

核技术利用建设项目

宣汉县中医院新增 1 台数字减影血管造
影机（DSA）项目环境影响报告表
（公示稿）

宣汉县中医院（公章）

2026 年 3 月

生态环境部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宣汉县中医院新增 1 台数字减影血管造影机（DSA）项目					
建设单位		宣汉县中医院					
法人代表		***	联系人	***	联系电话	***	
注册地址		宣汉县蒲江街道西华大道 700 号					
建设项目地点		宣汉县蒲江街道西华大道 700 号宣汉县中医院医技楼一层放射科 DSA 介入室					
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"/> 其他			占地面积 (m ²)	***	
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	/					

1. 项目概述：

1.1 建设单位基本情况

宣汉县中医院始建于 1958 年，是全县中医药系统的医疗、教学、科研和技术指导中心，现为国家”三级乙等”中医医院。是成都中医药大学附属医院、四川省骨科医院和达州市中西医结合医院的对口帮扶医院和医联体医院；是四川大学华西口腔医院和重庆市中医院的专科联盟医院；是四川文理学院、达州职业技术学院非直属附属医

院。是宣汉县紧密型县域医疗卫生共同体中医药服务”三大中心”(中医药适宜技术推广中心、中医药文化传承中心、中药饮片供应中心)建设牵头单位，是全县医学检验和消毒供应共享中心。

医院现为一院两区(东乡院区及西区)，医院占地面积 52 亩(其中西区 50 亩、东乡院区 2 亩)。全院在职员工 510 人，有副高以上职称 61 人，研究生 10 名，建有唐祖宣国医大师传承工作室，有国家基层名老中医药专家学术带头人 1 人，省级拔尖中青年中医师人才 2 名，市级名中医 1 人，县级名中医 4 人。医院编制床位 400 张，医养结合床位 300 张。开设有 25 个临床科室，15 个临床住院病区，10 个医技科室。建成有中风专科、骨伤专科、肝病专科 3 个省级重点中医专科，脾胃病科、康复科、心病科、肺病科 4 个市级中医重点专科。以及肛肠科、耳鼻咽喉科、肾病科 3 个市级在建中医建专科医院始终坚持以人民健康为中心，秉承“厚德精术、传承创新”的业务发展理念，全力打造特色优势，每年服务门诊患者超过 30 万人次，收治住院患者 1.5 万余人次，曾获“四川省文明单位”、四川省“五个一”先进帮扶集体、内科第二党支部被评为 2024 年度四川省公立医院“标杆党支部”、达州市卫生健康系统“十佳党建品牌”称号，达州市中医药文化宣传基地，医院坚持走中西医并重，突出特色。除省、市级重点专科外，治未病科、康复科、针灸推拿科中医肛肠科、中医男科、皮肤医学美容科、口腔科等科室颇具实力和特色全院临床各科室中医适宜技术广泛应用开展。外科系统以微创技术为突破口，除开展大中型三四级手术外，腔镜技术已广泛开展于肝胆、泌尿外科及妇产科，脊柱内窥镜微创治疗椎间盘突出症等微创外科技术规模化开展。

宣汉县中医院统一社会信用代码为 12511422452372673E，事业单位法人证书见附件 3。现已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证[16044]”，种类和范围为“使用Ⅲ类射线装置”，有效期至：2028 年 10 月 29 日。辐射安全许可证正副本复印件见附件 4。

1.2 项目由来

随着病人对介入手术需求量的增加，为更好地为周边居民提供多层次的医疗服务，拓宽医疗服务范围，提高服务水平和区域医疗服务能力，宣汉县中医院拟将医技楼一楼的放射科 CT 检查室 2 改造为 DSA 介入室，拟建医技楼一楼的放射科 DR 检查室 2 和等候区等区域改造为 DSA 介入室辅房。本项目改造内容主要为门墙的拆除

和新增。改造完成后，宣汉县中医院拟在 DSA 介入室内安装使用 1 台型号为飞利浦 Azurion3M15 的数字减影血管造影机（DSA）。本项目运营后，DSA 介入室拟供宣汉县中医院放射科、神经内科、神经外科、心内科等科室开展相应介入手术。

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。根据《四川省生态环境厅关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023 年第 7 号），本项目应报达州市生态环境局审查批准。

宣汉县中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影响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。

1.3 项目概况

1.3.1 项目名称、性质、建设地点

项目名称：宣汉县中医院新增 1 台数字减影血管造影机（DSA）项目

建设单位：宣汉县中医院

建设性质：新建

建设地点：宣汉县蒲江街道西华大道 700 号宣汉县中医院医技楼一层放射科 DSA 介入室

项目地理位置见附图 1。

1.3.2 项目建设内容与建设规模

建设单位拟将医技楼一楼的放射科 CT 检查室 2 改造为 DSA 介入室，拟将医技楼一楼的放射科 DR 检查室 2 和等候区等区域改造为 DSA 介入室辅房。本次改造内容主要为：拟拆除 CT 检查室 2 西南侧部分墙体并设置一扇医护通道防护门、一扇污物通道门和一扇观察窗，利旧使用 CT 检查室 2 其余墙体；拟将 CT 检查室 2 控制室西南部新建墙体隔出污物通道。拟拆除 DR 检查室 2 西南侧和西北侧多余墙体，在合适位置增加隔墙、门后用于建设 DSA 介入室设备间和辅助用房。

改造前后对比图见图 1-1、图 1-2。

图 1-1 本项目改造前平面布置图

图 1-2 本项目改造后平面布置图

本项目改造完成后，建设单位拟在 DSA 介入室内安装使用 1 台型号为飞利浦 Azurion3M15 的数字减影血管造影机（DSA），II类射线装置，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，主射方向由下往上。根据建设单位提供资料，本项目开展后，DSA 手术室拟供宣汉县中医院放射科、神经内科、神经外科、心内科等科室开展相应介入手术，预计年总手术台数为 400 台，总计年出束时间 90.2h。

DSA 介入室有效使用面积为 35.21m²（长 7.0m，宽 5.3m，层高 4.0m，吊顶高度为 2.9m），DSA 介入室配套使用 1 间控制室（8.6m²），1 间设备室（7.5m²）、1 间污物通道（2.2m²）、1 间无菌库房（8.0m²）、1 间缓冲区（10.3m²）、1 条医护通道（17.0m²）、1 间办公室（18.9m²）、1 间男更衣室（4.2m²）、1 间女更衣室（4.2m²）、1 间卫生间（2.7m²）。

DSA 介入室采用的防护设计为：四周墙体为 300mm 实心砖+50mm 硫酸钡水泥；地面为 200mm 混凝土+40mm 硫酸钡板；顶板为 150mm 混凝土+40mm 硫酸钡板；DSA 介入室设置有 3 扇铅门，西南侧医护通道门（长 1100mm×高 2100mm，4mmPb 铅防护门）、西南污物通道门（长 900mm×高 2100mm，4mmPb 铅防护门）、西北侧患者通道门（长 1500mm×高 2300mm，4mmPb 铅防护门）、西南侧 1 扇观察窗（规格为：长 1900mm×宽 1200mm，高 1000mm，等效 4mm 铅当量）。本项目屏蔽防护条件见表 1-1。

表 1-1 DSA 介入室屏蔽防护一览表

场所	屏蔽方位	设计屏蔽材料
----	------	--------

DSA 手术室	四周墙体	300mm 实心砖+50mm 硫酸钡水泥
	顶部	150mm 混凝土+40mm 硫酸钡板
	底部	200mm 混凝土+40mm 硫酸钡板
	DSA 介入室防护门 3 扇	4mmPb 铅防护门
	控制室观察窗 1 扇	4mmPb 铅观察窗

1.3.3 项目组成及主要环境影响

表 1-1 项目组成及主要的环境影响一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境影响	
		施工期	运营期
主体工程	<p>建设单位拟将门医技楼 1 层放射科 CT 检查室 2 改造为 DSA 介入室，并在拟 DSA 介入室内安装使用一台数字减影血管造影机 (DSA)，该台 DSA 厂家型号为飞利浦 Azurion3M15，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。</p> <p>本项目改造完成后，DSA 介入室有效使用面积为 35.21m²（长 7.0m，宽 5.3m，层高 4.0m，吊顶高度为 2.9m），DSA 介入室防护条件为：四周墙体为 300mm 实心砖+50mm 硫酸钡水泥；地面为 200mm 混凝土+40mm 硫酸钡板；顶板为 150mm 混凝土+40mm 硫酸钡板；DSA 介入室设置有 3 扇铅门，西南侧医护通道门（长 1100mm×高 2100mm，4mmPb 铅防护门）、西南污物通道门（长 900mm×高 2100mm，4mmPb 铅防护门）、西北侧患者通道门（长 1500mm×高 2300mm，4mmPb 铅防护门）、西南侧 1 扇观察窗（规格为：长 1900mm×宽 1200mm，高 1000mm，等效 4mm 铅当量）。</p> <p>本项目开展后，DSA 介入室拟供放射科、神经内科、神经外科、心内科等科室开展相应介入手术，预计年总手术台数为 400 台，总计年出束时间 90.2h。</p>	<p>主要影响为：施工废水、施工废气、施工噪声及施工固体废弃物影响；设备调试期会产生极少量的臭氧和氮氧化物、X 射线</p>	<p>X 射线、臭氧及氮氧化物、噪声、医疗废物、医疗废水</p>
辅助工程	1 间控制室（8.6m ² ），1 间设备室（7.5m ² ）、1 间污物通道（2.2m ² ）、1 间无菌库房（8.0m ² ）、1 间缓冲区（10.3m ² ）、1 条医护通道（17.0m ² ）、1 间办公室（18.9m ² ）、1 间男更衣室（4.2m ² ）、1 间女更衣室（4.2m ² ）、1 间卫生间（2.7m ² ）		生活垃圾、生活污水
公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统等依托医技楼已建的公辅工程。		/
办公及生活设施	依托医技楼已建的办公及生活设施。		生活垃圾、生活污水
环保工程	<p>废气处理：本项目 DSA 介入室废气依靠拟建通排风系统排放；</p> <p>废水处理：本项目 DSA 介入室生活污水和医疗废水依托院区已建的污水管道和污水处理站进行处理；</p> <p>固废处理：本项目 DSA 介入室医疗废物依托院区已建的污物暂存间进行处理；办公、生活垃圾依托院区已建的生活垃圾收集系统进行处理。</p>	/	医疗废物、医疗废水、生活污水、生活垃圾

1.3.4 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 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	数量	来源	用途	备注
能源	电	1200kW·h/a	城市电网	手术室用电	/
水	生活用水/医疗用水	100m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水/医疗用水	/
手术耗材	碘克沙醇注射液	100ml/瓶 400瓶/a	每年供应商招标	造影剂	320mg I/ml
手术耗材	手套	50kg/a	每年供应商招标	介入手术/检查	/
手术耗材	纱布	50kg/a	每年供应商招标	介入手术/检查	/
手术耗材	药棉	50kg/a	每年供应商招标	介入手术/检查	/
手术耗材	医用器具	60kg/a	每年供应商招标	介入手术/检查	/

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。

1.3.5 主要设备配置及主要技术参数

医院拟在医技楼 1 楼 DSA 介入室内安装使用一台 1 台飞利浦 Azurion3M15 型数字减影血管造影机（DSA），II类射线装置，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，主射方向由下往上。根据院方提供资料，项目开展后，DSA 介入室拟供宣汉县中医院放射科、神经内科、神经外科、心内科等科室开展相应介入手术。根据类比文献资料、手术医师熟练度和实际操作等方面综合考虑得到本项目射线装置预测工况及手术人员配置情况。

表 1-3 本项目主要设备配置及主要技术参数

设备参数							
设备名称	型号	类别	数量	最大电压	最大电流	射线方向	备注
DSA	飞利浦 Azurion3M15	II类	1 台	125kV	1000mA	由下往上	拟购置
常用工况							
模式	透视	管电压	60kV-90kV		管电流	3mA-20mA	
	拍片		40kV-90kV			100mA-500mA	
设备出束情况							
使用场所	使用科室		手术平均出束时间		年手术/检查台数	年出束时间	
			透视	拍片		透视	拍片

DSA 介入 室	放射科	***	***	***	***	***
	神经内科	***	***	***	***	***
	神经外科	***	***	***	***	***
	心内科	***	***	***	***	***

1.3.6 工作人员及工作制度

本项目投运后，医院拟为本项目 DSA 手术室新增 13 名辐射工作人员，包括 8 名医师，4 名护师及 2 名技师。其中心内科、神经内科、神经外科和放射科各科拟调配 2 名医师和 1 名护师，放射科调配 1 名技师。手术人员共 4 组，各科室拟开展的手术由 2 名医师和 1 名护师完成，技师为手术辅助控制 DSA 和进行拍片。上述人员除本项目射线装置外，可能会兼任其他核技术利用项目相关岗位。考虑本项目辐射工作人员工作负荷，医生、护师在受照时间的基础上保守估计 10% 余量，本项目辐射工作人员年工作负荷情况一览表见表 1-4。

表 1-4 本项目辐射工作人员年工作负荷情况一览表

科室名称	人员	总计数量	年手术台数(台)	单人年透视时间(h)	取 10% 时间余量 (h)	单人年拍片时间(h)	取 10% 时间余量 (h)
心内科	医师	2	***	***	***	***	***
	护师	1	***	***	***	***	***
神经内科	医师	2	***	***	***	***	***
	护师	1	***	***	***	***	***
神经外科	医师	2	***	***	***	***	***
	护师	1	***	***	***	***	***
放射科	医师	2	***	***	***	***	***
	护师	1	***	***	***	***	***
	技师	1	***	***	***	***	***

注：拍片过程中医护人员退到控制室内。

本项目拟配的辐射工作人员均需通过核技术利用辐射安全与防护考核，且建设单位需为每人建立职业健康档案以及个人剂量监测档案。建设单位承诺，后续若为本项目新增辐射工作人员，在上岗前为其建立职业健康档案以及个人剂量监测档案，安排其自主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，报考与其所从事工作对应专业的全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。辐射安全与防护考核承诺书见附件 10。

1.3.7 产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类第三十七项“卫生健康”第1条“医疗服务设施建设”，符合国家产业发展政策。

1.4 项目选址、外环境关系、实践正当性分析

1.4.1 外环境关系分析

医院外环境关系分析

宣汉县中医院位于宣汉县蒲江街道西华大道700号，医院东北侧为桐口路，东南侧为西华大道，西南侧为幸福家园住宅小区，西北侧为滴水岩路。

项目外环境关系分析

本项目DSA介入室拟建在宣汉县中医院医技楼，医技楼东北侧与门诊大楼接壤，东南侧为院区道路及绿化，西南侧与住院大楼接壤，西北侧为院区道路及绿化。本项目DSA介入室拟建址位于医技楼1楼放射科，DSA介入室东北侧为护士站，东南侧为放射科通道；西南侧为污物通道和控制室；西北侧为设备室、缓冲区；楼上为肺功能室、护士办和医生办公室；楼下为地下停车场。

50m范围环境关系分析

本项目DSA介入室周围50m范围全部位于院区内，DSA介入室拟建址东南侧0~11m为医技楼，11m~50m为院区道路及绿化，DSA介入室拟建址西南侧距离住院大楼最近21m，其余部分均为院区道路及绿化，DSA介入室拟建址西北侧0~26m为医技楼，26m~50m为院区道路及绿化，DSA介入室拟建址东北侧距离门诊楼最近6m，其余部分均为院区道路及绿化。

1.4.2 项目选址合理性分析

本项目院区已获得宣汉县住房和城乡建设规划局颁发的建设用地规划许可证（宣建规地字第[2014]12号）见附件5，院区用地性质属于“医疗卫生用地”，因此项目建设符合宣汉县总体规划要求。本项目所在医技楼已获得原宣汉县环境保护局《关于宣汉县中医院迁建项目环境影响报告书的批复》（宣环审[2013]104号），见附件6。

本项目DSA介入室位于医技楼1楼放射科，50m范围主要为门诊楼、住院楼、院区道路及绿化。DSA介入室设置在医技楼1楼放射科东北部，DSA介入室及辅房周围设置有物理隔离，进出口设置有门禁，极大程度减小了公众误入的可能性。DSA

介入室拟建位置靠近电梯厅及楼梯，有利于病人转运，一旦发生事故，周围公众也能够很快得到疏散。在确保核技术利用项目选址地点周围保护目标尽可能少的同时，医院也将通过采取相应有效治理和屏蔽措施减少对周围的环境影响。

综上所述，宣汉县中医院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。DSA介入室选址时亦尽可能考虑了周围保护目标最少化。且DSA介入室为专门的辐射工作场所，具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。

1.4.3 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。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起到了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在放射诊断和介入治疗过程中，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将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。本项目产生的辐射给职业人员、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。

1.5 与周边环境的兼容性分析

根据已经获得批复（宣环审[2013]104号）的《宣汉县中医院迁建项目环境影响报告书》：医院投入运营后，产生的医疗废水经管道收集后排入院区的污水处理站（处理能力为300m³/d），然后采取“一级强化处理工艺”处理本院医疗废水，经处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准要求后，排入市政管网，经污水管网进入宣汉县污水处理厂，处理达到排放标准后排入达州河。本项目产生的医疗污水极少，因此按照医院污水处理站处理能力完全能够兼容本项目。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套和废造影剂瓶（造影剂为碘克沙醇，分子式C₃₅H₄₄I₆N₆O₁₅，分子量1550.20，浓度为320mg I/ml，容器为输液瓶。造影剂具有一定毒性，不能被人体吸收也不能被人体分解，参考《关于在医疗机构推进生活垃圾分类管理的通知》（国卫办医发〔2017〕30号）残留有一定造影剂的输液瓶属于《医疗废物分类目录》中的药物性废物（医疗废物），各类废物采用专门的收集容器集中

收集后，先转移至门急诊医技住院综合楼5楼东北侧污存间内暂存，一天手术结束后再转移至医院危废暂存间，定期按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质单位（成都瀚洋环保实业有限公司）定期处置。

本项目产噪设备不多（主要为通风系统），声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。且风机等设备均位于设备房内，噪声源通过使用合理布局、使用低噪声设备、安装减震垫、建筑物隔声等措施降噪，对周围环境影响较小。

因此本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容，符合环境保护要求。

1.6 原有核技术利用情况

1.6.1 辐射安全许可证

医院已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证[16044]”，种类和范围为“使用Ⅲ类射线装置”，有效期至：2028年10月29日。辐射安全许可证正副本复印件见附件4。

1.6.2 原有射线装置情况

宣汉县中医院获得许可“使用Ⅲ类射线装置”。原有核技术利用项目均已履行备案手续。

经核查建设单位《2025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》，未发现有辐射环境遗留问题，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，医院开展放射诊断工作截至目前未发生过辐射安全事故。医院原有核技术利用情况见表1-5。

表1-5 原有核技术利用项目一览表

序号	射线装置名称、型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	牙科 X 射线机 YOU98(P)	1	70	2	Ⅲ	1楼口腔科 科（西区）	使用	已备案	已许可	/
2	CT BRIVOC325	1	140	200	Ⅲ	CT室	使用	已备案	已许可	/
3	DR DR30	1	150	200	Ⅲ	DR室	使用	已备案	已许可	/
4	移动式摄影 X 射线机 M40-LA	1	125	500	Ⅲ	放射科 （西区）	使用	已备案	已许可	/
5	双能 X 射线骨密度仪 AKDX-16H	1	80	0.15	Ⅲ	放射科 （西区）	使用	已备案	已许可	/
6	DR uDR 592h	1	150	630	Ⅲ	放射科 （西区）	使用	已备案	已许可	/

7	CT uCT528	1	140	350	III	放射科 (西区)	使用	已备案	已许可	/
8	口腔 CBCT Planmeca Pro Max 3Ds	1	96	16	III	口腔科 (东乡 院区)	使用	已备案	已许可	/
9	牙科 X 射线机 YOU98(P)	2	70	2	III	口腔科 (东乡 院区)	使用	已备案	已许可	/
10	移动 C 型臂 X 射线机 XC30	1	120	80	III	手术室	使用	已备案	已许可	/
11	DR PLD7100G	1	150	1000	III	放射科 1 楼 DR 室 (西区)	使用	已备案	已许可	/

1.6.3 原有辐射场所环境监测

2025年度医院委托了有资质的单位对医院所有的辐射工作场所进行了辐射环境监测，根据监测报告可知：射线装置正常出束时医院辐射工作场所周围的辐射剂量率分别为：1、CT室周围的X-γ辐射剂量率变化范围为0.149μSv/h~0.300μSv/h。2、DR室周围的X-γ辐射剂量率变化范围为0.136μSv/h~1.98μSv/h。3、CBCT室周围的X-γ辐射剂量率变化范围为0.168μSv/h~0.352μSv/h。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中6.3.1 b) CT 机、乳腺摄影、乳腺CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于25μSv/h周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h的要求。

1.6.4 原有辐射工作人员情况

宣汉县中医院现有登记在册的辐射工作人员64名，辐射工作人员均已通过医院组织的自主考核，自主考核结果均已存档。

建设单位对所有入职的辐射工作人员均组织了岗前职业健康体检并建档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均为可以从事放射工作，所有辐射工作人员最新两个季度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。

1.6.5 辐射安全管理情况

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》，在公司辐射安全防护领导小组的领导下，明确各部门人员责任，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。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，建设单位已编制《2025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》并上交发证机关，且已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作。

现医院辐射安全管理情况如下：

- （1）现单位名称、地址，法人代表未发生改变；
- （2）辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；
- （3）辐射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求。
- （4）医院自从事核技术利用项目以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(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	飞利浦 Azurion3M15	125	1000	介入治疗	宣汉县蒲江街道西华大道 700 号宣汉县中医院医技楼一层放射科 DSA 介入室	本次评价
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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

法规 文件	<ol style="list-style-type: none"> 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4) 《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； 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部2011年部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 8) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行； 9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部2021年部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部2020年部令第16号，自2021年1月1日起施行； 11) 《国家危险废物名录》（2025年版），中华人民共和国生态环境部2024年部令第36号，2024年11月8日通过，自2025年1月1日起施行； 12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，中华人民共和国原国家环保总局环发（2006）145号，自2006年9月26日起施行；
----------	---

	<p>13) 《射线装置分类》，中华人民共和国原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>14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行；</p> <p>15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号，自2021年3月15日起施行；</p> <p>16) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第63号，自2016年6月1日实施；</p> <p>17) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第七号），自2024年2月1日起实施。</p> <p>18) 《数字减影血管造影X射线装置（DSA）监督检查技术程序》（NNSA HQ3-08-JD-IP-035），2020年2月20日发布。</p>
<p>技术标准</p>	<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) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>8) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）；</p> <p>9) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）。</p>

其他	<p>参考资料：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 《辐射防护手册》第一，三分册，李德平、潘自强主编； 2) 《放射医学中的辐射防护》（Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010）； 3) 《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； 4) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024），中华人民共和国卫生行业标准，2024年5月13日发布，2024年12月1日实施； 5) 《Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine》（ICRP REPORT NO.33）； 6) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）； 7) 《2024年四川省环境质量公报》，四川省生态环境厅。
----	--

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>本项目为使用II类射线装置项目，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“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”相关规定，确定本项目评价范围为本项目拟建的DSA介入室建筑实体边界外50m区域。本项目50m区域内主要包括门诊楼、医技楼、住院楼、院区道路和绿化，具体50m范围区域见附图2。</p>					
保护目标					
<p>本项目手术室四周墙体为边界50m范围内环境保护目标为：</p> <p>1、本项目 DSA 介入室操作及相关的辐射工作人员；</p> <p>2、本项目DSA介入室周围50m内门诊楼、医技楼、住院楼、院区道路和绿化的公众。</p> <p>本项目评价范围均位于医院内，不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区，即以文化教育、行政办公和居住为主要功能的区域。</p> <p>本项目周围概况示意图见附图2。</p>					
表7-1 本项目环境保护目标情况一览表					
保护目标	方位与最近距离	规模	保护目标类型	剂量约束值（mSv/a）	
周围及内部					
DSA介入室内医护人员	/	12名辐射工作人员（技师不进）	职业人员	5.0	
控制室内医护人员	西南侧 紧邻	13名辐射工作人员	职业人员	5.0	
污物通道	西南侧 紧邻	2人/d	公众	0.1	
护士站	东北侧 紧邻	2人/d	公众	0.1	
放射科通道	东南侧 紧邻	流动人员 预计200人/d	公众	0.1	
缓冲区	西北侧 紧邻	20人/d	公众	0.1	
设备室	西北侧 紧邻	2人/d	公众	0.1	
医技楼	DSA 介入室楼上（肺功能室、护士办和医生办公室）	楼上 紧邻	预计10人/d	公众	0.1
	DSA介入室楼下（地下停车场）	楼下 紧邻	预计20人/d	公众	0.1

50m范围				
门诊楼	东北侧 最近约6m	预计500人/d	公众	0.1
住院楼	西南侧 最近约21m	预计600人/d	公众	0.1
院区道路及绿化	东南侧、西北侧 最近东南侧11m	流动人员 预计500人/d	公众	0.1

评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

类别	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值: ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv; ②任何一年中的有效剂量, 50mSv; ③眼晶体的年当量剂量: 150mSv; ④四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量: 500mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: ①年有效剂量, 1mSv; ②特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。 ③眼晶体的年当量剂量: 15mSv; ④皮肤的年当量剂量: 50mSv。

本项目约束值:

医院综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)评价标准, 结合开展诊疗项目后预计收治病人量, 从而确定本项目的管理约束值, 职业人员年有效剂量按上述标准中规定限值的1/4执行: 即辐射工作人员年有效剂量约束值不超过**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**; 公众年有效剂量按照上述标准中规定限值的1/10执行, 即公众年有效剂量约束值不超过**0.1mSv**。

周围剂量当量率控制水平:

本项目DSA介入室屏蔽体表面外30cm处周围剂量当量率不超过**2.5μSv/h**。

2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

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, 其最小有效面积、最小单边长度要求见表 7-3。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的使用面积及单边长度要求

机房类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机	20	3.5

6.2.2 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-4 要求。

表 7-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

6.3.1 机房辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a)具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

3) 根据已获得批复（宣环审[2013]104 号）和本项目 DSA 介入室拟建址所在主体建筑在内的《宣汉县中医院迁建项目环境影响报告书》，结合现行最新国家标准，本项目应执行的非放环境保护标准如下：

一、环境质量标准

- （一）地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；
- （二）环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准；
- （三）声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

二、污染物排放（控制）标准

- （一）医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值预处理标准；
- （二）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；
- （三）医疗废物的贮存和处理执行《医疗废物管理条例》（国务院令 308 号）《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB 39707-2020）；
- （四）营运期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

宣汉县中医院位于宣汉县蒲江街道西华大道 700 号，医院东北侧为桐口路，东南侧为西华大道，西南侧为幸福家园住宅小区，西北侧为滴水岩路。

本项目 DSA 介入室拟建在宣汉县中医院医技楼，医技楼东北侧与门诊大楼接壤，东南侧为院区道路及绿化，西南侧与住院大楼接壤，西北侧为院区道路及绿化。本项目 DSA 介入室拟建址位于医技楼 1 楼放射科，DSA 介入室东北侧为护士站，东南侧为放射科通道；西南侧为污物通道和控制室；西北侧为设备室、缓冲区；楼上为肺功能室、护士办和医生办公室；楼下为地下停车场。

本项目 DSA 介入室所在楼层平面布置图见附图 4，楼下平面布置图见附图 3，楼上平面布置图见附图 5。

*** DSA 介入室拟建址现状	*** 放射科通道
*** 楼上 护士站	*** 楼下地下停车场
*** 门诊楼	*** 住院楼
*** 院区道路	*** 院区绿化

图 8-1 本项目拟建地址周围环境现状照片

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：原则上在屏蔽体周围紧邻的房间内距离屏蔽体表面 30cm 处及机头拟

设置位置进行布点，六面墙取距离机头拟设置位置最近的方位进行布点。在建筑物内测量，考虑建筑物的类型与层次，在室内中央距地面 1m 高度处进行。另在 50m 保护目标内的建筑体、道路及绿化处设置监测点位。

监测点位：在 DSA 介入室拟建址内部、四周及楼上楼下布置监测点位，共计 17 个监测点位；在院区内外保护目标布置监测点位，共计 5 个监测点位。

监测内容：X-γ辐射剂量率

监测频次：每点 10 次。

表 8-1 检测布点方案表

序号	检测点位	检测因子	监测频次
1	DSA 介入室拟建址内部	X-γ周围剂量当量率	每点 10 次
2	DSA 介入室拟建址东北侧		
3	DSA 介入室拟建址东南侧		
4	DSA 介入室拟建址西南侧		
5	DSA 介入室拟建址西北侧		
6	DSA 介入室拟建址楼上		
7	DSA 介入室拟建址楼下		
8	门诊部大楼		
9	住院部大楼		
10	院区道路		
11	院区绿化		

图8-2 本项目辐射环境监测点位

五、监测时间

监测日期：***。

六、监测外环境条件

环境温度：***。

七、监测方法及监测仪器

表 8-2 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 202510101314 号 校准单位：中国测试技术研究院 校准日期：2025 年 10 月 15 日

八、监测质量保证

我单位（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监测时获取足够的的数据量，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数据复核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核后由授权签字人审定签发。

九、监测结果

本项目的监测结果列于表 8-3。

表 8-3 本项目治疗室内及周围 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	备注
1	DSA 介入室拟建址内部	***	***	室内
2	DSA 介入室拟建址东北侧	***	***	室内
3	DSA 介入室拟建址东南侧	***	***	室内
4	DSA 介入室拟建址西南侧	***	***	室内
5	DSA 介入室拟建址西北侧	***	***	室内
6	DSA 介入室拟建址楼上	***	***	室内
7	DSA 介入室拟建址楼下	***	***	室内
8	门诊部大楼	***	***	室内
9	住院部大楼	***	***	室内
10	院区道路	***	***	室外

11	院区绿化	***	***	室外
<p>注：以上监测数据未扣除仪器宇宙射线响应值。</p>				
<p>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《2024 年四川省生态环境质量公报》全市环境γ辐射剂量率连续自动监测年均值范围相当，属于正常天然本底辐射水平。</p>				
<p>九、小结</p>				
<p>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。</p>				

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

本项目辐射工作场所由DSA介入室、控制室、设备间、污物通道、无菌库房、缓冲区、医护通道、办公室、男更衣室、女更衣室、卫生间等构成。本项目DSA由X射线发生装置，包括X射线球管及其附件、高压发生器、X射线控制器等，图像检测系统，包括光栅、平板探测器、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

2. 工艺分析

2.1 施工期工作流程及产污环节分析

通过现场勘查核实可知，医院所有建筑均已建成，医技楼建筑工程已在获得批复的《宣汉县中医院迁建项目环境影响报告书》中进行分析。DSA介入室的改造工程、表面防护工程、防护装修、通排风系统、设备安装调试尚未开展。施工期环境影响示意图见图 9-1。

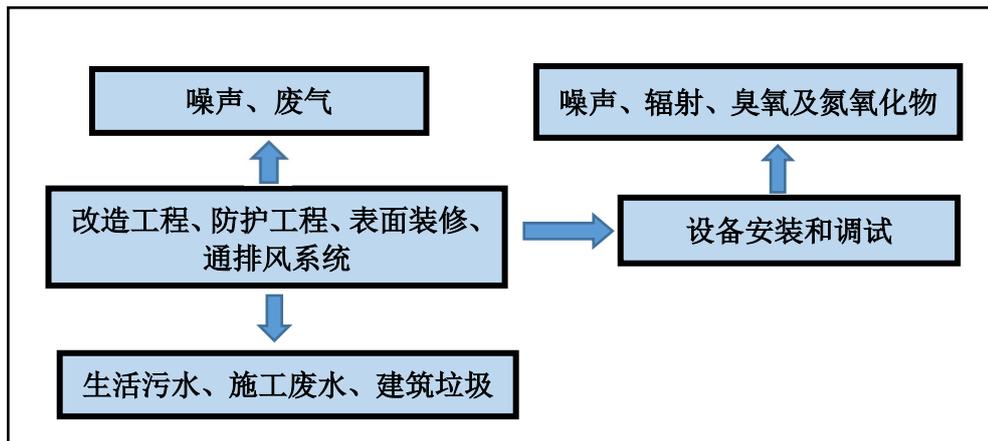


图9-1本项目核技术利用项目施工期环境影响示意图

通风系统：本项目 DSA 介入室采用净化风机盘管系统+排风+独立新风系统的舒适性空调，采用上送上回、上排方式，新风口位于吊顶中部，一个排风口位于吊顶北部，设计新风量为 2000m³/h，排风量为 800m³/h。能够确保 DSA 介入室每小时通风次数 4 次以上。介入手术区域废气通过排风机引至医技楼东南侧室外无人处排放，排口高度离地 3.3m。

防护工程和表面装修：四周墙体：本项目 DSA 介入室四周墙体为 300mm 实心砖墙，在实心砖墙的基础上挂镀锌钢丝网并涂抹 50mm 硫酸钡砂浆，三次抹灰后挂纤维网，最后使用防辐射涂料进行装饰。

顶部：DSA 介入室顶部原土建楼板为 150mm 混凝土，在此基础上手术室内搭建 40*60*2mm 的镀锌钢架，在钢架基础上方安装两张 20mm 硫酸钡板，在钢架下方采用医用洁净板进行表面装饰。

地面：DSA 介入室地面原土建楼板为 200mm 混凝土，在楼板下方搭建 40*60*2mm 的镀锌钢架，在钢架基础上方安装两张 20mm 硫酸钡板，DSA 介入室内地面采用水泥砂浆找平+自流平层及界面剂后使用 PVC 地板做表面装饰工作。

电缆线穿孔位置均采用铅橡胶套进行封堵并加盖不锈钢盖板，避免漏射产生；另外，为防止辐射泄漏，防护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。所有防护门窗均在施工单位处定制组装完成后送现场安装。

通排风系统穿墙及电缆沟：

电缆线穿孔位置采用 U 型穿孔，并在穿墙口采用铅橡胶套进行封堵并加盖不锈钢盖板，避免漏射产生。为防止射线泄漏，DSA 介入室通排风管道穿墙处采用 3mm 铅当量的铅板包裹，因此通过该屏蔽补偿后防止射线泄漏，本项目电缆沟、通排风管道防护设计大样图见图 9-2。

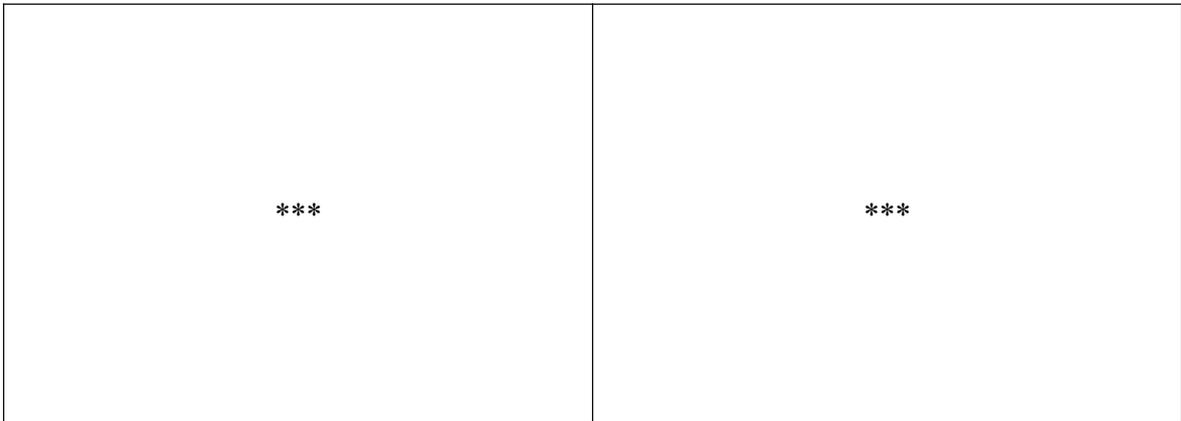


图 9-2 本项目风管穿墙和电缆沟示意图

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。

安装和调试：安装和调试均由设备厂家的辐射工作人员负责，设备厂家为本项目安装和调试阶段的辐射管理责任主体单位。安装前，医院将联系厂家制定安装清单，安装当日院方辐射管理领导小组成员将安排辐射工作人员提前对运输路线进行临时

管控，在 DSA 介入室周围设立电离辐射警告标志，专人负责安全保卫工作，加强周围巡逻，禁止无关人员靠近等临时管控措施。待所有零部件到达 DSA 介入室后，院方工作人员和厂家工作人员将再次核对清单，并在走廊周围两端铺设警戒线并派专人值守，确保安装过程无关人员不得靠近射线装置安装场所，同时要求厂家工作人员佩戴个人剂量报警仪。

2.2 营运期工作流程及产污环节分析

2.2.1 工作原理

数字减影血管造影技术（Digital Subtraction Angiography，简称DSA）是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA的成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在X射线照射下会显影）后的血管造影X射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过DSA处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血液动力学的改变，因此进行介入手术时更为安全。数字X射线系统原理图见图9-3。

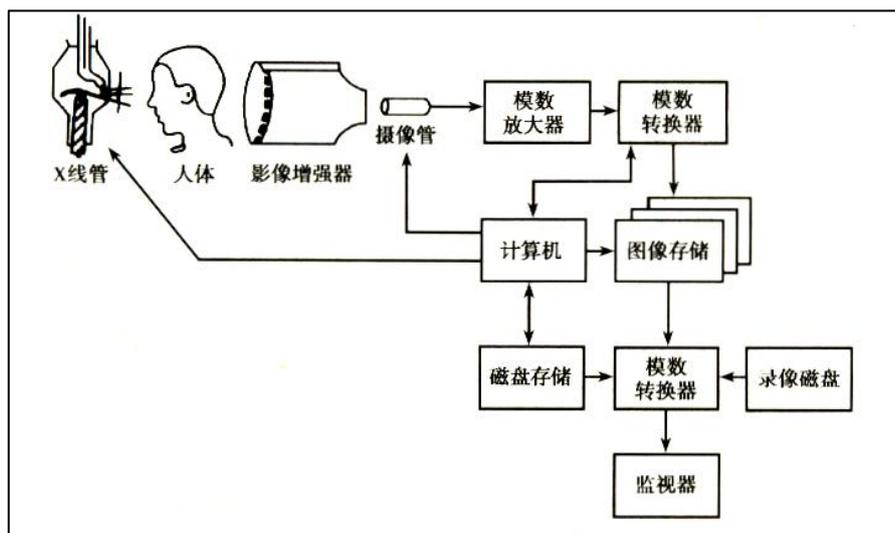


图9-3 数字X射线系统原理图

2.2.2 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 射线发生系统、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 射线发射装置主要包括 X 射线球管、高压发生器和 X 射线遮光器。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 射线球管。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 射线遮光器用来限制 X 射线照射视野，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 射线信息影像转换成可见影像。

本项目设备数字成像系统为平板探测器。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 射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、时间滤波处理和对对比度增强处理。系统控制部分具有多种接口，用于协调 X 射线机、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，可根据工作特点和手术室情况选择。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、低衰减系统的碳纤维床面，减少对 X 射线的吸收。

(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。

2.2.3 介入治疗

介入治疗是在医学影像设备的引导下,通过置入体内的各种导管(约1.5-2毫米粗)的体外操作和独特的处理方法,对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点,目前,基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械,介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构(消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等),以及某些特定部位,对许多疾病实施局限性治疗。

2.2.4 诊疗流程

本项目手术流程如下所示:

(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 DSA 介入室、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 DSA 介入室并进行摆位。

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

(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;医护人员洗手将产生少量的医疗废水。

生活污水、生活垃圾

本项目数字减影血管造影机(DSA)工作流程及产污环节如图9-4:

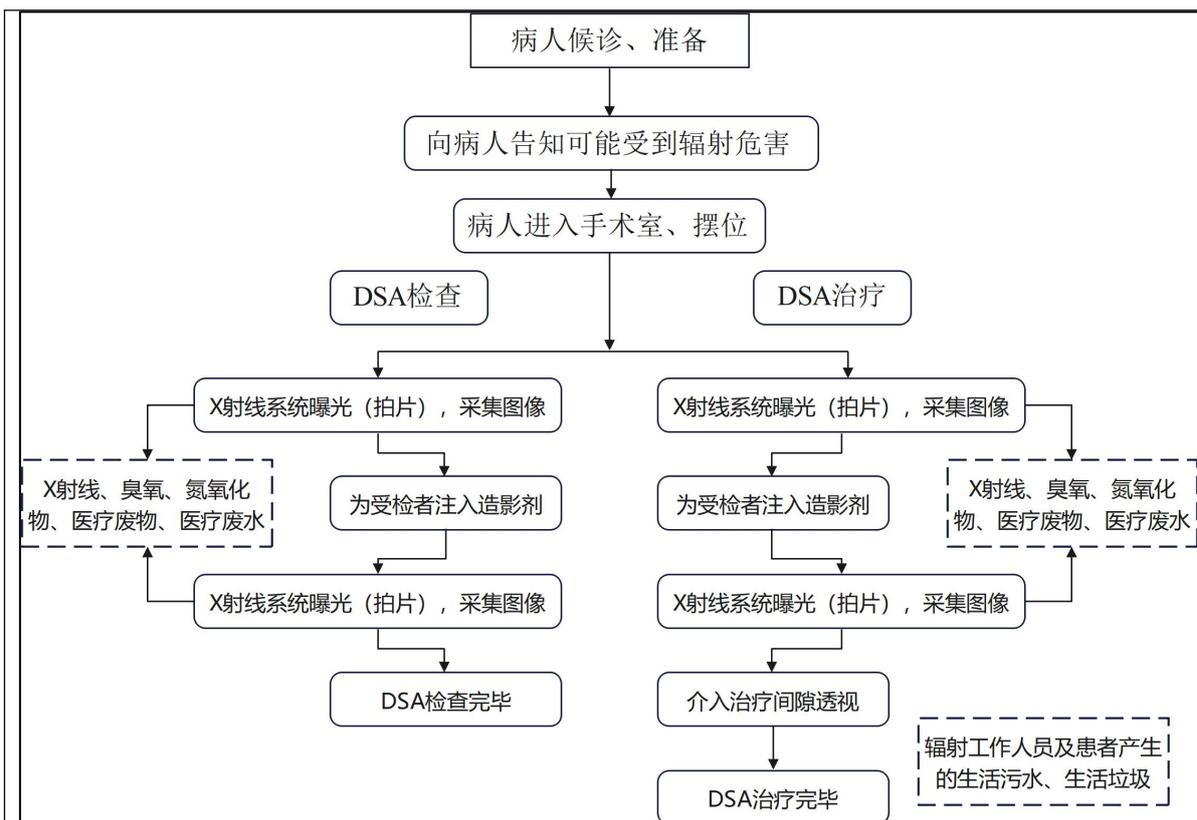


图9-4 本项目工作流程及产污环节示意图

手术过程中分两种情况：

第一种情况（拍片）：技师采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察手术室内病人情况，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帘后身着铅衣、戴铅手套等在 DSA 介入室内对病人进行直接的手术操作。

3. 人流物流合理性分析

人流：

医护人员：医护人员搭乘门诊楼中部电梯或者住院楼中部抵达1楼，经过通道后进入医护通道，在更衣室内更换手术服，随后经过医护通道到达刷手区进行洗手消毒，然后再进控制室，技师在控制室内进行机器预热和调试，医生和护师在控制室内穿好防护服后由控制室防护门进入DSA介入室内部开展工作。手术工作结束后医护人员原路返回离开工作场所。

患者：患者搭乘门诊楼中部电梯或者住院楼中部抵达1楼，经过放射科通道进入等候区2，完成登记后通过缓冲区进入DSA介入室内。手术结束后，有麻醉的患者在

手术室内苏醒后由护师推回病房休息。没有麻醉的患者通过缓冲区，原路返回病房休息或自行离开。

本项目通过时间管控的方式实行医护和患者的分流，手术开始前，患者先进入DSA介入室，然后医护在进入DSA介入室进行手术；手术结束后，患者先行离开DSA介入室，然后医护再离开DSA介入室。

物流：

每场手术结束后，污物由DSA介入室西南侧污物通道门经污物通道运往院区医疗废物暂存间，定期按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质单位定期处置。

本项目人流物流示意图见图9-5。

图9-5 本项目人流物流示意图

污染源项描述

1) 辐射污染源分析

由数字减影血管造影机（DSA）工作原理可知，其只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，故在数字减影血管造影机（DSA）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，射线装置产生的有用线束、泄漏射线及散射射线也可能会穿透 DSA 介入室的六面屏蔽体、观察窗、防护门等对手术室内外的职业人员产生辐射影响。一次拍片需要时间很短，因此拍片的辐射影响较小；而介入手术需要长时间的透视，对辐射工作人员有一定的附加辐射剂量。

有用线束源强：

本项目数字减影血管造影机（DSA）最大管电压125kV，最大管电流均为1000mA，选取表1-4表中常用工况区间的最大值作为本项目评价工况，即：透视电压90kV、电流20mA；拍片电压90kV、电流500mA。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。

由ICRP33号报告P32图2，得出透视和拍片工况下距靶1m处的发射率为

6.2mGy/mA·min，结合评估工况中的电流参数，从而可知数字减影血管造影机（DSA）透视时距离机头1m处空气比释动能率为7.44E+06μGy/h，拍片时距离机头1m处空气比释动能率为1.86E+08μGy/h。

泄漏射线源强：

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12.4：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”，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。

2) 非辐射污染源分析

废气：DSA 装置在工作过程中会使周围空气电离并产生极少的臭氧和氮氧化物。

废水：本项目运行后，介入手术过程中会产生一定量的医疗废水，术后医护人员、患者及患者家属会产生极少量的生活污水，产生的医疗废水预计 25m³/a，生活污水预计 100m³/a。

固体废物：本项目射线装置采用数字成像，它根据病人的需要打印胶片，打印出来的胶片由病人带走自行处理，故不产生废胶片。本项目介入手术时产生的废造影剂瓶、废药棉、废纱布、废手套及废医用器具为医疗废物，项目相关人员产生的少量生活垃圾。

噪声：本项目产噪设备主要为通排风系统、空调系统，建设单位拟采用低噪音风机，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

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

1.1 工作场所布置

本项目辐射工作场所由DSA介入室、1间控制室（8.6m²），1间设备室（7.5m²）、1间污物通道（2.2m²）、1间无菌库房（8.0m²）、1间缓冲区（10.3m²）、1条医护通道（17.0m²）、1间办公室（18.9m²）、1间男更衣室（4.2m²）、1间女更衣室（4.2m²）、1间卫生间（2.7m²）等房间组成，控制室与手术室之间设置观察窗。本项目DSA介入室拟建址位于医技楼1楼放射科，DSA介入室东北侧为护士站，东南侧为放射科通道；西南侧为污物通道和控制室；西北侧为设备室、缓冲区；楼上为肺功能室、护士办和医生办公室；楼下为地下停车场。

1.2 布局合理性分析

（1）本项目 DSA 介入室配套设施完善且 DSA 介入室有效使用面积满足手术开展的空间需求和医生病人需求。

（2）本项目 DSA 介入室靠近电梯；设置有专门的医生办公室、库房等辅助用房，手术区域相应器材辅房均齐全且辅助功能用房配套设施完善，运输病人的整个通道宽敞。DSA 介入室与外界有明显的通道划分，减少了公众误入的可能性。

（3）手术室楼上楼下紧邻区域没有病房等人员常驻区域，没有紧邻产科、新生儿科等特殊区域。

（4）本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

（5）DSA 介入室设置有控制室防护门、患者通道防护门、污物通道防护门，且污物通道和患者通道为独立 2 条走廊，互不影响，实现人员与污物路线的分流，人流和物流在时间上也严格错开。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，所以其平面布置是合理的。

1.3 控制区监督区分区

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位**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**。

本项目 DSA 介入室六面设置有专门的屏蔽体，出束时 X 射线管球管发射的射线被 DSA 介入室屏蔽体屏蔽，DSA 介入室内属于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**控制区**；而控制室、污物通道、缓冲区和设备室有辐射工作人员停留的可能性，属于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**监督区**。

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 和图 10-1。

图10-1 本项目DSA介入室两区划分示意图

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
DSA 介入室	DSA介入室内	控制室、缓冲区、设备室、污物通道	控制区内禁止辐射工作人员和病人以外的外来人员进入，职业工作人员在拍片时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。 监督区范围内应限制辐射工作人员和病人以外的外来人员进入。

控制区：在控制区的进出口及其他适当位置处张贴电离辐射警告标志（所有防护门朝向DSA介入室室外的一面）。

监督区：在监督区入口处的合适位置悬挂监督区标牌；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本项目控制区和监督区的辐射工作人员应严格遵守医院所制定的《辐射工作场所安全管理要求》和《辐射工作人员岗位职责》制度，工作前应做好个人防护，正确佩戴个人剂量计和防护用品，正确履行职责内的工作，操作时严格按照设备操作规程使用射线装置，树牢辐射安全意识。

2. 工作场所污染防治措施

2.1 设备固有安全防护措施

本项目 DSA 拟购自飞利浦医疗公司，设备各项安全措施齐全，仪器本身采取了多种安全防护措施：

①采用栅控技术：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 C 型臂不同应用时可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

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了于监视器上显示（即称之为图像冻结），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配备有相应的表征剂量的指示装置，当曝光室内出现超剂量照射时会出现报警。

⑥设备的手术室内操作台和床体上设有“紧急停机”按钮各一个，在机器故障时可摁下，切断设备电源，避免意外照射。

⑦厂家的 DSA 自带铅吊屏和铅帘等防护措施，铅当量为 0.5mmPb。

⑧装置装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。有用线束主要为从下往上，即使旋转机头，考虑到 DSA 安放位置，也不会直接照射门、窗和管线口位置。同时，也要求建设单位定期按照规章制度对设备进行维护检修。

2.2 对医生及患者的辐射防护措施

在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

在介入诊疗中，手术医生必须认真做好自身的防护工作。具体要求是：

①进一步提高安全文化素养，全面掌握辐射防护法规与技术知识。

②结合诊疗项目实际，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施。

③介入手术/检查中，佩戴好个人防护用具。

④必须开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测。

⑤发现问题及时整改。

同时，医生在为患者实施介入治疗时还须采取以下防护措施：

①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。

②距离防护：对患者非投照部位做好保护工作，在不影响工作质量的前提下，尽可能加大患者与射线装置的距离。DSA介入室的技师采取隔室操作方式，控制室与手术室之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与病人交流。

③防护用品：辐射工作人员在诊疗过程中应自行穿戴相应铅防护用品，并使用铅防护用品遮挡患者非诊疗部位。

④缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

⑤缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

⑥在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

⑦定期维护介入设备：制定和执行介入诊疗中的质量保证计划。

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》，建设单位应制定且不断完善《射线装置操作规程》，并严格按照该规程操作。在该规程中明确规定：辐射工作人员必须佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪及铅防护用品，在介入诊疗中必须认真做好自身的防护工作，同时介入诊疗中必须做好患者的防护工作。

2.3 DSA 介入室辐射防护屏蔽及尺寸：

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表3，DSA介入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 DSA 介入室设计的屏蔽参数见表 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 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，仍按照有用线束管电压（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（有用线束）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密度为 2.35g/cm³，使用的实心砖密度为 1.60g/cm³（300mm 实心砖根据密度折合为 204mm 标准混凝土）。标准钡水泥密度为 3.2g/cm³，本项目硫酸钡水泥密度为 2.88g/cm³，根据密度折算出，本项目 50mm 硫酸钡水泥相当于约 45mm 标准钡水泥。

本项目硫酸钡水泥铅当量采用什值层折算，什值层取值采用《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P64 表 3.5，***

根据公式 1、2 将各屏蔽材料折算成对应管电压下等效屏蔽铅当量，结果见表 10-3。

表 10-3 本项目手术室屏蔽、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	300mm 实心砖墙+50mm 硫酸钡水泥	***	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
楼板	150mm 混凝土+40mm 硫酸钡板	***		满足
地面	200mm 混凝土+40mm 硫酸钡板	***		满足
观察窗（1 扇）	15mm 厚铅玻璃观察窗	***		满足
防护门（3 扇）	3mm 铅板	***		满足
手术室尺寸	35.21m ² （长 7.0m，宽 5.3m）		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
拟配备防护用品				

吊屏/铅帘	/	***	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；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；	满足
铅衣	/	***		
铅屏/铅帘+铅衣	/	***		
铅手套	/	***		

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 DSA 介入室的屏蔽防护满足《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。

2.4 辐射安全措施

（1）警示标志及联锁装置：拟在所有防护门朝向室外的一面均将张贴电离辐射警告标志，防护门上方将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，拟在监督区入口处张贴监督区标志，DSA 介入室室外就近位置张贴或悬挂《放射防护注意事项告知栏》，工作状态指示灯能与防护门有效关联，门关上灯亮，门打开灯灭。

（2）急停按钮和系统登录：本项目室内 DSA 自带的停机按钮及操作台自带的停机按钮（切断设备电源，拟设置中文标识），在机器故障时可摁下避免意外照射。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。

（3）闭门装置及紧急开门按钮：DSA 介入室平开门拟安装自动闭门装置；拟在 DSA 介入室内侧靠近患者防护门位置设置有紧急开门按钮（拟设置中文标识），如有事故发生时，能够按下按钮从内部离开手术室。

（4）防夹措施：DSA 介入室电动门拟设置防夹装置。

（5）对讲装置：DSA 介入室与控制室内拟设置对讲装置，便于 DSA 介入室内的人员与操作室内技师沟通与交流。

（6）防护用品：DSA 介入室内开展手术或检查时，通常室内只有医师、护师和患者，一般 DSA 介入室内医护人员为 3 人，因此建设单位拟为 DSA 介入室的医护人员配备 3 套 0.5mm 铅当量的防护铅衣、防护铅围脖、铅帽、铅眼镜以及 0.1mm 铅当量铅手套；拟为患者配备 1 套 0.5mm 铅当量的防护设备。本项目 DSA 自带术者位防

护铅帘，铅当量为 0.5mm。以上防护用品配备情况满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，因此预计上述措施能够有效降低手术室内辐射工作人员和病人的吸收剂量，起到屏蔽防护效果。

(7) 监测仪器：建设单位拟配备有 1 台便携式辐射监测仪器用于院区各辐射工作场所的自行监测。拟为 DSA 介入室配备 3 台个人剂量报警仪和 13 套个人剂量计。建设单位未来亦将继续为所有新增到本项目的人员安排个人剂量监测和职业健康体检。

(8) 管理机构：宣汉县中医院已设立以院领导为组长的辐射安全与环境保护机构。

(9) 管理制度：本项目建设单位涉及使用II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《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），建设单位需将本项目纳入辐射安全管理制度，目前建设单位已按照要求制定原有核技术利用项目相应制度并下发至全院，本项目开展前应补充针对本项目涉及的相关章程加以完善。

(10) 制度悬挂：建设单位原有辐射工作场所均已按照《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）要求张贴符合尺寸的各项制度。拟将本项目规章制度在辐射工作场所合适位置进行张贴。

图10-3 本项目辐射防护措施示意图

2.5 辐射工作场辐射安全防护设施

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》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 10-3：

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	墙体屏蔽	四周墙体	300mm 实心砖墙	西南侧和西北侧墙体恢复 300mm 实心砖墙，并在四周墙体增加 50mm 硫酸钡水泥
		顶部	150mm 混凝土	拟增加 40mm 硫酸钡板
		地面	200mm 混凝土	拟增加 40mm 硫酸钡板
	观察窗	/	1 扇铅 20mm 厚铅玻璃	

			(4mm 铅当量)
	防护门	/	3 扇 4mm 铅板的防护门
	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	/	1 套通排风系统
	急停按钮	/	设备自带(DSA 床旁和控制室内各 1 个)
	门灯联锁(含工作状态指示灯)	/	3 个, 控制室防护门外、患者通道防护门外、污物通道防护门外
	对讲装置	/	1 套
	控制区入口处电离辐射警告标志	/	3 个, 控制室防护门外、患者通道防护门外、污物通道防护门外
	监督区标志	/	1 个, 缓冲区门外地上门宽×1m 范围内
	闭门装置	/	2 个, 控制室防护门、污物通道防护门
	防夹装置	/	1 个患者通道防护门
	放射防护注意事项告知栏	/	1 套, 缓冲区内
	制度牌		1 套, 控制室内
监测设备	便携式辐射监测仪	/	拟配备 1 台
	个人剂量计	/	拟为本项目配备 13 套
防护用品	医护人员	/	拟配备 3 套医护防护用品(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 套患者防护用品(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

1. 施工期三废治理

1.1 废气

施工过程中产生的废气,属于无组织排放,主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

1.2 噪声

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。且禁止夜间施工,尽可能选用噪音较小的施工设备。

1.3 废水

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,废水经过院区已建的污水处理站处理达标后经污水管网进入宣汉县污水处理厂,经处理达标后最终外排进入达州河。

1.4 固体废物

施工中固体废物主要为建筑废料、装修过程中产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾运至指定的建筑垃圾处置点堆放，生活垃圾经过袋装收集后，由环卫部门统一运送到垃圾处理场集中处理。

2. 运营期三废治理

2.1. 废水

本项目射线装置采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生；未使用已过期的造影剂（输液瓶包装）为药物性废物，按照流转送至院区医疗废物暂存间作为医废暂存，交由当地有资质的单位统一处理；本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。

处理措施：产生的医疗废水经管道收集后排入院区的污水处理站（处理能力为300m³/d），然后采取“一级强化处理工艺”处理本院医疗废水，经处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准要求后，排入市政管网，经污水管网进入宣汉县污水处理厂，处理达到排放标准后排入达州河。

2.2 废气

本项目 DSA 介入室采用净化风机盘管系统+排风+独立新风系统的舒适性空调，采用上送上回、上排方式，新风口位于吊顶东北部，排风口位于吊顶东南部，拟设计排风风量为 800m³/h。本项目 DSA 介入室体积为 140.84m³，DSA 介入室排风量达到 5 次/h，因此 DSA 介入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，排风管穿孔位置四周使用 3mm 铅板进行包裹。DSA 介入室的废气经排风管道引至医技楼 1 楼的室外无人处排放，排口高度距地 3.3m。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。

2.3 固废

本项目运行后不会产生放射性固体废物，预计将产生废造影剂、废造影剂瓶、废药棉、废纱布、废手套及废医用器具等医疗废物。本项目射线装置采用数字成像，将根据病人的需要打印胶片，打印出来的胶片由病人带走自行处理，不产生废胶片。介

入手术时产生的医疗废物将采用专用容器集中收集后转移至院区的医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质单位定期处置。本项目辐射工作人员和患者产生的生活垃圾分类统一集中收集后，由当地环卫部门统一清运。

3. 噪声

本项目产噪设备不多（主要为通风系统），声级较小，噪声影响不大。且风机等设备均位于设备房内，噪声源通过使用合理布局、使用低噪声设备、安装减震垫、建筑物隔声等措施降噪，对周围环境影响较小。

4. 射线装置报废处理

根据《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。

本项目使用的数字减影血管造影机（DSA）在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

环保设施及投资

本项目总投资***万元，其中环保投资***万元，占总投资约***。具体环保设施及投资见表 10-5。

表 10-5 本项目环保预算一览表

项目	环保措施	投资 (万元)
辐射屏蔽措施	防护工程改造、表面装修	***
	1 扇控制室防护门、1 扇污物通道防护门、1 扇患者通道防护门	***
	1 扇控制室观察窗	***
通排风系统	1 套通排风系统	***
安全措施	3 套工作状态指示灯	***
	3 套门灯联锁	***
	DSA 床体和操作台各自带 1 个急停按钮	***
	1 个闭门装置	***
	1 个开门按钮	***
	1 套对讲系统	***
	2 个防夹装置	***
	DSA 介入室 3 个电离辐射警告标志 3 个，监督区标志 3 个，监督区警戒线 1 处	***
放射防护注意事项告知栏和制度牌 1 套	***	

防护用品	3 套医护防护用品及 1 套患者防护用品	***
监测仪器	射线装置辐射工作场所监测费用	***
	便携式辐射监测仪 1 台	***
	个人剂量报警仪 3 台	***
	13 套个人剂量计	***
其他	辐射工作人员、管理人员及应急人员的考试差旅费	***
	医疗废物处理	***
	合计	***

注：定期投入项目由未来招标确定每年价格，未纳入合计

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目所在医技楼已获得原宣汉县环境保护局《关于宣汉县中医院迁建项目环境影响报告书的批复》（宣环审[2013]104号）。本项目所在主体建筑的施工期阶段环境影响已在院区环评中详细描述。

本项目施工期主要为防护工程、表面装修、射线装置安装与调试，可能的污染因素主要为常规环境要素（施工废水、施工废气、施工噪声及施工固体废弃物影响）。射线装置安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染，但在调试时将产生一定辐射污染，设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

1. 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防护改造和防护装修阶段产生的扬尘，但影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染已采取以下措施：

- a) 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；
- b) 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- c) 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（2）施工期废水环境影响分析

施工期间，有一定量含有泥浆的建筑装修废水产生，项目施工期施工人员污水产生量很少。施工人员产生的少量生活废水进入建设单位原有的污水处理系统处理后进入城市污水管网，项目施工期废水对外环境影响较小。

（3）施工期噪声环境影响分析

施工期的噪声污染源主要为电锤、电钻等设备产生，声源强度在 65~95dB(A)，会造成局部时段边界噪声超标，因此，项目施工期间应加强管理，尽量在无人的周末进行施工。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。其中生活垃圾约 5kg/d。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。建筑材料可回收利

用部分重新利用后剩余的建筑垃圾集中收集，由建设单位外运至市政部门指定的垃圾堆放场。故项目施工期间产生的固废对周边环境产生影响较小。

2. 安装调试期对环境会产生如下影响：

安装调试期对于环境主要影响为 X 射线辐射、微量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。本项目射线装置的安装与调试已由设备厂家安排的专业人员完成。在设备安装调试阶段，建设单位已加强辐射防护管理，避免了发生辐射事故。

由于设备的安装和调试均在手术室内进行，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，建设单位已回收包装材料及其他固体废物，作为一般固体废物进行处置。

总之，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，影响将自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中只要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 DSA 介入室六面防护的等效铅当量、手术室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 DSA 介入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

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，故 DSA 在开机期间，X 射线是项目主要污染物，利用 X 射线进行介入诊断和治疗的同时，射线装置将产生有用线束、泄漏射线、散射射线。本项目出束方向由下至上，因此顶板受有用线束影响，其余四周墙体、地面则受泄漏射线、散射射线的影响。

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

根据表 9 可知，数字减影血管造影机（DSA）透视时距离机头 1m 处空气比释动能率为 7.44E+06μGy/h，拍片时距离机头 1m 处空气比释动能率为 1.86E+08μGy/h。泄漏射线源强取 1.00E+03μGy/h。

2.2.2 散射线能量

由于屏蔽体透射因子的取值与射线的能量有关，根据《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）P448中可知，射线经过散射后，其能量由下列推导。

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos\theta)}{511}} \text{-----公式3}$$

根据上式计算得出，本项目射线装置在管电压为90kV时，θ=90°时的散射线能量约为77kV，本项目近似取80kV进行评估。

单位转换系数参考《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）表 G.1，80kV数据为1.72，由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。

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 11-1。

表 11-1 铅、混凝土不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数

材料	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ (mm ⁻¹)
（有用线束/泄漏射线）管电压 90kV			
铅	3.067	18.83	0.7726
混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
（散射线）管电压 70kV			
铅	5.369	23.49	0.5883
混凝土	0.0509	0.1697	0.3849
（散射线）管电压 100kV			
铅	2.507	15.33	0.9124
混凝土	0.0395	0.0844	0.5191

铅及混凝土的铅当量计算公式采用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的公式 C.1（表 10 公式 2），有用线束、泄漏射线的相应参数根据 NCRP147 号表

A.1 中取 90kV 下对应的数值；散射射线的相应参数根据 NCRP147 号表 C.1 中不同电压下对应的数值，但由于在 NCRP147 号表 C.1 中未列出散射射线 90kV 下对应的数值，因此本报告表中采用 70kV、100kV 计算得到的透射因子，再用插值法获取 90kV 透射因子。

透射因子计算结果详见表 11-2。

表 11-2 DSA 介入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	对散射线（80kV）	对有用线束/泄漏射线（90kV）
DSA 介入室	四周墙体	300mm 实心砖墙+50mm 硫酸钡水泥	***	***
	顶板	150mm 混凝土+40mm 硫酸钡板	***	***
	地面	200mm 混凝土+40mm 硫酸钡板	***	***
	观察窗(1 扇)	4mm 铅当量铅玻璃观察窗	***	***
	防护门(3 扇)	4mm 铅板	***	***
	拍片时	4mm 铅当量+0.5mm 铅当量	***	***
防护用品	吊屏/铅帘/铅衣	0.5mm 铅当量	***	***
	铅衣+铅帘	0.5mm 铅当量+0.5mm 铅当量	***	***
	铅手套	0.1mm 铅当量	***	***

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GBZ121-2020附录A对本项目保护目标所在场所的居留因子进行取值。

表11-3 本项目居留因子取值一览表

场所	居留因子取值	备注
DSA 介入室西南侧（控制室）	1	全居留
DSA 介入室西北侧（设备室）	1/16	偶然居留典型值
DSA 介入室西北侧（缓冲区）	1/4	部分居留典型值
DSA 介入室东北侧（护士站）	1	全居留
DSA 介入室东南侧（通道）	1/4	部分居留典型值
DSA 介入室楼上（护士办、肺功能、医生办公室、通道）	1	全居留
DSA 介入室楼下（地下停车场）	1/16	偶然居留典型值
院区道路	1/4	部分居留典型值

院区绿化	1/16	偶然居留典型值
门诊楼	1	全居留
住院楼	1	全居留

注：楼下、楼上保守取机头对应正下方的位置。

2.2.5 计算公式

(1) 有用线束辐射影响计算公式

本项目DSA介入室上方考虑有用线束影响，四周、楼下考虑散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：

$$H_{pr} = \frac{H_{1m} \cdot B}{r_x^2} \quad \text{-----公式 4}$$

式中：

H_{pr} ：关注点处的有用线束的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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，见表11-2；

r_x ：受照体与关注点的距离，见图 11-1。

(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：

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

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，本项目取1；

B ：屏蔽墙对散射线的屏蔽透射因子，见表 11-2；

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 $1.03\text{E}-03$ ；

s ：散射面积，本项目取 100cm^2 ；

d_0 ：源与受照体的距离，本项目取 0.6m；

ds: 受照体与关注点的距离, 对于第一术者位为 0.6m、第二术者位为 0.8m, 护师位为 1.0m, 其余点位见图 11-1。

(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:

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

式中:

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

H_L : 距靶点1m处泄漏射线的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

B: 屏蔽透射因子, 见表11-2;

r: 机头与关注点的距离, 对于第一术者位为0.6m、第二术者位为0.8m, 护师位为1.0m, 其余点位见图11-1。

根据上述公式计算 DSA 介入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 11-4、表 11-5 和表 11-6, 关注点位图见图 11-1、图 11-2 和图 11-3。

根据医院提供资料可知, 第一术者位、第二术者位在介入手术透视出束是均位于铅帘之后, 护师在介入手术透视出束时站到术者位背后(铅帘后)或者退出 DSA 介入室到控制室内, 因此为保守计算, 本项目按照护师位处于术者位背后对护师人员进行剂量评价。拍片模式下, 医师及护师均退出 DSA 介入室进入控制室内。除第一术者位、第二术者位、护师位, 其余关注点均取屏蔽体外 30cm 处。

图11-1 本项目DSA介入室计算点位图

图11-2 本项目DSA介入室楼下计算点位图

图11-3 本项目DSA介入室楼上计算点位图

表11-4 不同介入诊疗条件下有用线束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
11	楼上30cm处(屋面)	透视	***	150mm混凝土+40mm硫酸钡板	***	***	满足
		拍片	***			***	满足

注：计算距离保守保留只留一位小数，参考《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T 830-2024)表G.1中由80kV和100kV插值得90kV为1.69。

表11-5 不同介入诊疗条件下非有用线束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	利用因子	透射因子		瞬时剂量率(μGy/h)		合计周围剂量当量率(μSv/h)	是否满足限值
						散射线	泄漏射线	散射线	泄漏射线		
1	DSA介入室西南侧门外30cm处(控制室)	透视	***	4mm铅板	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	满足
2	DSA介入室西南侧窗外30cm处(控制室)	透视	***	4mmPb铅玻璃	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	满足
3	DSA介入室西南侧墙外30cm处(控制室)	透视	***	300mm实心砖墙+50mm硫酸钡水泥	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	满足
4	DSA介入室西南侧门外30cm处(污物通道)	透视	***	4mm铅板	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	满足
5	DSA介入室东南侧墙外30cm处(通道)	透视	***	300mm实心砖墙+50mm硫酸钡水泥	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	满足
6	DSA介入室东北侧墙外30cm处(护士站)	透视	***	300mm实心砖墙+50mm硫酸钡水泥	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	满足
7	DSA介入室西北侧墙外30cm处(缓冲)	透视	***	300mm实心砖墙+50mm硫酸钡水泥	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	满足

	区)										
8	DSA介入室西北侧门外30cm处(缓冲区)	透视	***	4mm铅板	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	***
9	DSA介入室西北侧墙外30cm处(设备室)	透视	***	300mm实心砖墙+50mm硫酸钡水泥	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	***
10	DSA介入室地面外30cm处(地下停车场)	透视	***	200mm混凝土+40mm硫酸钡板	1	***	***	***	***	***	满足
		拍片	***			***	***	***	***	***	***

注：计算距离保守保留只留一位小数，参考《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T 830-2024)表G.1，100kV数据为1.72，由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医护人员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	利用因子	透射因子		瞬时剂量率($\mu\text{Gy/h}$)		合计周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足限值
						散射线	泄漏射线	散射线	泄漏射线		
1	第一术者位	透视	***	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅屏	1	***	***	***	***	***	/
		拍片	***	4mmPb铅观察窗+0.5mm铅衣		***	***	***	***	***	满足
2	第二术者位	透视	***	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅屏	1	***	***	***	***	***	/
		拍片	***	4mmPb铅观察窗+0.5mm铅衣		***	***	***	***	***	满足
3	护师位	透视	***	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅屏	1	***	***	***	***	***	/
		拍片	***	4mmPb铅观察窗+0.5mmPb铅衣		***	***	***	***	***	满足

根据表11-4和表11-5可知，DSA介入室四周墙体、铅防护门、观察窗、顶板和地面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0.3m处的周围剂量当量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和本项目剂量约束值，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”要求。根据表11-6可知，DSA介入室内医护人员周围剂量当量率位于***之间。

2.6 辐射工作人员及周围公众年有效剂量评估

(一) 人员所受年有效剂量估算

计算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000年报告附录A公式计算手术室周围各关注点辐射工作人员和公众受到的X射线产生的外照射人均年有效剂量：

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times K \quad \text{-----公式7}$$

H_{Er} : X射线外照射人均年剂量, mSv/a;

D_r : 关注点处空气吸收剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

T : 居留因子, 见表11-3;

t : 年照射时间, h, 取值见表1-6;

K : 空气比释动能率与吸收剂量转换系数, 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 $k=1.69$; 80kV, $K=1.72$ 。表 11-7、表 11-8 中最后的结果数据已进行单位转换。

计算结果

根据表 1-4, 根据公式 7 可得辐射工作人员及公众年有效剂量预测结果见表 11-7。

表 11-7 本项目 DSA 介入室周围辐射工作人员及公众附加年有效剂量一览表

保护目标	方位与最近距离	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	年照射时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)		
手术室内	第一术者位	透视	***	1	***	***	5.0		
		拍片	***						
	第二术者位	透视	***	1	***	***	5.0		
		拍片	***						
	护师位	透视	***	1	***	***	5.0		
		拍片	***						
控制室辐射工作人员	西南侧紧邻	透视	***	1	***	***	5.0		
		拍片	***						
污物通道	西南侧紧邻	透视	***	1/4		***	***	0.1	
		拍片	***						
通道	东南侧	透视	***	1/4			***	***	0.1

	紧邻	拍片	***			
护士站	东北侧 紧邻	透视	***	1		*** ***
		拍片	***			
缓冲区	西北侧 紧邻	透视	***	1/4		*** ***
		拍片	***			
设备室	西北侧 紧邻	透视	***	1/16		*** ***
		拍片	***			
护士办、肺功能、医生办公室、通道	楼上	透视	***	1		*** ***
		拍片	***			
地下停车场	楼下	透视	***	1/16		***
		拍片	***			

50m 范围内其他保护目标年有效剂量估算

本项目 DSA 介入室 50m 范围内还包括院区道路、门诊楼、住院楼。保守以表 11-5 中 5 号点位 DSA 介入室东南侧墙外 30cm 处作为院区道路处剂量率参考点，2 号点位 DSA 介入室西南侧窗外 30cm 处作为住院楼处剂量率参考点，6 号点位 DSA 介入室东北侧窗外 30cm 处作为门诊楼处剂量率参考点，结合出束时间及居留因子可计算出其他保护目标年有效剂量，计算结果见下表 11-8。

表 11-8 本项目 DSA 介入室周围 50m 范围内其他保护目标年有效剂量一览表

保护目标名称	方位	居留因子	时间	关注点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
院区道路	东南侧	1/4	***	透视	***	*** ***
				拍片	***	
门诊楼	东北侧	1		透视	***	*** ***
				拍片	***	
住院楼	西南侧	1		透视	***	***
				拍片	***	

(二) 术者位腕部剂量估算

计算公式

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/T 244-2017) 4.3, 用下式进行估算:

$$D_s = C_{KS} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad \text{-----公式 8}$$

D_s : 皮肤吸收剂量 (mGy) ;

k: X- γ 辐射场的空气比释动能率 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$)，本项目透视情况下 1m 处的空气比释动能率为 $7.44\text{E}+06\mu\text{Gy/h}$ ，医师佩戴 0.1mmPb 的铅手套，手腕面积取 0.0025m^2 ，插入导管操作时距离为 0.5m，根据公式 5 和公式 6 计算得出 X- γ 辐射场的空气比释动能率为 $2.11\text{E}+03$ ($\mu\text{Gy/h}$)。

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，预计在透视时有 1/4 时间在进行插入导管等操作，取第一术者位年受照时间***。

计算结果

术者位腕部剂量估算结果: 根据以上公式计算得术者位在导管插入操作时，腕部所受剂量为 16.4mGy/a ，单位转换系数为 1.69，单位转换后腕部所受总剂量为 27.64mSv/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)或皮肤当量剂量约束值，即不超过 125mSv/a 的要求。

由于本项目技师可能兼职其他核技术利用岗位，参考表 1-6 中最大个人剂量保守估计年有效剂量对技师进行年有效剂量叠加，综上所述，本项目技师年有效剂量最大为***，本项目辐射工作人员的年有效剂量最大为***，周围公众的年有效剂量最大为***。因此综合来看，本项目运行后，相关的辐射工作人员以及周围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和本项目剂量约束值的要求。

3. 臭氧环境影响分析

本项目 DSA 介入室采用净化风机盘管系统+排风+独立新风系统的舒适性空调，采用上送上回、上排方式，新风口位于吊顶东北部，排风口位于吊顶东南部，拟设计排风风量为 $800\text{m}^3/\text{h}$ 。本项目 DSA 介入室体积为 140.84m^3 ，DSA 介入室排风量达到 5 次/h，因此 DSA 介入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，排风管穿孔位置四周使用 3mm 铅板进行包裹。DSA 介入室的废气经排风管道引至医技楼 1 楼的室外无人处排放，排口高度距地 3.3m。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

本项目射线装置采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生；未使用已过期的造影剂（输液瓶包装）为药物性废物，按照流转送至院区医疗废物暂存间作为医废暂存，交由当地有资质的单位统一处理；本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。

处理措施：产生的医疗废水经管道收集后排入院区的污水处理站（处理能力为 300m³/d），然后采取“一级强化处理工艺”处理本院医疗废水，经处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准要求后，排入市政管网，经污水管网进入宣汉县污水处理厂，处理达到排放标准后排入达州河。

5 固体废物环境影响分析

本项目运行后不会产生放射性固体废物，预计将产生废造影剂、废造影剂瓶、废药棉、废纱布、废手套及废医用器具等医疗废物。本项目射线装置采用数字成像，将根据病人的需要打印胶片，打印出来的胶片由病人带走自行处理，不产生废胶片。介入手术时产生的医疗废物将采用专用容器集中收集后转移至院区的医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质单位定期处置。本项目辐射工作人员和患者产生的生活垃圾分类统一集中收集后，由当地环卫部门统一清运。

6. 声环境影响分析

本项目产噪设备不多（主要为通风系统），声级较小，噪声影响不大。且风机等设备均位于设备房内，噪声源通过使用合理布局、使用低噪声设备、安装减震垫、建筑物隔声等措施降噪，对周围环境影响较小。

事故影响分析

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

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

主要事故风险：

1) DSA正常工作时，辐射工作人员未穿戴防护用品停留于DSA介入室内，导致发生误照射；

2) DSA正常工作时，有公众停留于DSA介入室内，导致发生误照射。

3. 源项分析及事故等级分析

本项目数字减影血管造影机（DSA）属于II类射线装置，其风险因子为X射线，按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（2019年修订本）第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表11-9中。

表 11-9 射线装置的风险因子辐射伤害程度与事故分级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	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
	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
	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表 11-10。

表 11-10 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
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	50.0Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表1的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. 风险事故情形设定

事故假设：

手术期间可能发生的辐射事故

本项目DSA正常工作时具体指在透视工况下，拍片时DSA介入室内只有患者，故在分析事故时不考虑拍片工况。

对于辐射工作人员：在未采取任何防护错的情况下位于非主射方向进行透射手术操作，受到非主射方向的照射。辐射工作人员可能对机头距离0.5m、1.0m、1.5m、2.0m，曝光时间最大按15min。

对于公众：在装置运行时，公众误入DSA介入室或未撤离DSA介入室的情况下进行照射操作，对公众造成不必要的照射。实际情况下0.5m~1m范围站立着医师和护师，误停留公众难以接近机头如此近的距离，如误停留公众位于1.5m处，最多停留1min便会被DSA介入室内辐射工作人员发现并带离DSA介入室。公众距离机头取1.5m，时间取1min。

剂量估算：本项目DSA在透视工况下1m处无铅衣铅屏风遮挡的情况下比释动能为 $7.44E+06\mu\text{Gy/h}$ ：

表11-11 透视工况下辐射工作人员及周围公众受到单次的剂量

距机头距离 (m)	各时段的射线所致辐射剂量 (Sv)					
	1min	3min	6min	9min	12min	15min
0.5m	7.23E-04	2.17E-03	4.34E-03	6.51E-03	8.67E-03	1.08E-02
1.0m	1.81E-04	5.42E-04	1.08E-03	1.63E-03	2.17E-03	2.71E-03
1.5m	8.03E-05	2.41E-04	4.82E-04	7.23E-04	9.64E-04	1.20E-03
2.0m	4.52E-05	1.36E-04	2.71E-04	4.07E-04	5.42E-04	6.78E-04

事故后果：

由表 11-11 计算结果可知，本项目辐射工作人员在不同位置（位于距离机头 0.5m、1.0m、1.5m、2.0m 处）随着时间（最多 15min）的推移，所受的最大剂量为 10.8mSv，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；对于公众来说，位于距离机头 1.5m 处，停留 1min 所受到的剂量为 8.03E-02mSv，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。但建设单位仍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，切勿麻痹大意，定期检查维护辐射安全防护措施，强化辐射工作人员的辐射安全意识。

5. 事故处理方法及预防措施：

事故处理方法

该医院已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了辐射事故应急方案。

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已制定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 DSA 进行检查、维护，发现问题及时维修，并应定期监测 DSA 工作场所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（达州市生态环境局：0818-2523190），由当地生态环境部门向省生态环境厅（80589003（昼间）、80589100（夜间及节假日））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（达州市卫生健康委员会：0818-2523103）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医院已成立以院领导为组长的辐射安全管理委员会，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监测结果存档，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监测、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。

建设单位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监测或者检查，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建设单位应制定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 采取的栅控技术、光谱过滤技术、“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率，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。

6. 其他风险的防范

外购的造影剂均应单独密闭保存，存放于不锈钢药品柜以避免药品受到污染或药品污染周围环境；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

辐射安全与生态环境管理机构的设置

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；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

宣汉县中医院已根据核技术应用现状，按《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管理委员会负责相关辐射安全监督管理工作，并根据实际情况不断调整领导小组人员。委员会职责明确，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该委员会的组成涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门和科室，在框架上基本符合要求。管理领导小组名单如下：

- 组 长：***
- 副组长：***
- 成 员：***

辐射安全管理规章制度

一、档案分类管理

宣汉县中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它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）》的要求，档案资料应按以下几大类分类：“单位许可制度执行情况资料”“项目环保手续履行情况资料”“台账管理档案”“辐射工作人员管理资料”“工作场所档案管理资料”“辐射事故应急管理资料”“年度评估报告”“整改落实资料”等。

二、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）》（川环函〔2025〕616号），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-2。

表 12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
---	--------	------	--------

号			
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	/	本项目辐射工作人员需通过考试后持证上岗
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	拟根据本项目情况做调整
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	/	拟为本项目配置1台便携式辐射巡测仪、3台个人剂量报警仪
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Ⅲ类射线装置项目已落实	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	拟将本项目纳入
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业健康监护档案	原有辐射工作人员已落实	本项目辐射工作人员应在上岗前一并落实
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	本项目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	原有辐射工作场所每年均委托有资质单位完成场所环境监测	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

辐射安全许可证重新申领材料

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》“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依照规定取得许可证”。在本项目环境影响评价文件取得达州市生态环境局批复后，医院需准备以下文件并提交审管部门（达州市生态环境局），重新申领辐射安全许可证。办理流程：受理、审查、决定、制证、颁发和送达。

12-2 建设单位管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	《关于调整辐射安全管理委员会成员以及辐射事故应急预案的通知》	/
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	《辐射安全管理规定》	将本项目装置纳入
3	辐射工作设备操作规程	《辐射工作设备操作规程》	拟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	《辐射安全和防护设施维护维修制度》	将本项目装置纳入
5	辐射工作人员岗位职责	《辐射工作人员岗位职责》	将本项目辐射工作人员纳入
6	放射源与射线装置台账管理制度	《射线装置台账管理制度》	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	《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》	拟制定本项目辐射工作场所和环境水平监测方案
8	监测仪表使用与校验管理制度	/	拟制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	《辐射工作人员培训管理制度》	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	《辐射工作人员个人剂量管理制度》	将本项目辐射工作人员纳入
11	辐射事故应急预案	《关于调整辐射安全管理委员会成员以及辐射事故应急预案的通知》	拟将本项目纳入
12	质量保证大纲和质量控制检测计划（使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位）	《质量保证大纲和质量控制检测计划》	拟根据本项目做调整
13	其他	《放射防护注意事项告知栏》	拟制定

医院需在辐射安全与防护管理领导小组的组织下及时制定和完善上述规章制度，明确各科室人员责任，并严格落实。医院需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

医院应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》的要求，将《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用放射性同位素和射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”。为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下

1、个人剂量监测

项目建成投运后，建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据原四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发〔2010〕49号）做好个人剂量管理的工作。同时根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）个人剂量常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月，同时建设单位应建立个人剂量档案。辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，医院应当将个人剂量档案保存终身。

建设单位辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要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，检测报告及有关调查报告应存档备查；当单年个人剂量超过50mSv时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

2、辐射工作场所监测

(1) 监测内容：X- γ 辐射剂量率

(2) 监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查

(3) 监测频度：对于X- γ 剂量率应自行配备监测设备每1个月监测1次；另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目投运前开展验收监测，并在投运后每年定期开展年度监测，监测报告附到年度评估报告中，于次年1月31日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://r.mee.gov.cn>）。

(4) 监测范围：DSA介入室屏蔽墙、防护门以及楼上区域和穿线孔洞外的X辐射剂量率。

(5) 监测设备：X- γ 辐射剂量监测仪

(6) 质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表12-3 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	
DSA介入室	X- γ 辐射剂量率	机房四周屏蔽体外、防护门外、顶部、穿线孔洞处、操作位	委托监测每年至少1次	建议自行监测周期为1次/月	开关机各监测一次

3、年度监测报告情况

建设单位应于每年1月31日前将上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。建设单位应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》规定的格式编写《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址<http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增、注销以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

为了加强对射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全使用，保障人体健康，保护环境，建设单位需根据最新要求完善现有的《辐射事故应急预案》，其内容应包括：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急人员的组织；
- ③培训以及应急救助的装备、资金、物资准备；
- ④辐射事故分级及应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序；

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效采取以下应急措施：

①发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将人员撤出机房，关闭机房门，同时向主管领导报告。

②医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

③事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

④最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患

其他要求：

①辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

②在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际 及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

1、实践正当性

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起到了十分重要的作用。宣汉县中医院新增 1 台数字减影血管造影机（DSA）项目符合达州市医疗服务需要。因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

2、产业政策相符性与代价利益分析

宣汉县中医院为满足患者医疗需求在医技楼新增介入治疗相关核技术利用项目，其建设性质符合国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属鼓励类第三十七项“卫生健康”第 1 条“医疗服务设施建设”，符合国家产业发展政策。

根据表 11-4 和表 11-5 可知，DSA 介入室四周墙体、铅防护门、观察窗、顶棚和地坪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 0.3m 处的周围剂量当量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和本项目剂量约束值，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h”要求。根据表 11-7 和表 11-8 可知，本项目运行后，相关的辐射工作人员以及周围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和本项目剂量约束值的要求。且建设单位拟为辐射工作人员建立个人剂量档案，定期进行职业健康体检和建立职业健康档案，本项目对周围环境、辐射工作人员和公众产生的影响将远远小于本项目带来的收益。

3、工程概况

项目名称：宣汉县中医院新增 1 台数字减影血管造影机（DSA）项目

建设单位：宣汉县中医院

建设性质：新建

建设地点：宣汉县蒲江街道西华大道 700 号宣汉县中医院医技楼一层放射科

DSA 介入室

工程建设内容及规模

建设单位拟将医技楼一楼的放射科 CT 检查室 2 改造为 DSA 介入室，拟建医技楼一楼的放射科 DR 检查室 2 和等候区等区域改造为 DSA 介入室辅房。本次改造内容主要为：拟拆除 CT 检查室 2 西南侧部分墙体并设置一扇医护通道防护门、一扇污物通道门和一扇观察窗，利旧使用 CT 检查室 2 其余墙体；拟将 CT 检查室 2 控制室西南部新建墙体隔出污物通道。拟拆除 DR 检查室 2 西南侧和西北侧多余墙体，在合适位置增加隔墙、门后用于建设 DSA 介入室设备间和辅助用房。

本项目改造完成后，建设单位拟在 DSA 介入室内安装使用 1 台型号为飞利浦 Azurion3M15 的数字减影血管造影机（DSA），II 类射线装置，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，主射方向由下往上。根据建设单位提供资料，本项目开展后，DSA 手术室拟供宣汉县中医院放射科、神经内科、神经外科、心内科等科室开展相应介入手术，预计年总手术台数为 400 台，总计年出束时间 90.2h。

DSA 介入室有效使用面积为 35.21m²（长 7.0m，宽 5.3m，层高 4.0m，吊顶高度为 2.9m），DSA 介入室配套使用 1 间控制室（8.6m²），1 间设备室（7.5m²）、1 间污物通道（2.2m²）、1 间无菌库房（8.0m²）、1 间缓冲区（10.3m²）、1 条医护通道（17.0m²）、1 间办公室（18.9m²）、1 间男更衣室（4.2m²）、1 间女更衣室（4.2m²）、1 间卫生间（2.7m²）。

DSA 介入室采用的防护设计为：四周墙体为 300mm 实心砖+50mm 硫酸钡水泥；地面为 200mm 混凝土+40mm 硫酸钡板；顶板为 150mm 混凝土+40mm 硫酸钡板；DSA 介入室设置有 3 扇铅门，西南侧医护通道门（长 1100mm×高 2100mm，4mmPb 铅防护门）、西南污物通道门（长 900mm×高 2100mm，4mmPb 铅防护门）、西北侧患者通道门（长 1500mm×高 2300mm，4mmPb 铅防护门）、西南侧 1 扇观察窗（规格为：长 1900mm×宽 1200mm，高 1000mm，等效 4mm 铅当量）。

三、本项目选址及平面布局合理性分析

（一）布局

本项目辐射工作场所由 DSA 介入室、1 间控制室（8.6m²）、1 间设备室（7.5m²）、1 间污物通道（2.2m²）、1 间无菌库房（8.0m²）、1 间缓冲区（10.3m²）、1 条医护通道（17.0m²）、1 间办公室（18.9m²）、1 间男更衣室（4.2m²）、1 间女更衣室（4.2m²）、1 间卫生间（2.7m²）等房间组成，控制室与手术室之间设置观察

窗。本项目 DSA 介入室拟建址位于医技楼 1 楼放射科，DSA 介入室东北侧为护士站，东南侧为放射科通道；西南侧为污物通道和控制室；西北侧为设备室、缓冲区；楼上为肺功能室、护士办和医生办公室；楼下为地下停车场。

本项目 DSA 介入室配套设施完善且 DSA 介入室有效使用面积满足手术开展的空间需求和医生病人需求。本项目 DSA 介入室靠近电梯；设置有专门的医生办公室、库房等辅助用房，手术区域相应器材辅房均齐全且辅助功能用房配套设施完善，运输病人的整个通道宽敞。DSA 介入室与外界有明显的通道划分，减少了公众误入的可能性。手术室楼上楼下紧邻区域没有病房等人员常驻区域，没有紧邻产科、新生儿科等特殊区域。本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。DSA 介入室设置有控制室防护门、患者通道防护门、污物通道防护门，且污物通道和患者通道为独立 2 条走廊，互不影响，实现人员与污物路线的分流，人流和物流在时间上也严格错开。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，**所以其平面布置是合理的。**

(二) 选址

本项目 DSA 介入室位于医技楼 1 楼放射科，50m 范围主要为门诊楼、住院楼、院区道路及绿化。DSA 介入室设置在医技楼 1 楼放射科东北部，DSA 介入室及辅房周围设置有物理隔离，进出口设置有门禁，极大程度减小了公众误入的可能性。DSA 介入室拟建位置靠近电梯厅及楼梯，有利于病人转运，一旦发生事故，周围公众也能够很快得到疏散。在确保核技术利用项目选址地点周围保护目标尽可能少的同时，医院也将通过采取相应有效治理和屏蔽措施减少对周围的环境影响。

综上所述，宣汉县中医院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。DSA 介入室选址时亦尽可能考虑了周围保护目标最少化。且 DSA 介入室为专门的辐射工作场所，具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《2024年四川省生态环境质量公报》全市环境 γ 辐射剂量率连续自动监测年均值范围相当，属于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，本项目辐射工作人员、周围公众及环境保护目标年受照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）年剂量限值（辐射工作人员、周围公众年附加有效剂量约束值分别为5mSv/a、0.1mSv/a）的要求。

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

医院现有的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，考试（核）合格，有辐射事故应急预案与安全规章制度；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，医院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，本项目在宣汉县蒲江街道西华大道 700 号宣汉县中医院医技楼一层放射科 DSA 介入室进行建设，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填写。

（2）尽快安排未取得成绩报告单的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.mee.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）	数量
辐射屏蔽措施	防护工程改造、表面装修	1间
	控制室防护门、污物通道防护门、患者通道防护门	拟设置3扇
	控制室观察窗	拟设置1扇
安全措施	工作状态指示灯	拟设置3套
	门灯连锁	拟设置3套
	DSA床体和操作台各自带1个急停按钮	设备自带
	闭门装置	拟设置1个
	开门按钮	拟设置1个
	1套对讲系统	拟设置1套
	防夹装置	拟设置2个
	电离辐射警告标志，监督区标志，监督区警戒线	拟在 DSA 介入室所有防护门上张贴电离辐射警告标志（共3个），在监督区入口处张贴监督区标志（共3个），在缓冲区入口处地面张贴门宽×地面1m宽监督区警戒线
放射防护注意事项告知栏和制度牌1套	拟设置1套	
通排风系统	通排风系统	拟设置1套
监测用品	个人剂量计	13套
	X-γ辐射剂量率监测仪	1台
	个人剂量报警仪	3台
应急和救助的物资准备（火灾报警仪及灭火装置、紧急照明装置、应急演练、医疗箱等）		