

编号：FB23720006

核技术利用建设项目

浙江省中医院（钱塘院区）
数字减影血管造影装置建设项目
环境影响报告表
（公示稿）

浙江省中医院、浙江中医药大学附属第一医院（浙江省东方医院）

2023年7月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江省中医院（钱塘院区）
数字减影血管造影装置建设项目
环境影响报告表



建设单位名称：浙江省中医院、浙江中医药大学附属第一医院
(浙江省东方医院)

建设单位法定代表人（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州市经济技术开发区9号大街9号

邮政编码：310018

联系人：卞城

电子邮箱：479767345@qq.com

联系电话：18258450134

编制单位和编制人员情况表

项目编号	3eie2z		
建设项目名称	浙江省中医院（钱塘院区）数字减影血管造影装置建设项目环境影响报告表		
建设项目类别	55-172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	浙江省中医院、浙江中医药大学附属第一医院（浙江省东方医院）		
统一社会信用代码	12330000470004129M		
法定代表人（签章）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	浙江建安检测研究院有限公司		
统一社会信用代码	91330000768655413L		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
王桂芳	05353343505330589	BH021232	王桂芳
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王建	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、评价依据、保护目标与评价标准、辐射安全与防护、辐射安全管理、结论与建议	BH055069	王建
王桂芳	废弃物（重点是放射性废弃物）、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、环境影响分析	BH021232	王桂芳

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	13
表 3 非密封放射性物质	13
表 4 射线装置	14
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6 评价依据	16
表 7 保护目标与评价标准	20
表 8 环境质量和辐射现状	26
表 9 项目工程分析与源项	30
表 10 辐射安全与防护	37
表 11 环境影响分析	48
表 12 辐射安全管理	64
表 13 结论与建议	70
表 14 审批	74

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江省中医院（钱塘院区）数字减影血管造影装置建设项目			
建设单位		浙江省中医院、浙江中医药大学附属第一医院（浙江省东方医院）			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		浙江省杭州市上城区邮电路 54 号			
项目建设地点		杭州市经济技术开发区 9 号大街 9 号浙江省中医院 2 号楼 1 层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		1000	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资） 2%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ） 41.12
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input checked="" 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 建设单位情况简介					
<p>浙江省中医院是一所集医疗、科研、教学、保健、康复为一体，中西医各临床科室门类齐全、具有鲜明中医特色和中西医医疗优势的现代化综合性三级甲等医院。医院始建于 1931 年，2001 年兼并杭州经济技术开发区医院后又名浙江省东方医院，现全称为浙江省中医院、浙江中医药大学附属第一医院、浙江省东方医院，是浙江省首批省、市级医保定点单位。</p> <p>浙江省中医院由湖滨和钱塘两个院区组成。浙江省中医院钱塘院区位于浙江省杭州市经济技术开发区 9 号大街 9 号，拥有床位 1350 张，院内包括 1 号楼（门急诊楼）、2 号楼（医技综合楼）、3 号楼（住院楼）、4 号楼（行政综合楼）等。</p> <p>浙江省中医院（钱塘院区）主体环境影响评价已于 2020 年 9 月 1 日取得批复，文</p>					

件号为：杭环钱环评批（2020）59号（杭州市生态环境局钱塘新区分局，见附件5），目前该项目2号楼已施工完成，4号楼仍处于施工阶段，本项目拟新增的DSA设备布设于2号楼一层。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

2022年7月亚奥理事会宣布杭州第19届亚运会将于2023年9月23日至10月08日在杭州举办，为了应对亚运期间对医疗服务质量的需求，浙江省中医院（钱塘院区）为亚组委员会指定的定点医院之一。为能完成对亚运会医疗保障的核心任务，根据赛事指挥部医疗卫生指挥中心的督导要求，医院需紧急再配置一台DSA投入运行（目前已审批的2间DSA机房因施工工期问题，未能在亚运会之前投入使用），进行双备份。为此医院拟新购一台数字减影血管造影装置（以下简称“DSA”）安装在2号楼（医技综合楼）一层原CT机房，在原CT机房基础上进行装修，并配套增加辅助用房，原CT设备拟搬迁至2号楼2层CT机房，本项目不对其进行评价，医院需另作环境影响登记表。

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《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部、国家卫生计生委公告2017年第66号），本项目拟新购的DSA设备属于血管造影用X射线装置的分类范围，应为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），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”，环境影响评价类别应为环境影响报告表。

为此，浙江省中医院委托浙江建安检测研究院有限公司开展“浙江省中医院（钱塘院区）射线装置建设项目”（简称“本项目”）的环评工作。在接受委托后，我单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求编制完成本环评报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟新购一台数字减影血管造影装置安装在2号楼一层原CT机房（现称DSA 1

号机房)，在原 CT 机房基础上进行装饰装修，不对原有屏蔽防护措施进行改动，配套增加辅助用房。设计年最大手术量为 500 台，本项目建设内容、规模见表 1-1。

表1-1 本项目建设内容和规模汇总表

序号	名称	型号	数量	安装位置	主射方向	类别	额定参数	备注
1	DSA	Azurion 7 M12	1 台	2 号楼 1 层 DSA 1 号机房	由下向上	II 类	125kV/1000mA	新增

1、项目组成

项目主要建设内容及环境问题见表 1-2。

表1-2 建设项目工程组成表

名称	建设内容及规模			可能产生的环境影响因素			
				施工期	运营期		
主体工程	拟建 DSA 机房	拟于 DSA 机房内安装一台 DSA，型号为 Azurion 7 M12，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，主射方向由下向上，属于 II 类射线装置。建成后 DSA 机房有效面积为 42.5m ²			射线装置安装调试阶段产生的噪声、包装废物、X 射线、少量臭氧、氮氧化物等污染物	X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声、医疗废物、医疗废水等	
		辐射防护	墙体	240mm 实心砖+20mm 防护涂料			
			顶棚	160mm 标准混凝土+20mm 防护涂料			
			地坪	160mm 标准混凝土+20mm 防护涂料)			
			防护门	内衬 4.0mm 铅板			
观察窗	20mm 铅玻璃						
辅助工程	DSA 机房设有控制室、设备间、洗手区以及污物间			/	生活垃圾、生活污水等		
公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统依托医院现有设施			/	/		
环保工程	废水处理	依托医院现有污水处理站，废水经医院污水处理站处理满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准后，纳入市政污水管网集中处理			/	医疗废水、生活污水等	
	废气处理	设置机械通排风系统，换气次数约为 7.8 次/h，DSA 机房内产生的臭氧和氮氧化物最终从一层室外排放			/	臭氧、氮氧化物等	
	固废处理	本项目介入手术产生的废药棉、废纱布、废手套等医疗废物，采用专门的收集容器分类收集后，暂存至 DSA 机房配套的污物间，每日与医院其他医疗废物统一送至总医疗废物暂存间进行暂存。医院已与杭州大地维康医疗环保有限公司的单位签订了医疗废物集中处置服务协议，由该公司负责医院医疗废物的转运和处置；生活垃圾依托原有垃圾收集系统，由医院进行统一集中收集后，交由当地环卫部门清运			/	医疗废物、生活垃圾等	

2、工作负荷

根据医院提供的资料，本项目 DSA 设备设计年最大手术量为 500 台，主要开展心内科介入、神经介入等手术，因每台手术类型不同，1 台手术中 DSA 的减影时间和透视时间也不尽相同。本项目按照常规手术出束时间考虑，即减影时间按 1min，透视时间按 20min 进行估算，则 DSA 减影过程年总曝光时间为 8.3h，透视过程年总曝光时间均为 166.7h。DSA 最大运行工况和工作负荷详见表 1-3。

表1-3 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	年出束时间
		减影	100kV, 500mA	8.3h	
透视	90kV, 15mA	166.7h			

3、人员配置

DSA 机房人员配置情况见表 1-4。

表1-4 本项目DSA机房人员配置情况

工作人员类别	配置情况
技师	共 2 名技师，每台手术安排 1 名技师操作，2 人轮岗
医生	共 6 名医生，每台手术安排 2 名手术医生
护士	共 3 名护士，每台手术安排 1 名护士，3 人轮岗

本项目共配备 11 名工作人员，均为新增辐射工作人员，其中手术医生 6 人，护士 3 人，技师 2 人，DSA 机房配置的工作人员总共分为 3 组，控制室内固定配置 2 名技师，每台手术配备 2 名手术医生和 1 名护士，单组手术医生或护士年最大手术台数按 167 台计，则介入医护人员透视过程年最大受照时间为 55.6h，本项目新增 DSA 辐射工作人员相对固定，定岗定责，不存在兼岗和操作其他射线装置情况，手术人员每年工作 250 天，8 小时单班制。

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），医院应尽快组织本项目新增辐射工作人员在国家参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）或杭州市卫生健康委员会组织的培训学习，并进行考核，经考核合格后方可上岗，且需定期再培训。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

浙江省中医院（钱塘院区）位于杭州市经济技术开发区 9 号大街 9 号，医院东侧为 9 号大街，隔路为元庭食府、布丁酒店和泰尔茂医疗产品有限公司；南侧偏东为泰

尔茂医疗产品有限公司宿舍和四季名门城市公寓，偏西与 6 号大街相邻；西侧偏北为浙江育英职业技术学院、杭州市实验外国语学院，偏南为精欧荣寓；北侧为浙江育英职业技术学院。

本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环境关系

医院 2 号楼为医技综合楼，位于医院中部，地上共 15 层，无地下层，本项目 DSA 机房位于 2 号楼 1 层。DSA 机房东侧约 130m 处为泰尔茂医疗产品有限公司；东北侧约 130m 处为布丁酒店，约 136m 处为元庭食府；南侧约 78m 处为泰尔茂医疗产品有限公司宿舍，约 167m 处为四季名门城市公寓；西南侧约 171m 处为精欧荣寓；西侧约 94m 处为杭州市实验外国语学院；西北侧约 63m 处为浙江育英职业技术学院。项目周围环境关系详见附图 2，医院总平面布置图见附图 3。

1.2.2.2 项目机房四至环境关系

本项目 DSA 机房东侧为控制室和洗手区，南侧为过道、更衣室，西侧为设备间、污物间及走廊，北侧为道路，机房上方为 CT 机房及配套用房。机房东侧距 74m 处为公卫楼，南侧距 32m 处为连廊，北侧距 42m 处为门急诊楼。本项目 DSA 机房平面布局详见附图 4。

1.2.2.3 选址合理性分析

本项目 DSA 机房选址于院内 2 号楼（医技综合楼）1 层，不新增用地，仅在现有建筑内进行改造，周围无环境制约因素。本项目拟建 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围主要为医院内部的建筑物和道路，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感点。项目运营过程产生的电离辐射，经采取满足标准要求的屏蔽和辐射安全防护措施后对周围环境辐射影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

1.2.3 “三线一单”符合性分析

本项目拟建于浙江省杭州市经济技术开发区 9 号大街 9 号。根据《杭州市生态环境局关于印发<杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》（杭环发〔2020〕56 号）、《杭州市人民政府关于杭州“三线一单”生态环境分区管控方案的批复》（杭政函〔2020〕76 号），项目所在地属于“江干区下沙南部、下沙园区北部

产业集聚重点管控单元（管控单元编码：ZH33010420002）”（见附图7），属重点管控单元。本环评对“三线一单”（即生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）进行对照分析。

（1）生态保护红线

本项目位于浙江省杭州市经济技术开发区9号大街9号。根据杭州市六城区生态保护红线分布图（见附图8），项目评价范围内不涉及当地饮用水源保护区、风景名胜区、自然保护区等生态保护区，不涉及杭州生态保护红线，满足生态保护红线要求。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目机房周围环境 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，不触及环境质量底线。

（3）资源利用上线

本项目运营过程主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小；主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网。项目用地为医疗卫生用地，在医院现有建筑内改造实施；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，因此不会突破资源利用上线。

（4）生态环境准入清单

本项目的建设与该管控单元的生态环境准入清单要求符合性分析见表1-4。

表1-4 杭州市“三线一单”生态环境准入清单符合性分析一览表

管控单元	管控要求			
管控单位分类	空间布局引导	污染物排放管控	环境风险防控	资源开发效率要求
重点管控单元	根据产业集聚区块的功能定位，建立分区差别化的产业准入条件。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。	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。所有企业实现雨污分流。	强化工业集聚区企业环境风险防范设施建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。	/

符合性分析	<p>空间布局引导：</p> <p>对照《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），本项目涉及设备属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为Ⅱ类射线装置，属于医院核技术利用项目，且整体工程符合卫生主管部门的规划要求，与工业区距离较远。因此，本项目的建设符合空间布局引导要求。</p> <p>污染物排放管控：</p> <p>本项目为 DSA 核技术项目，非工业类项目。2 号楼主体结构已经建成，本项目利用原有建筑进行 DSA 机房改造，施工内容为房屋防护装修与设备安装，房屋防护装修阶段会产生施工噪声、施工扬尘、固体废弃物及废水，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。项目运行期间产生的污染因子主要为 X 射线，项目机房采取相应辐射屏蔽防护等措施后，机房外的辐射剂量率能够满足相关法规及标准要求。本项目运营过程排放其他污染因子主要为生活污水、医疗废水及生活垃圾，院区实施雨污分流排水体制，生活污水和医疗废水依托医院现有污水处理设施预处理后纳管，能满足污染物总量控制要求。</p> <p>环境风险防控：</p> <p>本项目拟制定一系列辐射事故预防措施，医院已经成立了辐射安全管理领导小组，并明确了领导小组及各成员的职责，符合环境管控单元相应环境风险防控要求。</p> <p>因此，本项目建设符合杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。</p>
-------	--

1.2.4 产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订），本项目 DSA 利用属于“十三、医药—5、新型医用诊断设备和试剂、**数字化医学影像设备**，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端

植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，为鼓励类。因此，本项目建设符合国家产业政策要求。

1.2.5 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，并能完成对亚运会医疗保障的核心任务，为亚运会的顺利召开保驾护航。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，该项目辐射产生的影响能降至尽可能小。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。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

1.3.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

浙江省中医院现持有浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》，证书编号为：浙环辐证[A0032]（见附件3）；发证日期：2021年05月21日，有效期至：2023年07月29日；许可的辐射工作种类和范围和使用V类放射源、使用II、III类射线装置、使用非密封放射性物质和乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

医院原有核技术应用项目环保履行情况详见表1-5。

表 1-5 医院原有核技术应用项目环保履行情况一览表

序号	名称	类别	型号	用途	工作场所	备注
1	16排CT	III类	Ingenuity Flex 16CT	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	钱塘院区影像科：4号机房	环境影响评价登记表备案号： 202133016100000029
2	DR	III类	DigiEye680	医用诊断X射线装置	钱塘院区体检中心：3号楼体检中心一层DR机房	
3	口腔全景机	III类	OC-200D	口腔（牙科）X射线装置	钱塘院区影像科：8号机房	
4	DR	III类	飞利浦 DigiEyeDiagnost	医用诊断X射线装置	钱塘院区影像科：1号机房	环境影响评价登记表备

5	数字乳腺 X 射线机	III 类	Selenia Dimensions	医用诊断 X 射线装置	钱塘院区影像科：3 号机房	案号： 20173301610000094
6	64 排螺旋 CT	III 类	SOMATOM Definition	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	钱塘院区影像科：9 号机房	
7	移动式 X 线机	III 类	SM-50-HF-B-D-C	医用诊断 X 射线装置	钱塘院区影像科：移动使用	
8	移动式 C 型臂 X 光机	III 类	BV Libra	医用诊断 X 射线装置	钱塘院区手术室：2 号手术室	
9	全身骨密度仪	III 类	Prodigy primo	医用诊断 X 射线装置	钱塘院区住院楼：二层骨密度机房	
10	数字胃肠机	III 类	Uni-Vision	医用诊断 X 射线装置	钱塘院区影像科：2 号机房	环境影响评价登记表备案案号： 20183301610000074
11	移动式 C 型臂 X 光机	III 类	BV Endura	医用诊断 X 射线装置	钱塘院区手术室：4 号手术室	
12	DR（单板）	III 类	飞利浦 VR/S	医用诊断 X 射线装置	钱塘院区影像科：5 号机房	由于此设备备案较早信息无法查到
13	DSA	II 类	Optioma C1323i	血管造影用 X 射线装置	钱塘院区 2 号楼 DSA 机房	已取得环评批复，批复：杭环钱环评批[2023]4 号，目前机房暂未建成
14	DSA	II 类	未定	血管造影用 X 射线装置	钱塘院区 2 号楼 DSA 机房	
15	模拟定位机	III 类	核通 Simulix HQ	放射治疗模拟定位装置	湖滨院区放疗科：住院部地下二层	已取得环评批复，批复号：浙环辐[2008]62 号，本项目已完成验收，取得竣工验收意见：浙环辐验[2015]91 号
16	直线加速器	II 类	西门子 Primus	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用电子加速器	湖滨院区放疗科：住院部地下二层	
17	DSA	II 类	Allura XperFD10	血管造影用 X 射线装置	湖滨院区影像科：湖滨二楼 0211	
18	DSA	II 类	Allura XperFD20	血管造影用 X 射线装置	湖滨院区影像科：湖滨二楼 0210	
19	CT	III 类	uCT530	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	湖滨院区发热门诊：CT 机房	环境影响评价登记表备案案号： 20213301020000010
20	64 排螺旋 CT	III 类	西门子 CT SOMATOM SENSATION64	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	湖滨院区影像科：湖滨二楼 0207	已取得环评批复，批复号：浙环辐[2008]62 号，本项目已完成验收，取得竣工验收意见：浙环辐验[2015]91 号
21	口腔 CT	III 类	OrthophosSL3D	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	湖滨院区影像科：湖滨院区住院部二楼口腔 CT 机房	环境影响评价登记表备案案号： 20213301020000021
22	双排螺旋 CT	III 类	西门子 CT SMOATOM SPIRIT	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	湖滨院区影像科：湖滨二楼 0205	已取得环评批复，批复号：浙环辐[2008]62 号，本项目已完成验收，取得竣工验收意见：浙环辐验[2015]91 号

23	32排CT	III类	Aquillion OneTSX-301C	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	湖滨院区影像科;湖滨二楼0204	环境影响评价登记表备案号: 201833010200000235	
24	CT	III类	Ingenuity	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	仁和路湖滨体检中心		
25	全身骨密度仪	III类	Prodigy	医用诊断X射线装置	湖滨院区门诊二类;骨伤科骨密度室		
26	移动式C型臂X光机	III类	ARCADIS orbic	医用诊断X射线装置	湖滨院区手术室;2号和5号手术室		
27	移动式C型臂X光机	III类	BrivoOEC850	医用诊断X射线装置	湖滨院区手术室;5号手术室		
28	移动式C型臂X光机	III类	OEC8800	医用诊断X射线装置	湖滨院区手术室;2号手术室		
29	DR	III类	Digital Diagnost3	医用诊断X射线装置	湖滨院区影像科;湖滨二楼0203		
30	移动X线机	III类	SM-50-HF-B-D-C	医用诊断X射线装置	湖滨院区影像科;移动使用		已取得环评批复,批复号:浙环辐[2008]62号,本项目已完成验收,取得竣工验收意见:浙环辐验[2015]91号
31	DR(单板)	III类	DigitalDiagnostcVR	医用诊断X射线装置	湖滨院区影像科;湖滨2楼0201		
32	数字胃肠机	III类	Sonialvision Versa100	医用诊断X射线装置	湖滨院区影像科;湖滨2楼0208	环境影响评价登记表备案号: 201833010200000235	
33	平板乳腺机	III类	MAMMOMAT IInspitation	医用诊断X射线装置	湖滨院区影像科;湖滨2楼0212		
34	DR(双板)	III类	DigitalDiagnostcTH	医用诊断X射线装置	湖滨院区影像科;湖滨2楼0202	环境影响评价登记表备案号: 202333010200000052	
35	移动式X线机	III类	SM-50-HF-B-D-C	医用诊断X射线装置	湖滨院区影像科;移动使用	已取得环评批复,批复号:浙环辐[2008]62号,本项目已完成验收,取得竣工验收意见:浙环辐验[2015]91号	
36	DR	III类	uDR770i	医用诊断X射线装置	仁和路湖滨体检中心	环境影响评价登记表备案号: 202133010200000020	
注:钱塘院区2台DSA(13、14)机房暂未建设完成,未能更新辐射安全许可证							
序号	核素	类别	出厂活度	用途	工作场所	备注	
1	Ge-68	V	9.25E+7	刻度/校准源	湖滨院区核医学科	已取得环评批复,批复号:杭环辐评批[2017]14号,并于2019年12月3日完成验收	
2	Ge-68	V	4.625E+7	刻度/校准源	湖滨院区核医学科		
3	Ge-68	V	4.625E+7	刻度/校准源	湖滨院区核医学科		
序号	工作场所名称	场所	核素	日等效最大操作量	年最大用量	活动种类	

		等级				
1	PET-CT 机房	丙级	Tl—201	9.25E+6	9.25E+10	使用
2	湖滨院区 核医学科	乙级	Tc—99m	7.4E+7	2.7E+12	使用
3	湖滨院区 核医学科	乙级	Sr—89	7.4E+7	1.8E+10	使用
4	湖滨院区 核医学科	乙级	Sm—153	7.4E+8	1.8E+11	使用
5	PET-CT 机房	乙级	Re—188	3.7E+8	9.2E+11	使用
6	PET-CT 机房	乙级	P—32	3.7E+7	9.2E+10	使用
7	湖滨院区 核医学科	乙级	I—131	7.6E+7	1.8E+11	使用
8	住院部三 楼	丙级	I—125（粒子源）	1.184E+7	1.924E+11	使用
9	住院部二 楼	丙级	I—125（粒子源）	5.92E+6	5.92E+10	使用
10	PET-CT 机房	乙级	Ga—67	1.85E+9	1.85E+11	使用
11	PET-CT 机房	丙级	F—18	7.4E+6	1.85E+12	使用

1.3.2原有核技术利用项目运行和相关防护措施情况

全院已获许可使用的射线装置共34台（未包括核医学科），其中31台为Ⅲ类射线装置，3台为Ⅱ类射线装置，13、14所在的两间DSA机房目前仍处于建设中，设备暂未投入运行。其他设备运行过程中较好地执行了相关的辐射安全管理制度，根据上一年辐射工作场所检测报告，各类设施运行状况良好，相关屏蔽防护措施满足防护要求。

医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，建立了完善的辐射安全和防护制度，并有严格的档案管理制度，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院已严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行良好。

现有核技术利用项目辐射安全防护及管理情况汇总见表1-6。

表 1-6 医院核技术利用项目辐射安全防护及管理情况汇总一览表

名称	管理情况
辐射防护管理制度	已建立《浙江省中医院辐射防护和安全保卫制度》、《浙江省中医院射线装置或放射性同位素使用登记制度》、《浙江省中医院台帐管理制度》、《放射防护安全管理委员会》、《浙江省中医院放射工作人员培训计划》、《浙江省中医院个人剂量和辐射环境监测方案》、《浙江省中医院放射事故报告制度及应急处理方案》等辐射防护管理制度
辐射屏蔽防护措施	已按《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 中表 3 及 6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施要求配置

个人剂量监测	医院现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，每三个月委托浙江省疾病预防控制中心进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案。根据医院提供的现有辐射工作人员最近连续四个季度个人剂量检测报告（见附件11），其中有1名辐射工作人员第3季度个人剂量值超标，另有2名辐射工作人员第4季度个人剂量值超标，医院已对超标人员进行了调查并与当事人说明情况，查明属于异常数据。其他人员检测结果均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业照射的个人剂量约束值5mSv的要求。
职业健康体检	医院定期为辐射工作人员进行了在岗期间的职业健康检查，2022年4月的检查结论为有5人需进行复查，其中医院已安排复查不合格人员进行调岗或停岗休息，其余人员均“可以继续原放射工作”
辐射工作人员培训	医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度，相关辐射工作人员均参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（ http://fushe.mec.gov.cn/ ）或杭州市卫生和健康委员会组织的核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格
辐射防护措施	医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警告标志、工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控
辐射工作场所年度监测	医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据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
辐射应急演练和年度评估	医院已制定有《浙江省中医院放射事故报告制度及应急处理方案》，并定期开展辐射事故应急演练，对演练结果进行总结，及时对辐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

医院现已成立了放射防护安全管理委员会（见附件10），管理委员会由各个科室主任及医院副院长组成，能够有效统筹安排医院的辐射安全事务。

1.3.3原有核技术利用项目存在的问题

医院现已建立了完善的辐射安全和防护制度，并有严格的档案管理制度，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院应继续强化管理、加强辐射工作人员的培训学习，个人剂量计应严格按照规定正确佩戴。

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 粒子	最大能量 (MV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	无									

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II 类	1 台	Azurion 7 M12	125kV	1000mA	影像诊断和介 入治疗	2 号楼一层 DSA 1 号机房	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	
	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、氮氧化物	气体	/	/	微量	微量	/	不暂存	2号楼一层室外排放，排风口处为室外道路

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》(1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过;2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订),中华人民共和国主席令第9号,2015年1月1日施行修订版;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过,自2003年9月1日起施行;2016年7月2日第一次修订;2018年12月29日第二次修订),中华人民共和国主席令第48号,2018年12月29日施行修订版;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年6月28日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过),中华人民共和国主席令第六号,2003年10月1日施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(1998年11月29日中华人民共和国国务院令第253号发布施行;2017年7月16日中华人民共和国国务院第682号令修订),自2017年10月1日起施行修订版;</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》,(2005年9月14日经中华人民共和国国务院令第449号公布,2014年7月29日经中华人民共和国国务院令第653号修订,2019年3月2日经中华人民共和国国务院令第709号修订),自2019年3月2日起施行修订版;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006年1月18日国家环境保护总局令第31号公布,2008年12月6日经环境保护部令第3号修正,2017年12月20日经环境保护部令第47号修正,2019年7月11日经生态环境部令第7号修改,2020年12月25日经生态环境部令第20号修改),2021年1月4日施行修改版;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011年4月18日环境保护部令第18号),自2011年5月1日起施行;</p> <p>(8) 《放射性废物安全管理条例》(2011年12月20日中华人民共和国国务院令第612号公布),自2012年3月1日起施行;</p> <p>(9) 《关于发布<放射源分类办法>的公告》(国家环境保护总局公告2005</p>
------------------	---

年第 62 号)，自 2005 年 12 月 23 日起施行；

(10) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），自 2017 年 12 月 5 日起施行；

(11) 《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》（环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号），自 2018 年 1 月 1 日起施行；

(12) 《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；

(13) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2019 年 10 月 30 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号公布，自 2020 年 1 月 1 日起施行；2021 年 12 月 30 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 49 号修改），自 2021 年 12 月 30 日起施行修改版；

(14) 《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），自 2020 年 1 月 1 日起施行；

(15) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行；

(16) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），自 2017 年 11 月 20 日起施行；

(17) 《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》（环发[2006]145 号），自 2006 年 9 月 26 日起施行。

(18) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（1995 年 10 月 30 日第八届全国人民代表大会常务委员第十六次会议通过，2004 年 12 月 29 日第十届全国人民代表大会常务委员第十三次会议第一次修订，根据 2013 年 6 月 29 日第十二届全国人民代表大会常务委员第三次会议第一次修正，根据 2015 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员第十四次会议第二次修正，根据 2016 年 11 月 7 日第十二届全国人民代表大会常务委员第二十四次会议第三次修正，2020 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员第十七次会议第二次修订），2020 年 9 月 1 日施行修订版；

(19) 《医疗废物管理条例》（2003 年 6 月 16 日中华人民共和国国务院令第 380 号公布，根据 2011 年 1 月 8 日中华人民共和国国务院令第 588 号修订），

	<p>自 2011 年 1 月 8 日实施修订版；</p> <p>(20) 《国家危险废物名录(2021 年版)》(2020 年 11 月 25 日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 15 号公布)，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(21) 《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》(浙江省生态环境厅浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248 号)，自 2019 年 7 月 18 日起施行；</p> <p>(22) 《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，2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令第 321 号第一次修正，2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令第 364 号公布第二次修正，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布第三次修正)，自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版；</p> <p>(23) 《浙江省辐射环境管理办法》(2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令第 289 号公布，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号修正)，自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版；</p> <p>(24) 《浙江省环境保护厅关于发布<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(2015 年本)>及<设区市生态环境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)，自 2016 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(25) 《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)，自 2019 年 12 月 20 日起施行。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p>

其他

- (1) 环境影响评价委托书；
- (2) 浙江省中医院提供的其他资料；
- (3) 《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）：“1.5 评价范围和保护目标放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目使用 II 类射线装置，且装置所在场所有实体屏蔽物，因此，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

根据现场踏勘，本项目 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围内主要为医院内部的建筑物和道路，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区，也不涉及杭州市生态保护红线。

本项目环境保护目标为评价范围内从事本项目的辐射工作的职业人员、院内其他非辐射工作人员和评价范围内活动的医患和顾客等公众人员，具体保护目标见表 7-1。

表7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表

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 1号机房	职业	控制室及 DSA 机房内部	11 人	内部	/	/	5mSv/a
	公众	污物间	约 2 人/天	西侧	紧邻	/	0.1mSv/a
	公众	设备间	约 2 人/天	西侧	紧邻	/	
	公众	过道	约 30 人/天	南侧	紧邻	/	
	公众	道路	约 200 人/天	北侧	紧邻	/	
	公众	CT 机房	约 50 人/天	上方	/	相邻	
	公众	门急诊楼	约 600 人/天	北侧	42	/	
	公众	连廊	约 200 人/天	南侧	32	/	
50m 范围内其他公众			约 600 人/天	四周	5~50	/	

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) 眼晶体的年当量剂量，**150mSv**；
- 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，而且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 作为手部当量剂量约束值，眼晶体取不超过 20mSv 作为眼晶体年当量剂量约束值。

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

(3) 分区

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于医用诊断 X 射线机的生产和使用。

6X 射线设备机房防护设施的技术要求

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

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

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

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

6.2 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽

防护应不低于表 7-3 的规定。

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

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

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

表7-2 X射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
单管头 X 射线设备 ^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。 ^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7-3 不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；

6.3.2 机房的辐射屏蔽防护检测方法按第 8 章和附录 B 的要求。

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

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于

0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表7-4 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		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：“—”表示不作要求。 注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				

7 X 射线设备操作的防护安全要求

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

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

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

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

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

7.3.3 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

4 监测要求

4.3 监测周期或频次

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 监测系统与使用要求

5.2 剂量计

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

5.3 佩戴

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 项目地理和场所位置

浙江省中医院（钱塘院区）位于杭州市经济技术开发区 9 号大街 9 号，医院东侧为 9 号大街，隔路为元庭食府、布丁酒店和泰尔茂医疗产品有限公司；南侧偏东为泰尔茂医疗产品有限公司宿舍和四季名门城市公寓，偏西与 6 号大街相邻；西侧偏北为浙江育英职业技术学院、杭州市实验外国语学院，偏南为精欧荣寓；北侧为浙江育英职业技术学院。医院主出入口位于东侧 9 号大街一侧，次出入口位于精欧荣寓的对面。医院总平面图见附图 3。本项目 DSA 机房位于 2 号楼（医技综合楼）一层。

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 DSA 机房及周边环境
- (2) 监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率
- (3) 监测点位

本次监测在 DSA 机房区域、四周及 50m 范围内敏感区域布设点位，监测点位见图 8-1-图 8-2。



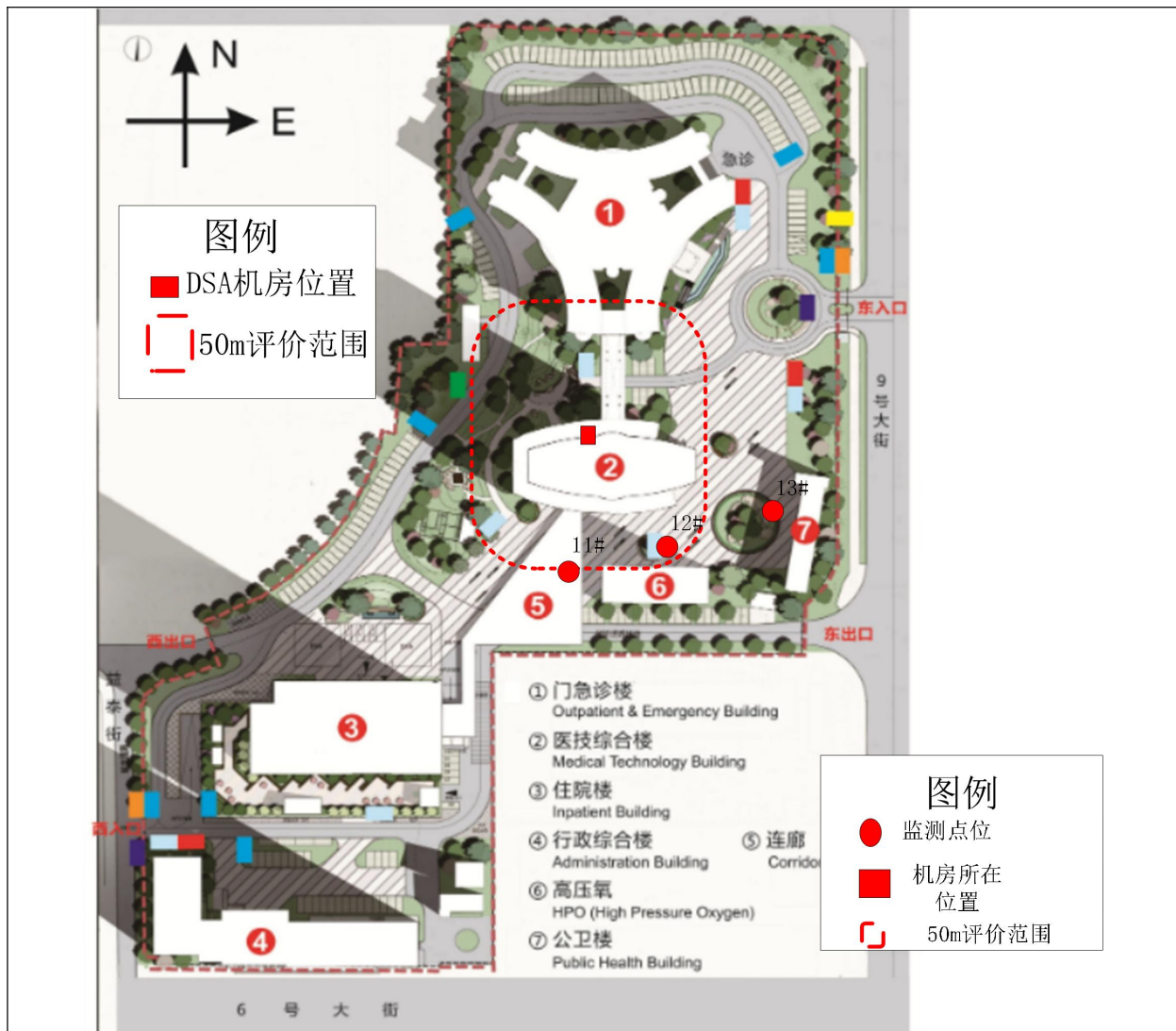


图 8-2 DSA 机房 50m 范围 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位布置示意图

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：2023 年 5 月 17 日；
- (3) 监测方式：现场监测；
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (5) 监测工况：监测时本机房四周射线装置处于未出束状态；
- (6) 监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：22.7℃；相对湿度：79.2%；
- (8) 监测报告编号：GABG-FB23720006（附件 6）；

(9) 监测设备：本项目监测设备参数见表 8-1。

表8-1 监测设备参数表

仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
生产厂家	automess
仪器编号	05038132
能量范围	38keV~7MeV
剂量率范围	10nSv/h-100 μ Sv/h,
校定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校定证书	2023H21-20-4407984002
校定有效期	2023年02月16日~2024年02月15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，具有浙江省市场监督管理局认定的检验检测机构资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

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

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④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，最后由授权签字人审定。

8.3.3 监测结果

根据监测报告（编号 GABG-FB23720006），本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表8-2拟建DSA机房区域及四周 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
1	DSA 机房操作位	147	3	楼房
2	DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	125	3	楼房

3	东侧铅玻璃外 30cm 处	121	5	楼房
4	东侧防护门外 30cm 处	129	3	楼房
5	东侧洗手区墙外 30cm 处	192	3	楼房
6	南侧防护门外 30cm 处	99	4	楼房
7	南侧墙体外 30cm 处	191	2	楼房
8	西侧库房外 30cm 处	143	3	楼房
9	西侧设备间防护门外 30cm 处	112	3	楼房
10	北侧道路	125	4	道路
11	5 号楼	114	3	道路
12	6 号楼	126	3	道路
13	7 号楼	96	4	道路

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值 \times 校准因子 k_1 \times 仪器检验源效率因子 k_2 \div 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 \times 测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.04，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 28nGy/h。

8.4 环境现状评价

由监测结果可知，本项目 DSA 机房及周边区域室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 99~192nGy/h，道路 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 96~126nGy/h，根据《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，杭州地区室内 γ 辐射空气吸收剂量率在 56~443nGy/h 之间，道路 γ 辐射空气吸收剂量率在 28~220nGy/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。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

本项目 DSA 装置安装及调试由设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。安装调试阶段是在辐射防护施工完成后进行，在此过程中各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。设备安装过程中会产生废包装纸/袋、X 射线、少量臭氧和氮氧化物。因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境辐射影响很小。

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、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 装置整体外观示意如图 9-1 所示。



图9-1 DSA装置整体外观示意图

9.1.2 工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中

的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-2。

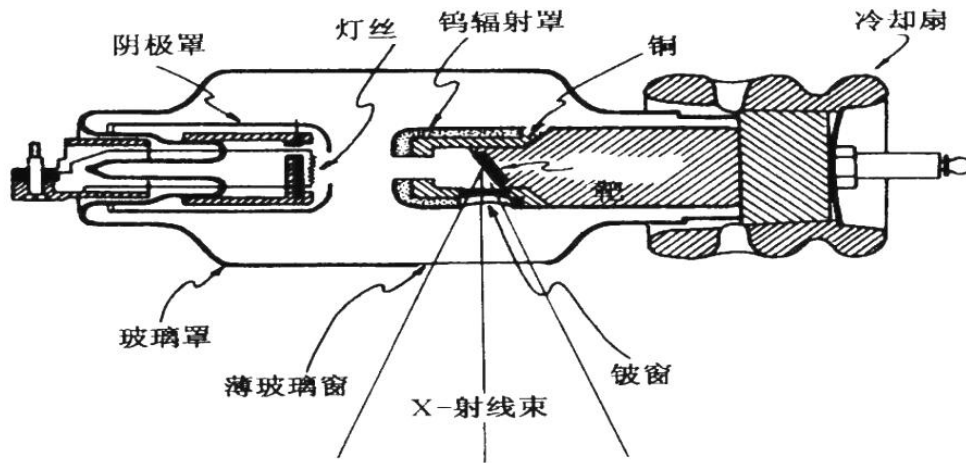


图9-2 典型X射线管结构图

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

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

9.1.3 操作流程及产污环节

(1) 操作流程

医生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，手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制室

内再次减影，当确诊病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品后再次进入机房，进行介入治疗，直到治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚地了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在曝光室内对病人进行直接介入手术操作。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，通过控制 DSA 的 X 线系统进行曝光，采集减影部位图像。具体方式是将病人麻醉后摆位于检查床上，操作人员调整 X 线球管、患者、影像接收器三者之间的距离，然后进入控制室，关闭防护门。操作人员通过控制室的电子计算机控制 DSA 的 X 线系统曝光，进而采集减影部位图像。

(2) 产污环节分析

DSA 为 II 类射线装置，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，非曝光状态下不产生 X 射线，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 操作流程及产污环节如图 9-3 所示。

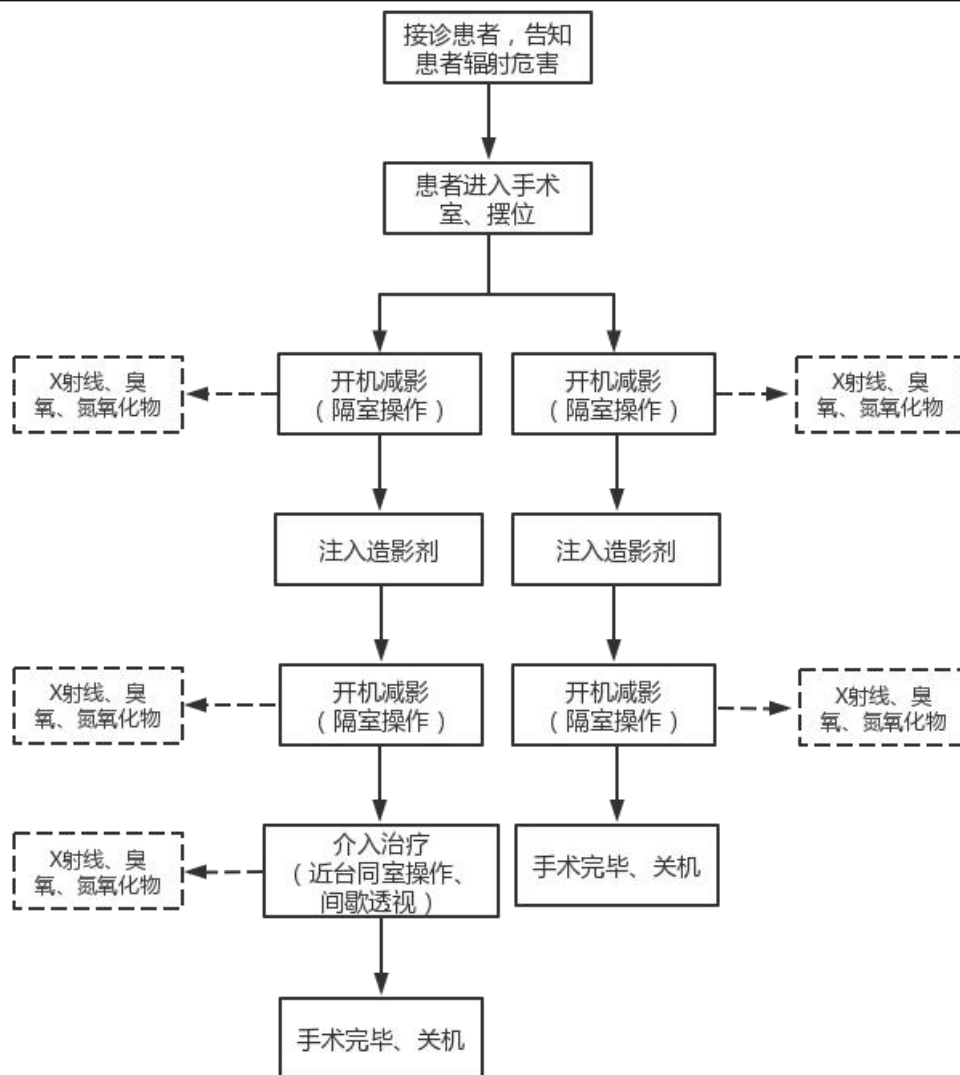


图9-3 DSA操作流程及产污环节图

综上所述，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物，介入手术会产生医疗废物以及通排风设施噪声，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

9.1.4 DSA 机房人员、物流路径规划

(1) 患者路径

患者从候诊区进入过道，由机房南侧患者防护门进入 DSA 机房内部接受手术。

(2) 医护路径

医护人员从准备室经更衣后进入控制室洗手区洗手，介入手术时由 DSA 机房东侧医护人员防护门进入 DSA 机房内部进行手术。

(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，采用专门的收集容器分

类收集，暂存于 DSA 机房内，待手术结束后从 DSA 手术室南侧的防护门，经污物送至 DSA 机房西侧的污物间，每日与医院其他医疗废物统一送至位于医院总医疗废物暂存间进行暂存。

本项目人流、物流路径规划具体见图 9-4。

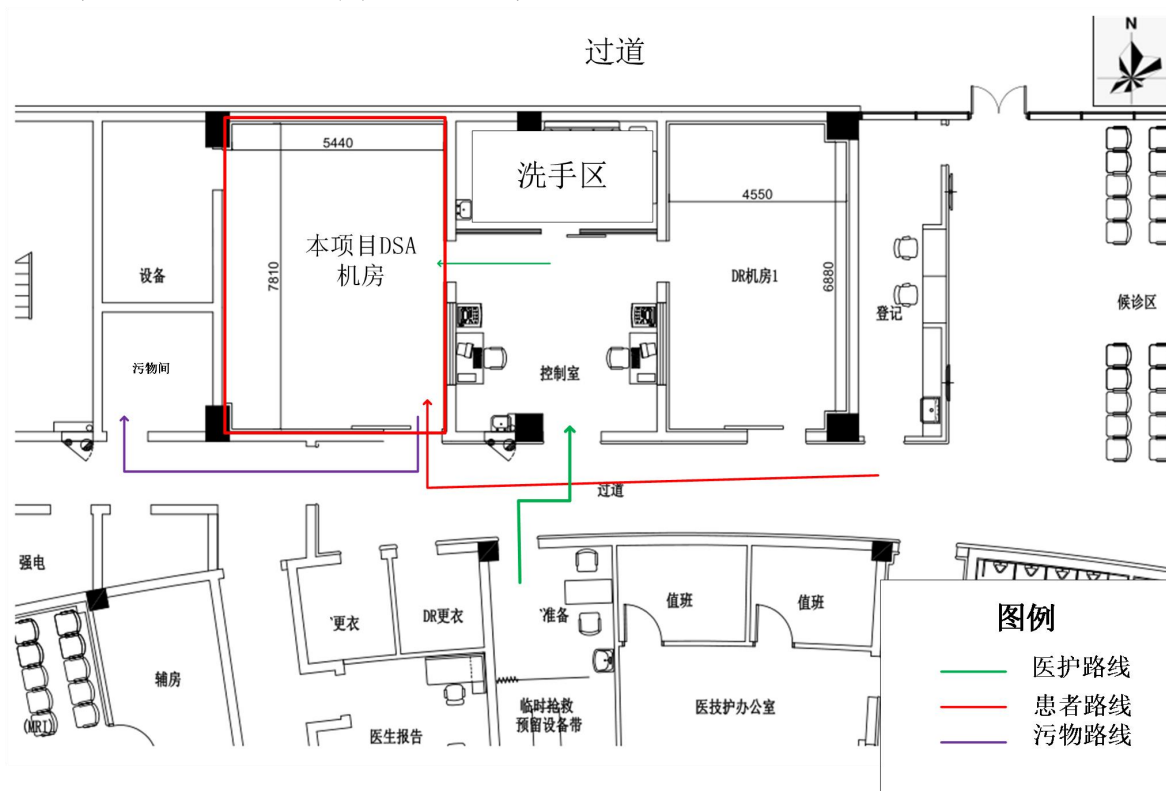


图9-4人流物流路线图

9.2 污染源项描述

9.2.1 辐射源项分析

X 射线装置在辐射场中产生的射线通常分为两类：

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辐射影响分正常工况和事故工况两种情况，主要辐射影响及影响途径如下：

9.2.1.1、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。

9.1.1.2、事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置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；工作人员或病人家属尚未完全撤离 DSA 机房时，设备开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；

(2) 工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

(3) DSA 的 X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

(4) 维修射线装置时，维修人员受意外照射。

9.2.2 其他污染源项分析

本项目拟配备工作人员 11 名，机房辐射工作人员均为新增，非辐射类污染源主要是废水、废气、噪声及固废。

1、废气

本项目废气主要为 DSA 射线装置在曝光过程中所产生的臭氧和氮氧化物，因射线装置每次曝光时间短，臭氧产生量很少，空气在辐射照射下产生氮氧化物（NO_x）产生量约为臭氧的三分之一，氮氧化物产生量更少。本项目机房设有排风系统，将产生的臭氧和氮氧化物通过管道引至 2 号楼一层室外排放，不会形成室内集聚，且臭氧 50min 后可自然分解为氧气，对医院及周边环境空气质量影响较小，故本次评价不进行定量分析。

2、废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水，主要污染因子为 COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮、粪大肠杆菌等，不含重金属等特殊性质废水。

本项目每年最大手术台数为 500 台，手术后产生的器械清洗废水和医护手部清洗废水量较少，本项目医护人员产生的生活污水及手术器械清洗产生的医疗废水进入医院现有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求后，纳入市政污水管网集中处理。

3、固体废物

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等。

介入手术时会产生废药棉、废纱布、废手套等医疗废物；医护人员在工作中产生少量生活垃圾。

一台介入手术约产生废药棉 0.1kg，废纱布 0.1kg，废手套 0.2kg，本项目 DSA 最大手术量为 500 台/a，则废药棉产生量 50kg/a，废纱布产生量 50kg/a，废手套 100kg/a，医疗废物总产生量约 200kg/a，DSA 机房医疗废物年产生量为 0.2t/a，属于感染性废物，危废代码为 HW01，841-001-01，所产生的医疗废物由专人收集后暂存于污物间，定期移至医院总医疗废物仓库与医院其他部门产生的医疗废物一起委托杭州大地维康医疗环保有限公司进行安全处置。

医护人员生活垃圾按 0.5kg/（人·d）计，则产生生活垃圾约 1.38t/a，收集后委托当地环卫部门定期清运处理。

4、噪声

本项目噪声源主要为通排风风机产生的噪声，设备选用低噪声设备，距风机 1m 处等效声级一般在 70-75dBA 之间。

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 机房位于 2 号楼（医技综合楼）一层，无地下层，DSA 机房所在 2 号楼一层布局见附图 5，DSA 机房上方布局见附图 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 DSA机房周边场所布局一览表

场所位置	场所名称	方位	周边场所
2 号楼一层	DSA 机房	东	控制室、洗手区
		南	过道、更衣室
		西	设备间、污物间
		北	道路
		楼上	CT 机房

综上所述，本项目拟建辐射工作场所各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的门诊区或其他人员集中活动区域，并兼顾了患者就诊的方便性，因此本项目 DSA 机房的布局是合理可行的。

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，医院应按照《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标明监督区的标牌；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，将 DSA 机房内部区域划为控制区，将 DSA 机房外污物间、控制室、洗手区、设备间及南北侧实体屏蔽外 30cm 范围内划为监督区。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 本项目“两区”划分表

场所名称	控制区	监督区
DSA 机房	机房内部	污物间、控制室、洗手区、设备间及南北侧实体屏蔽外 30cm 处

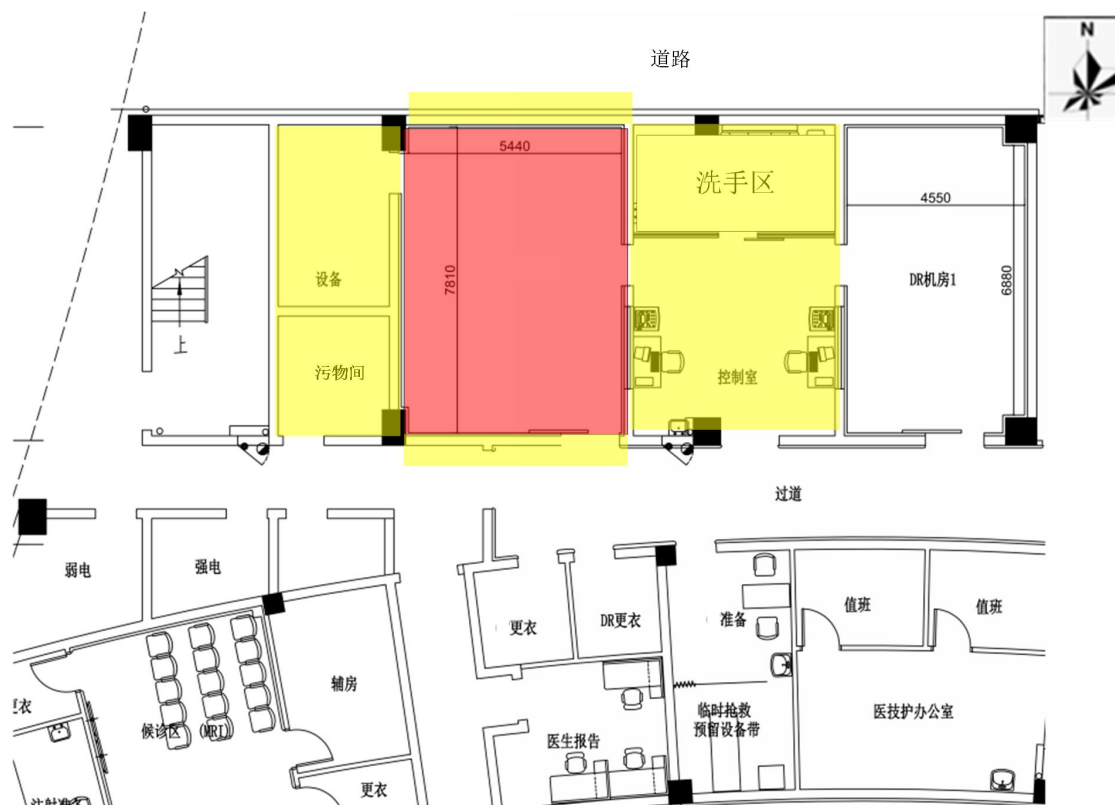


图10-1 本项目DSA机房“两区”划分图

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

综上所述，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，将辐射工作场所进行分区，同时对控制区和监督区采取相应的措施，可以有效避免人员误闯入而造成的误照射。

10.1.3 工作场所防护屏蔽设计

本项目利用原有 CT 机房屏蔽防护设施，机房屏蔽设计不进行改动，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 本项目辐射工作场所屏蔽防护措施分析

机房类型	防护设施	屏蔽材料及厚度（铅当量：mmPb）	标准要求	符合性评价
DSA 机房	墙体	240mm 实心砖+20mm 防护涂料（4.0）	有用线束及非有用线束方向铅当量 $\geq 2\text{mmPb}$	符合
	顶棚	160mm 标准混凝土+20mm 防护涂料（3.8）		符合
	地坪	160mm 标准混凝土+20mm 防护涂料（4.0）		符合
	防护门	内衬 4.0mm 铅板（4.0）		符合
	观察窗	20mm 铅玻璃（4.0）		符合

注：混凝土密度取 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 核算等效屏蔽厚度，折算铅当量根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 中表 C.4，得顶棚 160mm 混凝土（有用线束）折算为 1.8mmPb 当量，地坪 160mm 混凝土（非有用线束）折算为 2mmPb 当量。根据《放射防护实用手册》表 6.14，硫酸钡防护涂料密度不低于 $3.8\text{g}/\text{cm}^3$ ，10mm 厚度等效为 1mmPb ；铅玻璃按 $4.6\text{g}/\text{cm}^3$ 核算等效屏蔽厚度，5mm 铅玻璃等效于 1mmPb ；实心砖密度不低于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，按照 12cm 实心砖等效为 1mmPb 进行铅当量折算。

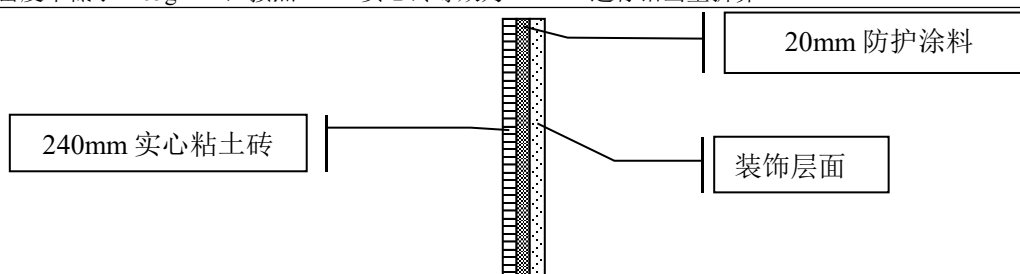


图10-2 DSA机房四周墙体屏蔽体材料示意图

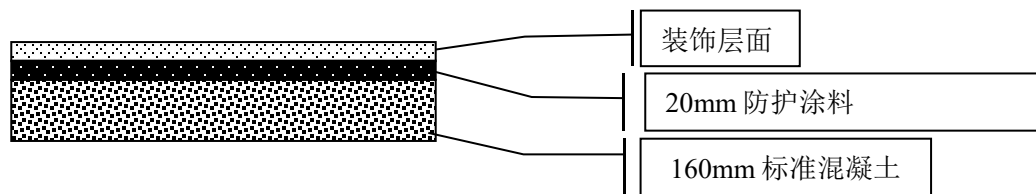


图10-3 DSA机房顶棚及地坪屏蔽体材料示意图

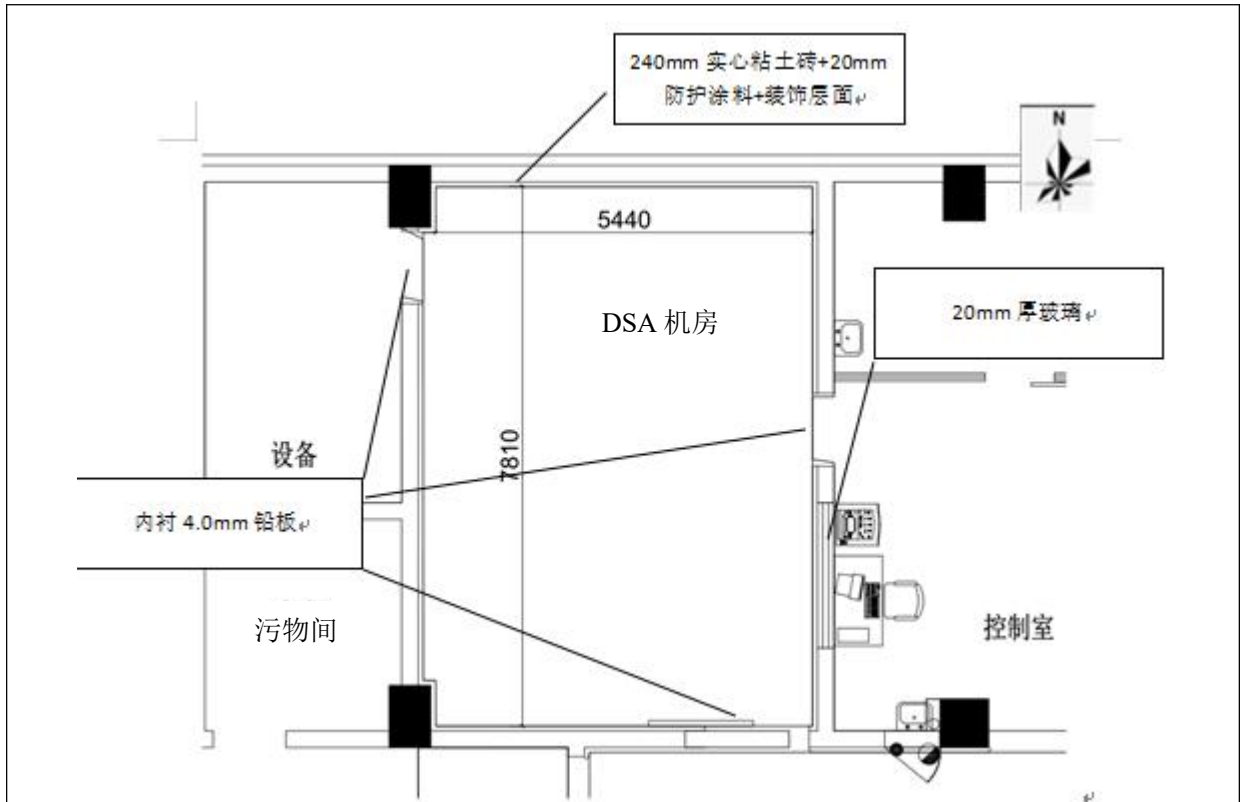


图10-4 DSA机房屏蔽平面示意图

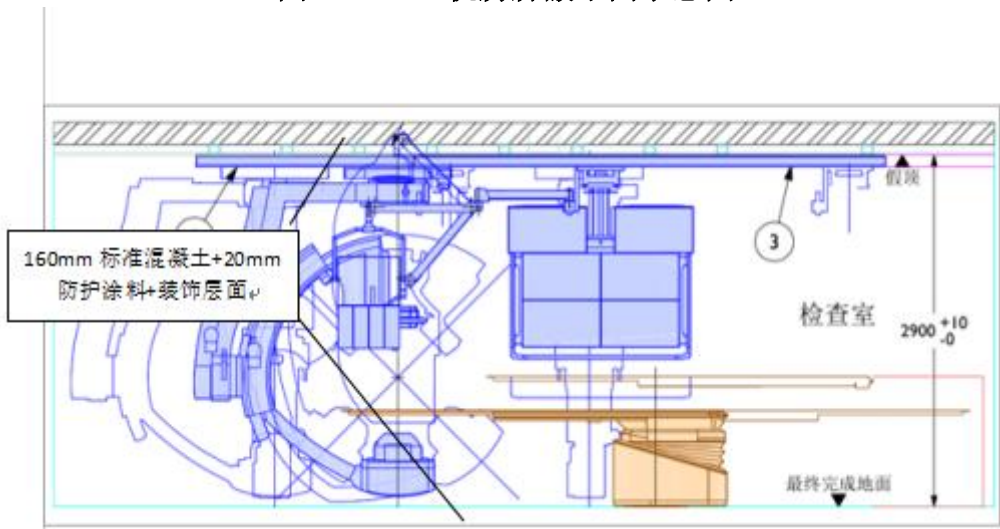


图10-5 DSA机房屏蔽立面示意图

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

表10-4 本项目机房规格与标准对照表

机房名称	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度 (m)	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)	
DSA1 号机房	5.44	42.5	3.5	20	符合

通过表 10-3、表 10-4 可知，本项目的 DSA 机房有效使用面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、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，无楼下）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。

10.1.4 辐射安全及防护措施

拟建 DSA 机房工作场所防护与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照分析见表 10-5。

表 10-5 机房工作场所防护与标准对照分析

项目	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	设置情况	是否满足要求
设备工作场所防护	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	在机房东墙中设置了观察窗，位置能观察到受检者状态及防护门开闭情况	满足
	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物	机房内仅放置必备的设备，如血管造影诊断床、手术器械台、储物柜等，储物柜放置手术需要的各种物品，未存放与诊断工作无关的杂物	满足
	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	机房设置了动力通风装置，并保持良好的通风	满足
	机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房门外设有电离辐射警告标志；机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置了“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；机房南侧过道处设置了放射防护注意事项告知栏	满足
	平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联	设备间和控制室防护门为手动平开门，平开机房门设置自动闭门装置，使门在打开时候，无人力作用下，通过自动反弹装置，门能自动关闭；患者防护门拟设置电动推拉门，并设置防夹装置，在设备曝光前电动推拉门均由工作人员操控关闭；所有防护门设置门灯连锁装置，门开灯灭、门关灯亮	满足
	电动推拉门宜设置防夹装置		

	受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内	受检者在机房东侧候诊大厅处候诊；检查过程中陪检者不滞留在机房内	满足
--	------------------------------------	---------------------------------	----

4、其他辐射安全防护措施

a、设备固有安全性

本项目新增的 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铝过滤板，以消除软 X 射线及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；

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

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

⑥本项目 DSA 透视脚踏开关为常断式，并配有透视限时装置；机房内具有工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和减影功能的控制键。

b、距离防护

医院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。

c、时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。另外，合理安排进行介入治疗手术的医生和护士的手术台数，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当介入手术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。

d、控制室张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

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

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

g、本项目 DSA 辐射工作人员必须配备个人剂量计，DSA 项目医护人员需要在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反，每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量健康档案，并长期保存。

拟建 DSA 机房应配置 1 台环境辐射巡测仪。各机房内拟设置视频对讲装置 1 套，监视器位于控制位，设置急停按钮 1 个，位于设备床旁操作台。

i、DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置需按照 GBZ130-2020 的要求进行配制。

本项目拟配备的个人防护用品和辅助防护设施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 4 标准对照情况见表 10-6。

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 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

j、为确保本项目辐射工作场所的使用安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-7。

表 10-7 本项目采取的安全保卫措施

工作场所	措施类别	对应措施
DSA 射线装置 工作场所	防盗、防抢 和防破坏	①本项目 DSA 机房将纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； ②工作场所安装监控系统实行 24h 实时监控； ③DSA 射线装置将安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，且迅速向公安机关报案； ④射线装置机房和邻近房间禁止存放易燃、易爆、腐蚀性物品等。
	防泄漏	①本项目 DSA 机房安全措施齐备；设置有不同的联锁装置确保运行过程中的辐射泄漏； ②本项目所有射线装置工作场所均将按照有关规范要求进行辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房不存在辐射泄漏的情况。

10.1.5 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

针对本项目拟建机房的实际情况，将电缆管线在地面下布设，避免主射线直接照射，穿墙洞口位置采用与所在墙体相同铅当量的铅盖板进行覆盖，确保管线穿墙口位置与所在墙体具有相同的屏蔽厚度，满足整个机房屏蔽防护要求，管线布置见图 10-6，电缆沟穿墙示意图见图 10-7。

本项目拟在 DSA 机房设置动力通风装置，排风机设计风量为 930m³/h，机房容积约为 119m³，通风换气次数为 930m³/h ÷ 119m³ ≈ 7.8 次/h。在天花板吊顶处安装吸顶式排风系统，排风系统设置 1 个排风口，管道由 DSA 机房西侧墙体穿出，经过机房西侧设备间排至一层室外，排风口处为室外道路，空间开阔利于气流扩散，不会对周围环境造成影响，能保证机房良好的通风效果。

排风管线穿墙部分采用 3mm 铅皮覆盖管道表面，防止射线泄漏，满足机房屏蔽要求。排风管线走向示意图见图 10-6，排风管线穿墙防护示意图见图 10-8。

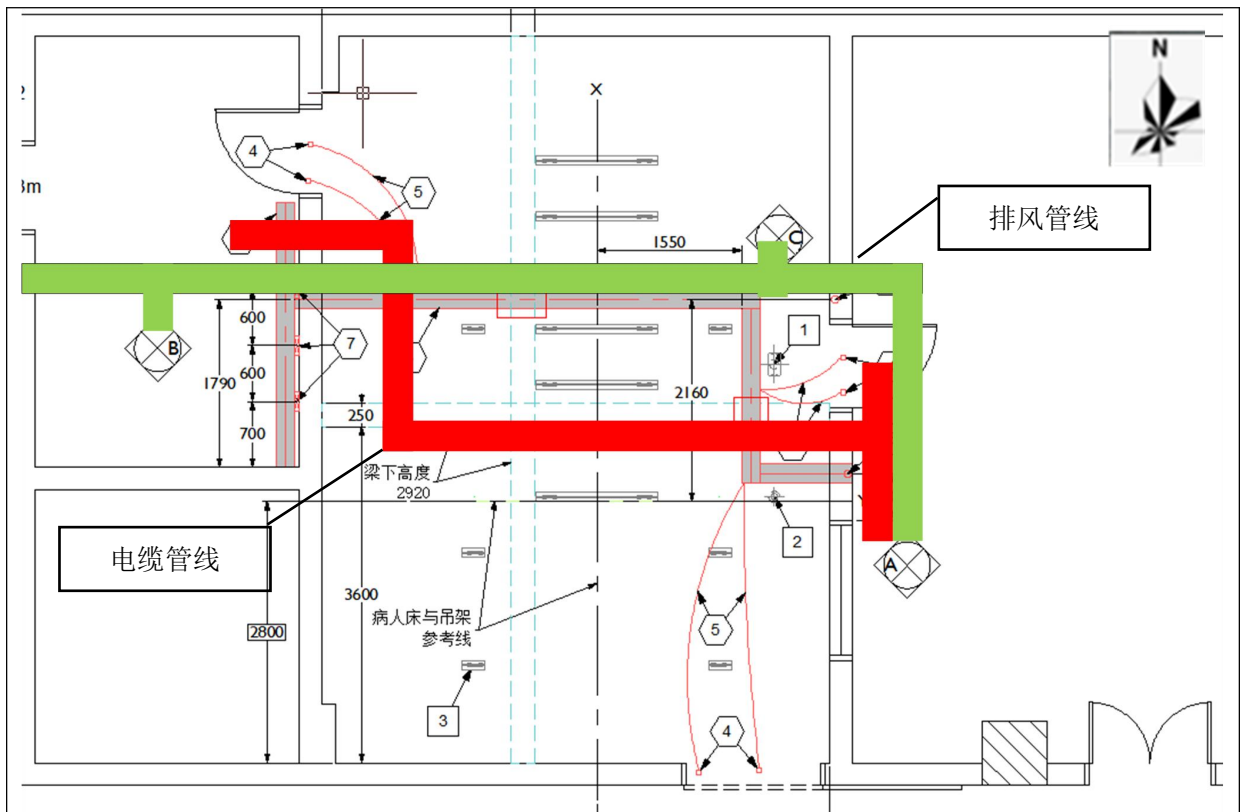


图10-6 管线布置图

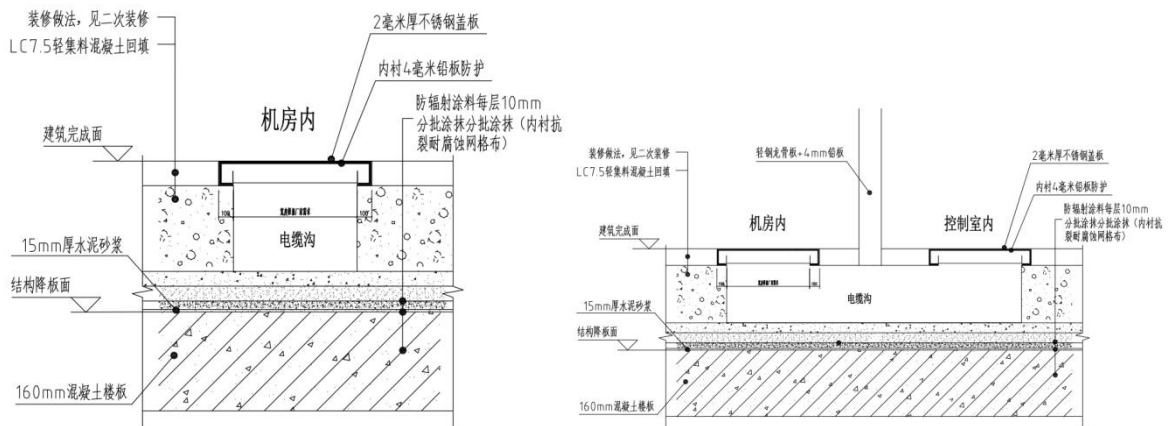


图10-7 电缆沟穿墙示意图

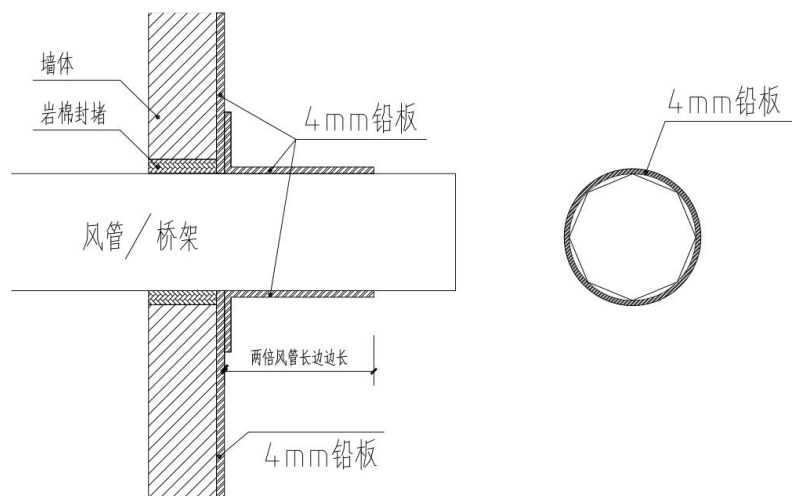


图 10-8 排风管线穿过屏蔽墙示意图

10.2 “三废”治理措施

本项目 DSA 射线装置运营过程无放射性废气、废水、固废产生，仅在曝光过程产生少量臭氧和氮氧化物及运营期内介入手术产生的废药棉、废纱布、废手套等医疗废物、器械清洗废水和医护手部清洗废水、医护人员产生的生活污水和生活垃圾等。

1、废气

本项目 DSA 机房拟采用机械通排风系统进行通风，通风次数不低于 4 次/h，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。布局时应避免有用线束直接照射通排风系统的管线口位置，通排风系统管道宜采用非金属管材，管线口应使用铅板或辐射防护板进行屏蔽防护。DSA 机房内产生的臭氧和氮氧化物最终从一层室外排放，排风口处为室外道路，空间开阔利于气流扩散进入大气环境中，经自然分解，可达标排放，对周围环境影响较小。

2、废水

本项目 DSA 采用数字成像，无废显影液、定影液产生。医护人员产生的生活污水及手术器械清洗产生的医疗废水依托医院现有污水处理设施处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求后，纳入市政污水管网集中处理。

3、固废

本项目运营期会产生废药棉、废纱布、废手套等医疗废物，医院采用专用容器分

类收集后，转移至 DSA 机房配套的污物间暂存，每日与医院其他医疗废物统一送至医院总医疗废物暂存间进行暂存，并委托杭州大地维康医疗环保有限公司进行妥善安全处置。

4、噪声

本项目设备选用低噪声设备，噪声源主要为风机噪声。通过采取设备基础减振，进出风管加装软接、高效消声器、消声弯头等综合降噪措施，经距离衰减后，运行期间院区东侧、南侧偏西场界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）4a 类标准要求，西侧、北侧以及南侧偏东场界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

综上所述，DSA 机房采取的“三废”防治和噪声治理措施均符合国家相关标准的要求。

5、射线装置报废处理

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求：本项目 DSA 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

11.1.1 施工期环境影响分析

本项目 DSA 机房在原 CT 机房基础上进行简单装修，无土建施工，因此建设阶段对外环境的影响很小，并且是短暂和可逆的。项目建设阶段不会产生电离辐射影响。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

DSA 射线装置在安装调试过程中，会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境影响很小。

本环评要求 DSA 射线装置的安装、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他固体废物，并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目 DSA 射线装置位于 2 号楼一层 DSA1 号机房内（原 CT 机房），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。

根据医院提供的设备资料信息，本项目 DSA 设备参数与工况见表 11-1。

表11-1 本项目DSA设备参数与工况及防护情况

设备型号	Azurion 7 M12			
技术参数	最大管电压 125kV/最大管电流 1000mA			
过滤材料	2.5mmAl			
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	发射率常数	0.09mGy/mA·s
	透视	工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 15mA		0.075mGy/mA·s

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
注：1.参考《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1，当 2.5mmAl 作为过滤材料时，得 100kV 电压下，发射率常数为 0.09 mGy/mA·s，90kV 电压下，发射率常数为 0.075mGy/mA·s； 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 1 mGy/h”。	

根据《辐射防护导论》射线装置距靶1m处的空气比释动能率，按公式11-1计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

\dot{K} —离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，
mGy/min；

I—管电流（mA）；

δ_x —管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mA·min)；

$r_0=1\text{m}$ ；

r—源至关注点的距离，m。

表 11-2 DSA 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表

设备	运行模式	过滤材料（Al）厚度（mm）	距靶 1m 处的发射率常数（mGy/mA·s）	最大常用电压（kV）	最大常用电流（mA）	距靶 1m 处的空气比释动能率（μGy/h）
DSA	减影	2.5	0.09	100	500	1.62×10 ⁸
	透视	2.5	0.075	90	15	4.05×10 ⁶

取医生手术位、控制室操作位、防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 等处为预测点位，具体预测点位见图 11-1、图 11-2 和表 11-3。

表11-3 本项目DSA机房预测关注点位

预测点位	方位	距辐射源点（靶点）最近距离（m）
1#术者位	第一术者位	机房内 0.5
	第一术者位（手部）	机房内 0.4
	第一术者位（眼晶体）	机房内 0.6
	第二术者位	机房内 0.9
2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（CT 机房）	上方	3.1
3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处（过道）	南侧	3.1
4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处（控制室）	东侧	3.0
5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处（控制室）	东侧	2.8

6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处（洗手区）	东侧	5.0
7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处（污物间）	西侧	3.2
8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处（设备间）	西侧	5.0
9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处（道路）	北侧	5.3



图 11-1 DSA 机房预测关注点位示意图

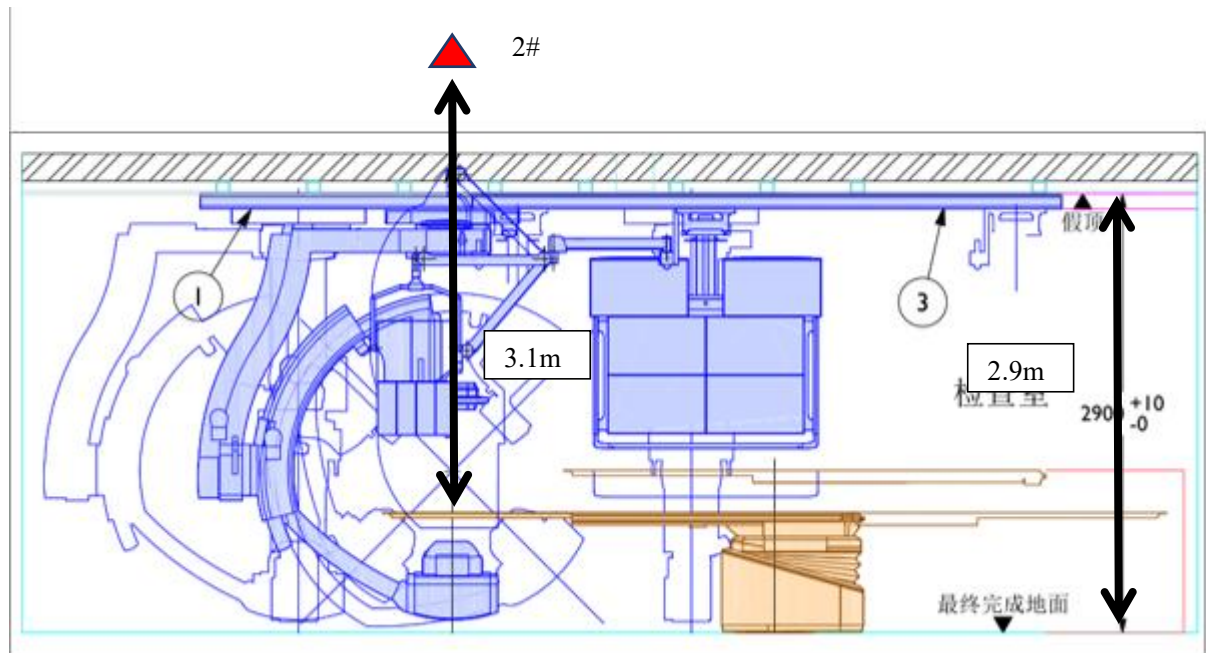


图 11-2 上层预测点位距源点距离示意图

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, 下述影响分析计算主要考虑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

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

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 1m;

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, 公式计算同式10-1。其中: α 、 β 、 γ ——屏蔽材料对100kV、90kV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11-4。

表 11-4 铅对 X 射线辐射衰减的有关拟合参数

管电压	铅		
	α	β	γ
100kV (主束)	2.5	15.28	0.7557
100kV (散射)	2.507	15.33	0.9124
90kV	3.067	18.83	0.7726

散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表11-5和表11-6。

表 11-5 100kV 减影工况下散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)	160mm 标准混凝土 +20mm 防护涂料	3.8mmPb	2.507	15.33	0.9124	8.49E-06
3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
4#DSA 机房东侧医护防护	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06

门外 30cm 处 (控制室)						
5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)	20mm 铅玻璃	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06

表 11-6 90kV 透视工况下散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
1#第一术者位 (身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
1#第一术者位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
1#第一术者位 (手部)	0.025mmPb 铅手套 +0.5mmPb 防护帘	0.525mm Pb	3.067	18.83	0.7726	2.27E-02
1#第一术者位 (眼晶体)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
1#第二术者位 (身体铅衣内)	0.5mm 铅衣 +0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
1#第二术者位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)	160mm 标准混凝土 +20mm 防护涂料	3.8mmPb	3.067	18.83	0.7726	6.82E-07
3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)	20mm 铅玻璃	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07

各预测点位散射辐射剂量计算参数及结果见表 11-7。

表 11-7 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位	H_0	α	s	d_0	d_s	B	H_s
		$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
减影	2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)	1.62E+08	0.0013	100	1	3.1	8.49E-06	4.65E-02

	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)	1.62E+08	0.0013	100	1	3.1	5.14E-06	2.82E-02
	4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)	1.62E+08	0.0013	100	1	3	5.14E-06	3.01E-02
	5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)	1.62E+08	0.0013	100	1	2.8	5.14E-06	3.45E-02
	6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	1.62E+08	0.0013	100	1	5.0	5.14E-06	1.08E-02
	7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	1.62E+08	0.0013	100	1	3.2	5.14E-06	2.64E-02
	8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	1.62E+08	0.0013	100	1	5.0	5.14E-06	1.08E-02
	9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	1.62E+08	0.0013	100	1	5.3	5.14E-06	9.63E-03
透视	1#第一术者位 (身体铅衣内)	4.05E+06	0.0013	100	1	0.5	4.08E-03	21.5
	1#第一术者位 (身体铅衣外)	4.05E+06	0.0013	100	1	0.5	2.52E-02	133
	1#第一术者位 (手部)	4.05E+06	0.0013	100	1	0.4	2.27E-02	187
	1#第一术者位 (眼晶体)	4.05E+06	0.0013	100	1	0.6	2.52E-02	92.1
	1#第二术者位 (身体铅衣内)	4.05E+06	0.0013	100	1	0.9	4.08E-03	6.63
	1#第二术者位 (身体铅衣外)	4.05E+06	0.0013	100	1	0.9	2.52E-02	41
	2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)	4.05E+06	0.0013	100	1	3.1	6.82E-07	9.34E-05
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)	4.05E+06	0.0013	100	1	3.1	3.69E-07	5.05E-05
	4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)	4.05E+06	0.0013	100	1	3	3.69E-07	5.40E-05
	5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)	4.05E+06	0.0013	100	1	2.8	3.69E-07	6.20E-05
	6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	4.05E+06	0.0013	100	1	5.0	3.69E-07	1.94E-05
	7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	4.05E+06	0.0013	100	1	3.2	3.69E-07	4.74E-05
	8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	4.05E+06	0.0013	100	1	5.0	3.69E-07	1.94E-05
	9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	4.05E+06	0.0013	100	1	5.3	3.69E-07	1.73E-05

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 11-3 进行计算。

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

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, 公式计算同式 10-1。

泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-8、表 11-9。

表 11-8 100kV 减影工况下泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)	160mm 标准混凝土+20mm 防护涂料	3.8mmPb	2.5	15.28	0.7557	8.72E-06
3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	2.5	15.28	0.7557	5.59E-06
4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	2.5	15.28	0.7557	5.59E-06
5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)	20mm 铅玻璃	4.0mmPb	2.5	15.28	0.7557	5.59E-06
6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	2.5	15.28	0.7557	5.59E-06
7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	2.5	15.28	0.7557	5.59E-06
8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	2.5	15.28	0.7557	5.59E-06
9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	2.5	15.28	0.7557	5.59E-06

表 11-9 90kV 透视工况下泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
1#第一术者位 (身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
1#第一术者位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
1#第一术者位 (手部)	0.025mmPb 铅手套+0.5mmPb 防护帘	0.525mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.27E-02
1#第一术者位 (眼晶体)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
1#第二术者位 (身体铅衣内)	0.5mm 铅衣+0.5mmPb 铅屏风	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
1#第二术者位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)	160mm 标准混凝土+20mm 防护涂料	3.8mmPb	3.067	18.83	0.7726	6.82E-07
3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
5#DSA 机房东侧铅玻璃	20mm 铅玻璃	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07

外 30cm 处 (控制室)						
6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	240mm 实心+20mm 防护涂料	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07

各预测点位泄漏辐射剂量计算参数及结果见下表11-10。

表 11-10 各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	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	d (m)	B	H_L ($\mu\text{Gy/h}$)
减影	2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)	1×10^3	3.1	8.72E-06	9.07E-04
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)	1×10^3	3.1	5.59E-06	5.82E-04
	4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)	1×10^3	3	5.59E-06	6.21E-04
	5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)	1×10^3	2.8	5.59E-06	7.13E-04
	6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	1×10^3	5.0	5.59E-06	2.24E-04
	7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	1×10^3	3.2	5.59E-06	5.46E-04
	8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	1×10^3	5.0	5.59E-06	2.24E-04
	9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	1×10^3	5.3	5.59E-06	1.99E-04
	透视	1#第一术者位 (身体铅衣内)	1×10^3	0.5	4.08E-03
1#第一术者位 (身体铅衣外)		1×10^3	0.5	2.52E-02	101
1#第一术者位 (手部)		1×10^3	0.4	2.27E-02	142
1#第一术者位 (眼晶体)		1×10^3	0.6	2.52E-02	70
1#第二术者位 (身体铅衣内)		1×10^3	0.9	4.08E-03	5.04
1#第二术者位 (身体铅衣外)		1×10^3	0.9	2.52E-02	31.1
2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)		1×10^3	3.1	6.82E-07	7.10E-05
3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)		1×10^3	3.1	3.69E-07	3.84E-05
4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)		1×10^3	3	3.69E-07	4.10E-05
5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)		1×10^3	2.8	3.69E-07	4.71E-05
6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)		1×10^3	5.0	3.69E-07	1.48E-05
7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)		1×10^3	3.2	3.69E-07	3.60E-05
8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)		1×10^3	5.0	3.69E-07	1.48E-05
9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)		1×10^3	5.3	3.69E-07	1.31E-05

③漏射和散射总辐射剂量率估算

根据表 11-7 和表 11-10 的计算结果，将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表 11-11。

表 11-11 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 (μGy/h)	泄漏辐射剂量率 (μGy/h)	总辐射剂量率 (μGy/h)
2号楼一层拟建 DSA 机房	减影	2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)	4.65E-02	9.07E-04	4.74E-02
		3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)	2.82E-02	5.82E-04	2.88E-02
		4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)	3.01E-02	6.21E-04	3.07E-02
		5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)	3.45E-02	7.13E-04	3.52E-02
		6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	1.08E-02	2.24E-04	1.10E-02
		7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	2.64E-02	5.46E-04	2.69E-02
		8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	1.08E-02	2.24E-04	1.10E-02
		9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	9.63E-03	1.99E-04	9.83E-03
		透视	1#第一术者位 (铅衣内)	21.5	16.3
	1#第一术者位 (铅衣外)		133	101	234
	1#第一术者位 (手部)		187	142	329
	1#第一术者位 (眼晶体)		92.1	70	162.1
	1#第二术者位 (铅衣内)		6.63	5.04	11.7
	1#第二术者位 (铅衣外)		41	31.1	72.1
	2#DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (CT 机房)		9.34E-05	7.10E-05	1.64E-04
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (过道)		5.05E-05	3.84E-05	8.89E-05
	4#DSA 机房东侧医护防护门外 30cm 处 (控制室)		5.40E-05	4.10E-05	9.50E-05
	5#DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)		6.20E-05	4.71E-05	1.09E-04
	6#DSA 机房东侧墙体外 30cm 处 (洗手区)	1.94E-05	1.48E-05	3.42E-05	
7#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	4.74E-05	3.60E-05	8.34E-05		
8#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (设备间)	1.94E-05	1.48E-05	3.42E-05		
9#DSA 机房西侧墙体外 30cm 处 (道路)	1.73E-05	1.31E-05	3.04E-05		

由表 11-11 计算结果可知：DSA 透视时，第一术者位（铅衣内）辐射剂量率为 37.8μGy/h，第一术者位（铅衣外）辐射剂量率为 234μGy/h，第二术者位（铅衣内）辐射剂量率为 11.7μGy/h，第二术者位（铅衣外）辐射剂量率为 72.1μGy/h，第一术者位（手部）辐射剂量率为 329μGy/h，机房周边辐射剂量率最大为 1.64E-04μGy/h（DSA 机

房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处)。减影时, 机房周边辐射剂量率最大为 4.74E-02 μ Gy/h (DSA 机房顶棚上方距顶棚地面 100cm 处)。

综上, 本项目 DSA 在正常运行情况下, 机房外控制室、四周防护墙外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 μ Sv/h 的管控限值水平(剂量换算系数, Sv/Gy 取 1)。

考虑到本项目 DSA 机房与东侧 DR 机房共用同一个控制室, 正上方为规划 CT 机房(暂未建设), 且存在机房同时使用的情况, 根据医院提供的 DR 机房场所检测报告可知, 工况条件下控制室辐射剂量率低于 0.09 μ Sv/h(检出限), 处于本底水平, 因此本次评价不考虑周边 DR 机房对其的叠加影响。

11.2.2 人员年有效剂量估算

本项目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:

$$D_{Eff} = D_r \times t \times T \quad (\text{式 11-4})$$

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;

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。

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)选取, 具体数值见表 11-12。

表11-12 不同场所居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		示例
	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、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分停留	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: 各治疗室门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室

1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

(1) 职业人员剂量估算

根据医院提供的资料, 本项目 DSA 机房年最大手术量约为 500 台, 按 1 台手术减影时间取 1min, 透视时间取 20min, 则 DSA 机房减影过程年总曝光时间为 8.3h, 透视过程年总曝光时间为 166.7h, 年总曝光时间为 175h。

本项目 DSA 机房拟配置工作人员 11 人, 包括手术医生 6 人, 护士 3 人, 技师 2 人。DSA 机房配置的工作人员共分为 3 组, 机房固定配置 2 个技师, 每台手术配备 2 名手术医生和 1 名护士, 每组手术医生或护士年手术台数不大于 167 台, 单名技师年手术台数不大于 250 台, 本项目辐射工作人员受照时间见表 11-13。

表11-13 辐射工作人员的受照时间一览表

工作人员	单人最大手术台数 (台)	工作模式	单台手术时间 (min)	操作方式	工作时间 (h)
医生	167	透视	20	同室	55.7
		减影	1	隔室	2.78
护士	167	透视	20	同室	55.7
		减影	1	隔室	2.78
技师	250	透视	20	隔室	87.5
		减影	1		

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)对于工作人员穿戴铅围裙的情况, 按照以下公式进行估算有效剂量:

$$E_{\text{外}}=0.79H_U+0.051H_O \quad (\text{式 11-5})$$

$E_{\text{外}}$ --有效剂量 E 中的外照射分量, 单位为 mSv;

H_U --铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_P(10)$, 本项目取理论计算的医生铅衣内的年剂量, 单位为 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 $H_P(10)$, 本项目取理论计算的医生铅衣外的年剂量, 单位为 mSv;

职业人员居留因子均取 1, 辐射工作人员年有效剂量估算结果见表 11-14。

表 11-14 辐射工作人员年有效剂量估算结果

工作人员	操作方式	工作时间 (h)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	年有效剂量 (mSv)	剂量约束值 (mSv)
			第一术者位 (铅衣外)	第一术者位 (铅衣内)			
DSA 医生	同室	55.7	234	37.8	1	2.33	5
	隔室	2.78	DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处 (控制室)				
DSA	同室	55.7	72.1		1	0.72	5

护士			第二术者位（铅衣外）	11.7			
	隔室	2.78	DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处（控制室）	3.52E-02			
DSA 技师	隔室	83.33	DSA 机房东侧铅玻璃外 30cm 处（控制室）	1.09E-04	1	1.56E-04	5
		4.17		3.52E-02			

由上表可知，本项目 DSA 辐射工作人员年有效剂量最大值为 2.33mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于职业照射剂量限值的要求，同时满足本项目提出的辐射工作人员剂量约束值（不高于 5mSv/a）的要求。

（2）公众剂量估算

（a）工作人员受照剂量

本项目辐射工作场所周边公众人员主要为医院内工作人员、患者及家属等。对于机房周围 50m 范围内其他公众，本评价保守按照与机房相邻用房进行核算。

根据 DSA 机房周围公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。公众年有效剂量按照式 11-4 计算，据表 11-11 计算结果，公众年有效剂量计算结果见下表 11-16。机房外更远的关注点不考虑距离衰减和中间其它屏蔽因素。

表11-16 公众年有效剂量计算结果

场所	位置描述	相对于 DSA 机房方位	透视模式 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时间 (h)	减影模式 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv)
2 号楼一层 DSA 机房	污物间	紧邻	8.34E-05	166.7	2.69E-02	8.3	1/20	2.37E-04
	设备间	紧邻	3.42E-05	166.7	1.10E-02	8.3	1/20	9.70E-05
	过道	紧邻	8.89E-05	166.7	2.88E-02	8.3	1/5	2.54E-04
	道路	紧邻	3.04E-05	166.7	9.83E-03	8.3	1/5	8.67E-05
	CT 机房	上方	1.64E-04	166.7	4.74E-02	8.3	1	4.21E-04
	门急诊楼	北侧，42m	1.64E-04	166.7	4.74E-02	8.3	1/5	2.39E-07
	连廊	南侧，32m	1.64E-04	166.7	4.74E-02	8.3	1/5	4.11E-07

综上所述，公众身体受照的年有效剂量最大为 4.21E-04mSv，低于本环评要求的 0.1mSv 年当量剂量约束值。

由于剂量率与距离平方成反比，随着距离的增加，周边 50m 范围内公众所受年有效剂量更小，可以满足 0.1mSv 的剂量约束值要求。

（b）手术医生四肢（手和足）的年当量剂量

本次评价对 DSA 介入手术医生四肢皮肤年当量剂量进行理论计算。进行介入手术时，介入医生需穿戴个人防护用品，并按照要求佩戴 0.025mmPb 铅橡胶手套。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：

$$D_S = C_{KS}(k \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-6})$$

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

式中：

D_S ：皮肤吸收剂量（mGy）；

C_{KS} ：空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（Gy/Gy）；

k ：为手术位置的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t ：人员累积受照时间，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 11-7 可知，DSA 机房内手术医生和护士在透视工况下手部最大空气比释动能率为 $187\mu\text{Gy/h}$ 。本项目 DSA 可近似视为垂直入射，而且是 AP 入射方式，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.5，保守取空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转化系数 $C_{KS}=1.156\text{mGy/mGy}$ ，人员累积年受照时间为 55.7h，根据式 11-7 可以求得手术医生和护士手术位手部皮肤所受的年当量剂量最大为 12.04mSv ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员四肢（手和足）年当量剂量限值 500mSv/a 和本项目剂量约束值 125mSv/a 的要求。

（c）工作人员眼晶体剂量估算

根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）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，眼晶状体吸收剂量用下式进行估算：

$$D_L = C_{KL}(k \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (11-8)$$

$$H = D_L \cdot W_R \quad (11-9)$$

式中：

D_L ：眼晶状体吸收剂量，mGy；

C_{KL} ：一空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数，mGy/mGy，根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）表 A.4，保守取 $0.07\text{MeV} \sim 0.15\text{MeV}$ 中最大值 1.55；

k ：X、 γ 辐射场的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy/h}$ ），为 $162.1\mu\text{Gy/h}$ ；

t: 人员累积受照时间, h, 单个医生最大年受照时间为 55.7h;

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 11-8 和 11-9 计算得医生眼晶体受到的有效剂量当量为 13.99mSv/a, 满足本项目辐射工作人员眼晶体当量剂量不高于 20mSv/a 的剂量约束值要求。

11.2.3 DSA 运营期其他污染物影响分析

1、废气

考虑到 DSA 射线能量低, 电离产生的臭氧和氮氧化物浓度非常低, 且臭氧可自然分解为氧气, DSA 机房设置有机机械通排风系统, 通排风次数不低于 4 次/h, 废气经通排风系统排出机房, 于 2 号楼一层室外道路排放, 经自然分解, 对周围环境影响较小。

2、废水

项目产生的生活污水和医疗废水经医院现有污水处理设施预处理后纳入市政污水管网进行集中处理, 不直接排放, 对环境影响较小。

3、噪声

项目 DSA 机房配备的通风风机经隔声、减振、消声等综合降噪措施后, 再经距离衰减后, 运行期间院区东侧、南侧偏西场界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 4a 类标准要求, 西侧、北侧以及南侧偏东场界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准要求。

4、固废

本项目手术过程中产生的医疗废物由专人收集后暂存于机房西侧的污物间, 每日与医院其他医疗废物统一送至于医院总医疗废物暂存间暂存, 并统一委托杭州大地维康医疗环保有限公司进行安全处置。医护人员生活垃圾收集后与现有生活垃圾一并委托当地环卫部门定期清运处理。

经上述“资源化、减量化、无害化”处置后, 项目产生的固体废物不会对周围环境产生明显影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故情况

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

(2) 工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

(3) DSA 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。

(4) 维修射线装置时，维修人员受意外照射。

11.3.2 辐射事故等级分析

本项目为医院核技术应用项目，使用的是Ⅱ类医用射线装置，X 射线能量较低，如造成失控仅可能导致人员受到超过年剂量限值的照射，为一般辐射事故。

11.3.3 事故影响防范措施

1、医院已成立放射防护安全管理小组，并制定了放射诊疗管理相关制度与预案，拟定工作计划组织实施；对全院辐射安全管理工作进行监督、检查，定期对放射诊疗安全事件进行演练，针对演练不足进行持续改进。

2、医院已制定了《浙江省中医院辐射防护和安全保卫制度》、《浙江省中医院射线装置或放射性同位素使用登记制度》、《浙江省中医院台帐管理制度》、《放射防护安全管理委员会》、《浙江省中医院放射工作人员培训计划》、《浙江省中医院个人剂量和辐射环境监测方案》、《浙江省中医院放射事故报告制度及应急处理方案》等相关辐射管理制度。本评价要求医院对应急预案及其他已有制度进行修订更新，并更新 DSA 操作规程，更新应急预案，将本项目所涉及的射线装置纳入辐射防护管理体系，各辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

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

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

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

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

7、项目应严格遵循所用辐射设备的安全使用年限，避免机械故障造成辐射事故，

严禁超期使用。

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

9、完善事故应急预案，并每年定期进行一次演练；发现问题，及时进行整改。

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

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

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

本项目建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，结合卫生、生态环境等行政主管部门的规章制度，成立了放射防护安全管理小组，落实安全责任制，并明确了相关成员名单及职责，具体组成成员如下：

组长：何强

副组长：吴建浓、杨珺超、王灵聪

组员：张丽杰、陈伟、上官醉飞、娄海芳、张丽霞、李华峰、王世威、戚观树、杨林、邱原刚、李天民、林敏、蔡利军、黄立权

秘书：丁佳伟、卞城

12.1.2 辐射工作人员管理

1、职业健康检查

本项目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。根据2022年4月的检查结论，有5人需进行复查，医院拟安排复查不合格人员进行调岗或停岗休息，其余人员均“可以继续原放射工作”，对现有放射工作人员已建立职业健康档案，符合要求。

2、辐射工作人员培训

医院拥有较稳定的放射诊疗技术队伍，现有辐射工作人员均在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）上进行培训学习并报名参加相应类别的考核或参加由杭州市卫生和健康委员会组织的放射诊疗培训，经考核合格后方可上岗，并定期复训。（辐射安全与防护培训或放射诊疗培训已互相认可，相关文件详见附件7）本项目DSA辐射工作人员由医院从外部招聘，仅负责本项目DSA操作，医院应按要求进行组织其参加培训，培训合格后上岗，符合要求。

3、个人剂量检测情况

医院现有辐射工作人员均配备了个人剂量计。医院每三个月委托浙江省疾病预防控制中心进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案。根据医院提供的现有辐射工作人员最近连续四个季度个人剂量检测报告（见附件 11），其中有三名辐射工作人员出现个别季度个人剂量值超标的情况，医院已对超标人员进行了调查并与当事人说明情况，查明属于异常数据。其他人员检测结果均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业照射的个人剂量约束值要求。。

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周年，或者停止辐射工作三十年。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

12.1.3年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用射线装置的单位，应当对本单位放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。医院年度评估报告包括：放射性同位素与射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，医院已按照要求执行年度评估。本项目建成运行后，医院应将本项目纳入年度评估报告，定期上报至发证机关。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台账管理制度和监测方案，并有完善的辐射事故应急措施”。

医院已建立《浙江省中医院辐射防护和安全保卫制度》、《浙江省中医院射线装置或放射性同位素使用登记制度》、《浙江省中医院台帐管理制度》、《放射防护安全

管理委员会》、《浙江省中医院放射工作人员培训计划》、《浙江省中医院个人剂量和辐射环境监测方案》、《浙江省中医院放射事故报告制度及应急处理方案》等辐射防护管理制度，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。医院应认真落实各项规章制度，并根据本项目机房特点，增加对应设备的操作规程以及对已制定的相关规章制度进行更新和完善。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院应配置 1 台 X-γ 辐射剂量率巡测仪，每个辐射工作人员均需配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

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》，医院应按国家相关规范对辐射工作场所进行监测。医院应委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。监测点位可以参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 B 中 B.2.1。

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	X-γ 辐射周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	DSA 机房距墙体、门窗表面 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处及周围需要关注的监督区、机房防护门及门缝、观察窗、控制室操作位、手术位、电缆/空调/风管穿墙处等	委托有资质单位监测
日常监测	DSA 机房		1 次/季度			自行监测
验收监测	DSA 机房		项目建成后3个月内			委托有资质单位监测
个人剂量监测	/	个人剂量当量	至少1次/3个月	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托有资质单位监测

医院制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等信息，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周年，或者停止辐射工作三十年。

12.4 辐射事故应急

根据国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院按照

对应急措施、事故后续处理等作出要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。制定了《浙江省中医院放射事故报告制度及应急处理方案》，目前为止医院暂未发生过辐射安全事故，但考虑到医院原有应急预案内容较为简单，仅包含 X 射线装置辐射事故处理措施、放射性同位素使用辐射事故分析以及放射防护管理委员会联系方式等。

为增强应急预案的可操作性和针对性，医院应根据国家有关法规的要求，针对核技术利用项目的具体情况重新制定在事故情况下的应急响应计划，以便能够快速有效地处理辐射事故，将放射危害的影响降低到最低水平。建议更新和完善制定的辐射事故应急计划应包括：

(1) 应急组织及职责：含辐射事故应急指挥领导小组构成，相关科室、部门工作职责。

(2) 应急人员的培训及应急响应练习：应急人员应进行辐射安全知识的培训；医院应每半年组织一次辐射事故应急响应演习，确保各部门在事故发生后，有组织有条理的应对，辐射事故应急响应流程见图 12-1；

(3) 应急物资：包括通讯设备、应急响应文件、救助的装备、资金、物资准备等；

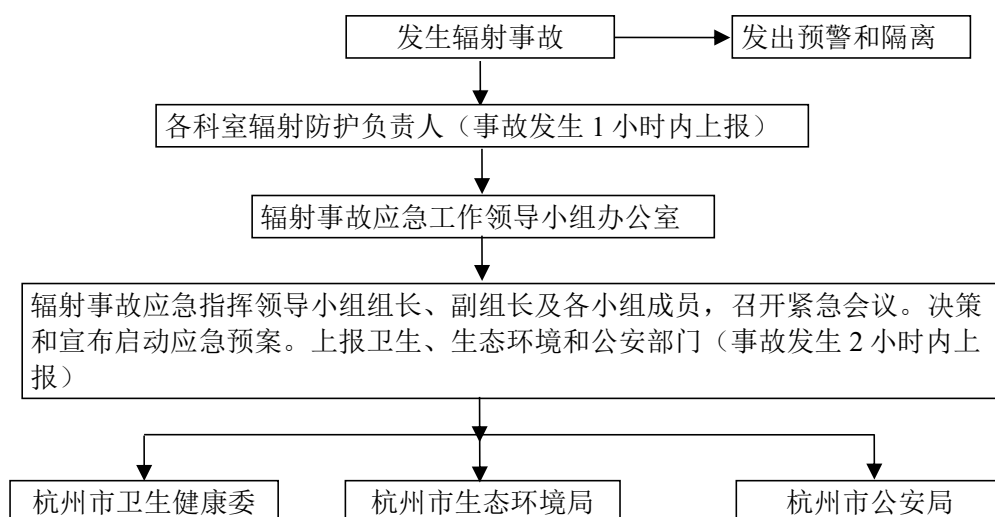


图12-1 辐射事故应急响应流程示意图

(4) 辐射事故分级：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级；

(5) 放射事件应急响应处理：含辐射事故报告，辐射事故调查处理，后期处置，辐射事故应急值班电话。

医院应根据本单位开展辐射工作的变化，及时修订《浙江省中医院放射事故报告制度及应急处理方案》，在日常工作中定期组织辐射事故应急演练，并认真记录、总结，发现隐患和不足应及时进行整改、完善。

12.5 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。

12.6 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用放射性同位素、射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评估详见表12-2。

表 12-2 从事辐射活动能力评估一览表

序号	应具备条件	本项目投运后落实情况
1	使用I类、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，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	医院已根据要求成立辐射安全与防护管理领导小组，并设有符合要求的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	现有辐射工作人员均在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（ http://fushe.mee.gov.cn/ ）上进行培训学习并报名参加相应类别的考核或参加由杭州市卫生和健康管理委员会组织的放射诊疗培训，经考核合格后方可上岗，并定期复训。本项目新增人员拟按规定参加培训和考核
3	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众收到意外照射要求的安全措施	DSA机房拟配备了急停开关、视频监控设备和对讲系统，并

		设置警示灯及电离辐射警告标志等安全措施
4	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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器	DSA 机房拟配有铅衣、铅屏风、个人剂量计等防护用品。本项目拟根据要求配备个人剂量报警仪、X- γ 辐射剂量率巡测仪
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等	医院已制定了上述制度，能够满足要求
6	有完善的辐射应急措施	医院已制定了辐射事故应急预案，本项目投运后拟根据本项目特点进行修订和完善

综上所述，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，医院从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

1、辐射安全防护措施结论

本项目 DSA 机房屏蔽设计四侧墙体使用 240mm 实心砖+20mm 防护涂料，顶棚为 160mm 标准混凝土+20mm 防护涂料，地坪为 160mm 标准混凝土+20mm 防护涂料，且机房设有 4mmPb 铅当量铅防护门和防护窗，屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

DSA 机房操作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、工作状态指示灯，灯箱处拟设警示语句；DSA 设有急停按钮，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，各机房设有视频监控和对讲装置。

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》（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安全管理小组、明确了相关职责，并将加强监督管理。

规章制度：医院已制定了包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度。医院应根据本单位核技术利用项目开展的情况，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落实执行。

医院将安排新增人员参与辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训，考核合格后方可上岗。辐射工作人员将按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计按要求定期送检。

综上所述，医院管理机构、规章制度及辐射工作人员的管理均可满足本项目对辐射安全管理的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

根据本报告表 11 对本次核技术利用项目对周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常情况下，项目对周围环境中的工作人员和公众的辐射影响均能满足本报告提出的剂量约束值：工作人员有效剂量约束值不超过 5mSv/a，公众有效剂量约束值不超过

0.1mSv/a，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求。

13.1.3 可行性分析结论

1、产业政策符合性分析结论

医院本次核技术利用项目旨在提高诊断治疗水平，更好的解除病人痛苦、挽救病人生命，提高医疗质量、改善患者就医环境，符合国家卫生事业发展的产业政策。另外，本项目的建设不在《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021修订）中淘汰类和限制类范围内，因此，本项目符合国家产业政策。

2、实践正当性分析结论

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、“三线一单”要求符合性结论

①生态保护红线

本项目位于浙江省杭州市经济技术开发区9号大街9号。根据杭州市六城区生态保护红线分布图，项目评价范围内不涉及当地饮用水源保护区、风景名胜区、自然保护区等生态保护区，不涉及杭州生态保护红线，满足生态保护红线要求。

②环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目机房周围环境 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，不触及环境质量底线。

③资源利用上线

本项目主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小；主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网。项目用地为医疗卫生用地，在医院现有建筑内改造实施；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，因此不会突破资源利用上线。

④环境准入负面清单

本项目位于“江干区下沙南部、下沙园区北部产业集聚重点管控单元（管控单元

编码：ZH33010420002)”，为医院核技术利用项目，满足管控措施，不在环境功能区负面清单内，符合环境准入负面清单的要求。

因此，本项目的建设符合“三线一单”的要求。

4、项目可行性结论

综上所述，浙江省中医院 DSA 射线装置建设项目的建设符合城市主体功能区划和土地利用规划，符合“三线一单”要求，选址合法合理；项目符合产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

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

2、强化管理、加强辐射工作人员的培训学习，个人剂量计应严格按照规定正确佩戴。另外合理安排辐射工作人员工作分组，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当辐射工作人员季度个人剂量超过 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。

3、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

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。

2、医院承诺严格按照本报告提出的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。

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

4、医院应更新完善各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。更新完善后的应急预案向生态环境主管部门备案。一旦出现辐射事故，按照制定的应急预案处理和上报事故。

5、医院应严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

6、医院应在本项目环评审批后，及时重新申领辐射安全许可证。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人：公章

年月日

审批意见：

经办人：公章

年月日