

核技术利用建设项目

**汝南县人民医院
新增数字减影血管造影机应用项目
环境影响报告表**

汝南县人民医院

二〇二三年三月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

汝南县人民医院
新增数字减影血管造影机应用项目
环境影响报告表



汝南县人民医院
二〇二三年三月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

汝南县人民医院
新增数字减影血管造影机应用项目
环境影响报告表



建设单位名称：汝南县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：汝南县汝宁镇汝宁大街西段

邮政编码：463300 联系人：郭国笑

联系电话：15938002980

打印编号: 1678810387000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	b4nu8		
建设项目名称	汝南县人民医院新增数字减影血管造影机应用项目		
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)	汝南县人民医院		
统一社会信用代码	1241282641894528X8		
法定代表人 (签章)	梁玉东	梁玉东	
主要负责人 (签字)	梁玉东	梁玉东	
直接负责的主管人员 (签字)	郭国笑	郭国笑	
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	91410100W A 44F3W G 2D		
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
关小凡	20220503541000000021	BH 034193	关小凡
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
关小凡	报告表全本	BH 034193	关小凡

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汝南县人民医院新增数字减影血管造影机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）的编制主持人为关小凡（环境影响评价工程师职业资格证书管理号20220503541000000021，信用编号BH034193），主要编制人员包括关小凡（信用编号BH034193）（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)：

2023年03月14日





营业执照

(副本) 1-1

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、监
备案、许可、监
管信息。



统一社会信用代码
91410100MA44F3WG2D

名称 河南盈辉环保科技有限公司 注册资本 伍佰万圆整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股) 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



市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

http://www.gsxt.gov.cn

国家企业信用信息公示系统网址:

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、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: 关小凡
 证件号码: 412326198712250345
 性别: 女
 出生年月: 1987年12月
 批准日期: 2022年05月29日
 管理号: 20220503541000000021



中华人民共和国生态环境部



中华人民共和国人力资源和社会保障部

表单验证号码34d8b23bb7a5451eb779104ba526c37



河南省社会保险个人权益记录单 (2023)

单位：元

证件类型	居民身份证	证件号码	412326198712250345			
社会保障号码	412326198712250345	姓名	关小凡	性别	女	
联系地址	河南省商丘市夏邑县郭店乡关楼村关瓦房5号		邮政编码	450001		
单位名称	河南盈辉环保科技有限公司		参加工作时间	2015-01-10		
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	25644.40	545.44	0.00	86	545.44	26189.84
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
	2015-01-01	参保缴费	2015-01-01	参保缴费	2015-02-01	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	3409	●	3409	●	3409	-
02	3409	●	3409	●	3409	-
03	3409	△	3409	△	3409	-
04	-	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-	-
06	-	-	-	-	-	-
07	-	-	-	-	-	-
08	-	-	-	-	-	-
09	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
说明： 1、本权益单仅供参保人员核对信息。 2、扫描二维码验证表单真伪。 3、●表示已经实缴，△表示欠费，○表示外地转入，-表示未制定计划。 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。 5、工伤保险个人不缴费，如果缴费基数显示正常，-表示正常参保。						
数据统计截止至： 2023.03.03 08:25:16			打印时间：2023-03-03			



目录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 15 -
表 3 非密封放射性物质	- 15 -
表 4 射线装置	- 16 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 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	- 36 -
表 11 环境影响分析	- 44 -
表 12 辐射安全管理	- 61 -
表 13 结论与建议	- 68 -
表 14 审批	- 71 -
附件 1 委托书	- 72 -
附件 2 事业单位法人证书	- 72 -
附件 3 辐射安全许可证	- 75 -
附件 4 本项目配备的工作人员资料	- 80 -
附件 5 工作场所周围环境辐射本底检测报告	- 88 -
附件 6 医院相关管理制度	- 99 -
附件 7 原有核技术应用项目许可情况	- 122 -
附件 8 医院管理目标值	- 132 -
附件 9 医院屏蔽设计防护方案	- 133 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称	汝南县人民医院新增数字减影血管造影机应用项目				
建设单位	汝南县人民医院				
法人代表	梁玉东	联系人	郭国笑	联系电话	手机:15938002980
注册地址	汝南县汝宁镇汝宁大街西段				
项目建设地点	汝南县人民医院门诊楼四层东北侧第二导管室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	800	项目环保投资(万元)	40	投资比例(环保投资/总投资)	5%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			有效面积(m ²)	47.4
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

汝南县人民医院始建于 1951 年 10 月，是汝南县唯一一所集医疗、急救、教学、科研、康复、保健为一体的现代化国家“二级甲等”综合性医院，河南省人民医院、郑大一附院、河南省肿瘤医院、郑州骨科医院、郑州儿童医院等技术协作医院。2015 年 11 月整体搬迁至汝宁大道西段。新院区包括门诊医技楼 2.6 万

m²、外科楼 2.3 万 m²、内科楼 2.7 万 m²、传染病房楼、后勤服务楼、放疗中心、消毒供应中心、污水处理站、各种设备配房、道路管网及电力供应设施等附属配套设施；医院现开设临床科室 33 个，医技科室 18 个，内科开设有重症医学科、心血管内科等专业科室，开放床位 1100 张，日纳门诊量 1500 余人次，目前医院在职职工 906 人，高级职称 88 人，中级职称 336 人。搬迁以来，全院职工精神面貌焕然一新，以饱满的热情为患者提供全程优质服务，明显改善了患者就医感受，患者满意度大大提高。

目前医院已获得辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证 [10447]，种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置，有效期至 2024 年 08 月 03 日，详见附件 3。

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，医院拟在原有核技术应用的基础上新增使用 1 台数字减影血管造影机（以下简称“DSA”），该设备属于 II 类射线装置。本项目的目的和任务是改善医院的医疗条件、提高医技水平，从而给广大患者提供更优质的医疗服务，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的“辐射防护实践正当性”的要求。

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变更《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。

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》及《建设项目环境保护管理条例》等法律、法规的规定，本项目应在实施前开展环境影响评价；根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）的规定，本项目属于“五十五、核与辐射”中第172项“核技术利用建设项目”类别，且应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汝南县人民医院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

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》（HJ10.1-2016）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：汝南县人民医院门诊楼四层东北侧第二导管室（配套有控制室和设备机房）新增DSA装置1台，最大管电压125kV，最大管电流1000mA，用于医疗诊断及介入治疗。

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	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
DSA	Azurion7M20	II类	1	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	摄影 2min/台 透视 20min/ 台	摄影 20h/a 透视 200h/a
备注：根据医院提供资料，手术量约 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	在门诊楼四层东北侧第二导管室（配套有控制室和机房）新增 DSA 装置 1 台，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于II类射线装置。DSA 机房有效使用面积 47.4m ² 。	主要产生装修废气和施工人員产生的生活垃圾等	X射线、臭氧、噪声、氮氧化物
辅助工程	DSA 装置配套房间：控制室 1 间、设备机房 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	控制室、设备机房、接诊室、谈话间、铅衣储藏、男更衣、女更衣、处置室、污洗间、值班室等。		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5名工作人员，均为现有辐射工作人员，所有辐射工作人员均获得《辐射安全与防护培训证书》，成绩合格。

表1-3该项目拟配备放射工作人员相关信息一览表

姓名	专业	性别	证书编号	有效期起止时间
董永华	内科	男	FS21HA0103098	2021.12.29-2026.12.29
沈明辉	外科	男	FS23HA0100035	2023.01.18-2028.01.18
刘培培	放射影像技师	女	FS23HA0100033	2023.01.18-2028.01.18
张明玉	放射影像医师	男	FS22HA0101406	2022.10.09-2027.10.09
詹冬瑞	护理学	女	FS20HA0102583	2020.12.07-2025.12.07

(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) 汝南县人民医院

汝南县人民医院位于河南省汝南县汝宁镇汝宁大街西段，医院北侧为天使爱心园、西侧为祥和路、南侧为汝宁大街，东侧为汝河西路。

项目地理位置图详见图1-1，项目外环境关系及评价范围示意图详见图1-2，项目现场踏勘示意图详见图1-3。



图 1-1 项目地理位置图

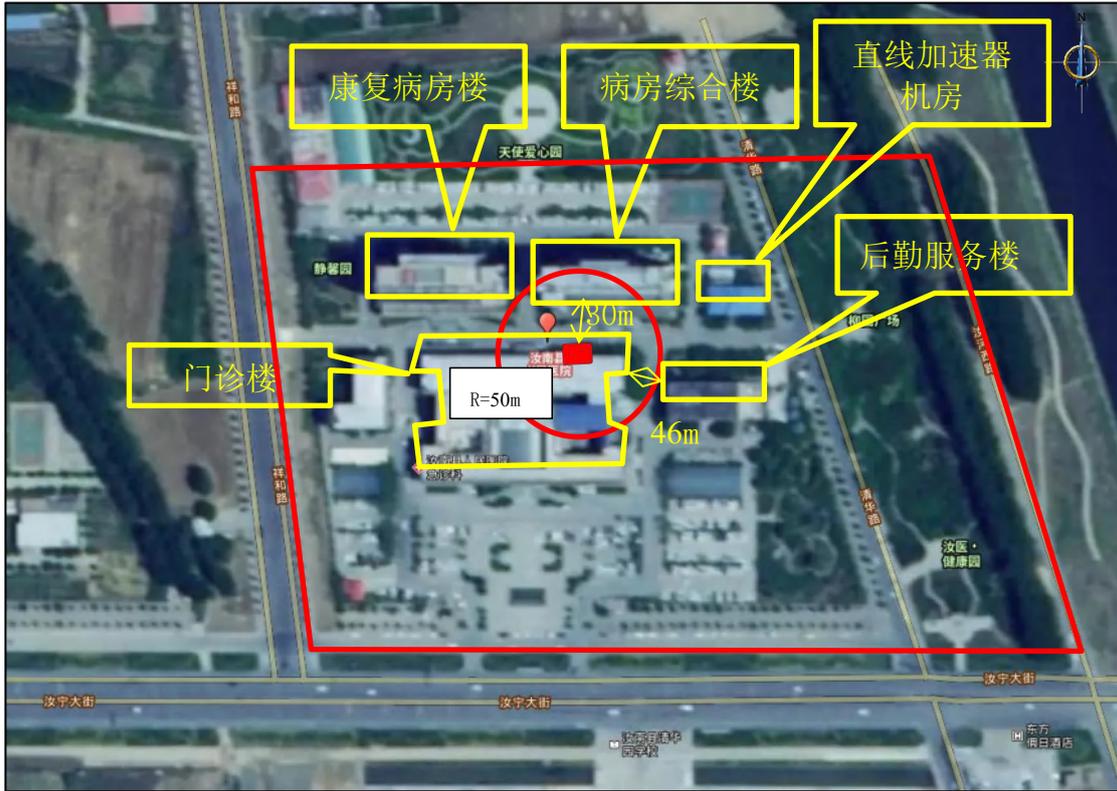


图 1-2 项目外环境关系及评价范围示意图（评价范围 50m）





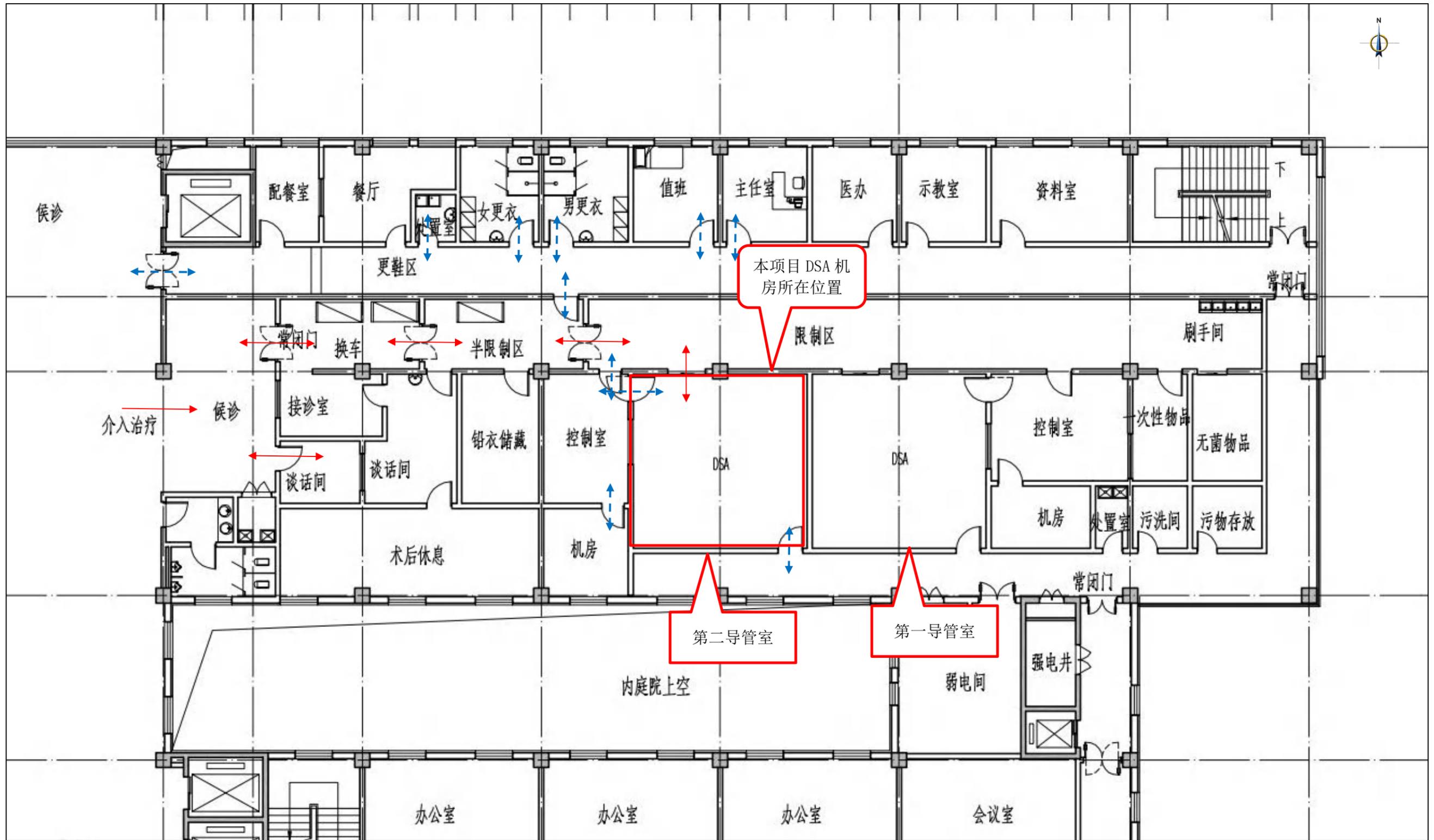
图 1-3 项目现场踏勘示意图

(2) 本项目DSA机房

本项目DSA装置拟设置于门诊楼四层东北侧第二导管室（配套有控制室和设备机房）。以DSA机房为中心，项目50m评价范围内北侧30米距离为病房综合楼，东侧46米处为后勤服务楼，具体的环境情况详见图1-2。

本项目DSA装置拟设置于门诊楼四层东北侧第二导管室内，机房的北墙外为患者通道，南墙外为污物通道，西墙外为控制室和机房，东墙外为第一导管室，上方为大会议室，下方为办公室和走廊，具体的现场踏勘情况详见图1-3。

本项目DSA机房所在楼层局部平面布置图详见图1-4，本项目DSA机房上方楼层局部平布置图详见图1-5，本项目DSA机房下方楼层局部平面布置图详见图1-6。



患者路径 ———— 工作人员路径 - - - - -

图 1-4 本项目 DSA 机房所在楼层局部平面布置图

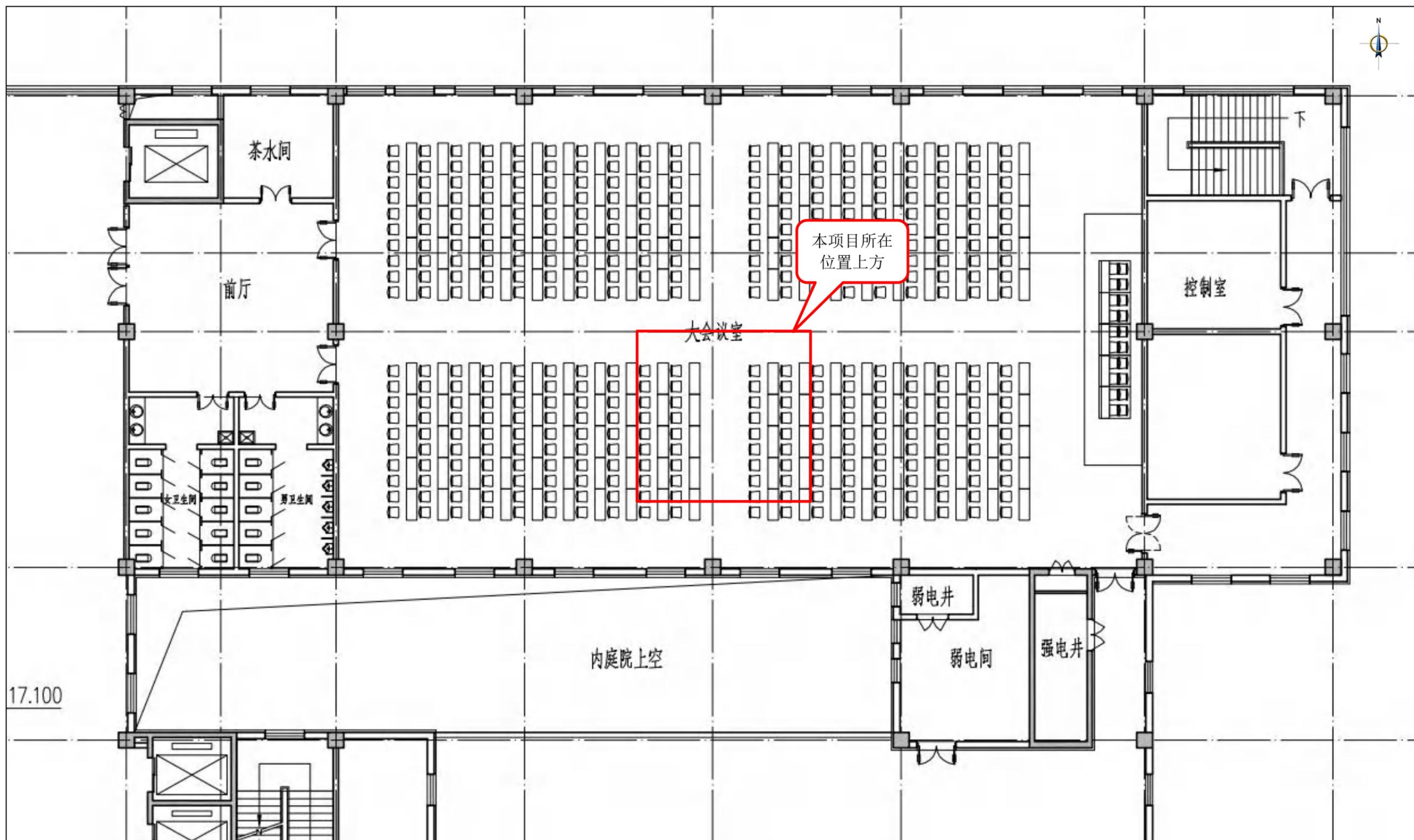


图 1-5 本项目 DSA 机房上层局部平面布置图

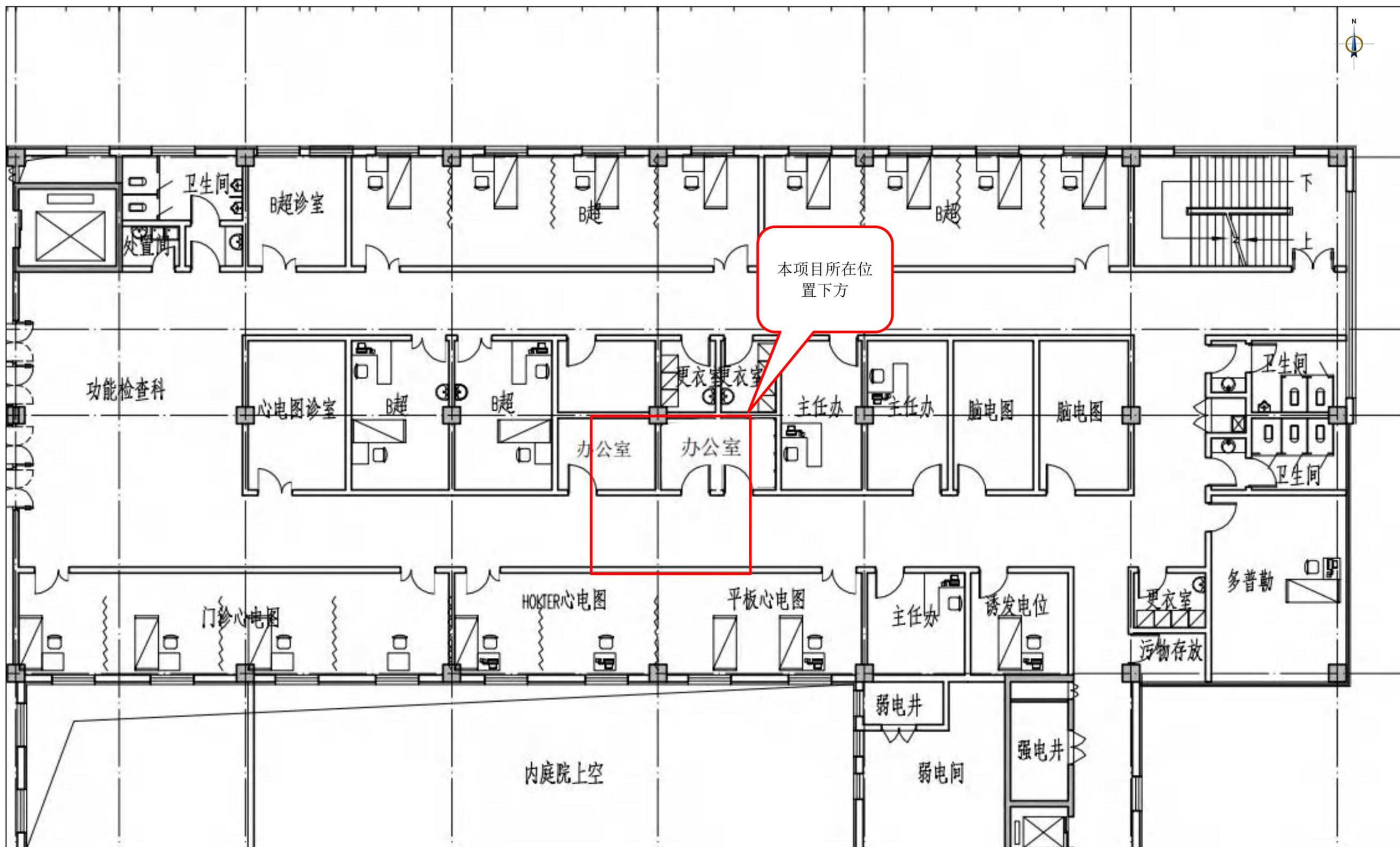


图 1-6 本项目 DSA 机房下层局部平面布置图

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，本项目机房拟建于门诊楼四层东北侧第二导管室。机房的北墙外为患者通道，南墙外为污物通道，西墙外为控制室和机房，东墙外为第一导管室，上方为大会议室，下方为办公室和走廊，DSA机房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 机房与控制室独立分开，辅助用房配备有控制室、设备机房，其中利旧部分为接诊室、谈话间、铅衣储藏、男更衣、女更衣、处置室、污洗间、值班室等，辅助用房配备基本齐全，能够满足介入治疗的需要。

放射工作人员流向：职业人员从门诊楼四层东北侧医护门进入更鞋区进行手术前准备工作，再经医护通道进入半限制区，从半限制区通过防护门进入限制区内，影像技师从控制室北侧防护门进入控制室内操作机器，介入医生从控制室东侧防护门进入 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：患者经从门诊楼四层东北侧候诊区等待手术，患者经电动推拉门进入半限制区，从半限制区通过防护门进入限制区内，患者从机房北侧自动防护门处进入手术室，完成介入治疗后，在护理人员协助下原路返回。

机房平面布局充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，通过下文对拟采取的屏蔽措施的计算得知本项目拟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“数

字化医学影像设备”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。”

汝南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

汝南县人民医院于2021年12月10日申请获得辐射安全许可证延续，发证机关为驻马店市生态环境局，证书编号为豫环辐证[10447]，有效期至2024年08月03日，活动种类和范围为：使用II类、III类射线装置。现有射线装置许可情况详见表1-4，现有射线装置环评批复和验收文件详见附件7。

表 1-4 现有射线装置许可情况

序号	设备名称	规格型号	类别	场所	环评登记/验收情况
1	模拟定位机	山东新华 SL-ID	III类	放疗科2室：放疗科	豫环辐表（2014）52号 /豫环审（2017）25号
2	直线加速器	山东新华 XHA-600D	II类	放疗科1室：放疗科	豫环辐表（2014）52号 /豫环审（2017）25号
3	16排CT机	Brightspeed Eite	III类	CT室2：门诊医技 楼一楼西北角	豫环辐表（2014）52号
4	4排CT机1	Lightspeedpl us	III类	CT室4：传染楼一 层	医院未提供
5	DR机	锐珂DRX-1	III类	DR2室：门诊医技 楼一楼东北角	豫环审（2017）25号
6	DR机	佳能	III类	DR2室：老区门诊	豫环审（2017）25号

汝南县人民医院新增数字减影血管造影机应用项目环境影响报告表

		CXDI-40EG		一楼东南角	
7	数字胃肠机	意大利 operaFP	III类	数字胃肠室:门诊医技楼一楼东北角	豫环辐表(2014)52号 /豫环审(2017)25号
8	乳腺钼靶 X 光机	MZFDM-78 00A	III类	钼靶室:门诊医技楼 一楼放射科东北角	豫环审(2017)25号
9	口腔全景 X 光机	Plameca.pro max	III类	全景牙片室:门诊医 技楼一楼东北角	豫环审(2017)25号
10	数字减影血 管造影机	飞利浦 UNIQFD20	II类	介入科1室:医院门 诊医技楼四层东北 侧	环评手续未提供/2020 年1月4日已完成自主 验收
11	DR	KD-M200	III类	DR2室:门诊医技 楼一楼东北角	豫环审(2017)25号
12	X线骨密度 仪	KD-GRAN D	III类	骨密度仪室:门诊医 技楼一楼东北角	豫环审(2017)25号
13	64排CT机	Revolution Maxima	III类	CT室3:门诊医技 楼一楼西北角	豫环审(2017)25号
14	16排CT机	OptimaCT5 40	III类	CT室2:门诊医技 楼一楼西北角	豫环审(2017)25号

(1) 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,组长由魏子建担任,下设副组长1名,成员8名,领导小组统筹协调全院放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。医院辐射安全与环境保护工作由郭国笑负责,该工作人员为本科学历,已取得辐射安全培训证书,成绩合格。

(2) 目前,由院方提供的信息,医院现有辐射工作人员62人,均已参加了辐射安全与防护培训,其中58个人已取得合格证书,未取得证书的工作人员医院正积极安排培训,医院确保取得证书方能上岗。

(3) 医院现有辐射工作人员均佩戴个人剂量计,并定期委托驻马店市保康职业卫生评价有限公司开展个人剂量检测。2022年度辐射工作人员个人剂量检测报告统计结果显示辐射工作人员年有效剂量满足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。

(4) 医院制定了相关辐射管理规章制度,包括《汝南县人民医院关于调整辐射安全和防护管理委员会委员的通知》《汝南县人民医院辐射事故应急预案》《辐射防护与安全管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《防止误操作、意外

照射的安防措施》《辐射安全防护设施维护与维修制度》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射环境监测方案》《辐射工作人员培训/再培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量监测制度》《DSA操作规程》等。医院制定的辐射安全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处置预案，成立了辐射事故应急领导小组，明确了辐射事故应急领导小组的工作职责，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) 汝南县人民医院已提交上一年度《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) 汝南县人民医院建设运营中环境保护工作每年都有序的开展，汝南县人民医院开展放射工作至今，未发生过辐射安全事故（件）。

(9) 医院在建设运营中环保保护落实情况良好，未存在环境保护问题，已按照国家要求落实相关排污许可制度。

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	Azurion7M20	125	1000	影像诊断和介入治疗	门诊楼四层东北侧第二导管室	新购

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			储存方式与地点
										活度 (Bq)	储存方式	数量	
/	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
臭氧、氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	—	—	通过排风系统排入外环境

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

法规文件	<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 年版，2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年，国务院令 449 号，2019 年 3 月 2 日国务院令 709 号修订）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令 20 号）修改）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行）</p> <p>(9) 《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>(10)《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>(11) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单（生态环境部公告 2018 年第 29 号）；</p> <p>(12) 《河南省辐射污染防治条例》（2016 年 3 月）。</p>
技术标准	<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</p>

	<p>件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</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》（GBZ128-2019）；</p> <p>（5）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（6）《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB8999-2021）；</p> <p>（7）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。</p>
<p>其他技术资料</p>	<p>（1）汝南县人民医院环境影响评价委托书；</p> <p>（2）汝南县人民医院提供的其它管理文件及相关技术资料；</p> <p>（3）《DSA 机房 γ 辐射空气吸收剂量率监测报告》（报告编号：正信检字 FH[2023]0310-001 号，编制时间：2023 年 3 月 14 日）；</p> <p>（4）《放射防护实用手册》赵兰才张丹枫主编，济南出版社出版；</p> <p>（5）屏蔽防护设计公司提供的相关图纸和设计方案。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价因子

本项目评价因子为X射线。

7.2 评价范围

本次环境影响评价仅针对汝南县人民医院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DSA机房实体屏蔽边界外50m区域内的周围环境（包含范围见图1-2）。

7.3 保护目标

本项目DSA装置拟设置于门诊楼四层东北侧第二导管室，机房的北墙外为患者通道，南墙外为污物通道，西墙外为控制室和机房，东墙外为第一导管室，上方为大会议室，下方为办公室和走廊。DSA机房平面布置图详见图1-4。结合本项目的评价范围，确定本评价项目的环境保护目标是从事该项目辐射工作的医务人员及辐射工作场所周围活动的非本项目工作人员和公众人员。

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

分类	位置描述	方位	保护目标	最近距离 (m)	备注	剂量约束值 (mSv/a)
职业 人员	DSA 机房	机房内		0.5	5 人	
	控制室	机房西侧		4		
公众 人员	一号导管室、污洗 间等	机房东侧	手术医生、护 士、工作人员	紧邻	约 20 人	5
	资料室、值班室、 主任室、更衣室等	机房北侧				
	污物通道	机房南侧				
	大会议室	机房上方				
	办公室、走廊等	机房下方				
	机房周边和户外	机房四周				

	流动人员				人员	
<p>7.4评价标准</p> <p>7.4.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>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。</p> <p>①剂量限值</p> <p>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。</p> <p>附录B</p> <p>B1.1款职业照射</p> <p>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）：</p> <p>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；</p> <p>b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p> <p>d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；</p> <p>依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中11.4.3.2中剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%范围之内。本项目参照公众照射剂量限制的要求取其四分之一，即不超过5mSv作为辐射工作人员的年照射管理剂量约束值。</p> <p>第B1.2款公众照射</p> <p>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：</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv；</p> <p>b) 特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份</p>						

的有效剂量可提高到5mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv;

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中11.4.3.2中剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%范围之内。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(GBZ130-2020)(节选)

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。

6.1X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。

6.1.2X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 7-2X 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

6.2X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 7-3 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100cm处的周围剂量当量率不大于2.5μSv/h时且X射线设备表面与机房墙体距离不小于100cm时，机房可不作专门屏蔽防护。

6.3X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2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.4X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。

6.5X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0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。

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0.5mmPb。

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 个人防护用品好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/铅防护吊帘、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

汝南县人民医院位于河南省汝南县汝宁镇汝宁大街西段，医院北侧为天使爱心园、西侧为祥和路、南侧为汝宁大街，东侧为汝河西路。地理位置详见图1-1。

8.1.2 项目场所描述

本项目DSA装置拟设置于门诊楼四层东北侧第二导管室(配套有控制室和设备机房)。以DSA机房为中心，项目50m评价范围内北侧30米距离为病房综合楼，东侧46米处为后勤服务楼，具体的环境情况详见图1-2。

本项目DSA装置拟设置于门诊楼四层东北侧第二导管室内，机房的北墙外为患者通道，南墙外为污物通道，西墙外为控制室和机房，东墙外为第一导管室，上方为大会议室，下方为办公室和走廊，具体的现场踏勘情况详见图1-3。

本项目DSA机房所在楼层局部平面布置图详见图1-4，本项目DSA机房上方楼层局部平布置图详见图1-5，本项目DSA机房下方楼层局部平面布置图详见图1-6。

8.2 辐射环境质量现状监测

受汝南县人民医院委托，河南盈辉环保科技有限公司承担了本项目的环境影响评价工作。建设单位于2023年3月委托具有辐射监测资质的河南正信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

DSA 机房 γ 辐射空气吸收剂量率监测

(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：2023年3月10日

8.2.3 监测使用仪器及测量方法

监测仪器详见表 8-1。

表 8-1X- γ 辐射监测仪器参数表

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射测量仪
仪器型号	RJ32-3602 型
生产厂家	上海仁机仪器仪表有限公司
量程	1nGy/h~1.2mGy/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院
有效期	2023 年 2 月 13 日~2024 年 2 月 12 日
证书编号	2023H21-20-4407144001
检定结论	合格
检测依据	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

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》（GB8999-2021）、《环境 γ 辐射剂量率监测技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）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

本项目环境X、 γ 射线剂量率现状监测数据见表8-2。

表 8-2 本项目拟建 DSA 机房辐射本底水平检测结果

测点编号	监测位置	γ 辐射空气吸收剂量率 监测结果 \pm 标准差 (nGy/h)
A1	东墙外第一导管室	89 \pm 0.62
A2	西墙外控制室	88 \pm 0.97
A3	西墙外设备间	88 \pm 0.97
A4	北墙外患者通道	90 \pm 1.27
A5	南墙外污物通道	88 \pm 1.13
A6	第二导管室中部	90 \pm 1.17
A7	楼上大会议室	87 \pm 0.74
A8	楼下办公室	88 \pm 0.56
A9	楼下走廊	89 \pm 0.58
A10	医院大门口	87 \pm 0.97
A11	宇宙射线响应值	40

注：1.上表所列检测结果均已扣除宇宙射线响应值；

2.上表所列检测结果均已经过校准因子修正；

3.上表所列序号 A2~A9 监测结果均在第一导管室 DSA 正常运行状态下进行，监测条件：管电压 74kV，管电流 719mA，帧率：15fps；

4.本次检测布点已覆盖人员可达到区域；

5.顶部板材、地面板材均为混凝土。

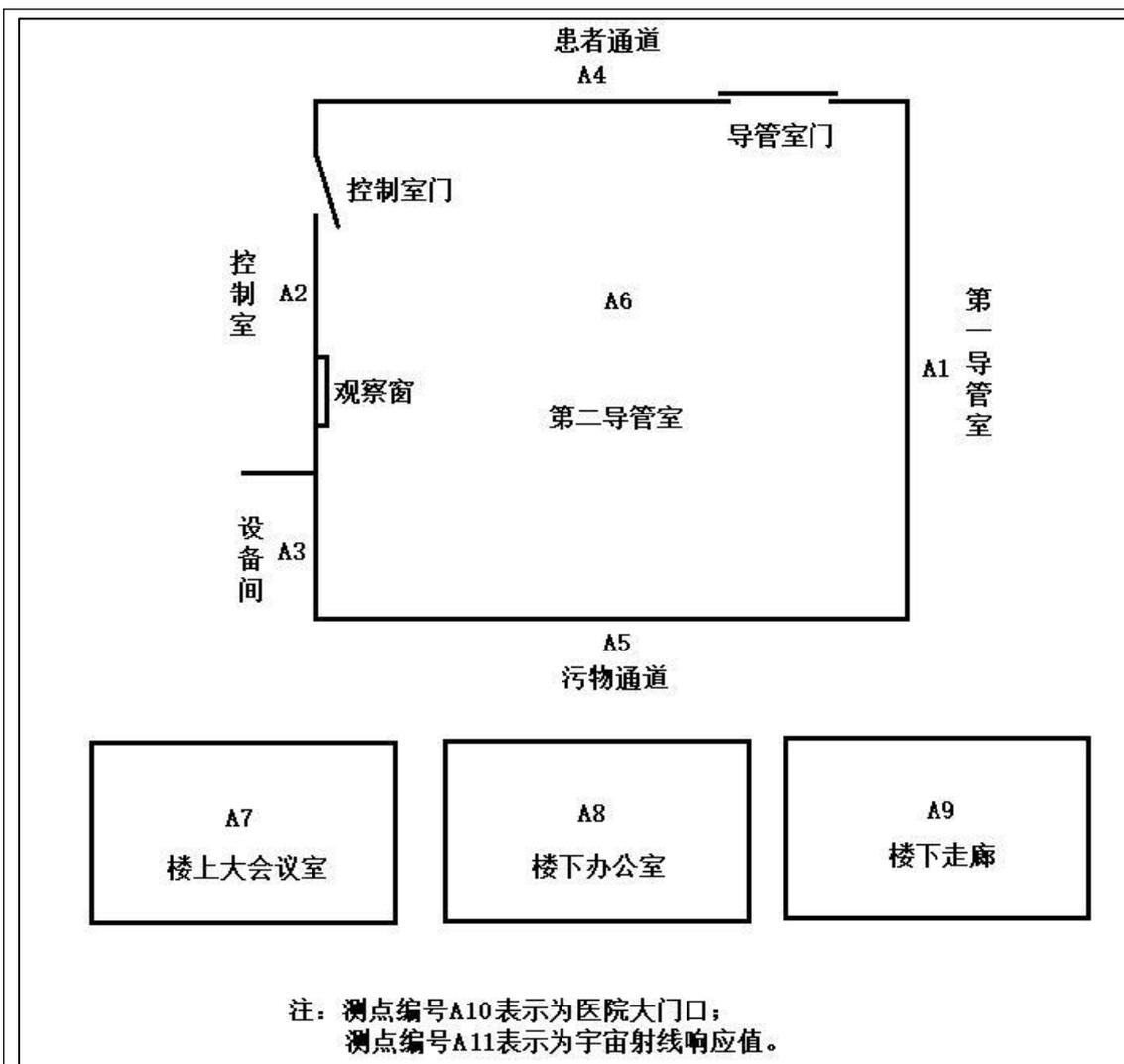


图 8-1 门诊综合楼四层第二导管室监测点位分布图

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：经现场检测，本项目 DSA 机房周围监测的 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测结果（已扣除宇宙射线响应值）在 87~90nGy/h 之间，与参考点医院门口的本底值基本一致，由上述检测结果可知，拟建项目周围辐射环境与医院门口参考值相当，无异常现象。对比同类 DSA 项目现场监测数据均满足天然本底值要求，本项目以医院门口为参考点，符合本底要求。

表 9 工程分析与源项

9.1 施工期工艺分析

本项目 DSA 装置拟在门诊楼四层东北侧第二导管室（配套有控制室和设备机房），主要产生装修废气和施工扬尘、施工废水和生活废水、机器噪声、建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾等。DSA 装置只有在开机曝光过程中才会产生 X 射线，并随着机器的开、关而产生和消失。DSA 装置在建设期未通电运行，因此，不会对周围环境造成辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 射线装置简述

数字减影血管造影机，简称“DSA”，是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，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 的基本原理是将注入造影剂前后拍摄的两帧 X 线图像经数字化输入图像计算机，通过减影、增强和再成像过程来获得清晰的纯血管影像，具有对比度分辨率高、检查时间短、造影剂用量少、患者 X 线吸收量低等优点，对观察血管病变，血管狭窄的定位测量，诊断及介入治疗提供了真实的立体图像，为各种介入治疗提供了必备条件，具有十分重要的意义。

DSA 能够完成心血管、脑血管、主动脉、腹部脏器血管、盆腔血管、四肢血管等全身各部位血管的成像，不仅可应用于上述各部位的血管性病变、肿瘤性病变等的诊断检查，而且还可完成全身各部位病变的介入手术，如肝癌的血管栓塞术、肺癌的灌注化疗术、脑动脉瘤的栓塞术、脑动静脉畸形的栓塞术、冠脉狭窄的球囊扩张和支架植入术、先天性心脏病房间隔缺损和动脉导管未闭的堵闭术、二尖瓣和肺动脉瓣狭窄的球囊扩张术、胆道食道扩张和支架植入术、各种经皮穿刺活检和引流术等。

本项目拟购 DSA 型号为 Azurion7M20，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于医用 II 类射线装置，设备样图如图 9-1 所示。



图 9-1 本项目 DSA 设备样图

9.2.2 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 9-2。

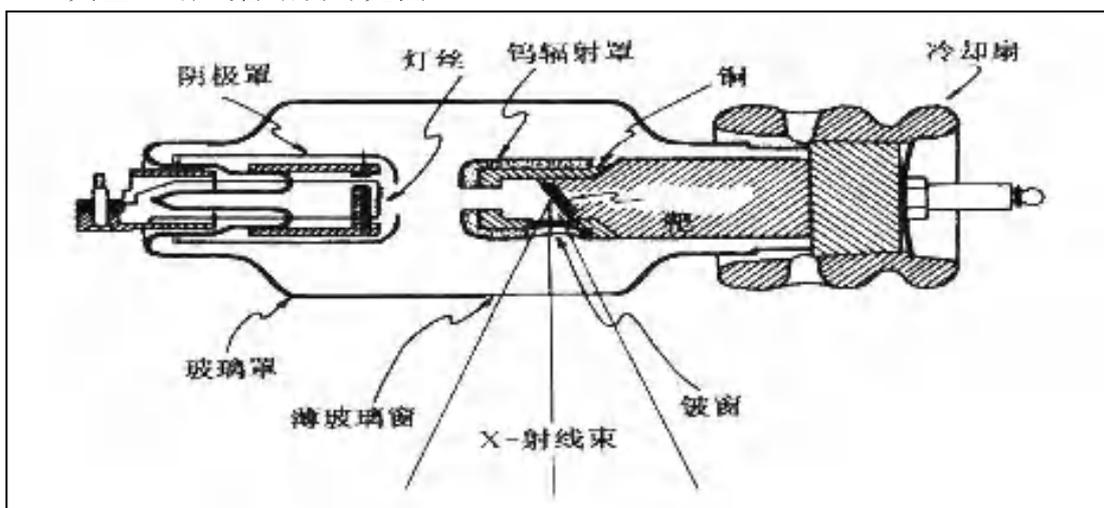


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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。

9.2.2 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9-3所示。

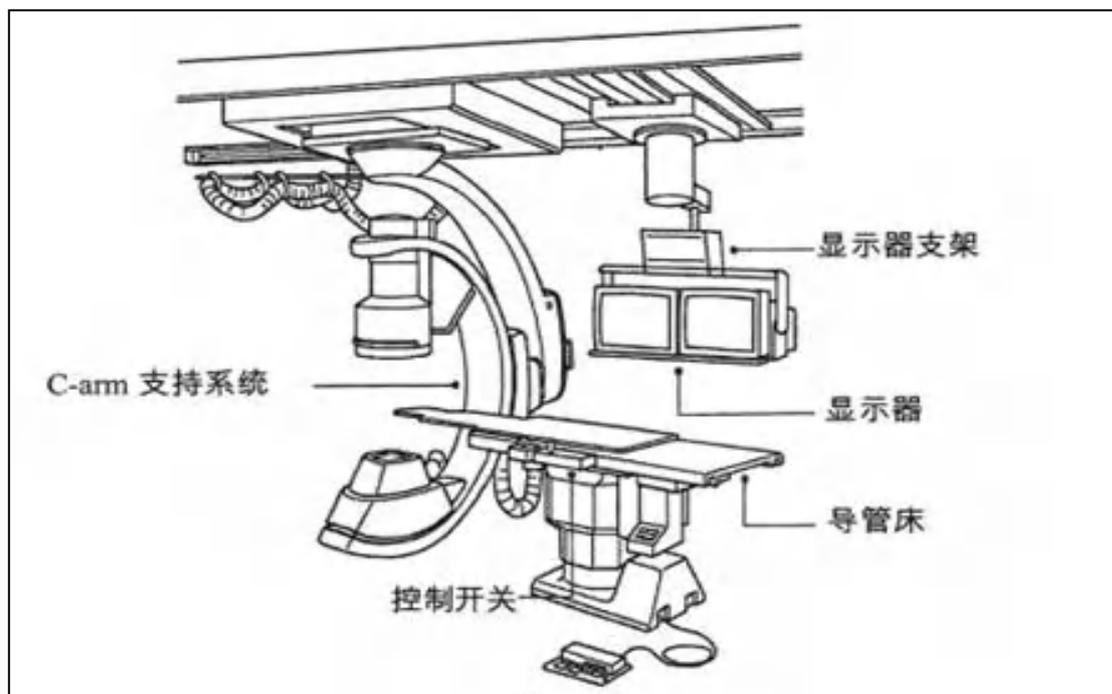


图 9-3 DSA 射线装置整体外观示意图

9.2.3 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防护屏后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

9.2.4 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9-4所示。

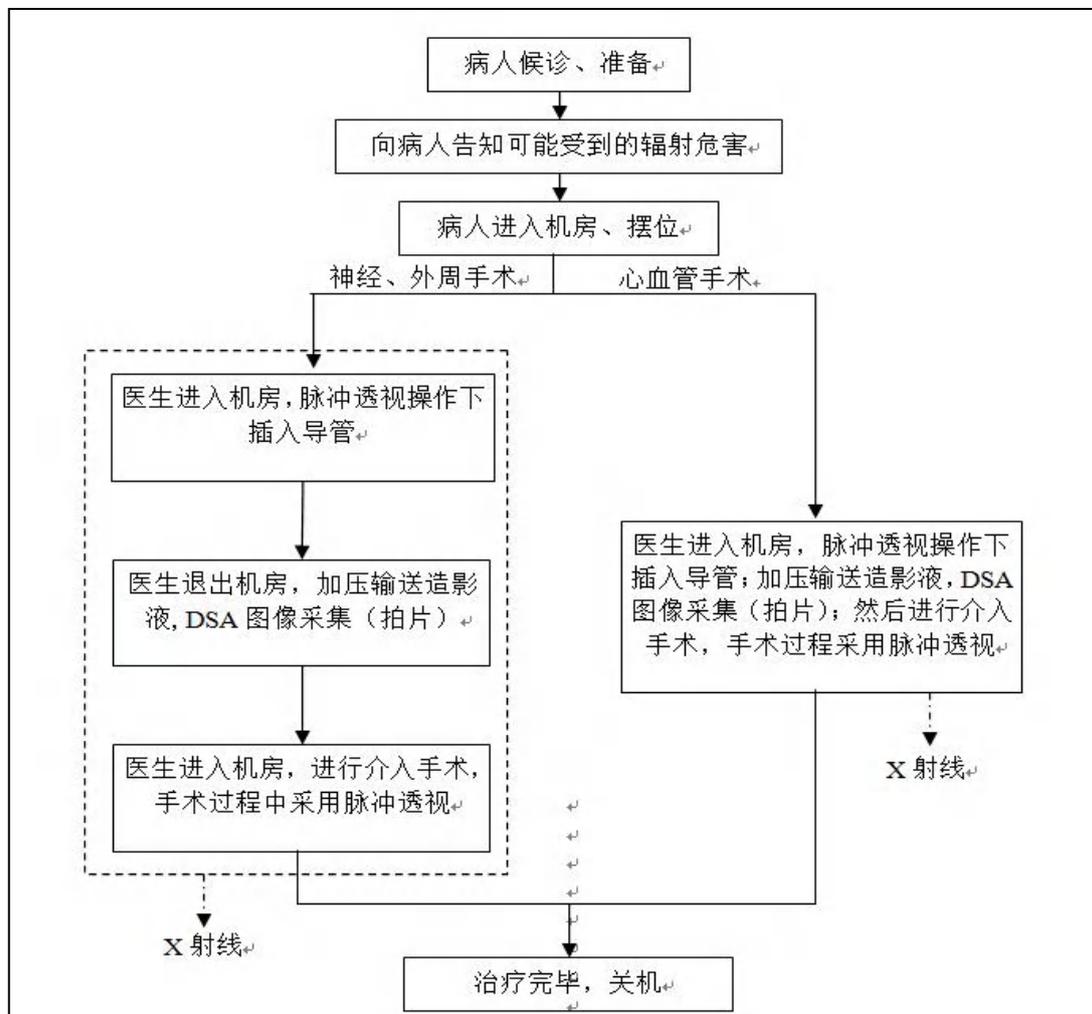


图 9-4 DSA 操作流程及产污环节示意图

综上所述，DSA在开机状态下，产生的污染因子主要为X射线。

9.3 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：

9.3.1 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。

9.3.2 事故工况

(1) 工作人员尚未撤离DSA机房时误开机，会对工作人员产生不必要的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，导致手部和皮肤受到射线伤害；

(5) 控制系统或电器系统故障使受检者或职业人员受到超剂量照射；

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 工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 装置设置于门诊楼四层东北侧第二导管室，所在机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表10-1 DSA工作场所周边布局一览表

序号	所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
1	门诊楼四层东北侧第二导管室	DSA 机房	东	第一导管室
			南	污物通道
			西	控制室和机房
			北	患者通道
			楼上	大会议室
			楼下	办公室和走廊

本项目 DSA 机房布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中与平面布局相关的要求进行对照分析，详见下表 10-2。

表 10-2 DSA 机房设置与标准对照分析

项目	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	设置情况	是否满足要求
机房位置	X 射线设备机房（照射室）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。	机房拟采取相应的屏蔽防护措施。	满足
机房布局	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；每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房；机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	布局合理，不堆放杂物，机房与控制室间设有观察窗，能够方便地观察到患者和受检者状态。	满足
机房通风	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	机房南墙安装排风扇，气体通过管道排至内庭院上空。	满足
标志、指示灯	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；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。	在机房门上拟设置电离辐射警告标志、醒目指示灯、放射防护注意事项等，并且机房门有闭门装置，电动推拉门拟设置红外防夹装置，且工作状态指示灯和机房屏蔽门能有效联动。	满足

经对照分析可知，DSA机房的设置能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020

) 平面布局的要求, 拟采取的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, 因此, 本项目工作场所布局合理。

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辐射危险警示标记; 并定期检查工作状况, 确认是否需要防护措施和安全条件, 或是否需要更改监督区的边界。

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表10-3和图10-1。

表10-3 DSA机房控制区和监督区的划分情况

序号	场所名称	控制区	监督区
1	DSA 机房	机房内部, 机房东侧的第一导管室(考虑原有 DSA 室划定为控制区)	机房西侧控制室和机房, 北侧的患者通道, 南侧的污物通道

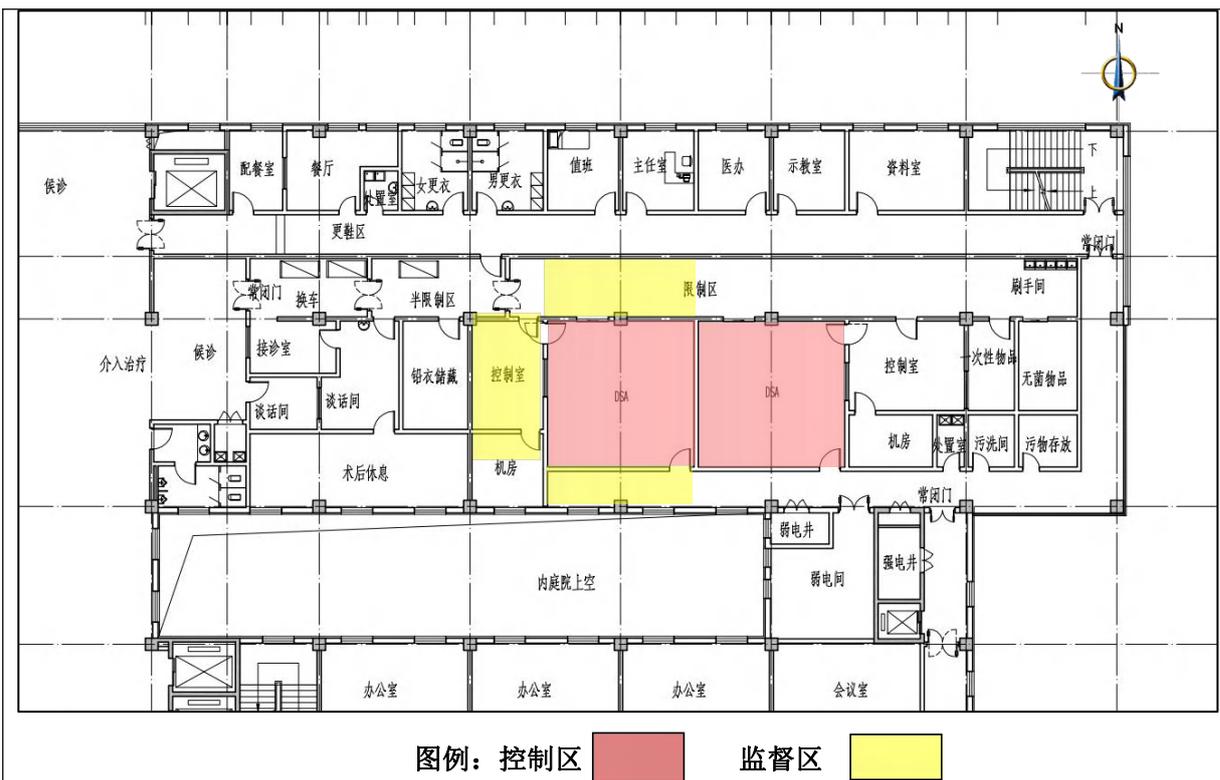


图 10-1 辐射场所分区示意图

管理要求：控制区通过实体屏蔽措施、警示标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除介入治疗的医护人员和患者外，禁止其他人员进入；监督区通过辐射警示标志提醒人员尽量避开该区域，并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

10.1.3 DSA机房辐射屏蔽设计

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10-4、表10-5。

表 10-4 本项目辐射工作场所采取屏蔽防护措施分析

机房名称	屏蔽体	屏蔽防护设计厚度	总铅当量	标准要求	是否符合要求
DSA 机房	四侧墙体	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.0mmPb	2.0mmPb	符合
	顶棚	150mm 混凝土+2mm 铅板	3.8mmPb	2.0mmPb	符合
	地板	150mm 混凝土+2mm 铅板	3.8mmPb	2.0mmPb	符合
	受检者防护门	内嵌 3mm 铅板不锈钢	3.0mmPb	2.0mmPb	符合

		防护门			
	控制室门和污物通道门	内嵌 3mm 铅板平开门	3.0mmPb	2.0mmPb	符合
	观察窗	15mm 医用厚铅玻璃	3.0mmPb	2.0mmPb	符合
注：①本项目该项目实心砖的密度为 1.65t/m ³ ；混凝土的密度为 2.35t/m ³ ；铅密度取 11.3g/cm ³ ； ②结合《放射防护实用手册》6.2 节屏蔽材料和医院提供的防护设计方案，150mm 混凝土（密度 2.35t/m ³ ）约等效 1.8mm 铅当量；240mm 实心砖（密度 1.65t/m ³ ）约等效 2mm 铅当量；1mm 铅板（密度 11.3g/cm ³ ）等效 1mm 铅当量。					

表 10-5 本项目机房规格与标准对照表

机房名称	机房尺寸	最小有效使用面积 /最小单边长	标准要求		是否符合要求
			最小有效使用面积	最小单边长	
DSA 机房	长 6.9×宽 6.87m	47.4m ² /6.87m	20m ²	3.5m	符合

通过表10-4、表10-5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、楼下）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DSA机房与控制室和设备机房，控制室电缆沟从机房西侧屏蔽墙地下穿墙进入机房内，电缆沟上方采用不锈钢盖板覆盖，穿墙部分间隙用3mm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。电缆沟示意图详见图10-2。

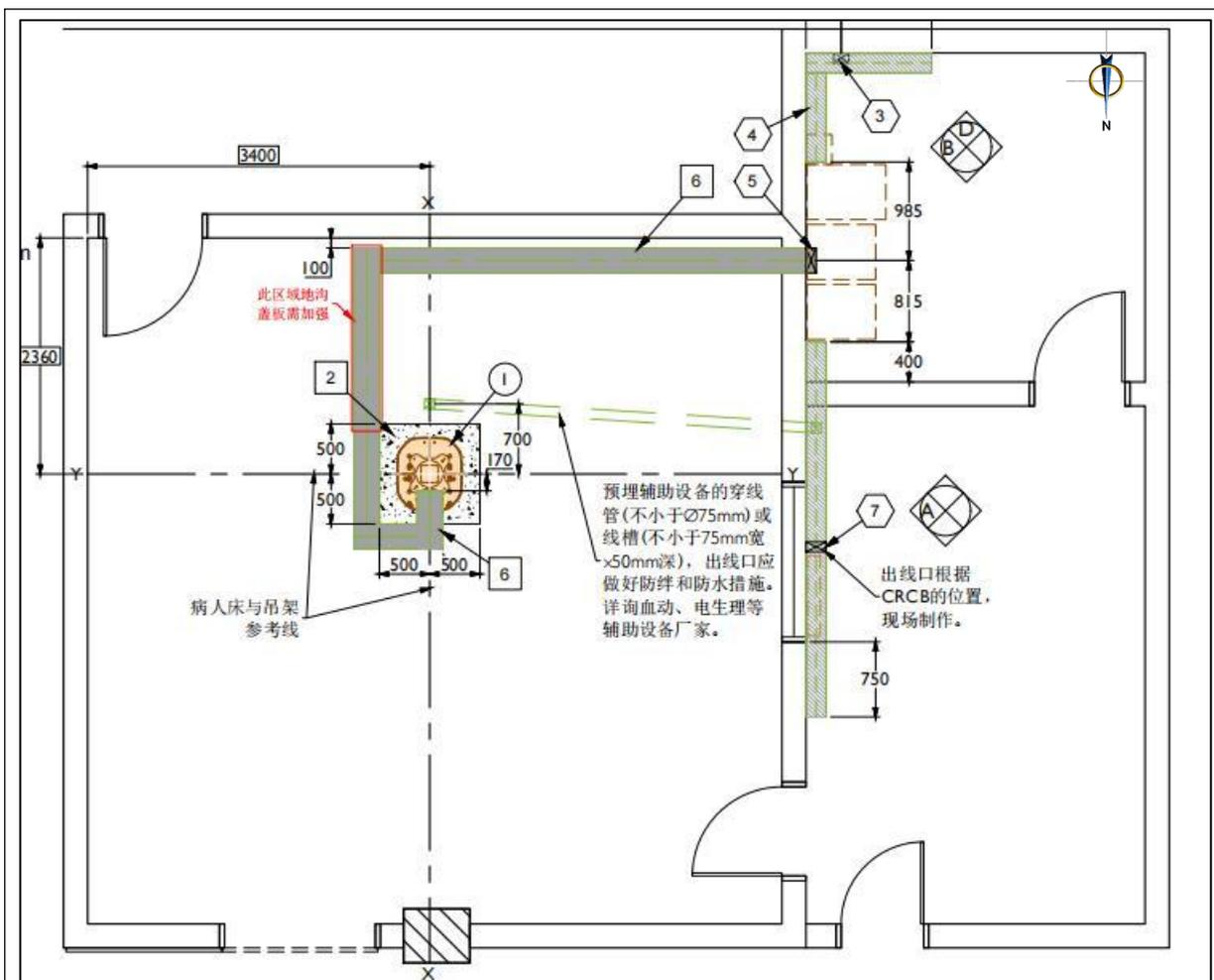


图 10-2 电缆走向示意图

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,拟在机房南侧墙面离地2.5米处安装排风扇,气体通过管道排至内庭院上空。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。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。本项目排风管道示意图详见图10-3。

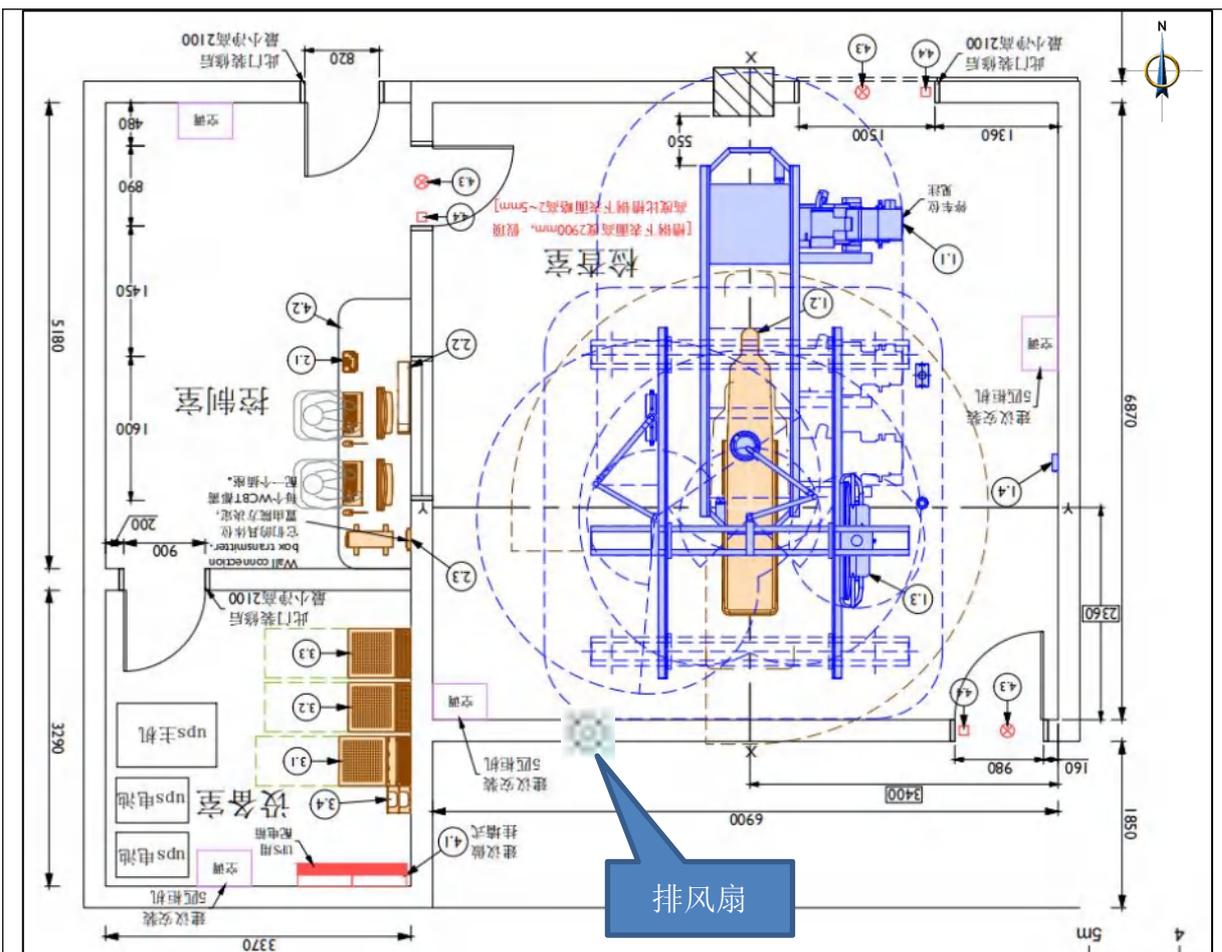


图 10-3 本项目排风管道示意图

10.1.4 设备固有安全性

本项目 DSA 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铅当量的悬挂铅屏风及床侧防护帘，在设备运行中可用于加强对有关人员的保护。

10.1.5其他防护措施

①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处各设计有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机房内将安装1套监控和对讲系统，可实时监控室内情况；

⑤防护门与防护墙应尽可能减小缝隙泄露辐射，防护门宽于门洞的部分应不小于“门-墙”间隙的十倍。

10.1.6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，具体防护用品如表10-6所示，医院为本项目工作人员配备了个人剂量计。

表 10-6 本项目配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求		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	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	工作人员	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、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅防护服各5件，介入防护手套2套。	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各1件，配有移动铅屏风	符合
	患者和受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	——	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	——	符合

		选配：铅橡胶帽子		胶帽子各 1 件		
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 0.5mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量 2mmPb，设备自带 0.5mm 铅当量的悬挂铅屏风及床侧防护帘。						

10.1.8 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报警仪(利旧)，配备一台环境X-γ辐射监测仪(利旧)；

(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

(1) 固体废弃物

手术产生的医疗垃圾主要包括一次性医疗用品及一次性医疗器械，废弃人体组织及病理切片等，属于危险废物，根据《第一次全国污染源普查城镇生活污染源产排污系数手册》，估算出医疗垃圾产生量为1.5t/a，医院应及时收集这部分医疗垃圾，存放于密封的桶中，经过消毒后置于医院医疗垃圾暂存间，最终交有资质单位安全处置。

(2) 废水

本项目不产生放射性废水，工作人员产生的生活污水依托现有处理设施。

(3) 废气

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，本项目工作场所设置排风系统，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空房间，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10-4、表10-5对该项目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装置拟建于汝南县人民医院门诊楼四层东北侧第二导管室内，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

厂家型号	Azurion7M20	
技术参数	125kV, 1000mA	
工况模式	摄影：100kV、500mA 透视：100kV、15mA	
机房尺寸	长 6.90m×宽 6.87m×高 2.90m	
防 护 施 施	四周墙体	240mm 实心砖+2mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb
	顶棚	150mm 混凝土+2mm 铅板，折算铅当量 3.8mmPb
	地板	150mm 混凝土+2mm 铅板，折算铅当量 3.8mmPb
	防护门（3扇）	3mm 夹铅不锈钢电动推拉门，折算铅当量 3.0mmPb
	观察窗	15mmPb厚铅玻璃；折算铅当量3.0mmPb
	悬挂铅屏风	0.5mmPb

	床侧防护帘	
	医生	铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品（0.5mmPb） 铅介入手套（0.025mmPb）
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。		

根据DSA的工作模式，DSA手术过程中，有用线束照向患者，机房四周仅考虑漏射线和散射线影响，根据设备厂家提供的设备安装图，评价选取机房四周可能受到照射剂量最大的位置作为关注点，以关注点为代表作最不利情况下的典型预测，进行环境影响分析及评价，本项目取第一手术位、第二手术位、观察窗外30cm处（控制室）、各防护墙外30cm处、铅防护门外30cm处，楼上取离地1米处，楼下取离地1.7米处（楼下房屋高度为2.9米）。预测点位示意图详见图11-1。

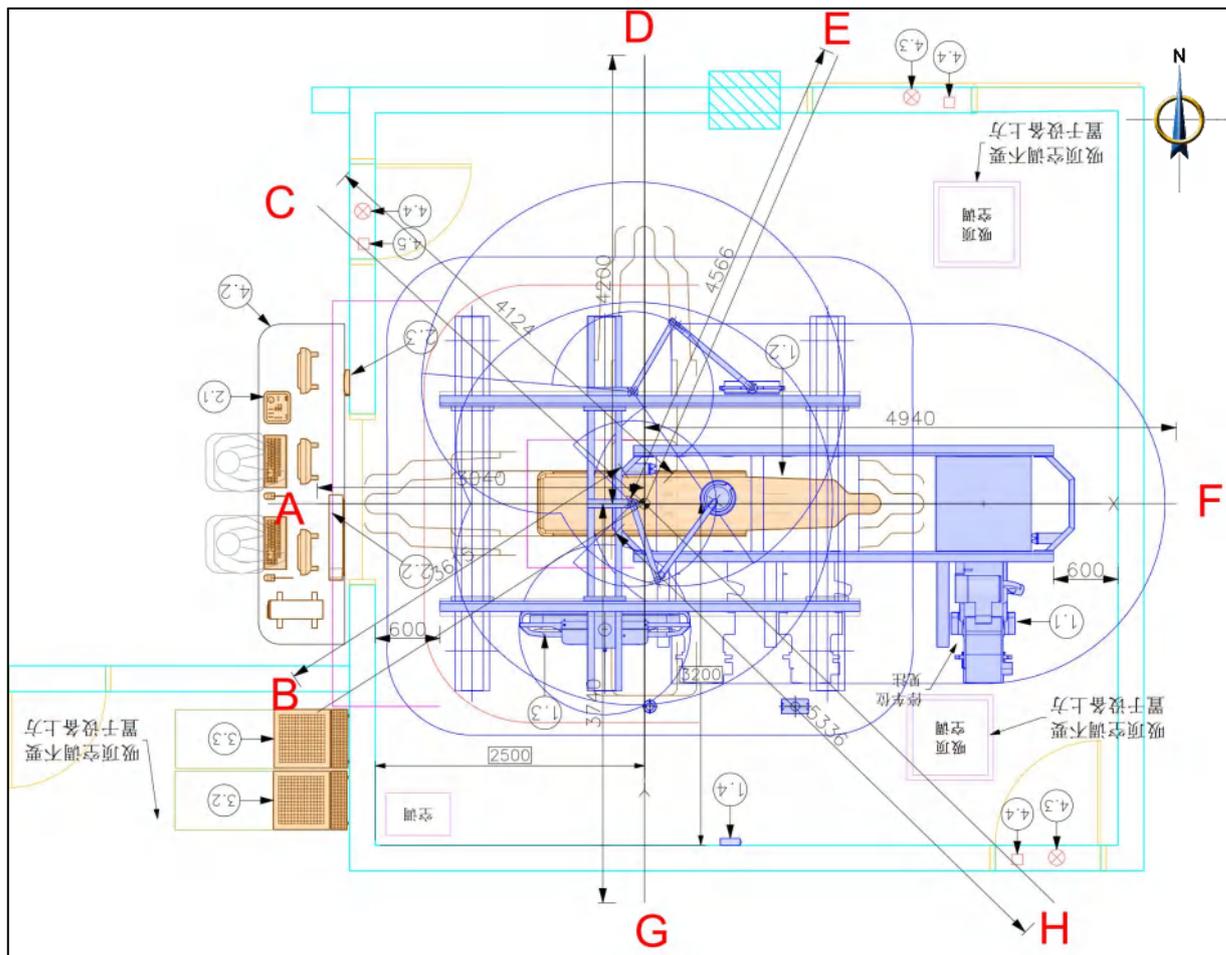


图11-1本项目机房周围预测点示意图

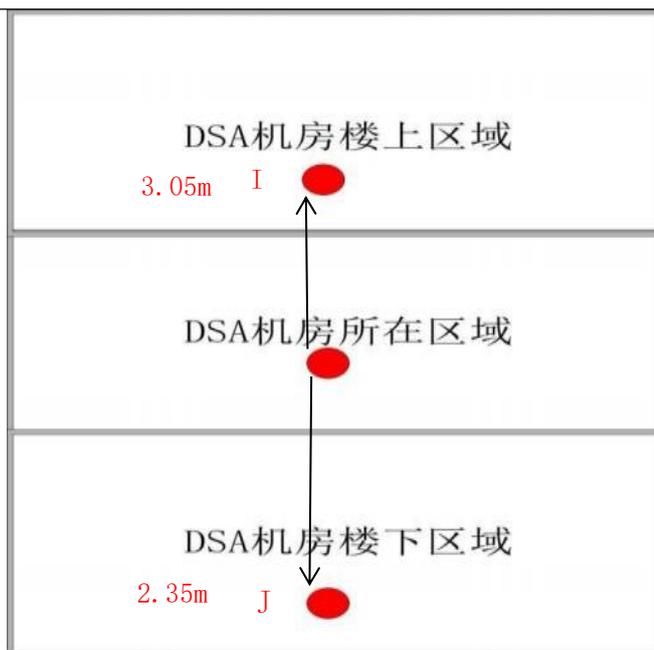


图11.2本项目DSA机房立面预测点示意图

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 500cm^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》（GBZ130-2020）附录C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

预测点位	防护情况	铅当量厚度	<i>α</i>	<i>β</i>	<i>γ</i>	<i>B</i>
第一手术位 (铅衣内)	0.5mmPb 铅防护服 +0.5mmPb 悬挂铅屏风、床 侧防护帘	1.0mm	2.507	15.33	0.9124	1.05E-02
第一手术位 (铅衣外)	0.5mmPb 悬挂铅屏风+床侧 防护帘	0.5mm				4.72E-02
第二手术位 (铅衣内)	0.5mmPb 铅防护服	0.5mm				4.72E-02
第二手术位 (铅衣外)	无	0mm				1.00E+00
A: 观察窗外 30cm 处(控 制室)	15mm 铅玻璃	3.0mm				6.31E-05
B: 西侧防护 墙外 30cm 处 (设备机房)	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.0mm				5.14E-06
C: 西墙防护 门外 30cm 处 (控制室)	内衬 3.0mm 厚铅板	3.0mm				6.31E-05
D: 北侧防护 墙外 30cm 处 (患者通道)	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.0mm				5.14E-06
E: 北侧防护 门外 30cm 处 (患者通道)	内衬 3.0mm 厚铅板	3.0mm				6.31E-05
F: 东侧防护 墙外 30cm 处 (第一导管 室)	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.0mm				5.14E-06
G: 南侧防护	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.0mm	5.14E-06			

墙外 30cm 处 (污物通道)							
H: 南侧防护门外 30cm 处 (污物通道)	内衬 3.0mm 厚铅板	3.0mm					6.31E-05
I: 楼上离地 100cm 处 (大会议室)	150mm 混凝土+2mm 铅板	3.8mm					8.49E-06
J: 楼下离地 170cm 处 (办公室)	150mm 混凝土+2mm 铅板	3.8mm					8.49E-06

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。

表 11-3 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: 观察窗外 30cm 处 (控制室)	1.05×10^7	0.0013	500	1	3.04	6.31E-05	1.17E-01
	B: 西侧防护墙外 30cm 处 (设备机房)					3.61	5.14E-06	5.17E-03
	C: 西墙防护门外 30cm 处 (控制室)					4.12	6.31E-05	8.26E-02
	D: 北侧防护墙外 30cm 处 (患者通道)					4.20	5.14E-06	4.97E-03
	E: 北侧防护门外 30cm 处 (患者通道)					4.56	6.31E-05	5.18E-02
	F: 东侧防护墙外 30cm 处 (第一导管室)					4.94	5.14E-06	3.59E-03
	G: 南侧防护墙外 30cm 处 (污物通道)					3.74	5.14E-06	6.27E-03
	H: 南侧防护门外 30cm 处 (污物通道)					5.33	6.31E-05	3.79E-02
	I: 楼上离地 100cm 处 (大会议室)					3.05	8.49E-06	1.56E-02
	J: 楼下离地 170cm 处 (办公室)					2.35	8.49E-06	2.62E-02
透视	第一手术位 (铅衣内)	6.28×10^4	0.0013	500	1	0.50	1.05E-02	4.28E+00
	第一手术位 (铅衣外)					0.50	4.72E-02	1.93E+01

第二手术位（铅衣内）	1.50	4.72E-02	2.14E+00
第二手术位（铅衣外）	1.50	1.00E+00	4.54E+01
A: 观察窗外 30cm 处（控制室）	3.04	6.31E-05	6.97E-04
B: 西侧防护墙外 30cm 处（设备机房）	3.61	5.14E-06	3.09E-05
C: 西墙防护门外 30cm 处（控制室）	4.12	6.31E-05	4.94E-04
D: 北侧防护墙外 30cm 处（患者通道）	4.20	5.14E-06	2.97E-05
E: 北侧防护门外 30cm 处（患者通道）	4.56	6.31E-05	3.10E-04
F: 东侧防护墙外 30cm 处（第一导管室）	4.94	5.14E-06	2.15E-05
G: 南侧防护墙外 30cm 处（污物通道）	3.74	5.14E-06	3.75E-05
H: 南侧防护门外 30cm 处（污物通道）	5.33	6.31E-05	2.27E-04
I: 楼上离地 100cm 处（大会议室）	3.05	8.49E-06	9.31E-05
J: 楼下离地 170cm 处（办公室）	2.35	8.49E-06	1.57E-04

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 11-4。

表 11-4 泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	铅当量厚度	α	β	γ	B
第一手术位（铅衣内）	0.5mmPb 铅防护服 +0.5mmPb 悬挂铅屏 风、床侧防护帘	1.0mm	2.5	15.28	0.7557	7.36E-03
第一手术位（铅衣外）	0.5mmPb 悬挂铅屏 风+床侧防护帘	0.5mm				3.66E-02
第二手术位（铅衣内）	0.5mmPb 铅防护服	0.5mm				3.66E-02
第二手术位（铅衣外）	无	0mm				1.00E+00
A: 观察窗外 30cm 处 （控制室）	15mm 铅玻璃	3.0mm				4.14E-05
B: 西侧防护墙外 30cm 处（设备机房）	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.0mm				3.39E-06
C: 西墙防护门外 30cm 处（控制室）	内衬 3.0mm 厚铅板	3.0mm				4.14E-05
D: 北侧防护墙外 30cm 处（患者通道）	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.0mm				3.39E-06
E: 北侧防护门外 30cm 处（患者通道）	内衬 3.0mm 厚铅板	3.0mm				4.14E-05
F: 东侧防护墙外 30cm 处（第一导管室）	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.0mm				3.39E-06
G: 南侧防护墙外 30cm 处（污物通道）	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.0mm				3.39E-06
H: 南侧防护门外 30cm 处（污物通道）	内衬 3.0mm 厚铅板	3.0mm				4.14E-05
I: 楼上离地 100cm 处 （大会议室）	150mm 混凝土 +2mm 铅板	3.8mm				5.59E-06
J: 楼下离地 170cm 处 （办公室）	150mm 混凝土 +2mm 铅板	3.8mm	5.59E-06			

各预测点位泄漏辐射剂量率计算结果见下表 11-5。

表 11-5 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	/	$\mu\text{Gy/h}$	/	$\mu\text{Gy/h}$
摄影	A: 观察窗外 30cm 处（控制室）	3.04	0.001	1.05×10^7	4.14E-05	4.70E-02
	B: 西侧防护墙外 30cm 处（设备机房）	3.61			3.39E-06	2.10E-03

	C: 西墙防护门外 30cm 处(控制室)	4.12			4.14E-05	3.34E-02
	D: 北侧防护墙外 30cm 处(患者通道)	4.20			3.39E-06	2.02E-03
	E: 北侧防护门外 30cm 处(患者通道)	4.56			4.14E-05	2.09E-02
	F: 东侧防护墙外 30cm 处(第一导管室)	4.94			3.39E-06	1.46E-03
	G: 南侧防护墙外 30cm 处(污物通道)	3.74			3.39E-06	2.54E-03
	H: 南侧防护门外 30cm 处(污物通道)	5.33			4.14E-05	1.53E-02
	I: 楼上离地 100cm 处(大会议室)	3.05			5.59E-06	6.31E-03
	J: 楼下离地 170cm 处(办公室)	2.35			5.59E-06	1.06E-02
透视	第一手术位(铅衣内)	0.5	0.001	6.28×10^4	7.36E-03	1.85E+00
	第一手术位(铅衣外)	0.5			3.66E-02	9.19E+00
	第二手术位(铅衣内)	1.5			3.66E-02	1.02E+00
	第二手术位(铅衣外)	1.5			1.00E+00	2.79E+01
	A: 观察窗外 30cm 处(控制室)	3.04			4.14E-05	2.81E-04
	B: 西侧防护墙外 30cm 处(设备机房)	3.61			3.39E-06	1.25E-05
	C: 西墙防护门外 30cm 处(控制室)	4.12			4.14E-05	2.00E-04
	D: 北侧防护墙外 30cm 处(患者通道)	4.20			3.39E-06	1.21E-05
	E: 北侧防护门外 30cm 处(患者通道)	4.56			4.14E-05	1.25E-04
	F: 东侧防护墙外 30cm 处(第一导管室)	4.94			3.39E-06	8.72E-06
	G: 南侧防护墙外 30cm 处(污物通道)	3.74			3.39E-06	1.52E-05
	H: 南侧防护门外 30cm 处(污物通道)	5.33			4.14E-05	9.15E-05
	I: 楼上离地 100cm 处(大会议室)	3.05			5.59E-06	3.77E-05
J: 楼下离地 170cm 处(办公室)	2.35	5.59E-06	6.35E-05			

③总附加剂量率估算

根据表11-3和表11-5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于下表11-6。

表11-6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
		$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$
摄影	A: 观察窗外 30cm 处(控制室)	1.17E-01	4.70E-02	1.64E-01
	B: 西侧防护墙外 30cm 处(设备机房)	5.17E-03	2.10E-03	7.26E-03
	C: 西墙防护门外 30cm 处(控制室)	8.26E-02	3.34E-02	1.16E-01
	D: 北侧防护墙外 30cm 处(患者通道)	4.97E-03	2.02E-03	6.99E-03
	E: 北侧防护门外 30cm 处(患者通道)	5.18E-02	2.09E-02	7.27E-02
	F: 东侧防护墙外 30cm 处(第一导管室)	3.59E-03	1.46E-03	5.05E-03
	G: 南侧防护墙外 30cm 处(污物通道)	6.27E-03	2.54E-03	8.81E-03
	H: 南侧防护门外 30cm 处(污物通道)	3.79E-02	1.53E-02	5.32E-02
	I: 楼上离地 100cm 处(大会议室)	1.56E-02	6.31E-03	2.19E-02
	J: 楼下离地 170cm 处(办公室)	2.62E-02	1.06E-02	3.68E-02
透视	第一手术位(铅衣内)	4.28E+00	1.85E+00	6.13E+00
	第一手术位(铅衣外)	1.93E+01	9.19E+00	2.85E+01
	第二手术位(铅衣内)	2.14E+00	1.02E+00	3.16E+00
	第二手术位(铅衣外)	4.54E+01	2.79E+01	7.33E+01
	A: 观察窗外 30cm 处(控制室)	6.97E-04	2.81E-04	9.78E-04
	B: 西侧防护墙外 30cm 处(设备机房)	3.09E-05	1.25E-05	4.34E-05
	C: 西墙防护门外 30cm 处(控制室)	4.94E-04	2.00E-04	6.94E-04
	D: 北侧防护墙外 30cm 处(患者通道)	2.97E-05	1.21E-05	4.18E-05
E: 北侧防护门外 30cm 处(患者通道)	3.10E-04	1.25E-04	4.35E-04	
F: 东侧防护墙外 30cm 处(第一导管室)	2.15E-05	8.72E-06	3.02E-05	

G: 南侧防护墙外 30cm 处(污物通道)	3.75E-05	1.52E-05	5.27E-05
H: 南侧防护门外 30cm 处(污物通道)	2.27E-04	9.15E-05	3.18E-04
I: 楼上离地 100cm 处(大会议室)	9.31E-05	3.77E-05	1.31E-04
J: 楼下离地 170cm 处(办公室)	1.57E-04	6.35E-05	2.20E-04

由表11-6计算结果可知:

透视时, 第一手术位有铅衣屏蔽下的附加剂量率为 $6.13\mu\text{Gy/h}$, 无铅衣屏蔽下的附加剂量率为 $28.5\mu\text{Gy/h}$, 第二手术位有铅衣屏蔽下的附加剂量率为 $3.16\mu\text{Gy/h}$, 无铅衣屏蔽下的附加剂量率为 $73.3\mu\text{Gy/h}$ 。

摄影时, 观察窗外30cm处(控制室)的附加剂量率为 $1.64\times 10^{-1}\mu\text{Gy/h}$, 四周防护墙外30cm处附加剂量率最大为 $8.81\times 10^{-3}\mu\text{Gy/h}$, 铅防护门外30cm处的最大附加剂量率为 $1.16\times 10^{-1}\mu\text{Gy/h}$; 透视时, 观察窗外30cm处(控制室)的附加剂量率为 $9.78\times 10^{-4}\mu\text{Gy/h}$, 四周防护墙外30cm处附加剂量率最大为 $5.27\times 10^{-5}\mu\text{Gy/h}$, 铅防护门外30cm处的最大附加剂量率为 $6.94\times 10^{-4}\mu\text{Gy/h}$ 。根据辐射剂量率随距离衰减的原则, 本项目50m内范围其他关注点低于以上预测值。

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》(GBZ130-2020)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, 根据医院现有第一导管室的数据, 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 20min、摄影 2min, 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 11-7。

表 11-7 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	20 分钟	500 台手术	250 天	167 小时
摄影	2 分钟		250 天	17 小时

项目共计安排5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，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11-8。

表11-8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	空气吸收剂	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
		量率 H_0				
摄影	A: 观察窗外 30cm 处（控制室）	1.64E-01	17	1	2.78E-03	职业人员
	B: 西侧防护墙外 30cm 处（设备机房）	7.26E-03	17	1	1.23E-04	职业人员
	C: 西墙防护门外 30cm 处（控制室）	1.16E-01	17	1	1.97E-03	职业人员
	D: 北侧防护墙外 30cm 处（患者通道）	6.99E-03	17	1/4	2.97E-05	公众人员
	E: 北侧防护门外 30cm 处（患者通道）	7.27E-02	17	1/4	3.09E-04	公众人员
	F: 东侧防护墙外 30cm 处（第一导管室）	5.05E-03	17	1	8.59E-05	职业人员
	G: 南侧防护墙外 30cm 处（污物通道）	8.81E-03	17	1/4	3.75E-05	公众人员

	H: 南侧防护门外 30cm 处 (污物通道)	5.32E-02	17	1/4	2.26E-04	公众人员
	I: 楼上离地 100cm 处 (大会议室)	2.19E-02	17	1/16	2.32E-05	公众人员
	J: 楼下离地 170cm 处 (办公室)	3.68E-02	17	1	6.26E-04	公众人员
透视	第一手术位 (铅衣 内)	6.13E+00	167	1	1.02E+00	职业人员
	第一手术位 (铅衣 外)	2.85E+01	167	1	4.75E+00	职业人员
	第二手术位 (铅衣 内)	3.16E+00	167	1	5.28E-01	职业人员
	第二手术位 (铅衣 外)	7.33E+01	167	1	1.22E+01	职业人员
	A: 观察窗外 30cm 处 (控制室)	9.78E-04	167	1	1.63E-04	职业人员
	B: 西侧防护墙外 30cm 处 (设备机房)	4.34E-05	167	1	7.25E-06	职业人员
	C: 西墙防护门外 30cm 处 (控制室)	6.94E-04	167	1	1.16E-04	职业人员
	D: 北侧防护墙外 30cm 处 (患者通道)	4.18E-05	167	1/4	1.74E-06	公众人员
	E: 北侧防护门外 30cm 处 (患者通道)	4.35E-04	167	1/4	1.82E-05	公众人员
	F: 东侧防护墙外 30cm 处 (第一导管 室)	3.02E-05	167	1	5.05E-06	职业人员
	G: 南侧防护墙外 30cm 处 (污物通道)	5.27E-05	167	1/4	2.20E-06	公众人员
	H: 南侧防护门外 30cm 处 (污物通道)	3.18E-04	167	1/4	1.33E-05	公众人员
	I: 楼上离地 100cm 处 (大会议室)	1.31E-04	167	1/16	1.37E-06	公众人员
J: 楼下离地 170cm 处 (办公室)	2.20E-04	167	1	3.68E-05	公众人员	

各预测点位年附加有效剂量估算结果汇总于表11-9。

表11-9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	叠加年有效剂量	人员类型
	mSv/a	mSv/a	
第一手术位 (铅衣内)	1.02E+00 (透视)	1.02E+00	职业人员
第一手术位 (铅衣外)	4.75E+00 (透视)	4.75E+00	职业人员

汝南县人民医院新增数字减影血管造影机应用项目环境影响报告表

第二手术位（铅衣内）	5.28E-01（透视）	5.28E-01	职业人员
第二手术位（铅衣外）	1.22E+01（透视）	1.22E+01	职业人员
A：观察窗外 30cm 处（控制室）	2.78E-03（摄影） 1.63E-04（透视）	2.94E-03	职业人员
B：西侧防护墙外 30cm 处（设备机房）	1.23E-04（摄影） 7.25E-06（透视）	1.31E-04	职业人员
C：西墙防护门外 30cm 处（控制室）	1.97E-03（摄影） 1.16E-04（透视）	2.09E-03	职业人员
D：北侧防护墙外 30cm 处（患者通道）	2.97E-05（摄影） 1.74E-06（透视）	3.14E-05	公众人员
E：北侧防护门外 30cm 处（患者通道）	3.09E-04（摄影） 1.82E-05（透视）	3.27E-04	公众人员
F：东侧防护墙外 30cm 处（第一导管室）	8.59E-05（摄影） 5.05E-06（透视）	9.09E-05	职业人员
G：南侧防护墙外 30cm 处（污物通道）	3.75E-05（摄影） 2.20E-06（透视）	3.97E-05	公众人员
H：南侧防护门外 30cm 处（污物通道）	2.26E-04（摄影） 1.33E-05（透视）	2.39E-04	公众人员
I：楼上离地 100cm 处（大会议室）	2.32E-05（摄影） 1.37E-06（透视）	2.46E-05	公众人员
J：楼下离地 170cm 处（办公室）	6.26E-04（摄影） 3.68E-05（透视）	6.63E-04	公众人员

根据医院提供资料，预计介入放射学设备（DSA）投入运行后每年约 500 台手术，平均每名介入工作人员按每年 500 台手术估算，平均每台手术透视时间取 20 分钟，工作人员居留因子 T 为 1，则每名介入工作人员每年手术最大曝光时间为 167h。根据以上计算结果可知，第一手术位的工作人员在正常穿戴个人防护用品后年累积剂量 H_u 约为 1.02mSv，第二手术位的工作人员在正常穿戴个人防护用品后年累积剂量 H_u 约为 0.528mSv。由于工作人员的部分身体未能得到防护服屏蔽而裸露于射线中，仅是通过 0.5mmPb 铅防护帘屏蔽，则第一手术位的工作人员裸露部位年累积剂量 H_0 约为 4.75mSv，第二手术位的工作人员裸露部位年累积剂量 H_0 约为 12.2mSv。参考 GBZ128-2019（保守按无甲状腺屏蔽考虑）的有效剂量估算方法：

$$E = \alpha H_u + \beta H_0$$

其中： E ——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 Hp(10)，单位为毫希沃特（mSv）；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

H_o ——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $Hp(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）。

由上式可估算出工作人员的年有效剂量：

$$E_{\text{第一手术位}} = 0.84 \times 1.02 + 0.1 \times 4.75 = 1.33 \text{mSv};$$

$$E_{\text{第二手术位}} = 0.84 \times 0.528 + 0.1 \times 12.2 = 1.66 \text{mSv};$$

根据医院提供的资料，本项目辐射工作人员不存在与第一导管室交叉工作，同时建设单位直线加速器离本项目较远，本项目不考虑其对本项目职业人员的附加剂量影响。通过现状调查报告中第一导管室在工作状态下，本项目机房内部中间受照剂量为90nGy，年工作时间为250天，则本项目工作人员受第一导管室的剂量值最大为0.0225mSv/a，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最大为1.68mSv/a，操作间内职业人员受到的附加年有效剂量为 2.94×10^{-3} 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 6.63×10^{-4} mSv/a，远低于《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。

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，拟在机房南墙西侧墙上2.5米处设置机械式排风扇。产生的臭氧和氮氧化物可通过管道排到内庭院上空，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 O_3 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 单次误照射附加剂量率

正常情况下，无关人员无法随意进入 DSA 机房内，如果发生人员误入情况，或者人员未撤离 DSA 便开始运行，此时控制室内职业人员会通过观察窗第一时间发现，然后迅速切断电源。按照上述的计算方法，考虑误入时恰好进行影像采集，屏蔽透射因子 B 取 1，辐射源点至计算点的距离 R/d_s 分别取 1.0m、2.0m、3.0m、4.0m、5.0m、6.0m，照射时间约 30 秒，可计算出在误照射时无屏蔽下的总受照剂量。

表 11-10 单次误照射附加剂量率计算参数及结果

序号	H ₀ (μ Gy/h)	B	R m	f	α	S cm ²	d ₀ m	d _s m	散射和漏射附加剂量率 (μ Gy/h)	T (h)	总受照剂量 (uSv)
1	1.05×10 ⁷	1	1.0	0.001	0.0013	500	1	1.0	2.76E+04	0.009	2.48E+02
2	1.05×10 ⁷	1	2.0	0.001	0.0013	500	1	2.0	6.89E+03	0.009	6.20E+01
3	1.05×10 ⁷	1	3.0	0.001	0.0013	500	1	3.0	3.06E+03	0.009	2.76E+01
4	1.05×10 ⁷	1	4.0	0.001	0.0013	500	1	4.0	1.72E+03	0.009	1.55E+01
5	1.05×10 ⁷	1	5.0	0.001	0.0013	500	1	5.0	1.10E+03	0.009	9.92E+00
6	1.05×10 ⁷	1	6.0	0.001	0.0013	500	1	6.0	7.66E+02	0.009	6.89E+00

由上述计算结果可知，人员误入情况下产生的误照射的附加剂量率严重超标，环评建议医院应采取合理有效的措施防止误照射。

11.3.3 事故处理及应急预案

汝南县人民医院已成立辐射事故应急工作小组，已制定《汝南县人民医院辐射事故应急预案》，其中包括了组织机构及职责范围、辐射事故等级、应急处置原则、风险事故防范措施、应急响应程序、应急电话等内容。应急预案规定了辐射事故应急处理机构、

辐射性事故应急救援遵循原则、应急处理程序，内容较全，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，还应同时向当地卫生行政部门报告。

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。

11.3.4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”，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严格的工作制度

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，按照《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）采取应急措施。

以上的各种安全制度，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，可减少或避免辐射事故的发生率，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

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》（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。

建设单位成立有辐射安全与环境保护领导组织——汝南县人民医院关于调整辐射安全与防护管理委员会的通知（汝医〔2022〕47号），具体组成如下：

主任委员：魏子建

副主任委员：郭国笑（专职负责人）

成员：张明玉刘泽坤尹建宏邱华伟李静游良蕴周功

余庭

辐射安全与环境保护管理领导小组全面负责医院的放射防护管理工作及相关工作。

二、工作机构

领导小组下设办公室，郭国笑兼任办公室主任，负责领导小组日常工作。办公室为辐射安全与环境保护管理部门，具体负责本机构的辐射安全与环境保护工作。黄浩臣、射安全与环境保护工作的具体组织、协调与监查，郭国笑为联络员。

办公室职责：

1. 制订本院辐射安全与环境保护工作的计划和总结；对辐射安全控制效果进行评议；
2. 定期组织突发事故应急预案的演练；
3. 负责对各辐射安全制度进行修订；
4. 负责对全院辐射安全工作进行监督，检查各种制度以及防护措施的贯彻落实情况；
5. 负责本院辐射人员的健康档案管理；

6. 组织实施辐射人员关于辐射安全相关的法律法规及防护知识的培训工作；
7. 会同上级有关部门按有关规定调差和处理辐射事故并对有关责任人员提出处理意见。

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）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）的相关管理要求，使用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。根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》中数字减影血管造影机监督检查技术程序，对汝南县人民医院现有辐射管理制度进行评价，结果见表13-1。

表 12-1 辐射管理制度一览表

序号	检查项目		本院制度
1	A综合	辐射安全管理规定	《辐射防护与安全管理规定》
2	B场所	操作规程	《DSA操作规程》
3	设施	辐射安全和防护设施维护维修制度	《辐射安全防护设施维护与维修制度》
4	C监测	监测方案	《辐射环境监测方案》
5	方案	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》
6	D人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	《辐射工作人员培训/再培训管理制度》
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	《辐射工作人员个人剂量监测制度》
8	E应急	辐射事故应急预案	《汝南县人民医院辐射事故应急预案》

医院已制定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，同时满足现有项目的管理制度，符合生态环境部相关要求。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5名放射工作人员中，均获得《辐射安全与防护培训证书》，考试合格，本环评要求医院承诺在以后的工作中，医院应为培训证书即将到期的放射工作人员及时安排培训。

12.4 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（利旧）、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。

12.4.1 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，为参与介入治疗的医生配备双剂量计，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（如腕部剂量计）。

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。医院已委托驻马店市保康职业卫生评价有限公司进行个人剂量监测工作，监测周期3个月。

12.4.2 日常监测

建设单位拟配备 1 台 X- γ 射线检测仪，每个季度监测一次，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。

12.4.3 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。

12.4.4 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》（生态环境部公告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 辐射空气吸收剂量率。本工程竣工环境保护验收的内容见表12-3。

表 12-3 环境保护设施验收一览表

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》（GB18871-2002）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。
	通排风系统	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》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面30cm处剂量率不大于2.5 μ Sv/h的标准限值。
	辐射安全防护装置	设置机械式排风系统，能够保持良好的通风。
		操作台和床体上“紧急止动”装置各1套；
		对讲装置1套；
	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。
		防护门配备自动防夹装置；
	监测仪器及警示装置	门灯联锁装置。
个人剂量报警仪1台（利旧）；		
个人防护用品	个人剂量计配备：每人配备2个，共计10个；	
	铅防护服、铅背心、铅围脖等个人防护用品5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5件，铅防护手套2件。	
	悬挂铅屏风、床侧防护帘和移动式铅屏风各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。

12.4.5 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12-4),并计划将每次监测结果记录存档备查。

表12-4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	不定期	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》(GBZ130-2020)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)制定检测方案及实施细则执行。

12.4.6 环保投资一览表

本项目总投资为800万元,环保投资40万元,投资比例5%。

表12-5环保投资一览表

辐射安全措施		内容	投资金额(万元)
辐射	辐射屏蔽措施	屏蔽墙、屏蔽门、铅玻璃、通风系统、安全联	20

防护 措施		锁等	
	辐射安全培训	工作人员辐射安全培训	3
	个人剂量监测	对工作人员个人剂量计进行定期监测	2
	个人防护用品	铅防护服、铅背心等	3
		个人剂量计	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	3
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	5	
		环保投资合计	40
		本项目总投资	800
		环保投资占总投资比例	5%

12.6 从事辐射活动能力评价

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，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求，具备从事辐射活动的能力。

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

汝南县人民医院在门诊楼四层东北侧第二导管室（配套有控制室和设备机房）新增 DSA 装置（125kV，1000mA）1 台，该设备属于 II 类射线装置。该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：四周墙体采用240mm实心砖+2mm铅板（折算铅当量4.0mmPb），顶棚采用150mm现浇混凝土+2mm铅板（折算铅当量3.8mmPb），地板采用150mm现浇混凝土+2mm铅板（折算铅当量3.8mmPb），3扇防护门均内衬3.0mm厚铅板（折算铅当量3mmPb），观察窗采用15mm厚铅玻璃（折算铅当量3.0mmPb），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。

辐射防护用品：配备相应的铅衣、铅围脖等个人防护用品，为辐射工作人员配备了个人剂量计和环境X-γ辐射监测仪（利旧）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，明确了相关职责，并将加强监督管理。

医院已制定了包括《汝南县人民医院辐射事故应急预案》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，考核合格后方能上岗。

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，机房内职业人员受到的最大附加年有效剂量为1.68mSv/a，控制室内职业人员受到的附加年有效剂量为 1.54×10^{-3} 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 6.63×10^{-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。

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1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能的辐射防护措施，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“数字化医学影像设备”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

综上所述，汝南县人民医院新增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) 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。
- (3) 医院应按照生态环境局要求补充紧急停机按钮、摄像头、固定式剂量率探头的安装布置。
- (4) 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