

核技术利用建设项目

新增 C 型臂 X 射线机项目
环境影响报告表

(公示本)

苍溪县人民医院
二〇二二年六月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增 C 型臂 X 射线机项目

环境影响报告表

建设单位：苍溪县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：史**

通讯地址：广元市苍溪县陵江镇兴贤街 12 号

邮政编码：628499

联系人：向*

电子邮件：31****616@qq.com

联系电话：158****6677

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	11
表 3	非密封放射性物质	12
表 4	射线装置	13
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6	评价依据	15
表 7	保护目标与评价标准	17
表 8	环境质量和辐射现状	20
表 9	项目工程分析与源项	24
表 10	辐射安全与防护	30
表 11	环境影响分析	40
表 12	辐射安全管理	55
表 13	结论与建议	62

附件：

- 附件 1 环评委托书；
- 附件 2 无辐射事故发生情况说明；
- 附件 3 辐射安全许可证；
- 附件 4 门诊楼的环评批复（广环审[2016]59 号）文件；
- 附件 5 用地规划许可证；
- 附件 6 苍溪县人医院个人剂量统计表；
- 附件 7 苍溪县人医院辐射工作人员培训情况；
- 附件 8 苍人医发（2022）20 号关于调整辐射安全与环境保护管理领导小组的通知；
- 附件 9 监测报告；
- 附件 10 资料确认清单。

附图：

- 附图 1 本项目地理位置图；
- 附图 2 医院外环境关系及平面布置图；
- 附图 3 本项目平面布置图；
- 附图 4 本项目人流、物流路径图；
- 附图 5 本项目两区划分图；
- 附图 6 本项目 ERCP 机房通排风图；
- 附图 7 本项目所在楼层平面布置图（3F 部分）；
- 附图 8 本项目机房楼下平面布置图（2F 部分）；
- 附图 9 本项目机房楼上平面布置图（4F 部分）；
- 附图 10 本项目 ERCP 机房屏蔽结构图；
- 附图 11 本项目 ERCP 机房剖面图。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增 C 型臂 X 射线机项目			
建设单位		苍溪县人民医院			
法人代表	史**	联系人	向*	联系电话	158****6677
注册地址		广元市苍溪县陵江镇兴贤街 12 号			
项目建设地点		苍溪县陵江镇赵公坝苍溪县人民医院新院门诊楼 3 楼内镜中心			
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	**%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	49.9
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	无				
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位情况</p> <p>苍溪县人民医院（统一社会信用代码：1251072445130277X8）始建于 1945 年，历经近七十年的沧桑变迁和几代医院人的艰苦奋斗，现已发展成为全县唯一一家集医疗、教学、科研及预防保健于一体的现代化综合性国家二级甲等医院。同时也是国家爱婴医院暨苍溪县“120”急救中心、白内障复明手术定点医院、各类保险定点医院及华西医院远程会诊、远程教学定点医院、成都军区总医院协作医院、广元市第一人民医院（072）指导医院。</p>					

医院现有两个院区，本项目位于苍溪县人民医院新院。医院（本部）占地面积 15.2 亩，新院（传染病区）占地面积 16 亩，设有内、外、妇、儿、传染、五官、肿瘤、皮肤、康复、中医、检验、放射、超声、内窥镜、病理、ICU、CT、手术室等 20 多个临床、医技科室。开放床位 550 张，年门(急)诊量 19 万人次，收治患者 1.9 万余人次。

现有职工 539 人，现拥有直线加速器、多层螺旋 CT、核磁共振、全数字彩色超声诊断仪、数字化胃肠镜、全数字内窥镜系统等高精尖设备。全院有 70 多篇学术论文被国家级、省级专业杂志刊发，20 多项科研成果分获市、县科技进步奖。医院将秉承“以人为本、员工第一、患者至上”的服务理念，以感恩之心尊重患者，以真诚之心信任患者，以三严标准和优良的技术服务于患者，为全县人民健康服好务。

（一）任务由来

医院为拓展业务范围，在苍溪县陵江镇赵公坝建设新院区，在新院区内，建设 1 栋门诊楼，为满足各类心脑血管病患者就近就诊的需求，决定在医院新院门诊楼 3 楼内镜中心建设 1 间 ERCP 机房及其配套用房，在 ERCP 机房内，使用 1 台可移动的 C 型臂 X 射线机，属于 II 类射线装置。目前机房主体建设已随大楼建设完成，未投入使用。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令 18 号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行），本项目属于“第五十五项—172 条核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据四川省生态环境厅《关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019 年 2 号），本项目应报广元市生态环境局审查批准。

苍溪县人民医院委托西弗测试技术成都有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件 1）。西弗测试技术成都有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规

规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对环境的影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，就项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

(三) 环境影响评价报告信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，建设单位于2022年4月28日在环境影响评价信息公示平台上对苍溪县人民医院《新增C型臂X射线机项目》的环境影响报告表进行了全文公示。公示网址及截图如下：

http://www.cxxrmyy.com/h-nd-643.html#_np=108_334



公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

(四) 本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：新增 C 型臂 X 射线机项目

建设单位：苍溪县人民医院

建设性质：新建

建设地点：苍溪县陵江镇赵公坝苍溪县人民医院新院门诊楼 3 楼内镜中心

2、工程建设内容及规模

苍溪县人民医院拟在新院门诊楼（4F，高约 20m）3 楼内镜中心建设 1 间 ERCP 机房及其配套用房，在 ERCP 机房内，使用 1 台可移动的 C 型臂 X 射线机，型号 PLX7100A，属于 II 类射线装置。其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年诊疗病例 100 例，按照每台手术人均透视 9min，拍片 0.6min 计算，ERCP 年曝光时间累计约 16h（拍片 1h，透视 15h），曝光方向不固定。主要用于胰胆管造影等。

ERCP 机房净空面积为 49.9m²，净空尺寸长 8.6m×宽 5.8m×高 3.0m，四周墙体为 200mm 空心砖+3mm 厚铅板；机房地面为 80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层；顶部为 80mm 厚混凝土+3mm 铅板；楼上（4 楼）为 ICU 病房；楼下（2 楼）为特检科办公室及值班室；机房观察窗（1 扇）为 3mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（3 扇）均为 3mm 铅当量。

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	ERCP 机房净空面积为 49.9m ² ，净空尺寸长 8.6m×宽 5.8m×高 3.0m，四周墙体为 200mm 空心砖+3mm 厚铅板；机房地面为 80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层；顶部为 80mm 厚混凝土+3mm 铅板；楼上（4 楼）为 ICU 病房；楼下（2 楼）为特检科办公室及值班室；机房观察窗（1 扇）为 3mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（3 扇）均为 3mm 铅当量。在 ERCP 机房内，使用 1 台可移动的 C 型臂 X 射线机，型号 PLX7100A，属于 II 类射线装置。其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年诊疗病例 100 例，按照每台手术人均透视 9min，拍片 0.6min 计算，ERCP 年曝光时间累计约 16h（拍片 1h，透视 15h）。	噪声、扬尘、废水、固体废物	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物
辅助工程	控制室、医护更衣间、患者通道、污物通道等。		废水、固体
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等。		废物

办公及生活设施	办公室、走廊等		生活垃圾
环保工程	废水处理依托医院的污水管道和污水处理站，医疗废物依托医院医废暂存间及收集系统进行回收处理，办公、生活垃圾依托医院收集系统进行回收处理。	噪声、废水、固体废物	废水、固体废物

依托情况及可行性分析：

1、废水：①施工期废水：本项目 ERCP 机房主体与大楼主体工程同时建设，仅防护工程及装修施工，建设工程量较小，施工废水经沉淀后循环使用，不外排；施工人员产生的生活污水依托医院现有污水处理设施处理后排入市政管网，依托可行。

②运营期废水：运营期产生的生活污水依托医院现有污水处理设施处理后排入市政管网，医疗废水通过院内污水管网排至医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准要求后经市政污水管网，依托可行。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾。可运送至建筑垃圾处理厂处理；生活垃圾依托施工现场设置的垃圾桶，生活垃圾经集中收集后，由环卫部门统一清运处理。施工期无医疗废物产生。运营期产生的医疗废物经分类收集打包好后暂存于医疗废物暂存间，交由有资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，交由环卫部门清运处理，依托可行。

（五）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	20L	外购	碘海醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	600kW·h/a	市政电网	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水资源	用水量	600m ³ /a	市政水网	—

本项目使用的造影剂为碘海醇注射液，规格为 100ml/瓶，平均每台手术使用 1 瓶，每年约 100 台手术，年使用量约为 10L。由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

（六）本项目设备装置及使用情况一览表

本项目射线装置相关参数情况见表 1-3，科室手术量情况见表 1-4。

表 1-3 本项目射线装置相关参数

名称	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年出束时间 (h)	曝光方向	使用场所	备注
C 型臂 X 射线机	PLX7100 A	待定	125kV 1000mA	II 类	16h (拍片 1h, 透视 15h)	不固定	ERCP 机房	拟购

表 1-4 本项目科室手术量分配

科室名称	年手术量	平均每人手术曝光时间		年曝光时间		
		拍片 (min)	透视 (min)	拍片 (h)	透视 (h)	合计 (h)
内镜中心	100 台	0.6	9	1	15	16

(七) 工作人员配置情况

本项目共涉及辐射工作人员3名，其中为1名医生，1名技师，1名护士，均为原有辐射工作人员，辐射工作人员除承担本项目辐射工作外，还将承担原有的辐射工作，因此需要考虑辐射工作人员的个人剂量叠加。今后，医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

工作制度：医院实行每年工作260天，每天8小时的工作制度。

医院应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第29号令，2020年1月1日起施行）、《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第49号，2021年12月30日实施）的相关规定，本项目使用 ERCP 装置为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第5款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址、外环境及总图布置合理性分析

(一) 项目外环境及选址合理性

根据现场踏勘，医院四周主要外环境关系如下：

苍溪县人民医院新院位于苍溪县陵江镇赵公坝，目前正在建设中。医院用地红线

北侧为规划道路，规划道路外侧为空地。医院东北侧场界外110m为龙江国际一期住宅小区。医院用地红线东侧为规划南北走向的道路，道路外侧为规划绿地，东侧红线外70m为南北走向的G212，东侧场界外95m为御品澜庭住宅小区；医院东南侧G212外为山林；医院用地红线南侧为规划道路，道路外侧规划二类居住用地，现状为苍溪阳光十里江湾。医院用地红线西侧为规划市政绿地，西侧红线外37m为河堤，嘉陵江距离医院西侧场界的距离为120m。

医院紧邻G212，有利于医院和外界的联系。项目选址城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。按照国家相关规定和国内外通用范例，可在城市内修建。

本项目所在大楼已在“苍溪县人民医院新院建设项目”进行了环境影响评价并取得批复（广环审[2016]59号）。本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且拟建的辐射工作场有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

苍溪县人民医院新院位于广元市苍溪县陵江镇赵公坝，根据苍溪县城乡规划建设和住房保障局出具的建设用地规划许可证（附件5），医院所在地用地性质为医疗卫生用地，因此项目选址符合苍溪县土地利用规划。

因此，本评价认为其选址是合理的。本项目地理位置图见附图1，医院外环境关系及平面布置图见附图2。

（二）平面布局合理性分析

本项目 ERCP 机房位于门诊楼（4F，高约 20m）三层内镜中心。ERCP 机房 50m 范围均在医院内，机房西北面为污物走廊、清洁间、污物间等，墙外约 29m 为医院住院楼；机房西南面依次为产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等；东南面为配套控制室、医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等；东北面为走廊，隔走廊为 5 间相邻的检查室，隔检查室为洗消间、镜库、水处理室等。楼上 4 楼为 ICU 病房；楼下 2 楼为特检科办公室及值班室。本项目 ERCP 平面布置图见附图 3。

本项目人流、物流通道分开布置，互不交叉影响。本项目人流、物流图见附图 4。

综上所述，本项目设置在3楼内镜中心，最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。

（三）医院近期环评情况及与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

本项目所依托的门诊楼已在《苍溪县人民医院新院建设项目环境影响报告书》中进行了评价，并取得了原广元市环境保护局的批复（广环审[2016]59号）。报告中明确了建设单位需落实的三废的处理设施和措施，其处理容量和处理规模包括了本项目辐射工作人员产生的生活污水和生活垃圾以及病人产生的生活污水、生活垃圾和医疗废物的收集处理。

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可证情况

（1）目前，苍溪县人民医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00411]），许可的种类和范围：使用III类放射源；使用II类、III类射线装置。发证日期：2018年7月3日，有效期至2023年7月4日。

（2）苍溪县人民医院现有核技术利用项目的环评、许可和验收等情况见表1-5、表1-6。该医院现有核技术利用项目环保措施和设施均运行正常；经现场踏勘，未发现环境遗留问题。

表1-5 苍溪县人民医院已获许可使用放射源

序号	名称	类别	活动种类	总活度(Bq)/活度(Bq) ×枚数	来源/去向
1	Co-60	III类	使用	1.85E+11/6.17E+10×3	成都中核高通同位素股份有限公司

表1-6 苍溪县人民医院医院已获许可使用射线装置

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注
1	CT机	Ingenuity Croe 128	III	1	内科楼一楼CT室	已上证，在用
2	X射线成像系统	C50 65X	III	1	内科楼一楼放射科DR2室	
3	DSA	Optima IGS 330	II	1	外科楼一楼介入室	
4	移动式C臂	SMC-III中型	II	1	内科楼一楼放射科手术室	
5	X射线成像系统	DRX-1型	III	1	内科楼一楼放射科DR1室	
6	螺旋CT	Activion 16 TSX-031A	III	1	内科楼一楼CT室	

7	数字胃肠机	DRF-2	III	1	内科楼一楼放射科胃肠机室
8	数字化双能 X 线骨密度仪	XR-800	III	1	内科楼一楼放射科骨密度室
9	放射治疗模拟机	SL-IE 型	III	1	外科楼负一楼放疗室
10	10MV 直线加速器	Clinac EX 10MV	III	1	外科楼负一楼放疗室

共计3台 II 类、7台 III 类射线装置，与辐射安全许可证上一致。

（二）是否发生过辐射安全事故

据了解，医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故，具体情况见附件2。

（三）辐射工作人员培训情况

苍溪县人民医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。医院目前有92名辐射工作人员，其中60人参加了辐射安全与防护培训班的学习并取得了《辐射安全培训合格证》，其余人员计划在2022年内完成网上学习及考试，已取证人员的证书详见附件7。

医院要严格执行辐射工作人员培训制度，将未进行辐射学习以及新增的辐射工作人员纳入医院的学习计划中。成绩合格单的有效期为5年，有效期届满应在网上重新学习并考试。

（四）开展辐射监测的情况

1、个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案。医院有专人负责个人剂量检测管理工作。

苍溪县人民医院委托四川世阳卫生技术服务有限公司完成个人剂量检测工作，医院辐射工作人员最近连续四个季度的个人剂量检测结果统计附件6。结果表明：医院按要求对辐射工作人员进行个人剂量检测，在最近连续4个季度的个人剂量统计表中，辐射工作人员连续4个季度最大个人剂量之和为0.54mSv，且无单季度超过1.25mSv 的情况。

2、工作场所辐射水平监测

根据原环保部18号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，苍溪县人民医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。苍溪县人民医院委托四川世阳卫生技术服务有限公司开展了2021年年度辐射环境现状监测，主要对放射源储存场所和辐射工作场所防护设施进行放射防护和辐射环境现状进行了布点监测。在监测结果中，未发现屏蔽体外0.3m处超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的情况。

（五）年度评估报告

医院向生态环境主管部门提交了“2021年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，医院对2021年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明。

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
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—

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	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
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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	C 型臂 X 射线机	II类	1 台	PLX7100A	125	1000	胰胆管造影	ERCPC 机房	本次评价
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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
O ₃	气态	O ₃	/	少量	少量	少量	不暂存	环境大气
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 8 月 31 日国务院第 104 次常务会议通过，自 2005 年 12 月 1 日起施行，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（（生态环境部 16 号部令，2021 年 1 月 1 日起施行））；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局第 31 号令，2021 年 1 月 4 日修订）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(10) 《射线装置分类》，原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号令；</p> <p>(11) 《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，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(12) 《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，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号；</p> <p>(14) 《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 公告 2019 年第 57 号）。</p>
-------------	---

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容与格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987);</p> <p>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(3) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》(2012年3月);</p> <p>(4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号);</p> <p>(5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目医用射线装置的特点和应用内容，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）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）对射线装置应用的辐射监测技术要求，确定辐射环境影响评价的范围：以 ERCP 机房建筑实体边界外 50m 区域作为评价范围。

保护目标

本项目保护目标主要有：以 ERCP 机房的建筑实体为边界，半径 50m 内辐射工作人员和公众。主要包括：ERCP 机房的四周配套房间内工作人员、门诊楼工作人员及公众及楼外流动公众等。

由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此在进行预测时选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	与射线装置最近距离(m)	人流量(人次/d)	照射类型	剂量约束值(mSv/年)	
ERCP 机房	机房内	ERCP 机房内的医生	0.5	≤2	职业	5.0
		ERCP 机房内的护士	1.0	≤2	职业	5.0
	机房四周	控制室内的技师	3.0	≤2	职业	5.0
		污物走廊、清洁间、污物间（西北侧）	3.5	≤2	公众	0.1
		产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等（西南侧）	3.0	≤30	公众	0.1
		医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等；（东南侧）	3.0	≤20	公众	0.1
		检查室、洗消间、镜库、水处理室等（东北侧）	4.0	≤10	公众	0.1
		4 楼 ICU 病房（正上方）	3.0	≤10	公众	0.1
		2 楼特检科办公室及值班室（正下方）	3.0	≤8	公众	0.1

评价标准

1、环境质量标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；

声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

2、污染物排放标准

废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准；

废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准；

噪声执行 ①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准；

一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），医疗废物按相关规定执行。

3、剂量约束值

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

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。

本评价按上述标准中规定的职业照射年平均有效剂量的 1/4 执行，即 5mSv/a，眼晶体的年当量剂量约束限值为 37.5mSv，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束限值为 125mSv；公众照射按照标准中规定的年有效剂量的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

4、放射工作场所边界周围剂量率控制水平

放射工作场所边界周围剂量率控制水平参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，本项目医用射线装置使用场所在距离 ERCP 机房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

5、臭氧的排放标准

根据《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）室内臭氧符合最高允许浓度 0.30mg/m³ 的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目选址于苍溪县人民医院新院门诊楼3层内镜中心。根据现场踏勘，苍溪县人民医院新院位于苍溪县陵江镇赵公坝，目前正在建设中。医院用地红线北侧为规划道路，规划道路外侧为空地。医院东北侧场界外110m为龙江国际一期住宅小区。医院用地红线东侧为规划南北走向的道路，道路外侧为规划绿地，东侧红线外70m为南北走向的G212，东侧场界外95m为御品澜庭住宅小区；医院东南侧G212外为山林；医院用地红线南侧为规划道路，道路外侧规划二类居住用地，现状为苍溪阳光十里江湾。医院用地红线西侧为规划市政绿地，西侧红线外37m为河堤，嘉陵江距离医院西侧场界的距离为120m。

本项目 ERCP 机房位于门诊楼（4F，高约 20m）三层内镜中心。ERCP 机房 50m 范围均在医院内，机房西北面为污物走廊、清洁间、污物间等，墙外约 29m 为医院住院楼；机房西南面依次为产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等；东南面为配套控制室、医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等；东北面为走廊，隔走廊为 5 间相邻的检查室，隔检查室为洗消间、镜库、水处理室等。楼上 4 楼为 ICU 病房；楼下 2 楼为特检科办公室及值班室。本项目 ERCP 平面布置图见附图 3。

二、本项目主要环境影响

本项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 ERCP 在曝光过程中，产生的 X 射线。

三、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

受苍溪县人民医院的委托，西弗测试技术成都有限公司于 2022 年 4 月 21 日按照委托单位要求对苍溪县人民医院新增 C 型臂 X 射线机项目场所周围，进行了辐射环境现状布点监测，其监测项目、分析及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
------	------	------

环境 X-γ辐射剂 量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	校准情况	
X-γ 辐射剂 量率	AT1123 型 X-γ剂量率仪 编号：55537	测量范围： 10nSv/h~10Sv/h	检定/校准单位： 中国测试技术研究院 检定/校准有效期： 2021.07.29~2022.07.28 校准因子：1.06	天气：晴 温度： 26℃ 湿度： 46%

四、质量保证

该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

西弗测试技术成都有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

从事监测的单位，西弗测试技术成都有限公司于 2018 年 1 月取得了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：182312050019，有效期至 2024 年 1 月 9 日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 ERCP 曝光时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X-γ辐射剂量率。根据现场实际情况，X-γ辐射剂量率监测点位主要包括 ERCP 机房、ERCP 机房四周、ERCP 机房正上方，

监测点位均为 ERCP 机房周围的区域，每个点位测量 5 次，根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：

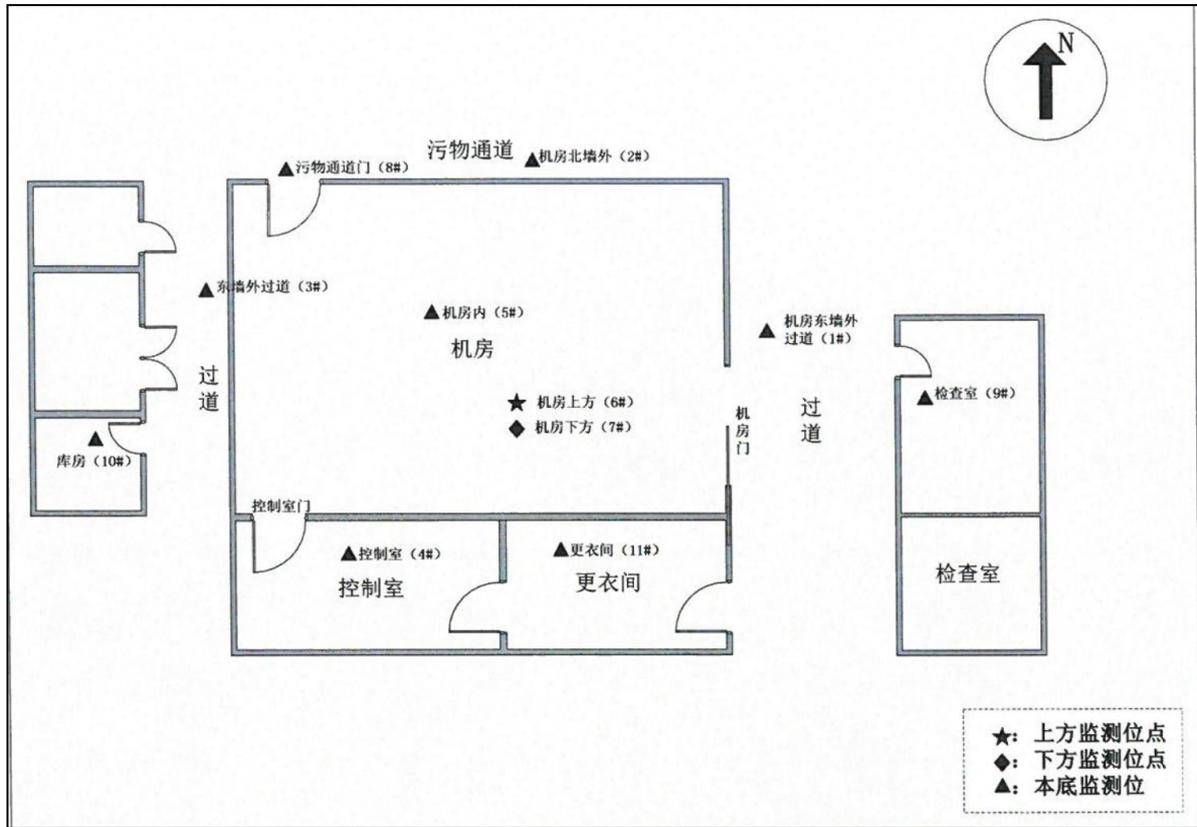


图 8-1 监测布点示意图

六、环境现状监测与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

具体监测结果如下：

表 8-3 拟建项目周围环境 X-γ辐射剂量率 单位：μGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	机房东墙外 30cm	0.088	0.014	室内
2	机房北墙外 30cm	0.083	0.009	
3	机房西墙外 30cm	0.089	0.012	
4	机房南墙外 30cm	0.081	0.015	
5	机房内	0.104	0.010	

6	机房上方	0.084	0.012
7	机房下方	0.082	0.013
8	污物通道门	0.098	0.013
9	检查室	0.084	0.015
10	库房	0.086	0.014
11	更衣间	0.101	0.013

由监测报告得知，项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 81~104nSv/h，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中 5.5 计算结果：使用 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy 和 1.16Sv/Gy，由监测单位提供资料，本项目监测仪器使用的检定/校准参考辐射源为 ^{137}Cs ，因此监测报告中的辐射剂量率单位换算比值为 1.20Sv/Gy，可得本项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 67.5~86.7nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量报告》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5~121.3nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项

1、土建、装修施工的工艺分析

苍溪县人民医院拟在门诊楼三层内镜中心新建 1 间 ERCP 机房及其配套用房，在 ERCP 机房内，使用 1 台可移动的 C 型臂 X 射线机，型号 PLX7100A，属于 II 类射线装置。本项目机房及其辅助用房主体工程与大楼同期建设，其余仅需进行简单装饰，设备安装、管线敷设和其他辐射防护设施的安装，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。

施工期工艺流程及污染物产生环节见图 9-1。

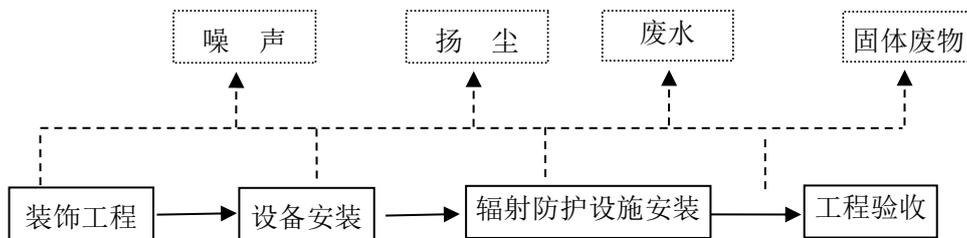


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

在 ERCP 机房装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，避免各屏蔽体之间有漏缝产生。

2、施工期主要污染源处理措施：

①扬尘

施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取及时洒水等措施来进行控制。

②噪声

施工期噪声包括是装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理布局，合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境的影响较小。

③废水

本项目工程量小，施工周期段，产生的少量施工废水经沉淀后循环使用；生活

污水经医院已建的污水处理站处理，施工人员生活污水经预处理后，再通过市政管网进入苍溪县石家坝污水处理厂进一步处理后，进行达标排放。

④废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

⑤固体废物

施工过程中固体废物主要为废弃材料、装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑材料、装修垃圾等进行分类收集，统一处理；施工人员产生的生活垃圾应统一收集后送城市环卫部门处理。

本项目施工期对环境最主要的影响因素是噪声和扬尘，采取有效的防治措施后，对环境的影响较小。施工期对环境的影响是短期、暂时的，将随施工结束而消失。

3、设备安装调试期间的工艺分析

本项目 ERCP 调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧。

二、运营期污染源项

1、ERCP 工作原理

X 射线装置主要由 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。高压加在 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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。

ERCP 是指将十二指肠镜插至十二指肠，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。

2、ERCP 工作流程及产污节点分析

①接诊病人后，向病人告知可能受到的辐射危害；

②病人准备完毕进入机房摆位、固定，然后进入机房内对病人进行局部消毒处理

和局部防护处理；

③医生进行插镜（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）、插管（将导管插入乳头），配合透视注入造影剂；

④完成造影剂注入后，医生退出机房，通过控制室操作台对病人进行拍片，得到病人病灶部位清晰影像资料；

⑤根据拍片结果，医生再次进入机房内配合内镜对病人病灶部位进行相应治疗。

产污环节：医生透视或拍片会产生 X 射线，X 射线电离空气产生臭氧。

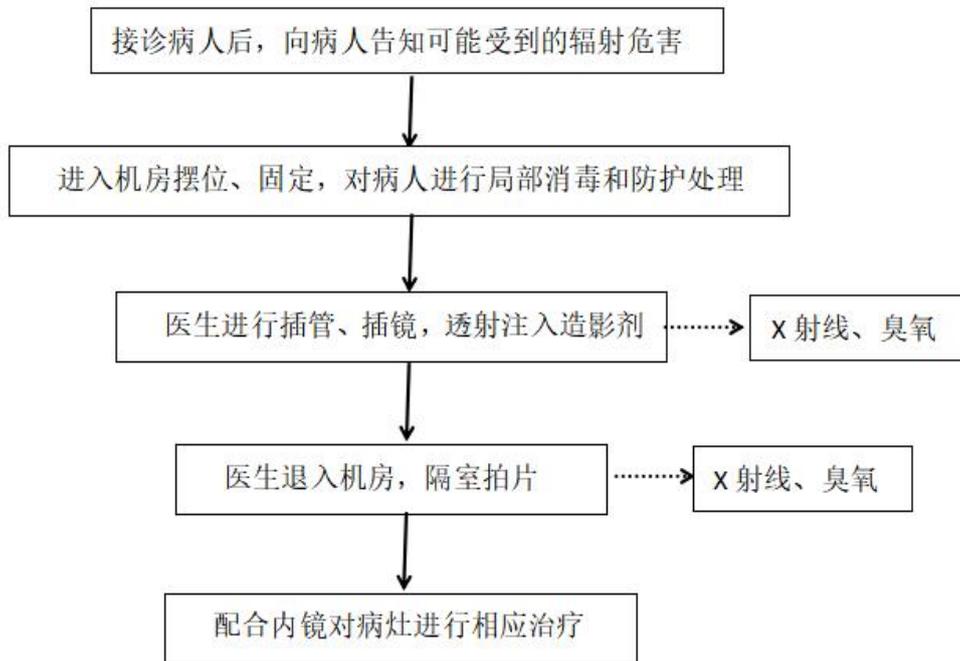


图 9-6 ERCP 治疗流程及产污环节图

3、本项目医护人员、患者、污物路径分析

本项目人流、物流通道分开布置，手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过污物通道，暂存于医疗废物暂存间。

本项目人流、物流图见图 9-3。

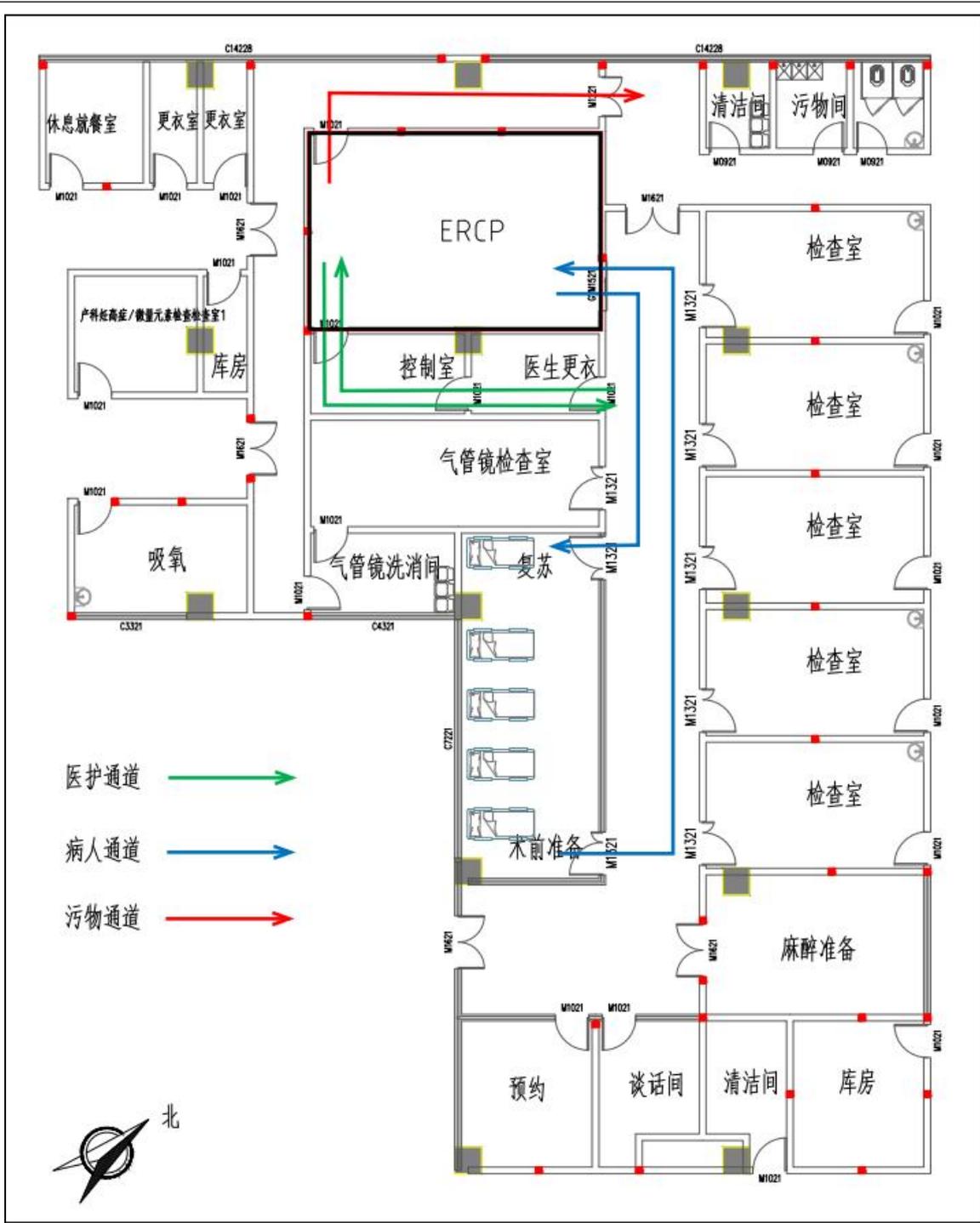


图9-3 本项目人流、物流路径示意图

4、通排风系统介绍

ERCP 机房采用新风系统排换气，ERCP 机房内产生的臭氧由排风管道导至门诊楼楼顶（4F，距地面约 20m 处）排放，通排风图见下图。

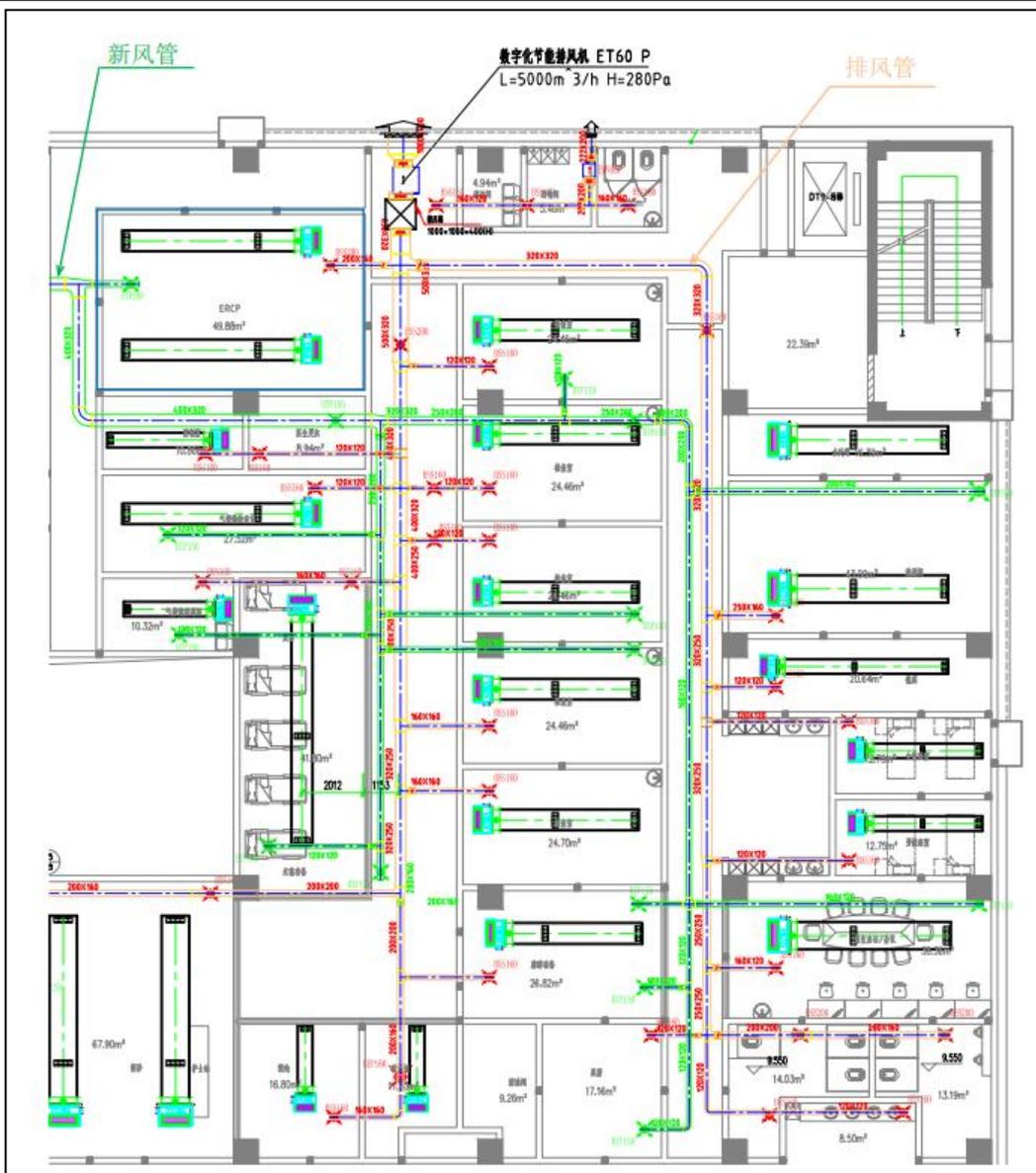


图9-4 本项目通排风图

污染源项描述

(1) 电离辐射

ERCP 在开机状态下主要辐射为 X 射线，不开机状态不产生 X 射线。

(2) 废气

ERCP 在曝光过程中臭氧产生量很小，经新风系统处理后，通过通排风管道引至门诊楼楼顶排放，室外大气扩散条件良好，产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小对环境影响较小。

(3) 噪声

本项目噪声源主要为空调噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强不大于 65dB (A)且均处于室内，通过建筑墙体隔声和距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界噪声标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

(4) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入市政管网，进入苍溪县石家坝污水处理厂处理达标后排放。

(5) 固体废物

①本项目 ERCP 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 1kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 100kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

(6) 造影剂的存储、泄露风险

造影剂是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排除体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

本项目ERCP机房位于门诊楼（4F，高约20m）三层内镜中心。ERCP机房50m范围均在医院内，机房西北面为污物走廊、清洁间、污物间等，墙外约29m为医院住院楼；机房西南面依次为产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等；东南面为配套控制室、医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等；东北面为走廊，隔走廊为5间相邻的检查室，隔检查室为洗消间、镜库、水处理室等。楼上4楼为ICU病房；楼下2楼为特检科办公室及值班室。本项目ERCP平面布置图见附图3。

本项目病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉影响，候诊病人从病员通道进入ERCP机房，医护人员从医护通道进入控制室和ERCP机房，污物通道独立设置，手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过污物通道，暂存于污物间。

综上，本项目总平面布置是合理。

2、辐射工作场所两区划分

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）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区。

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的指示。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（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，辐射工作区与非辐射工作区隔开。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

根据控制区和监督区的定义，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将 ERCP 机房划为控制区，将其配套用房（控制室、医生更衣室、麻醉室、污物通道）划为监督区。在监督区外张贴电离辐射标志以警示。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图 5 上进行了标识。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

项目名称	控制区	监督区
ERCP	ERCP 机房	控制室、医生更衣室、麻醉室、污物通道。

控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

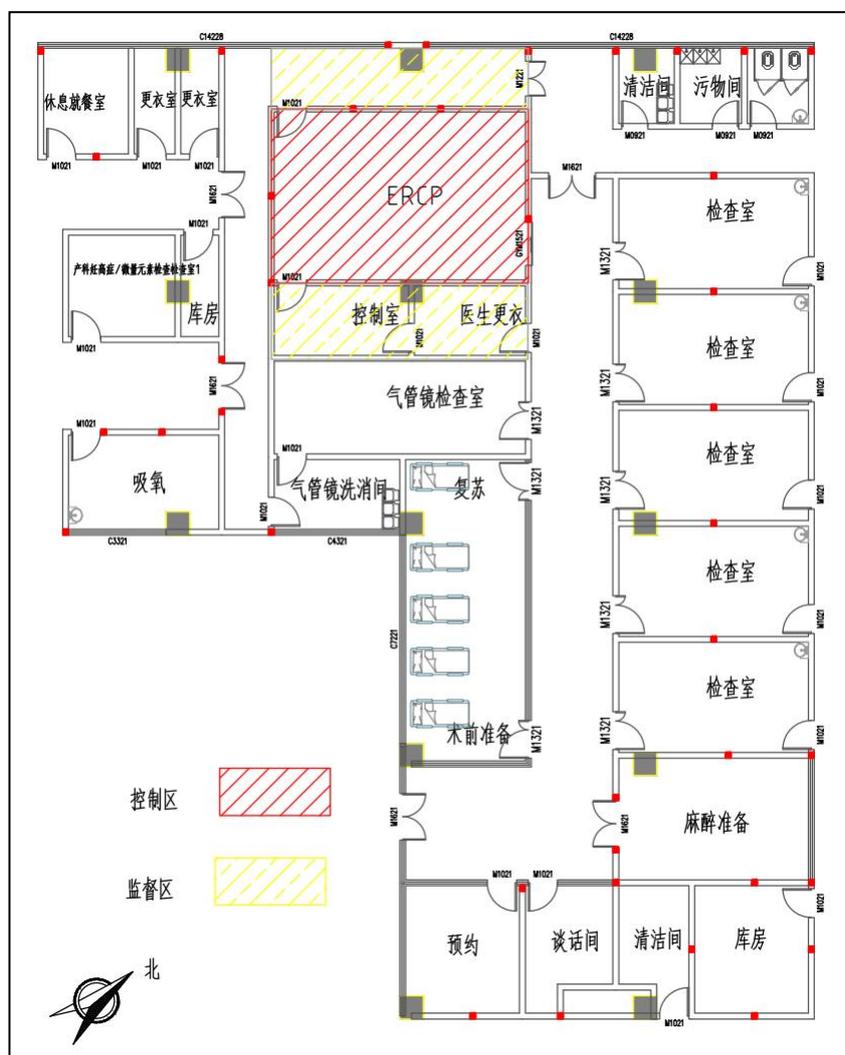


图 10-1 本项目 ERCP 两区划分示意图

3、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-2；

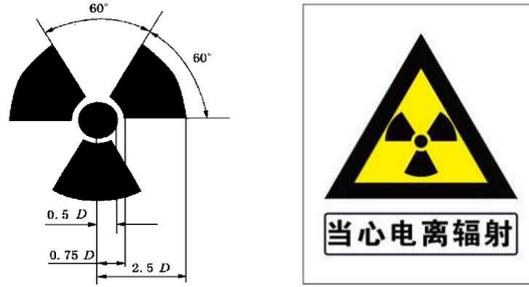


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门禁）限制进出控制区；

④在卫生通过区域配备个人防护用品、工作服、便携式辐射检测仪的贮存柜等；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

4、监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，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。

一、辐射安全与防护措施

（一）辐射屏蔽措施

根据苍溪县人民医院提供的资料,ERCp 机房净空面积为 49.9m²,净空尺寸长 8.6m×宽 5.8m×高 3.0m,四周墙体为 200mm 空心砖+3mm 厚铅板;机房地面为 80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层;顶部为 80mm 厚混凝土+3mm 铅板;楼上(4 楼)为 ICU 病房;楼下(2 楼)为特检科办公室及特检科办公室及值班室;机房观察窗(1 扇)为 3mm 铅当量的铅玻璃,防护铅门(3 扇)均为 3mm 铅当量。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C,本项目实体防护折合铅当量计算见表 10-2:

表 10-2 ERCp 机房的实体防护折合铅当量计算表

ERCp 机房	实体结构	折合铅当量
四周墙体	四周墙体为 200mm 空心砖+3mm 厚铅板	3mmPb
屏蔽门	3mmPb	3mmPb
观察窗	3mmPb	3mmPb
屋顶	80mm 厚混凝土+3mm 铅板	3mmPb

地面	80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层	3mmPb
----	------------------------	-------

注：混凝土密度为 2.35g/cm³，硫酸钡密度为 4.5g/cm³。

本项目 ERCP 机房实体防护与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照见下表：

表 10-3 ERCP 机房的实体防护设施对照表

房间	面积	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶	地板
ERCP 机房	49.9m ² （最小单边长度5.8m）	四周墙体为 200mm空心砖 +3mm厚铅板（3mm铅当量）	3mm 铅当量	3mm 铅当量	80mm厚混凝土+3mm 铅板（3mm 铅当量）	80mm厚混凝土 +3mm铅当量硫酸钡涂层（3mm 铅当量）
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积20m ² ，最小单边长度3.5m	2mm铅当量	2mm 铅当量	2mm 铅当量	2mm 铅当量	2mm 铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

（二）辐射防治措施

1、ERCP 固有安全性

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铝过滤板，以消除软 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选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

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指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：ERCP 配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘（0.5mmPb）、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照

射；同时在操作台和床体上均设置“紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

2、辐射工作场所防治措施

①ERCP 机房采取屏蔽措施。

②ERCP 机房防护门外设有电离辐射警示标志和工作指示灯箱。

③配有铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等防护措施。

④门灯联锁：ERCP 机房防护门外顶部设置工作状态指示灯箱。防护灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

⑤紧急止动装置：控制台上、手术床旁设置紧急止动按钮。ERCP 系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按下任意一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

3、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

(1) 辐射工作人员

为减少辐射工作人员的照射剂量，防护X射线的主要方法有屏蔽防护、时间防护和距离防护，三种防护联合运用、合理调节。

①距离防护

ERCP机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在ERCP机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

②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射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。根据医院的实际情况，本项目的 ERCP 主要用于胰胆管造影等。

③缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

④缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

⑤充分利用各种防护器材：

a.介入手术中 ERCP 机房内操作者穿铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅手套（防护厚度均

为 0.5mm 铅当量)；

b.使用床下铅帘及悬吊铅帘（防护厚度均为 0.5mm 铅当量）。

⑥在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

⑦个人剂量监测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求在上班期间必须佩戴。对于进行介入治疗的辐射工作人员，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)，铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2）受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅围脖（防护铅当量应不低于 0.5mm），用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

（3） ERCP 机房周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在 ERCP 机房门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射。

三、放射性工作场所安防措施

为确保本项目所使用的II类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-4。

表 10-4 射线装置工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
ERCP 工作场所	防盗和防破坏	①本项目 ERCP 机房及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏； ②安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ③ERCP 机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。

		④ERCp 机房内配置了火灾报警系统及灭火器等。
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置购置于正规厂家，泄漏辐射不会超过《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的约束值； ②本项目 ERCp 机房均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评措施进行落实，ERCp 机房是不存在辐射泄漏的情况。

四、辐射安全防护设施对照分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对II类医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-5：

表 10-5 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
场所设施	观察窗屏蔽	1 扇铅窗，为 3mm 铅当量	设计中已有
	ERCp 机房防护门	3 扇铅门，均为 3mm 铅当量	设计中已有
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设计中已有
	通风设施	新风系统 1 套	设计中已有
	紧急停机按钮	设备自带	设计中已有
	门灯联锁	/	需配备
	对讲系统	/	需配备
	电离辐射警告标志	/	需配备
	机器工作状态指示灯箱	/	需配备
监测设备	便携式辐射监测仪	/	需配备 1 台
	个人剂量计	/	利旧 3 套
	个人剂量报警仪	/	需配备 3 台
防护器材	医护人员个人防护	/	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套
	患者防护	/	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 1 套
其他	灭火器材	/	需配备 2 个

五、环保设施及投资分析

本项目总投资***万元，其中环保投资**万元，占总投资约**。具体环保设施及投资见表 10-6。

表 10-6 环保设施及投资一览表

项目	环保设施	数量	投资 (万元)	
ERCp 机房	观察窗 (3mm 铅当量)	1 扇	**	
	铅防护门 (3mm 铅当量)	3 扇	**	
	四周墙体: 200mm 空心砖+3mm 厚铅板 (3mm 铅当量)	/	**	
	屋顶: 80mm 厚混凝土+3mm 铅板 (3mm 铅当量)	/	**	
	地面: 80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层 (3.0mm 铅当量)	/	**	
	安全装置	工作状态指示灯箱	2 个	**
		电离辐射警告标志	2 个	
		紧急止动装置	1 套	
		门灯联锁装置	1 套	
		对讲系统	1 套	
		床下铅帘 (机器自带、0.5mm 铅当量)	1 套	机器自带
	悬吊铅帘 (机器自带、0.5mm 铅当量)	1 套		
	监测仪器及个人防护用品	个人剂量计	3 套	利旧
		个人剂量报警仪	3 台	**
		便携式辐射监测仪	1 台	**
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	3 套 (医护人员使用)	
		铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套	1 套 (患者使用)	
	其他	通风设施: 新风系统	1 套 (设计中已有)	——
医疗废物处置		100kg/a	**	
合计			**	

今后在实践中, 医院应根据国家发布的法规内容, 结合自身实际情况对环保设施做相应补充, 使之更能满足实际需要和法规要求。

三废的治理

1、废水

本项目运行后, 废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中表 2 预处理标准后排入市政管网, 进入苍溪县石家坝污水处理厂处理达标后排放。

2、废气

ERCp 在曝光过程中臭氧产生量很小, 经新风系统处理后, 通过通排风管道引至门诊楼楼顶排放, 室外大气扩散条件良好, 产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后, 对周围大气环境的影响较小对环境影响较小, 符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的

二级标准（0.2mg/m³）要求。

3、固体废物

①本项目 ERCP 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 1kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 100kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

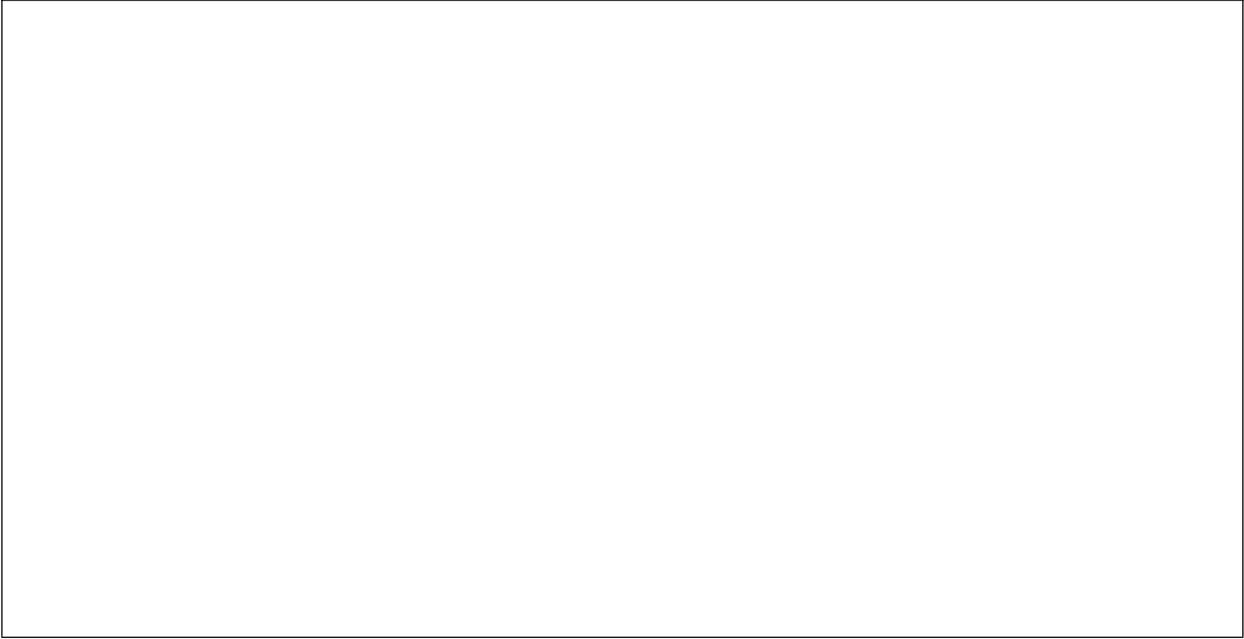


表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、土建、装饰施工的环境影响分析

苍溪县人民医院拟在门诊楼三层内镜中心新建 1 间 ERCP 机房及其配套用房，在 ERCP 机房内，使用 1 台可移动的 C 型臂 X 射线机，型号 PLX7100A，属于 II 类射线装置。本项目机房及其辅助用房主体工程与大楼同期建设，其余仅需进行简单装饰，设备安装、管线敷设和其他辐射防护设施的安装，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水，在施工期应重点做好以下工作：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制；

废水防治措施：施工废水经沉淀后循环使用；生活污水依托原有项目废水处理系统进行预处理，施工人员生活污水经过原有污水管网排入市政污水管网，再经市政污水管网进入苍溪县石家坝污水处理厂；

废气防治措施：项目施工现场封闭施工，施工现场及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

固废防治措施：施工垃圾由施工单位集中收集后运送至建筑垃圾处理厂处理，生活垃圾依托环卫部门统一清运。

ERCP 机房施工质量的要求：1.在建设过程中严格按照施工规范进行施工，在 ERCP 配套工程新建墙体过程中，墙与墙之间须紧密贴合，防止射线泄露；使用符合要求的水泥，铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍；2.穿过 ERCP 机房墙体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

设备安装、调试须由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止发生辐射事故。由于设备的安装和调试均在 ERCP 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。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

(一) ERCP 的辐射环境影响分析

本项目涉及 1 台 ERCP，ERCP 的年工作量最大为 100 人次/年，ERCP 主要用于胰胆管造影。

根据原环境保护部和国家卫生计生委联合发布公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》，ERCP 属于 II 类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。本机为数字成像设备，不使用显、定影液，其主要危害因素为射线装置工作时产生的 X 射线，出束方向不固定。

ERCP 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过操作间铅玻璃观察窗 ERCP 机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内，经 ERCP 机房各屏蔽体屏蔽后，对 ERCP 机房外（包括 ERCP 机房楼上）的公众和工作人员影响较小。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 ERCP 机房进行手术治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师身着铅衣、戴铅眼镜等在 ERCP 机房内对病人进行直接的手术操作。

本环评采用预测方法分析本项目 ERCP 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响。

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

根据苍溪县人民医院提供的资料，门诊楼一层西北侧 ERCP 机房净空面积为 49.9m²，净空尺寸长 8.6m×宽 5.8m×高 3.0m，四周墙体为 200mm 空心砖+3mm 厚铅板；机房地面为 80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层；顶部为 80mm 厚混凝土+3mm 铅板；楼上（4 楼）为 ICU 病房；楼下（2 楼）为特检科办公室及值班室；机房观察窗（1 扇）为 3mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（3 扇）均为 3mm 铅当量。

本项目装置过滤材料按 2mmAl 考虑，拍片时，ERCP 的常用电压 60~100kV，常用电流为 100~300mA；透视时，ERCP 常用管电压为 70~90kV，常用管电流为

10~20mA。本项目 ERCP 过滤板采用 2.5mmAl，保守估算，根据图 4.4c，当管电压为 90kV 时，查得 $v_{r0}=0.9R\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；当管电压为 100kV 时，查得 $v_{r0}=1.0R\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。经计算后，在透视时管电压为 90kV、管电流为 20mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_0 为 157.14mGy·min⁻¹；在拍片管电压为 100kV、管电流为 300mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_0 为 2619mGy·min⁻¹。

见下表：

表 11-1 本项目 ERCP 常用工况及源强取值

工作模式	常用管电压	常用管电流	v_{r0}	H_0
透视	70~90kV	10~20mA	$0.9R\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	157.14mGy·min ⁻¹
拍片	60~100kV	100~300mA	$1.0R\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	2619mGy·min ⁻¹

本项目 ERCP 投用后，由于出束方向不固定，考虑每个方向的利用因子相同，均为 1/6；主射方向仅考虑主射线，其余方向考虑散射和漏射辐射的影响。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 ERCP 机房最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

本项目共布设 9 个预测点位，预测点位分析如下；ERCP 导管室辐射场所分布图及预测关注点位见图 11-1。

- 1: ERCP 机房内的医生
- 2: ERCP 机房内的护士
- 3: 控制室内的技师
- 4: 污物走廊、清洁间、污物间（西北侧）
- 5: 产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等（西南侧）
- 6: 医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等；（东南侧）
- 7: 检查室、洗消间、镜库、水处理室等（东北侧）
- 8: 4 楼 ICU 病房（正上方）
- 9: 2 楼特检科办公室及值班室（正下方）；

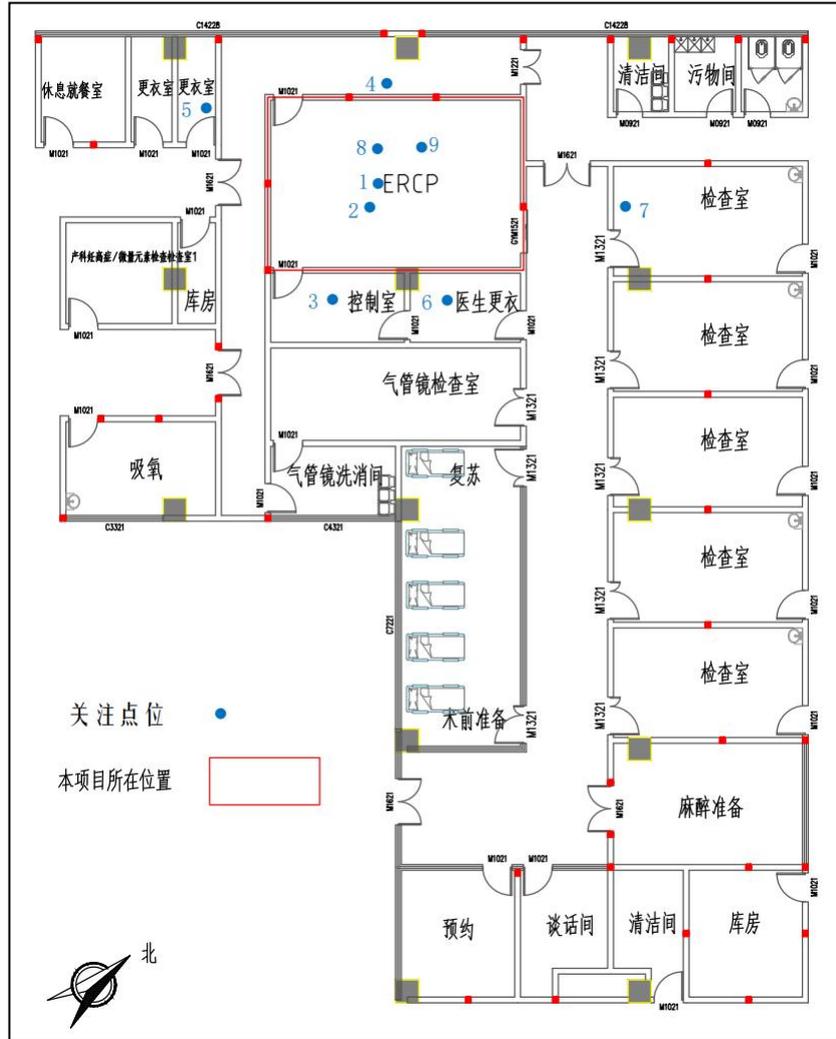


图 11-1 ERCP 机房预测关注点位示意图

1) 主射线束方向保护目标的影响

① 计算模式

主射束的屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \quad (\text{式 1})$$

式中： D_r —预测点处辐射空气吸收剂量，Gy/a；

D_1 —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，Gy/min；

T—每台 ERCP 每年工作时间，16h（包括透视和拍片）；

μ —利用因子，监测点位的占用因子均取 1/6；

η —对防护区的占用因子（居留因子）；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r—预测点距 X 射线源的距离，m。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2 可知。屏蔽透射因子 B:

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

式中:

B—给定铅厚度的屏蔽透射因子;

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。

散射线的透射因子将根据实际情况, 采用常用工况下散射线拟合参数进行计算; 泄漏射线因和主射线能量一样, 故采用常用工况下主射线拟合参数计算其透射因子。

表 11-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV (透视)						
材料	α		β		γ	
铅	3.067		18.83		0.7726	
管电压 100kV (拍片)						
材料	α		β		γ	
	主束	散射	主束	散射	主束	散射
铅	2.500	2.507	15.28	15.33	0.7557	0.9124

根据计算, ERCP机房不同防护措施对应的屏蔽透射因子见表11-3。

表 11-3 ERCP 机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效铅当量	屏蔽透射因子(透视)	屏蔽透射因子(拍片)	
				主束	散射
四周墙体	200mm空心砖+3mm厚铅板	3mmPb	7.93×10^{-6}	4.14×10^{-5}	6.31×10^{-5}
顶部	80mm厚混凝土+3mm铅板	3mmPb	7.93×10^{-6}	4.14×10^{-5}	6.31×10^{-5}
地面	80mm厚混凝土+3mm铅当量硫酸钡涂层	3mmPb	7.93×10^{-6}	4.14×10^{-5}	6.31×10^{-5}
防护门	3mm铅当量铅门	3mmPb	7.93×10^{-6}	4.14×10^{-5}	6.31×10^{-5}
防护窗	3mm铅当量的铅玻璃	3mmPb	7.93×10^{-6}	4.14×10^{-5}	6.31×10^{-5}
手术医生、护士位	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.08×10^{-3}	7.36×10^{-3}	1.05×10^{-2}

②预测结果分析

根据 NCRP147 报告, 患者和接收器对初始线束的减弱倍数为 10 到 100 倍, 考虑最不利影响, 患者和接收器对初始线束的减弱倍数取 10 倍, 则主射方向照射量率取

主射束的 10%。将相关参数带入(式 1)中, 进行各关注点年有效剂量预测, 预测点年剂量估算结果见表 11-4:

表 11-4 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点	与源直线距离 (m)	屏蔽材料厚度及等效铅当量 (mm)	拍片/透视	屏蔽透射因子 (f)	利用因子 (μ)	占用因子 (η)	预测点年有效剂量 (mGy/a)
控制室内的技师	3	3mm 铅当量的铅玻璃	透视	7.93E-06	1/6	1	2.08E-03
			拍片	4.14E-05	1/6	1	1.20E-02
污物走廊、清洁间、污物间 (西北侧)	3.5	200mm 空心砖 +3mm 厚铅板	透视	7.93E-06	1/6	1/16	2.08E-03
			拍片	4.14E-05	1/6	1/16	1.20E-02
产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等 (西南侧)	3.0	200mm 空心砖 +3mm 厚铅板	透视	7.93E-06	1/6	1	9.54E-05
			拍片	4.14E-05	1/6	1	5.53E-04
医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等; (东南侧)	3.0	200mm 空心砖 +3mm 厚铅板	透视	7.93E-06	1/6	1	2.08E-03
			拍片	4.14E-05	1/6	1	1.20E-02
检查室、洗消间、镜库、水处理室等 (东北侧)	4.0	200mm 空心砖 +3mm 厚铅板	透视	7.93E-06	1/6	1	2.08E-03
			拍片	4.14E-05	1/6	1	1.20E-02
4楼 ICU 病房 (正上方)	3.0	80mm 厚混凝土 +3mm 铅板	透视	7.93E-06	1/6	1	1.17E-03
			拍片	4.14E-05	1/6	1	6.78E-03
2楼特检科办公室及值班室 (正下方)	3.0	80mm 厚混凝土 +3mm 铅当量硫酸钡涂层	透视	7.93E-06	1/6	1	2.08E-03
			拍片	4.14E-05	1/6	1	1.20E-02

2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (式2)$$

式中:

H_s ——预测点处的散射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

a ——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 查表取得， 1.3×10^{-3} ；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 1m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——减弱因子；

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点位描述	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料及厚度	照射类型	减弱因子	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）	年散射辐射剂量（ mGy/a ）
ERCP 机房内的医生	0.5	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	透视	4.08E-03	84.54	1.06
ERCP 机房内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	透视	4.08E-03	21.14	0.26
控制室内的技师	3.0	3mm 铅当量铅玻璃窗	透视	7.93E-06	4.57E-03	5.71E-05
			拍片	6.31E-05	6.06E-01	5.05E-04
污物走廊、清洁间、污物间（西北侧）	3.5	200mm 空心砖+3mm 厚铅板	透视	7.93E-06	3.36E-03	2.62E-06
			拍片	6.31E-05	4.45E-01	2.32E-05
产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等（西南侧）	3.0	200mm 空心砖+3mm 厚铅板	透视	7.93E-06	4.57E-03	5.71E-05
			拍片	6.31E-05	6.06E-01	5.05E-04
医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等；（东南侧）	3.0	200mm 空心砖+3mm 厚铅板	透视	7.93E-06	4.57E-03	5.71E-05
			拍片	6.31E-05	6.06E-01	5.05E-04
检查室、洗消间、镜库、水处理室等（东北侧）	4.0	200mm 空心砖+3mm 厚铅板	透视	7.93E-06	2.57E-03	3.21E-05
			拍片	6.31E-05	3.41E-01	2.84E-04
4 楼 ICU 病房（正上方）	3.0	80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层	透视	7.93E-06	4.57E-03	5.71E-05
			拍片	6.31E-05	6.06E-01	5.05E-04

2 楼特检科办公室及值班室(正下方)	3.0	80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层	透视	7.93E-06	4.57E-03	5.71E-05
			拍片	6.31E-05	6.06E-01	5.05E-04

3) 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 1‰计算，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 3)进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式3)$$

式中：

H —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f —泄漏射线比率，1‰；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R —靶点距关注点的距离，m；

B ——减弱因子。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点位描述	靶点距关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	照射类型	减弱因子	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	漏射年辐射剂量 (mGy/a)
ERCP 机房内医生	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	透视	4.08E-03	153.71	1.92
ERCP 机房内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	透视	4.08E-03	38.43	4.80E-01
控制室内的技师	3.0	3mm 铅当量 铅玻璃窗	透视	4.14E-05	4.34E-02	5.42E-04
			拍片		7.23E-01	6.02E-04
污物走廊、清洁间、污物间 (西北侧)	3.5	200mm 空心砖 +3mm 厚铅板	透视	4.14E-05	3.19E-02	2.49E-05
			拍片		5.31E-01	2.77E-05
产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等 (西南侧)	3.0	200mm 空心砖 +3mm 厚铅板	透视	4.14E-05	4.34E-02	5.42E-04
			拍片		7.23E-01	6.02E-04
医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等； (东南侧)	3.0	200mm 空心砖 +3mm 厚铅板	透视	4.14E-05	4.34E-02	5.42E-04
			拍片		7.23E-01	6.02E-04

检查室、洗消间、镜库、水处理室等（东北侧）	4.0	200mm 空心砖+3mm 厚铅板	透视	4.14E-05	2.44E-02	3.05E-04
			拍片		4.07E-01	3.39E-04
4楼 ICU 病房（正上方）	3.0	80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层	透视	4.14E-05	4.34E-02	5.42E-04
			拍片		7.23E-01	6.02E-04
2楼特检科办公室及值班室（正下方）	3.0	80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层	透视	4.14E-05	4.34E-02	5.42E-04
			拍片		7.23E-01	6.02E-04

4) 小结

本项目所致保护目标最大年有效剂量理论预测结果见表11-7:

表11-7 本项目各预测点保护目标理论预测最大受照剂量

保护目标相对位置	关注点位描述	照射类型	年辐射剂量 (mSv/a)			年总辐射剂量 (mSv/a)	备注
			主射	散射	漏射		
ERCP 机房内	ERCP 机房内医生	透视	/	1.06	1.92	2.98	职业
	ERCP 机房内的护士	透视	/	0.26	4.80E-01	7.40E-01	职业
ERCP 机房周围	控制室内的技师	透视	2.08E-03	5.71E-05	5.42E-04	2.68E-03	职业
		拍片	1.20E-02	5.05E-04	6.02E-04	1.32E-02	
		合计	1.41E-02	5.62E-04	1.14E-03	1.59E-02	
	污物走廊、清洁间、污物间（西北侧）	透视	2.08E-03	2.62E-06	2.49E-05	2.11E-03	公众
		拍片	1.20E-02	2.32E-05	2.77E-05	1.21E-02	
		合计	1.41E-02	2.58E-05	5.26E-05	1.42E-02	
	产科检查室、医生更衣室、休息就餐室、办公室、会议室等（西南侧）	透视	9.54E-05	5.71E-05	5.42E-04	6.95E-04	公众
		拍片	5.53E-04	5.05E-04	6.02E-04	1.66E-03	
		合计	6.48E-04	5.62E-04	1.14E-03	2.36E-03	
	医生更衣室、气管镜检查室、气管镜洗消间、复苏室、术前准备室等；（东南侧）	透视	2.08E-03	5.71E-05	5.42E-04	2.68E-03	公众
		拍片	1.20E-02	5.05E-04	6.02E-04	1.31E-02	
		合计	1.41E-02	5.62E-04	1.14E-03	1.58E-02	
	检查室、洗消间、镜库、水处理室等（东北侧）	透视	2.08E-03	3.21E-05	3.05E-04	2.42E-03	公众
		拍片	1.20E-02	2.84E-04	3.39E-04	1.26E-02	
		合计	1.41E-02	3.16E-04	6.44E-04	1.50E-02	
	4楼 ICU 病房（正上方）	透视	1.17E-03	5.71E-05	5.42E-04	1.77E-03	公众
		拍片	6.78E-03	5.05E-04	6.02E-04	7.89E-03	
		合计	7.95E-03	5.62E-04	1.14E-03	9.66E-03	
2楼特检科办公室及值班室（正下方）	透视	2.08E-03	5.71E-05	5.42E-04	2.68E-03	公众	
	拍片	1.20E-02	5.05E-04	6.02E-04	1.31E-02		
	合计	1.41E-02	5.62E-04	1.14E-03	1.58E-02		

由上表可知，本项目公众所受年剂量最高为1.58E-02mSv，小于本次评价确定的0.1mSv/a的约束值要求；在ERCP机房内参加手术的医生所受剂量为2.98mSv/a，护士所受剂量合计为7.40E-01mSv/a，技师所受剂量合计为1.59E-02mSv/a；由于本项目辐射工作人员还需承担原有辐射工作，因此需考虑剂量叠加，根据四川世阳卫生技术服务有限公司对医院辐射工作人员最近连续四个季度的个人剂量检测结果：在最近连续4个季度的个人剂量统计表中，辐射工作人员连续4个季度最大个人剂量之和为0.54mSv，叠加本项目贡献值，可得到辐射工作人员年有效剂量为医生3.52mSv/a，护士1.28mSv/a，技师0.56mSv/a，均低于5.0mSv/a的剂量约束值。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 ERCP 机房最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在 ERCP 运行后，项目运行产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，ERCP 机房周围环境保护目标受照剂量低于预测剂量，对复合手术室周围公众影响更小。

(4) 医生腕部皮肤受照剂量

介入治疗时，医生通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射射束照射的几何条件为前后入射（AP，即垂直于人体长轴/Z 轴，从人体正面的入射），本项目采用理论预测分析介入手术医生所受到的皮肤剂量。

预测模式：计算模式采用《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017），X 射线所致皮肤损伤的辐射剂量可按下式估算：

$$D_S = C_{KS}(k \cdot t) \times 10^{-3} \quad (\text{式 5})$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}} \quad (\text{式 6})$$

式中： D_S ：皮肤吸收剂量（mGy）；

k ：X- γ 辐射场的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ）；

C_{KS} ：空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（Gy/Gy）；

t ：人员累积受照时间，单位为小时（h）；

$\dot{H}_{(10)}^*$ ——X 辐射场的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

C_{kH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

按照常用最大电流换算后，距靶 1m 处的剂量率为 157.14mGy/min，医生操作时腕部距辐射源（非主射方向）的距离取 0.5m，且考虑受到铅手套（0.025mmPb）屏蔽防护，根据上式，本项目手术时腕部位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 2.36E+04 μ Gy/h。本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。从表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}=1.72\text{Sv/Gy}$ ，由（公式 6）计算出辐射场的空气比释动能为 1.37E+04 μ Gy/h。从表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy/mGy}$ 。根据本项目手术工作量及透视时间，医生手术位腕部皮肤约 1/5 的时间（3h）处于受照位置，核算出心内科每位医生腕部皮肤受到当量剂量为 46.71mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

医院应严格落实辐射安全防护的各项规章制度，所有手术过程中 ERCP 机房内的医护人员均应按辐射工作人员进行管理，手术时医护人员穿戴好防护用品并严格遵守操作规程。对病人病灶进行照射时，应将病人病灶以外的部位用铅橡胶布进行遮盖或穿着铅服，以避免病人受到不必要的照射。

3、介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法，但介入治疗时 X 射线曝光量大，曝光时间长，距球管和散射体近，使介入治疗操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入治疗时 X 射线对操作者和其他人员的影响，本评价提出以下几点要求：

介入治疗医生自身的辐射防护要求：①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量报警仪；④定期维护 ERCP 系统设备，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

患者的辐射防护要求：①严格执行国家标准 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平，保证患者的入射体表剂量率不超过 100mGy/min；②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施；③采用剂量控制

与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散患者的皮肤剂量，避免单一皮肤区域接受全部剂量；④作好患者非照射部位的保护工作。

二、臭氧环境影响分析

本项目在运行过程中，主要污染为 ERCP 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，ERCP 机房拟采用新风系统进行排风，ERCP 在出束过程中，产生的臭氧通过通排风管道引至门诊楼楼顶排放，室外大气扩散条件良好，产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小对环境影响较小，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）要求。

三、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入市政管网，进入苍溪县石家坝污水处理厂处理达标后排放。

四、固体废物环境影响分析

①本项目 ERCP 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 1kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 100kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调噪声，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

ERCP 可能发生的事故

根据原国家环境保护总局公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》规定，本项目 ERCP 属 II 类射线装置，在运行时会产生 X 射线。本项目环境风险因子为 X 射线，根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下进行介入手术操作；由于安全连锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在 ERCP 机房内而造成误照射；

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员在未佩戴个人剂量报警仪或报警仪剂量阈值设置错误的情况下，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到误照射。

三、源项分析及事故等级分析

本项目新建的 ERCP，其风险因子为 X 射线。按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-8 中。

表 11-8 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

项目名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
ERCP	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 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	较大辐射事故
		X 射线装置失控导致 2 人以上（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	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系见表 11-9：

表 11-9 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

四、最大可能性事故分析

(一) ERCP 事故的后果计算

1、手术过程中，发生手术人员超剂量照射

(1) 事故假设

①装置在运行时，手术人员在未采取任何防护的情况下进行手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在 ERCP 机房内而造成误照射；

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员在未佩戴个人剂量报警仪或报警仪剂量阈值设置错误的情况下，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到误照射。

(2) 剂量估算

①手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行手术操作，受到非主射方向的照射事故后果计算结果如下表所示：

表 11-10 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量 (mSv)	总剂量 (mSv)
0.5	0.5	5.11×10^{-2}	1.57×10^{-1}	2.08×10^{-1}
	1	1.02×10^{-1}	3.14×10^{-1}	4.16×10^{-1}
	5	5.11×10^{-1}	1.57	2.08
1	0.5	1.28×10^{-2}	3.93×10^{-2}	5.21×10^{-2}
	1	2.55×10^{-2}	7.86×10^{-2}	1.04×10^{-1}

	5	1.28×10^{-1}	3.93×10^{-1}	5.21×10^{-1}
2	0.5	3.19×10^{-3}	9.82×10^{-3}	1.30×10^{-2}
	1	6.38×10^{-3}	1.96×10^{-2}	2.60×10^{-2}
	5	3.19×10^{-2}	9.82×10^{-2}	1.30×10^{-1}

②事故状态下，维修人员处于主射方向不同时间和距离所受剂量预测结果如下表所示：

表 11-11 事故状态下主射方向不同停留时间和距离维修人员受照剂量表

剂量 mSv 时间 min	距离 m			
		0.5	1	2
0.5		2.62	0.65	0.16
1		5.24	1.31	0.33
5		26.19	6.55	1.64

(3) 事故后果

①根据表 11-10 可知，本项目介入手术人员在不同位置随着时间的推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 4.16mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的公众 1mSv/a 的剂量限值，因此，误入 DSA 检查室人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，构成一般辐射事故。

②根据表 11-11 可知，维修人员在不同位置随着时间的推移，最大可能受照剂量为 52.38mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值。根据表 11-9 可知，引起人员急性重度放射病、局部器官残疾的概率低于 1%，此外，根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表 1 所述：“骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值范围为 4.0~6.0Gy”。因此，本项目不会导致人员发生急性重度放射病、局部器官残疾，为一般辐射事故。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

ERCP 用于介入治疗时属于 II 类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，但由于 ERCP 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的几率很小。ERCP 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 线机的管头组装体约 1m 左右，距病人很近，介入射线装置主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射，其级别构成一般辐射事故。

(1) 为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

- ①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；
- ②实施介入诊疗的质量保证；
- ③做好医生的个人防护；
- ④做好病人非投照部位的防护工作；

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当 ERCP 发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出 ERCP 机房，关闭 ERCP 机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

(2) 对于上述可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立全院安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作；
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗；
- ③ERCP 控制台及介入手术床旁安装“紧急止动”按钮，设备采取工作状态指示灯与 ERCP 机房门联锁等多重安全措施；
- ④建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施；
- ⑤制定全院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

六、其他环境风险分析

本项目 ERCP 机房内贮存造影剂碘海醇注射液约 100L（每瓶 100ml），未使用的药品均密封保存，且储存量很小，未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物统一收集处理。储存造影剂的药品柜为不锈钢药品柜，药品柜均已上锁，钥匙由当班医生保管；进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车对药品进行运送；造影剂的贮存、运输过程均采取了防造影剂泄露的防范与对策措施。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

为了更好地贯彻执行国家有关放射性污染防治的法律法规，落实国家及省、市、县环保部门颁布的有关辐射安全管理的文件精神，加强对本院辐射安全管理，强化责任意识、安全意识，苍溪县人民医院于 2022 年 4 月调整了辐射安全与环境保护管理领导小组（苍人医发[2022]20 号，附件 8）。

（一）调整后辐射安全管理领导小组的人员组成为：

组长：蒙娜（党委委员）

副组长：杨和平（医学装备部主任）

成员：吴松珂（党委委员、副院长、肿瘤/血液内科主任）

刘勇（医务部主任）

刘淑（护理部主任）

罗丹（预防保健科副主任）

杨根（医学影像科主任、介入医学科副主任）

喻华（医学影像科副主任）

刘洪亮（总务科副主任）

赵荣（保卫科副主任）

向君（设备科干事）

母佳兴（设备科干事）

辐射安全与环境保护管理领导小组办公室设在设备科，具体负责医院辐射安全与环境保护管理的日常事务工作。

（二）领导小组职责及分工

1、职责

（1）组织贯彻落实国家和省、市、县环保部门及医院有关辐射安全与环境保护工作的方针、政策、制度；

（2）定期(每半年 1 次)召开会议，听取辐射安全与环境保护工作情况汇报，讨论决定辐射安全与环境保护工作中的重大问题和采取的措施；

(3) 组织开展射线装置安全检查活动，组织处理、通报事故；

(4) 组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患。

2、分工

组长：蒙娜，为医院辐射安全(包括放射源安全使用)的第一责任人，负责领导小组全面工作。

副组长：杨和平，协助组长完成医院辐射安全管理工作(包括放射源安全使用)，负责领导小组办公室日常事务工作。

成员：刘勇、刘淑，负责辐射管理中各科室间的业务管理、医疗救治等工作。罗丹负责对放射工作人员职业健康实施监管。吴松珂、杨根、喻华，负责放射科、CT室、介入医学科、直线加速器和后装机房等日常防护工作管理，对放(辐)射设备工作人员实施监管。刘洪亮负责有关放射性同位素后勤管理工作。赵荣，负责辐射事故现场安全保卫工作。向君负责辐射管理中各科室间的协调工作，及时收集有关工作信息。

根据医院辐射安全管理领导小组文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①定期对辐射工作人员个人剂量档案进行监督检查，发现个人剂量异常进行调查和处置；

②增加应急处置、上级生态环境主管部门联系电话；

③落实辐射工作场所安全设施设备的定期维护管理，并严格执行日常维护工作。

二、辐射工作人员配置

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①人员配置：医院辐射工作人员配置情况：本项目拟配置辐射工作人员3名，1名医生、1名护士、1名技师，医院可根据设备数量，承担诊疗、科研任务，开展的项目和工作量等实际情况适当增减人员编制。

②射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

③医院应定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建

立辐射工作人员个人剂量档案管理。

2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

②个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

③正确佩戴个人剂量计，采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外，穿戴铅围裙时，应戴在铅围裙里面。

三、报废射线装置处理

医院报废的射线装置在报废前必须做去功能化处理，应采取去功能化的措施（如拆除电源或拆除高压零部件），确保装置无法再次通电使用，并上报到生态环境主管部门作备案登记。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

一、档案管理分类

医院应对相关资料进行分类归档放置，包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

二、医院规章制度建立情况

医院需制定一系列辐射安全规章制度，具体见表 12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定
2	辐射安全管理规定	需制定，辐射工作场所安全管理要求需悬挂于辐射工作场所墙上
3	辐射工作设备操作规程	需制定，内容挂于辐射工作场所墙上，应分别对应每种射线装置的操作规程

4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需制定
5	辐射工作人员岗位职责	需制定，需悬挂于辐射工作场所墙上
6	射线装置台账管理制度	需制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定，监测方案参考本章辐射监测内容
8	监测仪表的使用与校验管理制度	已制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	已制定，内容应至少包括参加生态环境部关于辐射安全防护培训学习和考核，到期前再考核的内容
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定，包含“个人剂量档案终生保存”的内容
11	辐射事故应急预案	需制定，预案中“辐射事故应急响应程序”应悬挂于辐射工作场所墙上
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	已制定，应包含但不限于人流、物流图，患者管理规定

根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布的新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

一、工作场所监测

1、年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

2、日常自我监测：定期自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期自行监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为1次/月。

二、个人剂量检测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，个人剂量检测频率为1次/季度。

医院应按以下要求做好个人剂量档案的管理：

(1) 医院应于每季度将个人剂量计交由有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过1.25mSv的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人剂量检测数值超过5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后上报《辐射安全许可证》发证机关；当单年个人累积剂量检测数值超过50mSv，应立即采取措施，开展调查处理并报告辐射安全许可证发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并在每年1月31日前提交给发证机关。

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前；对于工作中穿戴铅衣（如放射科操作）的情况，通常应根据佩带在铅衣里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量，当受照剂量可能超过调查水平时（如介入操作），则还需要在铅衣外面另外佩带一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量；

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。医院应当将辐射工作人员的个人剂量档案终生保存。

三、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

(2) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-2 工作场所监测计划建议

场所名称	监测项目	监测周期	监测点位
ERCP 机房	X-γ空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；定期自行开展辐射监测	铅窗、控制室等配套房间、ERCP 机房四周屏蔽墙外、门缝等。

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度。

此外，医院需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《安全和防护状况年度评估报告》规定的格式编制报告。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

1、应急预案

为了应对放射诊疗中的事故和突发事件，医院应制订辐射事故应急预案，应包含以下内容。

(1) 应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故

应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

(2) 应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

(3) 应急人员的培训；

(4) 环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

(5) 辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话；

(6) 发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其环境保护、公安、卫生计生等部门报告。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效采取以下应急措施：

(1) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出 ERCP 机房，关闭 ERCP 机房门，同时向医院主管领导报告。

(2) 医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

(3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(4) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

3、其他要求

(1) 辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

(2) 在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增 C 型臂 X 射线机项目

建设单位：苍溪县人民医院

建设性质：新建

建设地点：苍溪县陵江镇赵公坝苍溪县人民医院新院门诊楼 3 楼内镜中心

本次具体建设内容及规模为：拟在新院门诊楼（4F，高约 20m）3 楼内镜中心建设 1 间 ERCP 机房及其配套用房，在 ERCP 机房内，使用 1 台可移动的 C 型臂 X 射线机，型号 PLX7100A，属于 II 类射线装置。其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年诊疗病例 100 例，ERCP 年曝光时间累计约 16h（拍片 1h，透视 15h），曝光方向不固定。主要用于胰胆管造影等。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令，2020 年 1 月 1 日起施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 49 号，2021 年 12 月 30 日实施）的相关规定，本项目使用 ERCP 装置为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目所在大楼已在“苍溪县人民医院新院建设项目”进行了环境影响评价并取得批复。本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且拟建的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据西弗测试技术成都有限公司的监测报告，项目所在地的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值属于正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

（二）营运期环境影响分析

1、辐射环境影响分析

本项目 ERCP 投入运行后，职业人员所受照射的年剂量最大值为 3.52mSv，小于职业人员年有效剂量约束值 5.0mSv；公众所受照射的年剂量最大为 1.58E-02mSv，小于公众年有效剂量约束值 0.1mSv。从上述预测结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、门、窗满足辐射防护的要求。

2、大气的环境影响分析

ERCP 在曝光过程中臭氧产生量很小，经新风系统处理后，通过通排风管道抽至门诊楼楼顶排放，对环境影响较小。

3、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调和风机噪声，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界噪声标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

4、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入市政管网，进入苍溪县石家坝污水处理厂处理达标后排放。

5、固体废物影响分析

- ①本项目 ERCP 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。
- ②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶

等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 1kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 100kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

六、事故风险与防范

医院制订的辐射事故应急预案和安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻落实，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

医院现有环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的所有保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

医院严格落实本报告提出的规章制度、环保措施，具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为在苍溪县人民医院新院门诊楼3楼内镜中心新增1台 ERCP 项目，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、按照规定组织辐射工作人员和管理人员在网站<http://fushe.mee.gov.cn>/学习辐射安全与防护知识并进行考核取证，持证上岗，证书到期前在网上复训。
- 4、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报生态环境主管部门，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。
- 5、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。
- 6、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

二、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表13-1。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目		环保设施	数量
ERCp 机房	辐射屏蔽措施	观察窗（3mm 铅当量）	1 扇
		铅防护门（3mm 铅当量）	3 扇
		四周墙体：200mm 空心砖+3mm 厚铅板（3mm 铅当量）	/
		屋顶：80mm 厚混凝土+3mm 铅板（3mm 铅	/

		当量)	
		地面: 80mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂层 (3.0mm 铅当量)	/
安全装置		工作状态指示灯箱	2 个
		电离辐射警告标志	2 个
		紧急制动装置	1 套
		门灯连锁装置	1 套
		对讲系统	1 套
		床下铅帘 (机器自带、0.5mm 铅当量)	1 套
		悬吊铅帘 (机器自带、0.5mm 铅当量)	1 套
监测仪器及个人防护用品		个人剂量计	3 套
		个人剂量报警仪	3 台
		便携式辐射监测仪	1 台
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	3 套 (医护人员使用)
		铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套	1 套 (患者使用)
其他		通风设施: 新风系统	1 套 (设计中已有)

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》(国务院令 449 号)、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准, 对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《建设项目环境保护管理条例》(国务院令 682 号, 2017 年 10 月 1 日实施) 文件第十七条规定:

(1) 编制环境影响报告表的建设项目竣工后, 建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序, 对配套建设的环境保护设施进行验收, 编制验收报告。

(2) 建设单位在环境保护设施验收过程中, 应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况, 不得弄虚作假。

(3) 除按照国家规定需要保密的情形外, 建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评(2017)4 号) 规定:

(1) 建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范 (<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other>) 。

(2) 项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

(3) 本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时更新《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收；②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；③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，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。