

编号：BG-ZFFB25220116

核技术利用建设项目

江山市人民医院

DSA 射线装置核技术利用建设项目

环境影响报告表

(公示稿)

江山市人民医院

2025 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江山市人民医院

DSA 射线装置核技术利用建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：江山市人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省衢州市江山市航埠山路 9 号

邮政编码：324100

联系人：***

电子邮箱：***

联系电话：***

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	11
表 3 非密封放射性物质.....	11
表 4 射线装置.....	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	13
表 6 评价依据.....	14
表 7 保护目标与评价标准.....	17
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	26
表 10 辐射安全与防护.....	33
表 11 环境影响分析.....	42
表 12 辐射安全管理.....	59
表 13 结论与建议.....	67
表 14 审批.....	70

表 1 项目基本情况

建设项目名称		江山市人民医院 DSA 射线装置核技术利用建设项目			
建设单位		江山市人民医院			
法人代表	王伟华	联系人	***	联系电话	***
注册地址		浙江省衢州市江山市航埠山路 9 号			
项目建设地点		浙江省衢州市江山市城东新城江山市人民医院新院医疗综合楼一层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	100	项目环保投资 (万元)	40	投资比例(环保 投资/总投资)	40%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封 放射性 物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线 装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	1.1 项目概述				
1.1.1 建设单位情况					
<p>江山市人民医院(统一社会信用代码为 123308814720604070, 以下简称“医院”)始建于 1940 年 12 月, 位于浙江省衢州市江山市航埠山路 9 号, 是一所集医疗、急救、教学、科研、康复于一体的综合性医院, 承担着全市绝大部分的突发性公共卫生事件医疗救助、重危疾病抢救及基本医疗任务, 是全市人民的医疗救护中心, 同时也是浙江省文明医院和衢州市文明单位, 为非营利性医疗机构和医保定点单位。医院现有职工近 1146 人, 开放床位 712 张, 设有临床、医技各种功能科室 40 多个, 临床各专科</p>					

20 多个。

根据《江山市人民医院迁建项目环境影响报告书》及 2023 年 2 月取得衢州市生态环境局出具的《关于江山市人民医院迁建项目环境影响报告书的审查意见》（衢环江建〔2023〕5 号），江山市人民医院拟迁建至江山市城东新城，按照三级甲等医院综合性医院建设标准进行建设，规划床位 1500 张，一次规划分期建设，其中一期床位 1200 张，总用地面积 200 亩，建筑面积 21 万平方米。医院新院主体工程目前正在建设中，新院建成后老院将实施整体搬迁，届时将根据核技术利用项目情况重新申领辐射安全许可证。

1.1.2 建设目的和任务由来

近年来，随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，为促进江山市城市建设和经济发展的需要，进一步改善当地医疗环境，更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，使患者的诊治更加精确。江山市人民医院计划在新院医疗综合楼（地上共 4 层，地下共 1 层）一层建设 DSA 机房，机房内搬迁使用 1 台 DSA，用于影像诊断和介入治疗。

根据《中华人民共和国环境保护法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定，本项目需要进行环境影响评价。按照《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”中“使用Ⅱ类射线装置”的，环境影响评价文件形式应为环境影响报告表。

为此，江山市人民医院委托中辐环境科技有限公司开展“江山市人民医院 DSA 射线装置核技术利用建设项目（以下简称‘本项目’）”的环境影响评价工作。评价单位接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场踏勘、资料收集和辐射环境现状委托监测等工作，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》（HJ 10.1-2016）等规定要求编制了本项目环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

（1）项目建设内容

医院拟于新院医疗综合楼（地上共 4 层，地下共 1 层）一层建设 1 间 DSA 机房及控制间等配套用房，DSA 机房内安装 1 台型号为 Azurion 5 M20 的 DSA 射线装置（为老院区已许可的 DSA 射线装置迁移至新院，搬迁后原有机房不再使用），最大管电压

为 125kV，最大管电流为 1000mA，主射方向由下朝上，为单球管。

1.1.4 人员配备及工作负荷

本项目 DSA 配备辐射工作人员共 15 名，其中配备医生 11 人，护士 2 人，技师 2 人。单台手术配备 2 名医生、1 名护士和 1 名技师。涉及的科室主要为心内科、血管外科、神经外科和肾内科。

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，本项目 15 名辐射工作人员均参加浙江省卫生监督协会组织的“全省医疗卫生机构放射工作人员放射防护网络培训”，考核合格且成绩在有效期内。（详见附件 10）。本项目 15 名辐射工作人员连续四个检测周期个人剂量检测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业照射的剂量限值要求和本项目提出的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求（详见表 12-1 和附件 8）。本项目 15 名辐射工作人员均可继续从事放射岗位工作（详见附件 9）。

本项目所有辐射工作人员均实行 8h 单班工作制度，且均不存在兼职其他辐射工作场所岗位情况。年工作日为 250 天。根据医院提供的资料，医院现有 DSA 手术量每年最大工作量可达到 600 台/年，依据现有 DSA 手术台数 600 台/年计算新院区 DSA 手术情况。

因每台手术患者和手术要求不同，每台手术中 DSA 的摄影时间和透视时间也不相同。本项目按照每台手术摄影一般累积出束时间为 1 分钟，透视一般累积出束时间为 20 分钟。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

江山市人民医院新院位于浙江省衢州市江山市城东新城，项目地理位置见附图 1。医院东侧为经一路，隔路为山地和农田；南侧为纬十路，隔路为山地、水电站和河渠；西侧为江滨东路、江碗线和江山港；北侧为规划道路，隔路为山地和农田。周边环境关系见附图 2。

1.2.2 项目周围环境关系

（1）项目机房与外部建筑环境关系

本项目 DSA 位于医院新院医疗综合楼一层，东侧为院内道路和国际保健中心，院

内道路距离本项目最近为 21m，国际保健中心距离本项目 DSA 机房最近为 31m；南侧为院内道路和景观绿地，院内道路距离本项目最近为 25m，景观绿地距离本项目 DSA 最近为 44m；西侧为医疗综合楼其他区域；北侧为科研楼，距离本项目 DSA 最近为 16m。

综上，本项目辐射工作场所实体（屏蔽物）边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑物（科研楼和国际保健中心）、院内道路和景观绿地，无学校、居民区、自然保护区、文物保护单位、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点。医院总平面见附图 3。

（2）项目机房四至及上下方环境关系

本项目 DSA 机房东侧为污物间、设备间和准备间，南侧为走廊，西侧为控制间和谈话间，北侧为走廊（以控制间所在方向为正西方向）。机房正上方为卫生间，机房正下方为停车场。

1.2.3 相关规划符合性及选址合理性分析

（1）规划符合性分析

本项目位于江山市城东新城，根据建设项目用地预审与选址意见书，本项目符合国土空间用途管制要求，因此本建设项目也符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

（2）选址合理性分析

本项目位于江山市城东新村的江山市人民医院新建院区。根据建设项目用地预审与选址意见书，本项目符合江山市土地利用规划要求，且周围无环境制约因素。项目辐射工作场所 50m 范围内主要为医院内部建筑物（科研楼和国际保健中心）、院内道路和景观绿地，无学校、居民区、自然保护区、文物保护单位、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点。经下文辐射环境影响分析，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施后，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，故本项目的选址合理可行。

1.3 产业政策符合性分析

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属“鼓励类——三十七、卫生健康——1、医疗服务设施建设”，符合国家产业政策。

1.4 实践正当性分析

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

医院在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用场所采取满足相关标准要求的辐射安全防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的操作规程和辐射安全规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.5 江山市生态环境管控符合性分析

本项目为医院核技术利用项目，不属于工业项目。本环评对“三线一单”（即生态环保红线、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。

1.5.1 生态保护红线

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。本项目位于浙江省衢州市江山市城东新城，根据《江山市人民政府办公室关于印发江山市生态环境分区管控动态更新方案的通知》（江政办发〔2024〕24号），项目所在地属于“江山市城区城镇生活重点管控区”，环境管控单元编码为ZH33088120029，不涉及衢州市生态保护红线。

1.5.2 环境质量底线

根据辐射环境现状监测结果，本项目拟建场址及周围各监测点位的 γ 辐射剂量率处于当地本底水平范围之内。在落实本报告提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，不会突破当地环境质量底线。

1.5.3 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，市政自来水管网有能力为本项目提供水资源保障；本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，符合资源利用上线的要求。

1.5.4 生态环境准入清单

根据《江山市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“浙江省衢州市江山市城区城镇生活重点管控单元”（ZH33088120029）。江山市生态环境管控单元分类图

见附图 7。与环境准入清单符合性分析见表 1-2。

表 1-2 与环境准入清单符合性分析

管控要求		本项目情况	符合情况
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，鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。禁止新建涉及一类重金属、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目。现有二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定。推进城镇绿廊建设，协同建设区域生态网络和绿道体系，建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。推进既有建筑绿色化改造，高质量发展零碳低耗绿色建筑。	本项目为核技术利用项目，不属于工业项目，不涉及畜禽养殖。项目位于江山市人民医院新院内，符合空间布局引导要求。	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。污水收集管网范围内禁止新建除城镇污水处理设施外的入河排污口，现有的入河排污口应限期拆除，但相关法律法规和标准规定必须单独设置排污口的除外。加快污水处理设施建设与提标改造，加快完善城乡污水管网，加强对现有雨污合流管网的分流改造，深化城镇“污水零直排区”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，依法严禁秸秆、垃圾等露天焚烧。加强土壤和地下水污染防治与修复。推动能源、工业、建筑、交通、居民生活等重点领域绿色低碳转型。	本项目为核技术利用项目，不涉及污染物排放总量。项目产生的少量废气经收集后排放，符合污染物排放管控要求。	符合
环境风险防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	本项目为核技术利用项目，运行期间不会产生噪声、恶臭、油烟等污染物，符合环境风险防控要求。	符合
资源开发效率要求	全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及，限制高耗水服务业用水。到2025年，推进生活节水降损，实施城市供水管网优化改造，城市公共供水管网漏损率控制在9%以内。	本项目为核技术利用项目，本项目供水水源为市政自来水管网，资源消耗量相对于区域资源利用总量较小，符合资源开发效率要求。	符合

由上表可知，本项目的实施符合“江山市城区城镇生活重点管控单元”中相关管控措施要求。

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、不会突破环境质量底线和资源利用上线、符合环境准入清单内管控措施要求，因此，本项目符合“三线一单”要求。

1.6 原有核技术利用项目情况

1.6.1 原有核技术利用项目许可情况

江山市人民医院现持有浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（见附件 2），证书编号为：浙环辐证[H2059]；发证日期：2024 年 12 月 5 日，有效期至：2029 年 12 月 4 日；许可的辐射工作种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。

医院目前已许可使用 III 类射线装置 18 台，II 类射线装置 2 台。环保手续履行情况统计于表 1-3。

表 1-3 医院已许可核技术利用项目环保手续履行情况

序号	装置名称	规格型号	类别	工作场所	环保手续履行情况	备注（医院搬迁后处理情况）
1	口腔全景机	OC100	III	放射科	备案号： 202233088100000032	拟报废
2	口腔 CT	kaVo 3D eXami	III	放射科	备案号： 202233088100000032	拟搬迁
3	数字牙片机	CS 2100	III	口腔科	备案号： 202233088100000032	拟报废
4	DSA	UNIQ FD20	II	放射科	环评批复：衢环审 (2017) 1 号； 验收批复：衢环辐验 (2017) 3 号	拟搬迁；环评 批复：衢环江 建辐（2024）1 号；正在组织 环保自主验收
5	飞利浦 16 排 CT	MX16-slice 型	III	8 号楼 1 楼 CT3 机 房	备案号： 202233088100000032	拟搬迁
6	DSA	Azurion 5 M20	II	1 号楼 和 2 号 楼之间 DSA 机房	环评批复：衢环江建 辐（2024）2 号； 自主验收，公示时间 2025 年 9 月 25 日	拟搬迁；本项 目设备
7	GE16 排 CT 机	Optima CT540	III	放射科	备案号： 202233088100000032	拟搬迁
8	64 排 CT	SOMATOM Definition Edge	III	放射科	备案号： 202233088100000032	拟搬迁
9	飞利浦 16 排 CT 机	Brilliance 16	III	体检中 心	备案号： 202233088100000032	拟报废
10	床边 X 线机	HM-200	III	病房	备案号： 202233088100000032	拟报废
11	床边 X 线机	MUX-10J	III	病房	备案号： 202233088100000032	拟报废
12	X 射线骨密度 检测仪	Prodigy Advance	III	放射科	备案号： 202233088100000032	拟搬迁
13	DR	NOVA FA	III	放射科	备案号： 202233088100000032	拟报废
14	DR	DR 7500	III	体检中 心	备案号： 202233088100000032	拟报废

15	数字胃肠机	R200	III	放射科	备案号： 202233088100000032	拟报废
16	乳腺钼靶机	MAMMOMAT 3000	III	放射科	备案号： 202233088100000032	拟报废
17	移动 DR	6000B2	III	急诊	备案号： 202233088100000032	拟报废
18	飞利浦 C 臂机	BV-Endura	III	手术室	备案号： 202233088100000032	拟报废
19	飞利浦 C 臂机	BV-Endura R2 3	III	手术室	备案号： 202233088100000032	拟报废
20	DR	1000FC	III	放射科	备案号： 202433088100000138	拟搬迁

江山市人民医院迁建项目包括搬迁 6 台 III 类射线装置，2 台 II 类射线装置，设备情况见上表。对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），搬迁 6 台 III 类射线装置属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 III 射线装置的”，环评类别为环境影响登记表。医院待确认各个射线装置工作场所后，在射线装置搬迁前应填报环境影响登记表，并在辐射安全许可证上进行登记。搬迁 2 台 II 类射线装置属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置的”，环评类别为环境影响报告表。型号为 UNIQ FD20 的 DSA 射线装置，已取得衢州市生态环境局江山分局的环评批复（衢环江建辐〔2024〕1 号）。型号为 Azurion 5 M20 的 DSA 射线装置为本报告项目内容。

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，医院口腔全景机、数字牙片机、飞利浦 16 排 CT 机、床边 X 线机、DR、数字胃肠机、乳腺钼靶机、移动 DR 和飞利浦 C 臂机需要报废处理时，医院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主管部门核销。

1.6.2 原有核技术利用项目管理情况

(1) 辐射安全防护管理机构与辐射安全管理规章制度情况

医院已成立了放射安全与防护管理领导小组（见附件 5），并制定了一系列的辐射安全管理规章制度，包括辐射安全管理制度、放射事故应急预案、辐射安全个人防护制度、辐射工作人员培训管理制度、放射科岗位职责、监测计划、放射科设备维修保养制度和放射科防护用品使用管理制度等。

医院现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事现有相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案

管理等方面运行较好。

(2) 个人剂量检测与职业健康体检情况

医院现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案。根据医院最新已出具的现有辐射工作人员连续四个检测周期个人剂量检测报告（见附件 8），检测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业照射的剂量限值要求和本项目提出的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。

医院为现有辐射工作人员建有职业健康档案，辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行了职业健康检查，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据医院提供的近两年职业健康检查报告，现有辐射工作人员均可继续从事放射岗位工作。

(3) 辐射安全与防护培训考核情况

医院严格执行辐射工作人员培训考核制度，根据《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）、《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）和《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），现有辐射工作人员均参加了放射防护培训考核，考核合格且成绩在有效期内。

(4) 辐射工作场所管理情况

医院现有辐射工作场所均采取了符合标准要求的屏蔽防护措施，机房设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯等。根据不同项目的实际情况，划分有辐射防护控制区和监督区，并采取了分区管理，进行了积极、有效的管控。

医院每年定期委托有资质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。

(5) 辐射事故应急和年度评估

医院已制定放射事故应急预案（见附件 6），每年定期开展辐射事故应急演练，并及时对应急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。

医院已编制辐射安全与防护状况年度评估报告，对现有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，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	Azurion 5 M20	125	1000	影像诊断和介入治疗	医疗综合楼 1 层 DSA 机房	

(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	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	气态	/	/	/	/	/	/	不暂存，设置动力通风装置排放至大气外环境中
手术过程中产生的一次性注射器棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等	固态	/	/	/	/	/	/	采用专门的收集容器分类收集后暂存于机房东侧的污物间，转移到医院医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过; 2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订), 自2015年1月1日起施行修订版;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 自2003年9月1日起施行; 2016年7月2日第一次修正; 2018年12月29日第二次修正), 自2018年12月29日起施行修订版;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年6月28日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过), 自2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(1998年11月29日中华人民共和国国务院令 第253号发布施行; 2017年7月16日中华人民共和国国务院令 第682号令修订), 自2017年10月1日起施行修订版;</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005年9月14日经中华人民共和国国务院令 第449号公布, 2014年7月29日经中华人民共和国国务院令 第653号修订, 2019年3月2日经中华人民共和国国务院令 第709号修订), 自2019年3月2日起施行修订版;</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(中华人民共和国生态环境部令 第16号), 自2021年1月1日起施行;</p> <p>(7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017年第66号), 自2017年12月5日起施行;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011年4月18日环境保护部令 第18号), 自2011年5月1日起施行;</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006年1月18日国家环境保护总局令 第31号公布, 2008年12月6日经环境保护部令 第3号第一次修正, 2017年12月20日经环境保护部令 第47号第二次修正, 2019年8月22日经生态环境部令 第7号第三次修正, 2021年1月4日经生态环</p>
-------------	--

	<p>境部令第 20 号第四次修正), 自 2021 年 1 月 4 日起施行修改版;</p> <p>(10) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》(国环评[2017]4 号), 自 2017 年 11 月 22 日印发;</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过, 2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布), 自 2024 年 2 月 1 日起施行;</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号), 自 2020 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号), 自 2021 年 3 月 15 日起施行;</p> <p>(14) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145 号), 自 2006 年 9 月 26 日起施行;</p> <p>(15) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令第 288 号公布, 2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令第 321 号第一次修正, 2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令第 364 号公布第二次修正, 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布第三次修正), 自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版;</p> <p>(16) 《浙江省辐射环境管理办法》(2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令第 289 号公布, 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号修正), 自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版;</p> <p>(17) 《浙江省生态环境厅关于发布<省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2024 年本)>的通知》(浙环发〔2024〕67 号), 自 2025 年 2 月 2 日起施行;</p> <p>(18) 《江山市人民政府办公室关于印发江山市生态环境分区管控动态更新方案的通知》(江政办发〔2024〕24 号), 自 2024 年 8 月 16 日印发;</p> <p>(19) 《衢州市生态环境局关于发布<衢州市生态环境局市本级负责办理行政许可等事项清单(2024 年本)>的通知》(衢环发〔2024〕26 号), 自 2024 年 5 月 17 日起施行。</p>
技术	(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

标准	<p>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)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(6)《放射诊断放射防护要求》(GZB 130-2020);</p> <p>(7)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)。</p>
其他	<p>(1)《辐射防护手册》(第一分册),李德平、潘自强主编;</p> <p>(2)《辐射防护手册》(第三分册),李德平、潘自强主编;</p> <p>(3)《放射防护实用手册》,赵兰才、张丹枫;</p> <p>(4)《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》, NCRP Report No.147;</p> <p>(5)医院提供的其它与本项目有关的技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的实际情况，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定，本项目辐射环境评价范围取本项目 DSA 机房实体屏蔽物边界外 50m 的区域，具体评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

根据现场踏勘情况，本项目评价范围内主要为医院内部建筑物、院内道路和景观绿地，无学校、居民区、自然保护区、文物保护单位、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点。本项目环境保护目标为从事本项目辐射工作的职业人员及评价范围内活动的其他公众。本项目环境保护目标一览见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览

工作场所	环境保护目标	方位	距离本项目实体边界最近距离 (m)	规模	人员类别	年剂量约束值
本项目建筑内	DSA 内辐射工作人员	内部	/	15 人	职业人员	5mSv
	控制间	西侧	紧邻			
	污物间	东侧	紧邻	一般无人员停留	公众	0.25mSv
	设备间		紧邻	一般无人员停留		
	准备间		紧邻	约 1~2 人		
	走廊	南侧	紧邻	流动人员		
	谈话间	西侧	紧邻	约 1~2 人		
	走廊	北侧	紧邻	流动人员		
	卫生间	楼上	紧邻	流动人员		
	停车场	楼下	紧邻	流动人员		
本项目建筑周围	院内道路	东侧	21	流动人员		
	国际保健中心		31	约 100 人		
	院内道路	南侧	25	流动人员		
	景观绿地		44	流动人员		
	科研楼	北侧	16	约 100 人		
	本项目 50m 评价范围内其他公众	/	0~50	约 200 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的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

B1.1 职业照射

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；

B1.2 公众照射

B1.2.1 实践使公众中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) 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，本项目取剂量限值的 1/4，即年有效剂量不超过 5mSv 作为年剂量约束值。

②对于公众，本项目取剂量限值的 1/4，即年有效剂量不超过 0.25mSv 作为年剂量约束值。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

(1) 工作场所屏蔽体外剂量率控制水平

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 。

(2) 机房建设要求

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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

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

本项目 DSA 属于单管头 X 射线设备, 其机房最小有效使用面积和最小单边长度按《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中“单管头 X 射线设备(含 C 形臂, 乳腺 CBCT)”的要求执行。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

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

表 7-3 不同类型 X 射线装置设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向 铅当量 mmPb	非有用线束方向 铅当量 mmPb
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

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。

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：“——”表示不要求；
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。

7.3.3 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

（1）个人剂量检测

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月。

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

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

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

江山市人民医院位于浙江省衢州市江山市城东新城，项目地理位置见附图 1。本项目 DSA 机房位于医疗综合楼一层。辐射工作场所位置详见附图 5。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价的对象

DSA 机房及周边环境

8.2.2 监测因子

γ 辐射剂量率

8.2.3 监测点位

根据项目的平面布置及项目情况布设监测点位，并且在辐射工作场所边界及评价范围内关注的区域布设监测点位。

具体监测点位示意图 8-1 和图 8-2，监测点位情况见表 8-2。

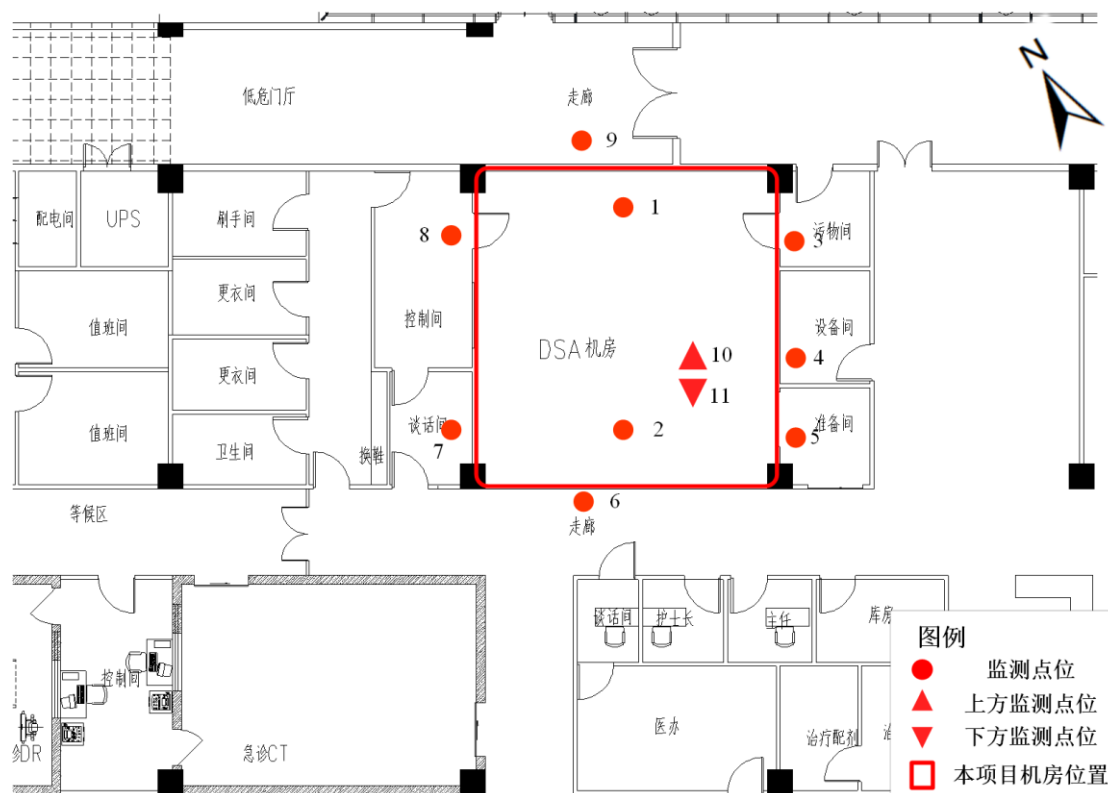


图 8-1 监测点位示意图 1



图 8-2 监测点位示意图 2

8.3 监测方案、质量保证措施和监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 环境现状评价的对象：DSA 机房及周边环境
- (2) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (3) 监测日期：2025 年 7 月 1 日
- (4) 监测方式：现场监测
- (5) 监测因子：X- γ 辐射剂量率
- (6) 监测频次：检测一次
- (7) 监测工况：辐射环境现状
- (8) 天气环境条件：温度：26℃，相对湿度：50%，晴
- (9) 监测报告编号：BG-GAHJ25380278-R
- (10) 监测仪器：见下表

8-1 监测仪器参数

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H+6150 AD-b/H
生产厂家	Automess
仪器编号	05038132
能量范围	38keV-7MeV
剂量率范围	模拟量程：10nSv/h-100 μ Sv/h；数字量程：1nSv/h-99.9 μ Sv/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	2025H21-20-5684514002
检定有效期	2025 年 01 月 06 日~2026 年 01 月 05 日

8.3.2 质量保证措施

(1) 本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有浙江省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

(2) 采用国家有关部门颁布的监测标准方法，监测人员持有合格证书上证。

(3) 监测仪器每年定期经计量部门检定或校准，符合要求后方可使用。

(4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(5) 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。

(6) 报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境各监测点位的监测结果见表 8-2。

8-2 γ 辐射剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)	备注
1#	DSA 机房内 1 号点位	84 \pm 3	室内
2#	DSA 机房内 2 号点位	79 \pm 2	室内
3#	污物间	82 \pm 2	室内
4#	设备间	83 \pm 2	室内

5#	准备间	69±2	室内
6#	走廊	67±1	室内
7#	谈话间	74±1	室内
8#	控制间	82±1	室内
9#	走廊	79±3	室内
10#	上方卫生间	102±1	室内
11#	下方停车场	83±1	室内
12#	景观绿地拟建位置	58±1	室外
13#	国际保健中心拟建位置	72±1	室内
14#	科研楼拟建位置	71±3	室内
15#	行政楼拟建位置	80±1	室内
16#	医疗综合楼拟建位置	79±1	室内
17#	宿舍楼拟建位置	75±2	室内
18#	病房楼 C 区拟建位置	76±1	室内
19#	病房楼 A 区拟建位置	79±1	室内
20#	病房楼 B 区拟建位置	80±2	室内
21#	高压氧舱拟建位置	88±2	室内
22#	发热楼拟建位置	72±1	室内
23#	感染楼拟建位置	80±3	室内
24#	经一路	62±1	室外
25#	规划道路	45±2	室外
26#	江滨东路	37±1	室外
27#	纬十路	46±1	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；
2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；
3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.08，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 24nGy/h。

8.4 对环境现状调查结果的评价

根据表 8-2 的监测结果表明，本项目 DSA 机房及周围环境室内 γ 辐射剂量率在 67nGy/h~102nGy/h，即 $6.7\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 10.2\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；室外（道路） γ 辐射剂量率范围

为 37nGy/h~62nGy/h，即 $3.7 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 6.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 。

由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，浙江省室内 γ 辐射剂量率在 $4.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 46.7 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间，室外道路 γ 辐射剂量率在 $1.3 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 22.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间。

可见本项目 DSA 机房及周围环境辐射剂量率处于当地天然辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目主体工程环境影响分析已包含在《江山市人民医院迁建项目环境影响报告书》中，《江山市人民医院迁建项目环境影响报告书》于 2023 年 2 月取得衢州市生态环境局出具的《关于江山市人民医院迁建项目环境影响报告书的审查意见》（衢环江建（2023）5 号）。

本次施工期主要评价内容为：防护装修施工（含铅防护门、铅玻璃窗安装，视频、监控，配套用房装修等）及设备安装调试的环境影响。施工期工艺流程及产污环节如下：

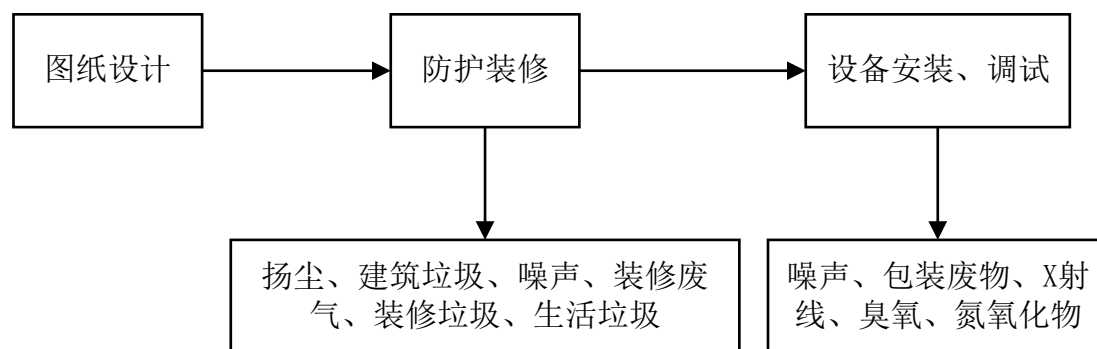


图9-1 施工期工艺流程及产污环节

（1）废水

施工人员产生的生活污水产量较小，经医院污水处理站处理后纳入市政污水管网。

（2）废气

施工过程中会产生扬尘，主要是机房墙体砌筑和防护装修过程中产生的扬尘。

机房装修过程会产生装修废气，在加强通风和室内空气净化措施后，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。

（3）噪声

施工期噪声包括各类机械、运输材料的噪声以及机房墙体砌筑产生的噪声，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。

（4）固废

施工过程中会产生建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾部分回收利用，剩余部分由施工单位外运至建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾产生量不大，由医院进

行统一集中收集，并交由当地环卫部门清运。

(5) 设备安装调试期间的工艺分析

设备安装调试过程中主要污染包括设备的包装废物和调试时产生的 X 射线。安装过程中产生的包装废物由环卫工人运走统一清运，设备的安装调试均在已有的机房内完成，屏蔽墙等屏蔽措施已建成，具有足够的辐射屏蔽能力，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的，不会对环境产生明显影响。X 射线与空气作用会产生少量臭氧和氮氧化物，经过 DSA 机房动力通风装置排出室外，能够满足机房的通风换气要求。

9.2 工程设备和工艺分析

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接收器、X 线管头、显示器、导管床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成，其整体外观示意图如图 9-2 所示。

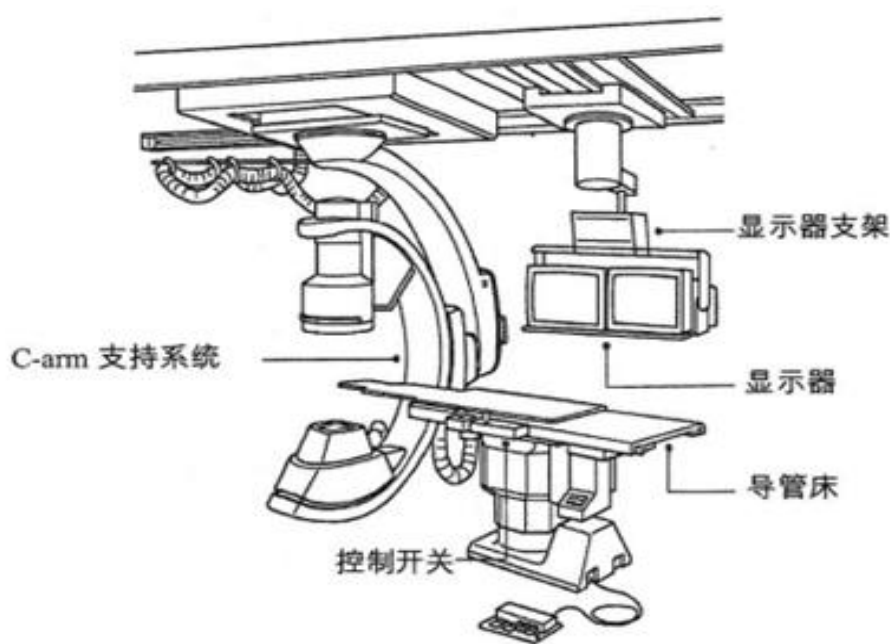


图9-2 典型DSA射线装置整体外观示意图

9.2.2 工作原理

DSA 产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加

热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构如图 9-3 所示。

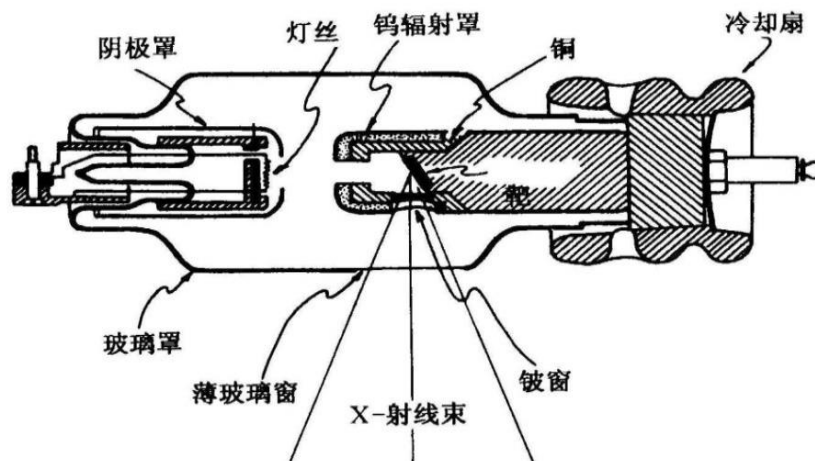


图9-3 典型X射线管结构图

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。

工作方式：在医学影像系统监视引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸注射、引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等。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。

9.2.3 工艺流程与产污环节

本项目 DSA 装置操作一般由 2 名医生、1 名护士和 1 名技师负责开展。

医生在 DSA 引导下进行一系列的介入检查与诊疗手术。在手术过程中，介入手术医生必须在床旁并在 X 射线导视下进行操作。DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，图像采集（摄影）。操作人员采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。根据手术方案，图像采集时间不同，一般

不超过 1min。一般情况下，除临床不可接受的情况外，图像采集（摄影）时介入医生离开 DSA 机房，在控制间内等候，待图像采集（摄影）结束后进入 DSA 机房。

第二种情况，透视。病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时介入手术医生位于铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辅助防护设施后，身着铅橡胶围裙铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、佩戴铅防护眼镜，穿戴铅防护手套等个人防护用品后在 DSA 机房内对病人进行介入手术，透视时间根据手术不同差异较大，单台手术曝光时间累积一般不超过 20min。

工作流程说明：

①医生根据患者预约安排手术，并在手术前告知患者在手术过程中可能受到一定的辐射照射；

②病人由护士通过受检者防护门送入 DSA 机房，在指导下进行摆位，在确认机房没有无关人员滞留后，关闭防护门；

③对患者进行无菌消毒、麻醉后，经穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，经鞘插入导管。医生利用脚踏板开关启动 X 射线系统进行透视。此过程中医生穿戴铅衣、铅围脖、佩戴铅眼镜等个人防护用品进行防护

④导管到位后，工作人员退出机房至控制间通过设备自动对患者注射造影剂，开启设备，摄影采集图像。此过程中，摄影工况图像采集时，工作人员不在机房内停留，均位于控制间。

⑤介入手术完成后，拔管按压穿刺部位后包扎，关闭射线装置。

DSA 摄影和透视操作流程及产污环节如图 9-4 所示。

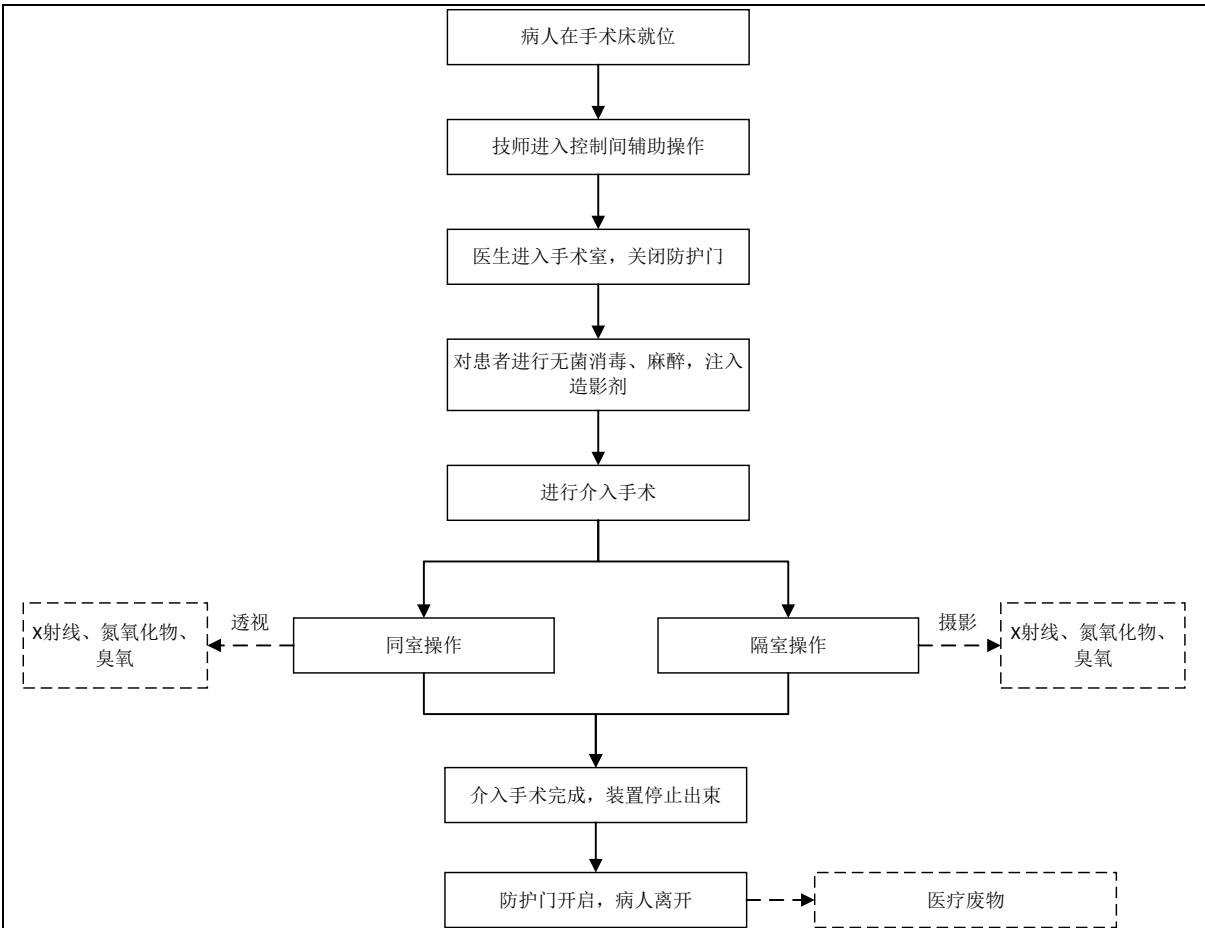


图9-4 项目工作流程及产污环节示意图

综上所述，DSA 在开机运行时，产生的污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物，无放射性废气、废液及固体废物产生。

9.2.4 人流和物流的路径规划

① 工作人员路径

医护人员及技师经南侧走廊进入换鞋间、更衣间和刷手间，穿戴清洁完成后，进入控制间，技师在控制间内进行设备操作，医护人员经工作人员防护门进入 DSA 机房内部进行手术。

② 患者路径

患者沿南侧走廊经准备间进入 DSA 机房内部接受手术。

③ 污物路径

手术结束后，由工作人员将污物从 DSA 机房东侧防护门运于污物间暂存，后于北侧走廊运出。

本项目 DSA 机房人流物流路径规划如图 9-5 所示。

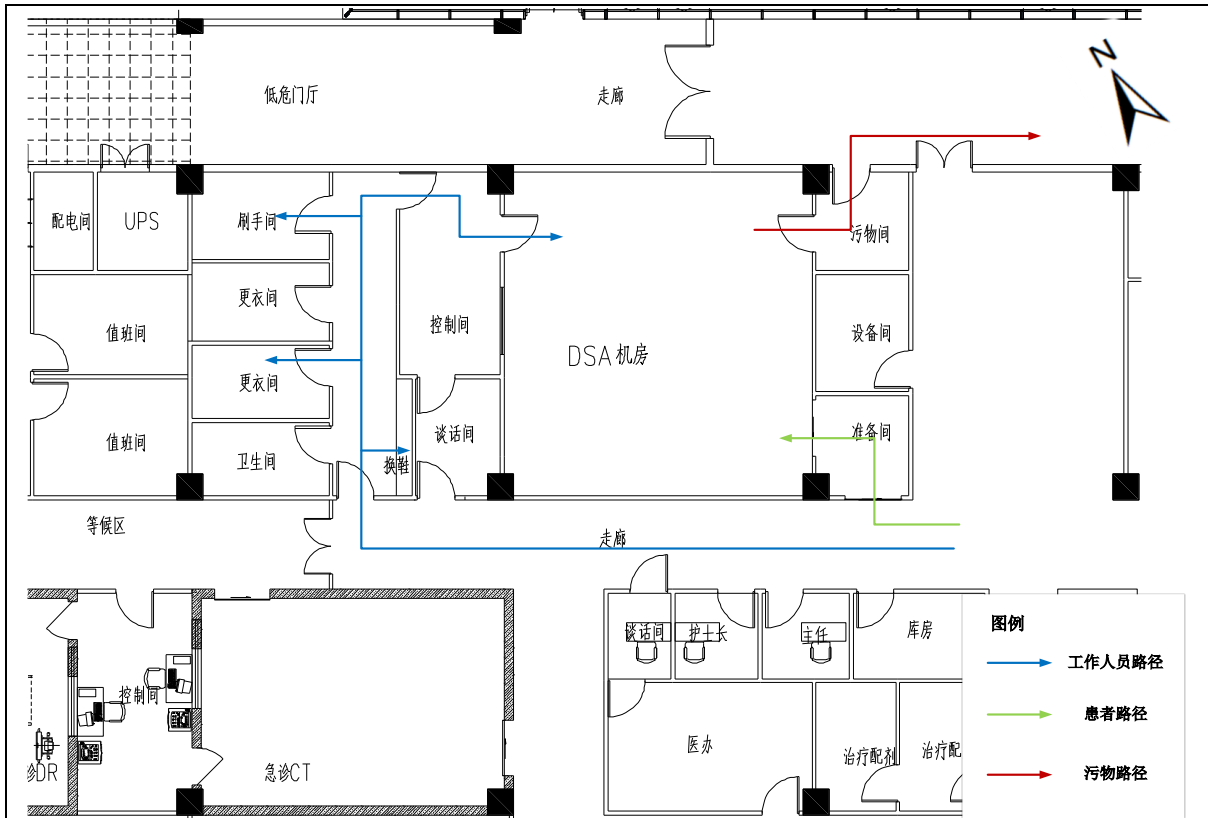


图9-5 本项目DSA机房人流物流路径规划图

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况下污染源项描述

(1) X 射线

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，污染因子主要为 X 射线。

结合医院提供的资料及相关参考资料，本项目 DSA 的技术参数见下表。

9-1 本项目 DSA 主要技术参数

设备位置	医疗综合楼 1 层 DSA 机房			
技术参数	最大管电压 125kV/最大管电流 1000mA			
过滤材料	2.5mmAl			
照射野	100cm ²			
工况模式	摄影	最大常用电压 100kV 最大常用电流 500mA	1m 处发射率	0.09mGy/mA·s
	透视	最大常用电压 90kV 最大常用电流 15mA		0.075mGy/mA·s

泄漏辐射源强	离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 1mGy/h
<p>注：1.DSA 出束分摄影和透视两种模式。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留不小于 30% 的裕量，即管电压控制在 100kV 以下，透视管电流通常为几十 mA，摄影功率较大，管电流通常为几百 mA。本项目保守取医院摄影和透视常用最大运行工况的参数进行计算。《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1，当 X 射线过滤材料为 2.5mmAl，管电压为 100kV 时，发射率常数取值 0.09mGy/mA s，管电压为 90kV 时，发射率常数取值 0.075mGy/mA s.；</p> <p>2. 根据《医用电气设备第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）。X 射线管组件和 X 射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，距焦点 1m 处，1h 内在任一 100cm² 区域的空气比释动能不超过 1mGy/h。</p>	
<p>(2) 废气</p>	
<p>X 射线与空气作用会产生的少量臭氧和氮氧化物，但由于本项目产生的臭氧和氮氧化物也较少。本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置，可以保证机房内有良好的通风。臭氧和氮氧化物经通排风系统收集后最终从医疗综合楼楼顶排放，臭氧和氮氧化物排入大气环境后，经自然分解，对周围环境影响较小。</p>	
<p>(3) 固废</p>	
<p>本项目射线装置运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术进行打印，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光性危险废物。</p>	
<p>本项目射线装置正常运行期间固废主要为手术过程中产生的一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等手术期间的医疗废物，属危险废物（废物类别：HW01 医疗废物，废物代码：841-001-01、841-002-01、841-003-01、841-004-01、841-005-01）。该部分固废采用专门的收集容器分类收集后暂存于机房东侧的污物间，转移到医院医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置。</p>	
<p>(4) 射线装置报废管理要求</p>	
<p>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主管部门核销。</p>	
<p>9.3.2 非正常工况污染源项描述</p>	
<p>(1) 射线装置机房门灯连锁装置发生故障时，人员误入正在运行的射线装置机房，对人员造成误照射；</p>	
<p>(2) 由于工作人员或病人家属还未全部撤离机房，控制间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；</p>	
<p>(3) X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。</p>	
<p>非正常工况下产生的污染物与正常工况下相同。</p>	

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

本项目 DSA 机房位于医疗综合楼 1 层中部东南侧。DSA 机房东侧为污物间、设备间和准备间，南侧为走廊，西侧为控制间和谈话间，北侧为走廊；上方为卫生间，下方为停车场。经分析可知，DSA 机房主射方向主要由下朝上，辐射工作场所独立区分，通道路径简洁明了，不易因布局而产生辐射安全危害，因此 DSA 机房布局合理可行。

本层布局图见附图 5，手术室六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 工作场所周边环境布局一览表

机房名称	机房位置	方位	周边房间及场所
DSA 机房	江山市城东新城医疗综合楼 1 层	东	污物间、设备间和准备间
		南	走廊
		西	控制间和谈话间
		北	走廊
		楼上	卫生间
		楼下	停车场

本项目射线装置机房位于江山市城东新城医疗综合楼 1 层，机房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。

受检者防护门设于东墙，医护防护门和铅玻璃观察窗设于西墙，东墙设污物转出防护门。工作人员从西侧控制间进出，患者从东侧准备间进出，医疗废物由东侧防护门运出后转入污物间暂存，污物转运路线和患者、医护走廊分开设置。因此项目工作场所区域划分明确，布局合理。

10.1.2 分区原则和区域划分情况

(1) 分区原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，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。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。

(2) 辐射防护分区管理情况

结合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中相关要求，本项目 DSA 辐射防护分区管理情况见表 10-2 和图 10-1。

表 10-2 辐射防护分区管理情况

场所	控制区	监督区
DSA	DSA 机房内部	DSA 机房配套控制间、设备间、谈话间、准备间、污物间以及机房周边 1m 范围内

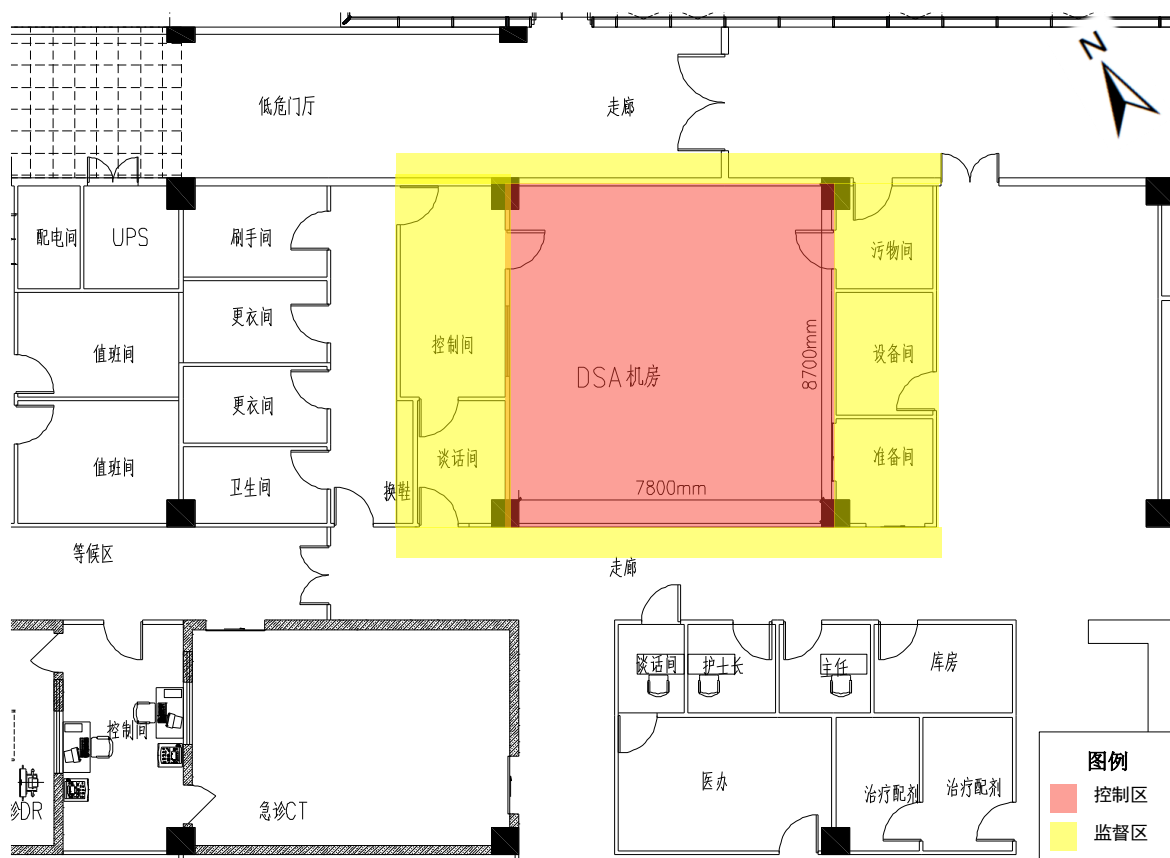


图10-1 本项目DSA工作场所辐射防护分区管理情况示意图

(3) 两区管控要求

①控制区防护手段与安全措施

a、控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志，并以红色地标线警示控制区的边界；

- b、制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- c、运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁、门禁和联锁装置）限制进出控制区；
- d、定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界；

②监督区防护手段与安全措施

- a、以黄线警示监督区的边界；
- b、在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- c、定期检查该区的条件，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。

10.1.3 工作场所辐射屏蔽防护设计

本项目 DSA 装置工作场所为医疗综合楼 1 层 DSA 机房，其辐射防护屏蔽设计详见表 10-3、表 10-4。

本项目 DSA 机房等效铅当量符合性分析均按照 125kV(主束)条件下的屏蔽衰减拟合参数计算。此条件下，120mm 混凝土等效铅当量厚度为 1.44mmPb，180mm 混凝土等效铅当量厚度为 2.32mmPb。

依据 DSA 机房防护设计方案和《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，本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施符合性分析结果见表 10-3，机房规格与标准对照分析见表 10-4。

表 10-3 机房辐射屏蔽防护设计对照分析

机房名称	防护设施	屏蔽材料及厚度	铅当量 (mmPb)	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求	符合情况
DSA 机房	四侧墙体	轻钢龙骨+4mm 铅板	4	有用线束方向铅当量为 2mmPb，非有用线束方向铅当量为 2mmPb	符合
	顶棚	120mm 混凝土+4mm 铅板	5.44		符合
	地坪	180mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥	7.32		符合
	防护门（3 扇）	内衬 4mm 铅板	4		符合
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4		符合

注：

- 1.混凝土密度为 2.35g/cm³，硫酸钡水泥不小于 2.79g/cm³。
- 2.折算铅当量参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中附录 C 中式（C.1）、式（C.2）及表 C.2，得顶棚 120mm 混凝土（125kV 主束方向）折算为 1.44mmPb，地坪 180mm 混凝土（125kV 主束方向）

折算为 2.32mmPb。硫酸钡水泥密度不低于 2.79g/cm³，参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 6.14（在 120kV 条件下，9.5mm 钡水泥等效屏蔽厚度折算为 1.0mmPb），故此项目中 50mm 硫酸钡水泥在 125kV 下近似铅当量保守按照 5.0mmPb 换算。

表 10-4 机房规格与标准对照分析

机房名称	拟设置情况		《放射诊断放射防护要求》 (GBZ 130-2020) 要求		符合情况
	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	最小有效使用 面积 (m ²)	
DSA 机房	7.80	67.86	3.5	20	符合

根据上表可知，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，其四侧墙体、顶棚、地坪、防护门以及观察窗均采取的辐射屏蔽防护设计并充分考虑了邻室（含楼上及楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房的防护设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。

10.1.4 辐射安全和防护、环保相关设施

(1) 设备固有安全性

本项目 DSA 射线装置已确定向正规厂家购买，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采用栅控技术：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与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

③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（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④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于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备有相应的表征剂量的指示装置，当机房内出现超剂量照射时会出现报警提醒。

⑥急停按钮：介入手术床旁设置急停按钮（各开关串联并与 X 射线系统连

接)。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停按钮，可停止 X 射线系统出束，并在急停按钮旁设置醒目的中文提示：

⑦常断式透视开关：配有透视限时装置，机房内具有工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

(2) 距离防护

周边公众主要依托放射工作场所的屏蔽墙体、防护门和楼板屏蔽射线，同时机房将严格按照控制区和监督区的划分实行“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疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。另外，对本项目工作人员进行分组，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当介入治疗工作人员单个监测周期超过 1.25mSv（检测周期一般为 3 个月）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直接从事介入放射学工作。

(4) 其他辐射安全防护措施

①机房设有观察窗和双向交流对讲系统各 1 套，观察窗位置能够观察到受检者状态及防护门开闭情况。

②机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物。

③本项目机房采用动力通风装置进行通风，能够满足机房的通风换气要求。

④本项目机房门外设电离辐射警告标志，机房防护门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱设有“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句。

⑤工作人员防护门为平开机房门，设置有自动闭门装置；患者防护门为电动推拉门，拟设置防夹装置；拟设置工作状态指示灯，灯与门有效关联。

⑥设备配备可升降的含铅挡板或悬挂防护屏，床侧配套防护铅帘，以减少对手术医生的受照剂量。

⑦机房内布局合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置。

⑧控制间墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

⑨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。受检者不在各机房内候诊，手术期间，陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。

⑩本项目所有辐射工作人员需佩戴个人剂量计，对于在机房内开展手术的辐射工作人员除穿戴铅防护服外，宜佩戴双剂量计，分别在铅围裙外锁骨对应的领口位置、铅围裙内躯干上各佩戴一个个人剂量计，定期进行个人剂量监测，建立个人剂量档案;经定期进行职业健康体检，建立个人职业健康档案。医院已配置 1 台环境辐射巡测仪可对机房周围辐射水平进行自行监测。

⑪机房候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

⑫本项目 DSA 射线装置具有记录受检者剂量的装置，能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，并能追溯到受检者的受照剂量。

本项目 DSA 机房辐射安全防护设施示意图 10-2。

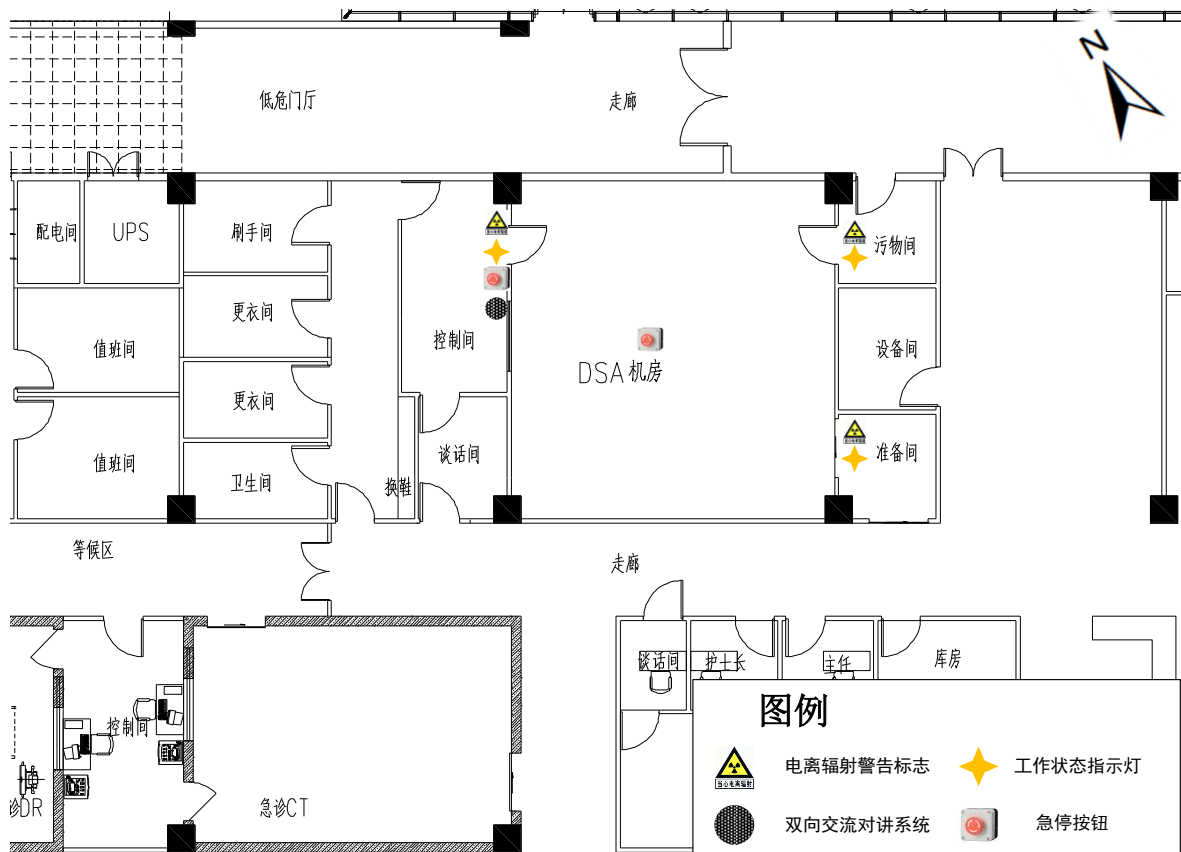


图 10-2 本项目 DSA 机房辐射安全防护设施示意图

(5) 机房辐射安全与防护措施

本项目 DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求按照《放

射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配备。

表 10-5 本项目放射机房拟配备个人防护用品和辅助防护措施一览表

机房名称	人员类型	《放射性同位素与射线装置放射防护要求》(GB2130-2020) 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、床侧防护罩选配；移动铅防护屏风	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，各 4 套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护罩，各 1 件	符合
	患者	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，成人与儿童各 1 套	-	符合

注：

防护手套铅当量不小于 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、床侧防护罩铅当量不小于 0.5mmPb。

（6）本项目射线装置机房辐射防护措施配置符合性分析

本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中关于 X 射线装置机房防护设施技术要求的符合性分析见表 10-6。

表 10-6 本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）符合性分析表

《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求	本项目拟配置情况	符合性
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。	本项目 DSA 机房正上方为卫生间，正下方为停车场。机房顶棚、墙体及防护门、观察窗均采取了符合标准要求的防护措施，机房充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	符合
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 单管头 X 射线设备机房有效使用面积不小于 20m ² ，单边长不小于 3.5m。	本项目 DSA 机房的有效使用面积为 67.86m ² ，机房长度 8.70m，宽度 7.80m。能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中机房有效使用面积 20m ² ，最小单边长度 3.5m 的要求。	符合
6.2.1 C 形臂 X 射线设备机房：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。 6.2.3 机房的门和窗关闭时，也要满足 6.2.1 的要求。	本项目 DSA 机房四侧墙面采用轻钢龙骨+4mm 铅板、顶棚采用 120mm 混凝土+4mm 铅板，地面采用 180mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥。机房防护门窗、门窗框、套及企口均采用 4mm 铅板防护。机房观察窗安装 4mmPb 铅玻璃。	符合

<p>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。</p> <p>7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。</p>	<p>机房与控制间设有铅玻璃观察窗，其设置的位置便于观察到患者和受检者的状态。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p> <p>6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p>	<p>本项目射线装置有用线束未直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位，机房内设有动力通风系统。机房内无与该设备诊断工作无关的杂物。</p>	<p>符合</p>
<p>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“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>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。</p> <p>6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。</p> <p>7.1.5 X 射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。</p>	<p>本项目机房门外均设置电离辐射警告标志，机房门上方有醒目的工作状态指示灯和可视警示语句。受检者防护门为电动推拉式门，工作人员防护门和污物防护门为平开机房门；机房门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏；电动推拉式机房门设有防夹装置，平开机房门设有自动闭门装置，同时设有门灯联锁装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。已在候诊区设置放射防护注意事项告知栏。</p>	<p>符合</p>
<p>6.5.1 对于介入放射学，工作人员个人防护用品：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，辅助防护设施：铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏；受检者个人防护用品：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套。</p>	<p>本项目 DSA 机房分别配备辐射工作人员用的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品，受检者使用的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等个人防护用品。</p>	<p>符合</p>
<p>6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb。</p>	<p>本项目 DSA 射线装置自带铅悬挂防护屏，床侧防护帘等辅助防护措施，铅当量均为 0.5mm。本项目配备辐射工作人员用的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品，铅当量均为 0.5mm；儿童防护用品铅当量不小于 0.5mmPb。</p>	<p>符合</p>

由上表可知，本项目的各项辐射防护设施均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的有关规定。

10.2 三废的治理

根据工艺分析，本项目 DSA 运行时无放射性废气、废液及固体废物产生。

(1) 废气

X 射线与空气作用会产生少量臭氧和氮氧化物，但由于本项目产生的臭氧和氮氧化物也较少。本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置，可以保证机房内有良好的通风。臭氧和氮氧化物经通排风系统收集后最终从医疗综合楼楼顶排放，臭氧和氮氧化物排入大气环境后，经自然分解，对周围环境影响较小。

(2) 固废

本项目射线装置运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术进行打印，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光性危险废物。

本项目射线装置正常运行期间固废主要为手术过程中产生的一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等手术期间的医疗废物，属危险废物（废物类别：HW01 医疗废物，废物代码：841-001-01、841-002-01、841-003-01、841-004-01、841-005-01）。该部分固废采用专门的收集容器分类收集后暂存于机房东侧的污物间，转移到医院医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置。

(3) 射线装置报废管理要求

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主管部门核销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

本项目施工期环境影响已在江山市人民医院迁建项目环境影响报告书有关章节进行评价，本次不再做相关评价。

11.1.2 设备安装调试期环境影响分析

设备的安装调试应请设备厂家专业人员进行，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，在各个机房门外设立电离辐射警告标志，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。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 设备参数

本项目 DSA 位于医疗综合楼 1 层 DSA 机房内，设备尚未投入使用，本报告对 DSA 机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。

本项目 DSA 设备参数、运行工况和机房防护情况见表 9-1。

11.2.2 机房周围剂量率评价

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

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

式中：

\dot{K} —离靶 1 (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 —距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mAs)；

$r_0=1\text{m}$ ；

r —源至关注点的距离，m。

表 11-1 DSA 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表

设备	运行模式	过滤材料 (Al) 厚度 (mm)	距靶 1m 处的发射率常数 (mGy/mAs)	最大常用电压 (kV)	最大常用电流 (mA)	距靶 1m 处的空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)
DSA	摄影	2.5	0.09	100	500	1.62×10^8
	透视	2.5	0.075	90	15	4.05×10^6

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 0.3m，患者距地面 0.8m。取医生手术位（第一术者位、第二术者位）、控制间操作位、防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、机房上方距地面 100cm、地面下方距楼下地面 170cm 处为预测点位。预测点位见图 11-1，关注点位情况表 11-2。

表 11-2 关注点位情况一览表

关注点位		方位	距辐射源点（靶点）最近距离	与病人的最近距离
			m	m
1#术者位	第一术者位	机房内	0.9	0.6
	第二术者位		1.2	1
2#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处（污物间）		东侧	4.3	4.3
3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处（设备间）		东侧	4.1	4.1
4#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处（准备间）		东侧	4.4	4.4
5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处（走廊）		南侧	3.6	3.6
6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处（谈话间）		西侧	4.4	4.4
7#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处（控制间）		西侧	4.1	4.1
8#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处（控制间）		西侧	4.3	4.3
9#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处（走廊）		北侧	3.4	3.4
10#DSA 机房楼上离地 100cm 处		上方	6.1	5.6
11#DSA 机房楼下离地 170cm 处		下方	4	4.5

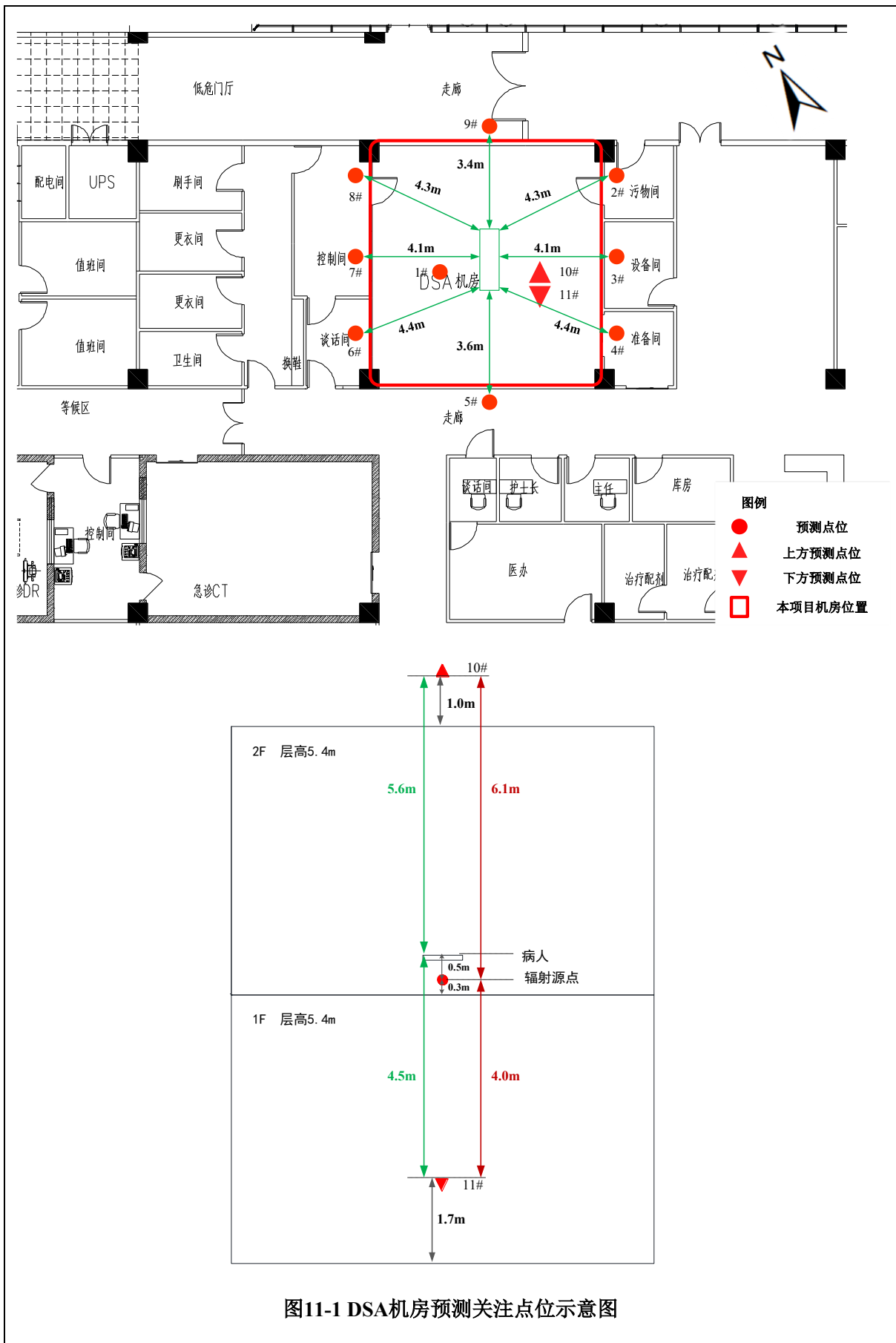


图11-1 DSA机房预测关注点位示意图

DSA 设备的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。根据《辐射防护手册(第三分册)》3.3.3.2 章节，由于透视 X 射线机的初级 X 线完全被荧光屏或影像增强器所捕集，只要对次级 X 线进行屏蔽。对于摄影用 X 线机房，则要考虑初级 X 线可能照射墙壁和地板，除非在胶片盒后面设置初级 X 线捕集器否则摄影 X 线机房的屏蔽墙厚度应按屏蔽初级射线的要求设计。本项目 DSA 装置为单管头设备，由于 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers, P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography, P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，下述影响分析计算主要考虑泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

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

①病人体表散射屏蔽估算

$$\dot{H}_S = \frac{\dot{H}_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

\dot{H}_S —预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

\dot{H}_0 —距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α —患者对 X 射线的散射比（90°方向）；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取 0.0013。

s —散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 —源与病人的距离，m，取 0.5m；

d_s —病人与预测点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按照式（11-3）计算。

②B 屏蔽透射因子

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

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

式中：

B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料厚度，mm；

α 、 β 、 γ —屏蔽材料对一定管电压X射线散射辐射衰减的有关的三个拟合参数。

具体见表11-3。

表 11-3 铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	铅		
	α	β	γ
100kV (主束)	2.500	15.28	0.7557
100kV (散射)	2.507	15.33	0.9124
90kV	3.067	18.83	0.7726

100kV摄影散射和90kV透视辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表11-4。

表 11-4 100kV 摄影散射和 90kV 透视辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

工作模式	预测点位	屏蔽材料	铅当量厚度	α	β	γ	B
摄影 (100kV/500mA)	2#DSA 机房东侧 防护门外 30cm 处 (污物间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	3#DSA 机房东侧 防护墙外 30cm 处 (设备间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	4#DSA 机房东侧 防护门外 30cm 处 (准备间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	5#DSA 机房南侧 防护墙外 30cm 处 (走廊)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	6#DSA 机房西侧 防护墙外 30cm 处 (谈话间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	7#DSA 机房西侧 观察窗外 30cm 处 (控制间)	4mmPb 铅玻 璃	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	8#DSA 机房西侧 防护门外 30cm 处 (控制间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	9#DSA 机房北侧 防护墙外 30cm 处 (走廊)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	10#DSA 机房楼上 离地 100cm 处	120mm 混凝 土+4mm 铅	5.44mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.39E-07

		板					
	11#DSA 机房楼下 离地 170cm 处	180mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥	7.32mmPb	2.507	15.33	0.9124	1.25E-09
透视 (90kV/15mA)	1#第一术者位(身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 防护帘	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
	1#第一术者位(身体铅衣外)	0.5mmPb 防护帘	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
	1#第二术者位(身体铅衣内)	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 防护帘	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
	1#第二术者位(身体铅衣内)	0.5mmPb 防护帘	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
	2#DSA 机房东侧 防护门外 30cm 处 (污物间)	4mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	3#DSA 机房东侧 防护墙外 30cm 处 (设备间)	4mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	4#DSA 机房东侧 防护门外 30cm 处 (准备间)	4mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	5#DSA 机房南侧 防护墙外 30cm 处 (走廊)	4mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	6#DSA 机房西侧 防护墙外 30cm 处 (谈话间)	4mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	7#DSA 机房西侧 观察窗外 30cm 处 (控制间)	4mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	8#DSA 机房西侧 防护门外 30cm 处 (控制间)	4mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	9#DSA 机房北侧 防护墙外 30cm 处 (走廊)	4mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	10#DSA 机房楼上 离地 100cm 处	120mm 混凝土+4mm 铅板	5.44mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.46E-09
	11#DSA 机房楼下 离地 170cm 处	180mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥	7.32mmPb	3.067	18.83	0.7726	1.40E-11

各预测点位散射辐射剂量计算参数及结果见表 11-5。

表 11-5 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	\dot{H}_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	α	B	d_0 (m)	d_s (m)	\dot{H}_s ($\mu\text{Gy/h}$)
(100kV/500mA) 摄影	2#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (污物间)	1.62×10^8	0.0013	5.14×10^{-6}	0.5	4.3	5.85×10^{-2}
	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	1.62×10^8	0.0013	5.14×10^{-6}	0.5	4.1	6.44×10^{-2}
	4#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (准备间)	1.62×10^8	0.0013	5.14×10^{-6}	0.5	4.4	5.59×10^{-2}
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	1.62×10^8	0.0013	5.14×10^{-6}	0.5	3.6	8.35×10^{-2}
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (谈话间)	1.62×10^8	0.0013	5.14×10^{-6}	0.5	4.4	5.59×10^{-2}
	7#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (控制间)	1.62×10^8	0.0013	5.14×10^{-6}	0.5	4.1	6.44×10^{-2}
	8#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (控制间)	1.62×10^8	0.0013	5.14×10^{-6}	0.5	4.3	5.85×10^{-2}
	9#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	1.62×10^8	0.0013	5.14×10^{-6}	0.5	3.4	9.36×10^{-2}
	10#DSA 机房楼上 离地 100cm 处	1.62×10^8	0.0013	1.39×10^{-7}	0.5	5.6	9.34×10^{-4}
	11#DSA 机房楼下 离地 170cm 处	1.62×10^8	0.0013	1.25×10^{-9}	0.5	4.5	1.30×10^{-5}
	(90kV/15mA) 透视	1#第一术者位(身体 铅衣内)	4.05×10^6	0.0013	4.08×10^{-3}	0.5	0.6
1#第一术者位(身体 铅衣外)		4.05×10^6	0.0013	2.52×10^{-2}	0.5	0.6	3.68×10^2
1#第二术者位(身体 铅衣内)		4.05×10^6	0.0013	4.08×10^{-3}	0.5	1	2.15×10^1
1#第二术者位(身体 铅衣内)		4.05×10^6	0.0013	2.52×10^{-2}	0.5	1	1.32×10^2
2#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (污物间)		4.05×10^6	0.0013	3.69×10^{-7}	0.5	4.3	1.05×10^{-4}
3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)		4.05×10^6	0.0013	3.69×10^{-7}	0.5	4.1	1.16×10^{-4}

4#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (准备间)	4.05×10 ⁶	0.0013	3.69E-07	0.5	4.4	1.00E-04
5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	4.05×10 ⁶	0.0013	3.69E-07	0.5	3.6	1.50E-04
6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (谈话间)	4.05×10 ⁶	0.0013	3.69E-07	0.5	4.4	1.00E-04
7#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (控制间)	4.05×10 ⁶	0.0013	3.69E-07	0.5	4.1	1.16E-04
8#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (控制间)	4.05×10 ⁶	0.0013	3.69E-07	0.5	4.3	1.05E-04
9#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	4.05×10 ⁶	0.0013	3.69E-07	0.5	3.4	1.68E-04
10#DSA 机房楼上离地 100cm 处	4.05×10 ⁶	0.0013	4.46E-09	0.5	5.6	7.48E-07
11#DSA 机房楼下离地 170cm 处	4.05×10 ⁶	0.0013	1.40E-11	0.5	4.5	3.63E-09

③ 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用式 11-4 进行计算。

$$\dot{H}_L = \frac{\dot{H}_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

\dot{H}_L —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

\dot{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 1000 $\mu\text{Gy/h}$ ；

d —靶点距关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按照式 (11-3) 计算。

泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-6。

表 11-6 100kV 泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	屏蔽材料	铅当量厚度	α	β	γ	B
2#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (污物间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06

3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
4#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (准备间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (谈话间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
7#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (控制间)	4mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
8#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (控制间)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
9#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	4mm 铅板	4.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
10#DSA 机房楼上离地 100cm 处	120mm 混凝土 +4mm 铅板	5.44mmPb	2.500	15.28	0.7557	9.25E-08
11#DSA 机房楼下离地 170cm 处	180mm 混凝土 +50mm 硫酸钡水泥	7.32mmPb	2.500	15.28	0.7557	8.41E-10

各预测点位泄漏辐射剂量计算参数及结果见下表11-7。

表 11-7 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	\dot{H}_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	B	d (m)	\dot{H}_L ($\mu\text{Gy/h}$)
摄影 (100kV/500mA)	2#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (污物间)	1×10^3	3.39E-06	4.3	1.83E-04
	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	1×10^3	3.39E-06	4.1	2.02E-04
	4#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (准备间)	1×10^3	3.39E-06	4.4	1.75E-04
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	1×10^3	3.39E-06	3.6	2.61E-04
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (谈话间)	1×10^3	3.39E-06	4.4	1.75E-04
	7#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (控制间)	1×10^3	3.39E-06	4.1	2.02E-04
	8#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (控制间)	1×10^3	3.39E-06	4.3	1.83E-04
	9#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	1×10^3	3.39E-06	3.4	2.93E-04
	10#DSA 机房楼上离地 100cm 处	1×10^3	9.25E-08	6.1	2.49E-06
	11#DSA 机房楼下离地 170cm 处	1×10^3	8.41E-10	4.0	5.26E-08
	(90kV/15mA) 透视	1#第一术者位(身体铅衣内)	1×10^3	4.08E-03	0.9
1#第一术者位(身体铅衣外)		1×10^3	2.52E-02	0.9	3.11E+01
1#第二术者位(身体铅衣内)		1×10^3	4.08E-03	1.2	2.83E+00
1#第二术者位(身体铅衣内)		1×10^3	2.52E-02	1.2	1.75E+01

	2#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (污物间)	1×10 ³	3.69E-07	4.3	2.00E-05
	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	1×10 ³	3.69E-07	4.1	2.20E-05
	4#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (准备间)	1×10 ³	3.69E-07	4.4	1.91E-05
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	1×10 ³	3.69E-07	3.6	2.85E-05
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (谈话间)	1×10 ³	3.69E-07	4.4	1.91E-05
	7#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (控制间)	1×10 ³	3.69E-07	4.1	2.20E-05
	8#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (控制间)	1×10 ³	3.69E-07	4.3	2.00E-05
	9#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	1×10 ³	3.69E-07	3.4	3.19E-05
	10#DSA 机房楼上离地 100cm 处	1×10 ³	4.46E-09	6.1	1.20E-07
	11#DSA 机房楼下离地 170cm 处	1×10 ³	1.40E-11	4.0	8.73E-10

④漏射和散射总辐射剂量率估算

根据表 11-5 和表 11-7 的计算结果，将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表 11-8。

表 11-8 各个预测点的辐射剂量率汇总表

工作模式	关注点位置描述	辐射剂量率 (μGy/h)		
		散射	泄漏	总和
摄影 (100kV/500mA)	2#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (污物间)	5.85E-02	1.83E-04	5.87E-02
	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	6.44E-02	2.02E-04	6.46E-02
	4#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (准备间)	5.59E-02	1.75E-04	5.61E-02
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	8.35E-02	2.61E-04	8.38E-02
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (谈话间)	5.59E-02	1.75E-04	5.61E-02
	7#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (控制间)	6.44E-02	2.02E-04	6.46E-02
	8#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (控制间)	5.85E-02	1.83E-04	5.87E-02
	9#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	9.36E-02	2.93E-04	9.39E-02
	10#DSA 机房楼上离地 100cm 处	9.34E-04	2.49E-06	9.36E-04
	11#DSA 机房楼下离地 170cm 处	1.30E-05	5.26E-08	1.30E-05
	透视 (100kV/100mA)	1#第一术者位 (身体铅衣内)	59.61	5.03
1#第一术者位 (身体铅衣外)		367.87	31.05	398.93
1#第二术者位 (身体铅衣内)		21.46	2.83	24.29
1#第二术者位 (身体铅衣内)		132.43	17.47	149.90
2#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (污物间)		1.05E-04	2.00E-05	1.25E-04
3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 (设备间)		1.16E-04	2.20E-05	1.38E-04
4#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处 (准备间)		1.00E-04	1.91E-05	1.19E-04
5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (走廊)		1.50E-04	2.85E-05	1.78E-04

6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处（谈话间）	1.00E-04	1.91E-05	1.19E-04
7#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处（控制间）	1.16E-04	2.20E-05	1.38E-04
8#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处（控制间）	1.05E-04	2.00E-05	1.25E-04
9#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处（走廊）	1.68E-04	3.19E-05	2.00E-04
10#DSA 机房楼上离地 100cm 处	7.48E-07	1.20E-07	8.68E-07
11#DSA 机房楼下离地 170cm 处	3.63E-09	8.73E-10	4.50E-09

由表 11-8 计算结果可知：当本项目 DSA 在摄影模式时，机房外关注点的周围辐射剂量当量率最大为 $9.39 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ （剂量换算系数，Sv/Gy 取 1，下同）。DSA 在透视模式时，机房外关注点的周围辐射剂量当量率最大为 $2.00 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ 。满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的“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、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

根据剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，DSA 机房周围 50m 评价范围内的其他保护目标处的剂量率将会更小。

11.2.3 职业人员、公众年有效剂量估算

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。

$$E = \dot{H}_0 \cdot T \cdot t \cdot l \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-5})$$

式中：E—X射线外照射有效剂量，mSv；

\dot{H}_0 —X射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

T—居留因子：参考《辐射防护手册》（第三分册）P80，居留因子按三种情况：

①全居留因子T=1；②部分居留因子T=1/4；③偶然居留T=1/16；

t—X射线年照射时间，h；

l—剂量换算系数，Sv/Gy 取 1。

依照各地点人员规模和地点功能情况，居留因子选取情况如下：

表 11-9 环境保护目标的居留情况表

环境保护目标	方位	点位	居留因子 T	居留情况
DSA 机房	/	1#	1	全居留
控制间	东侧	7#	1	全居留
污物间	东侧	2#	1/4	部分居留
设备间	东侧	3#	1/4	部分居留
准备间	东侧	4#	1/4	部分居留
南侧走廊	南侧	5#	1/4	部分居留

谈话间	西侧	6#	1/4	部分居留
北侧走廊	北侧	9#	1/4	部分居留
卫生间	上方	10#	1/16	偶然居留
停车场	下方	11#	1/16	偶然居留

摄影过程：除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制间进行操作。

透视过程：医生在手术室内近台操作，护士在一旁协助手术，技师通常不在手术室内。

根据医院提供的资料及经验数据，本项目 DSA 机房配置手术医生 11 名，护士 2 名，技师 2 名。DSA 手术过程中，一般配置 2 名医生、1 名护士和 1 名技师。本项目 DSA 装置每年最大工作量可达到 600 台/年，DSA 单台手术摄影和透视工况下的一般累积出束时间为 1min 和 20min，手术医生单人年承担最大手术台数为 131 台（平均为 109 台，本项目取保守系数 1.2），手术护士和技师单人年承担手术台数为 360 台（平均为 300 台，本项目取保守系数 1.2）。

单个工作人员的工作负荷如下表所示。

表 11-10 单个工作人员工作负荷一览表

辐射工作人员	受照类型	单台手术受照时间/min	年手术台数/台	年受照时间/h
医生	摄影（机房外）	1	131	2.18
	透视（机房内）	20		43.67
护士	摄影（机房外）	1	360	6
	透视（机房内）	20		120
技师	摄影（机房外）	1		6
	透视（机房外）	20		120

本项目对各关注点位职业人员及周围公众年有效剂量进行估算。估算结果如下表所示。

表 11-11 职业人员及周围公众年有效剂量估算结果

工作模式	环境保护目标	方位	点位	总辐射剂量率 H_0	年工作时间 t	居留因子 T	年有效剂量 H_1	人员类型
				$\mu\text{Gy/h}$	h	/	mSv	
摄影（100kV/500mA）	控制间内医生	西侧	7#	6.46E-02	2.18	1	1.41E-04	职业
	控制间内护士	西侧	7#	6.46E-02	6	1	3.88E-04	职业
	控制间内技师	西侧	7#	6.46E-02	6	1	3.88E-04	职业
	污物间	东侧	2#	5.87E-02	10	1/4	1.47E-04	公众
	设备间	东	3#	6.46E-02	10	1/4	1.61E-04	公众

		侧							
	准备间	东侧	4#	5.61E-02	10	1/4	1.40E-04	公众	
	南侧走廊	南侧	5#	8.38E-02	10	1/4	2.09E-04	公众	
	谈话间	西侧	6#	5.61E-02	10	1/4	1.40E-04	公众	
	北侧走廊	北侧	9#	9.39E-02	10	1/4	2.35E-04	公众	
	卫生间	上方	10#	9.36E-04	10	1/16	5.85E-07	公众	
	停车场	下方	11#	1.30E-05	10	1/16	8.14E-09	公众	
透视 (100kV/100mA)	D S A 机 房 内 医 护 人 员	1#第一术者位(身体铅衣内)	/	1#	64.64	43.67	1	2.82	职业
		1#第一术者位(身体铅衣外)	/	1#	398.93	43.67	1	17.42	职业
		1#第二术者位(身体铅衣内)	/	1#	24.29	120	1	2.91	职业
		1#第二术者位(身体铅衣外)	/	1#	149.90	120	1	17.99	职业
		控制间内技师	东侧	7#	1.38E-04	120	1	1.65E-05	职业
		污物间	东侧	2#	1.25E-04	200	1/4	6.25E-06	公众
		设备间	东侧	3#	1.38E-04	200	1/4	6.88E-06	公众
		准备间	东侧	4#	1.19E-04	200	1/4	5.97E-06	公众
		南侧走廊	南侧	5#	1.78E-04	200	1/4	8.92E-06	公众
		谈话间	西侧	6#	1.19E-04	200	1/4	5.97E-06	公众
		北侧走廊	北侧	9#	2.00E-04	200	1/4	1.00E-05	公众
		卫生间	上方	10#	8.68E-07	200	1/16	1.09E-08	公众
		停车场	下方	11#	4.50E-09	200	1/16	5.63E-11	公众

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019), 当按要求佩戴铅围裙内、外两个剂量计时, 职业人员有效剂量中的外照射分量按下式估算。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{式 11-6})$$

式中:

E—有效剂量中的外照射分量, mSv;

α —系数，有甲状腺屏蔽时，取0.79，无屏蔽时，取0.84，本项目为职业人员配备铅防护颈套，因此取0.79；

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051，无屏蔽时，取0.100，本项目为职业人员配备铅防护颈套，因此取0.051；

H_u —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，本次预测计算取铅衣内理论计算结果，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 $H_p(10)$ ，本次预测计算取铅衣外理论计算结果，mSv。

DSA职业人员及周围公众年有效剂量估算结果汇总于表11-12。

表 11-12 DSA 职业人员及周围公众年有效剂量估算结果汇总表

环境保护目标		方位	年有效剂量			人员类型
			摄影	透视	合计	
			mSv	mSv	mSv	
医护人员	1#第一术者位	/	1.41E-04	3.12	3.12	职业
	1#第二术者位	/	3.88E-04	3.22	3.22	职业
控制室内技师		东侧	3.88E-04	1.65E-05	4.04E-04	职业
污物间		东侧	1.47E-04	6.25E-06	1.53E-04	公众
设备间		东侧	1.61E-04	6.88E-06	1.68E-04	公众
准备间		东侧	1.40E-04	5.97E-06	1.46E-04	公众
南侧走廊		南侧	2.09E-04	8.92E-06	2.18E-04	公众
谈话间		西侧	1.40E-04	5.97E-06	1.46E-04	公众
北侧走廊		北侧	2.35E-04	1.00E-05	2.45E-04	公众
卫生间		上方	5.85E-07	1.09E-08	5.96E-07	公众
停车场		下方	8.14E-09	5.63E-11	8.20E-09	公众

由上表可知，本项目 DSA 在正常运行时，同室操作的医护人员所受年有效剂量最大为 3.22mSv，控制室内职业人员所受年有效剂量最大为 4.04×10^{-4} mSv，满足本项目职业人员所受年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。

本项目 DSA 机房周围环境保护目标处公众所受年有效剂量最大为 2.45×10^{-4} mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)对公众要求的剂量限值 1mSv/a 和本项目剂量约束值 0.25mSv/a 的要求。

机房外紧邻各关注点剂量率摄影、透视模式最高预测值为 9.39×10^{-2} μGy/h、 2.00×10^{-4} μGy/h (9#北侧走廊)；若以居留因子为 1 估算，则年有效剂量为 9.79×10^{-4} mSv，仍满足本项目公众年有效剂量不超过 0.25mSv 的年剂量约束要求。由于剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，随着距离的增加，周边

50m 范围内公众受照的年有效剂量更小，可以满足 0.25mSv/a 的剂量约束值要求。

11.2.4 三废影响分析

本项目不产生放射性废气、废水和固体废物。

(1) 废气

X 射线与空气作用会产生的少量臭氧和氮氧化物，但由于本项目年手术量较少，且手术曝光时间较短，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置，可以保证机房内有良好的通风。臭氧和氮氧化物经通排风系统收集后最终从医疗综合楼楼顶排放，臭氧和氮氧化物排入大气环境后，经自然分解，对周围环境影响较小。

(2) 固废

本项目射线装置运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术进行打印，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光性危险废物（编号：HW16）。

本项目射线装置正常运行期间固废主要为手术过程中产生的一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等手术期间的医疗废物，属危险废物（废物类别：HW01 医疗废物，废物代码：841-001-01、841-002-01、841-003-01、841-004-01、841-005-01）。该部分固废采用专门的收集容器分类收集后暂存于机房东侧的污物间，后转移到医院医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置。

11.3 事故影响分析

11.3.1 可能发生的事故

本项目使用的 DSA 射线装置属于 II 类射线装置。对于低能 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 射线能量不大，曝光时间都比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

DSA 装置可能发生的辐射事故情况如下：

(1) 射线装置机房门灯联锁装置发生故障时，人员误入正在运行的射线装置机房，对人员造成误照射；

(2) 由于工作人员或病人家属还未全部撤离机房，控制间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

(3) X射线装置工作状态下,没有关闭防护门对人员造成的误照射。

11.3.2 辐射事故防范措施

上述辐射事故可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范,使辐射环境风险控制在可以接受的水平。针对在运行过程中可能发生的事故,本次评价提出以下防范措施,尽可能的减小或控制事故的危害和影响,主要体现在以下几个方面:

(1) 制定经常性自检制度,对门灯联锁和对讲装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、急停按钮等防护设施进行经常性检查,如发现这些防护设施不够完善或失灵,立即维护、修复;

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

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

(4) 医护人员进行 DSA 手术前,一定要穿戴铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等防护物品,佩戴个人剂量计后方可进行手术作业;

(5) 项目应严格遵循所用辐射设备的安全使用年限,避免机械故障造成辐射事故,严禁超期使用;

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

(7) 制定辐射事故应急预案,并定期进行演练;发现问题,及时进行整改。

通过采取以上措施,可以有效防止误照射事故的发生。

一旦发生辐射事故,必须马上关机,切断总电源开关,对相关被照射人员进行身体检查,确定对人身是否有损害,以便采取相应的救护措施,其次对仪器设备、设施进行检测,确定其影响状态。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定,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预案,采取必要防范措施,并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》,向当地生态环境主管报告,造成或可能造成人员超剂量照射的,还应同时向当地卫生行政部门报

告。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故的再次发生。

此外，若辐射工作人员由于不重视个人防护或个人剂量计佩戴不合规等，可能导致个人受照剂量超出剂量限值要求等事故发生，针对此类事故，医院应加强辐射工作人员日常培训，严格进行个人剂量管理、个人健康管理，防止事故发生。

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 机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求，本项目为使用 II 类射线装置，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已成立了放射安全与防护管理领导小组，全面负责医院的辐射安全管理相关工作。该文件中明确了领导小组成员组成及相关职责，建设单位及时更新、调整管理机构的人员组成。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 辐射安全与防护培训考核

医院严格执行辐射工作人员培训和考核制度，根据《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）、《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）和《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），使用 II 类射线装置的辐射工作人员需参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台集中考核或进行放射诊疗考核，并考核合格。从事 III 类射线装置的辐射工作人员参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，取得合格成绩，并建立成绩档案。

现有辐射工作人员均参加了浙江省卫生监督协会组织的“全省医疗卫生机构放射工作人员放射防护网络培训”，考核合格且成绩在有效期内。

(2) 职业健康检查

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。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。

医院为现有辐射工作人员建有职业健康档案，辐射工作人员岗前、在岗期间和

离岗前均进行了职业健康检查，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据医院提供的近两年职业健康检查报告，现有辐射工作人员均可继续从事放射岗位工作。

对于本项目辐射工作人员，医院在岗前进行了职业健康检查，按要求至少每两年进行在岗期间职业健康检查，并建立职业健康监护档案。

(3) 个人剂量检测

医院为现有辐射工作人员均配备个人剂量计，并按期（最长不超过 3 个月）委托有资质单位进行个人剂量检测，并建立个人剂量检测档案。

根据浙江多谱检测科技有限公司出具的 2024 年 3 月 26 日~2025 年 3 月 20 日连续 4 个检测周期职业人员外照射个人剂量检测报告，本项目 15 名辐射工作人员个人受照剂量相关信息详见表 12-1。

表 12-1 辐射工作人员个人受照剂量

姓名	人员类型	2024/3/26~ 2024/6/23	2024/6/24~ 2024/9/21	2024/9/22~ 2024/12/20	2024/12/21~ 2025/3/20	年剂量 (mSv)
汪旭明	技师	0.03	0.06	<MDL	<MDL	0.13
郑颖鑫	技师	0.19	0.08	0.06	<MDL	0.36
祝伟仙	护士	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.09
林芝燕	护士	0.16	<MDL	<MDL	<MDL	0.25
徐爱建	医生	0.06	0.13	<MDL	<MDL	0.24
张昆	医生	0.22	0.22	0.05	<MDL	0.53
王洪元	医生	0.0	<MDL	0.12	<MDL	0.22
张鑫俊	医生	0.03	<MDL	<MDL	0.09	0.17
陈建平	医生	0.06	<MDL	<MDL	<MDL	0.14
郑胜建	医生	0.05	0.20	<MDL	0.04	0.30
陶园园	医生	0.10	0.25	<MDL	<MDL	0.40
赵泓林	医生	/	/	/	/	/
杨凯	医生	0.31	0.06	<MDL	0.23	0.62
杨力军	医生	0.19	0.09	0.04	0.21	0.53
祝娉婷	医生	/	/	/	/	/

注：

1.当个人剂量当量低于最低探测下限（MDL）时，记为：<MDL，2024/3/26~2024/6/23 和 2024/9/22~2024/12/20 时 MDL 的值为 0.04mSv，个人剂量当量汇总保守按照 MDL/2=0.02mSv 计算；2024/6/24~2024/9/21 和 2024/12/21~2025/3/20 时 MDL 的值为 0.06mSv，个人剂量当量汇总保守按照 MDL/2=0.03mSv 计算；

2.当个人剂量分为内外两侧时，根据式 11-6 进行计算；

3.赵泓林和祝娉婷为新上岗员工，暂无个人受照剂量数据。

根据表 12-1 可知：从事本项目现有辐射工作人员最大个人受照剂量 0.200mSv/a。辐射工作人员的最大受照年剂量值满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的职业照射年剂量限值（20mSv/a）和职业照射剂

量的约束值（5mSv/a）。

本项目辐射工作人员的考核合格证书、职业健康监护档案、个人剂量检测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人检测档案终生保存。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、考核合格证书、体检报告、个人剂量检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监督检查的要求。

12.1.3 年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，辐射工作单位应当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。

医院已按要求对开展的核技术利用项目进行了辐射安全与防护状况评估，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。本项目建成运行后，医院应将本项目纳入现有辐射安全与防护状况年度评估报告，定期上报至发证机关。

12.2 辐射安全管理规章制度

为了保护辐射工作人员、公众及环境的安全，促进辐射实践的正当性，辐射防护的最优化，规范工作人员的操作规程，根据相关法律、法规、规范的要求，医院已制定了辐射安全管理制度、放射事故应急预案、辐射安全个人防护制度、辐射工作人员培训管理制度、放射科岗位职责、监测计划、放射科设备维修保养制度和放射科防护用品使用管理制度等管理规章制度。医院现有辐射安全管理规章制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

在本项目建成后运行前，建设单位应根据本项目的特点，制定和完善以下方面的管理规章制度，并对现有制度进行补充和完善，以保证医院辐射相关工作安全有序开展。

(1) 操作规程：根据 DSA 设备的操作规程，明确操作人员的权限以及操作时

必须采取的防护措施，明确工作中的控制措施以及操作程序等。

(2) 岗位职责：明确 DSA 辐射工作人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

(3) 辐射防护和安全保卫制度：根据本项目 DSA 的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是：定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换；工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。

(4) 设备检修维护制度：明确监控设备以及监测仪器在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，监测仪器必须保持良好工作状态。

(5) 台账管理制度：医院应当建立射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。

(6) 应急预案：对应急措施、事故后续处理等做出要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，建设单位需建立辐射监测制度，包括工作场所监测、环境监测和个人剂量监测。

12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应该配置与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括辐射监测等仪器。

根据项目特点，医院依托现有 1 台 X- γ 辐射剂量率巡测仪进行日常自行监测以及拟为每名辐射工作人员配备个人剂量计，并建立个人剂量档案，项目配备的监测仪器符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对监测仪器的配备要求。

12.3.2 监测计划

(1) 年度监测

医院已委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应附于《辐射安全和防护状况年度评估报告》一并提交给发证机关。

(2) 日常自行监测

本项目辐射工作场所应采用 X- γ 辐射剂量率巡测仪进行定期监测，频次不少于 1 次/季度，以确保屏蔽防护性能的良好。

(3) 监测内容和要求

监测内容：周围剂量当量率。

监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-2 辐射工作场所监测计划建议

辐射工作场所	监测类别	监测指标	监测频度	监测设备	监测范围
DSA 机房	年度监测	周围剂量当量率	1 次/年	便携式 X- γ 辐射巡测仪（需按国家规定进行剂量检定）	DSA 机房内、防护门外、门缝、观察窗、控制台、各侧屏蔽墙外 30cm 处、顶棚上方 100cm 处、楼下 170cm 处及周围需要关注的区域
	自主监测		1 次/季		
	验收监测		竣工验收		
个人剂量监测		个人剂量当量	3 个月/次	个人剂量计	所有辐射工作人员（近台同室操作人员配 2 枚个人剂量计）

12.4 辐射事故应急

12.4.1 辐射事故应急响应机构的设置

医院已成立了放射安全与防护管理领导小组，该组织同时负责辐射事故应急响应的相关工作：

(1) 人员组成：

组长：吴江兴

副组长：董建英

成员：詹寒、祝翠霞、刘慧燕、祝秋国、邹祥新、祝小英、毛晓敏、郑苏津

(2) 职责：

- 1、组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度。
- 2、定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查。
- 3、组织本院放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查。

4、制定放射事件应急预案并组织演练。

5、记录本院发生的放射事件并及时报告。

12.4.2 辐射事故应急预案

根据国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，应急预案应当包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 辐射事故分级；
- (3) 辐射事故响应；
- (4) 辐射应急事故解除；
- (5) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (6) 辐射事故应急人员培训和演练计划。

为了应对辐射事故和突发事件，医院已按要求制定了《放射事故应急处理预案》，现有应急预案包括“应急机构和职责分工”、“辐射事故响应”、“辐射应急事故解除”、“辐射事故应急人员培训和演练计划”，但尚未提及“辐射事故分级”、“应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备”内容，不能够满足相关要求。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，使之更符合实际需要。

12.4.3 应急人员的培训演习计划

为了能有效应对辐射事故和突发事件，建设单位须定期进行应急人员的演习培训，模拟事故发生时应进行的流程和应采取的措施，当辐射事故发生时才能熟练、沉着、有效应对事故的危害降到最低。

12.4.4 辐射事故上报的要求

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》等要求，向生态环境主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并根据要求在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门和公安部门报告，可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生部门报告。

12.5 竣工环保验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.6 从事辐射活动能力分析

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》要求使用射线装置的单位应具备的条件，结合前述分析，建设单位从事本项目辐射活动能力的评价见表 12-3。

表 12-3 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

应具备条件	落实情况
（一）使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已根据要求成立放射安全与防护管理领导小组，并配备1名本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。
（二）从事辐射工作的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。	本项目辐射工作人员已参加国家核技术利用辐射安全与防护平台集中考核或进行放射诊疗考核，考核合格后上岗，工作过程中需按时接受再培训。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。
（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	本项目机房拟按要求实体屏蔽，拟完善相应的操作规程，拟设置急停开关、对讲系统、工作指示灯及电离辐射警告标志等安全措施。
（五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	本项目辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据相关要求及工作需要配备工作人员使用的铅防护用品，辐射工作场所应采用X-γ辐射剂量率巡测仪进行定期监测。
（六）有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院目前制定了一系列的辐射安全管理规章制度，包括辐射安全管理制度、放射事故应急预案、辐射安全个人防护制度、辐射工作人员培训管理制度、放射科岗位职责、监测计划、放射科设备维修保养制度和放射科防护用品使用管理制度等。 医院现有管理制度内容较为全面，符

	合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事现有相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。
(七) 有完善的辐射事故应急措施。	医院已制定辐射事故应急预案。在项目实施过程中，拟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，使之更符合实际需要。
(八) 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及放射性废气、废液和固体废物。
(九) 使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	医院已制定《放射诊疗质量保证制度》，并已按要求配备质量控制检测设备。

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

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

江山市人民医院新院位于浙江省衢州市江山市城东新城，医院计划在新院医疗综合楼一层建设 1 间 DSA 机房，DSA 机房内搬迁使用 1 台 DSA 射线装置。型号为 Azurion 5 M20 的 DSA 射线装置，最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA，主射方向由下朝上，为单球管，属于 II 类射线装置，用于影像诊断和介入治疗。

本建设项目总投资约为 100 万元，其中环保投资约为 40 万元，占项目总投资额的 40%。

13.1.2 产业政策分析结论

本项目属于《产业结构调整目录(2024 年本)》，本项目属“鼓励类——三十七、卫生健康——1、医疗服务设施建设”，符合国家产业政策。

13.1.3 实践正当性分析结论

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。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，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》(GB 18871-2002)中“实践的正当性”原则。

13.1.4 辐射安全与防护分析结论

(1) 辐射安全防护措施结论

辐射屏蔽防护设计：本项目 DSA 机房屏蔽设计四侧墙体采用轻钢龙骨+4mm 铅板作为屏蔽材料，顶棚采用 120mm 混凝土+4mm 铅板作为屏蔽材料，地坪采用 180mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥作为屏蔽材料。防护门为内衬 4mm 铅板，观察窗为 4mmPb 铅玻璃，其防护铅当量满足防护屏蔽要求。

辐射防护相关措施：对辐射工作场所进行分区管理，划分为监督区和控制区，控制区并设置相应的电离辐射警告标志，限制无关人员进入。建设单位拟制定针对性的操作规程，职业人员工作时穿戴相应的个人防护用品。为辐射工作人员配备了

个人剂量计，并配备了个人剂量报警仪，场所配备 X- γ 辐射监测仪；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。机房门外拟设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯、灯箱处拟设警示语句；设置有门灯连锁等安全设施。屏蔽设计方案能达到《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

（2）辐射安全管理结论

医院已成立放射安全与防护管理领导小组，并制定了一系列辐射安全管理规章制度。医院应根据本项目的特点，制定和完善制度，并对现有制度进行补充和完善，以保证医院辐射相关工作安全有序开展。医院已对现有辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测，并建立了职业健康监护档案和个人剂量检测档案。

13.1.5 环境影响分析结论

（1）辐射影响分析结论

根据理论预测分析，本项目 DSA 机房四侧屏蔽墙体、顶棚、地坪及观察窗外等关注点处的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中相关要求。

辐射工作人员和周边公众所受年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值 20mSv/a 和对公众剂量限值 1mSv/a 的要求，同时满足本项目对职业人员剂量约束值 5mSv/和对公众剂量限值 0.25mSv/a 的要求。

（2）三废影响分析结论

本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置，可以保证机房内有良好的通风，DSA 机房内产生臭氧和氮氧化物极少，且经通排风系统在医技楼楼顶排入大气，可自行分解为，对环境影响较小。

本项目射线装置正常运行期间固废主要为手术过程中产生的一次性注射器、棉球、纱布、介入导管、导丝、针头等手术期间的医疗废物，该部分固废采用专门的收集容器分类收集后暂存于机房东侧的污物间，转移到医院医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置。

13.1.6 可行性分析结论

综上所述，江山市人民医院 DSA 射线装置核技术利用建设项目选址符合国家相关法律法规，平面布局合理可行。医院在落实本报告提出的各项污染防治措施后，

其场所内辐射安全措施及安全管理措施满足从事相应辐射活动的要求，职业人员和公众年有效剂量满足相关标准要求，营运期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围内，故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自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

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

(2) 严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、三废治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。

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

(4) 制定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。按照应急预案处理和上报辐射事故，并及时将应急预案向生态环境主管部门备案。

(5) 严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

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