

---

核技术利用建设项目  
威远县人民医院  
数字减影血管造影机（DSA）项目  
环境影响报告表

威远县人民医院

2025年12月

生态环境部监制



---

**核技术利用建设项目**  
**威远县人民医院**  
**数字减影血管造影机（DSA）项目**  
**环境影响报告表**

建设单位名称：威远县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：威远县严陵镇五云路 110 号

邮政编码：642500

联系人：[REDACTED]

电子邮箱：[REDACTED]

联系电话：[REDACTED]



# 编制主持人职业资格证书



## 环境影响评价工程师 Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，  
表明持证人通过国家统一组织的考试，  
取得环境影响评价工程师职业资格。

姓 名： 卜雪婷  
证件号码： 340621199210084585

性 别： 女  
出生年月： 1992年10月  
批准日期： 2025年06月15日  
管 理 号： 0352025063400000019





---

## 填表说明

1.此环境影响报告表按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求进行编制；

2.以下核技术利用建设项目需填报此环境影响报告表：

- 1) 制备 PET 用放射性药物的；
- 2) 医疗使用I类放射源的；
- 3) 使用II类、III类放射源的；
- 4) 生产、使用II类射线装置的；
- 5) 乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；
- 6) 在野外进行放射性同位素示踪试验的。

放射源分类见《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），射线装置的分类见《关于发布射线装置分类的公告》（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）。

3.此环境影响报告表中当量剂量与有效剂量等效使用。



---

## 正文目录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	16
表 3 非密封放射性物质 .....	16
表 4 射线装置 .....	17
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	18
表 6 评价依据 .....	19
表 7 保护目标与评价标准 .....	22
表 8 环境质量和辐射现状 .....	26
表 9 项目工程分析与源项 .....	33
表 10 辐射安全与防护 .....	41
表 11 环境影响分析 .....	52
表 12 辐射安全管理 .....	58
表 13 结论与建议 .....	76
表 14 审批 .....	79



**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	威远县人民医院数字减影血管造影机（DSA）项目				
建设单位	威远县人民医院				
法人代表	唐伟	联系人	[REDACTED]	联系电话	[REDACTED]
注册地址	威远县严陵镇五云路 110 号				
项目建设地点	威远县严陵镇桂花村七组 威远县人民医院新区门诊业务大楼一层				
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 type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他	/				

## 项目概述

### 1.1 建设单位情况、项目建设概况、目的和任务的由来

#### 1.1.1 建设单位简介

威远县人民医院（统一社会信用代码：125109224514514925，以下简称“医院”）始建于 1941 年，前身为威远县卫生院，是集医疗、急救、预防、保健、康复、教学为一体的国家“三级乙等”综合医院，承担着威远县 75 万人民的基本医疗、医疗救援、预防保健等医疗任务。

医院占地 194.6 亩（其中新区占地 132 亩），拥有 960 张编制床位，26 个职能科室，

25个临床科室，9个医技科室（包含体检中心）。医院新区一期于2019年开工建设，其中建筑面积5.5万平方米的新区门诊业务大楼（本项目所在楼）于2023年4月投入使用，部分科室已在新区门诊开诊，9991平方米的传染病区于2023年12月投入使用，2000平方米的体检中心于2024年4月投入使用。医院新区二期项目于2024年11月15日开工建设，计划2026年6月底完成建设。医院全院固定资产原值5.78亿元，有职工1169人，其中卫技人员1010人，正高级职称22人，副高级职称130人，中级职称382人，卫技人员占全院职工总数比例86.4%。

医院现持有四川省生态环境厅核发的辐射安全许可证（见附件2），许可证编号为川环辐证[00880]，许可种类和范围为“使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置”，有效期至2026年4月13日。

### 1.1.2 项目的由来

根据医院建设规划，同时为了更好地为患者提供医疗服务，进一步提高医院放射诊疗业务能力，医院拟将新区门诊业务大楼一层原急诊药房、挂号/收费处、值班室、更衣室、库房、读片室改建为2间DSA机房（介入室1、介入室2）及其配套用房，并将老院区INFX-9000C型数字减影血管造影机（DSA）迁至其中1间机房使用，另新购1台数字减影血管造影机（DSA）在其中另1间机房使用。本项目2台数字减影血管造影机（DSA）均属于Ⅱ类射线装置，主要用于介入诊断。

根据《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》《建设项目环境保护管理条例》《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》等法律法规的规定，“威远县人民医院数字减影血管造影机（DSA）项目”应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》的规定，本项目为“第五十五类、核与辐射，172条核技术利用建设项目，使用Ⅱ类射线装置”的核技术利用建设项目，需编制报告表。医院委托合肥金浩峰检测研究院有限公司（以下简称“评价单位”）承担该项目的环境影响评价工作（见附件1）。评价机构通过资料收集和梳理、现场监测、现场踏勘、评价分析，编制此环境影响报告表。

### 1.1.3 项目建设概况

#### （1）项目基本情况

项目名称：威远县人民医院数字减影血管造影机（DSA）项目

项目性质：改建

建设单位：威远县人民医院

建设地点：威远县严陵镇桂花村七组 威远县人民医院新区门诊业务大楼一层

## (2) 项目建设内容及规模

医院拟将新区门诊业务大楼一层原急诊药房、挂号/收费处、值班室、更衣室、库房、读片室改建为 2 间 DSA 机房（介入室 1、介入室 2）及其配套用房，并将老院区 INFIX-9000C 型数字减影血管造影机（DSA）迁至其中 1 间机房使用，另新购 1 台数字减影血管造影机（DSA）在其中另 1 间机房使用。本项目 2 台 DSA 主要用于心内科、神经内科、肿瘤血液科等病症的介入诊断，其额定管电压均为 125kV，额定管电流均为 1000mA。

本项目改建前平面布局示意图如图 1-1 所示。

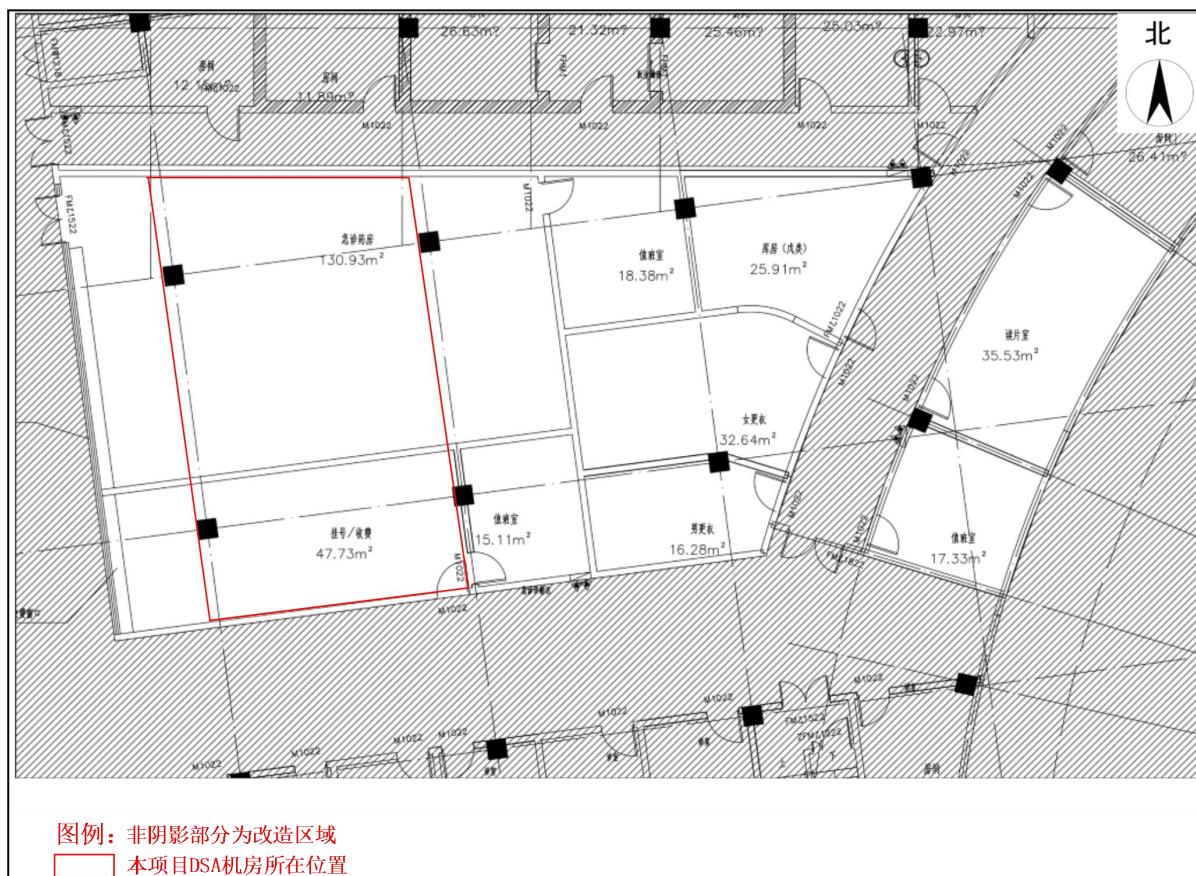


图 1-1 项目区域改建前平面布局示意图

图 1-1 中非阴影区域为本项目改建区域，改建面积为 339.84m<sup>2</sup>，涉及急诊药房、挂号/收费处、值班室、更衣室、库房、读片室等场所，红色线框中区域为本项目 2 间 DSA 机房拟建区域，改建面积为 93.5m<sup>2</sup>，涉及急诊药房及挂号/收费处等场所。

本项目改建区域拆除墙体、吊顶示意图如图 1-2 所示。

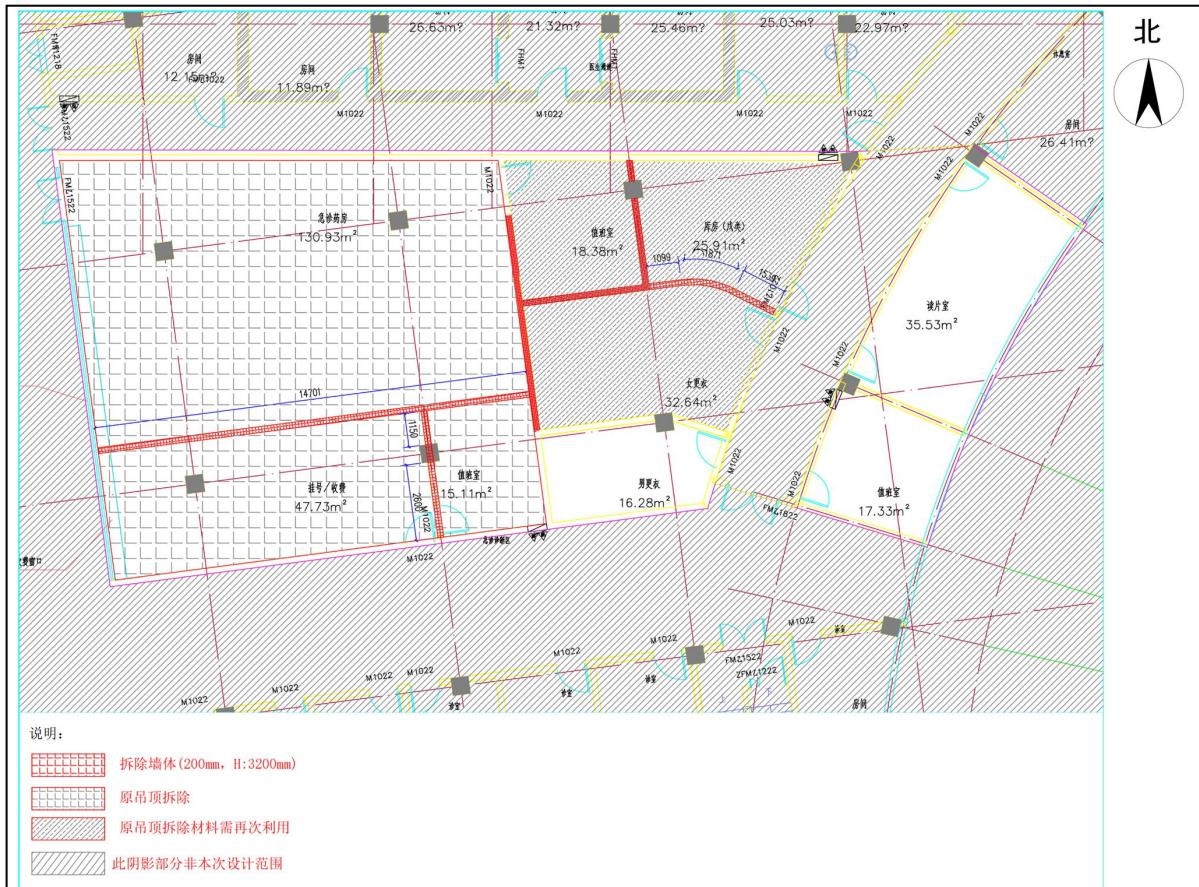


图 1-2 项目改建区域拆除墙体、吊顶示意图

本项目改建区域拟拆除墙体包含：急诊药房与挂号/收费处、值班室共用墙体，挂号/收费处与值班室共用墙体，急诊药房与值班室、女更衣室共用墙体，值班室与库房（戊类）共用墙体，女更衣室与值班室、库房（戊类）共用墙体，其余墙体保留。

本项目改建区域拟拆除急诊药房、挂号/收费处及挂号收费处东侧值班室吊顶，其余房间吊顶利用原吊顶拆除材料进行完善。

本项目改建后平面布局示意图见图 1-3。

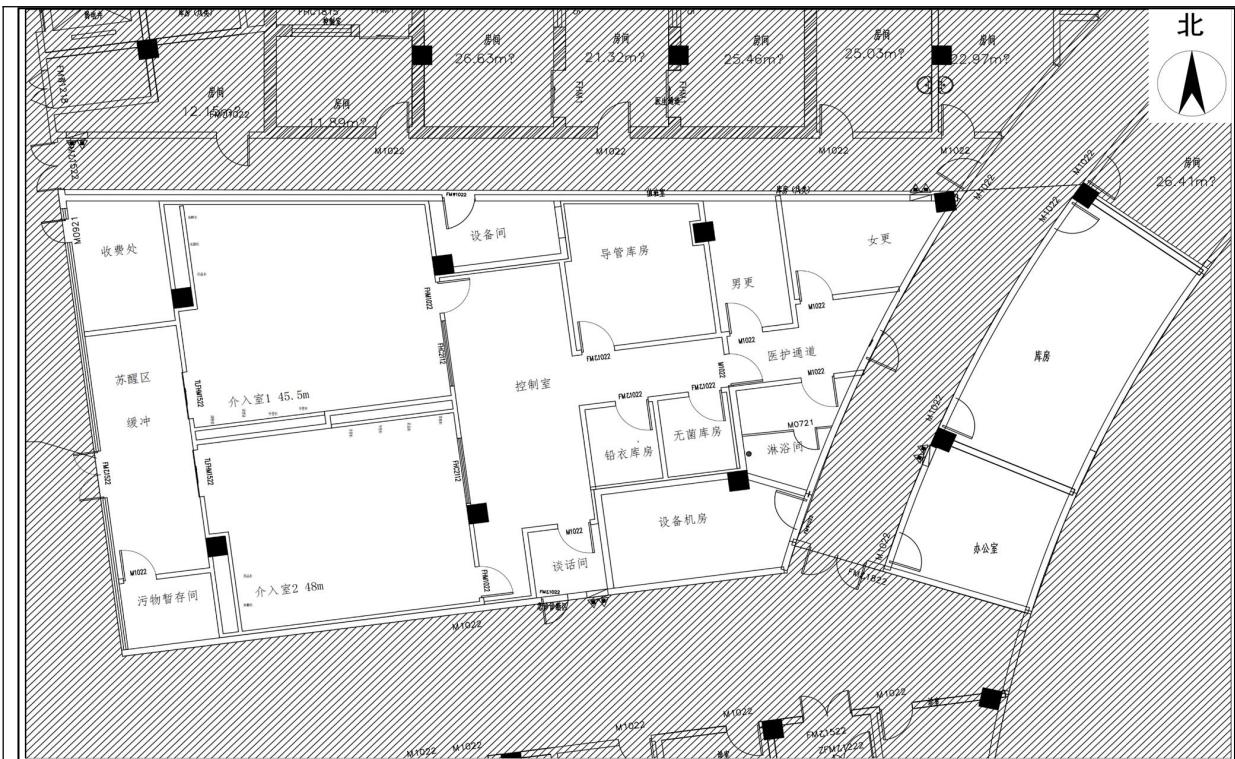


图 1-3 项目区域改建后平面布局示意图

本项目改建后的场所包含：介入室 1、介入室 2、收费处、苏醒（缓冲）区、污物暂存间、设备间、控制室、谈话间、导管库房、铅衣库房、无菌库房、淋浴间、设备机房、医护通道、男更衣室、女更衣室、库房、办公室。

其中,介入室1面积为 $45.5\text{m}^2$ ,有效使用面积约为 $44.7\text{m}^2$ (东西 $7.28\text{m}\times$ 南北 $6.14\text{m}$ ),实体屏蔽如下:四周墙体为 $200\text{mm}$ 无铅高分子板( $4\text{mmPb}$ ,新建),顶棚为 $120\text{mm}$ 混凝土(利旧)+ $2\text{mmPb}$ 铅板吊顶(新建),地面为 $160\text{mm}$ 混凝土(利旧)+ $30\text{mm}$ 硫酸钡涂料(新建),观察窗(1扇)为 $4\text{mmPb}$ 铅玻璃观察窗,防护门(2扇)为 $4\text{mmPb}$ 铅防护门(介入室1与控制室连通防护门采用平开门,介入室1与病人通道连通防护门采用推拉门);介入室2面积为 $48\text{m}^2$ ,有效使用面积约为 $44.9\text{m}^2$ (东西 $7.28\text{m}\times$ 南北 $6.17\text{m}$ ),实体屏蔽如下:四周墙体为 $200\text{mm}$ 无铅高分子板( $4\text{mmPb}$ ,新建),顶棚为 $120\text{mm}$ 混凝土(利旧)+ $2\text{mmPb}$ 铅板吊顶(新建),地面为 $160\text{mm}$ 混凝土(利旧)+ $30\text{mm}$ 硫酸钡涂料(新建),观察窗(1扇)为 $4\text{mmPb}$ 铅玻璃观察窗,防护门(2扇)为 $4\text{mmPb}$ 铅防护门(介入室2与控制室连通防护门采用平开门,介入室2与病人通道连通防护门采用推拉门);共用控制室使用面积约为 $30.7\text{m}^2$ ;设备间使用面积约为 $7.3\text{m}^2$ ;设备机房使用面积约为 $16.5\text{m}^2$ 。

### (3) 项目组成及主要环境问题

本项目组成及主要环境影响见表 1-1。

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		备注
		施工期	运营期	
主体工程	<p>本项目位于威远县严陵镇桂花村七组 威远县人民医院新区门诊业务大楼一层，医院拟将新区门诊业务大楼一层原急诊药房、挂号/收费处、值班室、更衣室、库房、读片室改建为 2 间 DSA 机房（介入室 1、介入室 2）及其配套用房，并将老院区 INFX-9000C 型数字减影血管造影机（DSA）迁至其中 1 间机房使用，另新购 1 台数字减影血管造影机（DSA）在其中另 1 间机房使用。</p> <p>经改造后，介入室 1 面积为 45.5m<sup>2</sup>，有效使用面积约为 44.7m<sup>2</sup>（东西 7.28m × 南北 6.14m）；介入室 2 面积为 48m<sup>2</sup>，有效使用面积约为 44.9m<sup>2</sup>（东西 7.28m × 南北 6.17m）；共用控制室使用面积约为 30.7m<sup>2</sup>；设备间使用面积约为 7.3m<sup>2</sup>；设备机房使用面积约为 16.5m<sup>2</sup>。</p> <p><b>项目建成后介入室 1 拟采用的防护条件：</b> 四周墙体为 200mm 无铅高分子板（4mmPb，新建），顶棚为 120mm 混凝土（利旧）+2mmPb 铅板吊顶（新建），地面为 160mm 混凝土（利旧）+30mm 硫酸钡涂料（新建），观察窗（1 扇）为 4mmPb 铅玻璃观察窗，防护门（2 扇）为 4mmPb 铅防护门（介入室 1 与控制室连通防护门采用平开门，介入室 1 与病人通道连通防护门采用推拉门）。</p> <p><b>项目建成后介入室 2 拟采用的防护条件：</b> 四周墙体为 200mm 无铅高分子板（4mmPb，新建），顶棚为 120mm 混凝土（利旧）+2mmPb 铅板吊顶（新建），地面为 160mm 混凝土（利旧）+30mm 硫酸钡涂料（新建），观察窗（1 扇）为 4mmPb 铅玻璃观察窗，防护门（2 扇）为 4mmPb 铅防护门（介入室 2 与控制室连通防护门采用平开门，介入室 2 与病人通道连通防护门采用推拉门）。</p> <p>本项目 2 台 DSA 主要用于心内科、神经内科、肿瘤血液科等病症的介入诊断，其额定管电压均为 125kV，额定管电流均为 1000mA，2 台设备预计开展手术类型一致，手术量均为 736 例，单台设备年曝光时间约为 141.499h（透视 137.97h，拍片 3.529h）。</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>	X射线、臭氧及氮氧化物、噪声、医疗废物	新建
辅助工程	收费处、苏醒（缓冲）区、污物暂存间、设备间、控制室、谈话间、导管库房、铅衣库房、无菌库房、淋浴间、设备机房、医护通道、男更衣室、女更衣室、库房、办公室等		生活垃圾、生活污水	新建
公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统等			依托

办公及生活设施	办公室、卫生间等		办公室新建、卫生间依托
环保工程	<b>废气处理:</b> 本项目拟在 2 间 DSA 机房内设置新风系统(新风系统风量均为 800m <sup>3</sup> /h), 室外新风口位于改建区域北侧新风井; 两间介入室均依托大楼已建成排风系统, 可能产生臭氧经自然分解和稀释后, 能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准(0.2mg/m <sup>3</sup> ) 的要求。	废水、废气、固体废物	新建/依托
	<b>废水处理:</b> 本项目产生的废水依托医院新区已建成的污水处理设施, 处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 表 2 中预处理标准和《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015) 中 B 级标准后, 通过城市污水管网排入威远县第二污水处理厂进一步处理达标, 最终排入威远河。		依托
	<b>固废处理:</b> 本项目产生的医疗废物先在本项目新建的污物暂存间打包后再依托医院新区原有的医疗废物暂存间及收集系统进行收集, 统一交由有相应资质的单位收运处置; 办公、生活垃圾依托医院新区设置的垃圾桶统一收集。		新建/依托

#### (4) 主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 项目原辅材料及能耗情况

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	147.2L	外购	碘海醇
	手套	100kg/a	外购	/
	纱布	200kg/a	外购	/
	药棉	100kg/a	外购	/
能源	煤	/	/	/
	气	/	/	/
	电	6000kW·h/a	市政电网	/
水资源	用水量	200m <sup>3</sup> /a	市政水网	/

本项目使用的造影剂为碘海醇注射液, 规格为 █, 平均每台介入手术使用 1 瓶, 每年约 █ 台手术, 年使用量约为 █。由医院统一采购, 常温储存, 使用后的废包装物按医疗废物处置。

#### (5) 主要设备配置及主要技术参数

医院拟建设 2 间 DSA 机房(介入室 1、介入室 2), 拟将老院区 INFX-9000C 型数字减影血管造影机(DSA)迁至其中 1 间机房使用, 另新购 1 台数字减影血管造影机

(DSA) 在其中另 1 间机房使用。本项目 2 台 DSA 主要用于心内科、神经内科、肿瘤血液科等病症的介入诊断，其额定管电压均为 125kV，额定管电流均为 1000mA。本项目射线装置主要技术参数见表 1-3。虽然 DSA 的 C 臂可进行旋转，但考虑手术过程患者为平躺体位，因此主要射线方向为由下往上。

根据医院提供材料，由于本项目 DSA 射线装置均拟采用微机控制的自动剂量率控制高频 X 射线发生器，实际运行过程中会根据病人的身体情况自动进行工况调节本项目射线装置的常用工况见表 1-3。预计本项机器拍片常用工况最大为 90kV, 600mA；透视常用工况最大为 90kV, 20mA。

**表 1-3 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	额定电压	额定电流	射线方向	备注
DSA	INFX-9000C	II类	1 台	125kV	1000mA	由下往上	搬迁
DSA	未定型	II类	1 台	125kV	1000mA	由下往上	新购
DSA 常用工况							
模式	拍片	管电压	40kV-90kV	管电流	100mA-600mA		
	透视		60kV-90kV		3mA-20mA		
设备出束情况							
使用场所	使用设备	使用科室	单台手术累计最长出束时间	年手术/诊断台数	年最长出束时间		
			透视		拍片	透视	拍片
介入室 1/2	DSA	心内科	11min	0.3min			
		神经内科	12min	0.25min			
		肿瘤血液科	12min	0.25min			

#### (6) 工作人员及工作制度

医院拟为本项目配备 15 名辐射工作人员（均为新增辐射工作人员，心内科医师 4 名，神经内科医师 4 名，肿瘤血液科医师 2 名，手术科护士 3 名，放射科技师 2 名），各种类型的单台手术均由两位医师、一名护士及一名技师组成，本项目肿瘤血液科介入手术单名医生操作手术台数不超过 600 台，神经内科介入手术单名医生操作手术台数不超过 175 台，肿瘤血液科介入手术单名医生操作手术台数不超过 32 台；护士为三个科室共用，单名护士参与心内科介入手术不超过 400 台，参与神经内科介入手术不超过 120 台，参与肿瘤血液科介入手术不超过 14 台；技师在两间介入室外操作位轮流操作，单名技师参与心内科介入手术不超过 600 台，参与神经内科介入手术不超过 175 台，参

与肿瘤血液科介入手术不超过 20 台。

本项目辐射工作人员均不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况，因此不存在与其他射线源剂量叠加的情况。结合表 1-3 内不同模式下照射时间参数，本项目各机房辐射工作人员预计受影响时间见表 1-4。

表 1-4 项目辐射工作人员受影响情况一览表

岗位	数量	单人年手术台数 (台)	年透视时间(h)	年拍片时间(h)
心内科医师	4			
神经内科医师	4			
肿瘤血液医师	2			
手术科护师	3			
放射科技师	2			

\*拍片过程中医护人员退到控制室外。

本项目投入运营后，针对所有新增辐射工作人员，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。届时若有非以上辐射工作人员的其他科室医生需参与放射治疗或介入手术，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：医院实行每年工作 250 天，每天 8 小时的工作制度。

## 1.2 项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会修订发布《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 29 号）的相关规定，本项目拟使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第 1 条“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

## 1.3 项目选址及周围环境关系

### （1）本项目外部环境关系

本项目介入室 1、介入室 2 位于医院新院区（医院新院区地理位置图见附图 1）门诊业务大楼一层，以介入室 1、介入室 2 四周墙体为边界：东侧：门诊业务大楼内区域（约 0-3.7m 为拟建控制室、设备间，约 1.4-3.7m 为拟建谈话间，约 3.7-8m 为拟建导管库房、铅衣库房及无菌库房，约 3.7-10.4m 为拟建设备机房，约 8-10.4m 为拟建男更衣室，约 8-10.4m 为拟建淋浴间，约 3.7-13.7m 为医护通道，约 10.4-15.5m 为拟建女更衣室，约 9.7-15.2m 为过道，约 12.6-18.3m 为拟建办公室，约 14.2-23.1m 为拟建库房），

门诊业务大楼外区域（约 23.1-50m 为院内道路）；**东南侧：**门诊业务大楼内区域（约 0-7.3m 为急诊诊断区，约 7.3-13.4m 为诊室），门诊业务大楼外区域（约 13.4-50m 为院内道路）；**南侧：**门诊业务大楼内区域（约 0-4.6m 为急诊诊断区，约 4.6-11.5m 为诊室），门诊业务大楼外区域（约 11.5-44m 为院内道路，约 44-50m 为川威大道）；**西南侧：**门诊业务大楼内区域（约 0-4.6m 为急诊诊断区，约 4.6-13.4m 为预检分诊台，约 0-31m 为 120 平台、空调机房、电梯厅、楼梯），门诊业务大楼外区域（约 13.4-50m 为院内道路）；**西侧：**门诊业务大楼内区域（约 0-2.8m 为拟建收费处、苏醒缓冲区、污物暂存间，约 2.8-15.5m 为门诊等候区，约 15.5-23.3m 为急诊清创缝合室、抢救室，约 23.3-31.6m 为处置室、治疗室、留观室、污物间、医生更衣室、消毒间，约 31.6-33.6m 为过道，约 33.6-39.8m 为盥洗间、男卫生间、卫生间、观察室、更衣室、腹泻诊室、发热诊室），门诊业务大楼外区域（约 39.8-50m 为院内道路）；**西北侧：**门诊业务大楼内区域（约 0-3.9m 为其他科室医护通道，约 3.9-20.3m 为门诊等候区，约 16.2-42.5m 为抽血区、检验区、检验办、药库、缓冲间、女卫生间、盥洗间、清洁间、楼梯），门诊业务大楼外区域（约 42.5-50m 为院内道路）；**北侧：**门诊业务大楼内区域（约 0-2m 为其他科室医护通道，约 2-12.6m 为 CT 机房控制室、CT 机房、库房、空调机房，约 12.6-50m 为医疗街、扶梯中庭）；**东北侧：**门诊业务大楼内区域（约 0-3.9m 为其他科室医护通道，约 3.9-50m 为（DR 检查室、控制走廊、B 超室、心电图室、UPS 间、等候区、导医台、候诊区、儿童活动空间、儿科诊室、清洁间、盥洗间、男卫生间、女卫生间、男更衣室、女更衣室、电梯、污物处置间、挂号收费处）。

## （2）选址合理性分析

威远县人民医院新区门诊业务大楼已获得威远县生态环境局关于《综合业务大楼建设项目环境影响报告表的批复》。

医院新区位于威远县严陵镇桂花村七组，周围就医需求大，项目选址基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。本项目 DSA 机房选址地能够保证周围保护目标尽可能少的同时，医院也将通过采取相应的有效治理和屏蔽措施减少对周围的环境影响。

综上而言，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。且 DSA 机房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。

### (3) 与周围环境相容性分析

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、病患以及病人家属产生的生活污水。根据已获得批复的（威环审批[2019]71号）的《综合业务大楼建设项目环境影响报告表》及已备案的《威远县人民医院综合业务大楼建设项目二期工程建设项目环境影响登记表》：本项目废水采用预处理池+格栅井+调节池+混凝沉淀池+混凝沉淀池+消毒池处理后，达到《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）中预处理标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）中B级标准后，通过城市污水管网排入威远县第二污水处理厂进一步处理达标，最终排入威远河。

本项目投运后预计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处理后，先转运至手术中心污物暂存间打包处置、清洗消毒，一天手术结束后，统一运往院区医废暂存间，定期委托有资质单位定期处置。生活垃圾经院区垃圾收集房分类收集后，交由环卫部门统一清运处置。综上，本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小。

本项目产噪设备主要为通排风系统，排风系统声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。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。

## 1.4 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已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 原有核技术利用项目许可情况

### 1.5.1 辐射安全许可证种类和范围

医院最近一次于2024年6月重新申领了辐射安全许可证，现持有的辐射安全许可

证编号为：川环辐证[00880]，有效期至 2026 年 4 月 13 日，其种类和范围为：“使用 II 类、III类射线装置”。经核实，医院现有实际使用医用射线装置情况与辐射安全许可证一致。医院原有射线装置情况见表 1-5。

**表 1-5 医院已获许可射线装置一览表**

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	医用 X 线血管造影系统 (INFX-9000C)	1	125	1000	II	DSA 机房	使用	已登记	已许可	本次搬迁
2	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (PLX3000A)	1	92	15	III	新区 CBCT 室	使用	已登记	已许可	/
3	医用 X 线摄影系统 (Digital Diagnost)	1	150	900	III	新区 DR 检查室二	使用	已登记	已许可	/
4	数字化透视摄影 X 射线机 (PLD7600H)	1	150	1000	III	新区体检中心 DR 室	使用	已登记	已许可	/
5	X 射线计算机体层摄影设备 (Revolution Ace ES M)	1	140	600	III	新区体检中心大楼一楼 CT 室	使用	已登记	已许可	/
6	双能 X 线骨密度检查仪 (ALPHYS A)	1	70	0.8	III	新区体检中心骨密度检测室	使用	已登记	已许可	/
7	X 射线计算机体层摄影设备 (SOMATOM go.Now)	1	130	600	III	门诊大楼负一楼方舱 CT 室	使用	已登记	已许可	
8	X 射线骨密度仪 (DPX Bravo)	1	76	3	III	门诊大楼四楼康复科骨密度检测室	使用	已登记	已许可	/
9	X 射线计算机体层摄影设备 (SOMATOM go.Fit)	1	140	825	III	门诊大楼一楼放射科 CT 室	使用	已登记	已许可	/
10	数字化医用 X 射线摄影系统 (DRX-Compass X)	1	150	1000	III	门诊大楼一楼放射科 DR 室	使用	已登记	已许可	/
11	数字乳腺 X 射线机 (Mega600A)	1	40	140	III	数字乳腺照片室	使用	已登记	已许可	/

12	高频移动式 X 射线摄影机 (PLX101D )	1	120	200	III	住院部内科大楼 7 楼重症医学科	使用	已登记	已许可	/
13	X 射线计算机体层摄影设备 (SOMATOM Drive)	1	140	714	III	住院部内科大楼一楼放射科 CT 机房(2)	使用	已登记	已许可	/
14	全身用 X 射线计算机体层摄影装置(Optima CT680 Expert)	1	140	560	III	住院部内科大楼一楼放射科 CT 室	使用	已登记	已许可	/
15	数字化医用 X 射线摄影系统 (uDR780i Pro)	1	150	1000	III	住院部内科大楼一楼放射科 DR 室	使用	已登记	已许可	/
16	移动式平板 C 形臂 X 射线机 (PLX118F/b)	1	120	100	III	住院部手术室	使用	已登记	已许可	/

### 1.5.2 辐射安全管理现状

#### (1) 辐射安全管理机构和规章制度

医院于 2024 年 1 月调整了辐射安全防护管理领导小组，由唐伟担任组长，李斌担任副组长，成员包括所有相关业务科室的负责人，并明确了各职能部门主要职责，领导小组的日常工作由放射科具体负责。

医院制定了相关辐射安全管理制度，主要包括辐射安全与环境保护管理机构文件、辐射安全管理规定、辐射工作设备操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度、辐射工作人员岗位职责、射线装置台账管理制度、辐射工作场所和环境辐射水平监测方案、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急预案、质量保证大纲和质量控制检测计划等多个管理制度。

医院辐射安全管理制度的内容符合《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400 号)中的相关要求。

#### (2) 年度评估报告上报情况

医院编制了《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（2024 年度）》，2024 年度医院辐射安全管理情况如下：

- ①辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作；
- ②制定和完善了辐射安全和防护制度及措施，各项制度和措施得到了落实；
- ③2024 年度新增了辐射工作人员 4 人，因孕调离放射工作岗位 3 人，共有 56 名辐射工作人员，均参加了辐射安全和防护知识培训；
- ④按要求办理辐射装置新增、报废等手续，并及时更新了台账；
- ⑤委托有资质单位开展了辐射工作场所的辐射环境监测和对辐射工作人员的个人剂量监测，结果表明均满足国家标准要求；
- ⑥本年度未发生辐射事故；
- ⑦本年度新增辐射工作场所 3 个（新区体检中心大楼一楼 CT 室、DR 室、新区体检中心骨密度检测室），无改建辐射工作场所。
- ⑧对生态环境部门现场检查提出的整改要求进行了整改落实，在年度评估报告中对发现的安全隐患及时进行了整改。

#### （3）辐射安全与防护考核情况

目前医院共有辐射工作人员 56 人，均参加了辐射安全与防护知识学习并通过考核。根据（生态环境部公告 2021 年第 9 号）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》和《四川省生态环境厅关于进一步做好核技术利用单位辐射安全与防护考核的通知》（2021 年 3 月 29 日），医院应根据辐射安全许可要求和实际工作情况，组织安排仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员参加自行考核；从事其他核技术利用活动的辐射工作人员应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.vn>）上的考试并取得相应的成绩报告单，申请辐射安全许可证时做到持证上岗。医院应根据上述规定落实院内辐射工作人员辐射安全与防护培训工作，超过培训合格证或成绩单有效期后应进行复训。

#### （4）监测计划执行情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，医院制定了相应的辐射环境监测方案、防护检测制度和放射工作人员个人剂量检测管理规定。

2024 年医院已委托四川省辐射环境管理监测中心站及致胜创科环境监测有限公司对现有核技术应用场所进行了辐射防护监测，委托四川蓝瑞鑫卫生检测技术服务有限公司对医院辐射工作人员进行了个人剂量的监测，执行了相应的监测制度。

### 1) 个人剂量监测情况

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

根据医院辐射工作人员最近连续四个季度个人剂量检测报告，医院所有辐射工作人员个人剂量均低于 $2.5\text{mSv/季度}$ 和 $10\text{mSv/a}$ 的管理限值要求。

### 2) 辐射工作场所辐射水平监测情况

经查阅四川省辐射环境管理监测中心站出具辐射环境监测报告（川辐环监字(2024)第RM0036G号）及致胜创科环境监测有限公司出具辐射环境监测报告（致胜创科监字第(ZSCK20240040)号），医院各辐射工作场所屏蔽体外X-γ辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的控制剂量率限值要求。

### (5) 辐射事故应急情况

根据调查，医院已制定《辐射事故应急预案》，并于2024年进行了修订，医院投运至今未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)	年最大用量 (Bq)	用途	操作 方式	使用 场所	贮存方式 与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	DSA	II类	1	INFX-9000C	125	1000	介入诊断	新区门诊业务大楼一层 DSA 机房	搬迁
2	DSA	II类	1	未定型	125	1000	介入诊断	新区门诊业务大楼一层 DSA 机房	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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气
医疗废物	固态	/	/	/	少量	/	暂存至院区医疗废物暂存间	定期委托有资质单位进行处置
办公、生活垃圾	固态	/	/	/	少量	/	暂存于院区垃圾桶	由院区统一收集后交送威远县垃圾卫生填埋场处置
生活废水	液态	/	/	/	少量	/	/	依托院区已建成的污水处理设施，处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中预处理标准和《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)中 B 级标准后，通过城市污水管网排入威远县第二污水处理厂进一步处理达标，最终排入威远河

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m<sup>3</sup>，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L (kg、m<sup>3</sup>) 和活度 (Bq)。

## 表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订通过，自 2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，自 2003 年 9 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议重新修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 6 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过，自 2003 年 10 月 1 日起施行；</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》，2017 年 6 月 21 日国务院第 177 次常务会议通过，自 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和防护条例》，国务院令第 709 号修订，自 2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号修订，自 2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部第 18 号令，自 2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，2020 年 11 月 30 日生态环境部令第 16 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，中华人民共和国环境保护部、国家卫生与计划生育委员会，2017 年第 66 号公告，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，原国家环保总局，环发[2006]145 号；</p> <p>(11) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，中华人民共和国环境保护部，环办辐射函[2016]430 号；</p> <p>(12) 《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，自 2020 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(13) 《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，自 2021 年 3 月 15 日施行；</p> <p>(14) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2023 年 12 月 1 日经中国国家</p>
------------------	---

	<p>发展改革委第 6 次常务会通过，国家发展改革委令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>（15）《放射工作人员职业健康管理办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，2007 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>（16）《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过，自 2016 年 6 月 1 日实施；</p> <p>（17）《四川省生态环境厅关于进一步做好核技术利用单位辐射安全与防护考核的通知》（2021 年 3 月 29 日）；</p> <p>（18）《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函[2016]1400 号）。</p>
技术标准	<p>（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>（2）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）；</p> <p>（3）《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）；</p> <p>《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>（4）《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>（5）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>（6）《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>（7）《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ 104-2017）；</p> <p>（8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>（9）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）。</p>
其他	<p>（1）《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编；</p> <p>（2）《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）；</p> <p>（3）《五种介入程序中职业人员手部受照剂量水平的评估》（中华放射医学与防护杂志，2019 年 4 月第 39 卷第 4 期）；</p> <p>（4）《直读式剂量计用于介入职业人员眼晶状体剂量实时监测方法的研究》（中华放射医学与防护杂志，2016 年 12 月第 36 卷第 12 期，黄卓、范瑶华、李文炎、欧向明、岳保荣、徐辉，中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所 辐射防护与核应急中国疾病预防控制中心重点实验室；基金项目： 国家科技支撑计</p>

	<p>划项目（2014BAI12B04）；</p> <p>（5）《放射医学中的辐射防护》（Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010）；</p> <p>（6）《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP REPORT NO.147）；</p> <p>（7）《Protection Against Ionizing Radiaiton from External Sources Used in Medicine》（ICRP REPORT NO.33）；</p> <p>（8）建设单位项目委托书及提供的其他材料。</p>
--	---

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)的规定：“放射源和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(无实体边界项目视具体情况而定，应不低于100m的范围)”。本项目属于II类射线装置的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围为DSA机房边界外50m区域。本项目评价范围图见附图2。

### 7.2 保护目标

本项目50m评价范围内主要为本项目辐射工作人员，以及医院新院区内的其他医护人员、病患、陪同人员等公众，院外主要涉及川威大道经过公众。本项目环境保护目标见表7-1。

#### 表 7-1 本项目环境保护目标一览表

保护目标	相对位置	距屏蔽体最近距离	人数
DSA机房内医护人员 (介入室1、介入室2)	/	/	共计13名(10名医生,3名护士)
共用控制室内技师	东侧	紧邻	2人
设备间、谈话间、导管库房、铅衣库房、无菌库房、设备机房、男更衣室、淋浴间、医护通道、女更衣室、过道、库房等区域	东侧	紧邻	约50人/d
急诊诊断区	东南侧	紧邻	约200人/d
院内道路	东南侧	13.4m	约800人/d
急诊诊断区、诊室	南侧	紧邻	约200人/d
院内道路	南侧	11.5m	约800人/d
川威大道	南侧	44m	约1000人/d
急诊诊断区、预检分诊台、120平台、空调机房、电梯厅、楼梯等区域	西南侧	紧邻	约220人/d
院内道路	西南侧	13.4m	约800人/d
收费处、苏醒缓冲区、污物暂存间、门诊等候区、急诊清创缝合室、抢救室、处置室、治疗室、留观室、污物间、	西侧	紧邻	约200人/d

医生更衣室、消毒间，过道、盥洗间、男卫生间、卫生间、观察室、更衣室、腹泻诊室、发热门诊等区域			
院内道路	西侧	39.8m	约 800 人/d
其他科室医护通道、门诊等候区、抽血区、检验区、检验办、药库、缓冲间、女卫生间、盥洗间、清洁间、楼梯等区域	西北侧	紧邻	约 100 人/d
院内道路	西北侧	42.5m	约 800 人/d
其他科室医护通道、CT 机房控制室、CT 机房、库房、空调机房，医疗街、扶梯中庭等区域	北侧	紧邻	约 500 人/d
其他科室医护通道、DR 检查室、控制走廊、B 超室、心电图室、UPS 间、等候区、导医台、候诊区、儿童活动空间、儿科诊室、清洁间、盥洗间、男卫生间、女卫生间、男更衣室、女更衣室、电梯、污物处置间、挂号收费处等区域	东北侧	紧邻	约 200 人/d
地下车库	正下方	紧邻	约 100 人/d
留观室、导医台、治疗室、配液室	正上方	紧邻	约 50 人/d
门诊业务大楼内本项目 50m 范围其他区域	/	/	约 200 人/d

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 环境质量标准

- (1) 环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。
- (2) 地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。
- (3) 声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

### 7.3.2 污染物排放标准

- (1) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。
- (2) 废水：执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 限值。

(3) 噪声：营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的2类标准。

(4) 固体废物：一般固废暂存参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中相关要求，危险废物（医疗废物）临时贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的相关规定。

### 7.3.3 辐射环境评价标准

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

照射类型	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，则某一单一月份的有效剂量可提高到5mSv。

#### 本项目管理目标：

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目标，职业人员年有效剂量按上述标准中规定的约束限值的1/2执行：职业人员年有效剂量不超过10mSv；四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值为250mSv；眼晶体的年当量剂量约束值为75mSv。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。根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400号）要求，使用DSA射线装置，应加强医护人员个人剂量的监督检查，对每季度检测数据超过2.5mSv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10mSv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。

**辐射剂量率控制水平：**本项目DSA机房表面外30cm处剂量率不超过2.5μSv/h

**辐射剂量控制水平：**职业人员年有效剂量不超过10mSv

职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值为250mSv；

职业人员眼晶体的年当量剂量为**75mSv**；职业人员单季度剂量约束值为**2.5mSv**

公众年有效剂量不超过**0.1mSv**

## 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 <sup>2</sup>	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
单管头 X 射线设备(含 C 形臂，乳腺 CBCT)	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  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 环境质量和辐射现状

#### 8.1 场所现状

本项目位于威远县严陵镇桂花村七组 威远县人民医院新区门诊业务大楼一层急诊药房、挂号/收费处、值班室、更衣室、库房、读片室（现状），根据现场核查，本项目所在位置及周边环境见图 8-1。



建设单位门诊业务大楼入口



拟建址现状挂号/收费处



拟建址现状药房



拟建址现状库房



拟建址现状值班室



拟建址现状更衣室



拟建址西侧等候区



拟建址南侧过道



拟建址现状库房、更衣室东侧过道



拟建 DSA 机房正上方导医台及治疗室



图 8-1 项目所在地及其周围环境现状现场拍摄图

## 8.2 项目所在地辐射环境质量现状评价

### 8.2.1 评价对象、监测因子、监测点位及监测方案

本项目为使用使用Ⅱ类射线装置工作场所，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，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。

本项目为涉及场所均为已建场所，本次在项目场所及周围共布设了27个监测点位，监测因子为 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率，可反映项目所在地及周围的辐射环境本底水平，监测点位布设合理。本项目监测方案见表 8-1。

表 8-1 项目监测方案一览表

序号	监测点位	监测因子	监测频次
1	拟建介入室 1	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	每点十次
2	拟建介入室 2		
3	拟建共用控制室		

4	拟建设备间
5	拟建谈话间
6	拟建导管库房
7	拟建铅衣库房
8	拟建无菌库房
9	拟建设备机房
10	拟建医护通道
11	拟建淋浴间
12	拟建男更衣室
13	拟建女更衣室
14	拟建库房
15	拟建办公室
16	拟建收费处
17	拟建苏醒/缓冲区
18	拟建污物暂存间
19	拟建介入室 1 北侧过道
20	拟建介入室 2 南侧过道
21	拟建机房正下方地下车库
22	拟建机房正上方留观室
23	拟建机房正上方导医台
24	拟建机房正上方治疗室
25	拟建机房正上方配液室
26	门诊业务大楼南侧入口
27	川威大道

### 8.2.2 监测时间和现场环境

合肥金浩峰检测研究院有限公司于 2025 年 6 月 5 日对项目所在地及其周围环境辐射本底水平进行了现场监测。监测时，环境温度：33.7°C~35.2°C；环境湿度：37.2%~43.5%；天气状况：晴。

### 8.2.3 监测方法及监测仪器

本项目所在地及其周围环境辐射本底水平监测方法及仪器见表 8-2。

表 8-2 监测方法及仪器一览表

监测项目	监测方法	监测仪器
γ辐射空气吸收剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)	仪器名称：环境监测用 X-γ剂量率仪 仪器型号：XH-3512E 生产厂家：西安核仪器厂 仪器编号：DR2022K208 能量响应：内置探测器：48keV~1.5MeV，外接探测器：30keV~7MeV

		量程: 0.01 $\mu$ Gy/h~100mGy/h (主机)、10nGy/h~100 $\mu$ Gy/h (探头) 检定单位: 上海市计量测试技术研究院 检定证书: 2025H21-10-5847931001 检定日期: 2025年4月21日~2026年4月20日
--	--	---

#### 8.2.4 质量保证措施

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- ③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- ④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- ⑥监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由授权签字人审定签发。

#### 8.2.5 监测结果

项目所在地及其周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果详见表 8-3。

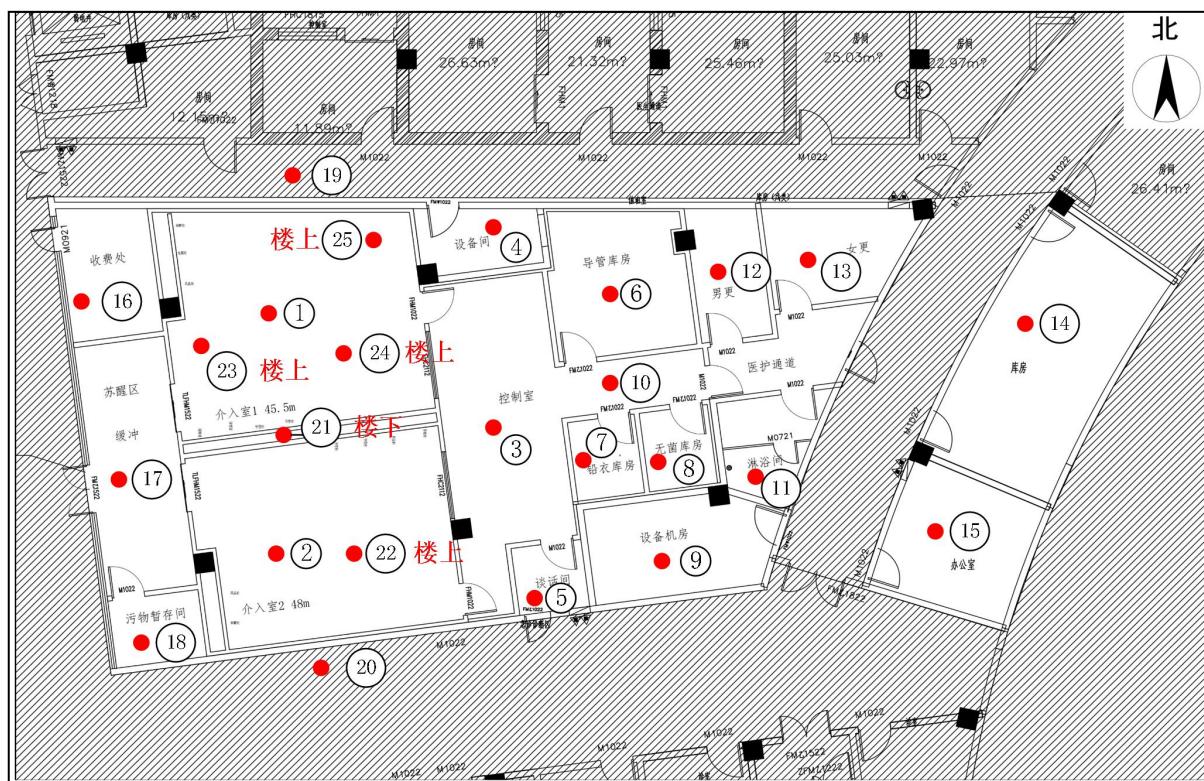
**表 8-3 项目所在地及其周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果**

序号	检测位置	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果 (nGy/h)
1	拟建介入室 1	
2	拟建介入室 2	
3	拟建共用控制室	
4	拟建设备间	
5	拟建谈话间	
6	拟建导管库房	
7	拟建铅衣库房	
8	拟建无菌库房	
9	拟建设备机房	
10	拟建医护通道	
11	拟建淋浴间	
12	拟建男更衣室	
13	拟建女更衣室	
14	拟建库房	
15	拟建办公室	

16	拟建收费处		
17	拟建苏醒/缓冲区		
18	拟建污物暂存间		
19	拟建介入室 1 北侧过道		
20	拟建介入室 2 南侧过道		
21	拟建机房正下方地下车库		
22	拟建机房正上方留观室		
23	拟建机房正上方导医台		
24	拟建机房正上方治疗室		
25	拟建机房正上方配液室		
26	门诊业务大楼南侧入口		
27	川威大道		

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

项目所在地及其周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测点位图见图 8-2。



图例：● 监测点位

图 8-2 项目拟建址及其周围辐射环境监测点位图 1

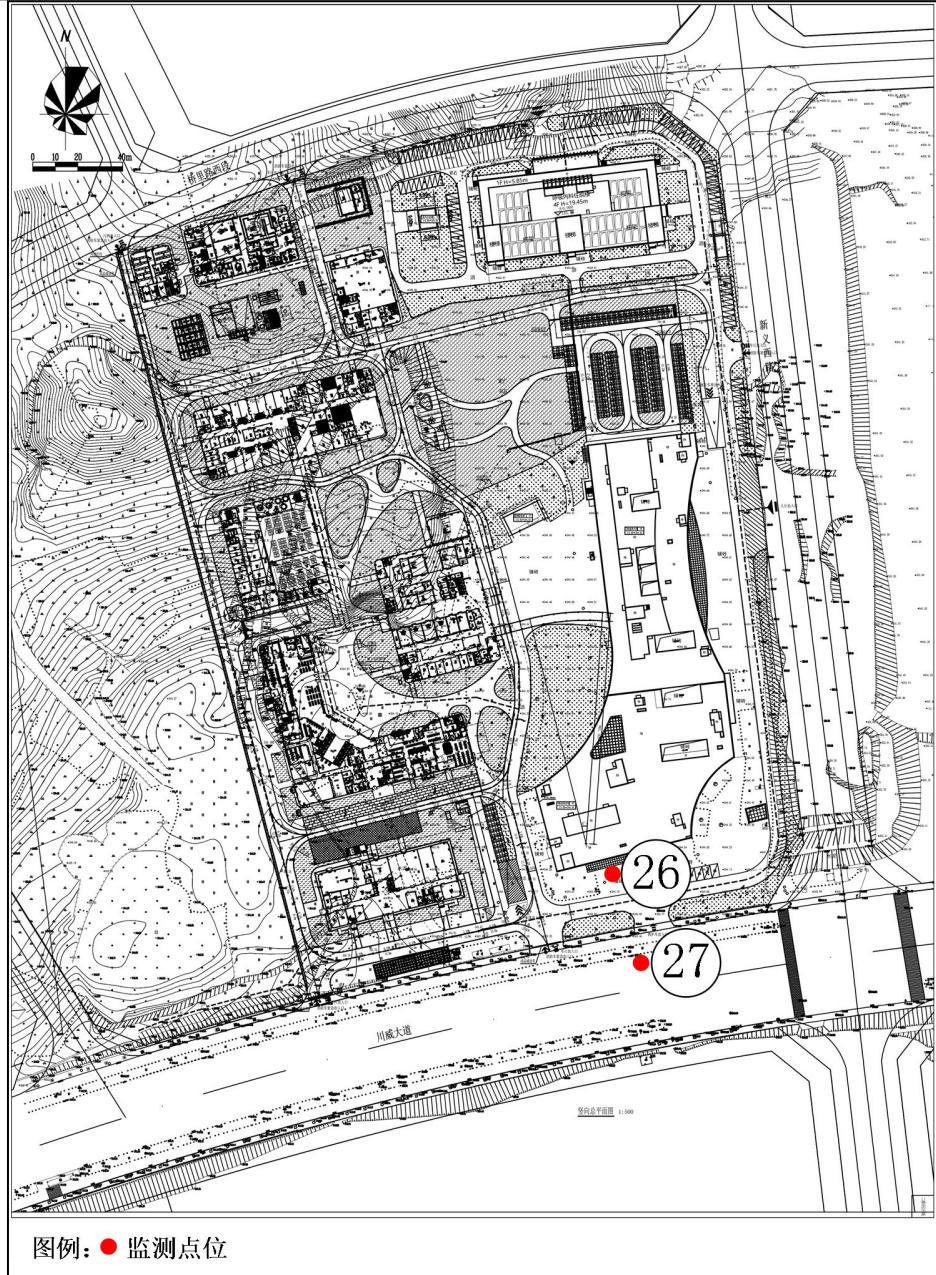


图 8-3 项目拟建址及其周围辐射环境监测点位图 2

#### 8.2.6 辐射环境现状调查结果评价

根据表 8-3 可知, 本项目所在地及周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率范围为 [REDACTED] , 对照《2024 年四川省生态环境状况公报》中内江市辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率年均值结果 ( $\leq 70\text{nGy/h}$ ) , 由于本项目大部分监测点位位于室内, 本次环评认为本项目所在地及周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率检测结果处于当地天然本底涨落范围。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 工程设备

本项目 DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，图像检测系统，包括光栅、影像增强器或平板探测器、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

#### 9.1.2 施工期工作流程及产污环节分析

##### (1) 环境影响分析

医院拟将新区门诊业务大楼一层原急诊药房、挂号/收费处、值班室、更衣室、库房、读片室改建为 2 间 DSA 机房(介入室 1、介入室 2)及其配套用房，并将老院区 INFX-9000C 型数字减影血管造影机（DSA）迁至其中 1 间机房使用，另新购 1 台数字减影血管造影机（DSA）在其中另 1 间机房使用。在改造过程中，需要拆除、新建部分墙体，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。其工艺流程及污染物产生环节如下图 9-1 所示。

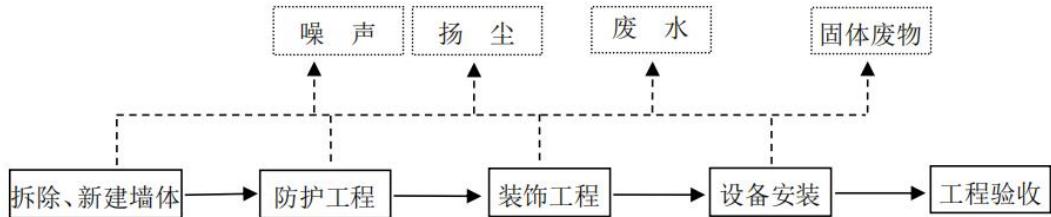


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节示意图

根据屏蔽设计情况，需要将现有房间的窗户、门和墙体拆除，然后重新建造新的机房防护墙，安装防护门和观察窗，在楼板涂刷防护涂料、搭建铅板，原有的其他可利用的墙体重新开设门洞，并对机房及其配套用房等进行装修工程。根据医院提供的资料，已有建筑结构和基础满足后期介入室建设施工要求。

在 DSA 机房装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体应有足够的超边量，新建墙体过程中，墙与墙之间须紧密贴合，本项目防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，本项目观察窗与墙体至少重叠 5cm，且采用硫酸钡涂料灌缝，避免各屏蔽体之间有漏缝产生，防止辐射泄漏。

##### (2) 主要污染源处理措施

#### ①噪声

施工期噪声包括各类主体施工、装修产生的噪声和设备安装期间产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理布局，合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境的影响较小。

#### ②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，可依托医院新区已建的污水管道和污水处理站，处理达标后排入威远县第二污水处理厂。

#### ③大气污染

废气：施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

扬尘：施工过程中产生的扬尘，主要是在主体工程改造过程中新砌墙体和装修过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

#### ④固体废物

施工过程中固体废物主要为主体工程改造产生的建筑弃渣、装修过程中产生的装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾，施工过程中产生的建筑弃渣、装修垃圾等，由施工单位集中收集，运送到指定的建筑垃圾堆放场；生活垃圾依托市政垃圾收运系统收集处理，包装垃圾通过集中分类收集，由废品回收站进行处理。因施工量较小，施工周期较短，对周围环境的影响较小。

### （3）设备安装调试期间的工艺分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时医院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 DSA 机房内进行，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，医院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。

## 9.1.3 运营期工作流程及产污环节分析

### （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线系统原理图见图9-2。

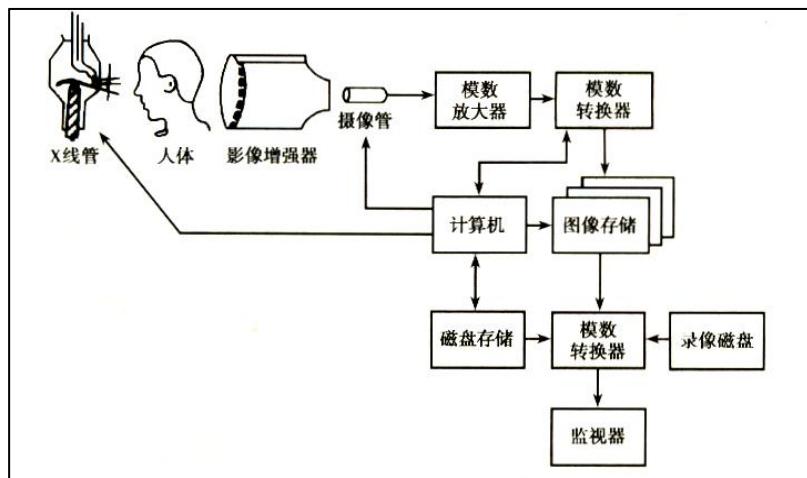


图9-2 数字X线系统原理图

## (2) 结构

DSA因其整体结构像大写的“C”，因此也称作C型臂X光机。DSA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DSA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。

本项目DSA数字成像系统采用平板探测器。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，其次非晶体硅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射线在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。

DSA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DSA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，可根据工作特点和机房情况选择。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，更加高效的交流和管理DSA影像信息。

## （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。

## （4）诊疗流程

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，病人进入机房、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；引导病人进入机房并进行摆位。

4) 根据不同的治疗方案，医师及护士密切配合，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。**

本项目 DSA 工作流程及产污环节如图 9-3：

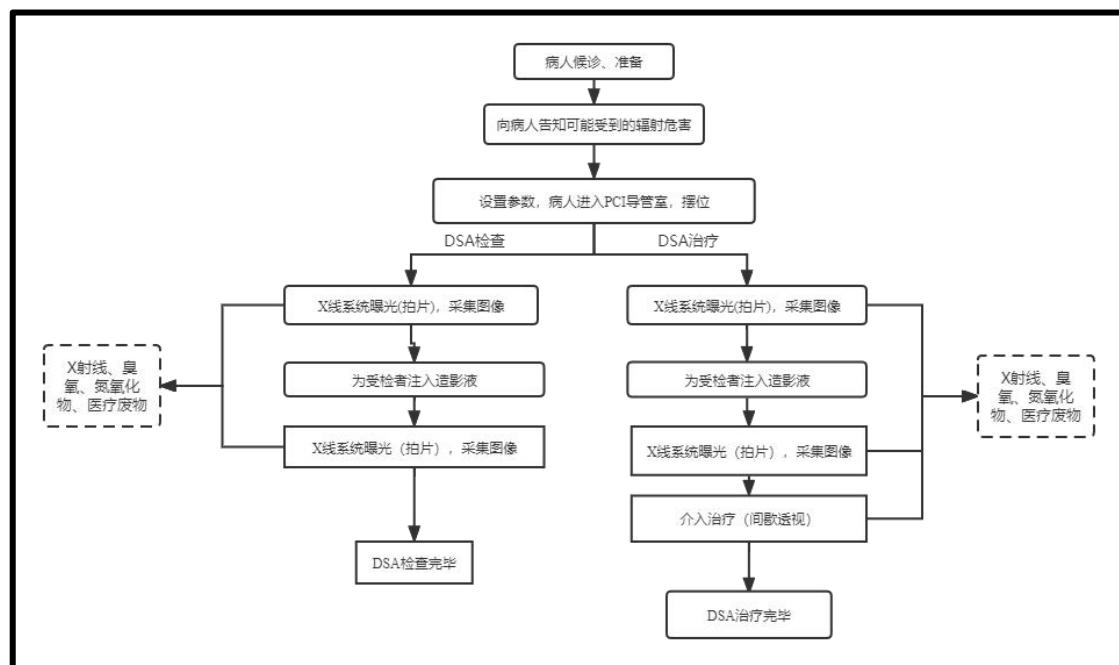


图 9-3 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

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（即技师在控制室内对病人进行曝

光），医生通过铅玻璃观察窗观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况（透视）：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服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

#### （5）本项目DSA人流物流规划

##### 人流：

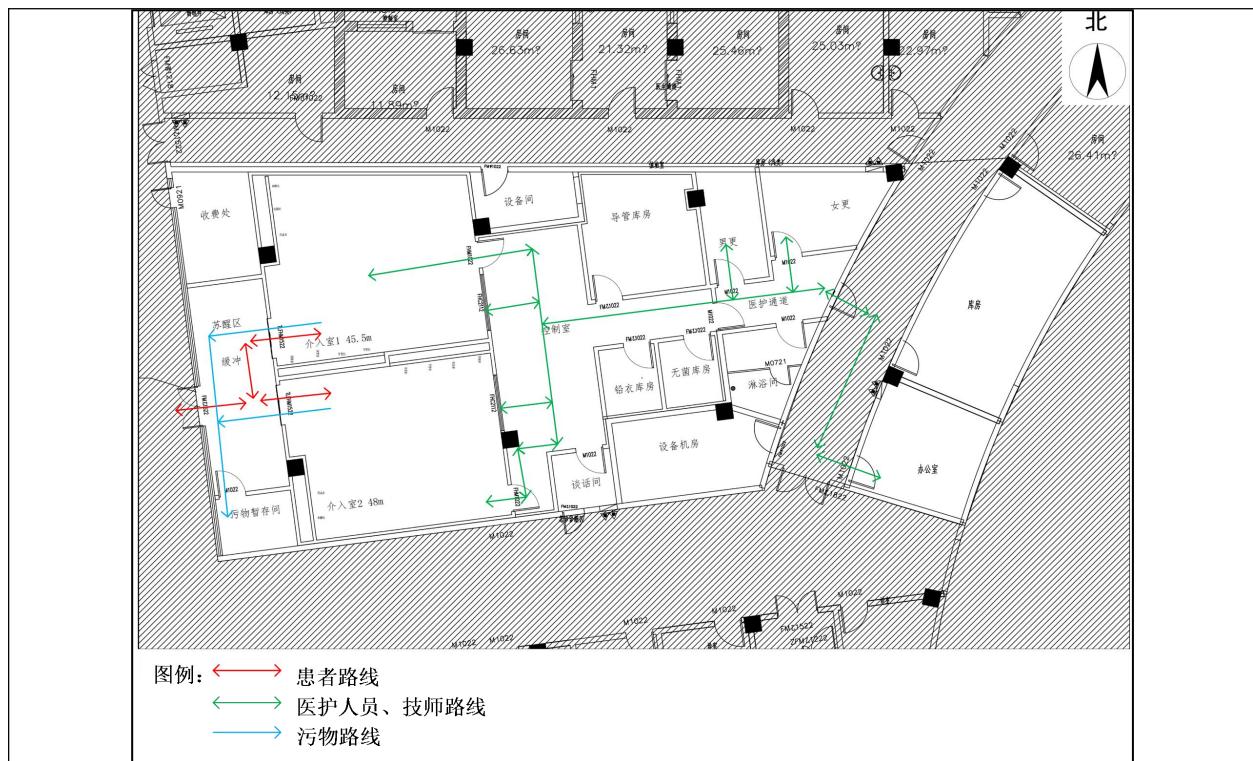
医护人员、技师：每日手术前医护人员、技师由门诊业务大楼南侧入口进入手术区域办公室，随后从办公室经医护通道进入更衣室更衣后进入控制室、DSA 机房，手术结束后，医护人员、技师由原路返回办公室。

患者：手术开展前，患者在西侧等候区等候，随后进入苏醒/缓冲区，随后由护士站护师进入换车/缓冲间对病人进行简单消毒后进入 DSA 机房内。术后病人由护师经苏醒/缓冲区通过医护电梯推往患者住院楼层。

##### 物流：

每台手术结束后，所有医疗废物放至密闭运输器内由护师经过机房西侧防护门运送至污物暂存间；每日工作结束后，将由专门的清洁人员进入打包处置、清洗消毒，将医疗废物运出门诊业务大楼。最终运至院区医废暂存间暂存，定期委托有资质单位外运处置。

本项目 DSA 手术室人流物流示意图见图 9-4。



## (6) 污染源项描述

### 1) 辐射污染源分析

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 DSA 手术室的屏蔽墙、观察窗、防护门等对 DSA 机房外的职业人员产生辐射影响。一次血管造影检查需要时间很短, 因此血管造影检查的辐射影响较小; 而介入手术则需要长时间的透视和大量的摄片, 对病人和医务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, 及到达影像接收器的剂量为 $\mu$ 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。

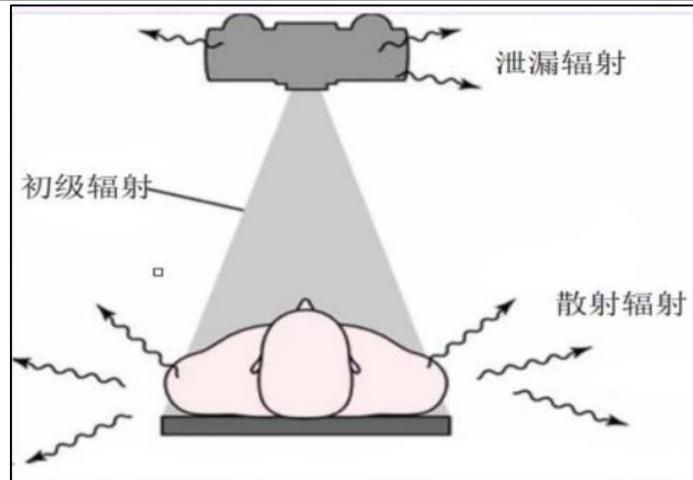


图 9-5 本项目电离辐射污染源构成示意图

## 2) 非辐射污染源分析

**废气:** DSA 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 DSA 不产生放射性废水，项目运行后，介入手术过程中会产生一定量的医疗废水，医护人员、患者及患者家属会产生极少量的生活污水。

**固体废物:** 本项目 DSA 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。本项目介入手术时会产生少量的医疗废物（废药棉、废纱布、废手套、废造影剂瓶等）。

**噪声:** 本项目 DSA 手术室噪声主要来自通排风系统等设备，以及进出医院的机动车辆产生的交通噪声及就诊病人及家属产生的人群活动噪声，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局

##### (1) 工作场所布置

本项目介入室1有效使用面积约为 $44.7\text{m}^2$ （尺寸：长 $7.28\text{m}$ ×宽 $6.14\text{m}$ ），介入室2有效使用面积约为 $44.9\text{m}^2$ （尺寸：长 $7.28\text{m}$ ×宽 $6.17\text{m}$ ），该辐射工作场所由介入室1、介入室2、共用控制室等组成，控制室与两间DSA机房之间均设置观察窗。

本项目两间DSA机房位于门诊业务大楼一层，介入室1东侧为设备间、控制室，南侧为介入室2，西侧为苏醒/缓冲区、收费处，北侧为过道，楼上为配液室、治疗室、导医台、留观室，楼下为车库；介入室2东侧为控制室，南侧为过道，西侧为污物暂存间、苏醒/缓冲区，楼上为留观室，楼下为车库。

##### (2) 布局合理性分析

1) 本项目拟建有DSA机房、控制室、设备间、设备机房能够满足DSA安装和功能实现需求。

2) 本项目拟建有DSA手术前到手术结束的配套用房，因此医护人员能就近参与诊疗工作，手术需要的相应器材药物取用方便。且用于运输病人的整个通道宽敞，周围手术区域进出口设有门禁及缓冲间，使得其与病人及家属候诊区得以分隔，减少了公众误入的可能性。

3) 本项目DSA机房楼上毗邻配液室、治疗室、导医台、留观室，楼下毗邻地下车库等区域，日常应做好监测工作。

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机房设置有控制室进出门及DSA手术室防护大门，能实现人流、物流的分流。

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。

#### 10.1.2 辐射工作场所分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。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无关人员进入。

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

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标识；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。

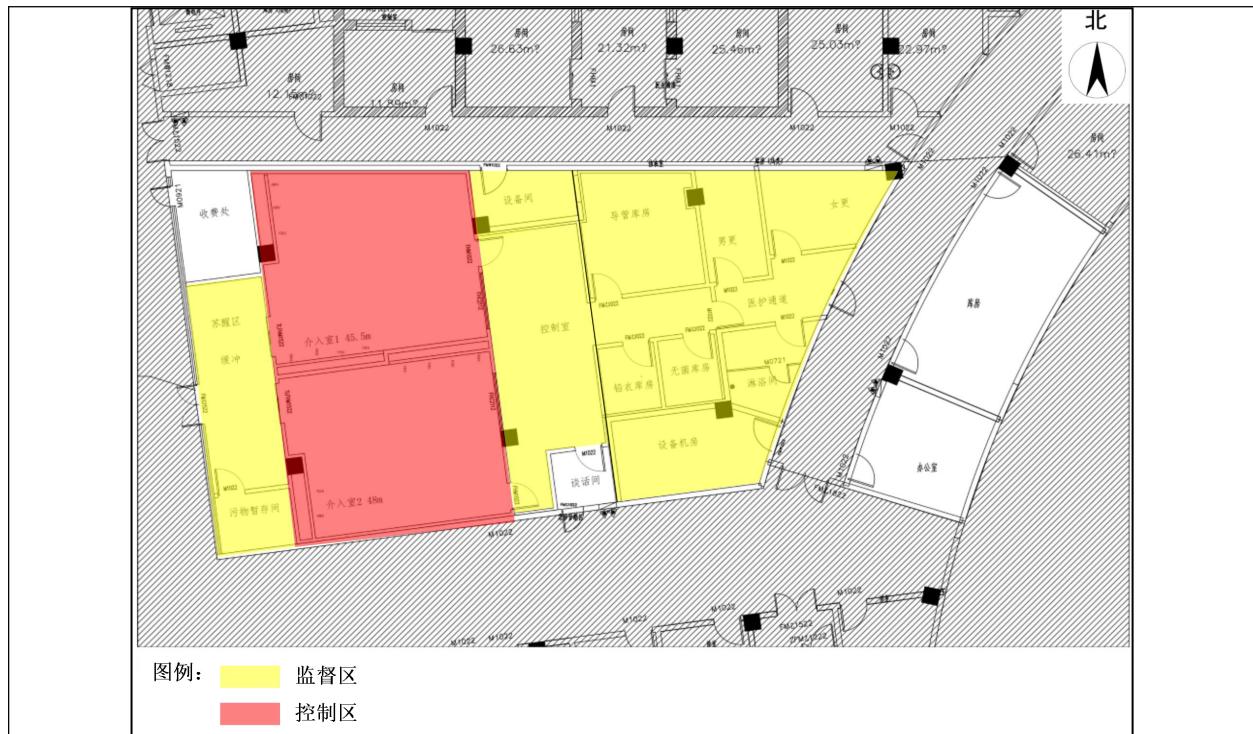
结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将本项目介入室1、介入室2划为控制区，而控制室、设备间、导管库房、医护通道、男更衣室、女更衣室、铅衣库房、无菌库房、淋浴间、设备机房、苏醒/缓冲区、污物暂存间划为监督区。项目控制区和监督区划分情况见表10-1。本项目两区划分示意图见图10-1。

**表 10-1 本项目“两区”划分一览表**

设备名称	控制区	监督区	备注
DSA	介入室1、介入室2	控制室、设备间、导管库房、医护通道、男更衣室、女更衣室、铅衣库房、无菌库房、淋浴间、设备机房、苏醒/缓冲区、污物暂存间	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（DSA机房防护门、控制室防护门朝向机房外的一面）。

**监督区：**在监督区入口处的合适位置悬挂监督区标牌或在地面使用警戒线划分出监督区（各毗邻 DSA 机房的辅房入口门内，各面向公共通道的防护门门口外地面）；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。



**图10-1 本项目监督区、控制区划分示意图**

### 10.1.3 工作场所污染防治措施

#### (1) 通风措施

本项目两间 DSA 机房均依托原有大楼排风系统进行排风，介入室 1 和介入室 2 顶棚均设置有 1 处排风口，其室内空气各自通过一台风量为  $2100\text{m}^3/\text{h}$  的低噪声混流风机经排风管道排至已建成排风井；另在介入室 1 和介入室 2 顶部各拟设置一处新风口（风口风量均设计为  $800\text{m}^3/\text{h}$ ），与本项目其他改建区域连成一条新风管道。

#### (2) 设备固有安全防护措施

本项目 DSA 购自或拟购自技术成熟的厂家，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) 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，避免意外照射。

6) 本项目搬迁和拟购的 DSA 都自带第一、第二术者位铅吊屏和铅胶帘等防护措施，铅当量为 0.5mmPb。

7) 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。

本项目 DSA 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于设备进行维护检修。

### (3) 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 手术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《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》，医院应不断完善《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。

#### (4) 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，手术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机房的屏蔽参数见表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：

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{公式 10.1}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（mm）；

$\alpha$ ——材质对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

$\beta$ ——材质对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ ——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：

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left( \frac{B^{-\gamma} - \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{公式 10.2}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度（mm）；

$\alpha$ ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

$\beta$ ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ ——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 10-3 铅、混凝土对额定管电压的 X 射线（主束）辐射衰减拟合参数**

管电压 125kV			
材料	$\alpha$ (mm <sup>-1</sup> )	$\beta$ (mm <sup>-1</sup> )	$\gamma$ (mm <sup>-1</sup> )
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974

本项目浇筑的混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，本项目硫酸钡涂料密度为不低于 2.79g/cm<sup>3</sup>，根据《放射防护实用手册》（第六章）密度为 2.79g/cm<sup>3</sup>、每 1.5cm 硫酸钡防护涂料折算 1mmPb。施工的硫酸钡涂料厚度为 30mm，保守估计折合为 2mmPb。此外，使用的铅板密度为 11.4g/cm<sup>3</sup>，铅玻璃密度为 6.22g/cm<sup>3</sup>。从而可根据公式 10.1、10.2 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 10-4。

**表 10-4 本项目 DSA 机房屏蔽、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
<b>介入室 1</b>				
四周墙体	200mm 无铅高分子板	<b>4mm 铅当量</b>	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
顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅板	<b>1.44mm 铅当量+2mm 铅当量=3.44mm 铅当量</b>		满足
地坪	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料	<b>2.02mm 铅当量+2mm 铅当量=4.02mm 铅当量</b>		满足
观察窗（1 扇）	4mmPb 的铅玻璃观察窗	<b>4mm 铅当量</b>		满足
防护门（2 扇）	4mm 铅板	<b>4mm 铅当量</b>		满足
手术室尺寸	<b>有效使用面积为 44.7m<sup>2</sup> 最小单边长 6.14m</b>		机房内最小有效使用面积为 20m <sup>2</sup> ，机房内最小单边长度为 3.5m	满足
<b>介入室 1 防护用品</b>				
吊屏/铅帘	/	<b>0.50mm 铅当量</b>	/	/
铅衣	/	<b>0.50mm 铅当量</b>	/	/
铅屏/铅帘 +0.5mm 铅衣	/	<b>1.00mm 铅当量</b>	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
0.025mm 铅手套	/	<b>0.025mm 铅当量</b>	介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb	满足
<b>介入室 2</b>				

四周墙体	200mm 无铅高分子板	<b>4mm 铅当量</b>	介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求：有用束方向铅当量 2mm，非有用束方向铅当量 2mm	满足
顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅板	<b>1.44mm 铅当量+2mm 铅当量=3.44mm 铅当量</b>		满足
地坪	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料	<b>2.02mm 铅当量+2mm 铅当量=4.02mm 铅当量</b>		满足
观察窗（1 扇）	4mmPb 的铅玻璃观察窗	<b>4mm 铅当量</b>		满足
防护门（2 扇）	4mm 铅板	<b>4mm 铅当量</b>		满足
手术室尺寸	<b>有效使用面积为 44.9m<sup>2</sup> 最小单边长 6.17m</b>		机房内最小有效使用面积为 20m <sup>2</sup> ，机房内最小单边长度为 3.5m	满足
<b>介入室 2 防护用品</b>				
吊屏/铅帘	/	<b>0.50mm 铅当量</b>	/	/
铅衣	/	<b>0.50mm 铅当量</b>	/	/
铅屏/铅帘 +0.5mm 铅衣	/	<b>1.00mm 铅当量</b>	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
0.025mm 铅手套	/	<b>0.025mm 铅当量</b>	介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb	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 20m <sup>2</sup> ，机房内最小单边长度为 3.5m。本项目 DSA 机房的屏蔽防护满足《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。				
(5) 辐射安全措施				
1) 警示标志及设施：在本项目机房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，工作状态指示灯能与防护门有效关联（防护门关闭指示灯亮，防护门开启指示灯灭）。将在监督区入口地面张贴警戒线，另在表 10-1 提及的防护门外地面用警戒线划分门宽×1m 的监督区；洁净通道张贴或悬挂《放射防护注意事项告知栏》。				
2) 急停按钮：本项目 DSA 床旁、控制室操作台各自带设置 1 个，建议在控制室墙面增设 1 个，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) 闭门装置及开门按钮：两间 DSA 机房平开门将安装有自动闭门装置；针对推拉式机房门已在制度中的操作规程章节强调曝光时应关闭防护门。DSA 机房防护大门处设置有开门按钮，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：两间 DSA 机房所有的电动推拉门将设置防夹装置。

5) 对讲装置：本项目两间 DSA 机房、控制室内拟设置对讲装置，便于机房内的人员与操作室内技师沟通与交流。

6) 防护用品：本项目每间 DSA 机房内最多有 3 名辐射工作人员及 1 名病人，因此本项目为每间 DSA 机房辐射工作人员各配备 3 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶帽子及 3 双 0.025mm 铅当量的介入防护手套；拟为每间 DSA 机房病人各配备 1 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套及铅橡胶帽子；本项目两台 DSA 设备均自带 1 块悬挂升降式移动铅帘（铅橡胶制品，0.5mm 铅当量）

以上措施配备情况满足《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 DSA 机房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：医院拟为 DSA 项目第一手术位、第二术者位、护师位各配备 1 个个人剂量报警仪。辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，拟为手术室内医师、护师配备 2 个个人剂量计（颈部剂量计、腰部剂量计）；控制室内技师要求佩戴 1 个剂量计（即胸部剂量计），并定期送检，且定期开展职业健康体检，建立个人剂量档案和个人职业健康监护档案。医院应定期（每季度一次）将辐射工作人员的个人剂量计送有资质单位进行检测，并将检测报告存档。医院承诺，在辐射工作人员上岗前，医院应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，在岗期间应按相关规定定期组织健康体检。

8) 管理机构：医院已建立以院领导为组长的辐射安全安全管理领导小组。

9) 管理制度：本项目涉及使用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》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1，目前医院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：医院原有辐射工作场所均已按照《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）要求张贴符合尺寸的各项制度。本项目开展前将完善后的规章制度在本项目辐射工作场所合适位置进行张贴。

11) 灭火器材：根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》《核技术利用辐射安全和防护监督监测大纲》（NNSA/HQ-08-JD-PP-020）及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）要求，医院将为本项目各DSA机房配备灭火器材。

## 10.2 三废的治理

### 10.2.1 废气处理措施

本项目拟在DSA机房内设置通排风系统，产生的臭氧排出后，经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m<sup>3</sup>）的要求。

### 10.2.2 废水处理措施

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。产生的废水依托院区已建成的污水处理设施，处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）中B级标准后，通过城市污水管网排入威远县第二污水处理厂进一步处理达标，最终排入威远河。

### 10.2.3 固体废物处理措施

本项目运行后不会产生放射性固体废物，预计将产生含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。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各层和院区的污物暂存间暂存，按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质的医疗废物处置单位定期处置。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，送威远县垃圾卫生填埋场处置。

### 10.2.4 噪声治理措施

本项目运行后噪声声源主要为通排风系统，所有设备均选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

### 10.2.5 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。

### 10.3 项目环保设施及投资

本项目总投资 800 万元，其中环保投资 110.78 万元，占总投资约 13.85%。

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）相应要求：10 名医师及 3 名护师各配备 2 个个人剂量计（1 套腰部、1 套领部），2 名技师各配备 1 个个人剂量计（1 套胸部）。

单间 DSA 机房内同时操作的手术医护人员预计最多 3 人，拟为本项目新增的每间 DSA 机房各配备 3 套防护设备以保证手术室内辐射工作人员均能穿戴防护进行手术；拟为本项目新增的两间 DSA 机房各配备 1 套患者防护用品。

医院已配备 1 台便携式辐射巡测仪，拟为本项目新增的 DSA 手术室各配备 2 台个人剂量报警仪。具体环保设施及投资见表 10-5。

表 10-5 本项目环保投资预算一览表

项目	环保措施	投资 (万元)
辐射屏蔽措施	防护工程	
	防护门 4 扇	
	铅防护窗 2 扇	
通排风系统	通排风系统	
安全措施	门灯联锁（含工作状态指示灯）4 套 （控制室防护门、DSA 手术室防护大门）	
	急停按钮设备自带 4 个（每间机房床旁、控制室操作台各自带 1 个），建议每间机房控制室增设 1 个（控制室墙面增设 1 个）	
	闭门装置 2 套（控制室防护门）	
	开门按钮 2 个（两间 DSA 机房防护大门各一个）	
	2 套对讲系统	
	2 个防夹装置（两间 DSA 机房防护大门各一个）	
	电离辐射警告标志 4 个（每个防护门各一个）	
	监督区警戒线 4 处	
	2 套灭火器材（无磁灭火器）	
	放射防护注意事项告知栏 2 套	
防护用品	制度牌 2 套	
	6 套医护防护用品	
	2 套患者防护用品	
	2 套 0.5mm 铅当量铅悬挂防护吊屏+床侧防护帘	

	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 6 台	
监测	个人剂量计	领部剂量计 13 个
		腰部剂量计 13 个
		胸部剂量计 2 个
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

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目所在建筑为医院新区门诊业务大楼，项目所在主体建筑的施工期阶段环境影响已在《综合业务大楼建设项目环境影响报告表》中详细描述。

本项目施工期主要为防护工程修建、表面装修、设备装置安装与调试，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，项目已加强管理，尽量在医院手术层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，送威远县垃圾卫生填埋场处置，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。拆除建筑垃圾可回收利用部分重新利用，不可回收利用及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。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 DSA 机房内进行，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。

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。

## 11.2 运行阶段环境影响分析

### 11.2.1 辐射环境影响分析

#### 一、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）主射线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。

#### 二、计算条件

(1) 评估参数选取

本项目DSA以表1-3中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	20mA
	拍片		90kV		600mA

本项目拟配置 DSA (位于介入室 1) 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 进行剂量估算。结合 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。本项目搬迁设备为 INFX-9000C 型 DSA，根据厂家提供材料，其距靶 1m 处的发射率为 3.65mGy/mA·min。

**表11-2 本项目DSA辐射源强**

射线装置	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)
拟新配DSA设备		透视	20	
		拍片	600	
INFX-9000C型DSA (搬迁)		透视	20	
		拍片	600	

根据《医用电气设备 第一部分：安全通用要求 三、并列标准 诊断X射线设备辐射防护通用要求》(GB 9706.12-1997) 中“29.204.3 加载状态下的泄漏辐射X射线管组件和X射线源组件在加载状态下的泄漏辐射。当其相当于规定的1h最大输入能量加载条件下以标称X射线管电压运行时，距焦点1m处，在任一100cm<sup>2</sup>区域范围内平均空气比释动能，应符合下列要求：对于其他各种X射线管组件及X射线源组件，应不超过1.0mGy/h。”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。

## (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，射线经过散射后，能量由公式 11.1 推导。光子散射后的能量 E 为(θ为散射角)。

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos \theta)}{511}} \quad \text{-----公式11.1}$$

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。

### (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	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
铅	3.067	18.83	0.7726
混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
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

由公式 10.1，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 77kV 下对应的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ，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铅和混凝土不同厚度在 77kV 下的透射因子。

**表 11-4 DSA 机房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	对散射线的 透射因子	对主/泄漏射线 的透射因子
介入室 1、介入室 2	四周墙体	4mmPb 无铅高分子板	1.20E-6	3.69E-07
	顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅 板	4.88E-6	2.06E-06
	地坪	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥涂层	1.14E-6	3.47E-07
	观察窗 (各 1 扇)	4mmPb 铅玻璃	1.20E-6	3.69E-07
	防护门 (各 2 扇)	4mm 铅板	1.20E-6	3.69E-07
防护用品	吊屏/铅帘	0.5mm 铅当量	1.51E-02	2.52E-02
	铅手套	0.025mm 铅当量	5.71E-01	6.26E-01
	铅衣	0.5mm 铅当量	1.51E-02	2.52E-02
DSA 设备自带	设备硬件设施	0.85mm 铅当量	4.23E-03	6.78E-03

### (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。

### (5) 计算公式

### 1) 主射线辐射影响计算公式

本项目手术室上方主要考虑主射线影响，四周主要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：

$$H_{pr} = \frac{H_{1m} \bullet B}{r_x^2} \quad \text{-----公式 11.2}$$

式中：

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

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

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：

$$H_{sr} = \frac{H_{1m} \bullet \mu \bullet (s/400) \bullet s \bullet \alpha \bullet B}{(d_0)^2 (d_s)^2} \quad \text{-----公式 11.3}$$

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

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

$\mu$ : 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;

$\alpha$ : 相对于  $400\text{cm}^2$  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, 对于 77kV 的 X 射线取 6.87E-04 (散射角为  $90^\circ$ , 均由 70kV 及 100kV 数据插值获得) ;

s: 散射面积, 此处保守参考标准水模尺寸取  $400\text{cm}^2$ ;

$d_0$ : 源与受照体的距离;

$d_s$ : 受照体距关注点的距离。

### 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：

$$H_{LR} = \frac{H_L \bullet B}{r^2}$$

-----公式11.4

式中：

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

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

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 DSA 手术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。

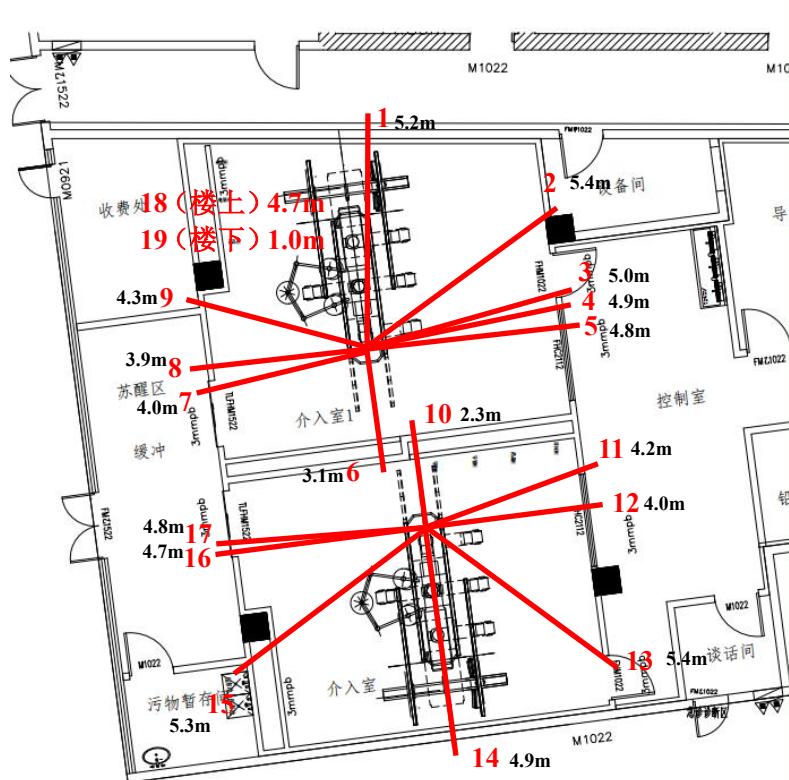


图 11-1 本项目 DSA 机房关注点位图

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 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	是否满足限值
16	楼上30cm处	透视	4.7	120mm混凝土+2mm铅板+0.85mm等效铅当量的硬件材料	3.69E-07*6.78E-03		满足
		拍片			3.69E-07*6.78E-03		满足

注: 由《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T 144-2002) 表B1中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; 根据NCRP于2004年出版的第147号报告《针对医用X射线影像设备的结构防护设计》P44: Dixon在1994年, Dixon和Simpkin在1998年的年度AAPM TG系列报告中给出了硬件设施的等效铅当量。由文中表4.6可得, 影像接收器等硬件设施的等效铅当量为0.85mm。

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

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( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	是否满 足限值
						透射因子	周围剂量当 量率( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	透射因子	周围剂量 当量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )		
1	介入室 1 北侧墙 外 30cm 处(过道)	透视	5.2	4mmPb无铅高 分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
2	介入室 1 东侧墙 外 30cm 处(设备间)	透视	5.4	4mmPb无铅高 分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
3	介入室 1 东侧门 外 30cm 处(控制 室)	透视	5.0	4mm 铅板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
4	介入室 1 东侧墙 外 30cm 处(控制 室)	透视	4.9	4mmPb 无铅 高分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
5	介入室 1 东侧窗 外 30cm 处(控制 室)	透视	4.8	4mmPb铅玻璃 窗	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
6	介入室 1 南侧墙 外 30cm 处(介入)	透视	3.1	4mmPb 无铅 高分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足

	室 2)										
7	介入室 1 西侧门 外 30cm 处(苏醒 缓冲区)	透视	4.0	4mm 铅板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
8	介入室 1 西侧墙 外 30cm 处(苏醒 缓冲区)	透视	3.9	4mmPb 无铅 高分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
9	介入室 1 西侧墙 外 30cm 处(苏醒 缓冲区)	透视	4.3	4mmPb 无铅高 分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
10	介入室 2 北侧墙 外 30cm 处(介入 室 1)	透视	2.3	4mmPb 无铅高 分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
11	介入室 2 东侧墙 外 30cm 处(控制 室)	透视	4.2	4mmPb 无铅高 分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
12	介入室 2 东侧窗 外 30cm 处(控制 室)	透视	4.0	4mmPb 铅玻璃 窗	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
13	介入室 2 东侧门 外 30cm 处(控制 室)	透视	5.4	4mm 铅板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
14	介入室 2 南侧墙 外 30cm 处(过 道)	透视	4.9	4mmPb 无铅高 分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
15	介入室 2 西侧墙 外 30cm 处(污物 暂存间)	透视	5.3	4mmPb 无铅高 分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
16	介入室 2 西侧墙 外 30cm 处(苏醒 缓冲区)	透视	4.7	4mmPb 无铅高 分子板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足
		拍片				1.20E-06		3.69E-07			满足
17	介入室 2 西侧门	透视	4.8	4mm 铅板	1	1.20E-06		3.69E-07			满足

	外 30cm 处(苏醒 缓冲间)	拍片				1.20E-06		3.69E-07		满足
19	楼下 30cm 处(保 守按介入室 1 内 DSA 进行计算)	透视	1.0	160mm 混凝土 +30mm 硫酸钡 水泥涂层	1	1.14E-06		3.47E-07		满足
		拍片				1.14E-06		3.47E-07		满足
										满足

注：由《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表B1中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1.69，60kV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( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
						屏蔽透射因子	周围剂量当量率( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	屏蔽透射因子	瞬时剂量率( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	
20	介入室1第一术者位	透视	0.45	0.5mmPb铅衣 +0.5mmPb铅屏	1	2.28E-04		6.35E-04		
		拍片	5.0	4mm铅板		1.20E-06		3.69E-07		
21	介入室1第二手术位	透视	0.75	0.5mmPb铅衣	1	1.51E-02		2.52E-02		
		拍片	5.0	4mm铅板		1.20E-06		3.69E-07		
22	介入室1护士位	透视	1.0	0.5mmPb铅衣	1	1.51E-02		2.52E-02		
		拍片	5.0	4mm铅板		1.20E-06		3.69E-07		
23	介入室2第一术者位	透视	0.45	0.5mmPb铅衣 +0.5mmPb铅屏	1	2.28E-04		6.35E-04		
		拍片	5.4	4mm铅板		1.20E-06		3.69E-07		
24	介入室2第二手术位	透视	0.75	0.5mmPb铅衣	1	1.51E-02		2.52E-02		
		拍片	5.4	4mm铅板		1.20E-06		3.69E-07		
25	介入室2护士位	透视	1.0	0.5mmPb铅衣	1	1.51E-02		2.52E-02		
		拍片	5.4	4mm铅板		1.20E-06		3.69E-07		

根据表11-5、表11-6可知，DSA手术室屏蔽体外表面0.3m外的辐射剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求。

## (6) 辐射工作人员及周围公众年有效剂量评估

### 计算公式

#### 人员所受年有效剂量估算

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:

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times K \quad \text{公式11.5}$$

$H_{Er}$ : 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,  $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ;

T: 居留因子;

t: 年照射时间, h;

K: 空气比释动能率与吸收剂量转换系数, 90kV下,  $K=1.69$ ; 77kV下,  $K=1.72$ 。

根据公式11.5可得辐射工作人员及公众年有效剂量预测结果见表11-8。

**表 11-8 本项目 DSA 机房辐射工作人员及公众年有效附加剂量一览表**

序号	位置	周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )		居留因子	年照射时间(h)	保护目标	年有效剂量(mSv/a)	
1	介入室1北侧过道	透视	3.95E-05	1/5	透视: 275.93  拍片: 7.05	周围公众		
		拍片	5.14E-04			辐射工作人员		
2	介入室1东侧设备间	透视	3.66E-05	1/20		辐射工作人员		
		拍片	4.76E-04			周围公众/辐射工作人员		
3	介入室1东侧控制室	透视	4.44E-05	1		周围公众		
		拍片	5.79E-04			辐射工作人员		
4	介入室1南侧介入室2	透视	1.11E-04	1		周围公众/辐射工作人员		
		拍片	1.44E-03			周围公众		
5	介入室1西侧苏醒缓冲区	透视	7.01E-05	1/5		辐射工作人员		
		拍片	9.14E-04			周围公众/辐射工作人员		
6	介入室2北侧介入室1	透视	1.65E-04	1		辐射工作人员		
		拍片	1.53E-03			周围公众		
7	介入室2东侧控制室	透视	5.45E-05	1		周围公众		
		拍片	5.05E-04			辐射工作人员		
8	介入室2南侧过道	透视	3.63E-05	1/5		周围公众		
		拍片	3.36E-04			周围公众		
9	介入室2西侧污物暂存间	透视	3.10E-05	1/20		周围公众		
		拍片	2.87E-04			周围公众		
10	介入室2西侧苏醒缓冲区	透视	3.94E-05	1/5		周围公众		
		拍片	3.65E-04			周围公众		
11	机房楼上	透视	2.23E-03	1	透视: 275.93  拍片: 7.05	周围公众		
		拍片	4.48E-02			周围公众		
12	机房楼下	透视	1.01E-03	1/40		周围公众		
		拍片	1.32E-02			周围公众		

13	介入室1第一手术位	透视 (机房内)	5.72	1	最长透 视: 110h; 最长拍 片: 3h	辐射工作人 员			
		拍片(控制 室外)	5.56E-04						
14	介入室1第二手术位	透视 (机房内)	85.61	1		辐射工作人 员			
		拍片(控制 室外)	5.56E-04						
15	介入室1护师位	透视 (机房内)	48.16	1		辐射工作人 员			
		拍片(控制 室外)	5.56E-04						
16	介入室2第一手术位	透视 (机房内)	5.53	1		辐射工作人 员			
		拍片(控制 室外)	2.77E-04						
17	介入室2第二手术位	透视 (机房内)	81.27	1		辐射工作人 员			
		拍片(控制 室外)	2.77E-04						
18	介入室2护师位	透视 (机房内)	45.72	1		辐射工作人 员			
		拍片(控制 室外)	2.77E-04						

由表 11-8 可知, 手术医生最大有效剂量为 9.42mSv/a, 护士最大有效剂量 4.96mSv/a, 技师最大有效剂量为 1.86E-05mSv/a, 均低于本次评价确定的职业人员 10mSv/a 的管理约束值, 也均低于《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 剂量限值; 由表 11-8 可知, DSA 机房周围的公众最大有效剂量为 9.31E-04mSv/a, 低于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的管理约束值, 也低于《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 剂量限值。

建议: 医院每三个月对辐射工作人员个人剂量进行核查, 辐射工作人员个人剂量超过 2.5mSv、年超过 10mSv 事件的发生, 若发现辐射工作人员有超过 2.5mSv 的情况, 医院应立即采取有效的管控措施, 暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业, 同时进行原因调查, 调整岗位安排等。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律, 距离 DSA 机房最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在 DSA 运行后, 实际工作中, 常用管电压和管电流远低于预测工况, 且项目运行产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后, DSA 机房周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量, 对 DSA 机房周围公众影响更小。

### 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/T 244-2017）4.3，用下式进行估算：

$$D_s = C_{KS} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad \text{公式 11.6}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}'(0.07, 0^\circ)}{C_{KH'}} \quad \text{公式 11.7}$$

$D_s$ ：皮肤吸收剂量（mGy）；

$k$ ：X- $\gamma$ 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），（90kV） $C_{KS}=1.129\text{mGy/mGy}$ ，（77kV） $C_{KS}=1.174\text{mGy/mGy}$ ；

$t$ ：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；

$H'(0.07, 0^\circ)$ ：定量剂量当量率（ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ），（90kV） $H'(0.07, 0^\circ)=1.58$ ，（77kV） $H'(0.07, 0^\circ)=1.61$ ；

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

### 计算结果

#### 术者位腕部剂量估算

**理论计算：**医生操作时腕部（手腕面积取  $0.01\text{m}^2$ ）距主射束的距离取  $0.45\text{m}$  且佩戴防护手套（ $0.025\text{mmPb}$ ），腕部在患者体表操作时主要受到散射线和泄漏射线影响，预计在透视时有  $1/5$  时间在进行插入导管等操作。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（以接触时间最长的医师心内科医师保守计算）位使用 DSA 时腕部所受剂量预计最大为  $114.9\text{mSv/a}$ ，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  $500\text{mSv}$ ，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  $250\text{mSv/a}$  的要求。

#### 术者位眼晶体年当量剂量估算

本项目参考《直读式剂量计用于介入职业人员眼晶状体剂量实时监测方法的研究》（中华放射医学与防护杂志，2016 年 12 月第 36 卷第 12 期，黄卓、范瑶华、李文炎、

欧向明、岳保荣、徐辉，中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所辐射防护与核应急中国疾病预防控制中心重点实验室；基金项目：国家科技支撑计划项目（2014BAI12B04）中测量的眼晶体数据进行类比预测。

该文献中剂量计选择：采用美国 Fuke 公司生产的型号为 RaySafe i2 的直读式电子剂量计。该剂量计是半导体个人剂量计。该研究涉及的大多数病例的曝光参数（70~100 kV）范围内，本项目常用工况恰好属于该范围内。作为比较研究的 TLD 探测元件为 LF（Mg, Cu, P）。

剂量计刻度：根据国际辐射单位与测量委员会（ICRU）的建议，Hp（3）是最适合评价眼晶状体受照剂量的实用量。因此，该研究中采用欧盟辐射防护最优化项目（Optimization of Radiation Protection for Medical Staff, ORAMED）推荐的刻度方法结合 Hp（3）与空气比释动能的转换系数，对选用的直读式电子剂量计进行 Hp（3）刻度。刻度在中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所国家二级标准剂量学实验室进行。作为比较研究的热释光剂量计（TLD）采用相同的刻度方法对其进行 Hp（3）刻度。

剂量计佩戴和数据测读：将直读式电子剂量计固定在弹性可伸缩绷带上佩戴于介入手术职业人员的头部左侧，TLD 同样悬挂在介入手术职业人员头部左侧，两种剂量计相互紧贴。在不影响术者操作的情况下，将剂量计尽可能靠近术者左眼。为每例介入手术的第一术者和第二术者佩戴剂量计。个别手术类型由唯一术者完成，则只记录第一术者剂量。一些手术病例需要 3 名术者共同完成，则也为第三术者佩戴剂量计。将直读式电子剂量计与电子显示屏通过蓝牙配对连接，在手术过程中通过电子显示屏实时观察和读取术者的瞬时剂量率，在手术结束后读取该例手术的术者累积剂量。

介入手术设备选择：该研究选取了临床使用较多的 2 台单 X 射线管和 3 台双 X 射线管 DSA 设备。所有设备均配备悬吊式铅防护屏和床侧铅防护帘。

介入手术类型选择：临幊上介入手术应用较多的为心血管系统和脑血管系统疾病的诊断和治疗。该研究选取了冠状动脉造影术、冠状动脉支架植入术、脑部血管支架植入术、脑部血管栓塞术、神经系统血管造影 5 类介入术类型。以上手术类型与本项目数量最多的手术类型相似。

表 11-9 5 种介入手术类型测得介入职业人员眼晶状体个人剂量当量 Hp（3）（ $\mu\text{Sv}$ ）

介入手术类型	介入职业人员	例数	直读式剂量计	每例手术个人剂量当量	热释光剂量计	每例手术个人剂量当量
冠状动脉造影	第一术者位	29	10.82	0.3731	11.04	0.3807
	第二术者位	21	7.39	0.3519	10.39	0.4948
神经系统	第一术者位	54	12.36	0.2289	13.90	0.2574

血管造影	第二术者位	22	16.03	0.7286	23.21	1.055
脑部血管栓塞术	第一术者位	21	13.73	0.6538	15.20	0.7238
	第二术者位	16	23.04	1.440	24.26	1.516
脑部支架植入术	第一术者位	19	31.76	1.672	32.09	1.689
	第二术者位	9	14.74	1.638	22.79	2.532
冠状动脉支架植入术	第一术者位	12	23.55	1.963	22.10	1.842
	第二术者位	13	10.78	0.8292	17.35	1.335

参考表11-9中每例手术个人剂量当量 $H_p(3)$ 最大值 $2.532\mu\text{Sv}/\text{例}$ ，结合本项目医师年最大手术量，预计本项目辐射工作人员眼晶体年度个人剂量当量约为 $1.519\text{mSv}$ 。满足本项目职业人员眼晶体的年当量剂量约束值 $75\text{mSv}$ 要求。

### 11.2.2 臭氧环境影响分析

本项目 DSA 机房将采用通排风系统进行通排风，管道均位于吊顶与防护层之间，不会破坏 DSA 机房屏蔽。DSA 机房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。本项目 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，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。

### 11.2.3 水环境影响分析

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和医疗废水。

处理措施：项目产生的废水依托医院新区已建成的污水处理设施，处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）中B级标准后，通过城市污水管网排入威远县第二污水处理厂进一步处理达标，最终排入威远河。

### 11.2.4 固体废物环境影响分析

①本项目不会产生放射性固废，对周围环境无影响。  
 ②本项目预计将产生含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。采用专门的收集容器集中收集后，先转移至院区污物处置用房暂存，按照普通医疗废物执行转移联单制度，定期委托当地有资质单位进行处置，对环境的影响符合国家标准的要求。本项目将产生一定量的生活垃圾，生活垃圾经垃圾房分类收集后，送威远县垃圾卫生填埋场处置。

### 11.2.5 声环境影响分析

本项目噪声源主要为风机噪声，所有设备选用低噪声设备。据院区施工单位提供

的施工图纸：院区所有的空调机房、通风机房均在围护结构上均采取了隔声消声措施、采用了隔声墙体和门窗，对风机设备和空调机组进行基础减震；与噪声要求较高的房间相邻的，其房间所有的隔墙和顶板均做吸声、隔声处理。因此本项目噪声源通过降噪措施及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

## 11.3 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 分别属于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，人员误留、误入手术室，导致发生误照射；
- 2) DSA 控制系统失灵，发生误照射；
- 3) DSA检修维护等过程中，检修维护人员误操作，造成有关人员误照射。

### （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 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。	较大辐射事故
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	重大辐射事故
	特别重大辐射事故

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。

**表 11-11 骨髓型记性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值**

分度	初期表现	照射后 1d~2d 淋巴细胞绝对数最低值 $\times 10^9/L$	受照剂量范围参考值/Gy
轻度	乏力、不适、食欲减退	1.2	1.0~2.0
中度	头昏、乏力、食欲减退、恶心，1h~2 h 后呕吐、白细胞数短暂上升后下降	0.9	2.0~4.0
重度	1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞数明显下降	0.6	4.0~6.0
极重度	1h 内多次呕吐和腹泻、休克、腮腺肿大，白细胞数急剧下降	0.3	6.0~10.0

**(4) 风险事故情形设定****事故假设：**

- 1) DSA 正常工作时，人员未穿戴防护用品停留于手术室内；

在手术操作过程中，有未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品的公众误留手术室。

- 2) DSA 控制系统失灵，发生误照射；

若 DSA 控制系统失灵持续拍片，而此时手术室内人员未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品。

**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周围剂量当量率最大为 $2058.67\mu\text{Sv}/\text{h}$ （仅考虑非主射方向）：

**表11-12 DSA透视工况下可能发生的辐射事故**

距机头距离 (m)	各时段的射线所致辐射剂量 (mSv)					
	30s	3min	6min	9min	12min	15min
0.45m	8.47E-02	5.08E-01	1.02E+00	1.52E+00	2.03E+00	2.54E+00
0.75m	3.05E-02	1.83E-01	3.66E-01	5.49E-01	7.32E-01	9.15E-01
0.9m	2.12E-02	1.27E-01	2.54E-01	3.81E-01	5.08E-01	6.35E-01
1.2m	1.19E-02	7.15E-02	1.43E-01	2.14E-01	2.86E-01	3.57E-01
1.5m	7.62E-03	4.57E-02	9.15E-02	1.37E-01	1.83E-01	2.29E-01
总结	实际情况下 0.3m~0.8m 范围站立着医师和护士，误入人员难以接近机头如此近的距离，假设本项目辐射工作人员误入机房（一台手术最大出束时间 12min），最大可能接受剂量为 2.03mSv，小于工作人员标准限值（20mSv），不构成辐射事故，为一般辐射事件；假设本项目公众误入机房，室内辐射工作人员在 30s 内有足够时间按下急停开关，公众最大可能接受剂量为 3.05E-02mSv，小于公众标准限值（1mSv），不构成辐射事故，为一般辐射事件。					

**事故后果：**

本项目DSA在透视过程中，无铅衣铅屏风遮挡情况下，对职业人员和公众有很小

的可能性会造成一般辐射事件。

### **事故处理方法及预防措施:**

#### **事故处理方法**

针对以上可能发生的事故风险，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 手术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预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内向所在地生态环境部门和所在地公安局报告，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、公安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管理机构，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建设单位已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联锁等。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。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位已根据核技术应用现状，于 2024 年 1 月 23 日对医院辐射安全防护管理领导小组进行了调整，由唐伟担任组长，各相关科室负责人任成员，辐射安全防护管理领导小组的日常工作由放射科负责。

#### 12.1.2 辐射安全防护管理领导小组职责

- (1) 组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度。
- (2) 定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查。
- (3) 组织本机构放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训及健康检查。
- (4) 制定放射事件应急预案并组织演练。
- (5) 记录本机构发生的放射事件并及时报告卫生行政部门及环保部门。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，医院应制定辐射安全管理制度，制度清单及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求见表 12-1，医院在日后工作实践中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时更新、完善的制度的可操作性。

根据四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《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》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。本项目拟在新增的手术室内墙上和控制室内墙上显著位置补充张贴大小和字体都足够醒目的以上相应制度，并于毗邻通道墙上张贴《放射防护注意事项告知栏》。

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《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

**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。	本项目新增辐射工作人员均需通过辐射工作人员应尽快自主学习并报名国家考试。
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	辐射工作单位应作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	新增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	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 <a href="http://rr.mep.gov.cn/">http://rr.mep.gov.cn/</a> )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	

表12-2 建设单位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	应增加的措施
DSA机房（介入室1、介入室2）	主体建筑、防护工程	/	拟建设
	防护门	/	每间机房各拟设置2扇
	铅防护窗	/	每间机房各拟设置1扇
	通排风系统	/	每间机房各拟设置1套
	门灯联锁（含工作状态指示灯）	/	每间机房各拟设置2套
	闭门装置	/	每间机房各拟设置1套
	防夹装置	/	每间机房各拟设置1个
	急停按钮	/	每间机房内设备各自带2个 (建议3个)
	开门按钮	/	每间机房各拟设置2个
	对讲系统	/	每间机房各拟设置1套
	灭火装置（无磁灭火器）	/	每间机房各拟设置1套
	电离辐射警告标志	/	每间机房各拟设置2个
	监督区警戒线	/	每间机房各拟设置2个
	放射防护注意事项告知栏	/	每间机房各拟配备1套
	制度牌	/	每间机房各拟配备2套
监测设备	医护人员防护用品	/	每间机房各拟配备3套
	患者防护用品	/	每间机房各拟配备1套
	个人剂量报警仪	/	每间机房各拟配备3个
	个人剂量计	/	拟配备28个
	辐射水平监测仪表	/	医院已配备1台便携式辐射监测仪

表12-3 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	《关于调整放（辐）射安全防护管理领导小组的通知》（威人医发〔2024〕25号）	/
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	《辐射工作场所安全管理要求》 《辐射安全管理规定》	/
3	辐射工作设备操作规程	《辐射工作设备操作规程》	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	《辐射防护设施设备维修维护制度》	制定本项目设备设施维修维护制度
5	辐射工作人员岗位职责	不同核技术利用项目已单独制定	制定本项

			项目辐射工作人员岗位职责	
6	放射源与射线装置台账管理制度	《放射源与射线装置台账管理制度》	制定本项目射线装置管理制度	
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》	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	《监测仪表使用与校验管理制度》	/	
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》	应完善辐射工作人员辐射安全与防护制度	
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》	/	
11	辐射事故应急预案	《辐射事故应急处理预案》	应制定本项目事故应急预案	
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）	不同核技术利用项目已单独制定	应制定本项目质量保证大纲和质量控制检测计划	
13	其他	《放射防护注意事项告知栏》	/	

## 12.3 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”，又根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《环境 $\gamma$ 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

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，建设单位应建立个人剂量档案（包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等信息），并将个人剂量档案保存终身。

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，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2.5mSv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10mSv时，医院需进行原因调查，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，立即暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，同时进行原因调查，若构成辐射事故，医院应当立即启动辐射事故应急预案，有关检测报告及调查报告应存档备查。

## （2）辐射工作场所监测

1) 监测内容：X- $\gamma$ 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、地板、顶棚、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) 监测点位和数据管理：选择距墙体、门、窗表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm，手术室地面下方（楼下）距楼下地面170cm。委托监测每年至少1次，自行监测每月至少1次，本项目监测数据应当存档。建议监测点位见表12-4。

4) 选择距墙体、门、窗表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm，手术室地面下方（楼下）距楼下地面170cm。委托监测每年至少1次，自行监测每月至少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			
DSA机房 （介入室 1、介入室 2）	X- $\gamma$ 辐射 剂量率	1	机房防护门及缝隙处	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
		2	机房观察窗铅玻璃及缝隙 处			
		3	机房四周			
		4	楼上			
		5	楼下			
		6	管线洞口			
		7	控制室操作位			

## 12.4 辐射事故应急

医院针对可能产生的辐射事故情况已制定事故应急预案，应急预案内容包括有：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急演习计划；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

实施本项目的医院应依据《中华人民共和国放射性污染防治法》《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145号文）要求，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和所在地公安局报告，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、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。从而保证一旦发生辐射意外事件时，即能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理辐射事故，保护工作人员和公众的健康与安全。医院应加强管理，严格执行安全操作规程，并确认经常确认辐射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。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

- (1) 项目名称：威远县人民医院数字减影血管造影机（DSA）项目；
- (2) 建设单位：威远县人民医院；
- (3) 建设性质：改建；
- (4) 建设地点：威远县严陵镇桂花村七组 威远县人民医院新区门诊业务大楼一层。
- (5) 建设内容：拟将新区门诊业务大楼一层原急诊药房、挂号/收费处、值班室、更衣室、库房、读片室改建为 2 间 DSA 机房（介入室 1、介入室 2）及其配套用房，并将老院区 INFX-9000C 型数字减影血管造影机（DSA）迁至其中 1 间机房使用，另新购 1 台数字减影血管造影机（DSA）在其中另 1 间机房使用。

#### 13.1.2 工程所在地区环境质量现状

本项目所在地及周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率范围为 [REDACTED]，对照《2024 年四川省生态环境状况公报》中内江市辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率年均值结果（ $\leq 70\text{nGy/h}$ ），由于本项目大部分监测点位位于室内，本次环评认为本项目所在地及周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率检测结果处于当地天然本底涨落范围。

#### 13.1.3 辐射环境影响评价结论

经理论计算，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 10mSv 的职业人员年剂量约束值，对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

#### 13.1.4 事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求补充制定相关安全管理规章制度并完善辐射事故应急预案，项目运行期间，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

#### 13.1.5 环保设施及保护目标

建设单位需按环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

#### 13.1.6 辐射安全管理的综合能力

建设单位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。对现有场所而言，建设单位已具备辐射安全管理的综合能力。

### 13.1.7 项目环保可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目开展所带来的利益大于所付出的代价，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，本项目辐射工作人员及周围公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”和建设单位管理目标值的要求，在认真落实环评提出的要求，进一步完善辐射安全管理相关制度的前提下，从辐射安全和环境影响的角度，威远县人民医院数字减影血管造影机（DSA）项目是可行的。

## 13.2 建议与承诺

(1) 建设单位应修订应急预案，补充应急预案的修订、应急培训、应急演练等内容，并按要求开展好应急演练总结相关工作。

(2) 建设单位应根据实际情况，将本项目辐射监测要求写入监测方案。

(3) 各项环保设施及辐射防护设施正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

(4) 定期进行辐射工作场所的检查和监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响降低到“可合理达到的尽可能低水平”。

(5) 严格按照规章制度的要求，继续落实辐射工作人员的辐射安全考核、职业健康检查、个人剂量监测工作。尽快安排培训不符合要求的相关人员参加相关专业辐射安全与防护考核。

(6) 建设单位加强辐射工作人员管理，确保每名辐射工作人员按要求进行辐射安全与防护知识考核、个人剂量监测、职业健康检查；建设单位辐射安全管理人员应提高责任意识，重视辐射安全管理工作；建设单位辐射工作人员加强自我安全意识，按要求参加辐射安全与防护知识考核、佩戴个人剂量计、进行职业健康体检。

(7) 建设单位应针对每年工作场所辐射水平监测偏高点位处的防护措施进行核实调查，如发现问题，及时整改。

(8) 本项目投入运行前，根据实际情况，完善修订建设单位辐射安全管理制度。

(9) 本项目运行过程中，认真开展介入辐射人员个人剂量监测工作，发现受照剂量接近管理目标值的及时调整工作岗位。

(10) 本项目通过环评审批后，及时重新申领辐射安全许可证，按要求开展环保验收。

### 13.3 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。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见:

经办人:

公章

年   月   日

审批意见:

经办人:

公章

年   月   日