

编号：ZFHK-FB22220013

核技术利用建设项目

湖州市中医院迁建工程

新增DSA核技术应用建设项目

环境影响报告表

（公示稿）

湖州市中医院

2023年2月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

湖州市中医院迁建工程 新增DSA核技术应用建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：湖州市中医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：湖州市南街 315 号

邮政编码：313000

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.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	14
表 8 环境质量和辐射现状.....	19
表 9 项目工程分析与源项.....	22
表 10 辐射安全与防护.....	27
表 11 环境影响分析.....	33
表 12 辐射安全管理.....	45
表 13 结论与建议.....	50
表 14 审批.....	54

附图

- 附图 1 地理位置图
- 附图 2 周边环境关系示意图
- 附图 3 总平面布置图
- 附图 4 医院建成效果图
- 附图 5 门急诊医技楼一层平面布置图
- 附图 6 门急诊医技楼二层平面布置图
- 附图 7 门急诊医技楼地下平面布置图
- 附图 8 本项目 DSA 机房平面布置图
- 附图 9 湖州市环境管控单元分类图

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 事业单位法人证书
- 附件 3 辐射安全许可证
- 附件 4 医院迁建环评审查意见
- 附件 5 环境本底监测报告
- 附件 6 类比项目竣工验收监测报告（节选）
- 附件 7 辐射安全与防护培训
- 附件 8 辐射安全管理委员会成立文件
- 附件 9 辐射安全与防护管理制度
- 附件 10 突发辐射事故应急预案
- 附件 11 年度个人剂量监测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		湖州市中医院迁建工程新增 DSA 核技术应用建设项目				
建设单位		湖州市中医院				
法人代表	嵇冰	联系人	凌达	联系电话	13819225001	
注册地址		湖州市南街 315 号				
项目建设地点		湖州市仁皇山新区 RHS-03-0302H 地块湖州市中医院新院区门急诊医技楼一层 DSA 机房				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1140	项目环保投资 (万元)	57	投资比例 (环保投资/总投资) 5%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其他	/					
<p>1.1 项目概述</p> <p>1.1.1 建设单位概况</p> <p>湖州市中医院位于湖州市南街 315 号，又名浙江中医药大学附属湖州中医院，前身为 1927 年的“吴兴中医协会”，于 1957 年 10 月 1 日，由杨家弄、东街、直经堂巷、伤科 4 个联合诊所组成“湖州市联合中医院”，为浙江省最早建立的中医院之一，是一所集医疗、教学、科研、预防保健于一体的三级甲等中医医院。</p> <p>医院现有在岗职工 700 余人，其中高级技术职称 140 余人，硕士及以上学历 120 余人。占地面积 19.2 亩，房屋建筑面积 30000 平方米，核定床位 600 张，实际开放床位 600 张。10 个医技科室，住院部设有 10 个病区和 1 个血透中心。</p>						

现有医院地处吴兴区中心城区核心区，医疗环境拥挤，医疗设施相对陈旧、面积较小，严重影响医疗秩序和医疗服务水平，医疗条件满足不了人民群众看病就医的需要，现计划搬迁至仁皇山新区 RHS-03-0302H 地块。（东靠安吉路，南接青太路，西临长兴路，北为规划道路）。项目总用地面积 7351.5 平方米（110 亩），总建筑面积为 145627.1 平方米，其中地上建筑面积 104859.38 平方米，地下建筑面积 40767.72 平方米，项目建成后规模为 800 张床位。根据建设单位提供资料，《湖州市中医院迁建项目环境影响报告书》已于 2021 年 2 月 8 日取得湖州市生态环境局批复，文号为：湖新区环建（2021）1 号，具体见附件 5。目前新院区正在建设中，暂未投入使用。

1.1.2 建设目的和任务由来

近年来，随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，为促进湖州市城市建设和经济发展的需要，进一步更好为人民身体健康提供医疗与护理保健服务，湖州市中医院拟在新建院区门急诊医技楼一层影像中心内建设 1 间 DSA 机房及其配套用房并新增 1 台数字减影血管造影系统（以下简称“DSA”），DSA 管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

对照《射线装置分类》（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 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置。对照《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 类射线装置”，环评类别为环境影响报告表。

为此，湖州市中医院委托中辐环境科技有限公司开展“湖州市中医院迁建工程新增 DSA 核技术应用建设项目”（简称“本项目”）的环评工作。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。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟在新院区门急诊医技楼（该楼地上 4 层，地下 1 层）一层影像中心内新建 1 间 DSA 机房并配套建设 1 间控制室，1 间洗手铅衣室、1 间缓冲室、1 间术后观察术前准备室、1 间污物暂存室、1 间设备间、1 间新风空调机房。机房内新增 1 台 DSA

设备，型号未定，DSA 管电压 125kV，最大管电流 1000mA，主射线方向由下向上，属于II类射线装置。建成后的 DSA 机房有效面积 55.94m²。

表 1-1 本项目建设规模汇总表

序号	名称	型号	数量	拟安装位置	主射方向	类别	额定参数	备注
1	DSA	待定	1 台	门急诊医技楼一层 DSA 机房	由下向上	II类	125kV/1000mA	新增

(1) 工作负荷及人员配备

根据医院提供的资料，本项目 DSA 年最大手术量为 600 台。DSA 主要开展心内科介入手术，按照 1 台手术减影曝光时间取 1min，透视时间取 20min，则 DSA 减影过程年总曝光时间均为 10h，透视过程年总曝光时间为 200h。DSA 最大运行工况和工作负荷详见表 1-2。

本项目 DSA 拟配备工作人员 14 名，包括手术医生 8 人，护士 4 人，技师 2 人。DSA 机房配置的工作人员总共分为 4 组，控制室内固定配置 1 名技师，两人轮岗，每台手术配备 2 名手术医生和 1 名护士，每组手术医生或护士年手术台数不大于 150 台，则介入医护人员透视过程年最大受照时间为 50h。

表1-2 本项目DSA最大运行工况和工作负荷

设备	手术量	最大运行工况		曝光时间 (h)	每组医护年最大受照射时间 (h)	单个技师年最大受照射时间 (h)	年出束时间 (h)
		减影	80kV, 600mA				
DSA	600 台/年	透视	80kV, 5mA	200	50	200	210

备注：DSA 机房配置的工作人员总共分为 4 组，每组医生每年手术量不超过 150 台，即每组手术医生透视过程年最大受照时间不超过 50h。

本项目辐射工作人员均为新增辐射人员，由医院非辐射工作人员经培训后转岗或外部新聘人员。工作人员相对固定，不存在兼岗和操作其他射线装置情况。工作人员每天工作8小时，每年工作250天。

根据生态环境部《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），医院尽快组织本项目新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上进行报名和培训并进行考核，经考核合格后方可上岗，并定期复训。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

湖州市中医院新院位于仁皇山新区 RHS-03-0302H 地块，东靠安吉路，南接青太

路，西临长兴路，北为规划道路。医院东侧为河道，隔河为空地、安吉路；南侧为青太路，隔路为在建小区；西侧为河道，隔河为空地、长兴路；北侧为规划道路，隔路为湖州艺术与设计学校。项目地理位置见附图 1。

1.2.2 项目周边环境关系

1.2.2.1 项目机房与外部建筑四周环境关系

本项目 DSA 机房位于门急诊医技楼（地上共 4 层，地下 1 层）一层，东侧距机房 114m 处为行政制剂楼、120m 处为治未病培训楼；行政制剂楼东侧为河道，隔河距机房 257m 处为空地、373m 处为仁皇金茂悦小区；南侧为青太路，隔路距机房 148m 处为在建小区；西侧为医院二期规划用地，距机房 171m 处为长兴路；北侧距机房 39m 处为住院部大楼；北侧住院部大楼后为在建规划道路，隔路距机房 114m 处为湖州艺术与设计学校。机房实体屏蔽物边界外 50m 范围四周示意图见附图 2 和附图 3。

1.2.2.2 项目机房四周环境关系

本项目 DSA 机房东侧缓冲区、术后观察术前准备室、污物暂存室；南侧为设备室、新风空调机房；西侧为控制室、洗手铅衣区；北侧为医护人员走廊；上方为检验科；下方为地下停车场。DSA 机房平面布局详见附图 8。

1.2.3 选址合理性分析

本项目拟建 DSA 机房位于门急诊医技楼一层，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。本项目拟建 DSA 机房实体屏蔽物边界外 50m 评价范围主要为医院内部的建筑物和道路，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后对周围环境辐射影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

1.2.4 “三线一单”符合性分析

根据《湖州市“三线一单”生态环境分区管控分案》，项目所在地属于湖州市吴兴区中心城区城镇生活重点管控单元（ZH33050220001），属于城镇生活重点管控单元。

环境要素管控分区：生态一般管控区、水环境一般管控区和水环境工业污染重点管控区、大气环境受体敏感区和大气环境一般管控区、建设用地土壤污染风险重点管控区、高污染燃料禁燃区。

管控要求：

（1）空间布局约束

禁止新建、扩建、改建三类工业项目，现有的要限期搬迁关闭。禁止新建二类工业项目，现有二类工业项目改建、扩建，不得增加污染物排放总量。禁止畜禽养殖。严格城市规划蓝线管理，城市规划范围内应按规定留出水域保护面积，新建项目一律不得违规占用水域。推进土壤污染重点行业企业向工业园区集聚发展。

（2）污染物排放管控

管控单元工业污染物排放总量不得增加。加快污水处理厂建设及提升改造，加强区加快城镇生活小区“污水零直排区”建设，城镇生活小区、城中村、建制镇建成区的住宅区块深入开展城镇雨污分流改造。加强餐饮油烟和机动车尾气污染治理。开展城市河道的污染整治和生态修复，完善城镇绿地系统。

（3）环境风险管控

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。

（4）资源开发利用效率要求

推进城镇节水、节能，提高资源能源使用效率。

综上所述，本项目核技术利用项目，不属于三类工业项目，项目主要污染因子为电离辐射及少量臭氧、氮氧化物，不涉及 VOCs，且电离辐射采取了辐射防护措施和辐射安全管理措施，符合实践正当性和防护最优化的原则，同时也不属于所在生态环境分区中禁止建设项目。综上，项目符合潮州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

1.2.5 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订）中第一类—鼓励类>>十三、医药>第5款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重

病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

1.3.1 原有核技术利用项目许可情况

湖州市中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[E2010]（见附件3）；发证日期：2020年12月16日，有效期至：2025年8月20日；许可的辐射工作种类和范围为使用III类射线装置。

1.3.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位射线装置许可情况详见表1-3。

表 1-3 医院原有核技术应用项目射线装置清单

序号	名称	类别	型号	用途	工作场所	备注
1	16排CT	III类	Optima540	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	门诊二楼	备案号： 20203305020000 0218
2	DR	III类	Diagital Diagnosis	医用诊断X射线装置	门诊二楼	
3	DR	III类	Nova FA-C	医用诊断X射线装置	门诊二楼	
4	胃肠X射线机	III类	TU51B	医用诊断X射线装置	门诊二楼	
5	牙科全景机	III类	XG5	口腔（牙科）X射线装置	门诊二楼	
6	C臂机	III类	SIEMENS ARCADISVARIC	医用诊断X射线装置	住院部10楼：手术室	
7	40排CT	III类	uCT 528	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	病房楼西北角裙楼一层	
8	移动DR	III类	MobiEye700	医用诊断X射线装置	门诊二楼	

1.4 现有射线装置管理情况

（1）医院已成立了辐射安全与环境保护管理机构，制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括辐射安全管理工作制度、放射工作人员培训、体检及保健制度、放射工作人员职业健康管理制、放射科放射安全事件应急预案、受检者放射危害告知与防护制度、诊断报告质量评价标准、影像诊断报告审核制度、放射科人员职责、放射科管理制度、设备日常维护制度、设备操作规程等。

医院现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

(2) 医院现共有辐射工作人员41人，所有人员均配备了个人剂量计，且个人剂量计定期送检，并建立了个人剂量档案，由医院2021年6月~2022年6月年度个人剂量检测报告可知，辐射工作人员的个人剂量监测结果在0.14mSv~0.48mSv范围内，均低于职业照射的剂量约束值5mSv/a。

医院应强化管理、加强辐射工作人员的培训学习，个人剂量计应严格按照规定正确佩戴。

(3) 目前医院41名辐射工作人员均于2021年7月、11月全部在湖州市中心医院进行了在岗期间的职业健康检查，检查结论均为“可继续从事放射工作”。

(4) 目前医院41名辐射工作人员，其中31名分别于2021年3月、5月参加了湖州市新上岗放射工作人员放射防护和卫生法规知识培训并考核合格。医院现有射线装置均为Ⅲ类射线装置，剩余10名未参与培训的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，需取得合格成绩，并建立成绩档案。

(5) 医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作状态指示灯等。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。

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

(7) 辐射应急预案

医院已制定有《湖州市中医院放射事件应急处理预案》，该预案职责明确，流程清晰，对有关科室的人员不断强化辐射管理与防护知识培训，建立健全必要的规章制度，认真履行定期督查与监测管理职能，加强有关人员对职业暴露的防护意识及对公共放射危害的认识教育，自觉管好、用好放辐射设备，严防放射性危害事件的发生。

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
	无							

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
	无									

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
	无									

(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	125kV	1000mA	影像诊断和介入治疗	门急诊医技楼一层 DSA 机房	新增

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

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	/	/	微量	微量	/	不暂存	通过排风系统接入大楼总排风管，由楼顶排放

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、含有放射性的废弃物要注明，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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，2014 年），自 2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 48 号 2016 年修订，2016 年 9 月 1 日起施行）及《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议，2018 年 12 月 29 日）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年），自 2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年），自 2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（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；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(7) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号），2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修订版）》，2021 年 1 月 4 日公布并施行；</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年），自 2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(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）；</p> <p>(12) 《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，根据 2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令第 321 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省林地管理办法〉等 9 件规章的决定》</p>
------------------	--

	<p>第一次修正，根据 2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令第 364 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省建设项目环境保护管理办法〉的决定》第二次修正，根据 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省价格监测预警办法〉等 9 件规章的决定》第三次修正）；</p> <p>（13）《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，根据 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省价格监测预警办法〉等 9 件规章的决定》修正）；</p> <p>（14）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（2019 年本）》的通知（浙环发[2019]22 号）。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>（2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（3）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>（4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>（5）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>（6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p>
<p>其 他</p>	<p>（1）环境影响评价委托书；</p> <p>（2）辐射安全许可证，证书编号“浙环辐证[E2010]”；</p> <p>（3）湖州市中医院提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目是在固定有实体边界的机房内使用II类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) 的相关规定“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”，因此将本项目拟建 DSA 机房实体屏蔽物边界外 50m 的区域作为评价范围。评价范围示意图见附图 2 和附图 3。

7.2 保护目标

根据周围环境调查，本项目拟建 DSA 机房实体屏蔽物边界外 50m 评价范围主要为医院内部的建筑物和道路，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等其他环境敏感区。

本项目环境保护目标为评价范围内医院其他非辐射工作人员和公众成员。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表

工作场所	环境保护目标		规模	方位	距离本项目实体边界最近距离 (m)	
					水平	垂直
DSA 机房	辐射工作人员	手术医生及医护人员	12 人	机房内	0	0
		DSA 操作人员	2 人	西侧	0	0
	公众	污物暂存室公众	约 3 人/天	东侧	0	0
		缓冲区公众	约 2 人/天	东侧	0	0
		术后观察术前准备室公众	约 2 人/天	东侧	0	0
		设备间公众	约 2 人/天	南侧	0	0
		新风空调机房	约 2 人/天	南侧	0	0
		洗手铅衣室公众	约 2 人/天	西侧	0	0
		医护走廊公众	约 100 人/天	北侧	0	0
		住院部大楼公众	约 200 人/天	北侧	39	0
		检验科公众	约 50 人/天	上方	0	+4
		停车场公众	约 1000 人/天	下方	0	-4
50m 范围内其他区域公众	约 2000 人/天	/	0	0		

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使

得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

(1) 剂量限值

① 职业人员

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

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

② 公众人员

B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

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

(2) 年剂量约束值

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用的年剂量约束值如下：

① 对于职业人员，取年有效剂量限值的四分之一，即不超过 5mSv 作为年剂量约束值。职业人员手部取四肢年当量剂量限值的四分之一，即不超过 125mSv 作为年当量剂量约束值。

②对于公众，本项目取年有效剂量限值 1mSv 的十分之一，即不超过 0.1mSv 作为年剂量约束值。

(3) 分区

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。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于医用诊断 X 射线机的生产和使用。

6X 射线设备机房防护设施的技术要求

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

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

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。

6.2 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

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

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

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

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

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

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

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 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
注：本项目保守按照有用线束方向铅当量取 2.0mmPb ，非有用线束方向铅当量取 2.0mmPb 考虑。		

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

c) 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 $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv ；

6.3.2 机房的辐射屏蔽防护检测方法及检测条件按第 8 章和附录 B 的要求。

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达不到响应时间要求，则应对其读数进行响应时间修正，修正方法参见附录 D。

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 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb ；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb ；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb 。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和

辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

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

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。

7.3.3 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

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

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

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作

情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

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



图 8-2 拟建 DSA 机房外辐射环境现状监测布点图

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) 监测日期：2022 年 9 月 5 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）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：阴；温度：24℃；相对湿度：56%。
- (8) 监测设备

表 8-1 监测设备参数表

仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
仪器名称	环境监测 X- γ 辐射空气吸收剂量率仪
生产厂家	automess
仪器编号	05038417
能量范围	20keV~7MeV
剂量率范围	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	中国计量科学研究院
检定证书	DLjl2022-06888
检定日期	2022年07月18日

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，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，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，监测人员持有合格证书上岗。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑤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，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

⑥监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由技术总负责人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建 DSA 机房区域及四周 γ 剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	DSA 机房	115	1	室内
2#	缓冲区	115	1	室内
3#	术后观察术前准备室	108	2	室内
4#	污物暂存间	94	2	室内
5#	设备间	107	3	室内
6#	新风空调机房	110	2	室内
7#	洗手铅衣室	123	2	室内
8#	控制室	127	2	室内
9#	机房北侧走廊	121	2	室内
10#	门急诊医技楼二层检验科	125	1	室内

11#	门急诊地下一层停车场	114	3	室内
12#	住院部大楼	99	2	室外
13#	行政制剂楼	110	2	室外
14#	治未病培训楼	107	3	室外
15#	门急诊医技楼	71	3	室外

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 X-γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×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-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 1.01，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，仪器对宇宙射线的响应值为 27nGy/h。

8.4 环境现状评价

由表 8-2 监测结果可知，本项目各监测点位室内 γ 辐射剂量率范围为 94nGy/h~127nGy/h，即 $9.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 12.7\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；室外 γ 辐射剂量率范围为 71nGy/h~110nGy/h，即 $7.1\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 11.0\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。

湖州市室内的 γ 辐射剂量率在 $4.0\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 17.0\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，道路的 γ 辐射剂量率在 $1.3\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 13.9\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间。可见，本项目拟建场所各监测点位 γ 辐射剂量率处于湖州市天然辐射本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、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 DSA 射线装置整体外观示意图

9.1.2 工作原理

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（为韧致辐射）。典型 X 射线管结构详见图 9-2。

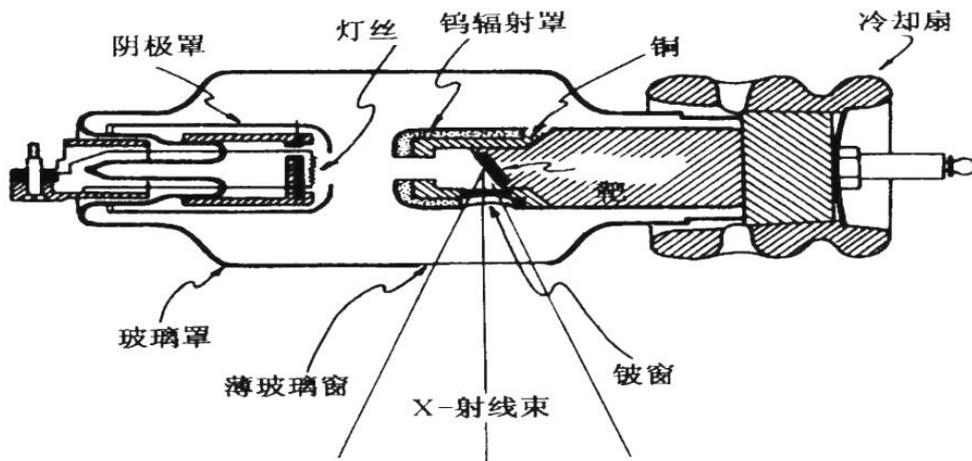


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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

DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂（造影剂主要成分为碘帕醇，是为增强影像观察效果而注入（或服用）到人体组织或器官的化学制品，不含有放射性）之前和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，并通过显示器显示出来。

9.1.3 操作流程及产污环节

(1) 操作流程

接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 设备，技师在控制室内首次减影初步确认病灶部位后，两名手术医生穿戴好防护用品

进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制室内再次减影，当确诊病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品后再次进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。该种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，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

(2) 产污环节分析

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

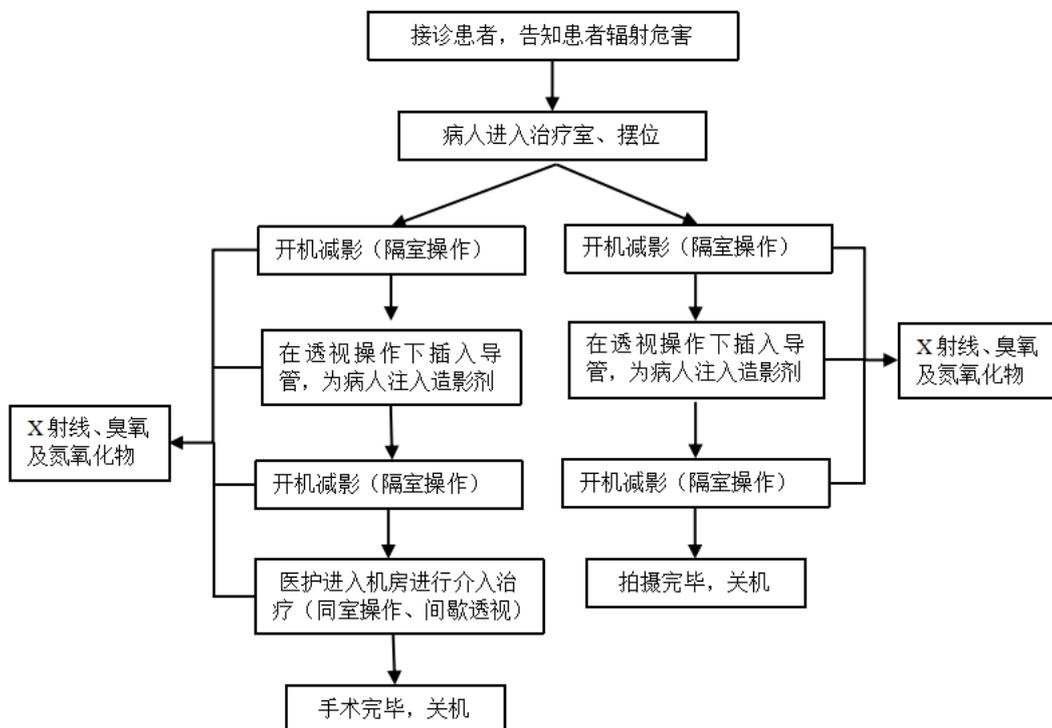


图9-3 DSA操作流程及产污环节示意图

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

9.1.4 DSA 机房人流、物流路径规划

(1) 患者路径

患者经通道过西侧缓冲室，由 DSA 机房东侧患者防护门进入 DSA 机房内部接受手术。

(2) 医护路径

手术医护人员经北侧通道由控制室北侧门进入控制室后，经洗手铅衣区后由 DSA 机房西侧医护人员防护门进入 DSA 机房内部进行手术；技师由控制室北侧门进入控制室后在控制室内进行设备操。

(3) 污物路径

手术结束后，由工作人员将污物从 DSA 机房东侧污物防护门运出 DSA 机房，暂存于污物暂存间，之后将污物送至医院污物间。

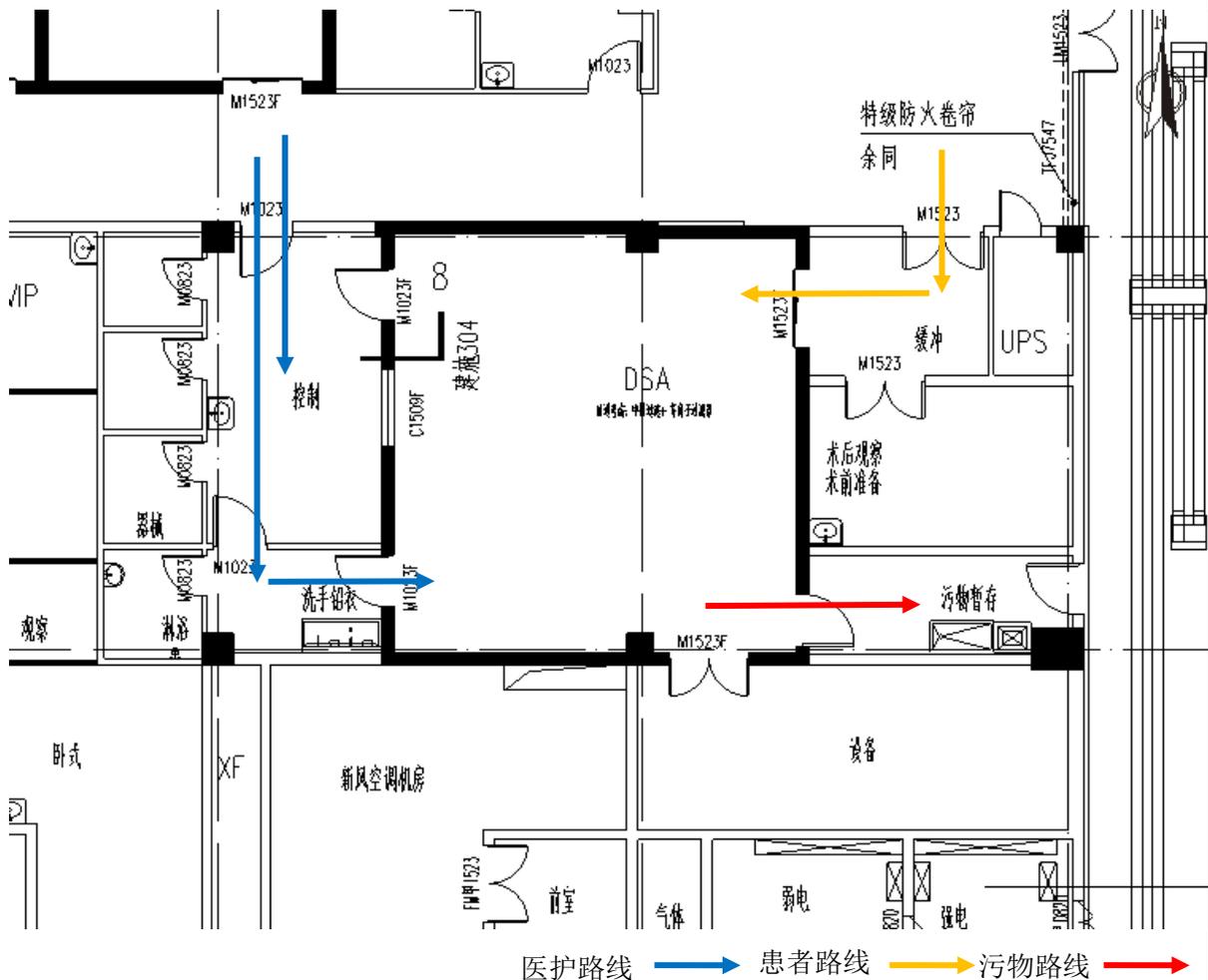


图9-4 人流物流路线图

9.2 污染源项描述

X射线装置在辐射场中产生的射线通常分为二类：一类为有用线束（又称初级辐

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

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

9.2.1 正常工况

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

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

本项目 DSA 运行时，诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术进行打印，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。

X 射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

9.2.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置主要可能发生的辐射事故有以下几种：

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

（2）工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

（3）DSA 的 X 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。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 位于门急诊医技楼一层，DSA 机房所在门急诊医技楼一层布局见附图 5，DSA 机房上方布局见附图 6，DSA 机房下方布局见附图 7。本次环评辐射工作场所位置及四周布局见表 10-1。

表 10-1 DSA 机房周边场所布局一览表

所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
门急诊医技楼一层	DSA 机房	东	缓冲室、术后观察术前准备室、污物暂存室
		南	设备间、新风空调机房
		西	控制室、洗手铅衣间
		北	医护走廊
		楼上	检验科
		楼下	地下停车场

本项目机房采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且保证相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

(1) 分区依据和原则

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

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和门-灯联锁装置）限制进出控制区，并定期控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施，或是更改该区的边界。

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；并定期检查该区工作状况，确认是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

10.1.3.3 工作场所防护屏蔽设计

依据建设单位提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，对本项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表 10-3、表 10-4。

表 10-3 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房类型	防护设施	屏蔽材料及厚度（铅当量：mmPb）	标准要求	符合性评价
DSA 机房	东、南、北侧墙体	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料（5.0）	有用线束及非有用线束方向铅当量均为 2mmPb	符合
	西侧墙体	240mm 实心砖+35mm 硫酸钡涂料（5.5）		符合
	顶棚	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料（4.8）		符合
	地坪	150mm 混凝土+30mm 硫酸钡涂料（5.0）		符合
	洗手铅衣区、控制室防护门	内衬 4.5mm 铅板（4.5）		符合
	设备间、污物暂存室、缓冲室防护门	内衬 4.0mm 铅板（4.0）		符合
	观察窗	4.5mmPb 铅玻璃（4.5）		符合

注：（1）混凝土密度取 2.35g/cm³ 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）、式（C.2）及表 C.2，得顶棚 150mm 混凝土（125kV 主射方向）折算为 1.8mmPb 当量，地坪 150mm 混凝土（125kV 散射方向）折算为 2.0mmPb 当量。
 （2）参考《放射防护实用手册》表 6.14，硫酸钡防护涂料密度不低于 3.8g/cm³，10mm 厚度等效为 1mmPb。
 （3）参考《放射防护实用手册》表 6.14，实心砖密度不低于 1.65g/cm³，按照 12cm 实心砖等效为 1mmPb 进行铅当量折算。

防护涂料施工方案：涂抹防护涂料各层必须黏结牢固，避免出现空鼓、裂缝。每层厚度根据情况控制，在第一层初凝时可抹第二层，每层抹防护涂料要连续施工，不得留施工缝。每次抹防护涂料后，要喷水保养，整个抹防护涂料完毕后，完成的防护涂料层成麻面，地面要浇水，使室内有足够湿度，并喷水养护。

表 10-4 本项目机房规格与标准对照表

机房名称	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度（m）	最小有效使用面积（m ² ）	最小单边长度（m）	最小有效使用面积（m ² ）	
DSA 机房	7.4	55.94	3.5	20	符合

通过表 10-3、表 10-4 可知，本项目的 DSA 机房面积、最小单边长度均大于标准

要求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上及楼下）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满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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 DSA 射线装置主要辐射为 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 射线装置购买于正规厂家，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设备具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；

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

③采取光谱过滤技术：在 X 射线管头放置合适的铝过滤板，以消除软 X 射线及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；

④采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度，可减少透视剂量；

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

⑥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本项目 DSA 透视脚踏开关为常断式，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减影功能的控制键。

（2）距离防护

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”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，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

(4) 其他辐射安全防护措施

① DSA 机房防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。东侧污物防护门、南侧设备防护门和西侧医护防护门为平开防护门，设置自动闭门装置，东侧患者防护门为推拉式机房门，设置曝光时关闭机房门的管理措施；并设置门灯联锁，工作状态指示灯与机房门有效关联。

② 控制室张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

③ DSA 设备配备可升降的含铅挡板或悬挂防护屏，为介入医生的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量。床侧配套防护铅帘，以减少对手术医生的受照剂量。

④ 机房患者防护门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。

⑤ 本项目 DSA 辐射工作人员必须配备个人剂量计，其中介入医护人员建议采用双剂量计检测方法，分别佩戴于铅橡胶围裙外锁骨对应的领口位置、铅橡胶围裙内躯干上。拟建 DSA 机房应配置 1 台环境辐射巡测仪。各机房内拟设置视频对讲装置 1 套，监视器位于控制室，设置急停按钮 2 个，1 个位于设备床旁操作台，1 个位于控制台。

⑥ 机房拟采用新风系统进行通风，进风口及排放口均设置于机房吊顶，保证机房内有良好的通风。设备管线等均拟以“U”型穿过墙体。

⑦ 机房内不堆放与本项目 DSA 诊断无关的杂物。

⑧ 机房候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

⑨ DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需求按照 GBZ130-2020 的要求进行配制。

表 10-5 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求	本项目拟配置情况	是否符合

		个人 防护用品	辅助 防护设施	个人 防护用品	辅助 防护设施	要求
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、铅防护吊 帘、床侧防护 帘/床侧防护 屏； 选配：移动铅 防护屏风	配备防护铅当量 为 0.5mmPb 的 铅橡胶围裙、铅 橡胶颈套、铅防 护眼镜各 3 套， 防护铅当量不低 于 0.025mmPb 的介入防护手套 各 3 套	防护铅当量为 0.5mmPb 的 铅悬挂防护 屏、铅防护吊 帘、床侧防护 帘/床侧防护屏 各 1 件	符合
	患者 和受 检者	铅橡胶性腺防 护围裙（方 形）或方巾、 铅橡胶颈套 选配：铅橡胶 帽子	——	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

10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目运行期间无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。DSA 机房拟采用带有排风功能的新风系统进行通风，排风口和送风口均位于机房吊顶处，管道布设于机房吊顶处，最终连接至建筑总排风井。应避免有用线束直接照射通排风系统的管线口位置，通排风系统管道宜采用非金属管材，管线口应使用铅板或辐射防护板进行屏蔽防护。

DSA 在曝光过程中产生的微量臭氧和氮氧化物经新风空调换气处理后对环境的影响较小。

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目 DSA 需要报废处理时，建设单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并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

《湖州市中医院迁建项目环境影响报告书》已于 2021 年 2 月 8 日取得湖州市生态环境局批复，文号为：湖新区环建〔2021〕1 号。有关主体工程施工期环境影响内容详见《湖州市中医院迁建项目环境影响报告书（报批稿）》有关章节，本次评价不再做相关的环境影响评价。

射线装置只有在项目建成、开机使用过程才会产生射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试；由于设备在安装和调试时，机房各屏蔽防护措施已建设完成，经过墙体屏蔽和距离衰减后对环境的辐射影响能够达标。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物，并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目 DSA 射线装置型号参数为最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，为了分析本项目 DSA 装置投入运行后对周围工作人员所造成的影响，本评价选取浙江医院分院（浙江省老年医疗中心）1 台 UNIQ FD20 型 DSA 装置的竣工环境保护验收监测报告（GABG-YB18705012）进行类比评价。DSA 射线装置类比可行性分析见表 11-1。

表 11-1 本项目 DSA 机房类比可行性分析

类比内容		类比项目 (浙江医院分院医技楼一层 DSA 机房)	本项目 DSA 机房
设备参数 (最大管电压/最大管电流)		150kV/1000mA	125kV/1000mA
型号		PHILIPS UNIQFD20	待定
运行工 况	减影	75kV, 682mA	80kV, 600mA
	透视	87kV, 17.1mA	80kV, 5mA
机房最小有效使用面积/最小单边长		38.9m ²	55.94m ²
防护 设施	防护门	3mm 铅当量	4mm 铅当量、4.5mm 铅当量
	铅玻璃窗	3mm 铅当量	4.5mm 铅当量
	四周墙体	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡涂料、240mm 实心砖+35mm 硫酸钡涂料

顶棚	120mm混凝土+20mm硫酸钡防护涂料	150mm混凝土+30mm硫酸钡涂料
地坪	120mm混凝土+20mm硫酸钡防护涂料	150mm混凝土+30mm硫酸钡涂料
个人防护用品	铅当量为0.5mmPb的铅防护衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅眼镜，和防护铅当量不低于0.025mmPb的铅橡胶手套各10件。 DSA机房配置0.5mmPb的辅助防护用品悬挂铅防护屏、悬挂铅防护帘、床侧铅防护屏、床侧铅防护帘、铅防护屏风各1件	铅防护衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套各3件，辅助防护用品：悬挂铅防护屏、悬挂铅防护帘、床侧铅防护屏、床侧铅防护帘各1件，铅当量均不低于0.5mmPb

由上表可以看出，本项目DSA射线装置设备管电流参数与类比对象相同，管电压参数小于类比对象；机房实际面积大于类比对象，四周墙体、防护门、观察窗、顶棚和防护地坪防护水平优于类比对象；类比DSA机房运行工况在减影模式下电压略小于本项目电流大于本项目，透视模式下电压、电流均大于本项目。

类比监测结果见表11-2，类比监测点位示意图见图11-1。

表 11-2 类比 DSA 机房周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

监测点位序号	监测点位描述	周围剂量当量率监测结果 (nSv/h)			
		装置未运行时		装置运行时	
		平均值	标准差	平均值	标准差
减影模式检测工况：运行电压 75kV，运行电流 682mA。					
1	工作人员操作位	175	4	242	2
2	电缆地沟口外表面 30cm	177	2	240	4
3	铅玻璃观察窗外表面 30cm (左侧)	186	2	251	3
4	铅玻璃观察窗外表面 30cm (中部)	184	4	251	2
5	铅玻璃观察窗外表面 30cm (右侧)	187	3	250	3
6	铅玻璃观察窗外表面 30cm (上端)	184	4	250	2
7	铅玻璃观察窗外表面 30cm (下端)	185	4	251	3
8	防护门 M1 外表面 30cm (左侧)	177	1	243	3
9	防护门 M1 外表面 30cm (中部)	177	3	239	2
10	防护门 M1 外表面 30cm (右侧)	175	4	250	4
11	防护门 M1 外表面 30cm (上端)	178	2	248	1
12	防护门 M1 外表面 30cm (下端)	176	1	250	4
13	防护门 M2 外表面 30cm (左侧)	185	1	200	2
14	防护门 M2 外表面 30cm (中部)	184	5	199	1
15	防护门 M2 外表面 30cm (右侧)	187	3	202	5

16	防护门 M2 外表面 30cm (上端)	181	1	0.46 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.01 ($\mu\text{Sv/h}$)
17	防护门 M2 外表面 30cm (下端)	188	2	0.34 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.02 ($\mu\text{Sv/h}$)
18	东墙外表面 30cm (左侧)	174	4	210	2
19	东墙外表面 30cm (中部)	175	2	209	2
20	东墙外表面 30cm (右侧)	173	1	216	2
21	南墙外表面 30cm (左侧)	184	3	240	3
22	南墙外表面 30cm (中部)	185	2	238	4
23	南墙外表面 30cm (右侧)	185	4	240	4
24	西墙外表面 30cm (左侧)	185	4	190	2
25	西墙外表面 30cm (中部)	185	4	201	2
26	西墙外表面 30cm (右侧)	186	2	212	3
27	北墙外表面 30cm (左侧)	175	3	213	4
28	北墙外表面 30cm (中部)	172	2	210	2
29	北墙外表面 30cm (右侧)	177	2	211	1
30	防护门 M3 外表面 30cm (左侧)	174	4	201	1
31	防护门 M3 外表面 30cm (中部)	174	3	200	2
32	防护门 M3 外表面 30cm (右侧)	173	4	199	2
33	防护门 M3 外表面 30cm (上端)	174	3	198	2
34	防护门 M3 外表面 30cm (下端)	185	2	199	3
35	防护门 M4 外表面 30cm (左侧)	186	3	200	2
36	防护门 M4 外表面 30cm (中部)	185	5	199	3
37	防护门 M4 外表面 30cm (右侧)	187	3	199	2
38	防护门 M4 外表面 30cm (上端)	186	2	199	3
39	防护门 M4 外表面 30cm (下端)	174	3	199	3
40	机房正上方距地面 30cm①	174	4	208	3
41	机房正下方距地面 170cm	174	2	199	2
透视模式检测工况：运行电压 87kV，运行电流 17.1mA。					
42	第一术者位②	174	3	203 ($\mu\text{Sv/h}$)	2 ($\mu\text{Sv/h}$)
注：①由于类比项目验收监测时间早于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），因此上方监测点位取机房正上方距地面 30cm 处作为监测点位；②第一术者位监测值无铅衣隔挡。					

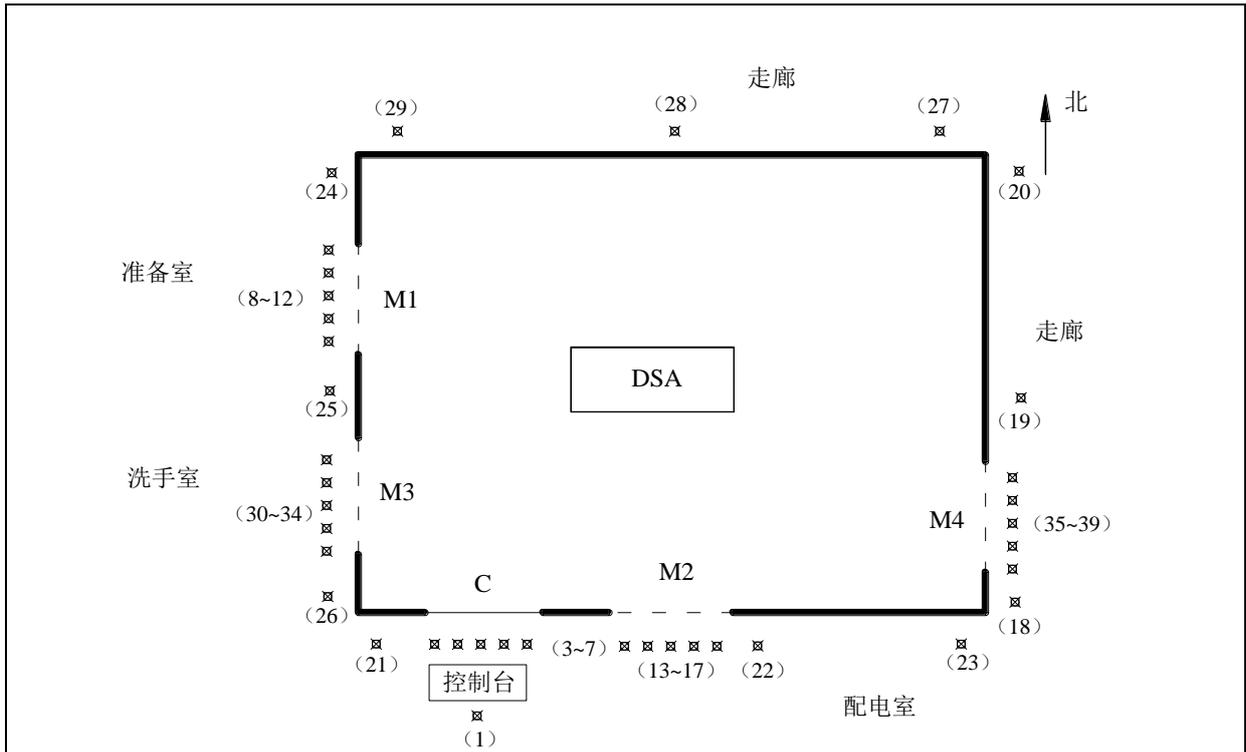


图 11-1 类比项目（DSA 机房）监测点位图

由表 11-2 监测结果可知，DSA 装置运行时机房外辐射剂量率未显著提高，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）规定的 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。本项目 DSA 机房屏蔽设计优于类比项目机房，因此本项目机房屏蔽设计能够符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

11.2.2 人员年有效剂量估算

根据表 11-2 类比监测结果，以及医院提供的资料，在严格按照设计提供的屏蔽防护方案建设后，各点位处公众及职业人员的年有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{\text{Eff}} = D_r \times t \times T \times U \quad (11-1)$$

式中：

D_{Eff} ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

D_r ——辐射剂量率，Sv/h；

t ——年工作时间，h；

T ——居留因子；

U ：使用因子，DSA 靶源以点源考虑， U 取 1。

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，具体数值

见表 11-3。

表 11-3 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

1、职业人员剂量估算

根据医院提供的资料，本项目新建 DSA 机房每年最大手术台数为 600 台，按 1 台手术减影时间取 1min，透视时间取 20min，则新建 DSA 机房减影过程年总曝光时间为 10h，透视过程年总曝光时间为 200h，年总曝光时间为 210h。

本项目 DSA 机房拟配置工作人员 14 人，包括手术医生 8 人，护士 4 人，技师 2 人。DSA 机房配置的工作人员共分为 4 组，机房固定配置 1 名技师，两人轮岗，每台手术配备 2 名手术医生和 1 名护士，每组手术医生或护士年手术台数不大于 150 台，则介入医护人员透视过程年受照最大时间为 50h。

(1) 控制室职业剂量估算

由上表 11-2 可知，控制室内辐射剂量率增幅最大处出现在“铅玻璃观察窗外表面 30cm（中部）”类比监测点位，辐射剂量率增幅为 67nSv/h。控制室内工作人员身体年受照的总时间为 105h，居留因子 T 取 1，使用因子取 1，根据式 11-1 计算得：控制室医生身体受照的年有效剂量最大为 $67\text{nSv/h} \times 105\text{h} = 0.007\text{mSv}$ 。

(2) 机房内职业剂量估算

医生与护士在机房内直接对病人进行手术操作，在近距离操作，因此 X- γ 辐射剂量率较高，由上表 11-2 可知，医护人员身体所受最大辐射剂量率为第一手术者位，其辐射剂量率为 203 $\mu\text{Sv/h}$ 。

屏蔽透射因子参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式 (C.1) 及表 C.2 的相关参数进行计算，公式如下：

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

式中：

B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α 、 β 、 γ —不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，表中无铅在 87kV 条件下的拟合参数，故严格按 90kV 选取： $\alpha=3.067$ ， $\beta=18.83$ ， $\gamma=0.7726$

考虑防护铅衣（0.5mmPb）的情况下，透视模式下（90kV）铅对 X 射线的屏蔽透射因子为 0.025，则手术工作人员所受的辐射剂量率为 $203 \times 0.025 = 5.08 \mu\text{Sv/h}$ 。手术室透视过程年总曝光时间为 200h，每组手术医生和护士身体年受照的总时间为 50h，居留因子 T 取 1，使用因子取 1，根据式 11-1 计算得：机房内介入医护人员医生受照的年有效剂量最大为 $5.08 \mu\text{Sv/h} \times 50\text{h} = 0.25\text{mSv}$ 。

（3）医生腕部皮肤年有效剂量估算

本次评价对 DSA 介入工作人员手部剂量当量采用理论计算。介入工作人员进行介入手术时，穿戴个人防护用品，并按照要求佩戴 0.025mmPb 铅橡胶手套。DSA 工作时主要工作方式为透视模式，透视时间保守取 20min/人，减影模式时间极短，且减影模式时工作人员均退出机房，且关闭机房防护门，故本次不考虑减影模式。

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 ”。

①病人体表散射屏蔽估算

利用下式（11-3）进行计算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H_s —预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶 1m 处初最大剂量率为， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1 可知，X 射线过滤材料为 2.5mmAl，90kV 电压下，离靶 1m 空气中的空气比释动能

率为 0.075mGy/mAs；透视模式下距靶 1m 处的最大剂量率为 $1.35 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ 。

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 —源与病人的距离，m，取 0.7m；

d_s —病人与预测点的距离，m；

表 11-4 医生手术位（腕部）预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	α	s (cm^2)	d_0 (m)	d_s (m)	B	H_s ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	医生手术位（腕部）	1.35×10^6	0.0013	100	0.7	0.45	2.27×10^{-2}	100.3

② 泄漏辐射剂量率估算

医生手术位（腕部）点位的泄漏辐射剂量率可用下式（11-3）进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H_L —预测点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 ；

d —靶点距关注点的距离，m；

B ——屏蔽透射因子。透视模式下（90kV）介入防护手套 0.025mmPb 及悬挂铅帘 0.5mm 的减弱因子取 2.27×10^{-2} 。

根据式 11-4，医生手术位（腕部）预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 医生手术位（腕部）预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	与源距离 (m)	屏蔽材料及厚度	B	辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	医生手术位（腕部）	0.7	0.025mm 介入防护手套 及 0.5mm 悬挂铅帘	2.27×10^{-2}	46.31

手术医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时，会配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等防护物品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，在手术过程中，手术医生腕部距离射线最近，因 X 射线随距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年有效剂量的估

算，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算 DSA 机房手术医生年皮肤当量剂量：

$$D_s = C_{ks} \times \dot{k} \times t \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-5})$$

$$H = D_s \cdot W_R \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

\dot{k} —X、 γ 辐射场的空气比释动能率 $\mu\text{Gy/h}$ ；

C_{ks} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t —人员累积年受照时间，h；

H ：关注点的当量剂量，mSv；

W_R ：辐射权重因数，X 射线取 1。

由表 11-4 和 11-5 可知，DSA 机房内手术医生和护士在透视工况下手部所受的最大空气比释动能率为 146.61 $\mu\text{Gy/h}$ （散射+漏射）。本项目 DSA 可近似视为垂直入射，而且是 AP 入射方式，从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.5 可查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 $C_{ks}=1.156\text{mGy/mGy}$ ，人员累积年受照时间为 50h，根据式 11-5 可以求得手术医生和护士手术位手部皮肤所受的年当量剂量最大为 8.47mSv，低于本环评要求的 125mSv 年当量剂量约束值。

2、公众剂量估算

本项目的公众人员主要有机房周围的医务人员、患者、家属。对于机房周围 50m 范围内公众，本评价按照最不利的与机房相邻用房进行核算。对机房外（包括楼上楼下的区域）公众影响的辐射剂量率增幅最大处出现在“防护门 M2 外表面 30cm（上端）”类比监测点位，其辐射剂量率增幅为 279nSv/h。

表11-6 公众年有效剂量估算结果

场所	关注点位置描述	辐射剂量率增幅 H_0	年工作时间 t	居留因子 T	距离	年有效剂量 H_1	涉及人员类型
		nSv/h	h	/	m	mSv	
DSA 机房	术后观察术前准备室	279	210	1/4	紧邻	0.015	公众人员
	缓冲区	279	210	1/4	紧邻	0.015	公众人员
	洗手铅衣室	279	210	1/4	紧邻	0.015	公众人员

污物暂存室	279	210	1/4	紧邻	0.015	公众人员
设备间	279	210	1/4	紧邻	0.015	公众人员
新风空调机房	279	210	1/4	紧邻	0.015	公众人员
医护走廊	279	210	1/4	紧邻	0.015	公众人员
住院部大楼	279	210	1	39	3.85×10^{-5}	公众人员
检验科	279	210	1	紧邻	0.058	公众人员
停车场	279	210	1/16	紧邻	0.004	公众人员
50m 范围内其他区域	279	210	1/4	紧邻	0.015	公众人员

综上所述，控制室工作人员身体受照的年有效剂量最大为 0.007mSv，介入医护人员身体受照的年有效剂量最大为 0.25mSv，满足本项目辐射工作人员年有效剂量不高于 5mSv 的年剂量约束值要求；介入医护人员手部皮肤所受的年当量剂量最大为 8.47mSv，满足本项目辐射工作人员手部年当量剂量不高于 125mSv 的年当量剂量约束值要求；公众身体受照的年有效剂量最大为 0.058mSv，满足公众年有效剂量不高于 0.1mSv 的年剂量约束值要求。

11.2.3 DSA运营期臭氧影响分析

本项目 DSA 射线能量低，电离产生的臭氧和氮氧化物额度非常低，且臭氧可自然分解为氧气，DSA 机房拟采用带有排风功能的新风系统进行通风，通排风次数不低于 4 次/h，废气经通排风系统排出机房外，经自然分解后对周围大气环境影响很小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故情况

- (1) 工作人员或病人家属尚未完全撤离 DSA 机房时，设备开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；
- (2) 工作人员误入正在运行的机房引起误照射；
- (3) DSA 的 X 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。

11.3.2 事故影响防范措施

- (1) 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；
- (2) 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；

(3) 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；

(4) 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；

(5) 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；

(6) 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。

(7) 制定事故应急预案，并每年定期进行一次演练；发现问题，及时进行整改。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款的要求，使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，且至少有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

本项目建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，结合卫生、生态环境等行政主管部门的规章制度，成立了放射现场防护管理领导小组，落实安全责任制，并明确了相关成员名单及职责，故建设单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足辐射管理工作的要求。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 辐射安全和防护专业知识培训

根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）和《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），医用应及时组织从事使用Ⅱ类射线装置的辐射工作人员在生态环境部辐射与防护培训平台参加培训并考核合格，并按时接受再培训。从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，并建立成绩档案。

另根据《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》（浙环函〔2019〕248 号），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 41 名辐射工作人员，从事使用Ⅲ类射线装置，其中 31 名辐射工作人员分别于 2021 年 3 月、5 月参加了湖州市卫生和计划生育行政执法支队举办的全市新上岗放射工作人员放射防护和卫生法规知识培训并考核合格。医院现有射线装置均为Ⅲ类射线装置，剩余 10 名未参与培训的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，建立成绩档案。

本项目 14 名新增辐射工作人员，从事使用Ⅱ类射线装置，应参加生态环境部在

线平台培训或参加放射工作人员在岗考试，并考核合格后方可上岗，并按时复训。

(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 41 名辐射工作人员，均在湖州市中心医院进行在岗前和在岗期间的职业健康检查，检查结果为“目前未见异常，可继续从事放射工作”。该项目建成后，医院拟继续安排辐射工作人员到有资质的单位进行职业健康检查，每 2 年一次，符合要求。

本项目 14 名新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

(3) 个人剂量管理

医院应委托具有相应资质的单位对本单位辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，并保存职业照射记录。

医院已委托浙江建安检测研究院股份有限公司对医院所有辐射工作人员进行长期个人剂量监测，符合要求。由医院 2021 年 6 月~2022 年 6 月年度个人剂量检测报告可知，辐射工作人员的个人剂量监测结果均低于工作人员剂量约束值 5mSv/a。

医院辐射工作人员个人剂量监测结果均无超标情况，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的标准要求。医院按照规定对每一个辐射工作人员建立了个人剂量和职业健康档案，并终生保存。

本项目 14 名新增辐射工作人员均应配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。

12.1.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用射线装置的单位，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 日前向发证机关提交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。本项目建成运行后，医院应将本项目纳入年度评估报告，定期上报至发证机关。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台账管理制度和监测方案，并有完善的辐射事故应急措施”。

医院已制定的辐射防护相关环境管理办法与制度，内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。鉴于本项目为新增使用II类射线装置，建设单位目前尚未有介入放射学，尚未有相关的放射防护管理制度，在本项目建设后运行中，建设单位应根据本项目介入放射学项目的特点，制定和完善以下方面的管理制度，并对现有制度进行补充和完善，以保证介入放射学工作安全有序开展。

- (1) 安全管理制度：根据项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度；
- (2) 岗位职责：根据项目的具体情况制定介入放射学岗位职责；
- (3) DSA 仪器使用和管理制度以及 DSA 设备的操作规程；
- (4) 人员管理：从事II类射线装置的辐射工作人员在生态环境部辐射与防护培训平台参加培训并考核合格，并按时接受再培训。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目 DSA 属II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型、辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X- γ 辐射巡测仪等。

医院已配备 1 台 X- γ 辐射剂量率巡检仪，能够满足相关辐射防护要求。

12.3.2 监测计划

医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐

射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。

表12-1 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机房	周围剂量当量率	1次/年	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、控制室操作位、各侧屏蔽墙外30cm处、顶棚距地100cm处，楼下距地170cm处及周围需要关注的监督区	委托监测
日常监测	DSA机房	周围剂量当量率	1次/半年	按照国家规定进行		自行监测
验收监测	DSA机房	周围剂量当量率	项目完成3个月内	按照国家规定进行		委托监测
个人剂量检测	/	个人剂量当量	不超过3个月	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托监测

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

12.4 竣工环保验收

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）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。

12.5 辐射事故应急

根据国务院有关突发公共卫生事件处理预案要求及卫生部《放射诊疗管理规定》，以及湖州市突发公共卫生事件处理预案有关要求等法规，医院已制定《放射事件应急处理预案》，预案包括如下内容：

- (1) 背景；
- (2) 目的；
- (3) 组织领导；
- (4) 主要职责；
- (5) 教育与管理；
- (6) 应急报警电话。

公共卫生管理委员会：

1) 主任：张忠民、嵇冰

2) 副主任：钟新娜、毛伟、王文达

3) 委员：温嘉玮、徐俊涛、邱国琴、姜赞英、赵志刚、姚高峰、沈月华、高晓明、孙哲、李阳、凌炜滨、成一星、潘旭铭、何君君

4) 主要职责：组织对突发放射性事件的指挥处理，调度相关部门人员，控制现场，救治伤员，并与上级主管部门联系。

5) 下设放射现场防护管理领导小组与医疗救治小组。

6) 下设小组主要职责：

对发生在院外的意外放射危害事件，在院领导小组的指挥调度下，参与我市上级主管部门统一指挥的现场控制，配合有关专业人员，尽快控制放射源。对突发在院内的意外放射危害事件，立即报告院公共卫生管理委员会，及时组织现场控制与防护。负责组织对收住我院的意外放射危害事件中受伤人员的救治工作。

一旦发生辐射事故，医院应根据国家规定立即启动应急预案，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》，由放射事件应急处理领导小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委报告，并及时组织专业技术人员排除事故；配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

建设单位制定的辐射事故应急预案较为全面，具有一定的可操作性，医院未发生过辐射环境污染事件。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 辐射安全防护措施结论

本项目 DSA 机房屏蔽设计四周墙体使用实心砖+防护涂料，顶棚、地坪使用混凝土+防护涂料，机房设有铅防护门窗，屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

DSA 机房控制室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。DSA 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；DSA 设有“紧急制动”按钮，机房门拟设闭门装置，设工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施。

DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配制。

(2) 辐射安全管理结论

管理机构：医院已成立了放射现场防护管理领导小组、明确了相关职责，并将加强监督管理。

医院已制定了包括《辐射安全管理工作制度》、《湖州市中医院放射事件应急处理预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。医院应根据本单位项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行；医院按要求安排辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，考核合格后方能上岗，并且按时安排人员参加复训。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 根据类比分析，DSA 机房四周屏蔽墙体、地面、顶棚、地板及观察窗外辐射剂量率均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的 X 射线设备机房屏蔽体外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

(2) 经估算，DSA 机房职业人员可能受到的最大年有效剂量和手部最大年当量剂量均满足本次评价提出的 5mSv 和 125mSv 的年当量剂量约束值的要求，周围公众人员可能受到的最大年有效剂量满足本次评价提出的 0.1mSv 的年剂量约束值的要求。

(3) 本项目电离产生的臭氧和氮氧化物额度非常低，废气经通排风系统排出机

房外，经自然分解后对周围大气环境影响很小。

13.1.3 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中第一类—鼓励类>>十三、医药>第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、**数字化医学影像设备**，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

(2) 实践正当性分析

医院实施本项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，在项目运行时采取了相应的屏蔽、个人防护和辐射安全管理等措施，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

(3) 选址的合理性结论

本项目拟建 DSA 机房位于门急诊医技楼一层，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。本项目拟建 DSA 机房实体屏蔽物边界外 50m 评价范围主要为其他医疗用房及院内道路，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区，不涉及湖州市生态保护红线。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后对周围环境辐射影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

(4) “三线一单”要求符合性结论

项目所在地属于“湖州市吴兴区中心城区城镇生活重点管控单元”，环境管控单元编码为ZH33050220001，符合湖州市“三线一单”生态环境分区管控方案的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求，满足“三线一单”的要求。

(5) 项目可行性结论

综上所述，湖州市中医院迁建工程新增 DSA 核技术应用建设项目的建设符合城市主体功能区划和土地利用规划，符合环境功能区划，符合“三线一单”要求，选址

合法合理；项目符合产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 辐射监测仪器和其他辐射防护设备要落实专人负责定期检查、维护，确保其状况良好，以确保监测数据的可靠，为单位辐射防护提供可靠依据；

(2) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，进行核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

(3) 医院应及时组织从事使用 II 类射线装置操作的辐射工作人员参加浙江卫生计生监督微信公众号或生态环境部在线平台的辐射防护与安全培训并考核合格，并按时接受再培训。从事 III 类射线装置的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，并建立成绩档案。

13.2.2 承诺

(1) 按照国家相关法律法规及环评报告的要求补充和更新相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，保证各种规章制度和操作规程的有效执行，并对应急预案定期进行演练、总结。

(2) 及时组织 DSA 设备相关辐射工作人员参加辐射安全与防护培训或放射诊疗培训合格证后方可上岗，并按时接受再培训。相关辐射工作人员配备个人剂量仪，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；相关辐射工作人员进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对其进行职业健康检查，建立职业健康档案。

(3) 严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

(4) 在本次环评报告取得批复后及时重新申领辐射安全许可证；在本项目新增 DSA 装置调试正常后，及时组织开展项目工程竣工环境保护验收，编制验收报告，经验收合格后方可正式投入运行。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人：

公章
年 月 日

审批意见：

经办人：

公章
年 月 日