

核技术利用建设项目

镇沅县中医医院数字减影血管造影机
(DSA)核技术应用项目环境影响报告表

镇沅彝族哈尼族拉祜族自治县中医医院

2024年7月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

镇沅县中医医院数字减影血管造影机 (DSA)核技术应用项目环境影响报告表

建设单位名称：镇沅彝族哈尼族拉祜族自治县中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：云南省镇沅县

邮政编码：666599 联系人：李*

电子邮箱：*****@qq.com 联系电话：*****

目 录

表 1	项目概况.....	1
1.1	建设单位基本情况、项目由来.....	1
1.2	建设项目概况.....	2
1.2.3	依托工程.....	6
1.3	工作人员及工作制度.....	6
1.4	产业政策符合性.....	7
1.5	项目规划符合性.....	8
1.6	项目选址合理性与平面布置合理性分析.....	8
1.7	实践正当性分析.....	11
1.8	与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题.....	11
表 2	放射源.....	16
表 3	非密封放射性物质.....	16
表 4	射线装置.....	16
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	16
表 6	评价依据.....	17
表 7	保护目标及评价标准.....	19
7.1	评价范围.....	19
7.2	保护目标.....	19
7.3	评价标准.....	20
表 8	环境质量和辐射现状.....	23
8.1	地表水环境现状.....	23
8.2	环境空气现状.....	23
8.3	声环境质量现状.....	23
8.4	辐射环境现状.....	24
表 9	项目工程分析与源项.....	28
9.1	工程设备和工艺分析.....	28
9.2	污染源项描述.....	30
表 10	辐射安全与防护.....	35

10.1 项目安全措施	35
10.2 三废的治理	49
表 11 环境影响分析	52
11.1 建设阶段对环境的影响	52
11.2 运行阶段对环境的影响（理论计算）	53
11.3 事故影响分析	82
表 12 辐射安全管理	86
12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置	86
12.2 辐射安全管理规章制度	86
12.3 辐射监测	89
12.4 辐射事故应急	91
12.5 从事辐射活动能力评估结论	92
表 13 结论与建议	96
13.1 结论	96
13.2 要求	100
13.3 建议	100
13.4 项目竣工验收检查	100

附件

附件 1：委托书

附件 2：《普洱市生态环境局镇沅分局关于对普洱市镇沅县中医院建设项目二期建设项目环境影响报告表的批复》（镇环准〔2022〕13 号），2022 年 11 月 16 日；

附件 3：镇沅彝族哈尼族拉祜族自治县中医院辐射安全许可证（云环辐证 [J0178]）；

附件 4：镇沅县中医医院关于成立医院辐射安全与环境保护管理委员会的通知（镇中医发〔2023〕15 号）；

附件 5：镇沅县中医医院关于制定下发辐射安全相关规章制度的通知及辐射安全管理制度；

附件 6：镇沅县中医医院 DSA 机房防护方案；

附件 7：镇沅县中医医院核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2023 年度）；

附件 8：镇沅县中医医院医疗废物集中处置委托合同；

附件 9：个人剂量检测结果；

附件 10：镇沅县中医医院数字减影血管造影机（DSA）核技术应用项目辐射环境本底监测报告（茂辐环监[2024]第 0114 号）；

附件 11：类比监测报告；

附件 12：项目进度表及三级审意见表；

附件 13：镇沅县发展和改革局关于普洱市镇沅县中医院建设项目二期可行性研究报告的批复（镇发改复字[2019]第 31 号）

附件 14：《普洱市环境保护局关于镇沅县中医医院建设项目环境影响报告书》的批复（普环准〔2017〕20 号，2017 年 8 月 3 日；

附件 15：镇沅县中医医院数字减影血管造影机（DSA）核技术应用项目技术咨询合同；

附件 16：评审会议纪要及专家签字表；

附件 17：修改清单。

附图

- 附图 1：本项目地理位置图；
- 附图 2：本项目评价范围及周边关系示意图；
- 附图 3：镇沅县中医医院总平面布置图；
- 附图 4：本项目 DSA 平面布置图；
- 附图 5：本项目 DSA 所在楼层平面布置图；
- 附图 6：本项目 DSA 上方区域平面布置图；
- 附图 7：本项目人流、物流通道示意图；
- 附图 8：本项目 DSA 监督区、控制区划分示意图；
- 附图 9：本项目安全措施分布示意图；
- 附图 10：本项目机房送/排风平面示意图；
- 附图 11：本项目电缆走向示意图；
- 附图 12：本项目评价范围立面图；

表 1 项目概况

建设项目名称		镇沅县中医医院数字减影血管造影机（DSA）核技术应用项目			
建设单位		镇沅彝族哈尼族拉祜族自治县中医医院			
法人代表	李昌有	联系人	李*	联系电话	*****
注册地址		云南省普洱市镇沅县恩水路			
项目建设地点		云南省普洱市镇沅县恩水路镇沅县中医医院			
立项审批部门		——	批准文号	——	
建设项目总投资（万元）	**	项目环保投资（万元）	**	投资比例（环保投资/总投资）	**%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	137.6m ² （不新增占地）
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I（医疗使用） <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V		
	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 <input type="checkbox"/> III		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III			
其它	/				
<p>1.1 建设单位基本情况、项目由来</p> <p>1、建设单位基本情况</p> <p>镇沅县中医医院是一所政府主办集医疗、预防、保健、康养为一体的综合性二级中医医院，是普洱市卫生学校的临床教学、实习医院。于 2017 年规划，2020 年 2 月开工建设，2022 年 8 月 19 日开办运营。医院规划占地面积 108 亩，总建筑面积 2.8 万平方米，规划建设床位 400 张，开放床位 200 张，现有在职职工 240 余人，其中：高级职称 17 人，硕士研究生 11 人。共设科室 22 个，有在建省级重点中医专科针灸科、老年病科 2 个，普洱市“十四五”中医临床重点专科中医外科、肾脏病科、妇科 3 个，医院先后与省中医药协会会长郑进教授等 5 位知名专家建立了专家工作站，是云南省中医医疗集团、普洱市中医医疗联合体成员单位。拥有 64 排螺旋 CT、电子超声胃肠镜、四维超声诊断仪、DR、全自动生化分析仪、14 座新型高端平底高压氧舱等设备。</p>					

为了更好的改善医院医疗服务环境，满足医院的发展需求，普洱市镇沅县中医院扩建二期工程，建设内容：新建门诊综合楼、康复楼、行政办公楼、核酸实验室及综合楼，并于 2022 年 11 月 16 日取得了《普洱市生态环境局镇沅分局关于对普洱市镇沅县中医院建设项目二期建设项目环境影响报告表》的批复（镇环准〔2022〕13 号，详见附件 2），目前镇沅县中医院二期建设项目正在建设中，尚未进行验收。本项目拟建 DSA 位于《普洱市镇沅县中医院建设项目二期》综合楼 1 楼预留位置。

2、项目由来

为提升医院放射诊疗业务能力，更好的满足多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，医院拟在综合楼一层新增 1 台 DSA，属于 II 类射线装置，型号：Artis zee III ceiling。拟建场所综合楼 1 层规划为放射科，2 层为血透中心，3 层为康复治疗区和康复住院部，4~7 层为住院部，8 层为行政办公区，负一层为综合楼设备层（负一层整层均为设备层），本项目所需的供电、给排水、通讯、固废的处理等均依托综合楼已建设施。

为加强核技术应用医疗设备的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保相关医疗设备的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价，编制环境影响评价文件。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部部令第 16 号，2021 年 01 月 01 日实施），本项目为“使用 II 类射线装置”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。因此，镇沅县中医医院委托云南国策环保科技有限公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件 1）。

我公司接受镇沅县中医医院的委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《镇沅县中医医院数字减影血管造影机（DSA）核技术应用项目环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

1.2 建设项目概况

1.2.1 项目建设内容及规模

（1）项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：镇沅县中医医院数字减影血管造影机（DSA）核技术应用项目

建设地点：云南省普洱市镇沅县恩水路镇沅中医医院综合楼1层

建设单位：镇沅县中医医院

建设性质：新建

（2）项目建设及规模

本项目 DSA 手术室及配套用房位于综合楼1层（综合楼主体已建成，内部正在进行装修，综合楼共8层，总高约32m）预留区域，占地总面积137.6m²，其中 DSA 介入室面积51.2m²，控制室面积18m²，辅助用房面积68.4m²。主要包含 DSA 手术室1间、控制室1间、办公室/休息室1间、女更衣室1间、男更衣室1间、谈话间1间、污物暂存间1间，设备间1间、缓冲间1间。拟配备的 DSA 射线装置型号：Artis zee III ceiling，额定管电压125kV、额定管电流1000mA，出束方向由下往上，属于II类射线装置，主要用于心脑血管病科、外科、老年病科、妇科和肾病科等病症的放射诊断和介入治疗。医院年诊疗病例约1220台，年曝光时间累计约267.2h（减影23.2h、透视244.0h）。

本项目的射线装置工作场所建设内容见表1-1。

表 1-1 项目射线装置建设内容表

装置名称	型号	射线装置类别	数量（台）	主要技术参数		工作场所	活动种类	备注
				额定管电压（kV）	额定管电流（mA）			
数字减影血管造影机（DSA）	Artis zee III ceiling	II	1	125	1000	综合楼1层	使用	拟购

本项目组成及主要环境问题见表1-2。

表 1-2 项目组成一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	本项目拟在综合楼1层预留位置新建1间 DSA 手术室及其辅助用房，新增1台 DSA，属于II类射线装置。拟新增 DSA 型号为：Artis zee III ceiling、额定管电压125kV，额定管电流1000mA；DSA 的曝光方向为由下往上。 （1）新购1台数字减影血管造影机（DSA）： 由 X 射线球管、高压发生器、探测器、C 型臂、导管床、操作台、影像增强器和电视摄像系统及图像处理系统等组成。 （2）DSA 介入手术室1间： DSA 手术室有效面积51.2m ² （长7.6m×宽6.74m×净高3.8m）； （3）控制室1间： DSA 控制室1间，面积为18m ² （长6m×宽3m×净高3.8m）。	施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中的 X 射线、臭氧	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物、医疗废水
辅助	医护换鞋更衣区、谈话间、办公室/休息室、设备间、缓冲间、污		/

工程	物暂存间		
环保工程	<p>(1) 设置污物暂存间和医疗废物收集桶。</p> <p>(2) 通排风系统：新增 1 套通排风系统，送风量 1200m³/h，排风量 1000m³/h。</p> <p>(3) DSA 介入手术室电离辐射防护措施：</p> <p>①北侧、南侧墙体：镀锌方管龙骨骨架+4mm 防护铅板，折合 4mm 铅当量防护水平；</p> <p>②西侧、东侧墙体：240mm 厚实心砖墙+40mm 硫酸钡防护涂料，折合 5.97mm 铅当量防护水平；</p> <p>③地面：150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，折合 4.43mm 铅当量防护水平；</p> <p>④顶面：150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，折合 4.25mm 铅当量防护水平；</p> <p>⑤防护门：DSA 介入手术室共设 3 道防护铅门，其中病人进出防护电动门（宽 1.8m×高 2.2m），医护人员进出防护电动门（宽 1.2m×高 2.2m），污物通道进出防护平开门（宽 0.9m×高 2.05m），三道防护门均采用内衬 4mm 铅板+外衬 1.2mm 不锈钢面板，折合 4mm 铅当量防护水平；</p> <p>⑥观察窗：控制室观察窗为 1.5m（宽）×0.9m（高），采用 20mm 厚铅玻璃，具有 3.96mm 铅当量防护水平。</p> <p>⑦电缆布设：项目控制电缆从设备基座下方设置电缆沟（宽 100mm，深 50mm），电缆线槽穿墙采用 U 型沟，电缆沟从机房东侧采用“U 型”穿过屏蔽墙进入设备间，从机房西侧采用“U 型”穿过屏蔽墙进入控制室，穿墙位置从 DSA 机房 200mm 处至设备间和控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅皮，上方再用 3mm 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；</p> <p>⑧通排风管道：项目 DSA 介入手术室内采用上进下排的通风系统，进风口位于机房顶部，进风管道：进风量 1200m³/h，进风管从机房北侧墙体进入 DSA 介入室；DSA 介入室共设置 1 个排风口，位于 DSA 介入室西侧墙离地 300mm 处，排风管道：排风量 1000m³/h，排风管从介入室西侧穿墙出机房，经谈话间、女更衣室排至综合楼排风井，最终排至综合楼楼顶排放（排口距地面高度约 32m）；风管穿防护墙处采用直穿墙设计，弯管至墙面及弯管后 50cm 范围均使用 4mm 铅皮包裹，穿墙管道与墙接触面用硫酸钡进行填充，通风管道穿墙位置处的墙壁的屏蔽效果不小于 4mm 铅当量，有效防止射线泄露。</p> <p>(2) DSA 设备防护措施：</p> <p>操作位：床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，防护屏蔽吊架铅板具有 0.5mm 铅当量防护水平。</p> <p>护士位：位于移动铅防护屏风后，具有 2mm 铅当量防护水平</p>	/	/
辐射安全防护	<p>(1) 紧急停止按钮：本项目控制室操作台、DSA 机房内诊疗床侧均设置紧急停止按钮；</p> <p>(2) 警示标志：DSA 机房患者通道防护门、控制室防护门和污</p>	/	/

措施	物通道防护门外醒目位置拟设置电离辐射警示标志、中文警示说明，并安装工作状态指示灯、门灯联锁装置； (3) 监控系统：DSA 机房内设置监控系统一套； (4) 对讲系统：DSA 机房安装对讲系统一套； (5) 个人防护：拟为 DSA 辐射工作人员配备铅衣、铅帽、铅围脖、铅手套、铅眼镜等防护用品各 5 套，并为每个辐射工作人员佩戴个人剂量计； (6) 配置个人剂量报警仪和便携式 X-γ 辐射监测仪器； (7) 制定辐射安全管理制度，并将相关辐射安全管理制度上墙；		
公用工程	利用医院建设的给排水、供电、配电、通讯等。	/	/
依托	生活污水、生活垃圾、医疗废水、医疗废物依托医院主体工程建设的处置设施处理。	/	/

备注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 G 中表 G.3，查询得 18mm 厚铅玻璃最小衰减当量值约为 3.52mmPb, 25mm 厚铅玻璃最小衰减当量值约为 5.06mmPb；经内插法计算得 20mm 厚铅玻璃最小衰减当量值约为 3.96mmPb。其他屏蔽材料屏蔽效果计算见表 10；

②由于综合楼 1 层楼板设计原因，不能承受 240mm 砖墙重量，因此北侧、南侧墙体采用镀锌方管龙骨骨架+4mm 防护铅板进行防护。

1.2.2 设备配置及主要技术参数

项目主要的设备配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 主要设备配置及主要技术参数

名称	规格 (型号)	数量 (台)	生产厂家	主要技术参数		曝光 方向	用途	备注
				额定管电 压 (kV)	额定管电 流 (mA)			
数字减影血管造影机 (DSA)	Artis zee III ceiling	1	西门子(深圳)磁共振有限公司	125	1000	由下 往上	诊断 治疗	拟购

本项目 DSA 由放射科负责管理，医院心脑血管科、外科、老年病科、妇科和肾病科开展介入手术，预计年开展介入手术共 1220 台，项目射线装置使用情况分别见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 项目 DSA 使用情况一览表

DSA 手术室	科室	单台手术减影 时间 (min)	单台手术透 视时间 (min)	年手术台数 (台)	年出束时间 (h/a)	
					减影	透视
DSA 手术室	心脑血管科	1.5	12.0	360	9.0	72
	外科	1.0	12.0	260	4.3	52
	老年病科	1.0	12.0	200	3.3	40
	妇科	1.0	12.0	200	3.3	40
	肾病科	1.0	12.0	200	3.3	40
合计				1220	23.2	244
总计				/	267.2	

表 1-5 项目 DSA 射线装置预计运行工况一览表

名称	运行模式	预计运行管电压 (kV)	预计运行管电流 (mA)	DSA 年出束时间 (h/a)
数字减影血管造影机 (DSA)	减影	60~90	200~300	23.2
	透视	65~75	50~150	244

备注：①减影工况下，常用的运行管电流为 200~300mA，最大可达 350mA，本次评价按照最不利情况（管电流 350mA）进行评价；
 ②透视工况下，常用的运行管电流为 50~150mA，最大可达 200mA，本次评价按照最不利情况（管电流 200mA）进行评价；

1.2.3 依托工程

本项目产生的生活污水、医疗废水、生活垃圾、医疗废物依托医院已有设施处理；

(1) 废水

镇沅县中医医院已设置一套处理能力为 150m³/d 的污水处理站，处理工艺采用“水解酸化+A/O 接触氧化+沉淀+消毒”，医院废水经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 预处理标准后目前由罐车运至镇沅县污水处理厂处理；远期待项目周边市政污水管网建成后，排入市政污水管网，最终进入镇沅县污水处理厂处理。本项目工作人员均为现有职工，不新增工作人员，不新增生活废水，因此本项目产生的少量废水依托现有污水处理设施处理可行。

(2) 固废

医疗固废：镇沅县中医医院已在医院东北角设置了医疗固废暂存间，收集院内产生的医疗固废，并与景东昆景医疗废物处置有限责任公司签订了医疗废物处置协议，本项目产生的少量医疗废物由医院统一收集后委托景东昆景医疗废物处置有限责任公司处置进行处置。

生活垃圾：镇沅县中医医院已在医院东侧设置了生活垃圾暂存点，并在院区内设置多个生活垃圾收集桶，医院工作人员产生的生活垃圾由医院统一收集后暂存于生活垃圾暂存点，交由当地环卫部门定期清理。本项目工作人员均为现有职工，不新增工作人员，不新增生活垃圾，因此本项目产生的少量生活垃圾依托现有垃圾处理设施措施可行。

1.3 工作人员及工作制度

1.3.1 劳动定员

本项目射线装置由放射科负责管理和控制室操作，医院心脑血管病科、外科、老年病科、妇科和肾病科开展介入手术，技师由放射科配备。项目共设辐射工作人员 16 人，其中 3 名技师为已有辐射工作人员，13 名为医院现有非辐射工作人员。根据医院提供的资料，技师负责控制室操作，不进入 DSA 介入室；介入医生负责各自介入手术，不参与其他科室的介入手术；本项目辐射工作人员除操作本项目 DSA 外，不参与其他射线装置的操作。手术时，DSA 机房内医生 2 名、护士 1 名，操作间内 1 名技师。

项目各科室工作人员安排见表 1-6。

表 1-6 项目 DSA 射线装置工作人员统计表 单位：人

科室	手术医生	护士	操作人员（技师）	合计	备注
心脑血管科	2	3	3	16	3 名技师为现有辐射工作人员
外科	2				
妇科	2				
老年病科	2				
肾病科	2				
合计	10	3	3	16	/

备注：1.以上工作人员均定岗定责，不交叉使用医院其他射线装置。

根据生态环境部 2021 年 3 月 12 日公开发布的《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年第 9 号）规定：仅从事Ⅲ类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。其他核技术利用人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）进行培训并取得辐射安全防护培训证书，本项目属于Ⅱ类射线装置，工作人员均应取得省级辐射安全防护培训证书后方可上岗。

1.3.2 工作制度

医院 DSA 诊疗工作实行 8 小时单班工作制度，年工作日约为 250 天。

1.3.3 建设进度

建设进度：项目预计 2024 年 8 月开工，2024 年 10 月竣工，2024 年 11 月开始进行设备安装、调试。

1.4 产业政策符合性

本项目 DSA 设备属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》第一类鼓励类中第十三项“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”。本项目属于“高性能医学影像设备”，是当前国家产业政策鼓励发展的产业类别，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.5 项目规划符合性

本项目位于镇沅县中医医院综合楼 1 层，项目用地属于镇沅县已规划的医疗用地，且不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线；本项目射线装置所在的综合楼为“普洱市镇沅县中医院建设项目二期建设项目”建设的场所，不涉及新增用地，因此项目符合镇沅县的建设发展规划及土地利用总体规划。

1.6 项目选址合理性与平面布置合理性分析

1、选址合理性分析

镇沅县中医医院位于云南省普洱市镇沅县恩水路，医院北侧为山体，南侧为恩水路及商铺，西侧为镇沅县人民医院，东侧为民江村，医院地理位置详见附图 1。

项目 DSA 介入室位于综合楼 1 层，综合楼 1 层规划为放射科，2 层血透中心，3 层康复治疗区和康复住院部，4~7 层为住院部，8 层为行政办公区，负一层为综合楼设备层。综合楼北侧为停车区，南侧为医院内部用地，西侧为镇沅县人民医院，东侧为行政办公楼，最大限度避开了人流量较大的门诊区，本项目 50m 范围之内无自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，也未紧邻产科、儿科、食堂等，选址可行。本项目设置了单独的机房，且进行了相应的屏蔽设计，充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全，机房四周（含楼上和楼下）不涉及产科、儿科、食堂等敏感目标，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。根据表 11 环境影响分析可知，经采取相应防护治理措施后，项目设备电离辐射对周围环境影响较小，选址可行。镇沅县中医医院评价范围及周边关系示意图见附图 2、医院总平面布置见附图 3。

2、平面布局合理性分析

本项目 DSA 介入室位于综合楼 1 层北侧中部位置，根据附图 5 综合楼 1 层平面布置图可知，DSA 介入室北侧为医院内部停车场，南侧依次为预留 CT 检查室 2、开水间、卫生间、洗污室、中医特色治疗室、急诊大厅、急诊药房等，西侧为更衣区、1 梯/楼梯，东侧为 CT 检查室 1、DR 检查室、MRI 检查室、卫生间等，DSA 介入室正上方为规划的血透中心湿库房、治疗室、置管室/抢救室，DSA 介入室正下方负一层为综合楼的设备层（负一层整层均为设备层），本项目避开了南侧人流量较大的急诊大厅，由于西侧设置了电梯/楼梯，受场地限制，无法设置于综合楼端头，综合以上情况，DSA 介入室设置于综合楼 1 层北侧中部位置相对合理。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 机房位于综合楼 1 层，已避开人流量较大的门诊楼，同时对机房墙体屏蔽进行了加强，可最大限度减少机房对周围环境的影响。另医院拟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，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小

（2）本项目 DSA 机房设置了相对独立的医护人员通道、污物通道及病人通道，设置独立，便于管理。

医护人员通道：介入手术医务人员从医护入口经换鞋间换鞋后进入更衣室，换上洁净的衣物后通过控制室一侧的防护铅门进入 DSA 介入室进行手术，出则原路返回；

患者通道：患者在各科室病房内换衣完成后经电梯或楼梯下到 1 层，经缓冲间一侧的防护铅门进入 DSA 介入室进行手术，手术结束后原路返回离开介入室。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：机房内产生的医疗废物经污物通道运送至污物出口后，无需经过综合楼内部，直接运送至医疗废物暂存间；

本项目医护人员通道、患者通道与污物通道未出现交叉，本项目三通道设置

合理。项目 DSA 机房人流、物流通道设置见附图 7。

(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。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 51.2m²，最小单边长度分别为 6.74m，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 20m²，机房内最小单边长度不小于 3.5m”的要求；

(5) 本项目设置单独的机房，且机房与控制室独立设置，减影拍片过程医生在控制室隔室操作。机房四周墙面、顶面及地面均经屏蔽防护处理，其中北侧、南侧墙面综合铅当量为 4mmpb，西侧和东侧综合铅当量为 5.97mmpb，顶面综合铅当量为 4.25mmpb，地面综合铅当量为 4.43mmpb，优于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，通过预测分析 DSA 正常运行时四周、楼上及楼下用房的 X-γ 辐射空气吸收剂量率较小，对四周、楼上及楼下用房影响轻微，项目平面、纵面布局可行。

本项目选址与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）符合性分析见表 1-7。

表1-7 项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）选址及布局要求对照分析

标准要求	本项目实际情况	备注
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	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。	满足
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。	本项目X射线设备机房（照射室）的设置已充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所，机房四周（含楼上和楼下）不涉及产科、儿科、食堂等敏感目标。	满足
每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求	本项目为拟新增的X射线设备配置单独的机房，且机房与控制室独立设置，减影拍片过程可隔室操作。机房四周墙面、顶面及地面均经屏蔽防护处理，其中北侧、南侧墙面综合铅当量为4mmpb，西侧和东侧综合铅当量为5.97mmpb，顶面综合铅当量为4.25mmpb，地面综合铅当量为4.43mmpb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定“介入X射线设备	满足

	机房屏蔽防护铅当量厚度不小于2mm铅当量的要求。	
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《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中表2的规定(即:“单管头X射线设备(含C形臂,乳腺CBCT)机房内最小使用面积不小于20m ² ,机房内最小单边长度不小于3.5m”)	本项目X射线设备机房有效面积51.2m ² (长7.6m×宽6.74m×净高3.8m)。	满足

综上所述,本项目选址及总布局满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组分布功能分区明确,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。

1.7 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“4.3 辐射防护要求”,“4.3.1 实践的正当性 4.3.1.1 对于一项实践,只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后,其对受照个人或社会所带来的效益足以弥补其可能引起的辐射危害时,该实践性才是正当的。”

本项目 DSA 设备用于医学诊断和治疗,可提高医院的放射治疗水平,具有良好的社会效益和经济效益,本项目 DSA 机房的辐射屏蔽防护设计、拟采取的防护设施、措施符合国家有关标准要求。预计本项目 DSA 设备运行过程中带来的辐射环境影响符合国家有关标准要求,因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)辐射防护“实践正当性”的要求。

1.8 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1.8.1 目前医院核技术利用情况

镇沅县中医医院现有《辐射安全许可证》证书编号为:云环辐证[J0178],发证机关为普洱市生态环境局,发证日期为2022年9月30日,有效期至2027年9月29日,种类和范围为使用III类射线装置;医院目前持有的辐射安全许可证见附件3,医院现有核技术利用具体情况见表1-7。

表 1-7 辐射安全许可证登记射线装置与实际使用射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	数量(台)	类别	用途	场所
1	移动式摄影 X 射线机	M40-1A 型	1	III	医用诊断 X 射线装置	住院楼六楼手术室
2	数字化医用 X 射线	DigitalDiagnostC5	1	III	医用诊断 X 射	医技楼二

	摄影设备	0			线装置	楼放射科
3	口腔颌面锥形束计算机断层摄影设备	DFT-4D-COMMANDER	1	III	口腔（牙科）X射线装置	住院楼一楼口腔科
4	64排128层X射线断层扫描仪	RevolutionACE	1	III	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	医技楼一楼放射科CT室

镇沅县中医医院正常使用的射线装置共有4台，均为III类射线装置；核技术应用项目的使用情况与《辐射安全许可证》（云环辐证[J0178]）登记情况一致。本项目新增DSA具备独立机房，且机房单独进行防护，医院内原有射线装置与本项目DSA射线装置独立运行，互不干扰。

1.8.2 医院辐射安全管理现状

（一）辐射安全管理机构及规章制度

医院根据辐射安全管理需求，镇沅县中医医院于2023年5月24日发布了《关于成立医院辐射安全与环境保护管理委员会的通知》（镇中医发[2023]15号），成立了辐射安全管理委员会人员组成，负责日常的辐射管理工作。

根据《云南省生态环境厅关于印发<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲>(2021年版)和<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序>(2021年版)的通知》(云环通[2021]227号)和《生态环境部(国家核安全局)核素利用项目监督检查技术程序》(2020年版)制度要求，建设单位目前制定的规章制度包括：《辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全防范管理制度》、《辐射设备安全维修、维护及保养制度》、《放射场所设施退役（报废）管理制度》、《射线装置管理制度》、《辐射环境监测方案》、《监测仪表使用与检验管理制度》、《辐射工作人员资质管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训制度》等制度。

（二）射线装置安全与年度评估报告

建设单位已按照要求编制了《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2023年度）》，并于2024年1月9日前提交给发证机关（普洱市生态环境局），评估结果均满足管理要求，2023年镇沅县中医医院未发生辐射安全事故。

（三）辐射安全培训

目前医院辐射工作人员及辐射安全管理人员共有 5 名，其中 1 人参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习并考核取得合格成绩单，其余 4 人通过了医院自主组织的培训考核；医院现有 5 名辐射工作人员均进行了辐射安全培训，并成绩合格。

本项目 DSA 拟设置 16 名辐射工作人员，3 名为原有辐射工作人员，均通过了医院自主组织的培训考核，13 名新增辐射工作人员目前还没有参加国家核技术利用辐射安全与防护培训学习，环评要求：参与本项目的工作人员均需参加国家核技术利用辐射安全与防护培训学习，并取得培训合格证。

医院现有辐射工作人员培训情况见表 1-8。

表 1-8 医院现有辐射工作人员培训情况统计表

辐射工作人员情况						
辐射工作人员总数（含辐射安全负责人）				通过辐射安全培训人数		
5 人				5 人		
辐射工作人员培训情况						
序号	姓名	性别	年龄	辐射防护培训部门	末次培训时间	培训证号码
1		女	28	生态环境部核与辐射安全中心	/	有效期：2020年10月23日~2025年10月23日
2		男	46	镇沅县中医医院	2023.9.20	自主考核
3		男	25	镇沅县中医医院	2023.9.20	自主考核
4		女	27	镇沅县中医医院	2023.9.20	自主考核
5		女	30	镇沅县中医医院	2023.9.20	自主考核

环评要求：医院应落实好培训计划，仅使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员，由医院自行组织考核，涉及Ⅱ类射线装置的辐射工作人员，应参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加集中考核，考核合格后方可上岗。

（四）个人剂量检测

目前医院辐射工作人员共有 5 名，均佩戴了个人剂量计，建议每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）要求建立

个人剂量档案；根据医院提供的 2023 年 3 月 16 至 2024 年 3 月个人剂量检测报告，医院辐射工作人员个人剂量检测结果见表 1-9。

表 1-9 医院现有辐射工作人员个人剂量统计表

序号	姓名	佩戴起始日期/个人剂量当量				单位：mSv
		2023.3.16 (第一季度)	2023.6.10 (第二季度)	2023.9.14 (第三季度)	2023.12.8 (第四季度)	
1		0.10	0.12	0.03	0.15	0.4
2		0.04	0.07	0.13	0.12	0.36
3		0.03	0.04	0.07	0.53	0.67
4		0.04	0.09	0.10	0.10	0.33
5		/	/	0.11	外出学习	0.11

根据表 1-9，医院现有 5 名辐射工作人员（除 1 人由于外出学习，只监测第三季度，其余 4 人都进行连续四个季度的个人剂量监测）其结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的年剂量限制要求，未发现个人剂量超过 5.0mSv/年的情况。

（五）2023 年度工作场所辐射水平监测

2023 年镇沅县中医医院已委托云南核瑞环境检测有限公司对医院辐射工作场所进行了监测，根据云南核瑞环境检测有限公司出具的监测报告，医院现有 III 类射线装置机房外的辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“2.5μSv/h”的要求。

（六）原有核技术利用项目存在问题

镇沅县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，未发现院方原有核技术利用项目况存在问题。

1.8.3 与本项目有关工程相关环保手续

镇沅县中医医院分两期建设，其中一期工程为镇沅县中医医院建设项目，二期工程为普洱市镇沅县中医院建设项目二期建设项目，项目一期、二期工程环保手续如下：

1、镇沅县中医医院建设项目

镇沅县中医医院建设项目，建设内容：新建门诊医技住院综合楼、后勤综合楼，并配套建设相关设施，项目于 2017 年 8 月 3 日取得了《普洱市环境保护局关于镇沅县中医医院建设项目环境影响报告书》的批复（普环准〔2017〕20 号，详见附件 14），镇沅县中医医院一期工程于 2020 年 2 月开工建设，2023 年 11

月建成，目前尚未进行验收，本次评价要求：医院应尽快组织一期工程验收。

2、普洱市镇沅县中医院建设项目二期工程

普洱市镇沅县中医院建设项目二期工程，建设内容：新建门诊综合楼、康复楼、行政办公楼、核酸实验室及综合楼，并于 2022 年 11 月 16 日取得了《普洱市生态环境局镇沅分局关于对普洱市镇沅县中医院建设项目二期建设项目环境影响报告表》的批复（镇环准〔2022〕13 号，详见附件 2），镇沅县中医医院一期工程于 2023 年 1 月开工建设，目前镇沅县中医院二期工程正在建设中，尚未进行验收。

表 2 放射源

序号	核素名称	类别	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	数字减影血管造影机 (DSA)	II	1	Artis zee III ceiling	125	1000	医疗诊断	综合楼 1 层	拟购

(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/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/m²)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》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 修订版）（2019 年 3 月 2 日发布施行）；</p> <p>(6) 《关于发布〈射线装置分类办法〉的公告》（公告 2017 年第 66 号，环境保护部办公厅 2017 年 12 月 6 日印发）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部部令第 16 号，2021 年 01 月 01 日实施）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 20 号（2），2021 年 01 月 04 日实施）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号）；</p> <p>(11) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环境保护部环发[2008]13 号）；</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令）；</p> <p>(13) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）</p> <p>(14) 《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》云环函[2006]727 号，2006 年 12 月；</p> <p>(15) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年修订）。</p> <p>(16) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））；</p> <p>(17) 《云南省环境保护厅关于印发〈云南省核技术利用辐射安全和防护</p>
------	--

	<p>监督检查大纲（2021年版）>和<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021年版）>的通知》（云环通[2021]227号）；</p> <p>（18）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告2021年第9号）。</p> <p>（19）《医疗废物管理条例》（国务院令588号2011年1月8日起施行）。</p>
<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）。</p> <p>（2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（3）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>（4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>（5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>（6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>（7）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p> <p>（8）《声环境质量标准》（GB3096-2008）；</p> <p>（9）《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>（1）《电离辐射剂量学》，李士骏编（原子能出版社，1986，第二版）；</p> <p>（2）联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000年报告；</p> <p>（3）《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）；</p> <p>（4）《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）；</p> <p>（5）《X射线和γ射线防护手册》（苏森龄 著）；</p> <p>（6）《委托书》；</p> <p>（7）镇沅县中医医院提供的相关技术参数资料。</p>

表 7 保护目标及评价标准

7.1 评价范围

按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围为：DSA 介入室屏蔽墙体边界向外延伸 50m 的区域。本项目评价范围详附图 2。

7.2 保护目标

本项目 DSA 介入室拟建场所位于综合楼 1 层北侧中部位置，根据现场踏勘，DSA 机房屏蔽体外 50m 范围内主要为医院内部建筑物、山体以及停车区等，无自然保护区、风景名胜区等环境敏感区。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，本项目主要环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 项目主要环境保护目标

保护名单	方位	位置		功能	规模	居留因子	与射线装置最近距离		备注
							水平 (m)	垂直 (m)	
职业人员	DSA 介入室内	DSA 介入室内	第一术者医生	职业人员	5 人	1	0.5	0	位于铅帘后
			第二术者医生	职业人员	5 人	1	0.8	0	
		护士	职业人员	3 人	1	1.0	0	位于移动铅防护屏风后	
	介入室西侧	控制室/谈话间	操作技师	职业人员	3 人	1	2.7	0	/
公众人员	介入室北侧	综合楼外停车区		公众	流动人群	1/4	3.5	0	/
	介入室南侧	综合楼走廊		公众	约 10 人	1/4	5.1	0	/
		洗污室、开水间、晾晒间男/女卫生间		公众	约 15 人	1/4	20.3	0	/
		预留 CT 检查室 2、留观室、中医特色治疗室、医保住院结算室		公众	约 15 人	1	8.1	0	/
		主电梯厅、储存间、弱电间、强电间、急诊大厅、急诊药房、急诊收费室、2#楼梯、清创室、内科诊室、外科诊室、B 超室		公众	约 20 人	1	10.0	0	/
		办公室/休息室、男/女更衣区、换鞋区		公众	5 人	1/4	5.8	0	/
介入室西侧	男/女更衣室、消毒间、		公众	约 10 人	1/4	10.3	0	/	

		换鞋区							
		1#楼梯、1#电梯、防烟前室、污物间、洗污室	公众	约 10 人	1/4	18.2	0	/	
		设备间/污物间	公众	约 2 人	1/4	5.9	0	/	
	介入室东侧	预留 CT 检查室 1、预留 DR 检查室、预留 MRI 检查室、卫生间、开水区、污物打包间	公众	约 20 人	1	8.6	0	/	
		行政办公楼、辅助用房	公众	约 30 人	1	45	0	/	
		2 层	血透中心的湿库房、治疗室、置管室/抢救室	公众	约 5 人	1	0	+3.95	/
	介入室上方	3 层	康复治疗区和康复治疗部	公众	约 10 人	1	0	+7.9	/
		4 层~7 层	住院部	公众	约 200 人	1	0	+11.8~23.7	/
		8 层	行政办公区	公众	约 20 人	1	0	+27.6	/
	介入室下方	综合楼设备层（主要安装综合楼设备，如管道等）	公众	约 5 人	1/4	0	-1.45	/	
<p>注：1、以 DSA 机房所在楼层高度作为水平高度 0m，低于水平高度为“-”，高于水平高度为“+”；</p> <p>2、流动人群停留时间比较短。</p> <p>3、介入室南侧 CT 检查室 2，介入室西侧 CT 检查室 1、MRI 检查室、DR 检查室为医院远期规划预留位置。</p> <p>4、综合楼设备层正常情况下无人员常驻，仅在设备需维修时有人员活动。</p>									

7.3 评价标准

7.3.1 辐射相关评价标准

(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）第 4.3.2.1 条的规定，任何工作人员的**职业照射水平不超过由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；第 B1.2 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量，1mSv。

(2) 行政管理限值

根据《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示>的复函》（云环函[2006]727号）中的规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一。

本次评价采用行政管理限值，即：

◇职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a；

◇公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

7.3.2 DSA 机房防护设施的技术要求

DSA 机房防护设施的技术要求执行《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定。

（1）DSA 机房布局要求

① DSA 机房应合理设置 DSA 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。

② DSA 机房应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

③ DSA 机房最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 DSA 机房使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积（m ² ）	机房内最小单边长度(m)
DSA	20	3.5

（2）DSA 机房屏蔽要求

DSA 机房屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

表 7-3 DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
DSA 机房	2.0	2.0

DSA 机房门和窗关闭时应符合表 7-3 的规定。

（3）DSA 机房屏蔽体外剂量水平

本项目 DSA 设备在透视条件下检测时，DSA 机房屏蔽体（四周墙体）外表面 30cm 处，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

（4）DSA 工作场所防护

① DSA 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。

② DSA 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

③ DSA 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

④DSA 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。

⑤DSA 机房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。

⑥DSA 机房电动推拉门宜设置防夹装置。

⑦DSA 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

(5) DSA 工作场所防护用品及防护设施配置要求

①DSA 机房应配备不少于表 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，其数量应符合开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

②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。

③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。

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。

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 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	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射 学操作	铅衣、铅橡胶围裙、 铅橡胶颈套、铅防护 眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊 帘、床侧防护帘/床侧防护 屏、移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙 (方形)或方巾、铅 橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

注 1：“—”表示不做要求。

表 8 环境质量和辐射现状

本项目涉及的工作场所为镇沅县中医医院综合楼 1 层，项目区域为医院内已建医疗用房，项目建设依托医院已建设施，由于项目投运后对环境空气、地表水质量、声环境影响较小，本次只进行了简单现状调查。

8.1 地表水环境现状

项目最近地表水为项目区西南侧约 350m 处的恩乐江，属李仙江水系，李仙江是红河的一级支流。主干流发源于大理州的南涧县，自北向南在景东县安定乡进入普洱市境内，在景东县文井镇者后流入镇沅县境内，称为恩乐江。《云南省水功能区划》（2014 年），“李仙江景东-江城保留区”现状水质为 II 类，规划水平水质目标为 III 类，恩乐江参照“李仙江景东-江城保留区”执行《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）中 III 类水质标准。

根据普洱市生态环境局网站公布的 2024 年 1 月~5 月地表水水质状况公示，项目区上游水文站“新会（文会）站”和下游“河西小学站”监测结果，项目涉及的恩乐江水质能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准要求，故判定本项目所在区域为水环境质量达标区。

8.2 环境空气现状

本项目位于云南省普洱市镇沅县恩水路，属于大气环境二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

根据《2022 年普洱市生态环境状况公报》：10 个县（区）空气优良率在 99.4%~100%之间，除镇沅、孟连及景谷外，其余县区优良率均为 100%。按照年均值及相应百分位数进行评价，10 个县（区）空气质量均符合《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准，其中，细颗粒物(PM_{2.5})可吸入颗粒物(PM₁₀)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、一氧化碳(CO)符合一级标准；臭氧(O₃)符合二级标准；10 个县(区)空气质量均符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。故判定本项目所在区域为环境空气质量达标区。

8.3 声环境质量现状

项目所在地属于居住、商业和交通混杂区，声环境功能区划定为 2 类区，根据《2022 年普洱市生态环境状况公报》，全市 10 个县区城市共设置 1082 个区域声环境质量监测点对城市建成区进行了区域声环境监测。10 个县区区域声环境昼间平均等效声级范围为 48.6-55.2 分贝，达标率范围为 86.3-100%，按照区域环境

噪声总体水平评价 1 个县为三级、评价为“一般”，7 个县为二级、评价为“较好”，2 个县为一级、评价为“好”，根据现场踏勘，项目区周边无较大噪声源，项目所在区域声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

8.4 辐射环境现状

8.4.1 环境现状监测方案

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 曝光时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- γ 辐射剂量率。根据现场实际情况，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括 DSA 机房室内正中、室外、正下方及评价范围内的敏感点。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图 8-1：

环评委托云南茂业环保科技有限公司于 2024 年 5 月 28 日对综合楼 1 层拟建 DSA 区域及其周边场所进行 X- γ 辐射剂量率监测。

监测环境：现场监测时，收集环境温度、环境湿度、天气状况等信息。

监测对象：项目拟建 DSA 机房及周边辐射环境本底监测。

监测因子：X- γ 空气吸收剂量率。

监测点位：监测点位见表 8-1。监测点位布设见图 8-1、8-2。

表 8-1 监测布点一览表

序号	点位描述		监测内容
1	综合楼 1 层	拟建 DSA 区域	X- γ 辐射剂量率
2		预留 CT 检查室 1	
3		预留 DR 检查室	
4		预留 MRI 检查室	
5		预留 CT 检查室 2	
6		中医特色治疗室	
7		电梯厅	
8		急诊大厅	
9		门厅	
10	拟建 DSA 正上方 (综合楼 2 层)	血透中心湿库房	
11	拟建 DSA 正下方 (综合楼负 1 层)	综合楼设备层	
12	综合楼北侧 (现状为施工场地)		
13	综合楼南侧		

14	综合楼西侧	
15	综合楼东侧	
16	行政办公楼	
17	医技楼	
18	院内道路	
19	恩水路旁商铺	

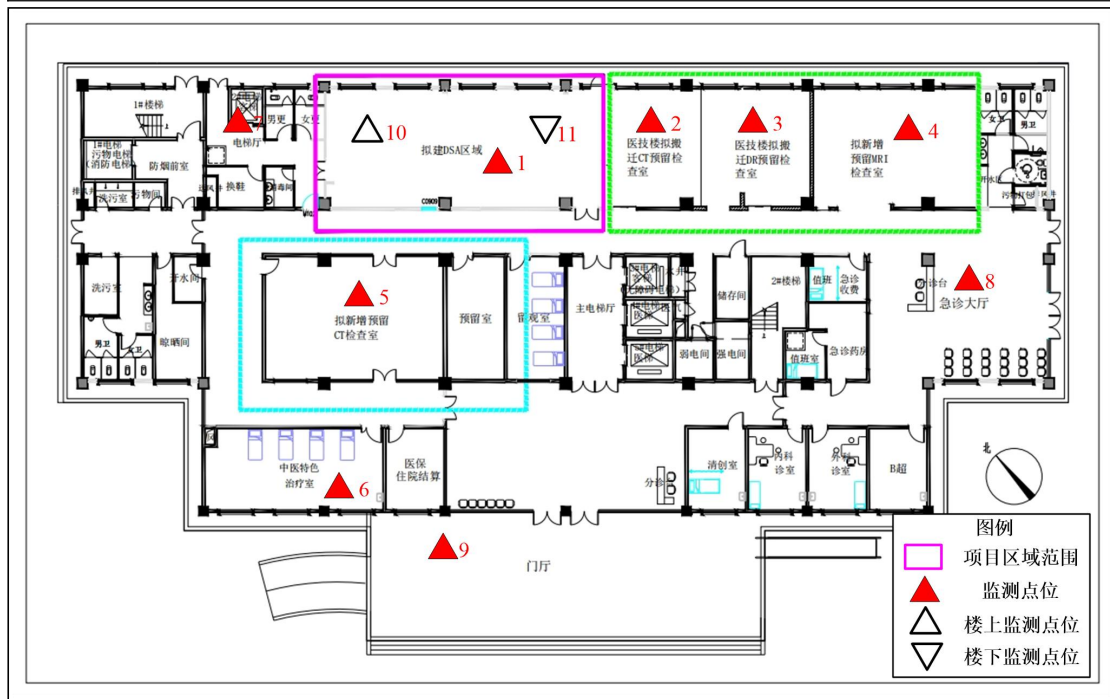


图 8-1 综合楼监测点位示意图

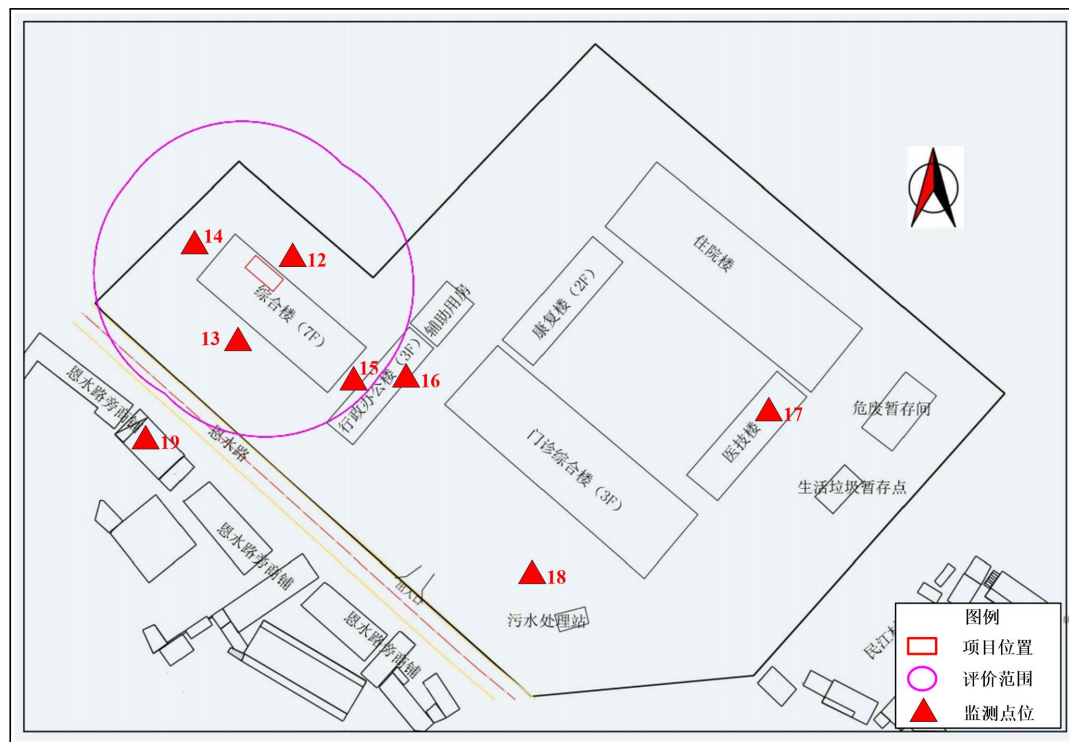


图 8-2 拟建场所周围监测点位示意图

8.4.2 监测质量保证措施

(1) 本项目监测单位为云南茂业环保科技有限公司，取得了云南省质量技术监督局（CMA 认证）。该单位具备完整、有效的质量控制体系；

(2) 根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）制定监测方案及实施细则；

(3) 严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

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

(5) 监测人员经考核并持有合格证书上岗；

(6) 根据《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021），监测高度为 1m，合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

(7) 监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

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

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

8.4.3 环境质量现状监测与评价

2024 年 5 月 28 日，云南茂业环保科技有限公司对本项目工作场所辐射环境本底进行了监测。使用的监测仪器见表 8-2。

表 8-2 环境质量监测方法和仪器

监测仪器名称及编号	仪器量程	检定/校准证书编号	检定/校准日期
BH3103B 型便携式 X-γ 剂量率仪 (2015004#)	1-10000×10 ⁻⁸ Gy/h	校准字第 202308004945	2023.08.17
监测设备校准单位	中国测试技术研究院		
监测时天气条件	天气：多云；温度：28℃；湿度：63%。		

监测结果列于表 8-3。

表 8-3 DSA 机房及周围 X-γ 空气吸收剂量率监测结果 单位：×10⁻⁸Gy/h

序	监测点位描述	环境 X-γ 剂量率	备注
---	--------	------------	----

号		计算值	标准差		
1	综合楼 1 楼	拟建 DSA 区域	5.6	±0.63	--
2		预留 CT 检查室 1	4.3	0.49	--
3		预留 DR 检查室	4.0	0.37	--
4		预留 MRI 检查室	4.1	0.42	--
5		预留 CT 检查室 2	3.8	0.40	--
6		中医特色治疗室	6.9	0.33	--
7		电梯厅	4.9	0.39	--
8		急诊大厅	5.3	0.41	--
9		门厅	5.1	0.33	--
10	拟建 DSA 正上方(综合楼 2 层)	血透中心湿库房	3.7	0.41	--
11	拟建 DSA 正下方(综合楼负 1 层)	综合楼设备层	4.6	0.44	--
12	综合楼北侧 (现状为施工场地)		4.3	0.36	--
13	综合楼南侧		6.7	0.40	--
14	综合楼西侧		5.4	0.56	--
15	综合楼东侧		5.4	0.43	--
16	行政办公楼		5.5	0.24	--
17	医技楼		6.1	0.49	--
18	院内道路		6.7	0.40	--
19	恩水路旁商铺		5.1	0.32	--
备注	注：①监测数据均已扣除宇宙射线响应值； ②该项目地点 (E101.123169°, N23.992917°, 海拔 1039.6m) 宇宙射线响应值： $2.1 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ；③建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1 (上表中监测点位 12~15、监测点位 18 屏蔽修正因子取 1,监测点位 19 屏蔽修正因子取 0.9，其他监测点位屏蔽修正因子取 0.8)。				

由表 8-3 可知：本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 $(3.7 \sim 6.9) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ (即：37~69nGy/h)，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中云南省环境电离辐射水平 (57.9~120.4nGy/h) 基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成及各部分作用

DSA 主要组成部分：带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、操作台、多幅照相机等。

带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机：利用影像增强器将不可见的 X 射线影像转换为亮度很高的可见光影像，再通过摄像机转换为电信号，经放大处理后用电缆输送到监视器，显示人体某部位的结构组织。

高压注射器：在一定时间内，通过经皮穿刺进入血管或经人体原有孔道，将足够量的高浓度 X 线造影剂快速、准确地注射到检查部位，可以对病变部位进行诊断性造影与治疗。

电子计算机图像处理系统：A/D 转换，图像的预处理，图像的重建等。

操作台：通过操作患者支撑装置的控制系統，能够使患者支撑装置方便的实现制动、移动、升降的功能，方便医生在手术时的操作。

9.1.2 工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

9.1.3 操作流程

本项目血管造影机主要进行介入手术。基本流程为：患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达指定位置，并留 X 射线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。操作医生在病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会采取脉冲透视方式，形成实时图像（不能自动保存，需进行手动操作进行保存，曝光时自动更新图像），此时操作医生位于铅帘和铅悬挂防护屏后身着铅服、铅帽、铅围脖在机房内对病人进行直接的介入手术操作。在进行介入手术治疗时，医生在 DSA 脉冲透视连续曝光下通过机房内显示屏清楚了解手术过程及病人情况。在手术过程中均会使用此操作，并且实际运行中该情况占绝大多数，因此，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作，操作人员通过铅玻璃观察窗以及电脑显示屏观察机房内病人情况，通过对讲系统与病人交流。

9.1.4 产污流程

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，DSA 的主射方向为从下往上。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均用先进的数字减影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 诊治流程及产污环节如图 9-1 所示：

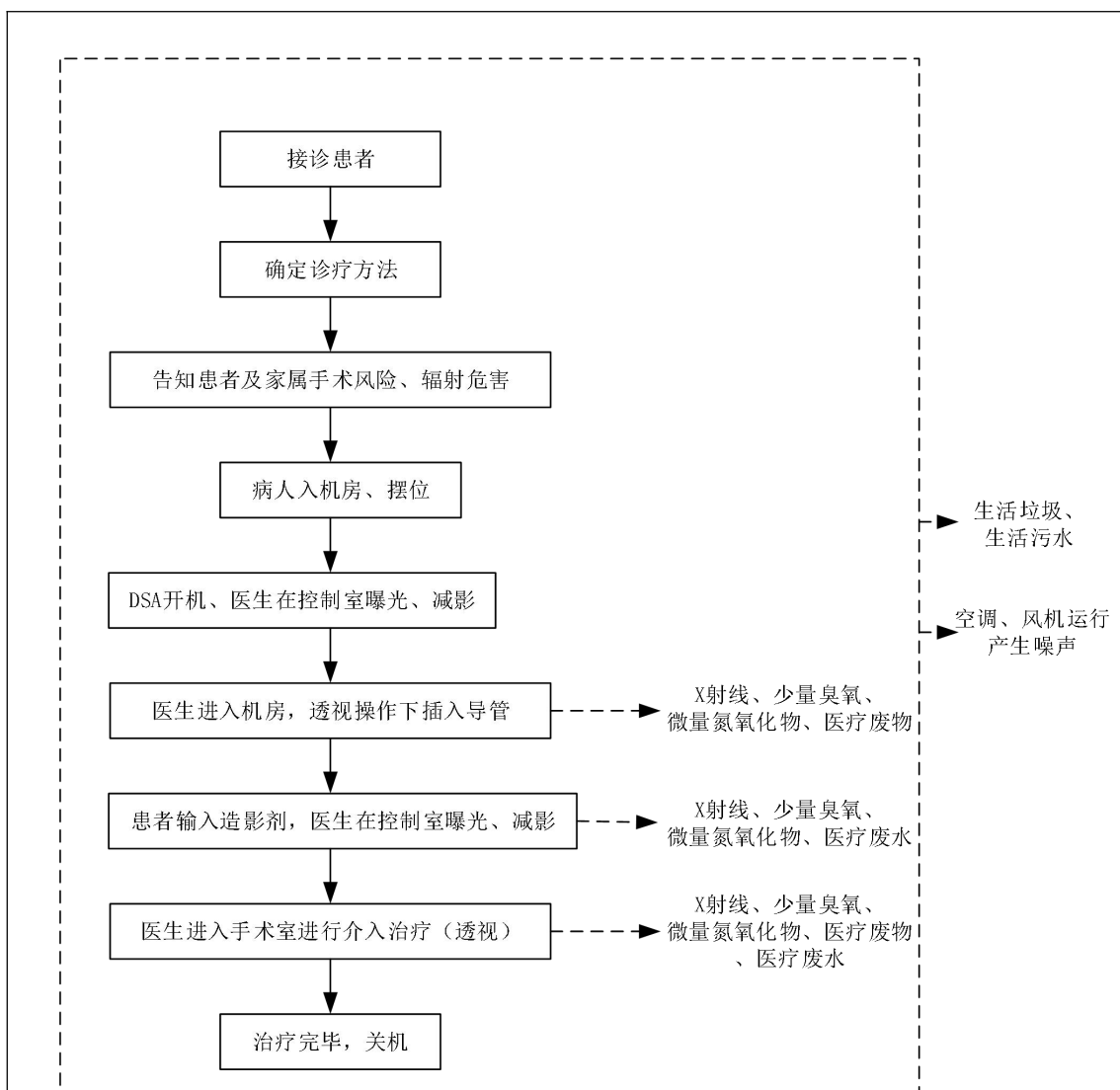


图 9-1 DSA 工作流程及产污环节示意图

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

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期污染源

本项目涉及的工作场所为镇沅县中医医院综合楼 1 层，综合楼属于《普洱市镇沅县中医院建设项目二期》建设项目建设内容，《普洱市镇沅县中医院建设项目二期》建设项目已进行了环境影响评价，并于 2022 年 11 月 16 日取得了《普洱市生态环境局镇沅分局关于对普洱市镇沅县中医院建设项目二期建设项目环境影响报告表的批复（镇环准〔2022〕13 号，详见附件 2），批准主要内容为：新建门诊综合楼、康复楼、行政办公楼、核酸实验室及综合楼。

本次评价的 DSA 射线装置机房在施工阶段仅为辐射防护装修及安装调试；目前尚未进行改造施工。

1、防护装修、装饰工程施工

本项目依托综合楼主体工程的基础上对 DSA 机房进行防护设计施工，本项目在装修施工阶段主要环境影响为扬尘、废水、噪声、废渣和装修废气等。本项目工程量小，时间短，本项目施工期会对周围声环境质量产生一定影响，但本项目工程量小，施工期短，通过作业时间控制，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。施工所产生的少量生活废水经医院污水处理系统处理后，近期由罐车运至镇沅县污水处理厂处理，远期待项目周边市政污水管网建成后，排入临近的市政污水管网，最终进入镇沅县污水处理厂处理。项目建设施工中采取湿法作业，尽量降低扬尘对周围环境的影响。建设施工所产生的少量施工废渣和设备安装产生的包装废物送当地指定的建筑垃圾处置场。

2、设备安装调试的污染分析

设备安装及调试阶段主要污染物是运输器械产生噪声及包装废弃物、电离辐射和臭氧。本项目设备的安装和调试应请设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。施工工序及产污见图 9-2。

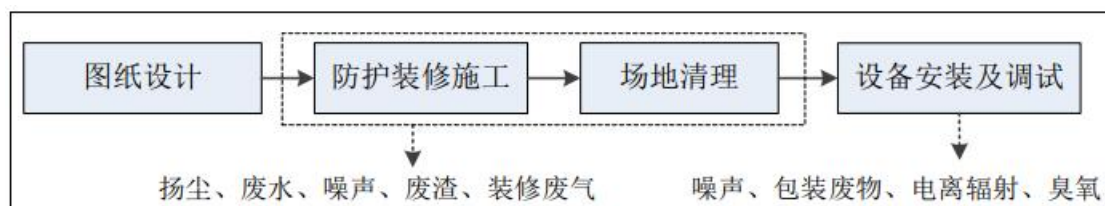


图 9-2 项目施工期工艺流程及产污环节示意图

9.2.2 运行期正常工况污染源

本项目使用的 DSA 射线装置在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，产生少量臭氧、氮氧化物。项目运营期产生的污染源项如下：

1、X 射线

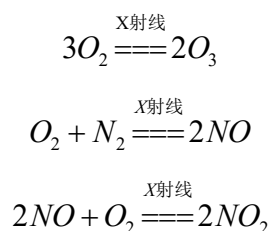
在 X 射线装置开机并曝光时产生 X 射线，X 射线属于非带电粒子，其能量与曝光时 X 射线管的管电压有关，具有较强的穿透性。人体受到 X 射线照射到一定量时会受到辐射损伤。因此 X 射线装置周围需要达到一定的辐射防护，以防止 X 射线泄露对医护人员及其他公众造成伤害。

本项目数字减影血管造影装置（DSA）的相关参数具体如下表所示：

工作场所	DSA 机房
设备名称	数字减影血管造影装置（DSA）
射线装置分类	II类射线装置
额定参数	125kV, 1000mA
运行参数	透视：65~75kV, 50~150mA；减影：60~90kV, 200~300mA
射线管过滤材料	2.5mmAl
备注：①减影工况下，常用的运行管电流为 200~300mA，最大可达 350mA，本次评价按照最不利情况（管电流 350mA）进行评价； ②透视工况下，常用的运行管电流为 50~150mA，最大可达 200mA，本次评价按照最不利情况（管电流 200mA）进行评价；	

2、废气

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



本项目射线装置曝光时间很短，臭氧的产生量很少，氮氧化物的产生量比臭氧还少得多，故本项目只对臭氧进行分析。DSA 在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过排风管道排至室外，经自然稀释后对周围环境影响不大。

3、废水

本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生。本项目劳动定员为 16 人，均为从医院现有工作人员中调配，因此不新增生活污水，依托医院主体工程的污水处理设施处理后达标排放。

本项目介入手术及器械清洗时会产生少量的医疗废水，按 0.3m³/台计，本项目每年手术量为 1220 台，医疗废水量为 366m³/a，医疗废水经预处理后进入医院已建的污水处理站，经污水处理站处理达标后，近期由罐车运至镇沅县污水处理厂处理，远期待项目周边市政污水管网建成后，排入临近的市政污水管网，最终

进入镇沅县污水处理厂处理；项目 DSA 机房地面消洗先采用清水拖洗、再在地面喷洒消毒液，然后采用洁净拖把或抹布擦干，最后采用紫外线对手术室内的器械、地面、空气进行整体消毒；整个消洗过程中仅地面拖洗产生少量污水，该部分污水和医疗废水依托医院主体工程的医疗废水处理。

4、固体废弃物

①本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。

②本项目一台介入手术约产生医疗废物药棉 0.1kg，纱布 0.1kg，手套 0.2kg，一年最多 1220 台手术，则一年约产生医疗废物药棉 122kg，纱布 122kg，手套 244kg，总共每年约产生医疗废物 488kg，采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，定期交由景东昆景医疗废物处置有限责任公司清运处置。

③医护人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，本项目劳动定员为 16 人，均为从医院现有工作人员中调配，因此不新增生活垃圾，依托医院已有的生活垃圾设施处置，即：经垃圾桶收集后，由专人运输至医院东侧设置的生活垃圾暂存点，由当地环卫部门定期清运。

5、噪声

DSA 设备运行时产生噪声较小，主要产噪设备为 DSA 手术室空调、排风机，位于设备间，采取隔声减震措施降低噪声影响；并经过距离衰减和建筑隔噪后，对周围环境影响不大。

9.2.3 运行期事故情况污染源

本项目为Ⅱ类射线装置 DSA 的使用，对于 X 射线装置，只有当设备开机并处于出束状态时才会产生 X 射线，设备关机时不会产生 X 射线，运行期间存在着风险和潜在危害以及事故隐患，可能出现概率较大或后果较严重的误照辐射事故如下：

(1) 门灯联锁装置发生故障，人员误入正在运行的射线装置机房导致误照射；

(2) 其他医护还未全部撤离机房，即进行曝光，致使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开始曝光，给工作人员和周围公众造成不

必要的照射；

(4) 医护人员介入手术时，未穿防护服进行手术操作受到射线照射。

事故工况下产生的污染物和污染途径与正常工况下基本相同。四种事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

9.2.4 项目主要污染物产生及预计排放情况

根据分析，本项目主要污染物的产生及预计排放情况见表 9-1。

表 9-1 项目主要污染物的产生及预计排放情况

类型 内容	排放源	污染物名称	处理前产生浓度及产生量	处理方式
辐射	射线装置曝光	X 射线	——	本项目按照设计要求，在正常运行情况下，射线装置工作产生的 X 射线经墙体屏蔽和其他有效防护屏蔽后，所致职业和公众照射剂量当量可达到评价标准。
大气污染	射线装置曝光	臭氧、氮氧化物	少量	通排风系统。
水污染物	医务工作人员	生活污水	不新增生活污水	依托医院主体工程的污水处理设施处理。
	介入手术、清洗器械	医疗废水	366m ³ /a	依托医院主体工程的医疗废水处置设施处理。
	地面清洗		少量	
固体废物	医务工作人员	生活垃圾	不新增生活垃圾	统一收集，委托当地环卫部门定期清运处理。
	医用器具、药棉、纱布、一次性手套和废弃造影剂储存瓶等	医疗废物	488kg/a	采用专门的收集容器收集后，转移至医院医疗废物暂存间，定期交由景东昆景医疗废物处置有限责任公司清运处置
噪声	空调、排风机	噪声	——	经距离衰减和建筑隔噪后，可达标排放。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施

通过污染源分析可知，本项目产生的主要污染物为 X 射线。同时 X 射线会使空气中产生少量臭氧和氮氧化物，手术会产生医疗废物，工作人员会产生生活污水及生活垃圾，介入手术产生医疗废物。针对这些污染物，医院制定了相应的污染防治措施，如下：

10.1.1 工作区域管理

一、工作场所分区管理

为加强核技术应用医疗设备所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，应对项目划定控制区和监督区进行分区管理。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制区正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。应用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

控制区管理要求：

- （1）采用实体边界划定控制区；
- （2）在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 的警告标志；
- （3）制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- （4）运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；
- （5）按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物储存柜；
- （6）定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需

要更改监督区的边界。

监督区管理要求：

- (1) 采用适当的手段划出监督区的边界；
- (2) 在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌；
- (3) 定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

本次环评结合现场实际，对 DSA 机房控制区和监督区的划分见表 10-1；建设单位在运行期须加强对两区的定期监测、年度监测和验收监测，发现问题及时处理。

表 10-1 DSA 机房控制区和监督区的划分

控制区	监督区
DSA 介入手术室	控制室

对项目机房控制区和监督区的划分示意图见下图。

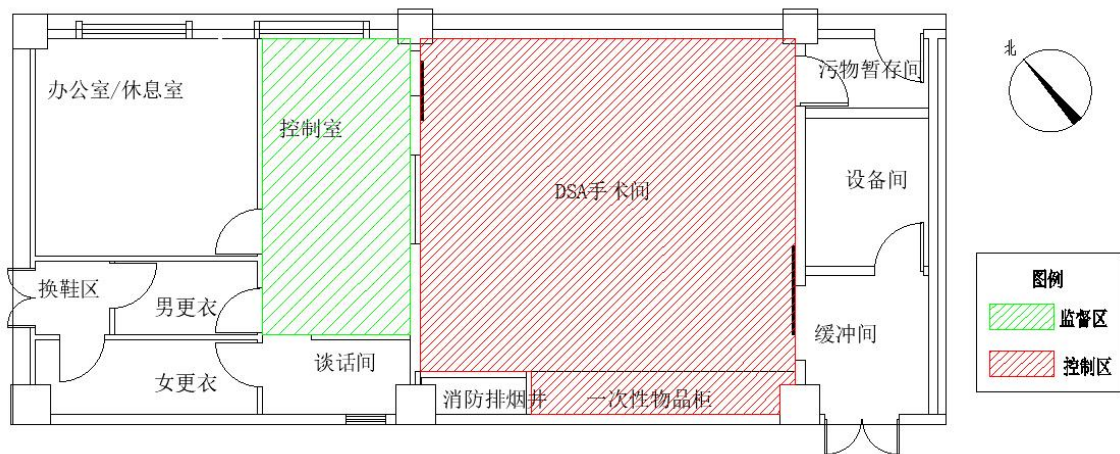


图 10-1 项目机房控制区、监督区划分示意图

二、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，仅允许相关人员进入，其余无关人员均不得随意进入。

10.1.2 辐射防护措施

本项目射线装置主要辐射为 X 射线，X 射线的基本防护原则是减少照射时间、

远离辐射源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

1、设备固有措施

本项目 DSA 从正规厂家购买，仪器本身采取了多种固有安全防护措施：

(1) 本项目 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，以多消除软 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) 配备辅助防护设施：DSA 设备配备有防护屏蔽吊架、DSA 床旁安装了铅防护帘，在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

(7) 配备相应的表征剂量的指示装置：DSA 设备配备有能在线监测并输出剂量的指示装置。

2、辐射工作场所设计屏蔽措施

(1) 布局设计

本项目 DSA 场所位于综合楼 1 层，DSA 介入室相邻区域布局及功能详见表 10-2。

表 10-2 项目 DSA 介入室相邻区域布局及功能

工作场所名称	方位	名称	功能
DSA 介入室	北侧	综合楼外停车区（现状为施工场地）	停车场
	南侧	综合楼走廊	走廊
	西侧	控制室	技师隔室操作 DSA、护士短暂停留

		谈话间	医生与患者家属交代手术情况
东侧		污物暂存间	暂存手术产生的污物
		设备间	安装 DSA 辅助设备
		缓冲间	手术患者术前等待
正上方		血透中心湿库房	血透中心仓库
		治疗室	血透中心治疗区
		置管室/抢救室	血透中心透析前准备区以及突发情况下抢救区
正下方		综合楼设备层	综合楼设备安装区域

根据表 10-2 分析，项目 DSA 介入室相邻房间功能主要为停车场、走廊、控制室等患者及家属短暂停留区域；DSA 介入室四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室。

(2) 医生通道、患者通道和污物通道路线设计方案

本项目 DSA 机房避开了人群较为集中的门诊区域，所处位置相对独立，设置了相对独立的医生通道、患者通道和污物通道，各通道路线详见附图 7；通道路线设计方案如下：

医护人员通道：介入手术医务人员从医护入口经换鞋间换鞋后进入更衣室，换上洁净的衣物后通过控制室一侧的防护铅门进入 DSA 介入室进行手术，出则原路返回；

患者通道：患者在各科室病房内换衣完成后经电梯或楼梯下到 1 层，经缓冲间一侧的防护铅门进入 DSA 介入室进行手术，手术结束后原路返回离开介入室。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：机房内产生的医疗废物经污物通道运送至污物出口后，无需经过综合楼内部，直接运送至医疗废物暂存间。故本项目人员与污物通道未出现交叉，本项目三通道设置合理。

综上，项目 DSA 手术室设置了相对独立的医护通道、患者通道和污物通道，项目相关人员与污物通道未出现交叉，且避免了不同人员交叉影响，项目三通道设置合理。

(3) 机房屏蔽设计

本项目 DSA 机房位于综合楼 1 层，四周墙体、顶面（即室顶）、地面均采用相应的屏蔽体对射线进行有效的屏蔽，观察窗为铅玻璃观察窗，机房的医生通道、

患者通道、污物通道防护门处均安装铅防护门（机房墙体与门缝的重叠部分大于 10 倍缝隙）。本项目 DSA 手术室屏蔽设计情况见表 10-1。

表 10-1 项目 DSA 机房辐射屏蔽设计一览表

场所名称	屏蔽范围	屏蔽材料及屏蔽厚度
DSA 机房 屏蔽设计 方案	北侧、南侧墙体	镀锌方管龙骨骨架+4mm 防护铅板
	西侧、东侧墙体	240mm 厚实心砖墙+40mm 硫酸钡防护涂料
	地面	150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料
	顶面	150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料
	防护门	DSA 介入手术室共设 3 道防护铅门，均采用内衬 4mm 铅板+外衬 1.2mm 不锈钢面板，具有 4mm 铅当量防护水平，其中病人进出防护电动门（宽 1.8m×高 2.2m），医护人员进出防护电动门（宽 1.2m×高 2.2m），污物通道进出防护平开门（宽 0.9m×高 2.05m）。
	观察窗	20mm 厚铅玻璃。
	电缆沟防护	项目控制电缆从设备基座下方设置电缆沟（宽 100mm，深 50mm），电缆线槽穿墙采用 U 型沟，电缆沟从机房东侧采用“U 型”穿过屏蔽墙进入设备间，从机房西侧采用“U 型”穿过屏蔽墙进入控制室，穿墙位置从 DSA 机房 200mm 处至设备间和控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅皮，上方再用 3mm 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。
	通排风管防护	项目 DSA 介入手术室内采用上进下排的通风系统，进风口位于机房顶部，进风管道：进风量 1200m ³ /h，进风管从机房北侧墙体进入 DSA 介入室；DSA 介入室共设置 1 个排风口，位于 DSA 介入室西侧墙离地 300mm 处，排风管道：排风量 1000m ³ /h，排风管从介入室西侧穿墙出机房，经谈话间、女更衣室排至综合楼排风井，最终排至综合楼楼顶排放（排口距地面高度约 32m）；风管穿防护墙处采用直穿墙设计，弯管至墙面及弯管后 50cm 范围均使用 4mm 铅皮包裹，穿墙管道与墙接触面用硫酸钡进行填充，通风管道穿墙位置处的墙壁的屏蔽效果不小于 4mm 铅当量，有效防止射线泄露。
	操作位	床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，防护屏蔽吊架铅板具有 0.5mm 铅当量防护水平。
	护士位置	位于移动铅防护屏风后，具有 2mm 铅当量防护水平
机房面积	DSA 手术室有效面积 51.2m ² （长 7.6m×宽 6.74m×净高 3.8m）。	

备注：根据建设单位和施工单位提供的资料，混凝土密度为 2.35g/m³，铅板的密度为 11.3g/m³，硫酸钡防护涂料密度为 3.2g/cm³，砖的密度为 1.65g/cm³。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 G 中表 G.3 查询得 18mm 厚铅玻璃最小衰减当量值约为 3.52mmPb,25mm 厚铅玻璃最小衰减当量值约为 5.06mmPb；经内插法计算得 20mm 厚铅玻璃最小衰减当量值约为 3.96mmPb。

①混凝土、实心砖、铅的等效铅当量

本项目屏蔽防护材料中混凝土的等效铅当量根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 C.1.2 进行计算：

首先根据下式计算出混凝土、砖的屏蔽透射因子 B:

(式 10-1)

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。

然后按式 10-2 计算出混凝土、砖的等效铅当量:

(式 10-2)

式中:

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度;

α ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子;

β ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

本项目 DSA 管电压为 125kV, 摘抄《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中铅、混凝土、砖对 125kV 管电压下 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数如下表所示:

表 10-2 铅、混凝土、砖对 125kV 管电压下 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数

管电压 (kV)	铅			混凝土			砖		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
125kV (主束)	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974	0.02870	0.06700	1.346
125kV (散射)	2.233	7.888	0.7295	0.03510	0.06600	0.7832	-	-	-

②硫酸钡防护涂料铅当量

硫酸钡防护涂料查询辐射防护手册（第三分册）-辐射安全第 3.2.4 节中宽束情况下的近似铅当量厚度，见表 10-3：

表 10-3 宽束情况下各种材料的近似铅当量厚度

材料	密度 g/cm ³	材料厚度, mm							
		100kV				150kV			
铅厚, mm		0.5	1.0	2.0	3.0	0.5	1.0	2.0	3.0
钡水泥	3.2	4	9	17	24	7	15	33	51

根据表 10-3 使用内插法可得管电压 125kV 时对应的硫酸钡厚度，如下表所示：

表 10-4 125kV 情况下各种材料的近似铅当量厚度

材料	密度 g/cm ³	材料厚度, mm			
		125kV			
铅厚, mm		0.5	1.0	2.0	3.0
钡水泥	3.2	5.5	12	25.5	37.5

根据表 10-4，通过内插法计算得 125kV 条件下，30mm 硫酸钡防护涂料等效为 2.38mm 铅，40mm 硫酸钡防护涂料等效为 3.41mm 铅。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中规定“介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度不小于 2mm 铅当量”，由于标准中未给出混凝土和砖的相应厚度，因此本次将混凝土和砖根据式 10-1、10-2 折算成相应的铅厚度，以此判定本项目机房四周、地面及顶面的防护措施是否能满足标准要求。

综上，计算出本项目各屏蔽墙体厚度如下表：

表 10-5 本项目屏蔽墙体铅当量计算表

场所名称	屏蔽范围	屏蔽材料及屏蔽厚度	α	β	γ	B	X	
DSA 机房屏蔽设计方案	北侧、南侧墙体	4mm 防护铅板	2.233	7.888	0.7295	1.67×10^{-5}	4mmPb	4mmPb
	西侧、东侧墙体	240mm 厚实心砖墙	0.02870	0.06700	1.346	4.17×10^{-4}	2.56mmPb	5.97mm Pb
		40mm 硫酸钡防护涂料	根据表 10-4 使用内插法计算出 40mm 厚硫酸钡防护涂料等效铅当量为 3.41mmPb				3.41mmPb	
	地面	150mm 厚混凝土	0.03510	0.06600	0.7832	1.36×10^{-3}	2.05mmPb	4.43mm Pb
		30mm 厚硫酸钡防护涂料	根据表 10-4 使用内插法计算出 30mm 厚硫酸钡防护涂料等效铅当量为 2.38mmPb				2.38mmPb	
	顶面	150mm 厚混凝土	0.03502	0.07113	0.6974	1.09×10^{-3}	1.87mmPb	4.25mm Pb
30mm 厚硫酸钡防护涂料		根据表 10-4 使用内插法计算出 30mm 厚硫酸钡防护涂料等效铅当量为 2.38mmPb				2.38mmPb		

防护门	不锈钢套门 (内衬4mm厚的铅板)	2.233	7.888	0.7295	1.67×10^{-5}	4mmPb
观察窗	20mm厚铅玻璃	根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录G中表G.3, 查询得18mm厚铅玻璃最小衰减当量值约为3.52mmPb, 25mm厚铅玻璃最小衰减当量值约为5.06mmPb; 经内插法计算得20mm厚铅玻璃最小衰减当量值约为3.96mmPb。				3.96mmPb

备注: 1、本项目防护门进行等效铅当量计算时, 仅保守考虑内衬铅板的厚度, 其他防护材料不予考虑。

2、本项目 DSA 的曝光方向为由下往上, 四周墙体为非主射方向, 根据表 10-2, 由于砖在 125kV (散射) 情况下无具体的参数值, 因此四周墙体参数值参照取 125kV (主射) 情况下的参数值。

由上表可知, 本项目 DSA 机房四周屏蔽墙、顶面、地面、观察窗及防护门的屏蔽厚度铅当量在 3.96~5.97mmPb, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中规定的“介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度不小于 2mm 铅当量”要求。

本项目 DSA 机房内最小单边长度为 6.74m, 有效使用面积为 51.2m², 能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中规定的“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。

项目 DSA 机房防护设计方案见图 10-1、图 10-2。

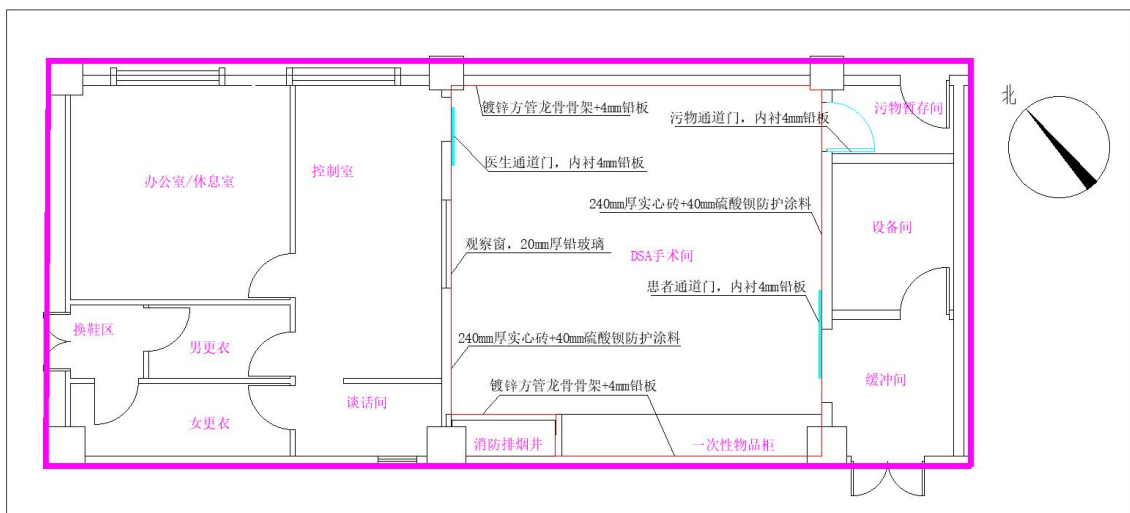


图 10-1 机房防护设计方案 (平面)



图 10-2 机房防护设计方案（立面）

根据图 10-1、10-2 本项目射线装置场所四周、屋顶及地面拟采用相应的屏蔽体对射线进行屏蔽，观察窗安装铅玻璃，机房通道处均安装铅防护门（机房墙体与门缝的重叠部分大于 10 倍缝隙）。

（4）电缆布设

项目控制电缆从设备基座下方设置电缆沟（宽 100mm，深 50mm），电缆线槽穿墙采用 U 型沟，电缆沟从机房东侧采用“U 型”穿过屏蔽墙进入设备间，从机房西侧采用“U 型”穿过屏蔽墙进入控制室，穿墙位置从 DSA 机房 200mm 处至设备间和控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅皮，上方再用 3mm 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。电缆沟剖面示意图 10-3。

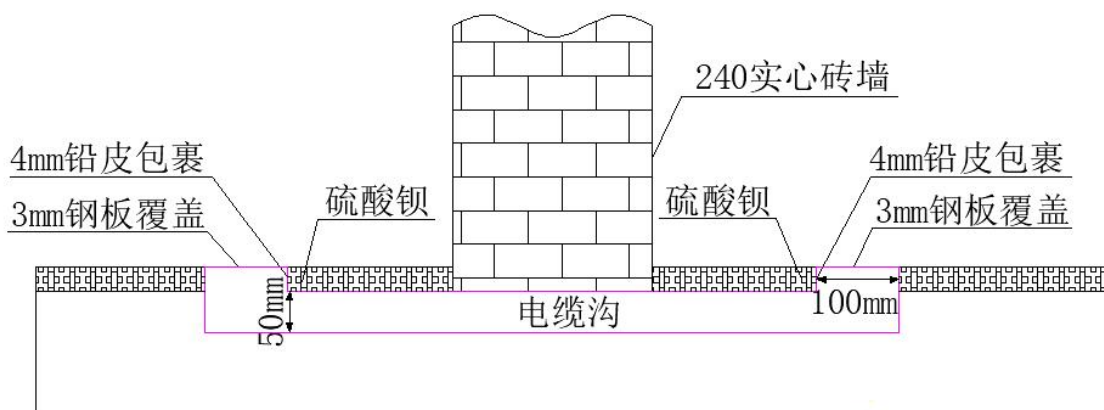


图 10-3 项目 DSA 手术室电缆沟剖面示意图

（5）通排风系统

项目 DSA 介入室的通排风管道采用直穿墙设计，弯管至墙面及弯管后 50cm 范

围均使用 4mm 铅皮包裹, 穿墙管道与墙接触面用硫酸钡进行填充, 进风管道从 DSA 介入室北侧墙体进入 DSA 介入室; 排风管从 DSA 介入室西侧墙体穿出机房, 经谈话间、女更衣室排至综合楼排风井, 最终排至综合楼楼顶排放 (排口距地面高度约 32m); 风管穿墙经过铅皮等防护措施处理后, 能够有效防止射线直接从风管照射出机房, 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。风管穿墙部分经铅皮等防护措施处理和多次散射后, 对机房外的影响较小。通排风管道穿墙剖面示意图 10-4。

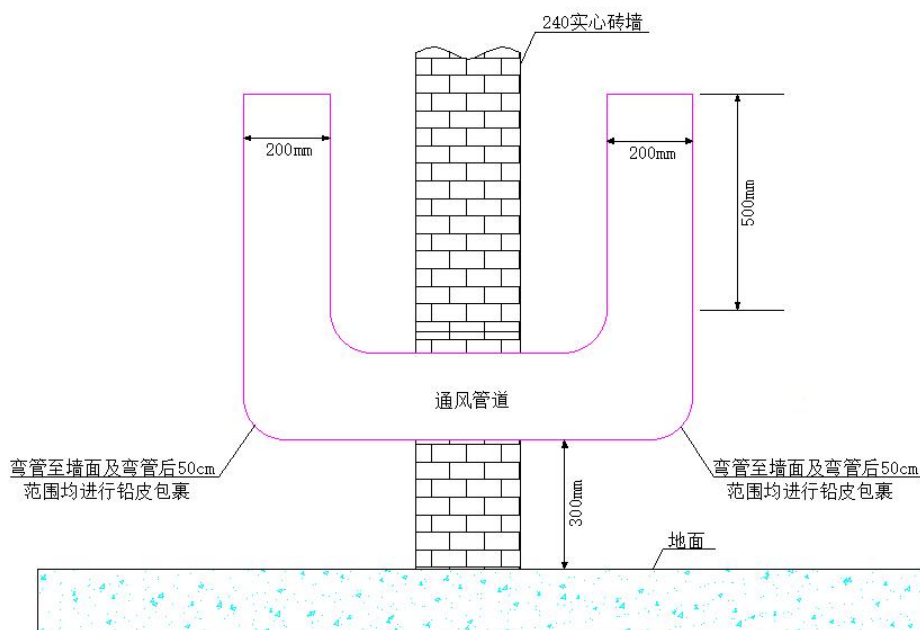


图 10-4 项目 DSA 手术室通排风管道穿墙剖面示意图

(6) 其他根据建设单位提供资料, 本项目射线装置场所拟采取其他措施有:

- ①在 DSA 床旁安装铅防护帘, 在机头处安装铅悬挂防护屏, 这些屏蔽体具有 0.5mmPb 的防护能力。
- ②医生在手术室内操作时应身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等, 同时使用铅悬挂防护屏和床侧防护帘进行防护, 这些防护用品均具有 0.5mm 铅当量, 医生工作时实际受到两次防护, 防护能力相当于 1mm 铅当量。
- ③护士位于移动铅防护屏风后, 具有 2mm 铅当量防护水平, 同时身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等, 防护用品均具有 0.5mm 铅当量, 护士工作时实际受到两次防护, 防护能力相当于 2.5mm 铅当量;

综上所述, 本项目工作场所辐射屏蔽设计合理, DSA 工作时产生的 X 射线对机房外环境影响较小。

3、场所设计安全与防护布置

(1) 紧急停机按钮

建设单位拟在射线装置控制台上、DSA 介入室内诊疗床操作面板上均设置紧急停机按钮(各按钮与 X 线系统连接)。射线装置系统的 X 线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任紧急停机按钮，均可停止 X 线系统出束。

(2) 门灯联锁装置、电离辐射警示标志

在机房入口、DSA 介入室防护门拟设置“当心电离辐射”警示标志。DSA 介入室防护门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“当心射线”的可视警示语句，同时，工作状态指示灯能与 DSA 介入室防护门有效关联。当 DSA 介入室防护门开启时，警示灯熄灭，DSA 介入室防护门关闭时警示灯开启。

(3) 个人防护用品、监测仪器

防护用品：本项目拟为辐射工作人员配备铅衣 5 件、铅围脖 5 个、介入防护手套 5 套、铅眼镜 5 幅、铅帽 5 件，其防护铅当量均不低于 0.5mm，详见下表。

表 10-6 个人防护用品配备表

放射检类型	工作人员个人防护用品		
	GBZ130-2020 要求	拟设措施	是否满足要求
介入放射性工作	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	铅衣 5 件、铅围脖 5 个、介入防护手套 5 套、铅眼镜 5 幅、铅帽 5 件	满足

根据表 10-6，医院拟为本项目辐射工作人员配备的个人防护用品满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求。

监测仪器：为防止射线装置操作人员被误照射，医院需配备 1 台便携式辐射监测仪，本项目配备 2 台个人剂量报警仪，并为每位辐射工作人员佩戴个人剂量计。

(4) 时间防护

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

手术医生穿戴铅防护用品、佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪进入射线装置 DSA 介入室进行手术，产生紧急情况时，医生按下诊疗床上的紧急停机按钮或控制室人员按下控制室紧急停机按钮，停止 X 射线出束，不定期用便携式辐射监测仪对射线装置机房周围进行监测，发现异常，及时处理，减少对外围人员的照射。

(5) 其他防护

1) 项目 DSA 介入室设置有铅观察窗, 观察窗的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

2) DSA 介入室内只放置与手术有关的物品, 其他无关杂物均不在机房内存放。

3) DSA 介入室内设置动力通风装置, 并保持良好的通风, 进风量 1200m³/h, 排风量 1000m³/h。

4) 对讲系统: 建设单位拟在 DSA 介入室安装对讲系统一套, 患者进入 DSA 介入室后, 操作技师在控制室通过对讲可实时与患者沟通。

项目 DSA 介入室拟设置的各安全措施示意图见附图 9。

本项目 DSA 机房设计安全与防护布置与《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的符合性分析见下表:

表 10-7 项目机房与《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的符合性分析

序号	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 要求	本项目设置情况	是否符合
1	6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置, 应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	本项目 DSA 的曝光方向为由下往上, 有用线束未直接照射门、观察窗、管线口及工作人员操作位, 且本项目门、观察窗、电缆口、通排风管处均设计了相应的防护措施, 最低铅当量为 3.96mm, 不低于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中规定的“介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度不小于 2mm 铅当量”要求。	符合
2	6.1.2 X 射线设备机房(照射室)的设置应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。	本项目位于综合楼 1 层, 正下方为综合楼设备层, 正上方为血透中心的湿库房、治疗室、置管室/抢救室, 四周墙体、地面及顶面均设计有相应的屏蔽防护措施, 屏蔽参数的设计充分考虑邻室(含楼上楼下)及周围场所的人员防护与安全。	符合
3	6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房, 机房应满足使用设备的布局要求;	本项目 DSA 有单独的机房, 机房满足使用设备的布局要求。	符合
4	6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外, 对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房, 其最小有效	DSA 机房的有效面积为 51.2m ² (长 7.6m×宽 6.74m), 机房最小有效使用面积、最小单边长度满足要求	符合

	使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定“单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）机房内最小使用面积不小于 20m ² ，机房内最小单边长度不小于 3.5m”		
5	6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于“表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求”的规定“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均不得小于 2mmPb”。	本项目 DSA 机房北侧、南侧墙体为镀锌方管龙骨骨架+4mm 防护铅板，折合 4mm 铅当量防护水平；西侧、东侧墙体为 240mm 厚实心砖墙+40mm 硫酸钡防护涂料，折合 5.97mm 铅当量防护水平；地面为 150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，折合 4.43mm 铅当量防护水平；顶面为 150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，折合 4.25mm 铅当量防护水平；医护人员通道门与病人通道门为 4mm 铅当量电动门；污物通道门为 4mm 铅当量平开门；观察窗为 20mm 厚铅玻璃（宽 1.5m×高 0.9m），折合 3.96mm 铅当量防护水平。均满足标准 2mmPb 的要求	符合
6	6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足“表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求”的规定“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均不得小于 2mmPb”的要求。	拟建 DSA 机房观察窗等效铅当量为 3.96mm，防护门等效铅当量为 4mm，均满足标准 2mmPb 的要求。	符合
7	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	机房设有观察窗及摄像监控系统，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	符合
8	6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合
9	6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	设置通排风系统一套	符合
10	6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	DSA 机房患者通道防护门、污物通道防护门及控制室防护门外醒目位置拟设置电离辐射警示标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在此逗留；机房患者通道防护门、污物通道防护门及控制室防护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，并灯箱内提示“射线有害，灯亮勿入”等字样，警示非工作人员不得入内，防止无关人员误入	符合

		机房，导致误照射。	
11	6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	患者通道防护门设计有闭门装置（闭门装置：患者通道防护门安装有闭门器，患者进出后自动闭合，开门由医生控制或防护门底侧脚感应开关控制）可使防护门时刻处于关闭状态，防止射线泄漏到 DSA 机房外，导致误照射。	符合
12	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	机房电动推拉门设置了防夹装置。	符合
13	6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	手术前，患者做好手术准备，由医护人员推至 DSA 机房内手术，无陪护人员。	符合
14	6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。	本项目机房出入口处于散射辐射相对较低位置。	符合
15	6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于“表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求”基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。	防护用品：工作人员：配备铅衣 5 件、铅围脖 5 个、介入防护手套 5 套、铅眼镜 5 幅、铅帽 5 件；受检者：配备 0.5mmPb 围裙或方巾 2 套、颈套 2 套，铅帽 2 个；辅助防护设施：拟配备铅防护帘、床侧防护帘各 1 个	符合
16	6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。	医院为本项目医护工作人员配备相关防护用品，除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量均为 0.5mm，保证医护人员手术期间的防护需求；医院为受检者配备相关防护用品，包括 0.5mmPb 的铅防护围裙（方形）或方巾和铅围脖、铅帽；配备移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。	符合
17	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。	本项目设置了专门的铅衣架，个人防护用品不使用时，均存放至铅衣架，不折叠放置。	符合

综上所述，本项目机房工作场所设计安全与防护布置符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。

4、辐射安全措施合理性

本项目 DSA 机房四周墙体、顶面、地面、防护铅门以及观察窗均采取了防护措施，屏蔽厚度铅当量在 3.96~5.97mmPb，远超过《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度不小于 2mm

铅当量”要求，建设单位本着以人为本的原则，加强了对机房的防护，尽量减少对本项目工作人员及对周围公众的影响；此外建设单位拟在 DSA 机房设置紧急停机按钮、门灯联锁装置、电离辐射警示标志，并为工作人员及病人配置防护用品，项目运行期间，加强工作人员的培训和管理，采取以上措施后，本项目 DSA 工作时产生的 X 射线对机房外环境影响较小，因此本项目采取的辐射安全措施合理。

10.2 三废的治理

1、废气治理措施

项目 DSA 介入手术室进风采用上进下排的通风系统，进风量 1200m³/h，进风管从机房北侧墙体进入 DSA 介入室；排风量 1000m³/h，排风管道从机房西侧墙体穿出机房，经谈话间、女更衣室排至综合楼排风井；DSA 在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过排风系统排至室外，经自然稀释后对周围环境影响不大。

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。本项目工作人员均从医院现有人员中调配，不新增生活污水，医护人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院现有医疗污水处理设施进行处理。

3、固体废弃物治理措施

①本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。

②介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、一次性手套和废弃造影剂储存瓶等医疗废物，采用专门的收集容积集中收集后，依托医院主体工程的医疗废物暂存间收集后，委托景东昆景医疗废物处置有限责任公司处置进行处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中收集并交由环卫部门统一处理。

4、噪声治理措施

机房通排风系统工作时将产生一定的噪声，通排风系统设置减振垫、减振吊架等，通过距离衰减、墙体隔噪和降噪措施降噪后，对周围环境影响不大。

综上所述，医院针对 DSA 机房产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。

本项目主要污染物的产生及主要环保措施见表 10-8

表 10-8 项目主要污染物的产生及主要环保措施一览表

内容	排放源	污染物	采取的环保措施	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	O ₃ 、NO _x	通排风系统	经通排风系统排至综合楼楼顶排放
	医务人员、病人	生活污水、医疗废水	医院主体工程污水处理系统处置	《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疗废物暂存间	依托医院主体工程的医疗废物暂存间收集后，委托景东昆景医疗废物处置有限责任公司处置进行处置
	普通办公	一般固废	依托医院主体工程一般固废处理措施	医院进行统一集中收集并交由环卫部门统一处理
	换气设备	噪声	依托设备采用低噪声设备、排风管采用减震设计	/

5、环保措施及其投资估算

本项目总投资 1100 万元，其中辐射环境保护投资 90.7 万元，占总投资的 8.24%。

项目环保投资估算见表 10-9。

表 10-9 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

类别	需新增环保设施（措施）		投资金额（万元）
施工期环境保护	扬尘防治	洒水降尘、围挡防护密闭施工	1.0
	噪声防治	隔声围挡	1.5
	建筑垃圾	建筑垃圾及时清运至当地部门指定的建筑垃圾堆放场	1.0
废气处理	通排风系统 1 套（进风量 1200m ³ /h，排风量 1000m ³ /h）		2.0
电离辐射防护	主体工程	铅防护门 3 套、铅玻璃观察窗 1 套、墙体、防护涂料、电缆沟和风管包裹用的铅皮等屏蔽防护材料的购买及安装施工。	60.0
	安全装置	门灯连锁装置及工作状态指示灯 3 套，DSA 设备紧急停止按钮 2 套。	3.0
	对讲系统	对讲系统 1 套	1.5
	警示标志	机房入口处电离辐射警示牌，控制区与监督区标识	0.3

		牌。	
	规章制度	制定辐射安全相关规章制度，并张贴上墙	0.2
	辐射安全与防护培训	新增辐射工作人员参加辐射安全与防护培训并考核合格	0.7
个人防护用品	铅衣 5 件、铅围脖 5 个、介入防护手套 5 套、铅眼镜 5 幅、铅帽 5 件		3.0
	移动铅防护屏风		1.0
个人剂量监测	个人剂量计	16 个人剂量计	0.3
	个人剂量报警仪	新增 2 台个人剂量报警仪	1.0
环境监测仪器	配备便携式 X- γ 辐射监测仪器（巡测仪）1 台		1.2
其它	事故应急物资储备：辐射应急药品、监测设备、防护装备等应急物资储备及演练		5.0
	日常监测管理及防护措施维护费用		3.0
	辐射项目环境影响评价及竣工环境保护验收		5.0
合计			90.7

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目依托镇沅县中医医院综合楼建设，土建工程环评已包含在《普洱市镇沅县中医院建设项目二期建设项目环境影响报告表》，于 2022 年 11 月 16 日取得了《普洱市生态环境局镇沅分局关于对普洱市镇沅县中医院建设项目二期建设项目环境影响报告表》的批复（镇环准〔2022〕13 号，详见附件 2）。本次 DSA 建设主要在综合楼 1 层预留区域建设 DSA 介入室及其配套辅助用房；本次评价的 DSA 射线装置机房在施工阶段仅为辐射防护装修及设备安装调试，将产生少量扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物等污染物，将对周围环境产生一定的影响。

11.1.1 装修施工的环境影响

1、大气环境影响分析

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

2、声环境影响分析

本项目施工期噪声源主要有装修机械和设备，由于项目工程量小，施工作业较少，施工方式主要为人工施工，机械设备的使用较少，同时项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工的结束而消失。项目施工对周围声环境影响的时间和强度较小，但必须重视对施工噪声的控制，使用先进的低噪声设备，加强施工管理等，尽量减少施工噪声对周围环境的影响。

针对本项目而言，施工期噪声污染防治措施具体有：

①要求施工单位合理安排施工进度和作业时间，对主要噪声设备应采取相应的限时作业，并尽量避开休息时间，22:00~8:00 禁止施工作业。

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

③材料在使用、拆卸、装卸等过程中，应尽可能地轻拿轻放，以免模板相互碰撞产生噪声。

经采取上述有效措施后，可有效降低本项目施工过程中噪声对周围环境的影响，且施工期只在短时期对局部环境造成影响，待施工结束后这些影响也随着消失，施工期噪声对周围环境不会造成明显的影响。

3、水环境影响分析

本项目施工期间，施工工艺基本无废水产生，仅施工人员产生少量的生活废水，依托医院污水处理系统处理，不会对周围水环境产生影响。

4、固体废物

固体废弃物主要是生活垃圾、包装废弃物及少量建筑垃圾。

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

11.1.2、设备安装调试的环境影响

本项目射线装置的安装和调试均由供货方专业人员完成，医院不得自行拆卸、安装设备。设备安装调试时，确保各项屏蔽措施落实到位，关闭防护门，设置警戒线，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，操作人员必须持证上岗并采取足够安全的个人防护措施，人员离开时关闭设备电源，机房必须上锁并派人看守。设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响可接受。

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

11.2 运行阶段对环境的影响（理论计算）

11.2.1 辐射环境影响理论计算分析

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

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①减影拍片过程

技师采取隔室操作的方式，医生通过操作间铅玻璃观察窗观察 DSA 介入室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在减影过程中，医生位于操作间内。经 DSA 介入室各屏蔽体屏蔽后，对 DSA 介入室外（包括 DSA 介入室楼上）的公众和工作人员影响较小。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 介入室，进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、铅帽、戴铅防护眼镜等在 DSA 介入室内对病人进行手术操作。

本次分析采用理论预测方法对本项目 DSA 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响分析。

（一）机房外辐射环境影响分析

本项目 DSA 主射方向向上，机头有用线束直接照向患者及影像接收器，不会直射到机房四周墙体、顶面、地面、防护门及铅窗，且 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，参照 NCRP147 报告《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》4.1.6 章节指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑有用线束（主束）照射，只需考虑散射及漏射线的影响，因此本项目重点考虑手术过程中散射辐射和泄漏辐射对机房外周围环境的辐射影响。

1、本项目关注点选取原则

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），第 6.3.1 规定：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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；根据第 8.1 b) 规定：X 射线机房的关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性，根据以上要求，本项目关注点平面图及剖面图见图 11-1、11-2，关注点设置见表 11-1。

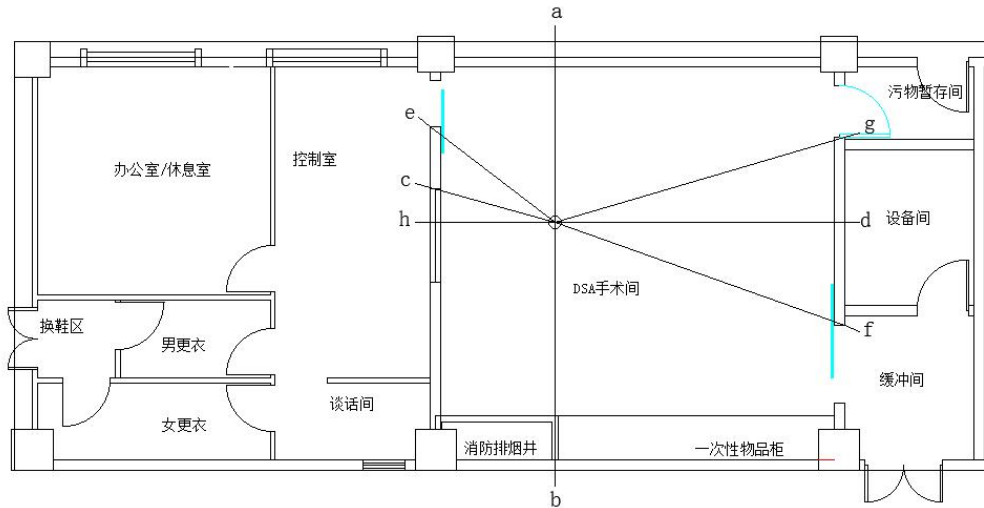


图 11-1 DSA 机房四周关注点选取

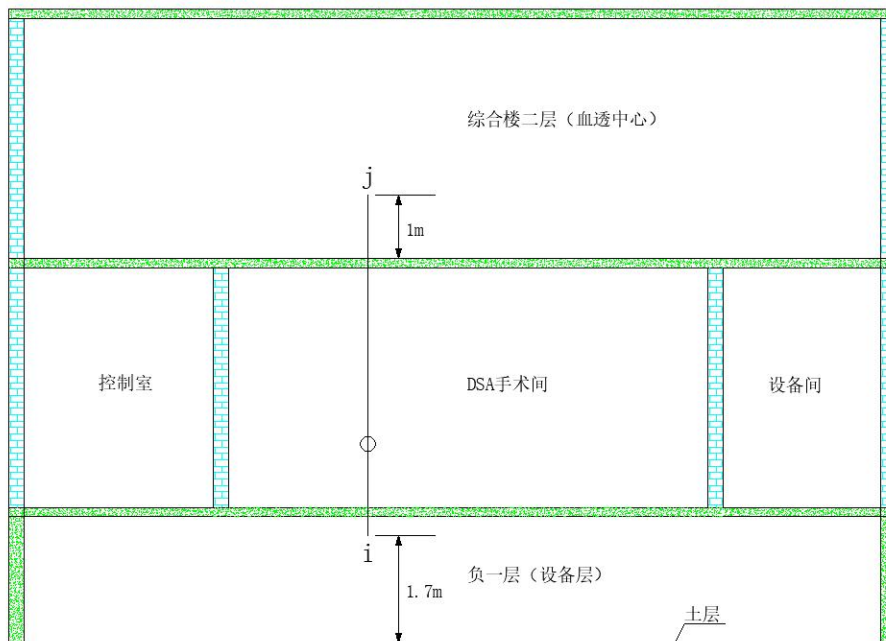


图 11-2 DSA 机房上/下层关注点选取

表 11-1 本项目关注点设置一览表

方向 \ 参数	与射线装置最近距离 (m)	备注
北侧墙体外 30cm 处 (a)	3.5	机房北侧墙体表面 30cm 的位置
南侧墙体外 30cm 处 (b)	5.1	机房南侧墙体表面 30cm 的位置
西侧墙体外 30cm 处 (c)	2.7	机房西侧墙体表面 30cm 的位置
东侧墙体外 30cm 处 (d)	5.9	机房东侧墙体表面 30cm 的位置
医生通道防护门外 30cm 处 (e)	3.3	医生通道防护铅门表面 30cm 的位置
患者通道防护门外 30cm 处 (f)	6.2	患者通道防护铅门表面 30cm 的位置

污物通道防护门外 30cm 处(g)	6.1	污物通道防护铅门表面 30cm 的位置
观察窗外 30cm 处 (h)	2.7	观察窗铅玻璃表面 30cm 的位置
机房正下方 (i)	1.45	取距离负一层地面 1.7m 的位置
机房正上方 (g)	3.95	取距离二层地面 1m 的位置

2、本项目关注点的辐射环境影响预测分析

为分析拟建DSA项目的辐射环境影响,根据建设单位提供的相关技术参数和设计方案,对射线装置运行后辐射环境影响进行理论计算。由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减,因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的关注点进行分析。

根据医院实际诊疗情况,减影拍片时,DSA的常用电压60~90kV,常用电流为200~300mA,最大可达350mA;透视时,DSA常用管电压为65~75kV,常用管电流为50~150mA,最大可达200mA,基于以上两种情况,本次评价按照最不利情况(减影:350mA、透视:200mA)进行预测。根据医院提供的设备资料本项目DSA采用2.5mmAl作为过滤板,根据《辐射防护手册》(第一分册)图4.4c,保守考虑取X射线过滤为2.0mmAl数据进行估算,保守取上述最大工况进行预测,当管电压为90kV时,查得 $v_{r0}=0.9R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;当管电压为75kV时,查得 $v_{r0}=0.65R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

式中:

H_0 —距靶 1m 处的空气比释动能率, $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$;

v_{r0} —距靶 1m 处的照射量率, $R(1R=2.58 \times 10^{-4} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1})$;

I—管电流, mA;

W/e—在空气中产生一对离子所需要的平均电离能量,取 $33.85 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

经计算后,在减影拍片管电压为90kV、管电流为350mA时,距靶1m处的剂量率 H_0 为 $2750.98 \text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$;在透视管电压为75kV、管电流为200mA时,距靶1m处的剂量率 H_0 为 $1135.33 \text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ 。见下表:

表 11-1 本项目 DSA 常用工况及源强取值

工作模式	常用管电压	常用管电流	最大使用工况	v_{r0}	H_0
减影	60~90kV	200~300mA	90kV、350mA	$0.9R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	$2750.98 \text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$
透视	65~75kV	50~150mA	75kV、200mA	$0.65R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	$1135.33 \text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$

(1) 屏蔽透视因子计算

按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)附录C计算,见公式11-2。

.....(式11-2)

式中：

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽透射因子；

β —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—屏蔽材料厚度。

表 11-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压75kV（透视）			
材料	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726
管电压90kV（减影）			
材料	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726

备注：表C.2中没有75kV对应的 α 、 β 、 γ 值，本项目保守取90kV工况下的 α 、 β 、 γ 值。

根据计算，DSA机房不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-3。

表 11-3 DSA 机房各关注点透射因子计算结果一览表

模式	屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效约合铅当量	α	β	γ	B
90kV 减影 模式	北侧墙体外 30cm处(a)	镀锌方管龙骨骨架	约4mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	南侧墙体外 30cm处(b)	+4mm防护铅板		3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	西侧墙体外 30cm处(c)	240mm厚实心砖墙	约 5.97mmPb	3.067	18.83	0.7726	8.79×10^{-10}
	东侧墙体外 30cm处(d)	+40mm硫酸钡防护涂料		3.067	18.83	0.7726	8.79×10^{-10}
	医生通道防护门外 30cm处(e)	防护门内衬4mm厚的铅板	约4mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	患者通道防护门外 30cm处(f)	防护门内衬4mm厚的铅板	约4mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	污物通道防护门外 30cm处(g)	防护门内衬4mm厚的铅板	约4mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	观察窗外 30cm处(h)	20mm厚铅玻璃	约 3.96mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.18×10^{-7}

	机房正下方 (i)	150mm 厚混凝土+30mm	约 4.43mmPb	3.067	18.83	0.7726	9.89×10^{-8}
	机房正上方 (j)	厚硫酸钡防护涂料	约 4.25mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.72×10^{-7}
75kV 透视 模式	北侧墙体外 30cm 处 (a)	镀锌方管龙骨骨架 +4mm 防护铅板	约 4mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	南侧墙体外 30cm 处 (b)			3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	西侧墙体外 30cm 处 (c)	240mm 厚实心砖墙 +40mm 硫酸钡防护涂料	约 5.97mmPb	3.067	18.83	0.7726	8.79×10^{-10}
	东侧墙体外 30cm 处 (d)			3.067	18.83	0.7726	8.79×10^{-10}
	医生通道防护门外 30cm 处 (e)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	约 4mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	患者通道防护门外 30cm 处 (f)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	约 4mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	污物通道防护门外 30cm 处 (g)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	约 4mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.70×10^{-7}
	观察窗外 30cm 处 (h)	20mm 厚铅玻璃	约 3.96mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.18×10^{-7}
	机房正下方 (i)	150mm 厚混凝土+30mm	约 4.43mmPb	3.067	18.83	0.7726	9.89×10^{-8}
	机房正上方 (j)	厚硫酸钡防护涂料	约 4.25mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.72×10^{-7}

(2) 散射辐射剂量率估算

根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》(第一分册)中公式(10.8)、(10.9)、(10.10)等公示演化而来,病人体表散射屏蔽估算公式如下式11-3。

..... (式11-3)

式中:

H_s ——预测点处的散射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

a ——患者对 X 射线的散射比; 根据《辐射防护手册》(第一分册) P437 表

10.1 查表取得电压 100kV 散射角 90° 散射面积 400cm² 时, $a=1.3\times 10^{-3}$; 故当散射面积 1cm² 时, $a=3.25\times 10^{-6}$ (90° 散射); 本项目 DSA 透视最大管电压 75kV、减影最大管电压 90kV, 保守取管电压 100kV 散射角 90° 散射面积 1cm² 时的散射比 $a=3.25\times 10^{-6}$ (90° 散射);

s ——散射面积, cm², 取 100cm²;

d_0 ——源与病人的距离, m, 取 0.8m;

d_s ——病人与预测点的距离, m;

B ——屏蔽透射因子, 按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 附录 C 中公式和参数计算, 公式计算同式 11-1。

本项目 DSA 机房各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果列表见表 11-4。

表 11-4 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

模式	预测点	H_0 (μGy/h)	a	S (cm ²)	d_0 (m)	d_s (m)	B	H_s (μGy/h)
减影 90kV	北侧墙 体外 30cm 处 (a)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	3.5	3.70×10^{-7}	2.53×10^{-3}
	南侧墙 体外 30cm 处 (b)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	5.1	3.70×10^{-7}	1.19×10^{-3}
	西侧墙 体外 30cm 处 (c)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	2.7	8.79×10^{-10}	1.01×10^{-5}
	东侧墙 体外 30cm 处 (d)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	5.9	8.79×10^{-10}	2.12×10^{-6}
	医生通 道防护 门外 30cm 处 (e)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	3.3	3.70×10^{-7}	2.84×10^{-3}
	患者通 道防护 门外 30cm 处 (f)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	6.2	3.70×10^{-7}	8.06×10^{-4}

	污物通道防护门外30cm处(g)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	6.1	3.70×10^{-7}	8.33×10^{-4}
	观察窗外30cm处(h)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	2.7	4.18×10^{-7}	4.80×10^{-3}
	机房正下方(i)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	1.45	9.89×10^{-8}	3.94×10^{-3}
	机房正上方(j)	1.65×10^8	3.25×10^{-6}	100	0.8	3.95	1.72×10^{-7}	9.22×10^{-4}
透视 75kV	北侧墙体外30cm处(a)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	3.5	3.70×10^{-7}	1.04×10^{-3}
	南侧墙体外30cm处(b)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	5.1	3.70×10^{-7}	4.92×10^{-4}
	西侧墙体外30cm处(c)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	2.7	8.79×10^{-10}	4.17×10^{-6}
	东侧墙体外30cm处(d)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	5.9	8.79×10^{-10}	8.73×10^{-7}
	医生通道防护门外30cm处(e)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	3.3	3.70×10^{-7}	1.17×10^{-3}
	患者通道防护门外30cm处(f)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	6.2	3.70×10^{-7}	3.33×10^{-4}
	污物通道防护门外30cm处(g)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	6.1	3.70×10^{-7}	3.44×10^{-4}

观察窗外 30cm 处 (h)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	2.7	4.18×10^{-7}	1.98×10^{-3}
机房正下方 (i)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	1.45	9.89×10^{-8}	1.63×10^{-3}
机房正上方 (j)	6.81×10^7	3.25×10^{-6}	100	0.8	3.95	1.72×10^{-7}	3.81×10^{-4}

(2) 泄漏辐射剂量估算

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》(应用篇)第 9 章“辐射防护屏蔽设计”,泄露辐射不应超过有用线束平均值的 0.1%,本项目泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1%计算,利用点源辐射进行计算,各预测点的泄漏辐射剂量率可用下(式 11-4)进行计算。

$$\dots\dots (式11-4)$$

式中:

H—预测点处的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

f —泄漏射线比率, 0.1%;

R—靶点距关注点的距离, m;

B—屏蔽透射因子,按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C 中公式和参数计算,公式计算同式 11-2。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 DSA 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

模式	屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	B	R (m)	H ($\mu\text{Gy/h}$)
90kV 减影模式	北侧墙体外 30cm 处 (a)	镀锌方管龙骨骨架+4mm 防护铅板	3.70×10^{-7}	3.5	4.98×10^{-3}
	南侧墙体外 30cm 处 (b)		3.70×10^{-7}	5.1	2.35×10^{-3}
	西侧墙体外 30cm 处 (c)	240mm 厚实心砖墙+40mm 硫酸钡防护涂料	8.79×10^{-10}	2.7	1.99×10^{-5}
	东侧墙体外 30cm 处 (d)		8.79×10^{-10}	5.9	4.17×10^{-6}
	医生通道防护门外 30cm 处 (e)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	3.70×10^{-7}	3.3	5.60×10^{-3}

	患者通道防护门外 30cm 处 (f)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	3.70×10^{-7}	6.2	1.59×10^{-3}
	污物通道防护门外 30cm 处 (g)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	3.70×10^{-7}	6.1	1.64×10^{-3}
	观察窗外 30cm 处 (h)	20mm 厚铅玻璃	4.18×10^{-7}	2.7	9.46×10^{-3}
	机房正下方 (i)	150mm 厚混凝土 +30mm 厚硫酸钡 防护涂料	9.89×10^{-8}	1.45	7.76×10^{-3}
	机房正上方 (j)		1.72×10^{-7}	3.95	1.82×10^{-3}
75kV 透视模 式	北侧墙体外 30cm 处 (a)	镀锌方管龙骨骨 架+4mm 防护铅板	3.70×10^{-7}	3.5	2.06×10^{-3}
	南侧墙体外 30cm 处 (b)		3.70×10^{-7}	5.1	9.68×10^{-4}
	西侧墙体外 30cm 处 (c)	240mm 厚实心砖 墙+40mm 硫酸钡 防护涂料	8.79×10^{-10}	2.7	8.21×10^{-6}
	东侧墙体外 30cm 处 (d)		8.79×10^{-10}	5.9	1.72×10^{-6}
	医生通道防护门 外 30cm 处 (e)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	3.70×10^{-7}	3.3	2.31×10^{-3}
	患者通道防护门 外 30cm 处 (f)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	3.70×10^{-7}	6.2	6.55×10^{-4}
	污物通道防护门 外 30cm 处 (g)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	3.70×10^{-7}	6.1	6.77×10^{-4}
	观察窗外 30cm 处 (h)	20mm 厚铅玻璃	4.18×10^{-7}	2.7	3.90×10^{-3}
	机房正下方 (i)	150mm 厚混凝土 +30mm 厚硫酸钡 防护涂料	9.89×10^{-8}	1.45	3.20×10^{-3}
	机房正上方 (j)		1.72×10^{-7}	3.95	7.50×10^{-4}

(3) 散射和泄漏总辐射剂量率估算

根据表 11-4 和表 11-5 的计算结果, 将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表 11-6, 以上计算得出的剂量率单位为 $\mu\text{Gy/h}$, 通过转换因子计算, 将剂量率单位换成 $\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-6 各个预测点的总辐射剂量率

模式	屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	H漏 ($\mu\text{Gy/h}$)	H散 ($\mu\text{Gy/h}$)	H总 ($\mu\text{Gy/h}$)
----	------	---------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

90kV 减影模 式	北侧墙体外 30cm 处 (a)	镀锌方管龙骨骨 架+4mm 防护铅 板	4.98×10^{-3}	2.53×10^{-3}	7.51×10^{-3}
	南侧墙体外 30cm 处 (b)		2.35×10^{-3}	1.19×10^{-3}	3.54×10^{-3}
	西侧墙体外 30cm 处 (c)	240mm 厚实心砖 墙+40mm 硫酸钡 防护涂料	1.99×10^{-5}	1.01×10^{-5}	3.00×10^{-5}
	东侧墙体外 30cm 处 (d)		4.17×10^{-6}	2.12×10^{-6}	6.28×10^{-6}
	医生通道防 护门外 30cm 处 (e)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	5.60×10^{-3}	2.84×10^{-3}	8.45×10^{-3}
	患者通道防 护门外 30cm 处 (f)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	1.59×10^{-3}	8.06×10^{-4}	2.39×10^{-3}
	污物通道防 护门外 30cm 处 (g)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	1.64×10^{-3}	8.33×10^{-4}	2.47×10^{-3}
	观察窗外 30cm 处 (h)	20mm 厚铅玻璃	9.46×10^{-3}	4.80×10^{-3}	1.43×10^{-2}
	机房正下方 (i)	150mm 厚混凝土 +30mm 厚硫酸钡 防护涂料	7.76×10^{-3}	3.94×10^{-3}	1.17×10^{-2}
	机房正上方 (j)		1.82×10^{-3}	9.22×10^{-4}	2.74×10^{-3}
75kV 透视模 式	北侧墙体外 30cm 处 (a)	镀锌方管龙骨骨 架+4mm 防护铅 板	2.06×10^{-3}	1.04×10^{-3}	3.10×10^{-3}
	南侧墙体外 30cm 处 (b)		9.68×10^{-4}	4.92×10^{-4}	1.46×10^{-3}
	西侧墙体外 30cm 处 (c)	240mm 厚实心砖 墙+40mm 硫酸钡 防护涂料	8.21×10^{-6}	4.17×10^{-6}	1.24×10^{-5}
	东侧墙体外 30cm 处 (d)		1.72×10^{-6}	8.73×10^{-7}	2.59×10^{-6}
	医生通道防 护门外 30cm 处 (e)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	2.31×10^{-3}	1.17×10^{-3}	3.49×10^{-3}
	患者通道防 护门外 30cm 处 (f)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	6.55×10^{-4}	3.33×10^{-4}	9.88×10^{-4}
	污物通道防 护门外 30cm 处 (g)	防护门内衬 4mm 厚的铅板	6.77×10^{-4}	3.44×10^{-4}	1.02×10^{-3}
	观察窗外 30cm 处 (h)	20mm 厚铅玻璃	3.90×10^{-3}	1.98×10^{-3}	5.89×10^{-3}

	机房正下方 (i)	150mm 厚混凝土 +30mm 厚硫酸钡 防护涂料	3.20×10^{-3}	1.63×10^{-3}	4.83×10^{-3}
	机房正上方 (j)		7.50×10^{-4}	3.81×10^{-4}	1.13×10^{-3}

通过对本项目 DSA 机房的辐射环境影响预测分析,本项目 DSA 在正常运行情况下, DSA 介入室外各关注点剂量当量率最大值为 $1.43 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)中“周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的限制要求。

3、DSA 环境保护目标年有效受照剂量估算

根据辐射安全手册, X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量计算公式如下:

$$\dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中:

H_g —关注点的附加有效剂量 (mSv/a);

H —关注点的剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$);

h —工作负荷 (h/a);

η —对防护区的占用因子, 表示人员在防护区停留的时间; 经常有人员停留的地方取 1, 有部分时间有人员停留的地方取 1/4, 偶然有人员停留的地方取 1/16;

W_T —组织权重因子, 取 1。

根据本项目确定的评价范围, 环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围停留的公众, 由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减, 在屏蔽体外不同距离上 X 射线剂量率可由以下公式估算:

$$\text{(式 11-6)}$$

式中: H ——关注点的剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$);

R ——距离 DSA 机房墙体的距离 (m), 取各保护目标距离 DSA 机房墙体对应的距离;

H_0 ——距 DSA 机房墙体外 30cm 处的 X 射线的吸收剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)。

表11-8 本项目 DSA 环境保护目标年有效受照剂量计算表

模式	位置	保护目标	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	R	$H(\mu\text{Sv/h})$	居留因子	时间 (h)	年受照剂量 (mSv/a)
----	----	------	-------------------------------	---	---------------------	------	-----------	------------------

90kV 减影 模式	介入 室北 侧	综合楼外停 车场	7.51×10^{-3}	2.0	1.88×10^{-3}	1/4	23.2	1.09×10^{-5}
	介入 室南 侧	综合楼走廊	3.54×10^{-3}	1.0	3.54×10^{-3}	1/4	23.2	2.05×10^{-5}
		洗污室、开水 间、晾晒间男 /女卫生间	3.54×10^{-3}	16.0	1.38×10^{-5}	1/4	23.2	8.01×10^{-8}
		预留CT检查 室2、留观 室、中医特色 治疗室、医保 住院结算室	3.54×10^{-3}	2.8	4.51×10^{-4}	1	23.2	1.05×10^{-5}
		主电梯厅、储 存间、弱电 间、强电间、 急诊大厅、急 诊药房、急诊 收费室、2# 楼梯、清创 室、内科诊 室、外科诊 室、B超室	3.54×10^{-3}	2.9	4.21×10^{-4}	1	23.2	9.76×10^{-6}
	介入 室西 侧	控制室/谈话 间	3.00×10^{-5}	1.0	3.00×10^{-5}	1	23.2	6.96×10^{-7}
		办公室/休息 室、男/女更 衣区、换鞋区	3.00×10^{-5}	3.0	3.33×10^{-6}	1/4	23.2	1.93×10^{-8}
		男/女更衣 室、消毒间、 换鞋区	3.00×10^{-5}	7.6	5.20×10^{-7}	1/4	23.2	3.01×10^{-9}
		1#楼梯、1# 电梯、防烟前 室、污物间、 洗污室	3.00×10^{-5}	15.0	1.33×10^{-7}	1/4	23.2	7.74×10^{-10}
	介入 室东 侧	设备间/污物 间	6.28×10^{-6}	1.0	6.28×10^{-6}	1/4	23.2	3.64×10^{-8}
		预留CT检查 室1、预留 DR检查室、 预留MRI检 查室、卫生 间、开水区、 污物打包间	6.28×10^{-6}	2.7	8.62×10^{-7}	1	23.2	2.00×10^{-8}

		行政办公楼、 辅助用房	6.28×10^{-6}	45	3.10×10^{-9}	1	23.2	7.20×10^{-11}
	机房 正下方	综合楼设备 层	1.17×10^{-2}	-0.45	5.78×10^{-2}	1/4	23.2	3.35×10^{-4}
	机房 正上方	2层 血透中 心湿库 房、治疗 室、置管 室/抢救 室	2.74×10^{-3}	1.0	2.74×10^{-3}	1	23.2	6.35×10^{-5}
		3层 康复治疗 区和康复 住院部	2.74×10^{-3}	4.95	1.12×10^{-4}	1	23.2	2.59×10^{-6}
		4层 ~7层 住院部	2.74×10^{-3}	8.9	3.46×10^{-5}	1	23.2	8.02×10^{-7}
		8层 行政办公 区	2.74×10^{-3}	24.7	4.49×10^{-6}	1	23.2	1.04×10^{-7}
75kV 透视 模式	介入 室北 侧	综合楼外停车 场	3.10×10^{-3}	2.0	7.75×10^{-4}	1/4	244	4.73×10^{-5}
	介入 室南 侧	综合楼走廊	1.46×10^{-3}	1.0	1.46×10^{-3}	1/4	244	8.90×10^{-5}
		洗污室、开水 间、晾晒间男/ 女卫生间	1.46×10^{-3}	16.0	5.70×10^{-6}	1/4	244	3.48×10^{-7}
		预留 CT 检查室 2、留观室、中 医特色治疗室、 医保住院结算 室	1.46×10^{-3}	2.8	1.86×10^{-4}	1	244	4.54×10^{-5}
		主电梯厅、储存 间、弱电间、强 电间、急诊大 厅、急诊药房、 急诊收费室、2# 楼梯、清创室、 内科诊室、外科 诊室、B超室	1.46×10^{-3}	2.9	1.74×10^{-4}	1	244	4.23×10^{-5}
	介入 室西	控制室/谈话 间	1.24×10^{-5}	1.0	1.24×10^{-5}	1	244	3.02×10^{-6}

	侧	办公室/休息室、男/女更衣区、换鞋区	1.24×10^{-5}	3.0	1.38×10^{-6}	1/4	244	8.39×10^{-8}	
		男/女更衣室、消毒间、换鞋区	1.24×10^{-5}	7.6	2.14×10^{-7}	1/4	244	1.31×10^{-8}	
		1#楼梯、1#电梯、防烟前室、污物间、洗污室	1.24×10^{-5}	15.0	5.50×10^{-8}	1/4	244	3.36×10^{-9}	
	介入室东侧	设备间/污物间	2.59×10^{-6}	1.0	2.59×10^{-6}	1/4	244	1.58×10^{-7}	
		预留CT检查室1、预留DR检查室、预留MRI检查室、卫生间、开水区、污物打包间	2.59×10^{-6}	2.7	3.56×10^{-7}	1	244	8.68×10^{-8}	
		行政办公楼、辅助用房	2.59×10^{-6}	45	1.28×10^{-9}	1	244	3.12×10^{-10}	
	机房正下方	综合楼设备层	4.83×10^{-3}	-0.45	2.38×10^{-2}	1/4	244	1.45×10^{-3}	
	机房正上方	2层	血透中心湿库房、治疗室、置管室/抢救室	1.13×10^{-3}	1.0	1.13×10^{-3}	1	244	2.76×10^{-4}
		3层	康复治疗区和康复住院部	1.13×10^{-3}	4.95	4.61×10^{-5}	1	244	1.13×10^{-5}
		4层~7层	住院部	1.13×10^{-3}	8.9	1.43×10^{-5}	1	244	3.48×10^{-6}
		8层	行政办公区	1.13×10^{-3}	24.7	1.85×10^{-6}	1	244	4.52×10^{-7}
	备注：①表中关注点的剂量当量率 H_0 取机房对应方位墙体外 30cm 处相应模式下散射和漏射的总辐射剂量率；								

②综合楼 3~8 层的剂量当量率 H_0 保守取 2 层距离 2 层楼板位置 1m 处相应模式下散射和漏射的总辐射剂量率；

因本项目人员既受减影模式下的 X 射线影响，又受透视模式下 X 射线影响，故本项目人员年受照剂量总量见下表。

表 11-9 本项目 DSA 介入室外人员年有效受照剂量计算表

位置	保护目标	减影模式下年受照剂量 (mSv/a)	透视模式下年受照剂量 (mSv/a)	年总受照剂量 (mSv/a)	备注
介入室北侧	综合楼外停车场	1.09×10^{-5}	4.73×10^{-5}	5.81×10^{-5}	公众
介入室南侧	综合楼走廊	2.05×10^{-5}	8.90×10^{-5}	1.10×10^{-4}	公众
	洗污室、开水间、晾晒间男/女卫生间	8.01×10^{-8}	3.48×10^{-7}	4.28×10^{-7}	公众
	预留 CT 检查室 2、留观室、中医特色治疗室、医保住院结算室	1.05×10^{-5}	4.54×10^{-5}	5.59×10^{-5}	公众
	主电梯厅、储存间、弱电间、强电间、急诊大厅、急诊药房、急诊收费室、2#楼梯、清创室、内科诊室、外科诊室、B 超室	9.76×10^{-6}	4.23×10^{-5}	5.21×10^{-5}	公众
介入室西侧	控制室/谈话间	6.96×10^{-7}	3.02×10^{-6}	3.72×10^{-6}	职业
	办公室/休息室、男/女更衣区、换鞋区	1.93×10^{-8}	8.39×10^{-8}	1.03×10^{-7}	公众
	男/女更衣室、消毒间、换鞋区	3.01×10^{-9}	1.31×10^{-8}	1.61×10^{-8}	公众
	1#楼梯、1#电梯、防烟前室、污物间、洗污室	7.74×10^{-10}	3.36×10^{-9}	4.13×10^{-9}	公众
介入室东侧	设备间/污物间	3.64×10^{-8}	1.58×10^{-7}	1.95×10^{-7}	公众
	预留 CT 检查室 1、预留 DR	2.00×10^{-8}	8.68×10^{-8}	1.07×10^{-7}	公众

	检查室、预留MRI检查室、卫生间、开水区、污物打包间					
	行政办公楼、辅助用房	7.20×10^{-11}	3.12×10^{-10}	3.84×10^{-10}	公众	
机房正下方	综合楼设备层	3.35×10^{-4}	1.45×10^{-3}	1.79×10^{-3}	公众	
机房正上方	2层	血透中心 湿库房、 治疗室、 置管室/抢救室	6.35×10^{-5}	2.76×10^{-4}	3.39×10^{-4}	公众
	3层	康复治疗区和康复住院部	2.59×10^{-6}	1.13×10^{-5}	1.38×10^{-5}	公众
	4层~7层	住院部	8.02×10^{-7}	3.48×10^{-6}	4.28×10^{-6}	公众
	8层	行政办公区	1.04×10^{-7}	4.52×10^{-7}	5.56×10^{-7}	公众

根据上表可知,本项目 DSA 运行对 DSA 控制室职业人员造成的年有效剂量最大为 $3.72 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$, 满足职业年有效剂量管理限值 5mSv/a ; 对 DSA 介入室周围公众造成的年有效剂量最大为 $1.79 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$, 满足公众年有效剂量低于 0.25mSv/a 的管理限值要求。

(二) 机房内职业人员辐射环境影响分析

根据医院提供资料,DSA介入室内仅存在透视操作情况,对于机房内职业人员,需考虑透视模式下受到的辐射剂量。本次采用类比分析评价项目建成后DSA对职业人员造成的X射线影响。

1、类比可行性分析

项目选取师宗县人民医院医技楼1楼的1台Vicor—CV100型DSA对机房内职业人员进行类比分析,云南省核工业二〇九地质大队于2019年9月28日对师宗县人民医院新增DSA核技术应用项目进行了竣工环境保护验收辐射环境监测(FSJC-2019117),详见附件11。本次环评主要从技术参数、安全防护措施、项目布局等方面进行类比分析说明。

(1) DSA 主要技术参数的可行性分析

表 11-11 本项目 DSA 及类比 DSA 主要技术参数

设备名称	数量	出束方向	设备主要技术参数		运行时常用管电压 (kV)		运行时常用管电流 (mA)		备注
			额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	减影	透视	减影	透视	
类比 DSA	1 台	由下向上	150	1000	100	70	400	30	乐普 (北京) 1 台 Vicor—CV100 型

由表11-11可知,本项目DSA额定管电压小于类比DSA,额定管电流与类比DSA相同,减影工况本项目DSA较类比DSA小;透视模式工况本项目DSA较类比DSA大,实际使用时,其使用的管电流并非固定不变,主要跟受检人员体质相关,电流随受检人员体质不同而有所波动,故采用师宗县人民医院医技楼1楼的1台Vicor—CV100型DSA作为类比射线装置在主要技术参数方面是可行的。

(2) 机房内安全防护措施类比可行性分析

表11-13 本项目DSA机房内及类比DSA机房内安全防护措施一览表

序号	本项目 DSA 手术室	类比 DSA 机房	比较结果
1	DSA 自带铅屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘,具有 0.5mm 铅当量防护水平。	DSA 自带铅玻璃屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘,具有 0.5mm 铅当量防护水平。	一致
2	机房内拟设置移动铅防护屏风	无	本项目较优
3	拟为辐射工作人员配备铅衣 5 件、铅围脖 5 个、介入防护手套 5 套、铅眼镜 5 幅、铅帽 5 件,并且为每个辐射工作人员佩戴个人剂量计。	给 DSA 辐射工作人员配备铅衣、铅帽、铅围脖、铅手套、铅眼镜等防护用品,每个辐射工作人员佩戴个人剂量计。	一致
4	配置个人剂量报警仪和便携式 X-γ辐射监测仪器。	医院配备了个人剂量报警仪和便携式 X-γ辐射监测仪器。	一致
5	DSA 介入手术室设置独立的排风系统。	DSA 机房内采用 1 套空调通排风系统。	一致

由表11-13可知,类比DSA机房所设置的安全防护措施本项目DSA机房均配备,故从安全防护措施上看,选取师宗县人民医院的Vicor—CV100型DSA设备作为类比是可行的。

(3) 机房内手术医生和护士位置类比可行性分析

表11-14 本项目DSA机房内手术医生和护士位置比较分析

项目	本项目 DSA 手术室	类比 DSA 机房	比较结果
机房净空面积及尺寸	DSA 手术室有效面积 51.2m ² (长 7.6m、宽 6.74m);	DSA 手术室有效面积 42.21m ² (长 6.7m、宽	本项目机房面积类比机房

	手术室净高 3.8m。	6.3m)，原始高 4.2m。	大，原始高度较类比项目略低。
操作位	床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，防护屏蔽吊架铅板具有 0.5mm 铅当量防护水平。	床侧设有 0.5mm 铅当量防护水平的铅帘和具有 0.5mm 铅当量防护水平的悬挂式铅吊屏。	相当
手术医生位置	第一术者位距出束球管约 0.5m，第二术者位距出束球管约 0.8m	第一术者位检测点位距出束球管约 0.3m，第二术者位检查点位距出束球管约 1.0m	本项目第一术者位距出束球管较远，第二术者位距出束球管相对较近
护士位	本项目拟设置移动铅防护屏风，距离出束球管约 1.0m	无	本项目较优

由表11-13可知，本项目DSA机房面积较类比DSA机房面积大，操作位床侧均设置了铅帘，且为护士设置了移动铅防护屏风，较类比DSA较优；本项目第一术者医生距出束球管较远，第二术者医生距出束球管较类比DSA近，监测时，第一术者位所受照射剂量往往较第二术者位大，且第二术者医生为从旁协助第一术者医生，其位置在手术期间会发生变动，选取师宗县人民医院的Vicor—CV100型DSA设备作为类比是可行的。

2、类比监测结果分析

根据师宗县人民医院医技楼1楼的Vicor—CV100型DSA设备机房监测报告，监测结果见表11-14，类比监测报告见附件11。

表11-14 类比DSA机房内X-γ空气吸收剂量率监测结果 单位：nGy/h

测点序号	测量点点位描述		监测数据		备注
			未出束	出束	
1	第一术者位	铅帘、铅玻璃后，铅衣屏蔽	57	18447	透视
2	第二术者位	铅衣屏蔽	61	7516	透视

注：监测时，第一术者位检测点位距出束球管约 0.3m，第二术者位检查点位距出束球管约 1.0m。

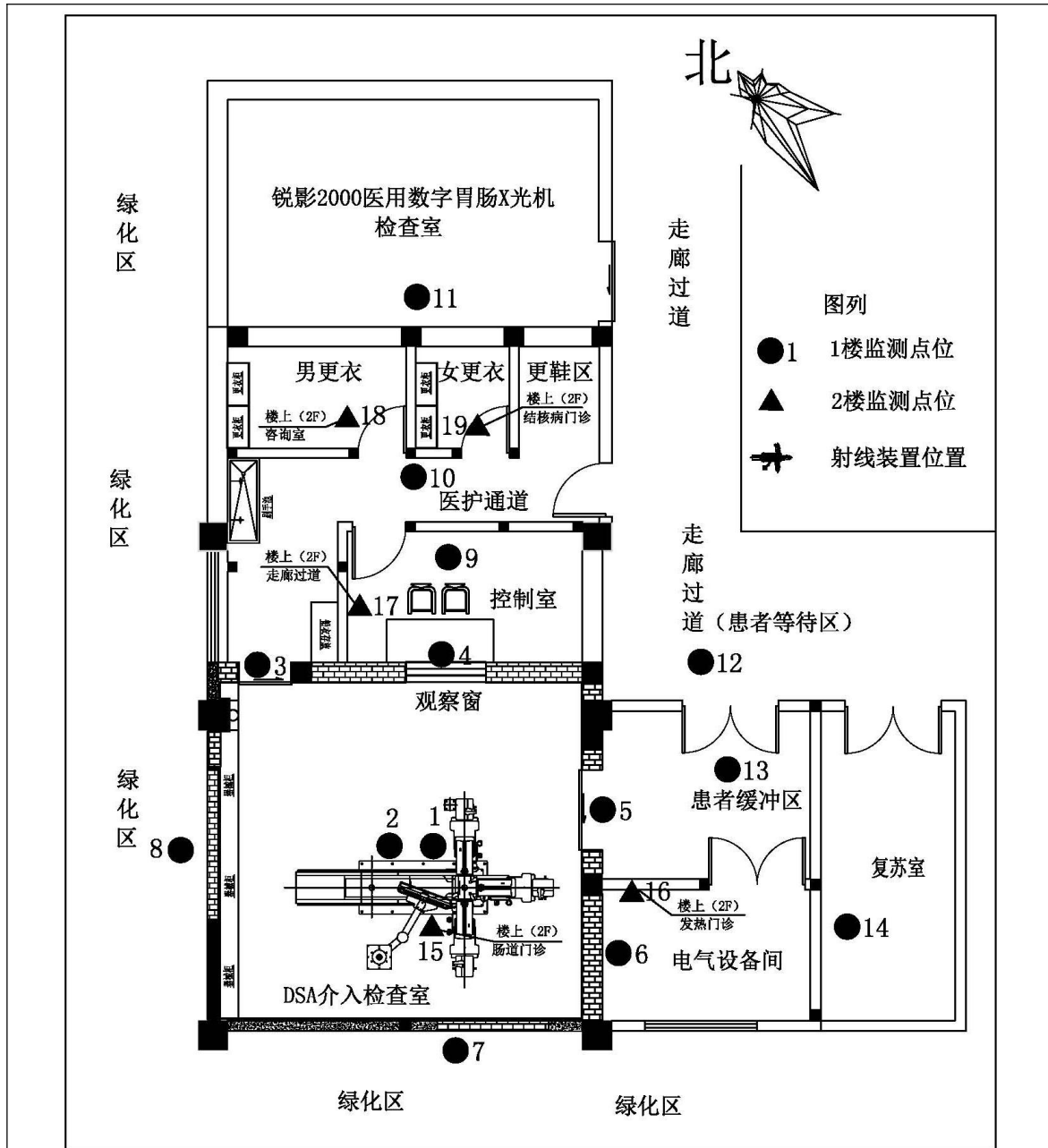


图11-3 类比DSA机房监测布点示意图

由表 11-14 可以看出：位于 DSA 曝光室内的 1#~2#监测点 X-γ空气吸收剂量率分布在 (7516~18447) nGy/h 之间，其中最大值 18447nGy/h (18.447μSv/h) 出现在 DSA 机房第一术者位。

3、项目 DSA 机房内职业人员影响分析

本项目手术时，减影过程中，医生位于操作间内，仅在透视过程中医生和护士位于手术室内，本项目 DSA 机房内医生 2 名、护士 1 名，操作间内 1 名技师。根据实际情况各科室手术医生不存在时间分配，3 名护士轮流工作，由于时间很难人均分配，本次预测取全部透视出束时间，3 名护士平均后，保守考略 1.2 倍的偏差。

根据类比 DSA 监测结果的 X-γ吸收剂量率附加值计算得到本项目射线装置对职业人员所致年有效剂量见表 11-15。

表 11-15 本项目射线装置所致职业人员年有效剂量

测点序号	测量点点位描述		对应本项目各科室医生及护士		人员	居留因子	X-γ辐射剂量率附加值 (nSv/h)	年照射时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)
1	第一术者位	铅帘、铅玻璃后，铅衣屏蔽	心脑血管科	第一术者位	职业	1	18390	72	1.32
			外科	第一术者位	职业	1	18390	52	0.96
			妇科	第一术者位	职业	1	18390	40	0.74
			老年病科	第一术者位	职业	1	18390	40	0.74
			肾病科	第一术者位	职业	1	18390	40	0.74
2	第二术者位	铅衣屏蔽	心脑血管科	第二术者位	职业	1	7455	72	0.54
			外科	第二术者位	职业	1	7455	52	0.39
			妇科	第二术者位	职业	1	7455	40	0.30
			老年病科	第二术者位	职业	1	7455	40	0.30
			肾病科	第二术者位	职业	1	7455	40	0.30
3	第二术者位	移动铅屏风、铅衣	护士		职业	1	7455	97.6	0.73

备注：手术期间，护士在机房内位置不固定，因此保守取第二术者位对应的 X-γ 辐射剂量率附加值。

由表 11-15 可知，经计算，本项目 DSA 正常工作时，手术医生年有效剂量最大值为 1.32mSv/a，护士年有效剂量最大值为 0.73mSv/a，均低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。

(三) 机房外辐射环境影响类比分析

1、类比可行性分析

项目选取师宗县人民医院医技楼 1 楼的 1 台 Vicor—CV100 型 DSA 进行类比分析，云南省核工业二〇九地质大队于 2019 年 9 月 28 日对师宗县人民医院新增 DSA 核技术应用项目进行了竣工环境保护验收辐射环境监测（FSJC-2019117），

详见附件 11。本次环评主要从技术参数、机房屏蔽防护能力、安全防护措施、项目布局等方面进行类比分析说明。

(1) DSA 主要技术参数的可行性分析

本项目 DSA 及类比 DSA 主要技术参数见表 11-11，由表 11-11 可知，本项目 DSA 额定管电压小于类比 DSA，额定管电流与类比 DSA 相同，减影工况本项目 DSA 较类比 DSA 小；透视模式工况本项目 DSA 较类比 DSA 大，实际使用时，其使用的管电流并非固定不变，主要跟受检人员体质相关，电流随受检人员体质不同而有所波动，故采用师宗县人民医院医技楼 1 楼的 1 台 Vicor—CV100 型 DSA 作为类比射线装置在主要技术参数方面是可行的。

(2) 机房屏蔽防护能力的类比可行性分析

表 11-16 本项目 DSA 机房及类比 DSA 机房屏蔽防护能力一览表

项目	本项目 DSA 手术室	类比 DSA 机房	比较结果
机房四周墙体	北侧、南侧墙体：镀锌方管龙骨骨架+4mm 防护铅板，折合 4mm 铅当量防护水平，折合 4mm 铅当量防护水平； 西侧、东侧墙体：240mm 厚实心砖墙+40mm 硫酸钡防护涂料，折合 5.97mm 铅当量防护水平；	东北和东南侧墙体：370mm 厚实心砖墙+20mm 硫酸钡防护涂料，具有 4mm 铅当量防护水平。 西南和西北侧墙体：200mm 厚混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料，具有 4mm 铅当量防护水平。	北侧、南侧墙体与类比 DSA 机房相当；西侧、东侧墙体优于类比 DSA 机房墙体
顶面	150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，折合 4.25mm 铅当量防护水平	120mm 混凝土楼板+20mm 硫酸钡复合防护板，具有 3mm 铅当量防护水平。	优于类比
地面	150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，折合 4.43mm 铅当量防护水平	地下无建筑物，将瓷质砖改为防滑地板，没有进行屏蔽防护。 类比机房楼下无建筑，采用天面进行类比预测。	/
防护铅门	DSA 介入手术室共设 3 道防护铅门，均采用内衬 4mm 铅板+外衬 1.2mm 不锈钢面板，具有 4mm 铅当量防护水平	50mm 厚的不锈钢套门（内衬 3mm 厚的铅板），具有 3mm 铅当量防护水平。	优于类比
观察窗	20mm 厚铅玻璃，具有 3.96mm 铅当量防护水平；	20mm 厚铅玻璃，具有 4mm 铅当量防护水平；	略低
机房净空面积及尺寸	DSA 手术室有效面积 51.2m ² （长 7.6m×宽 6.74m×净高 3.8m）。	室有效面积 42.21m ² （长 6.7m、宽 6.3m），原始高 4.2m。	本项目机房面积比类比机房大，原始高度较类比项目略低。

由表 11-16 可知,类比师宗县人民医院医技楼 1 楼的 1 台 Vicor—CV100 型 DSA 设备机房的屏蔽防护能力,本项目 DSA 设备机房的北侧、南侧墙体与类比 DSA 机房相当;西侧、东侧墙体优于类比 DSA 机房墙体,防护铅门、顶面的铅当量优于类比 DSA 机房,观察窗的铅当量(3.96mm 铅当量)略低于类比 DSA 机房观察窗(4mm 铅当量),但也满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的“介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度不小于 2mm 铅当量”要求,项目 DSA 机房净面积大于类比 DSA 机房。

综合考虑,本项目 DSA 对周围的辐射环境影响类比师宗县人民医院的 Vicor—CV100 型 DSA 设备机房作为类比对象是可行的。

(3) 安全防护措施类比可行性分析

表 11-17 本项目 DSA 机房及类比 DSA 安全防护措施一览表

序号	本项目 DSA 手术室	类比 DSA 机房	比较结果
1	控制室划为监督区管理;将 DSA 手术室划为控制区管理。	设置有明显的控制区与监督区标识牌及标线。将 DSA 介入手术划为控制区,机房周围区域划为监督区。	
2	DSA 机房患者通道防护门、控制室防护门和污物通道防护门外醒目位置拟设置电离辐射警示标志及中文警示说明;DSA 手术室 3 道铅防护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,并灯箱内提示“射线有害,灯亮勿入”等字样,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。	在 DSA 介入手术室各防护门中部设立“当心电离辐射”警示标志、门头安装工作状态警示灯,设置门灯连锁。	一致
3	建设单位拟在 DSA 患者诊疗床侧及控制室操作台处均设置紧急停止按钮(各按钮与 X 线系统连接)。	在诊疗床操作面板和控制室操作台上各设计了 1 个紧急按钮。	一致
4	DSA 自带有铅屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘。	DSA 自带有铅玻璃屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘。	一致
5	建设单位拟在 DSA 机房安装对讲系统一套。	DSA 机房设置 1 套对讲装置,用于手术室的对讲。	一致
6	拟为 DSA 辐射工作人员配备铅衣、铅帽、铅围脖、铅手套、铅眼镜等防护用品,每个辐射工作人员佩戴个人剂量计。	给 DSA 辐射工作人员配备铅衣、铅帽、铅围脖、铅手套、铅眼镜等防护用品,每个辐射工作人员佩戴个人剂量计。	一致

7	配置个人剂量报警仪和便携式 X-γ 辐射监测仪器。	医院配备了个人剂量报警仪和便携式 X-γ 辐射监测仪器。	一致
8	DSA 介入手术室设置独立的排风系统。	DSA 机房内采用 1 套空调通排风系统。	一致
9	医院已制定了辐射安全管理制度，拟将相关辐射安全管理制度上墙。	医院已将相关辐射安全管理制度上墙。	相当
10	DSA 机房患者通道防护门设计有闭门装置。	DSA 机房患者通道防护门安装有闭门装置。	一致

由表 11-17 可知，类比 DSA 机房所设置的安全防护措施本项目 DSA 机房均配备，故从安全防护措施上看，选取师宗县人民医院的 Vicor—CV100 型 DSA 设备作为类比是可行的。

(4) 项目布局类比可行性分析

本项目 DSA 和类比 DSA 均布置了相对独立的医护通道、患者通道；项目 DSA 设置了独立的污物通道，类比 DSA 机房污物从患者通道清运，污物清运方面本项目 DSA 相对较优；且项目 DSA 机房净空面积均大于类比 DSA 机房，机房内最小单边长度均大于类比机房；故从平面布局上来看，选取师宗县人民医院的 Vicor—CV100 型 DSA 设备机房作为类比对象是可行的。类比 DSA 机房平面布局见图 11-3。

2、类比监测结果分析

根据师宗县人民医院医技楼 1 楼的 Vicor—CV100 型 DSA 设备机房监测报告，监测结果见表 11-18，类比监测报告见附件 11。

表 11-18 类比 DSA 机房周围环境 X-γ 空气吸收剂量率监测结果 单位：nGy/h

测点序号	测量点点位描述	监测数据		备注
		未出束	出束	
3	医生通道铅防护门（左）	82	116	拍片
	医生通道铅防护门（中）		98	
	医生通道铅防护门（右）		116	
	医生通道铅防护门（上）		129	
	医生通道铅防护门（下）		124	
4	医生操作位铅玻璃（左）	56	60	拍片
	医生操作位铅玻璃（中）		61	
	医生操作位铅玻璃（右）		67	
	医生操作位铅玻璃（上）		64	
	医生操作位铅玻璃（下）		57	

5	患者通道铅防护门（左）	67	156	拍片
	患者通道铅防护门（中）		154	
	患者通道铅防护门（右）		179	
	患者通道铅防护门（上）		161	
	患者通道铅防护门（下）		173	
6	DSA 介入检查室东南墙外电气设备间	64	67	拍片
7	DSA 介入检查室西南墙外（绿化区）	106	110	拍片
8	DSA 介入检查室西北墙外（绿化区）	95	109	拍片
9	DSA 介入检查室东北侧控制室	63	64	拍片
10	DSA 介入检查室东北侧医护通道及更衣区	78	85	拍片
11	DSA 介入检查室东北侧数字胃肠检查室	78	85	拍片
12	DSA 介入检查室东南侧患者等待区	76	82	拍片
13	DSA 介入检查室东南侧患者缓冲区	72	77	拍片
14	DSA 介入检查室东南侧复苏室	54	63	拍片
15	DSA 机房楼上（2 楼肠道门诊）	64	82	拍片
16	DSA 机房楼上（2 楼发热门诊）	61	78	拍片
17	DSA 机房楼上（2 楼走廊过道）	62	64	拍片
18	DSA 机房楼上（2 楼咨询室）	65	73	拍片
19	DSA 机房楼上（2 楼结核病门诊）	61	67	拍片
环境参考值（医院外科楼南侧及医院东南侧停车场区）		57~78		——

由表 11-18 可以看出：

①3#~19#监测点正常工况条件下 X- γ 空气吸收剂量率分布在 57~179nGy/h（0.057~0.179 μ Sv/h）之间，其中最大值 0.179 μ Sv/h 出现患者通道铅防护门（右）处，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

②3#~19#监测点曝光前后的数据可以看出，DSA 未出束状态机房外围 X- γ 辐射剂量率测值为 54nGy/h~106nGy/h（0.054 μ Sv/h~0.106 μ Sv/h）；在拍片出束状态，机房外围 X- γ 辐射剂量率测值范围为 57nGy/h~179nGy/h（0.057 μ Sv/h~0.179 μ Sv/h）；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。而本项目 DSA 介入手术室的整体屏蔽防护能力与类比 DSA 介入手术室的屏蔽防护能力相当，由此可推测本项目

DSA 介入手术室屏蔽效果良好。

3、项目 DSA 射线装置影响分析

(1) 类比预测分析

根据“类比可行性分析”，本项目选择师宗县人民医院医技楼 1 楼的 Vicor—CV100 型 DSA 设备机房进行类比是可行的。因此根据类比 DSA 监测报告得出的 X-γ 空气吸收剂量率附加值。X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量根据式 11-5 计算。

根据建设单位提供资料，本项目射线装置（DSA）由医院放射科负责管理，由医院心脑血管科、外科、老年病科、妇科和肾病科开展介入手术，预计年开展介入手术共 1220 台，DSA 设备年减影出束时间为 23.2h，年透视出束时间为 244h，本项目 DSA 年出束时间为 267.2h。

本项目机房外围人员，保守考虑，其年有效剂量按 DSA 年总出束时间 267.2h 计算；

对于居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。按上述条件，并根据类比 DSA 监测结果的 X-γ 吸收剂量率附加值计算得到本项目射线装置对周围公众人员所致年有效剂量见表 11-19。

由表 11-19 可知，经计算，本项目 DSA 正常工作时，DSA 机房外职业人员年有效剂量最大值为 $1.26 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a ；DSA 机房外围公众年有效剂量最大值为 $7.48 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，该值低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a 。

表 11-19 本项目射线装置所致年有效剂量

测点序号	测量点点位描述	对应本项目机房点位	人员	居留因子	X-γ辐射剂量率附加值(nSv/h)	年照射时间(h/a)	年有效剂量(mSv/a)
3	医生通道铅防护门(上)	医生通道防护门	职业	1	47	267.2	1.26×10 ⁻²
4	医生操作位铅玻璃(右)	铅玻璃观察窗	职业	1	11	267.2	2.94×10 ⁻³
5	患者通道铅防护门(右)	患者通道防护门	公众	1/4	112	267.2	7.48×10 ⁻³
		污物通道防护门	公众	1/4	112	267.2	7.48×10 ⁻³
6	DSA 介入检查室东南墙外电气设备间	DSA 介入室东侧设备间	公众	1/4	3	267.2	2.00×10 ⁻⁴
7	DSA 介入检查室西南墙外(绿化区)	DSA 介入室北侧医院综合楼外停车区	公众	1/4	14	267.2	9.35×10 ⁻⁴
8	DSA 介入检查室西北墙外(绿化区)	DSA 介入室南侧综合楼走廊	公众	1/4	14	267.2	9.35×10 ⁻⁴
9	DSA 介入检查室东北侧控制室	控制室内	职业	1	1	267.2	2.67×10 ⁻⁴
10	DSA 介入检查室东北侧医护通道及更衣区	DSA 介入室西侧办公室/休息室、男/女更衣室	公众	1/4	7	267.2	4.68×10 ⁻⁴
11	DSA 介入检查室东北侧数字胃肠检查室	预留 CT 检查室	公众	1	7	267.2	1.87×10 ⁻³
12	DSA 介入检查室东南侧患者等待区	DSA 介入室南侧综合楼走廊	公众	1/4	6	267.2	4.01×10 ⁻⁴
13	DSA 介入检查室东南侧患者缓冲区	DSA 介入室南侧缓冲间	公众	1	5	267.2	1.34×10 ⁻³
14	DSA 介入检查室东南侧复苏室	预留 CT 检查室 2、综合楼电梯厅	公众	1	9	267.2	2.40×10 ⁻³
15	DSA 机房楼上(2楼肠道门诊)	DSA 介入室下方综合楼设备层	公众	1/4	18	267.2	1.20×10 ⁻³
16	DSA 机房楼上(2楼发热门诊)	DSA 介入室正上方血透中心湿库房	公众	1	17	267.2	4.54×10 ⁻³
17	DSA 机房楼上(2楼走廊过道)	DSA 介入室正上方血透中心置管室/抢救室	公众	1	2	267.2	5.34×10 ⁻⁴
18	DSA 机房楼上(2楼咨询室)	DSA 介入室正上方血透中心走廊	公众	1	8	267.2	2.14×10 ⁻³
19	DSA 机房楼上(2楼结核病门诊)	DSA 介入室正上方血透阳性透析室	公众	1	6	267.2	1.60×10 ⁻³

(四) 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 4 台 III 类射线装置与本项目拟建的 DSA 手术室所在综合楼距离较远，因此不考虑其他射线装置对本项目保护目标、工作人员及公众的叠加影响。

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。

(五) 保护目标剂量评价

1、职业人员年有效剂量评价

根据表 11-9 计算结果可知，本项目 DSA 运行对 DSA 控制室职业人员造成的年有效剂量最大为 $3.72 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，满足职业年有效剂量管理限值 5mSv/a ；根据表 11-15 类比计算分析，本项目 DSA 正常工作时，手术医生年有效剂量最大值为 1.32mSv/a ，护士年有效剂量最大值为 0.73mSv/a ，满足职业年有效剂量管理限值 5mSv/a 。根据表 11-19 可知，经计算，本项目 DSA 正常工作时，DSA 机房外职业人员年有效剂量最大值为 $1.26 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a ；因此本项目建成后，对职业人员造成影响较小。

2、本项目周围公众年有效剂量评价

根据表 11-9 计算结果可知，本项目 DSA 运行对介入室周围公众造成的年有效剂量最大为 $1.79 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足公众年有效剂量低于 0.25mSv/a 的管理限值要求。根据表 11-19 类比计算分析，本项目 DSA 正常工作时，DSA 机房外围公众年有效剂量最大值为 $7.48 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足公众年有效剂量低于 0.25mSv/a 的管理限值要求。因此本项目建成后，对周围公众造成影响较小。

11.2.3 大气环境影响分析

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为 DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，其产率和浓度可用下面公示分别计算。

(式 11-7)

Q_o —臭氧产率 mg/h ;

G —射束在距离源点 1m 处的剂量率 $\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ，本项目取减影时剂量率 $165 \text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$;

S_o —射束在距离源点 1m 处的照射面积 m^2 ，取(最大射野 $10 \times 10 \text{cm}^2$) 0.01m^2 ;

R—射束径迹长度 m，取 1m；

g—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O₃ 的分子数，本项目取 10。

经计算，臭氧产率为 0.107mg/h。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

(式 11-8)

C—室内臭氧浓度，mg/m³；

Q_o—臭氧产额 mg/h；

T_v—臭气有效清除时间，h；

V—手术室空间体积，194.56m³。

(式 11-9)

t_v—每次换气时间，0.2h（每小时换气次数不低于 5 次/h）

t_a—臭氧分解时间，取 0.83h。

经计算，DSA 机房内臭氧平衡浓度为 $8.85 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$ ，臭氧经排风管排至综合楼排风井，最终排至综合楼楼顶进入大气环境中，本项目产生的臭氧排入大气环境后，经自然分解和稀释，其排放后浓度远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求，对周围环境影响较小。

11.2.4 水环境影响分析

本项目射线装置采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院主体工程的污水处理设施处置。介入手术、清洗器械和地面消洗产生的医疗废水依托医院主体工程的医疗废水处理设施进行处理。因此，本项目废污水不会对区域水环境产生明显影响。。

11.2.5 声环境影响分析

本项目声环境影响主要是机房安装的通排风系统工作时会产生一定的噪声，在距离衰减和墙体降噪后，其噪声值较小，医院在购置设备时已选购风量符合工作要求的成品，设备工作时噪声量也符合国家标准要求，因此，本项目不会对周围声环境产生明显影响。

11.2.6 固体废弃物环境影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。

②介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、一次性手套和废弃造影剂储存

瓶等医疗废物，采用专门的收集容积集中收集后，依托医院主体工程的医疗废物处理设施统一处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，经医院垃圾桶收集后，同医院主体工程的生活垃圾一同委托当地环卫部门定期清运处理。

11.3 事故影响分析

本项目使用 DSA，属于 II 类射线装置。对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 射线能量不大，曝光时间都比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

(1) 事故假设

装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

(2) 辐射事故分级

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订版）》第 2 点规定：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。

根据规定，本项目可能发生的事故属于“放射性同位素和射线装置失控导致

人员受到超过剂量限值的照射”，为一般辐射事故。

(3) 剂量估算

介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作，根据式 11-1、式 11-3、式 11-4 计算，公众进入机房受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表所示：

表 11-20 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (min)	模式	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量 (mSv)	总剂量 (mSv)	受照类型		
0.5	1	减影	6.71	13.20	19.91	职业照射		
		透视	2.77	5.45	8.22			
	1.5	减影	8.38	16.51	24.89			
		透视	3.46	6.81	10.27			
	5	减影	/	/	/			
		透视	11.48	22.62	34.1			
	10	减影	/	/	/			
		透视	23.52	46.32	69.84			
	12	减影	/	/	/			
		透视	27.67	54.50	82.17			
	1	1	减影	1.68	3.30		4.98	职业照射
			透视	0.69	1.36		2.05	
1.5		减影	2.10	4.13	6.23			
		透视	0.86	1.70	2.56			
5		减影	/	/	/			
		透视	2.87	5.65	8.52			
10		减影	/	/	/			
		透视	5.88	11.58	17.46			
12		减影	/	/	/			
		透视	6.92	13.62	20.54			
1.5		1	减影	0.75	1.47	2.22	公众照射	
			透视	0.31	0.61	0.92		
	1.5	减影	0.93	1.83	2.76			
		透视	0.38	0.76	1.14			
	5	减影	/	/	/			
		透视	1.28	2.51	3.79			
	10	减影	/	/	/			
		透视	2.61	5.15	7.76			
	12	减影	/	/	/			
		透视	3.07	6.06	9.13			

(4) 事故后果

本项目各科室减影最长时间为 1.5min，根据表 11-20 可知，职业照射在未采

取任何防护情况下，减影模式非主射方向在距离 0.5m 处 1.5min 时的受照剂量最大，为 24.89mSv/次，透视模式在距离 0.5m 处 12min 时的受照剂量最大，为 82.17mSv/次；公众误入机房，减影模式非主射方向在距离 1.5m 处 1.5min 时的受照剂量为 2.76mSv/次，透视模式在距离 1.5m 处 12min 时的受照剂量为 9.13mSv/次。

因此，介入手术人员或误入人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，为一般辐射事故。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理。

(5) 辐射事故防范措施

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

①控制室操作台和机房内诊疗床操作面板上均安装有紧急停机按钮，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示；

②机房的防护门外近处有醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯；

③必须按操作规程并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；

④介入手术时，操作医生需确认机房内无其他闲杂人等、铅防护门正常关闭之后才能开启曝光；

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

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

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

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

⑨在诊断过程中应注意对被检者的防护，合理使用 X 射线，实施医疗照射防护最优化的原则，实际操作中可采用“高电压、低电流、重过滤、小视野”的办法，

使被检者所受的剂量，达到合理的尽可能的低水平。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

(6) 为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；

②实施介入诊疗的质量保证；

③做好医生的个人防护；

④做好病人非投照部位的防护工作；

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

(6) 对于上述可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

①建立健全全院辐射安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的辐射安全专业知识的学习，考试（核）合格、持证上岗。

③完善岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

④修订完善全院重大事故应急处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

⑤定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，发现安全隐患立即整改。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少 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及相关法律法规的培训和考核。

镇沅县中医医院于 2023 年 5 月 24 日发布了《关于成立医院辐射安全与环境保护管理委员会的通知》（见附件 4），成立了辐射安全管理机构，医院院长担任管理委员会主任，副院长担任副主任，其他小组成员 4 人，均为各科室主任或技术带头人。文件明确了管理机构负责医院射线装置的日常监督、管理工作。

其职责包括：

- （一）评估辐射防护措施计划；
- （二）审核辐射工作人员操作能力及资格；
- （三）定期检讨及修订辐射防护措施计划；
- （四）规划并办理辐射防护教育训练；
- （五）定期（至少每半年一次）检查各使用科室的防护用品和监测仪器的使用情况，如有破损或监测不准，应立即停止使用并新购器材；
- （六）制定辐射防护统计，并督导实施。

环评要求：若医院人员变动，需及时对辐射安全与环境环境保护管理领导小组进行调整，使其满足要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 医院辐射安全管理规章制度

A、医院辐射安全管理规章制度制定情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 20 号（2），2021 年 01 月 04 日实施）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）的相关管理要求，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护、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。根据《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查

技术程序（2021年版）》的相关要求，将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	制度制定	执行情况	备注
1	辐射防护和安全保卫制度	已制定	《辐射防护和安全保卫制度》	/
2	安全操作规程	已制定	《DSA 操作规程》	/
3	设备检修维护制度	已制定	《辐射设备安全维修、维护及保养制度》	/
4	辐射安全管理机构设置（设置文件）	已制定	《关于调整医院辐射安全与环境保护管理领导小组的通知》	/
5	场所设施退役（报废）管理制度	已制定	《放射场所设施退役（报废）管理制度》	/
6	放射源使用管理登记制度	/	/	不涉及
7	非密封放射性物质管理制度	/	/	不涉及
8	射线装置管理制度	已制定	《射线装置管理制度》	/
9	监测方案	已制定	《辐射环境监测方案》	/
10	监测仪器检验与刻度管理	已制定	《监测仪表使用与检验管理制度》	/
11	辐射工作人员资质管理	已制定	《辐射工作人员资质管理制度》	/
12	辐射工作人员岗位职责管理	已制定	《辐射工作人员岗位职责》	/
13	辐射工作人员健康管理制度	已制定	《辐射工作人员健康管理制度》	/
14	辐射工作人员个人剂量管理	已制定	《辐射工作人员个人剂量管理制度》	/
15	辐射工作人员培训制度	已制定	《辐射工作人员培训制度》	/
16	辐射事故应急管理制度及方案	已制定	《辐射事故应急预案》	
17	闲置（废弃）放射源及其他放射性废物处置管理制度	/	/	不涉及

B、医院风险防范和管理措施分析

镇沅县中医医院目前已制定了综合管理、监测、人员管理等相应的管理措施，并制定了辐射事故应急管理制度及方案等风险管理措施，根据表 12-1 中医院制定的辐射安全管理规章制度如下：

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

②制定了人员培训制度，对没有参加培训的放射工作人员，尽快安排参加环

保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核。

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

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

⑤制定了辐射事故应急预案，规定了突发辐射事故应急指挥部的职责、具体的处置流程、联系电话、事故上报等内容以应对可能发生的辐射事故。医院应做好应急和救助的资金、物资准备，加强应急人员的组织培训等。

综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在医院放射防护与辐射安全管理委员会领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度各科室人员严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议，制度执行情况较好。此外，医院需根据制度实际运行情况，不断调整完善各项规章制度，并落实专人负责；从事辐射诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射诊疗工作；对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于工作场所墙面醒目处。

12.2.2 现有执行和落实制度情况

医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在医院辐射安全领导小组领导下，明确科室各人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度科室各人员严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议，制度执行情况较好。根据医院制定的相关规章制度，在院内各科室及醒目位置进行张贴，并建立监督管理机构进行督查，责任落实到人，医院辐射管理运行正常，截至目前尚未发生辐射安全事故。

12.2.3 要求

本项目 DSA 拟设置 16 名辐射工作人员，3 名为原有辐射工作人员，均通过了医院自主组织的培训考核（未参加国家核技术利用辐射安全与防护培训学习），

13 名新增辐射工作人员目前还没有参加国家核技术利用辐射安全与防护培训学习，本项目为 II 类射线装置，医院应尽快组织本项目辐射工作人员报名参加环保部门组织的辐射安全与防护的培训，取得辐射安全培训合格证后才能上岗。

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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 20 号（2），2021 年 01 月 04 日实施）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；同时接受环境保护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，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，每季度定期送相关专业单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

1、个人剂量监测

建设单位应为项目 DSA 所有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。

评价要求：工作人员应正确佩戴个人剂量计，医院应每个季度定期送检，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、辐射环境监测

（1）企业自检

建设单位需利用自备的辐射剂量检测仪对工作场所进行定期检测，并建立档案。

（2）年度监测

建设单位应委托有资质的单位定期（每年常规监测 1 次）对设备周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向辐射安全许可证发证机关上报备案。

（3）监测要求：

①监测项目：X- γ 射线空气吸收剂量率；

②监测频度：年度监测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：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、操作间操作台、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上、楼下区域等）开展 X- γ 辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测。

④监测设备：便携式 X- γ 辐射监测仪（对于常规日常监测，医院可自行购买便携式 X- γ 辐射监测仪；对于办理辐射安全许可证的延续、更换，则须请有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告）。

⑤根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）制定监测方案及实施细则；注：若标准和技术规范更新需根据更新后的标准制定监测方案和细则；

项目监测计划见下表 12-2。

表 12-2 项目监测计划

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备	监测的位置要
----	------	------	------	------	--------

					求
自主监测	X-γ射线空气吸收剂量率	不少于1次/季度	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、操作间操作台、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外30cm处、楼上、楼下区域等）开展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
委托监测	X-γ射线空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	本项目辐射工作人员		
		编制辐射防护年度评估报告（不少于1次/年）			
		辐射安全许可证延续和更换			
	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			

建设单位每年都委托了有资质的单位对其射线装置的安全和防护状况进行了监测并进行了年度评估，并于每年1月31日前向辐射安全许可证发证机关提交了上一年度的辐射安全和防护状况年度评估报告。

3、设备性能监测

根据国家标准要求，建设单位应委托有资质的技术服务机构对射线装置进行设备性能检查。

建设单位应制定严格的设备定期检查和安全检查及维修管理制度，并严格执行，以确保设备能正常运行，其中设备检查维修制度中应包括每天检查控制开关，门灯连锁、紧急停止按钮，监视、声光报警安全装置；并适时检查其他安全装置，如设备性能，监视和通讯装置等内容。

4、年度评估报告

每年1月31日前，建设单位应向辐射安全许可证发证机关提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.4 辐射事故应急

12.4.1 辐射事故应急预案要求

为了加强对各放射治疗、诊断设备的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院应制定辐射事故应急管理制度及方案（放射安全事件应急预案），根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022年修订）等相关规定，医院制定了《辐射事故应急预案》。

医院成立了辐射事故应急处理领导小组，明确了小组成员及职责；应急预案规定了应急处理流程，包括辐射事故处置程序、预防事故措施、应急响应工作流程、应急联络、事故报告、善后处理等，内容较全，措施得当，便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。

在后期运营过程中，医院应根据实际情况及最新管理要求进行应急预案的修订和完善，使其更能结合实际开展工作，同时对镇沅县中医医院的辐射事故应急能力进行建设，包括定期开展应急演练，做好应急和救助的资金、物资准备，加强应急人员的组织培训等。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022年修订版）》，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。一旦发生辐射事故，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

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（环评要求：每年至少组织1次辐射事故应急演练），提高防范和处置辐射事故的技能，增强应急能力；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。

12.5 从事辐射活动能力评估结论

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求使用射线装置的单位应具备的条件，对建设单位建设本项目应具备的能力进行分析并提出完善措施。项目辐射防护所采取的技术措施和管理措施分析见表12-3。

表 12-3 使用II类射线装置能力分析

序号	应具备的条件	规定应具备的条件	医院落实情况	环评要求
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门、窗）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射、漏射效应。机房的设计应有相应资质的单位承担。	建设单位已委托了具备建筑工程设计资质的单位进行设计；并请有资质的单位进行防护门的设计、修建，机房的防护厚度满足要求。	建设方应按计划认真做好相应的防护工作，做好日常监测。
2	安全联锁	射线装置使用场有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	DSA 介入室 3 道防护门外均拟设置工作状态指示灯、门灯连锁、电离辐射警示标志。	建设方要严格执行相关操作规程、检修、检验工作，定期维护，确保辐射安全。
3	紧急制动装置	在诊断、诊疗室内墙上应安装多个串联并有明显标识的“紧急制动”开关，该开关应与控制台上的“紧急制动”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	在 DSA 机房检查位、控制室均设有紧急制动按钮，该装置与设备连锁，使误留于室内人员可通过紧急制动按钮使照射终止。	运营时严格按计划执行，定期维护，确保辐射安全。
4	警示标志	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显的警告标识。	DSA 介入室 3 道防护门外均拟设置工作状态指示灯、门灯连锁、电离辐射警示标志；并划定控制区、监督区，粘贴两区划分标识。	落实控制区、监督区的划分，设置警示标志，确保辐射安全。
5	通风系统	放射性诊疗项目机房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	DSA 手术室采用机械通排风系统进行通排风，排风量 1000m ³ /h，送风量 1200m ³ /h。	定期维护，满足通排风和防护屏蔽要求。
6	管理人员要求	使用 II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展这方面的工作。
7	操作人员要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目设置 16 名辐射工作人员，其中 3 人已通过医院组织的考核；医院已制定完善的人员培训和继续教育制定，剩余人员按规定取得成	项目 DSA 辐射工作人员应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。

			绩合格证书后方能上岗。	
8	辐射安全许可证	必须取得省级环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	医院目前持有辐射安全许可证，证书编号为：云环辐证[J0178]（见附件3），发证机关为普洱市生态环境局，发证日期为2022年9月30日，有效期至2027年9月29日，种类和范围为使用III类射线装置；	本项目审批完成后，应重新申办《辐射安全许可证》。
9	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电设备和监测仪器，特别是安全联锁装置，进行检查、维护。	制定了《辐射设备安全维修、维护及保养制度》，定期对辐射诊疗设备进行检查、及时维护更换部件。	医院应按计划认真做好相应的防护工作，完善相关制度和记录。
10	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备1个人剂量片。个人剂量片应编号并定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	医院为项目辐射工作人员配备个人剂量计，并进行送检，建立个人剂量档案和职业健康档案。	严格要求工作人员正确佩戴个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及时解决，个人剂量档案应终身保存。
11	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	医院已制定《射线装置管理制度》、《辐射设备安全维修、维护及保养制度》、《辐射环境监测方案》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》等制度，建立设备运行、维修档案，对从事放射工作的工作人员建立个人剂量档案，并定期对其进行个人剂量监测。	医院应及时更新妥善保存相关档案。
12	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	医院已制定《辐射环境监测方案》。	项目运行后每年至少委托有资质的单位进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，监测数据定期上报生态环境主管部门备案。

13	辐射防护安全管理制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	目前医院已制定:《DSA操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全防范管理制度》、《辐射设备安全维修、维护及保养制度》、《射线装置管理制度》、《辐射环境监测方案》、《监测仪表使用与检验管理制度》、《辐射工作人员资质管理制度》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、等规章制度。	医院应根据实际运行情况进一步完善各项规章制度,并落实专人负责。从事放射性诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行放射诊疗工作,所有制度应张贴上墙。
14	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	射线装置报废后统一制定方案回收,对项目运用过程中产生的废气采用机械排风强制排出至综合楼排风井。	医疗废物和医疗废水应与普通固废和生活污水分开收集或处理。
15	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了《辐射事故应急预案》,预案中主要包括辐射事故处置程序、预防事故措施、应急响应工作流程、应急联络、事故报告、善后处理等,内容较全,措施得当,便于操作,在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。	医院应做好应急和救助的资金、物资准备、加强应急人员的组织培训等,将事故发生的概率和事故危害控制到最低程度。
16	质量保证	使用放射性同位素和射线装置进行放射诊疗的医疗卫生机构,应当依据国务院卫生主管部门有关规定和国家标准,制定与本单位从事的诊疗项目相适应的质量保证方案。	医院已制定了《质量保证大纲和质量控制检测计划》。	医院应遵守质量保证监测规范,按照医疗照射正当化和辐射防护最优化的原则,避免一切不必要的照射,并事先告知患者和受检者辐射对健康的潜在影响。

根据上表所述,镇沅县中医医院按照本报告提出的要求进行落实后具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件,具备了使用本次评价1台DSA(II类射线装置)的能力。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

镇沅县中医医院为满足医院发展需求及为民众提供更好的就医环境，医院在镇沅县中医医院综合楼 1 层建设 1 间介入手术室，配置 1 台数字减影血管造影机（DSA），DSA 设备属于 II 类射线装置。数字减影血管造影机（DSA）最大额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA；项目总投资 1100 万元，其中辐射环境保护投资 90.7 万元，占总投资的 8.24%。

13.1.2 产业政策符合性及规划符合性结论

本项目 DSA 设备属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》第一类鼓励类中第十三项“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”。本项目属于“高性能医学影像设备”，是当前国家产业政策鼓励发展的产业类别，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目位于镇沅县中医医院内，不涉及新增用地，项目用地属于镇沅县总体规划的医疗用地，且不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线，符合镇沅县的建设发展规划及土地利用总体规划。

13.1.3 项目选址、布局合理性结论

（1）选址合理性分析

1、选址合理性分析

项目 DSA 介入室位于综合楼 1 层，综合楼 1 层规划为放射科，2 层血透中心，3 层康复治疗区和康复住院部，4~7 层为住院部，8 层为行政办公区，综合楼北侧为山体，南侧为医院内部用地，西侧为镇沅县人民医院，东侧为行政办公楼，评价范围内无自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，本项目 DSA 介入室进行了相应的辐射屏蔽防护设计，项目射线装置通过辐射屏蔽措施后对周围环境的影响较小，项目选址可行。

(2) 平面布置合理性分析

本项目机房医护通道、患者通道和污物通道单独设置，避免了不同人员交叉影响，便于治疗和管理。同时，DSA 介入室采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的，平面布置合理。

13.1.4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，增加机房周围的电离辐射水平，可能对周围人员（职业+公众）造成损伤，但是采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制（本项目机房内四周墙体及顶面采取措施详见表 1-2：DSA 介入手术室电离辐射防护措施）。本项目投入使用不仅能满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，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。

13.1.5 辐射环境质量现状结论

根据本次环评现状监测，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 $(3.7\sim 6.9) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ （即：37~69nGy/h），与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中云南省环境电离辐射水平（57.9~120.4nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

13.1.6 环境影响评价结论

1、辐射防护措施有效性结论

本项目 DSA 介入室采取了实体防护和专业辐射防护措施，防护效果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度不小于 2mm 铅当量”要求，DSA 介入室有效尺寸满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“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；设备自带有辐射防护设备，建设单位制定了有针对性的操作规程，医务人员工作时穿戴铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品；通过以上各项防护措施的综合使用，可有效的防止 X 射线产生的辐射影响，对公众和职业人员所致剂量低于本次评价的管理限值要求。

2、辐射环境影响分析结论

①本项目 DSA 机房内职业人员的影响

根据预测分析，本项目 DSA 运行对 DSA 控制室职业人员造成的年有效剂量最大为 $3.72 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，满足职业年有效剂量管理限值 5mSv/a ；根据类比分析，本项目 DSA 运行后对手术医生年有效剂量最大值为 1.32mSv/a ，护士年有效剂量最大值为 0.73mSv/a ，满足职业有效剂量低于 5mSv/a 的管理限值要求。

②本项目周围公众的影响

根据理论预测结果表明，本项目 DSA 运行后，周围公众年有效剂量最大为 $1.79 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足公众年有效剂量低于 0.25mSv/a 的管理限值要求；根据类比分析，DSA 机房外围公众年有效剂量最大为 $7.48 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足公众年有效剂量低于 0.25mSv/a 的管理限值要求。经机房实体屏蔽防护后，本项目投入使用后对评价范围（50m）内环境保护目标环境影响较小。

环评要求：建设单位应结合季度个人剂量检测情况，合理分配各医生的手术台数，以防因手术量过多造成个人剂量超过管理限值要求。

3、水环境影响分析结论

①施工期：本项目施工人员生活污水依托医院污水处理设施处理，对周围水环境影响较小。

②运营期：项目工作人员均为现有职工，不新增工作人员，项目运行不新增生活污水；介入手术、清洗器械和地面消洗产生的医疗废水依托医院的医疗废水处理设施进行处理。因此，本项目废污水不会对区域水环境产生明显影响。

4、大气环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期产生废气的作业主要为施工时产生的扬尘及装修废气等，施工中采取了洒水抑尘等防治措施，对周围大气环境影响较小。

②运营期：本项目运营期 DSA 工作时臭氧产生量较小，经通排风系统的排风管道排至室外，经自然稀释后对周围环境影响不大。

5、声环境影响分析结论

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

②运营期：本项目运营期主要的噪声源强为 DSA 附属设备和通排风系统等。

项目设备噪声值较小，设备工作时噪声值符合国家标准要求，因此，经距离衰减、物体阻挡及吸声后，项目对周围声环境影响较小。

6、固体废物影响分析结论

①施工期：本项目施工期间固体废物主要为生活垃圾、包装废弃物及建筑垃圾。施工人员生活垃圾由医院已有的垃圾桶集中收集后由环卫部门定期清运；建筑垃圾对其中可回收利用部分进行回收，不可回收的定点堆放，及时清运至当地部门指定的建筑垃圾堆放场。采取以上措施后对周围环境影响较小。

②运营期：本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。介入手术时产生的医疗废物，采用专门的收集容积集中收集后，依托医院主体工程的医疗废物处理设施处理收集，医疗废物将定期交由景东昆景医疗废物处置有限责任公司处置。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾由医院已有的垃圾箱集中收集后由环卫部门定期清运。采取以上措施后对周围环境影响较小。

13.1.7 事故情况下辐射环境影响评价结论

根据事故情况估算结果，项目 DSA 事故情况下可能产生的后果按《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年修订）中规定判断，属于一般辐射事故。

建设单位制定了辐射事故应急预案，各种辐射防护设施（措施）较齐全，效能基本可满足辐射防护要求，医院制定的各种安全管理制度较全面，按评价要求完善各操作规程和制度后，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

13.1.8 核技术应用医疗设备使用与安全管理的综合能力结论

医院成立了专门的辐射安全与环境保护管理领导小组，拥有专业的辐射工作医务人员，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护工作，并以院内文件的形式明确了辐射安全与环境保护管理委员会的职责；设计有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；具有使用和管理本项目评价的 1 台 II 类射线装置（DSA 设备）的综合能力。

13.1.9 项目建设的环保可行性总结论

本项目符合国家产业政策，本项目开展为患者提供多层次、多方位、高质量和

文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力，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，建设单位在落实本报告提出的措施后具备对本项目评价的1台II类射线装置（DSA设备）的使用和管理能力。只要严格落实本报告提出的环境保护措施，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

13.2 要求

- 1、项目完工后应按照国家相关法律法规尽快进行验收。
- 2、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报生态环境主管部门。
- 3、根据《中华人民共和国生态环境部》（公告2019年第57号）自2020年1月1日起，辐射工作人员或辐射安全培训合格证书到期的人员，可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习知识，并通过考核。
- 4、对新增辐射工作人员及培训合格期满人员安排参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗，为所有辐射工作人员配备个人计量计，并督促其正确佩戴，定期送检，检测超标人员进行换岗。

13.3 建议

- 1、医院每年要将辐射环境保护经费开支列入年度预算中，使辐射环境保护工作有充足的经费保障，才能切实将辐射环境保护工作落到实处。
 - 2、不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。一旦发生辐射安全事故，立即按医院应急预案进行处置，并及时逐级上报生态主管部门。
 - 3、定期进行辐射事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断完善辐射事故应急预案。
- 根据国家及地方最新出台的法律法规，对医院相关制度进行更新完善。

13.4 项目竣工验收检查

建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》

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

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

附表

镇沅县中医医院数字减影血管造影机（DSA）核技术应用项目竣工环境保护验收一览表

项目		验收内容	备注
程序合法性	环保手续	项目环评批复	/
设备参数		项目新增 1 台 DSA，属于Ⅱ类射线装置。场所位于综合楼 1 层；新增 DSA 设备型号 Artis zee III ceiling，额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA；DSA 的曝光方向为由下往上。	/
辐射安全与防护	屏蔽措施	<p>(1) DSA 介入手术室 1 间： DSA 手术室有效面积 51.2m²（长 7.6m×宽 6.74m×净高 3.8m）；</p> <p>(2) DSA 介入手术室辐射防护措施：</p> <p>①北侧、南侧墙体：镀锌方管龙骨骨架+4mm 防护铅板，折合 4mm 铅当量防护水平；</p> <p>②西侧、东侧墙体：240mm 厚实心砖墙+40mm 硫酸钡防护涂料，折合 5.97mm 铅当量防护水平；</p> <p>③地面：150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，折合 4.43mm 铅当量防护水平；</p> <p>④顶面：150mm 厚混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，折合 4.25mm 铅当量防护水平；</p> <p>⑤防护门： DSA 介入手术室共设 3 道防护铅门，其中病人进出防护电动门（宽 1.8m×高 2.2m），医护人员进出防护电动门（宽 1.2m×高 2.2m），污物通道进出防护平开门（宽 0.9m×高 2.05m），三道防护门均采用内衬 4mm 铅板+外衬 1.2mm 不锈钢面板，折合 4mm 铅当量防护水平；</p> <p>⑥观察窗：控制室观察窗为 1.5m（宽）×0.9m（高），采用 20mm 厚铅玻璃，具有 3.96mm 铅当量防护水平。</p> <p>⑦电缆布设：项目控制电缆从设备基座下方设置电缆沟（宽 100mm，深 50mm），电缆线槽穿墙采用 U 型沟，电缆沟从机房东侧采用“U 型”穿过屏蔽墙进入设备间，从机房西侧采用“U 型”穿过屏蔽墙进入控制室，穿墙位置从 DSA 机房 200mm 处至设备间和控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 4mm 厚铅皮，上方再用 3mm 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；</p> <p>⑧通排风管道：项目 DSA 介入手术室内采用上进下排的通风系统，进风口位于机房顶部，进风管道：进风量 1200m³/h，进风管从机房北侧墙体进入 DSA 介入室；DSA 介入室共设置 1 个排风口，位于 DSA 介入室西侧墙离地 300mm 处，排风管道：排风量 1000m³/h，排风管从介入室西侧穿墙出机房，经谈话间、女更衣室排至综合楼排风井，最终排至综合楼楼顶排放（排口距地面高度约 32m）；风管穿防护墙处采用直穿墙设计，弯管至墙面及弯管后 50cm 范围均使用 4mm 铅皮包裹，穿墙管道与墙接触面用硫酸钡进行填充，通风管道穿墙位置处的墙壁的屏蔽效果不小于 4mm 铅当量，有效防止射线泄露。</p> <p>(3) DSA 设备防护措施：</p> <p>操作位：床侧铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，防护屏蔽吊架铅板具有 0.5mm 铅当量防护水平。</p> <p>护士位：位于移动铅防护屏风后，具有 2mm 铅当量防护水平。</p> <p>DSA 手术室最小单边长度、有效使用面积以及屏蔽防护水平满</p>	/

		足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。	
	安全措施	①DSA 手术室患者通道防护门、污物通道防护门和医生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。 ②DSA 手术室医生防护门、污物通道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。 ③控制室操作台和患者床侧均安装有紧急停止按钮。 ④DSA 手术室内安装有对讲系统。	/
	工作区域划分	将紧邻 DSA 介入手术室的区域作为辐射环境影响关注区，纳入监督区管理；将 DSA 手术室纳入控制区管理。	
	废气治理	DSA 介入手术室通排风采用机械排风。	/
监测仪器和防护用品	个人防护用品	铅衣 5 件、铅围脖 5 个、介入防护手套 5 套、铅眼镜 5 幅、铅帽 5 件、移动铅防护屏风	/
	个人剂量监测用品	新增 16 个人剂量计；新增 2 台个人剂量报警仪。	/
	环境监测仪器	新增便携式 X-γ 辐射监测仪器（巡测仪）1 台	/
	警示标志	电离辐射警示牌，控制区与监督区标识牌。	/
管理制度	辐射安全管理制度	辐射事故应急预案、辐射防护和安全保卫制度、射线装置操作规程、设备检修维护制度、辐射工作人员健康及个人剂量管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射安全管理规定，并将辐射安全管理制度上墙。	/
验收监测	X-γ 辐射剂量率	监测点位：距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm。 监测设备：便携式 X-γ 辐射监测仪（在检定有效期内）； 监测标准：《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），监测高度为 1m，距墙体、门、窗表面 30cm，合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备检查。	/
办理《辐射安全许可证》，同时按照医院现有实际使用的 III 类装置射线更改辐射安全许可证。			
各项规章制度、《应急预案》的制定，并将规章制度、应急预案粘贴上墙。			
所有参与操作本项目 DSA 的工作人员均需参加省级辐射安全培训并持证上岗。			