核技术利用建设项目

弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目

环境影响报告表

（送审稿）

弥勒市中医医院

2021 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目环境影响报告表

建设单位名称： 弥勒市中医医院

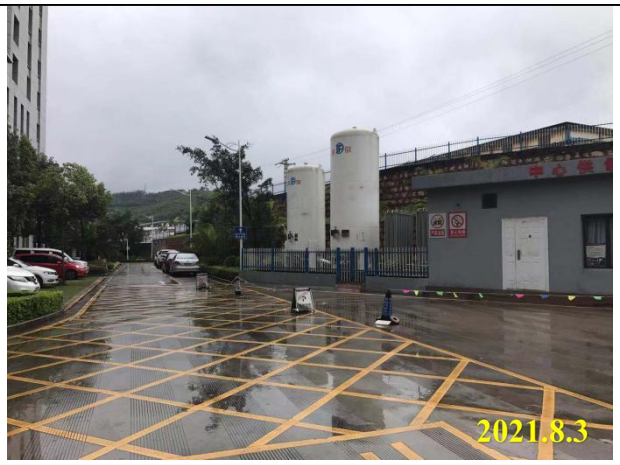
建设单位法人代表（签名或签章）： _____

通讯地址： 弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区

邮政编码： 652300 **联系人：** 刘陛

电子邮箱： / **联系电话：** 13608750330

现场照片（一）

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>DSA机房拟建场所医技楼</td><td>DSA介入室拟建场所</td></tr>
<tr><td>
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>DSA介入室拟建场所南侧（医院内部道路）</td><td>DSA介入室拟建场所北侧（医院内部道路）</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>医技楼东侧住院楼</td><td>DSA介入室拟建场所西侧（医院内部道路）</td></tr>
</table>

现场照片（二）

DSA机房拟建场所上方（二楼预留空房间）	DSA介入室拟建场所旁CT室
DSA介入室拟建场所1楼过道	住院楼西侧农田

目录

表 1 项目基本情况.....1
表 2 放射源.....13
表 3 非密封放射性物质.....13
表 4 射线装置.....14
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....15
表 6 评价依据.....16
表 7 保护目标与评价标准.....18
表 8 环境质量和辐射现状.....24
表 9 项目工程分析与源项.....29
表 10 辐射安全与防护.....35
表 11 环境影响分析.....49
表 12 辐射安全管理.....64
表 13 结论与建议.....71
表 14 审批.....81

附件：
附件 1 项目委托书
附件 2 项目备案证
附件 3 事业单位法人证书
附件 4 医院现有辐射安全许可证
附件 5 辐射工作人员个人剂量监测报告
附件 6 医疗机构许可证
附件 7 弥勒市中医医院关于成立放射安全管理领导小组的通知
附件 8 辐射安全管理制度汇总
附件 9 环境质量现状监测
附件 10 医院 DSA 使用情况说明
附件 11 DSA 介入室防护设计方案
附件 12 医院整体环评批复
附件 13 射线装置使用承诺书
附件 14 昆明医科大学第二附属医院石林天奇医院 DSA 类比监测报告
附件 15 辐射工作人员安全培训合格证书
附件 16 项目内审表及进度管理表

附图：
附图 1 项目地理位置图
附图 2 医院周边关系图
附图 3 医院总平面布局示意图
附图 4 医技楼一层平面布置图
附图 5 医技楼二层平面布置图
附图 6 医护人员、患者、污物运行路线
附图 7 DSA 机房平面图

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">弥勒市中医医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>张辉</td><td>联系人</td><td>刘陛</td><td>联系电话</td><td colspan="2">13608750330</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="7">弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区弥勒市中医医院医技楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">弥勒市发展和改革局</td><td>批准文号</td><td colspan="3">2108-532504-04-03-717699</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td>1283</td><td>项目环保投资(万元)</td><td>110</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">8.6%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □ 其它</td><td>占地面积(m^2)</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="6">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□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="6">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="6">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☑Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="7">/</td></tr>
</table>

项目概述

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

1、建设单位基本情况

弥勒市中医医院成立于 1983 年，是弥勒市一所市属二级甲等中医医院，是云南中医药大学、昆明卫生职业学院、红河卫生职业学院、云南经济管理学院教学实习医院。院内建有“国家中医药管理局重点学科中医心理学临床实践基地”、“昆明市延安医院骨科李军民教授专家工作站”、“云南省名中医秦竹传承工作室（二级工作站）”。是云南省中医医院、云南省第一人民医院、云南省第二人民医院、红河州第一人民医院、联勤保障部队第九二六医院等多家三级医疗机构的医疗帮扶医院。是弥勒市中医药学会唯一理事单位。

医院位于弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区，使用权面积 26980.00m^2，总建筑面积 60437.21m^2。设湖泉尚景分院位于弥勒市弥阳镇湖泉尚景二期 A40 号，总建筑面积 805.6m^2。医院编制床位 299 张，实际开放病床 600 张。设有临床科室 18 个；医技科室 7 个、职能部门 10 个、门诊诊室 22 个，社区卫生服务站 2 个。截止到 2020 年 12 月 31 日，全院共有在职职工 666 人，其中卫生技术人员 591 人（正高级职称 11 人，副高级职称 36 人，中级职称 91 人），硕士研究生 10 人，弥勒名医 2 人。现拥有超导 1.5T 核磁共振、128 层螺旋 CT、彩色多普勒超声诊断仪、DR-X 线成像系统等价值上亿元的先进医疗设备，已开通预约挂号、诊间支付、在线问诊、药品配送等线上公众健康综合服务，逐步构建互联网医院。

2、项目由来

为提升医院放射诊疗业务能力，更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，医院拟在医技楼 1 楼预留房间内新建一间 DSA 介入室，建成后将配备 1 台西门子 Artis Zee III Ceiling 型 DSA 用于介入诊疗。

为保护环境和公众利益，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。

本项目为使用 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 1 号)，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”，应编制环境影响报告表。受弥勒市中医医院的委托，我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，并结合现场勘察等工作的基础上，编制了弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目环境影响报告表。

3、项目建设规模

（1）工程概况

拟建 DSA 室位于医技楼 1 楼建设方预留房间，房间四侧墙体为 240mm 厚实心砖墙体，顶面为 120mm 混凝土楼板。本项目建成后的 DSA 机房净尺寸为 $L_{长}$10.56m×$W_{宽}$6.08m×$H_{高}$3.8m，净空面积约 64.2m^2，净空体积约 243.98m^3。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：

①DSA 手术室四面墙体为 240mm 架设 80*40 方钢搭钢架，钢架间距 600*1200，将复合板固定于钢架上，射线防护复合板规格为:1220*2440*15mm，从地面铺至顶面约具有 3.8m 高度，综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平；

②DSA 手术室顶面为 120mm 厚混凝土楼板（1.4mm 铅当量），手术室顶面架设 80*40 方钢搭钢架，钢架间距 600*1200，将复合板固定于钢架上，射线防护复合板规格为:1220*2440*15mm（4mm 铅当量），综合具有 5.4mm 铅当量的辐射防护水平；

③防护门，门双面采用 1.2mm 厚不锈钢工艺制作，门体采用方管钢骨架结构，钢骨架两侧为大芯板。防护材质采用 1#纯度达 99.99%电解 4mm 厚铅板防护，经高压粘合加工制作而成，综合具有 4mmpb 铅当量的辐射防护水平，介入室防护门带观察窗，观察窗铅玻璃四周用阻燃大芯板保护，再用 4mm 厚铅板向四周铺贴，窗框装饰面层为 1.2mm 厚优质发纹 304 不锈钢板，确保综合铅当量≥4mmpb；

⑤控制室观察窗，规格尺寸为 1500*1000*20mm，铅玻璃透明度好、折射率：1.755、白色透光率：99.8%、稳定性：A 级，综合具有 4.5mmpb 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，并在室外的进风口及排风口各设置 1 道 4mm 铅当量的防护百叶窗进行屏蔽。

⑦电缆沟：在平整的地面开凿 100mm 深的电缆沟。控制室和设备间位置同样开凿 100mm 深的电缆沟，上面铺盖 4mm 铅板。

建成后 DSA 介入室及辅助用房平面布局见附图 7。

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	拟建 DSA 室位于医技楼 1 楼预留房间，建成后的 DSA 机房净尺寸为 L 长 10.56m×W 宽 6.08m×H 高 3.8m，净空面积约 64.2m^2，净空体积约 243.98m^3，拟配备 1 台新购的西门子 Artis Zee III Ceiling 型 DSA（最大管电压 125kV，最大管电流为 1000mA）。 DSA 主要组成包括以下设备： 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。 ②高压发生器：高压变压器、X 射线管灯丝变压器、高压整流	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	X 射线、臭氧、氮氧化物以及医疗固废、生活废水、办公垃圾。

	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。	氧化物。	
辅助工程	控制室（26.6m^2）、设备间（17.48m^2）、缓冲区（12.13m^2）		
公用工程	机房安装有通排风机及空调（排风量为 1200m^3/h），保持室内通风。		
依托工程	利用医院已建成的危废暂存、供水、排水、配电、供电和通讯系统等。 工作人员生活污水将依托医院现有的化粪池、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现有的污水处理站进行处置。 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门诊楼一楼（项目左侧）医疗废物暂存间内，后委托有资质单位清运；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。		
环保工程	DSA 介入室的屏蔽防护设计如下： 介入室四周墙体：四面墙体在钢架上铺设 15mm 厚射线防护复合板，综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平； 介入室顶面：120mm 混凝土（1.4mm 铅当量）+15mm 厚射线防护复合板（4mm 铅当量），具有约 5.4mm 铅当量防护水平； 介入室地面：介入室无地下建筑，不进行防护屏蔽； 介入室防护门：钢铅复合防护门，具有 4mm 铅当量防护水平； 介入室观察窗：铅玻璃厚 20mm，具有 4.5mm 铅当量防护水平； 操作位：床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，悬挂式上铅玻璃板具有 0.5mm 铅当量防护水平。 铅防护门 4 套、铅玻璃观察窗 1 套、电缆沟屏蔽使用 4mm 厚铅板数片、通排风管道包裹 4mm 厚铅皮 2 片、4mm 铅当量铅百叶窗 2 道 噪声：风机及空调机组等采用减震设计。 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。	/	/

（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	管电压（kV）	管电流（mA）	工作场所名称	生产厂家	出束方向	备注
1	西门子 Artis Zee III Ceiling 型 DSA	1	125	1000	医技楼 1 楼 DSA 介入室	西门子	由下往上	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，使用科室将涉及放射科、神经外科、心内科、普外科四个科室。其中，放射科将从现有辐射工作人员中为本项目调配 2 名操作技师、2 名介入手术医生和 2 名护士；神经外科、心内科、普外科各单独配备 2 名介入手术医生；各科室的介入手术医生仅负责各自科室的介入手术，放射科的操作技师和护士负责放射科、神经外科、普外科和心内科的辅助工作，总共配置 12 名 DSA 辐射工作人员，由于本项目放射科工作人员已配备个人剂量计和个人剂量计报警仪，因此建设方后续将对本项目涉及的神经外科、心内科、普外科工作人员配置个人剂量计和个人剂量计报警仪，拟新增 6 台个人剂量计和 1 台个人剂量计报警仪，项目建成后共计有 12 台个人剂量计和 2 台个人剂量计报警仪，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
放射科	2 人	2 人	2 人
神经外科	2 人	/	/
心内科	2 人	/	/
普外科	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。

本项目放射科辐射工作人员除参与本项目 DSA 介入手术工作外，还负责操作放射科其他 III 类射线装置；神经外科、心内科、普外科辐射工作人员只负责本科室的介入手术，不参与其他辐射工作。

②工作制度

本项目 DSA 实行 8 小时单班工作制，年工作日 250 天。

（4）本项目 DSA 使用情况

DSA 投入运行后，计划年开展介入手术共约 600 台，其中放射科约 225 台、神经外科约 75 台、普外科约 75 台、心内科约 225 台。本项目 DSA 使用情况分别见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 本项目 DSA 实际工作量一览表

使用科室	平均单台手	单台手术曝光时间	年手术	年出束时间

	术时间	减影	透视	台数	减影	透视
放射科	1h	0.5min	10min	225 台	1.9h	37.5h
神经外科	2h	0.5min	10min	75 台	0.7h	12.5h
心内科	2h	0.5min	12min	225 台	1.9h	45h
普外科	1h	0.5min	10min	75 台	0.7h	12.5h
总计	/	/	/	600 台	5.2h	107.5h

表 1-5 本项目 DSA 实际运行工况一览表

设备型号	实际运行时最大管电压（kV）		实际运行时最大管电流（mA）	
	减影	透视	减影	透视
西门子 Artis Zee III Ceiling 型 DSA	70~80	65~75	200~550	5~10

（5）项目进度

本项目预计于 2021 年 10 月进行施工，2021 年 11 月竣工完成，11 月份进行设备安装和调试。

4、评价目的

本次评价的项目涉及 1 台西门子 Artis Zee III Ceiling 型 DSA，属使用 II 类射线装置，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）对弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目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，为上级行政主管部门实施辐射环境管理提供科学依据，为医院辐射安全与环境管理部门提供依据。

（2）针对弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目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，把辐射环境影响减少到合理可达到的尽量低的水平。

（3）对已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。对新建的 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管理限值要求。

（4）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：为建设方提供办理《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。

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（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 款：“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设

备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”。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

本项目位于弥勒市中医医院内，项目用地属于获得批准的弥勒市中医医院的医疗用房，不新增用地，因此项目符合弥勒市城市总体规划。

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

弥勒市中医医院位于弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区，医院地理位置示意图见附图 1。医院界外北侧为空地，西北侧 80m 为熙和小镇，东侧 100m 为秘翠湖，南侧紧邻熙和中路，西侧紧邻租白公路，医院平面布置及周围环境情况见附图 2。

医院总用地面积 26980.00m^2，总建筑面积 60437.21m^2。本项目 DSA 介入室拟建场为医技楼，医技楼为院方于 2013 年 12 月获得红河州生态环境局弥勒分局《关于弥勒市中医医院迁建项目环境影响评价标准的确认函的复函》后建立的。医技楼北侧为医院内部道路，东侧为住院楼；东南侧到东侧为门急诊楼；西侧为医院绿化。

拟建机房位于医技楼一楼，医技楼位于医院的西北侧，一楼为大厅入口、胃肠镜室、核磁共振室、DR 室、CT 室等；二楼为彩超室、心电图室、脑电图室、碎石治疗室、备用房间等。医技楼地下无建筑。机房四邻区域及楼上楼下区域不涉及新生儿及婴幼儿诊疗、住院区域。

根据设计内容，本项目新建 DSA 机房四周墙体具有 4.0mm 铅当量防护水平，DSA 介入室拟建场所东侧依次为 CT 室、核磁共振室、设备室（CT 室）、控制室（核磁共振）及医技楼外墙；东南侧依次为医生办公室、准备室（核磁共振）、设备室（核磁共振）及卫生间；南侧依次为患者准备间、苏醒室、配电间、右侧集中候诊区；西南侧依次为设备间、楼梯间、左侧集中候诊区；西侧依次是控制区、污物通道、庭院花池、阅片室、办公室；西北侧为缓冲区、保洁间、3#污梯；北侧为女更衣间、男更衣间、4#楼梯；东北侧为控制室（CT 室）、丙类库房、女值班室、男值班室、空调机房。项目 DSA 机房顶面是具有 5.4mm 铅当量防护水平的屏蔽体，机房正上方 4m 为医技楼二楼控制室（碎石治疗室）、备用空房间，机房正下方无地下建筑。DSA 介入室与医技楼 2 楼对应位置关系剖面图见图 1-1。

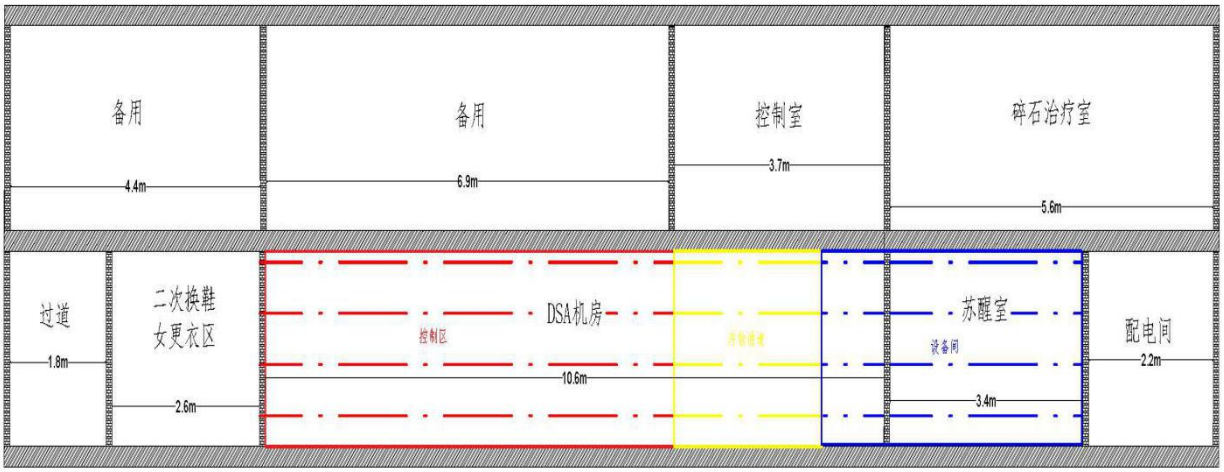


图 1-1　DSA 介入室与医技楼 2 楼位置关系剖面图

医技楼 2 楼平面布局见附图 5，医技楼 1 楼见附图 4。

医院位于城市建成区，不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，周围无环境制约因素，本次项目选址无环境制约因素，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 7：DSA 介入室布置图可知，本项目 DSA 介入室南侧依次为患者准备间和苏醒室，西侧为控制区、污物通道、设备间，北侧为缓冲区、医护人员通道。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 手术室均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：介入手术医务人员通过住医技楼一楼北侧入口进到医技楼内至换鞋更衣区进行更衣换鞋，再到缓冲区进行洗消，然后通过控制室大门进入控制室，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，出则原路返回。

污物通道：污物通过 DSA 手术室左侧铅门进入污物通道，然后沿庭院花池往北收集至 3#污梯间，最终收集至住院楼内的医疗废物暂存间内。

患者通道：患者从医技楼一楼南侧大门进入到大厅，通过病人通道进入患者准备间，

由与机房相连的电动感应防护铅门进入机房。患者入口铅门由机房内医生控制开关，避免人员误入。出则通过患者大门沿洁净走廊行至苏醒室留观后出病人通道。

（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。本项目不设置污物暂存间，手术中的污物收集至医疗废物专用容器内通过 DSA 手术室左侧铅门进入污物通道，收集至 3#污梯间，最终收集至住院楼内的医疗废物暂存间内。在满足各使用要求前提下，平面布局合理。

（4）DSA 室净空面积为 64.2m^2，最小单边长度为 6.08m，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，由于机房下方无地下建筑，因此机房墙面、顶面均经屏蔽防护处理，墙面、顶面综合铅当量分别为 4.0mm、5.4mm，优于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，通过环评类比分析 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布功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，该项目平面、纵面布局可行。

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医技楼 1 楼，医院主体工程（包含住院楼、医技楼及配套环保设施等）已于 2013 年 12 月 16 日取得了红河州生态环境局弥勒分局《关于弥勒市中医医院迁建项目环境影响评价标准的确认函的复函》（弥环发〔2013〕132 号），并已于进行建设项目竣工环境保护验收工作。

本项目工作人员产生的医疗废水经预处理后，和生活污水一并排入污水处理站进行

处理，经医院建设的污水预处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 水污染物排放限值预处理标准后排入市政污水管网，排入污水处理厂处理。

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现有医疗废物暂存间，医疗废物和生活垃圾存放时间不超过 1 天，医疗废物将定期交由有资质单位处置。

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

弥勒市中医医院目前持有的辐射安全许可证书编号：云环辐证[00372]，许可种类和范围：使用 III 类射线装置，有效期为：2018 年 5 月 18 日至 2023 年 5 月 17 日，医院目前持有的辐射安全许可证见附件 6，使用地点为弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区。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	其他医用 X 射线机	SomatomDefinitionASC	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科 DR 室、CT 室	正常使用
2	胃肠 X 射线系统	GEPT-8004	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科 DR 室、CT 室	正常使用
3	其他医用 X 射线机	飞利浦 EssentaDR	III类	医用诊断 X 射线装置	放射科 DR 室、CT 室	已淘汰，待注销
4	移动式 C 型臂 X 射线机	Cios SelectS1	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	第一间手术室	正常使用
5	X 射线计算机体层摄影设备	UCT760	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科 DR 室、CT 室	正常使用
6	移动式摄影 X 射线机	UDR370i	III类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科 DR 室、CT 室：DR2 室	正常使用
7	数字化 X 摄影系统 DR	UDR770i	III类	医用诊断 X 射线装置	放射科 DR 室、CT 室：DR1 室	正常使用
8	数字化 X 摄影系统 DR	UDR550i	III类	医用诊断 X 射线装置	体检科 DR 室	正常使用
9	数字化钨靶乳腺机	uMammo590i	III类	医用诊断 X 射线装置	放射科 DR 室、CT 室：DR 室	正常使用
10	口腔 X 射线数字化体层摄影设备	Planmeca ProMax SD	III类	口腔（牙科）X 射线装置	口腔科牙片室	正常使用

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。环评提出，本项目 DSA 机房建成后，建设单位应及时按照《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 日前向昆明市生态环境部门提交年度评估报告。

弥勒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。

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 2018 年 4 月 10 日以医院内部文件发文，调整了辐射安全防护管理领导小组，并明确了管理领导小组的成员及职责，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：《射线装置操作规程》、《辐射工作人员的岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》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。

（3）现有设备辐射环境情况

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

医院现有辐射工作人员 17 人，目前 11 人通过辐射安全与防护培训，环评提出应对所有辐射工作人员按照生态环境主管部门要求进行辐射安全培训。医院也已承诺尽快组织未通过辐射安全与防护培训的辐射工作人员参加培训，做到每个辐射相关工作人员持证上岗。由于本项目放射科 6 名工作人员已配备 6 台个人剂量计和 1 台个人剂量计报警仪，因此建设方后续将对本项目涉及的心内科、普外科、神经外的新增 6 名工作人员新配置 6 台个人剂量计及 1 台个人剂量计报警仪，本项目建成后共计有 12 台个人剂量计和 2 台个人剂量计报警仪，个人剂量计定期送检测机构进行检测，每 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，其中除第一个季度 2019 年 9 月 26 日起开始的个人剂量监测的时间为 112 天，其余季度佩戴时间正常。医院承诺个人剂量监测将保持每 90 天检测一次的检测频率。弥勒市中医医院提供了 2019 年 9 月 26 日~2020 年 10 月 23 日期间的个人检测报告（见附件 9），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，受检辐射工作人员年个人剂量当量在 0～0.95mSv/a，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。现有辐射工作人员情况见表 1-8。

表 1-8　　医院辐射工作人员受照剂量情况表

序号	姓名	佩戴天数（天）	检测个人剂量当量（mSv）	折算天数（天）	个人年剂量当量 mSv/a	达标情况
F001	米奉章	385	0.24	365	0.23	达标
F002	姚云东	385	0.24	365	0.23	达标
F003	张明飞	385	0.29	365	0.27	达标
F004	杨红	385	1	365	0.95	达标
F005	黄泽赟	385	0.26	365	0.25	达标
F006	张建成	385	0.28	365	0.27	达标
F007	马体能	291	0.24	365	0.23	达标
F008	陈云山	385	0.22	365	0.21	达标
F009	丁保伟	291	0.3	365	0.28	达标
F010	方言	385	0.94	365	0.89	达标
F011	朱原	385	0.33	365	0.31	达标
F012	余卓锐	385	0.34	365	0.32	达标
F013	宋川云	385	0.28	365	0.27	达标
F014	付金	385	0.26	365	0.25	达标
F015	武明波	385	0.25	365	0.24	达标
F016	高万琴	385	0.29	365	0.27	达标
F017	贺杰	201	0.16	365	0.15	达标
F018	吴娟	94	0	365	0	达标
F019	王俊超	94	0	365	0	达标

（5）辐射安全和防护知识培训

医院现有辐射工作人员中，已有 11 人取得卫生环保部门组织的辐射安全与防护的培训合格证的员工，本项目拟派的辐射工作人员应持证上岗，医院承诺安排未有证、新增的辐射工作人员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，保证本项目拟派的十七人均持证上岗。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
			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》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	西门子 Artis Zee III Ceiling 型 DSA	125	1000	医疗诊断/介入治疗	医技楼 1 楼 DSA 介入室	新增，本次环评

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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/m^3；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/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》（修订版），2015 年 1 月 1 日起施行 （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 （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）《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 （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 （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) （7）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）生态环境部令第 16 号 （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 （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 （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 （11）《关于发布建设项目竣工环境保护验收暂行办法的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日起施行 （12）《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》，云环函[2006]727 号 （13）《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》，云环通[2018]208 号 （14）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，国家发展和改革委员会令第 29 号

技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则　总纲》（HJ2.1-2016） （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） （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） （4）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020） （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021) （7）《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993），已被(HJ 1157—2021)替代，项目辐射环境现状监测时（GB/T14583-1993）仍有效，后续监管执行新标准(HJ 1157—2021)要求 （8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019） （9）《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466－2005) （10）《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015) （11）《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其 2013 年修改单 （12）《声环境质量标准》(GB3096-2008) （13）《环境空气质量标准》（GB3095-2012） （14）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002） （15）《云南省地方标准 用水定额》（DB53/T168-2019）
其他	（1）《电离辐射剂量学》，原子能出版社，1986，第二版，李士骏主编 （2）《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强主编 （3）联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告 （4）《X 射线和γ射线防护手册》，苏森龄著 （5）建设单位提供资料

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 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）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。

7.2 保护目标

弥勒市中医医院位于弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区，医院地理位置示意图见附图 1。医院界外北侧为空地，西北侧 80m 为熙和小镇，东侧 100m 为秘翠湖，南侧紧邻熙和中路，西侧紧邻租白公路。

本项目 DSA 介入室拟建场为医技楼 1 楼医技楼位于医院的西北侧。医技楼北侧为医院内部道路，东侧为住院楼；东南侧到东侧为门急诊楼；西侧为医院绿化。

DSA 介入室拟建场所东侧依次为 CT 室、核磁共振室、设备室（CT 室）、控制室（核磁共振）及医技楼外墙；

DSA 介入室拟建场所东南侧依次为医生办公室、准备室（核磁共振）、设备室（核磁共振）及卫生间；

DSA 介入室拟建场所南侧依次为患者准备间、苏醒室、配电间、右侧集中候诊区；

DSA 介入室拟建场所西南侧依次为设备间、楼梯间、左侧集中候诊区；

DSA 介入室拟建场所西侧依次是控制区、污物通道、庭院花池、阅片室、办公室；

DSA 介入室拟建场所西北侧为缓冲区、保洁间、3#污梯；

DSA 介入室拟建场所北侧为女更衣间、男更衣间、4#楼梯；

DSA 介入室拟建场所东北侧为控制室（CT 室）、丙类库房、女值班室、男值班室、空调机房。

DSA 机房顶面是具有 5.4mm 铅当量防护水平的屏蔽体，机房正上方 4m 为医技楼二楼控制室（碎石治疗室）、备用空房间。

DSA 机房机房正下方无地下建筑。

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	/	DSA 介入室内	0m	0m	共 6 人	5mSv
		西侧	控制室	1m	0m	操作人员 2 人、护士 2 人，共 4 人	
公众	DSA 介入室附近其他人员	东侧	CT 室	0.6m	0m	约 4 人	0.25 mSv
			核磁共振室	10.5m	0m	约 2 人	
			设备室（CT 室）	0.6m	0m	基本无人	
			控制室（核磁共振）	10.5m	0m	约 1 人	
		东南侧	医生办公室	1m	0m	约 10 人	
			准备室（核磁共振）	10.7m	0m	约 2 人	
			设备室（核磁共振）	12m	0m	基本无人	
		南侧	患者准备间	1m	0m	约 2 人	
			苏醒室	1m	0m	约 4 人	
			配电间	6m	0m	基本无人	
			右侧集中候诊区	14m	0m	约 10 人	
		西南侧	设备间	2.5m	0m	基本无人	
			楼梯间	4.6m	0m	约 2 人	
			左侧集中候诊区	18m	0m	约 8 人	
		西侧	控制区	1m	0m	约 2 人	
			污物通道	1.5m	0m	约 1 人	
			阅片室	11m	0m	约 2 人	
			办公室	13m	0m	约 1 人	
		西北侧	缓冲区	2.5m	0m	约 1 人	
			保洁间	24m	0m	约 1 人	
			3#污梯	18m	0m	约 1 人	
		北侧	女更衣间	2m	0m	约 2 人	
			男更衣间	8m	0m	约 1 人	
			4#楼梯	19m	0m	约 6 人	
		东北侧	控制室（CT 室）	3.5m	0m	约 2 人	
			丙类库房	4.2m	0m	约 1 人	
			女值班室	16m	0m	约 1 人	
			男值班室	17.5m	0m	约 1 人	
			空调机房	13m	0m	基本无人	

		楼上	控制室（碎石治疗室）	0m	垂直正上方4.0m	约 4 人	
			备用空房间	0m	垂直正上方4.0m	约 1 人	
		楼下	楼下无建筑				

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）《医用 X 射线诊断放射防护要求》（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。

6.1.4 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、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 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（㎡）	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 3 的规定。

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

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。

6.2.4 距 X 射线设备表面 100 cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μSv/h 时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100 cm 时，机房可不作专门屏蔽防护。

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 2.5 μSv/h; 测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

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 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。

6.4.9 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

（4）本项目辐射剂量管理限值

综合考虑 GB 18871-2002、GBZ 130-2020 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：根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2009），项目所处区域为医院，声环境功能区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 2 类声环境功能区，建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB（A）以下，且受影响人口数量变化不大。因此，确定噪声影响评价工作等级为三级。营运期厂界噪声执行（GB12348-2008）《工业企业厂界环境噪声排放标准》中 2 类标准值。即：昼间：60dB（A），夜间：50dB（A）。

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；各科室产生的废水经预处理后，与生活污水一起进入污水处理站进行处理，到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 标准后的废水接入市政污水管网，排入市政污水处理厂处理。其余如化验室废水、含有机溶剂的废液及其他药物废水应单独收集并按照国家相关规定进行预处理后，交由弥勒市医疗废物集中处置中心处置。

固废：本项目运营期一般固体废物的处置按照《一般工业固体废物贮存、 处置场污染控制标准》(GB18599 2001)及其2013年修改单中的有关规定执行。危险废物的处置按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其2013年修改单中的有关规定执行。医

疗废物处置按照《医疗废物集中处置技术规范》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、地表水质量、声环境影响较小。

本项目为使用 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。根据红河州人民政府网站发布的《红河州 2019 年度环境质量状况》，2020 年弥勒市环境质量如下：

（1）地表水环境

项目位于弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区，本项目最近的地表水体为项目区东侧 960m 甸溪河，根根据《云南省地表水水环境功能区划（2010~2020 年）》，甸溪河被分为两段，分别为甸溪河（南桥-南盘江口）水环境功能为饮用二级、农业用水、工业用水，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准。

根据 2020 年 12 月 13 日红河州生态环境局弥勒分局公布的《弥勒市 2020 年 11 月国控、省控监测断面水质监测情况》，2020 年 11 月，甸溪河国控断面（锁龙桥断面）、省控断面（扯龙桥断面）水质分别为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类、III 类水质标准，因此甸溪河弥勒开发利用区水质满足 III 类水质标准。

（2）声环境

项目位于弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区，项目区域声环境功能属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。根据《红河州 2019 年度环境质量状况》，2019 年，全州开展功能区环境噪声质量监测的有：个旧市、开远市、蒙自市和弥勒市，蒙自各类功能区昼间、夜间等效声级年均值达到相应功能区噪声标准要求，各类功能区瞬时值略有超标。个旧除四类区的夜间等效声级出现超标外，其余各类功能区昼间、夜间等效声级年均值达到相应功能区噪声标准要求；开远市各类功能区昼间、夜间等效声级年均值达到相应功能区噪声标准要求，一、二类功能区瞬时值略有超标；弥勒市各类功能区昼间、夜间等效声级年均值达到相应功能区噪声标准要求。

（3）大气环境

根据《2019 年度红河州环境质量状况》，2019 年全州环境空气质量持续改善，按年均值评价，13 县市城市空气环境质量符合国家二级标准。弥勒市有效监测 358 天，优良天数 349 天，优良率 97.5%，弥勒市环境空气质量基本指标 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3 均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，因此项目所在区域为环境空气质量达标区。

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，建设单位特委托云南勤策环境检测技术有限公司于 2021 年 7 月 7 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：云南勤策环境检测技术有限公司

②检测时间：2021 年 7 月 7 日

③天气情况：晴

④检测目的：弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目辐射环境本底监测；

⑤检测内容：X-γ辐射空气吸收剂量率；

⑥检测仪器：BH3103B 型 X-γ剂量率仪（编号：049）；

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 21 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《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T4583-1993）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监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性。

⑤每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。

⑥由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

⑦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。

⑧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 8-1，检测点位见图 8-1 至 8-2，详细检测结果见附件 11。

表 8-1 本项目拟建场所及周围环境的 X-γ辐射剂量率检测结果

点位序号	测 量 点 位 描 述	测量结果（μGy/h）	备注
1	DSA 介入室左侧控制区铅门侧	0.11	拟建位置本底监测
2	DSA 介入室左侧控制区	0.11	
3	DSA 介入室控制区铅玻璃侧	0.11	
4	缓冲区	0.11	
5	二次换鞋/女更衣区	0.11	
6	女卫生间	0.11	
7	CT 室控制室	0.10	
8	CT 室	0.11	
9	CT 室设备间	0.11	
10	医生办公室	0.10	
11	苏醒室	0.11	
12	DSA 介入室下方患者通道铅门侧	0.11	
13	DSA 介入室设备间	0.11	
14	污物通道铅门侧	0.11	
15	机房正上方（碎石治疗室控制室）	0.11	
16	机房正上方（备用）	0.11	
17	DSA 介入室拟建场所	0.12	
18	DSA 介入室拟建场所	0.10	
19	医技楼西侧医院内部道路	0.12	医院环境本底监测
20	住院楼西侧通道	0.11	
21	门急诊楼北侧通道	0.11	

注：以上测量数据均未扣除天然辐射本底值。

由表 8-1 可知，弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目拟建工作场所的 X-γ辐射剂量率测值为 0.10~0.12μGy/h；弥勒市中医医院血管造影系统扩建项目周围环境的 X-γ辐射剂量率测值在 0.11~0.12μGy/h 之间，本项目拟建场所及周围环境的 X-γ辐射剂量率处于医院

所在区域正常辐射水平范围内。

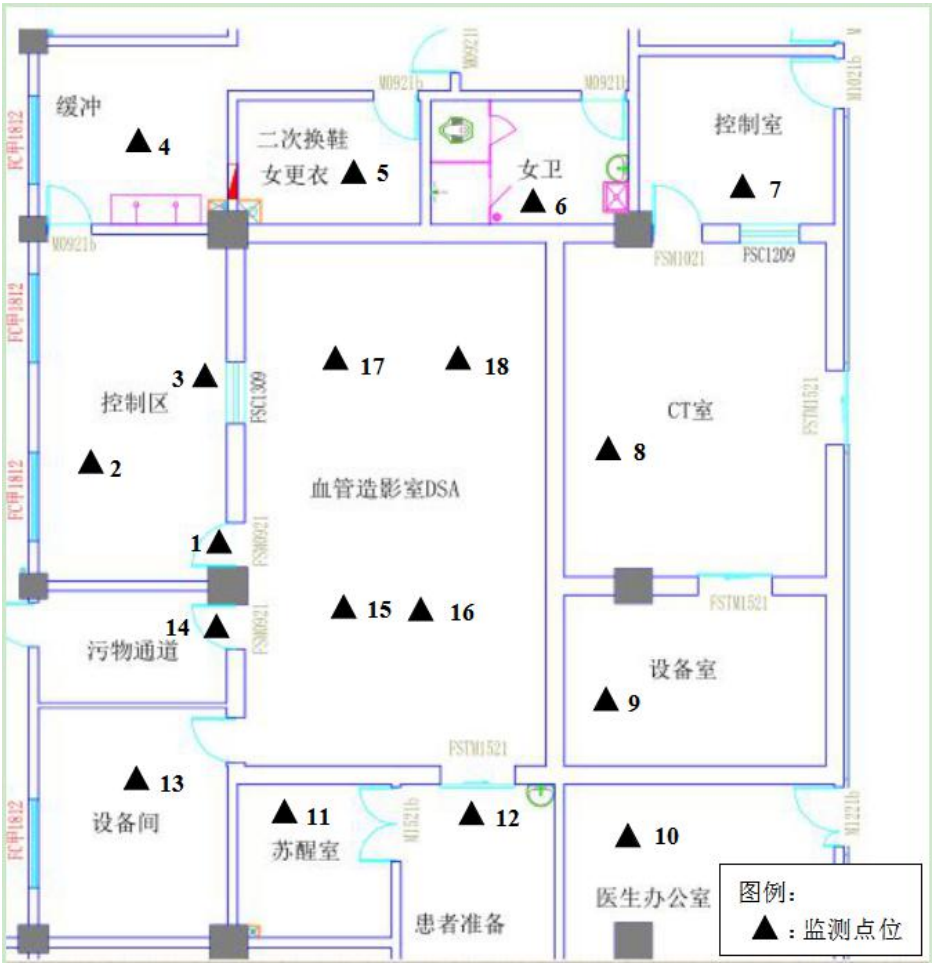


图 8-1 本项目医技楼 1 楼 DSA 拟建场所及周围辐射环境现状检测点位示意图 1

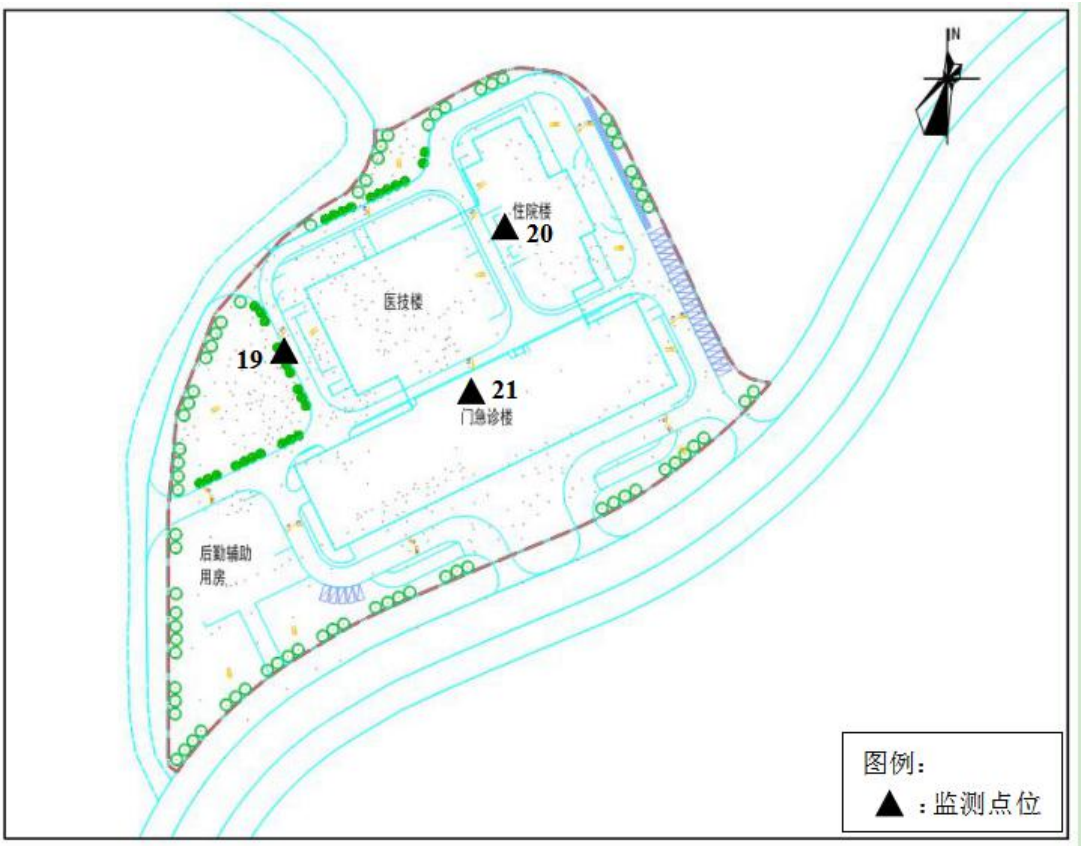


图 8-2 本项目拟建场所及周围辐射环境现状检测点位示意图 2

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。

医技楼 1 楼机房为建设方建设本栋楼时预留，作为日后 DSA 拟建场所，为毛坯房，为更好符合设计，需拆除部分原有墙体，与本项目相关的辐射防护工程尚未施工，施工工艺流程及产污环节，见图 9-1：

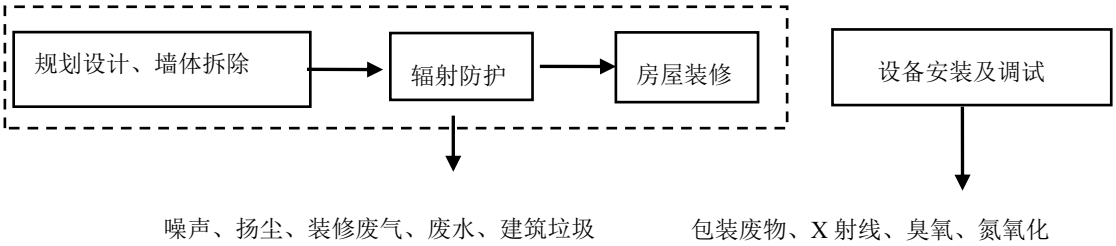


图 9-1　项目施工期工艺流程及产污环节图

本项目主要是在建筑内部进行施工，先进行区划调整改造后再对部分墙体进行拆除，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。

二、运营期工艺分析

数字减影血管造影系统（Digital Subtraction Angiography，DSA）是一种新的 X 射线成像系统，是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理是将受检部位没有注入对比剂和注入对比剂后的血管造影，经计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。目前 DSA 已广泛应用在全身各部位的血管和肿瘤的检查和介入治疗。医学界公认，DSA 检查是所有血管疾病检查的“金标准”。其他检查手段都是通过间接征象了解血管病变情况，如多普勒、彩超、核磁共振、心电图等检查，在发生梗塞、出血等较明显征象后才能判定血管病变，因诊查结果往往不能肯定，就影响到确诊和治疗。DSA 检查不但能清晰明确地了解影像病变，而且在造影过程中就可了解血管内血流、血管壁等情况，全面判断血管结构及功能变化，为确诊和治疗提供了可靠的依据。有了 DSA 因血管病变所引起的人体各部位疾病都可诊治；不仅对血管性病变，对

非血管性病变引起的疾病同样可以做确诊和介入治疗，如肿瘤等复杂疾病。

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是运用计算机程序进行两次程序完成的。工作原理为注入造影剂之前，首先进行第一次 X 射线成像，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取而形成视频影像，再经过对数增幅和模/数转换形成数字影像，这些数据信息输入计算机处理后并进行贮存。注入造影剂后，再次成像并转换为数字信号。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。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；在进行介入手术时更为安全。

1、设备组成

DSA 主要组成部分：落地 C 臂、诊断床、显示器吊架、显示器与操作设备、AXIS 图像处理柜、高压发生器、冷却装置、系统控制柜等。设备外观见图 9-2。

图 9-2 西门子 Artis Zee III CeilingDSA 外观图

2、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。

DSA 在治疗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。

第二种情况，透视：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屏风后身着铅服、铅眼镜等防护用品，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，项目 DSA 射线装置年出束时间 112.7h，其中减影约 5.2h，透视约 107.5h，由于隔室减影操作时间仅占整台手术 DSA 出束时间 4.62%，所占比例较小，而同室透视操作时间占整台手术 DSA 出束时间 95.38%，所占比例较大、对保护目标影响比较大，因此同室操作为本次评价的重点。

3、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随手术调整，平板探测器始终与检查床的交线保持相对静止。

4、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：

医务人员路径规划流向为：介入手术医务人员通过住医技楼一楼北侧入口进到医技楼内至换鞋更衣区进行更衣换鞋，再到缓冲区进行洗消，然后通过控制室大门进入控制室，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，出则原路返回。

患者路径规划流向为：患者从医技楼一楼南侧大门进入到大厅，通过病人通道进入患者准备间，由与机房相连的电动感应防护铅门进入机房。患者入口铅门由机房内医生控制开关，避免人员误入。出则通过患者大门沿洁净走廊行至苏醒室留观后出病人通道。

（2）物品流向路径规划：

污染物品流向：污物通过 DSA 手术室左侧铅门进入污物通道，然后沿庭院花池往

北收集至 3#污梯间，最终收集至住院楼内的医疗废物暂存间内。

项目涉及的人流和物流的路径规划见附图 6。

5、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，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；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。

本项目 DSA 工作流程及产污环节见图 9-3。

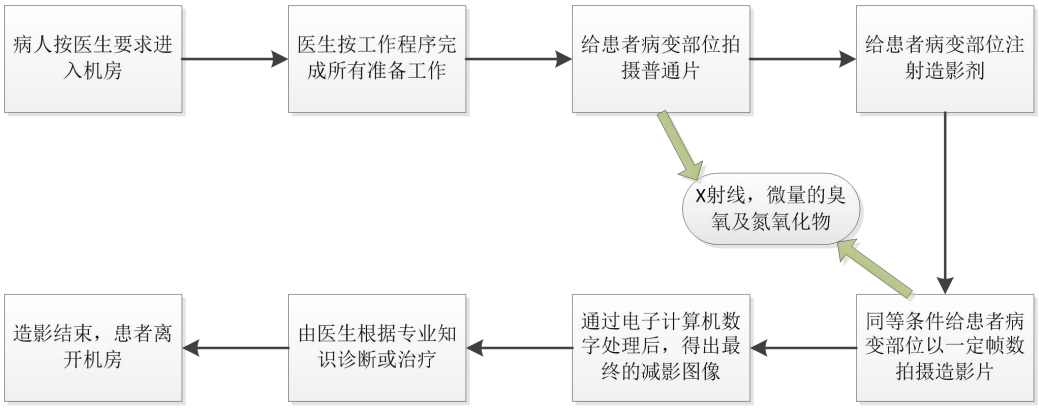


图 9-3　DSA 工作流程及产污环节示意图

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。施工区域临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。

本项目 DSA 设备的安装及调试由设备厂商专门负责人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。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。

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，随着施工的结束，施工期带来的影响也随之结束。

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 9-3 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：

$$O_2 \xrightarrow{X射线} O_3，\ O_2+N_2 \xrightarrow{X射线} NO，\ O_2+NO \xrightarrow{X射线} NO_2$$

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，项目 DSA 机房安装通风量为 1000m^3/h 的通风系统，采取连续通风换气，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），本项目介入手术的用水量按照“医院-医院门诊-20L/（人·次）”计算，介入手术每年约进行 600 人次，则介入手术用水量为 0.048m^3/d，12m^3/a（年工作 250 天），产污系数按 0.8 计，则产生医疗废水约 0.0384m^3/d，9.6m^3/a。本项目医疗废水进入化粪池，消毒后进入医院拟建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 中污染物排放限值（日均值）标准后的废水接入市政污水管网，排入市政污水处理厂处理。

（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。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。

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。

（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。

三、运行期事故情况污染源

本项目涉及新增 1 台 II 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，将控制室、设备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，本项目控制区与监督区的划分见图 10-1。

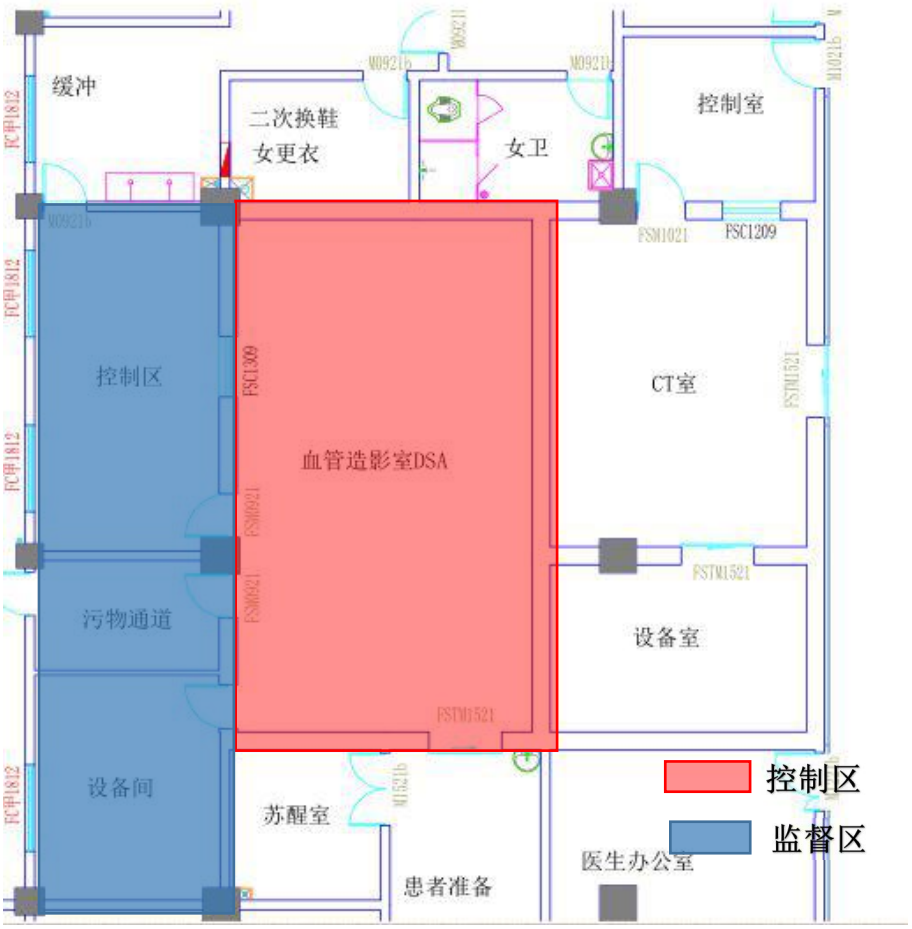


图 10-1　本项目控制区与监督区划分示意图

此外，还应将机房西侧、东侧过道，楼下值班室、产物分析区（扩增）、标本制备区作为辐射环境影响关注区，医院在 DSA 运行期间应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，如发现问题应及时的处理。

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 5。

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

本项目 DSA 介入室进行了屏蔽防护设计（见附件 14），机房为四边形，介入室四周为 240mm 实心砖墙，四面墙体架设 80*40 方钢搭钢架，上面铺设 15mm 厚射线复合板，四面墙体综合具有 4.0mm 铅当量的辐射防护水平。

顶面防护方案：机房所在一楼与楼顶间楼板为 120mm 厚混凝土楼板，在 DSA 介入手术室内顶面架设 80*40 方钢搭钢架，上面铺设 15mm 厚射线复合板，约具有 4mm 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，查表计算得 120mm 厚混凝土约为 1.4mm 铅当量，所以机房顶面理论上具有 5.4mm 铅当量的辐射防护水平。

地面防护方案：在地方增加 100mm 普通水泥进行地面平整，在控制室内的电缆沟采用 4mm 厚铅板+不锈钢装饰板进行屏蔽防护。

铅门材料工艺：医生进出防护门，采用电动平移式铅门，规格为：1100mm×2250mm；患者进出防护门，采用电动平移式铅门，规格为：1800mm×2250mm；污物通道铅门为手动平开铅门，规格为：1100mm×2250mm；设备间铅门为手动平开铅门，规格为：1100mm×2250mm，防护门套选用不锈钢作装饰面板，铅心板做平整，内含 4mm 铅板。

控制室观察窗材料：采用高铅玻璃，规格为 1500mm×1000mm×20mm，铅玻璃防护量约为 4.5mm 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
DSA介入室	四周墙体	机房四周墙体为240mm厚实心砖墙，在墙体四周采用80*40方钢搭钢架，在钢架上铺设尺寸为1220*2440*15mm15mm的射线防护复合板	4.0mm铅当量
	顶面	机房顶面楼板为120mm混凝土，在楼采用80*40方钢搭钢架，在钢架上铺设尺寸为1220*2440*15mm15mm的射线防护复合板	5.4mm铅当量
	地面	地下无建筑，地面不设置屏蔽措施，地面平整时预留100mm电缆沟位置	/
	病人通道防护门、医护人员通道防护门、污物通道防护门	医生进出防护门，采用电动平移式铅门，规格为：1100mm×2250mm；患者进出防护门，采用电动平移式铅门，规格为：1800mm×2250mm；污物通道铅门为手动平开铅门，规格为：1100mm×2250mm；设备间铅门为手动平开铅门，规格为：1100mm×2250mm；防护门套选用不锈钢作装饰面板，铅心板做平整，内含4mm铅板。	4mm铅当量
	控制室观察窗	选用高铅玻璃，铅玻璃规格为：1500×1000×20mm	4.5mm铅当量
	DSA介入室面积	东西宽约6.08m、南北长约10.56m，内净面积约为64.2m^2	
	通风透气	机房采用中央空调换气，进出风口接入住院楼中央空调通风系统，风管穿墙部分、弯管用4mm厚铅皮包裹，送风口和排风口内置铅百叶窗，相当于4.0mmPb辐射防护水平。	
	电缆布置	DSA机房设有一条电缆与设备间、控制室连通，电缆采用桥架的方式进行铺设，电缆沟用4.0mm铅板覆盖进行屏蔽防护，电缆采用预留的沟槽穿墙的方式通过设备间与DSA机房、DSA机房与控制室的墙体	

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。

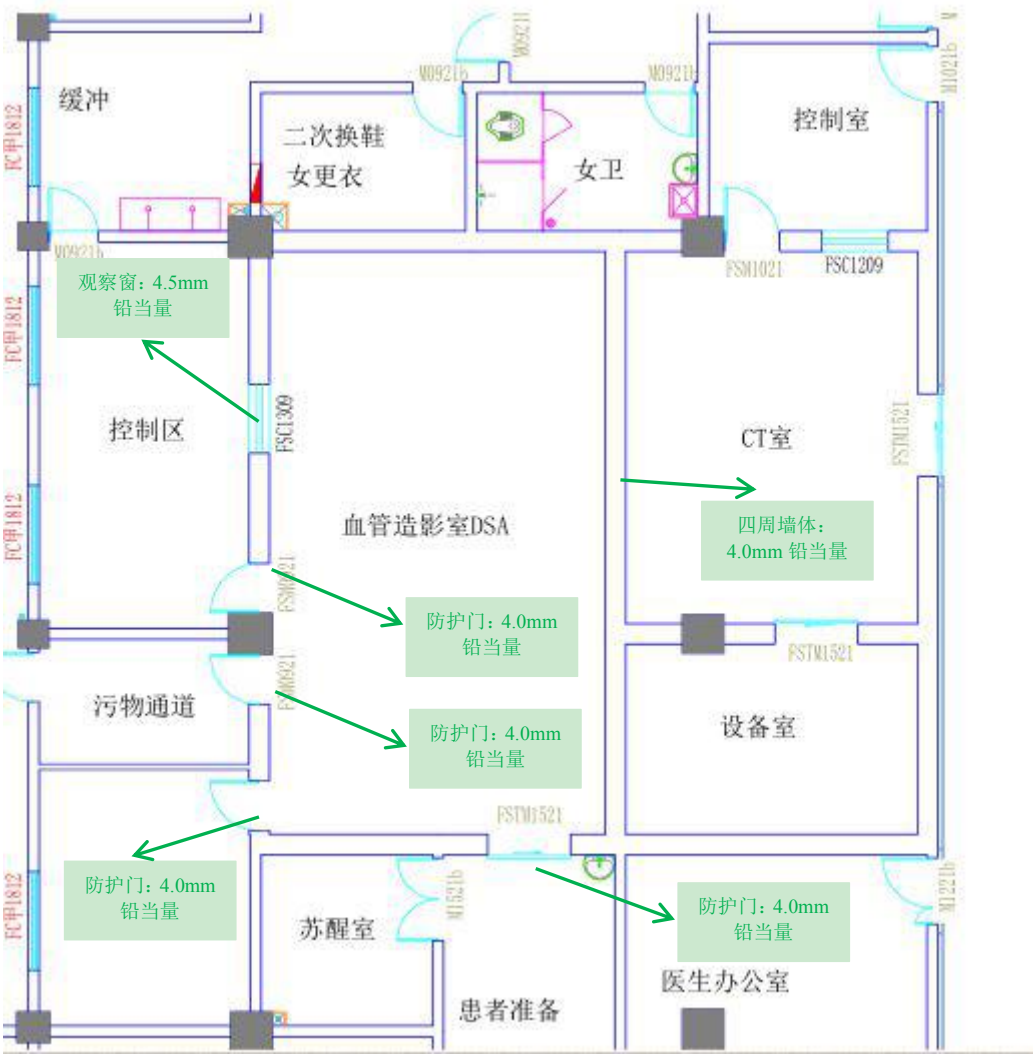


图 10-2　本项目 DSA 介入室屏蔽防护设计平面图

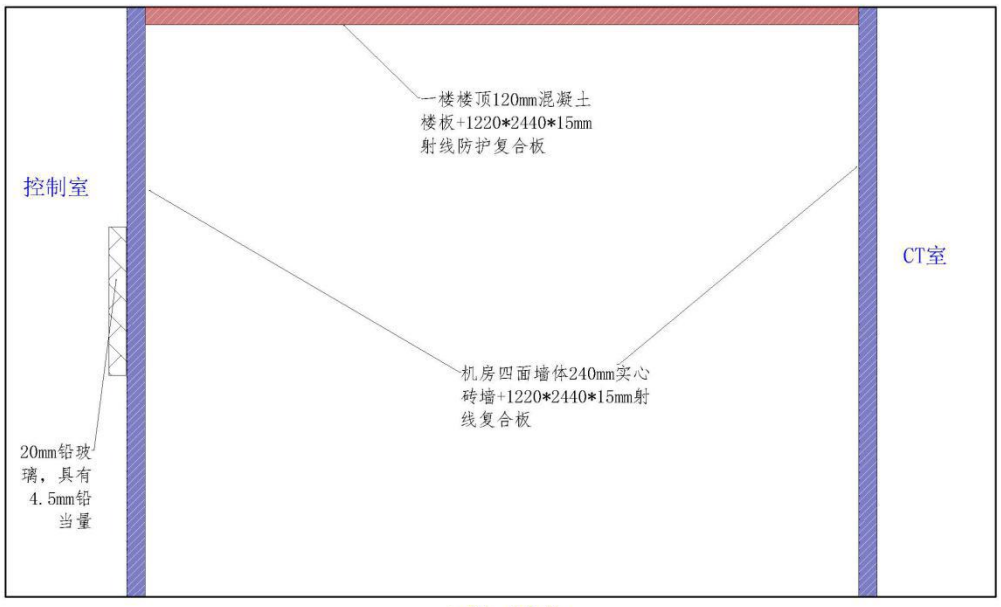


图 10-3 本项目 DSA 介入室屏蔽防护设计剖面图

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。本项目 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 设备从西门子厂家购买，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 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。影像增强器前面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（last image hold，LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑥ 配备相应的表征剂量的指示装置：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		患者和受检者	
	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：“--”表示不需要求。				

① DSA介入室将配备了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；配置受检者防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅方巾4套；上述防护用品须≥0.5mm铅当量。

② 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、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；

（4）DSA控制室控制台设计有1个急停按钮，DSA介入室内侧墙壁设计有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）门灯联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，防护门顶部安装有联锁装置，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，联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。

本项目DSA介入室拟安装的安全措施示意见图10-4。

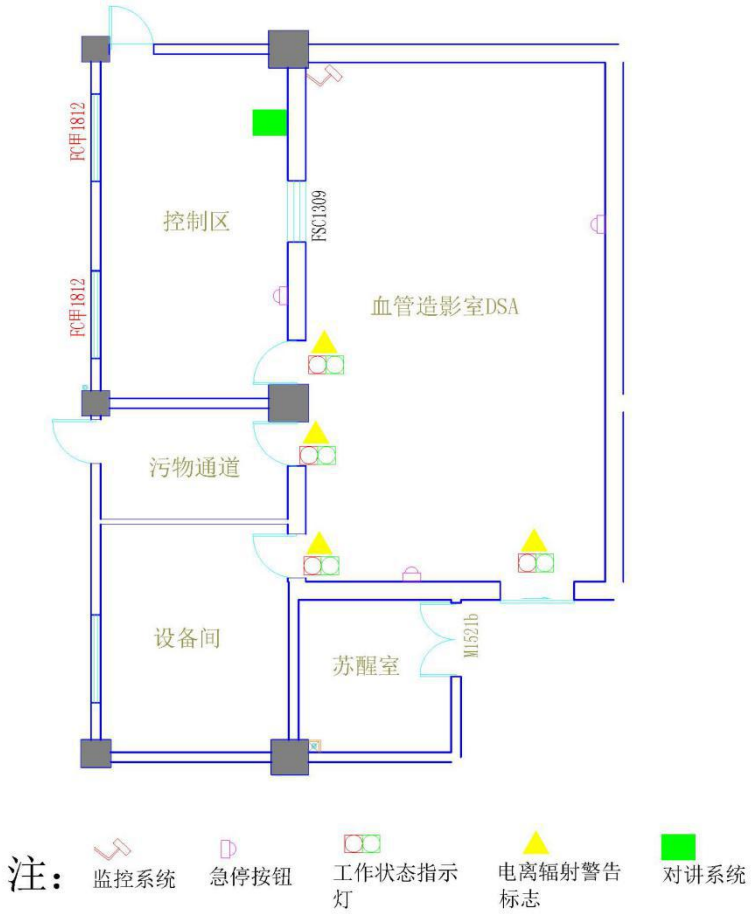


图 10-4　DSA 介入室拟安装的安全措施示意图

4、电缆布置

本项目对 DSA 介入室内底面进行防护施工时，首先在原有地面上增加 100mm 普通水泥进行地面平整，地面平整时预留 100mm 深的电缆沟。控制室和设备间位置将新铺设 100mm 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 100mm 深的电缆沟，在其上方新增屏蔽措施。电缆沟示意图见图 10-5。

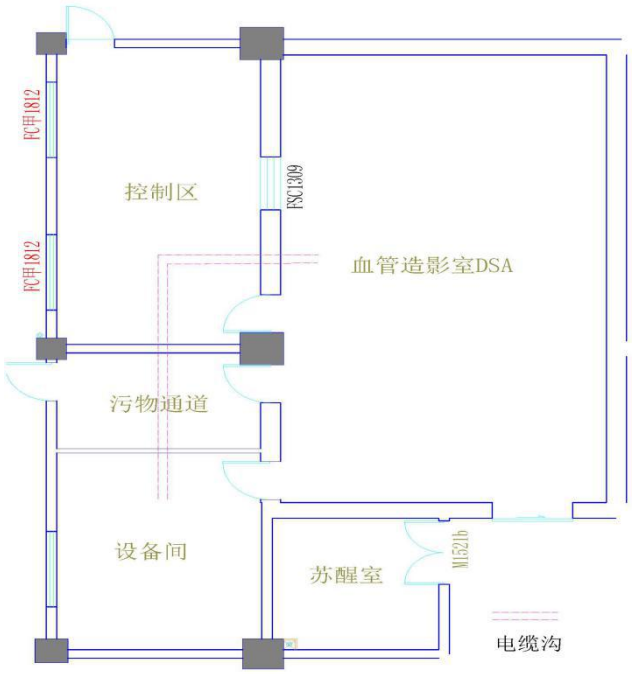


图 10-5　DSA 介入室电缆沟示意图

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 100mm、宽 200mm，在控制室内的电缆沟采用 4mm 厚铅板+不锈钢装饰板进行屏蔽防护，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。

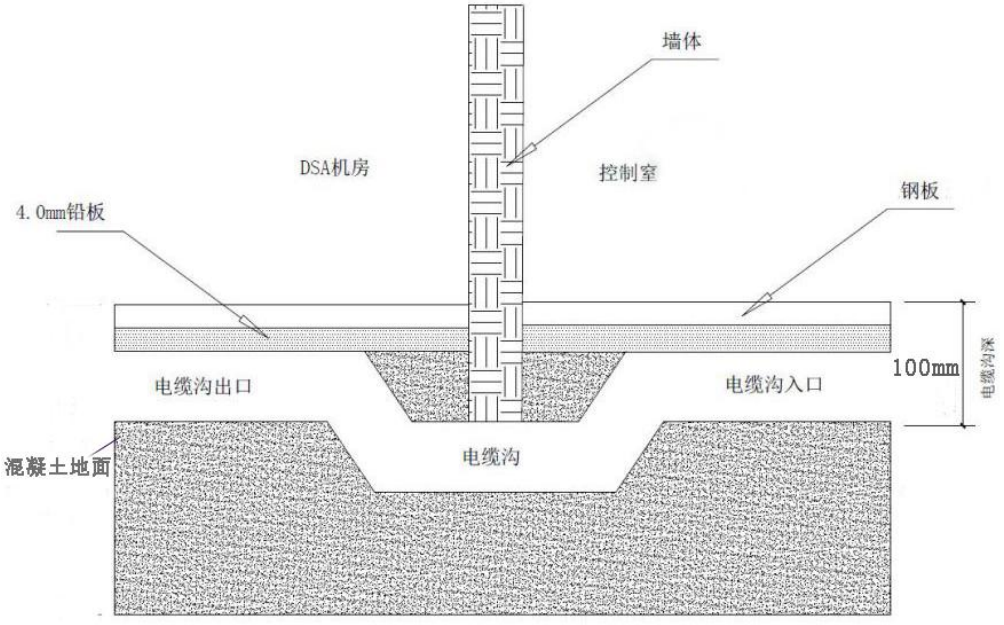


图 10-6　DSA 介入室电缆沟穿墙示意图

5、通风管设置

本项目 DSA 介入室北墙外侧将安装 1 台风量不小于 1200m³/h 的静音换气风机，通风换气次数不少于 4 次/h，产生的臭氧和氮氧化物可通过该换气风机通风系统排风口排出 DSA 介入室，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响很小。进风口和排风口从屋顶垂直进入介入室内，进风口位置与顶面楼板底部齐平，室内排风口距地面约 30cm，通风管道内径约为 200mm，风管穿墙前采用水平弯曲，穿墙采用垂直弯曲，开口向下，穿墙位置距地面高度约 3m，风管穿墙部分、弯管用 4mm 厚铅皮包裹，送风口和排风口内置铅百叶窗，不小于墙体防护水平，不破坏 DSA 介入室的整体防护效果。因此穿墙部分不影响墙体整体的防护性能和机房外的辐射水平，拟采用的屏蔽防护措施满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的屏蔽防护要求，通排风管道穿墙示意图见图 10-7 和 10-8。

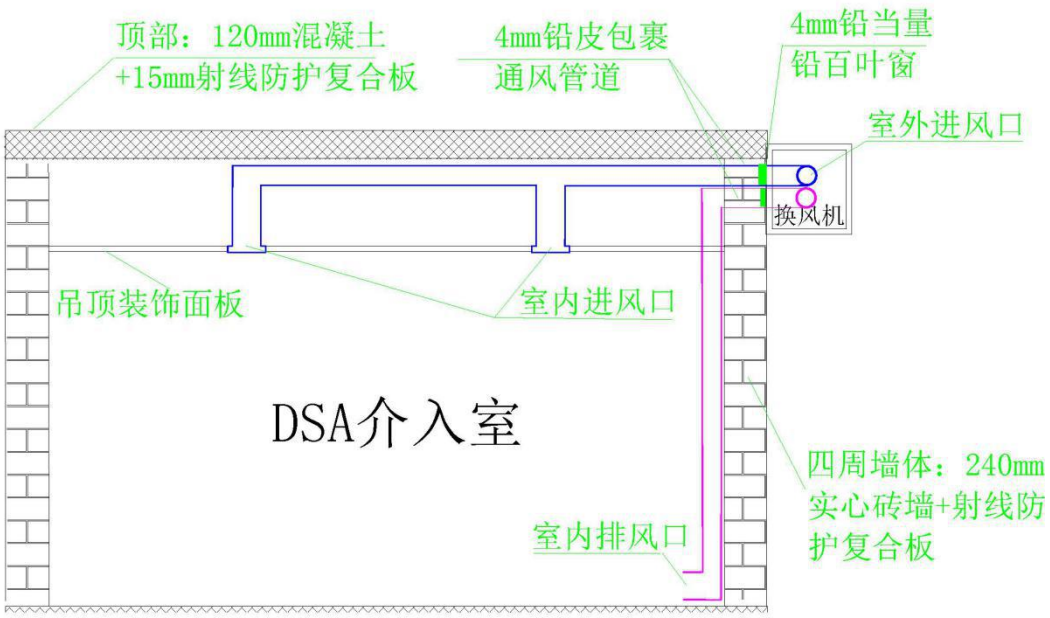


图 10-7　通排风系统管线剖面图

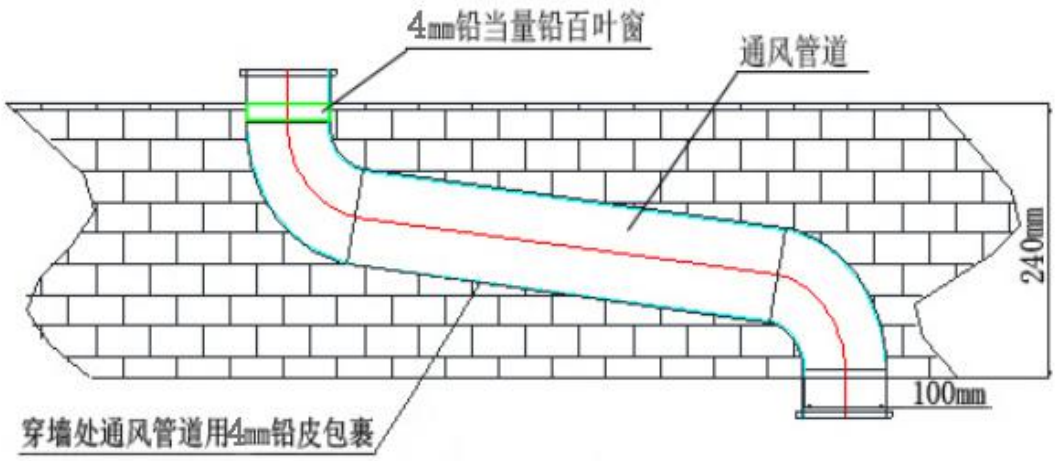


图 10-8　通排风系统管线示意图

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 12 人，应配备 12 枚个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪，其中 6 人为原有放射科工作人员，已配备 6 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，新增 6 人为神经外科、心内科、普外科工作人员，应新增 6 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。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；同时新配置 X-γ辐射监测仪器 1 台，合计有 12 台个人剂量计、2 台个人剂量计报警仪及 1 台 X-γ辐射监测仪器。

医生个人剂量片每 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有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 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。

② DSA 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。

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，有利于改善室内空气环境。

通风管道采取相应的屏蔽措施，进出风口均设置铅百叶窗，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，无废水产生；工作人员工作时产生的生活污水将依托医院现有的污水处理系统进行处置，本项目医疗废水进入医院化粪池后进入医院污水处理站进行处理，经医院拟建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 标准后的废水接入市政污水管网，排入市政污水处理厂处理。

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进行处理，后委托有资质的医疗废物处置单位进行处置；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 2.5μSv/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	通风换气系统	微量

		氧化物		
	医务人员、病人	生活污水	医院主体工程生活污水处理措施	《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 标准
	介入手术	医疗废物	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	昼间＜60dB(A)，夜间＜50dB(A)。

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	铅防护门 4 套，具有 4mm 铅当量的辐射防护水平、控制室铅玻璃观察窗 1 套，采用 20mm 厚铅玻璃，具有 4.5mm 铅当量的辐射防护水平、电缆沟屏蔽使用 4mm 厚铅板、通排风管道包裹 4mm 厚铅皮 2 片、4mm 铅当量铅百叶窗 2 道	35.0
		四周墙体为 240mm 厚实心砖墙方钢搭钢架上安装 15.0mm 厚射线防护复合板，综合具有 4.0mm 铅当量的辐射防护水平；机房顶面为 12cm 厚混凝土楼板，DSA 介入室内顶面架设方钢搭钢架上安装 15.0mm 厚射线防护复合板，综合具有 5.4mm 铅当量的辐射防护水平；机房地面无防护，加 100mm 普通水泥面层平整	44.0
	个人防护用品	新增铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜、铅围裙各 4 套	6.0
	监测仪器及个人剂量监测	新增便携式 X-γ辐射监测仪 1 台、新增个人剂量计 6 台、新增个人剂量报警仪 1 台，共计有 12 台个人剂量计和 2 台个人剂量计报警仪	5
	辐射安全与防护培训	本项目所有辐射工作人员参加辐射安全与防护的培训，十二名工作人员均需要持证上岗	3.0
	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 3 套	3.0
	监控、对讲系统	监控、对讲系统 1 套	1.0

	废气治理	换气系统	4.0
	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。	1.0
	废水收集	依托建筑污水管网	0
	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。	8.0
合计			110

本项目的总投资约为1283万，其中环保投资约为110万元，占项目总投资额的8.6%。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本次项目拟在院区内医技楼 1 楼东北侧预留房间建立 DSA 介入诊疗室，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主要是根据设计内部区域调整，先进行区划调整改造后再对内部墙体进行拆除，根据平面设计重建墙体及隔断，水电、通排风等基装，再进行辐射屏蔽防护安装，内部装修，设备调试运行等，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。在墙体改造及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室外，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类比分析结合模式预测的方法进行环境影响分析。

1、类比分析

（1）类比对象的选取

本项目类比对象采用昆明医科大学第二附属医院石林天奇医院扩建 1 台 DSA 项目的 Artis Zee III Ceiling 型 DSA。

（2）类比可行性分析

本项目 DSA 与类比对象的类比可行性分别见表 11-1、11-2。

表 11-1 本项目 DSA 与类比 DSA 技术参数一览表

设备型号	设备主要技术参数		主射束方向	生产厂家	备注
	额定管电压（kV）	额定管电流（mA）			
本项目 Artis Zee III	125	1000	向上照射	西门子公司	本项目

Ceiling 型 DSA					
类比 Artis Zee III Ceiling 型 DSA	125	1000	向上照射	西门子公司	昆明医科大学第二附属医院石林天奇医院

表 11-2 本项目 DSA 介入室与类比 DSA 介入室屏蔽防护参数一览表

类比项目	本项目 DSA 介入室	类比 DSA 介入室	类比结果
四周墙体	四周墙体架设方钢钢架，钢架铺设 15mm 射线防护复合板（4.0mm 铅当量）	240mm 实心混凝土砖墙+20mm 硫酸钡防护涂层，约 3.4mm 铅当量防护水平	本项目四周防护能力较强
顶面	120mm 混凝土+钢架加装 15mm 射线防护复合板（5.4mm 铅当量）	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂层，具有约 4.6mm 铅当量防护水平	本项目顶面防护能力较强
底面	底部：无建筑	底部：无建筑	/
防护门	4mm 铅当量	3.5mm 铅当量	本项目防护门防护能力较强
控制室观察窗	4.5mm 铅当量	3.5mm 铅当量	本项目观察窗防护能力较强
介入室净尺寸及面积	长约 10.56m、宽约 6.08m，内净面积约为 64.2m^2	长约 8.3m、宽约 5.98m，内净面积约为 49.6m^2	本项目机房内净面积较大
手术位	0.5mm 铅当量床侧铅帘、0.5mm 铅当量悬挂式上铅玻璃板	0.5mm 铅当量床侧铅帘、0.5mm 铅当量悬挂式上铅玻璃板	防护能力相当

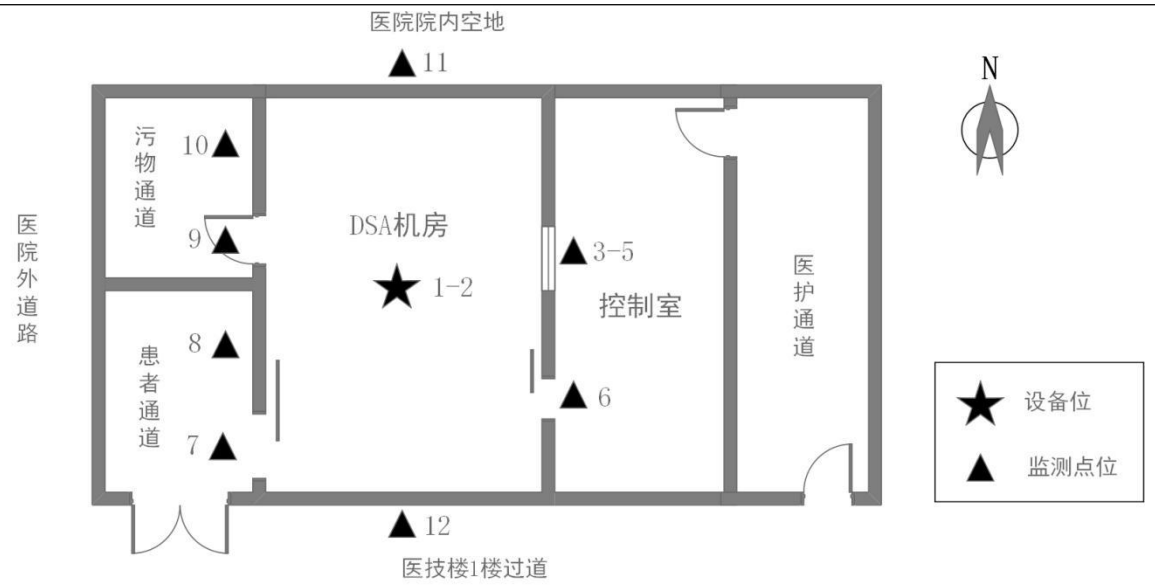
由表 11-1 和表 11-2 可知：

①本项目 DSA 的平时开机运行工况与类比 DSA 平时开机运行工况基本一致；

②本项目 DSA 介入室的四周墙体、防护门、观察窗、顶面屏蔽防护能力较类比 DSA 介入室的强，手术位屏蔽防护能力与类比 DSA 介入室的相当，故本项目 DSA 介入室的整体屏蔽防护能力优于类比 DSA 介入室的屏蔽防护能力。

此外，根据类比昆明医科大学第二附属医院石林天奇医院的同型号 DSA 项目的验收监测报告可知，其验收开机工况为正常使用时的最大管电压、最大管电流，类比监测工况如下：透视情况下，管电压：78kV，管电流：13.6mA；减影情况下，管电压：84kV，管电流：497mA，本项目运营期最大透视工况下管电压 75kV、管电流 10mA；减影工况下管电压 80kV、管电流 400mA 具有可类比性。

综合考虑，昆明医科大学第二附属医院石林天奇医院的同型号 DSA 作为本项目类比对象是可行的，本项目 DSA 对 DSA 介入室周围环境的辐射影响可参照类比 DSA 的监测数据。



（3）类比监测结果分析

2020 年 11 月 28 日云南卓淮检测技术有限公司对昆明医科大学第二附属医院石林天奇医院医技楼一楼的 Artis Zee III Ceiling 型 DSA 进行了验收监测，并出具了《辐射环境监测报告》（ZHFSJC-2019-037 号），类比监测结果见表 11-3，监测点位分别见图 11-1，详细监测报告见附件 10。

表 11-3 类比 DSA 正常运行工况下介入室及周围环境 X-γ辐射剂量率监测结果

序号	监测点位描述	测量值（μGy/h）		备注
		未出束	出束	
1	第一术者位	0.13±0.008	7.94±0.125	1、X 射线照射方向由下向上。 2、监测时，第一术者位、第二术者位位于同侧，并分别位于床侧铅屏风后 0.3m、1m 处，并用铅衣遮挡。 **3、监测工况** **透视情况下：** **管电压：71kV，** **管电流：12.4mA** **减影情况下：** **管电压：78kV，** **管电流：248mA**
2	第二术者位	0.13±0.005	5.09±0.099	
3	铅玻璃	0.11±0.008	0.13±0.016	
4	铅玻璃框	0.13±0.011	0.14±0.016	
5	操作台	0.13±0.013	0.21±0.019	
6	控制室铅门	0.13±0.008	0.17±0.017	
7	患者通道铅门	0.13±0.005	0.21±0.024	
8	患者通道	0.13±0.008	0.16±0.011	
9	污物通道铅门	0.13±0.008	0.17±0.016	
10	污物通道	0.13±0.008	0.19±0.015	
11	医院内空地	0.13±0.011	0.14±0.013	
12	医技楼 1 楼过道	0.13±0.011	0.14±0.016	
13	本底值	0.14±0.016		
说明：1.测量机房周围剂量率时选用减影模式，手术时，医生在机房内，操作模式为透视模式，手术位监测时在透视模式下进行。2.数据未修正				

图 11-1 介入室周围监测布点示意图

根据表 11-3 监测结果可知：

①根据类比 DSA 开机时介入手术室表面外 30cm 处 X-γ辐射剂量率测值在（0.13~0.21）μGy/h 之间，可推断本项目 DSA 开机时介入室表面外 30cm 处 X-γ辐射剂量率能够满足《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 2.5 μSv/h”的要求。

②根据类比 DSA 分别在开机与关机情况下的监测结果可以看出，介入手术室外各点在开机与关机时的 X-γ辐射剂量率相差不大，说明该类比机房经过屏蔽后辐射泄漏很小，机房屏蔽效果良好。而本项目 DSA 介入室的整体屏蔽防护能力优于类比 DSA 介入手术室的屏蔽防护能力，且本项目 DSA 介入室的内净面积较类比 DSA 介入手术室大，由此可推测本项目 DSA 介入室屏蔽效果良好。

③监测点曝光前后的数据可以看出，介入手术室外各点在曝光之前与曝光时的 X-γ空气吸收剂量率相差不大，说明该机房经过屏蔽后辐射泄漏很小，机房屏蔽效果良好。

因此，可根据类比 DSA 监测结果得出的 X-γ辐射剂量率附加值，并根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A 中计算方法来估算各点处职业人员和公众的年有效剂量，X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$=\times K_a\times t\times 10^{-6}（mSv）\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（式\ 11\text{-}1）$$

式中：：X-γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

：X-γ射线空气吸收剂量率，nGy/h；

t：X-γ照射时间，h；

K_a：剂量换算系数，本项目保守取 1。

本项目投入运行后，DSA 计划年开展介入手术共约 600 台，其中放射科约 225 台、神经外科约 75 台、普外科约 75 台、心内科约 225 台，年减影时间 5.2h、年透视时间 107.5h，总曝光时间 112.7h。则本项目辐射工作人员及周围公众受照时间取值如下：

①控制室操作人员及护士：控制室操作人员及护士年有效剂量保守取全年 112.7h 全部为参数较大下的减影工况来计算。

②介入手术医生：本项目放射科介入手术医生年透视时间取 37.5h，神经外科介入手术医生年透视时间取 12.5h，心内科介入手术医生年透视时间取 45h、普外科介入手术医生年透视时间取 12.5h。

③周围公众：周围公众年有效剂量保守取全年 112.7h 全部为参数较大下的减影工况来计算。

对于居留因子，经常有人员停留的地方取 1，部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。根据上述条件，可估算出本项目 DSA 对职业人员和公众所致年有效剂量，估算结果见表 11-4。

表 11-4　本项目 DSA 所致人员年有效剂量

序号	方位	类比监测点位	该点处附加剂量率（μGy/h）	年累积曝光时间（h）	居留因子	年有效剂量（mSv）	管理限值（mSv/a）
1	第一术者位（放射科）	监测点位 1（第一术者位）	6.81	37.5	1	0.26	5
	第一术者位（普外科、神经外科）			12.5	1	0.09	5
	第一术者位（心内科）			45	1	0.31	5
2	第二术者位（放射科）	监测点位 2（第二术者位）	4.96	37.5	1	0.19	5
	第二术者位（普外科、神经外科）			12.5	1	0.06	5
	第二术者位（心内科）			45	1	0.22	5
3	操作位	监测点位 5（操作台）	0.08	112.7	1	9.0×10^{-3}	5
4	患者通道防护门	监测点位 7（患者通道铅门）	0.08	112.7	1/4	2.3×10^{-3}	0.25
5	操作室防护门	监测点位 6（控制室铅门）	0.04	112.7	1/4	1.1×10^{-3}	5
6	污物通道防护门	监测点位 9（污物通道铅门）	0.04	112.7	1/4	1.1×10^{-3}	5
7	机房西侧控制区、设备间	监测点位 10（污物通道）	0.06	112.7	1	6.7×10^{-3}	5
8	机房东侧 CT 室	监测点位 4（铅玻璃框）	0.01	112.7	1	1.1×10^{-3}	0.25
9	机房南侧苏醒室	监测点位 12（医技楼 1 楼过道）	0.01	112.7	1	1.1×10^{-3}	0.25
10	核磁共振室、控制室（核磁共振）、医生办公室、准备室（核磁共振）、设备室（核磁共振）、患者准备间、配电间、右侧集中候诊区、左侧集中候诊区、阅片室、丙类库房、女值班室、	监测点位 11（医院内空地）	0.01	112.7	1	1.1×10^{-3}	0.25

	男值班室等						

由表 11-4 估算结果可知:

①本项目辐射工作人员主要为 DSA 介入室内的介入手术医生、控制室的操作技师以及护士，根据类比监测结果及理论估算可知，操作本台 DSA 所致放射科第一术者位介入医生年有效剂量约为 0.26mSv/a、第二术者位介入医生年有效剂量约为 0.19mSv/a，所致普外科、神经外科第一术者位介入医生年有效剂量约为 0.09mSv/a、第二术者位介入医生年有效剂量约为 0.06mSv/a，所致心内科第一术者位介入医生年有效剂量约为 0.31mSv/a、第二术者位介入医生年有效剂量约为 0.22mSv/a。控制室操作技师和护士年有效剂量约为 9.0×10^{-3}mSv/a，均低于本项目职业人员年有效剂量管理限值 5mSv/a。

②DSA 机房四周公众年有效剂量约为 6.7×10^{-3}mSv、1.1×10^{-3}mSv，50m 评价范围内的核磁共振室、控制室（核磁共振）、医生办公室、准备室（核磁共振）、设备室（核磁共振）、患者准备间、配电间、右侧集中候诊区、左侧集中候诊区、阅片室、丙类库房、女值班室、男值班室等的公众年有效剂量最大约为 1.1×10^{-3}mSv，项目四周公众年有效剂量低于本项目公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。

综上可知，类比监测结果表明项目 DSA 介入室墙体、防护门和观察窗拟采取的防护方案的防护性能符合要求，DSA 介入室实施屏蔽防护后，DSA 工作对 DSA 介入室外环境影响较小，DSA 运行对介入室周围医院工作人员、公众的环境影响较小。

2、理论预测本项目对 DSA 介入室内介入手术医生的辐射影响

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，故采用理论预测透视情况下辐射环境影响分析。放射科、神经内科、心内科、普外科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：

.....（式 11-2）

$$D = 8.73\times10^{-3}\ X \qquad \text{.....（式 11-3）}$$

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

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，本项目放射科介入手术透视曝光时间约为 10min/台，神经内科介入手术透视曝光时间约为 10min/台，心内科介入手术透视曝光时间约为

12min/台，普外科介入手术透视曝光时间约为 10min/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 0.42R·mA^{-1}·min^{-1}；

r_0：本项目取 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 r m 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 1‰）。

将相关参数带入公式 11-2、11-3 和 11-4，可估算出单台手术工作人员所受照剂量，计算结果见表 11-5。

表 11-5　单台手术所致不同手术位的受照剂量

时间（科室）	手术位	开机工况	与主射线束距离	防护铅当量	减弱因子	受照剂量
放射科（10min）	第一术者位	75kV/10mA	0.3m	1mm 铅当量	0.0012	4.89×10^{-3}mSv
	第二术者位		1m	0.5mm 铅当量	0.013	4.77×10^{-3}mSv
神经外科（10min）	第一术者位	75kV/10mA	0.3m	1mm 铅当量	0.0012	4.89×10^{-3}mSv
	第二术者位		1m	0.5mm 铅当量	0.013	4.77×10^{-3}mSv
心内科（12min）	第一术者位	75kV/10mA	0.3m	1mm 铅当量	0.0012	5.86×10^{-3}mSv
	第二术者位		1m	0.5mm 铅当量	0.013	5.71×10^{-3}mSv

普外科（10min）	第一术者位	75kV/10mA	0.3m	1mm 铅当量	0.0012	4.89×10^{-3}mSv
	第二术者位		1m	0.5mm 铅当量	0.013	4.77×10^{-3}mSv

本项目投入运行后，DSA 计划年开展介入手术共约 600 台，其中放射科约 225 台、神经外科约 75 台、心内科约 225 台、普外科约 75 台，由此可估算出第一术者位医生、第二术者位医生进行不同科室介入手术时的年受照剂量，计算结果见表 11-6。

表 11-6　不同科室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
放射科	第一术者位	4.89×10^{-3}mSv	225 台	1.10mSv
	第二术者位	4.77×10^{-3}mSv		1.07mSv
神经外科	第一术者位	4.89×10^{-3}mSv	75 台	0.37mSv
	第二术者位	4.77×10^{-3}mSv		0.36mSv
心内科	第一术者位	5.86×10^{-3}mSv	225 台	1.32mSv
	第二术者位	5.71×10^{-3}mSv		1.29mSv
普外科	第一术者位	4.89×10^{-3}mSv	75	0.37mSv
	第二术者位	4.77×10^{-3}mSv		0.36mSv

根据表 11-6 估算结果，本项目 DSA 运行所致放射科第一术者位医生年有效剂量约为 1.10mSv、第二术者位医生年有效剂量约为 1.07mSv，所致普外科、神经外科第一术者位医生年有效剂量约为 0.37mSv、第二术者位医生年有效剂量约为 0.36mSv，所致心内科第一术者位医生年有效剂量约为 1.32mSv、第二术者位医生年有效剂量约为 1.29mSv，均未超过本项目管理限值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv。

与类比监测值相比，本次理论计算值较类比值结果偏大，主要原因是预测过程中采取参数值均为保守取值，计算值较大，且手术量会根据医生工作时间、技术水平等因素进行不均等分配，医生也不会固定在第一术者位或第二术者位，同时随着介入医生手术熟练程度不断增加，每台手术时间也会相应的减少，故介入医生的实际年受照剂量小于理论估算值。

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 2019 年 4 月 25 日~2020 年 7 月 1 日期间从事放射工作所致年有效剂量为（0～0.95）mSv。本项目放射科辐射工作人员除参与本项目 DSA 介入手术工作外还操作其他 III 类射线装置，假设本项目运行后，本项目放射科辐射工作人员操作 III 类射线装置的工作量较之前不

变，则本项目放射科辐射工作人员年有效剂量最大约为 2.05mSv（1.10mSv+0.95mSv）。

本项目神经外科、心内科、普外科辐射工作人员只负责各自科室的介入手术，不参与其他辐射工作，神经外科和普外科辐射工作人员年有效剂量最大约为 0.37mSv，心内科辐射工作人员年有效剂量最大约为 1.32mSv。

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 11-4 估算结果可知，本项目 DSA 经机房实体屏蔽防护后，DSA 运行对机房周围及楼上的环境影响很小，评价范围内公众年有效剂量最大约为 1.5×10^{-2}mSv，故本项目 50m 评价范围内的核磁共振室、控制室（核磁共振）、医生办公室、准备室（核磁共振）、设备室（核磁共振）、患者准备间、配电间、右侧集中候诊区、左侧集中候诊区、阅片室、丙类库房、女值班室、男值班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 9 台 III 类射线装置在医院医技楼内，医技楼与本项目拟建的 DSA 手术室所在医技楼距离较远，不在本项目评价范围内，因此，医院辐射科拟建的 III 类射线装置对本项目职业人员、公众年有效剂量的影响可忽略不计。

所以，项目 DSA 正常工作时，职业人员的年有效剂量最大为 2.05mSv/a，该值低于本次评价的职业人员年有效剂量管理限值 5mSv/a，公众的年有效剂量最大为 1.5×10^{-2}mSv/a，该值低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。

综上所述，根据类比监测、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

本项目的废水主要为工作人员工作时产生的生活污水和手术时产生的医疗废水，生活污水将依托医院的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的医疗废水处理措施进行处置，对区域水体环境影响很小。

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；各科室产生的废水经预处理后，与生活污水一起进入污水处理站进行处理，到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 标准后的废水接入市政污水管网，排入市政污水处理厂处理。其余如化验室废水、含有机溶剂的废液及其他药物废水应单独收集并按照国家相关规定进行预处理后，交由弥勒市医疗废物集中处置中心处置。

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，经墙体及物体的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通过污物收集间预处理后，通过左侧楼梯收集至项目医疗废物暂存间内，后委托有资质单位进行处置，医疗废物暂存间依托医院建设的危废暂存间，本项目不再新建。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后对周围环境影响很小。

11.3 事故影响分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号，国务院令第 709 号修正）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》（国务院令第 449 号，国务院令第 709 号修正）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：

本项目涉及一台 II 类射线装置——数字减影血管造影系统系统（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

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。

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 25min，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照射剂量，计算结果见表 11-7。

表 11-7　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	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	25min	未穿防护服、使用设备自带床侧吊帘（0.5mmPb）	0.013	0.13mSv
		0.3m		未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1	10.19mSv
	第二术者位	1m		未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1	0.92mSv
公众	DSA 介入室内	0.3m	1min	未撤离、无防护	1	0.41mSv
		1m				0.04mSv
		2m				0.01mSv
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 11-7 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 0.13mSv，未超过本项目管理限值 5mSv；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 10.19mSv，超过本项目管理限值 5mSv。

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 0.92mSv，未超过本项目管理限值 5mSv。

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 0.41mSv，超过本项目管理限值 0.25mSv；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，均未超过本项目管理限值 0.25mSv。

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 11-8。

表 11-8　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	5mSv	15.725h
		0.3m	未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1		12.275min
	第二术者位	1m	未使用设备自带床侧吊帘、未穿防护服	1		2.275h
公众	机房内	0.3m	未撤离、无防护	1	0.25mSv	0.625min
		1m				6.825min
		2m				0.45h
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 11-8 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 15.72h 后所致受照剂量将超过 5mSv；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 12.275min 后所致受照剂量将超过 5mSv，达到职业年有效剂量限值，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 2.275h 后所致受照剂量将超过 5mSv，达到职业年有效剂量限值，将造成职业人员超剂量照射。

③公众误留、误入机房无防护的情况下，在距离射线束侧向 0.3m 时，受照时间达到 0.625min 后所致受照剂量将超过 0.25mSv；在距离射线束侧向 1m 时，受照时间达到 6.825min 后所致受照剂量将超过 0.25mSv；在距离射线束侧向 2m 时，受照时间达到 0.45h 后所致受照剂量将超过 0.25mSv，达到公众年有效剂量限值，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》（（国务院令第 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故，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

①DSA 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；

②DSA 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；

③DSA 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；

④DSA 治疗床侧、介入室内侧墙壁及控制台处各设计有 1 个急停按钮，当设备误照射或故障时能够及时的中断照射；

⑤DSA 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。

采取以上辐射安全措施后，能够有效预防辐射事故的发生。弥勒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；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。

2018 年 4 月，弥勒市中医医院以医院内部文件《弥勒市中医医院关于调整辐射安全管理领导小组的通知》（弥中院字[2018]40 号）（附件 6）发文成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，文件中明确了以院长杨锡铭为组长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：

组　长：马学军　院长

副组长：普英　唐家云

组　员：袁鸿钧 马力 米奉章 杨艳 杜永平 王泽 朱宝云 顾武 王丽辉 何莉冰

医院应安排未有证、新增的辐射工作人员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，保证本项目拟派的十七人均持证上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

弥勒市中医医院已根据《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：《射线装置操作规程》、《辐射工作人员的岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》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《辐射防护和安全保卫制度》	附件 8
2	B 场所和设备管理	医疗质量与安全管理制度	已制定《射线装置操作规程》	附件 8

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）	已制定《辐射设备检修维护制度》	附件 8
4	C 监测	监测方案、监测仪表使用与检验管理制度	未制定，院方承诺尽快补充	/
5	D 人员	岗位职责	已制定《辐射工作人员的岗位职责》	附件 8
6		辐射工作人员培训管理制度	已制定《辐射工作人员培训制度》	附件 8
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》	附件 8
8	E 应急	辐射事故应急预案	已制定《辐射事故应急预案》	附件 8

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《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》，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。

3、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。

4、制定了《辐射工作人员的岗位职责》，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。

5、制定了《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》，该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。

6、制定了《辐射工作人员培训制度》，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。

7、制定了《辐射事故应急预案》，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。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，严格执行个规章制度；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。本次拟派人员中未参与相关培训的人员，需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，保证辐射工作人员十二人均持证上岗，若日后有新增的医务人员应尽快安排培训，取得放射工作人员证后才能上岗。

此外，本环评还提出一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. 进入检查室人员均须按规定换室内鞋或穿室内套鞋套或、戴口罩、帽子、参观衣裤。离室室更换外出衣、鞋。

3. 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

4.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。

医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和一台个人剂量计报警仪，项目建成后共计有 12 台个人剂量计和 2 台个人剂量计报警仪，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，每季度定期送相关专业单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

弥勒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/月；

③监测范围：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、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	监测因子	监测频次	监测点位	监测设备
自主监测	X-γ辐射剂量率	不少于 1 次/月，记录监测数据存档	DSA 介入室内第一术者位、第二术者位、工作员操作位、线槽、DSA 介入	按照国家规定进行计量检定
委托监测	X-γ辐射剂	竣工环保验收监测		

	量率	每年的辐射环境年度监测报告（不少于 1 次/年）	室各防护门表面和四周门缝、设备间，控制室、周边保护目标以及 DSA 介入室对应的楼上、楼下区域	
		辐射安全许可证的延续、更换		
	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测（不少于 1 次/季度）	本项目辐射工作人员	

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，弥勒市中医医院已制定了辐射事故应急预案。医院制定的应急预案基本可行，医院制定了《辐射安全应急预案》并成立了辐射事故应急处理领导小组，组织开展工作。

建议对应急预案进行完善，应急预案中补充辐射事故时，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》，向当地生态环境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等内容。还应增加应急事故状态下现场管理措施及对伤员的转运、救治和救助人员、装备、资金、物质准备（如应急车辆、防护器具及应急监测等）、应急人员的组织培训计划，增加应急预案演练内容等。按照《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 653 号）等相关条例进行补充完善。

通过以上措施能有效防范和处置突发事故，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《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》（环保部令第 3 号）及《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）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各设计有 1 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，拟派十二人均持证上岗。	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	医院已为放射科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，本次项目新增 6 人，新增 6 台个人剂量计和 6 台个人剂量计报警仪，项目建成后共计有 12 台个人剂量计和 12 台个人剂量计报警仪，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	将为本项目配备 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。	配备后，满足防护用品配备要求。
9	配备必要的监测仪器	现有辐射工作人员已配备个人剂量计，拟新增个人剂量计 6 枚，X-γ辐射监测仪 1 台及个人剂量报警仪 1 台。	配备后，方能满足监测仪器配备要求。
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、台帐管理制度、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。弥勒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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

本项目拟在弥勒市湖泉金秋旅游小镇F区弥勒市中医医院医技楼1楼预留房间内新建一间 DSA 介入室，在机房内新购一台西门子 Artis Zee III Ceiling 型 DSA（管电压 125kV，管电流 1000mA），该 DSA 设备属于Ⅱ类射线装置。

建成后的 DSA 机房净尺寸为 $L_{长}$10.56m×$W_{宽}$6.08m×$H_{高}$3.8m，净空面积约 64.2m^2，净空体积约 243.98m^3。

本项目 DSA 投入运行后，将由放射科负责管理，使用科室将涉及放射科、神经外科、心内科、普外科四个科室，放射科将从现有辐射工作人员中为本项目调配 2 名操作技师、2 名介入手术医生和 2 名护士；神经外科、心内科和普外科各单独配备 2 名介入手术医生；各科室的介入手术医生仅负责各自科室的介入手术，放射科的操作技师和护士负责放射科、神经外科和心内科的辅助工作，总共配置 12 名 DSA 辐射工作人员，预计每年开展介入手术 600 例。年出束时间约为 112.7 小时（其中：透视 107.5 小时，减影 5.2 小时）。

项目总投资 1283 万元，其中环保投资 110 万元，占项目总投资的 8.6%。

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（2019 年本）》中的国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目位于弥勒市中医医院内，项目用地属于弥勒市中医医院规划的医疗用地，不新增用地，因此项目符合弥勒市城市总体规划。

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

弥勒市中医医院位于弥勒市湖泉金秋旅游小镇 F 区。医院界外北侧为空地，西北侧 80m 为熙和小镇，东侧 100m 为秘翠湖，南侧紧邻熙和中路，西侧紧邻租白公路。

根据设计内容，本项目新建 DSA 机房四周墙体具有 4.0mm 铅当量防护水平，DSA 介入室拟建场所东侧依次为 CT 室、核磁共振室、设备室（CT 室）、控制室（核磁共振）及医技楼外墙；东南侧依次为医生办公室、准备室（核磁共振）、设备室（核磁共振）及卫生间；南侧依次为患者准备间、苏醒室、配电间、右侧集中候诊区；西南侧依次为设备间、楼梯间、左侧集中候诊区；西侧依次是控制区、污物通道、庭院花池、阅片室、办公室；西北侧为缓冲区、保洁间、3#污梯；北侧为女更衣间、男更衣间、4#楼梯；东北侧为控制室（CT 室）、丙类库房、女值班室、男值班室、空调机房。项目 DSA 机房顶面是具有 5.4mm 铅当量防护水平的屏蔽体，机房正上方 4m 为医技楼二楼控制室（碎石治疗室）、备用空房间，机房正下方无地下建筑。

选址避开了门诊区等人流量大、人员集中活动区，同时兼顾了病员救治集中方便性，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。

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布功能分区明确，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

根据云南勤策环境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，本项目拟建场所及周围环境的 X-γ辐射剂量率在 0.10-0.12μGy/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**，四周墙体为240mm实心砖墙，在四面墙上采用方钢搭钢架上安装15mm射线防护复合板，四面墙体综合具有4.0mm铅当量的辐射防护水平；**机房顶面**，机房所在一楼与二楼间楼板为120mm厚混凝土楼板，在机房顶面架设方钢搭钢架上安装15mm射线防护复合板，综合具有5.4mm铅当量的辐射防护水平；**防护门**，具有4.0mm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4.5mm铅当量的辐射防护水平。**机房地面**，无防护；**通风系统**，风管穿墙部分、弯管用4mm厚铅皮包裹，并增加铅百叶窗；**电缆沟**，使用4mm厚铅板+不锈钢装饰板进行屏蔽防护。

新建DSA机房四面墙体、顶面分别具有4.0、5.4mm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，通过类比分析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DSA介入室东西宽约6.08m、南北长约10.56m，内净面积约为64.2m^2，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20m^2”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设置紧急止动开关、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、类比监测分析本项目 DSA 的影响

根据类比监测结果，本项目 DSA 投入使用后，在平时运行工况下，职业人员年附加剂量最大约为 0.28mSv，机房周围公众年附加剂量最大约为 1.5×10^{-2}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 2.05mSv，对第二术者位医生所致个人年有效剂量最大约为 2.02mSv。

c、评价范围内环境保护目标的剂量评价

根据类比监测、理论预测结果显示，评价范围内职业人员年有效剂量最大值约为 2.05mSv；评价范围内公众年有效剂量最大值约为 1.5×10^{-2}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通风系统排风口排出 DSA 介入室，进行中央空调，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响很小。

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。

弥勒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

弥勒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）尽快安排未有证、新增的辐射工作人员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，确保本项目所有辐射工作人员在本项目试运行之前通过考核，拟派的十二人均持证上岗。

（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。

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，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		医院拟将在医技楼 1 楼预留房间建成 DSA 介入室及配套辅助用房。 ①DSA 手术室四面墙体为240mm 厚实心砖墙，在墙体四周架设 80*40 方钢钢架，钢架间距 600*1200，将复合板固定于钢架上，射线防护复合板规格为:1220*2440*15mm，从地面铺至顶面约具有 3.8m 高度，综合具有 4mm 铅当量的辐射防护水平； ②DSA 手术室顶面为 120mm 厚混凝土楼板（1.4mm 铅当量），手术室顶面架设 80*40 方钢搭钢架，钢架间距 600*1200，将复合板固定于钢架上，射线防护复合板规格为:1220*2440*15mm（4mm 铅当量），综合具有 5.4mm 铅当量的辐射防护水平； ③防护门，门双面采用 1.2mm 厚不锈钢工艺制作，门体采用方管钢骨架结构，钢骨架两侧为大芯板。防护材质采用 1#纯度达 99.99%电解 4mm 厚铅板防护，经高压粘合加工制作而成，综合具有 4mmpb 铅当量的辐射防护水平，介入室防护门带观察窗，观察窗铅玻璃四周用阻燃大芯板保护，再用 4mm 厚铅板向四周铺贴，窗框装饰面层为 1.2mm 厚优质发纹 304 不锈钢板，确保综合铅当量≥4mmpb； ⑤控制室观察窗，规格尺寸为 1500*1000*20mm，铅玻璃透明度好、折射率：1.755、白色透光率：99.8%、稳定性：A 级，综合具有 4.5mmpb 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，并在室外的进风口及排风口各设置 1 道 4mm 铅当量的防护百叶窗进行屏蔽。 ⑦电缆沟：在平整的地面开凿 100mm 深的电缆沟。控制室和设备间位置同样开凿 100mm 深的电缆沟，上面铺盖 4mm 铅板。	/
程序合法性	环保手续执行情况	本项目环评批复	/

设备参数		设备型号、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 介入室配备通风系统。	/
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 12 名辐射工作人员每人均配备个人剂量计，新增 6 台个人剂量计，项目建成后共计有 12 台个人剂量计，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 12 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配备个人剂量报警仪，新增 1 台个人剂量计报警仪，项目建成后共计 2 台个人剂量计报警仪。	/
	防护用品	配备铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜、铅围裙各 4 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