核技术利用建设项目

宣威市第一人民医院北云院区 2 台移动式 C 形臂 X 射线机核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：宣威市第一人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：云南省曲靖市宣威市振兴街南段(水田冲)

邮政编码：655499 联 系 人：

电子邮箱： 联系电话：

打印编号：1766984214000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	px1fg5
建设项目名称	宣威市第一人民医院北云院区2台移动式C形臂X射线机核技术利用项目
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）	宣威市第一人民医院
统一社会信用代码	12530381431769591L
法定代表人（签章）	薛武宪
主要负责人（签字）	费德见
直接负责的主管人员（签字）	费德见
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	云南卓淮检测技术有限公司
统一社会信用代码	91530103316282382C
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
宋晓磊	03520240553000000002	BH000664	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
宋晓磊	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废物）、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH000664	

项目现场勘查照片

本项目在住院楼层中的位置	本项目西侧医技楼
第 12、13 手术间外部现状	第 12 手术间内部现状
第 13 手术间内部现状	项目楼下医护办公室、值班室

本项目北侧相邻第 11 手术间	本项目东侧一次性物品间
医院污水处理站	医院医废暂存间
医院生活垃圾房	编制主持人踏勘现场

目　录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 24
表 3 非密封放射性物质 24
表 4 射线装置 25
表 5 废弃物（重点是放射性废物） 27
表 6 评价依据 28
表 7 保护目标及评价标准 31
表 8 环境质量和辐射现状 35
表 9 项目工程分析与污染源 41
表 10 辐射安全与防护 49
表 11 环境影响分析 63
表 12 辐射安全管理 91
表 13 结论与建议 101
表 14 审批 108

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">宣威市第一人民医院北云院区 2 台移动式 C 形臂 X 射线机核技术利用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">宣威市第一人民医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法定代表人</td><td></td><td>联系人</td><td></td><td>电话</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">云南省曲靖市宣威市振兴街南段（水田冲）</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>320</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>18.7</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>5.84%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□I □II □III □IV □V</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□I（医疗使用） □II □III □IV □V</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□II □III</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□II □III</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑II □III</td></tr>
<tr><td>其它</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.1 项目基本情况

1.1.1 建设单位基本情况

宣威市第一人民医院始建于 1950 年 6 月，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复和紧急救援为一体的三级综合医院。2025 年，为响应宣威市人民政府《进一步深化县域紧密型医共体改革推进医疗集团建设的实施方案》的改革精神，将宣威市第一人民医院与宣威市第二人民医院进行整合，组建新的宣威市第一人民医院，原宣威市第二人民医院挂“宣威市医疗集团第一人民医院（龙堡院区）”牌子。整合后的宣威市第一人民医院实行一院多区发展，实行三院区（北云院区、龙堡院区、学苑院区）管理，总占地 432.3 亩，总核编床位 998 张。其中北云院区位于振兴街南段（水田冲），占地 257.5 亩，核编床位 800 张；龙堡院区位于龙堡东路 610 号，占地面积 133.7 亩，核编床位 99 张；学苑院区位于建设街 131 号，占地 41.1 亩，核编床位 99 张。医院现有职工 1603 人，编制内 697 人，编制外 906 人。本次评价核技术利用项目即位于北云院区。

1.1.2 评价目的和项目由来

1.1.2.1 评价目的

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

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

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

4）给出明确的环评结论，为管理部门的辐射环境管理提供科学依据。

1.1.2.2 任务由来

宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼的第 12 手术间、第 13 手术间，现状均作为辐射工作场所，各设置 1 台移动式 C 形臂 X 射线机，型号分别为：SIREMOBIL Compact L、Brivo OEC715，曾用于骨科手术透视使用。据《射线装置分类》“医用诊断 X 射线装置[3]（医用诊断 X 射线装置包括 X 射线摄影装置、床旁 X 射线摄影装置、X 射线透视装置、移动 X 射线 C 臂机等）属于III类射线装置”，所以建设单位按III类射线装置管理，于 2018 年 11 月 16 日完成了建设

项目环境影响登记表，备案号：201853038100000263，并将以上两台移动式C形臂X射线机登记在辐射安全许可证上。

2024年曲靖市生态环境局对本院进行云南省核技术利用辐射安全和防护例行监督检查，过程中发现，根据设备铭牌、说明及医疗器械注册证上的信息，现有1台SIREMOBIL Compact L移动式C形臂X射线机适用范围具备数字减影血管图像功能，根据《生态环境部国家卫生和计划生育委员会公告》（2017年第66号）制定的射线装置分类方法，具备数字减影功能的医用射线装置，按照II类射线装置进行管理，医院SIREMOBIL Compact L移动式C形臂X射线机应办理相关环保审批手续。鉴于医院不存在主观故意，且未造成环境污染、人员伤亡等有害后果，曲靖市生态环境局宣威分局不再追究未按II类射线装置要求报批此台移动式C形臂X射线机环境影响评价文件的相关法律责任，见附件25。宣威市第一人民医院积极响应管理要求，立即停止使用现有的1台移动式C形臂X射线机，将此台设备下证（辐射安全许可证），并委托有资质单位进行环境影响评价。同时，建设单位决定报废住院楼16楼第13手术间现有射线装置：Brivo OEC715，另新增1台移动式C形臂X射线机，型号：OEC One CFD，使用场所为第13手术间，共2台移动式C形臂X射线机用于骨科、心内科手术透视使用。

住院楼16楼第12手术间、第13手术间辐射工作场所现状详见下表。

表1-1　第12手术间、第13手术间辐射工作场所现状

辐射工作场所	射线装置型号	数量（台）	环保手续	辐射安全许可证	使用现状
第12手术间	SIREMOBIL Compact L	1	环境影响登记表：201853038100000263	登记上证后于2024年下证	停用，补办环保手续中
第13手术间	Brivo OEC715	1	环境影响登记表：201853038100000263	已登记上证	停用，拟报废

根据中华人民共和国生态环境部第16号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目属“五十五、核与辐射172核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表。云南卓淮检测技术有限公司（以下简称“环评单位”）接受宣威市第一人民医院委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，按照国家有关技术规范要求，结合本项目特点，编制完成《宣威市第一人民医院北云院区2台移动式C形臂X射线机核技术利用项目环境影响报告表》。

1.1.3 建设项目内容和规模

1.1.3.1 项目名称、建设单位、地点、性质

项目名称：宣威市第一人民医院北云院区 2 台移动式 C 形臂 X 射线机核技术利用项目

建设单位：宣威市第一人民医院

建设地点：宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼

建设性质：新建

1.1.3.2 建设规模

（1）工程概况

宣威市第一人民医院北云院区现有 1 台移动式 C 形臂 X 射线机（型号：SIREMOBIL Compact L），另新增 1 台移动式 C 形臂 X 射线机（型号：OEC One CFD），使用场所分别为住院楼 16 楼已有的第 12、13 手术间，2 台移动式 C 形臂 X 射线机均属于II类射线装置，用于骨科、心内科手术使用，单台设备手术量为 200 台/a，年手术总量为 400 台。该设备只在本次评价的固定手术间内使用，若移出使用需要另行报批环评手续。

本项目第 12 手术间、第 13 手术间现状作为辐射工作场所，均已完成屏蔽防护施工，第 12、13 手术间防护工程现状详见下表，使用现状见图 1-1。

表 1-2　本项目手术间辐射防护现状

项目	屏蔽措施现状	
	第 12 手术间	第 13 手术间
四周墙体屏蔽	墙体采用 40×50×1.2mm 方管龙骨架，内衬 3mm 铅板，外挂 1.5mm 电解钢板，接缝采用硫酸钡涂料填充后耐火密封胶处理，墙面拐角及吊顶衔接处采用圆弧形施工。	墙体采用 40×50×1.2mm 方管龙骨架，内衬 3mm 铅板，外挂 1.5mm 电解钢板，接缝采用硫酸钡涂料填充后耐火密封胶处理，墙面拐角及吊顶衔接处采用圆弧形施工。
顶面屏蔽	200mm 混凝土楼板+10mm 硫酸钡防护涂料。	200mm 混凝土楼板+10mm 硫酸钡防护涂料。
地面屏蔽	150mm 混凝土楼板+20mm 硫酸钡防护涂料。	150mm 混凝土楼板+20mm 硫酸钡防护涂料。
防护门屏蔽	共计 2 樘，分别为医患通道防护门及污物通道防护门，均为电动推拉门，综合铅当量为 3.0mmPb。	共计 3 樘，分别为医患通道防护门、污物通道防护门及设备间防护门，医患通道防护门、污物通道防护门均为电动推拉门，设备间防护门手动平开门，综合铅当量为 3.0mmPb。

观察窗屏蔽	未设置观察窗。	未设置观察窗。

第 12、13 手术间外部现状

第 12 手术间内部现状

第 13 手术间内部现状

图 1-1　手术间现状图

射线装置工作场所建设内容见下表。

表 1-3 本项目射线装置内容

射线装置名称	射线装置类别	数量（台）	工作场所名称	活动种类	备注

移动式 C 形臂 X 射线机	II类	2	北云院区住院楼 16 楼第 12、13 手术间	使用	新建

本项目建成后工程组成及主要环境问题见下表所示。

表 1-2 项目组成及主要环境问题一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题		备注
		施工期	营运期	
主体工程	（1）第 12 手术间：室内净高 4.9m，机房内有效面积约为 33.6m^2（长×宽：7m×4.8m），吊顶高度 2.6m。现有 1 台移动式 C 形臂 X 射线机，型号：SIREMOBIL Compact L，最大管电压 110KV，最大管电流 20mA，属于II类射线装置。	施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中的 X 射线、臭氧、氮氧化物。	X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声、医疗废物、医疗废水	已建
	（2）第 13 手术间：室内净高 4.9m，机房内有效面积约为 40.3m^2（长×宽：6.5m×6.2m），吊顶高度 2.6m。新增 1 台移动式 C 形臂 X 射线机，型号：OEC One CFD，最大管电压 110KV，最大管电流 25mA，属于II类射线装置。			新增
	（3）控制室：控制室一间，建筑面积 12.4m^2，位于第 12、13 手术间之间，为两个手术间共用。			新增
辅助工程	设备间：设备间一间，建筑面积 28.7m^2，位于第 13 手术间北侧，用于第 13 手术间的设备存放。		生活污水、办公垃圾	新增
	缓冲间、换鞋、换衣间、洁净通道等依托医院原有设施。			已建
公用工程	配电、供电、供水和通讯系统等依托医院设施。		/	已建，另新建设备线缆
环保工程	（1）机房铅门（已有）：第 12 手术间共计 2 樘，分别为医患通道防护门及污物通道防护门，均为电动推拉门，综合铅当量为 3.0mmPb，机房墙体与门重叠部分大于缝隙；第 13 手术间共计 3 樘，分别为医患通道防护门、污物通道防护门及设备间防护门，医患通道防护门、污物通道防护门均为电动推拉门，设备间防护门手动平开门，综合铅当量为 3.0mmPb，机房墙体与门重叠部分大于缝隙。医患通道防护门均有门上窗，规格 0.4m×0.6m，综合铅当量为 3.0mmPb。 （2）玻璃窗（新增）：共计 2 块，第 12、13 手术间各 1 块，观察窗口玻璃厚度为 20mm，铅当量为 3.0mmpb，铅玻璃四周采用 3.0mm 铅皮密封，搭接宽度 3～5cm。 （3）手术间四周墙体、地面及顶棚（已有） ①墙体采用 40×50×1.2mm 方管龙骨架，内衬 3mm		/	第 12、13 手术间辐射防护工程为已建，观察窗、供电线路防护为新增

	铅板，外挂 1.5mm 电解钢板，接缝采用硫酸钡涂料填充后耐火密封胶处理，墙面拐角及吊顶衔接处采用圆弧形施工。 ②手术间顶棚为 200mm 混凝土楼板采用硫酸钡和水泥以 4:1 的比例混合进行铺设，铺设厚度为 10mm。 ③手术间地面地板为 150mm 混凝土楼板，采用硫酸钡和水泥以 4:1 的比例混合进行铺设，铺设厚度为 20mm。 （4）通风管道防护（已有） 排风、新风（送风）管道穿防护墙处采用“斜 45°”穿墙设计，风管穿墙前后 100cm 处采用 3mm 厚铅皮包裹，风管与墙体交接处采用 3mm 厚铅皮搭接，搭接长度 30cm，缝隙用硫酸钡涂料填充封堵，能够有效防止射线泄漏，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能。 （5）供电线路防护（新增） 本工程手术间为一级负荷，采用楼层总箱末端切换，一用一备自动切换，供电线路为上路供电方式，采用呈⌐形从侧墙侧穿铅板进入，穿铅板部分前后 30cm 处用 3mm 厚铅板包裹，能够有效防止射线泄漏，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能。 （6）警示标志（已有）：在医生通道防护门、患者通道防护门及污物通道防护门设置辐射警示牌并有文字说明，监督区与控制区之间设置地标线。 （7）其他（已有）：射线装置操作面板上及设备上各设置 1 个紧急停机按钮，手术间内设置动力通风装置，第 12 手术间新风量为 860m³/h、排风量为 300m³/h，第 13 手术间新风量为 1320m³/h、排风量为 400m³/h。			
依托工程	本项目生活污水及医疗废水依托医院已建的污水处理站处理达标后排入市政管网。 本项目医疗废物采用专门的收集容器收集后，依托医院的医疗废物暂存间暂存，委托宣威蓝宇环保科技有限公司进行定期清运处置。 本项目工作人员产生的生活垃圾集中收集后，依托医院的生活垃圾房暂存，委托环卫部门统一清运。	/	/	已建

（2）设备配置

移动式 C 形臂 X 射线机属于II类射线装置，本项目使用射线装置基本情况见表 1-4。

表 1-4 本项目使用射线装置基本情况

射线装置名称	数量（台）	型号	最大管电压	最大管电流	主要曝光方向	安装使用场所位置
移动式 C 形臂 X 射线机	1	SIREMOBIL Compact L	110kV	20mA	由下往上	北云院区住院楼 16 楼第 12 手术间
移动式 C 形臂 X 射线机	1	OEC One CFD	110kV	25mA	由下往上	北云院区住院楼 16 楼第 13 手术间

（3）本项目移动式 C 形臂 X 射线机使用情况

本项目投入运行后，由骨科、心内科开展手术使用。根据建设单位提供资料，两台设备年手术总量为 400 台。本项目移动式 C 形臂 X 射线机使用情况见表 1-5，运行工况见表 1-6。

表 1-5 本项目移动式 C 形臂 X 射线机使用情况

使用科室	平均单台手术时间（min）	单台手术曝光时间（min）		年手术台数（台）	年出束时间（h）	
		减影	透视		减影	透视
骨科	90	1	10	200	3.3	33.3
心内科	90	1	10	200	3.3	33.3
合计				400	6.6	66.6

表 1-6 本项目移动式 C 形臂 X 射线机运行工况一览表

设备型号		实际运行管电压（kV）	实际运行管电流（mA）
移动式 C 形臂 X 射线机	减影	60~80	5~20
	透视	55~70	4~12

（4）人员配置及工作制度

根据医院提供的资料，本项目移动式 C 形臂 X 射线机由医院设备科负责管理，使用科室为骨科、心内科，共设置工作人员 12 人，在北云院区现有辐射工作职业人员中进行调配，医院不新增工作人员。本项目工作人员配置情况详见下表。

表 1-7 本项目工作人员安排

序号	科室类别	岗位	人数	备注
1	骨科	医生	4	辐射工作人员
2		护士	2	辐射工作人员
3	心内科	医生	2	辐射工作人员

4		护士	1	辐射工作人员
5	放射科	技师	3	辐射工作人员

本项目骨科、心内科手术时，每次医护人员由 2 名医生、1 名护士、1 名技师组成。移动式 C 形臂 X 射线机使用时技师在控制室内操作，医生在手术间内负责手术，护士负责手术前的准备工作及手术后清理工作，曝光时不在手术间内停留，不操作射线装置。本项目技师既操作本项目设备，又参与北云院区其他辐射设备操作。

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

1.2 项目正当性分析

1.2.1 产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目的建设属于第十三项“医药”中第 5 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家和地方产业发展政策。

1.2.2 项目规划符合性

本项目位于宣威市第一人民医院北云院区内，不涉及新增用地，项目用地属于宣威市总体规划的医疗用地，且不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线，因此项目符合《宣威市国土空间总体规划（2021—2035 年）》要求。

1.2.3 项目与《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》的符合性分析

根据“云南省生态环境分区管控公共服务查询平台”查询结果，本项目属于《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》的通知（曲环通〔2024〕36 号）“宣威市重点管控单元生态环境准入清单”中“宣威市城区生活污染重点管控单元”。

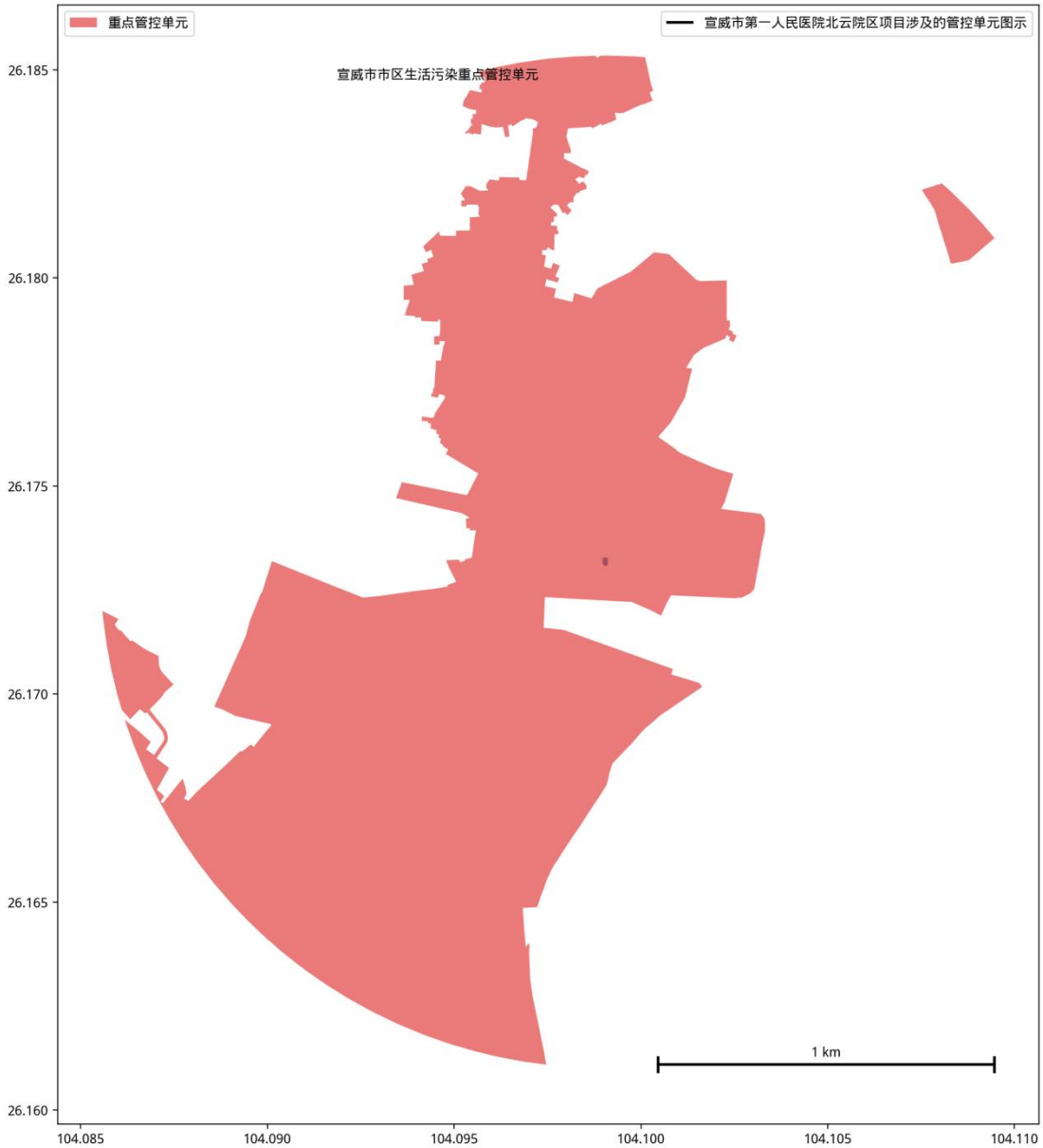

图 1-2　项目生态环境分区管控单元查询结果

本项目与《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》曲靖市生态环境分区管控总体要求、曲靖市重点管控单元生态环境准入清单符合性分析见表 1-8、表 1-9。

表 1-8 项目与生态环境分区管控总体要求（与项目有关的）符合性分析一览表

管控领域	更新管控要求	本项目情况	符合性
空间布局约束	1.严格执行《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》等产业准入有关要求。	本项目为核技术利用项目，项目建设符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》等产业准入有关要求。	符合

	2.严格实施化解过剩产能和淘汰落后产能，制定产能过剩行业淘汰计划，确保国家、省下达的淘汰落后产能目标任务全面完成。	本项目属于医疗领域的核技术利用项目，不涉及过剩产能和淘汰落后产能。	符合
	6.禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色行业中的高污染项目。	本项目属于医疗领域的核技术利用项目，不属于所述高污染项目。	符合
污染物排放管控	13.到 2025 年，全市化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物排放总量等重点工程减排量分别达到 7984 吨、496 吨、3611 吨、1181 吨。	本项目运营期产生少量生活污水、医疗废水，依托院区现有污水处理设施处理达标后经污水管网进入宣威市污水处理厂处理，废水总量已纳入宣威市污水处理厂，不新增废水排放总量。	符合
环境风险防控	6.加强环境风险防控和应急管理，制定和完善突发环境事件和集中式饮用水水源地突发环境事件应急预案，加强风险防控和突发环境事件应急处理处置能力。	医院已按要求编制辐射事故应急预案，待项目运营后，建设单位将定期开展演练工作，定期对应急物资进行更新维护，严格落实环境风险防范措施。	符合
资源利用效率	10.加强南盘江、牛栏江等岸线保护，强化九龙河（麒麟段、罗平段、陆良段、富源段）、牛栏江（会泽段、沾益段、宣威段）、清水江（罗平段、师宗段），宣威市窑上海子、北盘江、可渡河、拖长江、西泽河、以那河，马龙区马龙河，师宗县甸溪河、篆长河，富源县、小黄泥河，会泽县以礼河、硝厂河、小江等河湖岸线保护与管控。	本项目属北盘江流域，少量废水依托院区现有污水处理设施处理达标后经污水管网进入宣威市污水处理厂处理，不会对北盘江河湖岸线造成破坏和污染。	符合
	11.在禁燃区内，禁止销售、燃用高污染燃料；禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施，已建成的，应当在规定的期限内改用天然气、液化石油气、电或者其他清洁能源。	本项目主要使用清洁能源为电能，不使用高污染燃料。	符合

表 1-9 项目与宣威市重点管控单元生态环境准入清单符合性分析

单元名称		相关要求	项目情况	符合性
宣威市城区生活污染重点管	空间布局约束	1.禁止在人口集中地区、交通干线附近和其他依法需要特殊保护的区域内焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、秸秆、落叶、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。	1.本项目为核技术利用项目，使用清洁能源为电能，不涉及焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、秸秆、落叶、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。	符合

控单元		2.在居民楼、商住综合楼以及商住综合楼内与居住层相邻的商业楼层内新建、改建、扩建的餐饮服务项目，应做好相应污染防治措施，确保污染物达标排放。	2.本项目为医疗核技术利用项目，不属于餐饮服务项目。	
	污染物排放管控	1.根据水生态环境质量变化趋势适时推进执行《地表水环境质量标准》Ⅳ类标准（其中总氮<10mg/L，粪大肠菌群<1000 个/L）。 2.全面推行建筑工地扬尘污染防治网格化管理，严格渣土运输车辆规范化管理，严格执行《饮食业油烟排放标准》。 3.严禁洗车污水、餐饮泔水、施工泥浆等通过雨水口进入管网后直排入河。 4.严禁未密闭和未冲洗运输车辆进入城区行驶。 5.大力推进生活垃圾分类回收利用，建立分类投放、收集、运输、处理的生活垃圾收运处理系统。	1.本项目不涉及。 2.本项目施工期不涉及土建，产生少量施工扬尘、固废均妥善处置。 3.本项目施工期不涉及土建，不涉及本条款内容。 4.本项目不涉及本条款内容。 5.本项目产生少量生活垃圾，依托医院现有收集设施，进行分类投放、收集、转运处置。	符合
	环境风险防控	1.居民点与产业园区各片区之间应达到相应的安全防护距离。 2.在北盘江干流及没有监测点位的支流按有关监测方案要求开展监测。	1.本项目为医疗核技术利用项目，不涉及本条款内容。 2.本项目不涉及本条款内容。	符合
	资源开发效率要求	1.推进“煤改气”“煤改电”，加大燃气汽车、混合动力汽车和电动汽车等清洁能源汽车的使用力度，进一步提高清洁能源使用率。 2.提高土地节约集约利用水平。 3.制定北盘江生态基流保障及水量调度方案。	1.本项目为医疗核技术利用项目，使用电能，不涉及其他能源的消耗。 2.本项目在现有院区现有建筑内建设，不新增占地。 3.本项目为医疗核技术利用项目，不涉及本条款内容。	符合

综上，本项目符合《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》的通知（曲环通〔2024〕36 号）曲靖市生态环境分区管控总体要求、宣威市重点管控单元生态环境准入清单有关要求。

1.2.4 项目选址合理性与平面布置合理性分析

（1）项目选址合理性分析

本项目位于宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼，在医院用地红线范围内，不涉及生态敏感区，不在生态保护红线范围内。本项目 50 米评价范围内包括项目所在的建筑住院楼以及西侧本院医技楼，住院楼西侧为广场，北侧、东侧为绿地，南侧为绿地、院区道路、空地，无其他居民区、学校等敏感点分布。

本项目 2 台移动式 C 形臂 X 射线机分别位于住院楼的顶楼 16 楼第 12、13 手术间，16 楼整体功能设置为手术层，同层北侧相邻为第 11 手术间，东侧相邻为洁净走廊及隔洁净走廊的一次性物品库、无菌物品库，其余方向均为建筑外空间。楼上为住院楼屋顶天台，楼下（住院楼 15 楼）整体功能设置为 ICU 及手术层辅助区，第 12、13 手术间投影范围内为医护办公室，四邻及楼上、楼下不涉及产科、儿科等敏感科室。50 米评价范围内无自然保护区、风景名胜区、学校、名胜古迹等环境敏感点。本项目手术间进行辐射屏蔽防护设计，通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理可行。项目周边关系图见下图。

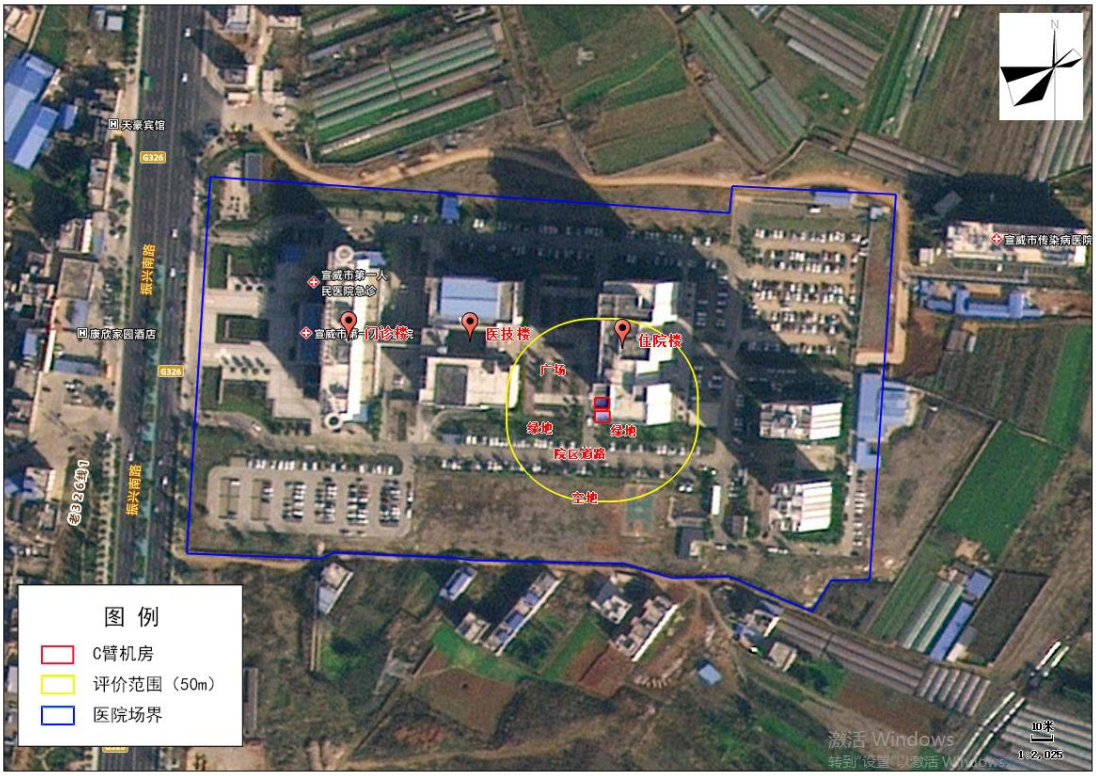

图 1-3　项目周边位置关系图

（2）项目平面布置合理性分析

本项目设置医患通道及污物通道，避免不同人员交叉影响。医生经过换鞋更衣后进入医护通道后经缓冲间、洁净走廊进入手术间、控制室；患者经换衣间经洁净走廊进入手术间；手术过程中产生的污物通过污物通道运出手术间。项目第

12、13 手术间共用一间控制室，位于两手术间之间。本建设项目手术间位置相对独立，人流较少，降低了公众受到照射的可能性。医护人员、患者、污物运行线路见下图。

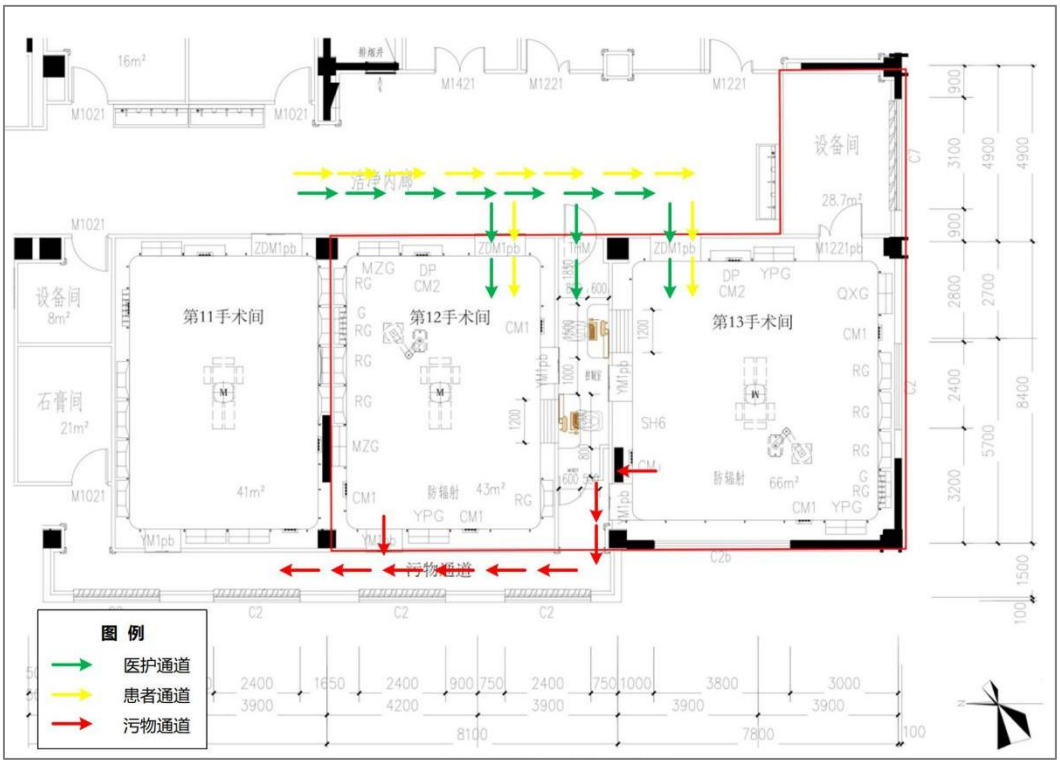

图 1-4　医护人员、患者、污物运行线路

综上，本项目移动式 C 形臂 X 射线机机房平面布置合理。

1.2.5 实践正当性分析

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

1.3 原有核技术利用项目许可情况

1.3.1 原有核技术项目环保执行情况

宣威市第一人民医院实行一院多区发展，现有三个院区：北云院区、龙堡院区、学苑院区，龙堡院区为原宣威市第二人民医院于 2025 年整合而成。

宣威市第一人民医院三个院区多年前便开始使用II类、III类射线装置，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，2005 年 12 月 1 日起施行）和《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）要求，三个院区均已办理了辐射安全许可证，其中北云院区、学苑院区在一张证上，证书编号：云环辐证[01078]，龙堡院区（原宣威市第二人民医院）证书编号：云环辐证[01079]，见附件 10。

三个院区共有射线装置 28 台，其中北云院区现有射线装置 15 台，包括II类射线装置 2 台、III类射线装置 13 台；龙堡院区现有射线装置 9 台，均为III类射线装置；学苑院区现有射线装置 4 台，均为III类射线装置。其中北云院区II类射线装置医技楼 1 楼放射科 DSA 已于 2017 年 9 月 22 日取得了云南省环境保护厅关于宣威市第一人民医院 2017 年新增 DSA 核技术应用项目环境影响报告表的批复“云环辐评审〔2017〕28 号”，并于 2018 年 7 月 12 日完成竣工环保自主验收工作。其余III类射线装置均已填报环境影响登记表。

1.3.2 原有核技术利用项目许可情况

宣威市第一人民医院三个院区现有射线装置均已办理辐射安全许可，其中北云院区共有射线装置 15 台，其中II类射线装置 2 台，III类射线装置 13 台；龙堡院区现有射线装置 9 台，均为III类射线装置；学苑院区共有射线装置 4 台，均为III类射线装置。医院三个院区现有射线装置详见下表。

表 1-10　医院三个院区现有射线装置一览表

序号	名称	型号	类别	使用场所	备注
北云院区					
1	移动式 X 射线机	MobiEye700A	III类	6 楼重症医学科设备间	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
2	口腔 X 射线数字化体层摄影设备	NewTomVGi	III类	CBCT 检查室	
3	全身用 X 射线计算机断层扫描系统	DiscoveryCT	III类	CT 检查室（1）	
4	全身用 X 射线计算机体层摄影装置	BrightSpeed　Elite	III类	CT 检查室（2）	
5	数字化医用 X 射线摄影系统	DigiEye680T	III类	DR 检查室	

6	数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 588i	III类	DR 室（1）	
7	数字化医用 X 射线摄 影系统	Definium 6000	III类	DR 室（2）	
8	X 射线计算机体层摄影设备	NeuViz16Essence	III类	传染病医院 CT 检查室	
9	乳腺 X 射线机	SenographeEssential	III类	乳腺摄影室	
10	移动式 C 型臂 X 射线机	SIREMOBIL Compact L	II类	手术室（12）间	正在办理II类射线装置使用相关手续
11	移动式 C 型臂 X 射线机	Brivo OEC715	III类	手术室（13）间	停用，拟报废
12	体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V	III类	体外震波碎石机室	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
13	数字化移动式摄影 X 射线机	OptimaXR220amx	III类	新生儿病区 X 光室	
14	医用血管造影 X 射线机	InnovaIGS 530	II类	心导管室	
15	RAY 系列牙科 X 射线机	RAY68(M)	III类	牙片室	
龙堡院区					
1	医用 X 射线摄影系统	新东方 1000MD	III类	老院医技楼一楼放射科 DR1 室	已停用，拟报废
2	医用 X 射线摄影系统	新东方 1000ND	III类	新院医技楼一楼放射科 CT1 室	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
3	医用 X 射线摄影系统	新东方 1000ND	III类	新院医技楼一楼放射科 CT2 室	
4	X 射线骨密度仪	Prodigy Pro	III类	新院门诊一楼体检中心骨密度室	
5	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	PAPAYA 3D Plus	III类	新院门诊四楼口腔科 CT 室	
6	数字医用诊断 X 射线透视摄影系统	Uni-Vision	III类	新院医技楼一楼放射科 DR3 室	
7	x 射线计算机体层摄影设备	lncisive CT	III类	新院医技楼一楼放射科 CT1 室	
8	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 380i	III类	新院住院部 8 楼骨科应急局间	
9	车载医用 X 射线计算机摄影系统	NeuViz 128	III类	新院医技楼一楼放射科外车载 CT	

学苑院区					
1	全身用 X 射线计算机体层摄影装置	Optima CT680 Expert	III类	云南省曲靖市宣威市建设街 131 号宣威市第一人民医院北院医技楼 2 楼医学影像科 CT 检查室	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
2	数字化医用 X 射线摄影系统	Ysio	III类	云南省曲靖市宣威市建设街 131 号宣威市第一人民医院北院医技楼 1 楼医学影像科 DR 室 1	
3	胃肠 X 射线系统	Precision THUNIS-800+	III类	云南省曲靖市宣威市建设街 131 号宣威市第一人民医院北院医技楼 1 楼医学影像科数字胃肠机	
4	全景 X 射线机	Planmeca Proline XC	III类	云南省曲靖市宣威市建设街 131 号宣威市第一人民医院北院医技楼负一层口腔科全景片室	

1.3.3 原有辐射安全管理情况

1、辐射管理机构基本情况

2023 年 7 月 20 日，宣威市第一人民医院以《宣威市第一人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理委员会的通知》（宣一医〔2023〕52 号）发文，成立了辐射安全与环境保护管理委员会，由薛武宪担任主任，付正刚、浦琼芬担任副主任，白文勇、费德见、吕庆英、代荣俗、罗麒担任成员，领导小组下设办公室在医学影像科，并明确了委员会工作职责。见附件 11。

2、制定规章制度及落实情况

医院结合实际情况，已制定了一套相对完善的管理制度，包括：《辐射防护和安全保卫制度》《DSA 操作规程》《质量保证大纲》《宣威市第一人民医院辐射安全和防护设施维护维修制度》《宣威市第一人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理委员会的通知》《射线装置管理制度》《辐射工作现场监测制度和方案》《辐射工作人员资质管理》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作人员健康管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射工作人员培训管理制度》《宣威市第一人民医院辐射事故应急预案》等，工作人员严格按照规章制度要求

执行。见附件 12。

医院辐射安全与环境保护管理委员会定期组织相关科室进行辐射事故应急演练和应急培训，运行期间未发生过辐射安全事故，也没有收到相关环保投诉。

3、辐射工作人员情况

①辐射工作人员安全培训

根据《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2025 年度）》，医院三个院区原有辐射工作人员 65 人，其中 10 人通过辐射安全与防护培训并取得“核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单”，其余 55 名均参加辐射安全自主培训。

②职业健康体检与个人剂量监测

医院定期进行职业健康体检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案。根据医院提供的个人计量检测报告，医院为所有辐射工作人员均配备了个人剂量计并定期送检，2025 年度院内所有辐射工作人员最近一年个人剂量检定结果为 0.055~7.66mSv。

根据医院提供的《个人剂量检测报告》，现有辐射工作人员个人剂量明细见下表。

表 1-11 辐射工作人员个人剂量统计表

序号	姓名	单位：mSv				
		1季度剂量	2季度剂量	3季度剂量	4季度剂量	全年合计
北云院区+学苑院区						
一、医生						
1	白文勇	0.04	0.08	＜MDL	0.04	0.175
2	冯智剑	0.09	0.07	＜MDL	＜MDL	0.19
3	徐往章	0.06	0.07	0.35	/	0.48
4	陈青	＜MDL	0.03	0.02	＜MDL	0.08
5	浦绍挺	0.07	0.11	0.03	＜MDL	0.225
6	徐彦波	0.19	0.04	0.04	0.04	0.31
7	邹智霖	＜MDL	0.07	＜MDL	＜MDL	0.115
8	曹绍理	0.07	0.13	0.05	＜MDL	0.265
9	杨威	0.08	0.08	＜MDL	＜MDL	0.19
10	钱银鲜	0.05	0.06	0.03	0.03	0.17
11	张情华	0.07	0.05	＜MDL	0.04	0.175

12	杨林	0.1	0.11	＜MDL	0.06	0.285
13	范鑫	0.07	0.03	＜MDL	＜MDL	0.13
14	代荣俗	7.2	0.15	0.14	0.17	7.66
15	李荣梅	0.04	/	＜MDL	/	0.055
二、护士						
16	吕庆英	0.09	0.09	＜MDL	0.04	0.235
17	符钰	0.06	0.1	0.03	0.07	0.26
18	刘琼芬	0.08	0.09	0.05	0.04	0.26
19	刘琼惠	0.15	/	0.1	0.12	0.37
20	桂惠	0.2	0.19	0.09	0.06	0.54
21	马丽	0.04	0.06	＜MDL	0.04	0.155
22	符琳	0.11	0.08	＜MDL	＜MDL	0.22
23	朱婷	0.18	0.19	0.11	＜MDL	0.495
24	唐燕	0.06	0.08	＜MDL	0.03	0.185
25	宁林芬	0.04	0.13	＜MDL	＜MDL	0.20
26	谭思静	0.06	0.09	0.03	＜MDL	0.195
27	杨丽娟	＜MDL	0.09	＜MDL	＜MDL	0.135
28	袁金巧	＜MDL	0.1	0.04	＜MDL	0.17
三、技师						
29	符仕勇	0.16	0.16	0.12	0.11	0.55
30	符光勇	0.12	0.1	0.03	＜MDL	0.265
31	袁咏仪	0.07	0.07	0.04	＜MDL	0.195
32	祝可依	0.45	0.04	＜MDL	＜MDL	0.52
33	**罗麒**	**0.05**	**0.06**	**＜MDL**	**＜MDL**	**0.14**
34	**龙权**	**＜MDL**	**0.34**	**0.52**	**0.38**	**1.255**
35	**母文武**	**＜MDL**	**0.39**	**0.43**	**0.14**	**0.975**
36	王陶	＜MDL	0.03	0.32	0.42	0.785
37	李鹏达	＜MDL	0.05	0.02	＜MDL	0.085
38	徐洪繁	＜MDL#	0.07	＜MDL	＜MDL	0.115
龙堡院区						
一、医生						
1	蒋友献	＜MDL	＜MDL	0.04	0.13	0.20
2	黄俊	＜MDL	＜MDL	＜MDL	0.06	0.105
3	张庆伟	＜MDL	＜MDL	0.04	0.06	0.13
4	包崇忠	0.03	＜MDL	0.06	0.36	0.465
5	朱单丹	0.03	0.04	＜MDL	0.06	0.145

6	赵烊	＜MDL	＜MDL	＜MDL	0.08	0.125
7	李锋	＜MDL	＜MDL	＜MDL	0.04	0.085
8	钱春林	0.05	＜MDL	＜MDL	0.10#	0.08
二、护士						
9	王琼	0.05	0.06	0.08	0.16	0.35
10	王绘芬	＜MDL	＜MDL	0.03	0.08	0.14
11	顾冬梅	＜MDL	0.05	＜MDL	0.07	0.16
12	徐亚平	0.05	0.03	＜MDL	0.11	0.205
13	徐彩玲	＜MDL	＜MDL	＜MDL	＜MDL	0.06
14	孙秀梅	0.04	0.04	＜MDL	0.04	0.135
15	李琼瑶	0.07	0.05	0.02	0.06	0.2
16	张梅	0.05	0.04	＜MDL	0.09	0.195
17	朱丽媛	0.03	＜MDL	＜MDL	0.05	0.11
三、技师						
18	孔得茸	0.05	＜MDL	＜MDL	0.04	0.12
19	余飞	＜MDL	＜MDL	＜MDL	0.1	0.145
20	钟绍波	＜MDL	＜MDL	0.03	0.14	0.20
21	缪应扩	0.03	＜MDL	＜MDL	0.04	0.10
22	田方灿	＜MDL	＜MDL	＜MDL	0.05	0.095
23	朱贞彦	＜MDL	0.04	0.03	0.07	0.155
注：1、本项目3名技师暂定为罗麒、龙权、母文武。 2、“＜MDL”为监测结果小于最低探测水平，按 MDL(0.03mSv)值的一半进行统计。						

由上表可知，除代荣俗外，医院辐射工作人员 2025 年个人剂量检定结果为 0.055~1.255mSv，均未超过管理限值要求：职业照射个人受照剂量管理限值 5mSv/a。代荣俗 2025 年个人剂量检定结果为 7.66mSv，超过管理限值要求，主要原因是 2025 年第 1 季度工作量增加，第 1 季度剂量值达到 7.2mSv，后续通过采取控制工作量、加强个人防护已得到控制，测量剂量值已回归正常水平。

1.3.4 其他情况

1、年度评估情况

2025 年度，宣威市第一人民医院完成了各项辐射安全防护工作，依据相关法律法规对医院射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，编写了《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2025 年度）》，2025 年建设单位未发生过辐射安全事故。

2、年度监测情况

龙堡院区（原宣威市第二人民医院）现有 9 台射线装置，其中在用 8 台、停用 1 台（拟报废）。2025 年 9 月建设单位委托云南卓淮检测技术有限公司对龙堡院区在用的 8 台辐射设备的辐射工作场所分别进行了年度监测，2025 年 7 月建设单位委托云南昱好环境科技有限公司对学苑院区的 4 台辐射设备、北云院区 14 台辐射设备的辐射工作场所分别进行了年度监测，监测结果如下：

龙堡院区 1 台移动 DR、2 台 DR 工作场所 X-γ辐射剂量率测量值在 0.090~8.333μSv/h 之间，1 台胃肠机、2 台 CT、1 台牙科设备、1 台骨密度仪工作场所 X-γ辐射剂量率测量值在 0.090~1.111μSv/h 之间；北云院区、学苑院区已监测的 18 台辐射设备在开机状态下机房外 X-γ周围剂量当量率监测结果为 0.014~2.945μSv/h，射线装置均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值的要求，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不大于 25μSv/h，其余机房外不大于 2.5μSv/h，见附件 16。

3、依托工程

（1）废水

本项目产生的废水接入医院污水管网，进入医院北云院区现有污水处理系统处理达标后汇入市政污水管网，最终进入宣威市污水处理厂处理。北云院区污水处理站位于院区东南部，采用“一级强化处理+消毒”工艺，规模为 800m^3/d。根据《宣威市第一人民医院整体搬迁项目竣工环境保护验收监测报告》（2019 年）及医院实际运行情况，污水处理站处理水量为 200~500m^3/d，远小于设计规模，处理水质达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）（表 2 中预处理标准）及《污水排入城市下水道水质标准》（GB/T31962-2015）（表 1 中 B 级标准）排放，本项目产生废水量较小，水质与医院其他医疗废水、生活污水水质相同，本项目废水依托污水处理站处理可行。

（2）固废

本项目产生的办公、生活垃圾依托医院的收集系统进行回收后由当地环卫部门清运。本项目介入手术产生少量纱布、手套等属医疗废物，依托医院医疗废物暂存场所进行暂存后，委托宣威蓝宇环保科技有限公司进行定期清运处置。

1.3.5 存在的问题及整改措施

存在问题：

1、北云院区第 13 手术间现有 1 台射线装置：Brivo OEC715，已停用，拟进行报废，但未及时办理相关手续；

2、北云院区第 12 手术间现有 1 台 SIREMOBIL Compact L 移动式 C 形臂 X 射线机具备数字减影血管图像功能，根据《生态环境部国家卫生和计划生育委员会公告》（2017 年第 66 号）制定的射线装置分类方法，具备数字减影功能的医用射线装置，按照II类射线装置进行管理，医院 SIREMOBIL Compact L 移动式 C 形臂 X 射线机仅进行了“建设项目环境影响登记表”备案，未办理相关环保审批手续；

3、龙堡院区（原宣威市第二人民医院）现有 9 台射线装置，其中在用 8 台，停用 1 台。停用的 1 台射线装置拟进行报废，未及时办理相关手续，2025 年未进行监测；

4、医院现有辐射工作人员中，代荣俗 2025 年个人剂量检定结果为 7.66mSv，超过管理限值要求，主要原因是 2025 年第 1 季度工作量增加，第 1 季度剂量值达到 7.2mSv，后续通过采取控制工作量、加强个人防护已得到控制，测量剂量值已回归正常水平。

5、部分辐射工作人员“核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单”已到期或临期。

整改措施：

1、北云院区第 13 手术间现有 1 台射线装置：Brivo OEC715，拟进行报废，应及时办理报废手续，从辐射安全许可证书上注销；

2、按照管理部门有关要求，及时办理北云院区第 12 手术间现有 1 台 SIREMOBIL Compact L 移动式 C 形臂 X 射线机的环保审批手续，完成辐射安全许可证登记，相关工作预计于 2026 年 7 月前完成；

3、龙堡院区（原宣威市第二人民医院）停用的 1 台射线装置，拟进行报废，应及时办理报废手续，从辐射安全许可证书上注销；

4、代荣俗 2025 年个人剂量超过管理限值的主要原因是 2025 年第 1 季度其个人工作量增加显著，医院内部辐射工作人员间工作调配不科学所致，后续应合理控制每个辐射工作人员工作量，并加强个人防护措施。

5、医院已组织培训合格证到期或临期的辐射工作人员重新参加考核，将在本项目投运前取得新的“核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单”。后续管理应严格按照《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）等相关规定，及时安排证书到期的辐射工作人员参加学习、考核，取得辐射安全与防护培训合格证后方可操作相应辐射设备。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

（一）加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	移动式 C 形臂 X 射线机	II	1	SIREMOBIL Compact L	110	20	放射诊断及介入治疗	宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼第 12 手术间	已建
2	移动式 C 形臂 X 射线机	II	1	OEC One CFD	110	25	放射诊断及介入治疗	宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼第 13 手术间	新建
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

--	--	本项目不涉及		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

表 5 废弃物（重点是放射性废物）

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

本项目不涉及

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度（Bq/L，或 Bq/kg，或 Bq/m^3），年排放总量分别用 Bq 和 kg。

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）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令第 709 号）； （5）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）（生态环境部令第20号）； （6）国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（生态环境部第 18 号令）； （8）关于发布《射线装置分类》的公告（生态环境部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）； （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）； （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》（生态环境部环发〔2008〕13 号）； （12）《云南省生态环境厅关于印发〈云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲〉（2021 年版）和〈云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序〉（2021 年版）的通知》（云环通〔2021〕227 号）； （13）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》； （14）《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函〔2006〕727 号）； （15）《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订）》（云环发〔2022〕4 号）； （16）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生

	态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）； （17）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）； （18）《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起实施）； （19）《医疗废物管理条例》（国务院令 588 号，2011 年 1 月 8 日起实施）。
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）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128—2019）； （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ61—2021）； （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157—2021）； （7）《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）； （8）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466—2005）； （9）《建筑施工噪声排放标准》（GB12523—2025）； （10）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）； （11）《环境空气质量标准》（GB3095-2026）； （12）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）； （13）《声环境质量标准》（GB3096-2008）； （14）《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》（HJ421-2008）； （15）《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）； （16）《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》； （17）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。
其他	**参考文献：** （1）《电离辐射剂量学》（李士骏 著）； （2）《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）； （3）《辐射防护导论》（方杰主编）；

	（4）《X 射线和γ射线防护手册》（苏森龄 著）； （5）NCRP147 号报告《Structural Shielding Design For Medical X-RayImaging Facilities》； （6）ICRP33 号报告《Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine》； （7）联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告； （8）《2024 年度曲靖市生态环境状况公报》。 **技术文件：** （1）委托书； （2）《宣威市第一人民医院整体搬迁项目环境影响报告书》及其批复； （3）《宣威市第一人民医院整体搬迁项目竣工环境保护验收监测报告》及其验收意见； （4）建设项目环境影响登记表（备案号：201853038100000263）； （5）宣威市第一人民医院提供的其他技术资料。

表 7 保护目标及评价标准

7.1 评价范围

依据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，射线装置应用项目的评价范围，取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。结合本项目特点，确定评价范围为：第 12、13 手术间屏蔽墙体边界外 50m 的区域。本项目评价范围示意图见图 7-1。

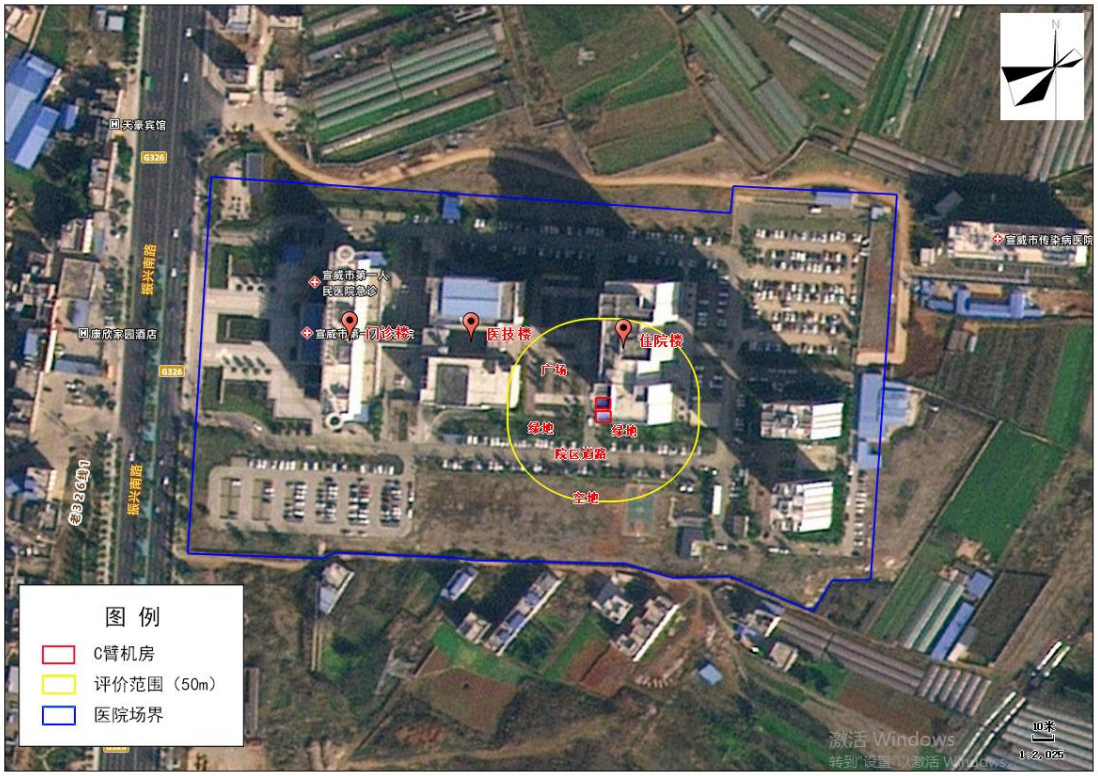

图 7-1 本项目实体屏蔽外 50m 评价范围示意图

7.2 保护目标

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

表 7-1 主要环境保护目标

主要环境保护目标		方位	位置	人数（人）	与射线装置最近距离		保护要求
					水平（m）	垂直（m）	
第 12、13 手术间	职业人员	机房内	第 12、13 手术间	9	0.3	0	5mSv/a
		机房之间	控制室	约 3	3.1	0	0.25mSv/a
	公众	机房东侧	洁净走廊	约 5	3	0	

			设备间	约 1	3	0	
			一次性物品库房、无菌器械库房等	约 10	12~50	0	
		机房南侧	院区绿地（人员可达）	约 2	3.3	-48	
			院区道路	流动人员	20	-48	
			空地（人员可达）	约 5	38	-48	
		机房西侧	污物通道	流动人员	3.3	0	
			广场	约 15	5	-48	
			院区绿地（人员可达）	约 2	19	-48	
			医技楼	约 10	45	-48~-15	
		机房北侧	第 11 手术间	约 4	3	0	
			设备间、石膏间等	约 16	13~50	0	
		机房上方	住院楼天台	约 5	0~50	+4.9	
		机房下方	医生办公室（住院楼 15 层）	约 8	0	-4.9	
			住院楼 1-14 层	约 300	0~50	-48~-4.9	
注：表中“人数”仅为相应场所可能逗留人数，并非实际分布人数。							

7.3 评价标准

7.3.1 环境质量标准

（1）环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中二级标准；

（2）项目区属钱屯水库流域，属于珠江流域北盘江水系支流。根据《云南省水功能区划（2014 年）》，北盘江“宣威板桥镇－宣威大屯”段 2030 年水质目标为Ⅲ类，地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准，钱屯水库参照执行Ⅲ类标准；

（3）声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

7.3.2 污染物排放标准

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

（2）废水：本项目废水执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）（表 2 中预处理标准）及《污水排入城市下水道水质标准》（GB/T31962-2015）（表 1 中 B 级标准）；

（3）噪声：施工期噪声排放执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523—2025）

（昼间≤70dB（A），夜间≤55dB（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≤60dB（A），夜间≤50dB（A））；

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

7.3.3 辐射相关标准

1、剂量限值

（1）国家标准限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）附录 B1.1.1.1 的规定，任何工作人员的职业照射不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；第 B1.2.1 条规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量，1mSv。

（2）行政管理限值

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

本次评价采用行政管理限值，即：

◇职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a；

◇公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）

根据标准第 6.1.3：每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；

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

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积（m^2）	机房内最小单边长度（m）
单管头 X 射线设备 b（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

备注：本项目射线装置属于单管头 X 射线机。

根据标准第 6.2.1：不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

备注：本项目射线装置机房属于 C 形臂 X 射线设备机房。

根据标准第 6.3.1：机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

1、环境空气现状

本项目位于宣威市第一人民医院北云院区，所在区域属于大气环境功能二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准。

根据《曲靖市环境质量年报（2024 年）》，2024 年曲靖市主城区环境空气中 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年均浓度，SO_2、$NO_2$24 小时平均第 98 百分位数浓度，PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO24 小时平均第 95 百分位数浓度，O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；曲靖市主城区环境空气质量达到《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（2024 年）》，项目所在宣威市 2024 年环境空气中 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年均浓度，SO_2、$NO_2$24 小时平均第 98 百分位数浓度，PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO24 小时平均第 95 百分位数浓度，O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。宣威市 2024 年各污染物浓度见下表。

表 8-1　宣威市 2024 年空气污染物浓度

城市	污染物浓度（ug/m³，CO的单位为mg/m³）						环境空气质量综合指数
	$PM_{2.5}$	PM_{10}	NO_2	SO_2	CO	O_3	
宣威市	19	34	9	10	1.7	132	2.66
备注：CO为第95百分位数浓度，O3为第90百分位数浓度。							

由上表可知，宣威市 2024 年环境空气质量综合指数 2.66，空气质量优良率 99.7%，即项目区环境空气质量能够达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准及修改单要求，评价区属于环境空气达标区。同时，2024 年曲靖市主城区、宣威市环境空气质量也能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准。

2、地表水环境现状

项目区属钱屯水库流域，钱屯水库位于项目东南侧约 460m 处，属于珠江流域北盘江水系支流。根据《云南省水功能区划（2014 年）》，北盘江“宣威板桥镇－宣威大屯”段 2030 年水质目标为III类，地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准，钱屯水库水环境质量执行III类标准。

本项目地表水环境质量达标评价引用《曲靖市环境质量年报（2024 年）》中市控断面水质评价内容，北盘江钱屯水库断面水质情况见下表。

表 8-2　2024 年北盘江钱屯水库断面水质类别情况表

断面名称	所在河流	水功能区类别（类）	水质类别（类）	水质状况
钱屯水库	北盘江	III类	III类	良好

根据曲靖市生态环境局发布的 2024 年市控断面水质评价内容，北盘江钱屯水库断面水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。

3、声环境质量现状

根据《宣威市第一人民医院整体搬迁项目环境影响报告书》及其批复，本项目主体工程执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准，因此本项目执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

根据《曲靖市环境质量年报（2024 年）》中宣威市 2024 年功能区昼间、夜间声环境监测结果统计，2 类区昼间等效声级平均值 53dB（A），夜间等效声级平均值 48dB（A）。本项目所在区域达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区标准要求。

4、辐射现状

（1）监测方案

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

监测环境：现场监测时，收集环境温度、湿度、天气状况等信息。

监测对象：移动式 C 形臂 X 射线机机房及周边辐射环境本底监测。

监测因子：X-γ辐射空气吸收剂量率。

监测布点：见图 8-1～图 8-2。监测点位能较好反映项目所在地周围辐射环境现状水平，监测点位布设合理。

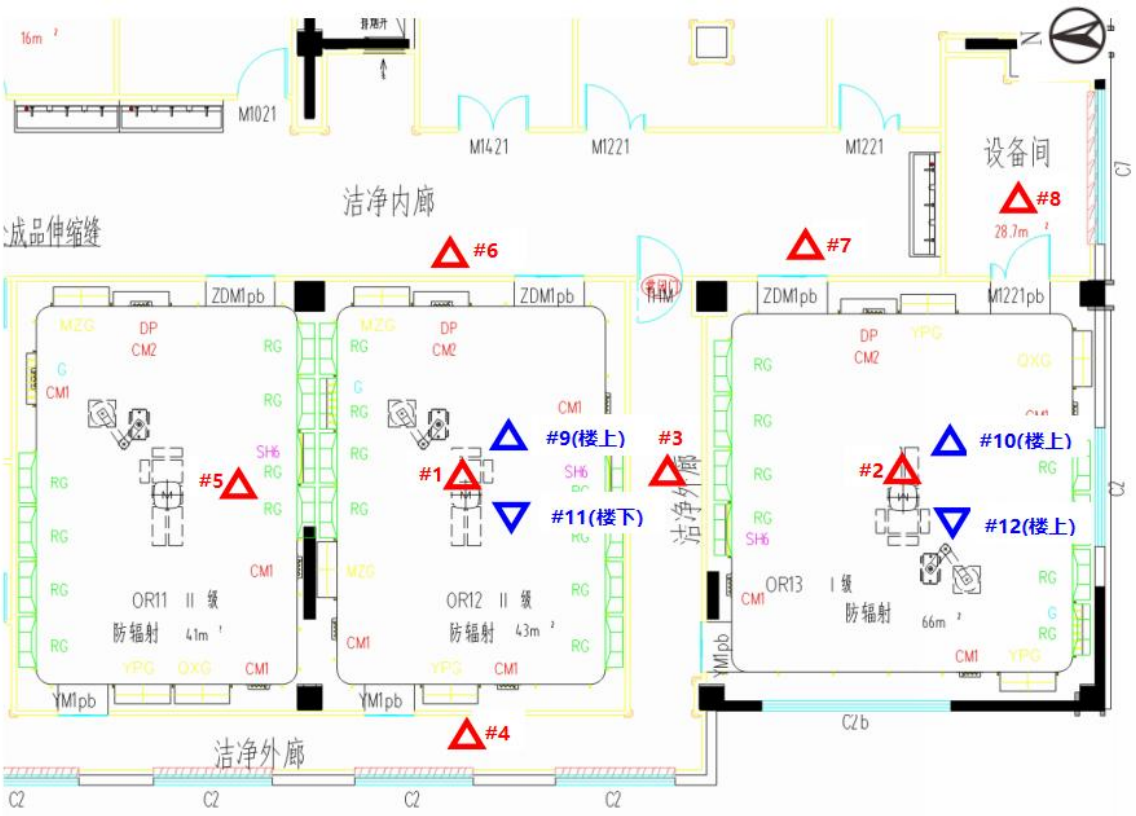

图 8-1 移动式 C 形臂 X 射线机机房及周围γ辐射空气吸收剂量率监测点位图

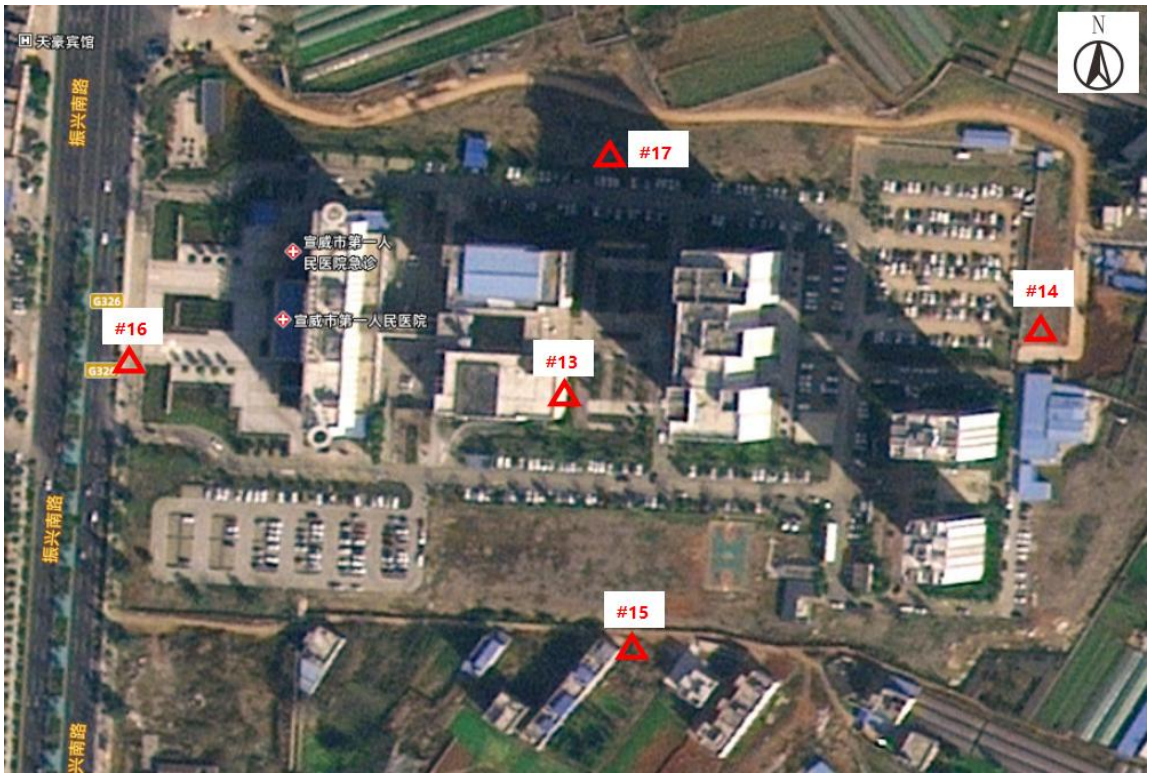

图 8-2 医院周围对照点γ辐射空气吸收剂量率监测点位图

（2）监测质量保证措施

①本项目监测单位为云南卓淮检测技术有限公司，公司取得了昆明市市场监督管

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

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

③严格按照监测单位《质量手册》和《作业指导书》开展现场工作；

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

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗；

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

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

⑧监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

（3）辐射环境质量现状监测与评价

为掌握项目所在地 X-γ辐射环境水平，云南卓淮检测技术有限公司于 2025 年 12 月 5 日对本项目拟建工作场所及周围辐射环境进行了监测（监测报告见附件）。

监测工况：监测期间第 12 手术间、第 13 手术间原有射线装置均停用。

现场监测环境条件见表 8-3，监测方法和使用监测仪器见表 8-4，监测结果列于表 8-5。

表 8-3　监测条件

日期	天气	温度	湿度
2025 年 12 月 5 日	晴	21℃	62%
	经度	**维度**	**海拔**
本项目	104°5′27.9″	26°10′2.9″	1969m
宇宙射线测量点	102°39′0″	24°57′36″	1897m

宇宙射线响应值	0.015μGy/h

表 8-4　γ辐射空气吸收剂量率监测仪器

检测仪器名称	设备型号	设备自编号	主要参数
X-γ剂量率仪	BG9680	ZH-61	量程范围：10nGy/h～200μGy/h 能量响应：50keV～3MeV 响应时间：≤10s

表 8-5　本项目手术间及周围γ辐射空气吸收剂量率监测结果（单位：μGy/h）

序号	监测点位描述	校正值±标准差
1	OR12 手术室内	0.037±0.001
2	OR13 手术室内	0.037±0.002
3	OR12、OR13 手术室之间控制室	0.042±0.003
4	OR12 手术室西侧走廊	0.041±0.004
5	OR12 手术室北侧 OR11 手术室	0.041±0.003
6	OR12 手术室东侧走廊	0.040±0.002
7	OR13 手术室东侧走廊	0.040±0.003
8	OR13 手术室东侧设备间	0.040±0.003
9	OR12 手术室上方（屋顶）	0.041±0.002
10	OR13 手术室上方（屋顶）	0.039±0.003
11	OR12 手术室下方办公室（十五楼）	0.041±0.003
12	OR13 手术室下方办公室（十五楼）	0.041±0.002
13	医院医技楼	0.036±0.001
14	医院东侧空地	0.039±0.002
15	医院南侧空地	0.037±0.003
16	医院西侧道路	0.038±0.002
17	医院北侧空地	0.037±0.002
本项目监测结果已扣除宇宙射线响应值。		

从上表得出结论：本项目移动式C形臂X射线机机房四周的γ辐射剂量率测量值在0.037~0.042μGy/h之间；医院周围的γ辐射剂量率测量值为0.036~0.039μGy/h。

移动式C形臂X射线机机房四周的X-γ辐射剂量率水平与医院背景值相当，属于医院正常X-γ辐射水平。

本项目建设场所属于所在区域正常辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与污染源

9.1 工程设备和工艺分析

本项目位于宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼第 12、13 手术间，其中第 12 手术间已经建成，移动式 C 型臂 X 射线机已经安装到位，施工期已结束，第 13 手术间为新增。本次环评施工期不涉及土建，施工期工程内容主要包括第 13 手术间门窗开孔、防护装修施工、辅助用房施工及设备安装调试。

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

9.1.1 施工期工艺分析

本项目施工内容为手术间观察窗开孔、辅助用房装修及手术间部分屏蔽防护装修施工、设备安装及调试，主要污染物有施工粉尘、废水、噪声、装修废气、建筑垃圾、生活垃圾、少量电离辐射和臭氧。

1、机房防护装修施工

机房防护装修施工会产生以下环境问题：

①本项目将在住院楼主体结构内进行分区、隔断，施工时钻机、切割机会产生一定的噪声、扬尘、施工废水及固体垃圾；

②隔断墙体施工及各面屏蔽工程施工、铅玻璃安装、通排风系统及供电系统安装时产生的扬尘、装修废气、废水和固体废弃物等。

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

2、辅助用房装修

辅助用房装修施工会产生以下环境问题：

辅助用房装修施工需要进行部分墙体修砌，进行隔断装饰装修。施工时钻机、切割机等会产生一定的噪声、扬尘、施工废水及固体垃圾，装修时会产生扬尘、固体废弃物和装修废气等。

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

3、设备安装调试的污染分析

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

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

施工工序及产污环节见图 9-1。

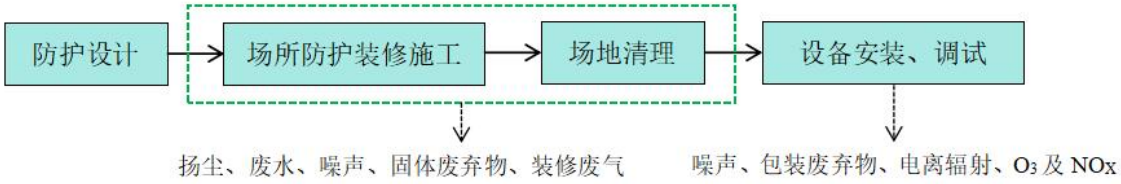

图 9-1 施工期施工工序及产污位置图

4、工程进度

①装修施工：项目预计工期 2 个月，目前尚未开工。

②设备安装、调试：工程竣工后，约 1 个星期。

5、建设进度

项目预计 2026 年 5 月进行装修，2026 年 6 月底竣工，2026 年 7 月开始进行设备安装、调试。

9.1.2 运营期工程设备与工艺分析

1、设备组成

移动式 C 形臂 X 射线机主要组成部分为：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、带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机高压注射器、完全满足数字化平板采集特点的电子计算机图像处理系统、操作台、连接线缆及附属设备等。本项目设备 X 射线球管组件总滤过≥3mm 铝（固有过滤 2.8mm 铝当量，附加过滤器 0.2mm 铝当量，可选附加过滤器 0.1mm 铜）。

本项目使用的移动式 C 形臂 X 射线机带有血管造影功能，其整体外观见图 9-2。

图 9-2 移动式 C 形臂 X 射线机整体外观

2、工作原理

射线装置是由产生 X 射线的 X 射线管（X 射线管详见图 9-3）、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置（外围设备）组成。移动式 C 形臂 X 射线机在透视及减影工作中，X 射线管是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极，当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。移动式 C 形臂 X 射线机通过计算机程序进行两次成像，在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来，注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号，两次数字相减，消除相同的信号，得出一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，能显示精细的血管结构，且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚地显示，移动式 C 形臂 X 射线机工作原理示意图见图 9-4。

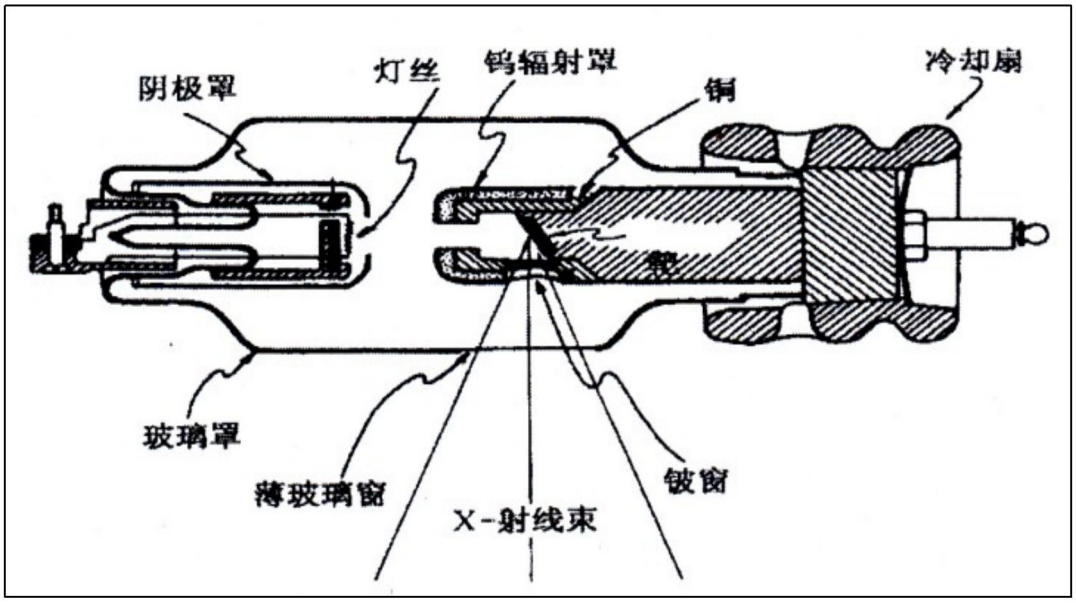

图 9-3 X 射线管图

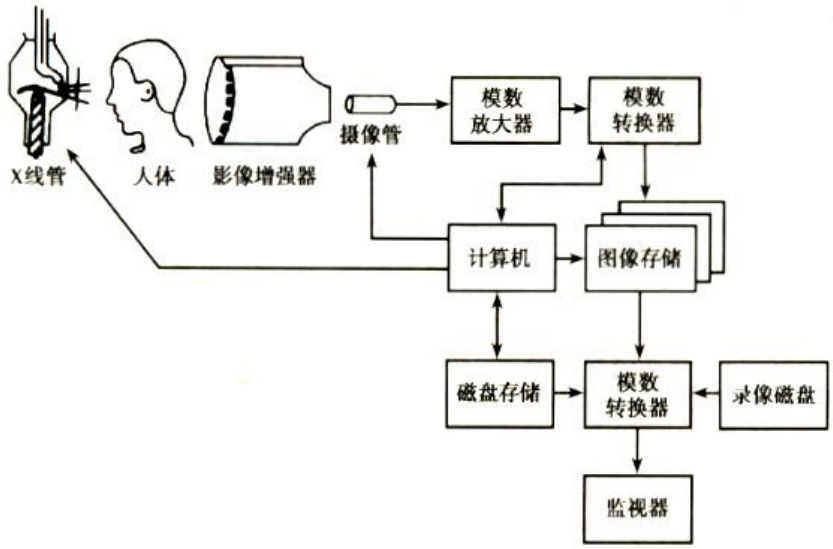

图 9-4 移动式 C 形臂 X 射线机工作原理示意图

3、动式 C 形臂 X 射线机诊疗流程

本项目 C 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。操作医生在病人需进行骨科、心内科手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会采取脉冲透视方式，形成实时图像（不能自动保存，需进行手动操作进行保存曝光时自动更新图像），此时操作医生身着铅服、铅围脖等在机房内对病人进行直接的同室手术操作。在进行骨科、心内科手术治疗时，医生在 C 形 X 射线机脉冲透视连续曝光下通过机房内显示屏清楚地了解手术过程及病人情况。在手术过程中均会使用此操作，并且实际运行中该情况占绝大多数，因此，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。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。此种情况用于医院骨科、心内科手术术前术后诊断。

4、产污流程

移动式 C 形臂 X 射线机的 X 射线诊断机曝光时，主要污染因子为 X 射线使用的 X 射线，装置在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线，产生少量臭氧和微量氮氧化物，同时设备均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

移动式 C 形臂 X 射线机诊断流程及产污环节示意图见图 9-5 所示：

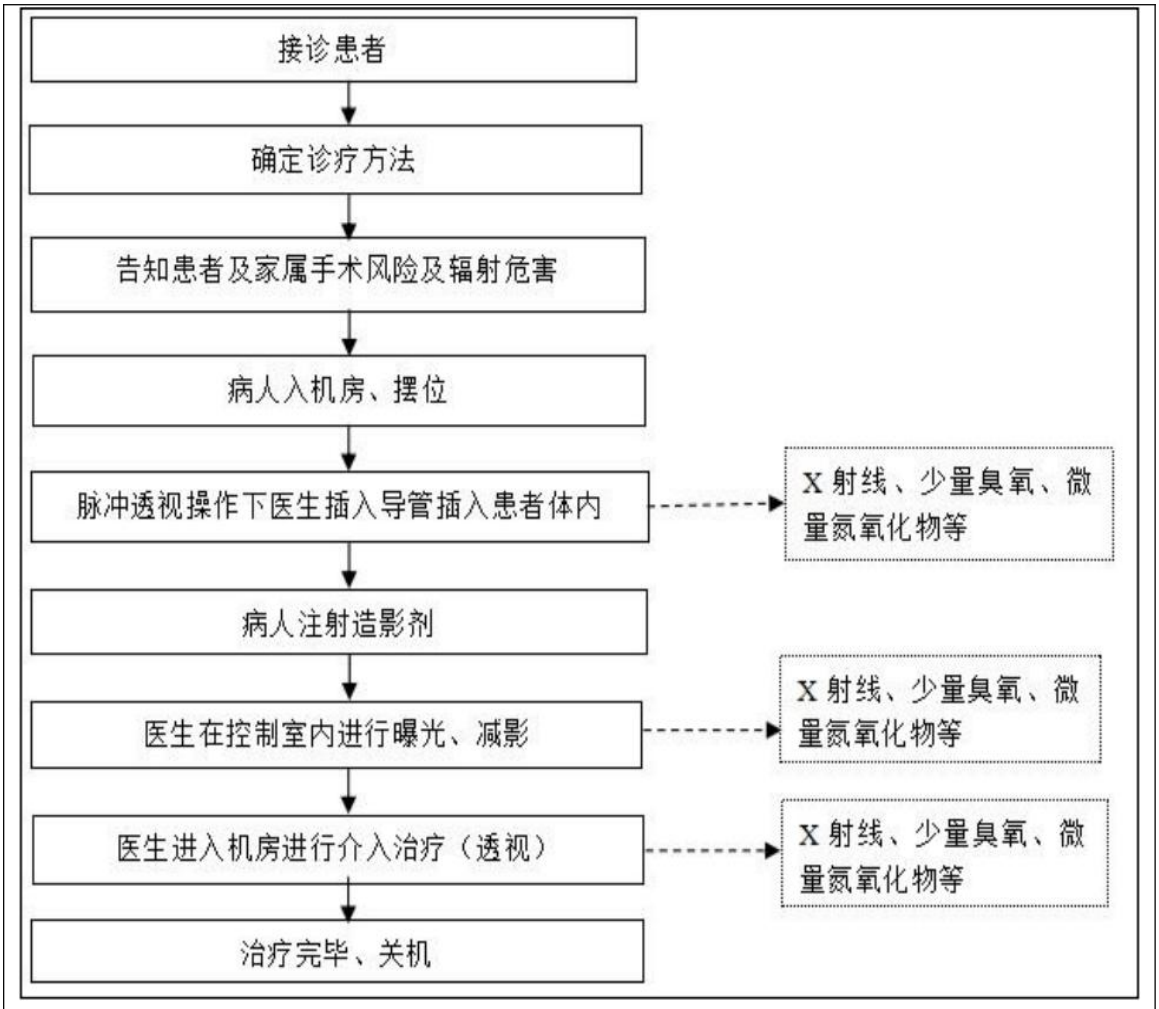

图 9-5 移动式 C 形臂 X 射线机流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

1、正常工况下污染源

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

（2）废气（臭氧、氮氧化物）：在 X 射线装置开机及曝光过程中，X 射线穿过空气会导致空气中的 O_2、N_2 发生一系列化学反应，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：

$$3O_2 \xrightarrow{\text{X 射线}} 2O_3$$

$$O_2+N_2 \xrightarrow{\text{X 射线}} 2NO$$

$$2NO+O_2 \xrightarrow{\text{X 射线}} 2NO_2$$

本项目射线装置开机曝光时间很短，臭氧的产生量很少，而氮氧化物的产生

量比臭氧还少得多，故本建设项目只对臭氧进行分析。臭氧在常温常压下可自行分解，因此不进行定量分析。

（3）废水：本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生。医务人员工作时产生少量的生活废水，介入手术、清洗器械产生少量医疗废水。根据建设单位提供资料，本项目医护人员均为医院原有工作人员，不新增生活污水；介入手术、清洗器械产生少量医疗废水，根据建设单位提供数据，每台手术废水产生量为 0.3m^3/台，每年手术量为 400 台，每天最多 3 台手术，医疗废水量为 0.9m^3/d、120m^3/a，依托医院污水处理站处理达标后排入市政管网，医院污水处理站设计规模及工艺均已考虑了本项目废水的收集处理，废水最终进入宣威市污水处理厂处理。

（4）噪声：术间通排风系统设置独立净化空调机组，通排风系统运行时会产生噪声，排气风机选用低噪音类型设备，噪声值≤51dB(A)，排风、新风（送风）管道上设置有消音器，外机支架上面使用减振器处理，风机噪声通过降噪措施降噪后，经过墙体阻隔和距离衰减，对周围环境影响不大。

（5）固体废物：本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，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；介入手术时会产生少量纱布、手套等医疗废物；医护人员在工作中会产生少量生活垃圾。根据建设单位提供资料，本项目医护人员均为医院原有工作人员，不新增生活垃圾；介入手术产生的医用器具和药棉、纱布、手套（每台手术预估医疗废物量 1kg），预计手术量最多 3 台/d，400 台/a，产生医疗废物 3kg/d，0.4t/a。医疗废物暂存于医疗固废暂存间，委托宣威蓝宇环保科技有限公司进行定期清运处置。

2、事故工况的污染途径

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

工况 1：在病人通道防护门未关闭即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；

工况 2：医生、病人通道开关装置和报警系统发生故障导致无关人员误入或医生、护士未退出手术间时即进行曝光，受到照射；

考虑实际情况，工况 1、工况 2 按照减影情况下病人通道门点位防护门未关

闭时计算，曝光时间 1min。

工况 3：进行介入手术时，机房内的医生违规操作，未穿防护服即进行设备操作，致使机房内职业人员受到照射，以一台手术累计透视时间最长 10min 计算。

以上事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

3、项目主要污染物产生及预计排放情况

本项目主要污染物的产生及预计排放见表 9-1。

表 9-1 项目主要污染物的产生及预计排放情况

类型		污染物名称	产生量	处理措施
大气污染物	施工期	粉尘、涂料废气	少量	洒水降尘、室内通风。
	运营期	臭氧、氮氧化物	少量	通过排风系统排放。
水污染物	施工期	施工废水	少量	洒水降尘、回用。
		生活污水	少量	依托医院污水处理站处理后排入市政污水管网。
	运营期	生活污水	/	依托医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网，最终进入宣威市污水处理厂进行处理。
		医疗废水	120m³/a	
固体废物	施工期	生活垃圾	少量	放置垃圾桶收集后，交由环卫部门统一清运。
		建筑垃圾	少量	部分回收利用，不能回收利用的清运至住建部门指定堆放点。
	运营期	生活垃圾	/	由医院统一收集后交由环卫部门清运处理
		医用器具和药棉、纱布、手套等	0.4t/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，定期交由宣威蓝宇环保科技有限公司进行清运处置。
噪声	施工期	施工设备	/	合理安排作业时间，围挡阻隔施工。
	运营期	风机	/	通风系统的风机，其噪声源强一般低于 51dB(A)。采用加减振措施，经墙壁阻隔、距离衰减，进一步降低噪声影响。
辐射	施工期	/	/	/
	调试	X 射线	/	专业人员进行设备调试。
	运营期	X 射线	/	射线装置工作产生的 X 射线经墙体屏蔽和其他有效防护屏蔽后，所致职业和公众照射剂量当量可达到评价标准。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

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

10.1.1 工作区域管理

本项目2台移动式C形臂X射线机均位于宣威市第一人民医院北云院区住院楼16楼，第12、13手术间相邻设置，中间为共用的控制室，东侧为洁净通道、设备间，西侧为污物通道，北侧为第11手术间，南侧为临空区（人员不可达），楼上为顶楼天台；楼下为医生办公室。

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

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定：

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

监督区：注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

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

表10-1 本项目控制区和监督区划分情况一览表

工作场所	控制区（红色）	监督区（黄色）
北云院区住院楼 16 楼第 12、13 手术间	移动式 C 形臂 X 射线机机房（第 12、13 手术间）	控制室、设备间

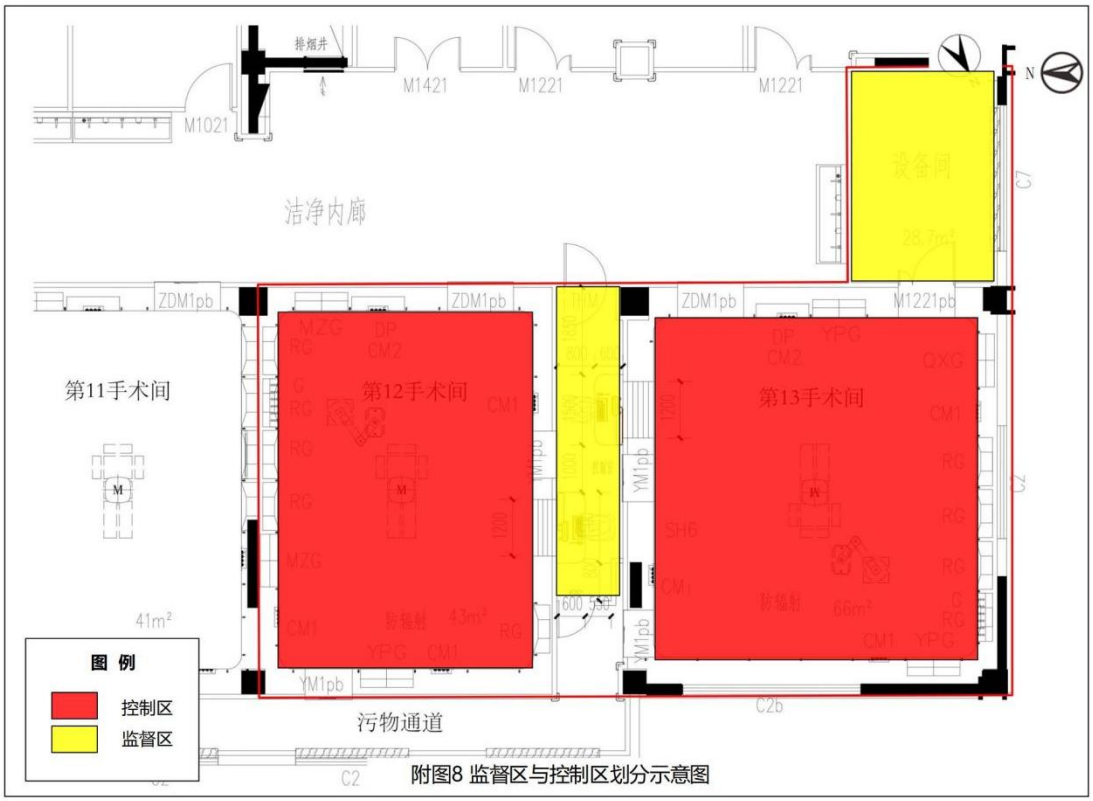

图 10-1 本项目两区划分示意图

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

（2）控制区的防护手段与安全措施

①在患者通道防护门、医护通道防护门和污物打包间防护门上设置“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）附录 F 要求；

②进入控制区设置门禁，限制人员进、出控制区；

③定期审查控制区的实际状况，改善防护手段或安全措施或该区的边界。

（3）监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区的边界，并在醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志；

②在监督区的入口处张贴监督区的标识标牌；

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

建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871—2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。

10.1.2 辐射安全及防护措施

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

1、设备固有措施

本项目移动式C形臂X射线机从正规厂家购买，仪器本身采取了多种固有安全防护措施：

①本建设项目移动式C形臂X射线机装有可调限束装置，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配备相应的表征剂量的指示装置：移动式C形臂X射线机已配备有能在线监测表征输出剂量的指示装置。

④采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒25帧、12.5帧、6帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

⑤采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold，LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

2、场所设计安全措施

（1）机房防护

本项目按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中 X 射线设备机房屏蔽防护要求进行设计建设，第 12、13 手术间在做完墙体、装修和防护措施后面积分别为 33.6m^2、40.3m^2，最小单边长度分别为 4.8m、6.2m，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中规定的“单管头 X 射线机设备机房内最小有效使用面积 20m^2，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

根据建设单位提供资料，本项目各机房屏蔽设计情况见下表。

表 10-2 本项目各机房辐射防护情况一览表

项目	屏蔽措施	
手术室	第 12 手术间	第 13 手术间

有效面积	33.6m^2	40.3m^2
尺寸	长×宽×高：7m×4.8×4.9m	长×宽×高：6.5m×6.2×4.9m
四周墙体屏蔽*	40×50×1.2mm 方管龙骨架+3mm 铅板+外挂 1.5mm 电解钢板，综合铅当量为 3mmPb。	40×50×1.2mm 方管龙骨架+3mm 铅板+外挂 1.5mm 电解钢板，综合铅当量为 3mmPb。
顶面屏蔽*	200mm 混凝土楼板+10mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 3.21mmPb。	200mm 混凝土楼板+10mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 3.21mmPb。
地面屏蔽*	150mm 混凝土楼板+20mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 4.18mmPb。	150mm 混凝土楼板+20mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 4.18mmPb。
防护门屏蔽	共计 2 樘，分别为医患通道防护门及污物通道防护门，均为电动推拉门，内部 3.0mm 铅板夹层，综合铅当量为 3.0mmPb。医患通道防护门有门上窗，规格 0.4m×0.6m，综合铅当量为 3.0mmPb。	共计 3 樘，分别为医患通道防护门、污物通道防护门及设备间防护门，医患通道防护门、污物通道防护门均为电动推拉门，设备间防护门手动平开门，内部 3.0mm 铅板夹层，综合铅当量为 3.0mmPb。医患通道防护门有门上窗，规格 0.4m×0.6m，综合铅当量为 3.0mmPb。
观察窗屏蔽	采用高铅玻璃进行防护，玻璃厚度为 20mm，铅当量为 3mmPb。	采用高铅玻璃进行防护，玻璃厚度为 20mm，铅当量为 3mmPb。

*注：①根据建设单位提供资料，手术室四周墙体采用方管龙骨架+3mm 铅板+外挂 1.5mm 电解钢板，评价保守考虑，忽略 1.5mm 电解钢板的屏蔽。
②根据建设单位提供的“项目机房防护方案”，钢筋混凝土的密度为 2.35g/cm^3，硫酸钡防护涂料的密度为 3.2g/cm^3。根据《X 射线和γ射线防护手册》第 73 页表 10，保守按 150kV 条件进行转换，内层 20mm 硫酸钡相当于 150mm 混凝土，内层 200mm 混凝土相当于 26mm 硫酸钡，则地面 150mm 混凝土楼板+20mm 硫酸钡防护涂料相当于 300mm 的混凝土，顶面 200mm 混凝土楼板+10mm 厚的硫酸钡涂料相当于 36mm 的硫酸钡。
又根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中公式 C.1、公式 C.2、表 C.2、表 C.3，计算得 300mm 的混凝土铅当量为 4.18mm、36mm 的硫酸钡铅当量为 3.21mm。

由表 10-2 可知，本项目移动式 C 形臂 X 射线机机房的屏蔽防护及机房内使用面积、单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）的要求，机房设计合理。

综上所述，本项目第 12、13 手术间在做完墙体、装修和防护措施后面积分别为 33.6m^2、40.3m^2，最小单边长度分别为 4.8m、6.2m，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中规定“单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积 20m^2，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。移动式 C 形臂 X 射线机机房防护铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中规定的“有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

（2）其他防护措施

根据建设单位提供资料，本项目移动式 C 形臂 X 射线机手术间采取的其他措施有：

①医生操作时应身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，这些防护用品均具有 0.5mm 铅当量。

②供电线路：本项目手术间为一级负荷，采用楼层总箱末端切换，一用一备自动切换，供电线路为上路供电方式，采用呈⌐形从侧墙侧穿铅板进入，穿铅板部分前后 30cm 处用 3mm 厚铅板包裹，能够有效防止射线泄漏，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能。

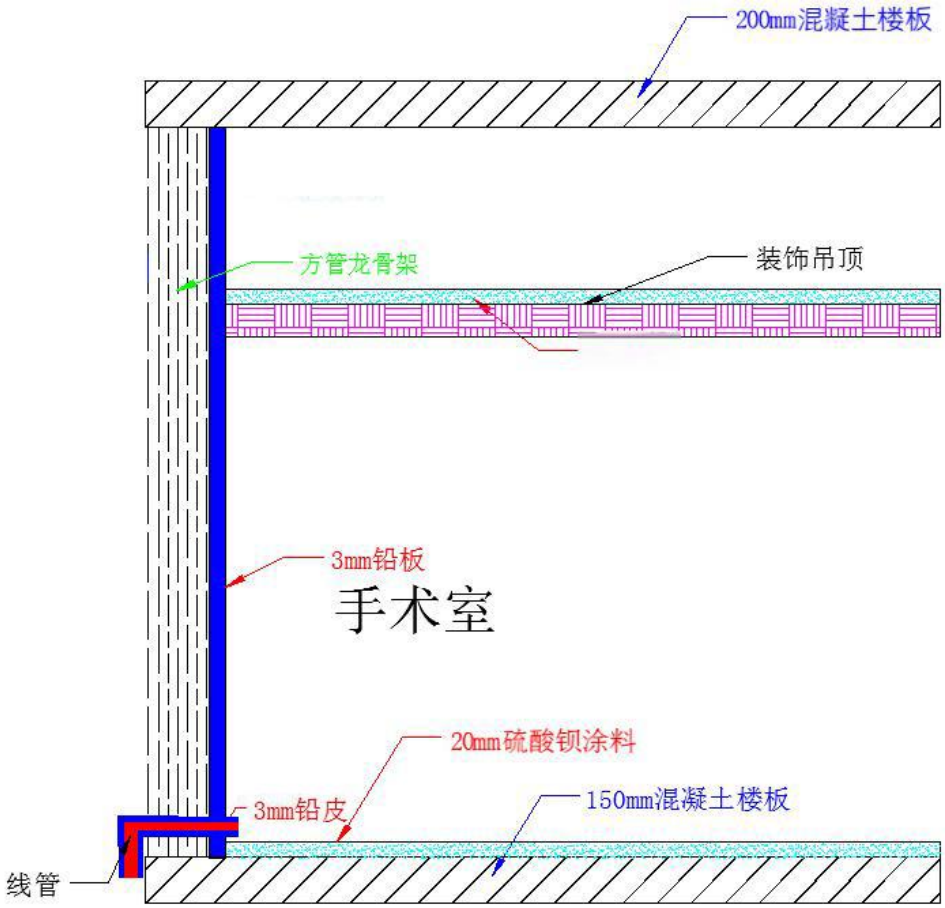

图 10-2 供电线管穿墙示意图

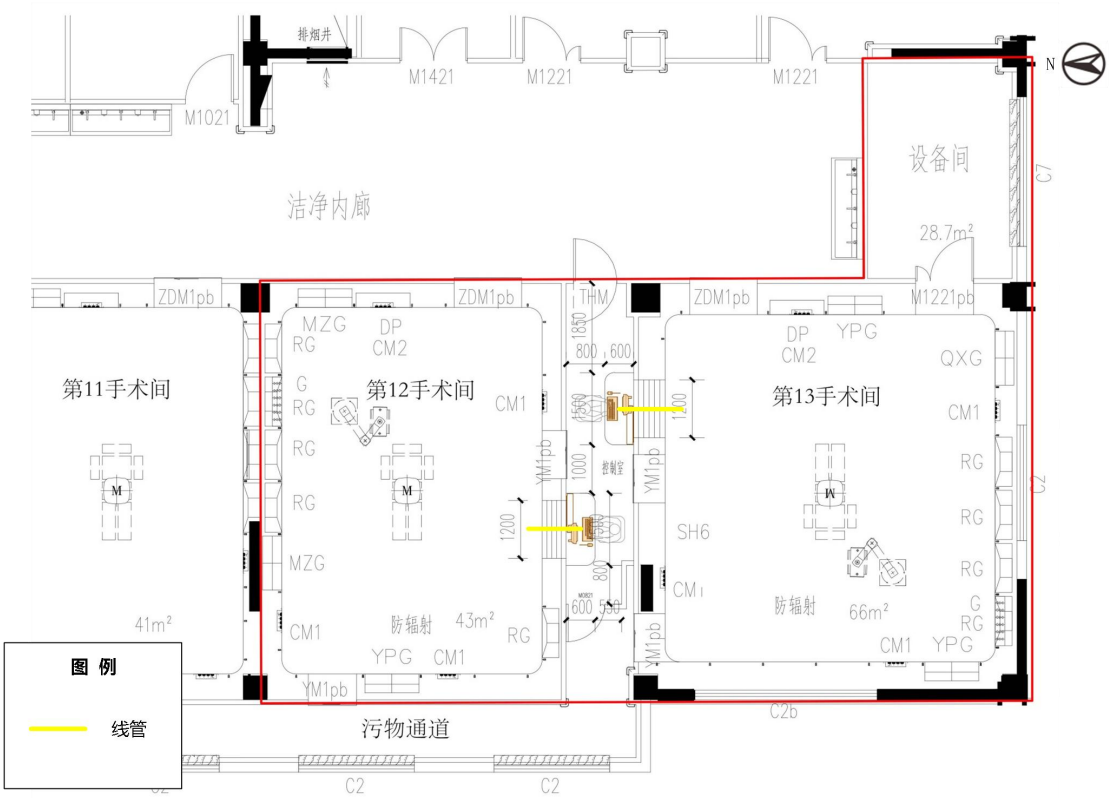

图 10-3 供电线管平面布局示意图

③通风管道防护：项目通风采用上进下排方式，送风口位于机房上方吊顶，排风口位于机房四周围墙墙脚。排风、新风（送风）管道穿防护墙处采用“斜 45°”穿墙设计，风管穿墙前后 100cm 处采用 3mm 厚铅皮包裹，风管与墙体交接处采用 3mm 厚铅皮搭接，搭接长度 30cm，缝隙用硫酸钡涂料填充封堵，能够有效防止射线泄漏，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能。第 12 手术间新风量为 860m³/h、排风量为 300m³/h，第 13 手术间新风量为 1320m³/h、排风量为 400m³/h。

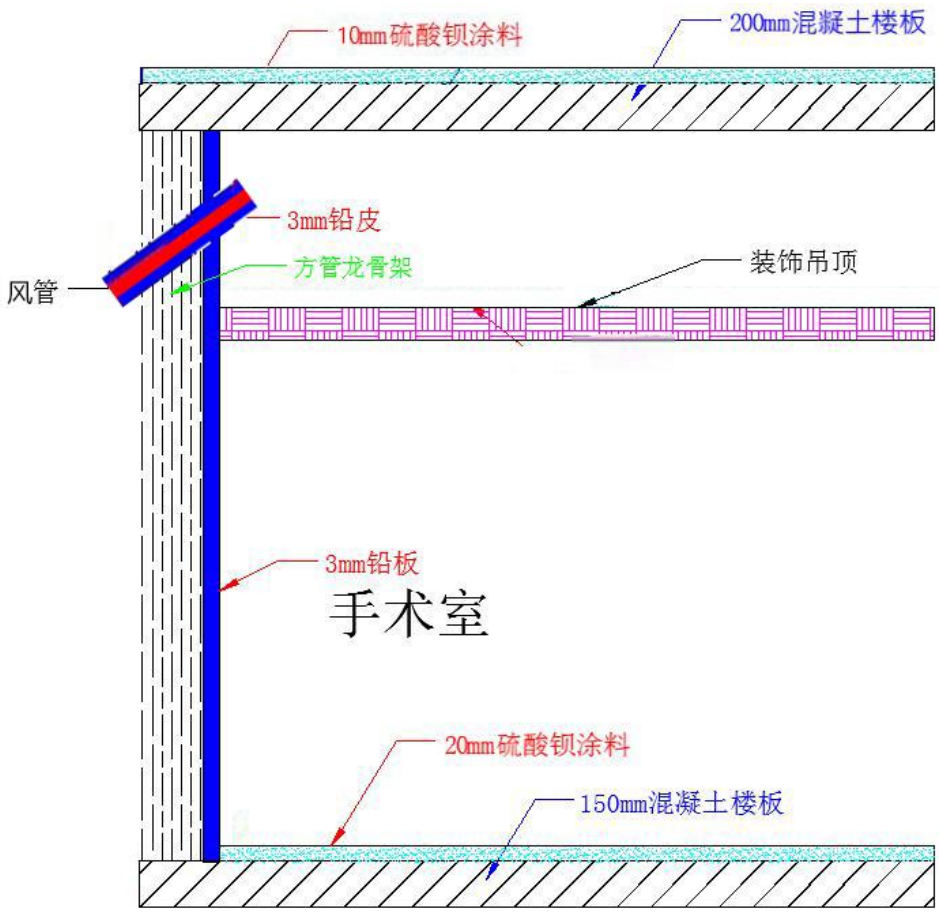

图 10-4 风管穿墙示意图

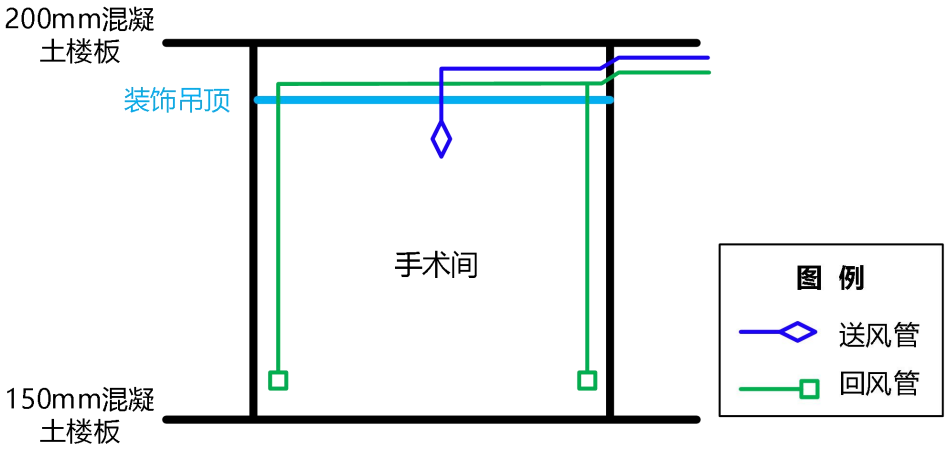

图 10-5 风管布局剖面示意图

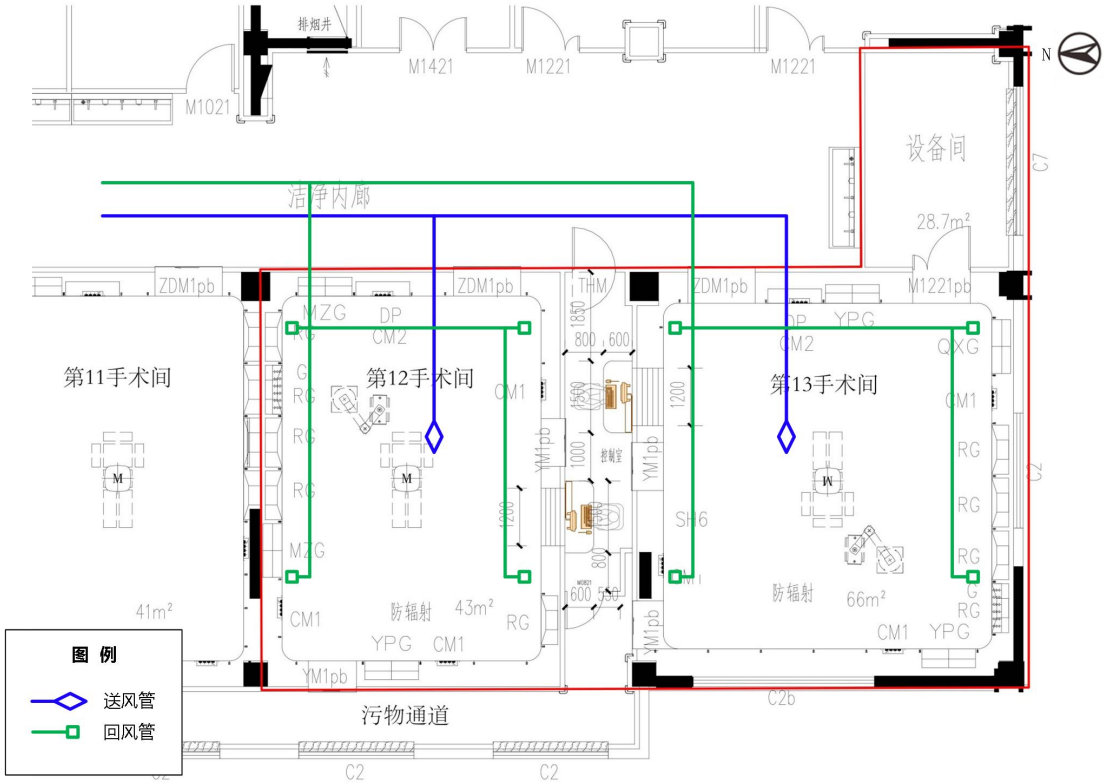

图 10-6 风管平面布局示意图

3、紧急停机按钮

射线装置操作面板上及设备上各设置 1 个紧急停机按钮，移动式 C 形臂 X 射线机的 X 线管出束过程中，一旦出现异常，按动紧急停止按钮，可停止出束。

4、门灯联锁装置、电离辐射警示标志

移动式 C 形臂 X 射线机机房门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，同时，工作状态指示灯能与机房门有效关联。当机房门开启时，警示灯熄灭，机房门关闭时，警示灯开启。严格遵守操作规程，加强门灯联锁装置维护，只有在机房完全关闭，工作状态指示灯亮时移动式 C 形臂 X 射线机才可出束诊疗，避免医务人员及公众受到误照射。

环评要求：第 12 手术间医患通道防护门及污物通道防护门中部设置“当心电离辐射”警示标志上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，警示人们注意可能发生的危险。第 13 手术间医患通道防护门、污物通道防护门及设备间防护门中部设置“当心电离辐射”警示标志上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。同时，工作状态指示灯能与机房门有效关联。当机房门开启时，警示灯熄灭，

机房门关闭时，警示灯开启。

5、个人防护用品、监测仪器

防护用品：本项目为辐射工作人员配备 0.5mmPb 的铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品各 6 套，为受检者配备 0.5mmPb 围裙或方巾 4 套、颈套 4 套，铅橡胶帽子 4 个，详见表 10-3。

表 10-3 个人防护用品配备表

放射检查类型	GBZ130-2020 要求		拟配备个人防护用品和辅助防护设施	是否满足要求
介入放射学操作	工作人员	个人防护用品：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	工作人员：配备 0.5mmPb 的铅衣 6 套、铅围脖 6 个、介入防护手套 6 套、铅防护眼镜 6 副、铅帽 6 件，个人防护用品 6 套。 为每位辐射工作人员配备双个人剂量计（铅衣内外）。	满足
		辅助防护设施：铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护帘 选配：移动铅防护屏风	未配备。本项目射线装置为移动式 C 形臂 X 射线机。	满足
	受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	受检者：配备围裙或方巾 4 套、颈套 4 套，铅橡胶帽子 4 个	满足

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

监测仪器：医院已购买 1 台便携式辐射监测仪，并已为辐射工作人员配备双个人剂量计（铅衣内外），已购买 1 台个人剂量报警仪，拟新购买 3 台个人剂量报警仪，共 1 台便携式辐射监测仪和 4 台个人剂量报警仪。

6、时间防护

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

操作技师佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪进入手术间操作设备，产生紧急情况时，操作技师按下紧急停机按钮，停止 X 射线出束，不定期用便携式辐射监测仪对手术间周围进行监测，发现异常，及时处理，减少对外围人员的照

射。

10.1.3 与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）的符合性分析

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

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

序号	标准要求	本项目情况	符合情况
1	6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	根据建设单位提供资料，移动式 C 形臂 X 射线机出束方向由下往上，顶棚未布设门、窗、管线口，操作位位于射线装置侧向，有用线束不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	符合
2	6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	移动式 C 形臂 X 射线机机房楼上为顶楼天台，楼下为医生办公室，机房四周为控制室、设备间、污物通道、洁净走廊及第 11 手术间，机房邻室不涉及敏感科室。	符合
3	6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；	本项目移动式 C 形臂 X 射线机设有单独的机房，机房满足使用设备的布局要求。	符合
4	6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目核技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定“单管头 X 射线设备（含 C 形壁，乳腺 CBCT）机房内最小使用面积不小于 20m^2，机房内最小单边长度不小于 3.5m”	本项目第 12、13 手术间在做完墙体、装修和防护措施后面积分别为 33.6m^2、40.3m^2，最小单边长度分别为 4.8m、6.2m，机房最小有效使用面积及最小单边长度满足要求。	符合
5	6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于“表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求”的规定“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均不得小于 2mmPb”。	机房四周墙体：墙体采用 40×50×1.2mm 方管龙骨架+3mm 铅板+外挂 1.5mm 电解钢板，综合铅当量约为 3mmPb；地面为 150mm 混凝土楼板+20mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 4.18mmPb；顶棚为 200mm 混凝土楼板+10mm 硫酸钡涂料，综合铅当量约为 3.21mmPb；防护门、观察窗综合铅当量均为 3mmPb；均满足标准 2mmPb 的要	符合

		求。	
6	6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足“表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求”的规定“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均不得小于 2mmPb”的要求。	机房观察窗采用高铅玻璃进行防护，玻璃厚度为 20mm，铅当量为 3mmPb；机房铅门综合铅当量 3.0mmPb，均满足标准 2mmPb 的要求。	符合
7	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	本项目机房设有观察窗，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
8	6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内未堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合
9	6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	机房内设置通排风系统，通风良好。	符合
10	6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	移动式 C 形臂 X 射线机机房门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，**环评要求：**移动式 C 形臂 X 射线机机房入口屏蔽门中部、设置“当心电离辐射”警示标志，污物通道门中部置“当心电离辐射”警示标志上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区设置放射防护注意事项告知栏，提醒无关人员注意辐射安全，防止无关人员进入。	符合
11	6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效连锁。	项目两间机房安装 1 樘平开机房门，门内拟设置闭门装置，拟设置工作状态指示灯，并能与机房门有效连锁；4 樘电动推拉门防护门设有曝光时关闭机房门的管理措施，工作状态指示灯与机房门有效连锁。	符合
12	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	电动推拉门设置防夹装置，保证人员出入安全。	符合
13	6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	受检者不在机房内候诊，手术前，患者在换衣间做好手术准备，由医护人员推至手术间内手术，陪检人员均在外面等候，不进入手术间内。	符合
14	6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	机房出入门处于散射辐射相对较低的位置，除受检患者和工作人员，其他人员均不可到达。	符合

15	6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于“表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求”基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。	防护用品：工作人员：配备 0.5mmPb 的铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等 6 套；受检者：配备 0.5mmPb 围裙或方巾 4 套、颈套 4 套，铅橡胶帽子 4 个。	符合
16	6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。	医院为本项目医护工作人员配备相关防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量均为 0.5mm，保证医护人员手术期间的防护需求；医院为受检者配备相关防护用品，包括 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾和铅橡胶颈套、铅橡胶帽子；若需配备移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。	符合
17	6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。	为儿童（受检者）的 X 射线检查配备儿童款围裙、颈套、铅橡胶帽子等保护相应组织和器官的防护用品和辅助防护设施的铅当量均为 0.5mmPb。	符合
18	6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。	个人防护用品均妥善存放，悬挂，未折叠放置。	符合

综上，本项目在落实移动式 C 形臂 X 射线机机房入口屏蔽门中部、设置“当心电离辐射”警示标志，污物通道门中部设置“当心电离辐射”警示标志，上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；机房平开机房门设置闭门装置后，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）相关要求。

10.1.4 环保设施及投资分析

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

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

表 10-5 本项目环保投资估算一览表

类　别	设备、机房、人员	环保设施		投资金额（万元）	备注
		已有措施	拟设措施		

废气处理	机房	第 12 手术间 1 套通排风系统	第 13 手术间 1 套通排风系统	3	部分已有
电离辐射防护	辐射防护主体设施工程费用	第 12 手术间机房墙体、铅门、铅玻璃、防护涂料	第 13 手术间机房墙体、铅门、铅玻璃、防护涂料	4	部分已有
	专用防护设计	第 12 手术间工作状态指示灯 1 套、门灯联锁装置 1 套、紧急按钮 2 个，防夹装置、自动闭门装置 1 套	第 13 手术间工作状态指示灯 1 套、门灯联锁装置 1 套、紧急按钮 2 个，防夹装置、自动闭门装置 1 套		部分已有
	规章制度	已制定全套规章制度	规章制度上墙		新增
	警示标识	--	电离辐射警示标志2套、两区分划地贴等		新增
个人防护用品	项目涉及设备	--	工作人员：配备0.5mmPb的铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子等共6套；受检者：围裙或方巾4套、颈套4套，铅橡胶帽子4个，（成人2套，儿童2套）	2	新增
监测仪器	项目涉及设备	便携式辐射环境检测仪 1 台，个人剂量报警仪 1 台，工作人员已配备个人剂量计	新购 3 台个人剂量报警仪	0.5	部分已有
辐射项目环境影响报告	--	--	环境影响报告	6.2	新增
辐射项目竣工环境保护验收	--	--	竣工验收监测		新增
其余检测服务	--	--	辐射环境、设备性能、防护等检测服务		新增
事故应急	应急物资储备	--	辐射应急药品、监测设备、防护	3	新增

			装备等应急物资储备及演练		
合计				18.7	--

本项目总投资约 320 万元，环保投资约 18.7 万元，占总投资的 5.84%。

10.2 三废的治理

1、废气治理措施

本项目移动式 C 形臂 X 射线机在曝光过程中产生的臭氧、氮氧化物量很小，本项目手术间内设置通排风系统，第 12 手术间新风量为 860m³/h、排风量为 300m³/h，第 13 手术间新风量为 1320m³/h、排风量为 400m³/h，移动式 C 形臂 X 射线机，曝光过程中产生的废气经排风系统排至室外自然稀释对大气环境影响不大。

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，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生。医务人员工作时产生少量的生活污水，介入手术、清洗器械产生少量医疗废水，依托医院污水处理站处理达标后排入市政管网，最终进入宣威市污水处理厂处理，对周边水环境影响较小。

3、固体废弃物治理措施

本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理，无废胶片产生。本项目生活垃圾经医院垃圾桶收集后，依托医院环卫部门统一清运；手术过程中产生的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，委托宣威蓝宇环保科技有限公司进行定期清运处置。固体废物对周边环境影响较小。

4、噪声治理措施

本项目手术间设置独立净化空调机组，通排风系统运行时会产生噪声，排气风机选用低噪音类型设备，噪声值<51dB(A)，排风、新风（送风）管道上设置有消音器，外机支架上面使用减振器降噪处理，通过降噪措施降噪后，经过墙体阻隔和距离衰减后，对周围环境影响不大。

综上所述，医院针对移动式 C 形臂 X 射线机机房产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 装修施工的环境影响

本项目位于宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼第 12、13 手术间，其中手术间主体防护工程已经建成，施工期已结束。本项目建设主要施工内容为手术间观察窗开孔、部分防护装修施工、辅助用房施工及设备安装调试，本项目主要针对建筑物内部装修及设备安装，产生污染物主要包括废气、废水、噪声、生活垃圾及废弃的装修材料等。主要影响如下：

1、大气环境影响分析

在门窗开孔、辅助用房装修及手术间屏蔽防护装修施工会产生少量扬尘、装修废气，但这方面的影响仅局限在医院内部。在装修时通过采用“环保型”油漆及涂料，装修过程中加强通风、保持场所清洁，可将装修废气的影响降至最低，装修废气对周围大气环境影响较小。同时，施工期应从住院楼 16 楼污物通道一侧进行建材物料的运进、运出，并做好施工区域与其他手术区的封闭围挡，减少施工粉尘废气等对同楼层其他手术区诊疗环境的影响。

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，且影响随施工的结束而结束。

2、声环境影响分析

本项目施工期噪声源主要有装修机械和设备，由于项目工程量小，施工作业较少，且施工主要在室内进行，施工方式主要为人工施工，不使用大型施工设备。本建设项目建设过程中选用低噪声设备，合理安排施工进度和作业时间，严禁夜间（22:00~6:00）施工作业。同时，施工作业时间与同楼层其他手术区工作时间错峰，并做好施工区域与其他手术区的封闭围挡，减少施工噪声对同楼层其他手术区诊疗环境的影响。采取以上措施后，对外部声环境影响不大，可以满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）要求。

3、水环境影响分析

本建设项目施工期间，施工人员日常生活会排放少量的生活污水，依托医院已建污水处理站处理后排入市政污水管网，最终进入宣威市污水处理厂进行处理，对

周围水环境影响较小。

4、固体废物

本项目固体废弃物主要是生活垃圾、设备包装废弃物及少量建筑垃圾。

施工期生活垃圾及包装废物产生量较少，可依托医院施工期设置的垃圾箱集中收集后由环卫部门定期清运。项目建筑垃圾产生量较小，主要是装修材料废渣和一些包装袋、包装箱、碎木块、废水泥等；首先对其中可回收利用部分进行回收，其次对建筑垃圾要定点堆放，及时清运至当地部门指定的建筑垃圾堆放场；并做好清运工作中的装载工作，防止在运输途中散落。

11.1.2 安装调试阶段环境影响分析

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

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目运营期主要环境影响来自射线装置开机曝光时产生的 X 射线。宣威市第一人民医院为响应管理要求，现有的 1 台移动式 C 形臂 X 射线机：SIREMOBIL Compact L 已于 2024 年停止使用，办理相关环保手续，近期未进行辐射环境实测，故本次评价采用预测方法分析本项目设备在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响。

根据医院提供的资料，机房防护及设备参数见下表。

表 11-1 本项目移动式 C 形臂 X 射线机机房防护及设备参数一览表

手术间防护设施						
手术室	四周墙体	顶棚	地面	防护门	观察窗	医护人员防护
第 12 手术间	综合铅当量 3.0mmPb	综合铅当量约为 3.21mm	综合铅当量约为 4.18m	综合铅当量 3.0mm Pb	玻璃厚度为 20mm，铅当量为 3.0mmPb	铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品（0.5mmPb）

		Pb	mPb			
第 13 手术间	综合铅当量 3.0mmPb	综合铅当量约为 3.21mm Pb	综合铅当量约为 4.18m mPb	综合铅当量 3.0mm Pb	玻璃厚度为 20mm，铅当量为 3.0mmPb	铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品（0.5mmPb）

移动式 C 形臂 X 射线机参数					
设备	技术参数	过滤材料	照射野	工况模式	
				减影	透视
SIREMOBIL Compact L	最大管电压 110kV，最大管电流 20mA	3mmAl	100cm^2	最大常用电压 80kV，最大常用电流 20mA	最大常用电压 70kV，最大常用电流 12mA
OEC One CFD	最大管电压 110kV，最大管电流 25mA	3mmAl	100cm^2	最大常用电压 80kV，最大常用电流 20mA	最大常用电压 70kV，最大常用电流 12mA

本项目移动式 C 形臂 X 射线机主射方向向上，机头有用线束直接照向患者，不会直射到机房四周墙体、顶棚、地面、防护门及铅窗，且移动式 C 形臂 X 射线机图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，移动式 C 形臂 X 射线机屏蔽估算时不考虑主束照射，重点考虑手术过程中泄漏辐射和散射辐射对机房外周围环境的辐射影响。本项目拟配置的射线装置具有自动调强功能，减影时如果受检者体型偏瘦，功率自动降低；如果受检者体型偏胖，功率自动增强。本项目保守取医院减影和透视常用最大运行工况的参数进行计算。

1、关注点位设置

本项目两台移动式 C 形臂 X 射线机在使用时，机头会在手术间床旁一定范围移动，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 20mA；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。本项目两个手术间外各关注点位置详见下图。

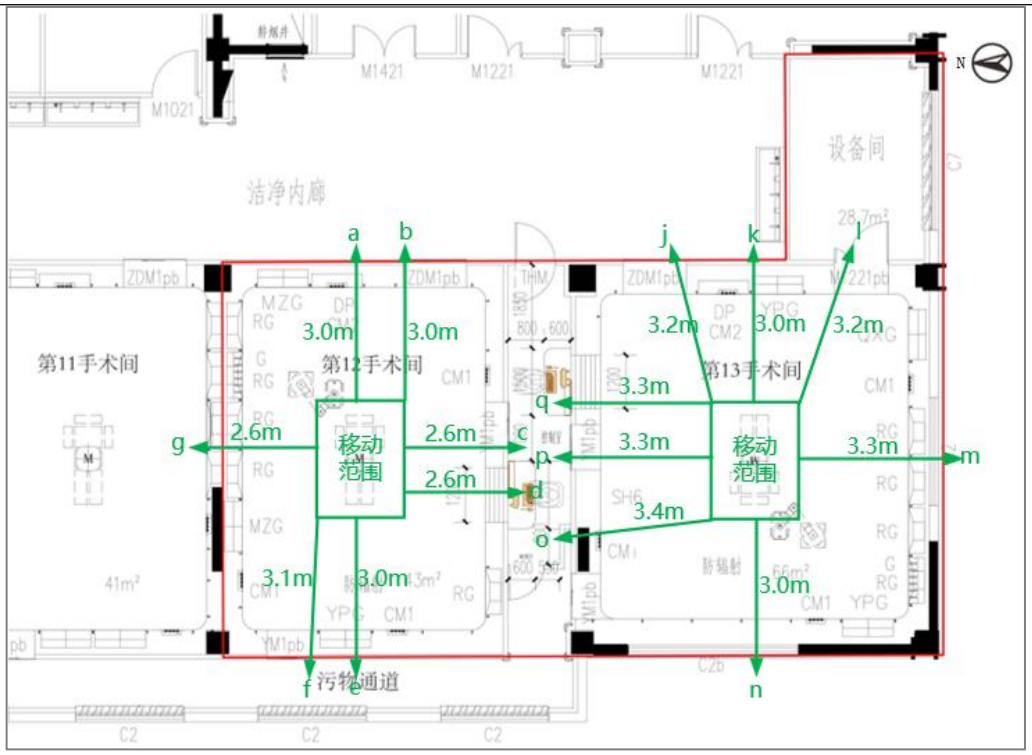

图 11-1 机房外各关注点位置图

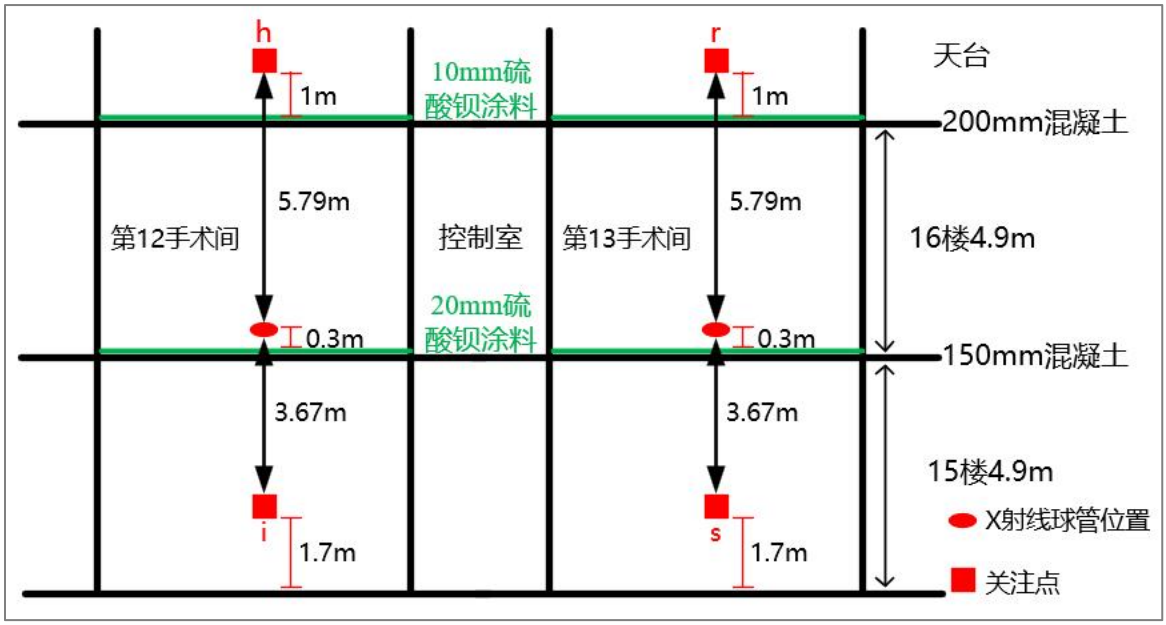

图 11-2 机房楼上楼下关注点位置示意图

根据机房外各关注点位置，各关注点距离见下表。

表 11-2 机房外各关注点距离

编号	关注点位置	靶距关注点的距离（m）
第 12 手术间		
a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	3.0
b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3.0

c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	2.6
d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	2.6
e	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	3.0
f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	3.1
g	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	2.6
h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	5.79
i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	3.67
第 13 手术间		
j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	3.2
k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3.0
l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	3.2
m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	3.3
n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	3.0
o	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	3.4
p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	3.3
q	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	3.3
r	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	5.79
s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	3.67

2、本项目关注点的辐射环境影响分析

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

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

式中：

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

I—管电流；mA；

δx—发射率常数，mGy/mA·min。参考《辐射防护导论》附图 3 中 X 射线 3mmAl 过滤材料，减影 80kV 电压下发射率常数为 4.0mGy·m^2/（mA·min），透视 70kV 电压下发射率常数为 3.1mGy·m^2/（mA·min）；

r_0=1m；

r—距离靶点 r（m）处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，

计算 1m 处剂量率时，取 1m。

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

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

设备	运行模式	过滤材料厚度（mm）	距靶 1m 处的发射率常数（mGy·m²/mA·min）	最大常用电压（kV）	最大常用电流（mA）	距靶 1m 处空气比释动能率（μGy/h）
SIREMOBIL Compact L	减影	3mmAl	4.0	80	20	4.8×10^{6}
	透视	3mmAl	3.1	70	12	2.23×10^{6}
OEC One CFD	减影	3mmAl	4.0	80	20	4.8×10^{6}
	透视	3mmAl	3.1	70	12	2.23×10^{6}

（1）散射辐射剂量率估算

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）附录 C 计算，公式如下。

$$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)\varepsilon^{\alpha\gamma\Xi}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}$$ .....（式 11-2）

式中：

B——屏蔽透射因子；

X——铅厚度；

α、*β*、*γ*——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关拟合参数。

根据上式，两个手术间外各关注点屏蔽散射透射因子计算结果见下表。

表 11-4 第 12 手术间外各关注点散射透射因子计算结果

模式	关注点编号	关注点位置	屏蔽铅当量（mm）	α	β	γ	B
80kV 减影模式	a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	e	第 12 手术间南侧墙体外	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}

		30cm					
	f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	g	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	3.21	3.067	18.83	0.7726	4.17×10^{-6}
	i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.18	3.067	18.83	0.7726	2.13×10^{-7}
70kV 透视模式	a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	e	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	g	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	3.21	5.369	23.49	0.5881	1.88×10^{-9}
	i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.18	5.369	23.49	0.5881	1.03×10^{-11}
注：本项目 X 射线机减影最大管电压 80kV，透视最大管电压 70kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2，减影电压保守按 90kV，透视电压按 70kV 选取拟合参数。							

表 11-5　第 13 手术间外各关注点散射透射因子计算结果

模式	关注点编号	关注点位置	屏蔽铅当量（mm）	α	β	γ	B
80kV 减影模式	j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	o	第 13 手术间西侧污物通	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}

		道防护门外 30cm					
	p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	q	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	r	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	3.21	3.067	18.83	0.7726	4.17×10^{-6}
	s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.18	3.067	18.83	0.7726	2.13×10^{-7}
70kV 透视模式	j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	o	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	q	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	r	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	3.21	5.369	23.49	0.5881	1.88×10^{-9}
	s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.18	5.369	23.49	0.5881	1.03×10^{-11}
注：本项目 X 射线机减影最大管电压 80kV，透视最大管电压 70kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2，减影电压保守按 90kV，透视电压按 70kV 选取拟合参数。							

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。

$$X_{ws}=\frac{\dot{X}_{10}Wu\eta\alpha sf}{(d_0)^2(d_s)^2}\text{.....（式 11-3）}$$

式中：

X_{WS}——预测点处的周照射剂量，μGy/h；

$\dot{X}_{10}$——每 mA 管电流产生的 X 射线在 1m 处的照射量率，μGy/h，$\dot{X}_{10}$ 取表 11-3 中的值；

W——X 射线机的每周工作负荷，mA.min；此处 *W* 取 1；

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/100 查《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，摄影和透视保守按 100kV 下取值：a=0.0013（90°散射）；

s——散射面积，cm^2，根据医院提供使用技术参数取 $100cm^2$；

d_0——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 11-4、11-5 中 *B* 值。

据公式及各关注点漏射透射因子值，本项目手术间外各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果列表见下表。

表 11-6　第 12 手术间外各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果

模式	关注点编号	预测点	$\dot{X}_{10}$ (μGy/h)	a	S (cm^2)	d_0 (m)	ds (m)	f	X_{WS} (μGy/h)
减影	a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.0	7.93×10^{-6}	8.59E-03
	b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.0	7.93×10^{-6}	8.59E-03
	c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	2.6	7.93×10^{-6}	1.14E-02
	d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	2.6	7.93×10^{-6}	1.14E-02
	e	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.0	7.93×10^{-6}	8.59E-03
	f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.1	7.93×10^{-6}	8.05E-03

		30cm							
	g	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	4.8×10^{6}	0.0013	100	0.8	2.6	7.93×10^{-6}	1.14E-02
	h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	4.8×10^{6}	0.0013	100	0.8	5.79	4.17×10^{-6}	1.21E-03
	i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.8×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.67	2.13×10^{-7}	1.54E-04
透视	a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.0	5.79×10^{-9}	2.91E-06
	b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.0	5.79×10^{-9}	2.91E-06
	c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	2.6	5.79×10^{-9}	3.88E-06
	d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	2.6	5.79×10^{-9}	3.88E-06
	e	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.0	5.79×10^{-9}	2.91E-06
	f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.1	5.79×10^{-9}	2.73E-06
	g	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	2.6	5.79×10^{-9}	3.88E-06
	h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	5.79	1.88×10^{-9}	2.54E-07
	i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.67	1.03×10^{-11}	3.46E-09

表 11-7　第 13 手术间外各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果

模式	关注点编号	预测点	$\dot{X}_{10}$ (μGy/h)	a	S (cm^2)	d_0 (m)	ds (m)	f	X_{WS} (μGy/h)
减影	j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.2	7.93×10^{-6}	7.55E-03
	k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.0	7.93×10^{-6}	8.59E-03
	l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.2	7.93×10^{-6}	7.55E-03
	m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.3	7.93×10^{-6}	7.10E-03
	n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.0	7.93×10^{-6}	8.59E-03
	o	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.4	7.93×10^{-6}	6.69E-03
	p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.3	7.93×10^{-6}	7.10E-03
	q	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.3	7.93×10^{-6}	7.10E-03
	r	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	5.79	4.17×10^{-6}	1.21E-03
	s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.8×10^6	0.0013	100	0.8	3.67	2.13×10^{-7}	1.54E-04
透视	j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	2.23×10^6	0.0013	100	0.8	3.2	5.79×10^{-9}	2.56E-06
	k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	2.23×10^6	0.0013	100	0.8	3.0	5.79×10^{-9}	2.91E-06

	l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.2	5.79×10^{-9}	2.56E-06
	m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.3	5.79×10^{-9}	2.41E-06
	n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.0	5.79×10^{-9}	2.91E-06
	o	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.4	5.79×10^{-9}	2.27E-06
	p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.3	5.79×10^{-9}	2.41E-06
	q	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.3	5.79×10^{-9}	2.41E-06
	r	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	5.79	1.88×10^{-9}	2.54E-07
	s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	2.23×10^{6}	0.0013	100	0.8	3.67	1.03×10^{-11}	3.46E-09

（2）泄漏辐射剂量率估算

根据公式 11-2，手术间外各关注点漏射透射因子计算结果见下表。

表 11-8　第 12 手术间外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（mm）	α	β	γ	B
80kV 减影模式	a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	e	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	g	第 12 手术间西侧墙体外	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}

		30cm					
	h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	3.21	3.067	18.83	0.7726	4.17×10^{-6}
	i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.18	3.067	18.83	0.7726	2.13×10^{-7}
70kV 透视模式	a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	e	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	g	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	3.21	5.369	23.49	0.5881	1.88×10^{-9}
	i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.18	5.369	23.49	0.5881	1.03×10^{-11}
注：本项目 X 射线机减影最大管电压 80kV，透视最大管电压 70kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2，减影电压保守按 90kV，透视电压按 70kV 选取拟合参数。							

表 11-9　第 13 手术间外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（mm）	α	β	γ	B
80kV 减影模式	j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	o	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}
	q	第 13 手术间西侧观察窗	3	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}

		外 30cm					
	r	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	3.21	3.067	18.83	0.7726	4.17×10^{-6}
	s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.18	3.067	18.83	0.7726	2.13×10^{-7}
70kV 透视模式	j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	o	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	q	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	3	5.369	23.49	0.5881	5.79×10^{-9}
	r	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	3.21	5.369	23.49	0.5881	1.88×10^{-9}
	s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	4.18	5.369	23.49	0.5881	1.03×10^{-11}
注：本项目 X 射线机减影最大管电压 80kV，透视最大管电压 70kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2，减影电压保守按 90kV，透视电压按 70kV 选取拟合参数。							

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

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

式中：

H_L——预测点处的泄漏辐射剂量率，μSv/h；

$H_0 \cdot f$——距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率，μGy/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 1000μGy/h；

R——靶点距关注点的距离，m；

B——屏蔽透射因子，取表 11-8、11-9 的值；

f—对有用束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率；

根据上式，手术间外各关注点位泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-10　第 12 手术间外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	关注点位置描述	H_0 (μGy/h)	R(m)	B	H_L (μGy/h)
减影	a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	7.93×10^{-6}	8.81E-04
	b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	7.93×10^{-6}	8.81E-04
	c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	1.0×10^{3}	2.6	7.93×10^{-6}	1.17E-03
	d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	1.0×10^{3}	2.6	7.93×10^{-6}	1.17E-03
	e	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	7.93×10^{-6}	8.81E-04
	f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.1	7.93×10^{-6}	8.25E-04
	g	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	2.6	7.93×10^{-6}	1.17E-03
	h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	1.0×10^{3}	5.79	4.17×10^{-6}	1.24E-04
	i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	1.0×10^{3}	3.67	2.13×10^{-7}	1.58E-05
透视	a	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	5.79×10^{-9}	6.43E-07
	b	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	5.79×10^{-9}	6.43E-07
	c	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	1.0×10^{3}	2.6	5.79×10^{-9}	8.57E-07
	d	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	1.0×10^{3}	2.6	5.79×10^{-9}	8.57E-07
	e	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	5.79×10^{-9}	6.43E-07
	f	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.1	5.79×10^{-9}	6.02E-07
	g	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	2.6	5.79×10^{-9}	8.57E-07
	h	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	1.0×10^{3}	5.79	1.88×10^{-9}	5.61E-08

	i	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	1.0×10^{3}	3.67	1.03×10^{-11}	7.65E-10

表 11-11　第 13 手术间外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	关注点位置描述	H_0 (μGy/h)	R(m)	B	H_L (μGy/h)
减影	j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.2	7.93×10^{-6}	7.74E-04
	k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	7.93×10^{-6}	8.81E-04
	l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.2	7.93×10^{-6}	7.74E-04
	m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.3	7.93×10^{-6}	7.28E-04
	n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	7.93×10^{-6}	8.81E-04
	o	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.4	7.93×10^{-6}	6.86E-04
	p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.3	7.93×10^{-6}	7.28E-04
	q	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	1.0×10^{3}	3.3	7.93×10^{-6}	7.28E-04
	r	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	1.0×10^{3}	5.79	4.17×10^{-6}	1.24E-04
	s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	1.0×10^{3}	3.67	2.13×10^{-7}	1.58E-05
透视	j	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.2	5.79×10^{-9}	5.65E-07
	k	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	5.79×10^{-9}	6.43E-07
	l	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.2	5.79×10^{-9}	5.65E-07
	m	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.3	5.79×10^{-9}	5.32E-07
	n	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.0	5.79×10^{-9}	6.43E-07
	o	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	1.0×10^{3}	3.4	5.79×10^{-9}	5.01E-07
	p	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	1.0×10^{3}	3.3	5.79×10^{-9}	5.32E-07
	q	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	1.0×10^{3}	3.3	5.79×10^{-9}	5.32E-07
	r	第 13 手术间上方（距上	1.0×10^{3}	5.79	1.88×10^{-9}	5.61E-08

		层地面 100cm）				
	s	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	1.0×10^{3}	3.67	1.03×10^{-11}	7.65E-10

（3）散射和泄漏总辐射剂量率估算

根据上文计算结果，将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表，以上计算得出的剂量率单位为μGy/h，通过转换因子计算，将剂量率单位换成μSv/h（剂量换算系数 Sv/Gy，近似取 1）。

表 11-12　第 12 手术间外各关注点的总辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率（μSv/h）	泄漏辐射剂量率（μSv/h）	总辐射剂量率（散射+漏射）（μSv/h）
减影	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	8.59E-03	8.81E-04	9.47E-03
	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	8.59E-03	8.81E-04	9.47E-03
	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	1.14E-02	1.17E-03	1.26E-02
	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	1.14E-02	1.17E-03	1.26E-02
	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	8.59E-03	8.81E-04	9.47E-03
	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	8.05E-03	8.25E-04	8.87E-03
	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	1.14E-02	1.17E-03	1.26E-02
	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	1.21E-03	1.24E-04	1.34E-03
	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	1.54E-04	1.58E-05	1.70E-04
透视	第 12 手术间北侧墙体外 30cm	2.91E-06	6.43E-07	3.56E-06
	第 12 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	2.91E-06	6.43E-07	3.56E-06
	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	3.88E-06	8.57E-07	4.74E-06
	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	3.88E-06	8.57E-07	4.74E-06
	第 12 手术间南侧墙体外 30cm	2.91E-06	6.43E-07	3.56E-06
	第 12 手术间南侧污物通道防护门外 30cm	2.73E-06	6.02E-07	3.33E-06

	第 12 手术间西侧墙体外 30cm	3.88E-06	8.57E-07	4.74E-06
	第 12 手术间上方（距上层地面 100cm）	2.54E-07	5.61E-08	3.10E-07
	第 12 手术间下方（距楼下地面 170cm）	3.46E-09	7.65E-10	4.23E-09

表 11-13　第 13 手术间外各关注点的总辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率（μSv/h）	泄漏辐射剂量率（μSv/h）	总辐射剂量率（散射+漏射）（μSv/h）
减影	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	7.55E-03	7.74E-04	8.32E-03
	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	8.59E-03	8.81E-04	9.47E-03
	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	7.55E-03	7.74E-04	8.32E-03
	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	7.10E-03	7.28E-04	7.83E-03
	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	8.59E-03	8.81E-04	9.47E-03
	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	6.69E-03	6.86E-04	7.37E-03
	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	7.10E-03	7.28E-04	7.83E-03
	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	7.10E-03	7.28E-04	7.83E-03
	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	1.21E-03	1.24E-04	1.34E-03
	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	1.54E-04	1.58E-05	1.70E-04
透视	第 13 手术间北侧墙体外 30cm	2.56E-06	5.65E-07	3.13E-06
	第 13 手术间北侧医患通道防护门外 30cm	2.91E-06	6.43E-07	3.56E-06
	第 13 手术间北侧设备间防护门外 30cm	2.56E-06	5.65E-07	3.13E-06
	第 13 手术间东侧墙体外 30cm	2.41E-06	5.32E-07	2.94E-06
	第 13 手术间南侧墙体外 30cm	2.91E-06	6.43E-07	3.56E-06
	第 13 手术间西侧污物通道防护门外 30cm	2.27E-06	5.01E-07	2.77E-06
	第 13 手术间西侧墙体外 30cm	2.41E-06	5.32E-07	2.94E-06

	第 13 手术间西侧观察窗外 30cm	2.41E-06	5.32E-07	2.94E-06
	第 13 手术间上方（距上层地面 100cm）	2.54E-07	5.61E-08	3.10E-07
	第 13 手术间下方（距楼下地面 170cm）	3.46E-09	7.65E-10	4.23E-09

由上表可知，第 12 手术间外辐射剂量率水平最大值为 1.26E-02μSv/h，第 13 手术间外辐射剂量率水平最大值为 9.47E-03μSv/h，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）中“周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h”的限制要求。

3、周围环境保护目标有效剂量估算

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。同时，考虑两台移动式 C 形臂 X 射线机的叠加影响，经估算，除两个手术间之间控制室区域叠加影响显著外，其余关注点受叠加影响不明显，因此本次评价仅考虑两个手术间之间控制室区域的叠加影响。

项目所致周围环境保护目标年有效计量估算见下表。

表 11-14　本项目移动式 C 形臂 X 射线机拟定使用情况

使用科室	平均单台手术时间（min）	单台手术曝光时间（min）		年手术台数（台）	年出束时间（h）	
		减影	透视		减影	透视
骨科	90	1	10	200	3.3	33.3
心内科	90	1	10	200	3.3	33.3
合计				400	6.6	66.6

表 11-15　项目 SIREMOBIL Compact L（第 12 手术间）所致周围环境保护目标年有效计量估算

保护对象		附加剂量率（μSv/h）		出束时间（h/a）		年有效剂量估算总和（mSv/a）
		减影	透视	减影	透视	
职业人员	第 12 手术间东侧墙体外 30cm（控制室）	1.26E-02	4.74E-06	3.3	33.3	4.18E-02
	第 12 手术间东侧观察窗外 30cm（控制室）	1.26E-02	4.74E-06	3.3	33.3	4.18E-02

公众	第12手术间北侧墙体外30cm	9.47E-03	3.56E-06	3.3	33.3	3.14E-02
	第12手术间北侧医患通道防护门外30cm	9.47E-03	3.56E-06	3.3	33.3	3.14E-02
	第12手术间南侧墙体外30cm	9.47E-03	3.56E-06	3.3	33.3	3.14E-02
	第12手术间南侧污物通道防护门外30cm	8.87E-03	3.33E-06	3.3	33.3	2.94E-02
	第12手术间西侧墙体外30cm	1.26E-02	4.74E-06	3.3	33.3	4.18E-02
	第12手术间上方（距上层地面100cm）	1.34E-03	3.10E-07	3.3	33.3	4.42E-03
	第12手术间下方（距楼下地面170cm）	1.70E-04	4.23E-09	3.3	33.3	5.61E-04

表11-16　项目OEC One CFD（第13手术间）所致周围环境保护目标年有效计量估算

保护对象		附加剂量率（μSv/h）		出束时间（h/a）		年有效剂量估算总和（mSv/a）
		减影	透视	减影	透视	
职业人员	第13手术间西侧墙体外30cm（控制室）	7.83E-03	2.94E-06	3.3	33.3	2.59E-02
	第13手术间西侧观察窗外30cm（控制室）	7.83E-03	2.94E-06	3.3	33.3	2.59E-02
公众	第13手术间北侧墙体外30cm	8.32E-03	3.13E-06	3.3	33.3	2.76E-02
	第13手术间北侧医患通道防护门外30cm	9.47E-03	3.56E-06	3.3	33.3	3.14E-02
	第13手术间北侧设备间防护门外30cm	8.32E-03	3.13E-06	3.3	33.3	2.76E-02
	第13手术间东侧墙体外30cm	7.83E-03	2.94E-06	3.3	33.3	2.59E-02
	第13手术间南侧墙体外30cm	9.47E-03	3.56E-06	3.3	33.3	3.14E-02
	第13手术间西侧污	7.37E-03	2.77E-06	3.3	33.3	2.44E-02

	物通道防护门外30cm					
	第13手术间上方（距上层地面100cm）	1.34E-03	3.10E-07	3.3	33.3	4.42E-03
	第13手术间下方（距楼下地面170cm）	1.70E-04	4.23E-09	3.3	33.3	5.61E-04

表 11-17　两个手术间之间控制室域叠加年有效计量估算

保护对象		附加剂量率（μSv/h）		出束时间（h/a）		年有效剂量估算总和（mSv/a）
		减影	透视	减影	透视	
职业人员	第12手术间东侧墙体外30cm（控制室）	1.26E-02	4.74E-06	3.3	33.3	4.18E-02
	第13手术间西侧墙体外30cm（控制室）	7.83E-03	2.94E-06	3.3	33.3	2.59E-02
	手术间之间控制室区域叠加值	/	/	/	/	6.77E-02

①控制室职业人员：

根据上表可知，本项目 SIREMOBIL Compact L（第 12 手术间）对控制室职业人员造成的最大年有效剂量估算为 4.18E-02mSv/a，OEC One CFD（第 13 手术间）对控制室职业人员造成的最大年有效剂量估算为 2.59E-02mSv/a，均不超过职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。项目控制室位于两个手术间之间，考虑叠加影响后，估算值为 6.77E-02mSv/a，仍不超过职业年有效剂量管理限值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）对职业人员照射的要求。

②公众剂量估算

根据上表可知，第 12 手术间和第 13 手术间四周、楼上、楼下最大年有效剂量为 3.14E-02mSv/a，不超过公众年有效剂量管理限值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）对公众照射的要求。

本项目评价范围内其他保护目标经距离衰减和墙体屏蔽防护，年有效剂量均低于 3.14E-02mSv/a，不超过公众年有效剂量管理限值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）对公众照射的要求，故本项目对其造成的影响较小。

4、机房内辐射环境影响分析

移动式 C 形臂 X 射线机减影曝光时，工作人员均回到控制室进行操作，手术室内仅存在透视操作情况，对于机房内职业人员仅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 400μSv/h。

本项目辐射工作人员在手术室内操作时，第一术者位医生和第二术者位医生身穿铅衣、戴铅围脖，这些防护用品均为 0.5mm 铅当量。本项目移动式 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 无 70kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 90kV X 射线辐射衰减的拟合参数 α=3.067、β=18.83、γ=0.7726，根据（式 11-1）计算可得，0.5mm 铅当量防护用品对应的屏蔽透射因子约为 0.0252，即医生在透视工况下的最大受照剂量率水平为 10.08μSv/h。

移动式 C 形臂 X 射线机透视曝光时，医生在手术间内近台操作，护士仅负责手术前的准备工作和术后清理工作，曝光时不在手术间内停留，技师只负责在控制室设备操作工作，不参与手术间内的介入手术。经估算，手术医生受到的有效剂量见下表。

表 11-18　本项目移动式 C 形臂 X 射线机所致操作医生年有效剂量

科室	年手术量（台）	年总透视时间（h）	医生年有效剂量（mSv/a）
骨科	200	33.3	0.34
心内科	200	33.3	0.34
注：评价按骨科、心内科一组人员完成全部手术进行计算。			

根据以上计算结果，本项目移动式 C 形臂 X 射线机对机房内手术医生造成的年有效剂量为 0.34mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的年剂量限值要求（职业工作人员 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束值（职业工作人员 5mSv）。

5、其他射线装置对本项目操作人员年有效剂量叠加影响分析

根据医院提供的资料，本项目移动式 C 形臂 X 射线机拟配备辐射工作人员 9 名，均为医院原有工作人员。在本项目投入运营后操作技师还参与医院其他辐射工作，其余工作人员在本项目投入运行后只负责本项目的相关工作，操作技师应考虑叠加影响。根据建设单位提供的 2025 年辐射工作人员年有限剂量检测报告，本项目拟操

作移动式 C 形臂 X 射线机设备的三位操作技师个人剂量监测值最大为 1.255mSv/a。

理论计算本项目移动式 C 形臂 X 射线机对控制室操作技师造成的最大年有效剂量估算为 6.77E-02mSv/a。考虑最不利因素，保守计算以 2025 年本项目辐射工作人员年有效剂量最大值与本项目估算值进行叠加，则本项目操作技师个人最大年有效剂量率为 1.322mSv/a，未超过职业年有效剂量管理限值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函〔2006〕727 号）对职业人员及公众照射的要求。

11.2.2 大气环境影响分析

本项目移动式 C 形臂 X 射线机在曝光过程中产生的臭氧、氮氧化物量很小，本项目手术间内设置通排风系统，第 12 手术间新风量为 860m³/h、排风量为 300m³/h，第 13 手术间新风量为 1320m³/h、排风量为 400m³/h，移动式 C 形臂 X 射线机，移动式 C 形臂 X 射线机曝光过程中产生的废气经排风系统排至室外自然稀释对大气环境影响不大。

11.2.3 水环境影响分析

本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生。医务人员工作时产生少量的生活废水，介入手术、清洗器械产生少量医疗废水。本项目生活污水、医疗废水依托医院污水处理站处理达标后排入市政管网，最终进入宣威市污水处理厂处理，对周边水环境影响较小。

根据《宣威市第一人民医院整体搬迁项目竣工环境保护验收监测报告》（2019 年），院区已建一座污水处理站，位于院区东南部，医院污水处理站设计处理能力 800m³/d，采用“一级处理+消毒工艺”工艺，已考虑各科室综合废水的收集处理。污水处理站目前实际运行负荷为 200～500m³/d，处理能力仍有余量。本项目总的污水量约为 0.9m³/d，废水量小，汇入医院污水处理站后，经“一级处理+消毒工艺”工艺处理，可以达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466—2005）表 2 中“综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值”中预处理标准。所以，本项目产生的废水依托医院污水处理站的处理可行。

综上，本项目产生的少量污水依托医院污水处理站处理，达标后排入市政管网，最终进入宣威市污水处理厂，对周边水环境影响较小。

11.2.4 声环境影响分析

本项目手术间设置独立净化空调机组，通排风系统运行时会产生噪声，排气风机选用低噪音类型设备，噪声值<51dB(A)，排风、新风（送风）管道上设置有消音器，外机支架上面使用减振器降噪处理，通过降噪措施降噪后，经过墙体阻隔和距离衰减后，对周围环境影响不大。

11.2.5 固体废物环境影响分析

本项目移动式 C 形臂 X 射线机采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理，无废胶片产生；本项目生活垃圾经医院垃圾桶收集后，依托医院环卫部门统一清运；医疗废物产生量为 3kg/d，0.4t/a。医疗废物暂存于医疗固废暂存间，委托宣威蓝宇环保科技有限公司进行定期清运处置。固体废物对周边环境影响较小。

11.3 事故影响分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-19。

表 11-19 辐射事故等级分级

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

本项目两台移动式 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的事故，只有当设备开机出束时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 能量不大，曝光时间比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于“一般辐射事故”。

11.3.1 本项目移动式 C 形臂 X 射线机事故状态分析

II类射线装置可能发生的三种事故工况：

工况 1：在病人通道防护门未关闭即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；

工况 2：医生、病人通道开关装置和报警系统发生故障导致无关人员误入或医生、护士未退出手术间时即进行曝光，受到照射；

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

工况 3：进行介入手术时，机房内的医生违规操作，未穿防护服即进行设备操作，致使机房内职业人员受到照射，以一台手术累计透视时间最长 10min 计算。

11.3.2 事故情况下环境影响分析

1、不同事故情况下人员受到的有效剂量当量

根据以上可能发生的事故可以看出，事故情况下人员均处于非主束方向。

按公式（11-5）、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下表。

$$\acute{X} = I \cdot t \cdot v_{ro} \cdot (\frac{r_o}{r})^2 \cdot f \qquad \text{（式 11-5）}$$

$$D = 8.73 \times 10^{-3} \acute{X} \qquad \text{（式 11-6）}$$

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

式中：

$\acute{X}$：离射线装置 rm 处产生的照射量，R；

I：管电流（mA）或平均电子束流（μA）；

t：X 射线机的累计出束时间，min。

r_o：距射线装置的单位距离，取 1m；

r：预测点位距射线装置的距离，m；

f ：防护材料对 X 射线的减弱因子，无量纲；

D：离射线装置 rm 处产生的空气吸收剂量，Gy；

μ：转换因子，此处取 1；

H：有效剂量，Sv。

v_{r0} ：在给定的管电压和射线过滤情况下，距射线装置 r_om（r_o＝1m）处，由单

位管电流（1mA）造成的照射量率，$R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$；根据建设单位提供资料，透视操作最大管电压为 **70kV**、减影操作最大管电压为 **80kV**，医生位于 0.3m 处进行操作，在未穿铅衣、铅围脖等个人防护用品时，防护能力相当于 **0mmPb**。移动式 C 形臂 X 射线机过滤板采用 3mmAl，据此查得 1m 处 v_{r0} 分别为 **$0.5R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$**、**$0.39R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$**（查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）236 页，图 4.4c）。由于事故不同人员误入位置处于射线非主射束方向，因此照射量率取**主射束方向的 1‰**。

表 11-20 不同事故情况人员受到的有效剂量当量

事故情况	人员	与射线束之间最近距离(m)	防护情况	曝光方式	曝光时间	致剂量当量估算（mSv）
工况 1 工况 2	公众	3（非主射方向）	无防护	减影	1min	0.001
工况 3	医生	0.3（非主射方向）	无防护	透视	10min	0.52
注：以正常工作时透视最大管电压 70kV、电流 12mA，减影最大管电压 80kV、电流 20mA 进行计算。						

从上表估算结果可以看出：

①工况 1、工况 2：在病人通道防护门未关闭即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；医生、病人通道开关装置和报警系统发生故障导致无关人员误入或医生、护士未退出手术间时即进行曝光，受到照射，这两种工况所致剂量为 0.001mSv，未超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值，未造成辐射事故；

②工况 3：机房内操作位在无防护情况下，一台手术致医生所受剂量为 0.52mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未造成辐射事故。

2、不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

按公式（11-5）、公式（11-6）及公式（11-7），本项目工作人员和公众在不同事故情况下受到超年剂量限值曝光时间的计算见下表。

表 11-21 不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

事故情况	人员	与射线束之间最近距离	防护情况	年剂量限值	曝光时间
工况 1 工况 2	公众（误入或未撤离）	3m	无防护	1mSv	16.67h
工况 3	操作位	0.3m	无防护	20mSv	6.41h

从上表估算结果可以看出，①在病人通道防护门未关闭即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；在医生、病人通道开关装置和报警系统发生故障导致无关人员误入或医生、护士未退出手术间时即进行曝光，受到照射；这两种工况受照射时间达到 16.67h 时所致剂量为 1mSv/a，达到公众年剂量限值，可造成公众超剂量照射；②操作位医生在未穿防护服情况下，受照射时间达到 6.41h 时所致剂量为 20mSv/a，达到职业年剂量限值，可造成职业人员超剂量照射。

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

11.3.3 事故应急措施

（1）射线装置发生紧急事故时，应立即按下紧急停止按钮。

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

11.3.4 事故风险防范措施

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

工况 1：在病人通道防护门未关闭即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；

措施：医院定期对铅门开关装置进行维护检查，确认关闭防护门后才可启动设备曝光；

工况 2：医生、病人通道开关装置和报警系统发生故障导致无关人员误入或医生、护士未退出手术间时即进行曝光，受到照射；

措施：医院定期对铅门开关装置和报警系统进行维护检查，手术时在防护门完全关闭后才可进行曝光，曝光前进行确认，确保医生、护士退出手术间方可进行曝光；

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

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

其他防范措施如下：

（1）射线装置操作面板上及设备上各设置 1 个紧急停机按钮，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）机房的防护门外醒目位置设置电离辐射警告标志及工作指示灯；

（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。

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

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款要求“使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。”

2023 年 7 月 20 日，宣威市第一人民医院以《宣威市第一人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理委员会的通知》（宣一医〔2023〕52 号）发文，成立了辐射安全与环境保护管理委员会，由薛武宪担任主任，付正刚、浦琼芬担任副主任，白文勇、费德见、吕庆英、代荣俗、罗麒担任成员，领导小组下设办公室在医学影像科，并明确了委员会工作职责。见附件 11。

本项目设置辐射工作人员 1 名，为原有辐射工作人员，通过了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习及考核。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第二款要求“从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。”医院应落实好培训计划，及时安排本项目的辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。对本项目辐射工作人员已取得考核合格证书的，应保证证书的有效性，及时安排证书即将到期人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。未取得考核合格证或证书过期的人员，禁止操作本项目辐射设备。

12.2 辐射安全管理规章制度

1、规章制度执行与落实情况

根据《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（2021 年版）的相关要求，使用射线装置的单位应当具备健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、辐射工作场所现场监测制度、方案等（应急预案及规章制度见附件 12），制度制定情况见下表。

表 12-1 管理制度汇总一览表

序号	检查项目	制度制定	是否需要完善	落实情况

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

医院的辐射安全管理规章制度如下：

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

（2）医院已制定了《质量保证大纲》《DSA 操作规程》等，规定了射线装置开机、准备和患者信息录入等，运行中图像的处理及射线装置的正确使用，手术后操作流程及设备关机，无需完善。

（3）医院已制定了《宣威市第一人民医院辐射安全和防护设施维护维修制度》，明确了辐射设备日常维修保养，制定辐射设备定期维护周期，以及对每名工作人员操作要求，无需完善。

（4）2023 年 7 月 20 日，宣威市第一人民医院以《宣威市第一人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理委员会的通知》（宣一医〔2023〕52 号）发文，成立了辐射安全与环境保护管理委员会，并对其成员进行了职责分工，管理委员

会负责医院辐射安全管理工作和负责放射工作人员健康工作，统筹辐射安全防护工作，无需完善。

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

（6）医院已制定了《辐射工作现场监测制度和方案》，主要包括个人剂量监测、放射工作人员健康检查、工作场所监测等相关内容，需根据本项目情况进行完善。

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

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

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

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

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

（13）医院已制定了《宣威市第一人民医院辐射事故应急预案》，主要包括辐射应急预案的编制依据、目的，工作原则，事故等级划分；应急组织机构成员及职责分工；预防与应急准备，事故报警；应急信息处置及报告，应急响应程序；事故后期处置；应急保障（包含经费保障、物资保障、人员培训、应急演练、公众宣传教育）等相关内容。但需对辐射事故应急预案定期进行修订并演练，明确应急人员的组织及联系方式，细化应急处置工作程序等相关内容。

综上，医院需要在本项目竣工验收前完成《宣威市第一人民医院辐射事故应急预案》更新、修订，已制定的其他制度较完备且具有一定的可行性和针对性，能够根据辐射安全管理规章制度对医院辐射工作加强管理，并落实专人负责，确保各项辐射安全管理规章制度落实到位，并定期对辐射安全控制效果进行评议。从事辐射诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐

射诊疗工作本建设项目运行后，辐射工作人员必须严格按照各项规章制度开展介入放射工作。辐射安全管理规章制度上墙时尺寸大小要适宜读取查看，并张贴于工作场所墙面醒目处。

12.3 辐射监测

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

12.3.1 现有核技术利用建设项目监测情况

（1）现有核技术利用项目验收监测情况

医院现有的核技术利用项目均完成竣工环境保护验收监测。

（2）个人剂量监测

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

（3）工作场所及环境监测

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

定期监测：医院委托云南昱好环境科技有限公司于 2024 年 7 月进行了射线装置工作场所监测，完成了各项辐射安全防护工作，依据相关法律法规对单位射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，编写了《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》（2023 年度）。目前医院各辐射工作场所运行良好，未发生过辐射事故。

12.3.2 辐射监测方案

医院应建立放射性诊疗项目的自行辐射监测方案，每季度 1 次对项目涉及的设备四周屏蔽措施进行监测、检查；同时接受生态环境部门开展的辐射监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应委托具有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断射线装置是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。年度监测报告附录到《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地

生态环境主管部门。

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

1、个人剂量监测

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

2、工作场所监测

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

设备配置：医院已配备 1 台 X-γ辐射监测仪、1 台个人剂量报警仪，另新购 3 台个人剂量报警仪。

监测要求：

（1）监测项目：X-γ辐射空气吸收剂量率；

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

（3）监测范围：在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、控制室操作台、机房内第一术者位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上、楼下区域等）

开展γ辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测；

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

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

表 12-2 项目监测计划一览表

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

12.4 辐射事故应急

为提高本单位对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障职业工作人员和公众的健康与生命安全，主要包括辐射应急预案的总则、组织体系及职责、辐射事故应急处置工作中应遵循的具体原则、辐射事故应急准备、辐射事故应急响应、应急响应电话等内容。

根据《宣威市第一人民医院辐射事故应急预案》（见附件 12），该辐射事故应急处理预案明确了应急组织机构成员及职责分工；明确了辐射事故等级划分；明确了启动应急预案的条件、应急处置工作程序等。医院需要根据院区实际

情况及辐射事故应急处理预案要求，对本项目辐射工作人员进行定期培训，定期组织辐射事故应急演练。

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

12.5 建设单位使用类射线装置具备能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第20号，2021年 1 月 4 日修改实施）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第
709 号，2019 年 3 月 2 日修正）的相关管理要求，在本项目运营前应确保具备使用类射线装置的条件，如设置辐射安全与环境保护管理机构、制定辐射安全管理制度、满足辐射防护的场所、有效的安全防护措施、有效的防护用品及监测仪器，以及人员的个人剂量监测及职业健康体检等。

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

表 12-3 使用II类射线装置能力分析

序号	应具备的条件	规定要求	落实情况	报告要求
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门、窗）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射、漏射效应。	建设单位按照设计单位的设计建造机房，并请有资质的单位进行防护门的设计、修建，能满足环评需要。	建设单位应按计划认真做好相应的防护工作，做好自行监测。
2	安全联锁	射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	第 12 手术间已设置 1 套工作状态指示灯、并配备门灯联锁装置，第 13 手术间新增 1 套工作状态指示灯、并配备门灯联锁装	建设单位要增设 1 套工作状态指示灯、并配备门灯联锁装置，2 套警示标志，严格执行相关操作规程、检修、检验

			置。	工作，定期维护，确保辐射安全。
3	紧急制动装置	在诊断、诊疗室内墙上应安装多个串联并有明显标识的“紧急止动”开关，该开关应与控制台上的“紧急止动”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	在射线装置操作面板上及设备上各设置 1 个紧急停机按钮，该装置与设备联锁，一旦出现异常可通过紧急制动按钮使照射终止。	运营时严格按计划执行，定期维护，确保辐射安全。
4	警示标志	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警告标识。	机房工作区域设置警示标志和工作状态指示灯。	落实控制区、监督区的划分，设置警戒线和警示标志。
5	通风系统	放射性诊疗项目机房内应设置相应换风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	机房安装通排风系统	定期维护，满足通排风和防护屏蔽要求。
6	管理人员要求	使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	2023 年 7 月 20 日，宣威市第一人民医院以《宣威市第一人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理委员会的通知》（宣一医〔2023〕52 号）发文，成立了辐射安全与环境保护管理委员会，明确了辐射工作安全管理领导小组成员及主要职责。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展这方面的工作。
7	操作人员要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	项目涉及的辐射工作人员有 1 人，已完成辐射安全与防护培训并取得培训合格证。	新增或调岗人员应及时参加环保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并考核。
8	辐射安全许可证	必须取得省级环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	医院目前持有《辐射安全许可证》（云环辐证[01078]），有效期至 2028 年 8 月 18 日，使用种类和范围为：使用II、III类射线装置。	本项目审批完成后，应重新申领《辐射安全许可证》。
9	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电设备和监测仪器，特别是安全联锁装置，进行检查、维护。	定期对本项目诊疗设备进行检查、及时维护更换部件。	医院应按计划认真做好相应的防护工作，完善相关制度和记录。

10	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备 1 个个人剂量计。个人剂量计应编号并定人佩戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	医院已为本项目辐射工作人员配备佩戴了个人剂量计，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个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及时解决，个人剂量档案应终身保存。
11	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	医院已为本项目辐射工作人员建立个人剂量档案，并定期对其进行个人剂量监测。本项目医院拟建立设备运行、维修、辐射环境监测记录档案。	医院应及时更新妥善保存相关档案。
12	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	已制定《辐射环境监测制度》。	需明确监测点位布置及频次，项目运行后每年至少委托有资质的单位进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，监测数据定期上报生态环境主管部门备案。
13	辐射防护安全管理制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	目前医院已具备和制定的管理制度：医院已制定了《射线装置操作规程》《宣威市第一人民医院放射治疗设备维修制度》《辐射事故应急预案》《辐射防护和安全保卫制度》《宣威市第一人民医院辐射工作监测方案》《宣威市第一人民医院放射工作人员培训及体检制度》《宣威市第一人民医院辐射工作人员个人剂量管理制度》《宣威市第一人民医院放射工作人员培训制度》《宣威市第一人民医院辐射事故应急预案》等。	医院应进一步完善《射线装置操作规程》《宣威市第一人民医院放射治疗设备维修制度》制定《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员资质管理》《辐射工作人员岗位职责》。
14	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废水、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目产生的固体废物和废水具有可行的处理方案，对项目运用过程中产生的废气通过排风系	医疗废物和医疗废水应与办公垃圾和生活污水

			统排出。	分开收集或处理。
15	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了《宣威市第一人民医院辐射事故应急预案》，应急预案中包括辐射事故应急的指挥体系、应急处置、事故分级等。	按预案要求进行培训及演练。
16	质量保证	使用放射性同位素和射线装置进行放射诊疗的医疗卫生机构，应当依据国务院卫生主管部门有关规定和国家标准，制定与本单位从事的诊疗项目相适应的质量保证方案。	医院已制定质量控制大纲。	医院应遵守质量保证监测规范，按照医疗照射正当化和辐射防护最优化的原则，避免一切不必要的照射，并事先告知患者和受检者辐射对健康的潜在影响。

根据上表所述，宣威市第一人民医院按照本报告提出的要求进行落实后具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中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

1、项目概况

本项目在宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼设置 2 台移动式 C 形臂 X 射线机，其中现有 1 台型号：SIREMOBIL Compact L，使用场所为第 12 手术间，额定球管电压为 110kV，额定球管电流为 20mA，属于II类射线装置；新增 1 台型号：OEC One CFD，使用场所为第 13 手术间，额定球管电压为 110kV，额定球管电流为 25mA，属于II类射线装置。本项目总投资约 320 万元，环保投资约 18.7 万元，占总投资的 5.84%。

2、产业政策符合性及规划符合性结论

根据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目的建设属于第十三项“医药”中第 5 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家和地方产业发展政策。

本项目位于宣威市第一人民医院北云院区内，不涉及新增用地，项目用地属于宣威市总体规划的医疗用地，且不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线，因此项目符合《宣威市国土空间总体规划（2021—2035 年）》要求。

3、本项目选址及平面布置合理性分析

（1）选址合理性分析

本项目位于宣威市第一人民医院北云院区住院楼 16 楼，在医院用地红线范围内，不涉及生态敏感区，不在生态保护红线范围内。本项目 50 米评价范围内包括所在的建筑住院楼以及西侧本院医技楼，以及建筑外院区道路、广场、绿地、空地，无其他居民区、学校等敏感点分布。

本项目 2 台移动式 C 形臂 X 射线机分别位于住院楼的顶楼 16 楼第 12、13 手术间，同层北侧相邻为第 11 手术间，东侧相邻为洁净走廊及隔洁净走廊的一次性

物品库、无菌物品库，其余方向均为建筑外空间。楼上为住院楼屋顶天台，楼下为医护办公室，四邻及楼上、楼下不涉及产科、儿科等敏感科室。50 米评价范围内无自然保护区、风景名胜区、学校、名胜古迹等环境敏感点。本项目手术间进行辐射屏蔽防护设计，通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理可行。

（2）项目平面布置合理性分析

本项目设置医患通道及污物通道，避免不同人员交叉影响。医生经过换鞋更衣后进入医护通道后经缓冲间、洁净走廊进入手术间、控制室；患者经换衣间经洁净走廊进入手术间；手术过程中产生的污物通过污物通道运出手术间。项目第 12、13 手术间共用一间控制室，位于两手术间之间。本建设项目手术间位置相对独立，人流较少，降低了公众受到照射的可能性。本建设项目手术间位置相对独立，人流较少，降低了公众受到照射的可能性。综上，本项目移动式 C 形臂 X 射线机机房平面布置合理。

4、项目代价利益分析

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

5、辐射环境质量现状

经对本项目相关辐射环境现状监测，本项目移动式 C 形臂 X 射线机机房四周的γ辐射剂量率测量值在 0.037~0.042μGy/h 之间；医院周围的γ辐射剂量率测量值为 0.036~0.039μGy/h。本项目拟建场所属于所在区域正常辐射水平。

6、环境影响评价结论

（1）辐射防护措施有效性结论

本建设项目移动式 C 形臂 X 射线机所在机房均采取了实体防护和专业辐射防护措施，防护效果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）的要求。设

备自带有辐射防护设施，医院制定了有针对性的操作规程，医生工作时穿戴铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品。通过以上各项防护措施的综合使用，可有效地防止X射线产生的辐射影响，满足对公众和职业人员所致剂量低于本次评价的管理限值要求。

（2）辐射环境影响分析结论

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

②本项目移动式C形臂X射线机对控制室职业人员造成的最大年有效剂量估算为6.77E-02mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）《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）对职业人员照射的要求；对评价范围内的公众造成的最大年有效剂量最大值为3.14E-02mSv/a，满足公众年有效剂量管理限值0.25mSv/a要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）和《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函〔2006〕727号）对公众照射的要求；对机房内手术医生造成的年有效剂量为0.34mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的年剂量限值要求（职业工作人员20mSv）及本次评价所取的年剂量约束值（职业工作人员5mSv）。

③本项目技师既操作本项目设备操作，又参与医院其他辐射设备操作，故本项目进行叠加计算。叠加后辐射工作人员最大年有效剂量为1.322mSv/a，未超过管理限值5mSv/a要求。

（3）大气环境影响分析结论

本项目移动式C形臂X射线机在曝光过程中产生的臭氧、氮氧化物量很小，产生的废气经排风系统排至室外自然稀释对大气环境影响不大。

（4）水环境影响分析结论

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。产生的生活污水及医疗废水依托医院污水处理站处理达标后排入市政

管网，最终进入宣威市污水处理厂处理，对周边水环境影响较小。

（5）声环境影响分析结论

本项目移动式C形臂X射线机机房设置独立净化空调机组，通排风系统管道上设置有消音器，外机支架上使用减振器降噪处理，通过降噪措施降噪后，经过墙体阻隔和距离衰减后，对周围环境影响不大。

（6）固体废物影响分析结论

本项目移动式C形臂X射线机采用数字成像，会根据病人的需要刻录光盘和打印胶片，光盘和胶片由病人带走并自行处理。本项目产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后，依托医院环卫部门统一清运处置，医疗废物暂存于医疗固废暂存间，委托宣威蓝宇环保科技有限公司进行定期清运处置。固体废物对周边环境影响较小。

7、事故情况下辐射环境影响评价结论

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

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

8、核技术利用医疗设备使用与安全管理的综合能力结论

医院拥有专业的辐射工作医务人员和辐射安全与环境保护管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较为完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；本项目按照本报告提出的要求进行安排落实，具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件，具备了使用本次评价2台移动式C形臂X射线机（II类射线装置）的能力。

9、项目建设的环保可行性总结论

本建设项目符合国家产业政策，本建设项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）及云南省生态环境厅对职业人员及公众照射的要求，医院在落实本报告提出的措施后具备对本项目评价的2台II类射线装置（移动式C形臂X射线机）的使用和管理能力。只要严格落实本报告提出的环

境保护措施，本建设项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

13.2 建议和承诺

1、建议

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

（2）定期对辐射防护设施及监测设备检查，检测设备定期送检，对辐射工作场所进行自主监测，并保存好监测数据，项目运营后对本项目产生的医疗废水、噪声委托第三方进行检测。

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

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

（5）根据国家及地方最新出台的法律法规，对医院相关制度进行更新完善。

2、承诺

（1）项目应按照国家相关法律法规要求进行验收。

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

（3）医院应加强辐射安全管理制度建设并定期进行辐射事故应急演练，一旦发生辐射安全事故，立即按医院应急处理预案进行处置，并及时逐级上报生态主管部门。

（4）如有新增辐射工作人员，或培训合格期满人员，应及时安排参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗，为所有辐射工作人员配备个人计量计，并督促其正确佩戴，定期送检，对检测超标人员进行换岗。

13.3 项目竣工验收

建设项目竣工后，根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范　核技术利用》（HJ1326-2023），建设项目中辐射防护和安全措施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。竣工环保验收“三同时”措施见表 13-1。

表 13-1 本项目竣工环保验收“三同时”措施一览表

项目		验收内容	备注
程序合法性	环保手续	环评项目批复	/
设备参数		设备参数与环评一致	/
辐射安全与环境保护管理机构	设置辐射安全与环境保护管理机构，或者指定专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作	医院成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，以文件形式明确了各成员的管理职责。	/
环保措施	屏蔽措施	机房最小单边长度、有效使用面积以及屏蔽防护水平满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）的要求。同时满足环评报告及批复要求。	/
	安全措施	机房医患通道防护门、污物通道防护门和设备间防护门处设计有工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句，且工作状态指示灯与各自该点处的防护门能有效联动；机房所有防护门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明；机房所有防护门设计有自动闭门装置或关闭管理措施；电动推拉门设置防夹装置。 射线装置操作面板上及设备上各设置 1 个紧急停机按钮，一旦出现异常可通过紧急制动按钮使照射终止。 环评报告及批复要求的其他措施。	/
	通风措施	机房配备通排风系统。	/
监测仪器和防护用品	辐射监测仪	配备 1 台 X-γ辐射监测仪。	/
	个人剂量报警仪	配备 4 台个人剂量报警仪。	/
	防护用品	本项目为辐射工作人员配备0.5mmPb的铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子等共6套，并为每位辐射工作人员配备双个人剂量计（铅衣内外）； 受检者：围裙或方巾4套、颈套4套，铅橡胶帽子4	/

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

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

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

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

表 14 审批

下一级环境保护部门预审意见：   经办人　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　单位盖章 　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　年　　月　　日
审批意见：   签发人签字　　　　　　　　　　　　　　　　　　　单位盖章 　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　年　　月　　日