

编号：FB21720032

核技术利用建设项目

杭州市中医院武林院区
数字减影血管造影装置（DSA）建设项目
环境影响报告表
（报批稿）

杭州市中医院（浙江中医药大学附属杭州市中医院）

2023年4月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

杭州市中医院武林院区 数字减影血管造影装置（DSA）建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：杭州市中医院（浙江中医药大学附属杭州市中医院）

建设单位法定代表人（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州市西湖区体育场路 453 号

邮政编码：310007

联系人：陈锦涛

电子邮箱：4403583704@qq.com

联系电话：18857193635

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	18
表 8 环境质量和辐射现状	24
表 9 项目工程分析与源项	28
表 10 辐射安全与防护	35
表 11 环境影响分析	45
表 12 辐射安全管理	59
表 13 结论与建议	65
表 14 审批	69
附图 1 地理位置图	70
附图 2 总平面布置图	71
附图 3 周边环境关系示意图	72
附图 4-1 医院 6 号楼 4 层平面布置图（DSA 所在楼层）	73
附图 4-2 医院 6 号楼 5 层平面布置图	74
附图 4-3 医院 6 号楼 3 层平面布置图	75
附图 5 杭州市市辖区环境管控单元分类图	76
附图 6 杭州市生态保护红线图	77
附件 1 委托书	78
附件 2 法人身份证复印件	79
附件 3 事业单位法人证书	80
附件 4 中华人民共和国国有土地使用证	81

附件 5 辐射安全许可证	85
附件 6 原有核技术利用项目环评及验收文件	92
附件 7 原有非辐射环评批复	104
附件 8 环境本底监测报告	106
附件 9 辐射安全与防护培训或放射诊疗培训互相认可文件	114
附件 10 现有辐射工作人员培训合格证明	118
附件 11 辐射安全领导小组的文件	128
附件 12 辐射事故应急预案	130
附件 13 年度个人剂量监测报告	132
附件 14 年度检测报告	164
附件 15 医疗固体废弃物委托代处置协议书	209
附件 16 评审意见及修改说明	210

表 1 项目基本情况

建设项目名称		杭州市中医院武林院区数字减影血管造影装置（DSA）建设项目			
建设单位		杭州市中医院（浙江中医药大学附属杭州市中医院）			
法人代表	涂晓	联系人	陈锦涛	联系电话	18857193635
注册地址		浙江省杭州市西湖区体育场路 453 号			
项目建设地点		杭州市体育场路 453 号杭州市中医院武林院区 6 号楼 4 层 DSA 机房			
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）	23.5	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位情况简介					
<p>杭州市中医院创建于 1952 年，是华东地区最早建立的医院之一，经过 70 年发展，已成为一家集医疗、教学、科研、预防、保健、康复于一体的综合性三级甲等中医院，也是浙江中医药大学附属杭州市中医院和浙江中医药大学杭州临床医学院。医院连续 3 年获评国家三级公立中医医院绩效考核最高等级 A+，稳居全国第一方阵，2021 年先后荣获浙江省基层先进党组织和浙江省首届“十佳医院”荣誉称号。</p> <p>杭州市中医院由武林和丁桥两个院区组成。杭州市中医院武林院区位于杭州市体育场路 453 号，拥有床位 1000 张，院内包括 1 号楼（门诊南楼）、2 号楼（门诊北楼）、3 号楼（诊疗楼）、5 号楼（医技病房楼）和 6 号楼（病房楼）等。</p> <p>杭州市中医院武林院区主体环境影响评价已于 2014 年 12 月 30 日取得批复，文件号</p>					

为：杭环评批〔2014〕94号（原杭州市环境保护局，见附件7）。

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，为了满足附近区域日益增加的医疗需求，促进杭州市城市建设和经济发展，进一步改善当地医疗环境，提高医院知名度，杭州市中医院武林院区拟于6号楼4层将一间医生办公室和两间病房改建为一间数字减影血管造影装置（DSA）机房（以下简称“DSA机房”）以及配套用房，并在拟建DSA机房内新安装使用一台DSA，DSA设备型号为AZurion 7M20（C），设备最大管电压125kV，最大管电流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《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。

因此，杭州市中医院委托浙江建安检测研究院有限公司开展“杭州市中医院武林院区数字减影血管造影装置（DSA）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、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）等规定要求编制完成本项目环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟在6号楼4层将一间医生办公室和两间病房改建为1间DSA机房，并在机房东侧配套建设1间操作间以及其他配套用房，包括1间设备间、1间二次候诊、1间谈话区、1间污物间和1间洁净间。在机房内安装使用1台DSA射线装置，型号AZurion 7M20（C），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	名称	型号	数量	安装位置	主射方向	类别	主要技术参数	备注
1	DSA	AZurion 7M20 (C)	1 台	6 号楼 4 层 DSA 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	DSA 机房	本项目拟于 6 号楼 4 层将一间医生办公室和两间病房改建为 1 间 DSA 机房以及配套用房，设备型号为 AZurion 7M20 (C)，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 56.5m 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+40mm 硫酸钡防护涂料 (6.0mmPb)
			顶棚			120mm 混凝土+3mm 铅板 (4.3mmPb)
			地坪			120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料 (4.5mmPb)
			防护门			内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)
观察窗	18mm 铅玻璃 (3.6mmPb)					
辅助工程	DSA 机房设有操作间、洁净间、设备间、污物间、二次候诊室和谈话区等配套用房，其他辅助设施依托现有工程。		/	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工程。		/	/		
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，进入七格污水处理厂集中处理。		/	医疗废水、生活污水等。	
	废气处理	设置机械通排风系统，废气最终引至 6 号楼楼顶高空排放。		/	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，由专人收集，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，医院已委托杭州大地维康医疗环保有限公司进行安全处置；生活垃圾依托原有垃圾收集系统，由医院进行集中收集后，交由当地环卫部门清运。		/	医疗废物、生活垃圾等。	

1.1.4 工作负荷及人员配置

根据医院提供资料，现有 1 台 DSA 装置年进行手术量约为 600 台，主要开展心内科介入手术、神经介入等手术，为解决部分手术时间冲突问题，本项目新增 1 间 DSA 机房，实施后医院可同时使用 2 台 DSA 装置开展手术，但全院目前计划手术量仍为 600 台/年。保守考虑，本次项目按单台 DSA 装置年最大手术量 600 台进行预测评价。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 1-3。

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	每组医护人员年受照时间	每名技师年受照时间
DSA	600 台/年	减影	100kV, 500mA	10h	210h	2.5h	5h
		透视	90kV, 15mA	200h		50h	100h

注

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

项目	1 间 DSA 机房人员配置
固定配置	2 名技师
工作人员安排	共 4 组，每台手术配备 1 名手术医生，1 名护士

本项目 DSA 拟配备工作人员 10 名，其中操作间内固定配置 1 名技师（2 人轮岗），一般情况下，每台手术配备 1 名手术医生和 1 名护士，本次评价保守按医护人员单人承担最大手术台数为 150 台考虑，则介入医护人员透视过程年最大受照时间为 50h。

本次扩建项目为医院原有 DSA 应用项目的扩建，辐射工作人员将依托现有辐射工作人员，现 1 台 DSA 配备有 10 名辐射工作人员。本项目新增设备运营后将由 2 台 DSA 设备共同分担诊疗任务，人员需合理调配。工作人员相对固定，不存在兼岗操作其他射线装置情况，手术人员每年工作 250 天，实行一班制，8 小时一班。

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），辐射工作人员应在生态环境部培训平台或卫生健康委员会培训平台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。本项目 10 名原有辐射工作人员均经培训，并考核合格。

1.2 项目选址及周围环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

杭州市中医院武林院区位于浙江省杭州市西湖区体育场路 453 号，医院东侧为环城西路，隔路为景湖苑小区等；南侧为浙江省财政厅等；西侧为金祝南路，隔路为浙江省行政中心等；北侧为体育场路，隔路为浙江省地质勘查局、中国工商银行和中国农业银行等。医院主次出入口位于体育场路和环城西路。

项目地理位置见附图 1，总平面布置图见附图 2。

1.2.2 项目周围环境关系

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 6 号楼 4 层，6 号楼东侧为 1 号楼（门诊南楼）（距机房 48m）；南侧为 5 号楼（医技病房楼）（距机房 24m）；西侧为 9 号楼（病房楼）（距离机房 3.1m）；北侧为院区道路。DSA 机房周围环境关系及评价范围示意图见附图 2、附图 3。

1.2.2.2 项目机房四至环境关系

本项目 DSA 机房东侧为谈话区、操作间和洁净间；南侧为设备间以及临空区域；西侧为 9 号楼（病房楼）和 6 号楼临空区域（连接两楼通道位于 3 层）；北侧为二次候诊室、污物间和电梯厅；上方为办公室和病房；下方为办公室、病房和过道。本项目 DSA 机房平面布局见附图 4-1，DSA 机房上方、下方平面布局分别见附图 4-2、附图 4-3。

1.2.2.3 选址合理性分析

本项目 DSA 机房选址于院内 6 号楼 4 层，不新增土地，本项目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以及体育场路部分道路，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。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

本项目位于杭州市体育场路 453 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“西湖区西湖城镇生活重点管控单元（环境管控单元编码：

ZH33010620001) ” (见附图 5), 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

本项目位于杭州市体育场路 453 号。根据杭州市六城区生态保护红线分布图(见附图 6), 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) 生态环境准入清单

项目所在地属于“西湖区西湖城镇生活重点管控单元(环境管控单元编码: ZH33010620001)”, 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 1-5。

表1-5 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	重点管控对象
重点管控单元	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。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, 不得增加污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定	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。	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。	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。	西湖区(三墩镇、蒋村街道、留下街道、文新街道、古荡街道、翠苑街道、西溪街道、灵隐街道、北山街道)城镇生活区。

符合性
分析

空间布局引导：

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，不属于工业项目，且整体工程建设符合卫生主管部门的规划要求，位于居住区，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。

污染物排放管控：

本项目为 DSA 核技术项目，非工业类项目。6 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，无其他放射性废气、废水及固体废物产生，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。项目无污染物排放管控要求。

环境风险防控：

本项目不属于工业项目，不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目，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。

资源开发效率要求

本项目为 DSA 核技术项目，不属于高耗水项目，因此，本项目的建设符合资源开发效率要求。

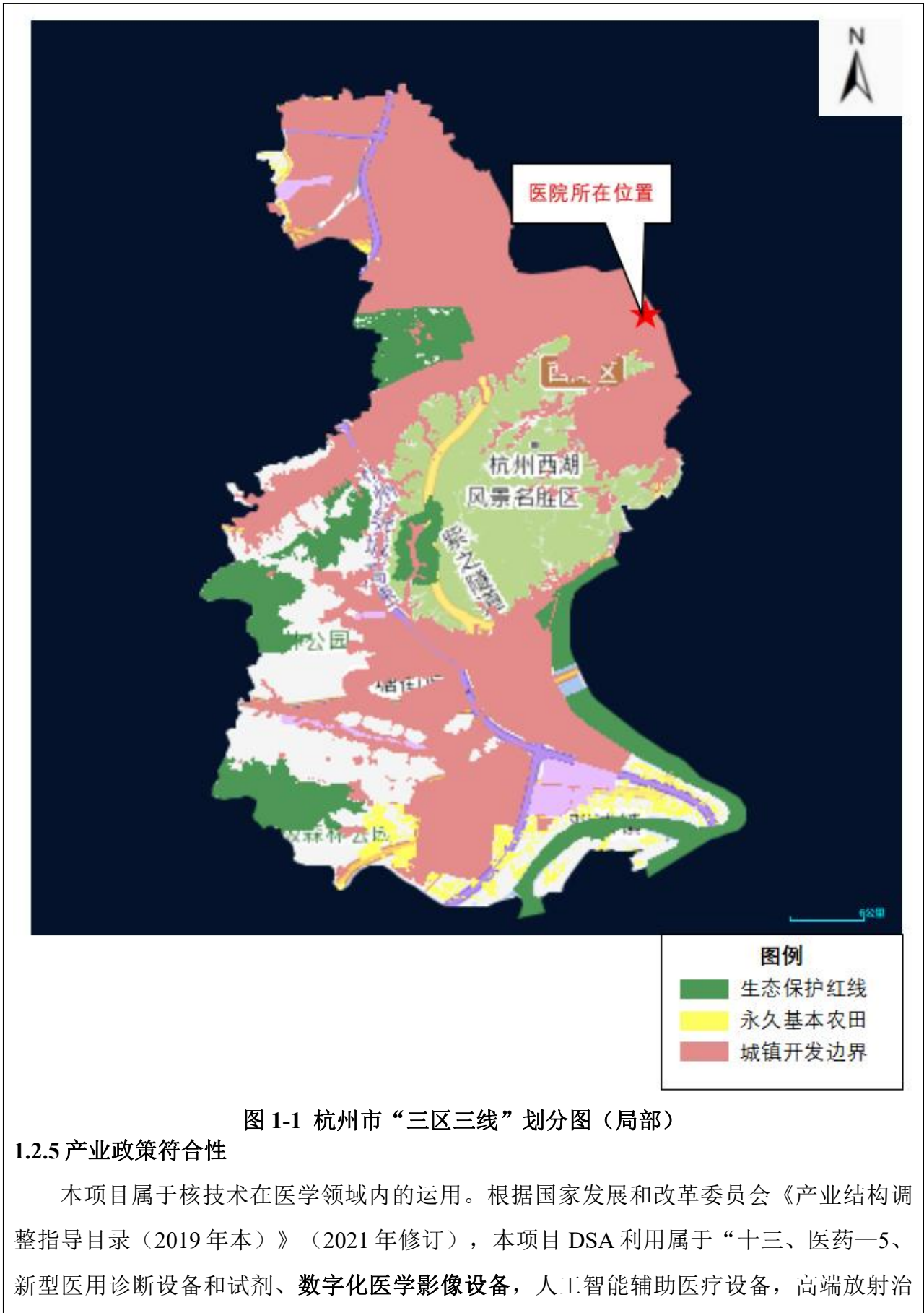
因此，本项目建设符合杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

1.2.4 与浙江省“三区三线”符合性分析

杭州市中医院位于杭州市西湖区体育场路 453 号，本项目拟于 6 号楼 4 层建设一间 DSA 机房以及配套用房，用地性质为医疗卫生用地。

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080 号）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海组卷报批的依据。其中“三区”具体指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。

根据杭州市“三区三线”划分图（局部）（见图 1-1），本项目位于城镇开发边界，不涉及永久基本农田、生态保护红线，因此，本项目建设符合杭州市“三区三线”要求。



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。

1.2.6 实践正当性分析

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

医院在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，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

1.3.1 原有核技术利用项目环保手续履行情况

杭州市中医院现持有浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》，证书编号为：浙环辐证[A0062]（见附件5）；发证日期：2022年12月20日，有效期至：2027年03月22日；许可的辐射工作种类和范围为使用II、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

医院原有核技术应用项目射线装置环保履行情况详见表1-6，非密封放射性物质环保履行情况详见表1-7。

表 1-6 医院原有核技术应用项目射线装置环保履行情况一览表

序号	名称	类别	型号	用途	工作场所	环评手续	验收手续
1	DSA	II类	Allura Xper FD20C	血管造影用 X 射线装置	放射科机房： 放射科 DSA 机房	杭环辐评批（2007）0078号、杭环辐评批（2007）0157号和浙环辐（2007）392号	浙环辐验（2016）34号
2	ECT 诊断机	III类	Infinia HawKeye4	医用 X 射线计算机断层扫描	5 号楼 1 楼核医学科：ECT	浙环辐（2009）30号	浙环辐验（2016）

				(CT) 装置	机房		34 号
3	医用 CT 机	III 类	SOMATOM Persoective	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	放射科机房: 放射科 11 号机房	环境影响评价登记表备案号: 202133010600000019	
4	医用钨靶 X 线机	III 类	Selenia Dimensions	医用诊断 X 射线装置	放射科机房: 放射科 9 号机房	环境影响评价登记表备案号: 2018330106000000827	
5	医用诊断 X 线机	III 类	Uni-vision	医用诊断 X 射线装置	放射科机房: 放射科 8 号机房	浙环辐 (2009) 30 号	浙环辐验 (2016) 34 号
6	医用 X 射线机	III 类	Digital diagnost DR	医用诊断 X 射线装置	放射科机房: 放射科 7 号机房	环境影响评价登记表备案号: 2021330106000000132	
7	医用诊断 X 线机	III 类	Essenta DR	医用诊断 X 射线装置	放射科机房: 放射科 6 号机房	环境影响评价登记表备案号: 2021330106000000132	
8	医用诊断 X 线机	III 类	Digital diagnost TH	医用诊断 X 射线装置	放射科机房: 放射科 4 号机房	环境影响评价登记表备案号: 2021330106000000132	
9	医用 C 臂 X 射线机	III 类	BV LIBRA	医用诊断 X 射线装置	手术间	环境影响评价登记表备案号: 202133010600000019	
10	医用碎石机	III 类	DIREX	医用诊断 X 射线装置	碎石室: 泌尿科碎石机房	浙环辐 (2009) 30 号	浙环辐验 (2016) 34 号
11	医用移动 X 线机	III 类	SM-50HF-BD	医用诊断 X 射线装置	院内	浙环辐 (2009) 30 号	浙环辐验 (2016) 34 号
12	医用移动 X 线机	III 类	MOBILETT Mira Max	医用诊断 X 射线装置	院内	浙环辐 (2009) 30 号	浙环辐验 (2016) 34 号
13	移动 X 射线机	III 类	MUX-10J	医用诊断 X 射线装置	院内	浙环辐 (2009) 30 号	浙环辐验 (2016) 34 号
14	医用 CT 机	III 类	Brilliance iCT	医用诊断 X 射线装置	放射科机房: 放射科 2 号机房	环境影响评价登记表备案号: 2018330106000000827	
15	移动式 G 臂 X 线机	III 类	Biplanar 500e	医用诊断 X 射线装置	手术间	环境影响评价登记表备案号: 202133010600000019	
16	医用口腔内 X 线机	III 类	JYF-10D	口腔 (牙科) X 射线装置	牙片室: 牙片机房	杭环辐评批 (2007) 0078 号、杭环辐评批 (2007) 0157 号和浙环辐 (2007) 392 号	浙环辐验 (2016) 34 号
17	医用口腔全景机	III 类	ORTHOPH OS S XG 3D	口腔 (牙科) X 射线装置	牙片室: 口腔全景机房	环境影响评价登记表备案号: 2018330106000000827	

18	医用骨密度机	III类	Prodigy Primo	其他不能被豁免的 X 射线装置：骨密度检查	放射科机房：骨密度机房	环境影响评价登记表备案号：201833010600000827
19	医用 CT 机	III类	SOMATOM go.ALL	医用诊断 X 射线装置	放射科机房：放射科 3 号机房	环境影响评价登记表备案号：202133010600000019
20	医用 C 臂 X 射线机	III类	OEC 9900 Elite	医用诊断 X 射线装置	手术间：手术室	环境影响评价登记表备案号：202133010600000019

表 1-7 医院原有核技术应用项目非密封放射性物质环保履行情况一览表

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	活动种类	环评手续	验收手续
1	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	Tl-201	3.33E+6	8.66E+10	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号
2	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	Tc-99m	2.22E+8	5.8E+12	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号
3	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	Sr-89	3.0E+7	7.8E+10	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号
4	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	Sm-153	1.6E+8	4.16E+11	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号
5	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	I-131	3.7E+8	9.62E+11	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号
6	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	I-125 (粒子源)	2.96E+6	2.96E+11	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号
7	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	I-125	4.5E+4	1.17E+8	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号
8	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	Ga-67	2.22E+7	5.80E+10	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号
9	5 号楼 1 楼核医学科	乙级	F-18	1.11E+8	2.89E+12	使用	浙环辐(2009)30号	浙环辐验(2016)34号

1.3.2 原有核技术利用项目管理情况

医院已获许可使用的射线装置共20台以及使用非密封放射性物质9种，其中19台为III类射线装置，1台为II类射线装置，射线装置和非密封放射性物质运行和使用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，各射线装置运行状况良好，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。

医院原有核技术应用项目环保履行情况见表1-7。

表 1-7 医院原有核技术应用项目环保履行情况一览表

名称	管理情况
辐射防护管理制度	已建立《辐射安全防护管理工作制度》、《辐射安全防护质量保证制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员培训、体检、个人剂量监测制度》、《辐射设备检修维护及自行检查制度》、《辐射事故应急预案》等辐射防护管理制度
辐射屏蔽防护措施	现有辐射工作场所已按《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 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	135 名辐射工作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 10 月~2022 年 9 月个人剂量检测报告统计结果可知，检测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值
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，根据医院 2022 年辐射工作人员职业健康检查报告书档案可知，在岗辐射人员检查结论均为“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生态环境部或卫生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（见附件 14），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《辐射事故应急预案》，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

医院现已成立了辐射安全领导小组（见附件11），管理委员会由各个科室主任组成，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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》相关规定，目前医院《辐射事故应急预案》缺少应急人员的培训、演习或演练计划以及应急和救助的装备、资金、物资准备，医院应对《辐射事故应急预案》进行补充修订。

医院现已建立了比较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。医院应继续加强辐射安全管理和人员培训，避免辐射事故发生。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	装置名称	类别	数量	型号	加速粒籽	最大 X 射线能量 (MV)	活动种类	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	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	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1台	AZurion 7M20 (C)	125kV	1000mA	影像诊断和介入治疗	6号楼4层 DSA 机房	新增

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、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），2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》（中华人民共和国主席令第 48 号 2016 年修订，2016 年 9 月 1 日起施行）及《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议，2018 年 12 月 29 日）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年），2003 年 10 月 1 日施行；</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第 682 号令），自 2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环保总局第 31 号令；先后经过四次修订，原环保总局令第 31 号、2008 年 12 月 6 日原环保部令第 3 号、2017 年 12 月 20 日第 47 号、2019 年 8 月 22 日生态环境部令第 7 号、2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号分别进行了修订）；</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 日施行；</p> <p>(8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号），自 2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（国家环保总局，环发[2006]145 号）；</p> <p>(11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2019 年第 57 号），2019 年 12 月 24 日印发；</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2021 年第 9 号），2021 年 3 月 15 日起实施；</p>
------------------	---

	<p>(13) 《浙江省生态环境保护条例》（2022年8月1日起施行）；</p> <p>(14) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（省政府令第388号），2021年2月10日修正；</p> <p>(15) 《浙江省辐射环境管理办法》（省政府令第388号），2021年2月10日修正；</p> <p>(16) 《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）；</p> <p>(17) 《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）》（浙江省生态环境厅，浙环发[2019]22号）；</p> <p>(18) 《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248号）。</p>
<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）；</p> <p>(8) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 杭州市中医院提供的其他资料；</p> <p>(3) 《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《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 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 和附图 3。

7.2 保护目标

根据附图 2 可知，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以及体育场路部分道路，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 机房	职业*	DSA 机房内医护人员	8 人/天	机房内	/	/	职业： 5mSv/a
		操作间内技师	1 人/天	东侧	紧邻	0	
	公众	谈话间	3 人/天	东侧	紧邻	0	公众： 0.1mSv/a
		设备间	2 人/天	南侧	紧邻	0	
		9 号楼	约 300 人/天	西侧	5m	0	
		污物间和二次候诊室	约 7 人/天	北侧	紧邻	0	
		电梯厅	约 150 人/天	北侧	紧邻	0	
		办公室和病房	约 30 人/天	上方	0	3.8	
		办公室、过道和病房	约 60 人/天	下方	0	3.15	
		评价范围内其他公众	约 1000 人/天	/	0-50	/	

*注：本项目共设 4 组，每台手术配备 1 名手术医生，1 名护士，此处规模按一天 4 组人员均进行手术核计，操作技师一天 1 人。

7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

（1）剂量限值

①职业人员

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

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的**连续 5 年的年平均有效剂量**（但不可作任何追溯性平均），**20mSv**；
- b) 任何一年中的有效剂量，**50mSv**；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 **500mSv**。

②公众人员

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

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

（2）年剂量约束值

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而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 作为手部年当量剂量约束值。

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

(3) 分区

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于医用诊断 X 射线机的生产和使用。

6 X 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。

注：本项目 DSA 射线装置已确定型号，为单管头 X 射线设备。

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7-4 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：“—”表示不做要求。

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

杭州市中医院武林院区位于浙江省杭州市西湖区体育场路 453 号，医院东侧为环城西路，隔路为景湖苑等；南侧为浙江省财政厅等；西侧为金祝南路，隔路为浙江省行政中心等；北侧为体育场路，隔路为浙江省地质勘查局、中国工商银行和中国农业银行等。医院主次出入口位于体育场路和环城西路。本项目拟建 DSA 机房位于 6 号楼 4 层（详见附图 3）。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

(1) 环境现状评价对象：拟建 DSA 机房及周边环境

(2) 监测因子： γ 辐射剂量率

(3) 监测点位

① DSA 机房及其周边

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。

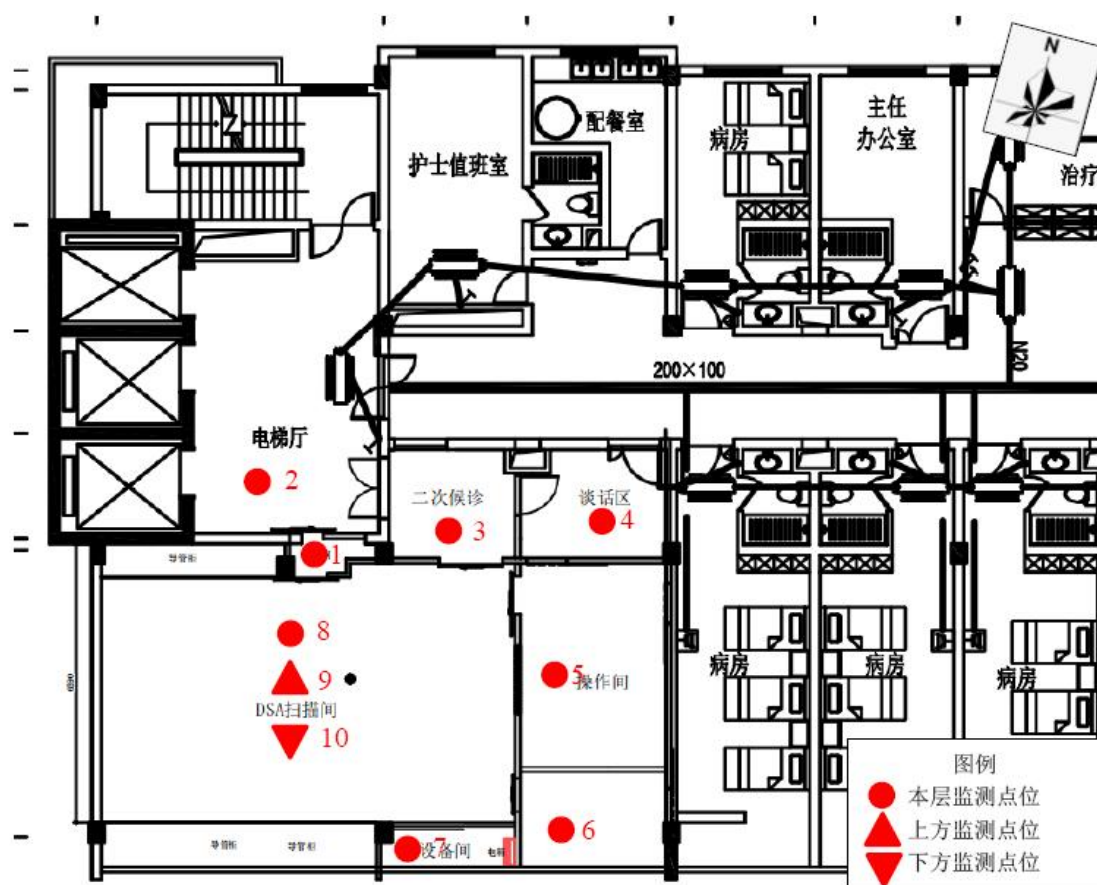


图 8-1 拟建 DSA 机房及周边辐射环境现状监测布点图



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 12 月 6 日；
- (3) 监测方式：现场监测；
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (5) 监测频次：依据标准 HJ 1157-2021 予以确定；
- (6) 监测因子： γ 辐射剂量率；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：18.1℃；相对湿度：50.2%；
- (8) 监测报告编号：GABG-FB21720032（附件 8）；
- (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	环境监测 X- γ 辐射空气吸收剂量率仪
生产厂家	automess
仪器编号	05035404

能量范围	20keV-7MeV
量程	模拟量程：10nSv/h-100μSv/h；数字量程：1nSv/h-99.9μSv/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院，华东国家计量测试中心
检定证书	2022H21-20-4031202001
检定有效期	2022年08月05日~2023年08月04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

根据监测报告（报告编号：GABG-FB21720032，见附件8），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X-γ剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
1	拟建 DSA 机房北侧污物间	104	1	楼房
2	拟建 DSA 机房北侧电梯厅	106	2	楼房
3	拟建 DSA 机房北侧二次候诊室	104	2	楼房
4	拟建 DSA 机房东北侧谈话区	93	6	楼房
5	拟建 DSA 机房东侧操作间	84	4	楼房

6	拟建 DSA 机房东侧洁净间	85	3	楼房
7	拟建 DSA 机房南侧设备间	78	2	楼房
8	拟建 DSA 机房位置	63	4	楼房
9	拟建 DSA 机房上方位置	111	3	楼房
10	拟建 DSA 机房下方位置	112	3	楼房
11	拟建 DSA 机房东北侧 2 号楼西侧	92	3	道路
12	拟建 DSA 机房东北侧 1 号楼西侧	79	3	道路
13	拟建 DSA 机房东侧 5 号楼北侧	96	2	道路
14	拟建 DSA 机房西侧 9 号楼东侧	92	3	道路
15	拟建 DSA 机房南侧 8 号楼北侧	74	3	道路
16	拟建 DSA 机房东南侧 7 号楼北侧	70	2	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 1.14，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 27nGy/h。

8.4 环境现状评价

由监测结果可知，本项目拟建 DSA 机房及周边区域室内 γ 辐射剂量率范围为 63~112nGy/h，即 6.3×10^{-8} ~ 11.2×10^{-8} Gy/h，道路 γ 辐射剂量率范围为 70~96nGy/h，即 7.0×10^{-8} ~ 9.6×10^{-8} Gy/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 辐射剂量率在 5.6×10^{-8} Gy/h~ 44.3×10^{-8} Gy/h 之间，道路 γ 辐射剂量率在 2.8×10^{-8} Gy/h~ 22.0×10^{-8} Gy/h 之间，可见本项目所在区域的 γ 辐射水平处于当地本底水平。

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 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。设备安装调试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。

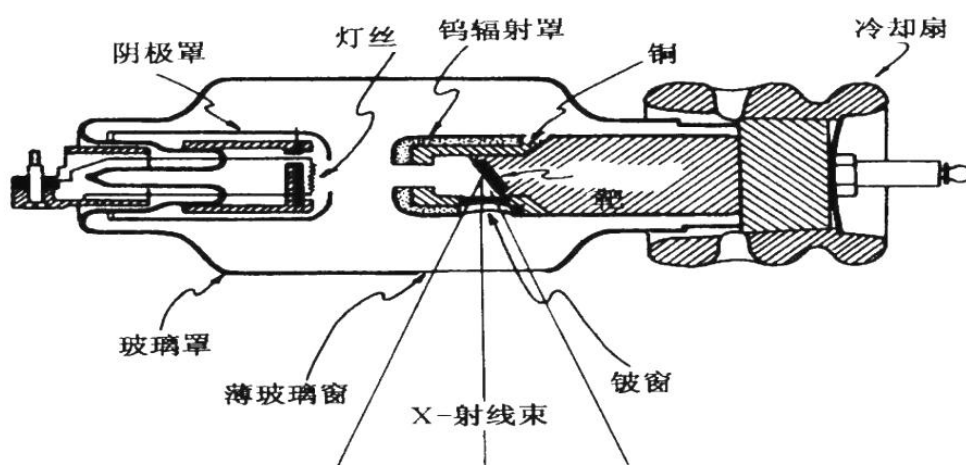


图9-2 典型X射线管结构图

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 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患者进行直接地介入手术操作。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。具体方式是将患者麻醉后摆位于检查床上，操作人员调整 X 线球管、患者、影像接收器三者之间的距离，然后进入控制室，关闭防护门。操作人员通过控制室的电子计算机控制 DSA 的 X 线系统曝光，进而采集减影部位图像。

(2) 产污环节分析

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

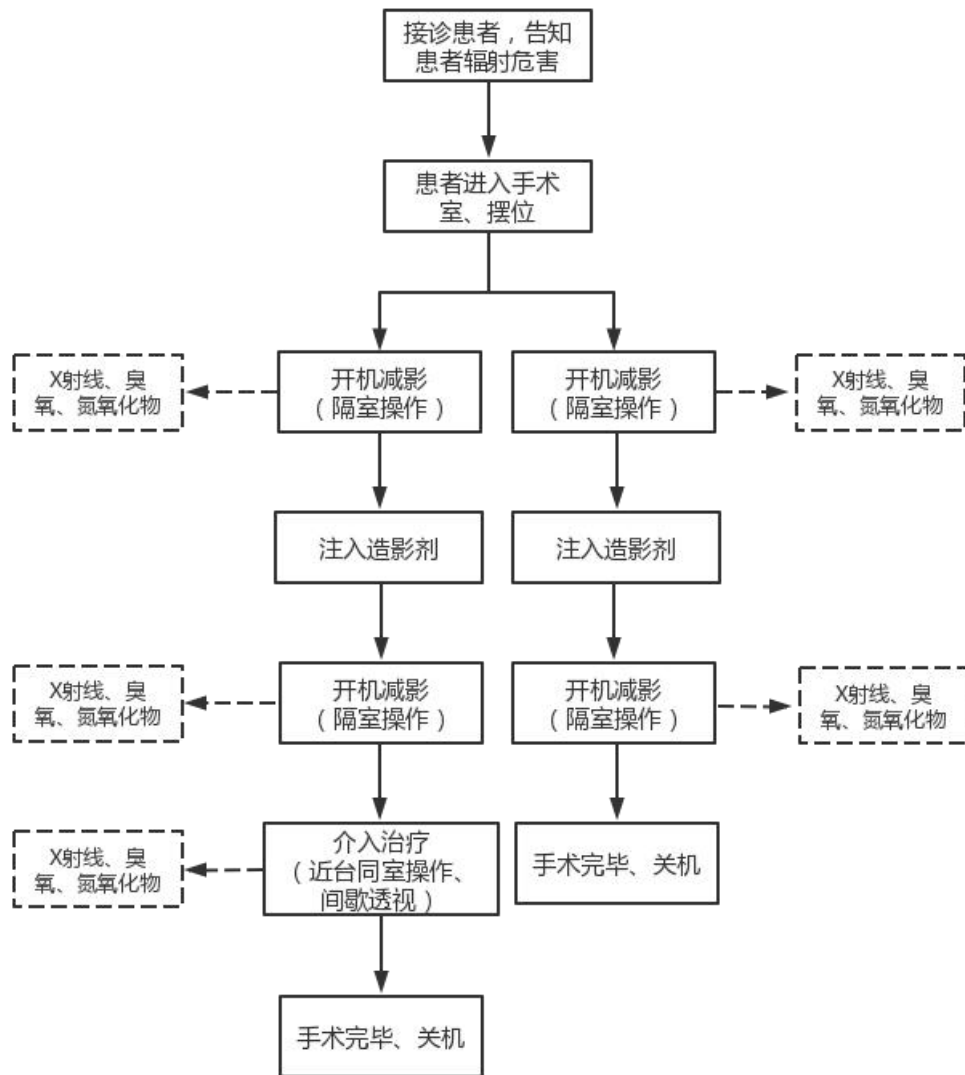


图9-3 DSA操作流程及产污环节

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 机房人流、物流路径规划

(1) 患者路径

患者从二次候诊室，由机房北侧患者防护门进入 DSA 号机房内部接受手术。

(2) 医护路径

手术医护人员从西北侧谈话区进入操作间，再经过洁净间消毒后由洁净间西侧防护门进入 DSA 机房内部进行手术；技师从北侧谈话区进入操作间进行设备操作。

(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，医疗废物产生后会被暂

存于 DSA 机房内，专人收集后，暂存于 DSA 机房内的污物间。

本项目人流、物流路径规划具体见图 9-4。

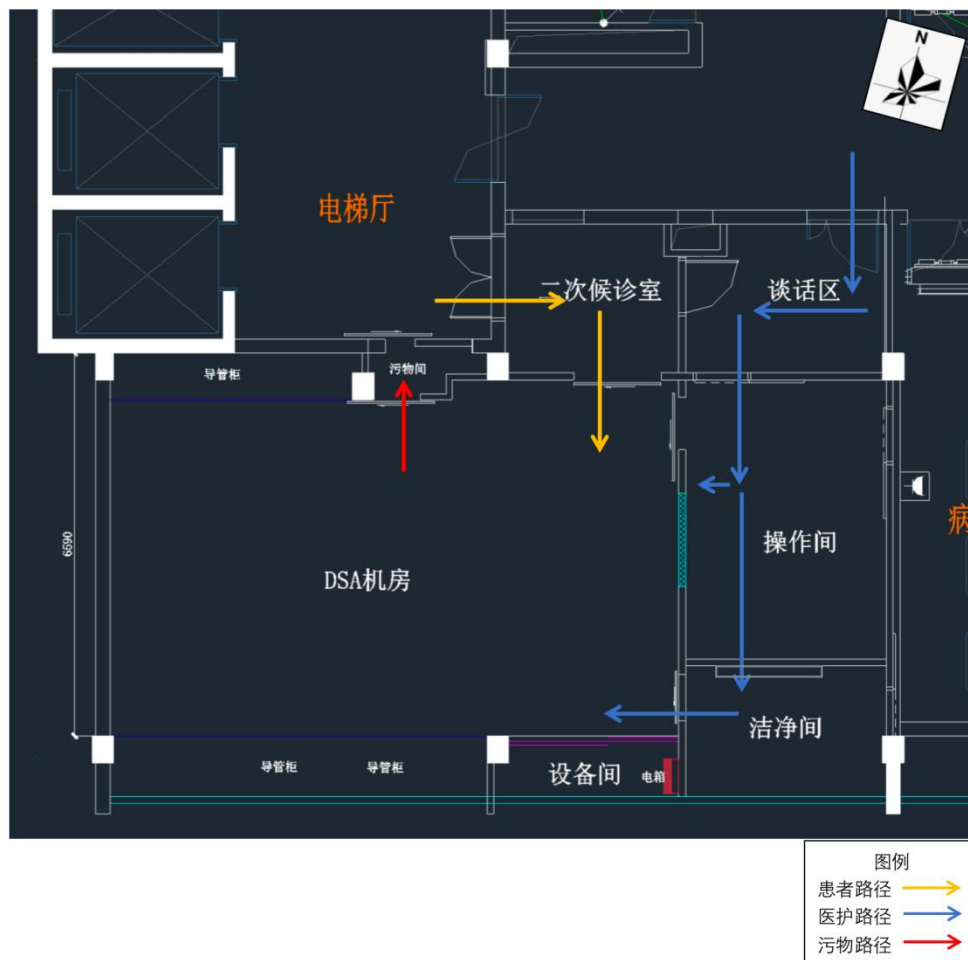


图9-4 人流物流路线图

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主要辐射影响及影响途径如下：

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。

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 10 名，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。根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 B “有害性气体的产生和排放计算”可知，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。本项目机房都设有排风系统，将产生的臭氧和氮氧化物通过管道引至楼顶排放，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

本项目 DSA 拟配备工作人员 10 名，均为医院原有辐射人员调配而来，故不新增医护人员生活用水，项目运行后，废水主要为 DSA 手术过程产生的医疗废水。

DSA 手术后，需清洗器械，医护人员需进行手部清洗，本项目 DSA 机房每年最大手术台数为 600 台，手术后产生的器械清洗废水和医护手部清洗废水量按 100L/台

计，则医疗废水产生量约为 60m³/a。

本项目产生的废水依托医院现有污水处理站，根据医院提供资料，6 号楼医疗废水与生活污水一起经化粪池处理后，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，进入七格污水处理厂集中处理。

3、固体废物

本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片及废显（定）影液产生，仅造影剂使用过程中会产生少量的废试剂瓶；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，废试剂瓶约 0.05kg，本项目 DSA 最大手术量为 600 台/a，则废药棉产生量 60kg/a，废纱布产生量 60kg/a，废手套 120kg/a，废试剂瓶 30kg/a，医疗废物总产生量约 270kg/a。医疗废物存放于污物间，委托杭州大地维康医疗环保有限公司进行安全处置。

本项目 DSA 拟配备工作人员 10 名，均为医院原有辐射人员调配而来，故不新增医护人员生活垃圾，现有生活垃圾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 DSA 机房配备的通排风风机产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 70~75dB。

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 6 号楼 4 层，DSA 机房所在楼层平面布局见附图 4-1，DSA 机房上方、下方平面布局分别见附图 4-2、附图 4-3。本次环评辐射工作场所位置及四周布局见表 10-1 所示。

表10-1 DSA机房周边场所布局一览表

所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
6 号楼 4 层	DSA 机房	东侧	谈话区、操作间和洁净间
		南侧	临空
		西侧	临空
		北侧	二次候诊室、污物间和电梯厅
		上方	办公室和病房
		下方	办公室、过道和病房

本项目 DSA 机房由办公室和病房改造而来，洁净间设置在操作间南侧，医护人员经洁净间消毒后需直接经洁净间西侧防护门进入 DSA 机房，无需经过污染区（操作间）进入 DSA 机房内部进行手术。手术过程需减影获取影像时，医护人员经操作间西侧防护门撤离进入操作间进行影像分析，且本项目设置了患者候诊室和谈话间，明确分开了医护人员和患者进入 DSA 机房的途径，因此，本项目辐射工作场所各功能明确，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它人员集中活动区域，并兼顾了患者就诊的方便性以及医护人员洁净的必要性，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（包括门锁和门灯连锁装置）限制进出控制区，并定期检查控制区的实际工作状况，确认是否需要改

变该区的防护措施和做出安全规定，或是更改该区的边界。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌；并定期检查该区工作状况，确认是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

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 机房外谈话间、操作间、洁净间、二次候诊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 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	DSA 机房外电梯厅 30cm 范围、二次候诊室、谈话区、操作间、洁净间、污物间

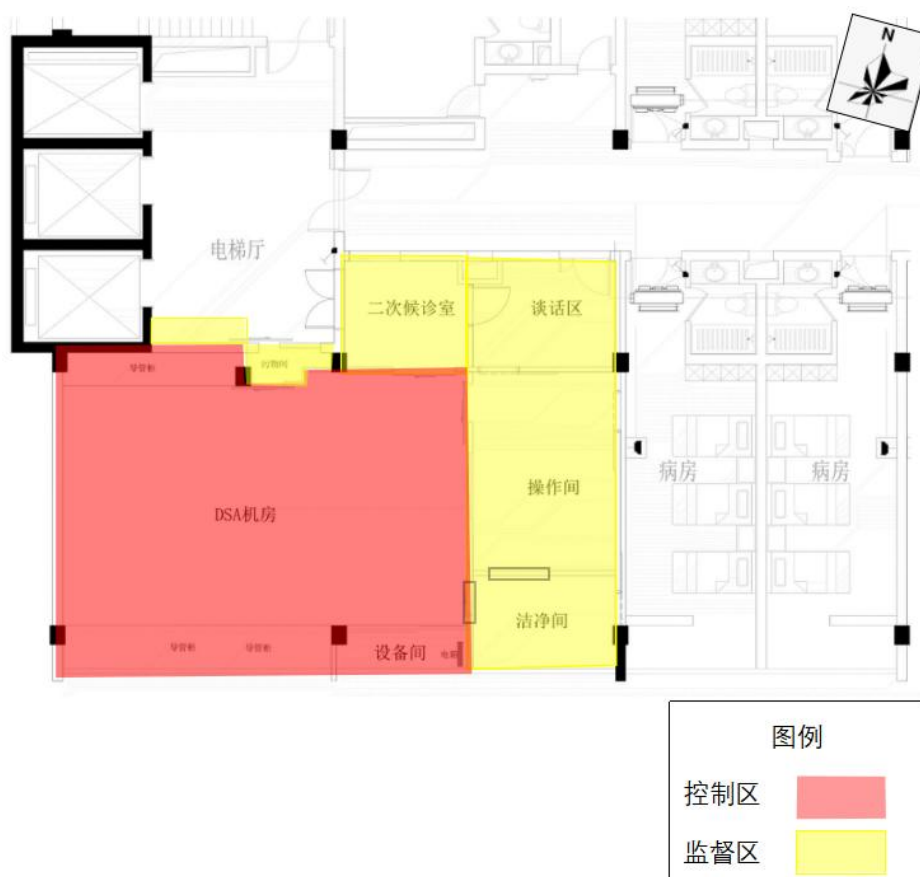


图10-1 本项目DSA机房“两区”划分图

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

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 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房类型	防护设施	屏蔽材料及厚度（铅当量：mmPb）	标准要求	符合性评价
DSA 机房	墙体	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料（6.0mmPb）	有用线束及非有用线束方向铅当量 ≥2mmPb	符合
	顶棚	120mm 混凝土+3mm 铅板（4.3mmPb）		符合
	地坪	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（4.5mmPb）		符合
	防护门	内衬 4.0mm 铅板（4.0mmPb）		符合
	观察窗	18mm 铅玻璃（3.6mmPb）		符合

注：混凝土密度取 2.35g/cm³ 核算等效屏蔽厚度，折算铅当量参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，顶棚 120mm 混凝土（主束方向）折算为 1.3mmpb，地坪 120mm 混凝土（散射方向）折算为 1.5mmpb；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 3.8g/cm³，10mm 厚度等效为 1mmPb；铅玻璃按 4.6g/cm³ 核算等效屏蔽厚度，5mm 铅玻璃等效于 1mmPb；实心砖密度不低于 1.65g/cm³，按照 12cm 实心砖等效为 1mmPb 进行铅当量折算。

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	5.7	56.5	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（含楼上和楼下）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 管线穿墙设计及屏蔽补偿

1、电缆管线穿墙设计及屏蔽补偿

本项目电缆、电缆沟设置于降板层内，不需要穿越墙体屏蔽层，电缆走向避免主射线直接照射电缆管沟，电缆沟应使用铅板或辐射防护板进行覆盖，电缆沟屏蔽防护示意图见图 10-2。

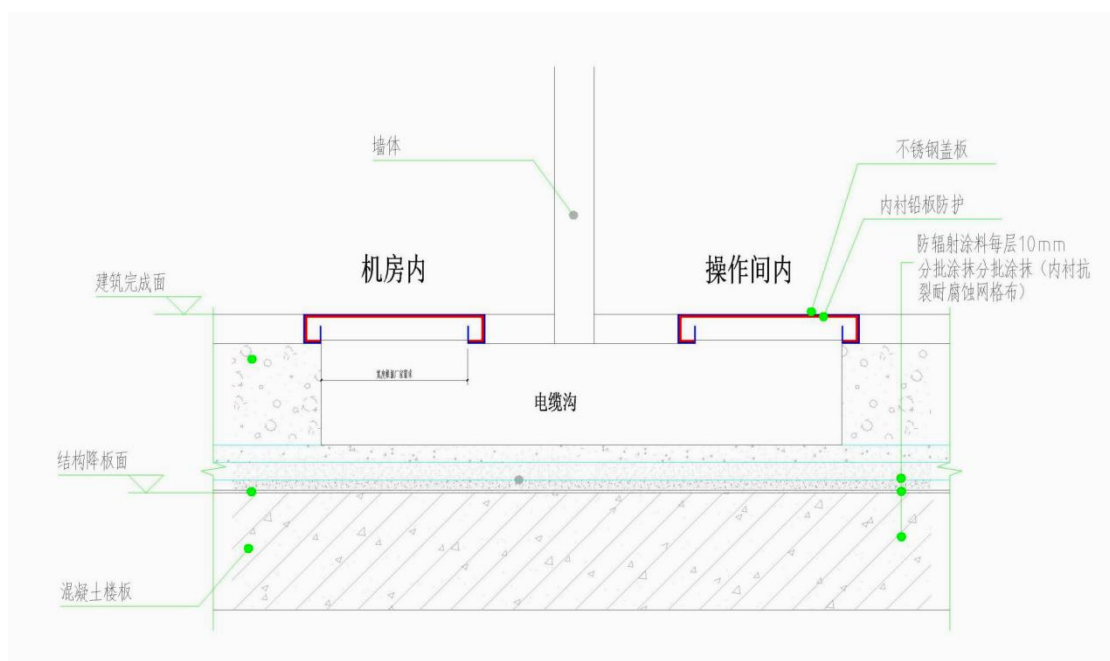


图 10-2 DSA 机房电缆沟屏蔽防护示意图

2、风管穿墙设计及屏蔽补偿

本项目 DSA 机房拟采用带有排风功能的新风系统进行通风，排风口和送风口均位于机房吊顶处，管道布设于机房吊顶处，最终连接至建筑排风管于屋顶排放，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。排风管线穿过屏蔽墙的屏蔽防护示意图见图 10-3。

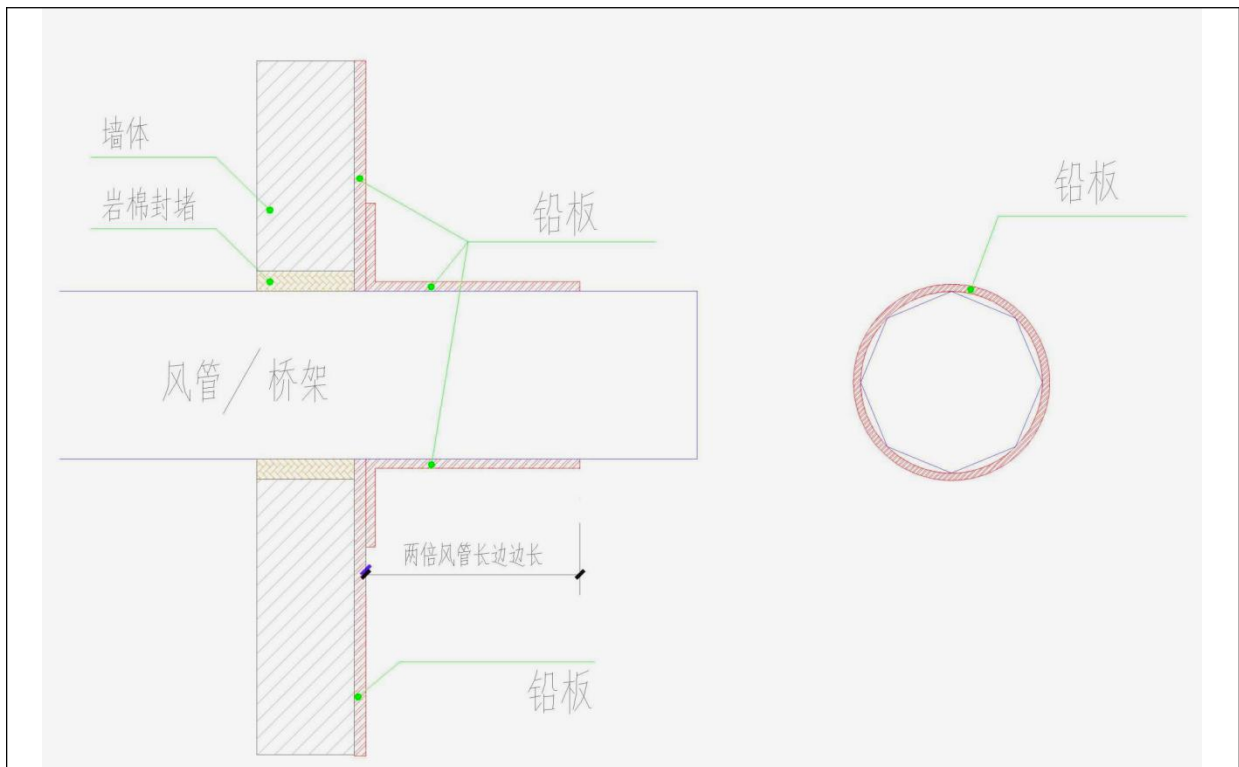


图 10-3 排风管线穿过屏蔽墙示意图

10.1.5 辐射安全及防护措施

本项目 DSA 射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

1、设备固有安全性

本项目新增的 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；根据现场确认，搬迁的 DSA 射线装置安全措施完好均能正常使用。

- 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，达到减少不必要的照射；

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。

2、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。

3、时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。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。

4、其他辐射安全防护措施

①DSA 机房东侧的洁净间防护门、东侧操作间防护门和北侧的患者防护门均为平开式机房门，设置有自动闭门装置，机房门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏，并装有防夹装置，同时设置有曝光时关闭机房门的管理措施，包括工作状态指示灯（术中灯和射线装置工作指示灯）与机房门联锁等安全设施，可以保证开门状态设备扫描停止，防止无关照射。DSA 机房门外设电离辐射警告标志，机房上方设有醒目的工作状态指示灯。设备处于工作状态时，工作人员防护门和患者防护门外顶部的工作状态指示灯亮，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，警示非工作人员不得入内。

②控制室张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

③DSA 设备配备可升降的含铅挡板或悬挂防护屏，为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。

④机房患者防护门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪

护人员禁止进入监督区域和控制区域。

⑤本项目 DSA 辐射工作人员必须配备个人剂量计，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 2 个，1 个位于设备床旁，1 个位于显示器旁。

⑥机房内不堆放与本项目 DSA 诊断无关的杂物。

⑦机房候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

⑧DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求按照 GBZ130-2020 的相关规定进行配制。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）：“每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备橡胶防护衣”。医院现有 1 台 DSA 设备用房已按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）配备 6 套相应的辐射防护用品。本项目实施后，两个 DSA 机房有同时开展手术的情形，因此，本项目拟配备的个人防护用品和辅助防护设施与表 4 标准对照情况见表 10-5。

表10-5 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套； 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏； 选配：移动铅防护屏风	配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 4 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
	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

10.1.6 辐射安全及防护措施

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 10-6。

表 10-6 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 机房	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本项目两间 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。

10.2 “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，介入手术过程产生的医疗废水、废药棉、废纱布、废手套、废试剂瓶等医疗废物以及医护人员产生的生活污水和生活垃圾等。

1、废气

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地通风换气，设置情况满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中第 6.4.3 款“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求，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。

2、废水

本项目 DSA 采用数字成像，无废显影液、定影液产生。手术器械等清洗产生的医疗废水依托医院现有污水处理设施预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求后，医护人员产生的生活污水经化粪池处理后，均纳入市政污水管网进入七格污水处理厂集中处理。

3、固废

本项目运营期会产生废药棉、废纱布、废手套、废试剂瓶等医疗废物，医院采用专用容器分类收集后，转移至污物间暂存，与本院其他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，设备基础采取减振措施，进出风管加装软接、高效消声器、消声弯头等消声措施，经距离衰减后，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相应标准限值要求。

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，使用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。

10.3 投资概算一览表

本项目总投资约 1000 万元，估算环保投资 23.5 万元，占总投资额的 2.35%。本项目环保投资估算见表 10-7。

表 10-7 环保投资估算一览表

要素	环保措施类型	具体环保措施	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	以文件形式明确管理职责	医院已成立辐射安全领导小组，指定专门人员负责辐射安全管理工作，并以文件形式明确其管理职责	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	墙体：240mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料（6.0mmPb） 顶棚：120mm 混凝土+3mm 铅板（4.3mmPb） 地坪：120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（4.5mmPb） 防护门：内衬 4mm 铅板（4.0mmPb） 观察窗：18mm 铅玻璃（3.6mmPb）	15
	辐射分区管理	控制区：机房内部划定为控制区，通过实体屏蔽措施、警示标志等进行控制管理该区域范围 监督区：DSA 机房相邻的电梯厅、二次候诊室、谈话区、操作间、洁净间、污物间划为监督区，在监督区边界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	/

	安全措施	本项目拟设置急停按钮、警示标识、工作指示灯和对讲系统	1.5
	防护用品	病人和受检者：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 工作人员：配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 4 套	0.5
“三废” 和噪声治 理和处 置措 施	废气	采用新风系统进行通风，通排风管道采用非金属管材，管线口使用铅板或辐射防护板进行屏蔽防护，通至屋顶排放	1.5
	废水	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预处理后纳管	
	噪声	选用低噪声设备，通风设施采用隔声、减振、消声等综合降噪措施	
	固废	DSA 介入手术结束后，派专人对手术过程产生的医疗废物进行收集，暂存于污物间，并委托杭州大地维康医疗环保有限公司进行安全处置	
人员配备	辐射防护与安全培训考核	辐射工作人员定期参加辐射防护安全培训及再培训，并考核合格	0.5
	个人剂量监测	为所有辐射工作人员配备个人剂量计并建立个人剂量档案	1
	人员职业健康监护	为所有辐射工作人员建立人员职业健康档案，定期进行辐射工作人员体检	1
监测仪器 和防护用 品	环境辐射剂量仪	配备 1 台环境 X-γ 剂量率仪	0.5
	个人剂量计	为每名辐射工作人员配备个人剂量计	0.5
	个人剂量报警仪	配备 2 台个人剂量报警仪	0.5
辐射安全管理 制度	建立 DSA 操作规程、放射事故应急处理预案、放射工作人员职业健康管理、受检者告知等制度	根据本项目实际情况，拟制定相关制度并上墙。配备相关的事故应急和防火设施	1
合计			23.5

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 机房由一间医生办公室和两间病房改造而成，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

设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于各设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

DSA 设备在手术中分透视和减影两种模式。DSA 减影模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于操作间，即为隔室操作方式。DSA 透视模式是指在透视条件下，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对减影、透视两种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

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，型号 AZurion 7M20（C）。根据 DSA 设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目 DSA 设备参数无法同时达到最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，实际使用时管电压通常在

90kV 以下，透视管电流通常为十几毫安，减影时功率较大，管电流通常为几百毫安。根据目前一些医院的实际值统计，减影模式下，普遍情况下 DSA 设备的管电压和管电流为 60~100kV/300~500mA；透视模式下管电压和管电流为 60~90kV/5~15mA，本环评拟进行保守估算，采用减影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等效总滤过不小于 2.5mmAl，本项目购置正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求，本次计算总滤过取 2.5mmAl 保守读数，根据减影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA，透视模式下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。根据《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1（见图 11-1），可以查得减影模式下距靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.090mGy/mAs，透视模式下距靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.075mGy/mAs。

根据《辐射防护导论》P69 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/s；

I——管电流（mA）；

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

$r_0=1\text{m}$ ；

r——源至关注点的距离，m。

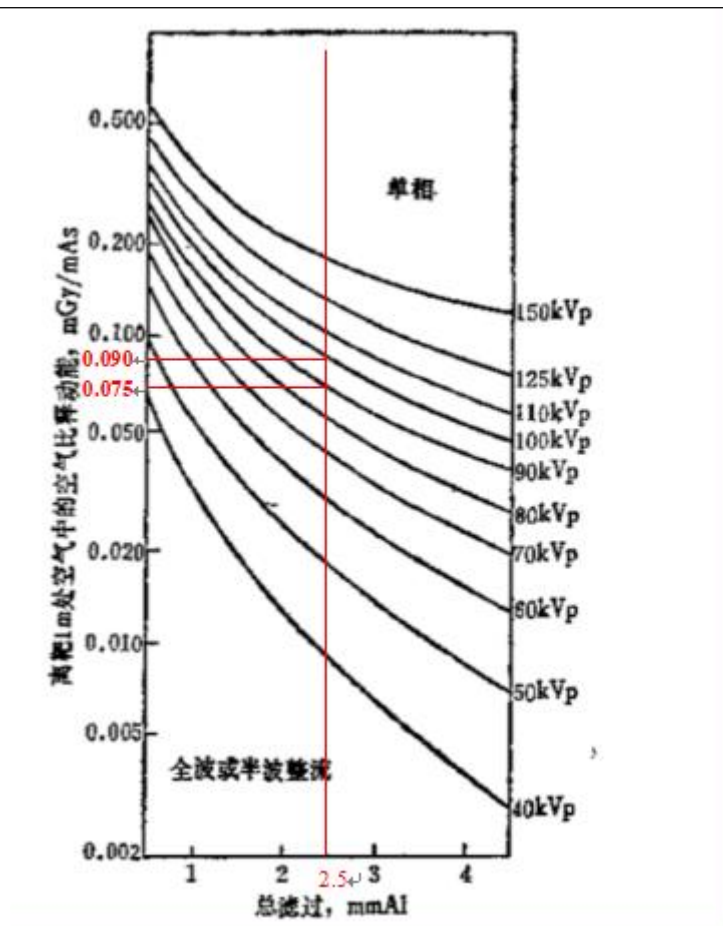
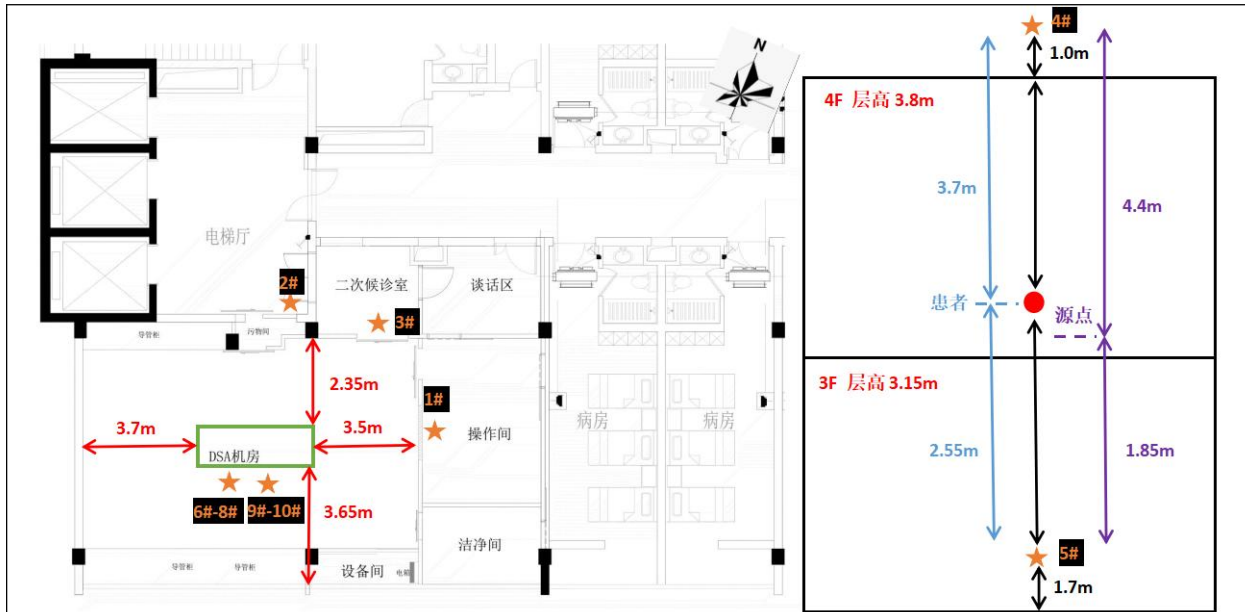


图11-1 距X射线源1m处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

表11-1 DSA不同管电压下距靶1m处最大剂量率一览表

设备	运行模式	滤过材料及厚度 (mm)	离靶1m处空气中的空气比释动能 (mGy/mA·s)	运行管电压 (kV)	运行管电流 (mA)	距靶1m处的空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)
DSA	减影	Al, 2.5	0.09	100	500	1.62×10^8
	透视	Al, 2.5	0.075	90	15	4.05×10^6

本次预测结合机房情况，保守按照如下情况进行理论预测计算：在机房中心设置2.5m×0.8m较大规格手术床，X射线球管距地面0.4m，患者距地面1.1m，关注点选取机房门外30cm处、墙外30cm处、观察窗外30cm处、顶棚上方距顶棚地面1m处和地面楼下距楼下地面1.7m处。关注点示意图见图11-2。



*注：DSA 机房只有 1 扇观察窗，取观察窗外 30cm 处的 1#进行计算；机房各侧墙体的防护屏蔽相同，取距离最短的 2#作为墙外剂量率代表点进行计算；机房的各个防护门防护屏蔽相同，取距离最短的 3#作为防护门外剂量率代表点进行计算。

图11-2 本项目DSA机房室外关注点示意图

①泄漏辐射环境影响分析

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

根据《辐射防护手册》第一分册（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987 年），计算公式如公式 11-2 所示：

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

式中：

H_L —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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

d —靶点距关注点的距离，m；第一术者位取 0.6m，第一术者手部位取 0.4m，第二术者位取 0.9m。

B —屏蔽透射因子。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）计算屏蔽透射因子，公式如下：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度；

铅、混凝土、铁对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数见表 11-2。

表11-2 铅、混凝土、铁对不同管电压X射线辐射衰减的有关的三个拟合参数一览表

管电压 (kv)	材料	α	β	γ
90	铅	3.067	18.83	0.7726
	混凝土	0.04228	0.1137	0.469
	砖	0.0375	0.082	0.892
100 (主束)	铅	2.500	15.28	0.7557
	混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
	砖	0.0352	0.088	1.149
100 (散射)	铅	2.507	15.33	0.9124
	混凝土	0.0395	0.0844	0.5191

注：拟合参数均取自于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

本项目 DSA 机房各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表 11-3。

表 11-3 DSA 机房各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽材料及厚度	靶点距关注点距离 (m)	B	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
减影	1#: 机房东侧观察窗外 30cm 处 (操作间)	1.0×10^3	18mm 铅玻璃	3.5	9.21E-06	7.52E-04
	2#: 机房北侧墙外 30cm 处 (电梯厅)	1.0×10^3	240mm 实心砖 +40mm 硫酸钡防护涂料	2.35	2.44E-10	4.42E-08
	3#: 机房北侧防护门外 30cm 处 (二次候诊室)	1.0×10^3	内衬 4mm 铅板	2.35	3.39E-06	6.14E-04
	4#: 机房楼上 1m 处 (办公室和病房)	1.0×10^3	120mm 混凝土 +3mm 铅板	4.4	3.11E-08	1.61E-06
	5#: 机房楼下距地 1.7m 处 (办公室、过道和病房)	1.0×10^3	120mm 混凝土 +30mm 硫酸钡防护涂料	1.85	3.11E-08	9.09E-06
透视	1#: 机房东侧观察窗外 30cm 处 (操作间)	1.0×10^3	18mm 铅玻璃	3.5	1.26E-06	1.03E-04
	2#: 机房北侧墙外 30cm 处 (电梯厅)	1.0×10^3	240mm 实心砖 +40mm 硫酸钡防	2.35	1.24E-11	2.25E-09

			护涂料			
3#：机房北侧防护门外30cm处（二次候诊室）	1.0×10 ³		内衬4mm铅板	2.35	3.69E-07	6.68E-05
4#：机房楼上1m处（办公室和病房）	1.0×10 ³		120mm混凝土+3mm铅板	4.4	7.93E-06	4.10E-04
5#：机房楼下距地1.7m处（办公室、过道和病房）	1.0×10 ³		120mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料	1.85	7.93E-06	2.32E-03
6#：第一术者位（手术医生位铅衣外）	1.0×10 ³		0.5mmPb床侧防护帘	0.6	2.52E-02	70.00
7#：第一术者位（手术医生位铅衣内）	1.0×10 ³		0.5mmPb床侧防护帘+0.5mmPb铅衣	0.6	4.08E-03	11.33
8#第一术者位（手部）	1.0×10 ³		0.025mmPb铅手套+0.5mmPb防护帘	0.4	2.27E-02	141.88
9#：第二术者位（铅衣外）	1.0×10 ³		0.5mmPb床侧防护帘	0.9	2.52E-02	31.11
10#：第二术者位（铅衣内）	1.0×10 ³		0.5mmPb铅衣+0.5mmPb防护帘	0.9	4.08E-03	5.04

②病人体表散射辐射环境影响分析

对于病人体表的散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《辐射防护手册》第一分册——《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）。可按以下公式进行估算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H_s——关注点处的患者散射辐射剂量率，μSv/h；

H₀——距靶点1m处的最大剂量率，μSv/h；

α——患者对X射线的散射比，α=a/400查《辐射防护手册 第一分册》P437表10.1得100千伏X射线a=0.0013（90°散射）；

S——散射面积，取100cm²；

d₀——源与患者的距离，m；取0.7m；

d_s——患者散射点与关注点的距离，m；第一术者位取0.6m，第一术者手部位取0.4m，第二术者位取0.9m；

B——屏蔽透射因子。

表 11-4 DSA 机房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 (μSv/h)	屏蔽材料及厚度	S (cm ²)	d ₀ (m)	d _s (m)	B	辐射剂量率 (μSv/h)
减影	1#：机房东侧观察	1.62×10 ⁸	18mm铅玻	100	0.7	3.5	1.40E-05	1.23E-01

	窗外 30cm 处 (操作间)		璃						
	2#: 机房北侧墙外 30cm 处 (电梯厅)	1.62×10 ⁸	240mm 实心 砖+40mm 硫酸 钡防护涂 料	100	0.7	2.35	3.70E-10	7.20E-06	
	3#: 机房北侧防护 门外 30cm 处 (二次候诊室)	1.62×10 ⁸	内衬 4mm 铅 板	100	0.7	2.35	5.14E-06	1.00E-01	
	4#: 机房楼上 1m 处 (办公室和病房)	1.62×10 ⁸	120mm 混凝 土+3mm 铅 板	100	0.7	3.7	6.81E-08	5.34E-04	
	5#: 机房楼下距地 1.7m 处 (办公室、 过道和病房)	1.62×10 ⁸	120mm 混凝 土+30mm 硫酸 钡防护涂 料	100	0.7	2.55	6.81E-08	1.13E-03	
透视	1#: 机房东侧观察 窗外 30cm 处 (操作间)	4.05×10 ⁸	18mm 铅玻 璃	100	0.7	3.5	1.26E-06	2.76E-04	
	2#: 机房北侧墙外 30cm 处 (电梯厅)	4.05×10 ⁸	240mm 实心 砖+40mm 硫酸 钡防护涂 料	100	0.7	2.35	1.24E-11	6.03E-09	
	3#: 机房北侧防护 门外 30cm 处 (二次候诊室)	4.05×10 ⁸	内衬 4mm 铅 板	100	0.7	2.35	3.69E-07	1.79E-04	
	4#: 机房楼上 1m 处 (办公室和病房)	4.05×10 ⁸	120mm 混凝 土+3mm 铅 板	100	0.7	3.7	7.93E-06	1.56E-03	
	5#: 机房楼下距地 1.7m 处 (办公室、 过道和病房)	4.05×10 ⁸	120mm 混凝 土+30mm 硫酸 钡防护涂 料	100	0.7	2.55	7.93E-06	3.28E-03	
	6#: 第一术者位 (手术医生位铅衣 外)	4.05×10 ⁸	0.5mmPb 床 侧防护帘	100	0.7	0.6	2.52E-02	188.04	
	7#: 第一术者位 (手术医生位铅衣 内)	4.05×10 ⁸	0.5mmPb 床 侧防护帘 +0.5mmPb 铅 衣	100	0.7	0.6	4.08E-03	30.44	
	8#第一术者位 (手部)	4.05×10 ⁸	0.025mmPb 铅手套 +0.5mmPb 防 护帘	100	0.7	0.4	2.27E-02	381.11	
	9#: 第二术者位 (铅衣外)	4.05×10 ⁸	0.5mmPb 床 侧防护帘	100	0.7	0.9	2.52E-02	83.57	
	10#: 第二术者位 (铅衣内)	4.05×10 ⁸	0.5mmPb 铅 衣+0.5mmPb 防护帘	100	0.7	0.9	4.08E-03	13.53	

表 11-5 DSA 机房各预测点总辐射剂量率

工作场所	工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	总辐射剂量率 (μSv/h)
DSA 机房	减影	1#: 机房东侧观察窗外 30cm 处 (操作间)	7.52E-04	1.23E-01	1.24E-01
		2#: 机房北侧墙外 30cm 处 (电梯厅)	4.42E-08	7.20E-06	7.24E-06
		3#: 机房北侧防护门外 30cm 处 (二次候诊室)	6.14E-04	1.00E-01	1.01E-01

透视	4#: 机房楼上 1m 处 (办公室和病房)	1.61E-06	5.34E-04	5.36E-04
	5#: 机房楼下距地 1.7m 处 (办公室、过道和病房)	9.09E-06	1.13E-03	1.14E-03
	1#: 机房东侧观察窗外 30cm 处 (操作间)	1.03E-04	2.76E-04	3.79E-04
	2#: 机房北侧墙外 30cm 处 (电梯厅)	2.25E-09	6.03E-09	8.28E-09
	3#: 机房北侧防护门外 30cm 处 (二次候诊室)	6.68E-05	1.79E-04	2.46E-04
	4#: 机房楼上 1m 处 (办公室和病房)	4.10E-04	1.56E-03	1.97E-03
	5#: 机房楼下距地 1.7m 处 (办公室、过道和病房)	2.32E-03	3.28E-03	5.60E-03
	6#: 第一术者位 (手术医生位铅衣外)	70.00	188.04	258.04
	7#: 第一术者位 (手术医生位铅衣内)	11.33	30.44	41.77
	8# 第一术者位 (手部)	141.88	381.11	522.99
	9#: 第二术者位 (铅衣外)	31.11	83.57	114.68
	10#: 第二术者位 (铅衣内)	5.04	13.53	18.57

由表 11-5 计算结果可知：本项目 DSA 在减影模式下，机房外周围关注点的辐射剂量率最大值为 $1.24 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ；在透视模式下，机房周围关注点的辐射剂量率最大值为 $5.60 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的减影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

11.2.2 工作人员及公众个人剂量估算

参照《辐射防护导论》，按照下式对职业人员和公众的年受照剂量进行估算。

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

式中：

H——年有效剂量，mSv/a；

H_r ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t——年受照时间，h/a；

T——居留因子，参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，具体选取方式见表 11-6。

表 11-6 不同场所的居留因子一览表

场所	居留因子 (T)		停留位置	场所
	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	全停留
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	部分停留
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区	偶然停留

			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工作人员受照剂量

本项目DSA年总手术台数为600台，其中单名医生、护士年最大手术台数预计为150台，单名技师年最大手术台数最大为300台。则本项目辐射工作人员的受照时间见表11-7。

表11-7 辐射工作人员的受照时间一览表

工作人员	单人年最大手术台数 (台)	工作模式	单台手术时间 (min)	操作方式	年出束时间 (h)
医生、护士	150	透视	20	同室	50.00
		减影	1	隔室	2.50
技师	300	透视	20	隔室	105
		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：

$$E_{\text{外}}=0.79H_U+0.051H_O \quad (\text{式11-6})$$

$E_{\text{外}}$ ——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，根据式11-5和式11-6进行计算，辐射工作人员年有效剂量估算结果见表11-8。

表11-8 辐射工作人员年有效剂量估算结果

工作人员	操作方式	年出束时间 (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 (铅围裙外)	第一术者位 (铅围裙内)			
医生	同室	50.00	第一术者位 (铅围裙外)	258.04	1	2.31	5
			第一术者位 (铅围裙内)	41.77			
	隔室	2.50	机房外最大值	0.124			
护士	同室	50.00	第二术者位 (铅围裙外)	114.68	1	1.03	5
			第二术者位 (铅围裙内)	18.57			
	隔室	2.50	机房外最大值	0.124			
技师	隔室	105	观察窗外	0.124	1	0.013	5

- 注：1、医生和护士隔室操作时，保守取机房外最大辐射剂量率进行估算；
 2、技师操作位剂量率取观察窗外剂量率进行估算；
 3、本项目实施后医院计划手术量仍为 600 台/年，本次评价按单台 DSA 装置最大手术量 600 台进行预测。

根据个人剂量监测统计结果可知，原有辐射工作人员年受照剂量最大值为0.199mSv，叠加本项目理论预测辐射工作人员年受照剂量最大值2.31mSv后，辐射工作人员年受照剂量最大值为2.509mSv，满足工作人员个人剂量约束值不超过5mSv/a的要求。本项目1台DSA为新增设备，建成后将由2台DSA设备分担原有手术，工作人员为原有工作人员，单人最大手术量不会明显增加，因此，本次评价项目DSA介入手术医生在参加DSA介入手术时，穿戴好个人防护用品的前提下，工作人员有效剂量可以满足剂量约束值不超过5mSv/a的要求。

本项目设备型号为AZurion 7M20（C），设备运行时的X射线辐射剂量率保守按最小固有滤过2.5mmAl进行计算，未考虑附加滤过材料的影响，因此，估算结果是偏保守的。DSA射线装置在固有滤过材料的基础上，均配备有Al、Cu等附加滤过材料，实际运行过程中，辐射工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

②医护人员腕部皮肤年有效剂量估算

在手术过程中，手术医生腕部距离射线最近，因 X 射线随距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年有效剂量的估算。根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算 DSA 机房手术医生年皮肤吸收剂量及当量剂量：

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

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

式中：

D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

\dot{k} —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（mGy/mGy）；

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 以及《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.9 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 $522.99 \div 1.65 = 316.97 \mu\text{Gy/h}$ ，本项目 DSA 可近视为垂直入射（AP 入射方式）计算，从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.5 可查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 $C_{ks} = 1.156 \text{mGy/mGy}$ ，人员累积年受照时间为 50h，根据式 11-7 和式 11-8 可以求得医护人员手术位腕部皮肤受到的年当量剂量最大为 18.32mSv，低于本环评要求的 125mSv 年当量剂量约束值。

③公众年有效剂量估算

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 11-5 计算，据表 11-5 计算结果，周边关注点剂量率分别取透视模式和减影模式下机房屏蔽体外最大值 $5.60 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ 和 $1.24 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ；上方关注点剂量率分别取透视模式和减影模式下机房屏蔽体外“4#：机房楼上 1m 处（办公室和病房）” $1.97 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ 和 $5.36 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ；下方关注点剂量率分别取透视模式和减影模式下机房屏蔽体外“5#：机房楼下距地 1.7m 处（办公室、过道和病房）” $5.60 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ 和 $1.14 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，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。公众年有效剂量计算结果见下表 11-8。

表 11-8 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)
DSA 机房周边	谈话间	东侧	5.60E-03	200	1.24E-01	10	1	2.36E-03
	设备间	南侧	5.60E-03	200	1.24E-01	10	1/16	1.48E-04
	污物间和二次候诊室	北侧	5.60E-03	200	1.24E-01	10	1/16	1.48E-04
	电梯厅	北侧	5.60E-03	200	1.24E-01	10	1/40	5.90E-05
	办公室和病房	上方	1.97E-03	200	5.36E-04	10	1	3.99E-04
	办公室、过道和病房	下方	5.60E-03	200	1.14E-03	10	1	1.13E-03

由上表可知，本项目机房周边公众受照剂量最大为 $2.36 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于公众照射剂量限值的要求，同时满足本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。由此可见，本项目 DSA 运行时，对周围敏感点的影响在可以接受的范围内。

根据关注点剂量率与关注点距辐射源点的距离成反比关系的规律可知，距离机房越远，辐射剂量率越低，距离机房更远处的公众人员受照剂量不会大于 $2.36 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

11.2.3 DSA运营期其他污染物影响分析

1、废气

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，且机房都设有通风系统，将产生的臭氧和氮氧化物通过管道引至屋顶排放，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。

2、废水

本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，进入七格污水处理厂集中处理，不直接排放，对环境影响较小。

3、噪声

本项目设备经综合降噪措施后，再经距离衰减后，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相应标准限值要求。

4、固废

本项目运营期会产生废药棉、废纱布、废手套、废试剂瓶等医疗废物，医院采用专用容器分类收集后，转移至污物间暂存，与本院其他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，本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，由于门灯连锁系统失效，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 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

医院成立了辐射安全领导小组，负责制定辐射安全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《辐射安全防护管理工作制度》、《辐射安全防护质量保证制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员培训、体检、个人剂量监测制度》、《辐射设备检修维护及自行检查制度》、《辐射事故应急预案》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。防护门与设备之间设置门机联锁装置，防护门上设置警示信号灯。每当打开防护门时，立即断电并停机，不致出现误照射。

5、医院应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检测及机器性能检测。

6、设备维修辐射事故防范措施

①维修人员进入机房前，必须确认射线装置未出束，同时需拔出控制钥匙，并应携带个人剂量报警仪。

②调试和维修时须在控制室外设置醒目的警示牌。

③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。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

11.3.4 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、有计划地进行处理，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。

11.3.5 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培训平台或卫生健康委员会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) 定期对放射诊疗工作场所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，防护门设置门灯连锁；

(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。

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。

医院已按照《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，成立了辐射安全领导小组，落实安全责任制，并明确了相关成员名单及职责。组成人员如下：

组长：楼晓敏；

副组长：詹强；

成员：涂晓、陈丁丁、于成成、张际州、崔凤、朱晓华、周辉、虞旗旗、童锦发、叶斌、姜远才、徐顺华、姬慧、刘潇。

本项目实施后，医院应根据实际情况对辐射安全领导小组进行调整，如将本项目DSA机房负责人纳入辐射安全领导小组成员中。

12.1.2 辐射工作人员管理

1、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。

参与本次DSA项目均为医院原有辐射工作人员，根据医院2022年辐射工作人员职业健康检查报告书档案可知，在岗辐射人员检查结论均为“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

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。

目前医院有135名辐射工作人员，本项目DSA拟配备工作人员10名，均为医院原有辐射人员调配而来，从事使用II类射线装置，均按要求参加了生态环境部或卫生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。

3、个人剂量管理

医院辐射工作人员均配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。根据2021年10月~2022年9月（4个检测周期）个人剂量检测统计结果，检测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值。

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；职业照射个人监测档案应终生保存。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”。

建设单位已建立《辐射安全防护管理工作制度》、《辐射安全防护质量保证制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员培训、体检、个人剂量监测制度》、《辐射设备检修维护及自行检查制度》、《辐射事故应急预案》等辐射防护管理制度。医院现有正在使用的 DSA 设备 1 台，已有介入放射学经验，医院已制定的辐射防护相关环境管理办法与制度内容较为全面，符合相关要求，新增本项目后，现有规章制度仍能够满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。本项目为使用 II 类射线装置，医院应根据本项目的情况，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，且将制定的所有规章制度中关于操作规程、辐射工作人员岗位职责和应急响应程序等内容张贴上墙，并根据本项目特点更新辐射事故应急预案，加强对辐射工作人员的安全防护培训和意识教育。

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。

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	按照国家规定进行计量检定		自行监测
验收监测	DSA机房		项目建成后3个月内	按照国家规定进行		委有资质单位监测
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

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。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，个人剂量档案需终生保存。

12.3.3 原有项目监测执行情况

由医院2021年10月~2022年9月个人剂量检测报告统计结果可知，检测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对辐射工作人员要求的剂量限值。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《辐射事故应急预案》，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。

医院既有辐射事故应急处理预案包括了下列内容：①应急组织及职责；②辐射事件应急预案的启动；③辐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。

辐射事故应急响应流程如图12-1所示。

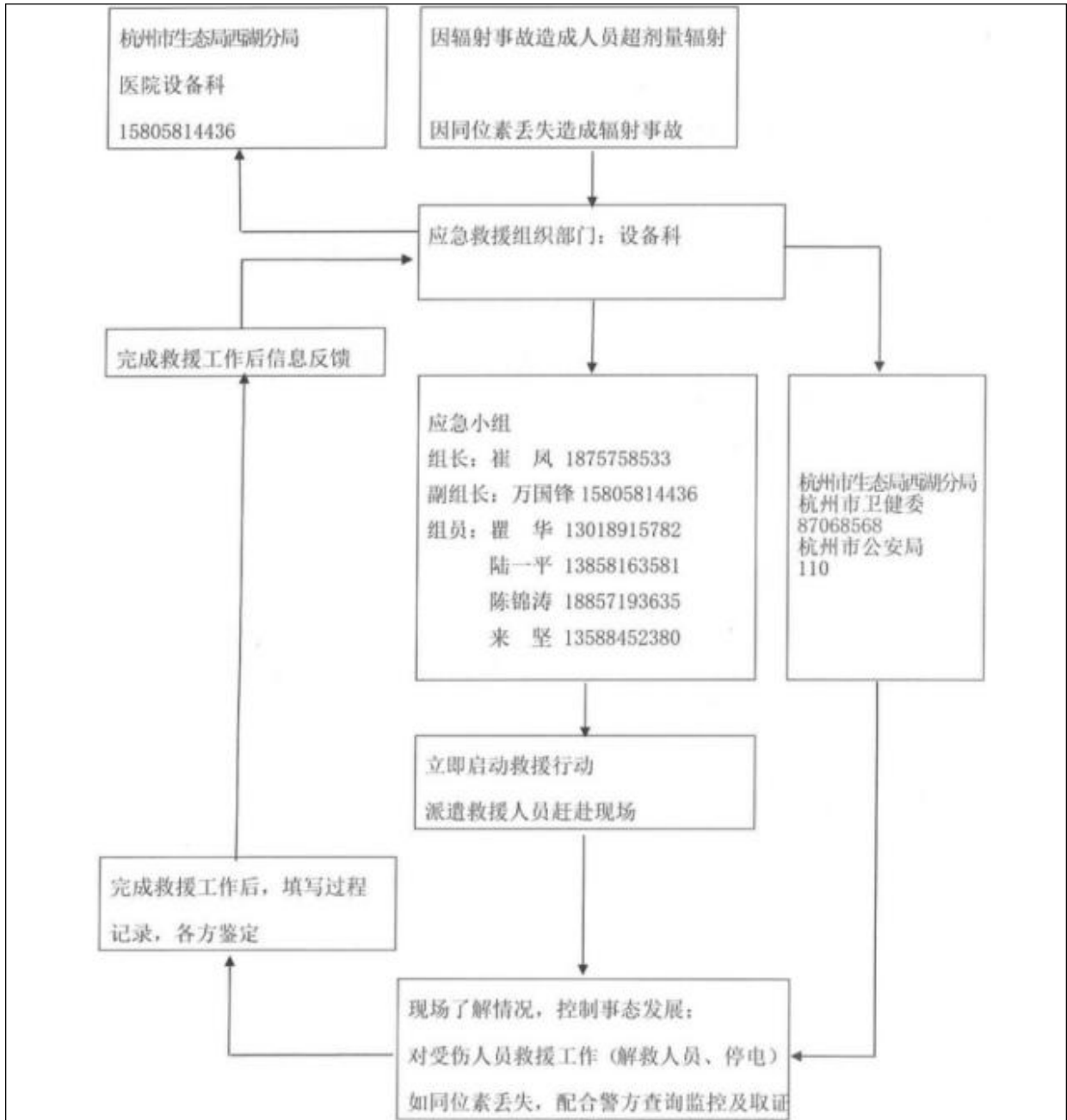


图 12-1 辐射事故应急响应流程示意图

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应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ②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 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+40mm 硫酸钡防护涂料（6.0mmPb），顶棚为 120mm 混凝土+3mm 铅板（4.3mmPb），地坪为 120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（4.5mmPb），防护门均为内衬 4.0mmPb 铅板，观察窗为 18mm 铅玻璃（3.6mmPb），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：医院已成立了辐射安全领导小组，明确了相关职责，并将加强监督管理。

医院已制定了包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度，应根据本单位项目开展的情况，按照本环评提出的要求不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中对使用Ⅱ类射线装置的制度要求，并在以后的实际工作中严格落实执行；医院应及时组织从事使用Ⅱ类射线装置的辐射工作人员在生态环境部辐射与防护培训平台或卫生健康委员会培训平台组织的核技术利用辐射安全与防护考核，且考核合格，并按时接受再培训。

13.1.2 环境影响分析结论

1、设备在安装、调试阶段请设备厂家专业人员操作，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。由于各设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

2、本项目 DSA 机房屏蔽设计四侧墙体使用 240mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料（6.0mmPb），顶棚为 120mm 混凝土+3mm 铅板（4.3mmPb），地坪为 120mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（4.5mmPb），防护门均为内衬 4.0mmPb 铅板，观察窗为 18mm 铅玻璃（3.6mmPb）。

3、经理论预测分析，在正常工况下，本项目 DSA 机房各侧墙体及防护门外 30cm 处剂量率均小于 2.5 μ Sv/h 控制目标值，对周围环境影响较小；DSA 机房内职业人员可能受到的最大年有效剂量和手部最大年有效剂量均满足本次评价提出的 5mSv 和 125mSv 年当量剂量约束值的要求，周围公众人员可能受到的最大年有效剂量满足本次评价提出的 0.1mSv 的年剂量约束值的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求。

4、本项目电离产生的臭氧和氮氧化物等有害气体浓度非常低，废气经机械通排风系统通向楼顶高空排放，经自然分解后对周围大气环境影响很小；产生的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入七格污水处理厂集中处理，不直接排放，对环境的影响较小；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，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相应标准限值要求；产生的医疗废物由专人收集后暂存于机房内的污物间，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。

13.1.3 可行性分析结论

1、产业政策符合性分析结论

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中第十三项“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

本项目位于杭州市体育场路453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生态环境准入清单

本项目位于“西湖区西湖城镇生活重点管控单元（环境管控单元编码：ZH33010620001）”，为医院核技术利用项目，不属于工业项目，满足管控单元的生态环境准入清单要求。

因此，本项目的建设符合杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

4、项目可行性结论

综上所述，杭州市中医院武林院区数字减影血管造影装置（DSA）建设项目的建设符合城市主体功能区划和土地利用规划，符合杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求，选址合法合理；项目符合产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

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

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

3、操作间防护门非必要情况下不开启，减少进出次数和辐射泄漏风险，定期检查防护门防护效果。

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，按照制订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