

核技术利用建设项目

会泽县中医医院新增移动式C形臂X射线机核技术应用项目环境影响报告表

建设单位名称： 会泽县中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）： 唐开成 

通讯地址： 会泽县金钟镇通宝路 771 号

邮政编码： 654299 联系人： 吕锡惠

电子邮箱： _____ 联系电话： 1 8



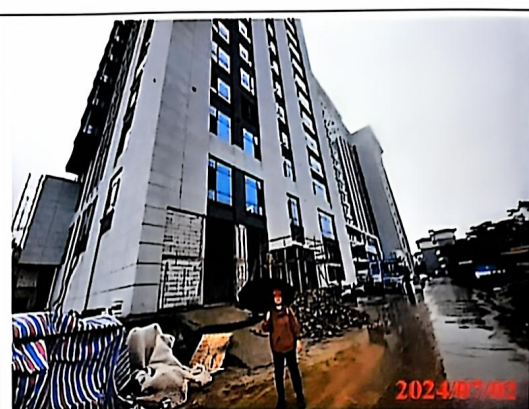
编制单位和编制人员情况表

项目编号	6u87jo		
建设项目名称	会泽县中医医院新增移动式c形臂X射线机核技术应用项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	 会泽县中医医院		
统一社会信用代码	125303264318324157		
法定代表人（签章）	唐开成		
主要负责人（签字）	唐开成 		
直接负责的主管人员（签字）	唐开成		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	 云南崇皓环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91530112MA6PLK1J16		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
杨歌	07355343506530366	BH014974	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨歌	项目基本情况、工程分析与源项、评价结论与建议、评价依据	BH014974	
杜俊	辐射安全和防护、环境影响分析、环境质量和辐射现状、辐射安全管理	BH015398	
胡丹	放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物、保护目标及评价标准	BH035414	





项目所处的住院综合楼



项目所处的住院综合楼



项目区南面院内道路、锅炉房、学员宿舍楼



项目区东面拟建传染楼



项目区北面道路、景观绿化带



项目拟建区现状



本项目拟建手术室上方4楼设备摆放区



本项目拟建手术室下方2楼透析治疗区



目 录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 13

表 3 非密封放射性物质 13

表 4 射线装置 13

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 15

表 6 评价依据 16

表 7 保护目标与评价标准 19

表 8 环境质量和辐射现状 24

表 9 项目工程分析与源项 30

表 10 辐射安全与防护 37

表 11 环境影响分析 48

表 12 辐射安全管理 84

表 13 结论与建议 96

表 14 审批 104

附表：

附表 1：三同时措施一览表

附表 2：基础信息表

附件：

附件 1：委托书

附件 2：事业单位法人证书

附件 3：移动式 C 形臂 X 射线机装置技术信息

附件 4：工作人员配备情况

附件 5：辐射安全许可证

附件 6：医院不动产权证

附件 7：医院相关环评批复

附件 8：项目辐射现状本底监测

附件 9：铅玻璃检测报告

附件 10：类比监测报告

附件 11：医疗废物处置服务合同

附件 12：辐射安全管理制度

附件 13：2023 年年度评估报告

附件 14：两级审核表及项目进度表

附件 15：技术咨询合同

附件 16：技术评估专家组意见

附件 17：技术评估会议专家签到表

附件 18：技术评估会议专家组意见修改对照表

附图：

附图 1：本项目地理位置图

附图 2：医院平面布置及评价范围图

附图 3：住院综合楼 3 楼平面布置图

附图 4：住院综合楼 2 楼平面布置图

附图 5：住院综合楼 4 楼平面布置图

附图 6：项目总平面布置图

表 1 项目基本情况

建设项目名称	会泽县中医医院新增移动式 C 形臂 X 射线机核技术应用项目				
建设单位	会泽县中医医院				
法人代表	唐开成				
注册地址	会泽县金钟镇通宝路 771 号				
项目建设地点	会泽县金钟镇通宝路 771 号会泽县中医医院住院综合楼 3 楼介入手术室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资	1275 万元	项目环保投资	90 万元	投资比例（环保投资/总投资）%	7.06
项目性质	☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它				
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V		
		☐ 使用	☐ I（医疗使用） ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V		
	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 ☐ III		
		☐ 销售	☐ II ☐ III		
		☒ 使用	☒ II ☐ III		
	其他	/			
项目概述 1、建设单位简介 会泽县中医医院始建于 1957 年 3 月，是全省建院最早的县级中医医院。2009 年在有关部门的大力支持下，开始筹建新中医医院，经过几年的努力，于 2012 年 12 月医院整体搬迁至会泽县通宝路 771 号。2018 年 3 月购置云南驰宏锌股份有限公司会泽分公司综合业务办公区作为医院的业务用房。目前医院占地面积约 122 亩，业务用房 27620 平方米，根据建设的先后可将院区划分为新院区及老院区，其中老院区位于东侧，新院区位于西侧，老院区与新院区中间隔有景观绿化区，两个院区间有道路相通。于 2014 年 6 月 20 日被正式授予二级甲等中医医院。					

2021 年 8 月，会泽县中医医院委托编制完成了《云南省曲靖市会泽县中医医院业务楼建设项目环境影响报告表》，并于 2021 年 10 月 8 日取得了曲靖市生态环境局会泽分局下发的《关于云南省曲靖市会泽县中医医院业务楼建设项目环境影响报告表的批复》，曲环会审[2021]27 号）。现阶段“会泽县中医医院业务楼建设项目”正在建设中，本项目涉及的住院综合楼，依托的医院污水处理站、医疗废物暂存间等设施均包含在该工程建设内容中。本项目利用医院建好后的住院综合楼 3 楼医疗用房进行防辐射装修后布置两间介入手术室及配套辅助用房，新增 2 台移动式 C 形臂 X 射线机。

2、任务由来

为提高医疗技术水平，满足群众的就医检查需求，根据医院规划，医院将新建的住院综合楼 3 楼相邻的 7 号、8 号手术室及配套辅助用房进行防辐射装修后，新增两台移动式 C 形臂 X 射线机。根据《关于发布<射线装置分类>的公告》，用于心血管介入术、外周血管介入术、神经介入术等的 X 射线装置，以及含具备数字减影（DSA）血管造影工程的设备属于血管造影用 X 射线装置，属于 II 类射线装置。

为加强核技术应用医疗设备的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保相关医疗设备的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，同时也为了给辐射安全许可证办理提供依据。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》、《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规要求，该两台移动式 C 形臂 X 射线机的建设须进行环境影响评价，编制环境影响评价文件。

根据中华人民共和国生态环境部第 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)，本项目属于“五十五、核与辐射”中“第 172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置的，应编制环境影响报告表”。

我公司接受会泽县中医医院的委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成《会泽县中医医院新增移动式 C 形臂 X 射线机核技术应用项目环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

3、建设项目概况

（1）项目名称：会泽县中医医院新增移动式 C 形臂 X 射线机核技术应用项目

(2) 建设单位：会泽县中医医院

(3) 建设性质：新建

(4) 建设地点：会泽县金钟镇通宝路 771 号会泽县中医医院住院综合楼 3 楼介入手术室。

4、建设内容及规模

本项目 2 台移动式 C 形臂 X 射线机均布置于会泽县中医医院新建的住院综合楼 3 楼，总占地面积 101m²，主要含介入手术室 2 间、控制室 1 间、手术室前室 1 间。本项目医生通道、病人通道、污物通道、医护人员换鞋间、更衣室及卫生间、办公室、值班室、一次性物品间、无菌物品间、无菌器械间、换车间、谈话间、预麻复苏间、污物暂存间位于本楼层，与其他手术室共用。其中医护人员由项目区北侧医护通道进入，经换鞋间、医护通道、更衣室、洁净通道后进入 2 台移动式 C 形臂 X 射线机介入手术室、控制室；病人由项目区西北侧患者通道进入介入手术室，术后原路返回；术后污物由项目区南侧的污物通道门离开，绕行至项目区北侧污物暂存间，最终通过污物电梯离开。本项目所在住院综合楼共 16 层（地上 15 层，地下 1 层）。拟配备的两台移动式 C 形臂 X 射线装置型号，其中一台型号为 GE OEC Fluorostar，最大管电压为 110kV，最大管电流为 250mA；另一台型号为 GE OEC One CFD，最大管电压为 110kV，最大管电流为 250mA，两台移动式 C 形臂 X 射线装置均属于 II 类射线装置。

医院将新建的住院综合楼 3 楼相邻的 7 号、8 号手术室及配套辅助用房进行防辐射装修后用于安置本项目，现项目尚未进行改造。本项目所产生废水与固废均依托医院已建的环保措施进行处理。项目建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目建设内容

工程类别	工程名称	工程内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	运行期
主体工程	介入手术室	将新建的住院综合楼 3 楼相邻的 7 号、8 号手术室及配套辅助用房进行防辐射装修后，新增两台移动式 C 形臂 X 射线机。其中 1 间手术室内设置一台 GE OEC Fluorostar 型移动式 C 形臂 X 射线机，最大管电压为 110kV，最大管电流为 250mA；另 1 间手术室内设置一台 GE OEC One CFD 型移动式 C 形臂 X 射线机，最大管电压为 110kV，最大管电流为 250mA，新增的两台移动式 C 形臂 X 射线机均属于 II 类射线装置。 (1) 1#介入手术室 拟建的 1#介入手术室净空面积为 27.85m²，长×宽×高=6.65m×4.20m×3.2m。 墙体：四周墙体采用 50mm×50mm 镀锌方管龙骨	施工废水、扬尘、建筑垃圾、装修废气、施工机械噪声等以及安装调试中的噪声、包装废物、X 射线、臭	X 射线、少量臭氧及氮氧化物、生活垃圾、医疗废物、生活污水、医疗废水等。

		+1.2mm 厚电解钢板+3mm 厚铅板满铺, 综合防护水平折合 3.0mm 铅当量。 屋顶: 120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层, 综合防护水平折合 3.46mm 铅当量。 地面: 120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层+2.0mm 厚进口橡胶地板, 综合防护水平折合 3.46mm 铅当量。 防护门(3套): 控制室防护门(1套, 为推拉门)、患者通道防护门(1套, 为平开门)、污物通道防护门(1套, 为推拉门)均为 50mm 厚的防护铅门, 内置 3mm 铅板, 综合防护水平折合 3.0mm 铅当量。 观察窗: 位于手术室东侧墙体(长 1.0m、高 0.8m), 采用 20mm 厚铅玻璃, 综合防护水平折合 4.0mm 铅当量。 操作位: 床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平, 防护屏蔽吊架铅板具有 0.5mm 铅当量防护水平。 (2) 2#介入手术室 拟建的 2#介入手术室净空面积为 40.17m², 长×宽×高=7.0m×5.75m×3.2m。 墙体: 四周墙体采用 50mm×50mm 镀锌方管龙骨+1.2mm 厚电解钢板+3mm 厚铅板满铺, 综合防护水平折合 3.0mm 铅当量。 屋顶: 120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层, 综合防护水平折合 3.46mm 铅当量。 地面: 120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层+2.0mm 厚进口橡胶地板, 综合防护水平折合 3.46mm 铅当量。 防护门(3套): 控制室防护门(1套, 为推拉门)、患者通道防护门(1套, 为平开门)、污物通道防护门(1套, 为推拉门)均为 50mm 厚的防护铅门, 内置 3mm 铅板, 综合防护水平折合 3.0mm 铅当量。 观察窗: 位于机房西侧墙体(长 1.0m、高 0.8m), 采用 20mm 厚铅玻璃, 综合防护水平折合 4.0mm 铅当量。 操作位: 床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平, 防护屏蔽吊架铅板具有 0.5mm 铅当量防护水平。	氧及氮氧化物	
辅助工程	控制室	项目共设置有 1 间控制室, 有效使用面积 16.94m ² , 长×宽×高=7.55m×2.20m×3.20m。本项目 1#介入手术室及 2#介入手术室共用 1 间控制室, 控制室内设置有 2 个操作台, 分别操控两间手术室内的移动式 C 形臂 X 射线装置。		生活垃圾
	其他辅助用房	手术室前室布置于 2#介入手术室东侧, 建筑面积 14.04m ² 。		
	通风系统	本项目介入手术室内采用上进下排的通风系统。两间介入手术室进风管道均由上一楼层换气空调引入, 进风口位于机房中部吊顶处; 1#介入手术室排风口设于介入手术室西侧墙上; 2#介入手术室排风口设于介入手术室北侧墙上, 排风口离地约 0.2m 处, 排风管最终接入住院综合楼排风管中, 最终于住院综合楼楼顶排放, 进风量及出风量为 1200m ³ /h。通风管道需		噪声

		穿墙体,采取对穿介入手术室墙体的坑洞及外伸 1m 的管道采用 3mm 铅皮包裹进行屏蔽补偿,开口四周可能存在缝隙,缝隙采用硫酸钡涂料进行填充,并采用 3mm 铅皮对风管与墙面防护层搭接,搭接长度为 30cm,经过铅皮等防护措施处理后,能够有效防止射线直接从风管照射出机房。		
	电缆系统	项目控制电缆从设备基座下方设置电缆沟(200mm 宽×80mm 深),1#介入手术室电缆沟从手术室东侧中部水平倾斜 45 度穿过屏蔽墙进入控制室;2#介入手术室电缆沟从手术室西侧中部水平倾斜 45 度过屏蔽墙进入控制室。穿墙位置从介入手术室 300mm 处至控制室 300mm 处电缆沟顶部铺设一层 3mm 厚铅皮,上方再用 5mm 厚钢板做盖板,穿墙弯折部分电缆外用 3mm 铅皮包裹电缆,其余空间使用硫酸钡填充,并增设错位铅板屏蔽。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。		/
公用工程	供水	供水依托医院供水设施接入	/	/
	供电	供电依托医院供电设施接入	/	/
	通道	每间介入手术室分别设置有医护人员通道、患者通道、污物通道	/	/
环保工程	生活污水、医疗废水	项目生活污水及医疗废水依托医院已建的处理规模为 200m ³ /d 的污水处理站进行处理,处理达标后的废水排入城市管网,最终排入会泽县污水处理厂。	/	/
	医疗废物	本项目医疗废物采用专门的收集容器收集后,转移至医院拟建的医疗废物暂存间,定期交由曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司清运处置。	/	/
	生活垃圾	本项目工作人员产生的生活垃圾集中收集后依托医院生活垃圾收集系统统一清运。	/	/

5、设备情况

表 1-2 项目射线装置主要技术参数

序号	设备名称	数量	规格(型号)	生产厂家	主要技术参数		出束方向	用途
					最大管电压	最大管电流		
1	移动式 C 形臂 X 射线机	1 台	GE OEC Fluorostar	北京通用电气华伦医疗设备有限公司	110kV	250mA	由下往上	影像诊断和介入治疗
2	移动式 C 形臂 X 射线机	1 台	GE OEC One CFD	北京通用电气华伦医疗设备有限公司	110kV	250mA	由下往上	影像诊断和介入治疗

根据医院提供的资料,本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机由医院设备科负责管理,使用科室为影像科、外科及骨科,每个科室设置 2 个医疗组,设备拟使用情况见表 1-3、表 1-4。

表 1-3 项目射线装置拟使用情况

设备	科室	单台手术 平均时间 (h)	单台手术平均曝光 时间 (min)		年手术台 数 (台)	年出束时间 (h)	
			减影	透视		减影	透视
1#介入手 术室	影像科	1.5	0.5	10	300	2.5	50
	外科	1.5	0.5	10	150	1.25	25
	骨科	2.0	0.5	12	150	1.25	30
	小计	/	/	/	600	5	105
2#介入手 术室	影像科	1.5	0.5	10	300	2.5	50
	外科	1.5	0.5	10	150	1.25	25
	骨科	2.0	0.5	12	150	1.25	30
	小计	/	/	/	600	5	105
合计		/	/	/	1200	10	210

表 1-4 射线装置拟运行情况

设备名称	减影		透视	
	实际运行时管 电压 (kV)	实际运行时管电 流 (mA)	实际运行时管电 压 (kV)	实际运行时管电 流 (mA)
GE OEC Fluorostar 型移动式 C 形臂 X 射线机	60~80	180~210	55~70	5~12
GE OEC One CFD 型移动式 C 形臂 X 射线机	60~80	180~210	55~70	5~12

6、项目工程进度一览表

本项目工程进度见表 1-5。

表 1-5 工程进度一览表

项目 内容	本项目方 案制定	施工图设计	环评、预评与控 评等	主体工程施工	设备调试	自主竣 工验收
完成 单位	建设单位	施工 单位	环评单位等	施工单位	设备 单位	建设 单位
时间 安排	2024 年 4 月	2024 年 5 月	2024 年 6 月 ~2024 年 9 月	2024 年 10 月 ~2024 年 12 月	2025 年 1 月	2025 年 1 月

7、工作人员及工作制度

本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机由会泽县中医医院设备科负责管理,使用科室有影像科、外科及骨科。

本项目工作人员共 22 人,每个科室成立 2 个医疗组,每台设备配备一个医疗组,其中:影像科医师 4 人、护士 2 人,每个医疗组医师 2 人、护士 1 人;外科医师 4 人、护士 2 人,每个医疗组医师 2 人、护士 1 人;骨科医师 4 人、护士 2 人,每个医疗组医

师 2 人、护士 1 人；另配备技师 4 人。本项目辐射工作人员中 6 名医师为医院现有各科室人员调配（详见附件 4），其余 16 名人员为新增。具体如表 1-6 所示。

表 1-6 项目劳动定员分配表

使用科室	医师	技师	护士	备注
影像科	4	4	2	其中 6 人（潘 石 雷： 桑 兰 王文 由医院现有科室人员调 配，其余为新增辐射工作人
外科	4		2	
骨科	4		2	

移动式 C 形臂 X 射线机操作时所有技师在控制室内操作，医师在机房内负责手术，调配的原有辐射工作人员还操作院内其它射线装置。护士主要负责介入手术前的准备工作及术后患者的监护，曝光时不在机房内停留，不操作射线装置。

根据《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2023 年度）》可知，医院原有辐射工作人员 23 人，其中 3 人通过了国家核技术利用放射安全与防护平台的统一考核，并取得了考核合格证；其余 20 人通过了医院组织的辐射安全与防护自主考核，并将考核成绩单保存留档。根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》(环办辐射函[2019]853 号)和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），医院应尽快组织本项目未取得国家核技术利用放射安全与防护平台考核合格证的辐射工作人员在生态环境部培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn>)上进行报名和培训并进行考核，经考核合格后方可上岗，并定期复训。

8、产业政策符合性

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。

9、项目规划符合性

本项目位于会泽县金钟镇通宝路 771 号会泽县中医医院新建住院综合楼 3 楼介入手术室。根据医院不动产权证（详见附件 6）可知，该用地属于会泽县金钟镇已规划的医疗卫生用地，本项目不涉及新增占地，因此项目符合会泽县金钟镇城市总体规划。

10、项目选址合理性与平面布置合理性分析

(1) 选址合理性分析

会泽县中医医院位于会泽县金钟镇通宝路 771 号，本项目介入手术室和配套用房拟建位置为会泽县中医医院新建住院综合楼 3 楼介入手术室(经度：103.1612402；纬度：26.2428380)。住院综合楼北侧为院内景观绿化带、门诊楼、急诊医技综合楼，距离介入手术室防护墙的距离分别为 28m、105m、109m；西侧为研究生楼，距离介入手术室防护墙的距离分别为 66m；南侧为院内的制剂楼、学员宿舍楼、锅炉房、院外道路，距离介入手术室防护墙的距离分别为 64m、27m、32m、48m；东侧为传染楼，距离介入手术室防护墙的距离为 38m。介入手术室实体防护墙外侧外延 50m 范围除南侧涉及院外的道路，其余三面均为医院内建筑物、道路、停车场、绿化景观带等。本项目 50m 范围之内医院及周围无自然保护区、风景名胜区等环境敏感区。本项目两间手术室紧邻设置于住院综合楼 3 楼东南侧，所处区域相对独立，项目拟建区于本楼层及邻近楼层未紧邻产科、儿科等，本项目介入手术室进行了相应的辐射屏蔽设计，根据表 11 环境影响分析可知，经采取相应防护治理措施后，项目设备电离辐射对周围环境影响较小，选址合理。周边环境关系见附图 2。

(2) 平面布置和人员通道合理性分析

本项目介入手术室拟建位置为新建住院综合楼 3 楼东南侧。介入手术室北侧为清洁通道、换车间、预麻复苏室、一次性物品间、脱包间、无菌物品间、无菌器材间、更衣室、卫生间、室内通道、办公室、配餐间、换鞋间、值班室、电梯间、配电室、楼梯间、室外道路、院内景观绿化带；介入手术室西侧为手术室、谈话间、隔离前室、隔离处置间、家属等候区、ICU 大厅、无菌物品间、治疗室、设备间；介入手术室南侧为污物通道、院内道路、学员宿舍楼、锅炉房、院外道路；介入手术室东侧为手术室前室、标本间、手术室、污物清洗间、石膏间、污物通道、楼梯间、院内道路、传染楼。本项目介入手术室上方 4 楼为设备摆放区（主要摆放换气空调）；下方 2 楼为透析治疗区。医护人员由项目区北侧医护通道进入，经换鞋间、医护通道、更衣室、洁净通道后进入 2 台移动式 C 形臂 X 射线机介入手术室、控制室；病人由项目区西北侧患者通道进入介入手术室，术后原路返回；术后污物由项目区南侧的污物通道门离开，绕行至项目区北侧污物暂存间，最终通过污物电梯离开，区域划分明确。且项目区避开了人群较为集中的区域，所处位置相对独立，医护人员通道、患者通道及污物通道独立设置、有利于病人流

通且避免不同人员的交叉影响。同时，机房采取了有效屏蔽措施后对周围产生的环境影响是可以接受的，因此，项目平面布局合理。住院综合楼 3 楼平面布置图见附图 3、2 楼平面布置图见附图 4、4 楼平面布置图见附图 5。

11、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。

12、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

（1）辐射安全许可证许可核技术应用项目情况

会泽县中医医院于 2023 年 8 月 10 日取得了曲靖市生态环境局最新颁发的辐射安全许可证，证书编号为：云环辐证[02212]，使用种类和范围为：使用Ⅲ类射线装置，有效期至 2025 年 8 月 25 日。会泽县中医医院共分为两个院区（老院区和新院区），本项目位于新院区。目前，会泽县中医医院在用的射线装置共 8 台，全部为Ⅲ类射线装置，其老院区在用射线装置 5 台，新院区在用射线装置 3 台。根据核查，会泽县中医医院在用的射线装置由医院设备科负责管理，在用射线装置种类、数量与辐射安全许可证一致，不存在超辐射安全许可证使用射线装置的情况。体情况见表 1-6。

表 1-6 医院现有核技术一览表

序号	装置名称	数量	规格型号	射线类型	管电压	管电流	使用场所	备注
1	X 射线机图像数字化处理系统	1	Angell-DR	Ⅲ类	150kV	220mA	老院区门诊楼一楼	所有设备均正常使用，且已登记在辐射安全许可证上
2	X 射线计算机断层摄影设备	1	Brilliance CT 16 Slice	Ⅲ类	140kV	500mA	老院区门诊楼一楼	
3	数字化医用 X 射线摄影系统	1	Ysio Max	Ⅲ类	150kV	1000mA	老院区门诊楼一楼	
4	X 射线骨密度检测仪	1	Prodigy Advance	Ⅲ类	76kV	1.5mA	老院区门诊楼一楼	
5	移动式摄影 X 射线机	1	Mobilett Mira Max	Ⅲ类	133kV	450mA	老院区门诊楼一楼	
6	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	1	RCT700-SC	Ⅲ类	90kV	17mA	新院区门诊楼五楼	
7	体外冲击波碎石机	1	HK.ESWL-V	Ⅲ类	100kV	6mA	新院区门诊楼二楼	
8	牙科 X 射线机	1	RAY68 (M)	Ⅲ类	70kV	7mA	新院区门诊楼五楼	

（2）年度监测情况分析

医院每年都委托了有资质的单位对会泽县中医医院已有核技术利用项目的安全和防护状况进行了监测。

2023 年 10 月 26 日云南卓淮检测技术有限公司对会泽县中医医院使用的射线装置进行 X- γ 辐射剂量率监测(监测报告编号分别为：YNZH-BG-FSHJ-[2023]-第 1267 号（详见附件 12），其工作场所的监测结论：在未出束状态，会泽县中医医院在用医用 X 射线装置工作场所 X- γ 辐射剂量率测量值在 0.04 μ Gy/h 之间；在出束状态，会泽县中医医院在用医用 X 射线装置工作场所 X- γ 辐射剂量率测量值在 0.03~0.95 μ Gy/h 之间。工作场所职业人员年有效剂量在 0.004~7.708 μ Sv 之间，低于剂量限值 5mSv，公众人员年有效剂量在 0.001~1.927 μ Sv 之间，低于剂量限值 0.25mSv。会泽县中医医院在用Ⅲ类医用射线装置的正常使用，对职业人员及公众所受附加剂量，满足环境控制目标中的职业照射和公众照射管理限值。

（3）年度评估情况

医院编制了《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2023 年度）》并提交至曲靖市生态环境局，评估结果均满足管理要求。年度评估报告包括基本信息、射线装置台账及年度增减情况、辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度的制定与落实情况、辐射工作人员变动、培训情况、工作场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、核技术利用项目本年度新建、改建、扩建和退役情况、存在的安全隐患及其整改情况。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年度使用射线装置 8 台，在用射线装置未超出现有辐射安全许可证。

③个人剂量档案和职业健康档案齐全。

④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。

⑤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。

⑥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。

⑦环保部门检查过程未发现安全隐患。

经单位自查，2023 年度单位辐射防护工作自查结果良好。原有辐射项目至今未发生过辐射事故及环保投诉。

(4) 会泽县中医医院现有从事辐射工作职业人员 23 人，2023 年新增 5 名辐射工作人员。根据医院放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2023 年度），医院现有辐射工作人员均佩戴了剂量计并定期送检，没有出现个人剂量超标情况。医院现有辐射工作人员 23 人，部分人员通过集中安全与防护培训并取得培训合格证；部分人员由院方自行组织考核，并将考核成绩单保存留档。由于本项目部分医师由医院现有各科室人员调配，因此，后期医院应落实好培训计划，本项目所有辐射工作人员应参加省生态环境厅组织的统一现场考核，并取得成绩合格单后方可操作本项目移动式 C 形臂 X 射线机。当培训有效期即将届满时，及时组织相关人员进行再培训和考核。

(5) 原有辐射项目依托的门诊大楼建设。门诊大楼建设时已配套建设有给排水系统、污水处理系统及相关配套设施，工作人员产生的生活污水和生活垃圾、病人产生的生活污水、手术产生的医疗废物的处理依托门诊大楼的环保措施。工作人员及病人产生的生活污水依托医院已建的污水处理站进行处理达标后排入市政污水管网，最终进入会泽县污水处理厂；生活垃圾由医院现有的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疗废物暂存间，定期交由曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司清运处置。

13、依托工程

本项目利用新建的住院综合楼 3 楼相邻的 7 号、8 号手术室及配套辅助用房进行辐射装修后使用。本项目所有医护人员共计 22 人，其中 6 人由医院现有科室人员调配，其余为新增辐射工作人员。本项目产生的废水主要为职工生活污水及介入手术及器械清洗废水，该部分废水进入医院污水处理站处理达标后，通过市政污水管网排入会泽县污水处理厂。现医院已建有一座处理规模为 200m³/d 的污水处理站，经污水处理站处理后污水质可达《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 预处理标准。医院污水处理站采用“格栅+调节池+A/O+消毒工艺”处理工艺，通过多年运行情况来看，污水处理站出水水质能稳定达标。污水处理站设计处理规模为 200m³/d，现状污水处理量为 90-110m³/d，污水处理能力仍有较大盈余，因此，依托医院污水处理站处理本项目废水是可行的。

本项目产生的医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至医院已建占地 45m² 的

医疗废物暂存间内，医疗废物暂时贮存的时间不超过 2 天，医疗废物暂存间的建设满足《医疗废物管理条例》、《医疗卫生机构医疗废物管理办法》、《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的相关要求，暂存后的医疗废物定期委托曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司清运处置（详见附件 10），曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司具备处置会泽县中医医院所产生医疗废物的相关资质。因此依托医院已有固废处置措施处置本项目医疗废物是可行的。

14、医院原有项目辐射安全许可履行情况及存在的主要问题

经医院自查，2023 年度单位辐射防护工作自查结果良好。

本项目开展前，经现场调查了解，近年来医院运行良好，未受到相关环保投诉，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)	年最大量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
	本项目不涉及								

注:日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机, 包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	移动式 C 形臂 X 射线机	II	1	GE OEC Fluorostar	110kV	250mA	影像诊断和介入治疗	新院区住院综合楼 3 楼介入手术室	新增
2	移动式 C 形臂 X 射线机	II	1	GE OEC One CFD	110kV	250mA	影像诊断和介入治疗	新院区住院综合楼 3 楼介入手术室	新增
	以下空白								

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	

(四) 其他

序号	名称	型号	数量 (台)	主要技术指标	用途	工作场所	备注

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、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m³，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、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》(2015 年 1 月 1 日实施)； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修改实施)； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日实施)； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院第 682 号令，自 2017 年 10 月 1 日起施行； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日修正，自 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》(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)； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 18 号，自 2011 年 5 月 1 日起施行； (8) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》(环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号)，自 2017 年 12 月 6 日起施行； (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(中华人民共和国环境保护部令第 16 号)，自 2021 年 1 月 1 日起施行； (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145 号)； (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)； (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》云南省环境保护局，云环函〔2006〕727 号(2006.12)； (13) 《关于印发<云南省突发事件应急预案管理办法>的通知》云南省人民政府办公厅，云政办发〔2016〕103 号； (14) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》(2022 年版)；
------	--

	(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(中 12 人民共和国生态环境部, 2019 年第 57 号); (16) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日施行; (17) 《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 38 号, 2019 年 10 月 24 日; (18) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 39 号, 2019 年 10 月 25 日; (19) 《生态环境部(国家核安全局)核技术利用监督检查技术程序》(2020 发布版); (20) 《云南省生态环境厅核技术利用监督检查技术程序》(2021 年版) (21) 云南省生态环境厅关于委托开展辐射安全许可的通知, 云环发(2019) 6 号, 2019 年 04 月 25 日; (22) 《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》(2021 年版)。
技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016); (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020); (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021); (5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021); (6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019); (7) 《核技术利用单位辐射事故应急预案的格式和内容》(T/B SRS 052-2021)。
其他	(1) 《电离辐射剂量学》, 李士骏编(原子能出版社, 1986, 第二版); (2) 联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)-2000 年报告; (3) 《辐射防护手册》(第一分册, 李德平、潘自强主编); (4) 《辐射防护手册》(第三分册, 原子能出版社, 李德平, 潘自强);

	(5) 《放射防护使用手册》(赵兰才、张丹峰主编) (6) 建设单位提供资料; ①《委托书》 ②医院提供的其他资料
--	---

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目购入的移动式 C 形臂 X 射线机属于 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）评价范围和保护目标，放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。因此，确定本项目辐射环境影响评价的范围为介入手术室防护屏蔽墙外 50m 的区域。评价范围见附图 2。

本评价关注的评价因子主要为 X 射线，同时兼顾施工期、营运期的废水、废气、噪声、固废分析。

7.2 保护目标

项目评价范围内的主要环境保护目标为职业人员及公众，其中，职业人员主要为移动式 C 形臂 X 射线机配备医护人员，公众人群主要为介入室防护屏蔽墙外 50m 范围内的其他工作人员及公众，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标信息表

保护对象		方位	位置	人数 (人)	与本项目介入手术室防护屏蔽墙最近距离（m）		保护要求
					水平	垂直	
介入手术室	职业人员	介入手术室	本项目介入手术室内	22	0.3	0	5 mSv/a
		两间介入手术室中间	控制室		3	0	
	公众	手术室北侧	清洁通道	流动	3.5	0	0.25 mSv/a
			换车间、预麻复苏室、一次性物品间、脱包间、无菌物品间、无菌器材间、更衣室、卫生间、室内通道、办公室、配餐间、换鞋间、值班室、电梯间、配电室、楼梯间	20	6	0	
			院内道路、院内景观绿化带	流动	28	7.9	
		手术室西侧	手术室、谈话间、隔离前室、隔离处置间、家属等候区、ICU 大厅、无菌物品间、治疗室、设备间	30	4.5	0	
		手术室南侧	污物通道	流动	3	0	
			院内道路	流动	7	7.9	

			学员宿舍楼	50	27	0	
			锅炉房	3	32	4.5	
			院外道路	流动	48	7.9	
		手术室东侧	手术室前室、标本间、手术室、污物清洗间、石膏间	6	4.5	0	
			污物通道、楼梯间	流动	11	0	
			院内道路	流动	17	7.9	
			传染楼	30	38	0	
		手术室下面	透析治疗区	6	0	3.3	
		手术室上面	设备摆放区（主要摆放换气空调）	1	0	3.3	

备注：①移动式 C 形臂 X 射线机配套设施只为开展介入手术服务，在手术期间其他无关人员是不能进入的，介入医务人员术前术后在上述区域活动，手术期间各司其职；因此，本项目控制室、手术前室不作为保护目标。

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）规定：

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv。

第 B1.2 款公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

(2) 行政管理限值

根据《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管

理限值请示>的复函》（云环函[2006]727 号）中的规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一。

本次评价采用行政管理限值，即：

职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a；

公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

（3）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

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 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积（m ² ）	机房内最小单边长度(m)
单管头 X 射线机 a	20	3.5
a 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。		

备注：本项目移动式 C 形臂 X 射线机属于单管头 X 射线机。

6.2X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于下表要求：

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 (mmPb)	非有用线束方向铅当量 (mmPb)
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：本项目移动式 C 形臂 X 射线机属于 X 射线设备。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

6.5X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于

0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅手套，选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏；移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——

注：“——”表示不要求。

（4）非辐射类污染物排放标准

①废气

施工期无组织粉尘排放执行《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，颗粒物 $\leq 1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

②噪声

施工期噪声执行 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》（昼间 $\leq 70\text{dB(A)}$ ，夜间 $\leq 55\text{dB(A)}$ ）。

运营期项目区执行 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》中 2 类标准，（昼间 $\leq 60\text{dB(A)}$ ，夜间 $\leq 50\text{dB(A)}$ ）。

③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，处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中预处理标准后排入市政污水管道。

④固体废物

a、医疗废物

运营期产生医疗废物执行《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》（GB 18597-2023）。

b、生活垃圾

生活垃圾按照《生活垃圾处理技术指南》遵循无害化、减量化、资源化的原则，在厂区内设置垃圾收集点，实行生活垃圾袋装收集和分类收集。

表 8 环境质量和辐射现状**8.1 项目地理位置和场所所在**

会泽县隶属于云南省曲靖市，位于云南省东北部、金沙江东岸、曲靖市西北部，地处东经 103°03'~103°55'、北纬 25°48'~27°04'之间。东邻宣威市、贵州省毕节市威宁县，南与沾益区、昆明市寻甸回族彝族自治县毗邻，西接昆明市东川区、昭通市巧家县，北与鲁甸县接壤。泽县境东西最大横距 84 公里，南北最大纵距 138 公里。会泽县行政面积 5884 平方千米。县城金钟镇，海拔 2120 米，距曲靖市区 245 公里，距省会昆明 210 公里。

本项目位于会泽县金钟镇通宝路 771 号会泽县中医医院住院楼 7 楼介入手术室，项目中心地理坐标为：东经：103°16'12.252"，北纬 26°24'28.301。项目地理位置见附图 1。

8.1.1 空气环境质量状况

本项目位于曲靖市会泽县金钟镇通宝路 771 号，项目区环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。根据《曲靖市环境质量年报（2023 年）》环境空气质量，2023 年，曲靖市主城区环境空气质量自动监测有效天数 365 天，优 181 天，良 174 天，轻度污染 10 天，环境空气质量优良率 97.3%，环境空气质量综合指数 2.70。首要污染物天数为 O_{3-8h} 165 天，PM_{2.5} 16 天，PM₁₀ 11 天，O_{3-8h}、PM_{2.5} 2 天。曲靖市中心城区二氧化硫(SO₂)的平均浓度为 8 μg/m³；二氧化氮(NO₂)的平均浓度为 13μg/m³；可吸入颗粒物（PM₁₀）的平均浓度为 37μg/m³；细颗粒物(PM_{2.5})的平均浓度为 22μg/m³；一氧化碳(CO)的 24 小时平均浓度第 95 百分位数为 0.9mg/m³；臭氧(O₃)日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数为 139μg/m³；全年环境空气质量达标。因此，项目所处区域属于大气达标区。

根据《曲靖市环境质量年报（2023 年）》曲靖市各县市区环境空气质量，2023 年，会泽县环境空气质量自动监测有效天数 365 天，有效天数 364 天，优良 363 天，环境空气质量优良率 99.7%，环境空气质量综合指数 2.43。会泽县二氧化硫(SO₂)的平均浓度为 13μg/m³；二氧化氮(NO₂)的平均浓度为 10μg/m³；可吸入颗粒物（PM₁₀）的平均浓度为 28μg/m³；细颗粒物(PM_{2.5})的平均浓度为 16μg/m³；一氧化碳(CO)的 24 小时平均浓度第 95 百分位数为 1.3mg/m³；臭氧(O₃)

日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数为 $125\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；全年环境空气质量达标。因此，项目所在区域环境空气质量状况良好。

8.1.2 地表水环境质量状况

距离项目区最近的地表水体为西侧约 1634m 处的以礼河，根据《云南省水功能区划》(2014 年修订)，本项目评价区域属于以礼河会泽-巧家保留区，由会泽县毛家村水库坝址至巧家县入金沙江口全长 75.2km，现状水质为Ⅲ类，规划水平年水质目标为Ⅲ类。因此执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类水质标准。

本项目距离最近的国控地表水断面为以礼河国控断面，根据“会泽县水环境质量 2023 年 1 月-2023 年 6 月”检测结果可知，以礼河水质类别为Ⅲ类，水质状况为良好或优，满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准，故判定为地表水环境质量达标区。

8.1.3 声环境质量状况

会泽县中医医院位于会泽县金钟镇通宝路 771 号，区域内噪声源主要为北面通宝路产生的交通噪声，无其他大的噪声源存在。根据《曲靖市环境质量年报（2023 年）》声环境质量，会泽县昼间平均声级值为 52.4dB(A)；夜间平均声级值为 49.8dB(A)，声环境能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准，项目所处区域声环境质量状况良好。

8.1.4 辐射现状

8.1.4.1 项目区域辐射现状

在现场调查期间，评价人员首先根据建设单位工作人员介绍，对照设计图纸，确立了本项目监测方案。2024 年 5 月 17 日云南正毅环境监测有限公司对拟建介入手术室区域辐射环境现状进行了监测，监测期间本项目机房尚未尚未建成，设备尚未安装。

监测环境：天气（阴）；温度（20℃）；湿度（58%）。

监测点位距墙体、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；本底及墙体、门、窗表面监测高度距地面 100cm

监测对象：介入手术室及周边位置。

监测因子：X-γ辐射剂量率。

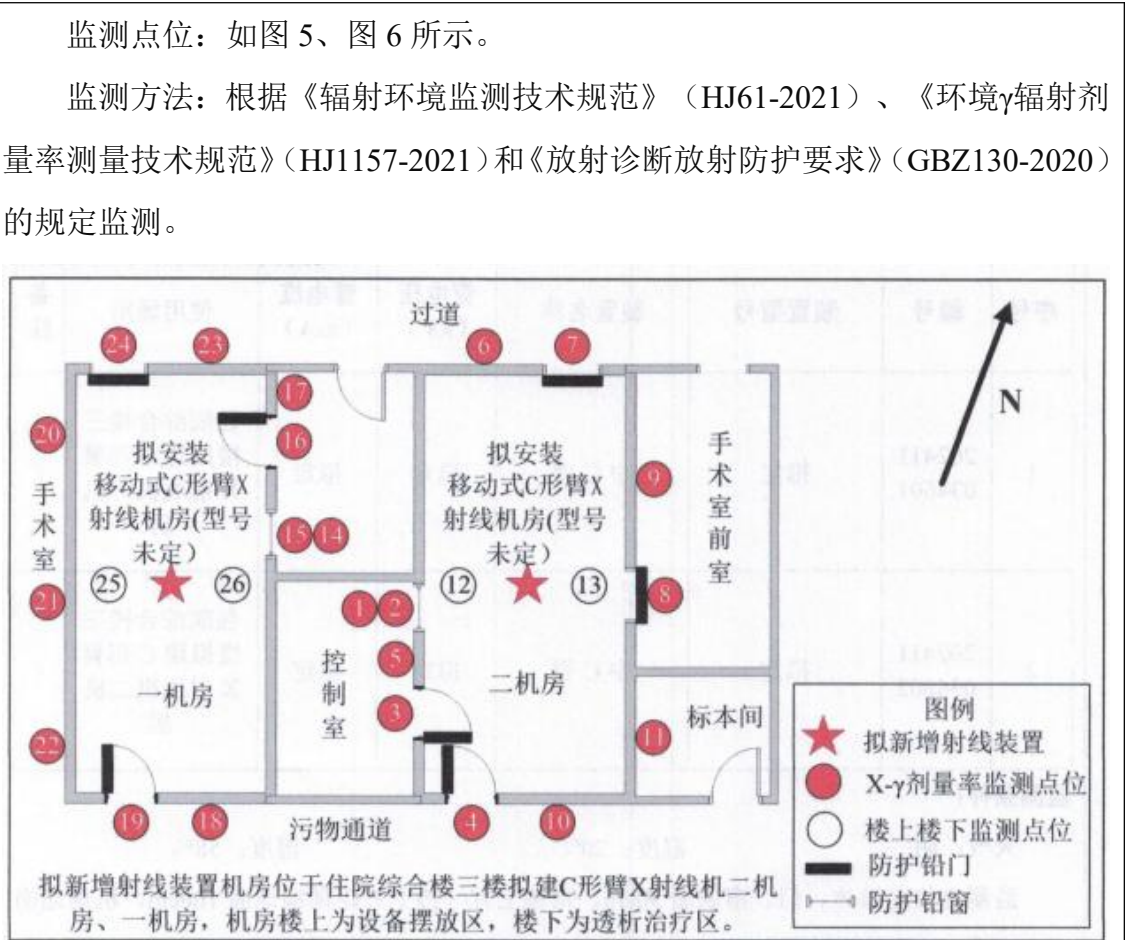


图5 住院楼综合楼3楼项目拟建区监测点位示意图

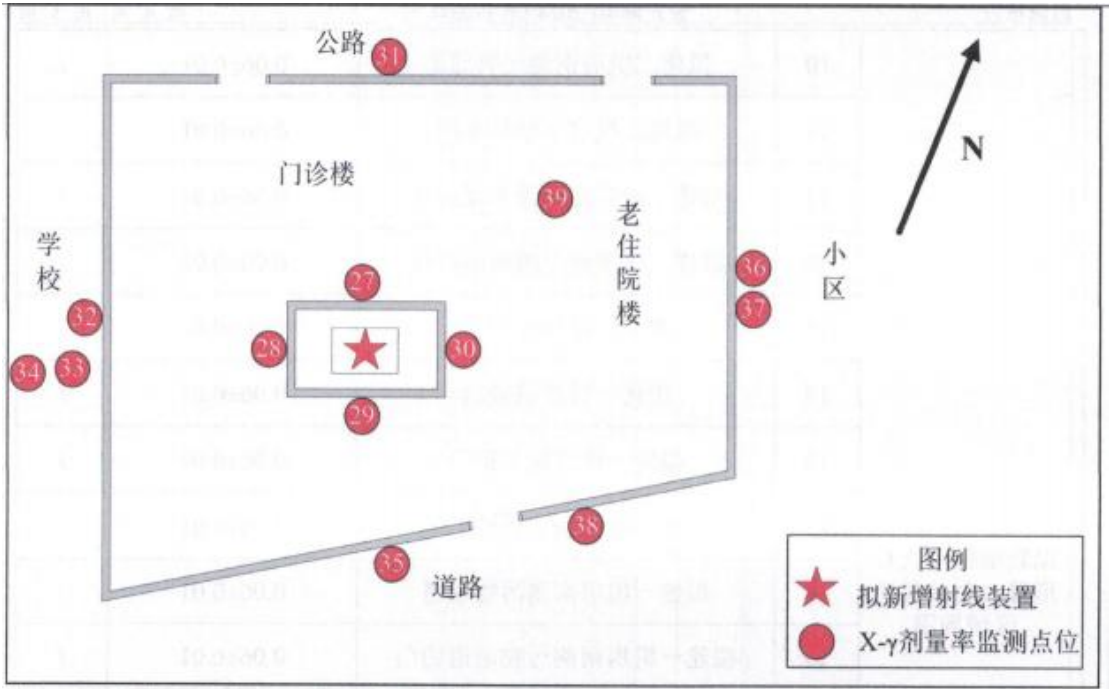


图6 住院综合楼周围监测点位示意图

监测点位合理性分析：本次监测在介入手术室四周、楼上、楼下，项目所在

的住院综合楼四周、院区四周布置了相应的监测点位，上述点位能够反映本项目辐射环境现状水平，因此，监测点位布设合理。

表 8-1 监测仪器

仪器名称及编号	仪器量程	检定/校准证书编号	检定/校准日期	检定/校准单位
BG9521 型便携式 X、γ 辐射周围剂量当量率仪 (2020004#)	0.01-2500μSv/h	2023H21-10-4 908678001	2023 年 11 月 03 日~2024 年 11 月 02 日	上海市计量测试技术研究院

(1) 监测质量保证措施

①本项目监测单位为云南正毅环境监测有限公司，已通过云南省质量技术监督局（CMA 认证），证书编号：202512050115。该公司具有完整、有效的质量控制体系。

②根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

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

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑥根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），监测高度为 1m，合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性，每个测点连续测量 10 次，每次测量时间不小于 10 秒，并读取稳定状态的最大值；

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

⑧监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

(2) 辐射现状监测与评价

为掌握项目所在地 X-γ辐射环境水平，云南正毅环境监测有限公司于 2024 年 5 月 17 日对拟建地的辐射环境本底进行了监测，监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟新增 X 射线机介入手术室及院内区域周围 X-γ辐射剂量率监测结果 单位: $\mu\text{Sv/h}$

监测对象	点位编号	监测点位描述	监测数据 (校正值 $\pm$ 标准差)	备注
			本底值	
拟新增 II 类射线装置机房区域周围	1	拟建二机房操作位	0.06 $\pm$ 0.01	/
	2	拟建二机房铅玻璃	0.06 $\pm$ 0.01	/
	3	拟建二机房医生铅门	0.06 $\pm$ 0.01	/
	4	拟建二机房南侧污物通道铅门	0.06 $\pm$ 0.01	/
	5	拟建二机房铅玻璃右侧	0.06 $\pm$ 0.01	/
	6	拟建二机房北侧过道	0.06 $\pm$ 0.01	/
	7	拟建二机房受检者铅门	0.06 $\pm$ 0.01	/
	8	拟建二房东侧手术室前室铅门	0.06 $\pm$ 0.01	/
	9	拟建二机房东侧手术室前室	0.06 $\pm$ 0.01	/
	10	拟建二机房南侧污物通道	0.06 $\pm$ 0.01	/
	11	拟建二机房东侧标本间	0.06 $\pm$ 0.01	/
	12	拟建二机房楼上设备摆放区	0.06 $\pm$ 0.01	/
	13	拟建二机房楼下透析治疗区	0.06 $\pm$ 0.01	/
	14	拟建一机房操作位	0.06 $\pm$ 0.01	/
	15	拟建一机房铅玻璃	0.06 $\pm$ 0.01	/
	16	拟建一机房医生铅门	0.06 $\pm$ 0.01	/
	17	拟建一机房医生铅门右侧	0.06 $\pm$ 0.01	/
	18	拟建一机房南侧污物通道	0.06 $\pm$ 0.01	/
	19	拟建一机房南侧污物通道铅门	0.06 $\pm$ 0.01	/
	20	拟建一机房西侧手术室左侧	0.06 $\pm$ 0.01	/
	21	拟建一机房西侧手术室中侧	0.06 $\pm$ 0.01	/
	22	拟建一机房西侧手术室右侧	0.06 $\pm$ 0.01	/
	23	拟建一机房北侧过道	0.06 $\pm$ 0.01	/
	24	拟建一机房受检者铅门	0.06 $\pm$ 0.01	/
	25	拟建一机房楼上设备摆放区	0.06 $\pm$ 0.01	/
	26	拟建一机房楼下透析治疗区	0.06 $\pm$ 0.01	/
拟新增 II 类射线装置院内、院外区域周围	27	住院综合楼北侧道路	0.06 $\pm$ 0.01	/
	28	住院综合楼西侧道路	0.06 $\pm$ 0.01	/
	29	住院综合楼南侧道路	0.06 $\pm$ 0.01	/
	30	住院综合楼东侧道路	0.06 $\pm$ 0.01	/
	31	院外北侧公路	0.06 $\pm$ 0.01	/

	32	院外西侧学校内部道路	0.06±0.01	/
	33	院外西侧学校食堂楼梯	0.06±0.01	/
	34	院外西侧学校食堂二楼	0.06±0.01	/
	35	院外南侧道路	0.06±0.01	/
	36	院外东侧小区	0.06±0.01	/
	37	院外东侧小区道路	0.06±0.01	/
	38	院外南侧道路	0.07±0.01	/
/	39	周围环境值（院内中）	0.06±0.01	/

（3）评价结果

由表 8-2 辐射环境本底监测结果可知，本项目 2 间介入手术室拟建区域周围环境（1-26 号监测点）的 X- γ 辐射剂量率为 0.06 μ Sv/h，2 间介入手术室拟建场所周围医院内外环境（27-38 号监测点）的 X- γ 辐射剂量率在 0.06~0.07 μ Sv/h 范围内，与本次监测的医院背景值（39 号监测点）的 X- γ 辐射剂量率 0.06 μ Sv/h 水平相当。根据《云南省环境天然贯穿辐射水平调查研究》第 1 期、第 15 卷表 3 可知，曲靖地区室内 γ 辐射剂量率为 0.0168~0.1638 μ Sv/h。因此，本项目拟建场所及周围环境的 X- γ 辐射剂量率处于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 9.1.1 施工期污染源项描述 一、施工期工艺分析 本项目位于会泽县中医医院住院综合楼3楼介入手术室，根据调查了解，项目依托的污水处理站、医疗废物暂存间等设施已建成并正常运行。本次医院将新建的住院综合楼3楼相邻的7号、8号手术室及配套辅助用房进行防辐射装修后，新增两台移动式C形臂X射线机。本次环评介入时，7号、8号手术室尚未进行辐射防护工程施工及设备安装。预计于2024年10月初开始进行房间防辐射装修，整个工期为3个月。 本项目主要是在建筑内部进行施工，根据设计方案进行水电、通排风等基装，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，然后进行视频、监控、对讲以及联锁装置等安全装置安装，配套用房装修、移动式C形臂X射线机的安装调试等。环评要求：施工单位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。 本项目介入手术室施工流程及产污环节如下图： 图纸设计 介入室装修 场地清理 设备安装、调试 施工废水、扬尘、建筑垃圾、装修废气、施工噪声 噪声、包装废物、X射线、臭氧及氮氧化物
图 9-1 施工期工艺流程及产污环节 二、施工期污染源项分析 (1) 废气 本项目在施工装修阶段会有粉尘及涂料废气产生，其中粉尘主要产生于室内凿电缆沟、通风管道过墙凿洞、四周墙体及顶部装修等过程，由于工程量较小，粉尘产生量较少，且该过程进行洒水抑尘，采取湿式作业，一方面给切割机、电钻降温，一方面减少粉尘产生量，同时将施工场地四周用彩条布围挡，经洒水降尘后的少量扬尘通过门窗自然通风排出室外。根据相关调查，涂料废气中有害气体主要为甲醛、二甲苯和甲苯。该废气的排放属无组织排放，因项目工期短，施工量小，故涂料废气排放量较少。废气通过自然通风排出室外。

(2) 废水

本项目介入手术室和相应配套场所施工量较少，施工期短，施工过程中仅切割机、电钻降温使用少量的水，该部分水最终蒸发不产生废水。项目施工人员仅寥寥几人，所产生的生活污水量很少。施工期间生活污水进入医院污水处理站预处理达标后排入城市管网，最终排入会泽县污水处理厂。

(3) 固体废弃物

①建筑垃圾

建筑固废产生量与施工水平、建筑类型等多种因素有关。项目用房为利用建好后的医务用房装修后使用，因此建筑垃圾主要来自于装修期间开孔、凿沟、装修材料边角料等，根据项目工程特点，项目建筑垃圾产生量很少，均由施工方统一收集后，能回收利用的尽量回收利用，不能回收利用的清运至住建部门指定堆放点。

②生活垃圾

本项目施工量少，施工期短，施工人员数量少，故生活垃圾产生量也很少。生活垃圾经医院已设置的垃圾桶集中收集后交由环卫部门统一清运。

(4) 施工噪声

机房装修时的噪声源主要有电锯、电钻、角磨机、电焊及切割机等，产生的噪声在70dB(A)~95dB(A)之间，项目装修施工均在室内进行，墙体可起到衰减噪声的作用。主要施工机械的噪声源强见表9-1。

表 9-1 主要施工机械设备的噪声声级

序号	施工机械	声级[dB(A)]
1	电锯	70~88
2	电钻	80~85
3	角磨机	90~95
4	电焊机	80~85
5	切割机	90~95

(5) 设备安装调试

本项目移动式C形臂X射线机安装及调试由设备供货方专业人员进行，院方不得自行安装及调试设备。安装调试阶段是在辐射防护施工完成后进行，在此过程中各屏蔽体屏蔽到位，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。设备安装过程中会产生废包装纸/袋、X 射线、微量臭氧及氮氧化物。因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境影响很小。

9.1.2 运营期工艺及污染源项描述

一、运营期设备及工艺分析

(1) 设备参数及使用情况

本项目拟配备 2 台移动式 C 形臂 X 射线机，其中一台型号为 GE OEC Fluorostar，最大管电压为 110kV，最大管电流为 250mA；另一台型号为 GE OEC One CFD，最大管电压为 110kV，最大管电流为 250mA，出束方向为由下往上。使用科室有影像科，用于脑血造影术、全脑血管造影、外周血管造影；外科，用于外周血管介入及综合介入治疗；骨科，用于各种臂丛神经损伤修复术、各种骨折微创内固定术、四肢肿瘤及骨髓炎的诊治、肢体畸形矫正介入治疗。单台移动式 C 形臂 X 射线机年最大拍片时间 5h，年最大透视时间为 105h。

(2) 设备组成

项目介入室拟采用移动式 C 形臂 X 射线机，主要组成包括：C 形臂机架、X 射线高压发生器、X 射线管套、X 射线管、限束装置、影像增强器、移动工作站、附件和选配件等。

(3) 工作原理

C 形臂机是通过电子计算机进行辐射成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来；注入造影剂后，再次成像并转化成数字信号，两次数值相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像，这种图像较以往所用的常规血管造影所显示的图像更清晰、更直观，一些精细的血管结构亦能显现出来。同时，对比度分辨率高，减去血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示。由于造影剂用量小、浓度低、损伤小、较安全，节省胶片使造影价格低于常规造影，通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

(4) 操作流程

①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，手术期间麻醉医师不在手术室内。

②C 形臂 X 射线机在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。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 2 名操作医师位于铅帘后身着铅橡胶围裙（铅衣）、铅橡胶颈套、戴铅橡胶帽子、铅眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，拍片。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

本项目单台移动式 C 形臂 X 射线机的年总出束时间为 110h，其中，拍片操作年出束时间为 5h，透视操作年出束时间为 105h。

二、运营期污染源项分析

项目移动式 C 形臂 X 射线机治疗流程及产污环节示意图 9-2。

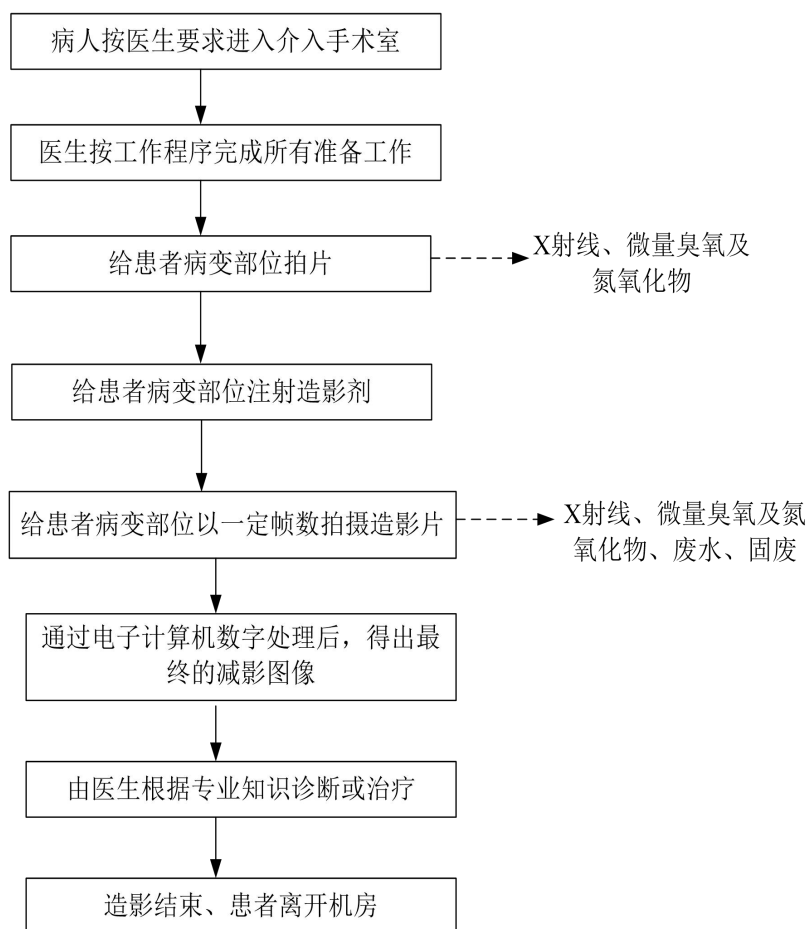


图 9-2 移动式 C 形臂 X 射线机治疗流程及产污环节示意图

根据图 9-2，项目主要污染因子为移动式 C 形臂 X 射线机工作时产生的 X 射线、臭氧及氮氧化物，医护人员产生的生活污水、生活垃圾、治疗过程产生的医疗垃圾、手术及器械清洗时产生少量的医疗废水等。

（1）废气治理措施

本项目运营过程会产生少量的臭氧及氮氧化物，项目两间介入手术室内均设有通风系统，产生的臭氧及微量氮氧化物可通过楼内排风管道引致楼顶排放。

（2）废水治理措施

本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，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/T168-2019），本项目新增医护人员（16 人）生活用水按每人每天 100L 计，则生活用水量为 $1.6\text{m}^3/\text{d}$ ， $400\text{m}^3/\text{a}$ （年工作 250 天），产污系数按 0.8 计，则产生生活污水约 $1.28\text{m}^3/\text{d}$ ， $320\text{m}^3/\text{a}$ ；介入手术的用水量按照“医院—医院门诊— $20\text{L}/(\text{人}\cdot\text{次})$ ”计算，介入手术每年约进行 1200 台，则介入手术用水量为 $0.10\text{m}^3/\text{d}$ ， $24\text{m}^3/\text{a}$ （年工作 250 天），产污系数按 0.8 计，则产生医疗废水约 $0.08\text{m}^3/\text{d}$ ， $19.2\text{m}^3/\text{a}$ 。项目产生的废水进入医院已建污水处理站处理后外排至临近市政污水管网，最终进入会泽县污水处理厂。

（3）固体废弃物治理措施

①本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。

②本项目一台介入手术约产生医疗废物药棉 0.1kg，纱布 0.1kg，手套 0.2kg，两台移动式 C 形臂 X 射线机一年最多 1200 台手术，则一年约产生医疗废物药棉 120kg，纱布 120kg，手套 240kg，总共每年约产生医疗废物 480kg，采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，定期委托曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司清运处理。

③医护人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医护人员生活垃圾产生系数按 $0.5\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{天})$ 计，则本项目职工生活垃圾产生量约为 $1.5/\text{a}$ 。生活垃圾集中收集并交由环卫部门统一清运。本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响

较小。

(4) 噪声治理措施

本项目运营期噪声主要来源于介入手术室房顶的通风系统的风机，机房所使用的风机均为低噪声设备，其噪声值一般低于 60dB(A)。

本项目污染物产排情况详见下表。

表 9-2 项目污染物产生及排放情况一览表

内容 类型		排放源	污染物 名称	处理前产生 浓度及产生 量（单位）	排放浓度及 排放量（单位）
大气 污染 物	施工期	施工场地	粉尘、涂 料废气	少量	洒水降尘、彩条布围挡，加强室内 通风
	运营期	移动式 C 形臂 X 射 线机	臭氧及氮 氧化物	少量	经机房设置的排风管道引至住院 综合楼楼顶排放，经自然稀释后对 环境影响较小。
水污 染物	施工期	施工场地	施工废水	/	施工过程中仅切割机、电钻降温使 用少量的水，该部分水最终蒸发不 产生废水。
		施工人员	生活废水	少量	依托医院已建污水处理站处理后 排入城市管网，最终排入会泽县污 水处理厂。
	运营期	手术及器 械清洗、 医护人员	医疗废 水、生活 污水	339.2m ³ /a	依托医院已建污水处理站处理后 排入城市管网，最终排入会泽县污 水处理厂
固 体 废 物	施工期	施工人员	生活垃圾	少量	经医院设置的垃圾桶集中收集后 交由环卫部门统一清运，处置率 100%。
		施工场地	建筑垃圾	少量	统一收集后，能回收利用的尽量回 收利用，不能回收利用的清运至住 建部门指定堆放点，处置率 100%。
	运营期	医疗废物	废药棉、 纱布、手 套等	0.48t/a	采用专门的收集容器收集后，转移 至医院医疗废物暂存间，定期交由 曲靖银发危险废物集中处置中心 有限公司清运处置，处置率 100%。
		医护人员	生活垃圾	1.5t/a	集中收集并交由环卫部门统一清 运，处置率 100%
噪 声	施工期	施工设备	主要的施工机械噪声，源强为 70~95dB(A)		
	运营期	风机	本项目主要来源于通风系统的风机，其噪声源强一般低于 60dB（A）。		

2、事故状态下的污染源项分析

本项目可能发生的事故情况：

(1) 公众误入或未撤离，在无防护的情况受移动式 C 形臂 X 射线机运行辐射影响；

(2) 术室防护门未关闭，防护门外经过的公众受到移动式 C 形臂 X 射线机运行辐射影响。

(3) 医护人员开展介入治疗时，未使用铅帘遮挡及未穿防护服进行手术操作受到超剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施

10.1.1 辐射防护分区管理

本项目两间介入手术室位于新建住院综合楼 3 楼东南侧，介入手术室的四面及上下房间功能如表 10-1 所示。具体布局见图 10-1 所示。

表 10-1 介入手术室六面房间功能一览表

机房名称	方位	房间功能	备注
介入手术室	东	手术室前室、标本间	/
	南	污物通道	/
	西	其他手术室	/
	北	室内通道（清洁通道）	/
	楼下	透析治疗区	/
	楼上	设备摆放区（主要摆放换气空调）	/

（1）分区依据和原则

本项目两间介入手术室相邻位于新建住院楼综合楼 3 楼东南侧，介入手术室南侧、北侧均为室内通道；东侧为手术室前室、标本间；西侧为其他手术室。本项目介入手术室下方（2 楼）为透析治疗区；介入手术室上方（4 楼）为备摆放区（主要摆放换气空调）。介入手术室与控制室等其他房间分开单独设置。患者、医生及污物设有独立的通道，区域划分明确。

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制区正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。应用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽(包括门锁和连锁装置)限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴

辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本次环评中结合项目平面布局、诊治、辐射防护和环境情况特点，将介入手术室划为控制区，而将控制室划为监督区。控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，移动式 C 形臂 X 射线机处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；在监督区设立警告标识和标牌，仅允许患者和相关医生进入，其余无关人员均不得随意进入。本项目控制区和监督区划分情况见附图 3。

(3) 医患及污物路径

本项目移动式 C 形臂 X 射线机工作区域设有医护人员通道、患者通道及污物通道。医护人员由项目区北侧医护通道进入，经换鞋间、医护通道、更衣室、洁净通道后进入 2 台移动式 C 形臂 X 射线机介入手术室、控制室；病人由项目区西北侧患者通道进入介入手术室，术后原路返回；术后污物由项目区南侧的污物通道门离开，绕行至项目区北侧污物暂存间，最终通过污物电梯离开。医护人员、患者及污物在工作区域的运行线路详见附图 3。

10.1.2 介入手术室辐射屏蔽设计

依据医院提供的介入手术室防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度要求，对本评价项目屏蔽措施进行对照分析。

表 10-2 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房名称	屏蔽体	屏蔽防护设计厚度	总铅当量	标准要求	是否符合要求
	墙体	50mm×50mm 镀锌方管龙骨+1.2mm 厚电解钢板+3mm 厚铅板满铺	3.0mmPb	2.0mmPb	符合
	屋顶	120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层	3.46mmPb	2.0mmPb	符合
	地面	120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层+2.0mm 厚进口橡胶地板	3.46mmPb	2.0mmPb	符合
	防护门（3 套）	50mm 厚的防护铅门，内置 3mm 铅板	3.0mmPb	2.0mmPb	符合
	观察窗	20mm 厚铅玻璃	4.0mmPb	2.0mmPb	符合
2#介	墙体	50mm×50mm 镀锌方管	3.0mmPb	2.0mmPb	符合

手术室		龙骨+1.2mm 厚电解钢板+3mm 厚铅板满铺			
	屋顶	120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层	3.46mmPb	2.0mmPb	符合
	地面	120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层+2.0mm 厚进口橡胶地板	3.46mmPb	2.0mmPb	符合
	防护门 (3 套)	50mm 厚的防护铅门， 内置 3mm 铅板	3.0mmPb	2.0mmPb	符合
	观察窗	20mm 厚铅玻璃	4.0mmPb	2.0mmPb	符合
注：根据医院和施工单位提供的资料，本项目采用的各种防护材料中混凝土密度为 2.35g/cm³，硫酸钡防护涂料密度为 3.2g/cm³，铅板密度为 11.3g/cm³。混凝土，砖根据《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，本项目最大管电压为 110kV，于附录 C 中无对应参数，因此，保守以管电压（有用线束）为 125kV 计，采用附录 C 中的 C.1、C.2 公式进行拟合计算，计算公式如下： 对给定的铅厚度，依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α、β、γ 拟合值按式（C.1）计算屏蔽透射因子 B： $B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (C.1)$ 式中： B——给定铅厚度的屏蔽透射因子； β——铅对不同管电压 x 射线辐射衰减的有关的拟合参数； α——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数； γ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数； X——铅厚度。 b) 依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α、β、γ 拟合值 C.2 公式的 B 值，使用式（C.2）计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X： $X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \dots\dots\dots (C.2)$ 式中：					

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

β ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

表 10-3 铅、混凝土、砖对 125 管电压下 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数

管电压 kV	铅			混凝土			砖		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
125 (主束)	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974	0.02870	0.06700	1.346

已知楼顶及地面为 120mm 厚混凝土，将混凝土的厚度以及相应的 α 、 β 、 γ 拟合值带入 C.1 公式中及可得出相应厚度的屏蔽透射因子（B），将 B 值和铅的 α 、 β 、 γ 拟合值带入 C.2 中可得出不同屏蔽物质的铅当量厚度。

因此可得 120mm 混凝土相当于 1.46mm 铅当量。硫酸钡防护涂料根据《X 射线和 γ 射线防护手册》第 73 页表 10，若按 150kV 条件进行铅当量换算，则 30mm 硫酸钡防护涂料相当于 2.68mm 铅当量。出于保守换算考虑，所以本项目按 75kV 条件下进行换算，30mm 硫酸钡防护涂料相当于 2.0mm 铅当量。

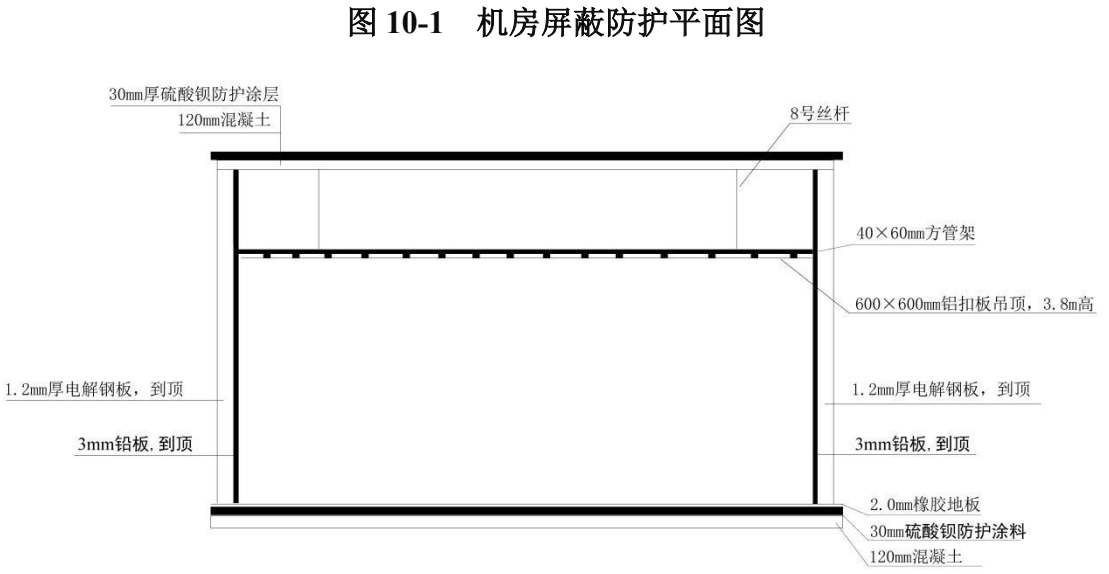
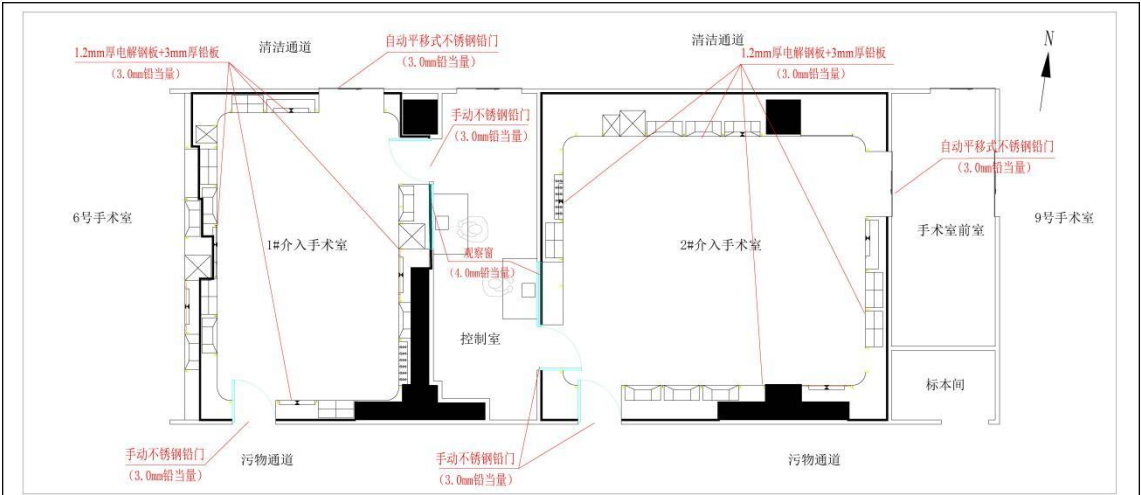
表 10-4 本项目介入手术室规格与标准对照表

机房名称	机房尺寸	有效使用面积/ 最小单边长	标准要求		是否符合 要求
			最小有效使 用面积	最小单边长	
1#介入手 术室	6.65m×4.20m	27.85m ² /4.2m	20m ²	3.5m	符合
2#介入手 术室	7.0m×5.75m	40.17m ² /5.75m	20m ²	3.5m	符合

通过表 10-2~10-4 可知，本项目的两间介入手术室面积、最小单边长度均大于标准要求，其墙体、屋顶、地面、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目两间介入手术室的屏蔽设计的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关防护设施的技术要求。

10.1.3 辐射防护施工工艺

机房防护见图 10-1、10-2。



10.1.4 其他防护措施

X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离辐射源以及进行必要的屏蔽。本项目介入手术室对 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
- 本项目移动式 C 形臂 X 射线机从正规厂家购买，设备本身采取了多种固有安全防护措施：
- ①设备具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；
 - ②采取光谱过滤技术：在 X 射线管头放置合适的铜过滤板，以消除软 X 射线及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；
 - ③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清

晰度，可减少透视剂量；

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留在监视器上显示，即称之为图像冻结，此技术可缩短总透视时间，达到减少不必要的照射；

⑤本项目移动式C形臂X射线机透视开关为常断式，并配有透视限时装置；机房内具有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；

⑥配备个人防护用品和辅助防护设施，配置如下表：

表 10-5 个人防护用品和辅助防护设施配置

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护用品	个人防护用品	辅助防护用品
介入放射学操作	每间介入手术室配备铅橡胶围裙（铅衣）、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜各、铅橡胶手套3套	每间介入手术室配备铅悬挂防护屏、床侧防护屏各1块	每间介入手术室配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各2套	——

注：“——”表示不需要；防护用品铅当量为0.5mmPb。

（2）场所设计安全措施

①介入手术室患者通道防护门外的醒目位置张贴“当心电离辐射”的电离辐射警告标志，并安装醒目的工作状态指示灯，指示灯的灯箱上应设有“射线有害，灯亮勿入”的警示语句。设置门机、门灯连锁装置，指示灯与患者/医护人员进入防护门能有效联动，限制无关人员进入。介入室周边走廊张贴电离辐射危害告知等提示信息；

②控制室设置有观察窗，便于操作人员观察介入室内工作人员、患者状态及防护门开闭情况。诊断床及控制台设置紧急停止按钮；控制台设置对讲装置；诊断床及控制台电源钥匙由专人保管，设置出束声音报警。控制室张贴介入室应急预案等规章制度；

③介入室内布局要合理，应尽量避免有用线束直接照射门、窗和管线口（包括线缆沟、通风管道等）位置和工作人员操作位；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。电缆、管道等穿过介入手术室墙面的孔道应避开有用线束及人员经常驻留的区域，并采用地沟形式；

④患者通道不锈钢铅防护电动平开门设有脚触感应开门装置及自动闭门装

置，且设置防夹装置，工作状态指示灯能与防护门有效关联；医护通道及污物通道为不锈钢铅防护手动推拉门。

⑤本项目辐射工作人员均应配备有个人剂量计，每名医护人员配备2套个人剂量计，并要求在上班期间必须佩戴。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

⑥介入室设置动力通风装置，以保持良好的通风。

⑦配备便携式辐射剂量监测仪，定期对介入室进行巡测并建立监测数据档案。

拟采取的辐射安全措施详见图 10-3。

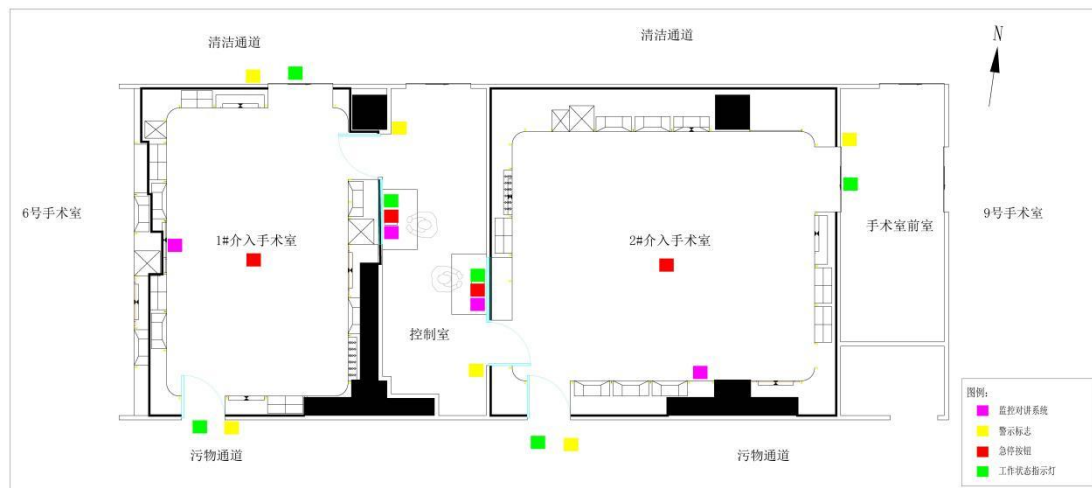


图 10-3 辐射安全措施平面布置图

（3）电缆沟布设

本项目控制电缆从设备基座下方设置电缆沟(200mm 宽×80mm 深)，1#介入手术室电缆沟从手术室东侧中部水平倾斜 45 度穿过屏蔽墙进入控制室；2#介入手术室电缆沟从手术室西侧中部水平倾斜 45 度过屏蔽墙进入控制室。穿墙位置从介入手术室 300mm 处至控制室 300mm 处电缆沟顶部铺设一层 3mm 厚铅皮，上方再用 5mm 厚钢板做盖板，穿墙弯折部分电缆外用 3mm 铅皮包裹电缆，其余空间使用硫酸钡填充，并增设错位铅板屏蔽。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。电缆沟的平面位置和穿墙示意图如图 10-4、10-5 所示。

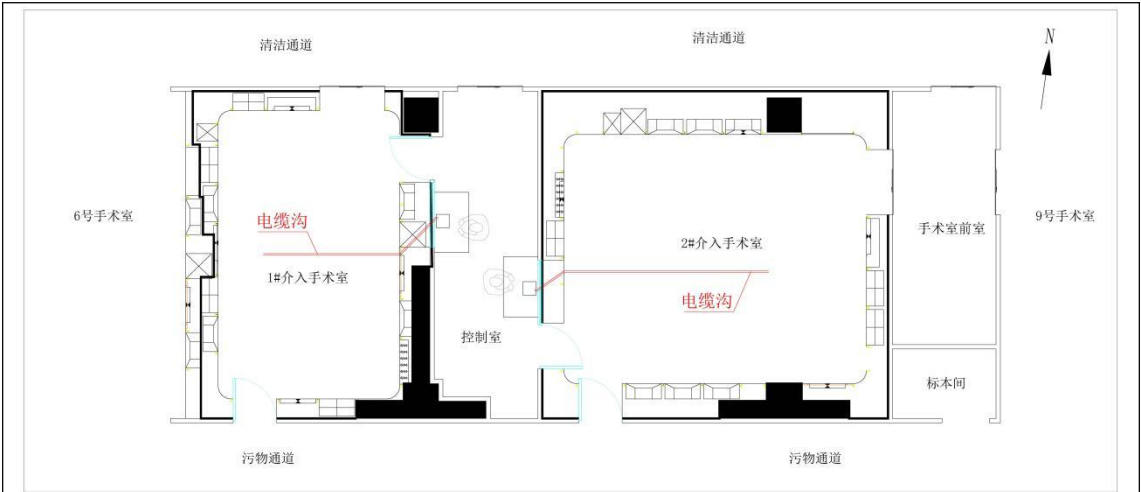


图 10-4 电缆沟平面布置图

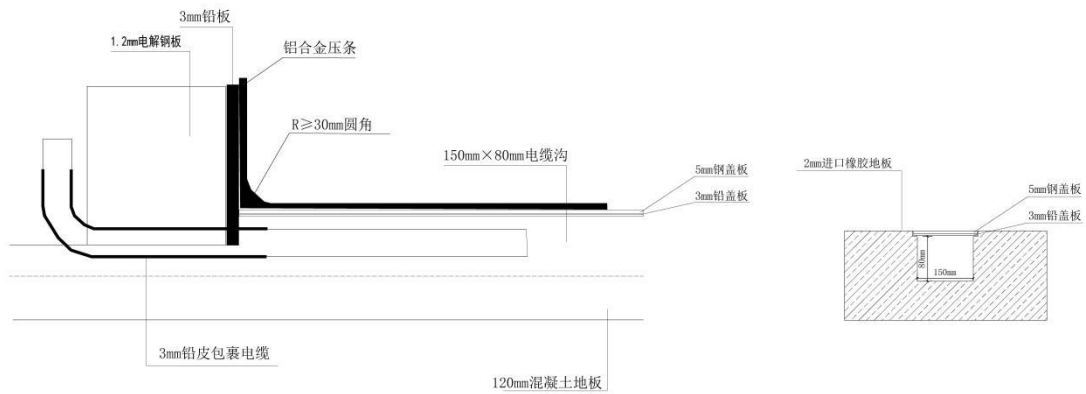


图 10-5 电缆沟设计及穿墙示意图

(4) 通风管道布设

本项目介入手术室内采用上进下排的通风系统。两间介入手术室进风管道均由上一楼层换气空调引入，进风口位于机房中部吊顶处；1#介入手术室排风口设于介入手术室西侧墙上；2#介入手术室排风口设于介入手术室北侧墙上，排风口离地约 0.2m 处，排风管最终接入住院综合楼排风管中，最终于住院综合楼楼顶排放，进风量及出风量为 1200m³/h。通风管道需穿墙体，采取对穿介入手术室墙体的坑洞及外伸 1m 的管道采用 3mm 铅皮包裹进行屏蔽补偿，开口四周可能存在缝隙，缝隙采用硫酸钡涂料进行填充，并采用 3mm 铅皮对风管与墙面防护层搭接，搭接长度为 30cm，经过铅皮等防护措施处理后，能够有效防止射线直接从风管照射出机房。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。

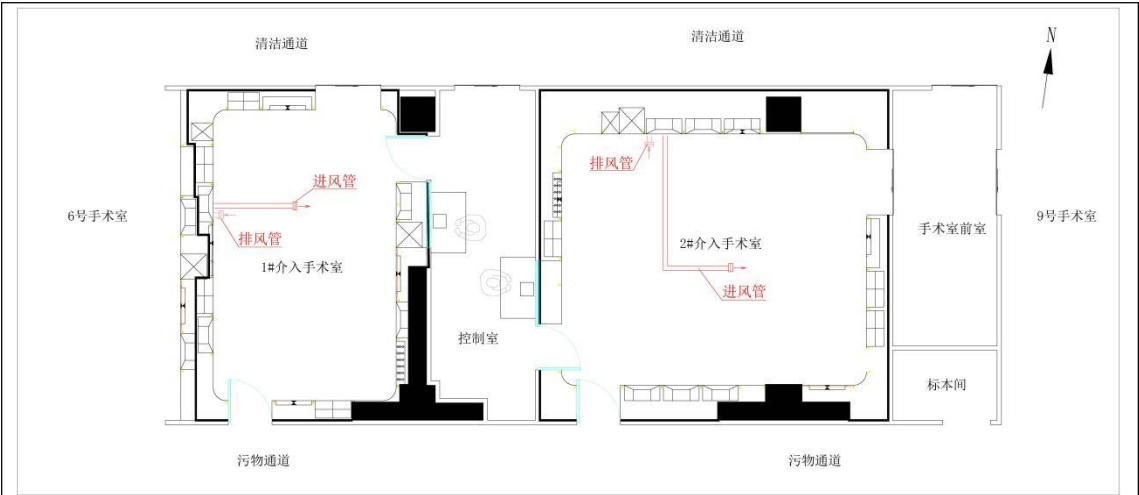


图 10-6 通风管道平面布置图

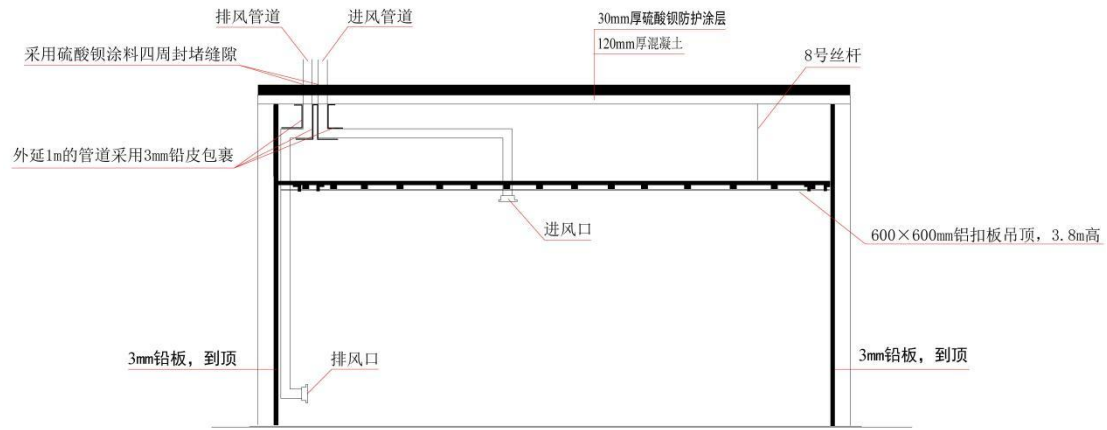


图 10-7 通风管道剖面图

10.2 三废的治理

(1) 废气治理措施

本项目运营过程会产生少量的臭氧及氮氧化物，项目介入手术室内设有通风系统，产生的少量臭氧及氮氧化物可通过楼内排风管道引致楼顶排放，经自然稀释后对环境的影响较小。

(2) 废水治理措施

本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水及手术器械清洗产生的医疗废水进入医院污水处理站预处理达标后排入城市管网，最终排入会泽县污水处理厂。

(3) 固体废弃物治理措施

- ①本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，无废胶片产生。
- ②介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，采用专门的

容器集中收集后，转移至医院拟建的医疗废物暂存间，定期委托曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司清运处理。

③工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，集中收集后交由环卫部门统一清运。

(4) 噪声治理措施

本项目运营期噪声主要来源于移动式C形臂X射线机、通风系统的风机，机房所使用的射线装置、风机均为低噪声设备，其噪声值一般低于60dB(A)，噪声较小，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

综上所述，介入手术室采取的污染防治措施均符合国家相关标准的要求。

(5) 环保设施及投资分析

本项目总投资预计为1275万元，其中辐射环保投资90万元，占总投资的7.06%。本项目环保投资一览表详见表10-5。

表 10-6 辐射防护（措施）及投资概算一览表

设备	项目	环保及安全防护措施名称	内容	投资额（万元）
移动式C形臂X射线机	辐射安全防护措施和环保治理措施	屏蔽措施	自动平开防护门（嵌3mm厚铅板）2套、手动推拉防护门（嵌3mm厚铅板）4套、1000×800×20mm铅玻璃观察窗2扇、墙面、地面及顶板铅板或硫酸钡防护涂层、电缆及通风管道包裹铅皮，电缆沟填充硫酸钡涂料的购买与施工。	25.0
		安全措施	门机联锁2套，急停按钮4个，监控和对讲系统2套，工作指示灯6套等。	7.5
		废气治理	通风系统2套	8.0
	人员防护措施	个人剂量监测和职业健康监护	辐射工作人员定期进行健康检查、个人剂量监测，医院建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。	5.5
		防护用品	拟为辐射工作人员配备6套0.5mm铅当量的铅橡胶围裙（铅衣）、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套等个人防护用品（每间介入手术室3套，2用1备）。拟为患者配备4套0.5mm铅当量的铅围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等个人防护用品（每间介入手术室2套，1用1备）。每间手术室内配备0.5mm铅当量的铅悬挂防护屏、床侧防护帘各1件。	8.0

	警示标识	电离辐射警示标志 6 副，控制区、监督区标示牌等。	1.5
	环境监测	委托有资质单位开展移动式 C 形臂 X 射线机工作场所辐射环境年度监测。	5.0
		竣工环保验收	6.0
	运行维护	监测仪器的维护、校准，安全设施的维护等。	3.0
	人员培训	本项目所有辐射工作人员参加环保部组织开发的国家技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。	10
	监测仪器	便携式辐射巡测仪 2 台，应配备 4 台个人剂量报警仪，44 枚个人剂量计。	6
	环境风险投资	购买应急物资，开展辐射事件应急演练等	4.5
合计			90

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 机房施工的环境影响

本项目两间介入手术室所在的会泽县中医医院住院综合楼为新建建筑，本次利用住院综合楼 3 楼相邻的 7 号、8 号手术室及配套辅助用房进行防辐射装修后，用于安置本项目。本项目施工期间所产生的废水与固废均依托医院的环保措施进行处理。本项目施工期间主要产生的污染物主要为扬尘、废水、噪声、固废和装修废气等。

(1) 大气环境影响分析

本项目施工期产生废气主要为粉尘及装修废气等。在凿电缆沟、通风管道过墙凿洞、四周墙体及顶部装修等过程会有一定施工扬尘产生，采取洒水降尘，彩条布围挡、加强通风透气，降低扬尘的影响。严格按《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控制，将装修废气的影响降至最低，项目装修过程对周围环境影响较小。

综上所述，本项目工程量较小，施工期大气污染物对项目所在地环境空气质量影响较小。

(2) 声环境影响分析

本项目施工期噪声源主要有施工机械和设备，由于本项目工程量小，施工作业较少，施工方式主要为人工施工，机械设备的使用较少，且装修施工均在室内进行，因此噪声影响主要集中在本楼层及上、下一楼层，对周边建筑及其他楼层的影响很小，项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。施工期间采取的措施为：

①合理安排施工进度和作业时间，对主要噪声设备应采取相应的限时作业，并尽量避开周边人员休息时间，12:00~14:00 及 22:00~6:00 禁止施工作业。

②合理安排施工机械安放位置，施工机械应尽可能放置于场界外造成影响最小的地点。

③优先选用低噪声设备，以减少施工噪声。

④对高噪声设备采取隔声、减振或消声措施，如在声源周围设置掩蔽物、加隔振垫、安装消声器等，可降低噪声源强 30~50dB(A)。

⑤日常应注意对施工设备的维修、保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

⑥对施工人员进场进行文明施工教育，施工中或生活中不准大声喧哗。

⑦施工单位应处理好与施工场界周围居民的关系，避免因噪声污染引发纠纷，影响社会稳定。

⑧有关施工现场声环境保护的其它措施按照“建设工程施工现场环境保护工作基本标准”执行。

经采取上述有效措施后，大大降低了本项目施工过程中噪声对周围的影响，项目施工期噪声可满足 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》，施工期噪声对周围环境影响较小。

（3）水环境影响分析

本项目施工期间，切割机、电钻降温水蒸发不产生废水，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水，主要依托医院污水收集处理系统收集处理，经处理后污水进入城市污水管网，不会对周围水环境产生大的影响。

（4）固体废物

固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。

①生活垃圾

施工期生活垃圾产生量较小，生活垃圾采用垃圾箱集中收集后由环卫部门统一清运。

②建筑垃圾

项目产生建筑垃圾主要是施工过程及装修过程产生的建筑垃圾、一些包装袋、包装箱、碎木块、铅板及钢板边角料等。施工期对其中可回收利用部分（如铅板、钢材等建筑材料）进行回收，其次对建筑垃圾要定点堆放，运至住建部门指定的堆放点。

本项目施工期较短，施工量不大，在建设单位的严格监督下，施工方严格落实各项环保措施，对环境影响不大。

11.1.2 设备安装调试的环境影响

本项目设备的安装应请专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。在设备安装调试

阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在介入手术室门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时介入手术室必须上锁。由于设备的安装和调试均在介入手术室内进行，经过防护设施的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目移动式 C 形臂 X 射线机位于住院综合楼 3 楼介入手术室，尚未安装投入使用，因此，对介入手术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影响分析。

11.2.1 类比分析预测对项目周边人员的影响

1、类比项目可行性分析

本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机额定参数均为管电压 110kV，管电流 250mA，主射方向朝上。为了分析移动式 C 形臂 X 射线机建成投入运行后对周围工作人员所造成的影响，本评价选取昆明市第一人民医院 9 号楼四楼的 1 台西门子 Artis Zee Ceiling 型 DSA 正常使用情况下的监测结果（详见附件 10）作为类比对象，类比可行性分析见表 11-1、11-2、11-3。

表 11-1 本项目移动式 C 形臂 X 射线机与类比 DSA 技术参数一览表

设备名称	规格（型号）	射线类型	主要技术参数		主射束方向	备注
			最大管电压	最大管电流		
移动式 C 形臂 X 射线机	GE OEC Fluorostar	II类	110kV	250mA	向上照射	本项目
移动式 C 形臂 X 射线机	OEC One CFD	II类	110kV	250mA	向上照射	本项目
类比 DSA	西门子 Artis Zee Ceiling 型	II类	125kV	1000mA	向上照射	昆明市第一人民医院

表 11-2 本项目移动式 C 形臂 X 射线机介入室与类比 DSA 介入室屏蔽防护参数一览表

项目	本项目移动式 C 形臂 X 射线机介入手术室		类比 DSA 介入手术室	比较结果
	1#介入手术室	2#介入手术室		
四周墙体	手术室墙体采用 50mm×50mm 镀锌方管龙骨+1.2mm 厚电解钢板+3mm 厚铅板满铺，具有 3.0mm 铅当量防护水平。	手术室墙体采用 50mm×50mm 镀锌方管龙骨+1.2mm 厚电解钢板+3mm 厚铅板满铺，具有 3.0mm 铅当量防护水平。。	四周墙体均为 240mm 厚实心砖+20mm 厚硫酸钡防护涂料，具有 3mm 铅当量防护水平	相当

屋顶	120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层, 综合防护水平折合 3.46mm 铅当量防护水平。	120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层, 综合防护水平折合 3.46mm 铅当量防护水平。	120mm 钢筋混凝土+10mm 厚硫酸钡防护涂料, 具有 2mm 铅当量防护水平;	防护水平优于类比对象
地面	120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层+2.0mm 厚进口橡胶地板, 综合防护水平折合 3.46mm 铅当量防护水平。	120mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡防护涂料层+2.0mm 厚进口橡胶地板, 综合防护水平折合 3.46mm 铅当量防护水平。	120mm 钢筋混凝土+10mm 厚硫酸钡防护涂料, 具有 2mm 铅当量防护水平;	防护水平优于类比对象
防护铅门	50mm 厚的不锈钢套门 (内衬 3.0mm 厚的铅板), 具有 3.0mm 铅当量防护水平	50mm 厚的不锈钢套门 (内衬 3.0mm 厚的铅板), 具有 3.0mm 铅当量防护水平	50mm 厚的不锈钢套门 (内衬 3mm 厚的铅板), 具有 3mm 铅当量防护水平;	相当
观察窗	20mm 厚铅玻璃, 具有 4mm 铅当量防护水平;	20mm 厚铅玻璃, 具有 4mm 铅当量防护水平;	20mm 厚铅玻璃, 4mm 铅当量;	相当
介入手术室净空尺寸及面积	净空尺寸: 6.65m (长)×4.20m (宽)×3.2m (高), 净空面积 27.85m ² 。	净空尺寸: 7.0m (长)×5.75m (宽)×3.2m (高), 净空面积 40.17m ² 。	长 6.9m、宽 5.1m, 机房面积 35.19m ² ;	本项目 1#介入手术室净空面积略小于类比对象, 但满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中的技术要求。
操作位	床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平, 悬挂式铅吊屏具有 0.5mm 铅当量防护水平。	床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平, 悬挂式铅吊屏具有 0.5mm 铅当量防护水平。	床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平, 悬挂铅屏具有 0.5mm 铅当量防护水平。	相当

表 11-3 本项目移动式 C 形臂 X 射线机介入室与类比 DSA 介入室安全设施、布局一览表

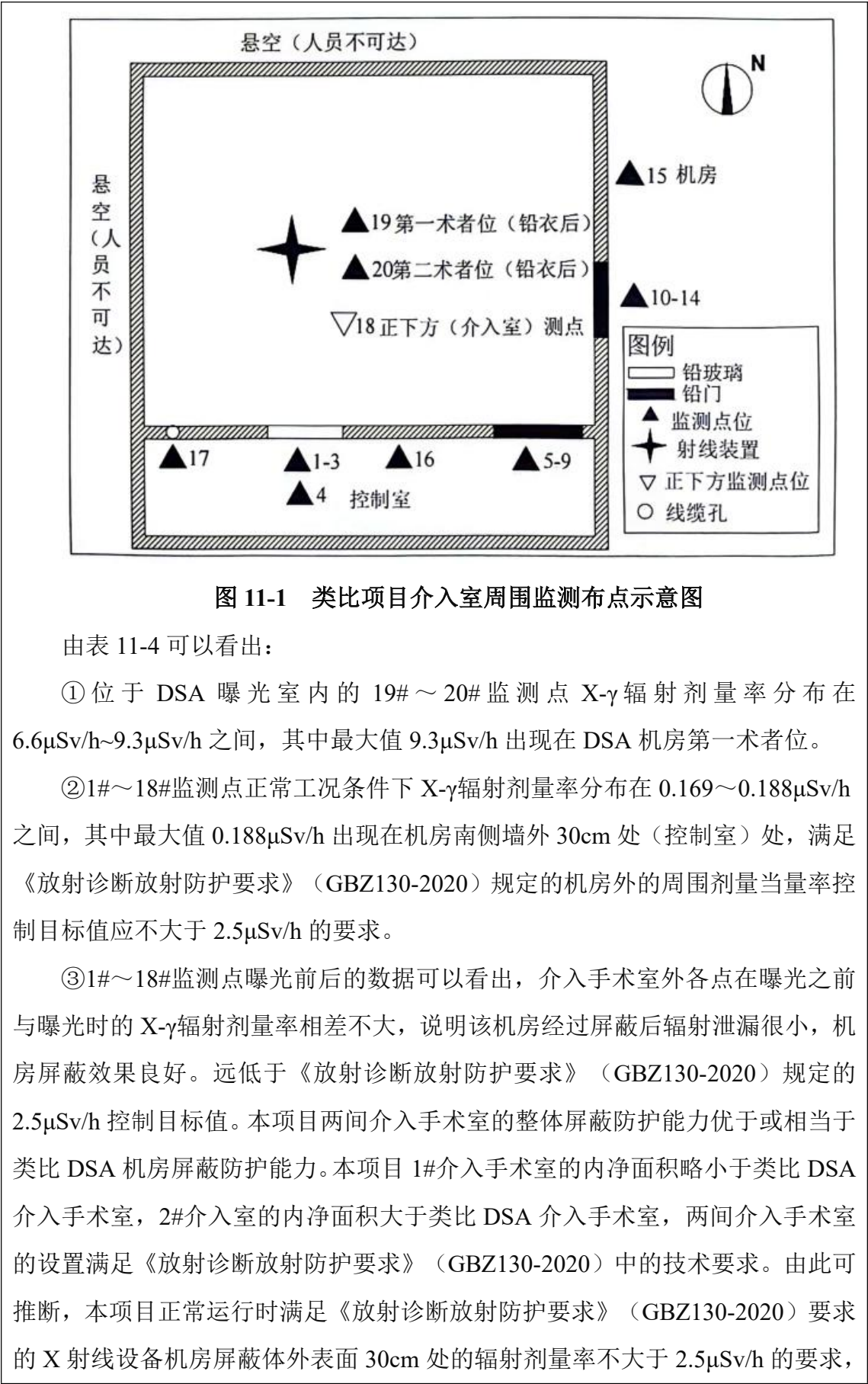
本项目两间移动式 C 形臂 X 射线机介入室	类比项目 DSA 介入室	类比结果
本项目两间介入室患者通道防护门处设计有工作状态指示灯, 且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动; 医护人员通道防护门、患者通道防护门和污物通道防护门口均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明; 两间介入室移动式 C 形臂 X 射线机上及控制室控制台处各设计有 1 个急停按钮; 介入手术室内将安装有监控和对讲系统。	类比 DSA 介入室患者通道防护门上方设计有工作状态指示灯, 且工作状态指示灯与各自防护门能有效联动; 介入室医护人员通道防护门、患者通道防护门和污物通道防护门口均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明; 介入室内及控制台处各设计有 1 个急停按钮; 介入室内安装 1 套监控和对讲系统。	安全设施设置相当

两间介入手术室除手术相关医护人员及病患外对进入区域人员进行严格限制，并在机房门外设计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。介入室、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。介入室单独设置了医生通道、患者通道、污物通道，候诊病人从患者通道进入手术室，医生从医生通道进入控制室和手术室，手术或检查产生的污物从污物通道运出，各通道设置独立，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。	类比 DSA 介入室、控制室分开单独设置；患者和受检者不在机房内候诊；DSA 介入室单独设置了医生通道、病人通道、污物通道，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，污物从污物通道运出介入室，各通道设置独立，便于管理。	布局合理性一致
由表 11-1、11-2、11-3 可知，本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机设备参数管电压、管电流较类比对象低，出束方向与类比对象一样；本项目两间介入手术室屋顶、地面防护能力优于类比介入手术室；本项目介入手术室四周墙体、防护铅门、观察窗辐射防护能力与类比介入手术室相当；本项目 1#介入手术室有效使用面积略小于类比介入手术室，但满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的技术要求；本项目两间介入室与类比 DSA 介入室安全设施设置相当，布局合理性一致。因此，本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机对环境辐射影响可参照类比 DSA 的监测数据。 此外，根据类比 DSA 的监测报告可知，其透视情况下，管电压：78.3kV，管电流 25mA。本项目运营期最大透视工况下管电压 70kV、管电流 12mA，本项目运行工况与类比 DSA 相近，且本项目透视工况下最大管电压、管电流较类比对象低，因此具有可类比性。 综上考虑，昆明市第一人民医院的 1 台西门子 Artis Zee Ceiling 型 DSA 作为本项目类比对象是可行的，本项目 DSA 对介入手术室周围环境的辐射影响可参照类比 DSA 的监测数据。 2、类比监测结果分析 2024 年 3 月 25 日云南晟蔚环保科技有限公司对昆明市第一人民医院（南院区）9 号楼四楼的 Artis Zee Ceiling 型 DSA 进行了 X-γ辐射剂量率监测，监测报告编号为（[云晟监]辐字 2024 第 082 号）；监测工况为：减影：89.2kV，165mA；		

透视：78.3kV，25mA；详细监测报告见附件10，类比监测结果见表11-4，监测点位分布见图11-1。

表 11-4 类比对象 DSA 射线装置工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测点位描述	X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		备注
		未出束	出束	
1	铅玻璃外 30cm 处（左）	0.171 $\pm$ 0.002	0.177 $\pm$ 0.002	/
2	铅玻璃外 30cm 处（中）		0.180 $\pm$ 0.002	
3	铅玻璃外 30cm 处（右）		0.178 $\pm$ 0.001	
4	设备操作位	0.170 $\pm$ 0.002	0.173 $\pm$ 0.001	
5	控制室铅门外 30cm 处（左）	0.166 $\pm$ 0.004	0.171 $\pm$ 0.001	
6	控制室铅门外 30cm 处（中）		0.173 $\pm$ 0.002	
7	控制室铅门外 30cm 处（右）		0.173 $\pm$ 0.002	
8	控制室铅门外 30cm 处（上）		0.173 $\pm$ 0.002	
9	控制室铅门外 30cm 处（下）		0.177 $\pm$ 0.002	
10	机房铅门外 30cm 处（左）	0.163 $\pm$ 0.001	0.169 $\pm$ 0.002	
11	机房铅门外 30cm 处（中）		0.170 $\pm$ 0.002	
12	机房铅门外 30cm 处（右）		0.172 $\pm$ 0.002	
13	机房铅门外 30cm 处（上）		0.171 $\pm$ 0.002	
14	机房铅门外 30cm 处（下）		0.173 $\pm$ 0.002	
15	机房东侧墙外 30cm 处（机房）	0.164 $\pm$ 0.002	0.173 $\pm$ 0.002	
16	机房南侧墙外 30cm 处（控制室）	0.169 $\pm$ 0.002	0.188 $\pm$ 0.003	
17	线缆孔	0.166 $\pm$ 0.001	0.172 $\pm$ 0.002	
18	机房正下方（介入室）	0.167 $\pm$ 0.002	0.171 $\pm$ 0.002	
19	第一术者位（铅衣后）	0.123 $\pm$ 0.002	9.3 $\pm$ 0.1	
20	第二术者位（铅衣后）	0.125 $\pm$ 0.002	6.6 $\pm$ 0.2	



对周围辐射环境影响在可接受范围内。

3、本项目辐射工作人员剂量类比预测分析

根据类比 DSA 监测报告得出 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，对各点位处公众及辐射工作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：

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

式中: HEr—X- γ 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv;

Dr—X-γ射线空气吸收剂量率附加值, $\mu\text{Gy/h}$;t—X- γ 照射时间, h;

μ —转换因子, 此处取 1。

根据医院提供资料，本项目单台移动式 C 形臂 X 射线机年最大出束时间为 110h（拍片 5h，透视 105h），对于机房外公众以及职业人员，保守考虑，其年有效剂量按 110h 全部为出束工况来计算；对于控制室位置，考虑叠加两台设备的照射剂量，保守考虑，其年有效剂量按 220h 进行核算；机房内医生操作位只存在透视情况，因此保守考虑，影像科医生透视时间为 50h；外科医生透视时间为 25h；骨科医生透视时间为 30h。对于居留因子，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移动式 C 形臂 X 射线机对职业及公众人员所致年有效剂量见表 11-5。

表 11-5 本项目介入手术室四周及其职业人员所致年有效剂量

序号	本项目机房各点位	类比测量点		居留因子	类别	空气吸收剂量率增幅 μSv/h	照射时间 (h/a)	有效剂量 (mSv/a)
		测点编号	测量点位置					
1	手术室铅窗外控制室操作台处	2	铅玻璃外 30cm 处（中）	1	职业人员	0.009	110	9.90×10^{-4}
2	控制室内	16	机房南侧墙外 30cm 处（控制室）	1	职业人员	0.019	220	4.18×10^{-3}
3	控制室铅门门缝处	9	控制室铅门外 30cm 处（下）	1/4	职业人员	0.011	110	3.03×10^{-4}
4	患者通道铅门门缝处	14	机房铅门外 30cm 处（下）	1/4	公众	0.010	110	2.75×10^{-4}

5	污物通道铅门门缝处	14	机房铅门外 30cm 处（下）	1/4	公众	0.010	110	2.75×10^{-4}
6	手术室北侧清洁通道	16	机房南侧墙外 30cm 处（控制室）	1/4	公众	0.019	110	5.23×10^{-4}
7	手术室东侧手术室前室、标本间	15	机房东侧墙外 30cm 处（机房）	1	公众	0.009	110	9.90×10^{-4}
8	介入手术室西侧 6 号手术室	15	机房东侧墙外 30cm 处（机房）	1	公众	0.009	110	9.90×10^{-4}
9	介入手术室南侧污物通道	16	机房南侧墙外 30cm 处（控制室）	1/4	公众	0.019	110	5.23×10^{-4}
10	手术室下方透析治疗区	18	机房正下方（介入室）	1	公众	0.004	110	4.40×10^{-4}
11	手术室上方设备摆放区	18	机房正下方（介入室）	1	公众	0.004	110	4.40×10^{-4}
12	本项目拟建手术室点位	影像科	19 第一术者位（铅衣后）	1	职业人员	9.177	50	0.459
13			20 第二术者位（铅衣后）	1	职业人员	6.475	50	0.324
14		外科	19 第一术者位（铅衣后）	1	职业人员	9.177	25	0.229
15			20 第二术者位（铅衣后）	1	职业人员	6.475	25	0.162
16		骨科	19 第一术者位（铅衣后）	1	职业人员	9.177	30	0.275
17			20 第二术者位（铅衣后）	1	职业人员	6.475	30	0.194

由表 11-5 可知，针对本项目介入手术室内工作人员，本次类比监测设置了 2#、9#、16#、19#、20# 监测点位，通过类比监测结果计算，本项目各科室职业人员受到的附加有效剂量影像科最大为 0.459mSv/a；外科最大为 0.229mSv/a；骨科最大为 0.275mSv/a，均低于本次评价的职业有效剂量管理限值 5mSv/a。介入手术室周边公众类比了 14#、15#、16#、18# 监测点。项目选取的类比计算点与本项目条件相似，附加剂量包括了类比监测公众最大值，通过类比监测结果计算，本项目所致公众受到的附加有效剂量最大为 9.90×10^{-4} mSv/a，该值低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。

11.2.2 理论预测对项目周边人员的影响

（1）本项目介入手术室的辐射环境影响

本建设项目运营期的主要环境问题是电离辐射污染，即移动式 C 形臂 X 射线机开机曝光时产生的 X 射线。本项目介入手术室尚未建成，移动式 C 形臂 X

射线机尚未安装，本次环评通过理论预测的评价方法进行辐射环境影响分析。

为分析拟建移动式 C 形臂 X 射线机的辐射环境影响分析，根据建设单位提供的相关技术参数和设计方案，对射线装置运行后辐射环境影响进行理论预测。本项目移动式 C 形臂 X 射线机主束方向向上，四周屏蔽体外及对应正上方和正下方各关注点考虑漏射和散射影响。由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、具有代表性的关注点进行分析。

本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机在使用时，机头会在床旁一定范围移动，在本次散射漏射屏蔽计算时，本项目实际运行时透视模式下两台移动式 C 形臂 X 射线机最大管电压均为 70kV、最大管电流均为 12mA；减影模式下最大管电压均为 80kV、最大管电流均为 210mA；保守取设备球管靶点到四周墙壁最近处、观察窗和防护门外 0.3m 处，顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm，人员受照剂量当量可能最大的位置作为关注点。本项目两间介入手术室外各关注点位置，见图 11-2～图 11-4。

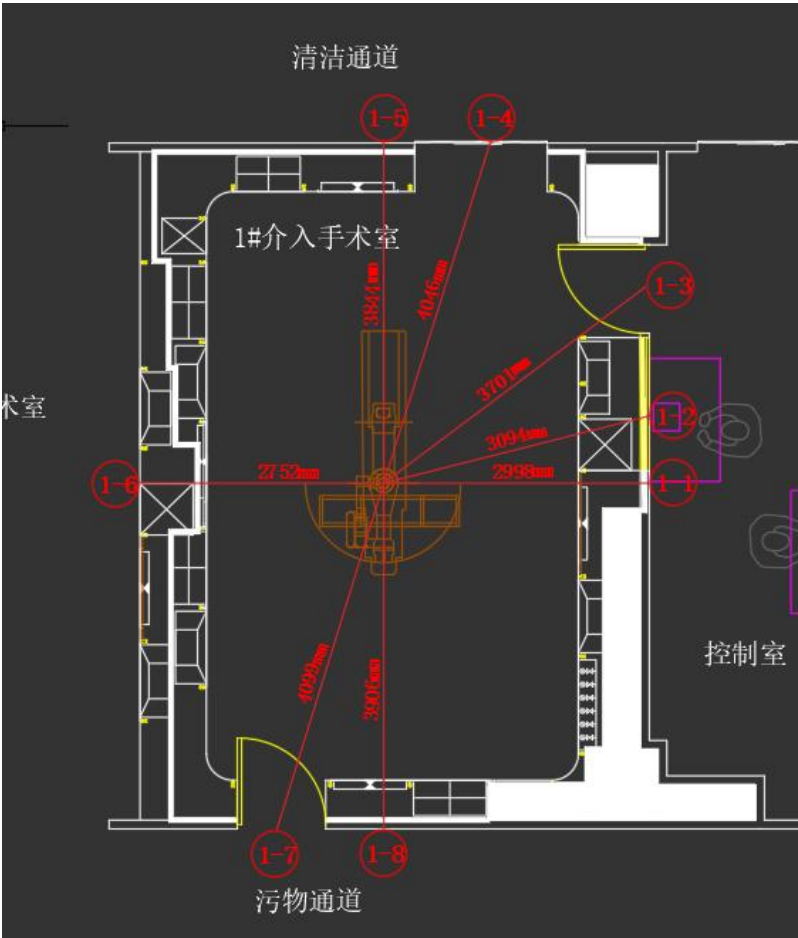


图 11-2 1#介入手术室外四周各关注点位置

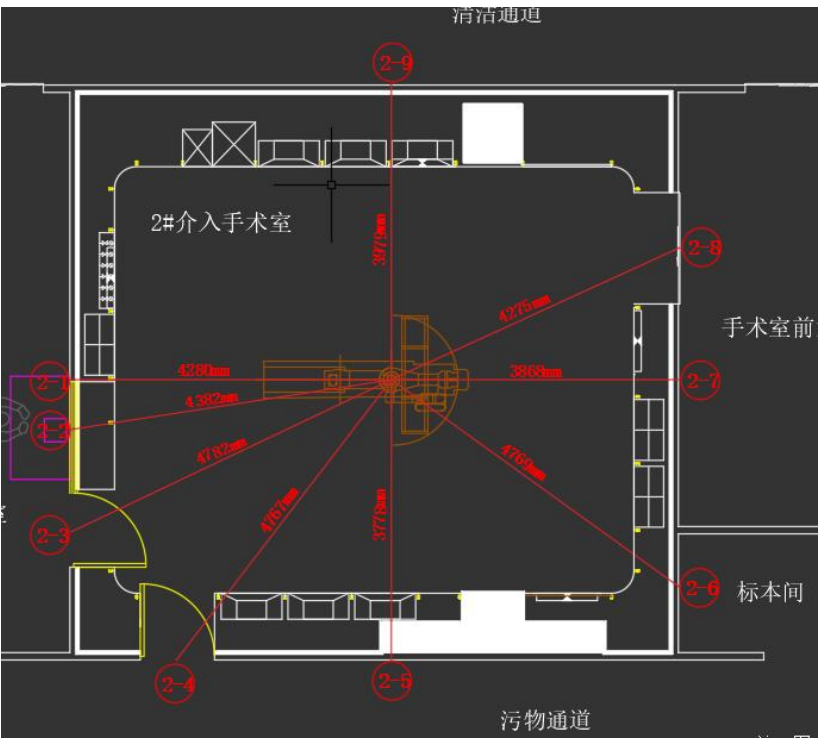


图 11-3 2#介入手术室外四周各关注点位置

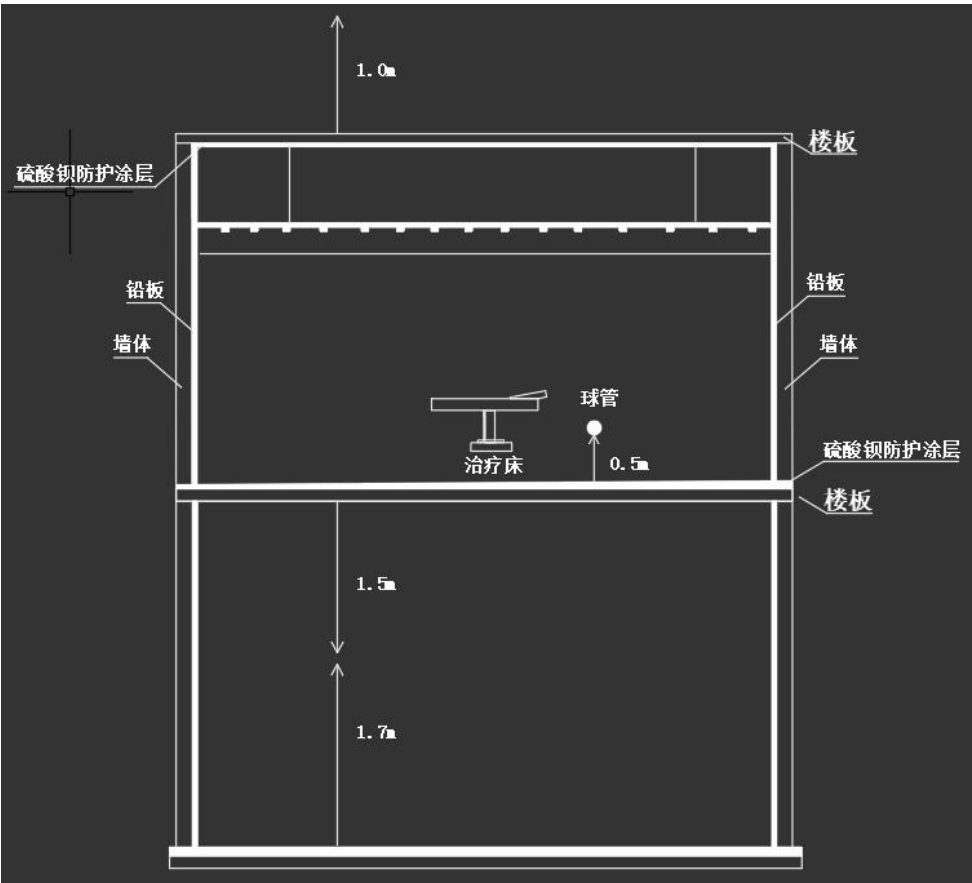


图 11-4 两间介入手术室楼上、楼下注点位置

根据两间介入手术室外各关注点位置，各关注点距离见表 11-6。

表 11-6 介入手术室外各关注点距离

关注点 编号	关注点位置	靶距防护墙或防护 门外距离 (m)	防护墙或防护 门外关注点的 距离 (m)	靶距防护墙或防护 门外关注点的距离 (m)
1#介入手术室				
1-1	1#介入手术室东侧墙体外 30cm 处 (控制室)	2.998	0.3	3.298
1-2	1#介入手术室东侧墙体外 操作台	3.094	0.3	3.394
1-3	1#介入手术室东侧医护通 道防护门外 30cm 处	3.701	0.3	4.001
1-4	1#介入手术室北侧患者通 道防护门外 30cm 处	4.046	0.3	4.346
1-5	1#介入手术室北侧墙体外 30cm 处	3.844	0.3	4.144
1-6	1#介入手术室西侧墙体外 30cm 处	2.752	0.3	3.052
1-7	1#介入手术室南侧污物通 道门外 30cm 处	4.099	0.3	4.399
1-8	1#介入手术室南侧墙体外 30cm 处	3.906	0.3	4.206
1-9	1#介入手术室下方 1.5m 处 (透析治疗区)	0.5	1.6	2.1
1-10	1#介入手术室正上方 (设备 摆放区)	2.7	1.1	3.8
2#介入手术室				
2-1	2#介入手术室西侧墙体外 30cm 处 (控制室)	4.280	0.3	4.580
2-2	2#介入手术室西侧墙体外 操作台	4.382	0.3	4.682
2-3	2#介入手术室西侧医护通 道防护门外 30cm 处	4.782	0.3	5.082
2-4	2#介入手术室南侧污物通 道门外 30cm 处	4.767	0.3	5.067
2-5	2#介入手术室南侧墙体外 30cm 处	3.778	0.3	4.078
2-6	2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处 (样本间)	4.769	0.3	5.069
2-7	2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处 (手术室前室)	3.868	0.3	4.168
2-8	2#介入手术室东侧患者通 道防护门外 30cm 处	4.275	0.3	4.575

2-9	2#介入手术室北侧墙体外30cm处	3.979	0.3	4.279
2-10	2#介入手术室下方1.5m处 (透析治疗区)	0.5	1.6	2.1
2-11	2#介入手术室正上方(设备 摆放区)	2.7	1.1	3.8

①散射辐射剂量率估算

按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)附录C计算,见公式11-2。

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

式中:

B: 透射因子;

X: 铅厚度;

α 、 β 、 γ : 铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关拟合参数。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录C表C.2及公式11-2,介入手术室周围各关注点散射透射因子。移动式C形臂X射线机各关注点散射透射因子计算结果见表11-7。

表 11-7 移动式C形臂X射线机各关注点散射透射因子结果

模式	关注点编号	关注点位置	屏蔽铅当量	α	β	γ	B
1#介入手术室							
70KV 透视 模式	1-1	1#介入手术室东侧墙体外30cm处 (控制室)	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-2	1#介入手术室东侧墙体外操作台	4.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	2.70E-11
	1-3	1#介入手术室东侧医护通道防护门外30cm处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-4	1#介入手术室北侧患者通道防护门外30cm处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-5	1#介入手术室北侧墙体外30cm处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-6	1#介入手术室西侧墙体外30cm处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-7	1#介入手术室南侧污物通道门外30cm处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-8	1#介入手术室南	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09

		侧墙体外 30cm 处					
	1-9	1#介入手术室下方 1.5m 处（透析治疗区）	3.46mmPb	5.369	23.49	0.5881	4.90E-10
	1-10	1#介入手术室正上方（设备摆放区）	3.46mmPb	5.369	23.49	0.5881	4.90E-10
80kV 减影模式	1-1	1#介入手术室东侧墙体外 30cm 处（控制室）	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-2	1#介入手术室东侧墙体外操作台	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	1-3	1#介入手术室东侧医护通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-4	1#介入手术室北侧患者通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-5	1#介入手术室北侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-6	1#介入手术室西侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-7	1#介入手术室南侧污物通道门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-8	1#介入手术室南侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-9	1#介入手术室下方 1.5m 处（透析治疗区）	3.46mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.93E-06
	1-10	1#介入手术室正上方（设备摆放区）	3.46mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.93E-06
2#介入手术室							
70KV 透视模式	2-1	2#介入手术室西侧墙体外 30cm 处（控制室）	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-2	2#介入手术室西侧墙体外操作台	4.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	2.70E-11
	2-3	2#介入手术室西侧医护通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-4	2#介入手术室南侧污物通道门外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-5	2#介入手术室南侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-6	2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09

		(样本间)					
	2-7	2#介入手术室东侧墙体外30cm处 (手术室前室)	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-8	2#介入手术室东侧患者通道防护门外30cm处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-9	2#介入手术室北侧墙体外30cm处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-10	2#介入手术室下方1.5m处(透析治疗区)	3.46mmPb	5.369	23.49	0.5881	4.90E-10
	2-11	2#介入手术室正上方(设备摆放区)	3.46mmPb	5.369	23.49	0.5881	4.90E-10
80kV 减影 模式	2-1	2#介入手术室西侧墙体外30cm处 (控制室)	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-2	2#介入手术室西侧墙体外操作台	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	2-3	2#介入手术室西侧医护通道防护门外30cm处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-4	2#介入手术室南侧污物通道门外30cm处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-5	2#介入手术室南侧墙体外30cm处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-6	2#介入手术室东侧墙体外30cm处 (样本间)	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-7	2#介入手术室东侧墙体外30cm处 (手术室前室)	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-8	2#介入手术室东侧患者通道防护门外30cm处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-9	2#介入手术室北侧墙体外30cm处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-10	2#介入手术室下方1.5m处(透析治疗区)	3.46mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.93E-06
	2-11	2#介入手术室正上方(设备摆放区)	3.46mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.93E-06
注：《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)中无80kV工况下 α 、 β 、 γ X射线辐射衰减的有关拟合参数，减影模式下保守取90kV工况拟合参数。							
根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》(第一分册)计算公式(10.10)，患者体表散射屏蔽估算，并进行单位换算，公式如下式 11-3							

$$X_{ws} = \frac{\dot{X}_{10} W u \eta \alpha s f}{(d_0)^2 (d_s)^2}$$
 (式 11-3)

式中：

XWS——预测点处的周照射剂量，μGy/h，（1R/mA•min=8.72×10⁻³Gy/h）。

$\dot{X}_{10}$ ——恒定电压 X 射线机的输出量，根据查阅《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4d（恒定电压为 50-200KV 的 X 射线机的输出量）可知，过滤板为 2mmAl，对应透视模式 70KV 电压下 X10=0.62R/mA•min；减影模式 80KV 电压下 X10=0.78R/mA•min。

W——X 射线机的每周工作负荷，透视模式下 W=1512mA.min；减影模式下 W=1260mA.min。

u——利用因子，取 u=1。

η——防护区占用因子，在“全居住”的情况下，η=1。

α——患者（照射体）对 X 射线的散射比，α=a/400 查《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，透视按 70kV 下取值：a=0.005(90°散射)；减影保守按 100kV 下取值：a=0.0013(90°散射)。

s——散射面积，cm²，根据医院提供使用技术参数取 400cm²。

d0——源与患者（照射体）的距离，m，根据医院提供使用技术参数取 0.8m。

ds——患者（照射体）与预测点的距离，m。

f——屏蔽透射因子；取表 11-7 中 B 值。

据公式 11-3 和表 11-7 中移动式 C 形臂 X 射线机各关注点漏射透射因子值，本项目介入手术室各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果列表见表 11-8。

表 11-8 各关注点散射辐射辐射剂量率计算参数及结果

模式	关注点编号	关注点位置	$\dot{X}_{10}$ (R/mA•min)	W (mA•min)	α	s (cm ²)	d0 (m)	ds (m)	f	Xws (μGy/h)
1#介入手术室										
透 视	1-1	1#介入手术 室东侧墙体 外 30cm 处(控 制室)	0.62	1512	0.005	400	0.8	3.29 8	5.79E-0 9	4.47E-04
	1-2	1#介入手术 室东侧墙体	0.62	1512	0.005	400	0.8	3.39 4	2.70E-1 1	1.97E-06

		外操作台								
	1-3	1#介入手术室东侧医护通道防护门外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.00 ₁	5.79E-0 ₉	4.22E-0 ₄
	1-4	1#介入手术室北侧患者通道防护门外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.34 ₆	5.79E-0 ₉	2.57E-0 ₄
	1-5	1#介入手术室北侧墙体外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.14 ₄	5.79E-0 ₉	2.83E-0 ₄
	1-6	1#介入手术室西侧墙体外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	3.05 ₂	5.79E-0 ₉	5.22E-0 ₄
	1-7	1#介入手术室南侧污物通道门外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.39 ₉	5.79E-0 ₉	2.51E-0 ₄
	1-8	1#介入手术室南侧墙体外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.20 ₆	5.79E-0 ₉	2.75E-0 ₄
	1-9	1#介入手术室下方1.5m处(透析治疗区)	0.62	1512	0.005	400	0.8	2.1	4.90E-1 ₀	9.33E-0 ₅
	1-10	1#介入手术室正上方(设备摆放区)	0.62	1512	0.005	400	0.8	3.8	4.90E-1 ₀	2.85E-0 ₅
减影	1-1	1#介入手术室东侧墙体外30cm处(控制室)	0.78	1260	0.001 ₃	400	0.8	3.29 ₈	7.93E-0 ₆	0.167
	1-2	1#介入手术室东侧墙体外操作台	0.78	1260	0.001 ₃	400	0.8	3.39 ₄	3.69E-0 ₇	0.007
	1-3	1#介入手术室东侧医护通道防护门外30cm处	0.78	1260	0.001 ₃	400	0.8	4.00 ₁	7.93E-0 ₆	0.113
	1-4	1#介入手术室北侧患者通道防护门外30cm处	0.78	1260	0.001 ₃	400	0.8	4.34 ₆	7.93E-0 ₆	0.096
	1-5	1#介入手术室北侧墙体外30cm处	0.78	1260	0.001 ₃	400	0.8	4.14 ₄	7.93E-0 ₆	0.106
	1-6	1#介入手术室西侧墙体外30cm处	0.78	1260	0.001 ₃	400	0.8	3.05 ₂	7.93E-0 ₆	0.195

	1-7	1#介入手术室南侧污物通道门外30cm处	0.78	1260	0.0013	400	0.8	4.399	7.93E-06	0.094
	1-8	1#介入手术室南侧墙体外30cm处	0.78	1260	0.0013	400	0.8	4.206	7.93E-06	0.103
	1-9	1#介入手术室下方1.5m处(透析治疗区)	0.78	1260	0.0013	400	0.8	2.1	1.93E-06	0.10
	1-10	1#介入手术室正上方(设备摆放区)	0.78	1260	0.0013	400	0.8	3.8	1.93E-06	0.031
2#介入手术室										
透视	2-1	2#介入手术室西侧墙体外30cm处(控制室)	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.580	5.79E-09	2.32E-04
	2-2	2#介入手术室西侧墙体外操作台	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.682	2.70E-11	1.03E-06
	2-3	2#介入手术室西侧医护通道防护门外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	5.082	5.79E-09	1.88E-04
	2-4	2#介入手术室南侧污物通道门外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	5.067	5.79E-09	1.89E-04
	2-5	2#介入手术室南侧墙体外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.078	5.79E-09	2.92E-04
	2-6	2#介入手术室东侧墙体外30cm处(样本间)	0.62	1512	0.005	400	0.8	5.069	5.79E-09	1.89E-04
	2-7	2#介入手术室东侧墙体外30cm处(手术室前室)	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.168	5.79E-09	2.80E-04
	2-8	2#介入手术室东侧患者通道防护门外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.575	5.79E-09	2.32E-04
	2-9	2#介入手术室北侧墙体外30cm处	0.62	1512	0.005	400	0.8	4.279	5.79E-09	2.66E-04
	2-10	2#介入手术室下方1.5m	0.62	1512	0.005	400	0.8	2.1	4.90E-10	9.33E-05

		处（透析治疗区）								
	2-11	2#介入手术室正上方（设备摆放区）	0.62	1512	0.005	400	0.8	3.8	4.90E-10	2.85E-05
减影	2-1	2#介入手术室西侧墙体外30cm处（控制室）	0.78	1260	0.0013	400	0.8	4.580	7.93E-06	0.087
	2-2	2#介入手术室西侧墙体外操作台	0.78	1260	0.0013	400	0.8	4.682	3.69E-07	0.004
	2-3	2#介入手术室西侧医护通道防护门外30cm处	0.78	1260	0.0013	400	0.8	5.082	7.93E-06	0.070
	2-4	2#介入手术室南侧污物通道门外30cm处	0.78	1260	0.0013	400	0.8	5.067	7.93E-06	0.071
	2-5	2#介入手术室南侧墙体外30cm处	0.78	1260	0.0013	400	0.8	4.078	7.93E-06	0.109
	2-6	2#介入手术室东侧墙体外30cm处（样本间）	0.78	1260	0.0013	400	0.8	5.069	7.93E-06	0.071
	2-7	2#介入手术室东侧墙体外30cm处（手术室前室）	0.78	1260	0.0013	400	0.8	4.168	7.93E-06	0.105
	2-8	2#介入手术室东侧患者通道防护门外30cm处	0.78	1260	0.0013	400	0.8	4.575	7.93E-06	0.087
	2-9	2#介入手术室北侧墙体外30cm处	0.78	1260	0.0013	400	0.8	4.279	7.93E-06	0.099
	2-10	2#介入手术室下方1.5m处（透析治疗区）	0.78	1260	0.0013	400	0.8	2.1	1.93E-06	0.10
	2-11	2#介入手术室正上方（设备摆放区）	0.78	1260	0.0013	400	0.8	3.8	1.93E-06	0.031

由表 11-8 计算结果可知，1#介入手术室各关注点处（除床旁手术位）散射剂量率水平最大值为 0.195 μ Sv/h；2#介入手术室各关注点处（除床旁手术位）散射剂量率水平最大值为 0.109 μ Sv/h。

②泄漏辐射剂量率

根据公式 11-2，移动式 C 形臂 X 射线机各关注点漏射透射因子计算结果见表 11-9。

表 11-9 移动式 C 形臂 X 射线机各关注点漏射透射因子结果

模式	关注点编号	关注点位置	屏蔽铅当量	α	β	γ	B
1#介入手术室							
70KV 透视 模式	1-1	1#介入手术室东侧墙体外 30cm 处（控制室）	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-2	1#介入手术室东侧墙体外操作台	4.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	2.70E-11
	1-3	1#介入手术室东侧医护通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-4	1#介入手术室北侧患者通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-5	1#介入手术室北侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-6	1#介入手术室西侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-7	1#介入手术室南侧污物通道门外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-8	1#介入手术室南侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	1-9	1#介入手术室下方 1.5m 处（透析治疗区）	3.46mmPb	5.369	23.49	0.5881	4.90E-10
	1-10	1#介入手术室正上方（设备摆放区）	3.46mmPb	5.369	23.49	0.5881	4.90E-10
80kV 减影 模式	1-1	1#介入手术室东侧墙体外 30cm 处（控制室）	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-2	1#介入手术室东侧墙体外操作台	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	1-3	1#介入手术室东侧医护通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-4	1#介入手术室北侧患者通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-5	1#介入手术室北	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06

		侧墙体外 30cm 处					
	1-6	1#介入手术室西 侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-7	1#介入手术室南 侧污物通道门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-8	1#介入手术室南 侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	1-9	1#介入手术室下 方 1.5m 处（透析 治疗区）	3.46mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.93E-06
	1-10	1#介入手术室正 上方（设备摆放 区）	3.46mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.93E-06
2#介入手术室							
70KV 透视 模式	2-1	2#介入手术室西 侧墙体外 30cm 处 （控制室）	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-2	2#介入手术室西 侧墙体外操作台	4.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	2.70E-11
	2-3	2#介入手术室西 侧医护通道防护 门外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-4	2#介入手术室南 侧污物通道门外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-5	2#介入手术室南 侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-6	2#介入手术室东 侧墙体外 30cm 处 （样本间）	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-7	2#介入手术室东 侧墙体外 30cm 处 （手术室前室）	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-8	2#介入手术室东 侧患者通道防护 门外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-9	2#介入手术室北 侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5881	5.79E-09
	2-10	2#介入手术室下 方 1.5m 处（透析 治疗区）	3.46mmPb	5.369	23.49	0.5881	4.90E-10
	2-11	2#介入手术室正 上方（设备摆放 区）	3.46mmPb	5.369	23.49	0.5881	4.90E-10
80kV 减影 模式	2-1	2#介入手术室西 侧墙体外 30cm 处 （控制室）	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	2-2	2#介入手术室西	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07

		侧墙体外操作台					
2-3		2#介入手术室西侧医护通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
2-4		2#介入手术室南侧污物通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
2-5		2#介入手术室南侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
2-6		2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处（样本间）	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
2-7		2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处（手术室前室）	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
2-8		2#介入手术室东侧患者通道防护门外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
2-9		2#介入手术室北侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
2-10		2#介入手术室下方 1.5m 处（透析治疗区）	3.46mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.93E-06
2-11		2#介入手术室正上方（设备摆放区）	3.46mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.93E-06
注：《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中无 80kV 工况下 α 、 β 、 γ X 射线辐射衰减的有关拟合参数，减影模式下保守取 90kV 工况拟合参数。							

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，剂量率计算公式参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）中 5.2.1b）给出的公式进行计算。

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

式中：

HL——预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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

R——靶点距关注点的距离，m；

B——屏蔽透射因子，取表 11-5；

f——对有用束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率；

根据公式 11-4，各关注点位泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表 11-10。

表 11-10 各关注点位泄漏辐射剂量率计算参数及结果

模式	关注点 编号	关注点 位置	H0 ($\mu\text{Gy/h}$)	R (m)	B	HL ($\mu\text{Gy/h}$)
1#介入手术室						
透视	1-1	1#介入手术室东 侧墙体外 30cm 处 (控制室)	1000	3.298	5.79E-09	5.32E-07
	1-2	1#介入手术室东 侧墙体外操作台	1000	3.394	2.70E-11	2.34E-09
	1-3	1#介入手术室东 侧医护通道防护 门外 30cm 处	1000	4.001	5.79E-09	3.62E-07
	1-4	1#介入手术室北 侧患者通道防护 门外 30cm 处	1000	4.346	5.79E-09	3.07E-07
	1-5	1#介入手术室北 侧墙体外 30cm 处	1000	4.144	5.79E-09	3.37E-07
	1-6	1#介入手术室西 侧墙体外 30cm 处	1000	3.052	5.79E-09	6.22E-07
	1-7	1#介入手术室南 侧污物通道门外 30cm 处	1000	4.399	5.79E-09	2.99E-07
	1-8	1#介入手术室南 侧墙体外 30cm 处	1000	4.206	5.79E-09	3.27E-07
	1-9	1#介入手术室下 方 1.5m 处 (透析 治疗区)	1000	2.1	4.90E-10	1.11E-07
	1-10	1#介入手术室正 上方 (设备摆放 区)	1000	3.8	4.90E-10	3.39E-08
减影	1-1	1#介入手术室东 侧墙体外 30cm 处 (控制室)	1000	3.298	7.93E-06	7.29E-04
	1-2	1#介入手术室东 侧墙体外操作台	1000	3.394	3.69E-07	3.20E-05
	1-3	1#介入手术室东 侧医护通道防护 门外 30cm 处	1000	4.001	7.93E-06	4.95E-04
	1-4	1#介入手术室北 侧患者通道防护 门外 30cm 处	1000	4.346	7.93E-06	4.20E-04
	1-5	1#介入手术室北 侧墙体外 30cm 处	1000	4.144	7.93E-06	4.62E-04

	1-6	1#介入手术室西侧墙体外30cm处	1000	3.052	7.93E-06	8.51E-04
	1-7	1#介入手术室南侧污物通道门外30cm处	1000	4.399	7.93E-06	4.10E-04
	1-8	1#介入手术室南侧墙体外30cm处	1000	4.206	7.93E-06	4.48E-04
	1-9	1#介入手术室下方1.5m处（透析治疗区）	1000	2.1	1.93E-06	4.38E-04
	1-10	1#介入手术室正上方（设备摆放区）	1000	3.8	1.93E-06	1.34E-04
2#介入手术室						
透视	2-1	2#介入手术室西侧墙体外30cm处（控制室）	1000	4.580	5.79E-09	2.76E-07
	2-2	2#介入手术室西侧墙体外操作台	1000	4.682	2.70E-11	1.23E-09
	2-3	2#介入手术室西侧医护通道防护门外30cm处	1000	5.082	5.79E-09	2.24E-07
	2-4	2#介入手术室南侧污物通道门外30cm处	1000	5.067	5.79E-09	2.26E-07
	2-5	2#介入手术室南侧墙体外30cm处	1000	4.078	5.79E-09	3.48E-07
	2-6	2#介入手术室东侧墙体外30cm处（样本间）	1000	5.069	5.79E-09	2.25E-07
	2-7	2#介入手术室东侧墙体外30cm处（手术室前室）	1000	4.168	5.79E-09	3.33E-07
	2-8	2#介入手术室东侧患者通道防护门外30cm处	1000	4.575	5.79E-09	2.77E-07
	2-9	2#介入手术室北侧墙体外30cm处	1000	4.279	5.79E-09	3.16E-07
	2-10	2#介入手术室下方1.5m处（透析治疗区）	1000	2.1	4.90E-10	1.11E-07
	2-11	2#介入手术室正上方（设备摆放区）	1000	3.8	4.90E-10	3.39E-08
减影	2-1	2#介入手术室西侧墙体外30cm处（控制室）	1000	4.580	7.93E-06	3.78E-04
	2-2	2#介入手术室西侧墙体外操作台	1000	4.682	3.69E-07	1.76E-05

2-3	2#介入手术室西侧医护通道防护门外 30cm 处	1000	5.082	7.93E-06	3.07E-04
2-4	2#介入手术室南侧污物通道门外 30cm 处	1000	5.067	7.93E-06	3.09E-04
2-5	2#介入手术室南侧墙体外 30cm 处	1000	4.078	7.93E-06	4.77E-04
2-6	2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处（样本间）	1000	5.069	7.93E-06	3.09E-04
2-7	2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处（手术室前室）	1000	4.168	7.93E-06	4.56E-04
2-8	2#介入手术室东侧患者通道防护门外 30cm 处	1000	4.575	7.93E-06	3.79E-04
2-9	2#介入手术室北侧墙体外 30cm 处	1000	4.279	7.93E-06	4.33E-04
2-10	2#介入手术室下方 1.5m 处（透析治疗区）	1000	2.1	1.93E-06	4.38E-04
2-11	2#介入手术室正上方（设备摆放区）	1000	3.8	1.93E-06	1.34E-04

由表 11-10 计算结果可知，1#介入手术室各关注点处（除床旁手术位）泄漏辐射剂量率水平最大值为 $8.51\text{E-}04\mu\text{Sv/h}$ ；2#介入手术室各关注点处（除床旁手术位）泄漏辐射剂量率水平最大值为 $4.77\text{E-}04\mu\text{Sv/h}$ 。

③床旁手术位剂量率估算

根据医院提供资料，项目两间介入手术室内都仅存在透视操作情况，对于介入手术室内职业人员，需考虑透视模式下受到的辐射剂量。参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）表 B.1 和图 I.3 规定：透视防护区检测平面上周围剂量当量率应不大于 $400\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目辐射工作人员在手术室内操作时身穿铅衣、戴铅围脖等，这些防护用品均为 0.5mm 铅当量。本项目动式 C 形臂 X 射线机透视最大管电压 70kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 表中 70kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 70kV 时 X 射线辐射衰减的拟合参数 $\alpha=5.369$ 、 $\beta=23.49$ 、 $\gamma=0.5881$ ，根据（式 11-2）计算可得，0.5mm 铅当量防护用品对应的屏蔽透射因子约为 0.0053，即医生在透视工况下的最大受照剂量率水平为 $2.12\mu\text{Sv/h}$ 。

④散射和泄漏总辐射剂量率估算

根据表 11-8 和表 11-10 的计算结果，以上计算得出的剂量率单位为 $\mu\text{Gy/h}$ ，通过转换因子计算，将剂量率单位换成 $\mu\text{Sv/h}$ 。各关注点处散漏射所致附加剂量率总和，见表 11-11。

表 11-11 移动式C形臂X射线机散漏射所致附加剂量率总和 单位： $(\mu\text{Sv/h})$

模式	关注点 编号	关注点 位置	散射辐射	泄漏辐射	散射辐射+ 泄漏辐射	标准限 值
1#介入手术室						
透视	1-1	1#介入手术室东 侧墙体外 30cm 处 (控制室)	4.47E-04	5.32E-07	4.48E-04	2.5
	1-2	1#介入手术室东 侧墙体外操作台	1.97E-06	2.34E-09	1.97E-06	2.5
	1-3	1#介入手术室东 侧医护通道防护 门外 30cm 处	4.22E-04	3.62E-07	4.22E-04	2.5
	1-4	1#介入手术室北 侧患者通道防护 门外 30cm 处	2.57E-04	3.07E-07	2.57E-04	2.5
	1-5	1#介入手术室北 侧墙体外 30cm 处	2.83E-04	3.37E-07	2.83E-04	2.5
	1-6	1#介入手术室西 侧墙体外 30cm 处	5.22E-04	6.22E-07	5.23E-04	2.5
	1-7	1#介入手术室南 侧污物通道门外 30cm 处	2.51E-04	2.99E-07	2.51E-04	2.5
	1-8	1#介入手术室南 侧墙体外 30cm 处	2.75E-04	3.27E-07	2.75E-04	2.5
	1-9	1#介入手术室下 方 1.5m 处(透析 治疗区)	9.33E-05	1.11E-07	9.33E-05	2.5
	1-10	1#介入手术室正 上方(设备摆放 区)	2.85E-05	3.39E-08	2.85E-05	2.5
减影	1-1	1#介入手术室东 侧墙体外 30cm 处 (控制室)	0.167	7.29E-04	0.168	2.5
	1-2	1#介入手术室东 侧墙体外操作台	0.007	3.20E-05	0.007	2.5
	1-3	1#介入手术室东 侧医护通道防护 门外 30cm 处	0.113	4.95E-04	0.113	2.5
	1-4	1#介入手术室北 侧患者通道防护 门外 30cm 处	0.096	4.20E-04	0.096	2.5

	1-5	1#介入手术室北 侧墙体外 30cm 处	0.106	4.62E-04	0.106	2.5
	1-6	1#介入手术室西 侧墙体外 30cm 处	0.195	8.51E-04	0.196	2.5
	1-7	1#介入手术室南 侧污物通道门外 30cm 处	0.094	4.10E-04	0.094	2.5
	1-8	1#介入手术室南 侧墙体外 30cm 处	0.103	4.48E-04	0.103	2.5
	1-9	1#介入手术室下 方 1.5m 处（透析 治疗区）	0.10	4.38E-04	0.10	2.5
	1-10	1#介入手术室正 上方（设备摆放 区）	0.031	1.34E-04	0.031	2.5
透视		床旁	/	/	2.12	400
2#介入手术室						
	2-1	2#介入手术室西 侧墙体外 30cm 处 （控制室）	2.32E-04	2.76E-07	2.32E-04	2.5
	2-2	2#介入手术室西 侧墙体外操作台	1.03E-06	1.23E-09	1.03E-06	2.5
	2-3	2#介入手术室西 侧医护通道防护 门外 30cm 处	1.88E-04	2.24E-07	1.88E-04	2.5
	2-4	2#介入手术室南 侧污物通道门外 30cm 处	1.89E-04	2.26E-07	1.89E-04	2.5
	2-5	2#介入手术室南 侧墙体外 30cm 处	2.92E-04	3.48E-07	2.92E-04	2.5
	2-6	2#介入手术室东 侧墙体外 30cm 处 （样本间）	1.89E-04	2.25E-07	1.89E-04	2.5
	2-7	2#介入手术室东 侧墙体外 30cm 处 （手术室前室）	2.80E-04	3.33E-07	2.80E-04	2.5
	2-8	2#介入手术室东 侧患者通道防护 门外 30cm 处	2.32E-04	2.77E-07	2.32E-04	2.5
	2-9	2#介入手术室北 侧墙体外 30cm 处	2.66E-04	3.16E-07	2.66E-04	2.5
	2-10	2#介入手术室下 方 1.5m 处（透析 治疗区）	9.33E-05	1.11E-07	9.34E-05	2.5
	2-11	2#介入手术室正 上方（设备摆放 区）	2.85E-05	3.39E-08	2.85E-05	2.5
减影	2-1	2#介入手术室西 侧墙体外 30cm 处	0.087	3.78E-04	0.087	2.5

		(控制室)				
	2-2	2#介入手术室西侧墙体外操作台	0.004	1.76E-05	0.004	2.5
	2-3	2#介入手术室西侧医护通道防护门外 30cm 处	0.070	3.07E-04	0.070	2.5
	2-4	2#介入手术室南侧污物通道门外 30cm 处	0.071	3.09E-04	0.071	2.5
	2-5	2#介入手术室南侧墙体外 30cm 处	0.109	4.77E-04	0.109	2.5
	2-6	2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处 (样本间)	0.071	3.09E-04	0.071	2.5
	2-7	2#介入手术室东侧墙体外 30cm 处 (手术室前室)	0.105	4.56E-04	0.105	2.5
	2-8	2#介入手术室东侧患者通道防护门外 30cm 处	0.087	3.79E-04	0.087	2.5
	2-9	2#介入手术室北侧墙体外 30cm 处	0.099	4.33E-04	0.099	2.5
	2-10	2#介入手术室下方 1.5m 处 (透析治疗区)	0.10	4.38E-04	0.10	2.5
	2-11	2#介入手术室正上方 (设备摆放区)	0.031	1.34E-04	0.031	2.5
透视	床旁		/	/	2.12	400

由表 11-11 计算结果可知, 1#介入手术室各关注点处 (除床旁手术位) 散射、漏射辐射剂量率水平总和最大值为 $0.196\mu\text{Sv/h}$; 2#介入手术室各关注点处 (除床旁手术位) 散射、漏射辐射剂量率水平总和最大值为 $0.109\mu\text{Sv/h}$, 均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020) 中“周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的限制要求。床旁手术位满足《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76—2020) 附录 B 表 B.1 中“透视防护区检测平面上周围剂量当量率 (非直接荧光屏透视设备) $\leq 400.0\mu\text{Sv/h}$ ”的限制要求。

⑤剂量估算

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

表 11-12 项目所致周围环境保护目标所致年有效剂量率估算

主要环境保护目标		方位	位置	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		出束时间 (h/a)		年有效剂量 估算总和 (mSv/a)
				透视	减影	透视	减影	
1#介入手术室	职业人员	手术室内	影像科 (手术位操作医生)	2.12	/	50	/	0.106
			外科 (手术位操作医生)	2.12	/	25	/	0.053
			骨科 (手术位操作医生)	2.12	/	30	/	0.064
		手术室 东侧	控制室	4.48E-04	0.168	105	5	8.92E-04
	公众	手术室 北侧	清洁通道、换车间、 预麻复苏室、一次 性物品间、脱包间、 无菌物品间、无菌 器材间、更衣室、 卫生间、室内通道、 办公室、配餐间、 换鞋间、值班室、 电梯间、配电室、 楼梯间、院内道路、 院内景观绿化带	2.83E-04	0.106	105	5	5.60E-04
		手术室 西侧	手术室、谈话间、 隔离前室、隔离处 置间、家属等候区、 ICU 大厅、无菌物 品间、治疗室、设 备间	5.23E-04	0.196	105	5	1.03E-03
		手术室 南侧	污物通道、院内道 路、学员宿舍楼、 锅炉房、院外道路	2.75E-04	0.103	105	5	5.44E-04
		手术室 东侧	手术室前室、标本 间、手术室、污物 清洗间、石膏间、 污物通道、楼梯间、 院内道路、传染楼	4.48E-04	0.168	105	5	8.87E-04
		机房 下方	透析治疗区	9.33E-05	0.10	105	5	5.98E-05
		机房 上方	设备摆放区	2.85E-05	0.031	105	5	1.58E-04
2#介入手术室	职业人员	手术室内	影像科 (手术位操作医生)	2.12	/	50	/	0.106

公众		外科 (手术位操作医生)	2.12	/	25	/	0.053
		骨科 (手术位操作医生)	2.12	/	30	/	0.064
	手术室 西侧	控制室	2.32E-04	0.087	105	5	4.59E-04
	手术室 北侧	清洁通道、换车间、 预麻复苏室、一次 性物品间、脱包间、 无菌物品间、无菌 器材间、更衣室、 卫生间、室内通道、 办公室、配餐间、 换鞋间、值班室、 电梯间、配电室、 楼梯间、院内道路、 院内景观绿化带	2.66E-04	0.099	105	5	5.23E-04
	手术室 西侧	手术室、谈话间、 隔离前室、隔离处 置间、家属等候区、 ICU 大厅、无菌物 品间、治疗室、设 备间	2.32E-04	0.087	105	5	4.59E-04
	手术室 南侧	污物通道、院内道 路、学员宿舍楼、 锅炉房、院外道路	2.92E-04	0.109	105	5	5.76E-04
	手术室 东侧	手术室前室、标本 间、手术室、污物 清洗间、石膏间、 污物通道、楼梯间、 院内道路、传染楼	2.80E-04	0.105	105	5	5.54E-04
	机房 下方	透析治疗区	9.34E-05	0.10	105	5	5.10E-04
	机房 上方	设备摆放区	2.85E-05	0.031	105	5	1.58E-04
	注：使用科室手术位操作医生不进行交叉使用，故按年透视出束时间进行估算年剂量。其余保护目标均按照年透视出束时间和年减影出束时间总和进行保守估算，由于本项目包括两台移动式 C 形臂 X 射线机，因此，再考虑对介入手术室外公众影响时考虑叠加影响。						

根据表 11-12 可知，本项目 1#介入手术室内射线装置对操作医生造成的最大年有效剂量估算为 0.106mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；对保护范围内的公众人员造成的最大年有效剂量估算为 1.03E-03mSv/a，低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。2#介入手术室内射线装置对操作医生造成的最大年有效剂量估算为 0.106mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；对保护范

围内的公众人员造成的最大年有效剂量估算为 $5.76\text{E-}04\text{mSv/a}$ ，低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a 。均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号）对职业人员及公众照射的要求。

（2）叠加影响分析：

根据医院提供的平面布局，本项目新增的两间介入手术室紧邻，两台移动式 C 形臂 X 射线机运行时会对彼此的辐射工作人员产生辐射影响。其余 50m 范围的射线装置机房与本项目介入手术室相隔较远，经过多道墙体屏蔽和距离衰减后，对本项目辐射影响很小。且通过项目区域辐射现状监测可知，本项目两间介入手术室拟建场所周围医院内环境的 X- γ 辐射剂量率在 $0.06\sim 0.07\mu\text{Sv/h}$ 范围内，与监测的医院背景值 X- γ 辐射剂量率 $0.06\mu\text{Sv/h}$ 水平相当，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。因此本项目不再考虑与院内其他射线装置的叠加影响，仅考虑本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机的相互叠加影响，最大影响出现在西侧，本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机对介入手术室西侧公众附加的有效剂量为 $1.49\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a 。

由于本项目部分医师由医院现有各科室人员调配，调配人员还将操作院内其他辐射装置，在此分析本项目对调配人员附加有效剂量的叠加影响。本项目移动式 C 形臂 X 射线机医师在手术室内负责手术，根据医院提供的项目工作人员拟配备情况（详见附件 4），各科室医师叠加 2023 年度评估报告个人剂量监测值进行分析，影像科叠加个人剂量监测最大值 0.11mSv/a （医师：潘 ）后手术位操作医师附加的有效剂量最大为 0.216mSv/a ；外科叠加个人剂量监测最大值 0.17mSv/a （医师：雷 ）后手术位操作医师附加的有效剂量最大为 0.223mSv/a ；骨科叠加个人剂量监测最大值 0.15mSv/a （医师：王 ）后手术位操作医师附加的有效剂量最大为 0.214mSv/a ，均低于 5mSv/a 的管理限值。

本项目移动式 C 形臂 X 射线机操作时护士及技师均位于介入手术室外，且本项目技师及护士为新增人员，不操作院内其他射线装置。根据表 11-12 预测结果同时考虑两台射线装置叠加影响可知，本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机对

介入手术室外职业人员（控制室内）附加的有效剂量为 $1.35\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a 。

11.2.3 运营期水环境、固体废弃物、声环境、废气影响分析

（1）水环境影响分析

①项目污水处理措施

本项目移动式 C 形臂 X 射线机在使用的过程中无需用水，也无废水产生。仅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。项目废水产生量为 $1.36\text{m}^3/\text{d}$ ， $339.2\text{m}^3/\text{a}$ 。该部分废水进入医院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 中预处理标准后，通过市政污水管网进入会泽县污水处理厂进行深度处理，对区域水体环境影响较小。医院污水处理站设计处理能力已考虑了本项目废水容量，因此依托医院污水处理站处理本项目医疗废水是可行的。

（2）固体废弃物

①本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。

②本项目介入手术产生的医疗废物主要为药棉、纱布、手套等，该部分医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，定期委托曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司清运处理。

③医护人员产生的生活垃圾不属于医疗废物。生活垃圾集中收集并交由环卫部门统一清运。本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小。

（3）声环境影响分析

本项目运营期噪声主要来源于移动式 C 形臂 X 射线机、通风系统的风机，机房所使用的射线装置、风机均选用低噪声设备，其噪声值一般低于 60dB(A) ，噪声较小，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》2 类标准要求。

（4）大气环境影响分析

本项目介入手术室内采用上进下排的通风系统，产生的少量臭氧及氮氧化物经楼内排风管道引致楼顶排放，经自然稀释后对环境的影响较小。

11.3 辐射事故影响分析

本项目涉及 2 台移动式 C 形臂 X 射线机，均属于 II 类射线装置。对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 射线能量不大，曝光时间都比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

1、本项目可能发生的事故情况

(1) 公众误入或未撤离，在无防护的情况受移动式 C 形臂 X 射线机运行辐射影响；

(2) 术室防护门未关闭，防护门外经过的公众受到移动式 C 形臂 X 射线机运行辐射影响。

(3) 医护人员开展介入治疗时，未使用铅帘遮挡及未穿防护服进行手术操作受到超剂量照射。

2、事故情况下环境影响分析

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移动式 C 形臂 X 射线机辐射对介入手术室内工作人员及误入公众的辐射剂量，估算模式如下：

$$\dot{X} = I \cdot t \cdot V_{ro} \cdot \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 \cdot f \quad (\text{式 11-5})$$

$$D = 8.72 \times 10^{-3} \dot{X} \quad (\text{式 11-6})$$

$$H = \mu \times D \quad (\text{式 11-7})$$

$\dot{X}$ ：离射线装置 r 处产生的照射量，R。

D：离射线装置 r 处产生的空气吸收剂量，Gy。

I：管电流（mA），根据医院提供资料，本项目介入手术透视时最大管电流为 12mA。

V_{ro} ：在给定的管电压和射线过滤情况下，距射线装置 r_0 （ $r_0=1\text{m}$ ）处，由单位管电流（1mA）造成的照射量率， $\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，在过滤板 2mmAl、管电压 70kV 以下， $V_{r0}=0.62\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

r：与主射束距离，第一术者位与主射束距离 r 约为 0.3m；第二术者位 r 约为 0.8m。

f : 防护材料对 X 射线的减弱因子, 无量纲;

μ : 转换因子, 对 γ 、X 射线取 1。

H: 有效剂量, Sv。

医生在机房内操作时身穿铅橡胶围裙(铅衣)、戴介入防护手套、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保护, 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, 李德平、潘自强主编)图 10.5e, 在 75kV 时(本项目保守考虑), 1mmPb 对 X 射线的减弱因子 $f=0.0012$, 0.5mmPb 减弱因子 $f=0.013$ 。由于医生处于射线的非主射束方向, 仅位于 X 漏射、散射束方向, 因此照射量率取主射束方向的 1‰(注: 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、散射辐射比率不大于有用束剂量的 1‰)。

根据项目可能发生的事故可以看出, 事故情况下人员均处于非主束方向。

事故状态下, 项目移动式 C 形臂 X 射线机一台手术累计透视时间最长以 12min 计, 公众误入或未撤离最长受照时间以 1min 计。按公式(11-5)、公式(11-6)及公式(11-7), 本项目一台手术事故情况下工作人员及公众所受到的有效剂量当量见表 11-13。

表 11-13 本台事故情况下工作人员和公众所受到的有效剂量

事故工况		与射线竖侧向之间的距离(m)	曝光方式	曝光时间(min)	防护情况	致剂量当量估算(mSv)
公众(误入或未撤离)		0.3(非主射方向)	透视	1	公众无防护	0.72
职业	第一术者位医生	0.3(非主射方向)	透视	12	医生在设备自带铅帘(0.5mm 铅当量)后操作, 未穿铅衣	0.112
					医生未使用铅帘遮挡, 未穿铅衣, 无防护	8.65
	第二术者位医生	0.8(非主射方向)	透视	12	医生不在铅帘后, 未穿铅衣, 无防护	1.22
说明: 以透视工况管电压 70kV, 管电流 12mA 计算。						

从表 11-13 估算结果可看出:

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，一台手术所受剂量为 0.112mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值；在未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，一台手术所受剂量为 8.65mSv，超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未超过职业人员 20mSv/a 的国家标准限值，不属于辐射事故。

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，一台手术所受剂量为 1.22mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值。

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 时一台手术所受剂量为 0.72mSv，超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值，未超过公众 1mSv/a 的国家标准限值，不属于辐射事故。

根据计算，本项目工作人员和公众在不同误照射情况下受到超年剂量限值曝光时间的计算见表 11-14。

表 11-14 不同误照射情况下受到超年剂量限值曝光时间

事故工况		与射线竖侧向之间的距离（m）	防护情况	年剂量限制（mSv）	曝光时间
公众（误入或未撤离）		0.3（非主射方向）	公众无防护	1	1.38min
职业	第一术者位医生	0.3（非主射方向）	医生在设备自带铅帘（0.5mm 铅当量）后操作，未穿铅衣	20	35.57h
			医生未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护		27.74min
	第二术者位医生	0.8（非主射方向）	医生不在铅帘后，未穿铅衣，无防护		3.29h
说明：以透视工况管电压 70kV，管电流 12mA 计算。					

从表 11-14 估算结果可看出：①公众误入或未撤离机房，在机房内与射线束侧向之间为 0.3m，受照射时间达到 1.38min 时所致剂量为 1mSv，达到公众年剂量限值，可造成公众人员超剂量照射；②介入手术室内第一术者位医生在没有穿防护服，但有铅帘遮挡情况下，受照射时间达到 35.57h 时所致剂量为 20mSv，达到职业年剂量限值，可造成职业人员超剂量照射；介入手术室内第一术者位医生在没有穿防护服且无铅帘遮挡情况下，受照射时间达到 27.74min 时所致剂量为 20mSv，达到职业年剂量限值，可造成职业人员超剂量照射；③介入手术室内第二术者位医生在没有穿防护服且无铅帘遮挡情况下，受照射时间达到 3.29h 时

所致剂量为 20mSv，达到职业年剂量限值，可造成职业人员超剂量照射。

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

（3）辐射事故防范措施

对前述本项目移动式 C 形臂 X 射线机可能发生的事故情况，为了防止其发生，应采取多种防范措施：

①控制室控制台和介入手术室内射线装置控制盘上均安装有紧急停机按钮，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介入手术室防护门外醒目位置设置电离辐射警告标志及工作指示灯，具备门机联锁装置，移动式 C 形臂 X 射线机处于工作状态时，介入手术室防护门关闭，防护门顶部的工作状态指示灯变亮，警示非工作人员不得入内；

③必须按操作规程并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；

④手术时，医生需确认机房内无其他闲杂人等、铅防护门正常关闭后才能开启曝光；

⑤辐射工作人员在进行放射工作时必须穿戴防护用品，并佩带个人剂量计，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光；

⑥曝光时，曝光方向严禁正对机房内医生所在位置。

上述各种安全装置，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

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》（2021 年版）等法律法规要求，使用 II 类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；从事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。

医院已成立了辐射安全与防护管理领导小组并发布了文件，文件中明确了领导小组成员组成和工作职责。

本项目辐射工作人员及管理人员均应按要求参加辐射安全与防护培训，考核合格后方能满足辐射工作岗位的要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年版）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）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。《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》列出了医院使用移动式 C 形臂 X 射线机应建立的管理制度，具有很强的指导意义和参考价值。有关管理制度要求与医院管理制度现状的对照分析如表 12-1 所示。

表 12-1 管理制度汇总对照表

序号	检查项目		落实情况	备注
1	A 综合	辐射安全管理规定	已有	《辐射防护和安全保卫制度》
2	B 场所设施	操作规程	已有	《辐射工作人员岗位职责》
3		辐射安全防护设施的维护与维修制度	已有	《辐射设备检修、维护制度》
4	C 监测	监测方案	已有	《辐射工作场所现场监测制度、方案》
5		监测仪表使用与校验管理制度	已有	《质量保证大纲和质量控制计划》
6	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已有	《辐射工作人员培训制度》
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	已有	《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》
8	E 应急	辐射事故应急预案	已有	《辐射事故应急预案》

医院目前制定了《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备检修、维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作场所现场监测制度、方案》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》、《质量保证大纲和质量控制计划》等制度。综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在医院辐射安全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。此外，医院需不断完善各项规章制度，并落实专人负责；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；对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于工作场所墙面醒目处。

12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年版）、环保部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型、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、便携式 X-γ 辐射巡测仪等。

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。医院应根据移动式 C 形臂 X 射线机的日常监测方案，定期对介入手术室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，每年应请有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断移动式 C 形臂 X 射线机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》，并于每年 1 月 31 日前上报发证机关。

（1）个人剂量监测

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）“5.3 佩戴 5.3.2”中要求“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”和“5.3 佩戴 5.3.3”中“对于 5.3.2 所述工作的情况，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、指环剂量计等）”。

医院应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，定期（至少 1 次/季度）送有资质单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。同时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）辐射工作人员健康检查

医院应组织相关辐射工作人员每两年进行一次健康检查，并建立健康档案。未经体检和体检不合格者，不得从事放射性工作。

（3）辐射环境及工作场所监测

①监测要求

监测项目：X- γ 空气吸收剂量率

监测频次：竣工验收委托有资质单位进行辐射环境验收监测；项目投入运营后委托有监测资质单位至少每年监测 1 次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；医院自行购买监测仪器每季度进行监测一次，确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行；定期（至少 1 次/季度）委托有资质单位对个人剂量计进行检测。

监测范围：射线装置机房内第一术者位、第二术者位、介入手术室防护门及缝隙处、控制室操作台、铅玻璃观察窗缝隙处、介入手术室四周屏蔽墙外，穿线孔等。

监测设备：便携式 X- γ 辐射监测仪（对于常规日常监测，医院可自行购买便携式 X- γ 辐射监测仪。对于办理辐射安全许可证的延续、更换；竣工环保验收编制辐射防护年度评估报告则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）。

监测质量要求：委托有资质监测单位进行监测，其仪器必须在检定有效期内，测量人员需经环境 γ 辐射剂量率测量相关专业培训，考核合格后方可上岗工作；环境 γ 辐射剂量率测量仪器应定期检定/校准，或通过其他量值传递方式，保证量值可溯源至国家计量基准；应定期参加环境 γ 辐射剂量率测量比对；对使用频率高、具有检验源的仪器，工作期间每天都应用检验源对仪器的工作状态进行检验；更新仪器和方法时，应在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量结

果进行对照,以保持数据的前后一致性;对监测中出现辐射超标问题,及时向院方提出,并提出整改意见,在院方整改完成后,进行复测,直至符合要求,提供满足要求的监测报告。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021),在运行前对屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测。运行中,对四周屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测,监测高度为 1m;对上一层楼 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测,监测点高度为 1m;对下一楼层 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测,监测点高度为 1.7m。并选择部分关注点位开展 γ 辐射空气吸收剂量率(开关机时各测量一次)或累积剂量监测,合理布设监测点位置,兼顾监测技术规范和实际情况,监测结果具有代表性和针对性。

②监测计划

为避免联锁装置失效,人员未能及时发现的情况,医院在日常运营过程中,工作人员应佩戴个人剂量报警仪,加强辐射工作场所巡测,确认安全后方可进入辐射工作场所开展诊疗。监测计划如表 12-2 所示。

表 12-2 监测计划一览表

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备
自主监测	X- γ 辐射剂量率	每季度至少 1 次	介入手术室所有防护门及缝隙处、控制室操作台、铅玻璃观察窗缝隙处、介入手术室四周屏蔽墙外,穿线孔等。	X- γ 辐射监测仪(需按国家规定进行剂量检定)
委托监测	X- γ 辐射剂量率	竣工环保验收监测	介入手术室所有防护门及缝隙处、控制室操作台、铅玻璃观察窗缝隙处、介入手术室四周屏蔽墙外,穿线孔等。	X- γ 辐射监测仪(需按国家规定进行剂量检定)
		编制辐射防护年度评估报告(每年 1 次)		
		辐射安全许可证的延续、更换		
	职业性外照射个人剂量	定期(一般不超过 90 天)送有资质部门进行监测	本项目辐射工作人员	个人剂量计

12.4 环保措施竣工验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况,按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号)、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》(生态环境部公告 2018 年第 9 号)的相关要求,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。

表 12-3 竣工验收要求一览表

设备	验收项目		具体措施
移动式C形臂X射线机	程序合法性	环保手续	项目环评批复、辐射安全许可证申领
	建设内容		两台移动式C形臂X射线装置型号，其中一台型号为GE OEC Fluorostar，最大管电压为110kV，最大管电流为250mA；另一台型号为GE OEC One CFD，最大管电压为110kV，最大管电流为250mA，两台移动式C形臂X射线装置均属于II类射线装置
	辐射防护设施及运行情况	屏蔽措施	(1) 1#介入手术室 墙体：四周墙体采用50mm×50mm镀锌方管龙骨+1.2mm厚电解钢板+3mm厚铅板满铺，具有3.0mm铅当量防护水平。 屋顶：120mm厚混凝土+30mm厚硫酸钡防护涂料层，综合防护水平折合3.46mm铅当量防护水平。 地面：120mm厚混凝土+30mm厚硫酸钡防护涂料层+2.0mm厚进口橡胶地板，综合防护水平折合3.46mm铅当量防护水平。 防护门（3套）：控制室防护门（1套，为推拉门）、患者通道防护门（1套，为平开门）、污物通道防护门（1套，为推拉门）均为50mm厚的防护铅门，内置3mm铅板，综合防护水平折合3.0mm铅当量。 观察窗：位于手术室东侧墙体（长1.0m、高0.8m），采用20mm厚铅玻璃，综合防护水平折合4.0mm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，防护屏蔽吊架铅板具有0.5mm铅当量防护水平。 (1) 2#介入手术室 墙体：四周墙体采用50mm×50mm镀锌方管龙骨+1.2mm厚电解钢板+3mm厚铅板满铺，具有3.0mm铅当量防护水平。 屋顶：120mm厚混凝土+30mm厚硫酸钡防护涂料层，综合防护水平折合3.46mm铅当量防护水平。 地面：120mm厚混凝土+30mm厚硫酸钡防护涂料层+2.0mm厚进口橡胶地板，综合防护水平折合3.46mm铅当量防护水平。 防护门（3套）：控制室防护门（1套，为推拉门）、患者通道防护门（1套，为平开门）、污物通道防护门（1套，为推拉门）均为50mm厚的防护铅门，内置3mm铅板，综合防护水平折合3.0mm铅当量。 观察窗：位于手术室西侧墙体（长1.0m、高0.8m），采用20mm厚铅玻璃，综合防护水平折合4.0mm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，防护屏蔽吊架铅板具有 0.5mm 铅当量防护水平。 1#介入手术室净空面积为 27.85m²，长×宽×高=6.65m×4.20m×3.2m；2#介入手术室净空面积为 40.17m²，长×宽×高=7.0m×5.75m×3.2m。介入手术室最小单边长度、有效使用面积以及屏蔽防护水平满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。
		安全装置	介入手术室患者通道防护门外醒目位置安装工作状态指示灯，指示灯与患者/医护人员进入防护门能有效联动；操作间张贴介入室应急预案等规章制度，介入室周边走廊张贴电离辐射危害告知等提示信息；每间介入手术室诊断床及控制台设置紧急停止按钮，控制台设置对讲装置。
		废气处理	本项目介入手术室内采用上进下排的通风系统。两间介入手术室进风管道均由上一楼层换气空调引入，进风口位于机房中部吊顶处；1#介入手术室排风口设于介入手术室西侧墙上；2#介入手术室排风口设于介入手术室北侧墙上，排风口离地约 0.2m 处，排风管最终接入住院综合楼排风管中，最终于住院综合楼楼顶排放，进风量及出风量为 1200m ³ /h。通风管道需穿墙体，采取对穿介入手术室墙体的坑洞及外伸 1m 的管道采用 3mm 铅皮包裹进行屏蔽补偿，开口四周可能存在缝隙，缝隙采用硫酸钡涂料进行填充，并采用 3mm 铅皮对风管与墙面防护层搭接，搭接长度为 30cm，经过铅皮等防护措施处理后，能够有效防止射线直接从风管照射出机房。产生的臭氧及氮氧化物可通过楼内排风管道引致楼顶排放，经自然稀释后对环境的影响较小。
		警示标识	机房防护门上张贴电离辐射警示标志，操作间墙上张贴操作规程，辐射事故应急流程，岗位职责等。
		监测仪器	便携式辐射巡测仪 2 台，应配备 4 台个人剂量报警仪，44 枚个人剂量计。
		防护用品	拟为辐射工作人员配备 6 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙（铅衣）、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套等个人防护用品，每间介入手术室 3 套。拟为患者配备 4 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具等个人防护用品，每间介入手术室 2 套。手术室内配备 0.5mm 铅当量的铅悬挂防护屏、床侧防护帘各 2 件，每间介入手术室 1 件。
		工作区域管理	对控制区和监督区进行分区管理，建立相关制度并安装警示标志。
	人员配置	辐射防护与安全培训	所有辐射工作人员在生态环境部组织的培训平台上进行报名和培训并进行考核。
		人员职业健康监护	所有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。
		个人剂量监测	所有辐射工作人员配备个人剂量计，建立个人剂量档案。职业人员应严格执行剂量管理，定期剂量检定，避免出现超剂量照射，若超出剂量约束值，应调查原因，相关人员采取

			调离工作岗位的措施。
	管理制度	辐射安全管理制度	应急预案、辐射防护安全管理制度、监测计划、档案记录、个人剂量管理、操作人员培训等，所有制度均需上墙。
	验收监测	X- γ 辐射剂量率	机房墙体（墙外 30cm 处），防护门及缝隙处、控制室、操作台处的 X- γ 辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

12.5 辐射事故应急

（1）辐射事故应急要求

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、《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）等有关规定，医院应制定辐射事故应急预案，辐射事故应急预案应包括以下内容：

- 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。

发生辐射事故时，事故单位应当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》，向当地生态环境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。

（2）医院现有辐射事故应急预案评价

为加强对辐射治疗设备的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了辐射事故应急预案，成立了辐射安全与环境保护领导小组，组织、开展辐射事故的应急处理救援工作。该应急预案包括：

- ①应急适用范围；
- ②应急组织机构及职责；
- ③应急响应；
- ④应急处置工作程序；
- ⑤应急保障：经费保障、物资保障、人员培训、应急演练；
- ⑥公众宣传。

（3）针对应急预案，应完善的措施：

医院应明确应急仪器、设备的负责人及存放位置、做好应急和救助的资金、

物资准备、加强应急人员的组织培训等。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》，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。

（4）辐射事故应急程序

一旦发生一般辐射事故，医生应立即按下急停按钮或切断电源，封闭现场后立即向科室负责人报告，负责人1小时内向应急指挥领导小组报告，应急指挥领导小组总指挥启动应急预案，并向曲靖市生态环境局和曲靖市公安局上报；可能造成人员超剂量照射的，同时向曲靖市卫生健康局报告。

为使事故发生时能有效应对，医院每年至少须进行一次应急人员的演习培训，模拟事故发生时应进行的流程和应采取的措施，当辐射事故发生时能熟练、沉着、有效应对，将事故的危害降到最低。

（5）能力分析

表 12-4 医院使用 II 类射线装置应具备的能力分析一览表

序号	应具备条件	规定要求	本项目设计及相关管理要求	本评价报告要求	与相关规定的符合性
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门、窗）的防护厚度应充分考虑X射线直射、散射、漏射效应。	建设方委托有资质的单位进行墙体、房顶、地板、门、窗的防护设计、修建、辐射防护。且根据辐射环境影响预测分析可知，在采取相关辐射防护措施后，项目射线装置对介入手术室外人员所致年有效剂量满足相关管理限制要求。	建设方应按计划认真做好相应的防护工作，做好日常监测。	符合
2	安全联锁	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在使用场所设置工作状态指示灯、警示标志和门灯连锁装置。	建设方要严格执行相关操作规程、检修、检验工作，定期维护，确保辐射安全。	符合
3	紧急制动装置	在诊断、诊疗室内墙上应安装多个串联并有明显标识的“紧急制动”开关，该开关	在介入手术室射线装置控制盘上、控制室控制台处设有紧急制动按钮，该装置与设备连	运营时严格按照计划执行，定期维护，确保辐射安全。	符合

		应与控制台上的“紧急止动”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	锁，使工作人员可通过紧急止紧急停机按钮使照射终止。		
4	警示标志	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的标识。	机房工作区域拟设置警示标志和工作状态指示灯。	落实控制区、监督区的划分，设置警戒线和警示标志。	符合
5	通风系统	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。	射线装置机房采用上进下排的通风系统，项目射线装置产生的少量臭氧及氮氧化物经楼内排风管道引致楼顶排放。	定期维护，满足通风和防护屏蔽要求。	符合
6	管理人员要求	使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科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。	医院已根据要求成立辐射与防护管理领导小组，并配备 1 名以上具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展这方面的工作。	符合
7	操作人员要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日发布的关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告中的相关要求(生态环境部公告 2019 年第 57 号)，本项目所有辐射工作人员除已取得国家核技术利用放射安全与防护平台考核合格证，且在有效期的，其余人员拟在生态环境部组织的培训平台上进行报名和培训并进行考核。	辐射工作人员应取得培训合格证书后方可上岗。	符合
8	辐射安全许可证	必须取得生态环境行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	已持有辐射安全许可证	本项目环评审批完成后更新《辐射安全许可证》。	符合
9	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电	定期对本项目诊疗设备进行检查、及时维护	医院应按计划认真做好相应	符合

		设备和监测仪器，特别是安全联锁装置，进行检查、维护。	更换部件。	的防护工作，完善相关制度和记录。	
10	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备 1 个人剂量片。个人剂量片应编号并定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	本项目所有辐射工作人员拟佩戴了个人剂量计，并进行了送检，建立了个人剂量档案。	严格要求工作人员正确佩戴单个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及时解决，个人剂量档案应终生保存。	符合
11	个人防护用品配备	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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	医院根据要求配备个人单剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X-γ 辐射巡测仪等仪。	医院应配备足量的个人防护用品，医院日常应认真做好相应的个人防护工作。	符合
12	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	医院对从事辐射工作的工作人员建立个人剂量档案，并定期对其进行个人剂量监测。医院建立了设备运行、维修、辐射环境监测档案。	医院应及时更新妥善保存相关档案。	符合
13	装置台账	辐射工作单位应当建立放射性同位素与射线装置台账，记载放射性同位素的核素名称、出厂时间和活度、标号、编码、来源和去向，及射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。放射性同位素与射线装置台账、个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存。	本项目不涉及放射性同位素，仅涉及射线装置，医院将建立射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。	医院建立射线装置台账、个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存	符合
14	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监	医院已制定《射线装置监测方案》。	项目运行后每年至少委托有	符合

		测方案。		资质的单位进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，监测数据定期上报生态环境主管部门备案。	
15	辐射安全防护与制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	目前医院已具备和制定的管理制度有：《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备检修、维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作场所现场监测制度、方案》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》、《质量保证大纲和质量控制计划》。	医院应将各项规章制度落实专人负责。从事放射性诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行放射诊疗工作，所有制度应张贴上墙。	符合
16	放射诊疗质量保证	使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	医院已安排了一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作，且医院已制定专门的《质量保证大纲和质量控制计划》。	医院应制定专门的《放射诊疗质量保证制度》，并安排专人负责质量保证与质量控制检测工作，发现问题及时解决。	符合
17	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废水、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	废水进入医院污水处理站预处理达标后外排市政污水管网；医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，委托曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司清运处置；生活垃圾集中收集后交由环卫部门统一清运。	固体废弃物和废水合理处置。	符合
18	辐射事故应急措施	有完善的辐射事故应急措施。	医院已制定放射事故应急处理预案。	医院每年至少须进行一次应急人员的演习培训，模拟事故发生时应进行的流程和应	符合

				采取的措施， 当辐射事故发生时能熟练、沉着、有效应对，将事故的危害降到最低。	
根据上表所述，会泽县中医医院按照本报告提出的要求进行落实后具备了使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件，具备了使用本次评价 2 台移动式 C 形臂 X 射线机(II 类射线装置) 的能力。					

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

本项目拟将新建的住院综合楼 3 楼相邻的 7 号、8 号手术室及配套辅助用房进行防辐射装修后，新增两台移动式 C 形臂 X 射线机，其中一台型号为 GE OEC Fluorostar，最大管电压为 110kV，最大管电流为 250mA；另一台型号为 GE OEC One CFD，最大管电压为 110kV，最大管电流为 250mA)，新增的两台移动式 C 形臂 X 射线机属于 II 类射线装置，配套设置控制室。1#介入手术室净空面积为 27.85m²，长×宽×高=6.65m×4.20m×3.2m；2#介入手术室净空面积为 40.17m²，长×宽×高=7.0m×5.75m×3.2m。本项目总投资 1275 万元，其中环保投资约 90 万元。

13.1.2 实践的正当性

本项目移动式 C 形臂 X 射线机在运行期间将会产生一定的电离辐射，虽然会增加机房周围的电离辐射水平，但是采取前文所述的各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制。项目投入使用不仅满足患者就医需求，还将给医院带来更多的经济效益和社会效益，项目产生的效益远大于电离辐射导致的危害，因此符合《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。

13.1.3 产业政策符合性及规划符合性

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。

本项目位于会泽县金钟镇通宝路 771 号会泽县中医医院新建住院综合楼 3 楼介入手术室，该用地属于会泽县金钟镇已规划的医疗卫生用地，本项目不涉及新增占地，因此项目符合会泽县金钟镇城市总体规划。

13.1.4 选址的合理性

(1) 选址合理性分析

会泽县中医医院位于会泽县金钟镇通宝路771号，本项目介入手术室和配套用房拟建位置为会泽县中医医院新建住院综合楼3楼介入手术室(经度：103.1612402；纬度：26.2428380)。住院综合楼北侧为院内景观绿化带、门诊楼、急诊医技综合楼，距离介入手术室防护墙的距离分别为28m、105m、109m；西侧为研究生楼，距离介入手术室防护墙的距离分别为66m；南侧为院内的制剂楼、学员宿舍楼、锅炉房、院外道路，距离介入手术室防护墙的距离分别为64m、27m、32m、48m；东侧为传染楼，距离介入手术室防护墙的距离为38m。介入手术室实体防护墙外侧外延50m范围除南侧涉及院外的道路，其余三面均为医院内建筑物、道路、停车场、绿化景观带等。本项目50m范围之内医院及周围无自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，且未紧邻产科、儿科等，本项目介入手术室进行了相应的辐射屏蔽设计，根据表11环境影响分析可知，经采取相应防护治理措施后，项目设备电离辐射对周围环境影响较小，选址合理。

(2) 平面布置和人员通道合理性分析

本项目介入手术室拟建位置为新建住院综合楼3楼东南侧。介入手术室北侧为清洁通道、换车间、预麻复苏室、一次性物品间、脱包间、无菌物品间、无菌器材间、更衣室、卫生间、室内通道、办公室、配餐间、换鞋间、值班室、电梯间、配电室、楼梯间、室外道路、院内景观绿化带；介入手术室西侧为手术室、谈话间、隔离前室、隔离处置间、家属等候区、ICU大厅、无菌物品间、治疗室、设备间；介入手术室南侧为污物通道、院内道路、学员宿舍楼、锅炉房、院外道路；介入手术室东侧为手术室前室、标本间、手术室、污物清洗间、石膏间、污物通道、楼梯间、院内道路、传染楼。本项目介入手术室上方4楼为设备摆放区（主要摆放换气空调）；下方2楼为透析治疗区。医护人员由项目区北侧医护通道进入，经换鞋间、医护通道、更衣室、洁净通道后进入2台移动式C形臂X射线机介入手术室、控制室；病人由项目区西北侧患者通道进入介入手术室，术后原路返回；术后污物由项目区南侧的污物通道门离开，绕行至项目区北侧污物暂存间，最终通过污物电梯离开，区域划分明确。且项目区避开了人群较为集中的区域，所处位置相对独立，医护人员通道和病人通道独立设置、有利于病人流通且避免不同人员的交叉影响。同时，机房采取了有效屏蔽措施后对周围产生的环境

影响是可以接受的，因此，项目平面布局合理。

13.1.5 辐射环境质量现状

2024 年 5 月 17 日云南正毅环境监测有限公司对拟建介入手术室区域辐射环境现状进行了监测，监测结果显示：本项目介入手术室拟建区域周围环境（1-26 号监测点）的 X- γ 辐射剂量率为 0.06 μ Sv/h，介入手术室拟建场所周围医院内外环境（27-38 号监测点）的 X- γ 辐射剂量率在 0.06~0.07 μ Sv/h 范围内，与本次监测的医院背景值（39 号监测点）的 X- γ 辐射剂量率 0.06 μ Sv/h 水平相当。根据《云南省环境天然贯穿辐射水平调查研究》第 1 期、第 15 卷表 3 可知，曲靖地区室内 γ 辐射剂量率为 0.0168~0.1638 μ Sv/h。因此，本项目拟建场所及周围环境的 X- γ 辐射剂量率处于区域正常辐射水平范围内。

13.1.6 辐射安全与防护分析

本项目介入手术室四周墙体、顶棚、地面、防护门及观察窗屏蔽厚度均不低于 2mm 铅当量，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。设备自带有辐射防护设备，医务人员工作时穿戴铅橡胶围裙（铅衣）、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套等防护用品，通过以上各项防护措施的综合使用，可有效防止 X 射线产生的辐射影响，对辐射工作人员和周围公众所致剂量满足本项目的管理限值要求。

另外，本项目介入手术室患者通道防护门外醒目位置安装工作状态指示灯，指示灯与患者/医护人员进入防护门能有效联动；操作间张贴辐射事故应急预案等规章制度，介入手术室周边走廊张贴电离辐射危害告知等提示信息；每间介入手术室诊断床及控制台设置紧急停止按钮，控制台设置对讲装置。落实以上辐射安全措施后能够满足有关辐射防护安全要求。

13.1.7 环境影响分析结论

（1）施工期

本项目利用新建的住院综合楼 3 楼相邻的 7 号、8 号手术室及配套辅助用房进行防辐射装修后，新增两台移动式 C 形臂 X 射线机。本项目所产生的废水与固废均依托医院已建的环保措施进行处理，本项目施工主要为机房和配套场所的建设及装修、介入手术室的屏蔽防护措施施工，施工量较少，施工期间施工方遵守文明施工、合理施工的原则，各项环保措施到位，对周围环境影响较小。由于

本项目施工量较少，施工期短，施工期影响随着施工期的结束而消失。

(2) 运营期辐射环境影响分析

根据类比监测结果，各监测点正常工况条件下曝光时机房外 X- γ 空气吸收剂量率分布在 0.169~0.188 μ Sv/h 之间之间，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

通过类比监测结果计算，本项目各科室职业人员受到的附加有效剂量影像科最大为 0.459mSv/a；外科最大为 0.229mSv/a；骨科最大为 0.275mSv/a，均低于本次评价的职业有效剂量管理限值 5mSv/a。介入手术室周边公众受到的附加有效剂量最大为 9.90×10^{-4} mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。

经过理论计算，本项目 1#介入手术室内射线装置对操作医生造成的最大年有效剂量估算为 0.106mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；对保护范围内的公众人员造成的最大年有效剂量估算为 1.03E-03mSv/a，低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。2#介入手术室内射线装置对操作医生造成的最大年有效剂量估算为 0.106mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；对保护范围内的公众人员造成的最大年有效剂量估算为 5.76E-04mSv/a，低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号）对职业人员及公众照射的要求。

考虑叠加影响后，本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机最大影响出现在西侧，附加的有效剂量为 1.49E-03mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。由于本项目部分医师由医院现有各科室人员调配，考虑叠加影响后，影像科手术位操作医生附加的有效剂量最大为 0.216mSv/a；外科手术位操作医生附加的有效剂量最大为 0.223mSv/a；骨科手术位操作医生附加的有效剂量最大为 0.214mSv/a，均低于 5mSv/a 的管理限值。本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机对介入手术室外职业人员（控制室内）附加的有效剂量为 1.35E-03mSv/a，低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。

经机房实体屏蔽防护后，本项目投入使用后对评价范围(50m)内环境保护目

标环境影响较小。

（3）运行期大气环境影响

本项目介入手术室内采用上进下排的通风系统，产生的少量臭氧及氮氧化物经楼内排风管道引致楼顶排放，经自然稀释后对环境的影响较小。

（4）运行期水环境影响

本项目的废水主要为工作人员生活污水及医疗废水，废水依托医院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 中预处理标准后，通过市政污水管网进入会泽县污水处理厂进行深度处理，对区域水体环境影响较小。

（5）运行期声环境影响

本项目运营期噪声主要来源于移动式 C 形臂 X 射线机、通风系统的风机，机房所使用的射线装置、风机均选用低噪声设备，其噪声值一般低于 60dB(A)，噪声较小，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》2 类标准要求。

（6）运行期固体废物环境影响

本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，无废胶片产生；手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，最终委托曲靖银发危险废物集中处置中心有限公司清运处置；工作人员产生的生活垃圾依托医院保洁措施，统一集中收集并交由环卫部门统一清运。采取以上处理措施后对周围环境影响很小。

13.1.8 事故情况下辐射环境影响评价结论

根据事故情况估算结果，本项目移动式 C 形臂 X 射线机事故情况下可能产生的后果按《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》中规定判断，可能发生一般辐射事故。

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控制辐射事故对环境的影响。

13.1.9 医院辐射安全管理综合分析结论

落实设计、本《报告表》措施后，医院拥有专业的辐射工作人员和辐射安全

管理机构，有符合国家环境保护标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施，具有对本《报告表》评价的移动式 C 形臂 X 射线机的使用和管理能力。

13.1.10 环保可行性结论

综上所述，会泽县中医医院新增移动式 C 形臂 X 射线机核技术应用项目符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”原则。只要严格按照国家有关法规及标准完善，加强运行管理，落实防护措施，建设单位具备对 2 台移动式 C 形臂 X 射线机的使用和管理能力。在落实本报告提出的辐射环境保护措施前提下，移动式 C 形臂 X 射线机正常运行对本项目辐射工作人员和周边公众所致有效剂量能够满足《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）的四分之一的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度论证，本项目建设是可行的。

13.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，医院承诺：

（1）做好辐射工作场所屏蔽防护工程的设计，加强施工过程的管理，建立工程施工档案，对隐蔽工程需留存影像、图片等资料。

（2）建立健全并落实医院辐射安全与防护管理制度，加强射线装置防控设施的日常运行管理，加强辐射工作人员辐射安全防护教育，提高辐射安全防护意识，避免误照射事故发生，辐射工作人员个人剂量按有关规定定期检测，防止职业人员年有效剂量超过云南省辐射管理职业人员限值。

（3）辐射监测仪器、报警仪器和其他辐射防护设备安排专人负责，定期检查、维护，确保其性能良好，确保监测数据可靠，为辐射防护提供可靠依据。

（4）加强辐射工作场所“监督区、控制区”日常管理及其周围辐射环境的监测，认真落实项目监测计划。加强设备安装调试期间辐射工作场所周围辐射环境监测工作。

（5）认真学习贯彻国家相关环保法律、法规，进行核文化宣贯，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

（6）辐射工作人员及医院辐射防护负责人需参加辐射安全培训和考核，持

证上岗。

(7) 自觉自愿接受生态环境行政主管部门的监督检查。

13.3 建议

(1) 项目竣工后应按照国家相关法律法规和表 12-4 竣工验收要求一览表所列内容尽快开展环保设施竣工自主验收。

(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) 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及相关管理制度。

(5) 每年 1 月 31 日前必须上报上一年度的辐射安全与防护状况报告给生态环境行政主管部门。