核技术利用建设项目

云南省第一人民医院6号楼新增

2台II类医用射线装置DSA核技术利用项目

环境影响报告表

（公示稿）

云南省第一人民医院

2026年04月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

云南省第一人民医院6号楼新增

2台Ⅱ类医用射线装置DSA核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：云南省第一人民医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：云南省昆明市西山区金碧路157号

邮政编码：650000　　　　　　联系人：

电子邮箱：　　　　　　　　　联系电话：

目录

附图：

附图1：本项目地理位置图

附图2：电离辐射评价范围图

附图3：DSA 机房平面布局图（带尺寸）

附图4：本项目所在3楼平面图

附图5：DSA 楼下（2楼）平面图

附图6：DSA 楼上（M层（夹层））平面图

附图7：DSA 机房（医生、患者、污物）路径图

附图8：DSA 机房通排风平面图

附图9：西山区单元管控图

附件：

附件1：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：排污许可证

附件5：项目可行性研究报告的批复

附件6：6号住院楼建设项目环评批复

附件7：6号住院楼环评竣工验收意见

附件8：设备说明书

附件9：DSA 项目防护工程设计施工方案

附件10：云南省第一人民医院关于调整放射防护与辐射安全管理委员会的通知

附件11：云南省第一人民医院辐射突发环境事件应急预案(2025年版)

附件12：辐射安全相关制度

附件13：云南省第一人民医院辐射安全年度评估报告（2025年度）

附件14：本项目辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核成绩单

附件15：DSA 项目辐射环境本底监测报告

附件16：生态环境管控单元和环境管控详情

附件17：项目内审记录表

附件18：项目工作进度管理表

表1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">云南省第一人民医院6号楼新增2台Ⅱ类医用射线装置DSA核技术利用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">云南省第一人民医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法定代表人</td><td></td><td>联系人</td><td colspan="2"></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">云南省昆明市西山区金碧路157号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">云南省昆明市西山区金碧路157号云南省第一人民医院6号楼3楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="3">--</td><td>批准文号</td><td colspan="2">--</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td></td><td>项目环保投资（万元）</td><td></td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">7%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">☑新建□改建□扩建 □ 其它</td><td>占地面积（m²）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</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类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">--</td></tr>
</table>

项目由来

1.1 建设单位简介

云南省第一人民医院（以下简称“建设单位”）前身为云南省立昆华医院，坐落于昆明市金碧路157号，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健于一体的三级甲等综合性医院。云南省立昆华医院始建于1939年，并于1992年被评定为国家三级甲等医院，1996年正式更名为“云南省第一人民医院”，同时保留“昆华医院”第二名称；2011年，云南省第一人民医院成为昆明理工大学附属医院。

建设单位现有编制床位2000张，年总诊疗人次256.21万，出院患者15.74万人次。设63个临床医技科室，拥有1个国家呼吸区域医疗中心、7个国家级临床重点专科、5个省级临床医学中心，以及25个省级临床重点专科；拥有1个国家卫生健康委重点实验室、6个省级临床医学研究中心、4个省级工程研究中心、7个省级创新团队、25个省级研究所/研究中心，以及28个院士（专家）工作站。于2014年开始组建“昆华医联体”，目前已覆盖超240家医疗机构；多次派医疗队赴老挝、柬埔寨等国开展医疗援助。

1.2 任务由来

2024年，建设单位申请开展“云南省第一人民医院医疗设备更新迭代项目”，项目建

设性质为设备购置，项目计划更新、新购关键大型医疗设备以及麻醉手术科、病理科、超声科、急诊科等平台科室设备，共计60台（套）。应建设单位委托，本次仅对设备更新迭代项目中的2台DSA射线装置进行评价（以下简称“建设项目”）。

2024年11月26日，云南省发展和改革委员会委托云南省人民政府投资项目评审中心对“云南省第一人民医院医疗设备更新迭代项目”可行性研究报告进行评审，获原则性通过。12月9日，“云南省第一人民医院医疗设备更新迭代项目 ”取得云南省人民政府投资项目评审中心出具的《关于〈云南省第一人民医院医疗设备更新迭代项目可行性研究报告〉》的评审意见（云投审发〔2024〕226 号），12月31日取得云南省发展和改革委员会出具的《关于云南省第一人民医院医疗设备更新迭代项目可行性研究报告的批复》（批复文件号：云发改社会〔2024〕1071号），赋予的项目代码为：2406-530000-04-05-476280。

建设单位拟在6号楼3楼手术科北侧改建2间手术室、1间控制室，将拟购置的2台医用血管造影X射线机置于手术室内使用，用于对血管造影、介入手术时提供X射线透视、摄影、血管减影图像和体层图像。建设项目拟购置的2台医用血管造影X射线机，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号），血管造影用X射线装置属Ⅱ类射线装置。由于带数字减影功能的移动式C形臂属于介入近台操作用的X射线装置，根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》中注1：用于心血管介入术、外周血管介入术、神经介入术等的X射线装置，以及含具备数字减影（DSA）血管造影功能的设备属于血管造影用X射线装置，需按Ⅱ类射线装置进行管理。因此，本建设项目涉及使用的DSA属Ⅱ类射线装置。

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

建设单位于2026年3月委托云南晟蔚环保科技有限公司（以下简称“评价单位”）对该项目进行环境影响评价文件编制工作。接受委托后，评价单位即组织相关技术人员通过现场勘察、现场监测、收集资料等工作，结合项目的特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），编制了《云南省第一人民医院6号楼新增2台Ⅱ类医用射线装置DSA核技术利用项目环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

1.3 建设项目概况

1.3.1 项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：云南省第一人民医院6号楼新增2台Ⅱ类医用射线装置DSA核技术利用项目

建设地点：云南省昆明市西山区金碧路157号云南省第一人民医院6号楼3楼北侧（项目中心坐标：东经102°42′21.90279″，北纬25°2′1.69239″）

建设单位：云南省第一人民医院

建设性质：新建（改建）

国民经济行业类别代码：8411、综合医院服务

分类管理名录代码：172、核技术利用建设项目

腔

层

及

类

北

护

限

消

宽5

3.0

建设项目顶棚、地板的原有结构保持不变，且对改造后手术室内进行屏蔽防护。

本项目改造一览表见表 1-1。

表 1-1 建设项目改造一览表

序号	改造前	改造后
1	原建筑共有四个房间分别为GCP实验室、腔镜存放间、腔镜打包消毒间、腔镜清洗间，总面积为134.44m^2。	手术室1号有效使用尺寸为$L_{长}$7.25m×$W_{宽}$5.65m×$H_{高}$3.00m，面积为40.96m^2。手术室2号有效使用尺寸为$L_{长}$7.00m×$W_{宽}$6.10m×$H_{高}$3.00m，面积为42.7m^2。控制室有效使用尺寸为$L_{长}$6.8m×$W_{宽}$2.5m×$H_{高}$3.00m，面积为17.00m^2。
2		
备注：本报告中所述硫酸钡涂料密度为3.2g/cm^3、混凝土密度为2.35g/cm^3、铅板密度为11.3g/cm^3。		

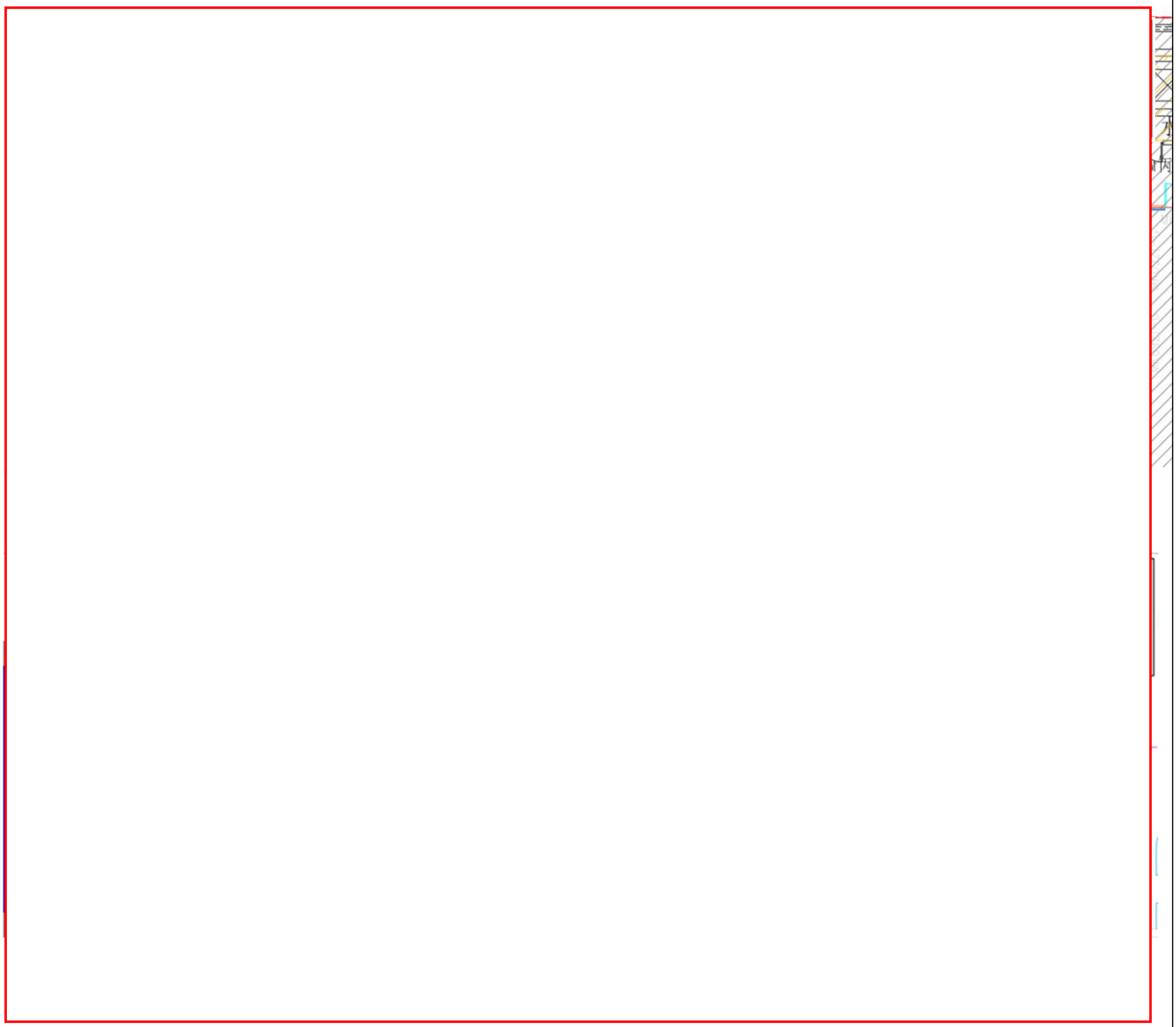


图 1-2 拟建设备间现状平面图（4 楼）

1.3.2 项目建设内容及规模

本项目拟在医院6号楼3楼新建2间DSA机房、1间控制室；在M层（夹层）新增

DSA 设备配套设施机房，并在机房内新增 2 台数字减影血管造影 X 射线机（以下简称“DSA”），配备的 DSA 射线装置型号 1：uAngio AVIVA CX 型，生产厂家：上海联影医疗科技股份有限公司，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA；型号 2：ARTIS icono ceiling 型，生产厂家：西门子医疗系统有限公司，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA，均属于Ⅱ类射线装置。本项目新增的 2 台 DSA，运行后主要由血管外科、神经内、外科开展介入手术，2 台年工作量最大为 3700 人次/年，主要用于介入诊断和治疗。

本项目的建设内容及规模见表 1-2。

表 1-2 项目建设内容及规模一览表

<table>
<tr><th rowspan="2">名称</th><th rowspan="2" colspan="2">建设内容及规模</th><th colspan="2">产生的环境问题</th></tr>
<tr><th>施工期</th><th>运营期</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主体工程</td><td>DSA 手术室 1 号机房</td><td>新增 1 台 DSA，型号：uAngio AVIVA CX 型，生产厂家：上海联影医疗科技股份有限公司，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于Ⅱ类射线装置。
DSA 机房（净尺寸）：长：7.25m 宽：5.65m，高 3.0m，（面积：40.96m^2）；
DSA 机房屏蔽防护如下：
西侧墙体：300mm 混凝土；北侧、东侧、南侧墙体：4mm 的铅板+50*30*1.2mm 方钢龙骨+9mm 阻燃板基板+单面饰面板面层，综合铅当量为 4.0mmPb;
顶棚：130mm 混凝土+4mm 铅板，综合铅当量为 5.5mmPb
地面：130mm 混凝土+40mm 硫酸钡涂料，综合铅当量为 4.3mmPb;
观察窗：高铅玻璃进行防护，铅当量为 4mmPb;
防护门 3 樘（防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门一墙”间隙的十倍）：DSA 机房 3 樘防护门内衬 4mm 铅板，综合铅当量约为 4mmPb。DSA 机房北侧设 1 樘防护门，供污物通道；南侧设 1 樘防护门，患者进出；东侧设 1 樘防护门，供医护人员由控制室进出。
操作位：床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平。
（本文中所述的混凝土密度为 2.35g/cm^3; 硫酸钡涂料密度为 3.2g/cm^3，水泥与硫酸钡的配比比例为 4：1）。</td><td rowspan="2">施工期生活污水、施工扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中的 X 射线、臭氧。</td><td rowspan="2">X 射线、臭氧、噪声、医疗废水、医疗废物</td></tr>
<tr><td>DSA 手术室 2 号机房</td><td>新增 1 台 DSA，型号：ARTIS icono ceiling 型，生产厂家：西门子医疗系统有限公司，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于Ⅱ类射线装置。
DSA 机房（净尺寸）：长：7.00m 宽：6.10m，高 3.0m，（面积：42.70m^2）；
DSA 机房屏蔽防护如下：
四周墙体：4mm 的铅板+50*30*1.2mm 方钢龙骨+9mm 阻燃板基板+单面饰面板面层，综合铅当量为 4.0mmPb;
顶棚：130mm 混凝土+4mm 铅板，综合铅当量为 5.5mmPb
地面：130mm 混凝土+40mm 硫酸钡涂料，综合铅当</td></tr>
</table>

		量为 4.3mmPb； 观察窗：高铅玻璃进行防护，铅当量为 4mmPb； 防护门 3 樘（防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门一墙”间隙的十倍）：DSA 机房 3 樘防护门内衬 4mm 铅板，综合铅当量约为 4mmPb。DSA 机房北侧设 1 樘防护门，供污物通道；南侧设 1 樘防护门，患者进出；西侧设 1 樘防护门，供医护人员由控制室进出。 操作位：床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平。 （本文中所述的混凝土密度为 $2.35g/cm^3$；硫酸钡涂料密度为 $3.2g/cm^3$，水泥与硫酸钡的配比比例为 4：1）。		
辅助工程	控制室 $17m^2$，2 号机房东侧污物暂存间 $5m^2$，2 号机房东侧血液供应室 $12.18m^2$，2 号机房东侧器械间 $6.34m^2$，机房南侧洁净走廊 $58.45m^2$，控制室正上方设备间 $24.04m^2$。			医疗废物、生活垃圾、生活污水
配套工程	**通风系统：** 根据建设单位提供资料，本项目 DSA 机房内采用上进下排的通风系统，新风从同层北侧取风，经过净化一体机转化后送入手术室机房，送风管口径为 800mm*630mm，送风量为 $1000m^3/h$。DSA 手术室 1 号机房进风管道从 DSA 东侧墙外穿墙进入机房，送风口置于机房顶面，共有 6 个送风口；DSA 手术室 2 号机房进风管道从 DSA 北侧墙外穿墙进入机房，送风口置于机房顶面，共有 6 个送风口。DSA 手术室 1 号机房内排风口设于机房靠北侧地面，排风口下沿距地 100mm，排风管由北侧墙体穿出机房；DSA 手术室 2 号机房内排风口设于机房靠西侧地面，排风口下沿距地 100mm，排风管由西侧墙体穿出机房。通风管道穿墙处采用 4.0mm 铅皮包裹进行屏蔽补偿，长度为穿墙前后各 50cm，能够有效防止射线直接从风管照射出机房。本项目出风量为 $500m^3/h$，排风管从机房穿出后接同层排风口，最后引致 8 楼楼顶排放，楼顶排风口距地面高度 2.5m，主导风向为西南风。			噪声
	电缆系统： 本项目手术室机房的电缆采用两种路径相结合的方式：①设备底座直穿路径：DSA 设备的电缆从设备底座下方引出，通过楼板开洞，直径约 120mm，直穿至楼下。②楼下架桥至控制室路径：电缆穿过楼板后，在下层天花板吊顶内设置电缆桥架（宽 120mm 深 100mm)，通过桥架(固着于楼板下方 300mm 处)铺设至隔壁控制室。③控制室墙面架桥至设备间路径：从控制室墙面电缆槽（宽 300mm 厚 100mm）引至楼板开洞，电缆孔径约 300mm，穿至上层设备间。 为确保电缆穿行路径不会成为辐射泄漏通道，采取了以下专项屏蔽防护措施：①楼板开洞防护：在设备基座下方的楼板开洞处，采用厚度不小于 4mm 的铅板进行覆盖防护。铅板覆盖范围超过孔洞边缘不小于 100mm，并与楼板紧密贴合，确保无缝防护。②电缆桥架穿墙防护：对于在楼下吊顶内敷设并需穿墙进入控制室的电缆桥架，在穿墙处采用直穿方式。在电缆桥架穿墙部位设置厚度不小于 4mm 的防护铅板，同时对穿墙段电缆桥架(长度约穿墙前后各 100cm)用厚度不小于 4mm 的铅皮进行包裹，实现双重屏蔽。			/
公用工程	供配电系统	用电来源于市政供电，并依托医院 6 号楼设施		/
	给水系统	依托医院 6 号楼给水管网		
	排水系统	依托医院 6 号楼污水排水管网		
	通道	分别设置有医护人员通道、病人通道、污物通道		

办公、生活设施	医生办公室、卫生间			生活污水、生活垃圾
环保依托工程	生活污水、医疗废水	本项目产生的废水均依托医院已建现用的污水处理站处置达标后排入西寺巷市政污水管网，最终排入昆明市第一水质净化厂进行处理。污水处理站设计规模为2000m³，现处理量为1400m³。		/
	生活垃圾	依托医院各层垃圾收集桶收集后清运至垃圾房内暂存，最后由医院委托环卫部门清运处置。		
	医疗废物	项目产生的医疗废物依托医院医疗废物暂存间处置措施，经医疗废物收集桶收集后由专人转移至医院医疗废物暂存间，最后由医院定期委托有资质单位进行清运和处置，医疗废物暂存间位于医院立体停车场西侧，面积160m^2。		
	废气	本项目产生的废气经过机房的排风管道接入同层的排风井，最后引致8楼楼顶排放，楼顶排风口距地面高度2.5m，主导风向为西南风。		臭氧、氮氧化物
	噪声	本项目所使用的风机均为低噪声设备，机房的通排风系统管道上均设置消声器并配有减振装置。		噪声
备注	本次评价各防护屏蔽体铅当量估算依据《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 附录C和《辐射防护手册》 第三分册 表3.5。			

1.3.3 设备情况

1.3.3.1 设备配置

本项目设备配置及主要技术参数见表1-3。

表1-3　DSA主要技术参数

装置名称	射线装置类别	型号	生产厂家	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	照射方向	射线装置数量（台）	用途	备注
医用血管造影X射线机	II类	uAngio AVIVA CX	上海联影医疗科技股份有限公司	125	1000	主要为由下往上（可360^{0}旋转）	1	介入手术	新增
医用血管造影X射线机	II类	ARTIS icono ceiling	西门子医疗系统有限公司	125	1000	主要为由下往上（可360^{0}旋转）	1	介入手术	新增

1.3.3.2 本项目DSA使用情况

本项目投入运行后，DSA由血管外科、神经内、外科开展介入手术，预计年开展手术共约3700台，其中血管外科年开展介入手术各约3000台，神经内、外科年开展介入手术约700台。本项目DSA手术预计使用情况见表1-4，运行工况见表1-5。

表1-4　DSA预计使用情况一览表

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	年最大出束时间		备注
				减影	透视	
血管外科	150min	减影：2min 透视：15min	3000 台	100h	750h	2 台设备总共手术量
神经内、外科	120min	减影：2min 透视：5min	700 台	23.33h	58.33h	2 台设备总共手术量
合计			3700 台	123.33h	808.33h	

表 1-5 本项目 DSA 拟运行工况一览表

设备型号		实际运行管电压（kV）	实际运行管电流（ mA）
医用血管造影 X 射线机（联影）	减影	65~95	200~600
	透视	60~75	5~15
医用血管造影 X 射线机（西门子）	减影	40-125	15-1000
	透视	40-125	15-250

1.3.4 原辅材料消耗情况

项目主要原辅材料消耗情况详见下表：

表 1-6 主要原辅材料消耗情况一览表

序号	名称	单位	年用量
1	药棉	kg	370
2	纱布	kg	370
3	一次性手套等一次性防护用品	kg	740
4	造影剂（碘克沙醛）	kg	370

1.3.5 人员配置及工作制度

（1）劳动定员

根据医院提供的资料，本项目血管外科 9 名医生、神经内、外科 7 名医生、2 名技师和 4 名护士均为现有辐射工作人员，现本项目 DSA 手术共配置工作人员 22 名（其中辐射工作人员 18 名）。其中操作技师还参与医院其他辐射工作，其余工作人员在本项目投入运行后只负责本项目的相关工作。具体见表 1-6，每台手术由 2 名医生、1 名技师和 1 名护士组成，在不同台手术中两名医生在第一术位和第二术位交替进行。其中医生负责本科室的介入手术；技师负责全部手术在操作间 DSA 的工作；护士负责全部介入手术前准备和手术后清理工作。

表 1-7 DSA 射线装置工作场所工作人员统计表

科室	医生	技师	护士	备注
血管外科	9	2	4	
神经内、外科	7			
合计	16	2	4	技师、护士轮班负责本项目所有的工作
注：以上人员均为医院现有辐射工作人员；项目手术时一般为 2 名医生+1 名技师+1 名护士为一个医疗组。				

介入医生负责各自科室的介入手术，不参与其他科室的介入手术；护士仅负责手术前的准备工作，不参与射线装置的相关工作，曝光时不在机房内停留；技师负责控制室操作，不进入机房。在本项目投入运营后操作技师还参与医院其他辐射工作，医生在本项目投入运行后只负责本项目的相关工作。

（2）工作制度

辐射工作人员均实行白班单班制度，每班工作 8 小时，每年工作 250 天。

（3）项目进度

根据现场调查，目前医院主体已正常运行。项目所在区域尚未进行机房改造和辐射防护相关装修施工。预计 2026 年 6 月进行施工，2026 年 8 月完成防护工程竣工和设备安装调试。

1.4 评价目的

本次评价的项目为 2 台 DSA，属于Ⅱ类射线装置，主要用于放射诊断和治疗。通过本次辐射环境影响评价，达到以下目的：

（1）对医院新增 DSA 射线装置辐射环境影响进行评价，从环境保护角度给出项目实施后辐射环境可行性的明确结论：为建设方提供更新《辐射安全许可证》的依据，为上级行政主管部门实施辐射环境管理提供科学依据。

（2）针对医院 DSA 射线装置的使用对周围环境产生的影响，按照国家有关法规和技术规范对项目进行辐射环境影响评价，确认实践的安全性与防护的有效性，对不利影响及存在的问题提出防治措施。

（3）对拟采取的安全与防护措施进行分析，指出可能存在的薄弱环节。对 DSA 射线装置使用情况进行分析评价，了解工作过程中职业人员及公众所受的辐射影响程度，是否符合国家标准及省生态环境厅对剂量管理限值要求。

1.5 选址及布局合理性分析

1.5.1 选址合理性分析

建设单位位于昆明市金碧路157号，云南省第一人民医院东侧为东寺街，南侧为西寺巷，西侧为玉带河、复兴社区、金碧馨园和解放新村，北侧为金碧路，交通便利，建设单位周边主要为商业、住宅混合区，交通便利，方便患者治疗。

建设单位北南门毗邻西寺巷，6号住院综合楼位于建设单位的最南端，9号楼位于最西端，2号门诊楼位于最东端。北门正南方向为1号门诊楼，2号门诊楼和发热门诊楼分别位于1号门诊楼的东、西两侧，发热门诊楼北侧为立体停车场，2号门诊楼紧邻建设单位东门。1号门诊楼南侧依次分布有4号、5号和6号住院综合楼，4号住院综合楼西侧为3 门诊楼，3号门诊楼南侧为8号楼和7号住院综合楼，8号楼和7号住院综合楼正对5号住院综合楼西侧。9号楼隔玉带河与立体停车场相望。

项目建设地址为6号住院综合楼，东北侧为5号楼（21m）；西北侧为7号楼（26m）；东侧为污水处理站（10m）、8号楼（95m）、3号楼（122m）、4号楼（131m）、1号楼（155m）及2号楼（168m）；西侧为玉带河、沿河路（85m）；南侧为西寺巷（81m）。6号住院综合楼邻近建设单位南门和东门，患者就诊便利。

6号住院综合楼主体功能为立体停车、诊疗综合楼，其空间布局为：地下-1楼设置消毒供应中心、静脉药品调配中心，1楼为出入院办理、中心药房、术中家属等候区服务区、医保办、病理检查室、临床护理支持中心，2楼为重症医学科、输血科、麻醉手术科，3楼为手术室，M层为胸外科、4楼为泌尿外科、肛肠科，5楼为神经外科、普外一科，6楼为血液内科、普外二科，7楼为肝胆胰外科，8层为眼科、耳鼻喉科、信息中心机房，建设项目位于6号住院综合楼3楼手术科。

建设项目位于6号住院综合楼3楼北侧，西侧为楼梯间、手术室；东侧为血液供应、现有手术室机房、走廊、手术室；南侧为患者及医生通道、中庭上空。

建设单位周边关系主要为小区及道路，且不存在水源地、保护区，建设项目未设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。项目拟建手术室已进行了相应的辐射防护屏蔽设计，建设项目运行时产生的X射线通过手术室辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。建设项目地理位置见附图1，建设项目外环境关系见附图2。

1.5.2 项目布局合理性分析

平面布局：拟建项目位于6号楼3楼，DSA机房南侧为患者、医生通道，西侧为楼梯间，北侧为污物通道，东侧为污物暂存间及血液供应室，控制室在两间机房中间。患者通过患者通道、防辐射电动推拉铅门后进入机房；医生通过洁净走廊、控制室、防辐射电动

推拉门后进入机房；手术过程中产生的医疗废物经污物通道收集至医疗废物暂存间暂存，最后建设单位统一交由有资质的单位清运处置。DSA 射线装置安装于机房中部，有用线束（向上）不直接照射控制室位置。拟建 DSA 手术室 1 号机房有效使用面积为净长：7.25m，净宽：5.65m，机房净高 3.0m，面积为 40.96m^2，拟建 DSA 手术室 2 号机房有效使用面积为净长：7.00m，净宽：6.10m，机房净高 3.0m，面积为 42.60m^2，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）机房内最小单边长度 3.5m，机房内最小有效使用面积 20m^2”的规定。综上所述，本项目平面布局合理可行。

纵向布局：DSA 机房对应楼上区域为胸外科病房，楼下区域为采血实验区。

综上所述，本项目机房四邻区域不涉及产科、儿科等敏感科室，总布局满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组成部分功能区分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，**本项目布局合理。**本项目平面布局图详见附图 3。

1.6 产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》第一类——鼓励类中第十三项第 4 条“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”。本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年版）》中鼓励类，所以本项目 DSA 的使用符合国家的产业政策。

1.7 实践正当性分析

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

1.8 项目规划符合性

本项目位于昆明市西山区金碧路157号云南省第一人民医院6号楼3楼，医院用地属于昆明市自然资源和规划局规划的医疗卫生用地，本项目为云南省第一人民医院配套工程，且不涉及新增用地，因此，本项目建设符合《昆明市西山区国土空间总体规划》。

1.9 生态管控空间符合性分析

通过云南省生态环境分区管控公共服务查询平台查询，本项目为西山区城区生活污染重点管控单元。

单元名称	单元分类	管控要求		项目情况	符合性
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。	本项目位于医院6号综合住院楼3楼北侧。把原有腔镜房间改造为手术室。不属于工业企业。未建设自备水井。	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，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到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。	本项目产生的少量臭氧及氮氧化物经排风管道引至8楼楼顶排放，排风口距地面高度2.5m，已避开人员集中区域。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。	符合
		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。	产生的医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，定期交由有资质的单位清运处置；工作人员产生的生活垃圾依托医院保洁措施，统一集中收集并交由环卫部门统一清运。	符合

		资源开发效率要求	主要可再生资源回收利用率≥80%。	/	符合

1.10 本项目依托工程

1.10.1 施工期

本项目DSA机房位于6号楼3楼，本项目依托6号楼建设，土建施工环境影响本次环评不涉及，本项目仅需对拟建机房区域进行简单隔断、装修、设备安装即可。

（1）供电

项目周边均有市政电网覆盖，目前项目区内已通电，满足施工用电要求。

（2）施工期废水

本项目施工期不设施工营地（依托医院主体结构），仅产生少量的清洗废水和施工人员产生的生活污水，依托医院现有的污水处理站处理达标后排入西寺巷市政污水管网，最终排入昆明市第一水质净化厂进行处理。

（3）固体废物

固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。施工期生活垃圾产生量较小，生活垃圾可依托医院垃圾箱集中收集后由环卫部门统一清运；施工期产生的建筑垃圾对其中可回收利用部分（如铅板、钢材等建筑材料）进行回收，其次对建筑垃圾要定点堆放，运至住建部门指定的堆放点。

1.10.2 运营期

（1）废水

本项目的所有射线装置均采用数字成像，无废显、定影液产生，没有含重金属的废水产生，本项目仅有少量的医疗废水和生活污水，该部分水量依托医院已有的污水处理设施处理，处理达标后排入西寺巷市政污水管网，最终排入昆明市第一水质净化厂进行处理。

（2）废气

本项目DSA机房内采用上进下排的通风系统，产生的少量臭氧及氮氧化物经排风管道引至8楼楼顶排放，排风口距地面高度2.5m，已避开人员集中区域。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。

（3）固体废物

本项目运营期产生的固体废弃物主要是医疗固废、生活垃圾。本项目手术过程中产生的医疗器具、废药棉、纱布、手套、废药品、废药瓶等医疗废物采用专门的收集容器收集

后，转移至医院医疗废物暂存间，定期交由有资质的单位清运处置；工作人员产生的生活垃圾依托医院保洁措施，统一集中收集并交由环卫部门统一清运。

1.11 依托工程合理性与可行性分析

1.11.1 建设、验收与依托工程关联性分析

建设项目所在位置6号住院综合楼3楼，2005年，建设单位委托编制了《云南省第一人民医院住院综合楼建设项目环境影响报告表》，并于6月24日取得昆明市生态环境局（原昆明市环境保护局）出具的《云南省第一人民医院住院综合楼建设项目环境影响报告表》批复，批复文件号为：昆环保复〔2005〕86号。

建设单位综合住院综合楼工程建设项目在取得环评批复后，项目于2012年5月9日取得昆明市环境保护局试运行批复（昆环保复〔2012〕196号），同年8月28日取得试运行延期批复（昆环保复〔2012〕391号），后委托昆明绿岛环境科技有限公司编制的《云南省第一人民医院住院综合楼建设项目竣工环境保护验收监测报告表》(昆绿检XC12-386号)。2012年11月27日，建设单位住院综合楼建设项目通过竣工环境保护验收，并取得云南省第一人民医院住院综合楼建设项目竣工环境保护验收组意见。

6 号住院综合楼环评批复见附件 7、环评竣工验收组意见见附件 9。

1.11.2 依托环保工程可行性分析

污水处理：依托医院污水处理站（设计规模 2000m³，现处置规模为 1400m³），本项目运营期产生医疗废水及生活污水 59.552m³/a，处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准后排入西寺巷市政污水管网，最终排入昆明市第一水质净化厂进行处理，处理能力充足，可行；

医疗废物处置：依托医院医疗废物暂存间（面积 160m²），医疗废物（1.85t/a）分类收集后暂存（不超过 2 天），由有资质单位清运处置，符合《医疗废物管理条例》要求；

废气处理：DSA 机房产生的少量臭氧及氮氧化物经通风系统排放，常温下臭氧自行分解，经大气稀释后对环境影响极小；

固体废物处置：生活垃圾（2.75t/a）由环卫部门统一清运，可行。

1.12 与本项目有关的原有核技术利用许可情况及主要问题

1.12.1 辐射安全许可证许可核技术应用项目情况

建设单位已于 2026 年 3 月 11 日重新申领了云南省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（云环辐证[01494]），有效期至 2029 年 5 月 20 日，使用种类和范围包括：使用Ⅲ类、

Ⅴ类放射源，使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置，生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

建设单位现有射线装置共 74 台，其中Ⅱ类射线装置 12 台（7 台 DSA ，2 台加速器，1 台回旋加速器、1 台移动 C 型臂、1 台浅放），Ⅲ类射线装置 62 台，均履行了环保手续并申领了辐射安全许可证。建设单位现有密封放射源、非密封放射性物质、射线装置具体使用情况详见表 1-8～表 1-10，建设单位辐射安全许可证正副本见附件 4。

表 1-8 密封放射源使用台账明细

序号	核素名称	源编码	活 度 （Bq）	类别	工作场所
1	Ir-192	NL25IR010153	3.7E+11	III	1 号门诊楼-1、-2 楼
2	Sr-90（Y-90)	00NNSR884415	1.01E+9	V	三号楼 3 楼
3	Sr-90（Y-90)	00NNSR884405	1.85E+9	V	三号楼 3 楼
4	Sr-90（Y-90)	0004SR884145	1.65E+9	V	三号楼 3 楼
5	Na-22	US25NA000045	3.7E+6	V	四号住院综合楼 1 楼
6	Na-22	US25NA000105	3.7E+5	V	四号住院综合楼 1 楼
7	Na-22	US25NA000095	3.7E+5	V	四号住院综合楼 1 楼
8	Na-22	US25NA000085	3.7E+5	V	四号住院综合楼 1 楼
9	Na-22	US25NA000075	3.7E+5	V	四号住院综合楼 1 楼
10	Na-22	US25NA000055	3.7E+5	V	四号住院综合楼 1 楼
11	Na-22	US25NA000065	3.7E+5	V	四号住院综合楼 1 楼

表 1-9 非密封放射性物质台账明细

序号	核素名称	活动种类	年最大用量（Bq）	乙级非密封放射性物质工作场所
1	C-11	生产	4.15E+11	回旋加速器区域
2	F-18	生产	7.38E+12	
3	N-13	生产	1.39E+11	
4	I-125	使用	6.57E+09	3 号楼 3 楼
5	I-131	使用	1.78E+11	
6	Mo-99	使用	7.96E+11	
7	P-32	使用	2.22E+09	
8	Sm-153	使用	2.22E+10	
9	Sr-89	使用	8.88E+09	
10	Tc-99m	使用	3.47E+12	
11	C-11	使用	3.32E+11	4 号住院综合楼 1 楼
12	F-18	使用	2.88E+12	

13	N-13	使用	1.11E+11	
14	Zr-89	使用	1.48E+10	

表 1-10 射线装置台账明细

序号	装置名称	规格型号	类别	管电压	管电流	工作场所
1	医用电子直线加速器	Elekta Infinity	II类	粒子能量 15 MeV		1 号门诊楼-1、-2楼
2	医用电子加速器	VersaHD	II类	粒子能量 6 MeV		1 号门诊楼-1、-2楼
3	牙片机	KiVD--Expert	III类	65kV	7mA	1 号门诊楼 5 楼口腔外科
4	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	YOFO-PIROX-Z15	III类	90kV	8mA	1 号门诊楼 5 楼口腔外科
5	口腔数字化体层摄影及全景 X 射线机	RAYSCANa-3D	III类	90kV	17mA	1 号门诊楼 5 楼口腔外科
6	X 射线计算机体层摄影设备	uCT Atlas Pro	III类	140kV	833mA	1 号门诊楼 1 楼放射科急诊 CT 第二检查室
7	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Apsara 3D Premiu	III类	90kV	12mA	2 号楼 7 层耳鼻咽喉头颈外科 CT (CBCT）室
8	X 射线放射治疗系统	SRT-100	II类	100kV	10mA	2 号门诊楼 9 楼治疗室
9	数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 780i Pro	III类	150kV	1000 mA	3 号楼 1 楼放射科
10	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Drive	III类	140kV	1600 mA	3 号楼 1 楼放射科
11	数字减影血管造影机	Allura Xper FD20	II类	125kV	1000 mA	3 号楼 2 楼 DSA 手术室
12	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Force Velo	III类	150kV	2600 mA	5 号楼 4 楼第九检查室
13	移动床旁机	mobiEye-700A	III类	150kV	500 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
15	移动床旁机	mobiEye-700A	III类	150kV	800 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
16	西门子数字胃肠	R200	III类	150kV	1000 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
17	骨密度仪	Lunar iDXA	III类	100kV	2.5 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
18	数字化医用 X 射线摄影系统	Luminos Fusion	III类	150kV	800 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
19	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Force	III类	150kV	1300 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼

20	数字乳腺X射线摄影系统	uMammo790i	III类	40kV	160 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
21	乳腺 DR	Senographe Pristine	III类	49kV	150 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
22	DR 机	Ysio	III类	150kV	800 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
23	数字化X线成像装	Ysio	III类	150kV	800 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
24	DR 机	Definium 6000	III类	150kV	630 mA	5 号住院综合楼 4、5 楼
25	DR 机	锐科 7500	III类	150kV	800 mA	5 号住院综合楼4、5 楼
26	数字化医用X射线摄影系统	Dig iEye780	III类	150kV	800 mA	2号楼 10 楼、11 楼
27	数字化医用X射线摄影系统	Dig iEye780	III类	150kV	800 mA	2号楼 10 楼、11 楼
28	数字化X线成像装	Definium 6000	III类	150kV	630 mA	2号楼 10 楼、11 楼
29	X射线骨密度检测仪	GE prodigy	III类	80kV	3 mA	2号楼 10 楼、11 楼
30	X射线辐照仪	CellRad130	III类	130kV	5 mA	2号楼 14 楼细胞培养实验室
31	数字化X射线摄影透视系统	WD-CBCT600b 型	III类	150 kV	1000 mA	2号楼 6 层第二检查室
32	全身X射线计算机体层螺旋扫描装置	SOMATOM Perspective	III类	130kV	345 mA	2号楼 6 楼
33	X射线计算机体层摄影设备	Optima CT680 Expert	III类	140kV	550 mA	2号楼 6 楼
34	数字X射线摄影系统	Ysio Max	III类	135kV	550 mA	2号楼 6 楼
35	数字化医用X射线摄影系统	Multix Select DR	III类	150kV	650 mA	2号楼 6 楼
36	全身多功能移动 CT	NL4000	III类	140kV	300 mA	发热门诊
37	医用回旋加速器	HM-10HC	II类	粒子能量 10 MeV		回旋加速器区域
38	口腔数字化体层全景机	RAYSCAN a-3D	III类	90kV	17 mA	金牛小区门诊部
39	移动式 C 型臂X射线机	Zenition 70	III类	120kV	125 mA	6号楼 15 楼
40	全自动双能骨密度仪	GE PRODIGY	III类	76kV	3 mA	6号楼 19 楼骨密度仪检查室
41	X射线计算机体层摄	Aquilion ONE	III类	135kV	900 mA	6号楼 1 楼 1 号

	影设备	TSX-301C				CT 检查室
42	X 射线血液辐照仪	X-Rad 3000	III类	160kV	18 mA	6 号楼 1 楼血液辐照室
43	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm Solo	III类	110kV	20 mA	6 号楼 3 楼
44	数字减影血管造影机	Artis Zeego	II类	125kV	1000 mA	6 号楼 3 楼 29 间手术室
45	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC One CFD	III类	110kV	110 mA	6 号楼 3 楼手术室
46	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm Solo	III类	110kV	20 mA	6 号楼 3 楼手术室
47	移动式 C 形臂 X 射线机	GE OEC Fluorostar Compact D	III类	110kV	20 mA	6 号楼 3 楼手术室
48	移动式 G 形臂 X 射线成像系统	Dig iArc 100 AC	III类	110kV	15 mA	6 号楼 3 楼手术室
49	体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V	III类	110kV	5 mA	6 号楼 4 楼
50	移动式 C 形臂 X 射线机	HHMC-100	III类	125kV	160 mA	6 号楼 4 楼
51	X 射线影像采集系统	EOS	III类	140kV	400 mA	3 号楼 2 楼
52	数字减影血管造影机	Artis Q Ceiling	II类	125kV	1000 mA	3 号楼 3 楼
53	PET/CT	Ingenuity TF	III类	140kV	571 mA	4 号住院楼 1 楼
54	数字化医用 X 射线摄影系统	MULTIX mpact C 晴空一鹤（配置二）	III类	150kV	1000 mA	5 号楼 4 楼第一检查室
55	X 射线计算机体层摄影设备	NAEOTOM Alpha	III类	140kV	1300 mA	5 号楼 5 楼第三检查室
56	数字减影血管造影机	Xper FD10	II类	125kV	1000mA	5 号楼 6 楼心内科导管室
57	医用血管造影 X 射线机	Artis zee III ceiling	II类	125kV	1000 mA	5 号楼 6 楼心内科导管室
58	医用血管造影机	Innova IGS5	II类	125kV	1000 mA	5 号楼 6 楼心内科导管室
59	医用血管造影机	UNIQ FD10	II类	125kV	1000 mA	5 号楼 6 楼心内科导管室
60	活体小动物显微 CT	vivaCT80	III类	70kV	0.18 mA	5 号住院楼一楼
61	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC Elite CFDx Premier	II类	120kV	150 mA	1 号楼 2 楼胃镜室
62	双能 X 线骨密度仪	Prodigy Advance	III类	76kV	350 mA	1 号楼 8 楼骨密度检
63	X 射线计算机体层摄	Aquilion Lightning	III类	135kV	420mA	1 号楼负一层 CT 模

	影设备	TSX-036A				拟定位机房
64	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm Solo	III类	110kV	20 mA	1 号楼 3 楼手术室
65	移动式 C 形臂 X 射线机	GE OEC Fluorostar Compact D	III类	110kV	20 mA	1 号楼 3 楼手术室
66	牙片机	X ·mind dc	III类	70kV	8 mA	1 号门诊楼 5 楼口腔医学中心
67	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Smart3D-X	III类	100kV	10 mA	1 号门诊楼 5 楼口腔医学中心
68	移动式 X 射线机（X 光检查车）	MobiEye 700T	III类	150kV	500 mA	重大疫情救治基地
69	数字高频移动式 X 射线摄影机	PLX5300B	III类	150kV	500 mA	重大疫情救治基地
70	移动式 X 射线机	MobiEye 700A	III类	150kV	500 mA	重大疫情救治基地
71	移动式 X 射线机	MobiEye 700A	III类	150kV	500 mA	重大疫情救治基地
72	X 射线计算机体层摄影设备(车载 CT 2 号）	ScintCare 778 Honor	III类	140kV	660 mA	重大疫情救治基地
73	X 射线计算机体层摄影系统（车载 CT）	ANATOM Clarity	III类	140kV	667 mA	重大疫情救治基地
74	X 射线计算机体层摄影设备（方舱 CT）	Incisive CT	III类	140kV	667 mA	重大疫情救治基地

建设项目位于 6 号住院综合楼 3 楼，50m 评价范围内共有 12 台III类射线装置，均位于 6 号住院综合楼，其中 1 楼 2 台、3 楼 6 台、4 楼 2 台、15 楼 1 台、19 楼 1 台。

以上III类、V类放射源，使用II、III类射线装置，生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所台账明细，与《辐射安全许可证》登记台账一致。

1.12.2 原有辐射安全管理情况

①辐射管理机构基本情况

2025 年 3 月 18 日，云南省第一人民医院以《云南省第一人民医院关于调整放射防护与辐射安全管理委员会的通知》(云一医总务发[2025]6 号)医院文件发文，因医院需要及人员变动，对放射防护与辐射安全管理委员会成员调整，由法定代表人担任领导小组主任，副院长担任副主任，其他相关科室各部门负责人担任成员；并下设办公室负责医院放射防护与辐射安全管理。

②制定规章制度及落实情况

医院结合实际情况，已制定了一套相对完善的管理制度和操作规程，包括：《云南省

第一人民医院辐射突发环境事件应急预案》(2025 年版)《个人剂量监测制度》《辐射安全防护设施维护与维修制度》《辐射工作人员培训制度》《DSA 室管理制度》《辐射设备维护、维修制度》《监测仪表使用与核验管理制度》《射线装置台账管理制度》《辐射安全管理规定》《DSA 操作规程》等规章制度，做到了制度上墙，且工作人员严格按照规章制度要求执行。

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

1.12.3 医院辐射工作人员防护学习和考核培训情况

①辐射工作人员安全培训

根据《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告(2025 年度)》医院原有辐射工作人员 171 人，均通过辐射安全培训。

本项目拟设置 18 名辐射工作人员，均为现有辐射工作人员，其中 12 名已取得考核成绩报告单，4 名参加医院自主培训，2 名为 25 年底新招还未参加考核。根据《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)的规定，医院应尽快安排本项目 6 名未取得考核成绩报告单的辐射工作人员参加学习、考核，须持证上岗，未取得证书前不可使用射线装置。

②健康体检与个人剂量监测

医院定期进行职业健康体检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案。根据医院提供的 2025 年个人剂量检测报告和年度评估报告，医院为所有辐射工作人员均配备了个人剂量计并定期送检，由检测报告可知院内所有辐射工作人员最近一年个人剂量检定结果为 0.11~1.7mSv，均未超过管理限值要求。

本项目拟建辐射工作人员均已配置个人剂量计，个人剂量计定期送有资质的单位进行检测。根据医院提供《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)》，本项目拟定辐射工作人员无个人剂量超标情况。本项目拟配 18 名辐射工作人员个人剂量统计见表 1-11。

表 1-11　本项目拟配备的辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	所在科室	职位	性别	职业类别	2025 年有效剂量 [illegible]	培训证号码	备注
1								
2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

					（2A）			
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								新增
17								新增
18					（2E）			新增
备注	近4个季度个人剂量报告不全的作业人员，年所受剂量一栏仅填写各季度个人剂量累加值，未估算全年个人年所受剂量。							

由上表可知，本项目拟配置辐射工作人员2025年个人剂量检定结果为0.35~0.66mSv，均未超过职业照射个人受照剂量管理限5mSv/a要求。

根据生态环境部《关于做好2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函[2019]853号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告2019年第57号)，医院尽快组织本项目辐射工作人员中未参加统一培训或培训证即将过期的辐射工作人员在生态环境部培训平台（http:/fushe.mee.gov.cn)上进行报名和培训并进行考核，经考核合格后方可上岗，并定期复训。

目前，[redacted]工作人员均需在生态环境部培训平[redacted]

环评要求：本项目运营前，医院为本项目配置的 18 名辐射工作人员应通过医用 X 射线诊断与介入放射学辐射安全与防护培训考核合格后，才能操作 DSA 射线装置和相关的介入手术，本项目所有人员均需佩戴个人剂量计，医生佩戴双剂量计，每次佩戴时间不大于 90 天。

1.12.4 其他情况

①年度评估情况

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

2025 年度，云南省生态环境厅对云南省第一人民医院检查过程中发现的问题及整改情况如下:

问题:

(1)“国家核技术利用辐射安全监管系统”中体外碎石机的辐射活动场所名称不明确，细化场所位置。

(2) 1 号门诊楼一楼放射科急诊 CT(uCTAtlas Pro)防护门滑动过程中遮挡部分观察窗视线，工作人员在操作设备过程中，通过遥控控制防护门、视频摄像等操作，防止无关人员停留，防止误照射。

(3)对体外碎石机穿墙电缆孔进行屏蔽防护。

整改情况:

(1)经过省一院使用科室对体外碎石机工作场所周边房间进行核实，确定该机房的房间号为：碎石室。已张贴临时纸质标识，并向医院申请制作制式标识。

(2)医院放射科已对技术组全体技师进行了《急诊 CT 第二检查室铅门规范使用的培训》，重点强调了“在关铅门前要确认检查室内没有无关人员“等注意事项。

(3)经过询问省一院基建科人员，该机房穿墙电缆孔的设计和施工为斜插式，电缆穿墙时已套装铅管。前期第三方公司对该射线装置工作场所进行辐射剂量率监测，结果符合《放射诊断放射防护要求》。为防止射线泄漏，现已在穿墙处加装铅防护盒。

以上问题均已整改完成，整改报告已经上报云南省生态环境厅。

②年度监测情况

2025年建设单位已委托云南卓准检测技术有限公司对64台射线装置辐射工作场所进行了年度监测、云南闪铃科技有限公司对2台射线装置辐射工作场所进行了年度监测、云南晟蔚环保科技有限公司对2台射线装置辐射工作场所进行了年度监测，监测结果如下：

医院所有Ⅲ类射线装置和Ⅱ类射线装置在正常使用状态下，分别符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ1198-2021的要求。

③排污许可证申领情况

云南省第一人民医院已于2024年4月26日重新申领《排污许可证》(证书编号:12530000431201816X001R)，有效期限:自2021年5月27日至2026年5月26日止。由《排污许可证》可知，医院主要污染物类别为废气和废水，其中，大气主要污染物种类为:甲烷、氨(氨气)、硫化氢、氯(氯气)、臭气浓度:废水主要污染物种类为:总a放射性、总放射性、化学需氧量、氨氮(NH-N)、色度、五日生化需氧量、石油类、挥发酚、总氰化物、阴离子表面活性剂、pH值、悬浮物、动植物油、总余氯(以CI计)、肠道致病菌、肠道病毒、流量、粪大肠菌群数/(MPNL)、结核杆菌。

表2 放射源

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

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

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点

本项目不涉及此内容

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

表4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

本项目不涉及此内容

（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射线机	II	1	uAngio AVIVA CX	125	1000	医疗诊断及介入治疗	云南省昆明市西山区金碧路157号云南省第一人民医院6号楼3楼	新增
2	医用血管造影X射线机	II	1	ARTIS icono ceiling	125	1000	医疗诊断及介入治疗	云南省昆明市西山区金碧路157号云南省第一人民医院6号楼3楼	新增

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

本项目不涉及此内容

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固态为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、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg、Bq/m^3）和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日实施）； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修正）； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年10月1日起施行）； （4）《医疗废物管理条例》（国务院令588号2011年1月8日起施行）； （5）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年7月16日修订）； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年3月2日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令第709号）； （7）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年，国家环境保护总局令第31号，2008年12月6日经环境保护部令第3号修改，2017年12月20日经环境保护部令第47号修改，2019年8月22日经生态环境部令第7号修改，2021年1月4日经生态环境部令第20号修改）； （8）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）； （9）《射线装置分类》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月6日）； （10）《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）； （11）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）（生态环境部部令第16号，2021年1月1日起施行）； （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，2006年9月26日）； （13）《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环境保护部环发[2008]13号）； （14）《生态环境部（国家核安全局)核技术利用监督检查技术程序》(2020发布版)； （15）《放射工作人员职业健康管理办法》（2007年6月3日卫生部令第55

	号发布，2021年1月4日施行）； （16）《产业结构调整指导目录（2024年本）》（国家发展和改革委员会令2023年第7号）； （17）《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制请示>的复函》（云环函[2006]727号）。
技术标准	（1）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）； （2）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005） （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （4）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）； （5）《声环境质量标准》（GB3096-2008）； （6）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）； （7）《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）； （8）《环境空气质量标准》（GB3095-2026）； （9）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （10）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （11）《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）； （12）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （13）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）。
其他	（1）《辐射防护手册》第一分册、第三分册（李德平、潘自强主编）； （2）《云南省环境天然放射性水平调查研究》（李玉先）（云南科技出版社，1992年）； （3）《电离辐射剂量学》，李士骏编（原子能出版社，1986年，第二版）； （4）联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000年报告； （5）NCRP 147号报告《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》； （6）《云南省水功能区划》（2014 年修订）； （7）《2024年昆明市生态环境状况公报》； （8）《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（2010-2030）；

	（9）《昆明市西山区声环境功能区划分技术报告》（2019—2029）； （10）委托书。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目新增 2 台 DSA，项目评价范围内受影响人员为职业人员及周围公众，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：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”。本项目评价范围为：DSA 所在机房屏蔽墙体四周向外延伸 50m 区域。影响评价范围见图 7-1。

7.2保护目标

根据本项目实际情况，机房内DSA曝光期间主要产生X射线，X射线会对周边人员产生影响。根据医院DSA机房周边布局、总平面布置以及外环境特征，本项目环境保护目标见表7-1、环境关系图见图7-1。

表 7-1 在评价范围内的辐射环境保护目标

项目位置	环境保护目标	方位	名称	人数	距离射线装置最近距离		剂量管理限值
					水平（m）	垂直（m）	
DSA	职业人员	两间手术室中间	控制室	18	0.3	0	5mSv/a
	公众	手术室西侧	手术室、清洗消毒间、麻醉物品	25	0.3	0	0.25mSv/a
		手术室西南侧	手术室、一次性物品、无菌器械、贵重物品	30	3	0	
		手术室南侧	手术室、护士站、预麻室	35	4.5	0	
		手术室东侧	手术室	20	2	0	
		手术室上方	（M 层）胸外科	80	0	3.3	
			（4 层）泌尿外科、肛肠科	150	0	6.9	
			（5 层）神经外科、普外一科	95	0	10.5	
			（6 层）血液内科、普外二科	120	0	14.1	
			（7 层）肝胆胰外科	100	0	17.7	
			（8 层）眼科、耳鼻喉科、信息中心机房	75	0	21.3	
		手术室下方	重症医学科、输血科、麻醉手术科	40	0	3.6	
			出入院办理、服务区、医保办	流动人群	0	7.5	
			中心药房、书中家属等候区	20	0	7.5	
			病理检查室、临床护理支持中心	38	0	7.5	
			消毒供应中心、静脉药品调配中心	39	0	41.2	
		6 号楼东侧	医院道路、污水处理站	流动人群	21	7.5	

		6号楼西北侧	医院道路、7号楼东南侧	流动人群	32	7.5	
		6号楼北侧	医院道路	流动人群	5	7.5	
		6号楼东北侧	医院道路、5号楼西南侧	流动人群	25	7.5	

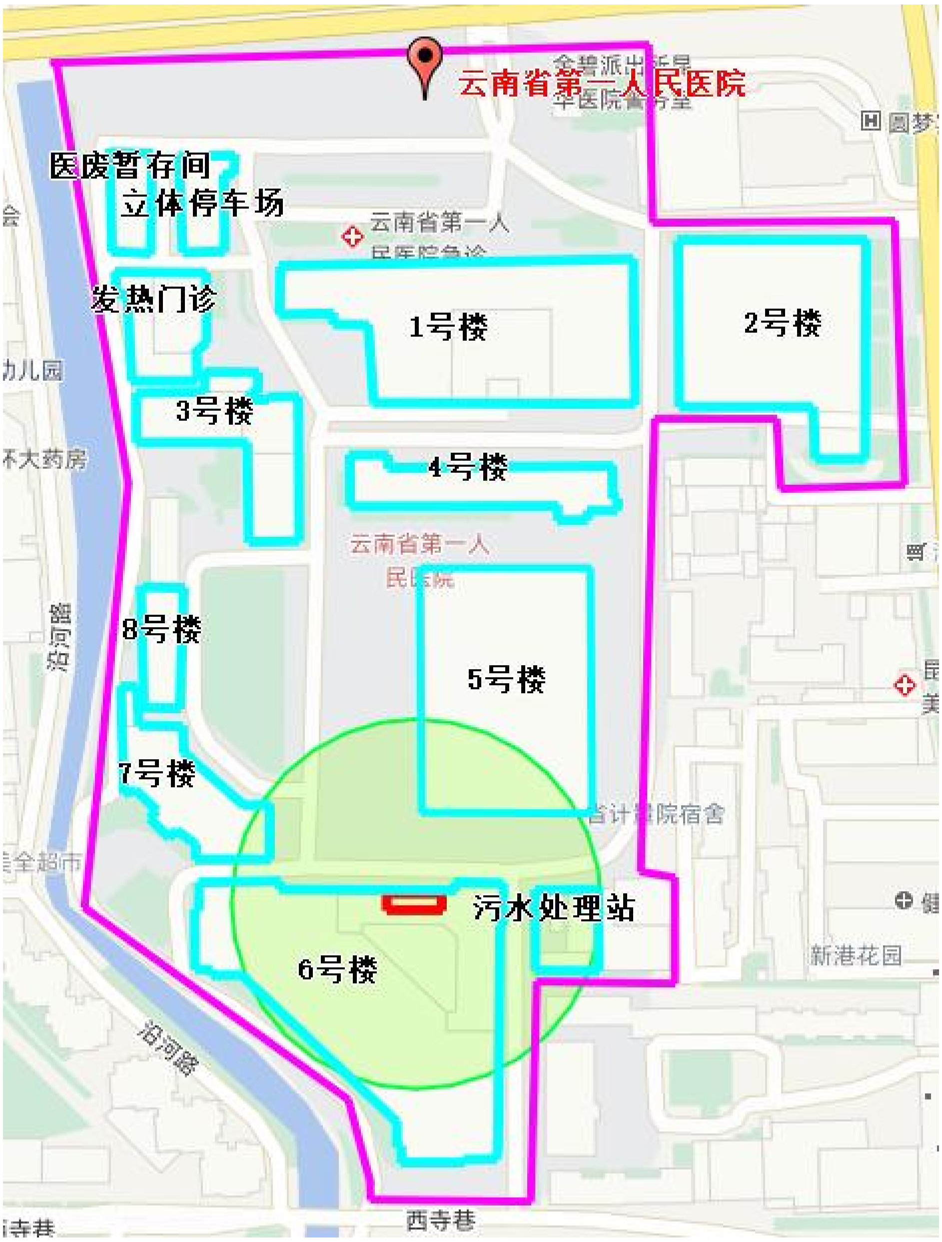


图7-1 影响评价范围图

7.3评价标准

7.3.1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条款和B1.1.1.1的条款规定，任何工作人员的职业照射不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量20mSv；第B1.2条款的规定，实践使公众中相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。

7.3.2《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）

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

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

表 7-2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度的要求

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

备注：本项目射线设备为单管头X射线设备，射线设备单独安装在1间手术室内，项目按单管头X射线设备机房进行建设、管理。

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

表7-3 不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

7.3.3射线设备机房防护设施的技术要求

本项目射线装置为数字减影血管造影机（DSA），为介入使用的Ⅱ类射线装置。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第6.3.1（a）条的规定，在距机房屏蔽体外表面0.3m处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：具有透视功能的X射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5μGy/h。

7.3.4环境质量标准

7.3.4.1 地表水

距离建设项目所在区域较近的地表水体为紧邻建设单位西侧的玉带河，距建设项目所在位置196m。查《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（2010-2030），玉带河为大观河（源头至滇池草海汇口段）支流，大观河规划水平年水质保护目标按水功能二级区划执行Ⅳ类标准。因玉带河未划分水功能区，按照支流不低于干流原则，玉带河规划水平年水质保护目标按水功能二级区划执行Ⅳ类标准。

7.3.4.2 环境空气

执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准。

7.3.4.3 声环境

建设单位位于昆明市西山区，查《昆明市西山区声环境功能区划分技术报告》（2019—2029），建设单位位于2类声功能区。建设项目位于建设单位内部区域，声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类标准。

7.3.5 污染物排放标准

7.3.5.1 施工期

（1）废气：施工期产生的主要污染物为扬尘等。本项目施工期扬尘排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）表2 中无组织排放监控浓度限值浓度。

（2）废水：本项目施工期不设施工营地（依托建设单位6号楼主体工程），仅产生少量的清洗废水和施工人员产生的生活污水，依托建设单位6号楼的主体工程，排入医院污水处理站。

（3）噪声：施工期噪声排放执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523—2025）（昼间≤70dB（A），夜间≤55dB（A））。

（4）固体废物：施工期产生的固废主要为建筑垃圾和生活垃圾。施工期建筑垃圾进行集中收集和回收利用，无法回收利用的定期清运至当地管理部门指定的堆渣场集中堆

存，此外，室内外装修产生的油漆和涂料容器等废物应集中收集并妥善暂存后，委托环卫部门清运处理；生活垃圾经垃圾收集桶收集至垃圾房内，委托环卫部门清运处置。

7.3.5.2 运营期

（1）废气：运营期产生的污染物主要为臭氧和氮氧化物，执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2中无组织排放监控浓度限值浓度，在使用过程中加强通风换气次数。

表7-4 新污染源大气污染物排放限值

污染物	最高允许排放浓度 mg/m^3	无组织排放监控浓度限值 mg/m^3
氮氧化物	240	0.12(监控点与参照点浓度差值)

（2）废水：运营期产生的废水主要为手术过程中产生的医疗废水和生活污水。产生的生活污水和医疗废水依托建设单位的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准后，排入西寺巷市政污水管网，最终排入昆明市第一水质净化厂进行处理。

（3）噪声：运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348—2008）中的2类标准（昼间≤60dB（A），夜间≤50dB（A））。

表7-5 厂界噪声排放标准 单位:dB(A)

类别	时段	
	昼间	夜间
2类	≤60	≤50

（4）固体废物：运营期产生的固废主要为医疗废物、生活垃圾。运营期产生的医疗废物执行《医疗废物管理条例》（国务院令588 号2011年1月8日起施行）、《医疗废物集中处置技术规范（试行）》（环发[2003]206号）、《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》（HJ 421—2008）。医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至污物处置暂存间，按照普通医疗废物执行转移联单制度及《医疗废物运送登记卡》管理，依托建设单位医疗废弃物处理措施，暂存于医废暂存间，最后由建设单位委托有资质单位清运处置；生活垃圾经垃圾桶收集后，建设单位统一委托当地环卫部门定期清运处置。

表8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

8.1 环境质量现状

本项目使用医用Ⅱ类射线装置，根据本项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为DSA在工作状态下发出的X射线电离辐射污染，其对环境空气、地表水环境质量、声环境影响较小。故本项目在进行现状调查时，主要调查DSA机房及周围环境的辐射剂量率，对环境空气、地表水环境质量、声环境只进行了简单现状调查。

8.1.1 环境空气质量现状

根据《2024年昆明市生态环境状况公报》，主城区环境空气质量：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。与2023年相比，优级天数增加32天，各项污染物均达到二级空气质量日均值（臭氧为日最大8小时平均）标准，各项污染物浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

本项目位于昆明市西山区金碧路157号，环境空气质量达到二级空气质量标准。

8.1.2 声环境质量现状

本项目位于昆明市西山区金碧路157号，根据《昆明市西山区声环境功能区划分技术报告》（2019—2029），建设项目处于弥勒寺片区（金碧路、西昌路、环城南路、巡津街围成区域）内，为2类声功能区。

根据《2024年昆明市生态环境状况公报》，主城区功能区声环境质量：2024年，全市主城区声环境功能区夜间噪声达标率为 92.5% ，满足国家“到2025年全国声环境功能区夜间达标率达到85% ”的要求。各类功能区昼夜平均等效声级均达标。主城区区域声环境质量：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)，较去年上升0.4分贝(A)。

本项目位于昆明市西山区金碧路157号，属昆明市主城区，故项目所在区域为达标区。

8.1.3 地表水环境质量现状

距离建设项目所在区域较近的地表水体为玉带河，紧邻建设单位西侧，距建设项目所在位置196m。根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（2010-2030），玉带河为大观河（源头至滇池草海汇口段）支流。大观河起自篆塘（源头），止于滇池草海汇口，主河长3.68km，属省级区划大观河昆明开发利用区，规划水平年水质保护目标按水功能二级区执行Ⅳ类标准。因玉带河未划分水功能区，按照支流不低于干流原则，玉带河规划水平年水

质保护目标按水功能二级区执行Ⅳ类标准。

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，本次环评统计了2025年6月~2026年3月大观河篆塘河泵站断面监测状况，监测结果统计情况见下表8-1：

表 8-1 监测断面 2025年度水质一览表

河流名称	断面名称	时间	水质类别	超III类项目
大观河	篆塘河泵站	2026年3月	/	/
		2026年2月	II类	/
		2026年1月	II类	/
		2025年12月	II类	/
		2025年11月	III类	/
		2025年10月	IV类	溶解氧(IV类)
		2025年9月	IV类	溶解氧(IV类)
		2025年8月	V类	溶解氧(V类)
		2025年7月	IV类	溶解氧(IV类)
		2025年6月	III类	/

根据表8-2统计结果，2025年6月~2026年3月，大观河篆塘河泵站断面除2025年8月雨季无组织生活面源汇入不能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)IV类标准，其余月份监测因子均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)IV类标准。

8.2 辐射环境质量现状

8.2.1 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DSA机房拟建地及周边环境状况，确立了本项目监测方案。

本项目为新建项目，机房尚未进行装修防护，设备尚未安装，因此，本次监测为辐射环境本底监测。

监测对象：本项目DSA机房拟建地及周边辐射环境现状监测。

监测因子：本次监测的监测因子为X-γ辐射空气吸收剂量率。

监测方法：依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的要求和方法进行现场测量，用BG9550PG53型X、γ辐射测量仪直接测量出点位上的γ辐射空气吸收剂量率即时值，以约10s的间隔读取10个数据，并将监测数据记录在测量原始记录表中，计算均值和标准偏差。γ辐射剂量率测量结果按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中公式8-1除宇宙射线响应值。

监测点位合理性分析：本项目属于新建项目，位于云南省昆明市西山区金碧路157号云南省第一人民医院内。结合本项目平面布置和外环境关系，X-γ辐射剂量率布设12个监

测点位，具体监测点位布设见表8-3，监测布点见图8-1。其中1-8号监测点位代表本项目拟建地X-γ辐射剂量率现状水平，9-12号监测点位代表拟建地四周本底水平。监测点位能较好地反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。

8.2.2 监测质量保证措施

（1）本项目监测单位为云南晟蔚环保科技有限公司，已取得了云南省市场监督管理局批准的CMA认证证书，证书编号：232512050062；

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

（3）严格按照监测单位的《质量体系文件》《作业指导书》开展现场工作；

（4）监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（5）监测仪器每年经计量部门检定出具仪器检定证书后使用，保证在现场测量时仪器在有效期内；

（6）监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度；

（7）建立完整的文件资料。监测方案、监测布点图、监测原始数据、仪器检定证书等全部保留，以备复查。

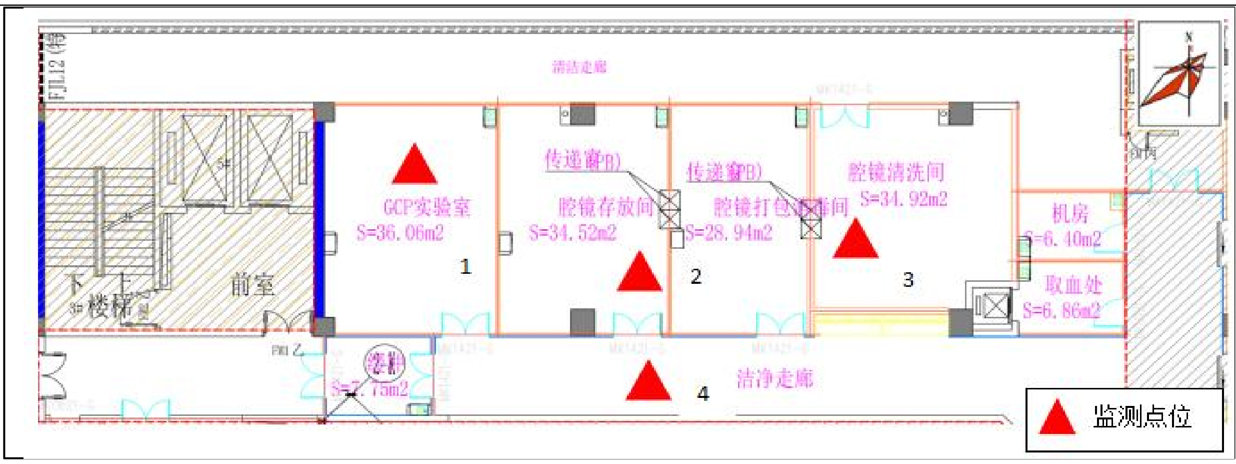
（8）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

8.2.3 环境质量现状监测与评价

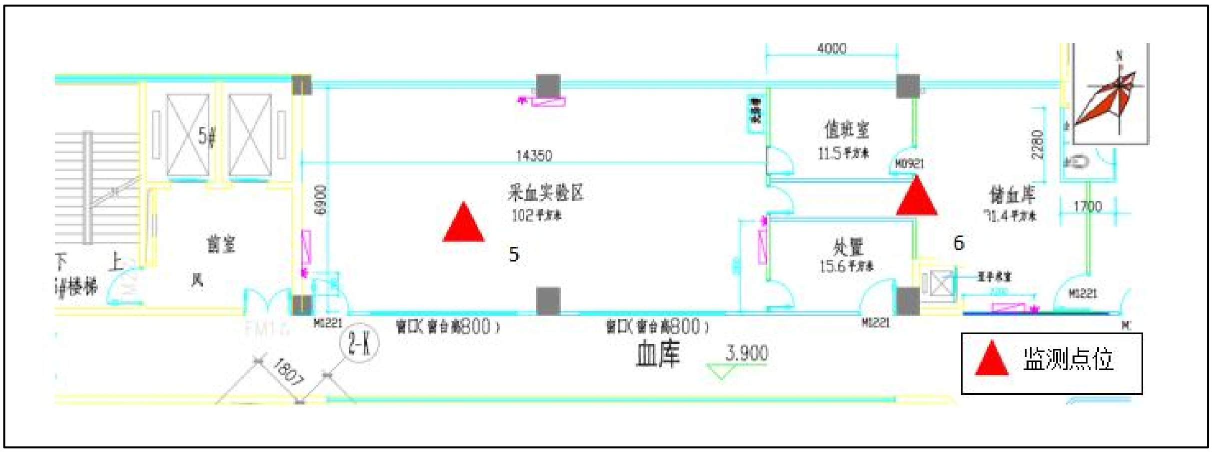
云南晟蔚环保科技有限公司于2026年4月10日对云南省第一人民医院6号楼3楼新建DSA机房拟建地及周围各环境保护目标进行了辐射环境现状监测。监测仪器基本情况见表8-2。

表8-2 监测仪器基本情况

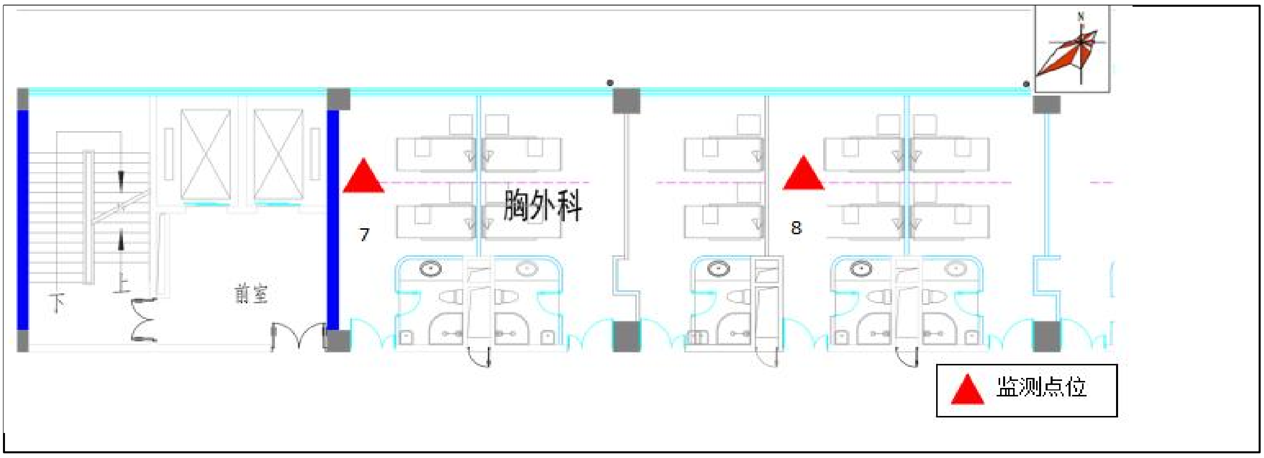
监测仪器及型号	X-γ辐射测量仪（型号：BG9550PG53）		
检测仪器检定单位	上海市计量测试技术研究院	检定证书编号	2025H21-20-5933349001-01
检定有效期	2025年06月11日～2026年06月10日		
剂量率测量范围	10nGy/h-200μGy/h		
温度	16℃	湿度	50%



（1）拟建 DSA 机房及四周监测点位示意图



（2）拟建 DSA 机房下方监测点位示意图



（3）拟建 DSA 机房上方监测点位示意图

（4）医院四周道路监测点位示意图

图 8-1 监测点位示意图

表 8-3　拟建 DSA 机房及周边辐射环境现状监测结果

序号	监测点位描述	环境 X-γ 剂量率（单位：nGy/h）	扣除宇宙射线响应值后环境 X-γ 剂量率（单位：nGy/h）
1	GCP 实验室	81	40.3
2	腔镜存房间	82	41.3
3	腔镜清洗间	82	41.3
4	洁净走廊	83	42.3
5	采血试验区	98	57.3
6	储血库	75	34.3
7	胸外科病房	99	58.3
8	胸外科病房	99	58.3
9	6 号楼北侧医院道路	77	44.44
10	6 号楼西侧医院道路	73	40.44
11	6 号楼南侧医院道路	83	50.44
12	6 号楼正前方绿化带	86	53.44

备注	1.宇宙射线响应值:宇宙射线响应值监测地点:40.7nGy/h(N:24.93895°,E:102.66441°,海拔 1864.780m)。 2.测点处宇宙射线响应值：28.2nGy/h（E：102.70851712 ，N：25.03253005 ，海拔 1901m；）。 3.仪器校准因子：1.02。

宇宙射线响应值的扣除：

γ辐射剂量率测量结果按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）第 8.6.1 条 c）中公式 8-1 扣除宇宙射线响应值。

$$\dot{D} = C_f(E_f\dot{X} - \mu\dot{X}_c') \text{..............................（式 8-1）}$$

式中：C_f：仪器量程检定/校准因子，查仪器检定证书为 1.02；

E_f：仪器检验源效率因子，仪器无检验源故取值为 1；

μ：建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，室内取 0.8、道路取 1；

$\dot{X}_c'$：测点处宇宙射线响应值 28.2nGy/h（取自云南晟蔚环保科技有限公司出具的辐射监测报告[云晟监]辐字 2026 第 216 号）。

根据上述监测结果，室内监测点位（1-8）环境 X-γ剂量率监测范围在 34.3~58.3nGy/h 之间；室外监测点位（9-12）环境 X-γ剂量率监测范围在 40.44~53.44nGy/h 之间。

根据《云南省环境天然放射性水平调查研究》，第 89 页表 4-20：昆明市室内γ辐射剂量率为（64.1~ 126.6）nGy/h，第 89 页表 4-15：昆明市室外道路γ辐射剂量率为（35.1~75.2）nGy/h ，由此可知，本项目拟建场所的 X-γ辐射剂量处于该区域正常水平范围，拟建场所周围环境的 X-γ辐射剂量率处于该区域正常水平范围。

表9 项目工程分析与源项

9.1工程设备和工艺分析

9.1.1施工期污染源项描述

一、施工期工艺分析

本项目位于云南省第一人民医院6号楼3楼，依托6号楼建设，主体工程已建设完成。本次环评施工期不涉及土建施工环境影响，主要评价内容为机房防护装修施工及设备安装调试。

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

本次建设DSA手术室及其配套辅助用房主体结构已建设完成，主要施工内容为DSA手术室屏蔽防护装修施工、设备安装及调试，主要污染物有施工粉尘、废水、噪声、装修废气、建筑垃圾、少量电离辐射和臭氧。

DSA手术室1号机房四周墙体：西侧墙体：300mm混凝土；北侧、东侧、南侧墙体：4mm的铅板+50*30*1.2mm方钢龙骨+9mm阻燃板基板+单面饰面板面层，综合铅当量为4mmPb；顶棚130mm混凝土+4mm铅板，综合铅当量为5.5mmPb；地面130mm混凝土+40mm硫酸钡涂料，综合铅当量为4.3mmPb；各屏蔽体铅当量均大于2mmPb。机房内安装3樘防护门，均为内衬4mm铅板，铅当量约4mmPb；机房安装一块4mmPb的铅玻璃观察窗。DSA手术室2号机房四周墙体为4mm的铅板+50*30*1.2mm方钢龙骨+9mm阻燃板基板+单面饰面板面层，综合铅当量为4mmPb；顶棚130mm混凝土+4mm铅板，综合铅当量为5.5mmPb；地面130mm混凝土+40mm硫酸钡涂料，综合铅当量为4.3mmPb；各屏蔽体铅当量均大于2mmPb。机房内安装3樘防护门，均为内衬4mm铅板，铅当量约4mmPb；机房安装一块4mmPb的铅玻璃观察窗。（本文中所述硫酸钡涂料密度为3.2g/cm^3，水泥与硫酸钡的配比比例为4：1；混凝土密度为2.35g/cm^3）。

本项目DSA机房施工流程及产污环节如下图：

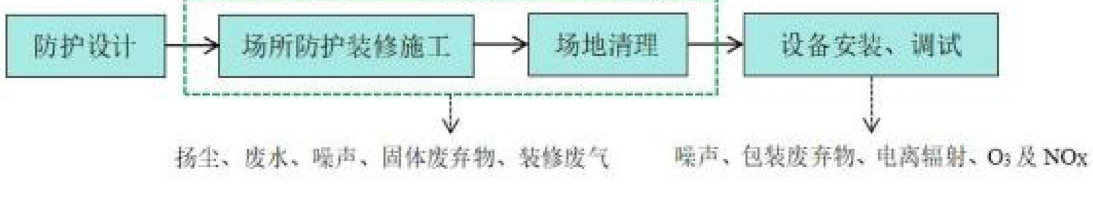


图9-1 施工期工艺流程及产污环节

二、施工期污染源项分析

（1）废气

本项目在施工装修阶段会有粉尘及涂料废气产生，其中粉尘主要产生于室内凿电缆沟、通风管道过墙凿洞、四周墙体及顶部装修等过程，由于工程量较小，粉尘产生量较少，且该过程进行喷雾洒水抑尘，采取湿式作业，一方面给切割机、电钻降温，一方面减少粉尘产生量，同时将施工场地四周用彩条布围挡，经洒水降尘后的少量扬尘通过门窗自然通风排出。在装修时采用“环保型”油漆及涂料，该废气的排放属无组织排放，因项目工期短，施工量小，故涂料废气排放量较少。废气通过自然通风排出室外。

（2）废水

本项目DSA机房和相应配套场所施工量较少，施工期短，施工过程中切割机、电钻降温、降尘洒水使用少量的水，该部分水最终蒸发**不产生施工废水。**且本项目不单独设施工营地（依托医院6号楼），仅产生少量的**清洗废水**，依托医院污水处理站处理。施工人员产生的生活污水按照0.5L/d/人，施工人员8人，工期20天，则本项目施工人员产生的废水约为80L。生活污水依托医院的污水处理站处理。

（3）固体废弃物

①建筑垃圾

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

②生活垃圾

本项目施工量少，施工期短，施工人员数量少，故生活垃圾产生量也很少。施工人员生活垃圾产生系数按0.5kg/（人•天）计，本项目施工人员8人，施工期约20天，则本项目施工人员生活垃圾产生量约为80kg。生活垃圾集中收集并交由环卫部门统一清运。生活垃圾经垃圾收集桶收集至垃圾房内，统一由医院委托环卫部门清运处置。

（4）施工噪声

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

表9-1　主要施工机械设备的噪声声级

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

（5）设备安装调试

本项目DSA安装及调试由设备供货方专业人员进行，院方不得自行安装及调试设备。安装调试阶段是在辐射防护施工完成后进行，在此过程中各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。设备安装过程中会产生废包装纸/袋、噪声、X射线、微量臭氧及氮氧化物。因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X射线将及时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境影响很小。

9.1.2 运营期工艺及污染源项描述

一、运营期设备及工艺分析

（1）设备参数及使用情况

本项目拟配备2台DSA设备，最大管电压为125kV、最大管电流为1000mA，出束方向为由下往上。使用科室为血管内科、神经内、外科，用于冠脉介入心律失常介入、结构性心脏病介入治疗等。本项目2台DSA的年总出束时间为931.68h，其中，减影操作年出束时间为123.34h，透视操作年出束时间为808.34h。

（2）设备组成

DSA是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA射线装置主要由影像探测器、X线管头、显示器、导管床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。

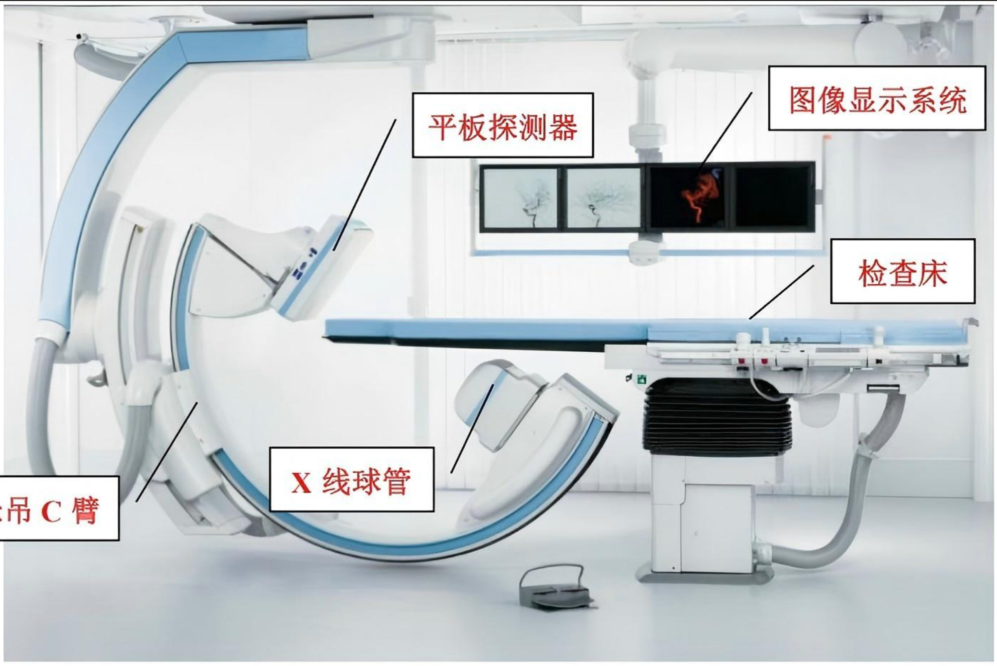


图9-2 DSA 射线装置整体外观示意图

（3）工作原理

数字减影血管造影(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，得到一个只有造影剂的血管图像。

根据不同的使用目的，数字减影有各种不同的方法：

①时间减影

时间减影是DSA常用的方式，在注入的造影剂进入感兴趣区之前将一帧或多帧影像作为掩模像存储，并与按时间顺序出现的造影像一一相减。这样，两帧中相同的影像部分被消除，而造影剂通过血管时形成的高密度部分被突出地显示。

②能量减影

能量减影也称双能减影。在进行感兴趣区血管造影时，几乎同时用两种不同的管电压取得两帧影像，对它进行减影处理。

③混合减影方式

把能量和时间减影技术相结合，产生了混合减影技术。基本原理是在造影剂未注入前，先做一次双能量减影，获得含少部分骨组织信号的影像，将此影像同血管注入造影剂后的双能量减影像做减影处理，就得到单纯的血管影像。

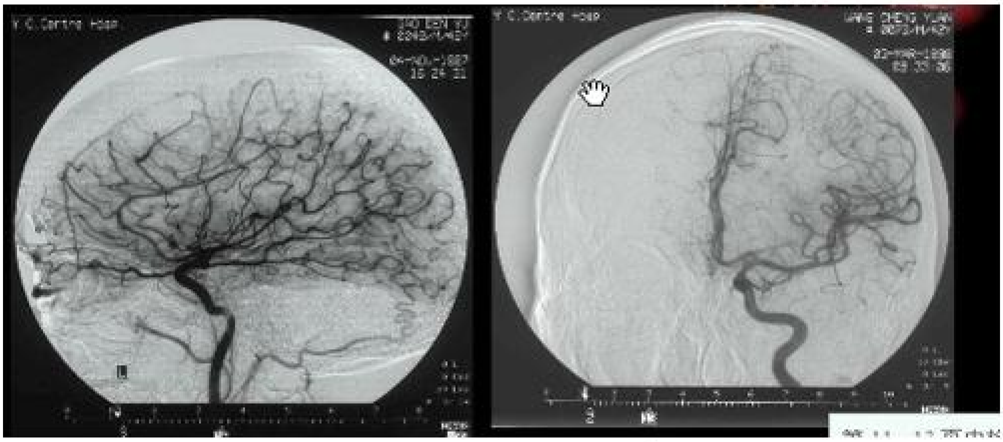


图 9-3 临床 DSA 图像

（4）操作流程

医生接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 设备，技师在控制室内首次减影初步确认病灶部位后，手术医护人员穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房。技师在控制室内再次减影，当确诊病灶部位后，手术医护人员穿戴好防护用品后再次进入机房，进行介入治疗，直到治疗结束，关机。在手术过程中，技师位于控制室，护士只进行术前、术后准备，技师、护士均不进入机房。

基本流程：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 射线透视下将导管送达指定位置，并留 X 射线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

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。DSA 在透视工况下，技

师位于控制室，护士只进行术前、术后准备，技师、护士均不进入机房。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在操作间内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。其中手术医生退到控制室，技师在控制室操作，护士只进行术前、术后准备，不进入机房。

本项目2台DSA的年总出束时间为931.68h，其中，减影操作年出束时间为123.34h，透视操作年出束时间为808.34h。

（5）路径规划

DSA手术室设置在6号楼3楼，为了避免交叉感染，本项目设置多道防护门用于患者、医护人员的进出以及医疗废物运出，确保患者、医护人员及医疗废物通道相对独立。

医护人员路径：本项目医生换鞋室、更衣室、淋浴间均在2楼，医生清洁且穿戴完毕后通过专用电梯到达3楼洁净走廊，通过DSA控制室防辐射电动推拉铅门后进入手术室。

患者路径：本项目设置了独立的患者通道，患者通过患者通道、防辐射电动推拉铅门后进入手术室。

污物路径：手术室产生的污物经收集桶收集后在污物暂存间收集整理，然后转移至医院医疗废物暂存间暂存，最后医院统一交由有资质的单位清运处置。

医护人员、患者通道和污物通道相对独立，避免不同人员交叉影响。具体路径见附图7。

二、运营期污染源项分析

项目DSA治疗流程及产污环节示意见图9-4。

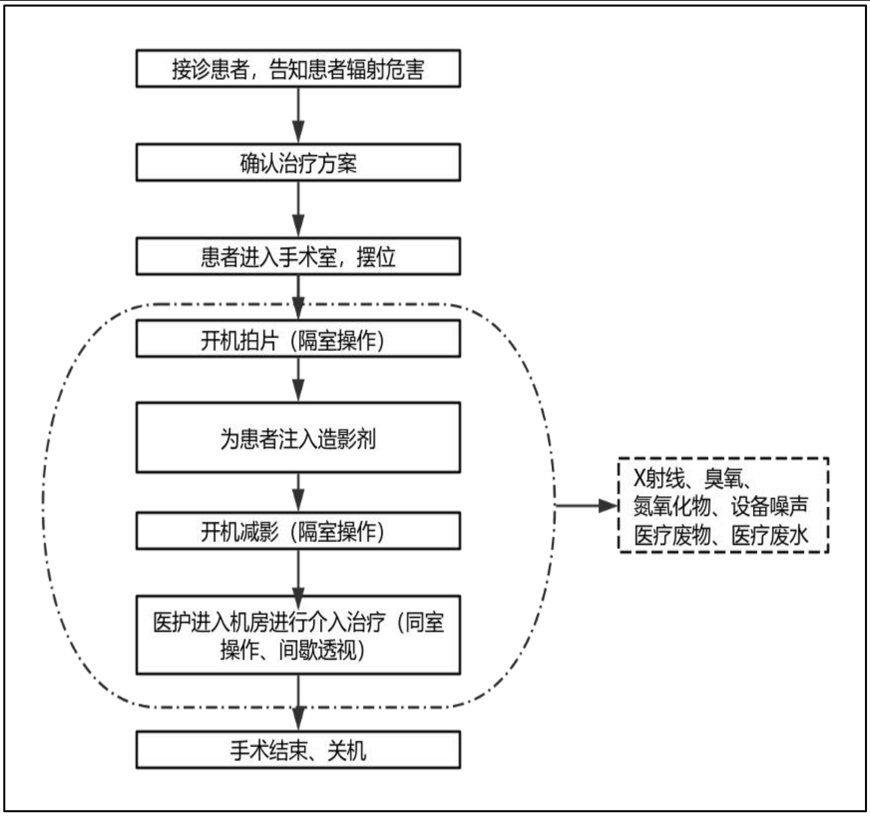


图 9-4 DSA 治疗流程及产污环节示意图

根据图 9-4，项目主要污染因子为 DSA 工作时产生的 X 射线、臭氧及氮氧化物，医护人员产生的生活污水、生活垃圾、治疗过程中产生的医疗垃圾、手术及器械清洗时产生少量的医疗废水等。

1、正常工况下污染源分析

（1）X 射线

DSA 射线装置辐射污染主要为 X 射线，产生 X 射线装置开机并曝光时，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。X 射线随机器开机和关机而产生和消失。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

1）有用线束：其射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。X 射线管管电压、管电流越高，光子束流越强。由于本项目 X 射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有约 30%的余量。

根据医院提供资料，本项目 DSA 常用透视工况为 40～125kV/15～250mA，减影工况为

40～125kV/15～1000mA。

2）漏射线：在DSA操作过程中，未被有效利用或控制的X射线称之为漏射线。参考国际放射防护委员会第33号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个X射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的X射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点1m处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过1mGy/h。

散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（限束装置、受检者、射线接收装置及检查床、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与X射线能量、X射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离等有关。

（2）非放射性“三废”

1）废气

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：

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

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

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

本项目DSA曝光时间都很短，臭氧和氮氧化物的产生量很小，根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录B，氮氧化物的产生量约为臭氧的三分之一，故本项目只对臭氧进行分析。臭氧在常温常压下可自行分解，因此不进行定量分析。项目DSA机房内安装通风系统，采取连续通风换气，产生的臭氧及氮氧化物由风管送至8楼楼顶排风口。

（2）废水

本项目DSA采用数字成像，无废显、定影液产生。医护人员在工作中产生少量生活污水，介入手术及器械清洗时会产生少量的医疗废水。根据《云南省地方标准用水定额》（DB53/T168-2019），本项目介入手术的用水量参照“医院－医院门诊－20L/（人·次）门诊（含行政及医护人员、附属设施等综合用水）”计算，介入手术每年约进行3700人次，医院为本项目配置22名工作人员，医护人员和病患共3722人，则介入手术用水量为0.30m^3/d，74.44m^3/a（年工作250天），产污系数按0.8计，则产生医疗废水约0.24m^3/d， 59.552m³/a。项目产生的废水进入医院污水处理设施处理达标后排入西寺巷市政污水管网，最终排入昆明市第一水质净化厂进行处理。

（3）固体废弃物

①本项目DSA采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。

②本项目介入手术期间将产生一定量的医疗废物，主要为医疗器具、废药棉、纱布、手套、废药品、废药瓶等，本项目一台介入手术约产生医疗废物药棉0.1kg，纱0.1kg，手套0.2kg，废造影剂及废造影剂瓶0.1kg，一年最多3700台手术，则一年约产生医疗废物药棉370kg，纱布370kg，手套740kg，废造影剂及废造影剂瓶370kg，总共每年约产生医疗废物1850kg。产生量约1.85t/a，根据《国家危险废物名录（2025年版）》，本项目产生的污染物属于HW01医疗废物中的841-001-01感染性废物、841-002-01损伤性废物、841-004-01化学性废物，采用专门的收集容器收集后，转移至建设单位已建且再用的医疗废物暂存间，医疗废物暂时贮存的时间不超过2天，最后由建设单位委托有资质的单位清运处置。

③医护人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医护人员生活垃圾产生系数按0.5kg/（人•天）计，本项目工作人员22人，则本项目职工生活垃圾产生量约为2.75t/a。生活垃圾集中收集并交由环卫部门统一清运。本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小。

（4）噪声

本项目运营期噪声主要来源于通风系统的风机，机房所使用的风机均为低噪声设备，其噪声值低于65dB(A)，机房的通排风系统管道上均设置消声器并配有减震装置，经减震和距离衰减后，对周围环境影响不大。

本项目污染物产排情况详见下表。

表9-2　项目污染物产生及排放情况一览表

类型＼内容		排放源	污染物名称	处理前产生浓度及产生量（单位）	排放浓度及排放量（单位）
大气污染物	施工期	施工场地	粉尘、涂料废气	少量	洒水降尘、彩条布围挡，加强室内通风
	运营期	DSA设备	臭氧、氮氧化物	少量	经机房设置的排风管道引至室外排放
水污	施工期	施工场地	施工废水	/	施工过程中仅切割机、电钻降温、降尘使用少量的水，该部分水最终蒸发不产

染物					生施工废水
		施工人员	生活污水	少量	本项目施工期不设施工营地，仅产生少量的清洗废水，依托医院施工期沉淀池沉淀后用于场地降尘等，不外排。
	运营期	手术及器械清洗、医护人员	医疗废水、生活污水	59.552m³/a	经医院污水处理站处理达标后排入西巷寺市政污水管网。
固体废物	施工期	施工人员	生活垃圾	少量	经医院设置的垃圾桶集中收集后交由环卫部门统一清运，处置率100%。
		施工场地	建筑垃圾	少量	统一收集后，能回收利用的尽量回收利用，不能回收利用的清运至住建部门指定堆放点，处置率100%。
	运营期	医疗废物	废药棉、纱布、手套等	1.85t/a	采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，最后由医院委托有资质的单位清运处置，处置率100%。
		医护人员	生活垃圾	2.75t/a	集中收集并交由环卫部门统一清运，处置率100%
噪声	施工期	施工设备	主要的施工机械噪声，源强为70～95dB(A)		
	营运期	风机	本项目主要来源于通风系统的风机，其噪声源强一般低于65dB（A）。		
辐射	调试	射线装置	X射线	/	专业人员进行设备调试
	营运期	射线装置	X射线	/	在正常运行情况下，射线装置工作产生的X射线经墙体屏蔽和其他 有效防护屏蔽后，所致职业和公众 照射剂量当量可达到评价标准。

2、事故状态下的污染源项分析

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如下：

（1）机房防护门联锁装置发生故障，导致无关人员误入正在运行的射线装置机房。

（2）进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射。

以上事故情况下污染源均为设备开机时产生的X射线。

为避免此类事故的发生，要求医务人员做好防护措施，工作人员关闭防护门前认真检查室内，确认无关人员全部撤出时方能关闭防护门进行曝光。

在射线装置工作现场，由于以上各种原因，工作人员及公众可能受到高剂量照射，所受到照射的剂量与照射时间、距离和方位有关。距离越近所受的剂量也越大，因此，在使用中要加强管理，严防事故发生。

表10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局

本项目DSA手术室1号机房东侧为控制室；南侧为患者及医生通道；西侧为楼梯间；北侧为污物通道。DSA手术室2号机房东侧为污物暂存间和血液供应室；南侧为患者及医生通道；西侧为控制室；北侧为污物通道。DSA机房对应楼上区域为胸外科病房，楼下区域为血库采血试验区。DSA机房相邻区域布局及功能详见表10-1，楼上、楼下区域布局详见附图5、6。

表10-1 本项目DSA机房的相邻区域布局及功能

工作场所名称	方位	名称	功能	备注
DSA手术室（1号）	机房东侧	控制室	技师隔室操作DSA	
	机房南侧	患者及医生通道	医生及患者进出通道	
	机房西侧	楼梯间	医生护士术前冲洗、辅助设备储存间	
	机房北侧	污物通道	术后产生的废物运输通道	
	机房上方	胸外科病房	/	
	机房下方	血库采血试验区	/	
DSA手术室（2号）	机房东侧	污物暂存间和血液供应室	术后产生的废物暂存地，手术中需要血液提供处	
	机房南侧	患者及医生通道	医生及患者进出通道	
	机房西侧	控制室	技师隔室操作DSA	
	机房北侧	污物通道	术后产生的废物运输通道	
	机房上方	胸外科病房	/	
	机房下方	血库采血试验区	/	

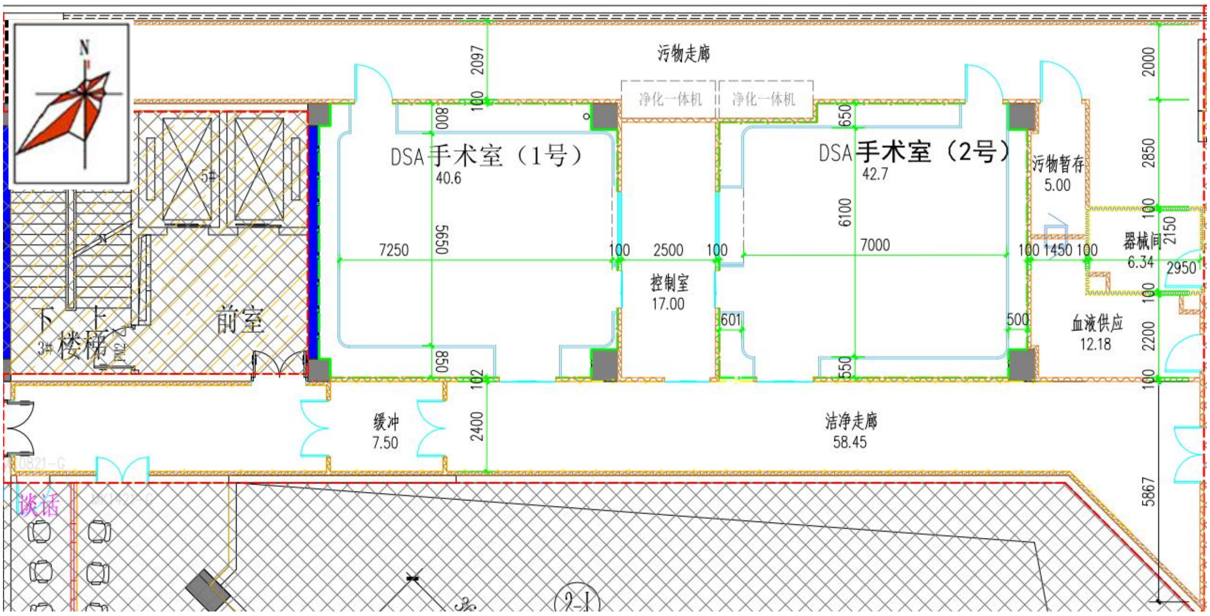


图10-1 DSA机房四周相邻区域及功能示意图

10.2 工作区域管理

（1）“两区”划分

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，并对“两区”进提出了相应的管控要求。

控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。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（包括门锁和联锁装置）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。

本次环评中根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区的定义，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将DSA介入手术室划为控制区；将控制室、污物通道、污物暂存间、血液供应室、医生患者通道划为监督区。控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，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。

（2）**“两区”管控要求**

1、控制区管控要求

①控制区内禁止外来人员进入，职业人员在该区域工作时尽量不在控制区内停留，以减小不必要的照射；②在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合GB 18871-2002附录F（标准的附录）规定的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示，并以红色标线警示控制区的边界；③制定辐射防护与安全措施，包括适用于控制区的规则和程序；④运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁、门禁和联锁装置）限制进出控制区；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；⑥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、安全措施或该区的边界。

2、监督区管控要求

①监督区范围内尽量限制无关人员进入；②以黄线地标线警示监督区的边界；③在监督区的入口处的适当地点设立标明监督区的标牌；④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。

本项目控制区和监督区划分情况见表10-2，分区划分示意图见下图10-2。

表10-2 本项目控制区与监督区划分情况

<table>
<tr><th>工作场所</th><th>控制区</th><th>监督区</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="2">6号楼3楼DSA手术室机房</td><td>DSA手术室（1号）</td><td rowspan="2">控制室、污物暂存间、血液供应室，污物走廊、洁净走廊的墙外30cm</td><td rowspan="2">控制区内禁止人员进入，职业人员须穿戴铅防护用品方可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</td></tr>
<tr><td>DSA手术室（2号）</td></tr>
</table>

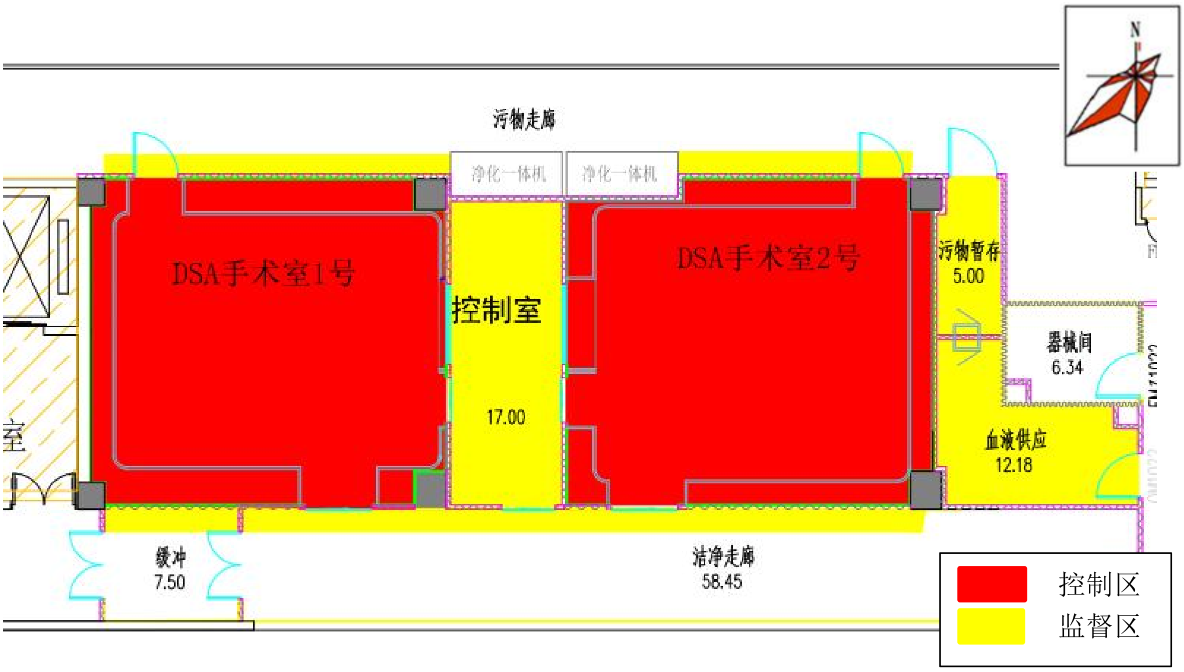


图 10-2 辐射管理两区划分示意图

10.3 辐射安全及防护措施

DSA 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。对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

（1）设备固有的措施

本项目 DSA 从正规厂家购买，设备本身采取了多种固有的安全防范措施：

①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。

②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，以消除软 X 射线以及减小二次散射，优化有用 X 线谱。设备应提供适应 DSA 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准值器隔板和铝过滤板。影像增强器前面可酌情配置各种规格的滤线栅，以减小散射影响。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帖、12.5 帖、6 帖等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，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。

⑤配备有相应的表征剂量的指示装置，当曝光室内出现超剂量照射时会出现报警。

⑥正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和床体上均设置有“紧急止动”按钮，一旦发现异常情况，工作人员可立即按下按钮来停止照射。

⑦DSA设备配备有铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护用品和设施，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）紧急停机按钮、紧急开门按钮

建设单位拟在射线装置控制台、机房内诊疗床操作面板、控制室防护门旁墙面上、患者通道防护门旁墙面上均设置1个紧急停机按钮（各按钮与X射线系统连接）；机房内控制室和患者防护门旁墙面上均设置1个紧急开门按钮。射线装置系统的X射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一紧急停机按钮，均可停止X射线系统出束。机房内防护门出现故障时，可按动任一紧急开门按钮，均可打开机房内的防护门。

（3）门灯联锁装置、电离辐射警示标志

在射线装置机房入口、屏蔽门中部拟设置“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“当心射线”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。

（4）视频监控：在DSA手术室1号机房东北侧，在DSA手术室2号机房西北侧吊顶处安装视频监控摄像头，方便观察病患状态。

（5）对讲装置：为方便辐射工作人员更好的与病患交流，每间DSA机房各设置对讲装置一套，能够及时与病人沟通。

（6）个人防护用品、监测仪器

①个人防护用品

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中6.5对个人防护用品和辅助防护设施配置见表10-3。

表10-3个人防护用品和辅助防护设施配置要求

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

注1: “—”表示不作要求。
注2：各类个人防护用品和辅助防护措施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

医院拟为DSA手术室2间机房辐射工作人员及受检者配备以下个人防护用品：

防护用品	辐射工作人员	受检者		合计
		成人	儿童	
铅衣	6	2	2	10
铅围脖	6	2	2	10
铅围裙	6	2	2	10
铅帽	6	2	2	10
铅方巾	6	2	2	10
铅眼镜	6	/	/	6
防护手套	6	/	/	6
个人剂量计	34	/	/	34
铅悬挂防护屏	2	/	/	2
床侧防护帘	2	/	/	2

结合医院防护用品配备情况，除介入防护手套外，医院辐射工作人员、受检者（成人）防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb。为儿童配备的防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。

医院配备的防护用品铅当量满足以上要求时，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对个人防护用品和辅助防护设施配置的要求。

②监测仪器：为防止射线装置操作人员被误照射，医院需配备1台便携式辐射监测仪，每个机房内各配备2台个人剂量报警仪，并为每位辐射工作人员佩戴个人剂量计，共34个（手术医生2个/人、共16人，技师1个/人，共2人）。

环评要求：医院在项目投入使用前应配齐工作人员及受检者的个人防护用品及辅助防护设施方可开展相关工作。铅围脖、铅衣、铅围裙、铅方巾、铅帽（各10套）；铅眼镜、介入防护手套（各6套）；铅悬挂防护屏2块（0.5mmPb）、床侧防护帘2块（0.5mmPb）、个人剂量报警仪（4台）、辐射监测仪（1个）。

（7）时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊疗之前，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。

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射线装置机房进行手术，产生紧急情况时，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射线装置机房周围进行监测，发现异常，及时处理，减少对外围人员的照射。

10.4 辐射工作场所污染防治措施

10.4.1 屏蔽设计

本项目DSA手术室屏蔽体材料铅当量换算根据《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020附录C中式C.1和式C.2，表C.2和表C.3中相关参数估算本项目DSA手术室屏蔽体的铅当量。为保守计算，本项目硫酸钡防护涂料铅当量根据《辐射防护手册》第三分册表3.5中钡水泥和铅在150kV电压的十分之一值层厚度进行估算。

$$B = \left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}} \text{……………………(C.1)}$$

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma}\ln\left(\frac{B^{-\gamma}+\frac{\beta}{\alpha}}{1+\frac{\beta}{\alpha}}\right) \text{………………………(C.2)}$$

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子。

其中：α、β、γ——屏蔽材料对125kV管电压X射线辐射衰减的有关的三个拟合参数，具体见表10-4。

表10-4　铅、混凝土对125kV管电压X射线辐射衰减的三个拟合参数

管电压kV	铅			混凝土			硫酸钡涂料
	α	β	γ	α	β	γ	根据《辐射防护手册》第三分册表3.5中150kV管电压铅和钡水泥的十分之一值层厚度，取0.98mm和14mm进行核算。
125（主束）	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974	

备注	本项目DSA射线装置主束方向朝上，手术室顶面、地面按主束估算铅当量，本次评价按主束保守估算四周墙体铅当量。

本项目DSA手术室屏蔽体铅当量估算结果见表10-5，其中铅当量估算电压按照本项目DSA设备最大管电压125kV进行估算，具体屏蔽设计情况见表10-5。

表 10-5　　本项目 DSA 机房屏蔽设计情况

场所名称	防护设施	设计屏蔽材料及厚度	综合铅当量（mmPb）	备注
DSA手术室（1号）	四周墙体	**西侧墙体：**300mm混凝土 **北侧、东侧、南侧墙体：**4mm的铅板+50*30*1.2mm方钢龙骨+9mm阻燃板基板+单面饰面板面层	4.0mmPb	机房内有效面积为40.96m^2，（长边7.25m，短边5.65m，净高3.0m)
	顶棚	130mm混凝土+4mm铅板	5.5mmPb	
	地面	130mm混凝土+40mm硫酸钡涂料	4.3mmPb	
	防护门	3樘防护门均为内衬4mm铅板的防护门	4.0mmPb	
	观察窗	4mmPb的铅玻璃	4.0mmPb	
DSA手术室（2号）	四周墙体	4mm的铅板+50*30*1.2mm方钢龙骨+9mm阻燃板基板+单面饰面板面层	4.0mmPb	机房内有效面积为42.7m^2，（长边7.00m，短边6.10m，净高3.0m)
	顶棚	130mm混凝土+4mm铅板	5.5mmPb	
	地面	130mm混凝土+40mm硫酸钡涂料	4.3mmPb	
	防护门	3樘防护门均为内衬4mm铅板的防护门	4.0mmPb	
	观察窗	4mmPb的铅玻璃	4.0mmPb	

由表10-5可知，本项目机房的屏蔽防护及机房内使用面积和最小单边长度均满足《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。

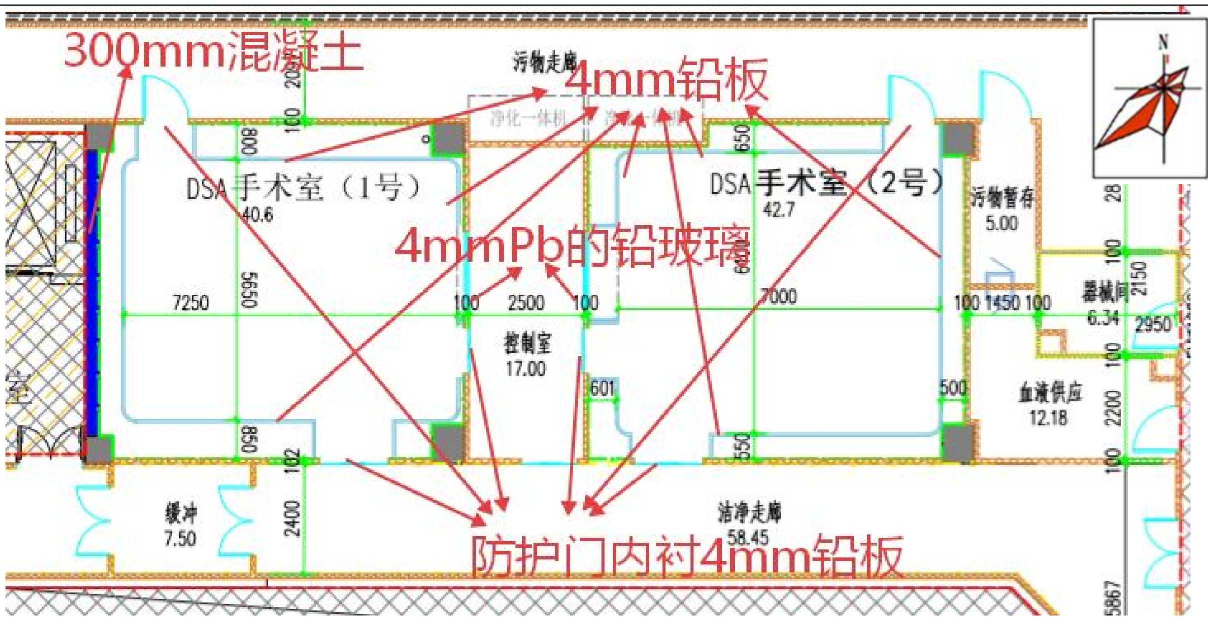


图 10-3 本项目 DSA 手术室屏蔽防护设计平面图

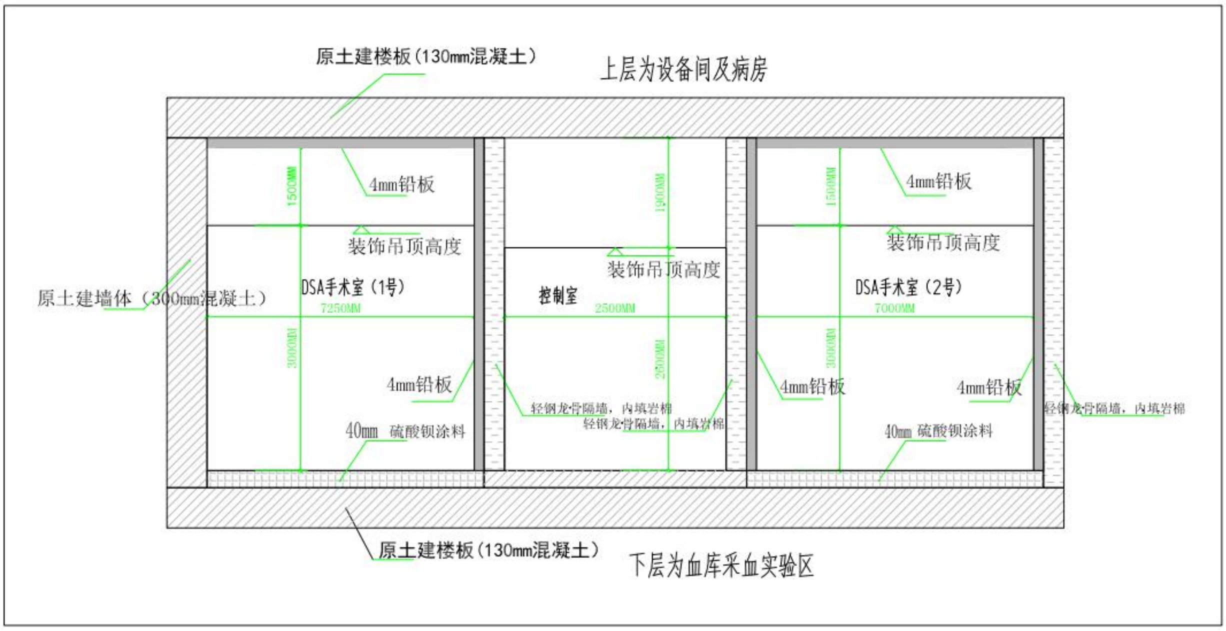


图 10-4 本项目 DSA 手术室对应楼上、楼下区域屏蔽防护设计平面图

10.4.2 DSA 机房辐射安全措施

（1）门灯联锁装置、电离辐射警示标志：DSA 手术室出入口上方及工作场所入口均设置“当心电离辐射”警示标志，警示人们注意可能发生的危险。机房门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，同时，工作状态指示灯能与机房门有效关联。当机房门开启时，警示灯熄灭，机房门关闭时，警示灯开启。

（2）紧急停机按钮：2台DSA设备、控制室工作台、患者通道防护门旁墙面上各设置1个紧急停机按钮，用于事故情形下紧急停止DSA出束。

（3）紧急开门按钮：控制室防护铅门旁墙面上、机房内患者通道防护铅门旁墙面上、各设置1个紧急开门按钮，用于事故情形下紧急打开机房内防护门。

（4）对讲装置：为方便辐射工作人员更好的与病患交流，DSA机房设置对讲装置一套，能够及时与病人沟通。

（5）视频监控：在DSA手术室1号机房东北侧，在DSA手术室2号机房西北侧吊顶处安装视频监控摄像头，方便观察病患状态。

（6）防护帘：在手术台床旁安装铅防护帘，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。

（6）医生在手术室操作时应身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等防护用具，同时使用铅悬挂防护屏和床侧防护帘进行防护。

（7）个人防护用品、监测仪器：本项目拟为DSA手术室2间机房的辐射工作人员配备铅衣6套、铅帽6顶、铅围脖6条、铅方巾6块、铅眼镜6副、铅围裙6件、铅帽6顶、介入防护手套6双，辐射工作人员辅助防护用品有：铅悬挂防护屏2块（0.5mmPb）、床侧防护帘2块（0.5mmPb），摆放位置均位于DSA机房内。为受检者（成人）配备铅衣2套、铅围裙2件、铅围脖2条、铅帽2顶、铅方巾2块。为受检者（儿童）配备铅衣2套、铅围脖2条、铅帽2顶、铅方巾2块。

结合医院防护用品配备情况，除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；为儿童配备的防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。

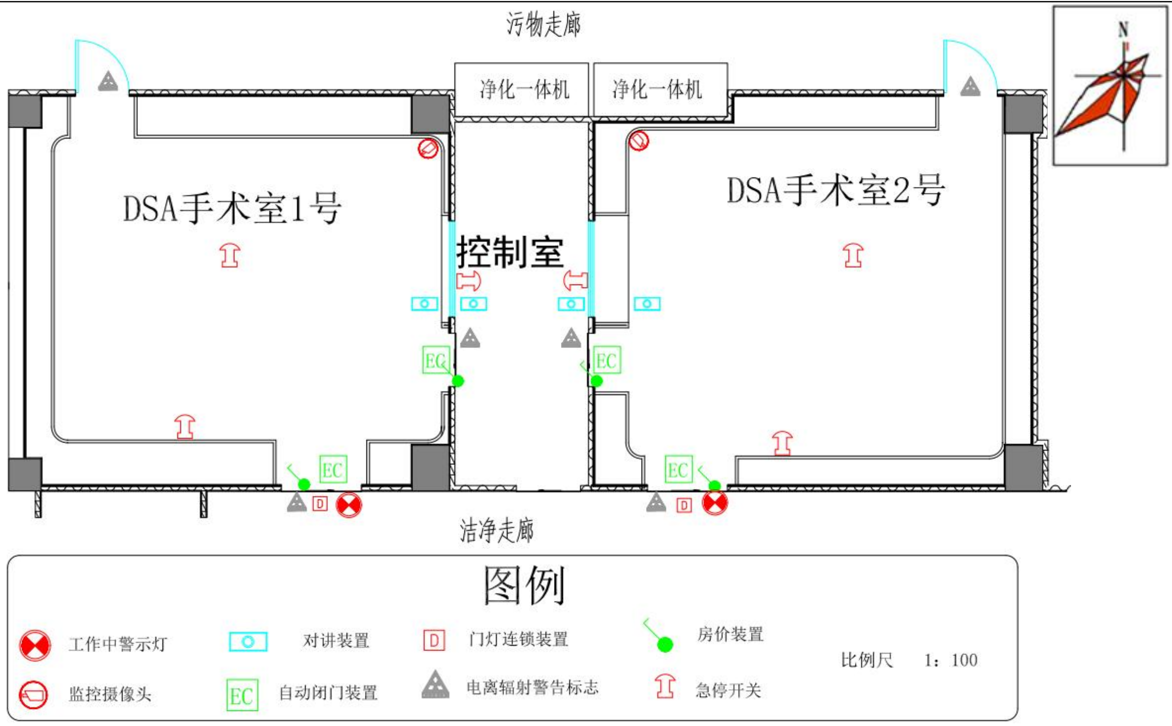


图 10-5 DSA 机房拟安装辐射防护措施示意图

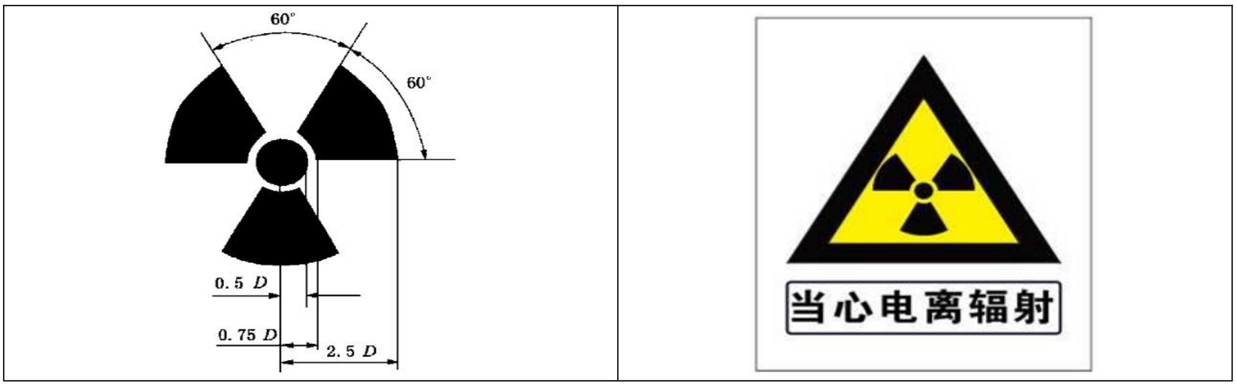


图 10-6　电离辐射标志和电离辐射警告标志

10.4.3 电缆沟布设

本项目手术室机房的电缆采用两种路径相结合的方式：

①设备底座直穿路径：DSA 设备的电缆从设备底座下方引出，通过楼板开洞，直径约 120mm，直穿至楼下。

②楼下架桥至控制室路径：电缆穿过楼板后，在下层天花板吊顶内设置电缆桥架（宽 120mm 深 100mm），通过桥架(固着于楼板下方 300mm 处)铺设至隔壁控制室。

③控制室墙面架桥至设备间路径：从控制室墙面电缆槽（宽 300mm 厚 100mm）引至楼板开洞，电缆孔径约 300mm，穿至上层设备间。

为确保电缆穿行路径不会成为辐射泄漏通道，采取了以下专项屏蔽防护措施：

①楼板开洞防护：在设备基座下方的楼板开洞处，采用厚度不小于4mm的铅板进行覆盖防护。铅板覆盖范围超过孔洞边缘不小于100mm，并与楼板紧密贴合，确保无缝防护。

②电缆桥架穿墙防护：对于在楼下吊顶内敷设并需穿墙进入控制室的电缆桥架，在穿墙处采用直穿方式。在电缆桥架穿墙部位设置厚度不小于4mm的防护铅板，同时对穿墙段电缆桥架(长度约穿墙前后各100cm)用厚度不小于4mm的铅皮进行包裹，实现双重屏蔽。

③防护有效性结论:通过上述铅板覆盖、铅皮包裹等防护措施，能够有效填补电缆穿行造成的屏蔽体缝隙，防止射线从电缆路径泄漏。经防护处理后，电缆敷设不会削弱机房屏蔽墙体及楼板对射线的整体屏蔽效果。拟采用的屏蔽防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的屏蔽防护要求。

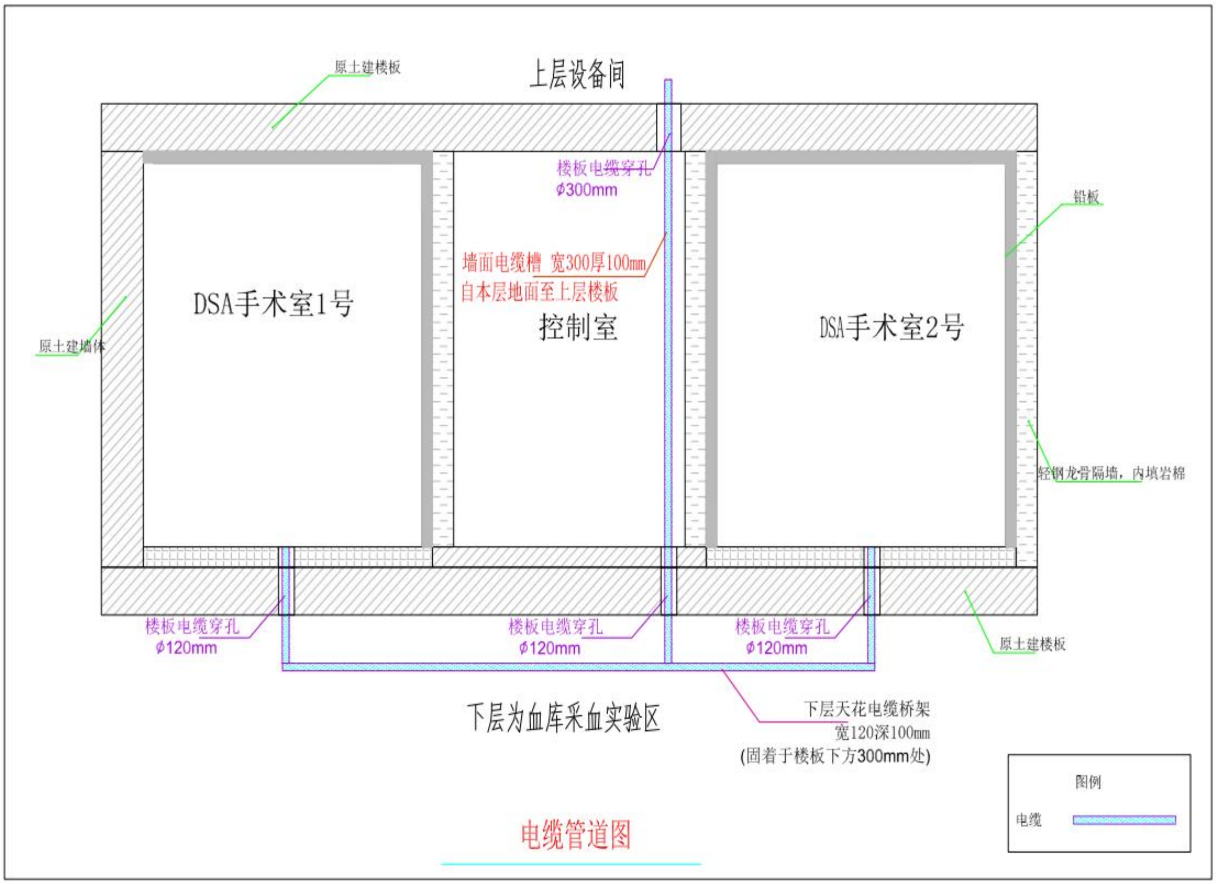


图 10-7　DSA 机房电缆沟布置示意图

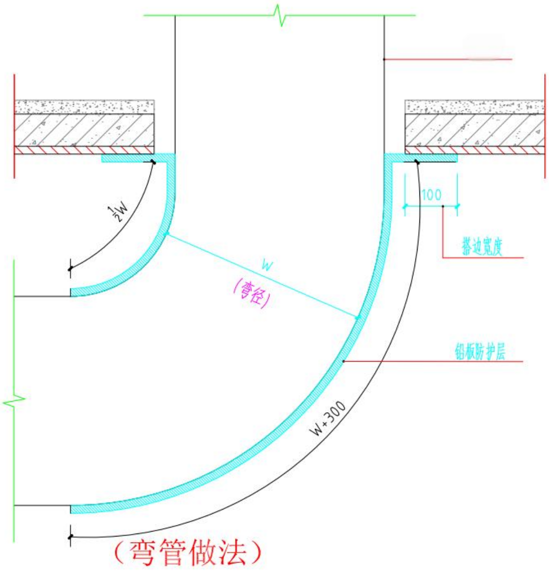


图 10-8　DSA 机房电缆穿墙大样图

10.4.4通风管道布设

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 机房内采用上进下排的通风系统，新风从同层北侧取风，经过净化一体机转化后送入手术室机房，送风管口径为 800mm*630mm，送风量为 1000m³/h。DSA 手术室 1 号机房进风管道从 DSA 东侧墙外穿墙进入机房，送风口置于机房顶面，共有 6 个送风口;DSA 手术室 2 号机房进风管道从 DSA 北侧墙外穿墙进入机房，送风口置于机房顶面，共有 6 个送风口。DSA 手术室 1 号机房内排风口设于机房靠北侧地面，排风口下沿距地 100mm，排风管由北侧墙体穿出机房；DSA 手术室 2 号机房内排风口设于机房靠西侧地面，排风口下沿距地 100mm，排风管由西侧墙体穿出机房。本项目出风量为 500m³/h，排风管从机房穿出后接同层排风口，最后引致 8 楼楼顶排放，楼顶排风口距地面高度 2.5m，主导风向为西南风。通风管道穿墙处采用 4.0mm 铅皮包裹进行屏蔽补偿，长度为穿墙前后各 50cm，能够有效防止射线直接从风管照射出机房。项目通风管道平面布置详见 10-9，剖面图详见图 10-10。

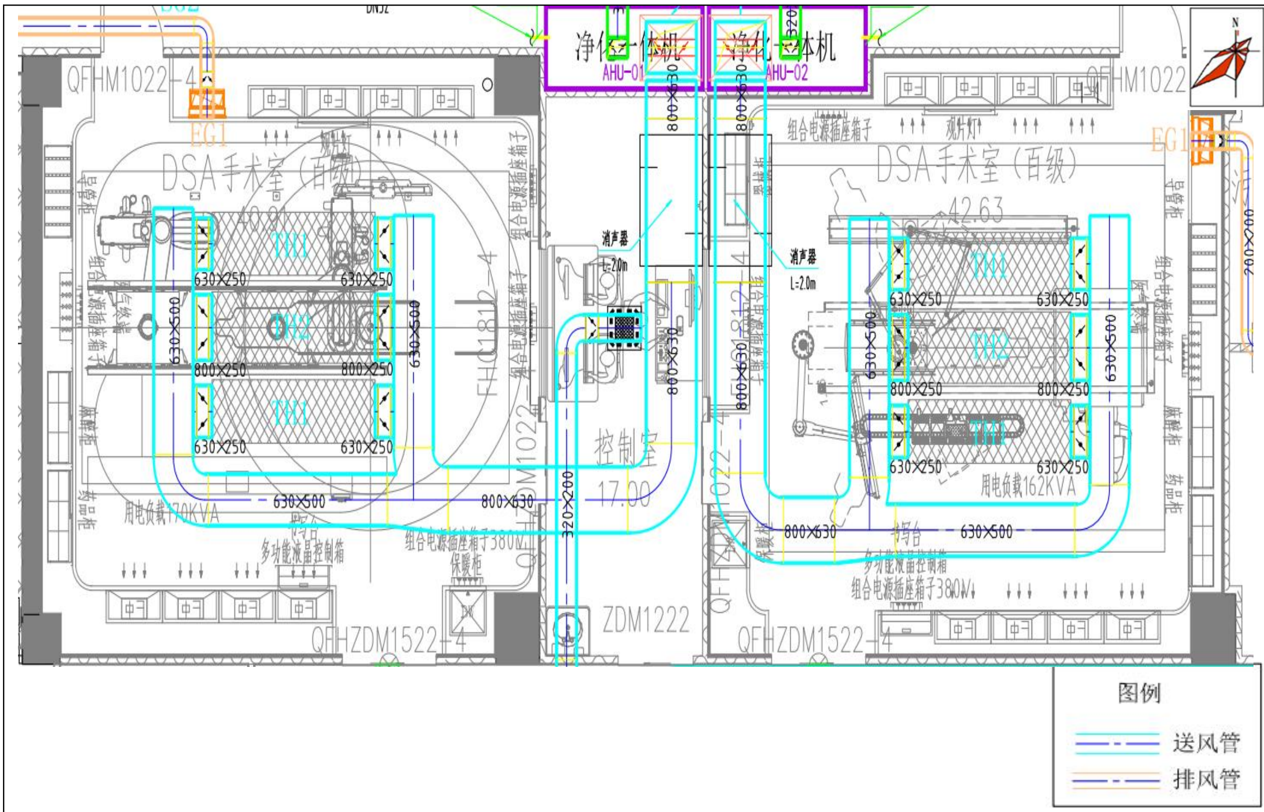


图 10-9 DSA 机房空调送风、排风管道布置示意图

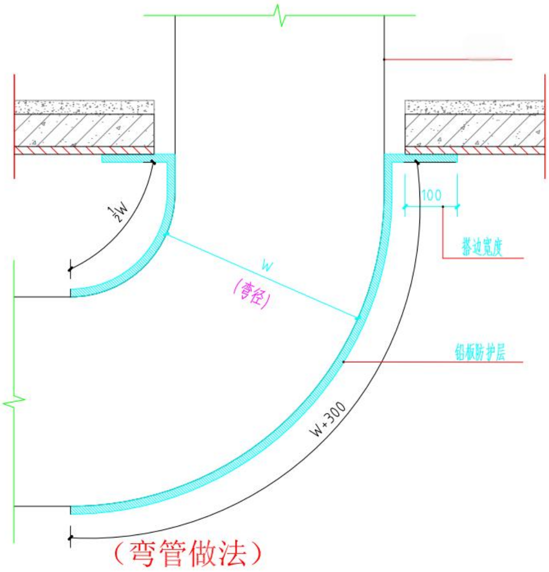


图 10-10 风管穿墙立面图

10.5“三废一噪”的治理

1、固体废弃物治理措施

①本项目DSA采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘交由病

人带走并自行处理。

②介入手术时产生的一次性导管、针头和药棉、纱布、手套等医疗垃圾，采用专门的收集容器收集后，转移至污物处置暂存间，按照普通医疗废物执行转移联单制度及《医疗废物运送登记卡》，依托建设单位医疗废弃物处理措施，暂存于医废暂存间，医废暂存间位于建设单位立体停车场西侧，面积约160m^2，并定期委托有资质单位处置。

③工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，生活垃圾经垃圾桶收集后，医院统一委托当地环卫部门定期清运处置。

2、废水治理措施

本项目心血管科9名医生、神经内、外科7名医生、4名护士和2名技师均为医院现有工作人员，无新招聘人员，项目产生的废水为少量医疗废水和工作人员产生的生活污水，经医院已建再用的污水处理站进行处理（污水处理站设计量为2000m^3，现处理量为1400m^3）。

本项目的所有射线装置均采用数字成像，无废显、定影液产生，没有含重金属的废水产生。根据表9-2估算可知，运营期产生的废水约0.24m^3/d，59.552m^3/a，产生的废水依托建设单位污水处理设施处置。本项目运营期产生的废水依托建设单位的污水处理站进行处理可行。污水经医院污水处理站处理达标后排入西寺巷市政污水管网，最终排入昆明市第一水质净化厂进行处理。

3、噪声治理措施

本项目运营期噪声主要来源于DSA设备、通风系统的风机，机房所使用的射线装置、风机均为低噪声设备，其噪声值一般低于65dB(A)，噪声较小，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，项目对周围声环境影响较小。

4、废气治理措施

项目运行时机房内会产生少量的臭氧和氮氧化物，机房内设有新风通排风系统，机房进风量1000m^3/h及出风量为500m^3/h，排风口位于8楼楼顶，距地面高度为2.5m。已避开人员密集区域，经大气稀释后，项目产生的废气对周围环境影响较小。

综上所述，本项目产生的各项污染物医院采取了有效的污染防治措施。

10.6 其他措施

（1）DSA控制室设有观察窗和语音提示系统，便于操作人员实时了解机房内的情况。

（2）制定完善相关规章制度及事故应急预案，尽可能地降低事故情况下对环境的污染。

（3）项目操作规程、岗位职责和辐射应急预案等相关制度应张贴于辐射工作场所醒目

位置。

10.7与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的符合性分析

本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的符合性分析见表10-6。

表10-6 本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130—2020）符合性分析

序号	标准要求	本项目情况	结论
1	6.1.1应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	本项目所有射线装置有用线束均为由下向上，机房的防护门、观察窗、管线穿墙位置及工作人员操作位均不在有用线束直射方向。	符合
2	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。	DSA手术室1号机房东侧为控制室；南侧为患者及医生通道；西侧为楼梯间；北侧为污物通道。 DSA手术室2号机房东侧为污物暂存间和血液供应室；南侧为患者及医生通道；西侧为控制室；北侧为污物通道。 DSA机房对应楼上区域为胸外科病房，楼下区域为血库采血试验区。 机房邻室不涉及敏感科室。	符合
3	6.1.3 每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求	本项目为独立机房，机房满足使用设备的布局要求。	符合
4	6.1.5除床旁摄影设备、便携式X射线设备和车载式诊断X射线设备外，对新建、改建和扩建项目核技术改造、技术引进项目的X射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表2的规定“单管头X射线设备（含C形壁，乳腺CBCT）机房内最小使用面积不小于20m^2，机房内最小单边长度不小于3.5m”	本项目设计DSA手术室1号机房面积为40.96m^2，最小单边为5.65m；DSA手术室2号机房面积为42.7m^2，最小单边为6.1m，满足GBZ130-2020相关要求。	符合
5	6.2.1不同类型X射线设备（不含床旁摄影设备和便携式X射线设备）机房的屏蔽防护应不低于“表3不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要”的规定“C形臂X射线设备机房有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均不得小于2mmPb”。	本项目DSA手术室1号机房四周墙体：西侧墙体：300mm混凝土；北侧、东侧、南侧墙体：4mm的铅板+50*30*1.2mm方钢龙骨+9mm阻燃板基板+单面饰面板面层，综合铅当量为4mmPb；顶棚130mm混凝土+4mm铅板，综合铅当量为5.5mmPb；地面130mm混凝土+40mm硫酸钡涂料，综合铅当量为4.3mmPb；各屏蔽体铅当量均大于2mmPb。 本项目DSA手术室2号机房四周墙体为4mm的铅板+50*30*1.2mm方钢龙骨+9mm阻燃板基板+单面饰面板面层，综	符合

		合铅当量为4mmPb；顶棚130mm混凝土+4mm铅板，综合铅当量为5.5mmPb；地面130mm混凝土+40mm硫酸钡涂料，综合铅当量为4.3mmPb；各屏蔽体铅当量均大于2mmPb。	
6	6.2.3机房的门和窗关闭时应满足“表3不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求”的规定“C形臂X射线设备机房有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均不得小于2mmPb”的要求。	本项目DSA手术室2间机房内均拟安装3樘防护门内衬4mm铅板，综合铅当量约为4mmPb，防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门一墙”间隙的十倍；观察窗采用4mmPb的铅玻璃。防护门、观察窗等效屏蔽体铅当量均大于2mmPb。	符合
7	6.4.1机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	本项目设计有观察窗及对讲系统，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
8	6.4.2　机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物	机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合
9	6.4.3机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目设计有动力通风装置，确保通风良好。	符合
10	6.4.4　机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入 ”的可视警示语 句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房门外设有电离辐射警告标志；机房门上方有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。	符合
11	6.4.5平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效连锁。	本项目平开门设计有自动闭门装置，推拉式机房门设计有曝光时关闭机房门的管理措施，且有门灯联锁装置。	符合
12	6.4.6电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目对电动推拉门设计有防夹装置，保证人员出入安全。	符合
13	6.4.7受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内	手术前，患者做好手术准备，由医护人员推至DSA机房内手术，一般情况下无陪护人员。同时配备陪检者防护衣1套以备急用。	符合
14	6.4.10机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置	机房出入门处于散射辐射相对低的位置。	符合
15	6.5.1每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于“表4个人防护用品和辅助防护设施配置要求”基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。	医院拟为DSA机房辐射工作人员、受检者配备了以下个人防护用品：铅衣10套、铅围裙10件、铅围脖（铅颈套）10条、铅方巾10块、铅眼镜6副、个人剂量计34个、个人剂量报警仪4台、介入防护手套6双、铅帽10顶。DSA随机配备有铅悬挂防护屏2块（0.5mmPb）、床侧防护帘2	符合

		块（0.5mmPb）。	
16	6.5.3除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb。	医院为本项目医护工作人员配备相关防护用品，除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；保证医护人员手术期间的防护需求；医院为受检者配备相关防护用品，包括铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾和铅橡胶颈套、铅橡胶帽子；若需配备移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。	符合
17	6.5.4应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。	为儿童（受检者）的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品和辅助护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。	符合
18	6.5.6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。	拟加强管理，个人防护用品均妥善存放，不折叠放置。	符合

10.8辐射环境保护投资

本项目核技术项目总投资2150万元，环境保护投资共计143万元，占本项目核技术项目投资的7%。见表10-7。

表10-7 辐射环境保护投资一览表

项目	环保措施	投资估算（万元）	备注
辐射防护主体设施工程费用	机房辐射防护装修、铅门、铅玻璃安装	60	
安全装置	急停按钮、对讲装置、视频装置、门灯联锁等	28.5	
个人防护用品	配备铅衣10套、铅围脖10条、铅围裙10件、铅方巾10块、铅帽10顶、铅眼镜6副、个人剂量计34个、介入防护手套6双、个人剂量报警仪4台。	5	
人员辐射防护与安全培训	应进行辐射防护与安全培训并在通过考核后方可从事相关工作。	1	
警示标志	电离辐射警示标志若干、工作状态指示灯、监督区、控制区标识若干。	0.5	
废气治理	通风装置	20	
监测仪器	便携式X-γ剂量率仪1台	10	
运行维护（项目投入运营前）	监测仪器的维护、校准，安全设施的维护等	5	
施工期	固体废物、生活垃圾清运、施工扬尘治理	10	
项目运行验收、监测、人员健康体检等费用	/	3	

依托工程	项目运营期产生的医疗废物、医疗废水、生活垃圾均依托医院现有医废暂存间、污水处理系统、生活垃圾收集设施进行处置	/	依托
合计			/

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 建设施工期的环境影响

本项目位于云南省第一人民医院6号楼3楼，依托6号楼建设，6号楼主体结构已建设完成，本次环评不涉及土建工程施工的环境影响。本次环评施工期主要评价内容为机房的装修施工和设备安装调试。目前尚未进行防护装修。本项目机房的装修施工产生污染物主要包括废气、废水、噪声及废弃的装修材料等。

11.1.1.1 大气环境影响分析

本项目施工期产生废气主要为粉尘及装修废气等。在拆除墙体、凿电缆沟、通风管道过墙凿洞、四周墙体及顶部装修等过程会有一定施工扬尘产生，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。装修过程中产生的空气污染物相对较少，通过加强通风措施，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。严格按《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2无组织排放监控浓度限值控制，将装修废气的影响降至最低，项目装修过程对周围环境影响较小。

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

11.1.1.2 声环境影响分析

本项目施工期噪声源主要有施工机械和设备，由于本项目工程量小，施工作业较少，施工方式主要为人工施工，机械设备的使用较少，且装修施工均在室内进行，项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。施工期间采取的措施为：

①合理安排施工进度和作业时间，对主要噪声设备应采取相应的限时作业，22:00~6:00禁止施工作业。

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

③优先选用低噪声设备，以减少施工噪声。

④对高噪声设备采取隔声、隔振或消声措施，如在声源周围加隔振垫、安装消声器等，可降低噪声源强。

⑤日常应注意对施工设备的维修、保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

⑥对施工人员进场进行文明施工教育，施工中或生活中不准大声喧哗。

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

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

经采取上述有效措施后，大大降低了本项目施工过程中噪声对周围的影响，项目施工期噪声可满足《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025），施工期噪声对周围环境影响较小。

11.1.1.3 水环境影响分析

本项目施工期间，切割机、电钻降温、降尘用水蒸发不产生施工废水，且本项目施工期不设施工营地，仅产生少量的清洗废水和施工人员的生活污水，依托建设单位现有的污水处理站处理达标后排入市政污水管网，最终进入昆明市第一水质净化厂处理，不会对周围水环境产生大的影响。

11.1.1.4 固体废物

固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。

①生活垃圾

施工期生活垃圾产生量较小，生活垃圾采用垃圾箱集中收集后由环卫部门统一清运。

②建筑垃圾

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

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

11.1.1.5 设备安装调试的环境影响分析

项目设备安装过程会产生一定的噪声，但产生的噪声很小，且随着设备的安装完毕而消失，对周围环境影响很小；设备安装调试阶段主要污染物是包装废弃物及X射线。本项目DSA的安装及调试由设备厂家专业人员进行，医院不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保持各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开机房时必须上锁并派人看守。

由于设备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是可接受的。产生的包装废弃物定点堆放，并由医院环卫部门统一回收处置，对周围环境的影响轻微。设备调试阶段结束，则上述影响随之结束。

11.2运行阶段对环境的影响

本建设项目运营期的主要环境问题是电离辐射污染,即DSA开机曝光时产生的X射线。该项目DSA尚未安装，本次环评通过理论预测的评价方法进行辐射环境影响分析。

11.2.1 DSA射线装置辐射环境影响分析

本项目拟在6号楼3楼建设2间DSA手术室机房。本次评价对DSA机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方式进行影响分析。

12.2.1.1 设备参数及机房防护情况

本项目DSA设备型号、参数与工况见表11-1。

表11-1 本项目DSA设备参数及工况参数

设备机房	DSA手术室1号	DSA手术室2号
设备名称	医用血管造影X射线机	医用血管造影X射线机
型号	uAngio AVIVA CX	ARTIS icono ceiling
生产厂家	上海联影医疗科技股份有限公司	西门子医疗系统有限公司
技术参数	最大管电压125kV/最大管电流1000mA	最大管电压125kV/最大管电流1000mA
滤过材料	固有滤过：2.6mmAI 附加滤过:0mmCu;0.1/0.4/0.9mmCu+1mmAl	固有滤过：1.5mmAl 附加过滤:0.0、0.1、0.2、0.3、0.6、0.9mmCu
最大照射野	400cm²	400cm²
球管数	单球管	单球管

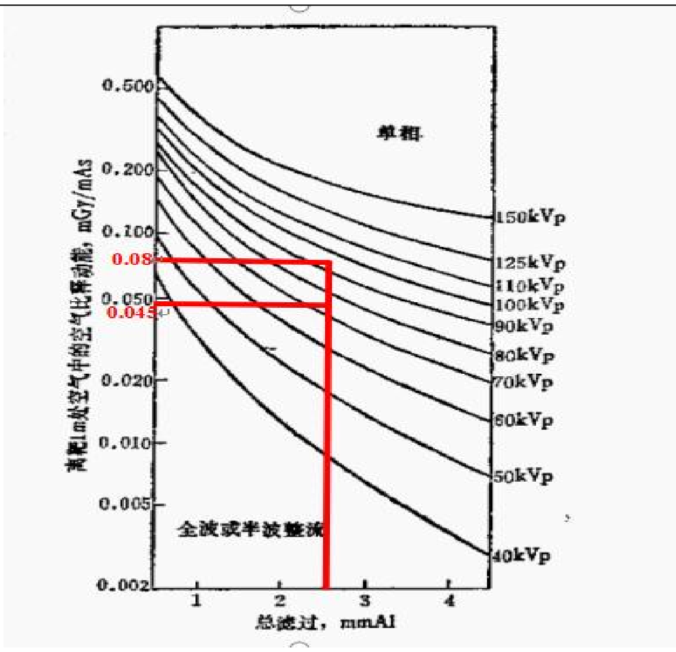


图 11-1 不同过滤材质下恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

根据《辐射防护导论》P69 页 X 射线剂量率计算公式，射线装置距靶 r（m）处的空气比释动能率，按公式 11-1 计算：

$$\dot{K}=I\times\delta_x\times\frac{r_0^2}{r^2} \qquad （式 11-1）$$

式中：$\dot{K}$—离靶 r（m）处由 X 射线装置产生的初级 X 射线造成的空气比释动能率，mGy/min

I—管电流（mA）

δ_x—距靶 1 米处的发射率常数，单位：mGy/（mA•min）。本项目保守取最不利的 2.5mmAl 进行预测。当 2.5mmAl 作为滤过材料时，95kV 电压下，距 X 射线源 1m 处的照射率为 0.08mGy/mA·s，75kV 电压下，距 X 射线源 1m 处的照射率为 0.045mGy/mA·s。

r_0—取 1 米

r—源至关注点的距离，m

表 11-2 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率

运行模式	滤过材料厚度	距靶 1m 处的空气比释动能（mGy/mA•s）	常用电压（kV）	常用电流（mA）	距靶 1m 处的空气比释动能率（μGy/h）
减影	2.5mmAl	0.08	95	600	1.73×10^{8}
透视		0.045	75	15	2.43×10^{6}

本项目 DSA 机房屏蔽防护情况见表 11-3。

表 11-3　DSA 设备机房防护情况汇总见表

场所名称	防护设施	设计屏蔽材料及厚度	综合铅当量（mmPb）
DSA 手术室（1 号）	四周墙体	**西侧墙体：**300mm 混凝土 **北侧、东侧、南侧墙体：**4mm 的铅板+50*30*1.2mm 方钢龙骨+9mm 阻燃板基板+单面饰面板面层	4.0mmPb
	顶棚	130mm 混凝土+4mm 铅板	5.5mmPb
	地面	130mm 混凝土+40mm 硫酸钡涂料	4.3mmPb
	防护门	3 樘防护门均为内衬 4mm 铅板的防护门	4.0mmPb
	观察窗	4mmPb 的铅玻璃	4.0mmPb
DSA 手术室（2 号）	四周墙体	4mm 的铅板+50*30*1.2mm 方钢龙骨+9mm 阻燃板基板+单面饰面板面层	4.0mmPb
	顶棚	130mm 混凝土+4mm 铅板	5.5mmPb
	地面	130mm 混凝土+40mm 硫酸钡涂料	4.3mmPb
	防护门	3 樘防护门均为内衬 4mm 铅板的防护门	4.0mmPb
	观察窗	4mmPb 的铅玻璃	4.0mmPb

12.2.1.2 关注点位的选取

取医护手术位、控制室操作位、机房墙体外 30cm 处、防护门和观察窗外 30cm 处，楼上离地 100cm、30cm 处、楼下距楼下地面 170cm、30cm 处、设备与相邻 DSA 操作位连线与机房墙壁交界处外 30cm 处作为关注点位。

表 11-4　本项目 DSA 机房关注点位表

机房	标号	关注点位描述		方位	靶距关注点距离（m）	散射体距关注点距离（m）
DSA 手术室 1 号	01	术者位	第一术者位	机房内	0.3	0.3
			第二术者位	机房内	0.8	0.8
	a1	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）		南侧	4.42	4.42
	b1	DSA 机房防护门外 30cm（控制室防护门）		东侧	3.37	3.37
	c1	DSA 机房东墙外 30cm（控制室）		东侧	3.10	3.10
	d1	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室铅玻璃）		东侧	3.10	3.10
	e1	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）		北侧	3.68	3.68
	f1	DSA 机房防护门外 30cm（污物通道防护门）		北侧	5.23	5.23
	g1	DSA 机房西墙外 30cm（楼梯）		西侧	5.85	5.85
	h1	DSA 机房正上方楼板 30cm 处		上方	4.5	3.8
	i1	DSA 机房正上方楼板 100cm 处		上方	5.2	4.5
	j1	DSA 机房正下方楼板 30cm 处		下方	0.6	1.3
	k1	DSA 机房楼下地面 170 处		下方	2.2	2.9

DSA手术室2号	02	术者位	第一术者位	机房内	0.3	0.3
			第二术者位	机房内	0.8	0.8
	a2	DSA机房防护门外30cm(患者防护门)		南侧	4.23	4.23
	b2	DSA机房南墙外30cm（患者通道）		南侧	4.12	4.12
	c2	DSA机房东墙外30cm（污物暂存间）		东侧	5.35	5.35
	d2	DSA机房东墙外30cm（血液供应室）		东侧	5.35	5.35
	e2	DSA机房防护门外30cm（污物通道防护门）		北侧	5.39	5.39
	f2	DSA机房北墙外30cm（污物通道）		北侧	3.94	3.94
	g2	DSA机房防护门外30cm（控制室铅玻璃）		西侧	3.66	3.66
	h2	DSA机房西墙外30cm（控制室）		西侧	3.66	3.66
	i2	DSA机房观察窗外30cm（控制室防护门）		西侧	3.78	3.78
	j2	DSA机房正上方楼板30cm处		上方	4.5	3.8
	k2	DSA机房正上方楼板100cm处		上方	5.2	4.5
	l2	DSA机房正下方楼板30cm处		下方	0.6	1.3
	m2	DSA机房楼下地面170处		下方	2.2	2.9

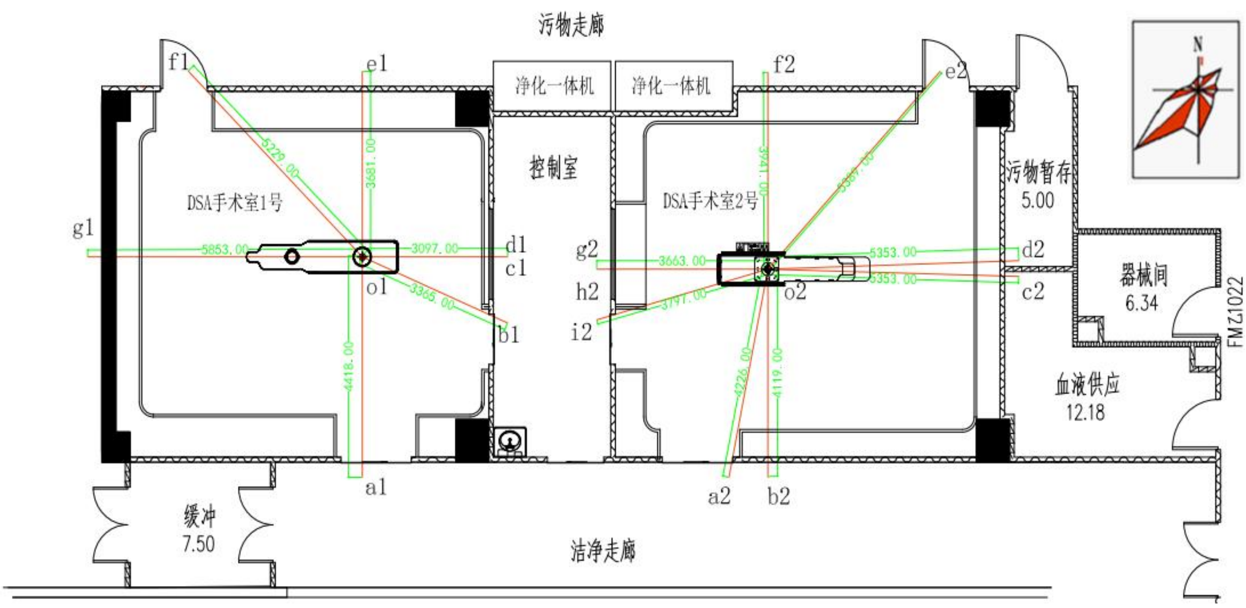


图 11-1　DSA机房关注点平面分布图

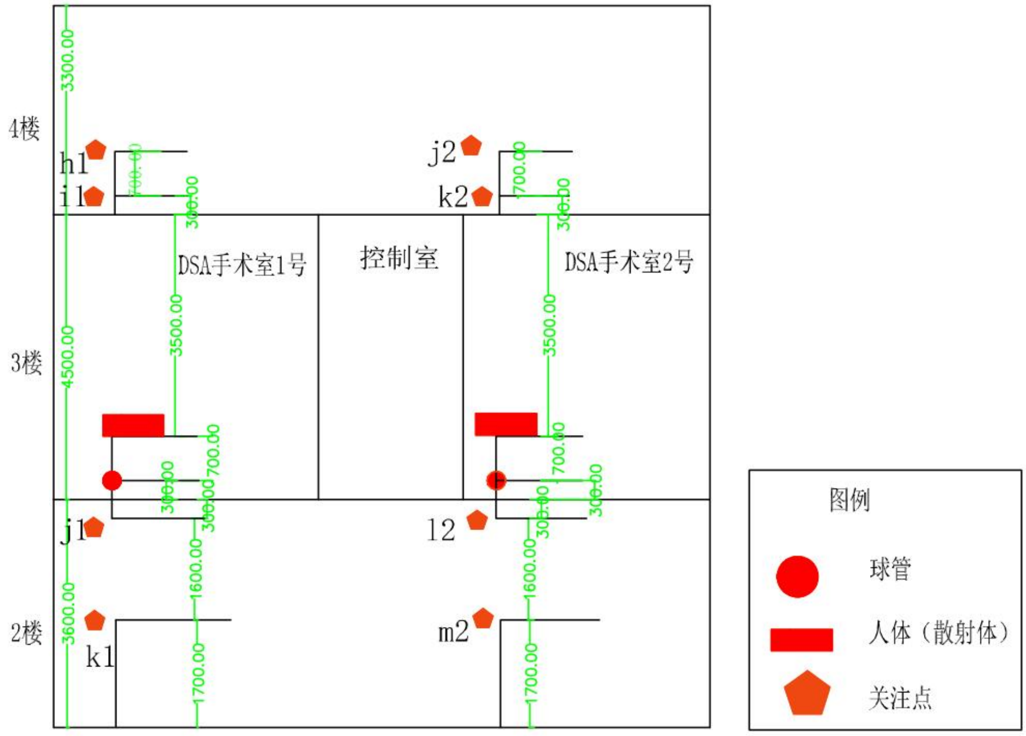


图 11-2　DSA 机房楼上、楼下关注点位置图

12.2.1.3　DSA 机房周围辐射剂量率估算

辐射设备的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。在介入手术过程中，机头有用线束直接照射患者，根据 NCRP147 号报告"Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities"4.1.6 节（Primary Barriers，P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography，P72）指出，图像增强器可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此本项目屏蔽估算时不需要考虑主束照射，重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

（1）患者体表散射屏蔽估算

$$H_s=\frac{H_0\cdot\alpha\cdot B\cdot(s/400)}{(d_0\cdot d_s)^2}\qquad（式 11-2）$$

式中：H_s——关注点位处的散射剂量率，μGy/h；

H_0——距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率，μGy/h；

a——患者对 X 射线散射比，根据《辐射防护手册》（第一分册）P437 表 10.1，摄影和透视保守按 100kV 下取值：a=0.0013（90°散射）；

s——散射面积，cm²，取 400cm²；

d_0——源与病人的距离，m，取 0.7m

d_s——病人与关注点位的距离，m

B——屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录C中的公式（C.1）和表C.2计算，公式计算见下式

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

其中：α、β、γ——屏蔽材料对95kV、75kV管电压X射线辐射衰减的有关的三个拟合参数，具体见表11-5。

表 11-5 铅对X射线辐射衰减的有关的三个拟合参数

管电压	铅		
	α	β	γ
75kV	4.666	22.69	0.6620
100kV（主束）	2.500	15.28	0.7557
100kV（散射）	2.507	15.33	0.9124
备注：本项目DSA减影最大管电压95kV，透视最大管电压75kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表C2无75kV、95kV对应的X射线辐射衰减有关的拟合参数，因此，95kV保守采用表中100kV对应的X射线辐射衰减有关的拟合参数。75kV采取《医用X射线成像装置结构屏蔽设计》NCRP REPORTNo.147号报告附录A透射率数据(NCRP REPORTNo.147，p116-124)表A.1中75kV有关的拟合参数。			

散射辐射各预测点位屏蔽透射因子计算结果见表11-6。

表 11-6 DSA机房各预测点位不同模式下屏蔽透射因子表

机房	标号	关注点位描述		综合铅当量(mmPb)	95kV下散射屏蔽透射因子B	95kV下漏射屏蔽透射因子B	75kV下散射屏蔽透射因子B
DSA手术室1号	01	术者位	第一术者位	1	/	/	6.90E-04
			第二术者位	0.5	/	/	9.00E-03
	a1	DSA机房防护门外30cm（患者防护门）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	b1	DSA机房防护门外30cm（控制室防护门）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	c1	DSA机房东墙外30cm（控制室）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	d1	DSA机房观察窗外30cm（控制室铅玻璃）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	e1	DSA机房北墙外30cm（污物通道）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	f1	DSA机房防护门外30cm（污物通道防护门）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10

	g1	DSA 机房西墙外 30cm（楼梯）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	h1	DSA 机房正上方楼板 30cm 处		5.5	7.962e-08	1.196e-07	4.948e-10
	i1	DSA 机房正上方楼板 100cm 处		5.5	7.962e-08	1.196e-07	4.948e-10
	j1	DSA 机房正下方楼板 30cm 处		4.3	1.60e-06	2.423e-06	1.337e-10
	k1	DSA 机房楼下地面 170 处		4.3	1.60e-06	2.423e-06	1.337e-10
DSA 手术室 2 号	02	术者位	第一术者位	1	/	/	6.90E-04
			第二术者位	0.5	/	/	9.00E-03
	a2	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	b2	DSA 机房南墙外 30cm（患者通道）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	c2	DSA 机房东墙外 30cm（污物暂存间）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	d2	DSA 机房东墙外 30cm（血液供应室）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	e2	DSA 机房防护门外 30cm（污物通道防护门）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	f2	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	g2	DSA 机房防护门外 30cm（控制室铅玻璃）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	h2	DSA 机房西墙外 30cm（控制室）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	i2	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室防护门）		4	3.388e-06	4.14e-06	5.421e-10
	j2	DSA 机房正上方楼板 30cm 处		5.5	7.962e-08	1.196e-07	4.948e-10
	k2	DSA 机房正上方楼板 100cm 处		5.5	7.962e-08	1.196e-07	4.948e-10
	l2	DSA 机房正下方楼板 30cm 处		4.3	1.60e-06	2.423e-06	1.337e-10
	m2	DSA 机房楼下地面 170 处		4.3	1.60e-06	2.423e-06	1.337e-10

各预测点位散射辐射剂量计算结果及计算结果见表 11-7。

表 11-7 各预测点位散射辐射剂量率计算参数及计算结果表（散射）

DSA 手术室 1 号机房（散射）									
工作模式	点位	关注点描述	H_0 (μGy/h)	α	S (cm²)	d_0 (m)	d (m)	B	H_s (μGy/h)
减影	a1	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	4.42	3.388e-06	7.96E-02
	b1	DSA 机房防护门外 30cm（控制室防护门）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.37	3.388e-06	1.37E-01
	c1	DSA 机房东墙外 30cm（控制室）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.1	3.388e-06	1.62E-01
	d1	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室铅玻璃）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.1	3.388e-06	1.62E-01

	e1	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.68	3.388e-06	1.15E-01
	f1	DSA 机房防护门外 30cm(污物通道防护门）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	5.23	3.388e-06	5.69E-02
	g1	DSA 机房西墙外 30cm（楼梯）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	5.85	3.388e-06	4.54E-02
	h1	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.8	7.962e-08	2.53E-03
	i1	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	1.73E+08	0.0013	400	0.7	4.5	7.962e-08	1.80E-03
	j1	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	1.73E+08	0.0013	400	0.7	1.3	1.60e-06	4.35E-01
	k1	DSA 机房楼下地面 170 处	1.73E+08	0.0013	400	0.7	2.9	1.60e-06	8.73E-02
透视	a1	DSA 机房防护门外 30cm(患者防护门）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	4.42	5.421e-10	1.79E-07
	b1	DSA 机房防护门外 30cm(控制室防护门）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.37	5.421e-10	3.08E-07
	c1	DSA 机房东墙外 30cm（控制室）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.1	5.421e-10	3.64E-07
	d1	DSA 机房观察窗外 30cm(控制室铅玻璃）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.1	5.421e-10	3.64E-07
	e1	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.68	5.421e-10	2.58E-07
	f1	DSA 机房防护门外 30cm(污物通道防护门）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	5.23	5.421e-10	1.28E-07
	g1	DSA 机房西墙外 30cm（楼梯）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	5.85	5.421e-10	1.02E-07
	h1	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.8	4.948e-10	2.21E-07
	i1	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	2.43E+06	0.0013	400	0.7	4.5	4.948e-10	1.58E-07
	j1	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	2.43E+06	0.0013	400	0.7	1.3	1.337e-10	5.10E-07
	k1	DSA 机房楼下地面 170 处	2.43E+06	0.0013	400	0.7	2.9	1.337e-10	1.02E-07
	/	第一术者位	2.43E+06	0.0013	400	0.7	0.3	6.90E-04	4.94E+01
	/	第二术者位	2.43E+06	0.0013	400	0.7	0.8	9.00E-03	9.07E+01
DSA 手术室 2 号机房（散射）									
工作模式	点位	关注点描述	H_0 (μGy/h	α	S (cm²)	d_0 (m)	d (m)	B	H_s (μGy/h)

			)						
减影	a2	DSA机房防护门外30cm(患者防护门)	1.73E+08	0.0013	400	0.7	4.23	3.388e-06	8.69E-02
	b2	DSA机房南墙外30cm（患者通道）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	4.12	3.388e-06	9.16E-02
	c2	DSA机房东墙外30cm（污物暂存间）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	5.35	3.388e-06	5.43E-02
	d2	DSA机房东墙外30cm（血液供应室）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	5.35	3.388e-06	5.43E-02
	e2	DSA机房防护门外30cm(污物通道防护门)	1.73E+08	0.0013	400	0.7	5.39	3.388e-06	5.35E-02
	f2	DSA机房北墙外30cm（污物通道）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.94	3.388e-06	1.00E-01
	g2	DSA机房防护门外30cm（控制室铅玻璃）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.66	3.388e-06	1.16E-01
	h2	DSA机房西墙外30cm（控制室）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.66	3.388e-06	1.16E-01
	i2	DSA机房观察窗外30cm（控制室防护门）	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.78	3.388e-06	1.09E-01
	j2	DSA机房正上方楼板30cm处	1.73E+08	0.0013	400	0.7	3.8	7.962e-08	2.53E-03
	k2	DSA机房正上方楼板100cm处	1.73E+08	0.0013	400	0.7	4.5	7.962e-08	1.80E-03
	l2	DSA机房正下方楼板30cm处	1.73E+08	0.0013	400	0.7	1.3	1.60e-06	4.35E-01
	m2	DSA机房楼下地面170处	1.73E+08	0.0013	400	0.7	2.9	1.60e-06	8.73E-02
透视	a2	DSA机房防护门外30cm(患者防护门)	2.43E+06	0.0013	400	0.7	4.23	5.421e-10	1.95E-07
	b2	DSA机房南墙外30cm（患者通道）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	4.12	5.421e-10	2.06E-07
	c2	DSA机房东墙外30cm（污物暂存间）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	5.35	5.421e-10	1.22E-07
	d2	DSA机房东墙外30cm（血液供应室）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	5.35	5.421e-10	1.22E-07
	e2	DSA机房防护门外30cm(污物通道防护门)	2.43E+06	0.0013	400	0.7	5.39	5.421e-10	1.20E-07
	f2	DSA机房北墙外30cm（污物通道）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.94	5.421e-10	2.25E-07
	g2	DSA机房防护门外30cm（控制室铅玻璃）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.66	5.421e-10	2.61E-07
	h2	DSA机房西墙外30cm（控制室）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.66	5.421e-10	2.61E-07

	i2	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室防护门）	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.78	5.421e-10	2.45E-07
	j2	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	2.43E+06	0.0013	400	0.7	3.8	4.948e-10	2.21E-07
	k2	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	2.43E+06	0.0013	400	0.7	4.5	4.948e-10	1.58E-07
	l2	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	2.43E+06	0.0013	400	0.7	1.3	1.337e-10	5.10E-07
	m2	DSA 机房楼下地面 170 处	2.43E+06	0.0013	400	0.7	2.9	1.337e-10	1.02E-07
	/	第一术者位	2.43E+06	0.0013	400	0.7	0.3	6.90E-04	4.94E+01
	/	第二术者位	2.43E+06	0.0013	400	0.7	0.8	9.00E-03	9.07E+01

（2）漏射辐射剂量率估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射模型进行计算，各预测点位的泄漏辐射剂量率可用式11-4 进行计算。

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

式中：H_L——预测点位处的泄漏辐射剂量率，

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

d——靶点距关注点的距离，m；

B——屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算同式 11-3（$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}$）。泄漏辐射各预测点位屏蔽透射因子计算结果见表 11-6。

各预测点位漏射辐射剂量计算参数及结果见表 11-8。

11-8 各预测点位漏射辐射剂量计算参数及结果（漏射）

DSA 手术室 1 号机房（漏射）						
工作模式	点位	关注点描述	H_0（μGy/h）	d_s(m)	B	H_L（μGy/h）
减影	a1	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）	1.00E+03	4.42	4.14e-06	2.12E-04
	b1	DSA 机房防护门外 30cm（控制	1.00E+03	3.37	4.14e-06	3.65E-04

		室防护门）				
	c1	DSA 机房东墙外 30cm（控制室）	1.00E+03	3.1	4.14e-06	4.31E-04
	d1	DSA 机房观察窗外 30cm(控制室铅玻璃）	1.00E+03	3.1	4.14e-06	4.31E-04
	e1	DSA 机房北墙外 30cm(污物通道）	1.00E+03	3.68	4.14e-06	3.06E-04
	f1	DSA 机房防护门外 30cm(污物通道防护门）	1.00E+03	5.23	4.14e-06	1.51E-04
	g1	DSA 机房西墙外 30cm（楼梯）	1.00E+03	5.85	4.14e-06	1.21E-04
	h1	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	1.00E+03	4.5	1.196e-07	5.91E-06
	i1	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	1.00E+03	5.2	1.196e-07	4.42E-06
	j1	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	1.00E+03	0.6	2.423e-06	6.73E-03
	k1	DSA 机房楼下地面 170 处	1.00E+03	2.2	2.423e-06	5.01E-04
透视	a1	DSA 机房防护门外 30cm(患者防护门）	1.00E+03	4.42	4.14e-06	2.12E-04
	b1	DSA 机房防护门外 30cm(控制室防护门）	1.00E+03	3.37	4.14e-06	3.65E-04
	c1	DSA 机房东墙外 30cm（控制室）	1.00E+03	3.1	4.14e-06	4.31E-04
	d1	DSA 机房观察窗外 30cm(控制室铅玻璃）	1.00E+03	3.1	4.14e-06	4.31E-04
	e1	DSA 机房北墙外 30cm(污物通道）	1.00E+03	3.68	4.14e-06	3.06E-04
	f1	DSA 机房防护门外 30cm(污物通道防护门）	1.00E+03	5.23	4.14e-06	1.51E-04
	g1	DSA 机房西墙外 30cm（楼梯）	1.00E+03	5.85	4.14e-06	1.21E-04
	h1	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	1.00E+03	4.5	1.196e-07	5.91E-06
	i1	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	1.00E+03	5.2	1.196e-07	4.42E-06
	j1	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	1.00E+03	0.6	2.423e-06	6.73E-03
	k1	DSA 机房楼下地面 170 处	1.00E+03	2.2	2.423e-06	5.01E-04
	/	第一术者位	1.00E+03	0.3	6.90E-04	7.67E+00
	/	第二术者位	1.00E+03	0.8	9.00E-03	1.41E+01
DSA 手术室 2 号机房（漏射）						

工作模式	点位	关注点描述	H_0（μGy/h）	d_s(m)	B	H_L（μGy/h）
减影	a2	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）	1.00E+03	4.23	4.14e-06	2.31E-04
	b2	DSA 机房南墙外 30cm（患者通道）	1.00E+03	4.12	4.14e-06	2.44E-04
	c2	DSA 机房东墙外 30cm（污物暂存间）	1.00E+03	5.35	4.14e-06	1.45E-04
	d2	DSA 机房东墙外 30cm（血液供应室）	1.00E+03	5.35	4.14e-06	1.45E-04
	e2	DSA 机房防护门外 30cm（污物通道防护门）	1.00E+03	5.39	4.14e-06	1.43E-04
	f2	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）	1.00E+03	3.94	4.14e-06	2.67E-04
	g2	DSA 机房防护门外 30cm（控制室铅玻璃）	1.00E+03	3.66	4.14e-06	3.09E-04
	h2	DSA 机房西墙外 30cm（控制室）	1.00E+03	3.66	4.14e-06	3.09E-04
	i2	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室防护门）	1.00E+03	3.78	4.14e-06	2.90E-04
	j2	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	1.00E+03	4.5	1.196e-07	5.91E-06
	k2	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	1.00E+03	5.2	1.196e-07	4.42E-06
	l2	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	1.00E+03	0.6	2.423e-06	6.73E-03
	m2	DSA 机房楼下地面 170 处	1.00E+03	2.2	2.423e-06	5.01E-04
透视	a2	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）	1.00E+03	4.23	4.14e-06	2.31E-04
	b2	DSA 机房南墙外 30cm（患者通道）	1.00E+03	4.12	4.14e-06	2.44E-04
	c2	DSA 机房东墙外 30cm（污物暂存间）	1.00E+03	5.35	4.14e-06	1.45E-04
	d2	DSA 机房东墙外 30cm（血液供应室）	1.00E+03	5.35	4.14e-06	1.45E-04
	e2	DSA 机房防护门外 30cm（污物通道防护门）	1.00E+03	5.39	4.14e-06	1.43E-04
	f2	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）	1.00E+03	3.94	4.14e-06	2.67E-04
	g2	DSA 机房防护门外 30cm（控制室铅玻璃）	1.00E+03	3.66	4.14e-06	3.09E-04
	h2	DSA 机房西墙外 30cm（控制室）	1.00E+03	3.66	4.14e-06	3.09E-04
	i2	DSA 机房观察窗外 30cm	1.00E+03	3.78	4.14e-06	2.90E-04

		（控制室防护门）				
	j2	DSA机房正上方楼板30cm处	1.00E+03	4.5	1.196e-07	5.91E-06
	k2	DSA机房正上方楼板100cm处	1.00E+03	5.2	1.196e-07	4.42E-06
	l2	DSA机房正下方楼板30cm处	1.00E+03	0.6	2.423e-06	6.73E-03
	m2	DSA机房楼下地面170处	1.00E+03	2.2	2.423e-06	5.01E-04
	/	第一术者位	1.00E+03	0.3	6.90E-04	7.67E+00
	/	第二术者位	1.00E+03	0.8	9.00E-03	1.41E+01

备注：①参考ICRP33报告《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个X射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的X射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点1m处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过1mGy/h”。

②《医用电气设备第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断X射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射X射线管组件和X射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称X射线管电压运行时，距焦点1m处，1h内在任一100cm²区域的空气比释动能不应超过1.0mGy”，故本项目距靶1m处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为1.0mGy/h，即1000μGy/h。

（3）漏射和散射总辐射剂量率估算

根据上述计算，将各关注点的总辐射剂量率统计汇总，通过转换因子，将剂量率转换为μSv/h。（剂量换算系数Sv/Gy，取1）。

表11-9 DSA机房各预测点位总辐射剂量率表

DSA手术室1号机房 （辐射剂量）					
工作模式	点位	关注点描述	散射辐射剂量率 H_S（μGy/h）	漏射辐射剂量率 H_L（μGy/h）	总辐射剂量率 H（μGy/h）
减影	a1	DSA机房防护门外30cm（患者防护门）	7.96E-02	2.12E-04	7.98E-02
	b1	DSA机房防护门外30cm（控制室防护门）	1.37E-01	3.65E-04	1.37E-01
	c1	DSA机房东墙外30cm（控制室）	1.62E-01	4.31E-04	1.62E-01
	d1	DSA机房观察窗外30cm（控制室铅玻璃）	1.62E-01	4.31E-04	1.62E-01
	e1	DSA机房北墙外30cm（污物通道）	1.15E-01	3.06E-04	1.15E-01
	f1	DSA机房防护门外30cm（污物通道防护门）	5.69E-02	1.51E-04	5.70E-02
	g1	DSA机房西墙外30cm（楼梯）	4.54E-02	1.21E-04	4.56E-02
	h1	DSA机房正上方楼板30cm处	2.53E-03	5.91E-06	2.54E-03
	i1	DSA机房正上方楼板100cm处	1.80E-03	4.42E-06	1.81E-03
	j1	DSA机房正下方楼板30cm处	4.35E-01	6.73E-03	4.41E-01
	k1	DSA机房楼下地面170处	8.73E-02	5.01E-04	8.78E-02

透视	a1	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）	1.79E-07	2.12E-04	2.12E-04
	b1	DSA 机房防护门外 30cm（控制室防护门）	3.08E-07	3.65E-04	3.65E-04
	c1	DSA 机房东墙外 30cm（控制室）	3.64E-07	4.31E-04	4.31E-04
	d1	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室铅玻璃）	3.64E-07	4.31E-04	4.31E-04
	e1	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）	2.58E-07	3.06E-04	3.06E-04
	f1	DSA 机房防护门外 30cm（污物通道防护门）	1.28E-07	1.51E-04	1.51E-04
	g1	DSA 机房西墙外 30cm（楼梯）	1.02E-07	1.21E-04	1.21E-04
	h1	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	2.21E-07	5.91E-06	6.13E-06
	i1	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	1.58E-07	4.42E-06	4.58E-06
	j1	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	5.10E-07	6.73E-03	6.73E-03
	k1	DSA 机房楼下地面 170 处	1.02E-07	5.01E-04	5.01E-04
	/	第一术者位	4.94E+01	7.67E+00	5.71E+01
	/	第二术者位	9.07E+01	1.41E+01	1.05E+02
DSA 手术室 2 号机房（辐射剂量）					
工作模式	点位	关注点描述	散射辐射剂量率 Hs（μGy/h）	漏射辐射剂量率 H_L（μGy/h）	总辐射剂量率 H（μGy/h）
减影	a2	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）	8.69E-02	2.31E-04	8.71E-02
	b2	DSA 机房南墙外 30cm（患者通道）	9.16E-02	2.44E-04	9.19E-02
	c2	DSA 机房东墙外 30cm（污物暂存间）	5.43E-02	1.45E-04	5.45E-02
	d2	DSA 机房东墙外 30cm（血液供应室）	5.43E-02	1.45E-04	5.45E-02
	e2	DSA 机房防护门外 30cm（污物通道防护门）	5.35E-02	1.43E-04	5.37E-02
	f2	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）	1.00E-01	2.67E-04	1.00E-01
	g2	DSA 机房防护门外 30cm（控制室铅玻璃）	1.16E-01	3.09E-04	1.16E-01
	h2	DSA 机房西墙外 30cm（控制室）	1.16E-01	3.09E-04	1.16E-01
	i2	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室防护门）	1.09E-01	2.90E-04	1.09E-01
	j2	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	2.53E-03	5.91E-06	2.54E-03
	k2	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	1.80E-03	4.42E-06	1.81E-03
	l2	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	4.35E-01	6.73E-03	4.41E-01
	m2	DSA 机房楼下地面 170 处	8.73E-02	5.01E-04	8.78E-02
透视	a2	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）	1.95E-07	2.31E-04	2.32E-04
	b2	DSA 机房南墙外 30cm（患者通道）	2.06E-07	2.44E-04	2.44E-04
	c2	DSA 机房东墙外 30cm（污物暂存间）	1.22E-07	1.45E-04	1.45E-04
	d2	DSA 机房东墙外 30cm（血液供应室）	1.22E-07	1.45E-04	1.45E-04

	e2	DSA 机房防护门外 30cm（污物通道防护门）	1.20E-07	1.43E-04	1.43E-04
	f2	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）	2.25E-07	2.67E-04	2.67E-04
	g2	DSA 机房防护门外 30cm（控制室铅玻璃）	2.61E-07	3.09E-04	3.09E-04
	h2	DSA 机房西墙外 30cm（控制室）	2.61E-07	3.09E-04	3.09E-04
	i2	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室防护门）	2.45E-07	2.90E-04	2.90E-04
	j2	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	2.21E-07	5.91E-06	6.13E-06
	k2	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	1.58E-07	4.42E-06	4.58E-06
	l2	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	5.10E-07	6.73E-03	6.73E-03
	m2	DSA 机房楼下地面 170 处	1.02E-07	5.01E-04	5.01E-04
	/	第一术者位	4.94E+01	7.67E+00	5.71E+01
	/	第二术者位	9.07E+01	1.41E+01	1.05E+02

通过对 DSA 手术室机房的辐射环境影响预测分析，在 DSA 正差运行情况下，DSA 手术室 1 号机房外辐射剂量率水平最大值为 0.1627μSv/h，DSA 手术室 2 号机房外辐射剂量率水平最大值为 0.116μSv/h，均满足《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”的限值要求。

11.2.1.4 人员年有效剂量估算

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

（1）有效剂量计算公式

本项目 DSA 减影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，透视曝光时，由主治医生及辅助医生在手术间内近台操作，技师通常不在手术间内。各点位处公众及职业人员的年有效剂量采用联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCERA）2000 年报告附录 A 中的公式计算，计算公式如下：

$$H_{Er}=D_r\times T\times t\times K\times 10^{-3} \quad （式\ 11\text{-}5）$$

式中：H_{Er}——X 射线外照射年有效剂量，mSv/a；

D_r——关注点处空气比释动能率，μSy/h；

T——居留因子；

t——年照射时间，h；

K——有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，取 1。

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，具体数据见表

11-10。

表 11-10 不同场所居留因子的选取

场所	居留因子（T）		示例
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的患者检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8：各治疗室门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、患者滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

（2）年有效剂量计算结果

根据公式11-5计算的DSA机房职业人员及周围公众年有效剂量估算结果见表11-11。

表 11-11 DSA 机房职业人员及周围公众年有效剂量估算结果

DSA手术室1号房间 （年剂量）							
点位	关注点描述	职业类别	居留因子	减影(mSv/a)	透视(mSv/a)	总照射剂量(mSv/a)	管理限值（mSv/a）
a1	DSA机房防护门外30cm（患者防护门）	公众	1/16	3.08E-04	5.36E-06	3.13E-04	0.25
b1	DSA机房防护门外30cm（控制室防护门）	职业	1	8.47E-03	1.47E-04	8.61E-03	0.1
c1	DSA机房东墙外30cm(控制室）	职业	1	1.00E-02	1.74E-04	1.02E-02	0.1
d1	DSA机房观察窗外30cm（控制室铅玻璃）	职业	1	1.00E-02	1.74E-04	1.02E-02	0.1
e1	DSA机房北墙外30cm（污物通道）	公众	1/16	4.44E-04	7.73E-06	4.51E-04	0.25
f1	DSA机房防护门外30cm（污物通道防护门）	公众	1/16	2.20E-04	3.83E-06	2.24E-04	0.25
g1	DSA机房西墙外30cm（楼梯）	公众	1/16	1.76E-04	3.06E-06	1.79E-04	0.25
h1	DSA机房正上方楼板30cm处	公众	1/4	3.91E-05	6.19E-07	3.97E-05	0.25
i1	DSA机房正上方楼板100cm处	公众	1/4	2.79E-05	4.63E-07	2.84E-05	0.25
j1	DSA机房正下方楼板30cm处	公众	1/4	6.80E-03	6.80E-04	7.48E-03	0.25

k1	DSA 机房楼下地面 170 处	公众	1/4	1.35E-03	5.06E-05	1.40E-03	0.25
DSA 手术室 2 号房间 （年剂量）							
点位	关注点描述	职业类别	居留因子	减影(mSv/a)	透视(mSv/a)	总照射剂量(mSv/a)	管理限值（mSv/a）
a2	DSA 机房防护门外 30cm（患者防护门）	公众	1/16	3.36E-04	5.85E-06	3.42E-04	0.25
b2	DSA 机房南墙外 30cm（患者通道）	公众	1/16	3.54E-04	6.17E-06	3.60E-04	0.25
c2	DSA 机房东墙外 30cm（污物暂存间）	公众	1/16	2.10E-04	3.66E-06	2.14E-04	0.25
d2	DSA 机房东墙外 30cm（血液供应室）	公众	1/16	2.10E-04	3.66E-06	2.14E-04	0.25
e2	DSA 机房防护门外 30cm（污物通道防护门）	公众	1/16	2.07E-04	3.60E-06	2.10E-04	0.25
f2	DSA 机房北墙外 30cm（污物通道）	公众	1/16	3.87E-04	6.74E-06	3.94E-04	0.25
g2	DSA 机房防护门外 30cm（控制室铅玻璃）	职业	1	7.18E-03	1.25E-04	7.30E-03	0.1
h2	DSA 机房西墙外 30cm（控制室）	职业	1	7.18E-03	1.25E-04	7.30E-03	0.1
i2	DSA 机房观察窗外 30cm（控制室防护门）	职业	1	6.73E-03	1.17E-04	6.85E-03	0.1
j2	DSA 机房正上方楼板 30cm 处	公众	1/4	3.91E-05	6.19E-07	3.97E-05	0.25
k2	DSA 机房正上方楼板 100cm 处	公众	1/4	2.79E-05	4.63E-07	2.84E-05	0.25
l2	DSA 机房正下方楼板 30cm 处	公众	1/4	6.80E-03	6.80E-04	7.48E-03	0.25
m2	DSA 机房楼下地面 170 处	公众	1/4	1.35E-03	5.06E-05	1.40E-03	0.25

（4）手术医生年有效剂量计算

根据医院预计最大工作量保守假设，2 台 DSA 每年总共手术量为 3700 台。血管外科一年 3000 台手术，每台手术减影时间 2min，透视时间 15min，减影年总曝光时间为 100h，透视年总曝光时间为 750h；神经内、外科一年 700 台手术，每台手术减影时间 2min，透视时间 5min，减影年总曝光时间为 23.33h，透视年总曝光时间为 58.33h。项目手术时一般为 2 名医生+1 名技师+1 名护士为一个医疗组，在不同台手术中两名医生第一术位和第二术位交

替进行。其中医生负责本科室的介入手术，减影工况下，医生撤到控制室，其叠加剂量采用控制室操作位剂量进行叠加；技师负责全部手术在控制室进行DSA的操作；护士负责全部介入手术前准备和手术后清理工作。具体分组引用表1-6，年有效剂量见表11-11。

根据公式计算介入手术医生年有效剂量。

$$H_{Er}=D_r\times T\times t\times K\times 10^{-3}$$

式中：H_{Er}——X射线外照射年有效剂量，mSv/a；

D_r——关注点处空气比释动能率，μSy/h

T——居留因子；

t——年照射时间，h；

K——有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，取1。

表11-12　DSA机房中医生年有效剂量计算结果

工作场所	科室	年手术量（台）	年最大透视时间（h）	医生（名）	分组	第一术者位医生年有效剂量（mSv/a）	第二术者位医生年有效剂量（mSv/a）	医生年有效剂量（mSv/a）	叠加减影所致年有效剂量（mSv/a）
DSA	血管外科	3000	750	9	72	5.95E-01	1.09E+00	3.37E+00	3.39E+00
	神经内、外科	700	58.33	7	42	7.93E-02	1.45E-01	4.49E-01	4.67E-01
备注：医生在机房内操作时身穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖，同时使用床侧吊帘进行防护，这些防护用品均相当于0.5mm铅当量，第一术者位医生实际受到两层保护，防护能力相当于1.0mm铅当量；第二术者位医生仅受铅衣、铅眼镜、铅围脖等防护，防护能力相当于0.5mm铅当量。									

由上述计算可知：本项目DSA在正常运行时，透视和减影对血管外科手术医生年有效剂量为3.39mSv/a；对神经内、外科手术医生造成的年有效剂量为0.47mSv/a。满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过5mSv的年剂量管理限值要求。

本项目控制室在两间DSA手术室中间，因此控制室内职业人员（设备操作师）受到两间机房的照射，所以年有效剂量为两间机房控制室剂量之和为：1.02E-02+7.30E-03=1.75E-02mSv，本项目有两名技师：1.75E-02÷2=8.74E-03mSv。满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过5mSv的年剂量管理限值要求。

DSA机房周围公众受照的最大年有效剂量为7.48E-03mSv，满足本项目公众受照的年有效剂量不超过0.25mSv的年剂量管理限值要求。

（5）辐射影响叠加分析

本项目运行后，操作技师还参与医院其他辐射工作，其余工作人员在本项目投入运行后只负责本项目的相关工作。护士仅负责手术前的准备工作，不参与射线装置的相关工作，曝光时不在机房内停留；技师负责控制室操作，不进入机房。

根据医院个人剂量检测报告，原有核技术利用项目对操作技师所致年有效剂量最大值为0.54mSv/a。因此叠加本项目所致操作技师年有效剂量为：8.74E-03mSv/a+0.54mSv/a=0.54mSv/a；操作技师年有效剂量均低于职业人员年有效剂量管理限值5mSv/h。

对于DSA机房屏蔽物边界外50m范围内的其他公众，由于剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，随着距离的增加，周围50m范围内公众所受年有效剂量更小，能够满足本项目DSA机房周围公众受照的年有效剂量不超过0.25mSv的年剂量管理限值要求。

总结：本项目DSA射线装置投入使用后在正常的工作情况下，通过预测模式估算项目环境保护目标职业人员和公众年有效剂量满足管理限值要求。

11.3 大气环境影响分析

本项目DSA机房内采用上进下排的通风系统，产生的少量臭氧及氮氧化物经排风管道引致8楼楼顶排放，排风口距地面高度2.5m，已避开人员集中区域。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。

11.4 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。

根据表9-2估算可知，运营期产生的医疗废水和生活污水约0.24m^3/d，59.552m^3/a，产生的废水依托医院污水处理设施处置，污水处理站设计量2000m^3，现处理量14000m^3。本项目产生的医疗废水和生活污水较少，依托医院的污水处理站进行处理可行。因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

11.5 声环境影响分析

本项目运营期噪声主要来源于DSA设备、通风系统的风机，机房所使用的射线装置、风机均选用低噪声设备，其噪声值一般低于65dB(A)，噪声较小，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围声环境影响较小。

11.6 固体废弃物环境影响分析

①本项目DSA采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。

②本项目介入手术期间将产生一定量的医疗废物，主要为医疗器具、废药棉、纱布、手套、废药品、废药瓶等，产生量约1.85t/a，根据《国家危险废物名录（2025年版）》，本项目产生的污染物属于HW01医疗废物中的841-001-01感染性废物、841-002-01损伤性废物、841-004-01化学性废物，采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间。

医院医疗废物暂存间设置在医院立体停车场西侧，面积160m^2，医疗废物暂存间设置与医疗区、人员活动区保持一定距离，且方便运输。医疗废物暂存间防渗要求按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的有关要求进行设计和建设，基础必须进行防渗，确保渗透系数≤1.0×10^{-10}cm/s。医疗废物采用容器进行承装，暂时贮存的时间不超过2天，最后由医院委托有资质的单位清运处置。本项目产生的医疗废物较少，依托医院医疗废物暂存间处置可行。

③医护人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医护人员生活垃圾产生系数按0.5kg/（人•天）计，本项目工作人员22人，则本项目职工生活垃圾产生量约为2.75t/a。生活垃圾集中收集并交由环卫部门统一清运。本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小。

事故影响分析

本项目涉及2台DSA，属于II类射线装置。对于X射线装置，当设备关机时不会产生X射线，不存在发生辐射环境事故的可能，只有当设备开机时才会产生X射线等危害因素。其X射线能量不大，且曝光时间都比较短，事故情况下，人员误入或误照射的情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

1、本项目可能发生的事故情况

（1）机房防护门联锁装置发生故障，导致无关人误入正在运行的射线装置机房。

（2）进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射。

根据工程分析可知，在以上可能发生的事故期间，工况1和工况2期间，人员均处于非主束方向，人员受照剂量按前述的散射和泄漏剂量率计算公式计算人员受照剂量。

因为减影模式下机房内剂量率最高，因此工况1按照减影模式，人员与射线束距离1.0m计算；工况2按一台手术透视时间计算职业人员受照剂量。

2、事故情况下环境影响分析

（1）不同事故情况下人员受到的有效剂量当量

根据以上可能发生的事故可以看出，事故情况下人员均处于非主束方向。其中事故工况（1），保守按公众误入或未撤离或防护门未关闭、与射线束之间最近距离为1.0m，无防护来考虑事故情况下人员受到的有效剂量当量；事故工况（2），具体细分为第一术者位和第二术者位两个操作位，其中第一术者位包括没有穿防护服有铅玻璃遮挡和未穿防护服且无铅玻璃遮挡、与射线束之间最近距离为0.3m，第二术者位没有穿防护服且无铅玻璃遮挡、与射线束之间最近距离为0.8m。

根据院方提供的资料，本项目DSA手术中累积减影时间最长为2min，透视时间为15min，其减影工况为65~95kV/200~600mA，透视工况为60~75kV/5~15mA。机房内设置可以观察机房的监控设备，同时在减影、透视曝光时间，操作人员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，由于减影工况比透视工况要大，因此，无关人员误入按2min减影时间计算，以15min透视时间估算职业人员无防护或仅有设备自带铅帘情况下造成误照射剂量。

本项目DSA手术事故情况下工作人员及公众所受到的有效剂量当量见表11-13。

表 11-13　不同事故情况人员受到的有效剂量当量

<table>
<tr><th colspan="2">事故类型</th><th>距离</th><th>人员</th><th>防护情况</th><th>曝光方式</th><th>照射时间</th><th>计算结果（mSv）</th><th>剂量限值（mSv）</th></tr>
<tr><td colspan="2">公众误照射(误入机房)</td><td>1.0m</td><td>公众</td><td>公众无防护</td><td>减影</td><td>2min</td><td>17.54</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="3">职业</td><td rowspan="2">第一术者位（进行一台手术）</td><td rowspan="2">0.3m</td><td>职业</td><td>仅有设备自带铅帘（0.5mmPb）</td><td>透视</td><td rowspan="2">15min</td><td>0.27</td><td>20</td></tr>
<tr><td>职业</td><td>无防护</td><td>透视</td><td>27.32</td><td>20</td></tr>
<tr><td>第二术者位（进行一台手术）</td><td>0.8m</td><td>职业</td><td>无防护</td><td>透视</td><td>15min</td><td>3.84</td><td>20</td></tr>
<tr><td colspan="9">注：减影工况以正常工作时管电压95kV、管电流600mA；透视工况以管电压75kV，管电流15mA进行计算。</td></tr>
</table>

从表11-13估算结果可以看出：（1）公众误入，减影工况下在机房内与射线束侧向之间1.0m处曝光2min所致剂量为17.54mSv，超过公众剂量限值（1mSv/a），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；（2）手术室内第一术者位医生在没有穿防护服有铅帘遮挡情况下，一台手术所致剂量为0.27mSv，未超过职业人员剂量限值（20mSv/a）；手术室内第一术者位医生在没有穿防护服且没有铅帘遮挡情况下，一台手术所致剂量为27.32mSv，超过职业人员剂量限值（20mSv/a），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；手术室内第二术者位医生在没有穿防护服且没有铅帘遮挡情况下，一台手术所致剂量为3.84mSv，未超过职业人员剂量限值（20mSv/a），也未超过《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。

（2）不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

本项目DSA工作人员和公众在不同事故情况下受到超年剂量限值曝光时间的计算见下表11-14。

表 11-14 不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

<table>
<tr><th colspan="2">事故类型</th><th>距离</th><th>防护情况</th><th>年剂量限值</th><th>达到年剂量限值需要接受的受照时间</th></tr>
<tr><td colspan="2">公众（误入或未撤离、或防护门未关闭）</td><td>1.0m</td><td>无防护</td><td>1mSv</td><td>6.84s</td></tr>
<tr><td rowspan="2">职业</td><td rowspan="2">第一术者位</td><td rowspan="2">0.3m</td><td>仅有设备自带铅帘防护0.5mmPb），减弱因子0.01</td><td rowspan="2">20mSv</td><td>18.51h</td></tr>
<tr><td>医生未使用铅玻璃</td><td>0.18h</td></tr>
</table>

			遮挡，无防护		
	第二术者位	0.8m	医生不在铅玻璃后，未穿防护服，无防护		1.30h
注：减影工况以正常工作时管电压95kV、管电流600mA；透视工况以管电压75kV，管电流15mA进行计算。					

从表11-14估算结果可以看出，（1）公众误入，在机房内与射线束侧向之间1.0m处受照时间达到6.84s所致剂量为1mSv，达到公众年剂量限值，可造成公众人员超剂量照射；（2）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18.51h所致剂量超过20mSv，可造成职业人员超剂量的照射；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0.18h时所致剂量超过20mSv，可造成职业人员超剂量的照射。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1.30h所致剂量超过20mSv，可造成职业人员超剂量的照射。

3、辐射事故界定及措施

（1）辐射事故界定

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

①特别重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

②重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

③较大辐射事故，是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

④一般辐射事故：IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

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）中的规定，并结合本项目事故情况影响分析，本项目可能发生**一般辐射事故。**

（2）辐射事故防范措施

对前述本项目X射线装置可能发生的辐射事故情况，为了防止其发生，医院应采取多种风险防护措施：

工况1：机房防护门联锁装置发生故障，导致无关人误入正在运行的射线装置机房；

措施：医院定期对防护门联锁装置进行维护检查；手术前通过监控、目视等多种检查手段确认手术防护门关闭后方可启动设备曝光。

工况2：进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射；

措施：医院和科室加强管理和培训，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个人剂量报警仪，严禁在无任何防护措施下进行介入手术。

（3）其他防范措施：

（1）定期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查，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

（2）设置明显的急停按钮，当出现事故和设备出现故障时，能中断照射，并有相应故障显示；

（3）必须按操作规程并经控制台确认验证设置无误时，方可启动设备；

（4）机房门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯；

（5）辐射工作人员需参加辐射安全与防护学习，并考核合格后上岗；

（6）医院应重视辐射事故应急工作。运营期间，应专门组织所属人员对《辐射事故应急预案》进行完善和修订，针对医院实际情况制定内容详实、操作性强、针对性强的应急预案，避免流于形式化；

（7）定期组织应急演练，使辐射工作人员熟练掌握辐射事故应急处置突发情况。

环评要求：根据医院实际情况，制定切实可行的辐射应急预案。在项目运行后，定期完善和修订辐射事故应急预案，定期组织人员进行应急演练。

以上的各种防范措施，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定要求。医务人员必须严格执行各种安全规章制度，按操作规范正确操作，即可减少或避免人员误入和超剂量照射辐射事故的发生。

表12 辐射安全管理

12.1辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II、III类射线装置、III类、V类放射源及乙级非密封放射性物质工作场所的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位于2025年3月18日发布了《云南省第一人民医院关于调整放射防护与辐射安全管理委员会的通知》，对此前设立的放射防护与辐射安全管理委员会成员进行了调整，人员调整如下：

[redacted]

委员会工作职责为：

（一）根据国家法律和各级行政管理部门的管理规定，负责建立和完善医院射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质的管理、防护制度。

（二）加强射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质等放射防护管理工作的检查和监管，定期组织对放射诊疗工作场所、设备、人员进行防护检测、监测。

（三）基建科、环卫科、国资处、设备科等部门负责对新建、改扩建、拆迁有关放射防护工程进行前期可行性研究并及时向卫生、生态环境部门报批，防护工程具体实施由基建科或零星修缮部门负责。

（四）环卫科负责办理密封、非密封放射性物质（药品）转让环保审批。

（五）医务处、环卫科负责组织从事放射性工作人员的健康体检和辐射安全培训。

（六）医务处负责对各射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质使用科室依法、依规的诊疗活动进行监管。

（七）药学部负责对密封、非密封放射性物质（药品）生产、订购、安全使用进行监管。

（八）国资处、设备科、环卫科及使用科室负责射线装置及防护设备、设施的日常管理和维护。

（九）资产科、设备科、总务处、环卫科及使用科室负责射线装置报废相关事宜。

（十）保卫科负责对放射性同位素贮存场所的日常巡逻，确保其防火、防盗、防丢失、防破坏安全措施正常。

（十一）各射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质使用科室应严格遵守各项法律法规和医院辐射安全管理相关制度

12.2辐射安全管理规章制度

根据辐射环境管理相关要求，对申请领取辐射安全许可证的单位，均应对照《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（国家环境保护部第3号令）和《放射性同位素及射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部第18号令）、核与辐射安全管理体系（第三层级）《数字减影血管造影X射线装置（DSA）监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-035）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、设备维护制度、人员培训计划、监测方案等。并根据《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）》的相关要求，将其与医院管理制度现状列于表12-1中进行对照分析。

表 12-1 管理制度汇总对照表

序号	检查项目		落实情况
1	A综合	辐射安全管理规定	医院已制定了《辐射防护和安全保卫制度》。
2	B场所设施	操作规程	医院已制定《DSA安全操作规程》
3		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	医院已制定了《辐射设备检修、维护制度》。
4	C监测	监测方案	医院已制定《辐射工作场所现场监测制度、方案》。
5		检测仪表使用与校验管理制度	医院已制定《辐射监测仪器使用及效验制度》。
6	D人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	医院已制定《辐射工作人员培训、再培训制度》。
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	医院已制定了《辐射工作人员健康管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》，每年安排辐射工作人员进行职业健康体检，个人剂量

			计每90天送检一次，并建立个人健康档案。
8	E应急	辐射事故应急预案	医院制定了《辐射事故应急处理预案》。
9	使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，应制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划		医院制定了《质量保证大纲和质量控制计划》。

根据表12-1，医院的辐射安全管理规章制度如下：

（1）制定了《辐射防护和安全保卫制度》，主要包括建立放射防护管理机构和辐射安全日常管理方面等内容，如操作人员上岗前必须经过岗前体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。从事辐射工作人员应该配备个人剂量计，建立个人剂量档案，并定期对辐射工作人员进行身体检查。

（2）制定了《辐射工作人员培训制度》，规定了放射工作人员上岗条件，放射和有关法律知识培训，定期不定期进行再培训，建立培训档案、培训记录、培训教案、培训考核试卷，并妥善保管和存档等内容。

（3）制定了《辐射事故应急预案》，预案中明确了应急组织机构的设立和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。

（4）制定了《辐射设备检修、维护制度》，明确了设备故障以及对设备进行日常维护和保养的流程等。

（5）制定了《辐射工作场所现场监测制度、方案》，明确了医院对个人剂量检测、辐射工作人员职业健康检查、辐射工作场所检测以及应急检测等内容。

（6）制定了《辐射工作人员健康管理制度及个人剂量管理制度》，包括辐射工作人员个人剂量监测周期、档案管理、进入放射工作场所的规定等内容。认真落实该制度，保障辐射工作人员的健康安全。同时包括辐射工作人员健康检查周期、内容、超量照射情况及职业健康监护档案的建立等内容。应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》进行完善，认真落实该制度，保障辐射工作人员的健康安全。

（7）制定了《辐射监测仪器使用及校验制度》，规定了设备科负责管理仪器、仪表的台账维护及校准、检定工作等，并定期报送检单位进行检定，管理好检定证书、校验记录等。

环评要求：在项目竣工环保验收前，医院根据《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）》的相关要求，加强管理，运营单位在运营前应建立健全辐射安全管理规章制度，并落实专人负责。运营单位应明确各科室人员责任，确保各项辐射

安全管理规章制度落实到位，并定期对辐射安全控制效果进行评议。本建设项目运行后，纳入辐射安全管理体系，应将操作规程、辐射安全应急预案、辐射安全管理制度等张贴于工作场所墙面醒目处。辐射安全管理规章制度上墙时尺寸大小要适宜读取查看，并张贴于工作场所墙面醒目处。所有辐射工作人员均须持证方能上岗、配备个人剂量计并建立个人剂量健康档案，防止个人剂量超过管理限值要求。

12.3辐射监测

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

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。建设单位应根据DSA的日常监测方案，定期对DSA机房四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境部门开展的辐射环境监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应请有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断DSA是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，并于每年1月31日前上报发证机关。

一、个人剂量监测

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）“5.3佩戴5.3.2”中要求“对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计”和“5.3佩戴5.3.3”中“对于5.3.2所述工作的情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部”剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）”。

建设单位应为所有医生配备个人双剂量计，技师、护士配备单剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，定期（至少1次/季度）送有资质单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。同时对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

二、辐射工作人员健康检查

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

三、辐射环境及工作场所监测

1、监测要求：

①监测项目：X-γ辐射剂量率；

②监测频度：竣工验收委托有资质单位进行辐射环境验收监测；项目投入运营后委托有监测资质单位至少每年监测1次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；医院自行购买监测仪器每季度进行监测一次，确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行；定期（至少1次/季度）委托有资质单位对个人剂量计进行检测。

③监测范围：射线装置机房内第一术者位、第二术者位、机房防护门及缝隙处、控制室操作台、铅玻璃观察窗缝隙处、机房四周屏蔽墙外，穿线孔等。

④监测设备：便携式X-γ辐射监测仪（对于常规日常监测，建设单位可自行购买便携式X-γ辐射监测仪。对于办理辐射安全许可证的延续、更换；竣工环保验收编制辐射防护年度评估报告则须请有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告）。

⑤监测质量要求：委托有资质监测单位进行监测，其仪器必须在检定有效期内，测量人员需经环境γ辐射剂量率测量相关专业培训，考核合格后方可上岗工作；环境γ辐射剂量率测量仪器应定期检定/校准，或通过其他量值传递方式，保证量值可溯源至国家计量基准；应定期参加环境γ辐射剂量率测量比对；对使用频率高、具有检验源的仪器，工作期间每天都应用检验源对仪器的工作状态进行检验；更新仪器和方法时，应在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量结果进行对照，以保持数据的前后一致性；对监测中出现辐射超标问题，及时向院方提出，并提出整改意见，在院方整改完成后，进行复测，直至符合要求，提供满足要求的监测报告。

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

2、监测计划

为避免联锁装置失效，人员未能及时发现的情况，建设单位在日常运营过程中，工作

人员应佩戴个人剂量报警仪，加强辐射工作场所巡测，确认安全后方可进入辐射工作场所开展诊疗。监测计划如表12-2所示。

表12-2 监测计划一览表

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备	监测的位置要求
自主监测	X-γ辐射空气吸收剂量率	每季度至少1次	在运行前对屏蔽墙外30cm处的X-γ辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外30cm处的X-γ辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、控制室操作台、机房屏蔽墙外30cm处、楼上/楼下区域等）开展γ辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测	X-γ辐射监测仪	距墙体、门、窗表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm,楼下距地面170cm
委托监测	X-γ辐射空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	在运行前对屏蔽墙外30cm处的X-γ辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外30cm处的X-γ辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、控制室操作台、机房内第一手术位、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γ辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测	X-γ辐射监测仪	距墙体、门、窗表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm，楼下距地面170cm
		编制辐射防护年度评估报告（每年1次）			
		重新申领、变更辐射安全许可证监测			
	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	左胸前或锁骨对应的领口位置

12.4辐射事故应急预案

依据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》，制定辐射事故应急预案，以确保在发生风险事件时能够迅速采取必要且有效的应急响应行动，最大程度保护工作人员、公众和环境安全。

目前建设单位已成立突发辐射事故应急指挥部，负责突发辐射事故应急工作，具体组成如下：

1、应急指挥部职责

（一）研究部署全院突发性辐射事故应急工作，制定和组织实施医院突发性辐射事故应急预案；

（二）负责组织、协调和指挥全院突发性辐射事故应急处置工作；

（三）向上级主管部门报告医院突发性辐射事故相关情况；

（四）统一对外发布医院突发性辐射事故有关信息；

（五）配合上级相关主管部门做好调查处理工作。

2、应急办公室职责

（一）制定和修订医院突发性辐射事故应急预案。

（二）接到启动本预案紧急通知后，迅速组织相关科室具体实施。

（三）督导检查各科室全面、有序地落实应急指挥部安排部署的各项工作。

（四）负责报送突发性辐射事故处置工作中的各类信息，并写出全面详细的总结报告。

（五）及时收集、分析总结省内、外突发性辐射事故应急处置信息资料，不断完善本预案。

（六）定期向有关主管部门汇报医院突发性辐射事故应急救援相关信息，及时上报重大变更事项。

3、相关科室工作职责

（1）各相关科室应配备必要的现场应急和工程抢险装备（如铅衣、铅帽、铅围脖、铅手套等）并造册登记，严格落实突发性辐射事故信息报告制度，设信息报告员，收集辐射事故信息及时上报，各科室应急救护人员统一服从应急指挥部的调用命令。总务处、保卫科负

责应急交通保障工作，为应急工作提供快速、高效、顺畅的道路设施、设备、运行秩序等交通保障。根据工作需要，报应急指挥部同意后组织应急救援“绿色通道”；道路设施受损时应迅速组织有关部门和专业队伍进行抢修，确保交通顺畅。

（2）医务处、医疗质量管理办公室、门诊部负责建立包括医疗救治资源分布、负责人员的联系和安排，组织急救车辆、医疗器械和医务人员；根据“分级救治”原则，按照现场抢救、院前急救、专科医护的不同环节和需要组织实施救护；负责应急工作中救护保障的组织实施。

（3）医院感染管理科做好疾病控制和事故现场的卫生防疫工作，及时向现场指挥部报告人员伤亡、抢救和防疫等情况，必要时负责向上级部门或其他医疗机构求助。

（4）保卫科负责制定事故状态下维持治安秩序的各种措施，包括人员集结、布置方案、值勤方式和行动措施等，并组织实施；加强对重点科室、重点人群的保护，配合公安机关严厉打击各种破坏活动。

总务处、设备处、药剂科负责必需的物资、器械和药品等储存、调拨和紧急配送系统，确保应急救援物资的应急供应；加强储备物资管理，防止储备物资被盗用、挪用、流散和失效，并及时补充和更新；总务处、后勤保障科负责做好事故现场供电、供水工作。

目前，建设单位制定有《辐射事故应急预案》（2025年版），适用于医院发生的各类辐射污染的应急响应，包括各类放射源与射线装置，在使用等活动中引发的放射源丢失、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意外的异常照射等辐射事故。

建设单位制定的《辐射事故应急预案》（2025年版）内容已涵盖：①总则（编制目的及依据、工作原则、辐射事故分级）；②应急组织机构与职责；③预防预警；④应急信息处置及报告；⑤应急响应；⑥后期处置；⑦应急物资与装备保障；⑧预案管理（培训、演习、预案的教育、宣传、修订）。

建设单位制定的应急预案内容全面，符合建设项目辐射事故应急管理要求。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。此外，应急预案还应强化可操作性，完善应急响应程序，完善应急人员的培训以及应急救助的装备、资金、物资准备等，并将本次射线装置工作场所纳入应急预案管理中。在后期运营过程中，建设单位应定期开展应急演练，并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。

建设项目根据事故情况估算结果，按照《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》中的规定，建设项目发生的辐射事故属于一般辐射事故。

建设单位开展放射性诊疗至今，未发生过辐射安全事故。在建设项目运行过程中，一旦发生辐射事故，辐射工作人员应立即按下急停按钮，使射线装置停止出束，并立即汇报事故现场信息。建设单位将立即启动制定的辐射事故应急方案，采取必要响应应急措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射防护管理委员会逐级上报地方及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，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，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

12.5医院具备使用II类医用射线装置能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年1月18日环境保护总局令第31号公布 2008年12月6日环境保护部令第3号第一次修正 根据2017年12月20日《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正 根据2019年8月22日《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正 根据2021年1月4日《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正）和《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）的有关规定，在项目运营前应确保具备使用Ⅱ类射线装置的条件和能力，如设置辐射安全与环境保护管理机构、制定辐射安全管理制度、满足辐射防护的场所、有效的安全防护措施、有效的防护用品及检测仪器以及人员的个人剂量监测及职业健康体检等。

结合本项目拟采取的辐射防护措施，对医院从事辐射活动能力进行分析评估，并就不足之处提出相应的完善要求。

表12-3　　医院使用Ⅱ类射线装置应具备的能力分析一览表

序号	应具备条件	规定要求	本项目具备的能力	本评价报告要求	与相关规定的

					符合性
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门、窗）的防护厚度应充分考虑X射线直射、散射、漏射效应。	建设方按照设计单位的设计方案进行手术室防护，根据表10分析可知，本项目的防护方案能满足相关需要。	1、隐蔽工程需留下影像资料，做好施工档案资料管理。 2、建设方应按计划认真做好相应的防护工作，做好日常监测。	符合
2	安全联锁	射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	根据表10分析可知，项目机房防护门外醒目位置设置电离辐射警告标志、工作指示灯及门灯联锁装置，本项目设置有安全联锁装置，满足相关要求。	1、医院应制定相应的管理制度，至少每月对安全联锁措施进行检测一次。 2、建设方要严格执行相关操作规程、检修、检验工作，定期维护，确保安全联锁能够正常使用。	符合
3	紧急制动装置	在诊断、诊疗室内墙上应安装多个串联并有明显标识的“紧急止动”开关，该开关应与控制台上的“紧急止动”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	本项目在操作台、机房内DSA设备上、控制室防护门旁墙面上、患者通道防护门旁墙面上、污物通道防护门旁墙面上均安装有紧急止动按钮，当设备出现错误或故障时，能及时中断照射。机房内5樘防护门旁墙面上各设置1个紧急开门按钮，当设备出现错误、故障、防护门打不开时，能及时中断照射和紧急打开防护门。	1、医院应制定相应的管理制度，至少每月对安全联锁措施进行检测一次。 2、运营时严格按计划执行，定期维护，确保紧急制动装置能够正常使用。	符合
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标识。	本项目实施分区管控，机房防护门外醒目位置设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	1、对电离辐射警示标志和两区地标线进行目视检查，发现破损及时更换。 2、落实控制区、监督区的划分，设置警戒线和警示标志。	符合
5	通风系统	放射性诊疗项目机房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	本项目机房内设置有通风系统，满足室内换气需求，排风口分别位于机房靠东南侧地面，排风口下沿距地100mm，避开人群活动区域，排放的臭氧浓度低于国家标准要求。	对通排风机状态进行记录，发现异常及时处理，满足通风和防护屏蔽要求。	符合
6	管理人员要求	使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机	医院已根据要求成立辐射与防护管理领导小组，并配备1名以上具有本科学	配备1名专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作。	符合

		构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，满足相关要求。		
7	操作人员要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	根据生态环境部2019年12月24日发布的关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告中的相关要求（生态环境部公告2019年第57号），本项目所有辐射工作人员均拟在生态环境部组织的培训平台上进行报名和培训，最终考核合格后方可上岗,并定期复训。	辐射工作人员应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。	不符合/骨科医生应尽快参加考核
8	辐射安全许可证	必须取得生态环境行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	医院已持有辐射安全许可证，本项目建成投运前及时更新《辐射安全许可证》。	本项目审批完成后，应按相关规定重新申领《辐射安全许可证》。	符合
9	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电设备和监测仪器，特别是安全联锁装置，进行检查、维护。	本项目运行后将按照制定的《设备检修、维护保养制度》，定期对DSA设备的配件、机电设备、监测仪器、安全联锁装置，进行检查、维护。	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。	符合
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。	本项目所有辐射工作人员拟佩戴双个人剂量计，并定期送检，建立了个人剂量档案。	严格要求工作人员正确佩戴个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及时解决，个人剂量档案应终生保存。	符合
11	个人防护用品配备	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	医院根据相关要求配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式辐射巡测仪、个人防护用品等，根据分析，本项目配备的防护用品满足相关要求。	医院应配备足量的个人防护用品，医院日常应认真做好相应的个人防护工作。	符合
12	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	医院拟对从事辐射工作的工作人员建立个人剂量档案，并定期对其进行个人剂量监测。医院建立了设备运行、维修档案。	医院应在项目运行前，结合采购的射线装置技术资料，完善相关制度，使相关管理制度具有可操作性和针对	符合

				性，并及时更新妥善保存相关档案。	
13	装置台账	辐射工作单位应当建立放射性同位素与射线装置台账，记载放射性同位素的核素名称、出厂时间和活度、标号、编码、来源和去向，及射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。放射性同位素与射线装置台账、个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存。	本项目不涉及放射性同位素，仅涉及射线装置，医院将建立射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。	医院建立射线装置台账、个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存	符合
14	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	医院已制定有《辐射监测方案》。	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。	符合
15	辐射安全防护管理与制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	目前医院已制定的管理制度有：《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作场所现场监测制度及方案》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《放射安全事故应急预案》、《射线装置操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射监测仪器使用及效验制度》、《辐射安全年度评估报告》，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。	医院应将各项规章制度落实专人负责。从事放射性诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行放射诊疗工作，相关制度应张贴上墙。	符合
16	放射诊疗质量保证	使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	医院已安排了一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作，医院需制定专门的《放射诊疗质量保证制度》。	医院应安排专人负责质量保证与质量控制检测工作，发现问题及时解决。	符合
17	废物处	应具有确保项目产生固	项目产生的废水依托医院	医疗废物应与普通	符合

	理方案	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。	已建污水处理站预处理达标后外排市政污水管网，根据分析可知，医院污水处理站满足本项目废水处理要求；医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，定期交由有资质的单位清运处置；项目产生的少量臭氧及氮氧化物经排风管道引致室外排放，满足排放要求；生活垃圾集中收集后交由环卫部门统一清运。	固废分开收集或处理，手术室通排风系统应定期检修、维护。	
18	辐射事故应急措施	有完善的辐射事故应急措施。	医院已制定放射事故应急处理预案，需有针对性的补充完善预案内容。	1、项目运行前，将制定的辐射事故应急预案进行专家评审后，并入医院突发环境事件应急预案中，报生态环境主管部门备案。 2、医院每年至少须进行一次应急人员的演习培训，模拟事故发生时应进行的流程和应采取的措施，当辐射事故发生时能熟练、沉着、有效应对，将事故的危害降到最低。	符合

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2021年1月4日《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正）和《放射性同位素及射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部18号令）中关于使用射线装置条件的相关规定，对本项目从事辐射活动能力进行了逐项分析。云南省第一人民医院按照本报告提出的要求进行落实后具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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

13.1 项目概况

本项目建设地点位于云南省昆明市西山区金碧路157号云南省第一人民医院内，拟在建设单位6号楼3楼新建2间DSA介入机房及其他配套机房，并在2间机房内新增2台型医用血管造影X射线机。项目总投资2150万元，其中环保投资143万元，占项目总投资的7%。

手术室1号机房新增的设备型号：uAngio AVIVA CX型，生产厂家：上海联影医疗科技股份有限公司，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，属于Ⅱ类射线装置。DSA机房（净尺寸）：长：7.25m 宽：5.65m，高3.0m，（面积：40.96m^2）

手术室2号机房新增设备型号：ARTIS icono ceiling型，生产厂家：西门子医疗系统有限公司，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，属于Ⅱ类射线装置。DSA机房（净尺寸）：长：7.00m 宽：6.10m，高3.0m，（面积：42.70m^2）

13.2 实践的正当性

本项目DSA在运行期间将会产生一定的电离辐射，虽然会提高机房周围的电离辐射水平，但是采取前文所述的各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制。项目投入使用不仅满足患者就医需求，还将给医院带来更多的经济效益和社会效益，项目产生的效益远大于电离辐射导致的危害，因此符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

13.3 产业政策符合性及规划符合性

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》第一类——鼓励类中第十三项第4条“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”。本项目属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类，所以本项目DSA的使用符合国家的产业政策。

本项目位于医院6号楼3楼，不新建医疗用地，项目用地属于医院已规划的医疗用地，所以项目规划满足城市总体规划要求。

13.4 选址合理性结论

（1）选址合理性分析

医院位于云南省昆明市西山区金碧路157号（东经102°42′21.90279″，北纬25°2′1.69239″），区域市政公路通达，交通便利，方便患者就诊。项目周围东北面为医院5号楼，西北面为医院7号楼，西侧为玉带河和沿河路，南面为西寺巷，东侧为医院污水处理站。本项目的建设与周围环境是相容的，对周围环境影响不大。

本项目50米评价范围内仅涉及医院内部建筑，主要是6号住院综合楼，无自然保护区、风景名胜区、学校、名胜古迹等环境敏感点，项目周边没有制约因素，本项目的开展通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理可行。

（2）布局和人员通道合理性分析

平面布局：拟建项目位于6号住院综合楼3楼，DSA机房南侧为患者、医生通道，西侧为楼梯间，北侧为污物通道，东侧为污物暂存间及血液供应室，控制室在两间机房中间。患者通过患者通道、防辐射电动推拉铅门后进入机房；医生通过洁净走廊、控制室、防辐射电动推拉门后进入机房；手术过程中产生的医疗废物经污物通道收集至医疗废物暂存间暂存，最后医院统一交由有资质的单位清运处置。DSA射线装置安装于机房中部，有用线束不直接照射控制室位置。综上所述，本项目平面布局合理可行。

纵向布局：DSA机房对应楼上区域为胸外科病房，楼下区域为采血实验区。

综上所述，DSA机房四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室，总平面布局满足“诊治工作要求、有利于辐射和环境保护以及各组成部分功能区分区明确，技能有机联系，又不相互干扰”的原则，该项目布局是合理的。

13.5 辐射环境质量现状结论

2026年4月10日云南晟蔚环保科技有限公司对云南省第一人民医院6号住院综合楼3楼新建项目DSA机房拟建地及周围各环境保护目标进行了辐射环境现状监测，监测结果显示：监测结果，室内监测点位（1-8）环境X-γ剂量率监测范围在34.3~58.3nGy/h之间；室外监测点位（9-12）环境X-γ剂量率监测范围在40.44~53.44nGy/h之间。

根据《云南省环境天然放射性水平调查研究》，第89页表4-20：昆明市室内γ辐射剂量率为（64.1~ 126.6）nGy/h，第 89页表4-15：昆明市室外道路γ辐射剂量率为（35.1~75.2）nGy/h ，由此可知，本项目拟建场所的X-γ辐射剂量处于该区域正常水平范围，拟建场所周围环境的X-γ辐射剂量率处于该区域正常水平范围。

13.6 辐射防护措施有效性结论

本项目DSA机房四周墙体、顶棚、地面、防护门及观察窗屏蔽厚度均不低于2mm铅当量，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。设备自带有辐射防护设备，医务人员工作时穿戴铅衣、铅手套、铅围脖、铅眼镜等防护用品，通过以上各项防护措施的综合使用，可有效防止X射线产生的辐射影响，对辐射工作人员和周围公众所致剂量满足本项目的管理限值要求。

另外，本项目控制室医生通道防护门、患者通道防护门、污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，门灯能有效联动；控制室医生通道防护门、患者通道防护门、污物通道防护门表面以及过道外墙上设计有电离辐射警告标志及中文警示说明；DSA机房设备上、操作室控制台、控制室医生通道防护门旁墙面上、患者通道防护门旁墙面上、污物通道防护门旁墙面上各设计有1个急停按钮；机房内3樘防护门旁墙面上各设置1个紧急开门按钮；DSA机房内安装1套监控和1个对讲系统，可实时监控DSA介入室内情况。落实以上辐射安全措施后能够满足有关辐射防护安全要求。

13.7 环境影响评价分析结论

13.7.1 施工期

13.7.1.1 大气环境

本项目施工期产生废气的作业主要为施工时产生的扬尘及装修废气等，施工中采取“环保型”油漆和涂料，湿法作业、彩条布围挡，洒水降尘，加强通风、保持场所清洁、湿润等防治措施，对周围大气环境影响较小。

13.7.1.2 水环境

本项目DSA机房和相应配套场所施工量较少。施工期短，施工过程中切割机、电钻降温、降尘洒水使用少量的水，该部分水最终蒸发不产生施工废水。且本项目施工期不设施工营地，仅产生少量的清洗废水，依托医院施工期沉淀池沉淀后用于场地降尘等，不外排。

13.7.1.3 声环境

施工单位通过选取低噪声的施工机械，且在室内进行，墙体可起到衰减噪声的作用，施工期加强管理，合理安排施工时间等措施后，施工噪声对周围声环境可接受。

13.7.1.4 固体废弃物

本项目施工期间固体废物主要为生活垃圾、建筑垃圾。施工人员生活垃圾经垃圾收集桶收集后，统一由医院委托环卫部门清运处置；建筑垃圾首先对其中可回收利用部分进行

回收再外运至环卫部门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。

本项目DSA的安装及调试由设备厂家专业人员进行，医院不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保持各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开机房时必须上锁并派人看守。由于设备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是可接受的。产生的包装废弃物定点堆放，并由设备厂家统一回收处置，对周围环境的影响轻微。设备调试阶段结束，则上述影响随之结束。

13.7.2 运营期

13.7.2.1 DSA运营期X-γ辐射环境影响分析结论

本项目DSA在正常运行时，透视和减影对血管外科手术医生年有效剂量为3.39mSv/a；对神经内、外科手术医生造成的年有效剂量为0.47mSv/a。满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过5mSv的年剂量管理限值要求。

本项目控制室在两间DSA手术室中间，因此控制室内职业人员（设备操作师）受到两间机房的照射，所以年有效剂量为两间机房控制室剂量之和为：1.02E-02+7.30E-03=1.75E-02mSv，本项目有两名技师：1.75E-02÷2=8.74E-03mSv。满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过5mSv的年剂量管理限值要求。

DSA机房周围公众受照的最大年有效剂量为7.48E-03mSv，满足本项目公众受照的年有效剂量不超过0.25mSv的年剂量管理限值要求。

本次评价的2台DSA射线装置在正常使用时通过预测分析，本项目职业人员和工作所受年有效剂量均满足相应的年有效剂量管理要求。

13.7.2.2 大气环境

本项目DSA工作时臭氧和氮氧化物的产生量较小，经机房内的排风系统进行排风排至室外经自然稀释后对周围环境影响较小。

13.7.2.3 水环境

本项目产生医护人员的生活污水和手术过程中的医疗废水，均依托医院新建的污水处理系统处置，处理后达标排放，对区域水体环境影响较小。

13.7.2.4 声环境

本项目运营期噪声主要来源于DSA设备、通风系统的风机，机房所使用的射线装置、风机均选用低噪声设备，其噪声值一般低于65dB(A)，噪声较小，均处于室内，通过建筑

墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

13.7.2.5 固体废弃物

本项目DSA采用数字成像，无废胶片产生；手术过程中产生的医疗器具、废药棉、纱布、手套、废药品、废药瓶等医疗废物采用专门的收集容器收集后，转移至医院立体停车场西侧医疗废物暂存间，定期交由有资质的单位清运处置；工作人员产生的生活垃圾依托医院保洁措施，统一集中收集并交由环卫部门统一清运。采取以上措施后对周围环境影响较小。

13.8 辐射事故情况下的辐射环境影响评价结论

根据事故情况估算结果，本项目DSA事故情况下可能产生的后果按《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022年）》中规定判断，可能发生一般辐射事故。

医院制定了辐射事故应急预案，DSA介入室设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯和急停按钮。医院应加强辐射安全管理，辐射工作人员严格按照操作规程，正确穿戴辐射防护用品，确认机房内无其他闲杂人员、防护门关闭的情况下才能进行曝光。通过采取上述辐射事故防范及应急处置措施后，项目产生的辐射事故环境风险可控。

13.9 核技术应用医疗设备使用与安全管理的综合能力评价结论

落实设计、本《报告表》措施后，医院拥有专业的辐射工作人员和辐射安全管理机构，有符合国家环境保护标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施，具有对本《报告表》评价的DSA装置的使用和管理能力。

13.10 项目建设的环保可行性总结论

综上所述，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）中对职业及公众照射的要求。只要严格按照国家的有关法规及标准进行完善，加强运行管理，在全部落实了本报告提出的辐射环境保护措施的前提下，本项目的建设从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

建议和承诺

根据环境影响分析结果，进一步提出以下建议：

（1）项目竣工后应按照国家相关法律法规和表13-1竣工验收要求一览表所列内容尽快开展环保设施竣工自主验收。

（2）在实施诊治之前，事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

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

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

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

（6）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等有关规定及“三同时”制度要求，本项目依托工程须进行竣工环境保护验收，验收通过后本项目才能运营。

为使项目安全有效运行，医院需做出以下承诺：

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

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

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

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

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

（6）辐射工作人员及医院辐射防护负责人需参加辐射安全培训和考核，持证上岗。

（7）自觉自愿接受生态环境行政主管部门的监督检查。

13.11竣工验收一览表

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，委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其

主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

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

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十一条和第十三条，建设单位在验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查。验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，环境保护主管部门对上述信息予以公开。

本项目建设竣工后，医院应按照上述要求尽快开展竣工环保验收工作。本项目竣工环保验收一览表见表13-1。

表13-1 项目环保设施竣工验收一览表

设备	验收项目		具体措施
DSA	程序合法性	环保手续	本项目环评批复、辐射安全许可证申领、排污许可证
	设备参数		2 台 DSA 射线装置（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA）
	辐射安全与环境保护管理机构	设立辐射安全与环境保护管理机构或指定专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作	医院成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，以文件形式明确各成员的管理职责
	建设内容		2 台 DSA 设备： 型号 1：uAngio AVIVA CX 型，生产厂家：上海联影医疗科技股份有限公司，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA； 型号 2：ARTIS icono ceiling 型，生产厂家：西门子医疗系统有限公司，最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA
	辐射防护设施及运行情况	屏蔽措施	DSA 手术室 1 号机房**屏蔽防护如下：** 西侧墙体：300mm 混凝土；北侧、东侧、南侧墙体：4mm 的铅板+50*30*1.2mm 方钢龙骨+9mm 阻燃板基板+单面饰面板面层，综合铅当量为 4.0mmPb； 顶棚：130mm 混凝土+4mm 铅板，综合铅当量为 5.5mmPb 地面：130mm 混凝土+40mm 硫酸钡涂料，综合铅当量为 4.3mmPb； 观察窗：高铅玻璃进行防护，铅当量为 4mmPb； 防护门 3 樘（防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门一墙”间隙的十倍）：DSA 机房 3 樘防护门

			内衬4mm铅板，综合铅当量约为4mmPb。DSA机房北侧设1樘防护门，供污物通道；南侧设1樘防护门，患者进出；东侧设1樘防护门，供医护人员由控制室进出。 操作位：床侧铅帘具有0.5mm铅当量防护水平。 DSA机房有效使用面积为40.96m^2，长×宽×高=7.25m×5.65m×3m；DSA机房最小单边长度、有效使用面积以及屏蔽防护水平满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。 DSA手术室2号机房屏蔽防护如下： 四周墙体：4mm的铅板+50*30*1.2mm方钢龙骨+9mm阻燃板基板+单面饰面板面层，综合铅当量为4.0mmPb； 顶棚：130mm混凝土+4mm铅板，综合铅当量为5.5mmPb 地面：130mm混凝土+40mm硫酸钡涂料，综合铅当量为4.3mmPb； 观察窗：高铅玻璃进行防护，铅当量为4mmPb； 防护门3樘（防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门一墙”间隙的十倍）：DSA机房3樘防护门内衬4mm铅板，综合铅当量约为4mmPb。DSA机房北侧设1樘防护门，供污物通道；南侧设1樘防护门，患者进出；西侧设1樘防护门，供医护人员由控制室进出。 操作位：床侧铅帘具有0.5mm铅当量防护水平。 DSA机房有效使用面积为42.70m^2，长×宽×高=7.00m×6.10m×3m；DSA机房最小单边长度、有效使用面积以及屏蔽防护水平满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。 （本文中所述的混凝土密度为2.35g/cm^3；硫酸钡涂料密度为3.2g/cm^3，水泥与硫酸钡的配比比例为4：1）。
		安全装置	控制室医生通道防护门、患者通道防护门、污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，门灯能有效联动；控制室医生通道防护门、患者通道防护门、污物通道防护门表面设计有电离辐射警告标志及中文警示说明；DSA机房设备上、控制室操作台、控制室医生通道防护门旁墙面上、患者通道防护门旁墙面上、污物通道防护门旁墙面上各设计有1个急停按钮；机房内3樘防护门旁墙面上各设置1个紧急开门按钮；每个DSA机房内安装1套监控和1个对讲系统。
		废气处理	根据建设单位提供资料，本项目DSA机房内采用上进下排的通风系统，新风从同层北侧取风，经过净化一体机转化后送入手术室机房，送风管口径为800mm*630mm，送风量为1000m^3/h。DSA手术室1号机房进风管道从DSA东侧墙外穿墙进入机房，送风口置于机房顶面，共有6个送风口；DSA手术室2号机房进风管道从DSA北侧墙外穿墙进入机房，送风口置于机房顶面，共有6个送风口。DSA手术室1号机房内排风口设于机房靠北侧地面，排风口下沿距地100mm，排风管由北侧墙体穿出机房；DSA手术室2号机房内排风口设于机房靠西侧地面，排风口下沿距地100mm，排风管由西侧墙体穿出机房。通风管道穿墙处采用4.0mm铅皮包裹进行屏蔽补偿，长度为穿墙前后各50cm，能够有效防止射线直接从风管照射出机房。本项目出风量为500m^3/h，排风管从机房穿出后接同层排风口，最后引致8楼楼顶排放，楼顶排风口距地面高度2.5m，主导风向为西南风。
		警示标识	机房防护门上张贴电离辐射警示标志，操作间墙上张贴操作规程，辐射事故应急流程，岗位职责等。

		监测仪器	4台个人剂量报警仪；1台便携式辐射监测仪。
		防护用品	拟为辐射工作人员配备铅衣10套、铅围裙10件、铅围脖10条、铅方巾10块、铅帽6顶、铅眼镜6副、个人剂量计34个（手术医生2个/人，共16人。技师1个/人，共2人）、介入防护手套6双等个人防护用品。机房内配备0.5mm铅当量的铅悬挂防护屏、床侧防护帘各1件。
	工作区域管理		对控制区和监督区进行分区管理，建立相关制度并安装警示标志。
	人员配置	辐射防护与安全培训	所有辐射工作人员在生态环境部组织的培训平台上进行报名和培训并进行考核。
		人员职业健康监护	所有辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康监护档案。
		个人剂量监测	所有辐射工作人员配备个人剂量计，建立个人剂量档案。职业人员应严格执行剂量管理，定期剂量检定，避免出现超剂量照射，若超出剂量管理限值，应调查原因，相关人员采取调离工作岗位的措施。
	管理制度	辐射安全管理制度	应急预案、辐射防护安全管理制度、监测计划、档案记录、个人剂量管理、操作人员培训等，选取部分相关制度张贴上墙。
	验收监测	X-γ辐射剂量率	机房墙体（墙外30cm处），防护门及缝隙处、控制室、操作台处的X-γ辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。

表14 审批

下一级环保部门预审意见：   公 章 经办人 年 月 日
审批意见：   公 章 经办人 年 月 日