

编号：ZFHK-FB22220128

核技术利用建设项目

慈溪市第三人民医院医疗健康集团
数字减影（DSA）血管造影系统建设项目
环境影响报告表
（报批稿）

慈溪市第三人民医院医疗健康集团

2023年3月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

慈溪市第三人民医院医疗健康集团 数字减影（DSA）血管造影系统建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：慈溪市第三人民医院医疗健康集团（慈溪市第三
人民医院）（慈溪市周巷镇社区卫生服务中心）

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：慈溪市周巷镇周西公路 51-139 号

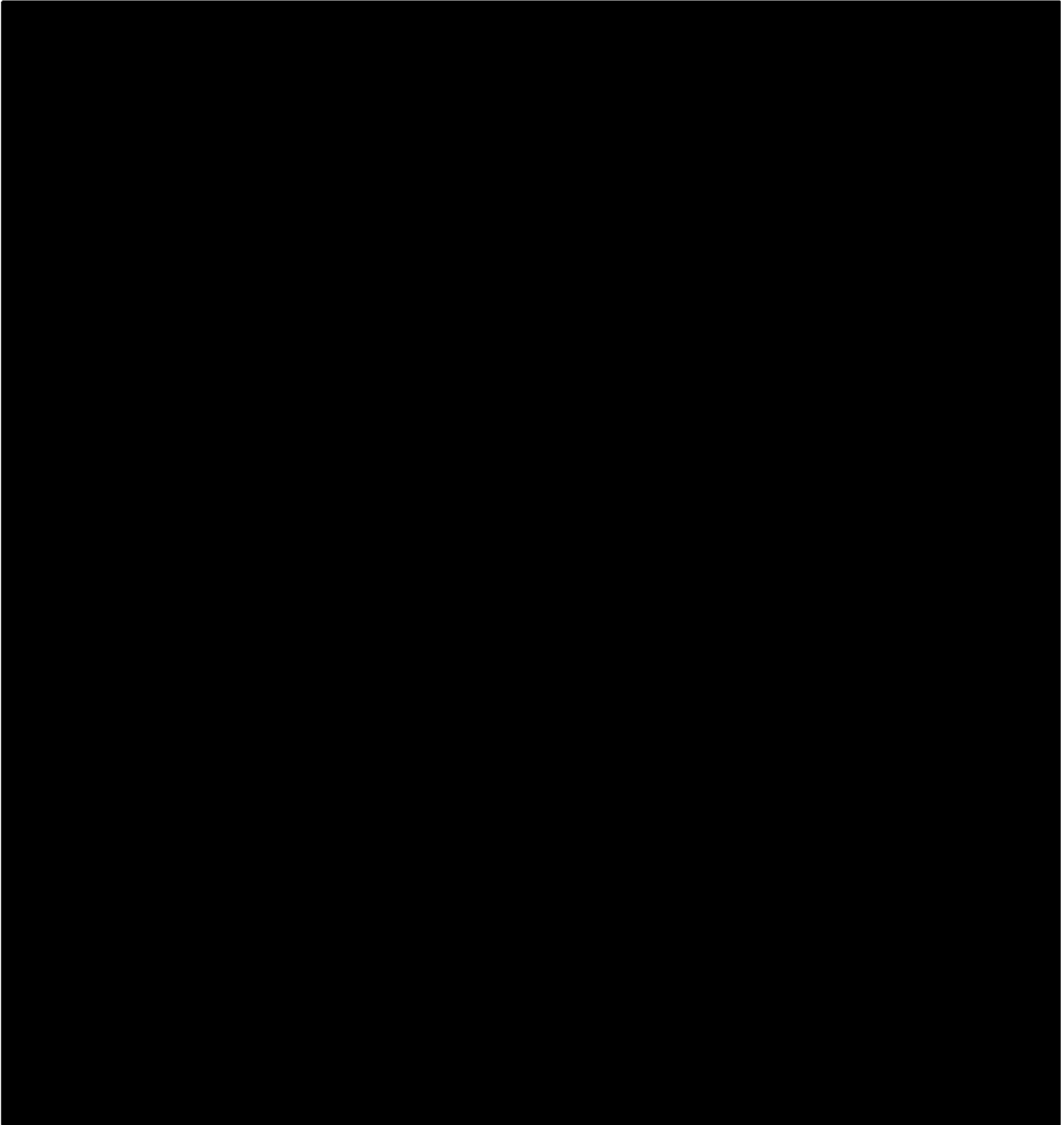
邮政编码：315324

联系人

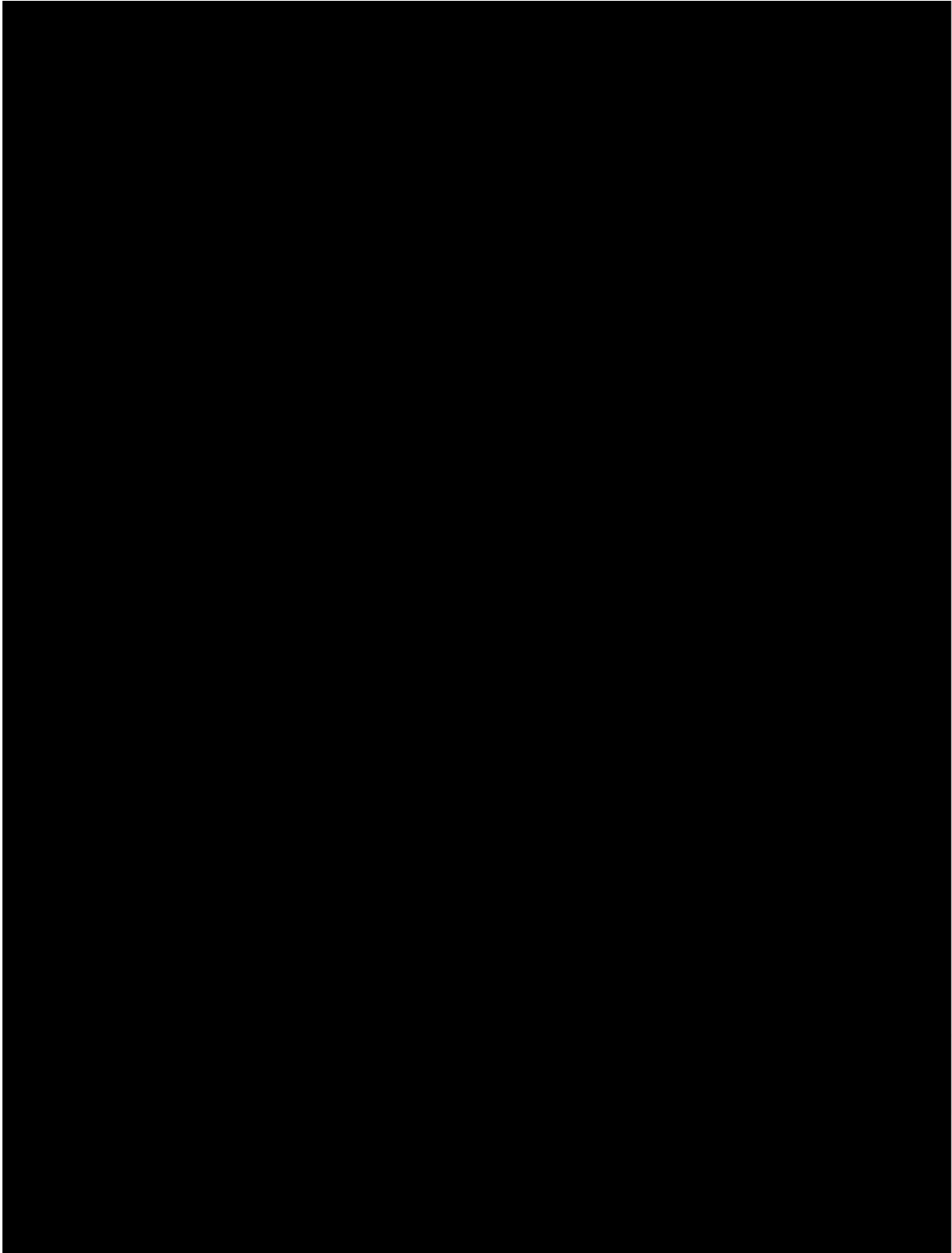
电子邮箱

联系电话

编制单位和编制人员情况表



环评项目负责人职业资格证书（复印件）



目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	20
表 9 项目工程分析与源项.....	24
表 10 辐射安全与防护.....	29
表 11 环境影响分析.....	36
表 12 辐射安全管理.....	50
表 13 结论与建议.....	55
表 14 审批.....	58

附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 本项目 DSA 机房项目周边环境示意图
- 附图 3 本项目机房平面布置图
- 附图 4 DSA 机房四至关系图（拟建 DSA 机房所在层）
- 附图 5 住院楼二层平面图（拟建 DSA 机房上层）
- 附图 6 住院楼地下一层平面图（拟建 DSA 机房下层）
- 附图 7 慈溪市“三线一单”图集
- 附图 8 项目负责人现场踏勘照片

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 辐射安全许可证
- 附件 3 事业单位法人证书
- 附件 4 辐射环境本底检测报告
- 附件 5 现有射线装置环境影响备案登记表
- 附件 6 辐射安全与防护培训
- 附件 7 辐射防护管理委员会成立文件
- 附件 8 辐射防护管理制度
- 附件 9 类比项目竣工验收监测报告
- 附件 10 内审质量控制文件
- 附件 11 专家意见及修改说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		慈溪市第三人民医院医疗健康集团数字减影（DSA）血管造影系统 建设项目			
建设单位		慈溪市第三人民医院医疗健康集团 （慈溪市第三人民医院）（慈溪市周巷镇社区卫生服务中心）			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		慈溪市周巷镇周西公路 51-139 号			
项目建设地点		宁波市慈溪市周巷镇周西公路 51-139 号慈溪市第三人民医院住院 楼 1 层			
立项审批部门		/	批准文 号	/	
建设项目总投资 （万元）		500	项目环保投 资（万元）	20	投资比例（环 保投资/总投 资） 4%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		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	/				
1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位简介					
<p>慈溪市第三人民医院医疗健康集团（以下简称“医院”）位于慈溪市西部，第二、第三名称分别为慈溪市第三人民医院、慈溪市周巷镇社区卫生服务中心，前身为慈溪市周巷中心卫生院，1998 年 11 月被慈溪市人民政府授名改为慈溪市第三人民医院，2005 年 7 月 11 日经慈溪市人民政府办公会议通过慈溪市第三人民医院与慈溪市骨伤科医院合并组建新的慈溪市第三人民医院。医院地处慈溪市西部商业重镇周巷镇，占</p>					

地 37.5 亩，固定资产总值 6000 余万元。现有职工 430 人，其中高级职称 14 人，中级职称 55 人，设有 34 个临床医技及职能科室，开放床位 185 张，年门诊量 55 余万人次，年出院量 6000 余人次，年住院手术近 2200 例。配置美国 GE 全身 CT、比利时阿卡法电子计算机 DR 成像系统、岛津胃肠造影机、全自动生化仪、ICU 监护设备、全麻仪、超声乳化仪、动态心电图、电测听声阻抗仪、微波治疗仪、康复理疗等先进医疗设备。是一所集医疗、预防、康复、计划生育、健康教育、保健为一体以骨伤科为特色的二级乙等综合性医院。

1.1.2 项目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，为促进慈溪市城市建设和经济发展的需要，进一步改善当地医疗环境，提高医院知名度，慈溪市第三人民医院医疗健康集团拟在住院楼一层建设 1 间 DSA 机房及其配套用房并新增 1 台数字减影（DSA）血管造影系统，DSA 型号为 Artis Qceiling，DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

为加强射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》等相关法律法规要求，本项目应进行环境影响评价。

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。

因此，慈溪市第三人民医院医疗健康集团委托中辐环境科技有限公司开展“慈溪市第三人民医院医疗健康集团数字减影（DSA）血管造影系统建设项目（简称‘本项目’）”的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。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、委托辐射环境质量现状监测等工作，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）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟在住院楼（该楼地上共 10 层，地下 1 层）1 层新建 1 间 DSA 机房并在机房东侧配套建设 1 间控制室以及其他配套用房，包括 1 间储藏室、1 间无菌室、1 间办公室、2 间更衣室、配备刷手区、换鞋区，在西侧配套建设 1 间设备间、缓冲区和复苏室。在机房内安装使用 1 台 DSA 设备，型号 Artis Qceiling，DSA 最大管电压 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 机房有效使用面积 56.5m²。

本项目建设内容和规模详见表 1-1。

表 1-1 本项目建设内容和规模一览表

序号	射线装置名称	型号	数量	拟安装位置	主射方向	类别	主要技术参数	备注
1	DSA	Artis Qceiling	1 台	住院楼 1 层 DSA 机房	由下向上	II 类	最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA	新增

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 400 台，主要开展心内科及神经内科介入手术。因每台手术患者和手术要求不同，1 台手术中 DSA 的减影时间和透视时间有较大差别，运行工况也不完全相同。评价按每台手术减影曝光时间 1min，透视时间 20min 作为本项目射线装置出束时间进行保守考虑。根据本项目设备参数情况及年计划最大手术台数，本项目 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		单台手术时间	年出束时间	
		减影	80kV, 500mA		6.67h	140h
DSA	400 台/年	透视	80kV, 10mA	20min	133.33h	

(2) 人员配置

本项目 DSA 拟配备辐射工作人员 9 名，包括手术医生 5 人，护士 2 人，技师 2 人。DSA 机房每台手术配备 1~2 名手术医生和 1 名护士（2 人轮岗），控制室内固定配置 1 名技师（2 人轮岗），一般情况下，较大手术可能需要跨组调剂医生，考虑到医生可能存在实际工作量不均衡的情况，本次评价保守按医护人员单人承担最大手术台数为 200 台考虑，则介入医护人员透视过程年最大受照时间为 66.67h。

本项目辐射工作人员手术医生由宁波市第二医院派遣，护士和技师由本院培训后转岗，工作人员相对固定，不从事其他射线装置的操作和使用，除手术医生需兼顾宁波市第二医院介入手术外，其余工作人员不存在兼岗情况。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生态环境部培训平台（<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，并定期培训/再培训。

1.2 项目选址及周围环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

慈溪市第三人民医院医疗健康集团位于慈溪市周巷镇周西公路 51-139 号。医院东侧为周西公路，隔路为周巷镇劳动保障管理服务所，南侧为慈溪市人民法院周巷人民法庭和慈溪市税务局周巷税务所，西侧为中国华裕集团，北侧为万紫苑小区。项目地理位置图见附图 1。

1.2.2 项目周围环境概况

1.2.2.1 项目机房与外部建筑环境关系

本项目拟建 DSA 机房位于医院住院楼 1 层，住院楼东侧为医院室外连廊和骨科楼（距机房 30m）；南侧为门急诊楼（距机房 17m）；西侧为制剂楼（距机房 210m）；北侧为食堂（距机房 51m）。DSA 机房周围环境关系及评价范围示意图见附图 2。

1.2.2.2 项目机房四至环境关系

本项目 DSA 机房东侧为控制室、无菌室、储藏室；南侧为院内道路；西侧为设备间、复苏室、缓冲区，北侧为医护通道、换鞋区；上层为心电图、B 超检查室；下方为地下停车场。DSA 机房平面布置详见附图 3，四至环境关系详见附图 4，DSA 机房下层、上层情况分别见附图 5、附图 6。

1.2.3 项目周边环境保护目标及选址合理性

本项目 DSA 装置拟安装于医院内住院楼 1 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；根据医院平面布局及现场调查，50m 评价范围主要为院内其他医疗用房及院内道路，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患人员等公众，评价范围内无自然保护区、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，经采取满足标准要求的辐射防护及管理措施后对周围环境辐射影响是可接受的，故本项目的选址合理。

1.3 产业政策符合性和实践正当性分析

1.3.1 产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、**数字化医学影像设备**，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，为鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.3.2 实践正当性分析

本项目的建设目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人。医院购买正规设备，对射线装置的使用场所采取满足相关标准要求的辐射安全防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的操作规程和辐射安全规章制度。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，该核技术应用实践具有正当性，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。

1.4 “三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

本项目位于慈溪市周巷镇周西公路 51-139 号，根据《慈溪市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于宁波市慈溪市周巷城镇生活重点管控单元（ZH33028220009）。

面积：16.86 平方公里。

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、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。

另外，禁止新建、扩建喷漆/浸漆（包括油性漆和水性漆）、化纤（单纯纺丝的）、制鞋（使用有机溶剂的）、橡胶（含塑炼、混炼、硫化、浸胶等）、金属压延（含加热）、石材加工、涂布、烧结、发泡、定型、复合、热处理、印刷、压铸、塑料造粒、化学原料和化学制品制造（单纯混合或分装的）、商品混凝土、单纯轧石、沥青等涉气项目（含工艺）；禁止新建、扩建发黑、钝化、热镀锌、酸洗、磷化/硅烷化/陶化、电泳、湿法印花、水洗、食品加工等涉水项目（含工艺）；禁止新建、扩建危险废物（含医疗废物）收集储存或利用处置、废旧资源（含生物质）加工再生及利用等其他环境影响较大的项目。

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（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。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，推进生活小区“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。加强土壤和地下水污染防治与修复。污水管网未到位区域，禁止新建、扩建排放生产废水的项目。

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。

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。落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。

符合性分析：本项目核技术利用项目，不属于三类工业项目，不属于环境健康风险较大的二类工业项目及上述禁止类项目，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，对周边环境影响较小；本项目不新增排污口，废水经处理达标后纳管排放，且本项目不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目。本项目用水量较小不属于高耗水服务业，综上，项目符合慈溪市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

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《慈溪市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于宁波市慈溪市周巷城镇生活重点管控单元（ZH33028220009），未涉及宁波市生态红线。

(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 γ 辐射剂量属于正常本底范围。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，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

(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，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) 生态环境准入清单

本项目位于宁波市慈溪市周巷城镇生活重点管控单元（ZH33028220009），本项目属于核技术利用项目，满足管控措施，符合慈溪市环境管控单元生态环境准入清单要求。

综上所述，本项目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，本项目的建设符合“三线一单”要求。

1.6 医院原核技术利用许可情况

医院最新的辐射安全许可证发证时间为2021年06月30日（见附件2），证书编号“浙环辐证[B2264]”；许可种类和范围为：使用III类射线装置，有效期至2026年06月29日。医院已许可的射线装置情况见表1-2，现有射线装置的环评手续文件见附件5。

表 1-2 医院射线装置情况表

序号	装置名称	型号	管电压/管电流	使用场所	类别	环评手续
1	口内牙片机	RX DC plus/I	65kV, 7mA	新门急诊综合楼3层口腔科	III类	备案号： 20213302820000096
2	口腔CT	NewTomGiano	90kV, 10mA		III类	备案号： 20213302820000096

3	16排CT	Optima CT540	140kV, 440mA	新门急诊放射综合楼1层放射科	III类	备案号: 202133028200000096
4	62排CT	Optima 620	140kV, 600mA		III类	备案号: 202133028200000096
5	移动DR	5410/050 (DX-D100)	150kV, 500mA	发热门诊	III类	备案号: 202133028200000096
6	移动DR	Optima XR240 amx	150kV, 500mA	全院范围内	III类	备案号: 202133028200000096
7	C臂机	BV Endura	110kV, 30mA	新门急诊综合楼2层消化内镜中心	III类	备案号: 202133028200000096
8	DR	Digital Diagnost C50	150kV, 500mA	新门急诊放射综合楼1层放射科	III类	备案号: 202133028200000096
9	X线透视机	SFC-5B	150kV, 500mA		III类	备案号: 202133028200000096
10	DR	Digital Diagnost Power	150kV, 800mA		III类	备案号: 202133028200000096
11	骨密度仪	Prodigy Primo	76kV, 1.5mA		III类	备案号: 202133028200000096
12	DR	Digital Diagnost C50	150kV, 500mA		III类	备案号: 202133028200000096
13	C臂机	BV Endura	110kV, 7.2mA		住院部手术室	III类
14	C臂机	BV Endura	110kV, 7.2mA	III类		备案号: 201733028200000743
15	X射线摄片机	GDX-HAWK	150kV, 640mA	综合楼3层体检中心	III类	备案号: 201733028200000743

1.7 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，其中包括放射事故应急处理预案、放射工作人员职业健康管理制度、放射工作人员的管理制度、受检者告知制度、放射诊疗质量保证制度、放射事故预防措施、放射防护安全管理制度、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 43 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 11 月~2022 年 11 月年度个人剂量检测报告可知，辐射工作人员的年受照剂量监测结果在 0.040mSv~1.15mSv 范围内，均低于工作人员剂量约束值 5mSv/a。

(3) 目前医院 43 名辐射工作人员，其中 15 名放射工作人员已于 2022 年 7 月~12 月至宁波市第一医院进行在岗期间的职业健康检查；28 名放射工作人员于 2021 年 9 月~11 月至宁波市第一医院进行上岗前的职业健康检查，检查报告均在有效期内，检查结论均为“可以继续原放射工作”。

(4) 目前医院 43 名辐射工作人员均参加了宁波市医疗机构放射工作人员培训平台上的宁波市医疗机构放射工作人员网络培训并考核合格，考核成绩均在 2 年有效期内。

(5) 医院现有辐射工作场所均采取了符合标准要求的屏蔽防护措施，机房设置有电离辐射警告标志、报警装置和工作状态指示灯并与防护门联锁。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) 辐射应急演练和年度评估

医院已制定《放射事故应急处理预案》，医院每年均定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事故应急处理预案进行完善和修订。经医院核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。

医院执行年度评估制度，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监测、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，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	Artis Qceiling	125	1000	影像诊断与 介入治疗	住院楼 1 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 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	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》(2002 年 10 月 28 日通过, 中华人民共和国主席令第 77 号公布, 自 2003 年 9 月 1 日起施行; 2016 年 7 月 2 日第一次修正; 2018 年 12 月 29 日第二次修正);</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》(2005 年 9 月 14 日经国务院令第 449 号公布, 2014 年 7 月 29 日经国务院令第 653 号修改, 2019 年 3 月 2 日经国务院令第 709 号修改);</p> <p>(7)《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>(8)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日经国家环境保护总局令第 31 号公布, 2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改; 2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改, 2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改, 2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改);</p> <p>(9)《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>(10)《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>(11)《浙江省生态环境保护条例》(2022 年 8 月 1 日起施行);</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》第</p>
------------------	---

	<p>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>(15)《浙江省生态环境保护条例》(2022 年 8 月 1 日起施行)；</p> <p>(16)《浙江省环境保护厅关于发布〈省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2015 年本)〉及〈设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单(2015 年本)〉的通知》(浙环发〔2015〕38 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)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(4)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(7)《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)。</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[B2264]”；</p> <p>(3)建设单位提供的其它资料。</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，参照《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)对射线装置应用项目的评价范围的相关规定，将本项目拟建 DSA 机房实体墙外 50m 的区域作为评价范围。评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

根据本项目周边环境情况调查，评价范围内主要为医院内部区域，项目周围 50m 范围内无居民、学校、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感区，也不涉及宁波市生态保护红线。

本项目环境保护目标为 50m 评价范围内从事本项目辐射工作的职业人员及评价范围内活动的其他医患人员等公众。

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)		剂量约束值
					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	职业：5mSv/a
		DSA 操作人员	2 人/天	东侧	0	0	职业：5mSv/a
	公众	储藏室	约 10 人/天	东侧	4	0	公众：0.1mSv/a
		无菌室	约 20 人/天	东侧	4	0	公众：0.1mSv/a
		复苏室	约 5 人/天	西侧	0	0	公众：0.1mSv/a
		设备间	约 5 人/天	西侧	0	0	公众：0.1mSv/a
		女更衣室	约 20 人/天	北侧	0	0	公众：0.1mSv/a
		换鞋区	约 20 人/天	北侧	0	0	公众：0.1mSv/a
		医护通道	约 20 人/天	北侧	0	0	公众：0.1mSv/a
		心电图、B 超检查室	约 150 人/天	上方	0	+4	公众：0.1mSv/a
		停车场	约 200 人/天	下方	0	-4	公众：0.1mSv/a
门急诊楼	约 1000 人/天	南侧	17	0	公众：0.1mSv/a		

		骨科楼	约 500 人/天	东北侧	30	0	公众: 0.1mSv/a
		评价范围内其他公众	约 2000 人/天	/	0-50	0	公众: 0.1mSv/a

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)

(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 作为手部

年当量剂量约束值。

②对于公众，综合考虑《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)相关要求，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)

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-1 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 7-2 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 7-2 的要求。

表 7-1 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 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 7-2 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.3 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 μ 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 μ 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；

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-3 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 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-3 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。

7.2.3 《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。

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

5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

慈溪市第三人民医院医疗健康集团位于慈溪市周巷镇周西公路 51-139 号。医院东侧为周西公路，隔路为周巷镇劳动保障管理服务所，南侧为慈溪市人民法院周巷人民法庭和慈溪市税务局周巷税务所，西侧为中国华裕集团，北侧为万紫苑小区。本项目拟建 DSA 机房位于住院楼 1 层（详见附图 1）。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 辐射现状评价对象

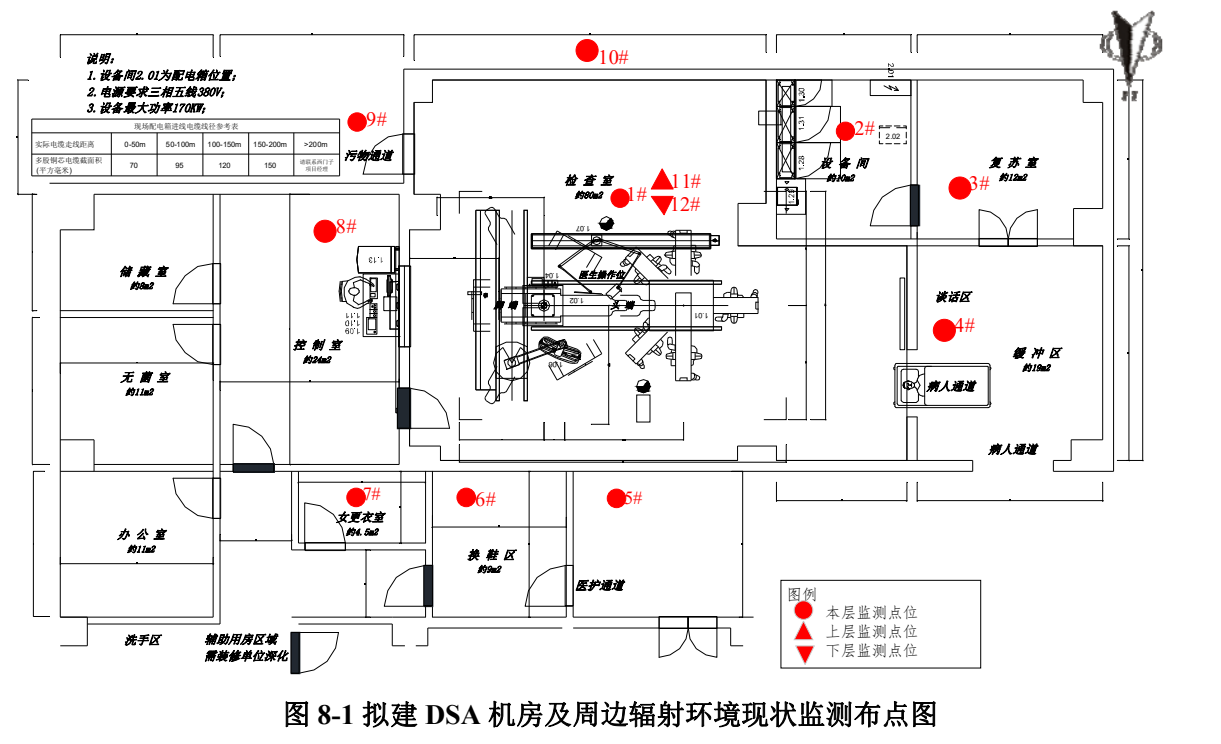
拟建 DSA 机房及周边。

8.2.2 监测因子

γ 辐射剂量率。

8.2.3 监测点位

根据项目的平面布局和周围环境情况，监测布点示意图见图 8-1 和 8-2。



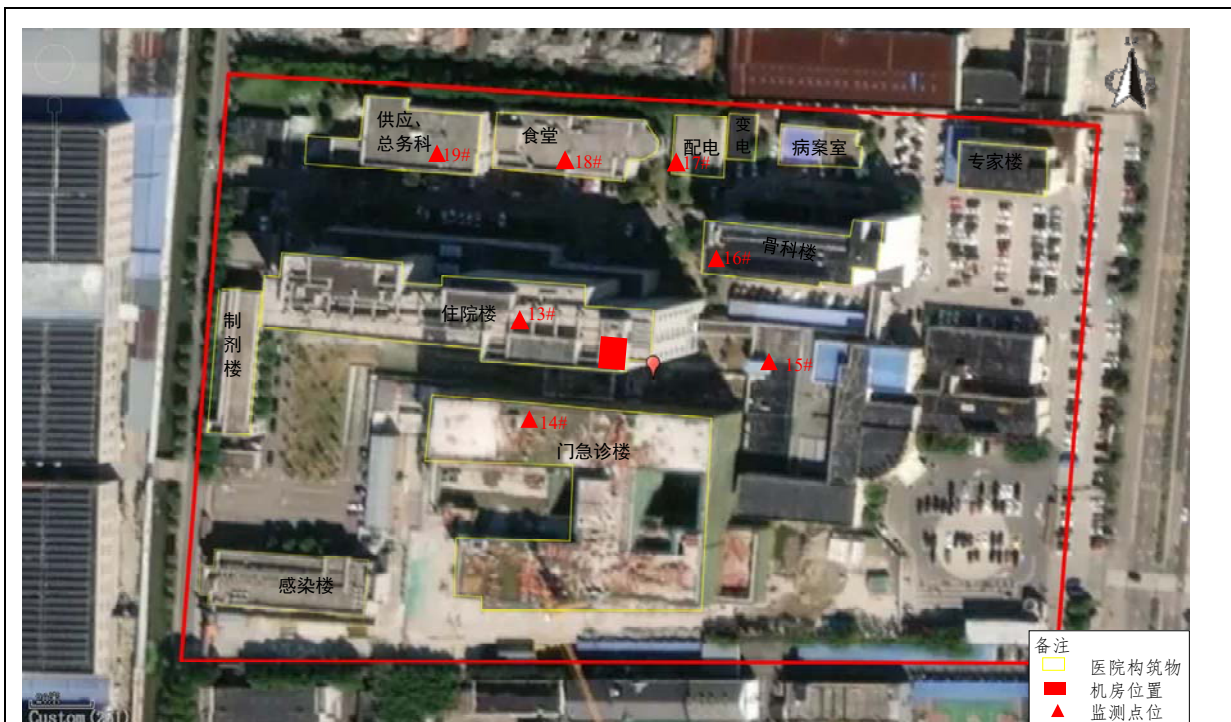


图 8-2 拟建 DSA 机房外辐射环境现状监测布点图

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 11 月 18 日
- (3) 监测方式：现场检测
- (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) 等
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境背景监测
- (7) 天气环境条件：温度：19℃；相对湿度：89%。
- (8) 监测报告编号：GABG-HJ22380154（附件 4）
- (9) 监测设备

表 8-1 监测设备信息

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	FH40G-L10+FHZ672E-10
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC

仪器编号	05035404
能量范围	40KeV~4.4MeV
测量范围	主机：10nSv/h~100mSv/h；探头：1nSv/h~100 μ Sv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心
校准证书	2022H21-10-3832004001
校准有效期	2022年3月1日~2023年2月28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，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。

⑤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监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建 DSA 机房周围环境 γ 辐射剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)	备注
1#	DSA 机房	155±3	室内
2#	设备间	137±3	室内
3#	复苏室	141±2	室内
4#	缓冲区	156±2	室内
5#	医护通道	156±2	室内
6#	换鞋区	147±2	室内
7#	女更衣室	139±1	室内

8#	控制室	138±2	室内
9#	污物通道	120±2	室外
10#	过道	133±3	室外
11#	DSA 机房上方监测点位	147±3	室内
12#	DSA 机房下方监测点位	156±2	室内
13#	住院楼	150±2	室内
14#	门急诊楼	143±3	室内
15#	室外连廊	145±1	室外
16#	骨科楼	159±2	室内
17#	配电间	128±2	室内
18#	食堂	142±2	室内
19#	供应、总务科	138±1	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 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 1.12，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 11nGy/h。

8.4 环境现状调查结果的评价

由上述监测结果可知，本项目拟建 DSA 机房及周围室内 γ 辐射剂量率范围为 128nGy/h~159nGy/h，即 $12.8 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 15.9 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；室外道路 γ 辐射剂量率范围为 120nGy/h~145nGy/h，即 $12.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 14.5 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。

由《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，宁波市室内的 γ 辐射剂量率在 $8.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 19.4 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，室外道路 γ 辐射剂量率范围在 $6.4 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 12.8 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，可见，本项目拟建场所各监测点位 γ 辐射剂量率处于宁波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，本项目 DSA 的整体外观示意图如图 9-1 所示。

其整体外观示意图如图 9-1 所示。

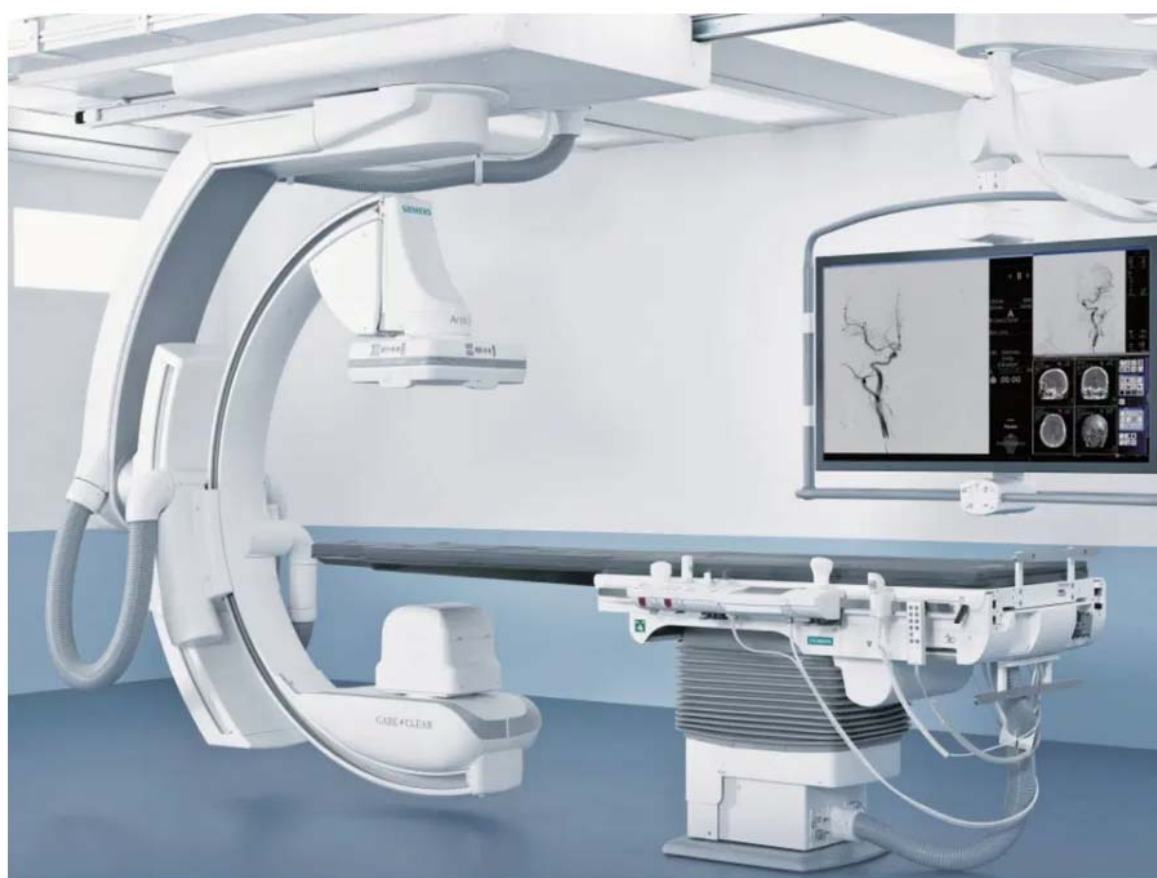


图 9-1 DSA 射线装置整体外观示意图

9.1.2 工作原理

X 射线诊断装置主要由 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，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 射线管和两极之间，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。

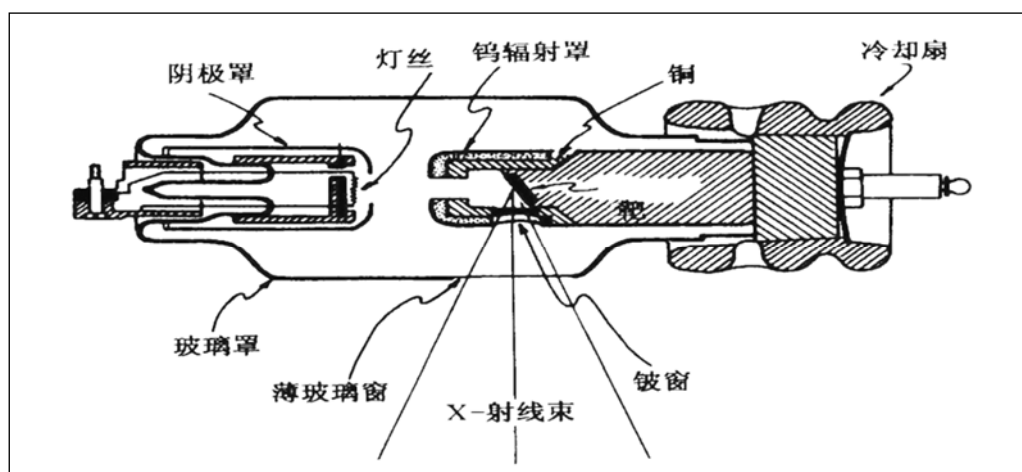


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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。

9.1.3 人员和物流路径规划

本项目人员和物流路径主要是工作人员（包括医护人员、技师）路径、患者路径及污物路径。

工作人员路径：手术医护人员从北侧入口进入医护通道，经医护通道入口经换鞋、更衣、洗手、穿好铅衣后由 DSA 机房东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，技师在控制室内进行设备操作。

患者路径：患者从北侧病人通道进入缓冲区，由 DSA 机房西侧患者防护门进入 DSA 机房内部接受手术。

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,沿着污物通道将污物送至医院污物间。

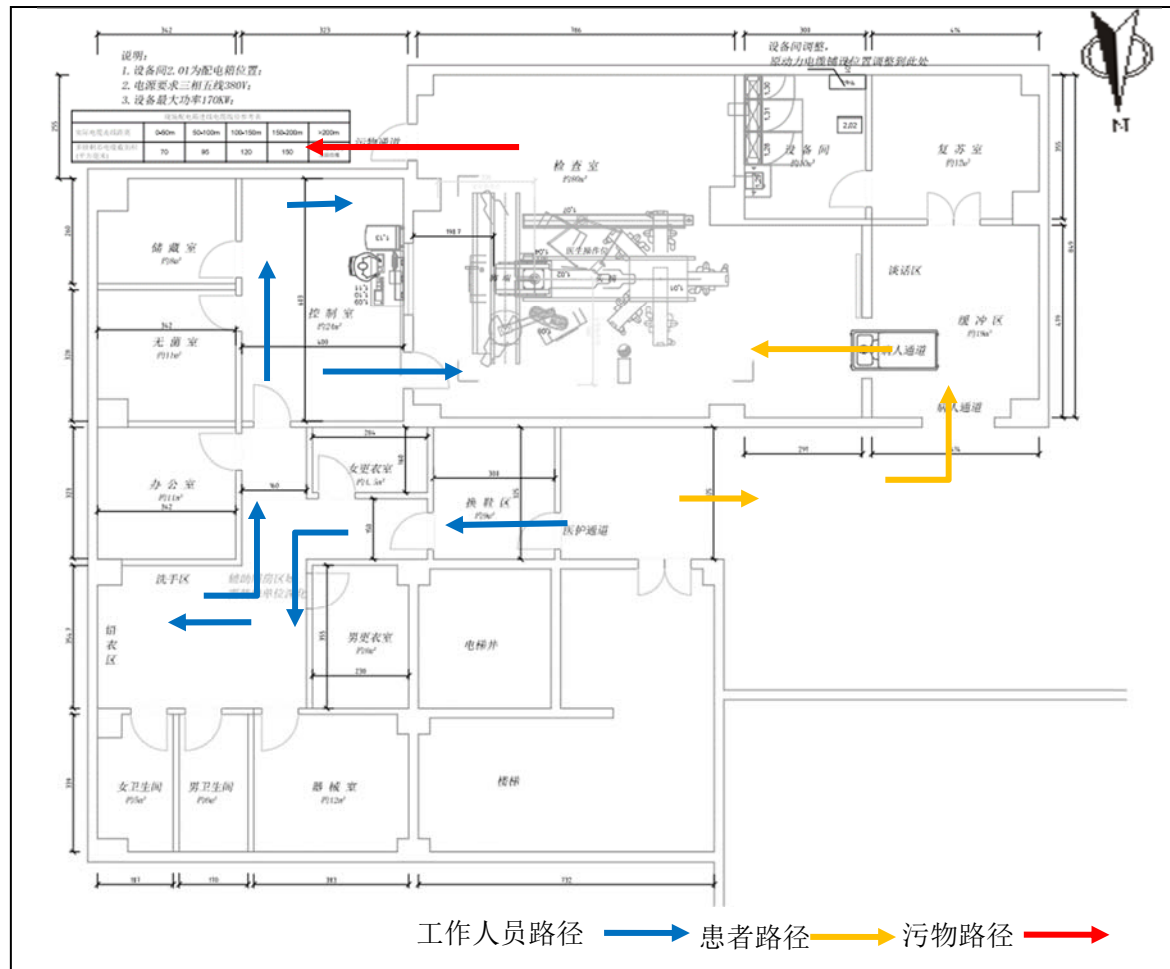


图 9-3 本项目辐射工作场所人流物流示意图

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,技师在控制室内首次减影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减影,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:

a、DSA 检查采用隔室操作方式,通过控制 DSA 的 X 线系统曝光,采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上,医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强

器三者之间的距离，然后进入控制室，关好防护门。医师、操作人员通过控制室的电子计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

b、DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.4~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜等）同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。

(2) 产污环节分析

DSA 流程及产污环节如图 9-4 所示。

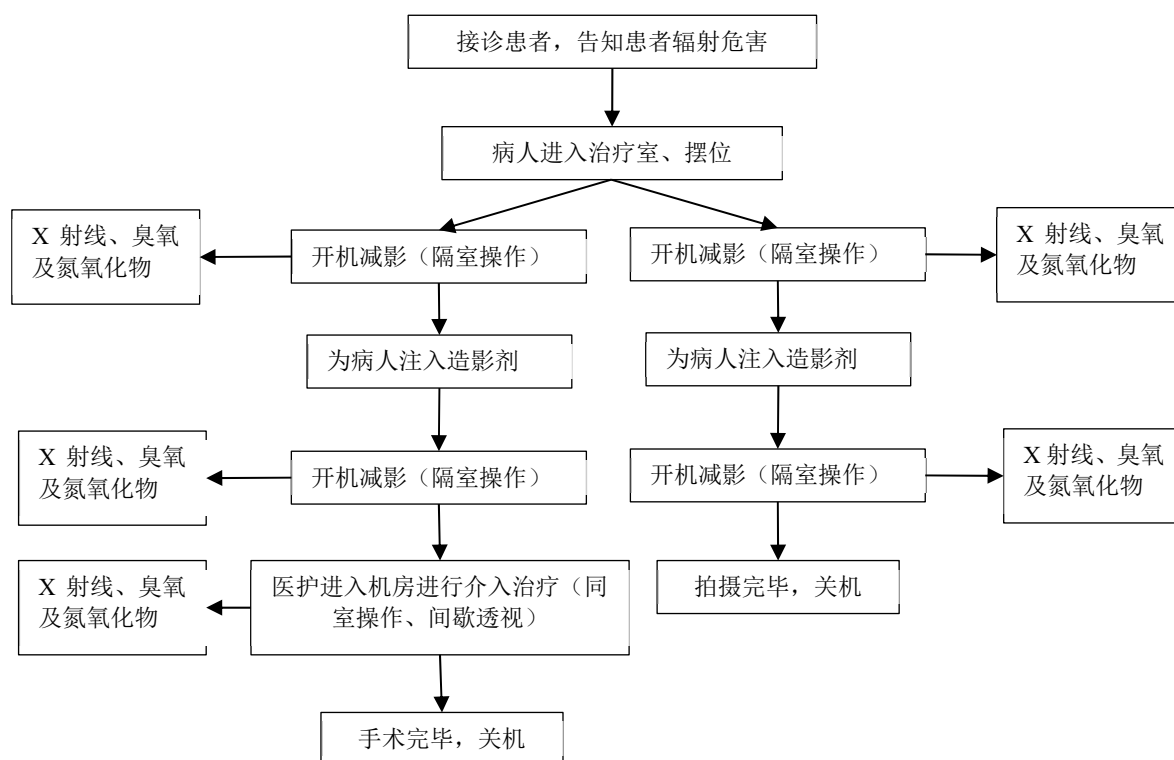


图 9-4 DSA 治疗流程及产污环节示意图

DSA 采用数字显像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

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

9.2 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）工作人员误操作，在没有关闭防护门的情况下，进行 DSA 的出束操作，对门外人员造成误照射。

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

本项目拟建 DSA 机房位于住院楼 1 层，布局见附图 4，DSA 机房上方布局见附图 5，DSA 机房下方布局见附图 6。本次环评辐射工作场所位置及四周布局见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所位置及四周布局一览表

辐射场所	方位	周边房间及场所
DSA 机房	东侧	控制室、储藏室、无菌室、办公室
	南侧	室外过道
	西侧	缓冲区、设备间、复苏室
	北侧	医护通道、换鞋区、女更衣室
	上方	心电图、B 超检查室
	下方	地下停车场

(1) 本项目 DSA 机房位于住院楼 1 层，DSA 机房和配套房间均集中布置，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) 医院拟为 DSA 机房设置了病人通道、医生通道，相互不交叉，病人通道的宽度满足病人手推车辆的通行，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。

拟建机房布局与《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 对照分析见下表。

表 10-2 机房布局设置与标准对照分析

项目	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求	本项目设置情况	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	本项目拟新增使用的 DSA 机房为单独的机房，机房最小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）的设置应考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	DSA 机房位于一层，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	本项目新增 DSA 设备有用线束主要垂直向上，有用线束不会直接照射门、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	DSA 项目受检者在机房西侧缓冲区候诊，不在机房内候诊	满足
机房尺寸	最小有效使用面积不小于 20m ² ， 最小单边长不小于 3.5m	DSA 手术室： 8.49 (m) × 6.66 (m) = 56.5 (m ²)	满足

经对照分析可知，拟建 DSA 机房的设置满足《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，并定期审查控制区的实际状况，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；并定期审查该区的条件，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，将 DSA 机房内部区域划为控制区，将控制室、储藏室、无菌室、办公室、洗手区、女更衣室、换鞋区、南侧屏蔽墙和东

侧、北侧部分屏蔽墙外 30cm、缓冲区、设备间、复苏室等区域划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况表 10-2，分区详见图 10-1。

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、换鞋区、女更衣室、医护通道、缓冲区、设备间、复苏室、南侧屏蔽墙墙外 30cm 以及东侧、北侧部分屏蔽墙外 30cm

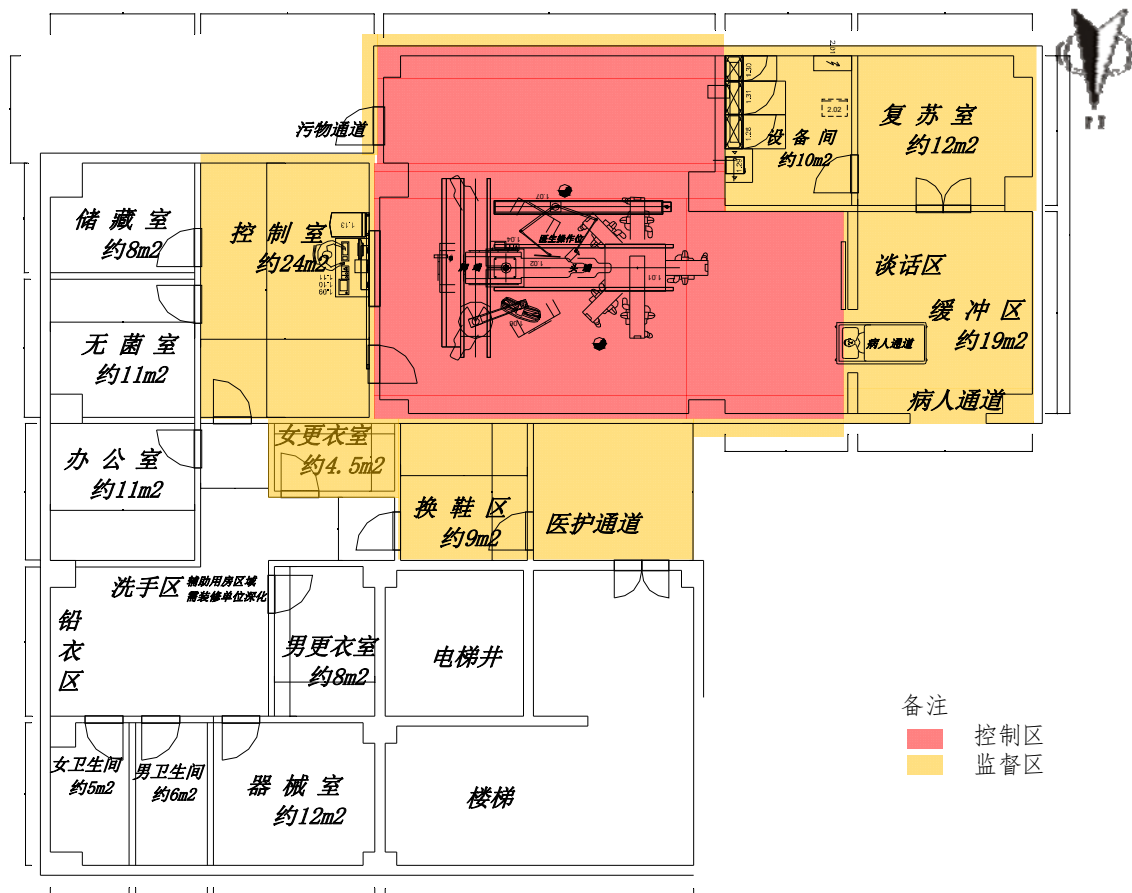


图 10-1 两区划分图

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 辐射安全防护及环保设施

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，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》(GBZ130-2020) 中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，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 DSA 机房有效使用面积和最小单边长度一览表

机房	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)	最小有效使用面积 (m ²)	
DSA 机房	6.66	56.5	3.5	20	符合

表10-4DSA机房屏蔽防护设计评价表

机房名称	防护设施	屏蔽材料及厚度 (折算铅当量, mmPb)	标准要求	符合性
DSA 机房	四侧墙体	24cm 实心砖+30mm 防护涂料 (5.0)	有用线束向铅当量、非有用线束方向铅当量均为 2mmPb	符合要求
	顶棚	25cm 混凝土+3mm 铅板 (6.4)		符合要求
	地坪	25cm 混凝土+30mm 防护涂料 (6.4)		符合要求

	防护门 (3扇)	内衬 4.0mm 铅板 (4.0)		符合要求
	观察窗	4mmPb 铅玻璃 (4.0)		符合要求
注：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) 附录 C 中式 C1、式 C2 及表 C2，得顶棚 250mm 混凝土(主束方向)折算为 3.4mmpb，地坪从严按 125kv 主束方向计算，得地坪 250mm 混凝土折算为 3.4mmPb。防护涂料密度不低于 3.8g/cm ³ ，10mm 等效 1mmPb。参考《放射防护实用手册》表 6.14，实心砖密度不低于 1.65g/cm ³ ，按照 12cm 实心砖等效为 1mmPb 进行铅当量折算。				

通过表 10-3、表 10-4 可知，本项目的 DSA 机房有效面积、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》(GBZ130-2020) 中的相关防护设施的技术要求。

(3) 机房内布局及屏蔽能力

机房内布局要合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；项目 DSA 机房屏蔽情况详见表 10-4。可见，机房防护能力符合相关标准要求。

(4) 距离防护

周边公众主要依托放射工作场所的屏蔽墙体、防护门和楼板屏蔽射线，同时各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，以增加公众与射线源之间的距离，以免受到不必要的照射。

(5) 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。另外，对进行介入治疗手术的医生和护士分组，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当介入治疗医生季度个人剂量超过 1.25mSv 或年剂量超过 5mSv，医院应进行调查，并出具调查报告，在查明原因之前应限制或暂停该工作人员工作时间。

10.1.4 辐射安全防护措施

本项目 DSA 机房拟按照标准要求设置相应的辐射安全防护措施，详见表 10-5。

表 10-5 射线装置机房拟设置的辐射安全防护措施

机房	项目	数量	拟设置情况	评价
----	----	----	-------	----

名称		(个)		
DSA 机房	机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	1	在拟建机房西墙设置 1 扇观察窗，能直接观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合要求
	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	/	机房内不堆放与设备诊断工作无关的杂物。	
	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	1	机房拟设置动力通风装置，能够保持良好的通风。	
	机房门外应有电离辐射警告标志。	5	拟在 DSA 机房、控制室、缓冲区、设备间、复苏室处防护门上各设置 1 个“当心电离辐射”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。	3	拟在防护门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上方设置“射线有害，灯亮勿入”警示语句；防护门与指示灯有效关联，门开灯灭，闭门灯亮。	
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	1	拟在机房西侧缓冲区门上及机房外墙上张贴放射防护注意事项。	
	在本项目机房内人员易接触的位置设置紧急止动按钮	1	在本项目机房内人员易接触的位置设置紧急止动按钮并设明显标志，供紧急停止使用。	
	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。	1	DSA 机房患者通道门拟设置电动推拉门，并设有曝光时关闭机房门的管理措施，设备运行前，辐射工作人员确认该门关闭；控制室、复苏室、设备间防护门拟设置手动平开门，并拟设置自动闭门装置。	
电动推拉门宜设置防夹装置。	1	DSA 手术室患者通道门拟设置防夹装置。		

通过以上辐射安全防护措施，本项目机房拟建 DSA 机房的防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关技术要求。

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《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求进行配制。

表 10-6 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 三废的治理

（1）废气治理措施

本项目为医用 X 射线装置的应用，在开机出束状态下产生 X 射线，断开电源后，X 射线随即消失。在装置使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生，但辐射工作中因 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 DSA 机房动力排风装置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，能够保证机房内有效的通风换气，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。

（2）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 装置报废时，建设单位应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

本项目 DSA 机房是对医院主体建筑住院楼1层东侧区域进行简单改造和装修，施工工期短，施工范围小，通过对施工时段的控制以及施工现场严格管理等手段，可使本项目施工期环境影响的范围和强度进一步减小。项目建设阶段不会产生电离辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA 射线装置辐射环境影响分析

本项目 DSA 射线装置额定参数为最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。为了分析 DSA 装置建成投入运行后对周围工作人员所造成的影响，本评价选取宁波市第二医院北院区住院楼 3 层 DSA 设备进行类比评价。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 DSA 机房 (宁波市第二医院北院区住院楼 3 层 DSA 机房) (Innova IGS 540)	本项目 DSA 机房 (Artis Qceiling)
设备参数 (最大管电压/管电流)		125kV/1000mA	125kV/1000mA
运行工况		减影模式：78kV，641mA 透视模式：86kV，24.8mA	减影模式：80kV，500mA 透视模式：80kV，10mA
机房面积		51.7m ²	56.5m ²
防护设施	防护门	3mm 铅当量	4mm 铅当量
	观察窗	2mm 铅当量	4mm 铅当量
	四面墙体及屋顶地板	四侧墙体：24cm 实心粘土砖+3cm 硫酸钡涂料 顶棚：20cm 混凝土+2cm 硫酸钡涂料 地坪：20cm 混凝土+2cm 硫酸钡涂料	四面墙体：24cm 实心砖+3cm 硫酸钡防护涂料 顶棚：25cm 混凝土+3mmPb 铅板 地坪：25cm 混凝土+3cm 硫酸钡防护涂料
防护用品配置	工作人员	铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅围脖、铅帽各 5 件，铅防护眼镜 5 副。 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	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 2 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套各 3 套。 DSA 机房配置防护铅当量为 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。
	受检者	防护铅当量为 0.5mmPb 的阴影屏	防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1

	蔽器具 1 件、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套各 1 件	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。
--	--------------------------	--

由上表可以看出, 本项目 DSA 射线装置设备管电压参数、管电流参数与类比对象相同; 运行工况下, 减影模式下电压略大于类比对象, 透视模式下电压略小于类比对象, 减影模式及透视模式下电流均小于类比对象; 机房有效面积大于类比对象, 四面墙体防护水平均与类比对象相同, 防护门、观察窗、顶棚和防护地坪防护水平均优于类比对象, 由此可见类比是可行的。

类比监测结果见表 11-2、11-3, 类比监测点位示意图见图 11-1、11-2。

表 11-2 类比 DSA 机房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果 (装置运行时)

①减影模式, 监测条件: 78kV, 641mA, 7s (散射模体: 30cm×30cm×20cm 水模)		
监测点编号	监测点位置	监测结果 (μSv/h)
1	工作人员操作位	0.22
2	控制室电缆沟入口处	0.21
3	铅玻璃观察窗外表面 30cm (中部)	0.24
4	铅玻璃观察窗外表面 30cm (上端)	0.22
5	铅玻璃观察窗外表面 30cm (下端)	0.22
6	铅玻璃观察窗外表面 30cm (左侧)	0.21
7	铅玻璃观察窗外表面 30cm (右侧)	0.22
8	防护门 M1 外表面 30cm (中部)	0.21
9	防护门 M1 外表面 30cm (上端)	0.22
10	防护门 M1 外表面 30cm (下端)	0.24
11	防护门 M1 外表面 30cm (左侧)	0.22
12	防护门 M1 外表面 30cm (右侧)	0.24
13	防护门 M2 外表面 30cm (中部)	0.22
14	防护门 M2 外表面 30cm (上端)	0.22
15	防护门 M2 外表面 30cm (下端)	0.21
16	防护门 M2 外表面 30cm (左侧)	0.21
17	防护门 M2 外表面 30cm (右侧)	0.22
18	防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.24
19	防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.25
20	防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.22
21	防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.24
22	顶棚上方距地面 100cm	0.22
23	地面下方距地面 170cm	0.22

24	内嵌配电箱外表面 30cm	0.22
25	防护门 M3 外表面 30cm (中部)	0.24
26	防护门 M3 外表面 30cm (上端)	0.22
27	防护门 M3 外表面 30cm (下端)	0.21
28	防护门 M3 外表面 30cm (左侧)	0.22
29	防护门 M3 外表面 30cm (右侧)	0.21
30	观灯片表面 30cm	0.22
31	控制系统外表面 30cm 处	0.24
32	内嵌柜 A1 外表面 30cm	0.22
33	内嵌柜 A2 外表面 30cm	0.21
34	内嵌柜 A3 外表面 30cm	0.22
35	内嵌柜 A4 外表面 30cm	0.24
36	内嵌柜 A5 外表面 30cm	0.22
	本底值	<0.20
②透视模式,监测条件: 86kV,24.8mA,(散射模体: 30cm×30cm×20cm 水模+1.5mm 铜板)		
监测点编号	监测点位置	监测结果 (μSv/h)
1	工作人员操作位	0.21
2	控制室电缆沟入口处	0.21
3	铅玻璃观察窗外表面 30cm (中部)	0.20
4	铅玻璃观察窗外表面 30cm (上端)	0.22
5	铅玻璃观察窗外表面 30cm (下端)	0.23
6	铅玻璃观察窗外表面 30cm (左侧)	0.23
7	铅玻璃观察窗外表面 30cm (右侧)	0.22
8	防护门 M1 外表面 30cm (中部)	0.21
9	防护门 M1 外表面 30cm (上端)	0.22
10	防护门 M1 外表面 30cm (下端)	0.21
11	防护门 M1 外表面 30cm (左侧)	0.20
12	防护门 M1 外表面 30cm (右侧)	0.21
13	防护门 M2 外表面 30cm (中部)	0.20
14	防护门 M2 外表面 30cm (上端)	0.22
15	防护门 M2 外表面 30cm (下端)	0.21
16	防护门 M2 外表面 30cm (左侧)	0.20
17	防护门 M2 外表面 30cm (右侧)	0.21
18	防护墙体外表面 30cm (东墙)	0.23
19	防护墙体外表面 30cm (南墙)	0.23
20	防护墙体外表面 30cm (西墙)	0.23

21	防护墙体外表面 30cm (北墙)	0.23
22	顶棚上方距地面 100cm	0.23
23	地面下方距地面 170cm	0.22
24	内嵌配电箱外表面 30cm	0.22
25	防护门 M3 外表面 30cm (中部)	0.21
26	防护门 M3 外表面 30cm (上端)	0.21
27	防护门 M3 外表面 30cm (下端)	0.22
28	防护门 M3 外表面 30cm (左侧)	0.23
29	防护门 M3 外表面 30cm (右侧)	0.20
30	观灯片表面 30cm	0.23
31	控制系统外表面 30cm 处	0.23
32	内嵌柜 A1 外表面 30cm	0.21
33	内嵌柜 A2 外表面 30cm	0.20
34	内嵌柜 A3 外表面 30cm	0.22
35	内嵌柜 A4 外表面 30cm	0.23
36	内嵌柜 A5 外表面 30cm	0.21
	本底值	<0.20

附注：1：商标所列检测值均为未除本底值，以上数据均经过仪器时间响应修正；
2：机房没测墙体检测带你不于 3 个，检测结果取最大值；
3：451P 便携式 X、 γ 射线巡测仪/05032351 的探测下限为 0.20 μ Sv/h。

表 11-3 DSA 透视防护区 (介入) 工作人员位置空气比释动能率检测结果

设备名称	检测位置		检测结果 (μ Sv/h)	标准限值	评价
DSA (Innova IGS 540)	第一术 者位 距地面 高度	155cm (头部)	203	≤ 400	符合
		125cm (胸部)	133	≤ 400	符合
		105cm (腹部)	66	≤ 400	符合
		80cm (下肢)	48	≤ 400	符合
		20cm (足部)	30	≤ 400	符合
	第二术 者位 距地面 高度	155cm (头部)	251	≤ 400	符合
		125cm (胸部)	199	≤ 400	符合
		105cm (腹部)	45	≤ 400	符合
		80cm (下肢)	34	≤ 400	符合
		20cm (足部)	15.3	≤ 400	符合

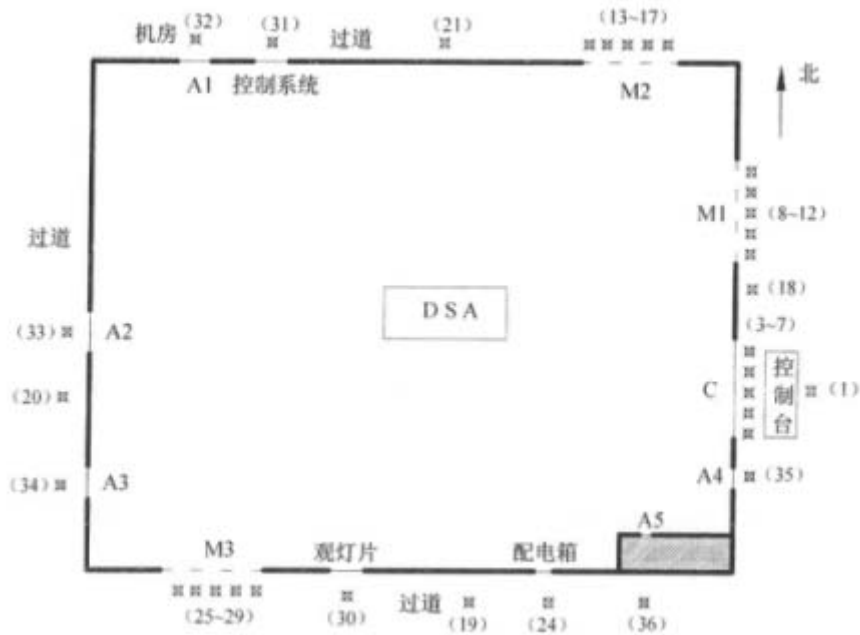


图 11-1 类比项目（DSA 机房）监测点位图

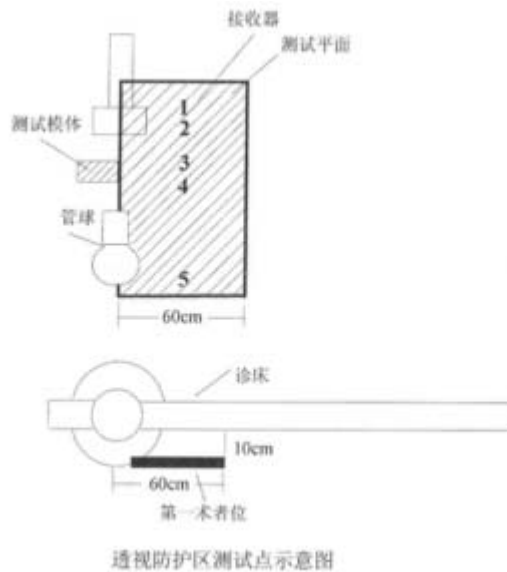


图 11-2 类比 DSA 透视防护区测试点示意图

由类比分析可知，类比 DSA 装置正常运行时机房外辐射剂量率与本底值相比未显著提高，远低于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 控制目标值。本项目 DSA 机房屏蔽设计整体上优于类比设备，因此，本项目正常运行时满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的 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，对周围辐射环境影响在可接受范围内。

11.2.2 人员年有效剂量估算

根据表11-2~11-3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：

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

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。

DSA 在进行曝光时分为两种减影与透视两种情况，下面就两种情况分别进行辐射环境影响评价。

本项目的居留因子参照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）选取，具体数值见表 11-4。

表 11-4 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

根据医院提供的资料，本项目 DSA 机房每年最大手术台数为 400 台，按 1 台手术减影时间取 1 分钟，透视时间取 20 分钟，则本项目 DSA 机房减影过程年总曝光时间为 6.67h，透视过程年总曝光时间为 133.33h。

DSA 机房每台手术配备 1~2 名手术医生和 1 名护士（2 人轮岗），控制室内固定配置 1 名技师（2 人轮岗），一般情况下，较大手术可能需要跨组调剂医生，考虑到医生可能存在实际工作量不均衡的情况，本次评价保守按医护人员单人承担最大手术台

数为 200 台考虑，则介入医护人员透视过程年最大受照时间为 66.67h。

① 减影过程辐射环境影响分析

由上表 11-2 可知，控制室内最大辐射剂量率出现在“铅玻璃观察窗外表面 30cm（下端）”类比监测点位，辐射剂量率为 0.03 μ Sv/h（已扣除本底值）。控制室内工作人员身体年受照的总时间为 3.35h，居留因子 T 取 1，使用因子 U 取 1。

机房外（包括楼上楼下的区域）公众影响活动范围内最大辐射剂量率出现在“防护墙体外表面 30cm（南墙）”类比监测点位，辐射剂量率为 0.05 μ Sv/h（已扣除本底值）。

② 透视过程辐射环境影响分析

介入手术过程中会有连续的曝光，手术室透视过程年总曝光时间为 133.33h，每组手术医生和护士身体年受照的总时间为 66.67h。

由上表 11-2 可知，控制室内最大辐射剂量率出现在“铅玻璃观察窗外表面 30cm（下端）”类比监测点位，辐射剂量率为 0.03 μ Sv/h（已扣除本底值）。控制室内工作人员身体年受照的总时间为 133.33h，居留因子 T 取 1，使用因子 U 取 1。

机房外（包括楼上楼下的区域）公众影响活动范围内最大辐射剂量率出现在“防护墙体外表面 30cm（东墙）”类比监测点位，辐射剂量率为 0.03 μ Sv/h（已扣除本底值）。

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 11-3 可知，身体所受最大辐射剂量率为第二手术者位距地面高度 155cm（头部），其辐射剂量率为 250.8 μ Sv/h（已扣除本底值）。

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 80kV 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 $250.8 \times 0.025 = 6.27 \mu\text{Sv/h}$,手术室每组手术医生和护士身体年受照的总时间为66.67h,居留因子T取1,使用因子U取1,根据式11-1计算得:医生与护士身体受照的年有效剂量最大为 $2.0 \times 10^{-1} \text{mSv}$ 。

表 11-5 人员年有效剂量估算表

保护目标	不同模式	居留因子 T	使用因子 U	对应距离 (m)	年受照时间 (t/a)	最大辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年受照剂量 (mSv)	总年受照剂量 (mSv)	人员类别
DSA操作人员	减影	1	1	/	3.35	0.03	2.59×10^{-3}	2.03×10^{-1}	职业: 5mSv/a
	透视				66.67	0.03	2.00×10^{-1}		
介入医护人员	减影	1	1	/	/	/	/	2.00×10^{-1}	
	透视				66.67	0.03	2.00×10^{-1}		
缓冲区	减影	1	1	/	6.67	0.05	3.34×10^{-4}	4.33×10^{-3}	
	透视				133.33	0.03	4.0×10^{-3}		
复苏室	减影	1/4	1	/	6.67	0.05	8.34×10^{-5}	1.83×10^{-4}	
	透视				133.33	0.03	1.0×10^{-4}		
设备间	减影	1/16	1	/	6.67	0.05	2.08×10^{-5}	2.71×10^{-4}	
	透视				133.33	0.03	2.50×10^{-4}		
女更衣室	减影	1/4	1	/	6.67	0.05	8.34×10^{-5}	1.83×10^{-4}	
	透视				133.33	0.03	1.0×10^{-4}		
换鞋区	减影	1/4	1	/	6.67	0.05	8.34×10^{-5}	1.83×10^{-4}	
	透视				133.33	0.03	1.0×10^{-4}		
医护通道	减影	1/4	1	/	6.67	0.05	8.34×10^{-5}	1.83×10^{-4}	
	透视				133.33	0.03	1.0×10^{-4}		
储藏室	减影	1/16	1	4	6.67	0.05	1.30×10^{-6}	2.73×10^{-5}	公众 0.1mSv/a
	透视				133.33	0.03	2.60×10^{-5}		
无菌室	减影	1/16	1	4	6.67	0.05	1.30×10^{-6}	2.73×10^{-5}	
	透视				133.33	0.03	2.60×10^{-5}		
办公室	减影	1	1	4.5	6.67	0.05	1.65×10^{-5}	2.15×10^{-4}	
	透视				133.33	0.03	1.98×10^{-4}		
室外过道	减影	1/4	1	/	6.67	0.05	8.34×10^{-5}	1.83×10^{-4}	
	透视				133.33	0.03	1.0×10^{-4}		
心电图、B超检查室	减影	1/2	1	/	6.67	0.05	1.67×10^{-4}	2.12×10^{-3}	
	透视				133.33	0.03	2.0×10^{-3}		
停车场	减影	1/16	1	/	6.67	0.05	2.08×10^{-5}	2.71×10^{-4}	
	透视				133.33	0.03	2.50×10^{-4}		

门急诊楼	减影	1	1	17	6.67	0.05	1.15×10^{-6}	1.50×10^{-5}
	透视				133.33	0.03	1.38×10^{-5}	
骨科楼	减影	1	1	30	6.67	0.05	3.71×10^{-7}	4.81×10^{-6}
	透视				133.33	0.03	4.44×10^{-6}	

综上所述，控制室工作人员受照的年有效剂量最大为 $2.03 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，DSA 机房内介入医护人员受照的年有效剂量最大为 0.20mSv ，低于本环评要求的 5mSv 年剂量约束值；公众受照的年有效剂量最大为 $4.33 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于本环评要求的 0.1mSv 年剂量约束值。

11.2.3 医生手部皮肤年当量剂量估算

由于类比数据无介入术者位手部剂量率，因此介入医护人员手部剂量采用理论计算。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 减影模式下曝光时工作人员均退出机房，手部皮肤年当量剂量估算主要考虑透视模式，透视模式下管电压取 80kV ，管电流取 10mA ，每台手术透视时间按 20min 计。

① 病人体表散射屏蔽估算

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

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 ， 80kV 电压下，离靶 1m 空气中的空气比释动能率为 0.06mGy/mAs ；透视模式下距靶 1m 处的最大剂量率为 $2.16 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ 。

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，因表中无 80kV 条件下数据，故严格按 100kV 时选取 0.0013 ；

s —散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 —源与病人的距离， m ，取 0.5m ；

d_s —病人与预测点的距离， m ，取 0.45m ；

屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C中公式和参数计算，公式计算如下式：

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

式中：

B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料厚度，mm；

α 、 β 、 γ —屏蔽材料对一定管电压X射线散射辐射衰减的有关的三个拟合参数，根据《放射诊断防护要求》（GBZ130—2020）附录C表C.2查表，因表中无80kV条件下数据，故严格按90kV时选取。

透视模式下（90kV）0.5mmPb铅悬挂防护屏+0.025mmPb介入防护手套的减弱因子 B 取0.023。根据式11-4，医生手术位（手部）预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表11-6。

表 11-6 医生手术位（手部）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	α	s	d_0	d_s	B	H_s
		$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
透视	1#：医生手术位（手部）	2.16×10^6	0.0013	100	0.5	0.45	0.023	3.99×10^2

② 泄漏辐射剂量估算

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”。

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，医生手术位（手部）点位的泄漏辐射剂量率可用下式（11-5）进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11-5})$$

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）0.5mmPb 铅悬挂防护屏+0.025mmPb 介入防护手套的减弱因子 B 取 0.023。

根据式 11-5，医生手术位（手部）预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-7。

表 11-7 医生手术位（手部）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 (μGy/h)
透视	1#：医生手术位（手部）	0.7	0.025mm 介入防护手套	0.023	46.94

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，手术医生手部距离射线最近，关注点 X 射线辐射剂量率随关注点与辐射源点的距离增加呈现衰减趋势与距离的平方呈反比，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：

$$D_s = C_{ks} \times k \times t \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-6})$$

$$H = D_s \cdot W_R \quad (\text{式 11-7})$$

式中：

D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

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 11-5 可知，透视模式下，DSA 机房内手术医生手部位置处最大空气比释动能率为 $446\mu\text{Gy/h}$ 。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.4 和表 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 66.67h，根据式 11-6 可以求得手术医生和护士手术位手部皮肤受到的年当量剂量最大为 34.3mSv，低于本环评要求的 125mSv 年当量剂量约束值（由于本项目手术医生为宁波市第二医院派遣，此估算结果仅为本项目年当量剂量估算，实际年当量剂量以个人剂量检测报告为准）。

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 机房拟采用带有排风功能的新风系统进行通风，能够保证机房内有效的通风换气，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，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。

11.4 事故影响分析

11.4.1 辐射事故情况

DSA 装置可能发生的辐射事故情况如下：

(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) 工作人员误操作，在没有关闭防护门的情况下，进行 DSA 的出束操作，对门外人员造成误照射；

本项目为医用II类射线装置使用项目，X 射线能量较低，根据上述主要事故类型情况，可能发生的辐射事故为一般辐射事故。

11.4.2 辐射事故防范措施

(1) 建立健全辐射安全管理机构，加强管理

医院成立了放射防护管理领导小组，负责制定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) 完善各项管理制度

医院制定了放射事故应急处理预案、电离辐射危害告知、放射工作人员职业健康管理制度、受检者告知制度、放射诊疗质量保证制度、放射事故预防措施、放射防护安全管理制度放射工作人员的管理制度、操作规程等。要求医院对已有制度修订更新，将本项目所涉及的射线装置纳入辐射防护管理，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) 定期对设备进行维护保养，使设备处于保持良好的工作状态。

(4) 机房应当设置信号指示灯和门灯联锁装置，划分警戒控制区。

如果职业人员在防护门关闭后未撤离机房，则可利用机房防护门内与控制室设

置的人工紧急停机、开门按钮，避免事故发生。防护门上设置警示信号灯。

(5) 对辐射工作场所定期开展巡查工作，主动询问辐射工作人员及时发现问题，定期联系有资质单位做好防护检测工作及机器性能检测。

11.4.3 辐射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辐射事故应急方案，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。

11.4.4 辐射事故预防措施

X 射线诊疗项目可能发生的辐射事故主要是存在管理问题，建设单位应加强对相关放射防护法规的学习，提高辐射安全防护观念和水平。在项目运营过程中采取以下辐射事故预防措施：

(1) 建设单位认真组织辐射工作人员参加辐射防护培训及专业技术的知识学习，使用射线装置的工作人员必须在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗；

(2) 辐射工作人员配备符合标准要求的个人防护用品，并正确指导受检者穿戴；

(3) 定期组织对放射诊疗工作场所及设备的辐射防护检测和检查，如有异常，及时整改；

(4) 在辐射工作场所醒目位置设置电离辐射警示标志，防护门设置门灯联锁；

(5) 定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，工作人员职业照射个人剂量监

测档案应终生保存；

(6) 辐射安全防护管理领导小组将对辐射工作人员的辐射安全管理制度执行情况进行监督、检查；

(7) 定期对硬件防护措施（如门灯联锁装置、工作状态指示灯）的检查。

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》等有关法律法规，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。

建设单位已成立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，组成人员如下：

组长：倪红红

成员：沈 蔚、孙金科、陈建均、戚浩波、俞冠民、张 丹、庄晓叶、周晶晶、陈 忱、徐嘉莹

成立文件中明确了小组成员组成及相关职责，故建设单位原有辐射安全与环境保护管理机构能够满足本项目辐射安全管理工作的需求，在核技术利用项目运行过程中，建设单位应根据人事变动情况及时调整机构组成。

12.1.2 辐射人员管理

(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）自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。根据《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），仅从事III类射线装置使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。考核成绩有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。核技术利用单位应妥善留存本单位相关辐射工作人员自行考核记录。

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 43 名辐射工作人员，均为从事使用Ⅲ类射线装置的人员，均参加了宁波市医疗机构放射工作人员培训平台上的宁波市医疗机构放射工作人员网络培训并考核合格，考核成绩均在 2 年有效期内。

本项目计划新增 14 名辐射工作人员，从事使用Ⅱ类射线装置，应在生态环境部培训平台报名参加相应类别的核技术利用辐射安全与防护培训学习，并报名参加相应类别的考核或在宁波市医疗机构放射工作人员培训平台参加放射工作人员在岗考试，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 43 名辐射工作人员，均进行了岗前/在岗期间的职业健康检查，检查结论均为“可以继续原放射工作”，符合要求。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。

医院已委托宁波市疾病预防控制中心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。检测结果低于工作人员剂量约束值 5mSv/a。

医院将为本项目所有辐射工作人员配备个人剂量计，根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)，建议为参与同室介入诊疗的辐射工作人员配备双剂量计，1 枚佩戴在铅围裙内躯干上，1 枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置，同时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，正确佩戴使用个人剂量计。定期(最长不得超过 3 个月)送检，建立个人剂量监测档案。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。个人剂量监

测档案应终生保存，辐射工作人员可查看和复制本人个人剂量监测档案。

12.1.3 年度评估报告

医院核技术利用项目正式开展后，建设单位应对开展的核技术利用项目辐射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。

根据医院提供的资料，医院已按要求进行了辐射安全与防护状况评估，每年定期上报至发证机关。本项目正式开展后，医院应将本项目射线装置纳入辐射安全与防护评估报告，每年 1 月 31 日前上报至发证机关。

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”。

医院已制定放射科辐射安全管理制度、放射安全事件应急预案、放射人员健康管理规定、受检者防护原则，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。具体应补充和完善的情况如下：

(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，医院应配备个人

防护用品和监测仪器，同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

本项目仅使用射线装置，医院已配备1台辐射巡测仪，能够满足项目运行过程中辐射工作场所的日常自行监测需求。

12.3.2 监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有相关资质的环境监测机构进行监测。

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。

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	DSA机房四侧屏蔽墙外30cm处、顶棚上方100cm处，楼下距地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	项目建成后3个月内	按照国家规定进行		委托监测

12.3.3 原有项目辐射监测执行情况

由医院 2021 年 11 月~2022 年 11 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 0.04mSv~1.15mSv 范围内，均低于工作人员剂量约束值 5mSv/a。医院为工作人员建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。医院每年委托具有相应资质的单位对本院核技术利用项目进行一次设备性能和工作场所监测，监测结果均满足相应标准的要求。本项目建成后，建设单位应及时将本项目涉及的新增射线装置和工作场所的环境监测纳入医院原有的监测计划。

12.4 辐射事故应急

医院已经制定了《放射安全事件应急预案》，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。

管理小组的主要职责是：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及联系方式；
- ② 应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ③ 辐射事故等级划分；
- ④ 补充应急人员培训和演习或演练计划

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。

12.5 竣工验收

医院应根据项目的开展情况，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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

慈溪市第三人民医院医疗健康集团位于慈溪市周巷镇周西公路 51-139 号，本项目拟在医院住院楼 1 层新建 1 间 DSA 机房和配套控制室、设备间、储藏室、更衣室等功能房间。在机房内安装使用 1 台 DSA 设备，型号为 Artis Qceiling，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置，用于介入手术中的放射诊疗。

1.3.1.2 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 DSA 机房屏蔽设计四侧墙体使用实心砖+防护涂料，顶棚使用混凝土+铅板，地坪使用混凝土+防护涂料，机房设有铅防护门及铅玻璃窗，机房平面布局和屏蔽防护设计方案满足《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“紧急止动”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》（GBZ130-2020）的要求进行配制。

(2) 辐射安全管理结论

管理机构：医院已成立了放射防护管理小组、明确了相关职责，并将加强监督管理。

医院已制定了包括《放射安全事故应急处理预案》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与防护培训，考核合格后方能上岗，并且按时安排人员参加培训/再培训。

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、地坪及观察窗外辐射剂量率均能满足本次评价采用的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的目标控制值。

(2) 经估算，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不超过 5mSv 和不超过 0.1mSv 的年剂量约束值的要求，医生手部年当量剂量不超过 125mSv 的年当量剂量约束值的要求。

(3) DSA机房内设具有排风功能的新风系统排出，能够保证机房内良好的通风效果，运行过程中产生的臭氧和氮氧化物经动力排风系统排出，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

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）中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

(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) 选址合理性分析

本项目拟建 DSA 机房位于住院楼 1 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，不涉及宁波市生态保护红线。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”符合性

本项目位于宁波市慈溪市周巷城镇生活重点管控单元（ZH33028220009），符合慈溪市“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，慈溪市第三人民医院医疗健康集团 DSA 射线装置建设项目符合宁波市“三线一单”生态环境分区管控要求，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污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运营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辐射环境保护相关标准的要求。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 建议和承诺

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；
- (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。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，医院承诺：

- (1) 加强对相关放射防护法规的学习，提高辐射安全防护观念和水平。
- (2) 尽快安排落实辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护培训，考核合格上岗。
- (3) 本项目取得环评批复后，严格按照已批复的环评文件进行建设，并及时重新申领辐射安全许可证；项目竣工后，按照国家相关法律法规尽快自主组织竣工环保验收。
- (4) 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。
- (5) 医院承诺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。并接受生态环境主管部门的监督检查。
- (5) 在实施诊治之前，事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。
- (6) 按要求每年向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。
- (7) 在项目建设、运行等过程中不违规操作、不弄虚作假。

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