

编号：ZFHK-FB22220167

核技术利用建设项目

舟山医院

数字减影血管造影装置（DSA）建设项目

环境影响报告表

（公示版）

舟山医院

2023年9月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 舟山医院

### 数字减影血管造影装置（DSA）建设项目

#### 环境影响报告表

建设单位名称：舟山医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省舟山市定海区千岛街道定沈路 739 号

邮政编码：316021

联系人：\*\*

电子邮箱：72\*\*\*\*62@qq.com

联系电话：136\*\*\*\*\*42

# 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	14
表 3 非密封放射性物质 .....	14
表 4 射线装置 .....	15
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	16
表 6 评价依据 .....	17
表 7 保护目标与评价标准 .....	19
表 8 环境质量和辐射现状 .....	25
表 9 项目工程分析与源项 .....	30
表 10 辐射安全与防护 .....	38
表 11 环境影响分析 .....	49
表 12 辐射安全管理 .....	64
表 13 结论与建议 .....	70
表 14 审批 .....	74

## 附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 周边环境关系示意图
- 附图 3 医院总平面布置图
- 附图 4 住院楼三层平面布置图
- 附图 5 DSA 机房平面布置图
- 附图 6 DSA 机房下方位置图
- 附图 7 DSA 机房上方位置图
- 附图 8 舟山市环境管控单元图
- 附图 9 舟山市三区三线图
- 附图 10 DSA 机房周围环境现状图

## 附件

- 附件 1 环评委托书
- 附件 2 事业单位法人证书
- 附件 3 舟山医院辐射安全许可证
- 附件 4 放射诊疗许可证
- 附件 5 舟山医院现有工程环保手续
- 附件 6 土地证
- 附件 7 辐射环境现状检测报告
- 附件 8 辐射安全与防护培训文件
- 附件 9 现有辐射工作人员培训合格证明
- 附件 10 辐射安全管理委员会成立文件
- 附件 11 放射防护管理制度文件
- 附件 12 放射安全事故应急预案
- 附件 13 现有辐射工作人员个人剂量监测报告
- 附件 14 现有辐射工作人员职业健康检查报告
- 附件 15 2022 年年度场所检测报告（节选 DSA）
- 附件 16 医疗废物处置协议及处置单位资质证书复印件

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		舟山医院数字减影血管造影装置（DSA）建设项目				
建设单位		舟山医院				
法人代表	***	联系人	***	联系电话	136*****42	
注册地址		浙江省舟山市定海区千岛街道定沈路 739 号				
项目建设地点		浙江省舟山市定海区千岛街道定沈路 739 号舟山医院住院楼三层				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		1370	项目环保投资（万元）	31.0	投资比例（环保投资/总投资）	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			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	/				
	<p><b>1.1 项目概述</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位概况</b></p> <p>舟山医院（第二名称为“舟山医院互联网医院”以下简称“建设单位”）由舟山市卫生健康委员会批准设立，是一家集医疗、教学、科研、康复、保健于一体的三级甲等综合性医院。建设单位有 2 个院区，定海院区位于舟山市定海区人民北路 238 号，新城院区位于舟山市定海区千岛街道定沈路 739 号，本次建设位于新城院区。新城院区占地 235 亩，开放床位 1078 张，开设 23 个病区，28 个专科，年门急诊 944401 人次，入院 37418 人次，手术 19758 例次。在编职工 1289 名，其中高级职称 288 名，有博士（后）13 名、硕士 111 名，拥有一大批专家教授，有享受国务院特殊津贴专家 3 人，省“151”、“111”人才 22 名，市专业技术拔尖人才（资深）7 名。拥有磁共振、双 64 排螺旋 CT、</p>					

DSA、直线加速器等大型设备以及全套内窥镜及内窥镜系列等医疗设备。

医院现有项目环保手续履行情况汇总见表 1-1。医院现有工程环保手续见附件 5。

**表 1-1 现有项目环保手续履行情况一览表**

项目名称	审批部门	环评审批情况	竣工环境保护验收情况	备注
舟山市临城新区综合性医院门急诊综合楼、住院楼、后勤保障楼及附属设施项目环境影响报告书	原舟山市环境保护局	舟环建审[2008]81号 批复时间： 2008.05.23	舟环建验[2014]3号 验收时间： 2014.01.13	/
舟山医院新城综合性医院续建工程及舟山市全科医生临床培养基地项目环境影响报告表	原舟山市环境保护局	舟环建审[2011]73号 批复时间：2011.06.20	舟环建验[2014]43号 验收时间： 2014.06.19	/
医用射线装置应用项目环境影响报告表	原舟山市环境保护局	舟环辐审[2014]3号 批复时间： 2014.05.04	舟环辐验[2016]3号 验收时间： 2016.01.27	项目环评批复中包含 2 台 DSA，验收期间仅建设 1 台，故验收时仅批复 1 台 DSA。医院后期又新增 1 台 DSA，目前该 DSA 正在验收中
新城综合医院医疗辅助用房工程环境影响报告表	原舟山市环境保护局	舟环建审[2016]34号 批复时间： 2016.06.13	/	医院 2016 年环评批复后未建设，2021 年重新规划设计后，按新版《建设项目环境影响评价分类管理名录》要求编制了建设项目环境影响登记表。备案号：202333090200000049
舟山医院感染病大楼建设项目环境影响报告书	原舟山市环境保护局	舟环建审[2018]5号 批复时间： 2018.05.15	舟环辐验[2016]3号 验收时间： 2021.07.30	/
舟山医院临城新区综合性医院急诊综合大楼项目项目环境影响报告表	舟山市生态环境局	舟环建审[2019]6号 批复时间： 2019.03.22	/	该项目目前正在验收中

舟山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[L2072]（00656）（见附件 3）；发证日期：2021 年 05 月 18 日，有效期至：2026 年 05 月 17 日；许可的辐射工作种类和范围为：使用 II、III 类射线装置。

### 1.1.2 建设目的和任务由来

近年来，随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，为拓展医院医疗诊疗项目，进一步增强医院的收治能力、利用先进医疗设备提高介入诊疗水平，更好地满足舟山市及周边患者的诊疗需要，舟山医院拟将住院楼三层 8#、16#手术室及机房北侧污物走廊部分区域进行改造，改建成 1 间 DSA 机房及其配套用房，包括一间



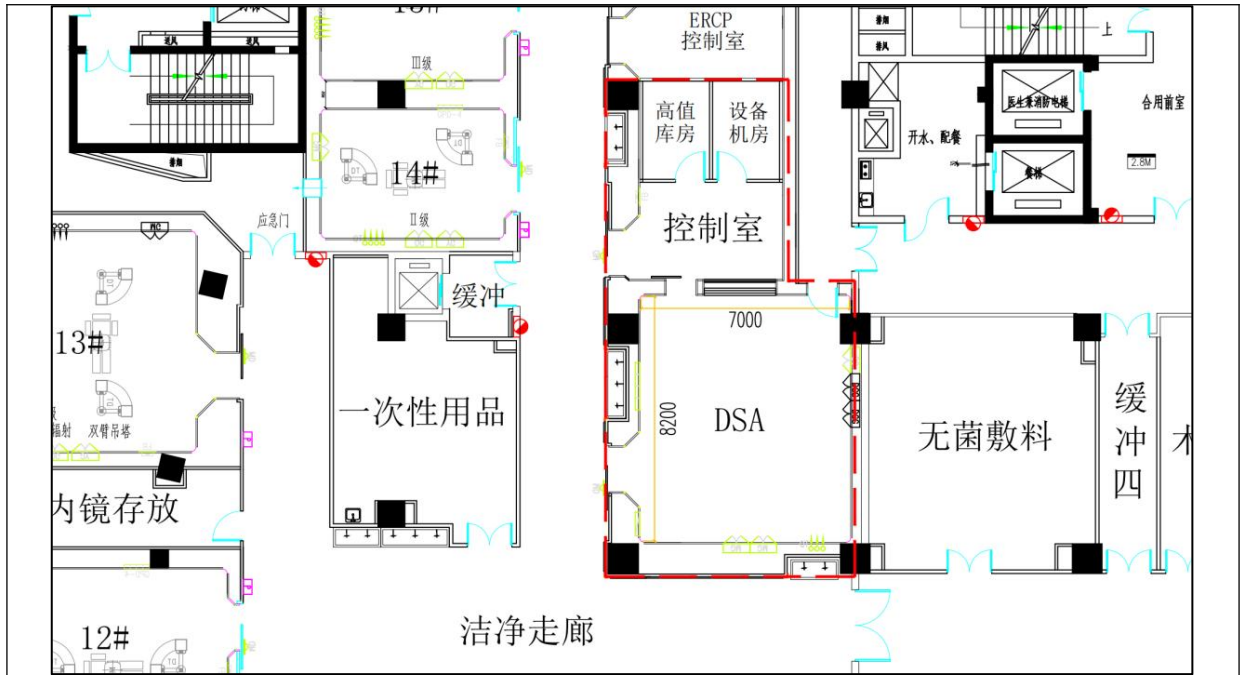


图 1-2 改造后机房平面布置图

本项目射线装置建设规模见表 1-2。

表 1-2 本项目建设规模汇总表

序号	名称	型号	数量	拟安装位置	主射方向	类别	额定参数	备注
1	DSA	Artis Zee III Ceiling	1 台	住院楼三层 8#手术室 (DSA 机房)	由下向上	II 类	125kV/1000mA	新增

### 1、项目组成

项目组成情况见表 1-3。

表 1-3 项目组成情况表

名称	建设内容及规模			可能产生的环境问题	
				施工期	运营期
主体工程 DSA 机房 辐射防护	将住院楼三层 8#手术室改建为一间 DSA 机房，新增的 1 台 DSA 射线装置型号为 Artis Zee III Ceiling，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，主射方向由下向上，属 II 类射线装置。建成后的 DSA 机房有效面积 57.4m <sup>2</sup> 。			射线装置安装调试阶段产生的噪声、包装废物、X 射线、少量臭氧、氮氧化物等污染物。	X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声、医疗废物、医疗废水等
	北侧	墙体	轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板		
		工作人员防护门	内衬 4mm 铅板		
		观察窗	20mm 铅玻璃		
		污物通道防护门	内衬 4mm 铅板		
	东侧	墙体	轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板		
	南侧	墙体	轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板		
	西侧	墙体	轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板		
受检者防护门		内衬 4mm 铅板			
正上方	顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅板			



	正下方	地坪	120mm 混凝土+2mm 铅板		
辅助工程	DSA 机房北侧 16#手术室改建为 DSA 配套用房，包括 1 间控制室、1 间设备间和 1 间高值库房，其他辅助设施依托医院现有工程			/	生活污水、生活垃圾、办公垃圾等
公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统依托医院现有设施			/	/
环保工程	废水处理	依托医院现有污水处理站。废水经医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理排放标准要求，其中氨氮、总磷参照执行《工业企业废水氮、磷污染物间接排放限值》(DB33/887-2013)中间排放浓度限值后，通过市政污水管网进入舟山市污水处理有限公司小干污水处理厂集中处理。		/	医疗废水、生活污水等
	废气处理	设置层流通风系统，废气最终引至住院楼屋顶排放		/	臭氧、氮氧化物等
	固废处理	本项目介入手术时产生的废药棉、废纱布、废手套及废试剂瓶等医疗废物，由专人进行收集，采用专门的收集容器分类收集后，通过污物走廊送至污洗间进行暂存，委托当地有医疗废物处置资质的单位处置；生活垃圾、办公垃圾依托现有垃圾收集系统，由医院进行统一集中收集后，交由当地环卫部门清运		/	医疗废物、生活垃圾、办公垃圾等

## 2、工作负荷

根据医院提供资料，现有2台DSA装置年进行手术量约为1900台，主要开展心内科介入手术、神经介入等手术，本项目实施后医院3台DSA装置计划手术量仍为1900台/年，保守考虑，本次项目按单台DSA装置年最大手术量为700台进行预测评价。1台手术按常规出束时间考虑，减影曝光时间取1min，透视时间取20min，则DSA减影过程年总曝光时间为11.67h，透视过程年总曝光时间为233.33h。DSA最大运行工况和工作负荷详见表1-4。

表 1-4 本项目 DSA 最大运行工况和工作负荷

设备	手术量	最大运行工况		曝光时间 (h)	年出束时间 (h)
		减影	100kV, 500mA		
DSA	700 台/年	透视	90kV, 20mA	11.67	245
				233.33	

## 3、人员配置

本项目DSA拟配备工作人员18名，均为现有辐射人员调配而来，负责本项目1台DSA操作，且兼任其余DSA设备的手术。人员包括手术室医生8人，护士8人，技师2人。DSA机房配置的工作人员总共分为4组，控制室固定配备2名技师轮岗操作，每台手术配备2名手术医生和2名护士，每组手术医生或护士年手术台数不大于175台，则介入医护人员透视最大年照射时间为58.33h，减影最大年照射时间为2.92h。工作人员每天工作8小时，每年工作250天。

DSA机房人员配置情况见表1-5。

**表 1-5 本项目 DSA 机房配置情况**

项目	DSA 机房
技师配置	2 个技师进行轮换
医生和护士配置	共 4 组工作人员，每台手术配备 2 名手术医生，2 名护士

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 项目地理位置

本项目拟建于舟山医院新城院区，位于舟山市定海区千岛街道定沈路 739 号，医院东临怡岛路，隔路为中央花城小区、舟山第二小学和舟山第一初级中学；南临定沈路，隔路为邦泰城小区；西临体育路，隔路为舟山宝龙广场和合兴社区；北侧为舟山市行政中心和舟山市中心血站。

项目地理位置见附图 1，医院周边环境关系见附图 2。

### 1.2.2 项目周边环境关系

#### 1、项目机房与外部建筑环境关系

住院楼位于医院中部，地上 16 层，地下 1 层。本项目 DSA 机房位于住院楼三层，住院楼东临院内道路，隔路为职工地面停车场；南临门急诊楼；西临院内道路，隔路为后勤保障综合楼；北临院内道路，隔路为住院访客地面停车场。

本项目 DSA 机房北侧距住院访客地面停车场约 50m；东北侧距行政楼约 109m，距教学楼约 138m，距宿舍楼约 168m；东侧距职工地面停车场约 113m；东南侧距急诊综合大楼约 65m；南侧距门急诊楼约 39m；西侧距后勤保障综合楼约 59m；西北侧距传染病大楼约 76m。

医院总平面布置见附图 3，医院住院楼三层平面布置见附图 4。

#### 2、项目机房四至环境关系

本项目 DSA 机房位于住院楼三层，机房北侧为控制室和污物通道；东侧为无菌敷料间；南侧、西侧为洁净走廊。正上方为手术室净化设备备用机组，正下方为 ICU 区治疗室、库房、病人谈话/家属更衣室、过道及应急电源配电房，DSA 机房平面布局详见附图 5。DSA 机房对应楼上、楼下区域位置情况分别见附图 6、附图 7。

#### 3、选址合理性分析

本项目为核技术利用项目，拟建的 DSA 机房位于医院住院楼三层，新增的 1 台 DSA 用于影像诊断和介入治疗。项目不新增土地，在医院现有建筑内改建，周围无环境制约

因素。本项目拟建辐射工作场所实体边界外50m评价范围内主要为医院内部的建筑物和院内道路，无居民区、学校、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点。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。

### 1.2.3 相关规划符合性分析

#### 1、《舟山群岛（新区）城市总体规划（2012-2030年）》符合性

根据《舟山群岛（新区）城市总体规划（2012-2030年）》，舟山市坚持“一体一圈五岛群”的空间布局，延续“一主三副六重点”的空间结构。一主即中心城区，三个副中心城镇分别为岱山县镇、嵊泗县城和六横镇，六个重点镇分别为金塘镇、洋山镇、衢山镇、长涂镇、桃花镇和嵊山镇。本项目位于定海区千岛街道定沈路739号，属于规划中的主城，主城以疏解人口、降低居住密度为重点，增加公共开敞空间及公众服务设施配套，推进城中村改造、危房改造，提升居住环境品质。

本项目为医疗服务项目，功能上与舟山群岛（新区）紧密相关，项目建成后可为该区域提供较好的医疗卫生服务，可方便人民享受便利的基本公共服务，有利于促进社会服务、基础设施建设等城市功能的建设完善，符合《舟山群岛（新区）城市总体规划（2012-2030年）》要求。

#### 2、土地利用规划符合性

根据医院提供的《中华人民共和国国有土地使用证》（舟国用（2008）第0201715号），医院所在地用地性质为医卫慈善用地。本项目为医疗服务项目，且在住院楼内进行建设，用地性质符合土地利用规划。

《中华人民共和国国有土地使用证》见附件6。

#### 3、污染物达标排放符合性

由本评价表11环境影响分析可知，本项目运营过程中产生的电离辐射、固废和废气经采取一定的辐射防护和治理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的，可以做到达标排放。

### 1.2.4 与《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

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

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。本项目位于舟山市定海区千岛街道定沈路 739 号，根据《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》和舟山市“三区三线图”，项目所在地属于“浙江省舟山市定海区临城街道城镇生活重点管控单元”，属于重点管控单元，环境管控单元编码为 ZH33090220059，未涉及舟山市生态保护红线。项目与舟山市“三区三线”关系详见附图 9。

### 2、环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址周围环境  $\gamma$  辐射剂量率属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，不会突破环境质量底线。

### 3、资源利用上线

本项目运营过程中仅需消耗一定量的电能，能源利用量相对区域资源总量较少，符合能源资源利用上线要求；项目主要从事医疗服务，用水来自市政供水管网，用水环节主要为医护人员生活用水及医疗器械清洗用水等，用水量较少，符合水资源利用上线要求；本项目在现有用地范围内实施，不新增土地，符合土地资源利用上线要求。

### 4、环境准入清单

根据《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“浙江省舟山市定海区临城街道城镇生活重点管控单元”（ZH33090220059），舟山市环境管控分区图见附图 8。项目与江省舟山市定海区临城街道城镇生活重点管控单元的生态环境准入清单符合性分析见表 1-6。

表 1-6 生态环境准入清单符合性一览表

“三线一单”环境管控单元-单元 管控空间属性				管控 类别	重点管控要求	本项目符合性
环境管 控单元 编码	环境管 控单元 名称	行政 区划	管控单 元分类			
ZH33090 220059	浙江省 舟山市 定海区 临城街 道城镇 生活重	浙江 省舟 山市 定海 区、 普陀	重点管 控单元	空间 布局 约束	禁止新建、扩建三类工业项目，现有三类工业项目改建不得增加污染物排放总量，鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。禁止新建涉及一类重金属、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。除工业功能区（小微	本项目为医院核技术利用项目，不属于工业项目，不涉及畜禽养殖。项目位于舟山医院内，与居住区之间有明显的界线，且

点管控单元	区		园区、工业集聚点)外,原则上禁止新建其他二类工业项目,现有二类工业项目改建、扩建,不得增加控制单元污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定。推进城镇绿廊建设,建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。	在医院四周建设绿化带。符合空间布局约束要求。
		污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度,根据区域环境质量改善目标,削减污染物排放总量。污水收集管网范围内,禁止新建除城镇污水处理设施外的入河(或湖或海)排污口,现有的入河(或湖或海)排污口应限期拆除,但相关法律法规和标准规定必须单独设置排污口的除外。加快污水处理设施建设与提标改造,加快完善城乡污水管网,加强对现有雨污合流管网的分流改造,推进生活小区“零直排”区建设。加强噪声和臭气异味防治,强化餐饮油烟治理,严格施工扬尘监管。加强土壤和地下水污染防治与修复。	本项目为医院核技术利用项目,各污染物均依托医院现有处理设施治理后达标排放,符合污染物排放管控要求。
		环境风险防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块,严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	本项目不属于工业项目,不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目,符合要求。
		资源开发效率要求	全面开展节水型社会建设,推进节水产品推广普及,限制高耗水服务业用水,到2020年,县级以上城市公共供水管网漏损率控制在10%以内。	本项目不属于高耗水服务业,符合要求。

项目为医院核技术利用项目,项目的实施符合“浙江省舟山市定海区临城街道城镇生活重点管控单元”中相关管控措施要求。

综上所述,本项目不涉及生态保护红线、不会突破环境质量底线和资源利用上线、符合准入清单内管控措施要求,因此,本项目的建设符合《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》要求。

### 1.2.5 与舟山市“三区三线”符合性分析

根据《自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发[2022]142号)要求:“生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界,生态保护红线内自然保护地核心保护区外,禁止开发性、生产性建设活动。”项目建设不涉及生态保护红线,符合管理要求。

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省(市)启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》(自然资办函[2022]2080号),将“三区三线”划定成果

作为建设项目用地用海组卷报批的依据。其中“三区”具体指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。

本项目位于舟山市定海区千岛街道定沈路 739 号（舟山医院内），位于城镇开发边界内，且不涉及永久基本农田与生态保护红线，对照上述各类文件要求，本项目建设符合舟山市“三区三线”要求。舟山市“三区三线”划分见附图 9。

### 1.2.6 产业政策符合性分析

本项目为核技术在医学领域内的运用，根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订），本项目属于第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、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”项目，属于国家鼓励类产业，因此，本项目符合国家产业政策要求。

综上所述，项目的建设符合《舟山群岛（新区）城市总体规划（2012-2030 年）》、《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》、《舟山市“三区三线”》和国家产业政策等相关要求。

### 1.2.7 实践正当性分析

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

医院在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，该项目辐射产生的影响能降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

## 1.3 原有核技术利用项目许可情况

### 1.3.1 原有核技术利用项目环保手续履行情况

舟山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：浙环辐证[L2072]（00656），见附件3），许可种类和范围为：使用II、III类射线装置。发证日期：2021年05月18日，有效期至2026年05月17日。经与医院核实，医院开展放射性诊疗多年，未曾发生过辐射安全事故。

建设单位现有射线装置环保手续履行情况详见表1-7。

表 1-7 医院现有射线装置环保手续履行情况一览表

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	使用场所	环评、验收情况	辐射安全许可证
1	医用直线加速器	II	1	西门子 PVINUIS-M	X 射线最大能量 14MV		妇女儿童医院放疗科	设备于 2000 年 12 月投入使用，环评法尚未实施，无环评及验收相关手续	浙环辐证 [L2072] (00656)
2	模拟定位机	III	1	东芝 kxo-50N	150	500	妇女儿童医院放疗科		
3	DSA	II	1	飞利浦 Allura Xper FD20	125	1250	放射诊断中心 1 号 DSA 机房	舟环辐审 [2014]3 号；舟环辐验 [2016]3 号  环评批复中包含 2 台 DSA，验收期间仅建设 1 台，故验收时仅批复 1 台 DSA。医院后期又新增 1 台 DSA，目前该 DSA 正在验收中	
4	DSA	II	1	东芝 INAINIX	125	1250	放射诊断中心 2 号 DSA 机房		
5	CT	III	1	东芝 Aquilion TSX-101A	135	500	放射诊断中心 2 号 CT 机房		
6	口腔 CT	III	1	卡瓦 3DeXami	120	30.89	放射诊断中心口腔 CT 机房		
7	DR 机	III	1	飞利浦 Digital Diagnost	150	900	放射诊断中心 1 号机房		
8	DR 机	III	1	岛津 RAD SPEEDM	150	500	放射诊断中心 2 号机房		
9	数字乳腺机	III	1	富士 AMULETFDR MS-1000	23-28	80-250	放射诊断中心 3 号机房		
10	肠胃机	III	1	岛津 D-VISION PLUS 80S	150	630	放射诊断中心 4 号机房		
11	肠胃机	III	1	东芝 Winscope plessart EX8	150	400	放射诊断中心 5 号机房		
12	碎石机	III	1	惠康 HK.ESWL-V	110	5	放射诊断中心碎石机房		
13	牙片机	III	1	BLUEX INTRAOS70	70	7	门诊三楼口腔科牙片机房		
14	DR 机	III	1	Digital Diagnost	150	900	门诊四楼体检中心		
15	C 臂机	III	1	飞利浦 BV Endura	110	7.2	住院三楼 ERCP 室		
16	C 臂机	III	1	GE OEC Fluorostar	110	3	住院三楼手术室 9 号手术间		
17	C 臂机	III	1	飞利浦 BV Libra	110	7.2	移动使用（放手术室）		
18	移动 DR	III	1	SPS-HF4.0-D	115	640	移动使用（放手术室）		

19	移动 X 线机	III	1	岛津 Mux-10J	125	100	移动使用（放射科）	浙环辐证 [L2072] (00656)
20	X 射线计算机断层摄影设备	III	1	北京航卫 Optima CT540	140	440	放射诊断中心 1 号 CT 机房	
21	移动 DR	III	1	岛津 Mux-200D	133	440	移动使用（放射科）	备案号 20193309020 0000252
22	数字化厢式 X 射线机	III	1	艾克瑞 AKHX-55H-RAD	150	630	体检车厢式	
23	后 64 排 CT	III	1	GE Revolution CT	150	380	放射诊断中心 3 号 CT 机房	
24	移动式数字化医用 x 射线摄影系统	III	1	联影 uDR 370i	75	1300	移动使用（放射科）	备案号 20213309020 0000028
25	16 排螺旋 CT	III	1	GE Optima CT540	140	440	感染楼 CT	
26	G 型臂 X 线机	III	1	西姆 D-VISION 9000	120	50	手术室	
27	移动式数字化医用 x 射线摄影系统	III	1	迈瑞 Mobieye 700T	150	500	手术室移动 DR	
28	X 射线计算机断层摄影设备	III	1	GE 16 排 LIGHTSPEED	140	440	体检楼 CT	

本次环评建议医院在本项目取得环评批复后，及时重新申领辐射安全许可证。

### 1.3.2 原有核技术利用项目运行和相关防护措施情况

医院已获许可使用的射线装置共 28 台，为 II、III 类射线装置，运行过程中较好的执行了相关的辐射安全管理制度，根据上一年辐射工作场所检测报告，各射线装置运行状况良好，相关屏蔽防护措施满足防护要求。

医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，建立了完善的辐射安全和防护制度，并有严格的档案管理制度，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院已严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行良好。

现有射线装置防护措施和管理制度汇总见表 1-8。

**表 1-8 医院现有射线装置防护措施和管理制度汇总一览表**

名称	管理情况
辐射防护管理制度	已建立《放射防护管理制度》、《放射（辐射）安全管理制度》、《放射（辐射）防护和安全保卫制度》、《放射从业人员健康管理制度》、《放射防护用品管理制度》、《放射防护培训制度》、《辐射防护管理小组工作制度》、《个人剂量监测制度》、《放射诊疗场所放射防护检测与评价制度》、《放射诊断中心仪器设备使用、维护管理制度》、《放射诊断岗位职责》、《放射安全事故应急预案》、《电离辐射危害告知》等辐射防护管理制度



辐射屏蔽防护措施	已按《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 中表 3 及 6.5X 射线设备工作场所防护用品及防护设施要求配置
现有辐射工作人员数量	共设置 206 名辐射工作人员，兼岗使用
个人剂量监测	所有人员均配备了个人剂量计，且个人剂量计定期送检，并建立了个人剂量档案，由医院 2021 年第 2 季度~2022 年 1 季度个人剂量检测报告可知，全院辐射工作人员的年有效剂量监测结果在 0.068mSv~1.472mSv 范围内，其中 DSA 工作人员的年有效剂量监测结果最大为 1.472，均低于辐射工作人员剂量约束值 5mSv/a
职业健康体检	辐射工作人员均于 2022 年 1 月~12 月进行了在岗期间的职业健康检查，检查结论均为“可继续原放射工作”
辐射工作人员培训	医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。目前医院共有 206 名辐射工作人员，其中 II 类射线装置工作人员均参加了生态环境部培训平台组织的核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格，III 类射线装置工作人员均参加了医院自主培训
辐射防护措施	医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警告标志、工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控
辐射工作场所年度监测	医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，检测结果见附件 15。医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求
辐射应急演练和年度评估	医院已制定有《放射安全事故应急预案》，并定期开展辐射事故应急演练，对演练结果进行总结，及时对放射事故应急处理预案进行完善和修订。经医院核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。 医院编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并及时提交至发证机关

医院现已成立了辐射安全与防护管理领导小组（详见附件 10），领导小组中由医院行政主要负责人担任组长，医院分管行政负责人担任副组长，组员为相关科室负责人，能够有效统筹安排医院的辐射安全事务。

### 1.3.3 原有核技术利用项目存在的问题

医院现已建立了完善的辐射安全和防护制度，并有严格的档案管理制度，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院应继续加强辐射安全管理和人员培训工作的。

**表 2 放射源**

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

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	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
/	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	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	Artis Zee III Ceiling	125	1000	影像诊断和介入治疗	住院楼3层	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 ( $\mu$ 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	
	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	/	/	少量	少量	少量	不暂存	经排风管道至屋顶排放，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气

注：1、常见废弃物排放浓度，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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，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》（中华人民共和国主席令第 48 号 2016 年修订，2016 年 9 月 1 日起施行）及《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议，2018 年 12 月 29 日）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 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 号修订，2019 年 3 月 2 日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环保总局第 31 号令；先后经过四次修订，原环保总局令第 31 号、2008 年 12 月 6 日原环保部令第 3 号、2017 年 12 月 20 日第 47 号、2019 年 8 月 22 日生态环境部令第 7 号、2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号分别进行了修订）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号），2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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），2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（国家环保总局，环发[2006]145 号）；</p> <p>(11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2019 年第 57 号），2019 年 12 月 24 日印发；</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（中华人民共和国生态环境部公告 2021 年第 9 号），2021 年 3 月 15 日起实施；</p>
------	--

法规文件	<p>(13) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2011年10月25日浙江省人民政府令第288号公布,经过三次修正,2014年3月13日浙江省人民政府令第321号、2018年1月22日浙江省人民政府令第364号、2021年2月10日浙江省人民政府令第388号);</p> <p>(14) 《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>(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>(16) 《浙江省辐射环境管理办法》(2011年12月18日浙江省人民政府令第289号公布,根据2021年2月10日浙江省人民政府令第388号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省价格监测预警办法〉等9件规章的决定》修正);</p> <p>(17) 《浙江省生态环境保护条例》(2022年8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》(浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会,浙环函[2019]248号)。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(5) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017);</p> <p>(8) 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》(GBZ2.1-2019)(2020年4月1日起施行)。</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价委托书;</p> <p>(2) 《放射防护实用手册》,赵兰才、张丹枫;</p> <p>(3) 医院提供的其他与本项目有关的技术资料;</p> <p>(4) 《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）：“1.5 评价范围和保护目标 放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目使用 II 类射线装置，且装置所在场所有实体屏蔽物，因此，本次辐射环境评价范围取拟建的 DSA 机房的实体屏蔽物边界外延 50m 为评价范围，评价范围详见附图 3。

### 7.2 保护目标

本项目 DSA 机房位于住院楼 3 层，根据现场踏勘，DSA 机房的实体边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物和院内道路，不涉及舟山市生态保护红线。

本项目环境保护目标为评价范围内从事本项目辐射工作的职业人员、院内其他非辐射工作人员和评价范围内活动的医患等公众人员，具体保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表

工作场所	环境保护目标		规模	方位	距本项目实体边界最近距离 (m)		剂量约束值
					水平	垂直	
DSA 机房	职业	医护人员	约 16 人/天	机房内	0	0	职业：5mSv/a
		控制室工作人员	约 2 人/天	北侧	0	0	
	公众	洁净走廊	约 200 人/天	西侧、南侧	0	0	公众： 0.1mSv/a
		污物走廊	约 2 人/天	北侧	0	0	
		无菌敷料间	约 100 人/天	东侧	0	0	
		手术室净化设备备用机组	约 2 人/天	上方	0	+4.5	
		ICU 区治疗室、库房、病人谈话/家属更衣室、过道及应急电源配电房	约 30 人/天	下方	0	-4.5	
	50m 范围内其他区域公众	约 500 人/天	/	0~50	0		

### 7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

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

## **1、剂量限值**

### **①职业人员**

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

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

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

b) 任何一年中的有效剂量，**50mSv**；

c) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量**不超过 500mSv**。

### **②公众人员**

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

a) 年有效剂量，**1mSv**；

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

## **2、年剂量约束值**

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而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，取职业照射年有效剂量限值的四分之一作为职业人员年剂量约束值，**即年剂量约束值不超过 5mSv**。

职业人员手部取四肢职业照射年有限剂量当量限值的四分之一作为职业人员手部当量剂量约束值，**即手部当量剂量约束值不超过 125mSv/a**。



②对于公众，取公众照射年有效剂量限值 1mSv 的十分之一作为公众人员年剂量约束值，即公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

### 3、分区

#### 6.4.1 控制区

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

#### 6.4.2 监督区

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

### 7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于医用诊断 X 射线机的生产和使用。

## 6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

### 6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

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

### 6.2 X 射线设备机房屏蔽

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

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表

C.4~表 C.7。

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

**表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求**

设备类型	机房内最小有效使用面积 m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机 <sup>b</sup> (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5

<sup>b</sup>单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。  
<sup>d</sup>机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形面积;  
<sup>c</sup>机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

**表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求**

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

### 6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:

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

6.3.2 机房的辐射屏蔽防护检测方法及检测条件按第 8 章和附录 B 的要求。

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量, 若测量仪器达不到响应时间要求, 则应对其读数进行响应时间修正, 修正方法参见附录 D。

### 6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施, 其数量应满足开展工作需要, 对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外, 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb; 介入防护手套铅当量应不小 0.025mmPb; 甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb; 移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品, 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时, 应妥善存放, 不应折叠放置, 以防止断裂。

**表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求**

放射检查类型	工作人员		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	铅橡胶围裙、铅橡胶	铅悬挂防护屏/铅防护	铅橡胶性腺防护围	——

射学操作	颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	帘幕、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	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肤质防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				

## 7 X 射线设备操作的防护安全要求

### 7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。

### 7.3.3 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

#### 4 监测要求

##### 4.3 监测周期或频次

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

#### 5 监测系统与使用要求

##### 5.2 剂量计

5.2.3 对于强贯穿辐射和弱贯穿辐射的混合辐射场，弱贯穿辐射的剂量贡献 $\leq 10\%$ 时，一般可只监测Hp（10）；弱贯穿辐射的剂量贡献 $> 10\%$ 时，宜使用能识别两者的鉴别式个人剂量计，或用躯体剂量计和局部剂量计分别测量Hp（10）和Hp（0.07）。

##### 5.3 佩戴

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

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

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

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

本项目位于舟山医院新城院区，舟山市定海区千岛街道定沈路739号，医院东临怡岛路，隔路为中央花城小区、舟山第二小学和舟山第一初级中学；南临定沈路，隔路为邦泰城小区；西临体育路，隔路为舟山宝龙广场和合兴社区；北侧为舟山市行政中心和舟山市中心血站。项目地理位置见附图1。本项目DSA机房位于住院楼3层，周边环境概况详见附图2。

### 8.2 辐射环境质量现状评价

#### 1、监测目的

为了解项目所在地辐射现状水平，对本项目辐射工作场所及周围的辐射环境本底进行了监测。

#### 2、监测单位

浙江建安检测研究院有限公司

#### 3、监测日期

2022年10月20日

#### 4、监测项目

$\gamma$ 辐射剂量率

#### 5、监测依据

依据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求和方法进行现场监测。

#### 6、监测设备

本项目监测设备参数见表 8-1。

表 8-1 监测设备参数表

仪器名称	便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	automess
仪器编号	05037878
能量范围	20keV~7MeV 的 X、 $\gamma$ 射线
剂量率范围	10nSv/h~100 $\mu$ Sv/h（模拟），1nSv/h~99.9 $\mu$ Sv/h（数字）
校准单位	中国计量科学研究院
校准证书	DLj12022-01921
检定有效期	2022年3月1日~2023年2月28日





图 8-2 周边环境  $\gamma$  辐射剂量率监测点位布置示意图

## 8、质量保证措施

①本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由技术总负责人审定。

## 9、监测结果

根据监测报告（编号 GABG-HJ22380168），本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建 DSA 机房区域及四周 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
1#	DSA 机房北侧通道	92	2	楼房
2#	DSA 机房东北侧通道	108	2	楼房
3#	DSA 机房东侧无菌敷料间	99	2	楼房
4#	DSA 机房南侧通道	106	4	楼房
5#	DSA 机房西侧通道	99	2	楼房
6#	DSA 机房	107	2	楼房
7#	DSA 机房上部	107	2	楼房
8#	DSA 机房下部	106	3	楼房
9#	东北侧 3#行政楼	120	4	室外道路
10#	西北侧传染病大楼	115	4	室外道路
11#	西侧后勤保障综合楼	121	1	室外道路
12#	住院楼	106	4	室外道路
13#	南侧门诊急诊楼	125	3	楼房

注：①测量时探头距离地面约 1m；

②每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；

③环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值 $\times$ 校准因子  $k_1$  $\times$ 仪器检验源效率因子  $k_2$  $\div$ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子  $k_3$  $\times$ 测量点宇宙射线响应值  $D_c$ ，校准因子  $k_1$  为 1.0，仪器使用  $^{137}\text{Cs}$  进行校准，效率因子  $k_2$  取 1，换算系数为 1.20 Sv/Gy， $k_3$  楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器



对宇宙射线的响应值为 27nGy/h。

## 10、现状评价结论

由表 8-2 监测结果可知,本项目所在区域室内环境  $\gamma$  辐射剂量率范围为 92~125nGy/h,道路  $\gamma$  辐射剂量率范围为 106~121nGy/h,根据《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》(2000 年)可知,舟山市室内  $\gamma$  辐射剂量率在 80~203nGy/h 之间,道路  $\gamma$  辐射剂量率在 64~116nGy/h 之间,可见本项目所在区域的  $\gamma$  辐射水平与当地本底水平处于同一水平。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

本项目 DSA 安装及调试由设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。安装调试阶段是在辐射防护施工完成后进行，在此过程中各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。设备安装过程中会产生废包装纸/袋、X 射线、少量臭氧和氮氧化物。因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境辐射影响很小。

#### 9.1.1 设备组成

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

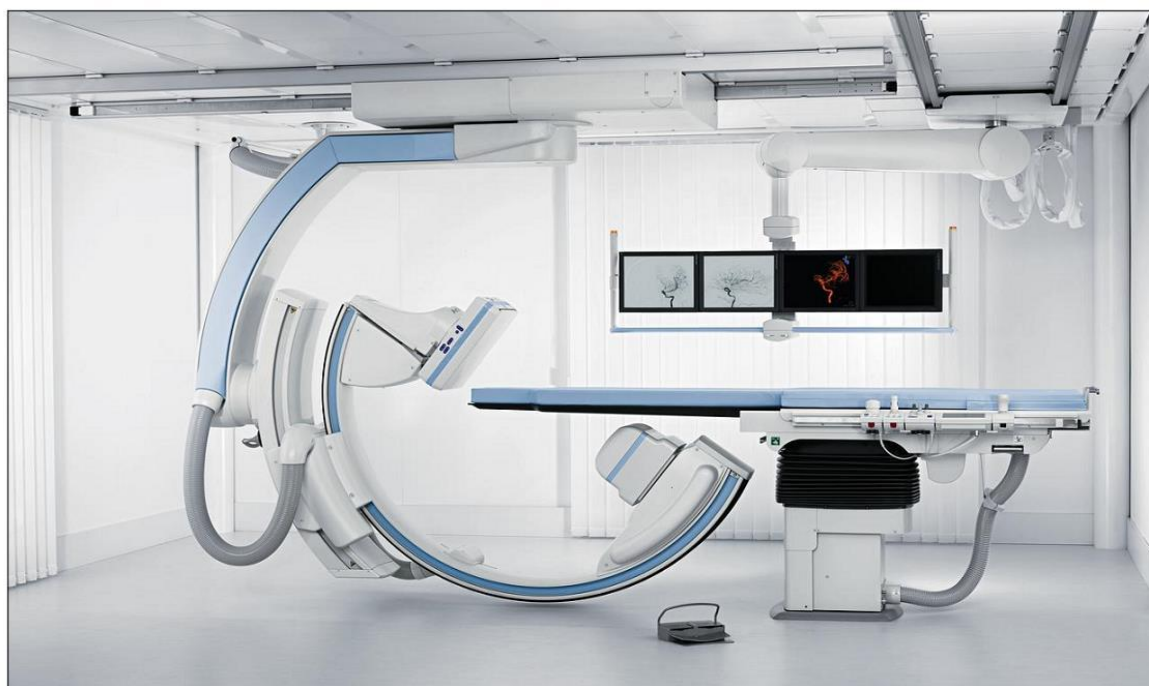


图 9-1 Artis Zee III Ceiling 型 DSA 射线装置整体外观示意图

#### 9.1.2 工作原理

DSA 产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在金属阳极中的靶体

进行射击。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。

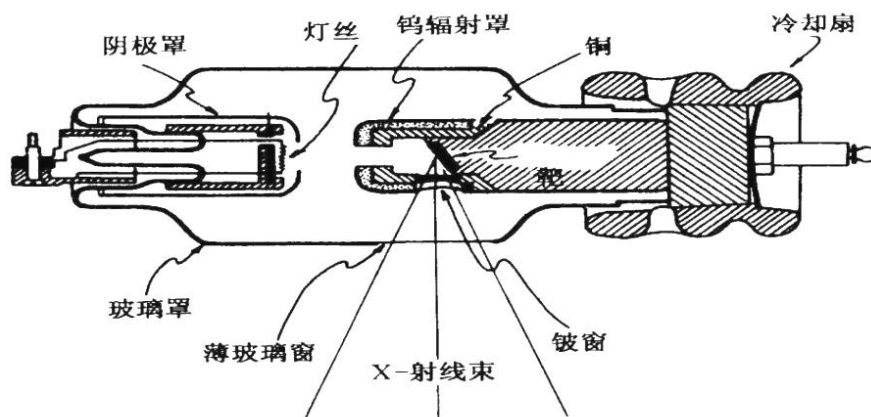


图 9-2 典型 X 射线管结构图

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，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、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

### 9.1.3 操作流程及产污环节

#### 1、操作流程

医生接诊病人后根据其病情确认诊疗方法，告知病人及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。病人进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（病人留下）。技师开启 DSA 设备，在控制室内首次减影初步确认病灶部位后，手术医护人员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，之后手术医护人员离开机房。技师在控制室内再次减影，当确诊病灶部位后，手术医护人员穿戴好防护用品后再次进入

机房，进行介入治疗，直至治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚地了解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。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式，通过控制 DSA 的 X 线系统进行曝光，采集减影部位图像。具体方式是将病人麻醉后摆位于检查床上，操作人员调整 X 线球管、病人、影像接收器三者之间的距离，然后进入控制室，关闭防护门。操作人员通过控制室的电子计算机控制 DSA 的 X 线系统曝光，进而采集减影部位图像。

## 2、产污环节分析

DSA 为 II 类射线装置，装置运行时主要污染因子为 X 射线，注入的造影剂不含放射性，非曝光状态下不产生 X 射线，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。

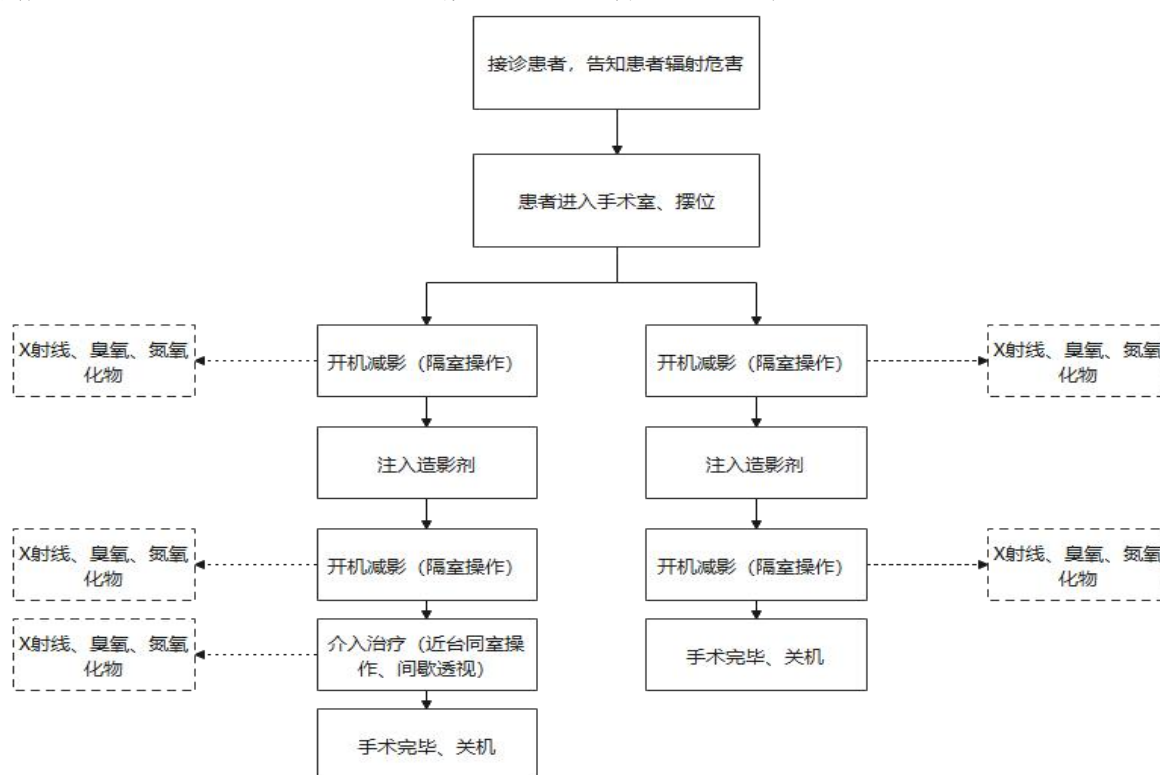


图9-3 DSA操作流程及产污环节

综上所述，项目无放射性废气、废水及固体废物产生。DSA 在开机状态下产生的

污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物；介入手术过程会产生医疗废物；排风设施运行会产生噪声。

#### **9.1.4 人流、物流路径规划**

##### **1、患者路径**

患者由南侧洁净走廊向北至机房西侧洁净走廊，通过 DSA 机房西侧防护门进入本项目 DSA 机房，治疗结束后病人可按原路返回。

##### **2、医护路径**

医护人员从三层东部医护更衣区更衣后，经医生通道向西至换车间，向南通过换车间至洁净走廊，沿洁净走廊向西至 DSA 机房，经机房西侧洁净走廊向北至 DSA 控制室，从控制室南侧防护门进入本项目 DSA 机房。技师停留于控制室进行设备操作。

##### **3、污物路径**

本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，医疗废物采用专门的收集容器分类收集，待手术结束后从 DSA 机房东北侧污物走廊运出，经污物通道运至污洗间暂存。

人流、物流路径规划路线见图 9-4。



## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 辐射源项分析

X 射线装置在辐射场中产生的射线通常分为二类：

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。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》，正常工况下，距靶点 1m 处泄漏辐射最大剂量率为 1mGy/h。

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辐射影响分正常工况和事故工况两种情况，主要辐射影响及影响途径如下：

#### 1、正常工况

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

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

#### 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）装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；工作人员或病人家属尚未完全撤离 DSA 机房时，设备开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；

（2）工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

（3）DSA 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射；

（4）维修射线装置时，维修人员受意外照射。

### 9.2.2 其他污染源项分析

本项目拟配备工作人员 18 名，非辐射类污染源主要是废水、废气、噪声及固废。

#### 1、废气

本项目 DSA 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，会有少量臭氧和氮氧化

物产生。

本项目 DSA 机房拟设置独立的排风系统，采用层流通风系统，通风换气次数为 4 次/h。DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生臭氧，臭氧其产率和浓度可用下面公式分别计算。

$$Q_o=6.5 \times 10^{-3} \times G \times S_o \times R \times g \quad (\text{式 9-1})$$

式中：

$Q_o$ —臭氧产率 mg/h；

$G$ —射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy/h，根据后文表 11-1 计算可知，本项目 DSA 透视模式下 1m 处的最大剂量率为 5.40Gy/h；

$S_o$ —射束在距离源点 1m 处的照射面积  $m^2$ ，取  $0.01m^2$ ；

$R$ —射束径迹长度 m，取 3.3m；

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

经计算，臭氧产率为 0.009mg/h。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C=Q_o \times T_v / V \quad (\text{式 9-2})$$

式中：

$C$ —室内臭氧浓度， $mg/m^3$ ；

$Q_o$ —臭氧产率 mg/h；

$T_v$ —臭气有效清除时间，h；

$V$ —治疗室空间体积，本项目 DSA 机房为  $258.3m^3$ 。

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \quad (\text{式 9-3})$$

式中：

$t_v$ —每次换气时间，0.25h；

$t_a$ —臭氧分解时间，取值为 0.83h。

经计算，DSA 机房内臭氧最大浓度为  $8.62E-06mg/m^3$ ，满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）最高容许浓度限值（ $0.3mg/m^3$ ）。

参照《电子加速器辐照装置 辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 B “有害性气体的产生和排放计算”：“空气在辐射照射下产生臭氧（ $O_3$ ）和氮氧化物（ $NO_x$ ）等有



害气体。氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，且以臭氧的毒性最高，所以主要是考虑臭氧的产生及其防护”。因此，DSA 曝光过程产生的氮氧化物更少。

本项目 DSA 机房设置了层流通风系统，按照百级洁净手术室设计，废气经排风管道至屋顶排放。

## 2、废水

本项目 DSA 拟配备工作人员 18 名，均为现有辐射人员调配而来，故不新增医护人员生活用水，项目运行后，废水主要为 DSA 手术过程产生的医疗废水。

DSA 手术后，需清洗器械，医护人员手部清洗，本项目 DSA 机房每年最大手术台数为 700 台，手术后产生的器械清洗废水和医护手部清洗废水量按 100L/台计，则医疗废水产生量约为 70m<sup>3</sup>/a。

本项目产生的废水依托医院现有污水处理站，根据医院提供资料，住院楼医疗废水与生活污水一起经化粪池处理后，进入医院现有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求，其中氨氮、总磷参照执行《工业企业废水氮、磷污染物间接排放限值》（DB33/887-2013）中间接排放浓度限值后，通过市政污水管网进入舟山市污水处理有限公司小干污水处理厂集中处理。

## 3、固体废物

本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片及废显（定）影液产生，仅造影剂使用过程中会产生少量的废试剂瓶，介入手术时会产生废药棉、废纱布、废手套、废试剂瓶等医疗废物。

一台介入手术约产生废药棉 0.1kg，废纱布 0.1kg，废手套 0.2kg，废试剂瓶约 50g，本项目 DSA 最大手术量为 700 台/a，则废药棉产生量 70kg/a，废纱布产生量 70kg/a，废手套 140kg/a，废试剂瓶 35kg/a，医疗废物总产生量约 315kg/a。医疗废物暂存于污洗间，委托具有医疗废物处置资质的单位妥善处置。

本项目 DSA 拟配备工作人员 18 名，均为现有辐射人员调配而来，故不新增医护人员生活垃圾，现有生活垃圾收集后委托当地环卫部门定期清运处理。

## 4、噪声

本项目噪声源主要为 DSA 机房配备的层流通风系统产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 70~75dB。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于住院楼 3 层手术中心。DSA 机房所在区域布局见附图 5, DSA 机房上方布局见附图 6, DSA 机房下方布局见附图 7。机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 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
住院楼 3 层	DSA 机房	东	无菌敷料间
		南	洁净走廊
		西	洁净走廊
		北	控制室、污物走廊
		楼上	手术室净化设备备用机组
		楼下	ICU 区治疗室、库房、病人谈话/家属更衣室、过道及应急电源配电房

本项目辐射工作场所相对集中布置，主要由 DSA 机房、控制室、设备间组成，且设置有洁净走廊、医生通道、污物走廊。项目各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的门诊区或其他人员集中活动区域，同时兼顾了病人就诊的方便性。DSA 设备工作过程中产生的 X 射线经过机房实体屏蔽后，屏蔽体外周围剂量当量率符合标准要求，对周围辐射环境及人员影响是可以接受的，所以 DSA 机房的布局是合理可行的。

#### 10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

##### (1) 分区依据和原则

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

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和门-灯连锁装置）限制进出控制区，并定期检查控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的防护

手段或安全措施，或是更改该区的边界。

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

### (2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，将 DSA 机房内部区域划为控制区，将 DSA 机房相邻的 DSA 控制室、无菌辅料间、污物走廊 30cm 处、洁净走廊 30cm 处区域划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况见表 10-2，分区详见图 10-1。

表 10-2 项目“两区”划分表

场所名称	控制区	监督区
DSA 机房	机房内部	DSA 控制室、无菌辅料间、污物走廊 30cm 处、洁净走廊 30cm 处

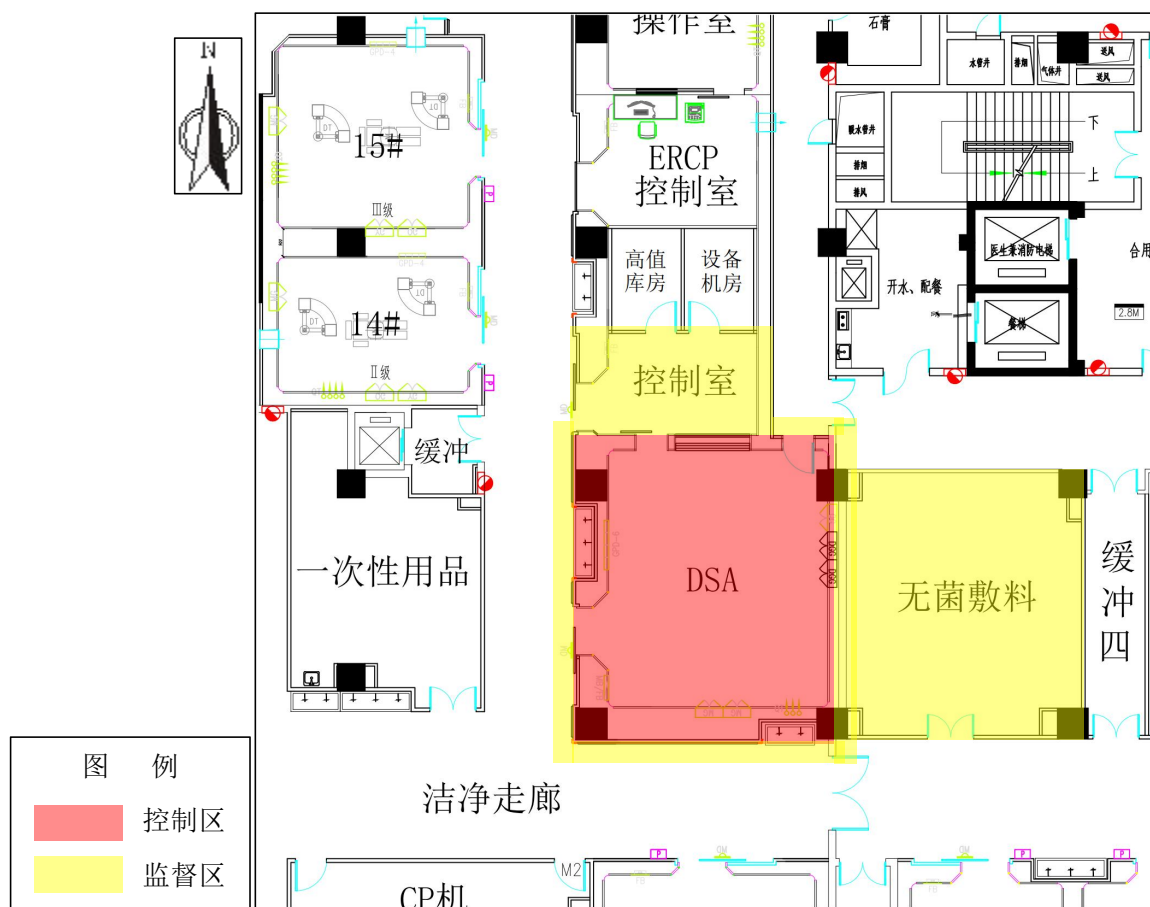


图 10-1 本项目“两区”划分图

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

综上所述，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，将辐射工作场所进行分区，同时对控制区和监督区采取相应的措施，可以有效避免人员误闯入而造成的误照射。

### 10.1.3 辐射安全及防护措施

本项目使用 1 台 DSA，型号为 Artis Zee III Ceiling，主束方向由下朝向上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。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）设备固有安全防护措施

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

①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采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

③采取光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的铝过滤板，以消除软 X 射线及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。

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

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

⑥介入放射操作设备透视曝光开关为常断式开关，并配有透视限时装置；机房内具有工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和减影功能的控制键。

#### （2）距离防护

医院将严格按照控制区和监督区划分原则，对机房实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志，并安装工作状态指示灯。限制无关

人员进入，以免受到不必要的照射。

### **(3) 时间防护**

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。另外，合理安排进行介入治疗手术的医生和护士的手术台数，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当介入手术医生季度个人剂量超过 1.25mSv 或年剂量超过 5mSv，医院应进行调查，并出具调查报告，在查明原因之前应限制或暂停该工作人员工作时间。

### **(4) 其他辐射安全防护措施**

① DSA 机房防护门上方内外均设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。平开防护门设置自动闭门装置，推拉式机房门设置曝光时关闭机房门的管理措施，机房门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏，并装有防夹装置；并设置门灯连锁，工作状态指示灯与机房门有效关联。

② 控制室张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

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

④ 机房病人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 手术医生、护士配备 2 枚个人剂量计，技师配备 1 枚个人剂量计。DSA 项目医护人员需要在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反。每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量健康档案，并长期保存。

⑥ 拟建 DSA 机房使用的环境辐射巡测仪依托医院现有仪器设备。机房内拟设置视频对讲装置 1 套，监视器位于控制室；设置急停按钮 1 个。

⑦ 机房拟采用层流通风系统进行通风，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。

⑧ 机房内不堆放与本项目 DSA 诊断无关的杂物。

⑨ 机房候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

⑩DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，需按照 GBZ130-2020 的要求进行配制。

本项目拟配备的个人防护用品和辅助防护设施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 4 标准对照情况见表 10-3。

**表 10-3 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表**

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套； 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏； 选配：移动铅防护屏风	配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 2 套	防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、床侧防护帘、移动铅防护屏风各 1 件	符合
	受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——	防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1 套，防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子含儿童、成人尺寸各 1 套	——	符合

**(5) 工作场所防护屏蔽设计**

依据建设单位提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（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 10-4、表 10-5。

**表 10-4 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析**

机房类型	防护设施		屏蔽材料及厚度（铅当量：mmPb）	GBZ130-2020 表 3 中标准要求	符合性评价
DSA 机房辐射防护	北侧	墙体	轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板（4.0）	有用线束及非有用线束方向铅当量 ≥2mmPb	符合
		工作人员防护门	内衬 4mm 铅板（4.0）		符合
		观察窗	20mm 铅玻璃（4.0）		符合
		污物通道防护门	内衬 4mm 铅板（4.0）		符合
	东侧	墙体	轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板（4.0）		符合
	南侧	墙体	轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板（4.0）		符合
	西侧	墙体	轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板（4.0）		符合
		受检者防护门	内衬 4mm 铅板（4.0）		符合

	正上方	顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅板 (3.4)		符合
	正下方	地坪	120mm 混凝土+2mm 铅板 (3.6)		符合

备注：根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式（C.1）及式（C.2）进行等效铅当量厚度的计算。得顶棚 120mm 混凝土（125kV 有用线束）折算为 1.4mmPb 当量，地坪 120mm 混凝土（125kV 非有用线束）折算为 1.6mmPb 当量。铅玻璃密度不低于 4.6 g/cm<sup>3</sup>，1mm 等效为 0.2mmPb；铅板纯度不低于 99.9%进行折算。

**表 10-5 本项目机房规格与标准对照表**

机房名称	拟设置情况		GBZ130-2020 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)	最小有效使 用面积 (m <sup>2</sup> )	
DSA 机房	7.0	57.4	3.5	20	符合

由表 10-4、表 10-5 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、楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

#### **(6) 管线穿墙设计及屏蔽补偿**

##### **① 电缆管线穿墙设计及屏蔽补偿**

DSA 机房电气连接主要是设备与控制室控制台、设备间电器柜等的连接，本项目设备电缆桥架坐在地坪下层，电缆走向避免主射线直接照射电缆管沟，电缆沟采用 2mm 厚的铅板包裹。本项目 DSA 机房电缆走向示意图见图 10-2，电缆沟屏蔽防护措施见图 10-3。

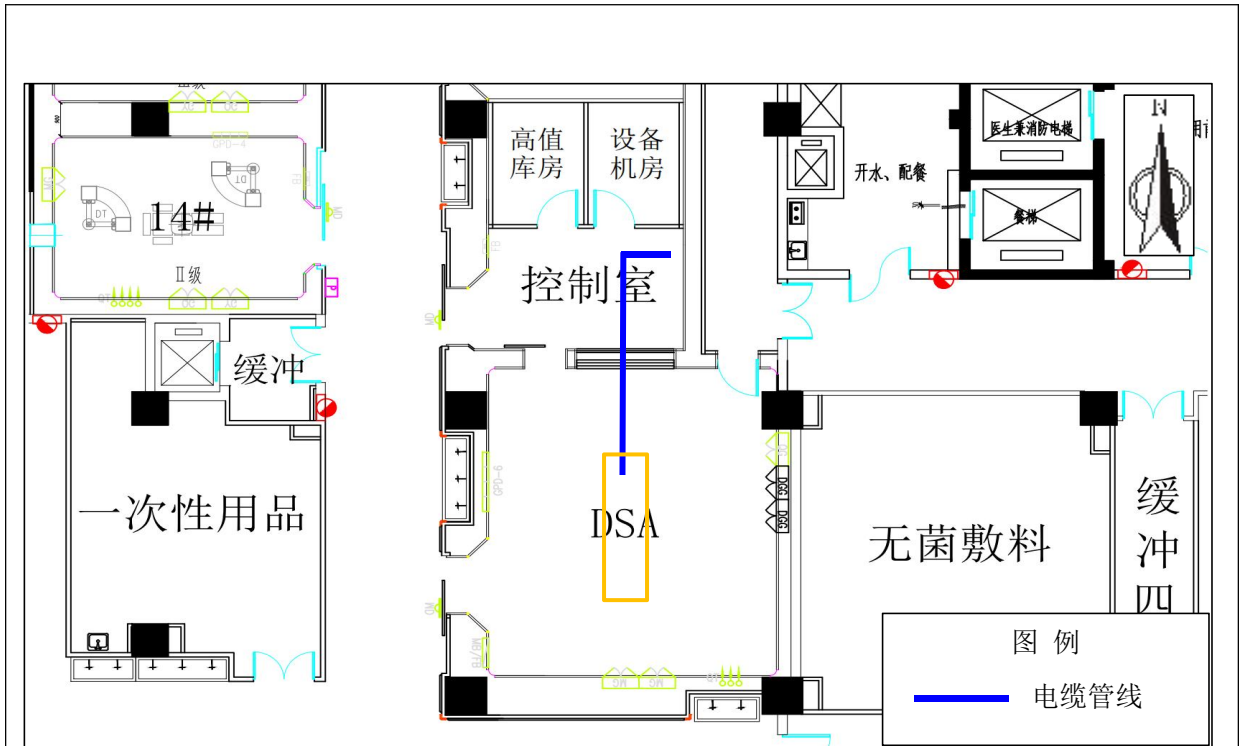


图 10-2 DSA 机房电缆管线走向示意图

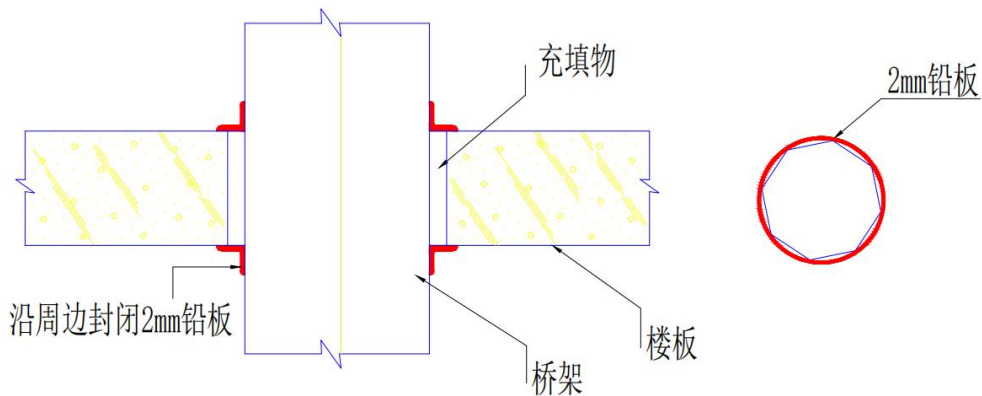


图 10-3 DSA 机房电缆沟屏蔽防护示意图

### ②风管穿墙设计及屏蔽补偿

本项目拟在 DSA 机房设置层流通风系统，在天花板处安装吸顶式排风系统，排风系统含有 1 个排风口，管道自机房中部天花板上穿出至设备夹层，在设备夹层内向北引至机房北侧，再向上引至屋顶排放。拟设置的排风系统风机风量为  $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，根据机房容积  $8.2\text{m} \times 7.0\text{m} \times 4.5\text{m} = 258.3\text{m}^3$ ，通风换气次数为  $1000\text{m}^3/\text{h} \div 258.3\text{m}^3 \approx 4$  次/h，能保证机房良好的通风效果。排风管线穿墙部分均采用 2mm 厚铅皮覆盖管道表面，防止射线泄漏，满足机房屏蔽要求，因此机房通风设计基本合理。排风管线走向示意图见图 10-4，排风管线穿过屏蔽墙的保护措施见图 10-5。



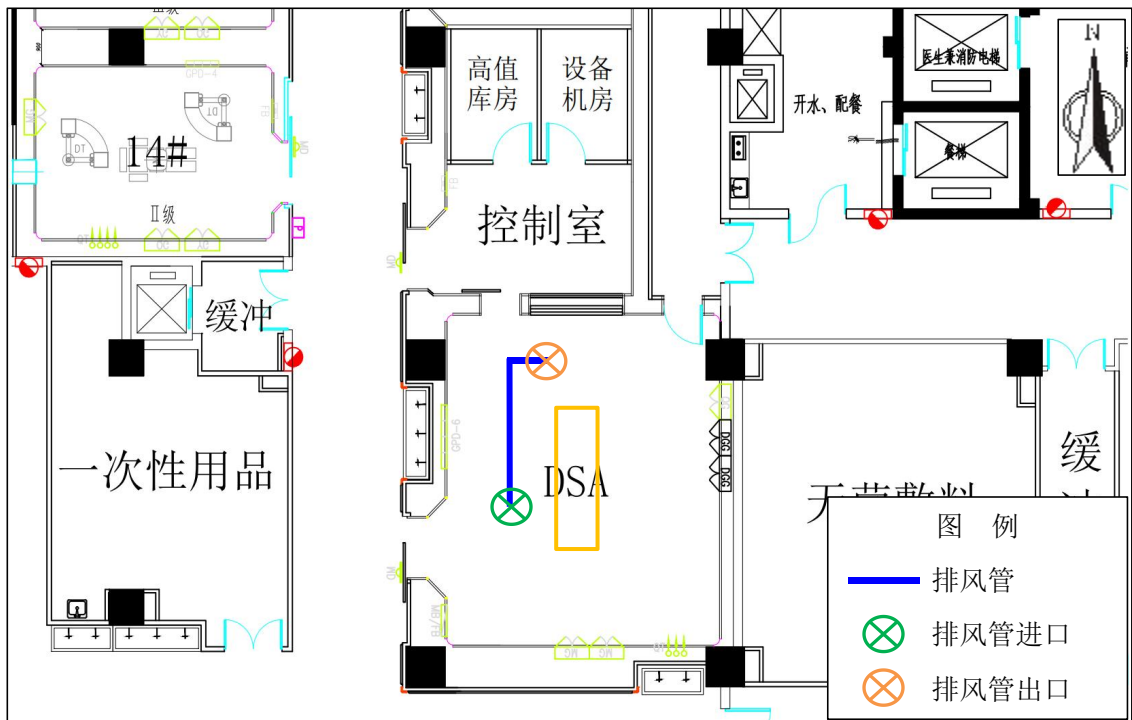


图 10-4 DSA 机房排风管线走向示意图

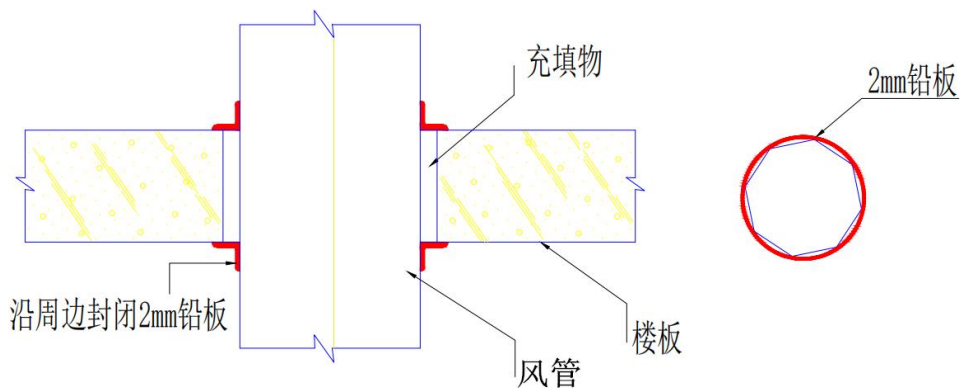


图 10-5 排风管线穿过屏蔽墙示意图

### (7) 辐射工作场所安防措施

为确保本项目辐射工作场所的使用安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-6。

表 10-6 本项目采取的安全保卫措施

工作场所	措施类别	对应措施
DSA 射线装置工作场所	防盗、防抢和防破坏	①本项目 DSA 机房将纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； ②工作场所安装监控系统实行 24h 实时监控； ③DSA 射线装置将安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ④射线装置机房和邻近房间禁止存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。

	防泄漏	①本项目使用 1 台 DSA，型号 Artis Zee III Ceiling，设备各项安全措施齐备；设置有不同的联锁装置确保运行过程中的辐射泄漏； ②本项目所有射线装置工作场所均将按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房不存在辐射泄漏的情况。
--	-----	---

## 10.2 “三废”治理措施

本项目运营期 DSA 射线装置无放射性废气、废水、固废产生，仅在曝光过程产生少量臭氧和氮氧化物，介入手术过程产生少量废药棉、废纱布、废手套、废试剂瓶等医疗废物，器械清洗废水和医护手部清洗废水。

### 1、废气

本项目 DSA 机房拟采用层流通风系统，排风口和送风口均位于机房吊顶处，管道布设于机房吊顶处，最终连接至建筑总排风管于屋顶排放。布局时应避免有用线束直接照射排风系统的管线口位置，排风系统管道宜采用非金属管材，管线口使用铅板进行屏蔽防护。

DSA 在曝光过程中产生的臭氧最大浓度仅  $8.62E-06\text{mg}/\text{m}^3$ ，远小于《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）最高容许浓度限值（ $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ），废气经排风管道至屋顶排放，对周围环境的影响极小，而氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，对周围环境的影响更小。

### 2、废水

本项目 DSA 采用数字成像，无废显影液、定影液产生。项目产生的废水依托医院现有污水处理站，住院楼医疗废水与生活污水一起经化粪池处理后，进入医院现有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求，其中氨氮、总磷参照执行《工业企业废水氮、磷污染物间接排放限值》（DB33/887-2013）中间接排放浓度限值后，通过市政污水管网进入舟山市污水处理有限公司小干污水处理厂集中处理。

### 3、固废

本项目运营期会产生废药棉、废纱布、废手套、废试剂瓶等医疗废物，医院采用专用容器分类收集后，转移至医院医疗废物暂存间暂存，与本院其他医疗废物一起委托有处置资质的单位进行妥善安全处置。

医护人员生活垃圾收集后与在建工程生活垃圾一并委托当地环卫部门定期清运处理。

### 4、噪声

医院南侧定沈路为城市主干道，东侧怡岛路、西侧体育路为城市次干道，本项目仅为 DSA 建设，噪声源主要为风机噪声。项目选用低噪声设备，设备采取基础减振措施，进出风管加装软接、高效消声器、消声弯头等消声措施，经距离衰减后，预计运行期间北场界西侧噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类标准要求，东、西、南场界及北厂界东侧噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）4 类标准要求。

综上所述，DSA 机房采取的“三废”防治和噪声治理措施均符合国家相关标准的要求。

### 5、射线装置报废处理

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求：本项目 DSA 装置报废时，使用单位应对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

## 10.3 投资概算一览表

本项目总投资约 1370 万元，估算环保投资 31 万元，占总投资额的 2.26%。项目环保投资估算见表 10-7。

表 10-7 环保投资估算一览表 单位：万元

要素	环保措施	环保措施	预计投资
辐射安全管理机构	以文件形式明确管理职责	拟成立辐射安全管理领导小组，指定专门人员负责辐射安全管理工作，并以文件形式明确其管理职责	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	墙体：轻钢龙骨板+4mm 铅板 顶棚：120mm 混凝土+2mm 铅板 地坪：120mm 混凝土+2mm 铅板 防护门（3 扇）：内衬 4.0mmPb 铅板 观察窗：20mm 铅玻璃	20
	辐射分区管理	控制区：将 DSA 机房内部区域划分为控制区，控制区通过实体屏蔽措施、电离辐射警告标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除介入治疗的医护人员和患者外，禁止其他人员进入。 监督区：DSA 机房相邻的 DSA 控制室、无菌辅料间、污物走廊 30cm 处、洁净走廊 30cm 处区域划为监督区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌；并定期检查该区工作状况，确认是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。	/
	安全措施	急停按钮 1 个，警示标识 3 个，工作指示灯 2 套；对讲系统 1 套	0.5
	防护用品	病人和受检者：防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1 套，防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子含儿童、成	4.5

		人尺寸各 1 套 工作人员：配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 2 套	
“三废” 和噪声治 理和处置 措施	废气	采用层流通风系统，排风系统管道采用非金属管材，管线口使用铅板或辐射防护板进行屏蔽防护，通至屋顶排放	2
	废水	医护人员产生的生活污水及手术器械清洗等产生的医疗废水依托医院现有污水处理站处理后纳管	
	噪声	选用低噪声设备，通风设施采用隔声、减振等措施	
	固废	DSA 介入手术结束后，派专人对手术过程产生的医疗废物进行收集，暂存于院区内医疗废物仓库，并与有资质的单位签订处置协议，委托处置	
人员配备	辐射防护与安全培训考核	辐射工作人员定期参加辐射防护安全培训及复训，并考核合格	0
	个人剂量监测	为所有辐射工作人员配备个人剂量计并建立个人剂量档案	1
	人员职业健康监护	为所有辐射工作人员建立人员职业健康档案，定期进行辐射工作人员体检	1
监测仪器 和防护用 品	环境辐射剂量仪	依托现有环境 X- $\gamma$ 剂量率仪	0
	个人剂量报警仪	配备 4 台个人剂量报警仪	1
辐射安全 管理制度	建立 DSA 操作规程、放射事故应急处理预案、放射工作人员职业健康管理、受检者告知等制度	根据本项目实际情况，拟制定相关制度并上墙。配备相关的事故应急和防火设施	1
合计			31

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

#### 11.1.1 施工期环境影响分析

本项目施工期主要是对住院楼3层部分区域进行简单改造及装修，无土建施工，施工期短，施工范围小，通过对施工时段的控制以及施工现场严格管理等手段，可使本项目施工期环境影响的范围和强度进一步减小。因此，本项目不对施工期的环境影响进行具体分析。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

DSA 射线装置在安装调试过程中，会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境影响很小。

本环评要求 DSA 射线装置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他固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 辐射环境影响分析

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

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

本项目DSA射线装置额定参数为最大管电压125kV，最大管电流1000mA，型号为Artis Zee III Ceiling。根据DSA设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目DSA设备参数无法同时达到最大管电压125kV，最大管电流1000mA，正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，实际使用时管电压通常在90kV以下，透视管电流通常为十几毫安，减影时功率较大，管电流通常为几百毫安。根据医院现有DSA运行的实际值统计，减影模式下，DSA设备的管电压和管电流为60~100kV/300~500mA；透视模式下管电压和管电流为60~90kV/5~20mA，本环评拟进行保守估算，采用减影工况下的设备参数：管电压100kV，管电流500mA；透视工况下的设备参数：管电压90kV，管电流20mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等总滤过不小于2.5mmAl，本项目购置正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求，本次计算总滤过取2.5mmAl保守读数，根据减影工况下的设备参数：管电压100kV，管电流500mA，透视模式下的设备参数：管电压90kV，管电流20mA。读《辐射防护手册》（第三分册）P58图3.1（见图11-1），可以查得减影模式下距靶1m处空气中的空气比释动能为0.090mGy/mAs，透视模式下距靶1m处空气中的空气比释动能为0.075mGy/mAs。

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

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

式中：

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

I——管电流（mA）；

$\delta_x$ ——管电流为1mA，距靶1m处的发射率常数，mGy/(mA·min)；

$r_0=1\text{m}$ ；

r——源至关注点的距离，m。

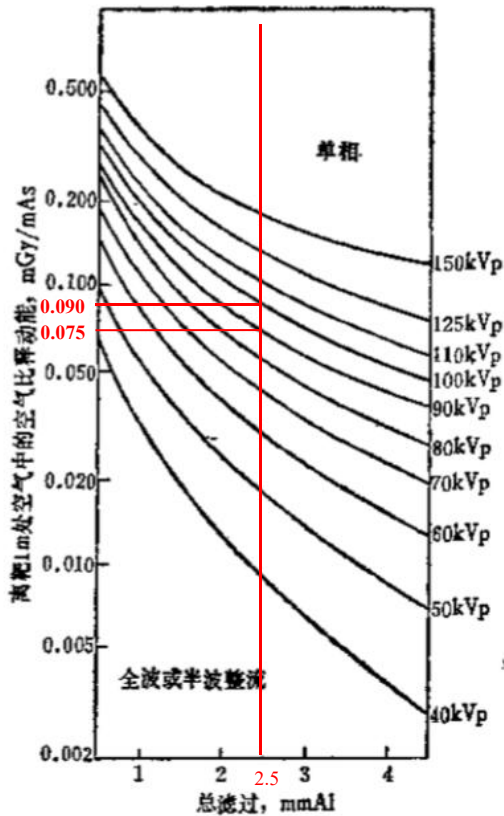
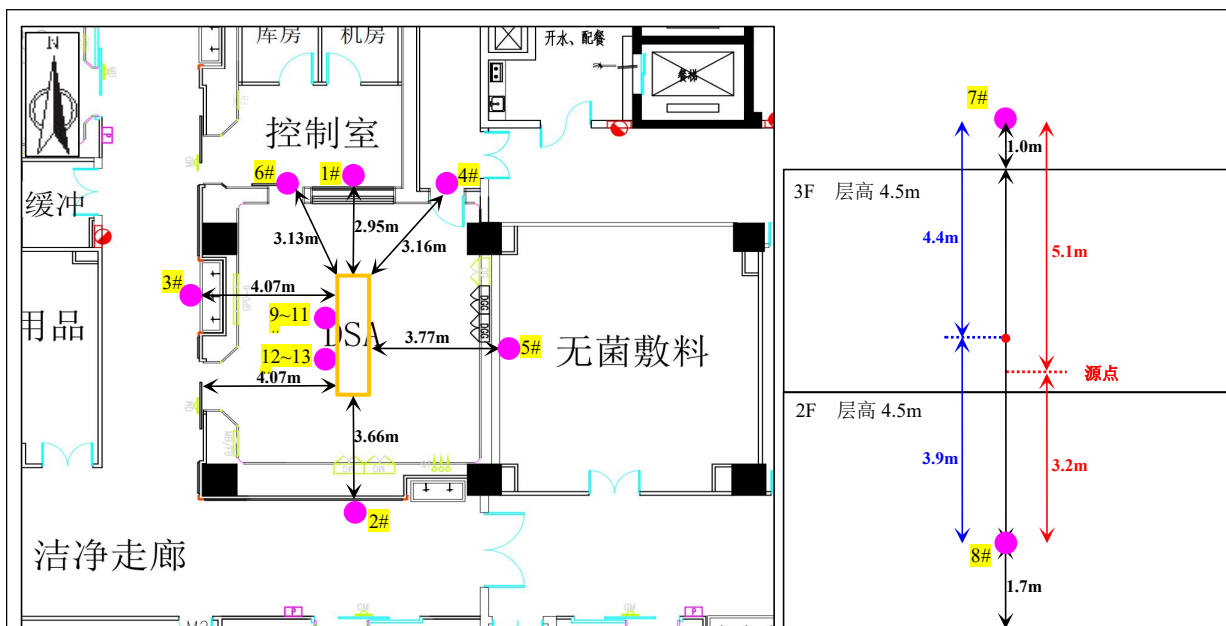


图 11-1 距 X 射线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

表 11-1 DSA 不同管电压下距靶 1m 处最大剂量率一览表

设备	运行模式	滤过材料及厚度 (mm)	离靶 1m 处空气中的空气比释动能 (mGy/mA·s)	运行管电压 (kV)	运行管电流 (mA)	距靶 1m 处的空气比释动能率 (μGy/h)
DSA	减影	Al, 2.5	0.09	100	500	1.62E+08
	透视	Al, 2.5	0.075	90	20	5.40E+06

本项目 DSA 型号为 Artis Zee III Ceiling，结合机房情况，保守按照如下情况进行理论预测计算：在机房中心设置 3.3m×1m 较大规格手术床，X 射线球管距地面 0.4m，关注点选取机房门外 30cm 处、墙外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、顶棚上方距顶棚地面 1m 处和地面楼下距楼下地面 1.7m 处。关注点示意图见图 11-2。



\*注：DSA 机房只有 1 扇观察窗，取观察窗外 30cm 处的 1#进行计算。

图 11-2 DSA 机房外关注点示意图

### ①泄漏辐射环境影响分析

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

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

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

式中：

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

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

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

$B$ ——屏蔽透射因子。

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

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



式中：

B——屏蔽透射因子；

X——屏蔽材料铅当量厚度，mm

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ——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，见表11-2。

**表 11-2 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**

管电压 (kv)	材料	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
90	铅	3.067	18.83	0.7726
	混凝土	0.04228	0.1137	0.469
100 (主束)	铅	2.500	15.28	0.7557
	混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
100 (散射)	铅	2.507	15.33	0.9124
	混凝土	0.0395	0.0844	0.5191

注：拟合参数均取自于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表11-3。

**表 11-3 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果**

工作模式	关注点位	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	屏蔽材料及厚度 (铅当量: mmPb)	靶点距关注 点距离 (m)	B	辐射剂量 率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
减影	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	1.0E+03	20mm 铅玻璃 (4.0mmPb)	2.95	3.39E-06	3.90E-04
	2#: 机房南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	1.0E+03	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	3.66	3.39E-06	2.53E-04
	3#: 机房西侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	1.00E+03	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	4.07	3.39E-06	2.05E-04
	4#: 机房北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	1.00E+03	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	3.16	3.39E-06	3.39E-04
	5#: 机房东侧墙外 30cm 处 (无菌辅料间)	1.00E+03	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	3.77	3.39E-06	2.39E-04
	6#: 机房与控制室防护门外 30cm 处	1.0E+03	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	3.13	3.39E-06	3.46E-04
	7#: 机房楼上 1m 处 (手术 室净化设备备用机组)	1.0E+03	120mm 混凝土+2mm 铅板 (3.4mmPb)	5.10	1.52E-05	5.84E-04
	8#: 机房楼下距地 1.7m 处 (ICU 区治疗室、库房、病 人谈话/家属更衣室、过道 及应急电源配电房)	1.0E+03	120mm 混凝土+2mm 铅板 (3.6mmPb)	3.20	9.21E-06	8.99E-04
透视	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	1.0E+03	20mm 铅玻璃 (4.0mmPb)	2.95	3.69E-07	4.24E-05
	2#: 机房南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	1.0E+03	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板	3.66	3.69E-07	2.75E-05

			(4.0mmPb)			
3#: 机房西侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	1.0E+03		轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	4.07	3.69E-07	2.23E-05
4#: 机房北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	1.0E+03		内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	3.16	3.69E-07	3.70E-05
5#: 机房东侧墙外 30cm 处 (无菌辅料间)	1.0E+03		轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	3.77	3.69E-07	2.60E-05
6#: 机房与控制室防护门外 30cm 处	1.0E+03		内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	3.13	3.69E-07	3.77E-05
7#: 机房楼上 1m 处(手术 室净化设备备用机组)	1.0E+03		120mm 混凝土 +2mm 铅板 (3.4mmPb)	5.10	2.33E-06	8.96E-05
8#: 机房楼下距地 1.7m 处 (ICU 区治疗室、库房、病 人谈话/家属更衣室、过道 及应急电源配电房)	1.0E+03		120mm 混凝土 +2mm 铅板 (3.6mmPb)	3.20	1.26E-06	1.23E-04
9#: 第一术者位(手术医生 位铅衣外)	1.0E+03		0.5mmPb 床侧防护帘 (0.5mmPb)	0.6	2.52E-02	70.00
10#: 第一术者位(手术医 生位铅衣内)	1.0E+03		0.5mmPb 床侧防护帘 +0.5mmPb 铅衣 (1.0mmPb)	0.6	4.08E-03	11.33
11#第一术者位(手部)	1.0E+03		0.025mmPb 铅手套 +0.5mmPb 防护帘 (0.525mmPb)	0.4	2.27E-02	141.88
12#: 第二术者位(铅衣外)	1.0E+03		0.5mmPb 床侧防护帘 (0.5mmPb)	0.9	2.52E-02	31.11
13#: 第二术者位(铅衣内)	1.0E+03		0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 防护帘 (1.0mmPb)	0.9	4.08E-03	5.04

## ②病人体表散射辐射环境影响分析

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

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

式中：

H<sub>s</sub>——关注点处的患者散射辐射剂量率，μSv/h；

H<sub>0</sub>——距靶点1m处的最大剂量率，μSv/h；

α——患者对X射线的散射比，α=a/400查《辐射防护手册 第一分册》P437表10.1得

100千伏X射线 $a=0.0013$ （90°散射）；

S——散射面积，取 $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ ——源与患者的距离，m；取 $0.7\text{m}$ ；

$d_s$ ——患者散射点与关注点的距离，m；第一术者位取 $0.6\text{m}$ ，第二术者位取 $0.9\text{m}$ ；

B——屏蔽透射因子。

表 11-4 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	屏蔽材料及厚度 (铅当量: mmPb)	S ( $\text{cm}^2$ )	$d_0$ (m)	$d_s$ (m)	B	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
减影	1#: 机房北侧观察窗外30cm处(控制室)	1.62E+08	20mm 铅玻璃 (4.0mmPb)	100	0.7	2.95	5.14E-06	6.35E-02
	2#: 机房南侧墙外30cm处(洁净走廊)	1.62E+08	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	3.66	5.14E-06	4.12E-02
	3#: 机房西侧墙外30cm处(洁净走廊)	1.62E+08	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	4.07	5.14E-06	3.33E-02
	4#: 机房北侧墙外30cm处(污物走廊)	1.62E+08	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	3.16	5.14E-06	5.53E-02
	5#: 机房东侧墙外30cm处(无菌辅料间)	1.62E+08	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	3.77	5.14E-06	3.89E-02
	6#: 机房与控制室防护门外30cm处	1.62E+08	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	3.13	5.14E-06	5.64E-02
	7#: 机房楼上 1m 处(手术室净化设备备用机组)	1.62E+08	120mm 混凝土 +2mm 铅板 (3.4mmPb)	100	0.7	5.10	2.31E-05	9.54E-02
	8#: 机房楼下距地 1.7m 处(ICU 区治疗室、库房、病人谈话/家属更衣室、过道及应急电源配电房)	1.62E+08	120mm 混凝土 +2mm 铅板 (3.6mmPb)	100	0.7	3.20	1.40E-05	1.47E-01
透视	1#: 机房北侧观察窗外30cm处(控制室)	5.40E+06	20mm 铅玻璃 (4.0mmPb)	100	0.7	2.95	3.69E-07	1.52E-04
	2#: 机房南侧墙外30cm处(洁净走廊)	5.40E+06	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	3.66	3.69E-07	9.87E-05
	3#: 机房西侧墙外30cm处(洁净走廊)	5.40E+06	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	4.07	3.69E-07	7.98E-05
	4#: 机房北侧墙外30cm处(污物走廊)	5.40E+06	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	3.16	3.69E-07	1.32E-04
	5#: 机房东侧墙外30cm处(无菌辅料间)	5.40E+06	轻钢龙骨架隔墙 +4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	3.77	3.69E-07	9.30E-05

6#：机房与控制室防护门外 30cm 处	5.40E+06	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	100	0.7	3.13	3.69E-07	1.35E-04
7#：机房楼上 1m 处(手术室净化设备备用机组)	5.40E+06	120mm 混凝土 +2mm 铅板 (3.4mmPb)	100	0.7	5.10	2.33E-06	3.21E-04
8#：机房楼下距地 1.7m 处 (ICU 区治疗室、库房、病人谈话/家属更衣室、过道及应急电源配电房)	5.40E+06	120mm 混凝土 +2mm 铅板 (3.6mmPb)	100	0.7	3.20	1.26E-06	4.41E-04
9#：第一术者位 (手术医生位铅衣外)	5.40E+06	0.5mmPb 床侧防护帘 (0.5mmPb)	100	0.7	0.6	2.52E-02	250.71
10#：第一术者位 (手术医生位铅衣内)	5.40E+06	0.5mmPb 床侧防护帘+0.5mmPb 铅衣 (1.0mmPb)	100	0.7	0.6	4.08E-03	40.59
11#第一术者位 (手部)	5.40E+06	0.025mmPb 铅手套 +0.5mmPb 防护帘 (0.525mmPb)	100	0.7	0.4	2.27E-02	508.14
12#：第二术者位 (铅衣外)	5.40E+06	0.5mmPb 床侧防护帘 (0.5mmPb)	100	0.7	0.9	2.52E-02	111.43
13#：第二术者位 (铅衣内)	5.40E+06	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 防护帘 (1.0mmPb)	100	0.7	0.9	4.08E-03	18.04

根据表11-3和表11-4的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于下表11-5。

**表11-5 各预测点总辐射剂量率**

工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
减影	1#：机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	3.90E-04	6.35E-02	6.39E-02
	2#：机房南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	2.53E-04	4.12E-02	4.15E-02
	3#：机房西侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	2.05E-04	3.33E-02	3.35E-02
	4#：机房北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	3.39E-04	5.53E-02	5.56E-02
	5#：机房东侧墙外 30cm 处 (无菌辅料间)	2.39E-04	3.89E-02	3.91E-02
	6#：机房与控制室防护门外 30cm 处	3.46E-04	5.64E-02	5.67E-02
	7#：机房楼上 1m 处 (手术室净化设备备用机组)	5.84E-04	9.54E-02	9.60E-02
	8#：机房楼下距地 1.7m 处 (ICU 区治疗室、库房、病人谈话/家属更衣室、过道及应急电源配电房)	8.99E-04	1.47E-01	1.48E-01
透视	1#：机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.24E-05	1.52E-04	1.94E-04
	2#：机房南侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	2.75E-05	9.87E-05	1.26E-04
	3#：机房西侧墙外 30cm 处 (洁净走廊)	2.23E-05	7.98E-05	1.02E-04
	4#：机房北侧墙外 30cm 处 (污物走廊)	3.70E-05	1.32E-04	1.69E-04
	5#：机房东侧墙外 30cm 处 (无菌辅料间)	2.60E-05	9.30E-05	1.19E-04
	6#：机房与控制室防护门外 30cm 处	3.77E-05	1.35E-04	1.73E-04

7#: 机房楼上 1m 处 (手术室净化设备备用机组)	8.96E-05	3.21E-04	4.11E-04
8#: 机房楼下距地 1.7m 处 (ICU 区治疗室、库房、病人谈话/家属更衣室、过道及应急电源配电房)	1.23E-04	4.41E-04	5.64E-04
9#: 第一术者位 (手术医生位铅衣外)	70.00	250.71	320.71
10#: 第一术者位 (手术医生位铅衣内)	11.33	40.59	51.92
11#第一术者位 (手部)	141.88	508.14	650.02
12#: 第二术者位 (铅衣外)	31.11	111.43	142.54
13#: 第二术者位 (铅衣内)	5.04	18.04	23.08

由上表计算结果可知：本项目DSA在减影模式下，机房外周围关注点的辐射剂量率最大值为1.48E-01 $\mu$ Sv/h；在透视模式下，机房周围关注点的辐射剂量率最大值为5.64E-04 $\mu$ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5 $\mu$ Sv/h。”的要求。

## (2) 工作人员及公众个人剂量估算

根据《辐射防护导论》，按照下式对职业人员和公众的年受照剂量进行估算。

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

式中：

H——年有效剂量，mSv/a；

$H_r$ ——关注点辐射剂量率， $\mu$ Sv/h；

t——年受照时间，h/a；

T——居留因子，本项目的居留因子参照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）选取，具体数值见表11-6。

**表11-6 居留因子的选取**

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

### ①工作人员受照剂量

本项目DSA年最大手术台数为700台，其中单名医生、护士年最大手术台数预计为175

台，技师年最大手术台数最大为350台。则本项目辐射工作人员的受照时间见表11-7。

**表11-7 辐射工作人员的受照时间一览表**

工作人员	单人最大手术台数（台）	工作模式	单台手术时间（min）	操作方式	工作时间（h）
医生、护士	175	透视	20	同室	58.33
		减影	1	隔室	2.92
技师	350	透视	20	隔室	122.5
		减影	1		

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）对于工作人员穿戴铅围裙的情况，按照以下公式进行估算有效剂量：

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

$E_{\text{外}}$ ——有效剂量E中的外照射分量，单位为mSv；

$H_U$ ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_P(10)$ ，本项目取理论计算的医生铅衣内的年剂量，单位为mSv；

$H_O$ ——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_P(10)$ ，本项目取理论计算的医生铅衣外的年剂量，单位为mSv。

职业人员居留因子均取1，根据式11-5和式11-6进行计算，辐射工作人员年有效剂量估算结果见表11-8。

**表11-8 辐射工作人员年有效剂量估算结果**

工作人员	操作方式	工作时间（h）	剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		居留因子	年有效剂量（mSv）	剂量约束值（mSv）
			第一术者位（铅围裙外）	第二术者位（铅围裙内）			
医生	同室	58.33	第一术者位（铅围裙外）	320.71	1	3.35	5
			第二术者位（铅围裙内）	51.92			
	隔室	2.92	机房外最大值	0.148			
护士	同室	58.33	第二术者位（铅围裙外）	142.54	1	1.49	5
			第二术者位（铅围裙内）	23.08			
	隔室	2.92	机房外最大值	0.148			
技师	隔室	122.5	观察窗外	6.39E-02	1	3.99E-04	5

注：1、医生和护士隔室操作时，保守取控制室最大辐射剂量率进行估算；

2、技师操作位剂量率取观察窗外剂量率进行估算。

由上表可知，本项目辐射工作人员年有效剂量最大值为3.35mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于职业照射剂量限值的要求，同时满足本项目提出的辐射工作人员剂量约束值（不高于5mSv/a）的要求。

本项目保守考虑，按单台DSA装置年最大手术量为700台进行预测评价，且设备运行时的X射线辐射剂量率保守按最小固有滤过材料为2.5mmAl进行计算，未考虑附加滤过材料的影响，因此估算结果是偏保守的。DSA射线装置在固有滤过材料的基础上，均配备有Al、Cu等附加滤过材料，实际运行过程中，辐射工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

根据医院现有在岗辐射工作人员2021年第2季度~2022年第1季度个人剂量检测报告，医院现有在岗辐射工作人员个人剂量监测结果在0.068mSv~1.472mSv范围内，其中DSA工作人员的年有效剂量监测结果最大为1.472，均低于工作人员剂量约束值5mSv/a，说明医院在落实辐射安全防护措施的情况下，核技术利用项目对工作人员的辐射影响能够满足本报告提出的剂量约束值。

### ②医护人员手部皮肤年有效剂量估算

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

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

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

式中：

$D_s$ —皮肤吸收剂量，mGy；

$\dot{k}$ —空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$C_{ks}$ —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（mGy/mGy）；

$t$ —人员累积年受照时间，h；

$H$ ：关注点的当量剂量，mSv；

$W_R$ ：辐射权重因数，X射线取1。

由表11-5可知，DSA机房内手术医生和护士在透视工况下手部最大空气比释动能率为650.02 $\mu\text{Gy/h}$ ，本项目DSA可近似视为垂直入射，而且是AP入射方式，从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表A.5可查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 $C_{ks}=1.156\text{mGy/mGy}$ ，人员累积年受照时间为58.33h，根据式11-6和

11-7 可以求得医护人员手术位手部皮肤受到的年当量剂量最大为 43.83mSv，低于本环评要求的 125mSv 年当量剂量约束值。

### ③公众年有效剂量估算

根据DSA机房周围公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。公众年有效剂量按照式11-5计算，各关注点剂量率取据表11-5计算结果，机房外更远的关注点不考虑距离衰减和中间其它屏蔽因素。公众年有效剂量计算结果见下表11-9。

表11-9 公众年有效剂量计算结果

场所	位置描述	相对于 DSA 机房方位	透视模式辐射剂量率(μSv/h)	年出束时间 (h)	减影模式辐射剂量率(μSv/h)	年出束时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv)
DSA 机房周边	洁净走廊	南侧	1.26E-04	233.33	4.15E-02	11.67	1/5	1.03E-04
		西侧	1.02E-04	233.33	3.35E-02	11.67	1/5	8.29E-05
	污物走廊	北侧	1.69E-04	233.33	5.56E-02	11.67	1/5	1.38E-04
	无菌敷料间	东侧	1.19E-04	233.33	3.91E-02	11.67	1/2	2.42E-04
	手术室净化设备备用机组	上方	4.11E-04	233.33	9.60E-02	11.67	1/16	7.60E-05
	ICU 区治疗室	下方	5.64E-04	233.33	1.48E-01	11.67	1/2	9.29E-04
	ICU 区库房、应急电源配电房	下方	5.64E-04	233.33	1.48E-01	11.67	1/16	1.16E-04
	ICU 区病人谈话/家属更衣室	下方	5.64E-04	233.33	1.48E-01	11.67	1/5	3.72E-04
	ICU 区过道	下方	5.64E-04	233.33	1.48E-01	11.67	1/5	3.72E-04

由上表可知，本项目机房周边公众受照剂量最大为9.29E-04mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于公众照射剂量限值的要求，同时满足本项目提出的公众剂量约束值不超过0.1mSv/a的要求。由此可见，本项目DSA运行时，对周围敏感点的影响在可以接受的范围内。

根据关注点剂量率与关注点距辐射源点的距离成反比关系的规律可知，距离机房越远，辐射剂量率越低，距离机房更远处的公众人员受照剂量不会大于9.29E-04mSv/a，满足本项目提出的公众剂量约束值不超过0.1mSv/a的要求。

### 11.2.3辐射叠加影响分析

因本项目 DSA 机房北侧为 ERCP 机房，南侧为 C 臂机房，西南侧 10#手术室设置 1 台移动 DR、11#手术室设置 1 台 C 臂机，12#手术室设置 1 台移动 X 线机，西侧 13#手术室设置 1 台 C 臂机。根据浙江省疾病预防控制中心出具的《舟山医院医用放射工



作场所检测报告》（浙（省）疾控检字第 202201484 号，检测报告见附件 15）可知，各机房、手术室周边放射工作场所检测结果符合标准要求，故本项目不考虑上述机房、手术室内射线装置运行时对本项目辐射工作人员和公众的叠加影响。

### 11.3 DSA 运营期其他污染物影响分析

#### 1、废气

根据污染源项章节分析，本项目 X 射线能量低，电离产生的臭氧和氮氧化物浓度非常低，且臭氧可自然分解为氧气，DSA 机房设置有层流通风系统，排风次数为 4 次/h，废气经排风系统排出机房所在楼屋顶高空排放，经自然分解，远低于臭氧室内浓度限值《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中“最高容许浓度  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ”，氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一。综上所述，氮氧化物及臭氧均对周围环境影响极小。

#### 2、废水

本项目产生的废水依托医院现有污水处理站，根据医院提供资料，住院楼医疗废水与生活污水一起经化粪池处理后，进入医院现有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求，其中氨氮、总磷参照执行《工业企业废水氮、磷污染物间接排放限值》（DB33/887-2013）中间接排放浓度限值后，通过市政污水管网进入舟山市污水处理有限公司小干污水处理厂集中处理。项目废水不直接排放，对环境影响较小。

#### 3、噪声

项目 DSA 机房配备的通风风机经隔声、减振、消声等综合降噪措施后，再经距离衰减后，运行期间北场界西侧噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类标准要求，东、西、南场界及北厂界东侧噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）4 类标准要求。

#### 4、固废

项目产生的医疗废物依托医院现有的固废收集和暂存设施，采用专用容器分类收集后，转移至医院医疗废物暂存间暂存，与本院其他医疗废物一起委托有处置资质的单位进行妥善安全处置。医护人员生活垃圾收集后委托当地环卫部门定期清运处理。

经上述“资源化、减量化、无害化”处置后，项目产生的固体废物不会对周围环境产生明显影响。

## 11.4 事故影响分析

### 11.4.1 辐射事故情况

(1) 装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；工作人员或病人家属尚未完全撤离 DSA 机房时，设备开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；

(2) 工作人员误入正在运行的机房引起误照射；

(3) DSA 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射；

(4) 维修射线装置时，维修人员受意外照射。

### 11.4.2 辐射事故等级分析

本项目为医院核技术应用项目，使用的是 II 类医用射线装置，X 射线能量较低，如造成失控仅可能导致人员受到超过年剂量限值的照射，为一般辐射事故。

### 11.4.3 事故影响防范措施

#### 1、建立健全辐射安全管理机构，加强管理

医院设立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，负责制定放射诊疗管理相关制度与预案，拟定工作计划组织实施；对全院辐射安全管理工作进行监督、检查，定期对放射诊疗安全事件进行演练，针对演练不足进行持续改进。

#### 2、完善各项管理制度

医院制定了《放射防护管理制度》、《放射（辐射）安全管理制度》、《放射（辐射）防护和安全保卫制度》、《放射从业人员健康管理制度》、《放射防护用品管理制度》、《放射防护培训制度》、《辐射防护管理小组工作制度》、《个人剂量监测制度》、《放射诊疗场所放射防护检测与评价制度》、《放射诊断中心仪器设备使用、维护管理制度》、《放射诊断岗位职责》、《放射安全事故应急预案》、《电离辐射危害告知》等相关辐射管理制度。本评价要求医院对应急预案及其他已有制度进行修订更新，并新建 DSA 操作规程，更新应急预案，将本项目所涉及的射线装置纳入辐射防护管理体系，各辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

#### 3、定期对设备进行维护保养，使设备处于保持良好的工作状态。

#### 4、机房应当设置信号指示灯和门灯联锁装置，划分警戒控制区。

如果职业人员在防护门关闭后未撤离机房，则可利用机房防护门内与控制室设置的人工紧急停机、开门按钮，避免事故发生。防护门与设备之间设置门机联锁装置，防护

门上设置警示信号灯。每当打开防护门时，立即断电，并停机，不致出现误照射。

**5、医院应对辐射工作场所定期开展巡查工作，主动询问辐射工作人员工作情况及发现问题，定期联系有资质单位做好防护检测工作及机器性能检测。**

#### **6、设备维修辐射事故防范措施**

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

②调试和维修时须在控制室外设置醒目的警示牌。

③设备维修应由有维修资格的人员操作，并按其操作规范进行操作。

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

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款的要求，使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

舟山医院已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，结合卫生、生态环境等行政主管部门的规章制度，应成立辐射安全与环境保护管理机构，落实安全责任制，并明确了相关成员名单及职责，运行过程中应根据人事变动及时更新。目前组成人员如下：

主任：李略

副主任：王和平、金晓红

成员：胡舟朝、陈国雄、何伟岳、张增辉、王斌达、张玉惠、陈炳、郑珉、周海伟、林善红、李可、方国康、谢蓓蕾、冷雪

#### 12.1.2 辐射工作人员管理

##### 1、职业健康检查

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

本项目辐射工作人员均为医院原有放射工作人员，医院原有放射工作人员均已定期在舟山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

根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告第 2021 年第 9 号），医院应及时组织从事使用Ⅱ类射线装置的辐射工作人员在生态环境部辐射与防护培训平台参加培训，且需考核合格，并按时接受再培训。从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，并建立成绩

档案。

目前医院 206 名辐射工作人员，从事使用 II、III 类射线装置。医院拥有较稳定的放射诊疗技术队伍，其中 II 类射线装置工作人员均参加了生态环境部培训平台组织的核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格，III 类射线装置工作人员均参加了医院自主培训，保证所有辐射工作人员持证上岗。符合要求。

本项目沿用原有放射工作人员，建议医院加强原放射工作人员培训管理，按要求确保原放射工作人员按时接受再培训。

### **3、个人剂量管理**

医院辐射工作人员均配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，根据 2021 年第 2 季度~2022 年第 1 季度的个人剂量检测统计结果显示，全院现有辐射工作人员年累积受照剂量均不超过职业年剂量约束值 5mSv。个人剂量检测结果及体检结果汇总表见附件 13、附件 14。

医院应强化管理、加强辐射工作人员的培训学习，个人剂量计应严格按照规定正确佩戴。

医院应做到以下几个方面：

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。舟山医院应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

#### **12.1.3 年度评估**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用射线装置的单位，应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。医院年度评估报告包括：射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，医院已按照要求执行年度评估。

舟山医院已按要求对开展的核技术利用项目进行了辐射安全与防护状况评估，每年定期上报至发证机关。本项目建成运行后，针对本项目新增的 DSA 辐射工作场所，医院应将本项目辐射工作场所纳入现有年度评估报告，定期报发证机关。经与医院核实，医院历年未发生辐射事故。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台账管理制度和监测方案，并有完善的辐射事故应急措施”。

医院已有正在使用的 DSA 设备 2 台，从事介入放射学经验丰富，医院已制定的辐射防护相关环境管理办法与制度，内容较为全面，符合相关要求，新增本项目后，现有规章制度仍能够满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。本项目为使用 II 类射线装置，医院应根据本项目的设备情况，完善本项目设备操作规程。

医院应对相关资料进行分类归档，根据环境影响评价文件、竣工环境保护验收文件、单位辐射工作文件、辐射安全许可证、年度评估报告、辐射安全和防护管理制度、工作人员辐射防护等文件要求建立不同类别的档案，并安排专人对核技术利用项目环保相关文件及档案进行管理。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目 DSA 属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型、辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计、X- $\gamma$  辐射巡测仪等、个人剂量报警仪。

### 12.3.2 监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，医院应按国家相关规范对辐射工作场所进行监测。医院应委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。监测点位可以参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 B 中 B.2.1。

**表12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表**

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA 机房	周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行	DSA 机房距墙体、门窗表面 30cm 处、顶棚上方距地面 100cm 处，楼下距地面 170cm 处及周围需要关注的监督区、机房防护门及门缝、观察窗、控制室操作位、手术位、电缆/空调/风管穿墙处等	委托有资质单位监测
日常监测	DSA 机房	周围剂量当量率	1 次/季度	按照国家规定进行		自行监测
验收监测	DSA 机房	周围剂量当量率	项目建成后 3 个月内	按照国家规定进行		委有资质单位托监测
个人剂量检测	/	个人剂量	不超过 3 个月	个人剂量计		所有辐射工作人员

舟山医院制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等信息，个人剂量档案需终生保存。

### 12.3.3 原有项目监测执行情况

根据医院提供的 2021 年第 2 季度~2022 年第 1 季度的个人剂量检测报告可知，辐射工作人员的个人剂量监测结果在 0.068mSv~1.472mSv 范围内，其中 DSA 工作人员的年有效剂量监测结果最大为 1.472，均低于工作人员剂量约束值 5mSv/a。医院为工作人员建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。医院每年委托具有相应资质的单位对本院核技术利用项目进行一次设备性能和工作场所监测，监测结果均满足相应标准的要求。本项目建成后，建设单位应及时将本项目涉及的新增射线装置和工作场所的环境监测纳入医院原有的监测计划。

## 12.4 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 辐射事故应急预案

根据国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院按照对应急措施、事故后续处理等作出要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。医院已制定了《放射安全事故应急预案》，预案包括如下内容：

- (1) 总则；
- (2) 放射事件应急处理机构与职责；
- (3) 放射性事故应急救援应遵循的原则；
- (4) 放射性事故应急处理程序；

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》相关规定：应急预案中还应补充以下内容：

- ①组织体系；
- ②应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ③辐射事故等级划分；
- ④辐射事故调查和应急预案的解除。

一旦发生辐射事故，医院应根据国家规定立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委报告，并及时组织专业技术人员排除事故；配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

辐射事故应急响应流程如图 12-1 所示。



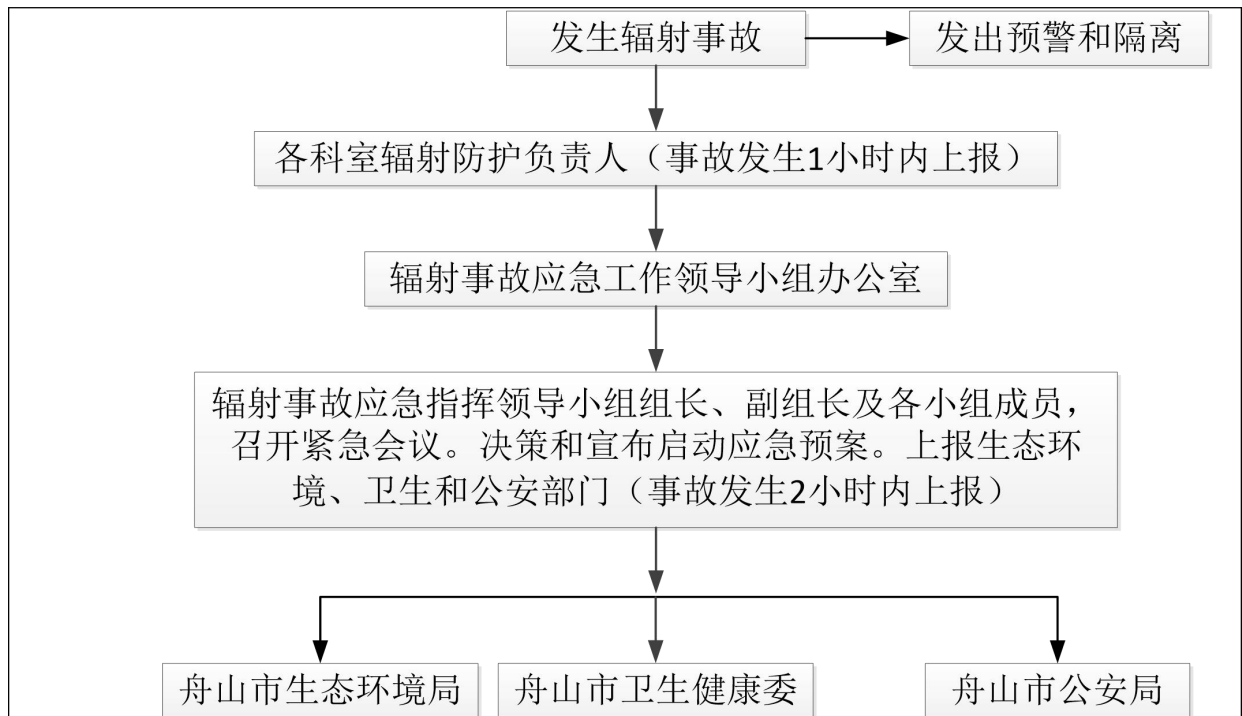


图 12-1 辐射事故应急响应流程示意图

经建设单位证实，医院开展放射性诊疗多年，未曾发生过辐射安全事故。医院应当根据以上要求，更新完善应急预案相关内容，在今后预案实施过程中，应根据国家新发布的相关法规内容，结合医院实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 辐射安全与防护分析结论

##### (1) 辐射安全防护措施结论

本项目 DSA 机房四侧墙体为轻钢龙骨架隔墙+4mm 铅板(4.0mmPb),顶棚为 120mm 混凝土+2mm 铅板(3.4mmPb),地坪为 120mm 混凝土+2mm 铅板(3.6mmPb),防护门均为内衬 4.0mmPb 铅板,观察窗为 20mm 铅玻璃(4.0mmPb),屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的要求。

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

DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施,其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求进行配制。

##### (2) 辐射安全管理结论

舟山医院设立了专门的辐射安全与环境保护管理机构,全面负责舟山医院的辐射安全管理工作及相关工作;医院已制定了包括《放射事故应急处理预案》在内的一系列管理制度,应根据本单位项目开展的情况,按照本环评提出的要求不断对各项管理制度进行调整、补充和完善,满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中对使用 II 类射线装置的制度要求,并在以后的实际工作中严格落实执行;医院已对辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测,并建立了个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

#### 13.1.2 环境影响分析结论

1、设备在安装、调试阶段请设备厂家专业人员操作,在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位,关闭防护门,在机房门外设立电离辐射警告标志,禁止无关人员靠近。由于各设备的安装和调试均在机房内进行,经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

2、经理论预测,在正常工况下,本项目 DSA 机房各侧墙体及防护门外 30cm 处剂量率均小于 2.5 $\mu$ Sv/h 控制目标值,对周围环境影响较小;DSA 机房内职业人员可能受

到的最大年有效剂量和手部最大年当量剂量均满足本次评价提出的5mSv年剂量约束值和125mSv年当量剂量约束值的要求，周围公众人员可能受到的最大年有效剂量满足本次评价提出的0.1mSv的年剂量约束值的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求。

3、本项目电离产生的臭氧和氮氧化物等有害气体浓度非常低，废气经层流通风系统通向屋顶高空排放，经自然分解后对周围大气环境影响很小；产生的生活污水和医疗废水经医院现有污水处理站预处理后纳入市政污水管网进行集中处理，不直接排放，对环境的影响较小；DSA机房配备的通风风机经隔声、减振、消声等综合降噪措施后，再经距离衰减后，运行期间北场界西侧噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1类标准要求，东、西、南场界及北厂界东侧噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）4类标准要求；产生的医疗废物依托医院在建的固废收集和暂存设施，采用专用容器分类收集后，转移至污洗间暂存，与本院其他医疗废物一起委托有处置资质的单位进行妥善安全处置。医护人员生活垃圾收集后委托当地环卫部门定期清运处理。

### 13.1.3可行性分析结论

#### （1）产业政策符合性分析结论

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订）中第十三项“医药”中第5款“新型医用诊断设备和试剂、**数字化医学影像设备**，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

#### （2）实践正当性分析结论

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

#### （3）《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析结论

根据《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于浙江省舟山市定

海区临城街道城镇生活重点管控单元（ZH33090220059），本项目符合舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案要求，并且能够符合“三线一单”的管控要求。

#### （4）相关规划及选址合理性结论

##### ①《舟山群岛（新区）城市总体规划（2012-2030年）》符合性

本项目位于定海区千岛街道定沈路739号，属于规划中的主城，主城以疏解人口、降低居住密度为重点，增加公共开敞空间及公共服务设施配套，推进城中村改造、危房改造，提升居住环境品质。

本项目为医疗服务项目，功能上与舟山群岛（新区）紧密相关，项目建成后可为该区域提供较好的医疗卫生服务，可方便人民享受便利的基本公共服务，有利于促进社会服务、基础设施建设等城市功能的建设完善，符合《舟山群岛（新区）城市总体规划（2012-2030年）》要求。

##### ②土地利用规划符合性

根据医院提供的《中华人民共和国国有土地使用证》（舟国用（2008）第0201715号），医院所在地用地性质为医卫慈善用地。本项目为医疗服务项目，且在住院楼内进行建设，用地性质符合土地利用规划。

##### ③污染物达标排放符合性

由本评价表11环境影响预测分析可知，本项目运营过程中产生的电离辐射、固废和废气经采取一定的辐射防护和治理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的，可以做到达标排放。

##### ④选址合理性分析结论

本项目为核技术利用项目，拟建的DSA机房位于医院住院楼三层，使用1台DSA用于影像诊断和介入治疗。项目不新增土地，在医院现有建筑内建设，周围无环境制约因素。本项目拟建辐射工作场所实体边界外50m评价范围内主要为医院内部的建筑物和道路，无居民区、学校、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点。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。

#### （5）项目可行性结论

综上所述，舟山医院数字减影血管造影装置（DSA）建设项目的建设符合城市主体功能区划和土地利用规划，符合“三线一单”要求，选址合法合理；符合国家产业

政策和实践正当性要求，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

## 13.2 建议与承诺

### 13.2.1 建议

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

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

### 13.2.2 承诺

(1) 院方应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) 院方应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。加强对辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。

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

(4) 院方应制定各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。一旦出现辐射事故，按照制度的应急预案处理和上报事故，并及时将更新完善后的应急预案向生态环境主管部门备案。

(5) 院方应严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

(6) 院方应本项目环评审批后，及时申领辐射安全许可证。

## 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人：

公章  
年 月 日

审批意见：

经办人：

公章  
年 月 日