

核技术利用建设项目

屏南县总医院（屏南县医院）

1 台 DSA 设备搬迁项目环境影响报告表 （公示稿）

屏南县总医院（屏南县医院）（盖章）



2026 年 01 月

核技术利用建设项目

屏南县总医院（屏南县医院）

1 台 DSA 设备搬迁项目环境影响报告表

建设单位名称：屏南县总医院（屏南县医院）

建设单位法人代表（签名或盖章）：袁涛

通讯地址：福建省屏南县古峰镇长汾社区梨园路 120 号

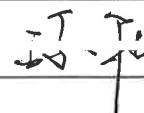
邮政编码：352300

联系人：魏**

电子邮箱：***@qq.com

联系电话：135*****

编制单位和编制人员情况表

项目编号	p1529v		
建设项目名称	屏南县总医院（屏南县医院）1台DSA设备搬迁项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	屏南县总医院（屏南县医院）		
统一社会信用代码	12352228490566436A		
法定代表人（签章）	袁涛		
主要负责人（签字）	陆长发		
直接负责的主管人员（签字）	吴盛强		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	福建宏邦检测技术有限公司		
统一社会信用代码	91350102MA8UQ5E46W		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
杨梅青	20210503535000000001	BH048197	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨梅青	表1、表10、表11、表12、表13	BH048197	
王乐梅	表2、表3、表4、表5、表6、表7、表8、表9	BH076387	

环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。



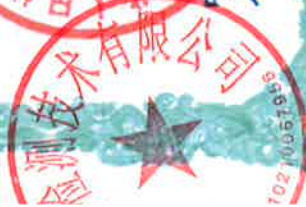
姓名: 杨梅青
 证件号码: 350125199212022820
 性别: 女
 出生年月: 1992年12月
 批准日期: 2021年05月30日
 管理号: 20210503535000000001



中华人民共和国生态环境部



中华人民共和国人力资源和社会保障部



目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	20
表 3 非密封放射性物质.....	20
表 4 射线装置.....	21
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	22
表 6 评价依据.....	23
表 7 保护目标与评价标准.....	25
表 8 环境质量和辐射现状.....	30
表 9 项目工程分析与源项.....	34
表 10 辐射安全与防护.....	38
表 11 环境影响分析.....	48
表 12 辐射安全管理.....	67
表 13 结论与建议.....	72
表 14 审批.....	74

表 1 项目基本情况

建设项目名称		屏南县总医院（屏南县医院）1 台 DSA 设备搬迁项目			
建设单位		屏南县总医院（屏南县医院）			
法人代表		袁涛	联系人	魏**	联系电话 135*****
注册地址		福建省屏南县古峰镇长汾社区梨园路 120 号			
项目建设地点		福建省屏南县古峰镇长汾社区梨园路 120 号门诊医技综合楼（医技区）一层 DSA 机房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		200	项目环保投资（万元）	68.5	投资比例（环保投资/总投资） 34.25%
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 ² ）	60m ²
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性物质		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	1.1 项目概述				
1.1.1 建设单位情况					
<p>屏南县总医院（屏南县医院，以下简称“建设单位”）于 2018 年 12 月 22 日正式成立，系由县医院（总院区）、县中医院、县妇幼保健院、县精神病医院、11 所乡镇卫生院、1 个社区卫生服务中心以及乡村卫生服务一体化公益性村卫生所整合组建而成的紧密型医疗联合体。医院配备有动态心电与血压监测系统、1.5T 磁共振成</p>					

像设备、数字化 X 射线摄影系统（DR）、全自动带电视 X 光机、口腔锥形束 CT（CBCT）、口腔 X 线机、牙片宝、种植机及超声骨刀等一系列高端医疗设备，能够开展神经、消化、心血管、呼吸、肝胆、颅脑、胸外、泌尿、男性科、肿瘤、骨科、儿科、妇产、中医皮肤、五官等学科的疾病诊治工作。

为满足发展需求，屏南县总医院在原县医院后方地块（县医院北侧西环路片区）进行扩容提升改造，改造工程建设项目环评已于 2024 年 4 月 15 日取得宁德市生态环境局审批，审批文号：宁屏环评〔2024〕4 号。整个改造工程分两期建设：

（1）一期总建筑面积 43200m²，建设内容为：旧院区已建建筑内部改造，新建门诊综合楼、医技综合楼、门卫、地下室、配电房、进场道路及相关配套建设的公用工程和设施等。

（2）二期总建筑面积 48400m²，建设内容为：病房楼、专科楼、科研教学楼、发热门诊楼、门卫、污水处理用房、污物暂存间、地下室及室外配套工程等。

目前一期工程已改建完成，建设单位拟在一期医技综合楼一层设置一间 DSA 机房。

1.1.2 项目建设规模

因发展需要，建设单位拟将原门诊综合楼二层导管室的一台北京通用电气华伦医疗设备有限公司生产的 Optima IGS Plus 型医用血管造影 X 射线机（简称“DSA”）搬迁至新建的医技综合楼一层使用（该设备已办理《辐射安全许可证》，序号 10）。该设备属于 II 类射线装置，用于开展放射诊断和介入治疗，具体信息见表 1-1。

表 1-1 本次搬迁的 DSA 设备一览表

射线装置名称	型号	生产厂家	主要参数	类别	拟安装位置	备注
DSA	Optima IGS Plus	北京通用电气华伦医疗设备有限公司	125kV 1000mA	II类	门诊医技综合楼（医技区）一层 DSA 机房	单球管，搬迁

项目拟建工程主要建设内容详见下表：

表 1-2 拟建项目工程内容一览表

序号	类别	工程名称	主要内容		备注		
1	主体工程	DSA 机房	设备	1台Optima IGS Plus型号的DSA		顶棚楼板混凝土已浇筑，其余均未建设	
			有效面积	东西长8.12m，南北长7.1m，有效使用面积57.6m ²			
			防护措施	四面墙体	240mm实心砖+2mmPb铅板		
				机房顶棚	120mm混凝土+2mmPb铅板		
				工作人员进出门	3.5mmPb防护门		
				患者进出门	3.5mmPb防护门		
				污物通道门	3.5mmPb防护门		
观察窗	3.5mmPb铅玻璃						
2	辅助工程	控制室	位于DSA机房东侧，面积7.8m ²				
3	公用工程	供电系统	依托现有医院供配电系统		依托现有		
		给排水系统	依托现有医院给水管网供辐射工作人员生活用水。				
		排风系统	本项目排风系统独立设计并使用。		新建		
4	环保工程	安全措施	在控制室操作台处设观察窗；在控制室和机房内分别设置急停按钮；患者进出门外设电离辐射警告标志、辐射安全注意事项；患者进出门上设工作状态指示灯，灯箱上设置警示语句、安装门灯连锁装置；电动推拉门设置红外线防夹装置，平开防护门设置自动闭门装置。		新建		
		废气处置	在DSA手术室顶部设置排风口，产生的废气由离心式排风机经排风管道排放至楼外。				
		生活污水	项目无废显影液和定影液产生。辐射工作人员为医院现有医务人员，不会新增生活污水。		依托现有		
		生活垃圾	项目不会产生废胶片。辐射工作人员为医院现有医务人员，不会新增生活垃圾。				

1.2 任务由来

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《建设项目环境影响评价分类管理名录》等国家相关法律法规的规定，为切实做好该项目的环境保护工作，建设单位委托福建宏邦检测技术有限公司对拟搬迁项目进行核技术应用项目环境影响评价。本次环评主要针对屏南县总医院（屏南县医院）1台DSA机搬迁项目进行环境影响评价。

根据《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）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）等有关规定，本项目应编制环境影响报告表。

1.3 项目选址及周边环境保护目标

1.3.1 项目位置

屏南县总医院（屏南县医院）位于屏南县古峰镇长汾社区梨园路 120 号，地理位置见图 1-1，医院平面布局见图 1-2，评价范围图见图 1-3。

本项目 DSA 手术室位于新建门诊医技综合楼（医技区）一层，机房东侧为过道、控制室、清洗间、污物暂存间；南侧为室外过道；西侧为麻醉复苏间、等待过渡区；北侧为控制室、DSA 设备间、无菌库房；上方为 HIV 实验室、污物通道；下方为土层无建筑。门诊医技综合楼（医技区）一层、二层平面布局图见图 1-4、图 1-5，DSA 机房平面图见 1-6。周边现状图见图 1-7。

表 1-3 搬迁后辐射工作场所四周毗邻关系表

机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
DSA 手术室	过道、控制室、清洗间、污物暂存间	室外过道	麻醉复苏间、等待过渡区	控制室、DSA 设备间、无菌库房	HIV 实验室、污物通道	土层

屏南县地图

基本地理信息版



审图号：闽S（2019）317号

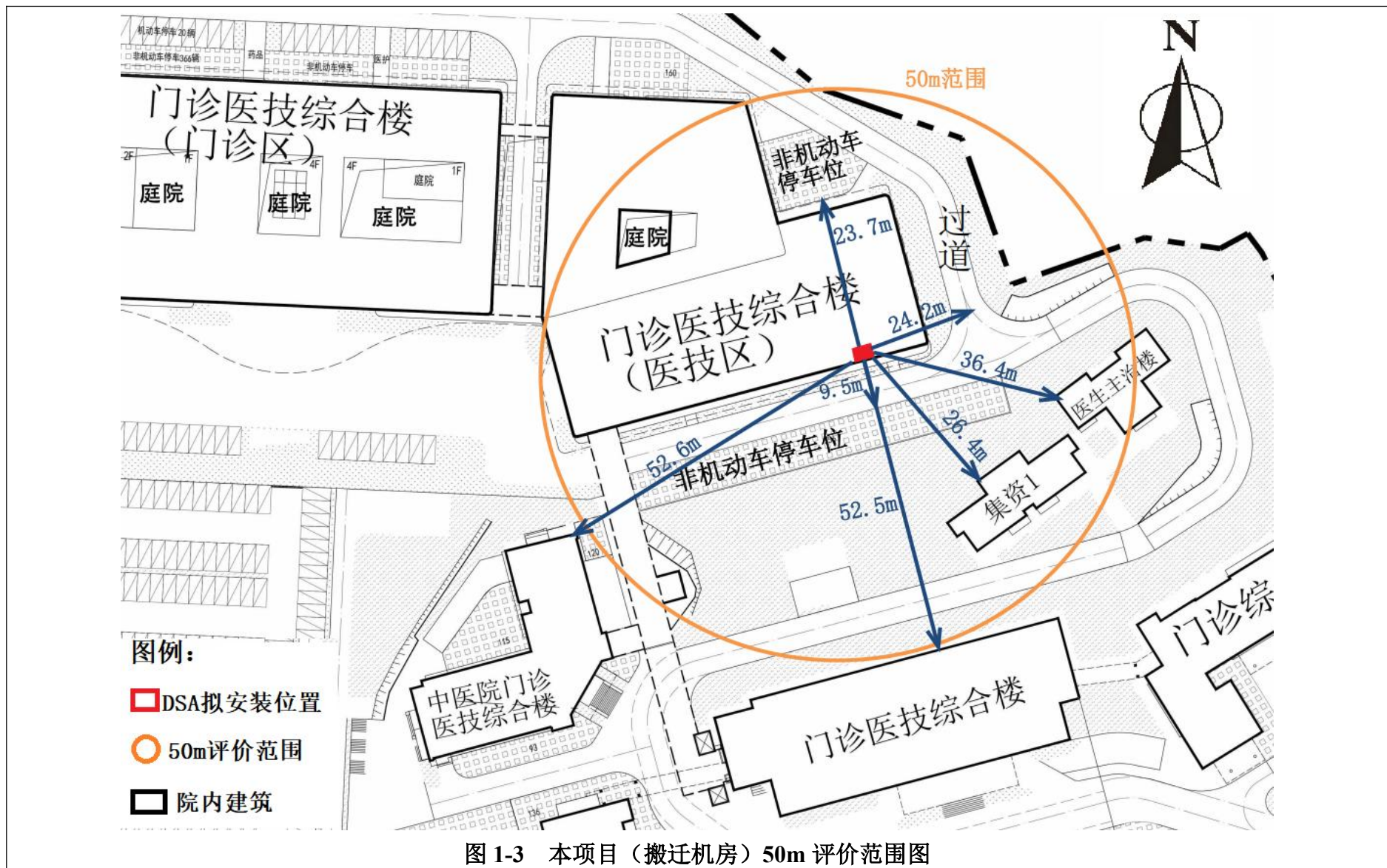
福建省制图院 编制

福建省测绘地理信息发展中心 监制

图 1-1 医院地理位置图



图 1-2 医院平面布局图 (本项目位于门诊医技综合楼医技区)



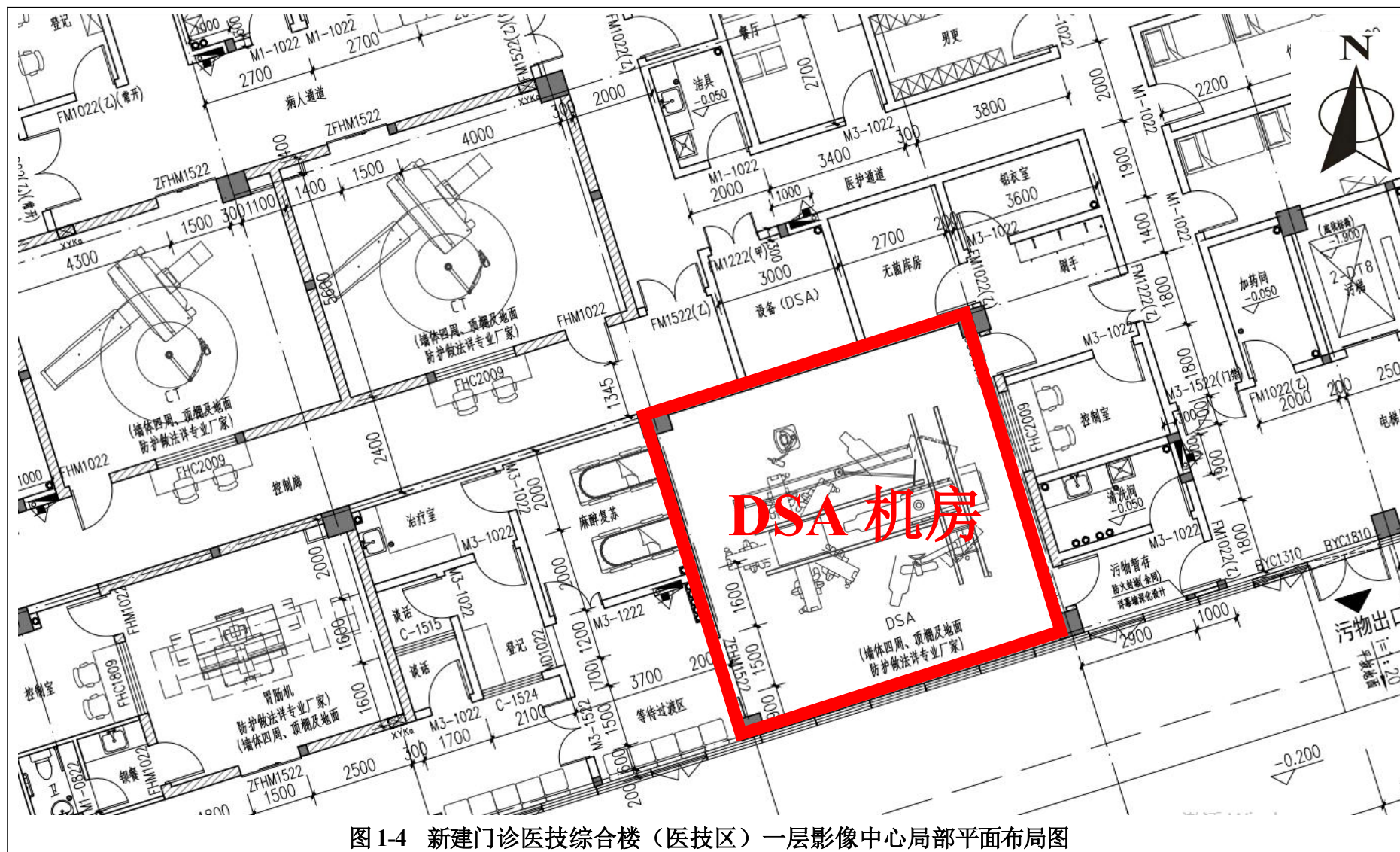
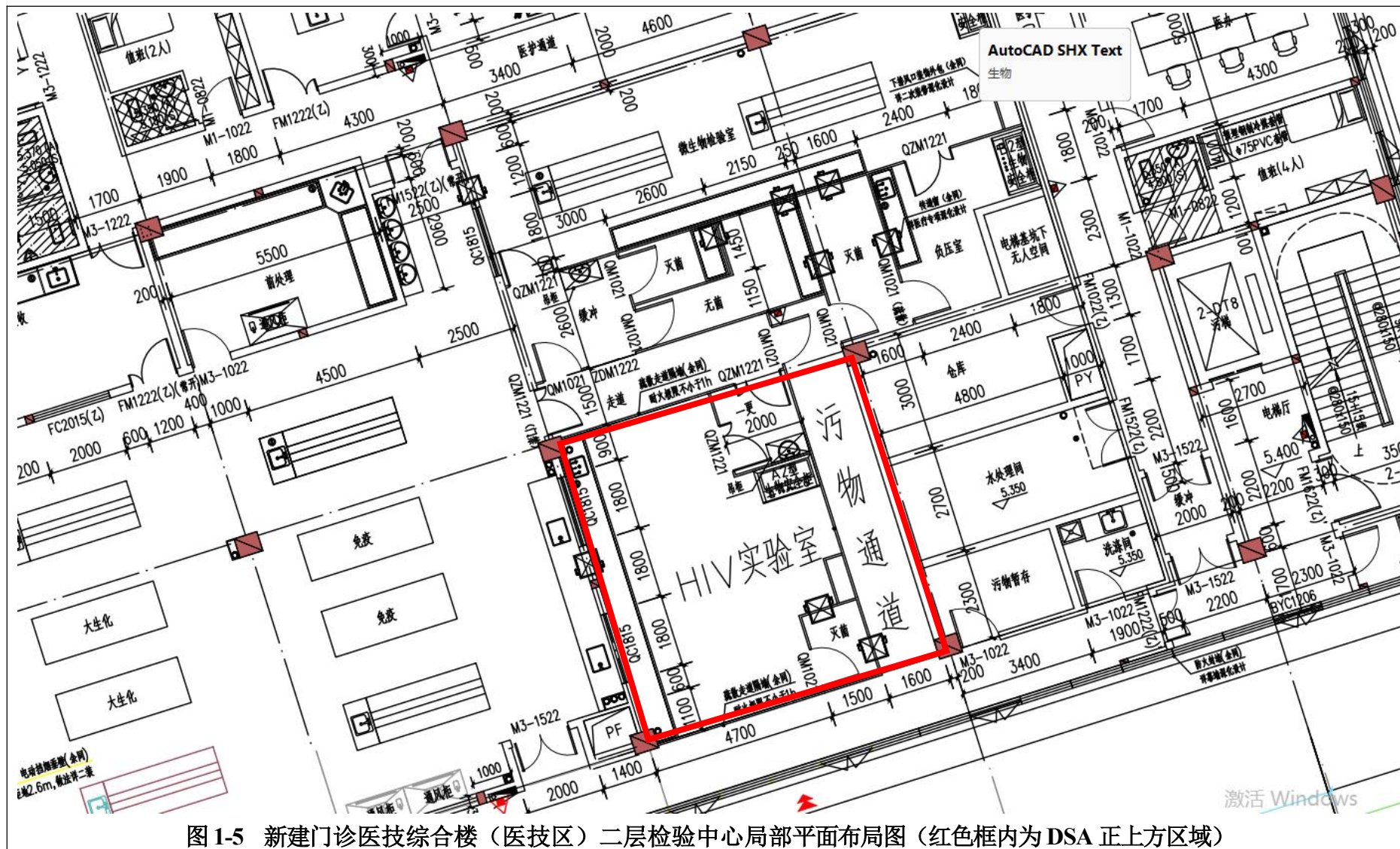


图 1-4 新建门诊医技综合楼（医技区）一层影像中心局部平面布局图



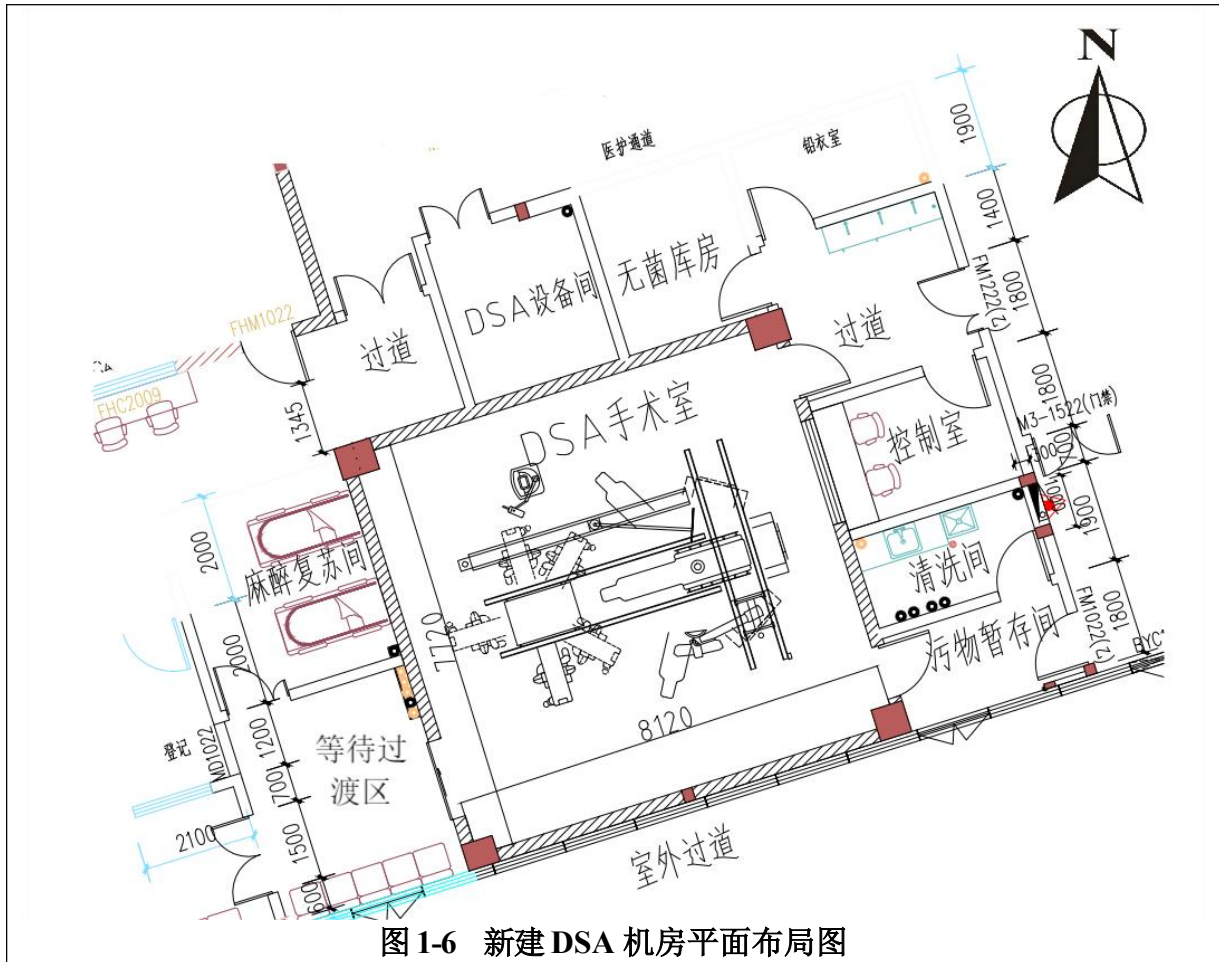


图1-6 新建DSA 机房平面布局图



图 1-7 本项目周边现状图

1.3.2 项目选址合理性分析

本项目位于医院门诊医技综合楼（医技区）地上一层，项目用地属于医疗卫生用地。门诊医技综合楼（医技区）为裙楼建筑，周围无环境制约因素，辐射工作场所周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。本项目辐射工作场所有相应的屏蔽设计，根据后文环境影响分析可知，经辐射屏蔽措施后，本项目的运行对周围环境的影响是可接受的。

综上所述，本项目选址充分考虑了邻近周围场所的防护和安全。从辐射场所的楼层平面布局可知，辐射工作场所与其配套单元间功能布局分区明确，不相互穿插、干扰，本项目选址合理。

1.3.3 “三线一单”符合性分析

本项目“三线一单”符合性分析一览表见表 1-4。所在管控单元见图 1-8。

表 1-4 本项目“三线一单”符合性分析一览表

生态保护红线	本项目位于福建省屏南县古峰镇长汾社区梨园路 120 号新建门诊医技综合楼（医技区）一楼内，根据《宁德市人民政府关于印发“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（宁政〔2021〕11 号）可知，项目用地不在宁德市生态保护红线范围内，本项目符合生态保护红线要求。
环境质量底线	经现场监测，本项目 DSA 机房拟建址及周围环境的辐射本底水平未见异常。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。项目无放射性废气、废水和固体废弃物产生，DSA 运行时产生的少量氮氧化物和臭氧，通过机械通风可满足相关要求，符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目运营过程中会消耗一定量的水、电资源，主要来自工作人员的日常工作用水和设施用电，但项目规模小，资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
环境管控单元准入要求	根据福建省生态环境分区管控数据应用平台“三线一单”综合查询结果可知，项目属于“屏南县重点管控单元 1（ZH35092320003）”，该环境管控单元准入要求如下： （1）空间布局约束： ①严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业 2025 年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。 ②禁止开发利用未经评估和无害化处理的列入建设用地污染地块名录及开发利用负面清单的土地。

	<p>(2) 污染物排放管控:</p> <p>①在城市建成区新建大气污染型项目, 二氧化硫、氮氧化物排放量应按照福建省排污权相关政策要求落实。</p> <p>②完善城市建成区生活污水管网建设, 城市建成区生活污水得到有效收集处理。</p> <p>(3) 环境风险防控:</p> <p>单元内现有化学原料和化学制品制造业等具有潜在土壤污染环境风险的企业, 应建立风险管控制度, 完善污染治理设施, 储备应急物资。应定期开展环境污染治理设施运行情况巡查, 严格监管拆除活动, 在拆除生产设施设备、构筑物 and 污染治理设施活动时, 要严格按照国家有关规定, 事先制定残留污染物清理和安全处置方案。</p> <p>(4) 资源开发效率要求:</p> <p>禁燃区内, 禁止销售、燃用高污染燃料, 禁止新建、改建、扩建燃用高污染燃料的设施。</p> <p>本项目为核技术利用建设项目, 主要为医疗放射诊断和介入治疗, 不属于空间布局约束中危险化学品生产企业, 不新增 VOCs 等污染物排放, 符合环境准入清单要求。</p>
--	---



1.4 实践的正当性

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的介入治疗和诊断需求，提高患者治疗能力。本项目的开展可达到一般非放射性治疗和诊断方法所不能及的治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用。建设单位通过拟采取的辐射防护措施和管理措施，本项目运行后产生的辐射影响很小。因此，本项目所带来的利益是大于付出的代价的，因此符合辐射防护“实践的正当性”原则。

1.5 产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年12月1日经国家发展改革委第6次委务会通过，2023年12月27日国家发展改革委令第7号公布，自2024年2月1日起施行）“第一类鼓励类”中的“十三、医药”中的“4、高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”之规定，本项目属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.6 评价目的

（1）贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》及国家相关的法律、法规、规章和标准，积极推进生态环境保护行动。

（2）对拟建的辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众人员在该项目使用过程中可能受到辐射照射及健康影响。

（3）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

（4）为建设单位提出辐射防护的对策和建议，同时为生态环境部门对建设项目环境管理规定的审批提供依据，为建设单位项目建设和辐射安全日常管理提供技术支撑和参考。

1.7 医院原有核技术应用项目情况及辐射管理现状

1.7.1 原有核技术利用项目辐射安全许可证情况

屏南县总医院（屏南县医院）现持有《辐射安全许可证》，证书编号为：闽环辐证[00499]，最新发证日期为2025年8月8日，有效期至2029年12月18日，种类和范围：使用II类、III类射线装置，医院现有核技术利用项目环保手续完善，医院射线装置一览表见表1-5。

表 1-5 医院射线装置一览表

序号	设备名称	设备型号	类别	场所名称	环评情况	验收情况	备注
1	X射线计算机体层摄影设备（方舱CT）	SOMATO M go.Now	III类	病房综合楼背后停车场方舱	备案号： 202235092300000002		/
2	移动式摄影X射线机（移动DR）	DRX-Revolution	III类	病房综合楼二层感染科	备案号： 202335092300000037		/
3	高频移动式手术X射线机（C臂机）	PLX116A1	III类	病房综合楼六层手术室	备案号： 202235092300000001		/
4	移动式摄影X射线机（移动DR）	DRX-Revolution	III类	门诊医技综合楼八层重症医学科	备案号： 202335092300000036		/
5	口腔三合一CBCT	NewTomGi ano	III类	门诊医技综合楼二层口腔拍片室	备案号： 201935092300000070		/
6	口内X射线机	x-mind dc	III类		备案号： 201935092300000070		/
7	数字X线机（双版DR）	DEFINIUM 6000	III类	门诊综合楼二层DR室1号	备案号： 201935092300000070		/
8	数字化X射线成像系统（DR）	HaiDi(uDR 588i)	III类	门诊综合楼二层DR室2号	备案号： 201935092300000070		/
9	医用血管造影X射线机	Optima IGS Plus	II类	门诊综合楼二层导管室	闽环辐评〔2023〕51号	2024年10月9日已通过自主验收	本项目拟搬迁设备
10	数字胃肠X射线系统	7600	III类	门诊综合楼二层透视检查室	备案号： 202335092300000035		/
11	X射线计算机体层摄影设备	Optima CT620	III类	门诊综合楼一层CT室	备案号： 202135092300000041		/
12	数字化X射线摄影系统（DR）	6600	III类	县公安局执法办案管理中心DR室	备案号： 202335092300000028		/

1.7.2 原有核技术利用项目管理情况

(1) 辐射防护管理制度

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，使用放射性同位素和射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射应急措施”。

医院已根据相关要求成立了辐射安全管理工作领导小组，制定了一系列的辐射管理制度：包括《关于调整屏南县总医院（屏南县医院）辐射安全管理工作领导小组成员的通知》、《屏南县总医院（屏南县医院）辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射环境监测方案》、《DSA 操作规程》。

医院制定的辐射安全管理制度具有一定的针对性和可操作性，可以满足原有项目运行的管理需求。

(2) 辐射工作人员培训、个人剂量监测和体检

①医院现有辐射工作人员 23 人。其中 DSA 配备 4 名辐射工作人员（2 名医生、1 名技师、1 名护士），均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单，且均在有效期内。搬迁后计划新增 7 名辐射工作人员（4 名医生、2 名技师、1 名护士），其中 6 人已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单，另有 1 人（陈明星）暂未取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单。建设单位应及时安排**参加全国核技术利用辐射安全与防护考核，待其取得成绩合格单后方可参加辐射工作。

②除**外，医院现有辐射工作人员均配有个人剂量计，接受剂量监测，建立个人剂量监测档案并存档。建设单位应为拟新增的介入医生和护士进行双剂量监测。

③医院已定期（两年一次）组织辐射工作人员参加职业健康体检并建立健康体检档案。拟配备的辐射工作人员除**外，均已进行职业健康体检，体检报告结论为可继续从事原放射工作或可以从事放射工作。建设单位应及时安排**进行职业健康

体检，体检合格后方可从事放射工作。

本项目拟配备的辐射工作人员培训、个人剂量监测、体检情况见表 1-6。

表 1-6 本项目拟配备的辐射工作人员辐射培训、个人剂量及体检一览表

序号	姓名	辐射安全与防护考核证书编号/有效期	个人剂量监测周期/结果	职业健康体检时间/结论	职务	备注
1	**	FS23FJ0101060、 2023.07.17~2028.07.17	近 4 个季度个人剂量监测结果未见异常（2024 年 4 季度~2025 年 3 季度）	2025.9、可继续从事原放射工作	医生	新增
2	**	FS23FJ0101066、 2023.07.17~2028.07.17		2024.12、可继续从事原放射工作	医生	新增
3	**	FS23FJ0101013、 2023.07.17~2028.07.17		2024.12、可继续从事原放射工作	医生	新增
4	**	FS23FJ0101031、 2023.07.17~2028.07.17		2024.12、可继续从事原放射工作	医生	新增
5	**	FS23FJ0101012、 2023.07.17~2028.07.17		2025.9、可继续从事原放射工作	技师	原有
6	**	FS23FJ0101037、 2023.07.17~2028.07.17		2024.12、可继续从事原放射工作	技师	新增
7	**	FS23FJ0101015、 2023.07.17~2028.07.17		2024.12、可继续从事原放射工作	技师	新增
8	**	FS24FJ0100163、 2024.05.12~2029.05.12		2024.10、可从事放射工作	医生	原有
9	**	FS24FJ0100006、 2024.01.13~2029.01.13		2025.9、可继续从事原放射工作	护士	原有
10	**	FS23FJ0101802、 2023.11.03~2028.11.03		2025.9、可继续从事原放射工作	医生	原有
11	**	/		/	/	护士

(3) 年度评估报告情况

医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。截至 2025 年 12 月，该单位使用的射线装置正常运行，未发生辐射事故。

1.7.3 与原有核技术利用项目依托情况

(1) 辐射监测设备依托情况

医院现有 1 台环境辐射巡测仪为各个射线装置共用，DSA 设备原已配置 1 台个人剂量报警仪。待本项目建设完成后均依托现有仪器。

(2) 辐射工作人员依托情况

本项目辐射工作人员在原有 4 名辐射工作人员基础上新增 7 名辐射工作人员，搬迁后共配置 11 名辐射工作人员（医生 6 名、护士 2 名、技师 3 名）。

（3）辐射安全管理制度依托情况

医院现已成立了辐射安全与环境管理小组，明确了相应的职责，并已制定了一系列的辐射安全管理规章制度，本项目将依托医院现有辐射安全防护管理制度。

1.8 环保投资

拟建项目总投资为200万元，其中环保投资约68.5万元，占总投资的34.25%。拟建项目环保投资具体情况见表1-7。

表1-7 环保投资情况一览表

序号	项目	环保投资金额（万元）
1	机房的防护施工	57
2	辐射安全装置和保护措施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯、监控及对讲装置等）	1
3	通风系统	2
4	个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核	1
6	辐射监测仪器、辐射防护用品（铅衣、铅颈套、铅眼镜、铅手套等）	1.5
7	辐射安全规章制度上墙、环境影响评价、竣工环保验收	6
总计		68.5

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

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

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	Optima IGS Plus	125	1000	诊断、介入治疗	门诊医技综合楼（医技区）一层 DSA 机房	搬迁
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	不暂存	经排风管道引至室外排放，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度（Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m³），年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年修订), 中华人民共和国主席令第9号公布, 2015年1月1日起施行;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正), 中华人民共和国主席令第24号公布, 2018年12月29日起施行;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 主席令第6号, 2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 2005年9月14日中华人民共和国国务院令第449号公布, 于2019年3月2日根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》(国务院令第709号)第二次修订);</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》1998年11月29日中华人民共和国国务院令第253号发布, 于2017年7月16日根据《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》修订);</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》, 中华人民共和国生态环境部令第16号公布, 自2021年1月1日起施行;</p> <p>(7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》, 环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号, 2017年12月5日起施行;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修正)生态环境部令第20号, 2021年1月4日起施行;</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第18号, 2011年5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, 2006年9月26日起施行;</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部令第9号, 自2019年11月1日起施行;</p> <p>(12) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法〉配套文件的公告》, 生态环境部公告2019年第38号, 2019年11月1日起</p>
------	--

	<p>施行；</p> <p>(13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》，2013 年 3 月 15 日发布；</p> <p>(15) 《福建省生态环境厅关于印发福建省辐射事故应急预案的函》，2020 年 9 月 23 日发布。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(7) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(8) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）。</p>
<p>其它</p>	<p>与本项目相关附件：</p> <p>(1) 委托书；</p> <p>(2) 辐射安全许可证；</p> <p>(3) 辐射工作场所检测报告；</p> <p>(4) 建设项目环境批复；</p> <p>(5) 辐射人员体检、培训、个人剂量报告；</p> <p>(6) 辐射相关制度等。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“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 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）”的要求，结合本项目实际选址，确定该项目评价范围为 DSA 手术室屏蔽墙体外 50m 区域，见图 1-3。

7.2 保护目标

根据现场调查可知，本项目 DSA 手术室实体屏蔽物边界外 50m 区域内主要为院内过道、非机动车停车位、医生主治楼、集资 1 楼，不涉及学校、居民住宅等环境保护敏感点，结合本项目评价范围，确定本项目环境保护目标是从事该项目辐射工作人员及辐射工作场所周围 50m 范围内活动的公众人员。本项目环境保护目标如表 7-1 所示。

表 7-1 项目环境保护目标一览表

机房	方位	场所名称	最近距离	保护目标名称		规模 (人数)	剂量约束值 (mSv/a)
DSA 机房	内部	DSA 手术室内	/	辐射 工作 人员	DSA 手术医生、 护士	7	5
	东侧	DSA 机房控制 室	紧邻		DSA 手术医生、 技师	4	
	东侧	清洗间、污物 暂存间、刷手 区	紧邻	公众	医护人员	5	0.1
	东侧	电梯厅	8m		医护人员、患 者、陪护人员	流动人群	
	南侧	室外过道	紧邻		医护人员、患 者、陪护人员	流动人群	
	西侧	等待过渡区	紧邻		患者和陪护人员	2	
	西侧	麻醉复苏间	紧邻		医护人员、患 者、陪护人员	5	
	北侧	控制区走廊	0-20m		医护人员	18	
	北侧	DSA 设备间、 无菌库房	紧邻		医护人员	3	

	北侧	医护通道	3.6m		医护人员	3	
	北侧	铅衣室	2.0m		医护人员和患者	4	
	楼上	HIV 实验室	紧邻		医护人员	3	
	楼上	污物通道	紧邻		医护人员	流动人群	
	门诊医 技综合 楼（医 技区） 外	东南侧医生主 治楼	36.4m		医护人员、患者 及其家属	流动人群	
		东南侧集资 1	26.4		医护人员及家属	约 30 人	
		北侧非机动车 停车位	23.7		医护人员、患者 及其家属	流动人群	
		东侧室外过道	24.2		医护人员、患者 及其家属	流动人群	
		南侧非机动车 停车位	9.5		医护人员、患者 及其家属	流动人群	

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射和公众照射剂量约束值

(1) 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定：

①工作人员的照射水平不应超过下述限值：

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

c) 手部皮肤的年当量剂量，500mSv。

②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：年有效剂量，1mSv。

(2) 本项目剂量约束值

①工作人员：取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的职业照射剂量约束值，即应不超过 5mSv/a。

②公众：取公众年平均有效剂量限值的十分之一作为本项目的公众照射剂量约束值，即应不超过 0.1mSv/a。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

5.8 介入放射学用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.8.1 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

应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 工作场所平面布局和分区

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；

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

本项目为单管头 X 射线设备，机房最小有效使用面积、最小单边长度需要满足表 7-2 要求。

表 7-2 单管头 X 射线设备机房使用面积及单边长度

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

注：b 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。

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 3 的规定。

本项目为 C 形臂 X 射线设备机房，机房的屏蔽防护铅当量需要满足表 7-3 的要

求。

表 7-3 C 形臂 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

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

b) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv 。

保守评价，在摄影和透视模式下，本项目 DSA 手术室的屏蔽墙、防护门、观察窗等实体屏蔽外 0.3m 处，机房上方距离顶棚地面 1m 处，下方距离楼下地面 1.7m 的周围剂量当量率均应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；等待过渡区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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

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

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

本项目放射学检查类型为介入放射学操作，需要配备的防护用品及防护设施需要满足表 7-4 的要求。

表 7-4 介入放射学操作个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品
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/铅防护吊帘、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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置及场所位置

8.1.1 地理位置

本项目选址位于福建省屏南县古峰镇长汾社区梨园路 120 号，医院地理坐标为东经 118° 93'，北纬 26° 91'，项目地理位置见图 1-1。

8.1.2 本项目外环境关系

门诊医技楼综合楼（医技区）其北侧、南侧和东侧均为院内道路，西侧为门诊医技楼综合楼（门诊区）。医院整体布局图如图 1-2 所示。

8.1.3 本项目周围环境关系

本项目拟建 DSA 手术室其东侧为过道、控制室、清洗间、污物暂存间；南侧为室外过道；西侧为麻醉复苏间、等待过渡区；北侧为控制室、DSA 设备间、无菌库房；上方为 HIV 实验室、污物通道；下方为土层无建筑。

8.2 辐射环境现状监测

8.2.1 检测单位

福建宏邦检测技术有限公司。

8.2.2 监测因子

本项目拟建地 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.3 监测时间及环境条件

监测时间：2025 年 7 月 4 日；

环境条件：温度：28.5℃，湿度：62%。

8.2.4 监测方法

本次环境辐射剂量率监测严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的相关要求进行监测。

8.2.5 监测仪器

辐射环境检测使用的仪器信息详见表 8-1。

表 8-1 本项目辐射环境检测使用的仪器基本信息

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
型号	6150AD6/探头 6150AD-b/H
编号	FJHB082
能量范围	20keV~7MeV
测量范围	5nSv/h-99.99 μ Sv/h
校准因子	1.06
检定有效期	福建省计量科学研究院（证书编号：25R2-00017） 有效期：2025 年 3 月 11 日~2026 年 3 月 10 日

8.2.6 质量保证措施

(1) 检测实行全过程的质量控制，严格《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

(2) 检测仪器符合《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的相关规定，并经过法定计量单位检定，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

(3) 现场检测人员、检测报告编制人、检测报告审核人、检测报告授权签字人均持证上岗；

(4) 合理布设检测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性。

8.2.7 布点原则

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）“5.3.3.2 射线机的辐射环境监测 X 射线机（包括 CT 机）在运行前对屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测”和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）“4.2 测量要求开展道路测量时，点位应设置在道路中心线。开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置”有关布点原则进行布点，并结合项目评价范围（DSA 机房屏蔽体外 50m 范围），在项目设备位置及周围布设代表性点。

8.3 监测结果

本项目 DSA 手术室监测结果见表 8-2，监测布点图见图 8-1。

表 8-2 DSA 机房检测点位及辐射水平监测结果

检测点位号	检测点位	检测结果平均值 (nGy/h)	备注
1	拟建 DSA 机房	195	室内监测点位
2	拟建 DSA 机房东侧控制室	195	室内监测点位
3	拟建 DSA 机房北侧设备间	190	室内监测点位
4	拟建 DSA 机房西侧等待过渡区	193	室内监测点位
5	拟建 DSA 机房南侧走道	195	室内监测点位
6	拟建 DSA 机房东侧污物暂存间	193	室内监测点位
7	拟建 DSA 机房东侧电梯厅	190	室内监测点位
8	拟建门诊医技综合楼（医技区）南侧非机动车道	148	室外监测点位
9	拟建 DSA 机房 2 楼楼上 HIV 实验室	191	室内监测点位
10	拟建 DSA 机房 3 楼楼上百级手术室	184	室内监测点位
11	拟建门诊医技综合楼（门诊区）1 楼	190	室内监测点位
12	拟建配电房东侧	147	室外监测点位
13	原门诊医技综合楼 1 楼	190	室内监测点位
14	医师主治楼 1 楼	189	室内监测点位
15	院内机动车停车区域	149	室外监测点位

备注：1.辐射环境检测点位见检测布点图；

2.检测点位距地面高度为 1m；

3.以上检测结果均已扣除测量点处的宇宙射线响应值（28nGy/h，取值来源于福清东张水库）。

4.根据 HJ1157-2021，X-γ辐射空气吸收剂量率=仪器测量读数值均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，其中校准因子 k_1 为 1.06，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，源效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy，屏蔽修正因子 k_3 取 0.8（楼房）、1（原野、道路）。



图 8-1 监测布点图

综上：本项目 DSA 机房周边室内的 γ 辐射空气吸收剂量率在 $184\text{nGy/h}\sim 195\text{nGy/h}$ 之间，室外 γ 辐射空气吸收剂量率在 $147\text{nGy/h}\sim 149\text{nGy/h}$ 之间。

根据《中国环境天然放射性水平》（2015 年 7 月第 1 版），宁德室内辐射环境本底范围值为 $99.9\text{nGy/h}\sim 248.0\text{nGy/h}$ ，室外（含原野及道路）辐射环境本底范围值为 $12.3\text{nGy/h}\sim 221.0\text{nGy/h}$ 。即本项目拟建地点的 γ 辐射水平处于当地天然辐射水平范围之内，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 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 设备主要由 X 射线发生系统、影像增强接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统等构成。数字减影血管造影（DSA）是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是 70 年代以来用于临床的一种崭新的 X 射线检查技术，是应用计算机程序两次成像完成的。DSA 设备外观示意图见图 9-1。

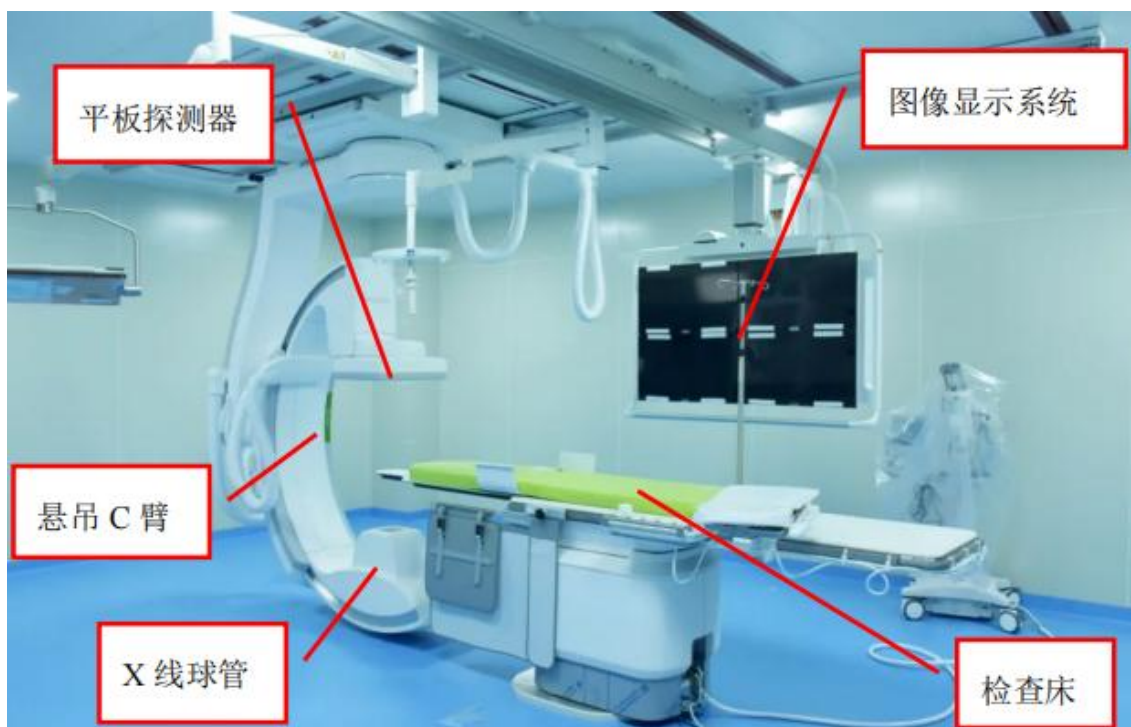


图 9-1 DSA 设备外观示意图

9.1.2 工作原理介绍

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂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强后，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存储起来，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/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、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。通过DSA处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA系统结构图见图9-2。

介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

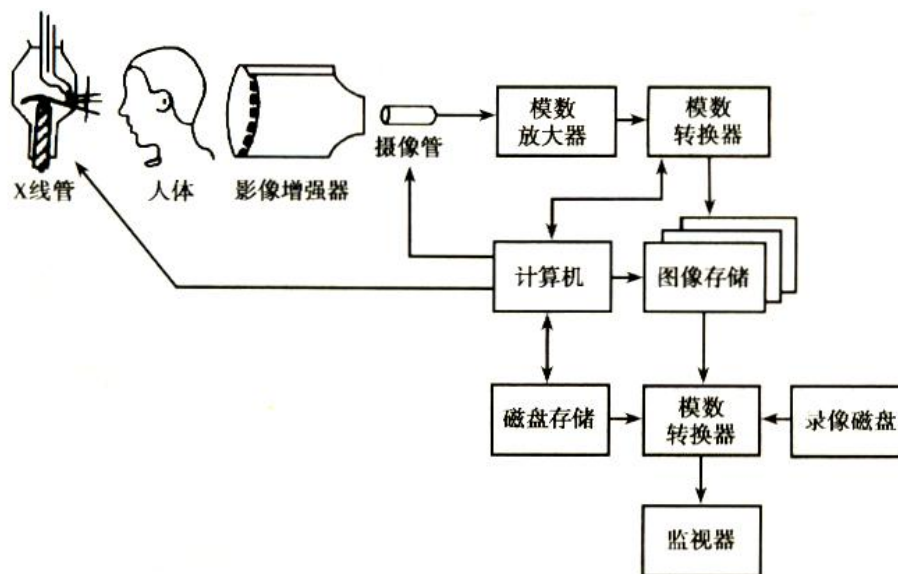


图 9-2 DSA 系统结构图

9.1.3 工作流程及产污环节分析

患者进行DSA诊断和在DSA引导下进行介入治疗时，先仰卧进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，送入引导钢丝及扩张血管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在X线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留X线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。DSA在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况（摄影）：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察手术室内患者情况，并通过对讲系统与患者交流。采用DynaCT技术扫描结束后，医生可以在控制室显示器查看经过重建处理的类CT图像或进入手术室通过图像显示器观察图像。

第二种情况（透视）：医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对患者进行直接的手术操作。

注射造影剂时射线装置处于出束状态，产生X射线。

本项目DSA工作流程及产污环节（医疗废物无放射性）如下图：

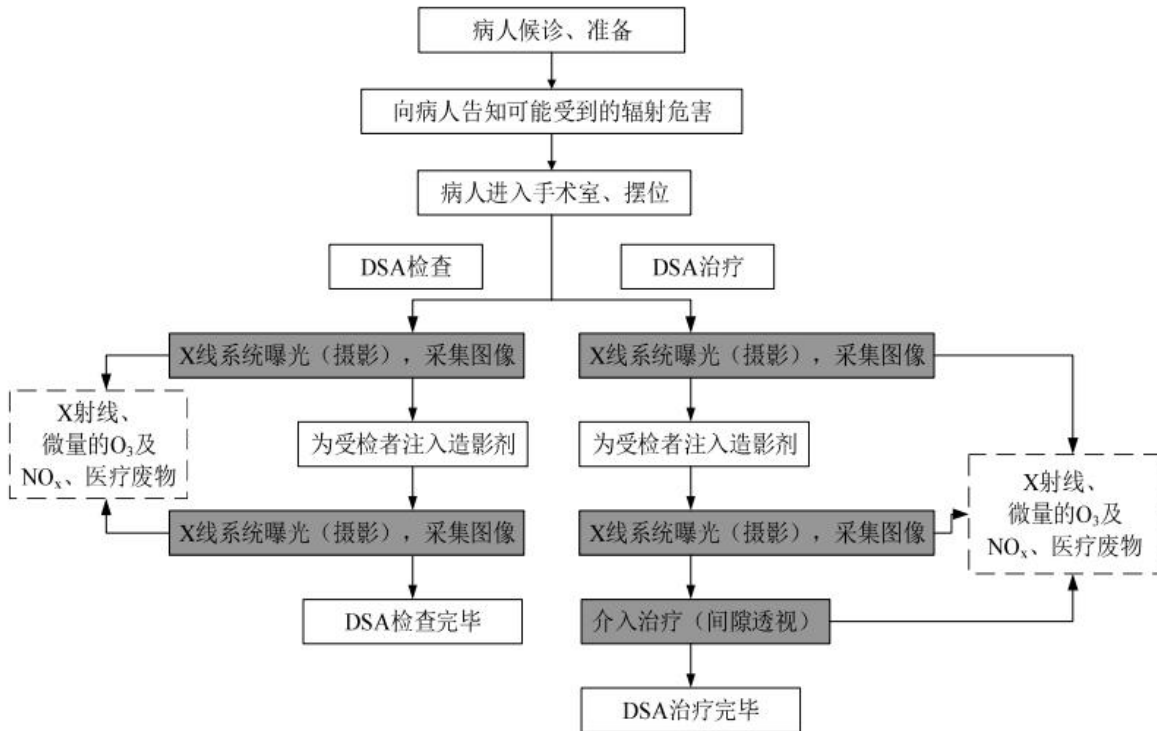


图 9-3 DSA 工作流程及产污环节示意图

9.1.4 人流、物流路径

患者路线：患者由医技区 1 层患者通道经等待过渡区，再经受检者铅门进入手术室，根据手术需求，由医护人员为其穿戴好防护用品后进行手术。

医护人员：医护人员在更衣室进行更衣、换鞋后通过医护通道，穿戴防护用品后在刷手区刷手然后进入 DSA 手术室进行手术。

污物：医疗废物从污物通道防护门进入污物暂存间，打包后再送至医院的医疗垃圾站。

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两类：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。

本项目 DSA 主要技术参数见下表：

表 9-2 DSA 主要技术参数一览表

设备名称	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	滤过材料及厚度	距靶 1m 处辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	泄漏率
DSA	Optima IGS Plus	125	1000	2.5mmAl	摄影: $1.62\text{E}+08$ 透视: $4.05\text{E}+06$	0.1%

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，射线装置手术室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，手术室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打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光材料。X 射线装置运行时，手术室内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

9.2.2 事故工况

(1) DSA 安装调试阶段，可能由于设备参数设置不当、误操作、设备尚未具备正常运行的条件，或者人员未进行恰当的防护造成在场辐射工作人员受到过量照射。

(2) DSA 投入运行后，由于 DSA 设备故障、操作不当、辐射工作人员没有穿戴防护用品等情况下，医生在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射。

(3) 门灯联锁装置和闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，或射线装置工作时无关人员打开屏蔽门并误入，对门外人员及误入人员造成误照射。

(4) 手术室内无关人员未全部撤出手术室，控制室人员操作失误启动射线装置，造成人员误照射。

(5) 检查或维修状态下，设备维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

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

本项目 DSA 机工作场所设有单独的机房，控制室位于机房外，满足拟用辐射设备的布局要求；DSA 机房内最小使用面积、最小单边长度见表 10-1，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“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”等标准的相关要求，布局合理。

表 10-1 本项目机房内最小有效使用面积及机房内最小单边长度

机房名称	机房内最小有效使用面积 (m ²)		机房内最小单边长度 (m)		评价
	有效使用面积	标准要求	最小单边长度	标准要求	
DSA 机房	57.6	20	7.1	3.5	符合要求

10.1.1 工作场所分区

医院拟按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，把工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：将 DSA 机房内区域划分为控制区，在控制区的进出口及适当位置处设置醒目的电离辐射警告标志和工作状态指示灯。制定放射安全防护管理制度，在正常工作过程中，不得有无关人员进入。

监督区：将与 DSA 机房相邻的控制室、清洗间、污物暂存间、麻醉复苏间、DSA 设备间、无菌库房、等待过渡区划为监督区，对该区不采取专门防护手段或安全措施，但定期检测其辐射剂量率。工作场所分区示意图见图 10-1。

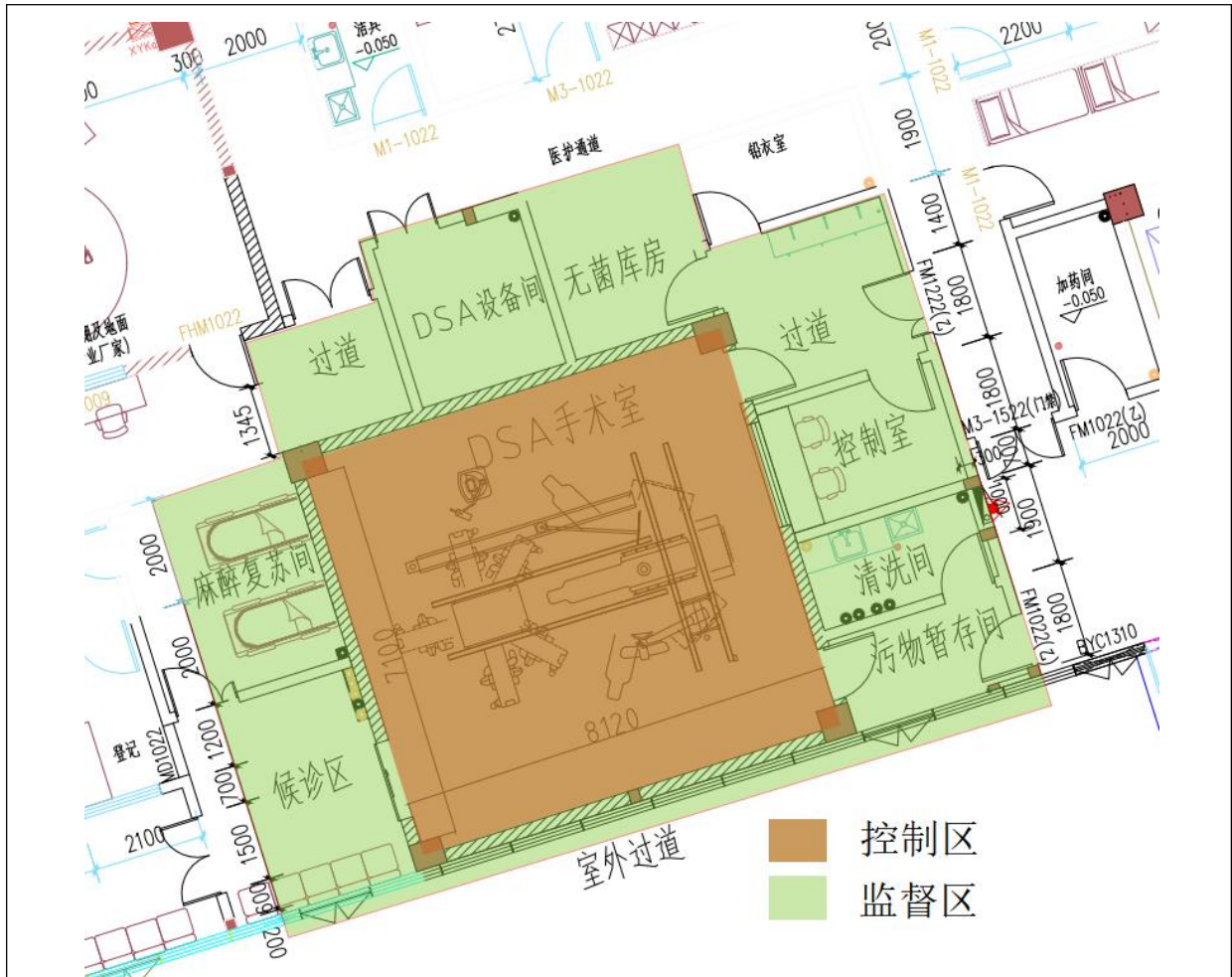


图 10-1 工作场所分区示意图

10.2 DSA 机房辐射防护屏蔽设计

各屏蔽设计材料的等效铅当量厚度参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C进行计算，见下式。

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln\left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}}\right) \quad (\text{式10-1})$$

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α ——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；

γ ——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；

β ——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；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子，采用下式进行计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha}\right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式10-2})$$

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

本项目DSA的最大管电压为125kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C表C.2和C.3，可知铅、混凝土、砖对管电压为125kV（主束方向）X射线辐射衰减的有关的拟合参数，具体见表10-2所示。

表10-2 铅、混凝土、砖对不同管电压X射线辐射衰减的拟合参数

管电压 kV	铅			混凝土			砖		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
125（主束）	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974	0.02870	0.06700	1.346

根据式10-1及式10-2计算，本项目混凝土和砖的等效铅当量厚度详见表10-3所示。

表10-3 混凝土、砖在125kV管电压下等效铅当量厚度一览表

管电压kV	材料	材料厚度	屏蔽透射因子B	等效铅当量厚度
125（主束）	混凝土	120mm	0.00321	1.44mm
	砖	240mm	0.000417	2.28mm

根据上述计算，本项目DSA机房屏蔽设计与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的符合性分析详见表10-4。

表 10-4 本项目 DSA 机房屏蔽防护设计一览表

机房	屏蔽体	防护设计方案	铅当量	标准要求	评价
DSA 机房	四周屏蔽墙	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28mmPb	2.0mmPb	符合
	顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅板	3.44mmPb	2.0mmPb	符合
	地板	楼下土层无建筑	/	2.0mmPb	/
	防护门	内衬 3.5mmPb 铅板	3.5mmPb	2.0mmPb	符合
	观察窗	3.5mmPb 铅防护玻璃	3.5mmPb	2.0mmPb	符合

注：本项目混凝土密度不低于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ；铅密度不低于 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ；砖密度不低于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 。

根据表 10-4 可知，本项目 DSA 机房的防护设计方案能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向、非有用线束方向屏蔽防护铅当量厚度不小于 2.0mm 铅当量的要求。

10.3 辐射安全措施

本项目 DSA 机房拟设置的辐射安全装置和保护措施如下，辐射防护措施大样图见图 10-2。

（1）医院拟在控制室内安装观察窗，可通过观察窗观察手术室内患者状态；

（2）医院拟在西侧受检者进出防护门上设置工作状态指示灯，灯箱处设置“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，并安装门-灯联锁装置，工作状态指示灯与防护门能有效联动；

（3）医院拟在西侧受检者进出电动防护门设置防夹装置，东侧工作人员进出门、污物门设置自动闭门装置；

（4）医院拟在防护门外醒目位置张贴“当心电离辐射”，在候诊区设置放射防护注意事项告知栏；

（5）医院拟在机房内设置动力通风装置并保持机房内良好通风；

（6）医院拟在 DSA 机房内诊断床上、控制室内控制台上设置急停按钮；

（7）医院拟为 DSA 介入医师、护士配备双剂量计、技师配备单剂量计；

（8）防护用品配备：本项目 DSA 设备搬迁后，全部依托原有防护用品：8 套 0.5mmPb 铅衣、铅帽、铅围脖以及 2 套 0.5mmPb 铅眼镜、2 副 0.025mmPb 介入防护手套、1 个 0.5mmPb 移动铅屏风、1 个 0.5mmPb 床侧防护帘、1 个 0.5mmPb 防护吊帘。

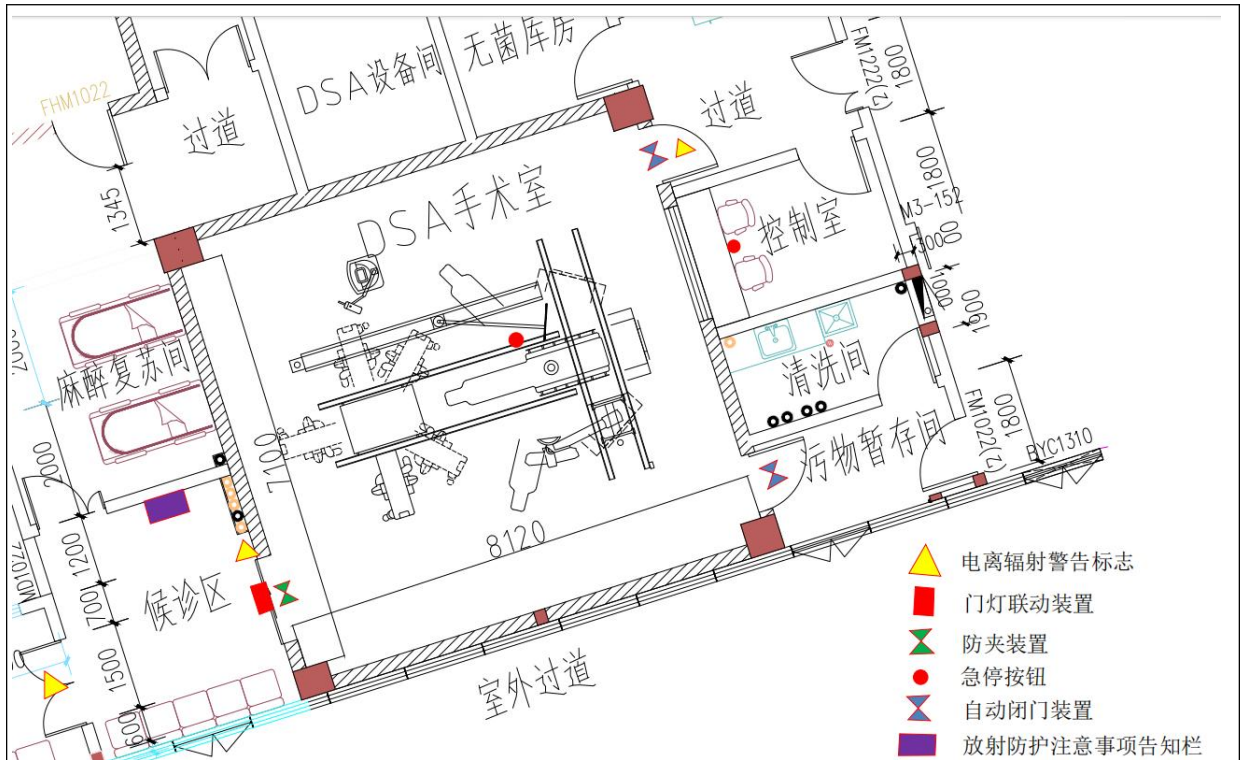


图 10-2 辐射防护措施大样图

(9) 其它辐射安全措施:

介入手术需要长时间的透视和大量的摄片，对人员的辐射剂量较高，因此在评估介入放射的效应和操作时，其辐射损伤必须加以考虑。X 射线球管工作时产生的散射线对手术室内工作人员有较大影响，根据辐射防护“三原则”，医院应在以下方面加强对介入放射的防护工作：

- 1) 操作中减少透视时间和减少照相的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量；
- 2) 一般说来，降低患者的剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强对介入人员的培训，包括放射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作迅速，以减少患者和介入人员的剂量；
- 3) 本项目不仅限于介入手术医生，也包括周围护理人员，都应开展个人剂量监测，应结合个人剂量监测的数据采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量；
- 4) 引入的 DSA 及配套设备必须符合国际的或者国家的标准，满足各种特殊操作的要求，其性能必须与操作性质相符合；设备应该常规调节到满足低剂量的有效范围内，并尽可能提高图像质量；
- 5) 介入人员应该结合 DSA 设备的特点，了解一些降低剂量的方法，比如采用小照射野、低频率脉冲透视等方法；

6) 加强 DSA 设备的质量保证工作, 设备的球管与高压发生器、透视和数字成像的性能以及其它相关设备应该定期进行检测;

7) 临床介入手术时, 介入医生需站在 DSA 床边操作, 仅依赖于医务人员身着铅衣、机器自带的铅帘等防护设备被动防护。一般来说, 床下球管机对医务人员的辐射剂量, 由头、颈、胸至腹部呈现剂量逐渐上升的趋势, 故操作人员除个人防护用品外, 应着重考虑 X 射线机操作侧的屏蔽, 该屏蔽要做到既不影响操作者的操作, 又能达到防护目的, 且能消毒。如: 床侧立位防护屏、防护手术手套、床侧竖屏及床上防护屏、床下帘、床侧帘、床上防护覆盖板等。以上组合屏蔽防护措施的使用, 能够有效降低介入手术医务人员的吸收剂量;

10.4 机房通风

因 X 射线对空气的电离作用会产生臭氧和氮氧化物, 本 DSA 机房拟采取机械通风系统, 产生的臭氧和氮氧化物可通过机械通风系统排出 DSA 机房。DSA 机房通风示意图见图 10-3, 风管穿墙示意图见图 10-4。

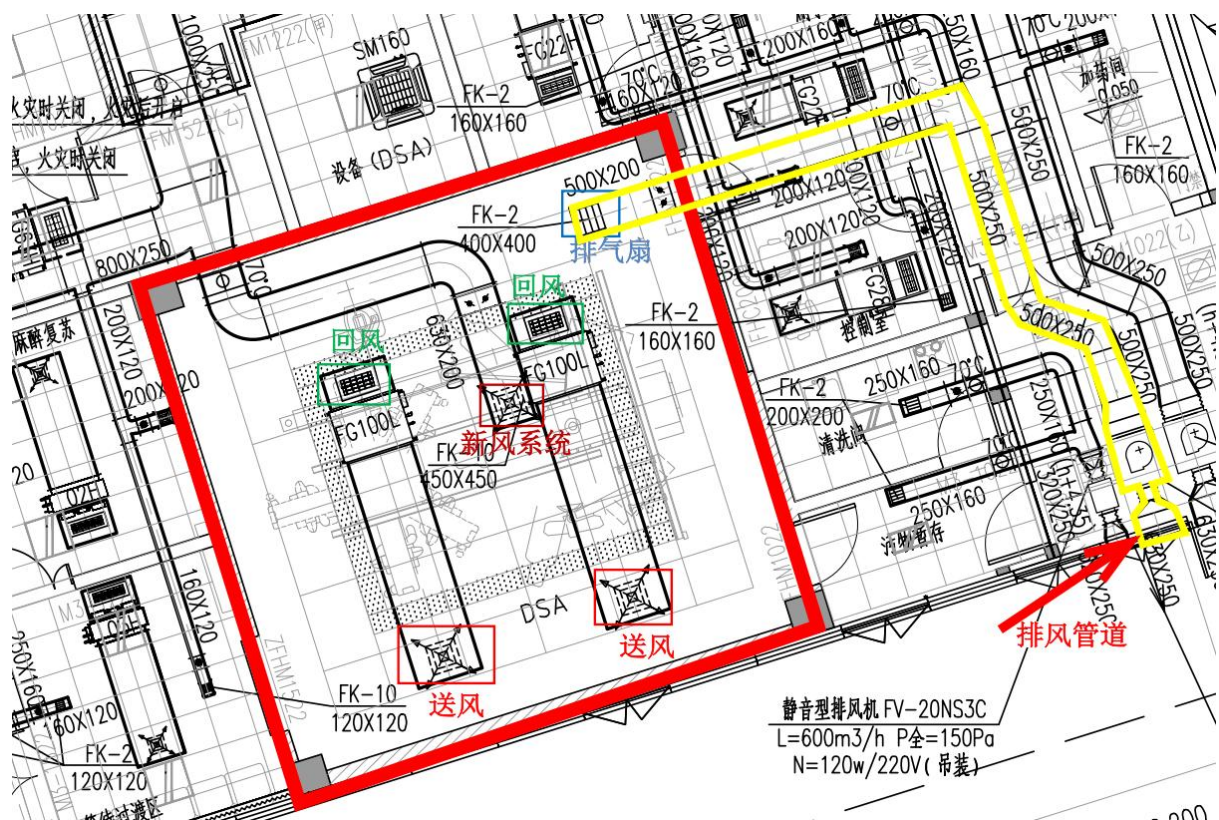


图 10-3 DSA 机房通风示意图

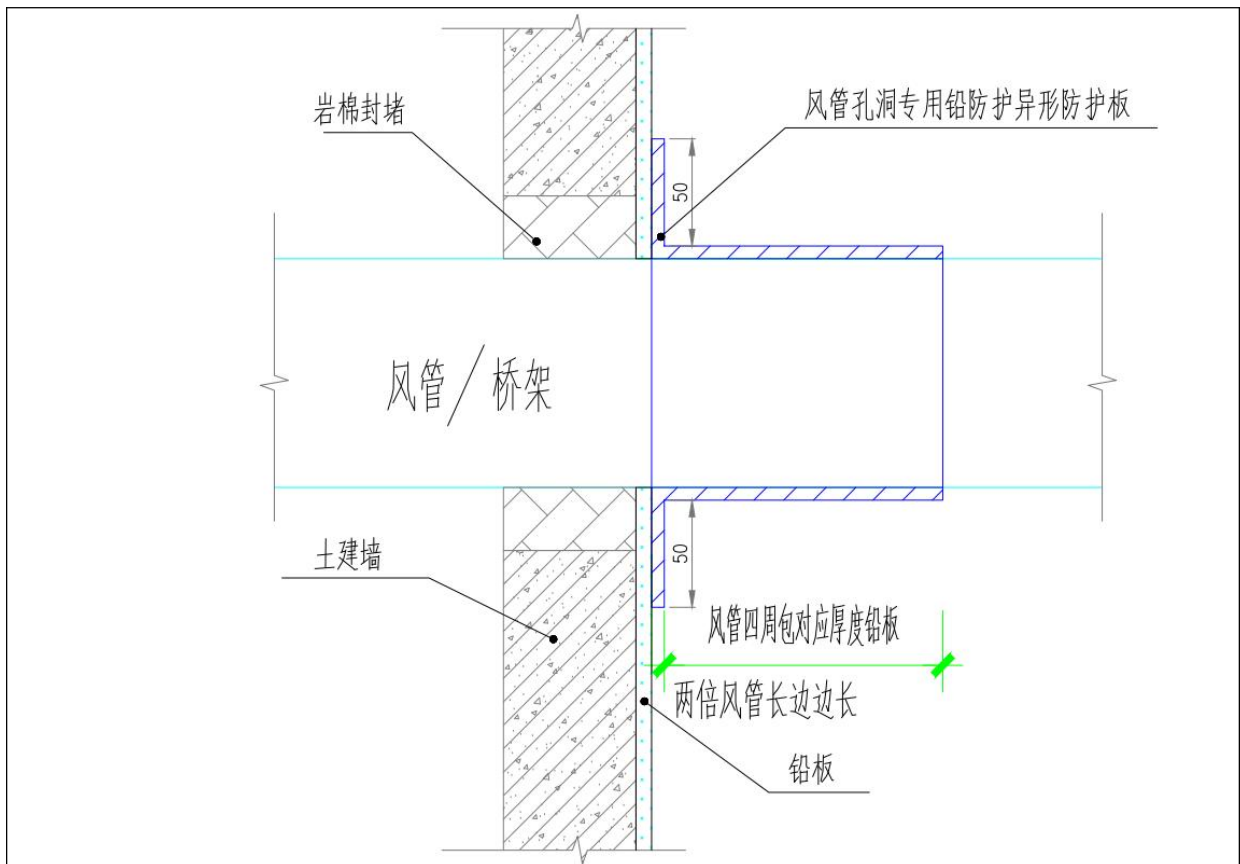
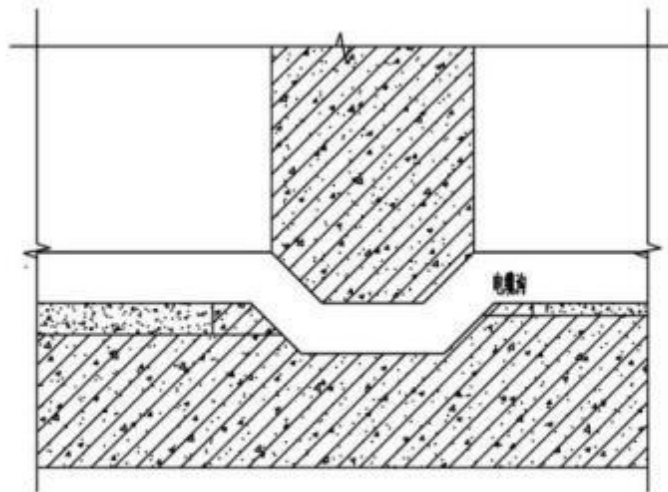


图 10-4 风管穿墙示意图见图

10.5 设备电缆穿墙设计

本项目 DSA 手术室拟在 DSA 设备基座下方设置电缆沟，电缆布设在电缆沟内，电缆穿墙采用“U”型穿墙，通过地面下沉电缆沟穿出，能防止射线直接穿出。电缆沟穿墙示意图见图 10-5。



① 电缆沟穿防护墙大样图 1:50

图 10-5 电缆沟穿墙示意图

10.6 辐射防护措施符合性分析

本项目 DSA 机工作场所拟采取的管理措施和辐射安全措施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求对照，能够满足要求，具体对照符合性分析情况见表 10-5。

表 10-5 项目辐射防护措施符合性分析表

标准防护要求	本项目方案	符合性
6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	DSA 机房拟设置观察窗，同时拟设置对讲装置，工作人员在控制室内可及时观察患者情况及防护门开闭情况，防止意外情况的发生。	符合
6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	DSA 机房内不堆放与放射诊断/介入治疗工作无关的杂物。	符合
6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	DSA 机房内拟设置机械通风系统，并保持良好的通风。	符合
6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；等待过渡区应设置放射防护注意事项告知栏。	DSA 机房防护门外拟设置电离辐射警告标志；DSA 机房受检者进出防护门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句；候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏。	符合
6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	DSA 机房平开防护门拟设置自动闭门装置；受检者进出防护门上工作状态指示灯与机房门设置门灯联锁装置，用于显示机房内设备运行状态。	符合

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	DSA 机房电动推拉防护门拟设置防夹装置。	符合
6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	受检者在机房外候诊，不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中，陪检者不允许留在机房内。	符合

10.7 辐射安全防护设施与法律法规及标准技术要求对比分析评价

10.7.1 与法律法规要求对比分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令第 18 号）防护相关技术要求，对本项目进行对照分析，拟采取的防护措施与法律法规详细对照分析见表 10-6。

表 10-6 本项目拟采取的防护措施与法律法规对照分析表

项目	要求	设计情况	评价结果
场所安全和防护	生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	拟设置警告标志、门灯联锁装置、工作状态指示灯、辐射安全注意事项。	符合
人员安全和防护	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目拟配备的辐射工作人员拟参加辐射安全与防护知识培训考核，持证上岗。	符合
	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。	拟配备的辐射工作人员均进行个人剂量监测，个人剂量计每季度送检一次，数据归档；拟按要求进行职业健康检查，并对检查结果存档。	符合
辐射事故应急	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。	建设单位制定有相应的辐射事故应急预案。	符合
评估报告	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	拟按要求于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	符合

10.7.2 与标准技术要求对比分析

根据《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）防护相关技术要求，对本项

目进行分析评价，辐射工作场所防护设施与《核技术利用监督检查技术程序》详细对照分析表见表 10-7。

表 10-7 辐射工作场所防护设施与《核技术利用监督检查技术程序》标准对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
检查程序文号：NNSA/HQ-08-JD-IP-035				
1	场所 设施	单独机房	本项目 DSA 设备拟设有单独机房	/
2		操作部位局部屏蔽防护设施	拟配备铅悬挂防护屏、床侧防护帘	/
3		医护人员的个人防护	拟为医护人员配备防护用品	/
4		患者防护	拟为患者配备防护用品	
5		机房门窗防护	机房门窗拟采取防护	/
6		闭门装置	机房平开门拟设置闭门装置	/
7		入口处电离辐射警告标志	入口处拟设置电离辐射警告标志	/
8		入口处机器工作状态显示	患者进出防护门上拟设置工作状态指示灯	/
9	其他	监测仪器	拟配备 X- γ 辐射剂量率仪和个人剂量报警仪	/
10		个人剂量计	拟配备个人剂量计	/

10.8 三废处理

医院拟在 DSA 机房顶部设置排风口、送风口。通过独立的排风系统将废气排出室外。DSA 机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过排风系统排入大气，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目工作人员和患者产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理。

本项目固体废物（如：棉签、纱布、手套、器具等医疗废物）贮存于污洗间，由医院统一作为医疗废物处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目为新建项目，涉及建筑改造装修、设备安装等，在项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目施工时会产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期，由于涉及建筑改造装修、设备安装，施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域和大楼周边路面。针对上述大气污染采取以下措施：①及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；②车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；③施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 噪声：整个施工阶段，施工设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。因此，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》

(GB 12523-2011) 标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时应避免在中午休息时间施工，另外考虑院区周围公众，严禁夜间进行噪声作业。本项目施工工期相对较短，在严格执行噪声标准，并且合理安排施工时间的情况下，噪声对周围人群的影响是暂时的。

(3) 固体废物：施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，医院应委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，会有少量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水不可随意外排，应统一收集后由医院进行处理。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.2 运行阶段对环境的影响

DSA设备在手术中分为透视和摄影两种模式。DSA摄影模式是指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。本次评价分别对摄影、透视两种工况下手术室周围的辐射水平进行预测。

DSA装置的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。本项目DSA装置拟配备单管头设备，图像增强器对X射线主束有屏蔽作用，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。

根据医院目前运行情况，摄影模式下，普遍情况下DSA设备的管电压为60kV~100kV，管电流为300mA~500mA；透视模式下管电压为60kV~90kV、管电流为5mA~15mA，本环评拟进行保守估算，采用摄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15mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等效总滤过不小于2.5mmAl，本次计算总滤过取2.5mmAl保守读数。根据《辐射防护手册》（第三分册）P58图3.1（见图11-1）可得到不同总滤过情况下不同电压下距靶1m处的空气比释动能，根据公式11-1计算可得到射线装置距靶1m处的最大剂量率，见表11-1。

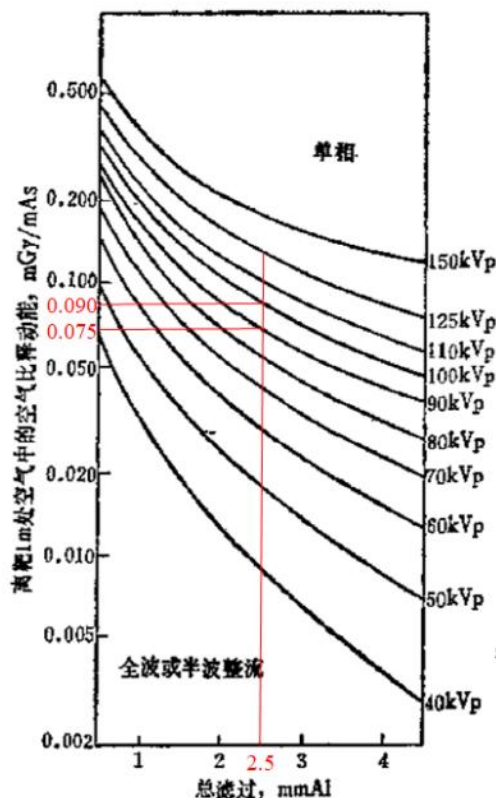


图11-1 距X射线源1m处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

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；

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

r_0 ——取1m；

r ——源至关注点的距离，m。

表11-2 DSA不同管电压下距靶1m处最大剂量率一览表

装置名称	工作状态	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处的最大剂量率（μGy/h）
DSA	摄影	Al, 2.5	0.09	100	500	1.62E+08
	透视	Al, 2.5	0.075	90	15	4.05E+06

11.2.1 DSA 机房理论计算

（一）关注点的选取

评价选择 DSA 机房实体屏蔽墙体防护外人员活动区域作为关注区域；对于同室近台操作人员，由于人员所处位置不固定，防护水平及距射线球管均有所不同，评价选取 X 射线球管距地面 0.3m，源与患者的距离取 0.7m。

根据场所布局情况，本次评价选取机房操作间观察窗玻璃外 30cm 处（A 点）、机房东侧操作室防护门外 30cm 处（B 点）、机房东侧污物暂存室防护门外 30cm 处（C 点）、机房南侧墙体外 30cm 处（D 点）、机房西侧患者防护门外 30cm 处（E 点）、机房西侧等待过渡区墙体外 30cm 处（F 点）、机房西侧麻醉康复室墙体外 30cm 处（G 点）、机房北侧控制走廊墙体外 30cm 处（M 点）、机房北侧设备间墙体外 30cm 处（N 点）、机房北侧无菌库房墙体外 30cm 处（H 点）和顶棚上方距地面 100cm 处（J 点）。

本次评价 DSA 机房周围各关注点平面分布图如图 11-2 所示。

各关注点位置情况详见下表：

表11-3 项目关注点位置情况表

关注点	位置	关注点至源点的距离 (m)
A	观察窗玻璃外 30cm 处	3.17
B	东侧操作室防护门外 30cm 处	4.36
C	东侧污物暂存室防护门外 30cm 处	4.32
D	机房南侧墙体外 30cm 处	4.6
E	机房西侧患者防护门外 30cm 处	6.3
F	机房西侧麻醉复苏墙体外 30cm 处	6.04
M	机房北侧控制走廊墙体外 30cm 处	5.52
N	机房北侧设备间墙体外 30cm 处	4.41
H	机房北侧无菌库房墙体外 30cm 处	4.4
J	顶棚上方距地面 100cm 处 (HIV 实验室)	5.47

(二) 预测模式

根据典型数字摄影血管造影设备工作原理，设备图像增强器对 X 射线有用线束有防护作用。又根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》第 4.1.4 节指出，DSA 防护设计不需要考虑有用线束照射。故本次评价仅考虑泄漏辐射和散射辐射的影响。

(1) 泄漏辐射

根据《辐射防护导论》（方杰主编），X 射线的品质因数通常取 1，因此 Gy/Sv=1。泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 计算，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。透射因子 B 预测模式，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中给出的公式。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-2})$$

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

式中：H——关注区域泄漏辐射剂量率，μGy/h；

f——设备射线泄漏率，取 0.1%；

H_0 ——距焦点 1m 处剂量率, $\mu\text{Gy/h}$; 见

R ——关注区域至源点距离, m;

B ——透射因子, 无量纲;

X ——实体防护铅当量, mm;

α 、 β 、 γ -对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数, 无量纲。采用《GBZ130-2020》附录 C 中表 C.2 数据获得, 详见下表。

表11-4 铅对X射线辐射衰减的有关的拟合参数

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

表 11-4 DSA 机房外关注点处泄漏辐射计算结果

关注点编号	距焦点 1m 处剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	等效铅当量 X (mmPb)	关注区域至源点距离 R (m)	α	β	γ	透射因子 B	关注区域泄漏辐射剂量率 H ($\mu\text{Gy/h}$)	
透视模式	A	4.05E+06	3.5	3.17	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	6.90E-04
	B	4.05E+06	3.5	4.36	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	3.65E-04
	C	4.05E+06	3.5	4.32	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	3.71E-04
	D	4.05E+06	4.28	4.6	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	2.99E-05
	E	4.05E+06	3.5	6.3	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	1.75E-04
	F	4.05E+06	4.28	6.04	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	1.74E-05
	M	4.05E+06	4.28	5.52	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	2.08E-05
	N	4.05E+06	4.28	4.41	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	3.26E-05
	H	4.05E+06	4.28	4.4	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	3.27E-05
	J	4.05E+06	3.44	5.47	3.067	18.83	0.7726	2.06E-06	2.78E-04
	手术室内医生手术位 (铅衣外)	4.05E+06	0.5	0.7	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	207.9
	手术室内医生手术位 (铅衣内)	4.05E+06	1.0	0.7	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	33.7
	手术室内护士协作位 (铅衣外)	4.05E+06	0.5	1.1	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	84.2
	手术室内护士协作位 (铅衣内)	4.05E+06	1.0	1.1	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	13.6
摄影模式	A	1.62E+08	3.5	3.17	2.500	15.28	0.7557	1.18E-05	1.91E-01
	B	1.62E+08	3.5	4.36	2.500	15.28	0.7557	1.18E-05	1.01E-01
	C	1.62E+08	3.5	4.32	2.500	15.28	0.7557	1.18E-05	1.03E-01
	D	1.62E+08	4.28	4.6	2.500	15.28	0.7557	1.68E-06	1.29E-02
	E	1.62E+08	3.5	6.3	2.500	15.28	0.7557	1.18E-05	4.83E-02
	F	1.62E+08	4.28	6.04	2.500	15.28	0.7557	1.68E-06	7.47E-03
	M	1.62E+08	4.28	5.52	2.500	15.28	0.7557	1.68E-06	8.94E-03

	N	1.62E+08	4.28	4.41	2.500	15.28	0.7557	1.68E-06	1.40E-02
	H	1.62E+08	4.28	4.4	2.500	15.28	0.7557	1.68E-06	1.41E-02
	J	1.62E+08	3.44	5.47	2.500	15.28	0.7557	1.38E-05	7.45E-02

(2) 散射辐射

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法进行估算。散射剂量率采用李德平、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）中 P437 给出的公式计算：

$$H_s = \frac{H_{os} \cdot \alpha \cdot S}{d_o^2 \cdot d_s^2} \cdot B \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H_s -散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_{os} -距焦点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α -患者对入射 X 射线的散射比， $\alpha=a/400$ ，其中 a 是相对于 400cm^2 散射面积的受照物体对入射 X 射线的散射比，查《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1，100kV 下 X 射线 90° 散射因子 α 取 0.0013（ 90° 散射角）；

S -主束在患者体上的散射面积，考虑到手术需要的最大照射面积，本项目取值 100cm^2 ；

d_o -X 射线机与受照体的距离，m，本项目取值 0.7m；

d_s -受照体与关注点的距离，m

其他参数所代表意义同上。

根据公式 11-4，该项目各关注点散射辐射剂量率见表 11-5。

表 11-5 DSA 机房外关注点处散射辐射计算结果

关注区域		距焦点 1m 处剂量率 H_{os} ($\mu\text{Gy/h}$)	等效铅当量 X (mmPb)	散射面积 S (cm^2)	X 射线机与受照体的距离 d_o (m)	受照体与关注点的距离 d_s (m)	α	β	γ	透射因子 B	关注区域散射辐射剂量率 H_s ($\mu\text{Gy/h}$)
透视模式	A	4.05E+06	3.5	100	0.7	3.17	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	1.83E-05
	B	4.05E+06	3.5	100	0.7	4.36	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	9.67E-06
	C	4.05E+06	3.5	100	0.7	4.32	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	9.85E-06
	D	4.05E+06	4.28	100	0.7	4.6	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	7.94E-07
	E	4.05E+06	3.5	100	0.7	6.3	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	4.63E-06
	F	4.05E+06	4.28	100	0.7	6.04	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	4.61E-07
	M	4.05E+06	4.28	100	0.7	5.52	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	5.51E-07
	N	4.05E+06	4.28	100	0.7	4.41	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	8.64E-07
	H	4.05E+06	4.28	100	0.7	4.4	3.067	18.83	0.7726	1.56E-07	8.68E-07
	J	4.05E+06	3.44	100	0.7	5.47	3.067	18.83	0.7726	2.06E-06	7.39E-06
	手术室内医生手术位 (铅衣外)	4.05E+06	0.5	100	0.7	0.6	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	7.5
	手术室内医生手术位 (铅衣内)	4.05E+06	1.0	100	0.7	0.6	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	1.2
	手术室内护士协作位 (铅衣外)	4.05E+06	0.5	100	0.7	1.0	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	2.7
	手术室内护士协作位 (铅衣内)	4.05E+06	1.0	100	0.7	1.0	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	0.4
摄影模式	A	1.62E+08	3.5	100	0.7	3.17	2.057	15.33	0.9124	1.80E-05	7.70E-03
	B	1.62E+08	3.5	100	0.7	4.36	2.057	15.33	0.9124	1.80E-05	4.07E-03
	C	1.62E+08	3.5	100	0.7	4.32	2.057	15.33	0.9124	1.80E-05	4.15E-03
	D	1.62E+08	4.28	100	0.7	4.6	2.057	15.33	0.9124	2.55E-06	5.17E-04
	E	1.62E+08	3.5	100	0.7	6.3	2.057	15.33	0.9124	1.80E-05	1.95E-03
	F	1.62E+08	4.28	100	0.7	6.04	2.057	15.33	0.9124	2.55E-06	3.00E-04

	M	1.62E+08	4.28	100	0.7	5.52	2.057	15.33	0.9124	2.55E-06	3.59E-04
	N	1.62E+08	4.28	100	0.7	4.41	2.057	15.33	0.9124	2.55E-06	5.63E-04
	H	1.62E+08	4.28	100	0.7	4.4	2.057	15.33	0.9124	2.55E-06	5.66E-04
	J	1.62E+08	3.44	100	0.7	5.47	2.057	15.33	0.9124	2.09E-05	3.01E-03

(三) 本项目 DSA 机房各关注点总辐射剂量率

根据表 11-4 和表 11-5, 该项目 DSA 机房各关注点总辐射剂量率见表 11-6 所示。

表 11-6 该项目 DSA 机房各关注点总辐射剂量率值

工作模式	各关注点或区域描述		泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	
透视模式	A	机房控制室观察窗外 30cm 处	6.90E-04	1.83E-05	7.08E-04	
	B	机房东侧控制室防护门外 30cm 处	3.65E-04	9.67E-06	3.74E-04	
	C	机房东侧污物暂存室防护门外 30cm 处	3.71E-04	9.85E-06	3.81E-04	
	D	机房南侧室外过道墙体外 30cm 处	2.99E-05	7.94E-07	3.07E-05	
	E	机房西侧患者防护门外 30cm 处	1.75E-04	4.63E-06	1.79E-04	
	F	机房西侧麻醉康复室墙体 外 30cm 处	1.74E-05	4.61E-07	1.78E-05	
	M	机房北侧控制走廊墙体外 30cm 处	2.08E-05	5.51E-07	2.13E-05	
	N	机房北侧设备间墙体外 30cm 处	3.26E-05	8.64E-07	3.34E-05	
	H	机房北侧无菌库房墙体外 30cm 处	3.27E-05	8.68E-07	3.36E-05	
	J	顶棚上方 HIV 实验室距地面 100cm 处	2.78E-04	7.39E-06	2.86E-04	
		手术室内医生手术位 (铅衣外)		207.9	7.5	215.4
		手术室内医生手术位 (铅衣内)		33.7	1.2	34.9
		手术室内护士协作位 (铅衣外)		84.2	2.7	86.9
		手术室内护士协作位 (铅衣内)		13.6	0.4	14.1
摄影模式	A	机房控制室观察窗外 30cm 处	1.91E-01	7.70E-03	1.98E-01	
	B	机房东侧控制室防护门外 30cm 处	1.01E-01	4.07E-03	1.05E-01	
	C	机房东侧污物暂存室防护门外 30cm 处	1.03E-01	4.15E-03	1.07E-01	
	D	机房南侧室外过道墙体外 30cm 处	1.29E-02	5.17E-04	1.34E-02	

E	机房西侧患者防护门外 30cm 处	4.83E-02	1.95E-03	5.03E-02
F	机房西侧麻醉康复室墙体 外 30cm 处	7.47E-03	3.00E-04	7.77E-03
M	机房北侧控制走廊墙体外 30cm 处	8.94E-03	3.59E-04	9.30E-03
N	机房北侧设备间墙体外 30cm 处	1.40E-02	5.63E-04	1.46E-02
H	机房北侧无菌库房墙体外 30cm 处	1.41E-02	5.66E-04	1.46E-02
J	顶棚上方 HIV 实验室距地 面 100cm 处	7.45E-02	3.01E-03	7.75E-02

由表 11-6 可知，本项目 DSA 机房在透视模式下机房外各关注点辐射剂量率最大为 $7.08 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，摄影模式下机房外各关注点辐射剂量率最大为 $0.20 \mu\text{Sv/h}$ ，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关要求。

11.2.4 周围公众及辐射工作人员年有效剂量估算：

（1）辐射工作人员年有效剂量估算结果

借鉴《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）给出的公式进行估算：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

E ——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79；无屏蔽时，取 0.84。

H_u ——铅围裙内个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051；无屏蔽时，取 0.100。

H_o ——铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）。

（2）工作负荷

本项目拟配备 11 名辐射工作人员，其中 4 名为 DSA 原有辐射工作人员（2 名医生、1 名技师、1 名护士），搬迁后新增 7 辐射工作人员（4 名医生、2 名技师、1 名护士）。拟配置人员为原有介入科和放射科人员，现放射科人员亦兼职 CT、DR 等 III 射线操作。经与建设单位沟通，医院年手术台数最多为 400 台，单名医生最多安排 200 台手术，医生的同室时间为透视模式总时间；单名护士年最大手术台数按 400 台

计，护士在手术过程中护士承担记录手术情况、传递医疗器械及辅助医生手术的工作，既有同室操作又有隔室操作，非必要情况下在设备透视曝光过程中可处于手术室外，同室时间按透视模式总时间的 1/3 考虑；单名技师年最大手术台数按 300 台计，只需负责隔室操作设备。本项目 DSA 的工作负荷情况见表 11-7。

表 11-7 本项目 DSA 工作负荷

射线装置	岗位	出束模式	操作方式	平均每台手术曝光时间 (min)	每名人员年手术最大量 (台)	年受照时间 (h)
DSA	医生	摄影	隔室操作	1	200	3.3
		透视	同室操作	20		66.7
	护士	摄影	隔室操作	1	400	6.7
		透视	隔室操作	$2/3 \times 20$		88.9
			同室操作	$1/3 \times 20$		44.4
	技师	摄影	隔室操作	1	300	5.0
		透视	隔室操作	20		100

本项目 DSA 设备辐射工作人员年有效剂量结果见表 11-8。

表 11-8 辐射工作人员年有效剂量结果

工作人员	项目	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	年有效剂量 (mSv)	剂量约束值 (mSv)	评价
医生	同室 (铅衣外)	215.4	66.7	2.57	5	符合
	同室 (铅衣内)	34.9				
	隔室	0.20	3.3			
护士	同室 (铅衣外)	86.9	44.4	0.71	5	符合
	同室 (铅衣内)	14.1				
	隔室	0.20	95.6			
技师	隔室	0.20	105	0.02	5	符合

由上表可知，本项目拟建 DSA 手术室辐射工作人员年有效剂量最大为 2.57mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射工作人员职业照射剂量应不超过“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”的限值要求，同时满足本项目辐射工作人员年有效剂量不大于 5mSv 的剂量约束值要求。

考虑到本项目部分介入医生和技师也从事其他辐射类工作，因此叠加最近 4 个季度辐射工作人员个人累计剂量(取人员监测结果最大值: **，监测报告见附件 5)，得出个人最大年受照剂量最大值为 $2.57\text{mSv} + 0.97\text{mSv} = 3.54\text{mSv}$ ，仍满足本项目职业人

员受照的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。

(3) 公众年有效剂量估算结果:

采用联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 2000 年报告附录 A 中的计算公式进行估算:

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \quad (\text{式11-6})$$

式中:

H_{Er} ——X射线外照射年有效剂量,mSv/a;

D_r ——关注点处剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

T ——居留因子; 参考《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)附录A, 见表11-8。

t ——年照射时间, h;

不同场所的居留因子参考《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)附录A选取, 详见表11-9所示。

表11-9 居留因子选取一览表

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	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域
部分居留	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
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室门 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: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

根据 DSA 手术室周围环境保护范围内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。据表 11-5 计算结果, 取透视模式下手术室外最大值 $3.81 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ 和摄影模式下手术室外最大值 $0.11 \mu\text{Sv/h}$ 进行分析 (保守不再考虑距离的衰减), DSA 手术室透视年出束时间为 133.3h, 摄影年出束时间 6.7h。公众年有效剂量计算结果见表 11-10。

表 11-10 周围公众年有效剂量计算

关注点		射线类型	t (h)	T	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)	
DSA 机房	东墙过道	透视模式	133.3	1/5	3.81E-04	1.02E-05	1.58E-04
		摄影模式	6.7		0.11	1.47E-04	
	东墙污物暂存室	透视模式	133.3	1/20	3.81E-04	2.54E-06	3.94E-05
		摄影模式	6.7		0.11	3.69E-05	
	东墙清洗间	透视模式	133.3	1/20	3.81E-04	2.54E-06	3.94E-05
		摄影模式	6.7		0.11	3.69E-05	
	南墙室外过道	透视模式	133.3	1/20	3.81E-04	2.54E-06	3.94E-05
		摄影模式	6.7		0.11	3.69E-05	
	西墙等待过渡区	透视模式	133.3	1/8	3.81E-04	6.35E-06	9.85E-05
		摄影模式	6.7		0.11	9.21E-05	
	西墙麻醉康复室	透视模式	133.3	1/2	3.81E-04	2.54E-05	3.94E-04
		摄影模式	6.7		0.11	3.69E-04	
	北墙设备间	透视模式	133.3	1/20	3.81E-04	2.54E-06	3.94E-05
		摄影模式	6.7		0.11	3.69E-05	
北墙无菌库房	透视模式	133.3	1/20	3.81E-04	2.54E-06	3.94E-05	
	摄影模式	6.7		0.11	3.69E-05		
楼上 HIV 实验室	透视模式	133.3	1/2	3.81E-04	2.54E-05	3.94E-04	
	摄影模式	6.7		0.11	3.69E-04		

由表 11-10 可知，本项目手术室外周围公众受照剂量最大为 $3.94 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“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 1mSv/a ”的要求，同时满足本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.10mSv/a 的要求。根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离手术室越远，辐射剂量率越低，距离手术室更远处的公众人员受照剂量将不会大于 $3.94 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

11.3 事故影响分析

11.3.1 潜在事故分析

- ① DSA 机正常工作时，人员误留机房，导致发生误照射；
- ② 工作状态指示灯、门灯联锁等安全联锁装置发生故障失效的状况下，人员误入 DSA 机正在运行的机房，导致发生误照射；
- ③ 操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；

④介入手术工作人员未穿戴铅衣等个人防护用品进入机房进行介入手术，受到不必要的照射。

11.3.2 辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

（一）特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡；

（二）重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

（三）较大辐射事故，是指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

（四）一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.3.3 事故情况下受照剂量分析

结合事故风险识别内容，假设事故状态下受照射人员处于主束照射方向且无其他防护措施的情况。事故发生后，手术室内人员按下紧急停机开关，迅速撤离手术室，或控制室工作人员按下紧急停机开关。项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查介入手术室的防护性能，以及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的 DSA 介入手术室。

11.3.4 辐射事故处置方法及预防措施

（1）事故报告程序

根据原国家环保总局《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》、《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案

编制大纲>（试行）的通知》、《福建省生态环境厅关于印发福建省辐射事故应急预案的函》的要求，发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的先期处置措施，同时应尽快将事故情况电话告知当地生态环境部门，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门书面报告，如果后续有新情况再写《辐射事故后续报告表》。对造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健部门报告，并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

（2）辐射事故应急措施

辐射事故类别及处理措施详见表 11-11。

表 11-11 辐射事故类别及处理措施

可能发生的辐射事故	应急措施
<p>① DSA 机正常工作时，人员误留机房，导致发生误照射；</p> <p>② 工作状态指示灯、门灯联锁等安全联锁装置发生故障失效的状况下，人员误入 DSA 机正在运行的机房，导致发生误照射。</p>	<p>① 一旦发现有人误入或误留机房，工作人员应立刻切断电源，确保射线装置停止工作；</p> <p>② 误入或误留人员应在最短的时间内撤离机房。机房外划出警戒范围，设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众人员入内；</p> <p>③ 对可能受到超剂量照射的人员，应及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；</p> <p>④ 发现上述事故者应立即报告医院辐射事故应急小组，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境部门，在造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；</p> <p>⑤ 事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。</p>
<p>③ 操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射。</p>	<p>① 操作人员一旦发现因违反操作规程或误操作导致的意外照射情况，应立刻切断电源，确保射线装置停止工作；</p> <p>② 机房内非相关人员应在最短的时间内撤离机房。机房外划出警戒范围，设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众人员入内；</p> <p>③ 对可能受到超剂量照射的人员，应及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；</p> <p>④ 发现上述事故者应立即报告医院辐射事故应急小组，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境部门，在造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；</p> <p>⑤ 事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。</p>
<p>④ 介入手术工作人员未穿戴铅衣等个人防护用品进入机房进行介入手术，受到不必要的照射。</p>	<p>① 一旦发现介入手术工作人员未穿戴铅衣等个人防护用品进入机房进行介入手术情况，应立即报告医院辐射事故应急小组；</p> <p>② 辐射事故应急小组应立刻停止其辐射工作，及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；</p> <p>③ 辐射事故应急小组应立即将事故情况上报当地生态环境部门，造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；</p> <p>④ 事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。</p>

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计和剂量报警仪。

④应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关辐射防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

⑥医院应定期、有针对性地对可能发生的辐射事故进行演练。

(3) 事故预防措施

①辐射工作场所按要求设置相应的辐射安全与防护设施，定期检查各辐射工作场所和设备的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态；

②建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行；

③加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识。

11.4 达到报废年限后对环境的影响

DSA 机在达到设备使用年限时，产生的废旧 X 射线阴极管属于危险废物，应当委托有资质的单位处置。拆除 X 射线阴极管的 DSA 机在任何情况下均不会再产生 X 射线，医院可按照一般设备报废的相关规定进行处置。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用放射性同位素和射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

屏南县总医院（屏南县医院）已成立了辐射安全管理工作领导小组，并制定《关于调整屏南县总医院（屏南县医院）辐射安全管理工作领导小组成员的通知》，相关领导小组成员及职责如下：

辐射安全管理工作领导小组成员：

组 长： **

副组长： **

成 员： **

在领导小组的统一指挥下，相关职能部门及有关科室各司其职，协同做好辐射安全与防护工作日常管理及辐射事故应急响应准备。下设办公室挂靠设备科，负责辐射安全与防护日常工作管理与协调。

职责与分工：

（1）贯彻落实国家、省、市主管部门有关辐射安全与环境保护工作的方针、政策、法规及要求；（设备科、放射科为主，医务科、安全办、总务科、基建科、导管室、急诊科、口腔科、骨科、手术室等科室配合）

（2）负责组织制定并落实本院辐射安全管理工作的相关制度与管理规定；（放射科、设备科为主，相关科室配合）

（3）负责组织制定辐射事故应急预案并组织放射等相关工作人员进行突发事件的应急演练；（放射科、安全生产科为主，相关科室配合）

（4）检查本单位辐射安全与环境保护工作开展情况；（安全生产科、设备科为主，相关科室配合）

（5）负责协调和落实本单位辐射安全与环境保护工作设施设备保障配备情况，定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；（设备科、基建科、总务科为主，相关科室配合）

(6) 负责组织放射工作人员进行相关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育工作，保证工作人员持证上岗；（医务科、放射科为主，相关科室配合）

(7) 负责组织辐射突发事件的应急救援准备与保障工作，参与辐射事故的处置、救治、调查和处理，记录发生的辐射事件并及时报告行政主管部门；（医务科、放射科、急诊科、安全生产科为主，相关科室配合）

(8) 负责放射工作人员定期进行个人剂量监测、职业健康体检和放射防护知识及有关法律法规的培训，并建立本院放射工作人员个人剂量、职业健康及教育培训等档案，及时完成资料的整理归档工作。（放射科为主，相关科室配合）。

建设单位制定的《关于调整屏南县总医院（屏南县医院）辐射安全管理工作领导小组成员的通知》中明确了管理组织成员组成及相关职责，涵盖了核技术利用项目辐射安全管理的主要内容，故建设单位现有的辐射安全与环境保护管理机构能够满足辐射安全与环保管理工作的要求。在日后运行过程中，建设单位应根据人事变动情况及时调整机构组成。

12.2 辐射安全管理制度

屏南县总医院（屏南县医院）已制定相关辐射管理制度，包括《关于调整屏南县总医院（屏南县医院）辐射安全管理工作领导小组成员的通知》、《屏南县总医院（屏南县医院）辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射环境监测方案》、《DSA 操作规程》。

屏南县总医院（屏南县医院）制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。在之后的实际工作中，医院还应不断根据法律法规及实际情况对各项管理制度进行补充和完善，制定相对应的操作规程，使其具有较强的针对性和可操作性。

12.3 辐射工作人员

医院原有 4 名 DSA 辐射工作人员，现拟新增 7 名辐射工作人员，现共计 11 人，包括医生 6 名、护士 2 名、技师 3 名。拟配备的辐射工作人员除**外，其余人员均已通过核技术利用辐射安全与防护考核；均已参加职业健康检查，检查结论为

可继续从事原放射工作或可从事放射工作。

12.4 辐射监测

12.4.1 监测设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

医院原有 1 台环境辐射巡测仪，用于辐射工作场所及周围人员活动区域的定期自行检测；原有 1 台个人剂量报警仪，用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警。本项目场所辐射监测依托原有监测仪器，能够满足本项目的仪器配备要求。

本项目辐射工作人员均拟按要求配备个人剂量计，用于辐射工作过程中累积剂量的监测，其中介入医生和护士配备 2 组个人剂量计（一组佩戴在左胸铅衣内，一组佩戴在颈部铅围脖外面），并按至少每三个月 1 次的频率送相关单位进行个人剂量监测，并做好档案管理。

12.4.2 监测方案

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关标准和规范的要求，医院已制定了相应的辐射监测计划，具体包括：

①项目竣工后 3 个月内委托有资质的单位对项目周围环境辐射水平进行验收监测；

②委托有资质的单位定期对项目周围环境辐射水平进行监测，周期为 1 次/年，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告。

③医院定期（1 次/季度）自行对辐射工作场所周围环境辐射水平进行监测，并做好监测记录；

④所有辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，其中介入医生和护士配备 2 组个人剂量计（一组佩戴在左胸铅衣内，一组佩戴在颈部铅围脖外面），并定期（每季度 1 次）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案；

⑤所有辐射工作人员上岗前均应进行职业健康体检，以排除职业禁忌证。开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康

档案。

本项目辐射监测方案见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频率	监测设备	监测范围	监测单位
年度监测	DSA 手术室	X-γ辐射 周围剂量 当量率	1次/年	按照国家规定 进行计量检定	四周屏蔽墙外30cm处、操 作位、防护门外30cm处、 观察窗外30cm处、管线孔 外30cm处、楼上距地面 100cm处	委托有资质 单位监测
日常监测			1次/季度	按照国家规定 进行计量检定		自行监测
验收监测			项目建成、设 备调试正常 后，监测1次	按照国家规定 进行		委托有资质 单位监测
个人剂量监测	/	个人剂量当量	至少每三个月 1次	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托有资质 单位监测

12.4 辐射事故应急

为有效防护、及时控制辐射事故所致的伤害，加强射线装置安全监测和控制等管理工作，保障辐射相关工作人员以及射线装置周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）以及其它有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，建设单位应建立《辐射事故应急预案》。

医院已制定《屏南县总医院（屏南县医院）辐射事故应急预案》，已设立以院领导**的放射防护管理委员会，制定了放射防护管理委员会的职责、分工且该预案明确了应急处置程序，并对应急演练及知识培训做出规定。

在后续工作中，医院应根据实际情况对应急方案进行修订完善，严格落实该应急预案，定期组织相关人员参加辐射事故应急演练并对演练过程中所发生的问题进行记录、总结，吸取经验教训。

12.6 建设项目竣工环境保护验收一览表

建设项目竣工环境保护验收一览表见表 12-2。

表 12-2 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

验收项目	主要环保措施	验收标准
辐射防护措施	<p>DSA 机房有效使用面积为：57.6m²（7.1m×8.12m）；</p> <p>DSA 机房墙体为 24cm 实心砖+2mmPb 铅板、楼顶为 12cm 混凝土+2mmPb 铅板、观察窗为 3.5mmPb 当量，防护门 3.5mmPb 当量</p>	<p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）</p> <p>3、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》</p> <p>4、《职业性外照射个人监测规范》（GB 128-2019）</p>
	<p>配备个人剂量计（所有辐射工作人员）、辐射剂量率仪、个人剂量报警仪、铅衣、铅帽、铅围脖、铅围裙、铅眼镜、介入防护手等辐射监测仪器和防护用品</p>	
	<p>安装工作状态指示灯；设置防夹和闭门装置；设置电离辐射警告标志；设置观察窗与对讲装置；设置放射防护注意事项告知栏；机房内安装动力通风装置。</p>	
管理措施	<p>工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量监测档案。</p>	
	<p>医院辐射工作人员参加生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的培训和学习，并取得辐射安全与防控考核合格证。</p>	
	<p>所有辐射工作人员参加职业病健康体检。</p>	
	<p>制定相应的规章制度和辐射事故（件）应急预案，规章制度应张贴在控制室。</p>	
	<p>每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，并按时报送辐射安全年度评估报告。</p>	
<p>本项目环评批复后，建设单位应向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续</p>		

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

屏南县总医院（屏南县医院）位于福建省屏南县古峰镇长汾社区梨园路 120 号，拟在门诊医技综合楼一层新建 1 间 DSA 机房及其配套辅助用房，将原在门诊综合楼二层导管室的 1 台 DSA 设备（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA）搬迁至新建 DSA 机房内，用于放射诊断和介入治疗，属于 II 类射线装置。

13.1.2 项目选址及合理性分析

本项目位于医院新建门诊医技综合楼（医技区），根据相关产权资料，项目用地属于医疗用地。

本项目评价范围（DSA 机房屏蔽体外 50m 范围）环境保护目标主要为医院内 DSA 辐射工作人员、其他医护人员等工作人员、病患及陪同家属等流动人员，评价范围内现状无居民区、学校等环境敏感点。项目机房在严格采取设计及环评要求防护措施的前提下，对周围环境辐射影响较小。

本项目不涉及生态保护红线，不会突破区域环境质量底线、资源利用上线，符合“三线一单”要求。

因此，项目用地属于医疗用地，周围无环境制约因素，符合“三线一单”要求，项目选址合理。

13.1.3 辐射安全与防护分析结论

本项目 DSA 机房防护设计方案，四周墙体采用 24cm 实心砖+2mmPb 铅板，顶棚采用 12cm 混凝土+2mmPb 铅板，患者通道防护门、医护通道防护门、污物通道防护门均为 3.5mmPb，观察窗为 3.5mmPb。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和理论估算可知，本项目 DSA 机房的辐射防护设计能够满足辐射防护要求。

本项目 DSA 机房工作场所实行分区管理，严格限制无关人员进入控制区，避免人员误闯入或误照；DSA 机房拟在防护门外设置电离辐射警告标志，其中患者进出防护门外上方拟设置“工作状态指示灯”，灯箱上拟设置“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，工作状态指示灯与防护门设置门灯连锁装置；平开防护门拟设置自动

闭门装置，电动推拉门拟设置防夹装置；拟设置动力排风装置；配备个人防护用品等辐射安全与防护措施。本项目设计的辐射安全措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

13.1.4 环境影响分析结论

通过理论计算及类比分析结果分析可知，本项目 DSA 机房在透视模式下机房外各关注点辐射剂量率最大为 $7.08 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，摄影模式下机房外各关注点辐射剂量率最大为 $0.20 \mu\text{Sv/h}$ ，均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

通过理论计算可知，本项目 DSA 设备在正常运行时，对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 3.54mSv ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，亦低于管理限值 5mSv ；对公众照射的最大年有效剂量值为 $3.94 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，亦低于管理限值 0.1mSv 。

13.1.5 可行性分析结论

综上所述，屏南县总医院（屏南县医院）拟建的 DSA 手术室项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，具备从事相应的辐射工作技术能力，对工作人员、公众人员和周围环境的辐射影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射安全和环境保护的角度论证，本项目建设是可行的。

13.2 建议

（1）建设单位应加强辐射工作人员的管理，按照相关要求给辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，安排所有辐射工作人员参加职业健康体检，参加核技术利用辐射安全与防护考核，同时要提前做好已取得辐射合格证书人员的复训工作。

（2）建设单位若未来如需增加本报告表所涉及之外的污染源和射线装置或对其使用功能进行调整变动，则应按要求向有关生态环境保护主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境保护主管部门的监督管理。

（3）本项目取得环评批复后，医院应及时向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证；项目建成后，应及时落实竣工环保验收手续。

表 14 审批

审批意见：

经办人签字

公章
年 月 日