

核技术利用建设项目

西平县人民医院数字减影血管造影机（DSA）应用项目环境影响报告表

西平县人民医院

二〇二一年九月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

西平县人民医院数字减影血管造影机（DSA）应用项目环境影响报告表

建设单位名称：西平县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：张中汉

通讯地址：西平县柏城镇东大街 96 号

邮政编码：463900 联系人：李显

联系电话：15539698127

打印编号: 1626659925000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	3613oh		
建设项目名称	西平县人民医院数字减影血管造影机（DSA）应用项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	西平县人民医院		
统一社会信用代码	12412824418905261K		
法定代表人（签章）	张中汉		
主要负责人（签字）	张中汉		
直接负责的主管人员（签字）	陈勇奇		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	河南盈辉环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91410100MA44F3WG2D		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
赵瑛瑛	2017035350352015351002000404	BH015175	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵瑛瑛	报告表全本	BH015175	

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位河南盈辉环保科技有限公司（统一社会信用代码91410100MA44F3WG2D）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的西平县人民医院数字减影血管造影机（DSA）应用项目项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为赵琰琰（环境影响评价工程师职业资格证书管理号2017035350352015351002000404，信用编号BH015175），主要编制人员包括赵琰琰（信用编号BH015175）（依次全部列出）等1人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章):

2021年07月19日





营业执照

扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”，
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。



统一社会信用代码
91410100MA44F3W62D

(副本) 1-1

名称 河南盈辉环保科技有限公司
类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

注册资本 伍佰万圆整
成立日期 2017年09月20日

法定代表人 吴楠

营业期限 长期

经营范围 环保技术开发; 环境影响评价; 生态环境
监测; 环境污染治理; 销售: 一类、二类
医疗器械、劳保用品、建筑材料、塑料制
品、针纺织品、环保设备、化工产品(易
燃易爆及危险化学品除外)、五金产品、
仪器仪表。(依法须经批准的项目, 经相
关部门批准后方可开展经营活动)

住所 郑州市郑东新区明理路西湖心
五路南正商木华广场2号楼723
号



登记机关

2020年07月21日

国家企业信用信息公示系统网址:
http://www.gsxt.gov.cn

国家企业信用信息公示系统网址:
http://www.gsxt.gov.cn

国家市场监督管理总局监制



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、环境保护部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。



姓名：赵倩倩
 身份证号码：412721198707132221
 性别：女
 出生年月：1987年07月
 批准日期：2017年05月21日
 管理号：2017035350352015351002000404



中华人民共和国人力资源和社会保障部

中华人民共和国环境保护部



表单验证号码:610795dd8af50b0ac9b8cc041af710b



河南省社会保险个人权益记录单 (2021)

单位: 元

证件类型	居民身份证	证件号码	412721198707132221			
社会保障号码	412721198707132221	姓名	赵琰琰	性别	女	
联系地址	管城区			邮政编码		
单位名称	河南盈辉环保科技有限公司			参加工作时间	2018-06-01	
账户情况						
险种	截止上年末 累计存储额	本年账户 记入本金	本年账户 记入利息	账户月数	本年账户支 出额账利息	累计储存额
基本养老保险	8029.51	1934.32	0.00	37	1934.32	9963.83
参保缴费情况						
月份	基本养老保险		失业保险		工伤保险	
	参保时间	缴费状态	参保时间	缴费状态	参保时间	缴费状态
	2018-06-01	参保缴费	2019-09-01	参保缴费	2019-09-01	参保缴费
	缴费基数	缴费情况	缴费基数	缴费情况	缴费基数	缴费情况
01	3000	●	3000	●	3000	●
02	3000	●	3000	●	3000	●
03	3000	●	3000	●	3000	●
04	3000	●	3000	●	3000	●
05	3000	●	3000	●	3000	●
06	3000	●	3000	●	3000	●
07	3179	●	3179	●	3179	●
08	3179	△	3179	△	3179	△
09		-		-		-
10		-		-		-
11		-		-		-
12		-		-		-
<p>说明:</p> <p>1、本权益单仅供参保人员核对信息。</p> <p>2、扫描二维码验证表单真伪。</p> <p>3、●表示已经实缴, △表示欠费, ○表示外地转入, -表示未制定计划。</p> <p>4、若参保对象存在在多个单位参保时, 以参加养老保险所在单位为准。</p>						
数据统计截止至: 2021.08.04 10:21:21			打印时间: 2021-08-04			



目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 14 -
表 3 非密封放射性物质	- 14 -
表 4 射线装置	- 15 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 17 -
表 6 评价依据	- 18 -
表 7 保护目标与评价标准	- 20 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 26 -
表 9 工程分析与源项	- 30 -
表 10 辐射安全与防护	- 35 -
表 11 环境影响分析.....	- 41 -
表 12 辐射安全管理	- 60 -
表 13 结论与建议	- 67 -
表 14 审批.....	- 70 -
附件 1 委托书	错误!未定义书签。
附件 2 事业单位法人证书	错误!未定义书签。
附件 3 辐射安全许可证	错误!未定义书签。
附件 4 本项目配备的工作人员资料	错误!未定义书签。
附件 5 工作场所周围环境辐射本底检测报告	错误!未定义书签。
附件 6 医院相关管理制度	错误!未定义书签。
附件 7 原有核技术应用项目许可情况	错误!未定义书签。

建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

建设项目名称	西平县人民医院 数字减影血管造影机（DSA）应用项目				
建设单位	西平县人民医院				
法人代表	张中汉	联系人	李显	联系电话	15539698127
注册地址	西平县柏城镇东大街 96 号				
项目建设地点	西平县柏城镇东大街 96 号西平县人民医院门诊医技楼三层				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	1600	项目环保投资（万元）	80	投资比例（环保投资/总投资）	5%
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	/			
	1.1 项目概述 1.1.1 建设单位简介 西平县人民医院（以下简称“建设单位”）位于西平县柏城镇东大街 96 号，始建于 1952 年，是一所集医疗、急救、预防、教学、科研、康复为一体的国家“二级甲等”综合				

医院，现有在岗职工 1167 人，其中高级职称 107 人。编制床位 1200 张，年门诊量 61.7 万人次、出院患者 5.2 万人次、手术 9.5 万台次。医院设施齐全，设备精良，拥有万元以上大型医疗设备 900 余台件。医院学科建设齐全，设临床病区 24 个，医技科室 13 个，心内科、普通外科、儿科是河南省县级临床重点专科。是国家基层胸痛中心、河南省脑卒中防治中心、河南省县级标准化危重新生救治中心、国家 PCCM 科规范化建设二级医院达标单位、国家基层血管健康管理中心。系郑大一附院、郑大五附院、河南省人民医院、河南省肿瘤医院友好协作医院，河南省远程医学中心西平分中心，新乡医学院三全学院、河南科技大学教学实习基地。近年来，医院先后荣获了“全省卫生系统先进集体”“全省医院管理年活动先进单位”、省“医疗质量万里行”活动先进单位“省医院信息化建设先进单位”、“省级卫生先进单位”“河南省五劳动奖”等多项省级荣誉称号。是国家卫健委 2019 年公布的已达到县级医院综合服务能力推荐标准的全国 300 家县级医院之一。

1.1.2 核技术应用的目的和由来

为提升医院服务水平，扩展医疗服务项目，满足群众日益提高的就医需求和医院进一步发展的需要，西平县人民医院拟在新建门诊医技楼三楼介入手术部新增数字减影血管造影机（以下简称 DSA）装置 2 台，均属于 II 类射线装置。本项目中 DSA 装置的应用目的和任务是：用于全身血管疾病检查，可消除其余影像，清晰地显示血管的精细解剖结构并辅助介入治疗。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，项目建设单位在申请《辐射安全许可证》前，应组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告2017年第66号），该设备属于血管造影用X射线装置的分类范围，应为II类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。因此，建设单位委托河南盈辉环保科技有限公司开展西平县人民医院DSA装置应用项目环境影响报告表的编制工作，委托书见附件1。

在接受委托后，评价单位对本项目进行现场调查，继而在查阅设计资料的基础上，结合本项目的辐射危害特征，从辐射防护的角度论证项目的可行性，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》（HJ 10.1-2016）的要求，编制完成了本环境影响报告表。

1.2项目概况

1.2.1项目建设内容及规模

本项目建设内容包括：西平县人民医院在新建门诊医技楼三层手术部新增DSA装置2台，一台最大管电压125kV，最大管电流1000mA，另1台最大管电压125kV，最大管电流800mA，用于医疗诊断及介入治疗。

手术室1面积54.0m²，净空尺寸：长7.36m×宽7.34m×高3.0m。

手术室2面积43.0m²，净空尺寸：长7.46m×宽5.76m×高3.0m。

各DSA机房屏蔽防护情况：

- 1) 四侧墙体：轻钢龙骨骨架+3mm厚铅板，折算后总铅当量是3mmPb；
- 2) 顶棚：12cm厚混凝土+5cm硫酸钡防护涂料，折算后铅当量是6.5mmPb；
- 3) 地坪：12cm混凝土+5cm硫酸钡防护涂料，折算后铅当量是6.5mmPb；
- 4) 观察窗：15mm厚铅玻璃，折算后铅当量是3.0mmPb；
- 5) 防护门（3扇）：内衬3.0mm厚铅板，折算后铅当量是3.0mmPb。

本项目主要设备配置及主要技术参数见表1-1。

表 1-1 本项目主要设备配置及主要技术参数

设备名称	厂家型号	类别	数量	主要参数	单台手术平均照射时间	单台设备年最大出束时间	来源
DSA	PHILISP UNIQ FD20	II类	1	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	摄影 2min/台 透视 18min/台	摄影 16.7h/a 透视 150h/a	新购
DSA	GE LCE+	II类	1	最大管电压 125kV 最大管电流 800mA	摄影 2min/台 透视 18min/台	摄影 16.7h/a 透视 150h/a	新购
备注：根据医院提供资料，单台 DSA 最大手术量 500 台/年。							

1.2.2 项目组成及主要环境问题

项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表1-2 项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	在医院门诊医技楼三层手术部新增 DSA 装置 2 台，一台最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，另一台最大管电压 125kV，最大管电流 800mA，属于II类射线装置。 DSA 机房有效使用面积分别为 54.0m ² 和 43.0 m ² ，机房四侧墙体采用轻钢龙骨骨架+3mm 厚铅板，顶棚和地坪为 12cm 厚混凝土+5cm 硫酸钡防护涂料，观察窗采用 3mmPb 铅玻璃，各机房 3 扇防护门均内衬 3mmPb 铅板。	利用既有设施，仅需进行防护装修，施工量较小，且均在室内进行，对外环境影响很小，随着工程的结束影响也随之消失，无施工期遗留问题。	X射线、臭氧、噪声、医疗废物
辅助工程	DSA 装置配套房间：控制室 2 间，设备间 2 间，污洗间 1 间、铅衣存放 1 间、铅衣清洗 1 间。		/
公用工程	排水、配电、供电和通讯系统等		/
办公及生活设施	医生办公室、更衣间、淋浴间等依托于三层手术部工作用房。		生活废水、生活垃圾

1.3劳动定员及工作制度

(1) 劳动定员：本项目 DSA 装置辐射安全管理职能部门为医院介入科，医院为本项目配备 8 名工作人员，均为现有辐射工作人员，其中 8 名工作人员的《辐射安全与防护培训合格证书》已过期。

(2) 工作制度：每天工作 8 小时，每年工作按 250 天计。

1.4项目地理位置和周边保护目标关系

1.4.1地理位置及项目周边环境

(1) 西平县人民医院山城区院区

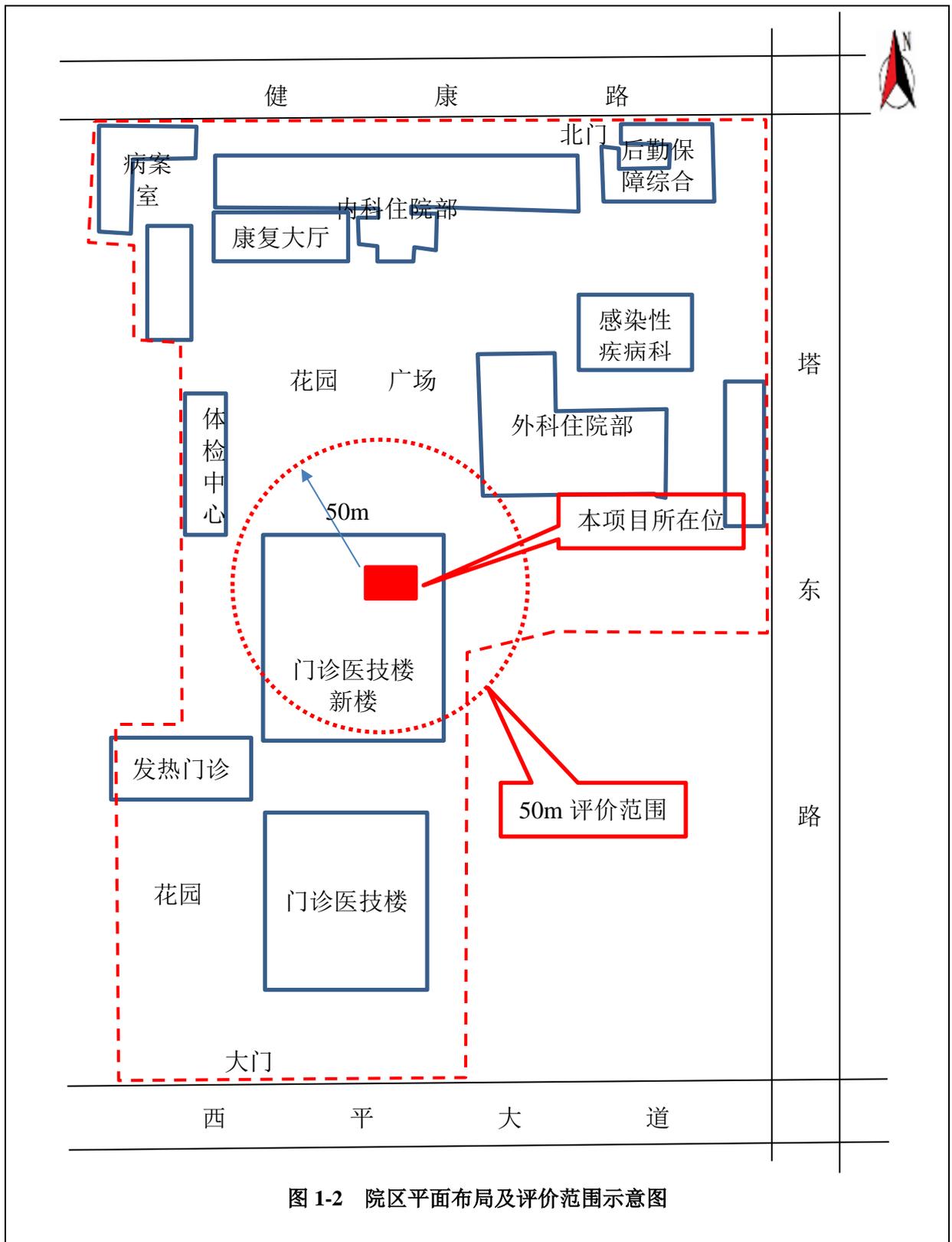
西平县人民医院山城区院区位于西平县柏城镇东大街 96 号。医院东侧毗邻塔东路，

西侧为居民区，南侧毗邻西平大道，北侧毗邻健康路。

地理位置详见图1-1，院区平面布局及评价范围示意图见图1-2，项目现场踏勘示意图见图1-3。



图 1-1 项目地理位置图





新建门诊医技楼东侧



新建门诊医技楼西侧



手术室 1 内部



手术室 2 内部



污物走廊



限制区走廊

图 1-3 项目现场踏勘示意图

(2) 本项目DSA机房

本项目两台DSA装置拟设置于医院新建门诊医技楼三层手术室1和手术室2内（配有控制室），整个外环境关系为：新建门诊医技楼东侧为院内道路，南侧为旧门诊楼，西南侧为发热门诊，西北侧为体检中心，北侧为院内花园广场。

以两间DSA机房为中心，项目50m评价范围包括新建门诊医技楼及楼四周空地
区域，具体的环境情况详见图1-2。

该项目手术室1东侧为工作人员走廊，南侧为设备间、铅衣存放间、铅衣清洗
间，西侧为操作间、污物走廊，北侧为走廊，正上方为内镜中心主任办、休息室、缓
冲间，正下方为门诊手术部医护人员更衣间、缓冲间；机房北墙拟设置防护门（电动
推拉式），西墙拟设置工作人员防护门（平开式）、铅玻璃观察窗及污物走廊防护门
（平开式）。

该项目手术室2东侧为操作间、设备间，南侧为走廊，北侧、西侧为污物走廊，
正上方为眼光配镜室，正下方为门诊手术室；机房南墙拟设置受检者防护门（电动推
拉式），东墙拟设置工作人员防护门以及铅玻璃观察窗，北墙拟设置污物走廊防护门
（平开式）。

该项目 DSA 设备用于介入手术，技师在控制室通过观察窗隔室操作，相关医师
在床边进行同室近台操作；设备曝光时，护士等其他人员均不在机房内滞留。

本项目两间DSA机房平面布置图详见图1-4。

1.5 选址、布局合理性分析

本辐射项目位于医院内部，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，DSA机房建于新建门诊医技楼的三层。DSA机房均采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且保证相邻场所的防护安全，机房面积及最小单边长度符合要求。

由图 1-5 可知，DSA 机房均与控制室独立分开，辅助用房配备有设备室和储物间，其他辅助用房如更衣间、淋浴间、医生办公室、洁具间、污洗间、术前准备室、麻醉复苏室、库房等辅助用房，能够满足介入治疗的需要。

放射工作人员流向：建设项目放射工作人员经医护人员通道进行更衣和淋浴后从南侧半限值区走廊经限制区走廊进入操作间，通过操作间与 DSA 机房间的防护门进入 DSA 机房对患者进行介入治疗，工作结束后原路返回离开工作场所。

患者流向：患者经从患者通道进行更衣，经护士工作站登记后进入麻醉准备间，半限值区走廊经限制区走廊进入 DSA 机房，完成介入治疗后，在护理人员协助下进入麻醉苏醒间。

机房平面布局充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，采取的屏蔽措施和安全防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，对周围环境的影响较小，因此，本项目的选址、场所布局合理。

1.6 产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号修改，2020年1月1日起施行）：“一、鼓励类十三、医药5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”之规定，本项目属于“介入设备的应用”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

1.7 医疗实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“4.3辐射防护要求”，“4.3.1实践的正当性 4.3.1.1对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其

他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。”

西平县人民医院地理位置优越，病人能够就近治疗；DSA装置的应用，有其他技术无法替代的特点，在延缓病情、保证病人健康、挽救病人生命方面能起到十分重要的作用。本项目的应用将为病人提供一个优越的诊疗环境，提高人民生活质量，具有明显的社会效益；同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，在保证病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的应用对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“医疗实践正当性”的要求。

1.8 原有核技术应用项目许可情况

西平县人民医院于 2018 年 09 月 27 日申请获得辐射安全许可证延续，发证单位为原驻马店市环境保护局，证书编号为豫环辐证【Q0154】，有效期至 2023 年 09 月 26 日，活动种类和范围为：使用 III 类射线装置。现有射线装置许可情况详见表 1-3，现有射线装置环境影响登记表详见附件 7。

表 1-3 现有射线装置许可情况

序号	装置名称	规格型号	类别	场所	环评登记/验收情况
1	医用诊断 X 射线机	KODAK 8000	III 类	放射科	备案号： 201841172100000127
2	医用诊断 X 射线机	Optima CT660	III 类	CT 室	
3	医用诊断 X 射线机	MRAD-A32S	III 类	放射科	
4	医用诊断 X 射线机	PS-800	III 类	放射科	
5	医用诊断 X 射线机	M61F-101	III 类	放射科	
6	医用诊断 X 射线机	PLX-2200	III 类	体检楼	
7	医用诊断 X 射线机	PX-2000	III 类	放射科	

(1) 目前，医院现有辐射工作人员 49 人，医院现有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并委托有资质单位定期开展个人剂量监测。2020 年度辐射工作人员个人剂量监测报告统计结果显示辐射工作人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 中职业人员相关剂量限值和年有效剂量管理约束值的要求。

(2) 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射工作人员职业健康管理辦法》的要求，医院为保护辐射工作人员身体健康，每年定期组织对本院辐射工作人员进行上岗前和在岗期间职业健康体检。

(3) 医院已根据《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》等有关法律法规的要求，建设单位已成立了辐射安全与环境保护管理机构，组长由张中汉担任，下设副组长 1 名，成员 7 名，领导小组统筹协调全院辐射安全日常管理工作，各成员职责明确，分工清晰，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。

(4) 医院制定了相关辐射安全与防护管理规章制度，现有的辐射安全与防护管理制度具有一定的针对性和可操作性，可以满足原有项目运行的管理需求。

(5) 医院制定了辐射事故应急预案，成立了辐射事故应急工作小组，明确了工作小组职责范围，规定了应急处理程序，平时需做好放射事故应急准备工作，一旦有事故发生时能按照程序启动应急方案。

(6) 医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展核技术利用项目的辐射安全防护要求。

(7) 西平县人民医院核技术利用项目开展以来，严格执行相关环境保护工作，落实排污许可制度及相关辐射安全制度，已按照相关规定每年按时提交年度《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》。

(8) 西平县人民医院开展放射工作至今，未发生过辐射安全事故（件）。

1.10 评价目的

(1) 分析项目在运行过程中对工作人员和公众以及环境造成的辐射影响。

(2) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为生态环境行政主管部门

门管理提供依据。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(4) 通过项目环境影响评价，为建设单位环境保护和公众利益给予技术支持。

(5) 为建设单位的辐射管理提供科学依据。

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	储存方式与地点	备注
	本次环评 不涉及							

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	储存方式 与地点
	本次环评 不涉及									

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管 电压 (kV)	最大管 电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	UNIQ FD20 型	125	1000	影像诊断和介入治疗	门诊医技楼三层手术室 1	新建
2	DSA	II	1	LCE+ K560	125	800	影像诊断和介入治疗	门诊医技楼三层手术室 2	新建
	以下空白								

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

名称	类别	数量	型号	用途	氚靶情况

序号					最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)		工作场所	活度 (Bq)	储存方式	数量	储存方式与地点
	本次环评不涉及												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
本次环评不涉及								

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m³，气态为 mg/m³；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、m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法 规 文 件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2014 年修订，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》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 682 号，2017 年修改，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版，2021 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 709 号）修订，（2019 年实施）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>(8) 《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令 55 号，2007 年）；</p> <p>(9) 《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，2019 年 12 月 23 日，2020 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《河南省辐射污染防治条例》（2016 年 3 月 1 日起施行）；</p> <p>(11) 《河南省放射诊疗建设项目卫生审查管理规定》（豫卫监〔2012〕54 号，2012 年 8 月 8 日）。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《环境 γ 辐射剂量率监测技术规范》（HJ1157-2021）；</p>

	<p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(6) 《医疗照射防护基本要求》（GB 179-2006）；</p> <p>(7) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）。</p>
其他技术资料	<p>(1) 西平县人民医院环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 西平县人民医院提供的其它管理文件及相关技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1评价范围

本次环境影响评价仅针对西平县人民医院DSA装置应用项目进行评价。

DSA装置应用项目属于II类射线装置使用项目，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》（HJ10.1-2016）中“1.5评价范围和保护目标：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质边界外50m的范围”，根据本项目的辐射特点，运行过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小，且主要影响人员是射线装置工作场所临近的职业工作人员及公众，因此，确定本项目评价范围为两间DSA机房实体屏蔽边界外50m区域内的周围环境（包络范围见图1-2）。

7.2评价因子

本项目评价因子为X射线。

7.3保护目标

根据现场踏勘及项目周边环境调查分析，本项目50m评价范围内均为医院内部区域。确定本项目辐射环境保护目标为本项目的辐射工作人员及评价范围内的医院医务人员、公众人员。

本项目环境保护目标详见表7-1。

表7-1 本项目环境保护目标信息

辐射工作场所名称	位置描述	保护目标	方位及距离	规模
手术室1和手术室2	机房内、操作间和设备机房等	职业人员	0-20m	约9人
	三层一般工作人员、病患及家属	公众	三层区域50m范围内	流动人员
	门诊医技楼其他楼层区域一般工作人员、病患及家属	公众	楼上楼下50m范围内	流动人员
	院内道路、空地	公众	四周50m范围内	流动人员

7.4评价标准

7.4.1《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的

安全。

①剂量限值

第4.3.2.1款应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准6.2.2规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B（标准的附录B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

附录B

B1.1 职业照射

第B1.1.1.1款 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 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；

本项目取其四分之一，即不超过5mSv作为辐射工作人员的年照射管理剂量约束值；

第B1.2款公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

本项目取其四分之一，即不超过0.25mSv作为公众的年照射管理剂量约束值。

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1控制区

6.4.1.1注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2监督区

6.4.2.1注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，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。

7.4.2 放射诊断放射防护要求（GBZ 130-2020）

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括X射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及其相关防护检测要求。

6.1 X射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；

6.1.5 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，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表7-2的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

6.2 X射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型X射线设备（不含床旁摄影设备和便携式X射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表3的规定。

6.2.2 医用诊断X射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录C中表C.4~表C.7。

表3 不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量	非有用线束方向铅当量
------	-----------	------------

	mmPb	mmPb
C形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表3的要求。

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

6.3 X射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.4 X射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表7-4基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用

品铅当量应不小于0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2 mmPb。

6.5.4 应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5 mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护屏/床侧防护帘 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——

注：“——”表示不要求。

7.4.3 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为1个月，最长不得超过3个月。

5.2.3 对于强贯穿辐射和弱贯穿辐射的混合辐射场，弱贯穿辐射的剂量贡献 $\leq 10\%$ 时，一般可只监测Hp(10)；弱贯穿辐射的剂量贡献 $> 10\%$ 时，宜使用能识别两者的鉴别式个人剂量计，或用躯体剂量计和局部剂量计分别测量Hp(10)和Hp(0.07)。

5.3.1 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。

5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

5.3.3对于5.3.2所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所描述

8.1.1 地理位置

西平县人民医院山城区院区位于西平县柏城镇东大街96号。医院东侧毗邻塔东路，西侧为居民区，南侧毗邻西平大道，北侧毗邻健康路。地理位置详见图1-1。

8.1.2 项目场所描述

本项目两台DSA装置拟设置于医院新建门诊医技楼三层手术室1和手术室2内（配套有控制室），整个外环境关系为：新建门诊医技楼东侧为院内道路，南侧为旧门诊楼，西南侧为发热门诊，西北侧为体检中心，北侧为院内花园广场。

该项目手术室1东侧为工作人员走廊，南侧为设备间、铅衣存放间、铅衣清洗间，西侧为操作间、污物走廊，北侧为走廊，正上方为内镜中心主任办、休息室、缓冲间，正下方为门诊手术部医护人员更衣间、缓冲间。

该项目手术室2东侧为操作间、设备间，南侧为走廊，北侧、西侧为污物走廊，正上方为眼光配镜室，正下方为门诊手术室。具体的现场踏勘情况详见图1-3。本项目DSA机房平面布置图详见图1-4。

8.2 辐射环境质量现状监测

受西平县人民医院委托，河南盈辉环保科技有限公司承担了本项目的环评影响评价工作。评价单位于2021年7月委托具有辐射监测资质的浙江杭康检测技术有限公司对本项目X射线装置应用场所周边环境进行辐射环境现状监测。

8.2.1 监测项目以及监测点位布置图

(1) 监测项目

环境 X- γ 空气吸收剂量率。

(2) 监测点位

根据项目的平面布置和周围环境情况布设监测点。

8.2.2 监测时间与条件

监测时间：2021年7月7日

8.2.3 监测使用仪器

监测仪器详见表 8-1。

表 8-1 X-γ 辐射监测仪器参数表

辐射防护用 X、γ 辐射剂量当量率仪	型号：AT1123 器具编号：ZJHK/ZY-19015 检定单位：上海市计量测试技术研究院 能量响应：15keV~10MeV 量程：50nSv/h~10Sv/h 证书编号：2020H21-20-2624455001 检定有效期：2020-7-22 至 2021-7-21
-----------------------	--

8.2.4 监测质量保证

根据《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和实验室的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

- ①监测机构通过了计量认证；
- ②监测前制定了详细的监测方案及实施细则；
- ③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；

④监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

⑤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；

⑥每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑦现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和监测数据；

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

⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.2.5 环境质量现状监测结果

本项目X-γ辐射剂量率现状监测数据见表8-2。

表 8-2 本项目 X-γ 辐射剂量率现状监测结果

场所	序号	检测位置	X、γ 射线剂量率 检测结果 (μSv/h)
手术室 1	1	左侧	0.12
		中部	0.11
		右侧	0.12
	2	左侧	0.11
		中部	0.12
		右侧	0.11
	3	左侧	0.10
		中部	0.11
		右侧	0.10
	4	左侧	0.09
		中部	0.09
		右侧	0.10
	5	拟建机房上方	0.09~0.11
	6	拟建机房下方	0.10~0.12

手术室 2	1	拟建机房东侧	左侧	0.11
			中部	0.10
			右侧	0.12
	2	拟建机房南侧	左侧	0.09
			中部	0.10
			右侧	0.10
	3	拟建机房西侧	左侧	0.10
			中部	0.11
			右侧	0.09
	4	拟建机房北侧	左侧	0.11
			中部	0.11
			右侧	0.11
	5	拟建机房上方	0.09~0.11	
	6	拟建机房下方	0.09~0.12	

注：本次检测布点已覆盖人员可达到区域。

8.3 DSA 设备工作场所现状监测结果分析

从表 8-2 中的监测结果可知：本项目 DSA 装置机房周围监测的 X- γ 辐射剂量率监测结果在 0.09-0.12 μ Sv/h 之间，由上述检测结果可知，拟建项目周围辐射环境处于环境辐射正常水平，无异常现象。

表 9 工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

介入治疗是利用现代高科技手段进行的一种微创性治疗，其应用数字技术，扩大医生视野，借助导管、导丝延长了医生的双手，它的切口（穿刺点）仅有米粒大小，不用切开人体组织，就可治疗许多过去无法治疗、必须手术治疗或内科治疗疗效欠佳的疾病，如肿瘤、血管瘤、各种出血等。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。DSA常应用于介入治疗，其能指导介入手术时医生快速、精确地操作；医生在DSA 医学影像学设备的引导下，利用特殊的穿刺针、导管、导丝、支架和栓塞剂等器械代替传统的手术刀，对疾病进行诊断和局部治疗。

血管造影用X射线装置（DSA）技术是计算机与常规X 射线血管造影相结合的一种新的检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

DSA装置中产生X射线的装置主要由X射线管和高压电源组成。X射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。

典型 X 射线管结构详见图 9-1。

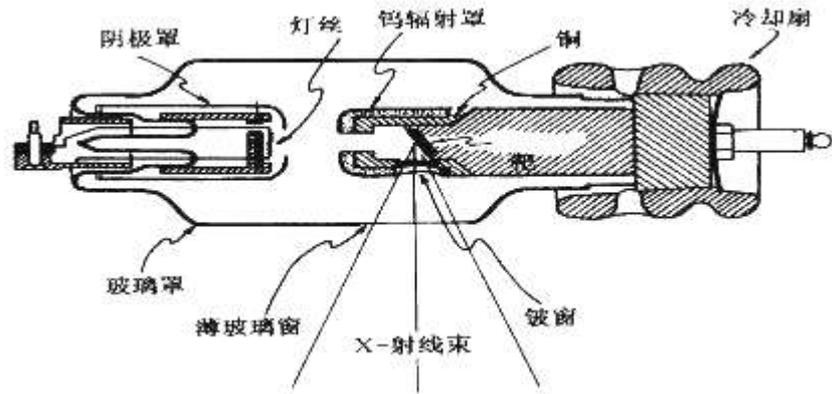


图 9-1 典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的X射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生X射线的X射线管、供给X射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制X射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前和注入造影剂后的血管造影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储存起来，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/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

9.1.2 设备组成

DSA是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA射线装置主要由影像探测器、X线管头、显示器、导管床、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成，其整体外观示意图如图9-2所示。

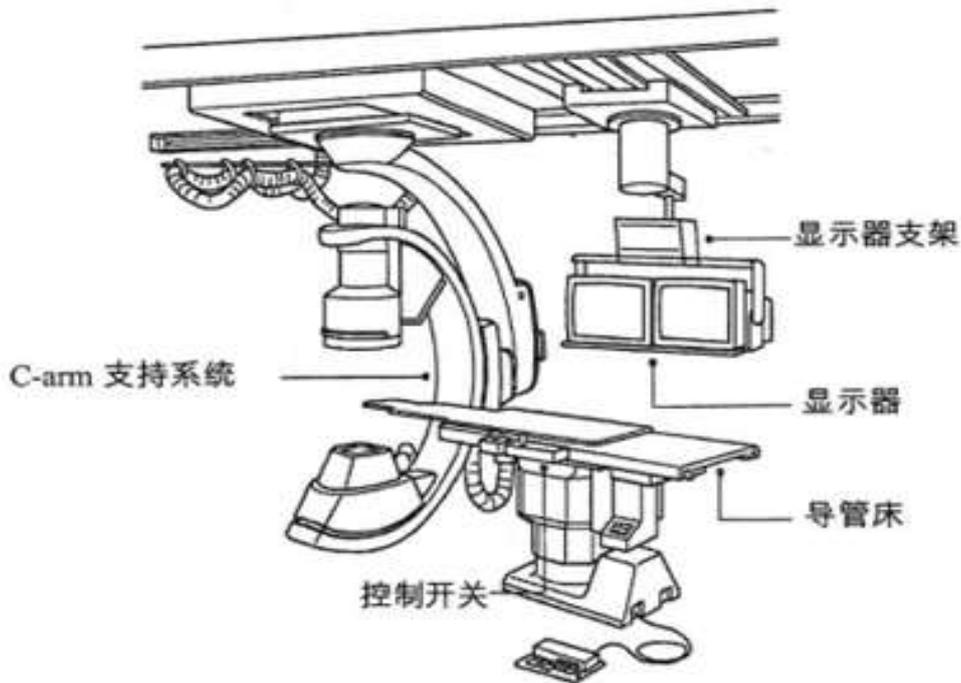


图 9-2 DSA 射线装置整体外观示意图

9.1.3 操作流程

诊疗时，受检者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在X射线透视下将导管送达上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留X射线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况，医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

9.1.4 污染因子

DSA的X射线诊断机曝光时，主要污染因子为X射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA操作流程及产污环节如图9-3所示。

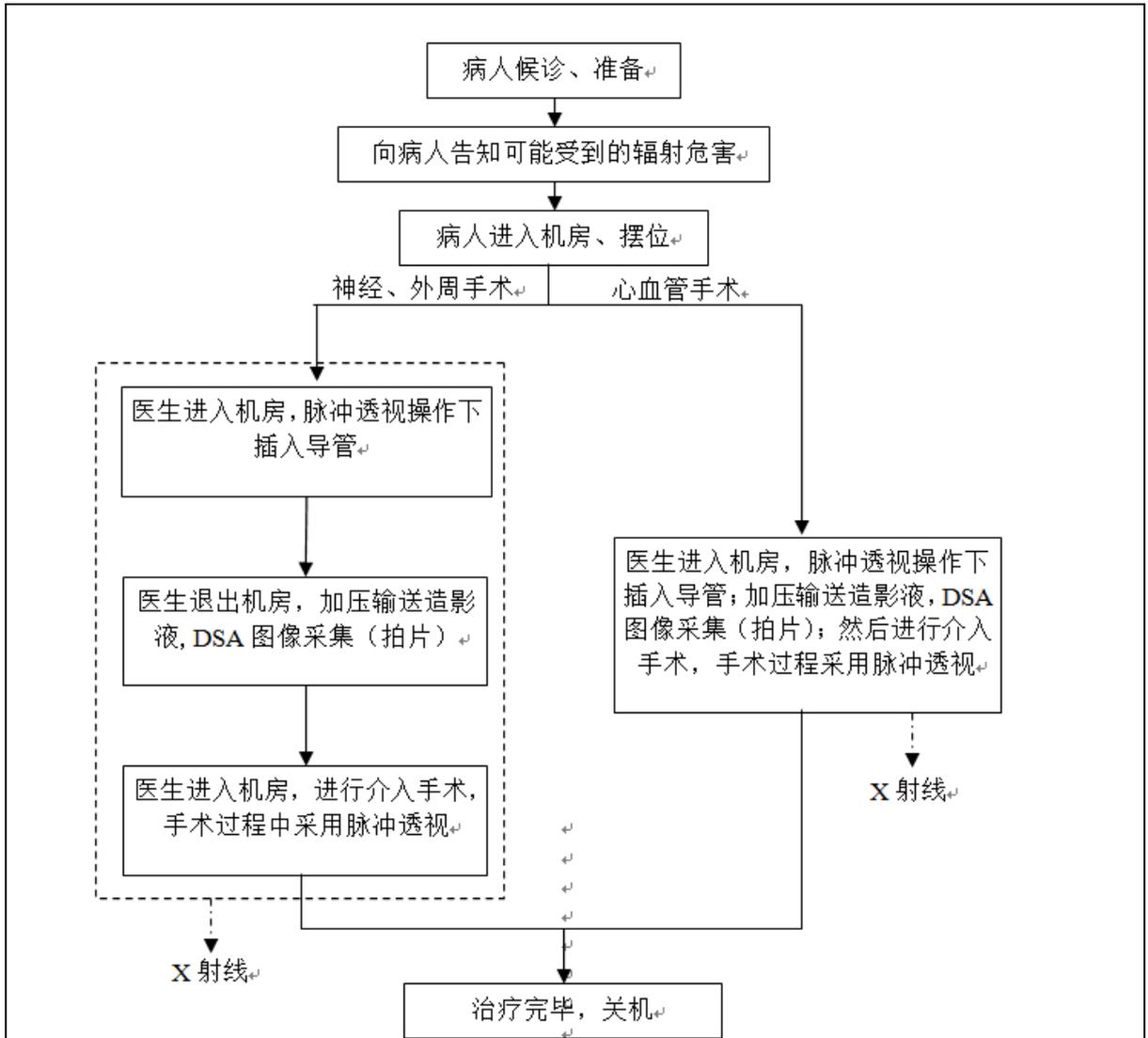


图 9-3 DSA 操作流程及产污环节示意图

综上所述，DSA在开机状态下，产生的污染因子主要为X射线，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

9.2污染源项描述

X射线装置在辐射场中产生的射线通常分为二类：一类为有用线束（又称初级辐射），是直接由X射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束；另一类为非有用线束（又称次级辐射），包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

有用线束能量相对较高，剂量较大，而散射线和漏射线的辐射剂量相对较小。X射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

9.2.1正常工况

(1) 采取隔室操作，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，射线装置机房外的工作人员及公众基本上不会受到X射线的照射。

(2) 进行介入手术治疗时，机房内进行手术操作的医生和医护人员会受到一定程度的X射线外照射。

本项目DSA运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术机打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。

X射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

9.2.2事故工况

(1) 工作人员或病人家属尚未撤离DSA机房时误开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的X射线照射；

(2) 在射线装置出束时有人员误入机房，引起误照射；

(3) 联锁装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，对门外人员造成的误照射。

(4) 医护人员开展介入手术时，未穿防护服或防护用品使用不当时进行手术操作所致收到的射线照射。

事故工况下的污染因子和污染途径与正常工况下相同，主要为X射线对辐射工作人员及周围公众造成外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施

10.1.1 工作场所布局

本项目介入科各DSA机房位于新建门诊楼门诊楼三层，工作区域主要包括DSA机房、操作室、设备间，两间DSA机房共用一间操作室。

手术室1东侧为工作人员走廊，南侧为设备间、铅衣存放间、铅衣清洗间，西侧为操作间、污物走廊，北侧为走廊，正上方为内镜中心主任办、休息室、缓冲间，正下方为门诊手术部医护人员更衣间、缓冲间；手术室2东侧为操作间、设备间，南侧为走廊，北侧、西侧为污物走廊，正上方为眼光配镜室，正下方为门诊手术室。各机房DSA设备机架背靠北侧，治疗床南北向放置。DSA辐射工作场所平面布局见图10-1所示。

10.1.2 辐射工作场所分区管理

10.1.2.1 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

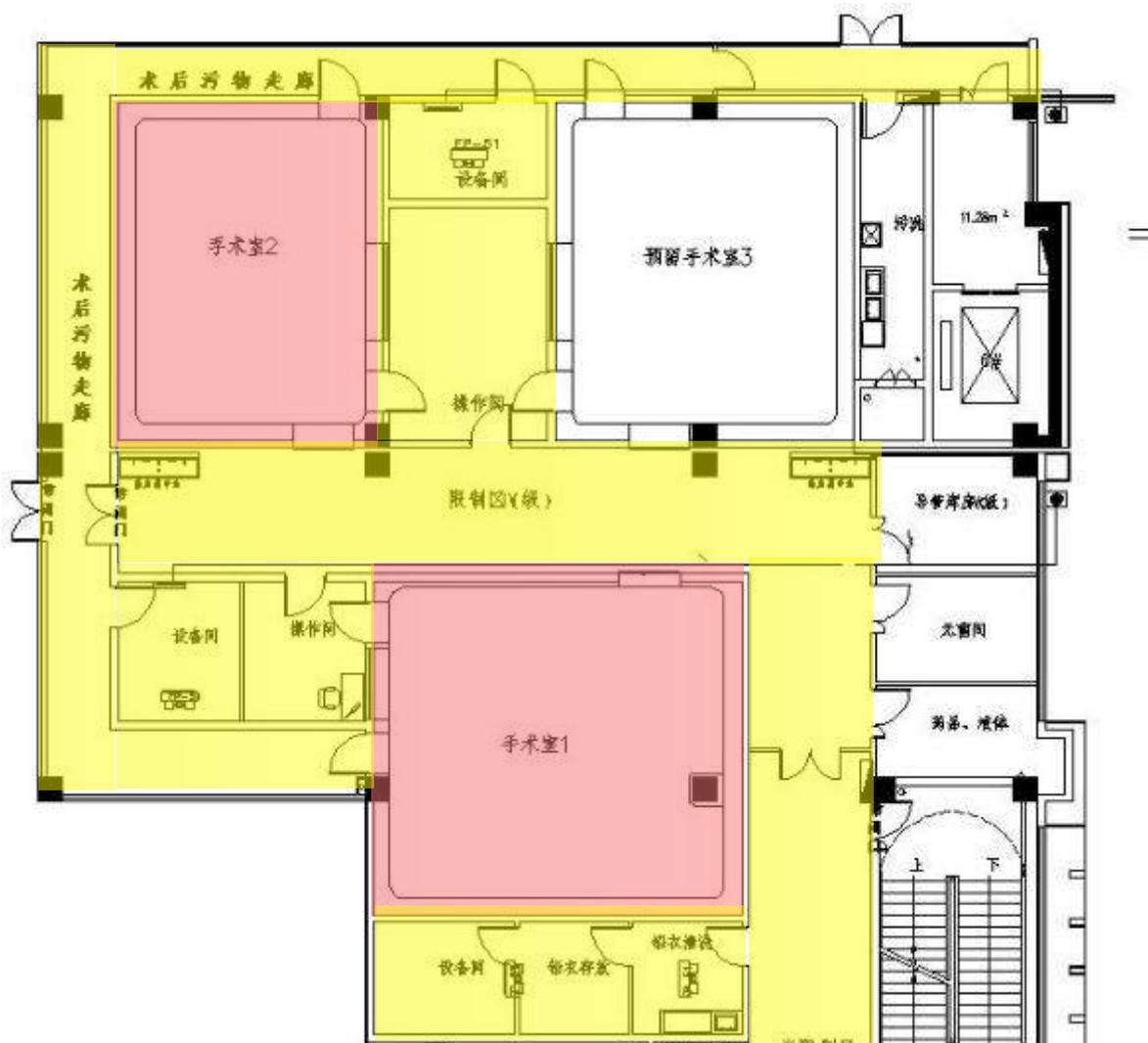
控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警告标识；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。

10.1.2.2 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对

控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将DSA所在机房划为控制区，DSA机房周边场所如控制室划为监督区。DSA机房控制区和监督区划分情况见图10-1。



图例： 控制区 监督区

图 10-1 机房平面布局及辐射场所分区示意图

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，建设单位应做到：

(1) 控制区防护手段与安全措施

1) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合GB 18871-2002附录F(标准的附录)规定的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；

2) 制定辐射防护与安全措施，包括适用于控制区的规则和程序；

3) 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；

4) 在进入控制区有个人防护用品、工作服等；

5) 定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

(2) 监督区防护手段与安全措施

1) 在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

2) 定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。医院在运行期间应加强对上述辐射环境影响关注区的定期监测、年度监测和验收监测，如发现问题应及时处理。。

10.1.3 场所屏蔽设计

依据建设单位提供的DSA机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对C形臂X射线设备机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度要求，对本评价项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表10-1。

表 10-1 本项目 DSA 机房屏蔽防护情况及符合性分析一览表

防护设计	设计参数		标准要求	符合性分析
手术室 1	最小单边长度 (m)	7.34	3.5	符合
	有效使用面积 (m ²)	54.0	20	符合
手术室 2	最小单边长度 (m)	5.76	3.5	符合
	有效使用面积 (m ²)	43.0	20	符合
各 DSA 机房屏蔽防护设计	四周墙体	轻钢龙骨架+轻质隔断+3mm 铅板 (折合 3.0mm 铅当量)	有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量均应≥2mm 铅当量	符合
	顶棚	120mm 现浇混凝土+5cm 硫酸钡防护涂料 (折合 6.5mm 铅当量)		符合
	地板	120mm 现浇混凝土+5cm 硫酸钡防护涂料 (折合 6.5mm 铅当量)		符合
	防护门	嵌 3.0mmPb 铅板 (折合 3.0mm 铅当量)		符合

	观察窗	3.0mmPb 铅玻璃 (折合 3.0mm 铅当量)		符合
辅助防护设施	手术位	铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，铅悬挂防护屏具有 0.5mm 铅当量防护水平。	不低于 0.25mmPb；儿童不低于 0.5mmPb。	符合
注：①铅密度为 11.3g/cm ³ ，混凝土密度为 2.35g/cm ³ ，硫酸钡防护涂料密度为 2.79g/cm ³ 。②混凝土进行铅当量换算依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 D 中所列系数折算。硫酸钡防护涂料进行铅当量换算根据《放射防护实用手册》（赵兰才,张丹枫主编）第 105 页表 6.14，管电压 120kV 时（本项目 DSA 管电压为 125kV，近似按 120kV 换算），19mm 硫酸钡防护涂料（即表中含钡水泥， $\rho=2.79\text{g/cm}^3$ ）相当于 2.0mm 铅当量，31mm 硫酸钡防护涂料相当于 3.0mm 铅当量。				

通过表10-1可知，本项目的DSA机房面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值，从防护最优化原则分析，本项目DSA机房顶棚和地板防护过当，硫酸钡防护涂料可减薄至3cm。从X射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本评价项目各机房的防护设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

10.1.3.2机房电缆布设

电缆以电缆沟形式连通各DSA机房与操作间、设备机间，电缆沟紧贴混凝土地板经屏蔽墙进入机房内，电缆沟上方采用不锈钢盖板覆盖，穿墙电缆的线槽用镀锌铁管桥架包裹进行辐射屏蔽补强，穿墙部分间隙用2mm铅皮搭接，铅皮尺寸不小于缝隙宽度10倍以上，能够有效防止射线泄漏。在采取上述穿墙部位屏蔽补强措施后，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能。

10.1.3.3通排风系统的设置

因X射线对空气的电离产生的臭氧和氮氧化物，医院根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求，各手术室内设置新风净化系统，通风口和排风位于DSA机房吊顶（对角设置），排风管道连接到建筑风井排出室外，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

10.1.4 辐射安全与防护措施

(1) 设备固有防护措施

本项目 DSA 设备从正规厂家购买，设备本身采取了多种固有安全防护措施：

①设备具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；

②采取栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉和余辉，起到消除软 X 射线，提高有用射线品质并减少脉冲宽度；

③采取光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝、铜或合金过滤板，以消除软 X 射线及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；设备提供适应射线装置不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板材料。影像增强器前配置滤线栅，以减少散射影像。

④采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度，可减少透视剂量；

⑤采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留在监视器上显示，即称之为图像冻结，此技术可缩短总透视时间，达到减少不必要的照射；

⑥本项目 DSA 透视开关为常断式，并配有透视限时装置；机房内具有工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键；

⑦配备辐射防护设施：配有0.5mm铅当量的悬挂式铅玻璃及床侧铅帘，在设备运行中可用于加强对有关人员的保护。

（2）场所设计安全措施

①各受检者防护门处设计有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与各自的防护门能有效联动，防止无关人员误入机房，导致误照射；

②各防护门表面设计有电离辐射警告标志、中文警示说明、闭门装置，可使防护门时刻处于常闭状态，并提醒人员注意射线，防止误照射；

③DSA控制室控制台、机房内机器操作面板上各设计有1个急停按钮，当设备误照射或故障时能够及时的中断照射；

④DSA机房内均安装1套监控和对讲系统，可实时监控室内情况。

（3）个人防护用品

医院拟购置一批个人防护用品，供DSA工作人员、受检者、患者和陪检者使用，具体个人防护用品如表10-2所示，医院为本项目工作人员配备了个人剂量计。

表 10-2 本项目配备个人防护用品

机房名称	人员类型	本项目配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	工作人员	每名工作人员均配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅防护服各 1 件	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 件	符合
	患者和受检者	成人及儿童铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各 1 件	——	符合

注：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 0.5 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

10.1.5 环评要求

(1) 医院应按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 的相关要求制作安装电离警示标识，且与机房相通的门均设置电离警示标识；

(2) 机房需配备满足操作设备人员数量的个人剂量检测仪，和环境 X-γ 辐射监测仪；

(3) 医院应严格按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的防护要求做好辐射防护措施，定期检查射线装置的屏蔽性能，保证辐射安全防护系统的可靠性。

综上，本项目通过工作场所布局、分区；设备自身的辐射防护屏蔽设计；设备固有安全性、安全连锁装置、安全警示标志、警示系统等辐射防护措施进行辐射安全防护，能够满足辐射防护需求。

10.2 三废的治理

射线装置在出束过程中释放 X 射线，使治疗室内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目各辐射工作场所均设置排风系统，臭氧和氮氧化物将通过排风系统排出治疗室，对环境影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目为射线装置应用，设备机房利用已建成的预留DSA机房，仅需进行防护装修，施工量较小，且均在室内进行，对外环境影响很小，随着工程的结束影响也随之消失，无环境遗留问题。

本项目建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试；由于设备在安装和调试时，机房各屏蔽防护措施已建设完成，经过墙体屏蔽和距离衰减后对环境的辐射影响能够达标。设备安装完成后，医院方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。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 机房屏蔽防护合理性分析

根据表10-1对该项目两个DSA机房的实际建设屏蔽方案的说明，该项目DSA机房的建设方案、防护措施等均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，机房屏蔽设计合理。

11.2.2 机房内外辐射影响

本项目DSA装置拟建于西平县人民医院门诊医技楼三层的DSA机房内，设备尚未投入使用，本报告对DSA机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。

根据医院提供资料，DSA设备参数与工况、机房防护情况如表11-1。

表11-1 本项目DSA设备参数与工况及防护情况

	手术室 1	手术室 2
厂家型号	PHILISP UNIQ FD20 型	GE LCE+ K560
技术参数	125kV, 1000mA	125kV, 800mA
工况模式	摄影: 100kV、500mA 透视: 100kV、3mA	摄影: 100kV、500mA 透视: 100kV、3mA
机房尺寸	长 7.36m×宽 7.34m×高 3m	长 7.46m×宽 5.76m×高 3m
四周墙体	轻钢龙骨骨架+3mm厚铅板, 折算后总铅当量是3mmPb	

防 护 设 施	顶棚和地坪	12cm厚混凝土+5cm厚硫酸钡防护涂料，折算铅当量6.5mmPb
	防护门	内衬 3.0mm 厚铅板，折算铅当量 3mmPb
	观察窗	15mm厚铅玻璃；折算铅当量3mmPb
	铅屏风	2mmPb
	悬挂式铅玻璃 床侧铅帘	0.5mmPb
	医生	铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品（0.5mmPb） 铅介入手套（0.025mmPb）
<p>备注：手术中 DSA 设备运行分透视和摄影（采集）两种模式。设备具有自动调强功能，摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低。如果受检者体型较胖，功率自动增强。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留有约 30%的裕量，即管电压控制在 100kV 以下。</p>		
<p>取医生手术位、控制室操作位、各防护墙外30cm处、铅防护门外30cm处、楼上离地1m处、楼下离地1.7m处为预测点位为预测点位。预测点位示意图详见图11-1。</p>		

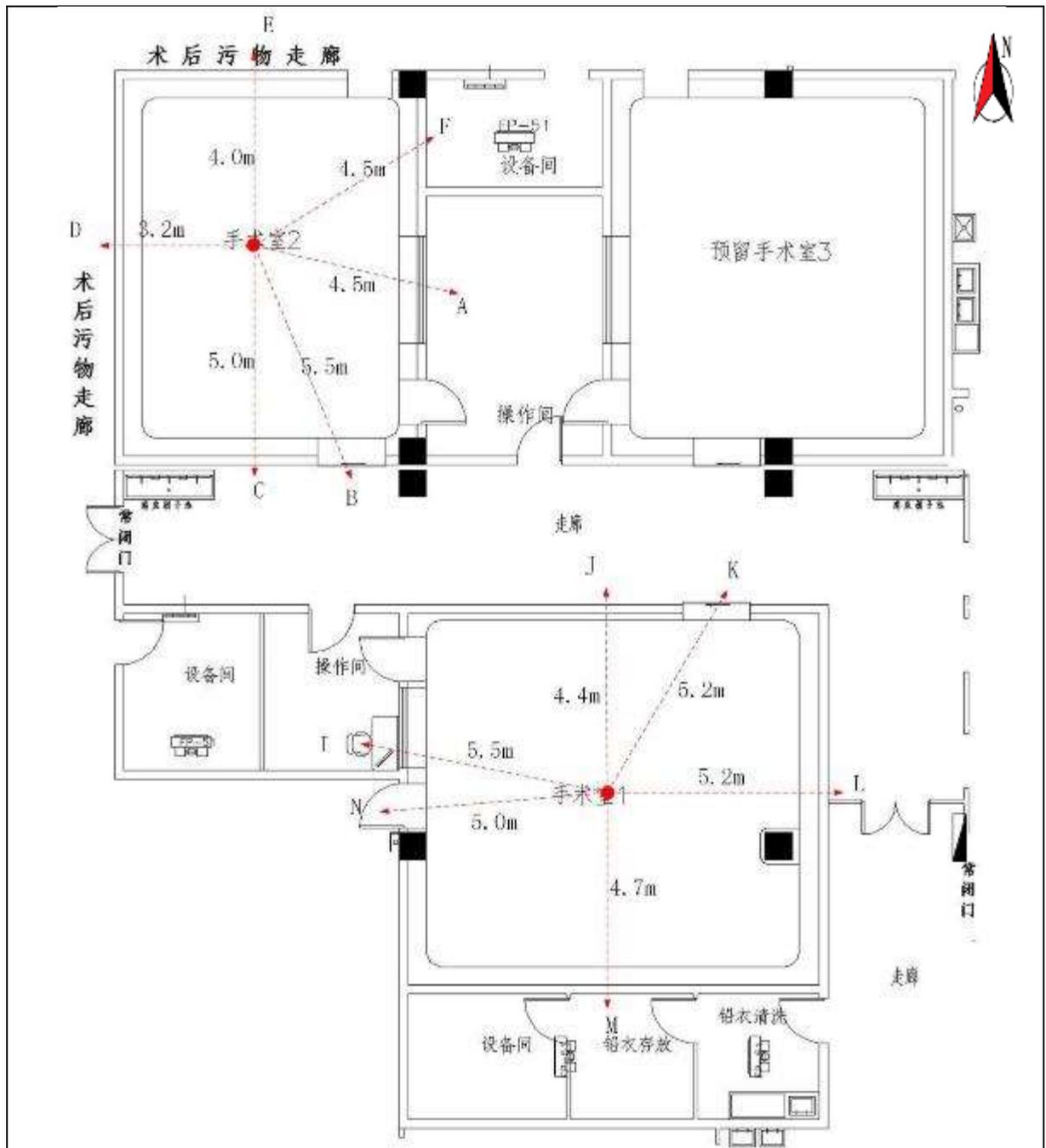


图11-1 本项目机房周围预测点示意图

以下公式根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》（第一分册——辐射源与屏蔽）中公式（10.8）、（10.9）、（10.10）等公式演化而来。

①病人体表散射屏蔽估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据《辐射防护手册》（第一分册）中图 4.4c 可知，管电压 100kV 时，摄影工况取 $1.05 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ，透视工况取 $6.28 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ ；

a ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取 0.0013；

s ——散射面积， cm^2 ，取 400 cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 1m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）附录 D 中公式和参数计算，公式计算如下式：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：

B ----屏蔽透射因子；

X ----屏蔽材料厚度，mm；

α 、 β 、 γ ----屏蔽材料对 100kV 管电压 X 射线散射辐射衰减的有关的三个拟合参数。

散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果列表见表 11-2。

表 11-2 散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

机房	预测点位	铅当量厚度 mmPb	α	β	γ	B
手术室 2	医生手术位（铅衣内）	1.0	2.507	15.33	0.9124	1.05E-02
	A.控制室操作位	3.0				6.31E-05
	B.南侧防护门外 30cm 处 （走廊）	3.0				6.31E-05
	C.南侧防护墙外 30cm 处 （走廊）	3.0				6.31E-05
	D.西侧防护墙外 30cm 处 （污物走廊）	3.0				6.31E-05
	E.北侧防护墙外 30cm 处（污 物走廊）	3.0				6.31E-05

	F.东侧防护墙外 30cm 处（设备间）	3.0				6.31E-05
	G.楼上距地面 1m 处（眼光配镜室）	6.5				9.75E-09
	H. 楼下距地面 1.7m 处（门诊手术室）	6.5				9.75E-09
手术室 1	医生手术位（铅衣内）	1.0	2.507	15.33	0.9124	1.05E-02
	I.控制室操作位	3.0				6.31E-05
	J. 北侧防护墙外 30cm 处（走廊）	3.0				6.31E-05
	K. 北侧防护门外 30cm 处（走廊）	3.0				6.31E-05
	L. 东侧防护墙外 30cm 处（走廊）	3.0				6.31E-05
	M. 南侧防护墙外 30cm 处（铅衣存放间）	3.0				6.31E-05
	N.西侧防护门外 30cm 处（污物通道）	3.0				6.31E-05
	O.楼上离地 1m 处（内镜中心主任办）	6.5				9.75E-09
	P.楼下离地 1.7m 处（更衣间）	6.5				9.75E-09

散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算结果列表见表11-3和11-4。

表 11-3 手术室 2 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算结果

工作模式	关注点位置描述	H ₀	α	s	d ₀	d _s	B	H
		$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
摄影	A.控制室操作位	1.05×10^7	0.0013	400	1	4.5	6.31E-05	4.25E-02
	B.南侧防护门外 30cm 处（走廊）					5.5	6.31E-05	2.85E-02
	C.南侧防护墙外 30cm 处（走廊）					5.0	6.31E-05	3.45E-02
	D.西侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）					3.2	6.31E-05	8.41E-02
	E.北侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）					4.0	6.31E-05	5.38E-02
	F.东侧防护墙外 30cm 处（设备间）					4.5	6.31E-05	4.25E-02

	G.楼上距地面 1m 处（眼光配镜室）					3.0	9.75E-09	1.48E-05
	H. 楼下距地面 1.7m 处（门诊手术室）					3.3	9.75E-09	1.22E-05
透视	医生手术位（铅衣内）	6.28×10 ⁴	0.0013	400	1	0.5	1.05E-02	3.43E+00
	A.控制室操作位					4.5	6.31E-05	2.54E-04
	B.南侧防护门外 30cm 处（走廊）					5.5	6.31E-05	1.70E-04
	C.南侧防护墙外 30cm 处（走廊）					5.0	6.31E-05	2.06E-04
	D.西侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）					3.2	6.31E-05	5.03E-04
	E.北侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）					4.0	6.31E-05	3.22E-04
	F.东侧防护墙外 30cm 处（设备间）					4.5	6.31E-05	2.54E-04
	G.楼上距地面 1m 处（眼光配镜室）					3.0	9.75E-09	8.84E-08
	H. 楼下距地面 1.7m 处（门诊手术室）					3.3	9.75E-09	7.31E-08

表 11-4 手术室 1 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算结果

工作模式	关注点位置描述	H ₀	α	s	d ₀	d _s	B	H
		μGy/h	/	cm ²	m	m	/	μGy/h
摄影	I.控制室操作位	1.05×10 ⁷	0.0013	400	1	5.5	6.31E-05	2.85E-02
	J. 北侧防护墙外 30cm 处（走廊）					4.4	6.31E-05	4.45E-02
	K. 北侧防护门外 30cm 处（走廊）					5.2	6.31E-05	3.19E-02
	L. 东侧防护墙外 30cm 处（走廊）					5.2	6.31E-05	3.19E-02

	M. 南侧防护墙外 30cm 处 (铅衣存放间)					4.7	6.31E-05	3.90E-02
	N. 西侧防护门外 30cm 处 (污物通道)					5.0	6.31E-05	3.45E-02
	O. 楼上离地 1m 处 (内镜中心主任办)					3.0	9.75E-09	1.48E-05
	P. 楼下离地 1.7m 处 (更衣间)					3.3	9.75E-09	1.22E-05
透视	医生手术位 (铅衣内)	6.28×10 ⁴	0.0013	400	1	0.5	1.05E-02	3.43E+00
	I. 控制室操作位					5.5	6.31E-05	1.70E-04
	J. 北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)					4.4	6.31E-05	2.66E-04
	K. 北侧防护门外 30cm 处 (走廊)					5.2	6.31E-05	1.91E-04
	L. 东侧防护墙外 30cm 处 (走廊)					5.2	6.31E-05	1.91E-04
	M. 南侧防护墙外 30cm 处 (铅衣存放间)					4.7	6.31E-05	2.33E-04
	N. 西侧防护门外 30cm 处 (污物通道)					5.0	6.31E-05	2.06E-04
	O. 楼上离地 1m 处 (内镜中心主任办)					3.0	9.75E-09	8.84E-08
	P. 楼下离地 1.7m 处 (更衣间)					3.3	9.75E-09	7.31E-08

② 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 计算, 利用点源辐射进行计算, 各预测点的泄漏辐射剂量率可用式 11-3 进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中:

H —预测点处的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

f —泄漏射线比率, 0.1%;

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率, $\mu\text{Gy/h}$; 根据《辐射防护手册》(第一分册)中图 4.4c 可知,管电压 100kV 时,摄影工况取 $1.05 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$,透视工况取 $6.28 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$;

R —靶点距关注点的距离, m;

B —屏蔽透射因子,按照式(11-2)计算。其中: α 、 β 、 γ ——屏蔽材料对 100kV 管电压 X 射线泄漏辐射衰减的有关的三个拟合参数。

泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-5。

表 11-5 泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

	预测点位	铅当量厚度 (mmPb)	α	β	γ	B
手术室 2	医生手术位(铅衣内)	1.0	2.5	15.28	0.7557	7.36E-03
	A.控制室操作位	3.0				4.14E-05
	B.南侧防护门外 30cm 处 (走廊)	3.0				4.14E-05
	C.南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	3.0				4.14E-05
	D.西侧防护墙外 30cm 处 (污物走廊)	3.0				4.14E-05
	E.北侧防护墙外 30cm 处 (污物走廊)	3.0				4.14E-05
	F.东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	3.0				4.14E-05
	G.楼上距地面 1m 处(眼光 配镜室)	6.5				6.54E-09
	H.楼下距地面 1.7m 处 (门诊手术室)	6.5				6.54E-09
手术室 1	医生手术位(铅衣内)	1.0	2.5	15.28	0.7557	7.36E-03
	I.控制室操作位	3.0				4.14E-05
	J.北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	3.0				4.14E-05
	K.北侧防护门外 30cm 处 (走廊)	3.0				4.14E-05
	L.东侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	3.0				4.14E-05

M. 南侧防护墙外 30cm 处 (铅衣存放间)	3.0				4.14E-05
N. 西侧防护门外 30cm 处 (污物通道)	3.0				4.14E-05
O. 楼上离地 1m 处 (内镜中 心主任办)	6.5				6.54E-09
P. 楼下离地 1.7m 处 (更衣 间)	6.5				6.54E-09

各预测点位泄漏辐射剂量率计算结果见下表11-6和11-7。

表 11-6 手术室 2 泄漏辐射各预测点泄露辐射剂量率计算结果

工作模式	关注点位置描述	R	f	H ₀	B	H
		m	/	μGy/h	/	μGy/h
摄影	A. 控制室操作位	4.5	0.001	1.05×10 ⁷	4.14E-05	2.15E-02
	B. 南侧防护门外 30cm 处 (走 廊)	5.5			4.14E-05	1.44E-02
	C. 南侧防护墙外 30cm 处 (走 廊)	5.0			4.14E-05	1.74E-02
	D. 西侧防护墙外 30cm 处 (污 物走廊)	3.2			4.14E-05	4.25E-02
	E. 北侧防护墙外 30cm 处 (污 物走廊)	4.0			4.14E-05	2.72E-02
	F. 东侧防护墙外 30cm 处 (设 备间)	4.5			4.14E-05	2.15E-02
	G. 楼上距地面 1m 处 (眼光配 镜室)	3.0			6.54E-09	7.63E-06
	H. 楼下距地面 1.7m 处 (门 诊手术室)	3.3			6.54E-09	6.31E-06
透视	医生手术位 (铅衣内)	0.5	0.001	6.28×10 ⁴	7.36E-03	1.85E+00
	A. 控制室操作位	4.5			4.14E-05	1.28E-04
	B. 南侧防护门外 30cm 处 (走 廊)	5.5			4.14E-05	8.59E-05
	C. 南侧防护墙外 30cm 处 (走 廊)	5.0			4.14E-05	1.04E-04
	D. 西侧防护墙外 30cm 处 (污 物走廊)	3.2			4.14E-05	2.54E-04
	E. 北侧防护墙外 30cm 处 (污 物走廊)	4.0			4.14E-05	1.62E-04
	F. 东侧防护墙外 30cm 处 (设 备间)	4.5			4.14E-05	1.28E-04

	G.楼上距地面 1m 处（眼光配 镜室）	3.0			6.54E-09	4.56E-08
	H. 楼下距地面 1.7m 处（门 诊手术室）	3.3			6.54E-09	3.77E-08

表 11-7 手术室 1 泄漏辐射各预测点泄露辐射剂量率计算结果

工作模式	关注点位置描述	R	f	H ₀	B	H
		m	/	μGy/h	/	μGy/h
摄影	I.控制室操作位	5.5	0.001	1.05×10 ⁷	4.14E-05	1.44E-02
	J. 北侧防护墙外 30cm 处（走 廊）	4.4			4.14E-05	2.25E-02
	K. 北侧防护门外 30cm 处 （走廊）	5.2			4.14E-05	1.61E-02
	L. 东侧防护墙外 30cm 处 （走廊）	5.2			4.14E-05	1.61E-02
	M. 南侧防护墙外 30cm 处 （铅衣存放间）	4.7			4.14E-05	1.97E-02
	N.西侧防护门外 30cm 处（污 物通道）	5.0			4.14E-05	1.74E-02
	O.楼上离地 1m 处（内镜中心 主任办）	3.0			9.70E-07	1.13E-03
	P.楼下离地 1.7m 处（更衣 间）	3.3			9.70E-07	9.35E-04
透视	医生手术位（铅衣内）	0.5	0.001	6.28×10 ⁴	7.36E-03	1.85E+00
	I.控制室操作位	5.5			4.14E-05	8.59E-05
	J. 北侧防护墙外 30cm 处（走 廊）	4.4			4.14E-05	1.34E-04
	K. 北侧防护门外 30cm 处 （走廊）	5.2			4.14E-05	9.62E-05
	L. 东侧防护墙外 30cm 处 （走廊）	5.2			4.14E-05	9.62E-05
	M. 南侧防护墙外 30cm 处 （铅衣存放间）	4.7			4.14E-05	1.18E-04
	N.西侧防护门外 30cm 处（污 物通道）	5.0			4.14E-05	1.04E-04
	O.楼上离地 1m 处（内镜中心 主任办）	3.0			9.70E-07	6.77E-06
	P.楼下离地 1.7m 处（更衣 间）	3.3			9.70E-07	5.59E-06

③总附加剂量率估算

根据以上的计算结果，将各个预测点的散射辐射和泄露辐射的总附加剂量率统计见表11-8和11-9。

表11-8 手术室2各个预测点的总附加剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	总附加剂量率
		μGy/h	μGy/h	μGy/h
摄影	A.控制室操作位	4.25E-02	2.15E-02	6.40E-02
	B.南侧防护门外 30cm 处 (走廊)	2.85E-02	1.44E-02	4.29E-02
	C.南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	3.45E-02	1.74E-02	5.19E-02
	D.西侧防护墙外 30cm 处 (污物走廊)	8.41E-02	4.25E-02	1.27E-01
	E.北侧防护墙外 30cm 处 (污物走廊)	5.38E-02	2.72E-02	8.10E-02
	F.东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	4.25E-02	2.15E-02	6.40E-02
	G.楼上距地面 1m 处(眼 光配镜室)	1.48E-05	7.63E-06	2.24E-05
	H. 楼下距地面 1.7m 处 (门诊手术室)	1.22E-05	6.31E-06	1.85E-05
透视	医生手术位(铅衣内)	3.43E+00	1.85E+00	5.28E+00
	A.控制室操作位	2.54E-04	1.28E-04	3.82E-04
	B.南侧防护门外 30cm 处 (走廊)	1.70E-04	8.59E-05	2.56E-04
	C.南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	2.06E-04	1.04E-04	3.10E-04
	D.西侧防护墙外 30cm 处 (污物走廊)	5.03E-04	2.54E-04	7.57E-04
	E.北侧防护墙外 30cm 处 (污物走廊)	3.22E-04	1.62E-04	4.84E-04
	F.东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	2.54E-04	1.28E-04	3.82E-04
	G.楼上距地面 1m 处(眼 光配镜室)	8.84E-08	4.56E-08	1.34E-07
	H. 楼下距地面 1.7m 处 (门诊手术室)	7.31E-08	3.77E-08	1.11E-07

表11-9 手术室1各个预测点的总附加剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	总附加剂量率
		μGy/h	μGy/h	μGy/h
摄影	I.控制室操作位	2.85E-02	1.44E-02	4.29E-02
	J. 北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	4.45E-02	2.25E-02	6.70E-02
	K. 北侧防护门外 30cm 处 (走廊)	3.19E-02	1.61E-02	4.80E-02
	L. 东侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	3.19E-02	1.61E-02	4.80E-02
	M. 南侧防护墙外 30cm 处 (铅衣存放间)	3.90E-02	1.97E-02	5.87E-02
	N.西侧防护门外 30cm 处 (污物通道)	3.45E-02	1.74E-02	5.19E-02
	O.楼上离地 1m 处 (内镜 中心主任办)	1.48E-05	1.13E-03	1.15E-03
	P.楼下离地 1.7m 处 (更衣 间)	1.22E-05	9.35E-04	9.47E-04
透视	医生手术位 (铅衣内)	3.43E+00	1.85E+00	5.28E+00
	I.控制室操作位	1.70E-04	8.59E-05	2.56E-04
	J. 北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	2.66E-04	1.34E-04	4.00E-04
	K. 北侧防护门外 30cm 处 (走廊)	1.91E-04	9.62E-05	2.87E-04
	L. 东侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	1.91E-04	9.62E-05	2.87E-04
	M. 南侧防护墙外 30cm 处 (铅衣存放间)	2.33E-04	1.18E-04	3.51E-04
	N.西侧防护门外 30cm 处 (污物通道)	2.06E-04	1.04E-04	3.10E-04
	O.楼上离地 1m 处 (内镜 中心主任办)	8.84E-08	6.77E-06	6.86E-06
	P.楼下离地 1.7m 处 (更衣 间)	7.31E-08	5.59E-06	5.67E-06

由表11-8和11-9计算结果可知：

透视时，医生手术位总附加剂量率均为5.28μSv/h。

摄影时，四周防护墙外30cm处附加剂量率（西侧防护墙外污物走廊）最大为1.27×10⁻¹μSv/h，铅防护门外30cm处的最大附加剂量率为5.19×10⁻²μSv/h；透视时，四周

防护墙外30cm处附加剂量率最大为 $7.57 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，铅防护门外30cm处的最大附加剂量率为 $3.10 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ 。

综上，该项目DSA在正常运行情况下，机房外控制室、四周防护墙外及防护门外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中规定的屏蔽体外表面30cm处剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

11.2.3 工作人员及公众个人剂量估算

本项目 DSA 包括透视和摄影两种模式，本项目正常运行后，保守预计单台 DSA 每年最大工作量为 500 台手术，每次手术 DSA 的最大出束时间包括透视 18min、摄影 1min，全年工作天数按最多 250 天（每周工作 5 天）考虑，DSA 的预计年开机时间如表 11-10。

表 11-10 单台 DSA 不同工作模式下预计开机时间一览表

工作模式	单台手术 开机时间	年最大工作量	年工作天数	年开机时间
透视	18 分钟	500 台手术	250 天	150 小时
摄影	1 分钟		250 天	8.33 小时

项目两间介入手术室共计安排8名工作人员操作。DSA摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师通常不在手术间内（或位于移动铅防护屏风后），因此，该项目主要考虑透视模式下近台操作医师的受照剂量（不考虑摄影模式下近台操作医师的受照剂量，摄影状态下医生的剂量按照控制室的剂量估算）。

根据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：

$$H_1 = H_0 \cdot T \cdot t \cdot l \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

式中： H_1 —X射线外照射人均有效剂量当量，mSv；

H_0 —X射线空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T —居留因子；参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，居留因子 T 按三种情况取值：①全居留因子 $T=1$ ，②部分居留 $T=1/4$ ，③偶然居留 $T=1/16$ ；

t —X射线年照射时间, h/a;

l —剂量换算系数, Sv/Gy, 保守取1。

计算结果详见表11-11和表11-12。

表11-11 手术室2职业人员及公众年摄影和透视模式下年附加有效剂量估算结果

工作模式	关注点位置描述	总附加剂 量率 H_0	年工作 时间 t	居留因 子 T	年附加有效 剂量 H_1	涉及人员 类型
		$\mu\text{Gy/h}$	h/a	/	mSv/a	
摄影	A.控制室操作位	6.40E-02	8.33	1	5.33E-04	职业人员
	B.南侧防护门外 30cm 处 (走廊)	4.29E-02	8.33	1/4	8.93E-05	公众人员
	C.南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	5.19E-02	8.33	1/4	1.08E-04	公众人员
	D.西侧防护墙外 30cm 处 (污物走 廊)	1.27E-01	8.33	1/4	2.64E-04	职业人员
	E.北侧防护墙外 30cm 处 (污物走 廊)	8.10E-02	8.33	1/4	1.69E-04	职业人员
	F.东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	6.40E-02	8.33	1/4	1.33E-04	公众人员
	G.楼上距地面 1m 处 (眼光配镜室)	2.24E-05	8.33	1	1.87E-07	公众人员
	H. 楼下距地面 1.7m 处 (门诊手术室)	1.85E-05	8.33	1	1.54E-07	公众人员
透视	医生手术位 (铅衣 内)	5.28E+00	150	1	7.92E-01	职业人员
	A.控制室操作位	3.82E-04	150	1	1.43E-05	职业人员
	B.南侧防护门外 30cm 处 (走廊)	2.56E-04	150	1/4	3.84E-05	公众人员
	C.南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	3.10E-04	150	1/4	1.16E-05	公众人员
	D.西侧防护墙外 30cm 处 (污物走 廊)	7.57E-04	150	1/4	2.84E-05	职业人员
	E.北侧防护墙外 30cm 处 (污物走 廊)	4.84E-04	150	1/4	1.82E-05	职业人员

	F.东侧防护墙外30cm处(设备间)	3.82E-04	150	1/4	1.43E-05	公众人员
	G.楼上距地面1m处(眼光配镜室)	1.34E-07	150	1	2.01E-08	公众人员
	H.楼下距地面1.7m处(门诊手术室)	1.11E-07	150	1	1.67E-08	公众人员

表11-11 手术室1职业人员及公众年摄影和透视模式下年附加有效剂量估算结果

工作模式	关注点位置描述	总附加剂量率 H_0	年工作时间 t	居留因子 T	年附加有效剂量 H_1	涉及人员类型
		$\mu\text{Gy/h}$	h/a	/	mSv/a	
摄影	I.控制室操作位	4.29E-02	8.33	1	3.57E-04	职业人员
	J.北侧防护墙外30cm处(走廊)	6.70E-02	8.33	1/4	1.40E-04	公众人员
	K.北侧防护门外30cm处(走廊)	4.80E-02	8.33	1/4	1.00E-04	公众人员
	L.东侧防护墙外30cm处(走廊)	4.80E-02	8.33	1/4	1.00E-04	公众人员
	M.南侧防护墙外30cm处(铅衣存放间)	5.87E-02	8.33	1/4	1.22E-04	公众人员
	N.西侧防护门外30cm处(污物通道)	5.19E-02	8.33	1/4	1.08E-04	职业人员
	O.楼上离地1m处(内镜中心主任办)	1.15E-03	8.33	1	9.58E-06	公众人员
	P.楼下离地1.7m处(更衣间)	9.47E-04	8.33	1	7.89E-06	公众人员
透视	医生手术位(铅衣内)	5.28E+00	150	1	7.92E-01	职业人员
	I.控制室操作位	2.56E-04	150	1	3.84E-05	职业人员
	J.北侧防护墙外30cm处(走廊)	4.00E-04	150	1/4	1.50E-05	公众人员
	K.北侧防护门外30cm处(走廊)	2.87E-04	150	1/4	1.08E-05	公众人员
	L.东侧防护墙外30cm处(走廊)	2.87E-04	150	1/4	1.08E-05	公众人员

M. 南侧防护墙外 30cm 处（铅衣存放间）	3.51E-04	150	1/4	1.32E-05	公众人员
N. 西侧防护门外 30cm 处（污物通道）	3.10E-04	150	1/4	1.16E-05	职业人员
O. 楼上离地 1m 处（内镜中心主任办）	6.86E-06	150	1	1.03E-06	公众人员
P. 楼下离地 1.7m 处（更衣间）	5.67E-06	150	1	8.51E-07	公众人员

各预测点位年附加有效剂量估算结果汇总于表11-12。

表11-12 职业人员及公众年附加有效剂量估算结果

关注点位置描述	不同模式下年附加有效剂量（mSv/a）		叠加年有效剂量（mSv/a）	人员类型
	摄影	透视		
医生手术位（铅衣内）	/	7.92E-01	7.92E-01	职业人员
A. 手术室 2 控制室操作位	5.33E-04	1.43E-05	5.47E-04	职业人员
B. 南侧防护门外 30cm 处（走廊）	8.93E-05	3.84E-05	1.28E-04	公众人员
C. 南侧防护墙外 30cm 处（走廊）	1.08E-04	1.16E-05	1.20E-04	公众人员
D. 西侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	2.64E-04	2.84E-05	2.92E-04	职业人员
E. 北侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	1.69E-04	1.82E-05	1.87E-04	职业人员
F. 东侧防护墙外 30cm 处（设备间）	1.33E-04	1.43E-05	1.47E-04	公众人员
G. 楼上距地面 1m 处（眼光配镜室）	1.87E-07	2.01E-08	2.07E-07	公众人员
H. 楼下距地面 1.7m 处（门诊手术室）	1.54E-07	1.67E-08	1.71E-07	公众人员
I. 手术室 1 控制室操作位	3.57E-04	3.84E-05	3.95E-04	职业人员
J. 北侧防护墙外 30cm 处（走廊）	1.40E-04	1.50E-05	1.55E-04	公众人员
K. 北侧防护门外 30cm 处（走廊）	1.00E-04	1.08E-05	1.11E-04	公众人员
L. 东侧防护墙外 30cm 处（走廊）	1.00E-04	1.08E-05	1.11E-04	公众人员

M. 南侧防护墙外 30cm 处（铅衣存放间）	1.22E-04	1.32E-05	1.35E-04	公众人员
N. 西侧防护门外 30cm 处（污物通道）	1.08E-04	1.16E-05	1.20E-04	职业人员
O. 楼上离地 1m 处（内镜中心主任办）	9.58E-06	1.03E-06	1.06E-05	公众人员
P. 楼下离地 1.7m 处（更衣间）	7.89E-06	8.51E-07	8.74E-06	公众人员

由表11-12计算结果可知：本项目血管造影用X射线装置在正常运行时，机房内职业人员受到的附加年有效剂量为0.792mSv/a，控制室内职业人员受到的附加年有效剂量最大为 5.74×10^{-4} mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员要求的剂量限值20mSv/a和本环评要求的管理剂量约束值5mSv/a的要求。公众人员受到的附加年有效剂量最大为 1.55×10^{-4} mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众要求的剂量限值1mSv和本环评要求的管理剂量约束值0.25mSv的要求。由此说明，本项目血管造影用X射线装置机房的防护设计满足要求，其正常运行时产生的辐射影响在国家允许的范围以内。由于剂量估算存在不确定性，应以实际个人剂量监测结果为准。

11.2.4其它影响因素

本项目运行时，DSA机房内会产生少量的臭氧和氮氧化物，本项目在各DSA机房内拟设置新风排风系统，能够保证机房内有良好的通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）关于通风的要求，产生的O₃通过通风装置在机房外空旷地方排放，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中1小时均值 $\leq 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值，对机房周围的大气环境影响很小。

11.3辐射事故分析

11.3.1风险识别

本项目为“使用Ⅱ类射线装置”核技术应用项目，营运中存在着风险和潜在危害及事故隐患。可能发生的辐射事故如下：

（1）人员误入正在运行的射线装置机房；

（2）其它医护人员还未全部撤离机房，即进行曝光，人员受到不必要的照射。

所受到的照射剂量与其所在位置有关，距离射线装置越近，受照剂量越大。

(3) 在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。

(4) 医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作受到超剂量照射。

11.3.2 事故工况下辐射影响分析

DSA 装置用 X 光机关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。DSA 装置用 X 光机 X 射线能量不大，曝光时间都比较短，为一般辐射事故。

11.3.3 辐射事故防范措施

对前述可能发生的事故情况，为了防止其发生，应采取多种防范措施：

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

②机房防护门外醒目位置设置电离辐射警告标志及工作指示灯；

③必须按操作规程并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；

④出束时，医生需确认机房内无其他闲杂人等、铅防护门正常关闭后才能开启曝光；

⑤辐射工作人员在进行放射工作时必须穿戴防护用品，并佩戴个人剂量计，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光；

⑥曝光时，曝光方向严禁正对机房内医生所在位置。

上述各种安全装置，体现了《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定要求。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，即可减少或避免人员误入和超剂量照射事故的发生。

11.3.4 事故处理及应急预案

西平县人民医院已成立辐射事故应急工作小组，已制定《西平县人民医院辐射事故应急预案》，其中包括放射事件应急处理机构与职责、应急处理领导小组职责、放射性事故应急救援应遵循的原则、放射性事故应急处理程序、放射性事故的调查等内容。应急预案内容较为全面，在应对放射性事故和突发性事件时可行。

一旦发生辐射事故，应当立即启动本医院的辐射事故应急方案，采取必要应急措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健行政部门报告。

通过制定和完善上述措施能有效防范和处置突发事件，将事故发生的概率和事故危害控制到最低限度。

11.3.5 事故预防措施

事故预防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) 加强辐射安全管理

医院成立了“辐射安全与环境保护管理机构领导小组”，统一管理医院内的辐射安全防护工作，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。

(2) 制定了各辐射工作场所工作制度

医院制定了各科室的工作制度，包括安全管理制度、工作人员培训制度和放射防护等规章制度。各辐射工作场所日常工作中应严格按照工作制度执行，防止辐射事故的发生。

(3) 制定了辐射工作场所安全操作规程

本项目射线装置工作场所制定了详细的安全操作规程，医护人员在日常工作中严格按照操作规程进行操作，避免因误操作发生的辐射事故。

(4) 加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。

(5) 通过正确操作和认真执行各项规定，减少或避免人员误照射和超剂量辐射事故发生；

(6) 一旦发生误照射并导致人员受到超过年有效剂量限值，医院立即启动辐射事故应急预案，并采取应急措施。

以上的各种安全制度，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871-2002）中规定的相关要求。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，可减少或避免辐射事故的发生，从而保证项目的正常运行，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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修正版）等有关法律法规要求，使用放射性同位素与射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

建设单位已成立了辐射安全与环境保护管理机构领导小组，组长由张中汉担任，副组长由冯学中担任，下设成员7名，领导小组统筹协调全院辐射安全日常管理工作，各成员职责明确，分工清晰，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该小组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。

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》（2019年修正版）的相关管理要求，使用放射性同位素与射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

本项目为核技术利用项目，建设单位已制定《辐射防护与安全管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《放射防护培训管理制度》《DSA操作规程》《受检者放射防护制度》《辐射安全防护设施维护与维修制度》《介入放射学质量保证方案》《防止误操作、意外照射的安防措施》《质量控制监测计划》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员个人剂量及场所监测制度》《辐射工作人员职业健康体检制度》《DSA工作人员岗位职责》《辐射事故应急预案》等。

医院现有辐射安全与防护管理制度适用于医院对维持辐射安全与环境保护的日常运行。医院在认真制定和完善上述管理文件的同时，应加强在实践工作中的执行力度，加强工作人员的操作技能、法律法规和安全防护培训，进一步培养和提高

工作人员的专业技术水平和安全防护素质。

12.3 辐射工作人员的培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）第三章——人员安全和防护，使用II射线装置的单位，其辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《关于做好2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853号）和《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》（2019年，第57号）精神，医院应及时组织持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

根据医院提供的资料，该项目拟配备的8名放射工作人员中仅1人已参加了辐射安全和防护培训，考核成绩为合格。在本项目投入使用前，医院应为本项目的其他放射工作人员及时安排培训并取得合格证书。

12.5 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修正，2019年8月22日起施行）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X- γ 辐射监测仪等。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。医院应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案，定期或不定期对项目中涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境保护部门开展的辐射环境监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应委托具有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断辐射影响是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报发证机关。

12.5.1 辐射工作人员个人剂量监测

医院拟为本项目的辐射工作人员配备个人剂量计，为机房内操作人员配备双剂量计，并严格规定其必须佩带个人剂量计上岗，同时医院将在院内组织所有辐射工作人员加强相关辐射安全与防护方面的学习，加强辐射工作人员的安全意识，保证所有辐射工作人员均能够严格执行个人剂量监测的相关规定和方法，正确使用个人剂量计。定期（最长不得超过3个月）送检，建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应终身保存。建设单位已按照相关要求，对本单位内辐射工作人员个人剂量档案保存，辐射工作人员可查看本人个人剂量档案。

环评要求：所有辐射工作人员应正确佩戴个人剂量计，建设单位应定期送检，所有辐射工作人员个人剂量计佩戴及送检时间不得超过三个月。个人剂量计的佩戴要求参照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），具体要求如下：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；对于如介入放射学等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

根据医院提供资料，医院为辐射工作人员配置了个人剂量计，并建立了个人剂量档案，并安排专人保管。医院已委托有资质单位进行个人剂量监测工作，监测周期3个月。

12.5.2 日常监测

建设单位拟为本项目配备1台X-γ射线检测仪，用于辐射工作场所的常规辐射水平自行检测。当测量值高于参考控制水平时，建设单位将立即终止相关辐射工作并向辐射防护负责人报告，及时查找原因、整改到位后方可运行。

12.5.3 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，

对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府生态环境主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位原有核技术利用项目均委托有资质的监测机构，每年进行一次辐射防护性能监测，并记录存档。

本项目运行后，建设单位将及时将本项目 DSA 机房纳入监测范围内，严格执行年度监测计划。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报生态环境行政主管部门。

12.5.4 竣工环境保护验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环保部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，自行或委托有能力的技术机构开展竣工验收监测，编制验收报告，并组织专家采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作，建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

本次评价项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，组织对配套建设的环境保护设施进行验收。

本项目竣工验收监测监测对象为DSA项目，监测因子为X- γ 空气吸收剂量率。

本工程竣工环境保护“三同时”验收的内容见表12-1。

表 12-1 本项目竣工环境保护设施“三同时”验收一览表

项目		设施（措施）
DSA 机房	环保手续完善	环评手续齐备，取得辐射安全许可证。
	项目建设情况	实际建设内容及规模与环评一致。
	剂量限值达标	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求，亦满足职业人员5mSv/a、公众人员0.25mSv/a的年剂量管理限值。
	辐射屏蔽措施	DSA机房墙体厚度核实。 铅防护门铅当量核实。 铅玻璃观察窗铅当量核实。

		屏蔽墙和防护门、观察窗外30cm处的辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中规定的屏蔽体外表面30cm处剂量率不大于2.5μSv/h的标准限值。
	通排风系统	设置新风排风系统,能够保持良好的通风。
	辐射安全防护装置	操作台和床体上“紧急制动”装置各1套; 对讲装置1套;
		门灯联锁装置,红外防夹装置,平开门闭门装置。
	设置警示标识	防护门外醒目位置张贴电离辐射警示标识和中文警示说明。
	监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪2台;
		个人剂量计配备:控制室内操作人员每人1个,机房内操作人员每人2个;
	个人防护用品	铅防护服、铅背心、铅眼镜、铅介入防护手套等个人防护用品3套(根据实际手术医生数量调整);铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各1件,铅防护眼镜1件。
		铅屏风1套,铅玻璃防护帘、铅床侧防护帘各1套。
	辐射安全管理机构	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。
	管理规章制度	结合项目实际情况,制定和完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度,使用登记、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等,并张贴于控制室内墙上。
	事故应急预案	制定详细完整、合理可行的辐射事故应急处理预案。
	落实监测计划	建立职业健康检查和个人剂量检测档案,落实日常环境监测,并有详细记录。
	人员持证情况	职业人员均参加辐射安全与防护培训,并取得合格证书或合格证明。
	监测	X-γ射线检测仪1台。

12.5.5 本项目监测计划

针对本项目,医院制定了如下辐射监测计划(表12-2),并计划将每次监测结果记录存档备查。

表12-2 工作场所监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA机房	X-γ射线空气吸收剂量率	1次/年	按照国家规定进行	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外30cm处及周围需要关注的监督区	委托有资质单位监测
日常监测	DSA机房	X-γ射线空气吸收剂量率	1次/季度	按照国家规定进行	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外30cm处及周围需要关注的监督区	自行监测

验收监测	DSA机房	X-γ射线空气吸收剂量率	/	按照国家规定进行	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外30cm处及周围需要关注的监督区	委托有资质单位监测
------	-------	--------------	---	----------	------------------------------------	-----------

环评要求：委托有资质监测单位进行监测时，其仪器必须在检定有效期内，监测工作人员必须持证上岗；对监测中出现辐射超标问题，应及时向院方提出，并提出整改意见，在院方整改完成后，进行复测，直至符合要求，提供满足要求的监测报告。医院自主监测时，所用仪器须按国家规定进行剂量检定，检测时须按《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）和《环境γ辐射剂量率监测技术规范》（HJ1157-2021）制定检测方案及实施细则执行。

12.5.6 环保投资一览表

本项目总投资为1600万元，环保投资80万元，投资比例5%。

表12-3 环保投资一览表

辐射安全措施		内容	投资金额（万元）
辐射 防护 措施	辐射屏蔽措施	屏蔽墙、屏蔽门、铅玻璃、通风系统、安全联锁等	46
	辐射安全培训	工作人员辐射安全培训	4
	个人剂量监测	对工作人员个人剂量计进行定期监测	5
	个人防护用品	铅防护服、铅背心等	6
		个人剂量计	4
		个人剂量报警仪	4
	场所监测	每年委托有资质的单位对放射工作场所进行监测	6
警示标志	机房外设置警示标志、工作状态指示灯、防护注意事项告知栏	3	
监测设备	环境X-γ辐射监测仪1台	2	
环保投资合计			80
本项目总投资			1600
环保投资占总投资比例			5%

12.6 从事辐射活动能力评价

按照《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》中的相关内容要求，将本次环评的辐射安全防护设施设计情况列表如下。

表 12-4 DSA 辐射安全防护措施设计情况

序号	检查项目	设计建造	备注	
1*	A 场所 设施	操作位局部屏蔽防护设施	√	/
2*		医护人员的个人防护	√	/
3		患者防护	√	/
4*		观察窗屏蔽	√	/
5		机房防护门窗	√	/
6		通风设施	√	/
7*		入口处电离辐射警告标志	√	/
8		入口处机器工作状态显示	√	/
9*	B 监测 设备	辐射水平监测仪表	√	/
10*		个人剂量计	√	/
11		腕部剂量计	√	/

注：加*的项目是重点项，有“设计建造”的划√，没有的划×；“运行状态”未见异常的划√，不正常的没有的划×；不适用的均划/。不能详尽的在备注中说明。

通过对照《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》中的相关内容的逐项分析，本项目设计的各种辐射防护设施（措施）较齐全，防护效能可满足辐射防护要求，制定的各种安全管理制度较全面。综上所述，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，西平县人民医院从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 选址、布局合理性

西平县人民医院在新建门诊医技楼三层手术室 1 和手术室 2 新增 DSA 装置 2 台，均属于 II 类射线装置。设备主要用于介入治疗。项目位于医院内部，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，机房平面布局和建设时充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，采取的屏蔽措施和安全防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，对周围环境的影响较小，因此，本项目的选址和布局合理。

(2) 辐射安全措施

辐射防护设计：

四侧墙体：轻钢龙骨骨架+3mm厚铅板，折算后总铅当量是3mmPb；

顶棚和地坪：12cm混凝土+5cm硫酸钡水泥，折算后铅当量是6.5mmPb；

观察窗：15mm厚铅玻璃，折算后铅当量是3.0mmPb；

防护门：内衬3.0mm厚铅板，折算后铅当量是3.0mmPb

以上屏蔽措施均符合屏蔽防护要求。

辐射防护设施：机房防护门上方设置有工作状态指示灯，且门灯联锁；设置电离辐射警告标识和文字说明。控制室设对讲系统、紧急停机按钮等一系列安全联锁装置。配备相应的铅衣、铅围脖等个人防护用品并配置铅屏风，为辐射工作人员配备了个人剂量计和个人剂量报警仪等；定期对辐射工作人员开展个人剂量监测和职业健康检查监护。

在严格落实以上辐射安全措施，并在实际工作中规范操作后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护的要求。

(3) 辐射安全管理

管理机构：医院成立了辐射安全与环境保护管理机构领导小组，明确了相关职责，并将加强监督管理。

医院已制定了包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。医院应根据本单位核技术利用项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行；医院按要求安排辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，考核合格后方可上岗。

13.1.2环境影响分析结论

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设均已采取了针对电离辐射有效的防护措施。经预测，设备正常运行工作人员受到的附加年有效剂量最大值为0.792mSv/a，满足工作人员剂量约束值不大于5mSv/a的要求；公众人员受到的附加年有效剂量最大为 1.55×10^{-4} mSv/a，满足本环评要求的管理剂量约束值0.25mSv的要求。

13.1.3可行性分析结论

(1) 医疗照射实践正当性

本项目新增2台DSA，目的在于开展放射诊疗工作、治病救人，实践过程中采取了可行的辐射防护措施，在患者得到诊疗预期效果的同时，对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“医疗照射实践正当性”的要求。

(2) 产业政策符合性

按照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号修改，2020年1月1日起施行）：“一、鼓励类十三、医药5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”之规定，本项目属于“介入设备的应用”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

综上所述，西平县人民医院新增两台DSA装置应用项目对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议

(1) 医院在办理环评手续后，应及时申请《辐射安全许可证》。

(2) 根据相关法律法规，落实“三同时”制度，委托专业单位进行本项目的防护设施设计及施工改造，保证使用合格的防护材料，防护厚度及施工质量达到屏蔽设计的要求。

(3) 落实环评报告中提出的各项管理措施和辐射防护措施要求，配备环境 X- γ 剂量监测仪及个人剂量报警仪，落实监测制度。

(4) 建设项目工作人员持证上岗，按要求定期进行辐射防护知识的培训、个人剂量监测和职业健康检查并建立档案。

(5) 建设项目竣工后自主组织项目环境保护竣工验收，验收合格后才可正式运行。

(6) 医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年月日

审批意见：

经办人

公章

年月日