面布局：主入口位于华强路，院内主要建筑从南至北分别为门诊楼、急诊楼、医技楼、住院楼、感染科楼、后勤保障用房及食堂。医院总平面布置见附图三。

医院位于县城城市建成区，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，本项目 DSA 机房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。

### 1.7.2 拟建项目周边情况

(1) 建设地点位于医技楼西区四楼，该楼位于医院院区中部，大楼为地上四层的建筑，大楼主要一层为重症监护室（ICU）放射科（CT 检查、DR 检查）、门厅等，二层为产房、检验科（静脉采血室、临床检验室、生化室、病理室、微生物室、

储血库)等,三层为功能科(彩色B超、心电图、胃肠镜、肺功能、超声碎石)、康复科门诊、中彝医门诊、中彝医骨伤门诊等;四层主要是麻醉科(手术室),本次项目位于四层闲置空房。

(2)根据设计内容新建DSA机房墙体具有4.5mm、顶面具有4.7mm、地面具有4.0mm铅当量防护水平的屏蔽体,四邻主要为医技楼四楼手术区、楼上为屋顶、楼下为康复科诊疗室,机房四邻区域及机房正上方、正下方区域不涉及新生儿及婴幼儿诊疗、住院区域。

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很小,选址合理。

### 1.7.3 布局合理性分析

对项目DSA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,设置在医技楼四楼手术区,兼顾了手术集中、病员救治的需求。严禁非手术相关人员进入手术区域,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,严格操作规程,最大程度限制无关人员受到不必要的照射。

(2)DSA手术室主要依托手术区域设置,在DSA机房单独设置了医生通道及病人通道,设置独立,便于管理。

医务人员通道:介入手术医务人员依托本层的医生准备区清消后,经项目医务人员大门进入控制室,手术医生及护士经控制室与机房间的防护铅门(2#铅门)进入机房。

患者通道:患者依托手术区患者准备区进行术前准备后,经由清洁通道与机房相连的电动感应防护铅门(1#铅门)进入机房。患者入口铅门由机房内医生控制开关,避免人员误入。

(3)患者通道的宽度满足病人手推车两的通行,通道畅通无阻,便于治疗和管理。

(4)DSA手术室机房内不设采光窗,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。手术产生的医疗废物经污物通道,送至本层医疗垃圾暂存间,依托医院医废处置系统进行处置。在满足各使用要求前提下,项目平面布局合理。

(5) DSA 室净空面积为 40m<sup>2</sup>，最小单边长度为 5.3m，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 20m<sup>2</sup>，机房内最小单边长度不小于 3.5m”的要求。

(6) 由于机房墙面、顶面均经屏蔽防护处理，墙面、顶面、地面达到综合铅当量分别为 4.5mm、4.7mm、4.0mm，优于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中对 C 型臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度在“有用线束方向铅当量及非有用线束方向”铅当量不低于 2.0mm 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。

## 1.8 原有核技术利用情况

### 1.8.1 医院现有射线装置

南华县人民医院已取得楚雄州生态环境局颁发的《辐射安全许可证》(云环辐证(01556)，附件 4)，有效期至 2026 年 06 月 28 日，医院使用种类和范围包括：使用 III 类射线装置。医院现核技术利用包括使用 III 类射线装置共 6 台，与辐射安全许可证登记设备一致。具体使用射线装置见表 1-7。

表 1-7 医院目前正在使用的射线装置表

序号	装置名称	规格型号	主要技术指标		数量	类别	用途	场所
			管电压 kV	管电流 mA				
1	64 排螺旋 CT	SOMATOM .go.Top	150	500	1	III 类	医疗诊断	医技楼东 4 号 机房
2	数字化 X 射线机	Apsaras.Op era FP	150	500	1	III 类	医疗诊断	医技楼东 2 号 机房
3	16 排螺旋 CT	NEUVIZ.16	140	500	1	III 类	医疗诊断	感染科扩建楼 1 楼
4	GE-DR	GE.BRIVO XR.515	150	500	1	III 类	医疗诊断	医技楼东 1 号 机房
5	Angell-DR	MXHF-150 OR	150	500	1	III 类	医疗诊断	医技楼东 3 号 机房
6	C 型臂 X 线机	DG3310C1	100	60	1	III 类	医疗诊断	医技楼 4 楼手 术室

### 1.8.2 原有设备辐射环境情况

根据云南正毅环境监测有限公司（云正辐监〔2021〕第 110089 号）、云南核瑞环境检测有限公司的《医用Ⅲ类射线装置辐射环境监测报告》（云辐监〔2021〕第 110018 号、云辐监〔2021〕第 110104 号）（附件 10），各监测点位对医院 6 台 X 射线装置工作场所的监测结论：南华县人民医院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管理限值水平要求。

### 1.8.3 原有核技术利用安全情况

南华县人民医院现有 6 台Ⅲ类射线装置，经现场踏勘及辐射环境监测报告，未发现环境遗留问题，不存在辐射安全及环境保护问题。同时，经医院证实，医院开展放射性诊断工作多年，目前未发生过辐射安全事故。

### 1.8.4 现有辐射工作人员情况

#### （1）个人剂量检测情况

南华县人民医院现有辐射工作人员 18 人，其中 12 人为放射科人员，3 人为麻醉科人员、3 人为骨外科人员。均已建立职业健康档案以及个人剂量监测档案，职业健康体检结果标明各辐射工作人员均可继续原放射工作。个人剂量计定期送有楚雄州疾控中心进行检测进行检测。医院提供了 2020 年 06 月 29 日至 2021 年 06 月 25 日期间的个人检测报告，（部分人员由于各种原因未参加全年度检测），受检辐射工作人员年个人剂量当量在 0.13~0.55mSv/a，辐射工作人员连续四季度的剂量检测未有超过职业人员年剂量 5mSv 约束限值或季度剂量 1.16~1.25mSv 的调查水平值的情况，检测报告结果统计见表 1-8。

表 1-8 医院辐射工作人员受照剂量情况表

序号	姓名	个人剂量监测结果 Hp (10) (mSv)				全年	备注
		2020.6.29- 2020.9.22	2020.9.24- 2020.12.23	2020.12.29- 2021.3.25	2021.03.27- 2021.6.25		
1	殷圣虹	0.07	0.02	0.11	0.06	0.26	正常
2	李刚	0.05	0.01	0.13	0.05	0.24	正常
3	杨凯	0.07	0.01	0.05	0.06	0.19	正常
4	邹源宁	0.07	0	0.08	0.04	0.19	正常
5	张国美	0.06	0.01	0.06	0.04	0.17	正常
6	郭海芹	0.06	0.01	0.14	0.03	0.24	正常
7	李先梅	0.06	0.35	0.12	0.02	0.55	正常
8	李建美	0.07	0	0.11	0.03	0.21	正常
9	李琼	0.05	0.01	0.09	0	0.15	正常

10	郭春梅	0.04	0	0.07	0.04	0.15	正常
11	王康	0.02	0.01	0.05	0.05	0.13	正常
12	罗建萍	0.02	0.01	0.07	0.05	0.15	正常
13	周兴	0.03	0.01	0.08	0.04	0.16	正常
14	杨松	0.03	0.2	0.08	0.05	0.36	正常
15	李林伟	0.06	0.01	0.11	0.06	0.24	正常
16	李金仙	0	0.01	0.06	0.04	0.11	正常
17	周恒忠	--	--	0.01	0.06	0.07	正常
18	徐志梅	--	--	--	0.04	0.04	正常

(2) 原有辐射工作人员辐射安全培训情况

南华县人民医院目前共有 18 名辐射工作人员，其中 16 人获得培训合格证书，见表 1-9 及附件 12。

**表 1-9 医院辐射工作人员培训情况表**

序号	姓名	考核时间	考核方式	辐射安全培训证号
1	殷圣虹	2020 年 09 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	FS20YN0100574
2	李刚	2019 年 05 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	YFS201901055
3	邹源宁	2019 年 06 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	YFS201901409
4	张国美	2021 年 04 月	南华县人民医院考核	NHFS20210329003
5	郭海芹	2020 年 09 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	FS20YN0100568
6	李先梅	2021 年 04 月	南华县人民医院考核	NHFS20210329004
7	李建美	2020 年 11 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	FS20YN0100971
8	李琼	2021 年 04 月	南华县人民医院考核	NHFS20210329002
9	郭春梅	2020 年 11 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	FS20YN0101007
10	王康	2019 年 12 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	YFS201902533
11	罗建萍	2019 年 05 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	YFS201901098
12	周兴	2021 年 04 月	南华县人民医院考核	NHFS20210329005
13	杨松	2019 年 05 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	YFS201901183
14	李林伟	2019 年 05 月	云南省生态环境厅辐射安全与防护考核	YFS201901065
15	李金仙	2021 年 04 月	南华县人民医院考核	NHFS20210329005
16	徐志梅	2021 年 04 月	南华县人民医院考核	NHFS20210329001

医院承诺会尽快安排未通过考核的辐射工作人员尽快完成培训与考核，持证上岗。

**1.8.5 医院辐射安全管理情况**

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年的评估报告。南华县人民医院按时向发证机关提交了医院的“放射性同位素与射线装置安全和

防护状况年度评估报告”。

现医院辐射安全管理情况如下：

- (1) 现单位名称、地址，法人代表未发生改变；
- (2) 按辐射安全许可证所规定的活动种类和范围开展；
- (3) 放射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求；
- (4) 医院自从事放射诊断工作以来，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。

#### **1.8.6 项目本底辐射剂量情况**

根据 2021 年 9 月 1 日云南晟蔚环保科技有限公司对项目拟建场所及周围环境 X- $\gamma$  辐射剂量率的监测结果，拟建 DSA 场所 3 个测点环境 X- $\gamma$  剂量率测量值在 74~80nGy/h 之间，机房同平面周围测点测量值为 85nGy/h，机房下方测点测量值为 87nGy/h，与医院辐射背景参考的 6 个测点测量值 54~102nGy/h 相当。项目拟建地之前未从事辐射污染相关诊疗活动，测值波动不大，项目选址及周围环境 X- $\gamma$  辐射水平属项目区域正常天然本底辐射水平。

#### **1.8.7 依托工程**

医院已建成地埋式污水处理站，位于医院院区东侧，设计处理规模为 200m<sup>3</sup>/d，采用间隙循环延时曝气系统 ICEAS 污水处理工艺，并建有 465m<sup>3</sup> 的事故应急池，处理后出水达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理标准及《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表 1 中 B 标准，目前已完成竣工环保验收。本次新增 DSA 射线装置项目产生的废水通过建筑排水系统及医院排水管网排入医院污水处理站，处理达标后排入市政污水管网，根据目前污水收纳系统及污水处理站的处理情况，能够满足本次新增 DSA 项目的污水处理要求（附件 8）。

医院已与楚雄亚太医疗废物处置有限公司签署协议委托处理处置产生的医疗废物（附件 9）。医院工作人员产生的生活污水和生活垃圾的处理依托医院主体工程的环保设施。

**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

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

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、可研、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
本项目不涉及此表										

(二) X 射线机、包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管造影系统系统 (DSA)	II类	1	Artis zee III ceiling	125	1000	诊疗	门诊楼 2 楼 DSA 手术室	新增设备

(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 ( $\mu\text{A}$ )	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	
本项目不涉及此表													

**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
本项目不涉及此表								

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/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

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

## 表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订)(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》(修正)(2018年12月29日实施);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年10月1日起实施);</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(修订)(国务院第682号令,2017年10月1日起施行);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(修订)(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 第709号);</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011年5月1日,环境保护部第18号令);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006年,国家环境保护总局令 第31号,2008年12月6日经环境保护部令 第3号修改,2017年12月20日经环境保护部令 第47号修改,2019年8月22日经生态环境部令 第7号修改,2021年1月4日经生态环境部令 第20号修改);</p> <p>(8) 《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第2017年第66号,2017年12月06日起实施);</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》(环境保护部环发[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) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》(第三版);</p> <p>(13) 《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》(云南省环境保护局(函件)云环函[2006]727号,2006年12月);</p> <p>(14) 《云南省生态环境厅辐射事故应急预案》(云环通[2018]208号)。</p>
------------------	---

<p>技术标准</p>	<p>(1)《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ/T10.1-2016);</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)《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1)《云南省环境天然放射性水平调查研究》(李玉先)(云南科技出版社,1992年);</p> <p>(2)《电离辐射计量学》,李士骏编(原子能出版社,1986年,第二版);</p> <p>(3)《辐射防护手册》,李德平、潘自强主编(第一分册)(原子能出版社,1987年);</p> <p>(4)联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)2000年报告;</p> <p>(5)《电离辐射工业应用的防护与安全》,何仕均主编(原子能出版社,2009年);</p> <p>(6)NCRP Report No.147:Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities, 2004;</p> <p>(7)《介入放射学》,郭启勇主编(人民卫生出版社,第三版);</p> <p>(8)《辐射防护导论》,方杰主编(原子能出版社);</p> <p>(9)南华县人民医院提供与本项目相关的技术资料</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ/T10.1-2016) 射线装置应用项目评价范围的要求, 结合项目辐射污染特点, 本次评价范围为新增的 DSA 手术室 (安装的 II 类射线装置) 屏蔽墙体边界外 50m 范围的区域。

### 7.2 保护目标

项目将在医院医技楼四楼西侧手术区新增使用 1 台 II 类 DSA 射线装置, 项目主要环境影响为设备使用时产生的电离辐射, 主要影响人员是射线装置所在机房周围的职业工作人员和机房周围公众。

本次评价范围为新建 DSA 机房屏蔽墙向外延伸 50m 的区域, 人员活动范围如下:

DSA 手术室东北侧屏蔽墙外 50m 范围内: 屏蔽墙外即建筑外~20m 同水平不可达, 地面为绿化带、院区道路, 20~50m 范围为住院楼四楼五官科区域, 主要包括病房、医生办公室、诊疗室等。

DSA 手术室东南侧屏蔽墙外 50m 范围内: 屏蔽墙外~3.5m 为介入手术室配套的复苏室及病人缓冲间, 之外为介入手术室范围外, ~50m 范围分别为预留空置区、楼梯电梯间、家属等候区、过道、医技楼四楼手术室及配套术前术后准备区等。

DSA 手术室西南侧屏蔽墙外 50m 范围内: 屏蔽墙外~4m 为介入手术室配套的控制室, 之外为介入手术室范围外, 4m~18m 为医技楼区域, 主要为手术区配套的示教室、值班室、办公室、医生术前准备区等。18m~38m 部分同水平区域不可达, 地面为院区绿化带及院区道路, 部分为医技楼与门诊楼连廊, 38m~50m 为门诊楼四楼体检中心区域, 主要为诊疗室、医生办公室等。

DSA 手术室西北侧屏蔽墙外 50m 范围内: 屏蔽墙外~5.5m 为介入手术室配套的配电间、污物间、药品间及洁具间、污物通道等; 5.5m~8.5m 为建筑内楼梯间; 8.5m~50m 范围为医技楼建筑外, 同水平范围不可达, 地面包括院区绿化带、配电房、院区道路等。

由于该楼层为手术区域, 一般情况下严格限制非医务人员入内, 环境保护人

群除涉及该项目的辐射工作人员外，主要是周围的其他医务人员。

**DSA 机房上方区域：**楼上层为屋顶，一般情况下无人员长期停留，偶尔有对置于屋顶设备的维修检查人员。

**DSA 机房下方区域：**楼下层，医技楼三楼正对 DSA 机房下方区域为康复科诊疗室（OT 作业治疗区及传统中医康复治疗师）。

综上，评价范围内可达的人员活动范围主要集中在医技楼四楼、机房正上方为屋顶、机房正下方为康复科诊疗室，上述区域不涉及新生儿、幼儿诊疗区域。项目周边情况、关系见附图四。由于设备间、手术复苏间、缓冲间等在手术时无人员滞留，其配套用房不列为保护目标。

项目环境保护目标如表 7-1 所示。

**表 7-1 环境保护目标一览表**

保护名单	方位	位置	人数	距离辐射源最近距离		管理限值 (mSv/a)		
				水平	垂直			
职业人员	手术医生	机房内	机房内	12 人	0.3m	0	5	
	手术护士	机房外	机房外控制室等	4 人	2.8m	0	5	
	控制室操作技师	机房外	控制室	2 人	2.8m	0	5	
	辐射环境公众	周边固定工作人员及流动人员	机房东北侧	建筑外~20m 同水平不可达，20~50m 为住院楼四楼五官科病房、医生办公室、诊疗室等。距离最近为东北侧病房。	固定工作人员约 12 人；就诊及陪同流动人员等	20	0	0.25
			机房东南侧	配套的复苏室、病人缓冲间等；介入手术室外为医技楼四楼预留区、楼梯电梯间、家属等候区、过道、手术室及配套术前	固定工作人员约 18 人、就诊及陪同流动人员等流动人员若干	7	0	0.25

			后准备区等；距离最近为东南侧预留区域。				
		机房西南侧	配套的示教室、值班室、办公室、医生术前准备区等。 18m~38m 部分同水平区域不可达，地面为院区绿化带及院区道路，部分为医技楼与门诊楼连廊， 38m~50m 为门诊楼四楼体检中心区域，主要为诊疗室、医生办公室等。	固定工作人员约 25 人、非手术区流动人员若干	3	0	0.25
		机房西北侧	配套的配电间、污物间、药品间及洁具间、污物通道等； 5.5m~8.5m 为建筑内楼梯间；8.5m~50m 范围为医技楼建筑外，同水平范围不可达，地面包括院区绿化带、配电房、院区道路等。	固定工作人员约 12 人、非手术区流动人员若干	3	0	0.25
		机房上方	医技楼屋顶	屋顶设备维修人员约 2 人	0	3.9	0.25
		机房下方	医技楼三楼康复科诊疗室（OT 作业治疗区及传统中医康复治疗师）	固定工作人员约 10 人；就诊及陪同流动人员等	0	-3.9	0.25

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 基本限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录B:剂量限值污染控制水平,具体如下:

职业照射:连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均),20mSv;

公众照射:年有效剂量,1mSv。

### 7.3.2 管理限值

根据《云南省环境保护局关于<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)中的规定,单一项目取GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的四分之一。确定管理限值如下:

职业照射:取年有效剂量20mSv的四分之一即5mSv为管理限值;

公众照射:取年有效剂量1mSv的四分之一即0.25mSv为管理限值。

本次评价采用管理限值作为评价标准。

### 7.3.3 场所设计屏蔽要求

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中要求:

第6.1.3点 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;

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

**表 7-2 X射线设备机房(照射室)使用面积、单边长度的要求(GBZ130-2020)**

机房类型	机房内最小有效使用面积(m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度(m)
单管头X射线设备 <sup>b</sup> (含C型臂,乳腺CBCT)	20	3.5

B单管头、双管头或多管头X射线设备的每个关头各安装在1个房间内

第6.3.1点 不同类型X射线设备(不含床旁摄影设备和便携式X射线设备)机房的屏蔽防护应不低于表3的规定。(见表7-3)

**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型臂X射线设备机房	2.0	2.0

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  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于  $25 \mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于  $0.25\text{mSv}$ 。

#### **7.3.4 放射诊断放射防护要求**

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 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  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于  $25 \mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于  $0.25\text{mSv}$ 。

#### **7.3.5 其他配套设施要求**

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患者和受检者状态。

6.4.2 机房内不应堆放与设备诊断无关的杂物；

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 受检者不应再机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

#### **7.3.6 非放射性污染物排放标准**

##### **(1) 废水**

项目运营过程中不产生放射性废水及含重金属废水，在手术过程中产生的废

水，通过院内医疗废水收集系统排入污水处理站，处理满足到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 限值，再排入市政污水管道。

#### （2）废气

污水处理站废气执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 3 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》（GB12523-2011）（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）固体废物

运营期产生医疗废物收储按照《医疗废物管理条例》、《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）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001/XG1-2013）的相应要求、标准执行。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 环境质量现状

#### (1) 政府公报数据

根据楚雄州政府网上公布的《2020 楚雄州环境状况公报》内容：

#### ① 大气环境

全州  $PM_{2.5}$  平均浓度为 14 微克/立方米，空气质量优良天数比例为 100%。二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮减排量完成“十三五”约束性指标任务。

楚雄州城区环境空气质量在保持稳定的同时，呈持续向好的趋势，在总体环境空气质量较好的情况下，空气质量还在不断得到改善。

2020 年，南华县优良天数 352 天。从监测数据上看南华县（南华县思源实验学校监测点） $SO_2$  年平均浓度为 15 微克/立方米， $NO_2$  年平均浓度为 11 微克/立方米， $PM_{10}$  年平均浓度为 21 微克/立方米， $PM_{2.5}$  年平均浓度为 12 微克/立方米，CO 年平均浓度为 0.7 微克/立方米， $O_3$  年平均浓度为 72 微克/立方米。

#### ② 水环境

全州地表水水质共设置 30 个监测断面。其中地表水国控断面 7 个（内含科研断面 1 个），地表水省控断面（点位）18 个，长江及重要支流新增监测断面 5 个。2016 年—2020 年水质优良率分别为 86.6%、84.0%、84.0%、76.7%、80.0%，有连续下降到好转的趋势。2020 年与 2015 相比，2020 年水质明显好转。

2020 年楚雄州水质时间达标率为 83.80%，水质空间达标率为 93.10%，水环境承载力指数为 88.45%，为临界超载状态。其中南华县（水环境承载力指数为 97.92%）。

#### ③ 声环境

2020 年，全州共设功能区声环境监测监测点位 68 个，其中南华县设监测点位 7 个，监测频次为每季度监测一次。全州功能区声环境质量昼、夜平均等效声级达标率分别为 100% 和 98.5%。

2020 年，全州共设城市区域声环境质量监测点位 1048 个，其中南华县设监测点位 101 个；监测频次为一年一次（昼间）南华县总体水平等级为二级，评价结查为“较好”。

2020 年，全州共设城市道路交通声环境质量监测点位 212 个，其中南华县

设监测点位 22 个，监测频次为一年一次（昼间）。全州 10 个县市总体水平等级均为一级，评价结果为“好”。

### （2）周围主要污染源描述

南华县人民医院位于南华县城市建成区，周围以学校、居住区、行政办公区为主，周围无较大工业大气污染源，医院主要受交通噪声影响。

## 8.2 环境辐射现状

### 8.2.1 监测方案

由于项目拟增加的 DSA 设备尚未安装运行，为了解项目所在地辐射环境现状，特委托云南晟蔚环保科技有限公司于 2021 年 09 月 01 日对本项目拟建的 DSA 射线装置工作场所及周围进行 X- $\gamma$  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。

### 8.2.2 监测对象及监测因子

监测对象：本项目拟建介入手术室及周围的辐射环境。

监测因子：项目 DSA 射线装置工作场所及周边的 X- $\gamma$  辐射剂量率。

### 8.2.3 监测质量保证措施

- 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监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性。
- ⑤每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- ⑥由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- ⑦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。
- ⑧现场监测时，收集了环境温度、环境湿度、天气状况等信息。

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

**表 8-1 X- $\gamma$  射线剂量率监测仪器参数与规范**

项目	内容
监测设备名称与型号	X- $\gamma$ 辐射剂量率仪 HY3302
设备编号	2018008

监测设备检出限	10 <sup>-8</sup> Gy/h
检定/校准证书编号	DLj12020-07891
检定单位	中国剂量科学研究院
检定/校准日期	2021年3月25日至2022年3月24日
监测方法依据	1. 《环境地表γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 2. 《辐射环境监测技术规范》HJ/T 61-2021 3. 《放射诊断辐射防护要求》GBZ130-2020

### 8.2.4 监测点位

(1) 辐射环境现状监测共布设 11 个监测点，其中：拟建 DSA 装置工作场所及同一楼层附近设 4 个监测点位 (1#~4#)，拟建 DSA 装置工作场所下方设 1 个监测点位 (5#)，上述这些点位能够反应项目拟建地及临近周围辐射环境现状水平；在院区四周设 6 个测点 (6#~11#)，这些测点能够代表医院区域辐射背景环境现状水平。见图 8-1、8-2。

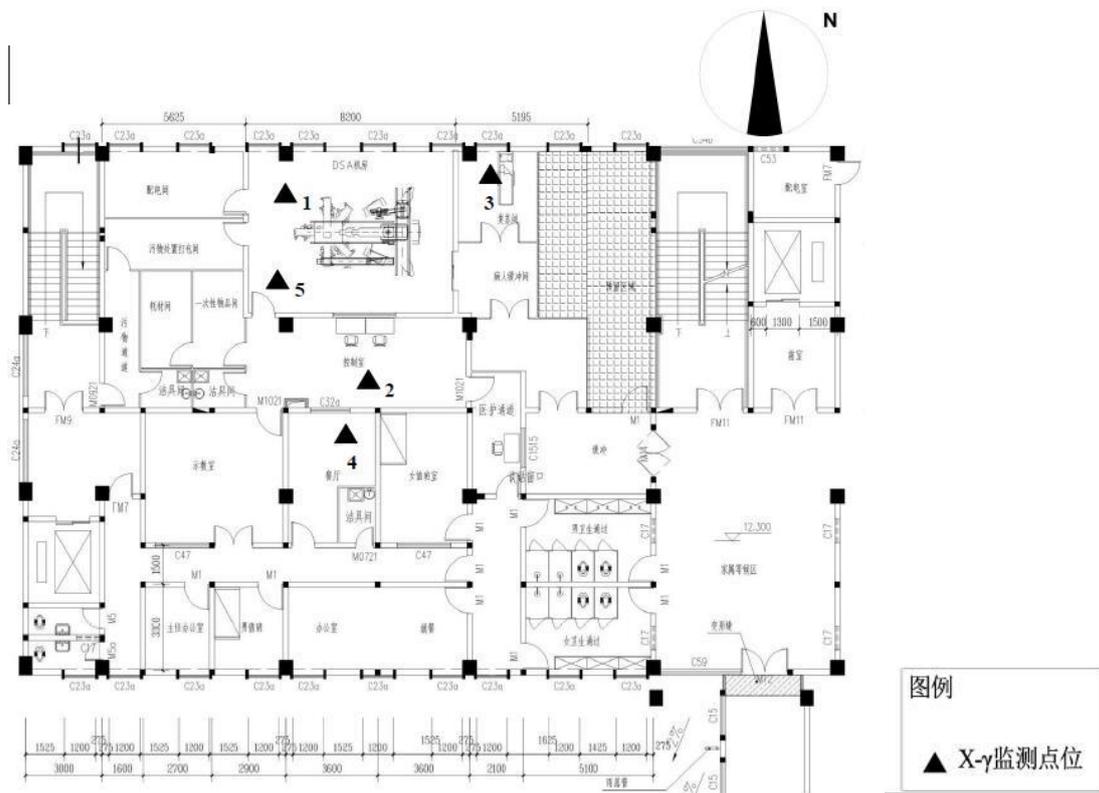


图 8-1 拟建 DSA 机房周围 X-γ 辐射剂量率监测点位示意图



9	院区北部（食堂前）	66±8
10	院区西部（感染科楼旁）	54±9
11	院区南部（医院入口处绿化区）	58±7

### 8.2.6 监测结果及评价

根据上述监测结果，拟建 DSA 场所 3 个测点环境 X- $\gamma$  剂量率测量值在 74~80nGy/h 之间，机房同平面周围测点测量值为 85nGy/h，机房下方测点测量值为 87nGy/h，与医院辐射背景参考的 6 个测点测量值 54~102nGy/h 相当。项目拟建地之前未从事辐射污染相关诊疗活动，测值波动不大，项目选址及周围环境 X- $\gamma$  辐射水平属项目区域正常天然本底辐射水平。

**表 9 项目工程分析与源项**

## **9.1 工程设备和工艺分析**

### **9.1.1 DSA 射线装置工作原理**

数字减影血管造影系统（Digital Subtraction Angiography, DSA）是一种新的 X 射线成像系统，是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理是将受检部位没有注入对比剂和注入对比剂后的血管造影，经计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。目前 DSA 已广泛应用在全身各部位的血管和肿瘤的检查 and 介入治疗。医学界公认，DSA 检查是所有血管疾病检查的“金标准”。其他检查手段都是通过间接征象了解血管病变情况，如多普勒、彩超、核磁共振、心电图等检查，在发生梗塞、出血等较明显征象后才能判定血管病变，因诊查结果往往不能肯定，就影响到确诊和治疗。DSA 检查不但能清晰明确地了解影像病变，而且在造影过程中就可了解血管内血流、血管壁等情况，全面判断血管结构及功能变化，为确诊和治疗提供了可靠的依据。有了 DSA 因血管病变所引起的人体各部位疾病都可诊治；不仅对血管性病变，对非血管性病变引起的疾病同样可以做确诊和介入治疗，如肿瘤等复杂疾病。介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是运用计算机程序进行两次程序完成的。工作原理为注入造影剂之前，首先进行第一次 X 射线成像，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取而形成视频影像，再经过对数增幅和模/数转换形成数字影像，这些数据信息输入计算机处理后并进行贮存。注入造影剂后，再次成像并转换为数字信号。两次数字相减，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。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，一些精细的血管结构亦能显示出来。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；在进行介入手术时更为安全。

转换过程见图 9-1，临床 DSA 图像见图 9-2，DSA 成像程序见图 9-3。

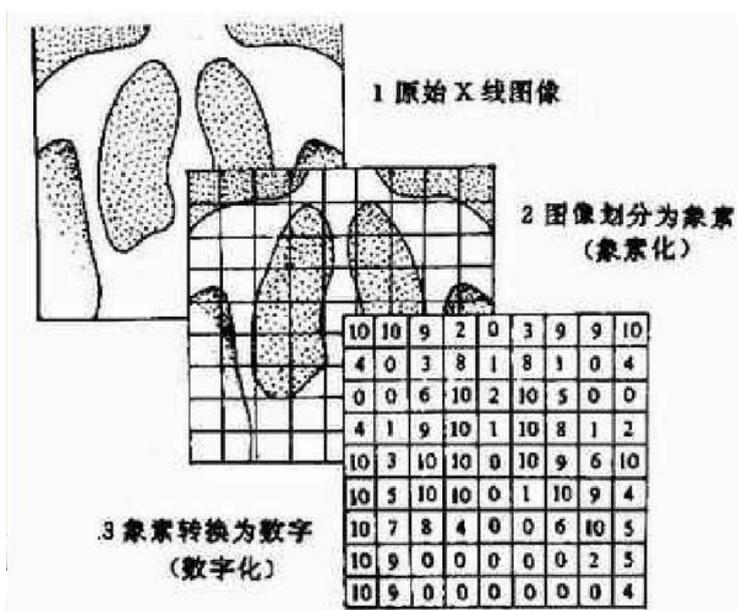


图 9-1 DSA 数/模转换基本原理



图 9-2 临床 DSA 图像

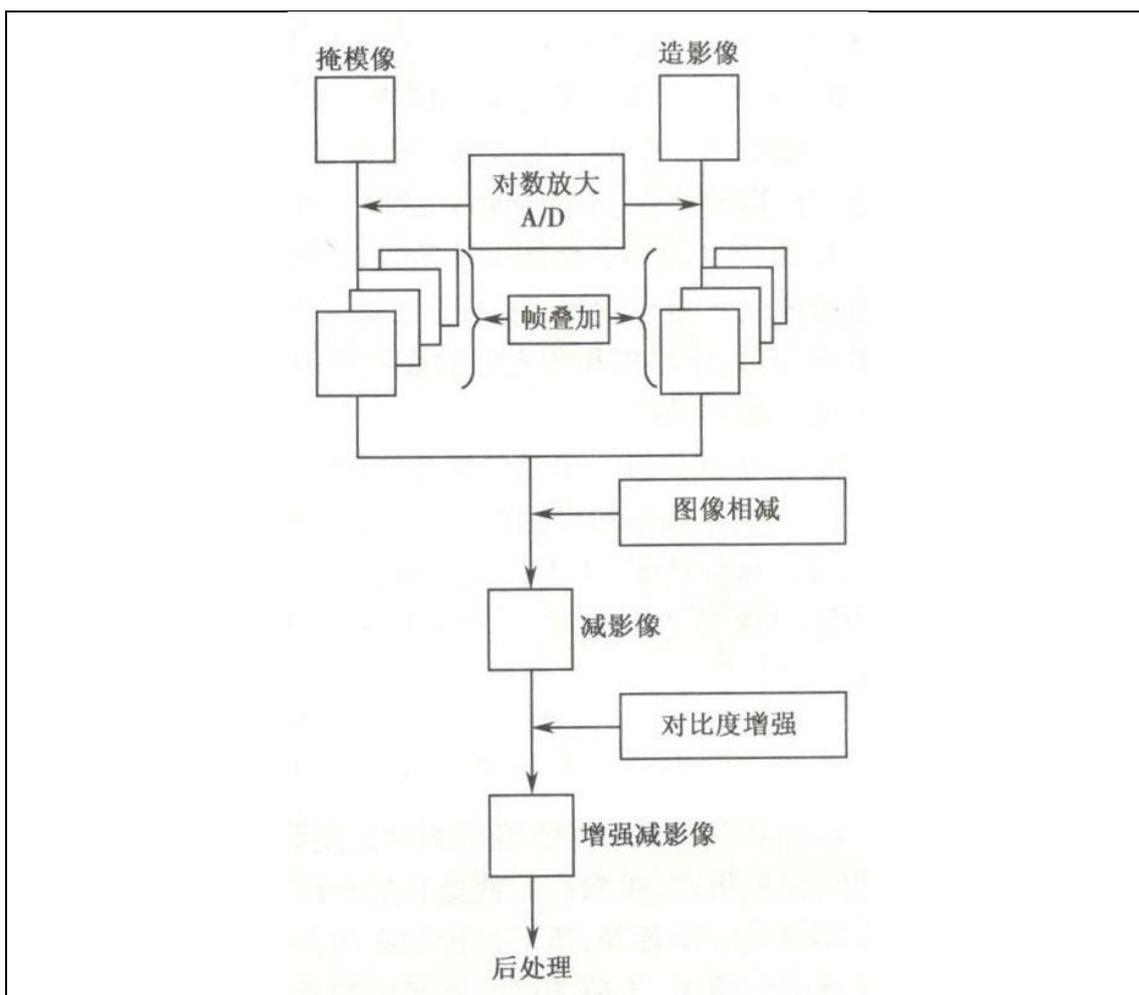


图 9-3 DSA 成像处理流程图

### 9.1.2 设备组成

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机（大 C）。DSA 成像系统按功能和结构划分，主要由五部分构成：X 线发生系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统。

(1) X 线发射装置主要包括 X 线球管、高压发生器和 X 线遮光器。

介入治疗需要连续发射 X 射线，要求有较高的球管热容量和散射率，因此 DSA 必须具有阳极热容量在 1MHU 以上、具有大小焦点的 X 线球管。此外，还需具有一个能产生高千伏、短脉冲和恒定输出的高压发生器、X 线遮光器用来限制 X 线照射视野，避免患者接受不必要的辐射。



图 9-4 DSA 外观图（以实际为准）

(2) 影像检测和显示系统，用于将 X 线信息影像转换成可见影像。

目前数字成像系统有：影像增强器和平板探测器。影像增强器由附有磷光体的真空玻璃管组成，输入荧光面现将 X 射线转换为可见光，进而转换为电子，这些电子被加速至第二片磷光面即输出磷光面，它将电子转化为回强度更高的可见光，输出磷光面的可见光影像经摄像机转换为电子图像，再经 A/D 转换成数字图像；平板探测器分为间接转换平板探测器和直接转换平板探测器。间接转换平板探测器由碘化铯等闪烁体晶体涂层与非晶硅薄膜晶体管 TFT 构成。间接转换平板探测器的工作过程一般分为两步：闪烁晶体涂层将 X 射线的能量转换为可见光，其次非晶体硅 TFT 将可见光转换为电信号。直接转换平板探测器主要由非晶硒 TFT 构成：入射的 X 射线是硒层产生电子空穴对，在外加偏压电场作用下，电子和空穴向相反的方向移动形成电流，电流在薄膜晶体管中形成电信号。现代大型 DSA 设备普遍使用平板探测器，其转换环节少，减少了噪声，使 X 线光子信号的损失降到了最低限度，大大提高了光电转换效率。不但保证了优质的图像质量，而且降低了射线剂量。

(3) 影像处理和系统控制。

DSA 影像被数字化后，则需进行各种算术逻辑运算，并对减影的图像进行

各种后处理。计算机系统是 DSA 的关键部件，具有快速处理能力，主要对数字影像进行对数变换处理、时间滤波处理和对比度增强处理。

系统控制部分具有多种接口，用于协调 X 线机、机架、计算机处理器和外设联动等。

(4) 机架系统和导管床机架有悬吊式和落地式两种，各有利弊，可根据工作特点和介入手术室情况选择。导管检查床具有手术床和透视诊断床两种功能，多采用高强度、低衰减系统的碳素纤维床面，减少对 X 线的吸收。

(5) 影像存储和传输系统 (PACS)，采用在线存储和近线存储两种存储方式，充分利用网络技术实现影像资料的共享，方便随时调阅，更加高效的交流和管理 DSA 影像信息。

### 9.1.3 诊疗流程

一般放射介入诊疗流程如下所示：

(1) 病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

(2) 向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。对各种需放置支架的病人，由介入主管医生根据精确测量情况提前预定核实的支架。

(3) 设置参数，病人进入介入手术室、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入介入手术室并进行摆位。

(4) 根据不同的治疗方案，医师及护师密切配合，完成介入手术或检查；

(5) 治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回交病房病历保管。

DSA 在治疗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。

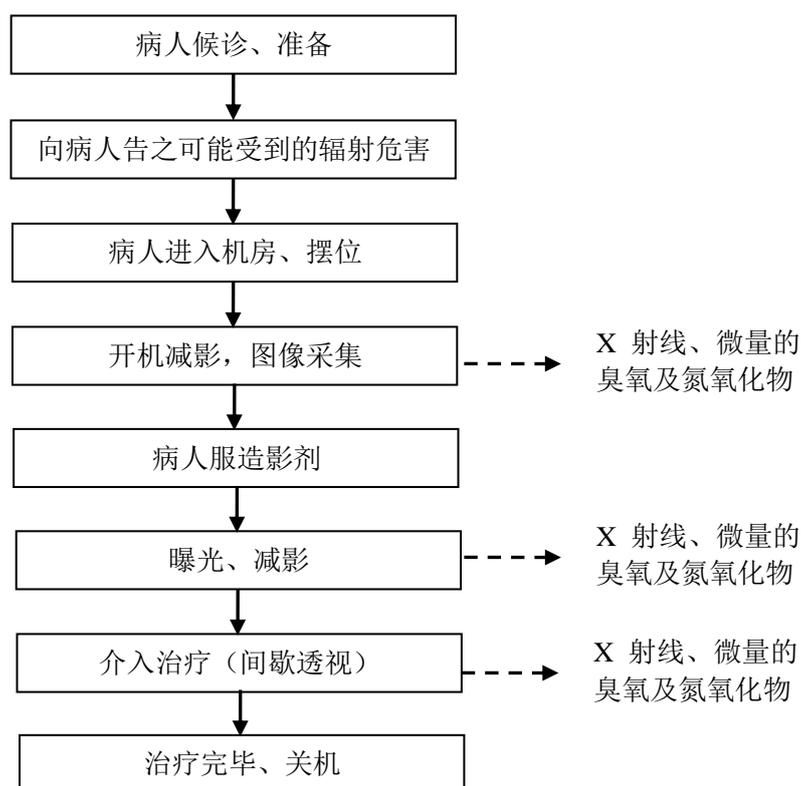


图 9-6 DSA 治疗流程及产污环节示意图

根据院方提供的资料，医院扩建后 DSA 射线装置年出束时间约 34.16h，其中减影约 0.83h，透视约 33.33h，由于隔室减影操作时间仅占整台手术 DSA 出束时间 2.4%，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 97.6%，所占比例较大、对保护目标影响比较大，因此同室操作本次评价的重点。

#### 9.1.4 靶头旋转操作流程

西门子设备全自动悬挂 C 臂  $\geq$  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，C 臂旋转角度(当 C 臂在病人头位时)，RA0/LA0: -130 度/+130 度；cran/caud: +55 度/ -45 度，落地 C 臂头足位旋转速度  $\geq$  25 度/秒。C 臂旋转角

度（当 C 臂在病人侧位时），LAO/RAO  $-81^{\circ} / +59^{\circ}$ ；CRAN/CAUD  $+48^{\circ} / -53^{\circ}$ 。落地 C 臂左右位旋转速度  $\geq 25$  度/秒。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，运动速度 15cm/s，也可沿导管床纵向移动，运动速度 25cm/s。机架偏心安装，C 臂沿导管床纵向移动，覆盖范围  $\geq 210$ cm，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。

### 9.1.5 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：

工作人员路径规划流向为：（控制室工作人员）依托的手术医生准备区→医护通道→控制室大门→控制室；（介入手术工作人员）依托的手术医生准备区→医护通道→控制室大门→控制室→2#防护门→DSA 机房（手术室）。

患者路径规划流向为：病员大门→缓冲间→通道→病人缓冲区→1#防护门→DSA 机房（手术室）。

#### （2）物品流向路径规划：

洁净物品流向：依托的手术医生准备区→医护通道→控制室大门→控制室→耗材间、一次性物品间→（使用单元）；

污染物品流向：（产生单元）→3#防护门→污物打包间→污物通道→（依托的医院的医疗废物处置处理设施）。

项目涉及的人流和物流的路径规划见附图四。

## 9.2 污染源项描述

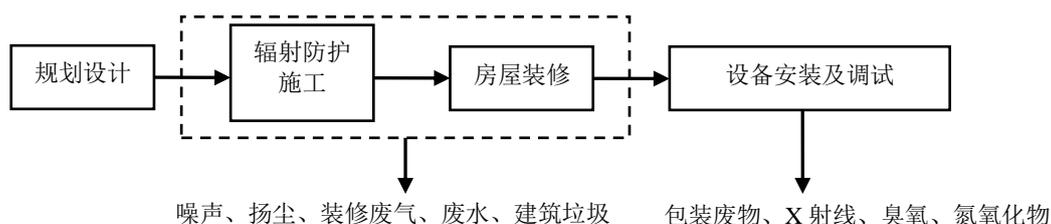
### 9.2.1 施工期污染源分析

项目施工过程中，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，对建筑物内部进行辐射防护施工、装修和设备安装，并进行调试。

本项目主要是在建筑内部进行施工，根据平面设计进行隔断，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，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，避免防护材料或两面墙体衔接处有漏缝产生。

施工工艺流程及产污环节，见图 9-7：



**图 9-7 项目施工期工艺流程及产污环节图**

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。

本项目施工阶段与所在住院综合楼装修基本同步，未开展诊疗活动，施工噪声、粉尘等影响主要集中在大楼内，对周围环境产生影响较小，随着施工结束，施工期带来的影响也随之结束。

## 9.2.2 运营期正常工况污染源分析

### (1) 辐射污染源分析

由 DSA 工作原理可知，DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，故 DSA 在开机期间，X 射线是项目主要污染物。X 射线束对病人进行诊断和手术的同时，射线装置产生的漏射线、反射线及散射射线也可能会穿透诊断室的屏蔽墙、观察窗、防护门等对诊断室外的职业人员产生辐射影响。一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小；而介入手术则需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

介入放射学主要辐射危害因素可分为两个类别初级辐射和次级辐射。次级辐射为两项：散射辐射和泄露辐射。初级辐射是从 X 射线管遮光器出射的，是在与

受检者、床和影像接收器作用前的辐射，受检者对初级辐射有很大衰减。典型的入射到受检者体表剂量到 mGy 数量级，及到达影像接收器的剂量为  $\mu\text{Gy}$  数量级。同时，根据 IAEA 官网在“Radiation protection of medical staff in interventional fluoroscopy”（介入荧光学领域医护人员的辐射防护）环节的介绍，入射到病人的射线只有 1%~5%会穿出。散射辐射取决于受检者受照范围、初级辐射能量和受照角度。电子作用于靶向个方向发射 X 射线，泄露辐射是从含有铅屏蔽防护的管套透射出的射线。

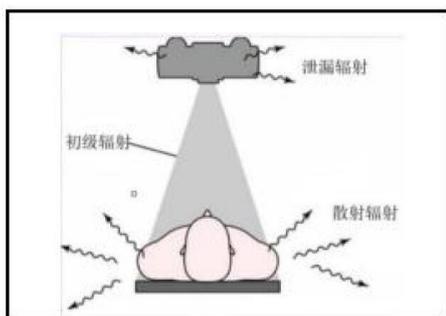
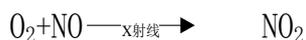


图 9-6 本项目电离辐射污染源构成

## (2) 非电离污染源分析

### ① 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，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。但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，且可通过介入手术室的新风系统排至室外，通过稀释扩散对周围环境空气影响较小。

### ② 废水

本项目涉及的射线装置均不使用显影、定影等，因此不产生废显影液、废定影液等产生。

手术过程会产生少量的废水，医务人员盥洗、器械清洗、如厕等也会产生一定量污水。项目将通过建筑内污水管道接入医院医疗废水收处系统，依托医

院医疗废水处理站进行处理，达标排放。

### ③ 医疗废物

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、药棉、纱布、手套等医用辅料及手术垃圾，采用专门的收集容器收集后，转移至污物处置间暂存。根据《医疗废物管理条例》、《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）相关要求，按照普通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。医院已与楚雄亚太医疗废物处置有限公司签署协议（见附件 7），委托处理处置产生的医疗废物。

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。

### ④ 噪声

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

## 9.2.3 运营期事故工况污染源分析

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**

通过“表 9 项目工程分析及源项”可知，本项目产生的主要污染物为 X 射线。同时 X 射线会使空气中产生微量臭氧等废气，手术会产生医疗废物、医疗废水，工作人员会产生生活污水及生活垃圾。针对这些污染物，医院制定了相应的污染防治措施：

### **10.1 辐射防护措施**

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。

#### **10.1.1 设备固有措施**

本项目 DSA 设备从西门子厂家购买，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（last ima 西门子 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：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。

装置装有可调限束装置,使装置发射的线束宽度尽量减小,以减少泄露辐射。有用线束主要为从下往上,即使旋转机头,考虑到 DSA 安放位置,也不会直接照射门、窗和管线口位置。同时,也要求医院定期按照规章制度对于设备进行维护检修。

### 10.1.2 场所设计采取的措施

#### 10.1.2.1 机房屏蔽要求

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	机房内最小有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度 (m)
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 型臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5
机房类	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

#### 10.1.2.2 机房屏蔽措施

根据医院提供的资料(附件 13),机房为四边形,建筑外墙壁为黏土空心砖,根据防护设计单位提供的资料,需要根据新的平面规划重建 DSA 机房四面墙体,从而达到使用目的及辐射防护要求,具体方案为:不破坏建筑外墙,四面墙体采用 240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护板。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量,管电压(有用线束)为 125kV 时,查表计算得 240mm 厚实心砖墙约为 2.1mm 铅当量;以及根据中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所的《检测报告》(辐安检字 2018-287 号),推算综合具有 2.4mm 铅当量的辐射防护水平;所以综合具有约 4.5mm 铅当量的辐射防护水平。

顶面防护方案:机房所在四层顶面即屋顶顶面,其上方有 12cm 厚混凝土楼板,在机房顶面安装 3mm 铅板。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量,管电压(有用线束)为 125kV 时,查表计算得 12cm 厚混凝土约为 1.8mm 铅当量;以及根据中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所的《检测报告》(辐安检字 2018-286 号),

推算综合具有 2.9mm 铅当量的辐射防护水平；所以综合具有约 4.7mm 铅当量的辐射防护水平。

地面防护方案：机房所在四楼与三楼间有 12cm 厚混凝土楼板，机房正地面加 4cm 硫酸钡水泥。由上推断 12cm 厚混凝土约为 1.8mm 铅当量，4cm 厚硫酸钡水泥，水泥/硫酸钡粉混合比例为 1:4，约 2.2 mm 铅当量，推算综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平。

铅门材料工艺：本次 DSA 机房设有 4 樘防护门，其中，患者进出防护门(1#)、采用电动平移式铅门；医护人员进出防护门(2#)、污物通道防护门(3#)、设备间防护门(4#)外采用手动平开铅门；防护门套选用不锈钢作装饰面板，铅芯板做平整，内含 3.5mm 铅板，推算约为 3.5mm 铅当量的辐射防护水平。

观察窗材料：采用高铅玻璃，厚度为 20mm，根据《检测报告》(辐安检字 2018-285 号)，保守推算 20mm 铅玻璃防护量约为 4.3mm 铅当量。铅玻璃观察窗用双层 2.0mm 厚铅板包边，防止射线从铅玻璃四周泄漏，铅玻璃四周领用大芯板固定保护，外用 1.0mm 厚不锈钢装饰。

DSA 机房屏蔽设计方案见表 10-4。

**表 10-4 项目机房屏蔽设计方案表**

<p>DSA 机房 屏蔽措施</p>	<p><b>1、 机房墙体、顶面、地面的防护</b></p> <p>1.1 机房为四边形,不破坏建筑外墙,对窗户进行封闭,四面墙体采用 240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护板,综合具有约 4.5mm 铅当量的辐射防护水平。</p> <p>1.2 机房顶面,机房所在楼层顶面有约 12cm 厚混凝土楼板,在机房顶面安装 3mm 铅板,综合具有 4.7mm 铅当量的辐射防护水平。</p> <p>1.3 机房地面,四楼与三楼间有 12cm 厚混凝土楼板,机房正地面加 4cm 硫酸钡水泥,综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平。</p> <p><b>2、 铅玻璃观察窗</b></p> <p>2.1 观察窗选用高铅玻璃,铅玻璃厚度为 20mm,其铅当量至少为 4.3mmPb。</p> <p>2.2 铅玻璃观察窗用双层 2.0mm 厚铅板包边,防止射线从铅玻璃四周泄漏,铅玻璃四周领用大芯板固定保护,外用 1.0mm 厚不锈钢装饰。</p> <p><b>3、 防护铅门及门套</b></p> <p>3.1 DSA 机房共有 4 樘防护门,其中、患者防护门(1#)采用采用电动平移式铅门,医务人员防护门(2#)污物通道防护门(3#)、设备间防护门(4#)外采用手动平开铅门。</p> <p>3.2 防护门套选用不锈钢作装饰面板,铅芯板做平整,内含 3.5mm 铅板,推算约为 3.5mm 铅当量的辐射防护水平使防护效果更好,可有效防止射线从门缝泄露,更安全的保证医务</p>
------------------------	---

工作人员的安全。

#### 4、通风透气

4.1 机房采用风机换气，风量为 400m<sup>3</sup>/h。

4.2 排风口位于建筑西北侧屏蔽墙，穿墙位置距地面约 14.5~16m，排口同水平 20m 范围内无人员常留区域。

4.3 通排风管道穿墙部分做屏蔽处理，穿墙部分间隙用 1:4 硫酸钡水泥砂浆封堵填实，风管法兰接口、弯管用 4mm 厚铅皮包裹，风管穿墙前弯管 60cm 至穿墙后 30cm 用 4.0mm 厚铅皮包裹，防止射线泄漏，相对于 4.0mmPb 辐射防护水平。

#### 5、电缆设置

5.1 DSA 设备基座至设备间的控制电缆，在使用层开孔，床开孔（直径为 100mm 通孔）、设备间开孔（直径为 100mm 通孔）位于设备间控制柜旁；楼下做电缆桥架，将穿孔连通，桥架规格为 150mm×200mm。DSA 机房内穿孔处用 4.0mm 铅皮包裹再用硫酸钡水泥封堵，电缆管出口及出口 0.5m 范围，采用厚度为 4.0mm 铅板包裹防护，相对于 4.0mmPb 辐射防护水平，防止射线泄漏。

5.2 控制室至设备间的线路，采用明线或电缆，控制电线设置在本楼层设备间及控制间侧，采用电缆时，在四楼地面开槽，电缆布设在电缆线槽内；采用明线时，采用防压套管地面上布线。上述方案均不破坏机房屏蔽体，所以不采取屏蔽防护措施。

6、**机房单边净长：**DSA 机房净空面积约为 40m<sup>2</sup>，净尺寸为 L<sub>长</sub>7.4m×W<sub>宽</sub>5.4m×H<sub>高</sub>2.6m。

7、**机房净空高度：**机房净空高度均为 2.6m。

8、**各屏蔽体之间不得有漏缝。**

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。顶面防护及装修工艺见图 10-1，地面防护及装修工艺见图 10-2、墙面防护及装修工艺见图 10-3。

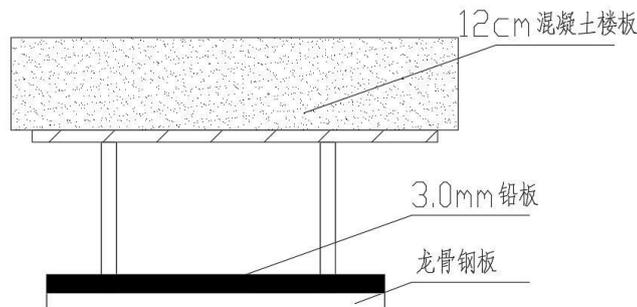


图 10-1 顶面防护及装修示意图

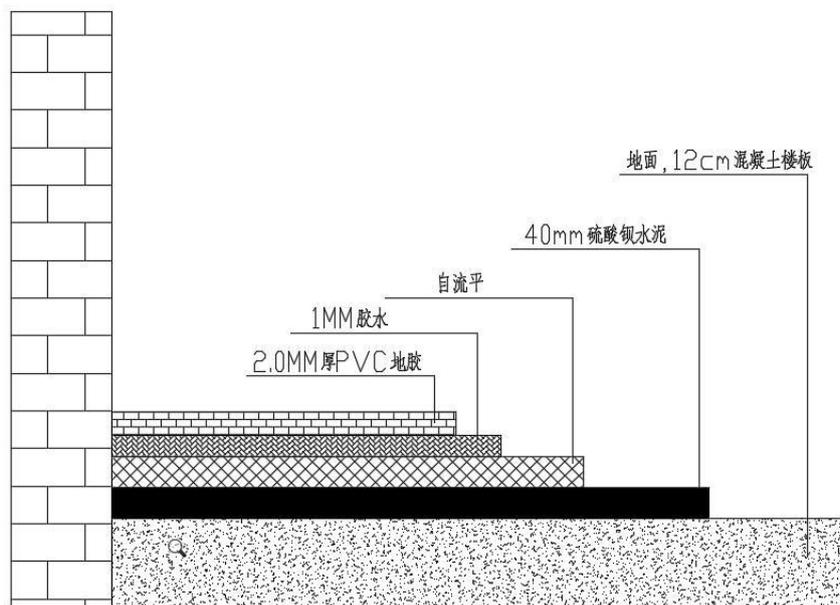


图 10-2 地面防护及装修示意图

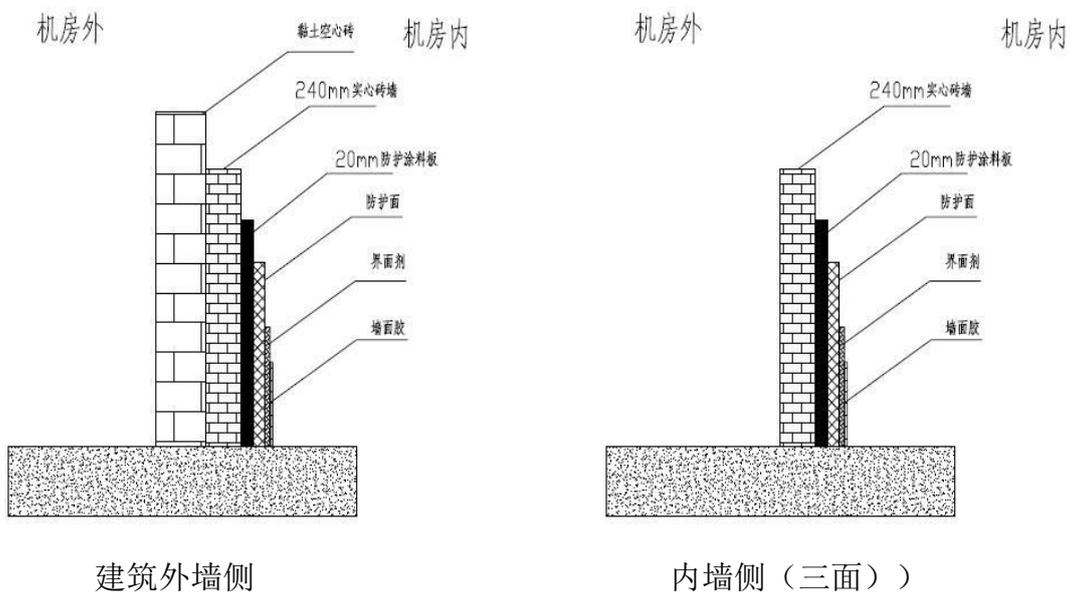


图 10-3 墙面防护及装修示意图

本项目 DSA 手术室的屏蔽设计平面图、剖面辐射图见图 10-4，图 10-5。

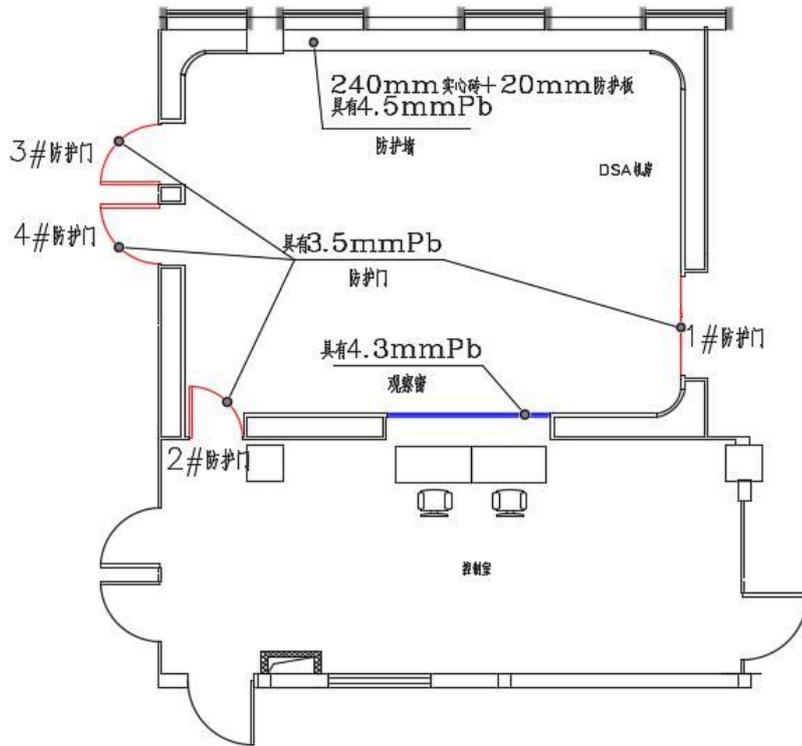


图 10-4 DSA 手术室屏蔽设计平面图

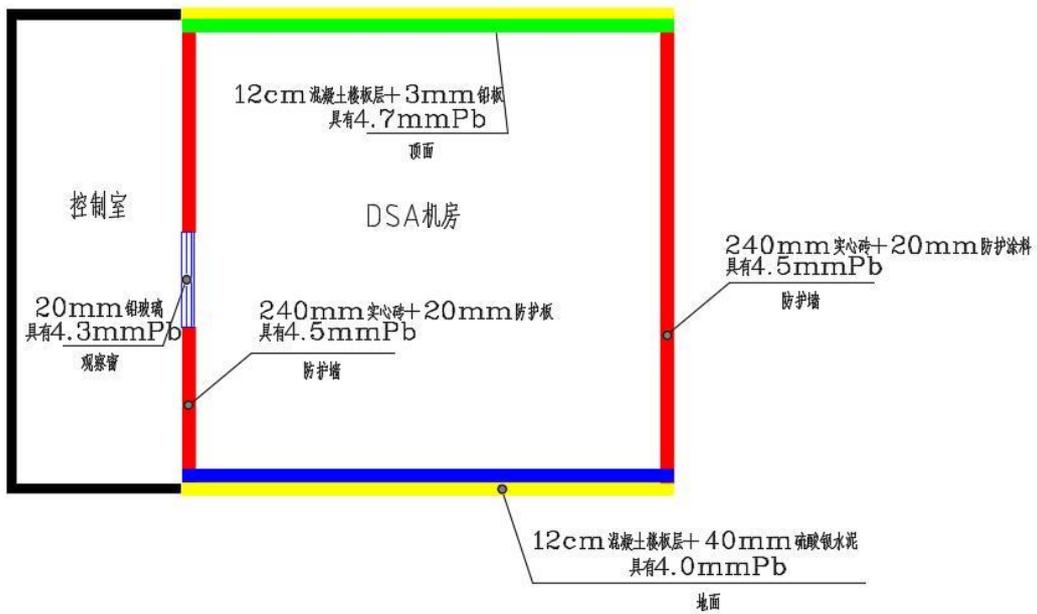


图 10-5 DSA 手术室屏蔽设计剖面图

### 10.1.2.2 电缆布设

DSA 设备基座至设备间的控制电缆，在使用层开孔，床开孔（直径为 100mm 通孔）、设备间开孔（直径为 100mm 通孔）位于设备间控制柜旁；楼下层做电缆桥架，将穿孔连通，固着于梁下方 30cm 处，桥架规格为 150mm×100mm。见图 10-6。



图 10-6 电缆布设示意图

防护方案：①电缆穿孔：DSA 机房内穿孔处用 4.0mm 铅皮包裹再用硫酸钡水泥封堵，电缆管出口及出口 0.5m 范围，采用厚度为 4.0mm 铅板包裹防护，相对于 4.0mmPb 辐射防护水平，防止射线泄漏。穿孔位置不在主射线束照射范围，且最低出束位置高度（约 0.5m）高于穿孔位置，可忽略透射、漏射影响，且洞口上方为设备基座，散射影响较小，打孔后射线不会通过孔洞造成射线的泄漏；综上，地板上打孔后，通过采取上述的屏蔽措施，能确保屏蔽体的屏蔽效果满足标准要求，防护方案示意图 10-7。

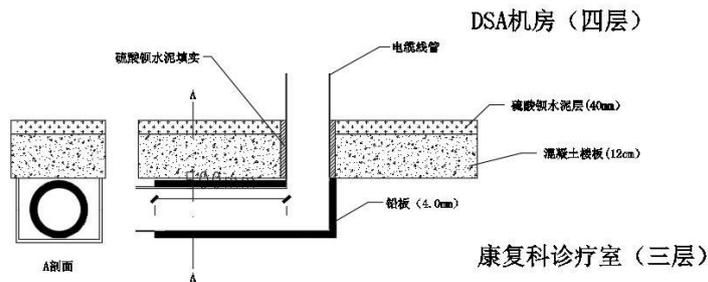


图 10-7 电缆穿孔防护示意图

②控制室至设备间的线路，采用明线或电缆，控制电线设置在本楼层设备间及控制间侧，采用电缆时，在二楼地面开槽，电缆布设在电缆线槽内；采用明线时，采用防压套管地面上布线。上述方案均不破坏机房屏蔽体，所以不采取屏蔽防护措施。

### 10.1.2.3 通风管设置

机房通排风系统为独立系统，采用风机换气，风量约为  $400\text{m}^3/\text{h}$ 。排风口位于建筑西北侧屏蔽墙，穿墙位置距地面约  $14.5\sim 16\text{m}$ ，排口同水平  $20\text{m}$  范围内无人员常留区域。新风系统管线布置示意图 10-8、排风系统管线布置示意图 10-9。

通排风管道共有两处穿墙，穿墙部分做屏蔽处理，穿墙部分间隙用 1:4 硫酸钡水泥砂浆封堵填实，风管法兰接口、弯管用  $4\text{mm}$  厚铅皮包裹，风管穿墙前弯管  $60\text{cm}$  至穿墙后  $30\text{cm}$  用  $4.0\text{mm}$  厚铅皮包裹，防止射线泄漏，相对于  $4.0\text{mmPb}$  辐射防护水平。能够有效防止射线直接从排风管照射出机房，因此穿墙部分不影响墙体整体的防护性能和机房外的辐射水平。通排风管道穿墙防护示意图 10-10。

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。

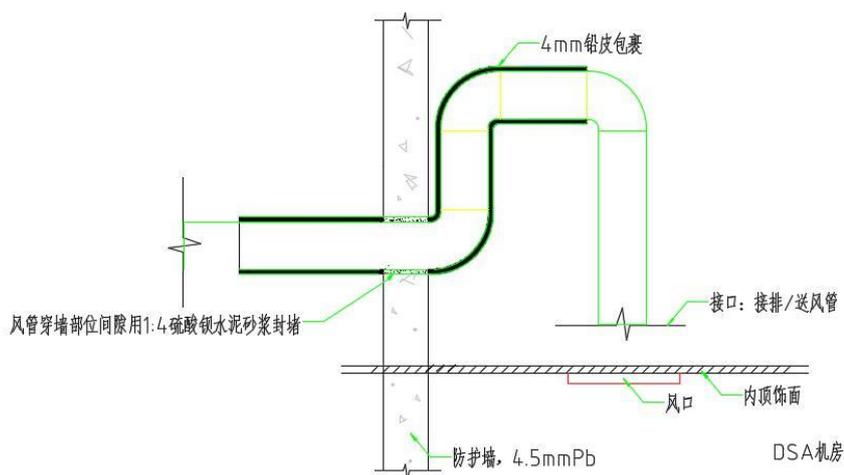


图 10-10 通排风管道穿墙防护示意图

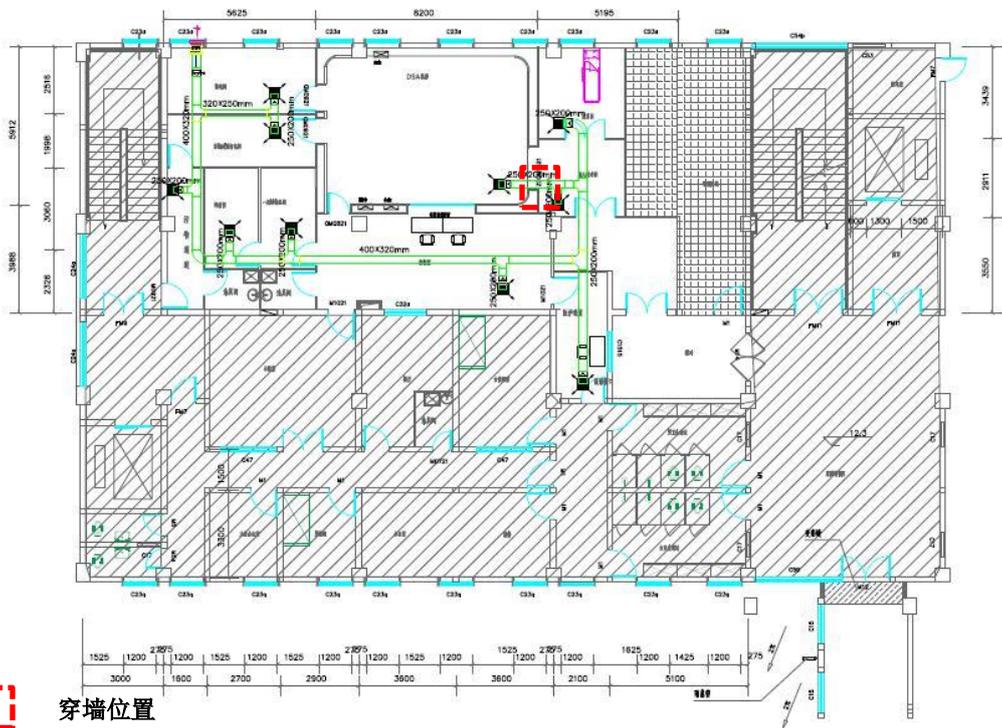


图 10-8 新风系统管线示意图



图 10-9 排风系统管线示意图

### 10.1.3 个人防护措施

(1) 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求如下:

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 (见表 10-3) 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。

6.5.3 (相关内容) 介入防护手套铅当量应不小于 0.25mmPb; 甲状腺、性腺防护用品铅当量不小于 0.5mmPb; 移动铅防护屏风铅当量不小于 2mmPb。

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不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品使用时, 应妥善存放, 不应折叠放置, 以防止断裂。

**表 10-3 个人防护用品和辅助防护设施配置要求 (GBZ130-2020)**

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 射线设备隔室透视、摄影 <sup>a</sup>	--	--	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	或可调节防护窗口的立位防护屏; 选配: 固定特殊受检者体位的各种设备
放射诊断学用 X 射线设备同室透视、摄影 <sup>a</sup>	铅橡胶围裙 选配: 铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅橡胶眼镜	移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套 选配: 铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏; 选配: 固定特殊受检者体位的各种设备

注 1: "--" 表示不做要求

注 2: 各类个人防护用品和辅助防护设施, 指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品, 特别是非铅介入防护手套。

a 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。

#### (2) 本次项目所配置内容

① DSA 介入室将配备了符合防护要求的辅助防护用品, 包括铅橡胶围裙各 5 套, 铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅橡胶眼镜各 1 套; 配置受检者防护用品, 包括铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶围脖、铅橡胶方巾若干; 上述防护用品须  $\geq 0.5\text{mm}$  铅当量。

② DSA 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) 对介入手术医护人员的辐射防护要求

在介入诊疗中，医护人员必须认真做好自身的防护工作。具体要求是：

- ①进一步提高安全文化素养，全面掌握辐射防护法规与技术知识。
- ②结合诊疗项目实际，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施。
- ③介入手术中，佩带好个人防护用具。
- ④必须开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测。
- ⑤发现问题及时整改。

#### 10.1.4 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。

#### 10.1.5 距离防护

对患者非投照部位做好保护工作，在不影响工作质量的前提下，尽可能加大患者与射线装置的距离。操作人员采取隔室操作方式，控制室与介入手术室之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与病人交流。介入手术室将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在介入手术室的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

#### 10.1.6 场所设计安全措施

①门灯联锁装置及工作状态指示灯：患者通道防护门（1号）、手术医生通道防护门（2号）、污物通道防护门（3号）、配电间防护门（4），外顶部均安装有工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，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。配电间及器械间仅在设备检修时使用，进出由专人管理。

②警示标志：患者通道及患者通道防护门（1号）、手术医生通道防护门（2号）、污物通道防护门（3号）、配电间防护门（4）外、手术室靠近走廊侧醒目

位置拟设置电离辐射警示标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在此逗留。

③紧急停止按钮：建设单位拟在 DSA 患者床侧面及控制台处设置 2 个紧急停止按钮（各按钮与 X 线系统连接），DSA 系统的 X 线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一紧急停机按钮，均可停止 X 线系统出束。

④机房患者通道防护门（1 号）设计有闭门装置（闭门装置：患者通道防护门安装有闭门器，患者进出后自动闭合，开门由医生控制或防护门底侧脚感应开关控制）可使防护门时刻处于关闭状态，防止射线泄漏到 DSA 机房外，导致误照射；

⑤视频监控及对讲系统：拟在 DSA 机房安装视频监控及对讲系统一套，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候诊区即缓冲间设置辐射防护注意事项告知栏。

综上，本项目 DSA 机房拟设置的各安全措施示意图 10-10。

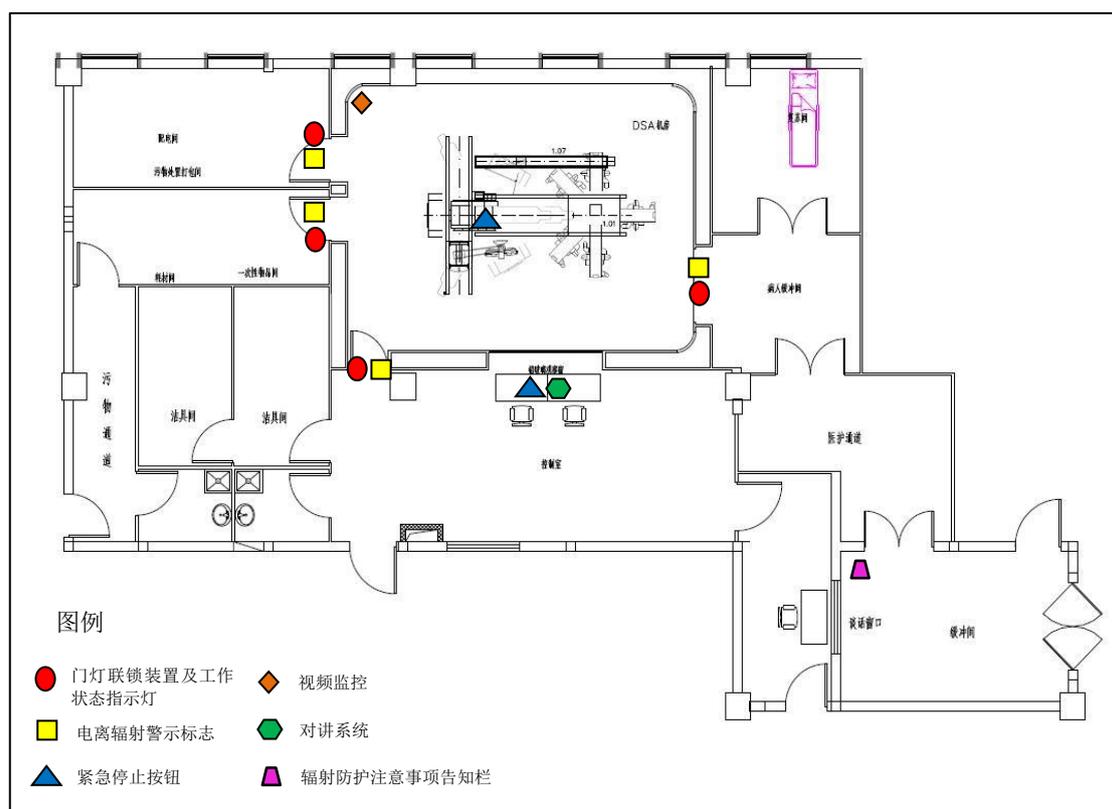


图 10-10 DSA 机房拟设置的各安全措施示意图

### 10.1.6 工作区域管理

为加强核技术应用医疗设备所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，应对项目划定控制区域和监督区进行分区管理。根据《电离辐射防护与辐射

源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于控制区和监督区的定义。

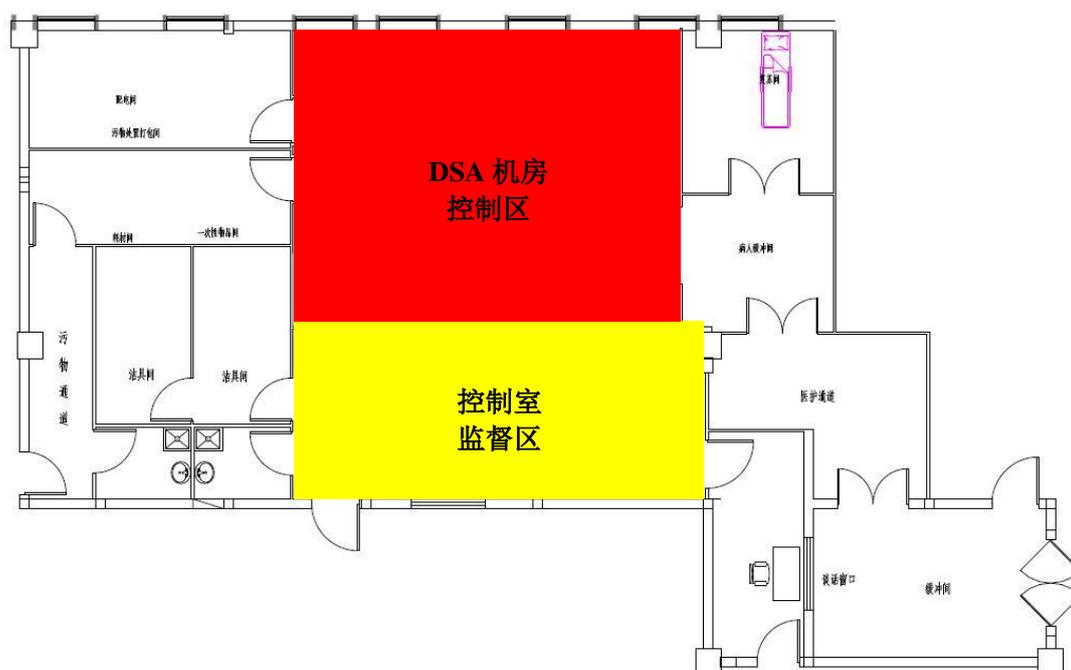
控制区：“在辐射工作场所划分一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和措施”，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围（下图中用红色阴影表示）；

监督区：“未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”（下图中用黄色阴影部分表示）。

本次环评结合现场实际本次环评对控制区和监督区的划分见表 10-4，图 10-11。医院需在控制区和监督区设立明显标识。

**表 10-4 项目 DSA 手术室及周围控制区和监督区的划分**

控制区(红色)	监督区(黄色)
DSA 机房 (DSA 手术室)	控制室 (控制室)



**图 10-11 项目控制区和监督区划分示意图**

除职业照射外，环评要求应将环评要求应将机房周围房间、楼下康复科诊疗室等公众活动区域作为辐射环境影响关注区，运行期需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（具体见 12.3 章节内容），发现问题及时处理。

### 10.1.7 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。

根据《职业性外照射个人监测规范》：5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。5.3.3 对于5.3.2所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计）。故本项目应为介入手术室内所有参与手的辐射工作人员每人配备3个剂量计（一个佩戴在护服内的腰部，另一个佩戴在铅防护服的领部外侧，一个佩戴于腕部），介入手术室内不直接参与手术操作的工作人员要求佩戴2个剂量计（一个佩戴在铅橡胶防护服内的腰部，另一个佩戴在铅防护服的领部外侧），控制室内工作人员要求佩戴1个剂量计，用于监控其接受的有效剂量其中。医院还需配置辐射剂量仪，鉴于介入手术同室操作的特性，要求项目开展前为手术室增购个人剂量报警仪。项目运行后医院应定期对介入手术室周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

本项目拟调配2名技师，新增14名辐射工作人员，原有技师已体检已带剂量计，将安排新增人员体检并委托进行监测。对于佩戴于不同部位的个人剂量计，以颜色标注进行区分并建立个人剂量计收发档案。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中8.2.2要求，职业照射个人监测档案应终生保存。保证每名辐射工作人员的个人剂量计专人专用，按照GBZ128监测周期的要求，一般为一个月，最长不超过三个月。

完善相关制度，当全年个人剂量超过5mSv时，医院需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关；当连续5年的平均个人剂量超过20mSv或单年个人剂量超过50mSv时，医院应展开调查查明原因，确定为辐射安全事故时，应启动辐射事故应急预案。

#### **10.1.8 辐射安全管理措施**

医院成立了辐射安全与防护管理委员会，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。

### **10.1.9 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。

### **10.1.10 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。

② DSA 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 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。

## 10.2 三废的治理

### 10.2.1 施工期三废治理

项目在投入使用前施工主要是根据平面设计重建墙体及隔断，水电、通排风等基装，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。施工人员主要为当地招募，不在施工场地内食宿。

#### (1) 施工粉尘及治理

施工过程中产生的粉尘，属于无组织排放，主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

#### (2) 施工期废水

由于施工体量小且施工内容，项目几乎无施工废水产生，施工人员的生活污水（生活污水排放量约  $1\text{m}^3/\text{d}$ ）主要是如厕盥洗用水，依托目前建筑内部及医院内部的排水系统。

#### (3) 施工噪声

施工期噪声包括铺设电路时机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，且采取一定的降噪手段：选用低噪声设备，将噪声降低到最低水平；合理安排施工时间，文明施工，禁止夜间施工等，施工噪声对周围环境的影响较小。

#### (4) 建筑垃圾

施工中固体废物主要为建筑废料、装修过程中产生的装修垃圾。装修垃圾用编织袋包装后运出屋外，按当地主管部门要求进行清运处理

### 10.2.2 运营期三废治理

#### (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。介入手术室顶面装有吸顶式空调，风机洞口位于介入手术室的吊顶之上，排风通道置于吊顶及辐射防护层之间，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。通风装置通风量约在  $400\text{m}^3/\text{h}$ ，废气换排到室外空气，有利于改善室内空气环境。介入手术室

通风措施符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)规定的“机房应设置动力排风装置,并保持良好的通风”要求。

本次项目排风口位于建筑西北侧墙体外,要求排口开口不朝向人群聚集处,同水平 20m 范围内无人员可达区域。设备穿屏蔽墙部分采用弯管及局部铅皮包裹处理,防止射线泄漏,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,不打印胶片,无废显、定影液产生,无需相关治理措施。DSA 射线装置本身不产生医疗废水及放射性废水,手术过程会产生少量的废水,医务工作人员盥洗如厕等也会产生一定量污水。项目污水排入建筑污水管道接入医院医疗废水收处系统,依托医院医疗废水处理站进行处理,达标排放。

#### (3) 固体废弃物治理措施:

①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,光盘交由病人带走并自行处理。

②介入手术时产生的介入手术时产生的废弃医用器具、药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医疗废物,采用专门的收集容器收集后,转移至污物处置间暂存。按照《国家危险废物名录》(2021 年版),医疗废物(HW01)属危险废物,项目在手术过程中可能有感染性废物(841-001-01)、损伤性废物(841-002-01)、病理性废物(841-003-01)产生,根据《医疗废物管理条例》、《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》(HJ421-2008)相关要求,分类收集、暂存,并按照普通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。目前,医院与楚雄亚太医疗废物处置有限公司签署协议,能够得到妥善处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物,医院按照当地环保部门要求,依托医院主体工程一般固废处理措施。

#### (4) 噪声治理措施

手术室内 DSA 运行噪声较小,通排风风机位于管道内,采用减震设计,空调制冷风机位于建筑外,设备工作时噪声应符合国家标准要求,降低噪声对周围环境的影响。

本项目主要污染物的产生及主要环保措施见表 10-5。

表 10-5

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	处理措施/方案	排放要求
DSA 运行期	DSA 射线管	X 射线	<p>(1) 机房为四边形，不破坏建筑外墙，对窗户进行封闭，四面墙体采用 240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护板，综合具有约 4.5mm 铅当量的辐射防护水平；机房顶面，机房所在楼层顶面有约 12cm 厚混凝土楼板，在机房顶面安装 3mm 铅板，综合具有 4.7mm 铅当量的辐射防护水平；机房地面，四楼与三楼间有 12cm 厚混凝土楼板，机房正地面加 4cm 硫酸钡水泥，综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平；防护门，内夹 3.5mm 铅板，具有 3.5mm 铅当量的辐射防护水平进行防护；观察窗，采用 20mm 厚铅玻璃，具有 4.3mm 铅当量的辐射防护水平进行防护。</p> <p>(2) 佩戴个人防护用品及个人剂量检测仪</p> <p>(3) 制定规章制度严格管理等。</p>	<p>达到《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)第 6.3.1 条中 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 <math>\mu</math>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。c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 <math>\mu</math>Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于于 0.25mSv。</p>
	废气	臭氧、氮氧化物	通风换气系统	机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风，排放污染物微量
	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)相关要求
	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)。

综上所述，医院针对本项目 DSA 手术室产生的各项污染物均拟采取有效的污染防治措施。

### 10.3 环保措施及其投资估算

根据南华县人民医院 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。针对已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。

本项目总投资 850 万元，其中核辐射环境保护投资估算为 58 万元，占总投

资的 6.8%，环保投资估算见表 10-6。

**表 10-6 环保设施（措施）及投资估算一览表**

类别	设备机房	处理方式	投资金额
场所辐射屏蔽措施	DSA 机房	机房为四边形，不破坏建筑外墙，对窗户进行封闭，四面墙体采用 240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护板，综合具有约 4.5mm 铅当量的辐射防护水平；机房顶面，机房所在楼层顶面有约 12cm 厚混凝土楼板，在机房顶面安装 3mm 铅板，综合具有 4.7mm 铅当量的辐射防护水平；机房地面，四楼与三楼间有 12cm 厚混凝土楼板，机房正地面加 4cm 硫酸钡水泥，综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平；防护门，内夹 3.5mm 铅板，具有 3.5mm 铅当量的辐射防护水平进行防护；观察窗，采用 20mm 厚铅玻璃，具有 4.3mm 铅当量的辐射防护水平进行防护。	43.2
个人防护用品	DSA 机房	工作人员铅衣、铅帽、铅围裙、铅手套、铅眼镜、铅围脖各 5 套；受检者铅衣、铅帽、铅围脖各 5 件，铅方巾 5 块，防护水平 $\geq$ 0.5mm 铅当量。	3
个人剂量监测	DSA 机房	新增个人剂量计 44 个，个人剂量报警仪 1 台。	1.5
环境监测仪器	配置于所有设备	X- $\gamma$ 辐射监测仪 1 台。	0.5
警示标志	DSA 机房	电离辐射警示标志 4 处，控制区警示标志，监督区标牌。	0.3
管理制度	涉及区域	项目操作规程、岗位职责和辐射应急预案等相关制度上墙	0.2
安全装置	DSA 机房	门灯联锁装置及工作状态指示灯 4 套、DSA 手术室紧急止动开关 2 套	3.5
监控及对讲系统	DSA 机房	视频监控及对讲系统 1 套	0.5
废气治理	DSA 机房	换气系统	5.0
噪声治理	DSA 机房	采用低噪设备、换气扇底座、通排风管采用减震设计。	0.3
废水收集	涉及区域	依托建筑污水管网	0
合计			58

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 施工阶段对环境的影响

#### 11.1.1 建设施工期的环境影响

本次项目拟在院区内医技楼四楼空置用房内进行装修及设备安装，建成符合设计要求的 DSA 介入诊疗室，不新增用地，项目工程量小，施工时间较短。在投入使用前施工主要是根据平面设计重建墙体及隔断，水电、通排风等基装，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些施工扬尘产生，可加强通风透气，降低扬尘的影响，施工期无组织粉尘排放应达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 无组织排放监控浓度限值要求。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

施工作业及产噪设备使用会对周围声环境产生一定影响，影响集中在大楼内，考虑由于项目工程量小，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，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，大楼周围病区的声环境较为敏感，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。

在施工期间任然有一定噪声、粉尘、固废等污染物产生并对周围环境造成一定影响。由于在医院病区施工，施工噪声、振动、粉尘等可能会影响医生工作诊疗及病患休养。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。

### 11.1.2 设备安装调试的环境影响

本项目 DSA 设备的安装调试由设备厂家专业人员进行，安装调试人员持证上岗并采取足够的个人防护措施，医院方不得自行安装及调试设备。

在本项目 DSA 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示，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。由于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周围环境的影响较小。

设备调试阶段会有 X 射线产生，应保障调试人员的防护，做好周围人员疏导管理工作，避免无关人员的误照射。设备调试阶段结束，则上述影响随之结束。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 本项目 DSA 产生 X 射线辐射环境影响分析

#### 11.2.1.1 机房所在位置

本项目拟新增 1 台 Artis zee III ceiling 型数字减影血管造影系统系统(DSA)，机房位于院内医技楼三楼，其周围 50m 范围内情况见附图二、三所示。DSA 机房东北侧屏蔽墙外为建筑外，同水平不可达；东南侧屏蔽墙外为配到的复苏室及病人缓冲间；西南侧屏蔽墙外为配套的控制室；西北侧屏蔽墙外为配套的配电间、污物间、药品间及洁具间；机房正上方为医技楼屋顶，机房正下方为康复科诊疗室（OT 作业治疗区及传统中医康复治疗师）。

表 11-1 DSA 机房相邻用房使用功能说明

设备厂家及型号	东北侧	东南侧	西南侧	西北侧	上方	下方
西门子 Artis zee III ceiling	不可达	复苏室、病人缓冲间	控制室	配电间、污物间、药品间及洁具间	屋顶	康复科诊疗室

### 11.2.1.2 机房屏蔽及防护措施分析

为分析该机房的辐射防护性能，根据医院提供的设计方案，对其进行分析，并与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对诊断 X 射线机房的防护设施的技术要去对照，参见表 11-2。

**表 11-2 项目防护措施/设施**

项目	GBZ130-2020 标准要求	新建机房设计方案	符合情况
机房位置	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； 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。	选址在院内医技楼四楼空置房间，区域为医院手术区域，避开医院人流密集区域，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、住院区域；有用线束由下往上，不直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	符合
机房大小	单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积：20m <sup>2</sup> ，机房内最小单边长度：3.5m。	DSA 机房最小单边长度为 5.4m，净空面积 40m <sup>2</sup> 。DSA 机房仅本次的 DSA 设备独立使用。	符合
	单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。		符合
机房屏蔽防护	C 型臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求： 有用线束方向为 2mmPb； 非有用线束方向为 2mmPb。	240mm 实心砖墙+内侧加 20mm 厚的硫酸钡防护涂料板，具有 4.5mm 铅当量。	符合
		12cm 混凝土+5cm 硫酸钡水泥，具有 4.7mm 铅当量	
		12cm 混凝土+3mm 铅板，具有 4.0mm 铅当量	
		具有 3.5mm 铅当量	
		20mm 厚铅玻璃，具有 4.3mm 铅当量	
观察位置	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。	设有观察窗，并便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	符合
机房内布局	机房内不应对方与该设备诊断工作无关的杂物； 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	机房内不设置与 DSA 设备诊断工作无关的杂物； 机房采用风机及空调换气，风量为 400m <sup>3</sup> /h，保证通风状况良好	符合
标志、警示灯	机房外应有电力辐射警告标志；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；候诊区应设置辐射防护注意事项告知栏； 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	设计及环评要求提出防护门安装醒目的电离辐射标志和工作指示灯；灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区设置了辐射防护注意事项告知栏；平开机房门设有自动闭门装置，推拉式机房门安装机房门工作状态指示灯，并由控制室人员负责检查；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	符合
候诊位置	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。	设置缓冲间及术后复苏间等，患者和受检者不在机房内候诊，并设置有患者等待间及患者准备间。	符合
工作人员防护措施	同室操作工作人员个人防护用品：铅橡胶围裙；选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅橡胶	工作人员：铅橡胶围裙各 5 套，铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅橡胶眼镜各 1 套。	符合

	眼镜； 辅助防护设施：移动铅防护屏风。		
受检者防护措施	个人防护用品：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； 辅助防护设施：或可调节防护窗口的立位防护屏；选配：固定特殊受检者体位的各种设备。	配置受检者防护用品，包括铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶围脖、铅橡胶方巾若干。	符合

由以上论述分析可见，从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目的 DSA 机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求。

### 11.2.1.3 涉及科室及任务分配

本项目 DSA 射线装置设备由医学影像科管理，医院规划近期主要开展介入手术类型包括心血管介入手术、肿瘤介入手术、神经介入手术、泌尿外科介入手术、骨骼肌肉介入手术、妇科介入手术；设备使用涉及医学影像科、心血管病科、肿瘤科、神经科、泌尿外科、骨科、妇科七个科室。目前涉及使用设备的医务人员共 17 人，其中 DSA 控制室操作技师 2 名，介入手术医生 12 人，介入手术护士 2 人。预计使用 DSA 设备每年开展介入手术 500 例，控制室人员和介入手术工作人员工作不交叉；介入手术工作人员通常由 3 人（2 名医生、1 名护士）分为一组，共分为 6 组，并且根据手术类型分别开展手术。操作技师负责控制室操作，不进入机房，控制室操作技师由 2 名技师轮流完成操作，人员由目前医学影像科现有辐射工作人员进行调配。介入手术医生及 3 位护士护士中 14 人为新增辐射工作人员，计划由目前各科室医生培训上岗。介入手术医生及护士不操作医院其他射线装置，护士在曝光时不在机房内停留。控制室人员和介入手术工作人员工作不交叉。详见表 1-5、1-6。

### 11.2.1.4 正常情况下的设备使用情况

根据医院提供资料项目这台 DSA 预计每年开展介入手术 500 例，参照目前省内介入手术曝光情况，设备使用模式基本分为透视及减影，参照省内同类手术出束情况，每例手术出束时间约 20.5 分钟（其中：透视 20 分钟，减影 30 秒），年出束时间约为 170.9 小时（其中：透视 166.7 小时，减影 4.2 小时）。

设备使用情况见表 11-3。

**表 11-3 项目 DSA 射线装置工作状态出束情况**

设备型号	运行模式	实际运行管电压 (kV)	实际运行管电流 (mA)
Artis zee III ceiling 型数字减影血管造影机	减影	65-80	200-500
	透视	60-70	8-15

**11.2.1.5 类比分析 DSA 设备对保护目标的辐射影响**

本项目 DSA 设备未安装。因此对拍片和透视过程对公众及控制室工作人员的辐射影响采用类比分析的方法进行评价。

(1) 类比可行性分析

类比设备选择云南省第一人民医院一台 Artis-Zeego 型 DSA 及机房情况与本项目进行比较，类比情况见表 11-4、表 11-5。

**表 11-4 本项目及类比 DSA 主要技术参数对比**

设备型号	数量	设备主要技术参数		运行时最大管电压 (kV)		运行时最大管电压 (mA)		备注
		额定电压 (kV)	额定电流 (mA)	透视	减影	透视	减影	
Artis zee III ceiling	1 台	125	1000	75	85	12	500	本项目设备
Artis-Zeego	1 台	125	1000	75	77	15.4	368	类比设备

**表 11-5 本项目机房及类比 DSA 机房主要技术参数**

项目	类比项目	本项目	比较	达标情况
机房四面墙体	240 砖+铅涂料 35mm, 综合铅当量 4.8mmPb;	240mm 实心砖墙+内侧加 20mm 厚的硫酸钡防护涂料板, 具有 4.5mmPb;	略低于类比	达标
顶面	13cm 混凝土+3cm 钡水泥, 综合铅当量 4.6mmPb;	12cm 混凝土+5cm 硫酸钡水泥, 具有 4.7mm Pb;	优于类比	达标
地面	13cm 混凝土+1.0mm 地板砖+1.2 砂浆水泥, 综合铅当量 2.4mmPb;	12cm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥, 综合铅当量 4.0mmPb;	优于类比	达标
防护门	综合铅当量 3.0mmPb	具有 3.5mm 铅当量	优于类比	达标
观察窗	采用 18mm 厚铅玻璃, 综合铅当量 4.0mmPb	20mm 厚铅玻璃, 具有 4.3mm 铅当量	优于类比	达标
机房净空尺寸及面积	6.4m×5.4m, S=34.6m <sup>2</sup>	7.4×5.4m, S=40m <sup>2</sup>	优于类比	达标

由表 11-5 可知, 类比云南省第一人民医院这台 Artis-Zeego 型 DSA 设备的机房面积、单边长度和屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。类比设备额定电流、额定电压相同, 由于在预测中主要参考透视模式, 运行最大

管电压透视模式时相同，运行最大管电流透视模式较项目高；机房屏蔽防护中，顶面、地面、防护门、观察窗防护铅当量的辐射防护水平高于类比机房，墙面略低于类比机房，但本次机房面积较对比机房大。射线束方向向上，分析认为，选用云南省第一人民医院这台 Artis-Zeego 型作为类比对象可行。

### (2) 类比 DSA 监测内容

根据 2019 年 12 月 26、27、30 日对云南省第一人民医院核技术利用项目年度辐射环境监测中对这台 Artis-Zeego 型 DSA 类比设备进行辐射环境监测，监测工况为：减影 75kV、368mA，透视 77kV、15.4mA。

监测结果见表 11-6，监测点位见图 11-1。

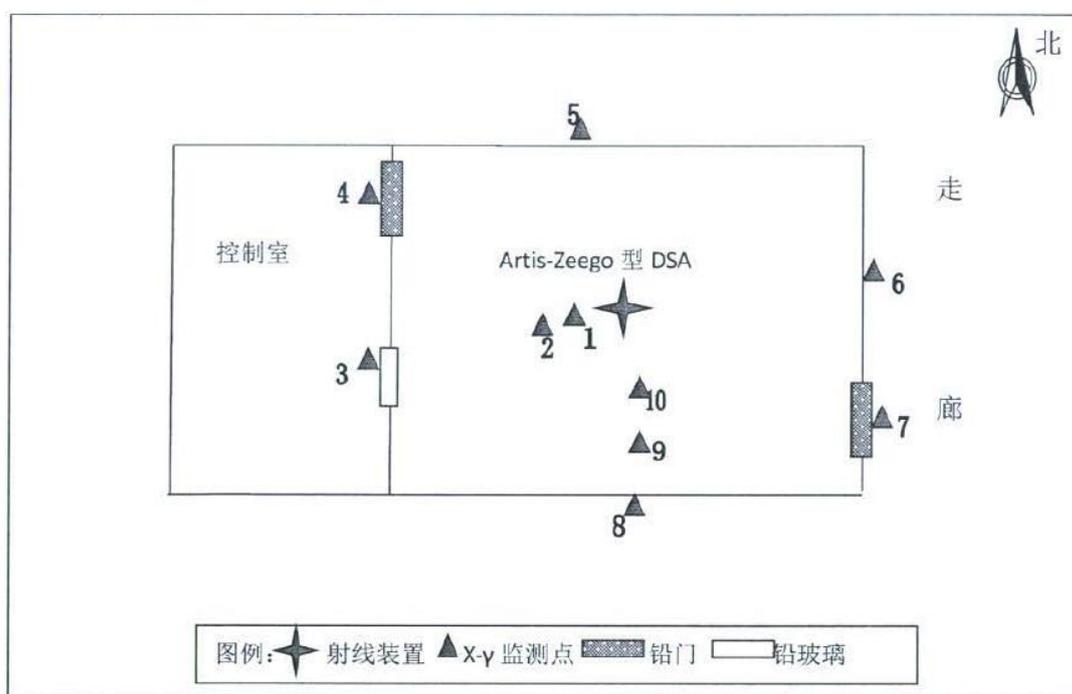


图 11-1 类比 DSA 射线机监测点位示意图

表 11-6 类比 DSA 正常工况下机房周围环境 X-γ 空气吸收剂量率监测结果

序号	测量点点位描述	监测数据 (均值±标准差)	
		未出束	出束
<b>Artis-Zeego 型 DSA</b>			
1	手术医生第一手术位 (铅衣、铅屏后, 水模)	58±4	14967±231
2	手术医生第二手术位 (铅衣、铅屏后, 水模)		5237±106
3	铅玻璃 (左)	58±4	71±6
	铅玻璃 (中)		79±7

	铅玻璃（右）		72±6
4	铅门医生通道（左）	51±4	57±5
	铅门医生通道（中）		56±7
	铅门医生通道（右）		73±5
	铅门医生通道（上）		64±5
	铅门医生通道（下）		66±6
5	北墙外走廊	55±4	59±3
6	东墙外走廊	57±4	62±4
7	铅门病人通道（左）	58±4	62±5
	铅门病人通道（中）		70±6
	铅门病人通道（右）		72±5
	铅门病人通道（上）		64±6
	铅门病人通道（下）		66±6
8	南墙外	58±3	63±4
9	楼上设备间	69±3	73±3
10	楼下更衣室	65±3	71±3

监测结果表明类比机房外各监测点监测值为 0.056~0.079  $\mu$  Gy/h（56~79nGy/h），满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“周围剂量当量率应不大于 2.5  $\mu$  Sv/h”的要求，类比机房屏蔽防护性能满足标准要求。

由于本项目辐射防护水平与类比项目近似，主射束方向防护优于类比项目，推断本项目机房屏蔽防护性能也能满足标准要求。

### （3）保护目标辐射影响分析

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 透视年出束时间为 166.7h，减影年出间为 4.2h，年总出束时间为 170.9h。对于机房外公众、控制室操作技师（岗位）、手术护士（岗位），保守考虑，其年有效剂量按 170.9h 来计算；介入手术医生人员只在透视模式下进行室内曝光操作，保守按照透视曝光总时长 166.7h 来计算。并根据类比 DSA 设备监测报告算出的 X- $\gamma$  空气吸收剂量率附加值，按照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，来预测本项目环境保护目标处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。X- $\gamma$  射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_{Er}=Dr\times t\times 10^{-3}\times \mu \quad (\text{式 11-1})$$

式中： $H_E$ ：X- $\gamma$  射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

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

$t$ ：X- $\gamma$  照射时间，h；

$\mu$ ：转换因子，保守取 1。

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去 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。

按照上述条件，并根据表 11-6 实测数据，选取条件类似的监测值进行类比，辐射源与预测点之间有墙体(或多面墙体)相隔的预测点位类比隔室监测点测值，同在手术室机房内的预测点位类比相同手术操作位监测点测值，同时考虑方向、距离的相似性，具体见图 11-2。



图 11-2 预测点位示意图

根据公式 (11-1)，本项目计算可得到如下结果，见表 11-7。

表 11-7 项目 DSA 机房周围保护目标年最大有效剂量

点 位	保护目标	类比测 点	可比性分析	居留 因子	年有效剂量 (mSv/a)	管理限值 (mSv/a)
(1) 职业工作人员						
1	第一术者位医务人员	1#	预测点位类似, 同为 机房内、第一术者位 医生操作位	1	2.49	5
2	第二术者位医务人员	2#	预测点位类似, 同为 机房内、第二术者位 医生操作位	1	0.86	5
3	手术护士	4#	预测点位类似, 位于 医务人员进出机房铅 门外	1	$3.59 \times 10^{-3}$	5
4	控制室操作技师	3#	预测点位类似, 距离 相当, 同为控制室医 生操作位	1	$3.76 \times 10^{-3}$	5
医技楼介入室周边公众						
5	机房东北侧最近公众 (五 官科病房)	5#	预测点位类似, 位置相 近, 保守采用机房外预 测点位及临近较大监 测值	1	$6.84 \times 10^{-4}$	0.25
6	机房西北侧最近公众 (污 物打包间)	4#	预测点位类似, 位置相 近, 保守采用机房外预 测点位及临近较大监 测值	1	$3.76 \times 10^{-3}$	0.25
7	机房西南侧最近公众 (西 南侧洁具间)	8#	预测点位类似, 位置相 近, 保守采用机房外预 测点位及临近较大监 测值	1	$8.55 \times 10^{-4}$	0.25
8	机房东南侧最近公众 (预 留区域)	7#	预测点位类似, 位置相 近, 保守采用机房外预 测点位及临近较大监 测值	1	$2.39 \times 10^{-3}$	0.25
9	机房东南侧最近公众 (公 众休息区)	7#	预测点位类似, 位置相 近, 较类比远, 保守采	1	$2.39 \times 10^{-3}$	

			用机房外预测点位及 临近较大监测值			
10	机房正上方最近公众（屋顶设备检修人员）	9#	预测点位类似，同为楼上层监测点位	1/4	$1.71 \times 10^{-4}$	0.25
11	机房正下方最近公众（医技楼三楼康复科诊疗室（OT 作业治疗区及传统中医康复治疗师））	10#	预测点位类似，同为楼下层监测点位	1	$1.03 \times 10^{-3}$	0.25

### 岗位剂量计算：

通过类比分析，本项目 DSA 正常运行时，推算本项目机房第一术者位岗位在有铅屏风、铅衣两重屏蔽后受照剂量约为 2.49mSv，第二术者位岗位在有铅屏风、铅衣两重屏蔽后受照剂量约为 0.86mSv，手术护士在退出机房外后受照剂量约为  $3.59 \times 10^{-3}$ mSv，控制室操作技师年受照剂量约为  $3.76 \times 10^{-3}$ mSv 均低于 5mSv/a 的管理限值。

### 分组剂量计算：

根据医院提供资料，涉及使用本项目 DSA 设备的介入手术工作人员为 17 人，其中：手术医生分为 6 组，根据手术类型分别开展手术，介入手术医生预估每组人员手术量约在 20~100 例/年，辐射剂量主要来自同室透视操作，按照透视时间计算每组医生透视操作年出束时间约为 6.7~66.7 h/年。

介入手术护士预估每组人员手术量约在 80~200 例/年，一般情况下不在室内操作，按照透视及减影合计时间计算每组护士透视操作年出束时间约为 27.4~68.3 h/年。

控制室操作由 2 名操作技师负责完成，尽量平均分担操作量，每名操作技师计划受照时间约 85.5 h/年。

通过类比计算各小组工作人员在使用不同时间情况下外照射剂量，见表 11-8。

**表 11-8 通过类比介入手术各小组作人员外照射剂量估算表**

手术类型	手术医生		手术护士年附加剂量 (mSv/a)	控制室操作技师年附加剂量 (mSv/a)
	第一术者位年附加剂量 (mSv/a)	第二术者位年附加剂量 (mSv/a)		
心血管介入手术	0.99	0.35	$1.50 \times 10^{-3}$	$1.80 \times 10^{-3}$
肿瘤介入手术	0.60	0.21	$9.02 \times 10^{-4}$	

神经介入手术	0.50	0.17	$7.52 \times 10^{-4}$
泌尿外科介入手术	0.10	0.03	$6.03 \times 10^{-4}$
骨骼肌肉介入手术	0.10	0.03	
妇科介入手术	0.20	0.07	

通过类比云南省第一人民医院这台 Artis-Zeego 型 DSA 机房周围辐射剂量监测情况，对各小组介入手术工作人员对第一术者位医生位造成的 X 射线有效剂量约在 0.10~0.99mSv/a，对第二术者位医生造成的 X 射线有效剂量约在 0.03~0.35mSv/a，对手术护士造成的 X 射线有效剂量约在  $6.03 \times 10^{-4} \sim 1.50 \times 10^{-3}$  mSv/a，对每组操作技师造成的 X 射线有效剂量约在  $1.80 \times 10^{-3}$  mSv/a，均低于 5mSv/a 的管理限值。

#### 周围公众剂量：

类比推算本项目机房四周公众年受照剂量最大约为  $3.76 \times 10^{-3}$  mSv；楼顶设备检修人员年受照剂量约为  $1.71 \times 10^{-4}$  mSv，机房正下方医技楼三楼康复科诊疗室受照剂量低  $1.03 \times 10^{-3}$  mSv，该值远低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv，由于评价范围内其他保护目标距离相较更远，推断其他保护目标年受照剂量也低于管理限值 0.25mSv。所以项目评价范围内保护目标均低于管理限值 0.25mSv，符合要求。

综上，通过类比分析本项目 DSA 正常工作时，对机房周围的工作人员及公众造成的辐射环境影响能够满足评价辐射剂量管理限值的要求。

#### 11.2.1.6 理论计算 DSA 设备对机房内介入手术工作人员的辐射影响

DSA 在进行介入手术治疗时会有连续曝光的情况，此时采用脉冲透视，由于项目尚未运营，采用模式预测手术透视情况下辐射环境影响分析。

预测选用李士骏编著的《电离辐射剂量学》中的估算方法预测分析 DSA 对机房内职业人员（第一术者位和第二术者位医生）的辐射剂量，估算模式如下：

$$X = I t v_{ro} \cdot (r_o/r)^2 f \quad (\text{式 11-2})$$

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

$$H = \mu D \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

$X$ ：离射线装置  $r_m$  处产生的照射量，R；

$D$ ：离射线装置  $r_m$  处产生的空气吸收剂量，Gy；

$I$ ：管电流（mA）或平均电子束流（ $\mu A$ ）；

$V_{r_0}$ : 在给定的管电压和射线过滤情况下, 距射线装置 $r_{0m}$  ( $r_0=1m$ ) 处, 由单位管电流 (1mA) 造成的照射量率,  $R \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ;

$f$ : 防护材料对X射线的减弱因子, 无量纲;

$t$ : 介入性血管造影的累计出束时间, min;

$\mu$ : 转换因子, 此处取1;

$H$ : 有效剂量, Sv。

预测参数选取:

① 根据设备厂商提供资料, 脉冲透视操作最大管电压为75kV、管电流为12mA, 手术医生操作位置 (第一术者位) 距离主射束距离  $r$  约为 0.3m, 助理医生操作位置 (第二术者位) 距离主射束  $r$  约为1.0m。DSA 过滤板采用 3mmAl, 据此查得  $v_{r_0} = 0.42R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

② 第一术者位医生在手术室内操作时身穿连体铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖, 同时在铅悬挂防护屏和床侧防护帘后操作, 这些防护用品均为0.5mm铅当量, 第一术者位手术医生工作时实际受到了两次防护, 防护能力相当于1mm铅当量; 第二术者位助理医生仅受铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围脖等防护时实际只受到了一次防护, 防护能力相当于0.5mm铅当量。查《辐射防护手册》(第一分册, 李德平、潘自强主编) 图10.5e, 用内插法可得, 1mmPb 对X射线的减弱因子 $f = 0.001$ , 0.5mmPb对X射线的减弱因子 $f = 0.01$ 。

③ 考虑正常情况下, 射线出机头后不会直接照射到医生, 仅位于X漏射束方向, 并可能通过病人体表散射到医生, 因此取主射束方向的0.1%。

(1) 本次项目各岗位职业人员受照射最大有效剂量估算

减影模式曝光时医生撤出机房, 不受射线照射; 从安全角度考虑, 预测中保守采用透视模式最大出束时间86.7h进行预测计算该设备使用过程中第一术者位及第二术者位受照剂量, 结果见表11-9。

表 11-9 新增 DSA 对场所内各工作岗位工作人员外照射剂量估算表

工况	操作位	年出束时间 h/a	距离主射束 距离 m	减弱因子	年附加剂量 mSv/a	标准限值 mSv/a
最大工况管电压为75kV, 管电流为12mA	第一术者位	166.7	0.3	0.001	4.89	5
	第二术者位	166.7	1.0	0.01	4.40	5

保守考虑, 通过理论计算, 当使用项目设备在 DSA 机房内进行介入手术治

疗时 DSA 脉冲透视对第一术者位手术岗位造成的 X 射线有效剂量约为 4.89mSv/a，对第二术者位岗位造成的 X 射线有效剂量约 4.40mSv/a；低于 5mSv/a 的管理限值。

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。类比值及预测值虽有偏差，但均未超过职业人员管理限值 5mSv/a。考虑到预测与实际运行可能存在的偏差，医院因严格个人剂量管理制度及场所监测制度，保障职业人员及公众辐射安全。

### (2) 本项目各小组职业人员受照射最大有效剂量估算

通过理论计算各小组工作人员在使用不同时间情况下外照射剂量。根据上述预测，保守采用理论计算值进行分析，见表 11-10。

**表 11-10 介入手术各小组作人员外照射剂量估算表**

手术类型	预计年手术量 (例/年)	透视照射时间 (h/年)	第一术者位年附加 剂量 (mSv/a)	第二术者位年附加 剂量 (mSv/a)
心血管介入手术	200 例/a	66.7	1.96	1.76
肿瘤介入手术	120 例/a	40.0	1.17	1.06
神经介入手术	100 例/a	33.3	0.98	0.88
泌尿外科介入手术	20 例/a	6.7	0.20	0.18
骨骼肌肉介入手术	20 例/a	6.7	0.20	0.18
妇科介入手术	40 例/a	13.3	0.39	0.35

保守考虑，通过理论计算，对各小组介入手术工作人员对第一术者位医生位造成的 X 射线有效剂量约在 0.20~1.96mSv/a，对第二术者位医生造成的 X 射线有效剂量约在 0.18~1.76mSv/a，均低于 5mSv/a 的管理限值。

### (3) 年最大受照时间预测

由于医院首次开展介入治疗，环评根据本项目 DSA 的最大工况、职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求，可反推估算出第一术者位医生、第二术者位医生 1 年内在 DSA 手术室内最多可做的在透视模式下的手术曝光时间，作为医院管理指导，结果见表 11-11。

**表 11-11 年最大手术量预测结果**

工况	操作位	距离主射束距离 m	减弱因子	年剂量管理限值 mSv/a	单名医生每年最多可进行的手术时间 h
最大工况管电压为 75kV，管	第一术者位	0.3	0.001	5	170.46

电流为 12mA	第二术者位	1.0	0.01	5	189.40
----------	-------	-----	------	---	--------

通过计算，单名医生 1 年内在 DSA 机房内透视模式下，最多可曝光时间第一手术位医生不超过 170.49 小时，第二手术位医生不超过 189.40 小时。建设单位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。

#### (5) 小结

理论计算预测结果表明，使用本项目 DSA 第一术者位岗位年有效剂量最大值为 4.89mSv，第二术者位岗位工作人员位为 4.40mSv；介入手术医生分为 6 组，根据手术类型分别开展手术，每组人员手术量约在 20~200 例/年，对各小组介入手术医生对第一术者位医生位造成的 X 射线有效剂量约在 0.20~1.96mSv/a，对第二术者位医生造成的 X 射线有效剂量约在 0.18~1.76mSv/a，均低于 5mSv/a 的管理限值。

根据职业人员管理限值，环评提出单独使用本项目各岗位最长手术时间第一术者位医生不得超过 188.40 小时，第二手术位医生不超过 209.33 小时。

#### 11.2.1.7 职业人员剂量叠加

根据上述类比分析，控制室操作人员人均年受照剂量约为  $1.80 \times 10^{-3}$  mSv/a，医学影像科手术护士年受照剂量约为  $6.03 \times 10^{-4}$  mSv/a，根据医院计划，人员由目前医学影像科人员进行调配，但具体人员未定，可能存在同时操作其他射线装置情况，保守取现有个人剂量最大检测值 0.55mSv/a 进行叠加，合计 0.56mSv/a，该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。

另外，在医技楼 4 楼手术室还有一台射线装置使用（DG3310C1 型 C 型臂 X 线机），根据该设备监测报告（云正辐监〔2020〕第 110089 号）监测结果，“该设备对周围公众可达位置未出束状态与出束状态测值相差不大且与环境背景水平相当，故忽略其对公众可能造成的附加剂量影响”，所以可以忽略该设备对本次项目职业及公众的叠加影响。

#### 11.2.1.8 本项目 DSA 正常工况下的辐射影响分析结论

本项目新增的这 1 台 Artis zee III ceiling 型数字减影血管造影系统系统（DSA），在采取的屏蔽措施及布局能够达到设计要求，年出束时间约为 170.9 小时（其中：透视 166.7 小时，减影 4.2 小时）。通过类比分析，本项目 DSA 正

常运行时，推算本项目机房第一术者位在有铅屏风、铅衣两重屏蔽后受照剂量约为 2.49mSv，第二术者位岗位在有铅屏风、铅衣两重屏蔽后受照剂量约为 0.86mSv，手术护士在退出机房外后受照剂量约为  $3.59 \times 10^{-3}$  mSv，控制室操作技师年受照剂量约为  $3.76 \times 10^{-3}$  mSv；通过理论计算对介入手术工作人员在介入治疗时 DSA 透视模式下，第一术者位岗位年有效剂量最大值为 4.89mSv，第二术者位岗位工作人员位为 4.40mSv，均低于 5mSv/a 的管理限值。

介入手术医生分为 6 组，根据手术类型分别开展手术，每组人员手术量约在 20~200 例/年，根据类比预测结果，对各小组介入手术工作人员对第一术者位医生位造成的 X 射线有效剂量约在 0.10~0.99mSv/a，对第二术者位医生造成的的 X 射线有效剂量约在 0.03~0.35mSv/a，手术护士造成的的 X 射线有效剂量约在  $6.03 \times 10^{-4}$ ~ $1.50 \times 10^{-3}$  mSv/a，对每位控制室操作技师造成的的 X 射线有效剂量约在  $1.80 \times 10^{-3}$  mSv/a；根据理论预测结果，对各小组介入手术工作人员对第一术者位医生位造成的 X 射线有效剂量约在 0.20~1.96mSv/a，对第二术者位医生造成的的 X 射线有效剂量约在 0.18~1.76mSv/a。

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。类比值及预测值虽有偏差，但均未超过职业人员管理限值 5mSv/a。

通过类比估算，评价范围内的保护目标中，公众年受照剂量最大约为  $3.76 \times 10^{-3}$  mSv；楼顶设备检修人员年受照剂量约为  $1.71 \times 10^{-4}$  mSv，机房正下方医技楼三楼康复科诊疗室受照剂量低  $1.03 \times 10^{-3}$  mSv，该值远低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv，由于评价范围内其他保护目标距离相较更远，推断其他保护目标年受照剂量也低于管理限值 0.25mSv。所以项目评价范围内保护目标均低于管理限值 0.25mSv，符合要求。

除操作本项目设备外，部分人员可能还操作其他射线装置，由于具体人员未定，叠加现有个人剂量最大检测值后，该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。另外，项目周围还有另一台 III 类射线装置使用，通过其辐射环境监测报告可知该设备对周围公众可达位置未出束状态与出束状态测值相差不大且与环境背景水平相当，故忽略其对公众可能造成的附加剂量影响。

根据类比和预测分析，两种预测模式下，预测结果接近，预测辐射工作人员年剂量结果可信。项目拟建 DSA 造成的辐射环境影响满足职业人员个人受照

射剂量管理限值 5mSv/a，公众受照剂量 0.25mSv/a 的要求。项目建成运行后，评价范围内公众、职业人员和保护目标年有效剂量满足管理限值要求。

### 11.2.2 其他放射性废物对环境的影响

本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，无废显、定影液产生，无放射性废物产生。

### 11.2.3 “非放” 污染物影响分析

#### (1) 废气排放口设置及废气影响分析

DSA 出束工作时会使机房内的空气发生电离，产生少量的臭氧和氮氧化物，项目射线装置曝光时间较短，臭氧及氮氧化物产生量较少。为保证机房空气环境质量，机房通排风系统的通风量为 400m<sup>3</sup>/h，对机房进行连续换气，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积，有利于改善室内空气环境。

项目排风口（废气排放口）设置在建筑外顶楼层，且距离周边建筑有一定距离，对该区域人群影响较小，且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) 固体废弃物影响分析

① 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，光盘交由病人带走并自行处理。

② 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，采用专门的收集容器收集后，转移至污物处置间暂存。按照《国家危险废物名录》（2021 年版），医疗废物（HW01）属危险废物，项目在手术过程中可能有感染性废物（841-001-01）、损伤性废物（841-002-01）、病理性废物（841-003-01）产生，根据《医疗废物管理条例》、《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）相关要求，按照普通医疗废物执行转移联单制度，分类收集、分类处置，依托医院医疗废物管理制度统一处置。目前医院已经与楚雄亚太医疗废物处置有限公司签署协议，委托处理处置产生的医疗废物。

③ 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。

项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

#### (3) 废水环境影响分析

DSA 射线装置不产生放射性废水，手术过程会产生少量的废水，医务人员盥洗、器械清洗等也会产生一定量污水。项目将布设管道接入医院医疗废水收处系统，依托医院医疗废水处理站进行处理，达标排放。

目前，医院已建成地埋式污水处理站，对院区内产生的医疗废水进行处理，设计处理规模为 200m<sup>3</sup>/d，采用二级生化处理+消毒处理工艺，并建有 200m<sup>3</sup> 事故应急池，污水处理站处理站出水达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）要求。本次项目产生废水通过医院污水收集管网送至污水处理站进行处理，根据目前污水收纳系统及污水处理站的处理情况，能够满足本次新增 DSA 项目呢的污水处理要求。

#### **（4）噪声环境影响分析**

本项目主要噪声源是通排风系统风机，风机位于建筑外顶楼，并采取减震措施，因此，经距离衰减、物体阻挡及吸声后，设备工作时噪声值符合国家质量标准要求，项目不会对周围声环境产生明显影响。

### **11.3 事故影响分析**

#### **11.3.1 运行期事故情况分析**

本项目涉及一台 II 类射线装置——数字减影血管造影系统系统（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）其它医护人员在未撤出机房时，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。

#### **11.3.2 事故情况下 X 射线辐射环境影响分析**

本项目涉及 II 类射线装置的使用，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，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。其

可能发生的事故工况见 11.3.1，均是在违反操作规程的情况下发生，其中以（4）“医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作收到射线照射”情况收到照射剂量最大。

### （1）不同事故情况下的影响情况

根据医院提供情况，DSA 正常使用最大工况，1 分钟估算公众误入或未撤离机房造成误照射剂量；20 分钟估算，非主射方向第一手术位仅有设备自带铅帘防护但没穿防护服条件下，X 射线造成手术医生有效剂量；第二术者位无任何防护，距主射线束 1.0m 处漏射线造成 DSA 第二手术位医生剂量见表 11-12。

**表 11-12 不同事故情况下人员受到的有效剂量当量**

事故情况		与射线束侧向之间最近距离	曝光时间	防护情况	DSA 剂量当量估算 (mSv)
公众（误入或未撤离）		0.5m	1min	无防护	0.18
职业人员	第一术者位	0.3m	20min	医生在设备自带铅帘（0.5mm 铅当量）后操作，没穿防护服，减弱因子为 0.01	0.10
				无防护	9.78
	第二术者位	1m	20min	无防护	0.88

说明：以正常工作时管电压 75kV，管电流 12mA 进行计算

从表 11-12 估算可知：

公众误入或未撤离机房而进行曝光时，处于射束侧向 0.5m 时所致一次剂量为 0.18mSv；第一术者位医生在未穿防护服仅有设备自带铅帘防护下，X 射线造成第一手术位医生有效剂量为 0.10mSv；第一术者位医生在无任何防护情况下，X 射线造成手术医生有效剂量为 9.78mSv；第二术者位助理医生在无任何防护情况下，距主射束 1.0m 处漏射线造成第二手术位医生剂量为 0.88mSv。对照《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），职业管理限值为 20mSv/a，公众管理限值为 1mSv/a，设置情景下，DSA 误照射未造成公众超剂量照射。

### （2）不同事故情况下人员曝光时间限值

在管理限值内的人员曝光时间限值估算见表 11-13：

**表 11-13 不同事故情况下人员曝光时间限值**

人员		与射线束侧向之间最近距离	防护情况	年剂量限值	曝光时间
公众（误入或未撤离）		0.5m	无防护	1mSv	5.68min
职业人员	第一术者位	0.3m	医生在设备自带铅帘（0.5mm 铅当量）后操作，但未穿防护服，减弱因子为 0.01	20mSv	68.18h
			医生不在铅帘后，未穿铅衣，无防护		40.91min

员	第二术 者位	1.0m	医生不在铅帘后，未穿铅衣，无防护		7.58h
---	-----------	------	------------------	--	-------

说明：以正常工作时段管电压 75kV，管电流 15mA 进行计算

从表 11-12 估算结果可看出：当公众误入和未撤离情况下，公众距 DSA 非主射线束 0.5m 处驻留 5.68min 所致有效剂量达到 1mSv 标准限值；DSA 第一手术位操作医生仅有铅帘防护出束操作 68.18h 所致剂量达到 20mSv 标准限值，无任何防护出束操作 40.91min 达到标准限值；第二手术位操作 7.58h 达到 20mSv 标准限值。

据此事故估算结果可知，DSA 使用不当任可造成辐射事故，因而在放射治疗工作中，应增强工作人员的防护意识、操作规范、加强管理等措施来防止工作人员及公众误照射。

### (3) 事故界定

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019）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 人）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。

对照职业管理限值为 20mSv/a，公众管理限值为 1mSv/a，设置情景下，DSA 误照射未造成公众超剂量照射。但通过分析依然存在超剂量照射可能，属一般辐射事故。

### 11.3.3 事故预防措施

#### 11.3.3.1 事故处理及应急预案

南华县人民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

《南华县人民医院辐射事故应急预案》，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件，将事故发生的概率和事故危害控制到最低限度。

### **11.3.3.2 风险防范措施**

针对前述本项目 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：

① 具有紧急停止按钮，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示；

② 机房的防护门外近处有醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯；

③ 工作时按医院规定清退相关人员；

④ 职业人员须身着铅衣等个人防护用品，并佩戴剂量计进行操作，防护铅门正常关闭，控制台确认设置无误时方启动照射；

⑤ 通过正确操作和认真执行各项规定，可减少或避免人员误照射和超剂量辐射事故发生；

⑥ 一旦发生误照射并导致人员受到超过年有效剂量限值，医院立即启动辐射事故应急预案，采取应急措施。

以上的各种安全装置，体现了《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定要求。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，即可减少或避免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

#### 12.1.1 机构的设置及其职责

医院成立了南华县人民医院辐射安全与环境保护管理领导小组，该机构是医院辐射安全与防护工作的管理、监督和技术指导的领导机构，负责日常事务的管理，并规定领导小组职责及相关责任人，内容见附件 7。医院辐射安全与环境保护工作实行“一岗双责”管理，医院院长、书记同为辐射安全与环境保护工作第一责任人，并设立领导小组办公室、人力资源管理组、设备后勤安全保卫组及临床放射诊疗管理组。

其中领导小组办公室主要负责安全各相关科室科主任、护士长具体落实本科室放射工作人员个人辐射剂量定期监测（不超过 90 天）工作，并按规定组织本科室从事放射诊疗的放射工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间（不超过二年）、离岗时的职业健康检查，以及个人辐射剂量监测工作等。

人力资源管理组主要负责督促各科室从事放射诊疗的放射工作人员到有资质的机构进行相应的职业健康检查、个人辐射剂量监测工作，归集监测报告及体检报告原件，建立健全放射工作人员职业健康档案并做到“一人一档”。

设备后勤安全保卫组主要负责落实 X 射线机房防护检测工作、诊疗设备的性能检测（每年一次）、辐射环境检测工作；《放射诊疗许可证》、《辐射安全许可证》相关工作，全院放射诊疗设备台账管理，负责规范放射环境安全防护措施，负责新建、改建、扩建，X 射线机房、更换设备建设项目卫生审核、放射防护设施施工验收工作，并按需配备个人防护用品。确保放射诊疗工作规范、有序地开展；组织放射事故应急演练，增强防范意识。

临床放射诊疗管理组主要负责放射工作人员防护措施的监督、落实，按《医学影像科受检者防护制度》规范受检者放射诊疗防护，标识标牌规范、完好。

#### 12.1.2 人员配备

领导小组成员医院由有关放辐射务主管与相关人员组成，院长为组长，相关人员为成员。辐射安全与环境保护管理领导小组成员及组织如下：

组 长：李俊彬 院长、 王仕发 党委书记

副组长：李志宏（党委副书记、纪检委书记）、段开昌（副院长）、许加乾（副

院长)、王开美(副院长)、朱维明(副院长)、李仙菊(副院长)  
 成员:杨建顺(医务科科长)、周建红(护理部主任)、殷圣虹(放射科主任)、杨八海(骨外科主任)、许德清(麻醉科科长)、陈永福(后勤科科长)

### 12.1.3 辐射工作人员配置

目前南华县人民医院从事辐射工作人员共 16 人,项目投入运行后,预计增至 30 人。医院目前大部分从事辐射工作人员已参加生态环境行政机构或医院自行组织的辐射安全培训,医院承诺尽快安排未有证、证过期、新增的辐射工作人员培训并持证上岗,并定期不定期组织医院内部培训。

医院无注册核安全工程师配备。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

### 12.2.1 医院辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理条例》(2019 年修订)和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正)的相关管理要求,的相关管理要求,使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。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		落实情况	应增加的内容
1	A 综合	辐射安全管理规定	已有	
2	B 场所 设施	操作规程	已有	
3		辐射安全和防护设施维护维修制度	已有	
4	C 监测	监测方案	已有	需完善
5	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已有	
6		辐射工作人员个人剂量管理制度	已有	
7	E 应急	辐射事故/事件应急预案	已有	需完善

根据表 12-1,医院的辐射安全管理规章制度如下:

(1) 制定了《辐射事故应急处理预案》,医院为规范和强化应急突发辐射事故的应急处置能力,提高员工对辐射事故应急防范的意识,将辐射事故造成的损失和污染后果降低到最小程度,最大限度地保障放射工作人员与公众的安全、维护正常和谐的放射诊疗秩序,做到对辐射事故早发现、速报告,建立快速反应机制,特制定医院的辐射事故应急预案。预案主要包括应急组织机构及职能、辐射

事故等级划分、应急响应及应急处置工作程序、应急保障等相关内容。环评要求，按照《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》等相关条例进行补充完善，如补充超剂量照射情况下应急预案的启动；发生辐射事故时，立即启动本医院的辐射事故应急方案，采取必要应急措施，还应在 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。还应结合医院实际情况对预案进行完善，还应增加应急事故状态下现场管理措施及对伤员的转运、救治和救助人员、装备、资金、物质准备（如应急车辆、防护器具及应急监测等）、应急人员的组织培训计划等。

（2）制定了《辐射工作人员岗位职责》，主要登记室、X 线摄影室、介入室岗位相应职责，建议补充完善相关人员的辐射防护知识的培训及持证上岗、定期检查和评估个人剂量、个人剂量片的正确佩戴等相关内容，并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》进行完善，保障辐射工作人员的健康安全。

（3）制定了《辐射防护和安全保卫制度》，包括对射线装置工作场所辐射安全防护措施应满足相应规定，设置专人开展相关工作，在辐射工作场所设置各类警告标志、安全连锁、报警灯装置，工作人员对场所的日常检查及对如灭火装置使用等要求及安全保卫工作的安排等内容。建议建立台账制度，对射线装置场所的检查定期进行，及时发现问题及时改正，并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关要求进行梳理整理，制定切实可行并统一的管理制度。

（4）制定了《辐射设备检修维护制度》，规定要求了辐射设备使用维修人员的相关要求，维护工作的操作过程，辐射设备定期检修的相关要求等。建议补充，对于射线装置不得自行拆装，出现故障时应联系设备厂商并由专业人员进行维修，调试正常后方可投入使用，并根据应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理条例》进行完善。

（5）制定了《辐射工作场所现场监测方案》，医院为加强射线装置管理与放射工作人员健康管理，规范辐射工作防护管理，保障相关员工健康和环境安全，制定该方案，主要包括个人剂量监测、放射工作人员健康检查相关内容。应补充对工作场所及周围环境监测等内容，按照规定对监测频次进行明确，补充自主不定期监测内容，监测内容参照本环评 12.3 章节内容，并根据《辐射环境监测技

术规范》(HJ/T-2001) 进行监测。

(6) 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内容。建议补充对个人剂量计的相关要求，包括正确佩戴方法、检测周期，超量照射情况的处理等相关内容，并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》进行完善，认真落实该制度，保障辐射工作人员的健康安全。

(7) 制定了《辐射工作人员个人剂量管理制度》，规定了个人剂量检测的周期、个人剂量档案管理等相关内容。建议补充个人剂量计的正确佩戴方法、个人剂量报警仪的使用，超量照射情况的处理等相关内容，并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 等规定进行完善，认真落实该制度，保障辐射工作人员的健康安全。

(8) 制定了《放射诊疗质量保证大纲和质量检测计划》，制定目的是为了保证医院放射诊疗质量和安全，包括质量保证的原则、质量保证的内容、保养维护及环境监测等相关内容。建议补充放射影像诊断质量保证的具体方案等内容，并结合实际操作进行及时完善，认真落实该制度，保障辐射工作安全有效开展。

(9) 制定了《辐射工作人员培训制度》，包括医院相关的技术培训计划及辐射培训计划等内容。应根据《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》等相关条例，补充 II 类射线装置操作人员必须通过生态环境行政主管部门相关的辐射安全和防护专业知识的培训和考核，III 类射线装置操作人员可医院自行组织进行组织的培训和考核等相关内容，并按照《放射性工作人员职业健康管理办法》等相关要求进行完善。

(10) 制定了《场所设施退役(报废)管理制度》，其中对退役场所及报废设备处理处置的规定要求，应认真落实该制度，按照管理要求设备报废及场所退役应得到相关部门认可。

(11) 制定了《DSA 安全操作规程》，规定了 DSA 操作流程及操作过程中应采取的防护措施等。

综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。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、放射安全事件应急预案、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。若日后有新增的医务人员应尽快安排培训，取得放射工作人员证后才能上岗。

由于本项目提出增加 X- $\gamma$  辐射监测仪等监测设备，应增加《《监测仪表使用与检验管理制度》，提高医院自主监测仪器的有效性，并符合国家相关监测要求。

### **12.2.2 现有执行和落实制度情况**

医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在医院辐射安全管理委员会领导下，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，制度执行情况较好。根据医院制定的相关规章制度，在院内各科室及醒目位置进行张贴，并建立监督管理机构进行督查，责任落实到人，医院辐射管理运行正常，截至目前尚未发生辐射安全事故。

## **12.3 辐射监测**

### **12.3.1 辐射监测要求**

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，包括个人剂量测量报警仪，X- $\gamma$  辐射检测仪等。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；同时接受环境保护部门开展的辐射环境监督（监测）检查。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》，上报发证机关。

### **12.3.2 辐射监测计划**

（1）DSA 工作场所及周围环境辐射监测

监测项目：X- $\gamma$  射线空气吸收剂量率；

监测频度：每年至少 1 次，医院自行检测：1 次/季度；

监测范围：DSA 机房内第一术者位、第二术者位，机房防护门、缝隙处、管线洞口，控制室、复苏间、医护通道、一次性物品间、污物处置间、配电室等各

相邻房间以及机房正下方的康复科诊疗室等。

(2) 辐射工作场所年度监测

通过制定监测制度，规定每年委托有相关资质的单位对整个医院的辐射工作场所进行辐射环境的监测，并按规定将监测结果上报环境保护行政主管部门。

(3) 工作人员的个人剂量监测

按照 10.1.7 相关要求正确佩戴个人剂量计，并每在每个监测周期内（一般为一个月，最长不应超过 3 个月）送具有检测资质的机构进行检测，建立辐射工作人员个人剂量档案。

监测项目：累积剂量；

监测频率：1 一个月-3 个月/次；

监测范围：全部使用射线装置的医务人员。

(3) 监测设备：便携式 X- $\gamma$  辐射监测仪（对于常规日常监测，对于办理辐射安全许可证延续，则须请有资质单位对辐射工作场所进行监测）。

**表 12-2 项目监测计划**

项目	监测项目	监测频次	监测范围	监测设备
自主监测	X- $\gamma$ 射线空气吸收剂量率	定期监测（1 次/季度）或不定期	防护门、缝隙处及管线洞口、控制室、复苏间、医护通道、一次性物品间、污物处置间、配电室等各相邻房间以及机房正下方的康复科诊疗室等	按照国家规定进行计量检定
委托监测	X- $\gamma$ 射线空气吸收剂量率	编制辐射防护年度评估报告（不少于每年一次）	DSA 机房内第一术者位、第二术者位，机房防护门及缝隙处及管线洞口、控制室、复苏间、医护通道、一次性物品间、污物处置间、配电室等各相邻房间以及机房正下方的康复科诊疗室等	按照国家规定进行计量检定
		竣工环保验收监测		
	职业性外照射个人剂量	每个季度送规定监测部门进行监测（1 一个月-3 个月/次）	本项目辐射工作人员	按照国家规定进行计量检定

(4) 自行监测的质量保证

需制定《监测仪表使用与检验管理制度》，保证自主检测仪器的有效性及灵敏性，并利用委托监测获得的监测数据进行比对并建立比对档案。监测须采用国

家颁布的标准方法或推荐方法并制定辐射环境监测管理制度。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。

### **12.3.3 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。

按要求，从事辐射工作人员均必需进行个人剂量检测，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ-2019）监测周期一般为一个月，最长不应超过 3 个月。医院应为从事放射人员建立个人剂量档案，每一周期送具有检测资质的单位进行监测。并完善相关制度，当全年个人剂量超过 5mSv 时，医院需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关；当连续 5 年的平均个人剂量超过 20mSv 或单年个人剂量超过 50mSv 时，医院应展开调查查明原因，确定为辐射安全事故时，应启动辐射事故应急预案。

### **12.3.4 医院现有环境辐射监测情况及完善建议**

医院制定了《辐射工作场所现场监测方案》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》等制度，其中未明确规定相关辐射工作场所的相关监测内容，应根据环评要求补充完善医院委托监测及自主监测内容，并补充其他射线装置工作场所监测相关内容。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等规定进行完善，完善个人剂量片正确佩戴及合理的监测周期安排等相关内容，认真落实该制度，保障辐射工作人员的健康安全。

## **12.4 辐射事故应急**

### **12.4.1 辐射事故应急预案要求**

为了加强对各放射治疗、诊断设备的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了《辐射事故应急处理预案》，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（云环通[2018]208

号)等相关规定,辐射事故应急预案应明确一下几个方面:

- ① 应急机构和职责分工;
- ② 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备;
- ③ 辐射事故分级与应急响应措施;
- ④ 辐射事故调查、报告和处理程序;
- ⑤ 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

辐射事故应急预案还应当包括可能引发辐射事故的运行故障的应急响应措施及其调查、报告和处理程序。

#### **12.4.2 现有核技术利用项目应急预案的执行情况及完善建议**

南华县人民医院成立由院长及党委书记为组长的辐射事故应急处理领导小组,已制定《辐射事故应急预案》等制度,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。应急预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。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》(云环通[2018]208号),本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。一旦发生辐射事故,事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案,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》,向当地生态环境部门报告和公安部门报告,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。还应增加应急事故状态下现场管理措施及对伤员的转运、救治和救助人员、装备、资金、物质准备(如应急车辆、防护器具及应急监测等)、应急人员的组织培训计划等。按照《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射源同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关条例进行补充完善。

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 本次项目法规符合情况分析**

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019修订)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修正)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部18号令)规定,现对南华县人民医院从事本项

目辐射活动能力评价列于表 12-2、12-3、12-4。

### 12.5.1 对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修改）要求的满足情况

表 12-3 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》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。

**表 12-3 项目执行“安全和防护条例”要求对照表**

序号	安全和防护条例要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	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。	已成立辐射防护领导小组，并在该机构设有本科学历的专职管理人员。	符合
2	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。 有与所从事的生产、销售、使用活动规模相适应的，具备相应专业知识和防护知识及健康条件的专业技术人员。	医院现有辐射工作人员 16 人，均参加过辐射安全上岗证培训，本次项目新增 14 人，医院承诺安排涉及人员参加培训并持证上岗。	报告要求医院所有从事辐射工作人员应通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。医院已做出承诺
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容
4	放射性同位素与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要求的安全措施。	机房拟装门灯联锁和门外设工作警示灯和电离辐射警告标志等。	符合
5	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；	本次项目建设符合《放射诊断放射防护要求》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》等规范中规定要求	符合
6	有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全和防护管理人员，并配备必要的防护用品和监测仪器；	已成立辐射防护领导小组，并在该机构设有本科学历的专职管理人员，并承诺按照环评要求配备必要的防护用品及监测仪器	符合
7	有健全的安全和防护管理规章制度、辐射事故应急措施；	有较为健全的安全和防护管理规章制度、辐射事故应急措施；但需按照环评要求进行完善	基本符合
8	产生放射性废气、废液、固体废物的，具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容
9	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量	医院每年对辐射工作人员进行个人剂量监测，目前已制定《辐射工作人员健康管理制》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》，需对上述相关制度进行完善，定期对辐射	医院已做出承诺

	档案和职业健康监护档案。	工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查,并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。	
10	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位,应当对本单位的放射性同位素、射线装置的安全和防护状况进行年度评估。发现安全隐患的,应当立即进行整改。	每年定期进行年度评估。	符合
11	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位需要终止的,应当事先对本单位的放射性同位素和放射性废物进行清理登记,作出妥善处理,不得留有安全隐患。生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位发生变更的,由变更后的单位承担处理责任。变更前当事人对此另有约定的,从其约定;但是,约定中不得免除当事人的处理义务。	已制定《场所设施退役(报废)管理制度》,按管理要求进行完善并执行	目前暂不涉及射线装置终止退役等情况

### 12.5.2 对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修改)要求的满足情况

表 12-3 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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。

**表 12-3 项目执行“安全许可管理办法”要求对照表**

序号	安全许可管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	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。	已成立辐射防护领导小组,并在该机构设有本科学历的专职管理人员。	符合
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院现有辐射工作人员 16 人,均参加过辐射安全上岗证培训,本次项目新增 14 人,医院承诺安排涉及人员参加培训并持证上岗。	报告要求医院所有从事辐射工作人员应通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。医院已做出承诺
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防护要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容
4	放射性同位素与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要求的安全措施。	机房拟装门灯连锁和门外设工作警示灯和电离辐射警告标志等。	符合
5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量计监测	现有辐射工作人员已配备个人剂量计,针对本项目新增的辐射人	符合

	报警、辐射监测等仪器。	员，根据相关要求增加个人剂量计，X-γ辐射监测仪1台及个人剂量报警仪1台。	
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	有健全的定规章制度、操作规程、岗位职责及辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。	符合，但部分制度需要修改完善
7	有完善的辐射事故应急措施。	在现有事故应急措施上，根据新建项目的需要，拟制定更为完善辐射事故应急处理预案。	符合
8	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容

### 12.5.3 对照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的满足情况

表 12-4 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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。

**表 12-4 项目执行“安全和防护管理办法”要求对照表**

序号	安全和防护管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其出口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号。	在机房门外拟设有工作状态指示灯，防护门外拟贴有电离辐射警告标志。	符合
2	第七条 放射性同位素被放射性污染的物品应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容
3	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	承诺委托有辐射水平监测资质单位每年对辐射工作场所及其周围环境进行1次监测。	符合
4	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年1月31日前向环保部门提交年度评估报告。	符合
5	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考	承诺尽快安排目前从事辐射工作的工作人员及新增人员安排环保辐射安全与防护培训和考核，并持证上岗。	符合

	核不合格的，不得上岗。		
6	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	已为所有从事辐射工作的人员配备个人剂量计，并委托有资质单位进行个人剂量监测。并承诺按照检查周期定期送检。	符合
7	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测。	符合

对照《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》中关于建设单位使用射线装置应具备的条件要求，在落实和完善相关防护设计要求及环评提出的要求前提下，南华县人民医院具备有使用本次项目 DSA 设备 II 类射线装置 DSA 的能力。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况结论

南华县人民医院拟新增一台医用数字减影血管造影系统系统（Artis zee III ceiling）DSA，属于 II 类射线装置，主要用于疾病的诊断和治疗，目的是提高医院诊治水平，造福广大患者，符合辐射防护“实践正当性”原则。

本次项目拟新增一台西门子的 Artis zee III ceiling 型数字减影血管造影机（DSA），建设地点位于医院内医技楼四楼，将对原闲置空房进行改造及辐射防护装修等，建成符合标准要求的介入手术室及配套用房。建成后的介入手术室机房及配套用房总面积约 200m<sup>2</sup>，高度为 3.9m，其中 DSA 射线装置工作场所由控制室及机房组成，其中 DSA 机房净尺寸为：L<sub>长</sub>7.4m×W<sub>宽</sub>5.4m×H<sub>高</sub>2.6m，净空面积约 40m<sup>2</sup>，净空体积约 104m<sup>3</sup>，控制室面积约 30m<sup>3</sup>。

本项目 DSA 射线装置设备由医学影像科进行管理，医院近期主要开展心血管介入手术、肿瘤介入手术、神经介入手术、泌尿外科介入手术、骨骼肌肉介入手术、妇科介入手术；设备使用涉及医学影像科、心血管病科、肿瘤科、神经科、泌尿外科、骨科、妇科七个科室，预计每年开展介入手术 500 例，年出束时间约为 170.9 小时（其中：透视 166.7 小时，减影 4.2 小时）。

按照医院规划，预计涉及使用本次 DSA 设备的辐射工作人员共 17 人，其中 DSA 控制室操作技师 2 人，介入手术医生 12 人，介入手术护士 4 人；控制室操作技师负责控制室操作，不进入机房；护士负责术前、术后的护理工作，在曝光时不在机房内停留；一般情况下，设备曝光模式中，介入手术医生仅在透视模式下进入机房。上述人员中操作技师及医学影像科护士为原有辐射工作人员，其余人员为新增辐射工作人员，介入手术医生及部分护士计划由目前各科室医务人员培训上岗。控制室人员和介入手术工作人员工作不交叉。介入手术医生及护士不操作医院其他射线装置。介入手术工作人员通常由 3 人（2 名医生、1 名护士）分为一组，共分为 6 组；控制室操作技师由 2 名技师轮流完成操作。

本项目总投资 850 万元，其中核辐射环境保护投资估算为 58 万元，占总投资的 6.8%。

#### 13.1.2 产业政策符合性

项目属于《产业结构调整指导目录》（2019年本修正）中第十三项“医药”中第5款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，项目的建设属于“数字化医学影像设备”，是当前国家产业政策鼓励发展的产业类别，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

### 13.1.3 选址和布局合理性

建设地点位于南华县人民医院院区内医技楼四楼空置用房。建设成为符合诊疗需求的 DSA 机房及其配套设施，本次项目不新增用地，医院选址用地符合南华县城市总体规划。

避开了门诊区等人流量大、人员集中活动区，位于集中开展手术的手术区，兼顾了病员手术的方便性、安全性，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。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，术前准备就绪的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。项目选址无明显环境制约因素，选址合理。

新建 DSA 机房墙面、顶面均经屏蔽防护处理，墙面、顶面达到综合铅当量分别为 4.5mm、4.7 mm、4.0 mm 优于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 C 型臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度在“有用线束方向铅当量及非有用线束方向”铅当量不低于 2.0mm 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- $\gamma$  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。

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。

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。

#### **13.1.4 项目利益代价分析**

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，但是采取各种管理措施和屏蔽措施后可得到有效控制；本项目的建设可以更  
好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊  
治能力，它还将给医院带来更多的经济效益和社会效益。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，本项目开展所带来的利益是大于所付出的  
代价的。

#### **13.1.5 辐射环境质量现状结论**

根据 2021 年 9 月 1 日云南晟蔚环保科技有限公司对项目拟建场所及周围环  
境 X- $\gamma$  辐射剂量率的监测结果，拟建 DSA 场所 3 个测点环境 X- $\gamma$  剂量率测量值  
在 74~80nGy/h 之间，机房同平面周围测点测量值为 85nGy/h，机房下方测点测  
量值为 87nGy/h，与医院辐射背景参考的 6 个测点测量值 54~102nGy/h 相当。项  
目拟建地之前未从事辐射污染相关诊疗活动，测值波动不大，项目选址及周围环  
境 X- $\gamma$  辐射水平属项目区域正常天然本底辐射水平。

#### **13.1.6 原有核技术利用情况**

南华县人民医院已取得楚雄州生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（云环  
辐证（01556），附件 4），有效期至 2026 年 06 月 28 日，医院使用种类和范围包  
括：使用 III 类射线装置。医院现核技术利用包括使用 III 类射线装置共 6 台，与辐  
射安全许可证登记设备一致。

根据云南正毅环境监测有限公司（云正辐监（2021）第 110089 号）、云南核  
瑞环境检测有限公司的《医用 III 类射线装置辐射环境监测报告》（云辐监（2021）  
第 110018 号、云辐监（2021）第 110104 号）（附件 10），各监测点位对医院 6  
台 X 射线装置工作场所的监测结论：南华县人民医院 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  
管理限值水平要求。

医院按照《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。

医院现有辐射工作人员18人，均已建立职业健康档案以及个人剂量监测档案，职业健康体检结果标明各辐射工作人员均可继续原放射工作。个人剂量计定期送有楚雄州疾控中心进行检测进行检测。其中16人获得培训合格证书，医院承诺会尽快安排未通过考核的辐射工作人员尽快完成培训与考核，持证上岗。

医院开展放射性诊疗至今，未发生辐射安全事故和环保投诉。

### 13.1.7 辐射防护措施有效性结论

新建的DSA射线装置工作场所由控制室及机房组成，根据南华县人民医院提供的资料，DSA机房为四边形，不破坏建筑外墙，对窗户进行封闭，具体防护设计方案如下：

四周墙体，墙体采用240mm实心砖墙+内侧加20mm厚的硫酸钡防护涂料板，综合具有约4.5mm铅当量的辐射防护水平。

机房顶面，机房所在三层与四层间有12cm厚混凝土楼板，在机房顶面安装3mm铅板，综合具有4.7mm铅当量的辐射防护水平。

机房地面，四楼与三楼间有12cm厚混凝土楼板，机房地面采用水泥/硫酸钡粉混合比例为为1:4，厚度为4cm的硫酸钡水泥，综合具有4mm铅当量的辐射防护水平。

防护门，包括4樘防护门，其中医务人员防护门、患者防护门采用采用电动平移式铅门，污物通道铅门为手动平开铅门。防护门套选用不锈钢作装饰面板，铅芯板做平整，内含3.5mm铅板，具有为3.5mm铅当量的辐射防护水平。

观察窗，采用20mm厚铅玻璃，具有4.3mm铅当量的辐射防护水平进行防护。

辐射安全防护措施：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

急预案、辐射防护和安全保卫管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、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。

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。

### **13.1.8 施工期环境影响结论**

在项目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。由于在医院病区施工，施工噪声、振动、粉尘等可能会影响医生工作诊疗及病患休养。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。

本项目 DSA 设备的安装调试由设备厂家专业人员进行，安装调试人员持证上岗并采取足够的个人防护措施，医院方不得自行安装及调试设备。设备调试阶段会有 X 射线产生，应保障调试人员的防护，做好周围疏导人员管理工作，避免无关人员的误照射。设备调试阶段结束，则上述影响随之结束。

### **13.1.9 辐射环境影响结论**

（1）环评中通过类比分析，本项目 DSA 正常运行时，推算本项目机房第一术者位在有铅屏风、铅衣两重屏蔽后受照剂量约为 2.49mSv，第二术者位岗位在有铅屏风、铅衣两重屏蔽后受照剂量约为 0.86mSv，手术护士在退出机房外后受照剂量约为  $3.59 \times 10^{-3}$  mSv，控制室操作技师年受照剂量约为  $3.76 \times 10^{-3}$  mSv；通过理论计算对介入手术工作人员在介入治疗时 DSA 透视模式下，第一术者位岗位年有效剂量最大值为 4.89mSv，第二术者位岗位工作人员位为 4.40mSv，均低于 5mSv/a 的管理限值。

介入手术医生分为 6 组，根据手术类型分别开展手术，每组人员手术量约在

20~200 例/年，根据类比预测结果，对各小组介入手术工作人员对第一术者位医生位造成的 X 射线有效剂量约在 0.10~0.99mSv/a，对第二术者位医生造成的的 X 射线有效剂量约在 0.03~0.35mSv/a，手术护士造成的的 X 射线有效剂量约在  $6.03 \times 10^{-4}$ ~ $1.50 \times 10^{-3}$ mSv/a，对每位控制室操作技师造成的的 X 射线有效剂量约在  $1.80 \times 10^{-3}$ mSv/a；根据理论预测结果，对各小组介入手术工作人员对第一术者位医生位造成的 X 射线有效剂量约在 0.20~1.96mSv/a，对第二术者位医生造成的的 X 射线有效剂量约在 0.18~1.76mSv/a。

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。类比值及预测值虽有偏差，但均未超过职业人员管理限值 5mSv/a。

通过类比估算，评价范围内的保护目标中，公众年受照剂量最大约为  $3.76 \times 10^{-3}$ mSv；楼顶设备检修人员年受照剂量约为  $1.71 \times 10^{-4}$ mSv，机房正下方医技楼三楼康复科诊疗室受照剂量低  $1.03 \times 10^{-3}$ mSv，该值远低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv，由于评价范围内其他保护目标距离相较更远，推断其他保护目标年受照剂量也低于管理限值 0.25mSv。所以项目评价范围内保护目标均低于管理限值 0.25mSv，符合要求。

除操作本项目设备外，部分人员可能还操作其他射线装置，由于具体人员未定，叠加现有个人剂量最大检测值后，该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。另外，项目周围还有另一台 III 类射线装置使用，通过其辐射环境监测报告可知该设备对周围公众可达位置未出束状态与出束状态测值相差不大且与环境背景水平相当，故忽略其对公众可能造成的附加剂量影响。

根据类比和预测分析，两种预测模式下，预测结果接近，预测辐射工作人员年剂量结果可信。项目拟建 DSA 造成的辐射环境影响满足职业人员个人受照射剂量管理限值 5mSv/a，公众受照剂量 0.25mSv/a 的要求。项目建成运行后，评价范围内公众、职业人员和保护目标年有效剂量满足管理限值要求。

(2) 根据管理限值要求，环评提出对于介入手术工作人员 1 年内在最多可做的手术台数及曝光时间的限值要求，供院方管理进行参考，鉴于预测可能存在的误差及实际工作中的交叉操作，辐射工作人员每人需配备个人剂量计，定期送检；同时，配合个人剂量报警仪，根据实际检测结果为准，保障职业人员照射剂

量在管理限值内。

### **13.1.9 运营期其他环境影响结论**

项目运行不产生放射性废水、放射性废气及放射性固废。

DSA 运行时产生少量的臭氧和氮氧化物，项目射线装置曝光时间较短，臭氧及氮氧化物产生量较少，项目 DSA 机房依托手术区域通排风系统，通风量为 400m<sup>3</sup>/h，采取连续通风换气后，DSA 产生的臭氧及氮氧化物对环境影响较小。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，排放口不位于人群密集区域，外排后通过稀释扩散对环境影响较小。

本项目主要噪声源是通排风系统风机，风机位于顶层，并采取减震措施，因此，经距离衰减、物体阻挡及吸声后，设备工作时噪声值符合国家质量标准要求，项目不会对周围声环境产生明显影响。

DSA 采用数字成像，无须胶片冲洗，不产生显影、定影废物。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，采用专门的收集容器收集后，转移至污物间暂存。按照普通医疗废物执行转移联单制度，依托医院医疗废物管理制度、设施，并委托版纳州金盛医疗废物处置有限公司签署协议统一处置。

在介入手术过程会产生少量的废水，医务工作人员盥洗如厕等也会产生一定量污水。项目将通过大楼污水管道接入医院医疗废水收处系统，依托医院医疗废水处理站进行处理，达标排放。

### **13.1.10 事故状态下辐射环境影响分析结论**

对照《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），职业管理限值为 20mSv/a，公众管理限值为 1mSv/a，设置情景下，DSA 误照射未造成公众超剂量照射。但通过分析，依然存在超剂量照射可能，按《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订）中规定判断，属一般辐射事故。为防止其他可能的辐射事故，建设单位制定了辐射事故应急预案，各种辐射防护设施（措施）较齐全，效能基本可满足辐射防护要求，医院制定的各种安全管理制度较全面，按评价要求完善各操作规程和制度后，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。

### 13.1.11 从事辐射活动能力评估

对照《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》中关于建设单位使用射线装置应具备的条件要求。分析认为，南华县人民医院具备使用Ⅱ类射线装置 DSA 的能力。

### 13.1.12 项目建设的环保可行性总结论

本项目符合国家产业政策，本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；新建 DSA 手术室设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的防护要求；通过预测，正常工况下，设备运行对周围保护目标的辐射影响满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《云南省环境保护局关于〈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）中对职业人员及公众照射的要求，其他污染物环境影响可接受；南华县人民医院具有对新增数字减影血管造影系统（Artis zee III ceiling 型）DSA 的使用和管理能力。只要严格按照“三同时”要求，落实本报告提出的各项污染控制措施条件下，从环境保护和辐射安全的角度项目可行。

## 13.2 建议和承诺

### 13.2.1 承诺

为了保护环境、保障人员健康，南华县人民医院承诺：

（1）遵守辐射安全与辐射环境保护的法律、法规，执行有关技术要求，完善管理制度，落实管理责任。

（2）严格按照《辐射安全许可证》中规定的范围和种类开展核技术医疗活动。

（3）新增的从事辐射工作的人员参加辐射安全与防护培训班学习，持证上岗。

（4）加强内部监督管理，并接受生态环境部门的监督检查。

（5）项目实施后按照国家相关法律法规尽快进行验收。

（6）设备应在环评工作符合条件下运行，如果工作量大幅增加，应先对辐射防护效果进行评估，在辐射防护满足相关管理要求的前提下才能确定实施。

（7）严格遵守 DSA 操作规程，加强门灯连锁装置维护，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。

(8) 应对涉及射线人员辐射安全教育纳入医院的日常计划之中，按照生态环境主管部门的要求，医院必须对从事放射工作的人员进行辐射防护相关知识的培训，定期对工作人员进行安全教育，提高安全意识，减少人为因素导致意外照射事故的发生。

(9) 对辐射环境检测过程中接近于标准限值的设备区域进行复测，并采取完善机房门的辐射防护效果。

(10) 定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前上报生态环境主管部门。

(11) 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。

### **13.2.2 建议**

(1) 在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

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

(3) 不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。

(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。

### **13.3 项目竣工验收检查**

项目投入运行后，建设单位应当根据《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，建设单位不具备验收监测报告能力的，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。

建设单位应公开建设项目相关信息，向所在地县级以上生态环境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。

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。

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”检查内容见表 13-1。

**表 13-1 项目竣工环境保护验收一览表**

项目		验收内容	备注
程序合法性	环保手续	项目环评批复	
工程变动核查	建设地点、设备型号及参数、机房情况等	建设地点位于医技楼四楼，使用设备为西门子 Artix zee III ceiling DSA，设备额定管电压为125kV，额定管电流为1000mA，数量为1台， DSA机房净尺寸为L <sub>长</sub> 7.4m×W <sub>宽</sub> 5.4m×H <sub>高</sub> 2.6m。	对照环评及批复内容进行核查
辐射防护设施与运行情况	屏蔽设计	不破坏建筑外墙，对窗户进行封闭；四周墙体，墙体采用 240mm 实心砖墙+内侧加 20mm 厚的硫酸钡防护涂料板，综合具有约 4.5mm 铅当量的辐射防护水平； 机房顶面，机房所在三层与四层间有 12cm 厚混凝土楼板，在机房顶面安装 3mm 铅板，综合具有 4.7mm 铅当量的辐射防护水平； 机房地面，四楼与三楼间有 12cm 厚混凝土楼板，机房正地面加 4cm 硫酸钡水泥，综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平； 防护门，内夹 3.5mm 铅板，具有 3.5mm 铅当量的辐射防护水平进行防护； 观察窗，采用20mm厚铅玻璃，具有4.3mm铅当量的辐射防护水平进行防护。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)规定；隐蔽工程需拍照留证
	废气治理	DSA机房采用独立的通排风系统，通风量为 400m <sup>3</sup> /h。	符合使用要求
	个人防护用品	工作人员铅衣、铅帽、铅围裙、铅手套、铅眼镜、铅围脖各 5 套；受检者铅衣、铅帽、铅围脖各 5 件，铅方巾 5 块，防护水平≥0.5mm 铅当量。 铅防护屏、床侧防护帘、床侧防护屏、移动防护屏若干，防护水平≥0.5mm 铅当量。	符合使用要求
	监测用品	X-γ 辐射监测仪1台，个人剂量报警仪1台，涉及的工作人员均配备个人剂量计。	符合使用要求
	警示标志	电离辐射警示标志4处，控制区警示标志，监督区标牌警示标志、控制区警示标志，监督区标牌、警示带、地标等措施。	安装标示

	安全装置	门灯联锁装置及工作状态指示灯4套、DSA手术室紧急止动开关2套、视频监控及对讲系统1套。	符合使用要求
	物资准备	应急、救助物资准备。	符合使用要求
	隐蔽工程	对隐蔽工程应在施工过程中拍照留证	
规章制度	辐射安全管理制度	应急响应程序、辐射安全防护管理制度、操作规程等制度上墙；制定监测方案、监测仪表使用与校验管理制度和辐射工作人员个人剂量管理制度等。	完善医院相关规章制度，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。
验收监测	X- $\gamma$ 辐射剂量率	机房操作人员位、防护门及缝隙处、控制室、操作台及机房屏蔽墙外各点位 X- $\gamma$ 辐射剂量率。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)规定

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公 章  
年 月 日

审批意见：

经办人：

公 章  
年 月 日