

# 核技术利用建设项目

## 江山市人民医院 数字减影血管造影（DSA）装置 扩建项目环境影响报告表

江山市人民医院（江山市人民医院共同体、江山市职业病防治院）

2024年5月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 江山市人民医院 数字减影血管造影（DSA）装置 扩建项目环境影响报告表

建设单位名称：江山市人民医院（江山市人民医院共同体、江山市职业病防治院）

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：████████████████

# 编制主持人职业资格证书（复印件）

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security  
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection  
The People's Republic of China  
编号: HP 00017214  
No.



04021744

持证人签名:  
Signature of the Bearer

姓名: 李昭龙  
Full Name  
性别: 男  
Sex  
出生年月: 1974年7月  
Date of Birth  
专业类别: \_\_\_\_\_  
Professional Type  
批准日期: 2015年5月23日  
Approval Date

签发单位盖章:  
Issued by  
签发日期: 2015 年 10 月 30 日  
Issued on

管理号: 2015035430352013439901000596  
File No.

04040217

## 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物(重点是放射性废弃物).....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	14
表 8 环境质量和辐射现状.....	19
表 9 项目工程分析与源项.....	24
表 10 辐射安全与防护.....	30
表 11 环境影响分析.....	38
表 12 辐射安全管理.....	56
表 13 结论与建议.....	62
表 14 审批.....	65

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		江山市人民医院数字减影血管造影（DSA）装置扩建项目				
建设单位		江山市人民医院（江山市人民医院共同体、江山市职业病防治院）				
法人代表		■■■■■	联系人	■■■■■	联系电话	■■■■■
注册地址		江山市航埠山路 9 号				
项目建设地点		浙江省衢州市江山市航埠山路 9 号				
立项审批部门		——		批准文号	——	
建设项目总投资（万元）		850	项目环保投资（万元）	51	投资比例（环保投资/总投资）	6%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
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	/					
<b>1.1 项目概述</b>						
<b>1.1.1 建设单位简介</b>						
<p>江山市人民医院（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，是浙江大学医学院附属一院的协作医院、江西中医学院、衢州学院的教学医院，为非营利性医疗机构和医保定点单位。医院目前包括两个院区，江山市城东新城（新院区）与航埠山路 9 号的原址院区。新院区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</p>						

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。主要建设内容包括：急诊部、门诊部、住院部、医技科室、保障系统、行政管理和院内生活用房、相对独立的传染病院区以及停车场、道路、绿化等配套设施等。

本项目在航埠山路 9 号的院区建设，医院已开展放射诊疗工作多年，持有江山市卫生健康局签发的《辐射安全许可证》（浙环辐证[H2059]），种类和范围为使用II类、III类射线装置，许可内容包含 18 台射线装置，有效期至 2025 年 11 月 15 日，见附件 3。

### 1.1.2 项目建设目的和任务由来

为响应政府号召，改善医院诊疗环境，提高医院医疗条件，提升医疗服务整体水平，医院进行医疗救治能力提升改造。医院将于 1 号楼和 2 号楼之间，新建 1 幢放射科辅楼。医院将于放射科辅楼中部（共一层），设计设置 1 间DSA机房，新购 1 台DSA作为介入放射配套设备。型号Azurion5M20，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（原环境保护部，国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号），上述DSA射线装置属于血管造影用X射线装置的分类范围，为II类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行），本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目-“使用II类射线装置的”，需进行环境影响评价，环评类别为环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，江山市人民医院委托卫康环保科技（浙江）有限公司开展“江山市人民医院数字减影血管造影（DSA）装置扩建项目”（简称“本项目”）的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，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）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

## 1.2 建设内容与规模

本项目位于浙江省衢州市江山市航埠山路9号江山市人民医院，医院于1号楼和2号楼之间的放射科辅楼中新建1间DSA机房及控制室等辅助房间，新购1台DSA作为介入放射配套设备。本项目DSA设备的型号为Azurion5M20，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，主射方向自下朝上。

本项目涉及医用射线装置的情况见表1-1。

表1-1 本项目涉及医用射线装置一览表

装置名称	类别	规格型号	数量	最大管电压	最大管电流	工作场所位置	备注
DSA	II类	Azurion5M20	1台	125kV	1000mA	放射科辅楼	本项目新增

本项目 DSA 机房屏蔽措施见表 1-2。

表 1-2 本项目 DSA 机房屏蔽情况

屏蔽体	屏蔽情况
四侧墙体	1.2mm电解钢板+4mm铅板
受检者防护门（北侧）	电动移门，内衬 4mm铅板
工作人员防护门（北侧）	电动移门，内衬 4mm铅板
库房防护门（南侧）	平开门，内衬 4mm铅板
医废间防护门（南侧）	平开门，内衬 4mm铅板
铅玻璃观察窗（北侧）	4mmPb铅玻璃
顶盖	12cm混凝土+1.2mm电解钢板+4cm厚硫酸钡涂料防护涂料
注： 铅密度不低于11.3g/cm <sup>3</sup> ；铅玻璃密度不低于4.6g/cm <sup>3</sup> ；混凝土密度不低于2.35g/cm <sup>3</sup> ；硫酸钡防护涂料密度不低于2.79g/cm <sup>3</sup> 。	

### 1.3 项目选址与周边保护目标

#### 1.3.1 项目地理位置

医院位于浙江省衢州市江山市航埠山路9号，地理位置见附图1。医院东侧隔江滨路为江山港；南侧为居民区；西侧隔航埠山路为停车场、招商银行、长河购物广场；北侧为鹿溪广场、宜家医疗器械等。医院周围环境情况见附图2。

#### 1.3.2 项目周围环境概况

本项目 DSA 工作场所拟建于医院 1 号楼及 2 号楼（外科大楼和放射大楼）之间的放射科辅楼中部（共一层）。DSA 机房东侧为室外绿化草坪绿化草坪，东侧为医院内部道路及内科大楼；南侧为设备室、库房、医废间，南侧隔道路为外科大楼；西侧为室外院内道路；北侧为控制室、患者通道，北侧相邻放射大楼；机房正上方为平台；机房无地下室。本项目 DSA 机房平面布置图见附图 3。

#### 1.3.3 项目环境保护目标

本项目辐射工作场所实体边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑和内部道路。本项目环境保护目标主要为辐射工作人员、机房周围的其他工作人员和公众人员。

### 1.4 相关规划符合性分析

### 1.4.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省衢州市江山市航埠山路9号，根据中华人民共和国国有土地使用证（见附件4），本项目用地性质属于医疗卫生用地，符合土地利用规划要求。

### 1.4.2 “三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评〔2021〕108号），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

#### （1）生态保护红线

根据《江山市“三线一单”生态环境分区管控方案》，项目位于“ZH33088110046江山市江山港水域生态功能保障区优先保护区”，属于优先保护单元。与江山市生态保护红线图对比，此区域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，本项目拟建场所周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

#### （3）资源利用上线

本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。

#### （4）生态环境准入清单

根据《江山市“三线一单”生态环境分区管控方案》，项目位于“ZH33088110046江山市江山港水域生态功能保障区优先保护区”，属于优先保护单元，该管控单元生态环境准入清单见表1-3。

表 1-3 本项目所在管控单元生态环境准入清单

生态环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	按照限制开发区域进行管理。禁止新建、扩建三类工业项目，现有三类工业项目改建要削减污染物排放总量，涉及一类重金属、持久性有机污染物排放的现有三类工业项目原则上结合地方政府整治要求搬迁关闭，鼓励其他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	本项目不属于工业项目，不进行采石等行为，不涉及矿产资源开发，不属于水利水电项目，不属于畜禽养殖。满足该区“空间布	符合



	<p>性有机污染物排放的二类工业项目；禁止在工业功能区（包括小微园区、工业集聚点等）外新建其他二类工业项目；二类工业项目的新建、扩建、改建不得增加管控单元污染物排放总量。原有各种对生态环境有较大负面影响的生产、开发建设活动应逐步退出。禁止未经法定许可在河流两岸、干线公路两侧规划控制范围内进行采石、取土、采砂等活动。严格限制矿产资源开发项目，确需开采的矿产资源及必须就地开展矿产加工的新改扩建项目，应以点状开发为主，严格控制区域开发规模。严格限制水利水电开发项目，禁止新建除以防洪蓄水为主要功能的水库、生态型水电站外的小水电。严格执行畜禽养殖禁养区规定，控制湖库型饮用水源集雨区规模化畜禽养殖项目规模。</p>	<p>局约束”要求。</p>	
<p><b>污染物排放管控</b></p>	<p>严禁水功能在II类以上河流设置排污口，管控单元内工业污染物排放总量不得增加。</p>	<p>本项目不在河流设置排污口；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。</p>	<p>符合</p>
<p><b>环境风险防控</b></p>	<p>加强区域内环境风险防控，不得损害生物多样性维持与生境保护、水源涵养与饮用水源保护、营养物质保持等生态服务功能。在进行各类建设开发活动前，应加强对生物多样性影响的评估，任何开发建设活动不得破坏珍稀野生动植物的重要栖息地，不得阻隔野生动物的迁徙通道。推进饮用水水源保护区隔离和防护设施建设，提升饮用水水源保护区应急管理水平。完善环境突发事故应急预案，加强环境风险防控体系建设。</p>	<p>本项目不损害生物多样性，不破坏野生动物栖息地，不阻隔迁徙通道，设备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。如此符合该区“环境风险防控”要求。</p>	<p>符合</p>
<p><b>资源开发率要求</b></p>	<p>/</p>	<p>/</p>	<p>/</p>

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。因此，本项目的建设符合“三线一单”的要求。

### 1.4.3 选址合理性分析

本项目位于浙江省衢州市江山市航埠山路9号，根据中华人民共和国国有土地使用证（见附件4），本项目用地性质属于医疗卫生用地。

本项目辐射工作场所边界外50m评价范围内主要为医院内部建筑物、医院内部道路，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与公众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。

## 1.5 产业政策符合性、实践正当性分析

### 1.5.1 产业政策符合性分析

结合中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号（《产业结构调整指导目录（2024年本）》），本项目属于第三十七项“卫生健康”中第1款的医疗卫生服务设施建设，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

### 1.5.2 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，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在使用射线装置过程中，将按照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。

## 1.6 医院原有核技术利用许可情况

### 1.6.1 原有核技术利用项目管理情况

江山市人民医院持有浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》，证书编号为：浙环辐证〔H2059〕，有效期至2025年11月15日，使用种类和范围为：使用II类、III类射线装置。江山市人民医院分两个院区，新院区江山市人民医院直线加速器和后装机及DSA建设项目正在建设中，于2024年4月23日已取得衢州市生态环境局的环评批复，文号：衢环江建辐〔2024〕1号。医院现有18台射线装置，通过了相关环保审批。现有

射线装置情况见表 1-4。辐射安全许可证见附件 3。

表 1-4 现有射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	场所	环评批复	验收批复
1	数字牙科 X 射线机	CS 2100	III类	1	口腔科	备案号： 202233088100000032	
2	飞利浦 16 排螺旋 CT 机	Brilliance 16	III类	1	放射科		
3	佳能 DR	NOVAFA	III类	1	放射科		
4	乳腺钼靶机	MAMMOMA T 3000	III类	1	放射科		
5	锐柯 DR	DR 7500	III类	1	放射科		
6	数字胃肠 X 线机	R200	III类	1	放射科		
7	西门子高频拍片机	Multix Pro	III类	1	放射科		
8	GE C 臂机	Everview 7500	III类	1	手术室		
9	岛津床边机	MUX-10J	III类	1	手术室		
10	飞利浦 C 臂机	BV-Endura	III类	1	手术室		
11	DSA	UNIQ FD20	II类	1	放射科	衢环辐 [2017]1 号	衢环辐验 [2017]3 号
12	GE16 排螺旋 CT 机	Optima CT540	III类	1	放射科	备案号： 202233088100000032	
13	CBCT	kaVo 3D eXam i	III类	1	放射科		
14	口腔全景机	OC100	III类	1	放射科		
15	万东床边 X 线机	HM-200	III类	1	放射科		
16	飞利浦 C 臂机	BV-Endura	III类	1	手术室		
17	移动数字 X 射线摄影系统	6000B2	III类	1	放射科		
18	X 射线计算机体层摄影设备	MX16-slice 型	III类	1	放射科		

医院上述射线装置运行使用多年，无辐射安全事故，无环保投诉情况，且与辐射安全许可证一致，并且每年有辐射场所监督性监测和年度评估报告。

### 1.6.2 辐射安全管理现状

#### (1) 现有辐射安全管理规章制度

医院已成立了辐射防护安全工作小组，制定了一系列的辐射工作管理制度：《辐射安全管理制度》、《辐射事故应急预案》、《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》等规章制度。

医院现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院严格落实各项规章制度，各辐射防护设

施运行、维护、检测工作良好。

### **(2) 现有辐射安全管理应急预案**

医院现已制定《辐射事故应急预案》见附件 9，设置了应急组织机构，规定了应急组织机构成员及职责、事件现场应急处置流程、辐射事故的报告程序和应急联系电话等内容。

### **(3) 辐射场所安全设施和措施落实情况**

医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯等。根据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。

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 2023 年年度监测报告，见附件 11，医院各机房屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率均满足相关标准和要求，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的要求。

### **(4) 现有辐射工作人员管理情况**

医院现有 155 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 年职业照射个人剂量监测报告，全院现有辐射工作人员年累计受照剂量均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对辐射工作人员“剂量限值”的要求。医院现有辐射工作人员均已进行了职业健康体检并参与了辐射工作人员防护培训，根据体检结果，医院现有辐射工作人员可继续从事原放射工作。医院现有辐射工作人员均参加了辐射安全与防护培训并获得合格证书或成绩合格单，医院要及时组织合格证书到期的辐射工作人员重新参加培训。

### **(5) 辐射安全和防护状况年度评估情况及辐射事故应急**

医院每年对院内放射科相关工作场所的安全与防护状态进行年度评估，定期委托有资质单位进行年度检测。据医院提供的设备及场所检测报告，设备质量及辐射场所监测结果均满足相关标准要求。医院定期在全国核技术利用辐射安全申报系统上进行辐射安全与防护状况年度报告的申报。医院已制定《辐射事故应急预案》，见附件9。医院每年定期开展辐射事故应急预案演练，并加以总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经核实，医院自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

**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
本项目不涉及								

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)	年最大操作量(Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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
本项目不涉及										

(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	Azurion5M20	125	1000	放射诊断和介入治疗	放射科辅楼DSA机房	新增，本次评价

(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(kV)	最大靶电流( $\mu$ A)	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度(Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表 5 废弃物(重点是放射性废弃物)

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	经DSA机房排风系统引至大气外环境中，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气

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/m<sup>3</sup> ;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/m<sup>3</sup>) 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（2014年修订）》，主席令第九号，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018年修订）》，主席令第二十四号，2018年12月29日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003年10月1日起施行；</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》，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>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》，生态环境部令第20号，2021年1月4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、国家卫生和计划生育委员会公告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》，原国家环境保护总局环发（2006）145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号，自2024年2月1日起施行；</p> <p>(11) 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》，环环评〔2021〕108号，生态环境部办公厅，2021年11月19日印发；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《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，2019年12月24日印发；</p> <p>(14) 《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日起施行；</p>
------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



	<p>(15) 《浙江省生态环境保护条例》（2022年5月27日浙江省第十三届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过）2022年8月1日施行；</p> <p>(16) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021年4月1日起施行；</p> <p>(17) 《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021年4月1日起施行；</p> <p>(18) 《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》，浙环函[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>(19) 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（2023年本）》的通知，浙环发〔2023〕33号，浙江省生态环境厅，2023年9月9日起施行；</p> <p>(20) 关于印发《江山市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知，2021年6月24日印发。</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。</p> <p>(7) 《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020），2020年5月1日实施。</p>
<p><b>其他</b></p>	<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

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）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，并结合本项目的实际情况，确定本项目评价范围为 1 台 DSA 机房实体边界外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

### 7.2 保护目标

结合医院总平面图及现场勘查情况，本项目 50m 评价范围内主要为医院内部建筑物、院内道路，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，此外，机房正上方为不上人平台，机房无地下室。详见表 7-1。

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	相对方位	与机房边界的最近距离 (m)	规模 (人)	年剂量约束值 (mSv)
职业人员	DSA 机房内	/	/	4	5
	控制室	北侧	紧邻	2	
公众成员	患者通道	北侧	紧邻	约 10 人次/天	0.25
	一号楼走廊		约 5m	约 200 人次/天	
	室外道路		约 6m	约 300 人次/天	
	一号楼道路	西侧	约 20m	约 100 人次/天	
	一号楼	西北侧	约 18m	约 500 人次/天	
	外科大楼	南侧	约 30m	约 500 人次/天	
	放射大楼道路	东侧	约 20m	约 100 人次/天	
	放射大楼	东北侧	约 18m	约 300 人次/天	
内科大楼	东侧	约 50m	约 400 人次/天		

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、污物暂存间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）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，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。

##### (1) 防护与安全的最优化

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

## (2) 剂量限值

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 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）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

### B1.1 职业照射

#### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv;
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv

### B1.2 公众照射

#### B1.2.1 剂量限值

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;

## (3) 剂量约束值

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%(即 0.1mSv/a~0.3mSv/a)的范围之内。

### 本项目管理目标：

(1) 职业照射：本次评价保守取相应剂量限值的 25%作为剂量约束值管理目标，即职业人员照射剂量约束值为 5mSv/a。

(2) 公众照射：本次评价保守取相应剂量限值的 25%作为剂量约束值管理目标，即公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a。

## (4) 辐射工作场所的分区

### 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》（GBZ130-2020）

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及相关防护检测要求，适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。放射治疗和核医学中的 X 射线成像设备参照本标准执行。

#### 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，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。

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 2 的规定。

表 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 <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> （含 C 臂机、乳腺 CBCT）	20	3.5

<sup>b</sup>单管头、双罐头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在一个房间内。

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 3 的规定。

表 3 不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

备注：本项目 DSA 最大管电压为 125kV，主要用于放射介入手术，属于 C 型臂 X 射线设备，还具有摄影功能，故本次评价从严处理，按照“有用线束与非有用线束方向铅当量均 $\geq 2\text{mmPb}$ ”作为 DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。

### 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。

### 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。

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 机房出入门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 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  $0.25\text{mmPb}$ ；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 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 GBZ128 的规定。

### 7.3.3 项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

#### （1）周围剂量当量率

本项目 DSA 设备在透视工况下，DSA 机房周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；在摄影工况下，DSA 机房周围剂量当量率应不大于 25μSv/h。

#### （2）个人剂量约束值

本项目职业人员照射剂量约束值为 5mSv/a。本项目公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

医院位于浙江省衢州市江山市航埠山路9号，地理位置见附图1。医院东侧隔江滨路为江山港；南侧为居民区；西侧隔航埠山路为停车场、中国银行；北侧为富鹿溪广场及鹿溪大厦。

本项目DSA工作场所拟建于医院 1 号楼及 2 号楼（外科大楼和放射大楼）之间的放射科辅楼中部（共一层）。DSA机房东侧为室外绿化草坪，东侧为医院内部道路及内科大楼；南侧为设备室、库房、医废间，南侧隔道路为外科大楼；西侧为室外院内道路；北侧为控制室、患者通道，北侧相邻放射大楼；机房正上方为平台；机房无地下室。本项目周围环境关系示意图见附图 2。

### 8.2 环境现状评价的对象

#### 8.2.1 辐射现状评价对象

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）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为DSA机房及周围环境。

### 8.3 辐射环境质量现状

#### 8.3.1 监测目的

通过现场检测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

#### 8.3.2 监测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率。

#### 8.3.3 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，检测报告及检测资质证书见附件 8。

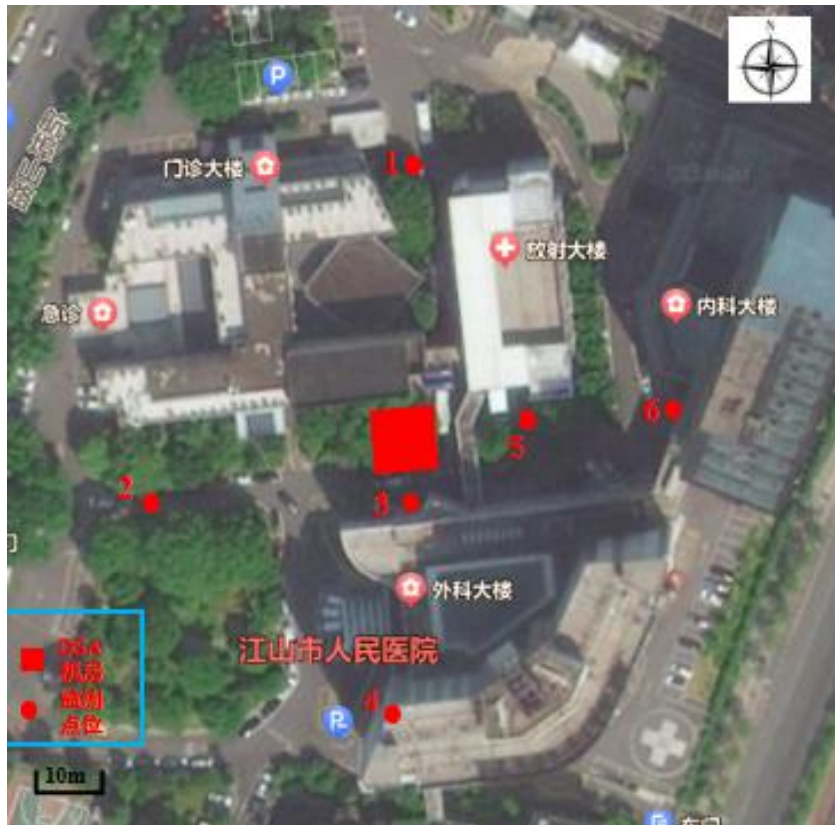
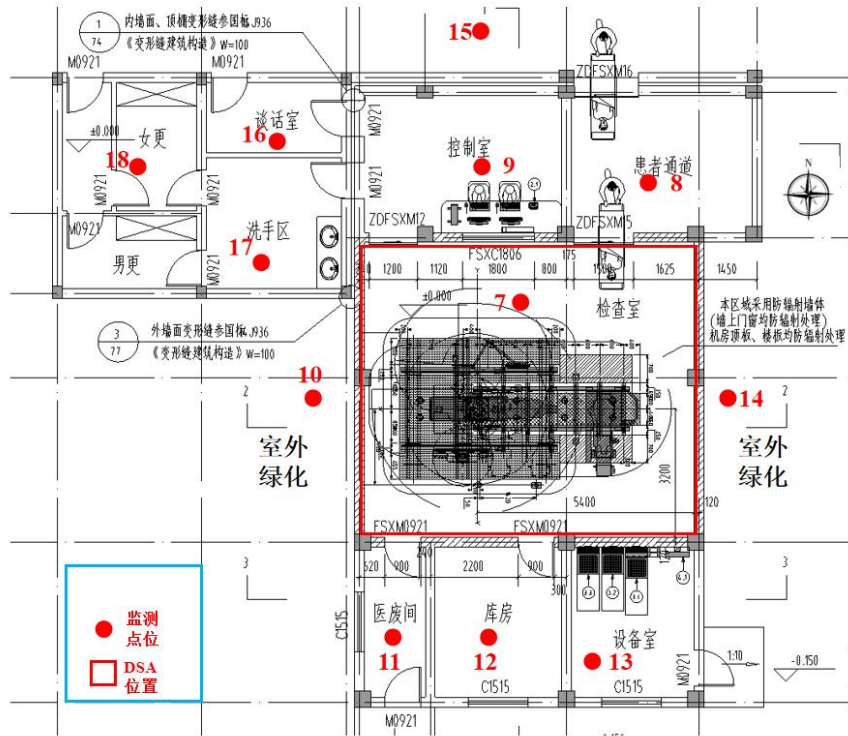


图 8-1 辐射环境本底检测点位示意图

### 8.3.4 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司
- (2) 监测时间：2024 年 04 月 23 日



- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：《环境γ辐射剂量率测定技术规范》（HJ1157-2021）等
- (5) 检测方法：仪器探头离地 1m，待仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔读取数据；
- (6) 检测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：多云；室外温度：22℃；室内温度：21℃；相对湿度：66%；
- (8) 检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

**表 8-1 监测仪器的参数与规范**

监测仪器	X、γ辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H（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：0.05μSv/h~99.99μSv/h 外置探头：0.01μSv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV≤±30% 外置探头：60keV-1.3MeV≤±30%
检定证书编号	2024H21-20-3813605002
检定证书有效期	2024年2月23日~2025年2月22日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计测试中心
校准因子	1.04
探测限	10nSv/h

### 8.3.5 质量保证措施

根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）等标准中有关电离辐射环境监测质量保证的通用要求、实验室的质量要求文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格）和质量证明文件（包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。本次环境现状检测质量保证主要内容有：

- (1) 检测机构通过了计量认证。

(2) 检测前制定了详细的检测方案及实施细则。

(3) 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。

(4) 检测所用仪器已通过计量部门检定/校准合格，且在检定/校准有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。

(5) 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有合格证书上岗。

(6) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(7) 现场检测严格按照规定的检测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和检测数据。

(8) 建立完整的文件资料。仪器校准说明书、检测方案、检测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

(9) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

### 8.3.6 检测结果及分析

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 $\gamma$ 辐射剂量率背景监测结果

监测点号	监测点位置	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)	位置
		平均值	
#1	DSA 室北侧道路	66	道路
#2	门诊大楼	70	道路
#3	外科大楼北侧道路	103	道路
#4	外科大楼	79	道路
#5	放射大楼	107	道路
#6	内科大楼	72	道路
#7	DSA 拟建址	175	平房
#8	DSA 北侧（患者通道）	121	平房
#9	DSA 北侧（控制室）	139	平房
#10	DSA 西侧（门诊大楼出口道路）	101	道路
#11	DSA 南侧（医废间）	146	平房

#12	DSA 南侧（库房）	133	平房
#13	DSA 南侧（设备室）	126	平房
#14	DSA 东侧（放射大楼入口道路）	103	道路
#15	门诊大楼走廊	159	平房
#16	谈话室	206	平房
#17	洗手区	200	平房
#18	更衣室	151	平房

由上述监测结果可知，本项目 DSA 机房工作场所室内  $\gamma$  辐射剂量率范围为 121nGy/h~206nGy/h，室外  $\gamma$  辐射剂量率范围为 66nGy/h~107nGy/h，根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，江山市室内  $\gamma$  辐射剂量率范围为 215nGy/h~240nGy/h，道路上  $\gamma$  辐射剂量率范围为 68nGy/h~171nGy/h，可见项目所在地的天然贯穿辐射水平处于当地本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 建设阶段工程分析

### 9.1.1 建设阶段工艺流程

本项目DSA工作场所拟建于医院 1 号楼及 2 号楼（外科大楼和放射大楼）之间的放射科辅楼中部（共一层）。该机房拟设 4 扇防护门，分别位于北墙西侧的工作人员防护门(拟采用电动移门)、北墙东侧的受检者防护门(拟采用电动移门)、南墙中部的库房防护门(拟采用平开门)、南墙西侧的医废间防护门(拟采用平开门)；铅玻璃观察窗设于北墙中部，便于观察受检者状态。周边设有配套设备间、库房、医废间等功能用房。

本项目施工期主要为 1 间DSA机房与其辅助用房的建设施工及设备安装调试。DSA 机房与辅助用房的建设阶段主要内容为墙体建造、防护装修，产生的主要污染因子为施工扬尘、施工废水、施工人员生活污水、施工噪声、建筑垃圾及生活垃圾。DSA设备安装调试阶段会产生X射线、臭氧和氮氧化物及包装废弃物。本项目施工期较短，对为周围环境产生的影响是短暂的。随着施工期结束，环境影响也随之停止。具体工艺流程及产污环节见图 9-1。

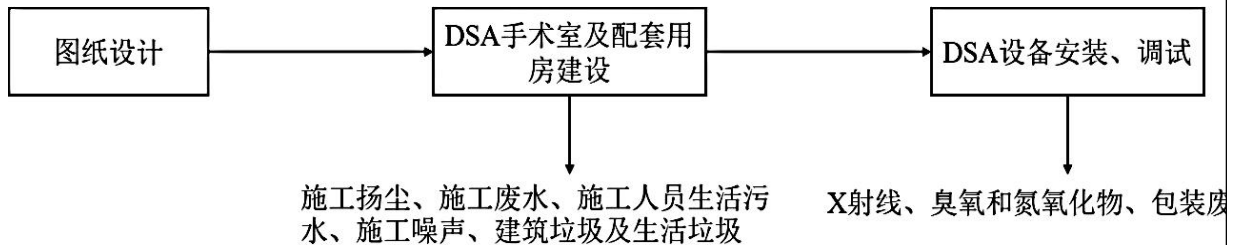


图 9-1 建设阶段工艺流程及产污环节图

## 9.2 工艺设备和工艺分析

### 9.2.1 设备组成及工作原理

#### (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主要组成部分：带有影像增强器电视系统的X射线诊断机、高压注射器、电子计算机图象处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机。本项目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

## (2) 工作原理

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摄影图像，通过显示器显示出来。

X 射线诊断装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属(如钨、铂、金、钽等)制成。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。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。典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

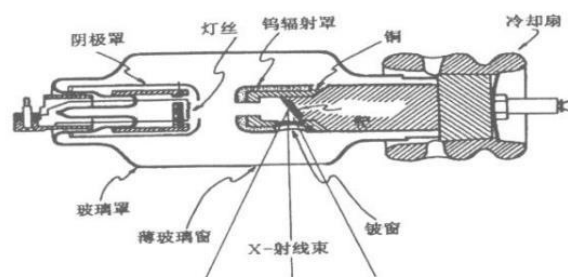


图9-3 典型的X射线管结构

## 9.2.2 操作流程及产污环节

### (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 射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 在进行曝光时分为摄影和透视两种情况：

①摄影：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内患者情况，并通过对讲系统与患者交流。

②透视：医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后并身着铅服、戴铅眼镜等防护用品，在曝光室内对患者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9-4所示。

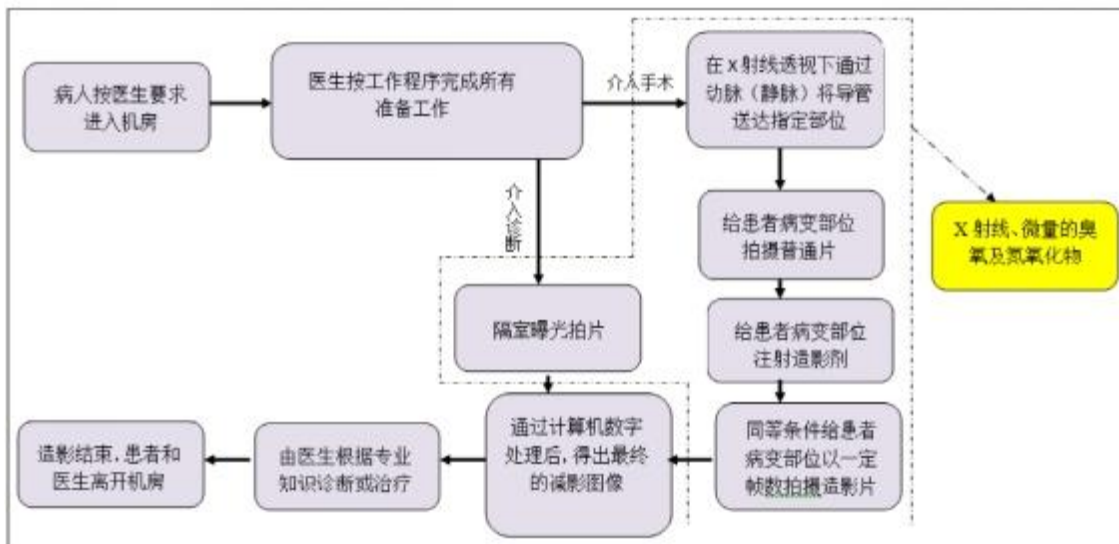


图 9-4 DSA 工作流程及产污环节示意图

综上所述，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固废产生。

## 9.2.3 岗位设置与人员配备

根据医院提供的资料，本项目 DSA 设备使用科室主要包括心内科、心脏血管造影科，医院拟调配 10 名辐射工作人员，其中医生 4 名，护士 4 名，技师 2 名。本项目中配备的 DSA 辐射工作人员不存在兼职其他辐射工作场所岗位的情况。此外，本项目 DSA 设备将于后期搬迁至江山市人民医院新院区，故两个院区的 DSA 辐射工作人员不存在工作交叉的情况。

根据手术类型的不同，轮岗安排手术；一般单台手术需要医生 2 名、护士 2 名、技师 1 名。本项目辐射工作人员个人剂量见表 9-1。根据医院提供的最近 1 年个人剂量检测报告，本项目辐射工作人员近一年内连续四个季度个人有效剂量最大值为 0.447mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对职业人员“剂量限值”的要求，也符合年剂量约束值要求。

表 9-1 辐射工作人员个人剂量表

编号	姓名	近一年连续四个季度个人有效剂量					职业健康体检
		2023 年 第一季度 <sup>②</sup>	2023 年 第二季度	2023 年 第三季度 <sup>③</sup>	2023 年 第四季度 <sup>④</sup>	合计	
1	冯贵华	0.128	0.178	<MDL	<MDL	0.324	可以从事 放射工作
2	汪旭明	0.108	0.321	<MDL	<MDL	0.447	
3	王洪元	0.106	0.301	<MDL	<MDL	0.425	
4	徐爱建	0.041	0.253	<MDL	<MDL	0.312	
5	杨凯	0.160	0.240	<MDL	<MDL	0.418	
6	杨力军	0.126	0.252	<MDL	<MDL	0.396	
7	林芝燕 <sup>①</sup>	/	/	/	/	/	
8	王宝枝	<MDL	0.228	<MDL	<MDL	0.257	
9	王芳	0.208	0.067	0.023	0.062	0.293	
10	祝伟仙	0.028	0.071	<MDL	<MDL	0.117	

注：①辐射工作人员林芝燕 2023 年未在江山市人民医院从事工作。

②本次检测的最低探测水平（MDL）为 0.021mSv，当工作人员的外照射人员监测结果小于 MDL 时，记录为<MDL，记录剂量为 MDL 值的一半，即 0.011mSv，

③④本次检测的最低探测水平（MDL）为 0.018mSv，当工作人员的外照射人员监测结果小于 MDL 时，记录为<MDL，记录剂量为 MDL 值的一半，即 0.009mSv。

### 9.2.4 工作负荷

经与医院核实，本项目正常运行后，保守预计每年最大工作量为 1000 台手术，每天工作 8 小时，每年工作 250 天。本项目 DSA 手术工作量见表 9-2，本项目辐射工作人员最大工作时间见表 9-3。

表 9-2 本项目 DSA 机房工作量

人员配置			单台手术平均最长曝光时间 (min)		年预计最大手术量(台)	年最大出束时间(h)		
医生	护士	技师	摄影	透视	1000	摄影	透视	小计
4	4	2	2	20			33.4	333.4

表 9-3 本项目辐射工作人员最大工作时间

单名介入医护人员		单名技师		
年预计最大手术量 (台)	年透视时间 (h/a)	年预计最大手术量 (台)	年摄影时间 (h/a)	年透视时间 (h/a)
500	166.7	500	16.7	166.7

注：介入手术医护人员主要考虑透视状态下的受照剂量影响，摄影状态下在控制室受照剂量影响相对很小，忽略不计。

## 9.3 污染源项描述

### 9.3.1 正常工况

#### (1) X 射线

根据 X 射线装置工作原理，X 射线随 DSA 设备的开、关而产生和消失。本项目 DSA 设备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，主要污染因子为 X 射线。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，主要包括以下 3 种辐射类型：

#### A、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。

#### B、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。

#### C、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。

本项目 DSA 设备最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，透视模式最大工况为 80kV、20mA；摄影模式最大工况为 100kV、500mA。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)、《辐射防护导论》(方杰主编)与《医用外照射源的辐射防护》，本项目 DSA 设备 X 射线的源项数据见表 9-4。

表 9-4 本项目 DSA 设备 X 射线源项数据

工作场所	设备名称	主射线或散射线源项（距辐射源点 1m 处输出量） <sup>①</sup>		漏射线源项 (辐射源点 1m 处泄漏辐射剂量率) <sup>②</sup>
		摄影工况	透视工况	
DSA 机房	DSA 射线装置	$5.4 \times 10^5$ $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	$3.6 \times 10^5$ $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	1000 $\mu\text{Gy/h}$

备注：

①根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)第5.1.5条款，除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl，故本项目过滤片保守取为 2.5mmAl。参考《辐射防护导论》(方杰主编)P342页附图 3，仅有过滤片 2mmAl 和 3mmAl 的曲线图，本次评价保守按过滤片为 2mmAl 进行取值，则摄影（100kV）时 X 射线发射率常数  $\delta_{100kV} = 9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，则  $H_0(100kV) = 5.4 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；透视（80kV）时 X 射线发射率常数  $\delta_{80kV} = 6 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，则  $H_0(80kV) = 3.6 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

②根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》P23 页： $\pi(77)$  用于诊断目的的每一个 X 线管必须封闭在管套内，以使得位于该套内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1 米处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过  $1 \text{mGy/h}$ ”，故本项目保守取值为  $1000 \mu\text{Gy/h}$ 。

由工程分析可知，DSA 运行过程中的主要污染源项为 X 射线，只有在开机状态下才产生，关机状态下消失。

## (2) 臭氧和氮氧化物

本项目 DSA 设备在开机并处于出束状态下，空气在 X 射线作用下会分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目 DSA 机房拟设有机械排风装置，能保持机房内良好通风。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所布局及合理性

医院拟将于 1 号楼和 2 号楼之间新建的放射科辅楼中部置于一间 DSA 机房，结合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)第 6.1 条款的要求，本项目 DSA 机房布局评价情况如下：

表 10-1 本项目 DSA 机房周边布局一览表

DSA机房位置	辐射场所	有效使用面积	方位	周边房间及场所
放射科辅楼一层	DSA机房	60.35m <sup>2</sup> (8.20m×7.36m)	东侧	室外绿化
			南侧	设备室、库房、医废间
			西侧	室外绿化
			北侧	控制室、患者通道
			楼上	平台
			楼下	无

结合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)第 6.1 条款的要求，本项目 DSA 机房布局评价情况如下：

(1) 本项目 DSA 有用线束照射方向自下向上，不直接照射门、窗、管线口与工作人员操作位，满足第 6.1.1 条款的要求；

(2) 本项目 DSA 机房位于放射科辅楼一层，DSA 机房及辅助用房均集中布置，且 DSA 机房六侧经实体屏蔽后，屏蔽体外剂量率符合标准要求，对邻室及周围场所的人员影响是可以接受的，满足第 6.1.2 条款的要求；

(3) 本项目 DSA 机房最小单边长度为 7.36m，有效使用面积约 60.35m<sup>2</sup>，满足第 6.1.5 的要求。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置便于就诊，能够降低人员受到意外照射的可能性，故本项目 DSA 工作场所平面布局合理可行。

#### 10.1.2 分区原则和两区划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，应把辐射工作场所分为控制区和监督区。

##### (1) 分区原则

根据 GB 18871-2002 的要求，“两区”划分原则与依据如下：

①注册者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。

②确定控制区的边界时,应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小,以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

③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。

## (2) 本项目分区管理情况

本项目辐射工作场所分区情况见表 10-2, 分区示意图见图 10-1

表 10-2 本项目辐射工作场所分区一览表

场所名称	控制区	监督区
DSA机房及其配套用房	DSA机房	医废间、库房、控制室、设备室、患者通道、洗手区 DSA机房东西两侧墙外 1m处

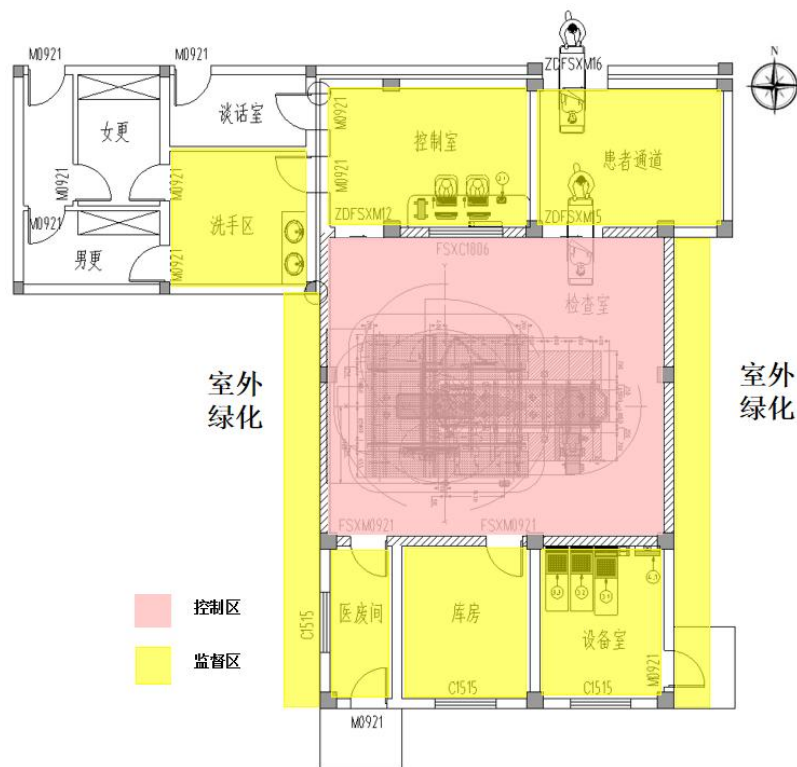


图 10-1 本项目辐射工作场所分区示意图

## (3) “两区”管控要求

### ①控制区防护手段与安全措施

- a. 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合图 10-2 规定的警告标志;
- b. 制定职业防护与安全措施, 包括适用于控制区的规则与程序;

c. 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；

d. 定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

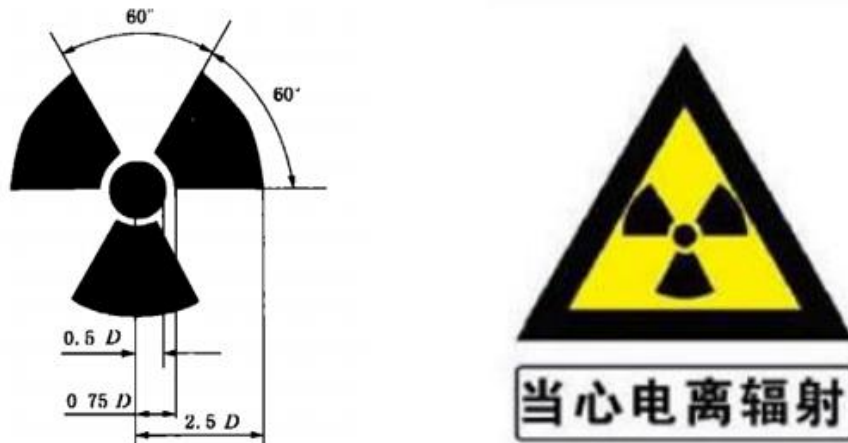


图 10-2 电离辐射的标志（左）与电离辐射警告标志（右）

### ② 监督防护手段与安全措施

a. 采用适当的手段划出监督区的边界；

b. 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

c. 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。

### 10.1.3 辐射防护屏蔽设计

依据建设单位提供的DSA机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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，DSA机房的屏蔽状况见表 10-3，机房最小单边长及有效使用面积见表 10-3。

表 10-3 DSA 机房屏蔽设计情况

工作场所	屏蔽体	设计值（等效铅当量） <sup>①</sup>	GBZ 130-2020 标准要求	符合性 分析
DSA 机房	四侧墙体	1.2mm 电解钢板+4mm 铅板 (4mmPb)	有用线束及非有用 线束方向铅当量均 为 2mmPb。	符合
	受检者防护门	电动移门，内衬 4mm 铅板 (4mmPb)		符合
	工作人员防护门	电动移门，内衬 4mm 铅板 (4mmPb)		符合

库房防护门	平开门，内衬 4mm 铅板 (4mmPb)		符合
医废间防护门	平开门，内衬 4mm 铅板 (4mmPb)		符合
铅玻璃观察窗	4mmPb 铅玻璃 <sup>②</sup> (4mmPb)		符合
顶棚	12cm 混凝土 <sup>③</sup> +1.2mm 电解钢板 +4cm 厚硫酸钡防护涂料 <sup>④</sup> (5.5mmPb)		符合
通风设计方案	DSA 机房内设排风系统，通风管道从顶棚上方穿越墙体，穿墙处拟 设 4mmPb 铅皮进行屏蔽补偿。		
电缆设计方案	电缆管道拟从地坪下方直穿越墙体，电缆管道穿墙处 4mmPb 铅皮进行屏蔽补偿。		

注:

①铅板密度不低于 11.3g/cm<sup>3</sup>，1mm 铅板等效为 1mmPb。

②铅玻璃密度不低于 4.6g/cm<sup>3</sup>。

③混凝土密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>，根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)附录 C 表 C.4，管电压为 125kV (有用线束) 时，87mm 混凝土等效为 1mmPb，因此本项目 12cm 混凝土等效为 1.5mmPb。

④硫酸钡防护涂料密度为 2.79g/cm<sup>3</sup>，根据《放射防护实用手册》(赵兰才 张丹枫编著) 表 6.14，9.5mm 钡水泥密度等效 1mmPb 进行铅当量折算，因此本项目 4cm 厚硫酸钡防护涂料保守等效为 4mmPb。

⑤DSA 机房无地下室，地坪不做特殊防护。

⑥其中，墙面的铅板两侧留出预留长度，拼接处采用错位层叠拼接，拼接长度为 5cm。

根据医院提供的图纸，本项目机房长宽及有效使用面积见表 10-4。

表 10-4 机房面积及单边长度一览表

序号	机房名称	拟设置情况		GBZ130 表 2 标准要求		符合性 评价
		最小单边 长度 (m)	有效使用 面积 (m <sup>2</sup> )	最小单边 长度 (m)	有效使用 面积 (m <sup>2</sup> )	
1	DSA 机房	7.36	60.35	3.5	20	符合

由表 10-3、表 10-4 可知，本项目 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）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。

## 10.1.4 辐射安全和防护措施

### 10.1.4.1 设备自带辐射安全防护措施

本项目 DSA 具备以下辐射安全防护措施:

(1) DSA 设备配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置；

(2) 在机房内具备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；

(3) 控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录；

(4) 透视曝光开关为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置；

(5) DSA 设备配有可安装附加滤过板的装置，并配备不同规格的附加滤过板；

(6) DSA 设备配备可调节有用线束照射野的限束装置，并提供可标示照射野的灯光野指示装置；

(7) 设备带有急停按钮(按钮与 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，按动急停按钮，可停止射线系统出束。

本项目 DSA 设备各项技术指标满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）对设备性能的相关要求。

#### **10.1.4.2 场所辐射安全防护措施**

1、对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）与《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），本项目在设备自带辐射安全防护措施基础上，医院需具备以下辐射安全防护措施：

(1) DSA 机房北侧设有观察窗，DSA 机房内设有摄像监控装置，与控制台处显示屏相联，便于观察室内情况。

(2) DSA 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(3) DSA 机房内利用排风系统进行通风，以保持良好的通风。

(4) DSA 机房防护门醒目位置张贴电离辐射警告标志及中文警示说明；病人通道防护门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且与防护门有效关联；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

(5) 本项目 DSA 机房设 4 扇防护门，分别位于北墙西侧的工作人员防护门(拟采用电动移门)、北墙东侧的受检者防护门(拟采用电动移门)、南墙中部的库房防护门(拟采用平开门)、南墙西侧的医废间防护门(拟采用平开门)。其中，电动推拉防护门，应设有曝光时关闭防护门的管理措施，设置防夹装置；平开防护门，应设有自动闭门装置。

(6) 受检者不应在 DSA 机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在

DSA 机房内。

2、为了更好地做好辐射工作场所安全防护管理，医院在（GBZ 130-2020）基础上设以下辐射安全防护措施：

（1）DSA 机房防护门采取屏蔽防护时，注意防护门与墙体的搭接应不小于缝隙距离的 10 倍。

（2）控制室内张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

（3）急停按钮：控制台旁设有急停按钮(按钮与 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，按动急停按钮，可停止射线系统出束。

（4）DSA 机房受检者出入口门外应设置 1m 黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

本项目 DSA 工作场所的辐射安全设施布置方案见附图 4。

### 10.1.4.3 辐射防护用品清单

#### 1、个人防护用品

表 10-5 DSA 机房个人防护用品和辅助防护设施拟配置计划

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、铅防护眼镜、介入防护手套，配备 4 套	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风，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	——	铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾，成人与儿童各 1 套	——	符合

注：①铅橡胶围裙、铅橡胶颈套铅当量不小于 0.5mmPb；铅防护眼镜铅当量不小于 0.25mmPb；介入防护手套不小于 0.025mmPb；铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏铅当量不小于 0.5mmPb。

②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、床侧防护屏铅当量不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量不小于 2mmPb。

#### 2、个人防护检测用品

医院为本项目配备 1 台辐射巡测仪；每名手术医生、护士配备 2 枚个人剂量计，包括内、外双个人剂量计，分别佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置及铅围裙内躯干位置，

内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反；每名技师配备 1 枚个人剂量计，为外个人剂量计。

#### 10.1.4.4 辐射安全防护措施和设施标准对照

对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，DSA 机房辐射防护措施符合性分析表见表 10-6。

表 10-6 DSA 机房设计符合性分析

项目	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)要求	设计情况	符合性
机房面积	面积不小于 20m <sup>2</sup> ，单边长度不小于 3.5m	本项目 DSA 机房面 60.35m <sup>2</sup> ，单边长度最小为 7.36m。	符合
机房位置	X 射线设备机房（照射室）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	根据表 11 核算结果，本项目 DSA 机房充分考虑了邻室及周围场所的人员防护与安全。	符合
机房布局	机房内布局要合理，应避开有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与诊断工作无关的杂物；受检者不应在机房内候诊	DSA 机房设计避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；保持 DSA 机房内整洁、不堆放杂物；DSA 机房内区域未设置候诊区。	符合
机房通风	机房应设置机械排风装置，并保持良好的通风	DSA 机房设置排风系统，保持良好的通风。	符合
标志、指示灯	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；工作状态指示灯能与机房门有效关联	DSA 机房门口设电离辐射警告标志、工作状态指示灯等，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句；工作状态指示灯和与机房相通的门能有效关联。	符合
工作人员防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，配备不少于 4 套。	符合

医院拟建的 DSA 机房按相关标准要求进行了设计，DSA 机房的辐射防护措施均符合相关规定要求，医院应严格按照设计方案进行建设。

## 10.2 三废的治理

根据工艺分析，本项目运行期间无放射性废水、放射性废气产生，仅有少量臭氧、氮氧化物等有害气体产生，加强通风有利于改善工作场所空气质量。DSA 机房通过医院排风系统以保持室内良好通风。

## 10.3 射线装置报废管理要求



本项目后期投入使用后，对拟报废的射线装置，医院应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》中第十八条要求，需要报废X射线装置的，使用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 土建施工阶段

本项目DSA工作场所拟建于医院 1 号楼及 2 号楼（外科大楼和放射大楼）之间的放射科辅楼中部（共一层）。本项目施工期主要为 1 间DSA机房与其辅助用房的建设施工及设备安装调试。机房与辅助用房的建设阶段主要内容为墙体建造、防护装修，产生的主要污染因子为施工扬尘、装修废气、施工人员生活污水、施工噪声、建筑垃圾及生活垃圾。DSA设备安装调试阶段会产生X射线及臭氧和氮氧化物。本项目施工期较短，对周围环境产生的影响是短暂的。随着施工期结束，环境影响也随之停止。

##### 项目建设阶段产生的污染物主要包括：

##### （1）扬尘、装修废气

施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。DSA 机房及辅助用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。

##### （2）废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，依托医院现有的生活污水处理设施处理。

##### （3）噪声

施工期噪声包括各类机械和运输车辆的噪声以及装修改造产生的噪声，由于施工范围小，工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。随着施工期的结束，施工噪声影响也将结束。

##### （4）固体废物

施工中产生的建筑垃圾如废弃物（如废材料、建筑垃圾等）以及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。

##### 项目调试期的污染物主要包括：

##### （1）臭氧、氮氧化物

设备调试阶段产生的废气主要为少量臭氧、氮氧化物。DSA 机房通过医院排风系统以保持室内良好通风，对周围环境空气质量影响较小。

##### （2）X 射线

设备调试阶段产生的 X 射线。调试阶段在已做好辐射防护的机房内进行，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。

## 11.2 DSA运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 DSA机房周围辐射环境影响评价

本项目拟用DSA最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，主射方向由下往上，所在机房设计净尺寸为 8.20m（长）×7.36m（宽）。DSA设备在手术中分摄影和透视两种模式。DSA摄影（拍片）模式是指DSA的X射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。DSA透视模式是指在透视条件下，工作人员近台同室进行介入操作。

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

#### 1、预测点位

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录B中B.2.1 条款，计算关注点的位置选取原则为：距墙体、门、窗 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚 30cm，机房无地下室故不考虑。

由于第一术者位相较第二术者位距离辐射源更近，根据辐射剂量率与距离平方成反比的定律，若第一术者位受照剂量满足剂量限值要求，则第二术者位亦可满足，故本次评价重点关注第一术者位所受剂量影响。本项目关注点分布及环境特征情况见表 11-1，预测点位示意图见图 11-1 与图 11-2。

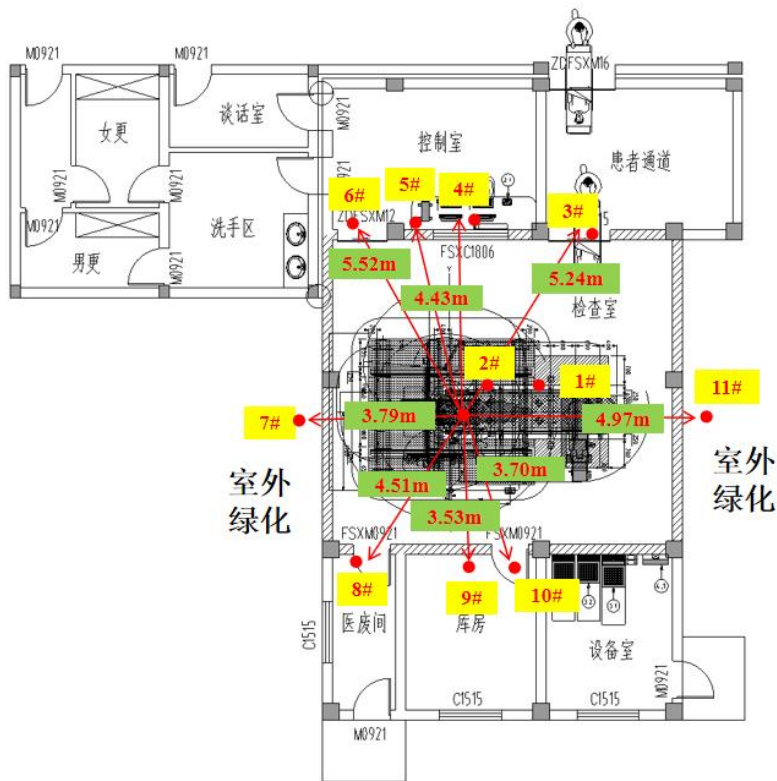


图 11-1 本项目 DSA 机房平面布局及预测点位示意图

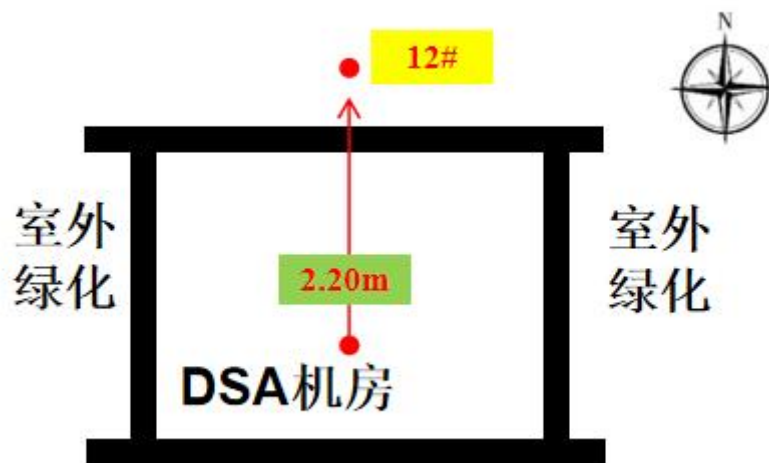


图 11-2 项目 DSA 机房剖面布局及预测点位示意图

表 11-1 本项目关注点分布及环境特征

点位编号	点位描述	环境特征	需考虑的辐射类型
1#	DSA 机房第一术者位	DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
2#	DSA 机房第二术者位	DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
3#	DSA 机房北侧患者通道防护门外 30cm 处	患者通道	泄漏辐射、散射辐射

4#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
5#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
6#	DSA 机房北侧控制室防护门外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	室外绿化	泄漏辐射、散射辐射
8#	DSA 机房南侧医废间防护门外 30cm 处	医废间	泄漏辐射、散射辐射
9#	DSA 机房南侧库房防护门外 30cm 处	库房	泄漏辐射、散射辐射
10#	DSA 机房南侧设备室墙外 30cm 处	设备室	泄漏辐射、散射辐射
11#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	室外绿化	泄漏辐射、散射辐射
12#	DSA 机房上方(楼上)距地面30cm处	平台	泄漏辐射、散射辐射

## 2、预测工况

根据建设单位提供的资料，本项目DSA设备运行的典型工况见表 11-2。

表 11-2 本项目 DSA 设备运行的典型工况

设备名称	摄影常用最大工况		透视常用最大工况	
	管电压(kV)	管电流(mA)	管电压(kV)	管电流(mA)
DSA	100	500	80	20

## 3、预测模式

参考《辐射防护手册——第一分册》（李德平、潘自强主编）P436~P437 页，式（10.8）、（10.9）、（10.10），将原公式中的利用因子、占用因子均取为 1，可推导出以下计算公式。

（1）泄漏辐射剂量估算

$$H = \frac{H_L \cdot B}{d^2} \quad (11-1)$$

式中：

H——关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$H_L$ ——距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》P23 页： $\pi(77)$  用于诊断目的的每一个 X 线管必须封闭在管套内，以使得位于该套内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1 米处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过  $1\text{mGy/h}$ ”，故本项目保守取值为  $1000\mu\text{Gy/h}$ 。

d——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B——给定屏蔽物质的屏蔽透射因子，取值见表 11-3

(2) 散射辐射剂量估算

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{d_0^2 \cdot d_s^2} \quad (11-2)$$

式中：

H——关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ；

I——管电流，取值见表 11-5；

$H_0$ ——距靶点 1m 处的 X 射线输出量， $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）第 5.1.5 条款，除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl，故本项目过滤片保守取为 2.5mmAl。参考《辐射防护导论》（方杰主编）P342 页附图 3，仅有过滤片 2mmAl 和 3mmAl 的曲线图，本次评价保守按过滤片为 2mmAl 进行取值，则摄影（100kV）时 X 射线发射率常数  $\delta_{100\text{kV}} = 9\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，则  $H_{0(100\text{kV})} = 5.4 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；透视（80kV）时 X 射线发射率常数  $\delta_{80\text{kV}} = 6\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，则  $H_{0(80\text{kV})} = 3.6 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

$\alpha$ ——患者对入射 X 射线的散射比，根据《辐射防护手册——第一分册》（潘自强、李德平编）P437 页， $\alpha = a/400$ ，其中 a 为人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比。对照该手册的表 10.1，本项目摄影和透视工况下均取入射能量为 100kV 时  $90^\circ$  散射，则 a 保守取值 0.0013，即  $\alpha = 3.25 \times 10^{-6}$ ；

S——散射面积，根据《放射防护使用手册》P305，DSA 射线装置一般的照射野为  $9\text{cm} \times 9\text{cm}$ ，本项目保守取  $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ ——源与患者的距离，根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）图 1.3，本项目取 0.8m；

$d_s$ ——散射体（患者）与关注点的距离，m；

B——给定屏蔽物质的屏蔽透射因子，取值见表 11-3。

(3) 屏蔽透射因子预测公式

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中 C.1.2，对给定的铅厚度，不同管电压 X 射线辐射在屏蔽材料中衰减的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  拟合值见表 C.2～表 C.3，按式 11-4 计算屏蔽透射因子：

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

式中：

B——不同屏蔽材料的屏蔽透射因子；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ——不同屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——屏蔽材料厚度。

本项目摄影工况按 100kV 取值，透视工况保守按 90kV 取值（GBZ 130-2020 附录 C 表 C.2 中仅有管电压 70kV 和 90kV 的参数取值，无 80kV 的参数取值），屏蔽透射因子计算如表 11-3 所示。

表 11-3 本项目屏蔽透射因子计算表

辐射类型	工作模式	关注点位	防护情况	屏蔽厚度 (mm)	a	$\beta$	Y	B							
泄漏辐射	摄影	12#DSA 机房上方(楼上)距地 100cm 处	12cm 混凝土+1.2mm 电解钢板 +4cm 厚硫酸钡防护涂料	铅: 4	2.500	15.28	0.7557	$2.54 \times 10^{-9}$							
				混凝土: 120	0.03925	0.08567	0.4273								
		5#DSA 机房东北侧防护墙外30cm处 7#DSA 机房西侧防护墙外30cm处 9#DSA 机房南侧防护墙外30cm处 11#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1.2mm 电解钢板 +4mmPb 铅板	铅: 4	2.500	15.28	0.7557	$3.39 \times 10^{-6}$							
									3#DSA 机房北侧患者通道防护门外 30cm 处 6#DSA 机房北侧控制室防护门外 30cm 处 8#DSA 机房南侧医废间防护门外 30cm 处 10#DSA 机房南侧库房外 30cm 处	4mm 铅板	铅: 4	2.500	15.28	0.7557	$3.39 \times 10^{-6}$
	透视	1#DSA 机房第一术者位(铅衣内) 2#DSA 机房第二术者位(铅衣内)	0.5mm Pb 铅悬挂帘 +0.5mm Pb 铅衣	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	$6.33 \times 10^{-4}$							
									1#DSA 机房第一术者位(铅衣外) 2#DSA 机房第二术者位(铅衣外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	$2.52 \times 10^{-2}$
		12#DSA 机房上方(楼上)距地 100cm 处	12cm 混凝土+1.2mm 电解钢板 +4cm 厚硫酸钡防护涂料	铅: 4	3.067	18.83	0.7726	$1.66 \times 10^{-10}$							
				混凝土: 120	0.04228	0.1137	0.469								
		5#DSA 机房东北侧防护墙外30cm处 7#DSA 机房西侧防护墙外30cm处 9#DSA 机房南侧防护墙外30cm处 11#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1.2mm 电解钢板+4mmPb 铅板	铅: 4	3.067	18.83	0.7726	$3.69 \times 10^{-7}$							
3#DSA 机房北侧患者通道防护门外 30cm 处 6#DSA 机房北侧控制室防护门外 30cm 处 8#DSA 机房南侧医废间防护门外 30cm 处 10#DSA 机房南侧库房外 30cm 处	4mm 铅板								铅: 4	3.067	18.83	0.7726	$3.69 \times 10^{-7}$		



		4#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	20mmPb铅玻璃	铅： 4	3.067	18.83	0.7726	3.69×10 <sup>-7</sup>		
散 射 辐 射	摄影	12#DSA 机房上方(楼上)距地 100cm 处	12cm 混凝土+1.2mm 电解钢板 +4cm 厚硫酸钡防护涂料	铅： 4	2.507	15.33	0.9124	6.84×10 <sup>-8</sup>		
				混凝土： 120	0.0395	0.0844	0.5191			
			5#DSA机房东北侧防护墙外30cm处 7#DSA机房西侧防护墙外30cm处 9#DSA机房南侧防护墙外30cm处 11#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1.2mm 电解钢板+4mmPb 铅板	铅： 4	2.507	15.33	0.9124	5.14×10 <sup>-6</sup>	
			3#DSA 机房北侧患者通道防护门外 30cm 处 6#DSA 机房北侧控制室防护门外 30cm 处 8#DSA 机房南侧医废间防护门外 30cm 处 10#DSA 机房南侧库房外 30cm 处	4mm 铅板	铅： 4	2.507	15.33	0.9124	5.14×10 <sup>-6</sup>	
			4#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	20mmPb铅玻璃	铅： 4	2.507	15.33	0.9124	5.14×10 <sup>-6</sup>	
	透视	1#DSA机房第一术者位(铅衣内) 2#DSA 机房第二术者位(铅衣内)		0.5mm Pb 铅悬挂帘 +0.5mm Pb 铅衣	铅： 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33×10 <sup>-4</sup>	
					铅： 0.5	3.067	18.83	0.7726		
		1#DSA机房第一术者位(铅衣外) 2#DSA 机房第二术者位(铅衣外)		0.5mmPb 铅悬挂帘		铅： 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52×10 <sup>-2</sup>
				12#DSA 机房上方(楼上)距地 100cm 处	12cm 混凝土+1.2mm 电解钢板 +4cm 厚硫酸钡防护涂料	铅： 4	3.067	18.83	0.7726	1.66×10 <sup>-10</sup>
					混凝土： 120	0.04228	0.1137	0.469		
			5#DSA机房东北侧防护墙外30cm处 7#DSA机房西侧防护墙外30cm处 9#DSA机房南侧防护墙外30cm处 11#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1.2mm 电解钢板+4mmPb 铅板	铅： 4	3.067	18.83	0.7726	3.69×10 <sup>-7</sup>	
			3#DSA 机房北侧患者通道防护门外 30cm 处 6#DSA 机房北侧控制室防护门外 30cm 处 8#DSA 机房南侧医废间防护门外 30cm 处 10#DSA 机房南侧库房外 30cm 处	4mm 铅板	铅： 4	3.067	18.83	0.7726	3.69×10 <sup>-7</sup>	
		4#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	20mmPb铅玻璃	铅： 4	3.067	18.83	0.7726	3.69×10 <sup>-7</sup>		

备注：本表铅当量折算过程中参考表 10-3

4、预测结果：关注点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表 11-4。

表 11-4 泄漏辐射剂量率估算结果

工作模式	关注点位	H <sub>L</sub>	B	d	H	
		μGy/h	/	m	μGy/h	
摄影	3#DSA机房北侧患者通道防护门外30cm处（患者通道）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	5.24	1.23×10 <sup>-4</sup>	
	4#DSA机房北侧观察窗外30cm处（控制室）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	4.43	1.73×10 <sup>-4</sup>	
	5#DSA机房北侧防护墙外30cm处（控制室）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	4.43	1.73×10 <sup>-4</sup>	
	6#DSA机房北侧控制室防护门外30cm处（控制室）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	5.52	1.11×10 <sup>-4</sup>	
	7#DSA机房西侧防护墙外30cm处（室外绿化）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	3.79	2.36×10 <sup>-4</sup>	
	8#DSA机房南侧医废间防护门外30cm处（医废间）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	4.51	1.67×10 <sup>-4</sup>	
	9#DSA机房南侧库房防护门外30cm处（库房）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	3.53	2.72×10 <sup>-4</sup>	
	10#DSA机房南侧设备室墙外30cm处（设备室）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	3.70	2.48×10 <sup>-4</sup>	
	11#DSA机房东侧防护墙外30cm处（室外绿化）	1000	3.39×10 <sup>-6</sup>	4.97	1.37×10 <sup>-4</sup>	
	12#DSA机房上方(楼上)距地30cm处（平台）	1000	2.54×10 <sup>-9</sup>	2.20	5.25×10 <sup>-7</sup>	
	透视	1#DSA机房第一术者位(铅衣内)	1000	6.33×10 <sup>-4</sup>	0.6	1.76
		1#DSA机房第一术者位(铅衣外)	1000	2.52×10 <sup>-2</sup>	0.6	7.0×10 <sup>1</sup>
2#DSA机房第二术者位(铅衣内)		1000	6.33×10 <sup>-4</sup>	1.2	4.40×10 <sup>-1</sup>	
2#DSA机房第二术者位(铅衣外)		1000	2.52×10 <sup>-2</sup>	1.2	1.75×10 <sup>1</sup>	
3#DSA机房北侧患者通道防护门外30cm处（患者通道）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	5.24	1.34×10 <sup>-5</sup>	
4#DSA机房北侧观察窗外30cm处（控制室）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	4.43	1.88×10 <sup>-5</sup>	
5#DSA机房北侧防护墙外30cm处（控制室）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	4.43	1.88×10 <sup>-5</sup>	
6#DSA机房北侧控制室防护门外30cm处（控制室）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	5.52	1.21×10 <sup>-5</sup>	
7#DSA机房西侧防护墙外30cm处（室外绿化）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	3.79	2.57×10 <sup>-5</sup>	
8#DSA机房南侧医废间防护门外30cm处（医废间）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	4.51	1.81×10 <sup>-5</sup>	
9#DSA机房南侧库房防护门外30cm处（库房）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	3.53	2.96×10 <sup>-5</sup>	
10#DSA机房南侧设备室墙外30cm处（设备室）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	3.70	2.70×10 <sup>-5</sup>	
11#DSA机房东侧防护墙外30cm处（室外绿化）		1000	3.69×10 <sup>-7</sup>	4.97	1.49×10 <sup>-5</sup>	
12#DSA机房上方(楼上)距地30cm处（平台）		1000	1.66×10 <sup>-10</sup>	2.20	3.43×10 <sup>-8</sup>	

表 11-5 散射辐射剂量率估算结果

工作模式	关注点位	I	H <sub>0</sub>	α	S	d <sub>0</sub>	ds	B	H	
		mA	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m} / \text{A}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	/	cm <sup>2</sup>	m	m	/	μGy/h	
摄影	3#DSA机房北侧患者通道防护门外30cm处（患者通道）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	5.24	5.14×10 <sup>-6</sup>	2.57×10 <sup>-2</sup>	
	4#DSA机房北侧观察窗外30cm处（控制室）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	4.43	5.14×10 <sup>-6</sup>	2.39×10 <sup>-2</sup>	
	5#DSA机房北侧防护墙外30cm处（控制室）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	4.43	5.14×10 <sup>-6</sup>	2.39×10 <sup>-2</sup>	
	6#DSA机房北侧控制室防护门外30cm处（控制室）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	5.52	5.14×10 <sup>-6</sup>	2.31×10 <sup>-2</sup>	
	7#DSA机房西侧防护墙外30cm处（室外绿化）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	3.79	5.14×10 <sup>-6</sup>	4.91×10 <sup>-2</sup>	
	8#DSA机房南侧医废间防护门外30cm处（医废间）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	4.51	5.14×10 <sup>-6</sup>	3.46×10 <sup>-2</sup>	
	9#DSA机房南侧库房防护门外30cm处（库房）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	3.53	5.14×10 <sup>-6</sup>	5.66×10 <sup>-2</sup>	
	10#DSA机房南侧设备室墙外30cm处（设备室）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	3.70	5.14×10 <sup>-6</sup>	5.15×10 <sup>-2</sup>	
	11#DSA机房东侧防护墙外30cm处（室外绿化）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	4.97	5.14×10 <sup>-6</sup>	2.85×10 <sup>-2</sup>	
	12#DSA机房上方(楼上)距地30cm处（平台）	500	5.4×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	2.20	6.84×10 <sup>-8</sup>	1.94×10 <sup>-3</sup>	
	透视	1#DSA机房第一术者位(铅衣内)	20	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	0.6	6.33×10 <sup>-4</sup>	6.43
		1#DSA机房第一术者位(铅衣外)	20	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	0.6	2.52×10 <sup>-2</sup>	2.56×10 <sup>2</sup>
2#DSA机房第二术者位(铅衣内)		20	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	1.2	6.33×10 <sup>-4</sup>	1.61	
2#DSA机房第二术者位(铅衣外)		20	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	1.2	2.52×10 <sup>-2</sup>	6.4×10 <sup>1</sup>	
3#DSA机房北侧患者通道防护门外30cm处（患者通道）		500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	5.24	3.69×10 <sup>-7</sup>	4.91×10 <sup>-5</sup>	
4#DSA机房北侧观察窗外30cm处（控制室）		500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	4.43	3.69×10 <sup>-7</sup>	6.87×10 <sup>-5</sup>	
5#DSA机房北侧防护墙外30cm处（控制室）		500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	4.43	3.69×10 <sup>-7</sup>	6.87×10 <sup>-5</sup>	
6#DSA机房北侧控制室防护门外30cm处（控制室）		500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	5.52	3.69×10 <sup>-7</sup>	4.43×10 <sup>-5</sup>	
7#DSA机房西侧防护墙外30cm处（室外绿化）		500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	3.79	3.69×10 <sup>-7</sup>	9.39×10 <sup>-5</sup>	
8#DSA机房南侧医废间防护门外30cm处（医废间）		500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	4.51	3.69×10 <sup>-7</sup>	6.63×10 <sup>-5</sup>	
9#DSA机房南侧库房防护门外30cm处（库房）		500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	3.53	3.69×10 <sup>-7</sup>	1.08×10 <sup>-4</sup>	
10#DSA机房南侧设备室墙外30cm处（设备室）		500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	3.70	3.69×10 <sup>-7</sup>	9.86×10 <sup>-5</sup>	
11#DSA机房东侧防护墙外30cm处（室外绿化）	500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	4.97	3.69×10 <sup>-7</sup>	5.46×10 <sup>-5</sup>		
12#DSA机房上方(楼上)距地30cm处（平台）	500	3.6×10 <sup>5</sup>	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.8	2.20	1.66×10 <sup>-10</sup>	1.60×10 <sup>-7</sup>		

表 11-6 本项目 DSA 机房周围辐射水平预测结果

工作模式	关注点位	泄漏辐射剂量率	散射辐射剂量率	总剂量率	
		μGy/h	μGy/h	μGy/h	
摄影	3#DSA机房北侧患者通道防护门外30cm处（患者通道）	$1.23 \times 10^{-4}$	$2.57 \times 10^{-2}$	$2.58 \times 10^{-2}$	
	4#DSA机房北侧观察窗外30cm处（控制室）	$1.73 \times 10^{-4}$	$2.39 \times 10^{-2}$	$2.41 \times 10^{-2}$	
	5#DSA机房北侧防护墙外30cm处（控制室）	$1.73 \times 10^{-4}$	$2.39 \times 10^{-2}$	$2.41 \times 10^{-2}$	
	6#DSA机房北侧控制室防护门外30cm处（控制室）	$1.11 \times 10^{-4}$	$2.31 \times 10^{-2}$	$2.32 \times 10^{-2}$	
	7#DSA机房西侧防护墙外30cm处（室外绿化）	$2.36 \times 10^{-4}$	$4.91 \times 10^{-2}$	$4.93 \times 10^{-2}$	
	8#DSA机房南侧医废间防护门外30cm处（医废间）	$1.67 \times 10^{-4}$	$3.46 \times 10^{-2}$	$3.48 \times 10^{-2}$	
	9#DSA机房南侧库房防护门外30cm处（库房）	$2.72 \times 10^{-4}$	$5.66 \times 10^{-2}$	$5.68 \times 10^{-2}$	
	10#DSA机房南侧设备室墙外30cm处（设备室）	$2.48 \times 10^{-4}$	$5.15 \times 10^{-2}$	$5.17 \times 10^{-2}$	
	11#DSA机房东侧防护墙外30cm处（室外绿化）	$1.37 \times 10^{-4}$	$2.85 \times 10^{-2}$	$2.41 \times 10^{-2}$	
	12#DSA机房上方(楼上)距地面30cm处（平台）	$5.25 \times 10^{-7}$	$1.94 \times 10^{-3}$	$1.94 \times 10^{-3}$	
	透视	3#DSA机房北侧患者通道防护门外30cm处（患者通道）	$1.34 \times 10^{-5}$	$4.91 \times 10^{-5}$	$6.26 \times 10^{-6}$
		4#DSA机房北侧观察窗外30cm处（控制室）	$1.88 \times 10^{-5}$	$6.87 \times 10^{-5}$	$8.75 \times 10^{-6}$
5#DSA机房北侧防护墙外30cm处（控制室）		$1.88 \times 10^{-5}$	$6.87 \times 10^{-5}$	$8.75 \times 10^{-6}$	
6#DSA机房北侧控制室防护门外30cm处（控制室）		$1.21 \times 10^{-5}$	$4.43 \times 10^{-5}$	$5.64 \times 10^{-6}$	
7#DSA机房西侧防护墙外30cm处（室外绿化）		$2.57 \times 10^{-5}$	$9.39 \times 10^{-5}$	$1.20 \times 10^{-6}$	
8#DSA机房南侧医废间防护门外30cm处（医废间）		$1.81 \times 10^{-5}$	$6.63 \times 10^{-5}$	$8.45 \times 10^{-6}$	
9#DSA机房南侧库房防护门外30cm处（库房）		$2.96 \times 10^{-5}$	$1.08 \times 10^{-4}$	$1.38 \times 10^{-6}$	
10#DSA机房南侧设备室墙外30cm处（设备室）		$2.70 \times 10^{-5}$	$9.86 \times 10^{-5}$	$1.26 \times 10^{-6}$	
11#DSA机房东侧防护墙外30cm处（室外绿化）		$1.49 \times 10^{-5}$	$5.46 \times 10^{-5}$	$6.96 \times 10^{-6}$	
12#DSA机房上方(楼上)距地面30cm处（平台）		$3.43 \times 10^{-8}$	$1.60 \times 10^{-7}$	$1.94 \times 10^{-7}$	

表 11-7 本项目 DSA 机房内部辐射水平预测结果

工作模式	关注点位	泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	总剂量率( $\text{uGy/h}$ )
透视	1#DSA机房第一术者位(铅衣内)	1.76	6.43	8.19
	1#DSA机房第一术者位(铅衣外)	$7.0 \times 10^1$	$2.56 \times 10^2$	$3.26 \times 10^2$
	2#DSA机房第二术者位(铅衣内)	$4.40 \times 10^{-1}$	1.61	2.05
	2#DSA机房第二术者位(铅衣外)	$1.75 \times 10^1$	$6.4 \times 10^1$	$8.15 \times 10^1$

由表11-7可知，本项目DSA射线装置运行时机房外周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第6.3.1条款规定的“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2.5μSv/h”与“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25μSv/h”的要求。

### 11.2.2 人员受照剂量估算

#### (1) 年有效剂量估算公式

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。

$$H = D_r \cdot U \cdot T \cdot k \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式 (11-5)}$$

式中：

H——X射线外照射年有效剂量，mSv/a；

Dr——关注点处空气比释动能率，μGy/h；

U——关注点位置的方向使用因子，全部取1；

T——人员在关注点位置的居留因子；

K——Sv/Gy剂量转换系数，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），光子的辐射权重因子WR=1，当量剂量跟吸收剂量在数值上是相等的，即1Sv数值上等于1Gy，则本项目k取值1；

T——一年照射时间，h/a。

本项目的居留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)选取，具体数值见下表。

表 11-8 居留因子取值一览表

场所	居留因子(T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区。
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室。 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室。
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室房门。 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室。 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯。

根据式（11-5）与表11-7、表11-8、表11-9，本项目理论预测环境影响分析下保护目标的年有效剂量估算结果见表11-10。摄影时，医护人员均退出DSA机房在控制室内观察，故医护人员在DSA摄影工况下受到的辐射照射与控制室人员相当。

表 11-9 DSA 机房对本项目保护目标的年有效剂量贡献值估算结果

关注点位	工作模式	总剂量率	年受照时间	居留因子	年有效剂量	涉及人员类型
4#DSA 机房北侧观察窗外30cm处（控制室）	摄影	$2.41 \times 10^{-2}$	16.7	1	$4.02 \times 10^{-4}$	职业
5#DSA 机房北侧防护墙外30cm处（控制室）		$2.41 \times 10^{-2}$	16.7	1	$4.02 \times 10^{-4}$	
6#DSA 机房北侧控制室防护门外30cm处（控制室）		$2.32 \times 10^{-2}$	16.7	1	$3.87 \times 10^{-4}$	
3#DSA 机房北侧患者通道防护门外30cm处（患者通道）		$2.58 \times 10^{-2}$	33.4	1/4	$2.51 \times 10^{-4}$	公众
7#DSA 机房西侧防护墙外30cm处（室外绿化）		$4.93 \times 10^{-2}$	33.4	1/16	$1.03 \times 10^{-4}$	
8#DSA 机房南侧医废间防护门外30cm处（医废间）		$3.48 \times 10^{-2}$	33.4	1/8	$1.45 \times 10^{-4}$	
9#DSA 机房南侧库房防护门外30cm处（库房）		$5.68 \times 10^{-2}$	33.4	1/8	$2.37 \times 10^{-4}$	
10#DSA 机房南侧设备室墙外30cm处（设备室）		$5.17 \times 10^{-2}$	33.4	1/8	$2.16 \times 10^{-4}$	
11#DSA 机房东侧防护墙外30cm处（室外绿化）		$2.41 \times 10^{-2}$	33.4	1/16	$5.03 \times 10^{-5}$	
1#DSA 机房第一术者位(铅衣内)		透视	8.19	166.7	1	
1#DSA 机房第一术者位(铅衣外)	$3.26 \times 10^2$		166.7	1	$5.43 \times 10^1$	
2#DSA 机房第二术者位(铅衣内)	2.05		166.7	1	$3.42 \times 10^{-1}$	
2#DSA 机房第二术者位(铅衣外)	$8.15 \times 10^1$		166.7	1	$1.36 \times 10^1$	
4#DSA 机房北侧观察窗外30cm处（控制室）	$8.75 \times 10^{-6}$		166.7	1	$1.46 \times 10^{-6}$	职业
5#DSA 机房北侧防护墙外30cm处（控制室）	$8.75 \times 10^{-6}$		166.7	1	$1.46 \times 10^{-6}$	
6#DSA 机房北侧控制室防护门外30cm处（控制室）	$5.64 \times 10^{-6}$		166.7	1	$9.40 \times 10^{-7}$	
3#DSA 机房北侧患者通道防护门外30cm处（患者通道）	$6.26 \times 10^{-6}$		333.4	1/4	$5.22 \times 10^{-7}$	公众
7#DSA 机房西侧防护墙外30cm处（室外绿化）	$1.20 \times 10^{-6}$		333.4	1/16	$2.50 \times 10^{-8}$	
8#DSA 机房南侧医废间防护门外30cm处（医废间）	$8.45 \times 10^{-6}$		333.4	1/8	$3.52 \times 10^{-7}$	
9#DSA 机房南侧库房防护门外30cm处（库房）	$1.38 \times 10^{-6}$		333.4	1/8	$5.75 \times 10^{-8}$	
10#DSA 机房南侧设备室墙外30cm处（设备室）	$1.26 \times 10^{-6}$	333.4	1/8	$5.25 \times 10^{-8}$		
11#DSA 机房东侧防护墙外30cm处（室外绿化）	$6.96 \times 10^{-6}$	333.4	1/16	$1.45 \times 10^{-7}$		

表 11-10 DSA机房对本项目保护目标的年有效剂量贡献值估算结果

关注点位	摄影 (mSv/a)	透视 (mSv/a)	总年有效剂量 (mSv/a)	涉及人员类型
3#DSA 机房北侧患者通道防护门外30cm处 (患者通道)	4.02×10 <sup>-4</sup>	1.46×10 <sup>-6</sup>	2.16×10 <sup>-4</sup>	公众
4#DSA 机房北侧观察窗外30cm处 (控制室)	4.02×10 <sup>-4</sup>	1.46×10 <sup>-6</sup>	4.04×10 <sup>-4</sup>	职业
5#DSA 机房北侧防护墙外30cm处 (控制室)	3.87×10 <sup>-4</sup>	9.40×10 <sup>-7</sup>	4.04×10 <sup>-4</sup>	
6#DSA 机房北侧控制室防护门外30cm处 (控制室)	2.51×10 <sup>-4</sup>	5.22×10 <sup>-7</sup>	3.88×10 <sup>-4</sup>	
7#DSA 机房西侧防护墙外30cm处 (室外绿化)	1.03×10 <sup>-4</sup>	2.50×10 <sup>-8</sup>	1.03×10 <sup>-4</sup>	公众
8#DSA 机房南侧医废间防护门外30cm处 (医废间)	1.45×10 <sup>-4</sup>	3.52×10 <sup>-7</sup>	1.46×10 <sup>-4</sup>	
9#DSA 机房南侧库房防护门外30cm处 (库房)	2.37×10 <sup>-4</sup>	5.75×10 <sup>-8</sup>	2.37×10 <sup>-4</sup>	
10#DSA 机房南侧设备室墙外30cm处 (设备室)	2.16×10 <sup>-4</sup>	5.25×10 <sup>-8</sup>	2.16×10 <sup>-4</sup>	
11#DSA 机房东侧防护墙外30cm处 (室外绿化)	5.03×10 <sup>-5</sup>	1.45×10 <sup>-7</sup>	5.05×10 <sup>-5</sup>	

DSA控制室辐射工作人员最大年剂量为4.04×10<sup>-4</sup>mSv，低于职业人员年有效剂量约束值（5mSv/a）和《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）的要求。

DSA机房周围公众年剂量最大为1.46×10<sup>-4</sup>mSv。本项目DSA机房周围公众最大年剂量低于公众成员年有效剂量约束值（0.25mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众成员剂量限值（1mSv/a）的要求。

50m评价范围内的其他保护目标均位于上述预测关注点离DSA机房更远的区域，根据辐射剂量率与距离平方成反比的原理，其所受辐射影响不大于靠近机房的预测关注点，同样满足年有效剂量约束值要求。

因此，本项目DSA工作场所的防护设计满足要求，正常运行后产生的辐射影响满足标准要求，对人员产生的辐射影响较小。

(2) 机房内介入医护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橡胶围裙估算有效剂量的计算方法，采用式（11-6）进行估算。

$$E=\alpha Hu+\beta Ho \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：



E——有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

$\alpha$ ——系数，有甲状腺屏蔽时，取0.79，无屏蔽时，取0.84，本项目取0.79；

$\beta$ ——系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051，无屏蔽时，取0.100，本项目取0.051；

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

$H_0$ ——铅橡胶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；

$$H_u = \dot{H}_u \cdot t \cdot B \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-7)$$

式中：

$\dot{H}_u$ ——铅围裙外腰部附近的辐射水平；

t——单名介入手术医生年透视时间，根据医院提供的资料，本项目单名介入手术医生年手术台数为500台，每台手术平均透视时间为20min，则单名手术医生年透视时间为166.7h/a。

B——屏蔽透射因子，根据GBZ 130-2020中第6.5.1条款和第6.5.3条款，本项目介入工作人员必须配置铅围裙，铅当量不低于 0.25mmPb，本项目拟配 0.5mmPb铅围裙。根据前文公式 11-4），0.5mmPb铅围裙的屏蔽透射因子取值0.025 ( $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ )。

$$H_0 = \dot{H}_0 \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-8)$$

式中：

$\dot{H}_0$ ——铅围裙外锁骨对应的衣领附近的辐射水平， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值同 $H_u$ ；

t——意义和取值均同上。

根据GBZ 130-2020) 第6.5.1条款和第6.5.3条款，本项目介入工作人员必须配置铅橡胶颈套，且铅当量不小于 0.5mmPb，则本项目系数 $\alpha$  取值0.79， $\beta$  取值0.051。根据公式 (11-6) ~公式 (11-8)，本项目介入手术工作人员的年有效剂量估算结果见表11-11。

表11-11 介入手术医生的年有效剂量估算结果

人员属性	$\alpha$	$H_u$ (mSv)	$\beta$	$H_0$ (mSv)	E (mSv)
手术医生 (第一术者位)	0.79	1.36	0.051	$5.43 \times 10^1$	3.84
手术医生 (第二术者位)		$1.36 \times 10^{-1}$		$1.36 \times 10^1$	1.00

根据表11-11，本项目DSA机房内辐射工作人员年有效剂量最大为3.84mSv，低于本项目职业人员剂量约束值 5mSv/a的要求。

### (3) 结论

综上所述，本项目DSA机房经实体屏蔽后，对DSA机房辐射工作人员与周围公众的环境影响较小。同时在开展手术时，在采取有效的辐射防护措施和医院良好的管理情况下，辐射工作人员的年有效剂量均可以满足标准剂量限值与本项目剂量约束值的要求。

#### 11.2.3 “三废”影响分析

本项目使用的DSA设备曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少，本项目使用的DSA设备曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少，本项目DSA机房拟利用位于顶棚处的排风系统保持室内良好通风。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。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 辐射风险识别

(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。

(3) DSA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。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故属于“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”，因此，本项目可能发生的事故主要为一般辐射事故。

#### 11.3.2 风险防范措施

为减少辐射事故的发生，医院需做好以下防范措施：

(1) DSA放置于专用机房内使用，机房采用实体屏蔽进行辐射防护，防护当量满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。

(2) 工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品；定期检查机房的性能，检查门灯联锁装置和闭门装置是否完好，检查有关的安全警示标志是否正常工作；操作曝光前应检查机房内有无无关人员逗留，机房防护门是否关闭到位，避免无关人员误入正在使用X射线装置的机房。

(3) 设备安装调试和检修维护人员在工作过程中，应按要求配戴个人剂量计。调试和维修期间，本项目辐射工作人员需将设备的控制权暂时移交给设备厂家工作人员，

本项目辐射工作人员不参与设备的控制与维修，防止维修期间工作人员在机房误照射。

医院对可能发生的辐射事故，应及时采取应急措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，同时上报生态环境部门和卫生主管部门，并接受监督部门的处理。

### 11.3.3 应急处置预案

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》等有关规定，医院应制定辐射事故应急方案，并定期进行演练，及时进行整改，同时还应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

①第一时间断开电源，停止X射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查。

③及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

④事故处理后应整理资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

⑤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。

## 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

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》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位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；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。

#### 12.1.1 机构设置情况

医院已发文成立以吴江兴为组长、董建英为副组长的放射安全与防护管理领导小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。本项目投入运行后，需将本项目的负责人纳入医院辐射防护领导小组，见附件10，主要辐射安全管理制度。小组各成员职责已作出明确规定，组长全面领导医院辐射安全防护管理以及辐射安全事故应急处置指挥工作。副组长全面负责医院辐射安全防护管理以及辐射安全事故应急处置协调工作。辐射安全防护专职管理员职责负责落实辐射安全、放射诊疗许证管理工作，落实辐射安全评价与检测工作，做好放射工作人员个人剂量监测、职业健康检查管理以及辐射安全培训管理工作。做好辐射安全防护宣传工作。各组员根据所处科室或岗位落实相应职责。

评价认为项目单位辐射安全防护领导小组的配备能够满足本项目环保管理工作的需求。若放射诊疗安全与防护管理领导小组成员发生变动，建设单位应及时更新、调整管理机构的人员组成。

#### 12.1.2 辐射工作人员管理

本项目所需辐射工作人员全部源自现有辐射工作人员，现有辐射工作人员辐射安全管理现状见前文表 1 章节中 1.6.2 章节。对于现有辐射工作人员，医院应做好以下管理工作：

①对现有辐射工作人员，2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。自2020年1月1日起，原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核，及时完成复训工作。江山市人民医院的现有辐射工作人员均已取得辐射安全与防护培训证书，且在有效期内。待培训证书期满前重新安排培训与考核，考核通过方可上岗。

(2) 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。上岗后的放射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间不超过2年，必要时可增加临时性检查。放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。

(3) 放射工作人员应正确佩戴个人剂量计，建设单位应定期送检，所有放射工作人员个人剂量计佩戴及送检的时间不得超过3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)。江山市人民医院现有放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，并建立了个人剂量档案。

本项目放射工作人员的人员培训合格证书、职业健康档案记录、个人剂量检测档案三个文件上的人员信息应统一。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记制度、有完善的辐射事故应急措施。

医院已制定《辐射安全事故应急处置预案》、《辐射安全防护管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《台账管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《辐射防护用品管理制度》、《受检者辐射危害告知与防护制度》等规章制度，内容健全完善且合理规范，可以满足现有核技术利用项目的管理需要。

本次评价建议医院将本次新增1台DSA所在辐射工作场所的监测方案纳入原有监测制度，并结合本项目开展特点和医院以往DSA设备实际管理经验，对原有辐射安全管理制度进行针对性的补充、完善，重新制定相关规章制度后张贴于本项目DSA相关辐射工作现场，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸严格执行。

在日后的工作实践中，医院应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，严格按照制度进行。

## 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。医院须定期对辐射工作场所周围环境进行自主监测与年度监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，并建立监测技

术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

### 12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目 DSA 属于 II 类射线装置，医院应为本项目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。

本项目拟配备 1 台辐射巡测仪，本项目每位手术医生、护士均配备 2 枚个人剂量计，每名技师配备 1 枚个人剂量计。

本次评价建议医院可根据现有监测仪器情况进行适当调度以满足本项目仪器配备要求，并每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，定期对相关检测设备进行校正与维护。

### 12.3.2 个人剂量监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为不超三个月（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。

（1）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当作为医院《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给辐射安全许可证发证机关。

（2）辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应终生保存。

### 12.3.3 场所环境监测

医院须定期对 DSA 机房周围环境进行自主监测与年度监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

（1）验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对辐射工作场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

（2）常规监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）第 8.2 条款，X 射线设备机房在使用过程中应进行定期检查和检测，定期检测的周期为 1 年。

（3）年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条款规定，年度监测周期为1次/年。

表 12-1 场所环境监测方案

监测类型	监测因子	监测频次	监测方式	监测布点	监测依据
验收监测	周围剂量当量率	验收期间，监测1次	委托监测	(1)防护门外及四侧屏蔽墙外30cm处；	《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)
常规监测		1次/年	自行监测	(2)机房上方(楼上)距地30cm处；	
年度监测		1次/年	委托监测	(3)周围需要关注的监督区。	

## 12.4 年度安全状况评估

### 12.4.1 安全和防护状况年度评估报告内容要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中第十二条规定，医院应对本单位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日前向原发证机关提交上一年度的评估报告，并在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>）进行网上申报。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- （一）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （二）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （三）辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- （四）射线装置台账；
- （五）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- （六）辐射事故及应急响应情况；
- （七）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- （八）存在的安全隐患及其整改情况；
- （九）其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

### 12.4.2 现有安全和防护状况年度评估报告情况

根据医院提供的资料，医院已按要求编写了辐射安全与防护状况评估报告，每年定期上报至发证机关。本项目 DSA 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。

## 12.5 辐射事故应急

### 12.5.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，医院应成立相应的辐射事故应急机构，负责本单位的放射事故应急管理工作，主要包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）；
- (2) 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；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

### 12.5.2 现有应急预案执行情况

医院目前已制定《辐射安全事故应急处置预案》，明晰了应急启动流程、设置了辐射事故等级说明、信息接报部门与职责、辐射安全应急组织机构与权职、并根据不同事故类型规范了应急处置流程，以上部分符合国家法律法规要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》有关规定，建议医院对现有事故应急预案进行修订完善，补充生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。此外，医院应每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。为降低事故发生概率，医院必须加强管理力度，提高辐射工作人员技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

## 12.6 环保竣工验收

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。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目工程概况

江山市人民医院在浙江省衢州市江山市航埠山路9号医院1号楼及2号楼（外科大楼和放射大楼）之间的放射科辅楼一层新建1间DSA机房及配套用房，并购置1台数字减影血管造影系统(简称DSA，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，主射方向由下朝上)，用于放射诊断与介入治疗。本项目DSA机房实体边界外50m范围内主要为医院内部建筑物、医院内部道路，无居民点和学校等环境敏感点，亦不涉及生态保护红线。

#### 13.1.2 辐射安全与防护结论

(1)本项目DSA机房六面墙体、防护门与观察窗均采取辐射屏蔽措施，室内有效使用面积与最小单边长度均满足标准要求，各组成部分功能区明确，能够降低人员受到意外照射的可能性，本项目DSA工作场所屏蔽防护能力与平面布局基本合理可行。

(2)本项目DSA设备已具备一定的安全防护措施，医院拟根据相关要求落实辐射工作场所的各项安全防护措施并配置相关防护与检测用品，以上措施可满足本项目辐射安全与防护的要求。

#### 13.1.3 环境影响分析结论

##### (1) 主要污染因子

DSA装置的污染因子主要考虑X射线、臭氧和氮氧化物等非放射性气体。

##### (2) 辐射环境影响预测

经理论预测，正常工况下，本项目DSA机房摄影和透视工况下周围环境辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求；辐射工作人员的年有效剂量低于职业人员的年剂量约束值（职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$ ）；公众成员年有效剂量低于公众成员的年剂量约束值（ $0.25\text{mSv/a}$ ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中有关“剂量限值”的要求。

##### (3) “三废”影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生，“三废”主要为臭氧和氮氧化物等非放射性气体。少量的臭氧和氮氧化物经排风系统通风后，满足评价标准要求，对机房周围的大气环境影响较小。

#### 13.1.4 辐射安全管理结论

(1) 医院已成立辐射安全防护领导小组，负责辐射安全与环境保护管理工作。同时根据实际情况及本报告要求，需完善相关辐射安全管理制度，并张贴于本项目DSA相关工作场所，认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

(2) 本项目拟配备的辐射工作人员均源自现有介入工作人员，均已参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训并通过考核，需按时复训。

(3) 医院应为本项目辐射工作人员配备齐全监测仪器与防护用品，定期将个人剂量计送检有资质的检测单位并定期组织辐射工作人员进行职业健康体检。同时，医院应做好档案保管工作，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年；职业健康监护档案应长期保存。

### 13.1.5 可行性分析结论

#### (1) 规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于浙江省衢州市江山市航埠山路9号，用地性质为医疗卫生用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。本项目符合江山市“三线一单”的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的选址基本合理可行。

#### (2) 产业政策符合性分析结论

结合中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号（《产业结构调整指导目录（2024年本）》），本项目属于第三十七项“卫生健康”中第1款的医疗卫生服务设施建设，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

#### (3) 实践正当性分析结论

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。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。

#### (4) 环保可行性结论

综上所述，江山市人民医院数字减影血管造影（DSA）装置扩建项目，其建设符合土地利用规划和“三线一单”的建设要求，项目选址基本合理，符合国家产业政策和实

践正当性，在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，医院将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本次评价的1台DSA（125kV，1000mA）运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设 and 运行是可行的。

### **13.2 建议和承诺**

1、医院承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

2、本项目环评报批后，医院需及时向生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

3、建设项目竣工后，医院应当按照《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）规定的程序和标准，规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

## 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