

编号：BG-GAFB26720008

核技术利用建设项目

嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心
总医院）项目射线装置部分建设项目
生态环境影响报告表
（公示稿）

嘉兴市第二医院

2026 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心
总医院）项目射线装置部分建设项目
生态环境影响报告表

建设单位名称：嘉兴市第二医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：嘉兴市环城北路 1518 号

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	15
表 3 非密封放射性物质	15
表 4 射线装置	16
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	18
表 6 评价依据	19
表 7 保护目标与评价标准	22
表 8 环境质量和辐射现状	28
表 9 项目工程分析与源项	44
表 10 辐射安全与防护	57
表 11 环境影响分析	72
表 12 辐射安全管理	111
表 13 结论与建议	117
表 14 审批	121

表 1 项目基本情况

建设项目名称		嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目射线装置部分建设项目			
建设单位		嘉兴市第二医院			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		嘉兴市环城北路 1518 号			
项目建设地点		浙江省嘉兴市南湖区七星街道，东至规划南江路，南至现状角里街，西至规划庆丰路，北至规划嘉善第三通道，主体医疗楼一层、二层以及四层			
立项审批部门		嘉兴市发展和改革委员会		批准文号	2407-330400-04-01-729772
建设项目总投资（万元）		1223.69	项目环保投资（万元）	200	投资比例（环保投资/总投资） 16.34%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（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 项目概述 1.1.1 建设单位简介 嘉兴市第二医院（以下简称“医院”），又名嘉兴市第二医院互联网医院，始建于 1895 年，目前为嘉兴市中心布局合理、功能齐全、技术先进、服务优良、融医疗、教学、科研、康复及预防保健于一体的浙江省三级甲等综合性医院，现址位于嘉兴市环城北路 1518 号。医院现占地面积 65 亩，建筑面积 12 万 m²，核定床位 1350 张，职工 2200 余人，高级职称 411 人，硕士学位 435 人，40 个临床专科，10 个医技科室。				

为进一步优化市区优质医疗资源布局，提升全市医疗体系建设，医院拟实施整体迁建，选址于嘉兴市南湖区七星街道，东至规划南江路，南至现状甬里街，西至规划庆丰路，北至规划嘉善第三通道。嘉兴市第二医院（新址）主要建设主体医疗楼、行政科教楼、感染楼、发热门诊、污水处理站、供氧中心等，其中主体医疗楼包含门诊、急诊、共享医技和住院等功能，床位规模 2200 张。

本项目拟建辐射工作场所位于主体医疗楼一层、二层以及四层，主体医疗楼为“嘉兴市第二医院整体迁建项目”工程，总建筑面积 254122.32m²，为 1 幢 17 层（地上 17 层，地下 2 层）的独立建筑，包含门诊、急诊、共享医技和住院等功能。裙房 4 层，局部 5 层，塔楼共计 17 层，高度 78 米。此前，医院已委托编制了《嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目环境影响报告书》，于 2022 年 7 月 27 日取得嘉兴市生态环境局批复（嘉（南）环建〔2022〕43 号，见附件 3）；2024 年 8 月医院委托编制了嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目中的核技术利用项目环境影响评价报告表（《嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目射线装置部分建设项目》），并于 2022 年 9 月 4 日取得嘉兴市生态环境局批复（嘉（南）环建〔2024〕54 号，见附件 4），审批的主要内容：

1）主体医疗楼一层急诊科建设 1 间急诊 DSA 手术室，安装使用 1 台 DSA 装置开展介入手术项目；

2）于主体医疗楼二层内镜中心建设 2 间 ERCP 机房，在 2 间机房内分别安装使用 1 台 ERCP 装置；

3）于主体医疗楼四层介入中心建设 7 间 DSA 手术室，在 7 间机房内分别安装使用 1 台 DSA 装置开展介入手术项目；

4）于主体医疗楼四层手术中心建设 1 间 DSA 手术室，安装使用 1 台 DSA 装置开展介入手术项目。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

由于急诊科、内镜中心和手术中心功能定位进一步深化，且为满足实际医疗流程优化需求，本次对原“嘉（南）环建〔2024〕54 号”批复相关辐射场所开展布局优化：主体医疗楼一层急诊 DSA 手术室调整为 DSA 复合手术室，配套安装使用 1 台 DSA 和 1 台滑轨 CT；主体医疗楼四层手术中心原有 2 间 CT 手术室调整为 1 间 CT 复合手术室和 1 间 DSA 复合手术室，分别配套安装使用 1 台滑轨 CT 和 1 台 DSA，原手术中心 DSA 手术室调整为控制室、设备间和百级手术室；此外，二层内镜中心新增 1

台 DSA 装置，增加新的辐射工作场所。具体变动情况见表 1-1。

表 1-1 已批复的核技术利用项目与本次变动调整对照情况一览表

“嘉（南）环建〔2024〕54 号”批复内容					本次变动 调整情况	是否属于 重大变动
所在 建筑	楼 层	科 室	核技术利用项目	建设进度		
主体 医疗 楼	一 层	急 诊 科	建设 1 间急诊 DSA 手术 室，安装使用 1 台 DSA 装置开展介入手 术项目	机房已建 设，射线装 置未安装	对急诊 DSA 手术室平 面布局进行调整，且 使用方式（配套设 备）发生变化导致不 利影响加重。	属于 重大变动
	二 层	内 镜 中 心	建设 2 间 ERCP 机房， 在 2 间机房内分别安装 使用 1 台 ERCP 装置	机房已建 设，设备未 安装	不变动	/
			/	/	新增 1 台 DSA 装置， 增加新的辐射工作场 所	属于 重大变动
	四 层	介 入 中 心	建设 7 间 DSA 手术 室，在 7 间机房内分别 安装使用 1 台 DSA 装 置开展介入手术项目	机房已建 设，设备未 安装	不变动	/
		手 术 中 心	建设 1 间 DSA 手术 室，安装使用 1 台 DSA 装置开展介入手 术项目	机房已建 设，设备未 安装	对手术中心 DSA 手术 室平面布局进行调 整，且使用方式（配 套设备）发生变化导 致不利影响加重	属于 重大变动

根据《关于印发<核技术利用建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办辐射函〔2025〕313 号）：本项目急诊科 DSA 手术室调整为 DSA 复合手术室和手术中心 DSA 手术室调整为 DSA 复合手术室均符合“生产工艺或使用方式变化导致不利影响加重，含主要工艺装置、配套设备及放射性三废处理设施任何一项变化”的情形，属于重大变动范畴；本项目在内镜中心新增 1 台 DSA 装置符合“增加新的辐射工作场所”的情形，属于重大变动范畴，建设单位需重新报批该建设项目的生态环境影响评价文件。

依据《中华人民共和国生态环境法典》第一百零六条规定：建设项目的生态环境影响报告书、生态环境影响报告表经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的生态环境影响报告书、生态环境影响报告表。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年第 66 号），DSA 和 ERCP 属于血管造影用 X 射线装置的分类范

围，为Ⅱ类射线装置，CT属于Ⅲ类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（中华人民共和国生态环境部令第16号），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、Ⅲ类射线装置”，本项目建设内容涉及两个以上项目类别，其环境影响评价类别应按照其中单项等级最高的确定，因此，本项目环境影响评价类别为编制环境影响报告表。

为此，嘉兴市第二医院委托浙江建安检测研究院有限公司对重大变动后的变动内容开展“嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目射线装置部分建设项目”（简称“本项目”）的环境影响评价工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集、现状监测等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求编制完成本环评报告表，依照国家规定程序报生态环境主管部门重新报批。

1.1.3 项目变动后的建设内容和规模

本项目射线装置均位于主体医疗楼，具体建设内容如下：

（1）主体医疗楼一层急诊科

拟在主体医疗楼一层急诊科建设1间DSA复合手术室，配套建设控制室、设备间、污物间等功能用房，安装使用1台DSA装置和1台滑轨CT，在DSA介入手术过程中需要CT曝光时，可将滑轨CT移动至DSA复合手术室合适位置使用，设备均为新购，型号待定，DSA装置最大管电压125kV，最大管电流1000mA，属于Ⅱ类射线装置，规划年最大手术量约500台，滑轨CT最大管电压140kV，最大管电流800mA。滑轨CT在DSA复合手术室使用时，确保DSA与CT不会同时运行出束。

（2）主体医疗楼二层内镜中心

拟在主体医疗楼二层内镜中心建设2间ERCP机房和一间DSA机房，配套建设控制室等功能用房，在2间ERCP机房内分别安装使用1台ERCP装置，设备均为新购，型号待定，最大管电压150kV，最大管电流1000mA，属于Ⅱ类射线装置，单台ERCP装置规划年最大手术量约1000台。在DSA机房内安装使用1台DSA装置，设备为新购，型号待定，DSA装置最大管电压125kV，最大管电流1000mA，属于Ⅱ类射线装置，规划年最大手术量约500台。

（3）主体医疗楼四层介入中心

拟在主体医疗楼四层介入中心建设7间DSA手术室，配套建设控制室、设备间、

污物间等功能用房，在 7 间 DSA 手术室内分别安装使用 1 台 DSA 装置，设备为新购，型号待定，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于Ⅱ类射线装置，单台 DSA 装置规划年最大手术量约 500 台。

(4) 主体医疗楼四层手术中心

医院拟在主体医疗楼四层手术中心建设1间DSA复合手术室和1间CT复合手术室，机房内分别安装使用1台DSA装置和1台滑轨CT。在DSA介入手术过程中需要CT曝光时，可将滑轨CT移动至DSA复合手术室，技师在控制室内操作CT进行隔室曝光。设备均为新购，型号待定，DSA装置最大管电压125kV，最大管电流1000mA，属于Ⅱ类射线装置，规划年最大手术量约500台，滑轨CT最大管电压140kV，最大管电流800mA，规划年最大手术量约1000台。滑轨CT在DSA复合手术室使用时，通过兼容的操作系统能够实现功能互锁，确保DSA与CT不会同时运行出束。

本项目拟配置的射线装置均为新购，详细参数见表 1-2。

表1-2 本项目拟配置的射线装置参数一览表

序号	设备名称	型号	类别	数量(台)	用途	主要参数	场所	
1	DSA	待定	Ⅱ类	1	用于影像诊断和介入治疗	125kV, 1000mA	主体医疗楼一层急诊科 DSA 复合手术室	
2	滑轨 CT	待定	Ⅲ类	1		140kV, 800mA		
3	ERCP	待定	Ⅱ类	1		150kV, 1000mA	主体医疗楼二层内镜中心	ERCP 机房 1
4	ERCP	待定	Ⅱ类	1		150kV, 1000mA		ERCP 机房 2
5	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA		内镜中心 DSA 机房
6	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA	主体医疗楼四层介入中心	DSA 手术室 1
7	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA		DSA 手术室 2
8	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA		DSA 手术室 3
9	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA		DSA 手术室 4
10	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA		DSA 手术室 5
11	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA		DSA 手术室 6
12	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA		DSA 手术室 7
13	DSA	待定	Ⅱ类	1		125kV, 1000mA	主体医疗楼四层手术中心 DSA 复合手术室	
14	滑轨 CT	待定	Ⅲ类	1		140kV, 800mA	主体医疗楼四层手术中心 CT 复合手术室	

1.1.4 工作人员及工作制度

本项目辐射工作人员实行 8h 单班工作制度，年工作日为 250 天。拟配置辐射工作人员共 157 人，其中 10 间 DSA 手术室共配置 80 名医生、40 名护士、20 名技师，2 间 ERCP 机房共配置 8 名医生、4 名护士、4 名技师，手术中心 CT 复合手术室控制室

另配备 1 名技师。根据医院计划，本项目辐射工作人员拟新聘或从现有介入科辐射工作人员调岗。

表1-3 辐射工作人员配备计划一览表

人员配置		2间ERCP机房	10间DSA手术室	手术中心CT 复合手术室
总配置	技师配置	4名技师	20名技师	1名技师
	医生和护士配置	8名手术医生，4名护士	80名手术医生，40名护士	
单个 机房 配置	技师配置	2名技师	2名技师	
	医生和护士配置	4名手术医生，2名护士	8名手术医生，4名护士	

医院严格执行辐射工作人员培训制度，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）、《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告第 2021 年第 9 号）和《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办理流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会，浙环函〔2019〕248 号），在双证同发的前提下，各单位对辐射工作人员的辐射安全与防护培训或放射诊疗培训互相认可。目前医院现有辐射工作人员均参加了嘉兴市卫生监督所组织的放射防护培训，并考核合格。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置及医院周边环境概况

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区七星街道，院区东侧为空地；南侧为角里街，隔街为空地；西侧为庆丰路，隔路为中建投嘉兴二院项目经理部；北侧为栖贤路和规划嘉善第三通道，隔路为嘉兴市康复医院（在建）。地理位置见附图 1，医院周边环境情况见附图 2。

1.2.2 项目周边环境关系

本项目射线装置机房位于主体医疗楼一层、二层以及四层，射线装置机房东侧距行政科教楼最近距离约 236m，南侧距用地红线最近距离约 156m，西南侧距用地红线最近距离约 129m，西北侧距发热门诊最近距离约 120m，距感染楼最近距离约 91m，东北侧距用地红线最近距离约 74m。本项目射线装置机房距医院外建筑物均较远。

因此，本项目射线装置机房实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物及医院内部道路，不涉及其他环境敏感区域。医院总平面见附图 3。

1.2.3 项目场所四至环境关系

1、急诊 DSA 复合手术室

本项目急诊 DSA 复合手术室东侧为医护走廊，东南侧为控制室和污物暂存间，西南侧为疏散通道，西北侧为疏散通道，东北侧为 DSA+CT 设备间、血库前移室，上方为淋卫室、更衣室和换鞋室，下方为停车区。相关平面布置图见附图 4、附图 5 和附图 6。

2、内镜中心 DSA 机房

本项目内镜中心 DSA 机房东南侧为通道，西南侧为走廊，西北侧为呼吸镜，东北侧为控制室和设备间，上方为双人间、隔离间和洁品库，下方为 CT 机房和走道。相关平面布置图见附图 7~附图 9。

3、内镜中心 ERCP 机房

本项目 ERCP 机房 1 和 ERCP 机房 2 东南侧为走廊，西南侧为走廊，西北侧为洗镜间。东北侧为走廊，上方为外科 ICU、中央监护站、护士站、走廊等，下方为走廊、更衣室、肠胃机机房、DR 机房 9、CT 机房 2 等。相关平面布置图见附图 10~附图 12。

4、介入中心 DSA 手术室 1~DSA 手术室 7

本项目介入中心 DSA 手术室 1~DSA 手术室 7 相邻，因此从整体出发描述场所四至环境关系。东南侧为患者通道，西南侧为医废间、设备间、无菌库、耗材间、仪器间、药品间等，西北侧为被服投放间、设备机房、UPS 间、污物间、污洗间、保洁间、水井间、电梯厅等，东北侧为医护通道，上方为日间病房、护士站、治疗室、弱电间、被服间、耗材间、仪器室、处置室、物流间、卫生间等，下方为内科 ICU、中央监护站、护士站、处置室、库房等。相关平面布置图见附图 13~附图 15。

5、手术中心 1 间 DSA 复合手术室和 1 间 CT 复合手术室

本项目手术中心 1 间 DSA 复合手术室和 1 间 CT 复合手术室南北相邻，因此从整体出发描述场所四至环境关系。东南侧为走廊，西南侧为控制室，西北侧为走廊，东北侧为 UPS 室和 CT 控制室，上方为主机房区和蓄电池室，下方为男卫浴、女卫浴和男更衣。相关平面布置图见附图 16~附图 18。

1.2.4 核技术利用项目选址合理性分析

本项目射线装置机房位于主体医疗楼一层、二层以及四层，项目用地属于医疗卫生用地，本项目不新增用地，周围无环境制约因素。根据医院平面布局图及现场调

查，DSA 机房实体屏蔽边界外 50m 评价范围内主要为医院内部建筑物、绿化及医院内部道路，不涉及其他环境敏感区域。主要环境保护目标为从事本项目辐射工作的职业人员及上述区域内活动的其他医护人员与公众。因此，本项目辐射工作场所选址合理。

1.3 产业政策符合性和实践正当性分析

本项目为核技术利用项目，根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024年本）》，项目新增DSA、CT装置属于**第一类 鼓励类**中第十三项“医药”中第四条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，**高性能医学影像设备……**”项目。因此，本项目的建设符合国家现行产业政策。

本项目建设的根本目的在于开展放射诊疗工作、治病救人，实践过程中采取了可能的辐射防护措施，经预测分析，本项目运行后，在给患者带来利益的同时，引起的对工作人员和公众人员的照射剂量满足国家辐射防护安全标准的要求，同时满足根据最优化原则设置的项目剂量约束值的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

1.4 相关规划符合性分析

1.4.1 嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区七星街道，东至规划南江路，南至现状角里街，西至规划庆丰路，北至规划嘉善第三通道，医院主体医疗楼内，根据《嘉兴市生态环境局关于印发<嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》（嘉环发〔2024〕39号），本项目所在地属于“浙江省嘉兴市南湖区中心城区生活重点管控单元（环境管控单元编码：ZH33040220007）”（见附图 19）。生态环境准入清单符合性分析见表 1-4。

表 1-4 浙江省嘉兴市南湖区中心城区生活重点管控单元生态环境准入清单符合性分析

生态环境准入清单要求		本项目情况	是否符合要求
空间布局约束	禁止新建、扩建三类工业项目，现有三类工业项目改建不得增加污染物排放总量，鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。禁止新建涉及一类重金属、重点行业重点重金属污染物、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目。现有二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。鼓励现有二类迁出或关闭。严格执行畜禽养殖禁养区。推进城镇绿廊建设，协同建设区域生态网络和绿道体系，建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。推进既有建筑绿色化改造，高质量发展零碳低耗绿色建筑。	本项目为医疗机构的核技术利用项目，不属于工业项目。	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。污水收集管网范围内，禁止新建除城镇污水处理设施外的入河入海排污口，现有的入河入海排污口应限期拆除。但相关法律法规和标准规定必须单独设置排污口的除外。加快污水处理设施建设与提标改造，加快完善城乡污水管网，加强对现有雨污合流管网的分流改造，深化城镇“污水零直排区”建设。加强噪声和臭气异味防治，强化餐饮油烟治理，严格施工扬尘监管，依法严禁秸秆、垃圾等露天焚烧。加强土壤和地下水污染防治与修复。推动能源、工业、建筑、交通、居民生活等重点领域绿色低碳转型。	本项目为医疗机构的核技术利用项目，不属于污水处理设施建设与提标改造项目；由本评价表 11 章节环境影响分析可知，本项目运营过程中产生的电离辐射、废水、废气、噪声及固废经采取一定的辐射防护和治理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的，各污染物可以做到达标排放，符合污染物排放管控要求。	符合
环境风险防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	本项目为医疗机构的核技术利用项目，不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目。	符合
资源开发效率要求	全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及，限制高耗水服务业用水，推进生活节水降损，实施城市供水管网优化改造。	本项目不属于高耗能项目，医院将积极落实节水、节能等相关要求，提高资源能源利用效率。	符合

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、不会突破环境质量底线和资源利用上线，符合准入清单内管控措施要求，因此，本项目的建设符合《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》要求。

1.4.2 与嘉兴市“三区三线”符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080 号）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海组卷报批的依据。其中“三区”具体指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应永久基本农田、生态保护

红线、城镇开发边界三条控制线。

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区七星街道，东至规划南江路，南至现状角里街，西至规划庆丰路，北至规划嘉善第三通道，主体医疗楼内，根据嘉兴市“三区三线”划分成果，项目所在地处于城镇开发边界内，主体工程占地不涉及永久基本农田与生态保护红线，本项目已纳入主体工程征占地，无需新征用地，对照上述各类文件要求，本项目建设符合“三区三线”的要求，项目所在地“三区三线”划分情况见附图20。

1.4.3 污染物达标排放符合性

由本评价表11章节环境影响分析可知，本项目运营过程中产生的电离辐射、固废和废气经采取一定的辐射防护和治理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的，各污染物可以做到达标排放。

1.5 “四性五不批”符合性分析

对照《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号）中的第九条“环境保护行政主管部门审批环境影响报告书、环境影响报告表，应当重点审查建设项目的环境可行性、环境影响分析预测评估的可靠性、环境保护措施的有效性、环境影响评价结论的科学性等”及第十一条“建设项目有下列情形之一的，环境保护行政主管部门应当对环境影响报告书、环境影响报告表作出不予批准的决定”，本项目与“四性五不批”相符性分析见表1-5。

表 1-5 本项目与“四性五不批”符合性分析

内容		建设项目情况	是否符合要求
四性	建设项目的环境可行性	本项目符合总体规划、土地利用规划的要求，不触及生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，不在负面清单内，因此符合建设项目的环境可行性。	符合
	环境影响分析预测评估的可靠性	本项目环境影响分析预测依据国家相关规范及建设项目的设计资料进行影响分析，符合环境影响分析预测评估的可靠性。	符合
	环境保护措施的有效性	本项目运营过程中产生的电离辐射、固废和废气经采取一定的辐射防护和治理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的，各污染物可以做到达标排放。本项目采取的环境防护措施有效。	符合
	环境影响评价结论的科学性	本项目选址合理，采取的环境保护措施合理可行，排放的污染物符合国家、省规定的污染物排放标准，因此本项目符合环境影响评价结论的科学性。	符合

五不 批准	（一）建设项目类型及其选址、布局、规模等不符合环境保护法律法规和相关法定规划	本项目选址、布局符合国家产业政策，符合《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》的生态管控要求，符合环境保护法律法规和相关法定规划。	不属于不予批准情形
	（二）所在区域环境质量未达到国家或者地方环境质量标准，且建设项目拟采取的措施不能满足区域环境质量改善目标管理要求	根据《浙江省生态环境状况公报（2025年）》，全省环境电离辐射水平处于本底涨落范围内。根据环境质量现状监测结果，本项目工作场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率属于当地天然辐射水平范围之内。	不属于不予批准情形
	（三）建设项目采取的污染防治措施无法确保污染物排放达到国家和地方排放标准，或者未采取必要措施预防和控制生态破坏	建设项目采用的辐射安全防护措施和污染防治措施可确保污染物排放达到国家排放标准。	不属于不予批准情形
	（四）改建、扩建和技术改造项目，未针对项目原有环境污染和生态破坏提出有效防治措施	本项目已对项目原有环境辐射影响进行分析（详见 1.6.2），根据年度工作场所和辐射工作人员个人剂量检测报告相关数据，原有辐射项目未出现环境污染或生态破坏的现象。	不属于不予批准情形
	（五）建设项目的环境影响报告书、环境影响报告表的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺陷、遗漏，或者环境影响评价结论不明确、不合理	本项目根据建设单位提供的基础资料，按照现行导则进行编制，不存在基础资料数据明显不实，内容存在重大缺陷、遗漏，或者环境影响评价结论不明确、不合理等情况。	不属于不予批准情形

1.6 原有核技术利用项目许可情况

1.6.1 原有核技术利用项目许可情况

嘉兴市第二医院现持有浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：浙环辐证〔F2380〕（见附件 2）；发证日期：2023 年 11 月 10 日，有效期至：2028 年 11 月 09 日；许可的辐射工作种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。医院已许可的核技术利用项目环保手续履行情况详见表 1-5，原有核技术利用项目环保手续文件详见附件 4。

表 1-5 医院已许可的核技术利用项目环保手续履行情况一览表

序号	工作场所	装置名称	规格型号	类别	环评手续	竣工环境保护验收手续
1	发热门诊内北侧	CT（16 排）	Revolution ACT	III 类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月通过竣工环境保护验收
2	放疗中心	直线加速器	ELekta Infinity	II 类	嘉环辐[2017]16 号	2024 年 1 月完成自主竣工环境保护验收
3		定位 CT（16 排）	Discovery RT	III 类	嘉环辐[2017]16 号	
4	放射科	移动 DR	MobiEye700P	III 类	备案号：201933040200000067	/
5		移动 DR	MobiEye700T	III 类	备案号：201933040200000789	/
6		螺旋 CT（40 排）	uCT528	III 类	备案号：202333040200000160	/
7		DSA	Artis zee III ceiling	II 类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月通过竣工环境保护验收

8		DSA	ALLURA Xper FD20	II类	嘉环辐[2016]7 号	工环境保护验收
9		DSA	Artis zee III ceiling	II类	嘉环辐[2019]25 号	2021 年 4 月完成自主竣工环境保护验收
10		胃肠机	Flexavision HB	III类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月 29 日通过竣工环境保护验收
11		碎石机	JDPNVC2	III类	嘉环辐[2016]7 号	
12		双源 CT	Definition flash	III类	嘉环辐[2016]7 号	
13		数字乳腺机	uMammo 890i	III类	备案号: 202033040200000098	/
14		联影螺旋 CT (60 排)	uCT710	III类	备案号: 202133040200000064	/
15		口腔全景机	Promax	III类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月 29 日通过竣工环境保护验收
16		骨密度仪	MEDIX DR	III类	备案号: 202133040200000100	/
17		DR	Definium 6000	III类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月 29 日通过竣工环境保护验收
18		DR	易悠 YSIO	III类	嘉环辐[2016]7 号	
19		DR	DigiEye680P	III类	备案号: 201933040200000789	/
20		DR	Definium 6000	III类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月 29 日通过竣工环境保护验收
21		CBCT	ORTHOPHOS XG 3D	III类	备案号: 201933040200000067	/
22		Emotion16	200903130101	III类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月 29 日通过竣工环境保护验收
23	健康管理中心	DR	DR3500	III类	备案号: 202133040200000101	/
24		32 排螺旋 CT	SOMATOM Perspective 64	III类	备案号: 202133040200000066	/
25	康复病房	床边机	IME-100L	III类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月 29 日通过竣工环境保护验收
26	内镜室	移动 C 臂机	OEC Elite	III类	备案号: 202333040200000180	/
27	手术室	移动 C 臂机	BV Endura	III类	备案号: 201933040200000067	/
28		移动 C 臂机	BV Endura	III类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月 29 日通过竣工环境保护验收
29		移动 C 臂机	ARCADIS Orbic	III类	备案号: 201933040200000067	/
30		移动 C 臂机	BV Endura	III类	嘉环辐[2016]7 号	2016 年 12 月 29 日通过竣工环境保护验收
31		床边机	MUX-10J	III类	嘉环辐[2016]7 号	
32	外科病房	床边机	MUX-10J	III类	嘉环辐[2016]7 号	
33	移动车载 (固定在康复楼院子使用)	佳能螺旋 CT (移动车载)	Aquilion Lightning TSX-035A	III类	备案号: 202133040200000065	/

1.6.2 原有核技术利用项目辐射工作场所监测情况

医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据

医院提供的辐射工作场所的年度监测报告可知，医院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辐射活动的辐射安全防护要求。现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量计定期送检，并建立了个人剂量档案。由医院 2025 年 4 月 1 日~2026 年 3 月 31 日个人剂量检测报告统计结果（见附件 8）可知，辐射工作人员的年有效剂量均低于工作人员剂量约束值 5mSv/a。

1.6.3 原有核技术利用项目运行和相关防护措施情况

医院已获许可使用的射线装置共 33 台，其中 4 台Ⅱ类射线装置，29 台Ⅲ类射线装置。医院在运行过程中较好地执行了相关的辐射安全管理制度，根据上一年辐射工作场所检测报告，医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

医院严格遵守《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》等相关辐射防护法律法规，配合各级生态环境部门监督和指导，成立了辐射安全防护管理小组，落实安全责任制度，并明确了相关成员名单及职责，建立了完善的辐射安全和防护制度，并有严格的档案管理制度，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。医院已严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行良好。

现有辐射防护措施和管理制度汇总见表 1-6。

表 1-6 医院现有辐射防护措施和管理制度汇总一览表

名称	管理情况
辐射防护管理制度	已建立《介入手术室管理制度》《介入手术室放射防护制度》《放射科组织管理制度》《放射科介入诊疗管理制度》《放射设备及防护用品使用管理制度》《放射科质量与安全管理制度》等辐射防护管理制度。
辐射屏蔽防护措施	已按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关要求配置了工作场所防护用品及防护设施。
个人剂量监测	现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量计定期送检，并建立了个人剂量档案，由医院 2025 年 4 月 1 日~2026 年 3 月 31 日个人剂量检测报告统计结果（见附件 8）可知，辐射工作人员的年有效剂量最大结果为 1.38mSv，低于工作人员剂量约束值 5mSv/a
职业健康体检	医院现有辐射工作人员均于 2025 年 3 月~2025 年 9 月进行了上岗或在岗期间的职业健康检查，检查和复查结果均为“可继续从事放射工作”。
辐射工作人员培训	医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。目前医院辐射工作人员均参加了嘉兴市卫生监督所组织的放射防护培训考核或浙江省卫生监督协会组织的全省医疗卫生机构放射工作人员放射防护网络培训考核，并考核合格。
辐射防护措施	医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警告标志、工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

辐射工作场所年度监测	医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据医院提供的 2025 年度放射诊疗工作场所防护检测报告，医院放射诊断设备满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关剂量率控制水平的要求。医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。
辐射应急演练和年度评估	医院已制定有《辐射事故应急预案》（附件 6）。经与医院核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。医院已自行编制《2025 年度辐射安全与防护状况评估报告》，对现有射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并上传至核技术利用平台。

1.6.4 与原有核技术利用项目依托情况

本项目依托现有辐射安全和防护领导小组作为辐射安全与环境保护管理机构，依托《介入手术室管理制度》《介入手术室放射防护制度》《放射科组织管理制度》《放射科介入诊疗管理制度》《放射设备及防护用品使用管理制度》《放射科质量与安全管理》等辐射防护管理制度，本项目辐射工作人员拟新聘或从现有介入科辐射工作人员调岗，原则上不兼岗。本项目依托现有 1 台便携式 X- γ 射线巡测仪（型号：451P），为每名手术医护人员配备 2 枚个人剂量计，每名技师配备 1 枚个人剂量计，拟新增相关设备操作规程、监测仪器定期检验检定等制度。

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
	以下空白							

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
	以下空白									

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	待定	125	1000	影像诊断和介入治 疗	主体医疗楼一层急诊科 DSA 复合手术室	
2	滑轨 CT	III	1	待定	140	800			
3	ERCP	II	1	待定	150	1000		主体医疗楼二层内镜中心 ERCP 机房 1	
4	ERCP	II	1	待定	150	1000		主体医疗楼二层内镜中心 ERCP 机房 2	
5	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼二层内镜中心 DSA 机房	
6	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 1	
7	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 2	
8	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 3	
9	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 4	
10	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 5	
11	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 6	
12	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 7	
13	DSA	II	1	待定	125	1000		主体医疗楼四层手术中心 DSA 复合手术室	
14	滑轨 CT	III	1	待定	140	800		主体医疗楼四层手术中心 CT 复合手术室	

(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	
	以下空白												

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
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	少量	不暂存，经排风管道引至室外排放，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气	

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 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) 《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过），中华人民共和国主席令第 70 号，自 2026 年 8 月 15 日起施行； (2) 《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订），自 2017 年 10 月 1 日起施行修订版； (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，（2005 年 9 月 14 日经中华人民共和国国务院令第 449 号公布，2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令第 709 号第二次修订），自 2019 年 3 月 2 日起施行修订版； (4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2020 年 12 月 25 日经生态环境部令第 20 号第四次修正），2021 年 1 月 4 日施行修改版； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号），自 2011 年 5 月 1 日起施行； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行； (7) 《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），自 2017 年 12 月 5 日起施行； (8) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2019 年第 57 号），自 2020 年 1 月 1 日起施行； (9) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2021 年第 9 号），2021 年 3 月 15 日起实施； (10) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过，2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行； (11) 《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248 号），自 2019 年 7 月 18 日起施行；
------	--

法规文件	（12）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），自 2017 年 11 月 20 日起施行； （13）《医疗废物管理条例》（2003 年 6 月 16 日中华人民共和国国务院令 第 380 号公布，根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订）； （14）《浙江省生态环境保护条例》，自 2022 年 8 月 1 日起施行； （15）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令第 288 号公布，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布第三次修正），自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版； （16）《浙江省辐射环境管理办法》（2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令第 289 号公布，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号修正），自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版； （17）《浙江省生态环境厅关于发布<省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024 年本）>的通知》（浙环发[2024]67 号），自 2025 年 2 月 2 日起施行； （18）《关于印发<核技术利用建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办辐射函〔2025〕313 号），2025 年 8 月 29 日发布。
------	---

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）； (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； (4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (6) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； (7) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。
其他	(1) 环境影响评价委托书； (2) 嘉兴市第二医院现有辐射安全许可证； (3) 《辐射防护导论》，方杰主编； (4) 《辐射防护手册》（第三分册），李德平、潘自强主编； (5) 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）； (6) 《嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目射线装置部分建设项目环境影响报告表》 (7) 嘉兴市生态环境局关于嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目射线装置部分建设项目环境影响报告表的审查意见（嘉（南）环建〔2024〕54 号）； (8) 嘉兴市第二医院提供的其它与本项目有关的技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）评价范围相关的规定：“……放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”，本项目是在有固定实体边界的场所内实施射线装置应用项目，因此本次辐射环境评价范围取拟建的射线装置机房实体屏蔽物边界外延50m为评价范围，具体评价范围示意图详见附图3。

7.2保护目标

根据项目相关设计资料及现状调查，本项目评价范围包括医院内部建筑物、绿化和内部道路，不涉及其他环境敏感区域，项目环境保护目标主要是从事本项目辐射工作的职业人员、评价范围内其他医护人员、患者等公众成员，评价报告中列举出辐射工作场所内及 50m 范围内的保护目标情况，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内的环境保护目标一览表

场所	环境保护目标	方位	距离本项目实体屏蔽物边界最近距离（m）		规模	人员类别	年剂量约束值（mSv/a）
			水平	垂直			
急诊 DSA 复合手术室	DSA 机房内工作人员	内部	/	/	12 人	职业	5
	控制室	东南侧	0	/	2 人	职业	
	污物暂存间	东南侧	0	/	约 2 人/d	公众	0.1
	疏散通道	西南侧	0	/	流动人员	公众	
	疏散通道	西北侧	0	/	流动人员	公众	
	DSA+CT 设备间	东北侧	0	/	约 2 人/d	公众	
	血库前移、医护走廊	东北侧	0	/	约 50 人/d	公众	
	淋浴室、更衣室、换鞋室	上方	/	0	约 100 人/d	公众	
内镜中心 ERCP 机房 1、ERCP 机房 2	ERCP 机房内、控制室内工作人员	内部	/	/	16 人	职业	5
	一层肠胃机机房配套控制室、DR 机房 9 配套控制室、CT 机房 2 配套控制室	下方	/	0	约 6 人/d	职业	
	走廊	东南侧	0	/	约 100 人/d	公众	0.1
	走廊	西南侧	0	/	约 100 人/d	公众	
	库房	西南侧	0	/	约 2 人/d	公众	
	洗镜间	西北侧	0	/	约 10 人/d	公众	
	走廊	东北侧	0	/	约 100 人/d	公众	
	外科 ICU、中央监护站、护士站等	上方	/	0	约 50 人/d	公众	

	走廊	上方	/	0	约 100 人/d	公众	
	走廊、更衣室	下方	/	0	约 100 人/d	公众	
	一层肠胃机机房、DR 机房 9、CT 机房 2	下方	/	0	约 50 人/d	公众	
内镜中心 DSA 机房	DSA 机房内工作人员	内部	/	/	12 人	职业	5
	控制室	东北侧	0	/	2 人	职业	0.1
	设备间	东北侧	0	/	约 5 人/d	公众	
	通道	东南侧	0	/	流动人员	公众	
	走廊	西南侧	0	/	流动人员	公众	
	呼吸镜	西北侧	0	/	约 50 人/d	公众	
	双人间、隔离间、洁品库	上方	/	0	约 50 人/d	公众	
	CT 机房、走道	下方	/	0	约 200 人/d	公众	
介入中心 DSA 手术室 1~DSA 手术室 7	DSA 手术室内、控制室内工作人员	内部	/	/	98 人	职业	5
	层患者通道	东南侧	0	/	约 100 人/d	公众	0.1
	医废间、设备间、无菌库、耗材间、仪器间、药品间等	西南侧	0	/	约 20 人/d	公众	
	被服投放间、设备机房、UPS 间、污物间、污洗间、保洁间、水井间、电梯厅等	西北侧	0	/	约 20 人/d	公众	
	患者通道	西北侧	0	/	约 100 人/d	公众	
	医护通道	东北侧	0	/	约 100 人/d	公众	
	日间病房、护士站、治疗室	上方	/	0	约 50 人/d	公众	
	弱电间、被服间、耗材间、仪器室、处置室、物流间、卫生间等	上方	/	0	约 20 人/d	公众	
	内科 ICU、中央监护站、护士站等	下方	/	0	约 50 人/d	公众	
	处置室、库房	下方	/	0	约 10 人/d	公众	
手术中心 DSA 复合手术室	DSA 机房内工作人员	内部	/	/	12 人	职业	5
	控制室	西南侧	0	/	2 人	职业	0.1
	CT 复合手术室	东北侧	0	/	1 人	公众	
	走廊	东南侧	0	/	流动人员	公众	
	走廊	西北侧	0	/	流动人员	公众	
	主机房区、蓄电池室	上方	/	0	约 50 人/d	公众	
	男卫浴、女卫浴、男更衣、走廊	下方	/	0	流动人员	公众	
手术中心 CT 复合手术室	CT 控制室	东北侧	0	/	1 人	职业	5
	UPS 室	东北侧	0	/	约 2 人/d	公众	0.1
	走廊	东南侧	0	/	流动人员	公众	
	手术中心 DSA 复合手术室	西南侧	0	/	约 5 人/d	公众	
	走廊	西北侧	0	/	流动人员	公众	
	主机房区、蓄电池室	上方	/	0	约 50 人/d	公众	

	男卫浴、女卫浴走廊	下方	/	0	流动人员	公众	
	50m 评价范围内其他公众	四周	0~50	/	约 800 人/d	公众	

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值

剂量限值执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定，工作人员的照射和公众照射的剂量限值如下：

（1）职业照射

应对任何工作人员职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

1）审管部门决定连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

2）任何一年中的有效剂量，50mSv；

（2）公众照射

实践使公众中关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

1）年有效剂量，1mSv；

2）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

7.3.2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及《嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目射线装置部分建设项目》中相关要求，本项目取 5mSv 作为职业人员的年剂量约束值，取 0.1mSv 作为公众人员的年剂量约束值。

7.3.3 放射诊断工作场所分区要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，应把放射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.4 放射诊断工作场所评价标准

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）：

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

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 2 的规定，详见表 7-2。

表7-2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^b (m ²)	机房内最小单边长度 ^c (m)
CT 机（不含头颅滑轨 CT）	30	4.5
单管头 X 射线设备 ^a (含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5

注：^a单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。
^b机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。
^c机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

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，详见表 7-3。

表7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 (mmPb)	非有用线束方向铅当量 (mmPb)
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
CT 机房（不含头颅滑轨 CT） CT 模拟定位机房	2.5	

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：

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。

6.5 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。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT体层扫描（隔室）	—	—	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	—
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、床侧防护帘/床侧防护屏 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 1：“—”表示不要求。 注 2：各类个人防护用品和肤质防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				

7.3.5 《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 $H_p(10)$ ；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 $H_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ 。

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）。

7.3.8 本次核技术利用项目限值要求汇总

本项目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，其余标准要求汇总见表 7-5。

表 7-5 本项目各机房建设内容相关评价标准要求汇总

工作场所	控制区外 30cm 处	机房要求
急诊 DSA 复 合手术室	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h; 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序 (如 DR、CR、屏片摄影) 机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h	机房有用线束及非有用线束方向铅当量均不小于 2.5mmPb; 最小有效使用面积不小于 30m ² , 最小单边长度不小于 4.5m
内镜中心 ERCP 机 房 1、 ERCP 机 房 2	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h; 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序 (如 DR、CR、屏片摄影) 机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h	C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量应不小于 2.0mmPb; 非有用线束方向铅当量应不小于 2.0mmPb; 机房内最小有效使用面积不小于 20m ² , 最小单边长度不小于 3.5m
内镜中心 DSA 机 房	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h; 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序 (如 DR、CR、屏片摄影) 机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h	C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量应不小于 2.0mmPb; 非有用线束方向铅当量应不小于 2.0mmPb; 机房内最小有效使用面积不小于 20m ² , 最小单边长度不小于 3.5m
介入中心 DSA 手 术室 1~DSA 手术室 7	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h; 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序 (如 DR、CR、屏片摄影) 机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h	C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量应不小于 2.0mmPb; 非有用线束方向铅当量应不小于 2.0mmPb; 机房内最小有效使用面积不小于 20m ² , 最小单边长度不小于 3.5m
手术中心 DSA 复 合手术室	具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h; 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序 (如 DR、CR、屏片摄影) 机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h	机房有用线束及非有用线束方向铅当量均不小于 2.5mmPb; 最小有效使用面积不小于 30m ² , 最小单边长度不小于 4.5m
手术中心 CT 复合 手术室	CT 机机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h	机房有用线束及非有用线束方向铅当量均不小于 2.5mmPb; 最小有效使用面积不小于 30m ² , 最小单边长度不小于 4.5m
标准依据	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)	《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 项目地理和场所位置

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区七星街道，院区东侧为空地；南侧为甬里街，西侧为庆丰路，北侧为栖贤路和规划嘉善第三通道。本项目射线装置机房设置于主体医疗楼（包括裙楼地上 4 层、部分地上 5 层；3 号楼住院楼地上 17 层；4 号楼住院楼地上 17 层）一层、二层以及四层。地理位置图见附图 1，辐射工作场所所在位置见附图 3。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

①环境现状评价的对象：本项目拟建 DSA 机房及周围环境辐射现状水平。

②监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率。

③监测点位：

根据项目的平面布置及项目情况，在拟建场所和相邻关注区域布设监测点，所布点位能反映本项目评价范围内拟建场所的辐射环境现状水平。因此，监测点位布设是合理的。为直观标明监测点位所在位置，本项目在医院平面布置图中标注监测点位，具体监测点位布置情况详见图 8-1~图 8-15。

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

①监测单位：浙江建安检测研究院有限公司。

②监测时间：2024 年 3 月 29 日、2024 年 5 月 30 日、2026 年 6 月 9 日。

③监测方式：现场监测。

④监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

⑤监测频次：依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）确定为 1 次测量。

⑥监测工况：辐射环境本底。

⑦2024 年 3 月 29 日天气环境条件：温度 10.2℃，湿度：61.2%RH，晴；

2024 年 5 月 30 日天气环境条件：温度 25.7℃，湿度：60.6%RH，晴

2026 年 6 月 9 日天气环境条件：温度 26.2℃，相对湿度 48.7%，晴。

⑧监测设备：

表 8-1 便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪相关信息

仪器型号	X、 γ 巡测仪
仪器名称	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	automess
仪器编号	05038132
能量范围	38keV-7MeV
量 程	模拟量程：10nSv/h-100 μ Sv/h；数字量程：1nSv/h-99.9 μ Sv/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院、华东国家计量测试中心
检定证书	2024H21-20-5074963002、NJYF-20260150128
检定有效期	2024 年 02 月 01 日~2025 年 01 月 31 日、 2026 年 01 月 06 日~2027 年 01 月 05 日
注：2024 年 3 月 29 日、2024 年 5 月 30 日及 2026 年 6 月 9 日监测使用仪器编号均为 05038132。	

8.3.2 质量保证措施

①本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有浙江省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑤监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

⑥报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状监测结果详见表 8-2~表 8-4。

表 8-2 拟建场所及周围 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果一览表（2026 年 6 月 9 日）

监测点 编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
1	拟建急诊 DSA 复合手术室内	63	2	楼房
2	拟建急诊 DSA 复合手术室东南侧（操作间）	57	3	楼房
3	拟建急诊 DSA 复合手术室东南侧（污物暂存间）	82	3	楼房
4	拟建急诊 DSA 复合手术室西南侧（疏散通道）	67	2	楼房

5	拟建急诊 DSA 复合手术室西北侧（疏散通道）	70	2	楼房
6	拟建急诊 DSA 复合手术室北侧（DSA+CT 设备间）	58	3	楼房
7	拟建急诊 DSA 复合手术室东北侧（血库前移室）	40	3	楼房
8	拟建急诊 DSA 复合手术室正下方（停车区）	66	3	楼房
9	拟建急诊 DSA 复合手术室正上方（淋卫室）	59	2	楼房
10	拟建内镜中心 DSA 机房内	68	1	楼房
11	拟建内镜中心 DSA 机房东南侧（通道）	61	2	楼房
12	拟建内镜中心 DSA 机房西侧（走廊）	52	3	楼房
13	拟建内镜中心 DSA 机房西北侧（呼吸镜）	45	3	楼房
14	拟建内镜中心 DSA 机房东北侧（控制室）	64	2	楼房
15	拟建内镜中心 DSA 机房东北侧（设备间）	64	2	楼房
16	拟建内镜中心 DSA 机房正下方（CT 机房）	63	3	楼房
17	拟建内镜中心 DSA 机房正上方（隔离间）	135	3	楼房
18	OP3 CT 复合手术室内	49	3	楼房
19	OP2 CT 复合手术室内	50	4	楼房
20	拟建手术中心 DSA 复合手术室东南侧（走廊）	51	4	楼房
21	手术中心 DSA 机房	42	2	楼房
22	拟建手术中心 DSA 复合手术室北侧（走廊）	45	2	楼房
23	拟建手术中心 CT 复合手术室东北侧（USP 室）	86	3	楼房
24	拟建手术中心 CT 复合手术室东北侧（设备间）	48	3	楼房
25	拟建手术中心 CT 复合手术室正下方（女卫浴）	81	2	楼房
26	拟建手术中心 DSA 复合手术室正下方（男更衣）	82	2	楼房
27	拟建手术中心 DSA 复合手术室正上方（主机房区）	63	3	楼房
28	主体医疗楼西侧室外道路	56	2	道路
29	主体医疗楼北侧室外道路	41	3	道路
30	主体医疗楼北侧出入口	42	4	道路

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对湖面宇宙射线的响应值；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=仪器读数平均值 $\times$ 仪器校准因子 $k_1 \times$ 仪器检验源效率因子 $k_2 \div$ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子 $k_3 \times$ 测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.08，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，测量点对湖面宇宙射线的响应值为 24nGy/h。

表 8-3 拟建场所及周围 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果一览表（2024 年 3 月 29 日）

监测点 编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
1#	主体医疗楼东北侧 1	43	3	室外
2#	主体医疗楼东北侧 2	57	3	室外
3#	主体医疗楼东南侧	57	3	室外
4#	主体医疗楼西南侧 1	53	2	室外

5#	主体医疗楼西南侧 2	32	2	室外
6#	主体医疗楼西北侧	62	3	室外
7#	感染楼	43	3	室外
8#	一层急诊科急诊 DSA 手术室	86	3	室内
9#	急诊 DSA 手术室东南侧控制室	84	3	室内
10#	急诊 DSA 手术室西南侧走廊	64	3	室内
11#	急诊 DSA 手术室西北侧走廊	83	3	室内
12#	急诊 DSA 手术室东北侧设备间	69	3	室内
13#	急诊 DSA 手术室楼上（二层）	66	3	室内
14#	急诊 DSA 手术室楼下（地下室）	98	2	室内
注：1、测量时探头距离地面约 1m； 2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值； 3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=仪器读数平均值 $\times$ 仪器校准因子 $k_1 \times$ 仪器检验源效率因子 $k_2 \div$ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子 $k_3 \times$ 测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.07，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，测量点对宇宙射线的响应值为 25nGy/h。				

表 8-4 拟建场所及周围 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果一览表（2024 年 5 月 30 日）

监测点编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
1#	二层 ERCP 机房 1	91	2	室内
2#	ERCP 机房 1 东南侧走廊	89	2	室内
3#	ERCP 机房 1 西南侧控制室	91	2	室内
4#	ERCP 机房 1 西北侧洗镜室	94	2	室内
5#	ERCP 机房 1 东北侧走廊	94	2	室内
6#	ERCP 机房 1 楼上（三层）	95	2	室内
7#	ERCP 机房 1 楼下（一层）	94	3	室内
8#	二层 ERCP 机房 2	94	2	室内
9#	ERCP 机房 2 东南侧走廊	93	3	室内
10#	ERCP 机房 2 西南侧走廊	91	3	室内
11#	ERCP 机房 2 西北侧洗镜室	93	2	室内
12#	ERCP 机房 2 楼上（三层）	94	3	室内
13#	ERCP 机房 2 楼下（一层）	92	2	室内
14#	四层介入中心 DSA 手术室 1	52	2	室内
15#	介入中心 DSA 手术室 1 东南侧患者通道	52	3	室内
16#	介入中心 DSA 手术室 1 西北侧控制室	52	4	室内
17#	介入中心 DSA 手术室 1 东北侧医护通道	52	3	室内
18#	介入中心 DSA 手术室 1 楼上（五层）	59	3	室内
19#	介入中心 DSA 手术室 1 楼下（三层）	79	3	室内
20#	四层介入中心 DSA 手术室 2	54	3	室内
21#	介入中心 DSA 手术室 2 东南侧患者通道	51	3	室内

22#	介入中心 DSA 手术室 2 西北侧控制室	51	2	室内
23#	介入中心 DSA 手术室 2 楼上（五层）	59	2	室内
24#	介入中心 DSA 手术室 2 楼下（三层）	79	3	室内
25#	四层介入中心 DSA 手术室 3	51	3	室内
26#	介入中心 DSA 手术室 3 东南侧患者通道	51	2	室内
27#	介入中心 DSA 手术室 3 西南侧设备间	51	3	室内
28#	介入中心 DSA 手术室 3 西北侧控制室	52	3	室内
29#	介入中心 DSA 手术室 3 楼上（五层）	58	3	室内
30#	介入中心 DSA 手术室 3 楼下（三层）	76	3	室内
31#	四层介入中心 DSA 手术室 4	50	3	室内
32#	介入中心 DSA 手术室 4 西北侧患者通道	52	3	室内
33#	介入中心 DSA 手术室 4 东北侧医护通道 1	54	3	室内
34#	介入中心 DSA 手术室 4 东北侧医护通道 2	51	3	室内
35#	介入中心 DSA 手术室 4 楼上（五层）	60	2	室内
36#	介入中心 DSA 手术室 4 楼下（三层）	80	2	室内
37#	四层介入中心 DSA 手术室 5	52	3	室内
38#	介入中心 DSA 手术室 5 西北侧患者通道	51	3	室内
39#	介入中心 DSA 手术室 5 楼上（五层）	59	3	室内
40#	介入中心 DSA 手术室 5 楼下（三层）	80	3	室内
41#	四层介入中心 DSA 手术室 6	50	2	室内
42#	介入中心 DSA 手术室 6 西南侧设备间	50	3	室内
43#	介入中心 DSA 手术室 6 西北侧患者通道	51	3	室内
44#	介入中心 DSA 手术室 6 楼上（五层）	59	3	室内
45#	介入中心 DSA 手术室 6 楼下（三层）	78	2	室内
46#	四层介入中心 DSA 手术室 7	54	2	室内
47#	介入中心 DSA 手术室 7 西南侧仪器室	51	2	室内
48#	介入中心 DSA 手术室 7 东北侧控制室	52	3	室内
49#	介入中心 DSA 手术室 7 楼上（五层）	61	2	室内
50#	介入中心 DSA 手术室 7 楼下（三层）	81	3	室内
51#	四层手术中心 DSA 手术室	46	2	室内
52#	手术中心 DSA 手术室东南侧走廊	46	3	室内
53#	手术中心 DSA 手术室西南侧控制室	45	2	室内
54#	手术中心 DSA 手术室西北侧走廊	45	2	室内
55#	手术中心 DSA 手术室东北侧 CT 复合手术室	47	2	室内
56#	手术中心 DSA 手术室楼上（五层）	48	2	室内
57#	手术中心 DSA 手术室楼下（三层）	73	2	室内
注：1、测量时探头距离地面约 1m； 2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值； 3、环境γ辐射空气吸收剂量率=仪器读数平均值×仪器校准因子 k ₁ ×仪器检验源效率因子 k ₂ ÷ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子 k ₃ ×测量点宇宙射				

线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.07，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy ， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，测量点对宇宙射线的响应值为 26nGy/h 。

8.4 结论

根据表8-2~表8-4的监测结果可知，本项目拟建场址及周围各监测点位的楼房 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 $40\text{nGy/h}\sim 135\text{nGy/h}$ ，即 $4.0\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 13.5\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；道路 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 $32\text{nGy/h}\sim 62\text{nGy/h}$ ，即 $3.2\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 6.2\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。根据《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，嘉兴市室内 γ 辐射剂量率在 $7.6\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 27.1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间；嘉兴市道路 γ 辐射剂量率在 $2.8\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 11.7\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，可见项目所在地的 γ 辐射剂量率处于辐射本底水平，未见异常。

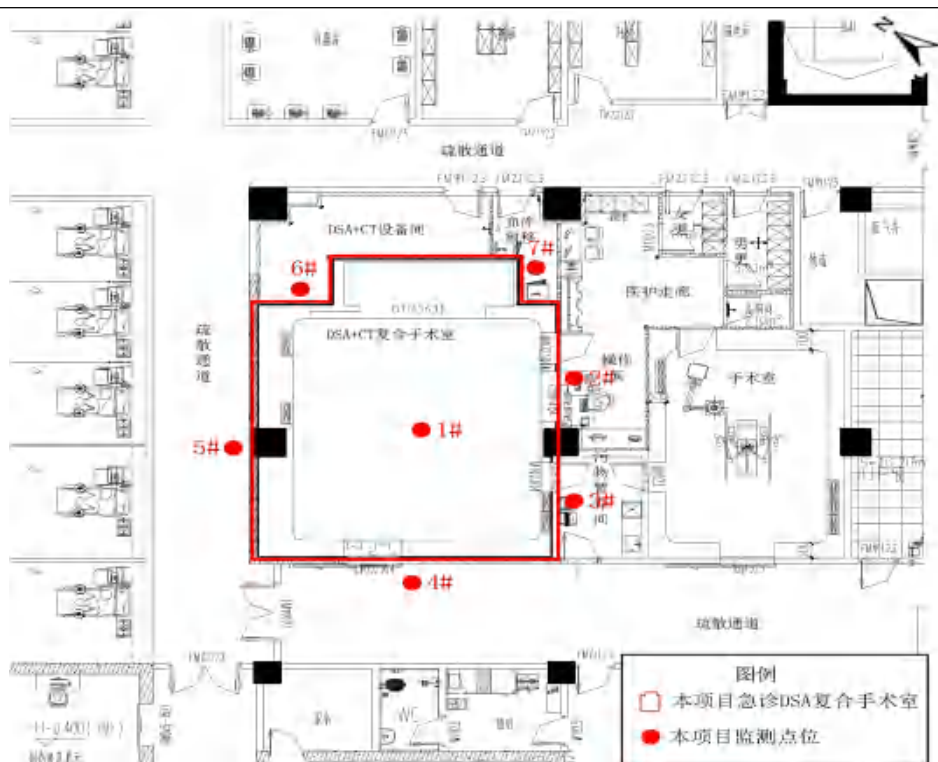


图8-1 2026年6月9日辐射环境本底监测点位示意图1（1F）

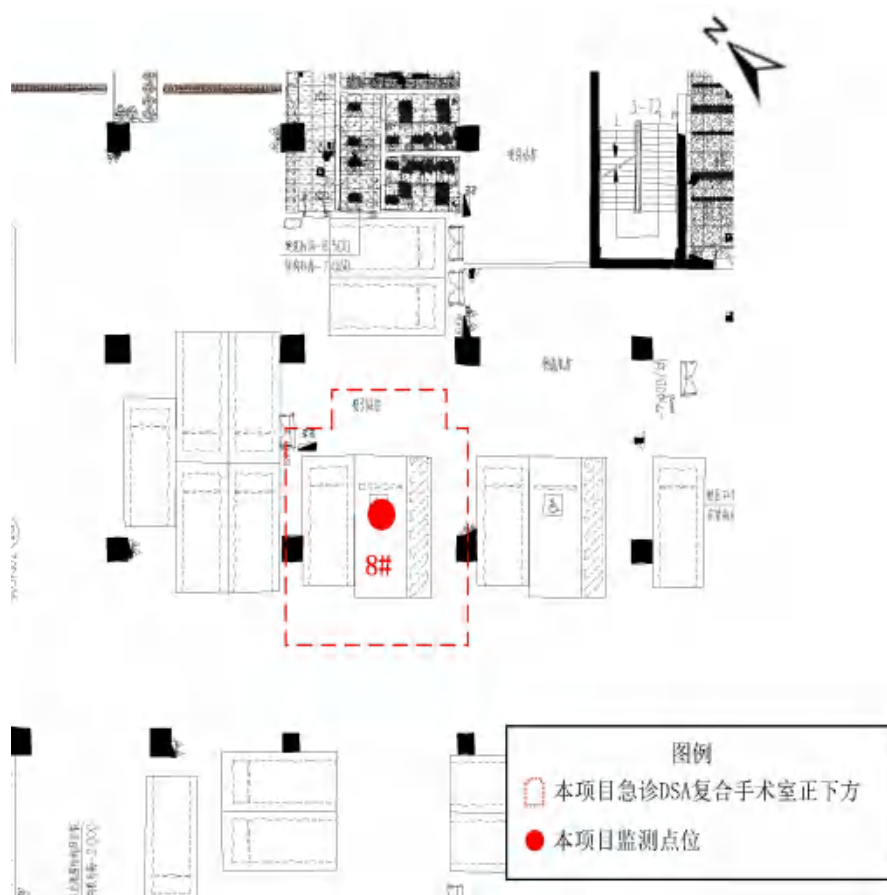


图8-2 2026年6月9日辐射环境本底监测点位示意图2（-1F）

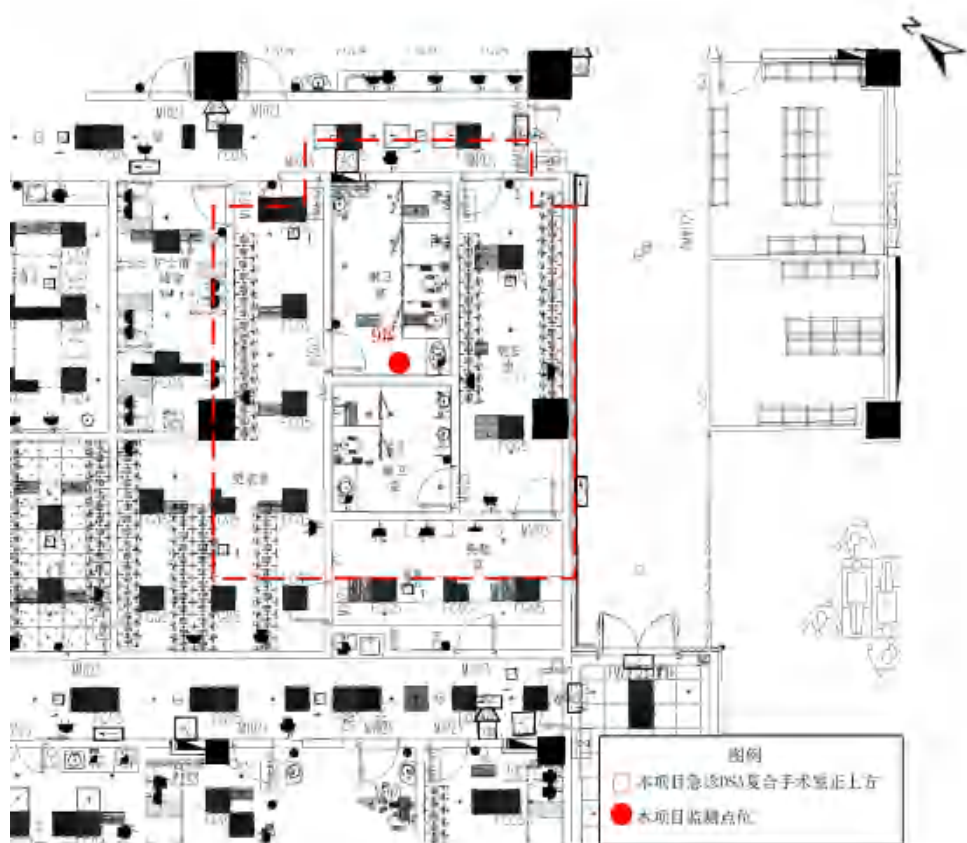


图8-3 2026年6月9日辐射环境本底监测点位示意图3 (2F)

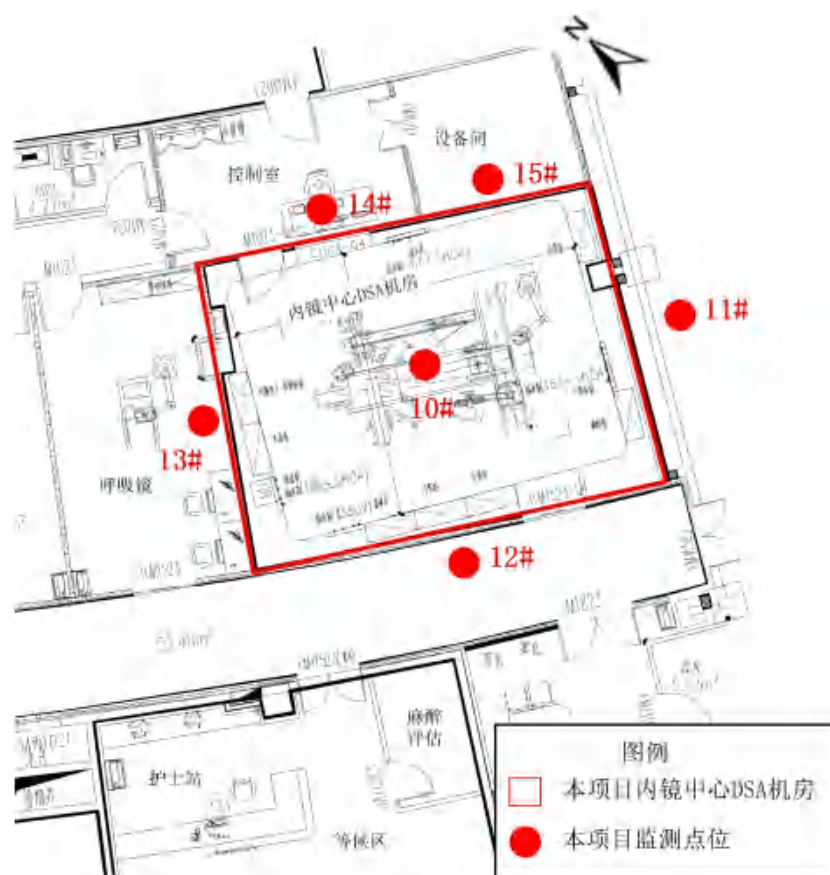


图8-4 2026年6月9日辐射环境本底监测点位示意图4 (2F)

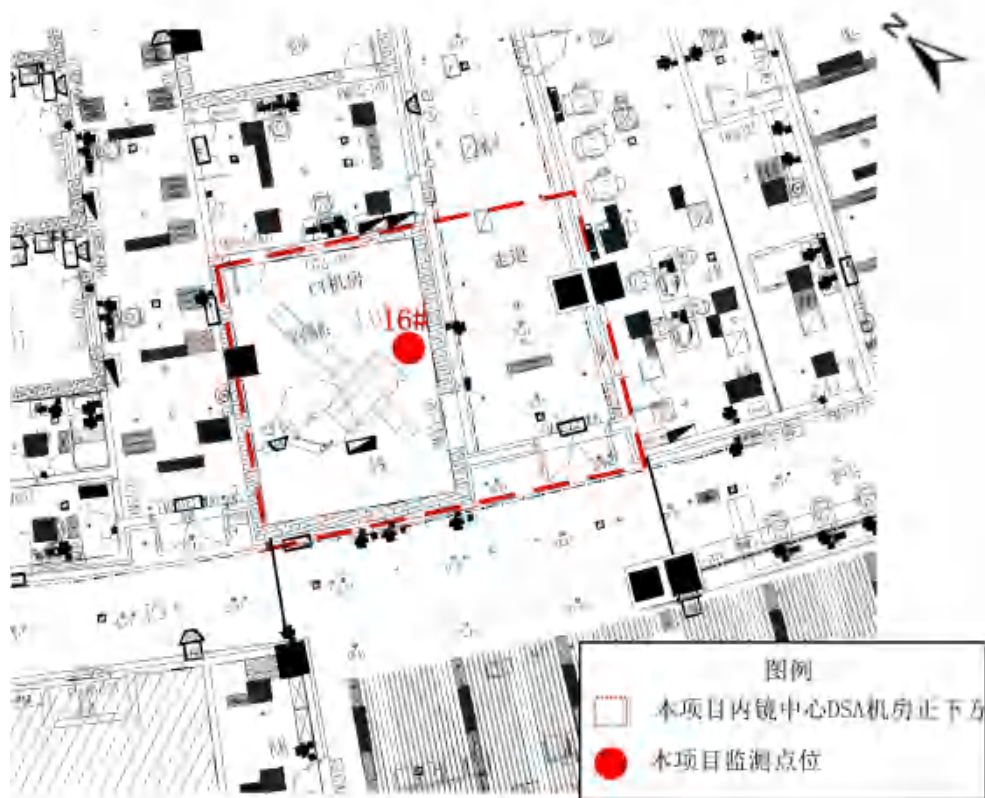


图8-5 2026年6月9日辐射环境本底监测点位示意图5（1F）

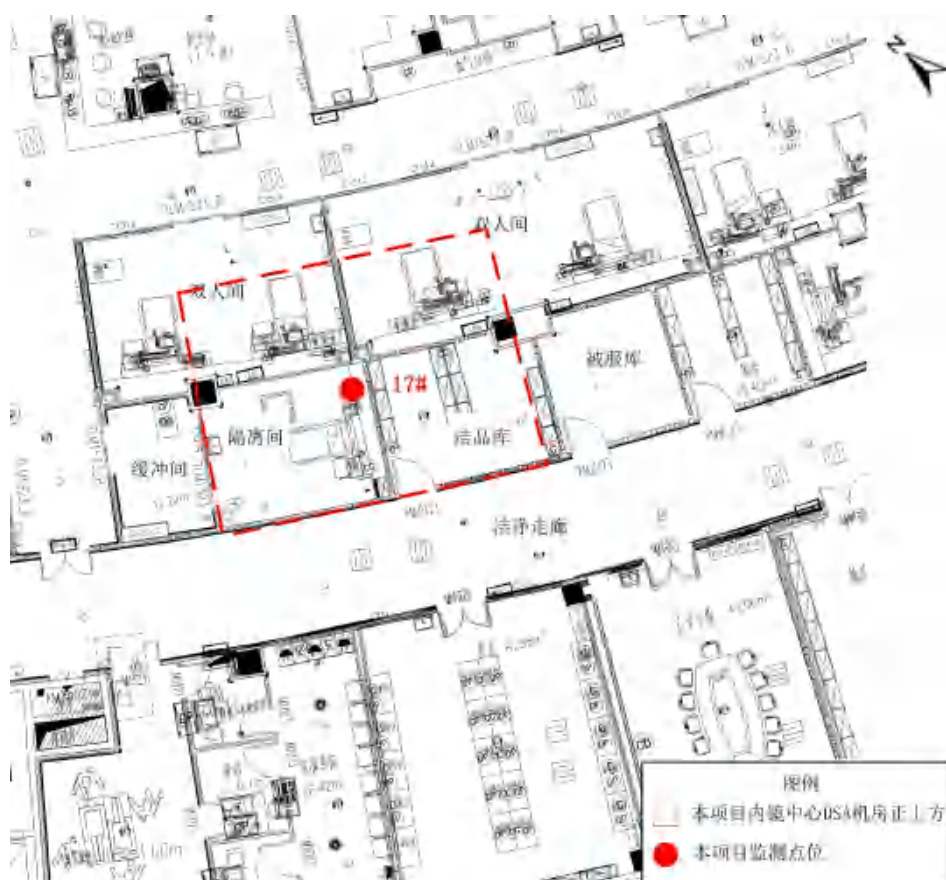


图8-6 2026年6月9日辐射环境本底监测点位示意图6（3F）

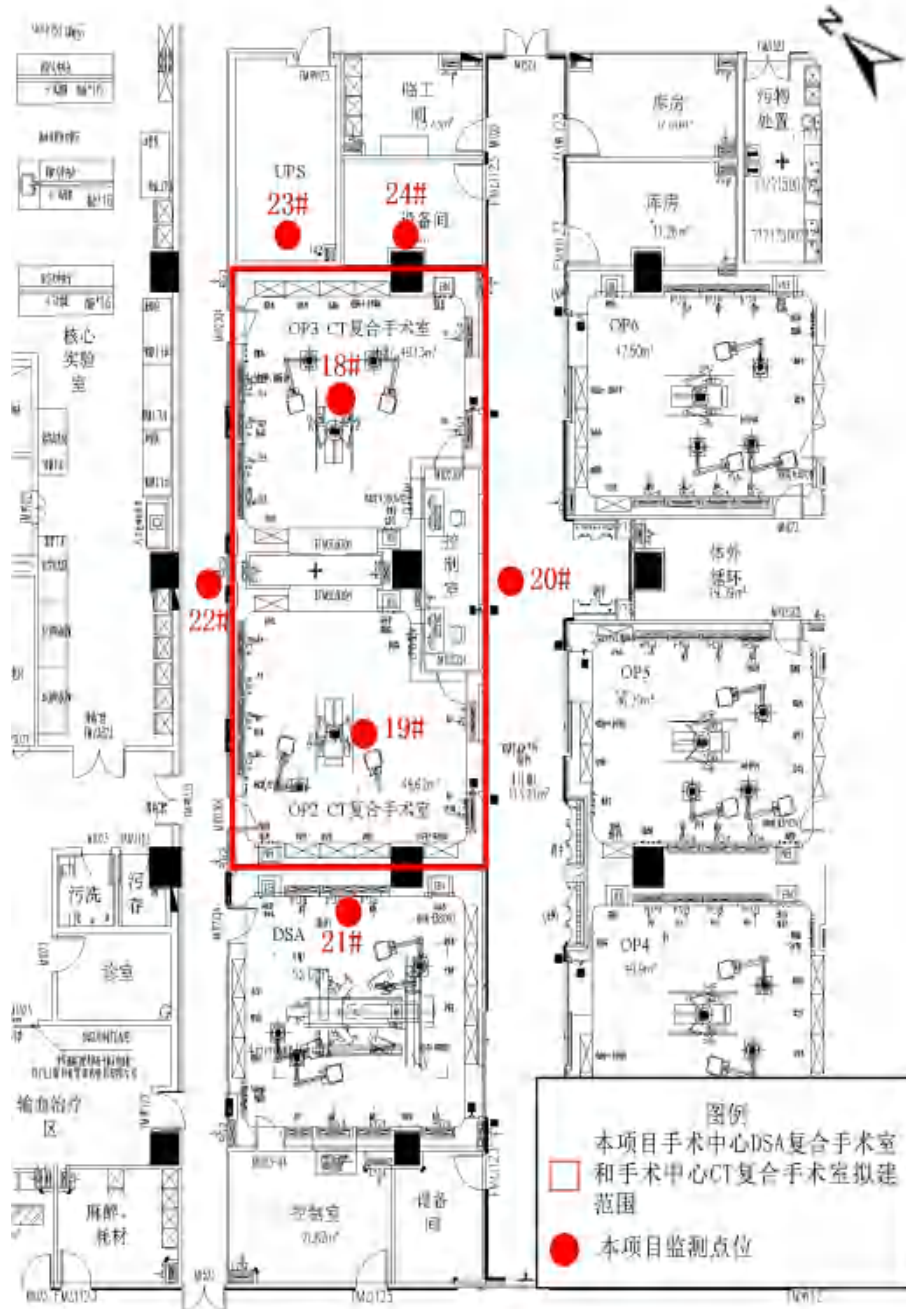
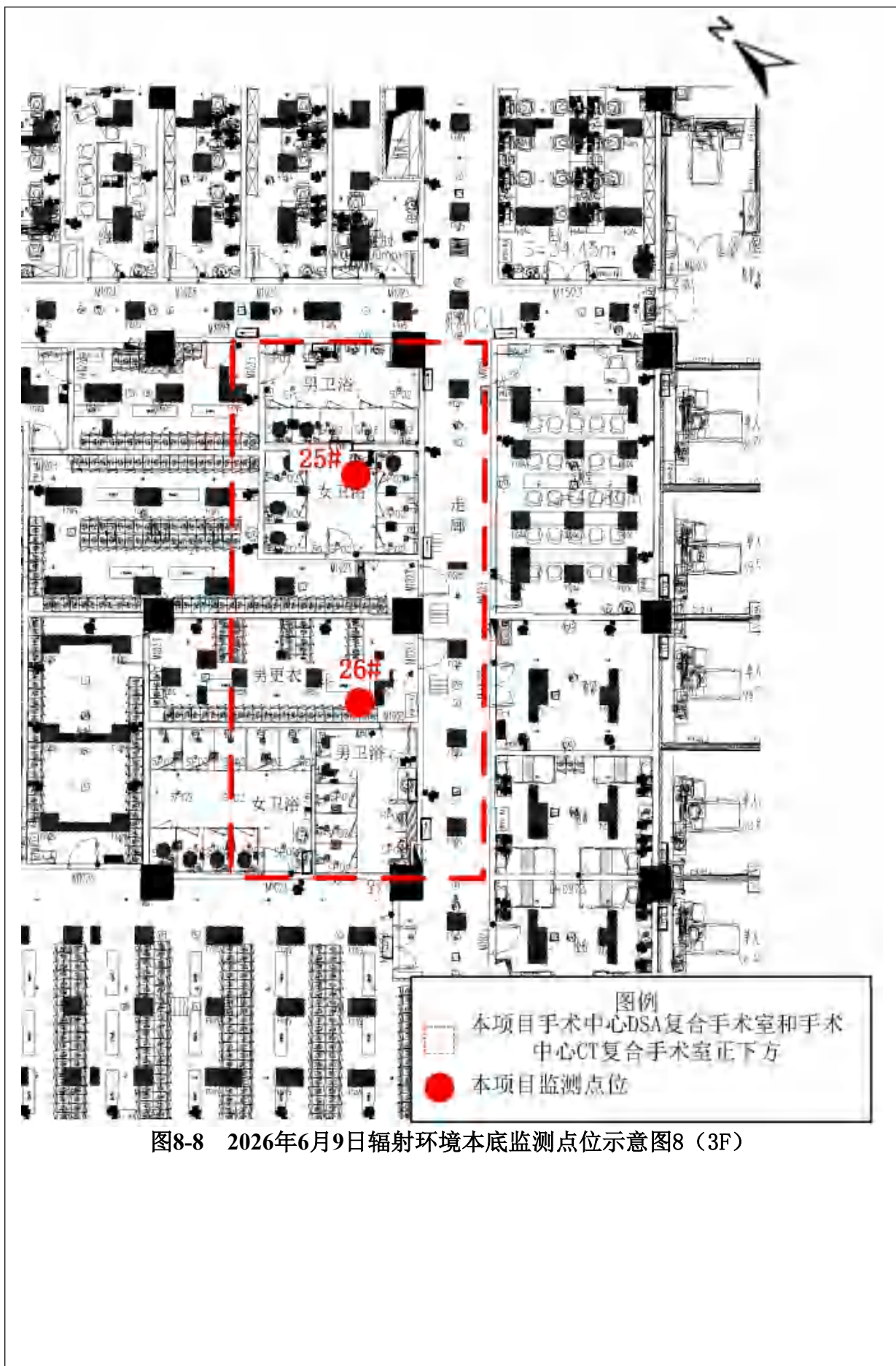


图8-7 2026年6月9日辐射环境本底监测点位示意图7（4F）



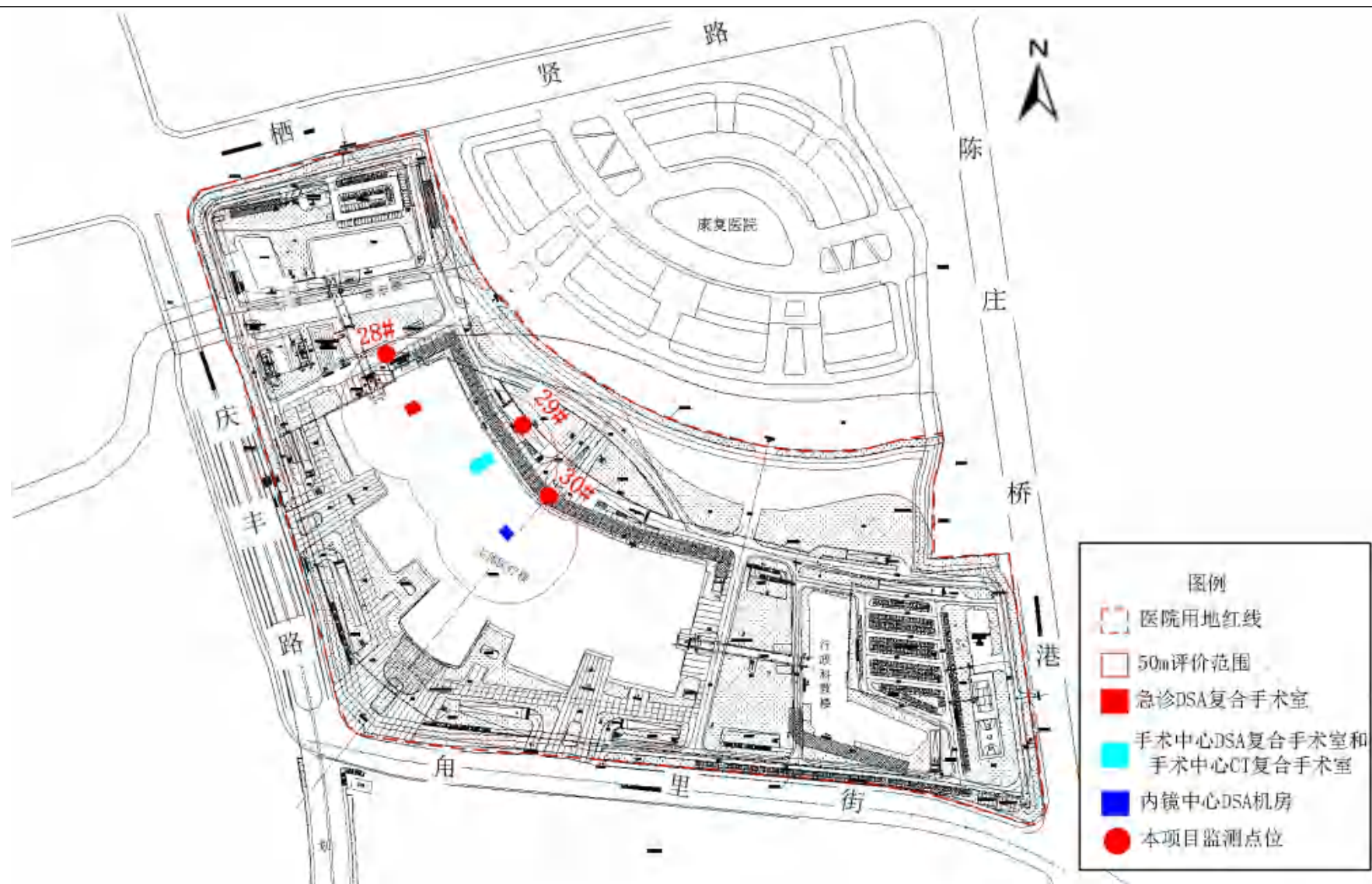


图8-10 2026年6月9日辐射环境本底监测点位示意图10



图 8-11 2024 年 3 月 29 日辐射环境本底监测点位示意图（室外）



图 8-12 2024 年 3 月 29 日辐射环境本底监测点位示意图（急诊科急诊 DSA 手术室）



图 8-13 2024 年 5 月 30 日辐射环境本底监测点位示意图（内镜中心 ERCP 机房）



图 8-14 2024 年 5 月 30 日辐射环境本底监测点位示意图（介入中心 DSA 手术室）



表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目辐射工作场所均位于嘉兴市第二医院整体迁建项目主体医疗楼，有关主体工程施工期环境影响内容已在《嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目环境影响报告书》进行分析评价，本次评价不再做相关的环境影响分析和评价。本项目机房墙体的防护装修（包括铅板安装、硫酸钡防护涂料涂抹）及装饰装修（含铅防护门、铅玻璃窗安装，配套用房装修等）已与主体工程项目建设期间同步完成，因此本项目施工期主要为设备安装和调试。

本项目射线装置机房施工期主要为屏蔽材料施工及设备安装、调试，工程量较少，施工期主要的污染因子为：扬尘、施工人员生活污水、噪声及固体废物，屏蔽材料施工过程不会产生辐射影响，本项目射线装置在安装调试时，会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物。安装调试阶段是在辐射防护施工完成后进行，在此过程中各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警告标志，禁止无关人员靠近。因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将立即消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境辐射影响很小。本项目射线装置安装及调试由设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 DSA

本项目拟在主体医疗楼一层急诊科建设 1 间 DSA 复合手术室，机房内安装使用 1 台 DSA 和 1 台滑轨 CT。在 DSA 介入手术过程中需要 CT 曝光时，可将滑轨 CT 移动至复合手术室合适位置进行隔室曝光。

本项目拟在主体医疗楼二层内镜中心建设 1 间 DSA 机房，机房内安装使用 1 台 DSA 用于影像诊断和介入治疗。

本项目拟在主体医疗楼四层介入中心建设 7 间 DSA 手术室，在 7 间 DSA 手术室内分别安装使用 1 台 DSA 装置

本项目拟在主体医疗楼四层手术中心建设 1 间 DSA 复合手术室，机房内安装使用 1 台 DSA。DSA 复合手术室北侧的 CT 复合手术室内拟放置 1 台滑轨 CT，在 DSA 介入手术过程中需要 CT 曝光时，可将滑轨 CT 移动至复合手术室进行隔室曝光。

(1) 设备组成

①DSA：DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。典型 DSA 装置整体外观示意图如图 9-1 所示。

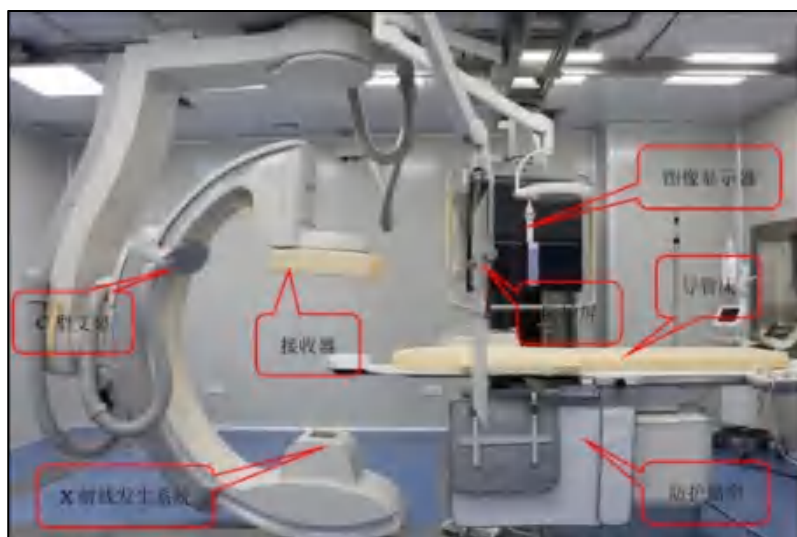


图9-1 典型DSA装置整体外观示意图

②滑轨 CT：CT 设备主要由 X 线管、探测器、扫描架、计算机系统、图像显示与存储系统等部分组成。滑轨 CT 整体外观示意图如图 9-2 所示。



图9-2 滑轨CT整体外观示意图

(2) 工作方式

①DSA

在医学影像系统监视引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸注射、引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等。本项目介入手术过程中，介入手术医生须在手术床旁并在 X 射线导视下进行操作。

②CT

急诊科 DSA 复合手术室内拟放置 1 台滑轨 CT，用于影像诊断。在 DSA 介入手术过程中需要 CT 曝光时，可将 CT 移动使用，技师在 DSA 控制室内操作 CT 进行隔室曝光。滑轨 CT 在 DSA 复合手术室使用时，不与 DSA 同时运行。

位于手术中心 DSA 复合手术室东北侧的 CT 复合手术室拟放置 1 台滑轨 CT，在 DSA 介入手术过程中需要 CT 曝光时，可将滑轨 CT 移动至 DSA 复合手术室，技师在 CT 控制室内操作 CT 进行隔室曝光。滑轨 CT 在 DSA 复合手术室使用时，不与 DSA 同时运行。复合手术采用无缝转接方式，把现代化影像诊断和介入治疗手术整合在一起。

(3) 工作原理

① DSA

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 9-3。

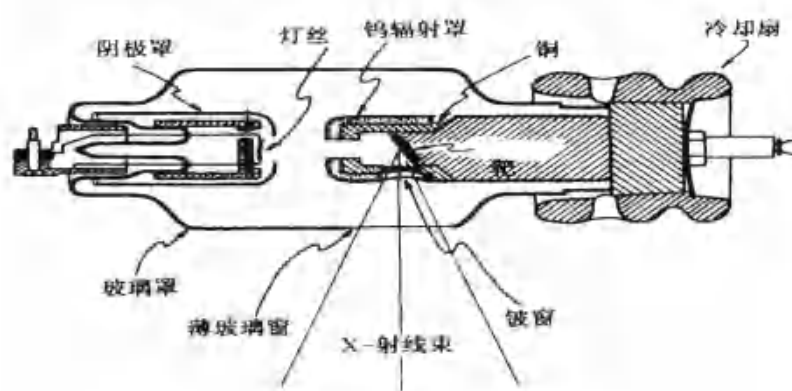


图9-3 典型X射线管结构图

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摄影图像，通过显示器显示出来。

②CT

CT 是计算机断层 X 射线摄影术（Computed Tomography）的简称，它使用了精确准直的 X 射线从各种不同的离散角度扫描所关注的平面，利用探测器记录透射光束的衰减量，并经过数学运算，电子计算机处理相应数据。它根据人体不同组织对 X 线的吸收与透过率的不同，应用灵敏度极高的仪器对人体进行测量，然后将测量所获取的数据输入电子计算机，电子计算机对数据进行处理后，就可摄下人体被检查部位的断面或立体的图像，发现体内任何部位的细小病变。

③复合手术

在一些重大复杂的手术中，有时候需要通过 CT 诊断、DSA 手术多次才能完成。复合手术是通过将现代化影像诊断或介入治疗和外科手术整合在一起，实现介入手术与传统外科开放式手术相结合，发挥各自优势。原本需要多次才能完成的手术，现在在一次手术中就能完成，避免患者在手术室和放射科之间多次转运，减少了多次麻醉和转运可能带来的风险，提高了手术效率和手术的安全性。

（4）操作流程及产污环节分析

①DSA

医生在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，手术医护人员穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制室内再次拍片，当确诊病灶部位后，手术医护人员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，为更清楚地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、铅眼镜在机房内对患者进行直接介入手术操作，护士在旁边承担记录手术情况、传递医疗器械及辅助医

生手术的工作。该过程出束时会产生 X 射线、臭氧、氮氧化物等污染物。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，摄影。操作人员采取隔室操作的方式，通过控制 DSA 的 X 线系统进行曝光，采集摄影部位图像。具体方式是将患者麻醉后摆位于检查床上，操作人员调整 X 线球管、患者、影像接收器三者之间的距离，然后进入控制室，关闭防护门。操作人员通过控制室的电子计算机控制 DSA 的 X 线系统曝光，进而采集摄影部位图像。该过程出束时会产生 X 射线、臭氧、氮氧化物等污染物。

②DSA 复合手术

复合手术需由麻醉医生、外科手术医师、影像技师及介入手术医师合作、分步骤完成，具体操作流程为：

a) 进行 DSA 透视时，介入手术项目辐射工作人员在 DSA 复合手术室内对患者进行直接的介入手术操作，属于同室操作（DSA 复合手术室内仅有介入手术项目辐射工作人员，其他工作人员均离开），透视时间最长为 20min。

b) 进行 DSA 摄影时，所有工作人员均离开 DSA 复合手术室，由 DSA 技师在控制室内操作 DSA 进行透视出束，属于隔室曝光，摄影时间最长为 1min。

c) 需要 CT 曝光时，急诊科 DSA 复合手术室内将滑轨 CT 移动至合适位置，所有工作人员均离开手术室，由技师在 DSA 控制室内操作滑轨 CT 进行隔室曝光；手术中心 DSA 复合手术室打开 DSA 和 CT 装置之间的防护铅门，将滑轨 CT 移动至 DSA 复合手术室内合适位置，所有工作人员均离开手术室，防护铅门关闭，由技师在控制室内操作滑轨 CT 进行隔室曝光，滑轨 CT 单次曝光时间不超过 20s。滑轨 CT 均不与 DSA 在同一房间同时使用。

d) CT 诊断完成后，急诊科 DSA 复合手术室内将滑轨 CT 移动至 DSA 复合手术室合适位置，手术中心 DSA 复合手术室内将滑轨 CT 移动至 CT 复合手术室，防护铅门关闭。医护人员穿戴好防护用品后再次进入 DSA 复合手术室进行介入治疗直到治疗结束。

工艺流程与产污环节分析示意图具体见图 9-4。

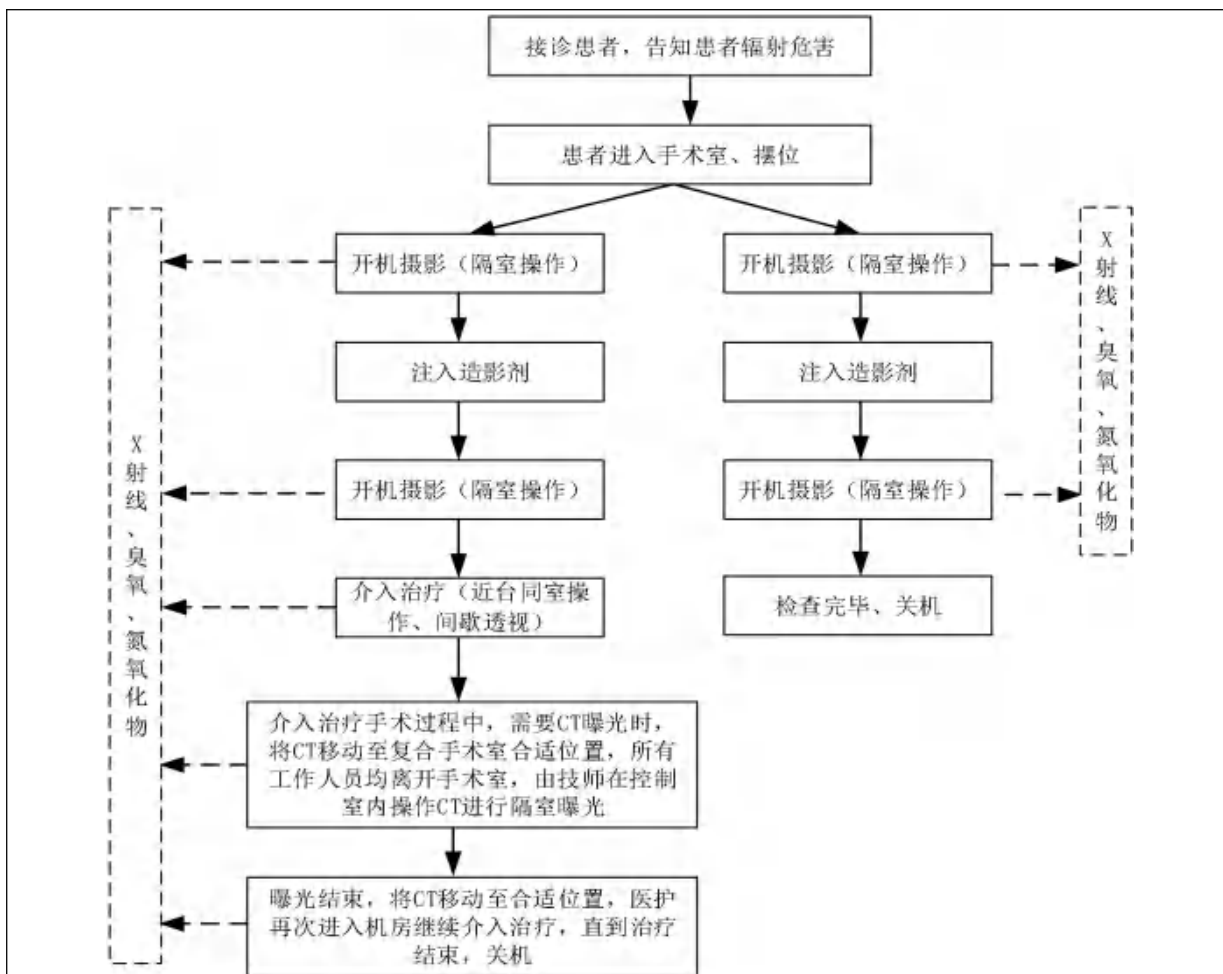


图 9-4 本项目 DSA 工艺流程及产污环节示意图

③CT 手术

根据医院诊疗规划，手术中心滑轨 CT 计划在 CT 复合手术室年单独开展约 2500 台手术进行影像诊断，技师在 CT 控制室内操作 CT 进行隔室曝光。其工艺流程与产污环节见图 9-5。

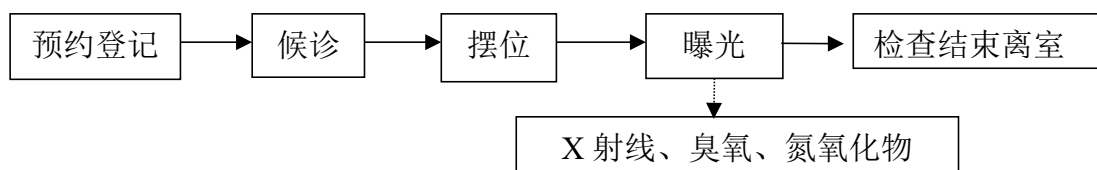


图 9-5 手术中心滑轨 CT 诊断流程及产污环节分析示意图

因此，DSA 和 CT 正常工况下，污染源项主要为开机状态下产生的 X 射线，同时产生少量臭氧和氮氧化物。

(5) 人员、物流路径规划

①急诊科 DSA 复合手术室

患者路径：患者麻醉后通过疏散走廊，经急诊科 DSA 复合手术室西南侧防护门进

入手术室。治疗结束后，患者可沿原路离开。

医护人员路径：辐射工作人员由北侧疏散通道，经男/女更衣室进入控制室，通过急诊科 DSA 复合手术室东侧防护门进入机房。治疗结束后，医护人员可按原路离开。

污物路径：本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，这些医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束通过急诊科 DSA 复合手术室东南侧防护门运出至污物暂存间内暂存。

②内镜中心 DSA 机房

患者路径：患者麻醉后通过西南侧走廊，经内镜中心 DSA 机房西南侧防护门进入手术室。治疗结束后，患者可沿原路离开。

医护人员路径：辐射工作人员由北侧走廊进入控制室，通过内镜中心 DSA 机房北侧防护门进入机房。治疗结束后，医护人员可按原路离开。

污物路径：本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，这些医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束通过内镜中心 DSA 机房南侧防护门运出至医院总医疗废物暂存间。

③主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室

患者路径：患者经介入中心西南侧患者通道向东北方向，由介入中心 DSA 手术室 1、2、3、7 东南侧的防护门进入相应手术室内进行治疗，由介入中心 DSA 手术室 4、5、6 西北侧的防护门进入相应手术室内进行治疗。治疗结束后，患者可按原路离开。

医护人员路径：医护人员由介入中心东北侧医护通道向西南方向进入各 DSA 手术室配套的控制室，经介入中心 DSA 手术室与控制室之间的防护门进入手术室进行手术，技师在控制室进行相关操作。治疗完成以后，工作人员可按照原路返回。

污物路径：医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后从介入中心 DSA 手术室 1~6 与污物间之间的防护门运出机房，介入中心 DSA 手术室 7 由东南侧的防护门运出机房送至污物间暂存，介入中心 DSA 手术室产生的医疗废物统一经介入中心西北侧的污梯运送至医院在建医疗废物暂存间。

④手术中心 DSA 复合手术室

患者路径：患者由东南侧沿走廊由手术中心 DSA 复合手术室东南侧防护门进入手术室。治疗结束后，患者可沿原路离开。

医护人员路径：辐射工作人员沿东侧走廊进入控制室，通过手术中心 DSA 复合手术室西南侧防护门进入机房。治疗结束后，医护人员可按原路离开。

污物路径：本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，这些医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束从手术中心 DSA 复合手术室西北侧防护门运出机房，运至医院总医疗废物间内暂存。

⑤CT 复合手术室

患者路径：患者由东侧走廊进入，沿走廊由 CT 复合手术室东南侧防护门进入手术室。治疗结束后，患者可沿原路离开。

医护人员路径：辐射工作人员沿走廊进入 CT 控制室，通过 CT 复合手术室东北侧防护门进入机房。治疗结束后，医护人员可按原路离开。

污物路径：本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，这些医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束从 CT 复合手术室北侧防护门运出机房，运至医院总医疗废物间内暂存。

本项目 DSA 机房人员、物流路径规划详见附图 4、附图 7、附图 13、附图 16。

（6）工作制度及曝光时间

根据医院诊疗计划，本项目单台 DSA 装置最大手术量为 500 台。DSA 主要开展心脏血管、神经介入、外周和综合介入等手术，因每台手术患者和手术要求不同，手术中 DSA 的摄影时间和透视时间也有一定差别。本项目按照介入手术摄影时间最长为 1min，透视时间最长为 20min，则 DSA 摄影模式年出束时间为 8.33h，透视模式年出束时间为 166.67h，合计年出束时间为 175h。

本项目共设置 10 间 DSA 机房，每间机房均配置辐射工作人员 14 人，包括手术医生 8 人、护士 4 人、技师 2 人；本项目 DSA 共配置辐射工作人员 140 人，包括手术医生 80 人，护士 40 人，技师 20 人，介入手术一般有 1~2 名医生在机房内，按 2 名医生同时在机房考虑，则平均每名医生 DSA 介入手术量为 125 台，单名医生年最大手术台数保守按照 150 台考虑。护士在手术过程中承担记录手术情况、传递医疗器械及辅助医生手术的工作，一般情况下 1 间机房内 2 名护士同时在岗，则单名护士年最大手术量保守按 300 台考虑。在手术过程中，一般 2 名技师同时位于控制室隔室操作，单名技师年最大手术量保守按 500 台考虑。本项目 DSA 最大运行工况和曝光时间详见表 9-1。

表 9-1 本项目各 DSA 机房介入手术工作制度及曝光时间一览表

射线装置	岗位	单个机房拟配置人员数量/人	出束模式	操作方式	平均每台手术曝光时间 (min)	每名人员年手术最大量 (台)	年受照时间 (h)
DSA	医生	8	摄影	隔室操作	1	150	2.50
			透视	同室操作	20		50.00
	护士	4	摄影	隔室操作	1	300	5
			透视	同室操作	20		100
	技师	2	摄影	隔室操作	1	500	8.33
			透视	隔室操作	20		166.67

本项目急诊科 DSA 复合手术室内滑轨 CT 年最大诊断量为 500 台；手术中心 CT 复合手术室控制室另配备 1 名技师，保守预计每年单独开展手术最大工作量为 2500 台，与 DSA 联合开展复合手术的年最大工作量为 500 台，滑轨 CT 单次曝光时间不超过 20s。滑轨 CT 最大工作负荷统计见表 9-2。

表 9-2 本项目滑轨 CT 出束时间一览表

射线装置	工作状态	平均每次出束时间 (s)	全年开展诊断量 (台)	设备年总出束时间 (h)	年最大受照时间 (h)	
急诊科滑轨 CT	曝光	20	500	2.78	医生	0.94
					护士	1.67
					技师	2.78
手术中心滑轨 CT (单独开展手术)	曝光	20	2500	13.89	医生	/
					护士	/
					技师	13.89
手术中心滑轨 CT (与 DSA 联合开展手术)	曝光	20	500	2.78	医生	0.94
					护士	1.67
					技师	2.78

9.2.2 ERCP

本项目拟在主体医疗楼二层内镜中心建设 2 间 ERCP 机房，配套建设控制室等功能用房，在 2 间 ERCP 机房内分别安装使用 1 台 ERCP 装置。

(1) 设备组成和工作原理

ERCP 射线装置主要由带有影像增强器或平板探测器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机组成。

ERCP 即经内镜逆行胰胆管造影，是目前微创治疗胆胰疾病的主要手段之一，是将内镜经口插入十二指肠降部，找到十二指肠乳头，由活检管道内插入造影导管至乳头开口部，注入造影剂后进行 X 线摄片，以显示胰胆管的技术。在 ERCP 的基础上，可以进行十二指肠乳头括约肌切开术 (EST)、内镜下鼻胆汁引流术 (ENBD)、内镜下胆汁内引流术 (ERBD) 等介入治疗。

(2) 操作流程及产污环节分析

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介入治疗的辐射危害。患者进入机房后，护士协助摆位。ERCP 手术操作过程主要分为以下几步：

①插镜：患者一般采取俯卧位或左侧卧位，十二指肠镜经口依次通过食管、胃、进入十二指肠降段，找到十二指肠乳头。

②插管：选择性插管是顺利进行 ERCP 诊断和治疗的基础。经活检孔插入导管，调节角度钮及抬钳器，使导管与乳头开口垂直，将导管插入乳头。多数 ERCP 医生插管成功率应大于 85%以上，导丝引导下选择性插管成功率高，并发症少。

③透视：在透视下将导管送达胆管或胰管，经导管注入造影剂，在荧光屏上见到胆管或胰管显影，显示病变。尽量减少不必要的胰管显影，以防术后胰腺炎的发生。

④拍片：胰胆管显影后确认病灶，医护人员离开机房，技师在控制室内进行减影拍片存储。

⑤治疗：根据拍片结果，得到患者胰胆管病变情况，医生采取不同内镜下治疗措施对病人病灶部分进行相应治疗。为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于铅帘后身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

ERCP 的诊治流程及产污环节如图 9-6 所示。

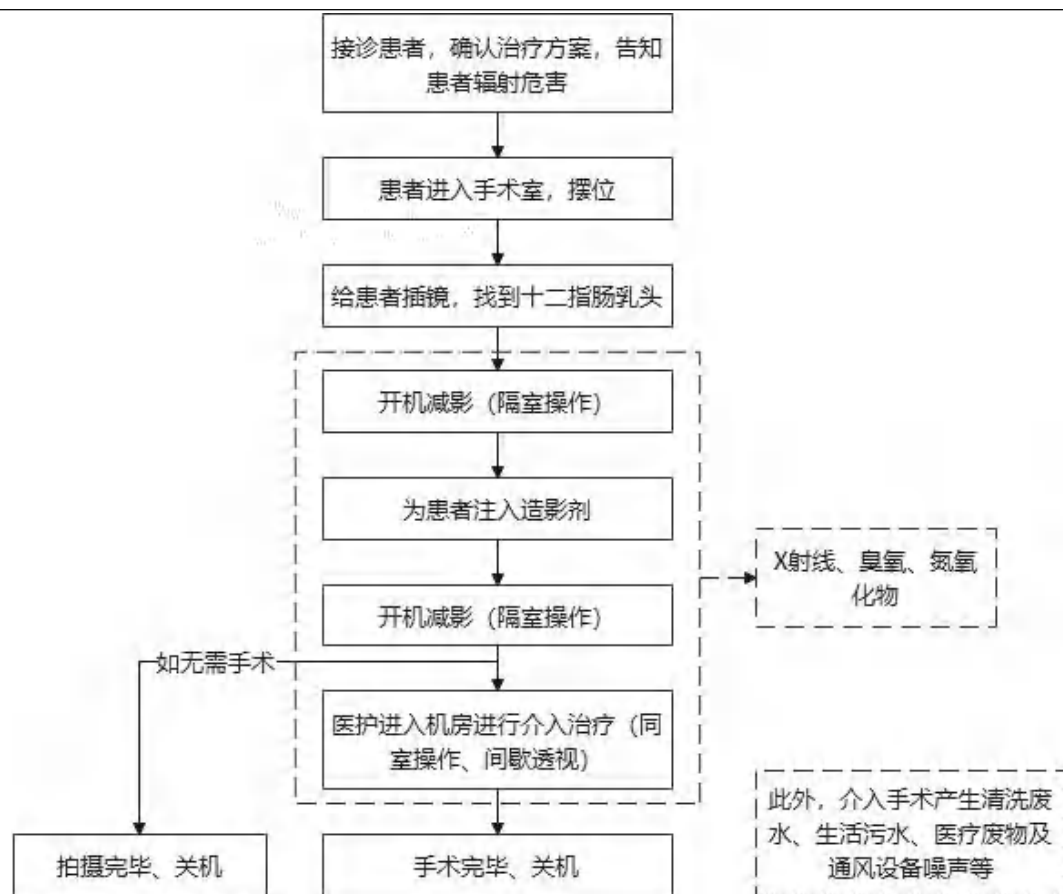


图 9-6 ERCP 机房内操作流程及产污环节示意图

ERCP 手术造影过程中需要医生在手术室根据手术检查情况等，进行踩踏式曝光。其治疗方式属于介入治疗，介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2.0mm 粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，深受患者欢迎。

（3）工作制度及曝光时间

根据医院诊疗计划，结合同类型医院手术规模，规划项目单台 ERCP 装置年最大手术量约 1000 台。手术类型有十二指肠乳头括约肌切开术（EST）、内镜下鼻胆汁引流术（ENBD）和内镜下胆汁内引流术（ERBD）等类型。因每台手术患者和手术要求不同，每台手术中 ERCP 的减影时间和透视时间也不相同。本项目按照每台手术减影工作状态下，平均每台手术 ERCP 最长出束时间为 1min；透视工作状态下，平均每台手术 ERCP 最长出束时间为 8min，则 ERCP 减影模式年出束时间为 16.67h，减影模式年出束时间为 133.33h，合计年出束时间为 150h。

本项目 2 台 ERCP 装置拟配置辐射工作人员 16 人，包括手术医生 8 人，护士 4 人，技师 4 人，一般由 1 名医生~2 名医生在机房内，按 2 名医生同时在机房考虑，则

平均每名医生 ERCP 介入手术量为 500 台，单名医生年最大手术台数保守按照 600 台考虑。护士和技师的职责和操作流程 DSA 手术相似，单名护士年最大手术量保守按 1000 台考虑，单名技师年最大手术量保守按 1000 台考虑。本项目 ERCP 介入手术工作制度及曝光时间详见表 9-3。

表 9-3 本项目 ERCP 介入手术工作制度及曝光时间一览表

射线装置	岗位	拟配置人员数量/人	出束模式	操作方式	单台手术曝光时间 (min)	单名年最大手术量 (台)	年受照时间 (h)
ERCP	医生	4	减影	隔室操作	1	600	10.0
			透视	同室操作	8		80.0
	护士	2	减影	隔室操作	1	1000	16.67
			透视	同室操作	8		133.33
	技师	2	减影	隔室操作	1	1000	16.67
			透视	隔室操作	8		133.33

(4) 人流、物流路径规划

本项目 2 间 ERCP 机房位于主体医疗楼二层内镜中心，人员、物流路径规划如下：

①工作人员路径

医护人员由内镜中心东北侧走廊向西南方向进入控制室，经 ERCP 机房与控制室之间的防护门进入相应 ERCP 机房进行治疗操作，技师在控制室进行相关操作，治疗完成以后，医护人员可按照原路返回。

②患者路径

患者经机房东南侧走廊，由 ERCP 机房 1、2 东南侧的防护门进入相应机房内进行治疗。治疗结束后，患者可按原路离开。

③污物路径

医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后从 ERCP 机房 1、2 东南侧的防护门运出机房送至内镜中心污物间暂存，内镜中心产生的医疗废物统一经内镜中心西北侧的污梯运送至医院在建医疗废物暂存间。

本项目 ERCP 机房人员、物流路径规划详见附图 10。

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况下污染源项描述

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。X 射线

装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，本项目涉及到的 DSA、ERCP、CT 等 X 射线装置在正常工况下，污染源项主要为开机状态下产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生，且设备运行时，诊断结果可通过显示屏观察或采用数字技术进行打印，不使用胶片冲洗显影，不产生废显影液、废定影液和废胶片。

9.3.2 非正常工况污染源项描述

①DSA、ERCP 和 CT 装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

②工作人员或患者家属还未全部撤离治疗机房，控制室人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

③X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对门外人员造成的误照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 场所选址与布局

本项目拟在主体医疗楼一层急诊科建设 1 间急诊 DSA 复合手术室，配套建设控制室、DSA+CT 设备间、污物暂存间等功能用房，安装使用 1 台 DSA 装置和 1 台滑轨 CT；拟在主体医疗楼二层内镜中心建设 1 间 DSA 机房，配套建设控制室、设备间等功能用房，机房内安装使用 1 台 DSA 装置；拟在主体医疗楼二层内镜中心建设 2 间 ERCP 机房，配套建设控制室等功能用房，在 2 间 ERCP 机房内分别安装使用 1 台 ERCP 装置；拟在主体医疗楼四层介入中心建设 7 间 DSA 手术室，配套建设控制室、设备间、污物间等功能用房，在 7 间 DSA 手术室内分别安装使用 1 台 DSA 装置；拟在主体医疗楼四层手术中心建设 1 间 DSA 复合手术室，配套建设控制室、设备间、污物间等功能用房，在 DSA 手术室内安装使用 1 台 DSA 装置，在 CT 复合手术室内安装使用 1 台滑轨 CT。射线装置机房位置及四周相邻环境情况见表 10-1，射线装置机房四周相邻环境及相邻层平面布置详见附图 4~附图 18。

表 10-1 射线装置机房位置及四周布局一览表

位置	工作场所	东南	西南	西北	东北	上	下
主体医疗楼一层急诊科	急诊科 DSA 复合手术室	控制室、污物暂存间	疏散通道	疏散通道	DSA+CT 设备间、血库前移	淋卫室、更衣室、换鞋室	停车区
主体医疗楼二层内镜中心	DSA 机房	通道	走廊	呼吸镜、控制室	设备间	双人间、隔离间、洁品库	CT 机房、走道
	ERCP 机房 1	走廊	控制室	洗镜间	走廊	外科 ICU	走廊、更衣室
	ERCP 机房 2	走廊	走廊	库房、洗镜间	控制室	外科 ICU、中央监护站、护士站等	肠胃机机房及控制室、DR 机房 9 及控制室、CT 机房 2 及控制室
主体医疗楼四层介入中心	DSA 手术室 1	患者通道	设备机房、污物间	控制室	医护通道	日间病房、物流间、驿站	中央监护站、护士站等
	DSA 手术室 2	患者通道	设备机房、污物间	控制室	设备机房、污物间	日间病房、护士站	内科 ICU

	DSA 手术室 3	机房东南侧四层患者通道	无菌库、设备间、医废间	控制室	设备机房、污物间	日间病房	护士站
	DSA 手术室 4	控制室	设备机房、污物间	患者通道	医护通道	日间病房、弱电间、被服间、处置室、治疗室	处置室
	DSA 手术室 5	控制室	设备机房、污物间	患者通道	设备机房、污物间	卫生间、耗材间、仪器室、治疗室	内科 ICU
	DSA 手术室 6	控制室	无菌库、设备间、医废间	患者通道	设备机房、污物间	日间病房	处置室、库房
	DSA 手术室 7	机房东南侧四层患者通道	药品间、仪器间、耗材间	室外	设备机房、控制室	日间病房	内科 ICU、处置室
主体医疗楼四层手术中心	手术中心 DSA 复合手术室	走廊	控制室、走廊	走廊	走廊、CT 复合手术室	主机房区、蓄电池室	男更衣、女卫浴、男卫浴、走廊
	CT 复合手术室	走廊	手术中心 DSA 复合手术室、走廊	走廊	UPS 室、CT 控制室、走廊	主机房区、蓄电池室	男卫浴、女卫浴、走廊

本项目拟建射线装置机房布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照分析见表 10-2。

表 10-2 本项目机房布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照分析

项目	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目情况	是否满足要求
机房布局	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	本项目 DSA、ERCP、手术中心滑轨 CT 装置设有单独的机房，机房有效使用面积及最小单边长均满足设备的布局要求	满足
	X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	本项目 DSA、ERCP 机房和手术中心 CT 复合手术室位于主体医疗楼，采取了相应的屏蔽防护措施，考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	满足
	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	本项目 DSA、ERCP、CT 装置有用线束直接照射患者，并为设备的影像接收器及其支撑结构所阻挡，不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	满足
受检者候诊区	受检者不应在机房内候诊	本项目 DSA、ERCP、CT 受检者在机房外候诊，不在机房内候诊	满足
机房尺寸	DSA 机房最小有效使用面积不小于 20m ² ，最小单边长不小于 3.5m； CT 机房最小有效使用面积不小于 30m ² ，最小单边长不小于 4.5m	本项目机房尺寸符合最小有效使用面积和最小单边长的要求，具体见表 10-4	满足

经分析可知：

①本项目 DSA 机房、ERCP 机房和配套房间均集中布置于满足使用需求的相应手术区域，相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。

②本项目 DSA 机房、ERCP 机房和 CT 机房设计有患者通道、工作人员通道，相互不交叉，患者通道的宽度满足患者手推车辆的通行，方便治疗。

③本项目的建设不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

综上，本项目拟建 DSA 机房、ERCP 机房和 CT 机房的设置均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）平面布局的要求，采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且充分考虑了相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

10.1.2 辐射工作场所分区

（1）分区原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌。

（2）本项目辐射工作场所分区情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准中对控制区和监督区的定义，本项目各机房分区情况见表 10-3，两区划分如附图 4、附图 7、附图 10、附图 13、附图 16 所示。

表 10-3 本项目各机房分区情况表

位置	场所名称	控制区	监督区
主体医疗楼 一层急诊科	急诊科 DSA 复合手术室	DSA 复合手 术室内部	DSA+CT 设备间、血库前移室、控制室、污物暂存 间以及与控制区相连的其他场所或区域
主体医疗楼 二层内镜中 心	DSA 机房	DSA 机房内 部	控制室、设备间、呼吸镜以及与控制区相连的其他 场所或区域
	ERCP 机房 1	机房内部	控制室、洗镜间以及与控制区相连的其他场所或区 域
	ERCP 机房 2	机房内部	控制室、库房、洗镜间以及与控制区相连的其他场 所或区域
主体医疗楼 四层介入中 心	DSA 手术室 1	机房内部	控制室、设备机房、污物间以及与控制区相连的其 他场所或区域
	DSA 手术室 2	机房内部	控制室、设备机房、污物间以及与控制区相连的其 他场所或区域
	DSA 手术室 3	机房内部	控制室、设备机房、污物间、无菌库、设备间、医 废间以及与控制区相连的其他场所或区域
	DSA 手术室 4	机房内部	控制室、设备机房、污物间以及与控制区相连的其 他场所或区域
	DSA 手术室 5	机房内部	控制室、设备机房、污物间以及与控制区相连的其 他场所或区域
	DSA 手术室 6	机房内部	控制室、设备机房、污物间、无菌库、设备间、医 废间以及与控制区相连的其他场所或区域
	DSA 手术室 7	机房内部	控制室、设备机房、药品间、仪器间、耗材间以及 与控制区相连的其他场所或区域
主体医疗楼 四层手术中 心	手术中心 DSA 复合手 术室	DSA 复合手 术室内部	控制室以及与控制区相连的其他场所或区域
	CT 复合手术 室	CT 复合手 术室内部	UPS 室、CT 控制室以及与控制区相连的其他场所 或区域

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

10.1.3 工作场所屏蔽设计

根据建设单位提供的机房屏蔽设计方案，将射线装置机房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）要求，对门诊医技楼一层急诊科 DSA 装置机房防护设计、最小有效使用面积及最小单边长度进行对照分析，具体见表 10-4、表 10-5。

表 10-4 本项目机房设计使用面积与评价一览表

位置	机房名称	有效使用面积 (机房尺寸)	标准要求		是否符合 要求
			最小有效使用面积	最小单边长	
主体医疗楼一层 急诊科	急诊科 DSA 复合手术室	58.5m ² (7.9m×7.4m)	30m ²	4.5m	符合
主体医疗楼二层 内镜中心	DSA 机房	61.2m ² (8.5m×7.2m)	20m ²	3.5m	符合
	ERCP 机房 1	39.7m ² (6.2m×6.4m)	20m ²	3.5m	符合
	ERCP 机房 2	33.6m ² (5.6m×6.0m)	20m ²	3.5m	符合
主体医疗楼四层 介入中心	DSA 手术室 1	53.4m ² (6.0m×8.9m)	20m ²	3.5m	符合
	DSA 手术室 2	58.7m ² (6.6m×8.9m)	20m ²	3.5m	符合
	DSA 手术室 3	49.0m ² (5.5m×8.9m)	20m ²	3.5m	符合
	DSA 手术室 4	58.2m ² (6.4m×9.1m)	20m ²	3.5m	符合
	DSA 手术室 5	59.6m ² (6.7m×8.9m)	20m ²	3.5m	符合
	DSA 手术室 6	53.4m ² (6.0m×8.9m)	20m ²	3.5m	符合
	DSA 手术室 7	54.8m ² (7.4m×7.4m)	20m ²	3.5m	符合
主体医疗楼四层 手术中心	手术中心 DSA 复合手 术室	57.8m ² (7.7m×7.5m)	30m ²	4.5m	符合
	CT 复合手 术室	57.8m ² (7.7m×7.5m)	30m ²	4.5m	符合

表 10-5 本项目机房屏蔽设计防护参数

机房名称	屏蔽体	防护材料及规格 (铅当量: mmPb)	标准要求	是否符合 要求
急诊科 DSA 复 合手 术 室	四侧墙体	钢骨架+4mmpb 铅板 (4.0)	2.5mmPb	符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (4.3)		
	地坪	200mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (5.1)		
	防护门	内衬 4mm 铅板 (4.0)		
	观察窗	4mmPb 铅玻璃 (4.0)		
内镜中 心和介 入中心 DSA 机 房 (7 间)	四侧墙体	钢骨架+4mmpb 铅板 (4.0)	2mmPb (有 用线束方 向) /2mmPb (非有用线 束方向)	符合
	顶棚	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (3.9)		
	地坪	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (3.9)		
	防护门	内衬 4mm 铅板 (4.0)		
	观察窗	4mmPb 铅玻璃 (4.0)		
手术中 心 DSA 复合手 术室	四侧墙体	钢骨架+4mmpb 铅板 (4.0)	2.5mmPb	符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (4.3)		
	地坪	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (4.3)		
	防护门	内衬 4mm 铅板 (4.0)		
	观察窗	4mmPb 铅玻璃 (4.0)		
CT 复合 手术室	四侧墙体	钢骨架+4mmpb 铅板 (4.0)	2.5mmPb	符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (4.3)		

ERC 机房 (2 间)	地坪	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (4.3)		
	防护门	内衬 4mm 铅板 (4.0)		
	观察窗	4mmPb 铅玻璃 (4.0)		
	四侧墙体	钢骨架+3.5mm 铅板 (3.5mmPb)	2mmPb (有 用线束方 向) /2mmPb (非有用线 束方向)	符合
	顶棚	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥 (2.7mmPb)		
	地坪	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥 (2.7mmPb)		
	防护门	内衬 3.5mm 铅板 (3.5mmPb)		
	观察窗	3.5mmPb 铅玻璃 (3.5mmPb)		

注：①混凝土密度取 2.35g/cm^3 核算等效屏蔽厚度，折算铅当量参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 中式（C.1）和式（C.2）及表 C.2，得 120mm 混凝土（125kV 有用线束）折算为 1.4mmPb；150mm 混凝土（125kV 有用线束）折算为 1.8mmPb；200mm 混凝土（125kV 有用线束）折算为 2.6mmPb。

②由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中未提供硫酸钡水泥的拟合参数，本次评价参考《放射防护实用手册》（主编：赵兰才、张丹枫）表 6.14 中钡水泥（密度为 2.79g/cm^3 ），管电压为 120kV 时，有用线束方向 31mm 的钡水泥的屏蔽效果等效为 3mmPb，管电压为 150kV 时，有用线束方向 65mm 的钡水泥的屏蔽效果等效为 3mmPb，由内插法可得，管电压为 125kV 时，有用线束方向 36mm 的钡水泥的屏蔽效果等效为 3mmPb。本项目 DSA 最大管电压为 125kV，则本次评价 30mm 硫酸钡水泥涂料保守折算为 2.5mmPb，20mm 硫酸钡水泥涂料保守折算为 1.3mmPb。

综上，本项目机房有效使用面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体采用钢骨架和铅板，顶棚和地坪采用混凝土和硫酸钡防护涂料，防护门内衬铅板，观察窗采用铅玻璃，充分考虑了邻室（含楼上及楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房的防护设施的技术要求均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

10.1.4 辐射安全及防护措施

本项目射线装置运行时产生的污染因子主要为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面：

（1）设备固有安全性

本项目 DSA 和 ERCP 射线装置拟从正规厂家购买，采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，仪器本身具备多种安全防护措施。

①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的过滤板，以此消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰

度，可减少透视剂量；

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留在监视器上显示，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；

⑤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；

⑥配备相应的表征剂量的指示装置：配备有相应的表征剂量的指示装置，当机房内出现超剂量照射时会出现报警提醒；

⑦急停按钮：介入手术床旁设置急停按钮（各开关串联并与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停按钮，可停止 X 射线系统出束，并在急停按钮旁设置醒目的中文提示。

（2）距离防护

医院将严格按照控制区和监督区划分实行分区管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志，并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

（3）时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和患者实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免患者受到额外剂量的照射。另外，对介入手术医生和护士进行分组，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当医生单个监测周期（一般为 3 个月）个人剂量超过 1.25mSv 或年剂量超过 5mSv，医院应进行调查并出具调查报告，在查明原因之前应暂停该工作人员工作。

（4）管线穿墙设计及屏蔽补偿

①风管穿墙设计及屏蔽补偿

射线装置机房内设置动力通风装置，排风口设置在机房吊顶处，排风管线穿墙部分拟采用 4mm 厚铅皮覆盖管道表面，防止射线泄漏，满足机房屏蔽要求，排风管线穿过屏蔽墙的防护措施见图 10-1。

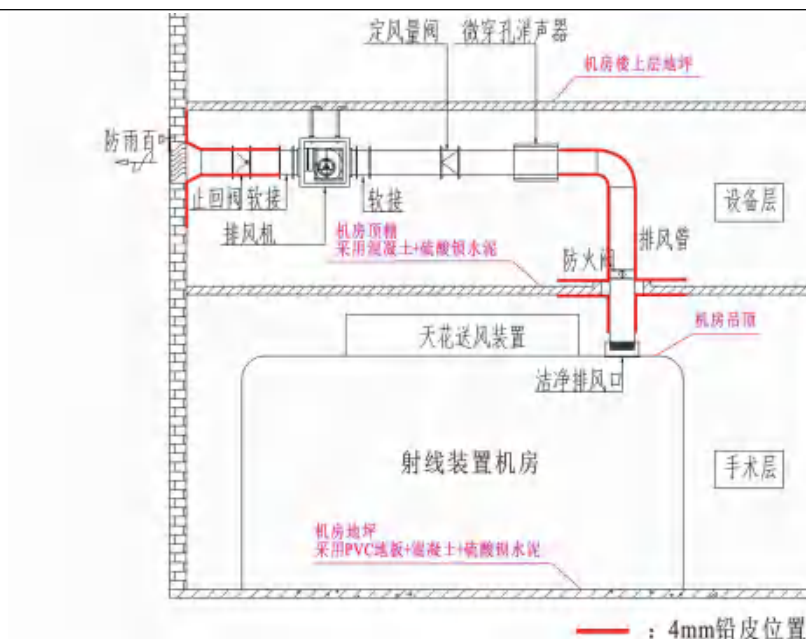


图 10-1 射线装置机房风管穿墙屏蔽补偿设计剖面示意图

②电缆管线穿墙设计及屏蔽补偿

本项目射线装置机房通向设备间与控制室电缆拟采用下沉穿越的穿墙方式，通过地面下沉电缆沟穿出机房，电缆通过设备间和控制室的出线口穿出，电缆沟穿墙部分覆盖 4.0mm 铅板的方式穿过机房与设备间和控制室之间的防护墙，以防止射线泄漏。

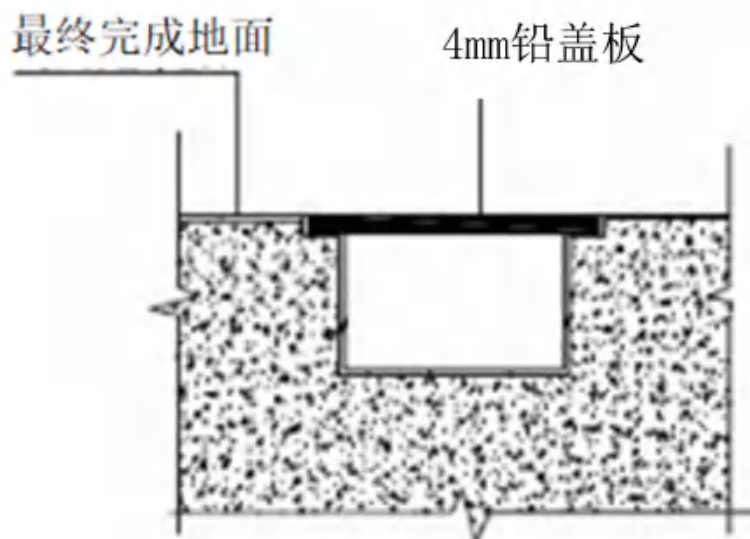


图 10-2 射线装置机房电缆管线穿墙屏蔽补偿设计示意图

(5) 其他辐射安全防护措施

①本项目各机房设有观察窗和双向交流对讲系统各 1 套，观察窗位置能够观察到受检者状态及防护门开闭情况，控制室的工作人员可以实时通过对讲机与机房内的手术人员联系。

②机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物。

③各机房拟设置动力通风装置，进、排风口均位于机房吊顶处，可以保持机房内良好的通风。

④各机房入口处设置电离辐射警告标志；防护门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱设有“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；在监督区墙体合适位置设立表明监督区的标志，在控制区其他合适位置设置电离辐射警告标志。

⑤机房患者进出防护门拟设置电动推拉式门，工作人员进出防护门、急诊 DSA 复合手术室和手术中心 DSA 复合手术室污物运出机房防护门拟设置平开式门，内镜中心 DSA 机房、ERCP 机房、介入中心 DSA 机房（7 间）污物运出机房防护门拟设置电动推拉式门，机房门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏；平开式机房门设有自动闭门装置；电动推拉式机房门设有防夹装置，同时设置有曝光时关闭机房门的管理措施，防止无关照射；设有门-灯联锁装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。

⑥受检者不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。

⑦控制室墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

⑧机房患者进出防护门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。

⑨拟为本项目所有辐射工作人员配备个人剂量计，DSA 项目医护人员需要在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反，技师每人配备 1 枚个人剂量计。依托现有的 1 台 X- γ 辐射剂量率巡检仪可对机房周围辐射水平进行自行监测。每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量档案，并长期保存。

⑩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。

本项目射线装置机房辐射防护措施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）符合性分析见表 10-6。

表 10-6 本项目机房辐射安全和防护措施符合性分析

《放射诊断放射防护要求》 （GBZ 130-2020）要求	本项目拟配置情况	是否 符合 要求
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。	本项目机房设有观察窗和监控装置，观察窗位置能够方便地观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物。	符合
6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目机房拟设置动力通风装置进行通排风，进、排风口均位于机房吊顶处，可以保持机房内良好的通风。	符合
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。	本项目机房入口处设电离辐射警告标志；患者防护门及污物通道防护门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱设有“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；在监督区墙体合适位置设立表明监督区的标志，在控制区其他合适位置设置电离辐射警告标志。	符合
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。	机房患者进出防护门拟设置电动推拉式门，工作人员进出防护门、急诊 DSA 复合手术室和手术中心 DSA 复合手术室污物运出机房防护门拟设置平开式门，内镜中心 DSA 机房、ERCP 机房、介入中心 DSA 机房（7 间）污物运出机房防护门拟设置电动推拉式门，门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏；平开式机房门拟设置自动闭门装置；电动推拉式机房门拟设置防夹装置，同时拟设置有曝光时关闭机房门的管理措施，防止无关照射；拟设置门-灯联锁装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。	符合
6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	本项目受检者不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。	符合

综上，本项目各 DSA 机房拟设置的辐射安全和防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。本项目辐射安全防护措施布置示意图 10-3~图 10-5。



图 10-3 急诊 DSA 复合手术室辐射安全防护措施布置示意图

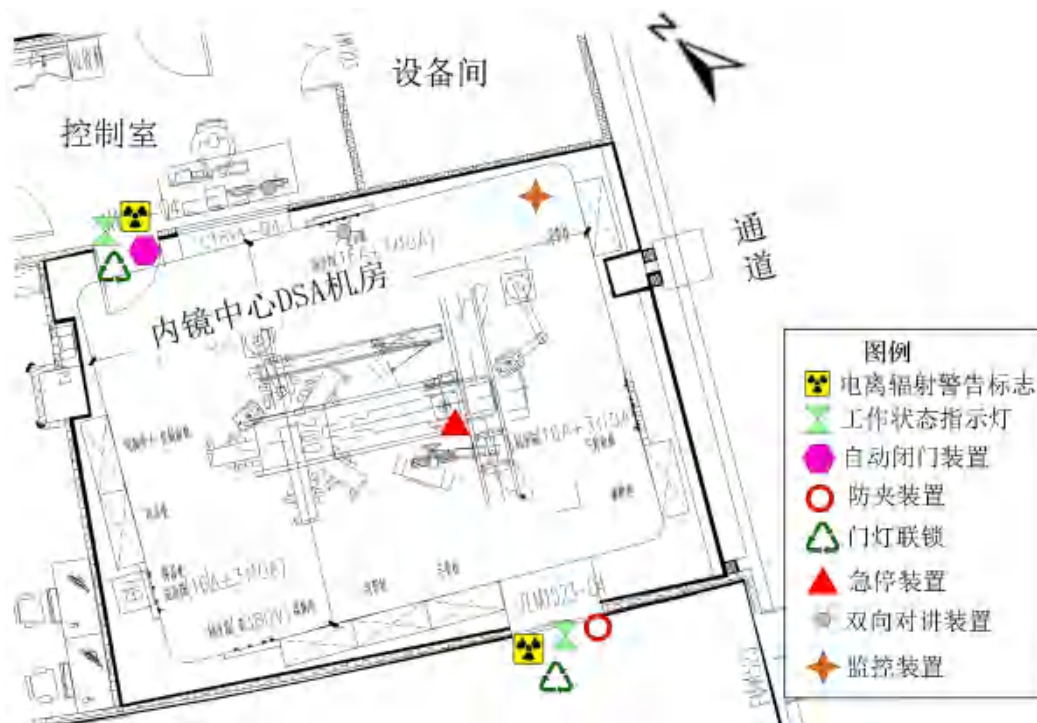


图 10-4 内镜中心 DSA 机房辐射安全防护措施布置示意图

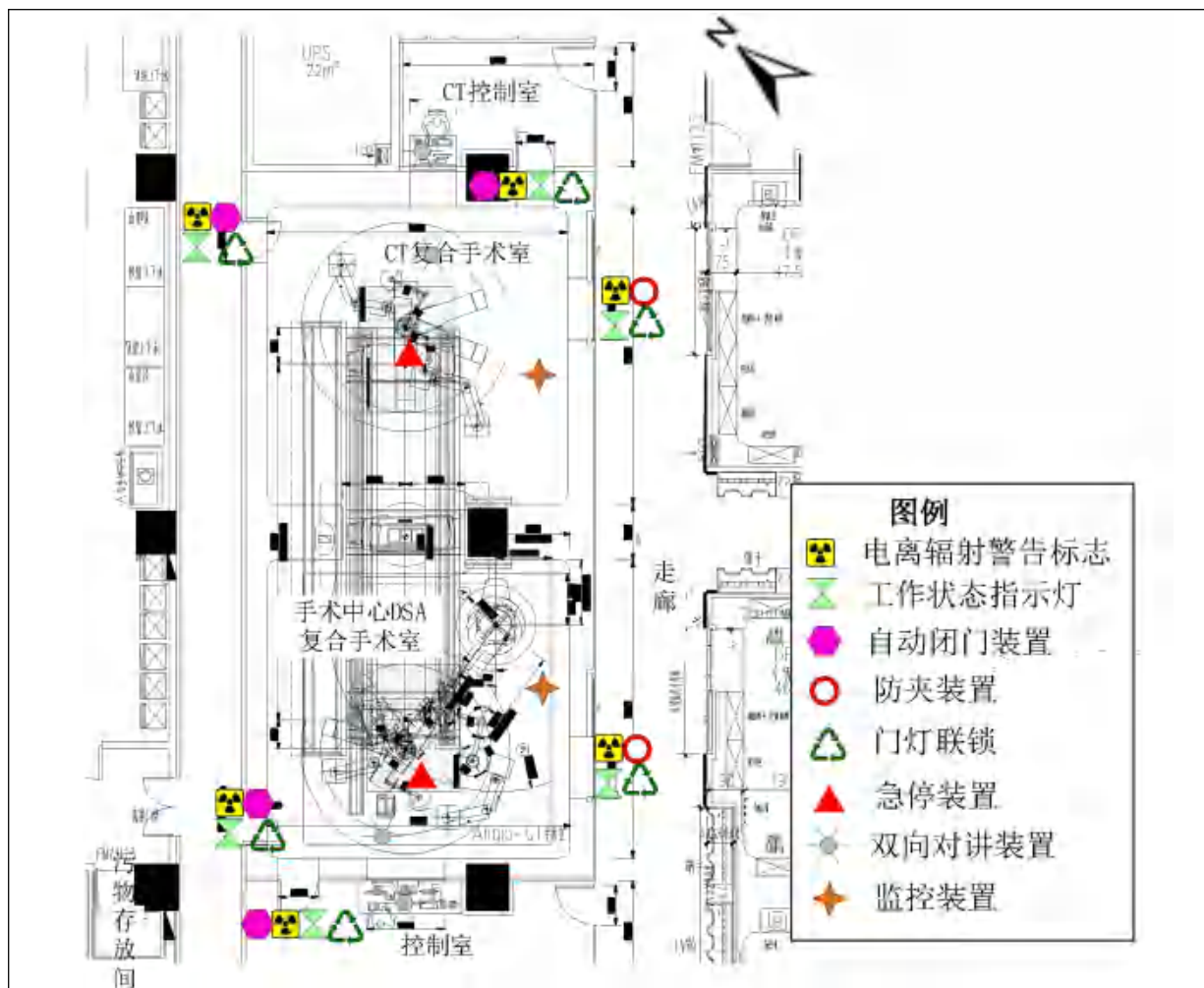


图 10-5 手术中心 DSA 复合手术室和 CT 复合手术室辐射安全防护措施布置示意图



注：①四层其他7间DSA手术室以介入中心DSA手术室1为例布置安全防护措施

图 10-6 四层 DSA 手术室辐射安全防护措施布置示意图



图 10-7 二层 ERCP 机房辐射安全防护措施布置示意图

(6) 个人防护用品和辅助防护用品

本项目射线装置机房应配置相应的个人防护用品与辅助防护设施，其配置需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），具体见表 10-7。

表 10-7 拟配置的个人防护用品和辅助防护设施与标准对照表

场所类型	人员类型	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求		DSA 机房拟配置情况		符合情况
		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	每间机房：防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 3 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 3 套	防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘各 1 件，防护铅当量为 2mmPb 的移动铅防护屏风 1 个	符合
	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	—	每间机房：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 2 件（儿童和成人患者各 1 套）	—	符合
CT 复合	工作	—	—	—	—	符合

手术室	人员					
	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 2 件（儿童和成人患者各 1 套）	—	符合
ERCP 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	防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 3 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 3 套	防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、床侧防护屏各 1 件；	符合
	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	—	防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1 套，防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子含儿童、成人尺寸各 1 套	—	符合
注：“—”表示不作要求。						

综上，本项目射线装置机房拟配置的个人防护用品和辅助防护设施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

10.2 “三废”治理

本项目射线装置在使用过程中无放射性废液、放射性废气及放射性固体废物产生。各射线装置在开机状态下，X 射线对空气的电离会产生微量的臭氧，医院拟根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求，在射线装置机房均设置动力通风装置，并保持机房内良好的通风。

（1）废气

本项目辐射工作中因 X 射线对空气的电离产生微量非放射性的臭氧和氮氧化物，本项目机房设有动力通风装置，排风口和送风口均位于机房吊顶处，管道布设于机房吊顶内，臭氧和氮氧化物最终经排风管道引至室外排放，能够保证机房内有效地通风换气，设置情况满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中第 6.4.3 款“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求，对周围环境影响较小。

（2）废水

本项目手术产生的器械清洗废水、医护手部清洗废水以及医护人员产生的生活污水依托医院现有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-

2005) 表 2 预处理排放标准要求后, 纳入市政污水管网集中处理。

(3) 固体废物

手术产生的废药棉、废纱布、废手套等医疗废物待手术结束后收集, 定期移至医院总医疗废物暂存间, 并委托医疗废物处置单位进行处置; 医护人员产生的生活垃圾分类收集后委托当地环卫部门定期清运处理。

(4) 噪声

本项目机房通风设备拟选用低噪声设备, 通风设备设置于室内, 排风管设置微穿孔消声器, 风管与风机软连接, 排风口设置防雨百叶窗, 项目通风设备经墙体隔声、距离衰减后, 对医院场界噪声贡献值很小, 运行期间场界噪声可达到相关标准要求。

(5) 射线装置报废处理

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求: 本项目 DSA、ERCp 和 CT 装置报废时, 厂家应对射线装置内的高压射线管进行拆解并回收, 建设单位报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

本项目主体土建工程环评报告书《嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目环境影响报告书》，已于 2022 年 7 月 27 日嘉兴市生态环境局批复，批复文号为：嘉（南）环建〔2022〕43 号（见附件 4）。本项目主体土建工程施工期影响详见《嘉兴市第二医院整体迁建（长三角国际医学中心总医院）项目环境影响报告书》有关章节，本次评价不再分析。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备，且安装调试阶段不涉及放射源和非密封放射性物质的操作。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在各个机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于各设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院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。

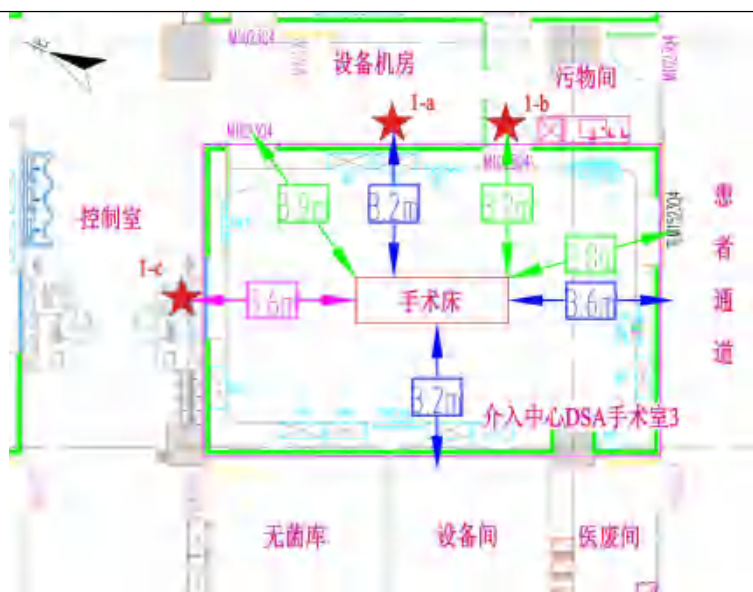
11.2 营运期环境影响

本项目新增的 10 台 DSA 装置及 2 台 ERCP 装置均为型号未定，其中 1 台 DSA 装置位于主体医疗楼一层，1 台 DSA 装置位于主体医疗楼二层，8 台 DSA 装置位于主体医疗楼四层，2 台 ERCP 装置位于主体医疗楼二层，考虑到本项目四层介入中心 7 间 DSA 手术室屏蔽设计相同，2 间 ERCP 机房屏蔽设计相同，同层及相邻层的楼高相同，同层机房楼上、楼下的关注点距离相同，因此本报告对一层急诊 DSA 复合手术室、二层 ERCP 机房、二层内镜中心 DSA 机房、四层介入中心 DSA 手术室、四层手术中心 DSA 复合手术室周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法分别进行影响分析。其中：

①主体医疗楼一层急诊 DSA 复合手术室单独进行理论计算，预测其投入运行后对周围工作人员所造成的影响。

②主体医疗楼二层内镜中心 DSA 机房单独进行理论计算，预测其投入运行后对周围工作人员所造成的影响。

④本项目主体医疗楼四层介入中心新增的 7 台 DSA 装置最大运行工况相当，主体医疗楼四层同层及相邻层的楼高相同，同层机房楼上、楼下的关注点距离相同，由表 10-5 可知，7 间 DSA 机房屏蔽设计相同，考虑四层各 DSA 机房尺寸及手术床、门、窗布置情况，用图示对比各机房靶点（患者）距墙体、观察窗、防护门关注点最短距离，详见图 11-1。



四层介入中心DSA手术室3靶点（患者）距墙体、观察窗、防护门关注点最短距离



四层介入中心DSA手术室7靶点（患者）距墙体、观察窗、防护门关注点最短距离

73

②在机房中心设置 $3.3\text{m} \times 1\text{m}$ 的矩形区域边界作为治疗床可能安装的边界范围，图中蓝色距离标注为靶点（患者）距墙体的距离，绿色距离标注为靶点（患者）距防护门的距离，粉色距离标注为靶点（患者）距观察窗的距离，a、b、c 点位分别代表靶点（患者）至墙体、防护门、观察窗的最短距离点位。

图 11-1 四层 DSA 手术室平面布置及关注点距离对比示意图

由图 11-1 可知，四层介入中心 DSA 手术室 7 靶点（患者）距墙体、观察窗、防护门关注点的距离均为最短，因此选取主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 7 作为代表机房，分析主体医疗楼四层介入中心新增的 7 台 DSA 装置投入运行后对周围工作人员所造成的影响。

⑤本项目新增的 2 台 ERCP 装置最大运行工况相当，主体医疗楼二层层高相同，由表 10-4、表 10-5 可知，本项目主体医疗楼二层内镜中心 2 间 ERCP 机房屏蔽设计相同，其中 ERCP 机房 2 的最小有效使用面积和最小单边长度均为较小，因此选择 ERCP 机房 2 作为样本机房，分析 ERCP 装置投入运行后对周围工作人员所造成的影响。

11.2.1 DSA 辐射环境影响

（1）设备参数及机房防护情况

本项目 DSA 设备参数与工况见表 11-1。

表 11-1 本项目 DSA 设备参数与工况及防护情况

设备名称			DSA 装置	
设备型号			待定	
技术参数			最大管电压 125kV/最大管电流 1000mA	
过滤材料			不小于 2.5mmAl	
最大照射野			100cm ²	
工况模式	摄影	正常工况下 最大常用电压 100kV 最大常用电流 500mA	距靶 1m 处 发射率常数	8.73mGy/mA·min
	透视	正常工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 15mA		7.42mGy/mA·min
泄漏辐射源强			离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 1mGy/h	
机房有效面积尺寸			主体医疗楼一层急诊科 DSA 复合手术室	58.5m ² （7.9m×7.4m）
			主体医疗楼二层内镜中心 DSA 机房	61.2m ² （8.5m×7.2m）
			主体医疗楼四层介入中心 DSA 手术室 7	54.8m ² （7.4m×7.4m）
			主体医疗楼四层手术中心 DSA 复合手术室	57.8m ² （7.7m×7.5m）
防护设	急诊科 DSA 复合手术	四侧墙体	钢骨架+4mmpb 铅板（4.0）	
		顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（4.3）	
		地坪	200mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（5.1）	

施	室	防护门	内衬 4mm 铅板（4.0）
		观察窗	4mmPb 铅玻璃（4.0）
		个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等防护用品（0.5mmPb）、介入防护手套（0.025mmPb）
	内镜中心 DSA 机房、介入中心 DSA 机房（7 间）	四侧墙体	钢骨架+4mmPb 铅板（4.0）
		顶棚	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（3.9）
		地坪	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（3.9）
		防护门	内衬 4mm 铅板（4.0）
		观察窗	4mmPb 铅玻璃（4.0）
		个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等防护用品（0.5mmPb）、介入防护手套（0.025mmPb）
	手术中心 DSA 复合手术室	四侧墙体	钢骨架+4mmPb 铅板（4.0）
		顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（4.3）
		地坪	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（4.3）
		防护门	内衬 4mm 铅板（4.0）
		观察窗	4mmPb 铅玻璃（4.0）
		个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等防护用品（0.5mmPb）、介入防护手套（0.025mmPb）
注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等总滤过不小于 2.5mmAl，本项目 DSA 过滤材料保守取 2.5mmAl； ②《辐射防护手册》（第一分册）P236 图 4.4c，当 2.5mmAl 作为过滤材料时，保守取 2.0mmAl 过滤材料时，得 100kV 电压下，发射率常数为 8.73mGy/mA·min，90kV 电压下，发射率常数为 7.42mGy/mA·min； ③根据《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断 X 射线设备辐射防护》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。			
根据《辐射防护导论》射线装置距靶r（m）处的空气比释动能率，按式 11-1 计算： （式 11-1） 式中： $\dot{K}$ —离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，mGy/min； I —管电流（mA）； δ_x —距靶 1m处的发射率常数，mGy/mA·min； r_0 —取 1m； r —源至关注点的距离，m。			

表 11-2 DSA 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表

设备	运行模式	过滤材料 (Al) 厚度 (mm)	距靶 1m 处的发射率常数 (mGy/mA·min)	最大常用电压 (kV)	最大常用电流 (mA)	距靶 1m 处的空气比释动能率 (μGy/h)
DSA	摄影	2.5	8.73	100	500	2.62×10^8
	透视	2.5	7.42	90	15	6.68×10^6

(2) 关注点位的选取

在机房中心设置 3.4m×1.0m 的矩形区域边界作为治疗床可能安装的边界范围，X 射线球管距地面 0.4m，源与患者的距离取 0.7m，取医护手术位、控制室操作位、防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、楼上离地 100cm 处、楼下距楼下地面 170cm 处作为关注点位。本项目各 DSA 机房关注点位情况见表 11-3，点位示意图 11-2~图 11-5。

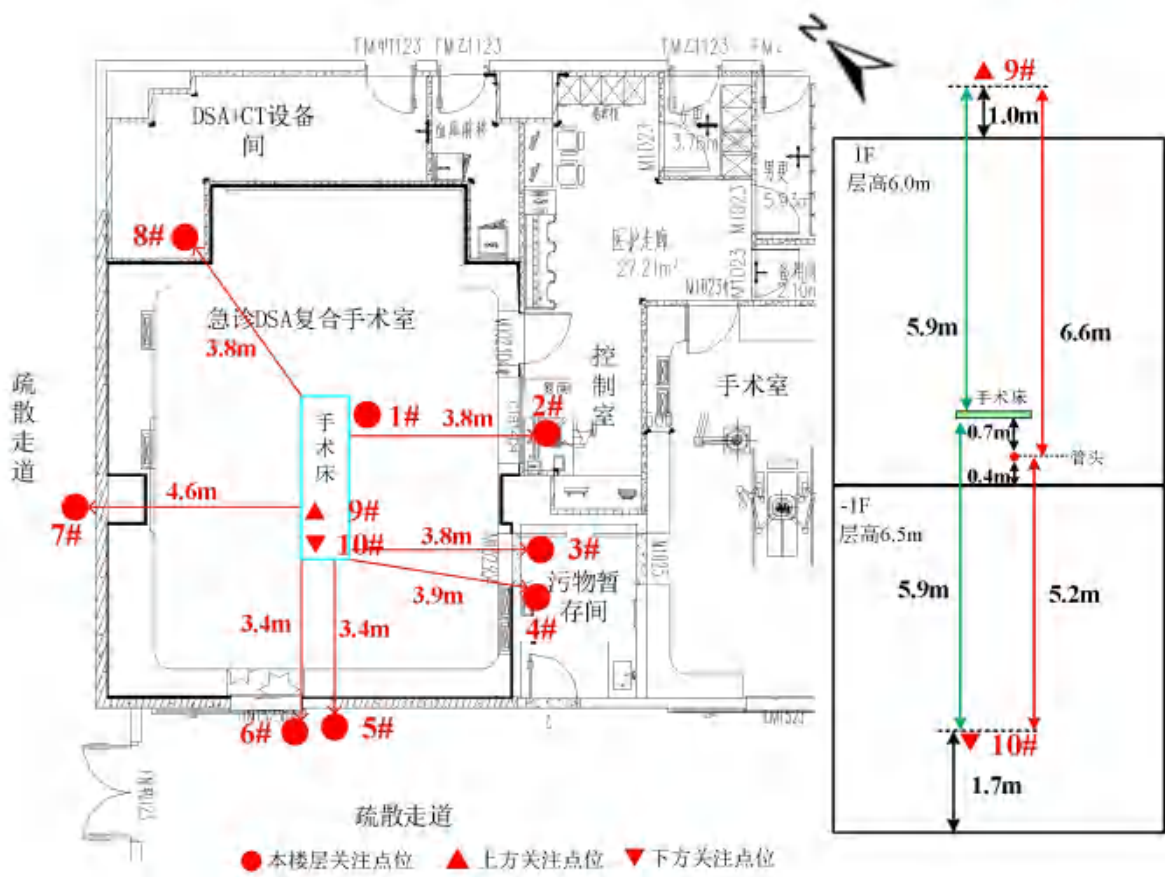


图 11-2 急诊 DSA 复合手术室关注点距离示意图

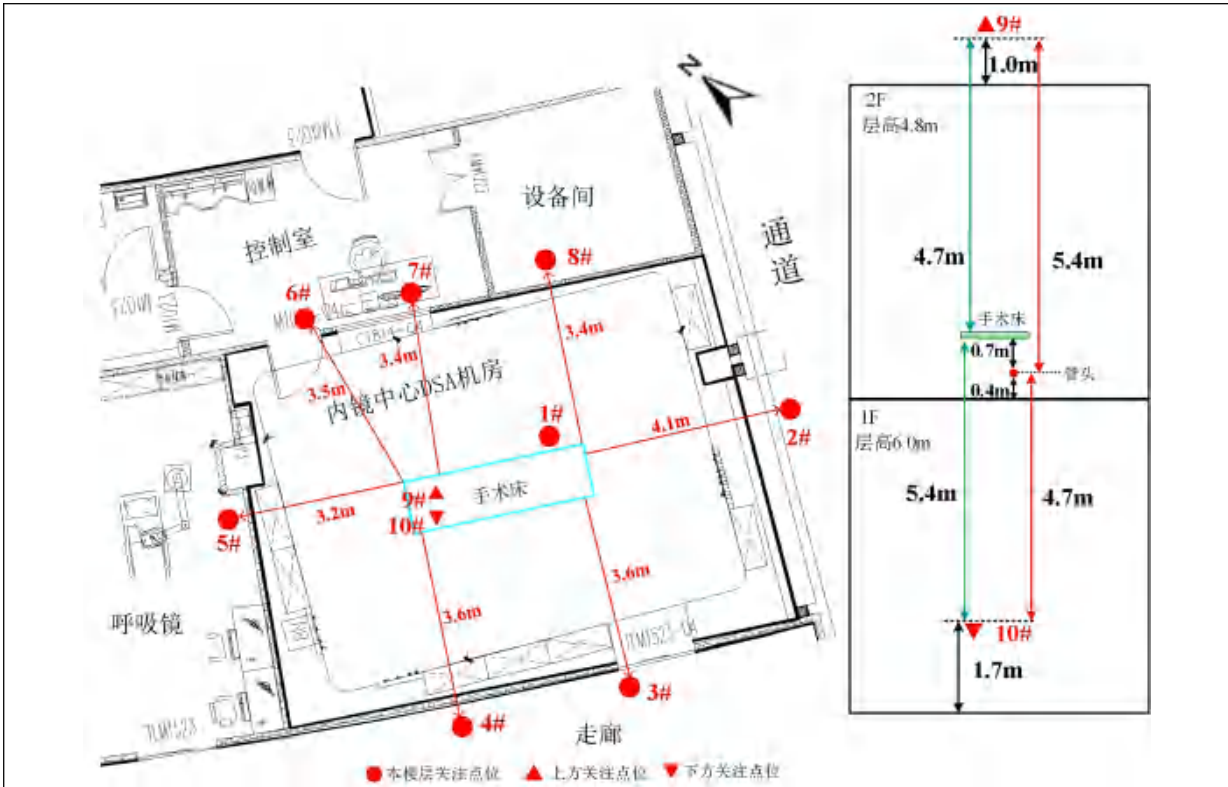


图 11-3 内镜中心 DSA 机房关注点距离示意图

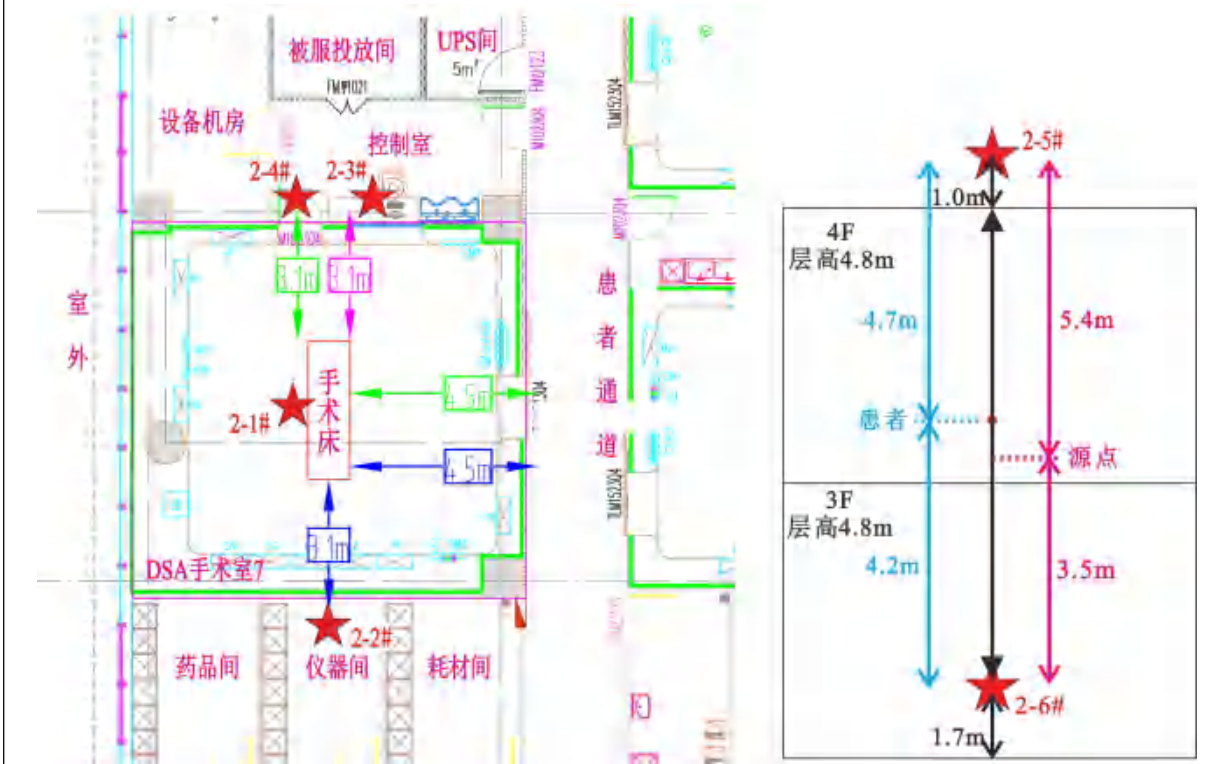


图 11-4 介入中心 DSA 手术室 7 关注点位示意图

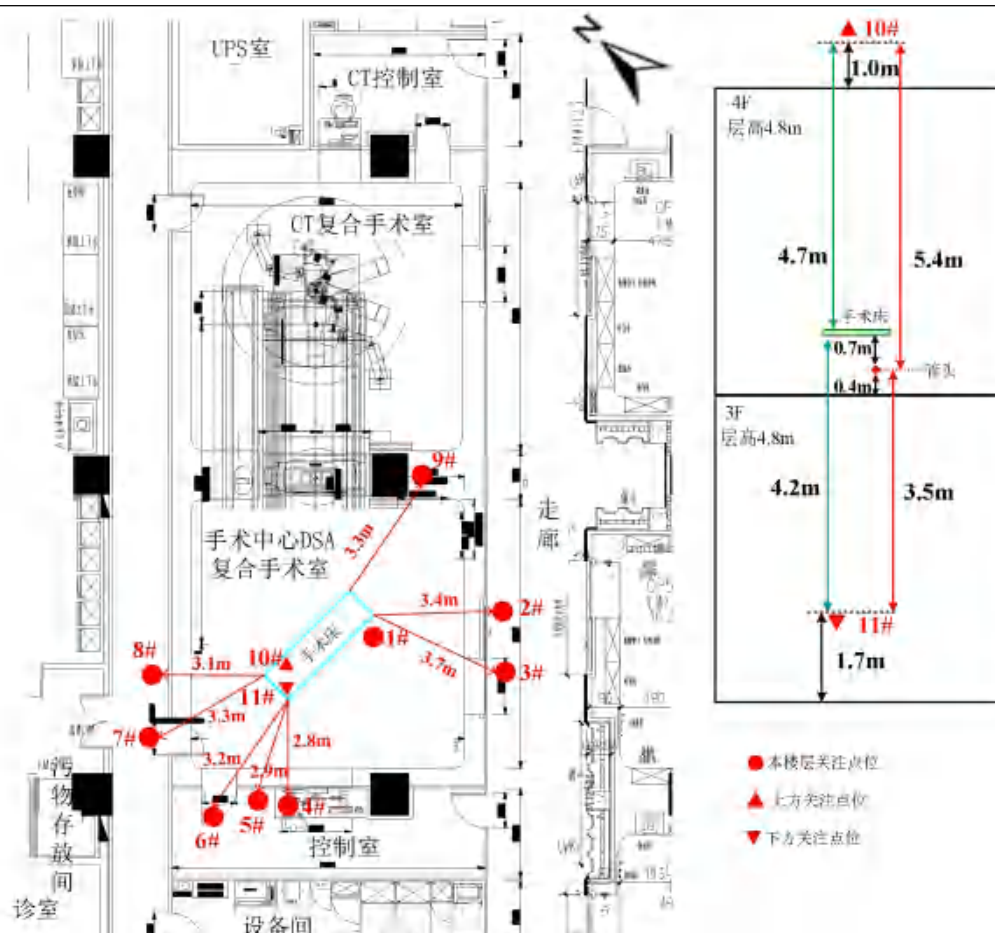


图 11-5 手术中心 DSA 复合手术室关注点距离示意图

表 11-3 本项目 DSA 机房关注点位情况表

机房名称	关注点位		方位	与患者之间距离 (m)	与源之间距离 (m)
急诊 DSA 复合手术室	1#术者位	第一术者位 (身体铅衣内)	机房内	0.5	0.6
		第一术者位 (身体铅衣外)	机房内	0.5	0.6
		第一术者位 (手部)	机房内	0.5	0.8
		第二术者位 (身体铅衣内)	机房内	0.9	1.0
		第二术者位 (身体铅衣外)	机房内	0.9	1.0
	2#东南侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		东南侧	3.8	3.8
	3#东南侧防护门外 30cm 处 (污物暂存间)		东南侧	3.8	3.8
	4#东南侧墙体外 30cm 处 (污物暂存间)		东南侧	3.9	3.9
	5#西南侧墙体外 30cm 处 (疏散走道)		西南侧	3.4	3.4
	6#西南侧防护门外 30cm 处 (疏散走道)		西南侧	3.4	3.4
	7#西北侧墙体外 30cm 处 (疏散走道)		西北侧	4.6	4.6
内镜中心 DSA	1#术者位	第一术者位 (身体铅衣内)	机房内	0.5	0.6
		第一术者位 (身体铅衣外)	机房内	0.5	0.6
		第一术者位 (手部)	机房内	0.5	0.8
	10#急诊 DSA 复合手术室下方距地面 1.7m 处		下方	5.9	5.2

机房		第二术者位（身体铅衣内）	机房内	0.9	1.0
		第二术者位（身体铅衣外）	机房内	0.9	1.0
	2#东南侧墙体外 30cm 处（通道）		东南侧	4.1	4.1
	3#西南侧防护门外 30cm 处（走廊）		西南侧	3.6	3.6
	4#西南侧墙体外 30cm 处（走廊）		西南侧	3.6	3.6
	5#西北侧墙体外 30cm 处（呼吸镜）		西北侧	3.2	3.2
	6#东北侧防护门外 30cm 处（控制室）		东北侧	3.5	3.5
	7#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室）		东北侧	3.4	3.4
	8#东北侧墙体外 30cm 处（设备间）		东北侧	3.4	3.4
	9#内镜中心 DSA 机房上方距地面 1m 处		上方	4.7	5.4
	10#内镜中心 DSA 机房下方距地面 1.7m 处		下方	5.4	4.7
介入中心 DSA 手术室 7	2-1#术者位	第一术者位（身体铅衣内）	机房内	0.5	0.6
		第一术者位（身体铅衣外）	机房内	0.5	0.6
		第一术者位（手部）	机房内	0.5	0.8
		第二术者位（身体铅衣内）	机房内	0.9	1.0
		第二术者位（身体铅衣外）	机房内	0.9	1.0
	2-2#西南侧防护墙外 30cm 处（仪器间内）		西南侧	3.1	3.1
	2-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）		东北侧	3.1	3.1
	2-4#东北侧医护防护门外 30cm 处（控制室内）		东北侧	3.1	3.1
	2-5#介入中心 DSA 手术室 7 上方距地面 1m 处		上方	4.7	5.4
	2-6#介入中心 DSA 手术室 7 下方距地面 1.7m 处		下方	4.2	3.5
手术中心 DSA 复合手术室	1#术者位	第一术者位（身体铅衣内）	机房内	0.5	0.6
		第一术者位（身体铅衣外）	机房内	0.5	0.6
		第一术者位（手部）	机房内	0.5	0.8
		第二术者位（身体铅衣内）	机房内	0.9	1.0
		第二术者位（身体铅衣外）	机房内	0.9	1.0
	2#东南侧墙体外 30cm 处（走廊）		东南侧	3.4	3.4
	3#东南侧防护门外 30cm 处（走廊）		东南侧	3.7	3.7
	4#西南侧观察窗外 30cm 处（控制室）		西南侧	2.8	2.8
	5#西南侧墙体外 30cm 处（控制室）		西南侧	2.9	2.9
	6#西南侧防护门外 30cm 处（控制室）		西南侧	3.2	3.2
	7#西侧防护门外 30cm 处（走廊）		西侧	3.3	3.3
	8#西北侧墙体外 30cm 处（走廊）		西北侧	3.1	3.1
	9#东北侧墙体外 30cm 处（走廊）		东北侧	3.3	3.3
	10#急诊 DSA 复合手术室上方距地面 1m 处		上方	4.7	5.4
	11#急诊 DSA 复合手术室下方距地面 1.7m 处		下方	4.2	3.5

（3）DSA 机房周围辐射剂量率估算

DSA 设备的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。介入手术过程中，图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers，P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography，P72）指出，DSA 等射线装置屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，DSA 设备运行主要是泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

依据《辐射防护导论》，在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动能与以 Sv 为单位的剂量当量，数值上几乎相等，因此，报告在屏蔽计算章节，将 Gy 等

同于 Sv。

①患者体表散射屏蔽估算

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

式中：

H_s ---关注点位处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ---距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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 查表取 0.0013；

s ---散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ---源与患者的距离，m，取 0.7m；

d_s ---患者与关注点位的距离，m；

②泄漏辐射剂量率估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各关注点位的泄漏辐射剂量率可用式 11-3 进行计算。

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

式中：

H_L —关注点位处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ，本项目取 1mGy/h ；

R —靶点距关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中公式和参数计算。

③屏蔽透射因子

B ---屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算见式 11-4。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

α 、 β 、 γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，具体见表 11-4。

表 11-4 铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压 (kV)	铅		
	α	β	γ
90	3.067	18.83	0.7726
100 (主束)	2.500	15.28	0.7557
100 (散射)	2.507	15.33	0.9124
注：拟合参数均取自《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。			

本项目各 DSA 机房预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 机房各预测点屏蔽透射因子计算结果

机房名称	预测点位	防护情况	屏蔽厚度	屏蔽透射因子 B			
				100kV 摄影工 况下散射	90kV 透视工 况下散射	100kV 摄影工 况下泄漏	90kV 透视工 况下泄漏
急诊 DSA 复合 手术 室	医生手术位 (身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03
	医生手术位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
	医生手术位 (手部)	0.025mmPb 铅手套+0.5mmPb 铅 防护帘	0.525mmPb	/	2.27E-02	/	2.27E-02
	护士协助位 (身体铅衣内)	0.5mm 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03
	护士协助位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
	防护墙外 30cm 处	钢骨架+4mmPb 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	铅防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	观察窗外 30cm 处	4mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	楼上离地 100cm 处	150mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡 防护涂料	4.3mmPb	2.42E-06	1.47E-07	1.60E-06	1.47E-07
	楼下距楼下地面 170cm 处	200mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡 防护涂料	5.1mmPb	3.26E-07	1.26E-08	2.16E-07	1.26E-08
内镜 中心 DSA 机房	医生手术位 (身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03
	医生手术位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
	医生手术位 (手部)	0.025mmPb 铅手套+0.5mmPb 铅 防护帘	0.525mmPb	/	2.27E-02	/	2.27E-02
	护士协助位 (身体铅衣内)	0.5mm 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03

	护士协助位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
	防护墙外 30cm 处	钢骨架+4mmpb 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	铅防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	观察窗外 30cm 处	4mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	楼上离地 100cm 处	120mm 混凝土+3mmpb 硫酸钡 防护涂料	3.9mmPb	6.60E-06	5.02E-07	4.35E-06	5.02E-07
	楼下距楼下地面 170cm 处	120mm 混凝土+3mmpb 硫酸钡 防护涂料	3.9mmPb	6.60E-06	5.02E-07	4.35E-06	5.02E-07
介入 中心 DSA 手术 室 7	医生手术位 (身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03
	医生手术位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
	医生手术位 (手部)	0.025mmPb 铅手套+0.5mmPb 铅 防护帘	0.525mmPb	/	2.27E-02	/	2.27E-02
	护士协助位 (身体铅衣内)	0.5mm 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03
	护士协助位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
	防护墙外 30cm 处	钢骨架+4mmpb 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	铅防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	观察窗外 30cm 处	4mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
	楼上离地 100cm 处	120mm 混凝土+3mmpb 硫酸钡 防护涂料	3.9mmPb	6.60E-06	5.02E-07	4.35E-06	5.02E-07
	楼下距楼下地面 170cm 处	120mm 混凝土+3mmpb 硫酸钡 防护涂料	3.9mmPb	6.60E-06	5.02E-07	4.35E-06	5.02E-07
手术 中心 DSA 复合 手术 室	医生手术位 (身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03
	医生手术位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
	医生手术位 (手部)	0.025mmPb 铅手套+0.5mmPb 铅 防护帘	0.525mmPb	/	2.27E-02	/	2.27E-02

护士协助位 (身体铅衣内)	0.5mm 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03
护士协助位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
防护墙外 30cm 处	钢骨架+4mmPb 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
铅防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
观察窗外 30cm 处	4mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
楼上离地 100cm 处	150mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡 防护涂料	4.3mmPb	2.42E-06	1.47E-07	1.60E-06	1.47E-07
楼下距楼下地面 170cm 处	150mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡 防护涂料	4.3mmPb	2.42E-06	1.47E-07	1.60E-06	1.47E-07
注: DSA 机房 100kV 摄影工况下散射辐射拟合参数 α 取 2.507, β 取 15.33, γ 取 0.9124; DSA 机房 90kV 透视工况下散射辐射拟合参数 α 取 3.067, β 取 18.83, γ 取 0.7726; DSA 机房 100kV 摄影工况下泄漏辐射拟合参数 α 取 2.500, β 取 15.28, γ 取 0.7557; DSA 机房 90kV 透视工况下泄漏辐射拟合参数 α 取 3.067, β 取 18.83, γ 取 0.7726。						

本项目各 DSA 机房预测点辐射剂量率估算见表 11-6。

表 11-6 本项目各 DSA 机房预测点辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	工作模式	关注点位	散射辐射计算参数			泄漏辐射计算参数			散射辐射剂量率 HL ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射剂量率 HS ($\mu\text{Sv/h}$)	总辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
			H ₀ 散射 ($\mu\text{Sv/h}$)	d _s (m)	B	H ₀ 泄漏 ($\mu\text{Sv/h}$)	R(m)	B			
急诊 DSA 复合手术室	摄影	2#东南侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	2.62E+08	3.8	5.14E-06	1.00E+03	3.8	3.39E-06	6.19E-02	2.35E-04	6.21E-02
		3#东南侧防护门外 30cm 处 (污物暂存间)	2.62E+08	3.8	5.14E-06	1.00E+03	3.8	3.39E-06	6.19E-02	2.35E-04	6.21E-02
		4#东南侧墙体外 30cm 处 (污物暂存间)	2.62E+08	3.9	5.14E-06	1.00E+03	3.9	3.39E-06	5.87E-02	2.23E-04	5.89E-02
		5#西南侧墙体外 30cm 处 (疏散走道)	2.62E+08	3.4	5.14E-06	1.00E+03	3.4	3.39E-06	7.73E-02	2.93E-04	7.76E-02
		6#西南侧防护门外 30cm 处 (疏散走道)	2.62E+08	3.4	5.14E-06	1.00E+03	3.4	3.39E-06	7.73E-02	2.93E-04	7.76E-02

		7#西北侧墙体外 30cm 处 (疏散走道)	2.62E+08	4.6	5.14E-06	1.00E+03	4.6	3.39E-06	4.22E-02	1.60E-04	4.24E-02
		8#东北侧墙体外 30cm 处 (DSA+CT 设备间)	2.62E+08	3.8	5.14E-06	1.00E+03	3.8	3.39E-06	6.19E-02	2.35E-04	6.21E-02
		9#急诊 DSA 复合手术室上方 距地面 1m 处	2.62E+08	5.9	2.42E-06	1.00E+03	6.6	1.60E-06	1.21E-02	3.67E-05	1.21E-02
		10#急诊 DSA 复合手术室下方 距地面 1.7m 处	2.62E+08	5.9	3.26E-07	1.00E+03	5.2	2.16E-07	1.63E-03	8.00E-06	1.64E-03
	透视	第一术者位 (身体铅衣内)	6.68E+06	0.6	4.08E-03	1.00E+03	0.7	4.08E-03	5.02E+01	8.32E+00	5.85E+01
		第一术者位 (身体铅衣外)	6.68E+06	0.6	2.52E-02	1.00E+03	0.7	2.52E-02	3.10E+02	5.13E+01	3.61E+02
		第一术者位 (手部)	6.68E+06	0.6	2.27E-02	1.00E+03	0.8	2.27E-02	2.79E+02	3.55E+01	3.15E+02
		第二术者位 (身体铅衣内)	6.68E+06	0.9	4.08E-03	1.00E+03	1.0	4.08E-03	2.23E+01	4.08E+00	2.64E+01
		第二术者位 (身体铅衣外)	6.68E+06	0.9	2.52E-02	1.00E+03	1.0	2.52E-02	1.38E+02	2.52E+01	1.63E+02
		2#东南侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	6.68E+06	3.8	3.69E-07	1.00E+03	3.8	3.69E-07	1.13E-04	2.56E-05	1.39E-04
		3#东南侧防护门外 30cm 处 (污物暂存间)	6.68E+06	3.8	3.69E-07	1.00E+03	3.8	3.69E-07	1.13E-04	2.56E-05	1.39E-04
		4#东南侧墙体外 30cm 处 (污物暂存间)	6.68E+06	3.9	3.69E-07	1.00E+03	3.9	3.69E-07	1.08E-04	2.43E-05	1.32E-04
		5#西南侧墙体外 30cm 处 (疏散走道)	6.68E+06	3.4	3.69E-07	1.00E+03	3.4	3.69E-07	1.41E-04	3.19E-05	1.73E-04
		6#西南侧防护门外 30cm 处 (疏散走道)	6.68E+06	3.4	3.69E-07	1.00E+03	3.4	3.69E-07	1.41E-04	3.19E-05	1.73E-04
		7#西北侧墙体外 30cm 处 (疏散走道)	6.68E+06	4.6	3.69E-07	1.00E+03	4.6	3.69E-07	7.73E-05	1.74E-05	9.47E-05
		8#东北侧墙体外 30cm 处 (DSA+CT 设备间)	6.68E+06	3.8	3.69E-07	1.00E+03	3.8	3.69E-07	1.13E-04	2.56E-05	1.39E-04
		9#急诊 DSA 复合手术室上方 距地面 1m 处	6.68E+06	5.9	1.47E-07	1.00E+03	6.6	1.47E-07	1.87E-05	3.38E-06	2.21E-05
		10#急诊 DSA 复合手术室下方 距地面 1.7m 处	6.68E+06	5.9	1.26E-08	1.00E+03	5.2	1.26E-08	1.61E-06	4.68E-07	2.08E-06

内镜中心 DSA 机房	摄影	2#东南侧墙体外 30cm 处 (通道)	2.62E+08	4.1	5.14E-06	1.00E+03	4.1	3.39E-06	5.31E-02	2.02E-04	5.33E-02
		3#西南侧防护门外 30cm 处 (走廊)	2.62E+08	3.6	5.14E-06	1.00E+03	3.6	3.39E-06	6.89E-02	2.61E-04	6.92E-02
		4#西南侧墙体外 30cm 处 (走廊)	2.62E+08	3.6	5.14E-06	1.00E+03	3.6	3.39E-06	6.89E-02	2.61E-04	6.92E-02
		5#西北侧墙体外 30cm 处 (呼吸镜)	2.62E+08	3.2	5.14E-06	1.00E+03	3.2	3.39E-06	8.72E-02	3.31E-04	8.76E-02
		6#东北侧防护门外 30cm 处 (控制室)	2.62E+08	3.5	5.14E-06	1.00E+03	3.5	3.39E-06	7.29E-02	2.77E-04	7.32E-02
		7#东北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	2.62E+08	3.4	5.14E-06	1.00E+03	3.4	3.39E-06	7.73E-02	2.93E-04	7.76E-02
		8#东北侧墙体外 30cm 处 (设备间)	2.62E+08	3.4	5.14E-06	1.00E+03	3.4	3.39E-06	7.73E-02	2.93E-04	7.76E-02
		9#内镜中心 DSA 机房上方 距地面 1m 处	2.62E+08	4.7	6.60E-06	1.00E+03	5.4	4.35E-06	5.20E-02	1.49E-04	5.21E-02
		10#内镜中心 DSA 机房下方 距地面 1.7m 处	2.62E+08	5.4	6.60E-06	1.00E+03	4.7	4.35E-06	3.94E-02	1.97E-04	3.96E-02
	透视	第一术者位 (身体铅衣内)	6.68E+06	0.6	4.08E-03	1.00E+03	0.7	4.08E-03	5.02E+01	8.32E+00	5.85E+01
		第一术者位 (身体铅衣外)	6.68E+06	0.6	2.52E-02	1.00E+03	0.7	2.52E-02	3.10E+02	5.13E+01	3.61E+02
		第一术者位 (手部)	6.68E+06	0.6	2.27E-02	1.00E+03	0.8	2.27E-02	2.79E+02	3.55E+01	3.15E+02
		第二术者位 (身体铅衣内)	6.68E+06	0.9	4.08E-03	1.00E+03	1.0	4.08E-03	2.23E+01	4.08E+00	2.64E+01
		第二术者位 (身体铅衣外)	6.68E+06	0.9	2.52E-02	1.00E+03	1.0	2.52E-02	1.38E+02	2.52E+01	1.63E+02
		2#东南侧墙体外 30cm 处 (通道)	6.68E+06	4.1	3.69E-07	1.00E+03	4.1	3.69E-07	9.73E-05	2.20E-05	1.19E-04
		3#西南侧防护门外 30cm 处 (走廊)	6.68E+06	3.6	3.69E-07	1.00E+03	3.6	3.69E-07	1.26E-04	2.85E-05	1.55E-04
		4#西南侧墙体外 30cm 处 (走廊)	6.68E+06	3.6	3.69E-07	1.00E+03	3.6	3.69E-07	1.26E-04	2.85E-05	1.55E-04

		5#西北侧墙体外 30cm 处 (呼吸镜)	6.68E+06	3.2	3.69E-07	1.00E+03	3.2	3.69E-07	1.60E-04	3.60E-05	1.96E-04
		6#东北侧防护门外 30cm 处 (控制室)	6.68E+06	3.5	3.69E-07	1.00E+03	3.5	3.69E-07	1.34E-04	3.01E-05	1.64E-04
		7#东北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	6.68E+06	3.4	3.69E-07	1.00E+03	3.4	3.69E-07	1.41E-04	3.19E-05	1.73E-04
		8#东北侧墙体外 30cm 处 (设备间)	6.68E+06	3.4	3.69E-07	1.00E+03	3.4	3.69E-07	1.41E-04	3.19E-05	1.73E-04
		9#内镜中心 DSA 机房上方 距地面 1m 处	6.68E+06	4.7	5.02E-07	1.00E+03	5.4	5.02E-07	1.01E-04	1.72E-05	1.18E-04
		10#内镜中心 DSA 机房下方 距地面 1.7m 处	6.68E+06	5.4	5.02E-07	1.00E+03	4.7	5.02E-07	7.62E-05	2.27E-05	9.89E-05
	介入 中心 DSA 手术 室 7	2-2#西南侧防护墙外 30cm 处 (仪器间内)	2.62E+08	3.1	5.14E-06	1.00E+03	3.1	3.39E-06	9.29E-02	3.53E-04	9.33E-02
		2-3#东北侧观察窗外 30cm 处 (控制室内)	2.62E+08	3.1	5.14E-06	1.00E+03	3.1	3.39E-06	9.29E-02	3.53E-04	9.33E-02
		2-4#东北侧医护防护门外 30cm 处 (控制室内)	2.62E+08	3.1	5.14E-06	1.00E+03	3.1	3.39E-06	9.29E-02	3.53E-04	9.33E-02
		2-5#介入中心 DSA 手术室 7 上 方距地面 1m 处	2.62E+08	4.7	3.26E-07	1.00E+03	5.4	2.16E-07	2.56E-03	7.41E-06	2.57E-03
		2-6#介入中心 DSA 手术室 7 下 方距地面 1.7m 处	2.62E+08	4.2	3.26E-07	1.00E+03	3.5	2.16E-07	3.21E-03	1.76E-05	3.23E-03
	透视	第一术者位 (身体铅衣内)	6.68E+06	0.6	4.08E-03	1.00E+03	0.7	4.08E-03	5.02E+01	8.33E+00	5.85E+01
		第一术者位 (身体铅衣外)	6.68E+06	0.6	2.52E-02	1.00E+03	0.7	2.52E-02	3.10E+02	5.14E+01	3.62E+02
		第一术者位 (手部)	6.68E+06	0.6	2.27E-02	1.00E+03	0.8	2.27E-02	2.79E+02	3.55E+01	3.15E+02
		第二术者位 (身体铅衣内)	6.68E+06	0.9	4.08E-03	1.00E+03	1.0	4.08E-03	2.23E+01	4.08E+00	2.64E+01
		第二术者位 (身体铅衣外)	6.68E+06	0.9	2.52E-02	1.00E+03	1.0	2.52E-02	1.38E+02	2.52E+01	1.63E+02
		2-2#西南侧防护墙外 30cm 处 (仪器间内)	6.68E+06	3.1	3.69E-07	1.00E+03	3.1	3.69E-07	1.70E-04	3.84E-05	2.09E-04

		2-3#东北侧观察窗外 30cm 处 (控制室内)	6.68E+06	3.1	3.69E-07	1.00E+03	3.1	3.69E-07	1.70E-04	3.84E-05	2.09E-04
		2-4#东北侧医护防护门外 30cm 处 (控制室内)	6.68E+06	3.1	3.69E-07	1.00E+03	3.1	3.69E-07	1.70E-04	3.84E-05	2.09E-04
		2-5#介入中心 DSA 手术室 7 上 方距地面 1m 处	6.68E+06	4.7	1.26E-08	1.00E+03	5.4	1.26E-08	2.53E-06	4.32E-07	2.96E-06
		2-6#介入中心 DSA 手术室 7 下 方距地面 1.7m 处	6.68E+06	4.2	1.26E-08	1.00E+03	3.5	1.26E-08	3.16E-06	1.03E-06	4.19E-06
手术 中心 DSA 复合 手术 室	摄影	2#东南侧墙体外 30cm 处 (走廊)	2.62E+08	3.4	5.14E-06	1.00E+03	3.4	3.39E-06	7.73E-02	2.93E-04	7.76E-02
		3#东南侧防护门外 30cm 处 (走廊)	2.62E+08	3.7	5.14E-06	1.00E+03	3.7	3.39E-06	6.52E-02	2.47E-04	6.55E-02
		4#西南侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	2.62E+08	2.8	5.14E-06	1.00E+03	2.8	3.39E-06	1.14E-01	4.32E-04	1.14E-01
		5#西南侧墙体外 30cm 处 (控制室)	2.62E+08	2.9	5.14E-06	1.00E+03	2.9	3.39E-06	1.06E-01	4.03E-04	1.07E-01
		6#西南侧防护门外 30cm 处 (控制室)	2.62E+08	3.2	5.14E-06	1.00E+03	3.2	3.39E-06	8.72E-02	3.31E-04	8.76E-02
		7#西侧防护门外 30cm 处 (走廊)	2.62E+08	3.3	5.14E-06	1.00E+03	3.3	3.39E-06	8.20E-02	3.11E-04	8.23E-02
		8#西北侧墙体外 30cm 处 (走廊)	2.62E+08	3.1	5.14E-06	1.00E+03	3.1	3.39E-06	9.29E-02	3.53E-04	9.33E-02
		9#东北侧墙体外 30cm 处 (走廊)	2.62E+08	3.3	5.14E-06	1.00E+03	3.3	3.39E-06	8.20E-02	3.11E-04	8.23E-02
		10#急诊 DSA 复合手术室上方 距地面 1m 处	2.62E+08	4.7	2.42E-06	1.00E+03	5.4	1.60E-06	1.91E-02	5.49E-05	1.91E-02
		11#急诊 DSA 复合手术室下方 距地面 1.7m 处	2.62E+08	4.2	2.42E-06	1.00E+03	3.5	1.60E-06	2.39E-02	1.31E-04	2.40E-02
	透视	第一术者位 (身体铅衣内)	6.68E+06	0.6	4.08E-03	1.00E+03	0.7	4.08E-03	5.02E+01	8.32E+00	5.85E+01
		第一术者位 (身体铅衣外)	6.68E+06	0.6	2.52E-02	1.00E+03	0.7	2.52E-02	3.10E+02	5.13E+01	3.61E+02

		第一术者位（手部）	6.68E+06	0.6	2.27E-02	1.00E+03	0.8	2.27E-02	2.79E+02	3.55E+01	3.15E+02
		第二术者位（身体铅衣内）	6.68E+06	0.9	4.08E-03	1.00E+03	1.0	4.08E-03	2.23E+01	4.08E+00	2.64E+01
		第二术者位（身体铅衣外）	6.68E+06	0.9	2.52E-02	1.00E+03	1.0	2.52E-02	1.38E+02	2.52E+01	1.63E+02
		2#东南侧墙体外 30cm 处 （走廊）	6.68E+06	3.4	5.14E-06	1.00E+03	3.4	3.69E-07	1.97E-03	3.19E-05	2.00E-03
		3#东南侧防护门外 30cm 处 （走廊）	6.68E+06	3.7	5.14E-06	1.00E+03	3.7	3.69E-07	1.66E-03	2.70E-05	1.69E-03
		4#西南侧观察窗外 30cm 处 （控制室）	6.68E+06	2.8	5.14E-06	1.00E+03	2.8	3.69E-07	2.90E-03	4.71E-05	2.95E-03
		5#西南侧墙体外 30cm 处 （控制室）	6.68E+06	2.9	5.14E-06	1.00E+03	2.9	3.69E-07	2.71E-03	4.39E-05	2.75E-03
		6#西南侧防护门外 30cm 处 （控制室）	6.68E+06	3.2	5.14E-06	1.00E+03	3.2	3.69E-07	2.22E-03	3.60E-05	2.26E-03
		7#西侧防护门外 30cm 处 （走廊）	6.68E+06	3.3	5.14E-06	1.00E+03	3.3	3.69E-07	2.09E-03	3.39E-05	2.13E-03
		8#西北侧墙体外 30cm 处 （走廊）	6.68E+06	3.1	5.14E-06	1.00E+03	3.1	3.69E-07	2.37E-03	3.84E-05	2.41E-03
		9#东北侧墙体外 30cm 处 （走廊）	6.68E+06	3.3	5.14E-06	1.00E+03	3.3	3.69E-07	2.09E-03	3.39E-05	2.13E-03
		10#急诊 DSA 复合手术室上方 距地面 1m 处	6.68E+06	4.7	2.42E-06	1.00E+03	5.4	1.47E-07	4.86E-04	5.04E-06	4.91E-04
		11#急诊 DSA 复合手术室下方 距地面 1.7m 处	6.68E+06	4.2	2.42E-06	1.00E+03	3.5	1.47E-07	6.09E-04	1.20E-05	6.21E-04

由上表可知：当本项目急诊科 DSA 复合手术室在摄影模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 $7.76\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，在透视模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 $1.73\text{E-}04\mu\text{Sv/h}$ ；当本项目内镜中心 DSA 机房在摄影模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 $8.76\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，在透视模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 $1.96\text{E-}04\mu\text{Sv/h}$ 。

当本项目四层介入中心 DSA 手术室 7 在摄影模式时，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 $9.33\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ；在透视模式时，机房外关注点处的辐射剂量率最大值为 $2.09\text{E-}04\mu\text{Sv/h}$ 。根据本项目四层介入中心 DSA 手术室平面布局，四层介入中心患者通道处保守考虑按 7 台 DSA 装置的共同影响。则摄影模式时，患者通道处的辐射剂量率为 $9.33\text{E-}02\times 7=0.653\mu\text{Sv/h}$ ；透视模式时，患者通道处（同上点位）的辐射剂量率为 $2.09\text{E-}04\times 7=1.46\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ 。四层介入中心及手术中心 DSA 手术室配套的控制室，保守考虑 6 台 DSA 装置的共同影响，则摄影模式时，控制室处的辐射剂量率为 $9.33\text{E-}02\times 6=0.560\mu\text{Sv/h}$ ；透视模式时，控制室处（同上点位）的辐射剂量率为 $2.09\text{E-}04\times 6=1.25\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ 。

当本项目手术中心 DSA 复合手术室在摄影模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 $1.14\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，在透视模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 $2.95\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ 。

综上，本项目各 DSA 机房在正常运行情况下，机房各屏蔽体外辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（4）CT 辐射影响

①参数的选取

本项目急诊科 DSA 复合手术室和 CT 复合手术室所使用的 CT 装置额定管电压为 140kV ，由于 CT 自身带有屏蔽系统，机房周围主要受泄漏辐射影响，参考《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，本项目 CT 泄漏辐射空气比释动能不超过 1mGy/h 。屏蔽计算时，参考《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）， $\mu\text{Gy/h}$ 与 $\mu\text{Sv/h}$ 的转化因子取 1。

②预测结果与分析

根据表 10-5 可知，急诊科 DSA 复合手术室屏蔽体外最低铅当量为 4mmPb，手术中心 DSA 复合手术室屏蔽体外最低铅当量均为 4mmPb，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式 C.1，在 140kV 下，计算得屏蔽透射因子为 1.50E-05。2 台滑轨 CT 在进行复合手术时距离屏蔽体外最近关注点的距离取 3.1m，以上述数据核算，开展 DSA 复合手术时 CT 设备运行所致的辐射剂量率为 1.56E-03μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的 2.5μSv/h 控制剂量率要求。

根据表 10-5 可知，CT 复合手术室屏蔽体外最低铅当量为 4mmPb，根据《放射诊断放射防护要求》附录 C 的 C.1.2 中式 C.1，在 140kV 下，计算得屏蔽透射因子为 1.50E-05。由于 CT 复合手术室机房尺寸与手术中心 DSA 复合手术室尺寸一致，因此滑轨 CT 在 CT 复合手术室出束时距离屏蔽体外最近关注点的距离取 3.1m，以上述数据核算，CT 设备运行所致的辐射剂量率为 1.56E-03μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的 2.5μSv/h 控制剂量率要求。

（5）DSA 机房职业人员年有效剂量估算

根据《辐射防护导论》，按照式 11-5 对人员的年受照剂量进行估算。

$$H = H_r \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

H——年有效剂量，mSv/a；

H_r——关注点辐射剂量率，μSv/h；

t——年受照时间，h/a；

T——居留因子，对于职业人员，居留因子均取 1。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），当佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，采用式 11-6 进行估算。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

E——有效剂量中的外照射分量，mSv；

α——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84，本项目按要求配备铅橡胶颈套，取 0.79 计；

β——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100，本项目按要求配备铅橡胶颈套，取 0.051 计；

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，mSv；

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

表 11-7 DSA 机房工作人员年有效剂量估算结果

机房名称	工作人员	预测情况	剂量率	单人手术台数	单台手术时间	工作时间	年有效剂量	剂量约束值
			$\mu\text{Sv/h}$	台	min	h	mSv	mSv
急诊科 DSA 复合手术室	医生	透视模式下同室（第一术者位身体铅衣内）	5.85E+01	150	20	50.00	3.23	5
		透视模式下同室（第一术者位身体铅衣外）	3.61E+02					
		摄影模式下隔壁（控制室内）	6.21E-02		1	2.50		
		滑轨 CT 出束	1.56E-03（CT）		0.33	0.83		
	护士	透视模式下同室（第二术者位身体铅衣内）	2.64E+01	300	20	100.00	2.91	5
		透视模式下同室（第二术者位身体铅衣外）	1.63E+02					
		摄影模式下隔壁（控制室内）	6.21E-02		1	5.00		
		滑轨 CT 出束	1.56E-03（CT）		0.33	1.67		
	技师	透视模式下隔壁（控制室内）	1.43E-04	500	20	166.67	5.46E-04	5
		摄影模式下隔壁（控制室内）	6.21E-02		1	8.33		
		滑轨 CT 出束	1.56E-03（CT）		0.33	2.78		
内镜中心 DSA 机房	医生	透视模式下同室（第一术者位身体铅衣内）	5.85E+01	150	20	50.00	3.23	5
		透视模式下同室（第一术者位身体铅衣外）	3.61E+02					
		摄影模式下隔壁（控制室内）	7.76E-02		1	2.50		
		CT 机房影响	1.93		0.33	0.83		
	护士	透视模式下同室（第二术者位身体铅衣内）	2.64E+01	300	20	100.00	2.92	5
		透视模式下同室（第二术者位身体铅衣外）	1.63E+02					
		摄影模式下隔壁（控制室内）	7.76E-02		1	5.00		
		CT 机房影响	1.93		0.33	1.67		
	技师	透视模式下隔壁（控制室内）	1.73E-04	500	20	166.67	6.04E-03	5
		摄影模式下隔壁（控制室内）	7.76E-02		1	8.33		

		CT 机房影响	1.93		0.33	2.78		
介入中心 DSA 手术室 7	医生	透视模式下同室（第一术者位身体铅衣内）	5.85E+01	150	20	50.00	3.24	5
		透视模式下同室（第一术者位身体铅衣外）	3.62E+02					
		摄影模式下隔室（控制室内）	5.60E-01		1	2.50		
	护士	透视模式下同室（第二术者位身体铅衣内）	2.64E+01	300	20	100.00	2.92	5
		透视模式下同室（第二术者位身体铅衣外）	1.63E+02					
		摄影模式下隔室（控制室内）	5.60E-01		1	5.00		
手术中心 DSA 复合手术室	医生	透视模式下隔室（控制室内）	1.25E-03	500	20	166.67	4.88E-03	5
		摄影模式下隔室（控制室内）	5.60E-01		1	8.33		
	护士	透视模式下同室（第一术者位身体铅衣内）	5.85E+01	150	20	50.00	3.23	5
		透视模式下同室（第一术者位身体铅衣外）	3.61E+02					
		摄影模式下隔室（控制室内）	1.14E-01		1	2.50		
		滑轨 CT 出束（CT）	1.56E-03		0.33	0.83		
	护士	透视模式下同室（第二术者位身体铅衣内）	2.64E+01	300	20	100.00	2.91	5
		透视模式下同室（第二术者位身体铅衣外）	1.63E+02					
		摄影模式下隔室（控制室内）	1.14E-01		1	5.00		
		滑轨 CT 出束（CT）	1.56E-03		0.33	1.67		
	技师	透视模式下隔室（控制室内）	2.96E-03	500	20	166.67	1.45E-03	5
		摄影模式下隔室（控制室内）	1.14E-01		1	8.33		
		滑轨 CT 出束（CT）	1.56E-03		0.33	2.78		
手术中心 CT 复合手术室	技师	滑轨 CT 曝光下隔室（CT 控制室内）	1.56E-03	2500	0.33	13.89	2.17E-05	5
注：1、急诊科 DSA 复合手术室和手术中心 DSA 复合手术室控制室中的工作人员，还需考虑 CT 曝光的年有效剂量叠加。 2、内镜中心 DSA 机房同室的医生和护士应考虑楼下 CT 机房中 CT 曝光的年有效剂量叠加。由医院 2025 年放射诊断工作场所防护检测报告可知，CT 机房外周围剂量当量率最大值为 1.93 μ Sv/h。								

本项目 DSA 机房辐射工作人员拟新聘或从现有辐射工作人员调岗，因此工作人员年有效剂量应考虑叠加。由医院 2025 年 4 月 1 日~2026 年 3 月 31 日个人剂量检测报告统计结果（见附件 8）可知，辐射工作人员的年有效剂量最大结果为 1.38mSv，由上述计算可知：在正常运行时，DSA 机房辐射工作人员年有效剂量最大为 3.24mSv，叠加现有辐射工作人员年有效剂量最大值之后，本项目辐射工作人员年有效剂量最大为 4.62mSv，满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。

本项目设备运行时的 X 射线辐射剂量率保守按最小固有滤过 2.5mmAl 进行计算，未考虑附加滤过材料的影响，因此估算结果是偏保守的。DSA 射线装置在固有滤过材料的基础上，均配备有 Al、Cu 等附加滤过材料，实际运行过程中，辐射工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

（6）职业人员皮肤年当量剂量估算

手术医生在 DSA 机房内进行手术时，要求规范使用铅衣、铅围脖等防护用品，但是仍然有部分暴露在射线下方受到照射，在手术过程中，手术医生手部距离射线最近，因 X 射线随距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生手部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年当量剂量的估算。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），有辐射场空气比释动能率信息时，皮肤吸收剂量、当量剂量估算用下式进行计算：

$$D_s = C_{KS} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-7})$$

$$H = D_s \cdot W_R \quad (\text{式 11-8})$$

式中：

D_s ：皮肤吸收剂量（mGy）；

C_{KS} ：空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（mGy/mGy），根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.5，保守取 0.07MeV~0.15MeV 中最大值 1.156mGy/mGy；

$\dot{k}$ ：X、 γ 辐射场的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy/h}$ ），本项目为 279 $\mu\text{Gy/h}$ ；

t ：人员累积受照时间，h，本项目为 56.67h；

H ：关注点的当量剂量，mSv；

W_R : 辐射权重因数, X 射线取 1。

根据式 11-7 和式 11-8 计算得医生手部皮肤受到的当量剂量为 18.28mSv/a, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对职业人员四肢(手和足)或皮肤要求的当量剂量限值 500mSv/a。

(7) 机房周围公众年有效剂量估算

根据项目机房周围公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。本项目的居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 附录A选取, 具体数值见表11-8。

表11-8 居留因子的选取

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

机房周围公众年有效剂量保守选取摄影模式和透视模式下, 机房外关注点剂量率最大值预测结果为源强进行分析。急诊科 DSA 复合手术室摄影模式下辐射剂量率为 $7.76\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$, 透视模式下辐射剂量率为 $1.73\text{E-}04\mu\text{Sv/h}$; 内镜中心 DSA 机房摄影模式下辐射剂量率为 $8.76\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$, 透视模式下辐射剂量率为 $1.96\text{E-}04\mu\text{Sv/h}$; 介入中心 DSA 手术室 7 摄影模式时下辐射剂量率为 $9.33\text{E-}02 \times 7 = 0.653\mu\text{Sv/h}$; 透视模式时下辐射剂量率为 $2.09\text{E-}04 \times 7 = 1.46\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$; 手术中心 DSA 复合手术室摄影模式下辐射剂量率为 $1.14\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$, 透视模式下辐射剂量率为 $2.95\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ 。本项目每台 DSA 摄影模式年出束时间为 8.33h, 透视模式年出束时间为 166.67h, 合计年出束时间为 175h。预测分析时, 保守不再考虑距离衰减和其他功能用房的墙体屏蔽效果, 根据式 11-5 计算, 射线装置机房周围公众年有效剂量估算见表 11-9。

表 11-9 本项目 DSA 机房周围公众年有效剂量估算表

场所	环境保护目标	方位	摄影模式辐射剂量率	摄影模式年出束时间	透视模式辐射剂量率	透视模式年出束时间	居留因子	年有效剂量
			$\mu\text{Sv/h}$	h	$\mu\text{Sv/h}$	h		mSv
急诊科 DSA 复合手术室	污物暂存间	东南侧	7.76E-02	8.33	1.73E-04	166.67	1/16	4.65E-05
	疏散通道	西南侧	7.76E-02	8.33	1.73E-04	166.67	1/4	1.73E-04
	疏散通道	西北侧	7.76E-02	8.33	1.73E-04	166.67	1/4	1.73E-04
	DSA+CT 设备间	东北侧	7.76E-02	8.33	1.73E-04	166.67	1/16	4.65E-05
	血库前移、医护走廊	东北侧	7.76E-02	8.33	1.73E-04	166.67	1/4	1.73E-04
	淋卫室、更衣室、换鞋室	上方	7.76E-02	8.33	1.73E-04	166.67	1/16	4.65E-05
	停车区	下方	7.76E-02	8.33	1.73E-04	166.67	1/16	4.65E-05
内镜中心 DSA 机房	设备间	东北侧	8.76E-02	8.33	1.96E-04	166.67	1/16	5.36E-02
	通道	东南侧	8.76E-02	8.33	1.96E-04	166.67	1/4	5.38E-02
	走廊	西南侧	8.76E-02	8.33	1.96E-04	166.67	1/4	5.38E-02
	呼吸镜	西北侧	8.76E-02	8.33	1.96E-04	166.67	1	5.44E-02
	双人间、隔离间	上方	8.76E-02	8.33	1.96E-04	166.67	1	7.62E-04
	洁品库	上方	8.76E-02	8.33	1.96E-04	166.67	1/16	4.76E-05
	CT 机房	下方	8.76E-02	8.33	1.96E-04	166.67	1	5.44E-02
	走道	下方	8.76E-02	8.33	1.96E-04	166.67	1/4	5.38E-02
介入中心 DSA 手术室 1~DSA 手术室 7	机房东南侧四层患者通道	东南侧	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1/5	1.14E-03
	医废间、设备间、无菌库、耗材间、仪器间、药品间等	西南侧	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1/16	3.55E-04
	被服投放间、设备机房、UPS 间、污物间、污洗间、保洁间、水井间、电梯厅等	西北侧	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1/16	3.55E-04
	机房西北侧四层患者通道	西北侧	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1/5	1.14E-03
	机房东北侧四层医护通道	东北侧	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1/5	1.14E-03
	日间病房、护士站、治疗室	上方	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1	5.68E-03
	弱电间、被服间、耗材间、仪器室、处置室、物流间、	上方	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1/16	3.55E-04

	卫生间等							
	内科 ICU、中央监护站、护士站等	下方	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1	5.68E-03
	处置室、库房	下方	6.53E-01	8.33	1.46E-03	166.67	1/16	3.55E-04
手术中心 DSA 复合手术室	CT 复合手术室	东北侧	1.14E-01	8.33	2.95E-03	166.67	1	1.46E-03
	走廊	东南侧	1.14E-01	8.33	2.95E-03	166.67	1/4	3.82E-04
	走廊	西北侧	1.14E-01	8.33	2.95E-03	166.67	1/4	3.82E-04
	主机房区、蓄电池室	上方	1.14E-01	8.33	2.95E-03	166.67	1/16	1.12E-04
	男卫浴、女卫浴、男更衣、走廊	下方	1.14E-01	8.33	2.95E-03	166.67	1/16	1.12E-04

注：1、急诊科 DSA 复合手术室中滑轨 CT 年最大诊断量为 500 台，平均每次出束时间约 20s，设备年总出束时间约 2.78h，保守计算滑轨 CT 曝光年有效剂量为 $1.56\text{E-}03\mu\text{Sv/h}\times 2.78=4.34\text{E-}03\mu\text{Sv}=4.34\text{E-}06\text{mSv}$ 。急诊科 DSA 复合手术室周围公众年有效剂量为叠加滑轨 CT 曝光年有效剂量后的结果。

2、内镜中心 DSA 机房正下方为 CT 机房，应考虑公众年有效剂量的叠加。经医院提供信息可知，CT 机房全年开展诊断量约 50000 台，平均每次出束时间约 20s，设备年总出束时间约 27.8h，由医院 2025 年放射诊断工作场所防护检测报告可知，CT 机房周围剂量当量率最大值为 $1.93\mu\text{Sv/h}$ ，则 CT 曝光年有效剂量为 $1.93\mu\text{Sv/h}\times 27.8\text{h}\approx 53.6\mu\text{Sv}=5.36\text{E-}02\text{mSv}$ 。内镜中心 DSA 机房周围公众年有效剂量为叠加正下方为 CT 机房曝光年有效剂量后的结果。

3、四层介入中心 DSA 手术室周围剂量率取 7 台 DSA 同时影响所致的辐射剂量率进行估算，即摄影模式时，辐射剂量率为 $0.653\mu\text{Gy/h}$ ，透视模式时，辐射剂量率为 $1.46\text{E-}03\mu\text{Gy/h}$ ；

4、根据医院诊疗规划，手术中心 DSA 复合手术室和 CT 复合手术室存在同时开展治疗的情况，因此，手术中心 DSA 复合手术室东南侧走廊、西北侧走廊、上方和下方环境保护目标需要考虑叠加影响。CT 复合手术室单独开展诊断量约 2500 台，平均每次出束时间约 20s，设备年总出束时间约 13.89h，保守计算滑轨 CT 曝光年有效剂量为 $1.56\text{E-}03\mu\text{Sv/h}\times 13.89=2.17\text{E-}02\mu\text{Sv}=2.17\text{E-}05\text{mSv}$ 。手术中心 DSA 复合手术室东南侧走廊、西北侧走廊、上方和下方环境保护目标公众年有效剂量为叠加 CT 复合手术室滑轨 CT 曝光年有效剂量后的结果。

表 11-10 本项目 CT 机房周围公众年有效剂量估算表

场所	环境保护目标	方位	辐射剂量率	出束时间	居留因子	年有效剂量
			$\mu\text{Sv/h}$	h	/	mSv
手术中心 CT 复合手术室	UPS 室	东北侧	1.56E-03	13.89	1	2.17E-05
	走廊	东南侧	1.56E-03	13.89	1/4	4.26E-04
	手术中心 DSA 复合手术室	西南侧	1.56E-03	13.89	1	2.17E-05
	走廊	西北侧	1.56E-03	13.89	1/4	4.26E-04
	主机房区、蓄电池室	上方	1.56E-03	13.89	1/8	1.24E-04
	男卫浴、女卫浴、走廊	下方	1.56E-03	13.89	1/4	1.27E-04

注：根据医院诊疗规划，手术中心 DSA 复合手术室和 CT 复合手术室存在同时开展治疗的情况，因此，手术中心 CT 复合手术室东南侧走廊、西北侧走廊、上方和下方环境保护目标需要考虑叠加影响。表中东南侧走廊、西北侧走廊、上方和下方环境保护目标公众年有效剂量为叠加之后结果。

根据计算结果，急诊科 DSA 复合手术室周围公众受照的最大年有效剂量为 1.73E-

04mSv，内镜中心 DSA 机房周围公众受照的最大年有效剂量为 $5.44\text{E-}02\text{mSv}$ ，介入中心 DSA 手术室 1~DSA 手术室 7 周围公众受照的最大年有效剂量为 $5.68\text{E-}03\text{mSv}$ ，手术中心 DSA 复合手术室周围公众受照的最大年有效剂量为 $1.46\text{E-}03\text{mSv}$ ，手术中心 CT 复合手术室周围公众受照的最大年有效剂量为 $2.73\text{E-}04\text{mSv}$ ，均低于公众成员年有效剂量约束值（ 0.1mSv ）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 ）的要求。

对于 DSA、CT 机房屏蔽物边界外 50m 范围内的其他公众，由于剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，随着距离的增加，周围 50m 范围内公众所受年有效剂量更小，能够满足本项目 DSA、CT 机房周围公众受照的年有效剂量不超过 0.1mSv 的年剂量约束值要求。

由此说明，本项目 DSA、CT 机房的防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。上述估算仅是理论推算，实际应用时，工作人员的受照剂量应以佩戴的个人剂量检测结果为准。

11.2.1 ERCP 辐射环境影响

选择 ERCP 机房 2 作为样本机房分析 ERCP 装置投入运行后对周围工作人员所造成的影响。

（1）设备参数及机房防护情况

参考目前市面上最大管电压、最大管电流的 ERCP 型号并对其采用理论计算模式预测的方法进行影响分析，本项目 ERCP 装置参数与工况及防护情况见表 11-11。

表 11-11 本项目 ERCP 装置参数与工况及防护情况

设备名称		ERCP 装置		
技术参数		最大管电压 150kV/最大管电流 1000mA		
过滤材料		不小于 2.5mmAl		
最大照射野		100cm ²		
工况模式	摄影	正常工况下 最大常用电压 125kV 最大常用电流 200mA	距靶 1m 处 发射率常数	9.17mGy/mA·min
	透视	正常工况下 最大常用电压 100kV 最大常用电流 7mA		8.73mGy/mA·min
泄漏辐射源强		离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 1mGy/h		
机房有效面积尺寸		长 6.0m×宽 5.6m×高 4.8m		
防护	四侧墙体	轻钢龙骨架隔墙+3.5mm 铅板（3.5mmPb）		
	顶棚	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥（2.7mmPb）		

设施	地坪	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥 (2.7mmPb)
	防护门	内衬 3.5mm 铅板 (3.5mmPb)
	观察窗	3.5mmPb 铅玻璃 (3.5mmPb)
	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等防护用品 (0.5mmPb)、介入防护手套 (0.025mmPb)

注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等总滤过不小于 2.5mmAl，本项目 ERCP 过滤材料保守取 2.5mmAl；

②参考《辐射防护手册》（第一分册）P236 图 4.4c，当 2.5mmAl 作为过滤材料时，保守取 2.0mmAl 过滤材料时，得 125kV 电压下，发射率常数为 9.17mGy/mA·min，100kV 电压下，发射率常数为 8.73mGy/mA·min；

③参考国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy/h”。

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按式 11-1 计算，ERCP 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表见表 11-12。

表 11-12 ERCP 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表

设备	运行模式	过滤材料厚度	距靶 1m 处的空气比释动能 (mGy/mA·min)	最大常用电压 (kV)	最大常用电流 (mA)	距靶 1m 处的空气比释动能率 (μGy/h)
ERCP	摄影	2.5mmAl	9.17	125	200	1.10×10^8
	透视	2.5mmAl	8.73	100	7	3.67×10^6

（2）关注点位的选取

在机房中心设置 3.3m×1m 的矩形区域边界作为治疗床可能安装的边界范围，X 射线球管距地面 0.4m，源与患者的距离取 0.7m，取医护手术位、控制室操作位、防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、楼上离地 100cm 处、楼下距楼下地面 170cm 处作为关注点位。

本项目 ERCP 机房 2 各侧墙体的防护屏蔽相同，由图 11-6 中蓝线标注的距离可知，取距离最短的 3-2#点作为防护墙外剂量率代表点进行计算；同理，机房 2 扇防护门防护屏蔽相同，由图 11-6 中绿线标注的距离可知，取距离最短的 3-4#点作为防护门外剂量率代表点进行计算。机房只有 1 扇观察窗，取观察窗外 30cm 处的 3-3#点进行计算分析。ERCP 机房 2 关注点位示意图 11-6，点位情况见表 11-13。

表 11-13 ERCP 机房 2 关注点位情况表

关注点位		方位	与患者之间距离 (m)	与源之间距离 (m)
3-1#术者位	医生手术位 (身体铅衣内)	机房内	1.0	1.2
	医生手术位 (身体铅衣外)	机房内	1.0	1.2
	护士协助位 (身体铅衣内)	机房内	1.3	1.5
	护士协助位 (身体铅衣外)	机房内	1.3	1.5

3-2#西北侧防护墙外 30cm 处（洗镜间内）	西北侧	2.3	2.3
3-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）	东北侧	2.2	2.2
3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处（患者通道内）	东南侧	3.0	3.0
3-5#楼上离地 100cm 处（日间病房内）	上方	4.7	5.4
3-6#楼下距楼下地面 170cm 处（护士站内）	下方	5.4	4.7

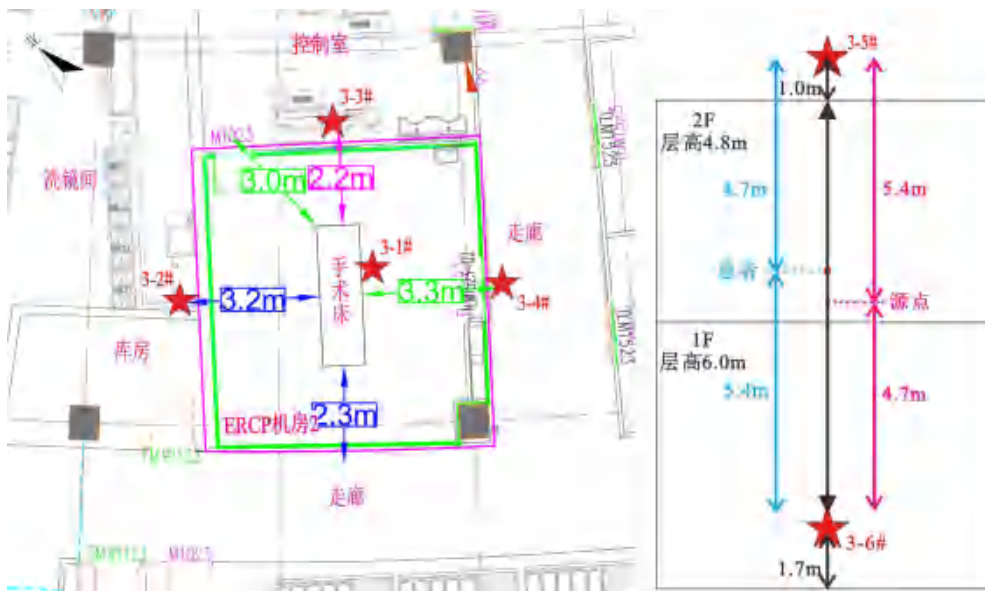


图 11-6 ERCP 机房 2 关注点位示意图

(3) ERCP 机房2周围辐射剂量率估算

屏蔽透射因子按照式 11-3 计算，拟合参数具体见表 11-4，本项目 ERCP 机房 2 散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-24、表 11-25。

表 11-14 ERCP 机房 125kV 摄影工况下散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
3-2#西北侧防护墙外 30cm 处（洗镜间内）	轻钢龙骨架隔墙 +3.5mm 铅板	3.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	5.10E-05
3-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）	3.5mmPb 铅玻璃	3.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	5.10E-05
3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处（患者通道内）	内衬 3.5mm 铅板	3.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	5.10E-05
3-5#楼上离地 100cm 处（日间病房内）	120mm 混凝土 +20mm 硫酸钡水泥	2.7mmPb	2.233	7.888	0.7295	3.07E-04
3-6#楼下距楼下地面 170cm 处（护士站内）	120mm 混凝土 +20mm 硫酸钡水泥	2.7mmPb	2.233	7.888	0.7295	3.07E-04

表 11-15 ERCP 机房 100kV 透视工况下散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
3-1#第一术者位（身体铅衣内）	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.05E-02
3-1#第一术者位（身体铅衣外）	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	2.507	15.33	0.9124	4.72E-02

3-1#第二术者位 (身体铅衣内)	0.5mm 铅衣 +0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.05E-02
3-1#第二术者位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	2.507	15.33	0.9124	4.72E-02
3-2#西北侧防护墙外 30cm 处 (洗镜间内)	轻钢龙骨架隔墙 +3.5mm 铅板	3.5mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.80E-05
3-3#东北侧观察窗外 30cm 处 (控制室内)	3.5mmPb 铅玻璃	3.5mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.80E-05
3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处 (患者通道内)	内衬 3.5mm 铅板	3.5mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.80E-05
3-5#楼上离地 100cm 处 (日间病房内)	120mm 混凝土 +20mm 硫酸钡水泥	2.7mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.34E-04
3-6#楼下距楼下地面 170cm 处 (护士站内)	120mm 混凝土 +20mm 硫酸钡水泥	2.7mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.34E-04

病人体表散射屏蔽估算按照式 11-2, ERCP 机房 2 各关注点位散射辐射剂量率估算见表 11-16。

表 11-16 ERCP 机房 2 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作 模式	关注点位	H_0	α	s	d_0	d_s	B	H_s
		$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
摄影	3-2#西北侧防护墙外 30cm 处 (洗镜间内)	1.10E+08	0.0013	100	0.7	2.3	5.10E-05	7.03E-01
	3-3#东北侧观察窗外 30cm 处 (控制室内)	1.10E+08	0.0013	100	0.7	2.2	5.10E-05	7.69E-01
	3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处 (患者通道内)	1.10E+08	0.0013	100	0.7	3.0	5.10E-05	4.13E-01
	3-5#楼上离地 100cm 处 (日间病房内)	1.10E+08	0.0013	100	0.7	4.7	1.25E-04	1.02
	3-6#楼下距楼下地面 170cm 处 (护士站内)	1.10E+08	0.0013	100	0.7	5.4	1.25E-04	7.69E-01
透视	3-1#医生手术位 (身体铅衣内)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	1.0	1.05E-02	2.55E+01
	3-1#医生手术位 (身体铅衣外)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	1.0	4.72E-02	1.15E+02
	3-1#护士协助位 (身体铅衣内)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	1.3	1.05E-02	1.51E+01
	3-1#护士协助位 (身体铅衣外)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	1.3	4.72E-02	6.79E+01
	3-2#西北侧防护墙外 30cm 处 (洗镜间内)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	2.3	1.80E-05	8.28E-03
	3-3#东北侧观察窗外 30cm 处 (控制室内)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	2.2	1.80E-05	9.05E-03
	3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处 (患者通道内)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	3.0	1.80E-05	4.87E-03
	3-5#楼上离地 100cm 处 (日间病房内)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	4.7	4.91E-05	1.48E-02
	3-6#楼下距楼下地面 170cm 处 (护士站内)	3.67E+06	0.0013	100	0.7	5.4	4.91E-05	1.12E-02

②泄漏辐射剂量率估算

屏蔽透射因子按照式 11-3 计算，拟合参数具体见表 11-4，本项目 ERCP 机房 2 泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-17、表 11-18。

表 11-17 ERCP 机房 125kV 摄影工况下泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
3-2#西北侧防护墙外 30cm 处（洗镜间内）	轻钢龙骨架隔墙 +3.5mm 铅板	3.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.58E-05
3-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）	3.5mmPb 铅玻璃	3.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.58E-05
3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处（患者通道内）	内衬 3.5mm 铅板	3.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.58E-05
3-5#楼上离地 100cm 处（日间病房内）	120mm 混凝土 +20mm 硫酸钡水泥	2.7mmPb	2.219	7.923	0.5386	1.58E-04
3-6#楼下距楼下地面 170cm 处（护士站内）	120mm 混凝土 +20mm 硫酸钡水泥	2.7mmPb	2.219	7.923	0.5386	1.58E-04

表 11-18 ERCP 机房 100kV 透视工况下泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
3-1#医生手术位（身体铅衣内）	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	7.36E-03
3-1#医生手术位（身体铅衣外）	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.66E-02
3-1#护士协助位（身体铅衣内）	0.5mm 铅衣 +0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	7.36E-03
3-1#护士协助位（身体铅衣外）	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.66E-02
3-2#西北侧防护墙外 30cm 处（洗镜间内）	轻钢龙骨架隔墙 +3.5mm 铅板	3.5mmPb	2.500	15.28	0.7557	1.18E-05
3-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）	3.5mmPb 铅玻璃	3.5mmPb	2.500	15.28	0.7557	1.18E-05
3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处（患者通道内）	内衬 3.5mm 铅板	3.5mmPb	2.500	15.28	0.7557	1.18E-05
3-5#楼上离地 100cm 处（日间病房内）	120mm 混凝土 +20mm 硫酸钡水泥	2.7mmPb	2.500	15.28	0.7557	8.79E-05
3-6#楼下距楼下地面 170cm 处（护士站内）	120mm 混凝土 +20mm 硫酸钡水泥	2.7mmPb	2.500	15.28	0.7557	8.79E-05

泄漏辐射剂量率估算按照式 11-4，ERCP 机房 2 各关注点位泄漏辐射剂量率估算见表 11-19。

表 11-19 ERCP 机房 2 各关注点位泄漏辐射剂量率估算表

工作模式	关注点位	H_0	d	B	H_L
		$\mu\text{Gy/h}$	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
摄影	3-2#西北侧防护墙外 30cm 处（洗镜间内）	1.00E+03	2.3	2.58E-05	4.88E-03
	3-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）	1.00E+03	2.2	2.58E-05	5.33E-03
	3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处（患者通道内）	1.00E+03	3.0	2.58E-05	2.87E-03
	3-5#楼上离地 100cm 处（日间病房内）	1.00E+03	5.4	6.35E-05	5.41E-03
	3-6#楼下距楼下地面 170cm 处（护士站内）	1.00E+03	4.7	6.35E-05	7.14E-03
透视	3-1#医生手术位（身体铅衣内）	1.00E+03	1.2	7.36E-03	5.11
	3-1#医生手术位（身体铅衣外）	1.00E+03	1.2	3.66E-02	25.42
	3-1#护士协助位（身体铅衣内）	1.00E+03	1.5	7.36E-03	3.27
	3-1#护士协助位（身体铅衣外）	1.00E+03	1.5	3.66E-02	16.27
	3-2#西北侧防护墙外 30cm 处（洗镜间内）	1.00E+03	2.3	1.18E-05	2.23E-03
	3-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）	1.00E+03	2.2	1.18E-05	2.44E-03
	3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处（患者通道内）	1.00E+03	3.0	1.18E-05	1.31E-03
	3-5#楼上离地 100cm 处（日间病房内）	1.00E+03	5.4	3.22E-05	3.02E-03
	3-6#楼下距楼下地面 170cm 处（护士站内）	1.00E+03	4.7	3.22E-05	3.98E-03

③总辐射剂量率估算

根据表 11-16 和表 11-18，ERCP 机房 2 各关注点位的总辐射剂量率结果见表 11-20。

表 11-20 ERCP 机房 2 各关注点位的总辐射剂量率结果表

工作模式	关注点位	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	总辐射剂量率
		$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$
摄影	3-2#西北侧防护墙外 30cm 处（洗镜间内）	7.03E-01	4.88E-03	7.08E-01
	3-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）	7.69E-01	5.33E-03	7.74E-01
	3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处（患者通道内）	4.13E-01	2.87E-03	4.16E-01
	3-5#楼上离地 100cm 处（日间病房内）	1.02	5.41E-03	1.03
	3-6#楼下距楼下地面 170cm 处（护士站内）	7.69E-01	7.14E-03	7.76E-01
透视	3-1#医生手术位（身体铅衣内）	2.55E+01	5.11	3.06E+01

3-1#医生手术位（身体铅衣外）	1.15E+02	25.42	1.40E+02
3-1#护士协助位（身体铅衣内）	1.51E+01	3.27	1.84E+01
3-1#护士协助位（身体铅衣外）	6.79E+01	16.27	8.42E+01
3-2#西北侧防护墙外 30cm 处（洗镜间内）	8.28E-03	2.23E-03	1.05E-02
3-3#东北侧观察窗外 30cm 处（控制室内）	9.05E-03	2.44E-03	1.15E-02
3-4#东南侧患者防护门外 30cm 处 （患者通道内）	4.87E-03	1.31E-03	6.18E-03
3-5#楼上离地 100cm 处（日间病房内）	1.48E-02	3.02E-03	1.78E-02
3-6#楼下距楼下地面 170cm 处（护士站内）	1.12E-02	3.98E-03	1.52E-02

由上述计算可知：本项目 ERCP 机房 2 的 ERCP 装置在摄影模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 $1.03\mu\text{Sv/h}$ ；透视模式下，机房周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 $1.78\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ 。

④ERCP 机房 2 周围辐射剂量率叠加分析

根据本项目二层内镜中心 ERCP 机房平面布局，ERCP 机房配套的控制室、二层机房东南侧走廊及内镜间保守考虑 2 台 ERCP 装置的共同影响。则摄影模式时，控制室、二层机房东南侧走廊及内镜间的辐射剂量率为 $1.03\times 2=2.06\mu\text{Gy/h}$ ；透视模式时，控制室、二层机房东南侧走廊及内镜间处（同上点位）的辐射剂量率为 $1.78\text{E-}02\times 2=3.56\text{E-}02\mu\text{Gy/h}$ 。

综上，在正常运行情况下，二层内镜中心 ERCP 机房各屏蔽体外辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的要求；根据上述理论计算，可得本项目二层内镜中心 ERCP 机房 1 各屏蔽体外辐射剂量率满足上述防护要求；2 台 ERCP 装置共同影响的控制室、二层机房东南侧走廊及内镜间处辐射剂量率经叠加后也满足上述防护要求。

（4）二层内镜中心 ERCP 机房职业人员年有效剂量估算

本项目二层内镜中心 ERCP 机房最大运行工况和曝光时间见表 9-2。根据式 11-5、式 11-6 对职业人员的年受照剂量进行估算，二层内镜中心 ERCP 机房工作人员年有效剂量估算结果见表 11-21。

表 11-21 二层内镜中心 ERCP 机房职业人员年有效剂量估算结果

岗位	预测情况	剂量率	单人手术台数	单台手术时间	工作时间	年有效剂量	年有效剂量约束值
		$\mu\text{Gy/h}$	台	min	h	mSv	mSv
医生	透视模式下同室（第一术者位身体铅衣内）	30.6	600	8	80	2.52	5
	透视模式下同室（第一术者位身体铅衣外）	140					
	摄影模式下隔室（控制室内）	1.549		1	10		
护士	透视模式下同室（第二术者位身体铅衣内）	18.4	1000	8	133.33	2.54	5
	透视模式下同室（第二术者位身体铅衣外）	84.2					
	摄影模式下隔室（控制室内）	1.549		1	16.67		
技师	透视模式下隔室（控制室内）	2.30E-02	1000	8	133.33	2.89E-02	5
	摄影模式下隔室（控制室内）	1.549		1	16.67		

注：①技师操作位剂量率取控制室观察窗外 2 台 ERCP 同时影响所致的辐射剂量率进行估算，即摄影模式时，辐射剂量率为 $1.549\mu\text{Gy/h}$ ，透视模式时，辐射剂量率为 $2.30\times 10^{-2}\mu\text{Gy/h}$ ；
 ②摄影模式下，介入医护人员退出机房，进入控制室，因此剂量率取控制室观察窗外 2 台 ERCP 同时影响所致的辐射剂量率进行估算，摄影模式时，辐射剂量率为 $1.422\mu\text{Gy/h}$ 。

由上述计算可知：在正常运行时，ERCP 辐射工作人员年有效剂量最大为 2.54mSv ，满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。本项目 ERCP 机房辐射工作人员拟新聘或从现有介入科辐射工作人员调岗，原则上不兼岗，不会增加现有辐射工作人员工作量。

本项目 ERCP 设备型号未定，设备运行时的 X 射线辐射剂量率保守按最小固有滤过 2.5mmAl 进行计算，未考虑附加滤过材料的影响，因此估算结果是偏保守的。ERCP 射线装置在固有滤过材料的基础上，均配备有 Al、Cu 等附加滤过材料，实际运行过程中，辐射工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

（5）二层内镜中心 ERCP 机房周围公众及辐射工作人员年有效剂量估算

根据项目机房周围公众及辐射工作人员的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。根据式 11-5，按照表 11-12 选取居留因子，机房周围公众年有效剂量保

守选取 2 台 ERCP 装置共同运行时，摄影模式和透视模式下机房外关注点剂量率最大值预测结果进行分析，即摄影模式下辐射剂量率为 $2.06\mu\text{Sv/h}$ ；透视模式下辐射剂量率为 $3.56\times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ 。本项目 ERCP 摄影模式年出束时间为 16.67h，摄影模式年出束时间为 133.33h，合计年出束时间为 150h。预测分析时，保守不再考虑距离衰减和其他功能用房的墙体屏蔽效果，二层内镜中心 ERCP 机房周围公众及辐射工作人员年有效剂量估算见表 11-22。

表 11-22 二层内镜中心 ERCP 机房周围公众及辐射工作人员年有效剂量估算表

环境保护目标	方位	摄影模式 辐射剂 量率	摄影模式 年出束时 间	透视模式 辐射剂 量率	透视模式 年出束时 间	居留 因子	年有效 剂量	人员 类别
		$\mu\text{Gy/h}$	h	$\mu\text{Gy/h}$	h	/	mSv	
机房东南侧二层走廊	东南侧	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/5	$7.82\text{E-}03$	公众
机房西南侧二层走廊	西南侧	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/5	$7.82\text{E-}03$	公众
库房	西南侧	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/16	$2.44\text{E-}03$	公众
洗镜间	西北侧	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/16	$2.44\text{E-}03$	公众
机房东北侧二层走廊	东北侧	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/5	$7.82\text{E-}03$	公众
外科 ICU、中央监护站、护士站等	上方	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1	$3.91\text{E-}02$	公众
机房上方三层走廊	上方	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/5	$7.82\text{E-}03$	公众
机房下方一层走廊、更衣室	下方	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/5	$7.82\text{E-}03$	公众
一层肠胃机机房、DR 机房 9、CT 机房 2	下方	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/2	$1.95\text{E-}02$	公众
一层肠胃机机房配套控制室、DR 机房 9 配套控制室、CT 机房 2 配套控制室	下方	2.06	16.67	$3.56\text{E-}02$	133.33	1/2	$1.95\text{E-}02$	职业

由上述计算可知：在正常运行时，二层内镜中心 ERCP 机房周围公众受照的最大年有效剂量为 $3.91\times 10^{-2}\text{mSv}$ ，满足本项目公众受照的年有效剂量不超过 0.1mSv 的年剂量约束值要求。本项目所致 ERCP 机房周围辐射工作人员受照的最大年有效剂量为 $1.95\times 10^{-2}\text{mSv}$ ，医院现有辐射工作人员的年有效剂量检测结果最大结果为 1.38mSv ，保守按照现有辐射工作人员年有效剂量最大值叠加为 $1.38+1.95\times 10^{-2}=1.40\text{mSv}$ ，仍满足职业人员受照的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。

对于 ERCP 机房屏蔽物边界外 50m 范围内的其他公众，由于剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，随着距离的增加，周围 50m 范围内公众所受年有效剂量更小，能够满足本项目 ERCP 机房周围公众受照的年有效剂量不超过 0.1mSv 的年剂量约束值要求。

由此说明，本项目二层内镜中心 ERCP 机房的防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。上述估算仅是理论推算，实际应用时，工作人员应严格规范佩戴个人剂量计，以对个人有效剂量进行更为准确的监测。

11.2.2 三废环境影响分析

(1) 废气

本项目 DSA 和 ERCP 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，会有少量臭氧和氮氧化物产生。因射线装置每次曝光时间短，臭氧和氮氧化物产生量很少。本项目机房拟设置动力通风装置进行通排风，进风口及排风口拟设置于机房吊顶，保证机房内有良好的通风，臭氧和氮氧化物最终经排风管道送至屋顶排放，屋顶开阔、通风扩散条件较好，无人员长期活动。产生的少量臭氧和氮氧化物经通排风系统收集后最终排放至大气外环境中，臭氧可在 50min 后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生额的 1/3，因此本项目射线装置产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

(2) 废水

本项目介入手术产生的器械清洗废水、医护手部清洗废水以及医护人员产生的生活污水依托医院现有污水处理设施预处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求后，纳入市政污水管网进行集中处理。项目废水不直接排放，对地表水环境影响较小。

(3) 固体废物

介入手术产生的废药棉、废纱布、废手套等医疗废物待手术结束后收集，定期移至医院总医疗废物暂存间，并委托医疗废物处置单位进行处置；医护人员产生的生活垃圾分类收集后委托当地环卫部门定期清运处理。经上述“资源化、减量化、无害化”处置后，项目产生的固体废物不会对周围环境产生明显影响。

(4) 噪声

本项目各机房通风设备拟选用低噪声设备，通风设备设置于室内，排风管设置微穿孔消声器，风管与风机软连接，排风口设置防雨百叶窗，项目通风设备经墙体隔声、距离衰减后，对医院场界噪声贡献值很小，运行期间场界噪声可达到相关标准要求，对周边声环境影响较小。

11.3 辐射事故分析和防范措施

11.3.1 环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项

目在运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

11.3.2 事故等级分析

本项目为医用II类、III类射线装置使用项目，X射线能量较低，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》内辐射事故等级分类依据，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。

11.3.3 射线装置事故工况类型

①装置在运行时，由于门-灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

②工作人员或患者家属还未全部撤离治疗机房，控制室人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

③X射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

11.3.4 事故预防措施及防范措施

（1）事故预防措施

将射线装置放置于专用机房内，机房墙体采用铅板进行屏蔽，顶棚采用混凝土和硫酸钡防护涂料进行屏蔽，地坪采用混凝土和硫酸钡防护涂料进行屏蔽，观察窗采用铅玻璃，并设置工作人员防护铅门、受检者防护铅门，防护门内衬铅板。受检者防护门处安装工作状态指示灯、设置电离辐射警告标志，防护门关闭时，工作状态指示灯亮，警示人员勿入，同时装置操作台处设置急停开关，操作人员可通过急停开关等停机操作来确保人员安全。因此射线装置发生的辐射事故及风险主要原因是管理上出的问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，遵守操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查设备性能及有关安全警示标志和设施是否正常。对可能发生的辐射事故，应及时采取应急措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，同时上报生态环境部门和卫生行政部门，并接受监督部门的处理。

（2）事故防范措施

①医院已成立辐射安全防护管理小组，并制定了放射诊疗管理相关制度与预案，拟定工作计划组织实施；对全院辐射安全管理工作进行监督、检查，定期对放射诊疗

安全事件进行演练，针对演练不足进行持续改进。

②医院已制定了《介入手术室管理制度》《介入手术室放射防护制度》《放射科组织管理制度》《放射科介入诊疗管理制度》《放射设备及防护用品使用管理制度》《放射科质量与安全管理制度》等相关辐射管理制度。本评价要求医院对应急预案及其他已有制度进行及时修订更新，将本项目所涉及的射线装置纳入辐射防护管理体系，各辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

③制定经常性自检制度，对门-灯联锁、监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志灯等防护设施进行经常性检查，如发现这些防护设施不够完善或失灵，立即维护、修复。

④制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，减少意外照射事故的发生。

⑤医务人员必须严格按照X射线装置操作程序进行诊断，确定机房内工作人员及病人家属均离开机房后方可开机，以避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。

⑥医护人员进行DSA手术前，一定要穿好防护铅服，戴铅眼镜，佩戴个人剂量计后方可进行手术作业。

⑦项目应严格遵循所用辐射设备的安全使用年限，避免机械故障造成辐射事故，严禁超期使用。

⑧严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如验收监测及年度监测结果表明外墙、防护门缝隙、观察窗、孔洞等处辐射水平偏高时，应立即停机，查明原因，并优化屏蔽设计和施工，未整改到位前，设备不得开机。

⑨完善放射事故应急处理预案，建议补充应急装备、物资清单、定期演练等内容，每年定期进行一次演练；发现问题，及时进行整改。

⑩维修人员进入机房前，必须确认射线装置未出束，同时需断开电源，并应携带个人剂量报警仪，调试和维修时须在控制室外设置醒目的警示牌。设备维修应由设备厂家派出有维修资格的人员操作，并按其操作规范进行操作。

11.3.5 事故应急处理及报告

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的放射事故应急处理预案，采取应急措施，并在两小时内填写初始报告，向生态环境主管部门报告。若造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

①第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查。

③及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

④事故处理后应整理资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

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》相关要求，使用放射性同位素、射线装置的单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

嘉兴市第二医院已成立了辐射安全防护管理小组，落实安全责任制度，并明确了相关成员名单及职责，本项目实施后，相关科室负责人需纳入医院现有的辐射安全与环境保护管理机构中，建设单位应及时更新、调整管理机构的人员组成。

12.1.2 辐射工作人员培训及职业健康检查管理

(1) 辐射工作人员培训

医院严格执行辐射工作人员培训制度，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）、《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告第 2021 年第 9 号）和《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会，浙环函〔2019〕248 号），在双证同发的前提下，各单位对辐射工作人员的辐射安全与防护培训或放射诊疗培训互相认可。目前医院现有辐射工作人员均参加了嘉兴市卫生监督所组织的放射防护知识培训，并考核合格。

本项目辐射工作人员拟新聘或从现有辐射工作人员调岗，现有辐射工作人员均已参加过嘉兴市卫生监督所组织的放射防护知识培训，到期前进行再培训。

(2) 职业健康检查

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

医院现有辐射工作人员已建立职业健康档案，符合要求。本项目辐射工作人员拟新聘或从现有辐射工作人员调岗，现有辐射工作人员已建立职业健康档案，符合要求，后续每一年或两年委托有相关资质的单位对辐射工作人员进行职业健康检查。

(3) 个人剂量检测

本项目为每名手术医护人员配备 2 枚个人剂量计，每名技师配备 1 枚个人剂量计，并按期（一般为 30 天，最长不超过 90 天）委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；个人剂量档案应当终生保存。医院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、体检报告、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，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

12.1.3 年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用放射性同位素的单位，应当对本单位放射性同位素和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 日前上传至核技术利用平台上一年度的评估报告。医院年度评估报告包括：放射性同位素与射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

医院已按照要求执行年度评估。本项目建成后，医院应将本项目辐射工作场所纳入现有辐射安全与防护状况评估。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《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，还应有完善的辐射应急措施”。

嘉兴市第二医院已建立《介入手术室管理制度》《介入手术室放射防护制度》《放射科组织管理制度》《放射科介入诊疗管理制度》《放射设备及防护用品使用管理制度》《放射科质量与安全管理制度》等辐射防护管理制度，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，医院应认真落实各项规章制度，并根据本项目机房特点，对已制定的相关规章制度进行更新和完善。

医院在完善、补充现有辐射防护管理制度后，现有辐射防护管理制度基本可以满足

足本项目从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，医院应将制定的所有规章制度中关于操作规程、辐射工作人员岗位职责和应急响应程序等内容张贴上墙，各辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

医院应对相关资料进行分类归档，根据环境影响评价文件、竣工环境保护验收文件、单位辐射工作文件、辐射安全许可证、年度评估报告、辐射安全和防护管理制度、工作人员辐射防护等文件要求建立不同类别的档案，并安排专人对核技术利用项目环保相关文件及档案进行管理。

12.3 竣工环境保护验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.4 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，项目单位需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

12.4.1 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》，使用放射性同位素、射线装置的单位应该配置与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括辐射监测等仪器。根据以上要求，结合医院实际情况，本项目 DSA 机房拟依托医院现有辐射巡测仪，详见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射工作场所辐射监测仪器拟配置情况

工作场所	监测仪器	配置情况说明	备注
本项目工作场所	便携式 X-γ射线巡测仪	1 台	依托医院现有辐射巡测仪，型号：451P

12.4.2 监测计划

(1) 年度监测

继续委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传至核技术利用平台。

(2) 日常自行监测

定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

(3) 验收监测

项目建成、设备调试正常后，医院需委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，出具验收监测报告。

(4) 监测内容和要求

监测依据：《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

监测内容：周围剂量当量率、个人剂量当量。

监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。竣工环境保护验收监测重点对射线装置机房屏蔽墙体、防护门、观察窗、管线洞口等辐射防护薄弱点位，以及机房周边人员活动区域开展布点监测；日常监测针对机房防护关键点、工作人员操作位开展布点；年度监测覆盖机房各防护边界、公众经常活动的周边环境点位。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

监测范围：控制区和监督区域及周围环境。

表 12-2 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA、 ERCP、 CT 机房	X- γ 辐射 周围 剂量 当量 率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	射线装置机房距墙体、门窗表面 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处、地坪下方距地面 170cm 处及周围需要关注的监督区、机房防护门及门缝、观察窗、控制室操作位、手术位、电缆/空调/风管穿墙处等	委托有资质单位监测
日常监测			1 次/季度	按照国家规定进行计量检定		自行监测
验收监测			项目建成后三个月内	按照国家规定进行		委托有资质单位监测
个人剂量监测	/	个人剂量当量	至少每三个月 1 次	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托有资质单位监测

12.4.3 个人剂量监测

个人剂量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，监测周期一般为一个月，最长不超过三个月。其中铅橡胶围裙内外双个人剂量计分别佩戴在铅橡胶围裙外锁骨对应的领口位置及铅橡胶围裙内躯干位置，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反。

(1) 医院应将各季度发送的个人剂量计定期送往有资质的单位进行检测。如果在单个季度出现个人剂量超过1.25mSv时，医院需进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并经当事人签字。年剂量超过5mSv的管理限值时，医院应暂停该辐射工作人员继续从事放射工作，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，经当事人签字，并上报当地生态环境主管部门。年剂量超过20mSv标准时，构成辐射事故，医院立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射安全与环境保护管理领导小组上报当地生态环境主管部门。检测报告及有关调查报告应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同辐射工作场所年度监测报告一起作为《辐射安全与防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

(3) 辐射工作人员个人剂量档案内容应包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等信息，个人剂量档案终生保存。

12.5 辐射应急

根据国务院令 第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

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

医院已经制定了《辐射事故应急预案》（见附件 6）。对照上述要求，现有《辐射事故应急预案》应补充应急人员的组织、培训和应急装备、物资清单等内容，医院应当在今后预案实施过程中，根据国家新发布的相关法规内容，结合医院实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告

制度的通知》等要求，向生态环境主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并根据要求在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

本项目拟建于浙江省嘉兴市南湖区七星街道，东至规划南江路，南至现状角里街，西至规划庆丰路，北至规划嘉善第三通道，主体医疗楼一层、二层以及四层，在主体医疗楼一层急诊科建设 1 间 DSA 复合手术室，机房内安装使用 1 台 DSA 和一台滑轨 CT；拟在主体医疗楼二层内镜中心建设 2 间 ERCP 机房和一间 DSA 机房，在 2 间 ERCP 机房内分别安装使用 1 台 ERCP 装置，在 DSA 机房内安装使用 1 台 DSA 装置；拟在主体医疗楼四层介入中心建设 7 间 DSA 手术室，在 7 间 DSA 手术室内分别安装使用 1 台 DSA 装置；拟在主体医疗楼四层手术中心建设 1 间 DSA 复合手术室和 1 间 CT 复合手术室，机房内分别安装使用 1 台 DSA 和 1 台滑轨 CT。10 台 DSA 设备均为新购，型号待定，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置，2 台 CT 装置均为新购，型号待定，最大管电压 140kV，最大管电流 800mA，属于 III 类射线装置，2 台 ERCP 装置型号待定，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

本项目各机房四侧墙体采用铅板进行屏蔽，顶棚采用混凝土和硫酸钡防护涂料进行屏蔽，地坪采用混凝土和硫酸钡防护涂料进行屏蔽，各防护门均采用铅防护门，观察窗为铅玻璃，并配有个人防护用品，其屏蔽要求及个人防护用品配置均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

各机房控制室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。机房门外拟设电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，灯箱处拟设警示语句，机房内均设有急停按钮、门-灯联锁等安全设施。

各机房应配置相应的个人防护用品和辅助防护设施，其配置均按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

（2）辐射安全管理结论

嘉兴市第二医院已成立辐射安全与环境保护领导小组，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作；医院应认真落实各项规章制度，并根据本项目机房特点，对已制定的相关规章制度进行更新和完善；医院已对辐射工作人员进行了职业健康监

护和个人剂量监测，并建立了个人职业健康监护档案和个人剂量档案，医院应及时组织本项目调配工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别再培训学习。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）辐射影响分析结论

根据本报告表 11 章节对本次核技术利用项目运行过程中，对周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常工况下，本项目辐射工作场所周围辐射剂量率水平满足相关标准的要求，在运行过程中对辐射工作人员和周围环境中的公众辐射影响均能满足本报告提出的剂量约束值的要求，即工作人员受照剂量不超过 5mSv/a，公众受照剂量不超过 0.1mSv/a，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关标准要求。

（2）辐射工作场所“三废”影响分析

①废气：本项目射线装置在曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物经动力通风装置排入大气环境后，经自然分解，对周围大气环境影响很小。

②废水：手术产生的器械清洗废水、医护手部清洗废水以及医护人员产生的生活污水依托医院原有污水处理站处理达标后纳管，项目废水不直接排放，对地表水环境影响较小。

③固体废物：手术产生的医疗废物、工作人员产生的生活垃圾经妥善安全处置后不会对周围环境产生明显影响。

④噪声：本项目机房通风设备拟选用低噪声设备，通风设备设置于室内，项目通风设备经墙体隔声、距离衰减后，对医院场界噪声贡献值很小，运行期间场界噪声可达到相关标准要求，对周边声环境影响较小。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目 DSA、ERCp 和 CT 属于第一类“鼓励类”第十三项“医药”中第 4 条“高端医疗器械创新发展：……高性能医学影像设备……”，符合国家产业政策。

（2）实践正当性分析结论

本项目建设的根本目的在于开展放射诊疗工作、治病救人，实践过程中采取了可能的辐射防护措施，经预测分析，本项目运行后，在给患者带来利益的同时，引起的

对工作人员和公众人员的照射剂量满足国家辐射防护安全标准的要求，同时满足根据最优化原则设置的项目管理约束值的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

（3）选址合理性分析结论

本项目所在地用地性质为医疗卫生用地。本项目射线装置机房实体屏蔽边界外50m评价范围内主要为医院内部建筑物、绿化及医院内部道路，不涉及其他环境敏感区域。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众的辐射影响是可接受的，因此项目选址合理。

（4）嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区七星街道，东至规划南江路，南至现状角里街，西至规划庆丰路，北至规划嘉善第三通道，主体医疗楼内，根据《嘉兴市生态环境局关于印发<嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》（嘉环发〔2024〕39号），本项目所在地属于“浙江省嘉兴市南湖区中心城区生活重点管控单元（环境管控单元编码：ZH33040220007）”。本项目为医疗机构核技术利用项目，经分析，项目符合《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

（5）与其他相关规划符合性分析结论

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区七星街道，东至规划南江路，南至现状角里街，西至规划庆丰路，北至规划嘉善第三通道，主体医疗楼内，根据嘉兴市“三区三线”划分成果，项目所在地处于城镇开发边界内，主体工程占地不涉及永久基本农田与生态保护红线，本项目已纳入主体工程征占地，无需新征用地，对照上述各类文件要求，本项目建设符合“三区三线”的要求。

由本报告表11环境影响分析可知，本项目运营过程中产生的电离辐射及“三废”经采取一定的辐射防护和治理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的，各污染物可以做到达标排放。

（6）项目可行性

综上所述，本项目的选址和布局合理可行，医院在落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运行期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

医院应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

①严格按照本次报批核技术利用项目类型和范围进行建设，若发生变动，将按要求办理相关环保手续。

②严格按照本报告的屏蔽设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。项目竣工后正式运行前，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工环境保护验收报告。

③加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。

④制定完善各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。按照应急预案处理和上报辐射事故。

⑤严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

⑥本项目环评审批后，及时重新申领辐射安全许可证。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：		
公 章		
经办人	年	月 日

审批意见：		
公 章		
经办人	年	月 日