

核技术利用建设项目
汉源县人民医院
新增数字减影血管造影机（DSA）项目
环境影响报告表
（公示本）

汉源县人民医院

2026年2月

生态环境部监制

目录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	15
表 3	非密封放射性物质	15
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	保护目标与评价标准	19
表 8	环境质量和辐射现状	22
表 9	项目工程分析与源项	28
表 10	辐射安全与防护	37
表 11	环境影响分析.....	49
表 12	辐射安全管理	69
表 13	结论与建议	77

表 1 项目基本情况

建设项目名称		汉源县人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目			
建设单位		汉源县人民医院			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	*****
注册地址		四川省雅安市汉源县新县城富林大道二段 128 号			
项目建设地点		四川省雅安市汉源县新县城富林大道二段 128 号汉源县人民医院中心业务楼负一层			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	900	项目环保投资（万元）	144.32	投资比例	16.04%
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 ）	304
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	无			
	<p>项目概述</p> <p>一、建设单位情况</p> <p>汉源县人民医院始建于 1939 年 10 月 2 日，医院目前占地面积 37809m²，建筑面积 48280.99m²，是一所集医疗、教学、急救、预防、保健于一体的综合性三级乙等医院，担负着全县及邻近地区约 50 万人口的医疗预防保健服务任务。</p> <p>汉源县人民医院现已开展核技术利用项目，现有的 12 台 III 类射线装置已完</p>				

成备案登记，1台II类射线装置已完成环保手续，已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证[00635]”，种类和范围为“使用II类、III类射线装置”，有效期至：2028年12月11日。辐射安全许可证正副本复印件见附件4。

随着汉源县人民医院近年来业务量的快速增长以及发热门诊建设管理要求的提高，现有基础设施条件和规模已无法满足日益增长的医疗服务需求。为有效整合医院优势资源，改善服务条件，创新服务模式，优化服务结构，提升服务水平，发挥其区域性医疗指导和辐射作用，建立完善的公共卫生服务体系，切实保障人民健康始终是各级党委和政府的主要职责。医院于2022年建设《汉源县人民医院中心业务楼建设项目和第二院区建设项目一期工程项目》，按照要求建设中心业务楼和第二院区一期工程科教大楼及医院各类辅助用房。该项目目前已于2022年4月11日获得雅安市生态环境局《关于汉源县人民医院中心业务楼建设项目和第二院区建设项目一期工程项目环境影响报告表的批复》，目前正在建设中。

中心业务楼和科教大楼地上9层，地下2层，建筑高度43.2米。

医院拟在中心业务楼负一楼建设介入治疗区（导管室及其辅房），拟在导管室内安装使用1台数字减影血管造影机（DSA）。

二、项目由来和编制目的

（一）任务由来

近年来，随着医学实践的不断深入，介入放射学发展迅猛，已经成为介于内外科之间、集医学影像学和临床治疗学于一体的新兴学科。医院新院区因发展需求，且更好地为周边居民提供多层次的医疗服务，因此设计初期时在中心业务楼负1楼规划有介入治疗区。汉源县人民医院拟在介入治疗区导管室内安装使用1台数字减影血管造影机（DSA），用于开展一系列的介入手术，如冠状动脉造影术、冠状动脉支架植入术等。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令16号，2021年1

月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。

因此，汉源县人民医院委托四川中环康源卫生技术服务有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。四川中环康源卫生技术服务有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，就项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

三、环境影响评价报告信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，依据国家生态环境部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

根据以上要求，医院已于2026年2月2日在汉源县人民医院官网上对《汉源县人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目》的环境影响报告表进行了全文公示。

四、项目建设内容及规模

（一）工程概况

项目名称：汉源县人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目

建设单位：汉源县人民医院

建设性质：新建

建设地点：四川省雅安市汉源县新县城富林大道二段128号汉源县人民医院中心业务楼负一层

（二）工程建设内容及规模

医院中心业务楼在设计时即规划在负1楼西南部建设介入治疗区（导管室

及其辅房），目前整体医疗综合楼建筑已完成前期基础施工。

医院拟在导管室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA）（II类射线装置，型号为 Azurion5M20，最大管电压为 125kV，最大电流为 1000mA，生产厂家为飞利浦（苏州）有限公司，出束方向由下向上），用于心内科开展一系列介入手术。根据医院提供资料，预计本项目年总手术台数为 1000 台，总计年出束时间为 516.68h。

介入治疗区建成后，导管室净空面积为：62.93m²（尺寸长 7.76m×宽 8.11m×高 4.2m）。其辅助功能用房有：设备机房（5.5m²）、污物间（12.03m²）、换床间（8.15m²）、医患沟通室（11.82m²）、办公室（11m²）、女卫浴更衣室（12.38m²）、卫生处置室（2.41m²）、男卫浴更衣室（8.75m²）、换鞋间（4.71m²）、医生通道（23.46m²）、耗材库（35.91m²）、家属等候区（15.1m²）。

介入治疗区建成后，导管室采用的防护条件：四周墙体均采用 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层（密度：2.88g/cm³），等效 4.92mm 铅当量；楼顶采用 120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡板（密度：3.20g/cm³），等效 4.29mm 铅当量；地面采用 500mm 混凝土，等效 7.34mm 铅当量。导管室共采用 4 扇防护门，1 扇患者出入防护门（电动推拉门，规格：门洞宽 1500mm×高 2100mm，安制宽 1800mm×高 2250mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇医务人员出入防护门（平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇污物通道防护门（手动平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇设备机房出入门（平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm 铅板）。设置 1 扇观察窗（观察窗洞宽 1600mm×高 1000mm，使用铅玻璃框尺寸为宽 1580mm×高 980mmmm，安装宽 1500mm×高 900mm×15mm 厚铅玻璃，约 3mm 铅当量）。

导管室电缆线穿孔位置采用 U 型穿孔，并在穿墙口外表面加盖 3mm 铅板，避免漏射产生。导管室采用排风系统+空调进行通排风，为防止射线泄漏，穿墙管道穿墙前管道设计为“L”字型，并在穿墙前后 1m 范围内采用 3mm 铅当量的铅板“L”字型包裹，因此通过该屏蔽补偿后，导管室的屏蔽结构不会被破坏。



图1-1 本项目介入治疗区平面布局图

(三) 项目组成内容及主要环境问题

表1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	<p>医院将在新院区医疗综合楼（住院）（地上 9F，地下 2F，H=43.2m）负一层介入治疗区导管室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA）（II类射线装置，型号为 Azurion5M20，最大管电压为 125kV，最大电流为 1000mA，生产厂家为飞利浦（苏州）有限公司，出束方向由下向上），用于心内科开展一系列介入手术。</p> <p>导管室净空面积为：62.93m²（净空尺寸长 7.76m×宽 8.11m×高 4.20m），导管室采用四周墙体均采用 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层（密度：2.88g/cm³）；楼顶采用 120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡板（密度：3.20g/cm³）；地面采用 500mm 现浇混凝土。4 扇防护门均内衬 3mm 铅板，1 扇观察窗为 15mm 厚铅玻璃（约 3mm 铅当量）。</p> <p>根据医院提供资料，预计本项目年总手术台数为 1000 台，总计年出束时间为 516.68h。（透视：500h；拍片 16.68h）</p>	<p>施工期：噪声、扬尘、废水、固体废物；安装调试期：X 射线、臭氧、氮氧化物</p>	<p>X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声、医疗废物</p>
辅助工程	<p>设备机房（5.5m²）、污物间（12.03m²）、换床间（8.15m²）、医患沟通室（11.82m²）、办公室（11m²）、女卫浴更衣室（12.38m²）、卫生处置室（2.41m²）、男卫浴更衣室（8.75m²）、换鞋间（4.71m²）、医生通道（23.46m²）、耗材库（35.91m²）、家属等候区（15.1m²）。</p>		<p>废水、固体废物</p>
公用工程	<p>给排水、配电、供电和通讯系统等依托院区公辅工程。</p>		

办公及生活设施	介入治疗区拟建设办公室（11m ² ）。		生活垃圾
环保工程	废水	本项目产生的废水经预处理后进入院区的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中的预处理标准后，由汉源县城市生活污水处理厂处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）城镇污水处理厂标准后外排大渡河。	废水
	医疗废物	本项目的医疗废物采用专门的收集容器集中收集后，转运至导管室西侧污物暂存间内暂存，医院委托雅安市锦天环保科技有限公司进行处理。	固体废物
	生活垃圾	生活垃圾收集在拟设立的垃圾桶中，每天由清洁人员收集至垃圾站，最后统一收集由市政环卫部门每日统一清运处置。	
	废气	在导管室顶部设置2个排风口，排风系统风量为800m ³ /h，废气最终引至中心业务楼顶部排放。	噪声、臭氧及氮氧化物

（四）主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表1-2。

表1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	数量	来源	用途	备注
主要原辅材料	造影剂	50ml/瓶×4瓶/台手术×1000台=200L	外购	造影使用	320mg I/ml
能源	电	500kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水资源	生活用水	600m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水	/

碘克沙醇注射液：分子式 C₃₅H₄₄I₆N₆O₁₅，分子量 1550.20，浓度为 320mg I/ml，渗透压为 290mosm/kg·H₂O（37℃），粘度为 11.4mPa·s（37℃），pH 值为 6.8-7.6。本品为无色或淡黄色的澄明液体。活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。残留有废弃造影剂的输液瓶将作为医疗废物处置。

（五）主要设备配置及技术参数

本项目拟使用的1台DSA安置在中心业务楼负1楼导管室拟建址内。根据院方预计，该导管室投入运营后用于心内科开展一系列的介入手术，年手术量约为100台，平均透视30min，拍片1min，因此本项目DSA合计出束时间为516.68h（透视：500h；拍片16.68h），出束方向由下而上。

本项目设备参数及技术参数表见表1-3。

表 1-3 本项目主要设备配置及主要技术参数

设备参数					
机房名称	导管室				
设备名称	数字减影血管造影机 (DSA)				
厂家及型号	飞利浦 (苏州) 有限公司、Azurion5M20				
额定管电流	125kV				
最大管电压	1000mA				
出束方向	由下而上				
所在科室	心内科				
常用拍片工况	电压: 60kV~100kV, 电流: 100~500mA				
常用透视工况	电压: 55kV~90kV, 电流: 6mA~15mA				
DSA 出束情况					
手术科室	单台手术累计最长曝光时间		年手术台数	年最长出束时间	
	拍片	透视		拍片	透视
心内科	1min	30min	1000 台	16.68h	500h

(六) 劳动定员

医院拟为本项目新增 17 名辐射工作人员, 即心内科新增 8 名医师、3 名护士, 放射科新增 6 名技师。本项目开展后, 8 名医师、3 名护士和 6 名技师除了操作本项目射线装置外, 不从事其他辐射工作岗位。

本项目投入运营前, 针对本项目新增的 17 名辐射工作人员, 医院承诺要求其在上岗前通过辐射安全与防护考核, 并为其建立职业健康档案以及个人剂量监测档案。本项目投入运营后, 若其他科室医生需参与介入手术, 同样要求其取得辐射安全与防护考核合格证明, 并为其建立剂量监测档案以及职业健康档案。

工作制度: 本项目辐射工作人员每年工作 250 天, 每天工作 8 小时, 实行白班单班制。

(七) 依托环保设施情况

本项目营运期产生的废水主要包括手术过程产生的医疗废水和医护人员、患者以及患者家属产生的生活污水。院区污水预处理站处理工艺采用“二级生化 (A/O)+消毒”, 处理能力为 800m³/d, 医院现预计每天合计产生废水 510.905m³/d, 本项目预计每天产生废水量为 10.2m³/d, 因此医院的污水处理站能够接纳本项目废水排放需求。

本项目产生的废水经预处理后进入污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005), 由汉源县城市生活污水处理厂处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》(DB51/2311-2016)中“城镇污水处理厂”排放限值标准后排入大渡河。

本项目导管室投运后将产生有少量废造影剂的输液瓶、废药棉、废纱布、废手套等医疗废物。治疗过程或手术过程中产生的医疗废物采用专门的收集容器集中收集后，转运至导管室西侧污物暂存间内暂存，定期委托有资质单位（雅安市锦天环保科技有限公司，医疗废物处置协议见附件 7）进行处置。生活垃圾收集在拟设立的垃圾桶中，每天由清洁人员收集至垃圾站，最后统一收集由市政环卫部门每日统一清运处置。综上，本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

本项目产噪设备主要为排风系统、新风空调系统，建设单位拟采用静音型风机，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围环境噪声的贡献很小，对项目所在区域声环境影响很小。

五、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年第7号令）相关规定，本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础建设内容，属于该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

六、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

（一）外环境关系分析

（1）医院外环境关系

汉源县人民医院位于四川省雅安市汉源县新县城富林大道二段 128 号，西侧紧邻碧园小区，北侧隔富林大道为德馨小区，西北侧隔富林大道为富林镇第一小学，东侧紧邻汉源县人民公园，南侧隔江汉大道为汉源二中。

（2）本项目辐射工作场所外环境关系

本项目导管室拟设置于中心业务楼负一层，本项目分别对项目所在楼层（负一层）50m 范围、楼上（一层）50m 范围、楼下（负二层）50m 范围进行描述，本项目外环境关系图见附图

项目所在楼层（负一层）50m 范围：东侧依次为医生通道（0-2.5m），家属等候区、医患沟通室、办公室、金属探测区、更衣室、核磁共振等（2.5-15.5m），电梯厅、物资库房、走道等（15.5-41.5m）、土质层（41.5-50m）；南侧依次为通道、耗材库、医生通道等（0-9m），土质层（9-50m）。西侧依次为设备机房、

污物间、操作间(0-5.8m)，医生通道(5.8-7.6m)，合成前室、楼梯间(7.6-16m)，土质层(16-50m)；北侧依次为病患通道(0-0.33m)，预留CT、DR室(3.3-11.8m)，库房、阅片室、会议室、资料室、值班室等(11.8-25.8m)，土质层(25.8-50m)；东北侧为病患通道、卫生间、电梯、候诊大厅后勤走道等(16-50m)；西南侧为预留DSA2室(7.5-18.3m)。

项目所在楼上(一层)50m范围：东侧依次为中心业务楼(0-41m)，院区绿化(41-45m)，汉源县人民公园(45-50m)；南侧依次为中心业务楼(0-9m)，院区绿化、道路(9-19m)，综合楼(19-50m)；西侧依次为中心业务楼(0-18m)，院区绿化、道路、停车位等(18-50m)；西南侧43-50m为第一住院楼；北侧依次为中心业务楼(0-9.5m)，入口广场(9.5-50m)。

项目所在楼下(负二层)50m范围：东侧依次为中心业务楼(0-44m)，土质层(44-50m)；南侧依次为中心业务楼(0-9m)，土质层(9-50m)；西侧依次为中心业务楼(0-11m)，土质层(11-50m)；北侧依次为中心业务楼(0-25.8m)，土质层(25.8-50m)。

医院外环境关系见附图2。

(3) 辐射工作场所周围外环境关系

本项目导管室东侧为医生通道、换床间；南侧为通道；西侧为设备机房、污物暂存间、操作间；北侧为病患通道；楼上为诊断室、采样间、准备间、普通发热等候区，楼下为车位、后勤走道。

(二) 选址合理性分析

本项目所在院区已经获得《关于汉源县人民医院中心业务楼建设项目和第二院区建设项目一期工程项目环境影响报告表的批复》(雅汉环审〔2022〕5号，见附件5)，本项目位于汉源县人民医院中心业务楼负1楼导管室。

本项目涉及辐射工作场所均位于负一层，主体结构已随中心业务楼一起建成，该区域四周为导管室相应辅房及其余医疗用房，导管室设置于此，便于管理的同时，也便于病人的运输和治疗。

综上所述，院区选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目为医疗设备建设项目，与院区规划相容。导管室选址时亦尽可能考虑了周围保护目标最少化。且导管室为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产

生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

（三）实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。该核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目的运营可为汉源县及周边地区的病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康社会的重要内容，本项目给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

七、原有核技术利用项目许可情况

（一）原有辐射安全许可情况

医院已获得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00635]），许可种类和范围为：使用II、III类射线装置，允许在辐射工作场所使用 13 台射线装置，有效期至 2028 年 12 月 11 日。具体许可项目见表 1-4。

表 1-4 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	装置名称	厂家、型号	类别	工作场所	备注
1	医用 X 射线电视系统	F113-5	III类	放射科	已上 证
2	DR	MRAD-D5 OSRADRE X	III类	放射科	
3	CT	Optima CT680 Expert	III类	放射科	
4	DR	ZK-DR (A)	III类	体检科	
5	数字化乳腺 X 射线机	Senographe Crystal	III类	放射科	
6	口腔全景/头颅 X 射线机	OP300	III类	口腔科	

7	牙科 X 射线机	eXpert DC	III类	口腔科
8	移动式 C 形臂 X 射线机	Brivo OEC 715	III类	手术室
9	医用血管造影 X 射线机	Optima IGS 330	II类	导管室
10	车载数字化 X 射线机	KD-CZ2000 DR	III类	体检车
11	数字化医用 X 射线摄影系统	PLD9600A	III类	放射科
12	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM go.Now	III类	放射科
13	移动式数字医用 X 射线摄影系统	Mobile Genius	III类	放射科

汉源县人民医院已许可12台III类射线装置、1台II类射线装置，根据调查：汉源县人民医院已委托四川中环康源卫生技术服务有限公司开展了辐射工作场所环境现状监测和质量控制检测（监测报告编号：CDZH(环)-2024-F0195），根据监测报告可知，汉源县人民医院射线装置曝光时辐射工作场所屏蔽体外剂量率为：0.15~0.20 μ Sv/h。综上，目前医院各辐射工作场所辐射控制水平符合国家标准的剂量率要求，机器符合仪器相关质控评价标准。且各射线装置设备性能良好。

（二）辐射工作人员培训情况

汉源县人民医院目前登记在册的辐射工作人员共有21名，目前医院从事操作II类射线装置的辐射工作人员共计7名，均已通过核技术利用辐射安全与防护培训考核。其余从事III类射线装置辐射工作人员共计14名辐射工作人员均已通过建设单位组织的自主考核，且考核结果均已存档。

（三）辐射工作人员个人剂量情况

汉源县人民医院目前登记在册的辐射工作人员共有21。根据最新的4个季度监测报告（报告编号：雅疾（辐)检字第【F2024.144】号（2024年第3季度）、雅疾（辐)检字第【F2024.230】号（2024年第4季度）、雅疾（辐)检字第【F2024.342】号（2025年第1季度）、雅疾（辐)检字第【F2025.054】号（2025年第2季度）可知，个人剂量季度监测最大值为0.16mSv，全年合计个人剂量监测结果最大值为1.06mSv，所有辐射工作人员单季度的个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值情况。部分人员非全年在岗或为新增人员，故无部分季度剂量监测。个人剂量统计结果见附件8。

建设单位已按照《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》（原环境保护部令18号）要求建立个

人剂量档案。由专人负责个人剂量检测管理工作。

（四）辐射工作人员体检情况

医院已委托中环康源体检中心对医院所有辐射工作人员均组织了职业健康体检并建档管理，目前所有的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。

（五）年度评估报告

经核查建设单位2025年1月15日提交的《2024年度四川省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》，原有核技术利用项目不存在辐射环境遗留问题，不存在辐射安全及辐射环境保护问题。同时，经建设单位证实，医院开展放射诊疗工作截至目前未发生过辐射安全事故。

（六）辐射管理规章制度执行情况

建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，成立了辐射安全领导小组，制定了辐射安全管理制度，且已在各辐射场所内张贴悬挂《辐射安全管理规定》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》，在院方辐射安全防护领导小组的领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度严格落实，定期组织对辐射工作场所和设备进行放射防护检测、监测和检查，制度执行情况较好。

（七）小结

综上所述，医院不存在原有辐射环境问题。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—

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	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
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

表4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管造影机 (DSA)	II类	1台	Azurion5M20	125	1000	介入治疗	导管室	新增
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	O ₃ 、NO _x	/	少量	少量	少量	不暂存	环境大气
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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，年排放总量为 kg。

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 01 月 01 日(修订)实施)；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订)；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日实施)；</p> <p>(4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》(国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行)；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年, 国家环境保护总局令 第 31 号, 2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 第 3 号修改, 2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 第 47 号修改, 2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改, 2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改)；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日国务院令 第 449 号发布, 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》(国务院令 第 709 号)对其进行了修改)；</p> <p>(7) 《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)；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)(生态环境部 第 16 号令)；</p> <p>(9) 《四川省辐射污染防治条例》(四川省第十二届人大常委会通过, 2016 年 6 月 1 日起实施)；</p> <p>(10) 《射线装置分类》, 中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会 2017 年公告 第 66 号, 自 2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年 第 57 号, 2020 年 1 月 1 日施行)；</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号)；</p> <p>(13) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年修订本), 中华人民共和国 2020 年主席令 第 43 号, 自 2020 年 9 月 1 日起施行；</p>
-------------	--

	<p>(14) 《国家危险废物名录》(2025年版), 生态环境部 2024 年 11 月 8 日通过, 自 2025 年 1 月 1 日起施行。</p>
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(6) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ 104-2017);</p> <p>(7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017);</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(9) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021);</p> <p>(10) 《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>(11) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T830-2024);</p>
其他	<p>(1) 《核技术利用监督检查技术程序》(2020 年发布版)(生态环境部(国家核安全局));</p> <p>(2) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025 年版)》(四川省环境保护厅, 川环函〔2025〕616 号), 自 2025 年 11 月 7 日发布;</p> <p>(3) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987);</p> <p>(4) 《委托书》;</p> <p>(5) 医院提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(6) 《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>(7) 《2024 年四川省生态环境状况公报》, 四川省生态环境厅;</p> <p>(8) 《辐射防护手册》(第三分册—辐射安全, 原子能出版社, 1987)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

一、评价范围

根据本项目的特点并参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”；确定本项目导管室实体屏蔽外 50m 范围为评价范围，详见附图 2。

二、保护目标

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其他医护人员、病患、陪同家属，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

导管室周围及内部					
位置	方位	距离辐射源最近距离(m)	规模	照射类型	剂量约束值(mSv/a)
换床	东侧	紧邻	共计17射工作人员	辐射工作人员	5.0
医生通道	东侧	紧邻			
通道	南侧	紧邻			
操作间	西侧	紧邻			
污物间	西侧	紧邻			
设备机房	西侧	紧邻			
换床	东侧	紧邻	10名/d	辐射工作人员/公众	5.0/0.10
通道	南侧	紧邻	10名/d		
诊断室	导管室楼上（机头正上方）	紧邻	8名/d	公众	0.10
车位	导管室楼下（机头正下方）	紧邻	2名/d		
项目所在的业务中心楼内部及周围					
保护目标	位置	距离屏蔽体最近距离(m)	规模	照射类型	剂量约束值(mSv/a)
其他医护人员、病患、陪同家属及公众	业务中心楼	项目所在楼	约500人	公众	0.10
	东侧绿化	41	流动人员		
	东侧汉源县人民公园	45	流动人员		
	南侧院区绿化、道路	9	流动人员		
	南侧综合楼	19	约500人		
	西侧院区绿化、道路、	18	流动人员		

	停车位等				
	西侧第一住院楼	43	约500人		
	北侧入口广场	9.5	约500人		

三、评价标准

本项目应执行的环境保护标准如下：

（一）环境质量标准

1、大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级标准，《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值；

2、地表水：地表水环境质量执行国家《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中III类水域标准；

3、声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（二）污染物排放标准

1、废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）及其修改单；《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 3“污水处理站周边大气污染物最高允许浓度”规定。

2、噪声：①施工期：《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类功能区标准；

3、废水：《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中“表 2”预处理标准要求；

4、固废：危险固废执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中的相关规定；医疗废物执行《医疗卫生机构医疗废物管理办法》（卫生部令第 36 号）规定的标准。

（三）剂量约束值

电离辐射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 B1.1.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv。四肢（手和足）

或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。结合开展诊疗项目后预计收治病人量，从而确定汉源县人民医院职业人员年有效剂量按上述标准中规定的约束限值的 1/4 执行：职业人员年有效剂量不超过 **5mSv**；四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值为 **125mSv**；眼晶体的年当量剂量约束值为 **37.5mSv**。

公众照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 B1.2.1 条的规定，实践使汉源县人民医院周围的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。公众年有效剂量约束限值按照上述标准的 1/10 执行，即不超过 **0.1mSv**。

（四）工作场所周围剂量率

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，在距离本项目导管室屏蔽体外表面30cm处、周围保护目标辐射剂量率应不大于2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

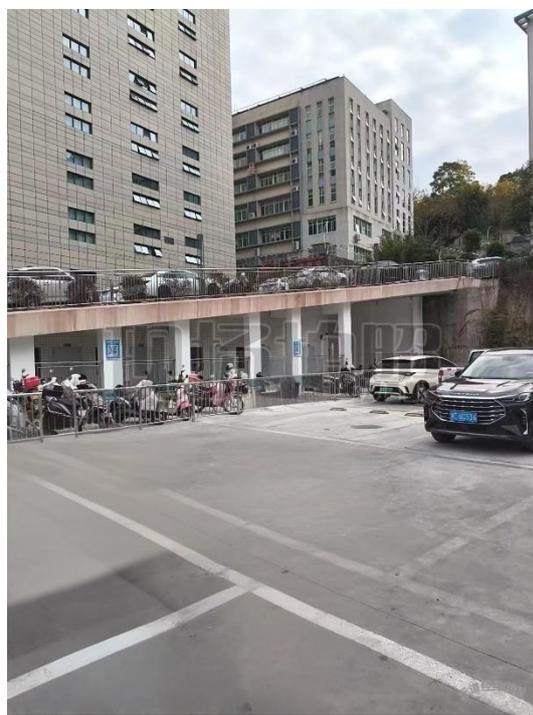
一、项目地理和场所位置

汉源县人民医院位于四川省雅安市汉源县新县城富林大道二段 128 号，西侧紧邻碧园小区，北侧隔富林大道为德馨小区，西北侧隔富林大道为富林镇第一小学，东侧紧邻汉源县人民公园，南侧隔江汉大道为汉源二中。

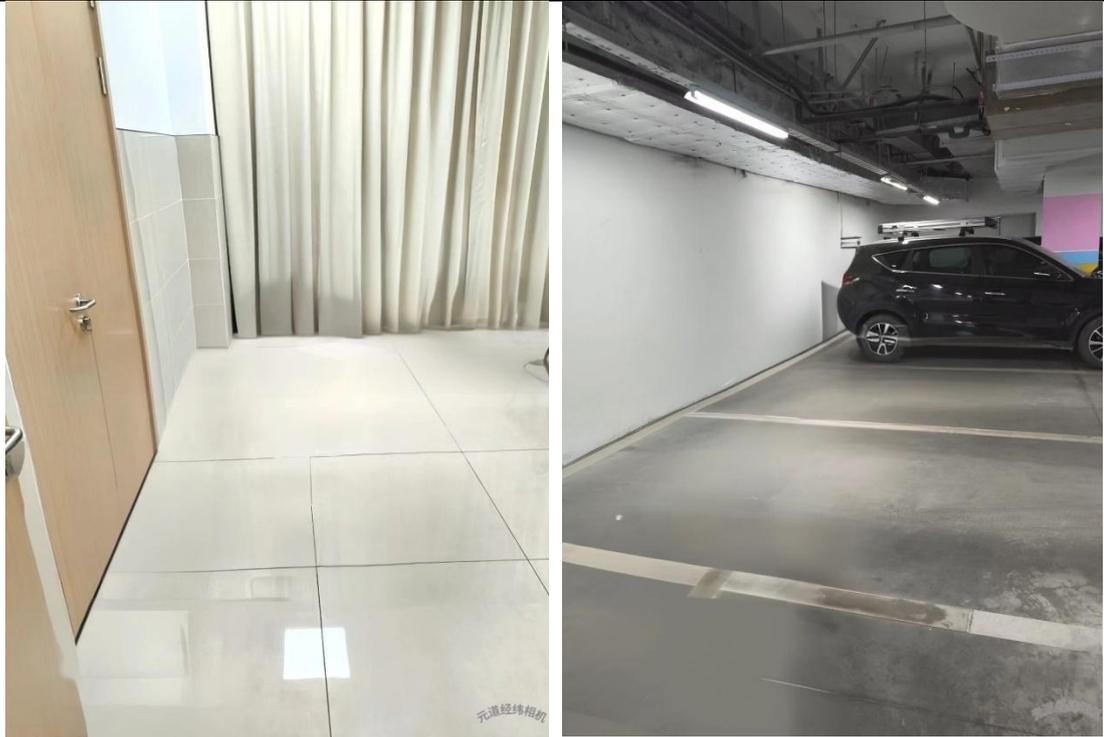
本项目导管室拟设置于中心业务楼负一层，本项目导管室东侧为医生通道、换床间；南侧为通道；西侧为设备机房、污物暂存间、操作间；北侧为病患通道；楼上为诊断室、采样间、准备间、普通发热等候区，楼下为车位、后勤走道本项目现状见图 8-1。



导管室拟建址



导管室拟建址西侧停车场



导管室拟建址顶部

导管室拟建址楼下停车位

图 8-1 现场照片

二、本项目主要环境影响

本项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 DSA 在曝光过程中产生的 X 射线。

三、本项目所在地 X-γ 辐射空气吸收剂量现状监测

本项目为使用 II 类射线装置，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域的辐射环境现状进行了评价。

为掌握项目所在地辐射水平，本次由四川中环康源卫生技术服务有限公司对本项目所在位置及周围的辐射环境进行了监测。监测报告见附件 9，监测结果见表 8-2。

四、布点原则及监测点位

布点原则：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的方法布设监测点，根据本次导管室拟建址内部及其周围环境现状，监测点位的选取覆盖本项目拟建区域及各自周围 50m 公众人员区域。

监测点位：在导管室拟建址内部、四周、楼上及楼下布置监测点位，共计 15 个监测点位；在中心业务楼内外保护目标布置监测点位，共计 7 个监测点位。

监测内容：X-γ 辐射剂量率

监测频次：每点 10 次。

检测布点方案表

序号	检测点位	检测因子	监测频次
1.	拟建DSA机房内（负一楼）	X-γ 周围剂量当量率	每点 10 次
2.	拟建DSA机房东侧换床（负一楼）		
3.	拟建DSA机房东侧通道（负一楼）		
4.	拟建DSA机房南侧通道（负一楼）		
5.	拟建DSA机房西侧操作间（负一楼）		
6.	拟建DSA机房西侧污物间（负一楼）		
7.	拟建DSA机房西侧设备间（负一楼）		
8.	拟建DSA机房北侧通道（负一楼）		
9.	拟建DSA机房正上方诊断室、采样、准备间、普通发热等候区（一楼）		
10.	拟建DSA机房正上方西北侧候诊区（一楼）		
11.	拟建DSA机房正上方西南侧实验室（一楼）		
12.	拟建DSA机房正上方南侧隔离抢救室（一楼）		
13.	拟建DSA机房正上方东侧诊断室（一楼）		
14.	拟建DSA机房正上方北侧普通发热观察区（一楼）		
15.	拟建DSA机房正下方车位（负二楼）		
16.	中心业务楼北侧道路		
17.	中心业务楼西侧道路		
18.	中心业务楼西侧空地		
19.	中心业务楼西东侧空地		
20.	中心业务楼南侧道路		
21.	中心业务楼南侧综合楼外		
22.	中心业务楼西南侧第一住院楼外		

四、监测时间

监测日期：2026 年 1 月 8 日。

五、监测外环境条件

环境温度：温度：10℃；气压：89.7kPa；空气湿度：40%RH；天气状况：晴。

六、监测方法及监测仪器

监测方法及监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
X-γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）	仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：YQ19032 测量范围：（1~10000）×10 ⁻⁸ Gy/h 能量响应范围：0.025MeV~3MeV 修正因子：0.93 校准证书编号：校准字第 202410101592 号 校准单位：中国测试技术研究院 校准日期：2025 年 10 月 15 日 有效日期：2026 年 10 月 14 日

七、监测质量保证

本次监测单位为四川中环康源卫生技术服务有限公司，具有四川省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

①根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和项目实际情况制定监测方案及实施细则；

②严格按照监测单位《质保手册》《作业指导书》开展现场工作；

③监测仪器每年经过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；

④监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑤根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），布设监测点位置和高度，兼顾监测技术规定和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

⑥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；

⑦建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧检测报告严格实行三级审核制度，经过审核，最后由技术负责人审定、签发。

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。本项目在导管室拟建址四周、正上方、正下方处及院区内外保护目标处布设了监测点位，以

了解项目区域 X- γ 辐射剂量率背景。监测点位见图 8-2、8-3、8-4、8-5。

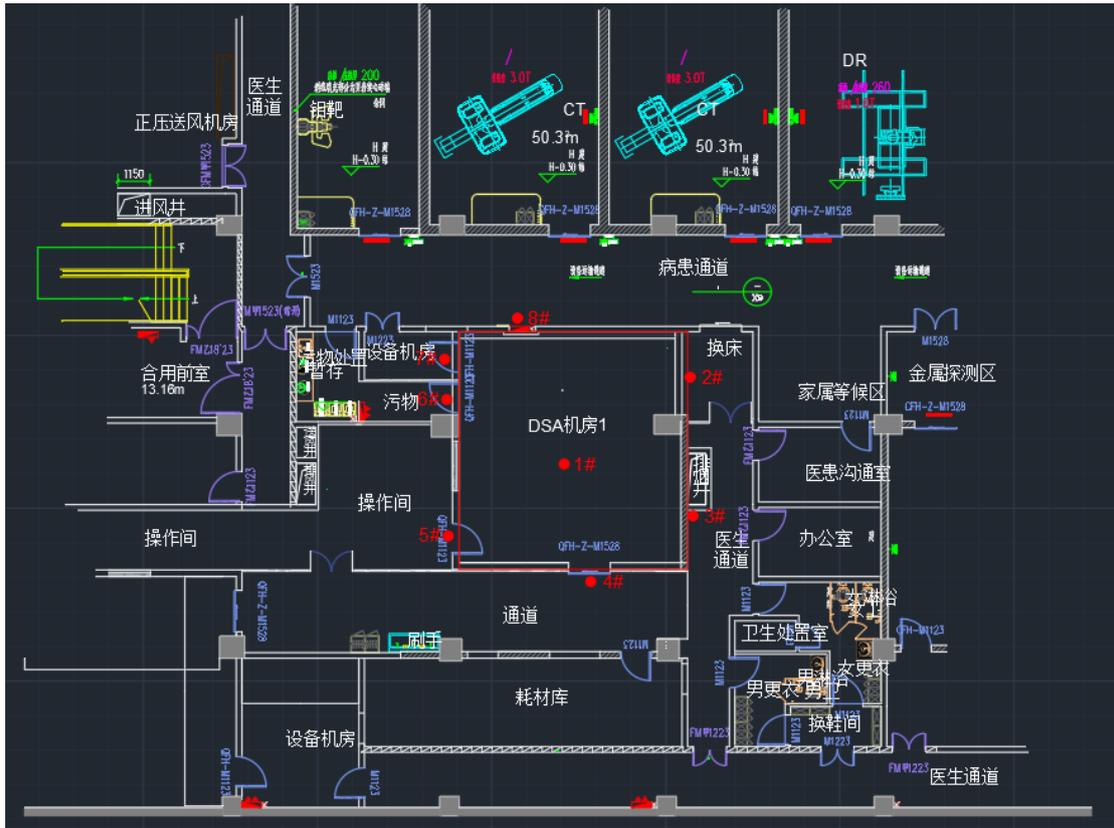


图8-2 本项目导管室拟建址周围保护目标辐射环境监测点位

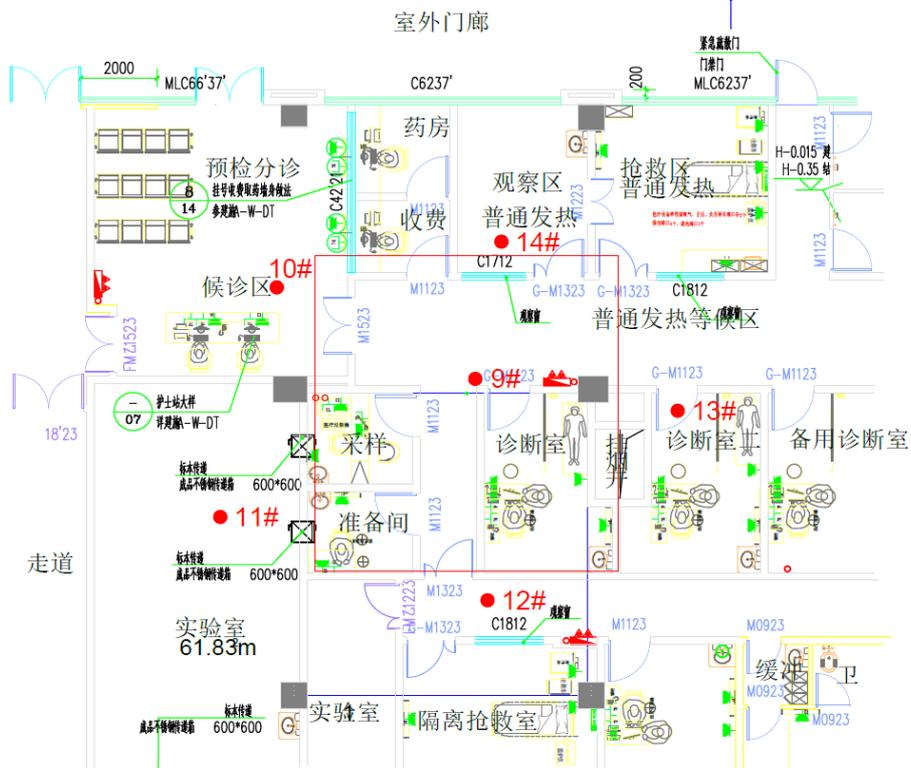


图8-3 本项目拟建址上方保护目标辐射环境监测点位

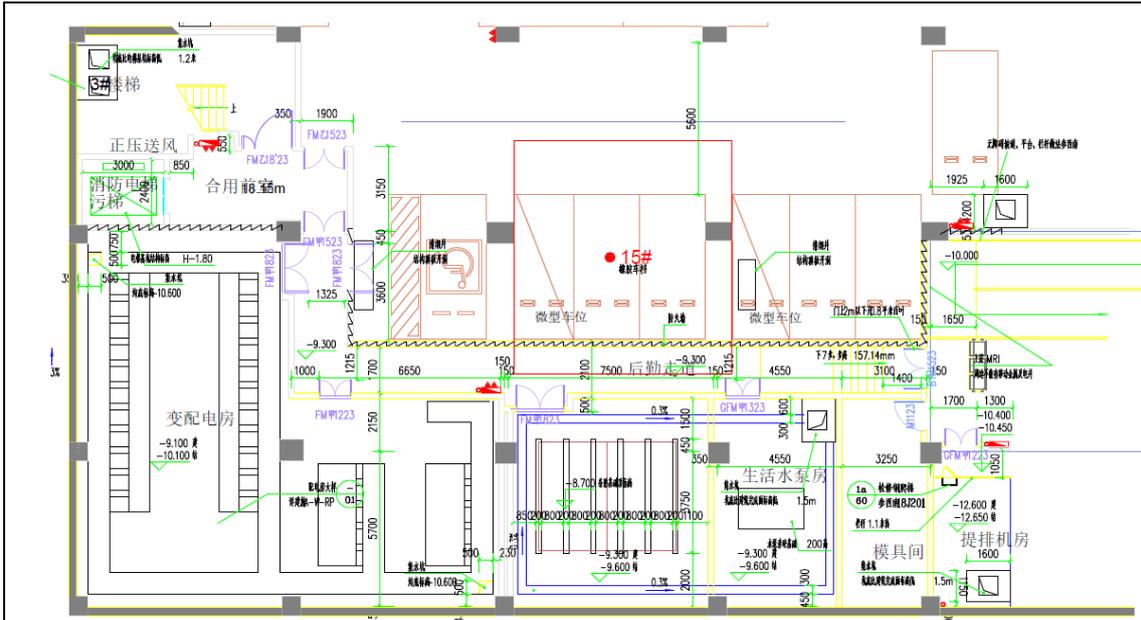


图 8-4 本项目拟建址下方保护目标辐射环境监测点位

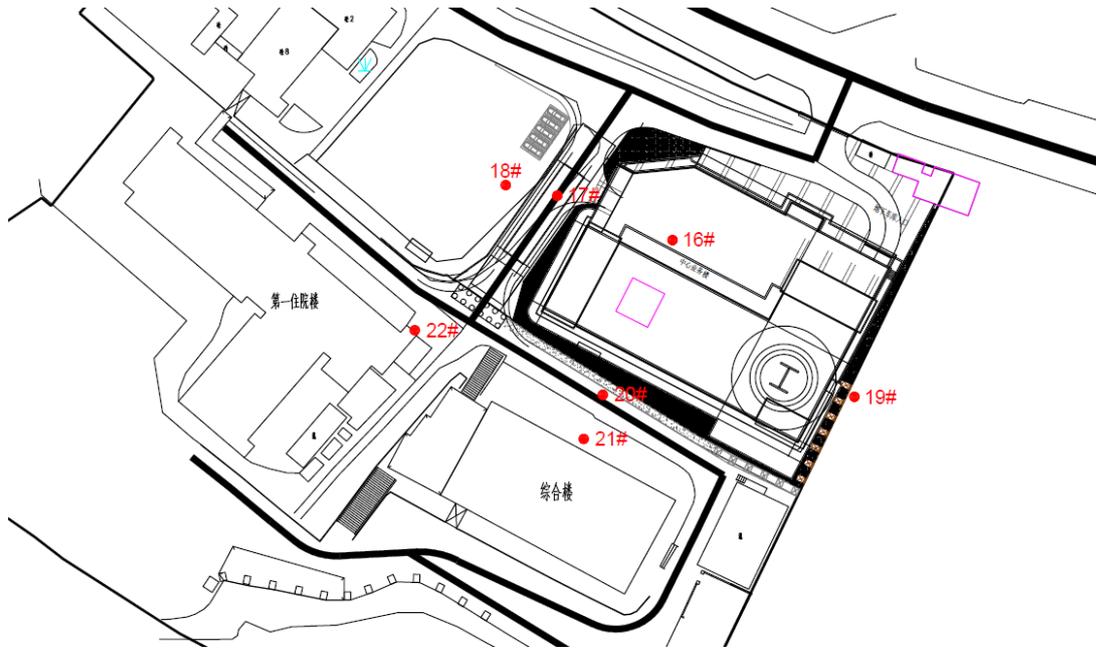


图 8-5 本项目 50m 范围内其他保护目标辐射环境监测点位

本项目的监测结果列于表 8-3。

导管室内及周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置	X-γ 辐射剂量率 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1.	拟建 DSA 机房内 (负一楼)	126.5	0.2	室内
2.	拟建 DSA 机房东侧换床 (负一楼)	124.5	0.2	室内
3.	拟建 DSA 机房东侧通道 (负一楼)	133.1	0.3	室内
4.	拟建 DSA 机房南侧通道 (负一楼)	129.1	0.4	室内

5.	拟建 DSA 机房西侧操作间（负一楼）	130.5	0.3	室内
6.	拟建 DSA 机房西侧污物间（负一楼）	126.8	0.2	室内
7.	拟建 DSA 机房西侧设备间（负一楼）	125.9	0.3	室内
8.	拟建 DSA 机房北侧通道（负一楼）	133.3	0.4	室内
9.	拟建 DSA 机房正上方诊断室、采样、准备间、普通发热等候区（一楼）	143.2	0.3	室内
10.	拟建 DSA 机房正上方西北侧候诊区（一楼）	138.4	0.4	室内
11.	拟建 DSA 机房正上方西南侧实验室（一楼）	138.3	0.4	室内
12.	拟建 DSA 机房正上方南侧隔离抢救室（一楼）	131.3	0.3	室内
13.	拟建 DSA 机房正上方东侧诊断室（一楼）	133.5	0.3	室内
14.	拟建 DSA 机房正上方北侧普通发热观察区（一楼）	139.5	0.4	室内
15.	拟建 DSA 机房正下方车位（负二楼）	129.1	0.4	室内
16.	中心业务楼北侧道路	122.3	0.2	道路
17.	中心业务楼西侧道路	119.7	0.2	道路
18.	中心业务楼西侧空地	118.3	0.2	原野
19.	中心业务楼西东侧空地	123.8	0.2	原野
20.	中心业务楼南侧道路	117.6	0.3	道路
21.	中心业务楼南侧综合楼外	108.3	0.1	道路
22.	中心业务楼西南侧第一住院楼外	97.5	0.1	道路

注：以上监测数据未扣除仪器宇宙射线响应值。

根据表 8-3：由监测报告得知，本项目所在区域的原野 X- γ 辐射背景值为 118.3 nGy/h ~123.8 nGy/h。与四川省生态环境厅发布的《2024 年四川省生态环境状况公报》中雅安市电离辐射水平（70~100nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

九、小结

本项目监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；监测方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

表 9 项目工程分析与源项

<p>工程设备和工艺分析</p> <p>一、施工期污染源项分析</p> <p>(一) 施工期间的环境影响分析</p> <p>通过现场勘查核实可知，中心业务楼主体框架及房间隔断工程已完成，主体建筑工程在已获得批复的院区环评中已进行分析，导管室主体框架随中心业务楼主体框架建设完成，本项目施工期仅包括导管室通排风系统及电缆沟、防护工程、防护门及观察窗安装、表面装修、机器安装和调试。</p> <p>施工期工艺分析</p> <p>四周墙体：四周墙体为 240mm 实心砖，在此基础上涂抹 30mm 硫酸钡水泥涂层（密度：2.88g/cm³）进一步增强屏蔽效果，最后进行表面装修。</p> <p>楼顶：楼顶楼板为 120mm 混凝土，在此基础上在楼板下方铺设两层硫酸钡板，2 层硫酸钡板规格均为 1200mm×2400mm×15mm），进一步增强屏蔽效果，最后进行表面装修。</p> <p>地面：地面为 500mm 混凝土。</p> <p>门窗：建设单位在实心砖墙建设阶段预留 4 个门洞、1 窗洞，并利用门洞和窗洞增设 4 扇防护门和 1 扇观察窗。1 扇患者出入防护门（电动推拉门，规格：门洞宽 1500mm×高 2100mm，安制宽 1800mm×高 2250mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇医务人员出入防护门（平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇污物通道防护门（手动平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇设备机房出入门（平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm 铅板）。设置 1 扇观察窗（观察窗洞宽 1600mm×高 1000mm，使用铅玻璃框尺寸为宽 1580mm×高 980mmmm，安装宽 1500mm×高 900mm×15mm 厚铅玻璃，约 3mm 铅当量）。</p> <p>为防止辐射泄漏，平开防护门门扇底部采用防护铅胶条处理，密封地面缝隙，导管室大移门与墙的重叠宽度应至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍。</p> <p>通排风系统穿墙及电缆沟：电缆线穿孔位置采用 U 型穿孔，并在穿墙口外表面加盖 3mm 铅板，避免漏射产生。导管室采用排风系统+空调进行通排风，</p>

为防止射线泄漏，穿墙管道穿墙前管道设计为“L”字型，并在穿墙前后 1m 范围内采用 3mm 铅当量的铅板“L”字型包裹，因此通过该屏蔽补偿后，导管室的屏蔽结构不会被破坏。本项目电缆沟、通排风管道防护设计大样图见附图 12。

建设期间的环境影响分析：本项目施工期仅包括导管室通排风系统及电缆沟、防护工程、防护门及观察窗安装、表面装修、机器安装和调试，主要污染源为室内防护工程、装修期间的噪声、扬尘、建筑垃圾及废水，对周边环境影响较小。本项目施工过程中应注意：装修产生的建筑垃圾不得露天堆放，要及时清运。装修产生的扬尘要及时洒水降尘，降低施工期对周边环境的影响。此外，虽然装修是在室内进行，但严禁夜间施工，避免对周边环境的影响。

（二）设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时建设单位须加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在导管室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。施工期和安装调试期环境影响示意图见图 9-1。

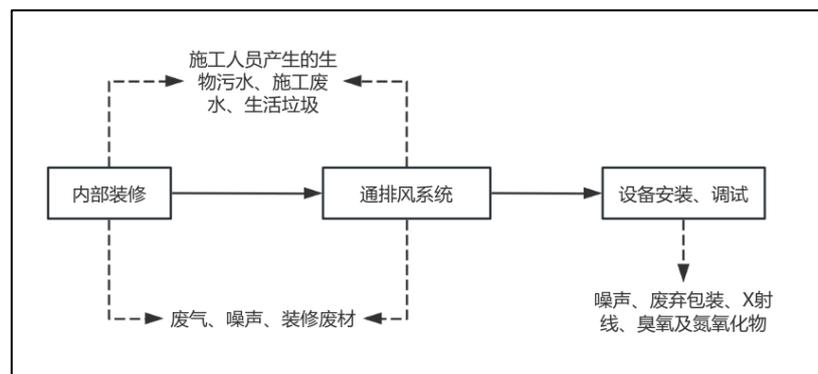


图9-1 本项目施工期环境影响示意图

二、营运期污染源项分析

（一）设备组成

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置（包括 X 射线球管及其附件、高压发生器、X 射线控制器等）和图像检测系统（包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等）组成。

（二）工作原理

X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。本项目主要污染因子为：高速电子轰击靶体产生 X 射线。

X 射线装置原理见图 9-2。

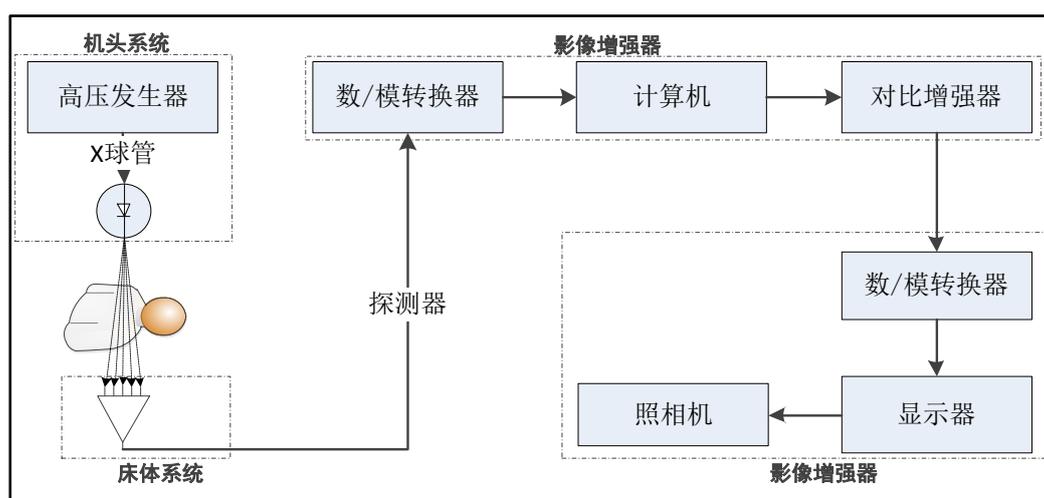


图9-2 X 射线装置基本原理图

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，形成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。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；通过减影处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

（三）结构

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂。成像系统按功能和结构划分，主要由五部分构成：X 线发生系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统。

（1）X 线发射装置主要包括 X 线球管、高压发生器和 X 线遮光器。

介入治疗需要连续发射 X 射线，要求有较高的球管热容量和散射率，因此 C 型臂必须具有阳极热容量在 1MHU 以上、具有大小焦点的 X 线球管。此外，还需具有一个能产生高千伏、短脉冲和恒定输出的高压发生器、X 线遮光器用来限制 X 线照射视野，避免患者接受不必要的辐射。

(2) 影像检测和显示系统，用于将 X 线信息影像转换成可见影像。

平板探测器分为间接转换平板探测器和直接转换平板探测器。间接转换平板探测器由碘化铯等闪烁体晶体涂层与非晶硅薄膜晶体管 TFT 构成。间接转换平板探测器的工作过程一般分为两步：闪烁晶体涂层将 X 射线的能量转换为可见光，其次非晶硅 TFT 将可见光转换为电信号。直接转换平板探测器主要由非晶硒 TFT 构成：入射的 X 射线是硒层产生电子空穴对，在外加偏压电场作用下，电子和空穴向相反的方向移动形成电流，电流在薄膜晶体管中形成电信号。现代大型 DSA 设备普遍使用平板探测器，其转换环节少，减少了噪声，使 X 线光子信号的损失降到了最低限度，大大提高了光电转换效率。不但保证了优质的图像质量，而且降低了射线剂量。

(3) 影像处理和系统控制。

影像被数字化后，则需进行各种算术逻辑运算，并对减影的图像进行各种后处理。计算机系统是 C 型臂的关键部件，具有快速处理能力，主要对数字影像进行对数变换处理、时间滤波处理和对比度增强处理。系统控制部分具有多种接口，用于协调 X 线机、机架、计算机处理器和外设联动等。

(4) 机架系统和导管床机架有悬吊式和落地式两种，各有利弊，可根据工作特点和导管室情况选择。导管检查床具有手术床和透视诊断床两种功能，多采用高强度、低衰减系统的碳素纤维床面，减少对 X 线的吸收。

(5) 影像存储和传输系统 (PACS)，采用在线存储和近线存储两种存储方式，充分利用网络技术实现影像资料的共享，方便随时调阅，更加高效地交流和管理 C 型臂影像信息。

(四) 操作流程

本项目介入诊疗流程如下所示：

(1) 病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时

间。

(2) 向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。

(3) 设置参数，病人进入导管室、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入导管室并进行摆位。

(4) 根据不同的治疗方案，医师及护师密切配合，完成介入手术或检查；
产污：X射线、臭氧、氮氧化物。

(5) 治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回交病房病历保管。

产污：手术过程中的耗材将转化为医疗废物。

本项目 DSA 工作流程及产污环节如图 9-3：

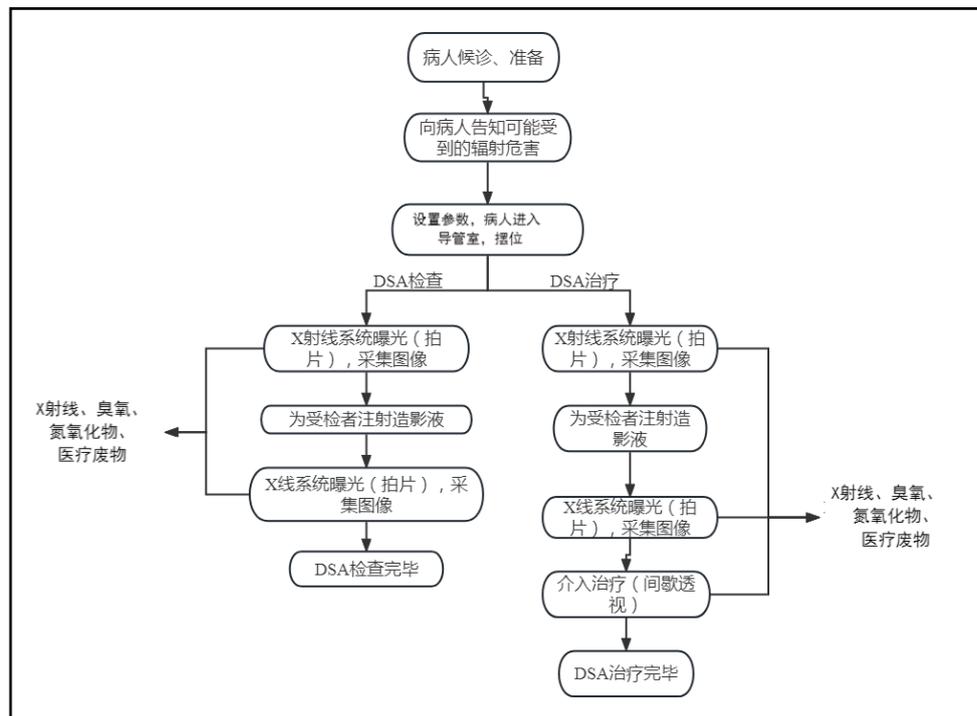


图9-3 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

其中 DSA 具体操作流程为：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，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目标部位，进行

介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员必须在床旁并在 X 线导视下进行。

DSA 在进行曝光时分两种情况：

第一种情况（拍片）：技师采取隔室操作的方式（即技师在操作间内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察导管室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况（透视）：医生需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医师位于铅吊屏或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在导管室内对病人进行直接的手术操作。

（四）人流、物流路径

人流：

医护人员：

每日手术开始前，医护人员由中心业务楼东侧电梯进入走道（非限制区），随后经医生通道、换鞋、卫浴更衣室，经通道进入操作间内，技师前往操作台进行手术前设备的准备，医生、护师由操作间进入刷手间后返回操作间，从操作间进入导管室。每场手术结束后，医护人员原路返回。

患者：

患者根据其手术预约时间由中心业务楼东侧电梯进入病患通道，随后进入医患沟通室、换床，最后经通道进入导管室。每场手术结束后，患者由护工推回病房休息。

物流：

每场手术结束后，医疗废物由医护人员从导管室运往污物暂存间，并委托有资质单位定期进行处置。

本项目人流、物流路径合理，路径图附图 9。

污染源项描述

一、施工期污染源分析

（一）废水

施工期废水主要为施工产生的生产废水及施工人员生活污水。

（二）废气

施工期的废气主要产生在装修过程中,在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气。

(三) 噪声

施工期的噪声主要来源于施工现场的各类机械设备噪声。

(四) 固体废物

施工期产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装饰材料等建筑垃圾。

(五) 扬尘

施工产生的扬尘主要来自土建运输车辆装卸材料和行驶时产生的扬尘;建筑材料的现场搬运及堆放扬尘;施工垃圾的清理及堆放扬尘;人来车往造成的现场道路扬尘。

二、运营期污染源分析

(一) 电离辐射

由 DSA 工作原理可知,DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此, DSA 在开机期间, X 射线是项目主要污染物。利用 X 射线束对病人进行诊断和手术的同时,射线装置产生的主射线、泄漏射线及散射射线也可能会穿透导管室的屏蔽墙、观察窗、防护门等对导管室外的职业人员产生辐射影响。一次拍片需要的时间很短,因此拍片的辐射影响较小;而介入手术则需要长时间的透视,对辐射工作人员有一定的附加辐射剂量。

介入放射学主要辐射危害因素可分为两个类别初级辐射和次级辐射。次级辐射为两项:散射辐射和泄漏辐射。初级辐射是从X射线管遮光器出射的,是在与受检者、床和影像接收器作用前的辐射,受检者及影像接收器对初级辐射有很大衰减。典型的入射到受检者体表剂量到mGy数量级,到达影像接收器的剂量为 μ Gy数量级。同时,根据IAEA官网在“Radiation protection of medical staff in interventional fluoroscopy”(介入荧光透视领域医护人员的辐射防护)环节的介绍,入射到病人的射线只有1%~5%会穿出人体。散射辐射取决于受检者受照范围、初级辐射能量和受照角度。电子作用于靶向各方向发射X射线,泄漏辐射是从含有铅屏蔽防护的管套透射出的射线。

本项目DSA以表9-1中最大值作为本项目评价工况。

表9-1 本项目DSA评价工况一览表

评估工况					
模式	透视	管电压	90kV		15mA
	拍片		100kV		500mA

本项目 DSA 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“5.1 一般要求 c)除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过应不小于 2.5mmAl”可知，设计要求 X 射线管/准直器的最低固有过滤当量是 2.5mmAl。为进行保守预计，本项目按照过滤材料为 2.5mmAl 进行计量估算。结 ICRP33 号报告 P32 图 2 从而可知 DSA 距离机头 1m 处空气比释动能率，见表 9-2。

根据《医用电气设备 第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断X射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）中“X射线管组件和X射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称X射线管电压运行时，距焦点1m处，1小时内任一100cm²区域（主要线性尺寸不大于20cm）的空气比释动能不应超过1.0mGy。专用标准可对不同X射线设备的泄漏辐射规定不同的限值”。因此综合考虑，本项目射线装置在1m处泄漏射线的空气比释动能率保守取1.00E+03μGy/h。

表9-2 本项目DSA辐射源强

射线装置	主射线、散射线			泄漏射线
	距靶1m处的发射率 (mGy/mA·min)	评价电流 (mA)	空气比释动能 率(μGy/h)	空气比释动能 率(μGy/h)
数字减影血管造影机 (DSA)	6.9	透视	15	6.21E+06
	7.55	拍片	500	2.27E+08

（二）废水

本项目不产生放射性废水，但运营期辐射工作人员及患者会产生少量生活污水及医疗废水。

（三）废气

本项目不产生放射性废气，但 DSA 设备开机出束过程中，导管室内的空气在电离辐射作用下产生臭氧及氮氧化物等有害气体。

（四）废物

本项目 DSA 不产生放射性固废，DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。但手术过程中将产生一定量的医疗废物，工作人员将产生一定

量的生活垃圾。

医疗废物：手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 2000kg/a（约 5.5kg/d）。

生活垃圾：工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，按每名工作人员每天产生 0.42kg 计，17 名辐射工作人员年产量约为 2606kg/a（约 7.14kg/d）。

（五）噪声

本项目产噪设备主要为排风系统、新风空调系统，建设单位拟采用静音风机，噪声源强不大于 65dB（A）且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围环境噪声的贡献很小，对项目所在区域声环境影响很小。

表 10 辐射安全与防护

<p>项目安全措施</p> <p>一、工作场所布置及布局合理性分析</p> <p>(一) 工作场所布置</p> <p>本项目导管室净空面积为：62.93m²（净空尺寸长 7.76m×宽 8.11m×高 4.20m）。本项目导管室东侧为医生通道、换床间；南侧为通道；西侧为设备机房、污物暂存间、操作间；北侧为病患通道；楼上为诊断室、采样间、准备间、普通发热等候区，楼下为车位、后勤走道。</p> <p>(二) 平面布置合理性分析</p> <p>本项目为介入治疗区设置了设备机房、污物间、换床间、医患沟通室、办公室、女卫浴更衣室、卫生处置室、男卫浴更衣室、换鞋间、耗材库、家属等候区等配套用房，基本考虑了医生和病人的需求；病患通道、医护人员通道、污物走道均分开布置，不存在交叉影响的情况。因此本项目平面布置是合理的。</p> <p>二、工作区域管理</p> <p>(一) 两区划分</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作场所的分区原则：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区；将未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。</p> <p>本项目导管室为本项目介入治疗区的控制区，出束时 X 射线管球管发射的射线被导管室屏蔽体屏蔽，导管室属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的控制区；而设备机房、污物间、换床间均有辐射工作人员停留的可能性，均属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的监督区。为起警示作用，在污物间门外以门宽×1m、病设备机房门外以门宽×1m、及导管室门外以门宽×1m 范围在地上划出警戒范围作为监督区。</p> <p>本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。具体控制区和监督区划分表和示意图见表 10-1、图 10-1。</p>

表 10-1 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
介入治疗区	导管室	操作间、刷手间、患者通道、设备间、病人准备间、污物暂存间、污洗打包间、污洗打包间门外 0.90m×1m、病人准备间门外 1.50m×1m	控制区内禁止外来人员进入,职业工作人员在进行日常工作时尽量减少在控制区内居留时间,且介入手术医护人员必须穿戴防护用品进行手术,以减少不必要的照射。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

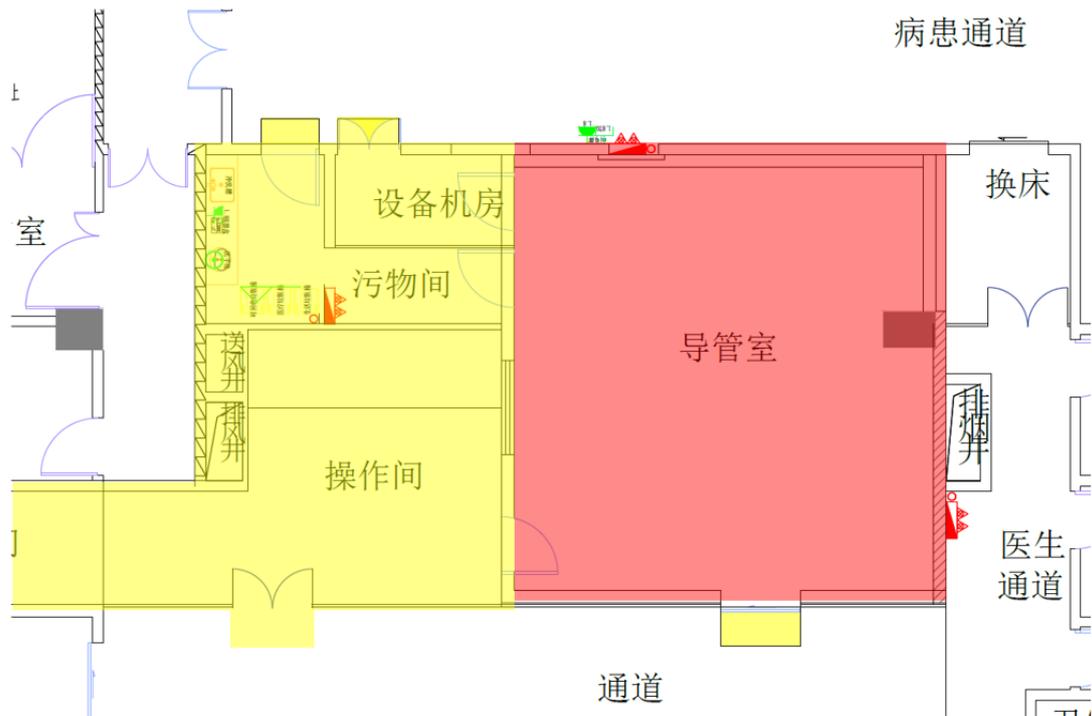


图 10-1 本项目控制区监督区示意图

(二) 控制区防护手段与安全措施

①在导管室操作间防护门外、导管室污洗打包间防护门、导管室患者走道防护门外、设备机房门外及其他醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 F 要求,如图 10-2 所示。



图 10-2 电离辐射警告标志图

- ②制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；
- ③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制人员进、出控制区；
- ④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或该区的边界。

（3）监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区的边界，并在醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志；
- ②在监督区的入口处的门口设立标明监督区的标牌；
- ③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。

三、辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

（一）设备固有安全性

本项目 DSA 拟购买正规厂家，满足国家质检要求，仪器本身采取了多种安全防护措施：

- ①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时所选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，利用此方法可以明显缩短总透视时间，以减少不必要的照射。

⑤表征剂量的指示装置：能在线监测表征输出剂量的指示装置，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘(0.5mmPb)、铅屏风等辅助防护用品与设施，则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正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和床体上均设置有“急停按钮”按钮，一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

（二）屏蔽设计

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表3，导管室屏蔽防护铅当量厚度应满足标称电压下等效铅当量要求。

本项目导管室设计的屏蔽参数见表 1-1。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1、C.2 以及附录表 C.2、C.3 可知。

辐射透射因子 B：

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

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（mm）；

α ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

铅当量厚度 X

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

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度（mm）；

α ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

虽然根据机器特性，针对 DSA 主要考虑散射线和泄漏射线影响，但保守估计，在折合铅当量时，仍按照主射线管电压（125kV）进行铅当量折算。

表 10-2 铅、混凝土对最大管电压的 X 射线（主束）辐射衰减拟合参数
管电压 125kV

材料	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ (mm ⁻¹)
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974

本项目浇筑的标准混凝土（C20 以上）密度为 2.35g/cm³，使用的 240mm 实心砖密度为（1.80g/cm³）根据密度折合为 183mm 混凝土。根据公式 1、2 将混凝土材料折算成对应管电压下等效屏蔽铅当量。

本项目硫酸钡水泥涂层密度均为 2.88/cm³，硫酸钡板成品密度为 3.2g/cm³，使用的 30mm 硫酸钡板根据密度折合为 30mm 钡水泥，使用的 30mm 硫酸钡水泥涂层根据密度折合为 27mm 钡水泥。根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P62 表 3.3 不同屏蔽材料在不同管电压的 X 射线下对应的铅当量数据，由于表格中无 125kV 管电压下的钡水泥对应铅当量的相关数据，因此取得不同厚度的钡水泥在 100kV、150kV 下的对应铅当量，再插值得到 125kV 下的钡水泥对应铅当量。

结果见表 10-3。

表 10-3 本项目导管室屏蔽、尺寸参数及防护措施铅当量合规评价

屏蔽方位	设计屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果	屏蔽要求	评价
四周墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层	2.37mm+2.55mm=4.92mm 铅当量	介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。	满足
楼顶	120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡板	1.44mm+2.85mm=4.29mm 铅当量		满足
地面	500mm 混凝土	7.34mm 铅当量		满足

观察窗（1扇）	15mm 厚铅玻璃	3mm 铅当量		满足
防护门（4扇）	3mm 铅板	3mm 铅当量		满足
导管室尺寸	导管室有效使用面积：62.93m ² （最小单边长度7.76m）		机房内最小有效使用面积为 20m ² ，机房内最小单边长度为 3.5m	满足

本次评价采用的《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）给出的不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。对于 X 射线设备机房，要求有用束和非有用束方向均为 2mm 铅当量；要求机房内最小有效使用面积为 20m²，机房内最小单边长度为 3.5m。本项目导管室的屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度的要求。

（三）辐射安全防护措施

①**电离辐射警告标志及设施**：在所有导管室防护门朝向室外的一面均拟张贴电离辐射警告标志，拟在监督区入口地面张贴警戒线及标牌。

②**门灯联锁（含工作状态指示灯）**：导管室所有防护门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯能与防护门有效关联。

③**急停按钮**：本项目 DSA 自带 2 个急停按钮，分别位于 DSA 床旁及操作台上，在机器故障时可按下避免意外照射。射线装置启动软件自带安全登录系统，只能通过账户密码安全身份登录才能开启设备。

④**闭门装置**：导管室平开门（即导管室操作间防护门、导管室污洗打包间防护门、设备机房防护门）均拟安装自动闭门装置，对于推拉式防护门，在导管室制度中的操作规程章节强调曝光时应关闭防护门。

⑤**防夹措施及开门按钮**：导管室电动推拉门（即导管室患者走道防护门）拟设置防夹装置。导管室内侧靠近患者走道防护门位置拟设置开门按钮，如有事故发生时，能够按下按钮从内部离开导管室。

⑥**对讲装置**：导管室、操作间内拟设置对讲装置，便于导管室内的人员与操作间内技师沟通与交流。

⑦**灭火器材**：根据《核技术利用监督检查技术程序》（生态环境部（国家核安全局））《核技术利用辐射安全和防护监督监测大纲》（生态环境部（国家核安全局））要求，拟为导管室配备灭火器材。

⑧放射防护注意事项告知栏、制度上墙：根据四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》的通知（川环函〔2025〕616号）的要求，建设单位拟在操作间内将《辐射事故应急响应程序》悬挂于辐射工作场所。拟将《放射防护注意事项告知栏》悬挂于病人准备间内。

建设单位应定期检查并维护工作状态指示灯、急停按钮、闭门装置、防止夹装置、对讲装置等，以确保各项辐射安全防护措施在射线装置使用过程中能正常运行。

（2）人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

①辐射工作人员

距离防护

导管室应严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在导管室控制区入口处张贴电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。根据医院的实际情况，医院的 DSA 主要用于介入手术、血管造影等。

屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过操作间与导管室之间的墙体、铅防护门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。**防护用品：**根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求，应为介入放射学操作辐射工作人员、患者和受检者配备个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜；应为辐射工作人员配备辐射防护设施，包括铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏；应为患者配备辐射防护用品；应建立相关的操作规程、安全使用制度、人员培训制度和放射事故应急制度。

由于每场手术导管室内至多进入 3 名辐射工作人员（1 名主刀医师，1 名助

手医师，1名护师），为保证导管室内手术顺利开展，拟为导管室多配备一套医护人员防护用品留作备用，因此医院拟为导管室配备4套医护人员防护用品。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的要求，医院拟配备的防护用品当量如下：0.5mm铅当量铅橡胶围裙、0.5mm铅当量铅橡胶颈套、0.5mm铅当量铅防护眼镜、0.025mm铅当量介入防护手套，共计配备4套医护人员防护用品。

个人剂量监测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩戴。辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，手术医师佩戴1套个人剂量计（颈部剂量计1个、腰部剂量计1个，建议腕部增设1个）；操作间内技师要求佩戴1套个人剂量计（胸部剂量计），并定期送检。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

②受检者或患者的安全防护

每次手术过程中，手术室内将进入1名患者，因此医院拟为导管室配备1套患者防护用品，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的要求，医院拟配备的防护用品当量如下：0.5mm铅当量铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、0.5mm铅当量铅橡胶颈套，共计配备1套患者防护用品，诊疗过程中，对患者非照射部位进行遮挡。

医院后期若对儿童进行介入手术，应为儿童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。患者防护用品将用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

③导管室周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在导管室防护门外张贴电离辐射警告标志，设置工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，在监督区防护门外设置监督区标志，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

（四）辐射工作场辐射安全防护设施

根据《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)和四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》的通知(川环函〔2025〕616号)对II类医用射线装置的要求,本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析,具体情况见表10-4:

表 10-4 医院辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加措施
场所设施	工作状态显示及声光警示	/	导管室所有防护门上方设置工作状态指示灯,灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句,与防护门连锁
+	门灯连锁	/	防护门与工作状态指示灯连锁
	防护门	/	4扇,内衬3mm铅板
	操作位局部屏蔽防护措施	设备自带铅帘及铅吊屏	/
	通风设施	/	新风空调+排风系统1套
	急停按钮	设备自带(DSA床旁和操作间内各1个)	/
	门灯连锁(含工作状态指示灯)	/	4个,导管室操作间防护门外、导管室污物间防护门、导管室通道防护门外、设备机房防护门外
	对讲装置	/	1套,导管室与操作间1套
	控制区、监督区入口处电离辐射警告标志	/	7个,导管室操作间防护门外、操作间门外、导管室污物间防护门、污物间门外、导管室通道防护门外、设备机房门外、设备机房防护门外
	闭门装置	/	3个,导管室操作间防护门外、导管室污物间防护门、设备机房门
	防夹装置	/	1个,导管室患者走道防护门外
	1套灭火器材	/	1套
	放射防护注意事项告知栏	/	1套,病人准备间内
制度牌	/	1套,操作间内	
监测设备	便携式辐射监测仪	/	拟为本项目配备1台
	个人剂量报警仪	/	拟为本项目配备2台
	个人剂量计	原有所有辐射工作人员已配备	待导管室投入运营前,应为新增的17名辐射工作人员各配备1套
防护用品	医护人员	/	4套医护人员防护用品(铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套)
	患者防护	/	1套成人防护用品(医院配备铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套); 1套儿童防护用品(医院配备铅橡胶

			性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套）
--	--	--	----------------------

三废的治理

一、废气治理措施

本项目导管室采用新风空调+排风系统进行通排风，设置 2 个空调送风口，送风口位于导管室的顶部，合计送风风量为 800m³/h；导管室设置 2 个排风口，排风口位于导管室的顶部，排风系统风量为 800m³/h。导管室所采用的通排风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”的要求。

为防止射线泄漏，通排风管道在穿墙前设计为“L”字型，并在穿墙前后 1m 范围内采用 3mm 铅当量的铅板“L”字型包裹，废气最终引至中心业务楼顶部排放，且排口朝向上空，排口距地 43.50m，人员不可到达。本项目数字减影血管造影机（DSA）工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，因此数字减影血管造影机（DSA）运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。

二、废水治理措施

本项目产生的废水经预处理后进入院区的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理标准后，由汉源县城市生活污水处理厂处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）城镇污水处理厂标准后外排大渡河。

三、固体废弃物治理措施

本项目 DSA 不产生放射性固废，DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。但手术过程中将产生一定量的医疗废物，工作人员将产生一定量的生活垃圾。

医疗废物：手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 2000kg/a（约 5.5kg/d）。本项目的医疗废物采用专门的收集容器集中收集后，转运至导管室西侧污物暂存间内暂存，医院委托雅安市锦天环保科技有限公司进行处理。

生活垃圾：工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，按每名工作人员每天

产生 0.42kg 计，年产量约为 2606kg/a（约 7.14kg/d）。生活垃圾收集在拟设立的垃圾桶中，每天由清洁人员收集至垃圾站，最后统一收集由市政环卫部门每日统一清运处置。

本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

四、噪声

本项目产噪设备主要为排风系统、新风空调系统，建设单位拟采用静音风机，噪声源强不大于 65dB（A）且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围环境噪声的贡献很小，对项目所在区域声环境影响很小。

五、射线装置报废处理

本项目使用的数字减影血管造影机（DSA）在进行报废处理时，由有资质的单位进行拆解和回收，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

六、环保措施及其投资估算

本项目总投资 900 万元，环保投资 142.32 万元，占总投资的 16.04%。项目环保投资估算见表 10-5。

表 10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施（措施）		金额 (万元)
辐射屏蔽措施	防护工程	四周墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层
		楼板	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡板
		地面	500mm 混凝土
	防护门 4 扇		8
	铅防护窗 1 扇		4
通风设施	新风空调+排风系统 1 套		20
安全措施	门灯连锁（含工作状态指示灯）4 套 （导管室操作间防护门外、导管室污物间防护门、导管室通道防护门外、设备机房防护门外）		2
	急停按钮 2 个（DSA 床旁和操作间内各 1 个）		/
	闭门装置 3 个 （导管室操作间防护门外、导管室污物间防护门、设备机房门）		0.5
	防夹装置 1 个 （导管室患者走道防护门外）		0.02
	对讲系统 1 套		0.3

	灭火器材 1 套	0.1
	电离辐射警告标志 7 个（导管室操作间防护门外、操作间门外、导管室污物间防护门、污物间门外、导管室通道防护门外、设备机房门外、设备机房防护门外）	0.1
	放射防护注意事项告知栏和制度牌 1 套 （病人准备间：放射防护注意事项告知栏；操作间：制度牌）	
个人防护用品	辐射工作人员防护用品 4 套	6.0
	成人患者防护用品 1 套、儿童患者防护用品 1 套	2.0
	0.5mmPb 铅防护吊屏+床下铅帘 2 套	/
监测	便携式 X-γ 监测仪 1 台	1
	2 台个人剂量报警仪	0.30
	医院拟为新增的 17 名辐射工作人员每人增配 1 套	定期投入
	射线装置工作场所年度监测、验收监测费用	定期投入
其他	应急和救助的物资准备（警示牌、警戒线、通讯设施、医疗箱等）	定期投入
	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	定期投入
合计		144.32

今后在实践中，医院应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

表 11 环境影响分析

施工期环境影响

通过现场勘查核实可知，中心业务楼主体框架及房间隔断工程已完成，主体建筑工程在已获得批复的院区环评中已进行分析，导管室主体框架随中心业务楼主体框架建设完成，本项目施工期仅包括导管室通排风系统及电缆沟、防护工程、防护门及观察窗安装、表面装修、机器安装和调试。

施工过程以施工机械噪声、装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。以上污染因素将随建设期的结束而消除。

施工期对环境产生如下影响：

(1) 施工期大气环境影响分析

建设阶段的大气污染源主要为施工、装修阶段产生的废气，但影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染拟采取以下措施：

- a) 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定湿度；
- b) 施工路面保持清洁、湿润，减少地面废气。

(2) 施工期废水环境影响分析

目前新院区的配套环保设施已建设完成，本项目施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，经预处理后进入院区污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005），由汉源县城市生活污水处理厂处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）中“城镇污水处理厂”排放限值标准后排入大渡河。

(3) 施工期噪声环境影响分析

施工期噪声包括铺设电路时机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。且在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准规定，将噪声降低到最低水平；禁止夜间施工。影响将随着施工期结束消除。

(4) 施工期固体废物影响分析

施工期的固体废物主要是装修垃圾和生活垃圾。建设单位已在施工场地出入口设置临时垃圾桶，生活垃圾经统一收集后由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。装修垃圾运至指定的处置点堆

放。故项目施工期间产生的固废对周边环境产生影响较小。

设备安装调试期间的环境影响分析

安装调试期对于环境主要影响为 X 射线辐射、微量的臭氧、氮氧化物以及包装材料等固废。本项目射线装置安装与调试均要求在项目辐射防护工程完成后，由设备厂家安排的专业人员进行操作。在设备安装调试阶段，建设单位应加强辐射防护管理，避免发生辐射事故。

由于设备的安装和调试均在导管室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位应及时回收包装材料及其它固体废物，作为一般固体废物进行处置。

综上所述，建设项目施工期和安装调试期对环境产生的上述影响均为短期的，建设项目建成后，影响即自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中应切实落实对施工产生的三废及噪声的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制，建设项目施工期对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1. 防护条件评估

由表 10-3 可知，本项目导管室六面防护的等效铅当量、有效使用面积及最小单边长均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，因此导管室屏蔽预计能够满足防护要求。

2. 辐射环境影响分析

2.1 辐射种类和计算方法

据中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号《射线装置分类》，数字减影血管造影机（DSA）属于II类射线装置，这类射线装置工作时主要环境影响因素为工作时产生的X射线，包含主射线、散射线和泄漏射线。考虑到使用方法，数字减影血管造影机（DSA）出束方向主要为从下往上。

本项目引用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）进行理论预估。《辐射防护手册》由核工业部安全防护卫生局和原子能出版社共同组织编写，涉及范围广泛，主要讨论了环境辐射标准、环境监测、剂量计算和三废治理等，应用于我国核能事业及辐射和放射性同位素在工业、农业及医学等多个领域，能很好地满足从事辐射防护工作的广大科技人员的实际需要。

本项目理论预测采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于X射线机的屏蔽计算方式10.8和10.10演变可得。

2.2 计算条件

2.2.1 评估参数选取

本项目DSA以表1-3中常用工况最大值作为本项目评价工况。

表11-1 本项目DSA评价工况一览表

评估工况					
模式	透视	管电压	90kV	管电流	15mA
	拍片		100kV		500mA

本项目 DSA 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“5.1 一般要求 c)除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl”可知，设计要求 X 射线管/准直器的最低固有过滤当量是 2.5mmAl。为进行保守预计，本项目按照过滤材料为 2.5mmAl 进行计量估算。结 ICRP33 号报告 P32 图 2 从而可知 DSA 距离机头 1m 处空气比释动能率，见表 11-2。

根据《医用电气设备 第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断X射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）中“X射线管组件和X射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称X射线管电压运行时，距焦点1m处，1小时内在任一100cm²区域（主要线性尺寸不大于20cm）的空气比释动能不应超过1.0mGy。专用标准可对不同X射线设备的泄漏辐射规定不同的限值”。因此综合考虑，本项目射线装置在1m处泄漏射线的空气比释动能率取1.00E+03μGy/h。

表11-2 本项目DSA辐射源强

射线装置	主射线、散射线			泄漏射线
	距靶1m处的发射率 (mGy/mA·min)	评价电流 (mA)	空气比释动能 率(μGy/h)	空气比释动能 率(μGy/h)
数字减影血管造 影机 (DSA)	6.90	透视	15	6.21E+06
	7.55	拍片	500	2.27E+08

2.2.3 透射因子

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录文献可得不同管电压下不同材质的拟合参数，见表 11-3。

表11-3 铅、混凝土不同管电压X射线辐射衰减拟合参数

管电压 90kV (主射线/泄漏射线)			
拟合参数	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726
混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
管电压 100kV (主射线/泄漏射线)			
拟合参数	α	β	γ
铅	2.5	15.28	0.7557
混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
管电压 70kV (散射线)			
铅	5.369	23.49	0.5883
混凝土	0.05090	0.1697	0.3849
管电压 100kV (散射线)			
铅	2.507	15.33	0.9124
混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)公式 C.1 计算本项目辐射透射因子。

辐射透射因子 B:

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

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子;

X——材质厚度 (mm);

α ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数;

β ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数;

γ ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

根据表 10-3 以及表 11-3 中数据可以得出本项目屏蔽体及防护设备的透射因子, 见表 11-4。由于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中没有散射线 90kV 下对应的 α 、 β 、 γ , 因此先计算出铅和混凝土不同厚度在 70kV、100kV 下的透射因子, 再通过插值法计算出不同厚度铅和混凝土在 90kV 下的透射因子。

表11-4 导管室屏蔽参数及辐射透射因子一览表

场所	屏蔽方位	实际屏蔽材料及屏蔽厚度	等效铅当量	透视 (90kV)		拍片 (100kV)	
				对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子	对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子
导管室	四周墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层	4.92mm 铅当量	7.28E-09	8.89E-10	1.62E-08	2.26E-09
	楼顶	120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡板	4.29mm 铅当量	4.55E-08	5.65E-09	9.97E-08	3.11E-08
	地面	500mm 混凝土	7.34mm 铅当量	1.95E-10	4.08E-11	2.93E-10	2.00E-10
	观察窗 (1 扇)	15mm 铅玻璃	3mm 铅当量	4.21E-05	7.93E-06	6.31E-05	4.14E-05
	防护门 (4 扇)	3mm 铅板	3mm 铅当量	4.21E-05	7.93E-06	6.31E-05	4.14E-05
防护用品	铅帘	0.5mm 铅当量	0.5mm 铅当量	3.32E-02	2.52E-02	4.72E-02	3.66E-02
	铅手套	0.025mm 铅当量	0.025mm 铅当量	6.33E-01	6.26E-01	6.82E-01	6.76E-01
	铅衣+铅帘	0.5mm 铅当量+0.5mm 铅当量	1mm 铅当量	1.11E-03	6.33E-04	2.23E-03	1.34E-03
	铅吊屏+铅手套	0.5mm 铅当量+0.025mm 铅当量	0.525mm 铅当量	2.11E-02	1.58E-02	3.22E-02	2.47E-02

2.2.4 利用因子和居留因子

计算时按照射线装置机头拟放置位置确定到达关注点距离, 根据《放射医学中的辐射防护》(Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010,p300) 对于利用因子一律取1。另根据NCRP147号报告P31的表4.1 医疗场所居留因子建议值对本项目保护目标所在场所的居留因子进行取值。

2.2.5 计算公式

(1) 主射线辐射影响计算公式

本项目导管室上方主要考虑主射线影响, 四周主要考虑散射射线和泄漏射线影响。采用《辐射防护手册》(第一分册, 李德平、潘自强主编) 中10.3对于X射线机的屏蔽计算公式10.8和10.10进行推导:

$$H_{pr} = \frac{H_{1m} \cdot B}{r_x^2}$$

式中： -----公式 4

H_{pr} : 关注点处的主射线的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_{1m} : 距离靶点1m处空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$,

B : 屏蔽透射因子;

r_x : 离球管 1m 处至关注点的距离, m。

(2) 散射线辐射影响计算公式

散射线在关注点的造成的空气比释动能率计算,可参照《辐射防护手册》(第一分册)公式 10.10 采用以下公式:

$$H_{sr} = \frac{H_{1m} \cdot \mu \cdot (s/400) \cdot \alpha \cdot B}{(d_0)^2 (d_s)^2} \text{-----公式5}$$

H_{sr} : 关注点处的散射线的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_{1m} : 距靶点1m处空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

μ : 利用因子, 它表示射线被利用的程度, 也就是有用射线束指向有关照射点的工作负荷分数;

B : 屏蔽墙对散射线的屏蔽透射因子;

α : 相对于 400cm^2 散射面积的受照物对入射 X 射线的散射比, 根据《辐射防护手册》(第一分册, 李德平、潘自强主编)中表 10.1 对于 90kV 的 X 射线取 $2.53\text{E-}03$ (散射角为 90° , 均由 70kV 及 100kV 数据插值获得), 对于 100kV 的 X 射线取 $1.30\text{E-}03$;

s : 散射面积, 此处取 100cm^2 ;

d_0 : 源与受照体的距离, 本项目取 1;

d_s : 离球管 1m 处距离受照点的距离。

(3) 泄漏射线辐射影响参数

泄漏射线对于屏蔽体外关注点的辐射影响计算公式为:

$$H_{LR} = \frac{H_L \cdot B}{r^2} \text{-----公式6}$$

式中：

HLR：关注点处的泄漏辐射空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

HL：距靶点1m处泄漏射线的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

B：屏蔽透射因子；

r：离球管1m处至关注点的距离，m。

根据上述公式计算导管室周围关注点和术者位在开机时的周围剂量当量率，结果见表11-5、表11-6，关注点位图见图11-1。

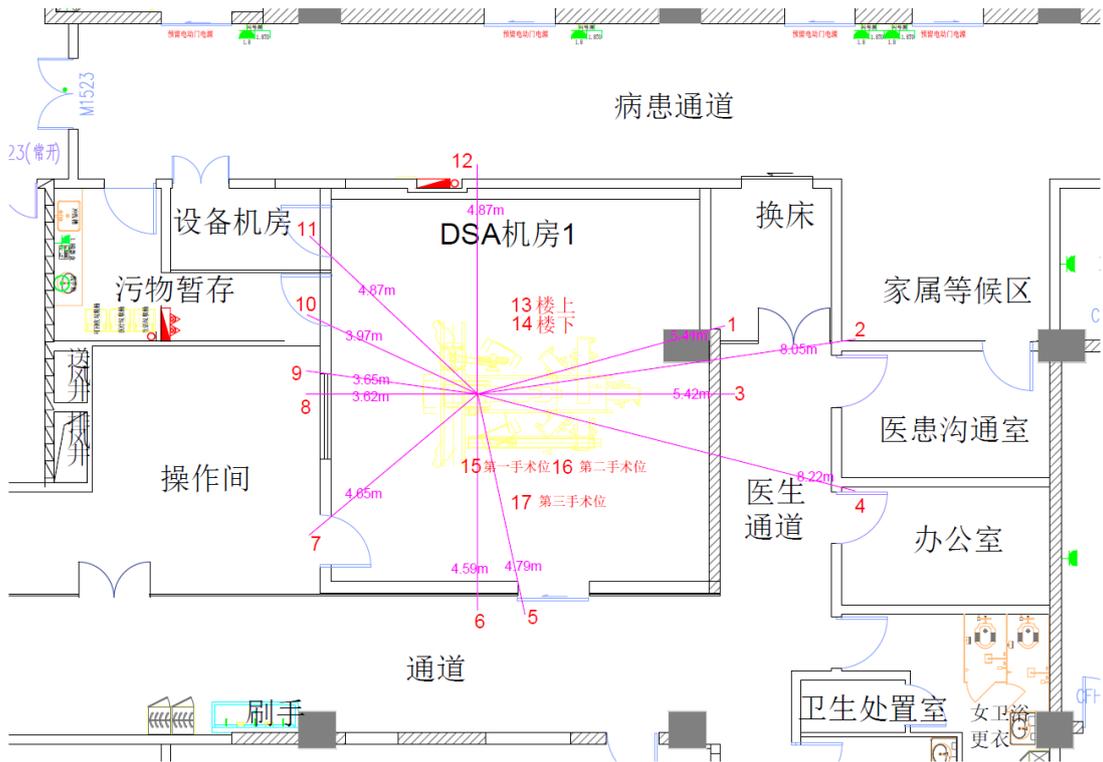


图11-1 本项目导管室点位图

表11-5 不同介入诊疗条件下主射线方向周围剂量当量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	透射因子	周围剂量当量 率 (μSv/h)	是否满足 限值
13	楼上30cm处	透视	4.2	120mm混凝土+30mm硫酸钡板	6.21E+06	3.36E-03	满足
		拍片			2.27E+08	6.59E-01	满足

注：1、机头距地0.3m，4.2-0.3+0.3=4.2m；

2、根据《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024）表G.1中100kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65；80kV和100kV插值获得90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69。

表11-6 不同介入诊疗条件下非主射线方向周围剂量当量率估算结果

导管室											
关注点	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	利用 因子	散射线		泄漏射线		合计周围 剂量当量 率(μSv/h)	是否 满足 限值
						透射因子	周围剂量 当量率 (μSv/h)	透射因子	周围剂量 当量率 (μSv/h)		
1	东侧墙外 30cm 处 (换床)	透视	5.41	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层	1	7.28E-09	2.69E-07	8.89E-10	5.22E-08	3.21E-07	满足
		拍片				1.62E-08	1.08E-05	2.26E-09	1.28E-07	1.10E-05	满足
2	东侧家属等候区 墙外 30cm 处	透视	8.05	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层	1	7.28E-09	1.21E-07	8.89E-10	2.36E-08	1.45E-07	满足
		拍片				1.62E-08	4.89E-06	2.26E-09	5.79E-08	4.95E-06	满足
3	东侧墙外 30cm 处 (医生通道)	透视	5.42	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层	1	7.28E-09	2.68E-07	8.89E-10	5.20E-08	3.20E-07	满足
		拍片				1.62E-08	1.08E-05	2.26E-09	1.28E-07	1.09E-05	满足
4	东侧办公室墙外 30cm 处	透视	8.22	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层	1	7.28E-09	1.16E-07	8.89E-10	2.26E-08	1.39E-07	满足
		拍片				1.62E-08	4.69E-06	2.26E-09	5.55E-08	4.74E-06	满足
5	南侧防护门外 30cm 处(通道)	透视	4.79	3mm 铅板	1	4.21E-05	1.98E-03	7.93E-06	5.94E-04	2.58E-03	满足
		拍片				6.31E-05	5.39E-02	4.14E-05	3.00E-03	5.69E-02	满足
6	南侧墙外 30cm 处	透视	4.59	240mm 实心砖墙+30mm	1	7.28E-09	3.73E-07	8.89E-10	7.25E-08	4.46E-07	满足

	(通道)	拍片		硫酸钡水泥涂层		1.62E-08	1.50E-05	2.26E-09	1.78E-07	1.52E-05	满足
7	西侧防护门外 30cm处(操作间)	透视	4.65	3mm 铅板	1	4.21E-05	2.10E-03	7.93E-06	6.31E-04	2.73E-03	满足
		拍片				6.31E-05	5.72E-02	4.14E-05	3.18E-03	6.04E-02	满足
8	西侧窗外 30cm 处 (操作间)	透视	3.62	15mm 铅玻璃(3mm 铅 当量)	1	4.21E-05	3.47E-03	7.93E-06	1.04E-03	4.51E-03	满足
		拍片				6.31E-05	9.44E-02	4.14E-05	5.25E-03	9.96E-02	满足
9	西侧墙外 30cm 处 (操作间)	透视	3.65	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层	1	7.28E-09	5.90E-07	8.89E-10	1.15E-07	7.05E-07	满足
		拍片				1.62E-08	2.38E-05	2.26E-09	2.81E-07	2.41E-05	满足
10	西侧防护门外 30cm处(污物间)	透视	3.97	3mm 铅板	1	4.21E-05	2.89E-03	7.93E-06	8.65E-04	3.75E-03	满足
		拍片				6.31E-05	7.85E-02	4.14E-05	4.36E-03	8.28E-02	满足
11	西侧防护门外 30cm处(设备机 房)	透视	4.87	3mm 铅板	1	4.21E-05	1.92E-03	7.93E-06	5.75E-04	2.49E-03	满足
		拍片				6.31E-05	5.21E-02	4.14E-05	2.90E-03	5.50E-02	满足
12	北侧墙外 30cm 处 (病患通道)	透视	4.87	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层	1	7.28E-09	3.32E-07	8.89E-10	6.44E-08	3.96E-07	满足
		拍片				1.62E-08	1.34E-05	2.26E-09	1.58E-07	1.35E-05	满足
14	楼下 30cm 处	透视	0.8	500mm 混凝土	1	1.95E-10	3.30E-07	4.08E-11	1.10E-07	4.39E-07	满足
		拍片				2.93E-10	8.96E-06	2.00E-10	5.18E-07	9.48E-06	满足

注：1、根据《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）相关公式计算本项目射线装置在管电压为90kV时， $\theta=90^\circ$ 时的散射线能量约为77kV；管电压为100kV时， $\theta=90^\circ$ 时的散射线能量约为84kV；

2、根据《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024）表G.1中80kV和100kV插值获得84kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.66；60kV和80kV插值获得77kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.72。

表11-7 透视情况下医护人员剂量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离(m)	屏蔽材料	利用因子	散射线		泄漏射线		周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)
						屏蔽透射因子	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽透射因子	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	
15	第一手术位(主刀医师)	透视	0.5	0.5mmPb铅屏+0.5mmPb铅衣	1	1.11E-03	4.78E+00	6.33E-04	4.35E+00	9.13E+00
16	第二手术位(助手医师)	透视	1	0.5mmPb 铅衣	1	3.32E-02	3.59E+01	2.52E-02	4.33E+01	7.92E+01
17	第三手术位(护士位)	透视	1.5	0.5mmPb 铅衣	1	3.32E-02	1.60E+01	2.52E-02	1.92E+01	3.52E+01

注：1、根据《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）相关公式计算本项目射线装置在管电压为90kV时， $\theta = 90^\circ$ 时的散射线能量约为77kV；

2、根据《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024）表G.1中60kV和80kV插值获得77kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.72。

根据表11-5、表11-6、表11-8可知，导管室屏蔽体外表面0.3m外及导管室辅房区域（换床、设备间、污物间、操作间）的辐射剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求。

2.6 术者位腕部剂量估算、辐射工作人员及周围公众年有效剂量评估

术者位腕部剂量估算

医生腕部皮肤受照剂量计算模式参考《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）4.3，用下式进行估算：

$$D_S = C_{KS}(\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad \text{-----公式 7}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}'(0.07, 0^\circ)}{C_{KH'}} \quad \text{-----公式 8}$$

D_S ：皮肤吸收剂量（mGy）；

k ：X- γ 辐射场的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ）；

C_{KS} ：空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（mGy/mGy），根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.4 进行取值（本项目保守按照术者位医师均为男性取值），利用 100kV 和 80kV 下的数据插值的 90kV 的数据，取值为：1.129mGy/mGy；

t ：人员累积受照时间，单位为小时（h），取术者位受照的透视时间；

$H'(0.07, 0^\circ)$ ：定向剂量当量率（ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ），（90kV） $\dot{H}'(0.07, 0^\circ) = 1.18$ ；

$C_{KH'}$ ：空气比释动能到定向剂量当量率的转换系数（Sv/Gy）， $C_{KH'} = 1.58$ 。

理论计算：医生介入手术操作时，会穿铅橡胶防护衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射和泄漏射线束照射，由于手术过程中医生随时在活动，其腕部不会一直处于受照射位置不动，因此保守考虑，分以下两种情况预测：①预计在透视时有 1/5 时间医生在受照位置进行插入导管等操作，此时医生腕部受铅防护手套（0.025mmPb）保护；②预计在剩余透视时的 4/5 时间内医生在手术床侧的其他位置，腕部同时受到铅防护手套（0.025mmPb）和铅悬挂防护屏（0.5mmPb）的保护。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）附录 B 中 B.1.2 内容：在进行皮肤当量剂量评价时，对不均匀照射的皮肤，应用 1cm^2 面积上的平均皮肤吸收剂量来代表该处的皮肤吸收剂量。

本项目射线装置可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。因此算得第

一术者位使用 DSA 时腕部皮肤当量剂量最大为 **103.8mSv/a**，满足《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，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv，也满足本项目对于辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

保护目标年有效剂量

人员所受年有效剂量估算

预测计算汇总及评价

$$E = H \times U \times T \times t \times 10^{-3} \times W_T \quad \text{公式11-15}$$

式中：

E—年有效剂量，mSv/a；

H—辐射剂量率估算值，μSv/h；

U—使用因子；

T—工作负荷，h/a；

t—居留因子；

W_T—组织权重因子，全身取1。

根据公式 9 可得辐射工作人员及公众年有效剂量预测结果见下表。

表11-8 本项目导管室辐射工作人员及公众年有效附加剂量一览表

导管室周围								
序号	位置	工况	周围剂量当量率 (μSv/h)	居留因子	年照射时间	保护目标	年有效剂量 (mSv/a)	
1	东侧 换床	透视	3.21E-07	1/5	透视： 500h； 拍片 16.68h	辐射工作人员/公众	6.86E-08	
		拍片	1.10E-05					
2	东侧 家属等候区	透视	1.45E-07	1		公众	1.55E-07	
		拍片	4.95E-06					
3	东侧 医生通道	透视	3.20E-07	1/4		辐射工作人员	8.55E-08	
		拍片	1.09E-05					
4	东侧 办公室	透视	1.39E-07	1			辐射工作人员	1.49E-07
		拍片	4.74E-06					
5	南侧 通道	透视	4.46E-07	1/4	辐射工作人员		1.19E-07	
		拍片	1.52E-05					

6	西侧 操作间	透视	4.51E-03	1		辐射工作人员	3.92E-03
		拍片	9.96E-02				
7	西侧 污物间	透视	3.75E-03	1/4		辐射工作人员	8.14E-04
		拍片	8.28E-02				
8	西侧 设备机房	透视	2.49E-03	1/20		辐射工作人员	1.08E-04
		拍片	5.50E-02				
9	北侧 病患通道	透视	3.96E-07	1/4		辐射工作人员/公众	1.06E-07
		拍片	1.35E-05				
10	楼上 诊断室	透视	3.36E-03	1		公众	1.27E-02
		拍片	6.59E-01				
11	楼下 车位	透视	4.39E-07	1/16		公众	1.89E-08
		拍片	9.48E-06				

医护人员

序号	岗位	工况	周围剂量当量率 (μSv/h)	居留因子	年照射时间 (h)	保护目标	年有效剂量 (mSv/a)
1	第一手术位 (主刀医师)	透视(铅衣+铅屏)	9.13E+00	1	最长 100	辐射工作人员	0.46
		拍片(控制室内)	3.92E-03		最长 4.17		
2	第二手术位 (助手医师)	透视(铅衣)	7.92E+01	1	最长 100		3.96
		拍片(控制室内)	3.92E-03		最长 4.17		
3	第三手术位 (护士)	透视(铅衣)	3.52E+01	1	最长 100		1.76
		拍片(控制室内)	3.92E-03		最长 4.17		

其他保护目标年有效剂量估算:

本项目导管室外边界外 50m 范围除项目所在的中心业务楼外,还包括东侧院区绿化、汉源县人民公园,南侧院区绿化、道路、综合楼,西侧院区绿化、道路、停车位、第一住院楼,北侧入口广场。

本项目以导管室通道东侧墙外 30cm 处 (医生通道) 作为东侧院区绿化、汉源县人民公园的剂量率参考点;导管室南侧墙外 30cm 处 (通道) 作为南侧院区绿化、道路、综合楼的剂量率参考点;导管室西侧墙外 30cm 处 (操作间) 作为西侧院区绿化、道路、停车位、第一住院楼的剂量率参考点;导管室北侧墙外 30cm 处 (病患通道) 作为北侧入口广场的剂量率参考点,见下表。

表11-9 本项目DSA周围50m范围内其他保护目标年有效剂量一览表

序号	保护目标名称	保护对象	距离(m)	居留因子	受照时间(h)	参考点周围剂量当量率(μSv/h)		年有效剂量(mSv/a)
1	东侧院区绿化、汉源县人民公园	公众	41	1/5	透视: 500h; 拍片 16.68h	透视	3.20E-07	6.84E-08
						拍片	1.09E-05	
2	南侧院区绿化、道路、综合楼		9	1/5		透视	4.46E-07	9.53E-08
						拍片	1.52E-05	
3	西侧院区绿化、道路、停车位、第一住院楼		18	1/5		透视	7.05E-07	1.51E-07
						拍片	2.41E-05	
4	北侧入口广场		9.5	1/5		透视	3.96E-07	8.47E-08
						拍片	1.35E-05	

由表 11-8、11-9 可知,本项目相关辐射工作人员的年有效剂量最大为 **3.96mSv** (不含天然本底);周围公众的年有效剂量最大为 **1.27E-02mSv**(不含天然本底),辐射工作人员腕部皮肤当量剂量最大为 **103.8mSv** (不含天然本底)。

因此综合来看本项目运行后,本项目辐射工作人员以及公众受到的年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对职业人员和公众受照剂量限值的要求,并满足本项目管理目标值。本项目汉源县人民医院新增数字减影血管造影机(DSA)项目在设计的屏蔽条件下,其屏蔽防护能力能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)对于导管室“不低于2mm 铅当量”的屏蔽要求,本项目屏蔽体外周围剂量当量率也能够满足 6.3.1 要求。

3. 大气环境影响分析

本项目导管室采用新风空调+排风系统进行通排风,设置2个空调送风口,送风口位于导管室的中部,合计送风风量为800m³/h;导管室设置1个排风口,排风口位于导管室的西部,排风系统风量为800m³/h。导管室所采用的通排风措施符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中“机房应设置动力排风装置,并保持良好的通风”的要求。

为防止射线泄漏,通排风管道在穿墙前设计为“L”字型,并在穿墙前后1m

范围内采用 3mm 铅当量的铅板“L”字型包裹，废气最终引至中心业务楼顶部排放，且排口朝向上空，排口距地 43.50m，人员不可到达。本项目数字减影血管造影机（DSA）工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，因此数字减影血管造影机（DSA）运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。

4. 水环境影响分析

本项目产生的废水经预处理后进入院区已建污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005），由汉源县城市生活污水处理厂处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）城镇污水处理厂标准后外排大渡河。

5 固体废物环境影响分析

本项目 DSA 不产生放射性固废，DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。但手术过程中将产生一定量的医疗废物，工作人员将产生一定量的生活垃圾。

医疗废物：手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 2000kg/a（约 5.5kg/d）。本项目的医疗废物采用专门的收集容器集中处理后，转运至导管室西侧污物间内，医院委托雅安市锦天环保科技有限公司进行处理。

生活垃圾：工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，按每名工作人员每天产生 0.42kg 计，年产量约为 2606kg/a（约 7.148kg/d）。生活垃圾收集在拟设立的垃圾桶中，每天由清洁人员收集至垃圾站，最后统一收集由市政环卫部门每日统一清运处置。

本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

6. 声环境影响分析

本项目产噪设备主要为排风系统、新风空调系统，建设单位拟采用静音风机，噪声源强不大于 65dB（A）且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围环境噪声的贡献很小，对项目所在区域声环境影响很小。

环境影响风险分析

1. 环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

2. 风险识别

本项目 DSA 属于II类射线装置，其在操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对人员造成放射性损伤和环境污染。

主要事故风险：

1) 介入手术操作过程中，辐射工作人员未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作。

2) 在装置运行时，公众误入导管室或者未撤离导管室，造成不必要的照射。

3. 源项分析及事故等级分析

本项目主要的环境风险因子为射线装置工作时产生的 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》对于事故的分级原则，现将事故等级列于表 11-10 中。

表11-10 辐射事故等级一览表

潜在危害	事故等级
射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
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	较大辐射事故
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。	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	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见下表。

表11-11 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射性病	分度	受照剂量范围
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy

	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值 4.0~6.0Gy 界定是否会产生急性重度放射病。

4. 辐射事故分析

DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数情况如下表所示：

表11-12 DSA设备运行期间可能发生事故类型及相关参数

序号	事故情景	受照人员	设备参数	距靶1m处剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	射束方向
1	手术期间误照射	手术医生	90kV/15mA（按透视运行参数）	6.21E+06	散射、漏射
2	公众误入介入导管室或未撤离	误入人员	90kV/15mA（按透视运行参数）	6.21E+06	散射、漏射

5. 风险事故情形设定

事故假设：

手术期间可能发生的辐射事件

对于辐射工作人员：在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作，受到非主射方向的照射。

则在不同距离（0.6m、0.85m、1.5m、2.0m），不同曝光时间（最大按 30min 手术时间计算）。

对于公众：

在装置运行时，公众误入导管室或未撤离导管室的情况下进行照射操作，对公众造成不必要的照射。

则在不同距离（1.5m、2.0m），不同曝光时间（本项目手术床旁及操作室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 30s）。

表11-13 DSA透视工况下（泄露射线+散射线）可能发生的辐射事故

距机头 距离	各时段的射线所致辐射剂量（mSv）						
	10s	20s	30s	5min	10min	30min	30min
0.6m	4.79E-02	9.58E-02	1.44E-01	1.44E+00	2.88E+00	5.75E+00	8.63
0.85m	2.39E-02	4.78E-02	7.16E-02	7.16E-01	1.43E+00	2.87E+00	4.30

1.5m	7.67E-03	1.53E-02	2.30E-02	2.30E-01	4.60E-01	9.20E-01	1.38
2.0m	4.31E-03	8.63E-03	1.29E-02	1.29E-01	2.59E-01	5.18E-01	7.76E-01

6. 事故后果

根据表 11-16 可知，本项目辐射工作人员在不同位置（位于 0.6m、0.85m、1.5m、2.0m 处）随着时间（至多 30min）的推移，所受到的最大可能受照剂量为 8.63mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故。

公众误入导管室或未撤离导管室，在不同位置（位于 1.5m、2.0m 处）随着时间（至多 30s）推移，公众所受到的最大可能受照剂量为 2.30E-02mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的公众 1mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故。

综上所述，在上述事故情形下不会构成辐射事故。若装置在维修时失灵，对辐射工作人员及公众进行主射方向上的照射，也可能涉及一般辐射事故，但概率极小，因此建设单位应定期对装置进行维护，维修时做好辐射安全管理工作，且建设单位需在今后的管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化辐射工作人员的辐射安全意识。

7. 事故处理方法及预防措施：

事故处理方法

针对可能发生的事事故风险，医院拟根据可能发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围制定辐射事故应急方案。

与此同时，医院应加强辐射安全管理，在项目运行时严格遵循拟制定、完善的相关操作规程和辐射安全管理制度，并在实际工作中不断对其完善；医院应定期对数字减影血管造影机（DSA）进行检查、维护，发现问题及时维修，并应定期监测导管室周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号）规定，发生辐射事故时，医院应立即启动医院内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内向所在地生态环境部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

预防措施

医院严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，拟采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

(1) 辐射安全管理措施

①医院已成立辐射安全与放射防护管理委员会，负责全院辐射防护监督与检查工作。医院应继续完善各种辐射安全防护制度、防护工作计划、辐射事故应急预案并定期组织演练；全面贯彻落实辐射防护法律法规、行政规章和卫生行业标准，确保临床放射诊疗质量和医疗安全，推进放射诊疗工作的科学化、规范化、标准化、制度化、流程化管理；完善辐射安全和放射防护相关职责、制度、流程、操作技术规范及相关质量控制方案；定期检查各种制度、防护措施的贯彻落实情况；组织实施辐射工作人员和领导小组一起定期在国家培训平台上学习关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识；定期组织对辐射工作场所、射线装置的防护效果检测，检查辐射工作人员是否按照有关规定佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量检测结果存档，组织本院辐射工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，并分别建立辐射工作人员个人剂量检测、职业健康管理、培训管理档案。

②医院需根据法律法规继续完善辐射事故预防措施及应急处理预案，包括应急机构的设置与职责及联系电话、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等。

③医院需根据法律法规继续完善辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。本项目的安全管理科室为放射科。

建设方严格执行以下风险预防措施：

①定期认真地对本单位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，完善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。

②建设单位拟制定完善辐射工作设备操作规程。凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

③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。

④建设单位所有辐射工作人员需在系统学习后，报名参加国家生态环境部组织的辐射安全与防护考试，均需持证上岗。

⑤项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加医院内部应急领导小组成员电话。

(2) 设备固有安全设施：本项目 DSA 自身采取了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，如 DSA 采取的“紧急停机”按钮、工作状态指示灯箱与防护门连锁等。以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

8. 其他风险的防范

外购的造影剂均采用不锈钢药品柜单独密闭并加锁保存，钥匙交由专人保管；未使用完和过期的造影剂均作为医废处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送，便于清除手术污染以预防院感。

表 12 辐射安全管理

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，医院已成立了辐射管理领导小组。辐射管理领导有领导分管、机构健全。

成员组成见表12-1。

表 12-1 辐射管理领导小组成员组成表

职务	人员
组长	叶尚义
副组长	黄骅、张林
成员	李勇、黄升华、丁国雨、李丹翎、何毅、何交、倪宇鹏、冉雪梅、郑明圃

二、辐射安全管理领导小组职责

(一) 总的职责

- 1、辐射安全与环境保护工作的具体组织、协调、督查与指导。
- 2、制定、修改辐射安全与环境保护工作计划、工作制度及实施方案，并组织实施。
- 3、组织辐射工作人员定期进行辐射防护与安全培训、防护设施设置与管理，以及辐射防护档案的建立与管理。
- 4、组织实施本院放射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人健康监护档案，做到一人一档。
- 5、负责监督检查放射安全工作，规范放射工作人员技术操作，指导做好个人以及患者的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。
- 6、组织应对应急准备工作，指挥相关成员迅速赶赴现场开展工作，对辐射事故现场进行组织协调，指挥应急救援行动，组织开展辐射事故应急演练等。

(二) 组长职责

领导辐射安全与环境保护管理领导小组全面工作。

(三) 副组长职责

- 1、负责辐射安全与环境保护管理领导小组常务工作。
- 2、负责辐射安全与环境保护工作计划、工作制度及实施方案审核及实施质

量等方面工作。

3、负责辐射有关事故的应急处置等工作。

副组长黄骅职责:负责辐射工作人员岗位设置、防护培训、健康体检、操作规范、个人剂量监测、安全防护等方面工作。

副组长张林职责:负责辐射工作场所安全防护、环境监测、仪器校正、操作规程、设备维护管理、质量控制检测、许可证申办、场所安保消防等方面工作。

(四) 成员职责

1.李勇:

(1)具体负责放射科射线装置日常维护、设备状态检查等工作,如有异常,及时联系有关科室,并上报。

(2)牵头制定射线装置检查操作规范,并组织学习,做好患者与医务人员安全防护工作,监督指导执行质量。

(3)组织科内辐射人员定期参加辐射防护培训,并取得证书,持证上岗。

(4)定期安排收集发放辐射工作人员个人剂量计元件,联系疾控中心送检和收回,并对科内有关超标事件进行核查。

(5)组织科内辐射人员参加每两年一次的辐射人员职业健康体检,建立个人健康档案,确保一人一档。

(6)牵头负责医院辐射有关事故现场应急处置,每年至少牵头组织一次辐射事故应急演练。

(7)协助设备科完成射线装置第三方检测。

(8)协助公卫科完成辐射年度评估报告。

(9)协助其他部门完成其他工作。

2.黄升华:

(1)协助组长、副组长完成辐射安全与环境保护日常工作,收集管理有关档案资料,并定期对有关科室辐射安全防护工作进行督导检查。

(2)牵头负责辐射安全与环境保护有关工作的制度、规范、规定及应急预案的起草、修订、执行及监督等方面工作。

(3)牵头联系、组织辐射工作人员定期参加辐射防护培训。

(4)牵头组织辐射工作人员职业健康体检,建立个人健康档案,确保一人一

档。

(5)协助辐射有关事故现场应急处置，并及时上报。

(6)牵头完成辐射年度评估报告，上传全国核技术利用辐射安全申报系统，并对系统有关信息进行日常维护。

(7)协助其他部门完成其他工作。

3.丁国雨

(1)协助组长、副组长完成辐射安全与环境保护日常工作，收集管理有关档案资料。

(2)协助完成辐射安全与环境保护有关工作的制度、规范、规定及应急预案的起草、修订、执行及监督等方面工作。

(3)牵头完成每年一次射线装置状态及环境评价三方检测。

(4)牵头完成新项目、新设备购置及新建、改建相关工作，以及辐射许可证的申请、办理。

(5)协助负责辐射有关事故现场应急处置。

(6)定期对有关科室射线装置及安全防护进行维护、检测、督导，完善有关巡查资料，同时，定期联系第三方机构对检测设备进行校准。

(7)协助完成辐射年度评估报告。

(8)协助其他部门完成其他工作。

4.李丹翎

(1)协助完成辐射安全与环境保护有关工作的制度、规范、规定及应急预案的起草、修订等方面工作。

(2)负责收集、管理、保存辐射许可证正、副本。

(3)负责辐(放)射性事故处理期间内部协调事宜，给予紧急事故控制经费、物资等的协调支持。

(4)协助其他部门完成其他工作。

5.何毅

(1)协助完成辐射安全与环境保护有关工作的制度、规范、规定及应急预案的起草、修订等方面工作。

(2)牵头负责辐射场所安全保卫及消防等工作。

(3)负责放射性事故处理期间，疏散人员、安全秩序等工作。

(4)协助其他部门完成其他工作。

6.何交、倪宇鹏、冉雪梅

(1)分别牵头负责介入科、手麻科、门诊部射线装置日常维护、状态检查等工作，如有异常，及时联系设备科。

(2)协助制定射线装置操作规范，并组织科内辐射人员学习操作规范，做好患者与医务人员安全防护工作，保证执行质量。

(3)组织科内辐射人员定期参加辐射防护培训，并取得证书，持证上岗。

(4)组织科内辐射人员定期参加职业健康体检，建立个人健康档案，确保一人一档，

(5)具体负责本科室辐射事故现场应急处置，并及时上报。

(6)协助设备科完成射线装置第三方检测。

(7)协助公卫科完成辐射年度评估报告。

(8)协助其他部门完成其他工作。

7.郑明圃

(1)协助负责手麻科射线装置日常维护、设备状态检查等工作，如有异常，及时上报。

(2)协助制定射线装置操作规范，组织骨科辐射人员学习规范，做好患者与医务人员安全防护工作，保证执行质量。

(3)组织骨科辐射人员定期参加辐射防护培训，并取得证书，持证上岗。

(4)组织骨科辐射人员定期参加职业健康体检，建立个人健康档案，确保一人一档。

(5)协助负责手麻科辐射事故现场应急处置，及时上报。

(6)协助公卫科完成辐射年度评估报告。

(7)协助其他部门完成其他工作。

本项目增配的17名辐射工作人员（8名医师、3名护师、6名技师）属于操作II类射线装置，拟在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，然后报考了全国核技术利用辐射安全与防护考核，并通过考核后方能正式进行上岗作业。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

一、辐射安全综合管理要求及落实情况：

本项目建设单位涉及使用 II 类 X 射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-2。

表 12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	已落实，许可证在有效期内	待本项目环评工作完成，项目建设完成后向发证机关提交重新申领辐射安全许可证的申请材料。
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	已落实，医院已针对从事 III 类射线装置的辐射工作人员集中学习相关课件与视频课程，已从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考题编写试卷，所有辐射工作人员进行闭卷考核，已对考核结果进行存档。	本项目增配 17 名辐射工作人员，该 17 名辐射工作人员医院应安排参加与岗位类别相适应的辐射安全与防护培训。辐射安全管理人員应参加辐射安全管理培训，其他辐射工作人员参加相应岗位专业的培训。考核合格成绩单有效期 5 年，所有辐射工作人员均应在考核合格成绩单有效期满前参加复训。
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	已落实，并设置人员专职管理各院区核技术利用项目	/
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	已落实	需增购医护人员防护用品、病人防护用品，新增的 17 名医生、护士和技师应开展个人剂量监测
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案，特别应做好 DSA 的实体保卫及防护措施	原有核技术利用项目已落实	需将本项目装置纳入管辖范围
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已建立	需将本项目装置纳入管辖范围
7	辐射工作单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职	原有辐射工作人员已落实	新增辐射工作人员应在上岗前一并落实

	业健康监护档案		
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警告标志	原有辐射工作场所均已落实	新增辐射工作场所投运前应落实
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	每年均委托有资质单位完成场所环境检测	需增加核技术利用项目(新建、改建、扩建和退役)情况和存在的安全隐患及其整改情况,按照规范格式编制评估报告,并每年按时提交至发证机关
10	辐射信息网络	原有项目已落实	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 http://rr.mep.gov.cn/)中实施申报登记。申领、延续、变更许可证,新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报
11	应建立动态的台账,放射性同位素与射线装置应做到账物相符,并及时更新。	原有项目已落实	需将本项目装置纳入台账管理范围

二、辐射安全管理规章制度落实情况

根据《四川省核技术利用辐射安全监督执法检查大纲(2025年版)》的相关要求中的相关规定,将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明,具体见表12-3。

表12-3 建设单位管理制度汇总对照表

序号	制度	具体制度要求	医院制定情况	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责,全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作。	已制定	满足要求
2	辐射工作场所安全管理规定	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度,重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理。	已制定	将本项目装置纳入
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	已制定	制定本项目操作规程
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施,确保射线装置保持良好的工作状态。	已制定	将本项目装置纳入
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任。	已制定	将本项目辐射工作人员

				纳入
6	射线装置台账管理制度	应记载射线装置台账,记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项,同时对射线装置的说明书建档保存,确定台帐的管理人员和职责,建立台帐的交接制度。	已制定	将本项目装置纳入
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	/	制定本项目辐射工作场所和环境水平监测方案
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	/	拟制定
9	辐射工作人员培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训,辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	已制定	将本项目辐射工作人员纳入
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时,操作人员必须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量,并建立个人剂量档案,在进行个人剂量监测的同时定期进行体检,建立健康档案,健康档案应终生保存。	已制定	将本项目辐射工作人员纳入
11	辐射事故应急预案	针对医用射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施。	已制定	将本项目装置纳入
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	/	拟制定
13	其他	《放射防护注意事项告知栏》	/	拟制定

建设单位应根据使用射线装置的情况,及时修订和完善规章制度,并按照档案管理的要求分类归档放置。

医院应依据《辐射事故应急预案》,编制《辐射事故应急响应程序》,并将《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所醒目位置。制度的内容应字体醒目,简单清楚,体现可操作性和实用性,尺寸大小应不小于400mm×600mm。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施,并且根据国家发布的新的相关法律法规内容,结合医院实际情况及时对各项规章制度补充修改,使之更能符合实际需要。

三、档案管理

汉源县人民医院应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容:

- (1) 生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。

(2) 设备使用期间射线装置异常情况说明以及其他需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》的通知（川环函〔2025〕616号）要求，档案资料可参考以下分类：“单位许可制度执行资料”、“项目环保手续履行资料”、“台账管理档案”、“辐射工作人员管理档案”、“工作场所档案管理”、“辐射事故应急管理资料”、“移动探伤一事一档”、“整改落实资料”等。

辐射监测

一、辐射工作场所监测

1.监测频次

(1) 请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，每年1次；请有资质的单位对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年1次。

(2) 定期自行开展辐射监测，制定定期监测制度，监测数据存档，监测周期为每月1次。

2.监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 辐射剂量率

(2) 监测范围：在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地面、楼板、防护门、观察窗、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性。

(3) 监测仪器：便携式 X- γ 辐射监测仪

(4) 监测点位和数据管理：选择距墙体、门、窗表面30cm；导管室上方（楼上）距地面100cm。委托监测每年1次，自行监测每月1次，本项目监测数据应当存档。建议监测点位见表12-4。

表12-4 定期监测点位

工作场所	监测项目	监测范围	监测频次		备注
			委托检测	自行检测	
导管室	X- γ 辐射剂量率	东侧 换床	委托监测 每年1次	自行监测 每月1次	开关机各 监测一次
		东侧 医生通道			
		南侧 通道			
		西侧 操作间			
		西侧 污物间			
		西侧 设备机房			
		北侧 病患通道			
		距离上方（楼上）距离顶面			

		100cm 处			
		距离下方（楼下）距离楼下地板 170cm 处			
		观察窗表面四周窗缝及中部			
		通道防护门、操作间防护门、污物间防护门、设备机房防护门外四周门缝及中部			
		距离防护墙表面 30cm 处			
		工作人员操作位			
		电缆沟穿墙口			

二、个人剂量监测

1. 监测频次

辐射工作人员佩戴个人剂量计，个人剂量计定期（根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019 规定，常规监测周期为 3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案。

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用II类射线装置的单位应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，包括个人剂量测量报警仪、辐射监测等仪器。另根据《职业性外照射个人监测规范》：5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。5.3.3对于5.3.2所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计）。

故本项目为本项目所有参与手术的医师每人配备1套个人剂量计（1个佩戴在铅橡胶防护服内的腰部，1个佩戴在铅防护服的领部外侧，建议佩戴1个在腕部），操作间内技师要求佩戴1套个人剂量计（胸部），用于监控其受到的有效剂量。

本报告针对所有参与介入诊疗的人员管理现状提出如下建议：

对于佩戴于不同部位的个人剂量计，请发放剂量计的检测单位提供不同颜色的剂量计用于区分，并用佩戴人的姓名进行文字标签标记。建议医院建立个人剂量计收发档案，第一术者位医生负责监督手术前所有人员佩戴剂量计并签字。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中8.2.2要求，职业照射个人监测档案应终生保存。保证每名辐射工作人员的个人剂量计专人专用，每个季度及时送检。

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》的通知（川环函〔2025〕616号）要求，使用DSA射线装置，应加强医护人员个人剂量的监

监督检查，对每季度检测数据超过1.25mSv的医院要求进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认。当全年个人剂量超过5mSv时，建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关；当连续5年的平均个人剂量超过20mSv或单年个人剂量超过50mSv时，建设单位应展开调查查明原因，确定为辐射安全事故时，应启动辐射事故应急预案。

3.监测质保

确保执行完善后的《监测仪表使用与校验管理制度》，并利用委托监测获得的监测数据进行比对并建立比对档案。监测须采用国家颁布的标准方法或推荐方法并制定辐射环境监测管理制度。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

在开始运营本项目导管室后，应密切注意辐射工作人员个人剂量数值，根据累积剂量及时调整工作量，防止个人剂量超标。

辐射事故应急

一、医院已成立了辐射防护和应急救援领导小组，全面负责医院的辐射事故应急工作，将根据本项目情况对辐射应急预案制度进行完善。

二、为了加强对辐射工作场所的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了较为完善的《辐射事故应急预案》。该应急预案包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故的应急响应工作程序（事故处理程序，事故处置措施，现场调查和监测，监测分析与诊断鉴定，应急联络电话）、事故调查等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。医院应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。

三、一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组逐级上报当地生态环境主管部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生

行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13 结论与建议

<p>结论</p> <p>一、项目概况</p> <p>项目名称：汉源县人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目</p> <p>建设单位：汉源县人民医院</p> <p>建设性质：新建</p> <p>建设地点：四川省雅安市汉源县新县城富林大道二段 128 号汉源县人民医院中心业务楼负一层</p> <p>医院中心业务楼在设计时即规划在负 1 楼西南部建设介入治疗区（导管室及其辅房），目前整体医疗综合楼建筑已完成前期基础施工。</p> <p>医院拟在导管室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA）（II类射线装置，型号为 Azurion5M20，最大管电压为 125kV，最大电流为 1000mA，生产厂家为飞利浦（苏州）有限公司，出束方向由下向上），用于心内科开展一系列介入手术。根据医院提供资料，预计本项目年总手术台数为 1000 台，总计年出束时间为 516.68h。</p> <p>介入治疗区建成后，导管室净空面积为：62.93m²（尺寸长 7.76m×宽 8.11m×高 4.2m）。其辅助功能用房有：设备机房（5.5m²）、污物间（12.03m²）、换床间（8.15m²）、医患沟通室（11.82m²）、办公室（11m²）、女卫浴更衣室（12.38m²）、卫生处置室（2.41m²）、男卫浴更衣室（8.75m²）、换鞋间（4.71m²）、医生通道（23.46m²）、耗材库（35.91m²）、家属等候区（15.1m²）。</p> <p>介入治疗区建成后，导管室采用的防护条件：四周墙体均采用 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层（密度：2.88g/cm³），等效 4.92mm 铅当量；楼顶采用 120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡板（密度：3.20g/cm³），等效 4.29mm 铅当量；地面采用 500mm 混凝土，等效 7.34mm 铅当量。导管室共采用 4 扇防护门，1 扇患者出入防护门（电动推拉门，规格：门洞宽 1500mm×高 2100mm，安制宽 1800mm×高 2250mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇医务人员出入防护门（平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇污物通道防护门（手动平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm 铅板）；1 扇设备机房出入门（平开门，规格：门洞宽 920mm×高 2120mm，安制宽 900mm×高 2100mm 门，内衬 3mm</p>

铅板)。设置 1 扇观察窗(观察窗洞宽 1600mm×高 1000mm,使用铅玻璃框尺寸为宽 1580mm×高 980mm,安装宽 1500mm×高 900mm×15mm 厚铅玻璃,约 3mm 铅当量)。

导管室电缆线穿孔位置采用 U 型穿孔,并在穿墙口外表面加盖 3mm 铅板,避免漏射产生。导管室采用排风系统+空调进行通排风,为防止射线泄漏,穿墙管道穿墙前管道设计为“L”字型,并在穿墙前后 1m 范围内采用 3mm 铅当量的铅板“L”字型包裹,因此通过该屏蔽补偿后,导管室的屏蔽结构不会被破坏。

二、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录(2024年本)》(2023 年第7号令)相关规定,本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础建设内容,属于该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”,属于国家鼓励类产业,符合国家产业政策。

三、本项目选址及平面布局合理性分析

(一) 布局

本项目导管室东侧为医生通道、换床间;南侧为通道;西侧为设备机房、污物暂存间、操作间;北侧为病患通道;楼上为诊断室、采样间、准备间、普通发热等候区,楼下为车位、后勤走道。

本项目涉及辐射工作场所均位于负一层,主体结构已随中心业务楼一起建成,该区域四周为导管室相应辅房及其余医疗用房,导管室设置于此,便于管理的同时,也便于病人的运输和治疗。因此本项目平面布置是合理的。

(二) 选址

本项目所在院区已经获得《关于汉源县人民医院中心业务楼建设项目和第二院区建设项目一期工程项目环境影响报告表的批复》(雅汉环审(2022)5号,见附件5),本项目位于汉源县人民医院中心业务楼负1楼导管室。

本项目涉及辐射工作场所均位于负一层,主体结构已随中心业务楼一起建成,该区域四周为导管室相应辅房及其余医疗用房,导管室设置于此,便于管理的同时,也便于病人的运输和治疗。

综上所述,院区选址合理性已在相关环评报告中进行了论述,本项目为医疗设备建设项目,与院区规划相容。导管室选址时亦尽可能考虑了周围保护目标最少化。且导管室为专门的辐射工作场所,有良好的实体屏蔽设施和防护措施,产

生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据本项目监测数据，本项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率与四川省生态环境厅发布的《2024 年四川省生态环境状况公报》中雅安市电离辐射水平（70~100nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

根据理论计算，导管室四周墙体、铅防护门、观察窗、楼顶的屏蔽条件均能满足辐射屏蔽的要求，即透视和拍片时在设计的防护条件下，屏蔽体外表面 0.3m 外的周围剂量当量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。本项目辐射工作人员、周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv；职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值为 125mSv；职业人员单季度剂量约束值为 1.25mSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

六、事故风险与防范

医院制订的安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。医院制定的应急预案需按环评提出的要求进行完善。

七、环保设施与保护目标

医院现有和设计的环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的保护目标所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，原有辐射工作人员自主考核合格，本项目增配的 4 名辐射工作人员通过全国核技术利用辐射安全与防护考核后正式进行上岗作业，有辐射事故应急预案与安全规章制度；原有辐射工作场所环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对本次 DSA 医用辐射设备和场所而言，在一一落实设计的环保设施和相关法律法规要求后，医院具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

建设单位在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在四川省雅安市汉源县新县城富林大道二段 128 号汉源县人民医院中心业务楼负一层进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

建议

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。
- 4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3 个月内完成本项目自主验收。
- 5、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前在核安全申报系统中进行报送，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。
- 6、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。
- 7、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

承诺

（1）建设单位在变更辐射安全许可证前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信

息进行填写。

(2) 尽快安排新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mec.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核。

(3) 项目应按照国家相关法律法规尽快进行验收。

(4) 接受生态环境主管部门的监督检查。

项目竣工验收检查内容

根据《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令），工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目投入运行后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

项目	设施（措施）	
辐射屏蔽措施	防护工程	四周墙体：240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥涂层
		楼板：120mm 混凝土+30mm 硫酸钡板
		地面：500mm 混凝土
		防护门 4 扇
		铅防护窗 1 扇
通风设施	新风空调+排风系统 1 套	
安全措施	门灯联锁（含工作状态指示灯）4 套 （导管室操作间防护门外、导管室污物间防护门、导管室通道防护门外、设备机房防护门外）	
	急停按钮 2 个（DSA 床旁和操作间内各 1 个）	
	闭门装置 3 个 （导管室操作间防护门外、导管室污物间防护门、设备机房门）	
	防夹装置 1 个 （导管室患者走道防护门外）	
	对讲系统 1 套	
	灭火器材 1 套	
	电离辐射警告标志 7 个（导管室操作间防护门外、操作间门外、导管室污物间防护门、污物间门外、导管室通道防护门外、设备机房门外、设备机房防护门外）	
	放射防护注意事项告知栏和制度牌 1 套 （病人准备间：放射防护注意事项告知栏；操作间：制度牌）	

个人防护用品	辐射工作人员防护用品 4 套
	成人患者防护用品 1 套、儿童患者防护用品 1 套
	0.5mmPb 铅防护吊屏+床下铅帘 2 套
监测	便携式 X-γ 监测仪 1 台
	2 台个人剂量报警仪
	医院拟为新增的 17 名辐射工作人员每人增配 1 套
	射线装置工作场所年度监测、验收监测费用
其他	应急和救助的物资准备（警示牌、警戒线、通讯设施、医疗箱等）
	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训