

核技术利用建设项目

确山县人民医院新院区新增核技术应用项目
环境影响报告表



生态环境部监制
核技术利用建设项目

确山县人民医院新院区新增核技术应用项目
环境影响报告表



建设单位名称：确山县人民医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：江永会

通讯地址：河南省确山县盘龙镇朗陵大道西段 636 号

邮政编码：463200 联系人：江矛

联系电话：13938351056

打印编号: 1681960948000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	x400x1		
建设项目名称	确山县人民医院新院区新增核技术应用项目		
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）	确山县人民医院		
统一社会信用代码	12412821418845983L		
法定代表人（签章）	张社会		
主要负责人（签字）	江矛		
直接负责的主管人员（签字）	江矛		
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	91410100MA44F8WG2D		
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	BH034193	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	BH034193	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确山县人民医院新院区新增核技术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 4 月 20 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、
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

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>

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

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。



中华人民共和国人力资源和社会保障部



中华人民共和国生态环境部



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



表单验证号码1517684e5504445b888b2229cd0740



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	累计存储额
基本养老保险	25644.40	1090.88	0.00	88	1090.88	26735.28
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	3409	●	3409	●	3409	-
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,-表示未制定标准。						
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: 2023.04.13 08:32:11 打印时间: 2023-04-13						



目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	29
表 9 项目工程分析与源项	35
表 10 辐射安全与防护	44
表 11 环境影响分析	61
表 12 辐射安全管理	110
表 13 结论与建议	115
表 14 审批	118

表 1 项目基本情况

建设项目名称		确山县人民医院新院区新增核技术应用项目			
建设单位		确山县人民医院			
法人代表	张社会	联系人	江矛	联系电话	13938351056
注册地址		河南省确山县盘龙镇朗陵大道西段 636 号			
项目建设地点		新院区门诊医技楼地下一层放疗科加速器机房及门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房			
立项审批部门		--		批准文号	--
建设项目总投资（万元）		4000	项目环保投资（万元）	300	投资比例（环保投资/总投资） 7.5%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			建筑面积（m ² ） /
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			

1.1 建设单位简介

确山县人民医院位于河南省确山县盘龙镇朗陵大道西段 636 号，是一所集医疗、预防、教学、科研、康复为一体的现代化二级甲等医院。医院占地面积 54 亩，建筑面积 41612 平方米，固定资产 3.31 亿元，编制床位 800 张，实际开放床位 898 张，现有在职职工 918 人，其中正高级职称 33 人，副高级职级 81 人，中级职称 194 人，初级职称 511 人，专业技术人员 891 人，专业技术人员占全院在岗职工的 89%。医院肿瘤科现有一台医用电子直线加速器，能够开展普通放疗、三维适形调强放射治疗技术，自营运以来未发生放射事故。

为了满足当地居民就医需求，确山县康达项目建设有限公司建设确山县人民医院新院区，建设地点位于河南省驻马店市确山县三里河街道办事处中原大道路东，占地面积

260522m²，总建筑面积约 263758.75m²，为综合医院，共设置床位 2050 张，其中医疗床位 1500 张、康复床位 500 张、传染病床位 50 张。总投资 124536.35 万元。建设内容分主要包括病房综合楼、门诊医技楼、传染病房楼、体检中心、医院食堂、教学及公寓楼、业务及保障系统用房、后勤综合楼并购置医疗设备及生活办公设备；同时配套道路、绿化、供排水等附属设施等。2019 年 7 月开始动工，目前门诊医技楼、综合病房楼主体结构已浇筑完成。本项目主体土建工程环评报告书《《确山县产业集聚区投融资有限公司确山县人民医院新区医院建设项目环境影响报告书》已由确山县环境保护局给予批复，批复文号：确环审[2019]1 号。其评价内容包含了除电离辐射以外的建设内容，见附件 3。

目前新院区项目正在建设中，本项目新增 3 台数字减影血管造影机（以下简称“DSA”，其中利旧 1 台）和 1 台医用直线加速器（配套 CT 模拟定位机 1 台）。医用直线加速器拟安装于新院区门诊医技楼（地上四层，地下一层）地下一层放疗科加速器机房内；3 台 DSA 均安装于门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房。本次评价的核技术应用射线装置中 1 台 DSA 利用原有设备，其余为新购置，拟配置的模拟定位机不在本次评价范围内。

1.2 建设内容及规模

医院为了开辟新的诊疗手段，改善病人诊疗条件，并提高医疗机构的放射诊断和治疗技术能力和服务水平，拟在于新院区门诊医技楼地下一层放疗科加速器机房内配置 1 台直线加速器装置，用于肿瘤放射治疗，型号待定，最大 X 射线能量 10MV，为 II 类射线装置；拟在门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房配置 3 台 DSA 装置，用于介入治疗，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，均为 II 类射线装置。

本项目组成及主要环境问题详见表 1.2-1。

表 1.2-1 项目组成及主要环境问题一览表

建设内容	工程名称	组成	运行期主要环境问题
直线加速器	主体工程	加速器机房 1 间，有效使用面积为 77.46m ² （不含迷路和墙体），机房尺寸为 13.39m×5.78m×3.9m；加速器主射束照射方向为东墙、西墙、顶棚和地面；迷路为直迷路。	X 射线，臭氧及氮氧化物等、生活污水、办公垃圾
	辅助工程	加速器机房的控制室、设备机房、预备设备间、体模室、1 间模拟定位机房及其控制室等功能用房，拟新增模拟定位机，位于直线加速器机房东侧。	
	环保工程	直线加速器机房内送风口与排风口呈“上进下出，对角设置”设置，设计排风量为 2500m ³ /h；治疗室通风换气次数为 5.9 次/h。	噪声

DSA 装置	主体工程	DSA 机房（1）：长 10.39m×宽 7.30m×高 3.9m DSA 机房（2）：长 10.44m×宽 7.21m×高 3.9m DSA 机房（3）：长 10.06m×宽 7.30m×高 3.9m	X射线、臭氧及氮氧化物
	辅助工程	操作控制区、设备间、污物暂存间、药品存放间、更衣间、准备间等。	生活污水、医疗废物
	环保工程	设置层流通风装置，通过机房墙体下侧回风口将室内废气经排风管从建筑顶排风机房排出楼外。	噪声

本项目使用射线装置情况见表 1.2-2。

表 1.2-2 本项目射线装置情况

序号	装置名称	射线装置类别	数量	型号	参数	工作场所名称	备注
1	直线加速器	II类	1 台	飞利浦	最大 X 射线能量:10MV 常用最大输出剂量率 600cGy/min，有电子线， 无 FFF 模式	门诊医技楼负一层 放疗科加速器机房内	新增
2	DSA	II类	2 台	飞利浦	最大管电压:125kV 最大管电流:1000mA	门诊医技楼三层介入 手术室 DSA 机房	新增
3	DSA	II类	1 台	飞利浦 Allura Xper FD20	最大管电压:125kV 最大管电流:1000mA	门诊医技楼三层介入 手术室 DSA 机房	利旧

1.3 项目劳动定员与工作制度

1.3.1 劳动定员

本项目拟为直线加速器机房配备辐射工作人员 5 名，DSA 机房拟配备辐射工作人员 15 名。根据《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），本项目拟调配的医院辐射工作人员需要全部参加辐射安全与防护培训并取得合格证书，确保持证上岗。

1.3.2 工作制度

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

1.4 任务由来和目的

1.4.1 任务由来

为加强辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保放射性核素和射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），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”，本项目需编

制环境影响评价报告表。为保护环境，保障公众健康，确山县人民医院特委托河南盈辉环保科技有限公司对该项目进行辐射环境影响评价。评价单位接受委托后，组织了工程技术人员现场踏勘与调查，充分收集相关资料，依照有关法律法规编制完成了该项目辐射环境影响报告表。

1.4.2 评价目的

1、对项目拟建地及周围进行辐射环境质量现状监测，了解辐射环境现状水平，并对拟开展的核技术应用项目运行后的环境影响进行预测评价；

2、掌握其运行后项目周围的辐射水平，对不利影响和存在的问题提出防治措施，把环境影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”；

3、为该项目的辐射环境管理提供科学依据，最终满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求。

1.5 项目选址及周边环境概述

1.5.1 地理位置

确山县人民医院新院区位于河南省驻马店市确山县三里河街道办事处中原大道路东，东侧为经一路、南侧为玉带北路、西侧为中原大道、北侧为北环路。院区整体布局采用中轴形式由南至北病房楼、门诊医技楼、综合门诊医技楼通过医疗走廊有机联系在一起，主要建筑布置在用地中心区域；传染门诊医技楼布置在用地东南角，行政办公楼及文化中心布置在用地西南角，商业区位于病房楼西侧，高活氧治疗中心位于病房楼东侧。新院区地理位置见图 1.5-1。

1.5.2 本项目平面布局及周边环境关系

医用直线加速器机房位于门诊医技楼地下一层放疗科的加速器机房内，放疗科东侧为冷热源机房，南侧为地下停车场，西侧为核医学科预留区域，北侧为实土层，楼上为急诊科备用房，楼下为土层。本项目主要包括 1 间加速器机房及其控制室、设备机房、体模室、模拟定位机房及其控制室等，如附图 3 所示。直线加速器机房东侧为设备间，南侧为走廊，西侧为核医学科预留区域，北侧为控制室，上方为一层急诊科的备用房间，下方为实土层。直线加速器机房离北侧病房楼最近距离为 36m，直线加速器机房见附图 4。

3 台 DSA 机房并排设置，位于门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房，机房南侧为准备间、设备间、污物暂存间及患者通道，北侧为控制室及医护通道；DSA 控制区东

侧为通道，西侧布置有洁具间、消毒液存放间和药品存放间等；正上方为手术室，正下方为超声中心检查室。DSA 机房位于门诊医技楼内部，离东南侧感染病房楼最近距离为 34m，50m 范围内无食堂、儿科、妇产科等环境敏感保护目标见附图 6。

医院地理位置图见图 1.5-1，医院总平面布置图及辐射场所与周围关系图见图 1.5-2。



图 1.5-1 确山县人民医院新院区地理位置图

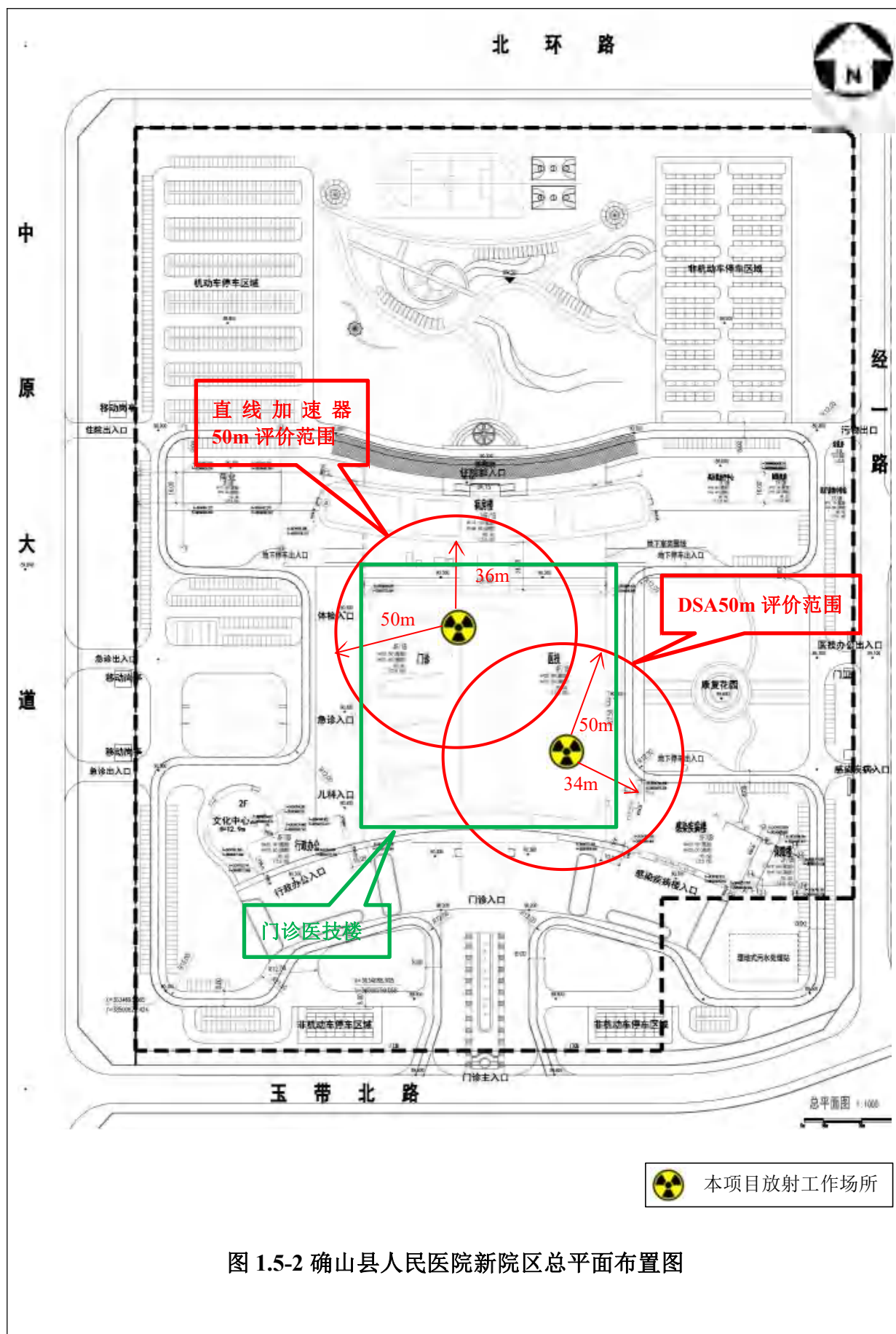


图 1.5-2 确山县人民医院新院区总平面布置图

1.6 选址合理性分析

本项目拟建机房均位于医院内部，其用地性质属于医疗卫生用地，周围 50m 范围内无居民区。

（1）直线加速器机房

建设项目放疗科位于门诊医技楼负一层北侧中部，周围毗邻医院地下停车场及核医学科。放射治疗子项目工作场所主要包括加速器机房、模拟定位机房及各自的控制室，以及设备机房、预备设备间、体模室等功能用房；

加速器机房位于放疗科南侧，机房北侧为控制室预，东侧为设备机房，南侧为走廊、西侧为核医学科预留区域，上方为一层急诊科的备用房间，下方为实土层。

加速器安装方向为坐南朝北，有用辐射可以照射到加速器治疗室东墙、西墙、室顶和地面，其余墙体会被散射辐射和泄漏辐射照射。迷路为直迷路，位于治疗室的北部，是放射工作人员和患者进出治疗机房的唯一通道。

（2）DSA 机房

机房南侧为准备间、设备间、污物暂存间及患者通道，北侧为控制室及医护通道；DSA 控制区东侧为通道，西侧布置有洁具间、消毒液存放间和药品存放间等；正上方为手术室，正下方为超声中心检查室。DSA 机房南墙拟设置患者防护机房门，北墙拟设置工作人员防护门和铅玻璃观察窗，摄影时，放射影像医师/技师在控制室内隔室操作电脑进行图像采集，透视时，手术人员刷手、更换防护服与手术服之后拟通过工作人员防护门进入机房，并于机房内同室近台操作；南墙通往缓冲间处拟设置污物防护门，手术过程中产生的污物拟委派专人经由该门运出。

机房平面布局充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，通过后文环境影响分析可知，经辐射屏蔽措施后，本项目的运行对周围环境的影响是可接受的。本项目避开了医院内人流较大的区域，通过后文环境影响分析对周围环境的影响是可接受的。

综上所述，本项目的选址是合理的。

1.7 产业政策符合性分析

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2019年本）》中第六项“核能”中第6款“同位素、加速器及辐照应用技术开发”和第十三项“医药”中第5款“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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.8 实践正当性

医院实施本项目目的在于开展放射诊断、放射治疗和介入手术工作，最终是为了治病救人，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，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“实践的正当性”的要求。

1.9 原有核技术应用项目许可情况

医院现有医用辐射活动已取得由驻马店市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》，证书编号：豫环辐证[10534]；发证日期：20205月19日，有效期至：2025年5月18日。许可的种类和范围：使用II类、III类射线装置。

确山县人民医院老院区已许可的射线装置及环境影响评价手续履行情况，见表1.9-1。

表 1.9-1 现有射线装置许可情况

序号	装置名称	规格型号	类别	环评批复/验收批复情况
1	数字 X 线成像系统	PaX-400C	III类	备案号： 201741172500000081
2	医用电子加速器	BJ-6B	II类	豫环辐表[2014]11 号/自主验收时间 2018 年 5 月 25 日
3	X 射线计算机断层摄影设备	Activionle TSX-031A	III类	备案号： 202141172500000103
4	X 射线计算机断层摄影设备	ingenuity CT	III类	备案号： 201741172500000081
5	医用 X 线射影装置	AXIOM Aristosyx Plush	III类	备案号： 202041172500000129
6	数字化 X 射线拍片系统	MXHF-1500DR	III类	备案号： 201741172500000081
7	移动 C 型臂 X 射线机	BrivoOEC 715	III类	备案号： 201741172500000081
8	多功能全数字 X 射线装置	Ultimax	III类	备案号： 201741172500000081
9	医用血管造影 X 射线系统	AlluraXperFD20	II类	豫环审[2017]76 号/自主验收时间 2018 年 7 月 19 日
10	移动数字 X 摄影系统	DR-200M	III类	备案号： 201741172500000081

11	模拟定位机	BL-2	Ⅲ类	豫环辐表[2014]11 号/自主验收时间 2018 年 5 月 25 日
12	数字乳腺 X 射线机	Mega600A	Ⅲ类	备案号: 202041172500000128
13	数字化医用 X 射线摄影系统	Optima XR648	Ⅲ类	备案号: 202041172500000128
14	X 射线计算机断层摄影设备	NeuViz16Essence	Ⅲ类	豫环辐表[2014]11 号/自主验收时间 2018 年 5 月 25 日

1.10 医院辐射管理现状

1.10.1 营运期环境保护工作执行情况

(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，成立了辐射安全与环境保护管理小组，管理小组统筹协调全院放射安全管理工作，制定有相关辐射安全管理制度，现有制度符合性详见表 1.10-1：

表 1.10-1 医院现有制度符合性分析

序号	检查项目	制定情况	符合性
1	辐射安全与环境保护管理机构	成立了辐射安全与环境保护领导小组	符合
2	操作规程	《直线加速器操作规程》 《DSA操作规程》	符合
3	辐射安全和防护设施的维护与维修制度	《放射诊疗安全防护管理制度》	符合
4	场所及环境监测方案	《辐射环境监测方案》	符合
5	监测仪表使用管理制度	《监测仪表使用与检验管理制度》	符合
6	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》	符合
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管理制度》	符合
8	辐射事故应急预案	《放射事故应急预案》	符合

医院制定了相关辐射管理规章制度，包括《放射诊疗安全防护管理制度》《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》等；医院制定了《确山县人民医院放射事件应急处理预案》，成立了放射事件应急处理领导小组，明确了放射性突发事件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预案。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。

(2) 医院为现有辐射工作人员均配备辐射防护用品，现有辐射防护用品明细详见表 1.10-1，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（详见附件 11）。医院提供的现有辐射工作人员 2021-2022 年度辐射工作人员个人剂量检测报告统计结果显示监测结果正常，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。

表 1.10-2 医院现有辐射防护用品明细

		名称	单位	数量	型号
防护用品	职业人员	铅防护眼镜（0.5mmPb）	件	2	FH360
		铅橡胶帽子（0.5mmPb）	件	8	FH242
		铅橡胶颈套（0.5mmPb）	件	11	FH054
		铅橡胶围裙（0.5mmPb）	件	13	FH063
		铅介入手套（0.025mmPb）	件	2	HRIG-7.5
		个人剂量报警仪	台	4	RG1000
		个人剂量计	枚	96	TLD469
	受检者	铅橡胶性腺防护围裙或方巾（0.5mmPb）	件	32	FH002
		铅橡胶帽子（0.5mmPb）	件	13	FH047
		铅橡胶颈套（0.5mmPb）	件	13	FH053

(3) 医院现有辐射工作人员全部参加了辐射安全与防护培训并取得了合格证书，
医院现有辐射工作人员培训情况见下表。

表 1.10-3 医院现有辐射工作人员培训情况

姓名	证书编号	有效期
赵亚庆	FS21HA0102235	2021年11月03日-2026年11月03日
赵文佳	FS21HA0101185	2021年10月19日-2026年10月19日
张威	FS20HA0102772	2020年12月07日-2025年12月07日
余娟	FS21HA0102229	2021年11月03日-2026年11月03日
许建新	FS21HA0102266	2021年11月03日-2026年11月03日
肖冬支	FS21HA0101737	2021年10月19日-2026年10月19日
王飞	FS21HA0102678	2021年12月16日-2026年12月16日
王冬冬	FS21HA0102230	2021年11月03日-2026年11月03日
孙谦	FS21HA0102680	2021年12月16日-2026年12月16日
石光辉	FS20HA0100309	2020年07月06日-2025年07月06日

任平霞	FS21HA0102681	2021年12月16日-2026年12月16日
马腾飞	FS21HA0102691	2021年12月16日-2026年12月16日
马涛	FS21HA0102233	2021年11月03日-2026年11月03日
刘勇	FS21HA0102244	2021年11月03日-2026年11月03日
刘保民	FS20HA0100548	2020年07月09日-2025年07月09日
凌文	FS21HA0100464	2021年12月03日-2025年12月03日
梁金柱	FS20HA0100055	2020年08月06日-2025年08月06日
李旭阳	FS20HA0100316	2020年07月06日-2025年07月06日
李鹏	FS21HA0100378	2021年11月03日-2026年11月03日
李江波	FS20HA0100564	2020年07月09日-2025年07月09日
李国瑞	FS21HA0102265	2021年11月03日-2026年11月03日
侯威	FS21HA0102232	2021年11月03日-2026年11月03日
侯松狮	FS21HA0102234	2021年11月03日-2026年11月03日
王恒	FS21HA0100566	2021年05月24日-2026年05月24日
白志强	FS21HA0104215	2021年11月03日-2026年11月03日
韩学民	FS21HA0102679	2021年12月16日-2026年12月16日
关如梦	FS20HA0100411	2020年07月06日-2025年07月06日
蔡华威	FS20HA0102037	2020年11月06日-2025年11月06日

(4)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，同时医院配备 1 台辐射巡检仪（型号：RJ38-3602）对辐射工作场所进行日常检测，并做好检测记录，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。

(5) 2020 年 7 月 31 日，确山县人民医院申请取得排污许可证，许可证编号为：12412821418845983L001V。经现场踏勘与医院排污许可证执行报告（年报）对比，现有工程建设内容与排污许可证一致，不存在无证排污现象；医院已落实排污许可执行报告、台账记录及自行监测制度，满足排污许可管理条例相关要求。

1.10.2 营运期存在的环保问题

确山县人民医院开展放射工作至今，未发生过辐射安全事故（件），营运期医院严格执行各项规章制度，现已采取的辐射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，医院不存在辐射环境保护问题。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/		
/	/	/	/	/	/	/	/	/		

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	装置名称	类别	数量	型号	加速 粒籽	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	直线加速器	II	1	待定	电子	X 射线能量：10MV	最大输出剂量率：6Gy/min	放射 治疗	门诊医技楼地下一层放 疗科地加速器机房内	新增

(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	装置名称	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	2	飞利浦	125	1250	影像诊断和介 入治疗	门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房	新增
2	DSA	II	1	飞利浦 Allura Xper FD20	125	1250	影像诊断和介 入治疗	门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房	利旧

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	—	不暂存	通过排风系统排入外环境
加速器废靶	固体	^{56}Mn	$\leq 1 \times 10^6 \text{ Bq}$	/	/	/	直线加速器机房内	委托有资质单位检测，如满足清洁解控要求，按一般固体废物处理，反之，按放射性废物由直线加速器厂家负责回收。

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第 9 号, 2015 年 1 月 1 日起施行); (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 24 号 2018 年修订, 2018 年 12 月 29 日起施行); (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第 6 号, 2003 年 10 月 1 日起施行); (4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行); (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); (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号, 2005 年 12 月 1 日起施行, 2014 年 7 月 29 日第一次修订, 2019 年 3 月 2 日第二次修订); (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》(生态环境部令第 20 号) 修改); (8) 《突发环境事件应急管理办法》(环境保护部令第 34 号, 2015 年 6 月 5 日起施行); (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行); (10) 《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, 2017 年 12 月 5 日起施行); (11) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(中华人民共和国环境保护部, 环办辐射函〔2016〕430 号); (12) 《河南省辐射污染防治条例》, 2016 年 3 月。
技术标准	(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》(HJ10.1-2016); (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);

准	(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)； (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (5) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)； (6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157—2021)； (7) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》(GBZ/T201.1—2007)； (8) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2—2011)； (9) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)； (10) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。
其他	(1) 确山县人民医院环境影响评价委托书； (2) 医院提供的与本项目有关的各种资料和项目设计图纸； (3) 确山县人民医院新院区环评批复； (4) 医院提供的与本项目有关的各种资料。

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 评价等级与评价范围

辐射环境：根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定，结合项目特点，确定本项目辐射环境评价范围该项目核技术应用辐射工作场所实体屏蔽墙体外周围 50m 的区域。

大气环境：直线加速器等运行产生的臭氧和氮氧化物是有限的，且很快会分解掉，只要设置排风装置并达到标准要求的通风换气次数，机房内外臭氧浓度分别能满足《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）和《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的标准限值，对环境空气影响很小，无需进一步的净化或治理措施，此次评价仅对机房的通风换气次数进行达标性分析。

7.3 保护目标

辐射环境：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。除本项目设备外，目前评价范围内无其他放射诊疗设备。根据项目需要，后期将在本项目模拟定位机房设置一台模拟定位机。

本项目辐射环境保护目标信息详见表 7.3-1。

表7.3-1 辐射环境保护目标一览表

医疗单元	辐射工作场所名称	位置描述	保护目标	方位及距离	规模	照射类型
门诊医技楼地下一层	直线加速器机房	加速器机房及北侧控制室内	控制室职业工作人员	紧邻	4 人	职业照射
		东侧辅助用房	工作人员及病人	紧邻	10 人	公众照射
		机房西侧为核医学科预留区及南侧走廊	公众人员	四周 50m 范围内	约 10 人	
		顶部及门诊医技楼内病患	机房顶公众人员及门诊医技楼住院人员	四周 50m 范围内	约 40 人	
门诊医技楼一层	DSA 机房	机房内操作间等	职业人员	紧邻	约 15 人	职业照射
		机房四周和设备机房	门诊医技楼工作人员及公众	50m 范围内	约 50 人	公众照射

注：DSA 配套设施只为开展介入手术服务，在手术期间其他无关人员是不能进入的，介入医务人员术前术后在上述区域活动，手术期间各司其职；因此，在开展手术时设备间和污物间无人员逗留故不做保护

目标。

7.4 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于剂量限制相关内容详见表 7.4-1。

表 7.4-1 剂量限制的相关内容

相关条款	具体内容
B1.1 职业照射	B1.1.1.1 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； c) 眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv； d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。
B1.2 公众照射	B1.2.1 实践使公众中有关关键人群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。

对于一项实践中的特定的源，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。本评价项目的职业照射年剂量约束值均取其相应剂量限值的四分之一，即职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a，其中从事同室介入手术的职业人员四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 125mSv/a 作为职业工作人员的年剂量约束值；本评价项目的公众照射年剂量约束值均取其相应剂量限值的十分之一，公众的年有效剂量不超过 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量约束值。

(2) 参考《放射治疗辐射安全与要求》（HJ1198-2021）：

一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

综上所述，本项目取不超过 5mSv/a 作为职业照射的剂量约束值；对于公众照射不超过 0.1mSv/a 作为公众剂量约束值。

(3) 辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

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。

根据《放射治疗辐射安全与要求》（HJ1198-2021）：

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）

6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

（4）放射治疗的防护要求

根据《放射治疗辐射安全与要求》（HJ1198-2021）：

6 放射治疗场所辐射安全与防护要求

6.1 屏蔽要求

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/离子加速器或大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地

面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平：

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平（ $\dot{H}_c$ ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,\max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,\max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等；

a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志；

b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；

c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受

到意外照射的安全联锁措施：

a) 放射治疗室应设置门机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束。

b) 放射治疗室应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

f) 安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

7 操作的辐射安全与防护要求

7.1 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。

7.2 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。

7.3 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室。

8 放射性废物管理要求

8.1 总体要求

医疗机构应尽量减少放射性废物的产生；对产生的放射性废物按核素的种类、活度、半衰期、理化性质等分类收集处理。

8.2 固体废物管理要求

8.2.2 其他固体废物管理要求

8.2.2.1 直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。

8.2.2.3 建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。

8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

9 辐射监测要求

9.1 监测管理

9.1.1 开展放射治疗活动的医疗机构应制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作。不具备辐射监测能力的单位，可以委托有能力的单位进行监测。

9.1.2 所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括但不限于测量对象、条件、方法、仪器、时间和人员等信息。

9.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应及时查找原因并报告，同时进行整改。

9.2 放射治疗工作场所监测

应根据使用放射治疗设备种类、能量和使用方式配备相应的辐射监测设备，对辐射工作场所的辐射水平（X- γ 辐射周围剂量当量率、中子辐射周围剂量当量率等）进行监测。

9.2.2 应对放射治疗工作场所机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、观察窗、防护门，以及其他关注处点开展 X- γ 辐射周围剂量当量率监测；中子源治疗装置、质子/重离子加速器治疗装置、大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备还应对前述位置开展中子剂量当量率监测。

9.2.3 放射治疗设备安装调试阶段，应在最大工况下，由辐射工作人员进行全面的辐射监测，评估辐射安全状况，确保辐射水平达标。

9.3 环境监测

9.3.1 开展放射治疗相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所运行工况下周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。

9.4 个人剂量监测

9.4.1 放射治疗工作场所的工作人员应佩戴个人剂量计，对个人外照射剂量进行监测。同时应根据射线类型选择合适的个人剂量计。临时工作人员、实习人员应纳入个人剂量监测范围。

9.4.2 个人剂量档案应妥善保存，监测数据异常时，应及时查明原因并报告生态环境

主管部门。

附录 A 不同场所的居留因子，见表 7.4-2。

表 7.4-2 居留因子的选取（HJ1198-2021）

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室房门; 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室; 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯。

根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）：

6、工作场所放射防护要求

6.1.1放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。

6.1.3治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。

6.1.4治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路； γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

6.2空间、通风要求

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通

风换气次数应不小于4次/h。

6.4安全装置和警示标志要求

6.4.2联锁装置

放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。

6.4.3标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。

6.4.4急停开关

6.4.4.1放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。

6.4.6视频监控、对讲交流系统

控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）：

4 治疗机房一般屏蔽要求

4.1 屏蔽所考虑的环境条件

4.1.1 治疗机房一般设于供于单独的建筑或建筑物底层的一端。治疗机房的坐落位置应考虑周围环境与场所的人员驻留条件及其可能的改变，并根据相应条件所需要的屏蔽。

4.2治疗机房布局要求

4.2.1治疗装置控制室应与治疗机房分离。治疗装置辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗装置分离的，应尽可能设置于治疗机房外。

4.2.2直接与治疗机房相连的宽束治疗装置的控制室和其他居留因子较大的用室，应尽可能避开有用线束可直接照射到的区域。

4.2.3应根据治疗要求给定治疗装置源点的位置（它可能偏离机房的对称中心）或后装治疗源可能应用的源点的位置与范围。

4.6 缝隙、管孔和可能的薄弱环节的屏蔽考虑因素

4.6.1治疗机房以混凝土为屏蔽体时，应一次整体浇铸并有充分的振捣，以防出现裂缝和过大的气孔。

4.6.2当治疗机房预留治疗装置安装口或主、次屏蔽墙采用不同密度的混凝土时，交接处应采用阶梯式衔接。

4.6.5穿过治疗机房墙的管线孔（包括通风、电器、水管等）应避开控制台等人员高驻留区，并采用多折曲路，有效控制管线孔的辐射泄露。

4.8 其他辐射相关的考虑因素

4.8.8迷路的防护门结构应考虑门因自身重量而发生形变、频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟裂等问题。防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。

（5）X射线设备机房防护要求

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）：

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。

6.1.2X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7.4-3的规定。

表 7.4-3 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 7.4-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 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。

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

6.4 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0.25mmPb;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 7.4-5 个人防护用品及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。

(6) 《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）。

7.5 本次核技术利用项目限值要求汇总

本项目核技术利用项目限值详见表 7.5-1 和表 7.5-2。

表 7.5-1 本次直线加速器限值要求汇总

工作场所	人员受照剂量	机房要求				控制区外 30cm 处
直线加速器机房	辐射工作人员不大于 5mSv/a；公众人员不大于 0.1mSv/a，控制室内剂量率不高于 0.5μSv/h	放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要	满足周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 要求的屏蔽厚度	臭氧的最高容许浓度为 0.3mg/m ³	臭氧的最高容许浓度为 0.16mg/m ³	周围剂量当量率不大于参考控制水平要求
标准依据	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和管理目标值	《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）	《工作场所职业病危害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）	《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）

表 7.5-2 本次 DSA 介入诊疗项目限值要求汇总

工作场所	人员受照剂量	机房要求	控制区外 30cm 处
介入手术 DSA 机房	辐射工作人员不大于 5mSv/a；公众人员不大于 0.1mSv/a	最小有效使用面积不小于 20m ² ，最小单边长度不小于 3.5m 机房屏蔽防护铅当量不小于 2.0mmPb；设置动力通风装置	周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h
标准依据	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）		

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和辐射工作场所概况

(1) 地理位置

确山县人民医院新院区位于河南省驻马店市确山县三里河街道办事处中原大道路东，东侧为经一路、南侧为玉带北路、西侧为中原大道、北侧为北环路。

(2) 场所位置

医用直线加速器机房位于门诊医技楼地下一层放疗科加速器机房内，放疗科四周为医院预留停车场及预留核医学科区域。加速器机房北侧为控制室，东侧为设备机房，南侧为走廊，西侧为预留核医学科区域，上方为一层急诊科的备用房间，下方为实土层。拟建加速器场址周围实景照片如图 8.1-1。

3 台 DSA 机房并排设置，位于门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房，DSA 机房控制区南侧为准备间、设备间及污物暂存间，北侧为控制室及医护通道；东侧为通道，西侧布置有洁具间、消毒液存放间和药品存放间等；正上方为手术室，正下方为超声中心检查室。拟建 DSA 场址周围实景照片如图 8.1-1。

医院地理位置图见附图 1，医院总平面布置图见附图 2。综合门诊医技楼地下一层及门诊楼一层平面图见附图 3 和附图 4。

	
在病房楼及门诊医技楼	在建门诊医技楼（直线加速器机房在其负一层，DSA 在其三层）



在建门诊医技楼三层 DSA 机房位置

图 8.1-1 项目实景照片

8.2 辐射环境现状评价

为了解本项目建设地址区域的辐射环境现状水平,评价单位委托有计量认证资质的河南新网检测服务有限公司(证书编号:171603100296)于2023年4月1日对确山县人民医院医用直线加速器和 DSA 应用项目场地辐射环境本底进行监测,监测报告详见附件 6。

(1) 环境现状评价对象:拟建辐射项目区域及周边环境

(2) 监测因子: X- γ 空气吸收剂量率。

(3) 监测点位:根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)有关布点原则进行布点。本次监测在拟建加速器场址处及四周布设点位,在拟建 DSA 机房及其功能用房处布设点位及周围敏感目标处布设点位,监测点位见图 8.2-1、图 8.2-2。

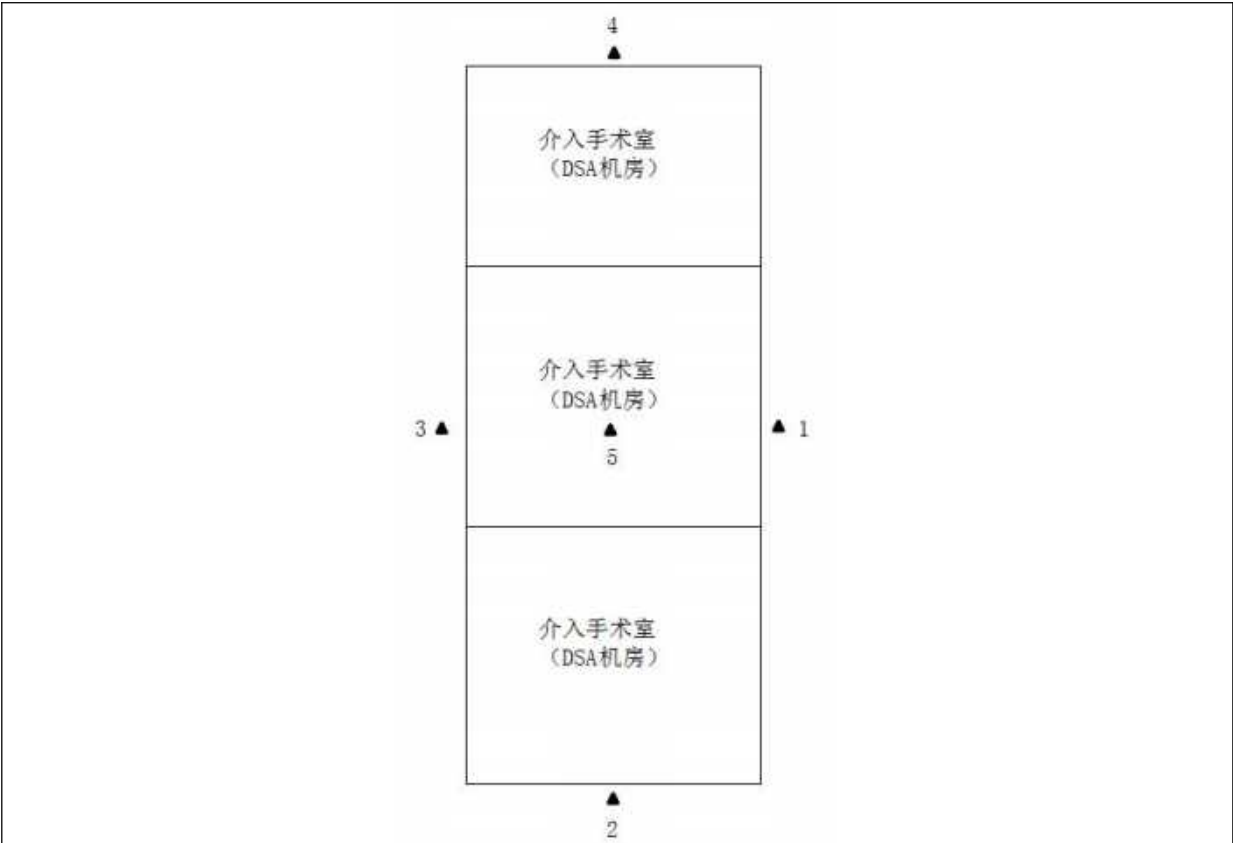


图 8.2-1 DSA 辐射检测点位图

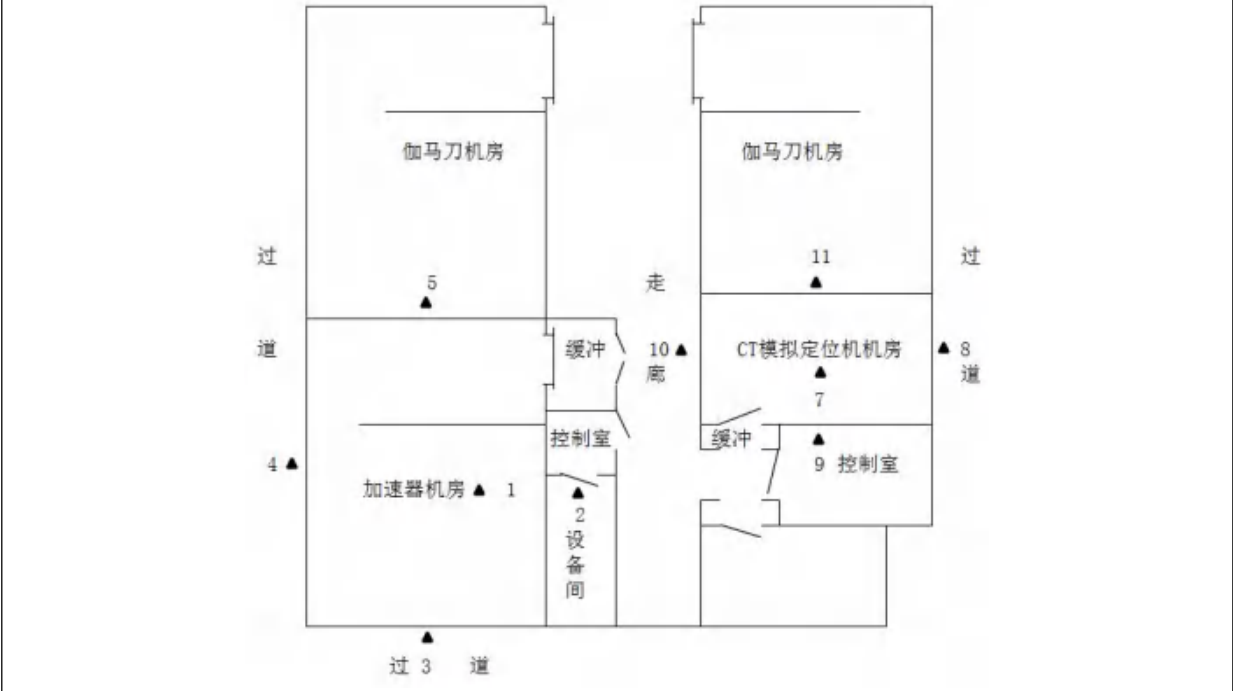




图 8.2-2 直线加速器辐射检测点位图

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

(1) 监测方案

1) 监测日期：2023 年 4 月 1 日

2) 监测方式：现场检测

3) 监测方法：依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的监测方法，在项目拟建址区域及敏感点位置布点。

4) 监测条件：

DSA 机房：天气：多云，温度:20.6℃，相对湿度：45.2%；

直线加速器机房：天气：多云，温度:20.4℃，相对湿度：45.0%。

5) 监测仪器

监测使用仪器为 NT6101（N50）型便携式 X、 γ 辐射测量仪，监测仪器经检定合格并在有效期内。

监测仪器检定情况见表 8.3-1。

表 8.3-1 X-γ辐射监测仪检定情况表

仪器名称	X、γ辐射空气比释动能率仪
仪器型号	NT6101 (N50) 型
生产厂家	上海明核仪器有限公司
量程	10nGy/h-200μGy/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院
有效期	2022 年 09 月 19 日 ~ 2023 年 09 月 18 日
证书编号	1022BY0500898
检定结论	合格
检测依据	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2021)； 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。

(2) 质量保证措施

- 1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- 2) 监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗；
- 3) 所有监测仪器经计量部门检定，并在有效期内；
- 4) 每次测量前、后均检查仪器工作状态是否正常；
- 5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- 6) 监测报告进行三级复核，保证报告质量。

(3) 监测结果

确山县人民医院环境辐射水平现状监测结果见表 8.3-2、表 8.3-3。

表 8.3-2 DSA 评价区环境γ辐射剂量率监测结果

序号	监测位置	X-γ射线剂量率监测结果 (nGy/h)
1	DSA 机房东侧	74
2	DSA 机房南侧	70
3	DSA 机房西侧	71
4	DSA 机房北侧	73
5	DSA 机房内部	71
6	DSA 机房上方	76
7	DSA 机房下方	69

注：1.检测点处宇宙射线响应值 40.7 nGy/h。
2.上表所列检测结果已扣除宇宙射线响应值。
3.仪器校准因子：0.917；结果已经过校准因子修正。
4.地坪种类为混凝土。
5.建筑类型：楼房（0.8）。
6.仪器检验源效率因子：1。

表 8.3-3 直线加速器评价区环境 γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测位置	X- γ 射线剂量率监测结果 (nGy/h)
1	加速器机房内部	65
2	加速器机房东侧	63
3	加速器机房南侧	64
4	加速器机房西侧	64
5	加速器机房北侧	63
6	加速器机房上方	70
13	门诊楼北侧	72
14	门诊楼西侧体检入口	69
15	住院楼北侧住院部入口	69
16	门诊楼南侧门诊入口	68

注：1.检测点处宇宙射线响应值 40.7 nGy/h。
 2.上表所列检测结果已扣除宇宙射线响应值。
 3.仪器校准因子：0.917；结果已经过校准因子修正。
 4.地坪种类为混凝土。
 5.建筑类型：楼房（0.8）。
 6.仪器检验源效率因子：1。
 7.机房下方无建筑，不具备检测条件。

8.4 辐射环境现状监测结果分析

根据对确山县人民医院的监测结果，项目拟建区域周围监测点位及周围区域辐射环境质量现状监测值在 63~74nGy/h 之间，与住院楼北侧住院部入口处监测值（68nGy/h）基本一致，无异常现象。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工艺设备和工艺分析

9.1.1 建设阶段工程分析

本项目拟建的放疗科和 DSA 所在门诊医技楼裙房主体工程建设阶段的工程分析和环境影响分析见《确山县产业集聚区投融资有限公司确山县人民医院新区医院建设项目环境影响报告书》（环评批复文号：确环审[2019]1 号），本次评价不再进行赘述。

9.1.2 本项目工艺设备和工艺分析

9.1.2.1 直线加速器

（一）设备组成

医用直线加速器主要由三大部分组成：电子发射单元，电子加速单元和电子束引出单元。它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。

电子治疗子系统基本组成部件主要包括初级准直器、散射箔、托盘、均整器、电离室、光阑、附件接口、限光筒。

典型直线加速器外部结构示意图如 9.1-1 所示，内部结构示意图如 9.1-2 所示。本项目直线加速器有电子束和 X 射线两种治疗模式，示意图如 9.1-3 所示。

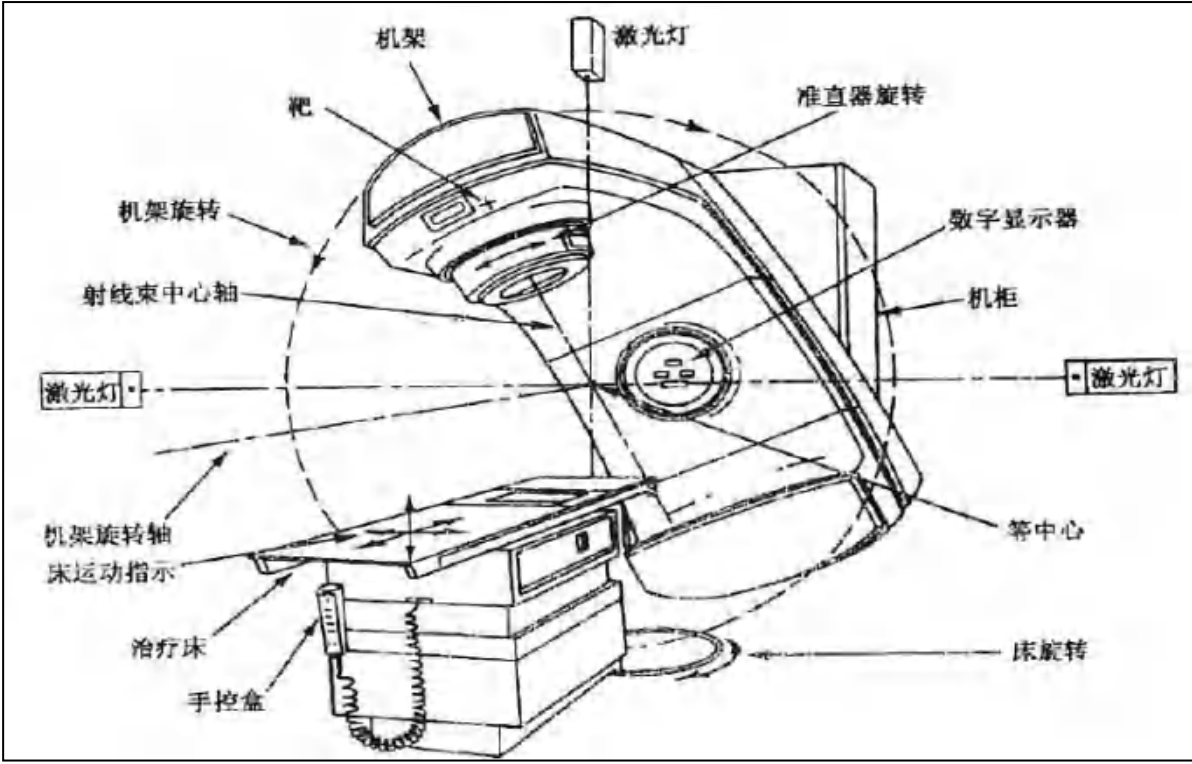


图 9.1-1 典型医用直线加速器机外部结构示意图

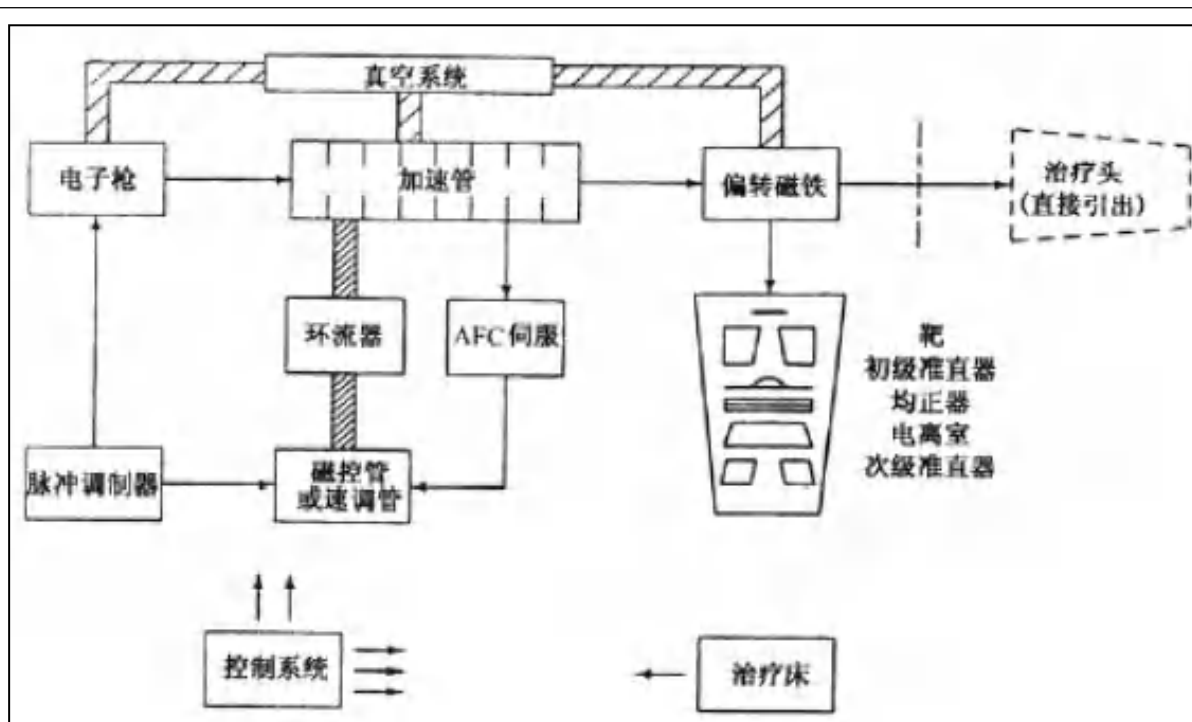


图 9.1-2 典型医用直线加速器机内部结构示意图

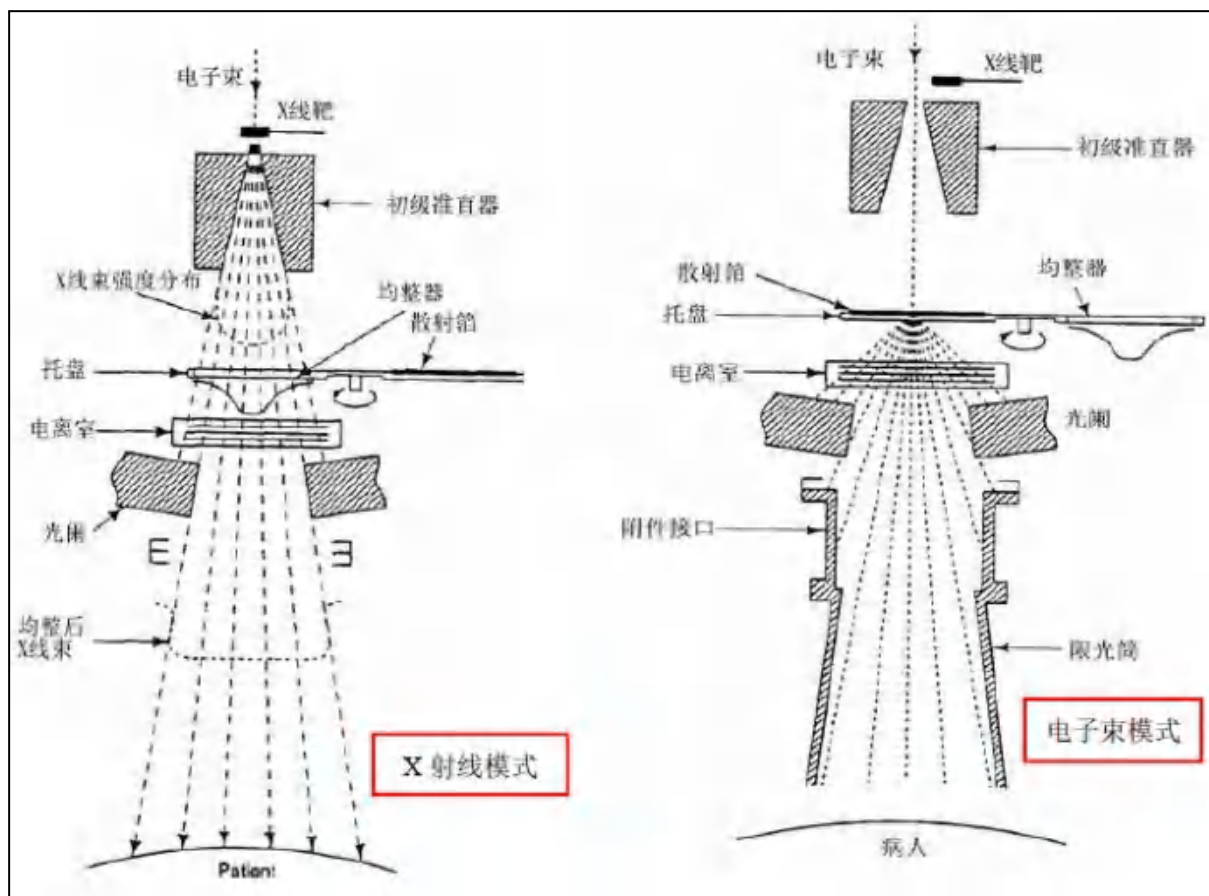


图 9.1-3 X射线和电子束治疗模式结构示意图

（二）工作原理

直线加速器根据被加速的高能电子轰击重金属靶而产生高能 X 射线的原理，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗；同时也能直接利用初始电子束进行治疗。

电子线束治疗工作原理：电子从发射源射出，进入真空加速管加速，经磁偏转装置转向（一般为 90° 或 270° ），电子扩散箔使电子均匀射出，形成电子线束。经散射箔扩大射束直径，再通过光阑提高电子野的均整性，最后由输出窗射出达到患者病灶实现治疗的目的，即初始电子束直接引出并经散射、均整后用于患者的治疗。

X 线束治疗工作原理：电子从发射源射出，进入真空加速管加速，经磁偏转装置转向射向高原子序数的金属靶，电子同金属靶的原子核相撞，速度骤减并损失部分能量转换为 X 射线，经平板滤片过滤不必要的射线，剩余有用线束经二次准直射出。

（三）工作流程

治疗前先确认治疗方案，包括确定照射时间和剂量，定位患者照射部位，调整照射角度和视野，再开机进行治疗。在加速器治疗过程中，除患者外其他人员均不在治疗室内，医护人员通过闭路电视系统观察患者情况。

操作流程为：

- ①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前预约登记，以确定治疗时间；
- ②预约患者首先在模拟定位机上进行肿瘤定位，确定肿瘤的具体位置和形状；
- ③物理师通过医生给出的治疗剂量，通过治疗计划系统（TPS）制定治疗计划；
- ④肿瘤患者在技师协助下躺上治疗床，进行摆位，根据 TPS 确定照射位置和面积；
- ⑤技师离开治疗室，进入控制室，根据 TPS 计划进行出束治疗；
- ⑥治疗结束后，关机，打开治疗室防护门，技师进入治疗室卸载患者。

（四）产污环节

正常工况的瞬时辐射：开机状态下，加速器会产生 X 射线；一旦切断电源，X 射线就会消失。故正常工况时，加速器治疗出束时污染源主要为开机状态下产生的 X 射线；另外，当采用电子模式治疗时，会有电子线产生。

在直线加速器开机出束过程中会产生臭氧等有害气体。

直线加速器工作流程及产污环节如图 9.1-4 所示。

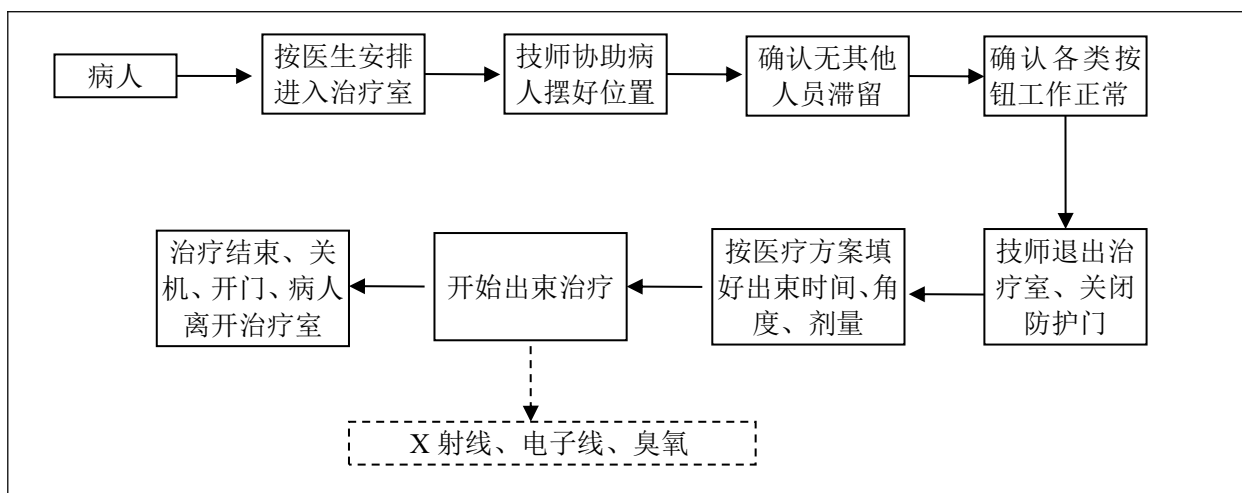


图 9.1-4 直线加速器工作流程及产污环节示意图

9.1.2.2 DSA 装置

（一）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 9.1-5。

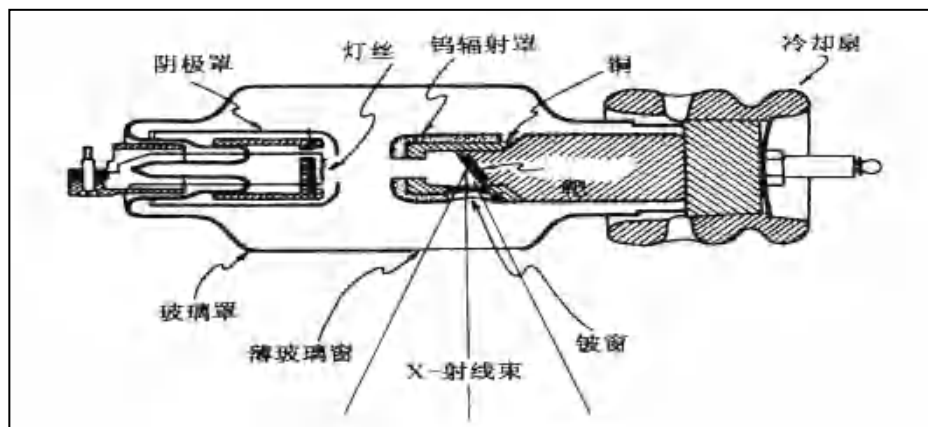


图 9.1-5 典型 X 射线管结构图

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、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

（二）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 9.1-6 所示。

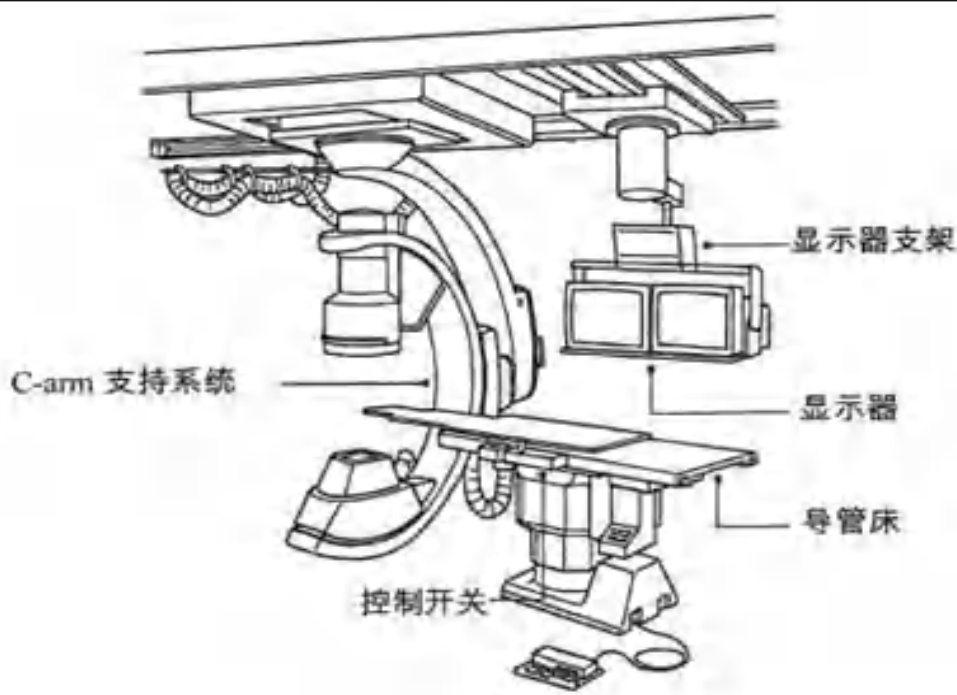


图 9.1-6 DSA 射线装置整体外观示意图

（三）操作流程

接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 设备，技师在控制室内首次拍片初步确认病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，之后离开机房，技师在控制室内加压输入造影剂，拍片，当确诊病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品后再次进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

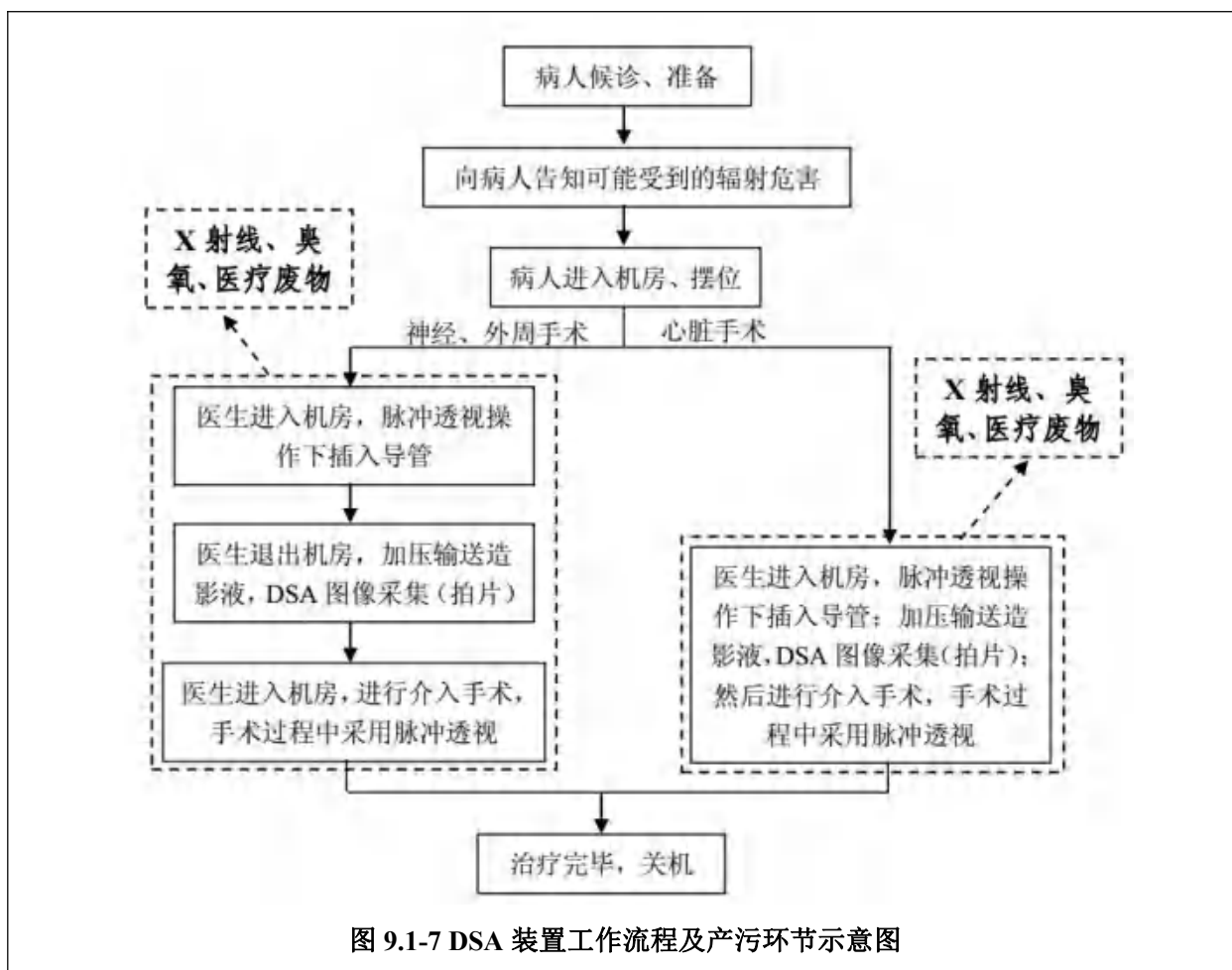
第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在曝光室内对患者进行直接的介入手术操作。

第二种情况，拍片。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内患者情况。

（四）产污环节

本项目 DSA 装置为Ⅱ类射线装置，其在开机状态下主要辐射为 X 射线，在不开机状态下不产生 X 射线。空气被电离产生少量臭氧等。

DSA 装置工作流程及产污环节如图 9.1-7 所示。



9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况

（一）直线加速器

（1）X 射线

由加速器的工作原理可知，医用直线加速器用于 X 线治疗时，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质及其他加速器结构材料相互作用时将产生高能 X 射线（10MV），1m 处最大输出量为每分钟 6Gy，其可能对工作人员和公众造成危害。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

本项目直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）6.1.2 条要求，可不考虑中子。

（2）电子线和电子线所产生的韧致辐射

电子线是加速器在电子线模式下运行时，加速的电子直接引出真空室照射患者的病灶部位而应用的一种射线。电子线穿透能力较弱，只要用大于它穿透深度的材料，就可

完全屏蔽它。电子束的屏蔽要求远低于高能 X 线，故在机房屏蔽墙厚度计算时不用考虑，但由于电子束的强度高，若发生人员意外照射，会造成伤害。

(3) 放射性污染源

医用直线加速器运行期间更换下来的废靶和退役时拆卸下来的废靶可能具有一定的放射性，应委托有资质单位检测，如满足清洁解控要求，按一般固体废物处理，反之，按放射性废物由直线加速器厂家负责回收。

(4) 非放射性污染源

医用直线加速器机房内的空气受到 X 线及电子线照射会产生一定量的臭氧和氮氧化物，若在机房内聚集，对机房的人员和设施均具有一定的危害。由类似工程可知，只要确保每小时排风不小于 4 次，产生的臭氧和氮氧化物对机房内外环境影响较小。

(三) DSA 装置

(1) X 射线

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：

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。

(2) 非放射性污染源

空气受到 X 线照射会产生一定量的臭氧和氮氧化物等有害气体，只要确保机房保持良好的通风，产生的臭氧和氮氧化物对机房内外环境影响较小。

9.2.2 事故工况

（一）直线加速器

加速器辐射最大可信事故通常在联锁系统失效,而加速器仍然处在工作状态时发生。此时如果医务人员或其他病人误入机房,或者当医务人员或病人陪护人员尚未离开机房时,可能会造成这些人员受到不必要的射线照射。

从理论上讲,发生上述这种事故的几率极小,为防止事故的发生,在购置设备时要注意安全联锁设施的可靠性与稳定性的设计水平,使用过程中要经常定期检查和维护联锁系统及安全保障系统,仪器操作人员应严格按照操作规程进行运行操作,每次开机前必须要确认机房内无人员时,才能进行开机运行。

本项目中的 1 台医用直线加速器受开机和关机控制,关机时没有射线发出。在意外情况下,可能出现的辐射事故(事件)如下:

1) 直线加速器安全联锁装置发生故障状况下,人员误入正在运行的治疗室而造成 X 射线误照射。

2) 工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离治疗室,加速器运行,会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射。

3) 工作人员在治疗室内为患者摆位或其它准备工作,控制台处操作人员误开机出束,发生事故性出束,对工作人员造成辐射伤害。

4) 加速器控制系统出现故障,照射治疗不能停止,病人受到计划外照射。

5) 维修期间,加速器维修工程师在检修期间误开机出束,造成辐射伤害。

（二）DSA 装置

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 项目安全设施

10.1.1 直线加速器

10.1.1.1 工作场所布局

本项目医用直线加速器机房位于门诊医技楼地下一层放疗科的加速器机房内，放疗科东侧为冷热源机房，南侧为地下停车场，西侧为核医学科预留区域，北侧为实土层，楼上为急诊科，楼下为土层。加速器机房设置于放疗科东南侧，机房东侧为设备间，南侧为走廊，西侧为核医学科预留区域，北侧为控制室，上方为一层急诊科的备用房间，下方为实土层，详见附图 3。有用束照射方向为东、西方向。

加速器安装方向为坐南朝北，有用辐射可以照射到加速器治疗室东墙、西墙、迷路、室顶和地面，其余墙体会被散射辐射和泄漏辐射照射。迷路为直迷路，位于治疗室的北部，是放射工作人员和患者进出治疗机房的唯一通道。

本次评价的直线加速器机房四周情况见表 10.1-1。

表 10.1-1 本次评价的直线加速器机房四周情况

方位	直线加速器机房（10MV）	拟建区域四周科室及业务用房
东侧	设备间	放疗科的加速器设备间、体模室及其控制室
西侧	核医学科预留区域	核医学科的资料室、读片室、排风机房
南侧	走廊	楼道、电梯、停车区域
北侧	控制室	放疗科的加速器控制室
顶部	急诊科的备用房间	急诊科的备用房间
下方	土层	↓

本项目加速器机房（治疗室）与控制室分离；机房（治疗室）设置直迷路，迷路口设有防护门，加速器机房布局符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定。加速器机房位于门诊医技楼地下一层，且避开了特殊人群及人员密集区域，机房选址满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中有关放疗机房选址与布局的要求。

2、辐射场所分区管理

为便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

本项目直线加速器机房控制区和监督区划分如下：控制区：直线加速器机房（包含迷路）内部区域；监督区：机房控制室及设备机房、走廊、核医学科预留区域。控制区

和监督区的划分如图 10.1-2 所示。

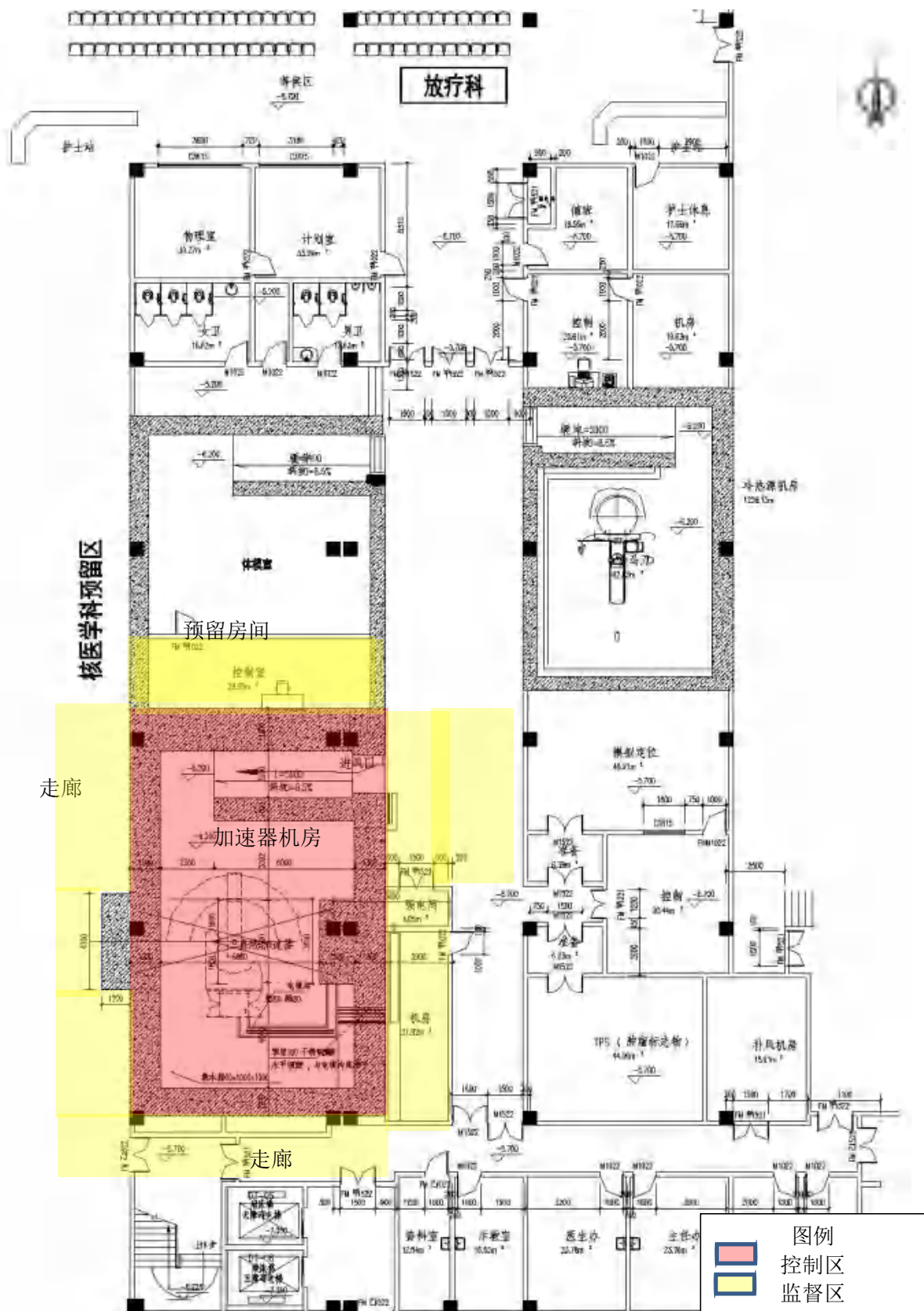


图 10.1-2 直线加速器机房“两区”划分示意图

3、机房屏蔽防护措施

(1) 机房墙体屏蔽设计

本项目加速器机房四侧墙体、顶棚及地坪均拟采用标准混凝土（ $\rho \geq 2.35\text{g/cm}^3$ ）浇注而成，防护门拟采用铅板制作。加速器有用线束向迷路照射。辐射屏蔽设计参数详见表 10.1-2。

本次评价的直线加速器治疗机房屏蔽防护情况见表 10.1-2。

表 10.1-2 本次评价的直线加速器治疗机房屏蔽防护情况

项目		直线加速器机房（10MV）
机房几何尺寸		机房南北长 14.39m，东西宽 6.8m（南侧屏蔽墙到迷路内墙主屏蔽墙之间距离）。迷路内入口宽 2.3m，迷路外入口（门洞）宽 1.6m，迷路长 6m，迷路宽度 2m。机房有效净面积 77.46m ² ，高 3.9m
东墙	主屏蔽区厚度	2800mm
	次屏蔽区厚度（控制室）	1400mm
	次屏蔽区厚度（设备机房）	1300mm
西墙	主屏蔽区厚度	2500mm
	次屏蔽区厚度	1300mm
迷路内墙	厚度	1000mm
迷路外墙	厚度	1800mm
南侧次屏蔽墙	厚度	1200mm
北侧次屏蔽墙	厚度	1800mm
顶棚	主屏蔽区厚度	2500mm
	次屏蔽区厚度	1200mm
混凝土	密度	2.35g/cm ³
防护门结构		电动推拉防护门
防护门铅当量		20mmPb+80mm 含硼聚乙烯

加速器机房的辐射屏蔽设计均能够使机房外的辐射剂量率满足周围剂量当量率参考控制水平要求。

(2) 加速器机房电缆等管线布设

加速器机房与设备机房之间的各种电缆管线，室内部分以地沟形式在地坪以下布设，电缆沟盖板采用 20mm 混凝土盖板。加速器机房穿墙部分均位于东侧屏蔽墙，穿墙管道呈“”型穿墙，下沉后穿越屏蔽墙到达设备机房，并与控制台与电气控制系统连接，通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加了泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。其他所有电、水、气管、物理测试管线布设走向必须符合辐射屏蔽防护要求。电缆沟穿墙示意图见图 10.1-3、图 10.1-4。

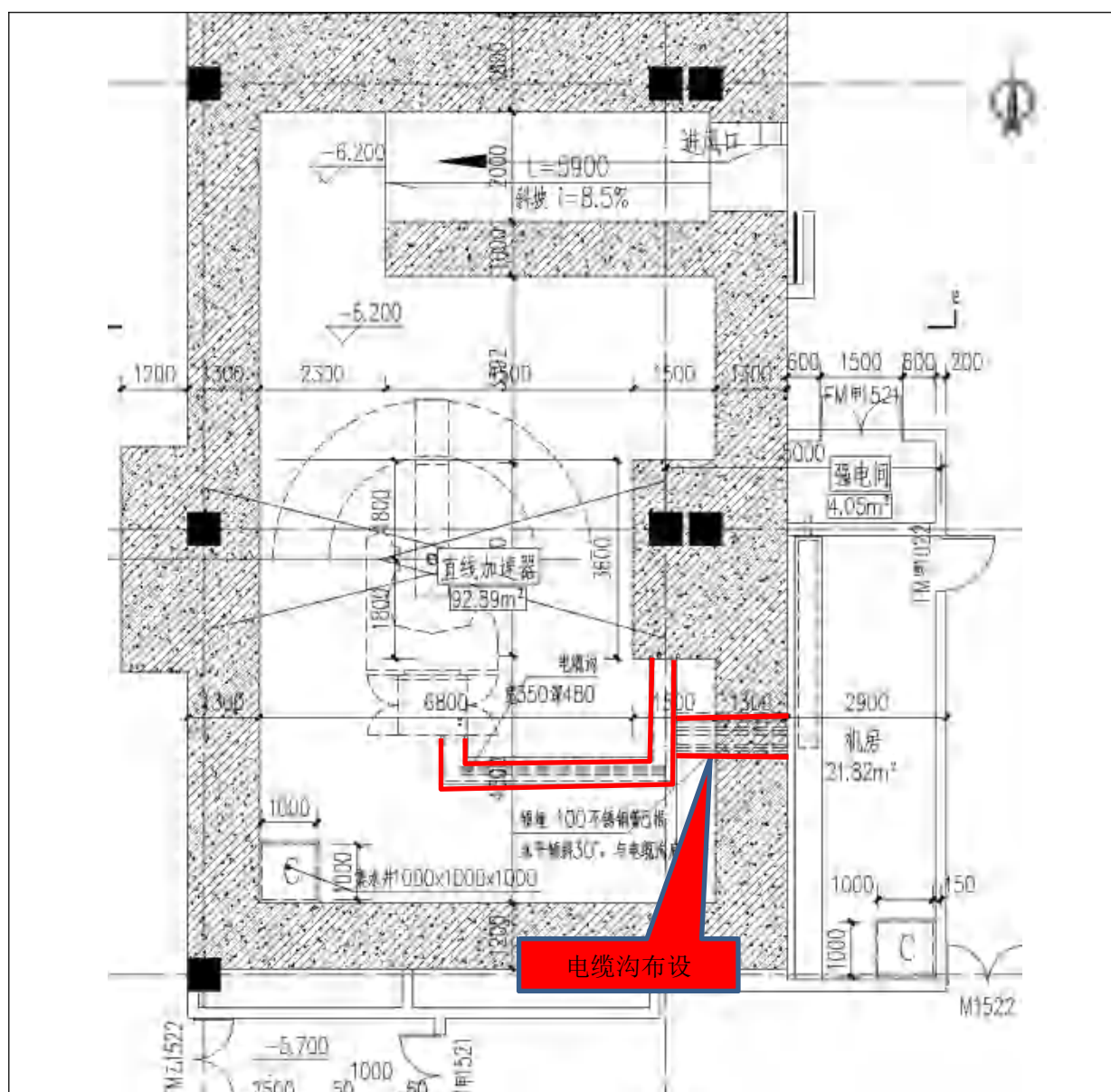


图 10.1-3 加速器机房电缆沟布设图

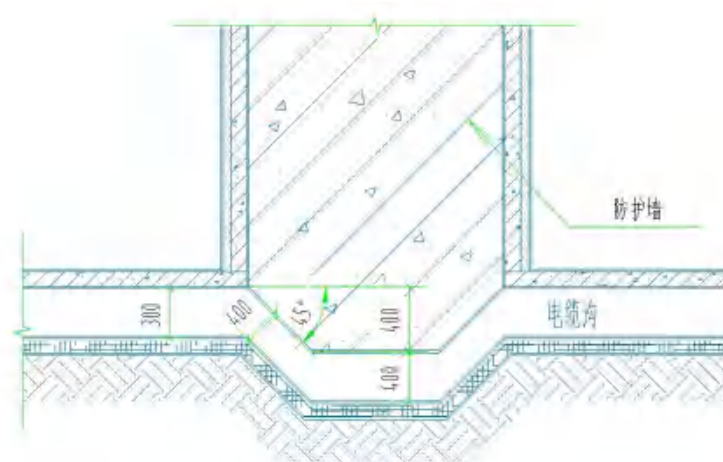


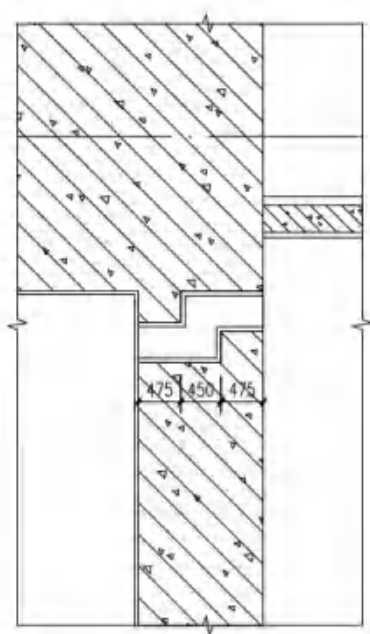
图 10.1-4 电缆沟穿墙及剖面图

(3) 机房通风设计

本项目新风管道通过天花板上方，经防护门洞上方墙体（“Z 型穿墙”）引入机房，沿迷路进入迷路内口处，在迷路内口天花板处设置一个新风送风口；治疗室内西南角处距地面高度 200mm 背靠南墙设置机械排风口，排风管道经机房内吊顶上方专用排风管道合并引至防护门上方，经“Z 型”穿墙，将机房内废气经风井排出。

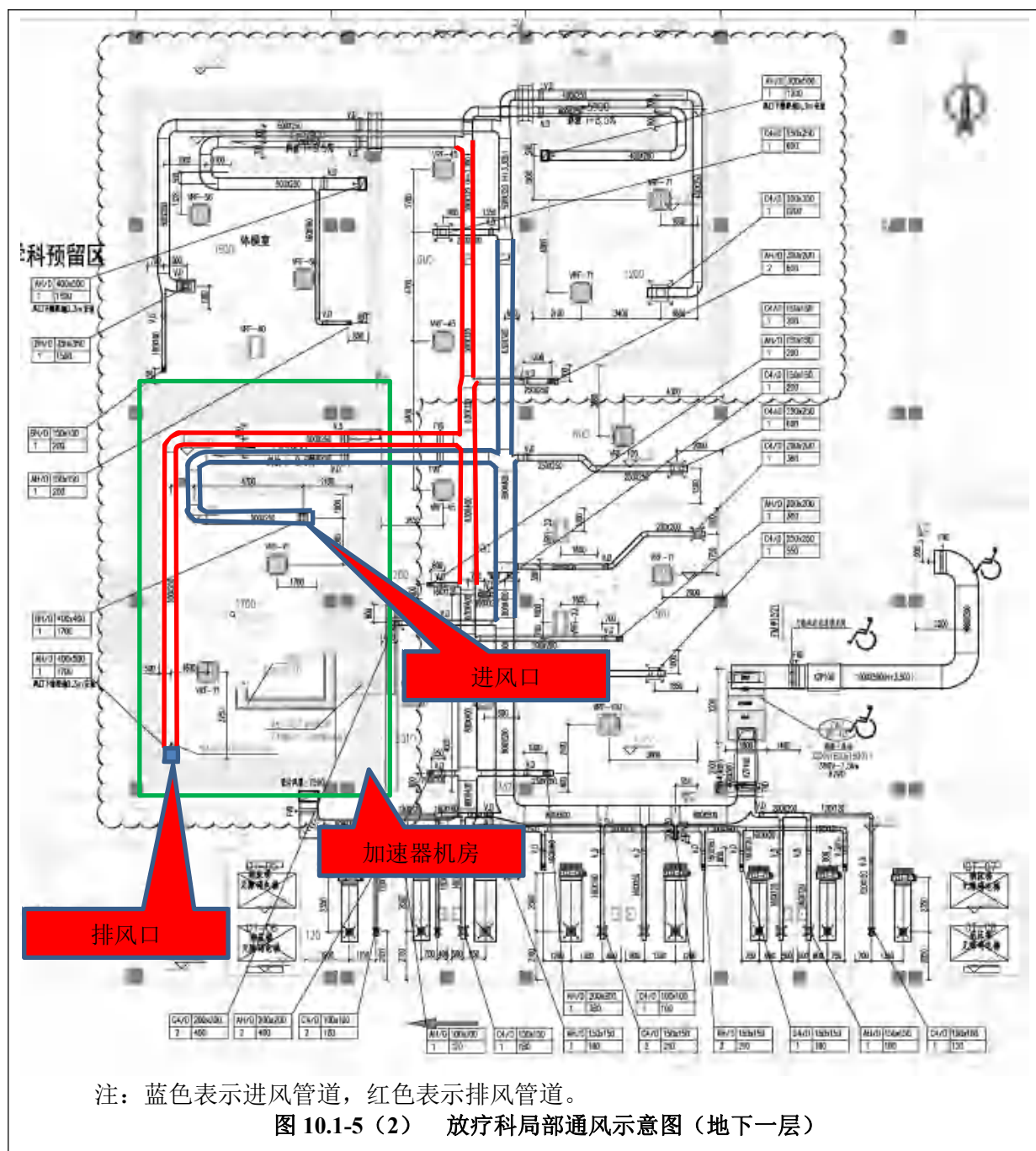
加速器机房内进风口与机械排风口位置呈对角线布局，通风无死角，进风管道和排风管道穿墙处均为“Z 型”穿墙，排风管在机房外部沿天花板由单独管道将废气排至楼顶。机房体积为 421.2m³（包括迷路），建设单位计划将机房内通风量设置为不小于 2500m³/h，通风次数约 5.9 次/h，能够满足 GBZ121-2020 通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。通风管道示意图见图 10.1-5。

通排风穿墙管道采用 2mm 厚钢板焊制而成，穿墙部分内衬 50mm 厚铅板，穿墙管道与墙体间隙用混凝土填充，穿墙管道位于机房防护门上方，穿墙方式均可满足辐射屏蔽需要，且避开有用射束照射区域，符合相关要求。



机房通风孔洞穿墙大样图 1:50

图 10.1-5 (1) 加速器机房通风穿墙示意图



4、辐射防护措施

(1) 视频监控系统、对讲系统。机房和控制室之间安装有监控、对讲系统，加速机房内至少设 2 个摄像头、迷道内设 1 个摄像头，能够保证机房内无死角监控，显示屏设在控制室内，操作人员能够实时监视机房内患者的治疗情况，并通过对讲系统与室内患者联系，以便于医师在操作室观察患者在机房内的状况、及时处理意外情况。

(2) 控制台上的显示装置可显示辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数，操作人员可以随时了解设备运行情况。

(3) 运动使能开关。为防止工作人员误操作造成事故，在手控盒两侧设置运动使能开关，只有当左右两侧的开关同时按下时才能对机器运动部件进行启动和控制。

(4) 急停开关。治疗控制室内四周设急停开关 5 个，另在迷道设置 1 个急停开关，设置于便于操作的位置、并明显指示，控制室门口设置 1 个急停开关，另机床附近操作台设置急停按钮，发现异常时，按下此开关，可立即切断加速器主电源、停止出束。

(5) 剂量测试系统。在控制系统主菜单中有“剂量系统测试”部分，可以随时了解患者剂量情况；同时通过机房内监测探头，也可了解机房内剂量率情况。

(6) 钥匙控制：决定加速器产生辐射的主要控制系统用开关钥匙进行控制，钥匙由专人保管；

(7) 患者剂量监测与治疗控制的安全联锁。为保证患者治疗剂量准确，不致出现超剂量照射，系统设置了治疗剂量、治疗时间和治疗中旋转机架角度联锁。当治疗剂量、时间及治疗机头旋转角度其中之一到达设定限值时，联锁装置会立即启动，以停止照射。

(8) 门机安全联锁和门灯联锁。机房门、机房门上方指示灯与控制台控制开关实现联锁，机房门关闭、指示灯亮，控制台方能启动出束；门开、指示灯灭，加速器无法启动出束，装置启动时警示灯保持常亮。

a) 放射治疗室拟设置门-机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束。

b) 放射治疗室应设置室内紧急开门装置，防护门拟设置防夹伤功能；

c) 拟在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

f) 安全联锁系统一旦被触发后, 须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动; 安装调试及维修情况下, 任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证, 工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

加速器机房安全装置布设位置图见图 10.1-6。

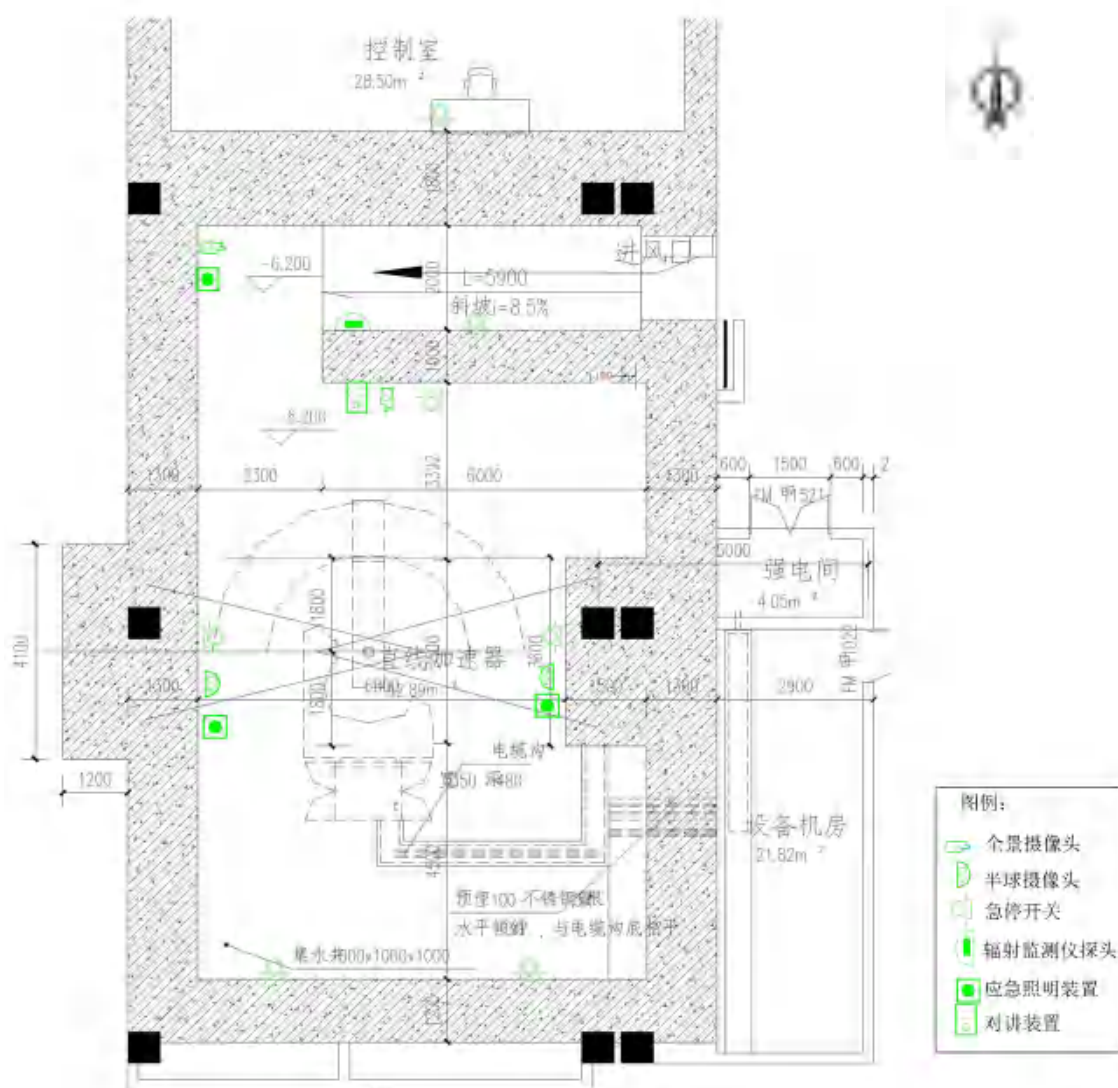


图 10.1-6 安全设施安装设计图

5、其他防护措施

(1) 为加速器机房配备个人剂量报警仪 2 台, 为每名辐射工作人员配备个人剂量计, 工作人员在工作期间应正确佩戴个人剂量计, 在进入机房时应持个人剂量报警仪; 在机房迷道内、防护门内侧设置紧急开门装置, 保证在出现紧急情况时, 机房内人员能够手动打开机房防护门; 防护门设防夹措施。

(2) 在加速器机房配备 1 套固定式剂量监测系统, 在治疗室内设置固定式辐射剂

量监测仪探头，该监测系统能够显示机房内实时剂量及累积剂量，并有报警功能，其显示单元设置在控制室内。

(3) 拟配备 1 台便携式 X- γ 射线巡测仪。

(4) 控制室上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

(5) 机房应配备成人、儿童的铅衣、铅帽、围脖、三角巾等个人防护用品与辅助防护设施至少各 1 套，降低患者非受照部位的照射剂量。

(6) 机房出入口门外应设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

(7) 在机房墙体合适位置和防护门上张贴电离辐射警示标识，在控制区墙体合适位置张贴警示标识。

(8) 防护门尽可能减小缝隙泄漏辐射，防护门宽于门洞的部分大于“门-墙”间隙的十倍。

表 10.1-3 医用电子直线加速器辐射安全与防护措施符合性分析

《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021） 中相关防护要求	项目设计	符合性
放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。	项目加速器机房位于地下一层，处于建筑底的一端，项目治疗机房及其辅助设施同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	符合
放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括治疗室（含迷路）等场所。与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。	项目采取分区管理，将治疗机房内部划为控制区，治疗机房防护门上设计安装电离辐射警告标志，严格控制非相关人员进入控制区；将控制室、机房及过道等划为监督区，定期对监督区进行监督和评价。	符合
放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。	加速器治疗机房有用线束照射的防护墙（包括顶棚）按初级辐射防护要求进行设计，其余按照次级辐射防护要求进行设计。通过预测分析，治疗机房有用线束照射方向的防护设计满足主射线束的防护要求，其余方向的防护设计满足泄漏辐射及散射辐射的防护要求。	符合
放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。	加速器治疗机房设计安装通排风系统用于治疗机房正常通风。机房内设置 1 个送风口及 1 个排风口，送风口与排风口呈“上进下出，对角设置”设置，排风量为 2500m ³ /h，通风换气次数约 5.9 次/h，排气口位置符合要求。	符合

放射治疗室应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；放射治疗室应设置门—机联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。	本项目加速器设置防护门和迷道。治疗机房防护门与加速器高压联锁，以实现防护门开启或意外开启状态下，无法出束或自动停止出束。机房防护门设计安装开门装置，在应急情况下，可以由防护门内侧（迷道一侧）开启防护门，防护门设施有防挤压功能。	符合
放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等。	本项目加速器机房防护门上设计安装工作状态指示灯和电离辐射警告标志。其中，工作状态指示灯与加速器联锁，显示加速器工作状态。	符合
控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。	治疗机房与控制室之间设计安装视频监控和语音对讲系统，便于工作人员和患者之间进行双向交流，便于工作人员了解治疗机房内、迷道内情况。	符合
医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。	本项目加速器机房迷路入口处设置固定式辐射剂量监测仪。	符合
《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）		
6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	本项目直线加速器机房位于地下一层独立的区域；机房及其辅助设施同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	符合
6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。	本项目放射治疗工作场所根据标准要求设置了控制区和监督区。	符合
6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。	经后文预测分析，直线加速器机房各方向屏蔽防护满足要求。	符合
6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。	本项目设置独立的控制室和设备机房。	符合
6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。	本项目直线加速器有用线束朝东、西，避开控制室。	符合
6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确	直线加速器治疗室有效使用面	符合

保放射治疗设备的临床应用需要。 6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h。	积421.2m ² ，满足放射治疗设备的临床应用需要。 治疗室采用通排风系统，设计排风量为2500m ³ /h，通风换气次数为5.9次/h。	
6.3.3 屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和经济因素，符合最优化要求，新建机房一般选用普通混凝土。	本项目直线加速器机房屏蔽材料选用普通混凝土（密度为2.35g/cm ³ ）	符合
6.4.2 联锁装置 放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。	拟设置治疗室入口防护门和迷路，防护门与加速器联锁，防护门内拟设置紧急开门开关，防护门拟设置红外防夹装置。	符合
6.4.3 医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志： a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志； b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	拟在放疗科入口处设置电离辐射警告标志，拟在治疗室入口上方等位置安装醒目指示灯和辐射标志	符合
6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。	拟在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置急停开关。	符合
6.4.6 视频监控、对讲交流系统 控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。	治疗室和控制室之间拟安装监视和对讲设备。	符合

对照表 10.1-3 表明，本项目直线加速器机房设计采取的措施满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中相关防护要求的防护要求。

10.1.2 数字减影血管造影机机房

10.1.2.1 工作场所布局

DSA 机房位于门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房，DSA 机房控制区南侧为准备间、设备间及污物暂存间，北侧为控制室及医护通道；东侧为通道，西侧布置有洁具间、消毒液存放间和药品存放间等；正上方为手术室，正下方为超声中心检查室。

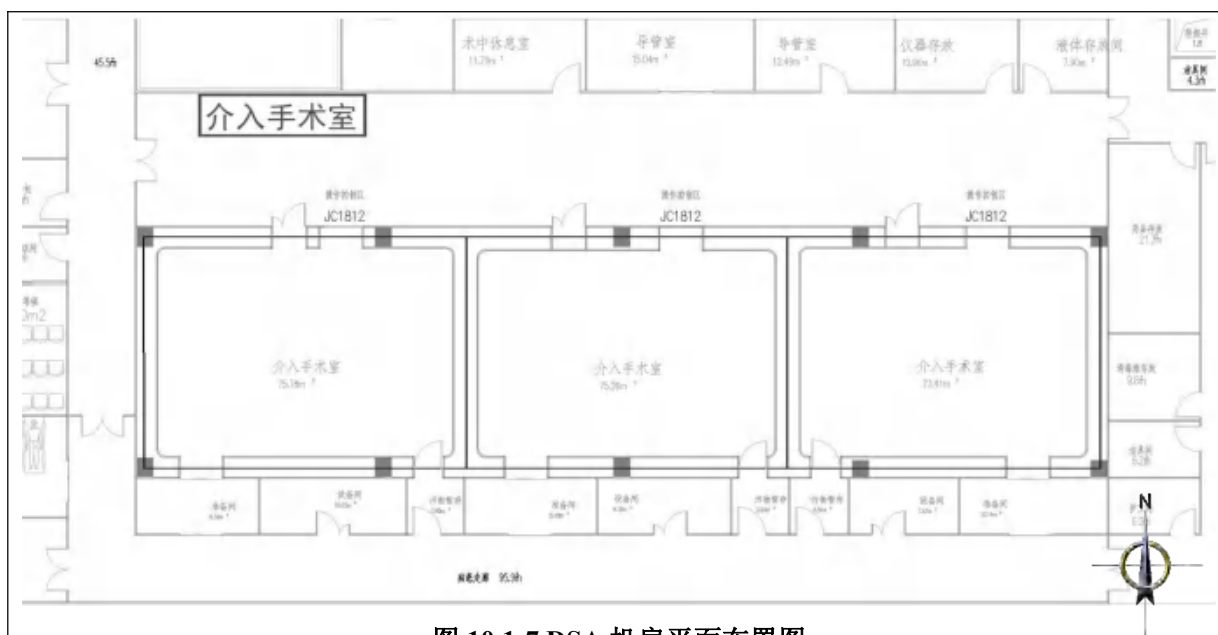


图 10.1-7 DSA 机房平面布置图

本次评价的 DSA 机房四周情况见表 10.1-4。

表 10.1-4 本次评价的 DSA 机房四周情况

机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
DSA（1） 机房	DSA（2）机房	准备间、设备间 和污物暂存间	走廊、家属 等候区	控制 室	OR06 手 术室	超声中心 检查室
DSA（2） 机房	DSA（3）机房	准备间、设备间 和污物暂存间	DSA（1）机 房	控制 室	OR07 手 术室	超声中心 检查室
DSA（3） 机房	洁具间、消毒液存 放间和药品存放间	准备间、设备间 和污物暂存间	DSA（2）机 房	控制 室	OR12 手 术室	超声中心 检查室

注：DSA 机房拟建区域四周科室均为介入科，上方为手术中心，下方为检验科

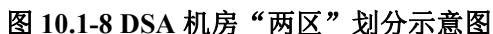
10.1.2.2、辐射分区管理

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，

控制区和监督区的划分如图 10.1-8。



10.1.2.3、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 X 射线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 10.1-5、表 10.1-6。

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计厚度	总铅当量	标准要求	是否符合要求
DSA (1)	四侧墙体	钢龙骨架+4mm 铅板	4.0mmPb	2.0mmPb	符合
机房、 DSA (2)	顶棚	120mm 混凝土+3mm 铅板	4.2mmPb	2.0mmPb	符合
机房、	地坪	120mm 混凝土+30mm 硫	3.2mmPb	2.0mmPb	符合

DSA（3） 机房		酸钡涂料			
	观察窗	铅玻璃（4mmPb）	4mmPb	2.0mmPb	符合
	医护进出门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	符合
	患者进出门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	符合
	污物通道门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	符合

备注：（1）该项目实心砖的密度为 1.65t/m³；混凝土的密度为 2.35t/m³；硫酸钡防护涂料的密度为 2.79g/cm³；

（2）参考《放射防护实用手册》6.2 节屏蔽材料，221mm 混凝土（密度 2.35t/m³）约等效 3mm 铅当量；147 混凝土（密度 2.35t/m³）约等效 2mm，铅当量 240mm 实心砖（密度 1.65t/m³）约等效 2mm 铅当量；40mm 硫酸水泥（密度 2.79g/cm³）约等效 2.0mm 铅当量。各屏蔽体铅当量参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020 和）《放射防护实用手册》进行折算。

表 10.1-6 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（1）机房	长 10.39m×宽 7.30m	75.83m ² /7.3m	30m ²	4.5m	符合
DSA（2）机房	长 10.44m×宽 7.21m	75.27m ² /7.21m			符合
DSA（3）机房	长 10.06m×宽 7.30m	73.44m ² /7.3m			符合

由表可知，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、地坪、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（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；同时，防护门及观察窗均加装边框，两者与墙体连接处采用硫酸钡混凝土粉墙并压住边框 20mm 硫酸钡水泥填充，能够有效防止射线泄漏。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。

（2）机房电缆布设

电缆以电缆沟形式连通 DSA 机房与操作间，电缆沟紧贴混凝土地板经铅屏蔽墙进入机房内，电缆沟上方敷设 3.0mmPb 铅板，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。

（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，机房设置了层流通风系统，通过机房墙体下侧回风口将室内废气经排风管排放至楼层的东侧内庭院；风管采用镀锌钢管，穿墙部分及穿墙前后各 50cm 采用 3mm 铅皮包裹管道，穿墙间隙采用 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。换气次数大于 4 次/h，能够保持良好的通风效果，产生的臭氧及时排出 DSA 机房，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。

(4) 个人防护用品和辅助防护设施

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 10.1-7 示，医院为本项目工作人员配备了个人剂量计。

表 10.1-7 本项目机房规格与标准对照表

场所类型	人员类型	GBZ130-2020 要求		本项目拟配置情况		是否符合
		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	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 9 件 介入防护手套 3 件	机房：铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏各 3 件	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 选配：铅橡胶帽子	——	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 3 件	——	符合

注：“—”表示不需要；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；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

医院为 DSA 项目工作人员、患者和受检者配置的个人防护用品和辅助防护设施，全部新购，防护用品的种类、数量、防护厚度须按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求执行。

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。

5、其他防护措施

（1）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；

（3）DSA 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；

（4）DSA 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）DSA 辐射工作人员建议采用双剂量计，外剂量计应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴，内剂量计应佩戴在铅围裙内躯干上。

（6）DSA 机房病人防护门采用电动推移门，污物通道和医护防护门采用平开门，开门方向为从机房向外开。

6、管理措施

（1）医院对辐射工作人员参加生态环境主管部门的辐射安全环保培训，并取得资格证书，熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量的目的。

（2）机房设计安装门灯联锁装置、对讲机装置，防护门上张贴符合规范的电离辐射警告标志。

（3）患者进出防护门门框下部安装防夹人红外安全感应装置。

（4）控制室内电源钥匙由专人保管，机房内控制台上设置紧急停机按钮，控制室与机房间安装对讲系统，机房内设置防护门紧急开门按钮。

（5）患者进出门外划定警戒区域，提醒公众人员不在防护门附近停留。

（6）医护人员定期做剂量检测工作，工作时佩戴个人剂量计，介入操作医师配备

双剂量计，并建立个人档案，保证工作人员的健康。

(7) 医院已为辐射工作人员配备符合防护要求的多种辅助防护用品，如铅衣、铅帽、铅眼镜等。

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、安全联锁装置、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 三废治理

10.2.1 直线加速器

1、固体废弃物

直线加速器运行阶段不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片。加速器正常运行期间更换下来的废靶和退役时拆卸下来的废靶可能具有一定的放射性，应委托有资质单位检测，如满足清洁解控要求，按一般固体废物处理，反之，按放射性废物由直线加速器厂家负责回收。

2、废水

本项目医用电子直线加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会产生废水。

3、废气

加速器运行时射线会与空气发生电离作用，产生臭氧和氮氧化物等有害气体。本项目加速器机房设计有通排风系统，加速器机房内设置 2 个送风口和 2 个排风口，送风口与排风口均呈“上进下出，对角设置”设置，机房设计总排风量为 2000m³/h。

10.2.2 DSA

1、固体废弃物

本项目不产生放射性废物，日常医疗用的废手套、药棉等按一般医疗废物处理，设备维修更换的废旧 X 射线管，由设备厂家回收处置。

2、废水

本项目不产生放射性废水。

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送排风系统，臭氧和氮氧化物将通过排风系统排出治疗室。

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加速器机房和 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 直线加速器非辐射环境影响分析

11.2.1.1 技术参数及机房屏蔽设计

加速器机房主要由迷路和治疗室构成。建设单位提供的图纸显示，机房所有屏蔽墙均用混凝土（密度不低于 2.35g/cm^3 ）浇筑而成，控制室等辅助用房屏蔽墙为 240mm 厚加气混凝土砌块（密度约 0.63g/cm^3 ）填充。加速器机房东墙、西墙及室顶按主屏蔽墙设置，机房南墙、北墙、迷路内墙、迷路外墙按次屏蔽墙设置。加速器机房屏蔽防护选取的关注点位见平面图 11.2-1 和立面图 11.2-2，图中相关计算参考点距离说明如下：

- A 点：东侧主防护墙外 30cm 处；
- B1，B2 点：东侧主防护墙副防护墙连接处外 30cm；
- C 点：西侧主防护墙外 30cm 处；
- D 点：西侧主防护墙副防护墙连接处外 30cm；
- E 点：南侧防护墙外 30cm 处；
- F、K 点：北侧迷道外墙外 30cm 处；
- g 点：防护门外 30cm 处；
- M 点：顶盖主防护墙中点上方 30cm 处；
- N 点：顶盖主防护墙副防护墙连接处外 30cm。

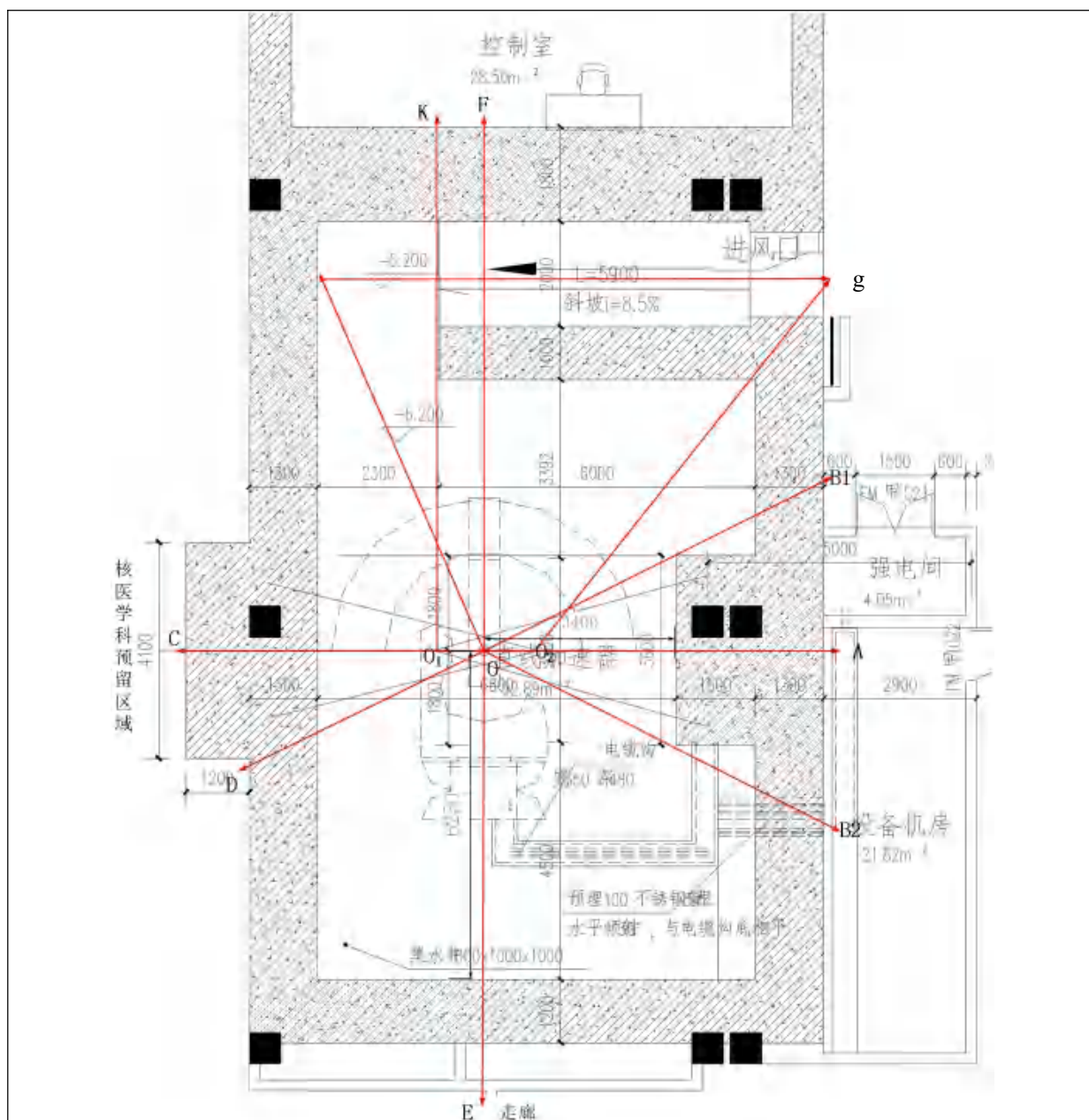


图 11.2-1 建设项目加速器机房平面关注点示意图

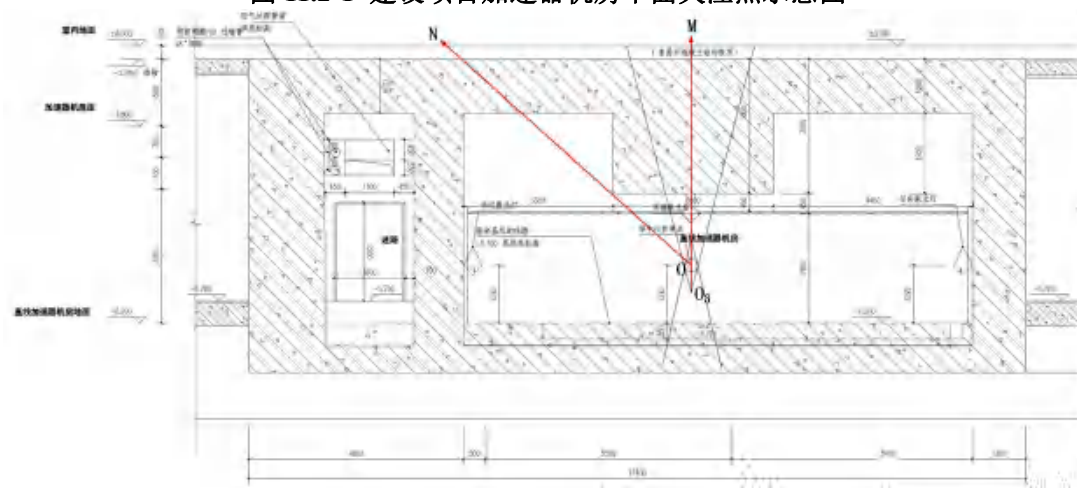


图 11.2-2 建设项目加速器机房立面关注点示意图

加速器机房屏蔽墙厚度和主屏蔽投影区宽度参数见表 11.2-1 和表 11.2-2。

表 11.2-1 加速器机房屏蔽设施参数

屏蔽设施	混凝土厚度 (mm)	主屏蔽投影区宽度 (mm)	等中心点距屏蔽设施的距离 (mm)
东主屏蔽墙	2800	3600 (内凸)	3400
东次屏蔽墙	1300	— ^[1]	— ^[1]
西主屏蔽墙	2500	4100 (外凸)	3400
西次屏蔽墙	1300	— ^[1]	— ^[1]
南墙 (次屏蔽)	1200	— ^[1]	6250
迷道内墙 (次屏蔽)	1000	— ^[1]	5142
迷道外墙 (次屏蔽)	1800	— ^[1]	— ^[1]
室顶 (主屏蔽)	3000	3600 (内凸)	1605
室顶 (次屏蔽)	1200	— ^[1]	— ^[1]

注：“—^[1]”表示无数据。

迷路、机房门防护和其他情况相关参数见表 11.2-2。

表 11.2-2 加速器治疗机房迷路、机房门和其他参数

设施	参数
机房门	拟采用 20mmPb+80mm 的含硼 5%聚乙烯板
迷路	直迷路，总长 7300mm，宽 2000mm，空间高度 3900mm。迷路通道与治疗室相连的部分为迷路内入口，迷路内入口宽 2300mm，高 3900mm，内入口端截面积 8.97m ² ，横截面积 7.8m ²
其他情况	东西主屏蔽区之间距离为 6800mm，机房南北墙间距为 14392mm，机房面积（不包括迷路）77.46m ² ，治疗室空间高度 3900mm，室内容积约 421.2m ³

11.2.1.2 直线加速器辐射环境影响分析

(1) 设备主要技术参数

医院拟在门诊医技楼负一层放疗科的 1 间加速器机房内新增 1 台医用电子直线加速器。本项目加速器的技术参数如表 11.2-3 所示。

表 11.2-3 直线加速器的技术参数

参数名称	参数值
型号	待定
生产厂家	待定
射线类型及档位	X 射线最大能量为 10MV (不含 FFF 模式)； 电子线最大能量为 18MeV
等中心点最大剂量率	600cGy/min (3.6×10 ⁸ μSv·m ² /h)
最大方形照射野	40cm×40cm
泄漏辐射率	≤0.1%
正常治疗距离	90cm
等中心点高度	1295mm
治疗束最大半张角	14° (相对束中轴线)

(2) 工作负荷统计

预计该项目直线加速器投入运行后最大工作量情况：每台加速器治疗 30 人次/天，

5 天/周，50 周/年，仅用于精确放疗，均为调强放射治疗，平均每人次照射时间 6min，周出束时间 15h/周。

（3）工作场所周围剂量当量率控制水平

加速器机房辐射屏蔽的剂量控制水平计算方法有两种方式，一种是按照标准《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中 6.3 节规定的方法，另一种是按照标准《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）中 4.2 节规定的方法。

方法一：依据 GBZ121-2020 中 6.3 节规定的方法：

①使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平 H_e （ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）：

$$\dot{H}_{c,d} \leq H_e / (t \times U \times T)$$

式中：

$\dot{H}_{c,d}$ ——周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）；

H_e ——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ），其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员： $\leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；放射治疗机房外非控制区的人员： $\leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

t ——设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（ $\text{h}/\text{周}$ ）；

U ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

T ——人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见表 11.2-5。

②按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）：

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

③同时，参考建设单位管理目标值 $\dot{H}_k$ ：全居留场所 $\leq 0.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，其他区域 $\leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

由上述①中的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 、②中的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ 和③中建设单位制定的管理目标值 $\dot{H}_k$ ，选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）。

方法二：依据 GBZ/T201.2-2011 中 4.2 节规定的方法：

①单一有用线束

有用线束在关注点的周剂量参考控制水平为 H_c 时,该关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}(\mu\text{Sv/h})$ 按下式计算:

$$\dot{H}_{c,d} \leq H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

式中:

H_c ——周剂量参考控制水平, ($\mu\text{Sv/周}$), 其值按如下方式取值: 放射治疗机房外控制区的工作人员: $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$; 放射治疗机房外非控制区的人员: $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

t ——治疗装置周治疗照射时间, h;

U ——有用线束向关注点位置的方向照射的使用因子;

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

②单一泄漏辐射

泄漏辐射在关注点的周剂量参考控制水平为 H_c 时,该关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}(\mu\text{Sv/h})$ 按下式计算:

$$\dot{H}_{c,d} \leq H_c / (N \cdot t \cdot T)$$

式中:

H_c ——周剂量参考控制水平, ($\mu\text{Sv/周}$), 其值按如下方式取值: 放射治疗机房外控制区的工作人员: $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$; 放射治疗机房外非控制区的人员: $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

N ——调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子, 通常 $N=5$;

t ——治疗装置周治疗照射时间, h;

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

③复合辐射

与主屏蔽直接相连的次屏蔽区, 需要考虑加速器的泄漏辐射和有用线束水平照射的患者散射辐射, 此时需分三步求得关注点的周围剂量率控制水平:

a) 以 GBZ/T201.2-2011 中 4.2.1b)、4.2.2a)或 4.2.2b) 中的 $\dot{H}_{c,max}$ 的一半, 作为关注点的导出剂量率参考控制水平, 依 5.2.2 估算屏蔽患者散射辐射所需要的屏蔽厚度;

b) 将 GBZ/T201.2-2011 中 A.2.1b) 的 (A.3) 式中的 H_c 以 $0.5H_c$ 代替, 作为关注点的导出剂量率参考控制水平, 依 5.2.1 估算屏蔽泄漏辐射所需要的屏蔽厚度;

c) 取前两步中屏蔽厚度较厚者为该关注点的屏蔽设计。相应屏蔽下, 泄漏辐射和

有用线束患者散射辐射在关注点的剂量率之和为该处的剂量率控制值。

通过比较各类方式（建设单位设立的管理目标值、周剂量参考控制水平导出值、按居留因子取值确定的最高剂量率参考控制水平等）求得的周围剂量当量率参考控制水平，取最小者作为本项目相应关注点的周围剂量当量率参考控制水平， $\dot{H}_c$ 取值情况详见表 11.2-4。

表 11.2-4 该项目加速器机房周围各关注点剂量率控制水平一览表

关注点	场所名称	辐射类型	居留因子	使用因子	距离(m)	$\dot{H}_k$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)		本项目最终取值($\mu\text{Sv/h}$)
							按居留因子取值	GBZ/T 201.2-2011	
A	设备机房	有用线束	1/16	1/4	7.5	≤ 2.5	≤ 10	21.33	≤ 2.5
B1	走廊	泄漏辐射 散射辐射	1/5	1	7.357	≤ 2.5	≤ 10	≤ 2.5 (散射: 1.25 泄露: 1.25)	≤ 2.5 (散射: 1.25 泄露: 1.25)
B2	设备机房	泄漏辐射 散射辐射	1/16	1	7.357	≤ 2.5	≤ 10	≤ 2.5 (散射: 1.25 泄露: 1.25)	≤ 2.5 (散射: 1.25 泄露: 1.25)
C	核医学科预留区	有用线束	1/16	1/4	7.2	≤ 2.5	≤ 10	≤ 6.67	≤ 2.5
D	核医学科预留区	泄漏辐射 散射辐射	1/16	1	5.455	≤ 2.5	≤ 10	≤ 2.5 (散射: 1.25 泄露: 1.25)	≤ 2.5 (散射: 1.25 泄露: 1.25)
E	走廊	泄漏辐射	1/5	1	7.75	≤ 2.5	≤ 10	≤ 1.67	≤ 1.67
F	控制室	泄漏辐射	1	1	10.242	≤ 0.5	≤ 2.5	≤ 6.67	≤ 0.5
K	控制室	泄漏辐射	1	1	10.243	≤ 0.5	≤ 2.5	≤ 6.67	≤ 0.5
g	防护门外	泄漏辐射 散射辐射	1/8	1	9.104/ 17.09(7.19+9.9)	≤ 2.5	≤ 10	≤ 2.5 (散射: 0.3 泄露: 0.62)	≤ 2.5 (散射: 0.3 泄露: 0.62)
M	备用间	有用线束	1/4	1/4	5.905	≤ 2.5	≤ 10	≤ 5.33	≤ 2.5
N	备用间	泄漏辐射 散射辐射	1/4	1	7.249	≤ 2.5	≤ 10	≤ 2.5 (散射: 1.25 泄露: 1.25)	≤ 2.5 (散射: 1.25 泄露: 1.25)

注：1.各关注点居留因子的取值参考 GBZ1198-2021 的要求，优先选取示例中的推荐值。主射线方向的使用因子取 1/4。

2.g 点散射辐射、泄漏辐射分别取参考控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的 1/8 ($0.3\mu\text{Sv/h}$)、1/4 ($0.62\mu\text{Sv/h}$)。

表 11.2-5 居留因子取值表 (HJ1198-2021)

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域

部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

11.2.1.3 加速器机房屏蔽防护厚度计算公式及方法

加速器机房混凝土屏蔽效果预测

本部分主要根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）的要求，在本项目加速器机房周围根据实际情况设定关注点。并从保守角度在加速器机房设计的尺寸基础上，假定加速器最大功率运行并针对关注点存在最大辐射输出的情况进行预测计算。本项目加速器机房的关注点布置见平面示意图和立面示意图。

1、有用线束主屏蔽区宽度核算

按照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）的相关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度。

$$Y_p = 2 \cdot [(a + SAD) \cdot \tan\theta + 0.3] \quad (1)$$

式中， Y_p ：机房有用束主屏蔽区的宽度，m； SAD ：源轴距，m； θ ：治疗束的最大张角（相对束中的轴线），即射线最大出射角的一半； a ：等中心点至“墙”的距离，m。当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙（或顶）的内表面；当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指主屏蔽区墙（或顶）的外表面。将各参数代入公式（1）得出本项目的主屏蔽宽度核算结果并评价如下表 11.2-6。

表 11.2-6 加速器机房主屏蔽宽度核算

参数	东墙方向（内凸）	西墙方向（外凸）	顶棚 方向（内凸）
SAD (cm)	100.0	100.0	100.0
θ (°)	14.0	14.0	14.0
a (cm)	490	590	340.5
Y_p 计算值(cm)	354.21	404.07	279.66
Y_p 设计值(cm)	360.0	410.0	350.0
评价结果	符合	符合	符合

2、主屏蔽的屏蔽效果预测

相关点位：A 点、C 点、M 点；

照射路径：靶点朝向 A 点、C 点、M 点直射；

计算模式和参数：使用 GBZ/T201.2 的相关公式计算有用线束主屏蔽核算，在给定的屏蔽物质厚度 X 时，首先按照公式（2）计算有效厚度 X_e ，按照公式（3）估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B ，再按照公式（4）计算相应辐射在屏蔽体外关注点的周围剂量当量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

$$X_e = X/\cos\theta \quad (2)$$

式中， X 为设计的屏蔽厚度； θ 为斜射角。

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \quad (3)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \quad (4)$$

式（3）中， TVL_1 和 TVL 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度，当未指明 TVL_1 时， $TVL_1 = TVL$ 。可根据加速器 X 射线能量查 GBZ/T201.2-2011 的附录 B 表 B.1 获取 TVL_1 和 TVL 值。

式（4）中， $\dot{H}_0$ 是加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的最高剂量率，单位 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ； R 为靶点至关注点的距离，mm；按照标准的要求，关注点至墙面垂直距离为 30cm； f 为比例，对有用线束为 1.0，对漏射辐射为泄漏辐射比。

将对应参数代入公式（2）-（4），所得结果列于表 11.2-7。

表 11.2-7 主屏蔽区屏蔽效果预测

参数	东墙A方向（内凸）	西墙C方向（外凸）	顶棚M 方向（内凸）
X_e (cm)	280.0	250.0	300.0
TVL (cm)	37.0	37.0	37.0
TVL_1 (cm)	41.0	41.0	41.0
B	3.47E-08	2.25E-07	1.00E-08
R (cm)	750	1000	680
f	1.0	1.0	1.0
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)	3.60E+008	3.60E+008	3.60E+008
$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	0.222	1.56	0.103

$\dot{H}_c(\mu\text{Sv/h})$	2.5	2.5	2.5
评价结果	符合	符合	符合

3、侧屏蔽墙屏蔽效果预测

相关点位：E 点、F 点、K 点；

照射路径：等中心泄漏辐射照射 E 点、F 点、K 点；

计算模式和参数：方法类似于式（2）-（4），查 GBZ/T 201.2-2011 的附录 B 表 B.1 获取 TVL_1 和 TVL 值，取常用泄漏辐射比率 $f=0.001$ 。将各参数代入上述公式，结果列于表 11.2-8。

表 11.2-8 侧屏蔽墙屏蔽效果

参数	E 方向	F 方向	K 方向
X_e (cm)	120.0	280	180
TVL (cm)	31.0	31.0	31.0
TVL_l (cm)	35.0	35.0	35.0
B	1.81E-04	1.25E-09	2.10E-06
R (cm)	775.0	1024.2	1024.3
f	0.001	0.001	0.001
$\dot{H}_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h})$	3.60E+008	3.60E+008	3.60E+008
$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	1.09E+00	4.29E-06	7.21E-03
$\dot{H}_c(\mu\text{Sv/h})$	1.67	0.5	0.5
评价结果	符合	符合	符合

4、与主屏蔽区相连的次屏蔽区、迷路外墙屏蔽效果预测

相关点位：；

照射路径：靶点至等中心点再至 B1、B2、D、M；

计算模式和参数：B1、B2、D、M 点位的剂量率由泄漏辐射和患者人体散射两部分组成；

对于泄漏辐射，类似于式（2）-（4），查 GBZ/T201.2-2011 的附录 B 表 B.1 获取 TVL_l 和 TVL 值，取常用泄漏辐射比率 $f=0.001$ 。

对于人体散射辐射，先按式（2）计算有效厚度 X_e ，再按照式（3）估算屏蔽透射因子 B ，再根据实际的散射角查表获取散射因子 α_{ph} ，最后按照下式计算剂量率。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot B \cdot (F/400)}{R_s^2} \quad (5)$$

式中, α_{ph} 为患者 400cm² 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m (关注点方向) 处的剂量比例, 又称 400cm² 面积上的散射因子。根据散射线能量和关注点散射角, 查 GBZ/T201.2-2011 附录 B 中表 B.2, F 为治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积, 一般为 1600cm²。 R_s 为患者 (位于等中心) 至关注点的距离。

将相关参数代入后计算得到的屏蔽后剂量率数值及参数列于表 11.2-9。

表 11.2-9 与主屏蔽区相连的次屏蔽墙、迷路外墙屏蔽效果

参数		B1	B2	D	M
通用	$\dot{H}_0 (\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h})$	3.60E+008	3.60E+008	3.60E+008	3.60E+008
	X (cm)	130.0	130.0	130.0	120.0
泄漏辐射	TVL (cm)	31.0	31.0	31.0	31.0
	TVL_1 (cm)	35.0	35.0	35.0	35.0
	θ (°)	22.25	22.25	19.78	33.1
	X_e (cm)	140	140	138	143
	B	3.96E-05	3.96E-05	4.70E-05	3.22E-05
	R (cm)	735.7	735.7	545.5	746.8
	f	0.001	0.001	0.001	0.001
	$\dot{H} (\mu\text{Sv}/\text{h})$	2.64E-01	2.64E-01	5.69E-01	2.21E-01
散射辐射	TVL (cm)	28.0	28.0	28.0	28.0
	θ (°)	27.9	27.9	23.57	48.28
	X_e (cm)	147	147	142	180
	B	1.18E-006	6.10E-007	1.18E-006	6.10E-007
	R (cm)	735.7	735.7	545.5	746.8
	α_{ph}	3.18E-003	3.18E-003	3.18E-003	3.18E-003
	F	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0
	$\dot{H} (\mu\text{Sv}/\text{h})$	4.72E-01	4.72E-01	1.32E+00	2.98E-02
结果	综合 $\dot{H} (\mu\text{Sv}/\text{h})$	0.74	0.74	1.89	0.25
	$\dot{H}_c (\mu\text{Sv}/\text{h})$	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	符合	符合	符合	符合

5、迷道及机房防护门外屏蔽效果预测（本项目有用线束向迷路内墙照射）

相关点位：g 点；

照射路径：机头加速电压大于 10MV，路径包括：①机头漏射至 g 点；②散射辐射至 g 点；③光核反应所致中子照射至 g 点；④中子俘获产生的 γ 射线至 g 点。

计算模式和参数：

① 机头漏射所致 g 点剂量率 $\dot{H}_{og}$ 可依据式下式进行。此项值应为 g 处的参考控制水平的一个分数（一般小于 1/4）。若此项辐射剂量值较高，应增加迷路内墙的屏蔽厚度。

泄露辐射在 g 处产生的辐射剂量按下列公式计算：

$$\dot{H}_{og} = f \times \dot{H}_o \times B \div d_I^2$$

式中：B—迷道的泄漏辐射屏蔽透射因子；采用迷道屏蔽厚 1000mm 混凝土计算得 $10^{-[(1000 \times \sec 30^\circ + 310 - 350)/310]} = 2.5 \times 10^{-4}$ ；

d_I —靶中心至迷道外入口距离，取 9.104m；

由此可知：该项目加速器机房迷道外入口处机头泄漏散射辐射剂量率 $\dot{H}_{og} = 10^{-3} \times 3.6 \times 10^8 \times 2.5 \times 10^{-4} \div 9.104^2 = 1.09 \mu\text{Sv/h}$ 。

计算可知： $\dot{H}_{og} = 1.09 \mu\text{Sv/h}$ ，高于参考控制水平 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的 1/4（ $0.625 \mu\text{Sv/h}$ ），机头泄露产生的辐射到达 g 点穿越的屏蔽为 1200mm 混凝土，由此计算出的 $\dot{H}_{og} = 0.198 \mu\text{Sv/h}$ ，符合标准要求。

② 根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》GBZ/T 201.2-2011 考虑下列散射辐射：

a.病人受有用线束照射时，散射至迷道内入口的散射线经迷道内入口墙体、迷道外入口墙体的二次、三次散射至 g 处；

b.至迷道内入口的漏射线受迷道内入口墙体、迷道外入口墙体的一次、二次散射至 g 处；

c.有用线束穿过人体到达主防护墙体后受墙体散射至迷道内入口，经迷道内入口墙体、迷道外入口墙体的二次、三次散射至 g 处。

在估算 g 处的散射辐射剂量率时，以直线加速器向主射线方向水平照射时 A) 项人体散射辐射作为以上三项之和的近似估计，通常可忽略 b)、c) 二项，计算公式如下：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \dot{H}_0 \quad (6)$$

式中： $\dot{H}_g$ —g 点处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的最高剂量率，取 $3.6 \times 10^8 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

F —治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积，取 1600cm^2 ；

α_{ph} —患者受照面积 400cm^2 的散射因子，取 1.35×10^{-3} ；

α_2 —砼墙入射的患者散射辐射散射因子，取 5.1×10^{-3} ；

A —i 处的散射面积，取 11.4m^2 ；

R_1 —体表散射点至迷道内入口距离，取 7.19m ；

R_2 —迷道内入口至迷道外入口距离，取 9.9m 。

由此可知，直线加速器机房迷道外入口处病人散射辐射剂量率：

$$\dot{H}_g = 3.6 \times 10^8 \times 1.35 \times 10^{-3} \times (40 \times 40 / 400) \times (5.1 \times 10^{-3} \times 11.4) \div (7.19 \times 9.9)^2 = 0.223 \mu\text{Sv/h}$$

（此处 Gy 与 Sv 的转换因子取 1）。

③ 俘获 γ 射线剂量估算

在迷道内的俘获 γ 射线剂量取决于迷道长度和迷道内入口的总中子注量。总中子注量由下式计算：

$$\phi_M = Q_N / 4\pi d_2^2 + 5.4Q_N / 2\pi S + 1.26Q_N / 2\pi S \quad (7)$$

式中： ϕ_M —迷道内入口的总中子注量，单位： $\text{n} \cdot \text{m}^{-2}/\text{X}$ 射线 Gy（等中心处）；

Q_N —中子源强，由于设备型号未定，取： $Q_N = 8.0 \times 10^{10} \text{n}/\text{X}$ 射线 Gy；

d_2 —等中心到迷道内入口的距离，取 8.0m ；

S —治疗室内表面总面积，取 223.78m^2 ；

将上述参数带入公式得到：

$$\begin{aligned} \phi_M &= 8.0 \times 10^{10} / (4\pi \times 7.19^2) + 5.4 \times 8.0 \times 10^{10} / (2\pi \times 223.78) + 1.26 \times 8.0 \times 10^{10} / (2\pi \times 223.78) \\ &= 5.02 \times 10^8 \text{n}/\text{m}^2. \end{aligned}$$

在迷道外入口处中子俘获 γ 射线剂量率由下式计算：

$$H_\gamma = 6.9 \times 10^{-16} \cdot \phi_M \cdot 10^{-d_3/TVD} \cdot H_0 \quad (8)$$

式中： 6.9×10^{-16} —该方法中的经验因子， $\text{Sv}/(\text{中子数}/\text{m}^2)$ ；

d_3 —迷道内入口至机房入口的距离，取 9.9m ；

TVD —将 γ 辐射剂量减至其十分之一的距离，对于 15MV 的加速器而言，该值为 3.9m；本项目取 3.9m；

H_o —等中心点处治疗 X 射线剂量率：取 $3.6 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

将上述参数带入公式得到：

$$H_{\gamma} = 6.9 \times 10^{-16} \times 5.02 \times 10^8 \times 10^{-9.9/3.9} \times 3.6 \times 10^8 = 0.36 \mu\text{Sv/h}。$$

④迷道外入口处中子剂量估算

机房内的中子经迷道散射后在机房入口门外 30cm 处无防护门时的剂量率 H_n ($\mu\text{Sv/h}$) 由下式计算：

$$H_n = 2.4 \times 10^{-15} \cdot \phi_M \cdot \sqrt{\frac{S_0}{S_1}} \cdot [1.64 \times 10^{-(d_4/1.9)} + 10^{-(d_4/T_n)}] \cdot H_o \quad (9)$$

式中： 2.4×10^{-15} —该计算方法中的经验因子， $\text{Sv}/(\text{中子数}/\text{m}^2)$ ；

S_0 —迷道内入口截面积，取 8.97m^2 （宽 2.3m，高 3.9m）；

S_1 —迷道横截面积，取 7.8m^2 （迷道宽 2.0m，高 3.9m）；

d_4 —迷道内入口至机房入口的距离，取 9.9m；

T_n —迷道中能量相对高的中子剂量衰减至十分之一行径的距离，是一个经验值，与迷道横截面积有关， $T_n = 2.06 \sqrt{S_1} = 2.06 \sqrt{7.8} = 5.75\text{m}$ ；

将上述参数带入公式得到：

$$H_n = 2.4 \times 10^{-15} \times 5.02 \times 10^8 \sqrt{7.8/8.97} \times [1.64 \times 10^{-9.9/1.9} + 10^{-(9.9/5.75)}] \times 3.6 \times 10^8 = 10.26 \mu\text{Sv/h}。$$

最后，对于中子俘获 γ 射线，用铅屏蔽；对中子，以含硼（5%）聚乙烯屏蔽。当给定防护门的铅厚度和聚乙烯厚度时，防护门外的辐射剂量率按照下式（10）计算。

$$\dot{H} = \dot{H}_{\gamma} \cdot 10^{-\left(\frac{X_{\gamma}}{TVL_{\gamma}}\right)} + \dot{H}_n \cdot 10^{-\left(\frac{X_n}{TVL_n}\right)} + \dot{H}_{og} \cdot B_{og} + \dot{H}_g \cdot 10^{-\left(\frac{X}{TVL}\right)} \quad (10)$$

式中， X_{γ} 为防护门铅屏蔽厚度，取 2.0cm；

TVL_{γ} 为中子俘获 γ 射线在铅中的什值层，取 3.1mm；

X_n 为防护门聚乙烯屏蔽厚度，取 8.0cm；

TVL_n 为中子射线在聚乙烯中的什值层，取 4.5mm； $\dot{H}_{og}$ 为 $0.198 \mu\text{Sv/h}$

B_{og} 防护门对 $\dot{H}_{og}$ 的透射因子，在 $\dot{H}_{og}$ 相对 g 点处剂量贡献很小时， $\dot{H}_{og} \times B_{og}$ 可以忽略；本项目保守考虑防护门对泄漏辐及射散射辐射无屏蔽作用，计算得出，

$$\dot{H} = 0.36 \times 10^{-2/3.1} + 10.26 \times 10^{-8/3.1} + 1.09 + 0.223 = 1.421 \mu\text{Sv/h}$$

将参数和相关系数代入上述公式，算得 g 点处剂量率如表 11.2-10。

表 11.2-10 防护门屏蔽效果预测

参数		防护门处 g 点
泄漏辐射	$\dot{H}_{og}(\mu\text{Sv/h})$	1.09
散射辐射	$\dot{H}_g(\mu\text{Sv/h})$	0.223
中子辐射	$\dot{H}_n(\mu\text{Sv/h})$	10.26
俘获 γ 辐射	$\dot{H}_\gamma(\mu\text{Sv/h})$	0.36
结果	综合 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	1.42
	$\dot{H}_c(\mu\text{Sv/h})$	2.5
	评价结果	符合

⑤防护门屏蔽验证

入口门屏蔽计算时，通常使中子和中子俘获 γ 射线屏蔽后有相同的辐射剂量率，对于中子俘获 γ 射线，以铅屏蔽；对于中子，以含硼（5%）聚乙烯屏蔽，所需的屏蔽防护 X_r 和 X_n 如下：

$$X_r = TVL_r \cdot \log[2H_r / (\dot{H}_c - \dot{H}_{og})]$$

$$X_n = TVL_n \cdot \log[2H_n / (\dot{H}_c - \dot{H}_{og})]$$

由上述计算可知，该项目直线加速器机房迷道外入口处中子俘获 γ 射线剂量率（0.36 $\mu\text{Sv/h}$ ）较小，已低于 g 点处的剂量率控制水平，根据 GBZ/T 201.2-2011 的第 5.2.7 条款，当出现该情形时，应按第 5.2.6 条款即“加速器（ $\leq 10\text{MV}$ ）机房的迷路散射辐射屏蔽”核算其在防护门外的辐射剂量，该项目保守选取 $H_r + \dot{H}_g$ （0.583 $\mu\text{Sv/h}$ ）代替式中 H_r 作为未屏蔽状态下防护门外迷路散射的辐射剂量率，铅中的 TVL_r 选取 31mm。此外， TVL_n 取 45mm，直线加速器防护门外的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 取 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ， $\dot{H}_{og}$ 取 1.09 $\mu\text{Sv/h}$ ，并考虑 2 倍安全因子，将上述参数代入公式可得：

$$X_r = 31 \times \log[2 \times 2 \times 0.583 / (2.5 - 1.09)] = 6.77\text{mm};$$

$$X_n = 45 \times \log[2 \times 2 \times 10.26 / (2.5 - 1.09)] = 65.88\text{mm}。$$

根据上述计算结果，可以得到该项目加速器机房防护门所需的屏蔽防护厚度，根据上述计算结果，可以得到该项目加速器机房防护门所需的屏蔽防护厚度，详见表 11.2-11。

表 11.2-11 该项目加速器机房防护门屏蔽计算结果一览表

屏蔽对象	<i>TVL</i> 值	防护门计算厚度	防护门设计厚度	评价
X 射线、 γ 射线	31mm 铅	6.77mm 铅板	20mm 铅板	符合
中子	45mm 含硼聚乙烯	65.88mm 含硼聚乙烯	80mm 含硼聚乙烯	符合

6、根据实际出束情况和人员受照情况，基于辐射防护保守原则选择以下关注点作为屏蔽墙体厚度验证计算参考点，相关计算结果见表 11.2-12。

表 11.2-12 加速器机房屏蔽设计方案验证计算结果

关注点	屏蔽墙	R(m)	$H_c(\mu\text{Sv/h})$	设计砼厚度 (mm)	设计屏蔽外剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	是否符合要求
A	东墙主屏蔽区	7.5	2.5	2800，混凝土	0.222	是
B1	东墙次屏蔽区	7.357	2.5(泄漏:1.25 散射: 1.25)	1300，混凝土	0.74(泄漏: 0.264 散射: 0.505)	是
B2	东墙次屏蔽区	7.357	2.5(泄漏:1.25 散射: 1.25)	1300，混凝土	0.74(泄漏: 0.264 散射: 0.505)	是
C	西墙主屏蔽区	7.2	2.5	2500，混凝土	1.56	是
D	西墙次屏蔽区	5.455	2.5(泄漏:1.25 散射: 1.25)	1300，混凝土	1.89(泄漏: 0.569 散射: 1.32)	是
E	南墙	7.75	1.67	1200，混凝土	1.09	是
F	迷路内墙、 迷路外墙	10.242	0.5	1000+1800，混凝土	4.29×10^{-6}	是
K	迷路外墙	10.243	0.5	1800，混凝土	7.21×10^{-3}	是
M	顶部主屏蔽区	5.905	2.5	3000，混凝土	0.103	是
N	顶部次屏蔽区	7.249	2.5(泄漏:1.25 散射: 1.25)	1200，混凝土	0.25(泄漏: 0.221 散射: 0.0298)	是
g(防护门)	迷路内墙	9.104/ 17.09(7.19+9.9)	2.5 (散射: 0.3 漏射: 0.63)	1200mm(距门长 2900mm); 1000mm(长 6000mm) ，混凝土	1.42 [泄漏: 0.198(混凝土厚度 1200mm) 散射: 0.223]	是

	防护门			20mmPb+80mm 的含硼 5%聚乙烯 板		是
--	-----	--	--	-------------------------------	--	---

注：（1）与主屏蔽直接相连的次屏蔽区分别估算屏蔽漏射辐射和患者散射辐射所需要的厚度，较厚者为该关注点的所需屏蔽厚度。

（2）D：散射辐射屏蔽外剂量率超过 $1.25\mu\text{Sv/h}$ 限制，但散射辐射和漏射辐射屏蔽外剂量屏蔽外剂量总和满足总剂量率控制值（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）的要求。

（3）机头泄露产生的辐射到达 g 点穿越的屏蔽为 1200mm 混凝土。

11.2.1.4 放射防护屏蔽设计评价

（1）加速器

①对加速器机房各屏蔽墙的评价

由表 11.2-4～表 11.2-12 可知，按拟引进的加速器设备在有用线束方向上距源 1m 处（等中心处）最大输出剂量率 600cGy/min 计算，加速器机房周围全居留场所周围剂量当量率计算结果最大为 $7.21\times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$ （北墙外控制室 K 点），小于建设项目周围剂量当量率控制水平 $0.5\mu\text{Sv/h}$ ；部分居留场所中周围剂量当量率计算结果最大为 $1.89\mu\text{Sv/h}$ （西墙次屏蔽区 D 点），小于建设项目周围剂量当量率控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。加速器机房四周屏蔽墙和室顶可以将机房外相关场所周围剂量当量率控制在建设项目周围剂量当量率控制水平以下。

②对加速器机房防护门的评价

由表 11.2-4～表 11.2-12 可知，按等中心处最大输出剂量率 600cGy/min 计算，加速器机房门处 g 点的总剂量率为 $1.42\mu\text{Sv/h}$ ，小于建设项目周围剂量当量率控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

③对主屏蔽墙投影区宽度的评价

从表 11-6 可以看出，北墙、迷路内墙和室顶投影区设计宽度满足标准要求。

④对迷路内墙屏蔽厚度设计的评价

由表 11.2-4～表 11.2-12 可知，按等中心处最大输出剂量率 600cGy/min 计算，加速器机房门处 g 点的泄露辐射剂量率为 $0.47\mu\text{Sv/h}$ （混凝土厚度 1100mm），小于参考控制水平 $0.63\mu\text{Sv/h}$ （g 处的参考控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的 $1/4$ ）；穿过迷路内墙的有用线束散射至 g 点剂量率为 $0.223\mu\text{Sv/h}$ ，小于参考控制水平 $0.3\mu\text{Sv/h}$ （g 处的参考控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的 $1/8$ ）。加速器机房迷路内墙屏蔽设计厚度满足标准的要求。

⑤对加速器机房屏蔽的综合评价

该项目加速器机房防护设施屏蔽效果可以满足建设项目周围剂量当量率控制水平的要求。

11.2.1.5 剂量预测分析

建设项目加速器正常运行情况下,放射工作人员及相关公众受到的外照射主要来自加速器的泄漏辐射、散射辐射及感生放射性。

采用周围剂量当量率理论计算结果估算放射工作人员及相关公众年有效剂量并进行评价。

(1) 放射工作人员年有效剂量评价

加速器工作人员年有效剂量按照加速器四周屏蔽墙及防护门外公众年有效剂量最大值估算。根据表 11.2-4~表 11.2-12 计算结果,对于放射工作人员居留场所,加速器机房周围场所中周围剂量当量率计算结果最大为 $7.21 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ (北墙外关注点 K),对工作人员年有效剂量贡献最大为 $5.4 \times 10^{-3} \text{mSv}$ [$7.21 \times 10^{-3} (\mu\text{Sv/h}) \times 15 (\text{h/wk}) \times 50 (\text{wk/a}) \times 1 \div 1000 \approx 0.29 (\text{mSv/a})$]。

当工作人员进入机房给患者摆位时,可能会受到机头感生放射性的照射,保守假设高能治疗人数 1500 人次,每次摆位操作时间按 1.5min 计,则累计摆位操作时间约 37.5h。保守取《医用电子直线加速器质量控制检测规范》WS674-2020 中加速器治疗装置设备表面感生放射性控制限值数据,距机头 1m 处感生放射性所致的吸收剂量率为 $20 \mu\text{Sv/h}$,则 10MV 工况运行感生放射性所致工作人员辐射照射剂量最大为 0.75mSv [$20 (\mu\text{Sv/h}) \times 37.5 \text{h} \times 1 \div 1000 \approx 0.2 (\text{mSv/a})$]。

综合考虑保守照射条件,工作人员最大年有效剂量为 $0.75 + 0.29 = 1.04 \text{mSv/a}$,小于放射工作人员年有效剂量 5mSv 的管理目标值。

(2) 相关公众年有效剂量评价

根据表 11.2-7~表 11.2-12 计算结果分析,对于公众居留场所,加速器对四周屏蔽墙及防护门外人员年有效剂量贡献最大为 0.088mSv [机房处 D 点剂量率 $1.89 (\mu\text{Sv/h}) \times 15 (\text{h/wk}) \times 1/16 \times 50 (\text{wk/a}) \div 1000 \approx 0.088 (\text{mSv/a})$],小于相关公众年有效剂量 0.1mSv 的管理目标值。

(3) 其他保护目标的环境影响分析

建设项目在正常运行状态下,放射工作人员接受来自监管源的计划照射的剂量之和

满足管理目标值的要求。由此可以推断，加速器机房屏蔽设施可以将机房外放射工作人员和公众所接受建设项目贡献的年有效剂量控制到建设项目管理目标值以下。

11.2.2 “三废”环境影响分析

(1) 废气

加速器运行过程，辐射会与空气发生电离作用，会有臭氧产生。参照《辐射防护手册（第三分册）》（P130），电子加速器运行时臭氧的产生率按（式 11-14）计算：

$$C_{O_3} = 48 \left[\frac{C_{O_2} \times G \times \varepsilon}{N_0} \right] \times S \times I \times d \dots\dots\dots (11-14)$$

式中： C_{O_3} ——臭氧生产率， mg/s；

C_{O_2} ——空气中氧的浓度系数， 0.232；

G ——空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数，一般取 6；

ε ——单位时间单位电子束流强度的电荷数， $6.28 \times 10^{15} \text{mA}^{-1} \text{S}^{-1}$ ；

N_0 ——阿伏伽德罗常数， 6.02×10^{23} 个分子数/摩尔；

S ——电子在空气中的线碰撞阻止本领，与电子能量相关，15MeV 电子保守取 3.0keV/cm ；

I ——器外电子束流强度， mA；本项目取 0.1mA。

d ——电子在空气中运行的距离（或源皮距）， m；本项目取 1m。

由上式计算出本项目直线加速器运行时臭氧的生成率为： $2.01 \times 10^{-2} \text{mg/s}$ 。

在加速器运行时，治疗室内有臭氧不断生成，同时臭氧也在不断分解，治疗室的通风换气也在不断排出臭氧。当运行时间趋于无穷大时，治疗室内的臭氧量可达平衡，平衡量为（即最大量）：

$$C(p) = \frac{C_{O_3}}{\lambda + h} \dots\dots\dots (11-15)$$

式中： $C(p)$ ——治疗室内臭氧的平衡量， mg；

C_{O_3} ——臭氧生产率， mg/s；

λ ——臭氧衰减的时间参数，臭氧为 $3.3 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$ ；

h ——单位时间内治疗室换气次数， s^{-1} 。

本项目直线加速器机房设计排风量为 $2500 \text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数为 $2500 \text{m}^3/\text{h} \div 421.2 \text{m}^3 \approx 5.9$ 次/h，即 $h = 1.65 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$ ，由此可计算出直线加速器治疗室内臭氧的平衡量（即最大量），即 $C(p) = 10.2 \text{mg}$ ，室内臭氧浓度为 $10.2 \text{mg} \div 421.2 \text{m}^3 \approx 0.024 \text{mg/m}^3$ ，远小于《工作场所有害

因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）（臭氧的最高容许浓度为0.3mg/m³）和《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）（臭氧的最高容许浓度为0.16mg/m³）中限制要求。

线加速器机房设计送风和排风管道。本项目送风口、排风口位置如下：送风管道沿墙引至吊顶内；排风口位于机房东墙下方贴近地面，通过排风管道排放到门诊医技楼顶上空；治疗室设置机械通风装置，通风量可达2500m³/h，治疗室有效容积约421.2m³，预计通风次数可达5.9次/h，满足《放射治疗辐射安全防护要求》（GBZ1198-2021）中关于“放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于4次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。”通风设计的要求。本项目送风口与排风口呈“上进下出”设置，并呈立体对角方式，利于密度相对大的臭氧排出；排气口设在门诊医技楼顶，未设置在有门、窗或人流较大的过道等位置，能满足《放射治疗辐射安全防护要求》（GBZ1198-2021）。

（2）固体废物

对于更换下来的废靶和退役时拆卸下来的废靶，委托有资质单位检测，如满足清洁解控要求，按一般固体废物处理，反之，按放射性废物由直线加速器厂家负责回收，正常情况下不会对环境造成明显影响。

综上，本项目加速器“三废”采取有效可控的措施后，周边环境影响在可接受范围内。

11.3 DSA环境影响分析

11.3.1 机房内辐射屏蔽估算

本项目3台DSA装置拟建于确山县人民医院门诊医技楼三层介入手术室并排建设的3间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。

（1）设备参数

根据医院提供资料，DSA设备参数与工况、机房防护情况如表11.3-1。

表11.3-1 本项目DSA设备参数与工况及防护情况

厂家型号	未定
技术参数	125kV，1000mA
工况模式	摄影：100kV、500mA 透视：100kV、15mA
机房尺寸	DSA 机房（1）：长 10.39m×宽 7.30m×高 3.9m

		DSA 机房（2）：长 10.44m×宽 7.21m×高 3.9m DSA 机房（3）：长 10.06m×宽 7.30m×高 3.9m
3 台 DSA 设备 防护 设施	四侧墙体	钢龙骨架+4mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb
	顶棚	120mm 混凝土+3mm 铅板，折算铅当量 4.2mmPb
	地坪	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料，折算铅当量 3.2mmPb
	防护门（3 扇）	内衬 4.0mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb
	观察窗	4.0mmPb 铅玻璃，折算铅当量 4.0mmPb
	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）
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。		

（2）出束时间

根据建设单位提供的信息，本项目正常运行后，保守预计每台 DSA 设备每年最大工作量为 600 台手术，每次手术 DSA 的最大开机时间包括透视 20min、摄影 2min，全年工作天数按最多 250 天（每周工作 5 天）考虑，本项目血管造影机的预计年开机时间如下。

表 11.3-2 每台 DSA 设备不同工作模式下的预计开机时间一览表

工作模式	每次开机时间	年最大工作量	年开机时间	年工作天数
透视	10min	600 台手术	100 小时	250 天
摄影	2min	600 台手术	20 小时	250 天

（3）预测关注点位

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，根据本项目 DSA 机房的屏蔽结构，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，本项目取医生手术位、观察窗外 30cm 处、各防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处。预测点位示意图详见图 11.3-1。

	医生操作位	DSA 机房 (2)	11.3	内	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+ 个人防护用品 0.5mmPb; 钢龙骨架 +4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	4.5
		DSA 机房 (3)	22.45		铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+ 个人防护用品 0.5mmPb, 2 次钢龙骨架 +4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	8.5
		DSA 机房 (1)	0.5	铅衣外	不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb;	0
		DSA 机房 (2)	11.3		不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb; 钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	4
		DSA 机房 (3)	22.45		不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb; 2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	8
2#	DSA 机房 (1) 内 护士操作位	DSA 机房 (1)	1.5	铅衣内	不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb; 个人防护用品 0.5mmPb	0.5
		DSA 机房 (2)	11.47		不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb; 个人防护用品 0.5mmPb; 钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	4.5
		DSA 机房 (3)	22.53		不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb; 个人防护用品 0.5mmPb, 2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	8.5
		DSA 机房 (1)	1.5	铅衣外	不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb;	0
		DSA 机房 (2)	11.47		不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb; 钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	4
		DSA 机房 (3)	22.53		不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0mmPb; 2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	8
A1	DSA 机房 (1) 西侧防护墙外 30cm	DSA 机房 (1)	6.29	钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		4
		DSA 机房 (2)	17.63	钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb; 防护门内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		8
		DSA 机房 (3)	28.79	3 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb; 防护门内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		12
B1(1)	DSA 机房 (1) 北侧防护门外 30cm	DSA 机房 (1)	4.75	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		4
		DSA 机房 (2)	12.36	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb; 钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		8
		DSA 机房 (3)	22.98	2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb		8
B1(2)	DSA 机房 (1)	DSA 机房 (1)	4.75	钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		4

	北侧防护 墙外 30cm	DSA 机 房 (2)	12.36	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb; 钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	8
		DSA 机 房 (3)	22.98	2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	8
C1	DSA 机房 (1) 北侧防护 门外 30cm (控制区 内)	DSA 机 房 (1)	4.77	4.0mmPb 铅玻璃, 折算铅当量 4.0mmPb	4
		DSA 机 房 (2)	11.61	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb; 钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	8
		DSA 机 房 (3)	22.27	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb; 2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	12
D1	DSA 机房 (1) 南侧防护 门外 30cm (准备 间)	DSA 机 房 (1)	6.09	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	4
		DSA 机 房 (2)	15.88	2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	8
		DSA 机 房 (3)	26.70	3 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 12.0mmPb	12
E1	DSA 机房 (1) 南侧防护 墙外 30cm (设备 间)	DSA 机 房 (1)	4.75	钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	4
		DSA 机 房 (2)	12.36	2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	8
		DSA 机 房 (3)	22.98	2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 12.0mmPb	8
F1	DSA 机房 (1) 南侧防护 门外 30cm (污物暂 存间)	DSA 机 房 (1)	6.90	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb	4
		DSA 机 房 (2)	7.38	1 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	4
		DSA 机 房 (3)	18.07	2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	8
M1	DSA 机房 (1) 顶棚上方 离地 100cm (OR06 手术室)	DSA 机 房 (1)	4.02	120mm 混凝土+3mm 铅板, 折算铅当量 4.2mmPb	4.2
		DSA 机 房 (2)	12.03	120mm 混凝土+3mm 铅板, 折算铅当量 4.2mmPb; 钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当 量 4.0mmPb	8.2
		DSA 机 房 (3)	22.85	120mm 混凝土+3mm 铅板, 折算铅当量 4.2mmPb; 2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算 铅当量 8.0mmPb	12.2
N1	DSA 机房 (1) 下层离地 170cm (超声检 查室)	DSA 机 房 (1)	4.10	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料, 折算铅 当量 3.2mmPb	3.2
		DSA 机 房 (2)	12.05	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料, 折算铅 当量 3.2mmPb; 钢龙骨架+4mm 铅板, 折算 铅当量 4.0mmPb	7.2
		DSA 机 房 (3)	22.87	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料, 折算铅 当量 3.2mmPb; 2 次钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 8.0mmPb	11.2

注: ①保守起见, 不同屏蔽物质的铅当量转换以最大管电压125kV X射线辐射衰减的有关的拟合参数计

表 11.3-3 (2) 本项目DSA机房(2)及DSA机房(3)周围关注点分布情况一览表

关注点	位置	辐射源与关注点距离(m)	屏蔽设计		铅当量(mmPb)
3#	DSA 机房(2)内 医生操作位	0.5	铅衣内	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb (共 1mmPb)	1
			铅衣外	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb	0.5
4#	DSA 机房(2)内 助手位	1.5	铅衣内	个人防护用品 0.5mmPb (共 1mmPb)	0.5
			铅衣外	不考虑铅悬挂防护屏、床侧防 护帘 0.5mmPb	0
A2	DSA 机房(2)北侧 防护门外 30cm	5.18	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		4
B2	DSA 机房(2)北侧 防护墙外 30cm	4.71	钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		4
C2	DSA 机房(2)北侧 防护门外 30cm (控制区内)	5.04	4.0mmPb 铅玻璃, 折算铅当量 4.0mmPb		4
D2	DSA 机房(2)南侧 防护门外 30cm (准备间)	5.91	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		4
E2	DSA 机房(2)南侧 防护墙外 30cm (设备间)	4.71	钢龙骨架+4mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		4
F2	DSA 机房(2)南侧 防护门外 30cm (污物暂存间)	6.95	内衬 4.0mm 铅板, 折算铅当量 4.0mmPb		4
M2	DSA 机房(2)顶棚 上方离地 100cm (OR07 手术室)	4.02	120mm 混凝土+3mm 铅板, 折算铅当量 4.2mmPb		4.2
N2	DSA 机房(2)下层 离地 170cm (超声检查室)	4.10	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料, 折算 铅当量 3.2mmPb		3.2
5#	DSA 机房(3)内 医生操作位	0.5	铅衣内	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb (共 1mmPb)	1
			铅衣外	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb	0.5
6#	DSA 机房(3)内 助手位	1.5	铅衣内	个人防护用品 0.5mmPb (共 1mmPb)	0.5

			铅衣外	不考虑铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb	0
A3	DSA 机房（3）北侧防护门外 30cm	4.88	内衬 4.0mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb		4
B3	DSA 机房（3）北侧防护墙外 30cm	4.75	钢龙骨架+4mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb		4
C3	DSA 机房（3）北侧防护门外 30cm（控制区内）	4.86	4.0mmPb 铅玻璃，折算铅当量 4.0mmPb		4
D3	DSA 机房（3）南侧防护门外 30cm（准备间）	5.57	内衬 4.0mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb		4
E3	DSA 机房（3）南侧防护墙外 30cm（设备间）	4.75	钢龙骨架+4mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb		4
F3	DSA 机房（3）南侧防护门外 30cm（污物暂存间）	6.69	内衬 4.0mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb		4
M3	DSA 机房（3）顶棚上方离地 100cm（OR012 手术室）	4.02	120mm 混凝土+3mm 铅板，折算铅当量 4.2mmPb		4.2
N3	DSA 机房（3）下层离地 170cm（超声检查室）	4.10	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料，折算铅当量 3.2mmPb		3.2
G3	DSA 机房（3）东侧防护墙外 30cm（消毒液存放间）	6.13	钢龙骨架+4mm 铅板，折算铅当量 4.0mmPb		4

注：①保守起见，不同屏蔽物质的铅当量转换以最大管电压125kV X射线辐射衰减的有关的拟合参数计；②DSA机房（2）及DSA机房（3）周围关注点分布情况中辐射源与关注点距离仅考虑本机房对周围关注点的距离。

（4）辐射影响剂量率估算

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泄露屏蔽估算

依据《辐射防护手册》第一分册，漏射对关注点的辐射剂量率计算公式：

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{式11.3-1})$$

式中：

H —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f —X射线泄漏系数，取0.1%；

H_0 —距靶点1m处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；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1.05E+07μGy/h，透视工况取6.28E+04μGy/h；

R —靶点至关注点的距离，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中公式计算，公式如下：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{-\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right] \quad (\text{式11.3-2})$$

式中：

B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α 、 β 、 γ —保守近似取铅对应管电压X射线辐射衰减的有关三个拟合参数，《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录C.2（保守考虑，取自GBZ130-2020附录C100kV主束相应参数）。

泄漏辐射各关注点估算结果见表11.3-4。

表11.3-4（1） DSA机房（1）各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	影响源	H_0 (μSv/h)	f	R (m)	X (mm)	α	β	γ	H (μSv/h)	叠加后 H (μSv/h)
透视模式											
1#	DSA机房（1）内	铅衣内 DSA机房（1）	6.28E+04	0.001	0.5	1	2.500	15.28	0.7557	1.85	1.85
		DSA机房（2）	6.28E+04	0.001	11.3	4.5	2.500	15.28	0.7557	4.77E-07	
		DSA机房（3）	6.28E+04	0.001	22.45	8.5	2.500	15.28	0.7557	5.49E-12	
	铅衣外 DSA机房（1）	医生操作位	6.28E+04	0.001	0.5	0	2.500	15.28	0.7557	251.20	251.20
		DSA机房（2）	6.28E+04	0.001	11.3	4	2.500	15.28	0.7557	1.67E-06	
		DSA机房（3）	6.28E+04	0.001	22.45	8	2.500	15.28	0.7557	1.92E-11	
2#	DSA机房（1）内	铅衣内 DSA机房（1）	6.28E+04	0.001	1.5	0.5	2.500	15.28	0.7557	1.02	1.02
		DSA机房（2）	6.28E+04	0.001	11.47	4.5	2.500	15.28	0.7557	4.63E-07	
		DSA机房（3）	6.28E+04	0.001	22.53	8.5	2.500	15.28	0.7557	5.45E-12	
	铅衣外 DSA机房（1）	医生操作位	6.28E+04	0.001	1.5	0	2.500	15.28	0.7557	27.91	27.91
		DSA机房（2）	6.28E+04	0.001	11.47	4	2.500	15.28	0.7557	1.62E-06	
		DSA机房（3）	6.28E+04	0.001	22.53	8	2.500	15.28	0.7557	1.90E-11	

A1	DSA 机房 (1) 西侧防护墙外 30cm	DSA 机房 (1)	6.28E+04	0.001	6.29	4	2.500	15.28	0.7557	5.38E-06	5.38E-06
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	0.001	17.63	8	2.500	15.28	0.7557	3.11E-11	
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	0.001	28.79	12	2.500	15.28	0.7557	5.29E-16	
B1(1)	南侧防护墙外 30cm	DSA 机房 (1)	6.28E+04	0.001	4.75	4	2.500	15.28	0.7557	9.43E-06	9.43E-06
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	0.001	12.36	8	2.500	15.28	0.7557	6.32E-11	
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	0.001	22.98	8	2.500	15.28	0.7557	1.83E-11	
B1(2)	南侧防护门外 30cm	DSA 机房 (1)	6.28E+04	0.001	4.75	4	2.500	15.28	0.7557	9.43E-06	9.43E-06
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	0.001	12.36	8	2.500	15.28	0.7557	6.32E-11	
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	0.001	22.98	8	2.500	15.28	0.7557	1.83E-11	
C1	北侧防护门外 30cm (控制区内)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	0.001	4.77	4	2.500	15.28	0.7557	9.35E-06	9.35E-06
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	0.001	11.61	8	2.500	15.28	0.7557	7.16E-11	
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	0.001	22.27	12	2.500	15.28	0.7557	8.84E-16	
D1	北侧防护门外 30cm (准备间)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	0.001	6.09	4	2.500	15.28	0.7557	5.74E-06	5.74E-06
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	0.001	15.88	8	2.500	15.28	0.7557	3.83E-11	
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	0.001	26.70	12	2.500	15.28	0.7557	6.15E-16	
E1	北侧防护墙外 30cm (设备间)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	0.001	4.75	4	2.500	15.28	0.7557	9.43E-06	9.43E-06
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	0.001	12.36	8	2.500	15.28	0.7557	6.32E-11	
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	0.001	22.98	8	2.500	15.28	0.7557	1.83E-11	
F1	北侧防护门外 30cm (污物暂存间)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	0.001	6.90	4	2.500	15.28	0.7557	4.47E-06	8.37E-06
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	0.001	7.38	4	2.500	15.28	0.7557	3.91E-06	
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	0.001	18.07	8	2.500	15.28	0.7557	2.96E-11	
M1	顶棚上方 离地 100cm (OR06 手术室)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	0.001	4.02	4.2	2.500	15.28	0.7557	7.98E-06	7.98E-06
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	0.001	12.03	8.2	2.500	15.28	0.7557	4.05E-11	
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	0.001	22.85	12.2	2.500	15.28	0.7557	5.09E-16	

N1	下层离地 170cm (超声检 查室)	DSA 机 房 (1)	6.28E+04	0.001	4.10	3.2	2.500	15.28	0.7557	9.37E-05	9.37E-05
		DSA 机 房 (2)	6.28E+04	0.001	12.05	7.2	2.500	15.28	0.7557	4.91E-10	
		DSA 机 房 (3)	6.28E+04	0.001	22.87	11.2	2.500	15.28	0.7557	6.19E-15	
摄影模式											
A1	DSA 机 房 (1) 西侧防护 墙外 30cm	DSA 机 房 (1)	1.05E+07	0.001	6.29	4	2.500	15.28	0.7557	5.38E-06	5.38E-06
		DSA 机 房 (2)	1.05E+07	0.001	17.63	8	2.500	15.28	0.7557	3.11E-11	
		DSA 机 房 (3)	1.05E+07	0.001	28.79	12	2.500	15.28	0.7557	5.29E-16	
B1(1)	南侧防护 墙外 30cm	DSA 机 房 (1)	1.05E+07	0.001	4.75	4	2.500	15.28	0.7557	9.43E-06	9.43E-06
		DSA 机 房 (2)	1.05E+07	0.001	12.36	8	2.500	15.28	0.7557	6.32E-11	
		DSA 机 房 (3)	1.05E+07	0.001	22.98	8	2.500	15.28	0.7557	1.83E-11	
B1(2)	南侧防护 门外 30cm	DSA 机 房 (1)	1.05E+07	0.001	4.75	4	2.500	15.28	0.7557	9.43E-06	9.43E-06
		DSA 机 房 (2)	1.05E+07	0.001	12.36	8	2.500	15.28	0.7557	6.32E-11	
		DSA 机 房 (3)	1.05E+07	0.001	22.98	8	2.500	15.28	0.7557	1.83E-11	
C1	北侧防护 门外 30cm (控制区 内)	DSA 机 房 (1)	1.05E+07	0.001	4.77	4	2.500	15.28	0.7557	9.35E-06	9.35E-06
		DSA 机 房 (2)	1.05E+07	0.001	11.61	8	2.500	15.28	0.7557	7.16E-11	
		DSA 机 房 (3)	1.05E+07	0.001	22.27	12	2.500	15.28	0.7557	8.84E-16	
D1	北侧防护 门外 30cm (准备 间)	DSA 机 房 (1)	1.05E+07	0.001	6.09	4	2.500	15.28	0.7557	5.74E-06	5.74E-06
		DSA 机 房 (2)	1.05E+07	0.001	15.88	8	2.500	15.28	0.7557	3.83E-11	
		DSA 机 房 (3)	1.05E+07	0.001	26.70	12	2.500	15.28	0.7557	6.15E-16	
E1	北侧防护 墙外 30cm (设备 间)	DSA 机 房 (1)	1.05E+07	0.001	4.75	4	2.500	15.28	0.7557	9.43E-06	9.43E-06
		DSA 机 房 (2)	1.05E+07	0.001	12.36	8	2.500	15.28	0.7557	6.32E-11	
		DSA 机 房 (3)	1.05E+07	0.001	22.98	8	2.500	15.28	0.7557	1.83E-11	

		房 (3)									
F1	北侧防护门外 30cm (污物暂存间)	DSA 机房 (1)	1.05E+07	0.001	6.90	4	2.500	15.28	0.7557	4.47E-06	8.37E-06
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	0.001	7.38	4	2.500	15.28	0.7557	3.91E-06	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	0.001	18.07	8	2.500	15.28	0.7557	2.96E-11	
M1	顶棚上方 离地 100cm (OR06 手术室)	DSA 机房 (1)	1.05E+07	0.001	4.02	4.2	2.500	15.28	0.7557	7.98E-06	7.98E-06
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	0.001	12.03	8.2	2.500	15.28	0.7557	4.05E-11	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	0.001	22.85	12.2	2.500	15.28	0.7557	5.09E-16	
N1	下层离地 170cm (超声检查室)	DSA 机房 (1)	1.05E+07	0.001	4.10	3.2	2.500	15.28	0.7557	9.37E-05	9.37E-05
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	0.001	12.05	7.2	2.500	15.28	0.7557	4.91E-10	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	0.001	22.87	11.2	2.500	15.28	0.7557	6.19E-15	

由表11.3-4 (1) 可知, 3台DSA同时运行所产生的泄露辐射对 DSA机房 (1) 各关注点处剂量率预测值, F1点受到DSA机房 (1) 的影响和及其临室DSA机房 (2) 的影响, DSA (3) 的影响可忽略不计, 但叠加后的预测值小于DSA机房 (1) 预测值的2倍; 其余关注点仅主要受到DSA机房 (1) 的影响, DSA机房 (2) 和DSA (3) 的影响可忽略不计。由于各机房内DSA源点到关注点的距离及屏蔽防护相当可得, 3台DSA同时运行所产生的泄露辐射对DSA机房 (2) 和DSA (3) 各关注点处剂量率预测值仅考虑本DSA机房的影响 (F2和F3点除外); 考虑最不利影响, F2和F3点的剂量率以本DSA机房预测值的2倍计。

表 11.3-4 (2) DSA机房 (2) 和 DSA机房 (3) 各关注点处剂量率估算值 (泄漏辐射)

关注点	位置		H_o ($\mu\text{Sv/h}$)	f	R (m)	X (mm)	α	β	γ	H ($\mu\text{Sv/h}$)
透视模式										
3#	机房内	铅衣内	6.28E+04	0.001	0.5	1	2.500	15.28	0.7557	1.85
	医生操作位	铅衣外	6.28E+04	0.001	0.5	0.5	2.500	15.28	0.7557	9.19
4#	机房内	铅衣内	6.28E+04	0.001	1.5	0.5	2.500	15.28	0.7557	1.02
	助手位	铅衣外	6.28E+04	0.001	1.5	0	2.500	15.28	0.7557	27.91

A2	DSA 机房(2) 北侧 防护门外 30cm		6.28E+04	0.001	5.18	2.500	15.28	0.7557	4	7.93E-06
B2	DSA 机房(2) 北侧 防护墙外 30cm		6.28E+04	0.001	4.71	2.500	15.28	0.7557	4	9.59E-06
C2	DSA 机房(2) 北侧 防护门外 30cm (控 制区内)		6.28E+04	0.001	5.04	2.500	15.28	0.7557	4	8.38E-06
D2	DSA 机房(2) 南侧 防护门外 30cm (准 备间)		6.28E+04	0.001	5.91	2.500	15.28	0.7557	4	6.09E-06
E2	DSA 机房(2) 南侧 防护墙外 30cm (设 备间)		6.28E+04	0.001	4.71	2.500	15.28	0.7557	4	9.59E-06
F2	DSA 机房(2) 南侧 防护门外 30cm (污 物暂存间)		6.28E+04	0.001	6.95	2.500	15.28	0.7557	4	8.81E-06
M2	DSA 机房(2) 顶棚 上方离地 100cm (OR07 手术室)		6.28E+04	0.001	4.02	2.500	15.28	0.7557	4.2	7.98E-06
N2	DSA 机房(2) 下层 离地 170cm(超声检 查室)		6.28E+04	0.001	4.1	2.500	15.28	0.7557	3.2	9.37E-05
5#	机房内 医生操作位	铅衣内	6.28E+04	0.001	0.5	1	2.500	15.28	0.7557	1.85
		铅衣外	6.28E+04	0.001	0.5	0.5	2.500	15.28	0.7557	9.19
6#	机房内 助手位	铅衣内	6.28E+04	0.001	1.5	0.5	2.500	15.28	0.7557	1.02
		铅衣外	6.28E+04	0.001	1.5	0	2.500	15.28	0.7557	27.91
A3	DSA 机房(3) 北侧 防护门外 30cm		6.28E+04	0.001	4.88	2.500	15.28	0.7557	4	8.93E-06
B3	DSA 机房(3) 北侧 防护墙外 30cm		6.28E+04	0.001	4.75	2.500	15.28	0.7557	4	9.43E-06
C3	DSA 机房(3) 北侧 防护门外 30cm (控 制区内)		6.28E+04	0.001	4.86	2.500	15.28	0.7557	4	9.01E-06
D3	DSA 机房(3) 南侧 防护门外 30cm (准 备间)		6.28E+04	0.001	5.57	2.500	15.28	0.7557	4	6.86E-06
E3	DSA 机房(3) 南侧 防护墙外 30cm (设 备间)		6.28E+04	0.001	4.75	2.500	15.28	0.7557	4	9.43E-06
F3	DSA 机房(3) 南侧 防护门外 30cm (污 物暂存间)		6.28E+04	0.001	6.69	2.500	15.28	0.7557	4	9.51E-06
M3	DSA 机房(3) 顶棚 上方离地 100cm (OR012 手术室)		6.28E+04	0.001	4.02	2.500	15.28	0.7557	4.2	7.98E-06
N3	DSA 机房(3) 下层 离地 170cm(超声检 查室)		6.28E+04	0.001	4.1	2.500	15.28	0.7557	3.2	9.37E-05
G3	DSA 机房(3) 东侧		6.28E+04	0.001	6.13	2.500	15.28	0.7557	4	5.66E-06

	防护墙外 30cm (消毒液存放间)								
摄影模式									
A2	DSA 机房(2) 北侧 防护门外 30cm	1.05E+07	0.001	5.18	2.500	15.28	0.7557	4	1.33E-03
B2	DSA 机房(2) 北侧 防护墙外 30cm	1.05E+07	0.001	4.71	2.500	15.28	0.7557	4	1.60E-03
C2	DSA 机房(2) 北侧 防护门外 30cm (控制区内)	1.05E+07	0.001	5.04	2.500	15.28	0.7557	4	1.40E-03
D2	DSA 机房(2) 南侧 防护门外 30cm (准备间)	1.05E+07	0.001	5.91	2.500	15.28	0.7557	4	1.02E-03
E2	DSA 机房(2) 南侧 防护墙外 30cm (设备间)	1.05E+07	0.001	4.71	2.500	15.28	0.7557	4	1.60E-03
F2	DSA 机房(2) 南侧 防护门外 30cm (污物暂存间)	1.05E+07	0.001	6.95	2.500	15.28	0.7557	4	1.47E-03
M2	DSA 机房(2) 顶棚 上方离地 100cm (OR07 手术室)	1.05E+07	0.001	4.02	2.500	15.28	0.7557	4.2	1.33E-03
N2	DSA 机房(2) 下层 离地 170cm(超声检查室)	1.05E+07	0.001	4.1	2.500	15.28	0.7557	3.2	1.57E-02
A3	DSA 机房(3) 北侧 防护门外 30cm	1.05E+07	0.001	4.88	2.500	15.28	0.7557	4	1.49E-03
B3	DSA 机房(3) 北侧 防护墙外 30cm	1.05E+07	0.001	4.75	2.500	15.28	0.7557	4	1.58E-03
C3	DSA 机房(3) 北侧 防护门外 30cm (控制区内)	1.05E+07	0.001	4.86	2.500	15.28	0.7557	4	1.51E-03
D3	DSA 机房(3) 南侧 防护门外 30cm (准备间)	1.05E+07	0.001	5.57	2.500	15.28	0.7557	4	1.15E-03
E3	DSA 机房(3) 南侧 防护墙外 30cm (设备间)	1.05E+07	0.001	4.75	2.500	15.28	0.7557	4	1.58E-03
F3	DSA 机房(3) 南侧 防护门外 30cm (污物暂存间)	1.05E+07	0.001	6.69	2.500	15.28	0.7557	4	1.59E-03
M3	DSA 机房(3) 顶棚 上方离地 100cm (OR012 手术室)	1.05E+07	0.001	4.02	2.500	15.28	0.7557	4.2	1.33E-03
N3	DSA 机房(3) 下层 离地 170cm(超声检查室)	1.05E+07	0.001	4.1	2.500	15.28	0.7557	3.2	1.57E-02
G3	DSA 机房(3) 东侧 防护墙外 30cm (消毒液存放间)	1.05E+07	0.001	6.13	2.500	15.28	0.7557	4	9.47E-04

②散射辐射计算方法

对于病人体表的散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《辐射防护手册》第一分册—《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987），可按以下公式进行估算。

$$H_s = \frac{H_o \cdot \alpha \cdot B}{(d_s - d_o)^2}$$

(式11.3-3)

式中：

H_s —关注点处的患者散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_o —距靶点1m处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；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 $1.05\text{E}+07\mu\text{Gy/h}$ ，透视工况取 $6.28\text{E}+04\mu\text{Gy/h}$ ；

α —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，取散射线与入射X射线照射量比值 a 为0.0013（ 90° 散射）， $\alpha=a/400=3.25\text{E}-06$ ；

d_o —源与病人的距离，取0.5m；

d_s —病人与预测点的距离，m；

S —散射面积，取典型值 500cm^2 ；

B 的取值详见式11.3-2。

散射辐射各关注点估算结果见表11.3-5。

表 11.3-5（1） DSA机房（1）各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	影响源	H_o ($\mu\text{Sv/h}$)	α	d_o (m)	d_s (m)	S (cm^2)	α	β	γ	X (mm)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加后 ($\mu\text{Sv/h}$)
透视模式													
1#	DSA机房（1）内 医生操作位	铅衣内 DSA机房（1）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	0.5	500	2.507	15.33	0.9124	1	17.13	17.13
		DSA机房（2）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	11.3	500	2.507	15.33	0.9124	4.5	4.69E-06	
		DSA机房（3）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.45	500	2.507	15.33	0.9124	8.5	5.25E-11	
	铅衣外	DSA机房（1）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	0.5	500	2.507	15.33	0.9124	0	1632.80	1632.80
		DSA机房（2）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	11.3	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.64E-05	
		DSA机房（3）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.45	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.84E-10	
2#	DSA机房（1）内 医生操作位	铅衣内 DSA机房（1）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	1.5	500	2.507	15.33	0.9124	0.5	8.56	8.56
		DSA机房（2）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	11.47	500	2.507	15.33	0.9124	4.5	4.55E-06	
		DSA机房（3）	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.53	500	2.507	15.33	0.9124	8.5	5.21E-11	
	铅衣外 DSA机房（1）		6.28E+04	3.25E-06	0.5	1.5	500	2.507	15.33	0.9124	0	181.42	181.42

		外	DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	11.47	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.59E-05	
			DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.53	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.82E-10	
A1	DSA 机房 (1)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	6.29	500	2.507	15.33	0.9124	4	5.30E-05		
	西侧防护墙外 30cm	DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	17.63	500	2.507	15.33	0.9124	8	2.98E-10		5.30E-05
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	28.79	500	2.507	15.33	0.9124	12	4.93E-15		
B1(1)	南侧防护墙外 30cm	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.30E-05		
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	12.36	500	2.507	15.33	0.9124	8	6.06E-10		9.30E-05
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.98	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.75E-10		
B1(2)	南侧防护门外 30cm	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.30E-05		
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	12.36	500	2.507	15.33	0.9124	8	6.06E-10		9.30E-05
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.98	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.75E-10		
C1	北侧防护门外 30cm (控制区内)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.77	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.22E-05		
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	11.61	500	2.507	15.33	0.9124	8	6.87E-10		9.22E-05
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.27	500	2.507	15.33	0.9124	12	8.24E-15		
D1	北侧防护门外 30cm (准备间)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	6.09	500	2.507	15.33	0.9124	4	5.66E-05		
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	15.88	500	2.507	15.33	0.9124	8	3.67E-10		5.66E-05
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	26.7	500	2.507	15.33	0.9124	12	5.74E-15		
E1	北侧防护墙外 30cm (设备间)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.30E-05		
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	12.36	500	2.507	15.33	0.9124	8	6.06E-10		9.30E-05
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.98	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.75E-10		
F1	北侧防护门外 30cm (污物暂存间)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	6.9	500	2.507	15.33	0.9124	4	4.41E-05		
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	7.38	500	2.507	15.33	0.9124	4	3.85E-05		8.26E-05
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	18.07	500	2.507	15.33	0.9124	8	2.84E-10		
M1	顶棚上方离地 100cm (OR06 手术室)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.02	500	2.507	15.33	0.9124	4.2	7.86E-05		
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	12.03	500	2.507	15.33	0.9124	8.2	3.88E-10		7.86E-05
		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.85	500	2.507	15.33	0.9124	12.2	4.74E-15		
N1	下层离地 170cm (超声检查室)	DSA 机房 (1)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.1	500	2.507	15.33	0.9124	3.2	9.28E-04		
		DSA 机房 (2)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	12.05	500	2.507	15.33	0.9124	7.2	4.74E-09		9.28E-04

		DSA 机房 (3)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	22.87	500	2.507	15.33	0.9124	11.2	5.81E-14	
摄影模式													
A1	DSA 机房 (1) 西侧防护墙外 30cm	DSA 机房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	6.29	500	2.507	15.33	0.9124	4	8.87E-03	8.87E-03
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	17.63	500	2.507	15.33	0.9124	8	4.98E-08	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	28.79	500	2.507	15.33	0.9124	12	8.25E-13	
B1(1)	南侧防护墙外 30cm	DSA 机房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.55E-02	1.55E-02
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	12.36	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.01E-07	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	22.98	500	2.507	15.33	0.9124	8	2.93E-08	
B1(2)	南侧防护门外 30cm	DSA 机房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.55E-02	1.55E-02
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	12.36	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.01E-07	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	22.98	500	2.507	15.33	0.9124	8	2.93E-08	
C1	北侧防护门外 30cm (控制区内)	DSA 机房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.77	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.54E-02	1.54E-02
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	11.61	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.15E-07	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	22.27	500	2.507	15.33	0.9124	12	1.38E-12	
D1	北侧防护门外 30cm (准备间)	DSA 机房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	6.09	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.46E-03	9.46E-03
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	15.88	500	2.507	15.33	0.9124	8	6.14E-08	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	26.7	500	2.507	15.33	0.9124	12	9.59E-13	
E1	北侧防护墙外 30cm (设备间)	DSA 机房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.55E-02	1.55E-02
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	12.36	500	2.507	15.33	0.9124	8	1.01E-07	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	22.98	500	2.507	15.33	0.9124	8	2.93E-08	
F1	北侧防护门外 30cm (污物暂存间)	DSA 机房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	6.9	500	2.507	15.33	0.9124	4	7.37E-03	1.38E-02
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	7.38	500	2.507	15.33	0.9124	4	6.44E-03	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	18.07	500	2.507	15.33	0.9124	8	4.74E-08	
M1	顶棚上方 离地 100cm (OR06 手术室)	DSA 机房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.02	500	2.507	15.33	0.9124	4.2	1.31E-02	1.31E-02
		DSA 机房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	12.03	500	2.507	15.33	0.9124	8.2	6.48E-08	
		DSA 机房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	22.85	500	2.507	15.33	0.9124	12.2	7.93E-13	

N1	下层离地 170cm (超声检 查室)	DSA 机 房 (1)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.1	500	2.507	15.33	0.9124	3.2	1.55E-01	1.55E-01
		DSA 机 房 (2)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	12.05	500	2.507	15.33	0.9124	7.2	7.92E-07	
		DSA 机 房 (3)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	22.87	500	2.507	15.33	0.9124	11.2	9.71E-12	

由表11.3-5 (1) 可知, 3台DSA同时运行所产生的散射辐射对 DSA机房 (1) 各关注点处剂量率预测值, F1点受到DSA机房 (1) 的影响和及其临室DSA机房 (2) 的影响, DSA (3) 的影响可忽略不计, 但叠加后的预测值小于DSA机房 (1) 预测值的2倍; 其余关注点仅主要受到DSA机房 (1) 的影响, DSA机房 (2) 和DSA (3) 的影响可忽略不计。由于各机房内DSA源点到关注点的距离及屏蔽防护相当可得, 3台DSA同时运行所产生的散射辐射对DSA机房 (2) 和DSA (3) 各关注点处剂量率预测值仅考虑本DSA机房的影响 (F2和F3点除外); 考虑最不利影响, F2和F3点的剂量率以本DSA机房预测值的2倍计。

表 11.3-5 (2) DSA机房 (1) 和DSA机房 (1) 各关注点处剂量率估算值 (散射辐射)

关注点	位置		<i>Ho</i> (μSv/h)	<i>α</i>	<i>d₀</i> (m)	<i>ds</i> (m)	<i>S</i> (cm ²)	<i>α</i>	<i>β</i>	<i>γ</i>	<i>X</i> (mm)	<i>Hs</i> (μSv/h)
透视模式												
3#	机房内 医生操作位	铅衣内	6.28E+04	3.25E-06	0.5	0.5	500	2.507	15.33	0.9124	1	17.13
		铅衣外	6.28E+04	3.25E-06	0.5	0.5	500	2.507	15.33	0.9124	0.5	77.07
4#	机房内 助手位	铅衣内	6.28E+04	3.25E-06	0.5	1.5	500	2.507	15.33	0.9124	0.5	8.56
		铅衣外	6.28E+04	3.25E-06	0.5	1.5	500	2.507	15.33	0.9124	0	181.42
A2	DSA 机房（2）北侧防护门外 30cm		6.28E+04	3.25E-06	0.5	5.18	500	2.507	15.33	0.9124	4	7.82E-05
B2	DSA 机房（2）北侧防护墙外 30cm		6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.71	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.46E-05
C2	DSA 机房（2）北侧防护门外 30cm （控制区内）		6.28E+04	3.25E-06	0.5	5.04	500	2.507	15.33	0.9124	4	8.26E-05
D2	DSA 机房（2）南侧防护门外 30cm （准备间）		6.28E+04	3.25E-06	0.5	5.91	500	2.507	15.33	0.9124	4	6.01E-05
E2	DSA 机房（2）南侧防护墙外 30cm （设备间）		6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.71	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.46E-05
F2	DSA 机房（2）南侧防护门外 30cm （污物暂存间）		6.28E+04	3.25E-06	0.5	6.95	500	2.507	15.33	0.9124	4	8.69E-05
M2	DSA 机房（2）顶棚上方离地		6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.02	500	2.507	15.33	0.9124	4.2	7.86E-05

	100cm (OR07 手术室)											
N2	DSA 机房 (2) 下层离地 170cm (超声检查室)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.1	500	2.507	15.33	0.9124	3.2	9.28E-04	
5#	机房内 医生操作位	铅衣内	6.28E+04	3.25E-06	0.5	0.5	500	2.507	15.33	0.9124	1	17.13
		铅衣外	6.28E+04	3.25E-06	0.5	0.5	500	2.507	15.33	0.9124	0.5	77.07
6#	机房内 助手位	铅衣内	6.28E+04	3.25E-06	0.5	1.5	500	2.507	15.33	0.9124	0.5	8.56
		铅衣外	6.28E+04	3.25E-06	0.5	1.5	500	2.507	15.33	0.9124	0	181.42
A3	DSA 机房 (3) 北侧防护门外 30cm	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.88	500	2.507	15.33	0.9124	4	8.81E-05	
B3	DSA 机房 (3) 北侧防护墙外 30cm	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.30E-05	
C3	DSA 机房 (3) 北侧防护门外 30cm (控制区内)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.86	500	2.507	15.33	0.9124	4	8.88E-05	
D3	DSA 机房 (3) 南侧防护门外 30cm (准备间)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	5.57	500	2.507	15.33	0.9124	4	6.76E-05	
E3	DSA 机房 (3) 南侧防护墙外 30cm (设备间)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.30E-05	
F3	DSA 机房 (3) 南侧防护门外 30cm (污物暂存间)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	6.69	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.38E-05	
M3	DSA 机房 (3) 顶棚上方离地 100cm (OR012 手术室)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.02	500	2.507	15.33	0.9124	4.2	7.86E-05	
N3	DSA 机房 (3) 下层离地 170cm (超声检查室)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	4.1	500	2.507	15.33	0.9124	3.2	9.28E-04	
G3	DSA 机房 (3) 东侧防护墙外 30cm (消毒液存放间)	6.28E+04	3.25E-06	0.5	6.13	500	2.507	15.33	0.9124	4	5.58E-05	
摄影模式												
A2	DSA 机房 (2) 北侧防护门外 30cm	1.05E+07	3.25E-06	0.5	5.18	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.31E-02	
B2	DSA 机房 (2) 北侧防护墙外 30cm	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.71	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.58E-02	
C2	DSA 机房 (2) 北侧防护门外 30cm (控制区内)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	5.04	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.38E-02	
D2	DSA 机房 (2) 南侧防护门外 30cm (准备间)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	5.91	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.00E-02	
E2	DSA 机房 (2) 南侧防护墙外 30cm (设备间)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.71	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.58E-02	

F2	DSA 机房 (2) 南侧防护门外 30cm (污物暂存间)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	6.95	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.45E-02
M2	DSA 机房 (2) 顶棚上方离地 100cm (OR07 手术室)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.02	500	2.507	15.33	0.9124	4.2	1.31E-02
N2	DSA 机房 (2) 下层离地 170cm (超声检查室)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.1	500	2.507	15.33	0.9124	3.2	1.55E-01
A3	DSA 机房 (3) 北侧防护门外 30cm	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.88	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.47E-02
B3	DSA 机房 (3) 北侧防护墙外 30cm	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.55E-02
C3	DSA 机房 (3) 北侧防护门外 30cm (控制区内)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.86	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.49E-02
D3	DSA 机房 (3) 南侧防护门外 30cm (准备间)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	5.57	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.13E-02
E3	DSA 机房 (3) 南侧防护墙外 30cm (设备间)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.75	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.55E-02
F3	DSA 机房 (3) 南侧防护门外 30cm (污物暂存间)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	6.69	500	2.507	15.33	0.9124	4	1.57E-02
M3	DSA 机房 (3) 顶棚上方离地 100cm (OR012 手术室)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.02	500	2.507	15.33	0.9124	4.2	1.31E-02
N3	DSA 机房 (3) 下层离地 170cm (超声检查室)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	4.1	500	2.507	15.33	0.9124	3.2	1.55E-01
G3	DSA 机房 (3) 东侧防护墙外 30cm (消毒液存放间)	1.05E+07	3.25E-06	0.5	6.13	500	2.507	15.33	0.9124	4	9.34E-03

③各关注点剂量率预测结果及评价

根据估算结果, 各关注点辐射剂量率预测结果见表11.3-6。

表11.3-6 各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述		剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
			散射辐射	泄漏辐射	合计		
透视模式							
1#	机房内 医生操作位	铅衣内	17.13	1.85	18.98	--	--
		铅衣外	77.07	9.19	86.26	--	--
2#	机房内 助手位	铅衣内	8.56	1.02	9.58	--	--
		铅衣外	181.42	27.91	209.33	--	--
A1	DSA 机房（1）西侧 防护墙外 30cm		5.30E-05	5.38E-06	5.84E-05	2.5	符合

B1(1)	南侧防护墙外 30cm		9.30E-05	9.43E-06	1.02E-04	2.5	符合
B1(2)	南侧防护门外 30cm		9.30E-05	9.43E-06	1.02E-04	2.5	符合
C1	北侧防护门外 30cm (控制区内)		9.22E-05	9.35E-06	1.02E-04	2.5	符合
D1	北侧防护门外 30cm (准备间)		5.66E-05	5.74E-06	6.23E-05	2.5	符合
E1	北侧防护墙外 30cm (设备间)		9.30E-05	9.43E-06	1.02E-04	2.5	符合
F1	北侧防护门外 30cm (污物暂存间)		8.26E-05	8.37E-06	9.10E-05	2.5	符合
M1	顶棚上方离地 100cm (OR06 手术 室)		7.86E-05	7.98E-06	8.66E-05	2.5	符合
N1	下层离地 170cm(超 声检查室)		9.28E-04	9.37E-05	1.02E-03	2.5	符合
3#	机房内 医生操 作位	铅衣内	17.13	1.85	18.98	--	--
		铅衣外	77.07	9.19	86.26	--	--
4#	机房内 助手位	铅衣内	8.56	1.02	9.58	--	--
		铅衣外	181.42	27.91	209.33	--	--
A2	DSA 机房(2) 北侧 防护门外 30cm		7.82E-05	7.93E-06	8.61E-05	2.5	符合
B2	DSA 机房(2) 北侧 防护墙外 30cm		9.46E-05	9.59E-06	1.04E-04	2.5	符合
C2	DSA 机房(2) 北侧 防护门外 30cm (控 制区内)		8.26E-05	8.38E-06	9.10E-05	2.5	符合
D2	DSA 机房(2) 南侧 防护门外 30cm (准 备间)		6.01E-05	6.09E-06	6.62E-05	2.5	符合
E2	DSA 机房(2) 南侧 防护墙外 30cm (设 备间)		9.46E-05	9.59E-06	1.04E-04	2.5	符合
F2	DSA 机房(2) 南侧 防护门外 30cm (污 物暂存间)		8.69E-05	8.81E-06	9.57E-05	2.5	符合
M2	DSA 机房(2) 顶棚 上方离地 100cm (OR07 手术室)		7.86E-05	7.98E-06	8.66E-05	2.5	符合
N2	DSA 机房(2) 下层 离地 170cm(超声检 查室)		9.28E-04	9.37E-05	1.02E-03	2.5	符合
5#	机房内 医生操 作位	铅衣内	17.13	1.85	18.98	--	--
		铅衣外	77.07	9.19	86.26	--	--
6#	机房内 助手位	铅衣内	8.56	1.02	9.58	--	--
		铅衣外	181.42	27.91	209.33	--	--
A3	DSA 机房(3) 北侧 防护门外 30cm		8.81E-05	8.93E-06	9.70E-05	2.5	符合

B3	DSA 机房(3) 北侧 防护墙外 30cm	9.30E-05	9.43E-06	1.02E-04	2.5	符合
C3	DSA 机房(3) 北侧 防护门外 30cm (控 制区内)	8.88E-05	9.01E-06	9.78E-05	2.5	符合
D3	DSA 机房(3) 南侧 防护门外 30cm (准 备间)	6.76E-05	6.86E-06	7.45E-05	2.5	符合
E3	DSA 机房(3) 南侧 防护墙外 30cm (设 备间)	9.30E-05	9.43E-06	1.02E-04	2.5	符合
F3	DSA 机房(3) 南侧 防护门外 30cm (污 物暂存间)	9.38E-05	9.51E-06	1.03E-04	2.5	符合
M3	DSA 机房(3) 顶棚 上方离地 100cm (OR012 手术室)	7.86E-05	7.98E-06	8.66E-05	2.5	符合
N3	DSA 机房(3) 下层 离地 170cm(超声检 查室)	9.28E-04	9.37E-05	1.02E-03	2.5	符合
G3	DSA 机房(3) 东侧 防护墙外 30cm (消 毒液存放间)	5.58E-05	5.66E-06	6.15E-05	2.5	符合
摄影模式						
A1	DSA 机房(1) 西侧 防护墙外 30cm	8.87E-03	5.38E-06	8.87E-03	2.5	符合
B1(1)	南侧防护墙外 30cm	1.55E-02	9.43E-06	1.56E-02	2.5	符合
B1(2)	南侧防护门外 30cm	1.55E-02	9.43E-06	1.56E-02	2.5	符合
C1	北侧防护门外 30cm (控制区内)	1.54E-02	9.35E-06	1.54E-02	2.5	符合
D1	北侧防护门外 30cm (准备间)	9.46E-03	5.74E-06	9.46E-03	2.5	符合
E1	北侧防护墙外 30cm (设备间)	1.55E-02	9.43E-06	1.56E-02	2.5	符合
F1	北侧防护门外 30cm (污物暂存间)	1.38E-02	8.37E-06	1.38E-02	2.5	符合
M1	顶棚上方离地 100cm (OR06 手术 室)	1.31E-02	7.98E-06	1.32E-02	2.5	符合
N1	下层离地 170cm(超 声检查室)	1.55E-01	9.37E-05	1.55E-01		
A2	DSA 机房(2) 北侧 防护门外 30cm	1.31E-02	1.33E-03	1.44E-02	2.5	符合
B2	DSA 机房(2) 北侧 防护墙外 30cm	1.58E-02	1.60E-03	1.74E-02	2.5	符合
C2	DSA 机房(2) 北侧 防护门外 30cm (控 制区内)	1.38E-02	1.40E-03	1.52E-02	2.5	符合
D2	DSA 机房(2) 南侧 防护门外 30cm (准 备间)	1.00E-02	1.02E-03	1.11E-02	2.5	符合
E2	DSA 机房(2) 南侧 防护墙外 30cm (设 备间)	1.58E-02	1.60E-03	1.74E-02	2.5	符合

F2	DSA 机房（2）南侧防护门外 30cm（污物暂存间）	1.45E-02	1.47E-03	1.60E-02	2.5	符合
M2	DSA 机房（2）顶棚上方离地 100cm（OR07 手术室）	1.31E-02	1.33E-03	1.45E-02	2.5	符合
N2	DSA 机房（2）下层离地 170cm（超声检查室）	1.55E-01	1.57E-02	1.71E-01	2.5	符合
A3	DSA 机房（3）北侧防护门外 30cm	1.47E-02	1.49E-03	1.62E-02	2.5	符合
B3	DSA 机房（3）北侧防护墙外 30cm	1.55E-02	1.58E-03	1.71E-02		
C3	DSA 机房（3）北侧防护门外 30cm（控制区内）	1.49E-02	1.51E-03	1.64E-02	2.5	符合
D3	DSA 机房（3）南侧防护门外 30cm（准备间）	1.13E-02	1.15E-03	1.25E-02	2.5	符合
E3	DSA 机房（3）南侧防护墙外 30cm（设备间）	1.55E-02	1.58E-03	1.71E-02		
F3	DSA 机房（3）南侧防护门外 30cm（污物暂存间）	1.57E-02	1.59E-03	1.73E-02	2.5	符合
M3	DSA 机房（3）顶棚上方离地 100cm（OR012 手术室）	1.31E-02	1.33E-03	1.45E-02	2.5	符合
N3	DSA 机房（3）下层离地 170cm（超声检查室）	1.55E-01	1.57E-02	1.71E-01		
G3	DSA 机房（3）东侧防护墙外 30cm（消毒液存放间）	9.34E-03	9.47E-04	1.03E-02	2.5	符合

由上表可知，本项目DSA装置在运行期间，透视模式下机房外各关注点处剂量率为 $5.84 \times 10^{-5} \sim 1.02 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，摄影模式下机房外各关注点处剂量率为 $8.87 \times 10^{-3} \sim 1.71 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的透视模式下屏蔽体外表面30cm处剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

④类比同类项目分析辐射防护措施的可行性及可靠性

本项目进一步采取类比的方法，预测该院3台DSA装置运行时对周围环境的辐射情况。本项目3台DSA引用卢氏县中医院DSA核技术应用项目验收监测时DSA装置现场监测的有关数据（报告编号：XW(FS)2023040602）进行类比分析，详见表11.3-7。

表11.3-7 DSA类比条件对照一览表

类比项目	卢氏县中医院DSA	本项目DSA（1）	本项目DSA（2）	本项目DSA（3）	可比性结果
型号	飞利浦UNIQ FD20C	飞利浦	飞利浦	飞利浦	/
管电压 /	125kV/1000mA	125kV/1000mA			相当

管电流					
四侧墙体	轻钢龙骨+3mm厚铅板 (3.0mmPb)	钢龙骨架+4mm铅板, 折算铅当量4.0mmPb			本项目大于类 比对象
顶棚	12cm厚混凝土+3mm厚 铅板 (4.2mmPb)	120mm混凝土+3mm铅板, 折算铅当量4.2mmPb			相当
地坪	12cm厚混凝土+3cm硫 酸钡水泥 (3.2mmPb)	120mm混凝土+30mm硫酸钡涂料, 折算铅当量 3.2mmPb			相当
防护门(3 扇)	内衬3.0mm厚铅板 (3.0mmPb)	内衬4.0mm铅板, 折算铅当量4.0mmPb			本项目大于类 比对象
观察窗	15mm厚铅玻璃(3.0mm Pb)	4.0mmPb铅玻璃, 折算铅当量4.0mmPb			本项目大于类 比对象
面积	46.8m ²	75.83m ²	75.27m ²	73.44m ²	本项目大于类 比对象
最小单边 长	6.5m	7.3m	7.21m	7.3m	本项目大于类 比对象
手术类型	介入治疗	介入治疗	介入治疗	介入治疗	/

从类比条件对照分析可知：本项目的 DSA 的最大管电压及最大管电流与类比对象的相同，3 台 DSA 机房的四周墙体、防护门、观察窗的防护能力均优于类比对象的四周墙体、防护门、观察窗的防护能力；地坪、顶棚顶的防护能力均与类比对象的地坪、顶棚的防护能力相当，且本项目 3 台 DSA 机房整体防护能力满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求，满足类比的条件，具有较好的可比性，通过类比，能够预测本项目 3 台 DSA 运行时周围环境的辐射水平。

类比监测结果引用河南新网检测服务有限公司出具的卢氏县中医院 DSA 防护性能检测报告（见附件 14）。根据检测报告内容可知，卢氏县中医院 DSA 在检测时，采用检测设备是型号为 AT1123(器具编号 54363)的辐射检测仪(能量响应:15keV~10MeV; 测量范围: 50nSv/h~10Sv/h; 检定证书编号: 1022BY0500321)，类比监测结果详见下表。

表11.3-8 卢氏县中医院DSA场所周围环境X-γ射线辐射剂量率类比监测结果

点位 序号	测量点位描述	自动透视条件下 检测结果 (μSv/h)	自动减影条件下 检测结果(μSv/h)	未开机状态下检 测结果(μSv/h)	标准要求	评价
1	控制室操作位	0.11	0.12	0.08~0.09	≤2.5μSv/h	合格
2	观察窗外 30cm 处	0.12~0.13	0.13~0.14	0.08~0.09		合格
3	医生通道门外 30cm 处	0.13~0.14	0.13~0.14	0.08~0.09		合格
4	病人通道门外 30cm 处	0.12~0.18	0.13~0.3	0.08~0.1		合格
5	污物通通道门外 30cm 处	0.12~0.13	0.14~0.15	0.07~0.08		合格
6	机房东墙外 30cm 处	0.11	0.11	0.08		合格
7	机房南墙外 30cm 处	0.11~0.12	0.13~0.14	0.08~0.09		合格

8	机房西墙外 30cm 处	0.13	0.14~0.15	0.07~0.08	合格
9	机房北墙外 30cm 处	0.13	0.15	0.08~0.09	
10	机房顶棚上方 100cm 处	0.11	0.11	0.09	
11	机房地面下方距离楼下地面 170cm 处	0.11	0.13	0.1	

注：1.自动透视模式下，仪器检定因子：0.876；
2.自动减影模式下，仪器检定因子：0.876；
3.检测点距机房墙体、门、窗表面30cm，顶棚上方(楼上)距顶棚地面100 cm，机房地面下方(楼下)距楼下地面170cm。4.设备参数：本设备最大管电压：125kV；最大管电流：1000mA
5.检测条件：未开机状态下：标准水模+1.5mm铜板
6.自动透视模式：87kV，21.3mA，5s，标准水模+1.5mm铜板
7.自动减影模式：84kV，149.7mA，5s，标准水模+1.5mm 铜板。

机房防护可行性的类比分析结论：手术中设备运行分透视和减影（采集）两种模式，由于血管造影机配备剂量检测系统，能根据患者条件等差异，自动调节参数和 X 射线出射剂量，本项目的 3 台 DSA 机房的四周墙体、防护门、观察窗的防护能力均优于类比对象的四周墙体、防护门、观察窗的防护能力；地坪、顶棚顶的防护能力均与类比对象的地坪、顶棚的防护能力相当，类比对象的监测结果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的防护要求，故本项目 3 台 DSA 装置机房防护设施防护效果能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的防护要求，3 台 DSA 机房辐射防护措施是可行及可靠性的。

11.3.2 机房周围人员辐射影响分析

本项目X-γ射线产生的外照射致人年有效剂量计算公式如下：

$$E_r = H_r \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{式11.3-4})$$

式中：

E_r —X-γ射线外照射年有效剂量，mSv；

H_r —X-γ辐射周围剂量当量率，μSv/h；

t —X-γ照射时间，h；

T —居留因子，职业人员全居留取1，公众人员全居留取1，部分居留取1/4，偶然居留取1/16。

由表11.3-6计算结果可知，透视模式下基本不会对机房外围环境产生X-γ外照射影响，因此估算对机房周围环境人员受照射剂量时只需考虑摄影模式。依据上述（公式11.3-4）对项目运行后致职业人员、公众的个人剂量估算结果见表11.3-9。

表 11.3-9 DSA 机房周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	预测点位处辐射剂量率 (μSv/h)	年照射时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
-----	------	------	------	--------------------	-----------	-------------

A1	DSA 机房（1）西侧防护墙外 30cm	公众人员	1/4	8.87E-03	20	1.77E-04
B1(1)	南侧防护墙外 30cm	公众人员	1/4	1.56E-02	20	3.12E-04
B1(2)	南侧防护门外 30cm	公众人员	1/4	1.56E-02	20	3.12E-04
C1	北侧防护门外 30cm（控制区内）	辐射人员	1	1.54E-02	20	3.08E-04
D1	北侧防护门外 30cm（准备间）	公众人员	1/4	9.46E-03	20	1.89E-04
E1	北侧防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/4	1.56E-02	20	3.12E-04
F1	北侧防护门外 30cm（污物暂存间）	公众人员	1/4	1.38E-02	20	2.76E-04
M1	顶棚上方离地 100cm（OR06 手术室）	公众人员	1	1.32E-02	20	2.64E-04
N1	下层离地 170cm（超声检查室）	公众人员	1	1.55E-01	20	3.10E-03
A2	DSA 机房（2）北侧防护门外 30cm	公众人员	1/4	1.44E-02	20	2.88E-04
B2	DSA 机房（2）北侧防护墙外 30cm	公众人员	1/4	1.74E-02	20	3.48E-04
C2	DSA 机房（2）北侧防护门外 30cm（控制区内）	辐射人员	1	1.52E-02	20	3.04E-04
D2	DSA 机房（2）南侧防护门外 30cm（准备间）	公众人员	1/4	1.11E-02	20	2.22E-04
E2	DSA 机房（2）南侧防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/4	1.74E-02	20	3.48E-04
F2	DSA 机房（2）南侧防护门外 30cm（污物暂存间）	公众人员	1/4	1.60E-02	20	3.20E-04
M2	DSA 机房（2）顶棚上方离地 100cm（OR07 手术室）	公众人员	1	1.45E-02	20	2.90E-04
N2	DSA 机房（2）下层离地 170cm（超声检查室）	公众人员	1	1.71E-01	20	3.42E-03
A3	DSA 机房（3）北侧防护门外 30cm	公众人员	1/4	1.62E-02	20	3.24E-04
B3	DSA 机房（3）北侧防护墙外 30cm	公众人员	1/4	1.71E-02	20	3.42E-04
C3	DSA 机房（3）北侧防护门外 30cm（控制区内）	辐射人员	1	1.64E-02	20	3.28E-04
D3	DSA 机房（3）南侧防护门外 30cm（准备间）	公众人员	1/4	1.25E-02	20	2.50E-04
E3	DSA 机房（3）南侧防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/4	1.71E-02	20	3.42E-04
F3	DSA 机房（3）南侧防护门外 30cm（污物暂存间）	公众人员	1/4	1.73E-02	20	3.46E-04
M3	DSA 机房（3）顶棚上方离地 100cm（OR012 手术室）	公众人员	1	1.45E-02	20	2.90E-04
N3	DSA 机房（3）下层离地 170cm（超声检查室）	公众人员	1	1.71E-01	20	3.42E-03
G3	DSA 机房（3）东侧防护墙	公众人员	1/4	1.03E-02	20	2.06E-04

	外 30cm（消毒液存放间）					
--	----------------	--	--	--	--	--

由表11.3-7可知，项目运行后，DSA控制室职业人员最大年剂量为0.000328mSv/a，满足职业人员年剂量管理约束值（5mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv/a）的要求；机房周围公众年剂量最大为0.00343mSv/a，满足公众成员年剂量管理约束值（0.1mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众成员剂量限值(1mSv/a)的要求。

综上所述，本项目DSA工作场所的防护设计满足要求，正常运行后产生的辐射影响满足标准要求，对机房周围人员产生的辐射影响较小。

11.2.3 DSA 机房内职业人员辐射影响分析

年有效剂量根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中计算公式：

$$E = \alpha H_u + \beta H_0 \quad (\text{式11.3-5})$$

式中：

E —有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α —系数，取0.84；

H_u —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv），本次估算通过计算职业人员铅衣内的受照剂量获得；

β —系数，取0.10；

H_0 —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv），本次估算通过计算职业人员铅衣外的受照剂量获得。

项目运行后致手术室内职业人员的个人剂量估算结果见表11.3-10。

表 11.3-10 DSA 机房内职业人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	预测点位处辐射剂量率（μSv/h）		年照射时间（h）	年有效剂量（mSv）
		有铅衣	无铅衣		
1#	机房内医生操作位	18.98	86.26	100	2.46
2#	机房内助手位	9.58	209.33	100	2.90
3#	机房内医生操作位	18.98	86.26	100	2.46
4#	机房内助手位	9.58	209.33	100	2.90
5#	机房内医生操作位	18.98	86.26	100	2.46
6#	机房内助手位	9.58	209.33	100	2.90

由表11.3-8可知，项目运行后DSA机房内职业人员最大年剂量为2.9mSv/a，满足职业人员年剂量管理约束值（5mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)对职业人员剂量限值(20mSv/a)的要求。

11.3.4 其他保护目标的环境影响分析

本项目其他保护目标均位于上述预测关注点离 DSA 机房更外的区域,根据辐射剂量率与距离平方成反比的原理,其所受辐射影响不大于靠近机房的预测关注点,同样满足年有效剂量管理限值要求。

11.3.5 “三废”环境影响分析

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 DSA 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,臭氧常温下可自行分解为氧气,对环境的影响较小。

本项目在应用过程中不产生放射性固体废物,手术中产生少量的废药棉、纱布、针头等医疗废物依托医院医疗废物处理设施和处理措施集中进行处置。

11.4 主要环境保护目标辐射防护措施合理性分析:

1、辐射安全措施合理性分析

医院拟在本项目 DSA 及直线加速器的辐射场所进行控制区与监督区的分区,并在各辐射场所出入口处均粘贴控制区标识,在各辐射场所控制室门外粘贴监督区的标识,并限制无关人员进入。本项目各射线装置工作场所所在区域位置相对独立,工作区域专人管理,在进入该区域的时候需经过严格消毒和身份确认,这样不但减少了无关公众受照射的概率,也降低了其他工作人员受照射的概率。同时,各辐射工作场所采取了有效的屏蔽措施,并且各辐射工作场所按规范要求设置电离辐射警告标志,合理划分控制区、监督区,且无关人员不得进入。通过对各辐射工作场所防护进行理论计算,对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。通过以上场所独立、划分区域等措施,本项目不会产生交叉污染,对外职业人员、公众及环境造成辐射影响很小。

医院为 DSA 各射线装置在控制台处设置有观察窗、在各射线装置机房内设置层流通风系统;医院为加速器装置配备视频监控系统、对讲系统、急停开关、辐射监测仪探头及在机房内强制排风系统。同时,在机房门设置闭门装置、门-灯联锁等,在各机房病人入口处设置符合规范的电离辐射警告标志和工作状态指示灯,在各机房门设置闭门装置、门-灯联锁等。另外,医院拟为本项目主要保护目标配备铅围裙、铅方巾、铅围脖、铅帽、铅眼镜、铅衣、铅介入手套等防护用品,本项目采取的辐射安全措施

满足 GBZ 130-2020 标准的安全要求，能有效保障职业人员、公众的安全。

2、辐射安全管理措施

医院已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。医院须根据相关法律、法规、条例及本环评报告提出的要求，制定辐射安全管理制度，并不断完善。

医院拟分别为介入科及放疗科分别配备 1 台 X、 γ 剂量率辐射巡检仪，用于本项目日常运行机房外的辐射水平监测；医院还应定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立完整的个人剂量监测档案和职业健康监护档案，并终身保存；本项目的辐射工作人员，应按照《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》的要求及现行国家最新放射性基础知识与法律法规培训规定安排使用 II 类射线装置相关的辐射工作人员在网上自主培训并报名参加辐射安全与防护知识考核，做到持证上岗，保障辐射工作场所及从事辐射工作人员的安全。

综上，医院严格执行以上辐射安全措施及辐射安全管理措施可有效保障辐射工作人员、公众及周围环境的安全。

11.5 事故影响分析

11.5.1 直线加速器辐射事故影响分析

11.5.1.1 可能发生的辐射事故

本项目直线加速器本身自带屏蔽措施以及设备固有的安全联锁装置，故设备在正常使用的情况下发生事故的的概率极小，可能发生的辐射事故主要包括：

①加速器辐射工作场所辐射安全和联锁设施失效，人员误入正在出束的加速器机房。

②工作人员或病人家属还未全部撤离机房，控制室人员启动设备，造成有关人员被误照射。

本项目直线加速器属于 II 类 X 射线装置，当设备关机时不会产生 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。加速器机房一旦发生辐射事故，会导致误入人员受到超过年剂量限值的照射，故为一般辐射事故。

11.5.1.2 辐射事故预防措施

①辐射事故防范措施

一旦发现有人误入直线加速器机房，工作人员应立即利用最近的紧急止动开关切断设备电源，启动医院辐射事故应急预案。为防止本项目直线加速器设备辐射事故发生，应采取多种防范措施：

1) 控制台上应有辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示装置，操作人员可随时了解设备运行情况。

2) 条件显示联锁：加速器具有联锁装置，只有当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当治疗室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

3) 剂量控制联锁：安装有剂量监测系统，当吸收剂量未达到预选值时，照射终止。

4) 控制台上配置有独立于其他任何控制辐照终止系统的辐照控制计时器，当辐照终止后能保留计时器读数，计时器复零，才能启动下次辐照。

5) 有控制超剂量的联锁装置，当剂量超过预选值时，可自动终止照射。

6) 有剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照。

7) 有全部安全联锁设施检查装置，能保证所有安全联锁系统保持良好的运行状态。

8) 有门机安全联锁，机房门关闭后设备才能开机，被打开时会自动关机。

9) 有时间控制联锁，当预选照射时间已定时，定时器能独立地使照射停止。

10) 控制台和治疗室内均安有紧急停机开关。

11) 机房门外设置有声音警示作用的工作状态指示灯和电离辐射警示标志。

12) 电视监控、对讲装置：治疗室和控制室之间安装有电视监控、对讲装置，控制室能通过电视监视治疗室内患者治疗的情况，并通过对讲机与室内人员联系，以便医师在操作时观察患者在治疗室的状态，及时处理意外情况。

②机房的安全保卫措施

为确保直线加速器辐射工作场所的安全，本项目拟采用的安全保卫措施如下：

1) 防火措施：直线加速器机房四周为混凝土结构墙体，机房周围均没有易燃、易爆、腐蚀性等其他一切物品。

2) 防水措施：机房四周墙体防水性强，防水设计施工由专业施工队伍进行施工，对容易造成局部损坏的薄弱部位设置增强层。

3) 防盗措施：设置全自动防护铅门，直线加速器机房拟安装摄像头，和医院保卫

科监控系统连接起来，且有保安人员 24h 巡逻和值班。

4) 防丢失和破坏措施：直线加速器机房设置在地下一层，纳入医院日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏。一旦可能盗抢事件，立即关闭机房防护门，并立即向公安机关报案。

5) 防射线泄漏措施：本项目机房由具有资质的单位设计、经计算满足环保要求。本项目直线加速器固有安全性良好。

综上，本项目加速器机房的防火、防水、防盗、防丢失和防破坏以及防射线泄漏措施可行。

11.5.2 DSA 装置辐射事故影响分析

11.5.2.1 可能发生的辐射事故

(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。

11.5.2.2 误照射辐射事故环境影响分析

本项目为医院核技术应用项目，使用Ⅱ类医用射线装置。对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 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。其 X 射线能量不大，曝光时间都比较短，为一般辐射事故。

11.5.2.3 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。

11.5.3 风险应急预案

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，对可能发生的辐射事故，制定了《放射事故应急处理预案》，内容详见附件 8。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款的要求，使用 II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，且至少有 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。

确山县人民医院成立了辐射安全与防护管理领导小组，负责全院辐射安全与防护监督管理工作，划定职责与分工，保障放射职业人员、社会公众的健康与安全。该管理机构的基本组成涵盖各射线装置各使用部门，在框架上基本符合要求。辐射安全与防护管理领导小组文件见附件 7。

建设单位成立有辐射安全与环境保护领导组织——确山县人民医院关于调整辐射安全与环境保护管理小组的通知，具体组成如下：

组 长：周国明

副组长：李耀泽

成 员：黄卫民、徐向东、段国龙、何松狮、蔡华威、李旭阳、李江波

领导小组下设办公室，办公地点设在医学装备科，专（兼）职辐射安全与防护管理人员：黄卫民，具体负责该院的放射防护与安全日常工作。

同时规定了主要职责：

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

12.1.2 辐射工作人员

依据《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）的相关规定，医院辐射工作人员需要全部参加辐射安全培训并取得合格证书。本项目直线加速器计划新增 5 名工作人员，DSA 计划新增 15 名工作人员。在本项目开展前，人员应

保证到位并组织新增人员参加辐射防护与安全培训，取得合格证书，确保持证上岗。同时，医院应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，剂量计工作期间正确佩戴使用，每三个月送检，并建立个人剂量档案，医院应为工作人员终生保存个人剂量监测档案。

（1）辐射工作人员培训

医院应组织辐射工作人员参加生态环境部辐射与防护培训平台培训，考核合格后方可上岗。

（2）个人剂量检测

医院现有全部辐射工作人员均配备了个人剂量计。根据医院提供的 2021-2022 年度职业外照射个人剂量监测结果，辐射工作人员个人累积剂量均未超过标准限值要求。本项目辐射工作人员的人员培训合格证书及个人剂量监测档案上的人员信息应统一；职业照射个人监测档案应终生保存。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足环保主管部门档案检查的要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 原有辐射防护工作管理制度情况

根据医院提供的资料显示，医院已建立了一系列辐射安全与防护管理制度，如《放射事件应急处理预案》《放射诊疗安全防护管理制度》《辐射环境及人员监测方案》《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》《辐射工作人员职业健康体检制度》《放疗科工作制度》《直线加速器操作规程》《DSA 工作人员岗位职责》《DSA 操作规程》等。医院现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

12.2.2 本项目应补充的辐射防护工作管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射应急措施”。

医院应根据本项目的情况，尽快在为本项目新建的加速器和 DSA 装置建立健全和

落实相应的规章制度和操作规程，并加强对辐射工作人员的安全防护培训和意识教育。

12.3 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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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。

12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应各至少配置 1 台环境辐射巡测仪，本项目每名辐射工作人员应配置 1 枚个人剂量计（其中介入类辐射工作人员配备 2 枚），并建立个人剂量档案。

12.3.2 日常监测

日常工作中，辐射工作场所应采用自购辐射巡测仪定期监测，以确保屏蔽防护性能的良好。监测点包括控制室、机房墙外、防护门外、相邻楼道和相邻楼层等，监测记录存档备查。

12.3.3 年度常规监测

医院应对本项目相关辐射工作场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；医院不具备自行监测能力的，可以委托第三方有资质的环境监测机构进行监测。

医院应委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向当地生态环境局上报备案。

（1）监测频度：①常规监测：不定时；②定期监测：每年 1 次。

（2）监测范围：机房屏蔽墙外，防护门及缝隙处，控制室等区域。

（3）监测项目：周围剂量当量率等。

（4）监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

医院应将本项目辐射工作场所的监测结果写入医院《辐射安全和防护状况年度评估报告》中，并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关提交上一年度的评估报告。

12.3.4 个人剂量监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。

12.3.5 监测计划建议

根据以上分析，医院可参考表 12.3-1 开展监测。

表 12.3-1 本项目监测计划一览表

辐射工作场所	监测类别	监测项目	监测频度	监测设备	建设范围
直线加速器	年度监测	X-γ射线空气吸收剂量率	1次/年， <u>委托有资质的单位监测</u>	便携式X-γ辐射巡测仪和个人剂量监测报警仪	机房防护门及缝隙处、过道、控制室操作台及机房屏蔽墙外
	自主监测		<u>不定时</u>		
DSA装置	年度监测	X-γ射线空气吸收剂量率	1次/年， <u>委托有资质的单位监测</u>	便携式X-γ辐射巡测仪	机房所有防护门及缝隙处、控制室、患者通道、更衣室、污物间、设备间、医生通道、操作台、铅玻璃观察窗及缝隙处、楼下及楼上区域等。
	自主监测		不定时		
直线加速器	竣工环保验收监测	X-γ射线空气吸收剂量率	<u>项目建成后，委托有资质的单位监测</u>	便携式X-γ辐射巡测仪	本项目评价所涉及区域
DSA装置		X-γ射线空气吸收剂量率		便携式X-γ辐射巡测仪	
个人剂量检测		个人剂量当量	不超过3个月/次	个人剂量计	所有辐射工作人员

本项目污染防治措施“三同时”验收一览表见表 12.3-2。

表 12.3-2 污染防治措施“三同时”验收一览表

项目	“三同时”验收内容		验收要求
防护措施	直线加速器	屏蔽措施： <u>加速器机房四侧墙体、顶棚及地坪均拟采用标准混凝土($\rho \geq 2.35\text{g/cm}^3$)浇注而成，防护门拟采用铅板制作</u> <u>电缆沟盖板采用 20mm 混凝土盖板。加速器机房穿墙部分均位于东侧屏蔽墙，穿墙管道呈“∩”型穿墙，并按照环评批复文件相关内容设计和施工</u>	直线加速器机房屏蔽墙和防护门外 30cm 处的辐射剂量率满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）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；辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv
		通风：设置层流通风装置，通过机房墙体下侧回风口将室内废气经排风管从建筑顶排风机房排出楼外。排风风量为 $2500\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数 5.9 次/小时。	每小时通风换气不小于 4 次/h。
	DSA	屏蔽措施： <u>四侧墙体钢龙骨架+4mm 铅板、顶棚 120mm 混凝土+3mm 铅板、地坪 120mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料、</u> <u>电缆沟上方敷设 3.0mmPb 铅板，穿墙电缆的</u>	DSA 机房屏蔽墙和防护门外 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

		线槽用镀锌铁管桥架包裹进行辐射屏蔽补强， <u>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，</u> <u>观察窗铅玻璃（4mmPb）、医护进出 4mmPb、患者进出门 4mmPb、污物通道门 4mmPb，</u> 并按照环评批复相关内容设计和施工。	2.5μSv/h 的标准限值。
		通风：机房内设置层流通风系统	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。
安全措施		DSA 机房设置门机联锁装置，所有紧急按钮开关和防护门均设双路供电系统，在停电状态下由医院应急电源供电，以确保在停电状态下能正常开启防护门； <u>控制室内电源钥匙由专人保管，机房内控制台上设置紧急停机按钮，控制室与机房间安装对讲系统；机房内设置防护门紧急开门按钮，机房患者出入门设置防夹装置，工作人员出入门和污物通道门均设置自动闭门装置；</u>	按要求设置
		直线加速器机房设置剂量报警装置；设置监控和对讲系统	按要求设置
		机房外均张贴警示标志、安装工作指示灯	按要求设置
		岗位职责和操作规程等工作制度在合适位置张贴上墙	按要求张贴
		直线加速器配置铅衣、铅帽、铅手套、铅围裙、铅三角裤各 2 套；每间 DSA 机房辐射工作人员铅橡胶围裙（0.5mmPb）、铅橡胶颈套（0.5mmPb）、铅防护眼镜（0.5mmPb）等个人防护用品 3 套（根据实际手术医生数量调整）、铅介入防护手套 1 双（0.025mmPb）；拟为每间 DSA 机房的成人及儿童受检者分别配备铅橡胶性腺防护围裙或方巾 1 件（0.5mmPb）、铅橡胶颈套 1 件（0.5mmPb）、铅橡胶帽 1 顶（0.5mmPb）等个人防护用品。	按要求配置/佩带
个人防护		辐射工作人员参加辐射安全与防护培训取得培训合格证	辐射工作人员均取得培训合格证
		辐射工作人员定期进行健康检查、个人剂量监测，医院建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。	按管理要求执行
		辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测，介入手术工作人员还应佩戴内外片个人剂量计，并用不同颜色的外壳标记内外片	按要求佩带/送检
监测仪器		直线加速器机房配置固定式辐射监测报警系统 1 套、便携式辐射巡测仪 1 台。DSA 机房配置便携式辐射巡测仪 1 台。	按要求送检，并确保运行正常
管理措施	管理机构	已建立以院领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理小组构架，辐射安全负责人取得辐射安全与防护培训合格证	成立的辐射安全与环境保护管理小组
	管理制度	制定操作规程，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，辐射事故应急措施等规章制度	根据要求制定

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) 项目概况

确山县人民医院拟在新院区新增 1 台医用直线加速器、3 台 DSA 装置（利旧 1 台）。加速器机房位于新院区门诊医技楼地下一层放疗科的加速器机房内，加速器最大 X 射线能量为 10MV；新增 3 台 DSA 装置，DSA 机房位于门诊医技楼三层介入手术室并排设置的 3 间 DSA 机房内，DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

(2) 项目选址合理性

确山县人民医院新院区位于河南省驻马店市确山县三里河街道办事处中原大道路东。医用直线加速器机房位于门诊医技楼地下一层放疗科地加速器机房内，3 台 DSA 装置位于门诊医技楼三层介入手术室并排设置的 3 间 DSA 机房内。本项目拟建机房均位于医院内部，其用地性质属于医疗卫生用地。且拟建址评价范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境敏感目标。因此，项目选址合理。

(3) 辐射安全防护措施结论

本项目加速器机房四侧墙体、顶棚及地坪均拟采用标准混凝土（ $\rho \geq 2.35\text{g/cm}^3$ ）浇筑而成，防护门拟采用铅板制作。经预测分析，加速器机房屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率能够满足周围剂量当量率参考控制水平要求。DSA 机房四周、顶部、观察窗及防护门屏蔽厚度均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 C 型臂 X 射线设备机房的有用线束方向铅当量不小于 2mmPb，非有用线束方向铅当量不小于 2mmPb 的要求。各机房防护门上方均拟设置工作状态指示灯、电离辐射警示标识和文字说明，且拟设置门灯/机连锁。设备及操作室控制台处各设计有急停按钮；室内将安装监控和对讲系统。机房内拟配置可升降的悬挂防护屏和铅衣、铅围脖等个人防护用品，辐射工作人员均配备个人剂量计。

综上所述，医院拟采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要求。

(4) 辐射安全管理结论

医院已成立专门的射线装置安全防护管理小组负责辐射安全与环境保护管理工作。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

医院应对本项目拟配辐射工作人员进行了辐射安全及防护培训和个人剂量监测。本项目拟为加速器机房和 DSA 机房各配备 1 台 X- γ 剂量率仪和 2 台个人剂量报警仪，同时为辐射工作人员配置 1 枚个人剂量计（其中介入类辐射工作人员配备 2 枚）。因此，经落实后，本项目辐射安全管理满足辐射安全要求。

13.1.2 环境影响分析结论

（1）辐射环境环境分析结论

经预测分析，本项目直线加速器机房、DSA 机房相应屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率均能够满足相应要求。在正常工况下，本项目辐射工作人员所受外照射年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中关于“限值”要求，也低于本次评价提出的 5.0mSv 年剂量约束值；本项目环保目标处及周围其他公众所受外照射年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中关于“剂量限值”的要求，也低于本次评价提出的 0.1mSv/年和 0.25mSv/年剂量约束值。

（2）“三废”环境影响分析

射线装置机房均设计排风系统，保证排风设施完好和正常工作，臭氧和氮氧化物等有害气体将不会对人员和设备产生危害。

13.1.3 可行性分析结论

（1）产业政策符合性结论

本项目属于核技术在医学领域内的运用。本项目加速器和 DSA 装置的建设符合《产业结构调整指导目录》（2019 年本）第一类—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。因此，本项目符合国家产业政策要求。

（2）实践正当性结论

医院实施本项目，目的在于开展放射诊疗和治疗工作，最终是为了治病救人，其获

得的利益远大于辐射所造成的损害，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“实践的正当性”的要求。

（3）项目可行性结论

综上所述，确山县人民医院新院区新增核技术应用项目的建设选址合法合理，且项目符合产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议

（1）建设单位应重新申请辐射安全许可证；

（2）加速器机房顶棚上方现设计为急诊科备用间，机房西侧设计为核医学科预留区域，在以后的建造使用中，应避免应用为人员居留因子较大的用室，以不超过本报告表屏蔽计算使用的居留因子为宜；

（3）建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告；

（4）定期进行辐射场所环境剂量率监测，建立监测档案，根据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）的要求，对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年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：

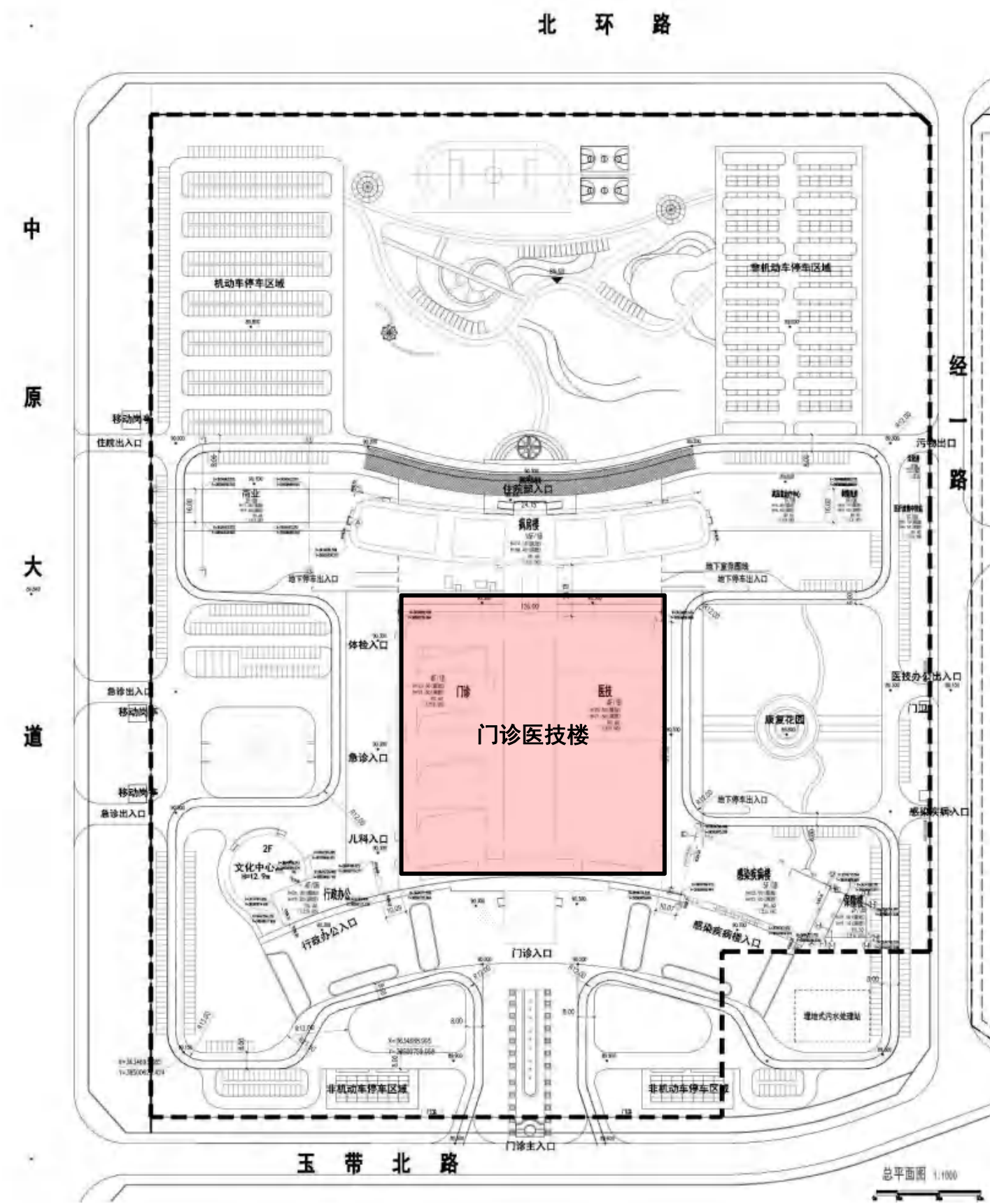
经办人：公章

年月日

确山县 463200 0396

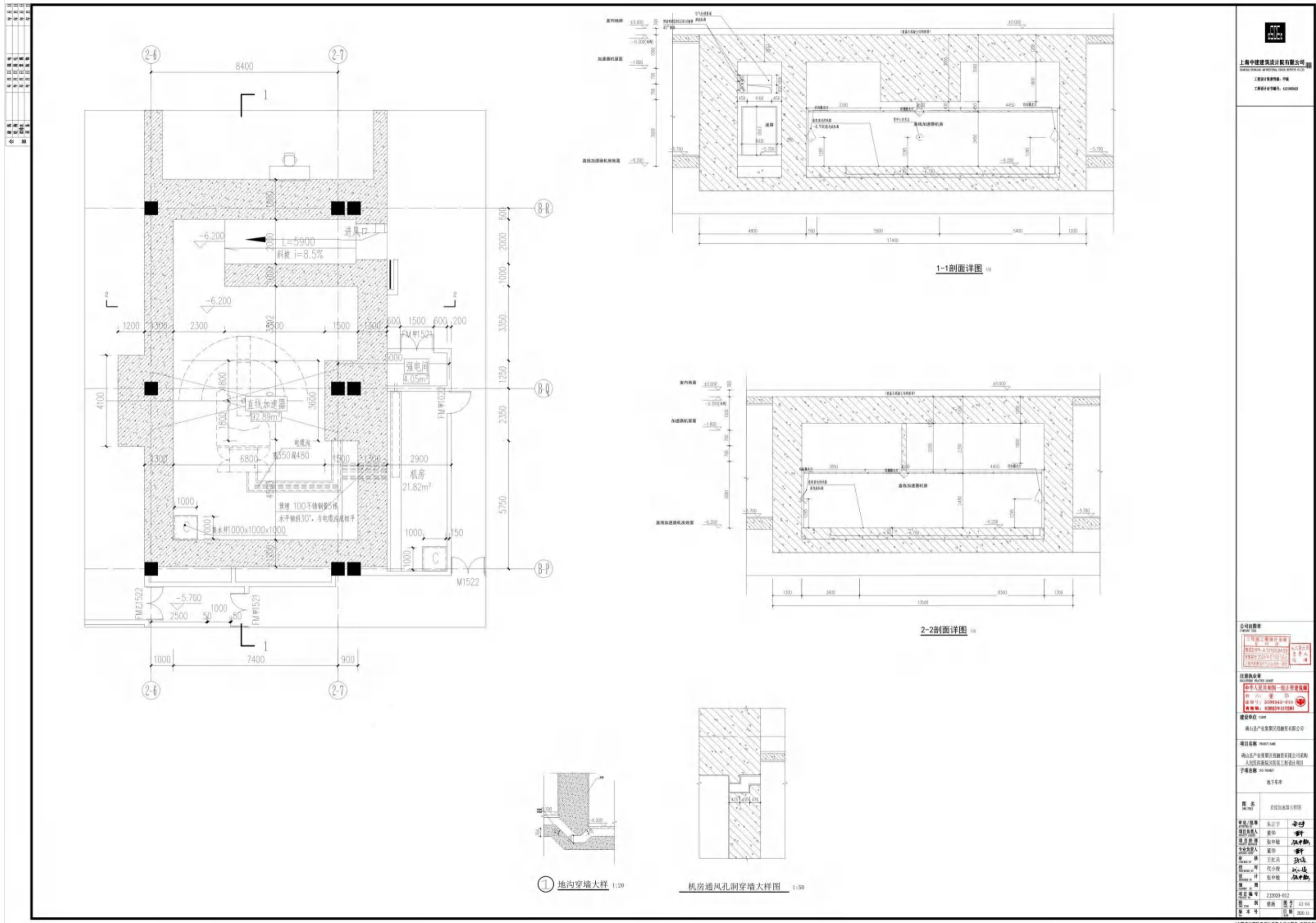
位于河南省南部，属驻马店市。因城郭有确山而得名。面积2621平方公里，人口59.52万。属暖温带大陆性季风气候，年平均气温15.1℃，年降水量971毫米，无霜期248天。境内有以机械、化工、采矿业为主的工业生产体系；境内矿产资源丰富，是豫南最大的煤铁生产基地，主特产有板栗、全蝎、百合等。旅游资源有著名“小南海”之称的革命圣地竹沟、袁庄遗址、西平关遗址、西平关遗址等。

附图 2 确山县人民医院新院区平面布置图

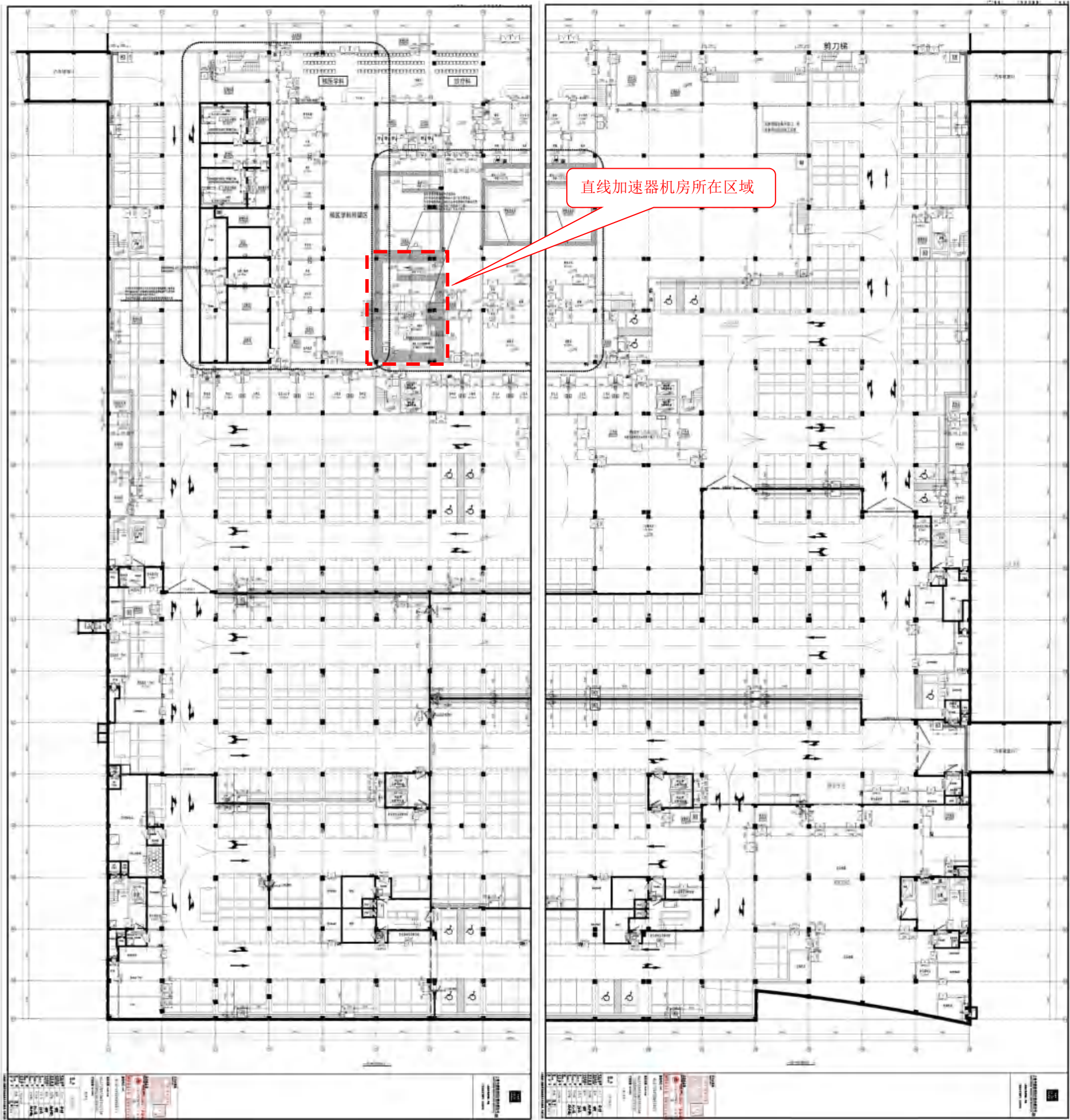


[illegible]

附图 4 直线加速器平面图和剖面图

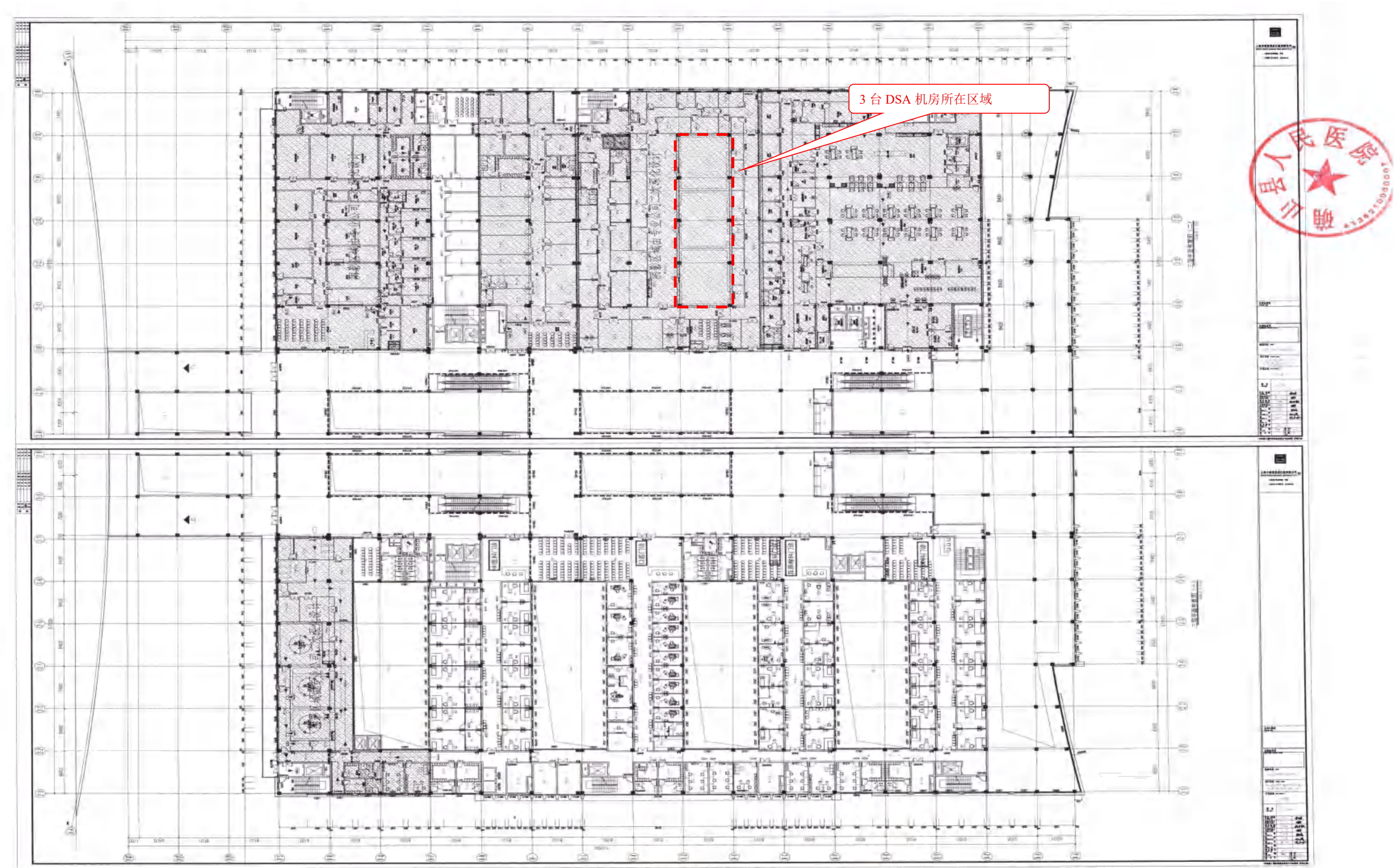


附图 5 门诊医技楼地下一层平面布局图

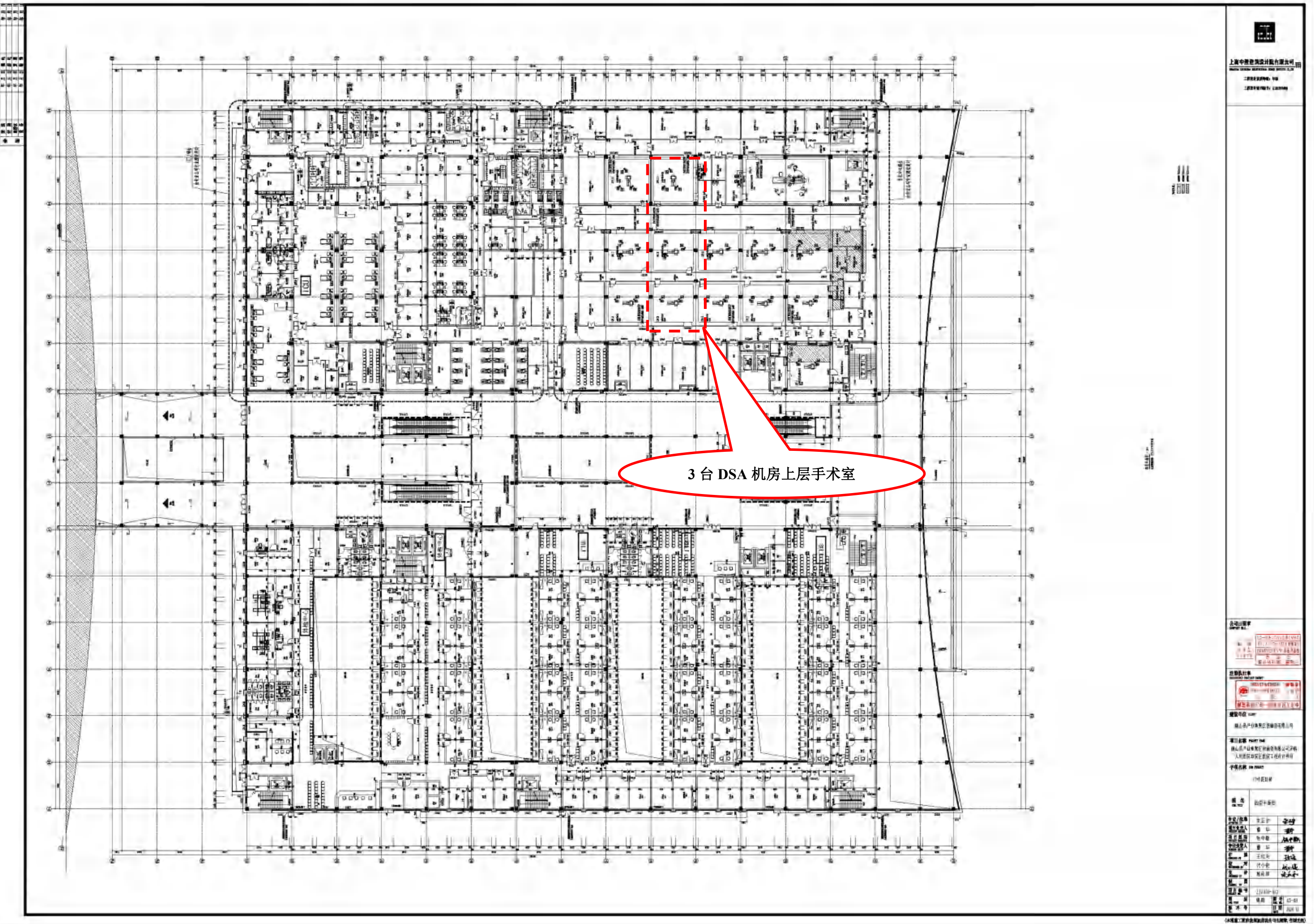


[illegible]

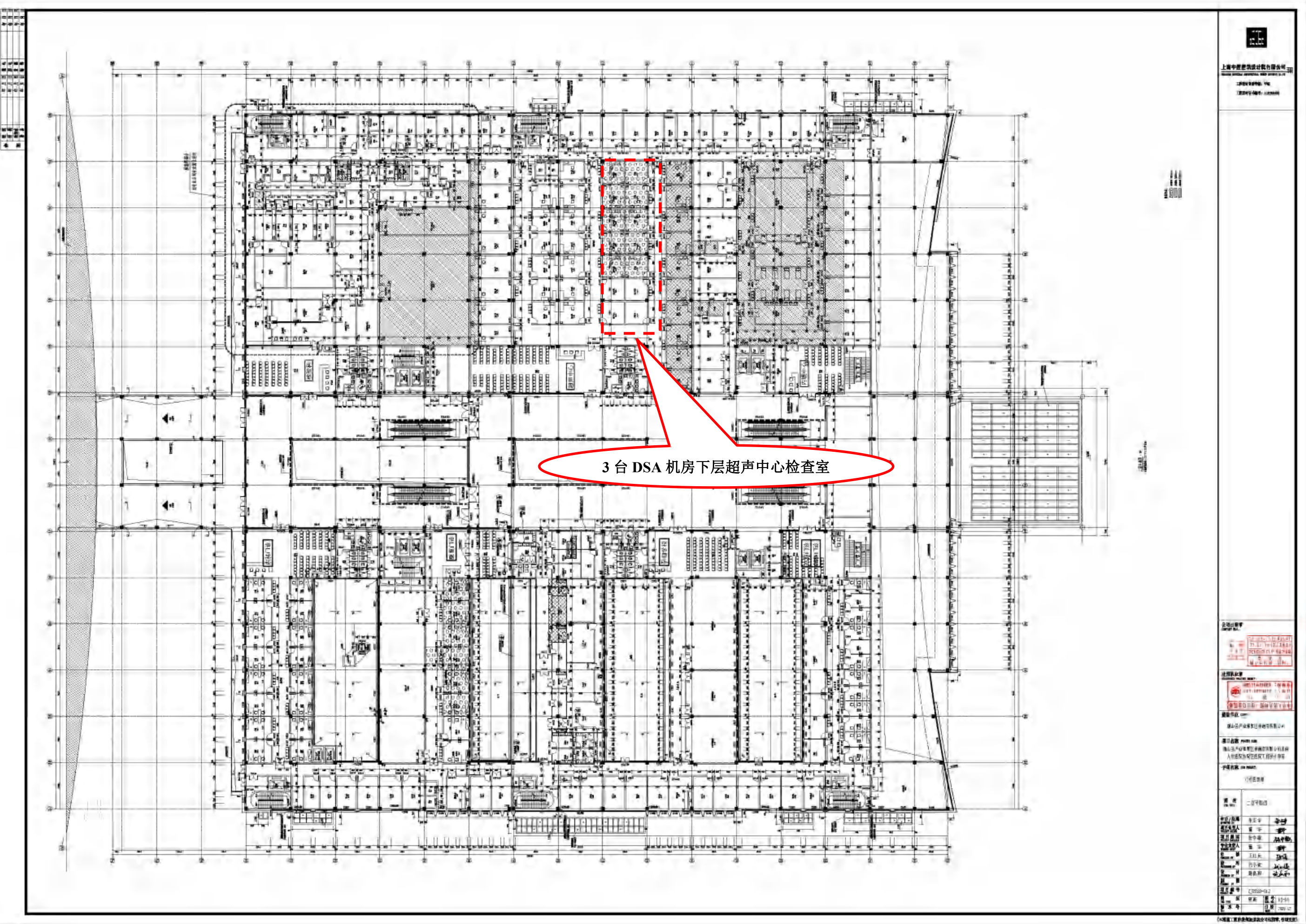
附图 7 DSA 所在楼层平面布置图



附图 8 DSA 机房楼上平面布置图



附图 9 DSA 机房楼下平面布置图



附件 1 委托书

委托书

河南盈辉环保科技有限公司：

根据国家相关法律、法规要求，特委托贵公司对我单位确山县人民医院新院区新增核技术应用项目进行环境影响评价工作。望贵公司接受委托后，按照国家相关环境保护要求尽早开展该项目的环境影响评价工作。

特此委托！



附件 2 事业单位法人证书



事业单位法人证书

统一社会信用代码 12412821418845983L

名称 确山县人民医院

宗旨 为人民群众提供医疗与护理保健服务

业务范围 医学研究、医学教育、继续教育培训、卫生保健与健康教育

住所 河南省确山县盘龙镇朗陵大道西段636号

法定代表人 张社会

经费来源 财政补助收入

开办资金 ¥18366万元

举办单位 确山县卫生健康体育委员会

有效期 自2020年01月19日至2025年01月19日

请于每年5月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

登记机关 确山县市场监督管理局

国家事业单位登记管理局监制

中华人民共和国
事业单位法人证书
(副本)

统一社会信用代码 12412821418845983L



名称 确山县人民医院
宗旨 和 为人民身体健康提供医疗与护理保健服务。医学研究
业务范围 医疗卫生人员培训 卫生技术人员继续教育 保健与健康教育
住所 河南省确山县盘龙镇朗陵大道西段636号
法定代表人 张社会
经费来源 财政补助收入
开办资金 ¥18366万元
举办单位 确山县卫生健康体育委员会
登记管理机关



有效期自2020年01月19日至2025年01月19日

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

确山县环境保护局文件

确环审〔2019〕1号

关于《确山县产业集聚区投融资有限公司确山县人民医院新区医院建设项目环境影响报告书》的批复

确山县产业集聚区投融资有限公司：

你公司上报的由安徽汇泽通环境技术有限公司编制的《确山县产业集聚区投融资有限公司确山县人民医院新区医院建设项目环境影响报告书（报批版）》（以下简称《报告书》）收悉，该项目审批事项在确山县人民政府门户网站公示期满，无异议。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国行政许可法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规规定，现批复如下：

一、该项目建设性质为新建，符合国家产业政策，项目已在确山县发展和改革委员会备案，备案编号为

2019-411725-84-03-016664；符合《确山县县城总体规划》（2015-2030）的要求，项目选址可行。项目建设地点位于确山县新城区（南邻滨河大道、北邻规划路、西邻中原大道、东邻通河路），占地面积 260522m²，总建筑面积约 263758.75m²，为综合医院，共设置床位 2050 张，其中医疗床位 1500 张、康复床位 500 张、传染病床位 50 张。总投资 124536.35 万元，其中环保投资 540 万元。该《报告书》内容符合国家法律法规要求和建设项目环境管理规定，评价结论可信。我局批准该《报告书》，原则同意你公司按照《报告书》所列项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺和环境保护对策措施进行项目建设。

二、你公司应主动向社会公众公开经批准的《报告书》内容，并接受相关方的垂询。

三、你公司应全面落实《报告书》提出的各项环境保护措施，确保各项污染物达标排放。

（一）依据《报告书》和本批复文件，对项目建设过程中产生的废水、废气、固体废物、噪声以及因施工对自然、生态环境造成的破坏等污染，采取相应的防治措施。

（二）项目建成运营时，外排污染物应满足以下要求：

1、**废气**：项目污水处理站设置为半地下式，各构筑物均加盖密闭，盖板上预留进出气口，对自由扩散状态的气体进行收集，收集后的恶臭气体经“光氧催化+活性炭吸附”

处理后经 15m 高排气筒排放，排放须满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 3 中最高允许浓度标准；食堂油烟经油烟净化设施处理后须满足《餐饮业油烟污染物排放标准》（DB41/1604-2018）相应的排放标准，并将油烟通过烟道引至楼顶排放；项目天然气锅炉设置低氮燃烧器，以减少氮氧化物的产生量，锅炉烟气经处理后由 8m 高排气筒排放，排放须满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）。

2、废水：项目生活污水、食堂废水、传染科废水经预处理后与其他医疗废水一起经“格栅+调节+接触氧化+沉淀+消毒”工艺处理后，须满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准及确山县污水处理厂接管要求，废水通过市政污水管网进入确山县污水处理厂处理，最后进入三里河。对院内不同区域采取不同的防渗措施，同时，也要加强管理，确保管道完好无损，切实减少和防控废水对土壤、地下水造成污染影响。

3、固体废物：医疗废物分类收集后在医疗废物暂存处暂存，委托有资质单位集中处置；污水处理站污泥经消毒脱水后暂存于危险废物暂存间，委托有资质单位集中处置；栅渣经消毒后暂存于危险废物暂存间，委托有资质单位集中处置；废活性炭暂存于危险废物暂存间，委托有资质单位集中处置；一般生活垃圾经院区垃圾箱集中收集后由环卫部门统

一处置。确保项目各类固废均能得到合理处置，不会产生二次污染。

4、**噪声：**项目选用低噪声设备，通过基础减振、隔声、安装消声器等措施后，东、南、西、北厂界噪声须达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准要求。

(三) 落实《报告书》环境风险防范措施，制定环境风险应急预案，严防环境污染事故发生。

(四) 如果今后国家或我省颁布严于本批复污染物排放限值的新标准，届时你单位应按新的排放标准执行。

四、项目总量控制指标为：COD27.398t/a、氨氮 2.740t/a、SO₂0.41t/a、NO_x0.39t/a

五、该项目建成后，在规定的时间内其配套建设的环境保护设施经验收合格方可正式投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得正式投入生产或者使用。

六、 本批复有效期 5 年，如该项目逾期未开工建设，其环境影响评价文件重新报审批部门审核。

七、确山县环境监察大队具体负责该项目的日常监管。



附件 4 辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：确山县人民医院

地 址：确山县朗陵大道西段 636 号

法定代表人：周国明

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置

证书编号：豫环辐证[10534]

有效期至：2025 年 5 月 18 日

发证机关：驻马店市生态环境局

发证日期：2020 年 5 月 19 日

中华人民共和国环境保护部制

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	确山县人民医院		
地 址	河南省驻马店市确山县朗陵大道西段636号		
法定代表人	周国明	电话	0396-7068028
证件类型	身份证	号码	412821196301160034
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	放射科普放室	河南省驻马店市确山县确山县朗陵大道西段636号 2号楼1楼	蔡华威
	放射科CT室	河南省驻马店市确山县朗陵大道西段636号 7号楼1楼	李进科
	介入科	河南省驻马店市确山县确山县朗陵大道西段636号 2号楼1楼	何松狮
	健康管理科	河南省驻马店市确山县确山县解放路236号	宋小五
	肿瘤科	河南省驻马店市确山县确山县朗陵大道西段636号 3号楼	段国龙
种类和范围	使用II类、III类射线装置。		
许可证条件			
证书编号	豫环辐证[10534]		
有效期至	2025 年5 月8		
发证日期	2020 年5 月9 日 (发证机关章)		



活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号：豫环辐证[10534]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	移动DR	III类	1	使用
2	牙科X线机	III类	1	使用
3	乳腺X线机	III类	1	使用
4	模拟定位机	III类	1	使用
5	加速器	II类	1	使用
6	多功能X线	III类	1	使用
7	DSA	II类	1	使用
8	DR	III类	1	使用
9	DR	III类	1	使用
10	DR	III类	1	使用
11	C臂	III类	1	使用
12	CT (16排)	III类	1	使用
13	64排CT	III类	1	使用
14	16排CT	III类	1	使用
	以下空白			

台帐明细登记 (三) 射线装置

证书编号: 豫环辐证[10534]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
1	数字X线成像系统	PaX-400K	II类	口腔(牙科)X射线装置	口腔全景室	来源 购置 去向 使用		
2	医用电子加速器	BJ-6B	II类	质子剂量+7100兆电子伏的医用加速器	直线加速器治疗室	来源 购置 去向 使用		
3	X射线计算机断层摄影设备	Detalimix TST-0910	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	CT(1)	来源 购置 去向 使用		
4	X射线计算机断层摄影设备	Ingenuity CT	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	CT(2)	来源 购置 去向 使用		
5	医用X线射影装置	ATLOR Apollo EX Plus	III类	医用诊断X射线装置	DR投照室	来源 购置 去向 使用		
6	数字化X射线拍片系统	MXD-2500DR	III类	医用诊断X射线装置	DR投照室(2)	来源 购置 去向		
7	移动C型臂X射线机	Reco REC 710	III类	医用诊断X射线装置	手术室	来源 购置 去向		
8	多功能全数字X射线装置	Ultimax	III类	医用诊断X射线装置	数字胃肠室	来源 购置 去向 使用		

台帐明细登记 (三) 射线装置

证书编号: 豫环辐证[10534]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
9	医用血管造影X射线系统	Altra XRD 1320	II类	血管造影X射线装置	介入治疗室	来源 购置 去向		
10	移动数字X线摄影系统	DR-200M	III类	医用诊断X射线装置	数字胃肠室	来源 购置 去向		
11	模拟定位机	BL-2	II类	放射治疗模拟定位装置	模拟定位检查室	来源 购置 去向		
12	数字乳腺X射线机	Mega600A	III类	医用诊断X射线装置	乳腺钼靶室	来源 购置 去向		
13	数字化医用X射线摄影系统	Optima XR645	III类	医用诊断X射线装置	DR投照室(1)	来源 购置 去向		
14	X射线计算机断层摄影设备	VeriVo CT 3000	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	CT室	来源 购置 去向		
	以下空白					来源 去向		
						来源 去向		

河南省环境保护厅

豫环辐表〔2014〕11 号

河南省环境保护厅 关于确山县人民医院核技术应用项目环境影响 报告表的批复

确山县人民医院:

你单位上报的《确山县人民医院核技术应用项目环境影响报告表》(以下简称《报告表》)、《关于确山县人民医院核技术应用项目环境影响报告表的技术评估报告》和驻马店市环保局审查意见收悉。经研究,批复如下:

一、项目性质:扩建。

二、审批内容

(一)范围种类:使用 II、III 类射线装置。

(二)内容:拟购 II 类射线装置直线加速器一台;拟购 III 类射线装置四台(模拟定位机一台,16 排 CT 机一台,高频乳腺机一台,数字胃肠机一台),并使用相应机房。

三、有关要求

(一)你单位应将《报告表》中各项污染防治措施落实到各项工程建设和实施中,切实加强监督管理,确保项目的工程建设质量。

(二)你单位应设置辐射环境安全专(兼)职管理人员,

建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

(三) 辐射工作场所须设置电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器，定期对辐射工作场所及周围进行辐射环境监测，监测记录长期保存。

(四) 射线装置安装、调试、使用时，应由专业技术人员操作。操作人员必须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗，并定期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。

(五) 按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年报送当地环保部门备案。

(六) 做好辐射事故应急处理准备工作，防止发生辐射事故；一旦发生事故，按规定及时上报环保部门。

(七) 按规定变更“辐射安全许可证”，并向当地环保部门进行申报登记。射线装置购买时，应向取得辐射安全许可证的生产、销售单位购买，购买后应及时申请变更辐射安全许可证台账；射线装置停用后，应及时申请变更辐射安全许可证台账。

(八) 该项目进入试运行阶段，向环保部门报告；试运行三个月内，应申请并通过辐射环境保护验收后，方可正式运行。

以上要求由驻马店市环保局监督执行。

抄送：驻马店市环保局。



确山县人民医院核技术应用项目 竣工环境保护验收意见

确山县人民医院于2018年5月25日在确山县组织召开了确山县人民医院核技术应用项目竣工环境保护验收会。项目建设应用单位确山县人民医院、验收报告编制单位安徽省四维环境工程有限公司等单位的代表以及邀请的专家共计10人参加了会议,会议成立了验收组(名单附后)。

会前与会代表对项目应用场所辐射安全与辐射防护措施落实情况进行了现场检查,建设单位对项目环境保护执行情况进行介绍,验收单位对项目辐射环境保护措施落实情况、辐射环境监测管理、人员及规章制度等方面调查情况进行了汇报。专家组审阅了竣工验收报告,经认真讨论,形成验收意见如下:

一、项目基本情况

确山县人民医院位于确山县朗陵大道西段,医院持有河南省环境保护厅颁发的辐射安全许可证(豫环辐证[10534]),许可种类和范围:使用II、III类射线装置,有效期至2020年5月18日。

医院现共有2台II类、10台III类射线装置,其中1台II类射线装置数字减影血管造影机环境影响报告表于2017年5月通过河南省环境保护厅审批(豫环审[2017]76号),医院取得项目批复后,已办理了《辐射安全许可证》的变更,医院已另行委托相关单位对其开展验收,不纳入本次验收范围;2017年9

月，医 对—— 7 台 III 类射线装置进行了备案，备案号：201741172500000081；另外 1 台 II 类射线装置和 3 台 III 类射线装置为本次验收内容。

本次验收的核技术应用项目内容包括：II 类射线装置医用直线加速器 1 台，III 类射线装置 3 台（模拟定位机 1 台、16 排 CT 机 1 台、高频乳腺机 1 台）。河南省环境保护厅于 2014 年 3 月对该项目环境影响评价报告表进行审批，批复文号：豫环辐表[2014]11 号。

本项目总投资 1300 万元，其中环保投资 38 万元。该项目于 2015 年 5 月开工建设，2016 年 1 月建设完成投入使用。

二、项目变更情况

本次验收的核技术应用项目建设内容、使用的射线装置型号及主要技术参数、建设使用地点均与环境影响评价报告及其批复内容一致，加速器机房和其他 III 类射线装置机房屏蔽能力达到或优于环评阶段要求。项目无重大变更。

三、环境保护执行情况

本项目各项辐射安全与防护措施及其他相关环保措施均已按环境影响报告表及其批复要求与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

安徽省四维环境工程有限公司接受确山县人民医院委托，依据有关规定和技术要求，核对了项目环评文件及其批复提出的各项环保措施的落实情况，对各射线装置工作场所及周围辐射环境

进行了三查一制，完成本项目竣工环境保护验收报告。

四、验收结果

(1) 辐射环境影响

本次验收的射线装置中医用直线加速器安装位置位于医院肿瘤综合楼负一层，模拟定位机位于肿瘤综合楼一层，16排螺旋CT和高频乳腺机位于门诊楼一层，其中加速器机房按照已批准的设计方案进行了辐射安全防护施工建设，3台III类射线装置机房屏蔽墙体与环评阶段要求一致，防护门及观察窗屏蔽防护能力均优于环评要求。

验收监测结果表明，各射线装置机房及周边辐射工作人员、公众人员活动场所辐射工作人员、公众人员活动场所辐射剂量率水平满足相关标准要求，辐射工作人员及公众人员所受到的年附加剂量能够满足相关标准规定的年剂量限值以及提出的管理目标限值。

(2) 规章制度及人员管理

确山县人民医院成立了辐射安全领导小组，组织机构健全，职责明确；制定了各项相关辐射安全与防护规章制度、设备检修维护制度以及事故应急预案等，内容具有较强可操作性且较好的进行了落实。

医院制定了人员培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训并经培训考核合格后持证上岗。定期开展工作场所辐射环境监测、个人剂量监测和人员健康体检，建立

了相关——并长 保存。

(3) 其他辐射安全防护措施

经现场核查验证，各射线装置工作场所辐射安全警示标识较齐全，工作状态指示、安全联锁、紧急停机、监控及对讲设备、通风等设施能够正常运行，相关科室配备了必要的辐射防护用品，工作现场配备有辐射监测仪器和个人剂量报警仪。

(4) 放射性废物

本次验收的射线装置不产生放射性废物。

(5) 环境风险调查

本项目自运行以来，未发生过辐射安全事故。

五、验收结论

确山县人民医院核技术应用项目在建设和投入运行期间，较好落实了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，施工和运行期均采取了有效的污染防治措施，辐射安全与防护等环保措施达到了环评及其批复文件提出的要求，工作场所辐射环境、所致人员附加剂量等满足相关标准要求。

该项目符合《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，验收组同意该项目通过竣工环境保护验收。

六、后续需完善的内容及相关建议

1、对加速器机房固定式辐射剂量率监测系统、通风系

了相关——并长——存。

(3) 其他辐射安全防护措施

经现场核查验证，各射线装置工作场所辐射安全警示标识较齐全，工作状态指示、安全联锁、紧急停机、监控及对讲设备、通风等设施能够正常运行，相关科室配备了必要的辐射防护用品，工作现场配备有辐射监测仪器和个人剂量报警仪。

(4) 放射性废物

本次验收的射线装置不产生放射性废物。

(5) 环境风险调查

本项目自运行以来，未发生过辐射安全事故。

五、验收结论

确山县人民医院核技术应用项目在建设和投入运行期间，较好落实了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，施工和运行期均采取了有效的污染防治措施，辐射安全与防护等环保措施达到了环评及其批复文件提出的要求，工作场所辐射环境、所致人员附加剂量等满足相关标准要求。

该项目符合《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，验收组同意该项目通过竣工环境保护验收。

六、后续需完善的内容及相关建议

1、对加速器机房固定式辐射剂量率监测系统、通风系

统筹进行优化，进一步提高系统有效性。

2、合理划定加速器机房工作场所控制区、监督区。

3、结合辐射工作实际修订完善相关规章制度、事故应急预案等。

验收组长（签字）：

 1. 刘明

2018 年 5 月 25 日

河南省环境保护厅文件

豫环审〔2017〕76号

河南省环境保护厅 关于确山县人民医院数字减影血管造影机应用 项目环境影响报告表的批复

确山县人民医院：

你单位报送的由安徽省四维环境工程有限公司编制的《确山县人民医院数字减影血管造影机应用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及相关材料收悉。该项目环评审批事项在我厅网站公示期满。经研究，批复如下：

一、项目性质：扩建。

二、审批内容

（一）种类和范围：原许可范围不变。

（二）项目内容：拟购Ⅱ类射线装置数字减影血管造影装置

— 1 —

1 台（型号：Allura Xper FD20；参数：125kV/1000mA），机房位于医院综合病房楼负一层。

总投资：300 万元，环保投资：30 万元。

三、你单位应在项目建成后 30 日内向社会公众主动公开本项目环评及许可情况，并接受相关方的咨询。同时，应将经批准的《报告表》报送当地市、县（区）环保部门，并接受监督管理。

四、有关要求

（一）你单位应将《报告表》中各项污染防治措施落实到工程建设中，切实加强施工监督管理，确保项目的工程建设质量。

（二）你单位应设置辐射环境安全专（兼）职管理人员，建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

（三）辐射工作场所须设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，监测记录长期保存。

（四）射线装置安装、调试、使用时，应由专业技术人员操作。操作人员必须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗，并定期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。

（五）按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年 1 月 31 日前报送我厅，同时抄送当地环保部门。

(六) 按规定重新申领“辐射安全许可证”，并报告当地环保部门。取得“辐射安全许可证”后，该项目方可投入运行。

(七) 该项目建成试运行三个月内，应申请并通过辐射环境保护验收后，方可正式运行。



主办：辐射环境管理处

督办：辐射环境管理处

抄送：省辐射环境安全技术中心、驻马店市环境保护局、确山县环境保护局、安徽省四维环境工程有限公司。

河南省环境保护厅办公室

2017年5月2日印发

— 4 —



确山县人民医院数字减影血管造影机应用项目 竣工环境保护验收意见

确山县人民医院于2018年7月19日在确山县组织召开了确山县人民医院数字减影血管造影机应用项目竣工环境保护验收会。项目建设应用单位确山县人民医院、验收报告编制单位深圳市源策通检测技术有限公司等单位的代表以及邀请的专家共计14人参加了会议，会议成立了验收组（名单附后）。

会前与会代表对项目应用场所辐射安全与辐射防护措施的落实情况进行了现场检查，建设单位对项目环境保护执行情况进行了介绍，验收单位对项目辐射环境保护措施落实情况、辐射环境监测管理、人员及规章制度等方面调查情况进行了汇报。专家组审阅了竣工验收报告，经认真讨论，形成验收意见如下：

一、项目基本情况

确山县人民医院位于确山县朗陵大道西段，医院现共有2台II类射线装置、10台III类射线装置，其中1台II类射线装置医用直线加速器，3台III类射线装置（模拟定位机1台、16排CT机1台、高频乳腺机1台）已完成了环境影响评价（豫环辐表[2014]11号）并通过竣工环保验收、7台III类射线装置已完成备案，备案号：201741172500000081；另外1台II类射线装置数字减影血管造影机为本次验收内容。

本次验收的核技术应用项目内容包括：1台II类射线装置数字减影血管造影机，机房位于医院综合病房楼负一层介入科。该项目环境影响评价报告表于2017年5月取得河南省环境保护厅批复，批复文号：豫环审[2017]76号。

确山县人民医院持有河南省环境保护厅颁发的辐射安全许可证(豫环辐证[10534])，许可种类和范围：使用II、III类射线装置，有效期至2020年5月18日。

本项目总投资300万元，其中环保投资30万元。该项目于2017年6月开工建设，2017年7月建设完成投入使用。

二、项目变更情况

本次验收的核技术应用项目建设内容、使用的射线装置型号及主要技术参数、建设使用地点均与环境影响评价报告及其批复内容一致，项目建设前办理了辐射安全许可证台账变更。机房实际防护能力优于环评阶段设计防护能力。项目无重大变动。

三、环境保护执行情况

本项目各项辐射安全与防护措施及其他相关环保措施均已按环境影响报告表及其批复要求与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

深圳市源策通检测技术有限公司接受确山县人民医院委托，依据有关规定和技术要求，核实了项目环评文件及其批复提出的各项环保措施的落实情况，对各射线装置工作场所及周围辐射环境进行了监测与调查，编制完成本项目竣工环境保护验收报告。

四、验收结果

(1) 辐射环境影响

本次验收的各射线装置机房进行了辐射安全防护施工建设,机房实际防护能力优于环评阶段设计防护能力。验收监测结果表明,机房及周边辐射工作人员、公众人员活动场所辐射工作人员、公众人员活动场所辐射剂量率水平满足相关标准要求,辐射工作人员及公众人员所受到的年附加剂量能够满足相关标准规定的年剂量限值以及提出的管理目标限值。

(2) 规章制度及人员管理

确山县人民医院成立了辐射安全领导小组,组织机构健全,职责明确;制定了各项相关辐射安全与防护规章制度、设备检修维护制度以及事故应急预案等,内容具有较强可操作性且较好的进行了落实。

医院制定了人员培训计划,组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训并经培训考核合格后持证上岗。定期开展工作场所辐射环境监测、个人剂量监测和人员健康体检,建立了相关档案并长期保存。

(3) 其他辐射安全防护措施

经现场核查验证,各射线装置工作场所辐射安全警示标识齐全,工作状态指示、安全联锁、紧急停机、监测、通风等设施能够正常运行,相关科室配备了必要的辐射防护用

品，工作现场配备有辐射监测仪器和个人剂量报警仪。

(4) 放射性废物

本次验收的射线装置不产生放射性废物。

(5) 环境风险调查

本项目自运行以来，未发生过辐射安全事故。

五、验收结论

确山县人民医院数字减影血管造影机应用项目在建设和投入运行期间，较好落实了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，设计、施工和运行期均采取了有效的污染防治措施，辐射安全与防护等环保措施达到了环评报告及其批复文件提出的要求，工作场所辐射环境、所致人员附加剂量等满足相关标准要求。

该项目符合《建设项目环境保护条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，验收组同意该项目通过竣工环境保护验收。

验收组长（签字）：周国明.

2018年7月19日

建设项目环境影响登记表



项目名称	确山县人民医院医用射线装置建设项目		
建设地点	河南省驻马店市确山县朗陵大道西段318号	占地面积(m²)	46000
建设单位	确山县人民医院	法定代表人或者主要负责人	周国明
联系人	鲁付有	联系电话	13507663750
项目投资(万元)	2300	环保投资(万元)	100
拟投入生产运营日期	2017-09-25		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第191 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）项中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的；使用IV类、V类放射源的；销售非密封放射性物质的；销售II类射线装置的；生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	确山县人民医院拟新增7台医用射线装置 一台东芝ultzmax型X射线装置，最大管电压80kV，最大管电流1000mA； 一台DR200M型移动X光机，最大管电压150kV，最大管电流200mA； 一台西门子Vxtlus型DR拍片机，最大管电压100kV，最大管电流800mA； 一台飞利浦ingenuity型64排螺旋CT，最大管电压140kV，最大管电流665mA； 一台PAX-400C型牙科X线机，最大管电压90kV，最大管电流10mA； 一台韩国MXHF-1500型DR拍片机，最大管电压150kV，最大管电流630mA； 一台GE OEC715型C型臂X线机，最大管电压110kV，最大管电流20mA；		

主要环境影响	辐射环境影响	 环保措施： 1、X射线装置机房按照5个铅当量标准进行建设，配备警示灯；2、为医务人员及患者配备个人防护用品；3、为医务人员配备剂量监测设备；4、加强辐射安全管理，设立辐射安全机构，对操作人员进行有关辐射安全方面的教育和培训；5、定期检查辐射安全设施，监测辐射水平，控制辐射危害；6、对相关工作人员，定期进行医学检查，建立健康档案；7、X射线装置均置于机房内，平时处于关闭状态。当X射线装置工作时，机房处于封闭状态、并有警示灯，机房外X射线强度较低，对环境影响轻微。
承诺： 确山县人民医院周国明承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由确山县人民医院周国明承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：周国明		
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：201741172500000081。		

建设项目环境影响登记表



填报日期：2020-05-08

项目名称	确山县人民医院医用射线装置改建项目		
建设地点	河南省驻马店市确山县朗陵大道西段636号	占地面积(m²)	42.69
建设单位	确山县人民医院	法定代表人或者主要负责人	周国明
联系人	黄民卫	联系电话	13903960222
项目投资(万元)	386.9	环保投资(万元)	25
拟投入生产运营日期	2020-05-11		
建设性质	改建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第191 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高干已许可范围等级的核素或射线装置）项中销售 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类放射源的；使用 IV 类、V 类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售 II 类射线装置的；生产、销售、使用 III 类射线装置的。		
建设内容及规模	确山县人民医院置换2台医用射线装置 1. 对原北京标特BTX-9800B高频腺线X线机置换为北京普标特科技有限公司Mega600A数字乳腺X射线机，最大管电压35kV，最大管电流50mA； 2. 对原德国西门子VxplusDR拍片机置换为北京通用电气华伦医疗设备有限公司Optima XR648数字化医用X射线摄影系统(双板多功能DR)，最大管电压125kV，最大管电流1000mA；		

主要环境影响	辐射环境影响	 环保措施： 1、X射线装置机房按照5个铅当量标准进行建设，配备警示灯；2、为医务人员及患者配备个人防护用品；3、为医务人员配备剂量监测设备；4、加强辐射安全管理，设立辐射安全机构，对操作人员进行有关辐射安全方面的教育和培训；5、定期检查辐射安全设施，监测辐射水平，控制辐射危害；6、对相关工作人员，定期进行医学检查，建立健康档案；7、X射线装置均置于机房内，平时处于关闭态。当X射线装置工作时，机房处于封闭状态、并有警示灯，机房外X射线强度较低，对环境的影响轻微。
承诺：确山县人民医院周国明承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由确山县人民医院周国明承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：周国明		
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202041172500000128。		

建设项目环境影响登记表



项目名称	确山县人民医院体检站医用射线扩建项目		
建设地点	河南省驻马店市确山县解放路236号	占地面积(m²)	48.6
建设单位	确山县人民医院	法定代表人或者主要负责人	周国明
联系人	黄民卫	联系电话	13903960222
项目投资(万元)	196	环保投资(万元)	20
拟投入生产运营日期	2020-07-20		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第191 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	确山县扩建一台医用X线装置： 1. 原放射科普放室的上海西门子医疗器械有限公司AXIOM Aristos VX Plush医用X线射影装置一台安装至体检站。		
主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向	环保措施： 1、X射线装置机房按照5个铅当量标准进行建设，配备警示灯；2、为医务人员及患者配备个人防护用品；3、为医务人员配备剂量监测设备；4、加强辐射安全管理，设立辐射安全机构，对操作人员进行有关辐射安全方面的教育和培训；5、定期检查辐射安全设施，监测辐射水平，控制辐射危害；6、对相关工作人员，定期进行医学检查，建立健康档案；7、X射线装置均置于机房内，平时处于关闭态。当X射线装置工作时，机房处于封闭状态，并有警示灯，机房外X射线强度较低，对环境的影响轻微。

承诺：确山县人民医院周国明承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由确山县人民医院周国明承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字： 
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202041172500000129。

建设项目环境影响登记表



项目名称	确山县人民医院医用发热门诊射线装置扩建项目		
建设地点	河南省驻马店市确山县朗陵大道西段636号	占地面积(m²)	92
建设单位	确山县人民医院	法定代表人或者主要负责人	周国明
联系人	黄民卫	联系电话	13903960222
项目投资(万元)	470	环保投资(万元)	40
拟投入生产运营日期	2021-11-30		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第172 核技术利用建设项目项中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的；使用IV类、V类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售II类射线装置的；生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 医院发热门诊大楼新增射线装置应用。 二、建设规模 1. 对东芝Activion16 TSX-031A型16排CT，最大管电压135kV，最大管电流500mA，由原CT(1)机房移至新建发热门诊大楼CT机房。		
主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向	环保措施: 环保措施:1、X射线装置机房按照5个铅当量标准进行建设，配备警示灯；2、为医务人员及患者配备个人防护用品；3、为医务人员配备剂量监测设备；4、加强辐射安全管理，设立辐射安全机构，对操作人员进行有关辐射安全方面的教育和培训；5、定期检查辐射安全设施，监测辐射水平，控制辐射危害；6、对相关工作人员，定期进行医学检查，建立健康档案；7、X射线装置均置于机房内，平时处于关闭状态。当X射线装置工作时，机房处于封闭状态、并有警示灯，机房外X射线强度较低，对环境影响轻微。

承诺：确山县人民医院周国明承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由确山县人民医院周国明承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：周国明	
	
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202141172500000103。	

附件 12 医院排污许可证明

	排污许可证	
证书编号: 12412821418845983L001V		
单位名称: 确山县人民医院		
注册地址: 确山县盘龙镇朗陵大道西段 636 号		
法定代表人: 周国明		
生产经营场所地址: 河南省确山县盘龙镇朗陵大道西段 636 号		
行业类别: 综合医院, 热力生产和供应		
统一社会信用代码: 12412821418845983L		
有效期限: 自 2020 年 07 月 31 日至 2023 年 07 月 30 日止		
发证机关: (盖章) 驻马店市生态环境局		发证日期: 2020 年 07 月 31 日
中华人民共和国生态环境部监制		
驻马店市生态环境局印制		

确山县人民医院新院区新增核技术应用项目环境影响报告表审查意见

确山县人民医院新院区新增核技术应用项目环境影响报告表（以下简称报告表）由河南盈辉环保科技有限公司编制完成。受项目单位确山县人民医院委托，驻马店市生态环境局组织相关人员对现场进行了勘察，并对该报告表进行审查。经过认真汇总，形成意见如下：

一、项目概况

确山县人民医院位于河南省驻马店市朗陵大道西段 318 号，是一所集医疗、预防、教学、科研、康复为一体的现代化二级甲等医院。医院占地面积 54 亩，建筑面积 41612 平方米，固定资产 3.31 亿元，编制床位 800 张，实际开放床位 898 张，现有在职职工 918 人，其中正高级职称 33 人，副高级职级 81 人，中级职称 194 人，初级职称 511 人，专业技术人员 891 人，专业技术人员占全院在岗职工的 89%。医院肿瘤科现有一台医用电子直线加速器，能够开展普通放疗、三维适形调强放射治疗技术，自营运以来未发生放射事故。

为了满足当地居民就医需求，确山县康达项目建设有限公司建设确山县人民医院新院区，建设地点位于确山县新城区中原大道东、北环路南，占地面积 260522m²，总建筑面积约 263758.75m²，为综合性医院，共设置床位 2050 张，其中医疗床位 1500 张、康复床位 500 张、传染病床位 50 张。项目总投资 124536.35 万元，建设内容包括病房综合楼门诊医技楼、传染病房楼、体检中心、医院食堂、教学及公寓楼、系统用房、后勤综合楼并购置医疗设备及生活办公设备；同时配套道路、绿化、供排水等附属设施等。2019 年 7 月开始动工，目前门诊医技楼、综合病房楼主体结构已浇筑完成。本项目主体土建工程

环评报告书《《确山县产业集聚区投融资有限公司确山县人民医院新区医院建设项目环境影响报告书》已由确山县环境保护局给予批复，批复文号：确环审[2019]1号。其评价内容包含了除电离辐射以外的建设内容。

医院现有 14 台射线装置，确山县人民医院于 2020 年 5 月 19 号取得驻马店市生态环境局颁发的辐射安全许可证(证书编号：豫环辐证[10534])，种类和范围：使用 II、III 类射线装置，有效期至 2025 年 5 月 18 日。其中 II 类射线装置 2 台，III 类射线装置 12 台。

本次环评项目内容包括：该项目位于河南省驻马店市确山县新城区中原大道东、北环路南确山县人民医院新院区。拟新增 1 台医用直线加速器，最大 X 射线能量 10MV，位于新院区门诊医技楼地下一层放疗科加速器机房内。拟新增 3 台数字减影血管造影机，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，位于新院区门诊医技楼三层介入手术室 DSA 机房。本次评价的核技术应用射线装置中 1 台 DSA（型号为飞利浦 Allura Xper FD20，参数为 125kV/1000mA，现安装在河南省确山县朗陵大道西段 636 号确山县人民医院介入治疗室内）利用原有设备，其余为新购置，拟配置的模拟定位机不在本次评价范围内。

二、报告表编制质量

该报告表编制较规范，评价目的比较明确，评价因子的选择符合项目特征，对工程内容和防护措施介绍基本清楚，评价结论基本可信，经补充修改完善后可作为上报审批的依据。

三、建议报告表补充完善的内容

1、补充该医院建设运营中环境保护工作执行情况及存在的环保问题，说明排污许可制度落实情况。

2、补充新增两台血管造影机型号；根据《放射诊断放射防护要求》

完善本项目 DSA 机房辐射防护措施的可信性及可靠性分析内容；细化描述防护门与屏蔽墙的搭接情况，补充紧急停机按钮、摄像头、固定式剂量率探头安装位置图；补充完善同类 DSA 项目现场监测数据类比估算内容；核实拟建区域工程辐射背景监测结果；核实完善企业自行辐射监测方案；完善相关规章制度。

3、核实拟建区域四周科室及业务用房分布情况，针对主要环境保护目标完善辐射防护措施分析内容。

4、核实本项目运行后“三废”产生及排放情况，并对处理处置措施的合理性进行简要的分析。

5、核实并细化环保投资及验收一览表中相关内容。

2023 年 6 月 26 日

**确山县人民医院新院区新增核技术应用项目环境影响报告表
审查意见修改说明**

审查意见	修改情况
1、补充该医院建设运营中环境保护工作执行情况及存在的环保问题，说明排污许可制度落实情况。	已补充该医院建设运营中环境保护工作执行情况及存在的环保问题，并说明排污许可制度落实情况，详见 P9-P11。
2、补充新增两台血管造影机型号；根据《放射诊断放射防护要求》完善本项目 DSA 机房辐射防护措施的可行性及可靠性分析内容；细化描述防护门与屏蔽墙的搭接情况，补充紧急停机按钮、摄像头、固定式剂量率探头安装位置图；补充完善同类 DSA 项目现场监测数据类比估算内容；核实拟建区域工程辐射背景监测结果；核实完善企业自行辐射监测方案；完善相关规章制度。	已补充新增两台血管造影机型号，详见表 1.2-2 及表 4（二）；已完善本项目 DSA 机房辐射防护措施的可行性及可靠性分析内容，详见 P102；已细化铅防护门和铅玻璃与屏蔽墙体搭接处采取的辐射安全防护措施，详见章 P57；补充紧急停机按钮、摄像头、固定式剂量率探头安装位置图，详见图 10.1-6；已补充完善同类 DSA 项目现场监测数据类比估算内容，详见 P100-P102。已与监测单位核实拟建区域工程辐射背景监测结果真实有效（检测人员）；已核实完善企业自行辐射监测方案，详见 P112 及表 12.3-1；已完善相关规章制度，详见附件 8 《辐射环境监测方案》、《防止误操作、意外照射的安防措施》、《监测仪表使用与校验管理制度》。
3、核实拟建区域四周科室及业务用房分布情况，针对主要环境保护目标完善辐射防护措施分析内容。	已核实拟建区域四周科室及业务用房分布情况，详见表 10.1-1 和表 10.1-4； 已针对主要环境保护目标完善辐射防护措施分析内容，详见章节 11.4。
4、核实本项目运行后“三废”产生及排放情况，并对处理处置措施的合理性进行简要的分析。	已核实本项目运行后“三废”产生及排放情况，详见表 5、P42；处理处置措施的合理性进行简要的分析，详见 P79。
5、核实并细化环保投资及验收一览表中相关内容。	已核实并细化环保投资一览表中相关内容，详见表 12.6-1；已核实并细化验收一览表中相关内容，详见表 12.3-2。