

核技术利用建设项目

(报批稿)

玉溪市中医医院新建 1 台 DSA 建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：玉溪市中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：_____

通讯地址：玉溪市红塔区聂耳路 53 号

邮政编码：653100 联系人：鲁京鑫

电子邮箱：_____ 联系电话：19987708611

现场照片（一）



拟建DSA机房



综合住院大楼西北面



拟建DSA机房西南侧名医馆



综合住院大楼东北面



综合住院大楼南侧聂耳路



综合住院大楼西北侧紫艺路



拟建DSA下方区域



拟建DSA上方区域

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	15
表 3 非密封放射性质	15
表 4 射线装置	16
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	17
表 6 评价依据	18
表 7 保护目标与评价标准	20
表 8 环境质量和辐射现状	26
表 9 项目工程分析与源项	30
表 10 辐射安全与防护	39
表 11 环境影响分析	54
表 12 辐射安全管理	68
表 13 结论与建议	80
表 14 审批	90

附件：

- 附件 1 委托书
- 附件 2 事业单位法人证书及医疗机构执业许可证
- 附件 3 辐射安全许可证
- 附件 4 辐射安全培训证
- 附件 5 个人剂量检测报告
- 附件 6 III 类射线装置辐射安全培训通知
- 附件 7 医废处置协议
- 附件 8 玉溪市中医医院关于成立辐射安全与防护管理委员会的通知
- 附件 9 辐射安全相关管理制度
- 附件 10 2022 年玉溪市中医医院辐射环境监测报告
- 附件 11 住院大楼批复
- 附件 12 住院大楼验收意见
- 附件 13 射线装置使用承诺书
- 附件 14 医院 DSA 使用情况说明
- 附件 15 玉溪市人民医院 DSA 机房防护方案
- 附件 16 拟建场所辐射环境现状检测报告、资质证书、仪器校准证书
- 附件 17 项目声环境现状检测
- 附件 18 防护材料检测报告
- 附件 19 玉红发改农社备案（2023）034 号
- 附件 20 服务协议
- 附件 21 项目内审表及进度管理表
- 附件 22 专家评审意见及签到表
- 附件 23 专家意见修改清单

附图：

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目周边关系图
- 附图 3 医院平面布置图
- 附图 4 项目区水系图
- 附图 5 综合住院大楼负一楼平面布置图
- 附图 6 综合住院大楼一楼平面布置图
- 附图 7 综合住院大楼二楼平面布置图
- 附图 8 医生、污物、患者运行路线图
- 附图 9 拟建 DSA 机房平面图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		玉溪市中医医院新建 1 台 DSA 建设项目			
建设单位		玉溪市中医医院			
法人代表	景明	联系人	鲁京鑫	联系电话	19987708611
注册地址		玉溪市红塔区聂耳路 53 号			
项目建设地点		玉溪市红塔区聂耳路 53 号玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼			
立项审批部门		玉溪市红塔区发展和改革局	批准文号	2307-530402-04-05-178816	
建设项目总投资（万元）	1300	项目环保投资（万元）	42.7	投资比例（环保投资/总投资）	3.28%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	582
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
项目概述					
<p>一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来</p> <p>1、建设单位基本情况</p> <p>玉溪市中医医院始建于 1987 年，经过 25 年的不懈努力，现已发展成为滇中南片区一家颇具中医药特色优势，中医药技释放平台较为完善，综合服务能力较强的非营利性、综合性中医医院。医院设有心病科、脑病科、外 II 科、外 I 科、急诊科（重症医学科）、口腔科、治未病科、儿科、妇产科、眼科、耳鼻咽喉科、皮肤科、糖尿病科、麻醉科、医学美容科、体检科、民族民间医药科、超声影像科、病理科等临床和医技科室，2013</p>					

年 1 月，医院再一次以优异成绩被国家中医药管理局评审批准为“三级甲等中医医院”；目前，除了承担有关医学院校临床类本（专）科学生大量的实践性教学任务外，还承担着部分临床学科硕士研究生的实践性教学任务。

2、项目由来

为提升医院放射诊疗业务能力，更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，医院拟将玉溪市红塔区聂耳路 53 号玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼已建设的医院药房改建为 1 间 DSA 介入室，并配置 1 台 DSA 设备（型号未定）用于介入诊疗。DSA 介入室原作为医院药房使用，项目对其拆迁后新建 1 间 DSA 介入手术室及配套辅助业务用房，建成后配备 1 台 DSA 用于心病科的介入诊疗，本项目 DSA 属于 II 类射线装置。

为保护环境和公共利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，其应办理核技术应用项目环境影响评价手续。

项目建设规模和主要内容为新建 1 间 DSA 介入手术室及配套辅助业务用房，依据《射线装置分类》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 66 号），本项目拟新增 DSA 设备属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），本项目属于“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）—生产、使用 II 类射线装置”，本项目 1 间 DSA 介入室及配套辅助业务用房应编制环境影响报告表。

受玉溪市中医医院的委托，云南嘉衍环境工程有限公司承担该医院核技术应用项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并结合现场勘察工作的基础上，编制了《玉溪市中医医院新建一台 DSA 建设项目环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

3、项目建设规模

（1）工程概况

项目拟建 DSA 机房位于玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼建设方原医院药房。综合住院大楼已于 2010 年 4 月 12 日取得《关于玉溪市中医医院综合住院大楼建设项目环境影响报告书的批复》（玉环审[2010]19 号），目前已运行多年，已于 2016 年 4 月 21 日

组织进行了竣工环境保护验收并取得环境行政主管部门的验收意见(玉环验[2016]23号)。

本项目建成后的 DSA 机房尺寸为 L 长 7.6m×W 宽 5.6m×H 高 2.77m，有效面积为 42.56m²，净空体积为 117.89m³。目前，项目未开工建设，设备未安装，DSA 射线装置工作场所由控制室、设备间、辅助用房及机房组成。根据建设单位提供的资料，机房防护设计方案如下：

1、机房邻家属候诊区一侧墙体为 240mm 实心砖墙（2.35mm 铅当量），采用 30mm 的硫酸钡涂料进行防护，根据施工单位提供的检测报告，32mm 的硫酸钡板铅当量不低于 3.5mm 铅当量，因此本项目 30mm 硫酸钡板防护能力约为 3.28mm 铅当量；其余三面墙体采用镀锌方管龙骨焊接支撑架，上面铺设 4 层 15mm 厚硫酸钡板（6.56mm 铅当量），机房邻家属候诊区一侧墙体综合具有 5.63mm 铅当量的辐射防护水平，其余三面综合具有 6.56mm 铅当量的辐射防护水平；

2、DSA 手术室顶面采用 120mm 厚混凝土楼板（1.5mm 铅当量），面铺设两层 15mm 厚的硫酸钡板，根据施工单位提供的检测报告，32mm 的硫酸钡板铅当量不低于 3.5mmPb，因此本项目 2 层 15mm 硫酸钡板防护能力约为 3.28mmPb，顶面综合具有 4.78mm 铅当量的辐射防护水平；

3、DSA 手术室地面为 150mm 厚混凝土楼板（1.9mm 铅当量），楼板上粉刷 30mm 的硫酸钡涂料，地面综合具有 5.18mm 铅当量的辐射防护水平。

4、防护门，病人通道门尺寸 1800*2200mm，医护通道门及污物出口防护门尺寸 1200*2200mm，所有射线防护门均采用钢木复合型，门扇骨架为方管组焊的钢骨架，在钢骨架两侧为大芯板，防护材料为厚度为 4.5mm 的国标纯铅板材料组合成的内衬，外层采用 1.0mm 厚不锈钢面板装饰，综合具有 4.5mm 铅当量的辐射防护水平。

5、观察窗，采用规格尺寸为 1500*900*20mm 的铅玻璃，根据施工单位提供的检测报告，20mm 厚铅玻璃辐射防护水平不低于 3.5mm 铅当量，因此 20mm 铅玻璃的防护水平保守取 3.5mm 铅当量；

6、机房排风管道从西北侧蔽墙穿墙出机房，排至综合住院大楼西北侧，将采用斜向 45 度穿墙设计；采用 4mm 厚铅皮对风管进行包裹处理，长度不小于风管直径（长边）3 倍；风管与穿墙位置缝隙采用 4mm 厚铅皮覆盖防护，盖应超过缝边不小于 50mm，并与风管防护铅皮紧密贴合。

建成 DSA 介入室及辅助用房平面布局见附图 8。

本项目的主体工程主要为 DSA 介入室，其余配套工程主要有控制室、设备间、通风系统等。本项目建设内容及规模见表 1-1。

表 1-1 本项目组成及主要环境问题一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	<p>在综合住院大楼 1 楼预留的 1 间 DSA 介入室内配置 1 台 DSA 设备（型号未定）用于介入诊疗。项目 DSA 机房净尺寸为 7.6m×5.6m×2.77m，有效面积为 42.56m²，净空体积为 117.89m³，配置 1 台数字减影血管造影机（DSA）（单管头 C 型臂，型号为待定），额定管电压 125kV，额定管电流为 1000mA。</p> <p>DSA 主要组成包括以下设备：</p> <p>①X 射线管组件：旋转阳极 X 射线管、油浸式 X 射线管套、X 射线束准直器。</p> <p>②高压发生器：高压变压器、X 射线管灯丝变压器、高压整流器、高压变换闸、高压插座</p> <p>③控制台：电源开关、电源电压调节器及电压表、管电压调节器及管电压表、管电流调节器及管电流表、曝光控制及指示器、容量保护装置及指示器、透视量限制器</p> <p>④辅助支持设备：C 型臂式机械装置；荧光屏、电视设备、成像板、电影机、平板探测器 FPD 等影像装置；固定器、压迫器、专用滤线栅、铅橡胶防护帘等配套装置。</p>	扬尘、施工废水、噪声及施工废渣以及设备安装调试时产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物。	X 射线、臭氧、氮氧化物以及医疗固废、生活废水、办公垃圾。
辅助工程	控制室（22.65m ² ）、设备机柜间（16.7m ² ）、男、女更衣室及卫生间（49.24m ² ）、污物通道（7.0m ² ）、污物暂存间（7.6m ² ）、谈话间（4.0m ² ）、病人缓冲区（7.0m ² ）及洁净走廊等。		
依托工程	<p>利用医院综合住院大楼已建的危废暂存、供水、排水、配电、供电和通讯系统等。</p> <p>工作人员生活污水将依托医院现有化粪池和污水处理系统进行处置；手术过程中产生的医疗废水将依托医院主体已建的污水处理站进行处置，污水处理工艺采用“UASB+生物接触氧化+消毒”处理后进入玉溪市污水处理厂。</p> <p>手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在 DSA 介入室中的垃圾桶，手术结束集中收集后作为医疗废物收集至介入室西北侧污物间内暂存，后委托玉溪兴洁垃圾处理有限公司清运；工作人员产生的少量办公垃圾，依托医院的保洁措施，统一收集后交由环卫部门统一处理。</p>		
环保工程	<p>DSA 介入室的屏蔽防护设计如下：</p> <p>介入室四周墙体：邻家属候诊区一侧 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡涂料，具体约 5.63mm 铅当量防护水平；其余三面巩固支撑架+4 层 15mm 硫酸钡板，具体约 6.56mm 铅当量防护水平；</p> <p>介入室顶部：120mm 混凝土楼板+两层 15mm 硫酸钡板，具有约 4.78mm 铅当量防护水平；</p> <p>介入室地面：150mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料，具有约 5.18mm 铅当量防护水平；</p> <p>医护通道防护门：通道门采用专用防辐射电动平移门，门尺寸 1200*2200mm，铅防护门门套内包 4.5mmPb 铅板及不锈钢饰面处理，具有 4.5mm 铅当量防护水平；</p> <p>病人通道防护门：通道门采用专用防辐射电动平移门，门尺寸</p>	/	/

<p>1800*2200mm，铅防护门门套内包 4.5mmPb 铅板及不锈钢饰面处理，具有 4.5mm 铅当量防护水平；</p> <p>污物通道防护门：通道门采用专用防辐射自动平开门，门尺寸 1200*2200mm，铅防护门门套内包 4.5mmPb 铅板及不锈钢饰面处理，具有 4.5mm 铅当量防护水平；</p> <p>介入室观察窗：控制室观察窗采用 20mm 厚铅玻璃，铅玻璃尺寸为 1500*900mm，具有约 3.5mm 铅当量防护水平；</p> <p>电动铅防护门 3 套，铅玻璃观察窗 1 套、电缆沟屏蔽使用 4mm 厚铅板 1 片、通排风管道包裹 4mm 厚铅皮 4 片；</p> <p>噪声：风机及空调机组等采用减震设计；</p> <p>固废：DSA 介入室内及污物间设置医疗废物收集桶，DSA 介入室和配套用房内设置数个生活垃圾收集桶。</p>		
<p>DSA 介入室内安装吸顶式空调送风，风量为 1500m³/h，新风交换机，产生的臭氧和氮氧化物可通过该换排风机排风口排出 DSA 介入手术室。机房内均预留有进、出风口风管穿墙部分、弯管用 4mm 厚铅皮包裹，相当于 4.0mmPb 辐射防护水平。</p>		
<p>电缆线槽穿墙采用 U 型沟，DSA 手术室电缆沟从西南侧斜向 45° 穿过屏蔽墙进入控制室，电缆沟深 200mm、宽 300mm，穿墙位置从 DSA 手术室 200mm 处至控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅板，上方再用 5mm 厚钢板做盖板，具有 4.0mmPb 防护水平。</p>		

(2) 设备配置

本项目配备的 DSA 技术参数见表 1-2。

表 1-2 本项目 DSA 技术参数一览表

序号	射线装置型号	数量	额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	工作场所名称	生产厂家	出束方向	设备用途	备注
1	单管头 C 型臂，DSA，型号待定	1	125	1000	综合住院大楼 1 楼 DSA 介入室	待定	由下往上	诊断、介入手术	拟购

(3) 人员配置及工作制度

① 人员配置

根据医院发展规划，本项目 DSA 投入运行后，将由放射科负责管理，使用科室涉及心病科及放射科。共配置工作人员 6 人（包括 2 名护士），均为新增辐射工作人员，纳入放射工作人员管理。建设方后续将对本项目涉及的工作人员配置个人剂量计本项目 DSA 辐射工作人员配置情况见表 1-3。

表 1-3 本项目 DSA 辐射工作人员配置情况一览表

科室	介入手术医生	操作技师	护士
心病科	2 人	/	/
放射科	/	2 人	2 人

手术期间，介入手术医生负责介入手术，医生身着铅服、铅眼镜在曝光室内对病人进行连续曝光，透视时在 DSA 介入室内进行介入手术，减影时在控制室内观察病人情况；

护士负责造影剂的准备工作，DSA 出束时不进入机房内；控制室操作技师在控制室负责 DSA 的运行。本项目心病科介入手术医生仅负责本项目 DSA 放射工作，其他放射科操作技师及护士除操作本项目 DSA 设备外，还操作院内的其他射线装置，具体人员由设备试运行阶段院方调配。

②工作制度

本项目 DSA 实每天一班制，每班 8 小时，年工作 250 天。

(4) 本项目 DSA 使用情况

① DSA 工作量及工况

DSA 投入运行后，计划年开展介入手术共约 500 台，均为心病科介入手术。本项目 DSA 使用情况分别见表 1-3 和表 1-4。

表 1-3 本项目 DSA 实际工作量一览表

使用科室	平均单台手术时间	单台手术曝光时间		DSA 介入室年手术台数	年出束时间	
		减影	透视		减影	透视
心病科	2h	2min	15min	500 台	16.7h	125h

表 1-4 本项目 DSA 实际运行工况一览表

设备型号	实际运行时管电压 (kV)		实际运行时管电流 (mA)	
	减影	透视	减影	透视
单管头 C 型臂, DSA, 型号待定	70~80	60~75	400~500	5~10

② DSA 原辅料使用量

表 1-5 本项目 DSA 原辅料用量一览表

名称	年使用量	备注
造影剂	500 瓶	外购
医用辅料	500 套	外购
医用器具	500 套	外购

(5) 项目进度

本项目目前尚未开工，预计于 2024 年 3 月进行施工，2024 年 4 月装修竣工完成，2024 年 5 月份进行设备安装和调试。

二、产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第十三项“医药”中第 4 款：高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高

端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用。属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、项目规划符合性分析

本项目位于玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼，项目用地属于获得批准的玉溪市中医医院综合住院大楼，不新增用地，因此项目符合玉溪市总体规划。

四、项目选址合理性与平面布置合理性分析

1、项目选址合理性分析

玉溪市中医医院位于玉溪市红塔区聂耳路 53 号，医院地理位置示意图见附图 1。医院周边情况如下：医院西北侧为紫艺路和玉溪师范学院西院，西侧为中玉酒店和玉溪市体育馆，东侧为泮水塘小区，东北侧为紫艺新型农贸市场，南侧为聂耳路和幸福里小区。医院平面布置及周围环境情况见附图 2、附图 3。具体保护目标详见表 7 保护目标与评价标准。

医院综合住院楼紧邻紫艺路，紫艺路的交通震动及噪声会对项目造成一定影响，根据现场调查，紫艺路车流量较少，项目在邻路一侧设置禁止鸣笛、减速慢行的警示牌，并于 DSA 设备基座安装减震垫，紫艺路交通震动及噪声通过综合楼墙体削减后对本项目的影响较小。

玉溪市中医医院综合住院大楼占地 3092m²。本项目 DSA 介入室位于玉溪市红塔区聂耳路 53 号玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼，综合住院大楼西北侧 5m 为紫艺路、25m 为玉溪师范学院西院；西侧 80m 为中玉酒店、90m 为玉溪体育馆；东侧 50m 为老住院部、110m 为泮水塘小区；东北侧 47m 为制剂室、110m 为紫艺新型农贸市场；东南侧 60m 为门诊部；南侧 40m 为聂耳路，75m 为幸福里小区。

综合住院大楼位于医院的西侧一角，机房建于综合住院大楼 1 楼中间，负一楼为地下停车场；2 楼为综合住院大楼大厅、收费处等。

根据设计内容，本项目新建 DSA 机房邻家属候诊区一侧墙体综合具有 5.63mm 铅当量的辐射防护水平，其余三面综合具有 6.56mm 铅当量的辐射防护水平，DSA 介入室拟建场所改建后东侧依次为洁净走廊、护士站、医生办公室等；东北侧依次为病人缓冲区、电梯厅及家属候诊区、谈话间、更衣室等、东南侧依次为洁净走廊、术中休息间等；南侧为洁净走廊、库房；西南侧依次为控制室、预留机房、中医馆等；西侧为污物通道、预留机房的设备机柜间等；西北侧依次为污物间、设备机柜间等；机房正上方 2.77m 为

综合住院大楼大厅、收费处；，机房正下方 2.77m 为综合住院大楼地下车库。项目 DSA 机房顶面为 120mm 混凝土楼板+两层 15mm 硫酸钡板，具有约 4.78mm 铅当量防护水平，机房正上方 2.77m 为综合住院大楼大厅、收费处等，机房地面为 150mm 混凝土楼板+粉刷 30mm 硫酸钡涂料，具有约 5.18mm 铅当量防护水平，机房正下方 2.77m 为综合住院大楼地下车库。DSA 介入室与综合住院大楼负 1 楼、2 楼对应位置关系剖面图见图 1-1。

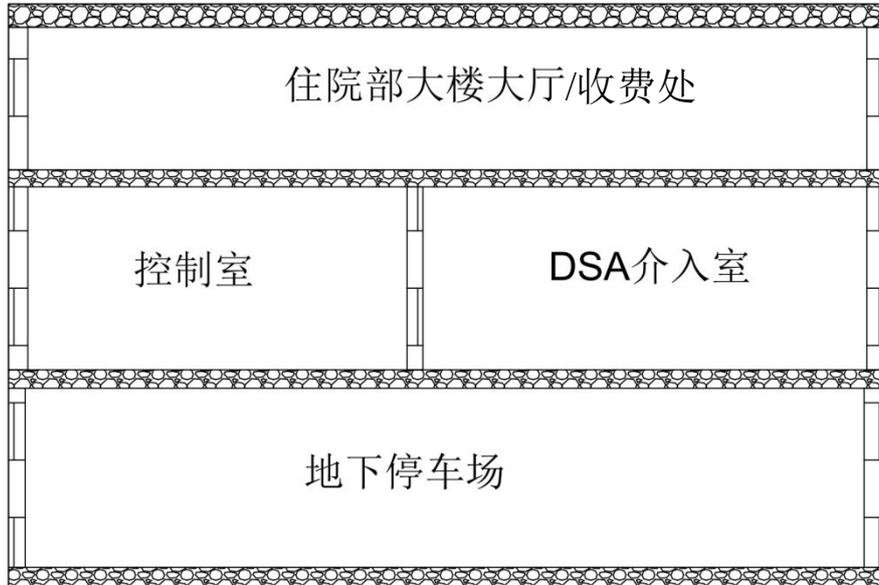


图 1-1 DSA 介入室与综合住院大楼负 1 楼、2 楼位置关系剖面图

综合住院大楼 1 楼平面布局见附图 5，综合住院大楼负一楼、2 楼平面布局分别见附图 4、附图 6。

本项目 DSA 机房已进行了相应的辐射屏蔽防护设计，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。

2、项目平面布置合理性分析

根据附图 4：综合住院大楼 1 楼改建后布置图可知，DSA 介入室拟建场所东侧依次为洁净走廊、护士站、医生办公室等；东北侧依次为病人缓冲区、电梯厅及家属候诊区、谈话间、更衣室等、东南侧依次为洁净走廊、术中休息间等；南侧为洁净走廊、库房；西南侧依次为控制室、预留机房、中医馆等；西侧为污物通道、预留机房的设备机柜间等；西北侧依次为污物间、设备机柜间等；机房正上方 2.77m 为综合住院大楼大厅、收费处；，机房正下方 2.77m 为综合住院大楼地下车库。根据满足“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分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，对本项目工作场所平面布置合理性分析如下：

(1) 项目 DSA 机房避开了门诊部等人流量大、人员集中活动区，同时兼顾了病员

就诊的方便性，并在机房门外设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，将机房划定为控制区，限制无关人员受到不必要的照射。

(2) DSA 手术室单独设置了医生通道、污物通道及病人通道，设置独立，便于管理。

医务人员通道：介入手术医务人员从综合住院大楼西北侧医护入口进入换鞋更衣区进行更衣及清洗，更衣后进入沿机房东侧洁净走廊进入控制室，经控制室与机房间的电动感应防护铅门进入机房操作手术。

患者通道：患者从介入室东侧病人入口进入缓冲区，经缓冲区后沿介入室东侧洁净走廊患者通道门进入 DSA 介入室；出院则沿洁净走廊进入复苏室，患者苏醒后原路返回离院。患者入口铅门由机房内医生控制开关，避免人员误入。患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，便于行动不便的患者治疗。

污物通道：污物通过 DSA 介入室内的医废收集桶收集，手术结束后通过污物通道门进入西北侧污物间内暂存，最后委托玉溪兴洁垃圾处理有限公司清运处置。

(3) DSA 机房内不设采光窗，所用线束不直接照射门、管线口位置；控制室紧邻机房，中间设防护窗便于观察机房情况；设备机房与控制室分开。患者不在机房内候诊。本项目机房西北侧设置污物间，手术中的污物收集至医疗废物专用容器内通过 DSA 介入室西北侧污物通道进入污物间内，后交由玉溪兴洁垃圾处理有限公司进行处理。在满足各使用要求前提下，平面布局合理。

(4) 本项目 DSA 介入室有效面积为 42.56m^2 ，最小单边长度分别为 5.6m ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对于单管头 X 射线设备机房“最小有效使用面积不低于 20m^2 ，机房内最小单边长度不小于 3.5m ”的要求。

(5) 从医院整体布局看，由于机房墙面、顶面、地面均经屏蔽防护处理，机房邻家属候诊区一侧墙体综合具有 5.63mmPb 的辐射防护水平，其余三面综合具有 6.56mmPb 的辐射防护水平，顶面综合铅当量为 4.78mmPb ，地面综合铅当量为 5.18mmPb ，优于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，通过环评机房外剂量率估算 DSA 正常运行时四周及楼上用房的 X- γ 辐射空气吸收剂量无明显波动，对四周及楼上用房影响轻微，项目平面、纵面布局可行。

综上所述，本项目总布局《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，有利于辐射防护和环境保护以及各组分布功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰的原则，且机房四周及上下相邻房间不涉及儿科区域，所以该项目平面、纵面布局可行。

表 1-6 DSA 机房周围场所用功能用途表

方位	场所名称	用途及功能
/	DSA 介入室内	患者进行介入手术及诊断
北侧	设备机柜间	设备间放置 DSA 相关设备，偶有人员进入
	污物通道	污物运输道路
东侧	家属等候区	患者家属等候区域
西侧	预留机房	预留空机房
	控制室	操作技师在控制内负责 DSA 的运行
南侧	洁净走廊	医护人员进入 DSA 介入室道路、进行 DSA 手术
楼上	收费处、住院部大厅	住院部 1 楼大厅，来访患者缴费、存取钱处
楼下	地下停车库	医院地下停车场

五、实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，虽然会增加机房周围的电离辐射水平，但是采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制。本项目投入使用不仅满足了患者的就医需求，还将给医院带来更多的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

六、现有环保措施概况

本项目建设地点位于玉溪市红塔区聂耳路 53 号玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼，综合住院大楼已于 2010 年 4 月 12 日取得了《关于玉溪市中医医院综合住院大楼建设项目环境影响报告书的批复》，目前医院综合住院大楼已投入运行多年，已于 2016 年 4 月 21 日组织进行了竣工环境保护验收并取得环境行政主管部门的验收意见（玉环验[2016]23 号），因此本项目依托医院的危废暂存、供水、排水、配电、供电和通讯系统是可行的。

本项目工作人员产生的医疗废水经过化粪池预处理后，同生活污水一并排入玉溪市中医医院污水处理站进行处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值后，排入市政污水管网。项目依托的污水处理站已投入运营，设计处理规模不小于 500m³/d，根据医院住院大楼建设项目验收意见，医院污水产生量约为 240m³/d~300m³/d，因此有余量接纳本项目废水。医院污水处理站布置于医院南侧，采用一级强化处理+消毒工艺，根据医院废水排放监测报告，排放的废水能够达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值，能够接纳本项目废水。

生活垃圾由医院生活垃圾桶集中收集后委托环卫部门定期清运，手术产生的医疗废物经收集后暂存于机房西北侧污物间内，后委托玉溪兴洁垃圾处理有限公司进行处理，医疗废物和生活垃圾存放时间不超过 1 天。

七、原有核技术利用项目许可情况

1、医院原有核技术利用项目许可情况

玉溪市中医医院目前持有的辐射安全许可证书编号：云环辐证[00212]，许可种类和范围：III类射线装置，有效期为：2023年3月15日至2028年3月14日，医院目前持有的辐射安全许可证见附件3，使用地点为云南省玉溪市红塔区聂耳路53号。医院现有核技术利用项目环保履行情况见表1-6。

表 1-6 医院现有核技术利用项目环保履行情况一览表

使用种类和范围		使用 III 类射线装置				备注
序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	
1	16层螺旋CT机	Brilliance	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT)装置	门诊楼 1 楼 CT 室	已登记在辐射安全许可上，正常使用
2	直接数字化 X 线摄像系统	Digital diagnosis vs	III类	医用诊断 X 射线装置	第二摄片室 DR1 室	
3	直接数字化摄像系统	Digital diagnosis TH	III类	医用诊断 X 射线装置	第一摄片室	
4	C 型臂	OEC850	III类	医用诊断 X 射线装置	手术间	
5	骨密度仪	Discovery	III类	医用诊断 X 射线装置	骨密度室	
6	DR	BrivoXR515	III类	医用诊断 X 射线装置	第二摄片室 DR2 室	
7	碎石机	HKESWL-V	III类	放射治疗模拟定位装置	碎石机房	
8	移动式 G 型臂	BIPLANAR 500E	III类	医用诊断 X 射线装置	手术间	
9	牙片机	MSD-III	III类	医用诊断 X 射线装置	口腔科诊室	
10	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT680 Expert	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT)装置	1 号楼 (急诊楼)I 楼第一扫描室	
11	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT540	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT)装置	1 号楼 (急诊楼)I 楼第二扫描室	
12	医用 X 射线机 (数字胃肠机)	SONIALVISION C200	III类	医用诊断 X 射线装置	医技楼一楼放射科第三摄片室	
13	床旁 X 光机	DRXR-1	III类	医用诊断 X 射线装置	第二摄片室 DR2 室	
14	移动式摄影 X 射线机	DRX-Revolution	III类	医用诊断 X 射线装置	移动 DR 院内使用	
15	移动式 C 型臂 X 射线机	OEC One CFD	III类	医用诊断 X 射线装置	C 型臂院内移动使用	

16	数字乳腺 X 射线摄影系统	Selenia Dimensions	III类	医用诊断 X 射线装置	乳腺机室	
----	---------------	--------------------	------	-------------	------	--

2、医院原有辐射安全管理情况

(1) 辐射安全与环境保护管理机构

医院于 2020 年 9 月 10 日以医院内部文件 发文，调整了医院辐射安全与防护管理委员会，并明确了管理委员会的成员及职责，见附件 6。

(2) 辐射安全管理规章制度

医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定了相关的管理制度，包括：《放射诊疗设备安全操作规范》、《辐射工作人员岗位职责》、《介入室工作人员岗位职责》、《辐射安全与环境保护管理委员会职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备维护、维修制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射工作场所现场监测方案》、《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》、《放射科辐射安全管理制度》、《医用 X 射线装置安全管理制度》、《质量保证大纲和质量控制计划》、《辐射事故应急处理预案》等。医院制定的辐射安全管理规章制度较完备且具有一定的可行性，医院能够按照规章制度对医院的辐射工作进行管理，辐射工作人员也能够严格按照各项规章制度开展放射诊疗工作，除此之外，环评要求医院补充 DSA 相关的辐射防护制度，如《DSA 放射诊疗和放射防护管理制度》、《介入手术室 DSA 介入放射防护管理制度》、《DSA 设备操作流程》等，医院辐射安全管理制度经完善后具备开展 II 类射线装置的能力。

(3) 现有设备辐射环境情况

医院辐射活动开展使用至今，未发生过一切辐射安全事故，未遭到投诉举报，近三年，辐射检查未提出整改内容；医院定期开展自行监测，根据医院提供的 2022 年辐射环境报告（附件 8），项目现有的 III 类射线装置监测结果均处于正常范围内，医院现有 III 类射线装置运行良好。

环评提出，本项目 DSA 机房建成后，建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关管理要求每年委托有辐射水平监测资质的单位每年对院内使用射线装置辐射工作场所及其周围环境进行监测，并每年 1 月 31 日前向环保部门提交年度评估报告。

(4) 个人剂量监测与健康体检

医院应尽快安排本项目辐射工作人员进行辐射安全与防护培训，确保本项目每个辐射相关工作人员均持证上岗，并为本项目所有辐射工作人员配备个人剂量计，本项目拟配备辐射工作人员 6 人。

本项目还未建设，拟增的 6 名辐射工作人员均为新聘人员，暂无个人剂量监测报告，应增加相应的个人剂量计和个人剂量报警仪，项目建成后，配置有 6 台个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪，个人剂量计定期送检测机构进行检测，佩戴不超过 90 天检测一次，建立了个人剂量档案，符合个人剂量检测频次要求。医院承诺个人剂量监测将保持不超过 90 天检测一次的检测频率。现有 114 人辐射工作人员医院已委托玉溪市卫生监测检验中心进行了个人剂量检测（见附件 5），根据每位人员佩戴期间的天数及对应剂量按照 365 天进行折算，医院原有辐射工作人员于 2022 年 2 月 11 日~2023 年 2 月 9 日（共佩戴 363 天）的个人剂量检测结果为 0.16~0.72mSv，满足《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示>的复函》（云环函[2006]727 号）中的规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一；即：职业照射个人受照剂量管理限值 5mSv/a；没有个人剂量超标情况。医院承诺将按照外照射个人剂量监测周期最长不应超过 90 天的要求执行，及时将个人剂量计送交有资质单位检测。

（5）辐射安全和防护知识培训

医院现有的部分辐射工作人员辐射安全培训证书已过期，本项目 DSA 为 II 类射线装置，环评要求本项目所有辐射工作人员在项目运行前必须参加生态环境部门组织开办的国家核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗，并定期组织培训，每过 5 年重新参与辐射安全考核。医院其他 III 类射线装置辐射工作人员已参加院内自主培训，环评要求医院 III 类射线装置辐射工作人员每 2 年参加一次院内自主培训，培训合格后方可上岗。

3、医院原有项目辐射安全许可履行情况及存在主要问题

（1）医院原有项目辐射安全许可履行情况

目前医院现有的辐射设备装置与本项目的辐射安全许可证上所允许的类型、数量、放置位置一致。玉溪市中医医院开展放射性诊断至今，未发生过辐射安全事故，也无公众投诉。

医院辐射安全管理情况如下：

- ①辐射安全许可证所规定的活动种类未发生改变。
- ②现有射线装置与台账明细一致。
- ③个人剂量档案和职业健康档案齐全。
- ④医院按要求委托有资质的单位进行了年度监测和个人剂量检测。
- ⑤医院自从事辐射诊疗以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

经单位自查，2022年度单位辐射防护工作自查结果良好，上年度辐射评估报告已编制并已上报至玉溪市生态环境局。

本项目开展前，经现场踏勘，未发现院方辐射安全许可履行情况存在问题。

（2）主要问题

①根据医院提供的个人剂量检测报告（玉卫放检字 GJ2022028），医院 2022 年第二季度个人剂量佩戴天数为 91 天，超过了每 90 天检测一次的要求，本次环评要求医院严格按照佩戴不超过 90 天检测一次的要求进行管理。

②医院部分人员辐射安全培训证书已过期，医院应尽快安排本项目相关工作人员参加生态环境部门组织开办的国家核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗，并定期组织培训，每过 5 年重新参与辐射安全考核。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	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					

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

本项目不涉及

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注	
1	DSA	II	1	待定	125	1000	医疗诊断/ 介入治疗	综合住院大楼 1 楼 DSA 介入室	本次环评 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 (μ A)	中子强 度 (n/s)	用途	工作场所	氡靶情况			备 注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	

本项目不涉及

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015年1月1日起施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（修订本），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订版），国务院令第449号，国务院令第709号修正，2019年3月2日起施行</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修订），（原国家环境保护总局令第31号，2021年1月4日经生态环境部令第20号修改）</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)（生态环境部令第16号）</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第18号，2011年5月1日起施行</p> <p>(9) 《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》，国家环境保护总局文件，环发[2006]145号文</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行</p> <p>(11) 《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》，云环函[2006]727号</p> <p>(12) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022年修订）》</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》</p> <p>(14) 《云南省生态环境厅关于印发<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲>（2021年版）</p> <p>(15) <云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序>（2021年版）的通知》（云环通[2021]227号）</p> <p>(16) 《医疗废物管理条例》</p>
------------------	--

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》 (HJ2.1-2016)</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》 (HJ10.1-2016)</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ61-2021)</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157—2021)</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ128-2019)</p> <p>(8) 《医疗机构水污染物排放标准》 (GB18466—2005)</p> <p>(9) 《污水排入城镇下水道水质标准》 (GB/T31962-2015)</p> <p>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》 (GB18597-2023)</p> <p>(11) 《声环境质量标准》 (GB3096-2008)</p> <p>(12) 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)</p> <p>(13) 《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)</p> <p>(14) 《云南省地方标准用水定额》 (DB53/T168-2019)</p> <p>(15) 《核技术利用单位辐射事故应急预案的格式和内容》 (T/B SRS 052-2021)</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 《电离辐射剂量学》，原子能出版社，1986，第二版，李士骏主编</p> <p>(2) 《辐射防护手册》 (第一分册)，李德平、潘自强主编</p> <p>(3) 联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) -2000 年报告</p> <p>(4) 《X 射线和γ射线防护手册》，苏森龄著</p> <p>(5) 建设单位提供资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用医用类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，本项目评价范围为以 DSA 介入室的屏蔽墙为边界，向外延伸 50m 的区域。本项目评价范围见附图 3 和图 7-1。

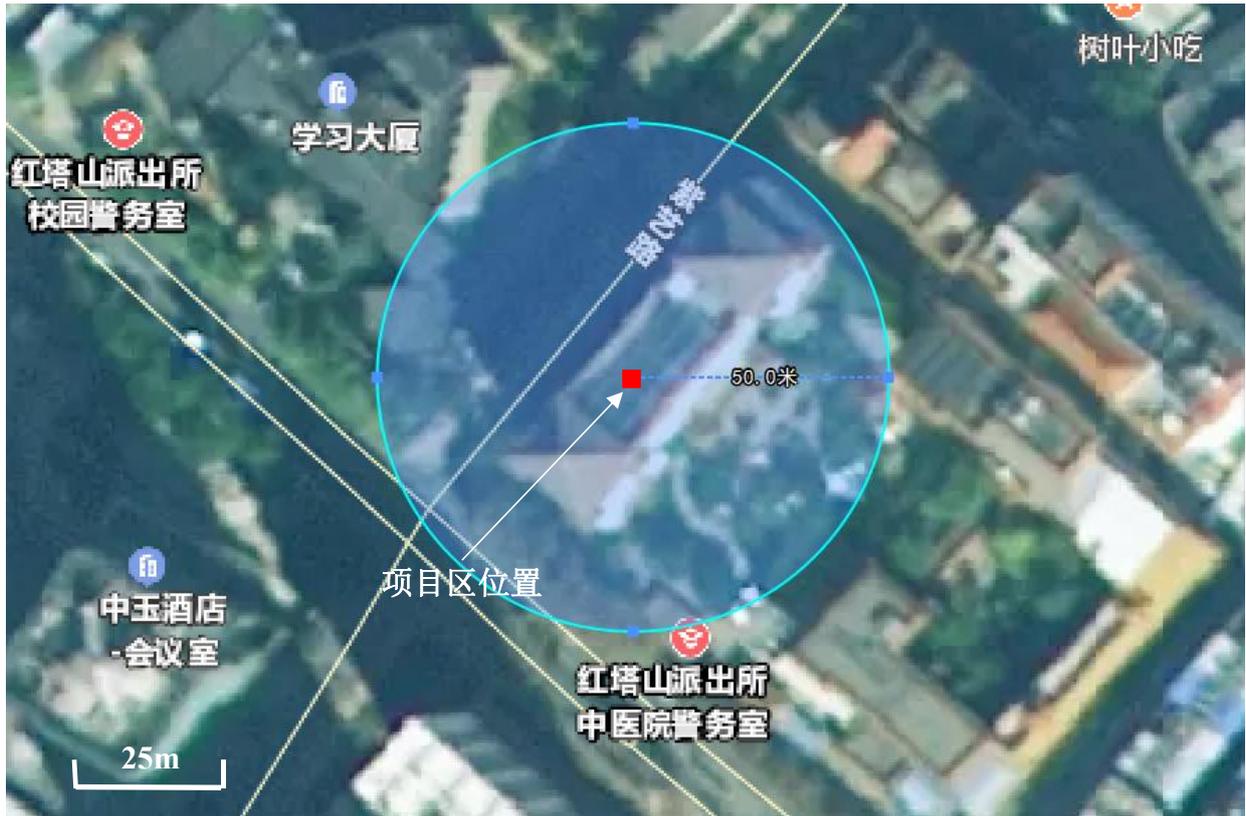


图 7-1 项目区评价范围图

7.2 保护目标

玉溪市中医医院位于玉溪市红塔区聂耳路 53 号。医院周边情况如下：医院西北侧为紫艺路和玉溪师范学院西院，西侧为中玉酒店和玉溪市体育馆，东侧为泮水塘小区，东北侧为紫艺新型农贸市场，南侧为聂耳路和幸福里小区。

本项目 DSA 介入室拟建场为玉溪市红塔区聂耳路 53 号玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼，综合住院大楼西北侧 5m 为紫艺路、25m 为玉溪师范学院西院、80m 为中玉酒店、90m 为玉溪体育馆；东侧 50m 为老住院部、110m 为泮水塘小区；东北侧 47m 为制剂室；东南侧 60m 为门诊部；南侧 40m 为聂耳路，75m 为幸福里小区。。

DSA 用房东侧屏蔽墙外 50m 范围内：洁净走廊、电梯、更衣室、病人缓冲区、谈话

间、老住院部等。

DSA 用房南侧屏蔽墙外 50m 范围内：洁净走廊、复苏室等。

DSA 用房西侧屏蔽墙外 50m 范围内：控制室、预留机房、中医馆、门厅等。

DSA 用房北侧屏蔽墙外 50m 范围内：污物通道、1#设备机柜间等等。

DSA 用房东北侧屏蔽墙外 50m 范围内：家属候诊区。

DSA 用房西北侧屏蔽墙外 50m 范围内：2#设备机柜间，玉溪师范学院西院教学楼等。

DSA 用房西南侧屏蔽墙外 50m 范围内：库房和保洁间、消毒间等。

DSA 用房东南侧屏蔽墙外 50m 范围内：护士站、医生办公室、库房、净化空调机房、消防控制室等。

DSA 用房下方区域：综合住院大楼停车场。

DSA 用房上方区域：综合住院大楼 2 楼大厅、收费处等。

上述区域不涉及新生儿、幼儿诊疗区域，由于设备间在手术时无人员滞留，其配套用房不列为保护目标。本项目环境保护目标重点关注 DSA 辐射工作人员以及评价范围内 DSA 介入室周围的公众，本项目环境保护目标具体详见表 7-1。

表 7-1 本项目周围环境保护目标分布情况

主要环境保护目标		方位	场所名称	距 DSA 手术室最近距离		规模	保护要求
				水平	垂直		
				职业人员	DSA 工作人员		
		/	控制室	1m	0m	操作技师 2 人、护士 1 人	
		/	1#设备间	1m	0m	基本无人	
公众	DSA 介入室附近其他人员	东侧	洁净走廊	1m	0m	约 4 人	0.25mSv/a
			家属候诊区	6m	0m	约 4 人	
			电梯	7m	0m	约 3 人	
			谈话间	6m	0m	约 2 人	
			更衣区	10m	0m	约 4 人	
			老住院部	50m	0m	约 100 人	
		南侧	洁净走廊	1m	0m	约 2 人	
			复苏室	2m	0m	约 1 人	
		西侧	预留机房	3m	0m	基本无人	
			2#设备间	3m	0m	基本无人	
			中医馆	5m	0m	约 3 人	
		北侧	污物通道	2m	0m	偶尔有人	
西北侧	玉溪师范学院西院教学楼	40m	0m	约 100 人			
东南侧	医生办公室	4m	0m	约 2 人			

			库房	5m	0m	基本无人
			护士站	6m	0m	约 2 人
			消防控制室	7m	0m	基本无人
	西南侧		库房	3m	0m	基本无人
			保洁间	4m	0m	偶尔有人
			消毒间	5m	0m	偶尔有人
	楼上		住院部大厅、收费处	0m	正上方 2.77m	约 20 人
	楼下		地下停车场	0m	正下方 2.77m	约 16 人

7.3 评价标准

(1) 国家标准限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），任何工作人员所接受的职业照射水平不应超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；实践使公众有关关键人群组的成员所受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）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，即：职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a，公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

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

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

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

6.2 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

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（mm）	非有用线束方向铅当量（mm）
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置：推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影	—	—	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	可调节防护窗口的立位防护屏； 选配：固定特殊受检者体位的各种设备
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	—

(4) 本项目辐射剂量管理限值

综合考虑 GB18871-2002、GBZ130-2020 及云环函[2006]727 号，本项目管理目标为：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

非辐射类污染物排放标准：

废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准。

噪声：营运期聂耳路一侧厂界噪声执行（GB12348-2008）《工业企业厂界环境噪声排放标准》中 4a 类标准，其余侧执行 2 类标准。

废水排放：项目运行期废水排放采用雨污分流制，雨水经雨水沟管收集后从医院的雨水排放口进行排放，项目产生的医疗废水经过化粪池预处理后，同生活污水一并排入玉溪市中医医院污水处理站进行处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值后，排入市政污水管网。

固废：工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后交由当地环卫部门统一处理。医疗废物处置按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)及《医疗废物集中处置技术规范（试行）》（环发[2003]206号）、《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》（HJ421-2008）有关规定执行。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量现状

本项目为使用类射线装置，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为 X 射线机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 介入室及周围环境的 X- γ 辐射剂量率，对环境空气、地表水质量、声环境只进行了简单现状调查。根据玉溪市人民政府发布的《2021 年玉溪市生态环境状况公报》，2021 年玉溪市环境质量如下：

(1) 地表水环境

本项目受纳河流为北面约 2.3km 处的玉溪大河，是曲江的上游，曲江是南盘江的一级支流，属珠江水系。根据《云南省水功能区划》（云南省水利厅，2014 年修订），玉溪大河位于“曲江红塔-峨山开发利用区”内，根据该区划，“曲江红塔-峨山开发利用区”现状水质为 IV 类，规划水平年水质目标为 III 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）中 III 类水质标准。根据玉溪市生态环境局于 2022 年 6 月 1 日发布的《2021 年玉溪市生态环境状况公报》，玉溪大河的矣读可控制监测断面水质的常规监测评价结果，玉溪大河矣读可监测断面水质评价为劣 V 类，主要超标因子为氨氮，不能够满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准要求，超标原因主要为玉溪大河接纳了中心城区污水处理厂尾水及沿途村庄生活污水及农业面源污染所致。

(2) 声环境

玉溪市中医医院及玉溪师范学院均位于玉溪市中心城区，根据深圳市瑞达检测技术有限公司云南分公司于 2024 年 1 月 3 日-1 月 4 日对医院综合住院楼四周及玉溪师范学院西院的噪声检测报告（附件 17）可知，医院综合住院楼四周均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求。玉溪师范学院西院 1 月 3 日昼间检测数值为 61dB（A），略微超出《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准中 60dB（A）的要求，因为在检测时有车辆鸣笛及玉溪师范学院西院教学楼装修噪声导致，其余时段满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求。

(3) 大气环境

项目位于玉溪市红塔区，属于中心城区范围，根据《2021 年玉溪市生态环境状况公报》，2021 年，中心城区环境空气质量一级 230 天，二级 132 天，超标 3 天。与去年同期相比，一级天数减少 15 天，二级天数增加 15 天，超标天数与去年一致。其中，细颗粒

物 (PM_{2.5}) 平均浓度为 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 中心城区环境空气质量优良天数比率为 99.2%, 与 2020 年保持一致, 因此项目所在区域满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准。

8.2 环境辐射现状

由于项目设备尚未安装运行, 为了解项目所在地辐射环境现状, 建设单位特委托深圳市瑞达检测技术有限公司于 2023 年 12 月 12 日对本项目拟建的 DSA 射线装置工作场所及周围进行 X- γ 辐射剂量率监测, 目的在于了解项目 DSA 拟建工作场所及周围辐射环境水平情况。

(1) 检测方案

- ①检测单位: 深圳市瑞达检测技术有限公司
- ②检测时间: 2023 年 12 月 12 日
- ③天气情况: 晴
- ④检测目的: 玉溪市中医医院综合住院大楼 DSA 配置项目辐射环境现状监测;
- ⑤检测因子: X- γ 辐射空气吸收剂量率;
- ⑥检测仪器: AT1121 型 X- γ 剂量率仪 (编号: 45140);

表 8-1 检测仪器校准

序号	仪器设备名称	设备编号	校准证书编号	校准单位	校准有效期	量程	准确度等级
1	X 射线防护仪	AT1121	校准字第 202303000555 号	中国测试技术研究院	2023.09.26	10nGy/h-100Gy/h	$U_{\text{rel}}=2.6\% k=2$

⑦布点原则: 在 DSA 介入室拟建场所及周围进行布点, 共计布点 15 个, 确保设立的检测点位能够反映本项目拟建场所辐射环境现状;

⑧检测方法: 按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 中的要求进行。

(2) 质量保证措施

- ①合理布设监测点位, 保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准, 监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- ③监测仪器每年按规定定期经剂量部门检定, 检定合格后方可使用。
- ④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。
- ⑥监测报告实行三级审核制度, 经过校对、校核, 最后由技术负责人审定。

⑦现场监测时，收集了环境温度、环境湿度、天气状况等信息。

(3) 检测结果及评价

检测结果见表 8-2，检测点位见图 8-1，详细检测结果见附件 8。

表 8-2 本项目拟建场所及周围环境的 X-γ辐射剂量率检测结果

序号	检测点位置	地面介质	检测结果 (nGy/h)				备注
			最小值	最大值	报告值	标准差	
4	拟建缓冲区出口	混泥土	80	90	84	4	楼房内
5	机房右侧缓冲区	混泥土	85	93	90	3	楼房内
6	家属候诊区（原电梯厅）	混泥土	80	93	85	5	楼房内
7	医疗废物暂存间	混泥土	93	100	97	3	楼房内
8	拟建污物通道	混泥土	93	105	98	5	楼房内
9	拟建控制室观察窗	混泥土	91	105	98	5	楼房内
10	拟建控制室	混泥土	80	93	87	6	楼房内
11	拟建洁净走廊	混泥土	80	90	83	3	楼房内
12	介入室正上方 （住院综合楼 2 楼大厅收费处）	混泥土	90	105	95	5	楼房内
13	介入室正下方 （住院综合楼地下停车场）	混泥土	90	101	96	5	楼房内
14	邻紫艺路人行道	混泥土	94	105	99	4	道路
15	住院综合楼入口左侧花池	混泥土	82	101	96	9	道路
16	玉溪师范学院（西院）	混凝土	92	104	96	4	道路

注：本次监测结果未扣除宇宙射线响应值，本次监测采用同一监测设备在项目拟建地与拟建地周围（医院四周）均进行了监测，拟建地 X-γ辐射剂量率水平与拟建地周围（医院四周）X-γ辐射剂量率水平中宇宙射线响应值相当；可以进行 X-γ辐射剂量率评价。

由表 8-1 可知，玉溪市中医医院综合住院大楼 DSA 配置项目拟建场所的 X-γ辐射剂量率测值为 80~105nGy/h，与本次监测的医院外背景值（14-16 号监测点）的 X-γ辐射剂量率 82-105nGy/h 水平相当。本项目拟建场所的 X-γ辐射剂量率处于医院所在区域正常辐射水平范围内。

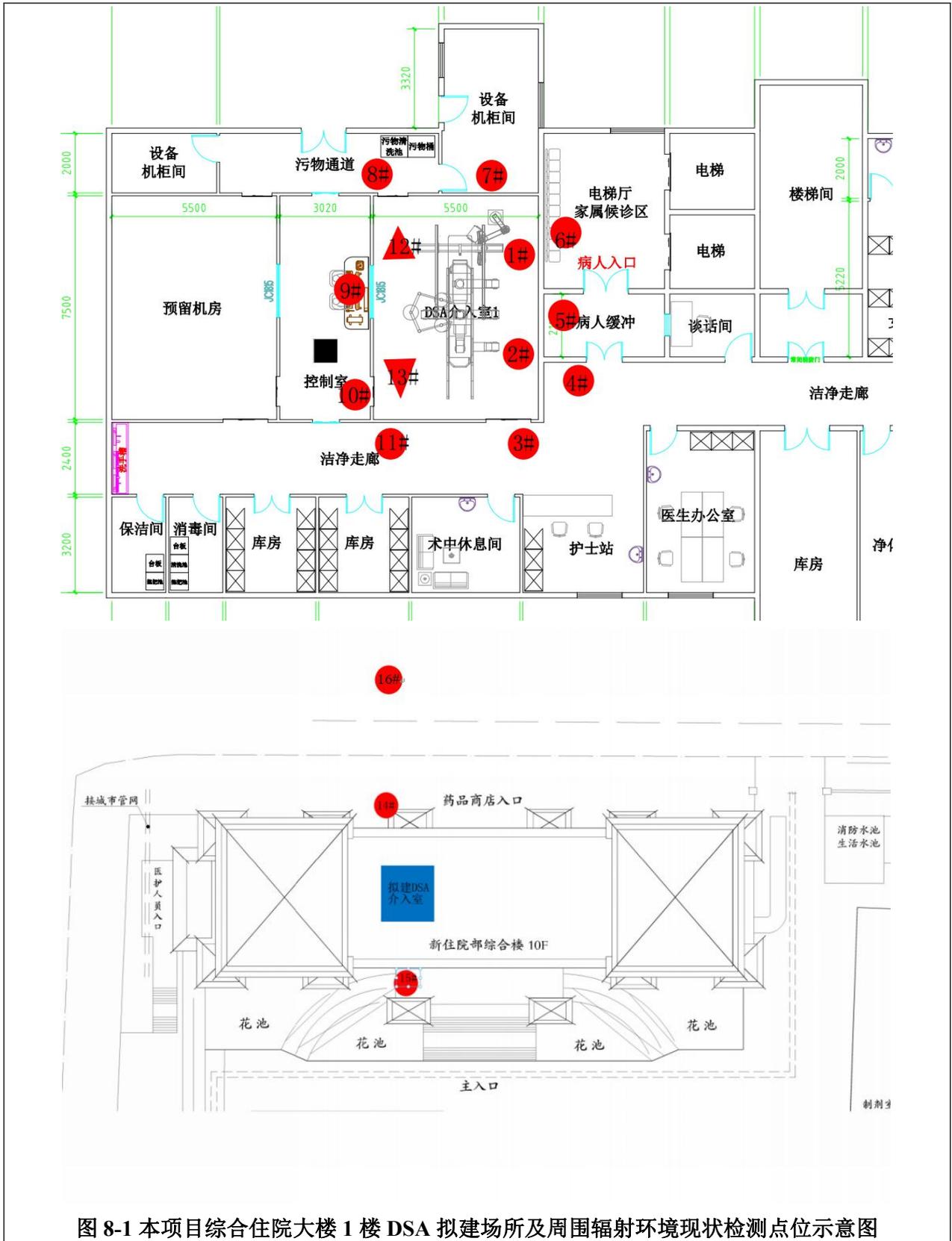


图 8-1 本项目综合住院大楼 1 楼 DSA 拟建场所及周围辐射环境现状检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

一、施工期工艺分析

项目施工过程中首先根据使用要求进行规划布置及设计；然后按照设计组织施工，施工完成后对建筑物内部进行改建及必要的辐射防护施工、装修和设备安装，并进行调试。

综合住院大楼 1 楼机房拟建区域为建设方建设综合住院大楼时原医院药房，将其拆除后装修作为 DSA 机房拟建场所，内部还未进行装修，相关的辐射防护工程尚未施工，同时对项目控制室、更衣室、控制室、设备机柜间等辅助工程进行改建装修，施工工艺流程及产污环节，见图 9-1：

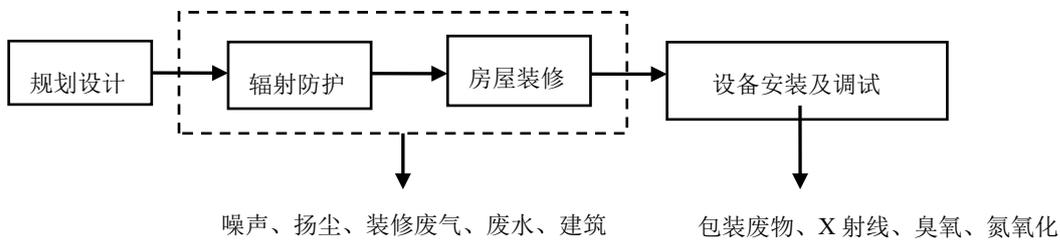


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

本项目主要是在建筑内部的机房及辅助工程进行施工，再对机房进行水电、通排风等基装，再对机房内部墙体安装屏蔽材料、安装防护铅门、观察窗及装修工程等。

本项目主要是在建筑内部进行施工，先进行区划调整改造后再对部分墙体进行拆除，根据平面设计重建墙体及隔断，再进行水电、通排风等基装，再对机房内部墙体安装屏蔽材料、安装防护铅门、观察窗及装修工程等。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，以备后期验收。

二、运营期工艺分析

1、工作原理

数字减影血管造影系统（Digital subtraction angiography 简称 DSA），其基本原理是：注入造影剂之前，首先进行第一次成像。X 射线穿过人体各解剖结构形成荧光影像，经过影像增强器后为电视摄像管采集而形成视频影像，再经过对数增幅和模/数转换形成数字影像，这些数字信息输入计算机处理后并进行贮存。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。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。再经减影、对比度增强和数/模转换，产生数字减影图像。转换过程基本原理见图 9-2，临床 DSA 实际图像见图 9-3。

DSA 特点是图像清晰，分辨率高，对观察血管病变，血管狭窄的定位测量，诊断及介入治疗提供了真实的立体图像，为各种介入治疗提供了必备条件。

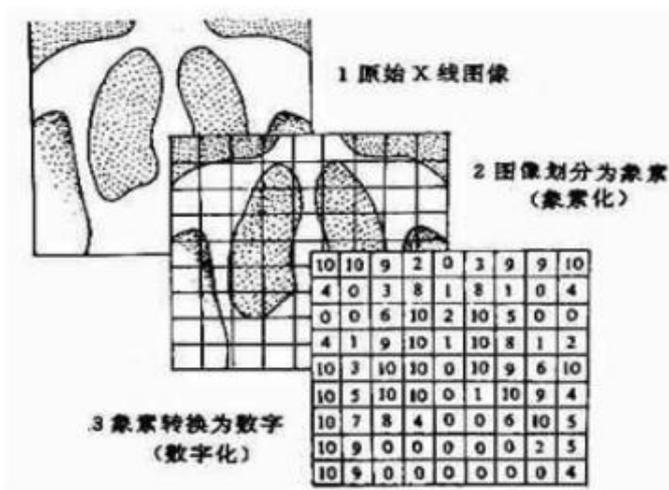


图 9-2 转换过程基本原理

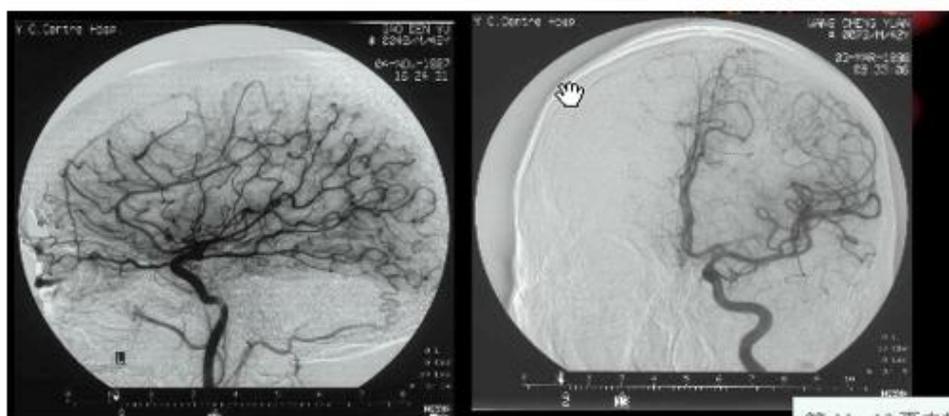


图 9-3 临床 DSA 图像

2、设备组成

DSA 主要组成如下：

①X 射线管组件：旋转阳极 X 射线管、油浸式 X 射线管套、X 射线束准直器。该部分为 X 射线的发生部位。

②高压发生器：高压变压器、X 射线管灯丝变压器、高压整流器、高压变换闸、高压插座。

③控制台：电源开关、电源电压调节器及电压表、管电压调节器及管电压表、管电流调节器及管电流表、曝光控制及指示器、容量保护装置及指示器、透视量限制器。

④辅助支持设备：C 型臂式机械装置；荧光屏、电视设备、成像板、电影机、平板探测器 FPD 等影像装置；固定器、压迫器、专用滤线栅、铅橡胶防护帘等配套装置。本

项目 DSA 设备型号待定，设备外观参考常见 DSA 设备形状，见图 9-4。



图 9-4 DSA 设备外观图

3、操作流程

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。

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，减影：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况，透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风后身着铅服、铅眼镜、铅手套等防护用品，在曝光室内对病人进行连续曝光。DSA 主射方向为由下向上，设备有靶头旋转出束操作。

在设备开机运行过程中会有 X 射线产生，并有微量的臭氧及氮氧化物产生，设备关机时不会产生 X 射线及臭氧及氮氧化物产生。

根据院方提供的资料，DSA 投入运行后，计划年开展介入心病科手术共约 500 台，单台手术减影曝光时间约 2min，透视曝光时间约 15min。DSA 减影时所需最大管电压约为 70kV~80kV、所需最大管电流约为 400mA~500mA；透视时所需最大管电压约为

60kV~75kV、所需最大管电流约为 5mA~10mA。项目 DSA 射线装置年出束时间 141.7h，其中减影约 16.7h，透视约 125h，由于隔室减影操作时间仅占整台手术 DSA 出束时间 11.8%，所占比例较小，而透视操作时间占整台手术 DSA 出束时间 88.2%，所占比例较大、对保护目标影响比较大，因此透视操作为本次评价的重点。

4、靶头旋转操作流程

全自动悬挂 C 臂≥六轴、具有智能床旁控制系统可以控制机架和导管床的运动，机架立柱和底盘可分离运动，从而使 C 臂既可垂直于导管床横向水平移动，也可沿导管床纵向移动，机架偏心安装，C 臂沿导管床纵向移动，覆盖范围≥210cm，准直器和平板探测器具备自动跟踪旋转技术，无论 C 臂机架与检查床投照角度如何，平板探测器始终与检查床保持相对静止，实时图像始终保持正直向上无偏转。

5、人流物流路径规划

项目人流物流遵循，医患分开、清污分开原则。

(1) 人员路径规划：

医务人员通道：介入手术医务人员沿医生办公室外洁净走廊行至主楼梯东侧换鞋更衣区进行更衣及清洗，更衣后进入主楼梯南侧缓冲区，通过缓冲区后沿机房西侧洁净走廊进入前室，后通过机房旁更衣室门进入控制室，经控制室与机房间的电动感应防护铅门进入机房操作手术。

患者通道：患者从 DSA 介入室东侧的病人入口进入 1 楼后，经过病人缓冲区后沿洁净走廊患者通道门进入 DSA 介入室，出院则沿洁净走廊进入复苏室，患者苏醒后入口离开。患者入口铅门由机房内医生控制开关，避免人员误入。患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，便于行动不便的患者治疗。

(2) 物品流向路径规划：

污物通道：污物通过 DSA 介入室内的医废收集桶收集，手术结束后通过污物通道门进入西北侧污物间内暂存，最后委托玉溪兴洁垃圾处理有限公司清运处置。

项目涉及的人流和物流的路径规划见附图 7。本项目设计的 DSA 工作场所设置了医务人员通道、患者通道和污物通道，各个通道相互独立

设有独立的门和路线，有利于介入手术室的洁净管理，有利用人流、物流合理规划路线，避免交叉污染。项目路径规划符合辐射防护最优化的要求。

6、DSA 工作流程及产污环节

DSA 在进行曝光时可分为减影和透视两种情况：

①减影是操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过控制室铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流；

②透视是病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。

在设备开机运行过程中会有 X 射线产生，并有微量的臭氧及氮氧化物产生，设备关机时不会产生 X 射线及臭氧及氮氧化物产生。本项目 DSA 工作流程及产污环节见图 9-5。

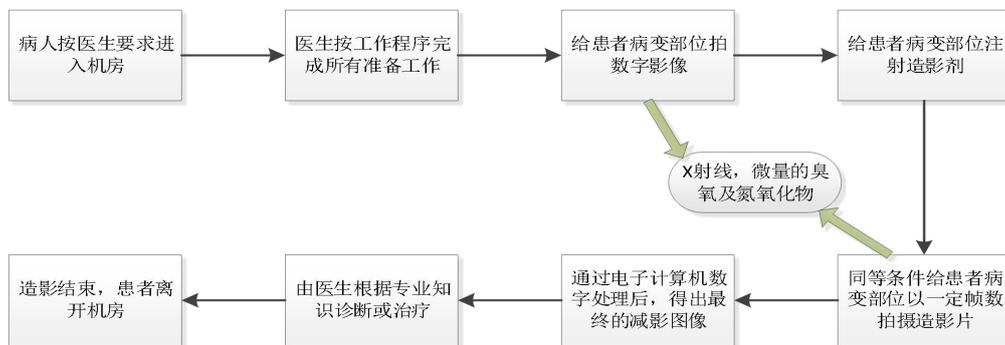


图 9-5 DSA 工作流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

一、施工期污染源

项目工程量小，施工时间短。在施工过程中有施工噪声、施工废渣、施工废水和建筑粉尘等污染物产生。施工区域邻近医院病区声环境敏感，施工单位应合理安排好施工时间，禁止夜间施工，尽可能采取低噪声设备及采取隔声减震等措施降低施工噪声对周围环境的影响；施工所产生的少量生活废水依托医院排水及污水处理系统，最终排入城市污水管网；在装修过程中尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；建设施工所产生的少量建筑废渣、设备安装产生的包装废物由施工单位负责清理，并送指定的建筑垃圾处置场。为保证手术室满足防辐射要求，手术室屏蔽设施建设过程中，应严格施工，避免防护材料或两面墙体衔接处有漏缝产生。项目施工期污染物核算如下：

施工期仅存在装修设备产生的机械噪声和装修过程产生的装修垃圾及施工人员产生的少量生活垃圾和洗手污水，项目在玉溪市内，施工人员均在外部用餐、回家住宿，因此项目施工工人不在施工场内食宿。施工期间的环境污染因素主要是施工废气、污水、

噪声和固体废物等。

(一) 施工废气

建筑装修的过程中产生粉尘。在装修的过程中主要是对墙体进行粉刷，本项目施工的工序均位于室内，项目造成周边的粉尘浓度较低，采用洒水措施，保持装修室内一定的湿度，则基本不会产生较大的影响。

建筑装修的过程中产生少量的装修废气。为减少装修废气的产生，本项目装修的过程中采用成品材料对房屋进行分割，只在极少部分的装修过程中采用“环保型”油漆及涂料，并保持良好的通风措施，对周围环境不会产生较大的影响。

设备在调试过程 X 射线电离空气产生臭氧和氮氧化物。设备调试时间很短，产生的臭氧和氮氧化物量很少，且可通过机房的排风装置从大楼楼顶排至室外，对周围环境影响很小。

(二) 施工废水

施工期的水污染主要来自施工人员生活污水的排放。施工所产生的少量生活废水依托医院排水及水处理系统，最终排入城市污水管网。

(三) 噪声

施工期间噪声主要是室内凿打声、电钻声和物料撞击声，多为瞬间噪声。施工单位应合理安排好施工时间，禁止夜间施工，尽可能采取低噪声设备及采取隔声减震等措施降低施工噪声对周围环境的影响。

DSA 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。

(四) 固体废物

1、装修垃圾

本工程建筑垃圾主要为废弃的建筑材料，主要成分为：水泥、木屑、碎木块、弃砖、纤维、碎玻璃、废金属、废瓷砖等。根据工程设计，墙体拆除、布局调整的过程中产生弃砖、混凝土、废瓷砖等建筑垃圾，按建筑垃圾产生量 $0.05\text{t}/\text{m}^2$ 计算，本项目涉及的室内建筑面积约 221m^2 ，则建筑垃圾产生量约为 11.05t 。本项目所产生的建筑垃圾可进行回收作为建材原料再利用，因此，项目的建筑垃圾产生后，经过统一收集外售作为建材原料，或者运至玉溪市政管理部门指定的建筑垃圾堆放点，严禁乱堆乱放。

2、生活垃圾

施工人员的生活垃圾设置堆放点，并采取分类收集、即产即清的方法外运至玉溪市中医医院指定地点，由环卫部门统一处理。

根据以上分析，本项目在建设施工期对周围环境产生影响较小，随着施工的开始，施工期带来的影响也随之结束。

（五）设备调试辐射影响

设备在调试过程会产生 X 射线，对周围人员产生外照射。设备安装、调试均由厂家专业技术人员负责完成，设备在调试时，机房的防护措施已经建设完成，且调试时间很短，产生的 X 射线经机房屏蔽后对周围环境影响很小。在安装调试阶段，加强辐射防护管理，在此过程中保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。人员离开时机房必须上锁并派人看守。

二、运行期正常工况污染源

项目 DSA 的 X 射线诊断机曝光时，出束方向向上；注入的造影剂不含放射性，血管造影流程及产污环节如图 9-5 所示，运营期主要环境影响有射线装置产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物，设备运行和通排风系统产生的噪声，介入手术产生的医疗废物及工作人员产生的生活垃圾和生活污水等。主要污染情况如下：

（1）辐射污染

在 X 射线机曝光状态时会产生 X 射线，X 射线属于非带电粒子，其能量与曝光时 X 射线的管电压有关，具有较强的穿透性，本项目 DSA 射线装置额定电压为 125kV，额定管电流为 1000mA。DSA 主射方向主要为从下往上，设备有靶头旋转出束操作情况。

DSA 正常工况下的主要污染途径是，在开机曝光时会有有用束、漏射、散射的 X 射线对周围环境造成的辐射污染，包括对手术室内介入手术工作人员及手术室外其他工作人员及周围环境产生的外照射辐射影响。

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屏蔽防护，以防止 X 射线泄漏到室外，对医生及其它公众人员构成伤害。X 射线随机器的开、关而产生和消失。

（2）废气

X 射线机曝光状态下，X 射线在穿透空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：



臭氧是强氧化剂，浓度大时对人的呼吸道有损伤作用。本项目射线装置曝光时间很短，臭氧和氮氧化物的产生量很少，DSA 介入室内安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m³/h，介入室外安装 1 台排风量为 2500m³/h 的全热新风交换机，机房净空体积为 117.89m³，换气次数在每小时 8 次，产生的臭氧和氮氧化物可通过该换排风机排风口排出 DSA 介入手术室，最后通过综合住院大楼楼顶排放口排放，外排后通过稀释扩散，产生废气对外环境影响较小。

(3) 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/T2324168-2019)，本项目用水量按照“医院-门诊（无住院部含行政及医务人员、附属设施用水）-20L/（人·次）”计算，介入手术每年约进行 500 人次，则项目用水量为 0.04m³/d，10m³/a（年工作 250 天），产污系数按 0.8 计，则产生医疗废水约 0.032m³/d，8m³/a，本项目医疗废水经过化粪池预处理后，同生活污水一并排入玉溪市中医医院污水处理站进行处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值后，排入市政污水管网。玉溪市中医医院目前建有一座污水处理站，处理工艺为“UASB+生物接触氧化+消毒”，日处理规模为 500m³/d，根据医院住院大楼建设项目验收意见，医院污水产生量约为 240m³/d~300m³/d，项目产生废水与现状医疗废水相似，因此本项目运营期医疗废水能够排入污水处理站进行处理，污水处理站有余量能够处理本项目产生的医疗废水。

(4) 固体废弃物

项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理，无废胶片产生。

介入手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料及手术垃圾，该固废属于医疗废物，将采用专门的医疗废物收集容器收集后，转移至污物处置间暂存。项目手术台数约 500 台/a，根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》第四分册医院污染物产生、排放系数进行医疗废物产生量核算，每台手术产生医疗固废 0.05kg/人，项目门诊医疗废物产生量约为 0.025t/a。按照医疗废物执行转移联单制度，收集后运送至机房西北侧污物间内暂存，定期委托玉溪兴洁垃圾处理有限公司统一处置。

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，根据城镇生活源产排污系数手册，住宿工作人员生活垃圾产生量按 1kg/d·人计算，则运营期工作人员生活垃圾产生量为 15t/a，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后交由当地环卫部门统一处理。

(5) 噪声

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

表 9-1 项目污染物产生及处置情况表

类型	产生情况	处置方式
废气	少量的臭氧和氮氧化物	DSA 介入室内安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m ³ /h，介入室外安装 1 台排风量为 2500m ³ /h 的全热新风交换机，产生的臭氧和氮氧化物可通过该换排风机排风口排出 DSA 介入手术室，外排后通过稀释扩散，产生废气对外环境影响较小。
废水	产生医疗废水约 0.0128m ³ /d，3.2m ³ /a	本项目医疗废水经过化粪池预处理后，同生活污水一并排入玉溪市中医医院污水处理站进行处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值后，排入市政污水管网。
固废	一定量的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料及手术垃圾等医疗废物	采用专门的医疗废物收集容器收集后，转移至污物间暂存。按照医疗废物执行转移联单制度，依托医院医疗废物管理制度统一处置。
噪声	主要产噪设备为风机、空调制冷机组	DSA 设备运行时产生噪声较小，采取隔声减震措施降低噪声影响。
电离辐射	在设备开机运行过程中会有 X 射线产生。	通过设备机房的辐射防护后，设备对周围的辐射影响较小。

三、运行期事故情况污染源

本项目配置 1 台类射线装置——数字减影血管造影系统（DSA）的使用。DSA 射线装置不运行时不存在放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有 DSA 射线装置机运行期间才会产生 X 射线等危害因素，事故主要包括以下几种：

- (1) 门灯连锁装置和报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的射线装置机房；
- (2) 其它医护人员还未全部撤离机房，即进行曝光，人员受到不必要的照射。所受到的照射剂量与其所在位置有关，距离射线装置越近，受照剂量越大。
- (3) 在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。
- (4) 医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作受到射线照射。

四种事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

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

一、工作场所分区管理

为加强 DSA 工作场所的管理，防止无关人员受到不必要的照射，医院对本项目进行了分区管理。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本次环评结合现场实际将 DSA 介入室作为辐射防护控制区，将操作间、污物间划为辐射防护监督区，并将在辐射防护监督区处设置电离辐射警告标志及中文警示说明，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。

两区划分防治措施：

控制区：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；控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。

监督区：在监督区设立警告标识和标牌，仅允许相关医生进入，其余无关人员均不得随意进入。

本项目控制区与监督区的划分见图 10-1。

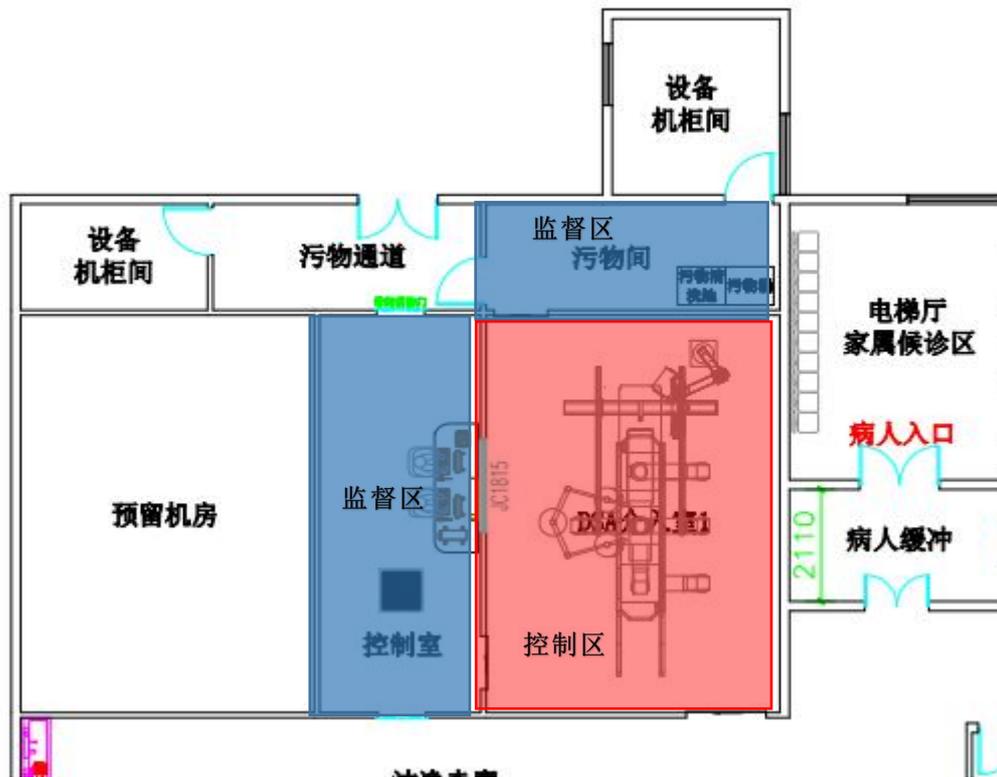


图 10-1 本项目控制区与监督区划分示意图

同时将机房四周、楼下区域、紫艺路人行道等公众活动区域作为辐射环境影响关注区，在运行期须加强对上述辐射环境影响关注区的定期监测、年度监测和验收监测，发现问题及时处理，在医院西北侧外墙（紫艺路方向）设置担心电离辐射标示标牌，防止行人长时间停留。

DSA 介入室设有独立的医护通道、患者通道和污物通道，医生、患者和污物在 DSA 介入室的运行路线见附图 7。

二、场所设计屏蔽措施

X 射线的基本防护原则是加以必要的屏蔽、减少照射时间及远离射线源。本项目对外照射的防护方法主要有源项控制法和屏蔽防护。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定了各种射线装置的辐射屏蔽要求及机房要求，其中关于介入 X 射线设备机房屏蔽及机房规定要求见表 10-1。

表 10-1 介入 X 射线设备机房的防护要求

机房类	有用线束方向铅当量(mm)	非用线束方铅当量 (mm)	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)
C 形臂 X 射线设备机房	2	2	20	3.5

可查《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.5，根据《放射诊断放

射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量，管电压（有用线束）为 125kV 时，查表计算得 120mm 厚混凝土约为 1.5mm 铅当量。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量，管电压（有用线束）为 125kV 时，查表得 298mm 实心砖约为 3.0mm 铅当量，本项目 240mm 实心砖保守取 2.35mm 铅当量。

根据施工单位提供的检测报告，32mm 的硫酸钡板铅当量不低于 3.5mm 铅当量，因此本项目 30mm 硫酸钡板防护能力约为 3.28mm 铅当量、60mm 硫酸钡板防护能力约为 6.56mm 铅当量。

墙面防护方案：机房邻家属候诊区一侧墙体为 240mm 实心砖墙（2.35mm 铅当量），采用 30mm 的硫酸钡涂料（3.28mm 铅当量）进行防护；其余三面墙体采用镀锌方管龙骨焊接支撑架，上面铺设 4 层 15mm 厚硫酸钡板（6.56mm 铅当量），机房邻家属候诊区一侧墙体综合具有 5.63mm 铅当量的辐射防护水平，其余三面综合具有 6.56mm 铅当量的辐射防护水平。

顶面防护方案：DSA 手术室顶面采用 120mm 厚混凝土楼板（1.5mm 铅当量），面铺设两层 15mm 厚硫酸钡板（3.28mm 铅当量），顶面综合具有 4.78mm 铅当量的辐射防护水平。

地面防护方案：DSA 介入室地面为 150mm 厚混凝土楼板（1.9mm 铅当量），楼板上涂 30mm 硫酸钡涂料（3.28mm 铅当量），地面综合具有 5.18mm 铅当量的辐射防护水平。

铅门材料工艺：所有射线防护门均采用钢木复合型，门扇骨架为方管组焊的钢骨架，在钢骨架两侧为大芯板，防护材料为厚度为 4.5mm 的国标纯铅板材料组合成的内衬，外层采用 1.0mm 厚不锈钢面板装饰，综合具有 4.5mm 铅当量的辐射防护水平。

控制室观察窗材料：采用规格尺寸为 1500*900*20mm 的铅玻璃，根据施工单位提供的检测报告，20mm 厚铅玻璃辐射防护水平不低于 3.5mm 铅当量，因此 20mm 铅玻璃的防护水平保守取 3.5mm 铅当量。

本项目 DSA 介入室的辐射防护屏蔽材料、屏蔽厚度及所对应的等效屏蔽效果见表 10-2，屏蔽防护设计示意图见图 10-2 和图 10-3。

表 10-2 本项目 DSA 介入室辐射防护屏蔽设计一览表

场所名称	屏蔽方位	屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果	标准要求	是否符合
DSA 介入	四周墙体	机房邻家属候诊区一侧墙体综合 240mm 实心砖墙+30 硫酸钡涂料，其余三面铺设	5.63mmPb 6.56mmPb	屏蔽防护当量不得低于 2mmPb	是

室		4层 15mm 厚硫酸钡板			
	顶面	120mm 混凝土楼板+2层 15mm 硫酸钡板	4.78mmPb		
	地面	150mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料	5.18mmPb		
	病人防护门、 医护防护门、 污物防护门	污物通道防护门，采用自动平开铅门； 医生进出防护门、患者 进出防护门，采用电动平移式铅门；防 护门套选用钢铅复合门，内有 4.5mm 厚 铅板防护，再用 4.5mm 铅板向四周铺贴。	4.5mmPb		
	控制室观察窗	选用 20mm 厚铅玻璃	3.5mmPb		
	DSA 介入室 面积	DAS 介入室长约 7.6m、宽约 5.6m，内净面积约为 42.56m ²		最小有效使用面积不 小于 20m ² ，最小单边 长度不小于 3.5m	是
通排 风	通风透气	机房采用风机换气，进出风口接入住院综合住院大楼外侧墙体预留通风口，风管穿墙部分、弯管用 4mm 厚铅皮包裹，相当于 4.0mmPb 辐射防护水平。DSA 介入室内安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m ³ /h，介入室外安装 1 台排风量为 2500m ³ /h 的全热新风交换机。			
电缆	电缆布置	底面将地面地胶铲除后开凿 200mm 深的电缆沟。从设备基座下方设置电缆沟(30cm 宽×20cm 深)，DSA 手术室电缆沟从西南侧斜向 45°穿过屏蔽墙进入控制室，电缆沟宽 30cm、深 20cm，穿墙位置从 DSA 手术室 200mm 处至控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅板，上方再用 5mm 厚钢板做盖板，能够有效防止射线泄露，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能。			

由表 10-1、10-2 对比可知，本项目 DSA 手术室的屏蔽防护及有效使用面积及单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关规定，机房设计合理。

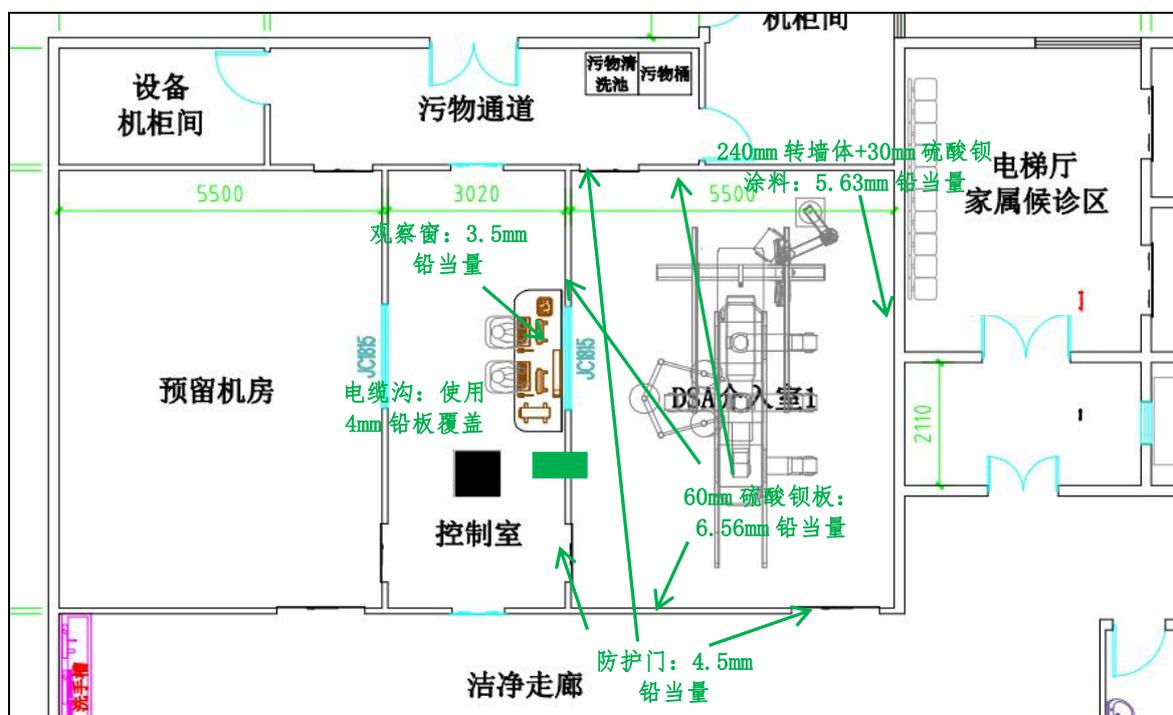


图 10-2 本项目 DSA 介入室屏蔽防护设计平面图

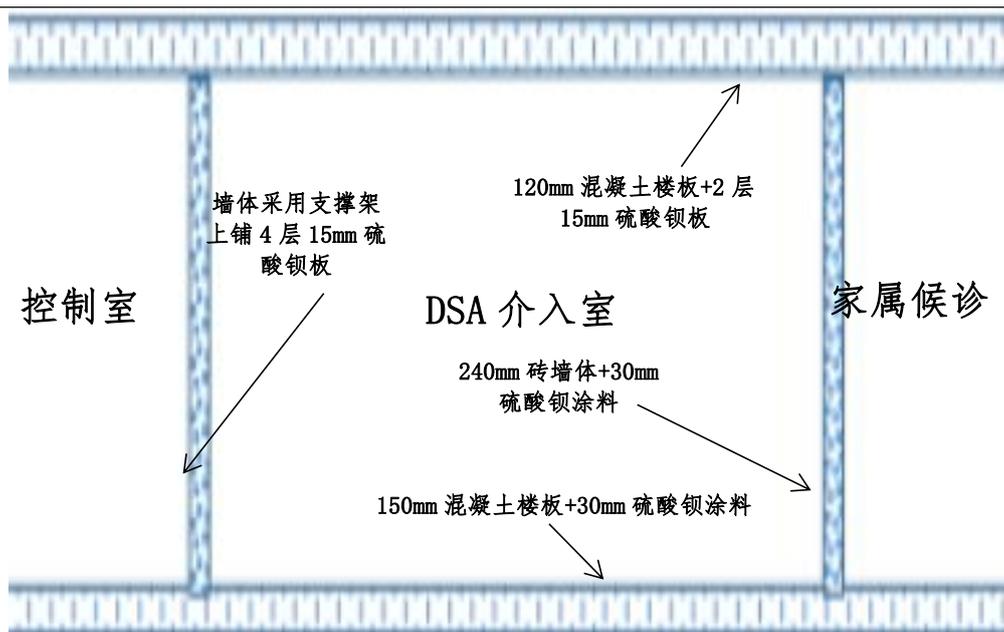


图 10-3 本项目 DSA 介入室屏蔽防护设计剖面图

三、辐射安全和防护措施

X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离辐射源以及加以必要的屏蔽。本项 DSA 介入室对 X 射线外照射采取了以下辐射安全与防护措施：

1、设备固有措施

本项目 DSA 设备从厂家购买，在使用运行期间性能稳定，设备各项固有安全措施齐备，设备的拆卸、安装、调试均由设备厂家专业人员进行，仪器自身采取了多种安全防护措施：

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

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

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

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

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

少不必要的照射。

⑥配备相应的表征剂量的指示装置：应配备能在线监测表征输出剂量的指标装置。

⑦配备辅助防护设施：DSA 设备配备有防护屏蔽吊架、各种防护屏蔽挂帘等辅助防护用品与设施，DSA 床旁的铅防护帘，机头处的铅悬防护屏，这些屏蔽体具有 0.5mm 铅当量防护水平。

2、个人防护措施

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求配置个人防护用品及辅助防护设置，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	辅助防护设置	个人防护用品	辅助防护设置
放射诊断学用 X 射线设备格式透视、摄影	--	--	铅防护围裙（方形）或方巾、铅颈套、铅帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏；定特殊受检者体位的各种设备
介入放射学操作	铅围裙、铅颈套、铅帽子、铅防护眼镜	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、移动铅防护屏风	铅防护围裙（方形）或方巾、铅颈套、铅帽子	--

注：“--”表示不要求。

①DSA 介入室符合防护要求的辅助防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围裙、铅眼镜、铅围脖；项目建成后配置防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅方巾各 6 套，用于介入手术人员及受检者手术时穿戴；上述防护用品须 $\geq 0.5\text{mm}$ 铅当量。

②DSA 设备上自带有铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘及移动铅防护屏风，铅当量 $\geq 0.5\text{mm}$ 铅当量。DSA 手术室在对病人病灶进行照射时，对病人病灶以外的部位用铅方巾进行了遮盖，必要时应穿着其他防护用品，尽可能避免了病人受到不必要的辐射照射。

③本项目建成后，配置 2 台个人剂量报警仪和 1 台 X- γ 辐射监测仪，6 名辐射工作人员各配置 1 个人剂量计。

3、场所设计安全措施

(1) DSA 医护工作人员通道防护门、介入室患者通道防护门和污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动，防止无关人员误入机房，导致误照射；

(2) DSA 医护工作人员通道防护门、介入室防护门及病人入口门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在此逗留；

(3) DSA 医护工作人员通道防护门、介入室患者通道防护门和医生通道防护门设计有闭门装置，可使防护门时刻处于常闭状态，防止射线泄漏到手术室外，导致误照射，且各防护门设置防夹装置，避免防护门关闭时造成夹伤；

(4) DSA 介入室内侧墙壁及控制室内设计有 2 个急停按钮，当设备误照射或故障时能够及时的中断照射；

(5) 视频监控及对讲系统：建设单位拟在 DSA 机房安装视频监控及对讲系统，患者进入 DSA 机房后，操作医师在控制室通过监控视频可实时监控 DSA 机房内患者状况及机房内情况，通过对讲系统与患者沟通；

(6) 医生换鞋间入口门及病人入口门设计有门禁，禁止无关人员进入；

(7) 门灯连锁装置及工作状态指示灯：各铅门、外顶部均安装有工作状态指示灯，防护门顶部安装有连锁装置，将防护门开关情况与工作状态指示灯有效联动，当防护门关闭后，连锁装置联动工作状态指示灯变亮，警示非工作人员不得入内，防止无关人员误入机房，导致误照射。

(8) 在进行介入治疗时，防护门前禁止人员停留。

本项目 DSA 介入室拟安装的安全措施示意图 10-4。

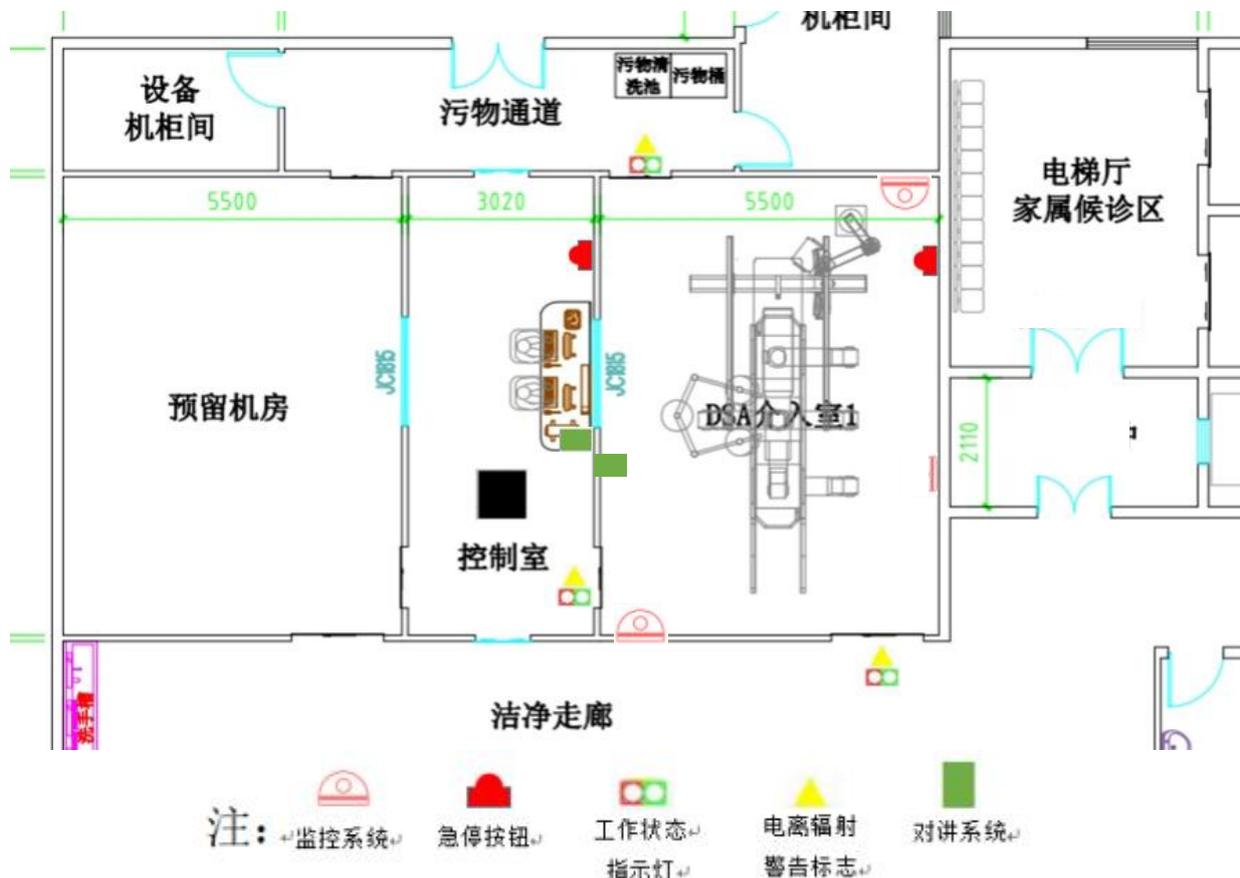


图 10-4 DSA 介入室拟安装的安全措施示意图

4、电缆布置

本项目 DSA 介入室内底面进行防护施工时，控制室和设备间位置将新铺设 200mm 普通水泥进行地面平整，地面平整时在控制室和设备间位置预留 200mm 深的电缆沟，在其上方新增屏蔽措施，DSA 介入室电缆沟示意图 10-5。

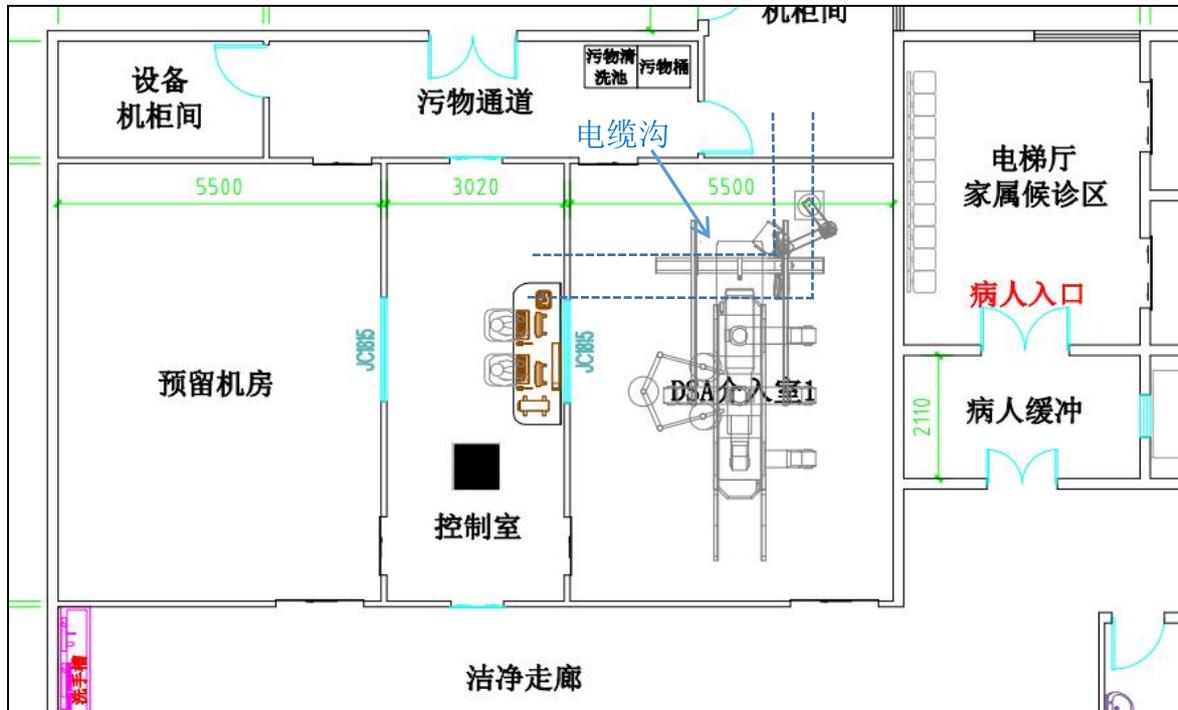


图 10-5 DSA 介入室电缆沟示意图

电缆线槽穿墙采用 U 型沟，控制电缆由 DSA 介入室地下直穿墙电缆沟连接至控制室，电缆沟深 200mm、宽 300mm，在控制室内的电缆沟采用 4mm 厚铅板+地胶饰面进行屏蔽防护，具有 4.0mmPb 防护水平，电缆沟长度应满足设备电缆布设要求，控制室内电缆沟需要铺铅屏蔽盖板，电缆沟穿墙不会影响屏蔽墙体及地面的屏蔽效果。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。电缆沟穿墙示意图见图 10-6。

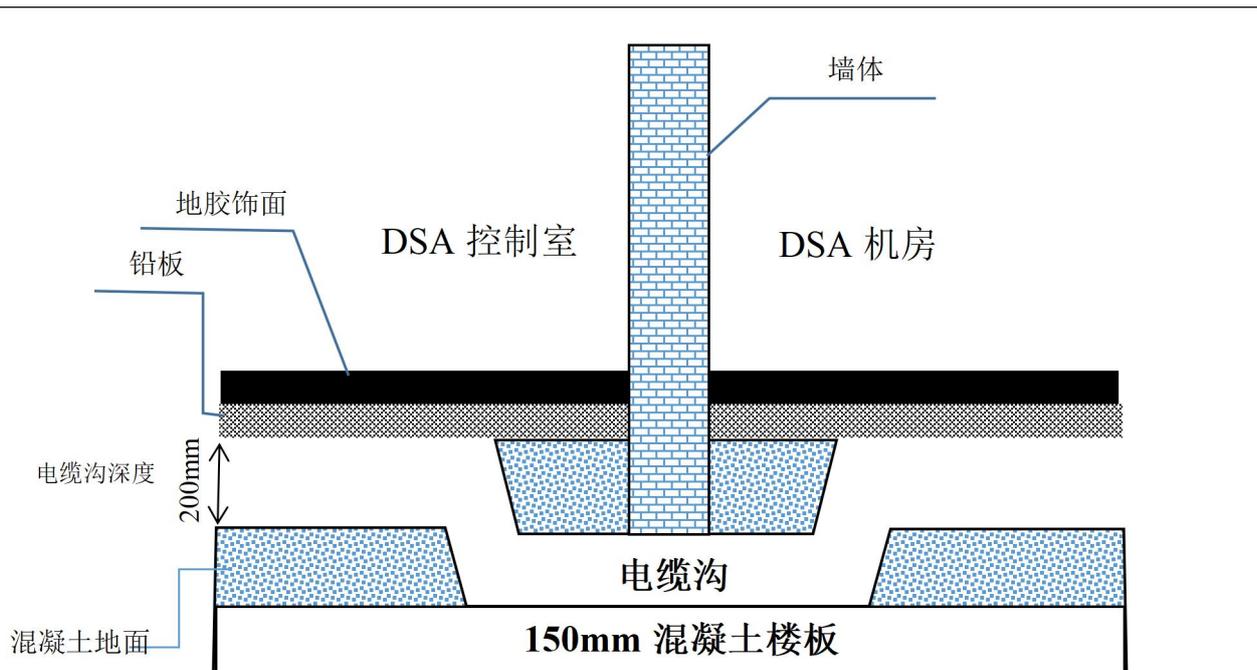


图 10-6 DSA 介入室电缆沟穿墙示意图

5、通风管设置

本项目设置独立通排风系统，项目废气不进入中央空调，DSA 介入室内安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 $1500\text{m}^3/\text{h}$ ，介入室外安装 1 台排风量为 $2500\text{m}^3/\text{h}$ 的全热新风交换器，产生的臭氧和氮氧化物可通过该换排风机排风口排出 DSA 介入手术室，对环境影响很小。

本项目 DSA 介入室机房通排风管道从西北侧蔽墙穿墙出机房，距 DSA 手术室地板约 0.3m ，将采用斜向 45° 穿墙设计，排风口位于综合住院大楼楼顶。

通风管道内径约为 100mm ，将采用斜向 45° 穿墙设计，风管采用 4mm 厚铅皮对风管进行包裹处理，长度不小于风管直径（长边）3 倍；风管与穿墙位置缝隙采用 4mm 厚铅皮覆盖防护，覆盖应超过缝边不小于 50mm ，并与风管防护铅皮紧密贴合，通风管道穿墙位置处的墙壁的屏蔽效果大于 4mm 铅当量，有效防止射线泄漏。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。通排风管道穿墙示意图见图 10-7。

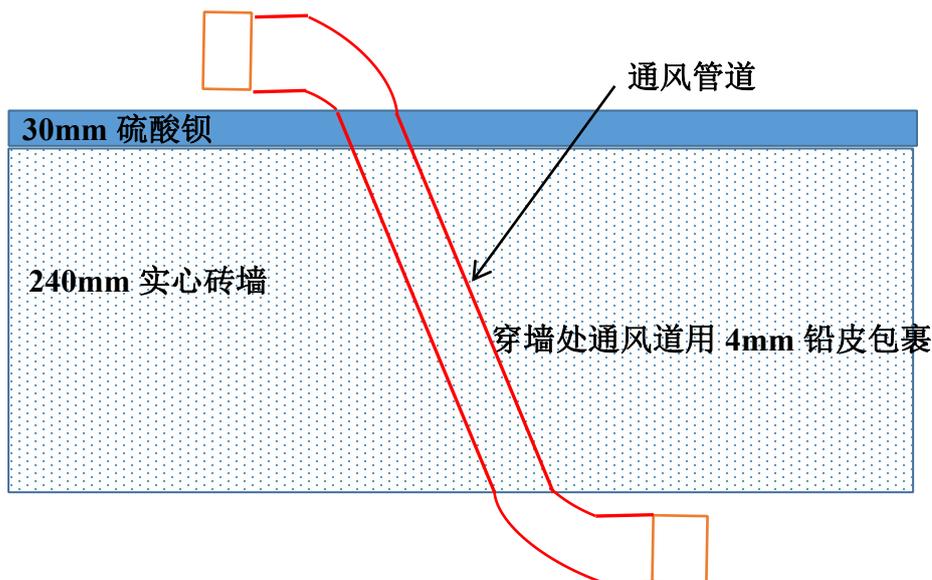


图 10-7 通排风管道穿墙示意图

6、个人剂量监测管理

辐射工作人员应按照国家规定配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪器应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。项目运行过程中，每年应请具有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断射线装置是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。

本次项目辐射工作人员共有 6 人，均为新增辐射工作人员，纳入放射工作人员管理，医院应对未来增加人员也配置相应的个人剂量计。个人剂量计应专人佩戴，定期送检，建立个人剂量档案。

医生个人剂量计不超过 90 天送检一次，检测委托具备有资质的单位进行，每次检测数据存档，建立辐射工作人员个人剂量档案。

7、医疗照射防护的最优化制度

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“医疗防护最优化”的要求，环评要求建设方制定医疗照射防护最优化制度，从医用放射设备要求、操作要求和医疗照射的治疗保证三个方面加强防护最优化。医疗放射性设备严格落实医用放射设备的要求：操作方面，做到使用合格设备，合理控制剂量，加强应急准备，严格执行放射诊断、放射治疗的操作要求。医疗照射的质量保证，严格落实医疗照射质量保证大纲的要求，加强临床剂量学工作，校准和给准辐射剂量。

①设备要求：应当将医疗照射所使用的系统设计成可及时发现系统内单个部件的故

障，以使对患者的任何非计划医疗照射降至最小，并有利于尽可能避免或减小人为失误。

②操作要求：应辨明各种可能引起非计划医疗照射的设备和人为失误；旋转操作过程中尽量减少对医务人员的直射照射；考虑相应专业机构所制定的可接受图像质量标准和相关医疗照射指导水平后，确保患者所受到的照射是否达到预期诊断目标所需的最小照射，并注意查阅以往的检查资料以避免不必要的额外检查；应制定对特殊人群（如孕妇或可能怀孕妇女）的放射治疗计划；将放射治疗可能产生的危险通知患者。

③医疗照射的质量保证：根据标准所规定的质量标准要求和和其他有关医疗照射质量保证的标准制定一个全面的医疗照射质量保证大纲，制定这种大纲时应邀请诸如放射物理等有关领域的合格专家参加；放射性治疗临床剂量测定应形成文件制度，记录患者每次治疗的剂量。

8、时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用 DSA 射线装置诊疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊疗方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外的照射。

9、辐射安全管理措施

医院成立了放射防护安全管理委员会，制定了辐射事故应急管理制度及方案、辐射防护和安全保卫、监测方案、辐射工作人员个人剂量管理、辐射工作人员培训、DSA 安全操作规程等制度。

10、其他措施

①加强 1 间 DSA 机房附近通道的管理要求，严禁非手术相关人员进入手术区域，减少人员在 DSA 设备出束使用时在机房周围停留。

②DSA 室设有观察窗和有语音提示系统，便于操作人员实时了解机房内的情况。

③制定完善相关规章制度及事故应急预案，尽可能的降低事故情况下对环境的污染。

④操作规程、岗位职责和辐射应急预案等相关制度应张贴于辐射工作场所醒目处。

11、本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）符合性分析

序号	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）	本项目	符合性
1	5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。 5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控	1、本项目 DSA 设备能满足防护性能的专用要求 2、本项目 DSA 设备具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。	符合

	<p>制键。</p> <p>5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。</p> <p>5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。</p>	<p>3、本项目 DSA 设备配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。</p> <p>4、本项目介入操作中，设备控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。</p>	
2	<p>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。</p> <p>2、X 射线设备机房（照射室）的设置应考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。</p> <p>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。</p> <p>4、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应大于 20m²、最小单边长度应大于 3.5m</p>	<p>1、经分析，本项目 DSA 设备、机房门、窗及管线口位置布置合理，避免了有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。</p> <p>2、本项目 DSA 机房的设置充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。</p> <p>3、本项目 DSA 设有单独的机房，机房满足使用设备的布局要求。</p> <p>4、本项目 DSA 机房，其最小有效使用面积大于 20m²、最小单边长度大于 3.5m</p>	符合
3	<p>1、C 形臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量都应大于 2mmpb。</p> <p>2、机房的门和窗关闭时铅防护当量应大于 2mmpb。</p>	<p>本项目 DSA 机房的四周墙体、楼顶、地面、铅防护门、防护门观察窗及控制室观察窗铅防护当量均大于 2mmpb</p>	符合
4	<p>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。</p> <p>2、机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>3、机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p>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。</p> <p>5、平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。</p> <p>6、电动推拉门宜设置防夹装置。</p> <p>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。</p> <p>8、模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。</p> <p>9、机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。</p>	<p>1、项目 DSA 机房都设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p> <p>2、DSA 机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>3、DSA 机房已设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p>4、每道 DSA 机房门外已设电离辐射警告标志；每道 DSA 机房门上方已设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应已设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>5、平开机房门均设有自动闭门装置；；工作状态指示灯能与机房门有效关联。</p> <p>6、电动推拉门均已设置防夹装置。</p> <p>7、受检者不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不留在机房内。</p> <p>8、机房出入口处于散射辐射相对低的位置。</p>	符合

10.2 三废的治理

1、废气治理措施

DSA 在曝光过程中臭氧、氮氧化物产生量很小，在设计中已经考虑了通风换气，项目 DSA 机房安装动力排放装置，采取连续通风换气后，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积，废气排到通过项目设置的全热新风交换机进行交换，有利于改善室内空气环境。

项目废气排放口位于综合住院大楼楼顶，通风管道采取相应的屏蔽措施，采用弯管及局部铅皮包裹处理，本项目射线装置曝光时间很短，臭氧和氮氧化物的产生量很少，外排后通过稀释扩散对环境影响较小。

2、废水治理措施

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施；本项目 DSA 配置有水循环冷却系统，冷却水循环使用，不外排；本项目医疗废水经过化粪池预处理后，同生活污水一并排入玉溪市中医医院污水处理站进行处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值后，排入市政污水管网。

3、固体废弃物治理措施

本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片产生；手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在 DSA 介入室中的垃圾桶，手术结束集中收集后作为医疗废物运送至机房西北侧污物间暂存，后委托玉溪兴洁垃圾处理有限公司进行处置；工作人员工作中产生的少量办公垃圾，将依托医院的保洁措施，统一收集后交由环卫部门统一处理。

4、噪声治理措施

机房空调外机工作时将产生一定的噪声，其噪声值较小，无需采用专门的降噪措施。

综上所述，本项目针对 DSA 运行过程产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施，能够满足环保要求。

本项目主要污染物的产生及主要环保措施见表 10-4。

表 10-4 项目主要污染物的产生及主要环保措施

内容	排放源	污染物	处理方案	排放要求
DSA 运行期	DSA 射线管	X 射线	设备自屏蔽，屋顶墙体地面屏蔽等屏蔽措施，佩戴个人防护用品及个人剂量检测仪、制定规章制度严格管理等	达到《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)第 6.3.1 条的机房的辐射屏蔽防护，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的规定要求；DSA 手术室医务人员年有效剂量低于 5mSv/a 的管理限值；机房附近其他公众年有效

			剂量低于 0.25mSv/a 的管理限值
废气	臭氧、氮氧化物	通风换气系统	微量
医务人员、病人	医疗污水	依托医院主体工程污水处理措施	《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准
介入手术	医疗废物	依托医院主体工程医废处理措施	严格按《医疗废物管理条例》、《医疗卫生机构医疗废物管理办法》执行
普通办公	一般固废	医院主体工程一般固废处理措施	按照当地环保部门进行处理
换气设备	噪声	依托设备采用低噪设备、排风管采用减震设计	聂耳路一侧厂界噪声执行 (GB12348-2008)《工业企业厂界环境噪声排放标准》中 4 类标准, 其余侧执行 2 类标准

5、环保措施及投资估算

根据 DSA 射线装置对保护目标及周围环境的影响, 按照国家有关法规和技术规范对项目进行辐射环境影响评价, 确认实践的安全与防护, 对不利影响及存在的问题提出防治措施, 把辐射环境影响减少到合理可达到的尽量低的水平。针对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, 提出减少工作人员和公众辐射剂量、改善辐射环境质量的对应措施和建议。

本项目环保投资估算费用见表 10-5。

表 10-5 本项目环保投资估算费用一览表

	类别	环保设施(措施)	投资金额(万元)
新增	电离辐射防护	电动铅防护门 3 套, 各具有 4.5mm 铅当量的辐射防护水平、控制室铅玻璃观察窗 1 套, 采用 4.5mm 铅当量厚度的铅玻璃, 电缆沟屏蔽使用 4mm 厚铅板、通排风管道包裹 4mm 厚铅皮 4 片	14.0
		邻家属候诊区一侧 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡涂料; 其余三面为巩固支撑架+4 层 15mm 硫酸钡板。 DSA 介入室内顶面为 120mm 混凝土楼板+2 层 15mm 硫酸钡板; 机房地面为 120mm 混凝土楼板, 楼板上涂 30mm 硫酸钡涂料。	15.0
	个人防护用品	铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜、铅围裙 6 套	1.0
	监测仪器及个人剂量监测	新增 1 套便携式 X-γ 辐射监测仪、2 套个人剂量报警仪, 个人剂量计 6 台	1.0
	警示标志	电离辐射警告标志 3 副、工作状态指示灯 3 套、门灯联锁装置 2 套	1.0
	监控、对讲系统	监控、对讲系统 1 套	1.0

废气治理	2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m ³ /h，1 台排风量为 2500m ³ /h 的全热新风交换机	6.0
噪声治理	采用低噪设备、换气扇底座、通排风管采用减震设计。	0.5
废水收集	依托建筑污水管网	0
固废收集	介入室设置 2 个医疗废物收集桶	0.2
事故应急物资储备	依托医院已有事故应急物资	/
其他	辐射安全规章制度上墙、竣工环保验收，控制区警示标志，监督区标牌。	3.0
合计		42.7

本项目的总投资约为 1300 万，其中环保投资约为 42.7 万元，占项目总投资额的 3.28%。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本次项目拟将玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼原医院药房改建为 1 间 DSA 介入室，并配置 1 台 DSA 设备（型号未定）用于介入诊疗。不新增用地，项目工程量小，施工时间较短。在投入使用前主要的施工是辅助用房（更衣室、设备间、污物间等）的改建和装修及机房墙体的简单装饰，再对机房进行辐射屏蔽防护安装及内部装修，设备安装的调试运行等，项目工程量小，施工时间较短。在施工过程中有施工噪声、建筑粉尘、建筑垃圾等产生。

（1）大气环境影响分析

本项目施工期产生废气的作业主要为施工时产生的扬尘及装修废气等。在装修施工阶段会有一定施工扬尘产生，可加强通风透气，降低扬尘的影响。装修过程中产生的挥发性气体等，通过加强通风或室内空气净化措施，严格按《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）控制室内环境，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。

（2）声环境影响分析

施工过程及设备使用时会对周围声环境产生一定影响，考虑项目工程量小，施工作业较少，施工方式主要为人为施工，机械设备的使用较少，同时项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。但必须重视的是，大楼周围病区对声环境较为敏感，施工单位应合理安排好施工时间，文明施工，禁止夜间施工，尽可能采取低噪声设备及采取隔声减震等措施降低施工噪声对周围环境的影响，场界噪声应控制在《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值内，施工期噪声只是在短期对局部环境造成影响。

（3）固体废物

产生的固废主要是施工废料等，由施工单位依照当地行政主管部门要求负责清运，送指定的建筑垃圾处置场。另外生活人员产生的生活垃圾，产生量较小可依托医院现有的一般固废收处设施处置。

（4）水环境影响分析

施工工艺基本无废水产生，产生的少量施工人员的生活废水，依托医院现有污水收集处理系统，经处理后污水进入城市污水管网，不对外直接排放，不会对周围水环境产

生大的影响。

在施工期间有一定噪声、粉尘、固废等污染物产生并对周围环境造成一定影响。由于本项目在医院病区施工，施工单位应予以重视，合理安排施工时间，文明施工，采取措施尽量降低对医院环境的影响。施工结束后，项目施工期环境影响随之消除。

2、设备安装、调试的环境影响

(1) 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。

(2) 设备在调试过程会产生 X 射线，对周围人员产生外照射。设备安装、调试均由厂家专业技术人员负责完成，设备在调试时，机房的防护措施已经建设完成，且调试时间很短，产生的 X 射线经机房屏蔽后对周围环境影响很小。

(3) 设备在调试过程 X 射线电离空气产生臭氧和氮氧化物。设备调试时间很短，产生的臭氧和氮氧化物量很少，且可通过机房的排风装置排至综合住院大楼楼顶，对周围环境影响很小。

医院在施工阶段采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院院区内。本项目施工量不大、施工期较短，对医院周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

11.2 运行阶段对环境的影响

一、正常运行工况下辐射环境影响分析

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 DSA 在工作状态下发出 X 射线，对医务人员和公众产生外照射。本项目还未建设，对 DSA 介入室周围辐射环境影响评价采用机房外剂量率估算结合理论预测的方法进行环境影响分析。

(一) 机房外剂量率估算

DSA 设备的额定功率约 80~125kW。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，DSA 设备管电压和管电流都留有较大裕量，实际使用时管电压通常在 100kV 以下，透视管电流通常为几十 mA，摄影功率较大，管电流通常为几百 mA，因此在估算 DSA 机房外剂量率时需使用摄影工况。另外，NCRP147 报告 4.1.6 章节指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，只需考虑散漏射线的影响，机房外人员受到的贯穿辐射来自于 X 射线管球的泄漏辐射与介入患者的散射辐射。对于机房外四周关注点，考虑泄漏辐射和患者的侧向散射，对于机房楼上和楼下关注点则考虑泄漏辐射和患者的前/背向散射。因

此在估算法房外关注点剂量率时需首先确定机房内患者 1m 处未屏蔽次级散漏辐射水平。

为降低患者和医护人员 X 射线辐射剂量，目前 DSA 血管造影机均采用数字脉冲透视技术（digital pulse fluoroscopy;DPF）。脉冲透视是脉宽（一次脉冲的持续时间）短的 X 射线脉冲，在一定时间间隔内发出，TV 摄影机以进行方式读出视频信号。DSA 设备透视和摄影均为数字脉冲模式，脉冲一般包括 3.75 帧/秒、7.5 帧/秒、15 帧/秒等，计算机房外剂量率水平时保守按 100kV、400mA、15 帧/s、10ms/帧的减影工况考虑，此曝光条件下按患者减影 2 分钟、透视 15 分钟（保守取透视电流为 12mA）可估算出工作负荷为 $400\text{mA} \times 15 \text{ 帧/s} \times 0.01\text{s/帧} \times 2\text{min} + 10\text{mA} \times 15\text{min} = 270\text{mA} \cdot \text{min}$ ，已远大于 NCRP147 报告中外周血管造影给出的最大 $64\text{mA} \cdot \text{min/患者}$ 的工作负荷，因此本项目的估算条件是保守的。根据 NCRP147 报告 100kV 设备有用线束距焦点 1m 处输出量约为 $4.692\text{mGy/mA} \cdot \text{min}$ ，则设备在上述摄影工况时有用束的剂量率为 $4.692\text{mGy/mA} \cdot \text{min} \times 400\text{mA} \times 60\text{min/h} \times 15 \text{ 帧/s} \times 0.01\text{s/帧} = 16.9\text{Gy/h}$ ，距散射体的剂量率为 46.9Gy/h （设备靶点至接收器最小距离多为 90cm，距离手术床的距离最小为 60cm）。依据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1，保守取 100kV X 线 90° 方向 400cm^2 的散射因子 1.3×10^{-3} ，则摄影工况下，1m 处侧向散射辐射剂量率为 61.0mGy/h 。泄漏辐射取有用束输出量的 0.1%，为 16.9mGy/h ，则机房内辐射源 1m 处泄漏辐射和侧向散射辐射总的剂量率为 77.9mGy/h 。参照 NCRP147 报告中心血管造影情况下，距 X 射线源 1m 处所指定工作负荷（ $160\text{mA} \cdot \text{min/患者}$ ）情况下每名患者未屏蔽次级泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能总和为 2.7mGy/患者 （即做 1 名心病科手术，在侧向的空气比释动能总和为 2.7mGy ）、泄漏+前/背向散射总和为 3.8mGy/患者 ，后者为前者的 1.41 倍，可推导出机房内辐射源 1m 处的泄漏辐射和前/背向散射总的剂量率为 H_0 为 $77.9\text{mGy/h} \times 1.41 = 109.8\text{mGy/h}$ 。

对于 DSA 工作时产生的 X 射线，包含主射线、散射线和泄漏射线，由于 DSA 自身带有屏蔽系统，机房周围主要受散射及泄漏辐射影响。采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中 10.3 对于 X 射线机的屏蔽计算方式 10.8 和 10.10 演变可得公式 11-1、公式 11-2。

$$H_{\text{sr}} = \frac{H_0 \cdot B_s}{(d_s)^2} \quad \text{公式11-1}$$

H_{sr} : 屏蔽体外 30cm 处空气比释动能率, $\mu\text{Sv/h}$;

H_0 : DSA 在额定工作条件下, 距靶点 1m 处 X 射线的空气比释动能率 ($\mu\text{Sv/h}$);
 B_s : 屏蔽体对散射线的透射因子;
 S : 散射面积, cm^2 , 此处取 400cm^2 ;
 ds : 受照体与关注点的距离。

透射因子参照《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)附录C的C.1.2中式 (C.1) 及表C.2的相关参数进行计算。

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

式中:

B ——给定铅厚度的屏蔽透射因子;
 β ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;
 α ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;
 γ ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;
 X ——铅厚度。

取NCRP147报告心脏血管造影模式下的相关参数, 可知铅对管电压为125kV时X射线辐射衰减的有关的拟合参数。计算结果如下:

表 11-1 铅对辐射衰减拟合参数

管电压 125kV			
材料	α (mm-1)	β (mm-1)	γ (mm-1)
铅	2.354	14.94	0.7481

根据公式11-1、11-2计算DSA机房周围关注点在开机时散射线和泄漏射线产生的空气比释动能率和年剂量率, 结果见表11-13。

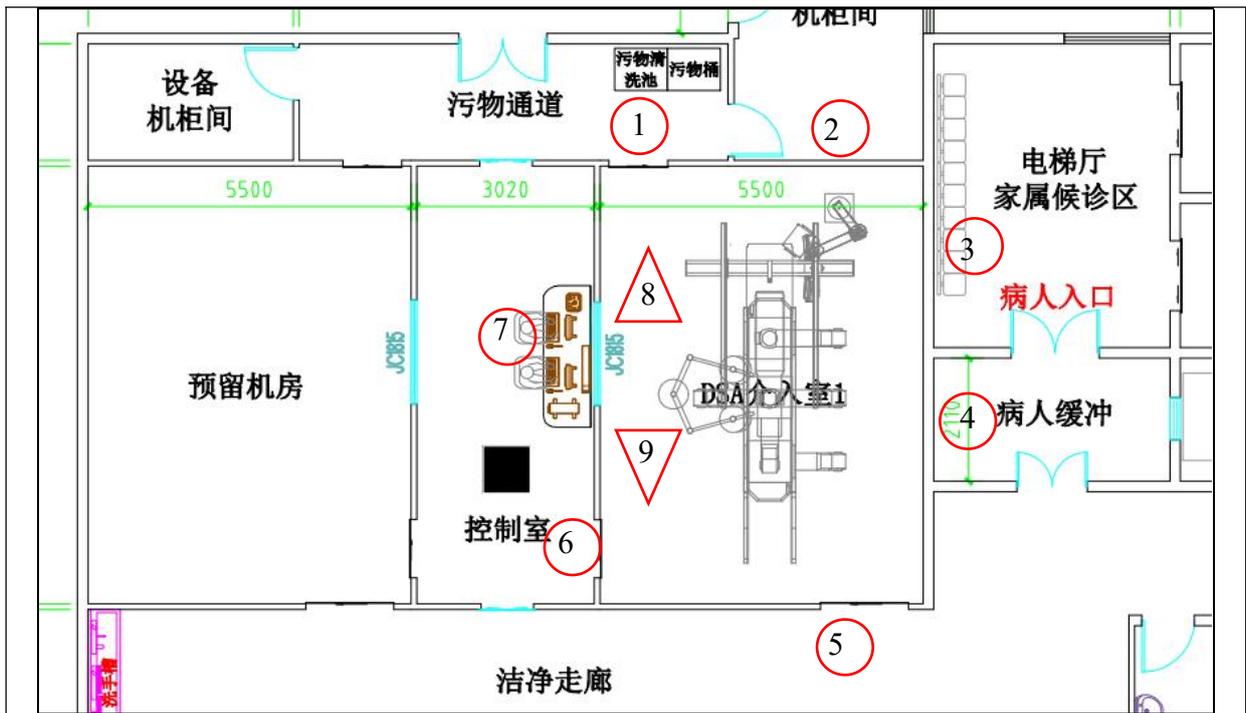


图 11-1 DSA 机房外四周估算点位图

表 11-2 本项目 DSA 屏蔽体外 30cm 处周围剂量及人员受照剂量核算结果

预测点	距离 m	屏蔽材料	射线 束	透射因 子	空气比释动 能率($\mu\text{Sv/h}$)	年照射剂量 (mSv)
①污物通道门	5	4.5mmPb 铅门	泄露 +侧 向散 射	2.1E-06	6.54E-03	9.27E-04
②机柜间	3.6	4 层 15mm 硫酸钡板 (6.56mmPb)		1.7E-08	1.02E-04	1.45E-05
③电梯厅	3	240mm 砖墙+30mm 硫 酸钡涂料 (5.63mmPb)		1.5E-07	1.30E-03	1.84E-04
④缓冲区	3	240mm 砖墙+30mm 硫 酸钡涂料 (5.63mmPb)		1.5E-07	1.30E-03	1.84E-04
⑤洁净走廊门	3.6	4.5mmPb 铅门		2.1E-06	1.26E-02	1.79E-03
⑥控制室门	5	4.5mmPb 铅门		2.1E-06	6.54E-03	9.27E-04
⑦操作位	3.2	3.5mmPb 铅玻璃		2.2E-05	1.67E-02	2.37E-03
⑧紫艺路人行道	10	4 层 15mm 硫酸钡板 (6.56mmPb)		1.7E-08	1.32E-05	1.87E-06
⑨师范学院教学楼	40	4 层 15mm 硫酸钡板 (6.56mmPb)		1.7E-08	6.54E-07	9.27E-08
⑩机房楼上	2.77	120mm 混凝土楼板+2 层 15mm 硫酸钡板 (4.78mm 铅当量)	泄露 +前/ 背向 散射	1.1E-06	1.57E-02	2.22E-03
⑪机房楼下	2.77	150mm 混凝土楼板 +30mm 硫酸钡板涂料 (5.18mm 铅当量)		4.3E-07	6.15E-03	8.71E-04

根据上述预测结果可见，本项目 DSA 机房外关注点处剂量率最大值为

1.67×10⁻²μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房外的周围剂量当量剂量约束值控制目标值应不大于 2.5μSv/h”的要求。

（二）理论预测本项目 DSA 对手术室内工作人员的影响

由于监测数据无法完全反映出全年介入手术过程中机房内辐射环境状况，且减影手术时，手术医生离开介入室，进入控制室，通过铅玻璃及墙体的防护后，所受到的照射量很小，故理论预测仅考虑透视情况的辐射环境影响分析。本项目透视手术时的工况均保守取最大透视工况下的管电压与管电流，即取管电压 75kV、管电流 10mA。

预测选用李士骏著《电离辐射剂量学》中的估算方法预测分析 DSA 透视情况下对介入手术工作人员的辐射剂量，计算公式如下：

$$X = I \times t \times v_{ro} \times (r_0/r)^2 \times f \dots \dots \dots \text{ (式 11-2)}$$

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

$$H = \mu \times D \dots \dots \dots \text{ (式 11-4)}$$

式中：X：离靶 rm 处产生的照射量，R；

I：管电流，根据医院提供资料，本项目介入手术最大管电流约为 10mA；

t：累计出束时间，min，本项目心病科介入手术透视曝光时间约为 15min/台；

v_{ro} ：发射率常数，（查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）236 页，图 4.4c），在过滤板 3mmAl、管电压 75kV 下， v_{ro} 取 0.48R·mA⁻¹·min⁻¹；

r_0 ：1m；

r：与主射束距离，第一术者位距球管距离保守取 0.3m，第二术者位距球管距离保守取 1m；

f：防护材料对 X 射线的减弱因子；

D：离靶 rm 处产生的空气吸收剂量，Gy；

H：有效剂量，Sv；

μ：转换因子，取 1。

医生在机房内操作时身穿铅衣、戴铅眼镜、铅围脖，同时使用床侧帘进行防护，这些防护用品均相当于 0.5mm 铅当量，第一术者位医生实际受到两层防护，防护能力相当于 1mm 铅当量，第二术者位医生仅受铅衣、铅眼镜、铅围脖等防护，防护能力相

当于 0.5mm 铅当量。查《辐射防护手册（第一分册）》图 10.5e，75kV 下 1mmPb 对 X 射线的减弱因子为 0.0012，0.5mmPb 对 X 射线的减弱因子 0.013。

考虑正常情况下，由于医生处于射线束侧向，为 X 射线漏射束向或散射线向，因此射线出机头后不会直接照射到医生，通过病人体表散射到医生，因此照射量率取主射束方向的 1%（注：美国国家辐射防护及测量委员会（NCRP）报告（第 49 号出版）第 147 号和 151 号报告中针对能量在 10MV 以下医用 X 射线结构屏蔽设计和评价，漏射辐射比率不大于有用束剂量的 0.1%）。

将相关参数代入公式 11-2、11-3 和 11-4，可估算出单台手术工作人员所受照射剂量，计算结果见表 11-3。

表 11-3 单台手术所致不同手术位的受照剂量

科室（时间）	手术位	与主射线束距离	减弱因子	防护铅当量	受照射剂量（mSv）
心病科手术 （15min）	第一术者位	0.3m	0.0012	1mm 铅当量	8.4×10^{-3}
	第二术者位	1m	0.013	0.5mm 铅当量	8.2×10^{-3}

本项目投入运行后，DSA 计划年开展介入手术共约 500 台，500 台手术均为心病科手术，由此可估算出第一术者位医生、第二术者位医生进行介入手术时的年受照剂量，计算结果见表 11-4。

表 11-4 手术时手术人员不同手术位年受照剂量

手术位	手术类型	单台手术受照剂量	年手术台数	年受照剂量
心病科	第一术者位	8.4×10^{-3} mSv	500 台	4.2mSv
	第二术者位	8.2×10^{-3} mSv		4.1mSv

本项目 500 台手术由 1 台 DSA 设备完成，心病科为 DSA 设备 1 组手术医生进行介入手术，根据表 11-6 估算结果，本项目 DSA 运行所致心病科第一术者位医生年有效剂量约为 4.2mSv、第二术者位医生年有效剂量约为 4.1mSv，均未超过本项目管理限值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv。

二、保护目标剂量评价

1、职业人员年有效剂量评价

根据医院提供的辐射工作人员个人剂量检测报告，医院辐射工作人员在 2022 年 2 月 11 日~2023 年 3 月 10 日期间从事放射工作所致年有效剂量为 0.16~0.72mSv/a。

本项目心病科介入手术医生仅负责本项目 DSA 放射工作，操作技师及护士除操作本项目 DSA 设备外，还参加院内其他辐射工作，具体人员由设备试运行阶段院方调配，

工作量与现有辐射工作人员基本一致，故本项目操作技师及护士还需考虑操作其他射线装置的叠加剂量，叠加现状值参考医院现有辐射工作人员个人剂量检测报告中最大值，根据表 11-2 中操作位估算，本项目 DSA 对操作技师及护士所造成的年有效剂量为 $2.37 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，叠加后本项目 DSA 对操作技师及护士年有效剂量最大约为 0.722mSv 。

故在做好个人防护措施、安全措施的情况下，本项目投入运行后，辐射工作人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求和本项目管理目标中对辐射工作人员剂量约束值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ）。

2、本项目周围公众年有效剂量评价

由表 11-2 估算结果可知，本项目的 DSA 经各机房实体屏蔽防护后，DSA 运行对机房周围及楼上、楼下的环境影响很小，评价范围内公众年有效剂量最大为机房上方点位，即 $2.22 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，本项目 50m 评价范围内的医生办公室、手术室、楼梯间、更衣室等距本项目距离相对较远，经过距离的进一步衰减，辐射水平基本处于环境本底水平。故本项目 50m 评价范围内公众的有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求和本项目管理目标中对公众剂量约束值的要求（公众年有效剂量不超过 0.25mSv ）。

3、叠加辐射环境影响分析

本项目评价范围为以 DSA 介入室的屏蔽墙为边界，向外延伸 50m 的区域，医院在用的 16 台 III 类射线装置均在急诊室、门诊楼、摄片室内，与本项目拟建的 DSA 手术室所在综合住院大楼距离较远，不在本项目评价范围内，因此不需进行叠加影响分析。

综上所述，根据机房外剂量率估算、理论预测结果并叠加原有辐射工作的辐射影响，经采取有效屏蔽措施后，本项目 50m 评价范围内辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足本项目管理限值要求。

三、大气环境影响分析

DSA 运行时会使 DSA 介入室内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的臭氧和氮氧化物可通过排风装置排出室外，周围无环境制约因素，且臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围的环境影响很小。

四、水环境影响分析

项目运行期废水排放采用雨污分流制，雨水经雨水沟管收集后从医院的雨水排放口

进行排放；各科室产生的医疗废水进入化粪池预处理后，与生活污水一起进入医院污水处理站进行处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值后，排入市政污水管网。玉溪市中医医院建有一座污水处理站，日处理规模为 500m³/d。根据医院住院大楼建设项目验收意见，医院污水产生量约为 240m³/d~300m³/d，因此有余量接纳本项目废水。医院污水处理站布置于医院南侧，采用采用一级强化处理+消毒工艺，根据医院废水排放监测报告，排放的废水能够达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理标准限值，能够接纳本项目废水。所以本项目依托医院现有的废水处理措施是可行的。

五、声环境影响分析

本项目 DSA 介入室通风系统的风机运行时噪声值很小，设备工作时噪声值符合国家标准要求，经墙体及物体阻挡以及距离的衰减，对周围声环境影响很小。

六、固体废弃物影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片产生；

②手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在 DSA 介入室中的垃圾桶，手术结束集中收集后作为医疗废物处理；

③工作人员工作中产生的少量办公垃圾，将依托医院的保洁措施，统一收集后交由环卫部门统一处理。

该项目产生的医疗废物收集至机房西北侧污物间内，后委托玉溪兴洁垃圾处理有限公司进行处置，医疗废物和生活垃圾存放时间不超过 1 天。医疗废物暂存间必须贴有明显标识，建立健全的医疗废物转移台账。

本项目固体废弃物处理措施满足环保要求，固体废弃物经妥善处理对周围环境影响很小。所以本项目依托医院现有的医疗废物处理措施是可行的。

11.3 事故影响分析

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

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）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。

根据事故情况估算结果，按《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（（国务院令 449 号））中的规定，属于一般辐射事故。

1、本项目可能产生的辐射事故主要有：

本项目涉及 1 台类射线装置——数字减影血管造影系统（DSA）的使用。DSA 射线装置不运行时不存在放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有 DSA 射线装置机运行期间才会产生 X 射线等危害因素，事故主要包括以下几种：

（1）门灯连锁装置和报警系统发生故障，人员误入正在运行的射线装置机房。

（2）其它医护人员在未撤出机房时，即进行曝光，人员受到不必要的照射。所受到的照射剂量与其所在位置有关，距离射线装置越近，受照剂量越大。

（3）在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。

（4）医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作受到射线照射。

2、事故影响预测

本项目事故影响参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），任何工作人员所接受的职业照射水平不应超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过年有效剂量，1mSv。

根据医院提供的资料，每台介入手术累积曝光时间最长一般约为 15min，根据《电离辐射剂量学》中的估算方法可估算出本项目一台手术事故情况下工作人员和公众所致最大照射剂量，计算结果见表 11-5。

表 11-5 不同事故情况下人员所致照射剂量

目标群体	位置	与靶距离	方向	曝光时间	防护情况	减弱因子	受照剂量
职业人员	第一术者位	0.3m	非主束方	15min	未穿防护服、使用设备自带床侧帘（0.5mmPb）	0.013	0.09mSv

		0.3m	向		未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1	7.0mSv
	第二术者位	1m			未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1	0.63mSv
公众	DSA 介入室内	0.3m	1min	未撤离、无防护	1	0.47mSv	
		1m				0.04mSv	
		2m				0.01mSv	
	DSA 介入室外附近	4m		单台 DSA 防护门未关闭的情况下即进行曝光操作	1	0.003mSv	

说明：以正常工作时最大管电压 75kV、最大管电流 10mA，人员受到非主射线照射进行计算。

由表 11-10 估算结果可知：

①第一术者位医生在使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，单台手术所致照射剂量约为 0.09mSv；在未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，单台手术所致照射剂量约为 7.0mSv，超过了职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未超过国家职业人员标准限值 20mSv，未造成辐射事故。

②第二术者位医生在未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，单台手术所致照射剂量约为 0.63mSv，未超过职业人员行政管理限值 5mSv 及国家标准职业人员限值 20mSv，未造成辐射事故。

③公众误留、误入机房无防护的情况下，距离射线束侧向 0.3m 时单台手术所致照射剂量约为 0.47mSv，超过公众了行政管理限值 0.25mSv，未超过公众国家标准限值 1mSv，未造成辐射事故；距离射线束侧向 1m 和 2m 时，单台手术所致照射剂量分别约为 0.04mSv 和 0.01mSv，未超过职业人员行政管理限值 0.25mSv 及国家标准职业人员限值 1mSv，未造成辐射事故。

④当 DSA 在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作时有公众人员经过时，单台手术所致照射剂量约为 0.003mSv，未超过职业人员行政管理限值 0.25mSv 及国家标准职业人员限值 1mSv，未造成辐射事故。

同理，可估算出本项目工作人员和公众在不同误照射情况下受到超年有效剂量限值的曝光时间，计算结果见表 11-6。

表 11-6 不同事故情况下人员受到超年有效剂量限值的曝光时间

目标群体	位置	与靶距离	防护情况	减弱因子	年有效剂量限值	曝光时间
职业人员	第一术者位	0.3m	未穿防护服、使用设备自带床侧吊帘（0.5mmPb）	0.013	20mSv	55.2h

		0.3m	未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1		42.84min
	第二术者位	1m	未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1		7.92h
公众	机房内	0.3m	未撤离、无防护	1	1mSv	2.12min
		1m				25min
		2m				1.7h
	DSA 介入室外附近	4m	单台 DSA 防护门未关闭的情况下即进行曝光操作	1	0.25mSv	5.56h

说明：以正常工作时最大管电压 75kV、最大管电流 10mA，人员受到非主射线照射进行计算。

由表 11-11 估算结果可知：

①第一术者位医生在使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，受照时间达到 55.2h 后所致受照剂量将超过 20mSv；在未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，受照时间达到 42.84min 后所致受照剂量将超过 20mSv，达到国家职业人员标准限值，将造成职业人员超剂量照射。

②第二术者位医生在未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服的情况下，受照时间达到 7.92h 后所致受照剂量将超过 20mSv，达到国家职业人员标准限值，将造成职业人员超剂量照射。

③公众误留、误入机房无防护情况下，距离射线束侧向 0.3m 时，受照时间达到 2.12min 后所致受照剂量将超过 1mSv；距离射线束侧向 1m 时，受照时间达到 25min 后所致受照剂量将超过 1mSv；距离射线束侧向 2m 时，受照时间达到 1.7h 后所致受照剂量将超过 1mSv，达到国家公众人员年有效剂量限值，将造成公众人员超剂量照射。

④在单台 DSA 防护门未关闭的情况下即进行曝光操作时有公众人员经过时，受照射时间达到 5.56h 后所致受照剂量将超过 1mSv，达到国家公众人员年有效剂量限值，将造成公众人员超剂量照射。

根据事故情况估算结果，按《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）、《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（云环通[2018]208 号）中的规定，在设置情景下，DSA 误照射未造成公众超剂量照射。但通过分析依然存在超剂量照射可能，属一般辐射事故。

3、辐射事故预防措施

(1) 事故处理及应急预案

医院成立由院长为组长的辐射事故应急处理领导小组，已制定《辐射安全应急预

案》，其中包括了组织机构及职能、辐射事故的预防措施、应急处理措施、辐射事故报告以及预案管理等内容。应急方案规定了放射事件应急处理机构、放射性事故应急救援遵循原则、应急处理程序，内容较全，在应对放射性事故和突发性事件时可行。

环评要求，还应补充一旦发生辐射事故，应当立即启动本医院的辐射事故应急方案，采取必要应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

通过制定和完善上述措施能有效防范和处置突发事件，将事故发生的概率和事故危害控制到最低限度。

（2）风险防范措施

① DSA 介入室患者通道防护门和污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动，防止无关人员误入机房，导致误照射；

② DSA 介入室防护门及病人入口门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在此逗留；

③ DSA 介入室患者通道防护门和医生通道防护门设计有闭门装置，可使防护门时刻处于常闭状态，防止射线泄漏到手术室外，导致误照射；

④ DSA 治疗介入室内侧墙壁及控制台处共设计有 2 个急停按钮，当设备误照射或故障时能够及时的中断照射；

⑤ DSA 介入室内将安装监控系统，可实时监控 DSA 介入室内情况；

⑥ 医生换鞋间入口门及病人入口门设计有门禁，防止无关人员进入；

⑦ 辐射工作人员开展介入手术时穿戴防护用品，并佩戴个人剂量计，严禁在无任何防护情况下进行曝光；

⑧ 手术时，操作医生应检查并确认机房内无其他闲杂人员、各防护门均处于关闭状态后，方能开机曝光；

⑨ 曝光时，严禁曝光方向正对介入手术医生所在位置。

⑩ 门灯连锁装置和报警系统发生故障状况时，应停止运行本项目，并尽快上报维修，待门灯连锁装置和报警系统恢复正常后方可运行本项目装置。

⑪ 平开机房门设有自动闭门装置。

采取以上辐射安全措施后，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定要求，能够有效预防辐射事故发生。玉溪市中医医院应加强

管理，加强职工辐射防护知识的培训和安全意识教育，尽可能避免辐射事故的发生。同时医院应经常监测射线装置工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

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，使用射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

2020 年 9 月 10 日，玉溪市中医医院以医院内部文件《玉溪市中医医院关于成立辐射安全与环境保护管理委员会的通知》（附件 6）发文成立了玉溪市中医医院辐射安全与防护管理委员会，文件中明确了以杜敬仙为主任（负责人）以及其它成员的组成，并明确了辐射安全管理领导小组的职责及工作制度，相关人员为成员。放射安全管理领导小组成员及组织如下：

主任：杜敬仙

副主任：吉德磊

成员：杨云、杨伟

医院若有新增的辐射工作人员应尽快报名参加卫生环保部门组织的辐射安全与防护的培训，并定期不定期组织医院内部培训，保证本项目拟派的 6 人均持证上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

玉溪市中医医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定了相关的辐射安全管理制度，主要有：《放射诊疗设备安全操作规范》、《辐射工作人员岗位职责》、《介入室工作人员岗位职责》、《辐射安全与环境保护管理委员会职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备维护、维修制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射工作场所现场监测方案》、《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》、《放射科辐射安全管理制度》、《医用 X 射线装置安全管理制度》、《质量保证大纲和质量控制计划》、《辐射事故应急处理预案》等，医院目前使用的射线装置类别均为 III 类，环评要求医院补充 DSA 相关的辐射防护制度，如《DSA 放射诊疗和放射防护管理制度》、《介入手术室 DSA 介入放射防护管理制度》、《DSA 设备操作流程》等。

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求，将医院管理制

度现状列于表 12-1 中进行对照分析：

表 12-1 管理制度汇总对照表

序号	检查项目		制定情况	备注
1	A 综合	辐射安全管理规定	已制定《辐射防护安全保卫制度》	附件 7
2	B 场所和设备管理	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）	已制定《辐射设备检修维护制度》	附件 7
3		医疗质量与安全管理规定	已制定《放射诊疗质量保证大纲和质量控制计划》	附件 7
4			已制定《辐射工作人员健康管理制度》	附件 7
5	C 监测	监测方案、监测仪表使用与检验管理制度	已制定《辐射工作场所现场监测方案》	附件 7
6	D 人员	岗位职责	已制定《辐射工作人员岗位职责》	附件 7
7		辐射工作人员培训管理制度	已制定《辐射工作人员培训管理制度》	附件 7
8		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》	附件 7
9	E 应急	辐射事故应急预案	已制定《辐射事故应急处理预案》	附件 7

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》，规定了辐射防护和安全保卫工作；医院应加强对辐射工作场所的管理工作，防止辐射事故的发生。

2、制定了《辐射设备检修维护制度》，规定了设备日常使用过程中维护保养工作，严格控制设备安全质量，确保设备及安全装置有效运转，防止出现安全事故。

3、制定了《放射诊疗质量保证大纲和质量控制计划》，规定了医院放射科质量管理的制度，明确了质量管理小组成员及职责等，规定了可行的提高放射诊疗质量的方案和计划，确保受检者和患者在放射诊疗过程中的安全。

4、制定了《辐射工作人员健康管理制度》，规定了辐射工作人员上岗前的健康检查工作、定期检查时间等。

5、制定了《辐射工作场所现场监测方案》，方案中明确了医院对工作场所进行自助监测和委托有资质单位进行年度监测。

6、制定了《辐射工作人员岗位职责》，明确了医院辐射工作人员在各岗位上的具体职责和相应的工作内容。

7、制定了《辐射工作人员培训管理制度》，制定了辐射工作人员的培训计划；环评要求对医院辐射工作人员应尽快安排参加环保部门的辐射安全与防护培训，考试（核）合格、持证方能上岗。

8、制定了《辐射工作人员个人剂量管理制度》，制定规定了辐射工作人员个人剂量

管理和个人健康档案管理要求；环评要求医院定期（一般不超过 90 天）将个人剂量计送有资质单位进行检测，个人检测剂量异常的应及时核查，并建立个人剂量档案。

9、制定了《辐射事故应急处理预案》，预案中明确了应急机构和职责分工、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；通过完善、定期自查和监测等措施以应对可能发生的辐射事故。

综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。医院已制定相应操作规程制度并已上墙，医院开展此台射线装置多年未发生过任何辐射安全事故，运行良好，除此之外，环评要求医院补充 DSA 相关的辐射防护制度，如《DSA 放射诊疗和放射防护管理制度》、《介入手术室 DSA 介入放射防护管理制度》、《DSA 设备操作流程》等，医院辐射安全管理制度经完善后具备开展 II 类射线装置的能力。

在医院环境保护管理领导小组领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度各科室人员严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议，严格执行各规章制度；从事辐射诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射诊疗工作；应将操作规程、辐射事故应急预案、辐射安全管理制度等张贴于工作场所墙面醒目处。通过完善组织、落实经费、准备物资、加强演练等措施以应对可能发生的辐射事故；完善设备维修保养制度，建立设备维护台账，设备的更换、维修委托专业设备厂家进行，使之处于良好运行状态。本次拟派人员为新增的 6 名辐射工作人员，医院应尽快组织新增人员报名参加卫生环保部门组织的辐射安全与防护的培训，取得放射工作人员证后才能上岗。

本环评提出以下针对本项目的管理制度要求：

1、严格遵守和执行手术室的各项消毒隔离制度和无菌技术操作规程。除参加手术的人员外，其他人员不得进入检查室。

2、DSA 室内的设备及物品不得随意外借，特殊情况须经科主任允许并按时归还；急救药品物品及时补充。

3、DSA 设备由专业技术人员操作，必须按操作程序进行操作，未经操作人员许可，其他人员不得随意操作。

12.3 辐射监测

1、个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修改）（环境保护部

第 3 号令)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部第 18 号令)及相关管理要求,医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器,同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量报警仪、X- γ 辐射监测仪等。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度,在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时,工作人员应使用个人剂量报警仪。医院应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案,定期或不定期对项目中涉及的设备四周屏蔽措施进行检查;同时接受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,每年应请具有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测,判断射线装置是否处于有效屏蔽状态,防止意外发生。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》,上报辐射安全许可证发证机关。

建设方应为医院所有辐射工作人员配备个人剂量计,保证本项目工作人员每人配备一台个人剂量计,项目建成后共计有 6 台个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪,保证所有本项目辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴,每季度定期送相关专业单位检测个人剂量,并建立个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析,若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况,应及时查明原因,及时解决。

玉溪市中医医院应根据辐射管理要求,至少配备 1 台便携式 X- γ 辐射监测仪,还应为本项目拟新增的辐射工作人员配备个人剂量计,保证所有工作人员在进行辐射工作时专人佩戴,每季度(一般不超过 90 天)送相关专业单位检测个人剂量,并建立个人剂量健康档案,并为工作人员保存职业照射记录。

环评要求:工作人员应正确佩戴个人剂量计,医院应每个季度(一般不超过 90 天)定期送检,并对检测结果及时分析,若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况,应及时查明原因,及时解决。

2、辐射环境及工作场所监测

①监测项目: X- γ 辐射剂量率;

②监测频次: 请有资质的单位监测不少于 1 次/年,自主监测建议不少于 1 次/季度;

③监测范围: DSA 介入室内第一术者位、第二术者位、四周外墙、DSA 介入室各防护门表面和四周门缝、污物通道、设备间,控制室、50m 评价范围内保护目标以及 DSA 介入室对应的楼上、楼下区域。

④监测仪器：便携式 X-γ辐射监测仪。

对于常规日常监测，医院应配备 1 台便携式 X-γ辐射监测仪，并用自配备的便携式 X-γ辐射监测仪进行自主监测，并记录监测数据存档。但对于项目验收及辐射安全许可证的延续、更换，则必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。本项目监测计划见表 12-2。

表 12-2 本项目监测计划一览表

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备	监测的位置要求	标准限值
自主监测	X-γ辐射剂量率	每季度至少一次	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、操作室操作台、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；50m 评价范围内保护目标	X-γ辐射监测仪	距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。	周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h，职业人员操作位处年有效剂量满足 5mSv/a
委托监测	X-γ辐射剂量率	竣工环验收监测	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、机房内第二手术位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 X-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，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。	职业人员年有效剂量不大于 5mSv/a，公众人员年有效剂量不大于 0.25mSv/a
		编制辐射防护年度评估报告（每年 1 次）				
	职业性外照射个人剂量	最长不应超过 3 个月送有资质的单位监测	本项目辐射工作人员	个人剂量计	应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计	医务人员年有效剂量不大于 5mSv/a，公众人员年有效剂量不大于 0.25mSv/a

备注：①若辐射工作人员个人剂量超标应查找原因，并上报主管部门，并要求轮岗非辐射工作人员；②若屏蔽体外 X-γ 射线空气吸收剂量率超标，应立即整改，整改后委托有资质单位监测达标

后方可使用。

建设单位每年均委托有资质的单位对其射线装置的安全和防护状况进行监测并编制了年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关提交评估报告。

12.4 辐射事故应急

为提高本单位对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障医院工作人员和公众的健康与生命安全，玉溪市中医医院已制定了辐射事故应急预案，并于 2023 年 3 月 23 日进行了定期演练。医院制定的应急预案的应急预案包括应急组织机构及职能的划分、辐射事故等级划分、辐射事故应急响应及应急保障，并成立了辐射事故应急处理领导小组组织开展应急管理工作，医院制定的应急预案的应急预案完善，本项目可按照该应急预案进行管理。

应急预案中发生辐射事故时，医院应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。医院需根据项目运行中可能发生的辐射事故情况和防范应对措施，从经费、物资、人员和技术方面做好准备工作，并定期进行演练，根据预案实施情况，结合国家发布的法规和医院实际情况，对事故应急预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

通过以上措施能有效防范和处置突发事件，将事故发生的概率和事故危害控制到最低限度。

12.5 从事辐射活动能力的评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等的相关管理要求，建设单位在本项目运营前应确保具备使用 II 类射线装置的条件，如设置辐射安全管理机构、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、取得辐射安全培训证书的人员、有效的防护用品及监测仪器以及人员的个人剂量监测及健康体检等。

结合本项目拟采取的辐射防护措施，对建设单位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。建设单位使用 II 类射线装置应具备的能力条件与要求的符合性分析见表 12-3。

表 12-3 本项目使用 II 类射线装置应具备的条件及符合性分析一览表

序号	应当具备的条件	医院拟采取的措施	预期效果
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，以文件形式明确了各成员的管理职责。	满足环保管理要求。
2	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。机房的设计应有相应资质的单位承担。	建设单位已委托了建筑工程设计单位进行设计；保证防护门的设计、修建，机房的防护厚度满足要求	本项目屏蔽防护设计满足辐射防护要求。
3	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警告标识。	DSA 介入室医护人员通道防护门、患者通道防护门和污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动；DSA 介入室防护门和病人入口门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明；DSA 介入室患者通道防护门和医生通道防护门设计有闭门装置；DSA 介入室内侧墙壁及控制台处共设计有 2 个急停按钮；DSA 介入室内将安装监控和对讲系统。	本项目拟采取的辐射安全措施满足辐射安全要求。
4	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。	DSA 介入室内将安装通风系统，接入住院楼空调通风系统。	满足辐射工作场所通风要求。
5	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。	承诺尽快安排目前从事辐射工作的工作人员及新增人员安排环保辐射安全与防护培训和考核，拟派 6 人均持证上岗。	考核合格后，方能满足本项目对辐射工作人员技术能力要求。
6	从事辐射工作的人员必须开展个人剂量监测。	医院已为辐射工作人员配备了个人剂量计，并定期送有资质单位监测，本次项目 6 人相关辐射工作人员均已配备个人剂量计，项目建成后共计有 6 台个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪，医院承诺安排涉及人员佩戴个人剂量上岗工作，并建立个人剂量监测档案。	满足辐射工作人员必须开展个人剂量监测的要求。
7	从事辐射工作的人员必须开展人员职业健康监护。	医院放射科辐射工作人员已进行了职业健康体检，并建立职业健康监护档案。	满足辐射工作人员必须开展职业健康体检的要求。
8	配备必要的防护用品。	本项目新增 6 套 0.5mm 铅当量的铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品。	满足防护用品配备要求。
9	配备必要的监测仪器。	本项目 6 名辐射工作人员各配置 1 台个人剂量计，并配置 2 台个人剂量报警仪	满足监测仪器配备要求。

		和 1 台 X-γ 辐射监测仪。	
10	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、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施。	医院已制定了相关的辐射安全管理制度及辐射事故应急预案。	应在之后的工作中不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善。

通过对照国家有关要求对本项目从事辐射活动能力的逐项分析,本项目 DSA 介入室屏蔽防护设计满足辐射防护要求,各种辐射防护措施设计较齐全。玉溪市中医医院在落实以上各项辐射安全和防护措施以及辐射安全管理措施后,已基本具备《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,具备使用 II 类射线装置的综合能力。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 修订)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部 18 号令)规定,现对玉溪市中医医院从事本项目辐射活动能力评价列于表 12-4、12-5、12-6。

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

表12-4汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》对使用放射性同位素和射线装置单位承诺的对应检查情况。

表 12-3 项目执行“安全和防护条例”要求对照表

序号	安全许可管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	使用 I 类、II 类射线装置的应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立辐射防护领导小组,并在该机构设有本科学历的专职管理人员。	符合
2	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位,应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。 有与所从事的生产、销售、使用活动规模相适应的,具备相应专业知识和防护知识及健康条件的专业技术人员。	本项目辐射工作人员 6 人,均为新增辐射工作人员,医院承诺安排参加环保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识,并参加考核合格后上岗。	报告要求医院所有从事辐射工作人员应通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防卫要求的放射源暂	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容

	存库或设备。		
4	放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	机房拟装门灯联锁和门外设工作警示灯和电离辐射警告标志等。	符合
5	有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；	本次项目建设符合《放射诊断放射防护要求》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》等规范中规定要求	符合
6	有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全和防护管理人员，并配备必要的防护用品和监测仪器；	已成立辐射防护领导小组，并在该机构设有本科学历的专职管理人员，并承诺按照环评要求配备必要的防护用品及监测仪器	符合
7	有健全的安全和防护管理规章制度、辐射事故应急措施；	有较为健全的安全和防护管理规章制度、辐射事故应急措施；但需按照环评要求进行完善	基本符合
8	产生放射性废气、废液、固体废物的，具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容
9	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。	医院每年对辐射工作人员进行个人剂量监测，目前已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》，《辐射工作人员健康管理（监护）制度》等相关制度，定期对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。	医院已做出承诺
10	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素、射线装置的安全和防护状况进行年度评估。发现安全隐患的，应当立即进行整改。	医院 2022 年度评估报告已提交。	每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门提交上一年度年度评估报告。
11	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位需要终止的，应当事先对本单位的放射性同位素和放射性废物进行清理登记，作出妥善处理，不得留有安全隐患。生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位发生变更的，由变更后的单位承担处理责任。变更前当事人对此另有约定的，从其约定；但是，约定中不得免除当事人的处理义务。	制定《场所设施退役（报废）管理制度》，按管理要求进行完善并执行	目前暂不涉及射线装置终止退役等情况
12	使用放射性同位素和射线装置进行放射诊疗的医疗卫生机构，应当依据国务院卫生主管部门有关规定和国家标准，	医院制定了《放射诊疗质量保证方案》。	医院应遵守质量保证监测规范，按照医疗照

	制定与本单位从事的诊疗项目相适应的质量保证方案。		射正当化和辐射防护最优化的原则，避免一切不必要的照射，并事先告知患者和受检者辐射对健康的潜在影响。
--	--------------------------	--	---

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

表 12-4 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对使用放射性同位素和射线装置单位承诺的对应检查情况。

表 12-4 项目执行“安全许可管理办法”要求对照表

序号	安全许可管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	使用I类、II类射线装置的应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立辐射防护领导小组，并在该机构设有本科学历的专职管理人员。	符合
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目辐射工作人员6人，均为新增辐射工作人员，医院承诺安排参加环保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并参加考核合格后上岗。	报告要求医院所有从事辐射工作人员应通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容
4	放射性同位素与射线装置使用场所应有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	机房拟装门灯联锁和门外设工作警示灯和电离辐射警告标志等。	符合
5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计监测报警、辐射监测等仪器。	拟为辐射工作人员配备个人剂量计，X-γ辐射监测仪1台及个人剂量报警仪2台。	符合
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	有健全的定规章制度、操作规程、岗位职责及辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。	符合，但部分制度需要修改完善
7	有完善的辐射事故应急措施。	在现有事故应急措施上，根据新建项目的需要，拟制定更为完善辐射事故应急处理预案。	符合

8	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容
---	---	---------------	-----------

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

表 12-5 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对使用放射性同位素和射线装置单位承诺的对应检查情况。

表 12-5 项目执行“安全和防护管理办法”要求对照表

序号	安全和防护管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	第五条生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其出口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号。	在机房门外拟设有工作状态指示灯，防护门外拟贴有电离辐射警告标志。	符合
2	第七条放射性同位素被放射性污染的物品应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。	本项目不涉及放射性同位素。	本项目不涉及该内容
3	第九条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	承诺委托有辐射水平监测资质单位每年对辐射工作场所及其周围环境进行 1 次监测。	符合
4	第十二条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年 1 月 31 日前向环保部门提交年度评估报告。	符合
5	第十七条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	承诺尽快安排目前从事辐射工作的工作人员及新增人员安排环保辐射安全与防护培训和考核，并持证上岗。	符合
6	第二十三条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	已为所有从事辐射工作的人员配备个人剂量计，并委托有资质单位进行个人剂量监测。并承诺按照检查周期定期送检。	符合

7	第二十四条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测。	符合
<p>对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于建设单位使用射线装置应具备的条件要求，在落实和完善相关防护设计要求及环评提出的要求前提下，玉溪市中医医院具备有使用本次评价的一台II类射线装置（DSA设备）的使用和管理能力。</p>			

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

本项目拟在玉溪市中医医院综合住院大楼 1 楼预留的 DSA 介入室内配置 1 台 DSA 设备（型号未定，拟购 DSA 设备额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA）用于介入诊疗。该 DSA 设备属于 II 类射线装置。

建成后的 1 间 DSA 机房净尺寸为 L 长 7.6m×W 宽 5.6m×H 高 2.77m，有效面积分别为 42.56m²，净空体积为 117.89m³。

本项目 DSA 投入运行后，将由放射科负责管理，使用科室仅涉及心病科。共配置工作人员 6 人（包括 1 名护士），均为新增辐射工作人员，纳入放射工作人员管理。本项目投入运营后年手术台数共 500 台。年出束时间约为 141.7 小时（其中：透视 125 小时，减影 16.7 小时）。

项目总投资 1300 万元，其中环保投资 42.7 万元，占项目总投资的 3.28%。

2、产业政策、项目规划符合性评价

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

本项目位于玉溪市中医医院内，项目用地属于玉溪市中医医院规划的医疗用地，不新增用地，因此项目符合玉溪市总体规划。

3、实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，虽然会增加机房周围的电离辐射水平，但是采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制。本项目投入使用不仅满足了患者的就医需求，还将给医院带来更多的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

4、选址、布局合理性评价

（1）选址合理性

玉溪市中医医院位于玉溪市红塔区聂耳路号，医院地理位置示意图见附图 1。医院周边情况如下：医院西北侧为紫艺路和玉溪师范学院西院，西侧为中玉酒店和玉溪市体育馆，东侧为泮水塘小区，东北侧为紫艺新型农贸市场，南侧为聂耳路和幸福里小区。

根据设计内容，DSA 介入室拟建场所东侧依次为洁净走廊、护士站、医生办公室等；东北侧依次为病人缓冲区、电梯厅及家属候诊区、谈话间、更衣室等、东南侧依次为洁净走廊、术中休息间等；南侧为洁净走廊、库房；西南侧依次为控制室、预留机房、中医馆等；西侧为污物通道、预留机房的设备机柜间等；西北侧依次为污物间、设备机柜间等；机房正上方 2.77m 为综合住院大楼大厅、收费处；，机房正下方 2.77m 为综合住院大楼地下车库。

选址避开了门诊区等人流量大、人员集中活动区，同时兼顾了病患救治集中方便性，介入手术区域除手术相关医务人员及病患外对进入区域人员进行严格限制，并应在机房门外设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，将机房划定为控制区，严格操作规程，限制无关人员受到不必要的照射。DSA 手术室、控制室分开单独设置；线束不直接照射门、窗和管线口位置；患者和受检者不在机房内候诊。DSA 手术室单独设置了医生通道及病人通道，候诊病人从病人通道进入手术室，医生从医生通道进入控制室和手术室，设置独立，便于管理。病人通道的宽度满足病人手推车的通行，通道畅通无阻，便于治疗和管理。

本项目周围无环境制约因素，项目新建机房进行辐射屏蔽防护设计，项目通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，选址合理。项目运行后应在机房门外设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，将机房划定为控制区，并对周围通道进行严格管理，限制无关人员受到不必要的照射。

（2）人流物流路径规划

项目人流物流遵循，医患分开、清污分开原则。

①人员路径规划：

医务人员通道：介入手术医务人员从综合住院大楼西北侧医护入口进入换鞋更衣区进行更衣及清洗，更衣后进入沿机房西南侧洁净走廊进入控制室，经控制室与机房间的电动感应防护铅门进入机房操作手术。

患者通道：患者从介入室东侧病人入口进入缓冲区，经缓冲区后沿介入室东侧洁净走廊患者通道门进入 DSA 介入室；出院则沿洁净走廊进入复苏室，患者苏醒后原路返

回离院。患者入口铅门由机房内医生控制开关，避免人员误入。患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，便于行动不便的患者治疗。

②物品流向路径规划：

污物通道：污物通过 DSA 介入室内的医废收集桶收集，手术结束后通过污物通道门进入西北侧污物污物间内暂存，最后委托玉溪兴洁垃圾处理有限公司清运处置。

项目涉及的人流和物流的路径规划见附图 7。

综上所述，本项目总布局布置满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组分功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，该项目选址合理。

5、环境质量与辐射现状评价

根据委托深圳市瑞达检测技术有限公司对本项目拟建场所及周围环境辐射水平现状调查结果，本项目拟建场所的 X- γ 辐射剂量率测值为 $(8\sim 10.5)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 范围内，处于医院所在区域正常辐射水平范围内。

6、辐射防护措施有效性评价

新建的 DSA 射线装置工作场所由控制室及机房组成，机房为规整四边形，防护设计方案如下：**四面墙体**，机房邻家属候诊区一侧墙体综合具有 5.63mm 铅当量的辐射防护水平，其余三面综合具有 6.56mm 铅当量的辐射防护水平；**机房顶面**，DSA 介入室内顶面为 120mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡板，具有约 4.78mm 铅当量防护水平；**防护门**，具有 4.5mm 铅当量的辐射防护水平；**控制室观察窗**，采用 20mm 厚铅玻璃，具有 3.5mm 铅当量的辐射防护水平。**机房地面**，120mm 混凝土楼板，楼板上涂 30mm 硫酸钡涂料，后贴地胶饰面，具有约 5.18mm 铅当量防护水平；**通风系统**，风管穿墙部分、弯管用 4mm 厚铅皮包裹；**电缆沟**，使用 4mm 厚铅板+不锈钢装饰板进行屏蔽防护。

DSA 机房邻家属候诊区一侧墙体综合具有 5.63mm 铅当量的辐射防护水平，其余三面综合具有 6.56mm 铅当量的辐射防护水平，顶面为 4.78mm 铅当量防护水平，地面为 5.18 铅当量防护水平，优于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“介入 X 射线设备机房，有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求，通过机房外剂量率估算 DSA 正常运行时四周及楼上用房的 X- γ 辐射空气吸收剂量无明显波动，对四周及楼上楼下用房影响轻微，项目平面、纵面布局可行。

本项目建成后的 DSA 机房的净尺寸为有效面积为 42.56m²，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“最小单边长度应不小于 3.5m、最小有效使用面积

应不小于 20m²”的要求。

通过以上各项防护措施的综合使用，按照环评提出防护时间进行控制，可有效防止 X 射线产生的辐射影响，对公众和职业人员所致剂量低于云南省生态环境厅规定的管理限值。

7、辐射安全措施评价

辐射安全防护措施：DSA 介入室患者通道防护门和污物通道防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动；DSA 介入室防护门和病人入口门表面均设计有电离辐射警告标志及中文警示说明；医院为项目辐射工作人员配置多套铅衣、铅帽等个人防护用品；工作人员配置个人剂量计，专人佩戴，定期送检，建立个人剂量档案；配置 X-γ 辐射监测仪器及个人剂量报警仪；DSA 设置紧急制动开关、门灯连锁装置、工作指示灯、声光报警装置和对讲系统。

辐射安全管理措施：医院成立了环境保护管理领导小组，制定了辐射事故应急管理制度及方案、辐射防护和安全保卫、监测方案、辐射工作人员个人剂量管理、辐射工作人员培训、DSA 安全操作规程和设备维修等制度。

医院 DSA 操作人员及辐射防护负责人应参加环保部门组织的辐射安全培训并取得合格证，正确佩戴个人剂量计，定期送检；完善应急预案组织、经费落实和物资准备内容，并加强应急演练；项目操作规程、岗位职责和辐射应急预案等相关制度应张贴于辐射工作场所醒目处。医院应在监督区（控制室）和控制区（机房）范围设立明显标识，加强项目核技术利用场所周围辐射环境管理和监测工作，认真落实本次环评提出的监测计划。

8、环境影响评价

（1）施工期环境影响评价

本项目施工时会产生一定的扬尘、噪声、施工废水、固体垃圾等环境问题，医院将采取一定的污染防治措施，且本项目施工期较短，施工量不大，对医院周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

（2）运行期环境影响评价

①辐射环境影响评价

a、机房外剂量率估算本项目 DSA 的影响

根据机房外剂量率估算结果，本项目 DSA 投入使用后，在平时运行工况下，操作

间内职业人员年附加剂量最大约为 $2.37 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，机房周围公众年附加剂量最大约为 $2.2 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。DSA 介入室经实体屏蔽防护后，本项目 DSA 工作时对 DSA 介入室四周的辐射环境影响很小。

b、理论预测本项目 DSA 对 DSA 介入室内介入手术医生的影响

根据理论估算结果，本项目 DSA 对第一术者位医生所致个人年有效剂量最大约为 4.2mSv ，对第二术者位医生所致个人年有效剂量最大约为 4.1mSv 。

c、评价范围内环境保护目标的剂量评价

根据机房外剂量率估算、理论预测和叠加结果显示，评价范围内职业人员年有效剂量最大值约为 4.2mSv ；评价范围内公众年有效剂量最大值约为 $2.2 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，未超过本项目管理限值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.25mSv 。

②水环境影响评价

本项目的废水主要为工作人员工作时产生的生活污水，将依托医院的污水处理系统进行处置，对区域水体环境影响很小。

③大气环境影响评价

DSA 运行时会使 DSA 介入室内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的臭氧和氮氧化物可通过综合住院大楼楼顶排风口排出，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境的影响很小。

④声环境影响评价

本项目 DSA 介入室通风系统的风机运行时噪声值很小，设备工作时噪声值符合国家标准要求，经墙体及物体的阻挡以及距离的衰减，对周围声环境影响很小。

⑤固体废弃物影响评价

本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片产生；手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在 DSA 介入室中的垃圾桶，手术结束集中收集后作为普通医疗废物处理；工作人员工作中产生的少量办公垃圾，将依托医院的保洁措施，统一收集后交由环卫部门统一处理。采取以上处理措施后对周围环境影响很小。

9、事故情况下辐射环境影响评价

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《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中规定判断，属于一般辐射事故。

玉溪市中医医院制定了辐射事故应急预案，各种辐射防护措施设计较齐全，基本满

足辐射防护要求。医院制定的各种辐射安全制定较全面，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取相应的防护措施可有效的控制辐射事故对环境的影响。

10、核技术应用能力与安全管理的综合能力评价

玉溪市中医医院成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以院内文件的形式明确了辐射安全管理领导小组的职责；制定了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急预案；设计有满足国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备，将具有使用本项目 DSA 的综合能力。

11、项目建设的环保可行性总结论

本项目符合国家产业政策，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）中对职业人员及公众照射的要求，建设单位具备对本项目评价的II类射线装置（1台 DSA 设备）的使用和管理能力。在严格落实本报告提出的环境保护措施，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

13.2 承诺

（1）若医院运行期间有新增辐射工作人员，尽快安排新增辐射工作人员报名参加卫生环保部门组织的辐射安全与防护的培训，并定期不定期组织医院内部培训，确保本院所有辐射工作人员持证上岗。

（2）在本项目运行前，医院尽快为新增的辐射工作人员配备个人剂量计，并定期送有资质单位监测。

（3）严格遵守 DSA 操作规程，加强门灯联锁装置维护，介入手术过程中曝光前需确定防护门是否关闭，如果曝光过程中铅门未关闭，应立即停止出束。

（4）工作人员应正确佩戴个人剂量计，医院应每个季度（一般不超过 90 天）定期送检，并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理现值的情况，应及时查明原因，及时解决。

（5）项目在运行中，将严格遵循操作规程，加强对医务人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

（6）院方应每年对所有射线装置进行监测。并在每年 1 月 31 日之前将年度监测报

告上报至管理部门。

(7) 院方在依托工程的环保设施验收投入运行后，本项目在进行投入使用。

13.3 建议

(1) 项目竣工后应按照国家相关法律法规尽快进行验收。

(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) 医院应进一步完善各项规章制度，并制定监测仪器仪表的使用与校检管理制度。

(5) 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。

(6) 建议项目建设过程中进行防护工程施工、隐蔽施工时，留下影像资料、台账等，方便上级主管部门查阅。

建设项目竣工验收

建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环环评[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，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“三同时”检查内容见附表。

附表

“三同时”措施一览表

项目	验收内容	备注	
项目概况及屏蔽措施	医院拟将在综合住院大楼 1 楼 DSA 预留房间建成 DSA 介入室及配套辅助用房。 ①机房邻家属候诊区一侧墙体综合具有 5.63mm 铅当量的辐射防护水平，其余三面综合具有 6.56mm 铅当量的辐射防护水平； ②DSA 机房顶面均为 120mm 混凝土楼板+两层 15mm 硫酸钡板，具有约 4.78mm 铅当量防护水平； ③DSA 机房地面均为 150mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料，具有约 5.18mm 铅当量防护水平； ④防护门，钢铅复合门，内有 4.5mm 厚铅板防护，综合具有 4.5mm 铅当量的辐射防护水平，再用 4.5mm 厚铅板向四周铺贴； ⑤控制室观察窗，铅玻璃透明度好，综合具有 3.5mm 铅当量的辐射防护水平； ⑥通风管道穿墙：通风管道由顶面预留通风口穿过顶面进入 DSA 介入室，预留通风口处的通风管道内壁包裹 4mmPb 铅皮进行屏蔽。	/	
程序合法性	环保手续执行情况	本项目环评批复	/
设备参数		设备参数与环评一致	/
辐射安全管理机构	设置辐射安全与环境保护管理机构，或者指定专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作	医院成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，以文件形式明确了各成员的管理职责。	/
辐射安全措施	安全措施	DSA 介入室医护人员通道防护门、患者通道防护门和污物通道防护门处安装有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动； DSA 介入室防护门和病人入口门表面均粘贴有电离辐射警告标志及中文警示说明； DSA 介入室患者通道防护门和医生通道防护门安装有闭门装置； DSA 介入室内侧墙壁及控制台处设计有急停按钮； DSA 介入室内安装有监控和对讲系统； 医生更衣间入口门及病人入口门设计有门禁。	/
	通风措施	DSA 介入室内安装 2 台吸顶式空调送风，送风量不小于 1500m ³ /h，介入室外安装 1 台排风量为 2500m ³ /h 的全热新风交换机，产生的臭氧和氮氧化物可通过该换排风机排风口排出 DSA 介入手术	/

		室，最后通过综合住院大楼楼顶排放口排出。机房内均预留有进、出风口风管穿墙部分、弯管用4mm厚铅皮包裹，相当于4.0mmPb辐射防护水平。	
	电缆沟	电缆线槽穿墙采用U型沟，DSA手术室电缆沟从西南侧斜向45°穿过屏蔽墙进入控制室，电缆沟深200mm、宽300mm，穿墙位置从DSA手术室200mm处至控制室200mm处电缆沟顶部铺设一层4mm厚铅板，上方再用5mm厚钢板做盖板，具有4.0mmPb防护水平。	
人员配备	辐射防护与安全培训	本项目辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训及考核。	/
	个人剂量监测	本项目6名辐射工作人员每人均配备个人剂量计，项目建成后共计有6台个人剂量计、2台个人剂量报警仪。建立辐射工作人员个人剂量档案。	/
	人员职业健康监护	本项目6名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。	/
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪	配备1台便携式X-γ辐射监测仪。	/
	个人剂量报警仪	本项目辐射工作人员工作时已配备个人剂量报警仪。	/
	防护用品	配备铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜、铅围裙各6套。	/
辐射安全管理制度	辐射防护和安全保卫制度、DSA安全操作流程、辐射设备检修维护制度、辐射工作场所现场监测方案、监测仪器检验与校验管理制度、辐射工作人员岗位职责、辐射工作人员培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急处理预案	制定并完善相关的辐射安全管理制度。	/
验收监测	X-γ辐射剂量率	DSA介入室内第一术者位、第二术者位、DSA介入室各防护门表面和四周门缝、污物通道、设备间，控制室、过道以及DSA介入室对应的楼上、楼下区域。	/

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