

编号：FB21720002

核技术利用建设项目

浙江大学医学院附属第四医院

DSA射线装置利用项目

环境影响报告表

（公示稿）

浙江大学医学院附属第四医院

2021年8月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

浙江大学医学院附属第四医院

DSA射线装置利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江大学医学院附属第四医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省义乌市商城大道 N1 号

邮政编码：322000

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.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准.....	11
表 8 环境质量和辐射现状.....	15
表 9 项目工程分析与源项.....	18
表 10 辐射安全与防护.....	22
表 11 环境影响分析.....	27
表 12 辐射安全管理.....	35
表 13 结论与建议.....	39
表 14 审批.....	42

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		浙江大学医学院附属第四医院 DSA 射线装置利用项目				
建设单位		浙江大学医学院附属第四医院				
法人代表		■	联系人	■	联系电话	■
注册地址		浙江省义乌市商城大道 N1 号				
项目建设地点		浙江省义乌市商城大道 N1 号 医疗大楼负一层 DSA 机房 1、DSA 机房 2				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		945	项目环保投资（万元）	50	投资比例（环保投资/总投资）	5%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			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 建设单位概况</b>						
<p>浙江大学医学院附属第四医院（又称“浙江省义乌医院”、“浙江大学医学院附属第四医院医共体”）是经浙江省卫生健康委员会批准、义乌市政府全额投资、由浙江大学和义乌市政府合作共建、浙江大学负责管理，按照综合性三级甲等医院标准建设的著名大学附属医院。医院位于义乌市商城大道 N1 号，占地 189.3 亩、一期建筑面积 12.3 万平方米，核定床位 920 张，纳入省级医院管理。2018 年 7 月，医院通过 JCI 国际医疗标准认证，成为浙中地区首家通过 JCI 最新版评鉴的医院。</p> <p>医院总教学面积 6000 平方米，临床技能培训中心教学设施、设备齐全，构建了包括</p>						

院校、毕业后和继续医学教育在内的医学教育体系，拥有 14 个教研室，年教学规模达 500 人以上。医院拥有浙中地区首个开放性实验平台，科研用房 2000 余平方米，包括中心实验室、动物房、生物样本库、药物临床试验中心、临床研究中心等，持续推进临床医学研究。

### 1.1.2 建设目的和任务由来

为满足附近区域日益增加的医疗需求，向人民群众提供更好的医疗服务，浙江大学医学院附属第四医院拟于医疗大楼负一层建设 2 间 DSA 机房（DSA 机房 1、DSA 机房 2），并新增 2 台 DSA，最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA。

对照《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），本项目 DSA 设备属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，应为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为环境影响报告表。

为此，浙江大学医学院附属第四医院委托浙江建安检测研究院有限公司开展“浙江大学医学院附属第四医院 DSA 射线装置利用项目”（简称“本项目”）的环评工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求编制完成本环评报告表。

### 1.1.3 项目建设内容和规模

本项目建设内容为：建设单位拟于医疗大楼（包括医技、门诊裙楼为地上 4 层，主楼住院楼地上 15 层，地下 1 层）负一层东侧建设 2 间 DSA 机房，并新增使用 2 台 DSA，最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA。本项目射线装置均属 II 类射线装置。建设单位拟于各机房南墙设置工作人员防护门和观察窗，拟分别于 DSA 机房 1 东墙、DSA 机房 2 西墙设置受检者防护门。机房的控制位均设置在机房南侧。射线装置主要技术参数信息见表 1.1-1。

表 1.1-1 本项目建设规模汇总表

装置名称	数量	型号	主要参数		用途	工作场所名称	类别	备注
			管电压 (kV)	管电流 (mA)				
DSA	2	待定	150	1250	介入治疗	医疗大楼负一层 DSA 机房 1、 DSA 机房 2	II	新增

### (1) 工作负荷

根据医院提供的资料，本项目单台 DSA 年最大手术量均为 1000 台。按照 1 台手术拍片曝光时间取 2min，透视时间取 20min，则 DSA 拍片过程年总曝光时间均为 66.7h，透视过程年总曝光时间均为 666.7h。DSA 最大运行工况和工作负荷详见表 1.1-2

表 1.1-2 本项目 2 台 DSA 最大运行工况和工作负荷

设备	手术量	最大运行工况		曝光时间	年出束时间
		摄影	90kV, 500mA		
DSA1	1000 台/年	透视	90kV, 20mA	33.3h	366.6h
		摄影	90kV, 500mA	333.3h	
DSA2	1000 台/年	透视	90kV, 20mA	33.3h	366.6h
		摄影	90kV, 500mA	333.3h	

### (2) 人员配置

表 1.1-3 本项目 2 间 DSA 机房人员配置情况

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

本项目 2 台 DSA 拟配置工作人员 16 名，均为介入放射工作人员调配而来，只负责本项目 2 台 DSA 操作，包括手术室医生 8 人，护士 4 人，技师 4 人。DSA 机房配置的工作人员总共分为 4 组，机房内固定配置 1 名技师，每台手术配备 2 名手术医生，1 名护士，每组手术医生或护士年手术台数不大于 500 台，则透视过程年最大曝光时间为 166.7h。

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 项目地理位置

浙江大学医学院附属第四医院位于浙江省义乌市商城大道 N1 号，医院北侧为春隆路，隔路为医院停车场、楼西塘村安置小区、浙大四院紫龙苑住宅，东侧为浙医路，隔路为东傅宅二区，南侧为商城大道，隔路为东傅宅一区，西侧为省道 S310，隔路为东前王新社区。项目地理位置见附图 1，周边环境关系见附图 2。

### 1.2.2 项目周边环境关系

#### 1.2.2.1 项目机房与外部建筑四至环境关系

本项目 2 间 DSA 机房位于医疗大楼（包括医技、门诊裙楼为地上 4 层，主楼住院楼地上 15 层，地下 1 层）负一层东侧，本项目 DSA 距东侧东傅宅二区约 71m，距南侧

东傅宅一区约 210m，距西侧东前王新社区约 423m，距北侧 6 号楼、浙大四院紫龙苑住宅分别约 90m、199m。项目周围环境详见附图 2。

### 1.2.2.2 项目机房四至环境关系

本项目 DSA 机房 1、DSA 机房 2 东西并排，中间设有共用复苏间/准备间及各自的设备室，该区北侧、西侧均为过道，东侧为水泵房，南侧为洁净走廊及控制室，正上方为病房，无地下室，本项目 DSA 机房平面布局详见附图 4。

因此，本项目 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围主要为医院内部的建筑物和道路，不涉及外部区域。

### 1.2.3 选址合理性分析

本项目用地属于医院用地，拟建 DSA 机房辐射工作场所位于医疗大楼负一层东侧，用房性质为医疗用房，项目周围无环境制约因素。拟建辐射工作场所实体边界外 50m 评价范围无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

## 1.3 原有核技术利用项目许可情况

### 1.3.1 原有核技术利用项目许可情况

浙江大学医学院附属第四医院现持有浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：浙环辐证[G2314]（见附件3）；发证日期：2021年3月8日，有效期至：2026年3月7日；许可的辐射工作种类和范围为使用II、III类射线装置。

### 1.3.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位的放射性同位素及射线装置许可情况详见表1.3-1。

表 1.3-1 医院原有核技术应用项目射线装置清单

序号	名称	类别	型号	用途	工作场所	备注
1	数字化牙片机	III类	Heliodent plus+xiou plueu	诊断	拍片室	义环辐[2013]16号批复内容：义环辐验201503验收
2	牙科全景机	III类	ORTHOPHOP S XG5	诊断	拍片室	
3	DSA	II类	Allura FD20C	血管造影	介入室 1	
4	临床研究型 64 排 CT	III类	Somatom definiti on as	诊断	放射科 3 号 机房	
5	胃肠机	III类	Sonlalvison	诊断	放射科 1 号	

			Saf Irell7		机房		
6	DR 双板	III类	Philips digitaldiagnose3	诊断	放射科 4 号机房	义环辐[2013]16 号批复内容；义环辐验 201503 验收	
7	DR 单板	III类	Philips digitaldiagnose3	诊断	放射科 6 号机房		
8	骨密度测量仪	III类	DE DPX-BRAVO	诊断	放射科 8 号机房		
9	钼靶机	III类	Hologic Seleniu	诊断	放射科 9 号机房		
10	体外碎石机	III类	MODULARIS Variostar	诊断	碎石机房		
11	DR 单板	III类	Philips digitaldiagnose3	诊断	体检中心		
12	数字胃肠机	III类	Easy Diagnost Eleva	诊断	ERCP 机房		
13	C 臂机	III类	BV Endura	诊断	4 号手术室：4 和 17 手术室		
14	移动 DR	III类	联影 U3801	诊断	放射科 2 号机房：病区移动使用		
15	移动 DR	III类	联影 U3801	诊断	感染楼		
16	移动 DR	III类	联影 U3801	诊断	ICU		
17	CBCT	III类	NEWTOM GIANO	诊断	拍片室：口腔科		
18	CT	III类	Optima CT620	诊断	放射科 2 号机房		备案号： 202033078200000263
19	DSA	II类	Artis Q Ceiling	血管造影	介入室 2		义环辐[2013]16 号批复内容；2019.11.14 自主验收
20	C 臂机	III类	BV Endura	诊断	12 号手术室、13 号手术室	备案号： 202033078200000263	
21	车载 CT	III类	ANATCM 64Fit	诊断	车载 CT 车	备案号： 202133078200000045	

**表 2 放射源（本项目）**

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

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

**表 3 非密封放射性物质（本项目）**

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

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

**表 4 射线装置（本项目）**

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	装置名称	类别	数量	型号	加速粒籽	最大 X 射线能量 (MV)	活动种类	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	无										

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	2	待定	150kV	1000mA	影像诊断和介入治疗	医疗大楼负一层 DSA 机房 1、DSA 机房 2	新购

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

**表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	微量	微量	/	/	通过排风系统接入大楼总排风管，由楼顶排放

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m<sup>3</sup>，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

## 表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》（2018 年 12 月 29 日起实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院第 682 号令），自 2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环保总局第 31 号令；根据 2017 年 12 月 20 日环境保护部部务会议通过《环境保护部关于修改部分规章的决定》修正；根据 2019 年 7 月 11 日生态环境部部务会议审议通过《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》修正；根据 2021 年 1 月 4 日生态环境部部务会议审议通过《生态环境部关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件决定》修正）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号），2011 年 5 月 1 日实施；</p> <p>(8) 《射线装置分类》（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 6 日起施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（国家环保总局，环发[2006]145 号）；</p> <p>(11) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（省政府令第 388 号）》，2021 年 2 月 10 日修正；</p> <p>(12) 《浙江省辐射环境管理办法》（省政府令第 388 号），2021 年 2 月 10 日修正；</p> <p>(13) 《浙江省环境保护厅关于发布&lt;省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）&gt;及&lt;设区市生态环境主管部门负责审批环</p>
------------------	--

	<p>境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015年本）&gt;的通知》（浙环发[2015]38号）；</p> <p>（14）关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248号）；</p> <p>（15）《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2019年本）》（浙江省生态环境厅，浙环发[2019]22号）。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>（2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（3）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>（4）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>（5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>（6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>（7）《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）。</p>
<p>其 他</p>	<p>（1）环境影响评价委托书；</p> <p>（2）浙江大学医学院附属第四医院提供的其他资料。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目是在固有实体边界的机房内使用 II 类射线装置，参照《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)对射线装置应用项目的评价范围的相关规定，将本项目拟建 2 间 DSA 机房实体墙外 50m 的区域作为评价范围。评价范围示意图见附图 2、附图 3。

### 7.2 保护目标

根据本项目周边环境情况调查，评价范围内主要为医院内部区域，项目周围 50m 范围内无居民、学校、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点。

本项目环境保护目标为 50m 评价范围内从事本项目 DSA 辐射工作人员、院内其他非辐射工作人员及公众。

### 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的安全。

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

#### (1) 剂量限值

##### ① 职业人员

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

**B1.1.1.1** 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

- b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;
- c) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv;

## ②公众人员

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

a) 年有效剂量, 1mSv;

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

### (2) 年剂量约束值

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求, 而应依据辐射防护最优化原则, 按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求, 把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此, 本次评价采用的年剂量约束值如下:

①对于职业人员, 取年有效剂量限值的四分之一, 即不超过5mSv作为年剂量约束值, 手部取四肢年当量剂量限值的四分之一, 即不超过125mSv作为手部剂量约束值。

②对于公众, 本项目取年有效剂量限值1mSv的四分之一, 即不超过0.25mSv作为年剂量约束值。

### (3) 分区

#### 6.4.1 控制区

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

#### 6.4.2 监督区

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

### 7.3.2 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

#### 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 1 的规定。

## 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 2 的规定。

## 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：

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用品及防护设施配置要求

6.4.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 3 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。

6.4.2 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；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

**表 1 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 <sup>d</sup> m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 <sup>e</sup> m
单管头 X 射线机 <sup>b</sup>	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。

**表 2 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 以上的摄影机房	3.0	2.0

表3 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		患者和受检者	
	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。

注2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

**表 8 环境质量和辐射现状**

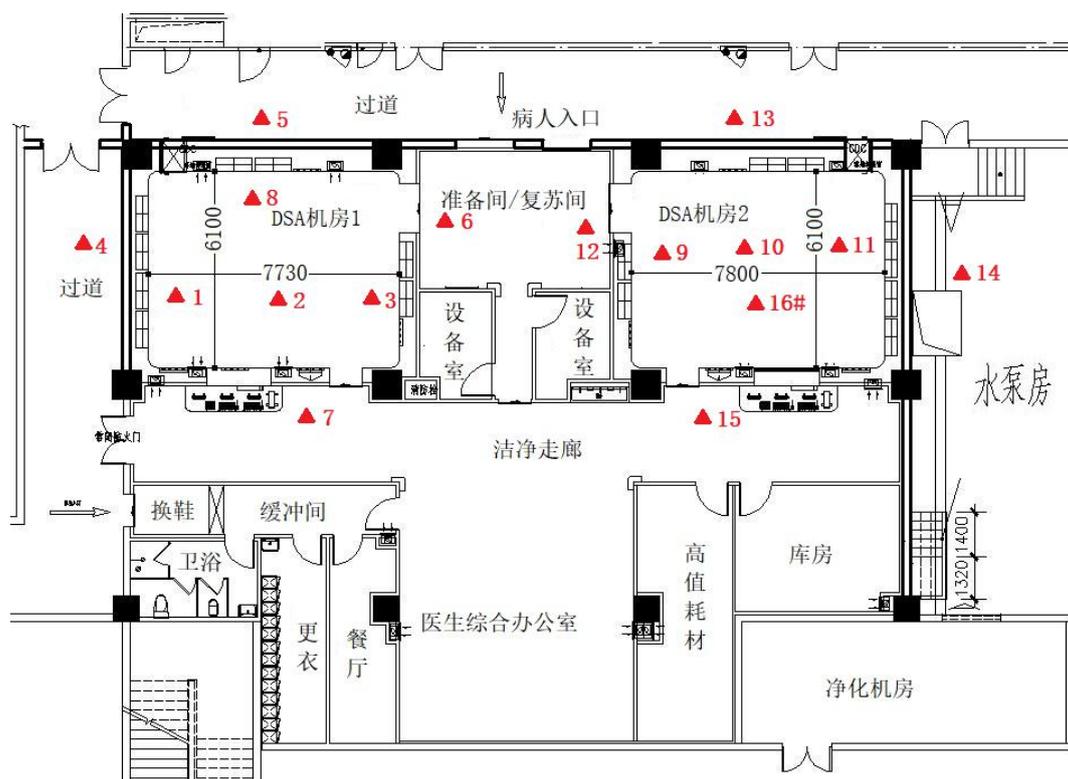
**8.1 项目地理和场所位置**

浙江大学医学院附属第四医院位于浙江省义乌市商城大道 N1 号，医院北侧为春隆路，隔路为医院停车场、楼西塘村安置小区、浙大四院紫龙苑住宅，东侧为浙医路，隔路为东傅宅二区，南侧为商城大道，隔路为东傅宅一区，西侧为省道 S310，隔路为东前王新社区。医院总平面图见附图 3。本项目 DSA 机房 1、DSA 机房 2 位于医疗大楼负一层东侧。

**8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位**

- (1) 环境现状评价对象：拟建辐射项目区域及周边环境
- (2) 监测因子： $\gamma$ 空气吸收剂量率
- (3) 监测点位

根据项目的平面布局和周围环境情况，监测布点示意图见图 8-1。



注：带 # 点位为楼上监测点位

**图 8-1 2 间 DSA 机房区域及四周  $\gamma$  空气吸收剂量率监测点位布置示意图**

## 8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

### 8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2021年6月10日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：HJ 1157-2021《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：阴；温度：27℃；相对湿度：73%。
- (8) 监测设备

表 8.3-1 监测设备参数表

仪器名称	便携式 X- $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	AT1123
生产厂家	ATOMTEX
仪器编号	05037139
能量范围	25keV~3MeV (±15%)
量程	50nSv/h~10Sv/h, 10nSv~10Sv
检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定证书	2021H21-20-3094021003
检定日期	2021年03月16日

### 8.3.2 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗；
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- (4) 每次测量前、后均检查仪器工作状态是否正常；
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

### 8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8.3-2。

表 8.3-2 拟建 2 间 DSA 机房区域及四周  $\gamma$  空气吸收剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)	
		平均值	标准差
1#	拟建 DSA 机房 1 内西侧	83	3
2#	拟建 DSA 机房 1 内中心	84	4
3#	拟建 DSA 机房 1 内东侧	82	2
4#	拟建 DSA 机房 1 西侧过道	103	3
5#	拟建 DSA 机房 1 北侧过道	105	2
6#	拟建 DSA 机房 1 东侧准备间/复苏间	91	3
7#	拟建 DSA 机房 1 南侧控制室	74	2
8#	拟建 DSA 机房 1 上方病房	77	3
9#	拟建 DSA 机房 2 内西侧	83	3
10#	拟建 DSA 机房 2 内中心	79	3
11#	拟建 DSA 机房 2 内东侧	80	3
12#	拟建 DSA 机房 2 西侧准备间/复苏间	93	3
13#	拟建 DSA 机房 2 北侧过道	89	3
14#	拟建 DSA 机房 2 东侧水泵间	75	1
15#	拟建 DSA 机房 2 南侧控制室	81	3
16#	拟建 DSA 机房 2 上方病房	85	2

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、所有测量值均未扣除宇宙射线，每个检测点测量 10 个数据取平均；

3、测量值经校准因子修正。

### 8.4 环境现状评价

由监测结果可知，本项目 DSA 机房区域室内 X- $\gamma$  辐射剂量率范围为  $7.4 \sim 10.5 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 。根据《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知金华地区室内  $\gamma$  辐射剂量率在  $6.2 \times 10^{-8} \sim 46.7 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$  之间，可见本项目所在区域的  $\gamma$  辐射水平处于当地本底水平范围之内，未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 设备组成

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法,是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。典型 DSA 装置整体外观示意图如图 9-1 所示。

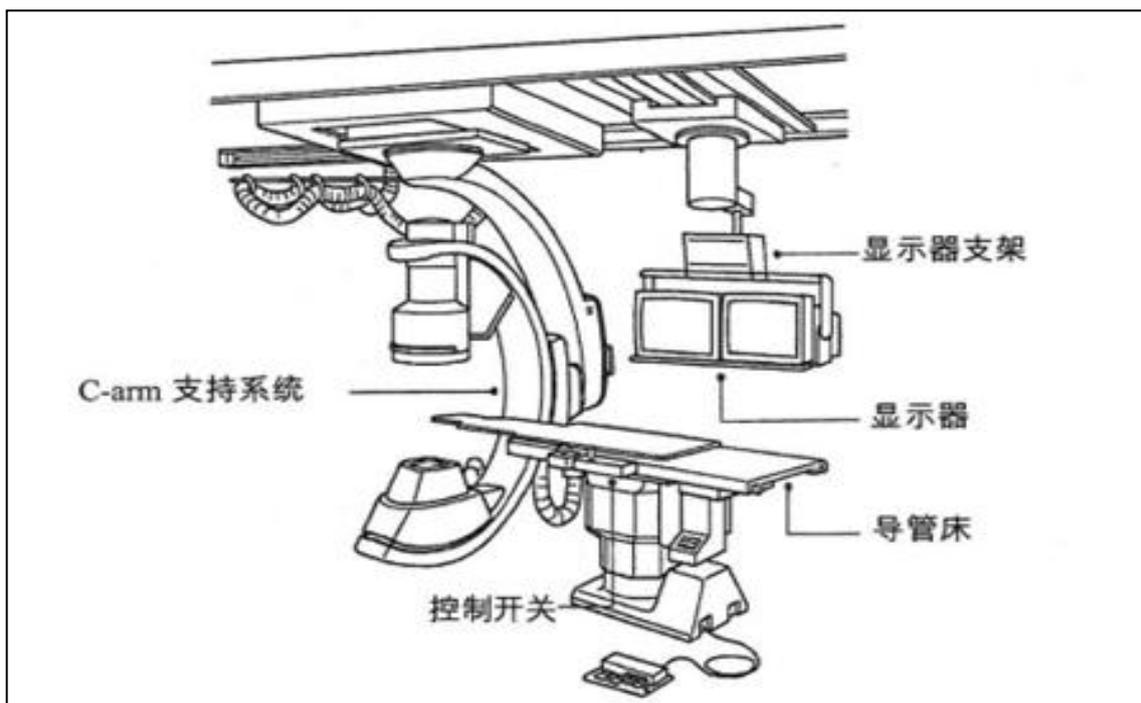


图 9-1 典型 DSA 装置整体外观示意图

#### 9.1.2 工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成, X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成, 阴极是钨制灯丝, 它装在聚焦杯中, 当灯丝通电加热时, 电子就“蒸发”出来, 而聚焦杯使这些电子聚集成束, 直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间, 使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度, 这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-2。

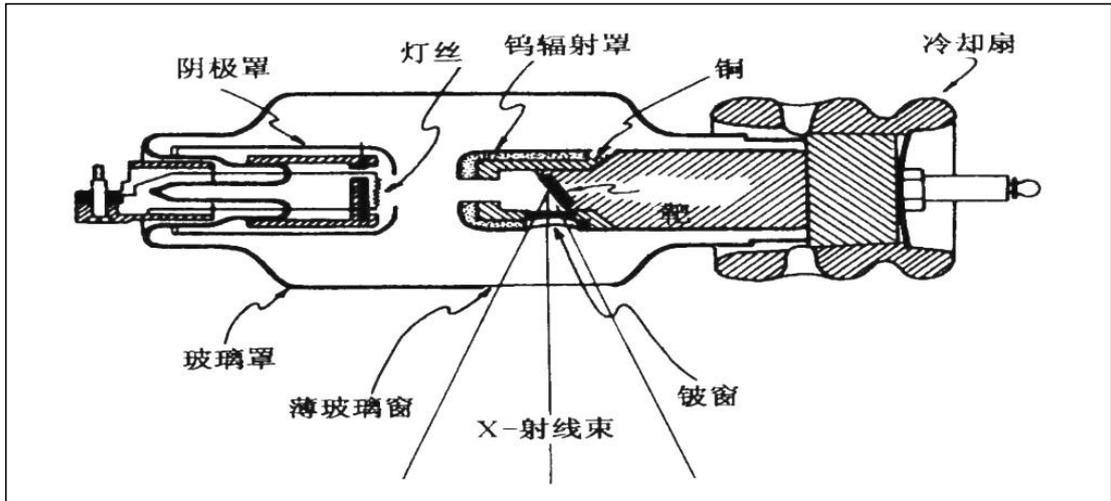


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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

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

**9.1.3 操作流程及产污环节**

**(1) 操作流程**

接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 设备，技师在控制走廊内首次拍片初步确认病灶部位后，两名手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制走廊内再次拍片，当确诊病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品后再次进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。该种情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制走廊内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

## (2) 产污环节分析

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



图9-3 DSA操作流程及产污环节

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

### 9.1.4 DSA 机房人流、物流路径规划

#### (1) 患者路径

患者从该区域北侧病人入口进入准备间/复苏间，经机房患者防护门分别进入本项目 DSA 机房。

## (2) 医护路径

医护人员由该区域西南侧医生通道进行消毒更换防护服后进入 DSA 手术区，分别到达各 DSA 控制位，手术室内人员由 DSA 机房南侧医护人员防护门进入 DSA 机房。

## (3) 污物路径

本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，医疗废物产生后会被暂存于 DSA 机房内，专人收集后，再从各 DSA 机房北侧污物传递窗运出，由 23 号污梯运送至医院污物间。

## 9.2 污染源项描述

X射线装置在辐射场中产生的射线通常分为二类：一类为有用线束（又称初级辐射），是直接由X射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束；另一类为非有用线束（又称次级辐射），包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

有用线束能量相对较高，剂量较大，而散射线和漏射线的辐射剂量相对较小。X射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

### 9.2.1 正常工况

(1) 采取隔室操作，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，射线装置机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

(2) 进行介入手术治疗时，机房内进行手术操作的医生和医护人员会受到一定程度的 X 射线外照射。

本项目 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术进行打印，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。

X 射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

### 9.2.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置主要可能发生的辐射事故有以下几种：

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

(2) 工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

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

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 机房 1、DSA 机房 2 位于医疗大楼（包括医技、门诊裙楼为地上 4 层，主楼住院楼地上 15 层，地下 1 层）负一层西侧，本项目 2 间 DSA 机房屏蔽防护设施均相同，各机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 DSA 机房周边场所布局一览表

所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
医疗大楼 负一层东 侧	DSA 机房 1	东	准备间/复苏间、设备室
		南	洁净走廊、控制室
		西	过道
		北	过道
		楼上	病房
		楼下	土层
	DSA 机房 2	东	水泵房
		南	洁净走廊、控制室
		西	准备间/复苏间、设备室
		北	过道
		楼上	病房
		楼下	土层

本项目机房采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且保证相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

#### 10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

##### (1) 分区依据和原则

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

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

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标

记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

## (2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，将 DSA 机房内部区域划为控制区，将控制位等区域划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况表 10-2，分区详见附图 5。

表 10-2 项目“两区”划分表

场所名称	控制区	监督区
DSA 机房 1、DSA 机房 2	机房内部	准备间/复苏间、设备间、洁净走廊、北侧过道、控制室

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

### 10.1.3 辐射安全及防护措施

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

#### (1) 设备固有安全性

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

①设备具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；

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

③采取光谱过滤技术：在 X 射线管头放置合适的铝过滤板，以消除软 X 射线及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；

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

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

⑥本项目 DSA 透视开关为常断式，并配有透视限时装置；机房内具有工作人员在

不变换控制走廊置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

## (2) DSA 机房辐射屏蔽设计

依据建设单位提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（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，结果见表 10-3、表 10-4。

**表 10-3 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析**

机房名称	防护设施	屏蔽材料及厚度（铅当量：mmPb）	标准要求	符合性评价
DSA 机房 1	西、北侧墙体	24cm 空心砖+4mm 铅板（4.0）	有用线束方向铅当量为 3mmPb；非有用线束方向铅当量为 2mmPb	符合
	南、东侧墙体	轻钢龙骨+4mm 铅板（4.0）		符合
	顶棚	12cm 混凝土+2mm 铅板（3.5）		符合
	防护门（2 扇）	内衬 4mm 铅板（4.0）		符合
	观察窗、污物传递窗	20mm 铅玻璃（4.0）		符合
DSA 机房 2	东、北侧墙体	24cm 空心砖+4mm 铅板（4.0）	有用线束方向铅当量为 3mmPb；非有用线束方向铅当量为 2mmPb	符合
	南、西侧墙体	轻钢龙骨+4mm 铅板（4.0）		符合
	顶棚	12cm 混凝土+2mm 铅板（3.5）		符合
	防护门（2 扇）	内衬 4mm 铅板（4.0）		符合
	观察窗、污物传递窗	20mm 铅玻璃（4.0）		符合
注：按照混凝土密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> ，8cm 等效为 1mmPb。				

**表 10-4 本项目机房规格与标准对照表**

机房名称	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度（m）	有效使用面积（m <sup>2</sup> ）	最小单边长度（m）	有效使用面积（m <sup>2</sup> ）	
DSA 机房 1	6.10	47.2	3.5	20	符合
DSA 机房 2	6.10	47.6	3.5	20	符合

通过表 10-3、表 10-4 可知，本项目的 DSA 机房面积、最小单边长度均大于标准要

求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上）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 2 间 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。

### （3）距离防护

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

### （4）时间防护

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

### （5）其他辐射安全防护措施

①射线装置机房门外拟设电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门拟设闭门装置，工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施；在监督区、控制区墙体合适位置张贴监督区、控制区警示标识。

②控制走廊张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

③DSA 设备配备可升降的含铅挡板或悬挂防护屏，为介入医生的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量。床侧配套防护铅帘，以减少对手术医生的受照剂量。

④机房患者防护门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。

⑤本项目所有辐射工作人员必须配备个人剂量计：建议采用双剂量计检测方法（分别佩戴于铅围裙外锁骨对应的领口位置、铅围裙内躯干上）；拟建 2 间 DSA 机房应配置 1 台环境辐射巡测仪。机房内均拟设置视频对讲装置 1 套，监视器位于控制走廊，均设置设备急停按钮 2 个，1 个位于设备床旁操作台，1 个位于控制台。

⑥机房均拟采用新风系统进行通风，进风口及排放口均设置于机房吊顶，保证机房内有良好的通风。设备管线等均拟以“U”型穿过墙体。

⑦机房内不堆放与本项目 DSA 诊断无关的杂物。

⑧机房候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

⑨每间 DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需求按照 GBZ130-2020 的要求进行配制。

**表 10-5 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表**

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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	
每间 DSA 机房	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅手套各 4 件；	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘各 2 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	——	每个机房：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 2 件	——	符合

注：个人防护用品和辅助防护设施的铅当量均不低于 0.5mmPb。介入防护手套铅当量不低于 0.025mmPb。

## 10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目运行期间无放射性废水、放射性废气及固体废物产生。DSA 机房拟采用新风系统进行通风，进风口及出风口拟设置于机房吊顶，保证机房内有良好的通风。

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目 2 台 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保护部门核销。

## 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 2 间 DSA 为预留机房进行简单改造和装修，无土建施工，因此建设阶段对外环境的影响很小、并且是短暂和可逆的。项目建设阶段不会产生电离辐射影响。

#### 11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

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

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 辐射环境影响分析

本项目 2 台 DSA 射线装置额定参数均为管电压 150kV，管电流 1000mA。为了分析 2 台 DSA 装置建成投入运行后对周围工作人员所造成的影响，本报告表采用浙江医院三墩院区已投入运行的 DSA 进行类比（数据源于《浙江省老年医疗中心（浙江医院分院）医用 X 射线影像诊断设备性能和工作场所放射防护检测》（GABG-XF/CF18220377-1），详见附件 5。射线装置类比可行性分析见表 11-1。

表 11-1 本项目 2 间 DSA 机房类比可行性分析

类比内容		类比项目 (浙江医院三墩院区)	本项目 2 间 DSA 机房
设备参数 (最大管电压)		150kV/1000mA	150kV/1000mA
机房面积		42.7 m <sup>2</sup>	47.2m <sup>2</sup> 、47.6m <sup>2</sup>
防护设施	防护门	3mm 铅当量	4mm 铅当量
	铅玻璃窗	3mm 铅当量	4mm 铅当量
	四面墙体及 屋顶地板	四面墙体：3mm 铅当量； 屋顶：3.5mm 铅当量； 地面：3.5mm 铅当量	墙体：4mm 铅当量； 屋顶：3.5mm 铅当量； 地面：/

由上表可以看出，本项目2台DSA射线装置设备管电压、管电流与类比对象相同，机房实际面积大于类比对象，机房防护水平均优于类比对象，因此本项目2间DSA机房与类比对象间有很好的可比性，通过对类比对象的监测，可以预测本项目2台DSA射线装置运行后的辐射环境影响。

类比监测结果见表11-2，辐射工作人员术者位检测数据见表11-3，类比监测点位示意图见图11-1。

**表 11-2 浙江医院三墩院区门诊一楼 DSA 机房周围 X-γ辐射剂量率监测结果**

监测条件	序号	检测点位	监测结果 (μSv/h)
卧位透视 81kV 219.4mA 散射 模体： 水模 +铜板	1	工作人员控制走廊	0.24
	2	控制走廊电缆地沟入口处	0.23
	3~7	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm	0.22~0.24
	8~12	防护门 M1 外表面 30cm	0.19~0.23
	13~17	防护门 M2 外表面 30cm	0.21~0.24
	18~22	防护门 M3 外表面 30cm	0.23~0.25
	23~27	防护门 M4 外表面 30cm	0.22~0.24
	28~31	防护墙体外表面 30cm	0.23~0.24
	32	顶棚上方距地面 100cm	0.21
	33	地面下方距地面 170cm	0.22
减影模式 91kV 384.3mA 6.0s 散射模体： 水模 +铜板	1	工作人员控制走廊	0.23
	2	控制走廊电缆地沟入口处	0.22
	3~7	铅玻璃观察窗 C 外表面 30cm	0.21~0.23
	8~12	防护门 M1 外表面 30cm	0.20~0.24
	13~17	防护门 M2 外表面 30cm	0.22~0.24
	18~22	防护门 M3 外表面 30cm	0.21~0.24
	23~27	防护门 M4 外表面 30cm	0.22~0.25
	28~31	防护墙体外表面 30cm	0.23~0.24
	32	顶棚上方距地面 100cm	0.22
33	地面下方距地面 170cm	0.21	
本底值			(<0.16~0.23)

表 11-3 浙江医院三墩院区门诊一楼 DSA 机房术者位剂量率监测结果

测试点	标志	横坐标 (cm)	纵坐标 (cm)	距地面 (cm)	检测结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	标准限值 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	单项结论	
第一术者位	1	头	30	135	155	86	$\leq 400$	符合
	2	胸	30	105	125	161	$\leq 400$	符合
	3	腹	30	85	105	214	$\leq 400$	符合
	4	下肢	30	60	80	127	$\leq 400$	符合
	5	足	30	0	20	70	$\leq 400$	符合
第二术者位	6	头	90	135	155	63	$\leq 400$	符合
	7	胸	90	105	125	156	$\leq 400$	符合
	8	腹	90	85	105	191	$\leq 400$	符合
	9	下肢	90	60	80	102	$\leq 400$	符合
	10	足	90	0	20	68	$\leq 400$	符合

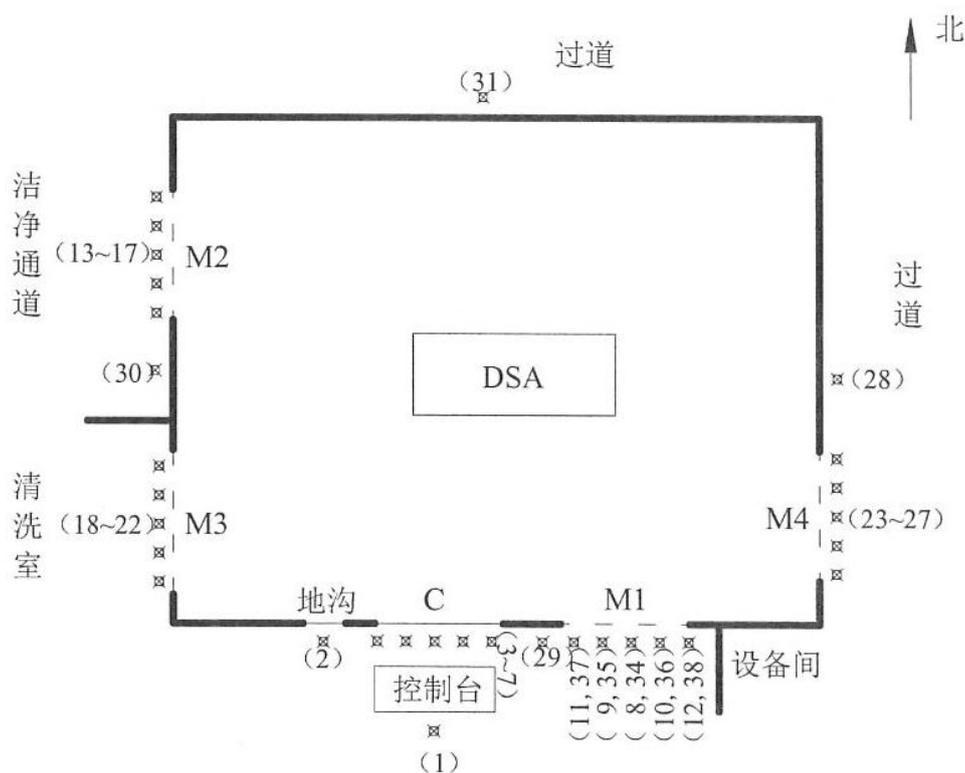


图 11-1 浙江医院三墩院区 DSA 装置机房监测点位图

由表 11-2 监测结果可知，DSA 装置运行时机房外辐射剂量率未显著提高，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）规定的  $2.5\mu\text{Sv/h}$  控制目标值。本项目 2 台 DSA

机房屏蔽设计与类比项目机房相当，因此本项目机房屏蔽设计能够符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

### 11.2.2 人员有效剂量估算

#### （1）预测参数选取

根据医院预计最大工作量保守假设，每台 DSA 每年的病人数为 1000 人，每台手术最大曝光时间取 20min，主要为透视，工作人员介入操作过程穿戴好辐射防护用品。本项目 DSA 机房拟配备医护工作人员 16 人，其中控制走廊拍片与阅片岗位配备 4 名医生。每台 DSA 手术配备 2 名医生与 1 名护士，共分为 4 组，每组工作人员每年受到透视照射时间为 10000min。

#### （3）估算公式

根据《实用辐射安全手册（第二版）》的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。

$$H = D_r \cdot T \cdot t \cdot U \quad (11-1)$$

式中：

H：年有效剂量当量，Sv/a；

$D_r$ ：周围剂量当量率，Sv/h；

t：年受照时间，h/a；

T：居留因子；

U：使用因子，DSA 靶源以点源考虑，U 取 1。

#### （3）职业剂量估算

##### ①控制走廊职业照射剂量估算

根据类比项目 DSA 装置控制走廊的辐射剂量率监测结果，辐射剂量率与未开机时相比未明显升高，表明辐射工作人员位于控制位拍片操作时不会受到额外的辐射照射。辐射贡献主要为室内介入时操作所致。

##### ②机房内人员职业照射剂量估算

根据医院原有 DSA 实际工作情况，结合本项目 2 台 DSA，预计最大工作量保守假设，每年的病人数为 2000 人，每台手术最大曝光时间取 20min，在上述偏保守的条件下，工作人员介入操作过程穿戴好辐射防护用品。利用公式（11-1）估算，居留因子取 1，类比项目术者位辐射剂量率  $214\mu\text{Gy/h}$ ，此处 Gy 与 Sv 转换系数取 1，即  $214\mu\text{Sv/h}$ 。根据

《辐射防护技术与管理》表 5-17 可知，当采用 0.45mmPb 的防护用品进行屏蔽时，屏蔽效果可达 99.3%，医院已配备防护效果为 0.5mmPb 的辅助防护设施及 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅帽、铅眼镜等防护用品，屏蔽效果保守取 99%估算，则穿上防护用品后，工作人员受照辐射剂量率 2.14 $\mu$ Sv/h，可计算出本项目正常运行所致每组介入工作人员年有效剂量约为 2.14 $\mu$ Sv/h $\times$ 2000 $\times$ 20/60/4=0.36mSv。

### ③手术医生四肢（手和足）年剂量当量

本次评价对 DSA 介入工作人员手部剂量当量采用理论计算。介入工作人员进行介入手术时，穿戴个人防护用品，并按照要求佩戴 0.025mmPb 铅橡胶手套。DSA 工作时主要工作方式为透视模式，透视时间保守取 20min/人，减影模式时间极短，且减影模式时工作人员均退出机房，且关闭机房防护门，故本次计算忽略不计。本项目 DSA 透视模式下工作电压保守取 80kV，工作电流保守取 20mA。

根据《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社，1991 年 6 月出版）医生进行介入手术过程，受照剂量主要来源于设备漏射辐射，人身的散射影响可忽略。

根据《辐射防护导论》，X 射线机产生的漏射 X 射线束造成的空气比释动能率按公式 11-2 计算：

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

式中：

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

$I$ —管电流 (mA)，透视管电流取 20mA；

$\delta_x$ —管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mA $\cdot$ min)。查《辐射防护导论》附图 3，过滤材料为 2mmCu，透射管电压保守取为 80kV， $\delta_x=0.1\text{mGy}/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ；

$r_0=1\text{m}$ ；

$r$ —源至关注点的距离，取 0.6m。

$f$ —泄漏辐射比率，0.1%。

可推算出  $\dot{K}=5.5\times 10^{-3}\text{mGy}/\text{min}$ 。

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

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

式中：

$B$ —屏蔽透射因子；

$X$ —屏蔽材料铅当量厚度，mm，铅手套铅当量为 0.025mm；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，铅在 90kV 条件下  $\alpha=3.067$ ， $\beta=18.83$ ， $\gamma=0.7726$ ，计算所得  $B=0.626$ 。

介入工作人员手部预测点的泄漏辐射剂量率可用下式（11-4）进行计算。

$$H = \dot{K} \cdot B \cdot C_{ks} \cdot t \cdot W_R \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

$H$ —预测点处的泄漏辐射年剂量，mGy；

$C_{ks}$ —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（mGy/mGy），从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.5 查空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数  $C_{ks}=1.144\text{mGy/mGy}$ ；

$W_R$ —辐射权重因数，X 射线取 1。

$t$ —介入工作人员人均年工作时间，本项目取 10000min。

根据式 11-4 计算得介入工作人员年手部皮肤当量剂量为 39.8mSv，满足本项目辐射工作人员手部当量剂量不高于 125mSv/a 的剂量约束值要求。

#### ④叠加剂量

本项目介入放射学工作人员为现有人员，负责 DSA 所在区域共 2 台 DSA 操作，考虑剂量叠加，保守估计 2 台 DSA 均以最大工作量运行，且根据类比项目 DSA 装置辐射剂量率监测结果，机房外辐射剂量率与未开机时相比未明显升高，表明辐射工作人员操作时不会受到隔壁 DSA 机房额外的辐射照射。

#### ⑤职业照射剂量估算小结

由上述①~④的分析及剂量估算可知，本项目所致 DSA 工作人员年有效剂量及四肢（手部）年当量剂量均符合《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，同时也满足本项目提出的职业照射年剂量约束值（年有效剂量不超过 5mSv，手部剂量约束值不超过 125mSv）的要求。

### （4）公众剂量估算

### ①机房外相邻区域公众剂量估算

结合类比项目监测数据及公众居留因子，在正常使用条件下，DSA 机房周围公众成员活动范围内辐射有效剂量与 DSA 装置未运行时的环境辐射剂量率差值最大位置是：防护门 M4 外表面 30cm 处，辐射剂量率为：0.25 $\mu$ Sv/h，居留因子取 1，则本项目正常运行时所致公众年有效剂量约为  $8.3 \times 10^{-2}$ mSv。本项目 DSA 机房周围 50m 范围内无居民小区，故无需对周围居民进行年剂量估算。

### ②公众剂量估算小结

根据估算结果可见，本项目机房邻近区域公众及评价范围内环境保护目标人员所受的年有效剂量满足《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目提出的公众年剂量约束值（不超过 0.25mSv）的要求。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 辐射事故情况

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

（2）工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

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

### 11.3.2 事故影响防范措施

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

（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，一定要穿好防护铅服，戴铅眼镜，佩戴个人剂量计后方可进行手术作业；

（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) 制定事故应急预案，并每年定期进行一次演练；发现问题，及时进行整改。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 机构设置

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

医院成立了放射诊疗安全与防护管理委员会，全面负责医院的辐射安全管理工作及相关工作，见附件 7。该管理机构的基本组成涵盖射线装置的管理与使用等相关部门，机构明确了组成人员及相关职责，故建设单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足环保管理工作的要求。

#### 12.1.2 辐射工作人员管理

##### (1) 职业健康检查

本项目辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托有相关资质的单位对辐射工作人员进行职业健康检查。医院现有放射工作人员均已定期在浙江大学医学院附属第一医院进行职业健康检查，已建立职业健康档案，符合要求。

##### (2) 辐射工作人员培训

医院拥有较稳定的放射诊疗技术队伍，现有辐射工作人员均参加辐射安全与防护培训或放射诊疗培训，保证所有辐射工作人员持证上岗。本项目沿用原有放射工作人员，原放射工作人员均按时接受再培训，符合要求。

##### (3) 个人剂量检测

医院辐射工作人员均配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。根据 2019 年 10 月-2020 年 10 月（4 个检测周期）个人剂量检测统计结果，全院辐射工作人员年累积受照剂量均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv，符合要求。

医院应做到：

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人监测档案应终生保存。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保

会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

### **12.1.3 年度评估**

根据医院提供的资料，医院已按要求编制了辐射安全与防护状况年度评估报告，每年定期上报至发证机关。本项目建成后，医院应将本项目纳入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，建设单位已制定了放射安全管理制度、影像诊疗质量保证制度、放射工作人员档案管理制度、放射事故预防措施、X射线受检者须知、放射和辐射事故应急管理预案和放射工作人员培训计划、体检及保健制度等管理规章制度。

建设单位已制定的辐射防护相关环境管理办法与制度，内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院应认真落实各项规章制度，并根据本项目特点，对已制定的相关规章制度进行更新和完善。

## **12.3 辐射监测**

### **12.3.1 监测仪器和防护设备**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院已配备 1 台 fluke 451P X-γ辐射剂量率巡检仪，每个辐射工作人员均已配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

### **12.3.2 监测计划**

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

**表12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表**

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA机房	周围剂量当量率	1次/年	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、污物传递窗外、洁净走廊操作位、各侧屏蔽墙外30cm处及周围需要关注的监督区	委托监测
日常监测	DSA机房	周围剂量当量率	1次/季度	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、污物传递窗外、洁净走廊操作位、各侧屏蔽墙外30cm处及周围需要关注的监督区	自行监测

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

## 12.4 环保竣工验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

## 12.5 辐射事故应急

本项目建设单位已编制了《辐射事故应急预案》，并根据实际情况进行修订。应急预案中设立了事故应急响应机构（辐射事故应急处理小组），并落实该小组的组长、副组长和组成人员，明确了处理小组的主要职责。预案内容主要包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急和救助装备、物资准备；
- （3）辐射事故分级；
- （4）辐射性事故应急救援应遵循的原则。
- （5）辐射事故应急措施和处理程序。
- （6）辐射事故的调查和报告。
- （7）人员培训和演习计划。

环评要求：项目单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号）第六章第四十三条规定，结合本项目实际情况，对原有辐射事故应急预案予以补充、完善。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 辐射安全与防护分析结论

##### (1) 辐射安全防护措施结论

本项目 2 间 DSA 机房屏蔽设计四侧墙体使用轻钢龙骨结构+4mm 铅板或 24cm 空心砖+4mm 铅板，顶棚为 12cm 混凝土+2mm 铅板，机房设有铅防护门窗，屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

2 间 DSA 机房操作室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。DSA 机房门外均拟设电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，灯箱处拟设警示语句；DSA 均设有急停按钮，机房门拟设闭门装置，设工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施。

2 间 DSA 机房均应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配制。

##### (2) 辐射安全管理结论

医院已成立放射诊疗安全与防护管理委员会，负责辐射安全与环境保护管理工作。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

医院已制定了包括《放射事件应急预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。医院应根据本单位项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行；医院按要求安排辐射工作人员参加辐射安全和防护培训或放射诊疗培训，考核合格后方能上岗，并且按时安排人员参加复训。

#### 13.1.2 环境影响分析结论

(1) 根据类比分析，2 间 DSA 机房四周屏蔽墙体、地面、顶棚、地板及观察窗外辐射剂量率均能满足本次评价采用的  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的目标控制值。

(2) 经估算，2 间 DSA 机房内职业人员可能受到的最大年有效剂量和手部最大年剂量均满足本次评价提出的  $5\text{mSv}$  和  $125\text{mSv}$  的年剂量约束值的要求，周围公众人员可能受到的最大年有效剂量满足本次评价提出的  $0.25\text{mSv}$  的年剂量约束值的要求。

#### 13.1.3 可行性分析结论

##### (1) 产业政策符合性分析结论

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

中第5款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

### **(2) 实践正当性分析**

医院实施本项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，在项目运行时采取了相应的屏蔽、个人防护和辐射安全管理等措施，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

### **(3) 选址的合理性结论**

本项目拟建 DSA 机房 1、DSA 机房 2 位于医疗大楼负一层东侧，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。射线装置与周围保护目标之间有防护机房、围墙和建筑物的阻隔，DSA 运行过程产生的电离辐射经采取相应的屏蔽防护和管理措施后，不会对周围环境和公众造成危害，故本项目的选址是合理的。

### **(4) 项目可行性结论**

综上所述，浙江大学医学院附属第四医院 DSA 射线装置利用项目选址合理；项目符合产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，DSA 机房 1、DSA 机房 2 外的周围剂量当量率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，辐射工作人员和公众最大年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，运营期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

## **13.2 建议与承诺**

### **13.2.1 建议**

加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员辐射防护意识，杜绝辐射事故发生。

### **13.2.2 承诺**

(1) 医院承诺按照相关法律法规要求严格履行环评制度、辐射安全许可制度，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）的要求自行验收，加

强环保档案管理，由专人或兼职人员负责。

(2) 医院承诺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。加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。

## 表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公章  
年 月 日

审批意见：

经办人：

公章  
年 月 日