核技术利用建设项目

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）搬迁一台及新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目
环境影响报告表
（公示本）

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）

二〇二六年五月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）搬迁一台及新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目
环境影响报告表

建设单位名称：昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）

建设单位法人代表（签名或签章）：

邮政编码：　　联系人：

电子邮箱：　　联系电话：

目　录

表 1　项目基本情况 1
表 2　放射源.....26
表 3　非密封放射性物质 26
表 4　射线装置 26
表 5　废弃物（重点是放射性废物） 28
表 6　评价依据 29
表 7　保护目标及评价标准 32
表 8　环境质量和辐射现状 37
表 9　项目工程分析与源项 45
表 10　辐射安全与防护 52
表 11　环境影响分析.....72
表 12　辐射安全管理 108
表 13　结论与建议 119
表 14　审批.....126

附图

附图 1 项目地理位置图；

附图 2 昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）外环境关系图；

附图 3 昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）平面布置及评价范围图；

附图 4-1 本项目 DSA 所在门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼平面图；

附图 4-2 本项目 DSA 所在门诊医技楼及 1 号住院楼 4 楼平面图；

附图 5-1 本项目 1 楼 DSA 机房所在门诊医技楼及 1 号住院楼负 1 楼平面图；

附图 5-2 本项目 1 楼 DSA 机房所在门诊医技楼及 1 号住院楼二层平面图；

附图 6-1 本项目 4 楼 OR07DSA 手术室所在门诊医技楼及 1 号住院楼五层平面图；

附图 6-2 本项目 4 楼 OR07DSA 手术室所在门诊医技楼及 1 号住院楼三层平面图；

附图 7-1 本项目 1 楼 DSA 机房平面布置图；

附图 7-2 本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室平面布置图；

附图 8-1 本项目 1 楼 DSA 机房剖面图；

附图 8-2 本项目 4 楼 OR07DSA 手术室剖面图；

附图 9-1 本项目 1 楼 DSA 机房两区划分示意图；

附图 9-2 本项目 4 楼 OR07DSA 手术室两区划分示意图；

附图 10-1 本项目 1 楼 DSA 机房医护人员、患者及污物的运行路径图；

附图 10-2 本项目 4 楼 OR07DSA 手术室医护人员、患者及污物的运行路径图；

附图 11-1 本项目 1 楼 DSA 机房电缆安装布局图；

附图 11-2 本项目 4 楼 OR07DSA 手术室电缆安装布局图；

附图 12-1 本项目 1 楼 DSA 机房送排风系统布局图；

附图 12-2 本项目 4 楼 OR07DSA 手术室送排风系统布局图；

附图 13-1 本项目 1 楼 DSA 机房风管及电缆桥架穿墙防护示意图；

附图 13-2 本项目 4 楼 OR07DSA 手术室风管及电缆桥架穿墙防护示意图。

附图 14-1 本项目 DSA 机房内安全装置布置图

附图 14-2 本项目 OR07DSA 杂交手术室内安全装置布置图

附件

附件 1 环评委托书；

附件 2 事业单位法人证书；

附件 3 辐射安全许可证；

附件 4 医技楼环评批复；

附件 5 辐射安全管理制度汇总；

附件 6 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单 ；

附件 7 个人剂量检测报告（摘录本项目相关工作人员）；

附件 8 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（2026年度）；

附件 9 2025 年度辐射环境监测报告；

附件 10 本项目辐射环境现状监测报告；

附件 11 昆明市西山区人民医院原 DSA 项目环评批复

附件 12 技术参数说明；

附件 13 环评全文公示；

附件 14 内审及工作进度表；

附件 15 环评委托合同。

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）搬迁一台及新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td colspan="2"></td><td>联系人</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">云南省昆明市西山区益宁路与西苑浦路交叉口西北侧</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">昆明市西山区碧鸡路与华苑路交叉口东北侧昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房、4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室</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="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>847.8</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>98</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">11.56%</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 colspan="2">1 楼 DSA 机房：62.00
4 楼 OR07DSA 杂交手术室：48.69</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅰ　□Ⅱ　□Ⅲ　□Ⅳ　□Ⅴ</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□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="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙　□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□Ⅱ　□Ⅲ</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅱ　□Ⅲ</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑Ⅱ　□Ⅲ</td></tr>
<tr><td>其它</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述

1、概述

（1）建设单位简介

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）地处昆明市西山区益宁路与西苑浦路交叉口西北侧，始建于 1958 年，是一家集医疗、教学、科研、预防、康复为一体的二级甲等综合医院。医院占地面积 22.5 亩，建筑面积达

40081.1 平方米，设计床位 500 张，实际开放床位 350 张，内设机构 39 个，其中职能部门 11 个；业务、辅助科室 4 个；临床科室 20 个；医技科室 4 个，下辖西山区中医院、区政府门诊、区看守所门诊。医院职工总数 451 人，卫生专业技术人员 397 人，其中，正高级 8 人，副高级 52 人，中级 109 人。院区主要建设有门诊楼、住院楼、医技楼等，配备有 64 排螺旋 CT、磁共振、动态大平板、直接数字化 X 射线摄影系统（DR）等一批先进的诊疗设备，为辖区居民提供了良好的医疗卫生服务。

根据西山区委、区政府及上级主管部门的统筹规划，2021 年启动了西山区人民医院新院区建设项目，新院区位于昆明市西山区碧鸡路与华苑路交叉口东北侧，按三级综合医院标准设计，占地 60 亩，设置床位 600 张，投资 17.8 亿元。新院区以“昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目”为项目名称，于 2022 年 8 月 19 日取得《昆明市生态环境局西山分局关于〈昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目环境影响报告书〉的批复》（西环管发〔2022〕38 号），目前新院区正在建设中，未投入使用。

（2）项目由来

本项目使用 2 台 DSA，其中搬迁 1 台老院区住院楼一楼飞利浦 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线系统（DSA）、新增购置 1 台 DSA。

老院区住院楼一楼飞利浦 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线系统（DSA）已于 2025 年 9 月 11 日取得昆明市生态环境局环评批复（昆生环复〔2025〕1-3 号）。为更好地满足病人多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，根据医院规划，拟将老院区住院楼一楼已投入运行的飞利浦 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线系统（DSA，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，II 类射线装置）搬迁至新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房。

另外，医院新院区为了远期发展规划及病人需求，后期拟在门诊医技楼及 1 号住院楼 4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室内新增一台血管造影用 X 射线系统（DSA，型号未定，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，II类射线装置）。两台 DSA 均供新院区心内科开展介入手术使用。

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，根据《中华人民共和国环境保护法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价，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），本项目为“使用II类射线装置”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）接受昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）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，按照国家有关技术规范要求，编制完成《昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）搬迁一台及新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目环境影响报告表》。

环评报告表编制完成后，建设单位在医院官方网站进行了全文公示，公示截图相关信息见附件 13。

2、建设项目概况

（1）项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）搬迁一台及新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

建设地点：昆明市西山区碧鸡路与华苑路交叉口东北侧昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房、4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室

建设单位：昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）

建设性质：新建

（2）建设规模

本项目拟从老院区搬迁 1 台飞利浦 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线系统（DSA），安装于新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房内；拟新增 1 台血管造影用 X 射线系统（DSA，型号未定），安装于 4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室内，两台 DSA 均属于II类射线装置。本项目仅使用上述 2 台辐射设备，不涉及其他辐射设备的使用。

本项目搬迁 1 台 DSA，型号为飞利浦 Azurion 5M20 型（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），属于II类射线装置；新增 1 台 DSA，型号未定（参考目前通用 DSA 参数，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），属于II类射线装置。

血管造影用 X 射线系统（DSA）设备主要由 X 射线球管、高压发生器、探测器、C 型臂、导管床、操作台、影像增强器和电视摄像系统及图像处理系统等组成。

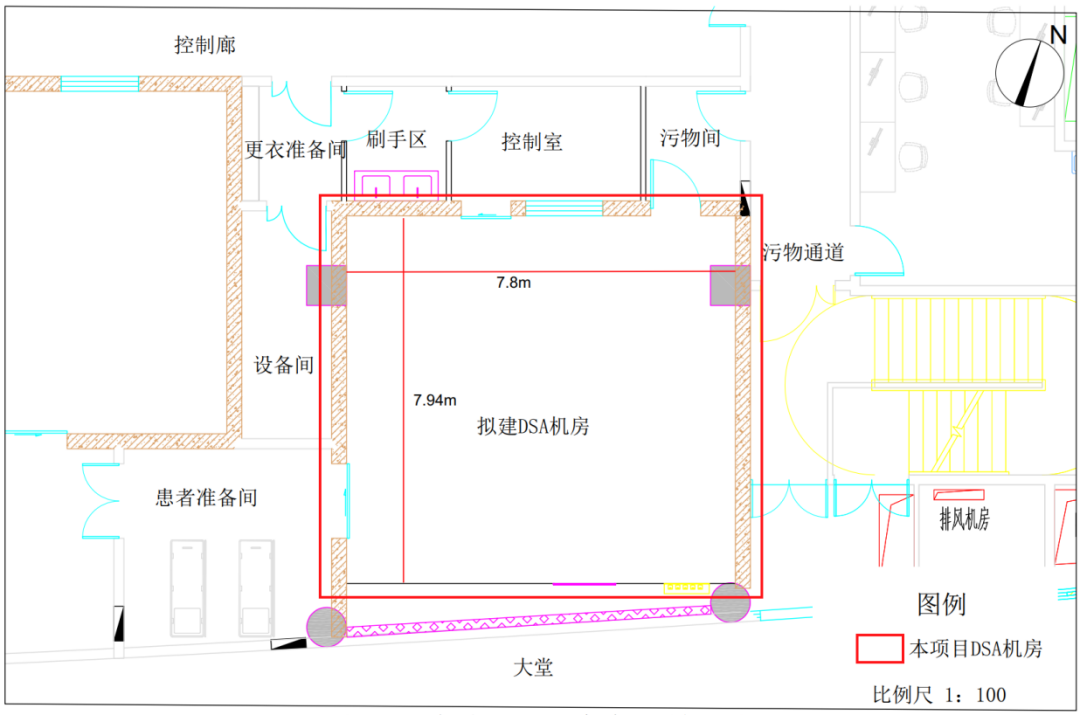


图 1-1　1 楼预留 DSA 机房平面布局图

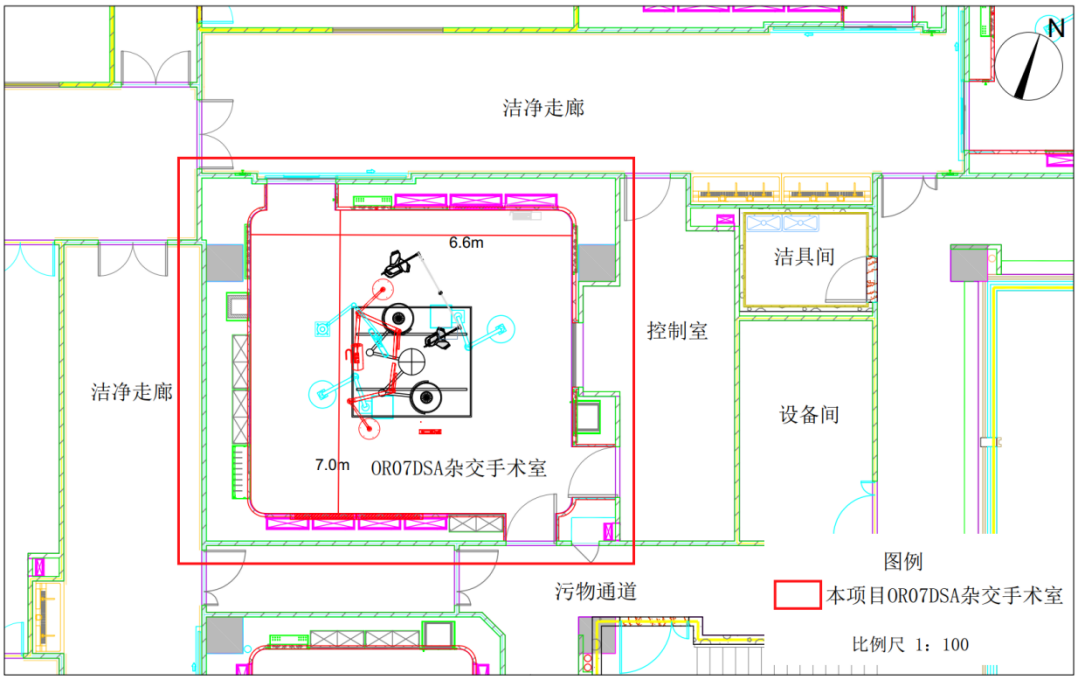


图 1-2　4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室平面布局图



图 1-3　1 楼预留 DSA 机房现状照片



图 1-4　4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室现状照片

射线装置工作场所建设内容见表 1-1。

表 1-1　项目射线装置建设内容表

射线装置型号及名称	生产厂家	射线装置类别	射线装置数量（台）	工作场所名称	活动种类	备注
Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线系统	飞利浦	II类	1	1 楼预留 DSA 机房	使用	搬迁至老院区
未定	未定	II类	1	4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室	使用	新增

本项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2　项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	本项目拟在昆明市西山区碧鸡路与华苑路交叉口东北侧昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房内安装飞利浦 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线系统，属于II类射线装置；在 4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室内新增一台血管造影用 X 射线系	施工扬尘、废水、噪声、废渣和装	X 射线、臭氧、噪声、医疗 废

	统（型号未定），属于II类射线装置。 （1）搬迁 1 台飞利浦 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线系统：最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于II类射线装置； （2）新增 1 台型号未定的血管造影用 X 射线系统，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于II类射线装置；血管造影用 X 射线系统主要由 X 射线球管、高压发生器、探测器、C 型臂、导管床、操作台、影像增强器和电视摄像系统及图像处理系统等组成。 （3）1 楼预留 DSA 机房：有效面积：62.00m^2（净空 7.8m×7.94m×5.88m）； （4）4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室：有效面积 48.69m^2（净空 7.0m×6.6m×5.85m）。	修废气等以及安装调试过程中的 X 射线、臭氧。	物、医疗废水
辅助工程	（1）1 楼预留 DSA 机房辅助用房：控制室、设备间、污物间、患者准备间等，其余辅助工程依托 DSA 机房所在 1 楼公共辅助房间或区域。 （2）OR07DSA 杂交手术室辅助用房：控制室、设备间、洁具间、缓冲间等，其余辅助工程依托 DSA 机房所在 4 楼公共辅助房间或区域。		/
公用工程	依托主体工程建设的配电、供电和通讯系统等。		/
环保工程	（1）机房内设置医疗废物收集桶。 （2）生活污水、生活垃圾、医疗废水、医疗废物依托医院收集、处理设施处置。 （3）送排风系统：1 楼 DSA 机房新风量为 650m^3/h，排风量 300m^3/h。4 楼 OR07DSA 杂交手术室送风量为 11000m^3/h，排风量 300m^3/h。		/
	（4）电离辐射防护措施： A.①1 楼 DSA 机房：东西北侧三面墙体均为 300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料，铅当量约为 6.0mmPb，南侧靠大堂一面采用 200mm 发泡砖+3mm 铅板防护，保守考虑铅当量约为 3mmPb；地面为 180mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡防护涂料，铅当量约为 4.1mmPb；顶棚为 120mm 混凝土楼板+2mm 铅板，铅当量约为 3.4mmPb；三道防护门铅当量均约为 4.5mmPb；手术室观察窗铅玻璃铅当量约为 4.5mmPb。 ②4 楼 OR07DSA 杂交手术室：四周墙体采用镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板，保守考虑铅当量约为 3mmPb；顶棚为 150mm 混凝土+3 个铅当量的铅板，铅当量约为 4.8mmPb；地板为 130mm 混凝土+3 个铅当量的硫酸钡水泥，铅当量约为 4.5mmPb；三道防护门铅当量均为 3mmPb；OR07 手术室铅玻璃铅当量约为 3mmPb。 B.电缆：①1 楼 DSA 机房：电缆通过电缆沟进入手术室，		/

	电缆沟从地面以下开沟排布，电缆沟与墙体纵向斜交 45°，电缆沟底部全部铺设 30mm 硫酸钡涂料，穿墙位置从 DSA 机房内 200mm 至 DSA 机房外 50mm 段电缆沟顶部铺设 1 楼 3.0mm 厚铅皮，全部电缆沟上方加 2mm 不锈钢盖板。 桥架电缆采用直穿的方式向西侧穿墙进入设备间，向北侧穿墙进入控制室。穿墙位置设计使用 4.5mm 厚铅板在管道与墙体接口处开始遮盖包裹（包裹长度不小于 50cm），确保射线不会通过管道泄漏。 ②4 楼 OR07DSA 杂交手术室：电缆通过电缆沟向东进入控制室，再进入设备间，电缆沟从地面以下开沟排布，电缆沟与墙体纵向斜交 45°。采用铅套管防护，铅当量为 3mmPb，套管两端超出墙体/顶棚各 15cm，缝隙用硫酸钡涂料填充封堵。 桥架电缆采用直穿的方式向东侧穿墙进入控制室，再进入设备间，设计使用 4.5mm 厚铅板在管道与墙体接口处开始遮盖包裹（包裹长度不小于 50cm），确保射线不会通过管道泄漏。 C.送排风管道：①1 楼 DSA 机房：安装一套送排风系统。机房排风管道从 DSA 机房东侧屏蔽墙穿墙经过排风机房通过排风井引至楼顶排放；送风管道通过送风管从北侧进入 DSA 机房。通风管道穿墙部分采用“直穿”方式，管道采用 0.75mm 厚钢板材料，设计使用 4.5mm 厚铅板在管道与墙体接口处开始遮盖包裹（包裹长度不小于 50cm），确保射线不会通过管道泄漏。 ②4 楼 OR07DSA 杂交手术室：安装一套送排风系统。排风管从北侧穿墙引至大楼北侧，经过排风集风箱引至楼顶排放。送风管通过楼内风井进入手术室进行送风。通风管道穿顶部防护墙处采用“U”型弯管设计，风管用 3mm 厚铅皮包裹，搭边宽度 10cm，搭接长度分别为 15cm 和 30cm，缝隙用硫酸钡涂料填充封堵，能够有效防止射线泄漏，排风口高于建筑排放。		

（3）设备配置及主要技术参数

本项目设备配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目设备配置及主要技术参数

名称	规格（型号）	数量（台）	生产厂家	主要技术参数		主要曝光方向	年出束时间		用途	备注
				最大管电压（kV）	最大管电流（mA）		透视（h）	减影（h）		
Azurion 5M20 型血管	单管头	1	飞利浦	125	1000	由下向	100.0	30.0	医疗诊	从老院区搬迁至新院区门诊

造影用X射线系统	、C型臂X射线设备					上			断及介入治疗	医技楼及1号住院楼1楼预留DSA机房
未定	单管头、C型臂X射线设备	1	未定	125	1000	由下向上	100.0	30.0	医疗诊断及介入治疗	拟购一台DSA安装至新院区门诊医技楼及1号住院楼4楼预留OR07DSA杂交手术室
最高输出功率100kW；最高输出功率时X射线管电流与X射线管电压组合100kV，1000mA；最高输出功率持续时间 0.1s。C 型臂扫描旋转角度：RAO：≥185°，LAO：≥120°。										

（4）本项目 DSA 使用情况

本项目包括 2 台 DSA，分别位于门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室，2 台 DSA 均由放射科负责管理和操作。其中门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房内 DSA 由心内科开展介入手术，拟配备辐射工作人员 8 名，均为原有辐射工作人员；门诊医技楼及 1 号住院楼 4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室内 DSA 由心内科开展介入手术，拟配备辐射工作人员 8 名，均为新增辐射工作人员。

1 楼 DSA 机房预计年开展介入手术共约 600 台；4 楼 OR07DSA 杂交手术室预计年开展介入手术共约 600 台。本项目 DSA 使用情况见表 1-4，运行工况见表 1-5。

表 1-4 本项目 DSA 使用情况

科室	单台手术平均时间	单台手术平均曝光时间	年手术台数（台）	年出束时间（h）		备注
				透视	减影	
心内科	60min	减影 3min 透视 10min	600	100	30	1 楼 DSA 机房内
心内科	60min	减影 3min	600	100	30	4 楼

		透视 10min				OR07DSA 杂交手术室内

表 1-5 本项目 DSA 实际运行工况一览表

设备型号		实际运行管电压（kV）	实际运行管电流（mA）
Azurion 5M20 型数字减影血管造影机（DSA）	减影	65-95	100-650
	透视	60-75	5-15
未定	减影	65-95	100-650
	透视	60-75	5-15

（5）原辅材料消耗情况

本项目单台手术主要原辅材料用量如下：

表 1-6 原辅材料消耗情况

原辅材料	单台手术消耗量	两台 DSA 年最大消耗量
血管穿刺鞘组	1 套	1200 套
造影导管	1-2 条	2400 条
造影剂	50-100ml	120L
支架有关材料	2 套	2400 套
穿刺针、注射器、医用胶带等常规医辅材料	若干	若干

3、工作人员及工作制度

本项目 DSA 由放射科负责管理，心内科开展介入手术，医生、护士由心内科配备，技师由放射科配备。

医院根据昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）的功能定位和预计的介入手术量，确定了本项目的辐射工作人员，具体工作人员情况见表 1-7。根据表 1-7 可知，本项目每台 DSA 配备 8 名辐射工作人员，共设置辐射工作人员 16 人，包括医生 8 人，护士 4 人，技师 4 人，1 楼 DSA 机房工作人员中，8 名均为原有辐射工作人员，4 楼 OR07DSA 杂交手术室工作人员均为新增辐射工作人员。本项目运行后，辐射工作人员仅从事本项目的辐射工作。

表 1-7 本项目各科室工作人员一览表

场所	科室	医生	护士	技师	备注
1 楼 DSA 机房	心内科	4	2	0	均为原有辐射工作人员
	放射科	0	0	2	

4 楼 OR07DSA 杂交手术室	心内科	4	2	0	均为新增辐射工作人员
	放射科	0	0	2	
合计		16			/

每个 DSA 医护人员分 2 组开展手术，2 名介入医生和 1 名护士为一组进行介入手术，技师 1 名负责手术室设备的操作。平均分配工作时间，每组年工作时间最长约为 65h。

其中护士负责手术前准备、手术后清理工作，不参与射线装置的工作，曝光时不在机房内停留；医生负责在机房内进行手术；技师负责在控制室操作射线装置，不进入机房。

所有辐射工作人员均实行白班单班制，每天工作 8 小时，年工作时间 250 天。

目前本项目设置的 16 名辐射工作人员中，8 名原有工作人员中有 4 名培训证书已过期（详见附件 8），医院将尽快组织本项目培训证书已过期的工作人员和新增辐射工作人员在生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（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。

4、项目建设进度

本项目所在的 1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室不改变原有布局，本次仅涉及屏蔽防护装修。目前，本项目尚未开始屏蔽防护装修，获批后才开始屏蔽防护装修，不涉及未批先建。

本项目取得环评批复后方可开工建设，预计在 2026 年 12 月开工，2027 年 3 月竣工，2027 年 5 月完成设备安装调试。

5、产业政策符合性

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

合国家产业发展政策。

6、项目规划符合性

项目位于昆明市西山区碧鸡路与华苑路交叉口东北侧昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及1号住院楼1楼和4楼，不涉及新增用地，用地性质为医院用地，项目用地属于昆明市总体规划的医院用地，且不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线，符合昆明市的建设发展规划及土地利用总体规划。

7、项目与《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》符合性分析

本项目位于昆明市西山区，通过查询“云南省生态环境分区管控公共服务查询平台”，本项目所在区域涉及西山区城区生活污染重点管控单元（ZH53011120002）。

根据《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》，本项目与昆明市环境管控单元生态环境准入清单符合性见表1-8。

表1-8 项目与生态环境准入清单管控要求符合性分析

单元名称	单元分类		管控要求	符合性分析	符合情况
西山区城区生活污染重点管控单元	重点管控单元	空间布局约束	1.原则上禁止新建、改扩建大气和水污染排放类工业企业，新建、扩建该类项目应实施现役源2倍污染物削减量替代。 2.禁止在城市公共供水管网范围内建设自备水井。现有未经批准和公共供水管网覆盖范围内的自备水井，一律限期关闭。	1.本项目属于核技术利用项目，不涉及大气和水污染排放。 2.本项目属于核技术利用项目，不涉及自备水井。	符合
		污染物排放管控	1.大气环境质量保持在国家大气环境质量二级标准以内。 2.加强施工工地的扬尘控制和移动源大气环境污染管理；加强对汽车尾气综合处理，减轻汽车尾气污染和光化学污染。 3.城市污水管网尚未配套的地区，房地产开发项目应自行建设污水处理设施，做到达标排放。 4.完善生活污水收集处理系统，	1.本项目所在区域大气环境质量在国家大气环境质量二级标准以内。 2.本项目在已有建筑物内进行施工，施工扬尘和汽车尾气能够有效控制。 3.医院拟建污水处理站，处理后的废水排入医院西侧华苑路市政污水管网，最后进入昆明市第三水质净化厂。	符合

			改造截污干管，杜绝生活污水直接进入城区河道及湖库。 5.城市污水集中处理率达到 95%以上，近期生活垃圾无害化处理率达85%以上，远期达到 100%。 6.按国家、省、市相关标准要求建设、改造、提升满足实际需求的环卫基础设施。	4.医院拟建污水处理站，处理后的废水排入医院西侧华苑路市政污水管网，最后进入昆明市第三水质净化厂，不会直接进入城区河道及湖库。 5.满足相关要求 6.依托医院的环卫基础设施。	
		环境风险防控	1.危险废物必须进行集中处置。收集、贮存危险废物，必须按照危险废物标准进行分类，禁止混合收集、贮存、运输、处置性质不相同而未经安全性处置的危险废物，禁止将危险废物混入非危险废物中贮存。 2.运输危险废物，必须采取防止污染环境的措施，并遵守国家有关危险废物运输管理的规定。	本项目产生的医疗废物依托拟建医疗废物暂存间进行暂存，委托有医疗废物处置资质的单位再进行收集后统一处理。	符合
		资源开发效率要求	主要可再生资源回收利用率≥80%。	本项目不涉及。	符合



图 1-4 本项目与云南省生态环境管控单元位置关系图

根据上述分析，项目与西山区城区生活污染重点管控单元生态环境准入清单准入要求相符，符合《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》规定中相关管控要求。

8、项目选址合理性与平面布置合理性分析

（1）选址合理性

①医院外环境情况

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区 weiyu 昆明市西山区碧鸡路与华苑路交叉口东北侧。新院区北侧为居民居住区，西北侧为新运粮河、建材城办公区，东北侧为昆明市第一中学附属小学，东侧施工项目部临时板房，西侧为华苑路，南侧为杭瑞高速、碧鸡路以及居民生活区，东南侧为老运粮河。

②昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）平面布局情况

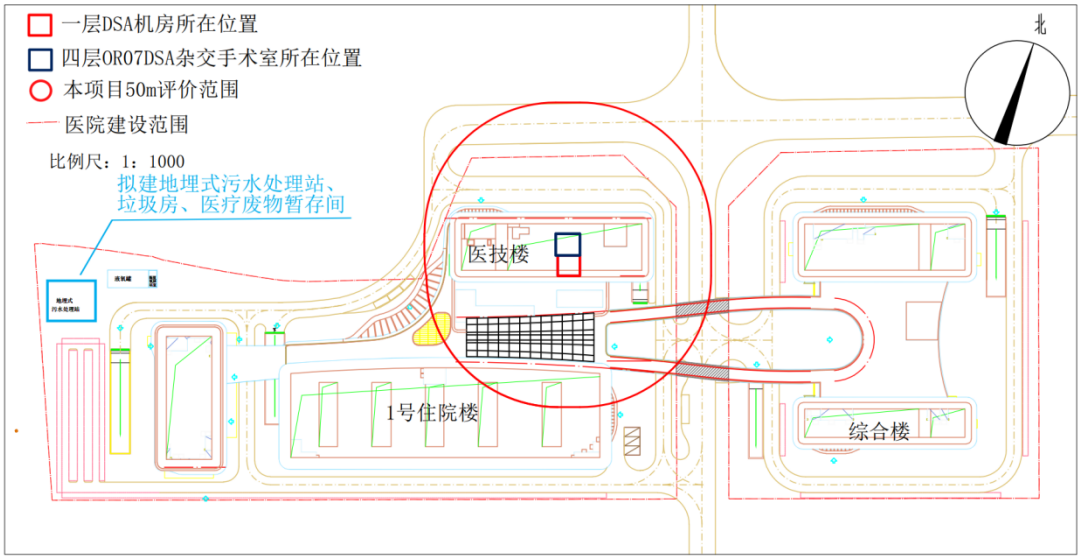


图 1-5 昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区平面布置图

本项目位于昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房及 4 楼 OR07DSA 杂交手术室内。

本项目位于门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼和 4 楼，门诊医技楼及 1 号住院楼北侧为在建道路，西侧为院内道路，南侧为门诊楼及院内道路，东侧为院内道路及体检大厅等。本项目 50m 评价范围内西、南、东侧均在院内，北侧评价范围内仅涉及在建道路，未涉及院外居民居住区。

本项目 1 楼 DSA 机房北侧 50m 范围内为控制室、刷手区、更衣准备间、拟建钼靶室、拟建 DR 室、控制廊、拟建 MR 室、MR 室设备间、清洁通道、会议室、值班室、在建市政道路等；西侧 50m 范围内为患者准备间、CT 室、注射区、等候区、卫生间、办公室等；南侧 50m 范围内为 DSA 机房设备间、DSA 机房污物间、大堂、急诊手术室等；东侧 50m 范围内为楼梯间、阅片室、通风机房、院外空地、院内道路、综合楼等；楼上为检验科区域，楼下为医院设备层。本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室北侧 50m 范围内为洁净走廊、会议示教室、规划 OR08 手术室、术中休息室、办公室、生活区、在建道路等；西侧 50m 范围内为洁净走廊、临床科室仪器存放间、一次品库、无菌物品库、麻醉复苏间等；南侧 50m 范围内为缓冲间、OR06 手术室、高值耗材库、污物走廊、排烟机房、楼外平台等；东侧 50m 范围内为控制室、设备间、洁具间、污物走廊、楼外悬空等；楼下为住院药房静脉配置中心，楼上为医院设备层。

医院周围无自然保护区、风景名胜区、名胜古迹等环境敏感点，无明显环境制约因素。本项目射线装置机房四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室（产科、儿科均位于门诊医技楼及 1 号住院楼二层东侧，距离本项目拟建 DSA 约 80m，未在本项目两间 DSA 机房评价范围内），同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并有实体屏蔽措施，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。项目周边关系图、医院平面布置及评价范围见附图 2、附图 3。

（2）平面布局合理性

本项目 DSA 机房共有 2 间，具体平面布置如下：

1 楼 DSA 机房北侧为控制室、刷手区、更衣准备间、控制廊等；西侧为患者准备间、CT 室、患者通道等；南侧为 DSA 机房设备间、DSA 机房污物间、大堂等；东侧为楼梯间、排风机房、阅片室等；楼上为检验科区域，楼下为医院设备层。其中北侧控制廊、西侧患者通道、东侧污物通道与其他房间共用。

4 楼 OR07DSA 杂交手术室北侧为洁净走廊、会议示教室、拟建 OR08 手术室等；西侧为洁净走廊、临床科室仪器存放间等；南侧为缓冲间、拟建 OR06 手术室、排烟机房等；东侧为 OR07 控制室、设备间、洁具间、污物通道等；楼下为住院药房静脉配置中心，楼上为医院设备层。北侧洁净走廊、西侧洁净走廊、南侧污物通道与其他房间共用。

四邻及楼上楼下区域不毗邻产科、儿科等敏感科室（产科、儿科均位于门诊医技楼及 1 号住院楼二层东侧，距离本项目拟建 DSA 约 80m，未在本项目两间 DSA 机房评价范围内）。

1 楼 DSA 机房的医护人员从等候区经过控制廊依次通过更衣准备间、刷手区、控制室，通过 DSA 机房北侧防护门进入 DSA 机房；患者从等候区经过患者准备间，通过 DSA 机房西侧防护门进入 DSA 机房；手术结束后污物通过南侧防护门进入污物间暂存，后从污物通道向北运输通过污物电梯运出。

4 楼 OR07DSA 杂交手术室的医护人员从职员电梯经过换鞋间、通过间、缓冲间、洁净走廊进入控制室，通过 OR07DSA 杂交手术室东侧防护门进入手术室；患者从电梯厅经过换床缓冲间、洁净走廊，从 OR07DSA 杂交手术室北侧防护门进入手术室；手术结束后污物通过南侧防护门，沿北侧污物通道，通

过污物电梯运出。

综上所述，本项目 1 楼 DSA 机房区域和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室区域，医护通道、患者通道和污物通道单独设置，避免了不同人员交叉影响，便于治疗和管理。同时，机房采取有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的，平面布置合理。

本项目 1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室平面图见附图 4-1、4-2。本项目医护人员、患者、污物在 1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室及所在楼层内的运行路径见附图 10-1、10-2。

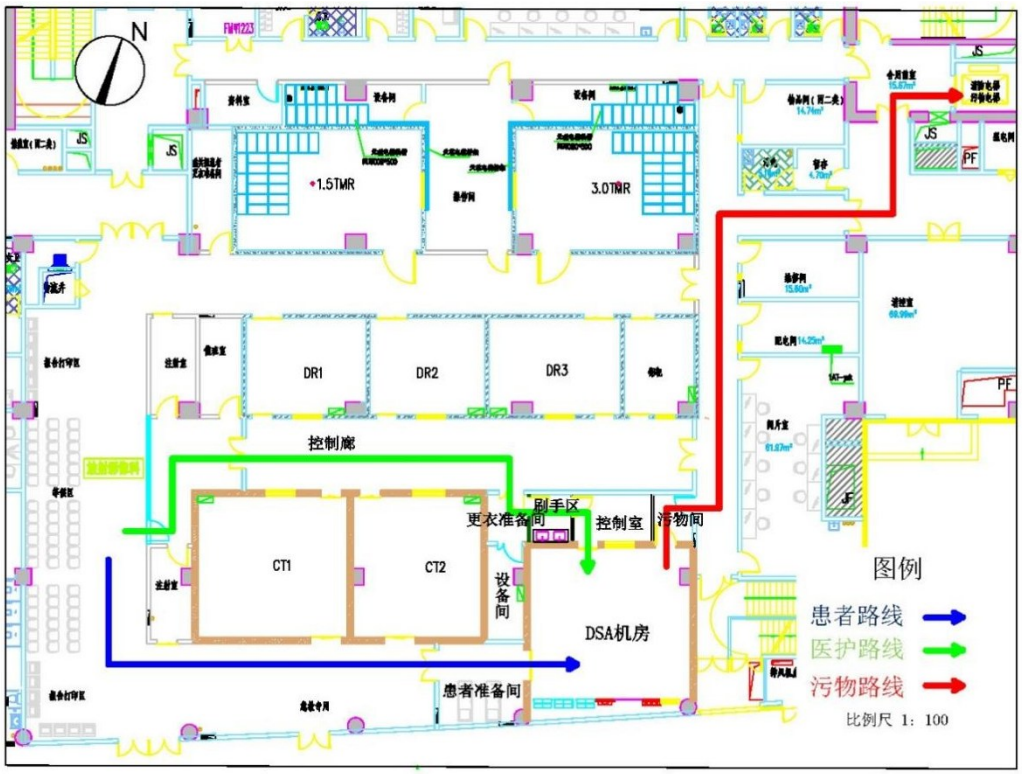


图 1-6 本项目医护人员、患者及污物在 1 楼 DSA 机房及所在楼层内的运行路径

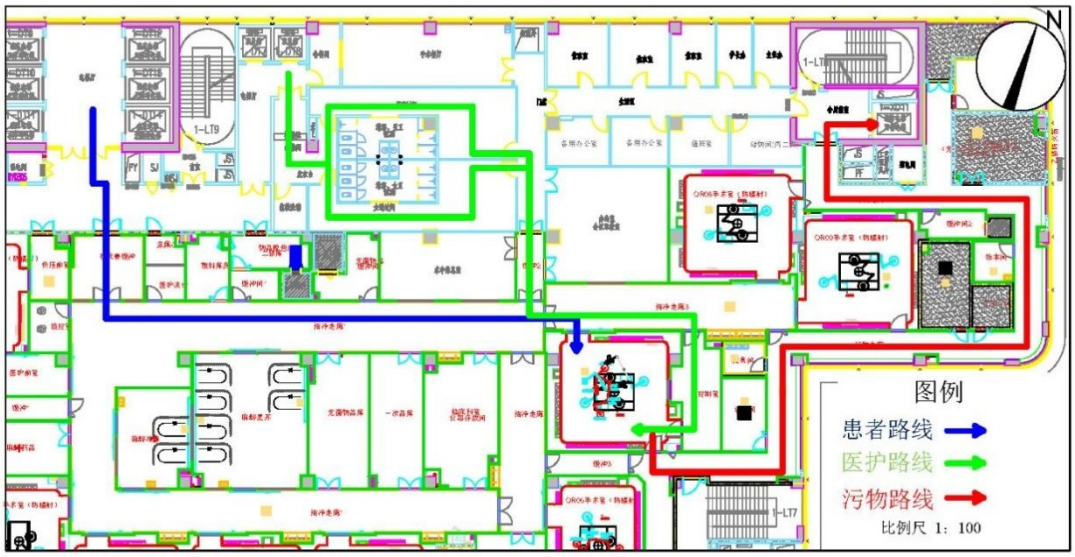


图 1-6 本项目医护人员、患者及污物在 4 楼 OR07DSA 杂交手术室及所在楼层内的运行路径

9、依托工程

本项目依托昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目中的门诊医技楼及 1 号住院楼建设，主体工程已在《昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目环境影响报告书》中进行了环境影响评价，并于 2022 年 8 月 19 日取得了昆明市生态环境局西山分局的批复，批复文号为：西环管发〔2022〕38 号（附件 4）；昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目为新建项目，设计阶段已考虑本项目产生的废水和固废。目前新院区正在建设中。

（1）废水

根据《昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目环境影响报告书》：

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区拟在院区西侧建设地埋式污水处理站 1 座，污水处理规模为 500m^3/d。拟建的污水处理站日处理规模已包含本项目产生的废水。

本项目废水主要为生活污水及医疗废水，本项目医疗废水及生活污水均经昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目拟建设的化粪池预处理后进入拟建污水处理站进行处理，处理后排入医院西侧华苑路市政污水管网，最终进入昆明市第三水质净化厂处理。

（2）固废

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）拟在医院西侧负 1 楼设置一个医疗废物暂存间（建筑面积约为 100m^2），拟在医院西侧地面设置一个生活垃圾收集房；本项目产生的医疗废物依托拟建医疗废物暂存间进行暂存，委托有医疗废物处置资质的单位再进行收集后统一处理。本项目产生的办公、生活垃圾依托拟建设的生活垃圾收集房进行回收处理。

10、实践正当性分析

本项目在使用时病人、医生及周围的公众可能会受到一定的照射剂量，但是本项目的建设更能满足病人多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。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、拯救生命起到了十分重要的作用，而且项目建设采取了满足规范要求的辐射屏蔽措施，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合实践“正当性”原则。

11、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

（1）辐射安全许可证的许可种类和范围

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）已于 2026 年 1 月 5 日重新申领辐射安全许可证（云环辐证[01476]），有效期至 2030 年 3 月 31 日，许可种类和范围为：使用II类、III类射线装置。

医院现有 15 台射线装置，包括 1 台Ⅱ类射线装置，14 台III类射线装置。其中 Azurion 5M20 型医用血管造影 X 射线系统为本次拟搬迁设备，已取得环评批复（昆生环复〔2025〕1-3 号），并登记至辐射安全许可证上。清单详见表 1-9。

（2）现有辐射工作场所环保手续情况

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）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，于 2026 年 1 月 5 日重新办理了辐射安全许可证，履行了环保手续。

老院区 1 台飞利浦 Azurion 5M20 型医用血管造影 X 射线装置（DSA），

于 2025 年 9 月 11 日取得了环评批复（昆生环复〔2025〕1-3 号），正在履行环保验收手续。

表 1-9　目前昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）现有核技术利用项目一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	管电压(kV)	管电流(mA)	使用场所	环保手续
1	移动数字化 X 射线摄影系统	6000A	III 类	150	400	发热门诊	已履行登记表手续并登记在辐射安全许可证上，正常使用
2	全身用 X 射线计算机体层摄影装置	HiSpeed Dual	III 类	140	200		
3	单牙 X 射线机	SMX-I	III 类	65	4	口腔科	
4	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Bondream 3D-1020S	III 类	90	10		
5	C 形臂 X 射线成像系统	EverView 7500	III 类	100	20	麻醉科	
6	数字移动式 C 形臂 X 射线机	PLX7100A	III 类	125	200		
7	X 射线诊断系统	AXIOM Lumions dRF	III 类	150	800	医学影像科	
8	医用诊断 X 射线透视摄影系统	FLEXAVISION	III 类	150	630		
9	移动式高频医用诊断 X 射线机	HM-32 型	III 类	110	60		
10	高频乳腺诊断医用 X 射线机	HAWK-2M	III 类	39	72		
11	X 射线骨密度测定仪	OSTEOCORE	III 类	90	20		
12	佳能数字 X 射线成像系统	CXDI-50G	III 类	150	500		
13	医用血管造影用 X 射线系统	Azurion 5M 20	II 类	125	1000		昆生环复〔2025〕1-3 号；正在履行

							环保验收手续中，拟搬迁至本项目的门诊医技楼及1号住院楼1楼DSA机房。
14	移动式X射线摄影机	SPS-HF4.0	III类	120	100		已履行登记表手续并登记在辐射安全许可证上，正常使用
15	X射线计算机体层摄影设备	uCT760	III类	140	667		

（3）辐射安全管理现状

1）辐射安全管理机构及规章制度

建设单位根据辐射安全管理需求，于2025年8月6日发布了《昆明市西山区人民医院关于成立辐射安全管理与环境保护管理领导小组的通知》（见附件5），成立了辐射安全管理与环境保护管理领导小组，并明确了领导小组成员名单及职责。

建设单位目前涉及II类、III类射线装置，根据《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）和《生态环境部（国家核安全局）核素利用项目监督检查技术程序》（2020年版）制度要求，建设单位目前制定的规章制度包括：《辐射防护和安全保卫制度》《放射工作人员岗位职责》《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》《放射工作人员培训制度》《辐射工作现场监测制度和方案》《质量保证大纲与质量控制计划》《设备检修维护制度》《X射线受检者防护管理制度》《射线装置台账明细》《辐射安全事件应急预案》等；各科室根据管理要求制定了相应辐射安全制度。原有辐射安全管理制度、原有辐射事故应急预案见附件5。本项目运行后，将更新完善相关辐射安全管理制度，将本项目纳入管理。

2）辐射安全与防护学习考核

目前，医院共有 25 名辐射工作人员，17 名工作人员已通过医院自主培训并通过考试，8 名工作人员取得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培训证书。本项目共设置辐射工作人员 16 人，包括医生 8 人，护士 4 人，技师 4 人，其中 1 楼 DSA 机房设置辐射工作人员 8 人，包括医生 4 人，护士 4 人，技师 4 人，均为昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）原有辐射工作人员；4 楼 OR07DSA 杂交手术室设置辐射工作人员 8 人，包括医生 4 人，护士 4 人，技师 4 人，均为新增人员。本项目 2 台 DSA 投入运行后，辐射工作人员仅从事本项目的辐射工作。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），本项目 1 楼 DSA 机房的 4 名辐射工作人员已参加辐射安全与防护的培训并取得成绩合格报告单（附件 6），4 名辐射工作人员培训证书已过期。医院将尽快组织 8 名新增辐射工作人员和原有 4 名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。

3）年度评估报告

建设单位编制了《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（2025 年度）》，并于 2026 年 1 月 31 日前提交给发证机关（云南省生态环境厅），2025 年建设单位未发生过辐射安全事故。

4）个人剂量检测和职业健康体检情况

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）》及其附件，医院现有辐射工作人员 25 人，所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，本项目设置 8 名原有辐射工作人员最近四个季度个人剂量检测结果为 0.15~0.37mSv，满足 5mSv 管理限值要求。

表 1-10 本项目依托的原有辐射工作人员个人剂量检测情况

序号	分类	姓名	佩戴天数（358d）				合计剂量（mSv/h）	
			2025 年第 2 季度（90d）	2025 年第 3 季度（89d）	2025 年第 4 季度（90d）	2026 年第 1 季度（89d）	358d	转换为 365d
			2025.03.12-	2025.06.10-	2025.09.07-	2025.12.06-		

			2025.06.09	2025.09.06	2025.12.05	2026.03.04		
1			0.03	0.04	0.08	0.02	0.17	0.17
2	医		0.02	0.07	0.04	0.02	0.15	0.15
3	生		0.09	0.05	0.06	0.04	0.24	0.24
4			0.02	0.05	0.05	0.05	0.17	0.17
5	护		0.02	0.04	0.08	0.06	0.20	0.20
6	士		0.06	0.07	0.05	0.02	0.20	0.20
7	技		0.02	0.03	0.06	0.04	0.15	0.15
8	师		0.06	0.18	0.06	0.06	0.36	0.37

医院已为辐射工作人员进行了上岗前、在岗期间职业健康检查，体检结果可以继续从事放射工作。辐射工作人员的职业健康档案记录、个人剂量监测档案等一并长期保存。新招聘工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员职业健康标准的，方可参加相应的放射工作；上岗后应定期进行职业健康检查，两次检查时间间隔不应超过 2 年。

5）2025 年度辐射监测情况

2025 年医院已委托云南闪玲科技有限公司对在用的射线装置相关辐射工作场所进行了年度监测，见表 1-11。

表 1-11　2025 年年度监测情况统计一览表

序号	场所	监测单位及监测报告编号	监测结果	达标分析
1	医用诊断 X 射线透视摄影系统工作场所	云南闪玲科技有限公司 闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0924 号	职业人员所受年有效剂量为 2.33×10^{-6}mSv，公众所受年有效剂量为 2.47×10^{-6}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
2	X 射线诊断系统工作场所	云南闪玲科技有限公司 闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0925 号	职业人员所受年有效剂量为 1.36×10^{-5}mSv，公众所受年有效剂量为 9.24×10^{-4}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
3	数字移动式 C 形臂 X 射线机工作场所	云南闪玲科技有限公司 闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0926 号	职业人员所受年有效剂量为 8.8×10^{-4}mSv，公众所受年有效剂量为 4.98×10^{-4}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
4	C 形臂 X 射线成像系统工作场所	云南闪玲科技有限公司 闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0927 号	职业人员所受年有效剂量为 7.75×10^{-5}mSv，公众所受年有效剂量为 7.75×10^{-5}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。

5	专用摄影系统工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0928 号	职业人员所受年有效剂量为 1.95×10^{-5}mSv，公众所受年有效剂量为 8.46×10^{-5}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
6	牙科 X 射线机工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0929 号	职业人员所受年有效剂量为 2.88×10^{-6}mSv，公众所受年有效剂量为 3.60×10^{-6}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
7	X 射线骨密度测定仪工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0930 号	职业人员所受年有效剂量为 3.42×10^{-3}mSv，公众所受年有效剂量为 3.78×10^{-3}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
8	高频乳腺医用诊断 X 射线机工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0931 号	职业人员所受年有效剂量为 1.44×10^{-6}mSv，公众所受年有效剂量为 1.44×10^{-6}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
9	X 射线计算机体层摄影设备工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0932 号	职业人员所受年有效剂量为 1.93×10^{-2}mSv，公众所受年有效剂量为 8.25×10^{-3}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
10	医用 X 射线计算机体层摄影设备工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0933 号	职业人员所受年有效剂量为 8.88×10^{-6}mSv，公众所受年有效剂量为 1.2×10^{-5}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
11	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0934 号	职业人员所受年有效剂量为 9.84×10^{-4}mSv，公众所受年有效剂量为 8.88×10^{-4}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
12	移动式 X 线摄影机工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0935 号	职业人员所受年有效剂量为 1.47×10^{-8}mSv，公众所受年有效剂量为 1.53×10^{-8}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。
13	移动数字化 X 射线摄影系统工作场所	云南闪玲科技有限公司闪玲检字-FSHJ-【2025】	职业人员所受年有效剂量为 8.8×10^{-7}mSv，公众所受年有效剂量为 1.1×10^{-6}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。

		-第 0936 号		
14	移动式高频医用诊断 X 射线机工作场所	云南闪玲科技有限公司 闪玲检字-FSHJ-【2025】-第 0937 号	职业人员所受年有效剂量为 9.2×10^{-7}mSv，公众所受年有效剂量为 1.1×10^{-6}mSv。	符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求。

（4）原有核技术利用项目存在的问题及“以新带老”措施

存在问题：①原有 4 名辐射工作人员的辐射安全与防护培训合格证已到期。

整改措施：①严格管理，尽快安排辐射安全与防护培训合格证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并参加云南省生态环境厅组织的现场考核，考核成绩单合格后方可继续上岗。

表 2　放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其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
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4　射线装置

（一）加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	医用血管造影 X 射线系统（DSA）	Ⅱ	1	Azurion 5M20 型	125	1000	医疗诊断及介入治疗	新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼 DSA 机房	搬迁
2	医用血管造影 X 射线系统（DSA）	Ⅱ	1	未定	125	1000	医疗诊断及介入治疗	新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 4 楼 OR07DSA 杂交手术室	新增
本项目 OR07DSA 杂交手术室仅使用拟新增的 1 台辐射设备，不涉及其他辐射设备使用。									

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5　废弃物（重点是放射性废物）

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
--	--	--	--	--	--	--	--	--

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 年修订）》，2018 年 12 月 29 日起施行； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； （4）《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）（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》（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）； （6）《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）； （7）《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号，自 2012 年 3 月 1 日起施行）； （8）《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》（环境保护部工业和信息化部国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号）； （9）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日施行）； （10）《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）； （11）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部第 16 号令）； （12）《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）； （13）《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）； （14）《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订版）》； （15）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年国家发展和改革委员会令第 7 号）； （16）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430 号文）； （17）《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）； （18）《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）； （19）《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）； （20）《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）； （21）《云南省生态环境保护条例》（2024 年 11 月 1 日起施行）； （22）《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号）。
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》（HJ 10.1-2016）； （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》（GBZ 128—2019）； （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）； （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （7）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）；

	（8）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）； （9）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； （10）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）； （11）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。
其他	（1）《实用辐射安全手册（第二版）》； （2）《电离辐射剂量学》（李士骏 著）； （3）《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）； （4）《X 射线和γ射线防护手册》（苏森龄 著）； （5）建设单位提供资料； （6）《环评委托书》。

表 7　保护目标及评价标准

评价范围

本表为医院核技术应用的环境影响评价，项目主要影响人员是射线装置所在机房周围的职业工作人员和公众，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》（HJ 10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围为：DSA 所在机房屏蔽墙体四周向外延伸 50m 的区域。评价范围详见附图 2-2。

保护目标

本项目 DSA 共有门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室 2 间，分别位于门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼和 4 楼（共 14 楼）。门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼 DSA 机房北侧 50m 范围内为控制室、刷手区、更衣准备间、拟建钼靶室、拟建 DR 室、控制廊、拟建 MR 室、MR 室设备间、清洁通道、会议室、值班室、在建道路等；西侧 50m 范围内为患者准备间、CT 室、注射区、等候区、卫生间、办公室等；南侧 50m 范围内为 DSA 机房设备间、DSA 机房污物间、大堂、急诊手术室等；东侧 50m 范围内为楼梯间、阅片室、通风机房、院外空地、院内道路、综合楼等；楼上为检验科区域，楼下为医院设备层。门诊医技楼及 1 号住院楼 4 楼 OR07DSA 杂交手术室北侧 50m 范围内为洁净走廊、会议示教室、拟建 OR08 手术室、术中休息室、办公室、生活区、在建道路等；西侧 50m 范围内为洁净走廊、临床科室仪器存放间、一次品库、无菌物品库、麻醉复苏间等；南侧 50m 范围内为缓冲间、OR06 手术室、高值耗材库、污物走廊、排烟机房、楼外平台等；东侧 50m 范围内为控制室、设备间、洁具间、污物走廊、楼外悬空等；楼下为住院药房静脉配置中心，楼上为医院设备层。

根据该医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，确定本项目主要环境保护目标见表 7-1。

表 7-1　主要环境保护目标

保护名单	方位	位置	人数（人）	与屏蔽墙体最近距离（m）		保护要求（mSv/a）
				水平	垂直	

1 楼 DSA 机房	职业人员	机房内	DSA 机房	4 人	/	0	5
		机房北侧	控制室、刷手区、更衣准备间	4 人	0.3	0	
		机房西侧	设备间		0.3	0	
	公众人员	机房北侧	污物间	1 人	0.3	0	0.25
			控制廊	流动人群	3.0	0	
			拟建钼靶室、拟建 DR 室	流动人群	6.0	0	
			拟建 MR 室、拟建 MR 设备间	流动人群	10.0	0	
			院外市政道路	流动人群	40.0	0	
		机房西侧	设备间	1 人	0.3	0	
			CT 室	流动人群	0.3	0	
			注射室	流动人群	12.0	0	
			等候区	流动人群	4.0	0	
		机房南侧	一楼大堂	流动人群	2.0	0	
			急诊手术室	约 2 人	20.0	0	
		机房东侧	阅片室	约 10 人	2.0	0	
			楼梯间	流动人群	2.0	0	
			排风机房	约 1 人	4.0	0	
		机房上方	检验科区域	约 10 人	0	+6.0	
		机房下方	设备层	流动人群	0	-2.1	
4 楼 OR07DSA 杂交手术室四	职业人员	OR07DSA 杂交手术室内	OR07DSA 杂交手术室	约 4 人	/	/	5
		OR07DSA 杂交手术室东侧	控制室、设备间	约 4 人	0.3	0	
	公众人员	OR07DSA 杂交手术室北侧	洁净走廊	流动人群	0.3	0	0.25
			会议示教室	约 20 人	3.5	0	
			OR08 手术室	约 4 人	3.5	0	
			术中休息室	约 4 人	3.0	0	

			办公室、值班室、储物间等	流动人群	11.0	0	
		OR07DSA杂交手术室西侧	洁净走廊	流动人群	0.3	0	
			仪器存放间	约 2 人	3.5	0	
			一次品库	约 2 人	8.0	0	
			无菌物品库	约 2 人	11.5	0	
		OR07DSA杂交手术室南侧	缓冲间	流动人群	0.3	0	
			OR06 手术室	约 4 人	2.0	0	
			高值耗材库、紧急消毒间等	流动人群	5.0	0	
			楼外平台	流动人群	15.0	0	
		OR07DSA杂交手术室东侧	洁具间	约 4 人	3.0	0	
			污物走廊、OR09手术室	流动人群	7.5	0	
			楼外道路	/	7.5	0	
		OR07DSA杂交手术室下方	住院药房静脉配置中心	流动人群	0	+6.0	
		OR07DSA杂交手术室上方	设备层	流动人群	0	-4.8	

评价标准

7.1 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》（GB 3095-2026）过渡期二级标准；

（2）地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中Ⅲ类标准；

（3）声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类标准。

7.2 污染物排放标准

（1）废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）二级标准；

（2）废水：执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）（表2 中预处理标准）；

（3）噪声：施工期执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）；运营期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的 2 类标准。

7.3 辐射相关标准

1、管理限值

（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）第 4.3.2.1 条的规定，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 年平均有效剂量 20mSv；第 B1.2 条的规定，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》（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。

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

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

第 6.1.5 点 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 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。机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

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

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量（mm）	非有用线束方向铅当量（mm）
C 形臂 X 射线设备机房	2.00	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。

第 6.3.1 点 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a） 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/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

环境质量和辐射现状

本项目位于昆明市西山区碧鸡路与华苑路交叉口东北侧昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房及 4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室，本项目预留 DSA 机房和 OR07DSA 杂交手术室尚未开始进行屏蔽装修，本项目使用两台数字减影血管造影机（DSA），均属于Ⅱ类射线装置，主要污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水、声环境等影响较小，本次评价的环境空气质量、地表水环境质量、声环境质量等引用《2024 年度昆明市生态环境状况公报》进行评价，本次重点针对评价区域开展了辐射环境的现状监测评价。

1、地表水环境现状

根据《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，全市纳入国考的 27 个地表水监测断面达标率 96.30%，优良水体比例 77.78%。其中Ⅱ类水质断面 11 个，占 40.74%；Ⅲ类水质断面 10 个，占 37.04%；Ⅳ类水质断面 5 个，占 18.52%；Ⅴ类水质断面 1 个，占 3.70%。全市纳入省考的 45 个地表水监测断面达标率 93.33%，优良水体比例 88.89%。其中Ⅱ类水质断面 19 个，占 42.22%；Ⅲ类水质断面 21 个，占 46.67%；Ⅳ类水质断面 4 个，占 8.89%；Ⅴ类水质断面 1 个，占 2.22%。

本项目附近地表水体为新运粮河，又称新河，新运粮河发源于五华区车头山，主河道起于西北沙河水库，自北向南流经五华区、高新区、西山区，于草海东风坝汇入滇池，主河道全长 19.7 千米。老运粮河起于东方红水库，流经五华区、西山区后注入草海。根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划（2010–2030 年）》，新河 2030 年规划水平年水质保护目标为Ⅳ类，新河执行《地表水环境质量标准（GB 3838-2002）》Ⅳ类水质标准。

根据云南省生态环境厅发布的九大高原湖泊水质监测状况月报，滇池草海入湖河流新河设置有积善村桥 1 个监测断面，故引用积善村桥监测断面进行评价。根据查阅云南省生态环境厅发布的《重点高原湖泊水质监测月报》（2025 年 4 月至 2026 年 3 月），滇池草海入湖河流新河—积善村桥监测断面水质情

况如下。

表 8-1 新河积善村桥监测断面近一年水质一览表

河流名称	断面名称	时间	水质类别	超III类项目
新河	积善村桥	2025 年 4 月	Ⅳ类	高锰酸盐指数（IV类）
		2025 年 5 月	Ⅲ类	/
		2025 年 6 月	劣V类	氨氮（劣V类），五日生化需氧量（IV类），阴离子表面活性剂（IV类），化学需氧量（IV类）
		2025 年 7 月	劣V类	氨氮（劣V类），五日生化需氧量（IV类），高锰酸盐指数（IV类），总磷（IV类），阴离子表面活性剂（IV类）
		2025 年 8 月	劣V类	氨氮（劣V类），阴离子表面活性剂（劣V类），化学需氧量（IV类），高锰酸盐指数（IV类），五日生化需氧量（IV类）
		2025 年 9 月	Ⅳ类	总磷（类）
		2025 年 10 月	Ⅳ类	溶解氧（IV类）
		2025 年 11 月	Ⅱ类	/
		2025 年 12 月	Ⅲ类	/
		2026 年 1 月	Ⅲ类	/
		2026 年 2 月	Ⅲ类	/
		2026 年 3 月	Ⅳ类	溶解氧（IV类）

根据上表，2025 年 11 月新桥积善村桥断面为Ⅱ类；2026 年 2 月、2026 年 1 月、2025 年 12 月、2025 年 5 月新桥积善村桥断面为 III 类；2026 年 3 月、2025 年 10 月、2025 年 9 月、2025 年 4 月新桥积善村桥断面为类；2025 年 8 月、2025 年 7 月、2025 年 6 月新桥积善村桥断面为劣V类。除 2025 年 4 月、2025 年 5 月、2025 年 9 月、2025 年 10 月、2025 年 11 月、2025 年 12 月、2026 年 1 月、2026 年 2 月、2026 年 3 月，新桥积善村桥断面满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类水标准。

2、环境空气现状

本项目位于昆明市主城区，根据《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，全市主城区环境空气优良率 99.7%，其中优 221 天、良 144 天、轻度污染 1 天。各项污染物浓度均达到《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）过渡期二级标准，空气质量保持良好水平。

因此，本项目所在地符合国家空气质量二级标准（GB 3095-2026）过渡期二级标准。

3、声环境质量现状

本项目位于昆明市主城区，声环境功能区为 2 类区。根据《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，2024 年全市主城区昼间区域环境噪声平均值为 52.6 分贝（A），总体水平达二级（较好）。

4、辐射现状

（1）监测方案

本次环评在进行现场调查期间，评价人员首先根据建设单位人员介绍，了解了本项目拟建地及周边环境状况，确立了本项目的监测方案。

监测环境：现场监测时，收集环境温度、环境湿度、天气状况等信息。监测对象：射线装置机房拟建地及周边辐射环境本底监测。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及项目产污分析，主要监测因子为：X-γ 辐射剂量率。

根据现场踏勘，项目拟建地为施工场地，项目建设范围内没有其他电离辐射污染源，因此周围辐射环境趋于一致。结合本项目平面布置和外环境关系，X-γ 辐射剂量率布设 24 个监测点位，具体监测点位布设见表 8-1，监测布点见图 8-1～图 8-3。1、12 号监测点位代表本项目拟建地 X-γ 辐射剂量率现状水平，2~10、13~20 号监测点位代表拟建地周围房间现状水平，21~24 号监测点位代表拟建地周围敏感点现状水平，监测点位能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。

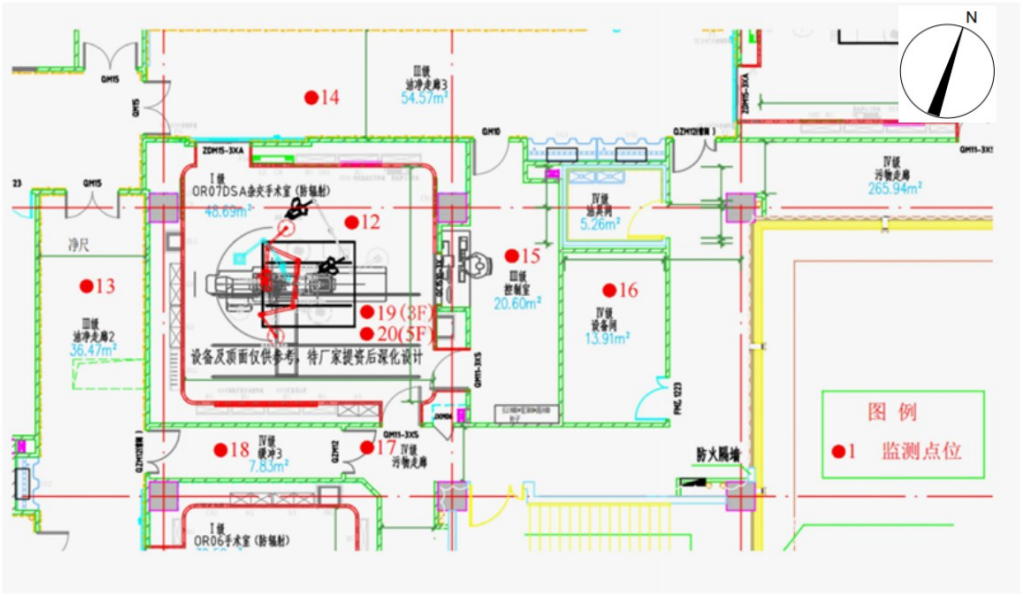
表 8-2　监测布点一览表

序号	布点位置	监测因子	备　注
新院区门诊医技及 1 号住院楼放射科一楼预留 DSA 机房			
1	拟建 DSA 机房	X-γ 辐射剂量率	/
2	拟建患者准备间		/
3	拟建设备间		/
4	拟建更衣准备间		/
5	拟建刷手区		/
6	拟建控制室		/
7	拟建污物间		/
8	拟建 DSA 机房东侧污物通道		/
9	拟建 DSA 机房南侧过道		/
10	拟建 DSA 机房楼下设备层		/
11	拟建 DSA 机房楼上检验科区域		/
新院区门诊医技及 1 号住院楼四楼预留 OR07DSA 杂交手术室			

12	拟建 OR07 DSA 杂交手术室	X-γ 辐射剂量率	/
13	拟建 OR07 DSA 杂交手术室西侧清洁走廊		/
14	拟建 OR07 DSA 杂交手术室北侧清洁走廊		/
15	拟建 OR07 DSA 杂交手术室东侧控制室		/
16	拟建 OR07 DSA 杂交手术室东侧设备间		/
17	拟建 OR07 DSA 杂交手术室南侧污物走廊		/
18	拟建 OR07 DSA 杂交手术室南侧缓冲间		/
19	拟建 OR07 DSA 杂交手术室楼下住院药房静脉配置中心		/
20	拟建 OR07 DSA 杂交手术室楼上设备层		/
医院周围对照点			
21	医院西侧大门	X-γ 辐射剂量率	/
22	医院北侧内部道路		/
23	医院东侧空地		/
24	医院南侧空地		/



图 8-1　本项目监测点位图 1



昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技及1号住院楼四楼拟建OR07 DSA杂交手术室平面图（共5F）

图 8-2　本项目监测点位图 2



昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区平面图

图 8-3　本项目监测点位图 3

（2）监测质量保证措施

①本项目监测单位为四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心），取得了中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书

（CMA 认证），证书编号：220020341133。监测单位具备完整、有效的质量控制体系；

②根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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》（HJ 1157-2021），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；

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，四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）于 2026 年 3 月 13 日对本项目拟建地及周围辐射环境进行了监测（监测报告见附件 10）。使用的监测仪器见表 8-3，监测结果列于表 8-4。现场监测时，监测日期：2026 年 3 月 13 日；环境温度：11.4℃~13.7℃；环境湿度：55.6%~59.1%；天气状况：阴。监测时，周围没有在运行的电离辐射源。

表 8-3　X-γ 辐射剂量率监测方法及监测仪器

项目	监测方法	监测仪器	测量范围
X-γ 辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：CF0275 能量响应范围：25keV~3MeV 校准单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：校准字第 J20260105009 号 校准日期：2026-01-28 有效日期：2027-01-27	1~10000 ($\times10^{-8}$Gy/h)

表 8-4　本项目拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置	X-γ 辐射剂量率（$\times10^{-8}$Gy/h）	标准差（$\times10^{-8}$Gy/h）	备注
新院区门诊医技及 1 号住院楼放射科一楼预留 DSA 机房				
1	拟建 DSA 机房	3.4	0.10	/
2	拟建患者准备间	3.6	0.08	/
3	拟建设备间	3.3	0.09	/
4	拟建更衣准备间	3.5	0.09	/
5	拟建刷手区	3.7	0.08	/
6	拟建控制室	3.3	0.06	/
7	拟建污物间	3.5	0.09	/
8	拟建 DSA 机房东侧污物通道	3.6	0.07	/
9	拟建 DSA 机房南侧过道	3.6	0.09	/
10	拟建 DSA 机房楼下设备层	3.5	0.07	/
11	拟建 DSA 机房楼上检验科区域	3.7	0.11	/
新院区门诊医技及 1 号住院楼四楼预留 OR07DSA 杂交手术室				
12	拟建 OR07 DSA 杂交手术室	3.6	0.09	/
13	拟建 OR07 DSA 杂交手术室西侧清洁走廊	3.6	0.09	/
14	拟建 OR07 DSA 杂交手术室北侧清洁走廊	3.3	0.06	/
15	拟建 OR07 DSA 杂交手术室东侧控制室	3.7	0.09	/
16	拟建 OR07 DSA 杂交手术室东侧设备间	3.9	0.12	/
17	拟建 OR07 DSA 杂交手术室南侧污物走廊	3.4	0.07	/
18	拟建 OR07 DSA 杂交手术室南侧缓冲间	3.5	0.09	/
19	拟建 OR07 DSA 杂交手术室楼下住院药房静脉配置中心	3.7	0.09	/
20	拟建 OR07 DSA 杂交手术室楼上设备层	3.5	0.08	/
医院周围对照点				
21	医院西侧大门	3.6	0.12	/
22	医院北侧内部道路	3.7	0.13	/
23	医院东侧空地	3.9	0.12	/
24	医院南侧空地	3.8	0.10	/

注：（1）X-γ 辐射剂量率监测结果均已扣除宇宙射线响应值，对照点平均值为 3.8×10^{-8}Gy/h。（2）由于我单位检测资质认定批准检验检测能力范围中该项名称为 X-γ 辐射剂量率；因此监测报告中监测因子为 X-γ 辐射剂量率；（3）1~20 号监测点位为本项目拟建地及四周本底水平；21~24 号监测点位为医院四周本底水平。

根据现场监测报告，扣除宇宙射线响应值后，本项目一楼拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 3.3×10^{-8}Gy/h~3.7×10^{-8}Gy/h。本项目四楼拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 3.3×10^{-8}Gy/h~3.9×10^{-8}Gy/h。医院周围环境本底 X-γ 辐射剂量率范围为 3.6×10^{-8}Gy/h~3.9×10^{-8}Gy/h。

根据《云南省环境天然放射性水平调查研究》（云南科技出版社，1992 年

11 月出版），昆明市原野γ辐射剂量率在 2.73×10^{-8}Gy/h~11.36×10^{-8}Gy/h 之间，昆明市道路γ辐射剂量率在 3.51×10^{-8}Gy/h~7.52×10^{-8}Gy/h 之间，昆明市房屋室内γ辐射剂量率在 6.41×10^{-8}Gy/h~12.66×10^{-8}Gy/h 之间。本项目拟建 DSA 工作场所及周围各监测点位 X-γ辐射剂量率未见异常，处于当地天然辐射水平范围内。

表 9　项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、施工期工艺分析

本项目为新建项目，项目位于门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室。本项目依托《昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目环境影响报告书》（批复文号为：西环管发〔2022〕38 号），大楼主体框架已建成，还未开始装修。土建施工环境影响本次环评不涉及，本次环评施工期主要评价内容为门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室辐射防护装修及设备安装调试。

环评要求：严格按照设计方案进行防护施工，严格施工全过程管理，隐蔽工程需留下影像资料；防护铅板安装时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体应有足够的超边量，避免各屏蔽体之间有漏缝产生；施工期严格做好施工档案资料管理，做好隐蔽工程设计图、施工影像、施工图片、施工监理等施工资料存档，以备后期查验。

（1）装修施工的污染分析

1 楼 DSA 机房防护装修：

四面墙体、屋顶及地面：三面墙体为 300mm 混凝土墙体+30mm 硫酸钡防护涂料进行防护，靠大堂的一面在现有 200 发泡砖墙体基础上采用 30*50*1.5 镀锌方管+3mm 铅板防护；地面为 180mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡防护涂料进行防护；顶棚为 120mm 混凝土楼板+2mm 厚铅板进行防护。

防护门：共计 3 樘，综合铅当量为 4.5mmPb。其中包括病人通道防护门、控制室防护门和污物间防护门。病人通道及控制室防护铅门采用上下轨道式推拉门，铅门内为钢结构，双面不锈钢喷涂板饰面，配置闭门装置和警示灯。病人通道防护门尺寸为 1800*2200mm，控制室防护门尺寸为 1300*2200mm，污物通道防护门尺寸为：1000*2100mm，铅门内为钢结构，双面不锈钢喷涂板饰面，均配置闭门装置和警示灯。

铅玻璃：洞口尺寸为 1500*900mm，采用高铅玻璃进行防护，玻璃厚度为 20mm，铅当量为 4.5mmpb。铅玻璃四周通过不锈钢铝合金扣座与窗框固定，

另一侧用不锈钢铝合金扣条沿四周包边，宽度为 50mm。

4 楼 OR07DSA 杂交手术室防护装修

四面墙体、屋顶及地面：四周墙体采用镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板，保守考虑铅当量约为 3mmPb；顶棚为 150mm 混凝土+3 个铅当量的铅板，铅当量约为 4.8mmPb；地板为 130mm 混凝土+3 个铅当量的硫酸钡水泥，铅当量约为 4.5mmPb； OR07 手术室铅玻璃铅当量约为 3mmPb。

防护门：共计 3 樘，三道防护门铅当量均为 3mmPb；其中包括病人通道防护门、控制室防护门和污物间防护门。防护铅门均采用铅防护电动气密门，规格 1500*2300，铅门内为钢结构，双面不锈钢喷涂板饰面，配置闭门装置和警示灯。

铅玻璃：铅玻璃规格要求设计为 1500×1000mm，带 3 个铅当量防护，窗套 1.2mm 电解钢板，表面预喷涂抗菌涂料，涂层厚度≥40μm。

本项目在装修施工阶段主要环境影响为扬尘、废水、噪声、废渣和装修废气等。本项目工程量小，时间短，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，通过作业时间控制，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，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，根据《昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目环境影响报告书》（批复文号为：西环管发〔2022〕38 号），施工期生活污水依托医院现有污水处理系统，不外排。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施工废渣和设备安装产生的包装废物送当地指定的建筑垃圾处置场。

（2）设备安装调试的污染分析

设备安装及调试阶段主要污染物是运输器械产生噪声及包装废弃物、电离辐射和臭氧。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在设备安装调试期间，医院应配合设备厂家专业人员加强安装调试现场的辐射安全管理，保证在此期间内放射工作场所设置的各类辐射安全防护措施正常运行，具体措施要求如下：

①医用射线装置的安装调试、维修的技术服务单位，必须是持有辐射安全

许可证的单位；调试人员应取得辐射安全与防护培训考核合格证。

②在医用射线装置出束调试前，应确保机房四周墙体、顶板、防护门等实体屏蔽设施防护到位，方可启动装置出束。

③在医用射线装置的安装调试期间，应关闭机房防护门，在机房防护门外醒目位置张贴电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

④安装调试人员离开机房期间，机房和控制室必须关闭上锁，钥匙交由专人看管或安排专人看守。

本项目工程量小，施工期短，通过作业时间控制，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围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废水经医院污水处理系统排入城市污水处理管网。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。设备安装产生的少量包装废物送当地指定的建筑垃圾处置场。

施工工序及产污见图 9-1。

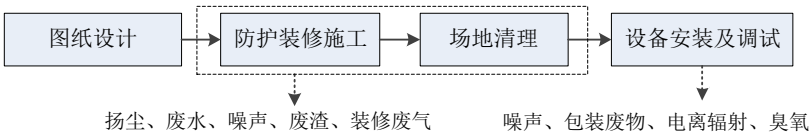


图 9-1　施工期施工工序及产污位置图

2、运营期工艺分析

（1）数字减影血管造影机（DSA）

①工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。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，得知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，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其是与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

②设备组成

DSA 主要组成部分：X 射线球管、高压发生器、探测器、C 型臂、导管床、操作台、影像增强器和电视摄像系统及图像处理系统等。

③操作流程

本项目 DSA 主要进行介入手术。基本流程为：病人仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达（动脉后到达靶血管按规范顺序做好造影检查和治疗并留 X 线片记录）。在 X 射线透视下进行介入手术。手术完成后撤出导管，穿刺部位止血包扎。

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。操作医生在病人需进行介入手术治疗时，为更清楚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），此时操作医生位于铅帘和铅悬挂防护屏后身着铅服、铅帽、铅围脖在机房内对病人进行直接的介入手术操作。在进行介入手术治疗时，医生在 DSA 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（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），操作人员通过铅玻璃观察窗以及电脑显示屏观察机房内病人情况，通过对讲系统与病人交流。

④产污流程

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，靶头可进行 180°垂直旋转。本项目 DSA 的主射方向为从下往上。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字减影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 诊治流程及产污环节如图 9-2 所示：

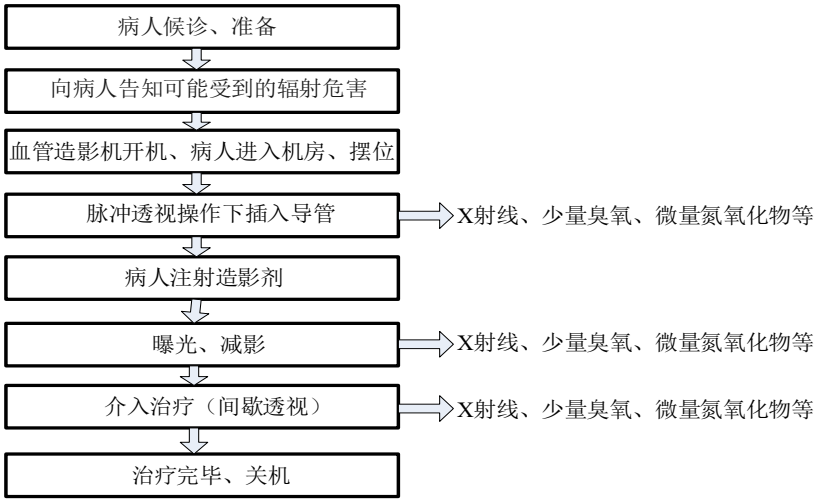


图 9-2　DSA 数字减影介入治疗流程及产污环节示意图

本项目使用的 X 射线装置（DSA）在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，产生微量臭氧、氮氧化物。

污染源项描述

1、正常工况下污染源分析

（1）X 射线：在 X 射线装置开机并曝光时产生 X 射线，X 射线属于非带电粒子，其能量与曝光时 X 射线管的管电压有关，具有较强的穿透性。人体受到 X 射线照射到一定量时会受到辐射损伤。因此 X 射线装置周围需要达到一定的辐射防护，以防止 X 射线泄漏对医护人员及其他公众造成伤害。

（2）废气（臭氧、氮氧化物）：在 X 射线装置开机并曝光时，X 射线在穿过空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：

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

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

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

本项目射线装置曝光时间很短，臭氧的产生量很少，氮氧化物的产生量比臭氧还少得多，故本项目只对臭氧进行分析。

（3）噪声：射线装置机房送排风系统运行时会产生噪声。

（4）废水：本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生，医务工作人员工作时产生少量生活污水，介

入手术、清洗器械产生少量医疗废水。

（5）固体废弃物：医务工作人员工作时产生少量生活垃圾。介入手术产生少量纱布、手套等医疗废物。

2、事故情况污染源分析

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几种：

（1）门机联锁装置发生故障，人员误入正在运行的加速器机房导致误照射；

（2）医护人员还未全部撤离机房，即进行出束治疗，致使人员受到不必要的照射；

（3）射线装置检修、维护过程中，工作人员误操作或者曝光参数设置错误，造成人员被误照射，引发辐射事故。

3、项目主要污染物产生及预计排放情况

根据分析，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 / 内容	排放源	污染物名称	处理前产生浓度及产生量	处理方式
大气污染物	射线装置	臭氧、氮氧化物	微量	送排风系统
水污染物	医务工作人员	生活污水	少量	依托医院拟建污水处理站处理
	介入手术、清洗器械	医疗废水	少量	依托医院拟建污水处理站处理
固体废弃物	医务工作人员	生活垃圾	少量	统一收集，由当地环卫部门定期清运
	医用器具和药棉、纱布、手套等	医疗废物	---	依托医院医疗废物管理制度统一处置

噪声	送排风系统	噪声	---	送排风系统选用低噪声类型设备，通过距离衰减、墙体隔噪等降噪措施降噪后，对周围环境影响不大。
辐射	射线装置	X 射线	---	本项目按照设计要求，在正常运行情况下，射线装置工作产生的 X 射线经墙体屏蔽，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

项目安全设施

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

1、工作区域管理

1.1、分区原则

本项目 DSA 机房和 OR07DSA 杂交手术室分别位于门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼和 4 楼。

1 楼 DSA 机房北侧为控制室、刷手区、更衣准备间；西侧为患者准备间；南侧为设备间、污物间；东侧为楼梯间、洁净走廊；楼上为检验科区域，楼下为医院设备层。

4 楼 OR07DSA 杂交手术室北侧为洁净走廊；西侧为洁净走廊；南侧为污物通道；东侧为控制室；楼下为住院药房静脉配置中心，楼上为医院设备层。

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指定区域。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。

1.2、控制区与监督区的划分

本次环评中结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将1楼DSA机房划为控制区，控制室、刷手区、更衣准备间、患者准备间、设备间、污物间为监督区。4楼OR07DSA杂交手术室为控制区，控制室为监督区。控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；在监督区

设立警告标识和标牌，仅允许病人和相关医生进入，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表10-1。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

工作场所	控制区	监督区	备注
门诊医技楼及1号住院楼1楼DSA机房	DSA机房	控制室、刷手区、更衣室、患者准备间、设备间、污物间	控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。
门诊医技楼及1号住院楼4楼OR07DSA杂交手术室	OR07DSA杂交手术室	控制室	控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

两区划分采取的防治措施：控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；在监督区设立警告标识和标牌，仅允许相关辐射工作人员进入，其余无关人员均不得随意进入。

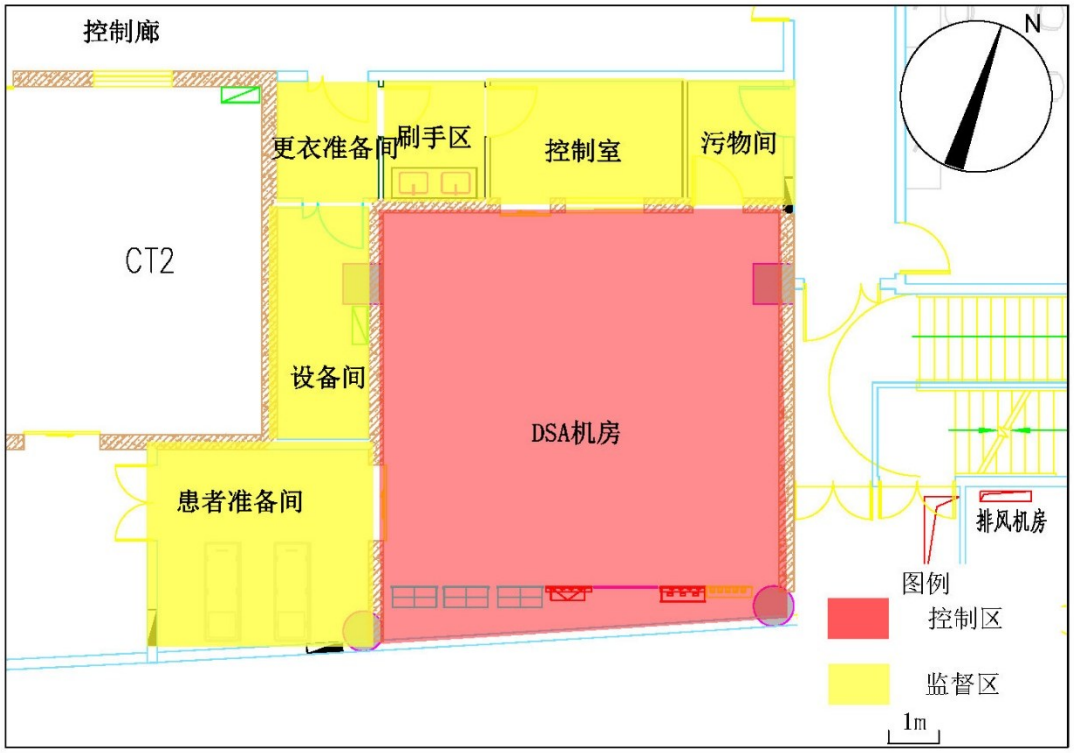


图 10-1 本项目 1 楼 DSA 机房两区划分示意图

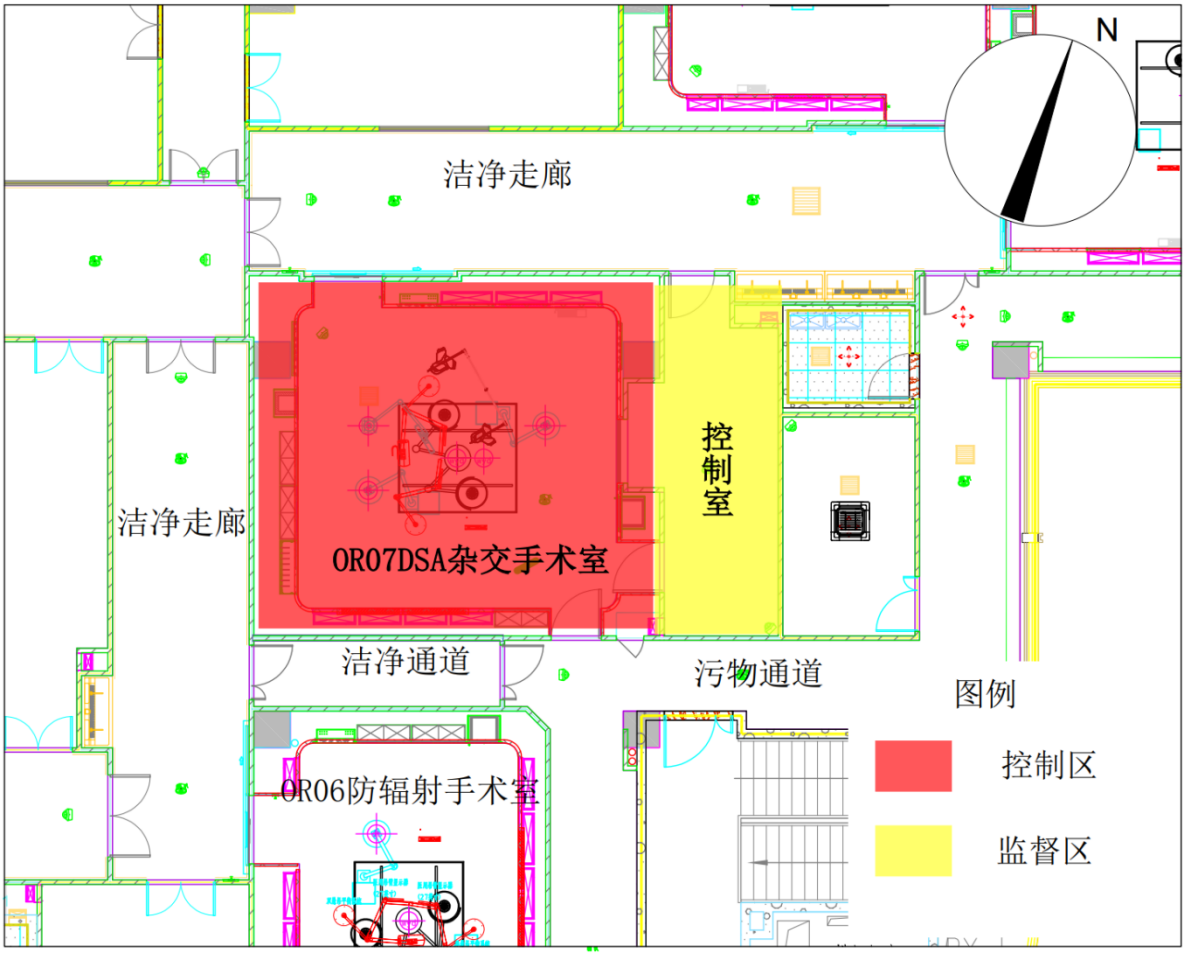


图 10-2 本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室两区划分示意图

1.3、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口设置工作信号指示灯和电离辐射警告标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警告不得进入控制区；

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门禁）限制进出控制区；

④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

1.4、监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立标明监督区的标牌和警告标识；

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。

综上所述，本项目控制区、监督区划分及防护手段与安全措施见表10-2。

表 10-2 本项目控制区、监督区划分及防护手段与安全措施一览表

工作场所	区域划分	位置	管理要求	防护手段与安全措施
门诊医技楼及1号住院楼1楼DSA机房	控制区	DSA机房	控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。	①控制区内禁止外来人员进入，仅允许职业人员、患者进入，患者进入时需由医护人员陪同，并告知辐射防护注意事项；②在控制区的进出口机房门上部设置门灯连锁，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，与机房门有效关联，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区。机房门中部张贴符合 GB 18871-2002 附录 F 规定的“当心电离辐射”警告标志；③本 DSA 机房设置 3 个进出门，其中患者通道、控制室各设置 1 樘电动推拉铅防护门，配置防夹人装置及自动闭门装置；污物通道设置 1 樘手动平开铅防护单开门，配置自动闭门装置和警示灯。防护门设置自动闭门装置和门禁系统，可以有效防止无关人员进入控制区；④在距离 3 个进出门（医护铅门、污物铅门、病人铅门）外 30cm 处地面上用红色地标线标识控制区边界，提示无关人员该区域存在电离辐射危害；⑤在进入控制区有个人防护用品、工作服、个人剂量报警仪等，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在机房内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。
	监督区	控制室、刷手区、更衣准备间 患者准备间 设备间 污物间	监督区范围内应限制无关人员进入。	监督区仅允许相关辐射工作人员进入，其余无关人员均不得随意进入；在控制室、刷手区、更衣准备间、患者准备间、设备间、污物间的房门上均张贴电离辐射警告标志和“当心电离辐射”警示语句；在 8 个房门（控制室北侧入口门、更衣准备间入口门、DSA 机房北侧防护门、患者准备间西侧入口门、DSA 机房西侧防护门、设备间入口门、DSA 机房南侧防护门、污物间东侧入口门）外 30cm 处的地面上用黄色地标线标识监督区边界，提示无关人员该区域存在电离辐射危害，应尽快离开。
门诊医技楼及1号住院楼4楼OR07DSA杂交手术室	控制区	OR07DSA杂交手术室	控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护	①控制区内禁止外来人员进入，仅允许职业人员、患者进入，患者进入时需由医护人员陪同，并告知辐射防护注意事项；②在控制区的进出口机房门上部设置门灯连锁，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，与机房门有效关联，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区。机房门中部张贴符合 GB 18871-

			用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。	2002 附录 F 规定的“当心电离辐射”警告标志；③本 OR07DSA 杂交手术室设置 3 个进出门，其中洁净走廊设置 1 樘电动推拉铅防护门，配置防夹人装置及自动闭门装置；污物通道、控制室各设置 1 樘手动平开铅防护单开门，配置自动闭门装置和警示灯。防护门设置自动闭门装置和门禁系统，可以有效防止无关人员进入控制区；④在距离 3 个进出门（洁净走廊防护门、控制室防护门、污物通道防护门）外 30cm 处地面上用红色地标线标识控制区边界，提示无关人员该区域存在电离辐射危害；⑤在进入控制区有个人防护用品、工作服、个人剂量报警仪等，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在机房内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。
	监督区	控制室	监督区范围内应限制无关人员进入。	监督区仅允许相关辐射工作人员进入，其余无关人员均不得随意进入；在控制室的房门上均张贴电离辐射警告标志和“当心电离辐射”警示语句；在 4 个房门（OR07DSA 杂交手术室北侧防护门、OR07DSA 杂交手术室东侧防护门、OR07DSA 杂交手术室南侧防护门、控制室北侧入口门）外 30cm 处的地面上用黄色地标线标识监督区边界，提示无关人员该区域存在电离辐射危害，应尽快离开。

2、辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为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

本项目设备从正规厂家购买，仪器本身采取了多种固有安全防护措施：

①本项目设备装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

②采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软X射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

③采用光谱过滤技术：在X射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以多消除软X射线以及减少二次散射，优化有用X射线谱。设备已提供适应DSA不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。影像增强器前面已配置滤线栅，以减少散射影响。

④采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒25帧、12.5

帧、6帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

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

⑥配备相应的表征剂量的指示装置：设备已配备有能在线监测表征输出剂量的指示装置。

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

（2）辐射工作场所污染防治措施

1）屏蔽设计

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，具体屏蔽设计情况见表 10-3。

表 10-3　本项目两台 DSA 场所屏蔽设计情况

工作场所	墙体	屋顶	地面	防护门	观察窗	机房面积
门诊医技楼及1号住院楼1楼DSA机房	东西北侧三面墙体均为300mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料，铅当量约为6.0mmPb，南侧靠大堂一面采用200mm发泡砖+3mm铅板防护，保守考虑铅当量约为3mmPb	顶棚为120mm混凝土楼板+2mm铅板，铅当量约为3.4mmPb	地面为180mm混凝土楼板+30mm硫酸钡防护涂料，铅当量约为4.1mmPb	三道防护门铅当量均约为4.5mmPb	手术室观察窗铅玻璃铅当量约为4.5mmPb	有效面积：62.00m^2（净空7.8m×7.94m×5.88m）
门诊医技楼及1号住院楼4楼OR07DSA杂交手术室	四周墙体采用镀锌方管龙骨30*50*1.2mm+3个铅当量铅板，保守考虑铅当量约为3mmPb	顶棚为150mm混凝土+3个铅当量的铅板，铅当量约为4.8mmPb	地板为130mm混凝土+3个铅当量的硫酸钡水泥，铅当量约为4.5mmPb	三道防护门铅当量均为3mmPb	OR07手术室铅玻璃铅当量约为3mmPb	有效面积48.69m^2（净空7.0m×6.6m×5.85m）

注：（1）根据建设单位提供的资料，混凝土密度为 2.35g/m^3，铅板的密度为 11.3g/m^3，硫酸钡防护涂料密度为 3.2g/cm^3。（2）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计算而来，混凝土对于 125kV（主束）X 射线辐射衰减的拟合参数为 α=0.03502、β=0.07113、γ=0.6974，实心砖对于 125kV（有用线束）X 射线辐射衰减的拟合参数为 α=0.02870、β=0.06700、γ=1.346，根据 C.1 和 C.2 计算得：300mm 钢筋混凝土相当

于 4.18mm 铅，120mm 混凝土相当于 1.44mm 铅，180mm 混凝土相当于 2.32mm 铅，150mm 混凝土相当于 1.87mm 铅，130mm 混凝土相当于 1.58mm 铅（3）硫酸钡防护涂料根据《辐射安全手册（第三分册）》P62 表 3.3，无 125kV，保守按 150kV 条件下通过内插法计算，查 P62 表 3.3 可知：33mm 硫酸钡防护涂料相当于 2.0mm 铅，15mm 硫酸钡防护涂料相当于 1.0mm 铅，则 30mm 硫酸钡防护涂料相当于 1.83mm 铅。

由表10-3可知，本项目两个DSA机房的屏蔽防护及机房内使用面积、单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“C形臂X射线设备机房铅当量不小于2mm铅当量，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，机房设计合理。

根据建设单位提供资料，本项目射线装置场所拟采取措施有：

①本项目射线装置场所四周及屋顶拟采用相应的屏蔽体对射线进行屏蔽，观察窗安装铅玻璃，机房通道处均安装铅防护门（机房墙体与门缝的重叠部分大于 10 倍缝隙））。

②在射线装置床旁安装铅防护帘，在机头处安装铅悬挂防护屏，这些屏蔽体具有 0.5mmPb 的防护能力。

③医生在手术室内操作时应身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，同时使用铅悬挂防护屏和床侧防护帘进行防护，这些防护用品均具有 0.5mm 铅当量，医生工作时实际受到两次防护，防护能力相当于 1mm 铅当量。

④电缆：a.1 楼 DSA 机房：电缆通过电缆沟进入手术室，电缆沟从地面以下开沟排布，电缆沟与墙体纵向斜交 45°，电缆沟底部全部铺设 30mm 硫酸钡涂料，穿墙位置从 DSA 机房内 200mm 至 DSA 机房外 50mm 段电缆沟顶部铺设 1 楼 3.0mm 厚铅皮，全部电缆沟上方加 2mm 不锈钢盖板。桥架电缆采用直穿的方式向东侧穿墙进入设备间，向北侧穿墙进入控制室。穿墙位置设计使用 4.5mm 厚铅板在管道与墙体接口处开始遮盖包裹（包裹长度不小于 50cm），确保射线不会通过管道泄漏。b.4 楼 OR07DSA 杂交手术室：电缆通过电缆沟向东进入控制室，再进入设备间，电缆沟从地面以下开沟排布，电缆沟与墙体纵向斜交 45°。采用铅套管防护，铅当量为 3mmPb，套管两端超出墙体/顶棚各 15cm，全部电缆沟上方加 2mm 不锈钢板盖板，缝隙用硫酸钡涂料填充封堵。桥架电缆采用直穿的方式向东侧穿墙进入控制室，再进入设备间，设计使用 4.5mm 厚铅板在管道与墙体接口处开始遮盖包裹（包裹长度不小于 50cm），确保射线不会通过管道泄漏。

⑤送排风管道：a.1 楼 DSA 机房：安装一套送排风系统。机房排风管道从 DSA 机

房东侧屏蔽墙穿墙经过排风机房排出大楼，通风管道穿墙部分采用“直穿”方式，管道采用 0.75mm 厚钢板材料，设计使用 4.5mm 厚铅板在管道与墙体接口处开始遮盖包裹（包裹长度不小于 50cm），确保射线不会通过管道泄漏；b.4 楼 OR07DSA 杂交手术室：安装一套送排风系统。通风管道穿顶部防护墙处采用“U”型弯管设计，风管用 3mm 厚铅皮包裹，搭边宽度 10cm，搭接长度分别为 15cm 和 30cm，缝隙用硫酸钡涂料填充封堵，能够有效防止射线泄漏，排风口高于建筑排放。

本项目 DSA 主射方向向上，机头有用线束直接照向病人后由图像增强器接收，不会直射到机房四周墙体、楼顶、防护门、铅窗以及管线口。由于送排风管道和电缆桥架穿墙位置不在主射束方向，且对穿墙处敷设铅皮进行补偿防护，能够有效防止射线直接从风管或电缆桥架照射出机房，且避免漏射产生。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。电缆桥架和风管穿墙部分经铅皮等防护措施处理和多次杂散射后，对机房外的影响较小。本项目送排风系统布局详见附图 12-1、12-2。本项目风管及电缆桥架穿墙防护示意图详见附图 13-1、13-2。

2）工作场所布局

本项目两台 DSA 场所相邻区域布局及功能详见表 10-4，1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室平面布置见图 10-2、10-3，1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室上方、下方区域见附图 6-1、6-1、7-1、7-2。1 楼 DSA 机房和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室剖面图见附图 8-1、8-2。

表 10-4 本项目两台 DSA 所在场所相邻区域布局及功能

工作场所名称	方位	名称	功能	备注
1 楼 DSA 机房	机房北侧	控制室	技师在控制室进行设备操作	
		刷手区、更衣准备间	医生、护士更衣刷手	/
	机房西侧	患者准备间	患者进入手术室前进行换床缓冲	/
	机房南侧	设备间	DSA 设备放置间	/
		污物间	用于暂存手术产生的医疗废物	/
	机房东侧	污物通道、楼梯间	产生的医疗废物通过污物通道、楼梯间运出	/
	机房上方	检验科区域	患者接种	/
	机房下方	医院设备层	放置楼内运行设备	
4 楼 OR07DSA 杂交手术	机房北侧	洁净走廊	人员通行的走廊	/
	机房西侧	洁净走廊	其他手术室通行的走廊	/
	机房南侧	洁净通道	人员通行的走廊，与本项目无关	/

室		污物通道	产生的医疗废物通过污物通道运出	/
	机房东侧	控制室	医护人员通过控制室进入OR07DSA 杂交手术室，技师在控制室进行设备操作	/
	机房上方	医院设备层	放置楼内运行设备	/
	机房下方	住院药房静脉配置中心	其他科室办公区域	/

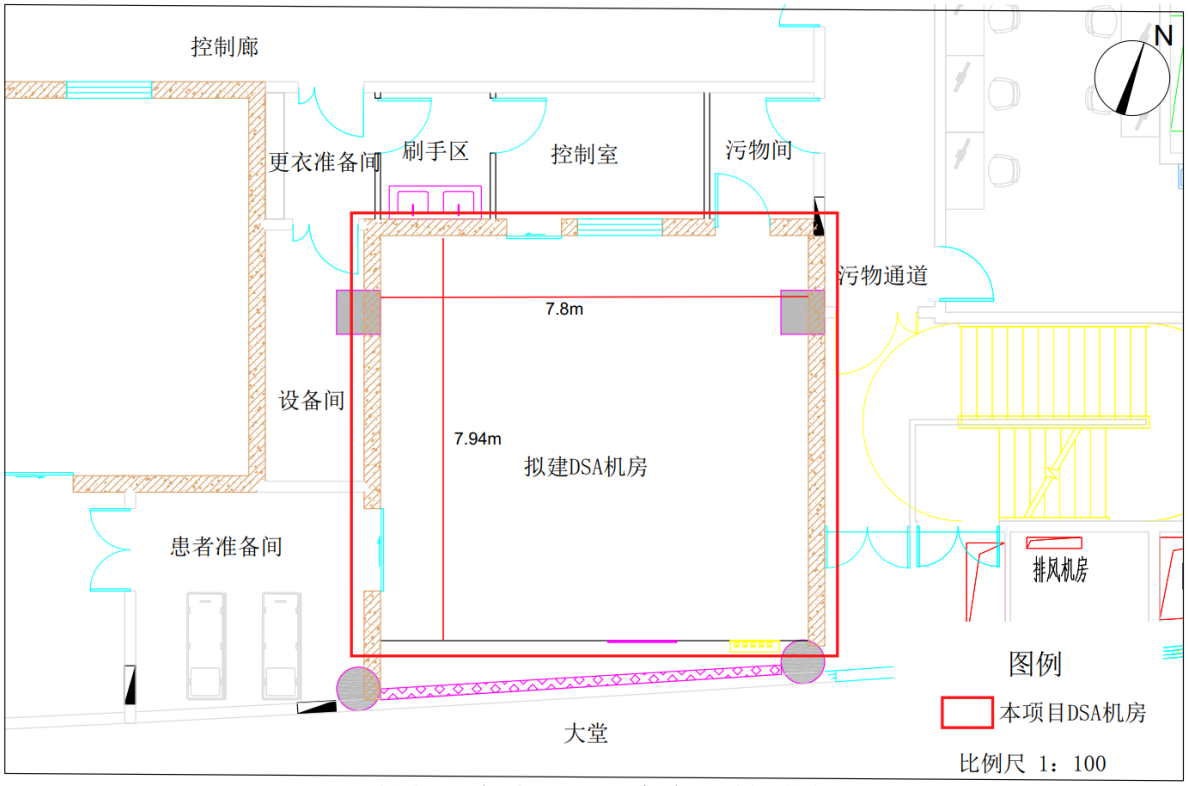


图 10-2 本项目 1 楼 DSA 机房平面布局图

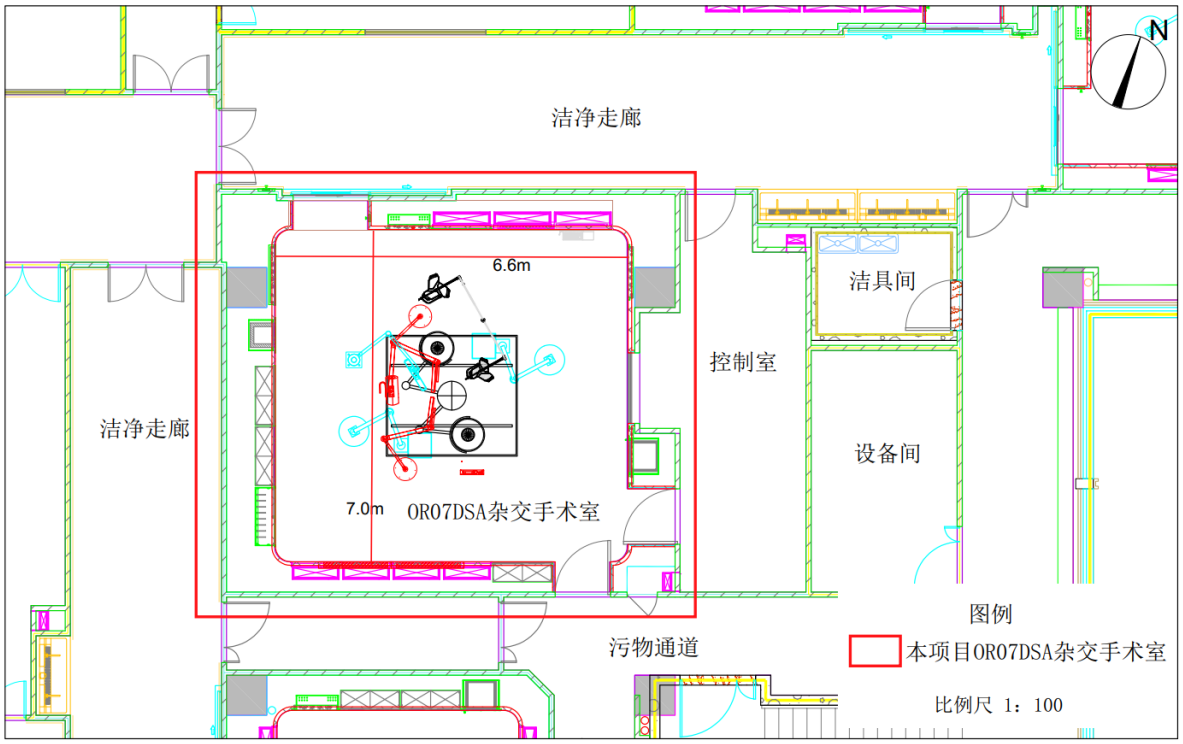


图 10-3 本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室平面布局图

3）机房安全装置设计与布置

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目 DSA 复合手术室安全装置具体设计和布置如下：

①紧急制动装置：在 DSA 控制台上、机房内诊疗床操作面板上均设置紧急停机按钮（各按钮与 X 线系统连接）。DSA 系统的 X 线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一紧急停机按钮，均可停止 X 线系统出束。

②门灯联锁装置：在射线装置机房各入口、屏蔽门中部设置“当心电离辐射”警示标志。射线装置机房门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“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。

③操作警示装置：X 射线系统出束时，控制台上的指示鸣器发出声音。

④视频监控、对讲装置：在 DSA 机房与控制室之间设置观察窗，可有效观察到病人和受检者状态防护门开闭情况；安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与射线装置机房内的人员联系；机房内安装摄像监控系统，在控制台安装监控显示装置，可在控制台实时查看手术室内情况。

⑤警告标志：DSA 机房防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。在距离进出门外 30cm 处地面上用红色地标线标识控制区边界，提示无关人员该区域存在

电离辐射危害；在房门外 30cm 处的地面上用黄色地标线标识监督区边界，提示无关人员该区域存在电离辐射危害，应尽快离开。

⑥动力通风装置：本项目机房/手术室设置独立排风系统，拟设置动力通风装置，1 楼 DSA 机房新风量为 650m^3/h，排风量 300m^3/h；4 楼 OR07DSA 杂交手术室送风量为 11000m^3/h，排风量 300m^3/h。

⑦防夹装置：对 DSA 机房电动推拉门设置防夹人装置。

⑧自动闭门装置：对 1 楼 DSA 机房 3 道铅门和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室 3 道铅门设置自动闭门装置。

本项目 DSA 机房内安全装置布置情况见下图。

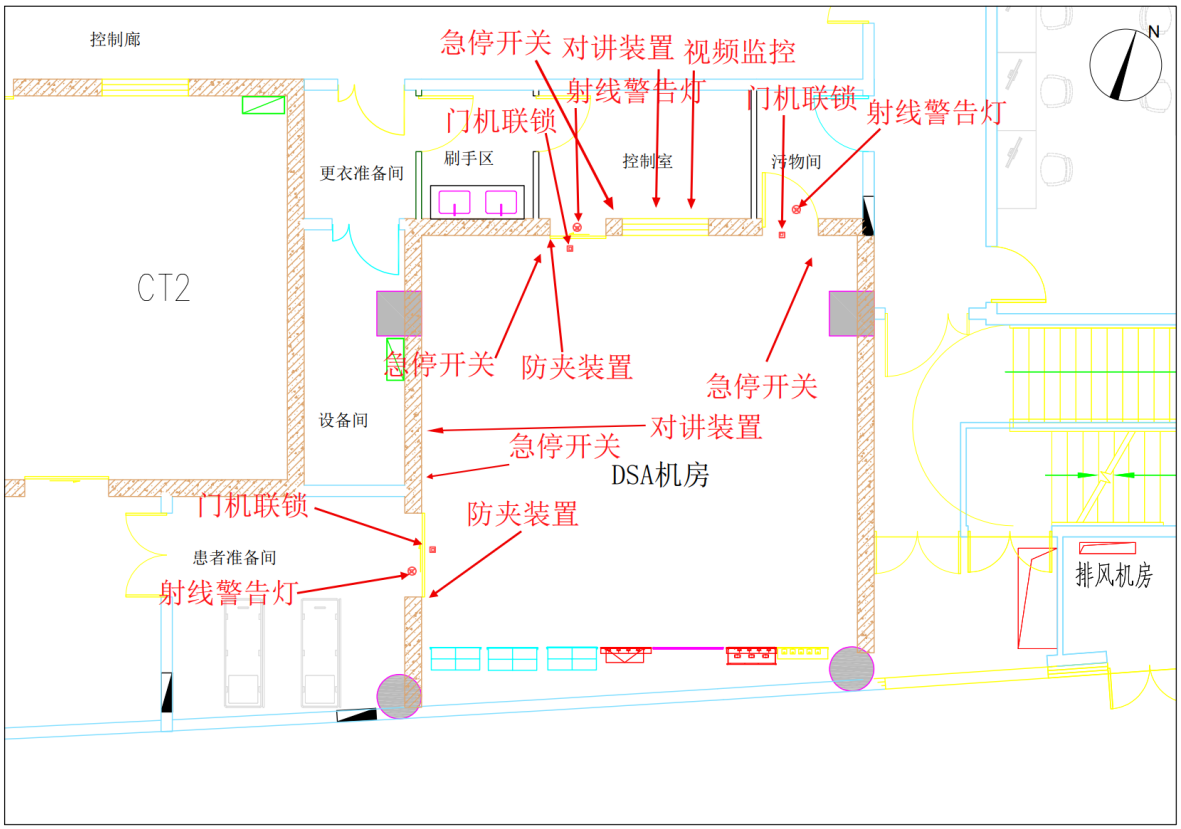


图 10-4 本项目 DSA 机房内安全装置布置图

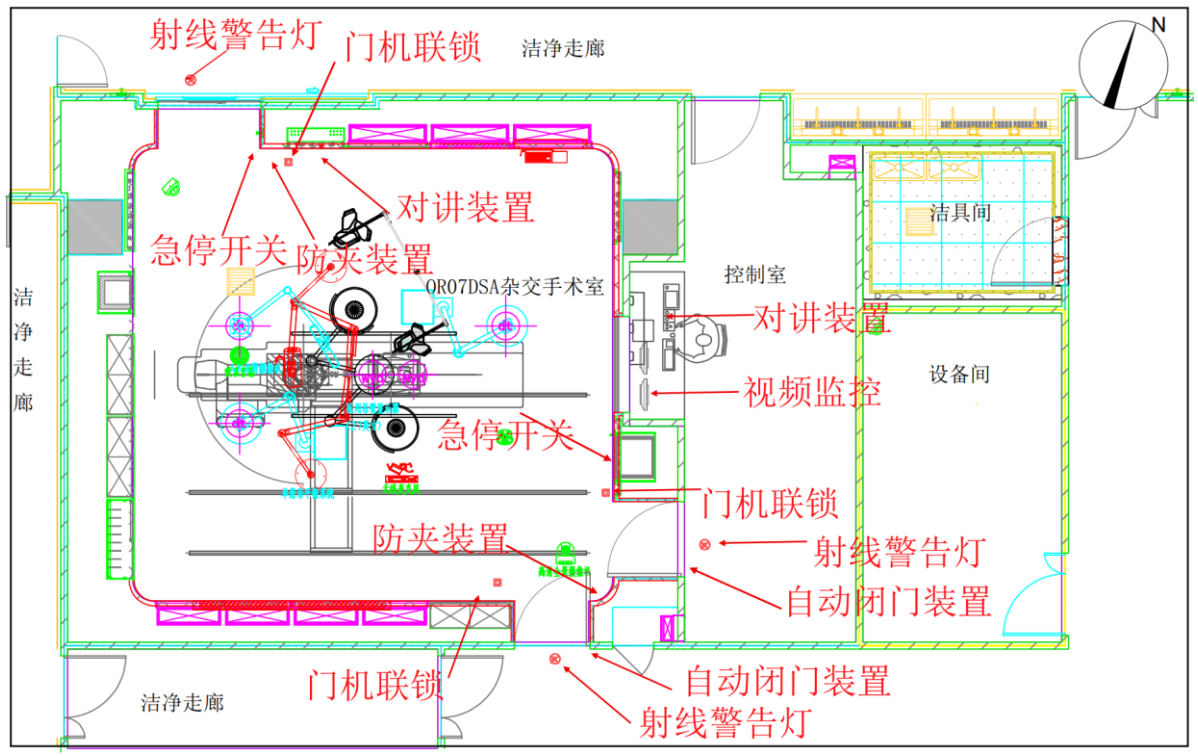


图 10-5 本项目 OR07DSA 杂交手术室内安全装置布置图

4）介入过程屏蔽防护

①介入手术过程职业人员进入机房进行透视时，应佩戴好个人防护用具包括：铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等，其防护铅当量不低于 0.5mm。医院已为本项目 1 楼 DSA 机房配置 4 套铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等防护用品（包含在 DSA 配套内）；4 楼 OR07DSA 杂交手术室拟配置 2 套铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等防护用品。其中铅橡胶手套铅当量不低于 0.025mm，其余防护用品铅当量不低于 0.5mm。

②手术医生在进行透视时，应使用床下铅帘及悬吊铅屏进行局部遮挡。本项目 2 台 DSA 拟分别配置床体旁的铅防护吊屏和床下铅帘 1 套（分别 2 件），分别具有 0.5mm 厚的铅当量，共 2 套。

③对病人进行透视时或拍片过程中，应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。本项目拟为病人配置配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等 4 套（成人和儿童分别 2 套），其防护铅当量不低于 0.5mm。

本项目个人防护用品配置情况详见表 10-5。

表 10-5 个人防护用品配备表

放射类型	工作人员个人防护用品		病人或受检者个人防护用品	
	GBZ130-2020 要求	拟设防护用品	GBZ130-2020 要	拟设防护用品

			求	
介入放射性工作	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜；个人剂量计	已有铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜，4 套；个人剂量计 24 个，DSA 操作医生各配备双个人剂量计，其他人员单个人剂量计	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	2 台 DSA 分别配置铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 2 套（成人和儿童各 1 套），共 4 套。

根据表 10-4，医院拟为工作人员和病人（受检者）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。个人防护用品不使用时，不应折叠放置，以防止断裂。

④监测仪器：为防止 DSA 操作人员被误照射，医院已为 1 楼 DSA 机房配备 3 台个人剂量报警仪；拟为 4 楼 OR07DSA 杂交手术室增购 2 台个人剂量报警仪。拟配备 1 台便携式辐射监测仪，并为每位辐射工作人员佩戴个人剂量计。

5）时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用 DSA 进行诊疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊疗方案，选择合理可行的射线照射参数，减少照射时间。

本项目两台 DSA 共配备个人剂量计 24 个，8 名 DSA 操作医生各配备双个人剂量计，其他人员单个人剂量计，其中 8 名新增辐射工作人员需新购置个人剂量计。剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反，规范佩戴个人剂量计，每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量健康档案。介入手术医生穿戴铅防护用品、佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪进入 DSA 机房进行介入手术，产生紧急情况时，介入医生按下诊疗床上的紧急停机按钮或控制室人员按下控制室紧急停机按钮，停止 X 射线出束，不定期用便携式辐射监测仪对两台 DSA 机房周围进行监测，发现异常，及时处理，减少对外围人员的照射。

本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求相符性对比分析如下表 10-6。

表 10-6　与（GBZ130-2020）对照分析表

标准中序号	项目	标准中要求描述	本项目情况	符合性

4.1	管理要求	a）放射诊断设备工作场所的布局、机房的设计和建造； b）配备与检查工作相适应的结构合理的专业人员； c）对工作人员所受的职业照射应加以限制，职业照射剂量限值应符合GB18871 的规定，个人剂量监测应符合 GBZ128 的要求； d）对放射诊疗工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的健康检查，定期进行专业及防护知识培训，并分别建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案； e）制定人员培训准则和计划，对人员的专业技能、放射防护知识和有关法律知识进行培训，使之满足放射工作人员的工作岗位要求； f）配置与 X 射线检查工作相适应的诊断设备、检测仪器及防护设施，采取一切合理措施以预防设备故障和人为失误； g）制定并落实放射防护管理制度、实施放射防护质量保证大纲，采取合理和有效的措施，将可能出现的故障和失误的后果减至最小； h）制定相应的放射事件应急计划，应对可能发生的事件，宣传该计划并定期进行实际演练； i）对受检者出现的放射损伤应及时报告卫生行政部门。	1）本项目 DSA 复合手术室四邻及楼上楼下区域不毗邻产科、儿科等敏感科室，布局符合要求；根据要求进行了屏蔽设计和建设，根据后文预测计算，屏蔽措施符合要求； 2）DSA 配备了专业介入医生、护士和 DSA 操作技师，人员配备合理。 3）医院建立了个人健康管理制度，成立了辐射安全管理与环境保护管理领导小组负责相关管理工作，对辐射工作人员实行健康检查，建立了个人剂量、职业健康管理和教育培训档案。 4）本项目建成后将更新完善相关制度，将本项目纳入管理。目前昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）已制定了《放射工作人员培训制度》，定期组织辐射安全防护知识培训。 5）本项目拟配备个人剂量计 24 个（DSA 操作医生各配备双个人剂量计，其他人员单个人剂量计），1 楼 DSA 机房已配备个人剂量报警仪 3 台；4 楼 OR07DSA 杂交手术室拟增购 2 台个人剂量报警仪，拟配置 1 台便携式辐射监测仪。 6）本项目建成后将更新完善相关制度，将本项目纳入管理。目前昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）已制定相关制度，制定了一系列辐射安全管理制度，主要为《辐射防护和安全保卫制度》《放射工作人员岗位职责》《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》《放射工作人员培训制度》《辐射工作现场监测制度和方案》《质量保证大纲与质量控制计划》《设备检修维护制度》《X 射线受检者防护管理制度》《射线装置台账明细》《辐射安全事件应急预案》等。	符合

			7）制定了辐射事故应急预案，成立了辐射安全管理与环境保护管理领导小组。	
6.1	X 射线设备机房布局	6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。 6.1.2X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。 6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。 6.1.5 新建 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”	本项目 DSA 有用线束由下向上，DSA 手术室的防护门、观察窗、管线穿墙位置以及工作人员操作位均不在有用线束直射方向。 机房屏蔽设计充分考虑了四周及楼上楼下人员防护要求，经后文预测计算，机房外职业人员和公众所受年附加有效剂量满足要求（职业人员低于 5mSv/a、公众低于 0.25mSv/a）。 门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房、4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室均为独立机房，门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房最小单边长度为 7.8m，有效面积为 62.00m^2、4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室最小单边长度为 6.6m，有效面积 48.69m^2、机房最小单边长度 6.6m；最小有效使用面积、最小单边长度符合表 2 的规定。	符合
6.2	X 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表 3 的规定：C 形臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2.0mmPb，非有用线束方向铅当量 2.0mmPb。	两间 DSA 手术室的有用线束均朝上，1 楼 DSA 机房楼顶综合铅当量约为 3.4mm；非有用线束各方向包括四面墙和地面，最小综合铅当量约为 3.0mm。4 楼 OR07DSA 杂交手术室楼顶铅当量约为 4.8mm；非有用线束各方向包括四面墙和地面，最小综合铅当量约为 3.0mm。机房的屏蔽防护符合“有用线束方向铅当量 2.0mmPb，非有用线束方向铅当量 2.0mmPb”	符合
6.3	X 射线设备机房屏蔽体外剂量水	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；	根据后文预测计算，DSA 复合手术室周围各预测点的辐射剂量率最大值为 **0.803μSv/h**，满足“周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h 的要求”	符合

	平			
6.4	X 射线设备工作场所防护	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察受检者状态及防护门开闭情况。 6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。 6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。 6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。 6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。 6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。 6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	1）1 楼 DSA 机房北侧控制室墙体设置有观察窗，4 楼 OR07DSA 杂交手术室东侧控制室墙体设置有观察窗，机房内拟安装摄像装置。 2）两间 DSA 手术室内均不堆放与诊断工作无关的杂物。 3）两间 DSA 手术室分别设置 1 套通风系统和 1 套排风系统，1 楼 DSA 机房新风量为 650m^3/h，排风量 300m^3/h。4 楼 OR07DSA 杂交手术室送风量为 11000m^3/h，排风量 300m^3/h。 4）两间 DSA 手术室防护门外顶部拟设置工作状态指示灯箱，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯能与机房门有效关联；两间 DSA 手术室防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。在距离进出门外 30cm 处地面上用红色地标线标识控制区边界，提示无关人员该区域存在电离辐射危害；在房门外 30cm 处的地面上用黄色地标线标识监督区边界，提示无关人员该区域存在电离辐射危害，应尽快离开。 5）拟对两间手术室的电动防护门设置防夹人装置。 6）机房内不允许受检者候诊，非特殊情况不允许陪检者进入机房。	符合
6.5	X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置	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 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	1）本项目 1 楼 DSA 手术室医护人员已配置铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等防护用品，配置 4 套（包含在 DSA 配套内）；4 楼 OR07DSA 杂交手术室医护人员拟配置铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等防护用品，配置 2 套。其中铅橡胶手套铅当量不低于 0.025mm，	符合

	要求	用品铅当量应不小于0.5mPb；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。	其余防护用品铅当量不低于0.5mm。 2）2间DSA机房拟分别为病人配置配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等2套（成人和儿童分别1套），共4套，其防护铅当量不低于0.5mm。 3）安排专人负责管理个人防护用品，妥善存放，不得折叠放置。	
7.8	介入放射学X射线设备操作的防护安全要求	7.8.1介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。 7.8.2介入放射学用X射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。 7.8.3除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。 7.8.4穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合GBZ128的规定。	医院已制定DSA安全操作规程，由专业人员负责安全操作设备。 DSA设备具有记录受检者剂量的装置，在每次诊疗后受检者受照剂量记录于病历中。 DSA设备工作时，除介入医生，其余人员均不在机房内。 本项目已配备个人剂量计24个（DSA操作医生各配备双个人剂量计，其他人员单个人剂量计），按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）规范佩戴个人剂量计。	符合

综上，本项目DSA复合手术室符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。

3、环保设施及投资分析

为了保证医用射线装置应用项目工作安全持续开展，医院应投入一定资金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下表10-7。

今后在实践中应根据国家发布的法规内容，结合医院实际及时对需要增加的设施、设备作补充，使之更能满足实际需要。

表10-7 医院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		

DSA 搬迁	DSA 搬迁费用	--	从老院区搬迁至新院区	10	--
废气处理	射线装置机房	--	两间 DSA 手术室分别设置 1 套通风系统和 1 套排风系统，1 楼 DSA 机房新风量为 650m^3/h，排风量 300m^3/h。4 楼 OR07DSA 杂交手术室送风量为 11000m^3/h，排风量 300m^3/h。	15	--
电离辐射防护	辐射防护主体设施工程费用	--	机房墙体、铅门、铅玻璃、防护涂料购买及安装施工；铅悬挂防护屏、床侧防护铅帘购买及安装施工	55	--
	专用防护设计	--	工作状态指示灯 6 套（6 道铅门）、门灯连锁装置 6 套（6 道铅门）；床旁及控制台紧急停机按钮（设备自带）、电离辐射警示标志 6 套（病人铅门、控制室铅门、污物通道铅门）、两区划分标识 2 套（病人铅门、控制室铅门、污物通道铅门）等	6	
	规章制度	已制定全套规章制度	规章制度上墙	2	--
	辐射安全与防护培训	本项目共设置 16 名辐射工作人员，8 名原有辐射工作人员有 4 名辐射安全培训证书已过期，8 名新增辐射工作人员和 4 名原有辐射工作人员已尽快安排培训。	8名新增辐射工作人员和4名原有辐射工作人员拟参加辐射安全与防护的培训	--	--
个人防护用品	项目涉及设备	1 楼 DSA 机房已配置铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅围裙、铅手套 4 套	1、本项目 1 楼 DSA 手术室医护人员已配置铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等防护用品，配置 4 套（包含在 DSA 配套内）；4 楼 OR07DSA 杂交手术室医护人员拟配置铅衣、铅橡胶帽子、铅橡	5	--

			胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等防护用品，配置 2 套。其中铅橡胶手套铅当量不低于 0.025mm，其余防护用品铅当量不低于 0.5mm。 2、2 间 DSA 机房拟分别为病人配置配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等 2 套（成人和儿童分别 1 套），共 4 套，其防护铅当量不低于 0.5mm。		
监测仪器	项目涉及设备	1 楼 DSA 机房已配置个人剂量报警仪 3 个，原有辐射工作人员共已配置 12 个个人剂量计	拟为 OR07DSA 杂交手术室采购 2 台个人剂量报警仪，拟采购 2 台辐射检测仪，拟采购 12 个个人剂量计	2	--
事故应急	应急物资储备	--	辐射应急药品、监测设备、防护装备等应急物资储备及演练	3	--
合计				98	--

本项目总投资约 847.8 万元，环保投资约 98 万元，占总投资的 11.56%。

三废的治理

1、废气治理措施

根据设计单位提供资料，本项目射线装置机房采用送排风系统进行送排风，1 楼 DSA 机房新风量为 650m^3/h，排风量 300m^3/h。4 楼 OR07DSA 杂交手术室送风量为 11000m^3/h，排风量 300m^3/h。DSA 机房采用排风机机械通风，机房通风良好，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。”的要求。

1 楼 DSA 机房排风管道从 DSA 机房东侧屏蔽墙穿墙经过排风机房通过排风井引至楼顶排放；送风管道通过送风管从北侧进入 DSA 机房。4 楼 OR07DSA 杂交手术室排风管从北侧穿墙引至大楼北侧，经过排风集风箱引至楼顶排放。送风管通过楼内风井进入手术室进行送风。DSA 在曝光过程中产生的少量臭氧及氮氧化物经排风管道引致楼外排放，常温下臭氧自行分解为氧气，废气再经稀释扩散后对环境影响很小。

2、废水治理措施

本项目射线装置采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水和介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托拟建医院的污水处理站进行处理。

本项目污水处理站位于两间 DSA 手术室所在的门诊医技楼及 1 号住院楼西侧，污水处理规模为 500m^3/d。拟建的污水处理站日处理规模已包含本项目产生的废水，本项目废水经昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目拟建设的化粪池预处理后进入拟建污水处理站进行处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入医院西侧华苑路市政污水管网，最终进入昆明市第三水质净化厂处理。

3、固体废弃物治理措施

本项目射线装置采用数字成像，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。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。

4、噪声治理措施

机房送排风系统的风机工作时将产生一定的噪声，送排风系统设置减振垫，通过距离衰减、墙体隔噪等降噪措施降噪后，对周围环境影响不大。

综上所述，医院针对本项目射线装置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

建设阶段对环境的影响

本项目依托昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）门诊医技楼及 1 号住院楼建设，新院区土建工程环评已包含在《昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）三级综合医院迁建项目环境影响报告书》（批复文号：西环管发〔2022〕38 号）中，土建施工环境影响本次环评不涉及。本次环评施工期主要评价内容为防护装修及设备安装调试。产生污染物主要包括扬尘、废水、噪声、废渣、装修废气、包装废物、电离辐射和臭氧等。

一、装修施工的环境影响分析

（1）大气环境影响分析

DSA 手术室机房防护装修时，将产生少量的扬尘和废气，但这方面的影响仅局限在医院内部。本项目施工期间产生的扬尘量较小，通过建设施工中采取湿法作业，尽量降低粉尘对周围环境的影响，施工期产生的少量扬尘对项目周围大气环境影响较小。装修过程中产生的废气污染物相对较少，通过加强通风或室内空气净化措施，在装修时采用“环保型”油漆及涂料，装修时保持场所清洁、湿润，将装修废气的影响降至最低，对周围环境产生的影响可接受。

（2）声环境影响分析

机房在装修阶段产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）的标准。本项目施工方式主要为人工施工，切割机等设备的使用较少，同时项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。因此，本项目施工对周围声环境影响时间和强度均较小，但必须重视对施工期噪声的控制，特别是应减小对其他工作单元的不利影响。

针对本项目而言，施工期噪声污染防治措施具体有：

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，22:00~6:00 禁止施工作业。

②优先选用低噪声设备，日常应注意对施工机械、设备的维修、保养，使其保持良好的运行状态。

经采取上述有效措施后，可有效降低本项目施工过程中噪声对周围的影响。

（3）水环境影响分析

①施工期：本项目施工期间，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水，依托医院现有污水处理设施处理，不外排，对周围水环境影响较小。

②运营期：本项目射线装置采用数字成像，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依托医院污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院的污水处理站进行处理。因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

（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

施工期生活垃圾采用垃圾箱集中收集后由当地环卫部门统一清运；并且在施工活动中，应严格禁止影响城市生态环境和随意抛撒垃圾的行为。

②建筑垃圾

项目产生建筑垃圾主要是建筑垃圾、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，由施工单位或承建单位与市政部门联系外运至指定的建筑垃圾堆放场。

采取以上措施后对周围环境影响可接受。

二、安装调试阶段环境影响分析

射线装置安装调试应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，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。

综上，本项目施工期较短，施工量不大，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是电离辐射污染，即射线装置开机曝光时产生的 X 射线。本项目射线装置尚未安装，本次环评主要通过理论预测的评价方法进行辐射环境影响分析。

（一）机房外辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是电离辐射，即射线装置开机曝光时产生的 X 射线。本项目两台 DSA 均尚未安装，本次环评主要通过理论预测的评价方法进行辐射环境影响分析。

本项目两台 DSA 主射方向向上，机头有用线束直接照向病人后由图像增强器接收，不会直射到机房四周墙体、楼顶、防护门、铅窗以及管线口，且 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，参照 NCRP147 报告《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，本项目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。

（1）运行工况及参数选择

为防止烧毁球管、延长设备使用寿命，实际工作时，DSA 管电压和管电流通常都留有较大的余量。根据建设单位提供资料，本项目 DSA 通常透射模式下管电压在 60~75kV、管电流在 5～15mA，拍片模式下管电压在 65~95kV、管电流在 100～650mA。

保守起见，本项目按透射模式（75kV、15mA）、拍片模式（95kV、650mA）进行预测。

DSA 进行曝光时分两种情况：

①减影拍片过程辐射影响分析

操作人员采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗观察手术室内病人情况，通过对讲系统与病人交流。在减影拍片过程中，医生位于控制室内。

②脉冲透视过程辐射影响分析

病人需进行介入手术治疗时，为更清楚地了解病人情况，会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视。该手术操作过程共需两名医生，此时第一手术操作位医师位于铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作，距离主射线束距离为 0.3m；第二手术位的医师身着铅服、戴铅眼镜，距离主射线束为 0.8m。

本项目 DSA 投运后，DSA 手术室内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 手术室最近关注点受到的

辐射剂量可以代表最大可能受到的辐射有效剂量，因此本环评选取 DSA 手术室屏蔽墙外、防护门外、观察窗外 30cm 处，且选取各方位墙、门和窗一侧与源点最近距离处为关注点。

（2）理论预测计算模式

①年附加有效剂量估算

根据辐射安全手册，X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量计算公式如下：

$$E=H\times10^{-3}\times h\times\eta\times WT \quad \text{……（式 11-1）}$$

式中：

H—关注点的剂量当量率（μSv/h）；

E—关注点的附加有效剂量（mSv/a）；

h—工作负荷（h/a）；

η—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，偶然有人员停留的地方取 1/16；

WT—组织权重因子，取 1。

根据建设单位提供资料，本项目两台 DSA 由放射科管理及使用，1 楼 DSA 机房年手术量为 600 台，年透视出束时间 100h，年减影出束时间为 30h，年总出束时间为 130h。4 楼 OR07DSA 杂交手术室年手术量为 600 台，年透视出束时间为 100h，年减影出束时间为 30h，年总出束时间为 130h。

②泄漏辐射

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》（应用篇）第 9 章“辐射防护屏蔽设计”，泄漏辐射不应超过有用线束平均值的 0.1%。根据《辐射防护手册》（第一分册）（李德平、潘自强主编），DSA 减影拍片和脉冲透视过程所造成的辐射剂量可按下式估算：

$$\dot{H}=\frac{\dot{X}_{1m}\times 0.1\%}{R^2}\bullet I\bullet\mu\bullet B\times 8.73\times10^{3}\times60\times W_R \quad \text{……（式 11-2）}$$

式中：

$\dot{H}$ —关注点处的当量剂量率，μSv/h；

$\dot{X}_{1m}$ —每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率，R/mA·min；根据医院提

供资料，本项目 DSA 设备 X 射线过滤材料最小为 4mmAl（0.1mmCu+1mmAl 的过滤器），查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，保守考虑取 X 射线过滤为 3.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率，当减影管电压为 95kV 时，查得=0.68R·mA^{-1}·min^{-1}，当透视管电压为 75kV 时，查得=0.45R·mA^{-1}·min^{-1}。

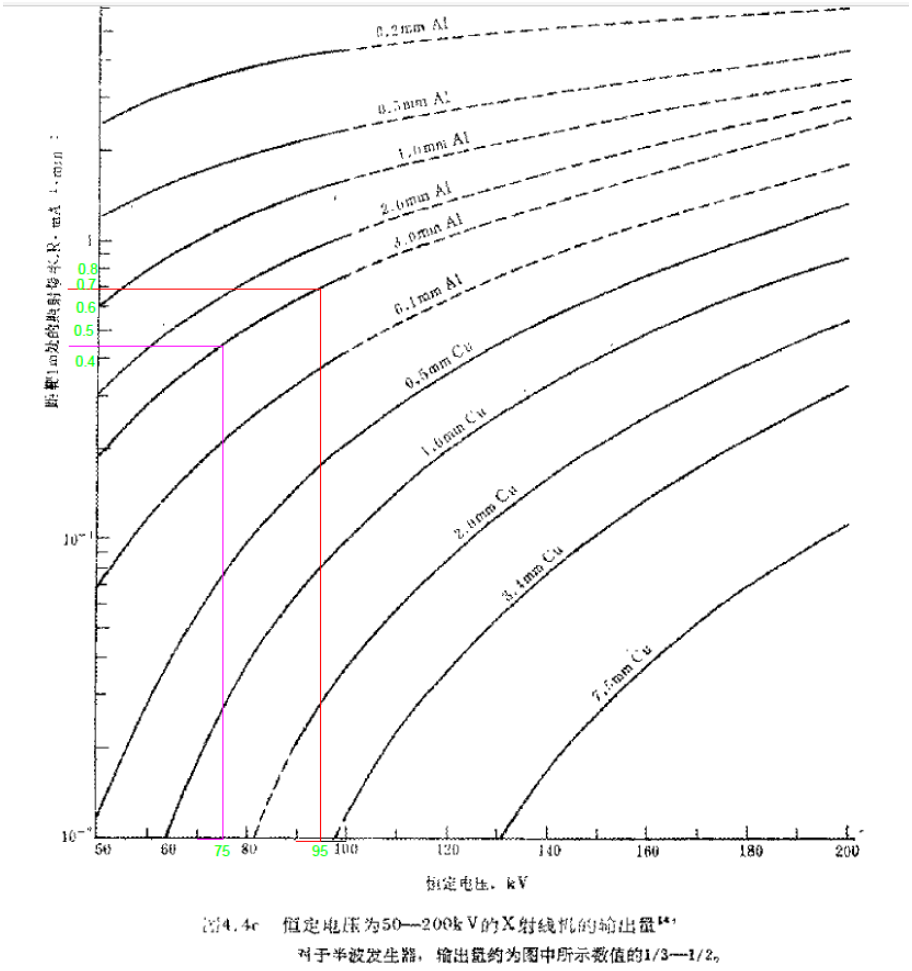


图4.4c　恒定电压为50—200kV的X射线机的输出量[4]
对于半波发生器，输出量约为图中所示数值的1/3—1/2。

图 11-5　《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I—管电流，mA；（减影：650mA，透视：15mA）；

μ—利用因子，取 1；

W_R—辐射权重因数，取 1；

B—屏蔽透射因子。按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中，计算屏蔽透射因子 B 的公式为：

$$B=[(1+\frac{\beta}{\alpha})e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{.....（式 11-3）}$$

式中：

B—给定不同屏蔽物质厚度的屏蔽透视因子；

α、*β*、*γ*—不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减有关的拟合参数；本项目 DSA 常用最大透视管电压 75kV、最大拍片管电压 95kV，《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 均无 75kV 和 95kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV、100kV 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（铅）α=3.067、β=18.83、γ=0.7726；泄漏射线因和主射线能量一样，故采用常用工况下主射线拟合参数计算其透射因子，100kV（主射）X 射线辐射衰减的拟合参数（铅）α=2.500、β=15.28、γ=0.7557。

X—不同屏蔽物质厚度，mm。

③散射辐射

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。可按下式进行预测估算（引用辐射防护手册第一分册，P437）：

$$H_s = \frac{\dot{X}_{1m}}{(d_0 \cdot d_s)^2} \cdot I \cdot \mu \cdot \frac{\alpha}{400} \cdot S \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \quad \text{.....（式 11-4）}$$

式中：

Hs——预测点处的散射当量剂量率，μSv/h；

$\dot{X}_{1m}$ —每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率，R/mA·min；根据医院提供资料，本项目 DSA 设备 X 射线过滤材料不小于 3.0mmAl，查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，保守考虑取 X 射线过滤为 3.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率，当减影管电压为 95kV 时，查得=0.68R·mA^{-1}·min^{-1}，当透视管电压为 75kV 时，查得=0.45R·mA^{-1}·min^{-1}。

α——病人对 X 射线的散射比，根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取值，本项目 DSA 透视最大管电压 75kV、减影最大管电压 95kV，保守取管电压 100kV、散射角 90°的散射比 α 为 1.3×10^{-3}；

S——散射面积，cm^2，根据医院提供资料，取 100cm^2；

d0—靶点与病人的距离，m，取 0.78m；

ds—病人与预测点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；本项目 DSA 透视最大管电压 75kV、减影最大管电压 95kV，根据式（11-3）计算，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV、

95kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV、100kV 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=0.7726，100kV（散射）X 射线辐射衰减的拟合参数 α=2.507、β=15.33、γ=0.9124；

I—管电流，mA；（减影：650mA，透视：15mA）；

μ—利用因子，设备运行时，X 射线散射情况下职业及公众人员位于设备一侧的某一点位，μ 取 1/4；

WR—辐射权重因数，取 1。

1、1 楼 DSA 机房

本项目 1 楼 DSA 机房四周各关注点的泄漏辐射预测结果见表 11-1，1 楼 DSA 机房各预测点处散射辐射剂量率计算结果见表 11-2，1 楼 DSA 机房周围各预测点总的附加剂量率结果表 11-3，1 楼 DSA 机房各预测点年受照总附加剂量率结果见表 11-4。

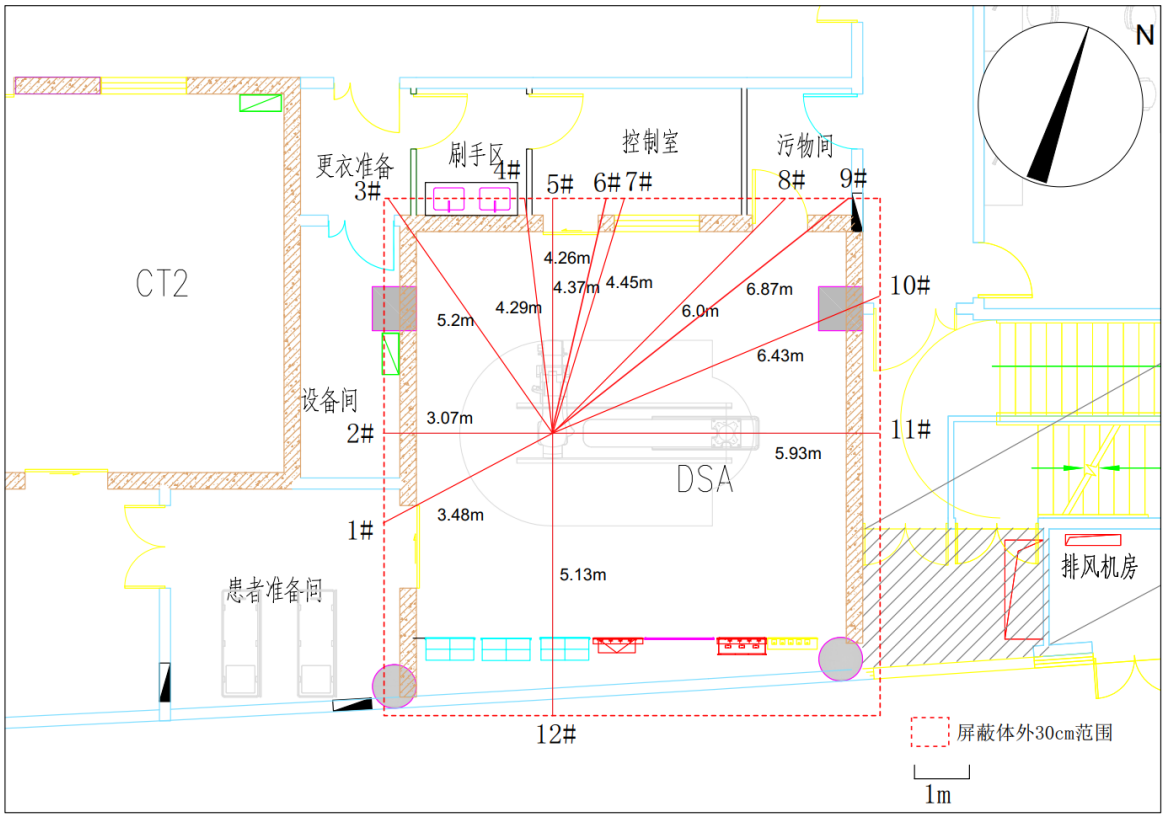


图 11-1　1 楼 DSA 机房周围各预测点

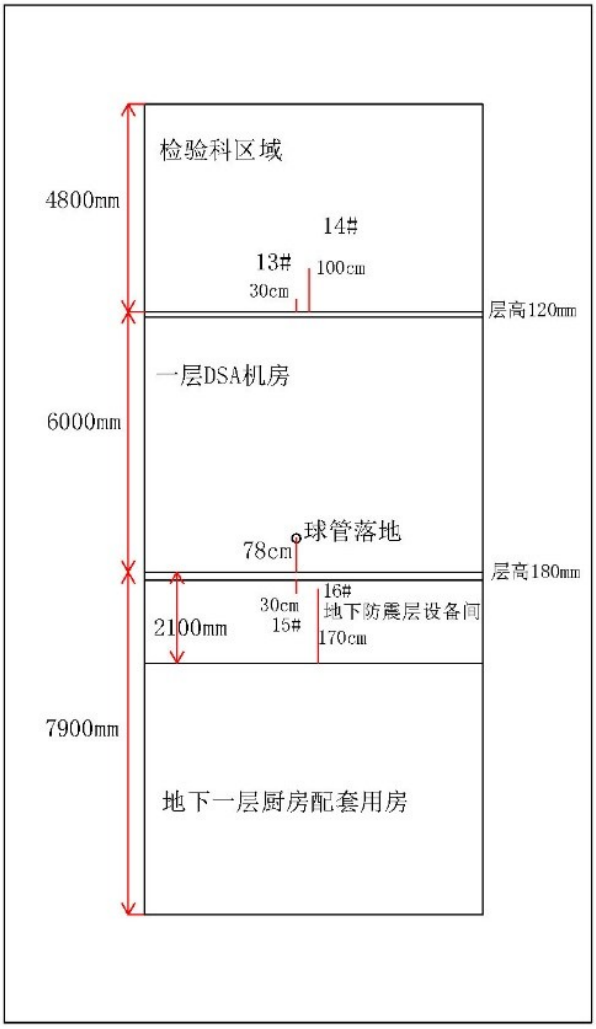


图 11-2　1 楼 DSA 机房楼上楼下各预测点

表 11-1　1 楼 DSA 机房周围各预测点泄漏辐射预测结果表

预测点			模式	辐射源点至关注点的距离 R（m）（射线路径为：源点—关注点）	防护情况	屏蔽透射因子 *B*	剂量率 H（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	患者准备间铅门外 30cm	透视	3.48	铅门（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	2.32E-05
			减影			9.70E-07	1.85E-02
2		设备间墙外 30cm	透视	3.07	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	3.00E-07
			减影			2.28E-08	5.60E-04
3		更衣准备间墙外 30cm	透视	5.20	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	1.05E-07
			减影			2.28E-08	1.95E-04
4	机房北侧	刷手区墙外 30cm	透视	4.29	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	1.54E-07
			减影			2.28E-08	2.87E-04
5		控制室铅门外 30cm	透视	4.26	铅门（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	1.55E-05
			减影			9.70E-07	1.24E-02
6		控制室墙外 30cm	透视	4.37	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	1.48E-07
			减影			2.28E-08	2.76E-04
7		控制室铅玻璃窗外 30cm	透视	4.45	铅玻璃（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	1.42E-05
			减影			9.70E-07	1.13E-02
8		污物间防护门外 30cm	透视	6.00	铅门（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	7.82E-06
			减影			9.70E-07	6.24E-03
9		污物间墙外 30cm	透视	6.87	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	5.99E-08
			减影			2.28E-08	1.12E-04
10	机房东侧	洁净通道墙外 30cm	透视	6.43	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	6.84E-08
			减影			2.28E-08	1.28E-04
11		楼梯间墙外 30cm	透视	5.93	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	8.00E-10	8.04E-08

			减影		（6.0mm 铅当量）	2.28E-08	1.50E-04
12	机房南侧	一楼大堂墙外 30cm	透视	5.13	200mm 发泡砖+3mm 铅板防护（保守考虑铅当量为 3mm 铅当量）	7.93E-06	1.07E-03
			减影			4.14E-05	3.64E-01
13	机房楼上	检验科区域（距离地面 30cm）	透视	5.64	120mm 混凝土楼板+2mm 铅板（3.4mm 铅当量）	2.33E-06	2.59E-04
			减影			1.52E-05	1.11E-01
14		检验科区域（距离地面 100cm）	透视	6.34	120mm 混凝土楼板+2mm 铅板（3.4mm 铅当量）	2.33E-06	2.05E-04
			减影			1.52E-05	8.75E-02
15	机房楼下	地下设备间（距离楼板 30cm 处）	透视	1.26	180mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡防护涂料（4.1mm 铅当量）	2.72E-07	6.05E-04
			减影			2.64E-06	3.85E-01
16		地下设备间（距离地面 170cm 处）	透视	1.18	180mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡防护涂料（4.1mm 铅当量）	2.72E-07	6.90E-04
			减影			2.64E-06	4.39E-01

表 11-2　1 楼 DSA 机房周围各预测点散射辐射预测结果表

预测点			模式	病人与预测点的距离 d_s（m）	防护情况	屏蔽透射因子 *B*	剂量率 Hs（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	患者准备间铅门外 30cm	透视	3.48	铅门（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	1.25E-05
			减影			1.47E-06	1.51E-02
2		设备间墙外 30cm	透视	3.07	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	1.42E-07
			减影			3.41E-08	3.96E-04
3		更衣准备间墙外 30cm	透视	5.20	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	8.38E-08
			减影			3.41E-08	2.34E-04
4	机房北侧	刷手区墙外 30cm	透视	4.29	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	1.02E-07
			减影			3.41E-08	2.84E-04
5		控制室铅门外 30cm	透视	4.26	铅门（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	1.02E-05
			减影			1.47E-06	1.23E-02
6		控制室墙外 30cm	透视	4.37	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	9.97E-08
			减影			3.41E-08	2.78E-04
7		控制室铅玻璃窗外 30cm	透视	4.45	铅玻璃（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	9.75E-06
			减影			1.47E-06	1.18E-02
8		污物间防护门外 30cm	透视	6.00	铅门（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	7.23E-06
			减影			1.47E-06	8.74E-03
9		污物间墙外 30cm	透视	6.87	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	6.34E-08
			减影			3.41E-08	1.77E-04
10	机房东侧	洁净通道墙外 30cm	透视	6.43	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	6.78E-08
			减影			3.41E-08	1.89E-04
11		楼梯间墙外 30cm	透视	5.93	300mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（6.0mm 铅当量）	8.00E-10	7.35E-08
			减影			3.41E-08	2.05E-04

12	机房南侧	一楼大堂墙外 30cm	透视	5.13	200mm 发泡砖+3mm 铅板防护（保守考虑铅当量为 3mm 铅当量）	7.93E-06	8.42E-04
			减影			6.31E-05	4.39E-01
13	机房楼上	检验科区域（距离地面 30cm）	透视	5.64	120mm 混凝土楼板+2mm 铅板（3.4mm 铅当量）	2.33E-06	2.25E-04
			减影			2.31E-05	1.46E-01
14		检验科区域（距离地面 100cm）	透视	6.34	120mm 混凝土楼板+2mm 铅板（3.4mm 铅当量）	2.33E-06	2.00E-04
			减影			2.31E-05	1.30E-01
15	机房楼下	地下设备间（距离楼板 30cm 处）	透视	1.26	180mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡防护涂料（4.1mm 铅当量）	2.72E-07	1.17E-04
			减影			4.00E-06	1.13E-01
16		地下设备间（距离地面 170cm 处）	透视	1.18	180mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡防护涂料（4.1mm 铅当量）	2.72E-07	1.25E-04
			减影			4.00E-06	1.21E-01

表 11-3　1 楼 DSA 机房周围各预测点总的剂量率结果表

预测点			模式	漏射辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	合计（μSv/h）	标准值（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	患者准备间铅门外 30cm	透视	2.32E-05	1.16E-05	3.57E-05	2.5
			减影	1.85E-02	1.40E-02	3.36E-02	2.5
2		设备间墙外 30cm	透视	3.00E-07	1.32E-07	4.42E-07	2.5
			减影	5.60E-04	3.67E-04	9.56E-04	2.5
3		更衣准备间墙外 30cm	透视	1.05E-07	7.77E-08	1.89E-07	2.5
			减影	1.95E-04	2.17E-04	4.29E-04	2.5
4	机房北侧	刷手区墙外 30cm	透视	1.54E-07	9.42E-08	2.56E-07	2.5
			减影	2.87E-04	2.63E-04	5.71E-04	2.5
5		控制室铅门外 30cm	透视	1.55E-05	9.44E-06	2.57E-05	2.5
			减影	1.24E-02	1.14E-02	2.47E-02	2.5
6		控制室墙外 30cm	透视	1.48E-07	9.25E-08	2.48E-07	2.5
			减影	2.76E-04	2.58E-04	5.54E-04	2.5
7		控制室铅玻璃窗外 30cm	透视	1.42E-05	9.04E-06	2.40E-05	2.5
			减影	1.13E-02	1.09E-02	2.31E-02	2.5
8		污物间防护门外 30cm	透视	7.82E-06	6.70E-06	1.51E-05	2.5
			减影	6.24E-03	8.11E-03	1.50E-02	2.5
9		污物间墙外 30cm	透视	5.99E-08	5.88E-08	1.23E-07	2.5
			减影	1.12E-04	1.64E-04	2.89E-04	2.5
10	机房东侧	洁净通道墙外 30cm	透视	6.84E-08	6.29E-08	1.36E-07	2.5
			减影	1.28E-04	1.75E-04	3.17E-04	2.5
11		楼梯间墙外 30cm	透视	8.04E-08	6.82E-08	1.54E-07	2.5
			减影	1.50E-04	1.90E-04	3.55E-04	2.5

12	机房南侧	一楼大堂墙外 30cm	透视	1.07E-03	7.81E-04	1.91E-03	2.5
			减影	3.64E-01	4.07E-01	8.03E-01	2.5
13	机房楼上	检验科区域（距离地面 30cm）	透视	2.59E-04	2.09E-04	4.84E-04	2.5
			减影	1.11E-01	1.35E-01	2.57E-01	2.5
14		检验科区域（距离地面 100cm）	透视	2.05E-04	1.86E-04	4.05E-04	2.5
			减影	8.75E-02	1.21E-01	2.18E-01	2.5
15	机房楼下	地下设备间（距离楼板 30cm 处）	透视	6.05E-04	1.17E-04	7.22E-04	2.5
			减影	3.85E-01	1.13E-01	4.98E-01	2.5
16		地下设备间（距离地面 170cm 处）	透视	6.90E-04	1.25E-04	8.15E-04	2.5
			减影	4.39E-01	1.21E-01	5.60E-01	2.5

表 11-4　1 楼 DSA 机房周围各预测点总的有效剂量率结果表

预测点			模式	漏射辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	合计（μSv/h）	年最大出束时间（h）	居留因子 η	有效剂量 E（mSv/a）	合计（mSv/a）	标准（mSv/a）	保护类型
序号	方位	位置										
1	机房西侧	患者准备间铅门外 30cm	透视	2.32E-05	1.25E-05	3.57E-05	100	1/4	8.93E-07	2.53E-04	0.25	公众
			减影	1.85E-02	1.51E-02	3.36E-02	30		2.52E-04			
2		设备间墙外 30cm	透视	3.00E-07	1.42E-07	4.42E-07	100	1/16	2.76E-09	1.80E-06	0.25	公众
			减影	5.60E-04	3.96E-04	9.56E-04	30		1.79E-06			
3		更衣准备间墙外 30cm	透视	1.05E-07	8.38E-08	1.89E-07	100	1/4	4.72E-09	3.22E-06	5	职业
			减影	1.95E-04	2.34E-04	4.29E-04	30		3.22E-06			
4	机房北侧	刷手区墙外 30cm	透视	1.54E-07	1.02E-07	2.56E-07	100	1/4	6.40E-09	4.29E-06	5	职业
			减影	2.87E-04	2.84E-04	5.71E-04	30		4.28E-06			
5		控制室铅门外 30cm	透视	1.55E-05	1.02E-05	2.57E-05	100	1	2.57E-06	7.44E-04	5	职业
			减影	1.24E-02	1.23E-02	2.47E-02	30		7.41E-04			
6		控制室墙外 30cm	透视	1.48E-07	9.97E-08	2.48E-07	100	1	2.48E-08	1.66E-05	5	职业
			减影	2.76E-04	2.78E-04	5.54E-04	30		1.66E-05			
7		控制室铅玻璃窗外 30cm	透视	1.42E-05	9.75E-06	2.40E-05	100	1	2.40E-06	6.95E-04	5	职业
			减影	1.13E-02	1.18E-02	2.31E-02	30		6.93E-04			
8		污物间防护门外 30cm	透视	7.82E-06	7.23E-06	1.51E-05	100	1/4	3.76E-07	1.13E-04	0.25	公众
			减影	6.24E-03	8.74E-03	1.50E-02	30		1.12E-04			
9		污物间墙外 30cm	透视	5.99E-08	6.34E-08	1.23E-07	100	1/4	3.08E-09	2.17E-06	0.25	公众
			减影	1.12E-04	1.77E-04	2.89E-04	30		2.17E-06			
10	机房东侧	洁净通道墙外 30cm	透视	6.84E-08	6.78E-08	1.36E-07	100	1/16	8.51E-10	5.95E-07	0.25	公众
			减影	1.28E-04	1.89E-04	3.17E-04	30		5.94E-07			

11		楼 1 梯间墙外 30cm	透视	8.04E-08	7.35E-08	1.54E-07	100	1/4	3.85E-09	2.67E-06	0.25	公众
			减影	1.50E-04	2.05E-04	3.55E-04	30		2.66E-06			
12	机房南侧	一楼大堂墙外 30cm	透视	1.07E-03	8.42E-04	1.91E-03	100	1	1.91E-04	2.43E-02	0.25	公众
			减影	3.64E-01	4.39E-01	8.03E-01	30		2.41E-02			
13	机房楼上	检验科区域（距离地面 30cm）	透视	2.59E-04	2.25E-04	4.84E-04	100	1	4.84E-05	7.76E-03	0.25	公众
			减影	1.11E-01	1.46E-01	2.57E-01	30		7.71E-03			
14		检验科区域（距离地面 100cm）	透视	2.05E-04	2.00E-04	4.05E-04	100	1	4.05E-05	6.57E-03	0.25	公众
			减影	8.75E-02	1.30E-01	2.18E-01	30		6.53E-03			
15	机房楼下	地下设备间（距离楼板 30cm 处）	透视	6.05E-04	1.17E-04	7.22E-04	100	1/16	4.51E-06	9.38E-04	0.25	公众
			减影	3.85E-01	1.13E-01	4.98E-01	30		9.34E-04			
16		地下设备间（距离地面 170cm 处）	透视	6.90E-04	1.25E-04	8.15E-04	100	1/16	5.09E-06	1.06E-03	0.25	公众
			减影	4.39E-01	1.21E-01	5.60E-01	30		1.05E-03			

2、4 楼 OR07DSA 杂交手术室

本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室四周各关注点的泄漏辐射预测结果见表 11-5，4 楼 OR07DSA 杂交手术室各预测点处散射辐射剂量率计算结果见表 11-6，4 楼 OR07DSA 杂交手术室周围各预测点总的附加剂量率结果表 11-7，4 楼 OR07DSA 杂交手术室各预测点年受照总附加剂量率结果见表 11-8。

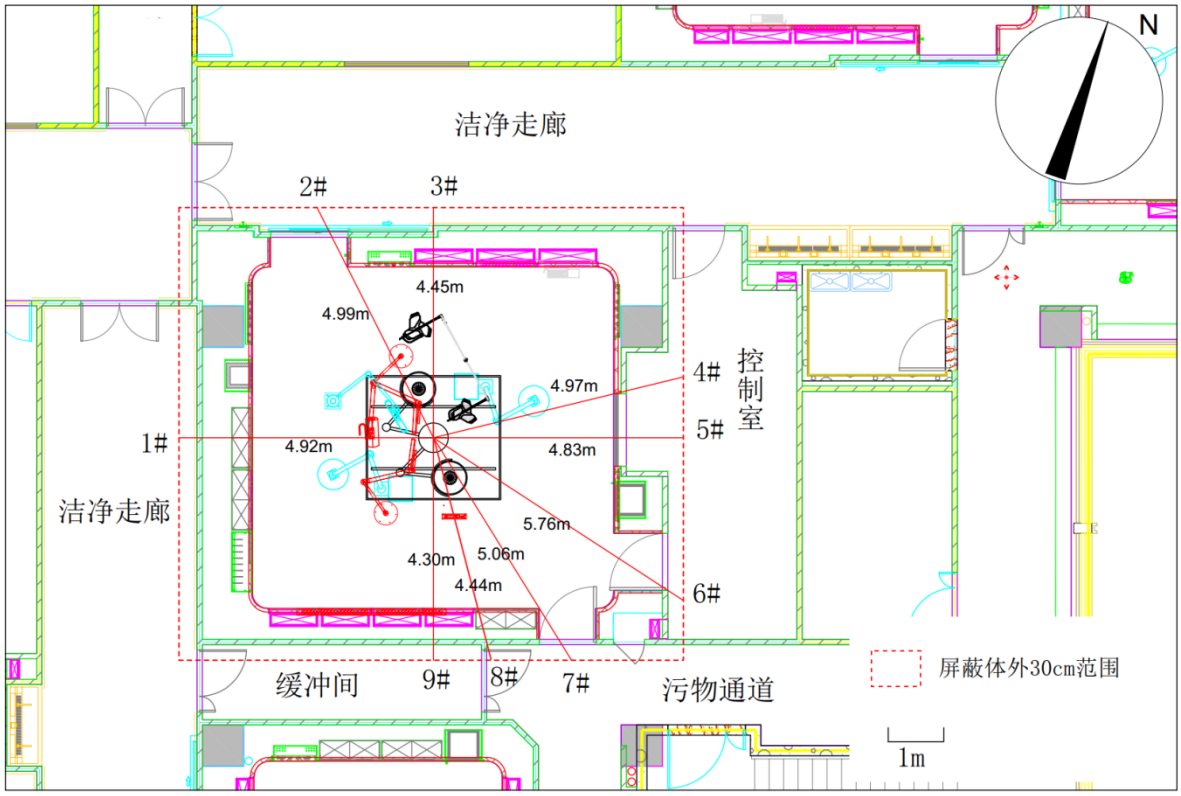


图 11-3 4 楼 OR07DSA 杂交手术室周围各预测点

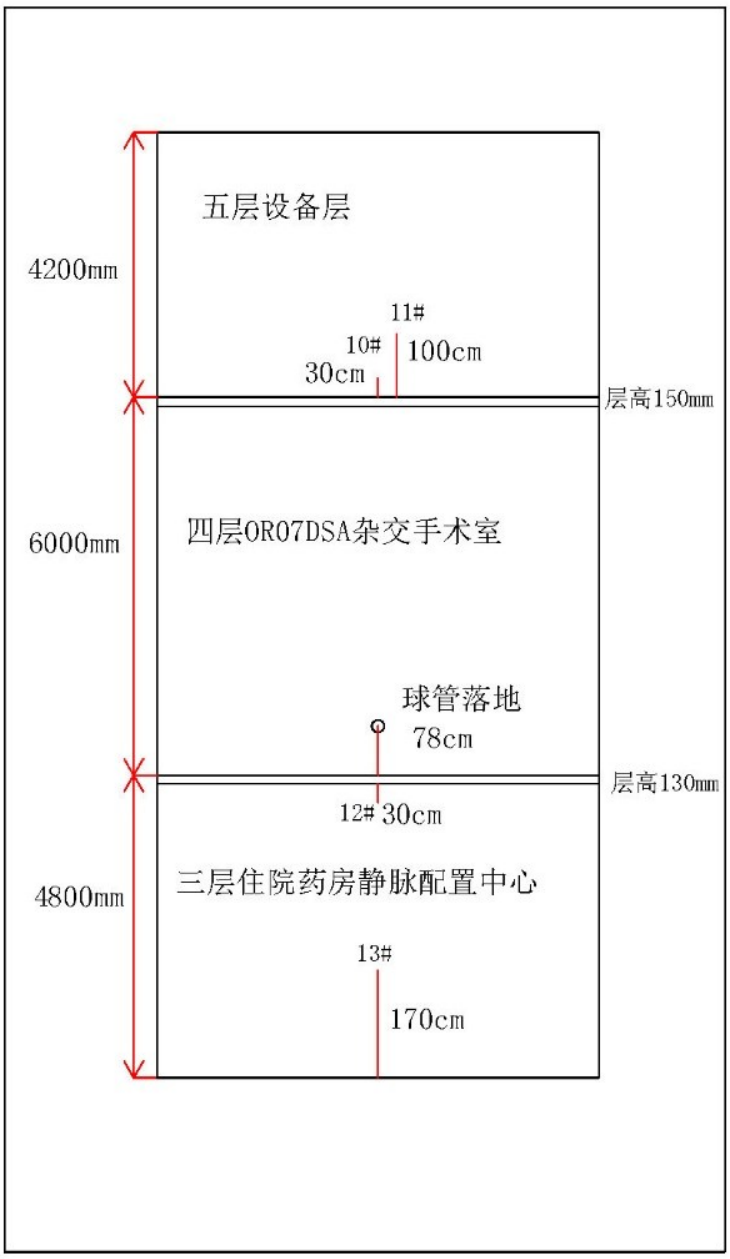


图 11-4　4 楼 OR07DSA 杂交手术室楼上楼下各预测点

表 11-5　4 楼 OR07DSA 杂交手术室周围各预测点泄漏辐射预测结果表

预测点			模式	辐射源点至关注点的距离 R（m）（射线路径为：源点—关注点）	防护情况	屏蔽透射因子 *B*	剂量率 H（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	洁净走廊外 30cm	透视	4.92	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.16E-03
			减影			4.14E-05	3.96E-01
2	机房北侧	北侧洁净走廊防护门外 30cm	透视	4.99	铅门（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.13E-03
			减影			4.14E-05	3.85E-01
3		北侧洁净走廊墙壁外 30cm	透视	4.45	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.42E-03
			减影			4.14E-05	4.84E-01
4	机房东侧	控制室墙外 30cm	透视	4.97	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.14E-03
			减影			4.14E-05	3.88E-01
5		铅玻璃观察窗外 30cm	透视	4.83	铅玻璃（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.20E-03
			减影			4.14E-05	4.11E-01
6		控制室铅门外 30cm	透视	5.76	铅门（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	8.45E-04
			减影			4.14E-05	2.89E-01
7	机房南侧	污物通道铅门外 30cm	透视	5.06	铅门（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.10E-03
			减影			4.14E-05	3.74E-01
8		污物通道墙外 30cm	透视	4.44	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.42E-03
			减影			4.14E-05	4.86E-01
9		缓冲间墙外 30cm	透视	4.30	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.52E-03
			减影			4.14E-05	5.18E-01
10	机房楼上	设备层（距离地面 30cm）	透视	5.52	150mm 混凝土+3 个铅当量的铅板（4.8mm 铅当量）	3.17E-08	3.68E-06
			减影			4.58E-07	3.48E-03
11		设备层（距离地面	透视	6.22	150mm 混凝土+3 个铅当量的铅板	3.17E-08	2.90E-06

		100cm）	减影		（4.8mm 铅当量）	4.58E-07	2.74E-03
12	机房楼下	住院药房静脉配置中心（距离楼板 30cm）	透视	1.21	130mm 混凝土+3 个铅当量的硫酸钡水泥（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	1.92E-04
			减影			9.70E-07	1.53E-01
13		住院药房静脉配置中心（距离地面 170cm）	透视	3.88	130mm 混凝土+3 个铅当量的硫酸钡水泥（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	1.87E-05
			减影			9.70E-07	1.49E-02

表 11-6　4 楼 OR07DSA 杂交手术室周围各预测点散射辐射预测结果表

预测点			模式	病人与预测点的距离 d_s（m）	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 Hs（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	洁净走廊外 30cm	透视	4.92	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	8.78E-04
			减影			6.31E-05	4.58E-01
2	机房北侧	北侧洁净走廊防护门外 30cm	透视	4.99	铅门（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	8.66E-04
			减影			6.31E-05	4.51E-01
3		北侧洁净走廊墙壁外 30cm	透视	4.45	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	9.71E-04
			减影			6.31E-05	5.06E-01
4	机房东侧	控制室墙外 30cm	透视	4.97	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	8.69E-04
			减影			6.31E-05	4.53E-01
5		铅玻璃观察窗外 30cm	透视	4.83	铅玻璃（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	8.94E-04
			减影			6.31E-05	4.66E-01
6		控制室铅门外 30cm	透视	5.76	铅门（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	7.50E-04
			减影			6.31E-05	3.91E-01
7	机房南侧	污物通道铅门外 30cm	透视	5.06	铅门（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	8.54E-04
			减影			6.31E-05	4.45E-01
8		污物通道墙外 30cm	透视	4.44	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	9.73E-04
			减影			6.31E-05	5.07E-01
9		缓冲间墙外 30cm	透视	4.30	镀锌方管龙骨 30*50*1.2mm+3 个铅当量铅板（3.0mm 铅当量）	7.93E-06	1.00E-03
			减影			6.31E-05	5.24E-01
10	机房楼上	设备层（距离地面 30cm）	透视	5.52	150mm 混凝土+3 个铅当量的铅板（4.8mm 铅当量）	3.17E-08	3.13E-06
			减影			6.92E-07	4.47E-03
11		设备层（距离地面	透视	6.22	150mm 混凝土+3 个铅当量的铅板	3.17E-08	2.78E-06

		100cm）	减影		（4.8mm 铅当量）	6.92E-07	3.97E-03
12	机房楼下	住院药房静脉配置中心（距离楼板30cm）	透视	1.21	130mm 混凝土+3 个铅当量的硫酸钡水泥（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	3.59E-05
			减影			1.47E-06	4.33E-02
13		住院药房静脉配置中心（距离地面170cm）	透视	3.88	130mm 混凝土+3 个铅当量的硫酸钡水泥（4.5mm 铅当量）	7.96E-08	1.12E-05
			减影			1.47E-06	1.35E-02

表 11-7　4 楼 OR07DSA 杂交手术室周围各预测点总的剂量率结果表

预测点			模式	漏射辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	合计（μSv/h）	标准值（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	洁净走廊外 30cm	透视	1.16E-03	8.78E-04	2.04E-03	2.5
			减影	3.96E-01	4.58E-01	8.54E-01	2.5
2	机房北侧	北侧洁净走廊防护门外 30cm	透视	1.13E-03	8.66E-04	2.00E-03	2.5
			减影	3.85E-01	4.51E-01	8.36E-01	2.5
3		北侧洁净走廊墙壁外 30cm	透视	1.42E-03	9.71E-04	2.39E-03	2.5
			减影	4.84E-01	5.06E-01	9.90E-01	2.5
4	机房东侧	控制室墙外 30cm	透视	1.14E-03	8.69E-04	2.01E-03	2.5
			减影	3.88E-01	4.53E-01	8.41E-01	2.5
5		铅玻璃观察窗外 30cm	透视	1.20E-03	8.94E-04	2.09E-03	2.5
			减影	4.11E-01	4.66E-01	8.77E-01	2.5
6		控制室铅门外 30cm	透视	8.45E-04	7.50E-04	1.60E-03	2.5
			减影	2.89E-01	3.91E-01	6.80E-01	2.5
7	机房南侧	污物通道铅门外 30cm	透视	1.10E-03	8.54E-04	1.95E-03	2.5
			减影	3.74E-01	4.45E-01	8.19E-01	2.5
8		污物通道墙外 30cm	透视	1.42E-03	9.73E-04	2.39E-03	2.5
			减影	4.86E-01	5.07E-01	9.93E-01	2.5
9		缓冲间墙外 30cm	透视	1.52E-03	1.00E-03	2.52E-03	2.5
			减影	5.18E-01	5.24E-01	1.04E+00	2.5
10	机房楼上	设备层（距离地面 30cm）	透视	3.68E-06	3.13E-06	6.81E-06	2.5
			减影	3.48E-03	4.47E-03	7.95E-03	2.5
11		设备层（距离地面 100cm）	透视	2.90E-06	2.78E-06	5.68E-06	2.5
			减影	2.74E-03	3.97E-03	6.71E-03	2.5

12	机房楼下	住院药房静脉配置中心（距离楼板30cm）	透视	1.92E-04	3.59E-05	2.28E-04	2.5
			减影	1.53E-01	4.33E-02	1.96E-01	2.5
13		住院药房静脉配置中心（距离地面170cm）	透视	1.87E-05	1.12E-05	2.99E-05	2.5
			减影	1.49E-02	1.35E-02	2.84E-02	2.5

表 11-8　4 楼 OR07DSA 杂交手术室周围各预测点总的有效剂量率结果表

预测点			模式	漏射辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	合计（μSv/h）	年最大出束时间（h）	居留因子 η	有效剂量 E（mSv/a）	合计（mSv/a）	标准（mSv/a）	保护类型
序号	方位	位置										
1	机房西侧	洁净走廊外 30cm	透视	1.16E-03	8.78E-04	2.04E-03	100	1/4	5.10E-05	6.46E-03	0.25	公众
			减影	3.96E-01	4.58E-01	8.54E-01	30		6.41E-03			
2	机房北侧	北侧洁净走廊防护门外 30cm	透视	1.13E-03	8.66E-04	2.00E-03	100	1/4	4.99E-05	6.32E-03	0.25	公众
			减影	3.85E-01	4.51E-01	8.36E-01	30		6.27E-03			
3		北侧洁净走廊墙壁外 30cm	透视	1.42E-03	9.71E-04	2.39E-03	100	1/4	5.98E-05	7.48E-03	0.25	公众
			减影	4.84E-01	5.06E-01	9.90E-01	30		7.43E-03			
4	机房东侧	控制室墙外 30cm	透视	1.14E-03	8.69E-04	2.01E-03	100	1	2.01E-04	2.54E-02	5	职业
			减影	3.88E-01	4.53E-01	8.41E-01	30		2.52E-02			
5		铅玻璃观察窗外 30cm	透视	1.20E-03	8.94E-04	2.09E-03	100	1	2.09E-04	2.65E-02	5	职业
			减影	4.11E-01	4.66E-01	8.77E-01	30		2.63E-02			
6		控制室铅门外 30cm	透视	8.45E-04	7.50E-04	1.60E-03	100	1	1.60E-04	2.06E-02	5	职业
			减影	2.89E-01	3.91E-01	6.80E-01	30		2.04E-02			
7	机房南侧	污物通道铅门外 30cm	透视	1.10E-03	8.54E-04	1.95E-03	100	1	1.22E-05	1.55E-03	0.25	公众
			减影	3.74E-01	4.45E-01	8.19E-01	30		1.54E-03			
8		污物通道墙外 30cm	透视	1.42E-03	9.73E-04	2.39E-03	100	1/16	1.50E-05	1.88E-03	0.25	公众
			减影	4.86E-01	5.07E-01	9.93E-01	30		1.86E-03			
9		缓冲间墙外 30cm	透视	1.52E-03	1.00E-03	2.52E-03	100	1/4	6.30E-05	7.88E-03	0.25	公众
			减影	5.18E-01	5.24E-01	1.04E+00	30		7.82E-03			
10	机房楼上	设备层（距离地面 30cm）	透视	3.68E-06	3.13E-06	6.81E-06	100	1/16	4.26E-08	1.49E-05	0.25	公众
			减影	3.48E-03	4.47E-03	7.95E-03	30		1.49E-05			

11		设备层（距离地面 100cm）	透视	2.90E-06	2.78E-06	5.68E-06	100	1/16	3.55E-08	1.26E-05	0.25	公众
			减影	2.74E-03	3.97E-03	6.71E-03	30		1.26E-05			
12	机房楼下	住院药房静脉配置中心（距离楼板 30cm）	透视	1.92E-04	3.59E-05	2.28E-04	100	1	2.28E-05	5.91E-03	0.25	公众
			减影	1.53E-01	4.33E-02	1.96E-01	30		5.89E-03			
13		住院药房静脉配置中心（距离地面 170cm）	透视	1.87E-05	1.12E-05	2.99E-05	100	1	2.99E-06	8.55E-04	0.25	公众
			减影	1.49E-02	1.35E-02	2.84E-02	30		8.52E-04			

（3）预测结果

根据前述计算结果表 11-3 可知，正常运行功率（61.75kW）条件下，减影工况本项目 1 楼 DSA 机房外辐射剂量率水平最大值为 8.03E-01μSv/h（位于机房南侧一楼大堂墙外），正常运行功率（透视 1.125kw）条件下，本项目 1 楼 DSA 机房外辐射剂量率水平最大值为 1.91E-03μSv/h（位于机房南侧一楼大堂墙外）；根据前述计算结果表 11-7 可知，正常运行功率（61.75kW）条件下，减影工况本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室外辐射剂量率水平最大值为 1.04E+00μSv/h（位于机房南侧缓冲间墙外 30cm），正常运行功率（透视 1.125kw）条件下，本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室外辐射剂量率水平最大值为 2.52E-03μSv/h（位于机房南侧缓冲间墙外 30cm）。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“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”要求。

根据前述计算结果，本项目 1 楼 DSA 机房周围各预测点总的年受照有效剂量见表 11-4。根据表 11-4 可知，本项目 1 楼 DSA 机房外职业人员（表 11-4 中 5#点，机房北侧控制室铅门外 30cm）受到的附加有效剂量最大为 7.44E-04mSv/a，低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；公众（表 11-4 中 12#号点，机房南侧一楼大堂墙外 30cm）受到的附加有效剂量最大为 2.43E-02mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室周围各预测点总的年受照有效剂量见表 11-8。根据表 11-8 可知，本项目 4 楼 OR07DSA 杂交手术室外职业人员（表 11-4 中 5#点，机房东侧控制室铅玻璃观察窗外 30cm）受到的附加有效剂量最大为 2.65E-02mSv/a，低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；公众（表 11-4 中 12#号点，机房南侧缓冲间墙外 30cm）受到的附加有效剂量最大为 7.88E-03mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。

本项目两台 DSA 分别有 2 名操作技师，技师位于控制室，分别为两组，根据表 11-4 可知，1 楼 DSA 机房控制室的有效剂量最大值为 7.44E-04mSv/a，则 1 楼 DSA 机房控制室 DSA 操作技师年受照有效剂量最大约为 3.72E-04mSv/a；根据表 11-8 可知，4 楼 OR07DSA 杂交手术室控制室的有效剂量最大值为 2.65E-02mSv/a，则 4 楼 OR07DSA 杂交手术室控制室 DSA 操作技师年受照有效剂量最大约为 1.33E-02mSv/a。均低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。

本项目已根据设备全年出束时间计算本项目临近保护目标的年有效剂量，由于随

着距离的增加剂量随即衰减，本项目评价范围的环境保护目标小于机房相邻区域的辐射剂量。

（二）机房内辐射环境影响分析

根据医院提供资料，DSA 手术室内仅存在透视操作情况，对于机房内职业人员（介入医生），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 400μSv/h。本项目透视状态下室内介入医生受照剂量率源强取 400μSv/h。

本项目辐射工作人员在机房内操作时身穿铅衣、戴铅围脖等，这些防护用品均为 0.5mm 铅当量。本项目 DSA 透视最大管电压 75kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 90kV X 射线辐射衰减的拟合参数 α=3.067、β=18.83、γ=0.7726，根据（式 11-3）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。

综合以上分析，本项目机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果见表 11-9。

表 11-9 本项目机房内辐射工作人员年有效剂量估算结果表

射线装置	科室	最大受照剂量率(μSv/h)	年最大透视时间（h）	医生分组数（组）	每组年最大透视时间（h）	居留因子	每组医生年有效剂量（mSv/a）
1 楼 DSA	心内科	10.08	100	2	50	1	0.504
4 楼 DSA	心内科	10.08	100	2	50	1	0.504

注：医生在机房内操作时身穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖，这些防护用品均相当于 0.5mm 铅当量。

根据表 11-9 可知，本项目 DSA 对心内科介入医生造成的年有效剂量最大为 0.504mSv/a，均低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。因此，本项目 DSA 实际运行时对机房内工作人员的累积剂量应更小，更能够满足评价标准要求。

综上所述，根据预测，本项目 1 楼 DSA 运行后，本项目 DSA 运行后，对机房内职业人员造成的年有效剂量最大为 0.504mSv/a，1 楼 DSA 机房控制室机房外职业人员年有效剂量最大为 3.72E-04mSv/a；4 楼 OR07DSA 杂交手术室控制室机房外职业人员年有效剂量最大为 1.33E-02mSv/a，低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；

1 楼 DSA 机房周围公众年有效剂量最大为 2.43E-02mSv/a，4 楼 OR07DSA 杂交手术室周围公众年有效剂量最大为 7.88E-03mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。本项目两台 DSA 分别位于 1 楼和 4 楼，中间相隔了两层楼，故不考虑叠加影响。评价范围内公众和辐射工作人员年有效剂量满足管理限值要求。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。

此外，本项目 DSA 评价范围内无其他Ⅱ类射线装置重叠，故不作叠加影响分析。

二、大气环境影响分析

根据设计单位提供资料，本项目射线装置机房采用送排风系统进行送排风，1 楼 DSA 机房新风量为 650m^3/h，排风量 300m^3/h。4 楼 OR07DSA 杂交手术室送风量为 11000m^3/h，排风量 300m^3/h。

1 楼 DSA 机房排风管道从 DSA 机房东侧屏蔽墙穿墙经过排风机房通过排风井引至楼顶排放；送风管道通过送风管从北侧进入 DSA 机房。4 楼 OR07DSA 杂交手术室排风管从北侧穿墙引至大楼北侧，经过排风集风箱引至楼顶排放。送风管通过楼内风井进入手术室进行送风。楼上病房影响较小，DSA 在曝光过程中产生的少量臭氧及氮氧化物经排风管道引致楼外排放，常温下臭氧自行分解为氧气，废气再经稀释扩散后对环境影响很小。

三、水环境影响分析

本项目射线装置采用数字成像，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依托医院污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院的污水处理站进行处理。因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

四、声环境影响分析

本项目声环境影响主要是机房送排风系统风机工作时会产生一定的噪声，本项目新风系统风机采用静音风机并安置于 1 楼 DSA 机房东侧排风机房内，4 楼 OR07DSA 杂交手术室风机安置在楼层北侧，医院在购置设备时已选购风量符合工作要求的成品，设备工作时噪声量也符合国家标准要求，拟对空调机组设置减振垫、排风机设置减振吊架，通过距离衰减、墙体隔噪和降噪措施降噪后，对周围环境影响不大。因此，本项目不会对周围声环境产生明显影响。

五、固体废弃物环境影响分析

本项目射线装置采用数字成像，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。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。因此，本项目不会对周围产生明显影响。

事故影响分析

本项目搬迁 1 台 DSA，新增 1 台 DSA，均属于Ⅱ类射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，只有当设备开机出束时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 射线能量不大，曝光时间比较短，事故情况下，人员误入且被误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

1、Ⅱ类射线装置（DSA）事故状态分析

Ⅱ类射线装置可能发生的三种事故工况：

（1）门机联锁装置发生故障，人员误入正在运行的加速器机房导致误照射；

（2）医护人员还未全部撤离机房，即进行出束治疗，致使人员受到不必要的照射；

2、事故情况下环境影响分析

（一）事故等级判断依据

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），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（I级）、重大辐射事故（II级）、较大辐射事故（III级）和一般辐射事故（IV级）四个等级，详见表 11-10。

表 11-10 辐射事故等级划分表

事故等级	判定标准
特别重大辐射事故（I级）	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（II级）	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级）	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级）	IV类、V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人员受到超过年剂量限值的照射。

（二）最大潜在事故后果计算

（1）事故状态下人员受照剂量估算

本项目两台 DSA 主射方向向上，事故情况下人员均处于非主束方向。机房内设置可以观察机房的监控设备，同时在减影曝光时间，操作人员在控制室内会通过观察窗随时观察病患情况，因此有无关人员误入机房时会很快发现并及时停止出束，主要考虑介入医生在手术室内射线装置在运行情况下的辐射事故。根据医院提供资料，一台 DSA 手术减影时间 3min、透视时间 10min，因此，无关人员误入按 3min 减影时间计算公众受照误照射剂量，以 10min 透视时间估算职业人员无防护情况下造成误照射剂量。

根据计算，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 11-11。

表 11-11 1 楼 DSA 机房不同事故情况下人员受照剂量估算结果

事故情况	与射线束之间最近距离	人员	防护情况	曝光方式	曝光时间	DSA 致剂量当量估算（mSv/次）
公众（误入或未撤离）	0.3m（侧向）	公众	无防护	透视	3min	2.06
	1m（侧向）	公众	无防护	透视	3min	0.20
第一术者位	0.3m（侧向）	职业	医生在设备自带铅帘（0.5mm 铅当量）后操作，未穿铅衣	透视	10min	0.17
	0.3m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护	透视	10min	6.85
第二术者位	0.8m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护	透视	10min	1.03
说明：以正常工作时透视最大管电压 75kV、最大管电流 15mA 进行计算；源强按照无屏蔽状态下泄漏辐射和散射辐射总和。						

表 11-12 4 楼 OR07DSA 杂交手术室不同事故情况下人员受照剂量估算结果

事故情况	与射线束之间最近距离	人员	防护情况	曝光方式	曝光时间	DSA 致剂量当量估算（mSv/次）
公众（误入或未撤离）	0.3m（侧向）	公众	无防护	透视	3min	2.06
	1m（侧向）	公众	无防护	透视	3min	0.20
第一术者位	0.3m（侧向）	职业	医生在设备自带铅帘（0.5mm 铅当量）后操作，未穿铅衣	透视	10min	0.17
	0.3m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护	透视	10min	6.85

第二术者位	0.8m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护	透视	10min	1.03
说明：以正常工作时透视最大管电压 75kV、最大管电流 15mA 进行计算；源强按照无屏蔽状态下泄漏辐射和散射辐射总和。						

从表 11-11 估算结果可以看出：1 楼 DSA 机房防护门联锁装置发生故障，导致无关人员误入；设备故障造成机房内的病人、医护人员受到超剂量照射；公众误入、未撤离机房而进行曝光造成误照射；机房内医生违规操作导致误照射时，①处于射线侧向 0.3m 时一台手术所致公众所受剂量为 2.06mSv，超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值，也超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众的国家标准限值 1mSV/a 要求，属于一般辐射事故；处于射线侧向 1m 时一台手术所致公众所受剂量为 0.20mSv，低于公众行政管理限制和国家标准限值，不构成辐射事故；②机房内第一术者位在没有穿防护服有设备自带铅帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量最大为 0.17mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值；手术室内第一术者位医生未穿防护服且无铅帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 6.85mSv，超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业的国家标准限值 20mSv/a 要求；手术室内第二术者位未使用铅帘遮挡，未穿铅衣等任何防护下，一台手术致医生所受剂量为 1.03mSv，未超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员的国家标准限值 20mSV/a 要求，不构成辐射事故。

从表 11-12 估算结果可以看出：4 楼 OR07DSA 杂交手术室防护门联锁装置发生故障，导致无关人员误入；设备故障造成机房内的病人、医护人员受到超剂量照射；公众误入、未撤离机房而进行曝光造成误照射；机房内医生违规操作导致误照射时，①处于射线侧向 0.3m 时一台手术所致公众所受剂量为 2.06mSv，超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值，也超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众的国家标准限值 1mSV/a 要求，属于一般辐射事故；处于射线侧向 1m 时一台手术所致公众所受剂量为 0.20mSv，低于公众行政管理限制和国家标准限值，不构成辐射事故；②机房内第一术者位在没有穿防护服有设备自带铅帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量最大为 0.17mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值；手术室内第一术者位医生未穿防护服且无铅帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 6.85mSv，超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871-2002）中职业的国家标准限值 20mSv/a 要求；手术室内第二术者位未使用铅帘遮挡，未穿铅衣等任何防护下，一台手术致医生所受剂量为 1.03mSv，未超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员的国家标准限值 20mSV/a 要求，不构成辐射事故。

（2）事故状态下人员受到超剂量照射时间估算

本项目两台 DSA 手术室职业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表 11-13、表 11-14。

表 11-13 1 楼 DSA 机房不同事故情况下人员受到超剂量照射的时间估算结果

事故情况	与射线束之间最近距离	人员	防护情况	曝光方式	受照剂量限值	受照时间 t（min）
公众（误入或未撤离）	0.3m（侧向）	公众	无防护	透视	1mSv	1.46
	1m（侧向）	公众	无防护	透视	1mSv	14.70
第一术者位	0.3m（侧向）	职业	医生在设备自带铅帘（0.5mm 铅当量）后操作，未穿铅衣	透视	20mSv	1160.72
	0.3m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护	透视	20mSv	29.20
第二术者位	0.8m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护	透视	20mSv	193.38
说明：以正常工作时透视最大管电压 75kV、最大管电流 15mA 进行计算；源强计算按照无屏蔽状态下泄漏辐射和散射辐射总和。						

表 11-14 4 楼 OR07DSA 杂交手术室不同事故情况下人员受到超剂量照射的时间估算结果

事故情况	与射线束之间最近距离	人员	防护情况	曝光方式	受照剂量限值	受照时间 t（min）
公众（误入或未撤离）	0.3m（侧向）	公众	无防护	透视	1mSv	1.46
	1m（侧向）	公众	无防护	透视	1mSv	14.70
第一术者位	0.3m（侧向）	职业	医生在设备自带铅帘（0.5mm 铅当量）后操作，未穿铅衣	透视	20mSv	1160.72
	0.3m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，	透视	20mSv	29.20

			未穿铅衣，无防护			
第二术者位	0.8m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡， 未穿铅衣，无防护	透视	20mSv	193.38
说明：以正常工作时透视最大管电压 75kV、最大管电流 15mA 进行计算；源强计算按照无屏蔽状态下泄漏辐射和散射辐射总和。						

根据上表 11-13，①当 1 楼 DSA 在运行时，公众人员误入机房，在机房内与射线束侧向 0.3m 处受照时间达到 1.46min 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，构成一般辐射事故；②公众在射线束侧向 1.0m 处（手术室门内区域）受照时间达到 14.70min 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，14.70min 足够时间反应并撤出手术室，不构成一般辐射事故；③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，受照射时间超过 1160.72min 所致剂量超过 20mSv，可造成职业人员超剂量的照射，因一台手术医生在手术室内操作时间仅为透视时间 20min，故该状况不构成辐射事故；④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，受照射时间超过 29.20min 时所致剂量超过 20mSv，可造成职业人员超剂量的照射，构成一般辐射事故；⑤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，受照射时间超过 193.38min 时所致剂量超过 20mSv，可造成职业人员超剂量的照射，因一台手术医生在手术室内操作时间仅为透视时间 20min，该状况不构成辐射事故。

根据上表 11-14，①当 4 楼 DSA 在运行时，公众人员误入机房，在机房内与射线束侧向 0.3m 处受照时间达到 1.46min 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，构成一般辐射事故；②公众在射线束侧向 1.0m 处（手术室门内区域）受照时间达到 14.70min 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，14.70min 足够时间反应并撤出手术室，不构成一般辐射事故；③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，受照射时间超过 1160.72min 所致剂量超过 20mSv，可造成职业人员超剂量的照射，因一台手术医生在手术室内操作时间仅为透视时间 20min，故该状况不构成辐射事故；④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，受照射时间超过 29.20min 时所致剂量超过 20mSv，可造成职业人员超剂量的照射，构成一般辐射事故；⑤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，受照射时间超过 193.38min 时所致剂

量超过 20mSv，可造成职业人员超剂量的照射，因一台手术医生在手术室内操作时间仅为透视时间 20min，该状况不构成辐射事故。

因此，当事故情况下，公众人员误入 DSA 手术室内部在距离射线束周围 0.3m 以内，可造成公众人员超剂量照射，构成一般辐射事故；手术室内第一术者位医生违规操作，在没有穿防护服且无铅帘遮挡情况下，一台手术可造成职业人员超剂量的照射，构成一般辐射事故。

3、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：

①控制室操作台和机房内诊疗床操作面板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机房的防护门外近处有醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯；

③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介入手术时，操作医生需确认机房内无其他闲杂人等，铅防护门正常关闭之后才能开启曝光；

⑤辐射工作人员在进行辐射工作时必须穿戴防护用品，并佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光。

⑥定期认真地对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

⑦辐射工作人员需严格按射线装置操作规程进行操作，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

⑧定期对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，并建立射线装置维护、维修台账。

⑨在诊断过程中应注意对被检者的防护，合理使用 X 射线，实施医疗照射防护最优化的原则，实际操作中可采用“高电压、低电流、重过滤、小视野”的办法，使被检者所受的剂量，达到合理的尽可能的低水平。

4、辐射事故应急措施

如果出现人员误入射线装置机房或射线装置失控，应立即消除事故源，防止事故

继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源（如立即启动“紧急止动开关”），停止 X 射线的产生，保护好事故现场，立即启动应急预案，并对受误照射人员进行医学诊断和观察。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。目前昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）已制定有辐射事故应急预案见附件 5，本项目建成后，将完善更新辐射事故应急预案，将本项目统一纳入昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）管理。

表 12　辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用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 名具有本科及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。

昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区以分院区模式运行；本项目建成后，将完善更新辐射安全管理和目前已有相关制度，将本项目统一纳入昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）辐射安全管理。

目前已有昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）2025 年 8 月 6 日发布的《关于调整辐射安全管理与环境保护管理领导小组及分工的通知》（西医通〔2025〕46 号）（见附件 5），设置辐射安全管理与环境保护管理领导小组；负责研究单位放射事件应急统一协调工作，由领导分管、管理机构健全。辐射安全管理与环境保护管理领导小组的职责包括：（1）负责协调各个部门做好放射防护相关的工作，检查督促事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。（2）指导现场人员疏散和自救：保护现场、控制危险事故的扩大，并负责向环保、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作。（3）负责抢修因事故破坏的设备、设施；防止事故扩大；为应急行动提供设备保障（包括应急救援器材、防护器材等）。（4）检查应急措施是否得当和落实，提出防范措施和总结事故教训。（5）定期组织放射工作人员学习放射事件应急知识并进行应急演练。

人员设置如下：

表 12-1　辐射安全管理与环境保护管理领导小组人员设置表

职务	人员
组长	
副组长	
成员	

2、辐射工作人员考核学习

本项目共设置辐射工作人员 16 人，包括医生 8 人，护士 4 人，技师 4 人，其中 1 楼 DSA 机房设置辐射工作人员 8 人，包括医生 4 人，护士 2 人，技师 2 人，均为昆明

市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）原有辐射工作人员，其中 4 人培训证书已过期；4 楼 OR07DSA 杂交手术室设置辐射工作人员 8 人，包括医生 4 人，护士 2 人，技师 2 人，均为新增人员。本项目 2 台 DSA 投入运行后，辐射工作人员仅从事本项目的辐射工作。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 s 公告 2019 年第 57 号），本项目 1 楼 DSA 机房的 4 名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护的培训并取得成绩合格报告单（附件 6），4 名辐射工作人员培训证书已过期。医院将尽快组织 8 名新增辐射工作人员和原有 4 名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。

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关管理要求，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、人员培训计划、监测方案等。并根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求，将其与医院管理制度现状列于表 12-2 中进行对照分析。

表 12-2　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	辐射防护安全管理制度	已制定《辐射防护和安全保卫制度》	已制定，需将本项目纳入
2	B 场所设施	操作规程	已制定《DSA 开、关机操作规程》《DSA 管理制度及工作流程》	已制定，需根据 DSA 射线装置操作规程更新完善
3		辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定《设备检修维护制度》	已制定，需将本项目纳入
4	C 监测	监测方案	已制定《辐射工作场所现场监测制度和方案》	已制定，需将本项目纳入
5		监测仪表使用与校验管理制度	已制定《监测仪器校验与刻度管理制度》	已制定，需将本项目纳入
6	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定《放射工作人员培训制度》	完善制度，本项目辐射工作人员应按制度严格执行
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《放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	已制定《辐射事故应急预案》	应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。

根据表 12-2，医院的辐射安全管理规章制度如下：

①制定了辐射安全管理规定、辐射工作人员岗位职责，加强对辐射工作场所的管理工作，防止出现辐射事故。

②制定了人员培训制度，对没有参加培训的放射工作人员，尽快安排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参加考核。

③制定了辐射设备维护、维修制度和辐射安全防护设施维护与维修制度，使设备和防护设施处于良好运行状态，严格控制设备和防护设施安全质量，防止出现安全事故。医院应定期对射线装置进行维护及保养，确保设备的正常使用，防止出现安全事故。

④制定了辐射监测方案，方案中明确了医院对工作场所进行自主监测和委托有资质单位进行年度监测，个人剂量检测不超过三个月。医院应补充监测方案内容，如需说明监测时的布点要求、监测时所使用的国家标准，以及监测后的数据处理等内容。

⑤制定了辐射事故应急预案，规定了突发辐射事故应急指挥部的职责、具体的处置流程、联系电话、事故上报等内容以应对可能发生的辐射事故。医院应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。

综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在医院放射防护与辐射安全管理委员会领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度各科室人员严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议，制度执行情况较好。此外，医院需根据制度实际运行情况，不断调整完善各项规章制度，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。

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

个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X 射线监测仪等。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。医院应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案，每季度对项目涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境部门开展的辐射监督（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，判断射线装置是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。监测数据编入《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》，上报当地生态环境主管部门。

建设方应为医院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，每季度定期送相关专业单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

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，项目单位已为本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（监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建有辐射工作人员个人剂量档案。

建设单位辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，处于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。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，并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）。

2、辐射工作场所自我监测要求

（1）监测项目：X-γ 辐射剂量率；

（2）监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，监

测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

（3）监测频次：对于 X-γ 辐射剂量率应自行配备监测设备每季度监测 1 次；

（4）监测布点、监测频次和监测点位及范围见表 12-3；

（5）监测设备：X-γ 辐射剂量率仪；

（6）监测质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；制定辐射环境监测管理制度。

3、年度监测要求

根据《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）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；年度监测委托有资质的第三方环境监测机构进行监测。

医院将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对医院的辐射工作场所进行年度监测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前提交给发证机关。

4、竣工环境保护验收监测

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规范核技术利用》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，自行或委托有能力的技术机构开展竣工验收监测，编制验收报告，并组织专家采取现场检查、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。

综上所述，本项目监测计划见下表 12-3。

表 12-3 项目监测计划一览表

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备	监测的位置要求
自主监测	X-γ 辐射剂量率	每季度至少 1 次	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙	X-γ 辐射监测仪	距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地

			孔洞、控制室操作台、控制室防护观察窗外 30cm、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 X-γ 辐射剂量率（开关机时各测量一次）监测		面下方（楼下）距楼下地面 170cm
委托监测	X-γ 辐射剂量率	竣工环保验收监测	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量率进行巡测，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、控制室防护观察窗外 30cm、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 X-γ 辐射剂量率（开关机时各测量一次）监测	X-γ 辐射监测仪	距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm
		年度监测，编制辐射防护年度评估报告（每年 1 次）			
	职业性外照射个人剂量	最长不应超过 3 个月送有资质的单位监测	本项目辐射工作人员	个人剂量计	按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）规范佩戴个人剂量计

辐射事故应急

为了加强对各放射治疗、诊断设备的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了《辐射安全事件应急预案》。

医院成立了放射事故应急处理工作领导小组，下设应急办公室，明确了成员及职责，应急预案规定了应急处理流程，内容较全，措施得当，便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。

在后期运营过程中，医院应根据实际情况及最新管理要求进行应急预案的修订和完善，使其更能结合实际开展工作，同时对昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）的辐射事故应急能力进行建设，包括定期开展应急演练，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（2022 年修订版）》，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。

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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等使用射线装置的单位应具备的条件，对建设方建设本项目应具备的能力进行分析并提出完善措施。昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）辐射防护所采取的技术措施和管理措施进行对照分析见表12-4。

表 12-4　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。	建设方按照设计单位的设计建设机房，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。	建设方应按计划认真做好相应的防护工作，做好日常监测。
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。	各射线装置机房门外拟设置工作状态指示灯、门灯联锁装置、电离辐射警示标志。	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。
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。	拟在每间射线装置控制室操作台上和机房内诊疗床操作面板上设置紧急停机按钮，该装置与设备联锁，使误留于室内人员可通过紧急制动按钮使照射终止。	运营时严格按计划执行，定期维护，确保辐射安全。
4	警示标志	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警告标识。	机房工作区域拟设置工作状态指示灯、门灯联锁、电离辐射警示标志和两区划分等。	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。	射线装置机房采用送排风系统进行通排风，1 楼 DSA 机房新风量为 650m^3/h，排风量 300m^3/h。4 楼 OR07DSA 杂交手术室送风量为 11000m^3/h，排风量 300m^3/h。	定期维护，满足通排风和防护屏蔽要求。

6	管理人员要求	使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科及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。	成立了辐射安全管理与环境保护管理领导小组，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。	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。	本项目1楼DSA机房的2名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护的培训并取得成绩合格报告单（附件6），4名辐射工作人员培训证书已过期。医院将尽快组织8名新增辐射工作人员和原有4名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。	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，本项目DSA设备办理辐射安全许可证时，配置的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。
8	辐射安全许可证	必须取得环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	本项目依托的主体工程已开始试运行，目前已取得辐射安全许可证，许可范围为使用II类、III射线装置。	本项目审批完成后，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。	制定了《设备检修维护制度》，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 个个人剂量片。个人剂量片应编号并定人佩戴，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。	本项目拟配备个人剂量计 24 个（DSA 操作医生各配备双个人剂量计，其他人员单个人剂量计），按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）规范佩戴个人剂量计，并进行送检，建立个人剂量档案。	严格要求工作人员正确佩戴个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及时解决，个人剂量档案应终身保存。
11	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存	建设方已建立设备检修维护制度、辐射工作场所现场监测制度和方案、放射工作人员健康	医院应及时更新妥善保存相关档案。

		档备查。	及个人剂量管理制度、建立了设备运行、维修档案，拟对从事放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。	
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。	医院已制定《辐射工作场所现场监测制度和方案》。	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:《辐射防护和安全保卫制度》《放射工作人员岗位职责》《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》《放射工作人员培训制度》《辐射工作现场监测制度和方案》《质量保证大纲与质量控制计划》《设备检修维护制度》《X 射线受检者防护管理制度》《射线装置台账明细》《辐射安全事件应急预案》等制度。	医院应根据实际运行情况进一步完善各项规章制度，并落实专人负责。从事放射性诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行放射诊疗工作，所有制度应张贴上墙。
14	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《质量保证大纲与质量控制计划》。	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，并事先告知病人和受检者辐射对健康的潜在影响。
15	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。	固体废弃物和废水依托医院主体工程处理设施处置，对项目运用过程中产生的废气采用通排风系统排出。	医疗废物和医疗废水应与普通固废和生活污水分开收集或处理。

16	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《辐射事故应急预案》，应急预案包括组织机构及职能、辐射事故的报告、辐射事故的处理、辐射事故应急电话等。	医院应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，将事故发生的概率和事故危害控制到最低程度。

根据上表所述，昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）按照本报告提出的要求进行落实后具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件，具备了使用本次评价2台DSA（Ⅱ类射线装置）的能力。

表 13　结论与建议

结论

1、项目概况

本项目拟在昆明市西山区碧鸡路与华苑路交叉口东北侧昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房内搬迁飞利浦 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线系统，属于II类射线装置；以及在 4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室内新增一台血管造影用 X 射线系统（型号未定），属于II类射线装置。项目总投资 847.8 万元，其中环保投资 98 万元，占项目总投资的 11.56%。

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

本项目位于昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房和 4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室内，不涉及新增用地，用地性质为医院用地，项目用地属于昆明市总体规划的医院用地，且不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线，符合昆明市的建设发展规划及土地利用总体规划。

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 DSA 手术室共有 2 间，分别位于昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及 1 号住院楼 1 楼预留 DSA 机房和 4 楼预留 OR07DSA 杂交手术室。医院周围无自然保护区、风景名胜区、名胜古迹等环境敏感点，无明显环境制约因素。

本项目射线装置机房四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室（产科、儿科均位于门诊医技楼及1号住院楼二层东侧，未在本项目两间DSA机房评价范围内）。同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并有实体屏蔽措施，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。

（2）平面布置合理性分析

本项目DSA机房共有2间，具体平面布置如下：

本项目1楼DSA机房位于昆明市西山区人民医院（昆明市西山区中医院）新院区门诊医技楼及1号住院楼1楼，4楼OR07DSA杂交手术室位于新院区门诊医技楼及1号住院楼4楼。门诊医技楼及1号住院楼共有14楼。

1楼DSA机房北侧为控制室、刷手区、更衣准备间、控制廊等；西侧为患者准备间、CT室、患者通道等；南侧为DSA机房设备间、DSA机房污物间、大堂等；东侧为楼梯间、排风机房、阅片室等；楼上为检验科区域，楼下为医院设备层。

4楼OR07DSA杂交手术室北侧为洁净走廊、会议示教室、拟建OR08手术室等；西侧为洁净走廊、临床科室仪器存放间等；南侧为缓冲间、拟建OR06手术室、排烟机房等；东侧为OR07控制室、设备间、洁具间、污物通道等；楼下为住院药房静脉配置中心，楼上为医院设备层。

四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室（产科、儿科均位于门诊医技楼及1号住院楼二层东侧，距离本项目拟建DSA约80m，未在本项目两间DSA机房评价范围内）。

1楼DSA机房的医护人员从等候区经过控制廊依次通过更衣准备间、刷手区、控制区，通过DSA机房北侧防护门进入DSA机房；患者从等候区经过患者准备间，通过DSA机房西侧防护门进入DSA机房；手术结束后污物通过南侧防护门进入污物间暂存，后通过东侧楼梯间运出。

4楼OR07DSA杂交手术室的医护人员从职员电梯经过换鞋间、通过间、缓冲间、洁净走廊进入控制室，通过OR07DSA杂交手术室东侧防护门进入手术室；患者从电梯厅经过换床缓冲间、洁净走廊，从OR07DSA杂交手术室北侧防护门进入手术室；手术室结束后污物通过南侧防护门，从楼梯间运出。

综上所述，本项目 1 楼 DSA 机房区域和 4 楼 OR07DSA 杂交手术室区域，医护通道、患者通道和污物通道单独设置，避免了不同人员交叉影响，便于治疗和管理。同时，机房采取有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的，平面布置合理。

4、项目代价利益分析

本项目的建设可以更好地满足病人多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

5、辐射环境质量现状

根据现场监测报告，扣除宇宙射线响应值后，本项目一楼拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 3.3×10^{-8}Gy/h~3.7×10^{-8}Gy/h。本项目四楼拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 3.3×10^{-8}Gy/h~3.9×10^{-8}Gy/h。医院周围环境本底 X-γ 辐射剂量率范围为 3.6×10^{-8}Gy/h~3.9×10^{-8}Gy/h，平均值为 3.8×10^{-8}Gy/h。

根据《云南省环境天然放射性水平调查研究》（云南科技出版社，1992 年 11 月出版），昆明市原野 γ 辐射剂量率在 2.73×10^{-8}Gy/h~11.36×10^{-8}Gy/h 之间，昆明市道路 γ 辐射剂量率在 3.51×10^{-8}Gy/h~7.52×10^{-8}Gy/h 之间，昆明市房屋室内 γ 辐射剂量率在 6.41×10^{-8}Gy/h~12.66×10^{-8}Gy/h 之间。本项目拟建 DSA 工作场所及周围各监测点位 X-γ 辐射剂量率未见异常，处于当地天然辐射水平范围内。

6、环境影响评价结论

（1）辐射防护措施有效性结论

本项目射线装置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备，建设单位制定了有针对性的操作规程，医务人员工作时穿戴铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品，通过以上各项防护措施的综合使用，可有效地防止 X 射线产生的辐射影响，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

在采取屏蔽防护措施后，经模式预测和类比分析，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.25mSv 的公众人员年剂量约束值。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）水环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期间，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水，依托医院现有污水处理设施处理，不外排，对周围水环境影响较小。

②运营期：本项目射线装置采用数字成像，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依托医院污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院的污水处理站进行处理。因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

（4）大气环境影响分析结论

①施工期：DSA 手术室机房防护装修时，将产生少量的扬尘和废气，但这方面的影响仅局限在医院内部。本项目施工期间产生的扬尘量较小，通过建设施工中采取湿法作业，尽量降低粉尘对周围环境的影响，施工期产生的少量扬尘对项目周围大气环境影响较小。装修过程中产生的废气污染物相对较少，通过加强通风或室内空气净化措施，在装修时采用“环保型”油漆及涂料，装修时保持场所清洁、湿润，将装修废气的影响降至最低，对周围环境产生的影响可接受。

②运营期：根据设计单位提供资料，本项目射线装置机房采用送排风系统进行送排风，1 楼 DSA 机房新风量为 650m3/h，排风量 300m3/h。4 楼 OR07DSA 杂交手术室送风量为 11000m3/h，排风量 300m3/h。1 楼 DSA 机房排风管道从 DSA 机房东侧屏蔽墙穿墙经过排风机房通过排风井引至楼顶排放；送风管道通过送风管从北侧进入 DSA 机房。4 楼 OR07DSA 杂交手术室排风管从北侧穿墙引至大楼北侧，经过排风集风箱引至楼顶排放。送风管通过楼内风井进入手术室进行送风。楼上病房影响较小，DSA 在曝光过程中产生的少量臭氧及氮

氧化物经排风管道引致楼外排放，常温下臭氧自行分解为氧气，废气再经稀释扩散后对环境影响很小。

（5）声环境影响分析结论

①施工期：施工单位通过选取低噪声的施工机械，加强施工管理，合理地安排施工时间等措施，施工期间施工噪声对周围声环境可接受。

②运营期：本项目运营期主要的噪声源强为风机，经噪声经距离衰减、物体阻挡及吸声后，项目对周围声环境影响可接受。

（6）固体废物影响分析结论

（1）施工期：本项目施工期间固体废物主要为生活垃圾、建筑垃圾。施工人员生活垃圾集中堆放，并委托当地环卫部门定期清运；建筑垃圾首先对其中可回收利用部分进行回收再外运至政府指定的建筑垃圾堆放场。采取以上措施后对周围环境影响可接受。

（2）本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾纳入医院生活垃圾清运系统。对周围环境影响可接受。

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，本项目射线装置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（2022 年修订版）》中规定判断，属于一般辐射事故。

医院按评价要求制定完善各项操作规程和制度后，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

8、核技术应用医疗设备使用与安全管理的综合能力结论

建设单位拥有专业的辐射工作医务人员和辐射安全管理机构，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；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；具有使用本项目评价的 2 台 DSA（Ⅱ类射线装置）的综合能力。

9、项目建设的环保可行性总结论

本项目符合国家产业政策，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及云南省生态环境厅对职业人员及公众照射的要求，建设单位在落实本报告提出的措施后具备对本项目评价的 2 台 DSA（Ⅱ类射线装置）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，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

建议和承诺

1、承诺

（1）项目应按照国家相关法律法规要求进行验收。

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

（5）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。

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

2、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，才能切实将辐射环境保护工作落到实处。

（2）不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。

（3）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。

（4）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。

项目竣工验收

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

建设单位应公开上述相关信息，向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

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

表 14　审批

下一级环保部门预审意见：   经办人　　单位盖章 年　月　日
审批意见：   签发人　　单位盖章 年　月　日