

编号：ZFHK-FB21220136

核技术利用建设项目

平湖市第二人民医院
DSA射线装置建设项目
环境影响报告表
(公示稿)

平湖市第二人民医院

2021年10月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

平湖市第二人民医院 DSA射线装置建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：平湖市第二人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省嘉兴市平湖市乍浦镇雅山东路 136 号

邮政编码：314201

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.....	18
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.....	47
表 13 结论与建议.....	52
表 14 审批.....	55

表 1 项目基本情况

建设项目名称		平湖市第二人民医院 DSA 射线装置建设项目			
建设单位		平湖市第二人民医院			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省嘉兴市平湖市乍浦镇雅山东路			
项目建设地点		浙江省嘉兴市平湖市乍浦镇雅山东路 136 号			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		980	项目环保投资 (万元)	90	投资比例 (环保投资/总投资) 9.1%
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>平湖市第二人民医院创建于 1951 年,是一所集医疗、教学、科研、预防保健于一体的县(市)级综合性公立医院。1993 年获省级“文明医院”称号,1998 年获平湖市级“文明单位”称号,2012 年获嘉兴市级“文明单位”称号,2008 年获省级“平安医院”称号,2005 年 12 月经浙江省等级医院评审组考核确定为二级乙等综合性医院,2012 年顺利通过嘉兴市第三周期二级乙等综合医院复评。2007 年 10 月 14 日与上海交通大学附属第六人民医院建立合作医院;2011 年 10 月成为嘉兴二院对口支援医院;2014 年 11 月 18 日接受上海市东方医院全面托管,增挂“上海市东方医院嘉兴港区医院”第二名称。目前医院开放床位 260 张,核定床位 230 张。全院职工 330 人,卫技人员 301 人,占总人</p>					

数的 91.2%，中级以上职称 92 人，医院拥有高级专业技术人员 42 名。

1.1.2 建设目的和任务由来

为满足附近区域日益增加的医疗需求，向人民群众提供更好的医疗服务，平湖市第二人民医院拟在住院部二楼信息中心西侧新建 1 间 DSA 机房及其配套附属用房，并新增 1 台 PHILIPS Azurion7M20 型 DSA，设备最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，为 II 类射线装置。

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 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（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”，环境影响评价文件形式应为环境影响报告表。

为此，平湖市第二人民医院委托中辐环境科技有限公司开展“平湖市第二人民医院 DSA 射线装置建设项目”（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

本项目建设内容为：医院拟在住院部二楼信息中心西侧新建 1 间 DSA 机房及其配套用房，并新增 1 台 DSA，用于影像诊断和介入治疗，型号为 PHILIPS Azurion7M20，主束方向由下朝上。射线装置主要技术参数信息见表 1-1。DSA 工作场所包括 1 间 DSA 机房、1 间控制室、1 间设备室、更衣室及医生办公室等附属配套用房。

表1-1 本项目射线装置主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	用途	主要参数	场所
DSA	PHILIPS Azurion7M20	II类	1	影像诊断和介入治疗	125kV, 1000mA	住院部二楼

1.1.4 项目工作负荷及人员配置

(1) 工作负荷

根据医院提供资料，本项目 DSA 年最大手术量为 200 台，主要开展心内科介入手术、神经介入等手术。1 台手术减影时间最大为 20s，透视时间最大为 20 分钟，DSA 最大运行工况和工作负荷详见表 1-2。

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)	每组医生年最大受照时间 (h)	单个技师年最大受照时间 (h)	年出束时间 (h)
DSA	200 台/年	减影	100kV, 500mA	1.11	0.37	1.11	67.78
		透视	100kV, 10mA	66.67	22.22	66.67	

备注：DSA机房配置的工作人员总共分为3组，每组医生每年手术量不超过67台，即每组手术医生透视过程年最大受照时间不超过22.22h。

(2) 人员配置

本项目DSA拟配备工作人员10名，均为医院其他科室调配，包括手术医生6人，护士3人，技师1人。DSA机房配置的工作人员总共分为3组，控制室操作位内固定配置1名技师，每台手术配备2名手术医生和1名护士，每组手术医生年手术台数不大于67台，则每组手术医生透视过程年最大受照时间为22.22h。

本项目拟配备辐射工作人员，均已完成辐射安全培训。手术医生、护士和技师均相对固定，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），本项目所有辐射工作人员均为医院其他科室调配，均已完成辐射安全培训，医院还应对辐射工作人员定期复训。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

平湖市第二人民医院位于浙江省嘉兴市平湖市雅山东路136号，医院东侧为沈家浜河道，隔河道从北向南依次为杭州师范大学附属乍浦实验学校、黄山村；南侧为雅山东路，隔路从西到东依次为多凌景苑、山鑫花园；西侧从北向南依次为平湖市乍浦镇中心幼儿园南湾分园、黄山村、怡和名城小区、景浦苑、商业区；北侧从南到北依次为绿化带、黄山村、无名道路。项目地理位置见附图1，周边环境关系见附图2。

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至环境关系

本项目DSA机房拟建于住院部二楼（主楼1~12F）。

DSA机房东侧距离黄山村约为40m，距离杭州师范大学附属乍浦实验学校校区边缘

约为 55m，距离杭州师范大学附属乍浦实验学校教学楼约为 146m；南侧距离体检中心约为 36m；西侧距离怡和名城小区约为 110m；北侧距离行政楼约为 120m，距离发热门诊约为 110m。本项目 50m 评价范围内主要医院内部道路、内部停车场、体检中心、住院部、外部道路及东侧黄山村。详细情况见附图 2。

1.2.2.2 项目机房四至环境关系

DSA 机房东侧为信息中心、过道，南侧和西侧为大楼外侧（临空），北侧为病人二次候诊区+复苏区、控制室，正上方为设备层，正下方为出入院手续办理处、办公室、票库，DSA 机房平面布局详见附图 4。

1.2.3 相关规划及选址合理性分析

本项目为核技术利用项目，位于医院住院部二楼，本项目拟建辐射工作场所实体边界外50m评价范围内主要为医院内部道路、内部停车场、体检中心、住院部、外部道路及东侧黄山村。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，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

1.3 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2019年本）》中第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、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”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

1.4 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

中“实践的正当性”原则。

1.5 “三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评[2016]150号)，“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

(1) 生态保护红线

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。根据《平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案》，项目所在地属于“平湖市城镇生活重点管控单元”，环境管控单元编码为 ZH33048220012，未涉及平湖市生态保护红线。

(2) 环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址周围环境 X- γ 辐射剂量率属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，不会突破当地环境质量底线。

(3) 资源利用上线

本项目水、电等公共资源由当地专门部门供应，项目用地为医院用地；且整体而言本项目所用资源相对较小，也不占用当地其他自然资源和能源，因此本项目符合资源利用上限的要求。

(4) 环境准入负面清单

本项目所在地属于“平湖市城镇生活重点管控单元”，为医院核技术利用建设项目，满足管控措施，不在该单元负面清单内，符合环境准入负面清单的要求。具体符合性分析见表 1-3。

表 1-3 生态环境准入清单符合性分析一览表

“三线一单”生态环境准入清单要求		本项目情况	是否符合
空间布局 约束	1、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，鼓励现有三类工业迁出或关闭。	本项目为核技术利用项目，不属于三类或环境健康风险较大的二类工业项目；项目运营时只产生 X 射线和微量臭氧、氮氧化物。	符合
	2、禁止新建涉及一类重金属、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。		
	3、新建涉 VOCs 排放的工业企业全部进入工业功		

	能区，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。		
	4、除热电行业外，禁止新建、改建、扩建使用高污染燃料的项目。强度、能效和碳排放水平必须达到国内先进水平。		
	5、严格执行畜禽养殖禁养区规定。		
	6、推进城镇绿廊建设，建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。		
污染物排放管控	1、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。 2、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（或湖或海）排污口，现有的入河（或湖或海）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。 3、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，推进生活小区“零直排”区建设。 4、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。 5、加强土壤和地下水污染防治与修复。	本项目运营过程产生的微量臭氧和氮氧化物采用排放系统排放至大气环境中，不涉及其他污染物的排放。	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。	本项目不属于污染排放较大项目。	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，到2020年，县级以上城市公共供水管网漏损率控制在10%以内。	本项目所需水资源相对较少。	符合

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

平湖市第二人民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[F2234]（见附件3）；发证日期：2021年02月04日，有效期至：2021年12月07日；许可的辐射工作种类和范围为使用III类射线装置。

1.6.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位原有射线装置清单情况表1-4。

表 1-4 医院原有射线装置清单

序号	名称	类别	型号	工作场所	备注
1	DR 机	III类	MRAD-D50S	放射科 1 号机房	已许可
2	DR 机	III类	蓝润 6600	放射科 2 号机房	已许可
3	CT 机	III类	SomAToM,Scope	放射科 3 号机房	已许可
4	C 臂机	III类	Cios alpha	手术室	已许可
5	X 光机	III类	HM-32 型移动式 X 射线机	放射科	已许可

注：医院实际利用射线装置数量与辐射安全许可证登记一致，其现有射线装置每年定期委托有

资质单位进行机房辐射水平年度监测和设备性能检测。

1.7 现有核技术利用项目运行情况、辐射防护和监测情况

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，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、落实以及档案管理等方面运行良好。

医院辐射工作场所设置有电离辐射警示牌和工作指示灯，各机房通风良好，屏蔽防护措施满足要求；各机房设置铅玻璃观察窗，能清楚观察到机房内情况；控制室和机房之间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。由现场调查情况可知，医院已采取相应的辐射防护措施，本次环评认为医院辐射防护措施以及管理制度满足目前辐射防护要求。

另外，医院为受检者配备了相应的放射防护用品，如铅橡胶围裙、铅橡胶颈套等，辐射工作场所均设置了电离辐射警示标志；医院现有射线装置已委托相关有资质的单位进行年度监测，并编制监测报告，结论为现有射线装置未对放射性工作场所外周围环境造成放射性影响，机房周边辐射剂量率符合满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准的要求。

医院已从事辐射诊疗多年，目前未发生过辐射安全事故，不存在辐射环境污染及环境遗留问题。

1.8 医院现有辐射安全管理情况

（1）辐射安全防护管理机构

根据相关法律、法规、规范的要求，医院已成立辐射安全管理小组，并明确成员职责。

（2）辐射工作制度

医院制定了《平湖市第二人民医院放射诊疗许可证制度》、《平湖市第二人民医院放射事件应急处理预案》、《平湖市第二人民医院放射防护检测与评价管理制度》、《平湖市第二人民医院放射诊疗工作人员职业健康管理制度》、《平湖市第二人民医院放射危害告知与防护制度》、《平湖市第二人民医院放射工作人员放射防护知识培训制度》、《放射诊疗工作人员守则》、《X射线放射影像质量保证方案》等综合管理规章制度。已有管理制度较健全，能够满足原有辐射防护管理需要，维持辐

射安全与环境保护的日常运行。

（3）辐射安全与防护培训情况

目前医院共有 23 名辐射工作人员，均在嘉兴市放射卫生培训服务平台参加放射工作人员防护知识培训，取得了合格成绩单，且成绩在有效期内，见附件 7。

（4）个人剂量监测及职业健康体检情况

医院现有辐射工作人员 23 人，医院已委托杭州普洛赛斯检测科技有限公司进行了个人剂量当量监测，根据医院最近二季度个人剂量监测报告显示个人剂量情况正常，均低于工作人员剂量约束值 1.25mSv/季度。

医院已为辐射工作人员进行了上岗前、在岗期间职业健康检查，由嘉兴市第二医院承担，体检结果表明现有辐射工作人员可继续原辐射工作。

（5）年度评估制度

医院执行有年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，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，并及时提交至发证机关。

医院每年底对辐射防护工作进行年度评估，经医院核实，医院历年均未发生辐射事故。

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	装置名称	类别	数量	型号	加速 粒籽	最大 X 射线能量 (MV)	活动 种类	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	PHILIPS Azurion7M20	125	1000	影像诊断和介入治疗	住院部二楼	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	排放至大气外环境中

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

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第 9 号, 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 10 月 1 日起施行);</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行);</p> <p>(5)《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>(6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环保总局第 31 号令; 根据 2017 年 12 月 20 日环境保护部部务会议通过《环境保护部关于修改部分规章的决定》修正; 根据 2019 年 7 月 11 日生态环境部部务会议审议通过《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》修正; 根据 2021 年 1 月 4 日生态环境部部务会议审议通过《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》修正);</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号), 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(8)《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号), 2017 年 12 月 5 日起施行;</p> <p>(9)《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>(10)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(国家环保总局, 环发[2006]145 号);</p> <p>(11)《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</p>
------------------	--

	<p>《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》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>(12) 《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>(13) 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>(14) 《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 style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 平湖市第二人民医院提供的其他资料；</p> <p>(3) 《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点,结合《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,本次辐射环境评价范围取拟建的 DSA 机房的实体屏蔽边界外延 50m 为评价范围,评价范围详见附图 2。

7.2 保护目标

根据附图 2 可知,本项目 DSA 机房实体边界 50m 范围内存在居民村。

本项目评价范围内主要环境保护目标为医院东侧黄山村居民、从事本项目的辐射工作人员、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

环境保护目标		方位	规模	与机房边界的距离 (m)		人员类别	年剂量管理约束值 (mSv)
				水平	垂直		
辐射工作人员	介入医护人员	机房内	9 人	机房内	/	职业人员	5
	DSA 控制室人员	北侧	1 人	0	/		
公众	过道	东侧	约 20 人/d	0	0	公众人员	0.25
	信息中心	东侧	约 20 人	0	0		
	体检中心	南侧	约 500 人/d	36m~50m	4.5m		
	病人二次候诊+复苏区	北侧	约 20 人/d	0	0		
	内部停车场	北侧	约 500 人/d	35m~50m	4.5m		
	设备层	上方	约 2 人	0	4.5m		
	医生办公室	下方	约 100 人/d	0	4.5m		
	住院部	周边	约 1500 人/d	3m~50m	4.5m		
黄山村	东侧	约 20 人	40m~50m	4.5m			

备注: 1. 设备层处于常闭状态,仅检修人员可进入。

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;

c) 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 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,手部取四肢年当量剂量限值的四分之一,即不超过 125 mSv 作为手部剂量约束值。

②对于公众,本项目取年有效剂量限值 1mSv 的四分之一,即不超过 0.25mSv 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》（GBZ 130-2020）

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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 1 的规定。

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 2 的规定。

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 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.5 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 3 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

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

表 1 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 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e 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 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内；
d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形面积；
e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

表 2 不同类型 X 射线装置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	非有用线束方向
------	--------	---------

	铅当量 mmPb	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

表 3 个人防护用品好辅助防护设施配置要求

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

平湖市第二人民医院位于浙江省嘉兴市平湖市雅山东路 136 号，医院东侧为沈家浜河道，隔河道从北向南依次为杭州师范大学附属乍浦实验学校、黄山村；南侧为雅山东路，隔路从西到东依次为多凌景苑、山鑫花园；西侧从北向南依次为平湖市乍浦镇中心幼儿园南湾分园、黄山村、怡和名城小区、景浦苑、商业区；北侧从南到北依次为绿化带、黄山村、无名道路。项目地理位置见附图 1。本项目 DSA 机房拟建于住院部二楼。



图 8-1 DSA 机房周围环境现状图

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- (1) 环境现状评价对象：拟建辐射项目区域及周边环境
- (2) 监测因子：X- γ 辐射剂量率

(3) 监测点位

① DSA 机房区域及四周

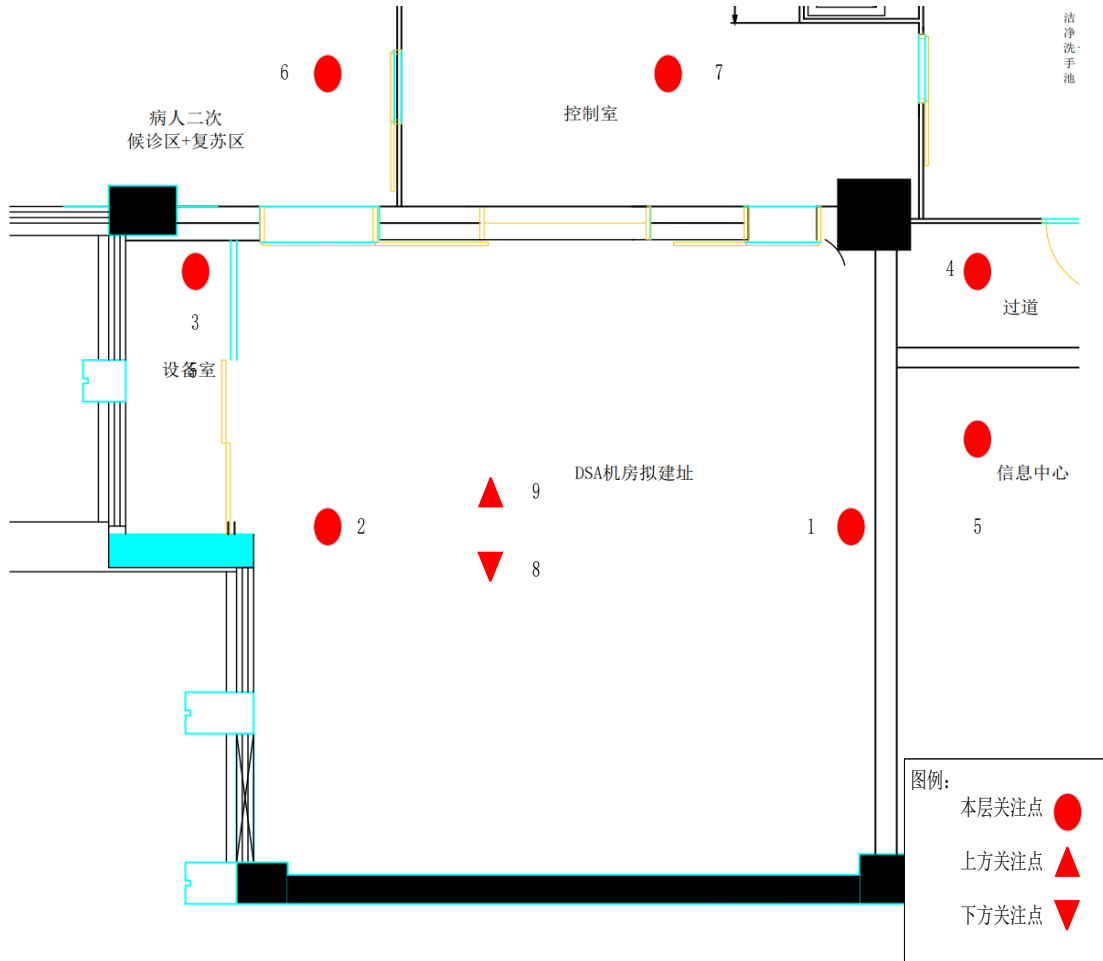


图 8-2 DSA 机房区域及四周

本次监测在 DSA 机房拟建址区域及四周布设点位，监测点位见图 8-2。评价范围内共布设了 9 个点位，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。

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：2021.10.11
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：HJ 1157-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》

- (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：温度：20℃；相对湿度：88%，雨。
- (8) 监测设备

表 8-1 监测设备参数表

仪器型号	AT1123
仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
生产厂家	ATOMTEX
仪器编号	05036825
能量范围	15KeV~10MeV($\pm 15\%$)
量 程	10nSv/h~100mSv/h,100nSv~1Sv
检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定证书	2021H21-20-3367233001
检定日期	2021 年 06 月 28 日

8.3.2 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗；
- (3) 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、后均检查仪器工作状态是否正常；
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

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 机房区域及四周辐射现状监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)	
		平均值	标准差
1#	DSA 机房拟建址内部东侧	89	2
2#	DSA 机房拟建址内部西侧	89	1
3#	DSA 机房拟建址内部西侧设备室	88	2
4#	DSA 机房拟建址东侧过道	87	2
5#	DSA 机房拟建址东侧信息中心	88	1
6#	DSA 机房拟建址北侧病人二次候诊区+复苏区	88	1
7#	DSA 机房拟建址北侧控制室	88	1
8#	DSA 机房拟建址下方医生办公室	88	1
9#	DSA 机房拟建址上方病房	88	2

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，所有测量值均已扣除仪器对宇宙射线的响应值 30nGy/h；

- | |
|--|
| <p>3、测量值经校准因子修正，辐射剂量率和周围剂量当量率的换算系数取 1.20Sv/Gy。</p> <p>4、DSA 机房拟建址上方设备层无法进入，故在设备层上方病房处测量。</p> |
|--|

8.4 环境现状评价

由监测结果可知，本项目 DSA 机房区域及四周室内 X- γ 辐射剂量率范围为 87~89nGy/h，即 $8.7\times 10^{-8}\sim 8.9\times 10^{-8}$ Gy/h。根据《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知嘉兴地区室内 X- γ 辐射剂量率在 $7.6\times 10^{-8}\sim 27.1\times 10^{-8}$ Gy/h 之间。可见本项目所在区域的 γ 辐射水平处于当地本底水平范围之内，未见异常。

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 施工期工作流程及产污环节分析

经现场踏勘核实，本项目 DSA 所在机房新建于信息中心西侧。施工期主要为信息中心西侧新建墙体、辅房的修建、防护工程、表面装修、DSA 装置安装和电路铺设。施工过程以施工机械噪声、装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。但由于本项目施工期较短，施工范围较小，通过作业时间控制，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生的影响较小。且该影响是暂时性的，对周围声环境的影响会随建设期的结束而消除。

9.1.2 设备组成

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。典型 DSA 装置整体外观示意图如图 9-1 所示。

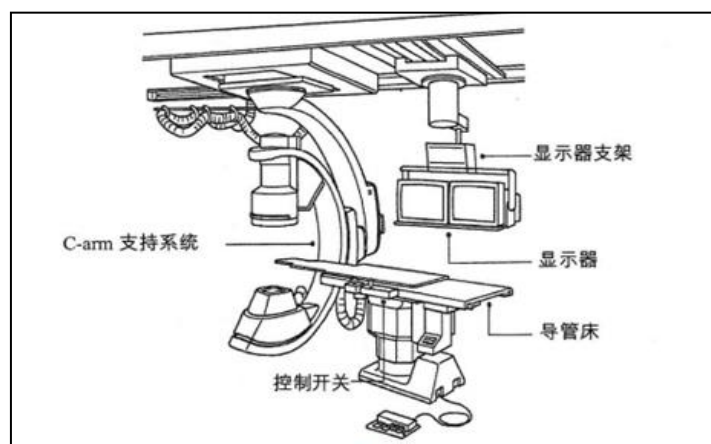


图9-1 典型 DSA 装置整体外观示意图

9.1.3 工作原理

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

突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-2。

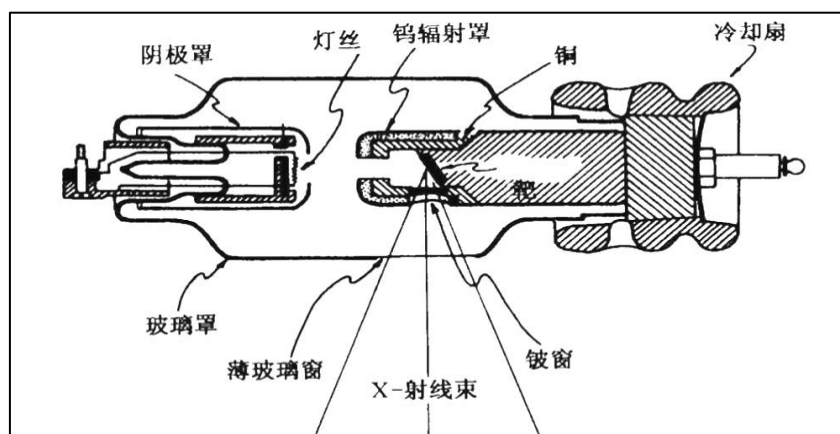


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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

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

9.1.4 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，技师在操作间内首次减影初步确认病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在操作间内再次减影，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 在进行曝光时都分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚的了解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。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在操作间内对病人进行曝光），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

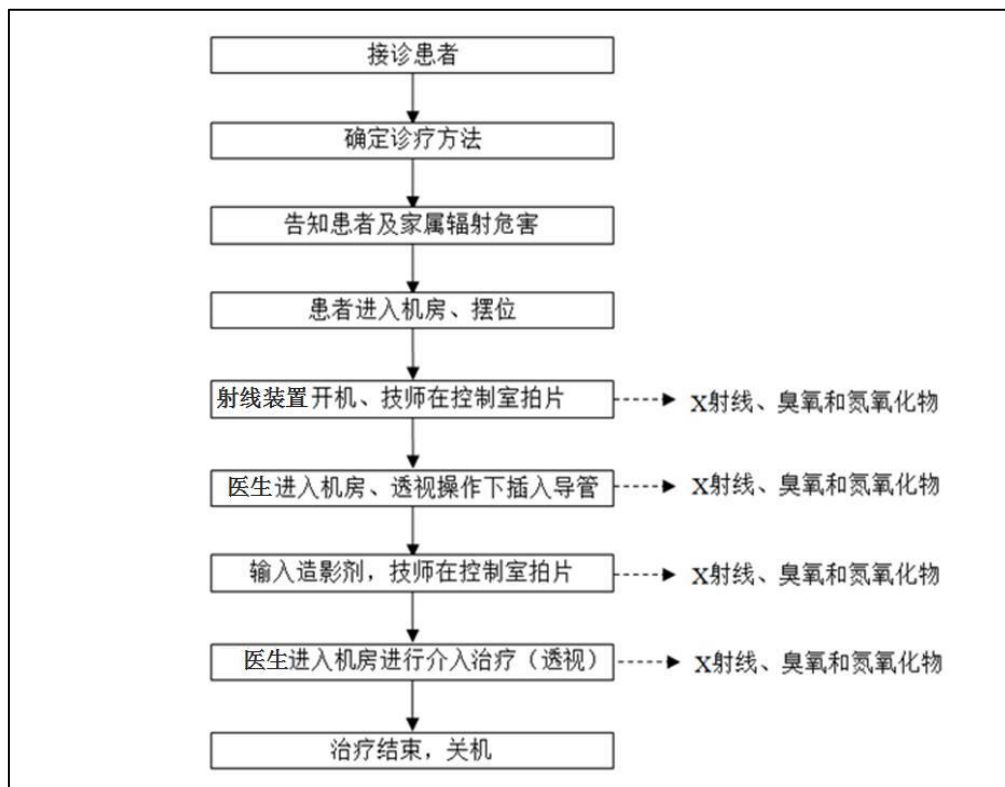


图9-3 DSA操作流程及产污环节图

DSA 为 II 类射线装置，射线装置运行时，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，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。射线装置操作流程及产污环节如图 9-3 所示。

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

9.1.4 人流、物流路径规划

（1）患者路径

患者由二楼患者电梯经家属等待区，从 DSA 控制室西侧防护门进入机房。治疗结束后，患者可按原路离开。

（2）医护路径

辐射工作人员经二楼电梯，由北侧医护人员通道进入控制室；介入医护人员从

DSA 控制室东侧防护门进入 DSA 机房进行手术。治疗结束后，医护人员可按原路离开。

(3) 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，待手术结束后运出机房，转运暂存于医院的医疗废物暂存间。

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况

(1) 辐射污染因子

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。医院使用的 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束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，评价因子主要为 X 射线。由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染，包含以下几种 X 射线辐射：

①有用线束

通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像或者对患者的部位进行间歇式透视。

②泄漏辐射

由靶向外从各个方向穿过辐射头泄漏出来的射线称为漏射线。漏射线遍布机架各处。

③散射辐射

当有用线束射入治疗床上的人体时，会产生散布于各个方面上的次级散射辐射，这种射线的能量和剂量率比有用线束低得多，剂量率大小决定于被照区域，初级射线能量和散射角度。

根据医院提供的资料，本项目 DSA 的技术参数见表 9-2。

表9-1 本项目DSA设备参数与工况

设备	住院部二楼		
技术参数	管电压 125kV/管电流 1000mA		
过滤材料	0.5mmCu		
最大照射野	100cm ²		
工况模式	减影	工况下，最大常用电压 100kV， 最大常用电流 500mA	距靶点 1m 处的空气比释动能率为 5.1×10 ⁷ μGy/h ^①

透视	工况下，最大常用电压 100kV， 最大常用电流 10mA	距靶点 1m 处的空气比释动能率为 $1.02 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}^{\text{①}}$
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 $1\text{mGy/h}^{\text{②}}$	

注：①手术中 DSA 设备运行分透视和减影（采集）两种模式。设备具有自动调强功能，减影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低。如果受检者体型较胖，功率自动增强。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留不小于 30% 的裕量，即管电压控制在 100kV 以下。本项目保守取透射和减影最大运行工况的参数进行估算。根据《辐射防护导论》附图 3 可知，X 射线过滤材料为 0.5mmCu，100kV 电压下，发射率常数为 $1.7\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

②参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 ”。

(2) 其他污染物

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。

另外，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，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

9.2.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置时，可能发生的辐射事故有以下几种：

(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) 工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

(3) 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。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

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 机房拟建于平湖市第二人民医院住院部二楼，住院综合楼主楼地上共 17 层，裙楼地上共 6 层，地下 1 层。机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 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
住院部二楼	DSA 机房	东	过道、信息中心
		南	大楼外侧（临空）
		西	大楼外侧（临空）
		北	病人二次候诊+复苏区、控制室
		楼上	设备层
		楼下	办公室、票库、出入院办理处

本项目辐射工作场所相对集中布置，主要由 DSA 机房、操作间和设备间组成。DSA 机房设置避开了人群较多的办公场所，且 DSA 设备工作过程中产生的 X 射线经过机房实体屏蔽体屏蔽后，屏蔽体外剂量率符合标准要求，对周围辐射环境及人员影响是可以接受的，因此本项目机房平面布局合理可行。

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（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区

的边界。

(2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，本项目辐射工作场所分区情况表 10-2，分区详见附图 4。

表 10-2 项目“两区”划分表

场所名称	控制区	监督区
DSA 机房	机房内部	控制室

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

10.1.3 辐射安全及防护措施

本项目 DSA 射线装置污染因子主要为 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 射线装置拟购买于正规厂家，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 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，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本项目 DSA 射线装置透视开关为常断式，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。

(2) 本项目机房辐射屏蔽设计

依据建设单位提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（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 (数量)	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 (1 间)	东墙	240mm 轻质砖+50mm 硫酸钡防护涂料 (5.0)	有用线束方向铅当量为 2mmPb, 非有用线束方向铅当量为 2mmPb	符合
	南墙	240mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料 (4.0)		符合
	西墙	240mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料 (4.0)		符合
	北墙	240mm 轻质砖+50mm 硫酸钡防护涂料 (5.0)		符合
	顶棚	200mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料 (3.1)		符合
	地坪	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (4.6)		符合
	防护门 (2 扇)	内衬 3mm 铅板 (3.0)		符合
	观察窗	3.5mmPb 铅玻璃 (3.5)		符合

注：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》（GBZ 130-2020）中附录 C 中表 C.4，得顶棚 200mm 混凝土（主束方向）折算为 2.6mmPb 当量，地坪 120mm 混凝土（散射方向）折算为 1.6mmPb 当量，南墙、西墙 240mm 混凝土（散射方向）折算为 3.5mmPb 当量。硫酸钡防护涂料密度不低于 2.83g/cm³，参考《放射防护实用手册》表 6.14，10mm 硫酸钡防护涂料等效 1mmPb 进行铅当量折算。轻质砖密度较小，保守计算其铅当量忽略不计。

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)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	
DSA 机房	6.6	48.84	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、地坪、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（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。

(3) 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。

(4) 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疗之前，根据诊疗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。

(5) 其他辐射安全防护措施

①DSA 机房门外设电离辐射警告标志，机房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；本项目机房门为电动推拉式，设有曝光时关闭机房门的管理措施和防夹装置，防护门与墙、地面搭接处应尽可能减小缝隙漏泄辐射，防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍；工作状态指示灯能与机房门有效关联；在监督区、控制区墙体合适位置张贴监督区、控制区警示标识。

②操作间墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

③DSA 设备配备可升降的含铅挡板或悬挂防护屏，为受检人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机房受检者出入口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本项目所有辐射工作人员必须配备个人剂量计：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。

⑥机房内分别设置视频和对讲装置各 1 套，监视器位于操作位。在控制台上、介入手术床旁设置急停开关（各按钮串联并与 X 射线系统连接），一旦出现异常，按动任一急停开关，均可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

⑦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。设备管线等均拟以反“L”型外包铅皮方式穿过地板墙体，以下穿方式从楼下顶部接入控制室，见下图 10-1 设备管线穿墙图。

⑧机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物。

⑨机房候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

⑩DSA 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《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配制。

图 10-1 设备管线穿墙图

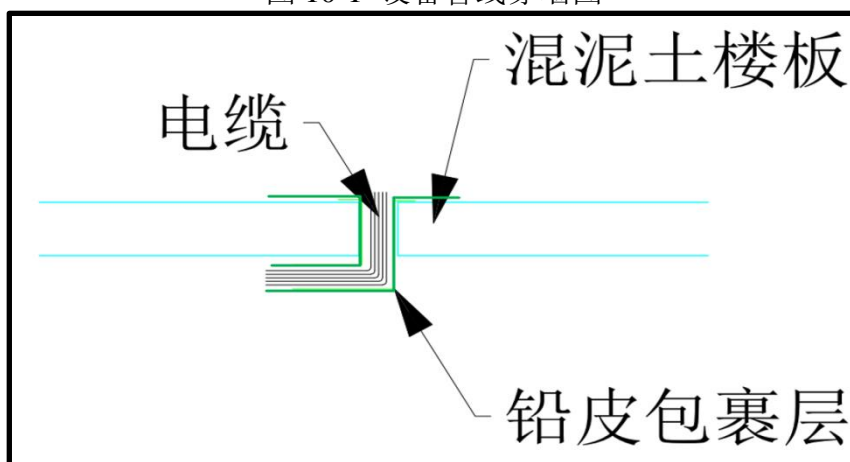


表 10-5 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

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		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套； 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏； 选配：移动铅防护屏风	配备防护铅当量为 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/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、放射性废气及固体废物产生。DSA 拟采用新风系统进行通风，进风口及出风口拟设置于机房吊顶，保证机房内有良好的通风。

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保护部门核销。

10.3 环保措施及其投资估算

项目环保投资估算详见表 10-6。

表 10-6 本项目环保投资估算一览表

类别	环保设施措施	金额（万元）
辐射屏蔽措施	四面墙体：混凝土/轻质砖+硫酸钡防护涂料；顶棚及地： 混凝土+硫酸钡防护涂料；	72.0
	铅防护门 2 套；	3.0
	铅玻璃观察窗 1 套；	1.0
安全装置	操作台和介入手术床旁“急停开关”装置；	设备已配备
	辐射工作人员配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、 铅橡胶颈套、铅防护眼镜 3 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 3 套；	3.0
	患者配备防护铅当量为 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；	1.0
	机房配备防护铅当量为 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；	1.0
废气处理	依托医院现有新风系统；	/
废水处理	生活污水依托医院现有污水处理设施处理；	/
固废处理	依托医院现有生活垃圾收集设施收集；	/
监测仪器	依托医院现有便携式 X-γ 辐射剂量监测仪；	/
个人防护用品	为每名辐射工作人员配备个人剂量计；	1.0
监测	委托第三方机构常规监测和自主环境保护竣工验收监测；	5.0
人员培训	辐射工作人员、管理人员上岗培训；	1.0
警示标识	电离警示标识等；	0.5
辐射应急	辐射应急物资、人员应急培训、应急演练；	1.0
其他	辐射相关规章制度上墙；	0.5
合计		90

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

医院在 DSA 机房建设过程会产生施工噪声、施工扬尘、固体废弃物及废水，医院应做到如下控制措施：

- (1) 施工过程中应加强施工管理，对施工时段、施工进度作精心安排、系统规划。
- (2) 项目施工设备的选择应考虑选择低噪声设备，避免在夜间进行施工。
- (3) 施工人员的生活废水依托院区内的污水处理管网收集处理。
- (4) 施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。
- (5) 施工期的建筑垃圾应单独堆放，及时清运至住建部门指定的地点安全处理处置。
- (6) 保持施工场地清洁卫生，定期洒水降尘。
- (7) 在符合建筑设计和辐射防护要求的前提下，装修施工应尽量节约材料。

由于施工期短，施工范围小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消除。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

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。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 运行阶段对环境的影响

(1) 理论预测环境影响分析

本项目新增的 DSA 装置拟建于医院住院部二楼 DSA 机房内，设备尚未投入使用，本报告对 DSA 机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。

根据医院提供资料，DSA 设备参数与工况、机房防护情况如表 11-1。

表11-1 本项目DSA设备参数与工况及防护情况			
设备		住院部二楼 DSA	
技术参数		最大管电压 125kV，管电流 1000mA	
过滤材料		0.5mmCu	
最大照射野		100cm ²	
工况模式	减影	工况下，最大常用电压 100kV， 最大常用电流 500mA	距靶点 1m 处的空气比释动能率为 5.1×10 ⁷ μGy/h
	透视	工况下，最大常用电压 100kV， 最大常用电流 10mA	距靶点 1m 处的空气比释动能率为 1.02×10 ⁶ μGy/h
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	
机房尺寸		住院部二楼 DSA 机房	
		长 7.4m×宽 6.6m×高 4.5m	
防护设施	四周墙体	东墙：240mm 轻质砖+50mm 硫酸钡防护涂料 南墙：240mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料 西墙：240mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料 北墙：240mm 轻质砖+50mm 硫酸钡防护涂料	
	顶棚	200mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料	
	地坪	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	
	防护门	均内衬 3.0mm 铅板	
	观察窗	15mm 铅玻璃（3.5mmPb 铅当量）	
	铅屏风/铅防护挂帘	0.5mm 铅板	
	医生	铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品（0.5mmPb）、介入防护手套（0.025mmPb）	
取医生手术位、控制室操作位、防护门外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、楼上离地 100cm 处和楼下离地 170cm 处为预测点位，预测点位图见图 11-1 和图 11-2。			

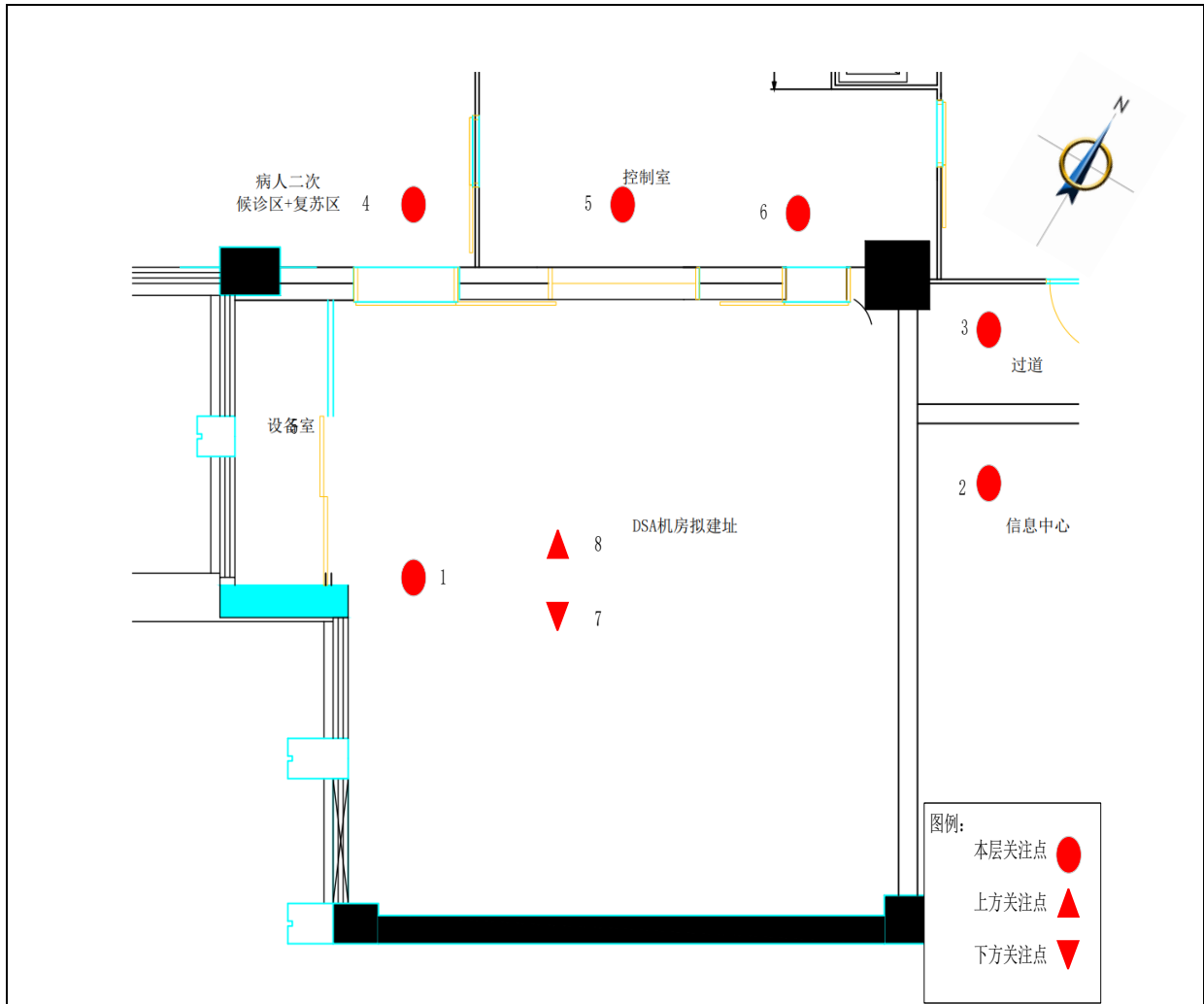


图 11-1 住院部二楼 DSA 机房预测关注点位示意图)

DSA 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 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。

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

①病人体表散射屏蔽估算

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

式中：

H_s ---预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ---距靶 1m 处初级 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 ---源与病人的距离， m ，取 0.8m ；

d_s ---病人与预测点的距离， m ；

B ---屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C中公式和参数计算。其中： α 、 β 、 γ ——屏蔽材料对100kV管电压X射线泄漏辐射衰减的有关三个拟合参数，具体见表11-2。

表 11-2 铅、混凝土和实心砖对 X 射线辐射衰减的有关拟合参数

管电压	铅			混凝土		
	α	β	γ	α	β	γ
100kV (主束)	2.5	15.28	0.7557	0.03925	0.08567	0.4273
100kV (散射)	2.507	15.33	0.9124	0.0395	0.0844	0.5191

散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果列表见表11-3。

表 11-3 散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

场所	预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
二楼 DSA 机房	1#第一术者位（身体铅衣内）	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏风	1.0mm	2.507	15.33	0.9124	1.05×10^{-2}
	1#第一术者位（身体铅衣外）	0.5mmPb 铅屏风	0.5mm	2.507	15.33	0.9124	4.72×10^{-2}
	1#第一术者位（手部）	0.025mmPb 铅手套	0.025mm	2.507	15.33	0.9124	6.82×10^{-1}
	1#第二术者位	0.5mm 铅衣	0.5mm	2.507	15.33	0.9124	4.72×10^{-2}
	2# 东侧防护墙外30cm处（信息中心）	240mm 轻质砖 +50mm 硫酸钡防 护涂料	5.0mm	2.507	15.33	0.9124	4.19×10^{-7}
	3# 东侧防护墙外30cm处（过道）	240mm 轻质砖 +50mm 硫酸钡防 护涂料	5.0mm	2.507	15.33	0.9124	4.19×10^{-7}
	4# 北侧防护门外30cm处（病人二次候诊区+复苏区）	内衬 3.0mm 铅板	3.0mm	2.507	15.33	0.9124	6.31×10^{-5}
	5#控制室操作位	15mm 铅玻璃 (3.5mmPb)	3.5mm	2.507	15.33	0.9124	1.80×10^{-5}
	6# 北侧防护门外30cm处（控制室）	内衬 3.0mm 铅板	3.0mm	2.507	15.33	0.9124	6.31×10^{-5}
7#楼上离地 100cm 处	200mm 混凝土	200mm	0.0395	0.0844	0.5191	1.98×10^{-6}	

	(设备层)	+5mm 硫酸钡防护涂料	0.5mm	2.507	15.33	0.9124	
	8#楼下离地 170cm 处 (医生办公室)	120mm 混凝土 +30mm 硫酸钡防护涂料	120mm	0.0395	0.0844	0.5191	6.84×10 ⁻⁸
			3.0mm	2.507	15.33	0.9124	

注：轻质砖密度较小，其防护能力忽略不计。

散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果列表见表11-4。

表 11-4 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

场所	工作模式	关注点位置描述	H_0	α	s	d_0	d_s	B	H_s
			μGy/h	/	cm ²	m	m	/	μGy/h
二楼 DSA 机房	减影	2# 东侧防护墙外 30cm 处 (信息中心)	5.1×10 ⁷	0.0013	100	0.8	3.9	4.19×10 ⁻⁷	7.13×10 ⁻⁴
		3# 东侧防护墙外 30cm 处 (过道)	5.1×10 ⁷	0.0013	100	0.8	3.9	4.19×10 ⁻⁷	7.13×10 ⁻⁴
		4# 北侧防护门外 30cm 处 (病人二次候诊区+复苏区)	5.1×10 ⁷	0.0013	100	0.8	3.8	6.31×10 ⁻⁵	1.13×10 ⁻¹
		5# 控制室操作位	5.1×10 ⁷	0.0013	100	0.8	3.8	1.80×10 ⁻⁵	3.23×10 ⁻²
		6# 北侧防护门外 30cm 处 (控制室)	5.1×10 ⁷	0.0013	100	0.8	3.8	6.31×10 ⁻⁵	1.13×10 ⁻¹
		7# 楼上离地 100cm 处 (设备层)	5.1×10 ⁷	0.0013	100	0.8	4.7	1.98×10 ⁻⁶	2.32×10 ⁻³
		8# 楼下离地 170cm 处 (医生办公室)	5.1×10 ⁷	0.0013	100	0.8	3.9	6.84×10 ⁻⁸	1.17×10 ⁻⁴
	透视	1# 第一术者位 (身体铅衣内)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	0.3	1.05×10 ⁻²	6.04×10 ¹
		1# 第一术者位 (身体铅衣外)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	0.3	4.72×10 ⁻²	2.72×10 ²
		1# 第一术者位 (手部)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	0.6	6.82×10 ⁻¹	9.81×10 ²
		1# 第二术者位	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	0.9	4.72×10 ⁻²	3.02×10 ¹
		2# 东侧防护墙外 30cm 处 (信息中心)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	3.9	4.19×10 ⁻⁷	1.43×10 ⁻⁵
		3# 东侧防护墙外 30cm 处 (过道)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	3.9	4.19×10 ⁻⁷	1.43×10 ⁻⁵
		4# 北侧防护门外 30cm 处 (病人二次候诊区+复苏区)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	3.8	6.31×10 ⁻⁵	2.26×10 ⁻³
	5# 控制室操作位	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	3.8	1.80×10 ⁻⁵	6.46×10 ⁻⁴	

	6#北侧防护门外30cm处(控制室)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	3.8	6.31×10 ⁻⁵	2.26×10 ⁻³
	7#楼上离地100cm处(设备层)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	4.7	1.98×10 ⁻⁶	4.64×10 ⁻⁵
	8#楼下离地170cm处(医生办公室)	1.02×10 ⁶	0.0013	100	0.8	3.9	6.84×10 ⁻⁸	2.33×10 ⁻⁶

②泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用式 11-2 进行计算。

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

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，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。

泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-5。

表 11-5 泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

场所	预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
二楼 DSA 机房	1#第一术者位(身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏风	1.0mm	2.5	15.28	0.7557	7.36×10 ⁻³
	1#第一术者位(身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mm	2.5	15.28	0.7557	3.66×10 ⁻²
	1#第一术者位(手部)	0.025mmPb 铅手套	0.025mm	2.5	15.28	0.7557	6.76×10 ⁻¹
	1#第二术者位	0.5mm 铅衣	0.5mm	2.5	15.28	0.7557	3.66×10 ⁻²
	2#东侧防护墙外30cm处(信息中心)	240mm 轻质砖 +50mm 硫酸钡防护涂料	5.0mm	2.5	15.28	0.7557	2.78×10 ⁻⁷
	3#东侧防护墙外30cm处(过道)	240mm 轻质砖 +50mm 硫酸钡防护涂料	5.0mm	2.5	15.28	0.7557	2.78×10 ⁻⁷
	4#北侧防护门外30cm处(病人二次候诊区+复苏区)	内衬 3.0mm 铅板	3.0mm	2.5	15.28	0.7557	4.14×10 ⁻⁵
5#控制室操作位	15mm 铅玻璃(3.5mmPb)	3.5mm	2.5	15.28	0.7557	1.18×10 ⁻⁵	

	6#北侧防护门外30cm处(控制室)	内衬 3.0mm 铅板	3.0mm	2.5	15.28	0.7557	4.14×10 ⁻⁵
	7#楼上离地100cm处(设备层)	200mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料	200mm	0.03925	0.08567	0.4273	1.01×10 ⁻⁶
			0.5mm	2.5	15.28	0.7557	
	2#东侧防护墙外30cm处(信息中心)	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	120mm	0.03925	0.08567	0.4273	3.11×10 ⁻⁸
			3.0mm	2.5	15.28	0.7557	

各预测点位泄漏辐射剂量计算参数及结果见下表11-11。

表 11-6 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

场所	工作模式	关注点位置描述	H_0	d	B	H_L
			μGy/h	m	/	μGy/h
二楼DSA机房	/	1#第一术者位(身体铅衣内)	1×10 ³	0.3	7.36×10 ⁻³	8.18×10 ¹
		1#第一术者位(身体铅衣外)	1×10 ³	0.3	3.66×10 ⁻²	4.07×10 ²
		1#第一术者位(手部)	1×10 ³	0.6	6.76×10 ⁻¹	1.88×10 ³
		1#第二术者位	1×10 ³	0.9	3.66×10 ⁻²	4.52×10 ¹
		2#东侧防护墙外30cm处(信息中心)	1×10 ³	3.9	2.78×10 ⁻⁷	1.83×10 ⁻⁵
		3#东侧防护墙外30cm处(过道)	1×10 ³	3.9	2.78×10 ⁻⁷	1.83×10 ⁻⁵
		4#北侧防护门外30cm处(病人二次候诊区+复苏区)	1×10 ³	3.8	4.14×10 ⁻⁵	2.87×10 ⁻³
		5#控制室操作位	1×10 ³	3.8	1.18×10 ⁻⁵	8.20×10 ⁻⁴
		6#北侧防护门外30cm处(控制室)	1×10 ³	3.8	4.14×10 ⁻⁵	2.87×10 ⁻³
		7#楼上离地100cm处(设备层)	1×10 ³	4.7	1.01×10 ⁻⁶	4.55×10 ⁻⁵
	8#楼下离地170cm处(医生办公室)	1×10 ³	3.9	3.11×10 ⁻⁸	2.04×10 ⁻⁶	

③漏射和散射总辐射剂量率估算

根据表 11-4 和表 11-6 的计算结果,将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表 11-7。

表11-7 各个预测点的总辐射剂量率

场所	工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	总辐射剂量率
			μGy/h	μGy/h	μGy/h
二层DSA机房	减影	2#东侧防护墙外30cm处(信息中心)	7.13×10 ⁻⁴	1.83×10 ⁻⁵	7.32×10 ⁻⁴
		3#东侧防护墙外30cm处(过道)	7.13×10 ⁻⁴	1.83×10 ⁻⁵	7.32×10 ⁻⁴
		4#北侧防护门外30cm处(病人二次候诊区+复苏区)	1.13×10 ⁻¹	2.87×10 ⁻³	1.16×10 ⁻¹

		5#控制室操作位	3.23×10^{-2}	8.20×10^{-4}	3.31×10^{-2}
		6#北侧防护门外 30cm 处 (控制室)	1.13×10^{-1}	2.87×10^{-3}	1.16×10^{-1}
		7#楼上离地 100cm 处 (设备层)	2.32×10^{-3}	4.55×10^{-5}	2.36×10^{-3}
		8#楼下离地 170cm 处 (医生办公室)	1.17×10^{-4}	2.04×10^{-6}	1.19×10^{-4}
	透视	1#第一术者位 (身体铅衣内)	6.04×10^1	8.18×10^1	142.13
		1#第一术者位 (身体铅衣外)	2.72×10^2	4.07×10^2	678.27
		1#第一术者位 (手部)	9.81×10^2	1.88×10^3	2859.13
		1#第二术者位	3.02×10^1	4.52×10^1	75.36
		2#东侧防护墙外 30cm 处 (信息中心)	1.43×10^{-5}	1.83×10^{-5}	3.25×10^{-5}
		3#东侧防护墙外 30cm 处 (过道)	1.43×10^{-5}	1.83×10^{-5}	3.25×10^{-5}
		4#北侧防护门外 30cm 处 (病人二次候诊区+复苏区)	2.26×10^{-3}	2.87×10^{-3}	5.13×10^{-3}
		5#控制室操作位	6.46×10^{-4}	8.20×10^{-4}	1.47×10^{-3}
		6#北侧防护门外 30cm 处 (控制室)	2.26×10^{-3}	2.87×10^{-3}	5.13×10^{-3}
		7#楼上离地 100cm 处 (设备层)	4.64×10^{-5}	4.55×10^{-5}	9.19×10^{-5}
		8#楼下离地 170cm 处 (医生办公室)	2.33×10^{-6}	2.04×10^{-6}	4.37×10^{-6}

由表 11-7 计算结果可知：二层 DSA 透视时，第一术者位（身体铅衣内）辐射剂量率均为 $142.13 \mu\text{Gy/h}$ ，第一术者位（身体铅衣外）辐射剂量率均为 $678.27 \mu\text{Gy/h}$ ，第一术者位（手部）辐射剂量率均为 $2859.13 \mu\text{Gy/h}$ ，第二术者位辐射剂量率均为 $75.36 \mu\text{Gy/h}$ ，控制室操作位的辐射剂量率为 $1.47 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ ，机房周边辐射剂量率最大为 $5.13 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ 。减影时，控制室操作位的辐射剂量率为 $3.31 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ ，机房周边辐射剂量率最大为 $0.116 \mu\text{Gy/h}$ 。

综上，该项目 DSA 在正常运行情况下，机房外控制室、四周防护门外、楼上、楼下及防护门外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的标准限值（剂量换算系数， Sv/Gy 取 1）。

(2) 工作人员及公众个人剂量估算

DSA 减影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA 透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师通常不在手术间内（或位于移动铅防护屏风后），因此，该项目主要考虑透视模式下近台操作医师的受照剂量（不考

考虑减影模式下近台操作医师的受照剂量)。

根据联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) --2000年报告附录A公式以及居留因子的选取, 对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

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

式中: H_1 —X射线外照射有效剂量当量, mSv;

H_0 —X射线束造成的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

T —居留因子

t —X射线年照射时间, h/a;

l —剂量换算系数, Sv/Gy 取 1。

本项目的居留因子参照《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121—2020)选取, 具体数值见表 11-13。

表 11-13 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

计算结果详见表11-14。

表11-14 职业人员及公众年有效剂量估算结果

场所	工作模式	关注点位置描述	总辐射剂量率 H_0	年工作时间 t	居留因子 T	年有效剂量 H_1	涉及人员类型
			$\mu\text{Gy/h}$	h	/	mSv	
二层 DS A 机房	减影	2#东侧防护墙外 30cm 处 (信息中心)	7.32×10^{-4}	1.11	1	8.12×10^{-7}	公众人员
		3#东侧防护墙外 30cm 处 (过道)	7.32×10^{-4}	1.11	1	8.12×10^{-7}	公众人员
		4#北侧防护门外 30cm 处 (病人二次候诊区+复苏区)	1.16×10^{-1}	1.11	1	1.29×10^{-4}	公众人员
		5#控制室操作位	3.31×10^{-2}	1.11	1	3.68×10^{-5}	职业人员

		6#北侧防护门外 30cm 处（控制室）	1.16×10^{-1}	1.11	1	1.29×10^{-4}	职业人员
		7#楼上离地 100cm 处（设备层）	2.36×10^{-3}	1.11	1/4	6.56×10^{-7}	公众人员
		8#楼下离地 170cm 处（医生办公室）	1.19×10^{-4}	1.11	1	1.32×10^{-7}	公众人员
	透视	1#第一术者位（身体铅衣内）	142.13	22.22	1	3.16	职业人员
		1#第一术者位（身体铅衣外）	678.27	22.22	1	15.07	职业人员
		1#第二术者位	75.36	22.22	1	1.67	职业人员
		2#东侧防护墙外 30cm 处（信息中心）	3.25×10^{-5}	66.67	1	2.17×10^{-6}	公众人员
		3#东侧防护墙外 30cm 处（过道）	3.25×10^{-5}	66.67	1	2.17×10^{-6}	公众人员
		4#北侧防护门外 30cm 处（病人二次候诊区+复苏区）	5.13×10^{-3}	66.67	1	3.42×10^{-4}	公众人员
		5#控制室操作位	1.47×10^{-3}	66.67	1	9.77×10^{-5}	职业人员
		6#北侧防护门外 30cm 处（控制室）	5.13×10^{-3}	66.67	1	3.42×10^{-4}	职业人员
		7#楼上离地 100cm 处（设备层）	9.19×10^{-5}	66.67	1/4	1.53×10^{-6}	公众人员
		8#楼下离地 170cm 处（医生办公室）	4.37×10^{-6}	66.67	1	2.92×10^{-7}	公众人员

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中对于介入放射工作人员穿戴铅围裙估算有效剂量的计算方法，采用公式 11-4 进行估算。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (11-4)$$

式中：

E ——有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 **0.84**；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 **0.100**；

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位：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 $H_p(10)$ ，
单位：mSv。

则第一手术位（身体）的受照的有效剂量为 3.90mSv/a。

各预测点位年有效剂量估算结果汇总于表11-15。

表11-15 职业人员及公众年有效剂量估算结果

场所	关注点位置描述	减影	透视	年有效剂量	人员类型
----	---------	----	----	-------	------

		mSv	mSv	mSv	
二层 DSA 机房	1#第一术者位	/	4.16	4.16	职业人员
	1#第二术者位	/	1.67	1.67	职业人员
	2#东侧防护墙外 30cm 处(信息中心)	8.12×10^{-7}	2.17×10^{-6}	2.98×10^{-6}	公众人员
	3#东侧防护墙外 30cm 处(过道)	8.12×10^{-7}	2.17×10^{-6}	2.98×10^{-6}	公众人员
	4#北侧防护门外 30cm 处(病人二次候诊区+复苏区)	1.29×10^{-4}	3.42×10^{-4}	4.71×10^{-4}	公众人员
	5#控制室操作位	3.68×10^{-5}	9.77×10^{-5}	1.34×10^{-4}	职业人员
	6#北侧防护门外 30cm 处(控制室)	1.29×10^{-4}	3.42×10^{-4}	4.71×10^{-4}	职业人员
	7#楼上离地 100cm 处(设备层)	6.56×10^{-7}	1.53×10^{-6}	2.19×10^{-6}	公众人员
	8#楼下离地 170cm 处(医生办公室)	1.32×10^{-7}	2.92×10^{-7}	4.23×10^{-7}	公众人员

备注：东侧黄山村至 DSA 机房的距离为 40m，远大于东侧防护墙外 30cm 处（信息中心）至 DSA 机房的距离，且剂量率与距离的平方成反比，故本项目 DSA 对东侧黄山村居民产生的辐射影响小于 $2.98 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ 。

手术医生在 DSA 机房内进行介入手术时，会穿铅衣、戴铅眼镜、铅围脖等防护用品，但是仍然有部分佩服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）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，皮肤吸收剂量用下式进行估算：

$$D_S = C_{KS} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (11-5)$$

$$H = D_S \cdot W_R \quad (11-6)$$

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（Gy/Gy），从表 A.5 查空气比释动

能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{kS}=1.144\text{Gy/Gy}$;

\dot{k} : X、 γ 辐射场的空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$), 为 $2859.13\mu\text{Gy/h}$;

t : 人员累积受照时间, h, 第一术者位医生年受照时间为 22.22h ;

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 11-5 和 11-6 计算得医生腕部皮肤受到的有效剂量当量为 72.68mSv/a , 满足本项目辐射工作人员手部当量剂量不高于 125mSv/a 的管理约束值要求。

由上述计算结果可知: 本项目 DSA 在正常运行时, 机房内职业人员受照的最大有效剂量为 4.16mSv/a , 二层 DSA 机房控制室内职业人员受照的最大有效剂量为 $4.71\times 10^{-4}\text{mSv/a}$, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对职业人员要求的剂量限值 20mSv/a 和本项目管理约束值 5mSv/a 的要求; 医生手部受照的有效剂量当量为 72.68mSv/a , 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对职业人员四肢要求的剂量限值 500mSv/a 和本项目管理约束值 125mSv/a 的要求。

二层 DSA 机房周围公众人员受照的有效剂量最大为 $4.71\times 10^{-4}\text{mSv/a}$, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对公众要求的剂量限值 1mSv/a 和本项目管理约束值 0.25mSv/a 的要求。由此说明, 本项目 DSA 机房的防护设计符合要求, 其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。由于剂量率与距离的平方成反比, DSA 机房外 30cm 处的剂量率较小, 因此机房边界外 50m 范围内的黄山村居民以及其他公众人员年有效剂量仍满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对公众要求的剂量限值 1mSv/a 和目标管理约束值 0.25mSv/a 的要求。

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剂检测结果为准。

11.3 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 机房设置有机械通排风系统, 通风风量约为 $1000\text{m}^3/\text{h}$, 通排风次数不低于 4 次/h, 废气经通排风系统排出机房外, 经自然分解和稀释后对周围大气环境影响很小。

11.4 事故影响分析

11.4.1 辐射事故情况

(1) 装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

(2) 工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

(3) 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。

11.4.2 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) 制定辐射事故应急预案，并定期进行演练；发现问题，及时进行整改。

11.4.3 事故影响防范措施

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，医院应制定辐射事故应急预案，医院应在以后辐射工作开展过程中定期进行演练，及时进行整改。同时医院应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主

管和公安部门报告。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。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

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》相关要求，使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，且至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院成立了辐射安全管理领导小组，全面负责医院的辐射安全管理工作及相关工作，成员名单如下：

组长：陆卫良 翁辞海

副组长：吴艳萍 喻浔

组员：王东英 王志强 陶春燕 邹永平

放射诊疗安全与放射防护管理领导小组全面负责医院的放射诊疗管理工作及相关工作。

放射科为医院放射诊疗管理机构，陶春燕同志为专(兼)职的放射诊疗管理人员，具体负责本院的放射防护工作。

评价认为项目单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足本项目环保管理工作的需求。若辐射安全与环境保护管理机构成员发生变动，建设单位应及时更新、调整管理机构的人员组成。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 职业健康检查情况

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。

本项目辐射工作人员均为原有辐射人员，由医院非辐射工作人员经培训后转岗或外部新聘人员，原有辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托有相关资质的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。

(2) 辐射工作人员培训

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

根据《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），放射诊疗培训与辐射安全与防护培训互认，本项目 DSA 为 II 类射线装置，本项目的辐射工作人员均已在嘉兴市放射卫生培训服务平台参加培训并考核合格，成绩均在有效期内。

（3）个人剂量检测

医院已为本项目的辐射工作人员配备个人剂量计，并严格规定其必须佩带个人剂量计上岗，同时医院将在院内组织所有辐射工作人员加强相关辐射安全与防护方面的学习，加强辐射工作人员的安全意识，保证所有辐射工作人员均能够严格执行个人剂量监测的相关规定和方法，正确使用个人剂量计。个人剂量计定期（最长不得超过三个月）送检，建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应终生保存。建设单位已按照相关要求，对本单位内辐射工作人员个人剂量档案保存，辐射工作人员可查看本人个人剂量档案。

所有辐射工作人员应正确佩戴个人剂量计，建设单位应定期送检，所有辐射工作人员个人剂量计佩戴及送检时间不得超过三个月。个人剂量计的佩戴要求参照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），具体要求如下：对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间；对于如介入放射学等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。

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，辐射工作单位应当编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报发证机关。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。

					手术位、电缆/空调/风管穿墙处等	
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 环保竣工验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，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

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》相关要求，医院已制定《放射事件应急处理预案》，预案中对应急措施、事故后续处理等作出要求，明确了应急预案启动的条件。

医院既有放射事件应急处理预案包括了下列内容：①应急组织及职责；②放射事件应急预案的启动；③放射事件应急响应处理；④放射事件应急预案的解除。

放射防护管理领导小组的主要职责是：负责放射事件发生时的应急处理工作，包括应急处理预案的启动、应急响应处置及解除。

一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，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》，由辐射事故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，还应同时向当地卫生行政部门报告，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。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》相关规定：应急预案中还应补充以下内容：

- ① 应急机构人员职责分工；

② 应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

① 辐射事故等级划分；

② 辐射事故调查和处理程序。

经核实，医院未发生过辐射环境污染事件。医院应当根据以上要求，完善应急预案相关内容，在今后预案实施过程中，应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。

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 机房四侧墙体为东墙及北墙：240mm 轻质砖+50mm 硫酸钡防护涂料（5.0mmPb），南墙及西墙：240mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料（4.0mmPb），顶棚为 200mm 混凝土+5mm 硫酸钡防护涂料（3.1mmPb），地坪为 120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（4.6mmPb），防护门均为内衬 3mmPb 铅板，观察窗为 3.5mmPb 铅玻璃，屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

DSA 机房操作间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 设有急停开关、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

医院已成立辐射安全管理领导小组，负责辐射安全与环境保护管理工作。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

医院现有辐射工作人员（共 23 人）均参加过嘉兴市卫生监督所放射卫生培训，均成绩合格且在有效期内。医院应组织辐射工作人员定期复训。

医院对现有辐射工作人员进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托有相关资质的单位进行职业健康检查，建立职业健康档案。医院已经组织辐射工作人员进行身体健康检查，并建立了个人健康档案。医院应严格执行辐射工作人员健康管理制度，及时组织在岗辐射工作人员进行职业健康体检，完善个人健康档案。

医院现有辐射工作人员均配备了个人剂量计。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，全院辐射工作人员年累积受照剂量均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 根据理论计算分析，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本次评价采用的 2.5 μ Sv/h 的目标控制值。

(2) 经计算，本项目DSA机房内职业人员和周围公众人员可能受到的最大年有效剂量均满足本次评价提出的5mSv和0.25mSv的年剂量约束值的要求。

(3) DSA机房内产生的臭氧和氮氧化物经机房内通排风系统排出，经自然分解和稀释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

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2019年本）》中第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗器械设备和试剂、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”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

(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) 相关规划及选址合理性结论

本项目拟建于医院住院部二楼。本项目评价范围内主要环境保护目标为DSA机房边界东侧黄山村的居民，医院内部道路、内部停车场、体检中心、住院部、外部道路公众、从事本项目的辐射工作人员、医院其他非辐射工作人员和公众成员。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，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

(4) “三线一单”符合性

本项目位于“平湖市城镇生活类重点管控单元”，符合平湖市“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、资源利用上线和环境准入负面清单的要求，满足“三线一单”的要求。

(5) 项目可行性结论

综上所述，平湖市第二人民医院 DSA 射线装置建设项目的建设符合嘉兴市总体规划和“三线一单”的管控要求，选址合理；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

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的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

(1) 医院承诺按照相关法律法规要求严格履行环评制度、辐射安全许可制度，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）的要求自行验收，加强环保档案管理，由专人或兼职人员负责。

(2) 医院承诺严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及措施等辐射环保内容进行建设。加强对辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。

(3) 医院承诺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。

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