

检索号	2021-HP-0091
-----	--------------

## 核技术利用建设项目

### 上杭县医院 2 台 DSA 机项目

### 环境影响报告表

上杭县医院（盖章）

2021 年 6 月

# 核技术利用建设项目

## 上杭县医院 2 台 DSA 机项目 环境影响报告表

建设单位名称： \_\_\_\_\_ 上杭县医院 \_\_\_\_\_

建设单位法人代表（签名或签章）： \_\_\_\_\_

通讯地址： \_\_\_\_\_ 龙岩市上杭县临江镇解放路 641 号 \_\_\_\_\_

邮政编码： \_\_\_\_\_ 364200 \_\_\_\_\_ 联系人： \_\_\_\_\_ 范道奎 \_\_\_\_\_

电子邮箱： \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 联系电话： \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

## 目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	7
表 3	非密封放射性物质.....	7
表 4	射线装置.....	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	9
表 6	评价依据.....	10
表 7	保护目标与评价标准.....	12
表 8	环境质量和辐射现状.....	16
表 9	项目工程分析与源项.....	20
表 10	辐射安全与防护.....	24
表 11	环境影响分析.....	28
表 12	辐射安全管理.....	41
表 13	结论与建议.....	47
表 14	审批.....	51

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		上杭县医院 2 台 DSA 机项目			
建设单位		上杭县医院			
法人代表	莫晓云	联系人	范道奎	联系电话	18859051825
注册地址		龙岩市上杭县临江镇解放路 641 号			
项目建设地点		龙岩市上杭县临城镇龙腾路 8 号（医院新址）			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 （万元）	890	项目环保投资 （万元）	90	投资比例（环保 投资/总投资）	10.1%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m <sup>2</sup> ）	—
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				

**1.1 项目概述**

**1.1.1 建设单位基本情况**

上杭县医院是一所集医疗、教学、科研、康复、保健为一体的二级甲等综合性医院。医院始建于 1938 年 3 月，经当时省国民政府批准由原“县戒烟所”改建为“县卫生院”，按丙级卫生院建制核定，1949 年 5 月至 1968 年 8 月，医院曾先后改称为上杭县人民政府卫生院、上杭县人民卫生院、上杭县人民医院，1968 年 8 月后正式更名为上杭县医院。文革期间曾一度更名为上杭县人民医院革命委员会，1978 年十一届三中全会后复称为上杭县医院。上杭县医院是一所集医疗、教学、科研、康复、保健为一体的二级甲等综合性医院。

医院现占地面积 2.48 万平方米、建筑面积 4.7 万平方米，现有编制床位 580 张、开放床位 630 张。现有在职职工 800 余人，其中有卫生专业技术人员 668 人，高级职称 81 人，中级职称 186 人。现设有临床科室 15 个，医技科室 8 个，党群和行政职能部门 21 个。设有院外医务室、诊所等三个。

目前，医院正实施整体搬迁项目建设，新院选址客家新城片区，南邻石壁寨，东北邻黄泥塘公园，紧邻龙翔大道。新院按日门诊量 5000 人次的三级综合医院标准设计建设，规划总床位 1500 床，占地面积约 387.4 亩，规划总投资 7.5 亿元。项目一期规划床位 1000 床，用地面积约 135 亩，总建筑面积 12.4 万平方米，设计停车位 1100 个。项目于 2016 年 3 月开工建设，预计 2021 年年底投入使用。

《上杭县医院整体搬迁建设项目环境影响报告书》已于 2014 年 8 月 22 日通过原上杭县环境保护局审批，批复文号：杭环综[2014]293 号。

### 1.1.2 项目建设规模

#### 1.1.2.1 项目概况及由来

为满足患者的就医需求，上杭县医院拟在新院医技楼一楼介入中心新建 2 间 DSA 机房（DSA1 机房和 DSA2 机房），将现已许可的 1 台 DSA 搬迁至新院 DSA1 机房，同时在 DSA2 机房内新配备 1 台 DSA，用于放射诊断和介入治疗。本项目核技术利用情况见表 1-1。

表 1-1 本项目核技术利用情况表

射线装置								
序号	射线装置名称	数量(台)	管电压(kV)	管电流(mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况
1	DSA (IGS 330)	1	≤125	≤1000	II	医技楼一楼介入中心 DSA1 机房	使用	搬迁项目， 本次环评
2	DSA (型号未定)	1	≤125	≤1000	II	医技楼一楼介入中心 DSA2 机房	使用	新建项目， 本次环评

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，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》、《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，上杭县医院 2 台 DSA 机项目应办理核技术应用项目环境影响评价手续。

根据《射线装置分类》（2017 年修订版），本项目 DSA 属于 II 类射线装置。本项目为使用 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年

版），应编制环境影响报告表。受上杭县医院的委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察、现场检测（委托厦门量能检测技术有限公司检测）等工作的基础上，编制了该核技术应用项目环境影响报告表。

此外，医院整体搬迁时，目前在用的 CT 等 III 类射线装置也将搬迁至新院，医院届时将依据法律法规要求，另行办理建设项目环境影响登记表备案手续，不作为本报告评价对象。

### 1.1.2.2 项目定员及年工作时间

医院现已许可的 DSA 已配备 5 名辐射工作人员，本项目运行后，除配备原有 5 名辐射工作人员外，医院还拟新配备 5 名辐射工作人员。DSA 工作时间见表 1-2。

表 1-2 DSA 工作时间一览表

设备名称	数量	单台 DSA 年最大手术台数	单名医生年最大手术台数	单台手术曝光时间		单台 DSA 年出束时间	
				减影	透视	减影	透视
DSA	2 台	300 台	240 台	30s	20min	2.5h	100h

## 1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

上杭县医院新址位于龙岩市上杭县临城镇龙腾路 8 号，院区东南侧为绿化带和杭康路，西南侧为景观绿化带、拟建老年病医院（远期规划），西北侧为绿化、社会停车场，东北侧为龙腾路。

本项目 2 间 DSA 机房拟设置于医院新院区医技楼一楼介入中心。医技楼东南侧为院内道路、绿地、洗衣房、培训及院内生活楼，西南侧为院内道路、病房楼、绿地和道路，西北侧为院内道路、绿地、液氧站和高压氧，东北侧为门诊楼、院内道路和绿地。DSA1 机房和 DSA2 机房并排设置，中间间隔控制室、污物间、无菌储藏间和设备间，2 间 DSA 机房楼上为心电图及功能诊断场所，楼下为生活泵房和地下车库；DSA1 机房西南侧为患者通道、院内道路，西北侧为设备间、卫生间、苏醒室、介入门诊、医疗街等，东北侧为医生通道、会议室、耗材间、庭院及预留肿瘤中心；DSA2 机房东南侧为门厅、污梯、楼梯间、管井等，西南侧为患者通道、缓冲区、排风竖井及院内道路，东北侧为医生通道、换鞋处、通道、更衣室、卫生间、庭院及预留肿瘤中心。

根据现场调查可知，本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围均在医院内，无学校、居民区等环境敏感点；DSA 设备均设有单独固定的机房，机房所处位置相对独立，与

周围非辐射工作场所隔开，根据类比分析和理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小，因此，项目选址基本合理。

本项目环境保护目标主要是 DSA 机房辐射工作人员、医院内的其他医护人员等工作人员、病患及陪同家属等流动人员。

### 1.3 产业政策符合性分析

经对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于国家鼓励类的第十三项“医药”中第 5 款中“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备”，符合国家产业发展政策。

### 1.4 代价利益分析

本项目的运行，可为病人提供放射诊疗服务，方便群众就医，具有良好的社会效益和经济效益。本项目总投资 890 万元（不含拟搬迁的 DSA 设备费），其中环保投资 90 万元，占总投资的 10.1%，与同类项目环保投资指标相比，本项目环保投资比例合理、适当，可保证环保措施的落实。根据下文分析，本项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。

因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

### 1.5 项目环保投资

本项目环保投资明细见表 1-3。

表 1-3 本项目环保投资明细一览表

序号	项目	投资金额(万元)
1	机房的防护施工	75
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）	2
3	辐射防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖等）	5
4	通风系统	1
5	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	3
7	辐射安全规章制度上墙、竣工环保验收	3
合计		90

### 1.6 医院原有核技术利用项目

### **1.6.1 医院原有核技术利用项目许可情况**

医院目前持有的辐射安全许可证书编号：闽环辐证[00245]，许可种类和范围为“使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至：2024 年 09 月 08 日。

医院目前在用 1 台 DSA（II 类射线装置）和 15 台 III 类射线装置，未使用非密封放射性物质，以上项目均已履行环境影响评价评价手续（DSA 环评批复文号为：闽环辐字[2018]2 号），1 台 DSA 已于 2019 年 7 月 21 日通过了竣工环保验收。

### **1.6.2 医院原有辐射安全管理情况**

#### **1.6.2.1 辐射安全与环境保护管理机构**

医院于 2018 年 5 月 9 日以医院内部文件（杭医[2018] 89 号）发文，成立了辐射安全与防护管理领导小组，确定以院长莫晓云为组长全面负责医院的辐射安全管理工作，并明确了领导小组职责，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求。

#### **1.6.2.2 辐射安全管理规章制度**

医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，针对原有核技术利用项目制定了相关的辐射安全管理规章制度，包括：《操作规程与安全防护》、《放射科工作制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射环境监测计划》、《辐射人员培训计划》、《设备维修保养制度》、《放射防护应急处理预案》等，并已开展一年一度的辐射事故应急演练，医院制定的辐射安全管理规章制度较完备且具有一定的可行性，医院能够按照规章制度对医院的辐射工作进行管理，辐射工作人员也能够按照各项规章制度开展工作。在日后工作中，医院还应根据相关法规和实际工作情况不断对现有的辐射安全管理规章制度进行补充和完善。

#### **1.6.2.3 辐射安全和防护知识培训**

医院现有 42 名辐射工作人员（包括 1 名辐射安全专职管理人员），辐射工作人员均已取得了辐射安全培训合格证书，证书均在有效期内，能够满足辐射工作岗位的要求。

#### **1.6.2.4 个人剂量监测与健康体检**

医院已为所有辐射工作人员配备了个人剂量计，定期送有资质部门进行个人剂量监测，建立了个人剂量档案；定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案。

根据医院提供的辐射工作人员个人剂量检测报告，医院辐射工作人员在 2020 年度从事放射工作所致个人剂量均未超过管理限值要求。

#### **1.6.2.5 年度评估**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求，上杭县医院已于 2021 年 1 月 31 日前填报单位 2020 年放射性同位素与射线装置辐射安全和防护状态年度评估报告，满足法律法规要求。

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	DSA	II	1	IGS 330	≤125	≤1000	放射诊断/ 介入治疗	医技楼一楼介入中心 DSA1 机房	搬迁
2	DSA	II	1	拟购待定	≤125	≤1000	放射诊断/ 介入治疗	医技楼一楼介入中心 DSA2 机房	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	通过排风系统排出机房，弥散在大气环境中
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m<sup>3</sup>；年排放总量用kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），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 年修正版），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》，2003 年 10 月 1 日起实施</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订版），国务院令 709 号，2019 年 3 月 18 日起施行</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订），2017 年 10 月 1 日起实施</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(7) 《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 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号，自 2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(10) 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>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145 号</p> <p>(12) 《福建省环保厅关于印发&lt;核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲&gt;（试行）的通知》，闽环保辐射〔2013〕10 号，2013 年 3 月 15 日印发</p> <p>(13) 《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 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(15) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 39 号，2019 年 10 月 25 日生成</p>
------	--

	<p>(16) 《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训考核工作有关事项的通知》，环办辐射函[2019]853 号</p> <p>(17) 《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>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 <math>\gamma</math> 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) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）</p>
<p>其 他</p>	<p>/</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目拟使用 DSA 开展放射诊断和介入治疗，其活动种类范围为使用 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质边界外 50m 的范围”的规定，并结合项目特点，本项目辐射评价范围为：2 间 DSA 机房实体边界外 50m 范围内区域。

7.2 保护目标

根据现场调查可知，本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围均在医院内，无学校、居民区等环境敏感点。本项目环境保护目标主要是 DSA 机房辐射工作人员，医院内的其他医护人员等工作人员、病患及陪同家属等流动人员。本项目环境保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标名称	方位	场所	距机房最近距离	人口规模	保护要求
辐射工作人员	DSA1 机房东南侧、DSA2 机房西北侧	控制室内	0.3m	10 人	年剂量不超过 5mSv/a
	DSA1、DSA2 机房内	机房内	距离 DSA 球管不少于 0.5m		
公众	东南侧	门厅、污梯、楼梯间、管井等（医技楼内）	0.3m	约 900 人	年剂量不超过 0.25mSv/a
		院内道路、绿地	约 3.5m		
		通道（医技楼内）	0.3m		
	西南侧	院内道路、绿地	约 3.5m		
		病房楼	约 14m		
	西北侧	观察、恢复间、无菌室、介入门诊、医疗街等（医技楼内）	0.3m		
东北侧	医生通道、缓冲区、医生办公、护士值班、庭院及预留肿瘤中心等（医技楼内）	0.3m			

			门诊楼	约 49m		
		楼上	心电图及功能诊断场所等	0m		
		楼下	生活泵房和地下车库	约 3.5m		
	患者、陪同家属等流动人员	四周、楼上、楼下	医院内	0m	流动人群	

### 7.3 评价标准

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

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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 ②任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

#### (2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

##### 6.1 X 射线设备机房布局

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

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

6.1.5 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。

**表 7-3 (表 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 <sup>d</sup> (m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度 <sup>e</sup> (m)
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂)	20	3.5

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

## 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。

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

**表 7-4 (表 3) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求**

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

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 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射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于2.5 μSv/h; 测量时, X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间;

## 6.4 X射线设备工作场所防护

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; 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。

#### 6.5 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。

### (3) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）

#### (4) 本项目管理目标

综合考虑 GB 18871-2002 及 GBZ 130-2020 等要求，本项目管理目标确定为：

**辐射环境剂量率控制水平：** DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；

**辐射剂量控制水平：** 职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

#### (5) 参考资料

- ① 《辐射防护导论》，方杰主编
- ② 《辐射防护手册》（第一分册），李德平 潘自强 主编
- ③ 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）
- ④ 《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995 年

福建省龙岩市原野、道路、建筑物室内  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率（单位：nGy/h）

	原野 $\gamma$ 辐射剂量率	道路 $\gamma$ 辐射剂量率	室内 $\gamma$ 辐射剂量率
范围	34.2~214.5	43.9~214.5	78.6~285.3
均值 $\pm$ 标准差	91.0 $\pm$ 40.5 (按点加权)	91.7 $\pm$ 41.8	142.1 $\pm$ 52.2 (按点加权)

**表 8 环境质量和辐射现状**

**8.1 项目地理和场所位置**

上杭县医院新址位于龙岩市上杭县临城镇龙腾路 8 号，院区东南侧为绿化带和杭康路，西南侧为景观绿化带、拟建老年病医院（远期规划），西北侧为绿化、社会停车场，东北侧为龙腾路。

本项目 2 间 DSA 机房拟设置于医院新院区医技楼一楼介入中心。医技楼东南侧为院内道路、绿地、洗衣房、培训及院内生活楼，西南侧为院内道路、病房楼、绿地和道路，西北侧为院内道路、绿地、液氧站和高压氧，东北侧为门诊楼、院内道路和绿地。DSA1 机房和 DSA2 机房并排设置，中间间隔控制室、污物间、无菌储藏间和设备间，2 间 DSA 机房楼上为心电图及功能诊断场所，楼下为生活泵房和地下车库；DSA1 机房西南侧为患者通道、院内道路，西北侧为设备间、卫生间、苏醒室、介入门诊、医疗街等，东北侧为医生通道、会议室、耗材间、庭院及预留肿瘤中心；DSA2 机房东南侧为门厅、污梯、楼梯间、管井等，西南侧为患者通道、缓冲区、排风竖井及院内道路，东北侧为医生通道、换鞋处、通道、更衣室、卫生间、庭院及预留肿瘤中心。

**8.2 环境现状检测**

本项目为使用 II 类射线装置，运行期主要环境影响为电离辐射影响，本项目主要调查 DSA 机房拟建址及周围环境的辐射水平现状。

**8.2.1 环境现状评价对象、监测因子、监测方法**

环境现状评价对象：本项目 DSA 机房拟建址及周围辐射环境现状

检测因子：X- $\gamma$  辐射剂量率

检测方法：《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

检测频次：每个检测点位读 10 个数据，读数间隔 10s

**8.2.2 检测点位布设**

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点，共计布点 19 个，重点调查项目拟建址及周围环境贯穿辐射水平。

**8.2.3 检测单位、检测时间和检测仪器**

检测单位：厦门量能检测技术服务有限公司

检测时间：2021 年 6 月 7 日

检测天气：晴

检测仪器名称：便携式 X、 $\gamma$  辐射测量仪

仪器型号：AT1123，公司编号：LN-20，能量响应范围：15keV~10MeV，测量范围：50nSv/h~10Sv/h，检定有效期：2020年9月10日至2021年9月9日，检定机构：华东国家计量测试中心，检定证书号：2020H21-20-2728757001

#### 8.2.4 质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证（证书编号：161303130198），具备有相应的检测资质和检测能力；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测报告实行二级审核。

#### 8.2.5 检测结果及评价

本项目环境天然贯穿辐射水平检测结果见表 8-1。

表 8-1 本项目环境天然贯穿辐射水平检测结果

序号	检测点位描述	检测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
1	DSA1机房拟建址内	0.175	/
2	DSA1机房拟建址东侧（控制室）	0.180	
3	DSA1机房拟建址东侧（污物间）	0.185	
4	DSA1机房拟建址南侧（患者通道）	0.184	
5	DSA1机房拟建址西侧（卫生间）	0.150	
6	DSA1机房拟建址西侧（设备间）	0.177	
7	DSA1机房拟建址北侧（缓冲区）	0.194	
8	DSA1机房拟建址北侧（走道）	0.191	
9	DSA1机房拟建址楼下（水泵房）	0.187	
10	DSA1机房拟建址楼上（心电图室）	0.180	
11	DSA2机房拟建址内	0.142	
12	DSA2机房拟建址东侧（走道）	0.135	

13	DSA2机房拟建址南侧（患者通道）	0.140	
14	DSA2机房拟建址南侧（缓冲区）	0.196	
15	DSA2机房拟建址西侧（控制室）	0.179	
16	DSA2机房拟建址西侧（设备间）	0.155	
17	DSA2机房拟建址北侧（换鞋处）	0.166	
18	DSA2机房拟建址楼下（水泵房）	0.182	
19	DSA2机房拟建址楼上（心电图室）	0.185	

注：上表数据未扣仪器宇响值。

根据检测结果可知，本项目拟建址及周围环境贯穿辐射剂量率为（0.135~0.196） $\mu\text{Sv/h}$ ，即 $\gamma$ 空气吸收剂量率为（0.117~0.163） $\mu\text{Gy/h}$ （本项目检测仪器使用 $^{137}\text{Cs}$ 作为检定参考辐射源时，根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），换算系数取1.20Sv/Gy），处于《中国环境天然放射性水平》中福建省龙岩市室内环境天然贯穿辐射水平正常范围内（室内（78.6~285.3）nGy/h）。

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 工程设备

#### 9.1.1.1 项目所含设备组成

DSA 是数字减影血管造影的简称,是利用计算机处理数字化的影像信息,以消除骨骼和软组织影的减影技术,是新一代血管造影的成像技术,是影像医学、临床医学、计算机技术结合而发展起来的边缘科学技术。DSA 设备主要由高压发生器、X 线管、探测器、计算机系统、导管床和专用机架等部件组成。

#### 9.1.1.2 设备技术参数

本项目拟搬迁 DSA 型号为 GE IGS 330,拟新增 DSA 型号未定,根据医院提供资料,本项目 DSA 管电压 $\leq 125\text{kV}$ 、管电流 $\leq 1000\text{mA}$ ,均为下球管,属于 II 类射线装置。

#### 9.1.1.3 工作方式

本项目 2 台 DSA 均拟配套相应的机房和控制室,控制室与机房分开设置。

DSA 在进行曝光时可分为减影和透视两种情况,减影是操作技师采取隔室操作的方式,即操作技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;透视是病人需进行介入手术治疗时,为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光,并采用连续脉冲透视,此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。

### 9.1.2 工作原理

DSA 因其整体结构像大写的“C”,因此也称作 C 型臂 X 光机。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,经电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减,最终获得去除骨骼、肌肉和其他软组织,只留下单纯血管影像的减影图像,通过显示器显示出来。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。

本项目拟搬迁的 GE IGS 330 型 DSA 和拟新增的 DSA 属于平板探测器型,其成像原理为:①曝光前对非晶硒两面的偏置电极板预先施加 1~5000V 正向电压形成偏执电场,像素矩阵处于预置初始状态;②X 线曝光时在偏执电场作用下形成电流→垂直运动→电荷采集电极→给储存电容充电;③读取 TFT 储存电容内的电荷→放大→A/D

转换成数字信号→计算机运算→形成数字图像；④消除残存电荷，其系统结构示意图见图 9-1。

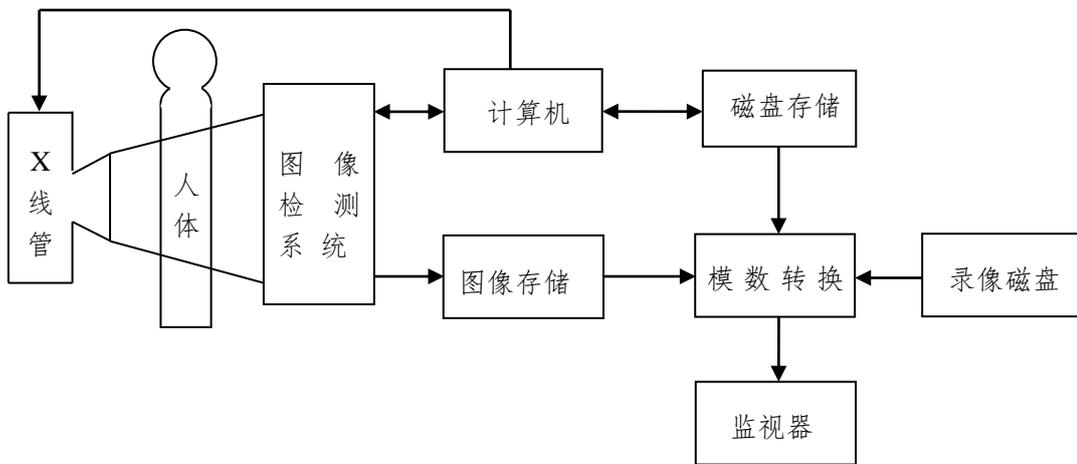


图 9-1 平板探测器型 DSA 系统结构图

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。

### 9.1.3 工作流程

DSA 工作流程及产污环节见图 9-2。

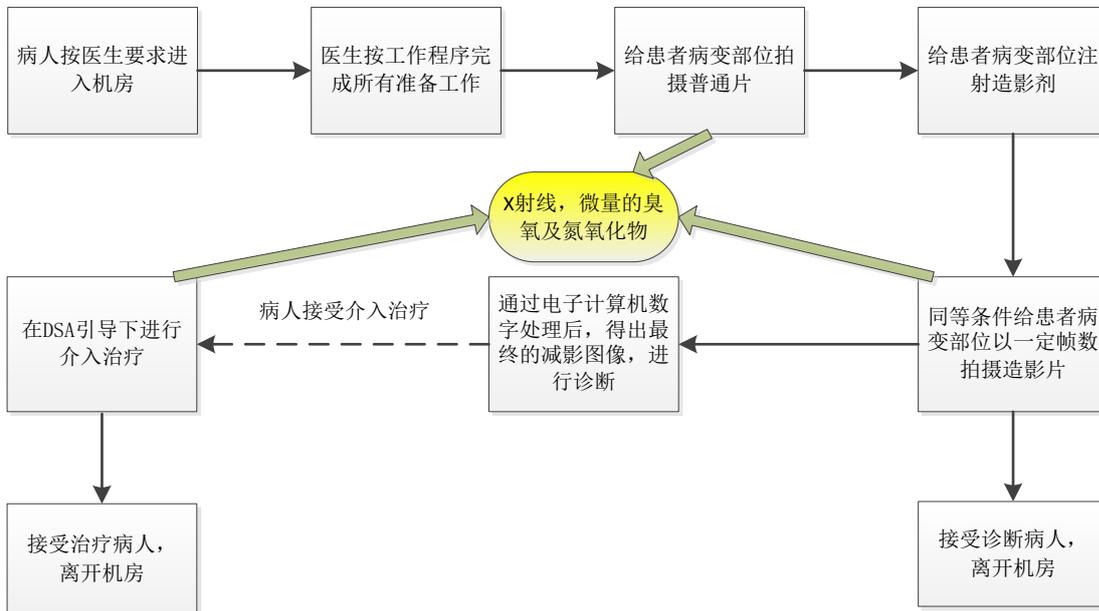


图 9-2 DSA 工作流程及产污环节示意图

### 9.1.4 人流、物流路径规划

本项目 2 间 DSA 机房均设有独立的医护人员通道、病人通道，污物通道和病人通道共用出入口，医护人员经换鞋处换鞋后通过医生通道进入控制室，从医护人员防护

门进出机房；病人通过缓冲区后从患者通道防护门进出机房；污物先暂存在机房内，当天工作结束，由患者通道防护门运出机房。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 建设阶段的污染源项

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。施工期对环境产生的影响均为暂时的、可逆的，且随着施工期结束，固废及废水在施工期间内妥善处置，施工期产生的扬尘、噪声等方面的影响将随着施工结束会自行消除。

### 9.2.2 运行阶段的污染源项

#### 9.2.2.1 正常工况

##### 1、放射性污染源分析

由 DSA 的工作原理可知，X 射线是随机器的开关而产生和消失。因此，在非诊疗状态下不产生 X 射线，只有在开机处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子。

##### 2、非放射性污染源分析

###### ①废气

项目运行期产生的废气主要为 DSA 运行时产生的 X 射线与空气发生相互作用产生的微量臭氧和氮氧化物。

###### ②固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物和生活垃圾。

###### ③废水

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水。

###### ④噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声。

#### 9.2.2.2 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。

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1 项目安全设施**

**10.1.1 工作场所布局和分区**

**10.1.1.1 工作场所布局**

本项目 2 台 DSA 设备均设有单独的机房（DSA1 机房、DSA2 机房），控制室位于机房外，机房满足使用 DSA 的布局要求；DSA1 机房、DSA2 机房有效使用面积分别为约 43.3m<sup>2</sup>、46.3m<sup>2</sup>，最小单边长度分别为约 5.76m 和 6.16m，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”、“单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）机房内最小有效使用面积 20m<sup>2</sup>，最小单边长度 3.5m”等标准的要求，布局合理。

**10.1.1.2 工作场所分区**

医院拟进行分区管理，拟将 2 间 DSA 机房划为控制区，将控制室、污物间、无菌储藏间、设备间划为监督区，严格限制无关人员进入。本项目 DSA 工作场所控制区和监督区划分明显，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。

**10.1.2 辐射防护屏蔽设计**

2 间 DSA 机房拟采取的屏蔽设计参数见表 10-1。

**表 10-1 DSA 机房屏蔽设计参数一览表**

机房名称	屏蔽体	屏蔽设计参数
DSA1 机房、 DSA2 机房	南墙	240mm 实心砖+3mm 铅板
	东墙、西墙、北墙	360mm 烧结多孔砖+3mm 铅板
	顶板	120mm 混凝土+3mm 铅板
	地板	300mm 混凝土+2mmPb 防护涂料
	防护门	内衬 3mm 铅板
	观察窗	3mmPb 铅玻璃

注：混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，实心砖密度为 1.65g/cm<sup>3</sup>；防护门与墙体各侧搭接设计均为至少 10cm，防护门与墙壁之间的缝隙设计小于 1cm，防止射线泄漏。

**10.1.3 辐射安全措施设计**

为保障 DSA 安全运行，避免在开机间人员误留或误入机房内而发生误照射事故，

本项目 2 间 DSA 机房拟设计相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

(1) 工作状态指示灯

DSA 机房病人通道防护门上方均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，工作状态指示灯与病人通道防护门拟设置门灯联锁装置，用于显示机房内设备运行状态。

(2) 防夹和闭门装置

DSA 机房病人通道防护门拟设置自动闭门装置和防夹装置，医护人员通道防护门拟设置曝光时关闭机房门的管理措施。

(3) 电离辐射警告标志

DSA 机房各防护门外表面均拟设置电离辐射警告标志，提醒无关人员勿靠近机房或在附近逗留。

(4) 监控与对讲装置

DSA 机房均设置有观察窗，同时拟设置实时监控装置和对讲装置，工作人员在控制室内可及时观察病人情况及防护门开闭情况，防止意外情况的发生。

(5) 个人防护用品

医院拟为 DSA 辐射工作人员和受检者配备个人防护用品与辅助防护设施，具体配备情况见表 10-2。

表 10-2 DSA 辐射工作人员和受检者个人防护用品与辅助防护设施一览表

介入工作人员		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
配备 5 套不低于 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶帽子，至少 4 副不低于 0.025mmPb 的介入防护手套	每间机房配备 1 套至少 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏	每间机房配备至少 1 套 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—

(6) 其他辐射安全措施

由于 DSA 介入治疗需要长时间的透视和大量的摄片，X 射线球管工作时产生的散射线对 DSA 机房内介入手术工作人员有较大影响，根据辐射防护“三原则”，医院还应在以下方面加强对介入治疗的防护工作：

◆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，介入手术工作人员在操作时应尽量远离检查床；

◆一般说来，降低病人的剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强

对介入手术工作人员的培训，包括辐射防护的培训，参与介入手术的工作人员应该技术熟练、动作迅速，以减少病人和介入手术工作人员的剂量；

◆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；

◆临床介入手术时，采用床侧立地防护屏、防护手术手套、床侧竖屏及床上防护屏、床下帘、床侧帘等屏蔽防护措施，能够有效降低介入手术工作人员的吸收剂量。

本项目 DSA 机房拟设置的辐射安全措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中辐射安全相关要求和开展本项目的辐射安全需要。

## 10.2 三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性三废，产生的主要是废气、固体废物等非放射性废物。

### （1）废气

项目运行期产生的废气主要为 DSA 运行时产生的 X 射线也会与空气发生相互作用产生微量臭氧和氮氧化物。本项目 DSA 机房内拟设计动力排风系统，产生的微量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排出 DSA 机房，弥散在大气环境中。

### （2）固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，医疗废物主要是手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等。根据《上杭县医院整体搬迁建设项目环境影响报告书》及其批复文件，院内医疗废物将送至龙岩医疗废物处置中心处置，生活垃圾委托环卫部门清运。

### （3）废水

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水。根据《上杭县医院整体搬迁建设项目环境影响报告书》及其批复文件，普通病区病房和门诊急诊生活污水将采用化粪池预处理，后进入医院医疗综合污水处理站处理，加消毒剂消毒后经总污口达标排入市政污水管网。

### （4）噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，项目拟优先选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时拟设置减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装消声器。

表 11 环境影响分析

**11.1 建设阶段对环境的影响：**

本项目 DSA 机房的建设依托医院医技楼的主体工程，本项目施工期主要包括：DSA 机房的防护装修，建设施工时会产生噪声、固废、废水、废气等环境污染。现就施工期间的环境影响和相应的污染预防治理措施进行分析：

**(1) 废水：**

施工期污水主要为各种施工机械设备的清洗用水和施工现场清洗、建材清洗产生的废水以及施工人员的生活污水，生活污水经化粪池预处理后，纳入市政污水管网，清洗用水用于场地洒水抑尘、场地浇灌等，含有泥浆的建筑废水进行回收利用。

上述废水水量不大，但如果不经处理或处理不当，同样会危害环境。所以，施工期废水不能随意直排。其防治措施主要有：

① 施工过程中尽量减少废水产生量，废水应进行必要的分类处理后集中处理。

② 水泥、黄砂、石灰类的建筑材料需集中堆放，并采取一定的防雨措施，及时清扫施工运输过程中抛洒的上述建筑材料，以免这些物质被雨水冲刷带入污水处理装置内。

③ 生活污水必须进入医院污水管网集中处理。

**(2) 废气：**

施工期废气主要为施工产生的粉尘以及施工场地扬尘等。主要防治措施有：

① 防物料抛洒泄漏。

② 建筑垃圾和生活垃圾及时清运，对干燥作业面适当洒水，以防二次扬尘。

**(3) 噪声：**

噪声是施工期主要的污染因子，施工过程中使用的运输车辆及各种施工机械，都是噪声的产生源。为了减轻施工噪声对周围环境的影响，在施工过程中应严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。

**(4) 固体废物：**

施工垃圾主要来自施工所产生的建筑垃圾和施工队伍的生活垃圾。对施工现场要

及时进行清理，建筑垃圾要及时清运、加以利用，防止其因长期堆放而产生扬尘，生活垃圾要进行专门收集，交由环卫部门收集处置，严禁乱堆乱扔，防止产生二次污染。

(5) 辐射影响：无。

医院在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院院区内。本项目施工期较短，施工量远小于医院建设项目，根据《上杭县医院整体搬迁建设项目环境影响报告书》及其批复文件，本项目施工阶段在按要求采取相应的污染防治措施后，施工期对医院周围环境影响较小。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 机房屏蔽符合性分析

本项目 2 台 DSA 最大管电压均为 125kV，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，机房采取的屏蔽厚度符合性分析见表 11-1。

表 11-1 DSA 机房屏蔽符合性分析

项目		防护材料名称和厚度	设计铅当量 (mmPb)	标准要求	符合性
DSA1 机房、 DSA2 机房	南墙	240mm 实心砖 +3mm 铅板	5.3	2.0mm 铅当量	符合
	东墙、西墙、 北墙	360mm 烧结多孔 砖+3mm 铅板	3	2.0mm 铅当量	符合
	顶板	120mm 混凝土 +3mm 铅板	4.5	2.0mm 铅当量	符合
	地板	300mm 混凝土 +2mmPb 防护涂料	6.4	2.0mm 铅当量	符合
	防护门	内衬 3mm 铅板	3.0	2.0mm 铅当量	符合
	观察窗	3mmPb 铅玻璃	3.0	2.0mm 铅当量	符合

注：烧结多孔砖内含孔洞，不考虑其屏蔽防护效果。

从 DSA 机房屏蔽措施符合性分析可知，本项目 2 间 DSA 机房的屏蔽防护措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“C 型臂 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度不小于 2mm 铅当量”的要求。

### 11.2.2 DSA 运行阶段辐射影响分析

#### 11.2.2.1 理论估算

根据《辐射防护手册》（第三分册），对于透视 X 线机，只要对次级 X 线进行屏蔽，因此本项目 DSA 机房各侧屏蔽体主要考虑泄漏辐射和散射辐射的影响。

DSA 单次减影时间极短、为 ms 级别，根据《放射诊断放射防护要求》

(GBZ130-2020)附录 B 中“介入放射学设备按透视条件进行检测”，对本项目 DSA 机房进行辐射影响理论估算时，主要考虑透视时的辐射影响。

根据医院提供资料，本项目 2 台 DSA 在透视模式下正常使用的最大管电压均为 80kV，最大管电流均为 20mA。

### (1) 泄漏辐射预测

#### ① 泄漏辐射空气比释动能率计算公式

DSA 泄漏辐射剂量率  $\dot{H}_L$  采用下式计算：

$$\dot{H}_L = \frac{H_i \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$H_i$ ——距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率，mGy/h；

R——靶点至关注点的距离，m；

B——屏蔽透射因子，无量纲，计算公式见式 (2)。

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

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ——铅对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，根据 GBZ 130-2020 表 C.2 中与 80kV 邻近的 70kV、90kV、100kV 等管电压数据，采用 Excel 曲线拟合方法分别制作  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  拟合曲线，由拟合曲线查取 80kV 管电压相应的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  数值， $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  取值分别为 3.722、21.356、0.699。

X——铅厚度。

#### ② 泄漏辐射空气比释动能率计算结果

根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》“(77) 用于诊断目的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy/h”（在距离源 1m 处不超过 100cm<sup>2</sup> 的面积上或者在离管或源壳 5cm 处的 10cm<sup>2</sup> 面积上进行平均测量），以及《医用电气设备 第 1 部分：安全通用要求 三.并列标准 诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》(GB9706.12-1997) 中 29.204.3 的相应要求，取本

项目 DSA 离焦点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率为 1.0mGy/h。

将有关参数代入公式（1）、（2），计算 DSA 机房四周屏蔽体、顶板及地板外关注点的泄漏辐射空气比释动能率，计算结果见表 11-1。

根据医院提供资料，2 间 DSA 机房内，DSA 球管距离机房各侧墙体外 30cm 处关注点的最小距离为 3.9m，DSA 球管距离机房顶板表面、地板下方（地下一层地面上方 2m）关注点的最小距离为 4.3m、4m。理论估算时，对于 2 间机房四周墙体、防护门及观察窗外 30cm 处关注点，均保守取 DSA 球管距离关注点的最小值 3.9m。

表 11-1 关注点处泄漏辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	$H_i$ (mGy/h)	等效铅当量 (mmPb)	R (m)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B 估算 结果	$\dot{H}_L$ 估算 结果 ( $\mu$ Gy/h)
南墙外 30cm	1	5.3	3.9	3.722	21.356	0.699	$1.77 \times 10^{-10}$	$1.16 \times 10^{-8}$
东墙、西墙、 北墙外 30cm/ 防护门外 30cm/观察窗 外 30cm	1	3.0	3.9				$9.24 \times 10^{-7}$	$6.07 \times 10^{-5}$
顶板外表面	1	4.5	4.3				$3.47 \times 10^{-9}$	$1.88 \times 10^{-7}$
地板下方（地 下一层地面 上方 2m）	1	6.4	4				$2.95 \times 10^{-12}$	$1.84 \times 10^{-10}$

## （2）散射辐射预测

### ① 散射辐射空气比释动能率计算公式

由《辐射防护手册》（第一分册）给出的 X 射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的比释动能率  $H_s$  的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot I \cdot a \cdot (s / 400) \cdot B_s}{d_0^2 \cdot d_s^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$H_0$ ——距靶点 1m 处的最大剂量率， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；本项目 2 台 DSA 中有一台型号未定，根据 ICRP 33 号报告第 79 段关于“总过滤不得小于 2.5 mm 铝”的要求，本项目理论估算时 DSA 过滤板保守取 2.5mmAl，透视模式下正常使用的最大管电压均为 80kV，DSA 运行时离靶 1 米处的 X 射线发射率根据运行时管电压和 DSA 的 X

射线管的过滤条件从《辐射防护导论》附图 3 查取，为  $5\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

$a$ ——人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值，查《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1，对于本项目 DSA 正常工作使用电压最大为 80kV 时的  $a$  查取值为 0.0008（根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 中管电压为 70kV、100kV、125kV 对应散射角为  $90^\circ$  的  $a$  值绘制拟合曲线，从曲线查取 80kV 对应的  $a$  值）；

$S$  ——主束在患者体上的散射面积，考虑手术需要的最大照射面积，本项目取  $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ ——源至受照点的距离，本项目 DSA 型号未定， $d_0$  保守取常用 DSA 型号的较小值 0.38m（符合 ICRP 33 号报告第 98 段关于使用固定式 X 线透视检查设备的焦皮距的要求）；

$d_s$ ——受照体至关注点的距离，m；

$B_s$ ——屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，计算公式见式（2）。

### ②关注点处散射辐射空气比释动能率计算结果

将有关参数代入公式（2）、（3），计算 DSA 机房四周屏蔽体、顶板及地板外关注点处的散射辐射空气比释动能率，计算结果见表 11-2。

表 11-2 关注点处散射辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	$H_0$ ( $\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	$I$ (mA)	$a$	$S$ ( $\text{cm}^2$ )	$B_s$	$d_0$ (m)	$d_s$ (m)	$H_s$ ( $\mu\text{Gy/h}$ )
南墙外 30cm	5	20	0.0008	100	$1.77\times 10^{-10}$	0.38	3.9	$9.66\times 10^{-8}$
东墙、西墙、北墙外 30cm/ 防护门外 30cm/观察窗外 30cm	5	20	0.0008	100	$9.24\times 10^{-7}$	0.38	3.92	$5.00\times 10^{-4}$
顶板外表面	5	20	0.0008	100	$3.47\times 10^{-9}$	0.38	4.38	$1.50\times 10^{-6}$
地板下方（地下一层地面上方 2m）	5	20	0.0008	100	$2.95\times 10^{-12}$	0.38	3.9	$1.61\times 10^{-9}$

### （3）泄漏辐射和散射辐射的叠加剂量

根据表 11-1 和 11-2 估算结果可得出，DSA 机房四周屏蔽体、顶板及地板外关注点处的泄漏辐射和散射辐射的叠加空气比释动能率，计算结果见表 11-3。

表 11-3 关注点处泄漏辐射和散射辐射的叠加空气比释动能率计算结果

关注点位置	泄漏辐射估算结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射辐射估算结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	叠加辐射估算结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
南墙外 30cm	$1.16 \times 10^{-8}$	$9.66 \times 10^{-8}$	$1.08 \times 10^{-7}$
东墙、西墙、北墙 外 30cm/防护门外 30cm/观察窗外 30cm	$6.07 \times 10^{-5}$	$5.00 \times 10^{-4}$	$5.60 \times 10^{-4}$
顶板外表面	$1.88 \times 10^{-7}$	$1.50 \times 10^{-6}$	$1.69 \times 10^{-6}$
地板下方(地下一 层地面上方 2m)	$1.84 \times 10^{-10}$	$1.61 \times 10^{-9}$	$1.79 \times 10^{-9}$

#### (4) 小结

根据表 11-3 估算结果可知, 本项目 DSA 在透视模式下, DSA 机房外辐射剂量率最大为  $6.72 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$  (换算系数取  $1.20\text{Sv/Gy}$ ), 能够满足本项目辐射剂量率管理限值要求, 即 DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

#### (5) 2 间 DSA 机房叠加影响分析

本项目 2 间 DSA 机房并排布置, 中间间隔控制室等, 当 2 台 DSA 同时运行时, 控制室内保守考虑叠加影响。

本项目保守取 DSA1、DSA2 机房靠控制室侧关注点预测的最大剂量率进行叠加, 根据表 11-3 可知, 最大剂量率为防护门外 30cm/观察窗外 30cm 的  $6.72 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$  (换算系数取  $1.20\text{Sv/Gy}$ ), 叠加最大剂量率为约  $1.34 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ , 仍能满足本项目辐射剂量率管理限值要求, 即 DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

### 11.2.2.2 类比分析

#### (1) 类比对象的选取

本报告采用类比监测的方法评价本项目 2 台 DSA 运行阶段的辐射影响, 本项目采用的类比对象及类比情况见表 11-4。

表 11-4 DSA 项目类比情况一览表

	本项目	类比对象
项目单位	上杭县医院	宁波大学医学院附属医院
厂家、型号	1 台为 GE IGS 330, 1 台型号未定	飞利浦 Allura xper FD20
最大管电压 (kV) / 最大管电流 (mA)	125kV/1000mA	125kV/1250mA

机房防护措施	南墙：240mm 实心砖+3mm 铅板（5.3mm 铅当量）； 东墙、西墙、北墙：360mm 烧结多孔砖+3mm 铅板（3mm 铅当量）； 顶板：120mm 混凝土+3mm 铅板（4.5mm 铅当量）； 地板：300mm 混凝土+2mmPb 防护涂料（6.4mm 铅当量）； 防护门和观察窗：3.0mm 铅当量	四周墙体：240mm 水泥实心砖+1mm 铅当量硫酸钡涂料（3mm 铅当量）； 顶板：150mm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料（3mm 铅当量）； 地板：150mm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料（3mm 铅当量）； 观察窗、防护门：3mm 铅当量
DSA 手术室尺寸	DSA1 机房：最小单边长度为 5.76m，有效使用面积为约 43.3m <sup>2</sup> 。 DSA2 机房：最小单边长度为 6.16m，有效使用面积为约 46.3m <sup>2</sup> 。	最小单边长度为 5.4m，内净面积约为 37.8m <sup>2</sup> 。

## （2）类比可行性分析

①本项目 DSA 的最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA，不高于类比 DSA 技术参数，且正常开机工况基本相同；

②本项目 DSA 机房的整体屏蔽防护能力优于类比 DSA 机房的屏蔽防护能力；

③本项目 DSA 机房的最小单边长度及有效使用面积均大于类比 DSA 机房；

④类比 DSA 的验收监测为射线装置正常开机工况下进行，具有一定的代表性。

综上所述，宁波大学医学院附属医院 Allura xper FD20 型 DSA 作为本项目类比对象是可行的，其验收监测数据可作为本项目类比监测数据。

## （3）类比结果分析

宁波大学医学院附属医院于 2016 年 9 月委托浙江中一检测研究院股份有限公司对医院 Allura xper FD20 型 DSA 进行了验收监测，并编制了建设项目竣工环境保护验收监测表，报告编号为：中一辐验字（2016）第（040）号。

从监测结果可知，宁波大学医学院附属医院 Allura xper FD20 型 DSA 正常工作时，DSA 手术室周围 X-γ 辐射剂量率为（137~153）nSv/h，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。根据类比可行性分析可推测，本项目 2 间 DSA 机房周围环境辐射水平也能够满足《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 μSv/h”的要求。

### 11.2.3 保护目标剂量评价

#### 11.2.3.1 辐射工作人员年有效剂量评价

##### （1）介入工作人员年有效剂量评价

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，每名介入工作人员需佩戴 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口处，1 枚佩戴在铅围裙内躯干上。医院应为介入手术医生配备 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴在铅围裙外领口处，1 枚佩戴在铅围裙内躯干上。

本项目 DSA 介入手术医生年有效剂量可根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中公式进行估算，估算方法如下：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：E—有效剂量中的外照射分量，单位为 mSv；

$\alpha$ —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79；

$H_u$ —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p$ （10），单位为 mSv；

$\beta$ —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051；

$H_o$ —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p$ （10），单位为 mSv。

$$H_u = \dot{H}_u \cdot T \cdot \eta \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中： $\dot{H}_u$ —铅围裙外腰部附近的辐射水平，本项目 $\dot{H}_u$ 保守取 400 $\mu$ Sv/h（参考《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）附录 B）；

T—每名介入手术医生年透视受照时间，根据医院提供资料，单名 DSA 介入手术医生每年最多安排 240 台手术，平均每台手术透视时间约为 20min，则每名 DSA 介入手术医生年透视受照时间约为 80h；

$\eta$ —透射比，即屏蔽透射因子，根据公式(2)计算得出，根据 GBZ130-2020，对于铅围裙的铅当量取 0.5mmPb，可估算得出 $\eta$ 为  $1.48 \times 10^{-2}$ 。

$$H_o = \dot{H}_o \cdot T \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：T 意义同前；

$\dot{H}_o$ —铅围裙外锁骨对应的衣领附近的辐射水平，取值同 $\dot{H}_u$ 。

换算系数取 1.20Sv/Gy。

将相关参数分别代入公式（5）、（6），可得， $H_u=0.57$ mSv、 $H_o=38.4$ mSv，再代入公式（4）可得，本项目 DSA 介入手术医生年有效剂量  $E=2.4$ mSv。

## （2）控制室内辐射工作人员年有效剂量评价

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：

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times K \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$H_{Er}$  — 射线外照射年有效剂量，mSv/a；

$D_r$  — 关注点处空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$T$  — 居留因子；

$t$  — 年照射时间，h；

$K$  — 有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，取 1.20Sv/Gy。

根据表 11-3 理论估算结果和公式（7），可估算得出 DSA 控制室内辐射工作人员的年有效剂量，见表 11-5。

**表 11-5 DSA 控制室内辐射工作人员的年有效剂量估算一览表**

居留场所	T (h)	居留 因子	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量 $H_{Er}$ (mSv/a)
控制室内	102.5	1	$1.34 \times 10^{-3}$	<b><math>1.37 \times 10^{-4}</math></b>

注：控制室内辐射工作人员年受照时间保守取 DSA 年总出束时间，控制室内辐射剂量率保守取 2 台 DSA 同时运行时产生的最大叠加剂量率。

综上所述，根据理论估算结果可知，本项目 DSA 辐射工作人员年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv。

但在实际手术时，因不同的手术，其曝光或透视的管电压管电流不同，投照方位根据需要而变化，且投照出束时间不同，难以准确估算介入手术工作人员受到的准确照射剂量，只能依靠其佩戴的个人剂量计进行跟踪性监测。因此，医院应加强对介入手术工作人员的个人剂量监测管理，当个人累积剂量将超过年有效剂量 5mSv 时，应及时告知本人，并减少其辐射工作量或为其调整工作岗位，确保其年累积剂量不超过项目管理目标。

### 11.2.3.2 周围公众年有效剂量评价

根据表 11-3 理论估算结果和类比监测结果可知，本项目 DSA 运行时对机房周围辐射环境影响很小。

根据表 11-3 和公式（7）可估算得出，本项目评价范围内公众年有效剂量最大为  $6.89 \times 10^{-5} \text{mSv}$ （辐射剂量率保守取表 11-3 中估算最大值  $6.72 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ （换算系数取 1.20Sv/Gy）），年照射时间保守取 DSA 年总出束时间 102.5h，居留因子保守取 1），能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）对公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求：**公众年有效剂量不超过 0.25mSv。**

#### 11.2.4 三废治理措施评价

##### (1) 废气

项目运行期产生的废气主要为 DSA 运行时产生的 X 射线与空气发生相互作用产生微量臭氧和氮氧化物。

本项目 DSA 机房内拟设计动力排风系统，产生的微量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排出 DSA 机房，弥散在大气环境中，对环境影响较小。

##### (2) 固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，医疗废物主要是手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等。根据《上杭县医院整体搬迁建设项目环境影响报告书》及其批复文件，院内医疗废物将送至龙岩医疗废物处置中心处置，生活垃圾委托环卫部门清运，对环境影响较小。

##### (3) 废水

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水。根据《上杭县医院整体搬迁建设项目环境影响报告书》及其批复文件，普通病区病房和门诊急诊生活污水将采用化粪池预处理，后进入医院医疗综合污水处理站处理，加消毒剂消毒后经总污口达标排入市政污水管网，对环境影响较小。

##### (4) 噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，项目拟优先选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时拟设置减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装消声器。项目经采取一系列减震隔声措施及距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 事故风险危害识别分析

本项目 DSA 属于 II 类射线装置，只有当设备开机并处于出束状态时才会产生 X 射线，设备关机时不会产生 X 射线；因此，DSA 项目辐射事故多为人员误留或误入机房产生的误照射事故，主要有：

- 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 工作状态指示灯等发生故障的状况下，人员误入 DSA 正在运行的手术室。

### 11.3.2 辐射事故应急措施

#### (1) 事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即封闭现场，通讯员负责联络事故应急处理领导小组和应急处理专业队伍。根据《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》，在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

#### (2) 辐射事故应急措施

辐射事故类别及处理措施详见表 11-6:

表 11-6 事故类别及处理措施

辐射事故	风险识别	应急措施
DSA (II类射线装置)	误照事故， 超剂量照射事故	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； 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标志，禁止公众人员入内； ③对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查或在指定的医疗机构救治； 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和公安部门，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； 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。

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带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，按照国家有关放射卫生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 以上应急响应流程医院应每年组织演练一次。

#### (3) 事故预防措施

① 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；

② 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；

③ 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。

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》中规定：使用I类、II类、III类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 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。为此，医院已设立以院法人莫晓云为组长的辐射安全与防护管理领导小组，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确了领导小组的职责，满足辐射安全管理要求。

### 12.2 辐射安全与防护培训

根据《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》的规定，使用射线装置操作人员与辐射防护负责人应进行辐射安全培训，并持证上岗。

本项目拟使用 2 台 DSA，其中 1 台拟由旧址搬迁至新址，另 1 台拟新购置。医院现已许可的 DSA 已配备 5 名辐射工作人员，本项目运行后，除配备原有 5 名辐射工作人员外，医院还拟新配备 5 名辐射工作人员。医院原有 5 名辐射工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训并已考核合格，且培训证书在有效期内；新增辐射工作人员将根据要求在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上学习本项目相关知识，并在辐射安全与防护培训平台上网络报名参加考核，考核合格，取得培训合格证书，持证上岗；2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。在今后的工作中医院还应不断加强对职业人员的有关技能和辐射安全防护知识的再教育或培训，进一步提高对专业技能和放射防护工作重要性的认识。

以上措施经认真落实后，能够满足辐射工作人员的岗位要求。

### 12.3 辐射安全管理规章制度

上杭县医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定了相关的辐射安全管理制度，主要有《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》，现对医院已制定的辐射安全管理制度的重点总结如下：

**辐射防护和安全保卫制度：**已根据射线装置操作的具体情况制定了相应的辐射防护和安全保卫制度，预防辐射安全事故的发生。制度重点是：①定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全装置、辐射监测仪器保持良

好工作状态；②辐射工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护，并建立个人剂量档案；③做好辐射工作场所的安全保卫工作，并定期检查。

**操作规程：**针对医院原有核技术利用项目和本项目具体情况，医院制定了相应的操作规程，明确了辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中应采取的具体防护措施及步骤。加强辐射工作人员的管理，严禁无证人员操作辐射设备。

**岗位职责：**明确了辐射工作人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

**设备检修维护制度：**明确了设备在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保设施安全有效地运转。

**射线装置使用登记制度：**建立了射线装置使用登记制度，明确了射线装置的购买、使用等由专人负责登记、专人形成台帐。

**人员培训计划：**明确了培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**个人剂量监测方案：**明确了辐射工作人员开展辐射工作时应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，明确了个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标；明确了辐射工作人员进行职业健康体检的周期，建立了个人累积剂量和职业健康体检档案。

**辐射环境监测方案：**明确了日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报。医院每年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日前按要求提交上一年度的评估报告。

**事故应急预案：**预案中明确了事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并已附上各联系部门及联系人的联系方式。同时已明确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。发生辐射事故时，医院应当立即启动辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

医院已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。医院能够按照辐射安全管理制度

对医院的辐射活动进行管理。医院已于2019年开展DSA放射诊疗工作，相关工作人员具有较丰富的工作经验，相关辐射安全管理规章制度也较完善，满足环保相关要求。

在日后的运行管理过程中，医院应根据实际辐射工作情况，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，及时对辐射安全规章制度进行更新完善，提高制度的针对性和可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。

## **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防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

上杭县医院新院区拟配备 1 台环境辐射巡测仪，2 间 DSA 机房均拟配备 2 台个人剂量报警仪，本项目辐射工作人员均配备个人剂量计。以上监测仪器按要求配备后，能够满足本项目的仪器配备要求。

### **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，医院针对此次核技术应用项目制定了相应的辐射监测计划，包括：

① 项目建成后试运行 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 1~2 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（1~2 次/季度）自行对全院辐射工作场所周围环境辐射水平进行监测，并作好监测记录；

④ 所有辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，并定期（每 3 个月 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性健康体检，以排除职业禁忌症。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。

本项目辐射监测计划表见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射监测计划

监测对象	监测因子	监测项目	监测频次	监测点位	控制要求
DSA	X-γ 辐射剂量率	竣工环保验收监测	项目建成后试运行 3 个月内	①机房内第一术者位、第二术者位； ②机房四周墙体、顶外 30cm，机房地板下房间内； ③各防护门外 30cm，测门表面和门缝四周； ④控制室内人员操作位、评价范围内人员经常活动的位置。	剂量率不大于 2.5μSv/h
		年度监测	1~2 次/年		
		自主监测	1~2 次/季度		

此外，根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收报告，“三同时”验收清单见表 12-2。

表 12-2 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
防护措施	2 间 DSA 机房南墙：240mm 实心砖+3mm 铅板； 东墙、西墙、北墙：360mm 烧结多孔砖+3mm 铅板； 顶板：120mm 混凝土+3mm 铅板； 地板：300mm 混凝土+2mmPb 防护涂料； 防护门和观察窗：3.0mm 铅当量。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标： <b>辐射环境剂量率控制水平：</b> DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 <b>2.5μSv/h</b> ； <b>辐射剂量控制水平：</b> 职业人员年有效剂量不超过 <b>5mSv</b> ，公众年有效剂量不超过 <b>0.25mSv</b> 。
安全措施	（1）工作状态指示灯 DSA 机房病人通道防护门上方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，工作状态指示灯与病人通道防护门设置门灯连锁装置，用于显示机房内设备运行状态。 （2）防夹和闭门装置 DSA 机房病人通道防护门设置自动闭门装置和防夹装置，医护人员通道防护门设置曝光时关闭机房门的管理措施。 （3）电离辐射警告标志 DSA 机房各防护门外表面均设置电离辐射警告标志。 （4）监控与对讲装置 DSA 机房均设置有观察窗，同时设置实时监控装置和对讲装置，工作人员在控制室内可	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。

	及时观察病人情况及防护门开闭情况，防止意外情况的发生。 (5) 个人防护用品 医院为DSA辐射工作人员和受检者配备相应的个人防护用品与辅助防护设施。	
通风措施	DSA机房内设置动力排风系统。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中相关通风要求。
人员配备	所有辐射工作人员均参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中人员培训要求。
	所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期(不超过3个月)送有资质部门进行监测，医院建立个人累积剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《职业性外照射个人监测规范》中个人剂量监测的要求。
	所有辐射工作人员均定期(不超过1次/2年)进行职业健康体检，医院建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中职业健康体检的要求。
监测仪器和防护用品	医院配备1台环境辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中监测仪器和防护用品配备的要求。
	2间DSA机房均配备2台个人剂量报警仪(共4台)。	
	DSA配备足够数量的0.5mmPb铅衣、铅帽、铅眼镜、铅手套等个人防护用品。	
管理机构	建立放射防护管理小组，辐射安全和防护负责人需参加辐射安全与防护培训。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射安全管理的要求。
	已制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》等一系列规章制度，在之后的实际工作中应对各项管理制度进行补充和完善。	

## 12.5 辐射事故应急

上杭县医院已针对现有核技术利用项目和本项目制定了辐射事故应急预案，预案中明确了放射事件应急处理小组成员及应急联系电话，明确了应急小组的职责及工作要求，明确了事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通。

医院已制定的放射防护应急处理预案基本能够满足原有核技术利用项目和本项目开展时的应急事故处理要求。

在日后的运行管理过程中，医院应根据实际辐射工作情况和管理要求，及时对辐射事故应急预案进行更新完善。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，该院应加强管理，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》，以及《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》的要求，在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，并按规程处理和控制在最小范围，最大限度减少对人员安全和周围环境的影响，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和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

表 13 结论与建议

## 13.1 结论

### 13.1.1 可行性分析结论

#### 一、项目概况介绍

上杭县医院新址位于龙岩市上杭县临城镇龙腾路 8 号，为满足患者的就医需求，医院拟在新院医技楼一楼介入中心新建 2 间 DSA 机房（DSA1 机房和 DSA2 机房），将现已许可的 1 台 DSA 搬迁至新院 DSA1 机房，同时在 DSA2 机房内新配备 1 台 DSA，用于放射诊断和介入治疗。

本项目 2 台 DSA 最大管电压均为 125kV、最大管电流均为 1000mA，属于 II 类射线装置。

#### 二、产业政策符合性分析

经对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于国家鼓励类的第十三项“医药”中第 5 款中“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备”，符合国家产业发展政策。

#### 三、代价利益分析

本项目的运行，可为病人提供放射诊疗服务，方便群众就医，具有良好的社会效益和经济效益。本项目总投资 890 万元（不含拟搬迁的 DSA 设备费），其中环保投资 90 万元，占总投资的 10.1%，与同类项目环保投资指标相比，本项目环保投资比例合理、适当，可保证环保措施的落实。根据上文分析，本项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。

因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

#### 四、选址、布局合理性评价

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围均在医院内，无学校、居民区等环境敏感点；DSA 机房所处位置相对独立，与周围非辐射工作场所隔开，根据类比分析和理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小，因此，项目选址基本合理。

本项目 2 台 DSA 设备均设有单独的机房，控制室位于机房外，机房满足使用 DSA 的布局要求，布局合理。

### 13.1.2 辐射安全与防护结论

#### 一、辐射防护措施评价

本项目2间DSA机房南墙为240mm实心砖+3mm铅板,东墙、西墙、北墙为360mm烧结多孔砖+3mm铅板,顶板为120mm混凝土+3mm铅板(4.5mm铅当量),地板为300mm混凝土+2mmPb防护涂料,防护门和观察窗为3.0mm铅当量。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)内相关要求、理论估算及类比分析可知,本项目2间DSA机房的辐射防护设计能够满足辐射防护要求。

#### 二、辐射安全措施评价

为确保辐射安全,保障各项目安全运行,本项目拟设计以下辐射安全措施:工作状态指示灯、防夹和闭门装置、电离辐射警告标志、监控与对讲装置、个人防护用品。

项目设计的辐射安全措施能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等标准的辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。

#### 三、辐射安全管理评价

医院已成立辐射安全与防护管理领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作;医院已制定项目相关的辐射管理制度及辐射事故应急预案,在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善;本项目所有辐射工作人员上岗前均应参加辐射安全和防护专业知识的培训,考核合格后上岗;同时,辐射工作人员应进行个人剂量监测和职业健康体检,医院建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

上杭县医院在切实做好以上措施后,本项目将能够符合相关辐射防护及辐射安全管理措施的要求。

#### 四、辐射防护监测仪器

医院新院区拟配备1台环境辐射巡测仪,2间DSA机房均拟配备2台个人剂量报警仪,本项目辐射工作人员均按要求配备个人剂量计。以上监测仪器按要求配备后,能够满足本项目的仪器配备要求。

### 13.1.3 环境影响分析结论

#### 一、辐射环境影响预测

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)内相关要求、理论估算及类比

分析，本项目DSA机房的屏蔽防护能够满足拟配置的DSA的防护要求。项目运行后辐射工作人员及项目周围公众的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求，项目投入运行后对周围环境辐射影响较小。

## 二、三废处理措施评价

### 1、废气

本项目 DSA 机房内拟设计动力排风系统，项目运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排出机房，弥散在大气环境中，对环境影响较小。

### 2、固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，本项目医疗废物将送至龙岩医疗废物处置中心处置，生活垃圾委托环卫部门清运，对环境影响较小。

### 3、废水

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水，本项目生活污水将采用化粪池预处理，后进入医院医疗综合污水处理站处理，加消毒剂消毒后经总污口达标排入市政污水管网，对环境影响较小。

### 4、噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，项目拟优先选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时拟设置减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装消声器，项目经采取一系列减震隔声措施及距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

综上所述，上杭县医院 2 台 DSA 机项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和安全管理措施后，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，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

## 13.2 建议与承诺

（1）项目在建造和运行过程中必须严格落实项目设计及本报告表中提出的安全防护措施和相关管理要求。

（2）所有设备资料、射线装置台帐和监测资料等均应妥善保管，存档备案。

（3）项目运行过程中，应严格遵循操作规程，加强对医务人员的培训，杜绝麻

痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降到最低。

(4) 环境影响评价文件审批完成后，应根据有关规定及时重新申领辐射安全许可证。

(5) 建设项目竣工后，医院应按照国务院生态环境行政主管部门规定的程序 and 标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

验收期限是指自建设项目环境保护设施竣工之日起至建设单位向社会公开验收报告之日止的时间。

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