

核技术利用建设项目

杭州市西溪医院
新增 DSA 应用项目
环境影响报告表
(公示稿)

杭州市西溪医院

2022 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

杭州市西溪医院 新增 DSA 应用项目 环境影响报告表

建设单位名称：杭州市西溪医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号

邮政编码：310023 联系人：

电子邮箱： /

联系电话：

目录

表 1 项目基本概况	1
表 2 放射源	8
表 3 非密封放射性物质	8
表 4 射线装置	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	10
表 6 评价依据	11
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	17
表 9 项目工程分析与源项	20
表 10 辐射安全与防护	26
表 11 环境影响分析	31
表 12 辐射安全管理	41
表 13 结论与建议	46
表 14 审批	50

表 1 项目基本概况

建设项目名称		杭州市西溪医院新增 DSA 应用项目			
建设单位		杭州市西溪医院			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号			
项目建设地点		浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1200	项目环保投资 (万元)	40	投资比例(环保投 资/总投资) 3.33%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

杭州市西溪医院（以下简称医院），创建于 1937 年，位于浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号，医院占地面积 90059 平方米。医院前身为杭州市第十人民医院，后杭州市第六人民医院（浙江中医药大学附属杭州第六医院）并入杭州市西溪医院（杭州市第十人民医院），并入后杭州市第十人民医院不再保留。医院委托浙江大学编制的《杭州市第十人民医院建设项目环境影响报告书》于 2008 年 11 月 12 日取得原杭州市环境保护局出具的批复（杭环评批〔2008〕0406 号），于 2014 年 8 月 18 日经原杭州市环境保护局验收通过（杭环验〔2014〕12 号）。已建内容有 1#医疗综合楼（二期更名为医疗综合楼 A 楼）、2#传染病房楼（二期更名为医疗综合楼 B 楼）、3#4#行政后勤综合楼等。

医院委托中辐环境科技有限公司编制的《杭州市西溪医院二期工程环境影响报告书》于 2022 年 6 月 24 日取得杭州市生态环境局出具的批复（杭环函〔2022〕41 号）。项目尚未开工，建设内容包括 6#医技楼、7#内科楼、8#住院楼、发热门诊及配套用房等。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

因治疗与诊断的需要，医院拟于 6#楼地下 1 层建设 DSA 机房及配套用房，并配套新增 1 台数字减影血管造影系统（DSA 射线装置）。

对照《射线装置分类》（原环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境评价分类管理名录》（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”，环评类别为环境影响报告表。

因此，杭州市西溪医院委托杭州卫康环保科技有限公司开展“杭州市西溪医院新增 DSA 应用项目（简称‘本项目’）”的环境影响评价工作。

在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟于 6#楼地下 1 层建设 DSA 机房及配套用房，机房内新增 1 台 DSA 射线装置，其最大管电压为 150kV，最大管电流为 1250mA，为单球管设备，主束由下朝上，属于 II 类射线装置，其基本情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置基本情况

设备名称	类别	数量	型号	设备参数	工作场所位置	用途
DSA	II类	1 台	待定	150kV, 1250mA	6#楼地下 1 层	放射诊断与介入治疗

1.2 项目选址及周围环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

杭州市西溪医院位于浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号。

医院东侧为长深高速；南侧为横埠路，隔路为上埠河，隔河为浙江工业大学屏峰校区；西侧为山；北侧为山，隔山为人和家园小区。

1.2.2 项目周围环境概况

本项目 DSA 工作场所拟建于医院 6#楼地下 1 层，6#楼为新建，现尚未开工建设，本项目 DSA 机房为新建，现为医院地面停车场，6#楼东南侧为医院 2#感染楼，距 DSA 机房约 27m；东南侧为浙江工业大学屏峰校区，距 DSA 机房约 205m；西北侧为 7#住院楼，距 DSA 机房约 80m；北侧为山，隔山为人和家园小区，距 DSA 机房约 230m。

DSA 机房东侧为设备间、缓冲间、污物打包间，南侧为走廊、等候区，西侧为导管室、控制室，北侧为走廊、强电间、弱电间、医梯，机房正上方为新风机房、排烟机房，机房正下方为防化值班室、滤毒室、集气室、密闭通道、除尘室、扩散室。

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》（HJ 10.1-2016）的相关规定，确定以 DSA 机房实体边界外 50m 范围作为评价范围。根据现场调查分析可知，本次评价项目机房实体边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑物，不涉及生态保护红线。因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、机房周围的非辐射工作人员与公众。

1.2.3 选址合理性分析

本项目位于浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号，根据建设项目规划条件，属于特殊医疗用地。

本项目辐射工作场所边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑物，不涉及生态保护红线；环境影响预测分析表明，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施前提下，本项目的开展对周围环境造成的辐射影响在可接受范围内，故本项目的选址是合理的。

1.2.4 “三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150 号），要求强化“三线一单”约束作用，建立“三挂钩”机制，“三管齐下”切实维护群众的环境权益。项目“三线一单”符合性如下：

（1）生态保护红线

本项目位于浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号，对照浙江省生态保护红线图，本项目不属于杭州市生态保护红线范围内，因此，本项目不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率水平属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目运营过程中主要消耗一定量的电能，消耗量相对区域资源利用总量较少，且项目不使用高耗能、低效率的设备，符合资源利用上线的要求。

（4）生态环境准入清单

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目属于“西湖区西湖城镇生活重点

管控单元”（ZH33010620002），不涉及生态保护红线。

表 1-2 本项目所在管控单元分类准入清单

序号	内容		符合性分析	是否符合
1	空间布局引导	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	本项目不属于工业项目；项目不属于畜禽养殖，满足该区“空间布局约束”	是
2	污染物排放管控	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。	DSA 设备曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少，曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经排风口排出，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境的影响较小。综合上述分析，项目实施后能满足该区“污染物排放管控”要求。	是
3	环境风险防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	项目位于浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号，项目周边主要为居住及科教功能区块，项目建成后可满足周边学校、居民的医疗需求，本项目不属于噪声、恶臭、油烟等污染物排放较大的建设项目，曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经排风口排出，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境的影响较小。如此符合该区“环境风险防控”要求。	是
4	资源开发效率要求	全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及，限制高耗水服务业用水。	项目使用清洁能源，运行过程推进清洁生产理念，节约资源，提高能源有效利用。	是

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求，本项目的建设符合三线一单的要求。

1.2.5 本项目人员配置

(1) 本项目拟配备手术医生 5 名、护士 5 名，控制室配备 4 名技师，共 14 名辐射工作人员，辐射工作人员从原有辐射工作人员调剂。涉及的科室主要为放射科、心内科、神经内科、神经外科，手术类型有心脏血管及综合介入等类型。辐射工作人员均不存在兼职其他辐射工作场所岗位情况。

(2) 工作制度：每天工作 8 小时，每年工作 250 天。

(3) 工作负荷：本项目 DSA 包括透视和减影两种模式，根据建设单位提供的信息并留有

发展余量，本项目正常运行后，保守预计每年最大工作量为 500 台手术，每台需要手术医生 1 名，护士 1 名，技师 1 名。预计参与 DSA 介入手术的医生每年最大手术量约为 100 台，参与介入手术的护士年最大手术量约为 100 台，参与介入手术的技师年最大手术量约为 125 台。每次手术 DSA 的最大出束时间包括透视 15 分钟、减影 3 分钟。本项目 DSA 最大工作负荷统计见表 1-3。

表 1-3 本项目拟建 DSA 最大工作负荷

射线装置	工作状态	平均每台手术最长出束时间(min)	全年开展手术量(台)	设备年总出束时间(h)	单个医生年最大受照时间(h)	单个护士年最大受照时间(h)	单个技师年最大受照时间(h)
DSA	减影	3	500	25	5	5	6.25
	透视	15		125	25	25	31.25

1.3 产业政策符合性和实践正当性分析

1.3.1 产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改<产业结构调整指导目录(2019 年本)>的决定》，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。

1.3.2 实践正当性分析

本项目的建设目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人。医院在使用过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.4 医院原核技术利用许可情况

1.4.1 现有核技术利用许可情况

医院已取得《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证（A3527）；发证日期：2022 年 09 月 29 日，有效期至 2027 年 09 月 28 日；许可的种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置。

1.4.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

医院现有 11 台Ⅲ类射线装置和 1 台Ⅱ类射线装置，通过了相关环保审批。医院现有射线装置详情及环保手续履行情况见表 1-4。

表 1-4 医院现有已许可的射线装置一览表

序号	设备名称	类别	数量	型号	工作场所位置	环评情况	验收情况
1	口腔全景机	Ⅲ类	1	VOLUX21	1 号楼三楼放射科 2 号机房	已备案，201733010600000474	/
2	单板 DR	Ⅲ类	1	KODAKDRX-Evolution	1 号楼四楼体检中心	已备案，202033010600000426	/
3	小 C 臂机 X 光机	Ⅲ类	1	SIRENOBIL COMPERTL	1 号楼四楼手术室 1 号手术间	已备案，202033010600000427	/
4	双板 DR	Ⅲ类	1	SOMATOM Yiso	1 号楼三楼放射科 3 号机房	已备案，202033010600000426	/
5	骨密度仪	Ⅲ类	1	ProdigyAdvance	1 号楼三楼放射科 4 号机房	已备案，202033010600000426	/
6	医用多功能机	Ⅲ类	1	TOSHIBA MDX-8000A	1 号楼一楼多功能机房	已备案，202033010600000294	/
7	16 排螺旋 CT	Ⅲ类	1	SOMATOM Emotion16	1 号楼三楼放射科 CT 机房	已备案，202033010600000080	/
8	移动 DR1	Ⅲ类	1	MUX-100DJ	1 号楼住院病区 1	已备案，202033010600000426	/
9	移动 DR2	Ⅲ类	1	SM-50FH-B-D	1 号楼住院病区 2	已备案，201733010600000474	/
10	DSA 机	Ⅱ类	1	Artis Q Ceiling	1 号楼三楼放射科介入机房	杭环辐评批[2021]7 号	正在组织自主验收
11	牙片机	Ⅲ类	1	Planmeca Prox	1 号楼二楼体口腔科	已备案，201733010600000474	/
12	64 排螺旋 CT	Ⅲ类	1	Revolutuon EVO	1 号楼三楼放射科 CT2 机房	已备案，201733010600000318	/

1.4.3 原有核技术利用项目管理情况

(1) 医院已成立了放射安全防护小组，制定了一系列的辐射工作管理制度：《辐射安全和防护管理制度》、《辐射工作岗位职责制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用和台账管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作场所监测方案》、《质量保证大纲》、《放射事件应急预案》、《放射科大型医疗设备故障应急预案》及《辐射事故应急预案》等。已制定的规章制度内容健全完善且合理规范，但缺少相关射线装置的操作规程，医院需制定相关操作规程，并在相关辐射工作场所张贴上墙后，可以满足现有核技术利用项目的管理需要。

(2) 医院现有 32 名辐射工作人员均配备了个人剂量计。根据医院提供的最近 1 年职业外照射个人剂量监测报告，全院现有辐射工作人员年累积受照剂量均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv。医院已组织现有辐射工作人员进行了职业健康体检，根据检测报告结果，可继续从事放射工作。医院现有辐射工作人员中 31 名参加了辐射安全与防护培训并考核合格，1 名参加了放射防护知识培训并考核合格。

(3) 医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

(4) 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，历年均未发生辐射事故。

(5) 根据医院提供的资料，医院已按要求编写了放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，每年定期上报至发证机关。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1台	待定	150	1250	放射诊断和介入治疗	6#楼地下1层 DSA 机房	新增，本次环评

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	排放口浓度	月排放量	年排放总量	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	不暂存	排放至大气外环境中，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气。

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

法律文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（修订版）》，中华人民共和国主席令第九号，2015年1月1日起实施；</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七十七号，2018年12月29日起实施；</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六号，2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》，国务院令 第 709 号，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》，生态环境部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《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，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《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，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(10) 《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，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2021 年省政府令 第 388 号修订，2021 年 2 月 10 日施行；</p> <p>(12) 《浙江省辐射环境管理办法》，2021 年省政府令 第 388 号修订，2021 年 2 月 10 日修订；</p> <p>(13) 关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高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，原浙江省环境保护厅，2015 年 10 月 23 日起施行；</p>
------	--

	<p>(14) 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,浙江省生态环境厅,2019年12月20日起施行;</p> <p>(15) 《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,浙江省生态环境厅、浙江省卫生健康委员会,2019年7月18日;</p> <p>(16) 《关于印发浙江省辐射事故应急预案的通知》,浙政办发〔2018〕92号,浙江省人民政府办公厅,2018年9月28日印发;</p> <p>(17) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》,生态环境部令第9号,2019年11月1日施行;</p> <p>(18) 《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》,生态环境部公告2019年第38号,2019年10月24日;</p> <p>(19) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》,生态环境部公告2019年第39号,2019年10月25日;</p> <p>(20) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》,第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订,2020年9月1日施行;</p> <p>(21) 《核技术利用放射性废物最小化》,国核安发〔2020〕51号,国家核安全局,2020年3月10日实行。</p>
技术 标准	<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》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);</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》(GBZ 128-2019)。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书;</p> <p>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目是在固定有实体边界的机房内使用II类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实物边界项目具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点，确定本项目的评价范围为 DSA 机房边界外 50m 区域。

7.2 保护目标

结合医院总平面图及现场勘查情况，本项目评价范围 50m 内主要为医院内部建筑物，本项目评价范围内主要环境保护目标为评价范围内从事本项目的辐射工作人员、周围其他非辐射工作人员与公众人员。

表 7-1 项目环评范围内环境保护目标一览表

保护人员性质	所在位置	方位	最近距离 (m)	规模 (人)	年剂量约束值 (mSv)
职业人员	DSA 机房内	/	/	10	5
	控制室	西侧	紧邻	14	5
公众人员	缓冲间、污物打包间	东侧	紧邻	约 10 人次/天	0.1
	走廊、等候区	南侧	紧邻	约 100 人次/天	0.1
	走廊、强电间、弱电间、医梯	北侧	紧邻	约 100 人次/天	0.1
	新风机房、排烟机房及 2 层、3 层、屋顶	楼上	紧邻	约 5 人次/天	0.1
	防化值班室、滤毒室、集气室、密闭通道、除尘室、扩散室	楼下	紧邻	约 5 人次/天	0.1
	2#感染楼	东南侧	27	约 300 人次/天	0.1

注：DSA 配套设施只为开展介入手术服务，手术期间其他人员不得进入，介入医护人员在术前术后在配套设施区域活动，各司其职，因此设备间、导管室不作为环境保护目标。

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照的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款 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。

附录 B

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，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。
- 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，500mSv。

本环评中 DSA 辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为辐射工作人员年剂量约束值，即职业人员年有效剂量不超过 5mSv，其中眼晶体的年当量剂量不超过 37.5mSv，四肢（手和足）或皮肤的当量剂量不超过 125mSv 作为职业工作人员的年有效剂量约束值。

B1.2 公众照射

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。

本项目取其十分之一，即不超过 0.1mSv 作为公众的年照射剂量约束值。

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房门、窗和管线口位置，应剂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；

6.1.5 除床旁减影设备、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。

表7-2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备(含 C 臂机、乳腺 CBCT)	20	3.5

备注：本项目 DSA 属于单管头 X 射线机。

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁减影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

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 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
C 型臂 X 射线设备机房	2	2

备注：本项目 DSA 属于 C 型臂 X 射线设备机房。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 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。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 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“射线有盖、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。

6.4.5 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。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 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。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

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	--

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下,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 GBZ 128 的规定。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

本项目 DSA 机房拟建于医院 6#楼地下 1 层，6#楼东南侧为医院 2#感染楼，距 DSA 机房约 27m；南侧为山；东南侧为浙江工业大学屏峰校区，距 DSA 机房约 205m；西北侧为 7#住院楼，距 DSA 机房约 80m；北侧为山，隔山为人和家园小区，距 DSA 机房约 230m。

DSA 机房内，DSA 机房东侧为设备间、缓冲间、污物打包间，南侧为走廊、等候区、设备间，西侧为导管室、控制室，北侧为走廊、强电间、弱电间、医梯，机房正上方为新风机房、排烟机房，机房正下方为防化值班室、滤毒室、集气室、密闭通道、除尘室、扩散室。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 辐射现状评价对象

DSA 机房及周围环境

8.2.2 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率

8.2.3 监测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布设监测点，布点情况见图 8-1。

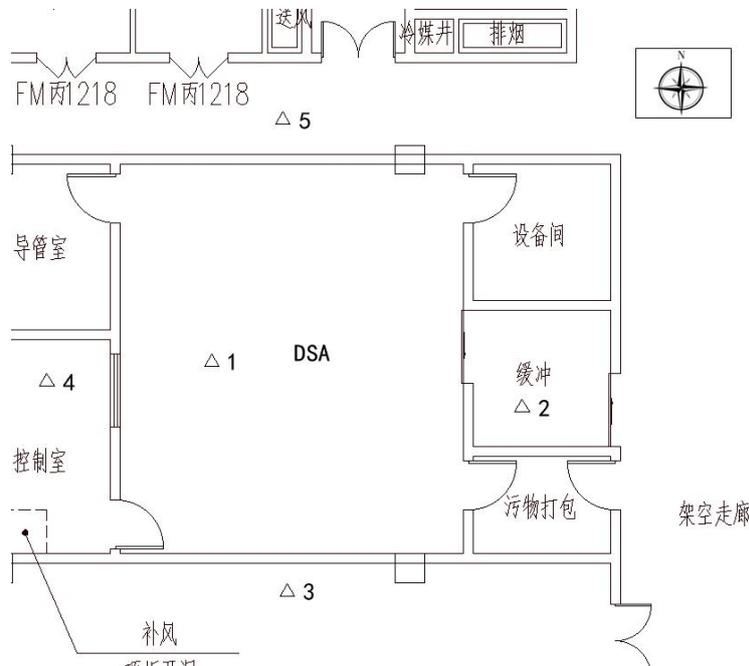


图 8-1 辐射工作场所辐射本底检测点位示意图

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) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司
- (2) 检测时间：2021年6月28日
- (3) 检测方式：现场检测
- (4) 检测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）等
- (5) 检测工况：辐射环境本底
- (6) 天气环境条件：天气：阴；温度：30℃；相对湿度：67%
- (7) 检测仪器

表 8-1 监测仪器的参数与规范

检测仪器	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6(内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2019H21-20-2223815002
检定证书有效期	2020年12月22日至2021年12月21日
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

8.3.2 质量保证措施

- (1) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证上岗。
- (3) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校准、审核，最后由技术负责人审定。

8.3.3 监测结果

DSA 机房及周围环境辐射本底水平检测结果见表 8-2。

表 8-2 DSA 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率背景监测结果

点位编号	点位描述	监测结果(nGy/h)	
		平均值	标准差

△1	DSA 机房拟建址中部	109	2
△2	DSA 机房拟建址东侧	107	4
△3	DSA 机房拟建址南侧	102	3
△4	DSA 机房拟建址西侧	101	2
△5	DSA 机房拟建址北侧	113	1

注：1、上表所列检测值均未扣除宇宙射线响应；
2、该机房位于 6#楼地下 1 层，现为医院地面停车场，尚未开工建设。

8.4 环境现状调查结果的评价

由上述监测结果可知，本项目射线装置工作场所及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率范围为（101~113）nGy/h，根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，杭州市室内 γ 辐射剂量率范围为（56-443）nGy/h，杭州市道路上 γ 辐射剂量率范围为（28-220）nGy/h，可见项目所在地的天然贯穿辐射水平相当。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目土建等主体工程的施工期环境影响已在《杭州市西溪医院二期工程环境影响报告书》进行了分析与评价，因此本项目施工期主要是对房间进行墙体改造和装饰施工、设备安装，最后进行竣工验收，施工期工艺流程及产污环节如下：

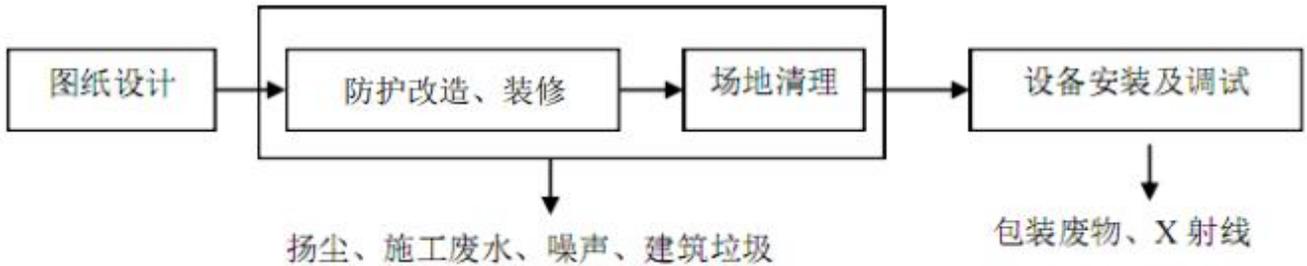


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工期污染物主要包括：

(1)扬尘

由于本项目施工期工程量较小，均为防护改造和装修装饰，故产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

(2)噪声

施工期噪声包括各类机械、运输车辆的噪声以及土建施工产生的噪声，由于施工范围小，施工噪声对周围环境的影响较小。施工设备应考虑选择低噪音设备，施工过程防止机械噪声的超标。

(3)废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水循环使用，生活污水产量较小，可依托建设单位化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不得随意排放。

(4)固体废物

装修过程中产生的装修垃圾和施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。施工产生的废弃物应妥善保管，及时回收处理。

(5)X 射线

本项目射线装置安装调试不涉及放射性药物的使用，仅调试阶段 DSA 会产生 X 射线，同时设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。调试阶段应在已经做好辐射防护的机房内进

行，张贴辐射警示标识，避免无关人员靠近，经墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响可以接受的。

9.2 营运期工程分析

9.2.1 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，DSA 的整体外观示意图如图 9-2 所示。

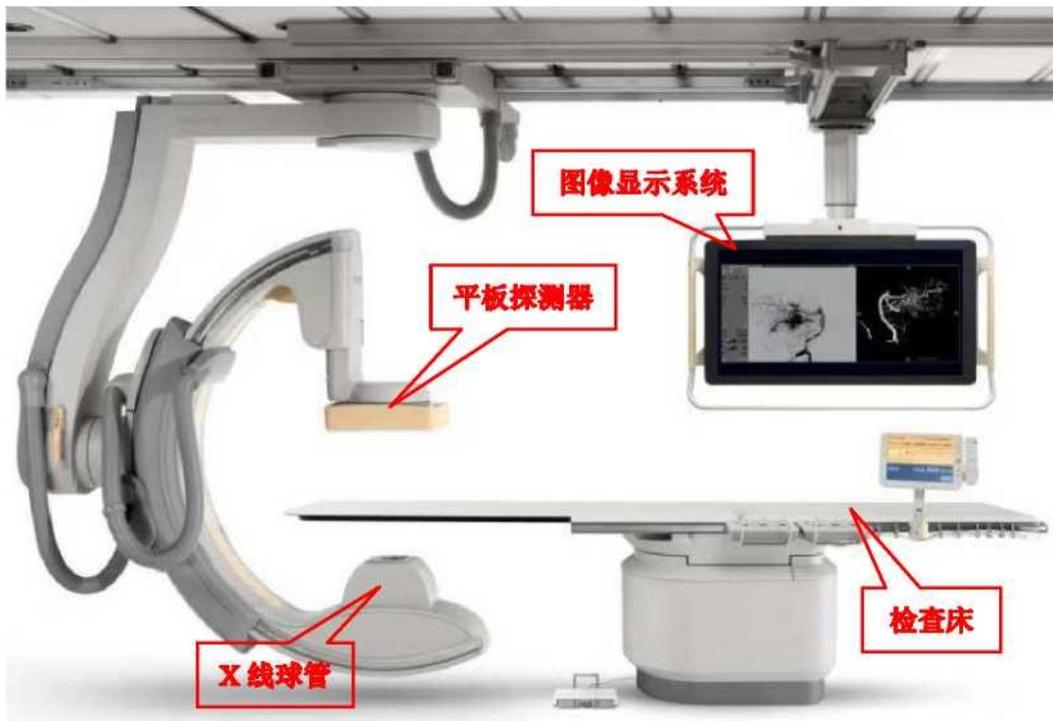


图 9-2 DSA 射线装置整体外观示意图

9.2.2 DSA 工作原理

X 射线诊断装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装载聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，二聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管和两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-3。

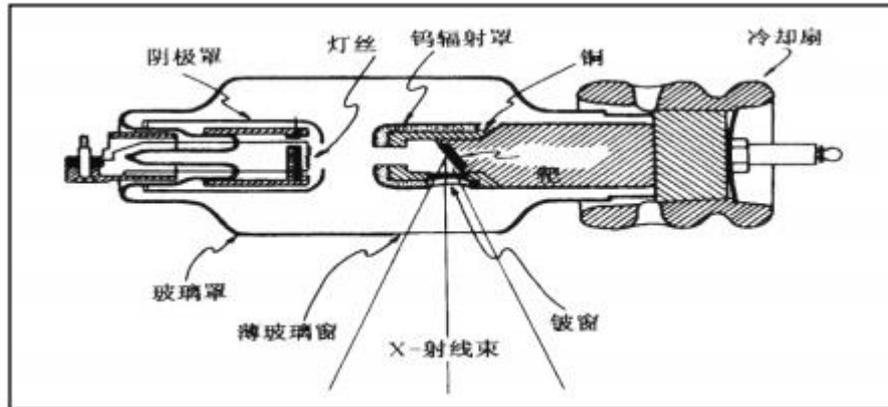


图 9-3 典型 X 射线管结构图

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。

9.2.3 DSA 路径分析

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

工作人员路径: 医护人员及技师从西侧入口经更衣室后进入 DSA 机房控制室,技师在控制室内进行设备操作,手术医护人员由 DSA 机房西侧工作人员防护门进入 DSA 机房内部进行手术。

患者路径: 患者需工作人员推床从等候区经过道由 DSA 机房东侧患者防护门进入 DSA 机房内部进行手术。

污物路径: 手术结束后,由工作人员将污物从 DSA 机房东侧污物防护门运出 DSA 机房,沿着过道将污物送至污物间。

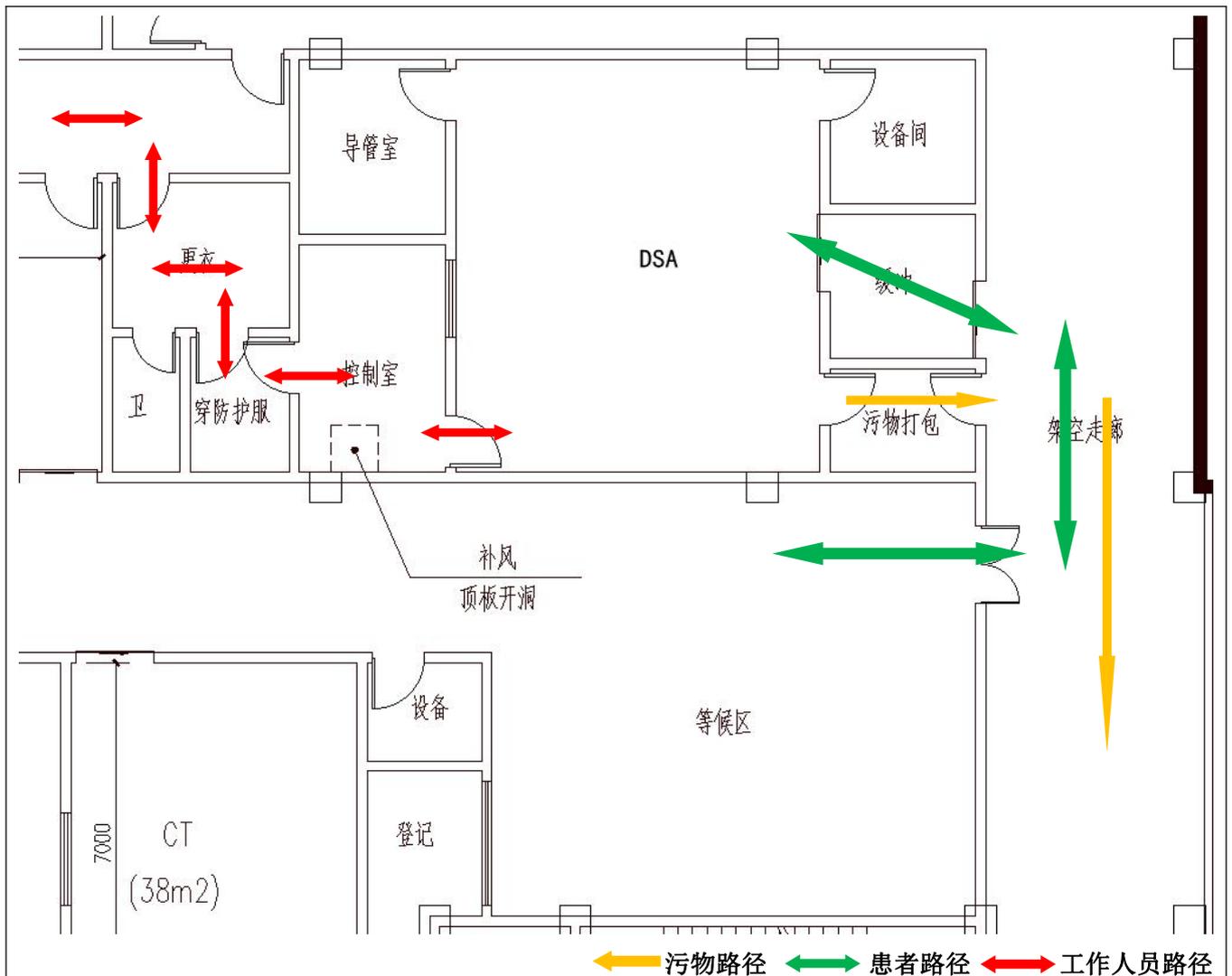


图 9-4 本项目辐射工作场所人流物流示意图

9.2.4 操作流程及产物环节

(1) 操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

A、第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

B、第二种情况，医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直

接的手术操作。

(2) 污染因子

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，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 治疗流程及产污环节如图 9-5 所示。

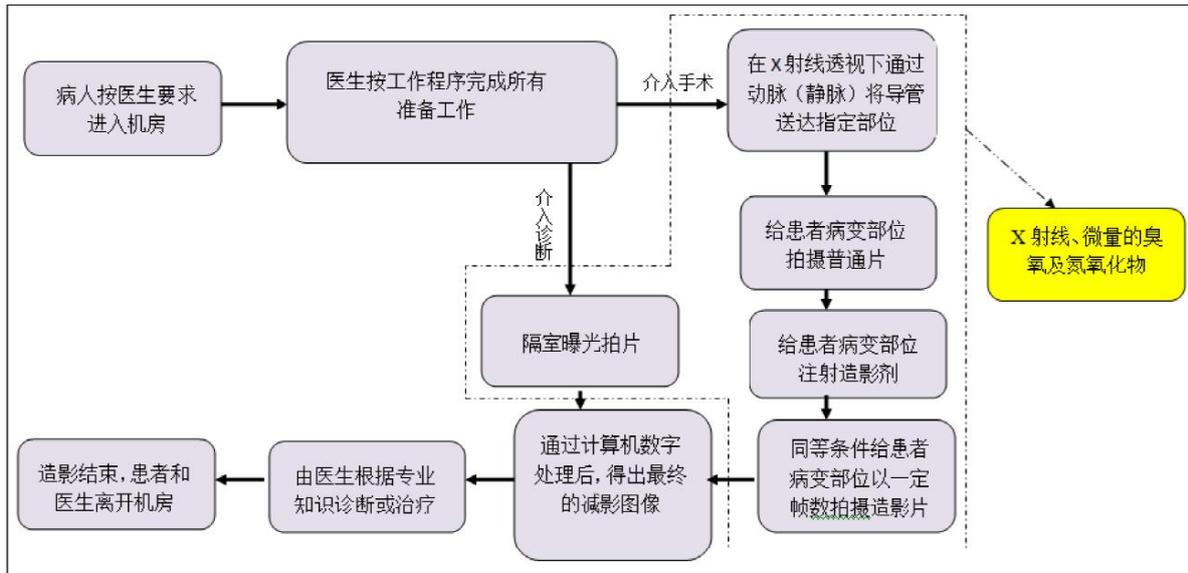


图 9-5 DSA 操作流程及产污环节示意图

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

9.3 原有项目不足及改进情况

原有项目未指定各射线装置的操作规程，要求医院补充完善相关射线装置的操作规程，并在相关辐射工作场所张贴上墙后，可以满足现有核技术利用项目的管理需要。

9.4 污染源项描述

9.4.1 正常工况源项

(1) 辐射污染因子

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。医院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，评价因子主要为 X 射线。本项目 X 射线的源强类比浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房的验收监测数据，监测结果详见表 11-4。

由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染，包含以下

几种 X 射线辐射：

①有用线束

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

②泄漏辐射

由靶向外从各个方向穿过辐射头泄漏出来的射线称为漏射线。漏射线遍布机架各处。

③散射辐射

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

(2) 三废情况

DSA 工作时，空气在 X 射线的作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于废气产生量较少，本项目只进行定性分析，不进行定量分析。本项目不产生废水、固废。

本项目 DSA 为II类射线装置，其在开机状态下主要辐射为 X 射线以及少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，在不开机状态下不产生 X 射线及废气。

9.4.2 事故工况源项

(1) DSA 控制室操作人员或病人家属在防护门关闭后未撤离机房，而射线装置出束时造成的误照射。

(2) DSA 机房安全联锁装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 DSA 机房。事故工况下源项同正常工况。

(3) 医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 机房拟建于医院 6#楼地下 1 层，机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 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#楼地下 1 层	DSA 机房	东	设备间、缓冲间、污物打包间
		南	走廊、等候区
		西	导管室、控制室
		北	走廊、强电间、弱电间、医梯
		楼上	新风机房、排烟机房
		楼下	防化值班室、滤毒室、集气室、密闭通道、除尘室、扩散室

(1) 本项目 DSA 机房位于医院 6#楼地下 1 层 DSA 机房，DSA 机房和配套房间均集中布置，相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。

(2) 本项目 DSA 有用线束不照射门、窗、管线口与工作人员操作位，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

(3) 病人通道的宽度满足病人手推车辆的通行，方便治疗。

综上所述，本项目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它人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。

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

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被定为控制区，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。采用适当的手段划出监督区的边界，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，定期审查该区的条件，以确定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) 分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，将 DSA 机房内部区域划为控制区，将控制室、导管室、设备间、缓冲间、污物打包间划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况表 10-2。

表 10-2 本项目控制区和监督区划分情况

场所名称	控制区	监督区
DSA	DSA 机房	控制室、导管室、设备间、缓冲间、污物打包间

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

10.1.3 辐射安全及防护措施

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

(1) 设备固有安全性

本项目 DSA 射线装置拟购买于正规厂家，采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，仪器本身具备多种安全防护措施。

①设备具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；

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

③采取光谱过滤技术：在 X 射线管头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) DSA 机房辐射屏蔽设计

依据建设单位提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，对本项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表 10-3、表 10-4。

表 10-3 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度	折算后铅当量 (mmPb)	GBZ 130-2020 标准要求	符合性分析
DSA 机房 (150kV)	东墙	24cm 实心水泥砖+50mm 硫酸钡砂浆	4.9	本项目 DSA 射线装置额定参数为管电压 150kV，管电流 1250mA。有用线束方向铅当量为 3mmPb，非有用线束方向铅当量为 2mmPb	符合
	南墙	24cm 实心水泥砖+50mm 硫酸钡砂浆	4.9		符合
	西墙	24cm 实心水泥砖+50mm 硫酸钡砂浆	4.9		符合
	北墙	24cm 实心水泥砖+50mm 硫酸钡砂浆	4.9		符合
	防护门	内衬 4.0mm 铅板	4.0		符合
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4.0		符合
	顶棚	12cm 混凝土现浇板+钢架+3.0mmPb 铅板	4.1		符合
	地坪	12cm 混凝土现浇板+50mm 硫酸钡砂浆	4.0		符合

注：实心砖密度不低于 1.65g/cm³，由于砖无 150kV 等效参数，本项目以 125kV（有用线束）计，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，24cm 实心砖保守等效为 2mmPb；混凝土密度不低于 2.35g/cm³，150kV（有用线束）下，10.6cm 混凝土等效为 1mmPb；硫酸钡砂浆密度不低于 3.8g/cm³，参考《放射防护实用手册》表 6.14，150kV 条件下，1.7cm 硫酸钡砂浆等效 1mmPb 进行铅当量折算，铅板纯度不低于 99.9%。

表 10-4 本项目机房规格与标准对照表

机房名称	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	
DSA 机房	7	56	3.5	20	符合

通过表 10-3、表 10-4 可知，本项目的 DSA 机房面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上和楼下）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》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

(1) 距离防护

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张

贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

（2）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。

（3）其他辐射安全防护措施

①机房门采取屏蔽防护时，应注意门与墙体的搭接应不小于缝隙距离的 10 倍。射线装置机房门外拟设电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句；工作人员防护门、污物通道防护门、导管室防护门、设备间防护门为平开机房门，拟设自动闭门装置；受检者防护门为电动推拉门，拟设防夹装置、曝光时关闭机房门的管理措施以及工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施；在监督区、控制区墙体合适位置张贴监督区、控制区警示标识。

②拟设置紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁设置紧急止动按钮（各按钮分别与 X 射线系统串联）。DSA 系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束；

③设置操作警示、对讲装置及视频监控：设置操作警示当 DSA 系统的 X 射线系统出束时，控制台上蜂鸣器发出声音；在 DSA 机房与操作间之间安装对讲装置并在机房南侧安装视频监控，操作间的工作人员通过对讲机及视频监控与 DSA 机房内的手术人员联系。

④机房受检者出入口门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。

⑤手术医生、护士建议配备 2 枚个人剂量计，技师配备 1 枚个人剂量计。DSA 项目建议医护人员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。

⑥电缆以 45°斜穿穿越墙体，穿墙孔位于东墙。医院应在电缆穿孔处铺设 4mm 铅套进行屏蔽补偿。

⑦DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需求按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配备。个人防护用品配备情况详见表 10-5。

⑧控制室内拟张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责，候诊区应设置放射防护注意事项告知栏等。

⑨DSA 不应堆放与设备诊断无关的杂物，物品摆放有序，保持机房内卫生整洁。

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	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅手套，各 3 套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘，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	——	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子，成人与儿童各 1 套	——	符合

注：防护手套不小于 0.025mmPb；铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜铅当量不小于 0.5mmPb；铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾铅当量不小于 0.5mmPb；儿童防护用品铅当量不小于 0.5mmPb；铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘铅当量不小于 0.5mmPb。

10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目运行期间无放射性废水、放射性废气及固体废物产生，仅有少量臭氧、氮氧化物等有害气体，加强通风有利于改善工作场所空气质量。

本项目 DSA 机房拟采用吸顶式机械排风扇进行通风，排风口设置于机房吊顶，排风管道接入大楼主排风管道，最终从楼顶排出，保证机房内有良好的通风。臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目 DSA 需要报废处理时，建设单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目土建等主体工程的施工期环境影响已在《杭州市西溪医院二期工程环境影响报告书》进行了具体分析与评价，本项目施工期主要是进行装饰施工、设备安装，通过对施工时段的控制以及施工现场严格管理等手段，可使本项目施工期环境影响的范围和强度进一步减小。因此，本项目不对施工期的环境影响进行具体分析。

本环评要求 DSA 设备的安装与调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位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，防止辐射事故的发生。

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以接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物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 屏蔽合理性分析

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 11-1、表 11-2。

表 11-1 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度	折算后铅当量 (mmPb)	标准要求	是否符合要求
DSA 机房	四侧墙体	24cm 实心水泥砖+50mm 硫酸钡砂浆	4.9	本项目 DSA 射线装置额定参数为管电压 150kV，管电流 1250mA。有用线束方向铅当量为 3mmPb，非有用线束方向铅当量为 2mmPb	是
	顶棚	12cm 混凝土现浇板+钢架+3.0mmPb 铅板	4.1		是
	地坪	12cm 混凝土现浇板+50mm 硫酸钡砂浆	4.0		是
	防护门	内衬 4.0mm 铅板	4.0		是
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4.0		是

注：实心砖密度不低于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，由于砖无 150kV 等效参数，本项目以 125kV（有用线束）计，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，24cm 实心砖保守等效为 2mmPb；混凝土密度不低于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，150kV（有用线束）下，10.6cm 混凝土等效为 1mmPb；硫酸钡砂浆密度不低于 $3.8\text{g}/\text{cm}^3$ ，参考《放射防护实用手册》表 6.14，150kV 条件下，1.7cm 硫酸钡砂浆等效 1mmPb 进行铅当量折算，铅板纯度不低于 99.9%。

表 11-2 本项目机房规格与标准对照表

机房名称	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	
DSA 机房	7	56	3.5	20	符合

通过表 11-1、表 11-2 可知，本项目的 DSA 机房面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上和楼下）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。

11.2.2 DSA 辐射环境影响类比分析

为了分析 DSA 装置建成投入运行后对周围工作人员所造成的影响，本报告表采用浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房的验收监测数据进行类比评价，DSA 射线装置类比可行性分析见表 11-3。

表 11-3 DSA 装置类比可行性分析

类比内容		类比对象 (浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房)	本项目 DSA 机房
设备参数		150kV, 1000mA	150kV, 1250mA
设备型号		Azurion 7 M20	型号未定
主束方向		南、北、顶棚和地面，大部分为由下朝上	主束由下朝上
运行工况*		减影模式：105kV, 598.2mA 透视模式：81kV, 12.3mA	减影模式：≤100kV, ≤500mA 透视模式：≤80kV, ≤10mA
机房面积 (m ²)		33.36	56
屏蔽 防护	四侧 墙体	4mm 铅板+方管龙骨支撑 (4mmPb)	24cm 实心水泥砖+50mm 硫酸钡砂浆 (4.9mmPb)
	防护门	内衬 4.0mm 铅板 (4mmPb)	内衬 4.0mm 铅板 (4mmPb)
	观察窗	4.0mm 铅当量铅玻璃 (4mmPb)	4mmPb 铅玻璃 (4mmPb)
	顶棚	12cm 现浇混凝土+3mm 铅板 (4.1mmPb)	12cm 混凝土现浇板+钢架+3.0mmPb 铅板 (4.1mmPb)
	地坪	12cm 现浇混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂料 (4.1mmPb)	12cm 混凝土现浇板+50mm 硫酸钡砂浆 (4.0mmPb)
防护用品		0.025mmPb 防护手套、0.5mmPb 铅橡胶围裙、 铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅防护帘	不小于 0.025mmPb 防护手套、不小于 0.5mmPb 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅 防护帘

由上表可以看出，本项目 DSA 射线装置设备参数管电压等于类比对象，管电流大于类比对象，运行工况管电压与管电流均小于类比对象，机房的实际面积大于类比对象，机房防护水平与类比对象相当，防护用品与类比对象相当。因此本项目 DSA 机房与类比对象有很好的可比性，

通过对类比对象的监测，可以预测本项目 DSA 射线装置运行后的辐射环境影响。

类比监测点位示意图见图 11-1，类比监测结果见表 11-4。

表 11-4 浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房剂量率监测结果

检测点号	检测地点	检测方向	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	
			减影模式	透视模式
1	操作位 (北侧)	主射束朝东	0.14	0.14
2	操作位 (中部)		0.17	0.18
3	操作位 (南侧)		0.21	0.20
4	观察窗外表面 (北侧) 30cm		0.16	0.16
5	观察窗外表面 (中部) 30cm		0.22	0.20
6	观察窗外表面 (南侧) 30cm		0.14	0.14
7	观察窗外表面 (上端) 30cm		0.17	0.16
8	观察窗外表面 (下端) 30cm		0.23	0.21
9	工作人员防护门外表面 (北侧) 30cm		0.22	0.21
10	工作人员防护门外表面 (中部) 30cm		0.22	0.22
11	工作人员防护门外表面 (南侧) 30cm		0.21	0.20
12	工作人员防护门外表面 (上端) 30cm		0.26	0.23
13	工作人员防护门外表面 (下端) 30cm		0.22	0.20
14	受检者防护门外表面 (西侧) 30cm	主射束朝上	0.19	0.17
15	受检者防护门外表面 (中部) 30cm		0.18	0.17
16	受检者防护门外表面 (东侧) 30cm		0.23	0.20
17	受检者防护门外表面 (上端) 30cm		0.15	0.14
18	受检者防护门外表面 (下端) 30cm		0.16	0.15
19	污物通道防护门外表面 (北侧) 30cm	主射束朝西	0.24	0.21
20	污物通道防护门外表面 (中部) 30cm		0.18	0.17
21	污物通道防护门外表面 (南侧) 30cm		0.24	0.20
22	污物通道防护门外表面 (上端) 30cm		0.23	0.21
23	污物通道防护门外表面 (下端) 30cm		0.21	0.19
24	设备间防护门外表面 (北侧) 30cm	主射束朝西	0.25	0.24
25	设备间防护门外表面 (中部) 30cm		0.22	0.22
26	设备间防护门外表面 (南侧) 30cm		0.14	0.14
27	设备间防护门外表面 (上端) 30cm		0.22	0.21
28	设备间防护门外表面 (下端) 30cm		0.15	0.15
29	东侧防护墙外表面 (北侧) 30cm	主射束朝东	0.26	0.23
30	东侧防护墙外表面 (中部) 30cm		0.13	0.13
31	西侧防护墙外表面 (中部) 30cm	主射束朝西	0.19	0.19
32	西侧防护墙外表面 (南侧) 30cm		0.26	0.24
33	北侧防护墙外表面 (中部) 30cm	主射束朝上	0.19	0.19
34	北侧防护墙外表面 (东侧) 30cm		0.19	0.19

35	六层地面上方 100cm (西侧)	主射束朝下	0.14	0.13	
36	六层地面上方 100cm (东侧)		0.14	0.14	
37	四层地面上方 170cm (西侧)		0.15	0.15	
38	四层地面上方 170cm (东侧)		0.18	0.16	
				已佩戴防护用品	未佩戴防护用品
39	第一手术位距地高度 105cm (腹部)	主射束朝上	/	19	56
40	第一手术位距地高度 125cm (胸部)		/	20	61
				未佩戴防护用品	
41	第一手术位距地高度 20cm (足部)	主射束朝上	/	40	
42	第一手术位距地高度 80cm (下肢)		/	47	
43	第一手术位距地高度 155cm (头部)		/	58	
44	第一手术位手部		/	1122	
				已佩戴防护用品	未佩戴防护用品
45	第二手术位距地高度 105cm (腹部)	主射束朝上	/	12	33
46	第二手术位距地高度 125cm (胸部)		/	14	59
				未佩戴防护用品	
47	第二手术位距地高度 20cm (足部)	主射束朝上	/	24	
48	第二手术位距地高度 80cm (下肢)		/	30	
49	第二手术位距地高度 155cm (头部)		/	36	
本底均值			0.11-0.16		
注：1.以上检测结果均未扣除本底值，检测结果取最大值。					
2.该机房位于综合楼五层，机房正上方为手术室，机房正下方为眼科。					
3.检测仪器响应时间小于检测时间，无需进行响应时间修正。					

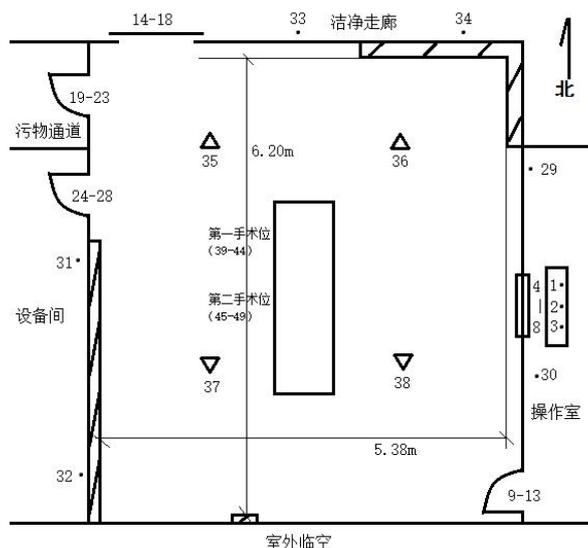


图 11-1 浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房检测布点示意图

表中手术位位于 DSA 机房内，受到的辐射剂量较大。根据表 11-4 可知，类比项目 DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

本项目屏蔽措施整体与类比项目相当，由此可推断，只要按照屏蔽设计方案严格施工，采取满足标准的防护措施后，本项目正常运行时 DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率可满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求；根据辐射剂量率随距辐射源的距离增加而衰减的规律，亦可进一步预测本项目建成后，设备在正常运行时机房外 50m 范围内其它关注点的周围剂量当量率也可满足标准要求。

11.2.3 有效剂量估算

（1）操作间工作人员与公众有效剂量估算公式

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

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

$$H_1 = H_0 \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H_1 ：X 射线外照射有效剂量当量，mSv；

H_0 ：X 射线束造成的辐射剂量率， μ Sv/h；

T ：居留因子；

t ：X 射线年照射时间，h/a。

（2）机房内工作人员有效剂量估算公式

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中对于介入放射工作人员穿戴铅围裙估算有效剂量的计算方法，保守按不戴铅橡胶颈套进行估算，采用公式 11-2 进行估算。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

E ：有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

α ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

β ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

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

H_o : 铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$, 单位: mSv。

(3) 手部和眼晶体当量剂量估算公式

手术医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时, 皮肤当量剂量保守按不戴铅手套进行估算, 眼晶体当量剂量保守按不戴铅眼镜进行估算。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)、《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, 皮肤当量剂量用式 11-3 进行估算, 眼晶体当量剂量用式 11-4 进行计算, 有辐射场周围剂量当量率的测量数据时, 用式 11-5 换算辐射场的空气比释动能率, 再通过式 11-3、11-4、11-6 进行预测。

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

$$D_L = C_{KL}(\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^*(10)}{C_{kH^*}} \quad (\text{式 11-5})$$

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

式中:

D_S : 皮肤吸收剂量, 单位为毫戈瑞, mGy;

C_{KS} : 空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数, 单位为 mGy/mGy, 从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)表 A.5 查空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.156\text{mGy/mGy}$ (0.08MeV, AP 入射方式);

D_L : 眼晶体吸收剂量, 单位为毫戈瑞, mGy;

C_{KL} : 空气比释动能到眼晶体吸收剂量的转换系数, 单位为 mGy/mGy, 从《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》(GBZ/T301-2017)表 A.4 查空气比释动能到眼晶体吸收剂量的转换系数 $C_{KL}=1.550\text{mGy/mGy}$ (0.08MeV, AP 入射方式);

\dot{k} : X、 γ 辐射场的空气比释动能率, 单位为微戈瑞每小时 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$);

$H^*(10)$: X、 γ 辐射场的周围剂量当量率, 单位为微希沃特每小时 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$);

C_{kH^*} : 空气比释动能到周围剂量当量的转换系数(手部参见《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)附录 A 中表 A.9, 本项目取 1.72; 眼晶体参见《电离辐射所致眼晶状

体计量估算方法》（GBZ/T301-2017）附录 A 中表 A.7，本项目取 1.72），单位为希沃特每戈瑞（Sv/Gy）。

t: 人员累积受照时间，单位为小时，h；

H: 关注点的当量剂量，mSv；

D: 皮肤吸收剂量或眼晶体吸收剂量，单位为毫戈瑞，mGy；

W_R : 辐射权重因数，X 射线取 1。

DSA 机房有效剂量估算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 机房有效剂量估算结果

关注人员	工况	关注点最大剂量率	铅衣内剂量率	铅衣外剂量率	受照时间	空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数	空气比释动能到眼晶体吸收剂量的转换系数	W_R	C_{KH}^*	居留因子	有效剂量或当量剂量
		$\mu\text{Sv/h}^*$			h	mGy/mGy					Sv/Gy
控制室内工作人员	减影	0.15	/	/	6.25	/	/	/	/	1	4.69×10^{-3}
	透视	0.12	/	/	31.25	/	/	/	/	1	
机房内工作人员（身体）	减影	0.15	/	/	5	/	/	/	/	1	0.57
	透视	/	19.89	60.89	25	/	/	/	/	1	
机房内工作人员（手部）	透视	1121.89	/	/	25	1.156	/	1	1.72	1	18.85
机房内工作人员（眼晶体）	透视	57.89	/	/	25	/	1.550	1	1.72	1	1.30
机房外公众人员	减影	0.15	/	/	25	/	/	/	/	1	2.00×10^{-2}
	透视	0.13	/	/	125	/	/	/	/	1	
机房上方公众人员	减影	0.03	/	/	25	/	/	/	/	1	4.50×10^{-3}
	透视	0.03	/	/	125	/	/	/	/	1	
机房下方公众人员	减影	0.07	/	/	25	/	/	/	/	1	8.00×10^{-3}
	透	0.05	/	/	125	/	/	/	/	1	

视										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

注：1、*代表引用剂量率已扣除本底值，并取最大值；

2、本项目的居留因子考虑到 DSA 机房四周的公众区域居留因子可能取值不同，为了便于计算，均保守取 1。

综上所述，本项目 DSA 机房内辐射工作人员年有效剂量最大为 0.57mSv，操作间辐射工作人员年有效剂量最大为 4.69×10^{-3} mSv，满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 20mSv/a 的剂量限值要求；医生年手部皮肤当量剂量为 18.85mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员四肢要求的剂量限值 500mSv/a 和本项目目标管理值 125mSv/a 的要求；医生年眼晶体当量剂量为 1.30mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员眼晶体要求的剂量限值 150mSv/a 和本项目目标管理值 37.5mSv/a 的要求。

由计算结果可知，本项目 DSA 机房外公众年受照剂量最大为 2.00×10^{-2} mSv/a，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 1mSv/a 的剂量限值要求。根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，机房附近公众受照剂量满足要求，因此机房外 50m 范围内环境保护目标公众受照剂量也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的剂量限值 1mSv/a 和本项目目标管理值 0.1mSv/a 的要求。

11.2.4 “三废”影响分析

本项目不产生废水、固废。仅在 DSA 设备曝光时产生少量的臭氧与氮氧化物。本项目 DSA 机房拟采用新风系统，排风口拟从吊顶经排风管道最终连接至建筑总排风井，通过所在大楼楼顶排放至周围环境中。曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经排风口排出，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。

臭氧环境影响分析

DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生臭氧，其产率和浓度可用下面公式分别计算。

$$Q_0 = 6.5 \times 10^{-3} G \cdot S_0 \cdot R \cdot g \quad (\text{式 11-7})$$

式中：

Q_0 —臭氧产率 mg/h；

G—射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy·m²/h，工况下，最大常用电压 100kV，最大常用电

流 500mA。根据《辐射防护导论》附图 3 可知，X 射线过滤材料为 0.5mmCu，100kV 电压下，发射率常数为 $1.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，则本项目 DSA 取 $51\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

S_0 —射束在距离源点 1m 处的照射面积 m^2 ，取（最大射野 $10\times 10\text{cm}^2$ ） 0.01m^2 ；

R—射束径迹长度 m，取 1m；

g—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O_3 的分子数，本项目取 10。

经计算，臭氧产率为 $0.033\text{mg}/\text{h}$ 。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_0 T_V / V \quad (\text{式 11-8})$$

式中：

C—室内臭氧浓度， mg/m^3 ；

Q_0 —臭氧产额 mg/h ；

T_V —臭气有效清除时间，h；

V—治疗室空间体积， 240.8m^3 。

$$T_V = \frac{t_V \cdot t_a}{t_V + t_a} \quad (\text{式 11-9})$$

t_V —每次换气间，0.25h；

t_a —臭氧分解时间，取值为 0.83h。

DSA 机房顶部位置设置有通排风系统，每小时换气 4 次，则 DSA 机房内臭气平衡浓度为 $2.63\times 10^{-5}\text{mg}/\text{m}^3$ ，臭氧浓度满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》规定机房内的臭氧浓度不大于 $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险分析

(1) 工作人员或病人家属尚未撤离 DSA 机房时误开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射。

(2) 安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 DSA 机房。因此，医务人员必须严格按照操作程序进行诊断，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。工作人员每次上班时首先要检查防护门上的灯光警示装置是否正常。如果失灵，应立即修理，恢复正常。

(3) 医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

11.3.2 辐射事故应急预案

针对以上可能发生的事故风险，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和防护管理办法》及《浙江省辐射事故应急预案》（浙政办发〔2018〕92号）等有关规定，制定医院辐射事故应急方案，并定期进行演练，及时进行整改。同时医院应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。当发生或发现辐射事故，当事人应立即向医院的辐射安全负责人和法定代表人报告。当事故发生时，医院应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生主管部门报告。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，按规范要求制定辐射事故应急预案，并定期进行演练的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，使用 II、III 类 X 射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，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，建设单位已成立放射防护管理小组，并明确了相关职责。

主要职责：组长负责组织学习有关放射防护法律法规，严格执行国家规定，切实做好放射防护工作，杜绝放射事故的发生，对放射防护方面事宜总负责，相应成员负责日常工作防护，文件归档保存、协调等相关工作。

12.1.2 辐射人员管理

(1) 个人剂量检定情况

医院现有辐射工作人员均配置了个人剂量计，每三个月送往杭州市职业病防治院进行检测，并建立了个人剂量档案。根据医院最近 1 年度个人剂量监测报告显示个人剂量情况正常，均低于工作人员目标管理值 5mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的个人剂量限值 20mSv/a 的要求，也满足本项目提出的工作人员年有效剂量目标管理值 5mSv/a 的要求。

医院拟为本项目新增的辐射工作人员配备个人剂量计，并严格规定其必须佩带个人剂量计上岗，个人剂量计定期（最长不得超过三个月）送检，建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。建设单位已按照相关要求，对本单位内辐射工作人员个人剂量档案保存，辐射工作人员可查看本人个人剂量档案。

所有辐射工作人员应正确佩戴个人剂量计，建设单位应定期送检，所有辐射工作人员个人剂量计佩戴及送检时间不得超过三个月。个人剂量计的佩戴要求参照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩

戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。

(2) 职业健康体检情况

辐射工作人员上岗前, 应当进行上岗前的职业健康检查, 符合辐射工作人员健康标准的, 方可参加相应的放射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查, 两次检查的时间间隔不超过 2 年, 必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时, 放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

医院已为辐射工作人员进行了上岗前、在岗期间职业健康检查, 由杭州市职业病防治院承担。对新上岗工作人员应做好上岗前的健康体检, 体检合格才能上岗, 且至少每 2 年为辐射工作人员进行一次职业健康检查, 建立职业健康监护档案。

医院拟继续安排辐射工作人员到有资质的单位进行职业健康检查, 每 2 年一次, 符合要求。

(3) 培训情况

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

目前医院共有 32 名辐射工作人员, 其中 31 名参加了辐射安全与防护培训并考核合格, 1 名参加了放射防护知识培训并考核合格。

(4) 根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》(环办辐射函〔2019〕853 号) 和《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) 精神, 医院应及时组织辐射工作人员到生态环境部培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 报名并参加考核, 考核合格方可上岗。

根据《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》(浙环函〔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, 无需重复培训。

12.1.3 年度评估报告

根据医院提供的资料, 医院已按要求编写了放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告, 每年定期上报至辐射安全许可证的发证机关。

本项目新增 DSA 应用项目正式开展后, 医院应将本项目射线装置纳入辐射安全与防护评估报告, 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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

12.2.1 现有规章制度及完善性分析

医院已制定《辐射安全和防护管理制度》、《辐射工作岗位职责制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用和台账管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作场所监测方案》、《质量保证大纲》、《放射事件应急预案》、《放射科大型医疗设备故障应急预案》及《辐射事故应急预案》等规章制度。已制定的规章制度内容健全完善且合理规范，但缺少相关射线装置的操作规程，医院需制定相关操作规程，并在相关辐射工作场所张贴上墙后，可以满足现有核技术利用项目的管理需要。

12.2.2 本项目规章制度要求

本次新增 1 台 DSA，医院应结合本次评价的辐射设备特点，对原有辐射安全管理制度进行补充、完善，使之切实可又符合相关管理规定，并付诸严格执行。

拟完善、补充的内容如下：

- ① DSA 安全操作规程；
- ② DSA 辐射工作人员岗位职责；
- ③ DSA 使用登记和管理台账；
- ④ DSA 工作场所的监测方案纳入原有监测制度；
- ⑤ DSA 工作场所的风险内容及应急措施纳入原有放射事件应急预案。
- ⑥ 现有射线装置的操作规程。

医院根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际的情况，制定《DSA 安全操作规程》、《DSA 辐射工作人员岗位职责》、《DSA 使用登记和管理台账》等制度和原有的规章制度进行修订，将 DSA 工作场所的监测方案纳入原有监测制度和 DSA 工作场所的风险内容及应急措施纳入原有放射事件应急预案，符合相应环保要求。

医院所有相关制度应以医院正式文件形式制定，并将各项管理制度、操作规程等悬挂于辐

射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

12.3 辐射监测

12.3.1 现有监测情况

医院已委托浙江君安监测技术有限公司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。

12.3.2 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》，本项目应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 1 台辐射剂量巡测仪，用于对 DSA 机房周围的辐射水平进行巡测。每名工作人员配 1 个人剂量计，介入医护人员建议配内外双个人剂量计。

12.3.3 监测计划

医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。监测计划见表 12-1。

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	周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外 30cm 处、楼上离地 100cm 处、楼下离地 170cm 处、管线孔洞处及周围需要关注的监督区	委托监测
日常监测	DSA 机房	周围剂量当量率	1 次/季度	按照国家规定进行	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外 30cm 处、楼上离地 100cm 处、楼下离地 170cm 处、管线孔洞处及周围需要关注的监督区	自行监测
验收监测	DSA 机房	周围剂量当量率	项目完成 3 个月内	按照国家规定进行	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外 30cm 处、楼上离地 100cm 处、楼下离地 170cm 处、管线孔洞处及周围需要关注的监督区	委托监测
个人剂量检测	/	个人剂量当量	不超过 3 个月	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托监测

建设单位拟将 DSA 工作场所的监测方案纳入原有监测制度，并将每次监测结果记录存档备查。

12.4 辐射事故应急

医院目前已制定《放射事故应急处理预案》，设置了应急组织机构，规定了应急组织机构成员及职责、辐射事故应急处理物资与设备、事件现场应急处置流程、辐射事故的报告程序、应急联系电话等内容，以上部分符合国家相关法律法规的要求。医院按要求执行辐射事故应急预案并定期组织相关人员进行辐射事故应急演练，确保万一事故发生时能按程序进行。缺少适用范围、辐射事故等级划分。

本评价根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，建议医院对现有事故应急预案进行修订完善，增加辐射事故等级划分及适用范围，一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门；同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

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) 项目概况

医院拟于 6#楼地下 1 层建设 DSA 机房及配套用房，机房内新增 1 台 DSA 射线装置，其最大管电压为 150kV，最大管电流为 1250mA，主束由下朝上，属于 II 类射线装置。

(2) 项目位置

本项目 DSA 装置拟建于医院 6#楼地下 1 层，6#楼东南侧为医院 2#感染楼，距 DSA 机房约 27m；南侧为山；东南侧为浙江工业大学屏峰校区，距 DSA 机房约 205m；西北侧为 7#住院楼，距 DSA 机房约 80m；北侧为山，隔山为人和家园小区，距 DSA 机房约 230m。

DSA 机房内，DSA 机房东侧为设备间、缓冲间、污物打包间，南侧为走廊、等候区、设备间，西侧为导管室、控制室，北侧为走廊、强电间、弱电间、医梯，机房正上方为新风机房、排烟机房，机房正下方为防化值班室、滤毒室、集气室、密闭通道、除尘室、扩散室。

(3) 项目分区及布局

建设单位拟将 DSA 机房内区域划分为控制区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。将控制室、导管室、设备间、缓冲间、污物打包间等区域划为监督区，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，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。

(4) 辐射安全防护措施结论

DSA 机房四侧墙体采用 24cm 实心水泥砖+50mm 硫酸钡砂浆，顶棚采用 12cm 混凝土现浇板+钢架+3.0mmPb 铅板，地坪采用 12cm 混凝土现浇板+50mm 硫酸钡砂浆，防护门采用符合屏蔽要求厚度的铅防护门，观察窗采用 4mmPb 厚铅玻璃，防护门防护当量为 4mmPb。

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》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

机房防护门上方均拟设置工作状态指示灯、电离辐射警告标识和文字说明，且拟设置门灯

联锁装置。控制室拟设对讲系统等装置。拟配备相应的铅衣、铅围脖等个人防护用品，为辐射工作人员配备了个人剂量计等；定期对辐射工作人员开展个人剂量监测和职业健康检查监护。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

(5) 辐射安全管理结论

医院已成立了放射防护管理小组、明确了相关职责，并将加强监督管理，医院已制定了包括《放射事故应急处理预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。医院应根据本单位项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行；现有项目 32 名辐射工作人员，其中 31 名参加了辐射安全与防护培训并考核合格，1 名参加了放射防护知识培训并考核合格，且均在有效期内。本项目辐射工作人员共 14 人，要求建设单位委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，加强放射工作人员管理，树立辐射安全意识，将本项目相关工作人员纳入放射工作人员管理，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

建设单位成立了辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的的能力。本次新增 1 台 DSA，医院应结合本次评价的辐射设备特点，对原有辐射安全管理制度进行补充、完善，制定《DSA 安全操作规程》、《DSA 辐射工作人员岗位职责》、《DSA 使用登记和管理台账》等制度和原有的规章制度进行修订，将 DSA 工作场所的监测方案纳入原有监测制度和 DSA 工作场所的风险内容及应急措施纳入原有放射事件应急预案，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸严格执行。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，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 辐射剂量率影响预测结论

本项目正常运行时满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的 X 射线设备机房屏蔽体外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求，对周围辐射环境影响在可接受范围内。

(2) 个人剂量影响预测结论

本项目 DSA 机房内辐射工作人员年有效剂量最大为 0.57mSv ，操作间辐射工作人员年有效剂量最大为 $4.69\times 10^{-3}\text{mSv}$ ，满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，满足《电离

辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 20mSv/a 的剂量限值要求；医生年手部皮肤当量剂量为 18.85mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员四肢要求的剂量限值 500mSv/a 和本项目目标管理值 125mSv/a 的要求；医生年眼晶体当量剂量为 1.30mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员眼晶体要求的剂量限值 150mSv/a 和本项目目标管理值 37.5mSv/a 的要求。

本项目 DSA 机房外公众年受照剂量最大为 2.00×10^{-2} mSv/a，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 1mSv/a 的剂量限值要求。根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，机房附近公众受照剂量满足要求，因此机房外 50m 范围内环境保护目标公众受照剂量也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的剂量限值 1mSv/a 和本项目目标管理值 0.1mSv/a 的要求。

（3）非辐射环境影响分析结论

本项目 DSA 机房内设置新风系统。机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过新风系统排入大气，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。

13.1.3 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改〈产业结构调整指导目录(2019 年本)〉的决定》，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，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

(3) 选址合理性分析

本项目位于浙江省杭州市西湖区留下街道横埠街 2 号，根据建设项目规划条件，属于特殊医疗用地。

本项目辐射工作场所边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑物；环境影响预测分析表明，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施前提下，本项目的开展对周围环境造成的辐射影响在可接受范围内，故本项目的选址是合理的。

(4) 项目可行性

综上所述，本项目选址合理，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

医院应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

(1) 医院在本项目取得批复后，承诺及时向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证。

(2) 医院承诺在本项目 DSA 装置正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

(3) 医院承诺按照国家相关法律法规及本报告的要求，补充更新《放射性事故应急预案》及辐射安全管理规章制度。

(4) 医院承诺本项目新增辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。新增辐射工作人员均配备个人剂量仪，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；新增辐射工作人员进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见	
	公章
经办人（签字）	年 月 日
审批意见	
	公章
经办人（签字）	年 月 日
	公章
经办人（签字）	年 月 日