

编号：BG-FB21720001

核技术利用建设项目

龙游县人民医院

DSA 和 ERCP 核技术利用项目

环境影响报告表

（公示稿）

龙游县人民医院

二〇二四年九月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

龙游县人民医院

DSA 和 ERCP 核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：龙游县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省衢州市龙游县东华街道友钦路 1 号

邮政编码：324400

联系人：***

电子邮箱：*****@qq.com

联系电话：*****

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	10
表 3 非密封放射性物质	10
表 4 射线装置	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	12
表 6 评价依据	13
表 7 保护目标与评价标准	16
表 8 环境质量和辐射现状	21
表 9 项目工程分析与源项	26
表 10 辐射安全与防护	34
表 11 环境影响分析	41
表 12 辐射安全管理	62
表 13 结论与建议	68
表 14 审批	71

表 1 项目基本情况

建设项目名称		龙游县人民医院 DSA 和 ERCP 核技术利用项目				
建设单位		龙游县人民医院				
法人代表		周卫锦	联系人	***	联系电话	*****
注册地址		浙江省衢州市龙游县东华街道友钦路 1 号				
项目建设地点		浙江省衢州市龙游县东华街道友钦路 1 号医技楼一层 DSA1 室、 DSA2 室和二层 ERCP 机房				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		***	项目环保 投资(万元)	***	投资比例 (环保投资/总投资)	6%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²)	/
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类 (医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
	非密封 放射性 物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装 置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类			
	其他	/				
	1.1 项目概述 1.1.1 建设单位概况 龙游县人民医院 (以下简称“医院”) 始建于 1940 年, 是一所集医疗、科研、教学、预防保健于一体的二级甲等综合性医院, 是国家卫计委确定的首批重点建设的 500 家县级公立医院、全面提升县级医院综合能力第二阶段县级医院、浙江大学医学院附属邵逸夫医院龙游分院。医院先后获得爱婴医院, 省文明单位、绿色医院等国家、省市县级集体荣誉 200 余项。医院为龙游县 120 急救、健康体检、创伤急救、孕					

产妇与新生儿抢救中心，县急诊、放射、临检、病理、麻醉、护理、院内感染质控中心。承担本县域内重大医疗活动保障、突发公共事件的紧急医疗救援任务和配合突发公共卫生事件防控等工作。

1.1.2 建设目的和任务由来

根据龙游县政府城市东进的战略规划，城东新区将是龙游未来城市的核心，既可以对老城区进行辐射，也可以为湖镇、产业新城提供服务。规划定位“一心两区”：中等规模城市的公共服务中心；生态宜居区、现代服务业集聚区。龙游健康产业中心项目是城东新区的重要功能版块，可提升城东新区公共服务设施配套水平，增强城东新区的整体性和活力，同时解决老城区人民医院难以发展的困境，促进县域医疗水平的提高，同时具备辐射周边地区的技术和服务能力。

龙游健康产业中心项目已进行备案，其项目代码为 2019-330825-84-03-814115，浙江省企业投资项目备案（赋码）信息表见附件 2。《龙游县城市发展投资有限公司龙游健康产业中心项目环境影响报告书》已通过审批，批复文号为衢环龙建〔2020〕109 号。

龙游健康产业中心功能定位为龙游县人民医院迁建和社会资本办医等集于一体的综合医疗项目。龙游健康产业中心已建成，目前均已移交给龙游县人民医院。龙游县人民医院对应事业单位法人证书和辐射安全许可证均已变更地址，具体见附件 3 和附件 4。

龙游县人民医院计划在龙游健康产业中心的医技楼开展本项目，建设内容为：对医技楼一层预留的两间 DSA 机房进行防护装修，并新增 2 台数字减影血管造影机（以下简称 DSA）；对医技楼二层预留的一间 ERCP 机房进行防护装修，并新增 1 台 ERCP 手术用透视摄影 X 射线机（以下简称 ERCP）。

对照《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），DSA 和 ERCP 均属于 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）的规定，本项目属于“五十五、核与辐射 172、核技术利用建设项目 使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

为此，龙游县人民医院委托浙江建安检测研究院有限公司对该项目进行辐射环境影响评价（项目委托书见附件 1）。在接受委托后，评评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，按

照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求，编制完成本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

本项目建设内容为：对医技楼一层预留的两间 DSA 机房进行防护装修，并新增 2 台 DSA，DSA 属于Ⅱ类射线装置，型号待定，主束方向主要由下朝上，最大管电压 150kV，最大管电流 1300mA；对医技楼二层预留的一间 ERCP 机房进行防护装修，并新增 1 台 ERCP，ERCP 属于Ⅱ类射线装置，型号待定，主束方向主要由下朝上，最大管电压 150kV，最大管电流 1300mA。

本项目的射线装置情况如下表所示。

表 1-1 本项目射线装置情况

序号	装置名称	数量	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	主束方向	用途	工作场所	类别	备注
1	DSA	1	150	1300	主要由下朝上	影像诊断和介入治疗	DSA 1 室	Ⅱ类	新增
2	DSA	1	150	1300	主要由下朝上	影像诊断和介入治疗	DSA 2 室	Ⅱ类	新增
3	ERCP	1	150	1300	主要由下朝上	影像诊断和介入治疗	ERCP 机房	Ⅱ类	新增

本项目 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房四面墙体、顶棚、地坪、防护门以及观察窗拟采取辐射屏蔽措施，具体见表 10-3。

1.1.4 项目劳动定员与工作负荷

（1）劳动定员

本项目拟配置 28 名辐射工作人员，其中 18 名辐射工作人员共同操作 2 台 DSA，包括手术医生 10 人，护士 4 人，技师 4 人。10 名辐射工作人员操作 1 台 ERCP，包括手术医生 6 人，护士 2 人，技师 2 人。

（2）工作制度

根据建设单位提供资料，负责该项目的辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

（3）工作负荷

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 投入运行后，每台 DSA 预计年最大手术量为 600 台，主要从事心脏血管、神经介入、外周和综合介入手术；本项目 ERCP 投入运行后预计年最大手术量为 600 台，主要从事胰胆疾病的治疗。

DSA 和 ERCP 包括透视和减影两种模式，因每台手术患者和手术要求不同，1 台手术中减影时间和透视时间也不大相同。本项目按照 1 台手术常规出束时间考虑，1 台手术减影曝光时间取 0.5min，透视时间取 20min，则本项目单台 DSA 或 ERCP 减影过程年总曝光时间为 5h，透视过程年总曝光时间为 200h。

根据建设单位提供资料，每台手术配备 2 名手术医生，1 名护士，1 名技师。手术医生根据手术类型进行调配，轮岗安排手术。本次评价保守按手术医生单人承担最大手术台数为 240 台，护士和技师单人承担最大手术台数为 300 台。本项目 DSA 和 ERCP 最大工作负荷统计见下表。

表 1-2 本项目工作负荷情况

射线装置名称	工作状态	每台手术出束时间 (min)	全年开展手术量 (台)	设备年总出束时间 (h)		单个手术医生年最大受照时间 (h)	单个护士/技师年最大受照时间 (h)
DSA1/2	减影	0.5	600	5	205	2	2.5
	透视	20		200		80	100
ERCP	减影	0.5	600	5	205	2	2.5
	透视	20		200		80	100

1.2 项目选址及周邊环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

龙游健康产业中心位于浙江省衢州市龙游县永安路与文靖路交叉口西侧，龙游健康产业中心东临文靖路，南临永安路，西临文钦路，北临集贤路。本项目位于医技楼一层 DSA1 室和 DSA2 室及二层 ERCP 机房。项目地理位置见附图 1。

1.2.2 项目周边环境关系

(1) 项目外部建筑环境关系

本项目位于医技楼，医技楼东侧和南侧为院内道路，西侧通过连廊与门诊楼相连，北侧通过连廊与病房楼相连。总平面布置和周边关系见附图 3。

DSA1 室东距文靖路 194m，南距永安路 147m，西南距行政综合楼 53m，西距门诊楼 34m，北距病房楼 95m。DSA2 室东距文靖路 183m，南距永安路 147m，西距门诊楼 45m，北距病房楼 94m。ERCP 机房东距文靖路 186m，南距永安路 192m，西距门诊楼 41m，北距病房楼 57m。

(2) 项目机房周边环境关系

项目 DSA1 室东侧为控制室、刷手间、南侧和西侧为室内过道，北侧为前室，楼上为免疫、体液、缓冲间和走廊，楼下为地下停车场；DSA2 室东侧为污物通道，南侧为室内过道，西侧为控制室、刷手间，北侧为前室和污物间，楼上为更衣、UPS 间和走廊，楼下为地下停车场；ERCp 机房东侧为准备间和控制室，南侧为室内过道，西侧为内镜、北侧为医护走道，楼上为无菌品库、一次性拆包、室内过道，楼下为 CT 室、胃肠室及其控制廊。

项目平面布置图见附图 2-1 和附图 2-2，地下一层平面图见附图 5-1，一层平面图见附图 5-2，二层平面图见附图 5-3，三层平面图见附图 5-4。

1.2.3 相关规划及选址合理性分析

（1）土地利用规划符合性

本项目选址在龙游县永安路与文靖路交叉口西侧龙游健康产业中心医技楼，属于规划的允许建设区范围内，用地性质为医院用地（A51）。

（2）选址合理性分析

本项目用地属于医院用地，辐射工作场所位于医技楼一层和二层，用房性质为医疗用房，项目周围无环境制约因素。辐射工作场所实体边界外 50m 评价范围无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

1.3 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号）中“第一类 鼓励类”第十三项“医药”中第四条“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”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

1.4 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该

项目的实践是必要的。

本项目在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给辐射工作人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.5 《龙游县生态环境分区管控动态更新方案》符合性

根据龙游县人民政府关于印发《龙游县生态环境分区管控动态更新方案》的通知（龙政发〔2024〕74号），本项目位于“浙江省衢州市龙游县中心城区城镇生活重点管控区（ZH33082520016）”，属于城镇生活重点管控单元（具体见附图8），项目对应环境管控要求符合性分析见下表。

表 1-3 环境管控要求符合性分析

环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局引导	禁止新建、扩建三类工业项目，现有三类工业项目改建不得增加污染物排放总量，鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。禁止新建涉及一类重金属、重点行业重点重金属污染物、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目。现有二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定。推进城镇绿廊建设，协同建设区域生态网络和绿道体系，建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。推进既有建筑绿色化改造，高质量发展零碳低耗绿色建筑。	本项目为核技术利用项目，不属于工业项目，不属于本单元限制类产业，符合空间布局约束。	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。污水收集管网范围内，禁止新建除城镇污水处理设施外的入河排污口，现有的入河排污口应限期拆除，但相关法律法规和标准规定必须单独设置排污口的除外。加快污水处理设施建设与提标改造，加快完善城乡污水管网，加强对现有雨污合流管网的分流改造，深化城镇“污水零直排区”建设。加强噪声和臭气异味防治，强化餐饮油烟治理，严格施工扬尘监管，依法严禁秸秆、垃圾等露天焚烧。加强土壤和地下水污染防治与修复。	本项目为核技术利用项目，不涉及工业污染物总量排放；项目涉及废水为生活污水和少量医疗废水，废水纳管排放；不涉及噪声和臭气异味防治，不涉及餐饮油烟治理、施工扬尘和秸秆、垃圾露天焚烧，也不涉及壤和地下水污染防治与修复，符合污染物排放管控要求。	符合

	推动能源、工业、建筑、交通、居民生活等重点领域绿色低碳转型。		
环境风险防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	本项目为核技术利用项目，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水和医疗废水，不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目，符合环境风险防控要求。	符合
资源开发效率要求	全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及，限制高耗水服务业用水。到 2025 年，推进生活节水降损，实施城市供水管网优化改造，城市公共供水管网漏损率控制在 9% 以内。	本项目主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，资源使用效率高，符合资源开发效率要求。	符合

综上所述，本项目符合《龙游县生态环境分区管控动态更新方案》要求。

1.6 原有核技术利用项目情况

1.6.1 医院原有项目辐射安全许可证情况

医院目前持有的辐射安全证书编号为：浙环辐证[H2115]，许可种类和范围：使用Ⅲ类射线装置；发证日期为 2024 年 9 月 6 日，有效期至 2026 年 9 月 12 日。医院辐射安全许可证件见附件 4。

1.6.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

医院已许可使用的射线装置共 12 台，射线装置环保履行情况见下表。

表 1-4 医院原有核技术应用项目射线装置清单

序号	名称	数量	类别	型号	工作场所	环评情况	验收情况
1	C 臂机	1	Ⅲ类	BV Endura	门诊医技楼门诊三层 8、9、10 号手术室	登记备案，备案号：202433082500000022	
2	CT	1	Ⅲ类	Incisive CT Power	门诊医技楼四层体检中心 CT 室 5		
3	DR	1	Ⅲ类	RAD speed D-ft	门诊医技楼四层体检中心拍片室 6		
4	CT	1	Ⅲ类	Aquilion TSX-101A	门诊医技楼一层急诊 CT 室 6		
5	DR	1	Ⅲ类	Mercury	门诊医技楼一层急诊 DR 室		
6	CT	1	Ⅲ类	Revolution Maxima M	门诊医技楼一层门诊放射科 CT 室 1		
7	CT	1	Ⅲ类	SOMATOM go.Top	门诊医技楼一层门诊放射科 CT 室 2		

8	双能 X 射线骨密度仪	1	III类	PRIMUS	门诊医技楼一层门诊放射科拍片室 1
9	口腔 CBCT	1	III类	Planmeca ProMax 3D	门诊医技楼一层门诊放射科拍片室 2
10	DR	1	III类	Digital Diagnost C5065	门诊医技楼一层门诊放射科拍片室 3
11	胃肠机	1	III类	DRF-6	门诊医技楼一层门诊放射科胃肠镜造影室
12	移动 DR	1	III类	6000A	全院范围移动使用

1.6.3 原有核技术利用项目管理情况

(1) 医院已成立了辐射放射防护安全管理小组，制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括辐射安全防护和管理制度、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、人员培训计划、体检及保健制度、射线装置使用登记制度、射线装置设备检修维护制度、操作规程、监测方案和辐射事故报告制度及应急预案等。

医院现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

本项目建成后，可依托医院现有比较健全的管理组织机构。医院目前配置的辐射放射防护安全管理小组人员学历大部分为本科学历，都具有一定的管理能力，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

(2) 辐射工作期间，要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，个人剂量计三个月送检一次，并建立个人剂量档案，档案应保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。医院开展了辐射工作人员剂量监测，现有辐射工作人员个人剂量监测报告见附件 9。由监测报告结果可以看出：医院现有辐射工作人员在 2023.4.01~2024.3.31 连续四个检测周期的个人剂量监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员剂量限值要求。

(3) 医院现有辐射工作人员均通过了衢州市卫生监督所组织的 2023 年 7 月-12 月放射防护培训微考试，具体见附件 10。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

(4) 医院对现有辐射工作人员开展有健康监护，并建有职业健康档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。

根据医院提供的职业健康体检报告，在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作。

（5）医院现有辐射工作场所均实行“两区”管理，划分明确的监督区和控制区；控制区入口设置有电离辐射警示标识；使用Ⅲ类射线装置机房均按要求设置有门灯连锁和工作状态指示灯等设施，机房防护和个人防护用品满足相关标准。

（6）医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求。

（7）辐射应急演练和年度评估

医院已制定有《辐射事故报告制度及应急预案》，具体见附件 7。经医院核实，自核技术利用建设项目开展以来，未发生过辐射事故。

医院执行年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，每年对放射性同位素与射线装置台账、辐射环境管理相关法律法规执行情况、辐射安全和防护设施的配备、运行与维护状况、辐射工作相关人员管理情况等进行了年度总结和评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

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
	以下 空白							

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
	以下 空白									

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》（GB18871-2002）。

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
	以下空白									

（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	待定	150	1300	影像诊断与介入治疗	DSA1 室	新增
2	DSA	II 类	1	待定	150	1300	影像诊断与介入治疗	DSA2 室	新增
3	ERCP	II 类	1	待定	150	1300	影像诊断与介入治疗	ERCP 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	
	以下空白												

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	气体	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订），中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日施行修订版； (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，自 2003 年 9 月 1 日起施行；2016 年 7 月 2 日第一次修订；2018 年 12 月 29 日第二次修订），中华人民共和国主席令第 48 号，2018 年 12 月 29 日施行修订版； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 6 月 28 日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过），中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日施行； (4) 《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订），自 2017 年 10 月 1 日起施行修订版； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，（2005 年 9 月 14 日经中华人民共和国国务院令第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日经中华人民共和国国务院令第 653 号修订，2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令第 709 号修订），自 2019 年 3 月 2 日起施行修订版； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修正，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修正，2019 年 7 月 11 日经生态环境部令第 7 号修改，2020 年 12 月 25 日经生态环境部令第 20 号修改），2021 年 1 月 4 日施行修改版； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号），自 2011 年 5 月 1 日起施行； (8) 《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），自 2017 年 12 月 5 日起施行； (9) 《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），自 2021 年 1 月 1 日起施行； （10）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行； （11）《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），自 2020 年 1 月 1 日起施行； （12）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行； （13）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），自 2017 年 11 月 20 日起施行； （14）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号），自 2006 年 9 月 26 日起施行； （15）《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248 号），自 2019 年 7 月 18 日起施行； （16）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令第 288 号公布，2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令第 321 号第一次修正，2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令第 364 号公布第二次修正，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布第三次修正），自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版； （17）《浙江省辐射环境管理办法》（2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令第 289 号公布，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号修正），自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版； （18）浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023 年本）》的通知（浙环发[2023]33 号）。
技 术 标 准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； （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》（HJ10.1-2016）； （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

	(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； (5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。
其他	(1) 环境影响评价委托书； (2) 建设单位提供的设计图纸； (3) 建设单位提供的其它技术资料； (4) 《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，本项目评价范围为 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房实体屏蔽物边界外 50m 区域（见附图 3）。

7.2 保护目标

本项目与其周围环境关系如附图 3 所示，DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房实体屏蔽物边界外 50m 区域内主要为龙游健康产业中心内部区域，不涉及居民区、学校等环境保护敏感点。

结合本项目的的评价范围，确定本项目的环境保护目标是本项目辐射工作人员及辐射工作场所周围 50m 范围内活动的其他工作人员和公众人员。本项目环境保护目标如下表所示。

表 7-1 本项目环境保护目标信息

环境保护目标		方位	距离本项目实体边界最近距离（m）		规模
			水平	垂直	
DSA1 室	控制室、刷手间	东侧	0	0	10 人次/d
	室内过道	南侧	0	0	100 人次/d
	室内过道	西侧	0	0	100 人次/d
	前室	北侧	0	0	20 人次/d
	免疫、体液、缓冲间和走廊	楼上	0	6.0	100 人次/d
	地下停车场	楼下	0	-5.7	1000 人次/d
DSA2 室	污物通道	东侧	0	0	100 人次/d
	室内过道	南侧	0	0	100 人次/d
	控制室、刷手间	西侧	0	0	10 人次/d
	前室、污物间	北侧	0	0	20 人次/d
	更衣、UPS 间和走廊	楼上	0	6.0	100 人次/d
	地下停车场	楼下	0	-5.7	1000 人次/d
ERCP 机房	控制室、准备间	东侧	0	0	5 人次/d
	室内过道	南侧	0	0	100 人次/d
	内镜	西侧	0	0	100 人次/d
	医护走道	北侧	0	0	100 人次/d

	无菌品库、一次性拆包、室内过道	楼上	0	4.8	100 人次/d
	CT 室、胃肠室及其控制廊	楼下	0	-6.0	100 人次/d
医院其他工作人员和公众人员		周边 50m 范围内			2000 人次/d

7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

(1) 剂量限值

①职业人员

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

②公众人员

B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

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

(2) 年剂量约束值

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，还应依据辐射防

护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用的年剂量约束值如下：

①对于职业人员，取年有效剂量限值四分之一，即不超过 5mSv 作为年剂量约束值。

②对于公众，本项目取年有效剂量限值 1mSv 的十分之一，即不超过 0.1mSv 作为年剂量约束值。

(3) 分区

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 1 的规定。

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 2 的规定。

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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 测量时, X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间;

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 $25 \mu\text{Sv/h}$, 当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估, 应不大于 0.25mSv ;

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。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于表 3 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 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

表 1 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 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
单管头 X 射线机 ^b （含 C 形臂， 乳腺 CBCT）	20	3.5
^b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内； ^d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形面积； ^e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		

本项目 DSA 和 ERCP 均属于单管头的 C 型臂 X 射线设备，故机房内有效使用面积、最小单边长度需满足表 1 中“单管头 X 射线机（含 C 形臂，乳腺 CBCT）”对应要求。

表 2 不同类型 X 射线设备机房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
标称 125kV 以上的摄影 机房	3.0	2.0

本项目 DSA 和 ERCP 均属于最大管电压为 150kV 的 C 型臂 X 射线设备，故机房的屏蔽防护铅当量厚度需同时满足表 2 对应要求：即机房有用线束方向屏蔽防护铅当量厚度不低于 3.0mmPb、非有用线束方向屏蔽防护铅当量厚度不低于 2.0mmPb。

表 3 个人防护用品好辅助防护设施配置要求

放射检查 类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射 学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶 颈套、铅防护眼镜、 介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防 护帘、床侧防护 屏/床侧防护帘 选配：移动铅防护 屏风	铅橡胶性腺防护围 裙（方形）或方 巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注：“—”表示不要求。				

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所描述

龙游健康产业中心位于浙江省衢州市龙游县永安路与文靖路交叉口西侧，龙游健康产业中心东临文靖路，南临永安路，西临文钦路，北临集贤路。本项目位于医技楼一层 DSA1 室和 DSA2 室及二层 ERCP 机房。

8.2 辐射环境背景监测

1、监测目的：了解项目所在地周围辐射环境背景水平。

2、监测因子：X- γ 辐射剂量率。

3、监测依据及方法：依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求和方法进行现场监测。

4、监测仪器

监测仪器的参数详见下表。

表 8-1 监测设备

仪器型号	FH 40G-L10+ FHZ 672E-10
仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
仪器编号	05035404
能量范围	40KeV~4.4MeV
量 程	主机：10nSv/h~100mSv/h；探头：1nSv/h~100 μ Sv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院
校准证书	2022H21-10-3832004001
校准日期	2022 年 03 月 01 日

5、监测单位：浙江建安检测研究院有限公司。

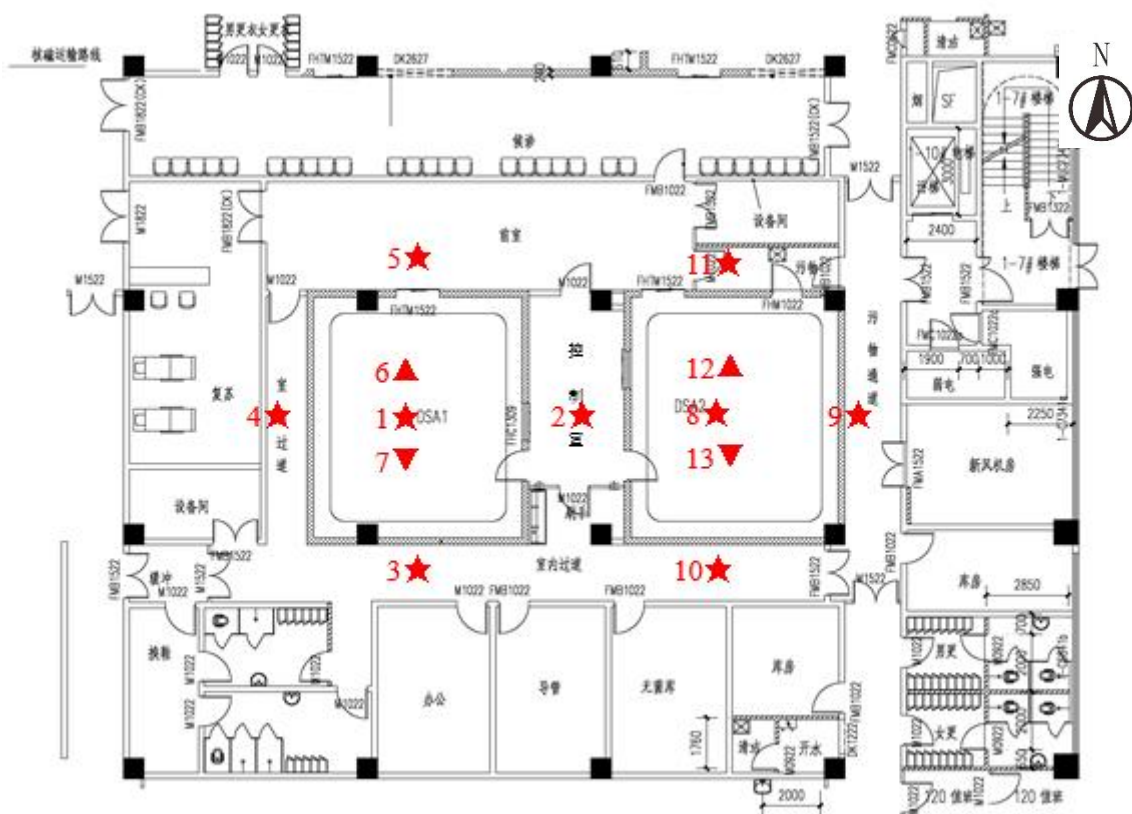
6、监测时间：2022 年 08 月 24 日。

本项目辐射工作场所拟建于医技楼一层和二层，周边并无影响辐射环境质量现状的变化因素。

7、监测条件：天气阴；温度 39℃；空气湿度 40%。

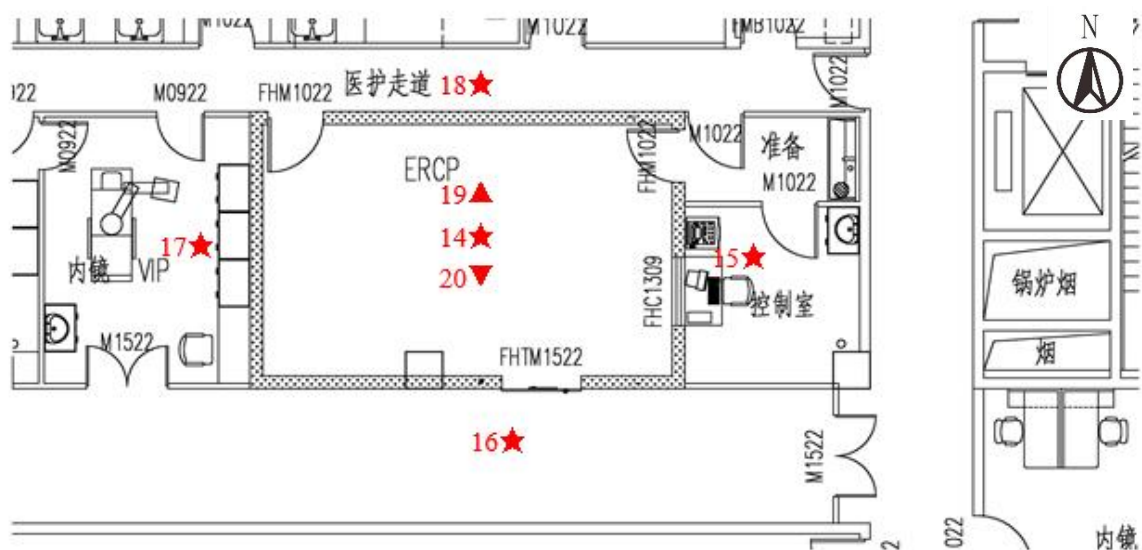
8、监测点位

根据项目的平面布置和周围环境情况布设监测点。监测点位示意详见图 8-1、图 8-2 和图 8-3。



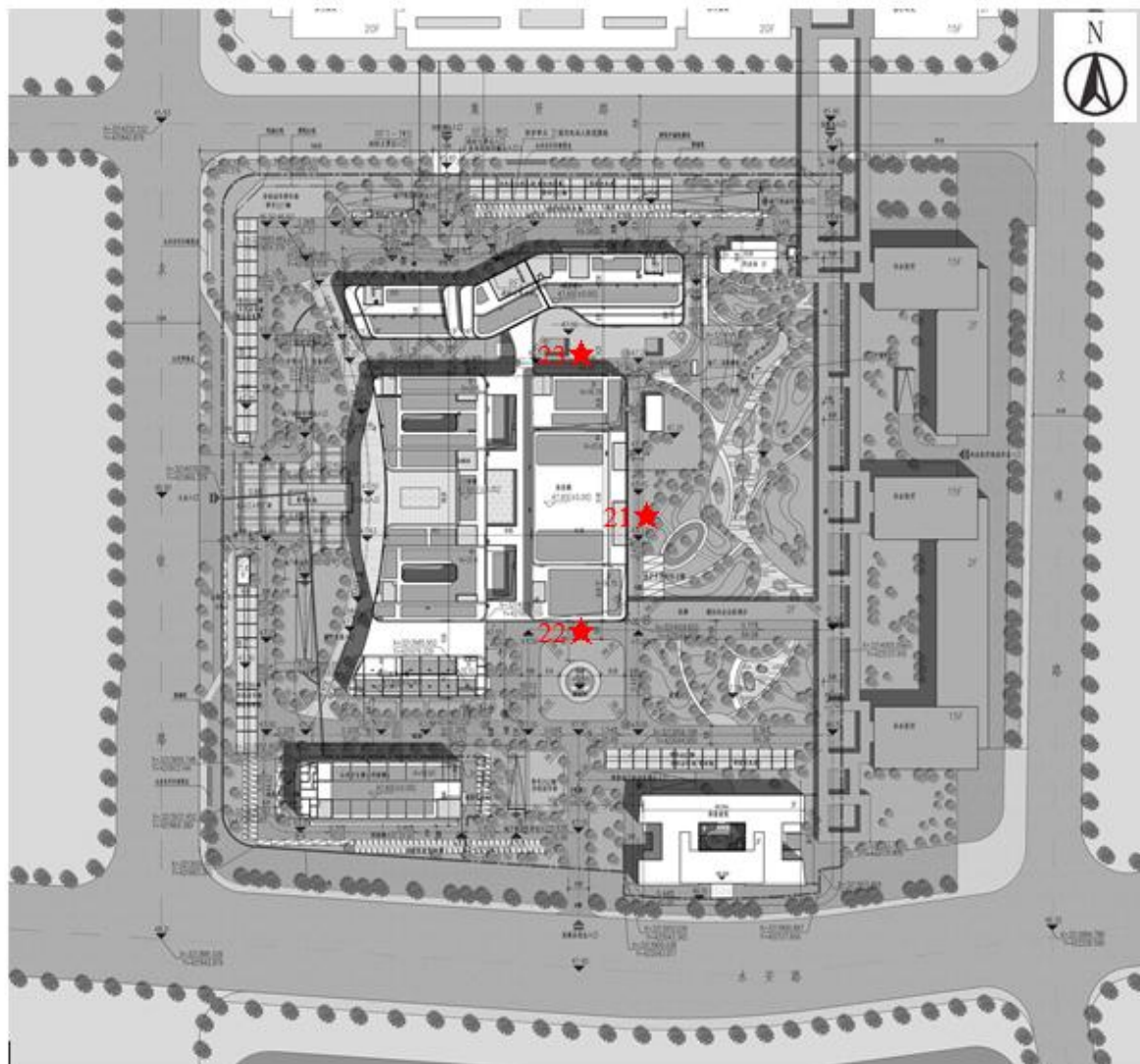
监测点：★ 楼上监测点：▲ 楼下监测点：▼

图 8-1 X-γ辐射剂量率现状监测布点示意图



监测点：★ 楼上监测点：▲ 楼下监测点：▼

图 8-2 X-γ辐射剂量率现状监测布点示意图



监测点：★

图 8-3 X-γ辐射剂量率现状监测布点示意图

9、质量保证措施

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和实验室的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

- ①监测机构通过了计量认证；
- ②监测前制定了详细的监测方案及实施细则；
- ③合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

④监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

⑤监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训；

⑥每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑦现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和监测数据；

⑧建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

10、监测结果

对周围辐射环境监测结果详见下表。

表 8-2 机房周围辐射环境现状监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）
1#	拟建 DSA1 室内	208±4
2#	拟建控制室内	204±2
3#	拟建室内过道	192±3
4#	拟建室内过道	189±4
5#	拟建前室	191±3
6#	拟建 DSA1 室楼上	208±2
7#	拟建 DSA1 室楼下	193±3
8#	拟建 DSA2 室内	203±2
9#	拟建污物通道	183±4
10#	拟建室内通道	187±3
11#	拟建污物间	177±4
12#	拟建 DSA2 室楼上	200±2
13#	拟建 DSA2 室楼下	183±2
14#	拟建 ERCP 机房内	201±2
15#	拟建控制室内	182±2
16#	拟建室内通道	169±3

17	拟建 ERCP 机房西侧	187±1
18	拟建医护通道	168±4
19	拟建 ERCP 机房楼上	184±2
20	拟建 ERCP 机房楼下	162±3
21	在建医技楼东侧道路上	135±2
22	在建医技楼南侧道路上	137±2
23	在建医技楼北侧空地	173±2

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；

3、环境 X-γ 辐射剂量率=读数平均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.12，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 11nGy/h。

11、评价结论

由表 8-2-所列的监测结果可知：

本项目工作场所室内和室外的 X-γ 辐射剂量率现状分别为 162nGy/h~208nGy/h（即 $16.2\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 20.8\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）和 135nGy/h ~ 173nGy/h（即 $13.5\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 17.3\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ），根据《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，金华地区（龙游原属于金华地区）建筑物室内的γ辐射剂量率在 $6.2\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 46.7\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，道路γ辐射剂量率在 $4.7\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 18.5\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，故本项目工作场所辐射水平属于天然外照射水平，未发现辐射异常情况。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺分析

本项目无新增建筑物，施工内容主要为 DSA 机房及 ERCP 机房的防护装修，由于施工期较短，施工范围小，本次评价不进行分析。

本项目 DSA 和 ERCP 的调试应请设备厂家专业人员进行，运营管理部门不得自行调试设备。在设备调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 设备组成

(1) DSA

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。典型 DSA 装置整体外观示意图见下图。

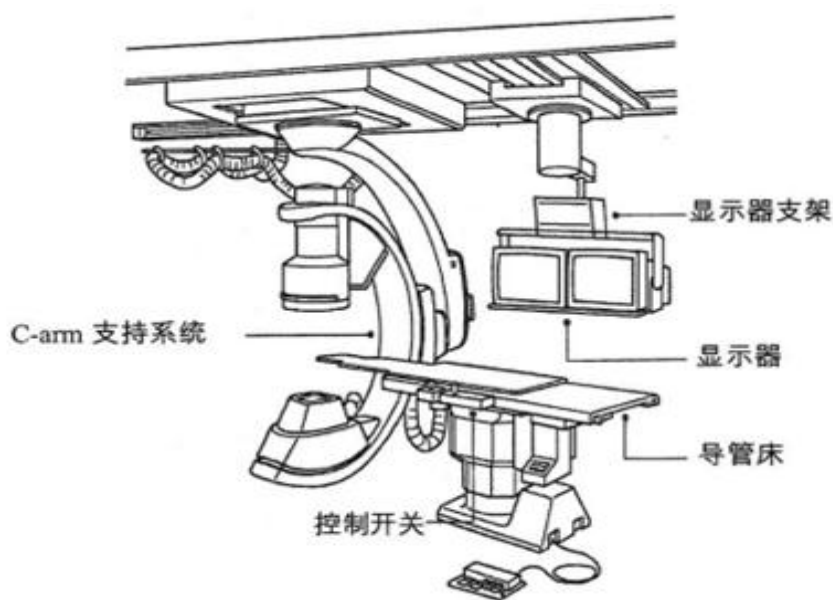


图 9-1 典型 DSA 装置整体外观示意图

(2) ERCP

ERCP 即经内镜逆行胰胆管造影，是目前微创治疗胆胰疾病的主要手段之一，是将内镜经口插入十二指肠降部，经十二指肠乳头导入专用器械进入胆管或者胰管内

X 线透视下注射造影剂造影、导入子内镜/超声探头观察，完成对胆、胰疾病的诊断，并在诊断基础之上实施相应介入治疗的技术的总称。ERCP 手术用透视摄影 X 射线机主要由 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机组成。

9.2.2 工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-2。

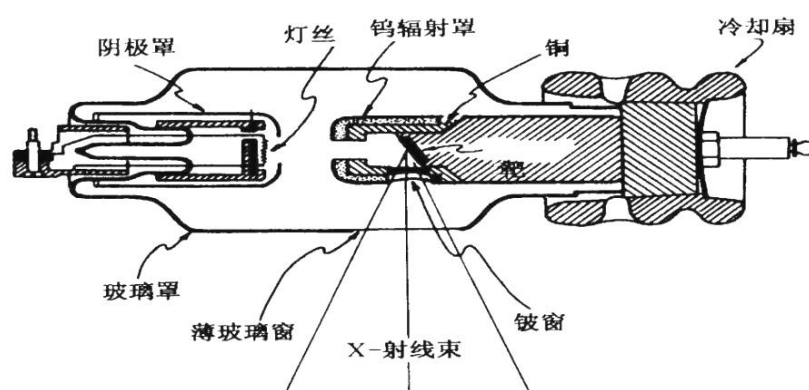


图 9-2 典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 和 ERCP 是通过电子计算机进行辅助成像的造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的图像。这种图像较以往所用的常规造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的结构亦能显示出来。由于造影剂用量少，浓

度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低于常规造影。

9.2.3 操作流程及产污环节

(1) 操作流程

DSA 和 ERCP 操作流程基本一致，主要操作流程如下：

接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 或 ERCP 诊疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 或 ERCP 设备，技师在控制室内首次减影初步确认病灶部位后，医护人员穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制室内再次减影，当确诊病灶部位后，医护人员穿戴好防护用品后再次进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。DSA 或 ERCP 设备在进行曝光时都分为两种情况：

第一种情况，透视。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，此时医生位于铅帘后身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察机房内病人情况。

(2) 产污环节分析

DSA 和 ERCP 为 II 类射线装置，射线装置运行时，主要污染因子为 X 射线，注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。射线装置操作流程及产污环节如图 9-3 所示。

DSA 和 ERCP 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，机房内会有少量臭氧和氮氧化物产生。除此之外，项目运行还会产生固体废物和废水，固体废物主要为手术期间产生的医疗废物和辐射工作人员的生活垃圾，废水主要为辐射工作人员的生活污水和少量医疗废水。

综上所述，本项目 DSA 和 ERCP 在正常工作状况下，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水和医疗废水，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

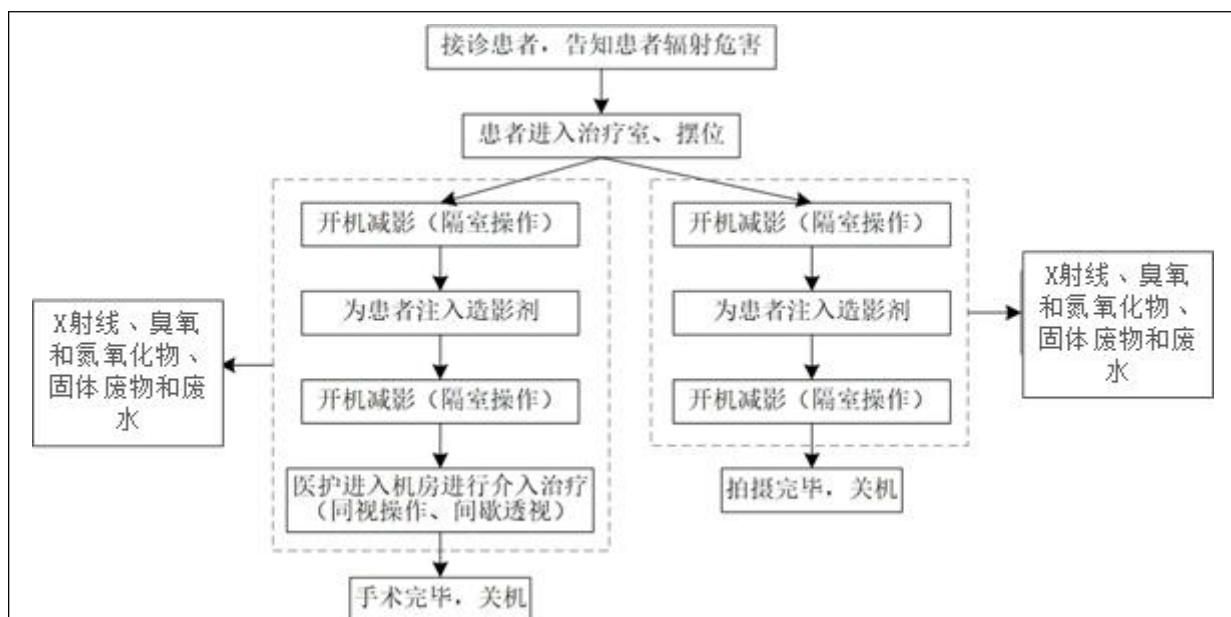


图 9-3 DSA 和 ERCP 操作流程及产污环节图

9.2.4 人流、物流路径规划情况

(1) DSA1 室 (DSA2 室)

辐射工作人员路径：本项目辐射工作人员自室内过道经刷手间进入控制室，自控制室进入 DSA1 室 (DSA2 室)。

患者路径：本项目患者自前室进入 DSA1 室 (DSA2 室)。

固废路径：本项目无放射性固废产生，本项目介入手术产生的药棉、纱布和手套等医疗废物在术后收集后暂存于同楼层污物间 (面积约为 8.5m^2)。

DSA1 室 (DSA2 室) 人流、物流路径规划图见附图 6-1。

(2) ERCP 机房

辐射工作人员路径：本项目辐射工作人员自医护走道经准备间进入控制室或 ERCP 机房。

患者路径：本项目患者自室内过道进入 ERCP 机房。

固废路径：本项目无放射性固废产生，本项目介入手术产生的药棉、纱布和手套等医疗废物在术后收集后暂存于同楼层污洗间 (面积约为 6.5m^2)。

ERCP 机房人流、物流路径规划图见附图 6-2。

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况污染源项分析

(1) 辐射影响

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 DSA 和 ERCP 射线装置非曝光状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，污染因子主要为 X 射线。由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染，射线装置工作时会产生以下几种 X 射线辐射：

①有用线束

有用线束又称初级辐射，是直接由 X 射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束。本项目 DSA 和 ERCP 的主束方向主要为由下朝上，辐射工作人员通过控制 X 线系统，使用减影模式采集造影部位图像或对患者手术部位进行间歇式透视。

DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers，P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography，P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。DSA 和 ERCP 均为 C 型臂 X 射线设备，设备主体类似，故 DSA 和 ERCP 屏蔽估算时均不需要考虑主束照射。

②非有用线束

非有用线束又称次级辐射，包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

本项目拟使用的 DSA 和 ERCP 设备最大管电压 150kV，最大管电流 1300mA。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，DSA 和 ERCP 设备管电压和管电流都留有较大裕量，实际使用时管电压通常在 100kV 以下。DSA 和 ERCP 包括透视和减影两种模式，根据建设单位提供的相关资料，DSA 和 ERCP 正常运行时，透视模式的工况下，最大常用电压为 80kV、最大常用电流 10mA；减影模式的工况下，最大常用电压为 100kV、最大常用电流 500mA。

i. 泄漏辐射

由靶向外从各个方向穿过辐射头泄漏出来的射线称为泄漏射线，泄漏射线遍布机

架各处。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 射线设备辐射防护通用要求》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，取本项目 DSA 和 ERCP 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。

ii. 散射辐射

当有用线束照射检查床上的患者时，会产生散布于各个方向的次级散射辐射，散射辐射能量和剂量率远低于有用线束。散射辐射剂量率大小取决于初级射线能量、散射面积和散射角度等。

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按公式 9-1 计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 9-1})$$

式中：

$\dot{K}$ —离靶 r (m) 处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，mGy/s；

I —管电流 (mA)；

δ_x —距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mAs)；

$r_0=1\text{m}$ ；

r —源至关注点的距离，m。

本项目 DSA 和 ERCP 设备参数与工况情况详见下表。

表9-1 本项目DSA和ERCP设备参数与工况情况

设备		DSA 和 ERCP				
技术参数		最大管电压 150kV/最大管电流 1300mA				
过滤材料		2.5mmAl				
照射野		100cm ²				
工况模式	减影	工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 500mA	发射率常数	0.075mGy/mA·s	距靶 1m 处的空气比释动能率	1.35×10 ⁸ μGy/h
	透视	工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 10mA		0.075mGy/mA·s		2.70×10 ⁶ μGy/h
泄漏辐射源强		离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1mGy/h				

注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“5.1.5 在随机文件中关于滤过的内容，应符合：c）除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl”，故本项目保守考虑 X 射线过滤材料为 2.5mmAl。
②根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1，当 X 射线过滤材料为 2.5mmAl，管电压为 90kV 时，发射率常数取值为 0.075mGy/mAs。
③参考《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 射线设备辐射防护通用要求》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，取本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。

（2）非放射性污染因子

本项目拟配备辐射工作人员 28 名，非辐射类污染源主要是废气、固体废物和废水。

①废气

DSA 和 ERCP 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，机房内会有少量臭氧和氮氧化物产生。

②固体废物

本项目手术过程会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物。根据《医疗废物分类名录》（2021年版），本项目 DSA 和 ERCP 在运行阶段产生的医疗废物属于感染性废物和损伤性废物。对照《国家危险废物名录（2021年版）》（生态环境部令第15号），本项目医疗废物为“HW01 医疗废物/卫生/841-001-01 感染性废物、841-002-01 损伤性废物”，属于危险废物。本项目手术台数合计为 1800 台/年，医疗废物产生系数取每天 0.2kg/次，合计每年产生医疗废物约 360kg。

本项目 28 名辐射工作人员会产生生活垃圾，生活垃圾日产生量按 0.1kg/人计，每年工作不超过 250 天，则生活垃圾产生量为 700kg/a。

③废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和少量医疗废水。

本项目 28 名辐射工作人员生活用水按每人每天 100L 计，每年工作不超过 250 天，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 595m³/a。

本项目手术台数合计为 1800 台/年，医疗废水按 100L/次进行计算，排污系数取 0.85，医疗废水产生量为 153m³/a。

综上所述，本项目 DSA 和 ERCP 在正常工作状况下，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水和医疗废水。

9.3.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 和 ERCP 射线装置时，可能发生的辐射事故有以下几种：

（1）装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

（2）工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

（3）X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目 2 台 DSA 分别位于医技楼 1 层 DSA1 室和 DSA2 室内。ERCP 位于医技楼 2 层 ERCP 机房内。辐射工作场所所在区域及六面布局情况见下表。

表 10-1 辐射工作场所位置及六面布局一览表

辐射场所	所在区域	方位	周边房间及场所
DSA1 室	医技楼 1 层	东侧	控制室、刷手间
		南侧	室内过道
		西侧	室内过道
		北侧	前室
		楼上	免疫、体液、缓冲间和走廊
		楼下	地下停车场
DSA2 室		东侧	污物通道
		南侧	室内过道
		西侧	控制室、刷手间
		北侧	前室、污物间
		楼上	更衣、UPS 间和走廊
		楼下	地下停车场
ERCP 机房	医技楼 2 层	东侧	控制室、准备间
		南侧	室内过道
		西侧	内镜
		北侧	医护走道
		楼上	无菌品库、一次性拆包、室内过道
		楼下	CT 室、胃肠室及其控制廊

本项目平面布置情况见附图 2-1 和附图 2-2，从本项目平面布局看，本项目辐射工作场所相对独立，与其他场所有明显隔断，辐射工作场所各进出口均设有屏蔽门，既方便工作人员和病人的进出，又利于辐射工作场所周边环境的辐射防护。本项目病人流动与医生流动相对独立，通道及屏蔽门宽度可以满足病人手推车辆的通行，方便治疗。从环境保护和辐射安全与防护的角度来看，该本项目辐射工作场所的平面布置是合理的。

10.1.2 辐射工作场所分区管理

(1) 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预

防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和门-灯联锁装置）限制进出控制区，并定期审查控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施，或是更改该区的边界。

监督区：未被定为控制区，正常情况下不需要采取专门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。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌；并定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

（2）本项目分区管理情况

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-2 和附图 4。

表 10-2 本项目控制区和监督区的划分情况

序号	场所名称	控制区	监督区
1	DSA1 室	机房内部	控制室、刷手间、室内过道和前室
2	DSA2 室	机房内部	控制室、刷手间、污物通道、前室和污物间
3	ERCP 机房	机房内部	控制室、准备间、室内过道、内镜和医护走道

管理要求：机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并在门框上方安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

10.1.3 辐射工作场所辐射防护屏蔽设计及平面设计

依据建设单位提供的资料，本项目拟采取的辐射防护屏蔽措施及达标性分析详见下表。

表 10-3 本项目辐射工作场所辐射防护屏蔽措施及达标性分析

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计厚度	折合铅当量/mmPb	标准要求（铅当量）/mmPb	达标分析
DSA1 室 DSA2 室	四周墙体	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	5.0	2.0	达标
	顶棚	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	3.9	3.0	达标
	地坪	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	3.9	2.0	达标
	防护门	内衬 4mm 铅板	4.0	2.0	达标
	观察窗	20mm 铅玻璃	4.0	2.0	达标
ERCP	四周墙体	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	5.0	2.0	达标

机房	顶棚	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	3.9	3.0	达标
	地坪	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	3.9	2.0	达标
	防护门	内衬 4mm 铅板	4.0	2.0	达标
	观察窗	20mm 铅玻璃	4.0	2.0	达标
注 1：本项目使用的实心红砖密度不低于 1.65g/cm³，铅密度为 11.3g/cm³，防护涂料硫酸钡水泥密度不低于 2.79g/cm³，混凝土密度不低于 2.35 g/cm³。 注 2：混凝土折合铅当量数据参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 公式及表 C.2 150kV(主射)相关参数进行保守折合，25cm 混凝土折合成 2.9mmPb；实心砖、硫酸钡涂料折合铅当量数据参考《放射防护实用手册》（主编：赵兰才 张丹枫）第 105 页数据按照 24cm 实心砖等效为 2.0mmPb；10mm 硫酸钡水泥等效为 1.0mmPb；铅玻璃按取 4.6g/cm³ 核算等效屏蔽厚度，20mm 铅玻璃折算为 4mmPb。					

通过上表可知，本项目 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房四面墙体、顶棚、地坪、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。

表 10-4 本项目机房规格与标准对照表

机房	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度（m）	最小有效使用面积（m ² ）	最小单边长度（m）	最小有效使用面积（m ² ）	
DSA1 室	7.22	53.4	3.5	20	符合
DSA2 室	6.71	49.6	3.5	20	符合
ERCP 机房	4.31	33.4	3.5	20	符合

通过上表可知，本项目 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房的最小单边长度、最小有效使用面积均大于标准要求。

综上，本项目 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房的布局、机房屏蔽均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 X 射线设备机房防护设施的技术要求。

10.1.4 辐射安全防护及环保设施

本项目 DSA 和 ERCP 射线装置污染因子主要为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

（1）设备固有安全性

本项目 DSA 和 ERCP 射线装置拟购买于正规厂家，采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，仪器本身具备多种安全防护措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，

以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备有相应的表征剂量的指示装置，当机房内出现超剂量照射时会出现报警提醒。

⑥急停开关装置：手术床旁设置急停开关（各开关串联并与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停开关，可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

⑦设备透视曝光开关为常断式开关，并配有透视限时装置；机房内具有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。

（2）距离防护

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

（3）时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

（4）其他辐射安全防护措施

①机房患者防护门外设置电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，指示灯与门连锁，灯箱应设警示语句。本项目患者防护门均为电动推拉门，设备曝光时自动关闭机房门，并设置红外线防夹装置。其它门均为平开门，设置自动闭门装置。

②各控制室墙上拟张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

③DSA 和 ERCP 设备配备可升降的含铅悬挂防护屏，床侧配套防护铅帘，以减少对手术医生的受照剂量。

④患者防护门外设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入机房。DSA 和 ERCP 候诊区设置在机房外，候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

⑤手术床旁设置急停开关（各按钮串联并与 X 射线系统连接），DSA 和 ERCP 设备出束过程中，一旦出现异常，按动急停按钮，均可停止 X 射线出束，并在急停按钮旁设置醒目的中文提示。

⑥控制室面向机房的墙面设置有观察窗，可实时监控机房内情况并观察到防护门开闭情况，机房内将安装对讲系统，供控制室的工作人员通过对讲机与机房内的手术人员联系。

⑦本项目所有辐射工作人员必须配备个人剂量计：在机房内的辐射工作人员应采用双剂量计检测方法（分别佩戴于铅橡胶围裙外锁骨对应的领口位置、铅橡胶围裙内躯干上），内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反。每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量健康档案，并长期保存。

⑧机房拟设置动力通风装置，设计通风量满足通风次数不低于 4 次/h，保证机房内有良好的通风。

⑨配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置需求按照 GBZ130-2020 的要求进行配备。

表 10-5 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	本项目拟配置情况		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA1 室、DSA2 室、ERCP 机房	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅衣、介入防护手套 15 套	铅悬挂防护屏 / 铅防护帘、床侧防护帘 / 床侧防护屏各 1 件	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏 / 铅防护帘、床侧防护帘 / 床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	符合
	患者和受检者	铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套各 1 件	—	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
注：除介入防护手套为 0.025mmPb，其余个人防护用品和辅助防护设施的铅当量均不低于 0.5mmPb。						

由上表可知，本项目 DSA 和 ERCP 拟配置的个人防护用品和辅助防护设施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的要求。

本项目 DSA 和 ERCP 机房辐射防护措施符合性分析见下表。

表 10-6 本项目 DSA 和 ERCP 机房辐射防护措施符合性分析

项目	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)	本项目设置情况	是否符合要求
防护措施	机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	DSA 和 ERCP 机房均设有观察窗，观察窗设置于机房和控制室之间，观察窗的位置能够方便地观察到患者和受检者状态	满足
	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物	DSA 和 ERCP 机房均未设置与诊断工作无关的设施，保持机房内整洁、不堆放杂物	满足
机房通风	机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风	DSA 和 ERCP 机房均设置通排风系统，通风换气次数每小时不少于 4 次，使机房保持良好的通风	满足
标志、指示灯	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	DSA 和 ERCP 机房的患者防护门均为电动推拉门，设备曝光时自动关闭机房门，并设置红外线防夹装置。其它门均为平开门，设置自动闭门装置	满足
	工作状态指示灯能与机房门有效关联		满足
	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	机房患者防护门外设置电离辐射警告标志、醒目工作状态指示灯，指示灯与门联锁，灯箱应设警示语句	满足
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏	满足
受检者候诊区	受检者不应在机房内候诊	DSA 和 ERCP 候诊区设置在机房外	满足

由上表可知，本项目 DSA 和 ERCP 机房辐射防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的要求。

10.2 三废的治理

根据工艺分析，本项目 DSA 和 ERCP 在正常工作状况下，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水和医疗废水。

①废气

本项目机房内设置通排风系统，通风换气次数每小时不少于 4 次，DSA 和 ERCP 运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物经通排风系统收集后最终排放至大气外环境

中，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”的要求。

②固体废物

项目运行后，固体废物主要为手术产生的医疗废物和生活垃圾。

生活垃圾依托医院内部暂存收集设施和周边环卫部门清运处置。

根据前文，本项目医疗废物为“HW01 医疗废物/卫生/841-001-01 感染性废物、841-002-01 损伤性废物”，属于危险废物。本项目医疗废物应按照类别分置于防渗漏、防锐器穿透的专用包装物或者利器盒内，待手术结束后收集后暂存于污洗间，并委托有资质单位进行处置并在交接过程中填写转移联单。

③废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和少量医疗废水。根据《龙游县城市发展投资有限公司龙游健康产业中心项目环境影响报告书》的审查意见（具体见附件 11），本项目废水经预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 1 预处理标准后纳入市政管网，经龙游县城市污水处理厂处理达到《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018)中表 1 标准后排入衢江。

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目 DSA 和 ERCP 需要报废处理时，建设单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

本项目无新增建筑物，施工内容主要为 DSA 机房及 ERCP 机房的防护装修，由于施工期较短，施工范围小，本次评价不进行分析。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

本项目 DSA 和 ERCP 的调试应请设备厂家专业人员进行，运营管理部门不得自行调试设备。在设备调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于各设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 运行期正常工况辐射环境影响分析

本次评价对 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。本项目分别选取第一术者位（铅衣内外、手部）、第二术者位（铅衣内外）、观察窗外 30cm 处（控制室操作位）、各防护墙外 30cm 处、各防护门外 30cm 处、楼上离地面 100cm 处和楼下距楼下地面 170cm 处，预测点位图见附图 7-1 和附图 7-2。

本项目 DSA 和 ERCP 主束方向主要由下朝上，设备运行时，机房顶棚会受到主束照射，术者位、机房的四侧墙体、顶棚、地坪、防护门及铅玻璃窗，会受到病人体表散射辐射和泄漏辐射影响。根据前文“9.3 污染源项描述”，DSA 和 ERCP 屏蔽估算时均不需要考虑主束照射，因此，设备运行主要是考虑泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

手术医生和护士在 DSA 和 ERCP 机房内进行介入手术时，会配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护物品，另外配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施，其中铅橡胶围裙、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、铅防护吊帘和床侧防护帘的防护铅当量按 0.5mmPb 计算，介入防护手套按 0.025mmPb 计算。

根据前文“9.3 污染源项描述”，本项目 DSA 和 ERCP 设备参数与工况情况见表

9-1。

①病人体表散射辐射影响分析

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。反照率法根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》（第一分册——辐射源与屏蔽）中公式（10.8）、（10.9）、（10.10）演化而来：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取 0.0013；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 0.7m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——减弱因子，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式（C.1）及表 C.2 的相关参数进行计算。

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

式中：

B ——给定铅厚度的屏蔽透视因子；

β ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X ——铅厚度。

表 11-1 铅对 90kV 的 X 射线辐射衰减的拟合参数

管电压 (kV)	α	β	γ
90	3.067	18.83	0.7726

②泄漏辐射影响分析

利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下式进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶点 1m 处的最大泄露剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；本项目取 $1000\mu\text{Gy/h}$ 。

d —靶点距预测点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按照式 11-2 计算。其中： α 、 β 、 γ ——屏蔽材料对不同管电压 X 射线泄漏辐射衰减的有关的三个拟合参数，见表 11-1。

根据式 11-1、式 11-2、式 11-3，本项目屏蔽透射因子计算见表 11-2，各预测点附加剂量率计算见表 11-3 至表 11-4。

表 11-2 屏蔽因子计算结果

预测点			防护情况	B
DSA1 室	1	第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅帘	2.52E-02
		第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	4.08E-03
	2	第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅帘	2.52E-02
		第二术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	4.08E-03
	3	东墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	4	南墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	5	西墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	6	北墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	7	楼上 100cm 处	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	5.02E-07
	8	楼下 170cm 处	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	5.02E-07
	9	患者防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	3.69E-07
DSA2 室	10	控制室防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	3.69E-07
	11	观察窗外 30cm 处	20mm 铅玻璃	3.69E-07
	12	第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅帘	2.52E-02
		第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	4.08E-03
	13	第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅帘	2.52E-02
		第二术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	4.08E-03
	14	东墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	15	南墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	16	西墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	17	北墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	18	楼上 100cm 处	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	5.02E-07
	19	楼下 170cm 处	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	5.02E-07

	20	患者防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	3.69E-07
	21	污物间门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	3.69E-07
	22	控制室防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	3.69E-07
	23	观察窗外 30cm 处	20mm 铅玻璃	3.69E-07
ERCP 机房	24	第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅帘	2.52E-02
		第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	4.08E-03
	25	第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅帘	2.52E-02
		第二术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	4.08E-03
	26	东墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	27	南墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	28	西墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	29	北墙外 30cm 处	24cm 实心砖+30mm 防护涂料	1.72E-08
	30	楼上 100cm 处	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	5.02E-07
	31	楼下 170cm 处	25cm 混凝土+10mm 防护涂料	5.02E-07
	32	患者防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	3.69E-07
	33	污物间门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	3.69E-07
	34	准备间防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	3.69E-07
	35	观察窗外 30cm 处	20mm 铅玻璃	3.69E-07

表 11-3 透视模式各预测点附加剂量率

预测点			B	$H_0/$ ($\mu\text{Gy/h}$) (散射)	ds (m)	$d_0(\text{m})$	α	s/cm^2	$H_s/$ ($\mu\text{Gy/h}$)	$H_0/$ ($\mu\text{Gy/h}$) (泄露)	R(m)	$H/$ ($\mu\text{Gy/h}$)	总附加剂量 率/($\mu\text{Gy/h}$)
D S A 1 室	1	第一术者位 (铅衣外)	2.52E-02	2.76E+06	0.60	0.70	0.0013	100	125.36	1000	0.70	51.43	176.79
		第一术者位 (铅衣内)	4.08E-03	2.76E+06	0.60	0.70	0.0013	100	20.30	1000	0.70	8.33	28.62
	2	第二术者位 (铅衣外)	2.52E-02	2.76E+06	0.90	0.70	0.0013	100	55.71	1000	1.00	25.20	80.91
		第二术者位 (铅衣内)	4.08E-03	2.76E+06	0.90	0.70	0.0013	100	9.02	1000	1.00	4.08	13.10
	3	东墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	4.15	0.70	0.0013	100	1.79E-06	1000	4.15	9.99E-07	2.79E-06
	4	南墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	4.15	0.70	0.0013	100	1.79E-06	1000	4.15	9.99E-07	2.79E-06
	5	西墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	4.15	0.70	0.0013	100	1.79E-06	1000	4.15	9.99E-07	2.79E-06
	6	北墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	4.15	0.70	0.0013	100	1.79E-06	1000	4.15	9.99E-07	2.79E-06
	7	楼上 100cm 处	5.02E-07	2.76E+06	6.00	0.70	0.0013	100	2.50E-05	1000	6.50	1.39E-05	3.89E-05
	8	楼下 170cm 处	5.02E-07	2.76E+06	5.00	0.70	0.0013	100	3.60E-05	1000	4.50	2.01E-05	5.60E-05
	9	患者防护门外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	4.15	0.70	0.0013	100	3.84E-05	1000	4.15	2.14E-05	5.98E-05
	10	控制室防护门 外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	4.15	0.70	0.0013	100	3.84E-05	1000	4.15	2.14E-05	5.98E-05
	11	观察窗外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	4.15	0.70	0.0013	100	3.84E-05	1000	4.15	2.14E-05	5.98E-05
D S A	12	第一术者位 (铅衣外)	2.52E-02	2.76E+06	0.50	0.70	0.0013	100	125.36	1000	0.70	51.43	176.79
		第一术者位	4.08E-03	2.76E+06	0.50	0.70	0.0013	100	20.30	1000	0.70	8.33	28.62

2 室		(铅衣内)											
	13	第二术者位 (铅衣外)	2.52E-02	2.76E+06	0.90	0.70	0.0013	100	55.71	1000	1.00	25.20	80.91
		第二术者位 (铅衣内)	4.08E-03	2.76E+06	0.90	0.70	0.0013	100	9.02	1000	1.00	4.08	13.10
	14	东墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	4.13	0.70	0.0013	100	1.81E-06	1000	4.13	1.01E-06	2.81E-06
	15	南墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	4.13	0.70	0.0013	100	1.81E-06	1000	4.13	1.01E-06	2.81E-06
	16	西墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	4.13	0.70	0.0013	100	1.81E-06	1000	4.13	1.01E-06	2.81E-06
	17	北墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	4.13	0.70	0.0013	100	1.81E-06	1000	4.13	1.01E-06	2.81E-06
	18	楼上 100cm 处	5.02E-07	2.76E+06	6.00	0.70	0.0013	100	2.50E-05	1000	6.50	1.39E-05	3.89E-05
	19	楼下 170cm 处	5.02E-07	2.76E+06	5.00	0.70	0.0013	100	3.60E-05	1000	4.50	2.01E-05	5.60E-05
	20	患者防护门外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	4.13	0.70	0.0013	100	3.87E-05	1000	4.13	2.16E-05	6.04E-05
	21	污物间门外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	4.13	0.70	0.0013	100	3.87E-05	1000	4.13	2.16E-05	6.04E-05
	22	控制室防护门 外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	4.13	0.70	0.0013	100	3.87E-05	1000	4.13	2.16E-05	6.04E-05
	23	观察窗外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	4.13	0.70	0.0013	100	3.87E-05	1000	4.13	2.16E-05	6.04E-05
E R C P 机 房	24	第一术者位 (铅衣外)	2.52E-02	2.76E+06	0.50	0.70	0.0013	100	125.36	1000	0.70	51.43	176.79
		第一术者位 (铅衣内)	4.08E-03	2.76E+06	0.50	0.70	0.0013	100	20.30	1000	0.70	8.33	28.62
	25	第二术者位 (铅衣外)	2.52E-02	2.76E+06	0.90	0.70	0.0013	100	55.71	1000	1.00	25.20	80.91
		第二术者位 (铅衣内)	4.08E-03	2.76E+06	0.90	0.70	0.0013	100	9.02	1000	1.00	4.08	13.10
	26	东墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	2.92	0.70	0.0013	100	3.61E-06	1000	2.92	2.02E-06	5.63E-06

	27	南墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	2.92	0.70	0.0013	100	3.61E-06	1000	2.92	2.02E-06	5.63E-06
	28	西墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	2.92	0.70	0.0013	100	3.61E-06	1000	2.92	2.02E-06	5.63E-06
	29	北墙外 30cm 处	1.72E-08	2.76E+06	2.92	0.70	0.0013	100	3.61E-06	1000	2.92	2.02E-06	5.63E-06
	30	楼上 100cm 处	5.02E-07	2.76E+06	4.80	0.70	0.0013	100	3.90E-05	1000	5.30	2.18E-05	6.08E-05
	31	楼下 170cm 处	5.02E-07	2.76E+06	5.30	0.70	0.0013	100	3.20E-05	1000	4.80	1.79E-05	4.99E-05
	32	患者防护门外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	2.92	0.70	0.0013	100	7.75E-05	1000	2.92	4.33E-05	1.21E-04
	33	污物间门外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	2.92	0.70	0.0013	100	7.75E-05	1000	2.92	4.33E-05	1.21E-04
	34	准备间防护门 外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	2.92	0.70	0.0013	100	7.75E-05	1000	2.92	4.33E-05	1.21E-04
	35	观察窗外 30cm 处	3.69E-07	2.76E+06	2.92	0.70	0.0013	100	7.75E-05	1000	2.92	4.33E-05	1.21E-04

表 11-4 减影模式下各预测点附加剂量率

预测点			$H_0/$ ($\mu\text{Gy/h}$)	B	ds (m)	$d_0(\text{m})$	α	s/cm^2	$H_s/$ ($\mu\text{Gy/h}$)	$H_0/$ ($\mu\text{Gy/h}$) (泄露辐射)	R(m)	$H/(\mu\text{Gy/h})$	总附加剂量 率/ ($\mu\text{Gy/h}$)
DSA 1 室	3	东墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	4.15	0.70	0.0013	100	8.94E-05	1000	4.15	9.99E-07	9.04E-05
	4	南墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	4.15	0.70	0.0013	100	8.94E-05	1000	4.15	9.99E-07	9.04E-05
	5	西墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	4.15	0.70	0.0013	100	8.94E-05	1000	4.15	9.99E-07	9.04E-05
	6	北墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	4.15	0.70	0.0013	100	8.94E-05	1000	4.15	9.99E-07	9.04E-05
	7	楼上 100cm 处	1.35E+08	5.02E-07	6.00	0.70	0.0013	100	1.25E-03	1000	6.50	1.39E-05	1.26E-03
	8	楼下	1.35E+08	5.02E-07	5.00	0.70	0.0013	100	1.80E-03	1000	4.50	2.01E-05	1.82E-03

		170cm 处											
	9	患者防护 门外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	4.15	0.70	0.0013	100	1.92E-03	1000	4.15	2.14E-05	1.94E-03
	10	控制室防 护门外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	4.15	0.70	0.0013	100	1.92E-03	1000	4.15	2.14E-05	1.94E-03
	11	观察窗外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	4.15	0.70	0.0013	100	1.92E-03	1000	4.15	2.14E-05	1.94E-03
	14	东墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	4.13	0.70	0.0013	100	9.03E-05	1000	4.13	1.01E-06	9.13E-05
	15	南墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	4.13	0.70	0.0013	100	9.03E-05	1000	4.13	1.01E-06	9.13E-05
	16	西墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	4.13	0.70	0.0013	100	9.03E-05	1000	4.13	1.01E-06	9.13E-05
	17	北墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	4.13	0.70	0.0013	100	9.03E-05	1000	4.13	1.01E-06	9.13E-05
	18	楼上 100cm 处	1.35E+08	5.02E-07	6.00	0.70	0.0013	100	1.25E-03	1000	6.50	1.39E-05	1.26E-03
	19	楼下 170cm 处	1.35E+08	5.02E-07	5.00	0.70	0.0013	100	1.80E-03	1000	4.50	2.01E-05	1.82E-03
	20	患者防护 门外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	4.13	0.70	0.0013	100	1.94E-03	1000	4.13	2.16E-05	1.96E-03
DSA 2 室	21	污物间门 外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	4.13	0.70	0.0013	100	1.94E-03	1000	4.13	2.16E-05	1.96E-03
	22	控制室防 护门外	1.35E+08	3.69E-07	4.13	0.70	0.0013	100	1.94E-03	1000	4.13	2.16E-05	1.96E-03

		30cm 处											
	23	观察窗外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	4.13	0.70	0.0013	100	1.94E-03	1000	4.13	2.16E-05	1.96E-03
ERC P 机 房	26	东墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	2.92	0.70	0.0013	100	1.81E-04	1000	2.92	2.02E-06	1.83E-04
	27	南墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	2.92	0.70	0.0013	100	1.81E-04	1000	2.92	2.02E-06	1.83E-04
	28	西墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	2.92	0.70	0.0013	100	1.81E-04	1000	2.92	2.02E-06	1.83E-04
	29	北墙外 30cm 处	1.35E+08	1.72E-08	2.92	0.70	0.0013	100	1.81E-04	1000	2.92	2.02E-06	1.83E-04
	30	楼上 100cm 处	1.35E+08	5.02E-07	4.80	0.70	0.0013	100	1.95E-03	1000	5.30	2.18E-05	1.97E-03
	31	楼下 170cm 处	1.35E+08	5.02E-07	5.30	0.70	0.0013	100	1.60E-03	1000	4.80	1.79E-05	1.62E-03
	32	患者防护 门外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	2.92	0.70	0.0013	100	3.88E-03	1000	2.92	4.33E-05	3.92E-03
	33	污物间门 外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	2.92	0.70	0.0013	100	3.88E-03	1000	2.92	4.33E-05	3.92E-03
	34	准备间防 护门外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	2.92	0.70	0.0013	100	3.88E-03	1000	2.92	4.33E-05	3.92E-03
	35	观察窗外 30cm 处	1.35E+08	3.69E-07	2.92	0.70	0.0013	100	3.88E-03	1000	2.92	4.33E-05	3.92E-03

根据表 11-3 和表 11-4，在减影和透视模式下，DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房外周围附加剂量率最大值为 $3.92\text{E-}03\mu\text{Gy/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的透视条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值，以及减影条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值（换算系数取 1Sv/Gy ）。

根据剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，则在本项目周围 50m 评价范围内其他公众长居留场所的剂量率远小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。且上述剂量率的计算是基于保守假设进行的，预计实际运行时，机房周围的附加剂量率水平远低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（3）叠加影响

根据表 11-3 和表 11-4，DSA1 室和 DSA2 室外周围附加剂量率最大值分别为 $1.94\text{E-}03\mu\text{Gy/h}$ 和 $1.96\text{E-}03\mu\text{Gy/h}$ ，则当两台 DSA 设备同时运行时，DSA1 室和 DSA2 室外任一位置处周围附加剂量率不会超过两者之和即 $3.90\text{E-}03\mu\text{Gy/h}$ ，实际由于距离跟屏蔽的影响小于该值，远低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

11.2.2 辐射工作人员和公众剂量估算

（1）计算公式

1）根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 公式以及居留因子的选取，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

关注点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$H_I = H_0 \times T \times t \times l \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H_I —X 射线外照射有效剂量当量，mSv；

H_0 —X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

T —居留因子；

t —X 射线年照射时间，h/a；

l —剂量换算系数，Sv/Gy 取 1。

2）第一手术位和第二手术位处辐射工作人员的个人年有效剂量计算参考《职业性外照射个人监测规范》（GB128-2019）中 6.2.4 节计算，见下式。

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

式中： E —有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84，本项目保守取 0.84；

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

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100，本项目保守取 0.100；

Ho —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $Hp(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）

（2）居留因子

本项目的居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，居留因子取值见下表。

表 11-5 居留因子的选取

场所	居留因子（T）		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分停留	1/4	1/2~1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8~1/40	1/8：各治疗室门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

（3）估算参数

根据前文“1.1.4 项目劳动定员与工作负荷”描述，DSA 和 ERCP 投入运行后，预计每台设备开展年最大手术量均为 600 台，1 台手术减影曝光时间取 0.5min，透视时间取 20min，则本项目单台 DSA 或 ERCP 减影过程年总曝光时间为 5h，透视过程年总曝光时间为 200h。

每台手术配备 2 名手术医生，1 名护士，1 名技师。手术医生根据手术类型进行调配，轮岗安排手术。本次评价保守按手术医生单人承担最大手术台数为 240 台，护士和技师单人承担最大手术台数为 300 台。减影过程，单个手术医生年最大受照时间为 2h，单个护士/技师年最大受照时间为 2.5h；透视过程，单个手术医生年最大受照时间为 80h，单个护士/技师年最大受照时间为 100h。

DSA 减影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA 透视曝光时，手术医生和护士在 DSA 机房内近台操作，技师通常不在手术间内。

(4) 估算结果

本项目理论预测环境影响分析下保护目标的年有效剂量估算结果详见下表。

表 11-6 预测点年附加剂量估算结果一览表

预测点			工作模式	D(μ Gy/h)	年工作时间 t/(h/a)	居留因子 T	年附加剂量 (mSv/a)	涉及人员类型	备注
DSA1 室	1	第一术者位（铅衣外）	透视	176.79	80	1	14.14	辐射工作人员	机房内
		第一术者位（铅衣内）	透视	28.62	80	1	2.29	辐射工作人员	机房内
	2	第二术者位（铅衣外）	透视	80.91	100	1	8.09	辐射工作人员	机房内
		第二术者位（铅衣内）	透视	13.10	100	1	1.31	辐射工作人员	机房内
	3	东墙外 30cm 处	透视	2.79E-06	200	1	5.57E-07	辐射工作人员	控制室、刷手间
	4	南墙外 30cm 处	透视	2.79E-06	200	1/5	1.11E-07	公众	室内过道
	5	西墙外 30cm 处	透视	2.79E-06	200	1/5	1.11E-07	公众	室内过道
	6	北墙外 30cm 处	透视	2.79E-06	200	1/5	1.11E-07	公众	前室
	7	楼上 100cm 处	透视	3.89E-05	200	1/2	3.89E-06	公众	免疫、体液、缓冲间和走廊
	8	楼下 170cm 处	透视	5.60E-05	200	1/40	2.80E-07	公众	地下停车场
	9	患者防护门外 30cm 处	透视	5.98E-05	200	1/5	2.39E-06	公众	前室
	10	控制室防护门外	透视	5.98E-05	100	1	5.98E-06	辐射工作	控制室

		30cm 处						人员	
	11	观察窗外 30cm 处	透视	5.98E-05	100	1	5.98E-06	辐射 工作 人员	控制室
DSA2 室	12	第一术者 位（铅衣 外）	透视	176.79	80	1	14.14	辐射 工作 人员	机房内
		第一术者 位（铅衣 内）	透视	28.62	80	1	2.29	辐射 工作 人员	机房内
	13	第二术者 位（铅衣 外）	透视	80.91	100	1	8.09	辐射 工作 人员	机房内
		第二术者 位（铅衣 内）	透视	13.10	100	1	1.31	辐射 工作 人员	机房内
	14	东墙外 30cm 处	透视	2.81E-06	200	1/5	1.13E-07	公众	污物通道
	15	南墙外 30cm 处	透视	2.81E-06	200	1/5	1.13E-07	公众	室内过道
	16	西墙外 30cm 处	透视	2.81E-06	200	1	5.63E-07	辐射 工作 人员	控制室、 刷手间
	17	北墙外 30cm 处	透视	2.81E-06	200	1/5	1.13E-07	公众	前室和污 物间
	18	楼上 100cm 处	透视	3.89E-05	200	1/5	1.56E-06	公众	更衣、 UPS 间和 走廊
	19	楼下 170cm 处	透视	5.60E-05	200	1/40	2.80E-07	公众	地下停车 场
	20	患者防护 门外 30cm 处	透视	6.04E-05	200	1/5	2.42E-06	公众	前室
	21	污物间门 外 30cm 处	透视	6.04E-05	200	1/5	2.42E-06	公众	污物间
	22	控制室防 护门外 30cm 处	透视	6.04E-05	100	1	6.04E-06	辐射 工作 人员	控制室
	23	观察窗外 30cm 处	透视	6.04E-05	100	1	6.04E-06	辐射 工作 人员	控制室
ERC P 机房	24	第一术者 位（铅衣	透视	176.79	80	1	14.14	辐射 工作	机房内

DSA1 室		外)						人员	
		第一术者 位 (铅衣 内)	透视	28.62	80	1	2.29	辐射 工作 人员	机房内
	25	第二术者 位 (铅衣 外)	透视	80.91	100	1	8.09	辐射 工作 人员	机房内
		第二术者 位 (铅衣 内)	透视	13.10	100	1	1.31	辐射 工作 人员	机房内
	26	东墙外 30cm 处	透视	5.63E-06	100	1	5.63E-07	辐射 工作 人员	控制室、 准备间
	27	南墙外 30cm 处	透视	5.63E-06	200	1/5	2.25E-07	公众	室内过道
	28	西墙外 30cm 处	透视	5.63E-06	200	1/2	5.63E-07	公众	内镜
	29	北墙外 30cm 处	透视	5.63E-06	200	1/5	2.25E-07	公众	医护走道
	30	楼上 100cm 处	透视	6.08E-05	200	1/5	2.43E-06	公众	无菌品 库、一次 性拆包、 室内过道
	31	楼下 170cm 处	透视	4.99E-05	200	1	9.98E-06	辐射 工作 人员	CT 室、 胃肠室及 其控制廊
	32	患者防护 门外 30cm 处	透视	1.21E-04	200	1/5	4.83E-06	公众	室内过道
	33	污物间门 外 30cm 处	透视	1.21E-04	200	1/5	4.83E-06	公众	医护走道
	34	准备间防 护门外 30cm 处	透视	1.21E-04	100	1	1.21E-05	辐射 工作 人员	准备间
	35	观察窗外 30cm 处	透视	1.21E-04	100	1	1.21E-05	辐射 工作 人员	控制室
DSA1 室	3	东墙外 30cm 处	减影	9.04E-05	2.5	1	2.26E-07	辐射 工作 人员	控制室、 刷手间
	4	南墙外 30cm 处	减影	9.04E-05	5	1/20	9.04E-08	公众	室内过道
	5	西墙外	减影	9.04E-05	5	1/5	9.04E-08	公众	室内过道

		30cm 处							
	6	北墙外 30cm 处	减影	9.04E-05	5	1/5	9.04E-08	公众	前室
	7	楼上 100cm 处	减影	1.26E-03	5	1/2	3.16E-06	公众	免疫、体 液、缓冲 间和走廊
	8	楼下 170cm 处	减影	1.82E-03	5	1/40	2.27E-07	公众	地下停车 场
	9	患者防护 门外 30cm 处	减影	1.94E-03	5	1/5	1.94E-06	公众	前室
	10	控制室防 护门外 30cm 处	减影	1.94E-03	2.5	1	4.85E-06	辐射 工作 人员	控制室
	11	观察窗外 30cm 处	减影	1.94E-03	2.5	1	4.85E-06	辐射 工作 人员	控制室
DSA2 室	14	东墙外 30cm 处	减影	9.13E-05	5	1/5	9.13E-08	公众	污物通道
	15	南墙外 30cm 处	减影	9.13E-05	5	1/5	9.13E-08	公众	室内过道
	16	西墙外 30cm 处	减影	9.13E-05	2.5	1	2.28E-07	辐射 工作 人员	控制室、 刷手间
	17	北墙外 30cm 处	减影	9.13E-05	5	1/5	9.13E-08	公众	前室和污 物间
	18	楼上 100cm 处	减影	1.26E-03	5	1/5	1.26E-06	公众	更衣、 UPS 间和 走廊
	19	楼下 170cm 处	减影	1.82E-03	5	1/40	2.27E-07	公众	地下停车 场
	20	患者防护 门外 30cm 处	减影	1.96E-03	5	1/5	1.96E-06	公众	前室
	21	污物间门 外 30cm 处	减影	1.96E-03	5	1/5	1.96E-06	公众	污物间
	22	控制室防 护门外 30cm 处	减影	1.96E-03	2.5	1	4.90E-06	辐射 工作 人员	控制室
	23	观察窗外 30cm 处	减影	1.96E-03	2.5	1	4.90E-06	辐射 工作 人员	控制室
ERCP	26	东墙外	减影	1.83E-04	2.5	1	4.57E-07	辐射	控制室、

机房		30cm 处						工作人员	准备间
	27	南墙外 30cm 处	减影	1.83E-04	5	1/5	1.83E-07	公众	室内过道
	28	西墙外 30cm 处	减影	1.83E-04	5	1/2	4.57E-07	公众	内镜
	29	北墙外 30cm 处	减影	1.83E-04	5	1/5	1.83E-07	公众	医护走道
	30	楼上 100cm 处	减影	1.97E-03	5	1/5	1.97E-06	公众	无菌品 库、一次 性拆包、 室内过道
	31	楼下 170cm 处	减影	1.62E-03	5	1	8.09E-06	辐射 工作 人员	CT 室、 胃肠室及 其控制廊
	32	患者防护 门外 30cm 处	减影	3.92E-03	5	1/5	3.92E-06	公众	室内过道
	33	污物间门 外 30cm 处	减影	3.92E-03	5	1/5	3.92E-06	公众	医护走道
	34	准备间防 护门外 30cm 处	减影	3.92E-03	5	1	1.96E-05	辐射 工作 人员	准备间
	35	观察窗外 30cm 处	减影	3.92E-03	2.5	1	9.80E-06	辐射 工作 人员	控制室
注：ERCP 机房下方为 CT 室、胃肠室及其控制廊。控制廊的工作人员属于 CT 室、胃肠室的辐射工作人员，其工作期间同时受到 ERCP 运行时的辐射影响，因此本项目对其产生的年附加剂量按照辐射工作人员年剂量约束值进行管理。									

对上表中保护目标在减影和透视模式的年有效剂量估算结果进行叠加计算，计算结果详见下表。

表 11-7 减影和透视模式下保护目标年有效剂量叠加估算结果

预测点			工作模式	年有效剂量 (mSv/a)		涉及人员 类型
DSA1 室	1	第一术者位 (铅衣外)	透视	14.14	3.34	辐射工作 人员
		第一术者位 (铅衣内)		2.29		辐射工作 人员
	2	第二术者位 (铅衣外)		8.09	1.91	辐射工作 人员
		第二术者位 (铅衣内)		1.31		辐射工作 人员

		内)				人员
	3	东墙外 30cm 处	减影+透视	7.83E-07		辐射工作 人员
	4	南墙外 30cm 处		2.02E-07		公众
	5	西墙外 30cm 处		2.02E-07		公众
	6	北墙外 30cm 处		2.02E-07		公众
	7	楼上 100cm 处		7.05E-06		公众
	8	楼下 170cm 处		5.07E-07		公众
	9	患者防护门外 30cm 处		4.33E-06		公众
	10	控制室防护门外 30cm 处		1.08E-05		辐射工作 人员
	11	观察窗外 30cm 处		1.08E-05		辐射工作 人员
DSA2 室	12	第一术者位（铅衣 外）	透视	14.14	3.34	辐射工作 人员
		第一术者位（铅衣 内）		2.29		辐射工作 人员
	13	第二术者位（铅衣外		8.09	1.91	辐射工作 人员
		第二术者位（铅衣 内）		1.31		辐射工作 人员
	14	东墙外 30cm 处	减影+透视	2.04E-07		公众
	15	南墙外 30cm 处		2.04E-07		公众
	16	西墙外 30cm 处		1.02E-06		辐射工作 人员
	17	北墙外 30cm 处		2.04E-07		公众
	18	楼上 100cm 处		2.82E-06		公众
	19	楼下 170cm 处		5.07E-07		公众
	20	患者防护门外 30cm 处		4.37E-06		公众
	21	污物间门外 30cm 处		4.37E-06		公众
	22	控制室防护门外 30cm 处		2.19E-05		辐射工作 人员
	23	观察窗外 30cm 处		2.19E-05		辐射工作 人员
ERCP 机房	24	第一术者位（铅衣 外）	透视	14.14	3.34	辐射工作 人员
		第一术者位（铅衣 内）		2.29		辐射工作 人员
	25	第二术者位（铅衣外		8.09	1.91	辐射工作 人员
		第二术者位（铅衣		1.31		辐射工作

		内)				人员
	26	东墙外 30cm 处	减影+透视	1.02E-06		辐射工作人员
	27	南墙外 30cm 处		4.08E-07		公众
	28	西墙外 30cm 处		1.02E-06		公众
	29	北墙外 30cm 处		4.08E-07		公众
	30	楼上 100cm 处		4.40E-06		公众
	31	楼下 170cm 处		1.81E-05		辐射工作人员
	32	患者防护门外 30cm 处		8.75E-06		公众
	33	污物间门外 30cm 处		8.75E-06		公众
	34	准备间防护门外 30cm 处		3.17E-05		辐射工作人员
	35	观察窗外 30cm 处		2.19E-05		辐射工作人员

根据上表，本项目 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房内的第一术者位的辐射工作人员（主要是手术医生）在透视模式下身体所受最大年有效剂量均为 3.34mSv，第二术者位的辐射工作人员（主要是手术医生和护士）在透视模式下身体所受最大年有效剂量均为 1.91mSv。由于减影过程中医生会在控制室观察机房内病人情况，故按照表 11-6 中 35#点位即减影模式下 ERCP 机房控制室的辐射工作人员身体所受最大年有效剂量 9.80E-06mSv 作为参考，则叠加减影与透视过程所受到的辐射影响，对第一术者位的辐射工作人员身体所受最大年有效剂量为 3.34mSv+9.80E-06mSv=3.34mSv，对第二术者位的辐射工作人员身体所受最大年有效剂量为 1.91mSv+9.80E-06mSv=1.91mSv，仍低于本环评要求的 5mSv 年有效剂量管理约束值。

叠加减影与透视过程所受到的辐射影响，本项目 DSA1 室控制室的辐射工作人员（主要是技师）身体所受最大年有效剂量为 1.08E-05mSv，DSA2 室控制室的辐射工作人员（主要是技师）身体所受最大年有效剂量为 1.09E-05mSv，ERCP 机房控制室的辐射工作人员（主要是技师）身体所受最大年有效剂量为 2.19E-05mSv。考虑两台 DSA 同时工作时，DSA1 室和 DSA2 室共用控制室的辐射工作人员身体所受年有效剂量最大不超过 1.08E-05mSv+1.09E-05mSv=2.17E-05mSv，均低于本环评要求的 5mSv 年有效剂量管理约束值。

叠加减影与透视过程所受到的辐射影响，本项目对 DSA1 室附近公众造成的最大年有效剂量为 3.16E-06mSv，本项目对 DSA2 室附近公众造成的最大年有效剂量为

1.96E-05mSv，本项目对 ERCP 机房附近公众造成的最大年有效剂量为 1.96E-05mSv。考虑两台 DSA 同时工作时，DSA1 室和 DSA2 室附近公众受照的年有效剂量最大不超过 $3.16\text{E-}06\text{mSv}+1.96\text{E-}05\text{mSv}=5.12\text{E-}05\text{mSv}$ 。考虑到距离和屏蔽影响，本项目周边 50m 范围内其它公众可达位置公众受到的年有效剂量均低于 5.12E-05mSv，低于本环评要求的 0.1mSv 年有效剂量管理约束值。

11.2.2 运营期非放射性影响分析

①废气

本项目 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房内均安装通排风系统，采用机械通风，通风次数不少于 4 次，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”的要求。机房内臭氧和氮氧化物不会积聚，经通排风系统排入到大气环境后，臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生量的 1/3，因此本项目运行过程中产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

②固体废物

项目运行后，固体废物主要为手术产生的医疗废物和生活垃圾。

生活垃圾依托医院内部暂存收集设施和周边环卫部门清运处置。

根据前文，本项目医疗废物为“HW01 医疗废物/卫生/841-001-01 感染性废物、841-002-01 损伤性废物”，属于危险废物。本项目医疗废物应按照类别分置于防渗漏、防锐器穿透的专用包装物或者利器盒内，待手术结束后收集后暂存于污洗间，并委托有资质单位进行处置并在交接过程中填写转移联单。医疗废物经合理处置后，可将对环境的影响降低至最低限度。

③废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和少量医疗废水。根据《龙游县城市发展投资有限公司龙游健康产业中心项目环境影响报告书》的审查意见（具体见附件11），本项目废水经预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表1预处理标准后纳入市政管网，经龙游县城市污水处理厂处理达到《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018)中表1标准后排入衢江。废水经处理后，对周围水环境影响很小。

11.3 辐射事故分析

11.3.1 辐射事故情况

(1) 装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

(2) 工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

(3) X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

11.3.2 辐射事故预防措施

(1) 制定经常性自检制度，对门灯联锁、门机连锁、监视器、电离辐射警告标志灯等防护设施进行经常性检查，如发现这些防护设施不够完善或失灵，立即维护、修复；

(2) 制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，减少意外照射事故的发生；

(3) 辐射工作人员必须严格按照 X 射线装置操作程序进行诊断，确定机房内工作人员及病人家属均离开机房后方可开机，以避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射；

(4) 辐射工作人员进行手术前，一定要配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等防护物品，并佩戴个人剂量计后方可进行手术作业；

(5) 项目应严格遵循所用辐射设备的安全使用年限，避免机械故障造成辐射事故，严禁超期使用；

(6) 严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如验收监测及年度监测结果表明外墙、防护门缝隙、观察窗、孔洞等处辐射水平偏高时，应立即停机，查明原因并优化屏蔽设计和施工，未整改到位前，设备不得开机。

11.3.3 辐射事故应急措施

若发生以上三种辐射事故情况，辐射工作人员应立刻进行设备停机，减少人员误照射的时间，并指导机房内人员马上撤离机房。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，本项目运营单位应制定辐射事故应急预案，在以后辐射工作开展过程中定期进行演练，及时整改。同时运营单位

应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。

运营管理部门在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

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

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求，使用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。

医院已成立了辐射放射防护安全管理小组，全面负责医院的辐射安全管理工作及相关工作，见附件 5。该管理小组的基本组成涵盖射线装置的管理与使用等相关部门，明确了组成人员及相关职责，故医院辐射安全防护小组的配备能够满足辐射管理工作的要求。

12.1.2 辐射工作人员管理

1) 辐射安全和防护专业知识培训

医院应严格执行辐射工作人员培训制度，根据《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）、《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告第 2021 年第 9 号）和《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248 号），医院应及时组织从事使用Ⅱ类射线装置、Ⅲ类射线源及非密封放射性物质操作的辐射工作人员参加浙江卫生计生监督微信公众号或国家核技术利用辐射防护与安全培训平台的辐射防护与安全培训并考核合格，并按时接受再培训。从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，并建立成绩档案。

本项目拟配置 28 名辐射工作人员，部分为医院现有辐射工作人员，部分对外新聘。医院现有辐射工作人员均通过了衢州市卫生监督所组织的 2023 年 7 月-12 月放射防护培训微考试，具体见附件 10。

对于新增的辐射工作人员，医院应组织其参加全国核技术利用辐射防护与安全培训平台的辐射防护与安全培训或衢州市卫生监督所组织的放射防护培训微考试，考核合格后按时接受再培训。

2) 职业健康检查

医院对现有辐射工作人员开展有健康监护，并建有职业健康档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据医院提供的职业健康体检报告，在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作。

对于新增的辐射工作人员，医院应按要求每两年进行在岗期间职业健康体检，并建立职业健康档案。

3) 个人剂量管理

医院现有辐射工作人员在 2023.4.01~2024.3.31 连续四个检测周期的个人剂量监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员剂量限值要求，具体见附件 9。

对于新增的辐射工作人员，应佩戴个人剂量计，建立剂量健康档案并存档保存，个人剂量计三个月送检一次。

医院应做到以下几个方面：

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量档案三个文件上的人员信息应统一；个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，完善的辐射应急措施，还应制定质量保证大纲”。

医院已制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括辐射安全防护和管理制度、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、人员培训计划、体检及保健制度、射线装置使用登记制度、射线装置设备检修维护制度、操作规程、监测方案和辐射事故报告制度及应急预案等。

医院现有管理制度内容较为全面，管理制度内容较为全面，基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。本项目 DSA 和 ERCP 为新增设备，医院应根据设备情况，增加 DSA 和 ERCP 使用规程，并落实相关记录和档案的保存工作。在本项目运行前，医院应将辐射工作制度、操作规程、岗位职责等制度张贴上墙。本项目正式运行后，医院应结合设备实际使用情况，进一步完善和细化相关制度，以适应当前环保的管理要求，并在以后的实际工作中严格落实执行。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目 DSA 和 ERCP 属于 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应配备个人防护用品和监测仪器，同时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。

医院拟利用现有 1 台辐射剂量率巡检仪用于本项目，无需新购，能够满足项目运行过程中辐射工作场所的日常自行监测需求。对于新增的辐射工作人员，应佩戴个人剂量计，建立剂量健康档案并存档保存，个人剂量计三个月送检一次。

12.3.2 监测计划

参考《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）中“9 环境管理与监测计划”：根据项目环境影响特征、影响范围和影响程度，结合环境保护目标分布，制定环境质量定点监测或定期跟踪监测方案。

参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3.3.2X 射线机的辐射环境监测中“运行中，对屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位开展 γ 辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）或累积剂量监测，每年 1~2 次”，故监测因子取 γ 辐射空气吸收剂量率，日常监测的频率定为 2 次/年。

除日常监测外，医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。

表 12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA1室、DSA2室、	γ 辐射空气吸收剂量率	1次/年	按照国家规定进行	防护门外、门缝、观察窗、控制室操作位、各侧屏蔽墙外	委托监测
日常	ERCP机房	γ 辐射空气	2次/年	按照国家规		自行监测

监测		吸收剂量率		定进行	30cm处、顶棚上方距顶棚地面100cm处、机房地面下方距楼下地面170cm处、管线洞口及周围需要关注的监督区	
验收监测		γ 辐射空气吸收剂量率	项目完成3个月内	按照国家规定进行		委托监测
个人剂量检测	/	个人剂量当量	至少每三个月一次	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托监测

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括以下内容：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）辐射事故分级与应急响应措施；
- （4）辐射事故的调查、报告和处理程序。

医院目前制定有《辐射事故报告制度及应急预案》（具体见附件7），包括了应急机构和职责分工、辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故的调查、报告和处理程序，还应补充“应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备”。

12.5 年度评估报告

医院已按要求进行了辐射安全与防护状况评估，每年定期上报至发证机关。本项目建成运行后，医院应将本项目纳入年度评估报告，定期上报至发证机关。经与医院核实，医院历年未发生辐射事故。

12.6 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，第十六条的规定，运营管理机构从事辐射活动能力的评价详见下表。

表 12-2 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用 III 类放射源，使用 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。	医院已成立了辐射放射防护安全管理小组，全面负责医院的辐射安全管理工作及相关工作。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院现有辐射工作人员均通过了衢州市卫生监督所组织的 2023 年 7 月-12 月放射防

	护培训微考试。 对于新增的辐射工作人员，医院应组织其参加全国核技术利用辐射防护与安全培训平台的辐射防护与安全培训或衢州市卫生监督所组织的放射防护培训微考试，考核合格后按时接受再培训。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及。
（四）放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	医院拟制定相应的操作规程，按要求建设专用机房，实体屏蔽，设有急停按钮，监视和对讲系统，设有工作警示灯、门灯连锁及电离辐射警告标志等。
（五）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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	医院拟利用现有 1 台辐射剂量率巡检仪用于本项目，无需新购，能够满足项目运行过程中辐射工作场所的日常自行监测需求。 对于新增的辐射工作人员，应佩戴个人剂量计，建立剂量健康档案并存档保存，个人剂量计三个月送检一次。
（六）有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院现有管理制度内容较为全面，管理制度内容较为全面，基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。本项目 DSA 和 ERCP 为新增设备，医院应根据设备情况，增加 DSA 和 ERCP 使用规程。
（七）有完善的辐射事故应急措施。	医院制定有《辐射事故报告制度及应急预案》，有完善的辐射事故应急措施。
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及放射性废气、废液、固体废物。

综上所述，医院初步具备从事辐射活动的能力。在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

12.7 竣工环境保护验收

本次评价项目竣工后，医院应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，报告编制完成 5 个工作日内，运营管理单位应公开验收报告，公示的期

限不得少于 20 个工作日。运营管理部门在提出验收意见的过程中，可组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

龙游县人民医院拟对医技楼一层预留的两间 DSA 机房进行防护装修，并新增 2 台数字减影血管造影机（以下简称 DSA）；对医技楼二层预留的一间 ERCP 机房进行防护装修，并新增 1 台 ERCP 手术用透视摄影 X 射线机（以下简称 ERCP）。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

本项目 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房四面墙体、顶棚、地坪、防护门以及观察窗拟采取辐射屏蔽措施，设置的辐射安全防护措施和配置的防护用品与辅助设施均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

（2）辐射安全管理结论

运营管理机构按照环评要求建立辐射安全与环境保护管理机构，制定相关辐射安全管理制度，对辐射工作人员进行职业健康监护、个人剂量监测和辐射工作人员培训，并建立相关档案后，可以满足本项目辐射安全管理要求。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）根据理论预测分析，本项目 DSA1 室、DSA2 室和 ERCP 机房四周屏蔽墙体外、顶棚上、地坪下、防护门外及观察窗外辐射剂量率均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

（2）经估算，本项目对辐射工作人员和公众人员所造成的最大年有效剂量均低于本报告建议的剂量约束值（辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv）。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号）中“第一类 鼓励类”第十三项“医药”中第四条“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”项目，属于国家鼓励

类产业，符合国家现行产业政策。

（2）实践正当性分析

本项目产生的辐射给辐射工作人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（3）《龙游县生态环境分区管控动态更新方案》符合性

本项目位于“浙江省衢州市龙游县中心城区城镇生活重点管控区（ZH33082520016）”，属于城镇生活重点管控单元，符合《龙游县生态环境分区管控动态更新方案》要求。

（4）土地利用规划符合性

本项目选址在龙游县永安路与文靖路交叉口西侧龙游健康产业中心医技楼，属于规划的允许建设区范围内，用地性质为医院用地（A51）。

（5）选址合理性分析

本项目用地属于医院用地，辐射工作场所位于医技楼一层和二层，用房性质为医疗用房，项目周围无环境制约因素。辐射工作场所实体边界外 50m 评价范围无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

（6）项目可行性

综上所述，龙游县人民医院 DSA 和 ERCP 核技术利用项目符合产业政策，符合实践正当性，符合《龙游县生态环境分区管控动态更新方案》要求，符合土地利用规划，选址合理，在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，具备从事相应的辐射工作技术能力，对辐射工作人员、公众人员和周围环境的辐射影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射安全和环境保护的角度论证，本项目建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员辐射防护意识，杜绝辐射事故发生。

13.2.2 承诺

（1）本项目取得环评批复后，严格按照已批复的环评文件进行建设，并及时重新

申领辐射安全许可证；项目竣工后，按照国家相关法律法规尽快自主组织竣工环保验收。

（2）严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案，并接受生态环境主管部门的监督检查。

（3）在实施诊治之前，事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

（4）按要求每年向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。

（5）在项目建设、运行等过程中不违规操作、不弄虚作假。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人	公章 年月日
审批意见	
经办人	公章 年月日