

JXHG(35)-2025-010

核技术利用建设项目

福建省仙游县总医院
1台DSA机项目环境影响报告表
(公开版)



福建省仙游县总医院

二〇二五年八月

表 1 项目基本情况

项目名称	福建省仙游县总医院 1 台 DSA 机项目				
建设单位	福建省仙游县总医院				
法人代表	颜*	联系人	刘*涵	联系电话	150****8989
注册地址	福建省莆田市仙游县鲤城街道八二五大街 910 号				
项目建设地点	福建省莆田市仙游县鲤城街道清源东路 1999 号				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	**	项目环保投资（万元）	**	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 type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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		
其他	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			/	

1.1 建设单位情况

福建省仙游县总医院（以下简称“医院”）老院区位于莆田市仙游县鲤城街道 825 大街 910 号。医院设有预防保健科、全科医疗科、内科、口腔科、结核病科、肿瘤科、急诊医学科、康复医学科、医学影像科、介入放射学等，目前开放床位 700 张，现有职工 1100 多人，拥有正高级职称 30 多人，副高级职称 160 多人，高层次人才（“壶兰计划”）69 人，具有硕士学历 32 人，博士 1 人。

为了改善医院基础设施条件，提升医疗服务水平，满足人民群众日益增强的就医需求，医院拟在福建省莆田市仙游县鲤城街道清源东路 1999 号建设新院区。新院区主体工程已于 2018 年 4 月 19 日取得原仙游县环境保护局的环评批复文件，批复文号为“仙环保许可准字〔2018〕3 号(报告书)”，目前该项目正在建设中。新院区总占地面积 238 亩，

总投资 12 亿元，总建筑面积 15.1 万平方米，包括综合楼、门诊医技楼及急救中心、住院综合楼、传染楼等。项目规划床位 1000 张，配套停车位 800 个，建成后将有力提升县域医疗服务能力，更好地满足群众就医需求。

1.2 建设内容与项目由来

1.2.1 建设内容

为进一步提升医院医疗服务能力，福建省仙游县总医院规划在新院区门诊医技楼二楼建设 1 间 DSA 机房及辅助用房，并将老院区现有 1 台 UNIQ FD20 型 DSA 机搬迁至新院区门诊医技楼二楼 DSA1 机房使用。本项目建成后，老院区将不再开展介入治疗工作，原有 1 间 DSA 机房将按照相关要求依法依规进行处置。

本次环评涉及的射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况一览表

序号	设备名称	数量(台)	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	类别	应用目的	拟迁入位置
1	DSA	1	UNIQ FD20	125	1000	II类	介入治疗	新院区门诊医技楼二楼 DSA1 机房

1.2.2 项目由来

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）对射线装置的分类，本项目 DSA 机属于 II 类射线装置。

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》（修订本）（国务院令第 653 号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部令第 20 号）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，生态环境部令第 16 号）等国家环境管理相关法律法规的规定，福建省仙游县总医院 1 台 DSA 机项目应进行辐射环境影响评价并编制环境影响报告表。

福建省仙游县总医院于 2025 年 7 月正式委托江西核工业环境有限公司进行本项目环境影响评价。江西核工业环境有限公司则立即组织人员进行现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成了本项目环境影响报告表。

1.3 项目地理位置及周边环境

（1）项目位置

本项目拟建 DSA1 机房位于福建省莆田市仙游县鲤城街道清源东路 1999 号门诊医技楼二楼，中心地理坐标为：北纬 $25^{\circ}22'45''$ ，东经 $118^{\circ}41'55''$ 。

门诊医技楼东侧为院内道路、连廊及住院综合楼，南侧为院内道路，西侧为院内道路，北侧为院内道路。

拟建DSA1机房东侧为无菌物品室、污物通道，南侧为缓冲间、设备间，西侧为操作室，西南侧为谈话室，北侧为弱电间、电梯间，上方为登记大厅、处置室、治疗室、检查室和等候区，下方为影像科大厅、影像污洗间、值班室、护士长室、新风机房、更衣间扣费登记处。

表 1-2 项目周围场所一览表

位置	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
门诊医技楼	院内道路、连廊及住院综合楼	院内道路	院内道路	院内道路	/	/
DSA1 机房	无菌物品室、污物通道	缓冲间、设备间、谈话室（西南侧）	操作室	弱电间、电梯间	登记大厅、处置室、治疗室、检查室和等候区	影像科大厅、影像污洗间、值班室、护士长室、新风机房、更衣间和扣费登记处

(2) 选址合理性分析

本项目拟建 DSA1 机房所处位置相对独立，与周边非放射性工作场所隔开，周边人员停留较少，机房大小、屏蔽物质厚度等符合相关标准要求。DSA1 机房选址充分考虑了邻室及周围场所的人员防护与安全，避开了人群聚集点。本项目 DSA1 机房辐射屏蔽防护墙体边界外 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感区，主要为院内建筑及院内道路，且周围辐射环境现状质量良好，项目工作场所选址合理。

(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 1-3。

表 1-3 本项目三线一单符合性分析一览表

生态保护红线	本项目位于莆田市仙游县鲤城街道清源东路 1999 号新院区门诊医技楼二楼内，根据《莆田市人民政府关于印发莆田市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（莆政综〔2020〕112 号）可知，项目用地不在莆田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 DSA1 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，经采取一定的辐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。
环境准入清单	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“仙游县重点管控区（ZH35032220004）”重点管控单元，该管控单元的空间布局约束要求如下：

一、空间布局约束

1. 严禁在人口聚集区新建涉及化学品和危险废物排放的项目，城市建成区内现有重污染企业环保搬迁项目须实行产能等量或减量置换。

2. 禁止在城镇居民区、文化教育科学区等人口集中区域建设畜禽养殖场、养殖小区。

3. 新建企业原则上均应布局在工业集聚区。引导现有企业向依法合规设立、环保设施齐全、符合规划环评要求的工业集聚区集中。

4. 对于区域内基本农田：在永久基本农田集中区域，不得新建可能造成土壤污染的建设项目；已经建成的，应当限期关闭拆除。从严管控非农建设占用永久基本农田。不得随意调整和占用已划定的永久基本农田，特别是城市周边永久基本农田。一般建设项目不得占用永久基本农田；重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田面积的，要按照“数量不减、质量不降、布局稳定”的要求，在储备区内选择数量相等、质量相当的地块进行补划。坚持农地农用，禁止任何单位和个人在永久基本农田保护区范围内建窑、建房、挖沙、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏永久基本农田的活动。合理引导永久基本农田进行农业结构调整，不得对耕作层造成破坏。

二、污染物排放管控

1. 新、改、扩建涉二氧化硫、氮氧化物和 VOCs 项目，落实排放总量控制要求。

2. 使用溶剂型涂料的工业涂装工序必须密闭作业，配备有机废气收集系统，并安装高效回收净化设施，有机废气净化率达到规定要求。推广使用低毒、低挥发性溶剂，纺织印染行业应强化化纤纺丝、热定型、涂层等工序 VOCs 排放治理。制鞋业高频压型、印刷、发泡、注塑、鞋底喷漆、粘合等产生 VOCs 废气的工序应设有收集设施且密闭效果良好，配套净化装置。含有机溶剂的原料应密闭储存。

3. 工业企业排水水质要符合国家或地方相关排放标准规定。对已经进入市政污水收集处理设施的工业企业进行排查、评估。经评估认定污染物不能被城镇污水处理厂有效处理或可能影响城镇污水处理厂出水稳定达标的，应限期退出市政管网，向园区工业污水集中处理设施聚集。在退出市政管网之前，应采取预处理等措施，降低对城镇生活污水处理厂的影响。

4. 排放重点管控新污染物的企事业单位应采取污染控制措施，达到相关污染物排放标准及环境质量目标要求；排放重点管控新污染物的企事业单位和其他生产经营者依法对排放（污）口及其周边环境定期开展环境监测，依法公开新污染物信息，排查整治环境安全隐患，评估环境风险并采取环境风险防范措施。土壤污染重点监管单位应严格控制有毒有害物质排放，建立土壤污染隐患排查制度，防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。对使用有毒有害化学物质或在生产过程中排放新污染物的企业，全面实施强制性清洁生产审核。

三、环境风险防控

1. 对具有潜在土壤污染环境风险的企业，应建立健全环境风险防控体系，制定环境风险应急预案，建设突发事件应急物资储备库，成立应急组织机构。

2. 对金属制品业、汽车制造业等具有潜在土壤污染环境风险的企业，应建立健全环境风险防控体系，制定环境风险应急预案，建设突发事件应急物资储备库，成立应急组织机构。

3. 强化环境影响评价审批管理，严格涉新污染物建设项目准入管理。对列入国家《重点管控新污染物清单》（2023 年版）中的新污染物，持续推动禁止、

	<p>限制、限排等环境风险管控措施。</p> <p>4. 对使用有毒有害化学物质进行生产或者在生产过程中排放有毒有害化学物质的企业依法实施强制性清洁生产审核，全面推进清洁生产改造。</p> <p>四、资源开发效率要求</p> <p>1. 每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉通过集中供热、清洁能源替代、深度治理等方式全面实现转型、升级、退出。</p> <p>2. 优化能源结构，持续减少工业煤炭消费，对以煤、石焦油、渣油、重油为燃料的锅炉和工业炉窑，加快使用清洁低碳能源以及工厂余热、电力热力等替代，提高能源利用效率，推进园区集中供热；每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉通过集中供热、清洁能源替代、深度治理等方式全面实现转型、升级、退出；城市建成区外保留的燃煤、燃油、燃生物质锅炉应达到《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）的特别排放限值要求，鼓励按超低排放要求进一步提升污染治理水平，燃生物质锅炉参照燃煤锅炉执行。</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禁止引入的项目，不新增 VOCs 等污染物排放，符合环境准入清单要求。</p>
--	--

1.4 可行性分析

本项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境，在保障病人健康的同时也为医院创造了良好的经济效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会因素之后，通过采取机房辐射防护措施以将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行），本项目属于“十三、医药”中“4. 高端医疗器械创新发展、高性能医学影像设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

1.5 评价目的

- (1) 对本项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状。
- (2) 通过环境影响评价，预测本项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。
- (3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，使辐射环境影响满足相关标准要求和减少到“可合理达到的尽量低的水平”。

(4) 提出环境管理和环境监测计划,使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目建设环境管理规定的要求,为辐射环境管理提供科学依据。

1.6 环保投资

项目总投资为**万元,其中环保投资为**万元,占总投资的**%。环保投资情况见表1-4。

表 1-4 环保投资情况一览表

项目		环保投资金额(万元)
DSA1 机房	机房墙体防护,3扇铅防护门、1扇铅玻璃。	**
	机房通风排风设施。	**
	工作状态指示灯、电离辐射警告标志、规章制度上墙。	**
	环保手续费和年度监测费用等。	**
	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、便携式 X-γ 剂量率仪。	/
		合计: **

注:监测仪器、铅衣等防护用品等依托现有,不再重复计入环保投资。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

(一) 许可情况

医院已取得了辐射安全许可证,证书编号为闽环辐证[00357],许可的种类和范围为使用II类、III类射线装置,证书有效期至2029年9月26日。

(二) 环保手续履行情况

医院现许可使用II类射线装置1台、III类射线装置16台,射线装置环保手续履行情况见表1-5。

表 1-5 医院已许可射线装置一览表

序号	设备名称	型号	类别	数量	环评情况	验收情况	使用场所
1	万东高星移动 DR	GX-MD32 型	III	1 台	备案号: 2021350322 00000111	/	病区病房
2	东软 16 排 CT	NeuViz ACE SP	III	1 台			发热门诊方舱
3	日立 16 排 CT	CT-WS20-5M200	III	1 台			隔离病区方舱
4	牙片机	FOCUS	III	1 台	备案号: 2022350322 00000050	/	门诊楼 3 层口腔科
5	佳能 320 排 CT 机	Aquilion ONE	III	1 台	已环评		医技楼 1 层 CT 二室
6	西门子 62	SOMATOM	III	1 台			医技楼 1 层

	排 CT 机	GO.fit						CT 一室
7	联影 DR 拍片机	uDR588i	III	1 台				医技楼 2 层 第六检查室
8	锐珂 DR 拍片机	Kodak DirectView DR3500	III	1 台				医技楼 2 层 第四检查室
9	锐珂 DR 拍片机	DRX-CompssA	III	1 台				医技楼 2 层 第三检查室
10	意大利平板多功能 X 线机	OPERA FP	III	1 台	备案号: 2019350322 00000009			医技楼 2 层 第一检查室
11	美国 GE 双能 X 线骨密仪	Prodigy Primo	III	1 台				医技楼 2 层 第七检查室
12	豪洛捷乳腺钼靶机	HAWK-2MSDR	III	1 台				医技楼 2 层 第八检查室
13	口腔全景机	PP1	III	1 台	备案号: 2022350322 00000050			医技楼 2 层 第五检查室全景机室
14	口腔 X 射线机	PP3-1	III	1 台				医技楼 2 层 第五检查室口腔 CT 室
15	血管造影用 X 射线装置	UNIQ FD20	II	1 台	圆环辐射 [2020] 47 号 2021 年 3 月 已自主验收			医技楼 2 层 DSA 机房内
16	西门子移动 C 臂机	SIEMENS	III	1 台				住院楼 11 层 第五手术室
17	GE 移动 C 臂机	GE OEC Fluorostar Compact D	III	1 台	备案号: 2022350322 00000050	/		住院楼 11 层 第一手术室

(三) 辐射安全管理情况

福建省仙游县总医院现有辐射工作场所的辐射防护设施运行工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

(1) 医院已成立辐射安全与放射防护管理委员会全面负责医院辐射安全及应急管理工作。医院已制订《DSA 操作规程》《仙游县总医院辐射工作人员及场所的监测方案》《仙游县总医院辐射工作人员培训管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《放射诊疗设备维护保养、维修制度》《个人防护用品使用与管理制度》等规章制度，并要求工作人员严格按照规章制度要求执行。

(2) 医院每年委托有资质的单位对医院辐射工作场所进行监测，监测结果表明，医院各辐射工作场所周围剂量当量率均符合相关标准要求。

(3) 医院辐射工作场所设置有电离辐射警告标志、工作状态指示灯和门灯联锁装置。

(4) 医院于每年 1 月 31 日前提交上一年度年度评估报告，2024 年年度评估报告已上

传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”进行备案。

(5) 医院各辐射工作场所均已配备铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品。

(6) 医院辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况：

①辐射工作人员培训：医院现有辐射工作人员49人，II类射线装置工作人员均参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习，并取得了考核合格证书；III类射线装置的使用人员已按照《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部 公告2021年第9号）的有关要求，自行组织了培训考核，考核成绩均合格，持证上岗。

②医院所有工作人员均配有人个人剂量计，接受剂量监测，建立个人剂量监测档案并存档，根据医院2024年第二季度至2025年第一季度年度个人剂量监测结果可知，医院辐射工作人员年有效剂量均低于5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准要求。

③医院辐射工作人员均已参加职业健康体检，建立健康体检档案。



图 1-1 项目地理位置图

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国家标准《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、教学等各种用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	数字平板减影血管造影机(DSA)	II类	1台	UNIQ FD20	125	1000	介入治疗	门诊医技楼二楼 DSA1 机房	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法律、法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，(2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，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二十四号，2018年12月29日起施行)；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起施行)；</p> <p>(4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》(国务院令第682号，2017年10月1日起实施)；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(中华人民共和国国务院令第709号，2019年修订)；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版，生态环境部部令第16号)；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部部令第20号)；</p> <p>(8) 《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，2011年5月1日起施行)；</p> <p>(9) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》(环办函〔2006〕629号，2006年9月28日印发)；</p> <p>(10) 《关于明确核技术利用辐射安全监督有关事项的通知》(中华人民共和国环境保护部，环办辐射函〔2016〕430号)；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》(国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月6日起实施)；</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，2024年2月1日起施行)；</p> <p>(13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发〔2006〕145号，2006年9月26日)；</p> <p>(14) 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(闽环保辐射〔2013〕10号)；</p> <p>(15) 《福建省生态环境保护条例》(福建省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022年5月1日施行)；</p> <p>(16) 《国家危险废物名录(2025年版)》，2025年1月1日起施行。</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) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(7) 《医用电气设备第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求-并联标准：诊断X射线设备的辐射防护》(GB9706.103-2020)；</p> <p>(8) 《医用血管造影X射线机专用技术条件》(YY/T 0740-2022)及其修改单；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
其他	<p>(1) 委托书；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社，2015年)；</p> <p>(3) 《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》(NCRP Report No. 147)；</p> <p>(4) 《辐射防护手册 第一分册(辐射源与屏蔽)》(李德平、潘自强主编)；</p> <p>(5) 《医用外照射源的辐射防护》(国际放射防护委员会第33号出版物)；</p> <p>(6) 现状监测报告；</p> <p>(7) 其他技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用II类射线装置，依据《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），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）。考虑到本项目的实际情况，本次项目评价范围为 DSA1 机房屏蔽墙体外周边 50m 范围。

7.2 保护目标

根据对本项目周围环境的现场踏勘和调查，本项目主要环境保护目标为西侧院内道路、北侧院内道路，DSA1 机房所在门诊医技楼 50m 范围内非本项目工作人员、患者及家属。本项目工作场所周边具体环境保护目标见下表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		相对方位	距离	规模	剂量限值
职业人员	操作人员	DSA1 机房西侧操作室	≥0.3m	2 人	5mSv/a
	介入人员	DSA1 机房内	--	2~3 人	
DSA 1 机房	公众人员 医院工作人员、病人、陪护人员以及医院院内道路流动人员	DSA1 机房上方登记大厅、处置室、治疗室、检查室、等候区	≥0.3m	约 50 人	0.1mSv/a
		DSA1 机房下方影像科大厅、影像污染间、值班室、护士长室、新风机房、更衣间、扣费登记处	≥0.3m	约 40 人	
		DSA1 机房南侧缓冲间、设备间	≥0.3m	3 人	
		DSA1 机房西南侧谈话室	≥0.3m	4 人	
		DSA1 机房东侧无菌物品室、污物通道	≥0.3m	3 人	
		DSA1 机房北侧弱电间、电梯间	≥0.3m	约 30 人	
		门诊医技楼内其他区域	≥0.3m	约 300 人	

7.3 评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

第 4.3.2.1 款 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当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B (标准的附录) 中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，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；

本项目取其四分之一即 5mSv/a 作为剂量约束值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众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；

本项目取十分之一 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

表 7-2 本项目人员年有效剂量约束值

人员类别	标准限值	剂量约束值
职业照射	连续5年的年平均有效剂量小于20mSv	5mSv/a
公众照射	年平均剂量估计值不应超过1mSv	0.1mSv/a

二、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

6. X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1. X 射线设备机房布局

6.1.1：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）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护和安全。

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 7-3 要求。

表 7-3 X 射线设备机房（照射室）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

b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

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 7-4 要求：

表 7-4 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

6.2.3: 机房的门和窗关闭时应满足表 7-4 的要求。

6.3: X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1: 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

6.4: X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2: 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3: 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6: 电动推拉门应设置防夹装置。

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。

6.5: 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 (见下表 7-5) 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助设施, 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 。

表 7-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配: 铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、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 环境质量与辐射现状

8.1 监测计划

1、项目地理和场所位置

本项目 DSA1 机房位于福建省莆田市仙游县鲤城街道清源东路 1999 号新院区门诊医技楼二楼，项目地理位置见图 1-1。为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，本次委托江西省地质局实验测试大队于 2025 年 7 月 8 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测。

2、监测内容与点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）并结合本项目的实际情况进行监测布点，本次监测主要针对拟建辐射工作场所及周边环境 γ 辐射剂量率。

3、监测仪器与规范

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器与监测规范表

仪器型号	FH40G 探头：FHZ672 E-10, F119
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
监测规范	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
监测单位	江西省地质局实验测试大队
监测时间	2025 年 7 月 8 日
校准单位	上海市计量测试技术研究院（华东国家计量测试中心）
校准证书编号	*****
校准日期	2025 年 06 月 30 日
量程范围	**nSv/h~** μ Sv/h
能量响应范围	**keV~**MeV

4、质量保证措施

- a 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- b 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c 监测仪器每年定期经计量部门校准，校准合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.2 辐射环境质量现状监测结果

江西省地质局实验测试大队于 2025 年 7 月 8 日对评价项目场址及周边区域的辐射环

境现状进行监测，监测条件见表 8-2，监测结果见表 8-3。

表 8-2 项目监测条件一览表

日期	温度	湿度	天气情况	采样频次
2025年7月8日	**°C	**%	晴	10次

表 8-3 项目周围环境 γ 辐射剂量率监测数据

序号	测点位置	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h) (平均值)	标准差	备注
1	拟建 DSA1 机房	**	**	室内监测点位
2	拟建 DSA1 机房东侧无菌物品室	**	**	
3	拟建 DSA1 机房东侧污物通道	**	**	
4	拟建 DSA1 机房南侧设备间	**	**	
5	拟建 DSA1 机房南侧缓冲间	**	**	
6	拟建 DSA1 机房西南侧谈话室	**	**	
7	拟建 DSA1 机房西侧操作室	**	**	
8	拟建 DSA1 机房北侧弱电间	**	**	
9	拟建 DSA1 机房上方登记大厅	**	**	
10	拟建 DSA1 机房上方检查室	**	**	
11	拟建 DSA1 机房上方治疗室	**	**	
12	拟建 DSA1 机房上方处置室	**	**	
13	拟建 DSA1 机房下方影像科大厅	**	**	
14	拟建 DSA1 机房下方更衣间	**	**	
15	拟建 DSA1 机房下方护士长室	**	**	
16	拟建 DSA1 机房下方扣费登记处	**	**	
17	门诊医技楼北侧院内道路	**	**	室外监测点位
18	门诊医技楼东侧院内道路	**	**	
19	门诊医技楼南侧院内道路	**	**	
20	门诊医技楼西侧院内道路	**	**	

注：(1) 测值根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 已扣除仪器对宇宙射线的响应值。(2) 现场监测时，仪器探头朝下，距地 1m。

本项目表 8-3 所列监测数据已根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 第 5.5 条扣除仪器对宇宙射线的响应值，环境 γ 辐射剂量率测量结果按下式计算：

$$\dot{D}_{\gamma} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times \dot{D}_c$$

式中： \dot{D}_{γ} -测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 -仪器检定/校准因子；

k_2 -仪器检验源效率因子；

R_{γ} -仪器测量读数均值，Gy/h；

k_3 -建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子；

\dot{D}_c -测点处宇宙射线响应值，依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）附录 D 节进行修正”。

根据表 8-3，本项目周边室内环境的 γ 辐射剂量率在**~**nGy/h 之间，周边外环境 γ 辐射剂量率在**~**nGy/h 之间，处于福建省室内、室外辐射环境本底范围值内（注：福建省室内辐射环境本底范围值 70.9 ~ 357.1nGy/h，室外辐射环境本底范围值 39.4 ~ 399.1nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）第 391~392 页）。

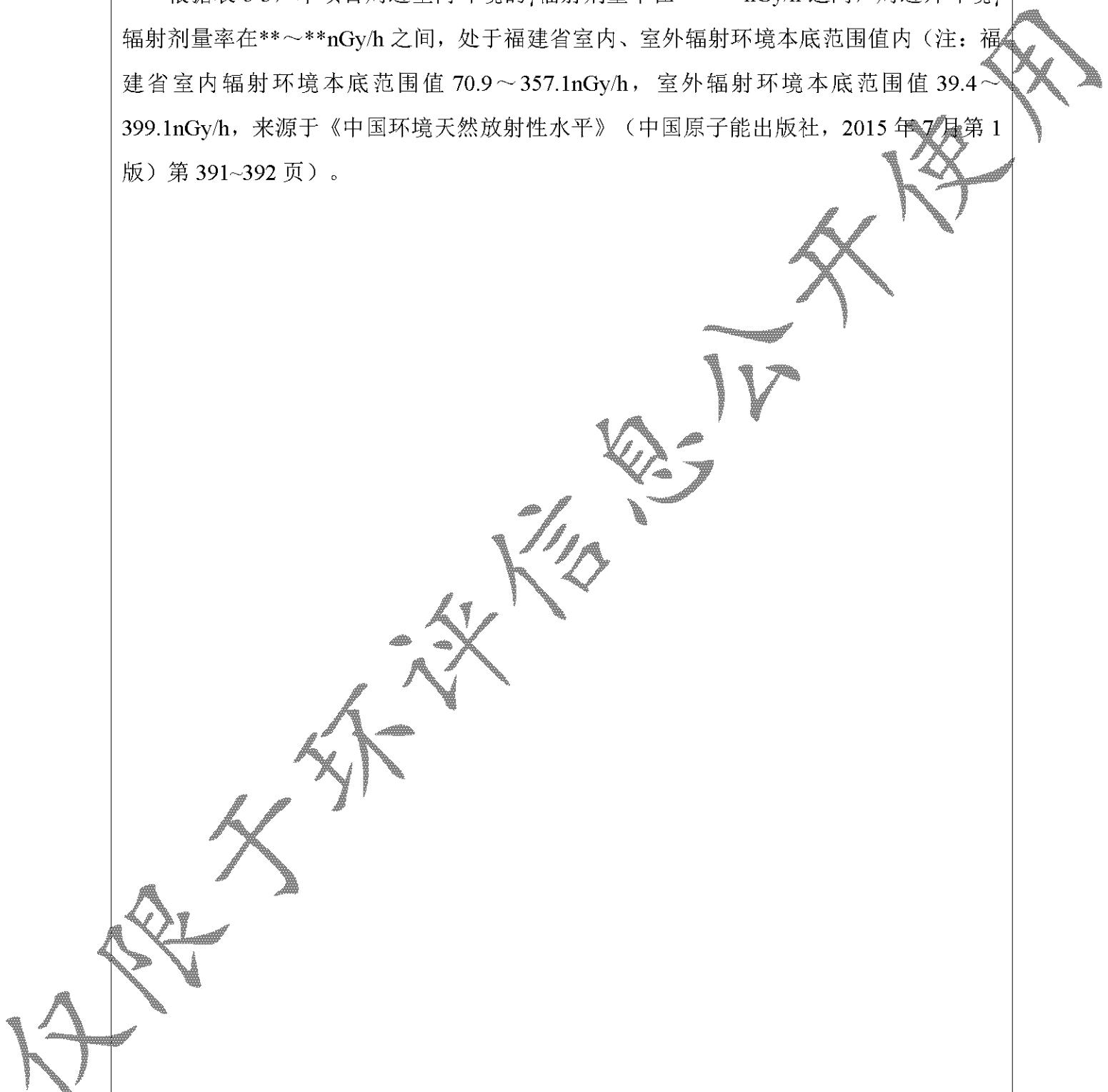


表9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

(一) 工作原理

DSA是利用X射线进行放射诊断的设备，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，详见图9-1。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，灯丝通电加热产生电子，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。

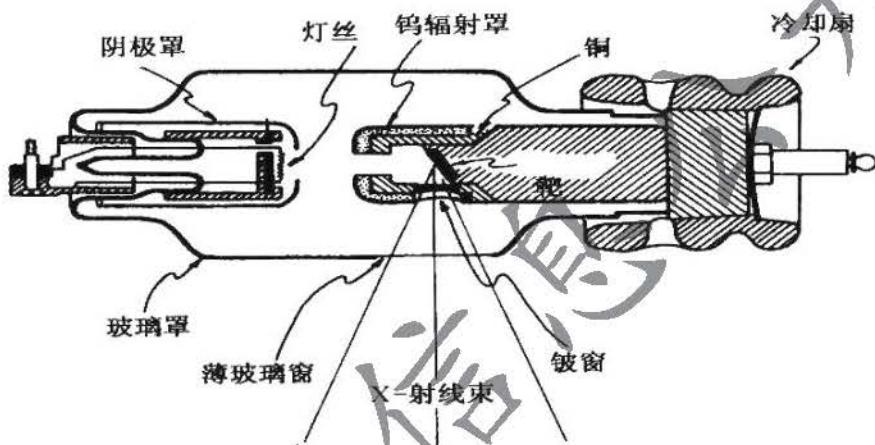


图9-1 X射线管结构及原理

数字平板减影血管造影机(DSA)是利用X射线技术和造影剂，清晰显示血管影像，并通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号，两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。主要用于心脏、脑血管、外周血管的造影诊断及介入治疗，是心血管造影诊断及介入治疗的专用血管造影机。

(二) 设备组成

DSA主要由机架、导管床、高压发生器、X线球管、影像增强器、摄像系统、影像数字处理系统、图像显示和外部数据存储等部分组成。

(三) 操作流程

介入放射手术的主要工作流程如下：

- ①根据预约接诊患者，医护人员做好手术前洁净准备，并穿戴好防护用品；
- ②根据患者检查部位，选择合适的曝光条件进行影像采集；
- ③医生在透视条件下插入导管，注入造影剂进行检查或进行介入治疗；
- ④注入造影剂后需再次进行影像采集，影像采集或介入治疗完成后由工作人员协助患者离开检查室。

DSA在进行曝光时分为两种情况：第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况，医生需进行手术治疗时，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，此时操作医师在曝光室内位于铅橡胶帘后身着铅围裙、铅围脖、介入防护手套等防护用品对病人进行直接的手术操作。

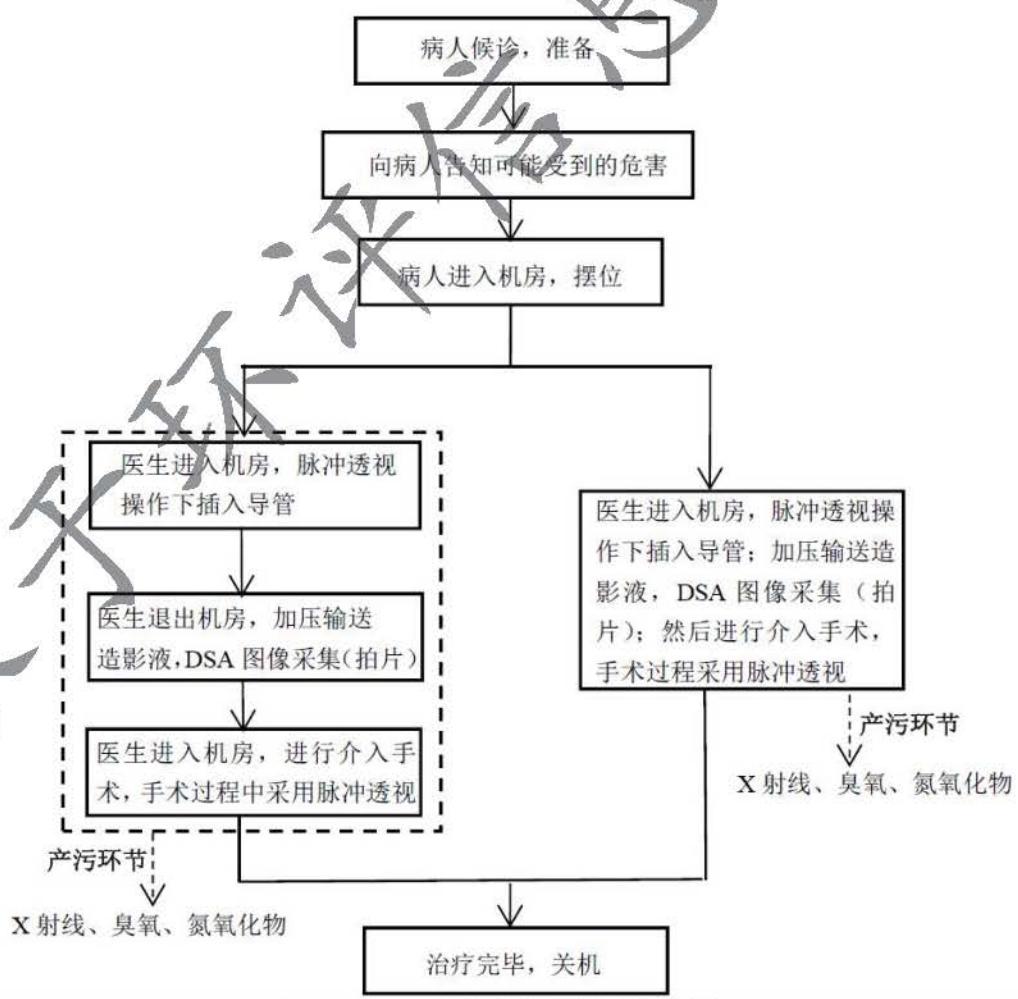


图 9-2 DSA 工作流程图及产污环节

(四) 劳动定员及工作制度

医院拟配备**名辐射工作人员，均依托老院区现有**名DSA辐射工作人员，DSA1机房控制室配备**名技师，**名护士和**名介入医生。本项目介入手术人员需进行同室操作，分*组轮换。医院预估项目建成后，DSA年手术量约为**台，本项目DSA每周工作*天，年工作**天（按年工作**周考虑），每台手术摄影时间**min，透视时间**min。本项目辐射工作人员工作负荷见表9-1。

表9-1 本项目辐射工作人员工作负荷

人员类型	工作状态	每台手术最长曝光时间	年最大手术量/拍片量	年最大曝光时间
DSA	每组介入医生、 护士	**min	**台	**h
		**min		**h
	技师	**min	**台	**h
		**min		**h

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期的污染源项

本项目机房建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，主要是拟建机房施工时产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等环境影响。

(一) 废气

本项目的环境空气影响主要是扬尘，主要由防护涂料粉刷等施工活动产生。本项目的工程量小，产生的扬尘量很小。

(二) 噪声

本项目产生噪声来源主要是装修电钻作业、设备安装等。噪声值一般在65~105dB(A)之间，施工场地的噪声对周围环境有一定的影响，但随着施工的结束而结束。

(三) 废水

施工期污水主要来自两个方面：一是施工废水，二是施工人员的生活污水。本项目施工期约为*个月，本项目建设内容所需施工人员约**人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水**L计算，则施工期总用水量约为**t (**t/d)，污水排放量按用水量的90%计算，则生活污水总排放量约**t。

(四) 固体废物

本项目固体废物主要为：生活垃圾、施工垃圾等。本项目建设内容所需施工人员约**人，生活垃圾量按**kg/人·d 计算，则施工期内每天产生生活垃圾约**kg/d，则施工期总生活垃圾约为**kg。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部门

每日及时统一清运、处置。

9.2.2 运行期的污染源项

本项目 DSA 属于 X 射线装置,为采用 X 射线进行放射诊断的设备,X 射线是随 DSA 的开机、关机而产生和消失。其主要放射性污染途径为 X 射线对公众及辐射工作人员的外照射。项目运行期没有放射性的废气、废水和固体废弃物产生。

(一) 正常工况

①外照射源的强度

本项目 DSA 机最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA, 参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 第 5.8.3 节要求, 介入放射学、近台同室操作用 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 表 E.4 典型成年受检者 X 射线透视的诊断参考水平: “有影像增强器并有自动亮度控制系统的 X 射线设备(介入放射学中使用)入射体表剂量率 100mGy/min”, 假设焦皮距为 20cm 情况下, 透射模式下距靶 1m 处的空气比释动能率为** $\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

摄影工况采用脉冲模式: 根据《辐射防护导论》(方杰)(第 69 页)可知, 距离靶点 1m 处的最大剂量率与射线装置的管电流成正比。根据建设单位提供资料, 摄影工况下管电流约为透视工况的 50 倍, 因此离靶 1 米处的空气比释动能率为** $\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

②X 射线

根据 DSA 的工作原理可知, X 射线是随 DSA 的开机、关机而产生和消失。只有在开机并出线的状态时, 才会有 X 射线的产生, 不产生放射性气体、废水及废物。因此在开机曝光期间, X 射线是该项目的主要污染因子。

③其他非放射性污染源

X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体, 但由于本项目 DSA 工作时的管电压、管电流较小, 因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

(二) 事故工况

①当警示灯、门灯联锁损坏时, 公众、检查管理人员或检修维护人员在 DSA 开机状态下误入机房, 致使人员受到额外的 X 射线照射。

②DSA 在铅玻璃老化和铅门破损未及时维修情况下, 给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的 X 射线照射。

③因违章操作，控制室操作人员在病人及医护人员未撤离机房时进行曝光，给病人及医护人员造成额外的 X 射线照射。

④进行 DSA 介入手术的医护人员未穿戴铅围裙、铅围脖、介入防护手套等个人防护用品而受到不必要的 X 射线照射；没有为患者穿戴个人防护用品而受到不必要的 X 射线照射。

本次评价项目中使用的 DSA 为数字化显影设备，不会产生废显影水、定影水，因此不存在污水污染的问题。



表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

一、工作场所布局

本项目拟建DSA1机房建设地点位于莆田市仙游县鲤城街道清源东路1999号新院区门诊医技楼二楼。医院规划和设计时充分考虑了项目特点和本项目DSA机对周围环境可能存在的影响，有利于辐射防护和环境保护。

DSA1机房东侧为无菌物品室、污物通道，南侧为缓冲间、设备间，西侧为操作室，西南侧为谈话室，北侧为弱电间、电梯间，上方为登记大厅、处置室、治疗室、检查室和等候区，下方为影像科大厅、影像清洗间、值班室、护士长室、新风机房、更衣间和扣费登记处。本项目DSA1机房区域各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，项目选址合理。DSA1机房有效使用面积为 $**\text{m}^2$ ，最小单边为 $**\text{m}$ ，机房设有观察窗，布局符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等标准规定。

二、控制区和监督区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，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，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：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。

监督区：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。

根据分区原则，本项目辐射工作场所分区情况如下：把DSA1机房划为控制区，设备间、缓冲间、谈话室、操作室、污物通道、无菌物品室、弱电间及电梯间等相邻区域划为监督区，实行分区管理，避免人员误闯入或误照。

三、辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的有关设计资料，本项目DSA1机房采取了符合标准的辐射防护措施，充分考虑邻室（含楼上楼下）及周围场所的人员防护和安全。DSA1机房拟采取的辐射防护措施情况见下表 10-1，拟配备的防护用品见下表 10-2。

表 10-1 DSA1 机房辐射防护措施情况一览表

项目		辐射防护情况
DSA1 机房	四周墙体	**mm 实心砖, 加**mmPb 防护涂料层, 约**mmPb
	顶棚	**cm 混凝土, 加**mmPb 防护涂料层, 约**mmPb
	地板	**cm 混凝土, 加**mmPb 防护涂料层, 约**mmPb
	防护门	**mmPb
	观察窗	**mmPb 当量
	机房大小	机房有效使用面积为**m ² (**m×**m)

注：混凝土密度不低于 2.35g/cm³, 实心砖密度不低于 1.65g/cm³, 铅密度不低于 11.3g/cm³。

表 10-2 本项目 DSA 配备防护用品一览表

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 标准要求				防护用品配备情况	评价
工作人员		受检者			
个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施		
铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套；	铅悬挂防护屏、床侧防护帘	铅橡胶围裙、 铅橡胶颈套		①医院 DSA 设备自带铅悬挂防护屏 (0.5mmPb)、床侧防护帘 (0.5mmPb)。 ②医院已为本项目工作人员配备 * 件铅橡胶颈套 (0.5mmPb)、* 件铅橡胶围裙 (0.5mmPb)、* 副铅防护眼镜 (0.5mmPb)、* 副介入手套 (0.025mmPb)。 ③医院已为本项目受检者配备 * 件成人款铅橡胶颈套 (0.5mmPb)、* 件成人款铅橡胶围裙 (0.5mmPb)、* 件儿童款铅橡胶颈套 (0.5mmPb)、* 件儿童款铅橡胶围裙 (0.5mmPb)。	符合要求

四、工作场所辐射安全和防护措施分析

为保障 DSA 的安全运行, 避免在开机期间人员误留或误入 DSA 机房内而发生误照射事故, 以及对工作人员和受检者的辐射防护, 本项目拟建 DSA 机房设计有相应的辐射安全装置和保护措施, 主要有:

(1) DSA1 机房防护门上方设置工作状态指示灯, 并在灯箱处设置“射线有害, 灯亮勿入”等警示语句, 入口显著位置张贴电离辐射警告标志。工作状态指示灯与防护门联锁, 防护门关闭的情况下, 工作状态指示灯才亮。

(2) 本项目无菌物品室防护门和污物通道防护门为平开防护门, 拟为平开防护门设置自动闭门装置。本项目缓冲间防护门和操作室防护门为电动推拉门, 电动推拉门拟设置防夹装置, 建设单位已制订操作规程, 工作人员应确认防护门是否关闭, 当防护门关闭时,

才可以进行曝光。

(3) 本项目 DSA1 机房内床旁控制台及控制室内各设置 1 个急停开关按钮，在出现紧急情况下，按下急停按钮，可以切断设备电源，X 射线停止出束。

(4) 本项目 DSA1 机房设置对讲装置，方便工作人员实时关注机房情况并与病人交流。

(5) 本项目 DSA1 机房设置观察窗，在控制室内可以观察到 DSA1 机房内的情况，当发生意外情况（有人误入或滞留）时，控制室内操作人员可以及时发现并采取应急措施。

(6) 为改善 DSA1 机房内空气质量，本项目拟于 DSA1 机房上方设置排气扇作为排风装置，排风管道经吊顶接到室外。

(7) 医院为所有辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，同时建立个人剂量档案；定期安排人员参加职业健康体检，并建立个人职业健康档案。

五、介入医生及护士的管理措施

本项目 DSA 投入使用后，医院将加强介入手术中医生和护士的防护设施佩戴管理，从事介入手术的医生和护士将严格执行穿戴铅围裙、铅围脖和防护眼镜等个人防护用具以降低 X 射线的外照射。另外项目开展后，医院的介入手术操作医护需佩戴两个个人剂量计，一个佩戴在铅围裙里面，另外一个佩戴在铅围裙外面衣领上，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。

DSA 介入手术需要工作人员近距离同室操作，其受照剂量大小与设备曝光时间、患者病情状况等均密切相关，同时也与手术操作人员的工作习惯、技术水平有关。因此，医院在 DSA 项目运行过程中还应严格落实以下要求：

A) 介入医生和护士的防护要求

① 本项目工作人员均已参加辐射安全与防护培训并通过考核，将定期参加复训。如有新增介入医生和护士应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习，并报名现场考试，取得考核合格证书后方能上岗；

② 结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；

③ 必须佩戴 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴于铅围裙内，1 枚佩戴于铅围裙外衣领上，并且将内、外剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），防止内、外剂量计反戴的情况发生；

④严格开展介入手术医生的个人剂量监测，发现问题及时调查、整改。

B) 介入治疗时的防护要求

①时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间，特别避免未操作时仍踩脚闸；

②缩小照射野：在满足影像采集质量和诊疗需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；

③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜或铅面罩。处于生育年龄者还可加穿铅三角裤；使用床下铅帘及悬吊铅帘。

六、辐射防护措施符合性分析

为分析本项目 DSA1 机房的辐射防护性能，根据医院提供的设计资料，将 DSA1 机房的主要辐射防护措施列表分析，并与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 DSA1 机房的辐射防护设施的技术要求对照，具体见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA1 机房辐射防护措施符合性分析表

设备名称	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 要求	本项目方案	符合情况
DSA	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。	本项目 DSA 机有用线束朝上照射，避免直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	符合
	6.1.5: 单管头 X 射线机（含 C 形臂，乳腺 CBCT）：机房内最小有效使用面积 20m ² ，机房内最小单边长度 3.5m。	本项目 DSA1 机房有效使用面积为**m ² (**m×**m)，最小单边长为**m。	符合
	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（C 形臂 X 射线设备机房，有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用线束方向铅当量 2mmPb）。	DSA1 机房四周墙体为**mm 实心砖墙体 +**mmPb 当量（约**mmPb），顶棚为 **cm 混凝土+**mm 铅板（约**mmPb）；地板为**cm 混凝土+**mmPb 当量防护涂料层（约**mmPb），防护门为内衬 **mmPb 铅板；观察窗为**mmPb。	符合
	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。	本项目 DSA1 机房拟设观察窗，其设置的位置能观察到受检者状态及防护门开闭情况。	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。	建设单位已制定相关规章制度规定机房内不允许堆放与本项目无关的杂物。	符合
	6.4.3: 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目 DSA1 机房拟设置动力通风装置，保障机房具备良好的通风。	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；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	本项目 DSA1 机房防护门外拟设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯，灯箱处设置有“射线有害、灯亮勿入”警示语句；缓冲区墙壁拟张贴放射防护注意事项。	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。	本项目 DSA1 机房无菌物品室防护门和污物通道防护门为平开防护门，平开防护门拟设置自动闭门装置；缓冲间和操作室为推拉式机房门，拟设置曝光时自动关闭机房门的功能。工作状态指示灯能与机房各防护门有效关联。	符合
	6.4.6: 电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目 DSA1 机房缓冲间防护门和操作室防护门为电动推拉门，拟设防夹装置。	符合

10.2 三废的治理

本次评价的数字平板减影血管造影机（DSA）属于利用X射线进行介入诊疗和摄影诊断的医用设备，只有在DSA开机的状态下才产生X射线，本项目无放射性废气、废水和放射性固体废弃物产生。

(一) 废气

DSA运行时产生的少量氮氧化物和臭氧，通过DSA机房内设置的通风系统进行通风换气，工作时均开启，防止DSA机房内空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积，故产生的少量氮氧化物和臭氧对周围环境空气质量和辐射工作人员影响极小。

(二) 固体废物

①DSA达到设备使用年限或阴极射线管损坏进行更换时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（代码：900-044-49），应委托有资质单位处置。拆除X射线管的DSA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。

②在进行介入手术过程中会产生纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物，医疗废物收集后转移至医院医疗垃圾暂存间，由医院统一委托有资质单位处置。

(三) 废水

本项目DSA为数字化显影设备，无洗片废水、废定（显）影液。本项目DSA正常运行时，如能落实本次环评提出的污染治理措施，即DSA机房安装通风设施和废旧阴极射线管委托有资质单位进行处理，则本项目DSA正常运行时产生的三废对周围环境基本无影响。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境影响

本项目建设地点位于莆田市仙游县鲤城街道清源东路1999号门诊医技楼一层，福建省仙游县总医院于2018年4月编制完成了主体工程环境影响报告书，并取得了原仙游县环境保护局的批复文件（仙环保许可准字〔2018〕3号），该项目目前正在建设中。

(一) 施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行的粉刷防护涂料、电气安装、铅门安装等作业，各种施工将产生少量扬尘，另外材料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。

针对上述扬尘污染采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、施工场地应进行围挡，设置洒水装置，车辆在运输材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(二) 施工期噪声环境影响分析

机房装修电钻作业、设备安装等施工时产生间歇性噪声和振动，最大噪声级可达105dB，对项目周边人员有一定的影响。

为了降低施工噪声对周围环境的影响，施工时应文明施工，合理安排施工时间，午间和夜间休息时间禁止施工；同时应选择噪声级尽可能低的施工机械进行施工，对施工机械采取消声降噪措施，施工场所应采取消声减震措施，避免对项目周边人员产生影响。

(三) 施工期固体废物环境影响分析

项目施工期间固废主要为建筑垃圾、施工废物料及施工人员生活垃圾。对项目施工期间产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至建筑垃圾定点收集处，统一交由有资质的渣土运输单位处置。建设单位应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。

本项目建设内容所需施工人员约**人，生活垃圾量按**kg/人·d计算，则施工期内每天产生生活垃圾约**kg/d。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部门每日及时统一清运、处置。

(四) 施工期废水环境影响分析

施工期废水主要有施工过程中产生的含泥浆建筑废水及施工人员生活污水。

项目施工期间，混凝土搅拌、砌墙等工序将产生少量含有泥浆的施工废水，这类废水

产生量较小，经蒸发或沉淀处理后回用于施工区域用水，不外排，对项目周边水环境无影响。

本项目建设内容所需施工人员约**人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水**L计算，则施工期总用水量约为**t (**t/d)，污水排放量按用水量的**%计算，则生活污水总排放量约**t。生活污水经收集后纳入院区污水处理站统一处理，外排废水符合相关要求后经市政污水管排入仙游县污水处理厂处理。

本项目建设期间不涉及射线装置的使用，不会对周边环境产生电离辐射影响。但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

本项目DSA1机房建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工人员较少，施工期约为1个月，施工涉及的区域面积较小，施工期间以墙体建设和设备安装噪声为主，同时伴有少量扬尘、固体废物和废水产生。本项目施工期间产生的扬尘、噪声、固体废物、废水造成的影响均仅限于医院范围内，对医院周边环境基本不会造成影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA机房周围辐射环境影响分析

本项目DSA运行期对环境的影响主要是在介入诊疗和摄影拍片时产生的X射线对职业工作人员及公众人员的外照射，为分析本项目DSA的辐射环境影响，根据医院提供的相关参数及设计方案，对本项目DSA运行后辐射环境影响进行理论计算和类比分析。

一、DSA机房周围剂量当量率理论计算

(一) 关注点的选取

根据建设单位提供的布局设计，DSA设备出束时球管水平活动范围即为患者所在治疗床的范围。本项目DSA理论计算时以DSA设备球管作为辐射源点。

根据场所布局情况，本次评价选取机房东墙外30cm处（A点，无菌物品室）、机房南墙外30cm处（B点，缓冲间）、机房西墙外30cm处（C点，操作室）、机房北墙外30cm处（D点，电梯间）、东侧防护门外30cm处（E点，无菌物品室）、东侧防护门外30cm处（F点，污物通道）、南侧电动防护门外30cm处（G点，缓冲间）、西侧电动防护门外30cm处（H点）、操作室观察窗外30cm处（I点）、地板下方距地面170cm处（J点）、顶棚上方距地面100cm处（K点）。

(二) 预测模式

根据典型数字减影血管造影设备工作原理，设备图像增强器对X射线主束有防护作用。

根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》(NCRP Report No. 147)第4.1.6节指出,DSA防护设计不需要考虑主束照射。因此,评价考虑泄漏辐射和散射辐射造成的辐射影响。

(1) 泄漏辐射

泄漏辐射预测模式,参考李德平、潘自强主编《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)中给出的公式。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。

$$H_L = \frac{H_{0L} \cdot B}{d^2} \quad \text{式 (11-1)}$$

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad \text{式 (11-2)}$$

式中:

H_L -关注区域泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

H_{0L} -距焦点1m处剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

d -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。

根据公式(11-1)和(11-2),本项目各关注点泄漏辐射剂量率见表11-1。

表11-1 关注点处泄漏辐射剂量率计算结果

机房	关注点	距焦点1m 处剂量率 H_{0L} ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	X	d (m)	α	β	γ	B	H_L ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
A 机 房	A点	**mmPb	**	**	**	**	**	**	**
	B点	**mmPb	**					**	**
	C点	**mmPb	**					**	**
	D点	**mmPb	**					**	**
	E点	**mmPb	**					**	**
	F点	**mmPb	**					**	**
	G点	**mmPb	**					**	**
	H点	**mmPb	**					**	**
	I点	**mmPb	**					**	**
	J点	**mmPb	**					**	**
	K点	**mmPb	**					**	**

注：① α 、 β 、 γ 取《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）表 C.2 中 125kV（主束）。

（2）散射辐射

对于病人体表的散射X射线可以用反照率法估计。散射剂量率采用李德平、潘自强主编《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页给出的公式计算：

$$H_s = \frac{H_{0s} \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots \dots \dots \text{式 (11-3)}$$

式中： H_s —散射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

H_{0s} —距焦点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ；

α —受照射物体对入射X射线的散射比；

S —散射面积， cm^2 ；

d_0 —X射线机与受照体的距离，m；

d_s —受照体与关注点的距离，m。

其他参数所代表意义同上。

透视模式：参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 5.8.3 节要求，介入放射学、近台同室操作用 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 E.4 典型成年受检者 X 射线透视的诊断参考水平：“有影像增强器并有自动亮度控制系统的 X 射线设备（介入放射学中使用）入射体表剂量率** mGy/min ”，假设焦皮距为 20cm 情况下，透射模式下距靶 1m 处的空气比释动能率为** $\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

摄影模式：根据《辐射防护导论》（方杰）（第69页）可知，距离靶点1m处的最大剂量率与射线装置的管电流成正比。根据建设单位提供资料，摄影工况下管电流约为透视工况的50倍，摄影模式下距X射线源1m处的空气比释动能率为** $\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

根据公式（11-2）、（11-3），本项目各关注点散射辐射剂量率见表 11-2。

表 11-2 关注点处散射辐射剂量率计算结果

关注区域	H_{0S} ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	S (cm^2)	d_0 (m)	$d_s(m)$	α	β	γ	B	H_s ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
透视模式	A点	**	**	**	**	**	**	**	**
	B点		**	**	**	**	**	**	**
	C点		**	**	**	**	**	**	**
	D点		**	**	**	**	**	**	**
	E点		**	**	**	**	**	**	**
	F点		**	**	**	**	**	**	**
	G点		**	**	**	**	**	**	**
	H点		**	**	**	**	**	**	**
	I点		**	**	**	**	**	**	**
	J点		**	**	**	**	**	**	**
	K点		**	**	**	**	**	**	**
摄影模式	A点	**	**	**	**	**	**	**	**
	B点		**	**	**	**	**	**	**
	C点		**	**	**	**	**	**	**
	D点		**	**	**	**	**	**	**
	E点		**	**	**	**	**	**	**
	F点		**	**	**	**	**	**	**
	G点		**	**	**	**	**	**	**
	H点		**	**	**	**	**	**	**
	I点		**	**	**	**	**	**	**
	J点		**	**	**	**	**	**	**
	K点		**	**	**	**	**	**	**

注：① α 、 β 、 γ 取《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）表C.2中125kV（散射）。

（三）本项目DSA机房各关注点总辐射剂量率

根据表11-1和表11-2，本项目DSA机房各关注点总辐射剂量率见表11-3。

表 11-3 本项目 DSA 机房各关注点总辐射剂量率

工作模式	关注区域描述		泄漏剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	散射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
透视模式	A点	东墙外30cm (无菌物品室)	**	**	**
	B点	南墙外30cm (缓冲间)	**	**	**
	C点	西墙外30cm (操作室)	**	**	**
	D点	北墙外30cm (电梯间)	**	**	**
	E点	东侧防护门外30cm处 (无菌物品室)	**	**	**
	F点	东侧防护门外30cm处 (污物通道)	**	**	**
	G点	南侧电动防护门外30cm处 (缓冲间)	**	**	**
	H点	西侧电动防护门外30cm处 (操作室)	**	**	**
	I点	操作室观察窗外30cm处	**	**	**
	J点	地板下方距地面170cm处	**	**	**
摄影模式	A点	东墙外30cm (无菌物品室)	**	**	**
	B点	南墙外30cm (缓冲间)	**	**	**
	C点	西墙外30cm (操作室)	**	**	**
	D点	北墙外30cm (电梯间)	**	**	**
	E点	东侧防护门外30cm处 (无菌物品室)	**	**	**
	F点	东侧防护门外30cm处 (污物通道)	**	**	**
	G点	南侧电动防护门外30cm处 (缓冲间)	**	**	**
	H点	西侧电动防护门外30cm处 (操作室)	**	**	**
	I点	操作室观察窗外30cm处	**	**	**
	J点	地板下方距地面170cm处	**	**	**
	K点	顶棚上方距地面100cm处	**	**	**

根据表 11-3, 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 ** $\mu\text{Sv/h}$, 均满足《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, 机房周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

二、类比分析

本项目类比对象选择江西省人民医院医疗综合楼四楼 DSA 检查室 8 的 DSA 监测数据进行分析评价。

①类比可行性分析

本次拟建的 DSA 与类比 DSA 技术参数、防护措施对比一览表见表 11-4。

表 11-4 DSA 技术参数、防护措施类比条件一览表

项目	本项目	类比项目	备注
型号	UNIQ FD20	ARTIS icono biplane 型	/
最大管电压、管电流	125kV, 1000mA	125kV, 1000mA	相同
四周屏蔽墙	**mm 实心砖墙体，涂覆 **mmPb 当量防护涂料层（约 **mmPb）	四周墙体均为 24cm 实心砖墙+1mmPb 钡水泥（约 3.2mmPb 当量）	优于类比项目
防护门铅当量	**mmPb	3.0mmPb	优于类比项目
顶棚	**cm 混凝土+**mmPb 当量防护涂料层 (**mmPb)	150mm 混凝土层 +1mmPb 硫酸钡涂料（约 2.9mmPb）	优于类比项目
地板	**cm 混凝土+**mmPb 当量防护涂料层 (**mmPb)	150mm 混凝土层 +1mmPb 硫酸钡涂料（约 2.9mmPb）	优于类比项目
观察窗铅当量	**mmPb	3.0mmPb	优于类比项目
机房有效使用面积	**m ² (**m×**m)	43.2m ² (7.65m×5.65m)	优于类比项目

由表 11-4 可知，本项目 DSA 的最大管电压、最大管电流与类比项目相同，其余的四周屏蔽墙、防护门、观察窗铅当量、顶棚、地板和机房有效使用面积和其余屏蔽措施均优于类比项目。综上所述，类比条件充分。

②类比监测结果

本项目类比监测结果见下表 11-5。

表 11-5 DSA 机房及周边环境辐射水平类比监测结果表

检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率(μSv/h)
#1	操作位处	**
#2	观察窗上外 30cm 处	**
#3	观察窗下外 30cm 处	**
#4	观察窗外 30cm 处	**
#5	观察窗左外 30cm 处	**
#6	观察窗右外 30cm 处	**
#7	控制室防护门上外 30cm 处	**
#8	控制室防护门下外 30cm 处	**
#9	控制室防护门外 30cm 处	**
#10	控制室防护门左外 30cm 处	**
#11	控制室防护门右外 30cm 处	**

#12	机房防护门 1 上外 30cm 处	**
#13	机房防护门 1 下外 30cm 处	**
#14	机房防护门 1 中外 30cm 处	**
#15	机房防护门 1 左外 30cm 处	**
#16	机房防护门 1 右外 30cm 处	**
#17	机房防护门 2 上外 30cm 处	**
#18	机房防护门 2 下外 30cm 处	**
#19	机房防护门 2 中外 30cm 处	**
#20	机房防护门 2 左外 30cm 处	**
#21	机房防护门 2 右外 30cm 处	**
#22	机房东墙外 30cm 处	**
#23	机房南墙外 30cm 处	**
#24	机房西墙外 30cm 处	**
#25	机房北墙外 30cm 处	**
#26	机房楼上距地 100cm 处	**
#27	机房楼下距地 170cm 处	**
#28	线孔	**

注：①以上所有检测点位的检测条件：124kV，262mA；

②本底值：** $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；上表所有数值均未扣除本底。

由表 11-5 类比监测结果可知，类比 DSA 在正常使用情况下，机房屏蔽体外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量率在 **~** $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 之间，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求，检测结果可见机房四周剂量率均处于较低水平，说明机房屏蔽效果良好。

本项目 DSA 管电压、电流与类比项目相同，机房的屏蔽措施皆优于类比项目，机房面积大于类比对象，故可预测本项目 DSA 正常运行后周围各关注点辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，机房周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的标准要求。

11.2.2 职业工作人员和公众年有效剂量评价

(1) 介入医护人员

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）中“按 5.3.3 条佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用式（11-4）估算有效剂量”。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \dots \text{式 (11-4)}$$

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；

H_u —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 Hp(10)，单位为毫希沃特（mSv）；

β —系数；

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 Hp(10)，单位为毫希沃特（mSv）。

根据医院提供的资料，本项目使用的 DSA 机属于非直接荧光屏透视设备。根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76—2020）中“表 B.1X 射线透视设备通用检测项目与技术要求”的要求，非直接荧光屏透视设备在验收检测、状态检测、稳定性检测（六个月一次）等均要求透视防护区检测平面上周围剂量当量率 $\leq**\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。该检测条件是：使用 30cm×30cm×20cm 标准水模模拟人体，设备和配备的防护设施呈正常使用时的摆放状态，照射方式选择自动亮度控制条件。透视防护区检测平面上周围剂量当量率 $\leq**\mu\text{Sv}/\text{h}$ 属于设备性能强制性要求，且检测工况及检测条件与正常使用时一致。因此综上所述可保守使用该 $**\mu\text{Sv}/\text{h}$ 剂量率值来代表透视状态下室内工作人员操作区域最大剂量率值（未使用铅服屏蔽）。

根据标准要求的防护用品配置方案，工作人员穿戴的个人躯干防护用品（铅橡胶围裙和铅橡胶颈套）0.5mmPb，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中的方法计算同室操作的术者位剂量，DSA 透视时同室操作的术者位取 125kV 主束时参数，125kV 主束时，0.5mmPb 透射因子为**。125kV 主束时， $**\mu\text{Sv}/\text{h}$ 剂量率经 0.5mmPb 铅服屏蔽后降为 $**\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。介入医生和护士受照剂量估算及计算参数见表 11-6。

表 11-6 介入医生和护士最大附加年有效剂量估算表

工作 人员	项目	剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	单人手 术台数 (台)	单台手 术时间 (min)	年工作 时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
每组介 入医生 护士	同室（铅橡胶防护衣内）	**	**	**	**	**
	同室（铅橡胶防护衣外）	**		**	**	**
	隔室（DSA 出束）	**		**	**	**

注：在摄影模式下介入医生和护士位于操作间内，保守采用西侧电动防护门外 30cm 处剂量率进行计算。

（2）控制室操作人员

隔室操作人员个人年有效剂量当量计算模式如下：

$$H_\gamma = D_\gamma \times T \times 10^{-3} \dots \dots \dots \text{式 (11-5)}$$

式中： H_γ — γ 辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D_γ —X- γ 辐射剂量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

T—年工作时间, h。

DSA 控制室操作人员的附加年有效剂量采用表 11-3 理论计算辐射剂量率进行年有效剂量估算。根据式 11-4, 则本项目控制室操作人员最大附加年有效剂量估算结果见表 11-7。

表11-7 控制室操作人员最大附加年有效剂量估算表

项目	工作人员		附加辐射剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年停留时间(h)	最大附加年有效剂量(mSv/a)
DSA 机房	控制室	摄影	**	**	**
	操作人员	透视	**	**	**

综上所述, 根据表11-6和表11-7职业人员年有效剂量估算结果, 可以预测本项目DSA正常运行时对工作人员职业照射的最大附加年有效剂量值为**mSv/a, 本项目职业人员受到的年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求, 也低于本报告提出的剂量约束值(职业人员5mSv/a)。

(3) 公众人员年有效剂量

DSA 机房周围公众人员的附加年有效剂量采用表 11-3 理论计算辐射剂量率进行年有效剂量估算。参照《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020), 东侧无菌物品室、污物通道居留因子取**; 南侧为缓冲间居留因子取**, 北侧弱电间、电梯间居留因子取**; 楼上为登记大厅、处置室、治疗室、检查室和等候区居留因子取**; 楼下影像科大厅、影像清洗间、值班室、护士长室、新风机房、更衣间和扣费登记处取**。根据式 11-5, 则本项目周围公众人员最大附加年有效剂量估算结果分别见表 11-8。

表11-8 公众人员最大附加年有效剂量估算表

项目	公众人员		$\cdot H$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	t (h)	T	H (mSv/a)	
DSA 机房	无菌物品室、污物通道人员	透视	**	**	**	**	**
		摄影	**	**		**	
	缓冲间人员	透视	**	**	**	**	**
		摄影	**	**		**	
	弱电间、电梯间人员	透视	**	**	**	**	**
		摄影	**	**		**	
	谈话间人员	透视	**	**	**	**	**
		摄影	**	**		**	
	登记大厅、处置室、治疗室、 检查室和等候区人员	透视	**	**	**	**	**
		摄影	**	**		**	
	影像科大厅、影像清洗间、值 班室、护士长室、新风机房、 更衣间和扣费登记处人员	透视	**	**	**	**	**
		摄影	**	**		**	

根据表11-8公众人员最大附加年有效剂量估算结果，公众年附加有效剂量最大为**mSv/a。本项目公众人员受到的年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求，也低于本报告提出的剂量约束值(公众人员0.1mSv/a)。

11.3 事故影响分析

按照原《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》(闽环保辐射[2013]10号)要求，医院已编制《辐射事故(件)应急预案》。

(一) DSA机可能发生的辐射事故

本项目DSA属于X射线装置，当设备关机时不会产生X射线，不存在影响辐射环境质量的事故，只有当设备开机时才会产生X射线等危害因素。

①当警示灯、门灯联锁损坏时，公众、检查管理人员或检修维护人员在DSA开机状态下误入DSA机房，致使人员受到额外的X射线照射。

②DSA在铅玻璃老化和铅门破损未及时维修情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的X射线照射。

③因违章操作，控制室操作人员在病人及医护人员未撤离DSA机房时进行曝光，给病人及医护人员造成额外的X射线照射。

④进行DSA介入手术的医护人员未穿戴铅围裙、铅围脖、介入防护手套等个人防护用品而受到不必要的X射线照射；没有为患者穿戴个人防护用品而受到不必要的X射线照射。

(二) 辐射事故后果计算

根据以上分析，本次评价项目可能严重的辐射事故情景是：杂交手术室内手术人员没有按要求穿戴铅衣、铅帽等个人防护用品，导致工作人员受到不必要的超剂量外照射。

假设某手术人员没有穿戴个人防护用品参与手术试验，一般一名医生一年不会超过1次手术未佩戴防护用品，一次手术照射时间约**分钟。

根据《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)，表B.1中第7条“非直接透视荧光屏设备，透视防护区检测平面上周围剂量当量率需小于** $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”，根据表10分析，本项目拟按照要求配备床侧防护帘，所以本项目透视防护区周围剂量当量率小于** $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。假设手术工作人员未穿戴防护用品持续时间为**min，则可以计算出其受照剂量

为 $^{**} \text{mSv}$, 未超过辐射工作人员的年有效剂量约束值 (5mSv/a)。

(三) 辐射事故处置方案

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》(原国家环境保护总局环发 145 号文件)等有关规定, 发生辐射事故时, 应当立即启动本单位的事故应急预案, 采取应急措施, 并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对本项目 DSA 可能发生的辐射事故, 本项目采取的处理原则是:

①立即消除事故源, 防止事故继续蔓延和扩大, 即第一时间断开电源, 停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量, 如果受照剂量较高, 应及时安置受照人员就医检查; 及时处理, 出现事故后应尽快集中人力、物力, 有组织、有计划地进行处理。这样可缩小事故影响, 减少事故损失。

③事故处理后分析相关资料, 及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录: 包括事故发生的时间和地点、所有涉及的事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

④对可能发生的辐射事故, 应及时采取措施, 妥善处理, 以减少和控制事故的危害影响, 并接受监督部门的处理, 同时及时上报生态环境主管部门和卫生健康主管部门。

(四) 辐射事故防范措施

针对本项目 DSA 机房可能发生的辐射事故, 本项目采取的预防措施如表 11-9。

表 11-9 本项目采取的预防措施

辐射工作场所	环境风险因子	可能发生的辐射事故	采取的风险防范措施
DSA 机房	X射线	当警示灯、门灯联锁损坏时, 公众、检查管理人员或检修维护人员在 DSA 开机状态下误入本项目 DSA 机房。	工作人员应每天检查安全联锁装置, 且工作人员必须严格按照 DSA 操作程序进行操作, 防止事故的发生。当发生事故时立即按下紧急按钮停止曝光, 减少事故的影响。
		DSA 在铅玻璃老化和铅门破损未及时维修情况下, 给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的照射。	与当地生态环境部门密切配合, 加强 DSA 机房辐射防护屏蔽效果的监督检测。 DSA 维修保养时, 由专业检修人员进行操作, 并在操作台处标识“维修中”, 待检修完成后,

		将维修标识取走，工作人员方可进行治疗操作，可有效避免事故的发生。
	因控制室操作人员违章操作，当人员未全部撤离DSA机房，DSA运行给公众、辐射工作人员造成额外的照射。	制订辐射安全管理相关制度，辐射工作人员需经培训后上岗，严格按照操作规程操作，杜绝因违章操作造成额外照射。
	介入医生在DSA机房进行介入手术时，未穿戴好个人辐射防护用品。	本项目介入人员均须经培训合格后上岗，且严格按照操作规程进行操作，防止事故的发生。为介入医生配备铅围裙、铅围脖、铅眼镜、介入防护手套等个人防护用品。

引起辐射事故（事件）的原因可分为人为因素、技术因素或其他因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其他因素如自然原因等。

为加强辐射安全管理工作，医院应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，医院需做好以下工作。

- ①定期组织辐射安全文化、法律法规培训，开展辐射安全实践活动，提高辐射安全文化素养，增强工作人员的核安全意识和专业技术知识。
- ②倡导严谨质疑的工作态度，树立知责任、负责任的责任意识，建立机制鼓励工作人员发现潜在的管理问题和安全隐患，建立有效的经验反馈机制，预防人因失误。
- ③定期对辐射安全与环境保护措施效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，预防技术因素引起辐射事故。
- ④加强辐射分区管理，限制公众在监督区长期滞留。
- ⑤射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因或维修结束前，不得重新启动辐射源。
- ⑥调试和维修时，应保证切断辐射源。
- ⑦调试和维修必须解除安全联锁时，需经负责人同意并通告有关人员。调试结束后，应及时恢复安全联锁并确认系统正常。

11.4 退役影响分析

DSA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（国家废物危险名录900-044-49），应委托有资质单位处置。拆除X射线管的DSA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》（生态环境部部令第 20 号）的相关规定：使用射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。

福建省仙游县总医院根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，已成立了以李航为主任，郑*斐、杨*桂、卢*琼为副主任，欧*杰、吴*举、陈*群、郑*周、陈*寿、徐*良、张*辉、颜*贞、杨*凌、林*龙、林*苍、黄*、周*、游*亮、王*明、黄*、郑*辉、卢*潮、郑*新、林*明、朱*容、魏*华、林*玉、林*仙为委员组成的辐射安全与放射防护管理委员会。

其主要职责内容包括：

- (1) 接受医院质量与安全管理委员会指导及工作安排；
- (2) 制定并修订辐射安全与放射防护工作的综合目标考核指标；
- (3) 组织制定医院辐射安全与放射防护管理相关制度；
- (4) 组织相关部门对医院辐射安全与放射防护管理制度落实情况进行督查指导，督促有关部门及时整改落实；
- (5) 组组织领导医院放射事件的应急处置工作；
- (6) 负责放射诊疗工作的质量管理；
- (7) 研究解决在辐射安全与放射防护管理工作中碰到的其它重大问题。

12.2 辐射安全管理

(一) 规章制度

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

福建省仙游县总医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关要求制订规章制度，医院已制订相关制度见表12-1。

表12-1 医院已制订的规章制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求成立的制度	医院已建立的管理制度	
	名称	内容
《操作规程》	《DSA操作规程》	主要规定辐射工作人员操作射线装置的详细流程，能减少辐射事故的发生。
《岗位职责》	《辐射工作人员岗位职责》	主要明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任。
《辐射防护制度》	《放射诊疗和放射防护管理制度》	对医院辐射工作人员职责、工作程序和个人防护做出要求。
《安全保卫制度》	《辐射防护和安全保卫制度》	
《设备检修维护制度》	《放射诊疗设备维护保养、维修制度》	提出了对射线装置的定期检修和维护要求，能防止因设备损坏造成辐射事故。
《人员培训制度》	《仙游县总医院辐射工作人员培训管理制度》	主要规定了辐射工作人员培训方式、证书有效期。
《台账管理制度》	《射线装置台账管理制度》、《射线装置使用登记制度》	主要规定了工作人员在日常操作过程中记录射线装置使用时的管电压、管电流、曝光时间、使用人等情况。
《监测方案》	《个人剂量监测制度》、《仙游县总医院辐射工作人员及场所监测方案》	主要规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对监测结果存档保留。
	《个人剂量监测管理制度》	主要规定了辐射工作人员个人剂量监测的频率以及个人剂量计的佩戴要求。

福建省仙游县总医院制订的规章制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

(二) 辐射工作人员拟配备人数

根据建设单位提供的资料，医院拟配备 11 名辐射工作人员，均依托老院区现有 11 名 DSA 辐射工作人员，DSA1 机房控制室配备 2 名技师，2 名护士和 7 名介入医生。本项目介入手术人员需进行同室操作，分 2 组轮换。详细的人员结构在后期项目运行期将根据实际需要再进行调整。

(三) 辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用射线装置的单位，其辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目依托的辐射工作人员均报名参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习，且考核合格。

(四) 辐射工作人员职业健康体检

根据《中华人民共和国职业病防治法》第三十五条：对从事接触职业病危害的作业的劳动者，用人单位应当按照国务院卫生行政部门的规定组织上岗前、在岗期间和离岗时的

职业健康检查，并将检查结果书面告知劳动者。

建设单位严格遵守相关法律法规的要求，已安排本项目辐射工作人员进行职业病健康体检，结果显示均可从事放射工作。

12.3 辐射监测

(一) 辐射工作人员个人剂量监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)的有关要求，本项目DSA操作人员和介入医生等辐射工作人员配备个人剂量计，其中介入医生配备2组个人剂量计(一组佩戴在左胸前铅衣内，一组戴在颈部铅围脖的外面)，并定期(每季度1次)送个人剂量计至有资质的单位进行检测，建立个人剂量档案。

(二) 安全联锁装置检查

根据医院制订的操作规程，本项目辐射工作人员每天对DSA机房的安全联锁装置进行一次检查，确保安全联锁装置运行正常有效。

(三) 工作场所环境监测

本项目依托老院区的1台便携式X- γ 剂量率仪，根据《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)第5.3.3.2条“X射线机的辐射环境监测”和《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录B，本项目DSA机房辐射环境监测计划见表12-2。

表12-2 辐射监测计划

监测对象	监测方案	监测项目	监测频率	监测方式
DSA1 机房	四周屏蔽墙外30cm处、防护门 外30cm处、观察窗外30cm 处、地板下方距地面170cm 处、顶棚上方距地面100cm 处、管线孔外30cm。	周围剂量当量率	每年1次、 验收监测1次	委托有资质 单位监测
	安全联锁	周围剂量当量率	每季度1次	自行监测
辐射工作人员	实测并检查	安全	每次使用前	自行检测
外环境(50m范围内环 境保护目标)	佩带个人剂量计	年有效剂量	操作时，每季 度送检1次	送有资质单 位监测
	实测	周围剂量当量率	每年1次、验 收监测1次	委托有资质 单位监测

本项目制定的辐射监测计划符合医院实际情况，包括竣工环境保护验收监测、定期委托监测、自行检查以及辐射工作人员个人剂量监测，内容全面，符合《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等要求。

综上所述，医院辐射监测计划较为全面，能够涵盖核技术利用项目的各个环节，且监测频率较为合理，辐射监测计划整体可行。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》(闽环保辐射[2013]10号)要求,医院已编制《辐射事故(件)应急预案》。

根据《辐射事故(件)应急预案》,医院成立了放射事件防范和处置应急小组,小组成员名单如下:

总指挥: 李*

副总指挥: 郑*斐、欧*杰

成员: 吴*举、颜*贞、林*玉、林*苍、杨*凌、郑*新、李*梓、林*明、刘*涵

主要职责为:

- (1) 定期组织对辐射工作场所、设备和人员的辐射防护情况进行自查或监测,发现事故隐患及时上报组长并落实整改措施;
- (2) 发生X射线泄漏污染、人员受超剂量照射事故时,应启动本预案;
- (3) 事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理;
- (4) 负责向生态环境部门及时报告事故情况;
- (5) 负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作;
- (6) 放射事故中人员受射时,要通过个人剂量计或其他工具方法迅速估算受照人员的受照剂量;
- (7) 负责迅速安置受照人员就医,组织辐射工作场所内人员的撤离工作,并及时控制事故影响,防止事故的扩大蔓延。

12.5 建设项目竣工环境保护验收一览表

本项目竣工环境保护验收一览表见表12-3。

表 12-3 辐射环境保护“三同时”验收清单

污染源或保护源	主要环保措施	验收标准
辐射防护措施	DSA1 机房有效使用面积为: **m ² (**m×**m) ; DSA1 机房墙体为**mm 实心砖+**mmPb 防护涂料层; 楼顶为**cm 混凝土+**mmPb 防护涂料层。地板为**cm 混凝土基层+**mmPb 防护涂料层。观察窗为**mmPb 当量, 防护门**mmPb 当量。	1、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 3、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
	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、介入防护手套等辐射监测仪器与防护用品。	
	缓冲间设置放射防护注意事项告知栏。	
管理措施	工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量监测档案。	1、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 3、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
	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。	
	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护考核合格证书。	
	所有辐射工作人员参加职业病健康体检。	
	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。	
	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。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

福建省仙游县总医院拟在莆田市仙游县鲤城街道清源东路 1999 号新院区门诊医技楼二楼建设 1 间 DSA1 机房及配套用房，同时将医院老院区现有 1 台 UNIQ FD20 型 DSA 机搬迁至新院区 DSA1 机房使用。本项目运行后，老院区不再开展介入治疗工作。

(1) 辐射安全与防护分析结论

数字平板减影血管造影机（DSA）的应用在我国是一门成熟的技术，在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起十分重要的作用。本项目建设运行后，将为患者提供一个更优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，并能在保障病人健康的同时为医院创造良好的经济效益。在做好辐射管理工作和采取必要的防护措施后，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）中辐射防护“实践正当性”的要求。

(2) 辐射安全防护及管理措施结论

①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机房各防护门外拟设置电离辐射警告标志，其中缓冲间防护门外上方设置“工作状态指示灯”，工作状态指示灯与防护门设有门灯联锁装置；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；DSA机房拟设置动力排风装置；

②医院为本项目配备辐射剂量率仪、个人剂量报警仪、铅衣、铅帽、铅围脖和介入防护手套等辐射监测仪器和个人防护用品；

③医院根据射线装置所对应的分类管理要求成立了委员组成的辐射安全与放射防护管理委员会，具体负责医院的辐射安全与环境保护工作。

本项目DSA机房辐射安全防护措施及管理措施满足辐射安全防护与相关标准要求。

(3) 环境影响评价结论

由理论计算及类比分析结果可知，本项目DSA正常运行时，在透视模式下，机房外周围剂量当量率能够满足《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，机房周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的标准要求。

对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 $**\text{mSv}/\text{a}$ ，对公众照射的最大年有效剂量值为 $**\text{mSv}/\text{a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求（职业人员 $20\text{mSv}/\text{a}$ ，公众人员 $1\text{mSv}/\text{a}$ ），也可满足剂量约束值要求（职业人

员 5mSv/a，公众人员 0.1mSv/a）。

（4）可行性分析结论

①实践正当性分析

本项目投入运行主要为医疗诊治，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行），本项目属于“十三条、医药”中“4. 高端医疗器械创新发展、高性能医学影像设备”，为鼓励类，因此项目建设符合国家当前产业政策。

②利益代价分析

福建省仙游县总医院1台DSA机项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境。该项目在保障病人健康的同时也为医院创造良好的经济效益和社会效益。

（5）总结论

综上所述，福建省仙游县总医院 1 台 DSA 机项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和辐射安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

13.2 建议和承诺

- (1) 对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实，在项目建设时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。
- (2) 如需增加本报告表所涉及之外的射线装置或对其使用功能进行调整，则应按要求向生态环境主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的辐射防护措施。
- (3) 本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

表 14 审批

下一级生态环境主管部门预审意见:

经办人:

盖 章

年 月 日

审批意见:

经办人:

盖 章

年 月 日