

核技术利用建设项目

云南省第一人民医院新增一台 C 形臂 X
射线机核技术利用项目

环境影响报告表

云南省第一人民医院

二〇二四年十二月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

云南省第一人民医院新增一台 C 形臂 X
射线机核技术利用项目
环境影响报告表

建设单位名称：云南省第一人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：云南省昆明市西山区金碧路157号

邮政编码：650100

联系人：谢兵华

电子邮箱：1250691948@qq.com

联系电话：15984389290

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	21
表 3 非密封放射性物质	21
表 4 射线装置	21
表 5 废弃物（重点是放射性废物）	22
表 6 评价依据	23
表 7 保护目标及评价标准	26
表 8 环境质量和辐射现状	29
表 9 项目工程分析与源项	34
表 10 辐射安全与防护	38
表 11 环境影响分析	48
表 12 辐射安全管理	62
表 13 结论与建议	71
表 14 审批	76

附图

附图 1 项目地理位置图；

附图 2 本项目外环境关系及评价范围图；

附图 3 本项目操作间 12 所在楼层平面布置图；

附图 4 本项目操作间 12 楼下下方区域平面布置图；

附图 5 本项目操作间 12 楼上上方区域平面布置图；

附图 6 本项目操作间 12 两区划分示意图；

附图 7 医护人员、病患、污物在操作间 12 内的运行线路图；

附图 8 本项目操作间 12 屏蔽平面示意图；

附图 9 本项目操作间 12 屏蔽剖面示意图；

附图 10 本项目操作间 12 通排风管道平面示意图。

附件

附件 1 委托书；

附件 2 事业单位法人证书；

附件 3 辐射安全许可证；

附件 4 云南省第一人民医院关于调整放射防护与辐射安全管理委员会的通知；

附件 5 辐射事故应急预案；

附件 6 辐射安全管理制度；

附件 7 本项目辐射环境监测报告；

附件 8 本项目辐射工作人员个人剂量检测报告；

附件 9 医疗废物处置合同；

附件 10 2023 年度评估报告；

附件 11 2023 年度辐射环境监测报告；

附件 12 原有 C 形臂 X 射线机环保手续；

附件 13 本项目技术参数的确认说明；

附件 14 环评全文公示。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		云南省第一人民医院新增一台 C 形臂 X 射线机核技术利用项目				
建设单位		云南省第一人民医院				
法人代表		侯建红	联系人	谢兵华	联系电话	15984389290
注册地址		云南省昆明市西山区金碧路 157 号				
项目建设地点		云南省昆明市西山区金碧路 157 号云南省第一人民医院 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		300	项目环保投资（万元）	15.1	投资比例（环保投资/总投资）	5.03%
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 ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V			
		☐ 使用	☐ I（医疗使用） ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V			
	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 ☐ III			
		☐ 销售	☐ II ☐ III			
		☒ 使用	☒ II ☐ III			
	其它	/				

项目概述

1 概述

云南省第一人民医院（昆华医院、昆明理工大学附属医院、云南省血液病医院）紧邻昆明人文景观和城市地标——金马碧鸡坊。作为云南省最早的中国人自办省立医院，1992 年在云南省率先评为三级甲等医院，1999 年被评为全国百佳医院。在高质量发展过程中，医院始终秉持“敬佑生命、救死扶伤、甘于奉献、大爱无疆”的职业精神和“德、仁、精、诚、新、净”的昆华精神，八秩芳华，现已成为云南省疑难危重疾病救治中心，是集医疗、科研、教学和急救救援、涉外医疗服务为一体的大型三级甲等综合医院。是国际紧急救援中心网络医院、国家紧急医学救援队建设单位、省级高水平医院建设试点单位等。目前，正在积极筹建云南省第一人民医院东院（国家呼吸区域医疗中心），占地面积 237 亩，编制床位 2000 张。

现设临床医技科室 64 个，有国家级、省级重点专科 25 个，在危急重症救治、微创医学、分子生物学与基因检测技术、肿瘤综合治疗、细胞移植、人类辅助生殖技术、出生缺陷筛查诊断等领域均达到国内和省内先进水平。现有编制床位 2000 张，年总诊疗人次 379 万余人次，出院病人 14 万余人次。

医院已于 2024 年 8 月 19 日在云南省生态环境厅重新申领了《辐射安全许可证》（云环辐证[01494]），有效期至 2029 年 5 月 20 日，使用种类和范围为：使用 III 类、V 类放射源；使用 II、III 类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12 使用一台 Easy Diagnost Eleva 型 C 型臂 X 射线机（额定管电压为 650kV，额定管电流为 140mA，属 III 类射线装置），于 2014 年 11 月取得了环评批复（云环辐评审[2014] 56 号），于 2016 年 12 月取得了验收批复（云环辐验[2016] 21 号），已登记上辐射安全许可证，由于故障频发，现基本处于不能使用状态，现拟将该台设备报废，并在该场所（1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12）内新配置使用 1 台 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机。为更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，云南省第一人民医院拟在 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12 重新配置使用 1 台 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机，额定管电压为 120kV，额定管电流为 150mA。根据 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机的医疗器械注册证和《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），该装置应按照 II 类射线装置管理。该装置具备数字减影（DSA）血管造影功能，主要用于消化内科内镜中心开展内镜逆行胰胆管造影术，是属于 II 类射线装置。

为加强核技术应用医疗设备的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保相关医疗设备的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价，编制环境影响评价文件。

根据中华人民共和国生态环境部第 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目为“使用 II 类射线装置”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）接受云南省第一

人民医院的委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《云南省第一人民医院新增一台 C 形臂 X 射线机核技术利用项目环境影响报告表》。

2、建设项目概况

（1）项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：云南省第一人民医院新增一台 C 形臂 X 射线机核技术利用项目

建设地点：云南省昆明市西山区金碧路 157 号云南省第一人民医院 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12

建设单位：云南省第一人民医院

建设性质：改建

（2）建设规模

本项目在云南省第一人民医院 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12 内新增安装一台 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机，额定管电压为 120kV，额定管电流为 150mA，主要用于消化内科内镜中心开展内镜逆行胰胆管造影术，属于 II 类射线装置。C 形臂 X 射线机主要由 X 射线球管、高压发生器、CMOS 平板探测器、显示器、C 型臂、后处理工作站、图像存储系统等组成。

本项目位于 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12，操作间 12 机房的主体工程与 1 号门诊楼大楼同步建设，大楼建筑共 7 层，地上 5 层，地下 2 层，于上世纪 90 年代末建成。该楼主体工程已建成投入运行多年，部分区域于 2017 年进行了旧楼改造净化工程建设，本项目所在的内镜中心辐射防护屏蔽工程属于该次改造范围，操作间 12 机房辐射防护屏蔽工程于 2017 年完成后，该机房内安装使用了一台 Easy Diagnost Eleva 型 C 型臂 X 射线机使用，本次现场踏勘时该设备未拆除，在本项目之前未安装其他射线装置。本次拟在操作间 12 重新购置安装 C 型臂 X 射线机（一台 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机），替换原有 Easy Diagnost Eleva 型 C 型臂 X 射线机，不涉及施工建设，利用原有辐射安全屏蔽、防护和联锁设施直接开展工作，不改变现有辐射工作场所平面布局和屏蔽防护等。



图 1-1 操作间 12 现场图

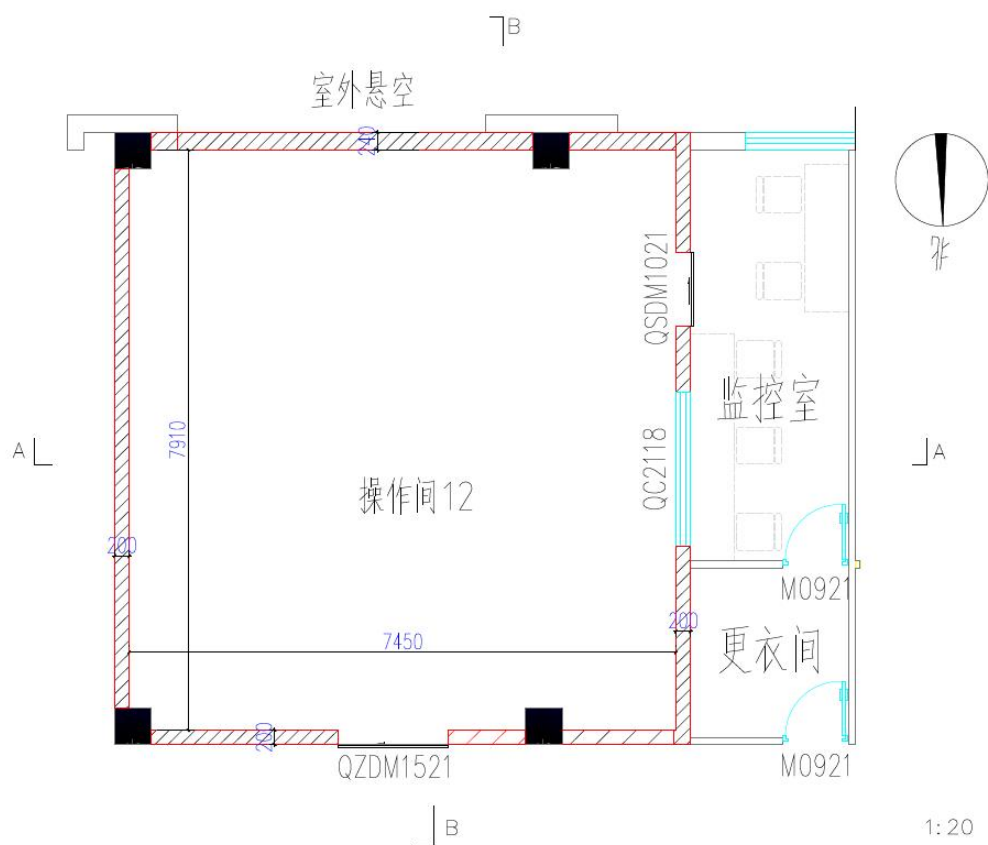


图 1-2 操作间 12 平面布置图

射线装置工作场所建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目射线装置建设内容表

装置名称	射线装置类别	射线装置数量 (台)	工作场所名称	活动 种类	备注
C 形臂 X 射线机	II 类	1	1 号门诊楼 2 楼消化内科 内镜中心操作间 12	使用	新增

本项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2 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	营运期
主体工程	在 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12 内新增一台 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机, 额定管电压为 120kV, 额定管电流为 150mA, 主要用于消化内科内镜中心开展内镜逆行胰胆管造影术, 属于 II 类射线装置, 年最大出束时间为 183.4h (透视 166.7h, 减影 16.7h)。目前, 操作间 12 已完成设计和防护装修。本次拟直接安装 C 型臂 X 射线机, 不涉及施工建设, 利用原有辐射安全屏蔽、防护和联锁设施直接开展工作, 不改变现有辐射工作场所平面布局。 (1) 新增 1 台 C 形臂 X 射线机: 由 X 射线球管、高压发生器、CMOS 平板探测器、显示器、C 型臂、后处理工作站、图像存储系统等组成。 (2) 操作间 12: 机房内有效面积为 58.9m² (净空长 7.91m×宽 7.45m×高 3m)。	依托原有已建, 设备调试过程中的噪声、废弃物、X 射线、臭氧	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物、医疗废水
辅助工程	监控室一间, 面积约 12.0m²; 更衣室一间, 面积约 4.97m²; 复苏区 (整个内镜中心共用, 4 床); 内镜中心二次候诊区。		/
公用工程	配电、供电、供水和通讯系统等依托医院设施。		/
环保工程	(1) 机房内设置医疗废物收集桶。 (2) 生活污水、生活垃圾、医疗废水、医疗废物依托医院现有收集、处理设施处置。 (3) 通排风系统, 新风量 1000m³/h, 排风量 300m³/h。 (4) 操作间 12 电离辐射防护措施: ①东、西、北侧墙体均为 20cm 厚实心砖墙+2mm 铅板, 铅当量约 3.8mm; 南侧墙体为 24cm 厚实心砖墙+2mm 铅板, 铅当量约 4.3mm; ②屋顶: 13cm 混凝土+20mm 厚硫酸钡水泥, 铅当量约 3.1mm; ③地面: 13cm 混凝土+20mm 厚硫酸钡水泥, 铅当量约 3.1mm; ④观察窗: 西侧墙体设置铅玻璃观察窗 1 个, 2mm 铅当量铅玻璃; ⑤铅门: 机房共设 2 道铅门 (西侧医护人员铅门 1 道、北侧病人进出铅门 1 道), 均为内衬 2mm 铅板的防护门, 铅当量 2mm。 (5) 通排风系统: 机房通过中央空调进行通风换气, 内镜中心采用新风系统送风, 在机房顶部吊顶设置 4 个净风吸顶空调和 3 个排风口, 风管从北侧屏蔽墙穿出机房, 经内镜中心过道上方吊顶区域引至东北侧排风井, 经排风井排至楼顶排放。风管距机房地面 2.6m, 穿防护墙处采用斜向 45° 穿墙, 风管用 4mm 厚铅皮包裹, 搭接长度为 30cm; 风管与穿墙位置缝隙采用 4mm 厚铅板覆盖防护, 覆盖应超过缝边不小于 50mm, 并与风管防护铅板紧密贴合。		/

(3) 设备配置及主要技术参数

本项目设备配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目设备配置及主要技术参数

名称	规格 (型号)	数量 (台)	生产 厂家	主要技术参数		主要 曝光 方向	年出束时间		用途	备注
				最大管 电压 (kV)	最大管 电流 (mA)		减影 (h)	透视 (h)		
C 形臂 X 射线机	OEC Elite CFDx	1	北京 通用	120	150	由下 向上	16.7	166.7	医疗诊 断及介 入治疗	新增

(4) 本项目 C 形臂 X 射线机使用情况

本项目投入运行后，由消化内科内镜中心负责管理和开展介入手术，预计年开展介入手术共约 1000 台，使用情况分别见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 本项目 C 形臂 X 射线机使用情况

科室	单台手术平均 时间	单台手术平均 曝光时间	年手术台数 (台)	年出束时间 (h)	
				透视	减影
消化内科内镜 中心	60 min	减影 1.0min 透视 10min	1000	166.7	16.7
合计			1000	166.7	16.7

表 1-5 本项目 C 形臂 X 射线机实际运行工况一览表

设备型号		实际运行最大管电压 (kV)	实际运行最大管电流 (mA)
OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射 线机	减影	75	10
	透视	60	3

3、依托工程

本项目依托云南省第一人民医院 1 号门诊楼建设，该大楼已运行多年，本项目配电、供电、供水和通讯系统等依托医院设施。

(1) 给水：本项目内镜中心医护人员办公用水依托 1 号门诊楼给水系统。

(2) 废水：本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生，医务工作人员工作时产生少量生活污水，介入手术、清洗器械产生少量医疗废水。本项目产生的生活污水接入医院污水管网，进入医院现有污水处理系统处理达标后排入市政污水管网，医院现有污水处理站设计处理量为 2000m³/d，采用“预处理→二级生化→砂滤+纤维转盘过滤→次氯酸钠消毒”处理工艺，医院目前废水排放量

最大为 1200m³/d，剩余 800m³/d 处理能力。本项目产生的少量污水依托医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后排入市政污水管网，最终排入昆明市第一水质净化厂进行处理。

（3）固废：本项目产生的办公生活垃圾依托医院生活垃圾收集系统收集后交环卫部门统一处理；介入手术产生的医疗废物依托医院医疗废物暂存间进行暂存后，定期交由有资质单位进行清运和处置。

4、工作人员及工作制度

本项目 C 形臂 X 射线机由医院消化内科内镜中心负责管理和开展介入手术，人员安排见表 1-6。

表 1-6 本项目工作人员一览表

科室	医生	护士	备注
消化内科内镜中心	6	10	其中 11 人为原有辐射工作人员，5 人为新增辐射工作人员
合计	16		/

根据医院提供的资料，本项目共设置辐射工作人员 16 人，均为消化内科内镜中心原有辐射工作人员，包括医生 6 人，护士 10 人。其中医生（分为 3 组，每组 2 人）负责在机房内操作 C 形臂 X 射线机进行介入手术，包括透视和减影两种工况下均在机房内，以及在情况需要的情况下在监控室对手术进行监控，护士负责介入手术前准备、手术后清理工作；本项目无需技师在控制室操作射线装置，只设置监控室用于手术监控。本项目辐射工作人员只操作本项目 C 形臂 X 射线机，不会参与医院其它辐射工作。

所有辐射工作人员均实行白班单班制，年工作时间 250 天。

5、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第十三项“医药”中第 4 款“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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

6、项目规划符合性

本项目位于云南省第一人民医院 1 号门诊楼 2 楼，不新增占地，项目用地属于昆明市规划的医院用地，本项目建设范围位于城市建成区内，不涉及生态保护红线，根据昆明市自然资源和规划局 2024 年 3 月 29 日发布《昆明市主城五区控制性详细规划》，项目所在区域用地性质为医疗卫生用地（见图 1-3），本项目不涉及新增用地，故本项目建设符合《昆明市主城五区控制性详细规划》，符合昆明市城市总体规划。

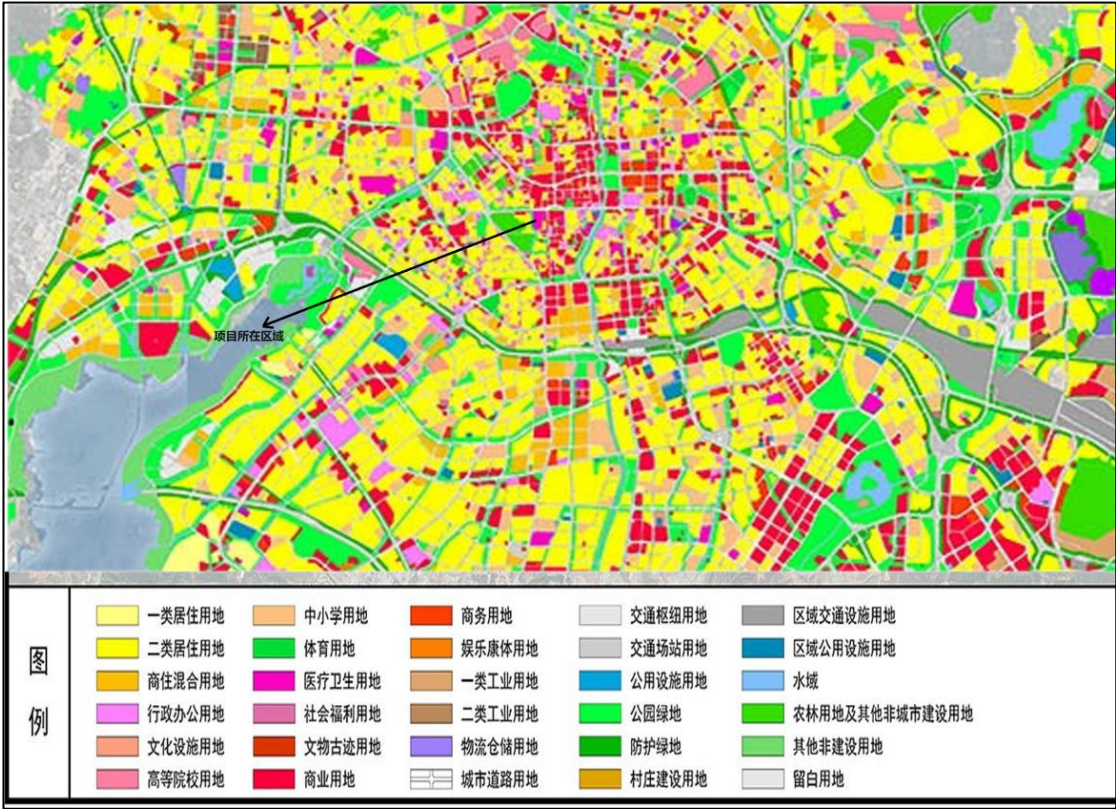


图 1-3 项目所在区域用地布局规划图

7、项目选址合理性与平面布置合理性分析

（1）选址合理性

云南省第一人民医院医院东侧为东寺街，南侧为西寺巷，西侧为玉带河，北侧为金碧路，周围为商业、住宅混合区，交通便利，方便患者治疗。本项目位于院内 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心，1 号门诊楼北侧为医院道路，东侧为医院道路、二号门诊楼，南侧为医院道路和四号住院楼，西侧为医院道路、临时医技楼和三号门诊楼。

本项目操作间 12 北侧 50m 范围为 1 号门诊楼其余区域和院内道路，西侧 50m 范围为监控室、杂物间、库房、医护人员办公休息区等医院用房、院内道路、3 号门诊楼、临时医技楼；南侧 50m 范围为楼外（悬空）、院内道路、4 号住院楼；东侧 50m 范围为 1 号门诊楼其余区域；楼下为 1 楼门诊区，机房正下方为急诊加强病房；楼上为 3 楼病房、

诊室、手术室，正上方为急诊创伤外科病房。因此本项目 50m 评价范围均在医院红线范围内。

本项目 50m 评价范围内无自然保护区、风景名胜区、学校、名胜古迹等环境敏感点。本项目不毗邻产科、儿科等科室（产科位于六号楼九、十楼，儿科位于五号楼八、九楼），同时避开了医院内人流量较大的住院区域、门诊大厅区域，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并有实体屏蔽措施，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。

本项目周围无自然保护区、风景名胜区、学校、名胜古迹等环境敏感点，不毗邻产科、儿科等科室，同时避开了医院内人流量较大的住院区域、门诊大厅区域，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并有实体屏蔽措施，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。项目周边关系图见图 1-4。

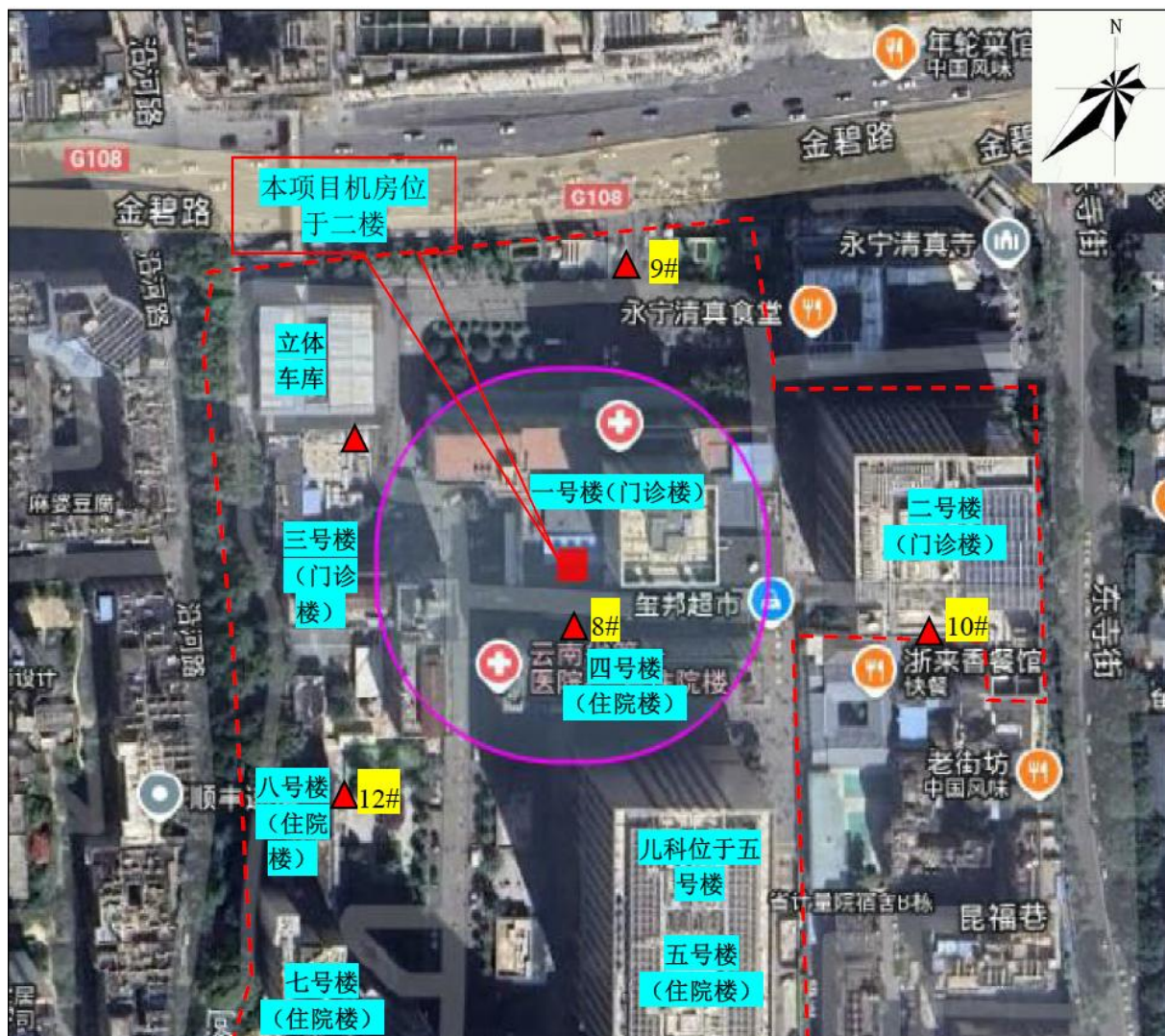


图 1-4 项目周边关系图

(2) 平面布局合理性

本项目操作间 12 位于 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心，本项目操作间 12 位于消化内科内镜中心西南侧，所处区域周围主要是消化内科内镜中心检查用房。操作间 12 北侧为过道、内镜中心备用间、污物间、超声门诊室、急诊内科病房、医护人员办公休息区等；东侧为消化内科内镜中心消毒清洗区、消化内镜中心其余房间（超声、小肠镜检查室、治疗室、检查室、复苏区、护士站和配夜间、二次候诊区、更衣室、注射室、医生谈话室、C14 检测室、磁控胶囊内镜、内镜库、资料室、VIP 检查室）和过道等；西侧为监控室、更衣间、杂物间、库房、卫生间和过道等；南侧为楼外（悬空）；楼下正下方为急诊加强病房；楼上正上方为急诊创伤外科病房，本项目四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室。

医生在更衣间换鞋更衣后进入监控室及操作间 12，医生在介入手术前已进入机房内，患者通过机房北侧过道进入操作间 12，手术产生的污物于治疗结束下班期间经北侧患者通道运出操作间 12，医护通道、病患通道、污物通道单独设置，避免了不同人员交叉影响。同时，机房采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的，平面布置合理。

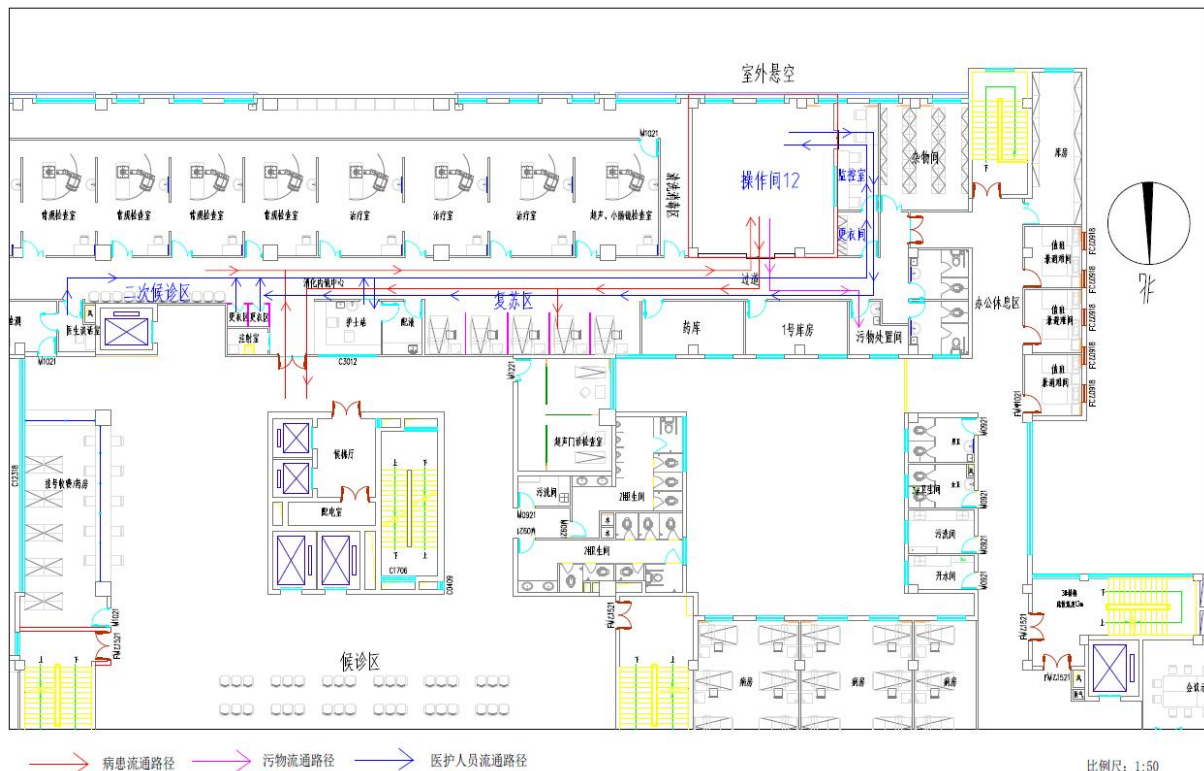


图 1-5 医护人员、患者、污物在操作间 12 内的运行线路图

综上所述，本项目总平面布置是合理的。

8、实践正当性分析

本项目在使用时患者、医生及周围的公众可能会受到一定的照射剂量，但是本项目的建设更能满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，而且项目建设采取了满足规范要求的辐射屏蔽措施，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合实践“正当性”原则。

9、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

(1) 云南省第一人民医院辐射安全许可证的许可种类和范围

云南省第一人民医院已于 2024 年 8 月 19 日在云南省生态环境厅重新申领了《辐射安全许可证》(云环辐证[01494])，有效期至 2029 年 5 月 20 日，使用种类和范围为：使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

医院现有射线装置 63 台，其中Ⅱ类射线装置 8 台（DSA6 台，医用电子直线加速器 1 台，回旋加速器 1 台），Ⅲ类射线装置 55 台，均履行了环保手续并申领了辐射安全许可证。清单详见表 1-7。

医院核医学科于 20 世纪 90 年代年开始使用放射源和非密封放射性物质，于 2007 年办理了辐射安全许可证。医院的 Artis-Zeego 型数字平板心血管造影系统于 2014 年 11 月 5 日取得原云南省环境保护厅的环评批复（云环辐评审[2014]56 号），并于 2016 年 12 月 20 日取得原云南省环境保护厅的验收批复（云环辐验[2016]21 号）。医院的 AlluraXperFD20 型 DSA 于 2016 年 12 月 27 日取得原云南省环境保护厅环保备案的函（云环函(2016)528 号），根据“云环函(2016)528 号”AlluraXperFD20 型 DSA 已纳入正常环境监管。医院的 XperFD10 型数字平板心血管造影系统、Innova IGS 5 型医用血管造影机和 UNIQ FD10 型医用血管造影机于 2019 年 12 月 31 日取得昆明市生态环境局的批复（昆生环复〔2019〕28 号），于 2021 年 6 月 18 日在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统上完成备案；医院的 PET/CT 中心（包括回旋加速器区域和 4 号住院楼 1 楼）和医科达 Versa HD 型医用电子加速器 2016 年 9 月 6 日取得了原云南省环境保护厅的行政许可批复（云环辐评审[2016]66 号），于 2021 年 7 月 23 日在全国建设项目竣工环境保护验

收信息系统上完成备案，Artis QCeiling 型 DSA 于 2022 年 8 月 24 日取得《昆明市生态环境局关于<云南省第一人民医院 2022 年新增 1 台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目环境影响报告表>的批复》（昆生环复[2022]47 号），于 2023 年 6 月 16 日在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统上完成备案。后装机于 2022 年 1 月 24 日取得《云南省生态环境厅关于云南省第一人民医院后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表的批复》（云环审[2022]2-2 号），于 2024 年 4 月 25 日在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统上完成备案。本项目拟替换的 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12 一台 Easy Diagnost Eleva 型 C 型臂 X 射线机于 2014 年 11 月取得了环评批复（云环辐评审[2014]56 号），于 2016 年 12 月取得了验收批复（云环辐验[2016]21 号）。

表 1-7 医院现有放射源一览表

序号	核素	出厂日期	出厂活度 (贝克)	编码	类别	用途	场所	备注
1	Sr-90 (Y-90)	--	1.85E+9	00NNSR884405	V	敷贴器	3 号楼 3 楼	已登记在 辐射安全 许可证上， 正常使用
2	Sr-90 (Y-90)	--	1.65E+9	0004SR884145	V	敷贴器	3 号楼 3 楼	
3	Sr-90 (Y-90)	--	1.01E+9	00NNSR884415	V	敷贴器	3 号楼 3 楼	
4	Na-22	20170502	3.7E+5	US17NA000365	V	刻度/校准源	4 号住院楼一楼	
5	Na-22	20170502	3.7E+5	US17NA000405	V	刻度/校准源	4 号住院楼一楼	
6	Na-22	20170502	3.7E+6	US17NA000415	V	刻度/校准源	4 号住院楼一楼	
7	Na-22	20170502	3.7E+5	US17NA000385	V	刻度/校准源	4 号住院楼一楼	
8	Na-22	20170502	3.7E+5	US17NA000395	V	刻度/校准源	4 号住院楼一楼	
9	Na-22	20170502	3.7E+5	US17NA000375	V	刻度/校准源	4 号住院楼一楼	
10	Na-22	20170502	3.7E+5	US17NA000355	V	刻度/校准源	4 号住院楼一楼	
11	Ir-192	20231026	3.7E+11	NL23IR008473	III	后装治疗机	1 号门诊楼-2 楼	

表 1-8 医院现有非密封放射性物质一览表

序号	核素	场所等级	工作场所名称	日等效最大操作量（贝克）	年最大用量（贝克）	活动种类	备注
1	Sr-89	乙级	3 号楼 3 楼	1.85E+7	8.88E+9	使用	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
2	Sm-153	乙级	3 号楼 3 楼	3.7E+7	2.22E+10	使用	
3	P-32	乙级	3 号楼 3 楼	1.85E+7	2.22E+9	使用	
4	Mo-99	乙级	3 号楼 3 楼	1.59E+7	7.96E+11	使用	
5	I-131	乙级	3 号楼 3 楼	7.4E+8	1.78E+11	使用	
6	I-125	乙级	3 号楼 3 楼	1.8E+7	6.57E+9	使用	
7	Zr-89	乙级	4 号住院楼 1 楼	4.44E+8	1.48E+10	使用	
8	N-13	乙级	回旋加速器区域	5.55E+6	1.39E+11	生产	
9	N-13	乙级	4 号住院楼 1 楼	4.44E+6	1.11E+11	使用	
10	F-18	乙级	回旋加速器区域	2.96E+8	7.38E+12	生产	
11	F-18	乙级	4 号住院楼 1 楼	1.15E+8	2.88E+12	使用	
12	C-11	乙级	回旋加速器区域	1.66E+7	4.15E+11	生产	
13	C-11	乙级	4 号住院楼 1 楼	1.33E+7	3.32E+11	使用	
14	Tc-99m	乙级	3 号楼 3 楼	1.39E+8	3.47E+12	使用	

表 1-9 医院现有射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	管电压（kV）	管电流（mA）	使用场所	备注
1	医用电子模拟定位机	KXO-50N 型	III	150	640	1 号门诊楼-1 楼放疗科	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
2	医用电子加速器	医科达 Versa HD	II	6MV		1 号门诊楼-2 楼直线加速器机房（一）	
3	数字平板心血管造影系统	Artis-Zeego	II	125	1000	6 号住院楼 3 楼手术部 29 手术间	
4	数字平板心血管造影系统	XperFD10	II	125	1250	5 号楼 6 楼心内科导管室	
5	数字减影血管造影机	AlluraXperFD20	II	125	1250	3 号楼 2 楼	
6	口腔 CT	GALILEOS	III	85	45	1 号门诊楼 5 楼口腔医学中心	
7	PET/CT	IngenuityTF	III	140	665	4 号住院楼 1 楼	
8	64 排螺旋 CT	SOMATOM Definition	III	120	180	5 号住院楼 4 楼 9 号摄片室	
9	X 射线计算机体层摄影系统（CT）	SOMATOM Force	III	150	1300	5 号住院楼 4 楼 4 号摄片室	
10	全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置	SOMATOMPerspective	III	130	345	2 号门诊楼 6 楼第三摄片室	
11	移动式 C 型臂	Ziehm Solo	III	110	20	6 号住院楼 3 楼手	

	X 射线机					术部
12	西门子数字胃肠机	R200	III	150	1000	5 号住院楼 4 楼 7 号摄片室
11	DR 机	锐科 7500	III	150	800	5 号住院楼 4 楼 1 号摄片室
13	数字乳腺 X 射线摄影系统	uMamm0790i	III	40	160	5 号住院楼 4 楼 10 号摄片室
14	全自动双能骨密度仪	GEPRODIGY	III	76	3	6 号住院楼 19 楼骨科骨密度仪检查室
15	数字化医用 X 射线摄影系统	Multix Select DR	III	150	650	2 号门诊楼 6 楼第二检查室
16	体外冲击波碎石机	HK.ESWL—V	III	110	5	6 号住院楼 4 楼泌尿外科
17	X 射线骨密度检测仪	GE Prodigy	III	80	3	2 号门诊楼 11 楼体检中心摄片室
18	数字化 X 线成像装置	Definum6000	III	150	630	2 号门诊楼 11 楼体检中心
19	数字化 X 线成像装置	DigiEye780	III	150	800	2 号门诊楼 10 楼体检中心
20	数字化 X 线成像装置	DigiEye780	III	150	800	2 号门诊楼 10 楼体检中心
21	C 型臂 X 射线机	Easy Diagnost Eleva	III	140	650	1 号门诊 2 楼胃镜室
22	回旋加速器	HM-10HC	II	10MeV		PET/CT 中心
23	DR	Definum6000	III	150	630	5 号住院楼 4 楼 3 号摄片室
24	DR	Ysio	III	135	550	5 号住院楼 4 楼 2 号摄片室
25	骨密度仪	LunariDXA	III	100	2.5	5 号住院楼 4 楼 11 号摄片室
26	数字化医用 X 线成像装置	Lumions Fusion	III	150	800	5 号住院楼 5 楼 1 号摄片室
27	数字化 X 线成像装置	Ysio	III	135	550	5 号住院楼 5 楼 2 号摄片室
28	X 射线计算机体层摄影设备	Aquilion ONE	III	135	750	5 号住院楼 5 楼 3 号摄片室
29	牙片机	X mind dc	III	70	8	1 号门诊楼 5 楼口腔医学中心摄片室
30	牙片机	KiVD--Expert	III	65	7	1 号门诊楼 5 楼口腔外科摄片室
31	乳腺 DR	SenographePristine	III	49	150	5 号住院楼 5 楼 4

						号摄片室	
32	口腔数字化体层全景机	RAYSCANa-3D	III	90	17	金牛小区门诊部	
33	口腔数字化体层全景机	RAYSCANa-3D	III	90	17	1号门诊楼5楼口腔外科摄片室	
34	移动床旁机	mobiEye-700A	III	150	500	5号住院楼4楼5号摄片室	
35	移动床旁机	mobiEye-700A	III	150	500	5号住院楼4楼5号摄片室	
36	医用血管造影机	Innova IGS 5	II	125	1000	5号楼6楼心内科导管室	
37	医用血管造影机	UNIQ FD10	II	125	1000	5号楼6楼心内科导管室	
38	16排螺旋CT	SOMATOMEemotion	III	130	270	5号住院楼4楼8号摄片室	
39	数字化X线成像装置	Ysio Max	III	135	550	2号门诊楼6楼第一检查室	
41	全身多功能移动CT	NL4000	III	140	300	发热门诊	
42	移动式C型臂X射线机	Zenition 70型	III	120	125	6号楼15楼	
43	双能X线骨密度仪	Prodigy Advance	III	76	350	1号楼8楼内分泌科骨密度检查室	
44	X射线血液辐照仪	X-Rad 3000	III	160	19	6号楼1楼输血科血液辐照室	
45	数字减影血管造影机	Artis QCeiling	II	125	1000	3号楼3楼：神经内科介入室	
46	车载CT	ANATOM Clarity	III	140	667	重大疫情救治基地	
47	X射线计算机体层摄影设备	Aquilion Lightning TSX-036A	III	135	420	3号楼1楼：大孔径CT机房	
48	X射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Drive	III	140	1600	3号楼1楼：双源CT机房	
49	X射线计算机体层摄影设备	Optima CT680 Expert	III	140	550	2号门诊楼6楼第四检查室	
50	X射线影像采集系统	EOS	III	140	400	3号楼2楼骨科EOS影像室	2024年新增，已登记在辐射安全许可
51	X射线计算机体层摄影设备（车载CT2号）	ScintCare 778 Honor	III	140	660	重大疫情救治基地（移动使用）	
52	X射线计算机体层摄影设备（方舱CT）	Incisive CT	III	140	667	重大疫情救治基地	

53	移动式 X 射线机	MobiEye 700A	III	150	500	重大疫情救治基地（移动使用）	证上，正常使用
54	移动式 X 射线机（X 光检查车）	MobiEye 700T	III	150	500	重大疫情救治基地（移动使用）	
55	数字高频移动式 X 射线摄影机	PLX5300B	III	150	500	重大疫情救治基地（移动使用）	
56	移动式 X 射线机	MobiEye 700A	III	150	500	重大疫情救治基地（移动使用）	
57	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC Onc CFD	III	110	25	6 号楼三楼手术部	
58	移动式 C 形臂 X 射线机	GE OEC Fluorostar Compact D	III	110	20	6 号楼三楼手术部	
59	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm Solo	III	110	20	6 号楼三楼手术部	
60	移动式 G 形臂 X 射线成像系统	DigiArc 100 AC	III	110	15	6 号楼三楼手术部	
61	X 射线辐照仪	CellRad130	III	130	5	2 号楼 13 楼细胞培养实验室	
62	移动式 C 形臂 X 射线机	GE OEC Fluorostar Compact D	III	110	20	1 号楼二楼手术室	
63	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm Solo	III	110	20	1 号楼二楼手术室	

注：加粗字体为本次更换的设备。

医院现有放射源、非密封放射性物质和射线装置均履行了相关环保手续，从当地生态环境主管部门了解到，原有许可项目未发生过辐射污染事故，也没有相关环保投诉。

（2）辐射安全管理现状

1）辐射安全管理机构及规章制度

建设单位根据辐射安全管理需求，于 2022 年 11 月 11 日发布了《云南省第一人民医院关于调整放射防护与辐射安全管理委员会的通知》（见附件 4），设置放射防护与辐射安全管理委员会，负责日常辐射安全与环境保护管理工作，由于医院人员变动，于 2024 年 4 月 19 日对放射防护与辐射安全管理委员会成员进行了调整。

建设单位目前涉及使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，根据《云南省生态环境厅关于印发<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲>（2021 年版）和<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序>（2021 年版）的通知》（云环通[2021]227 号）和《生

态环境部（国家核安全局）核素利用项目监督检查技术程序》（2020 年版）制度要求，建设单位目前制定的规章制度包括：《辐射事故应急预案》、《云南省第一人民医院放射防护管理规定制度》、《云南第一人民医院放射工作人员培训制度》、《云南省第一人民医院防护监测制度》、《云南省第一人民医院辐射安全防护设施维护与维修制度》、《云南省第一人民医院场所设施退役（报废）管理制度》、《云南省第一人民医院监测仪表使用与校验管理制度》、《云南省第一人民医院射线装置台账管理制度》等；建设单位各科室根据管理要求制定相应辐射安全制度：①放射科：《CT 室规章制度》、《放射科辐射防护制度》、《放射科设备保养检测制度》；②放疗科：《放疗科放射防护规章制度》、《放疗技师工作制度》、《放疗物理师工作制度》、《放射治疗的质量保证与质量控制》、《放疗科模拟定位受检者的防护原则》、《直线加速器操作规程》、《云南省第一人民医院放疗科放射事件应急预案》、《放疗科防护监测制度》、《放疗科人员防护培训计划》；③PET 中心：《放射防护管理制度》、《放射性诊疗质量保证方案》、《放射事故预防措施》、《受检者放射危害告知制度》、《放射工作人员职业健康管理》、《PET/CT 中心突发事件应急预案》、《PET/CT 受检者放射危害告知制度》、《放射事件的应急预案》、《放射性污染紧急处理预案》、《Na-23 放射源管理制度》、《辐射卫生防护和放射性废物处理制度》、《放射性药品生产及质量控制记录制度》、《放射性药品安全管理制度》、《放射性药物合成室管理制度》、《回旋加速器意外和事故应急处理预案》、《正电子药物室外转运方案》、《放射性校正源安全管理制度》、《注射室操作流程》、《PET/CT 操作规程及注意事项》、《PET/CT 中心检测制度》、《HM-10HC 回旋加速器操作规程》；④核医学科：《放射卫生防护和废物处理制度》、《放射性废物处理制度》、《放射性核素治疗工作制度》、《放射性污染处理预案》、《放射性药品订购、收货、登记、保管和使用制度》、《放射源丢失处理预案》、《放射源及放射性药品安全管理责任制度》、《核医学放射性药品管理制度》、《核医学显像诊断安全防护制度》；⑤介入科：《DSA 室管理制度》、《DSA 操作流程》、《辐射工作人员岗位职责》、《介入导管室应急处置预案》。

2) 年度评估报告

①年度评估报告

建设单位编制了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2023 年度）》，并于 2024 年 1 月 31 日前上传国家核技术利用辐射安全监管系统，2023 年建设

单位未发生过辐射安全事故。

②辐射安全培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2023 年度）》医院辐射安全负责人及辐射工作人员共 178 人，均取得辐射安全与防护培训合格证书或成绩报告单。

本项目所在的消化内科原有 11 名辐射工作人员，均为 III 类射线装置工作人员，已按要求由医院组织进行了辐射安全自主培训。本项目原有的 11 名辐射工作人员，原来为从事 III 类射线装置工作人员，参加了医院自主培训，未取得辐射安全与防护培训合格证。按照《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）和《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），本项目 16 名 II 类射线装置辐射工作人员（包括新增的 5 名辐射工作人员）应参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。医院应落实好培训计划，组织安排本项目辐射工作人员在生态环境部辐射与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）报名学习，并参加云南省生态环境厅组织的现场考核。

③个人剂量检测

建设单位辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，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》（环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案，根据查阅医院辐射工作人员个人剂量档案，2023 年医院直接接触辐射的工作人员工 166 人，所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，所有辐射工作人员最近一年个人剂量检定结果为 0.08~1.31995mSv，满足 5mSv 管理限值要求。本项目涉及原有 11 名辐射工作人员，均进行了个人剂量检测，原有 11 名辐射工作人员最近 4 个季度个人剂量检测结果统计如下：

表 1-10 本项目相关辐射工作人员个人剂量统计表

序号	姓名	剂量计佩戴起始日期/个人剂量当量：单位：mSv				
		2023/10/9	2024/1/11	2024/4/9	2024/7/5	合计
1	范名睿	0.09	0.06	0.10	0.13	0.38
2	董成明	0.07	0.06	0.09	0.17	0.39
3	杜留锁	0.10	0.06	0.09	0.13	0.38
4	杨春锦	0.08	0.07	0.08	0.13	0.36
5	赵靓雯	0.08	0.07	0.11	0.14	0.40
6	陈怡涵	0.08	0.06	0.10	0.15	0.39

7	杨超	0.11	0.08	0.11	0.13	0.43
8	李进	0.07	0.06	0.11	0.23	0.47
9	李智成	0.17	0.07	0.10	0.13	0.47
10	严巍	0.08	0.08	0.09	0.15	0.40
11	李霆	0.1	0.06	0.10	0.11	0.37

④2023 年度辐射监测情况

2023 年建设单位已委托云南卓淮检测技术有限公司所有辐射工作场所进行了年度监测，根据监测结果，①医院所有Ⅲ类射线装置和 DSA 设备开机状态机房外 X-γ 周围剂量当量率监测结果（0.02~0.94μSv/h）均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值的要求（DR 为 25μSv/h，其它设备为 2.5μSv/h）；②直线加速器机房外 X-γ 辐射剂量率监测结果为 0.08~0.09μSv/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中控制水平要求；③PET 中心 X-γ 辐射剂量率监测结果为 0.05~1.31μSv/h（最大值位于放射性废物垃圾桶表面），PET 中心工作场所β 表面污染为 0.03~0.28Bq/cm²（最大值位于卫生间地面），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- -2002）规定的工作场所的放射性表面污染控制水平；④回旋加速器机房外 X-γ 辐射剂量率监测结果为 0.06~0.22μSv/h（最大值位于 F2-1 手孔位），中子剂量率未检出，工作场所β 表面污染为 0.04~0.29Bq/cm²（最大值位于合成热室垃圾桶），均满足《10MeV~20MeV 范围内固定能量强流质子回旋加速器》（GB/T34127-2017）场所辐射剂量率“监督区 1μSv/h，控制区 10μSv/h”的限值要求；⑤核医学科工作场所 X-γ 辐射剂量率监测结果为 0.07~0.22μSv/h（最大值位于分装柜手孔位 1#），β 表面污染为 0.17~0.34Bq/cm²（最大值位于分装柜表面），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- -2002）规定的工作场所的放射性表面污染控制水平；⑥2023 年建设单位已委托昆明吉凡职业卫生技术服务有限公司对 PET 中心衰变池水样进行了年度检测（报告编号：KMJF-HJ2023-763），根据检测结果，衰变池水样总β 为 0.196Bq/L、总α 为 0.043Bq/L，均未超过《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 限值（总β 排放标准 10Bq/L、总α 排放标准 1Bq/L）；⑦核医学科 2023 年暂停使用，2023 年未进行核医学科衰变池废水监测。

建设单位每年 1 月份均对本单位的核技术利用项目的安全和防护状况进行了监测和评估工作，2023 年年度评估报告已上传国家核技术利用辐射安全监管系统，评估结果均满足管理要求。

（4）原有核技术利用项目存在的环保、辐射问题及“以新带老”措施

根据医院提供的资料，结合现场调查，医院现状辐射安全管理存在环保问题及不足，提出“以新带老”整改措施如下：

①1 号门诊楼负一楼 KXO-50N 型医用电子模拟定位机已停止使用，应按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》尽快履行报废手续。

表 2 放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其简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)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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 形臂 X 射线机	II	1	OEC Elite CFDx	120	150	医疗诊断及介入治疗	1 号门诊楼 2 楼 消化内科内镜 中心操作间 12	新增
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物 (重点是放射性废物)

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

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

2.含有放射性的废弃物要注明, 其排放浓度用比活度(Bq/l,或 Bq/kg, 或 Bq/m³), 年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》，2018 年 12 月 29 日起施行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行）（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令第 709 号）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）； (6) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）； (7) 《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号，自 2012 年 3 月 1 日起施行）； (8) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》（环境保护部工业和信息化部国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号）； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日施行）； (10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）； (11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部第 16 号令）； (12) 《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）； (13) 《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）； (14) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订版）》； (15) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年国家发展和改革委员会）；
------	---

	革委员会令第7号)； (16) 《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》(云环函[2006]727号)； (17) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430号文)； (18) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日起施行)； (19) 《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)； (20) 《云南省生态环境厅关于印发<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲>(2021年版)和<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序>(2021年版)的通知》(云环通[2021]227号)； (21) 《云南省生态环境保护条例》(2024年11月1日起施行)。
技术标准	(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和格式》(HJ 10.1-2016)； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)； (4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； (5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (7) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)； (8) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)； (9) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)； (10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)； (11) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)。
其他	(1) 《实用辐射安全手册(第二版)》； (2) 《电离辐射剂量学》(李士骏 著)； (3) 《辐射防护手册》(第一分册，李德平、潘自强主编)；

	(4) 《X 射线和γ射线防护手册》（苏森龄 著）； (5) 建设单位提供资料； (6) 《委托书》。
--	--

表 7 保护目标及评价标准

评价范围

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》（HJ 10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围为：C 形臂 X 射线机所在机房屏蔽墙体四周向外延伸 50m 的区域。

保护目标

本项目位于 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12。根据该医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，确定本项目主要环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 主要环境保护目标

保 护 名 单		方位	位置	人数（人）	与射线装置最近距离（m）		保护要求 （mSv/a）
					水平	垂直	
操作间 12	职业 人员	机房内	操作间 12 内	6 人	0.3	0	5
		机房西侧	监控室、更衣室	16 人	5.8	0	
	公众	机房北侧	过道、内镜中心备用间、污物间、超声门诊室、急诊内科病房、医护人员办公休息区等	约 20 人	6.5	0	0.25
		机房东侧	消化内科内镜中心消毒清洗区、消化内镜中心其余房间（超声、小肠镜检查室、治疗室、检查室、复苏区、护士站和配夜间、二次候诊区、更衣室、注射室、医生谈话室、C14 检测室、磁控胶囊内镜、内镜库、资料室、VIP 检查室）和过道等	约 40 人	2.0	0	
		机房西侧	杂物间、库房、卫生间和过道等	流动人群	7.7	0	
		机房西侧	院内道路	流动人群	18.9	-4.8	
		机房西侧	三号门诊楼部分诊室	约 30 人	27.9	0	
		机房南侧	院内道路	流动人群	2.1	-4.8	
		机房南侧	四号住院楼	约 100 人	17.2	-4.8	

	机房上方	急诊创伤外科病房	约 30 人	0	+3.0	
	机房下方	急诊加强病房	约 10 人	0	-4.8	

评价标准

7.1 非辐射相关评价标准

本项目非辐射相关标准执行标准如下。

(1) 环境质量标准

- ①环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
- ②地表水环境：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；
- ③声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

(2) 污染物排放标准

- ①废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；
- ②废水：医疗废水执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中的预处理标准，其中氨氮、总磷执行《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表 1 中 B 等级标准；
- ③噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）相关标准限值；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

7.2 辐射相关标准

1、管理限值

(1) 国家标准限值

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，任何工作人员的职业照射不超过由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量 20mSv；第 B1.2 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。

(2) 行政管理限值

根据《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示>的复函》（云环函[2006]727 号）中的规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一。

综上，本次评价采用行政管理限值，即：

◇职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a；

◇公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

第 6.1.3 点 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；

第 6.1.5 点 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机类型	机房内最小有效使用面积（m ² ）	机房内最小单边长度（m）
单管头 X 射线设备 b(含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5

备注：本项目射线装置属于单管头 X 射线机。机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

第 6.2.1 点 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

备注：本项目射线装置机房属于 C 形臂 X 射线设备机房。

第 6.3.1 点 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目位于云南省昆明市西山区金碧路 157 号云南省第一人民医院 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12 内，目前操作间 12 已完成设计和防护装修，本次新增使用一台 C 形臂 X 射线机，属于 II 类射线装置，主要污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水、声环境等影响较小，本次评价的环境空气质量、地表水环境质量、声环境质量等引用《2023 年度昆明市生态环境状况公报》进行评价，本次重点针对评价区域开展了辐射环境的现状监测评价。

1、地表水环境现状

根据《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，全市纳入国考地表水监测的 27 个水质断面全部达标。其中 I 类水质断面 1 个，占 3.70%；II 类水质断面 10 个，占 37.04%；III 类水质断面 11 个，占 40.74%；IV 类水质断面 3 个，占 11.11%；V 类水质断面 2 个，占 7.41%。

2、环境空气现状

本项目位于西山区城市建成区，根据《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，2023 年，昆明市主城区环境空气优良率 97.53%，其中优 189 天、良 167 天。与 2022 年相比，优级天数减少 57 天，各项污染物均达到二级空气质量日均值（臭氧为日最大 8 小时平均）标准。

3、声环境质量现状

根据《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，2023 年，昆明市主城区昼间区域环境噪声平均值为 52.2 分贝(A)，总体水平达二级（较好），较去年下降 0.2 分贝(A)。

4、辐射现状

（1）监测方案

本次环评在进行现场调查期间，评价人员首先根据建设单位人员介绍，了解了本项目拟建地及周边环境状况，确立了本项目的监测方案。项目建设范围内没有其他电离辐射污染源，因此周围辐射环境趋于一致。根据本项目平面布置和外环境关系，本次选择在项目拟建地预留房间、四周及周围敏感目标处布设监测点位以反映区域辐射环境质量状况。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及项目产污分析，本项目主要监测因子为：X-γ辐射剂量率。

共布设 12 个监测点，能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。具体监测点位布设见表 8-1、图 8-2、图 8-3。

表 8-1 X-γ辐射剂量率监测布点一览表

序号	布点位置	监测因子	备注
1	消化内科内镜中心操作间 12 室内	X-γ辐射剂量率	/
2	消化内科内镜中心操作间 12 西侧防护门外监控室	X-γ辐射剂量率	/
3	消化内科内镜中心操作间 12 西侧墙外更衣间	X-γ辐射剂量率	/
4	消化内科内镜中心操作间 12 北侧防护门外过道	X-γ辐射剂量率	/
5	消化内科内镜中心操作间 12 东侧墙外清洗消毒区	X-γ辐射剂量率	/
6	消化内科内镜中心操作间 12 楼上三楼急诊创伤外科病房	X-γ辐射剂量率	/
7	消化内科内镜中心操作间 12 楼下一楼急诊加强病房	X-γ辐射剂量率	/
8	4 号楼住院楼北侧	X-γ辐射剂量率	/
9	云南省第一人民医院北侧院内道路	X-γ辐射剂量率	本底对照点
10	云南省第一人民医院东侧院内道路	X-γ辐射剂量率	
11	云南省第一人民医院南侧院内道路	X-γ辐射剂量率	
12	云南省第一人民医院西侧院内绿地	X-γ辐射剂量率	



图 8-1 操作间 12 及周围 X-γ 辐射剂量率监测点位图



图 8-2 医院四周 X- γ 辐射剂量率监测点位图

(2) 监测时间及测试条件说明

监测日期：2024 年 11 月 12 日；环境温度：20.5℃-22.3℃；环境湿度：45.2%-48.6%；
天气状况：晴。

(3) 监测方法和仪器

本项目采用的监测方法和监测仪器见表 8-2。

表 8-2 监测方法及监测仪器

项目	监测方法	方法来源	监测仪器
X-γ辐射剂量率	现场监测	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)	仪器名称：环境监测用 X、γ辐射空气比释动能率仪 仪器型号：RJ32-2102 仪器编号：RJ3200143 能量响应：20keV~7.0MeV 测量范围：10nGy/h~100μGy/h 校准因子：0.98 校准证书编号：JL2400649932 校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2024 年 07 月 03 日 有效日期：2025 年 07 月 02 日

(4) 质量保证

①本项目监测单位为四川省核工业辐射测试防护院宜宾检测中心有限公司，取得四川省市场监督管理局（CMA 认证），证书编号：222312051293。单位具备完整、有效的质量控制体系；

②根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），并参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

④监测仪器每年经计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑥根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性，每个测点连续测量 10 次，取平均值；

⑦建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

(5) 监测结果与评价

各监测点位监测结果见表 8-3 和附件 7。

表 8-3 消化内镜检查中心操作间 12 室内及周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

点位	监测位置	X-γ辐射剂量率(nGy/h)	标准差(nGy/h)	备注
1#	消化内科内镜中心操作间 12 室内	29	2.1	/
2#	消化内科内镜中心操作间 12 西侧防护门外监控室	34	2.1	/
3#	消化内科内镜中心操作间 12 西侧墙外更衣间	32	1.8	/
4#	消化内科内镜中心操作间 12 北侧防护门外过道	29	2.4	/
5#	消化内科内镜中心操作间 12 东侧墙外清洗消毒区	31	2.2	/
6#	消化内科内镜中心操作间 12 楼上三楼急诊创伤外科病房	34	2.0	/
7#	消化内科内镜中心操作间 12 楼下一楼急诊加强病房	32	2.4	/
8#	4 号楼住院楼北侧	25	2.1	/
9#	云南省第一人民医院北侧院内道路	25	1.8	/
10#	云南省第一人民医院东侧院内道路	24	2.3	/
11#	云南省第一人民医院南侧院内道路	24	2.0	/
12#	云南省第一人民医院西侧院内绿地	24	1.5	/

注：表中监测结果已扣除宇宙射线响应值。

从表 8-3 得出结论：本项目消化内科内镜中心操作间 12 室内及周围各监测点 X-γ 辐射剂量率范围为 25nGy/h~34nGy/h，与本次监测的医院背景值 24nGy/h~25nGy/h 水平相当，属于医院正常辐射水平。同时，根据《云南省环境天然放射性水平调查研究》（云南科技出版社，1992 年 11 月出版），昆明市原野 γ 辐射剂量率在 $2.73 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 11.36 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间，昆明市道路 γ 辐射剂量率在 $3.51 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 7.52 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间，昆明市房屋室内 γ 辐射剂量率在 $6.41 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 12.66 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间。可见，本项目消化内科内镜中心操作间 12 室内及周围各监测点位 X-γ 辐射剂量率未见异常，处于当地天然辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、施工期工艺分析

本项目位于 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12，目前已完成辐射防护设计和防护装修，本次环评施工期主要建设内容为设备安装，施工期主要评价内容为对新增的 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机进行调试。主要污染物是固体废物、电离辐射和臭氧。本项目调试应请设备供货方专业人员进行，医院方不得自行调试设备。在调试阶段，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。

设备安装及调试阶段主要污染物是运输器械产生噪声及包装废弃物、电离辐射和臭氧。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在设备安装调试期间，医院应配合设备厂家专业人员加强安装调试现场的辐射安全管理，保证在此期间内放射工作场所设置的各类辐射安全防护措施正常运行，具体措施要求如下：

- ①医用射线装置的安装调试、维修的技术服务单位，必须是持有辐射安全许可证的单位；调试人员应取得辐射安全与防护培训考核合格证。
- ②在医用射线装置出束调试前，应确保机房四周墙体、顶板、防护门等实体屏蔽设施防护到位，方可启动装置出束。
- ③在医用射线装置的安装调试期间，应关闭机房防护门，在机房防护门外醒目位置张贴电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。
- ④安装调试人员离开机房期间，机房和控制室必须关闭上锁，钥匙交由专人看管或安排专人看守。

2、运营期工艺分析

(1) 工作原理

本项目 C 形臂 X 射线机是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造

影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过处理后的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

(2) 设备组成

C 形臂 X 射线机主要组成部分：X 射线球管、高压发生器、CMOS 平板探测器、显示器、C 型臂、后处理工作站、图像存储系统等。

(3) 操作流程

本项目 C 形臂 X 射线机主要用于消化内科内镜中心开展内镜逆行胰胆管造影术，基本流程为：患者半俯卧位，插入电子十二指肠镜至降部，见十二指肠乳头后行选择性胆胰管插管，X 线透视下进行胆胰管取石、支架置入等手术。手术完成后撤出内镜。

本项目 C 形臂 X 射线机在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。操作医生在病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会采取脉冲透视方式，形成实时图像（不能自动保存，需进行手动操作进行保存，曝光时自动更新图像），此时操作医生位于铅帘后身着铅服、铅围脖等在机房内对病人进行直接的介入手术操作。在进行介入手术治疗时，医生在 C 形臂 X 射线机脉冲透视连续曝光下通过机房内显示屏清楚了解手术过程及病人情况。在手术过程中均会使用此操作，并且实际运行中该情况占绝大多数，因此，是本次评价的重点。透视时最大管电压为 60kV，最大管电流为 3mA。

第二种情况，减影。操作医生位于铅帘后身着铅服、铅围脖等在机房内进行减影。减影时最大管电压为 75kV，最大管电流为 10mA。

两种情况下，操作医生均位于机房内。此外，若需手术监控，负责监控的医生则位于监控室内，通过铅玻璃观察窗观察介入手术操作，但监控室内不能进行射线装置操作。

(4) 产污流程

C 形臂 X 射线机的 X 射线诊断机曝光时，靶头可进行 180°垂直旋转。本项目 C 形臂 X 射线机的主射方向为从下往上。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置用先进的数字减影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。C 形臂 X 射线机诊治流程及产污环节如图 9-1 所示：

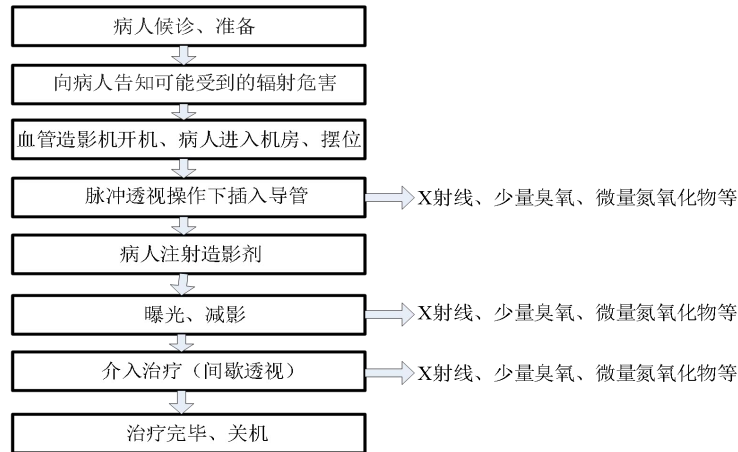


图 9-1 C 形臂 X 射线机数字减影介入治疗流程及产污环节示意图

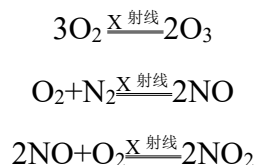
本项目使用的 C 形臂 X 射线机在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，产生微量臭氧、氮氧化物。

污染源项描述

1、正常工况下污染源分析

(1) X 射线：在 X 射线装置开机并曝光时产生 X 射线，X 射线属于非带电粒子，其能量与曝光时 X 射线管的管电压有关，具有较强的穿透性。人体受到 X 射线照射到一定量时会受到辐射损伤。因此 X 射线装置周围需要达到一定的辐射防护，以防止 X 射线泄露对医护人员及其他公众造成伤害。

(2) 废气（臭氧、氮氧化物）：在 X 射线装置开机并曝光时，X 射线在穿过空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：



本项目射线装置曝光时间很短，臭氧的产生量很少，氮氧化物的产生量比臭氧还少得多，故本项目只对臭氧进行分析。

(3) 噪声：操作间 12 空调机组运行时会产生噪声，噪声源强为 55dB。

(4) 废水：本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生，医务工作人员工作时产生少量生活污水，介入手术、清洗器械产生少量医疗废水。

(5) 固体废弃物：医务工作人员工作时产生少量生活垃圾。介入手术产生少量纱布、

手套等医疗废物。

2、事故情况污染源分析

本项目 C 形臂 X 射线机是将电能转化成 X 射线能的诊疗设备，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，只有当设备开机时才会产生 X 射线，运行中存在着风险和潜在危害及事故隐患。在意外情况下，可能出现的辐射事故有以下几种：

（1）在防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射，医务人员应严格按照操作程序进行操作，可以杜绝此类事故发生。

（2）铅门开关装置和报警系统发生故障，导致无关人员误入受到照射。

（3）进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射。为了避免此类事故的发生，要求医护人员必须做好防护措施。

以上事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

3、项目主要污染物产生及预计排放情况

根据分析，本项目主要污染物的产生及预计排放见表 9-1。

表 9-1 项目主要污染物的产生及预计排放情况

内容 类型	排放源	污染物 名称	处理前产 生浓度及 产生量	处理方式
大气污染物	C 形臂 X 射线机	臭氧、氮氧化物	微量	净化空调
水污染物	医务工作人员	生活污水	少量	依托医院现有污水处理设施处理
	介入手术、清洗器械	医疗废水	少量	依托医院现有污水处理站处理
固体废弃物	医务工作人员	生活垃圾	少量	统一收集，由当地环卫部门定期清运
	医用器具和药棉、纱布、手套等	医疗废物	--	依托医院医疗废物管理制度统一处置
噪声	通排风系统	噪声	---	经建筑隔噪和距离衰减后，可达标排放
辐射	C 形臂 X 射线机	X 射线	---	本项目按照设计要求，在正常运行情况下，射线装置工作产生的 X 射线经墙体屏蔽其他有效防护屏蔽后，所致职业和公众照射剂量当量可达到评价标准。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

通过污染源分析可知，本项目运行期间产生的主要污染物为 X 射线以及空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物、手术过程中产生的医疗废物、工作人员产生的生活污水和生活垃圾。针对 X 射线污染，医院将采取以下相应的辐射防护措施：

1、工作区域管理

本次环评涉及的 C 形臂 X 射线机位于 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12，操作间 12 北侧为过道、内镜中心备用间、污物间、超声门诊室、急诊内科病房、医护人员办公休息区等；东侧为消化内科内镜中心消毒清洗区、消化内镜中心其余房间（超声、小肠镜检查室、治疗室、检查室、复苏区、护士站和配夜间、二次候诊区、更衣室、注射室、医生谈话室、C14 检测室、磁控胶囊内镜、内镜库、资料室、VIP 检查室）和过道等；西侧为监控室、更衣间、杂物间、库房、卫生间和过道等；南侧为楼外（悬空）；楼下正下方为急诊加强病房；楼上正上方为急诊创伤外科病房。

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）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制区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。应用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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。

本次环评中结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将操作间12划为控制区，监控室划为监督区。控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；在监督区设立警告标识和标牌，仅允许患者和相关医生进入，其余无关人员均不得随意进入。本项目控制区和监督区划分

情况见表10-1，分区划分示意图见下图10-1。

表 10-1 本项目控制区与和监督区划分情况

工作场所	控制区	监督区	备注
1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12	操作间 12	监控室、更衣间	控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

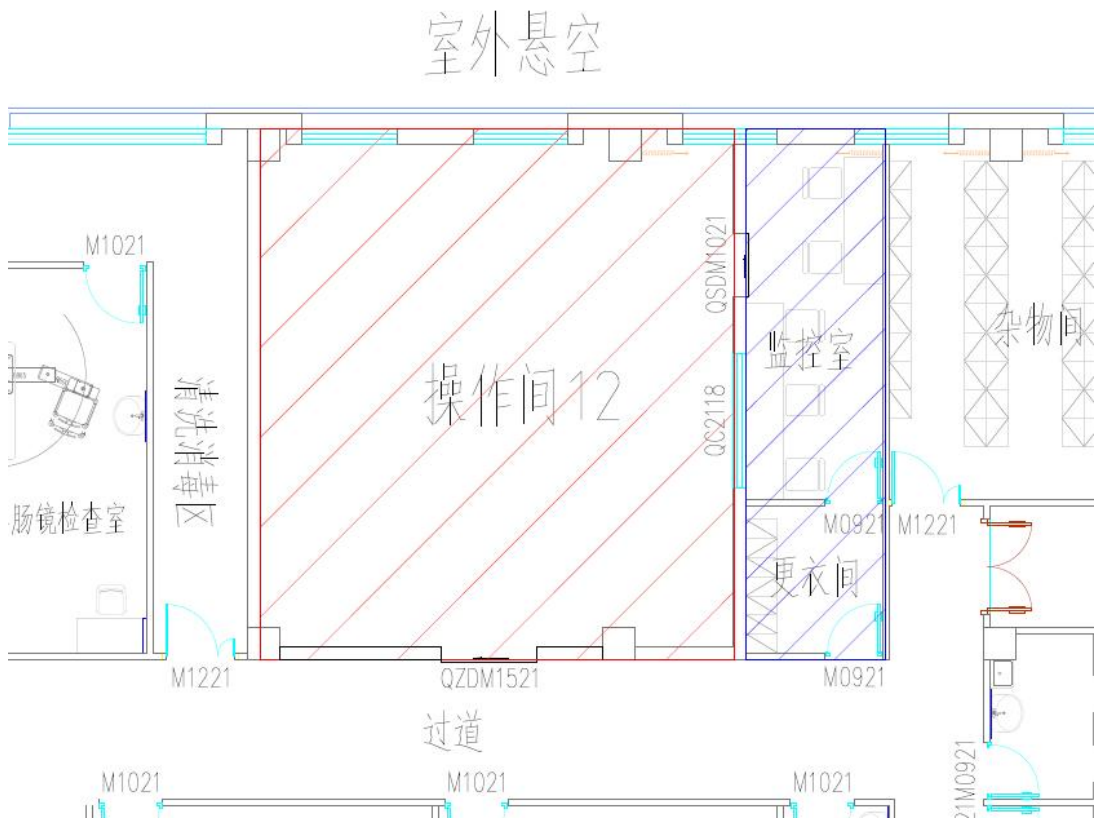


图 10-1 本项目操作间 12 两区划分示意图



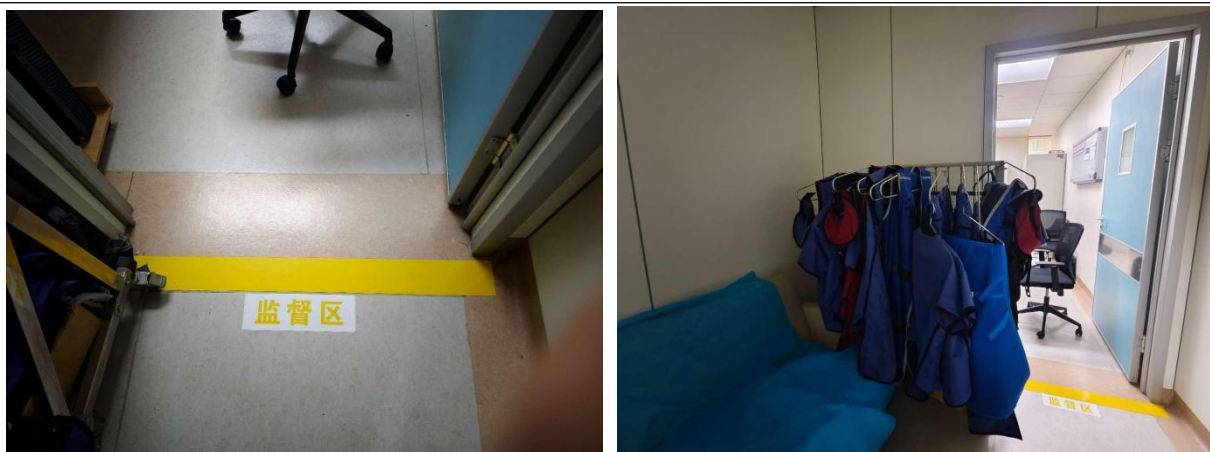


图 10-2 本项目操作间 12 两区划分现场照片

两区划分采取的防治措施：控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；在监督区设立警告标识和标牌，仅允许患者和相关医生进入，其余无关人员均不得随意进入。

2、辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为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）设备固有措施

本项目设备从正规厂家购买，设备本身采取了多种固有安全防护措施：

①本项目C形臂X射线机装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

②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。

③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。设备已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铝过滤板。影像增强器前面已配置滤线栅，以减少散射影响。

④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。

⑤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。

⑥配备相应的表征剂量的指示装置：设备已配备有能在线监测表征输出剂量的指示装置。

⑦配备辅助防护设施：设备配备有床侧防护帘等辅助防护用品与设施，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。

（2）辐射工作场所污染防治措施

1）屏蔽设计

本项目按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 X 射线设备机房屏蔽防护要求进行建设，操作间 12 最小单边长度 7.45m，操作间 12 有效面积 58.9m²，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积 20m²，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

本项目操作间 12 屏蔽设计情况见表 10-2。

表 10-2 本项目操作间 12 屏蔽设计情况

工作场所	墙体	屋顶	地面	防护门	观察窗	机房面积
1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12	东、西、北侧墙体均为 20cm 厚实心砖墙+2mm 铅板，铅当量约 3.8mm；南侧墙体为 24cm 厚实心砖墙+2mm 铅板，铅当量约 4.3mm。	13cm 混凝土+20mm 厚硫酸钡水泥，铅当量约 3.1mm。	13cm 混凝土+20mm 厚硫酸钡水泥，铅当量约 3.1mm。	共 2 扇，均为 2mm 铅当量	2mm 铅当量的铅玻璃	机房内有效面积为 58.9m ² （长边 7.91m，短边 7.45m）

注：（1）根据建设单位提供的资料，混凝土的密度为 2.35g/cm³，硫酸钡防护涂料密度为 3.2g/cm³；（2）根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，管电压为 120kV 时，13cm 厚混凝土相当于 1.4mm 铅；实心砖保守按照按 125kV 条件进行铅当量换算，20cm 实心砖相当于 1.8mm 铅，24cm 实心砖相当于 2.3mm 铅；（2）根据《辐射安全手册（第三分册）》P62 表 3.3，按 150kV 条件下通过内插法计算，20cm 实心砖相当于 3.77mm 铅，24cm 实心砖相当于 2.1mm 铅；（3）硫酸钡防护涂料根据《X 射线和γ射线防护手册》第 73 页表 10，保守按 150kV 条件进行铅当量换算，2cm 硫酸钡防护涂料相当于 1.7mm 铅。

由表10-2可知，本项目操作间12的屏蔽防护及机房内使用面积、单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，机房设计合理。

根据建设单位提供资料，本项目射线装置场所已采取措施有：①本项目射线装置场所四周及地面、屋顶已采用相应的屏蔽体对射线进行屏蔽，观察窗安装铅玻璃，机房通道处均安装铅防护门（机房墙体与门缝的重叠部分大于 10 倍缝隙）。②通排风管道：机房通过中央空调进行通风换气，内镜中心采用新风系统送风，在机房顶部吊顶设置 4 个净风吸顶空调和 3 个排风口，风管从北侧屏蔽墙穿出机房，经内镜中心过道上方吊顶区域引至东北侧排风井，经排风井排至楼顶排放。风管距机房地板 2.6m，穿防护墙处采

用斜向 45° 穿墙，风管用 4mm 厚铅皮包裹，搭接长度为 30cm；风管与穿墙位置缝隙采用 4mm 厚铅板覆盖防护，覆盖应超过缝边不小于 50mm，并与风管防护铅板紧密贴合。由于通排风管道在穿墙时均是整体包裹，穿墙位置不在主射束方向，因此经过铅皮等防护措施处理后，能够有效防止射线直接从风管照射出机房。因此穿墙部分不影响墙体整体的防护性能和机房外的辐射水平。风管穿墙部分经铅皮等防护措施处理和多次杂散射后，对机房外的影响较小。

此外，本项目 C 形臂 X 射线机本身设备较小，配套的辅助设施均较小，且为移动式，使用时均放在机房内，辐射工作人员在机房内直接进行减影和透视操作，无需在控制室进行操作，无需配套的设备间，因此未设置电缆沟。

本项目射线装置场所已采取措施有：①手术床旁安装铅防护帘，具有 0.5mm 铅当量的防护能力。②医生在手术室内操作时应身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，同时使用床侧防护帘进行防护，这些防护用品均具有 0.5mm 铅当量，医生工作时实际受到两次防护，防护能力相当于 1mm 铅当量。③设置了一扇铅屏风，具有 1mm 铅当量的防护能力。

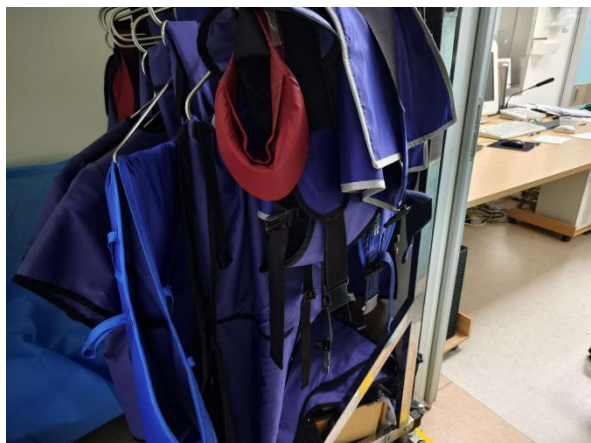


图 10-3 铅衣、铅帽等防护用品



图 10-4 介入手术床及床旁铅防护帘



图 10-5 铅屏风

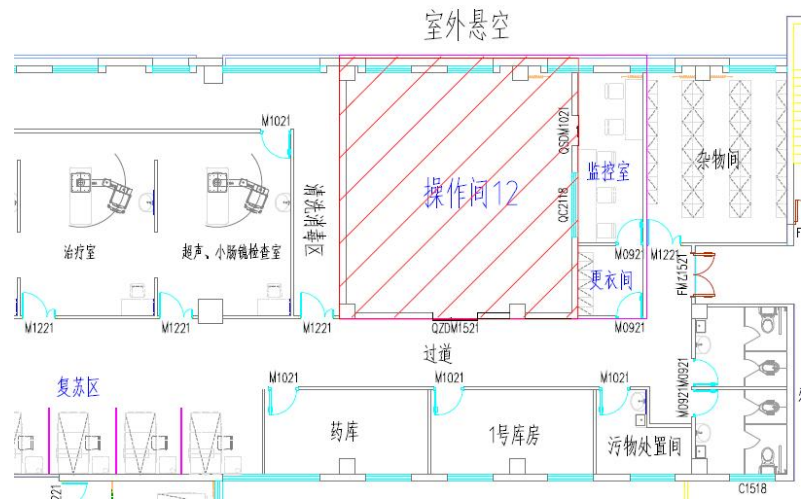
2) 工作场所布局

本项目涉及一个工作场所：操作间 12，配套辅助用房有：监控室、杂物间、污物通道、过道和 VIP 复苏室、VIP 候诊区（谈话室）等。操作间 12 用于 C 形臂 X 射线机的介入手术，监控室为手术同步监控用房（不能进行设备操作）。医生在更衣值班室换鞋更衣后进入监控室及操作间 12（介入手术前），患者通过机房西侧过道进入操作间 12，手术产生的污物通过机房南侧污物通道运出操作间 12，以免污染洁净区域，VIP 复苏室用于麻醉病人术后复苏和观察，本项目操作间 12 相邻区域布局及功能详见表 10-3。

表 10-3 本项目操作间 12 相邻区域布局及功能

工作场所名称	方位	名称	功能	备注
操作间 12	机房北侧	过道	病人进入机房的通道、医护人员通道	
		内镜中心库房、污物间	库房、污物间	/
	机房西侧	监控室	仅用于手术监控，不能进行设备操作	/
		更衣间	医护人员更衣	/
	机房东侧	消化内科内镜中心消毒清洗区	器械清洗消毒	/
		消化内镜中心其余房间（超声、小肠镜检查室、治疗室、检查室、复苏区、护士站和配夜间、二次候诊区、更衣室、注射室、医生谈话室、C14 检测室、磁控胶囊内镜、内镜库、资料室、VIP 检查室）	病人术前谈话签字及术后复苏场所	/
			消化内镜中心其余治疗诊室	/
	机房上方	急诊创伤外科病房	其他科室病房	/
	机房下方	急诊加强病房等	其他科室用房	/

注：机房南侧为楼外（悬空），无相邻房间。



3) 紧急停机按钮

C 形臂 X 射线机设备本身和手术床均已设置紧急停机按钮（各按钮与 X 线系统连接）。X 线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一紧急停机按钮，均可停止 X 线系统出束。



图 10-7 紧急停机按钮

4) 门灯联锁装置、电离辐射警示标志

操作间 12 入口、屏蔽门中部已设置“当心电离辐射”警示标志，警示人们注意可能发生的危险。操作间 12 门上方已设置有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置有“当心射线”的可视警示语句，同时，工作状态指示灯能与机房门有效关联。当机房门开启时，警示灯熄灭，机房门关闭时，警示灯开启。



图 10-8 工作状态指示灯及电离辐射警示标志

5) 个人防护用品、监测仪器

防护用品：本项目已为辐射工作人员配备铅衣 6 件、铅帽 8 件、铅围脖 7 个、铅眼镜 1 副，拟再配置铅眼镜 1 副、介入防护手套 2 套，其防护铅当量均不低于 0.5mm，拟再详见表 10-4。

表 10-4 个人防护用品配备表

放射检查类型	工作人员个人防护用品			
	GBZ130-2020 要求	本项目采取的措施		是否满足要求
		已设措施	拟设措施	
介入放射性工作	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	铅衣 6 件、铅帽 8 件、铅围脖 7 个、铅眼镜 1 副	铅眼镜 1 副、介入防护手套 2 套	满足

根据表 10-4，医院拟为本项目辐射工作人员配备的个人防护用品满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

监测仪器：医院已购买 1 台便携式辐射监测仪，拟购买 2 台个人剂量报警仪，并拟为本项目辐射工作人员佩戴个人剂量计。

6) 时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次进行诊疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊疗方案，选择合理可行的射线照射参数，减少照射时间。

介入手术医生穿戴铅防护用品、佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪进入操作间 12 进行介入手术，产生紧急情况时，介入医生按下诊疗床上的紧急停机按钮，停止 X 射线出束，不定期用便携式辐射监测仪对操作间 12 周围进行监测，发现异常，及时处理，减少对外围人员的照射。

3、环保设施及投资分析

为了保证医用射线装置应用项目工作安全持续开展，医院应投入一定资金建设必要的环保设施，配置监测仪器和个人防护用品。具体环保设施及投资见下表10-5。

今后在实践中应根据国家发布的法规内容，结合医院实际及时对需要增加的设施、设备作补充，使之更能满足实际需要。

表 10-5 医院环保投资估算一览表

类 别	设备、机房、人员	环保设施		投资金额 (万元)	备注
		已有措施	拟设措施		
废气处理	操作间 12	1 套净化空调（新风量 1000m ³ /h，排风量 300m ³ /h）	--	--	已建

电离辐射防护	辐射防护主体设施工程费用	机房墙体、铅门、铅玻璃、防护涂料、铅悬挂防护屏、床侧防护等	--	--	--
	专用防护设计	工作状态指示灯 1 套（患者通道铅门）、门灯连锁装置 1 套（患者通道铅门）、床旁及设备紧急停机按钮 2 个（设备自带）、电离辐射警示标志 3 个（病人铅门、监控室铅门）、两区划分等	--	--	
	规章制度	已制定全套规章制度	规章制度上墙	0.1	--
	辐射安全与防护培训	已有 13 人辐射工作人员已参加医院组织的自主培训	所有辐射工作人员拟参加辐射安全与防护的培训	--	--
个人防护用品	项目涉及设备	铅衣 6 件、铅帽 8 件、铅围脖 7 个、铅眼镜 1 副	铅眼镜 1 副、介入防护手套 2 套	1.0	--
监测仪器	项目涉及设备	个人剂量计 11 个	便携式辐射监测仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台，配置个人剂量计 2 个	4.0	--
辐射项目竣工环境保护验收	--	--	竣工验收监测	4.0	--
事故应急	应急物资储备	--	辐射应急药品、监测设备、防护装备等应急物资储备及演练	6.0	--
合计				15.1	--

本项目总投资约 310 万元，环保投资约 15.1 万元，占总投资的 5.03%。

三废的治理

1、废气治理措施

本项目操作间 12 采用净化空调进行通排风，新风量 1000m³/h，排风量 300m³/h，机房通过中央空调进行通风换气，内镜中心采用新风系统送风，在机房顶部吊顶设置 4 个净风吸顶空调和 3 个排风口，风管从北侧屏蔽墙穿出机房，经内镜中心过道上方吊顶区域引至东北侧排风井，经排风井排至楼顶排放。穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，排风口位于 1 号门诊楼楼顶，C 形臂 X 射线机在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过净化空调排风机排至室外，经自然稀释后对周围环境影响不大。

2、废水治理措施

本项目 C 形臂 X 射线机用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院现有污水处理站进行处理。

3、固体废弃物治理措施

本项目 C 形臂 X 射线机采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。

4、噪声治理措施

机房净化空调的风机工作时将产生一定的噪声，通过设置减振垫、减振吊架、微孔板消声器，以及距离衰减、墙体阻隔等降噪措施后，对周围环境影响不大。

综上所述，医院针对操作间 12 产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目涉及的工作场所为云南省第一人民医院 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12，1 号门诊楼主体工程已投入运行多年。目前，操作间 12 已完成设计和防护装修。本次环评施工期主要建设内容为设备安装，施工期主要评价内容为对新增的 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机进行调试。主要污染物是固体废物、电离辐射和臭氧。

本项目调试应请设备供货方专业人员进行，医院方不得自行调试设备。在调试阶段，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，操作人员必须持证上岗并采取足够安全的个人防护措施，人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备调试在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响可接受。

本项目施工期较短，施工量不大，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是电离辐射，即射线装置开机曝光时产生的 X 射线。本项目 C 形臂 X 射线机尚未安装，本次环评主要通过理论预测的评价方法进行辐射环境影响分析。

本项目 C 形臂 X 射线机主射方向向上，机头有用线束直接照向患者，不会直射到机房四周墙体、楼顶、防护门及铅窗，且 C 形臂 X 射线机图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，参照 NCRP147 报告《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》，C 形臂 X 射线机屏蔽估算时不需要考虑主束照射，本项目重点考虑手术过程中泄漏辐射和散射辐射对机房外周围环境的辐射影响。

（一）运行工况及参数选择

本项目 C 形臂 X 射线机采用微机控制的自动剂量率控制高频 X 射线发生器，实际运行过程中会根据病人的身体情况和防护情况自动进行工况调节。预测工况具体如下：

表 11-1 C 形臂 X 射线机预测工况

设备	拍片常用最大工况		透视常用最大工况	
	管电压（kV）	管电流（mA）	管电压（kV）	管电流（mA）
C 形臂 X 射线机	75	10	60	3

表 11-2 开展介入手术量及曝光时间核算表

设备	科室	年手术数量（台）	年拍片时间（h）	年透视时间（h）	年曝光总时间（h）
C 形臂 X 射线机	消化内科内镜中心	1000	166.7	16.7	183.4

（二）机房外辐射环境影响分析

1、预测点位

本项目 C 形臂 X 射线机投运后，介入手术过程中，操作间 12 外四周的保护目标均受到 X 射线散射和漏射影响；操作间 12 室内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离操作间 12 最近关注点受到的辐射剂量可以代表最大可能受到的辐射有效剂量。

各预测点位见图 11-1。

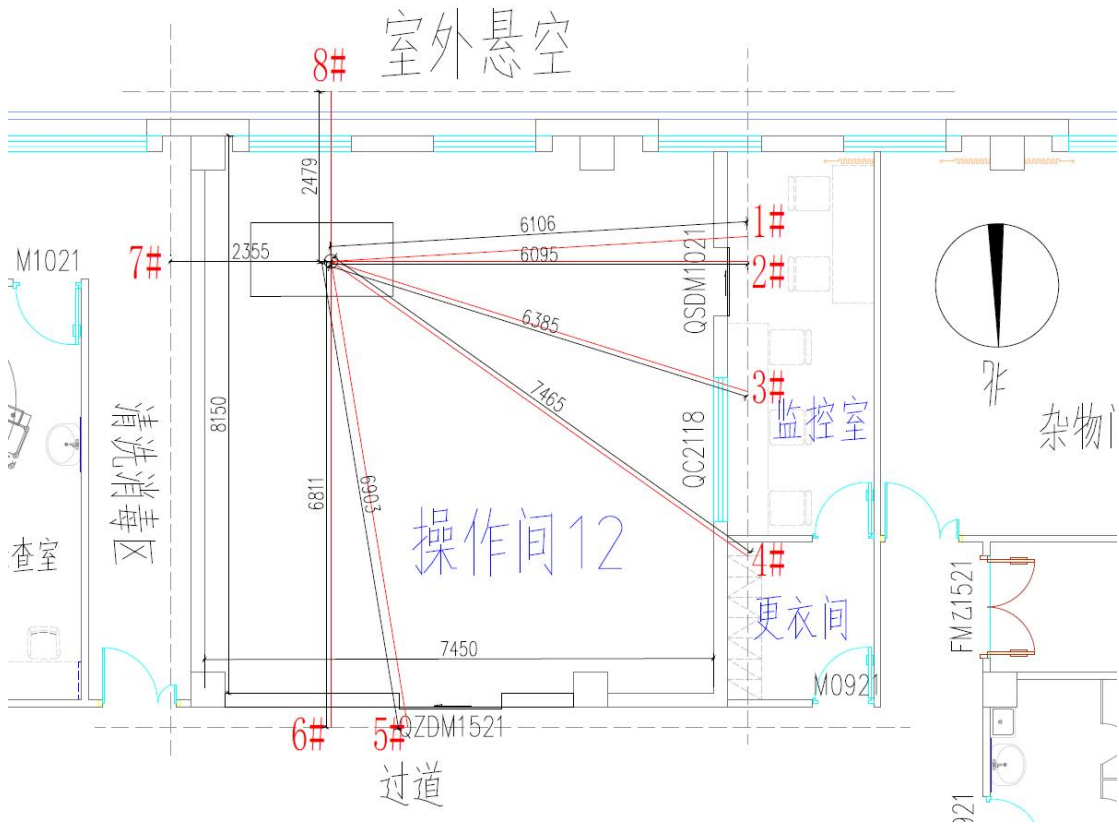


图 11-2 机房周围关注点示意图

2、理论预测计算模式

①年附加有效剂量估算

根据辐射安全手册，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量计算公式如下：

$$E=H\times 10^{-3}\times h\times \eta\times W_T\cdots\cdots\cdots\text{(式 11-1)}$$

式中：

H —关注点的剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

E —关注点的附加有效剂量（ mSv/a ）；

h —工作负荷（ h/a ）；

η —居留因子；经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员停留的地方取 1/16；

W_T —组织权重因子，取 1。

根据建设单位提供资料，本项目 C 形臂 X 射线机由消化内科内镜中心使用。年手术量为 1000 台，年减影出束时间为 16.7h，年透视出束时间为 166.7h，年总出束时间为 183.4h。

②泄漏辐射

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》（应用篇）第 9 章“辐射防护屏蔽设计”，泄漏辐射不应超过有用线束平均值的 0.1%。根据《辐射防护手册》（第一分册）（李德平、潘自强主编），C 形臂 X 射线机减影拍片和透视过程所造成的辐射剂量可按下式估算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{X}_{1m}\times 0.1\%}{R^2}\cdot I\cdot \mu\cdot B\times 8.73\times 10^3\times 60\times W_R\cdots\cdots\cdots\text{(式 11-2)}$$

式中：

$\dot{H}$ —关注点处的当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{X}_{1m}$ —每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率， $\text{R/mA}\cdot\text{min}$ ；根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线设备等效总过滤应不小于 2.5mmAl，查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，保守考虑取 X 射线过滤为 2.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率，当拍片管电压为 75kV 时，查得 $=0.65\text{R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，当透视管电压为 60kV 时，查得 $=0.43\text{R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I —管电流，mA；（减影：10mA，透视：3mA）；

μ —利用因子，取 1；

W_R —辐射权重因数，取 1；

B —屏蔽透射因子。按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中，计算屏蔽透射因子 B 的公式为：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots \text{（式 11-3）}$$

式中：

B —给定不同屏蔽物质厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ —不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减有关的拟合参数；本项目 C 形臂 X 射线机常用最大透视管电压 60kV、最大拍片管电压 75kV，《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 均无 60kV 和 75kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 70kV、90kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 70kV X 射线辐射衰减的拟合参数（铅） $\alpha=5.369$ 、 $\beta=23.49$ 、 $\gamma=0.5881$ ；90kV X 射线辐射衰减的拟合参数（铅） $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ 。

X —不同屏蔽物质厚度，mm。

本项目 C 形臂 X 射线机机房四周各关注点的泄漏辐射计算结果见表 11-3。

表 11-3 机房及周围各关注点漏射辐射预测结果表

预测点			模式	辐射源点 至关注点 的距离 R (m)	防护情况	屏蔽透射 因子	剂量率 H
序 号	方位	位置				B	(μSv/h)
1	机房 西侧	西侧墙体外 30cm 处（监控 室）	减影	6.1	20cm 厚实心砖 墙+2mm 铅板， 铅当量约 3.8mm	6.82E-07	6.24E-05
			透视	6.1		7.90E-11	1.43E-09
2		西侧铅门外 30cm 处（监控 室）	减影	6.0	铅门（2.0mm 铅 当量）	1.72E-04	1.63E-02
			透视	6.0		1.25E-06	2.34E-05
3		西侧观察窗外 30cm 处（监控 室监控位）	减影	6.3	2mm 铅当量的铅 玻璃	1.72E-04	1.47E-02
			透视	6.3		1.25E-06	2.12E-05
4	机房 西侧	西侧墙外 30cm 处（更衣间）	减影	7.4	20cm 厚实心砖 墙+2mm 铅板，	6.82E-07	4.24E-05
			透视	7.4		7.90E-11	9.75E-10

					铅当量约 3.8mm		
5	机房 北侧	北侧铅门外 30cm 处(过道)	减影	6.9	20cm 厚实心砖 墙+2mm 铅板, 铅当量约 3.8mm	6.82E-07	4.88E-05
			透视	6.9		7.90E-11	1.12E-09
6		北侧墙体外 30cm 处(过道)	减影	6.8	20cm 厚实心砖 墙+2mm 铅板, 铅当量约 3.8mm	6.82E-07	5.02E-05
			透视	6.8		7.90E-11	1.15E-09
7	机房 东侧	东侧墙体外 30cm 处(清洗 消毒区)	减影	2.3	20cm 厚实心砖 墙+2mm 铅板, 铅当量约 3.8mm	6.82E-07	4.39E-04
			透视	2.3		7.90E-11	1.01E-08
8	机房 南侧	南侧墙体外 30cm 处(悬空 区域)	减影	2.4	24cm 厚实心砖 墙+2mm 铅板, 铅当量约 4.3mm	1.47E-07	8.69E-05
			透视	2.4		5.39E-12	6.32E-10
9	机房 楼上 正上 方	楼上楼顶外 30cm 处(急诊 创伤外科病房)	减影	3.3	13cm 混凝土 +20mm 厚硫酸钡 水泥, 铅当量约 3.1mm。	5.84E-06	1.83E-03
			透视	3.3		3.39E-09	2.10E-07
10	机房 楼下 正下 方	楼下(急诊加强 病房)	减影	4.8	13cm 混凝土 +20mm 厚硫酸钡 水泥, 铅当量约 3.1mm。	5.84E-06	8.63E-04
			透视	4.8		3.39E-09	9.93E-08

注：①辐射源点与关注点的距离保守取小数点后一位且不考虑上位。下同。

③患者体表散射辐射环境影响分析

对于患者体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。可按下式进行预测估算（引用辐射防护手册第一分册，P437）：

$$H_s = \frac{\dot{X}_{1m}}{(d_0 \cdot d_s)^2} \cdot I \cdot \mu \cdot \frac{\alpha}{400} \cdot S \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \dots\dots\dots \text{（式 11-4）}$$

式中： H_s ——预测点处的散射当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{X}_{1m}$ ——每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率， $\text{R/mA} \cdot \text{min}$ ；根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线设备等效总过滤应不小于 2.5mmAl，查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，保守考虑取 X 射线过滤为 2.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率，当拍片管电压为 75kV 时，查得 $=0.65\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，当透视管电压为 60kV 时，查得 $=0.43\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

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 查表取值，本项目 C 形臂 X 射线机最大透视管电压 60kV、最大拍片管电压 75kV，保守取管电压 100kV、散射角 30°的散射比 α 为 1.5×10^{-3} ；

S ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——靶点与患者的距离， m ，取 0.5m ；

d_s ——患者与预测点的距离， m ；

B ——屏蔽透射因子；本项目 C 形臂 X 射线机最大透视管电压 60kV 、最大拍片管电压 75kV ，根据式（11-3）计算，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV 、 95kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 70kV 、 90kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 70kV X 射线辐射衰减的拟合参数（铅） $\alpha=5.369$ 、 $\beta=23.49$ 、 $\gamma=0.5881$ ； 90kV X 射线辐射衰减的拟合参数（铅） $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ 。

I ——管电流， mA ；（减影： 10mA ，透视： 3mA ）；

μ ——利用因子，设备运行时，X 射线散射情况下职业及公众人员位于设备一侧的某一点位， μ 取 $1/4$ ；

W_R ——辐射权重因数，取 1 。

各预测点处散射辐射剂量率计算结果如下：

表 11-4 机房及周围各关注点散射辐射预测结果表

预测点			模式	辐射源点至关注点的距离 R（m）	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 H（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	西侧墙体外 30cm 处（监控室）	减影	6.1	20cm 厚实心砖墙+2mm 铅板，铅当量约 3.8mm	6.82E-07	2.34E-05
			透视	6.1		7.90E-11	5.38E-10
2		西侧铅门外 30cm 处（监控室）	减影	6.0	铅门（2.0mm 铅当量）	1.72E-04	6.10E-03
			透视	6.0		1.25E-06	8.77E-06
3		西侧观察窗外 30cm 处（监控室监控位）	减影	6.3	2mm 铅当量的铅玻璃	1.72E-04	5.53E-03
			透视	6.3		1.25E-06	7.96E-06
4	机房西侧	西侧墙外 30cm 处（更衣间）	减影	7.4	20cm 厚实心砖墙+2mm 铅板，铅当量约 3.8mm	6.82E-07	1.59E-05
			透视	7.4		7.90E-11	3.65E-10
5	机房北侧	北侧铅门外 30cm 处（过道）	减影	6.9	20cm 厚实心砖墙+2mm 铅板，铅当量约 3.8mm	6.82E-07	1.83E-05
			透视	6.9		7.90E-11	4.20E-10
6		北侧墙体外 30cm 处（过道）	减影	6.8	20cm 厚实心砖墙+2mm 铅板，	6.82E-07	1.88E-05
			透视	6.8		7.90E-11	4.33E-10

					铅当量约 3.8mm		
7	机房 东侧	东侧墙体外 30cm 处（清洗 消毒区）	减影	2.3	20cm 厚实心砖 墙+2mm 铅板， 铅当量约 3.8mm	6.82E-07	1.65E-04
			透视	2.3		7.90E-11	3.78E-09
8	机房 南侧	南侧墙体外 30cm 处（悬空 区域）	减影	2.4	24cm 厚实心砖 墙+2mm 铅板， 铅当量约 4.3mm	1.47E-07	3.26E-05
			透视	2.4		5.39E-12	2.37E-10
9	机房 楼上 正上 方	楼上楼顶外 30cm 处（急诊 创伤外科病房）	减影	3.3	13cm 混凝土 +20mm 厚硫酸钡 水泥，铅当量约 3.1mm。	5.84E-06	6.84E-04
			透视	3.3		3.39E-09	7.88E-08
10	机房 楼下 正下 方	楼下（急诊加强 病房）	减影	4.8	13cm 混凝土 +20mm 厚硫酸钡 水泥，铅当量约 3.1mm。	5.84E-06	3.23E-04
			透视	4.8		3.39E-09	3.72E-08

本项目 C 形臂 X 射线机机房周围各预测点总的辐射剂量率见表 11-5。

表 11-5 机房周围各预测点总的附加剂量率结果表

预测点			模式	漏射辐射 剂量率	散射辐射 剂量率	合计(μSv/h)	标准 (μSv/h)	
序号	方位	位置		(μSv/h)	(μSv/h)			
1	机房西 侧	西侧墙体外 30cm 处（监控 室）	减影	6.24E-05	2.34E-05	8.58E-05	2.5	
			透视	1.43E-09	5.38E-10			
2		西侧铅门外 30cm 处（监控 室）	减影	1.63E-02	6.10E-03	2.24E-02	2.5	
			透视	2.34E-05	8.77E-06			
3		西侧观察窗外 30cm 处（监控室 监控位）	减影	1.47E-02	5.53E-03	2.03E-02	2.5	
			透视	2.12E-05	7.96E-06			
4	机房西 侧	西侧墙外 30cm 处（更衣间）	减影	4.24E-05	1.59E-05	5.83E-05	2.5	
			透视	9.75E-10	3.65E-10			
5		北侧铅门外 30cm 处（过道）	减影	4.88E-05	1.83E-05	6.70E-05	2.5	
			透视	1.12E-09	4.20E-10			
6	机房楼	北侧墙体外 30cm 处（过道）	减影	5.02E-05	1.88E-05	6.90E-05	2.5	
			透视	1.15E-09	4.33E-10			
7		东侧墙体外 30cm 处（清洗消 毒区）	减影	4.39E-04	1.65E-04	6.03E-04	2.5	
			透视	1.01E-08	3.78E-09			
8		南侧墙体外 30cm 处（悬空区 域）	减影	8.69E-05	3.26E-05	1.20E-04	2.5	
			透视	6.32E-10	2.37E-10			
9		机房楼	楼上楼顶外	减影	1.83E-03	6.84E-04	2.51E-03	2.5

	上正上方	30cm 处(急诊创伤外科病房)	透视	2.10E-07	7.88E-08		
10	机房楼下正下方	楼下(急诊加强病房)	减影	8.63E-04	3.23E-04	1.19E-03	2.5
			透视	9.93E-08	3.72E-08		

根据表 11-5 可知,C 形臂 X 射线机机房周围各预测点的辐射剂量率最大值为 2.24E-02 $\mu\text{Sv/h}$ (位于西侧铅门外 30cm 处, 监控室), 各预测点均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

本项目 C 形臂 X 射线机由消化内科内镜中心使用, 年手术量为 1000 台, 年减影出束时间为 16.7h, 年透视出束时间为 166.7h, 年总出束时间为 183.4h。根据式 11-1, 本项目 C 形臂 X 射线机机房周围各预测点总的年受照有效剂量见表 11-6。根据表 11-6 可知, 本项目所致机房外职业人员 (表 11-6 中 2#点) 受到的附加有效剂量最大为 3.79E-04mSv/a, , 低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a; 公众 (表 11-6 中 9#号点楼上急诊创伤外科病房) 受到的附加有效剂量最大为 5.43E-05mSv/a, 低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。

本项目已根据设备全年出束时间计算 C 形臂 X 射线机机房外公众的年有效剂量, 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 C 形臂 X 射线机机房周围 50m 评价范围内的环境保护目标的剂量率小于机房相邻区域的辐射剂量。

表 11-6 C 形臂 X 射线机机房周围各预测点总的附加剂量率结果表

预测点			模式	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射剂量率 合计 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大出 束时间 (h)	居留 因子 η	有效剂量 E (mSv/a)	合计 (mSv/a)	标准 (mSv/a)
序号	方位	位置									
1	机房西侧	西侧墙体外 30cm 处 (监控室)	减影	6.24E-05	2.34E-05	8.58E-05	16.70	1	1.43E-06	1.43E-06	5
			透视	1.43E-09	5.38E-10	1.97E-09	166.7	1	3.29E-10		
2		西侧铅门外 30cm 处 (监控室)	减影	1.63E-02	6.10E-03	2.24E-02	16.70	1	3.73E-04	3.79E-04	5
			透视	2.34E-05	8.77E-06	3.22E-05	166.7	1	5.36E-06		
3		西侧观察窗外 30cm 处 (监控室 监控位)	减影	1.47E-02	5.53E-03	2.03E-02	16.70	1	3.39E-04	3.44E-04	5
			透视	2.12E-05	7.96E-06	2.92E-05	166.7	1	4.86E-06		
4	机房西侧	西侧墙外 30cm 处 (更衣间)	减影	4.24E-05	1.59E-05	5.83E-05	16.70	1	9.73E-07	9.73E-07	5
			透视	9.75E-10	3.65E-10	1.34E-09	166.7	1	2.23E-10		
5	机房北侧	北侧铅门外 30cm 处 (过道)	减影	4.88E-05	1.83E-05	6.70E-05	16.70	1	1.12E-06	1.12E-06	0.25
			透视	1.12E-09	4.20E-10	1.54E-09	166.7	1	2.57E-10		
6		北侧墙体外 30cm 处 (过道)	减影	5.02E-05	1.88E-05	6.90E-05	16.70	1/4	2.88E-07	2.88E-07	0.25
			透视	1.15E-09	4.33E-10	1.59E-09	166.7	1/4	6.61E-11		
7	机房东侧	东侧墙体外 30cm 处 (清洗消毒区)	减影	4.39E-04	1.65E-04	6.03E-04	16.70	1/4	2.52E-06	2.52E-06	0.25
			透视	1.01E-08	3.78E-09	1.39E-08	166.7	1/4	5.78E-10		
8	机房南侧	南侧墙体外 30cm 处 (悬空区域)	减影	8.69E-05	3.26E-05	1.20E-04	16.70	1/16	1.25E-07	1.25E-07	0.25
			透视	6.32E-10	2.37E-10	8.69E-10	166.7	1/16	9.06E-12		
9	机房楼上 正上方	楼上楼顶外 30cm 处 (急诊创伤外 科病房)	减影	1.83E-03	6.84E-04	2.51E-03	16.70	1	4.19E-05	4.20E-05	0.25
			透视	2.10E-07	7.88E-08	2.89E-07	166.7	1	4.82E-08		
10	机房楼下 正下方	楼下 (急诊加强 病房)	减影	8.63E-04	3.23E-04	1.19E-03	16.70	1	1.98E-05	1.98E-05	0.25
			透视	9.93E-08	3.72E-08	1.37E-07	166.7	1	2.28E-08		

注：①楼上和楼下保守居留因子取 1 计算；②机房南侧为悬空区域，保守考虑这个关注点居留因子取 1/16 进行估算。

表 11-7 本项目机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果表

科室	预测点位置	辐射源点至关注点的距离 R (m)		防护情况	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大透视时间 (h)	医生分组数 (组)	单组医生最大受照时间 (h)	居留因子 η	有效剂量 (mSv/a)	合计 (mSv/a)	标准 (mSv/a)
消化内科内镜中心	第一手术位	0.3	透视	1.0mm 铅当量	4.01E+01	1.21E+00	166.7	3	55.57	1	2.30	3.48	5
			减影	1.0mm 铅当量	1.54E+02	5.78E+01	16.7	3	5.57	1	1.18		
	第二手术位	0.9	减影	0.5mm 铅当量	1.06E+02	2.62E+01	16.7	3	5.57	1	0.73	1.08	5
			透视	0.5mm 铅当量	4.46E+00	1.67E+00	166.7	3	55.57	1	0.34		

注：医生在机房内操作时身穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖，同时使用床侧帘进行防护，这些防护用品均相当于 0.5mm 铅当量，第一术者位医生实际受到两层保护，防护能力相当于 1mm 铅当量；第二术者位医生仅受铅衣、铅眼镜、铅围脖等防护，防护能力相当于 0.5mm 铅当量；辐射源点至关注点的距离取值参考自《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范（WS 76-2020）》中 4.7.2.5 检测位点“第一术者位检测点距离球管焦点轴线 30cm，第二术者位检测点距离球管焦点轴线 90cm”。

（三）本项目 C 形臂 X 射线机机房内辐射环境影响分析

本项目设备在减影和透视两种工况下，医生均位于机房内。本项目 C 形臂 X 射线机由消化内科内镜中心使用，年手术量为 1000 台，年减影出束时间为 16.7h，年透视出束时间为 166.7h，年总出束时间为 183.4h。医生分 3 组平均分配手术量，故机房内第一、二术者位职业人员剂量估算以单组手术医生最大年透视时间进行计算。

根据（式 11-2）~（式 11-4），分别计算第一手术位和第二手术位的漏射和散射影响，再将其叠加，计算结果见表 11-7。

根据表 11-7 可知，本项目 C 形臂 X 射线机对消化内科内镜中心**第一术者位医生**造成的年有效剂量为 3.48mSv/a（3 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为 1.08mSv/a（3 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求。

综上所述，本项目 C 形臂 X 射线机运行后，职业人员年有效剂量最大为 3.48mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；周围公众年有效剂量最大为 5.43E-05mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 C 形臂 X 射线机机房最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在 C 形臂 X 射线机投入运营后，产生的 X 射线经墙体、铅门屏蔽和距离衰减后，机房周围环境保护目标年受照剂量远低于预测剂量，对机房周围公众影响更小。

二、大气环境影响分析

本项目操作间 12 采用中央净化空调进行通排风，新风量 1000m³/h，排风量 300m³/h，内镜中心采用新风系统送风，在机房顶部吊顶设置 4 个净风吸顶空调和 3 个排风口，风管从北侧屏蔽墙穿出机房，经内镜中心过道上方吊顶区域引至东北侧排风井，经排风井排至楼顶排放。风管距机房地板 2.6m，穿防护墙处采用斜向 45° 穿墙，风管用 4mm 厚铅皮包裹，搭接长度为 30cm；风管与穿墙位置缝隙采用 4mm 厚铅板覆盖防护，覆盖应超过缝边不小于 50mm，并与风管防护铅板紧密贴合。排风口位于 1 号门诊楼楼顶，C 形臂 X 射线机在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过净化空调排风机排至室外，经自然稀释后对周围环境影响不大。

三、水环境影响分析

本项目 C 形臂 X 射线机采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生

的医疗废水依托医院现有污水处理站进行处理。因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

四、声环境影响分析

本项目声环境影响主要是机房空调工作时会产生一定的噪声，在距离衰减和墙体阻隔等降噪后，其噪声值较小，医院在购置设备时已选购风量符合工作要求的成品，设备工作时噪声量也符合国家标准要求，因此，本项目不会对周围声环境产生明显影响。

五、固体废弃物环境影响分析

本项目 C 形臂 X 射线机采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。因此，本项目不会对周围产生明显影响。

事故影响分析

本项目新增 1 台 C 形臂 X 射线机，属于 II 类射线装置，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机出束时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 能量不大，曝光时间比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

1、II 类射线装置（C 形臂 X 射线机）事故状态分析

II 类射线装置可能发生的四种事故工况：

- （1）在防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；
- （2）铅门开关装置和报警系统发生故障，导致无关人员误入受到照射；
- （3）进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射。

2、事故情况下环境影响分析

（1）不同事故情况下人员受到的有效剂量当量

根据以上可能发生事故可以看出，事故情况下人员均处于非主束方向。其中事故工况（1）~（3），保守按公众误入或未撤离或防护门未关闭、与射线束之间最近距离为 0.3m、无防护来考虑事故情况下人员受到的有效剂量当量；事故工况（4），具体细分为第一术者位和第二术者位两个操作位，其中第一术者位包括没有穿防护服有铅玻璃遮挡和未穿防护服且无铅玻璃遮挡、与射线束之间最近距离为 0.3m，第二术者位没有穿防护

服且无铅玻璃遮挡、与射线束之间最近距离为 0.9m。

事故状态下，由于机房内 C 形臂 X 射线机床旁和控制台均拟设置“紧急止动”按钮，只要人员按下此按钮就可以停机。C 形臂 X 射线机一台手术累计透视时间最长为 11min，事故情况下一台手术公众误入或未撤离最长受照时间为 2min。按公式（2）、公式（3）及公式（4），本项目一台手术事故情况下工作人员及公众所受到的有效剂量当量见表 11-8。

表 11-8 不同事故情况人员受到的有效剂量当量

事故情况	与射线束之间最近距离	人员	防护情况	曝光方式	曝光时间	C 形臂 X 射线机所致剂量当量估算（mSv）
公众（误入或未撤离、或防护门未关闭）	0.3m	公众	无防护	减影	2min	1.26
第一术者位	0.3m	职业	未穿防护服，设备自带床侧防护帘（0.5mm 铅当量）	减影	11min	0.04
	0.3m	职业	未穿防护服，未使用床侧防护帘防护	减影	11min	6.94
第二术者位	0.9m	职业	无防护	减影	11min	0.77
说明：减影和透视两种情况下，职业人员均位于机房内，因此保守以正常工作时减影最大管电压 75kV、最大管电流 10mA 进行计算。						

从表 11-8 估算结果可以看出：①公众误入、未撤离机房而进行曝光或防护门未关闭时即进行曝光时，处于射线侧向 0.3m 时一台手术所致剂量为 1.26mSv，超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值，超过公众 1mSv/a 的国家标准限值，属于一般辐射事故；②机房内第一术者位在没有穿防护服有床侧防护帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 0.04mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，第一术者位医生未穿防护服且无床侧防护帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 6.94mSv，超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未超过职业人员 20mSv/a 的国家标准限值，不属于辐射事故；③机房内第二术者位医生在没有穿防护服且无床侧防护帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 0.77mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值。

综上所述，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。

3、事故风险防范措施

对前述本项目 X 射线装置可能发生的事故情况，为了防止其发生，应采取多种风险

防范措施:

- ①具有紧急停止按钮，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示；
- ②机房的防护门外近处有醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯；
- ③必须按操作规程并经确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；
- ④设备本身和手术床均安装有紧急停机按钮；
- ⑤介入手术时，操作医生需确认机房内无其他闲杂人等、铅防护门正常关闭之后才能开启曝光；

⑥辐射工作人员在进行辐射工作时必须穿戴防护用品，并佩带个人剂量计和携带个人剂量报警仪，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光。

以上的各种安全装置，体现了国家标准（GB18871-2002）中规定要求。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，即可减少或避免人员误入和超剂量照射事故的发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《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II、III类射线装置、III类、V类放射源及乙级非密封放射性物质工作场所的单位应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。

目前，云南省第一人民医院于 2022 年 11 月 11 日以发布了《云南省第一人民医院关于调整放射防护与辐射安全管理委员会的通知》（见附件 4），设置放射防护与辐射安全管理委员会；负责日常辐射安全与环境保护管理工作，有领导分管、管理机构健全。辐射安全与防护管理委员会的职责包括：（1）根据国家法律和各级行政管理部门的管理规定，负责建立和完善医院射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质的管理、防护制度；（2）加强射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质等放射防护管理工作的检查和监管，定期组织对放射诊疗工作场所、设备、人员进行防护检测、监测；（3）基建科、环卫科、国资处、设备科等部门负责对新建、改扩建、拆迁有关放射防护工程进行前期可行性研究，并及时向卫生、生态环境部门报批；（4）环卫科负责办理密封、非密封放射性物质(药品)转让环保审批；（5）环卫科负责组织从事放射性工作人员的健康体检和辐射安全培训；（6）医务处负责对各射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质使用科室依法、依规的诊疗活动进行监管；（7）药学部负责对密封、非密封放射性物质(药品)生产、订购、安全使用进行监管；（8）国资处、设备科、环卫科及使用科室负责射线装置及防护设备、设施的日常管理和维护；（9）各射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质使用科室应严格遵守各项法律法规和医院辐射安全管理相关制度。由于医院人员变动，分别于 2023 年 3 月 6 日和 2024 年 4 月 19 日对放射防护与辐射安全管理委员会成员进行了调整，人员设置如下：

表 12-1 辐射安全与防护管理领导小组人员设置表

职务	人员
主任	侯建红（院长）
副主任	吴永寿、邹弘驹
成员	张恒斌、陈国兵、崔凡、曹玮、柏灿华、王罡、王绍波、寿涛、张宏、宋正己、李永生、李启艳、申时银
办公室主任	邓斌
成员	栾秋红、杨智、刘炜、谢兵华（专职）、阎成莉、杨丽鹏、吴小明

12.2 辐射工作人员考核学习

本项目共设置辐射工作人员 16 人，其中 11 人为原有辐射工作人员（原来为从事 III 类射线装置工作人员）。消化内科内镜中心原有射线装置为 III 类射线装置，辐射工作人员仅参加院内自主培训，均未取得生态环境部辐射安全与防护培训合格证。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）和《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），本项目 16 名 II 类射线装置辐射工作人员应参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）学习相关知识并参加云南省生态环境厅组织的现场考核，考核合格后方可上岗。

辐射安全管理规章制度

12.3 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许可管理办法》（2021 年版）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）和《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）的相关管理要求，使用 II、III 类射线装置、III 类、V 类放射源及乙级非密封放射性物质工作场所的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。并根据《云南省生态环境厅关于印发<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021 年版）>和<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021 年版）>的通知》（云环通[2021]227 号）的相关要求，建设单位已制定如下管理制度，见表 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	检查项目		落实情况	备注
1	综合管理	辐射防护和安全保卫制度	已制定	/
2		安全操作规程	已制定	/
3		设备检修维护制度	已制定	/
4		辐射安全管理机构设置（设置文件）	已制定	/
5		场所设施退役（报废）管理制度	已制定	/
6		放射源使用管理登记制度	不涉及	/
7		非密封放射性物质管理制度	不涉及	/
8		射线装置管理制度	已制定	/
9	监测	监测方案	已制定	/
10		监测仪器检验与刻度管理	已制定	/
11	人员管理	辐射工作人员资质管理	已制定	/

12		辐射工作人员岗位职责管理	已制定	/
13		辐射工作人员健康管理制度	已制定	/
14		辐射工作人员个人剂量管理	已制定	/
15		辐射工作人员培训制度	已制定	/
16	事故应急	辐射事故应急管理制度及方案	已制定	/
17	废物管理	闲置（废弃）放射源及其他放射性废物处置管理制度	已制定	/

建设单位需在医院放射防护与辐射安全管理委员会组织下及时修订上述各项规章制度，明确各科室人员责任，并严格落实。医院辐射安全与环境保护管理委员会还需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，并根据具体实践存在的问题及时进行修改和完善，同时建设单位应在辐射工作场所内将相关制度进行张贴上墙。

12.4 档案管理

建设单位应对医院应对本项目辐射相关资料分类归档，档案资料应包括以下九大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“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”“废物处置记录”，并由专人进行管理。

辐射监测

12.5 监测要求

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，建设单位应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，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。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人剂量监测、工作场所及周围环境监测要求如下：

12.6 个人剂量监测

为测量本项目辐射工作人员（医用射线装置操作人员）在一段时间的受照剂量，借以限制辐射工作人员的剂量当量和评价工作场所的安全情况，项目单位拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计并进行个人剂量监测（外照射个人剂量监测）。医院设有专人负责个人剂量监测管理（监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建有辐射工作人员个人剂量档案。

建设单位辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，并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）。

12.7 辐射工作场所及环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《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，包括个人剂量报警仪、便携式辐射监测仪等，定期或不定期对项目中涉及的场所四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境主管部门开展的辐射环境监督（监测）检查，监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境行政主管部门。

设备配置：医院配备 1 台便携式辐射监测仪。

监测要求：

（1）监测项目：X- γ 辐射剂量率；

（2）监测频率：委托有监测资质单位至少每年监测 1 次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；医院每季度自行监测一次，确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行；

（3）监测范围：在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、监控室操作台、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 X- γ 辐射剂量率（开关机时各测量一次）监测；

（4）监测设备或监测单位：医院所购买的监测仪器需按照国家规定进行计量检定，如果医院不具备监测条件的需委托有监测资质的单位进行监测。

医院针对核技术应用项目已经制定了相应的辐射监测方案，其中列出了监测项目、监测频次、监测范围等，具体的监测计划见下表 12-3。

表 12-3 项目监测计划一览表

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备	监测的位置要求
自主监测	X- γ 辐射剂量率	每季度至少 1 次	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、监控室操作台、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 X- γ 辐射剂量率（开关机时各测量一次）监测	X- γ 辐射监测仪	距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm
委托监测	X- γ 辐射剂量率	竣工环保验收监测	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X- γ 辐射剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、监控室操作台、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 X- γ 辐射剂量率（开关机时各测量一次）监测	X- γ 辐射监测仪	距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm
		编制辐射防护年度评估报告（每年 1 次）			
	职业性外照射个人剂量	最长不应超过 3 个月送有资质的单位监测	本项目辐射工作人员	个人剂量计	应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计

辐射事故应急

目前建设单位已成立由辐射事故应急处理领导小组负责的应急组织机构，全面承担辐射事故应急预案修订、演练和应急响应等具体工作，并明确了成员职责。同时，建设单位目前已制定《辐射事故应急预案》（见附件 5），其主要内容已涵盖：①总则；②单位概况；③预防预警；④应急响应；⑤后期处置；⑥保障措施；⑦培训与演习；⑧应急预案的管理等。其内容较全，措施得当，便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。此外，应急预案还应强化可操作性，完善应急响应程序，完善应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备等，并将本次非密封放射性物质工作场所纳入到应急预案中。在后期运营过程中，建设单位应定期开展应急演练，并根据实际情况及最新管理要求进行应急预案的修订和完善，使其更能结合实际开展工作。

根据事故情况估算结果，按《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》中的规定，本项目发生的辐射事故属于一般辐射事故。建设单位开展放射性诊疗至今，未发生过辐

射安全事故。一旦发生辐射事故，根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》的规定，建设单位应立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要响应应急措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射防护管理委员会逐级上报地方及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

能力分析

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》使用射线装置的单位应具备的条件，对建设方建设本项目应具备的能力进行分析并提出完善措施。云南省第一人民医院辐射防护所采取的技术措施和管理措施进行对照分析见表12-4。

表 12-4 使用 II 类射线装置能力分析

序号	应具备的条件	规定要求	落实情况	报告要求
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门、窗）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射、漏射效应。	建设方已建设操作间 12，并安装了防护门、观察窗、辐射防护墙，能满足环评需要。	建设方应按计划认真做好相应的防护工作，做好日常监测。
2	安全联锁	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的安全措施。	本项目已设置工作状态指示灯 1 套（患者通道铅门）、门灯连锁装置 1 套（患者通道铅门），已设置电离辐射警示标志 2 个（病人铅门、监控室铅门）等。	建设方要严格执行相关操作规程、检修、检验工作，定期维护，确保辐射安全。
3	紧急止动装置	在诊断、诊疗室内墙上应安装多个串联并有明显标识的“紧急止动”开关，该开关应与控制台上的“紧急止动”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	本项目设有紧急止动按钮，该装置与设备连锁，使误留于室内人员可通过紧急止动按钮使照射终止。	运营时严格按计划执行，定期维护，确保辐射安全。

4	警示标志	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警告标识。	机房工作区域已设置工作状态指示灯 1 套（患者通道铅门）、门灯连锁装置 1 套（患者通道铅门），已设置电离辐射警示标志 2 个（病人铅门、监控室铅门 2）等、两区划分等。	定期维护，确保辐射安全。
5	通风系统	放射性诊疗项目机房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	操作间 12 采用 1 套净化空调进行通排风（新风量 1000m ³ /h，排风量 300m ³ /h）	定期维护，满足通排风和防护屏蔽要求。
6	管理人员要求	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。	成立了辐射安全与防护管理委员会，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展这方面的工作。
7	操作人员要求	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。	项目涉及的辐射工作人员均为原有辐射工作人员（原操作 III 类射线装置），参加了医院自主培训，尚未参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习及考核。	本项目所有辐射工作人员应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。
8	辐射安全许可证	必须取得环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	医院已取得云南省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（云环辐证[01494]），有效期至 2029 年 5 月 20 日，使用种类和范围为：使用 III 类、V 类放射源；使用 II、III 类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。	本项目审批完成后，应重新申领《辐射安全许可证》。
9	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电设备和监测仪器，特别是安全联锁装置，进行检查、维护。	制定了辐射装置维修制度、放射设备维修保养管理制度、放射设备定期检修制度等，定期对本项目诊疗设备进行检查、及时维护更换部件。	医院应按计划认真做好相应的防护工作，完善相关制度和记录。
10	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备个人剂量计。个人剂量计应编号并定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	本项目已为辐射工作人员配备个人剂量计，并进行送检，建立个人剂量档案。	严格要求工作人员正确佩戴个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及

				时解决,个人剂量档案应终身保存。
11	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度,并存档备查。	建设方已建立辐射设备维护、维修制度、辐射安全监测方案、个人剂量管理制度,建立了设备运行、维修档案,拟对从事放射工作的工作人员建立个人剂量档案,并定期对其进行个人剂量监测。	医院应及时更新妥善保存相关档案。
12	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	医院已制定《辐射安全监测方案》。	项目运行后每年至少委托有资质的单位进行一次辐射环境监测,建立监测技术档案,监测数据定期上报生态环境主管部门备案。
13	辐射防护安全管理制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	目前医院已具备和制定的管理制度:已制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫管理制度、监测管理制度、设备检修制度、人员培训等制度预防运行故障发生,同时制定了辐射事故应急处理预案并制定相应应急措施防治次生危害。	医院应根据实际运行情况进一步完善各项规章制度,还,并落实专人负责。从事放射性诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行放射诊疗工作,所有制度应张贴上墙。
14	质量保证	使用放射性同位素和射线装置进行放射诊疗的医疗卫生机构,应当依据国务院卫生主管部门有关规定和国家标准,制定与本单位从事的诊疗项目相适应的质量保证方案。	医院需制定放射诊疗质量保证方案。	医院应遵守质量保证监测规范,按照医疗照射正当化和辐射防护最优化的原则,避免一切不必要的照射,并事先告知患者和受检者辐射对健康的潜在影响。
15	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废水、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	固体废弃物和废水依托医院主体工程处理设施处置,对项目运用过程中产生的废气采用净化空调排出。	医疗废物和医疗废水应与普通固废和生活污水分开收集或处理。

16	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了《辐射事故应急预案》，应急预案规定了应急处理流程，包括适用范围、组织机构及职责、应急响应、应急保障等内容以应对可能发生的辐射事故。	应急预案还应明确应急仪器、设备的负责人及存放位置、做好应急和救助的资金、物资准备、加强应急人员的组织培训等，将事故发生的概率和事故危害控制到最低程度。
----	----------	---------------	--	---

根据上表所述，云南省第一人民医院按照本报告提出的要求进行落实后具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件，具备了使用本次评价1台C形臂X射线机（Ⅱ类射线装置）的能力。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

本项目拟在云南省第一人民医院 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心操作间 12 内新增一台 OEC Elite CFDx 型 C 形臂 X 射线机（额定管电压为 120kV，额定管电流为 150mA，属于 II 类射线装置），替代操作间 12 原有一台 Easy Diagnost Eleva 型 C 型臂 X 射线机（额定管电压为 650kV，额定管电流为 140mA，属 III 类射线装置）。项目总投资 300 万元，其中环保投资 15.1 万元，占项目总投资的 5.03%。

2、产业政策符合性及规划符合性结论

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第十三项“医药”中第 4 款“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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

本项目位于云南省第一人民医院 1 号门诊楼 2 楼，不新增占地，项目用地属于昆明市规划的医院用地，本项目建设范围位于城市建成区内，不涉及生态保护红线，根据昆明市自然资源和规划局 2024 年 3 月 29 日发布《昆明市主城五区控制性详细规划》，项目所在区域用地性质为医疗卫生用地，本项目不涉及新增用地，故本项目建设符合《昆明市主城五区控制性详细规划》，符合昆明市城市总体规划。

3、本项目选址及平面布置合理性分析

（1）选址合理性分析

本项目操作间 12 位于 1 号门诊楼 2 楼消化内科内镜中心，避开了流通人群相对较多的门诊区域，且也尽量避开进出人流通道。本项目 50m 评价范围内无自然保护区、风景名胜區、学校、名胜古迹等环境敏感点。本项目不毗邻产科、儿科等科室（产科位于六号楼九、十楼，儿科位于五号楼八、九楼），同时避开了医院内人流量较大的住院区域、门诊大厅区域，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并有实体屏蔽措施，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。

（2）平面布置合理性分析

本项目操作间 12 位置相对独立，位于内镜中心西南角，人流较少，降低了公众受到照射的可能性，单独设置了医生通道、病人通道及污物通道，便于治疗和管理。本项目总平面布置是合理的。

4、项目代价利益分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

5、辐射环境质量现状

经过对与本项目相关的医院辐射环境现状监测，本项目操作间 12 室内及周围各监测点 X- γ 辐射剂量率范围为 25nGy/h~34nGy/h，与本次监测的医院背景值 24nGy/h~25nGy/h 水平相当，属于医院正常辐射水平。

6、环境影响评价结论

（1）辐射防护措施有效性结论

本项目 C 形臂 X 射线机所在机房均采取了实体防护和专业辐射防护措施，防护效果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，设备自带有辐射防护设备，建设单位制定了有针对性的操作规程，医务人员工作时穿戴铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品，通过以上各项防护措施的综合使用，可有效的防止 X 射线产生的辐射影响，对公众和职业人员所致剂量低于本次评价的管理限值要求。

（2）辐射环境影响分析结论

在采取屏蔽防护措施后，经模式预测，在正常工况下，本项目 C 形臂 X 射线机对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.25mSv 的公众人员年剂量约束值。

（3）水环境影响分析结论

本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生，医护人员产生的生活垃圾及生活污水等依托医院的主体工程进行处理。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院现有污水处理站进行处理。对周围水环境影响

较小。

（4）大气环境影响分析结论

本项目运营期 C 形臂 X 射线机工作时臭氧产生量较小，经净化空调排风机排至室外，经自然稀释后对周围环境影响可接受。

（5）声环境影响分析结论

本项目运营期主要的噪声源强为净化空调风机，经噪声经距离衰减、物体阻挡等降噪措施后，项目对周围声环境影响可接受。

（6）固体废物影响分析结论

本项目 C 形臂 X 射线机采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。对周围环境影响可接受。

7、事故情况下辐射环境影响评价结论

根据事故情况估算结果，本项目 C 形臂 X 射线机事故情况下可能产生的后果按《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订版）》中规定判断，属于一般辐射事故。

医院按评价要求制定完善各操作规程和制度后，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

8、核技术应用医疗设备使用与安全管理的能力结论

建设单位拥有专业的辐射工作医务人员和辐射安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；具有使用本项目评价的 1 台 II 类射线装置（C 形臂 X 射线机）的综合能力。

9、项目建设的环保可行性总结论

本项目符合国家产业政策，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及云南省生态环境厅对职业人员及公众照射的要求，建设单位在落实本报告提出的措施后具备对本项目评价的 1 台 II 类射线装置（C 形臂 X 射线机）的

使用和管理能力。只要严格落实本报告提出的环境保护措施，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

建议和承诺

1、承诺

- (1) 项目应按照国家相关法律法规要求进行验收。
- (2) 在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。
- (3) 医院应合理分配医生的手术量，尽量做到平均分配，以防因手术量过多造成个人剂量超过管理限值要求。
- (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。
- (5) 一旦发生辐射安全事故，立即按医院应急处理预案进行处置，并及时逐级上报生态主管部门。
- (6) 对未取得辐射安全培训证书的新增辐射工作人员及培训合格期满人员安排参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn/>) 学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗，为所有辐射工作人员配备个人计量计，并督促其正确佩戴，定期送检，检测超标人员进行换岗。

2、建议

- (1) 医院每年要将辐射环境保护经费开支列入年度预算中，使辐射环境保护工作有充足的经费保障，才能切实将辐射环境保护工作落到实处。
- (2) 不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。
- (3) 定期进行辐射事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断完善辐射事故应急预案。
- (4) 根据国家及地方最新出台的法律法规，对医院相关制度进行更新完善。

项目竣工验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设项目竣工后，按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ 1326-2023）对配套建设的环境保护设施进行验收，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（辐射防护及环境保护设施（设备）验收一览表见附表），编制验收监测报告。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。

建设单位应公开上述相关信息，向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:	
经办人	单位盖章 年 月 日
审批意见:	
签发人	单位盖章 年 月 日