核技术利用建设项目

龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目环境影响报告表

（公示稿）

龙岩市永定区医院

二〇二四年四月

核技术利用建设项目

龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目环境影响报告表

（公示稿）

建设单位名称：龙岩市永定区医院

建设单位法人代表：陈东辉

通讯地址：龙岩市永定区凤城街道九一街西路 96 号

邮政编码： *　　　　　　联系人：张*****

电子邮箱： *　　　　　　联系电话：189*****

目录

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">项目名称</td><td colspan="5">龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">龙岩市永定区医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>陈东辉</td><td>联系人</td><td>张**</td><td>联系电话</td><td>189***</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">龙岩市永定区凤城街道九一街西路 96 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">龙岩市永定区凤城街道九一街西路 96 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="3">/</td><td>批准文号</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>1600</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>200</td><td>投资比例</td><td>12.5%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">■新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>150</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□Ⅰ类（医疗使用）□Ⅱ类□Ⅲ类□Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>■使用</td><td colspan="4">■Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.建设单位情况

龙岩市永定区医院（以下简称“永定医院”）位于福建省龙岩市永定区凤城街道九一街西路 96 号，龙岩市永定区医院始建于 1938 年，是一所集医疗、保健、教研、急诊抢救为一体的二级甲等综合性医院。医疗业务用房 3.62 万平方米，编制床位 380 张，开放床位 430 张。现有职工 592 人，医院设有急诊科、内一科、PCCM、内三科、外科、妇产科、儿科、新生儿科、眼、耳鼻喉科、骨科、重症医学科、麻醉科、感染性疾病科、血液净化科、康复医学科、口腔科、肛肠科、皮肤科、放射科、超声科、检验科、病理科、内窥镜科、健康体检中心等临床及医技科室。

2.目的和任务由来

根据医院的发展需要，医院拟在新建门诊综合大楼一楼放射科建设一间 DSA 机房及其控制室等配套用房，使用 1 台 DSA 机，用于医疗诊治；拟在新建门诊综合大楼三楼内镜科建设一间 ERCP 机房及其控制室等配套用房，使用 1 台 ERCP 机，用于医疗诊治。

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》以及《建设项目环境保护管理条例》等法律法规，龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目应进行环境影响评价，因此该院于 2023 年 10 月委托湖北君邦环境技术有

限责任公司（以下简称“我公司”）对其核技术利用项目进行环境影响评价工作。

根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会的公告（2017 年第 66 号）《关于发布<射线装置>分类的公告》规定，本项目使用的 DSA 机及 ERCP 机属于Ⅱ类射线装置。另根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号）“使用Ⅱ类射线装置的”应编制环境影响报告表。我公司接受委托后，组织技术人员分别于 2023 年 10 月及 11 月、2024 年 2 月，对龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目辐射工作场所防护情况和辐射工作人员的防护情况进行了调查，充分收集了有关资料，在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析工作的基础上，依照《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》（HJ 10.1-2016）的相关要求编制完成了《龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目环境影响报告表》。

3.项目建设规模

本项目的建设内容包括：拟在门诊综合楼一楼放射科建设一间 DSA 机房及其控制室等配套用房，使用 1 台 DSA 机；拟在新建门诊综合大楼三楼内镜科建设一间 ERCP 机房及其控制室等配套用房，使用 1 台 ERCP 机；DSA 机及 ERCP 机详细情况见表 1-1。建设内容主要为砌筑机房屏蔽墙体并涂抹防护涂料，设置警示灯、电离警示标志等辐射防护措施。本项目辐射工作的种类和范围为使用Ⅱ类射线装置。

表 1-1　本项目射线装置一览表

序号	射线装置	型号	类别	数量	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	使用场所	备注
1	DSA	待定	Ⅱ类	1 台	150	1000	门诊综合大楼一楼放射科 DSA 机房	拟购
2	ERCP	待定	Ⅱ类	1 台	150	1000	门诊综合大楼三楼内镜科 ERCP 机房	拟购

4.项目选址

（1）选址情况

龙岩市永定区医院位于福建省龙岩市永定区凤城街道九一街西路 96 号，医院东侧为山，南侧为九一街西路及居民区等，西侧为河流、道路、永定区妇幼保健站等，北侧为山。本项目辐射工作场所位于新建门诊综合大楼一楼及三楼，新建门诊综合楼位于医院北部，门诊综合楼东侧为院内道路、山体等，南侧为医技楼、门诊楼、停车场等；西侧为院内道路、院外河流等，北侧为院内道路及感染楼等。

①放射科拟建 DSA 机房位于门诊综合大楼一楼南部，机房东侧为设备间、PUS 间、

办公室及室外院内空地和山体等；南侧为室外院内空地、山体等；西侧为控制室、导管室、污物清洗间、医疗街及学术中心等；北侧为无菌库、走廊、缓冲、更衣室及放射科其它区域等；楼上（机房正上方）为景观花园；楼下为泥土层。

②内镜科拟建 ERCP 机房门诊综合大楼三楼西北部，机房东侧为苏醒室、医护缓冲区、走廊及其它区域等；南侧为医生通道、更衣室等；西侧为控制室、肠镜机房、胃镜机房、通道、内镜清洗间及无菌水供应机房等；北侧为患者通道、电梯厅等；楼上（机房正上方）为走廊、隔离后室等；楼下为检验科预留用房及通道等。

表 1-2　本项目辐射工作场所紧邻情况统计一览表

辐射场所	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上（正上方）	楼下（正下方）
DSA 机房	设备间、PUS 间、办公室	室外院内空地	控制室	无菌库、走廊	楼顶无建筑物（景观花园）	泥土层
ERCP 机房	苏醒室	医生通道	控制室	患者通道	走廊、隔离后室	检验科预留用房

（2）项目选址可行性分析

本项目在辐射工作场所屏蔽防护有效的条件下，不会对外环境人员造成辐射影响，项目用地主要为医院内部的医疗用地，符合项目用地的规划要求，故项目选址可行。

本项目的周边环保目标为辐射工作场所屏蔽体边界外 50m 范围内的辐射工作人员、医护人员、患者、周边流动的公众人员。拟建辐射工作场所及其周边现状照片见图 1-1 及图 1-2，周边环境示意图见图 1-3。


拟建 DSA 机房现状


DSA 机房东侧空地及山体

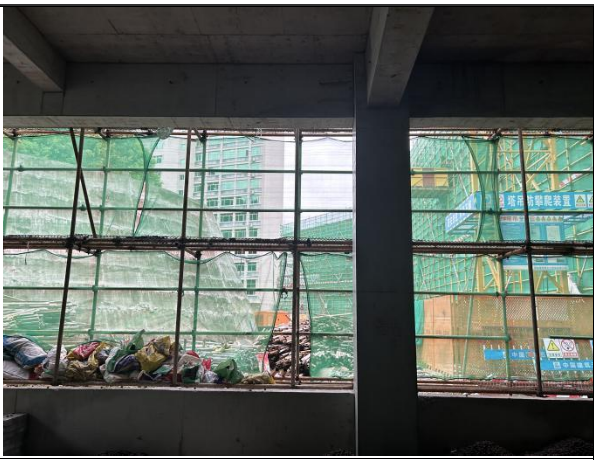
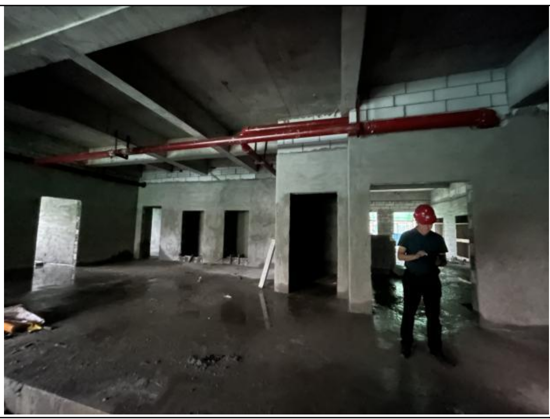
	
DSA 机房南侧空地、医技楼等	机房西侧拟建控制室、走廊等

图 1-1　拟建辐射工作场所及其周边环境现状照片

	
北侧拟建走廊等	楼上拟建景观花园
	
ERCP 机房拟建位置	ERCP 机房东侧拟建走廊等

ERCP 机房南侧拟建医护通道

ERCP 机房西侧拟建胃镜、肠镜机房等



ERCP 机房北侧拟建患者通道等

ERCP 机房楼下拟建检验科等

续图 1-1　拟建辐射工作场所及其周边环境现状照片

在建门诊综合大楼

门诊综合大楼东侧山体

南侧医技楼及门诊楼等

西侧空地

西侧院外河流

北侧在建传染楼

图 1-2　门诊综合大楼周边环境现状照片

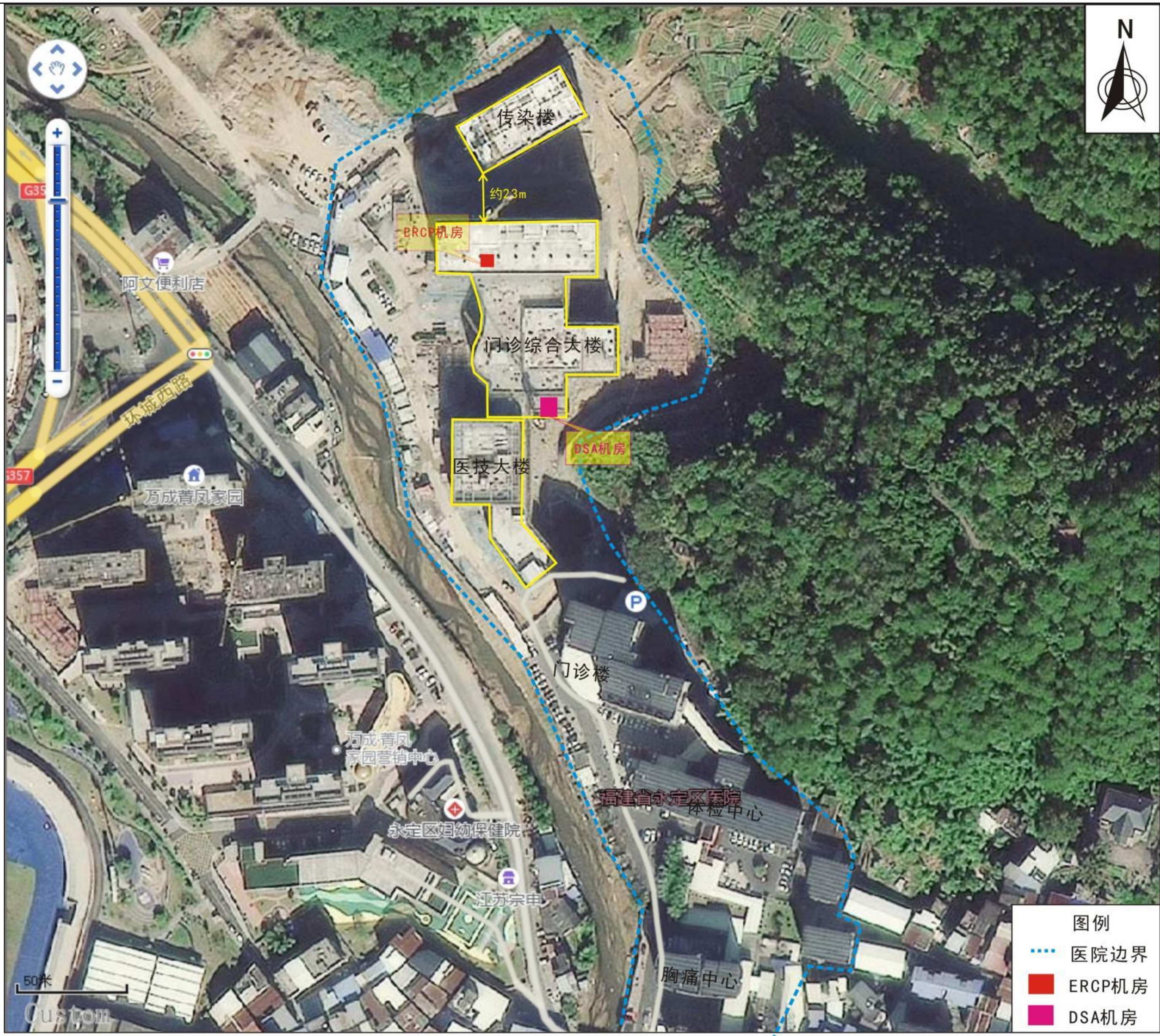


图 1-3　龙岩市永定区医院平面及周边情况示意图

5.原有核技术利用项目许可情况

（1）许可情况

龙岩市永定区医院于 2023 年 7 月向龙岩市生态环境局（审批机关）重新申请领取了辐射安全许可证，证书编号为闽环辐证[F0061]，许可的种类和范围为使用III类射线装置；证书有效期至 2028 年 7 月，辐射安全许可证见附件 6。

表 1-2　龙岩市永定区医院原有在用射线装置一览表

序号	名称	型号	数量（台）	类别	使用场所	备注
1	X 射线计算机断层摄影系统（64 排 CT）	Ingenvity CT	1	III类	老病房一楼放射科	已环评，已取得辐射安全许可
2	X 射线计算机断层摄影系统（164 排 CT）	uCT 510	1	III类	老病房一楼放射科	
3	数字化 X 线摄影系统（悬吊 DR）	uDR 770i	1	III类	老病房一楼放射科	
4	数字化 X 线摄影系统（立式 DR）	uDR 588i	1	III类	老病房一楼放射科	
5	口腔 X 射线数字化体层摄影系统	CS 9000C 3D	1	III类	门诊大楼三楼口腔科	
6	口腔 X 射线机	MSD-III	1	III类	门诊大楼三楼口腔科	
7	移动 C 臂机	uMC560i	1	III类	老病房一楼放射科	
8	X 射线骨密度仪	KD-BMD	1	III类	老病房一楼放射科	
9	移动式 X 射线机	M40-1A	1	III类	老病房六楼手术室	

（3）辐射防护管理制度

为保证辐射工作安全开展，龙岩市永定区医院成立了放射防护管理工作领导小组，全面负责该院的辐射防护管理工作。根据原国家环境保护总局〈2006〉145 号通知《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》的规定，该院制定了《辐射事故应急预案》，一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，并采取必要的应急措施。同时该院依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）相关规定，并结合该院的情况，已制定了较完善的管理制度和操作规程，其中包括《放射诊疗工作场所辐射防护安全管理制度》、《辐射事故应急预案》、《DSA 室岗位职责》、《辐射监测计划》、《辐射工作人员培训考核制度》、《放射个人剂量和职业健康档案管理制度》等，详见附件 4。

（4）辐射工作人员培训、个人剂量监测和体检情况

该院现有辐射工作人员共计 10 名，由于医院使用的射线装置为 III 类射线装置，辐

射工作人员已按照相关要求组织了核技术利用辐射安全自主考核，辐射工作人员均已通过核技术利用辐射安全自主考核，成绩合格且均在有效期内。

该院现有辐射工作人员均按照规范佩戴个人剂量计，由专人负责收集，并委托有资质单位承担个人剂量监测工作，监测频度为90天/次；每季度的个人剂量检测结果和每次个人体检报告均存档备案。

根据医院提供的2023年辐射工作人员剂量监测报告显示，辐射工作人员年最大剂量未超标，监测结果均在限值范围内；在岗辐射工作人员最近一次体检报告结果均无异常。

（5）辐射环境监测及年度评估情况

龙岩市永定区医院已委托有资质单位开展了辐射场所监测，并编制了2023年的年度评估报告（2023年度辐射安全自查报告），在设备正常运行状态下，监测结果均满足相关标准要求；截止2024年2月，龙岩市永定区医院使用的辐射工作场所正常运行，未发生辐射事故。

6.原有核技术利用项目存在问题

无。

7.产业政策符合性分析

项目投入运行主要为医疗诊治，按照中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》鼓励类中第十三类医药中的“十三、医药”中第4点“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”之规定，本项目属于“高性能医学影像设备”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

8.代价利益分析

龙岩市永定区医院1台DSA机及1台ERCP机项目建成后，有利于龙岩市及其周边地区医疗卫生服务水平，提高人民生活水平。该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益和社会效益。

表 2　放射源

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

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

表 3　非密封放射性物质

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

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

表 4　射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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类	1 台	待定	150	1000	医疗诊治	综合门诊大楼一楼放射科 DSA 机房	拟购
2	ERCP	Ⅱ类	1 台	待定	150	1000	医疗诊治	综合门诊大楼三楼内镜科 DSA 机房	拟购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5　废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	微量	微量	/	不需要	大气环境中
氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不需要	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^3，年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月修订），中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改<中华人民共和国劳动法>等七部法律的决定》修正）； （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； （4）《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 253 号，2017 年 10 月 1 日起施行（根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订）； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订)，国务院令第 449 号公布，2005 年 12 月 1 日施行； （6）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； （7）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），原国家环保总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起施行； （8）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； （9）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，环发[2012]98 号文； （10)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》,环发[2012]77 号文； （11）《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（公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 6 日发布； （12）《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》，国环规环评【2017】4 号，2017 年 11 月 20 日施行。

技术标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （2）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （3）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； （4）《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）； （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （6）《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），2013 年 3 月 15 日发布。
其他	（1）本项目委托书； （2）《辐射防护技术与管理》（张丹枫、赵兰才）； （3）龙岩市永定区医院提供的本项目相关资料。

表 7　保护目标与评价标准

评价范围

参考《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中环境影响报告书相关要求，即“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）”，结合本项目特点，本项目评价范围为 DSA 机房、ERCP 机房屏蔽体边界外 50m 范围，示意图见图 7-1。

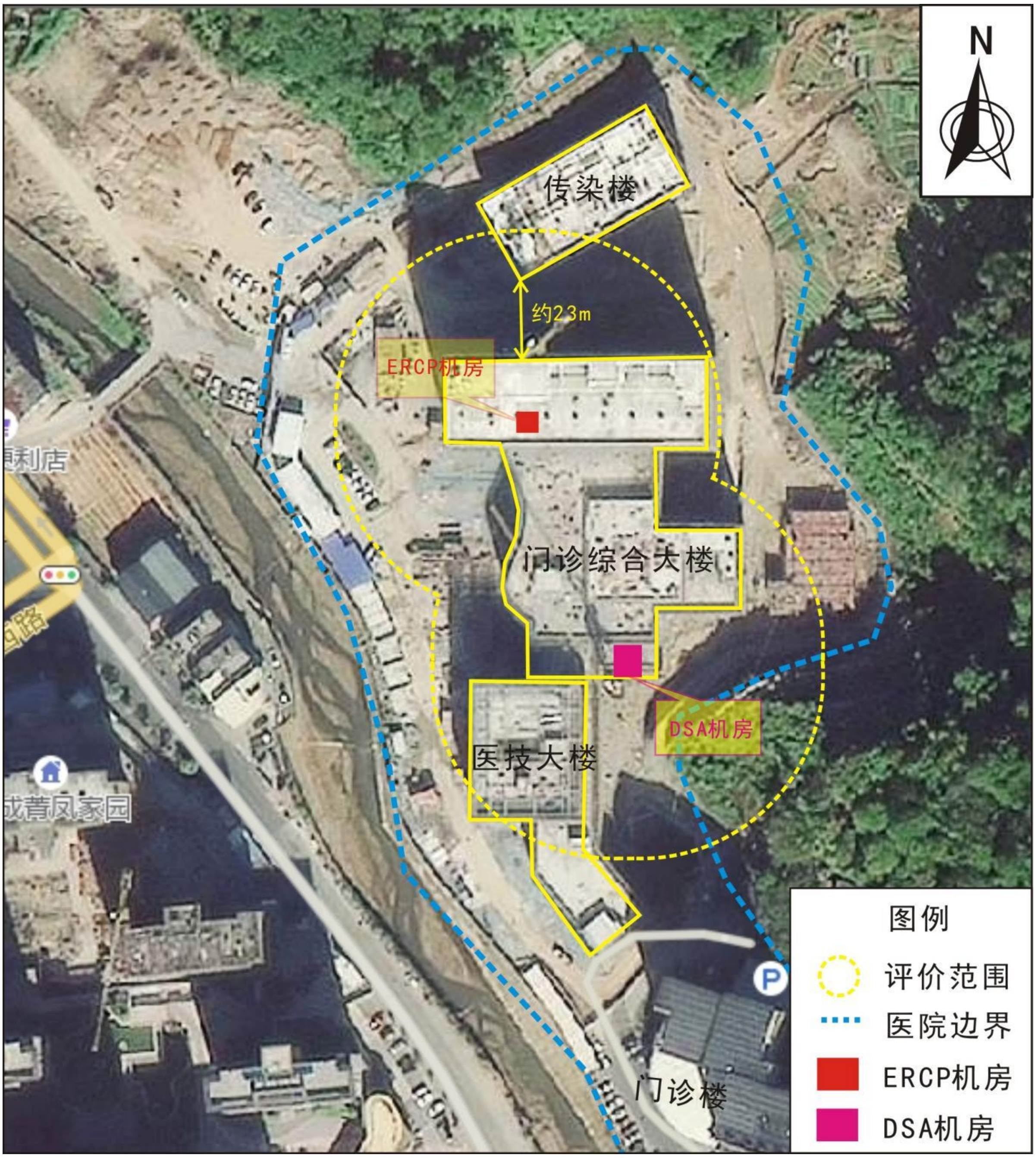


图 7-1　环境影响评价范围示意图

保护目标

根据对本项目周围环境的调查，结合图 1-2、图 7-1 至图 7-5，本项目周边环境保护目标为辐射工作场所屏蔽体边界外 50m 范围内的辐射工作人员和公众人员，其中辐射工作人员包括 DSA、ERCP 操作人员，公众人员包括医护人员、患者及家属、周边流动的人员等；详见表 7-1。经现场勘察，评价范围内无以文教、行政办公等为主要功能的环境敏感区。

表 7-1　主要环境保护目标一览表

序号	评价项目	方位	距离	场所	保护对象	人数	剂量约束值
1	DSA 机房	DSA 机房内		手术室内操作位	辐射工作人员	4~8 人	5mSv/a
2		西侧	0~3.4m	控制室			
3		东侧	0~3m	设备间、UPS 间、医生办公室等	公众人员（周边的医护人员、患者及其家属、院外居民等）	3~6 人	0.1mSv/a
4			3~15m	室外院内空地		流动人群	
5			15~50m	山体		流动人群	
6		南侧	0~50m	室外院内空地及山体		流动人群	
7		西南侧	0~6m	室外院内空地		流动人群	
8			6~50m	医技楼		＞50 人	
9		西侧	0~7m	污物通道（污物间）、导管清洗间、导管室等		4~8 人	
10			7~22m	门诊综合大楼医疗街、学术中心等其他区域		＞30 人	
11			7~50m	室外院内空地		流动人群	
12		北侧	0~4m	患者走廊、无菌库、缓冲区等		2~4 人	
13			4~50m	复苏室、更衣室等、患者通道、放射科等		＞60 人	
14		楼上	正上方	楼顶景观花园		流动人群	
13 15		楼下	正下方	泥土层	无	不可达到	/
16	ERCP 机房	ERCP 机房内		手术室内操作位	辐射工作人员	4~8 人	5mSv/a
17		西侧	0~2m	控制室			
18		东侧	0~9m	苏醒室、医生缓冲区等	公众人员（周边的医护人员、患者及其家属、院外居民等）无	3~6 人	0.1mSv/a
19			9~14m	走廊		流动人群	
20			14~50m	留观、彩超室等其他区域		＞50 人	
21		南侧	0~2m	医生通道		流动人群	
22			2~7m	更衣室等		1~4 人	
23			7~50m	门诊综合楼其他区域（口腔科等）		＞50 人	
24		西侧	2~18m	肠镜、胃镜等其他区域		＞10 人	
25			18~50m	室外院内空地（同高度为悬空无建筑物）		流动人群	
26		北侧	0~2.5m	患者通道		流动人群	
27			2.5~16m	走廊、电梯厅		流动人群	
28			16~39m	室外院内空地		流动人群	

29			39~50	传染楼		＞100 人	
30		楼上	正上方	走廊、隔离后室及门诊综合楼其他区域等		＞20 人	
31		楼下	正下方	检验科预留用房及走廊等		＞20 人	

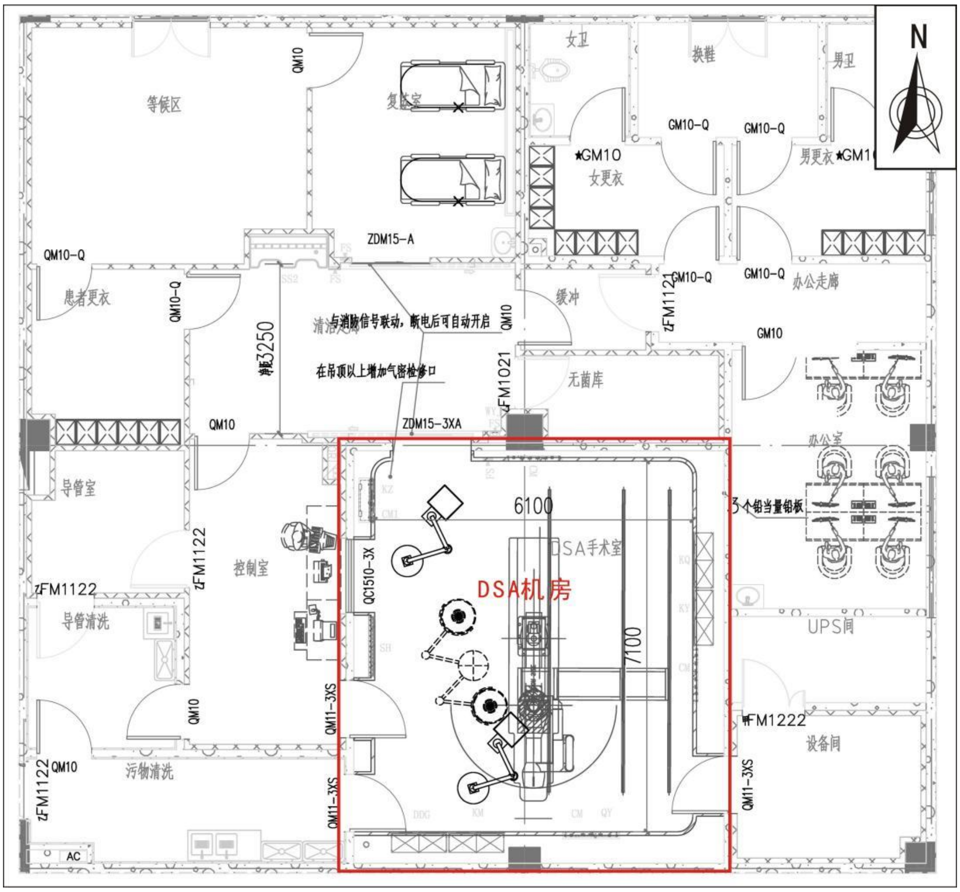


图 7-2　DSA 机房平面图

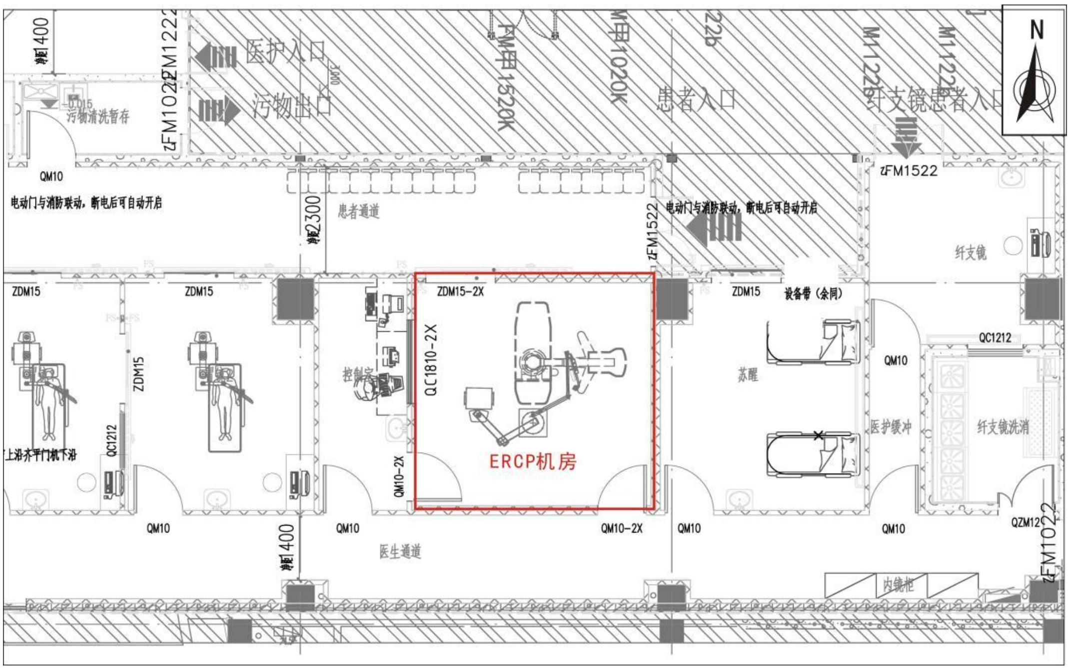


图 7-3　ERCP 机房平面图

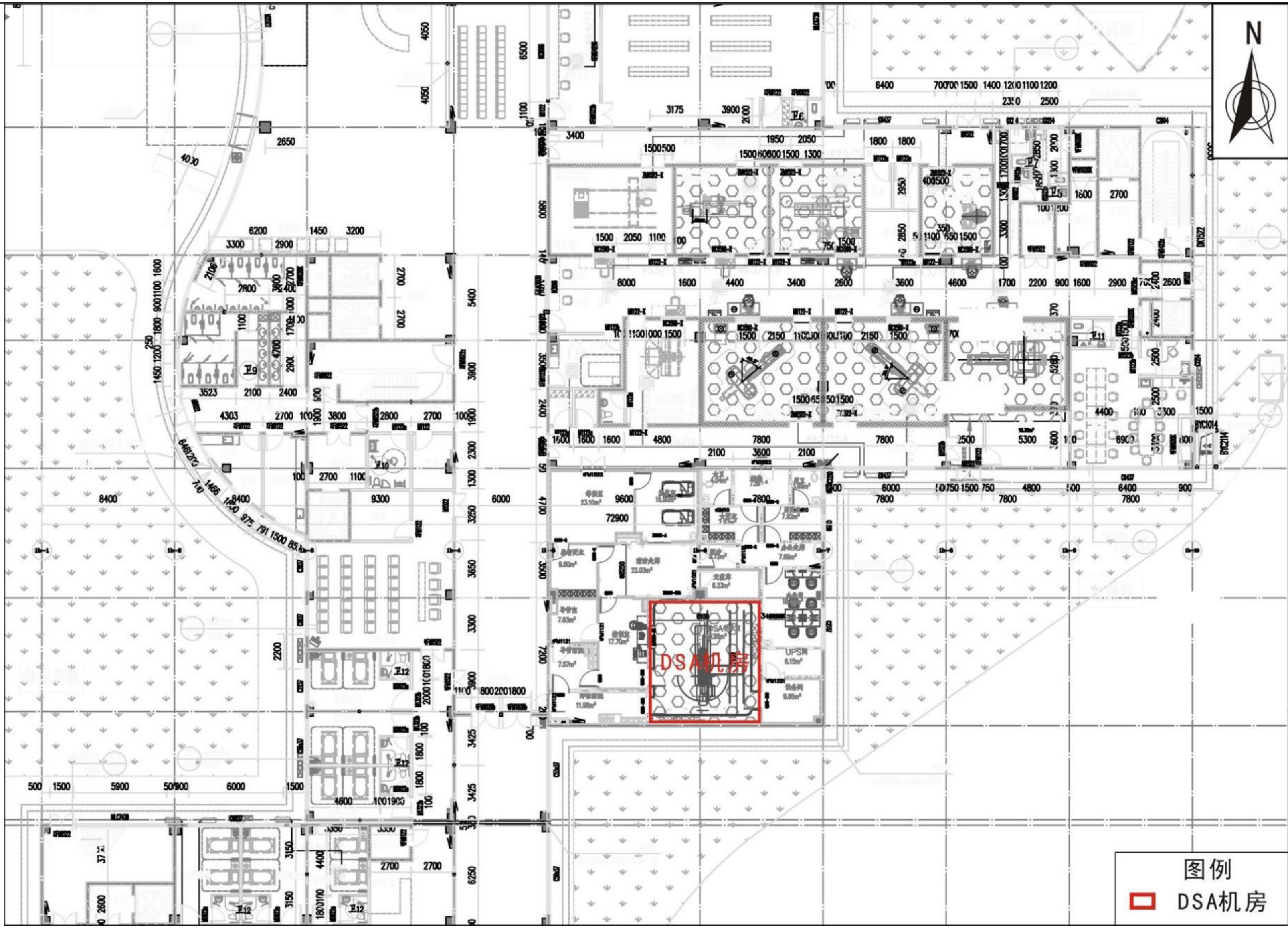


图 7-4　门诊综合大楼一楼 DSA 机房区域平面图

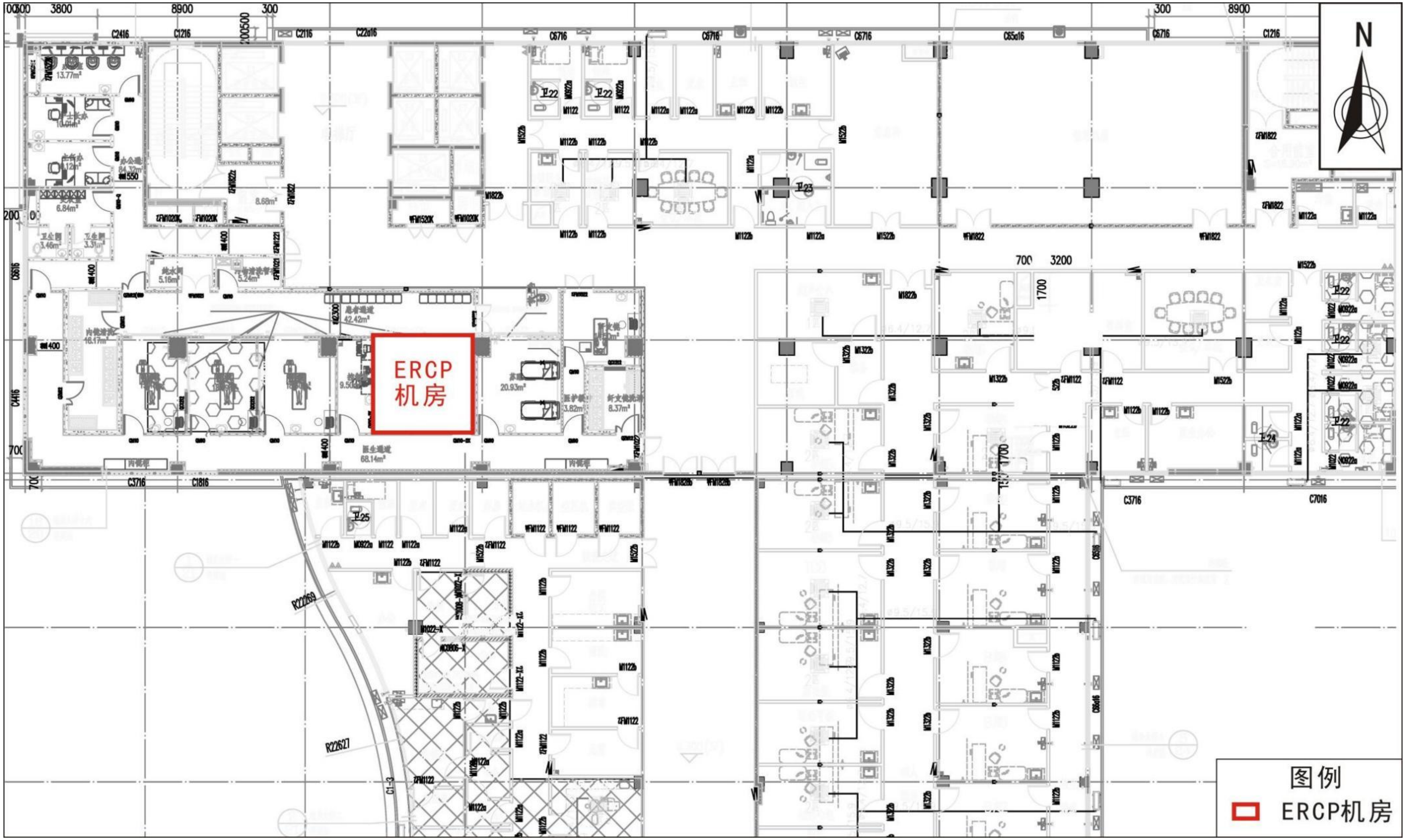


图 7-5　门诊综合大三楼 ERCP 机房所在区域平面图

评价标准

（1）剂量限值和剂量约束值

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求，本项目相关限值采用标准见表 7-2。

表 7-2　本项目相关标准剂量限值

内容	项目	剂量限值	标准名称
连续五年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)
年有效剂量限值	公众成员	1mSv	

表 7-3　本项目相关剂量约束值

内容	项目	剂量限值	标准名称
年有效剂量约束值	距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，其余各种类型摄影机房	0.25mSv	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）
剂量约束值	DSA 辐射工作人员	5mSv/a	取连续五年平均有效剂量限值的 1/4 作为剂量约束值
	公众成员	0.1mSv/a	公众成员取年有效剂量限值的 1/10 作为剂量约束值

（2）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中针对不同 X 射线设备机房防护设施的技术要求，本次环评所采用的主要评价标准如下：

表 7-4　放射诊断放射防护要求标准内容

<table>
<tr><td>5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备防护性能的专用要求</td><td>5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。
5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。
5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。</td></tr>
<tr><td>6.1 X射线设备机房布局</td><td>6.1.1 应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。
6.1.2 X射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。
6.1.3 每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。
6.1.4 移动式X射线机（不含床旁摄影机和急救车配备设备）在使用时，机房应满足相应布局要求。
6.1.5 除床旁摄影设备、便携式X射线设备和车载式诊断X射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表2的规定。
<table><tr><td>设备类型</td><td>机房内最小有效使用面积(m^2)</td><td>机房内最小单边长度(m)</td></tr></table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>CT 机（不含头颅移动 CT）</td><td>30</td><td>4.5</td></tr>
<tr><td>双管头或多管头 X 射线设备 [a]</td><td>30</td><td>4.5</td></tr>
<tr><td>单管头 X 射线设备 [b]</td><td>20</td><td>3.5</td></tr>
<tr><td colspan="3">a 双管头或多管头 X 射线设备的所有管球安装在同一间机房内。
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。</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>6.2 X 射线设备机房屏蔽</td><td>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。
<table>
<tr><td>设备类型</td><td>有用线束方向铅当量（mm）</td><td>非有用线束方向铅当量(mm）</td></tr>
<tr><td>标称 125kV 以上的摄影机房</td><td>3</td><td>2</td></tr>
<tr><td>标称 125kV 及以下的摄影机房</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td>CT 机房（不含头颅移动 CT）
CT 模拟定位机房</td><td colspan="2">2.5</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平</td><td>6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：
a)具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；
b) 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 2.5μSv/h；
c)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 25μSv/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；
d) 车载式诊断X射线设备工作时，应在车辆周围 3m设立临时控制区，控制区边界的周围剂量当量率应符合 6.3.1 中a)～c)的要求。</td></tr>
<tr><td>6.4 X射线设备工作场所防护</td><td>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。
6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求</td>
<td>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。
6.5.2 车载式诊断X射线设备机房个人防护用品和辅助防护设施配置要求按照其安装的设备类型参照表 4 执行。
<table>
<tr><td rowspan="2">放射检查类型</td><td colspan="2">工作人员</td><td colspan="2">患者和受检者</td></tr>
<tr><td>个人防护用品</td><td>辅助防护设施</td><td>个人防护用品</td><td>辅助防护设施</td></tr>
<tr><td>介入放射学操作</td><td>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</td><td>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</td><td>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</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="5">注：“—”表示不需要求</td></tr>
</table>
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。</td>
</tr>
</table>

表 8　环境质量和辐射现状

1.项目的地理和场所位置

龙岩市永定区医院位于福建省龙岩市永定区凤城街道九一街西路 96 号，本项目辐射工作场所位于门诊综合大楼一楼和三楼。项目地理位置示意图见图 8-1。

图 8-1　龙岩市永定区医院地理位置示意图

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

（1）环境现状评价的对象

本次环境现状评价的对象为本项目辐射工作场所区域及周边环境。

（2）监测因子

监测因子：环境 γ 辐射剂量率。

（3）监测点位

本项目按《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中有关布点原则和方法，并结合本项目的实际情况。

布点原则和方法：①拟建辐射工作场所及其四周具有代表性的环境保护目标处，

离地高 1m 处；②道路测量时，点位设置在道路中心线；室内测量时，点位设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。

3.监测方案、质量保证措施和监测结果

（1）监测方案

①监测单位

湖北君邦检测技术有限公司

②监测时间及环境条件

监测时间：2023 年 10 月 21 日

天气情况：阴

温度：18.5℃

相对湿度：61.3%

② 监测方法

本次γ辐射空气吸收剂量率现状检测方法依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）提供的方法。节选有关内容见表 8-1。

具体测量步骤如下：

a）开机预热。

b)手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。

c)仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔(可参考仪器说明书）读取/选取 10 个数据，记录在测量原始记录表中。

表 8-1 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》相关内容

仪器指标	通用要求
量程	量程下限应不高于：1×10^{-8}Gy/h；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择，应急测量情况下，应确保量程上限符合要求，一般不低于：1×10^{-2}Gy/h
相对固有误差	＜±15％
能量响应	50KeV～3MeV，相对响应之差＜± 30％（相对 ^{137}Cs 参考γ辐射源）
角响应	0°～180°角响应平均值（$\bar{R}$）与刻度方向上的响应值（R）的比值应大于等于 0.8（对 ^{137}Csγ辐射源）
使用温度	-10～40℃（即时测），-25～50℃（连续测量）
使用相对湿度	＜95％（35℃）

③ 检测仪器

本次检测仪器为 X、γ辐射空气比释动能率仪，仪器参数见表 8-2。

表 8-2 环境现状监测仪器及参数一览表

仪器名称	环境监测用 X、γ辐射空气比释动能率仪
仪器型号	PN98（PN-1）
生产厂家	上海何亦仪器仪表有限公司
能量响应	主机能量范围：45KeV-3MeV； 外置探测器能量范围：20KeV-7MeV
量程	主机测量范围：0.1μSv/h-10mSv/h 外置探测器测量范围：10nGy/h-100μGy/h，
相对固有误差	不超过±15%
检定证书编号	2023H21-20-4774697001
仪器校准有效期限	2023 年 8 月 15 日-2024 年 8 月 14 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

（2）质量保证措施

①本项目监测单位已取得了湖北省市场监督管理局的检验检测机构资质认定（CMA 认证），具备有完整、有效的质量控制体系；

②根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）制定监测方案及实施细则，布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；

③监测仪器经计量部门检定合格，并在检定有效期限内；

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

⑥建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据等全部保留，以备复查；

⑦监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

⑧监测报告严格实行三级审核制度，经过复核，最后由授权签字人审定。

（3）检测结果

龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目拟建辐射工作场所及周边监测结果见表 8-3，检测报告见附件 2。

表 8-3　拟建辐射工作场所及周边环境辐射水平背景监测结果

序号	监测地点	γ辐射空气吸收剂量率测量值（nGy/h）	监测工况
1	拟建 DSA 机房处（室内）	***	背景监测
2	拟建 DSA 控制室（室内）	***	
3	拟建 DSA 机房东侧空地（室外）	***	
4	拟建 DSA 机房南侧医技楼旁	***	
5	拟建 DSA 机房北侧放射科	***	

6	拟建 ERCP 机房处（室内）	***	
7	拟建 ERCP 控制室（室内）	***	
8	拟建 ERCP 机房东侧通道（室内）	***	
9	拟建 ERCP 机房南侧办公室等（室内）	***	
10	拟建 ERCP 机房西侧肠镜机房等（室内）	***	
11	拟建 ERCP 机房路上通道（室内）	***	
12	拟建 ERCP 机房楼下检验科（室内）	***	
13	门诊综合大楼南侧医技楼前（室外）	***	
14	门诊综合大楼西侧空地（室外）	***	
15	门诊综合大楼北侧传染楼前（室外）	***	
备注：监测结果均已扣除宇宙射线响应值			

4.环境现状调查结果评价

由表 8-3 的监测结果可知，龙岩市永定区医院拟建 DSA 机房和 ERCP 机房处及其周边，γ 辐射空气吸收剂量率为***~***nGy/h，处于《中国环境天然放射性水平》中福建省室内、道路环境辐射水平正常范围内（室内（70.9~351.7）nGy/h，道路（39.4～399.1）nGy/h），因此，本次辐射水平背景监测结果在当地天然本底水平涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.设备参数及工作原理

（1）设备组成

DSA 为采用 X 射线进行摄影的技术设备，DSA 的主要装置包括带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、机架系统、高压注射器、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机，探测器、电子计算机图象处理系统等。

ERCP 为采用 X 射线进行摄影的技术设备，为单管头 X 射线设备，主要装置包括带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图象处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机。

（2）工作原理

DSA 为数字减影血管造影英文缩写，是通过计算机把血管影像上的骨与软组织影像消除而突出血管的一种成像技术，属介入治疗的一种方式，它成像基本原理是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 线荧光图像分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

ERCP 是经内镜逆行胰胆管造影的英文首写字母缩写（Encoscopic Retrograde Cholangio-Pancreatography, ERCP），是指将十二指肠镜插至十二指肠降部，找到十二指肠乳头，由活检管道内插入造影导管至乳头开口部注入造影剂后进行 X 线摄片，以显示胰胆管的技术。在 ERCP 的基础上，可以进行十二指肠乳头括约肌切开术（EST）、内镜下鼻胆汁引流术（ENBD）、内镜下胆汁内引流术（ERBD）等介入治疗。

ERCP 手术造影过程中需要医生在手术室根据手术检查情况等，进行踩踏式曝光。其治疗方式属于介入治疗，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（约 1.5-2 毫米粗）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。

2.工艺流程及产污环节

（1）DSA 工艺流程及产污环节

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：透视（几个到十几个毫安/小剂量曝光）。病人需要进行介入手术检查与治疗时，导管进入病变部位过程中需在 X 线监视下，故有连续透视，其采用连续脉冲透视，操作医师位于铅帘后且身着铅橡胶围裙、铅防护眼眼镜在机房内对病人进行直接的近台介入手术操作。

第二种情况：连续图像采集（几十个到几百个毫安/大剂量曝光）。A.隔室曝光采集图像数据，医技人员在控制室内对病人进行曝光，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。B.医生近台操作，该种情况一般用于心脏介入手术。

主要工作主要流程如下：

①DSA 开机；

②病人术前宣教告知；

③医护人员按手术程序完成所有术前准备工作（包括给患者摆位）；

④完成手术穿刺，在 X 线引导下，导管进入靶血管或目标区；

⑤根据不同手术目的，近台手推对比剂造影或医护人员撤离检查室至控制室，利用高压注射器与 X 线曝光手闸联动注射对比剂，隔室曝光采集图像数据，并显示图像（或减影图像），医生根据图像结果决定下一步诊疗操作，如此往复，直至手术完成；

⑥介入手术结束，患者离开检查室；

⑦图像归档 PACS 存储。选择能反映疾病状态或治疗结果的图像打印成胶片给患者留存；

⑧按程序关机。

具体操作流程见图 9-1。

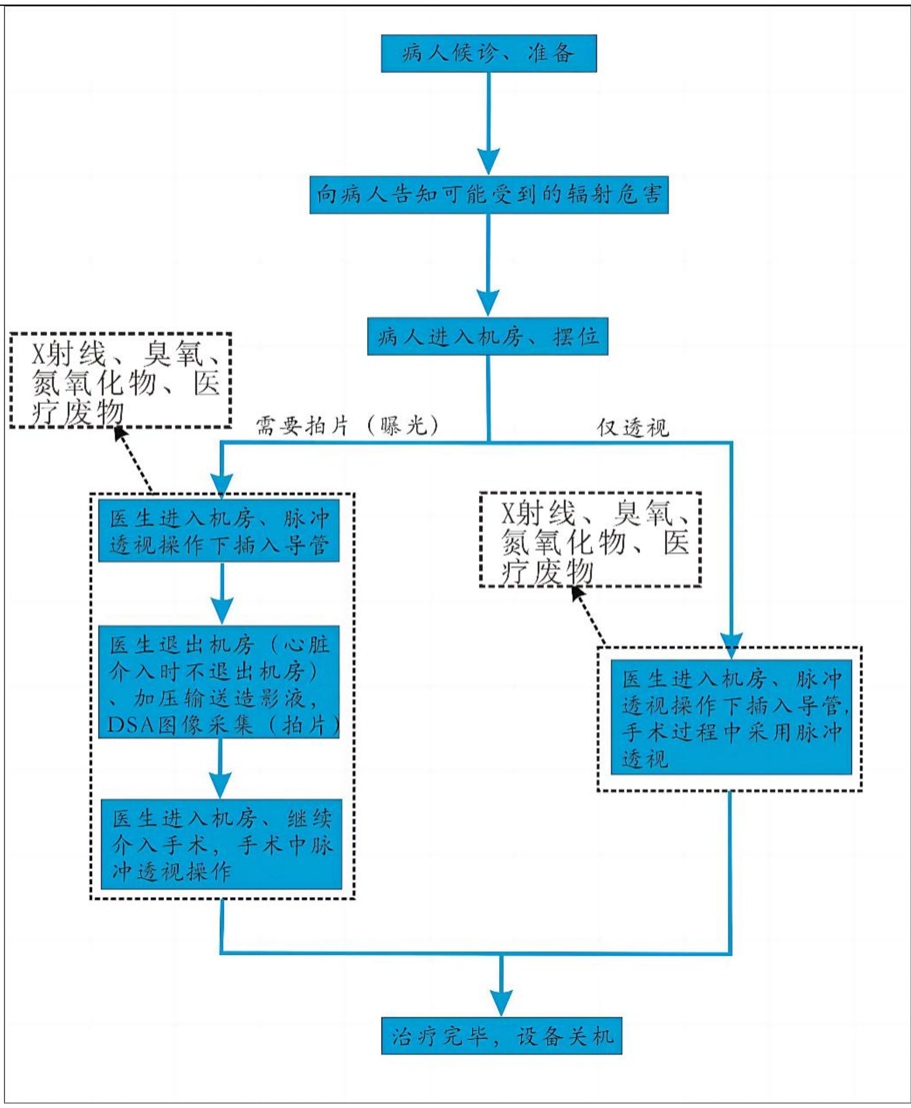


图 9-1　DSA 介入手术操作流程图

从图 9-1 可见，DSA 运行时产生 X 射线辐射、臭氧、医疗废物及氮氧化物等。

（1）ERCP 工艺流程及产污环节

①患者进入 ERCP 手术室，关闭机房铅门。

②患者一般采取俯卧位或左侧卧位，十二指肠镜经口依次通过食管、胃进入十二指肠降段，找到十二指肠乳头；

③经活检孔插入导管，调节角度钮及抬钳器，使导管与乳头开口垂直，将导管插入乳头；

④在透视下经造影导管注入造影剂，在荧光屏上见到胆管或胰管显影，显示病变，胰胆管显影后，进行拍片存储。在此过程主要产生的污染源为 X 射线，产生微量臭氧等气体废物；

⑤根据患者胰胆管病变情况，采取不同内镜下治疗措施（如括约肌切开取石、放

置引流管或支架缓解胆管梗阻、瘘管支架放置等）；

⑥治疗结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

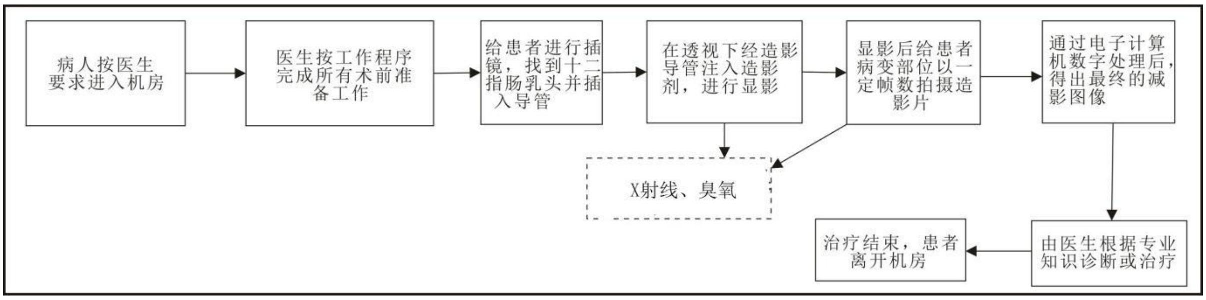


图 9-2　ERCP 诊治工艺流程及产污环节示意图

3.工作量预计

根据医院计划，DSA 全年最大开展 960 台手术，完成 1 台手术的 DSA 最大出束时间约 30min，DSA 机房投入使用后的年最大出束时间约为 480h，其中透视时间约为 320h，摄影时间约为 160h；ERCP 全年最大开展 800 台手术，完成 1 台手术的 ERCP 最大出束时间约 20min，ERCP 机房投入使用后的年最大出束时间约为 266.7h，其中透视时间约为 233.4h，摄影时间约为 33.3h

本项目辐射工作人员为新增人员，且人员为专岗不参与其他射线装置工作岗位。

本项目 DSA 机和 ERCP 机具有自动照射量控制调节功能（AEC），摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有一定的余量。根据医院提供资料，DSA 机和 ERCP 机正常运行时，摄影工况下的剂量率高于透视工况下的剂量率，保守取 DSA 机和 ERCP 机摄影状态下 150kV 、500mA，透视状态下 150kV 、20mA。以典型工况为例分析摄影工况下的剂量率。

表 9-1　本项目手术时 DSA 的出束时间估算结果

序号	设备	工作状态	一般工作电压	一般工作电流	出束时间/台	最大治疗人数/年	累计出束时间（h
1	DSA	透视	60~100kV	3~10mA	20min	960	320
2		摄影	60~100kV	100~500mA	10min	960	160
3	ERCP	透视	60~80kV	3~10mA	17.5min	800	233.4
4		摄影	60~100kV	100~500mA	2.5min	800	33.3

4.原有工艺不足及改进情况

龙岩市永定区医院原有核技术利用项目各项辐射环境保护设施运行正常，截至本

项目踏勘调查时间（2024 年 2 月），暂未发现工艺不足和需要改进的地方。

污染源项描述

1.建设阶段的污染源项

本项目 DSA 机房和 ERCP 机房的基础土建施工包括砌砖墙，在四周墙体上增加防护材料（铅板等）等工作。该辐射防护施工和设备安装施工是对现有房间的局部改造，基本控制在 DSA 机房和 ERCP 机房拟建址范围内，但会对周围环境产生一定量的扬尘、施工噪声、施工废水、固体垃圾等污染物，将对周围环境产生一定的影响。

本项目辐射工作场所在建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，产生的环境影响主要是建设机房施工时产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工场地安排有序，施工人员较少，有抑尘措施，施工期短，合理安排施工秩序，施工时间，本项目对周围敏感点的影响在可接受的范围内，施工人员生活废水依托医院已有排水系统处置。随着施工期的结束，这些影响也随即结束。

（1）环境空气

本项目的环境空气影响主要是扬尘，由散装水泥和建筑材料运输等施工活动将产生。本项目的工程量小，产生的扬尘量很小。

（2）噪声

本项目产生噪声影响的主要是施工机械、运输、及现场处理等。噪声值一般在 65~80dB（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。

（3）地表水

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。

（4）固体废弃物

本项目工程量小，施工期间会产生少量的生活垃圾和建筑垃圾量。

2.运行阶段污染源项

（1）正常工况下

①外照射源的强度

因本项目 DSA 机和 ERCP 机最大管电压为 150 kV、最大管电流为 1000mA。参考《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》（YY/T 0740-2022）的 5.6.4 要求，“在管电

压与管电流的任意组合下，透视入射空气比释动能率应不大于 88mGy/min”，同时根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）5.8.3“X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置”的要求，以及表 E.4 中“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”的要求，经计算，距 X 射线源 1m 处的空气比释动能率为 0.24Gy/h, 即透视工况下为 2.4×10^{5} μSv/h（根据《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 3.10 得 1μGy/h≈1μSv/h）。

摄影工况采用脉冲模式，剂量率与帧数成正比。参考帧数较高的心脏模式条件：15 帧/s、10ms/帧，摄影工况电流与透视工况电流之比取 50，则采集产生的剂量率与透视产生的剂量率之比为 7.5（500mA×15 帧/s×10ms/帧×1s）/（10mA×1s），则 DSA 摄影工况下的剂量率约为透视的 7.5 倍，摄影工况下距 X 射线源 1m 处的空气比释动能率可取 1.8×10^{6} μGy/h，即摄影工况下为 1.8×10^{6} μSv/h。

②X 射线

根据 DSA 机和 ERCP 机的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、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

本项目 DSA 机和 ERCP 机在工作时，其他非放射性污染源主要为产生少量臭氧、氮氧化物和医疗废物。

（2）非正常工况下

①机房墙体、铅玻璃、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。

②在机房门-灯联锁装置失效的情况下，公众、辐射工作人员误入正在运行的射线装置机房，造成额外的照射。

③因违章操作，人员未全部撤离机房，射线装置运行给公众、辐射工作人员，造成误照射。

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

（1）工作场所布局

①放射科拟建 DSA 机房位于门诊综合大楼一楼南部，机房东侧为设备间、PUS 间、办公室及室外院内空地和山体等；南侧为室外院内空地、山体等；西侧为控制室、导管室、污物清洗间、医疗街及学术中心等；北侧为无菌库、走廊、缓冲、更衣室及放射科其它区域等；楼上（机房正上方）为景观花园；楼下为泥土层。

②内镜科拟建 ERCP 机房门诊综合大楼三楼西北部，机房东侧为苏醒室、医护缓冲区、走廊及其它区域等；南侧为医生通道、更衣室等；西侧为控制室、肠镜机房、胃镜机房、通道、内镜清洗间及无菌水供应机房等；北侧为患者通道、电梯厅等；楼上（机房正上方）为走廊、隔离后室等；楼下为检验科预留用房及走廊等。

本项目 DSA 机和 ERCP 机射线方向是朝上照射，不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位，DSA 机房和 ERCP 机房工作场所布局满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的“6.1X 射线设备机房布局”的相关要求。

本项目 DSA 机房和 ERCP 机房与医院其他各单元间分隔明确，不相互穿插、干扰，通过辐射工作场所屏蔽实体的有效屏蔽，不会对外环境人员造成影响。因此从安全诊断和辐射安全与防护的角度来看，本项目的工作场所布局是合理的。

（2）工作场所分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的要求，对放射性工作场所进行分区管理。结合本项目辐射防护以及环境情况的特点，将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；将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的区域分为监督区。本项目具体的辐射防护分区划分见表 10-2。

表 10-2 本项目辐射工作场所分区

序号	辐射工作场所	控制区	监督区
1	DSA 机房	DSA 机房	控制室、设备间 UPS 间等 DSA 机房的四周紧邻区域及楼上对应区域
2	ERCP 机房	ERCP 机房	控制室、医生通道及苏醒室等 ERCP 机房的四周紧邻区域及楼上楼下对应区域

2.工作场所辐射安全和防护

（1）辐射工作场所防护屏蔽设计

本项目辐射工作场所的屏蔽防护设计详见表 10-3。

表 10-3　本项目 DSA 机房的辐射防护屏蔽设计一览表

序号	机房	位置	屏蔽防护设计 材料及厚度	尺寸
1	DSA 机房	四周墙体	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	机房内径长约 7.1m、宽约 6.2m，高 3.2m，有效面积约 45.95m²
2		医生、患者、污物防护门	3.5mmPb 当量铅板	
3		顶棚	20cm 混凝土+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	
4		地板	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	
5		观察窗	4.0mmPb 当量铅玻璃	
6		消防管道、通风系统、开关插座凹槽等	采用 3mmPb 当量铅板进行补偿	
7	ERCP 机房	四周墙体	轻钢龙骨+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	机房内径长约 5.0m、宽约 4.8m，高 3.2m，有效面积约 24.24m²
8		医生、患者、污物防护门	3.0mmPb 当量铅板	
9		顶棚	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	
10		地板	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	
		观察窗	3.5mmPb 当量铅玻璃	
		消防管道、通风系统、开关插座凹槽等	采用 3mmPb 当量铅板进行补偿	
说明：医院拟用材料密度：硫酸钡水泥的密度为 2.79g/cm³；混凝土的密度为 2.35g/cm³，铁的密度约为 7.4g/cm³，铅的密度约为 11.3g/cm³。				

（2）DSA 机房辐射工作场所采取的辐射安全措施

为确保辐射工作场所内的辐射工作人员工作环境和机房外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，医院对 DSA 机房设置了辐射防护措施，并按照本项目情况进行配置，具体如下：

①观察窗

DSA 机房拟设有观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

②门-灯有效关联

在 DSA 机房防护门（患者、医生、污物及器械室）与门外顶部设置工作状态指示灯，灯箱显示“射线有害，灯亮勿入”的提示字样，病人进出门为电动推拉门，拟设置防夹装置；医生、污物、器械室防护门为普通铅门，为平开式，拟设置自动闭门装置；防护门与工作状态指示灯有效关联，射线装置处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全，候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏，同时机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

③紧急停机装置

DSA 机房操作位处以及控制室内拟设置紧急停机按钮。

④语音系统

DSA 机房与控制室之间拟安装对讲装置，工作人员通过对讲机与患者联系。

⑤警告标志及注意事项告知栏

DSA 机房防护门外拟设置明显的电离辐射警告标识并附中文说明，候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

⑥通风设施

在 DSA 机房内均采用中央空调系统和新风系统两者相结合的方式来对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，拟在机房安装机械排风系统，排风管道穿过北侧墙体经控制室西侧墙穿墙到门诊大楼外进行排放，并在机房穿墙处采用铅板（3.0mmPb）进行补偿屏蔽，排风口排风量为 720m^3/h。

⑦放射防护检测

X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应定期检查

⑧日常巡检

医院计划每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设

施进行定期检查，并做好记录。

⑨辐射防护用品

DSA设备上自带配套设施：铅悬挂屏风（0.5mmPb）1件、铅防护吊帘（0.5mmPb）1件、床侧防护帘（0.5mmPb）1件。医院拟配备移动铅屏风（2mmPb）1个。

医院为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，拟配备1台个人剂量报警仪，且为辐射工作人员拟配备铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、介入防护手套各5套，同时拟为患者配备铅围裙、铅帽、大铅颈套各1套，其中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。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。

（3）ERCP机房辐射工作场所采取的辐射安全措施

为确保辐射工作场所内的辐射工作人员工作环境和机房外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，医院对ERCP机房设置了辐射防护措施，并按照本项目情况进行配置，具体如下：

①观察窗

ERCP机房拟设有观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

②门-灯有效关联

在ERCP机房防护门（患者、医生、污物）与门外顶部设置工作状态指示灯，灯箱显示“射线有害，灯亮勿入”的提示字样，病人进出门为电动推拉门，拟设置防夹装置；医生、污物、器械室防护门为普通铅门，为平开式，拟设置自动闭门装置；防护门与工作状态指示灯有效关联，射线装置处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全，候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏，同时机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

③紧急停机装置

ERCP机房操作位处以及控制室内拟设置紧急停机按钮。

④语音系统

ERCP机房与控制室之间拟安装对讲装置，工作人员通过对讲机与患者联系。

⑤警告标志及注意事项告知栏

ERCP 机房防护门外拟设置明显的电离辐射警告标识并附中文说明，候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

⑥通风设施

在 ERCP 机房内均采用中央空调系统和新风系统两者相结合的方式来对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，拟在机房安装机械排风系统，并在机房穿墙处采用铅板（3.0mmPb）进行补偿屏蔽，排风口排风量为 720m³/h。

⑦放射防护检测

X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应定期检查

⑧日常巡检

医院计划每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施进行定期检查，并做好记录。

⑨辐射防护用品

ERCP 设备上自带配套设施：铅悬挂屏风（0.5mmPb）1 件、铅防护吊帘（0.5mmPb）1 件、床侧防护帘（0.5mmPb）1 件。医院拟配备移动铅屏风（2mmPb）1 个。

医院为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，拟配备 1 台个人剂量报警仪，且为辐射工作人员拟配备铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、介入防护手套各 5 套，同时拟为患者配备铅围裙、铅帽、大铅颈套各 1 套，其中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。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。

3.工作场所辐射防护设计及符合性分析

（1）本项目辐射工作场所使用面积及单边长度同《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-4。

表 10-4 本项目辐射工作场所的使用面积及单边长度的符合性分析

射线装置	使用场所	设计面积（m^2）	标准要求（m^2）	符合性	最小设计单边长度（m）	标准要求（m）	符合性
DSA 机	DSA 机房	49.59	20	符合	6.2	4.5	符合
ERCP 机	ERCP 机房	24.24	20	符合	4.8	4.5	符合

（2）本项目辐射工作场所屏蔽防护铅当量厚度同《放射诊断放射防护要求》（GBZ

130-2020）中的要求对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-7。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“C.1.2”的要求“依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的α、β、γ拟合值和 C.1.2 a）中的 B 值，使用式（C.2）计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X，结果列于表 C.4～表 C.7”。本项目使用以下公式计算屏蔽物质的铅当量厚度。

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

（公式 10-1）

式中：

B —屏蔽透射因子；

X—屏蔽材料厚度，mm；

α、β、γ—屏蔽材料对 125kV 管电压 X 射线衰减的有关的三个拟合参数，根据 GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》附录 C 中表 C.2，针对 125kV（主束）管电压在混凝土中 X 射线衰减的α、β、γ分别取 0.03502、0.07113、0.6974。

本项目顶棚及底板采用 200mm 混凝土时根据（公式 10-1）计算的屏蔽透射因子结果详见 10-5。

表 10-5　本项目 DSA 机房屏蔽物质的屏蔽透射因子

辐射工作场所	厚度（mm）	α	β	γ	B
DSA 机房	混凝土：200	0.03502	0.07113	0.6974	1.867E-04

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

（公式 10-2）

式中：

B —屏蔽透射因子；

X—铅厚度，mm；

α、β、γ—屏蔽材料对 125kV 管电压 X 射线衰减的有关的三个拟合参数，根据 GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》附录 C 中表 C.2，针对 125kV（主束）管电压在铅中 X 射线衰减的α、β、γ分别取 2.219、7.923、0.5386 。

表 10-6　本项目 DSA 机房屏蔽物质的铅当量厚度

辐射工作场所	防护材料	B	α	β	γ	铅厚度（mm）

DSA 机房	200mm 混凝土	1.867E-04	2.219	7.923	0.5386	2.62

由以上计算可知在 125kV 管电压 X 射线主束状态下，200mm 混凝土相当于约 2.62mm 铅板厚度。

表 10-7　本项目辐射工作场所的屏蔽防护铅当量厚度的符合性分析

机房名称	四周墙体	顶棚及底板	标准要求铅当量（mm）		比较
			有用线束方向	非有用线束方向	
DSA 机房	四周墙体：24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料 观察窗：4.0mmPb 各防护门：3.5mmPb	顶棚：20cm 混凝土+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料 底板：20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	2	2	符合
ERCP 机房	四周墙体：轻钢龙骨+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料 观察窗：3.5mmPb 各防护门：3.0mmPb	顶棚：20cm 混凝土+.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料 底板：20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	2	2	

（3）本项目辐射工作场所配置的辐射防护用品同《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-8。

表 10-8　本项目辐射工作场所辐射防护用品配置的符合性分析

射线装置	工作场所	工作人员		符合性	患者和受检者		符合性
		本项目配置情况	标准要求		本项目配置情况	标准要求	
DSA	DSA 机房	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等各 5 套；铅悬挂屏风 1 个、铅防护吊帘 1 件、床侧防护帘 1 件、移动铅屏风 1 个	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 /铅防 护吊帘 、床侧防护吊帘 、床侧防/床侧防护屏；选配：铅橡胶帽子、移动铅防护屏风	符合	铅围裙、铅帽、大铅颈套各 1 套	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	符合
ERCP	ERCP 机房	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等各 5 套；铅悬挂屏风 1 个、铅防护吊帘 1 件、床侧防护帘 1 件、移动铅屏风 1 个	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 /铅防 护吊帘 、床侧防护吊帘 、床侧防/床侧防护屏；选配：铅橡胶帽子、移动铅防护屏风	符合	铅围裙、铅帽、大铅颈套各 1 套	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	符合

（4）本项目辐射工作场所设置的辐射防护措施同《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-9。

表 10-9　本项目辐射工作场所辐射防护措施设置的符合性分析

评价依据	标准要求	本项目拟设置情况	符合性
《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）	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	拟设有观察窗，并位于机房北侧便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	符合
	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物	建成后不堆放与设备诊断工作无关的杂物	/
	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	在 DSA 机房和 ERCP 机房内拟采用中央空调系统和新风系统两者相结合的方式来对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，拟在机房设置排风系统，安装机械排风系统，并采用铅板进行补偿屏蔽，每个排风口风量为 720m^3/h	符合
	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	①在 DSA 机房和 ERCP 机房病人进出门和医生进出门外拟设置明显的电离辐射警告标识并附中文说明；②拟在 DSA 机房和 ERCP 机房病人进出门及苏醒/缓冲区进出门、和医生进出门门外顶部设置工作状态指示灯，防护门与工作状态指示灯联锁，灯箱上设置 “射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，射线装置处于出束状态时，指示灯亮，以警示人员注意安全。③拟在候诊区设置辐射防护注意事项告知栏	符合
	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	①本项目病人进出门防护门开关门方式为电动推拉门方式，开关设置在操作台及机房内部（感应式开关）并设有防夹功能；医生、污物、器械室防护门开关门方式为平开式；②拟在 DSA 机房和 ERCP 机房防护门（患者、医生、污物及器械室）与门外顶部设置工作状态指示灯，防护门（患者、医生、污物及器械室）与工作状态指示灯联锁	符合
	电动推拉门宜设置防夹装置		符合
	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	候诊区设置在机房西侧，不在机房内，同时医院建立了相应管理制度	符合
	装置的安放应利于操作者观察受检者	装置安装于机房中央，装置使用过程中，观察窗均能观察受检者	符合
	机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置	机房进出门分别设置在机房的南侧和北侧，距辐射源距离最大	符合

4.项目环境保护投资

本项目拟投资 1600 万元，其中环保投资 200 万元，环保投资占总投资的 12.5%，具体环保投资见表 10-10。

表 10-10 环保投资一览表

序号	类别	环保措施	投资金额（万元）
1	墙体屏蔽措施	机房墙体防护及铅门、铅玻璃	190
2	防止人员误照	射线装置机房设置了电离辐射警示标识、工作状态指示灯、门灯联锁装置、紧急停止按钮	4
3	废气处理	设置机械通风装置	1
4	监控、对讲系统	为射线装置机房与控制室之间配备语音对讲系统。	1
5	人员安全与防护	配备铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜等辐射防护用品	2.6
6	辐射环境监测	每年委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告	1
7	辐射防护安全制度	制定了一套完善的辐射管理规章制度文件，并严格实施，并将部分文件张贴上墙	0.4
合计			200

三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，产生的医疗废物依托医院原有处理措施进行处理。

本项目射线装置在开机过程中，会产生极少量臭氧及氮氧化物等有害气体，本项目射线装置机房拟采用中央空调系统和新风系统两者相结合的方式来对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，拟在机房安装机械排风系统，并在机房穿墙处采用铅板（3.0mmPb）进行补偿屏蔽，排风口排风量为 720m^3/h，在机房内排气装置正常运行的情况下，臭氧及氮氧化物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。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

该辐射防护施工和设备安装施工在门诊综合大楼内开展，基本控制在门诊综合大楼DSA 机房和 ERCP 机房拟建址范围内，但会对周围环境产生一定量的扬尘、施工噪声、施工废水、固体垃圾等污染物，将对周围环境产生一定的影响。本项目建设施工时对环境的影响及应采取的污染防治措施如下：

（1）大气：本项目在墙体砌筑、粉刷硫酸钡水泥防护砂浆、铅防护门窗安装、设备安装时，由于墙体砌砖、现场制备硫酸钡水泥砂浆、钻孔钻墙等将产生扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。通过设置密封围挡隔离，及时清扫施工场地，可以减少扬尘的产生对相邻医疗场所的影响。

（2）噪声：本项目在防护门窗安装、设备安装时，由于搬运、组装、钻孔钻墙等，都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。医院安排设备安装施工时间应尽量避开正在营业的其他医疗场所作息时间，以减轻、避免对其他人员造成环境噪声影响。

（3）固体废物：本项目施工期间产生的固体废物主要有施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾应堆放在指定地点并委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落；装修垃圾和生活垃圾由医院环卫部门统一及时清运处理，做到日产日清，并保持工区环境的洁净卫生。

（4）废水：本项目施工期污水主要为施工人员的生活污水，生活污水纳入医院污水处理管网，经统一消毒后，纳入市政污水管网。

本项目 DSA 机和 ERCP 机射线装置未通电开机之前，不会对周围环境产生辐射污染。

因此，本项目应合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭，避免因本项目建设影响院内正常医疗活动及工作人员办公。由于本项目工程量小，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目施工期对外界的影响较小。

运行阶段对环境的影响

1.辐射环境影响分析

（1）辐射工作场所辐射屏蔽预测分析

取 DSA 机房和 ERCP 机房四周（包含防护门、观察窗）屏蔽外 30cm 处为关注点，顶棚取上一层离地高 1m 处，底板取下一层离地高 1.7m 处为关注点，取射线装置可移动

范围内的中心点（对于本项目取房间中心点）作为辐射源点（为便于计算本次评价取机房内离地面高 1m 处平面中心点作为辐射源点）。

由于平板探测器对球管主射线（有用线束）的吸收，使得机房的屏蔽估算无需再考虑主射线（有用线束），在介入手术程中，机头有用线束直接照向患者，根据美国 NCRP 147 号报告（Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities），Facilities）指出在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，因此 DSA 机房和 ERCP 机房屏蔽估算时可不考虑初级辐射，评价重点考虑泄露辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

> Since the image intensifier in general fluoroscopy, cardiac and peripheral angiography, and the breast support tray in mammography are required by regulation to act as primary beam stops (FDA, 2003c) these rooms do not normally contain primary barriers.

（译文：由于一般透视、心脏及血管造影中的影像增强器，乳房 X 光检查中的乳房支撑托盘，可作为主射线屏蔽（FDA，2003c），这些房间通常不需要再建造主屏蔽墙。）

因此本项目 DSA 机房和 ERCP 机房各侧屏蔽体主要考虑透泄漏辐射和散射辐射的影响。

①泄漏辐射

泄漏辐射剂量率计算公式参考李德平、潘自强主编《辐射防护手册第一分册辐射与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）中P436 中X 射线机周围照射量计算公式（10.8）进行推导（推导过程中居留因子η、利用因子u均取为1），则可推导出泄漏辐射剂量率计算公式如下：

H_z=（H_x·B）/d^2　　　　　　　　（11-1）

式中：

式中：

H_z —— 关注点漏射剂量率，μSv/h;

H_x—— 距出束点 1m 处的泄漏剂量率，参考《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 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）中的 12.4“X 射线管组件和 X 射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称 X 射线管电压运行时，距焦点 1m 处，1h 内在任一 100cm^2 区域（主要射线尺寸不大于 20cm）的空气比释动能不应超过 1.0mGy”，则泄漏剂量率不应大于 1.0mGy/h（即 1.0mSv/h，根据《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 3.10 得

1μGy/h≈1μSv/h））；

d —— 机头至各关注点的距离，m；

B —— 透射因子，按照GBZ 130-2020 附录C 计算，见式（11-2）；

$$B=\left|\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right|^{-\frac{1}{\gamma}} \qquad (11\text{-}2)$$

式中：X —— 铅当量；

α、β、γ —— 铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数，采用GBZ130-2020 附录C 表C.2 数据获得（采用铅对应参数进行分析）。

表 11-1 DSA 机房屏蔽透射因子（泄漏）的估算结果

关注点	位置描述	铅的拟合参数			屏蔽材料及厚度	屏蔽透射因子 B
		α	β	γ		
A	观察窗	1.757	5.177	0.3156	4.0mmPb 当量铅玻璃	***
B	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	1.757	5.177	0.3156	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
C	医生进出门	1.757	5.177	0.3156	3.5mmPb 当量铅板	***
D	污物防护门	1.757	5.177	0.3156	3.5mmPb 当量铅板	***
E	南侧墙体外 30cm 处	1.757	5.177	0.3156	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
F	设备间防护门	1.757	5.177	0.3156	3.5mmPb 当量铅板	***
G	东侧墙体外 30cm 处（UPS 间）	1.757	5.177	0.3156	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
H	东侧墙体外 30cm 处（办公室）	1.757	5.177	0.3156	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
I	西侧墙体外 30cm 处	1.757	5.177	0.3156	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
J	北侧墙体外 30cm 处（无菌库）	1.757	5.177	0.3156	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
K	患者进出防护门	1.757	5.177	0.3156	3.5mmPb 当量铅板	***
L	正下方	1.757	5.177	0.3156	20cm 混凝土+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
M	正上方	1.757	5.177	0.3156	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***

表 11-2 ERCP 机房屏蔽透射因子（泄漏）的估算结果

关注	位置描述	铅的拟合参数	屏蔽材料及厚度	屏蔽透射

点		α	β	γ		因子 B
a	观察窗	1.757	5.177	0.3156	3.5mmPb 当量铅玻璃	***
b	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	1.757	5.177	0.3156	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
c	医生进出门	1.757	5.177	0.3156	3.0mmPb 当量铅板	***
d	南侧墙体外 30cm 处	1.757	5.177	0.3156	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
e	污物防护门	1.757	5.177	0.3156	3.0mmPb 当量铅板	***
f	东侧墙体外 30cm 处	1.757	5.177	0.3156	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
g	北侧墙体外 30cm 处	1.757	5.177	0.3156	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
h	患者进出防护门	1.757	5.177	0.3156	3.0mmPb 当量铅板	***
i	正下方	1.757	5.177	0.3156	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
j	正上方	1.757	5.177	0.3156	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***

表 11-3　DSA 机房周围各关注点的泄漏辐射辐射空气吸收剂量率估算结果

关注点	计算点位置	屏蔽材料及厚度	距离（m）	衰减因子 B	剂量率（μGy/h）
A	观察窗	4.0mmPb 当量铅玻璃	***	***	***
B	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
C	医生进出门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
D	污物防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
E	南侧墙体外 30cm 处	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
F	设备间防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
G	东侧墙体外 30cm 处（UPS 间）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
H	东侧墙体外 30cm 处（办公室）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
I	西侧墙体外 30cm 处	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
J	北侧墙体外 30cm 处（无菌库）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
K	患者进出防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
L	正下方	20cm 混凝土+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
M	正上方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***

表 11-4　ERCP 机房周围各关注点的泄漏辐射辐射空气吸收剂量率估算结果

关注点	计算点位置	屏蔽材料及厚度	距离（m）	衰减因子 B	剂量率（μGy/h）
a	观察窗	3.5mmPb 当量铅玻璃	***	***	***
b	西侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥	***	***	***

	（控制室）	防护涂料			
c	医生进出门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
d	南侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
e	污物防护门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
f	东侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
g	北侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
h	患者进出防护门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
i	正下方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
j	正上方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***

由表 11-3、表 11-4 的计算结果可知，DSA 机房周围关注点泄漏辐射空气比释动能率估算值在***～*** μGy/h 之间，（即***～*** μSv/h，根据《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 3.10 得 1 μGy/h≈1 μSv/h）；ERCP 机房周围关注点泄漏辐射空气比释动能率估算值在***～*** μGy/h 之间，（即***～*** μSv/h。

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（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：

$H_s=B\cdot(H_0\cdot\alpha\cdot S)/(d_0^2\cdot d_s^2)$ （公式11-3）

式中：

H_s—— 散射剂量率，μSv/h;

α—— 受照射物体对入射X射线的散射比，α=a/400 其中a 是相对于400cm²散射面积的受照物体对入射X射线的散射比，a 取0.0015（125kV，90° 散射角），故α=3.75×10⁻⁶（取自《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》P437 页表10.1）；

S —— 散射面积，cm²；此处取400cm²；

d_0 —— X 射线机与受照体的距离，m；此处取0.2m；

d_s —— 受照体与关注点的距离，m;

H_0 ——距出束点1m 处的泄漏剂量率。

表 11-5 DSA 机房屏蔽透射因子（散射）的估算结果

关注点	位置描述	铅的拟合参数			屏蔽材料及厚度	屏蔽透射因子 B
		α	β	γ		

A	观察窗	1.791	5.478	0.5678	4.0mmPb 当量铅玻璃	***
B	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	1.791	5.478	0.5678	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
C	医生进出门	1.791	5.478	0.5678	3.5mmPb 当量铅板	***
D	污物防护门	1.791	5.478	0.5678	3.5mmPb 当量铅板	***
E	南侧墙体外 30cm 处	1.791	5.478	0.5678	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
F	设备间防护门	1.791	5.478	0.5678	3.5mmPb 当量铅板	***
G	东侧墙体外 30cm 处（UPS 间）	1.791	5.478	0.5678	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
H	东侧墙体外 30cm 处（办公室）	1.791	5.478	0.5678	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
I	西侧墙体外 30cm 处	1.791	5.478	0.5678	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
J	北侧墙体外 30cm 处（无菌库）	1.791	5.478	0.5678	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
K	患者进出防护门	1.791	5.478	0.5678	3.5mmPb 当量铅板	***
L	正下方	1.791	5.478	0.5678	20cm 混凝土+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
M	正上方	1.791	5.478	0.5678	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***

表 11-6 ERCP 机房屏蔽透射因子（散射）的估算结果

关注点	位置描述	铅的拟合参数			屏蔽材料及厚度	屏蔽透射因子 B
		α	β	γ		
a	观察窗	1.791	5.478	0.5678	3.5mmPb 当量铅玻璃	***
b	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	1.791	5.478	0.5678	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
c	医生进出门	1.791	5.478	0.5678	3.0mmPb 当量铅板	***
d	南侧墙体外 30cm 处	1.791	5.478	0.5678	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
e	污物防护门	1.791	5.478	0.5678	3.0mmPb 当量铅板	***
f	东侧墙体外 30cm 处	1.791	5.478	0.5678	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
g	北侧墙体外 30cm 处	1.791	5.478	0.5678	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
h	患者进出防护门	1.791	5.478	0.5678	3.0mmPb 当量铅板	***
i	正下方	1.791	5.478	0.5678	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***
j	正上方	1.791	5.478	0.5678	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护	***

					涂料	

Ⅰ 透视工况

参考《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》（YY/T 0740-2022）的 5.6.4 要求，“在管电压与管电流的任意组合下，透视入射空气比释动能率应不大于 88mGy/min”，同时根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）5.8.3“X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置”的要求，以及表 E.4 中“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”的要求，得距 X 射线源 0.2m 处的空气比释动能率最大值为 100mGy/min，即 6Gy/h。参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）6.1.2 相关内容“距离平方反比定律”得距 X 射线源 1m 处的空气比释动能率最大值为 0.24Gy/h，即透视工况下 H_0 取 2.4×10^5 μSv/h（根据《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 3.10 得 1μGy/h≈1μSv/h）。

表 11-7　透视工况下 DSA 机房周围各关注点的散射辐射空气吸收剂量率估算结果

关注点	计算点位置	屏蔽材料及厚度	距离（m）	衰减因子 B	剂量率（μGy/h）
A	观察窗	4.0mmPb 当量铅玻璃	***	***	***
B	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
C	医生进出门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
D	污物防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
E	南侧墙体外 30cm 处	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
F	设备间防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
G	东侧墙体外 30cm 处（UPS 间）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
H	东侧墙体外 30cm 处（办公室）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
I	西侧墙体外 30cm 处	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
J	北侧墙体外 30cm 处（无菌库）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
K	患者进出防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
L	正下方	20cm 混凝土+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
M	正上方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***

表 11-8　透视工况下 ERCP 机房周围各关注点的散射辐射空气吸收剂量率估算结果

关注点	计算点位置	屏蔽材料及厚度	距离（m）	衰减因子 B	剂量率（μGy/h）
a	观察窗	3.5mmPb 当量铅玻璃	***	***	***
b	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***

c	医生进出门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
d	南侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
e	污物防护门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
f	东侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
g	北侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
h	患者进出防护门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
i	正下方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
j	正上方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***

由表 11-7、表 11-8 的计算结果可知，透视工况下 DSA 机房周围关注点散射辐射空气比释动能率估算值在***～***μGy/h 之间（即***～***μSv/h）；透视工况下 ERCP 机房周围关注点散射辐射空气比释动能率估算值在***～***μGy/h 之间（即***～***μSv/h）。

Ⅱ 摄影工况

DSA 及 ERCP 运行过程中，摄影工况下的剂量率高于透视工况下的剂量率，保守取摄影状态下 150kV 、500mA，透视状态下 150kV 、20mA。以典型工况为例分析摄影工况下的剂量率。

摄影工况采用脉冲模式，剂量率与帧数成正比。参考帧数较高的心脏模式条件：15 帧/s、10ms/帧，摄影工况电流与透视工况电流之比取 50，则采集产生的剂量率与透视产生的剂量率之比为 7.5（500mA×15 帧/s×10ms/帧×1s）/（10mA×1s），则 DSA 摄影工况下的剂量率约为透视的 7.5 倍，即 1.8×10^{6}μSv/h。

表 11-9 摄影工况下 DSA 机房周围各关注点的散射辐射空气吸收剂量率估算结果

关注点	计算点位置	屏蔽材料及厚度	距离（m）	衰减因子 B	剂量率（μGy/h）
A	观察窗	4.0mmPb 当量铅玻璃	***	***	***
B	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
C	医生进出门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
D	污物防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
E	南侧墙体外 30cm 处	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
F	设备间防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
G	东侧墙体外 30cm 处（UPS 间）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
H	东侧墙体外 30cm 处（办公室）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***

I	西侧墙体外 30cm 处	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
J	北侧墙体外 30cm 处（无菌库）	24cm 实心砖+3.5mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
K	患者进出防护门	3.5mmPb 当量铅板	***	***	***
L	正下方	20cm 混凝土+3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
M	正上方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***

表 11-10　摄影工况下 ERCP 机房周围各关注点的散射辐射空气吸收剂量率估算结果

关注点	计算点位置	屏蔽材料及厚度	距离（m）	衰减因子 B	剂量率（μGy/h）
a	观察窗	3.5mmPb 当量铅玻璃	***	***	***
b	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
c	医生进出门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
d	南侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
e	污物防护门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
f	东侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
g	北侧墙体外 30cm 处	3.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
h	患者进出防护门	3.0mmPb 当量铅板	***	***	***
i	正下方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***
j	正上方	20cm 混凝土+2.0mmPb 当量硫酸钡水泥防护涂料	***	***	***

由表 11-9、表 11-10 的计算结果可知，摄影工况下 DSA 机房周围关注点散射辐射空气比释动能率估算值在*** μGy/h 之间（即*** μSv/h），摄影工况下 ERCP 机房周围关注点散射辐射空气比释动能率估算值在*** μGy/h 之间（即*** μSv/h）。

表 11-11　DSA 机房周围各关注点的总辐射空气吸收剂量率估算结果

关注点	计算点位置	距离（m）	泄漏辐射剂量率（μGy/h）	散射辐射剂量率（μGy/h）		总剂量率（μGy/h）	
				透视工况	摄影工况	透视工况	摄影工况
A	观察窗	***	***	***	***	***	***
B	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	***	***	***	***	***	***
C	医生进出门	***	***	***	***	***	***
D	污物防护门	***	***	***	***	***	***
E	南侧墙体外 30cm 处	***	***	***	***	***	***
F	设备间防护门	***	***	***	***	***	***
G	东侧墙体外 30cm 处（UPS 间）	***	***	***	***	***	***

H	东侧墙体外 30cm 处（办公室）	***	***	***	***	***	***
I	西侧墙体外 30cm 处	***	***	***	***	***	***
J	北侧墙体外 30cm 处（无菌库）	***	***	***	***	***	***
K	患者进出防护门	***	***	***	***	***	***
L	正下方	***	***	***	***	***	***
M	正上方	***	***	***	***	***	***

表 11-12　ERCP 机房周围各关注点的总辐射空气吸收剂量率估算结果

关注点	计算点位置	距离（m）	泄漏辐射剂量率（μGy/h）	散射辐射剂量率（μGy/h）		总剂量率（μGy/h）	
				透视工况	摄影工况	透视工况	摄影工况
a	观察窗	***	***	***	***	***	***
b	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	***	***	***	***	***	***
c	医生进出门	***	***	***	***	***	***
d	南侧墙体外 30cm 处	***	***	***	***	***	***
e	污物防护门	***	***	***	***	***	***
f	东侧墙体外 30cm 处	***	***	***	***	***	***
g	北侧墙体外 30cm 处	***	***	***	***	***	***
h	患者进出防护门	***	***	***	***	***	***
i	正下方	***	***	***	***	***	***
j	正上方	***	***	***	***	***	***

由表 11-11、表 11-12 的计算结果可知，透视工况下 DSA 机房周围关注点总辐射空气比释动能率估算值在 0.***～0.***μGy/h 之间（即 0.***～0.***μSv/h）；摄影工况下 DSA 机房周围关注点总辐射空气比释动能率估算值在***μGy/h 之间（即***μSv/h）；透视工况下 ERCP 机房周围关注点总辐射空气比释动能率估算值在***μGy/h 之间（即***μSv/h）；摄影工况下 ERCP 机房周围关注点总辐射空气比释动能率估算值在***μGy/h 之间（即***μSv/h）。

因此，DSA 机房、ERCP 机房周围辐射空气吸收剂量率均不大于 2.5μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下监测时，周围剂量当量率的控制目标值不大于 2.5μSv/h”的要求。

（2）手术时机房内辐射工作人员剂量分析

根据 DSA 和 ERCP 手术的操作流程和特点，摄影时所有工作人员（包括医师、护士）均撤离手术室，手术期间需边进行手术操作、边透视，透视的时间长、且同室近台操作，透视模式下的工作人员受照剂量率和受照时长远大于摄影模式，因此手术室内辐射工作

人员受照剂量估算主要考虑透视的工作状态。

《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020) 的“表 B.1 X 射线透视设备的检测项目与技术要求”规定：非直接荧光屏透视设备，在透视防护区测试平面上周围剂量当量率应不大于 400μGy/h。本评价取标准要求的上限值保守考虑，医生手术位置的附加剂量率水平为 400μGy/h，居留因子为 1 (全部居留)。

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 加移动铅帘 0.5mmPb，按照 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》附录 C 中的方法计算同室操作的术者位剂量，透视时同室操作的术者位取 100kV 主束时参数，详见表 11-13。

表 11-13　正常工况下医生手术位置的辐射空气吸收剂量率估算结果

估算点位	距离（m）	屏蔽厚度	透射因子 B	透视防护区测试平面上周围剂量当量率（μSv/h）	屏蔽后剂量率（μSv/h）
DSA 机治疗床边	0.5	1mmPb	7.36E-03	400	11.77
ERCP 机治疗床边	0.5	1mmPb	7.36E-03	400	11.77

（3）年有效剂量估算

根据医院计划，DSA 机房投入使用后的年最大出束时间约为 480h，其中透视时间约为 320h，摄影时间为 160h；对在 DSA 机房周边活动的公众，楼顶为景观花园，居留因子可取 1/4；楼下为泥土层，不再估算剂量；西侧为控制室，居留因子取 1；东侧有办公室，居留因子取 1；南侧为室外空地一般情况下无人员逗留，居留因子可取 1/4。ERCP 机房投入使用后的年最大出束时间约为 266.7h，其中透视时间约为 233.4h，摄影时间为 33.3h；对在 ERCP 机房周边活动的公众，楼上为走廊，居留因子取 1/4；楼下为预留用房，居留因子取 1/2；西侧为控制室，居留因子取 1；东侧有苏醒室，居留因子取 1；南侧为医生通道，居留因子可取 1/4。

结合估算结果机房内辐射工作人员（手术者）照射剂量率采用估算值 11.77μSv/h（经铅服屏蔽后）进行估算，机房外辐射工作人员（控制室医护人员）及公众人员照射剂量率采用估算结果与类比结果中的最大值（取值见表 11-14）进行估算，计算出辐射工作人员及公众成员年有效剂量见表 11-14。

本项目 DSA 机房和 ERCP 机房的辐射工作人员及周边公众人员的年有效剂量估算，按照联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)——2000 年报告附录 A，X、γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$HE_{-r}=Dr \times t \times 10^{-3} \times T$ (mSv/a)　　　　　　　　（式 11-4）

式中：

HE_{-r}——X、γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

Dr——X、γ射线空气吸收剂量率，μSv/h；

T——居留因子；

t——X 射线照射时间，小时。

表 11-14　辐射剂量估算结果

保护目标		吸收剂量率（μSv/h）透视	吸收剂量率（μSv/h）摄影	透视照射时间（h/a）	摄影照射时间（h/a）	居留因子	透视剂量（mSv/a）	摄影剂量（mSv/a）	总剂量估算（mSv/a）
DSA 机房	机房内辐射工作人员	***	***	320	160	1	***	***	***
	机房外辐射工作人员	***	***	320	160	1	***	***	***
	楼上公众人员	***	***	320	160	1/4	***	***	***
	西侧公众	***	***	320	160	1/4	***	***	***
	东侧公众	***	***	320	160	1	***	***	***
	南侧公众	***	***	320	160	1/4	***	***	***
ERCP 机房	机房内辐射工作人员	***	***	233.4	33.3	1	***	***	***
	机房外辐射工作人员	***	***	233.4	33.3	1	***	***	***
	楼下公众人员	***	***	233.4	33.3	1/2	***	***	***
	楼上公众人员	***	***	233.4	33.3	1/4	***	***	***
	西侧公众	***	***	233.4	33.3	1	***	***	***
	东侧公众	***	***	233.4	33.3	1	***	***	***
	南侧公众	***	***	233.4	33.3	1/4	***	***	***
其他环境保护目标机公众		根据 X 射线衰减原理，可知距离越大剂量率越小，因此在机房四周紧邻区域公众剂量满足要求情况下，其他距离更大的区域也能满足要求。							

根据剂量估算结果，龙岩市永定区医院 DSA 机、ERCP 机在正常工况时，本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.1mSv/a 的要求。

2.三废治理措施

本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，产生的医疗废物依托医院原有处理措施进行处理，对环境影响较小。

本项目射线装置在开机过程中，会产生极少量臭氧及氮氧化物等有害气体。根据《放射诊断放射防护要求》中："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 DSA 机房内拟采用中央空调系统和新风系统两者相结合的方式来对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，拟在机房安装机械排风系统，并采用铅板进行补偿屏蔽，在机房内排风系统正常运行的情况下，臭氧及氮氧化物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。

退役期环境影响分析

本项目使用的射线装置为医院 II 类射线装置，根据其工作原理可知，只要在通电时才产生 X 射线，不通电情况下无辐射影响，因此，在射线装置达到使用寿命后，由专业机构或人员或者生产厂家对 X 射线球管进行拆除并按相关要求进行销毁，射线装置办理注销手续即可，不会对环境造成辐射污染。同时根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》相关要求，本项目射线装置不属于需要办理退役环境影响评价工作的射线装置。

事故影响分析

（1）事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-15。

根据原国家环保总局 2006 年 145 号《辐射事故分级》规定，"一般辐射事故:是指 IⅣ类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。""较大辐射事故是指 IIII类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。"

表 11-15　辐射事故等级

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡
重大辐射事故	放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾
较大辐射事故	放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾
一般辐射事故	放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

本项目 DSA 机房、ERCP 机房若辐射安全管理不当，可能发生一般辐射事故。

（2）可能发生的辐射事故

本项目辐射工作场所可能发生的辐射事故为：

①射机房墙体、铅玻璃、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。

②在机房门-灯联锁装置失效的情况下，公众、辐射工作人员误入正在运行的射线装置机房，造成额外的照射。

③因违章操作，人员未全部撤离机房，射线装置运行给公众、辐射工作人员，造成误照射。

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<2006>145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。本项目采取的预防措施如表 11-16。

表 11-16　本项目采取预防措施

序号	辐射工作场所	可能产生的辐射事故	拟采取的预防措施
1	DSA 机房、ERCP 机房	机房墙体、铅玻璃、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	制定《辐射安全和防护管理制度》和《设备检维修制度》确保射线装置和防护措施完好，定期对监测仪器进行检查维护保证正常运行
2		在机房门-灯联锁装置失效的情况下，公众、辐射工作人员误入正在运行的射线装置机房，造成额外的照射	为辐射工作人员配置个人剂量计、铅防护服等辐射防护用品，在射线装置机房防护门上张贴电离辐射警示标识，并安装安全连锁装置
3		因违章操作，人员未全部撤离机房，射线装置运行给公众、辐射工作人员，造成误照射	制定《操作规程》等辐射安全管理相关制度，辐射工作人员经培训后上岗，严格按照操作规程操作

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1.辐射安全与环境保护管理机构

龙岩市永定区医院成立了放射防护管理工作领导小组，放射防护管理工作领导小组专职负责辐射安全与环境保护管理工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第 31 号）中规定的："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。"

领导小组职责：

（1）辐射安全许可证的申请、颁发、续发、换发、变更内容。

（2）与射线装置设备的引入和场地的新建、改建、扩建均先上报各行政主管部门，取得相应级别行政许可后，方可购入或施工。

（3）组织辐射工作人员参加辐射防护相关培训及考核。

（4）组织辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康检查，建立人员职业健康档案。

（5）定期组织对辐射工作场所进行日常监测，同时按要求每年委托有资质单位对辐射工作场所开展年度监测，并取得相应的监测报告。

（6）领导整个应急工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障，并向当地生态环境、卫生健康、公安等主管部门报告。

（7）负责单位辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理，每年 12 月 31 日前对单位辐射工作场所进行年度评估，并编制年度评估报告，上交管理部门备案。

2.辐射工作人员配置

根据医院提供资料，本项目配备 16 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员；待辐射工作人员招聘到位医院组织参加核技术利用辐射安全与防护考核，通过考核后方可上岗，在全部辐射工作人员通过考核后，本项目辐射工作人员的配置是满足要求的。

辐射安全管理规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第 31 号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）相关规定龙岩市永定区医院制定了其中包括《放射科安全工作制度》、《辐射事故应急预案》、《导管室岗位职责》、《DSA 导管

工作制度》、《辐射监测计划》、《辐射工作人员培训考核制度》、《个人剂量监测与档案管理制度》、《职业健康检查与档案管理制度》等辐射安全管理制度，相关制度见表 12-1。

表 12-1　龙岩市永定区医院管理制度建立情况

<table>
<tr><th>序号</th><th>医院建立的管理制度</th><th>内容</th></tr>
<tr><td>1</td><td>辐射防护和安全管理制度</td><td>医院制定了《辐射安全和防护管理制度》对医院辐射工作人员职责、工作程序和个人防护做出要求</td></tr>
<tr><td>2</td><td>辐射事故应急预案</td><td>医院制定了《辐射事故应急预案》，规定了发生辐射事故时医院相关人员职责和处理程序，将辐射事故的影响减少到最小</td></tr>
<tr><td>3</td><td>岗位职责</td><td>医院制定的《岗位职责》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</td></tr>
<tr><td>4</td><td>监测计划</td><td>医院制定的《监测计划》中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</td></tr>
<tr><td>5</td><td>培训考核计划</td><td>医院制定的《辐射工作人员培训制度》中规定了辐射工作人员必须参加辐射安全与防护考核，直到考核通过，做到持证上岗，并对内部培训做了要求</td></tr>
<tr><td>6</td><td>操作规程</td><td>医院制定的《操作规程》中规定了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</td></tr>
<tr><td>7</td><td>设备检修维护制度</td><td>医院制定的《设备管理、保养制度》中提出了对机房安全防护设备和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</td></tr>
<tr><td>8</td><td>职业健康监护制度</td><td rowspan="2">医院制定的《放射工作人员个人剂量监测管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员职业健康档案管理制度》中提出对辐射工作人员个人剂量监测和体检的要求，并要求辐射工作人员档案终身保存</td></tr>
<tr><td>9</td><td>辐射工作人员个人剂量档案制度</td></tr>
</table>

医院应严格执行辐射安全管理规章制度，并根据医院的发展，及时对辐射安全管理规章制度进行补充完善，在此基础上医院的辐射安全管理规章制度符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定。

辐射监测

（1）环境监测

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中的相关规定，项目正常运行后，建设单位应该对辐射工作场所周围的环境进行背景监测，不具备自行监测能力的，可以委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。

具体监测方案如下：

①监测内容：对该建设单位辐射工作场所四周环境进行辐射水平背景监测。

②监测频度：项目正常运行后进行监测，以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围：主要对辐射工作场所周围的环境进行监测，重点对辐射工作场所周围的人员流动较多的地方进行监测。

④监测项目：X-γ辐射空气吸收剂量率。

（2）场所辐射防护监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第 31 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）中的相关要求，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。并将监测记录资料统计结果及时上报主管部门，以便了解和监护防护设施的运行情况，为主管部门下一步辐射防护决策提供科学技术依据。

具体监测方案如下：

①检测内容：对该建设单位辐射工作场所四周环境进行常规监测。监测数据每年年底向审批部门上报备案。

②监测频度：在项目建成运行后应进行项目的验收监测，以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围：主要对辐射工作场所及周围进行监测，重点对机房周围、防护门及缝隙处、控制室、操作台等处进行监测。

④监测项目：X-γ辐射空气吸收剂量率。

（3）监测仪器情况

监测仪器各参数应满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求，用于杂散辐射防护检测的仪器应具备下列主要性能：

①最小量程：0μSv/h～10μSv/h；

②能量响应：25keV～100keV，±30%；

③应有测量累积剂量档。

（4）个人剂量监测

建设单位应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，为辐射工作人员配

备个人剂量计，并进行个人剂量监测（90 天/次）和职业健康体检（2 年/次），建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为辐射工作人员长期保存职业照射记录。建设单位应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。

表 12-2　本项目辐射监测计划

监测对象	检测点位	监测方案	监测项目	日常监测频率	年度监测频率
机房	机房四周墙体外 30cm 处、防护门（所有防护门）外 30cm 处以防护门缝隙 30cm 处、控制室、操作台	实测	辐射空气吸收剂量率	每周 1 次	每年 1 次
外环境	辐射工作场所周围的环境，人员流动较多的地方，如东侧污物通道、南侧通道、楼下等场所	实测		每季度 1 次	每年 1 次
辐射工作人员	个人剂量计	实测	累积剂量	每季度 1 次	每年 4 次

（5）验收监测

建设单位应在建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；对建设项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期，并在调试期间应开展验收监测；验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

辐射事故应急

辐射事件应急处理机构与职责

（一）该院成立了辐射事故应急处理领导小组，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作；

（二）应急处理领导小组职责：

1、定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至中心领导层并落实整改措施；

2、事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

3、负责向医院及时报告事故情况；

4、负责辐射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

5、辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

6、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

辐射事故应急预案和应急人员的培训演习计划

（1）该院制定的辐射事故应急预案如下：

①发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；应当立即撤离有关工作人员，封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节。并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

②依据应急预案，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

③事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护监测人员的允许不得进入事故区；

④各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。并编写事故发生的基本情况，原因分析及处理结果的书面报告报环保部门，凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

（2）应急人员的培训演习计划

①应急培训

（Ⅰ）医院辐射工作人员上岗前应参加核技术利用辐射安全考核并通过。

（Ⅱ）医院将积极开展辐射安全防护知识的内部学习，提高辐射工作人员的防护意识，避免辐射事故的发生。同时将定期邀请相关专家讲课，主要包括辐射安全的基础知识、核技术应用项目的防护安全、辐射事故与事故应急等内容。

②应急演练

（Ⅰ）辐射安全防护领导小组根据需要，每年至少组织一次辐射事故应急演练，辐射事故演练分为专业性演练和综合性演练，专业性演练由辐射事故应急小组的成员参加，综合性演练除了辐射事故应急小组外，医院其他部门的相关成员也应参加。

（Ⅱ）演练过程中应注重人员救助、物资援助的演练。同时应急演练前建设单位应制定相应的方案和程序，演练完成后对演练情况作出总结，发现问题及时整改。

（3）原有核技术利用项目辐射事故应急演练情况

截止本次报告编制完成时，医院原有核技术利用项目均未发生辐射事故，辐射工作场所辐射防护措施无异常，辐射工作场所辐射环境监测结果均无异常。

根据现场调查，医院原有核技术利用项目辐射工作种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙及非密封放射性物质工作场所。医院已按要求制定辐射事故应急预案，根据现场调查和医院提供信息及资料，该院每年均按照相关要求开展辐射事故应急演练并留存相关记录，医院应严格按照要求制定应急演练计划，并定期开展辐射事故应急演练。

表 13 结论与建议

结论

1.项目工程概况结论

龙岩市永定区医院位于福建省龙岩市永定区凤城街道九一街西路 96 号，拟在新建门诊综合大楼一楼放射科建设一间 DSA 机房及其控制室等配套用房，使用 1 台 DSA 机（型号待定），其最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA，用于医疗诊治；拟在新建门诊综合大楼三楼内镜科建设一间 ERCP 机房及其控制室等配套用房，使用 1 台 ERCP 机（型号待定），其最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA，主要用于医疗诊治。本项目辐射工作的种类和范围为使用Ⅱ类射线装置。本项目总投资 1600 万元，项目环保投资 200 万元。

2.选址合理性分析结论

本项目辐射工作场所选址毗邻场所中无产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，本项目在辐射工作场所屏蔽防护有效的条件下，不会对医院外环境人员造成辐射影响。该地块为商业用地，本项目不属于《限制用地项目目录（2012 本）》《禁止用地项目目录（2012 年本）》中的限制、禁止用地项目，属于允许用地项目。符合项目用地的规划要求，故项目选址可行。

3.辐射安全与防护分析结论

（1）项目安全设施

本项目辐射工作场所设有相应的辐射安全和防护措施，辐射工作场所设置的各项辐射安全和防护措施符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，本项目辐射工作场所采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽射线装置产生的 X 射线，对辐射工作场所采取的相应辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

（2）三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，本项目 DSA 机房、ERCP 机房在通风系统正常运行的情况下，臭氧及氮氧化物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，机房内能够保持良好的通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”

的要求，对大气环境影响较小。同时会产生少量的一般医疗废弃物，可依托医院已有的环保设施处理。

4.环境影响分析结论

（1）建设阶段对环境影响

本项目应合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭，避免因本项目建设影响院内正常医疗活动及工作人员办公。由于本项目工程量小，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目施工期对外界的影响较小。

（2）运行阶段对环境影响

根据计算结果及类比分析结果可知，在开机工况下，DSA 机房、ERCP 机房周围的辐射空气吸收剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下监测时，周围剂量当量率的控制目标值不大于 2.5μSv/h”的要求。

根据剂量估算结果，龙岩市永定区医院 DSA 机房、ERCP 机房在正常工况时，辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

5.可行性分析结论

（1）实践正当性分析

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。同时，按照中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中第十三类医药中的“十三、医药”中第 4 点“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”之规定，本项目属于“高性能医学影像设备”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

（2）代价利益分析

龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目建成后，有利于龙岩市及其周边地区医疗卫生服务水平，提高人民生活水平。该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益和社会效益。

6.总结论

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，龙岩市永定区医院 1 台 DSA 机及 1 台 ERCP 机项目是可行的。

建议

（1）进一步加强辐射工作场所管理、辐射工作人员管理（含职业健康监护档案、培训记录）；

（2）按照要求做好核技术利用辐射安全与防护考自主考核工作，做好辐射工作人员（使用 III 类射线装置）的自主考试试卷、监考图视文件等的存档工作。