

核技术利用建设项目

连江县医院新院区 1 台 DSA 机项目

环境影响报告表
(公示稿)

连江县医院

二〇二二年八月

核技术利用建设项目

连江县医院新院区 1 台 DSA 机项目

环境影响报告表

建设单位名称：连江县医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：福建省福州市连江县凤城镇中山路 46 号

邮政编码：354100

联系人：朱*斌

电子邮箱：394***259@qq.com

联系电话：0591-221***38

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	15
表 3	非密封放射性物质	16
表 4	射线装置	17
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	19
表 6	评价依据	20
表 7	保护目标与评价标准	21
表 8	环境质量和辐射现状	26
表 9	项目工程分析与源项	29
表 10	辐射安全与防护	32
表 11	环境影响分析	36
表 12	辐射安全管理	47
表 13	结论与建议	52
表 14	审批	54

附件 1~附件 9 如下：

附件 1 委托书

附件 2 连江县医院辐射安全许可证

附件 3 环境质量现状监测报告

附件 4 辐射安全管理制度汇总

附件 5 辐射防护与安全考试情况

附件 6 个人剂量监测报告

附件 7 职业健康体检报告

附件 8 辐射安全与防护状态年度评估报告

附件 9 类比项目相关资料

表 1 项目基本情况

建设项目名称		连江县医院新院区 1 台 DSA 机项目			
建设单位		连江县医院			
法人代表	郑*韬	联系人	朱*斌	联系电话	0591-221***38
注册地址		福建省福州市连江县凤城镇中山路 46 号			
项目建设地点		福建省福州市连江县敖江镇小湾村（丹凤西路北侧）连江县医院新院区门诊医技楼二层介入科			
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）	5%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	280
应用类型	密封源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其它	/			

项目概述

一、建设单位简介

连江县医院位于福建省福州市连江县凤城镇中山路 46 号，创建于 1949 年，是一所集医疗、教学、科研、康复、保健为一体的县级综合性二级甲等医院。1994 年联合国儿童基金组织、世界卫生组织、国家卫生部授予“爱婴医院”称号；1999 年 5 月顺利通过卫生部“二级甲等”医院评审。医院是福建医科大学定点实习医院，还与福建医科大学附属第一医院建立协作医院关系。

医院开放床位 400 多张，现有职工 550 名，其中卫技人员 461 名，高级职称 61 人，中级职称 121 人。医院设有 15 个职能科室，18 个临床医技科室。主要临床科室有县急救中心（急诊科）、门诊部、大内科（消化内科、呼吸内科、心血管内科、神经内科、内分泌科等）、外科一区（普外科、肿瘤外科、泌尿外科、胸外科）、外科二区（骨科、神经外科）、妇产科、儿科、眼科和耳鼻喉科、口腔科、重症监护室、感染性疾病科、中医科、

康复理疗科、皮肤科、健康体检科。

为提高医疗环境，连江县医院在连江县敖江镇小湾村（丹凤西路北侧）建设新院区，新院占地面积 66380 m²，总建筑面积 115000 m²，主要包括 1 栋门诊医技综合楼、1 栋住院楼、1 栋感染楼、1 栋教学科研楼等相关配套工程，病房大楼设置床位 1000 张，建设标准为三级乙等综合医院，连江县环境保护局于 2016 年 3 月 21 日对连江县医院新院建设项目予以审批（批复文号连环审（2016）3 号）。

本项目区域位置图见图 1-1，连江县医院新院区地理位置图见图 1-2。



图 1-1 项目区域图



图 1-2 连江县医院新院区地理位置图

二、项目由来

为改善加强医院的技术力量，提供更好的医疗服务，连江县医院拟在新院区门诊医技楼二层介入科建设 DSA 机房及辅助用房。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号）“五十五、核与辐射”、172、核技术利用建设项目中“制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的；以上项目的改、扩建（不含在已许可活动种类和不高于已许可范围登记的核素或射线装置的）应编制环境影响报告表”，本项目使用的 1 台 DSA 为 II 类射线装置，应编制环境影响报告表。

为此，连江县医院于 2022 年 6 月委托我公司承担连江县医院新院区 1 台 DSA 机项目环境影响评价评价工作（委托书见附件 1）。接受委托后，我公司立即组织技术人员进行了现场踏勘和收集资料等相关工作，按照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的基本要求，编制了《连江县医院新院区 1 台 DSA 机项目环境影响报告表》。

三、建设项目概况

1、项目建设地点及规模

连江县医院拟在连江县医院新院区（位于连江县敖江镇小湾村（丹凤西路北侧））门诊医技楼二层介入科建设 DSA 机房及辅助用房，使用 1 台 DSA 设备，为 II 类射线装置。

医院平面示意图及本项目在医院内的位置见图 1-3。



图 1-3 连江县医院新院区平面示意图

2、设备基本情况

本项目数字减影血管造影机（DSA）基本情况表见表 1-1。

表 1-1 本次环评射线装置情况一览表

序号	设备名称	数量	型号	主要参数	工作场所	分类
1	数字减影血管造影机（DSA）	1 台	待定	最大管电压：125kV 最大管电流：1000mA	连江县医院新院区门诊医技楼二层介入科 DSA 机房	II 类

3、本项目总平面布置

本项目 DSA 机房面积约为 77.08m²（净尺寸：长 9.40m×宽 8.20m）；机房西侧为设备间、控制室、导管材料室；东侧为污洗间、卫生间；南侧为护士站、男更衣室、女更衣室、缓冲区、病人苏醒区、登记室。

本项目 DSA 机房及辅助用房情况一览表见表 1-2。本项目 DSA 机房及辅助用房总平

面布置图见图 1-4。

表 1-2 本项目 DSA 机房及辅助用房情况一览表

名称	功能区域	面积
介入手术室	机房	77.08m ² (9.40m×8.20m)
	设备间	8.06m ² (3.10m×2.60m)
	控制室	14.57m ² (4.70m×3.10m)
	导管材料室	20.02m ² (7.70m×2.60m)
	污洗间、卫生间	19.3m ²
	护士站、男更衣室、女更衣室、缓冲区、病人苏醒区、登记室	117.33m ²

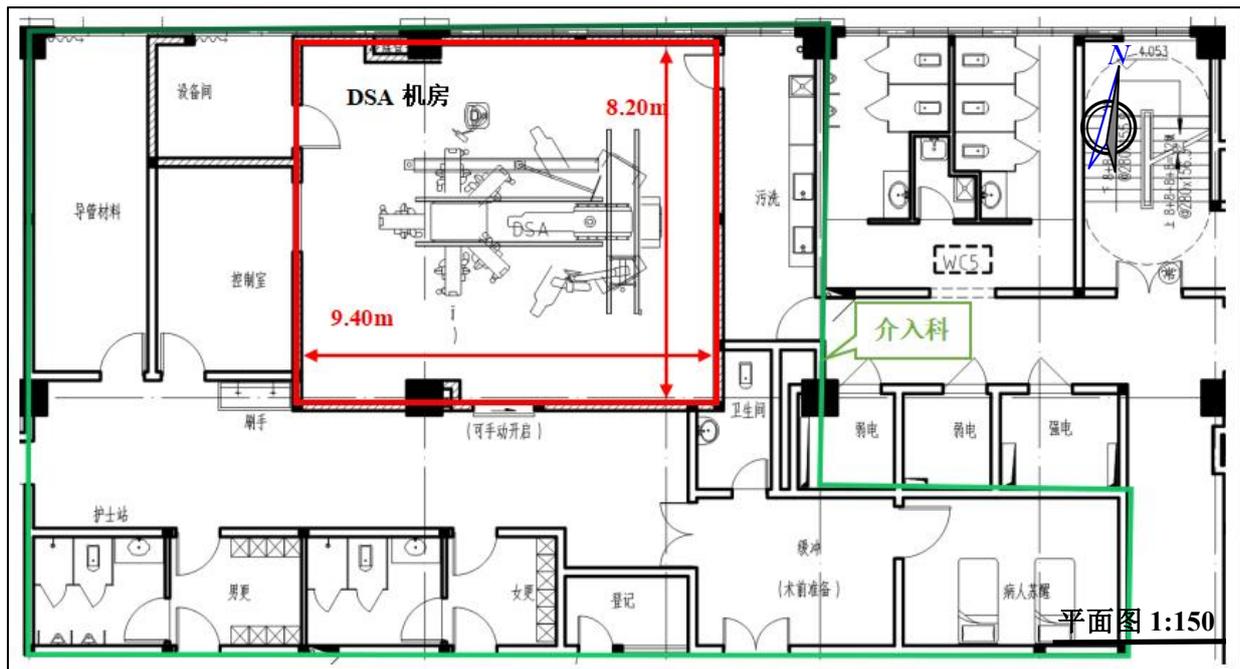


图 1-4 本项目总平面布置图

4、工作人员及工作制度

根据建设单位提供的资料，医院现有操作技师 1 名、介入医生 5 名、护师 1 名，本项目建设完成后，医院搬迁至新院区后，将不再使用原有 DSA，现有 DSA 工作人员全部调至该项目，后期根据需求在医院工作人员中调配。项目投入运行后，预计年最多手术 200 例，平均每例手术透视时时长 18min，采集时长 3min。

表 1-3 现有 DSA 职业人员情况表

姓名		林*勤	谢*刚	余*	谢*运	林*鹏	余*清	徐*萍
内容	职务	医师	医师	医师	医师	医师	技师	护师
个人 剂	2021.1-2021.3	*	*	*	*	*	*	*
	2021.4-2021.6	*	*	*	*	*	*	*

量	2021.7-2021.9	*	*	*	*	*	*	*
	2021.10-2021.12	*	*	*	*	*	*	*
	合计	*	*	*	*	*	*	*
注：据医院提供信息，林*勤、余*、林*鹏于 2022 年 6 月调岗从事介入手术，目前个人剂量正在监测周期中。								

四、项目选址及周围环境概况

连江县医院新院区位于连江县敖江镇小湾村（丹凤西路北侧），本项目 DSA 位于医院新院区门诊医技楼二层介入科。门诊医技楼北侧为住院楼，东侧为院内道路、地面停车场等，南侧为院内空地等，西侧为院内道路、地面停车场等。

DSA 机房西侧为设备间、控制室、导管材料室；东侧为污洗间、卫生间；南侧为护士站、男更衣室、女更衣室、缓冲区、病人苏醒区、登记室，楼下为多功能室，楼上为资料室、库房、储镜室。

本项目介入导管室平面布局图见图 1-4，本项目周围环境关系示意图见图 1-5~1-8，本项目环境现状见照片 1-1~1-13。

本项目辐射工作场所的平面布置表明：辐射工作场所周围均为其相关功能室，本项目的规划、考虑了项目特点和本项目对周围环境可能存在的影响，使职业人员集中作业，便于对射线装置的管理，有利于辐射防护和环境保护，各组成部分功能分区明确。



图 1-5 本项目与外环境关系示意图

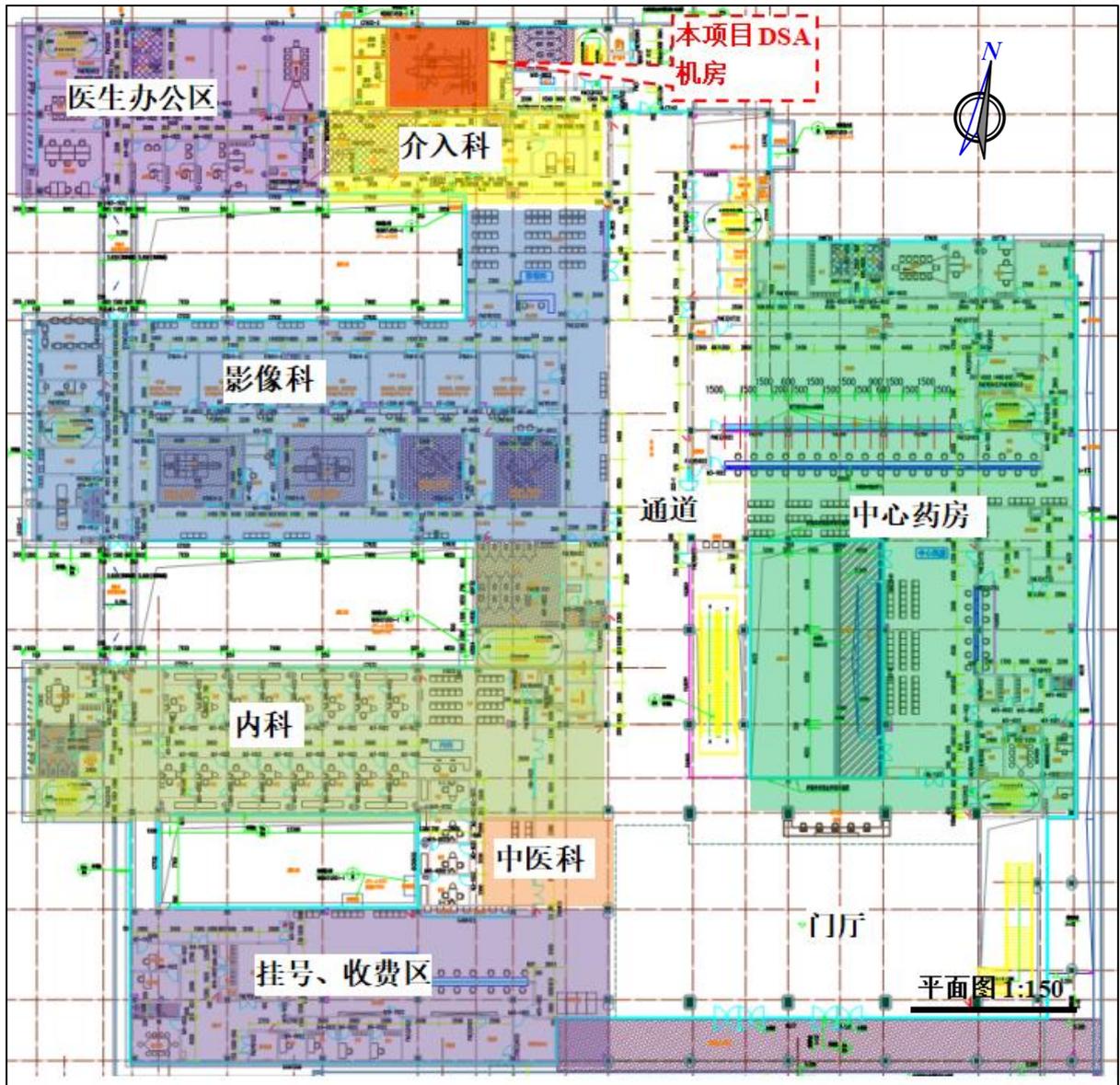


图 1-6 门诊医技楼二层平面示意图（本项目所在楼层）



图 1-8 门诊医技楼三层局部平面示意图（本项目楼上）

表 1-4 本项目环境现状



照片 1-1 连江县医院新院区



照片 1-2 本项目 DSA 所在楼（门诊医技楼）



照片 1-3 门诊医技楼北侧住院楼



照片 1-4 门诊医技楼西侧感染楼



照片 1-5 门诊医技楼南侧



照片 1-6 门诊医技楼东侧



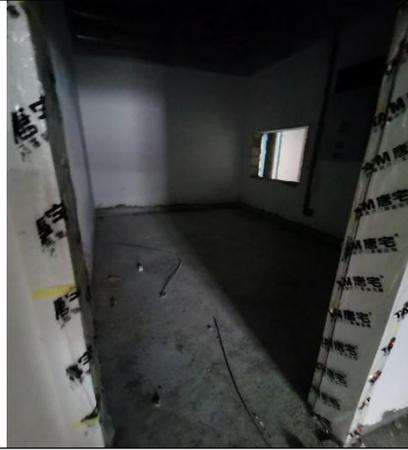
照片 1-7 拟建 DSA 机房



照片 1-8 拟建 DSA 机房东侧污洗间



照片 1-9 拟建 DSA 机房南侧男女更衣室、登记室、通道



照片 1-10 拟建 DSA 机房西侧控制室



照片 1-11 拟建 DSA 机房西侧设备间



照片 1-12 拟建 DSA 机房楼上资料室、库房等



照片 1-13 拟建 DSA 机房楼下多功能室

五、核技术利用现状

1、辐射安全许可证及环保手续履行情况

连江县医院已取得辐射安全许可证（许可证编号：闽环辐证（00299）），许可种类和范围为“使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置”（见附件2），有效期至2023年05月17日。医院已使用高频X射线摄影机、DR、口腔X射线机、C臂机、体外冲击波碎石机、移动DR、胃肠机、X射线透视机各1台，骨密度仪、CT各2台，共12台Ⅲ类射线装置，以

及 1 台 DSA，为 II 类射线装置。上述射线装置均已履行了环境影响评价手续，1 台 DSA 机已通过自主验收。连江县医院原有射线装置许可情况一览表见表 1-5。

表 1-5 连江县医院现有射线装置许可情况一览表

序号	设备名称	型号规格	数量(台)	场所	是否进行环境影响评价	是否进行竣工环保验收	管理分类
1	高频 X 射线摄影机	HF51-2A	1	门诊楼四楼体检科	已经履行环境影响评价	/	III 类
2	CT	Optima CT600	1	医技楼一层影像科			
3	CT	Uct510	1	医技楼一层影像科			
4	DR	RAD SPEED M	1	医技楼一层影像科			
5	骨密度仪	Discovery Wi	1	门诊楼一层骨密度室			
6	C 臂机	OEC Fluorostar 7900	1	病房楼三楼手术室			
7	口腔 X 射线机	Cs-2100	1	门诊楼三楼口腔科			
8	骨密度仪	EXA-3000	1	门诊楼四楼体检科			
9	体外冲击波碎石机	HK-ESWL-V	1	门诊楼一层碎石室			
10	移动 DR	SIERIUS STARMOBILE tiara-VII	1	医技楼一层影像科			
11	胃肠机	Uni-vision	1	医技楼一层影像科			
12	X 射线投透视机	NeuViz16CLASSIC	1	医技楼一层影像科			
13	DSA	Trinias C12	1	病房大楼二层 DSA 室	闽环辐评(2018)38号	已自主验收	II 类

2、辐射安全管理

(1) 辐射防护管理组织及制度

连江县医院已成立以郑宇韬为组长的放射防护安全管理领导小组，全面负责医院辐射安全及应急管理工作。同时制定了《连江县医院辐射事故应急预案》、《人员培训计划》、《辐射防护与安全保卫制度》、《连江县医院介入科组织管理制度》、《介入科岗位职责》、《操作规程》、《维修及保养制度》、《射线装置使用登记、台账管理制度》、《个人剂量及辐射环境监测方案》等相关制度。

(2) 放射工作人员

连江县医院现共有 43 名放射工作人员，根据相关规定，有 36 名放射工作人员从事使用 III 类射线装置操作，其中 6 名取得辐射安全与防护培训合格证书，30 人已通过医院自行组织的辐射安全与防护培训考核；有 7 名 DSA（II 类射线装置）放射工作人员，其中有 2 名通过辐射安全与防护培训考核，医院应尽快安排组织其余 5 名 DSA（II 类射线装

置)放射工作人员,通过生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识,并通过考核。

医院委托有资质的单位定期对放射工作人员个人剂量进行监测,根据医院提供的 2020 年 12 月 31 日至 2021 年 12 月 29 日,共 4 个季度个人剂量报告,未发现放射工作人员年个人剂量超过管理限值要求。

放射工作人员已进行职业健康体检,并建立了健康档案,根据医院提供的体检报告,未发现不宜从事放射工作人员;后期在健康体检过程中,对建议暂时不宜从事放射工作的人员,医院及时对相关人员进行调岗,从事管理、诊断、读片等非放射工作,并及时安排复查。

医院已配备铅衣、铅围裙、铅帽、铅眼镜、铅围脖、个人剂量计等个人防护用品;现有放射工作人员均配备个人剂量计,定期送检,并建立了较为健全的个人剂量档案;每年委托有资质的单位对辐射工作场所防护进行监测。

六、评价目的

(1) 对数字减影血管造影机(DSA)工作时产生的辐射环境影响进行分析,确保该射线装置使用过程中对周围环境、人员产生辐射影响满足国家标准相关要求。

(2) 对射线装置使用过程中对周围环境可能产生的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”。

(3) 为医院辐射环境保护管理提供科学依据。

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：等效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）。

(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	数字减影血管造影机 (DSA)	II类	1台	待定	125	1000	诊疗	连江县医院新院区门诊医技楼 二层介入科	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度(Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院 682 号令，2017 年 10 月 1 日）；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理目录（2021 年版）》（生态环境部第 16 号令，2020 年 11 月 30 日）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部 18 号令，2011 年 5 月 1 日）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令，2005 年 12 月 1 日实行；国务院令 653 号修订，2014 年 7 月 29 日；国务院关于修改部分行政法规的决定 国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日）；</p> <p>(8) 《射线装置分类》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修改）（生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日）；</p> <p>(10) 《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）。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(2) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(6) 《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>
其他	<p>(1) 本项目环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的辐射安全许可证、个人剂量报告、职业健康体检等相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）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）”的要求，确定本项目评价范围为机房边界外 50m 的区域。评价范围见图 1-5。

主要环境保护目标

本项目保护目标分为职业人群及公众人群，职业人群为射线装置操作的工作人员，公众人群为机房边界外 50m 的区域内其他工作人员及公众。详见表 7-1 及图 1-4~图 1-8。

表 7-1 主要环境保护目标

机房	保护对象	方位	场所	距离	主要环境保护目标	规模	保护要求	备注		
DSA 机房	职业人员	机房内	机房内	/	介入手术医护人员	6 人 ^a	5mSv/a	门诊医技楼 2 层		
		西侧	控制室	0~3.1m	操作人员	1 人				
	公众人员	西侧	设备间	0~3.1m	其他人员	基本无人员停留	约 5~10 人		0.25mSv/a	
			导管材料室、医生办公室、多功能室等功能区域	3.1~33m	其他医护人员					
			院内道路、空地	33~50m	其他人员	流动人群				/
		东侧	污洗间、卫生间等	0~13m	其他人员	流动人群				门诊医技楼 2 层
			院内空地	33~50m	其他人员	流动人群				/
			南侧	登记室、缓冲区、苏醒间、男女更衣室等	0~7m	其他医护人员、病人及家属	约 3~5 人			
		影像科		19~40m	其他医护人员、病人及家属	约 10~30 人				
		院内空地		40~50m	其他人员	流动人群				/

	东南侧	通道、中心药房	26~50m	其他人员	约 10~15 人		门诊医技楼 2 层
	北侧	住院部	15~50m	其他人员	约 35~50 人		/
		院内空地	<15m	其他人员	流动人群		
	楼上	资料室、库房、储镜室	紧邻	其他人员	基本无人员停留		门诊医技楼 3 层
	楼下	多功能室等	紧邻	其他人员	约 3~10 人		门诊医技楼 1 层
注：a.通常情况下，医院的介入手术人员是分组进行的，每组 1-2 名介入医生、1 名护士、1 名操作技师。							

评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

1、标准相关内容

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

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

2、环评要求年剂量约束值及控制水平

综合考虑连江县医院核技术利用项目的现状，并着眼于长期发展，为其它辐射设施和实践活动留有余地，本次评估分别对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分

别进行了设定：

(1) 取职业照射年有效剂量限值的 1/4，作为职业工作人员的年受照剂量约束值，即 5mSv/a；

(2) 取公众年有效剂量限值的 1/4，作为周围公众的年受照剂量约束值，即 0.25mSv/a。

二、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

1、适用范围

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

2、X 射线设备机房防护设施的技术要求

(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。

(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。

(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。

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

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5
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。		

3、X 射线设备机房屏蔽

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

(2) 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

(3) 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

4、X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

(1) 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

① 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；

② CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

③ 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 。

5、X 射线设备工作场所防护

(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。

(2) 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(3) 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

(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。

(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) 电动推拉门宜设置防夹装置。

(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。

(8) 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6、X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施

介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
<p>注 1：“—”表示不做要求。</p> <p>注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。</p>				
<p>(2) 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；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。</p>				
<p>(3) 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。</p>				
<p>(4) 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。</p>				
<p>7、X 射线设备操作的防护安全要求</p>				
<p>(1) 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防安全要求</p>				
<p>① 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。</p>				
<p>② 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。</p>				
<p>③ 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。</p>				
<p>④ 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。</p>				

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量与辐射现状

一、项目地理位置和场所位置

本项目位于福建省福州市连江县敖江镇小湾村（丹凤西路北侧）连江县医院新院区门诊医技楼二层介入科。

二、环境现状监测因子和监测点位

为掌握项目工作场所辐射环境现状，已委托*****检测技术服务有限公司（CMA 资质证书编号：16130***0198）对本项目的工作场所及其周围辐射环境本底进行了监测。

(1) 监测因子

监测因子为 γ 辐射剂量率。

(2) 监测点位

按照《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中有关布点原则和方法，并结合本项目的实际情况，以人员活动主要区域，在本项目机房及四周紧邻区域布点监测，本项目环境本底测值监测点位示意图见图 8-1。

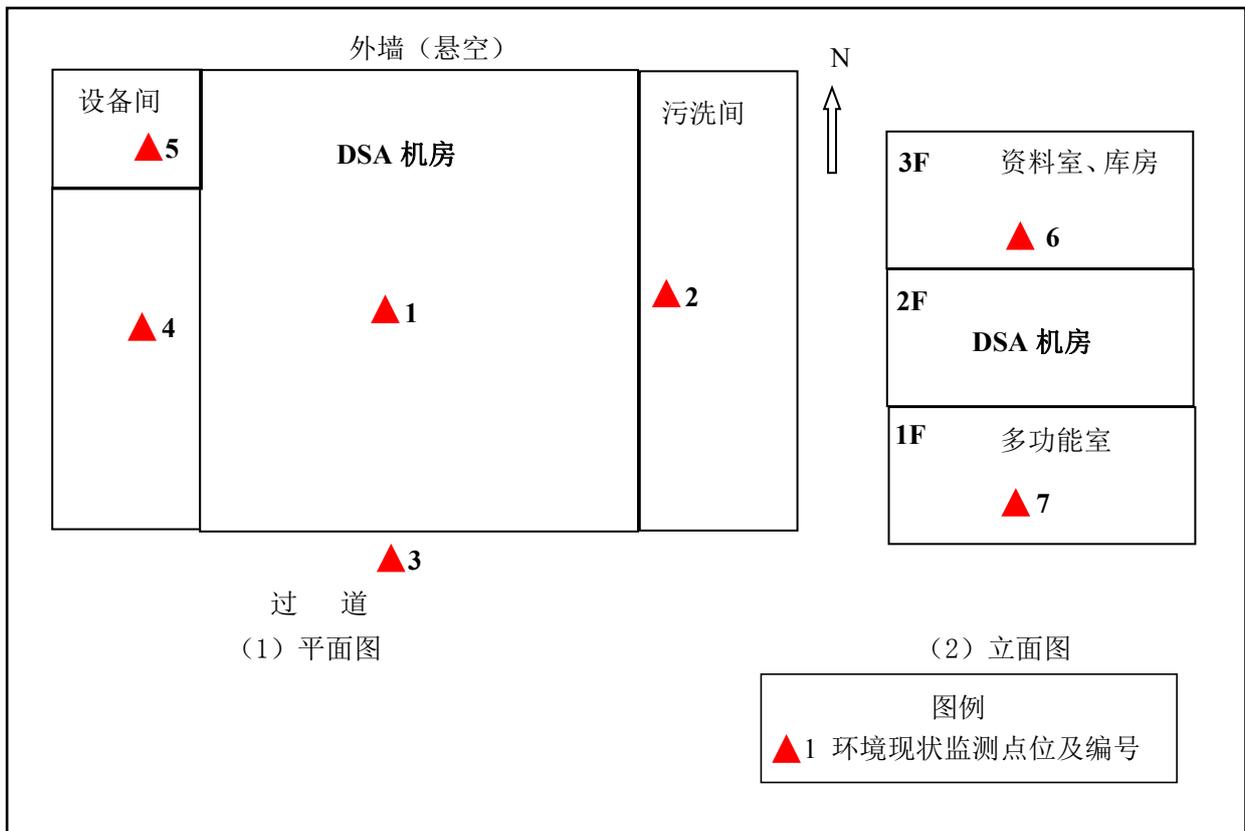


图 8-1 本项目环境本底监测点位示意图

三、监测方案、质量保证和监测结果

1、监测方案

(1) 监测时间

监测时间：2022年06月14日

(2) 监测方法

本次监测方法依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)等有关规定进行。

(3) 监测仪器

本次监测仪器为 AT1123 型便携式 X、 γ 辐射测量仪，仪器参数见表 8-1。

表 8-1 监测使用的仪器

监测仪器名称	便携式 X、 γ 辐射测量仪
型号	AT1123
能量响应	15keV~10MeV/h
量程	50nSv/h~10Sv/h
探测下限	10.1nSv/h
检定单位	华东国家计量测试中心
检定证书号	2021H21-20-3525514001
有效期	2021年9月15日至2022年9月14日

2、质量保证

- (1) 监测仪器经计量部门检定合格并在检定有效期内；
- (2) 测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；
- (3) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核合格后上岗；
- (4) 由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录；
- (5) 监测数据严格实行审核制度，最后由技术负责人审定签发。
- (6) 本次测量时，均未扣除该测量地区的宇宙射线响应。

3、监测结果

本项目场所周围 γ 辐射剂量率环境本底测值见表 8-2，环境本底监测报告见附件 3。

表 8-2 本项目场所环境本底监测结果

序号	点位描述	监测结果($\mu\text{Sv/h}$)
1	拟建 DSA 机房中央	*
2	拟建 DSA 机房东侧污洗间	*
3	拟建 DSA 机房南侧过道	*
4	拟建 DSA 机房西侧控制室	*
5	拟建 DSA 机房西侧设备间	*
6	拟建 DSA 机房上方资料室和库房	*
7	拟建 DSA 机房楼下多功能室	*
8	医院大门空地处	*

根据《福建省环境天然贯穿辐射水平调查》陈夏冠等（1991 年第 11 卷第 4 期），福州市室内 γ 辐射剂量率范围为 89.9~231.0nGy/h。由表 8-2 监测结果表明，本项目周围环境 γ 辐射剂量率测值为： $*\sim*\mu\text{Sv/h}$ ，即为 $*\sim*n\text{Gy/h}$ ($1\text{Sv/h}\approx 1\text{Gy/h}$)。根据生态环境部全国空气吸收剂量率发布系统说明给出的“空气吸收剂量率本底水平”，福建省环境地表 γ 辐射剂量率范围在 25.9~334.3nGy/h 之间，宇宙射线电离成分所致空气吸收剂量率均值为 30.3nGy/h，扣除宇宙射线响应响应后在 $*\sim*n\text{Gy/h}$ ，为正常环境本底水平，辐射环境现状良好。

表 9 项目工程分析与源项

工艺分析

1、DSA 机工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它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。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低于常规造影。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。

2、DSA 机操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 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：

(1) 第一种情况，采集。大部分情况下，介入操作医师身着铅衣、铅颈套、戴铅帽、铅眼镜等，位于铅吊屏、铅帘后，在机房内进行采集曝光；偶尔操作人员会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和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

(2) 第二种情况，透视。医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅吊屏、铅帘后身着铅衣、铅颈套、戴铅帽、铅眼镜等在机房内对病人进行直接的手术操作，护士身着铅衣等防护用品，在曝光时一般位于移动铅屏风后。

3、污染因子

本项目主要污染因子为 DSA 工作时产生的 X 射线。DSA 诊疗流程及产污环节见图 9-1 所示：

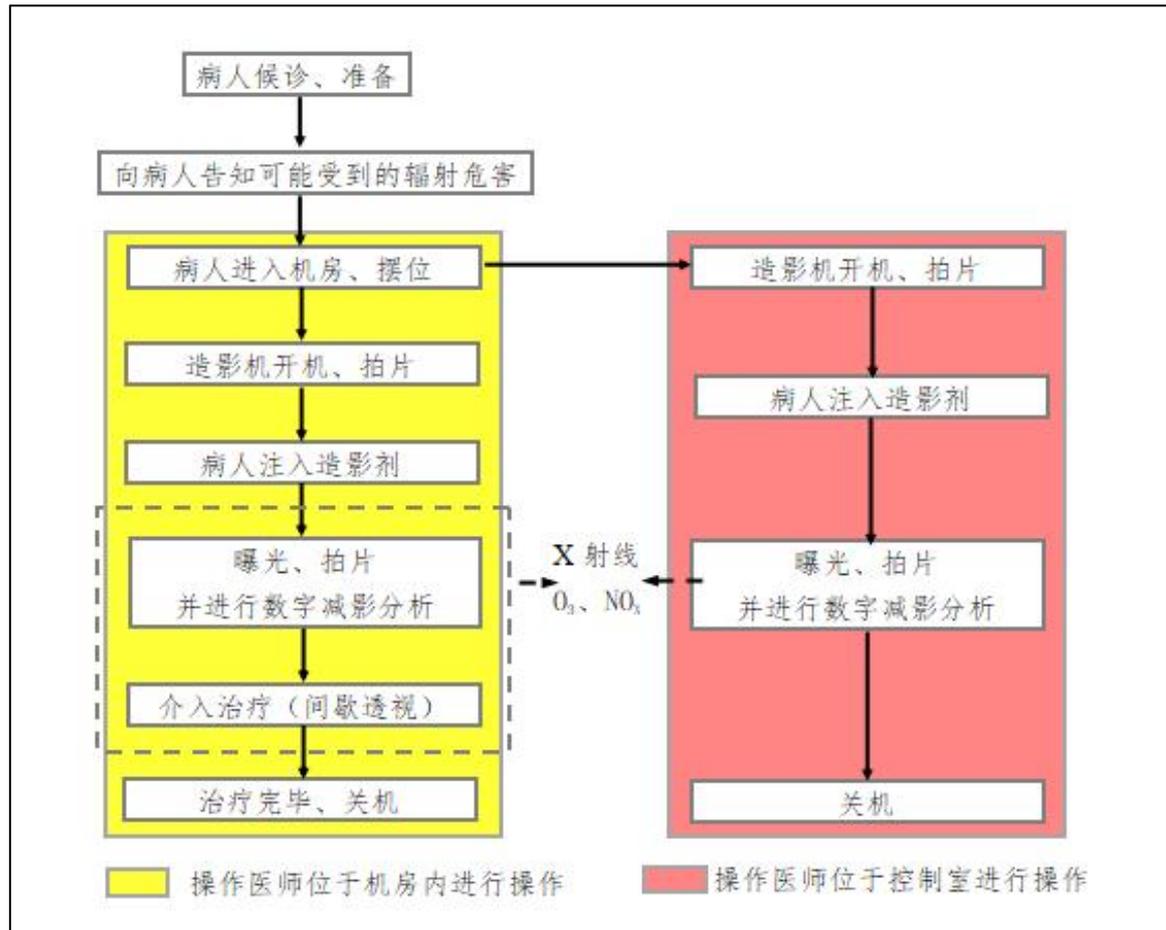


图 9-1 DSA 诊疗流程及主要产污环节图

源项描述

1、建设阶段污染源项

本项目辐射工作场所在建设阶段不产生辐射影响，DSA 机房的建设依托医院门诊医技楼的主体工程，本项目施工期主要包括：DSA 机房的防护装修，产生的环境影响主要是施工时产生的废气、噪声、固体废物以及废水等环境影响。

2、运行期污染源项

(1) 正常工况

DSA 工作过程中主要产生 X 射线及少量废气。

① 放射性污染

本项目医用血管造影 X 射线装置(DSA)为 II 类射线装置，DSA 开机时发出 X 射线，X 射线贯穿机房的屏蔽墙进入外环境，对控制室职业人员及机房周围公众人员产生外照射影响；在介入手术过程中，对机房内操作的医护人员造成较高剂量的外照射。关机即消失。

② 废气

X 射线与空气作用会产生极少量的 O₃、NO_x 等有害气体。

③ 固体废物

介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集后，就地打包后转移至医疗废物暂存间，纳入医院医疗废物处置体系。

(2) 事故工况

本项目可能发生的辐射事故如下：

- ① DSA 正常工作时，人员误留、误入手术室，导致发生误照射；
- ② 操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；
- ③ 工作状态指示灯发生故障的状况下，人员误入 DSA 正在运行的手术室。

事故工况下的辐射污染因子与正常工况下的污染因子一致，主要为 X 射线。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、工作场所布局和分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），辐射工作场所应分为控制区及监督区，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，需要对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。

项目位于连江县医院新院区门诊医技楼 2 层，根据机房的具体布局，将 DSA 机房划分为控制区，机房周边的控制室、设备间、污洗间、男女更衣室等紧邻区域划分为监督区，以实体门、墙作为监督区边界，实行分区管理，避免人员误闯入或误照射。分区图见图 10-1。

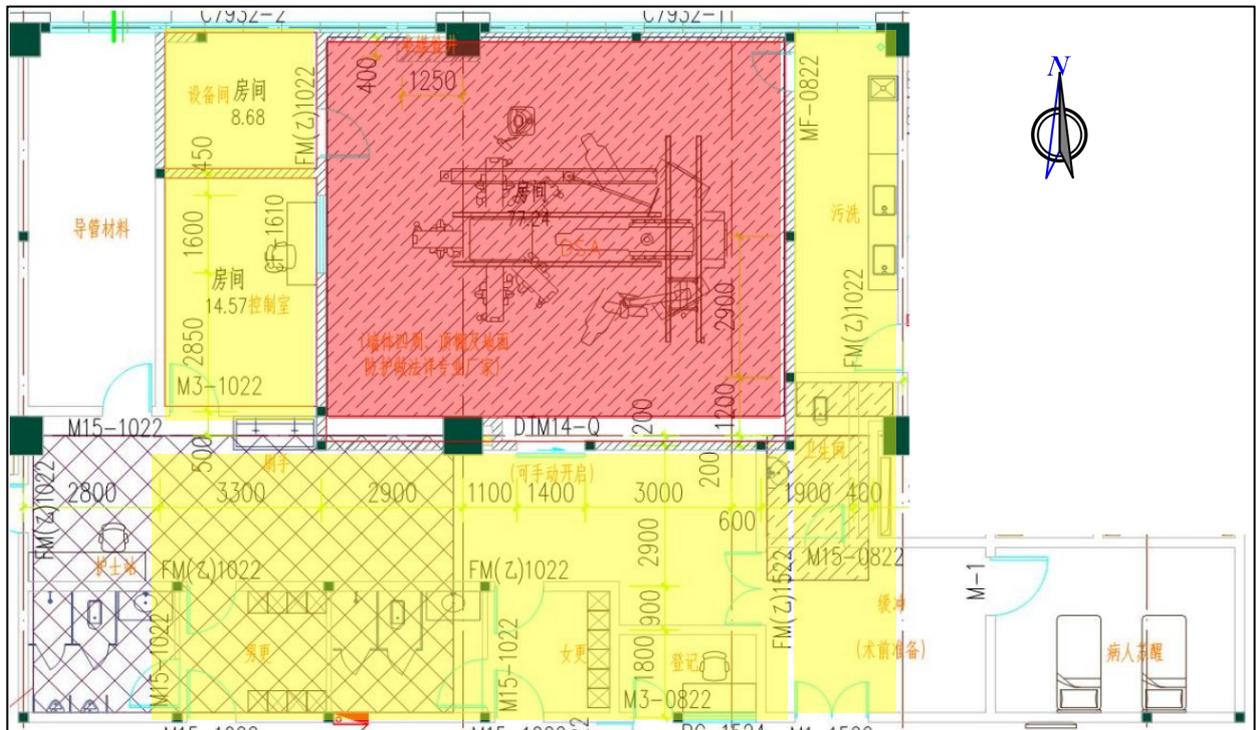


图 10-1 本项目 DSA 工作场所分区管理示意图（平面图）

2、辐射屏蔽防护设计与评估

本项目 DSA 机房屏蔽设计情况见表 10-1。

表 10-1 DSA 机房屏蔽状况

项目		屏蔽设计		计算铅当量
DSA 机房	四周墙体	东	24cm 实心红砖+2mmPb 防护涂料	约 4.2mmPb
		南		
		西		
		北		

天棚	12cm 混凝土+1.5mmPb 防护涂料	约 2.8mmPb
地面	12cm 混凝土+1.5mmPb 防护涂料	约 2.8mmPb
医生、病人出入防护门、污洗间防护门、设备间防护门	3mm 铅当量（铅板）	3mmPb
控制室观察窗	3mm 铅当量（铅玻璃）	3mmPb
机房尺寸	长 9.40m×宽 8.20m×高 5.0 m	/

注：①混凝土密度：2.35g/cm³；实心砖密度：1.65g/cm³。

②不同屏蔽物质铅当量厚度参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.5、C.6（125kV(有用线束)），24cm 实心砖约 2.2mmPb；12cm 混凝土约 1.3mmPb。

由表 10-1 可知，DSA 机房尺寸为长 9.40m×宽 8.20m×高 5.0m，有效面积约为 77.08m²，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房内最小有效使用面积 20m²，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

DSA 机房四周墙体、观察窗、防护门、天棚和地面的防护铅当量在 2.8~4.2mmPb 之间，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铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

3、其他防护措施

(1) 本项目拟采取的防护措施

① 机房外防护门拟设置门灯联动装置和闭门装置，醒目位置张贴电离辐射警示标志并安装工作状态指示灯，灯箱上设置可视警示语句“射线有害，灯亮勿入”，候诊区设置放射防护注意事项告知栏，提醒他人注意，避免其他人员受到误照射。

② 控制室及诊断床拟设置急停按钮，操作台设置对讲装置。诊断床和操作台电源钥匙开关由专人保管。

③ 机房内拟安装动力通风系统，工作时均开启，保持室内空气流通及温度的恒定，能够满足 GBZ130-2020 关于工作场所通风的要求。

④ 拟为工作人员配备 7 套铅防护服（0.5mmPb）、4 个铅帽（0.5mmPb）、4 个铅围脖（0.5mmPb）、3 副铅眼镜（0.5mmPb）、3 副介入防护手套（0.025mmPb）防护用品；为受检者配备 1 套铅防护服（0.5mmPb）、1 个铅帽（0.5mmPb）、1 个铅围脖（0.5mmPb）防护用品。

⑤ 制定人员培训计划，安排工作人员参加辐射安全与防护培训，通过考核后方可上岗。

⑥ 已为本项目工作人员配备个人剂量计，定期委托有资质的单位进行检测，并建立个人剂量档案；同时定期组织人员体检，建立职业人员健康档案。

⑦ 拟配备 1 台便携式辐射剂量率监测仪，对工作场所进行日常监测。

⑧ 拟配备床边射线防护帘、铅吊屏，可对机房工作人员进行有效防护。

(2) 防护措施符合性分析

根据医院提供的设计资料，与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对 X 射线设备工作场所防护和防护用品及防护设施要求进行对照分析，具体见表 10-2。

表 10-2 本项目工作场所防护和防护用品及防护设施符合性分析

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）	本项目 DSA 工作场所	符合情况
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 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
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 DSA 机房有效使用积为 77.08m ² （9.40m×8.20m）。	符合
机房应设有观察窗或摄像装置，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；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力通风装置，保持良好的通风。	①机房设置观察窗，可以观察到受检者状态及防护门开闭情况；②制定 DSA 手术室管理制度，明确要求 DSA 机房内不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；③机房内设置动力通风装置，保持良好通风。	符合
机房门外应有电离辐射标志；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。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，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。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。	①机房门外设置电离辐射标志；②机房门上方设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置了“射线有害、灯亮勿入”的警示语，提醒他人设备处于工作状态；③苏醒区墙壁拟张贴放射防护注意事项告知栏；④平开门（医生出入防护门）拟设置自动闭门装置，病人出入防护门（电动推拉门）等设有曝光时关闭机房门的管理措施，增装置使工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动；⑤工作时确保受检者不在机房内候诊，陪检者不滞留在机房内。	符合
工作人员个人防护用品：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，选配铅橡胶帽子。工作人员辅助防护措施：铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏，选配移动铅防护屏风。受检者：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套，选配铅橡胶帽子。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	工作人员个人防护用品：7 套铅防护服（0.5mmPb）、4 个铅帽（0.5mmPb）、4 个铅围脖（0.5mmPb）、3 副铅眼镜（0.5mmPb）、3 副介入防护手套（0.025mmPb）防护用品；为受检者配备 1 套铅防护服（0.5mmPb）、1 个铅帽（0.5mmPb）、1 个铅围脖（0.5mmPb）防护用品）。	符合

三废的治理

本次评价的 DSA 属于利用 X 射线进行介入诊疗和摄影诊断的医用设备，只有在设备开机的状态下才产生 X 射线，项目无放射性废气、废水和固体废弃物产生。

1、废气

DSA 运行过程中会产生的少量 NO_x 和 O₃，通过机房内动力通风系统进行通风换气，防止机房空气中 NO_x 和 O₃ 等有害气体累积。

2、固体废物

介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集后，就地打包后转移至医疗废物暂存间，纳入医院医疗废物处置体系。

3、废水

本项目运行不产生废水。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 DSA 机放置在连江县敖江镇小湾村（丹凤西路北侧）连江县医院新院区门诊医技楼二层介入科，根据设计对预留房间进行装修改造，施工期间的主要污染因素有粉尘、噪声，但因施工期短，施工范围小，通过控制作业时间、加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生的影响较小，该影响是暂时的，随着建设期的结束而消除。

运行阶段环境影响分析

一、防护措施合理性分析

本项目 DSA 机房尺寸为长 9.40m×宽 8.20m，面积约为 77.08m²。DSA 机房具体屏蔽情况见表 10-1，DSA 机房四周墙体、观察窗、防护门、天棚及地面的防护铅当量在 2.8~4.2mmPb 之间。机房的屏蔽防护、机房内有效使用面积及单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关规定。

二、机房防护能力分析

1、理论计算分析

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA；包括透视和采集两种工作模式。实际使用时，一般管电压在 90kV 左右即可以获取满足大部分介入手术要求的图像质量。

根据《数字减影血管造影机专用技术条件》（YYT 0740-2009）的规定，透视工况时，管电压和管电流的任意组合下，入射皮肤表面的空气比释动能率不超过 100mGy/min。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的规定，介入放射学用 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置，由此可知，最小焦皮距 SID 为 20cm，据此估算，DSA 在透视工况下，距离靶点 1m 处的最大剂量率为 2.40E+05μGy/h；摄影（采集）工况下，管电流约为透视工况的 50 倍，距离靶点 1m 处的最大剂量率为 1.20E+07μGy/h。

考虑到 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，且主束朝向患者，故本项目重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

(1) 防护能力估算方法

① 泄漏辐射剂量率

计算公式参考《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）中给出的公式计算；屏蔽透射因子参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

附录 C 计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B \cdot f}{d^2} \quad (11-1)$$

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

式中：H_L——距源点 R (m) 处的剂量率，μGy/h；

f——设备射线泄漏率，取 0.1%；

H₀——离靶 1m 处的剂量率，μGy/h；

d——计算点距源点的距离，m；

B——透射因子；

X——铅厚度，mm；

α、β、γ为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见表 11-1。

表 11-1 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	材料	参数		
		α	β	γ
90kV	铅	3.067	18.83	0.7726

注：α、β、γ取值参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C

② 散射辐射剂量率

对于患者体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。散射剂量率计算公式参考《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）P437：

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：H——关注点处的散射剂量率，μGy/h；

H₀——距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

α——患者对 X 射线的散射比，取 0.0013（90°散射，相对于 400cm² 散射面积），参考《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1；

S——散射面积，保守估算取典型值 100cm²；

d₀——源与患者的距离，取 0.3m；

d_s——患者与关注点的距离，m；

B——屏蔽透射因子，按式 11-2 计算。

(2) 各关注点辐射剂量率估算

根据以上公式进行 DSA 机房防护门、观察窗、四周墙壁、屋顶等各关注点的剂量率估

算，有效剂量与吸收剂量换算系数取 1Sv/Gy。估算结果如下：

表 11-2 DSA 机房各关注点总辐射剂量率估算结果（透视状态）

位置描述		源与关注点距离 (m)	屏蔽铅当量 (mmPb)	透射因子 B	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	关注点总辐射剂量率 (μSv/h)
北侧	北墙外 0.3m 处 (外墙、悬空)	*	*	*	*	*	*
东侧	东墙外 0.3m 处 (污洗间)	*	*	*	*	*	*
	污洗间防护门外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
南侧	南墙外 0.3m 处 (通道)	*	*	*	*	*	*
	病人出入防护门外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
西侧	设备间防护门外 0.3m 处 (设备间)	*	*	*	*	*	*
	控制室观察窗外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
	控制室墙外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
	医生出入防护门外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
楼上地板 0.3m 处 (多功能室)		*	*	*	*	*	*
楼下 (资料室、库房、储镜室)		*	*	*	*	*	*

表 11-3 DSA 机房各关注点总辐射剂量率估算结果（采集状态）

位置描述		源与关注点距离 (m)	屏蔽铅当量 (mmPb)	透射因子 B	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	关注点总辐射剂量率 (μSv/h)
北侧	北墙外 0.3m 处 (外墙、悬空)	*	*	*	*	*	*
东侧	东墙外 0.3m 处 (污洗间)	*	*	*	*	*	*
	污洗间防护门外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
南侧	南墙外 0.3m 处 (通道)	*	*	*	*	*	*
	病人出入防护门外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*

西侧	设备间防护门外 0.3m 处（设备 间）	*	*	*	*	*	*
	控制室观察窗外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
	控制室墙外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
	医生出入防护门 外 0.3m 处	*	*	*	*	*	*
楼上地板 0.3m 处（多 功能室）		*	*	*	*	*	*
楼下（资料室、库房、 储镜室）		*	*	*	*	*	*

由表 11-2、11-3 可知，在正常运行工况（透视状态）下，DSA 机房各屏蔽面外 0.3m 处的辐射剂量率估算值为*~*μSv/h；采集状态下，DSA 机房各屏蔽面外 0.3m 处的辐射剂量率估算值为*~*μSv/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，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h”的要求。机房设计各屏蔽体的防护效果较好。

(3) 人员年有效剂量分析

DSA 设备包括透视和采集两种工作模式，根据建设单位提供的信息，项目正常运行后，本项目 DSA 每年最多进行 200 例手术，每例手术开机照射时间保守估计为透视 18min、采集 3min，则本项目射线装置的预计年开机工作时间如下。

表 11-4 不同工作模式下的预计开机时间

设备	工作模式	每次照射时间	年最大工作量	年开机时间
DSA	透视	18min	200 例	60h
	采集	3min	200 例	10h

① 计算公式

人员受到的附加年有效剂量可由式 11-4 计算得到。

$$H_w = H_R \times T \times t \quad (11-4)$$

式中： H_w ——年受照剂量；

H_R ——计算点辐射剂量率，μSv/h；

t ——年曝光时间，h/a；

T ——人员居留因子，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 A 中的表 A.1，职业人员全居留取 1，公众人员部分居留取 1/4、偶然居留取 1/8。

② 机房外工作人员及公众年有效剂量分析

根据表 11-2、11-3 中各屏蔽面的周围剂量当量估算机房周边位置的工作人员及公众的年有效剂量。估算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 机房外工作人员及公众年有效剂量估算结果

位置		T	t 透视 (h/a)	t 采集 (h/a)	透视剂量 ($\mu\text{Sv/a}$)	采集剂量 ($\mu\text{Sv/a}$)	年附加有效剂量 (mSv/a)
职业 人员	西侧						
	操作间观察窗外	*	*	*	*	*	*
	西墙外	*	*	*	*	*	*
公众	南侧						
	病人出入防护门外	*	*	*	*	*	*
	南墙外（走廊）	*	*	*	*	*	*
	西侧						
	设备间	*	*	*	*	*	*
	东侧						
	污洗间防护门外	*	*	*	*	*	*
	东墙外	*	*	*	*	*	*
	楼上	*	*	*	*	*	*
	楼下	*	*	*	*	*	*

由表 11-5 可知，正常运行工况下，DSA 机房外辐射工作人员所受的年附加有效剂量范围为*~* mSv ，公众所受的年附加有效剂量范围为*~* mSv ；均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的年剂量限值要求（职业工作人员 20 mSv ，公众人员 1 mSv ）及本次评价所取的年剂量约束值（职业工作人员 5 mSv ，公众人员 0.25 mSv ）。

③ 机房内手术操作人员年有效剂量分析

进行介入手术时，至少需 1 名医生和 1 名护士在 DSA 机房内对患者进行手术。根据建设单位提供的资料，曝光时术者位医护人员穿戴铅衣、铅围裙、铅帽、铅眼镜等防护用品，位于铅吊屏和床侧铅帘后。

根据医院提供信息，本项目拟配备操作技师 1 名，介入医生 5 名，护士 1 名，年最多进行 200 台手术。

保守假设介入治疗时，机房内术者位于铅吊屏（0.5 mmPb ）和床侧铅帘后（0.5 mmPb ），术者距离源最近距离为 30 cm ，由公式 11-1、公式 11-2 和公式 11-3 计算可知，透视工况时，机房内术者位的附加剂量水平约为* $\mu\text{Gy/h}$ ，医护人员全居留；采集工况时，机房内术者位的附加剂量水平约为* mGy/h ，依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实

施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留”，临床不可接受的情况比较少发生，保守按照 1/4 的采集时长停留在机房内术者位。

医护人员采取铅衣（0.5mmPb）屏蔽措施，在 90kV 进行透视和采集时，衰减系数为 0.025，即术者位在透视和采集工况下，经铅衣屏蔽后最大剂量率分别为* $\mu\text{Gy/h}$ 和* $\mu\text{Gy/h}$ 。则在不考虑人员轮换的情况下，本项目 DSA 致机房内职业人员年有效剂量估算值见表 11-6。

表 11-6 本项目机房内职业人员有效剂量估算结果

关注对象		关注点最大辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	年最大受照 时间 (h)	年附加有效剂量 (mSv/a)
机房内术者	透视	*	*	*
	采集	*	*	

由表 11-6 的估算结果，不考虑人员轮换，在正常运行状态下，本项目 DSA 致机房内职业人员的年最大附加有效剂量为*mSv/a。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“工作人员连续 5 年年平均有效剂量 20mSv”，以及不超过本项目对职业人员年有效剂量控制目标 5mSv。

2、类比分析

为更好的了解本项目辐射环境影响，本次搜集了《***第三人民医院 DSA 射线装置改扩建项目竣工环境保护验收监测报告表》，本次采用该验收报告中相关数据进行类比分析。

① 类比机房周围辐射环境监测结果

类比分析相关节选资料见附件 9，机房防护类比可行性分析见表 11-7。

11-7 机房防护类比可行性分析

项目	类比项目	本项目	备注	
设备	DSA（型号 UNIQ FD20）	DSA（型号：待定）	/	
最大管电压	125kV	125kV	相同	
最大管电流	1000mA	1000mA	相同	
防护 屏蔽	四周墙体	24cm 实心红砖+2mmPb 防护涂料 (约 4.2mm 铅当量)	本项目优	
	天棚	20cm 砼 (3mmPb)	12cm 混凝土+1.5mmPb 防护涂料 (约 2.8mm 铅当量)	类比项目略优
	地面	20cm 砼 (3mmPb)	12cm 混凝土+1.5mmPb 防护涂料 (约 2.8mm 铅当量)	类比项目略优
	观察窗	15mm 厚铅玻璃 (3mmPb)	3mm 铅当量 (铅玻璃)	相当
	防护门	内衬 3mm 铅板 (3mmPb)	3mm 铅当量 (铅板)	相当
机房面积	41.58m ²	77.08m ²	本项目优	
机房最小单边长度	5.4m	8.2m	本项目优	

由表 11-7 可知，本项目与类比项目 DSA 型号、最大管电压、管电流均相同，防护屏蔽优于类比项目或相差不大，机房面积和最小单边长度均大于类比项目，因此，本项目采

用的类比项目较为可行。

类比项目辐射环境监测数据见表 11-8。

表 11-8 类比项目 DSA 场所防护检测结果

序号	监测点位置	X-γ辐射剂量率监测结果 (nSv/h)	
		减影模式	透视模式
1	工作人员操作位	*	*
2	电缆地沟外表面 30cm 处	*	*
3	铅玻璃观察窗外表面 30cm (中部)	*	*
4	铅玻璃观察窗外表面 30cm (上端)	*	*
5	铅玻璃观察窗外表面 30cm (下端)	*	*
6	铅玻璃观察窗外表面 30cm (左侧)	*	*
7	铅玻璃观察窗外表面 30cm (右侧)	*	*
8	防护门 M1 外表面 30cm (中部)	*	*
9	防护门 M1 外表面 30cm (上端)	*	*
10	防护门 M1 外表面 30cm (下端)	*	*
11	防护门 M1 外表面 30cm (左侧)	*	*
12	防护门 M1 外表面 30cm (右侧)	*	*
13	防护门 M2 外表面 30cm (中部)	*	*
14	防护门 M2 外表面 30cm (上端)	*	*
15	防护门 M2 外表面 30cm (下端)	*	*
16	防护门 M2 外表面 30cm (左侧)	*	*
17	防护门 M2 外表面 30cm (右侧)	*	*
18	东墙外表面 30cm (左侧)	*	*
19	东墙外表面 30cm (中侧)	*	*
20	东墙外表面 30cm (右侧)	*	*
21	南墙外表面 30cm (左侧)	*	*
22	南墙外表面 30cm (中侧)	*	*
23	南墙外表面 30cm (右侧)	*	*
24	西墙外表面 30cm (左侧)	*	*
25	西墙外表面 30cm (中侧)	*	*
26	西墙外表面 30cm (右侧)	*	*
27	北墙外表面 30cm (左侧)	*	*
28	北墙外表面 30cm (中侧)	*	*
29	北墙外表面 30cm (右侧)	*	*
30	机房正上方距地面 30cm	*	*
31	防护门 M3 外表面 30cm (中部)	*	*
32	防护门 M3 外表面 30cm (上端)	*	*
33	防护门 M3 外表面 30cm (下端)	*	*
34	防护门 M3 外表面 30cm (左侧)	*	*
35	防护门 M3 外表面 30cm (右侧)	*	*
36	防护门 M4 外表面 30cm (中部)	*	*

37	防护门 M4 外表面 30cm (上端)	*	*
38	防护门 M4 外表面 30cm (下端)	*	*
39	防护门 M4 外表面 30cm (左侧)	*	*
40	防护门 M4 外表面 30cm (右侧)	*	*
41	防护门 M5 外表面 30cm (中部)	*	*
42	防护门 M5 外表面 30cm (上端)	*	*
43	防护门 M5 外表面 30cm (下端)	*	*
44	防护门 M5 外表面 30cm (左侧)	*	*
45	防护门 M5 外表面 30cm (右侧)	*	*
注：监测工况：减影模式工作曝光电压 76kV，曝光电流 683mA；透视模式工作曝光电压 78kV，曝光电流 16.7mA。			

由上表 11-8 可知，类比项目 DSA 正常开机运行状态下，机房周围紧邻区域各监测点位 X-γ辐射剂量率为*~*nSv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h 的要求。本项目 DSA 机房防护屏蔽优于或与类比项目相当，由此可以推断，本项目投入正常运行后，机房四周辐射剂量率也将满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。因此，本项目机房采取的防护措施是可行的。

② 机房外工作人员和公众人员年有效剂量类比预测

为保守类比预测，按工作人员参与全年介入手术量且不考虑轮换，由表 11-8 可知，DSA 运行时，机房外工作人员操作位监测点位测值为*nSv/h，公众人员监测点位测值最大为*nSv/h，类比项目 DSA 年最大曝光时间为 240h，工作人员居留因子取 1，公众居留因子取 1/4。则根据公式 11-4，DSA 操作人员和公众人员年有效剂量最大值估算结果见表 11-9。

表 11-9 机房外操作人员和公众人员最大年有效剂量估算结果

对象	开机时最大辐射剂量 (nSv/h)	年最大曝光时间 (h/a)	居留因子	最大年有效剂量 (mSv/a)
操作人员	*	240	1	*
公众人员	*	240	1/4	*

由表 11-9 可知，正常运行工况下，类比项目 DSA 致机房外操作人员所受的年附加有效剂量最大值为*mSv，公众所受的年附加有效剂量最大值为*mSv，而本项目 DSA 年曝光时间为 70h，低于类比项目 240h 的年曝光时间，由此推断，本项目投入运行后也将均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的年剂量限值要求及环评报告表所取的年剂量约束值（职业工作人员 5mSv，公众人员 0.25mSv）。

③ 机房内介入手术人员年有效剂量类比预测

项目类比可行性分析见表 11-10。

11-10 项目类比可行性分析

项目	类比项目	本项目	备注
运营单位	***第三人民医院	连江县医院	/

设备	DSA（型号 UNIQ FD20）	DSA（型号：待定）	相同
最大管电压	125kV	125kV	相同
最大管电流	1000mA	1000mA	相同
防护方案	铅吊屏、床侧铅防护帘、铅衣等	铅吊屏、床侧铅防护帘、铅衣等	相同

由表 11-10，可知，本项目于类比项目设备型号、最大管电压、最大管电流均相同，机房内手术人员防护情况相当，手术时，工作人员均穿戴铅衣、铅眼镜等防护用品，类比较为可行。类比项目 DSA 运行时机房内术者位测值结果见表 11-11。

表 11-11 类比项目 DSA 机房内术者位监测结果

序号	监测点位置	X-γ辐射剂量监测结果（μSv/h）
1	机房内第一术者位（铅衣内）	*
2	机房内第二术者位（铅衣内）	*

注：监测工况：工作曝光电压 78kV，曝光电流 16.7mA。

一般 DSA 工作人员采取轮岗的形式进行检查和手术，本项目从保守角度考虑，按工作人员参与全年介入手术量进行估算。由公式 11-4 估算工作人员 DSA 手术间内工作人员附加年有效剂量估算见表 11-12。

表 11-12 机房内工作人员年有效剂量估算结果

对象	开机时辐射剂量（μSv/h）	年最大曝光时间（h/a）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）
机房内第一术者位	*	70	1	*
机房内第二术者位	*	70	1	*

由表 11-12 类比预测结果可知，机房内工作人员年有效剂量最大值为*mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的年剂量限值要求（职业工作人员 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束值（职业工作人员 5mSv）。

三、大气环境影响分析

本项目射线装置在开机过程中，会产生极少量 O₃ 及 NO_x 等有害气体。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中：“6.4.3 机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”，本项目 DSA 机房内设置动力通风系统，在机房内通风系统正常运行的情况下，O₃ 及 NO_x 气体通过通风设施排至室外，很快被空气对流、扩散作用稀释，对大气环境影响较小。

四、固废影响分析

介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集后，就地打包后转移至医疗废物暂存间，统一委托有资质单位处置，对环境影响较小。

事故影响分析

1、事故工况

DSA 射线装置诊断检查时，可能发生的事故风险主要是设备操作不当或管理不善而发生放射辐射事故，从而对职业人员以及公众造成不利影响。

- ① 操作人员误操作或违反操作规程，造成人员意外照射；
- ② 设备正常工作时，人员误留、误入机房内，导致误照射；
- ③ 工作状态指示灯等辐射安全防护措施发生故障，人员误入正在运行的 DSA 机房内，造成人员误照射；
- ④ 介入手术工作人员未穿戴个人防护用品进入手术室进行手术，受到不必要的照射。

根据从医院了解的情况，项目运行以来未发生过辐射事故。

2、事故情况下剂量分析

本次评价假设 DSA 设备发生事故，公众误入机房，在无任何屏蔽措施的情况下，受到透视和采集时的 X 射线辐射，在透视工况下，距离靶点 1m 处的最大剂量率为 $2.40\text{E}+05\mu\text{Gy/h}$ ；摄影（采集）工况下，距离靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.20\text{E}+07\mu\text{Gy/h}$ ，则在透视情况下距离设备 1m 处 1min 受到的剂量率为 4mGy，采集情况 1min 受到的剂量率为 200mGy。即事故情况下，距设备 1m 处，透视约 3.75s、采集 0.075s 后公众受到的剂量率将高于本次评价所取的公众年有效剂量约束值 0.25mSv/a ；透视约 15s、采集 0.3s 后公众受到的剂量率将高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的公众年剂量限值要求 1mSv/a 。

3、事故预防措施

为减少事故发生及事故发生后能立即采取有效防范措施，已做好以下预防措施：

(1) 定期认真的对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行监测或检查，核实各项管理制度的落实情况，对发现的安全隐患立即整改，避免事故的发生。

(2) 凡涉及对 DSA 操作，有明确的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查门灯联动装置，确保门灯联动装置正常运行；定期对 DSA 的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

(4) 加强辐射工作人员的管理，DSA 开机前，必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强辐射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外照射。

(5) 加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区的管理，限制公众在监督区长时间滞留。

(6) 检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

(7) 机房门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

(8) 成立了辐射安全工作领导小组应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备及联络方式进行明确的布置和安排，一旦事故发生可立即执行。

3、事故应急措施

一旦发生辐射事故，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 射线的发生。

(2) 及时检查、估算受照人的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安排受照人员就医检查。

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

(4) 在事故处理过程中，要在合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。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。

(6) 对可能发生的辐射事故，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度，在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境主管部门和卫生管理部门。

表 12 辐射安全管理

<p>辐射安全与环境保护管理机构的设置</p> <p>1、辐射安全管理领导机构的设置</p> <p>根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，连江县医院已成立了郑*韬为组长，谢*彬、杨*东、林*华、张*、黄*飞、张*灏为副组长，陈*捷、张*莲、黄*佃、李*爱、朱*斌、林*锐、余*丰、林*坤、林*斌、黄*杰、谢*刚、张*亮、刘*林、林*、陈*、刘*玉、余*清、吴*霞为成员的放射防护安全管理领导小组（见附件 4），负责整个医院的辐射防护与安全管理工作。</p> <p>放射防护管理领导小组的主要职责：① 组织制定医院放射事故应急预案；② 负责组织协调放射事故应急处理工作；③ 组织放射事故应急人员的培训；④ 负责与上级主管部门和当地环保、公安等主管部门的联络、报告应急处理工作，配合做好事故调查和审定；⑤ 负责放射事故应急处理期间的后勤保障工作；⑥ 采取各种快速有效措施，做好善后处理，最大限度地消除对医院的负面影响。</p>
<p>辐射安全管理规章制度</p> <p>1、辐射安全管理制度</p> <p>医院已制定相关的辐射安全管理规章制度，明确各岗位职责。主要规章有：《连江县医院放射事故应急预案》、《人员培训计划》、《辐射防护与安全保卫制度》、《连江县医院介入科组织管理制度》、《介入科岗位职责》、《操作规程》、《维修及保养制度》、《射线装置使用登记、台账管理制度》、《个人剂量及辐射环境监测方案》等相关制度（见附件 4）。</p> <p>医院现行制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的要求，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射安全和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；第七款的要求，使用射线装置的单位有完善的辐射事故应急措施。</p> <p>建设单位在取得环评批复后，应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的相关要求，申请辐射安全许可证换证。</p> <p>2、人员培训</p> <p>根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）和《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》（公告 2019 年第 57 号）的相关</p>

规定，医院从事辐射工作人员需要全部参加辐射安全与防护培训并通过考核。

本项目配备操作人员 1 名、介入医生 5 名，护师 1 名，其中 2 人已通过辐射安全与防护培训。其余辐射工作人员须尽快通过生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并通过考核后方可上岗。

3、健康管理

按照国家关于健康管理的规定，医院拟为本项目配备辐射防护用品详见表 12-1。

表 12-1 拟配备的防护用品

名称	单位	数量
铅防护服（0.5mmPb）	套	7
铅帽（0.25mmPb）	个	4
铅围脖（0.25mmPb）	个	4
铅眼镜（0.25mmPb）	副	3
介入防护手（0.025mmPb）	副	3

医院为工作人员已配备的防护用品满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，本次环评要求医院应进一步落实如下防护管理措施：为辐射工作人员配备介入防护手套（不小于 0.025mmPb）；辐射工作人员佩戴个人剂量计定期（不少于 1 次/季度）送有资质的单位进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。

辐射监测

1、已开展辐射监测情况

(1) 连江县医院为医院辐射从业人员配备了个人剂量计，个人剂量每季度委托浙江建安检测研究院有限公司进行监测（见附件 6）。

(2) 每年委托有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

医院应进一步完善辐射监测计划，做好日常监测。

2、本项目辐射监测计划

(1) 为辐射工作人员配备个人剂量计，并定期（每季度 1 次）送检。

(2) 应配备 1 台便携式 X- γ 辐射剂量率仪，制定日常监测制度，定期对所有射线装置机房防护门及缝隙处，控制室、观察窗等以及机房四周屏蔽墙外（包括楼上和楼下区域）进行辐射监测，并建立监测数据档案。

(3) 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（至少每年 1 次），并于次年的 1 月 31 日之前，与辐射安全年度评估报告报辐射安全许可证发证机关。

环境保护投资

根据医院提供信息，本项目预计投资总金额*万元，其中环保投资*万元，占总投资的

5%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，个人防护用品以及辐射监测仪器购置等。环保投资见表 12-2。

表 12-2 本项目环境保护投资一览表

类别	环保措施	投资金额（万元）
辐射防护主体施工	墙体处理（防护材料）、机房防护门、观察窗等	*
通风设备	中央空调等通风系统	*
个人防护用品	铅防护服、铅帽、铅围脖、铅眼镜等	*
辐射监测	个人剂量报警仪、监测设备	*
其他	工作状态指示灯、电离辐射警告标志、对讲设备、制度上墙、职业健康体检、竣工环保验收	*
合计		*

建设项目竣工环境保护内容及要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-3。

表 12-3 项目竣工环境保护验收项目一览表（建议）

序号	项目	内容	验收效果和环境预期目标
1	辐射安全管理机构	设立辐射安全管理机构或指派辐射管理专职人员	以文件形式成立辐射安全与环境保护管理小组
2	辐射安全防护措施	机房门外应有电离辐射标志；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。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，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求
3	人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员应参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗
		个人剂量监测	辐射工作人员个人剂量计定期进行监测并建立个人剂量档案
		人员职业健康管理	辐射工作人员定期进行体检，并建立职业健康档案
4	防护用品、监测仪器	辐射环境监测设备	配备 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率仪
		个人剂量计	有与工作人员数量匹配的个人剂量计
		个人剂量报警仪	建议本项目配备 1 台个人剂量报警仪

		个人防护用品	依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，为机房工作人员配备个人防护用品
5	监测限值要求	个人剂量限值	工作人员和公众所受到的年附加有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对工作人员要求的剂量限值 20mSv/a 和本次评价提出的管理限值 5mSv/a、对公众要求的剂量限值 1mSv/a 和本次评价提出的管理限值 0.25mSv/a 的要求
		DSA 机房屏蔽体外监测限值	工作场所外周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《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，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h；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 μ 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。”的要求
6	辐射环境管理	健全辐射环境管理制度，并认真贯彻执行	有健全的操作规程、岗位职责、辐射安全与保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、辐射环境监测方案的、辐射事故应急预案等

辐射事故应急

为有效防护、及时控制放射事故所致的伤害，加强射线装置安全监测和控制等管理工作，保障放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 449 号）、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》。

连江县医院已根据《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》（试行），并结合项目特点修订并完善辐射事故/事件应急预案。

应急预案主要包括以下内容：

- (1) 应急管理机构及职责；
- (2) 可能发生的辐射事故/事件类型及应急响应程序；
- (3) 辐射事故/事件报告、调查和处理程序；
- (4) 应急联系方式、培训及演练。

医院制定的应急预案有效可行，能够满足现有核技术利用项目和本项目开展时的应急事故处理要求。本项目投入使用时，应将其纳入现有应急预案。在日后核技术利用项目运行管理过程中，医院应根据实际工作情况和管理要求，及时更新和完善应急预案。

同时医院应根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景，演练参与人员等。此外，医院应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在

实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据现场调查，连江县医院运行至今尚未发生放射性相关事故，未启动过该应急预案。评价要求建设单位应加强应急演练，防止环境风险的发生。一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由医院辐射事故应急小组上报当地环境保护主管部门及省级环境保护主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。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。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

在连江县医院拟在连江县敖江镇小湾村（丹凤西路北侧）连江县医院新院区门诊医技楼二层介入科建设 DSA 机房及辅助用房，使用 1 台数字减影血管造影机（DSA），为 II 类射线装置。

本项目旨在满足患者的就医需求，提高和改善诊疗环境，具有明显的社会效益，对受照个人或社会所带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护的“实践的正当性”要求。

2、选址及平面布局合理性

项目位于连江县敖江镇小湾村（丹凤西路北侧）连江县医院新院区门诊医技楼二层，选址较为独立，与其他区域通过防护门等措施隔离，严禁无关人员进入，项目投入运营后通过采取有效的管理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，选址及平面布局基本合理。

3、环境影响评价

本项目 DSA 机房尺寸为长 9.40m×宽 8.20m，机房面积约为 77.08m²；DSA 机房四周墙体、观察窗、防护门、天棚、地面的防护铅当量在 2.8~4.2mmPb 之间。机房的屏蔽防护、机房内有效使用面积及单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关规定。

(1) 辐射剂量率

根据估算结果，DSA 正常运行时，透视模式下，机房各屏蔽面外 0.3m 处的辐射剂量率估算值为*~*μSv/h；采集状态下，DSA 机房各屏蔽面外 0.3m 处的辐射剂量率估算值为*~*μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h”的要求。机房各屏蔽面的防护效果较好。

(2) 职业人员年附加有效剂量分析

① 机房外职业人员年附加有效剂量估算

根据估算结果分析，正常运行工况下，本项目 DSA 机房外放射工作人员所受的年附加有效剂量范围为*~*mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的年剂量限值要求（职业工作人员 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束值（职业工作人员 5mSv）。

② 机房内职业人员年附加有效剂量分析

根据估算结果分析，正常运行工况下，本项目致机房内职业人员最大附加有效剂量为 *mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的年剂量限值要求（职业工作人员 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束值（职业工作人员 5mSv）。

(3) 公众年附加有效剂量估算

根据估算结果分析，正常运行工况下，本项目致公众所受的年附加有效剂量范围为*~*mSv。低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年剂量限值要求及本次评价所取的年剂量约束值（公众人员 0.25mSv）。

4、项目环保可行性结论

综上所述，连江县医院在严格执行国家相关法律、法规及相关标准的要求，切实落实本报告表中提出的污染防治、辐射安全防护措施和建议后，该项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响可以控制在国家标准允许的范围之内。从环境保护和辐射防护角度分析，本项目是可行的。

建议和承诺

1、根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）的规定，项目建成并试运行后，按照规定程序自主开展竣工环境保护验收。

2、根据要求及时制定完善相关规章制度，并落实到位。

3、建议为本项目辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪。

4、制定计划安排辐射工作人员通过生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并通过考核后方可上岗。

5、每年应对医院核技术利用项目的安全和防护状况进行年度评估，并于次年 1 月 31 日前向辐射安全许可证颁发部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日