

核技术利用建设项目

眉山市彭山区人民医院
新增医用电子直线加速器项目
环境影响报告表

(公示本)

眉山市彭山区人民医院（公章）

2024年12月

生态环境部监制

目录

表 1	项目基本情况	2
表 2	放射源	17
表 3	非密封放射性物质	17
表 4	射线装置	18
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	18
表 6	评价依据	19
表 7	保护目标与评价标准	21
表 8	环境质量和辐射现状	25
表 9	项目工程分析与源项	31
表 10	辐射安全与防护	37
表 11	环境影响分析	49
表 12	辐射安全管理	62
表 13	结论与建议	70

表 1 项目基本情况

建设项目名称		眉山市彭山区人民医院新增医用电子直线加速器项目			
建设单位		眉山市彭山区人民医院			
法人代表	母发光	联系人	***	联系电话	***
注册地址		眉山市彭山区蔡山北路西二段 195 号			
项目建设地点		***			
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		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	无			
	项目概述 一、建设单位情况 眉山市彭山区人民医院(眉山市第三人民医院)（统一社会信用代码：125117234516922887）始建于 1937 年，是彭山区规模最大的集医疗、急救、教学、预防、保健为一体的国家二级甲等综合医院。医院开设有内、外、妇、儿、				

中医等普通和特色科室，是全区医教研中心，“120”急救中心，国家爱婴医院，全科医师转岗培训基地、临床医师规范化进修基地、四川省人民医院网络教学医院，获有省级先进“职工之家”、省级卫生单位、省级无烟单位、市级文明单位、市级园林式单位等称号。

眉山市彭山区人民医院已获得辐射安全许可证，其许可证证书编号为：川环辐证[00800]，有效期至 2025 年 11 月 04 日，许可的种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ 类射线装置。

二、项目由来和编制目的

近年来，随着医学实践的不断深入，肿瘤放射治疗是利用射线杀灭肿瘤细胞从而达到治疗肿瘤的一种局部治疗方法，在肿瘤治疗中的地位日益突出，已成为治疗恶性肿瘤的主要手段之一。为进一步满足眉山市彭山区人民医院的诊疗需求，拓展其医疗服务能力，眉山市彭山区人民医院拟新建一座医学影像中心，并在医学影像中心内安置 1 台医用电子直线加速器（具备 CBCT 图像引导功能，Ⅱ类射线装置，X 射线能量为 10MV，X 射线 1m 处剂量率最大为 24Gy/min，电子线能量为 18MeV，电子线 1m 处剂量率最大为 30Gy/min，CBCT 图像引导功能电流≤800mA，电压≤150kV）和 1 台模拟定位 CT（Ⅲ类射线装置，型号未定，待射线装置型号确定后，建设单位另行备案登记）。

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》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年第7号令），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”，应编制环境影响报告表，根据《四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录》（2023年本），本项目需上报四川省生态环境厅审查批准，并在取得批复后及时更新申领辐射安全许可证。

为此，眉山市彭山区人民医院委托四川中环康源卫生技术服务有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件 1）。四川中环康源卫生技术服务有限公司接受本项目环评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，对项目的环境影响进行了预测，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，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，依据国家生态环境部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

根据以上要求，医院于2024年11月22日在眉山市彭山区人民医院官网上对《眉山市彭山区人民医院新增医用电子直线加速器项目》的环境影响报告表进行了全文公示。

公示网址（<https://www.psqrmyy.cn/News/HTML/1902.html>）及截图如下：



图1-1 公示截图

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

三、项目建设内容及规模

（一）工程概况

项目名称：眉山市彭山区人民医院新增医用电子直线加速器项目

建设单位：眉山市彭山区人民医院

建设性质：新建

建设地点：眉山市彭山区蔡山北路西二段 195 号眉山市彭山区人民医院医学影像中心-1F 医用电子直线加速器机房

（二）工程建设内容及规模

医院拟在眉山市彭山区蔡山北路西二段195号眉山市彭山区人民医院内新建1座地下医学影像中心（拟建，地下1层，无地上建筑），医院拟在医学影像中心新增1间医用电子直线加速器机房及配套用房。

机房屏蔽方案及其辅助用房

医用电子直线加速器机房有效使用面积为 56.8m^2 （长 7.1m ，宽 8.0m ），机房四面墙体、楼顶均拟采用钢筋混凝土结构（密度： $2.35\text{g}/\text{m}^3$ ），主射线方向朝向北部墙体、南部墙体、顶、地面。机房东侧侧屏蔽墙体为厚 1500mm 钢筋混凝土；南侧主屏蔽墙体为厚 2800mm 钢筋混凝土（内凸，宽 3.95m ），南侧与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙为厚 1600mm 钢筋混凝土；西侧迷路呈“L”型，迷路宽 2m ，长 12m ，西侧迷路内墙为厚 1500mm 钢筋混凝土，迷路外墙厚 1500mm 钢筋混凝土；北侧主屏蔽墙体为厚 2800mm 钢筋混凝土（内凸，宽 3.95m ），北侧与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙为厚 1600mm 钢筋混凝土；顶部主屏蔽墙体为厚 2900mm 钢筋混凝土（内凸，宽 3.95m ），顶部与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙为厚 1700mm 钢筋混凝土。防护门为 15mm 铅板+ 120mm 含硼聚乙烯电动推拉防护门。

本项目医用电子直线加速器机房配套用房有控制室（ 17.52m^2 ）、水冷机房（ 15.00m^2 ）。

射线装置

建设单位拟在医用电子直线加速器机房内安装使用1台医用电子直线加速器，属于II类射线装置，该台医用电子直线加速器具备CBCT图像引导系统，用于开展全身的肿瘤治疗。本项目医用电子直线加速器开展治疗时，X射线能量最大为 10MV ，X射线 1m 处剂量率最大为 $24\text{Gy}/\text{min}$ ，电子线能量最大为 18MeV ，电

子线1m处剂量率最大为30Gy/min；CBCT图像引导时：最大管电压150kV，最大管电流800mA。

表 1-1 直线加速器主要技术参数

设备名称	型号	数量	类别	主要技术参数	
医用电子直线加速器	型号未定	1台	II类	X 射线	最大能量：10MV 1m 处最大剂量率：24Gy/min
				电子线	最大能量：18MeV 1m 处最大剂量率：30Gy/min
				CBCT 图像引导系统	最大管电压 150kV 最大管电流 800mA

工作负荷：

根据院方预计，每天最多治疗人数为60人次/d，预计每周工作5天，周工作量为300人次/周，每年工作50周，预计年最大诊疗人次为15000人次/年，平均每次治疗医用电子直线加速器出束时间为2min，则医用电子直线加速器用于治疗每周出束时长为：10h，用于治疗的年出束时长为500h；每周物理师将对医用电子直线加速器进行质控，每周质控时医用电子直线加速器出束时间为1h，则每年物理师质控受照时间为50h。综上所述，医用电子直线加速器周出束时长为11h，年出束时长为550h。

表 1-2 本项目医用电子直线加速器工作负荷

使用场所	工作状态	使用科室	单次使用时长	周治疗人数	周治疗量/工作出束时长	年治疗量	年治疗量/工作出束时长	合计年出束时长
医用电子直线加速器机房	病人治疗	放疗科	2min	300 人次/周	10h	15000 人	500h	550h
	质控		/	/	1h	/	50h	

（三）项目组成内容及主要环境问题

项目组成及主要环境影响见表 1-3。

表 1-3 项目组成及主要的环境影响一览表

名称		建设内容及规模				可能产生的环境影响		
						施工期	运营期	
主体工程	医用电子直线加速器	作业类型	放射治疗			安装调试阶段产生废弃包装、X 射线、电子线、臭氧及氮氧化物、噪声	X 射线、电子线、臭氧、氮氧化物	
		型号	型号未定					
		数量	1 台					
		主要技术参数	X 射线	最大能量：10MV；1m 处最大剂量率：24Gy/min				
			电子线	最大能量：18MeV；1m 处最大剂量率：30Gy/min				
			CBCT 图像引导系统	最大管电压 150kV；最大管电流 800mA				
		工作地点	眉山市彭山区蔡山北路西二段 195 号眉山市彭山区人民医院医学影像中心-1F 医用电子直线加速器机房					
		管理类别	II类射线装置					
	使用情况	根据院方预计，每天最多治疗人数为 60 人次/d，预计每周工作 5 天，周工作量为 300 人次/周，每年工作 50 周，预计年最大诊疗人次为 15000 人次/年，平均每次治疗医用电子直线加速器出束时间为 2min，则医用电子直线加速器用于治疗一周出束时长为：10h，用于治疗的一年出束时长为 500h；每周物理师将对医用电子直线加速器进行质控，每周质控时医用电子直线加速器出束时间为 1h，则每年物理师质控受照时间为 50h。 综上所述，医用电子直线加速器一周出束时长为 11h，年出束时长为 550h。						
	医用电子直线加速器机房	建筑面积	175.48m ²			施工噪声、施工废水、建筑粉尘、建筑废渣以及施工人员产生的生活污水	X 射线、电子线、臭氧、氮氧化物、噪声、医疗废物	
		有效使用面积	56.8m ² （长 7.1m×宽 8m）					
		建筑后屏蔽结构	主屏蔽墙	南侧、北侧	2800mm 钢筋混凝土，宽 3.95m			
				顶部	2900mm 钢筋混凝土，宽 3.95m			
			次屏蔽墙	南侧、北侧	1600mm 钢筋混凝土			
				顶部	1700mm 钢筋混凝土			
		侧屏蔽墙（东侧）		1500mm 钢筋混凝土				

			迷路内墙（西侧）	1500mm 钢筋混凝土	水与生活 垃圾	
			迷路外墙西侧	1500mm 钢筋混凝土		
			迷路	L 型，长：12m；宽 2m		
			屏蔽门（1 扇）	15mm 铅板+120mm 含硼聚乙烯电动推拉防护门		
辅助工程	控制室（17.52m ² ）、水冷机房（15.00m ² ）					生活废物
公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统等。					
办公及生活设施	医学影像中心拟建的医生办公室、物理治疗计划室、更衣室、储藏室、模拟定位室、模具间、模具暂存间等。					
环保工程	污水处理设施	废水处理：本项目生活污水经管道进入医院污水处理站（已建，日处理量为 300m ³ /d，处理工艺为“厌氧+生物接触氧化+消毒”）处理达到《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后，经市政污水管网排入眉山市彭山区城镇污水处理厂，本项目不新增床位，产生少量的污水该污水处理站处理能力能够满足生活污水产生量和排放量的排放需求。			/	生活污水
	废气处理设施	本项目医用电子直线加速器机房拟设置 1 套通排风系统进行通排风，建设单位拟设置 2 个新风口，均位于医用电子直线加速器机房北侧吊顶上方；设置 2 个排风口，分别位于医用电子直线加速器东南侧吊顶上方，西南侧距地 30cm 处，排风扇风量为 2400m ³ /h，医用电子直线加速器机房体积为 408.94m ³ /h，因此本项目排风系统换气次数为 6 次/h。符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。医用电子直线加速器机房所产生的废气经排风系统引至排风烟井，并在终端设置数字化柜式离心箱（带活性炭吸附装置），排风最终引至医学影像中心顶部室外排放（最终排口距地 1.5m）。			施工噪声、施工废水、建筑粉尘、建筑废渣以及施工人员产生的生活污水与生活垃圾	臭氧及氮氧化物
	固废处理设施	本项目医用电子直线加速器治疗过程中，不产生医疗废物，工作人员及病人将产生极少量的生活垃圾，生活垃圾经统一收集后由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。 废靶件：医用电子直线加速器的金属靶更换时会有废靶件产生，废靶件属于放射性固体废物，废靶件应由更换靶件单位或有资质单位进行回收处理。			/	生活垃圾、废靶件

（四）主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-4。

表 1-4 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	数量	来源	用途	备注
能源	电	4500kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水	生活用水	1000m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水	/

（五）劳动定员

医院拟为本项目配备6名辐射工作人员，其中2名医师，2名技师，1名物理师，1名护师。

物理师：物理师每周将参与医用电子直线加速器进行质控，则每年物理师质控受照时间为 50h。

医师：医师偶尔位于控制室内对病人治疗效果进行观察，预计单名医师的受照时间占医用电子直线加速器治疗束束时间的 10%，则单名医师位于控制室内年受照时长为 50h。

技师：技师在病人治疗时和物理师质控时均位于控制室内，每次病人治疗时，技师位于控制室内，则病人治疗时单名技师受照时长最长为 500h。

表 1-5 工作人员配置情况

装置名称	配备人数	人员构成	工作内容	作业内容	年受照时长
医用电子直线加速器	6 名	主治医师 2 名	诊断、出具治疗处方、确认照射计划	治疗过程中，医师位于控制室内对病人进行观察，每名医师 50h	50h
		物理师 1 名	根据处方计算照射剂量和照射方式等、设备质控	1. 医用电子直线加速器在质控过程中，物理师位于控制室内观察。50h	50h
		技师 2 名	受检者摆位、根据计划操作设备实施治疗	1. 受检者摆位结束后，位于控制室内对医用电子直线加速器进行操作；500h	500h
		护师 1 名	特殊病人或紧急情况下病人的陪同和护理	特殊病人或紧急情况下病人的陪同和护理，极少数，受照时间可忽略不计	/

本项目投入运营前，针对所有新增辐射工作人员，医院承诺要求其在上岗前通过辐射安全与防护考核，并为其建立职业健康档案以及个人剂量监测档案。本项目投入运营后，若新增辐射工作人员的其他科室医生需参与放射治疗，同样要求其取得辐射安全与防护考核合格证明，并为其建立剂量监测档案以及职业健康档案。本项目投入运营后，医师、护师、技师、物理师均不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗的情况。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

（六）依托环保设施情况

本项目生活污水经管道进入医院污水处理站（已建，日处理量为 300m³/d，处理工艺为“厌氧+生物接触氧化+消毒”）处理达到《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后，经市政污水管网排入眉山市彭山区城镇污水处理厂，本项目不新增床位，产生少量的污水该污水处理站处理能力能够满足生活污水产生量和排放量的排放需求。

本项目医用电子直线加速器治疗过程中，不产生放射性固废及医疗废物，工作人员及病人将产生极少量的生活垃圾，生活垃圾经统一收集后由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。

四、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023 年第7号令）相关规定，本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础建设内容，属于该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

五、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

（一）外环境关系分析

（1）眉山市彭山区人民医院外环境关系

眉山市彭山区人民医院位于眉山市彭山区蔡山北路西二段 195 号，其东侧依次为沿街商铺、市政道路、康泰仁和城小区与蔡山美地小区；南侧为圣寿街；西侧为李密大道；北侧为蔡山西路。

（2）医用电子直线加速器机房屏蔽体外 50m 范围

本项目 50m 范围主要坐落于院区范围内，东侧依次为院区道路及绿化（0~5m）、放射科（5m~23m）、院区道路（23~29m）、沿街商铺（29~40m）、市政道路（40m~47m）、康泰仁和城邦（47m~50m）；南侧依次为院区道路及绿化（0~46m）、第一住院大楼（46~50m）；西侧依次为院区道路及绿化（0~24m）、医技楼（24~50m）；北侧依次为院区道路及绿化（0~5m）、门诊楼（5~50m）。

医院外环境关系见附图 2。

(3) 辐射工作场所周围情况

本项目医用电子直线加速器拟设置在医学影像中心医用电子直线加速器机房内，医用电子直线加速器机房南侧依次为污物处置打包室、废模间、报警阀间、更衣室、走道；西侧依次为控制室、水冷机房、楼梯间；楼上为院区道路及绿化；楼下、东侧、北侧均为土质层。

本项目辐射工作场所

(二) 选址合理性分析

眉山市彭山区人民医院获得的彭山县国有资源局颁发的国有土地使用权证（彭国用（2009）第 03118 号）（附件 5），院区用地属于“医卫慈善用地”，因此本项目建设符合院区总体规划要求。本项目拟在红线范围内新增 1 座医学影像中心（地下 1 层，无地上建筑，不涉床位），在医学影像中心内新增 1 间医用电子直线加速器机房及其配套用房，并在医用电子直线加速器机房内安置 1 台医用电子直线加速器。

医学影像中心内仅涉及放疗中心及其配套的辅助用房，因此该区域内除参与放疗的病人及其家属外，极少有无关人员至此，最大程度的减少了公众误入的可能，医用电子直线加速器与模拟定位机均设置于此，便于放疗科的统一管理和肿瘤病人开展治疗。

眉山市彭山区人民医院所在区域为城市建成区，周围基础配套设施完善，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，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且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。因此，本项目从辐射防护安全和环境保护角度分析，本项目选址是合理的。

(三) 实践正当性分析

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（特别是恶性肿瘤）的诊断和治疗能力。肿瘤放射治疗是利用射线杀灭肿瘤细胞从而达到治疗肿瘤的一种局部治疗方法，是其它诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射

诊断和治疗的方法效果显著、病人诊断中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的，实践具有正当性。

六、原有核技术利用项目许可情况

（一）原有辐射安全许可情况

眉山市彭山区人民医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为：川环辐证[00800]，有效期至 2025 年 11 月 04 日，许可的种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。

表 1-5 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	射线装置（厂家、型号）	数量	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	医用X射线计算机断层扫描仪（CT）装置（航卫通用电气医疗系统有限公司 Bright speed edge select）	1	Ⅲ	眉山市彭山区人民医院传染病区	使用	已备案	已许可	/
2	医用X射线计算机断层扫描仪（CT）装置（上海西门子医疗器械有限公司 SOMATOM go.UP）	1	Ⅲ	眉山市彭山区人民医院放射科 CT1 室	使用	已备案	已许可	/
3	X射线计算机体层摄影装置（航卫通用电气医疗系统有限公司 BDXG900006）	1	Ⅲ	眉山市彭山区人民医院放射科 CT2 室	使用	已备案	已许可	/
4	数字化医疗X射线摄影系统（锐珂（上海）医疗器材有限公司 S1124G2）	1	Ⅲ	眉山市彭山区人民医院放射科 DR 检查室	使用	已备案	已许可	/
5	医用诊断X射线装置（华润万东医疗 DRF-2A）	1	Ⅲ	眉山市彭山区人民医院放射科第一检查室	使用	已备案	已许可	/
6	医用血管造影X射线机（北京通用电气华伦医疗设备有限公司 OptimalGS330）	1	Ⅱ	眉山市彭山区人民医院口腔科	使用	已批复	已许可	已验收，待医技楼建成后，搬迁至医技楼负一层 DSA 介入室，搬迁场所已批复，搬迁完成后将重新验收
7	口腔（牙科）X射线装置（北京朗视仪器股份有限公司 Smart3D-Xs）	1	Ⅲ	眉山市彭山区人民医院口腔科	使用	已备案	已许可	/

8	口腔（牙科）X射线装置（南京宝雷特有限公司 BRT-A）	1	III	口腔（牙科）X 射线装置	使用	已备案	已许可	/
9	移动式G型臂X射线成像系统机（北京东方惠尔图像技术有限公司 D）	1	III	眉山市彭山区人民医院手术室	使用	已备案	已许可	/
10	高频移动式手术X线（南京普爱射线影像设备 PLX112B）	1	III	眉山市彭山区人民医院手术室	使用	已备案	已许可	/

眉山市彭山区人民医院许可使用1台II类射线装置，9台III类射线装置。医院已委托成都华亚科技有限公司开展了辐射工作场所环境现状监测和质量控制检测（监测报告报告编号：HYKJ（放）2023-H0036），根据医院2023年度例行委托有资质单位进行的场所防护检测报告可知，目前各院区各辐射场所辐射控制水平符合国家标准的剂量率要求，机器符合仪器相关质控评价标准。建设单位已配备有便携式辐射监测仪及足够数量的个人剂量报警仪，且各射线装置设备性能良好。

经核查建设单位2023年12月31日提交的《2023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》，原有核技术利用项目不存在辐射环境遗留问题，不存在辐射安全及辐射环境保护问题。同时，经建设单位证实，医院开展放射诊断工作截至目前未发生过辐射安全事故。

（二）辐射工作人员培训情况

眉山市彭山区人民医院目前登记辐射工作人员34名。

目前医院从事操作II类射线装置的辐射工作人员共计12名，其中10名辐射工作人员持有有效期内的辐射安全与防护培训或考核证书，另2名辐射工作人员考核证书已过期，该2名辐射工作人员已通过建设单位组织的自主考核，医院应尽快安排其报名参加考核，并做到持证上岗。

目前医院从事III类射线装置辐射工作人员共计22名辐射工作人员，该22名辐射工作人员已通过建设单位组织的自主考核，且考核结果均已存档。

（三）辐射工作人员个人剂量情况

眉山市彭山区人民医院目前登记在册的辐射工作人员共34名，建设单位对于所有入职、在职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并建档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。根据2023年个人剂量监测报告（报告编号：HYKJ（放）2023-G1339-[2/4]、HYKJ（放）2023-G1339-[3/4]、HYKJ（放）2023-G1339-[3/4]、HYKJ（放）2024-G0713-[1/4]），根据监测结果可知，所有辐射工作人员单季度个人剂量监测结果最高为0.1687mSv，合计年剂量监测结果最高为0.2482mSv，单季度、合计年剂量的个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值情况。部分人员非全年在岗或已离岗或为新增人员，故无部分季度剂量监测。个人剂量

统计结果见附件7。

（四）辐射工作人员体检情况

医院已委托中环康源体检中心对所有入职、在职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并建档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。

（五）年度评估报告

医院已在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2023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”，评估报告中医院对2023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评估说明。

现医院辐射安全管理情况如下：

- （1）现单位名称、地址，法人代表未发生改变；
- （2）辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；
- （3）辐射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求；
- （4）医院自从事放射诊疗工作以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

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	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
1	医用电子直线加速器	II	1	型号未定	电子	X 射线：最大能量：10MV，1m 处最大剂量率：24Gy/min 电子线：最大能量：18MeV，1m 处最大剂量率：30Gy/min CBCT图像引导系统：最大管电压150kV、最大管电流800mA		使用	眉山市彭山区蔡山北路西二段195号眉山市彭山区人民医院医学影像中心-1F 医用电子直线加速器机房	新建

(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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	O ₃ 、NO _x	/	少量	少量	少量	不暂存	环境大气
废靶件（医用电子直线加速器）	固态	/	/	/	/	/	不暂存	废靶件由更换靶件单位或有资质单位进行回收处理。

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

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 01 月 01 日（修订）实施）； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日实施）； 4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）； 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) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日国务院令 第 449 号发布，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第 709 号）对其进行了修改）； 7) 《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）； 8) 《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）； 9) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省第十二届人大常委会通过，2016 年 6 月 1 日起实施）； 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) 《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 日施行）； 12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年 第 9 号）。
技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； 2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

	4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) ; 5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021) ; 6) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) ; 7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) ; 8) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017) ; 9) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分: 一般原则》(GBZ/T201.1-2007) ; 10) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)。
其他	1) 生态环境部(国家核安全局)《核技术利用监督检查技术程序》(2020年发布版) ; 2) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》的通知(川环函[2016]1400号) ; 3) 《关于印发<四川省生态环境厅(四川省核安全管理局)辐射事故应急预案(2020版)>的通知》(川环发[2020]2号) ; 4) 《委托书》 ; 5) 医院提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

表 7 保护目标与评价标准

一、评价范围

根据本项目的特点并参照《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）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”；确定本项目所在医用电子直线加速器机房实体屏蔽墙体外 50m 范围内为评价范围，详见附图 2。

二、保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和其他医护人员、病患、陪同家属，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

周围及内部				
位置	与医用电子直线加速器辐射源最近距离及方位	类型	规模	剂量约束值 (mSv/a)
医用电子直线加速器机房	/	/	/	/
废模间	南侧 最近8.1m	辐射工作人员	6名辐射工作人员	5.0
走道	南侧 最近9.2m			
控制室	西侧 最近9.1m			
水冷机房	西侧 最近8.8m			
污物处置打包室	南侧 最近8.4m	公众	2名公众/d	0.1
报警阀间	南侧 最近8.2m	公众	1名公众/d	0.1
更衣室	南侧 最近 8.5m	公众	10名公众/d	0.1
院区绿地及道路	楼上 最近6.9m	公众	300名公众/d	0.1
其余区域				
位置	与屏蔽体最近距离及方位	类型	规模	剂量约束值 (mSv/a)
医学影像中心	/	公众	100人	0.1
院区道路及绿化	上方 紧临	公众	300人	0.1
沿街商铺	东侧 最近29m	公众	300人	0.1
道路	东侧 最近40m	公众	50人	0.1
仁和小区	东侧 最近50m	公众	20人	0.1
第一住院楼	南侧 最近44m	公众	100人	0.1
医技楼	西侧 最近25m	公众	300人	0.1
门诊楼	北侧 最近7m	公众	500人	0.1

三、评价标准

本项目应执行的环境保护标准如下：

（一）、环境质量标准

（1）地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；

(2) 环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准;

(3) 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准。

(二)、污染物排放(控制)标准

(1) 医疗废水排放执行《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;

(2) 废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准;

(3) 医疗废物的贮存和处理执行《医疗废物管理条例》(国务院令 308 号)、《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB 39707-2020);

(4) 施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中的限值; 营运期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类标准。

(三) 剂量约束

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

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	应对任何工作人员的照射水平进行控制, 使之不超过下述限值: ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量, 20mSv ②任何一年中的有效剂量, 50mSv ③眼晶体的年当量剂量, 150mSv ④四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: ①年有效剂量, 1mSv; ②特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限值

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

4.3.2.2 应对个人所受到的潜在照射危险加以限制, 使来自各项获准实践的所有潜在照射所致的个人危险与正常照射剂量限值所相应的健康危险处于同一数

量级水平。

(2) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)

a) 治疗室墙和入口门外表面30cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时,距治疗室顶外表面30cm处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列1)和2)所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$:

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子(可依照附录A选取),由以下周剂量参考控制水平($\dot{H}_c$)求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$):

机房外辐射工作人员: $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$;

机房外非辐射工作人员: $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同,分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c, \max}$ ($\mu\text{Sv/h}$):

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c, \max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$;

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c, \max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射,以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶,机房顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。

1、个人剂量约束值

①职业照射:

结合本项目所在地审管部门的要求和医院开展诊疗项目的病人收治情况等,从而确定眉山市彭山区人民医院的职业照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)职业照射剂量限值 20mSv 的四分之一执行,即 5mSv/a 。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021),第6.3条,对放射治疗机房外控制区的工作人员周剂量参考控制水平: $\leq 100 \mu\text{Sv/周}$ 。

②公众照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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。眉山市彭山区人民医院周围公众个人年有效剂量约束值为 0.1mSv/a。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），第6.3条，对放射治疗机房外控制区的放射治疗机房外非控制区的人员： $\leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2、工作场所周围剂量率

医用电子直线加速器机房边界周围剂量率控制水平参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）等相关标准要求，医用电子直线加速器机房屏蔽体外人员居留因子 $T>1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,\max}\leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，人员居留因子 $T\leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,\max}\leq 10\mu\text{Sv}$ ，本项目综合考虑保守取 $\dot{H}_{c,\max}\leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

一、环境质量和辐射现状

(一) 眉山市彭山区人民医院外环境关系

眉山市彭山区人民医院位于眉山市彭山区蔡山北路西二段 195 号，其东侧依次为沿街商铺、市政道路、康泰仁和城小区与蔡山美地小区；南侧为圣寿街；西侧为李密大道；北侧为蔡山西路。

(二) 医用电子直线加速器机房屏蔽体外 50m 范围

本项目 50m 范围主要坐落于院区范围内，东侧依次为院区道路及绿化（0~5m）、放射科（5m~23m）、院区道路（23~29m）、沿街商铺（29~40m）、市政道路（40m~47m）、康泰仁和城邦（47m~50m）；南侧依次为院区道路及绿化（0~46m）、第一住院大楼（46~50m）；西侧依次为院区道路及绿化（0~24m）、医技楼（24~50m）；北侧依次为院区道路及绿化（0~5m）、门诊楼（5~50m）。

医院外环境关系见附图 2。

(三) 医用电子直线加速器机房周围情况

本项目医用电子直线加速器拟设置在医学影像中心医用电子直线加速器机房内，医用电子直线加速器南侧依次为污物处置打包室、废模间、报警阀间、更衣室、走道；西侧依次为控制室、水冷机房、楼梯间；楼上为院区道路及绿化；楼下、东侧、北侧均为土质层。

本项目现状见图8-1。



医用电子直线加速器机房上方现状



拟建医学影像中心现状



东侧放射科



南侧第一住院楼、西侧医技楼



北侧门诊楼、西侧医技楼



东侧 沿街商铺

图 8-1 现场照片

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医用电子直线加速器在曝光过程中，产生的 X 射线、电子线。医用电子直线加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此本项目主要考虑 X 射线的影响。

三、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

本项目为使用II类射线装置，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地

表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域的辐射环境现状进行了评价。

为掌握项目所在地辐射水平，本次由四川中环康源卫生技术服务有限公司对本项目所在位置及周围的辐射环境进行了监测，监测报告见附件6，监测结果见表8-2。

四、布点原则及监测点位

布点原则：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的方法布设监测点，根据本次医学影像中心拟建址及其周围环境现状，监测点位的选取覆盖新建项目拟建区域及周围 50m 公众人员区域。

监测点位：本项目共设置 13 个监测点位：在医学影像中心均匀布置监测点位，共计 6 个监测点位；在 50m 范围内保护目标设置监测点位，共计 7 个监测点位。本项目监测布点方案见表 8-1，本项目监测点位图见图 8-2。

表 8-1 检测布点方案表

序号	检测点位	检测因子	监测频次
1	医学影像中心拟建址北侧西部	X- γ 周围剂量当量率	每点 10 次
2	医学影像中心拟建址北侧中部		
3	医学影像中心拟建址北侧东部		
4	医学影像中心拟建址南侧西部		
5	医学影像中心拟建址南侧中部		
6	医学影像中心拟建址南侧东部		
7	医学影像中心拟建址东侧放射科		
8	医学影像中心拟建址东侧沿街商铺		
9	医学影像中心拟建址东侧市政道路		
10	医学影像中心拟建址东侧仁和小区		
11	医学影像中心拟建址南侧第一住院楼		
12	医学影像中心拟建址西侧医技楼		
13	医学影像中心拟建址北侧门诊楼		

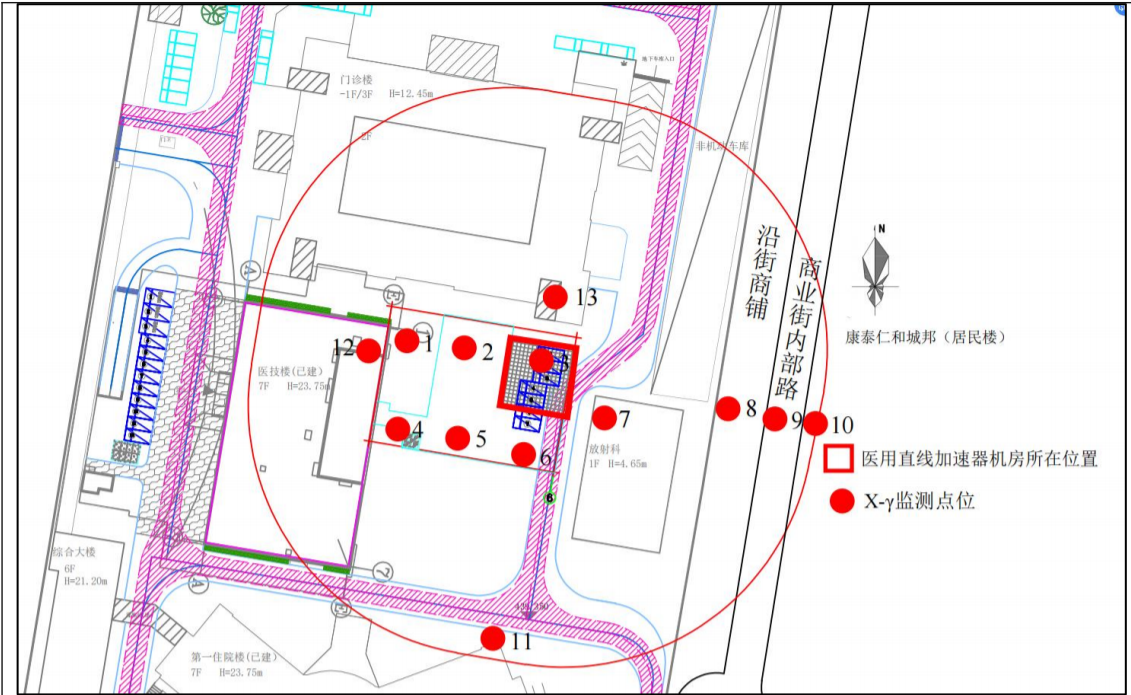


图8-2 本项目辐射环境监测点位

五、监测时间

监测日期：2024 年 11 月 13 日。

六、监测外环境条件

环境温度：12℃；环境湿度：92%；环境大气压：96.4kPa；天气状况：晴。

七、监测方法及监测仪器

表 8-2 监测方法及监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
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》（HJ61-2021）	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：YQ19032 测量范围：（1~10000）×10 ⁻⁸ Gy/h 能量响应范围：0.025MeV~3MeV 修正因子：0.90 校准证书编号：校准字第 202410101592 号 校准单位：中国测试技术研究院 校准日期：2024 年 10 月 12 日 有效日期：2025 年 10 月 11 日

八、监测质量保证

我单位（四川中环康源卫生技术服务有限公司）具有四川省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

①根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和项目实际情况

制定监测方案及实施细则；

②严格按照监测单位《质保手册》《作业指导书》开展现场工作；

③监测仪器每年经过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；

④监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑤根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），布设监测点位置和高度，兼顾监测技术规定和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

⑥监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

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数据复核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核后由授权签字人审定签发。

九、监测结果

本项目的监测结果列于表 8-3。

表 8-3 本项目治疗室内及周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置	X- γ 辐射剂量率 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	医学影像中心拟建址北侧西部	***	***	室外
2	医学影像中心拟建址北侧中部	***	***	室外
3	医学影像中心拟建址北侧东部	***	***	室外
4	医学影像中心拟建址南侧西部	***	***	室外
5	医学影像中心拟建址南侧中部	***	***	室外
6	医学影像中心拟建址南侧东部	***	***	室外
7	医学影像中心拟建址东侧放射科	***	***	室外
8	医学影像中心拟建址东侧沿街商铺	***	***	室外
9	医学影像中心拟建址东侧市政道路	***	***	室外
10	医学影像中心拟建址东侧仁和小区	***	***	室外
11	医学影像中心拟建址南侧第一住院楼	***	***	室外
12	医学影像中心拟建址西侧医技楼	***	***	室外
13	医学影像中心拟建址北侧门诊楼	***	***	室外

注：以上监测数据未扣除仪器宇宙射线响应值。

由监测报告得知，项目所在区域的 X- γ 辐射背景值为*** nGy/h，与四川省生态环境厅《2023 年四川省生态环境状况公报》中眉山市自动监测站空气吸收剂量率监测结果（70nGy/h~100nGy/h）相当，属于当地天然本底辐射水平。

九、小结

本项目监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；监测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。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析 一、施工期污染源项分析 (一) 施工期间的环境影响分析 本项目拟安置在医学影像中心（新建，不涉床位）内，医学影像中心仅用于放疗科使用，施工环节主要包括：土建施工、房屋装修、设备设施安装和调试。 其施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。以上污染因素将随建设期的结束而消除。 <pre> graph LR A[土建设施] --> B[内部装修] B --> C[设备安装、调试] C --> D[投入运营] A -.-> E[扬尘、噪声、施工废水、弃土建渣] B -.-> F[噪声、装修废材、建渣] C -.-> G[噪声、包装废材料、X射线、电子线、臭氧、氮氧化物] A -.-> H[施工人员产生的生活废水、生活垃圾] B -.-> H C -.-> H </pre> 图9-1 施工期工艺流程及产污环节示意图 ①废气 施工废气主要来源于土建施工阶段的施工扬尘，以及装修过程油漆和喷涂产生的少量有机废气。 ②噪声 施工期噪声主要来源于施工现场的各类机械设备噪声，主要有载重汽车、电锯、电钻、吊车等。 ③废水 施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，以及施工过程中将产生施工废水。 ④固体废物 施工期间的固体废物主要为基础开挖产生的弃土、建筑垃圾、装修垃圾、设备安装中产生的废弃材料以及施工人员产生的生活垃圾等。 (二) 设备安装调试期间的环境影响分析 本项目医用电子直线加速器安装过程中，会有少量的废包装材料产生；医用
--

电子直线加速器安装完成后的调试阶段，会产生 X 射线、电子线，造成一定的辐射影响。

本项目医用电子直线加速器的安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作，医院工作人员协助进行辅助监督工作。在医用电子直线加速器安装及调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立当心电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

本项目工作场所屏蔽设计满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)等标准要求，医用电子直线加速器的安装和调试均在医用电子直线加速器机房内进行，医用电子直线加速器机房内设备正常安装和调试，经医用电子直线加速器机房墙体、门屏蔽防护后，医用电子直线加速器机房边界周围剂量率控制水平满足相关标准要求，对环境影响较小。

二、营运期污染源项分析

（一）设备组成

医用电子直线加速器是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、微波系统、调制器、束流传输系统、准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由行波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过2cm左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能X线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的X线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。本项目医用电子直线加速器各项参数一览表见表9-1。

表9-1 本项目医用电子直线加速器参数一览表

设备名称	医用电子直线加速器
型号	型号未定
类别	II类
数量	1台
X射线能量	最大能量：10MV，1m 处最大剂量率：24Gy/min
电子线能量	最大能量：18MeV，1m 处最大剂量率：30Gy/min
CBCT 系统	最大管电压 150kV，最大管电流 800mA
辐射角	28°
备注	拟购买

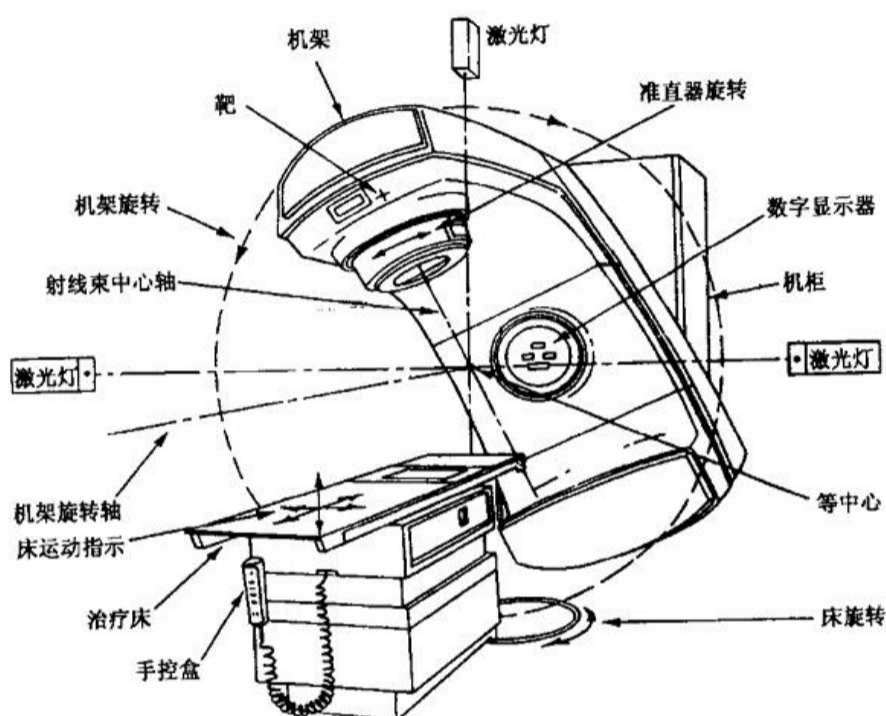


图9-2 典型医用电子直线加速器机构图

（二）工作原理

放疗是癌症三大治疗手段之一。是用各种不同能量的射线照射肿瘤，以抑制和杀灭癌细胞的一种治疗方法。放疗可单独使用，也可与手术、化疗等配合，作为综合治疗的一部分，以提高癌症的治愈率。放疗的基本目的是努力提高放疗的治疗增益比即最大限度地将放射线的剂量集中到病变(靶区)内，而使周围的正常组织和器官少受或免受不必要的照射。

医用电子直线加速器是实现放疗的最常见设备之一，医用电子直线加速器是利用具有一定能量的高能电子与大功率微波的微波电场相互作用，从而获得更高的能量。这时电子的速度增加不大，主要是质量不断变大。电子直接引出，可作电子线治疗，电子打击重金属靶，产生韧致辐射发射X射线，作X射线治疗。

医用电子直线加速器系统示意图见下图。

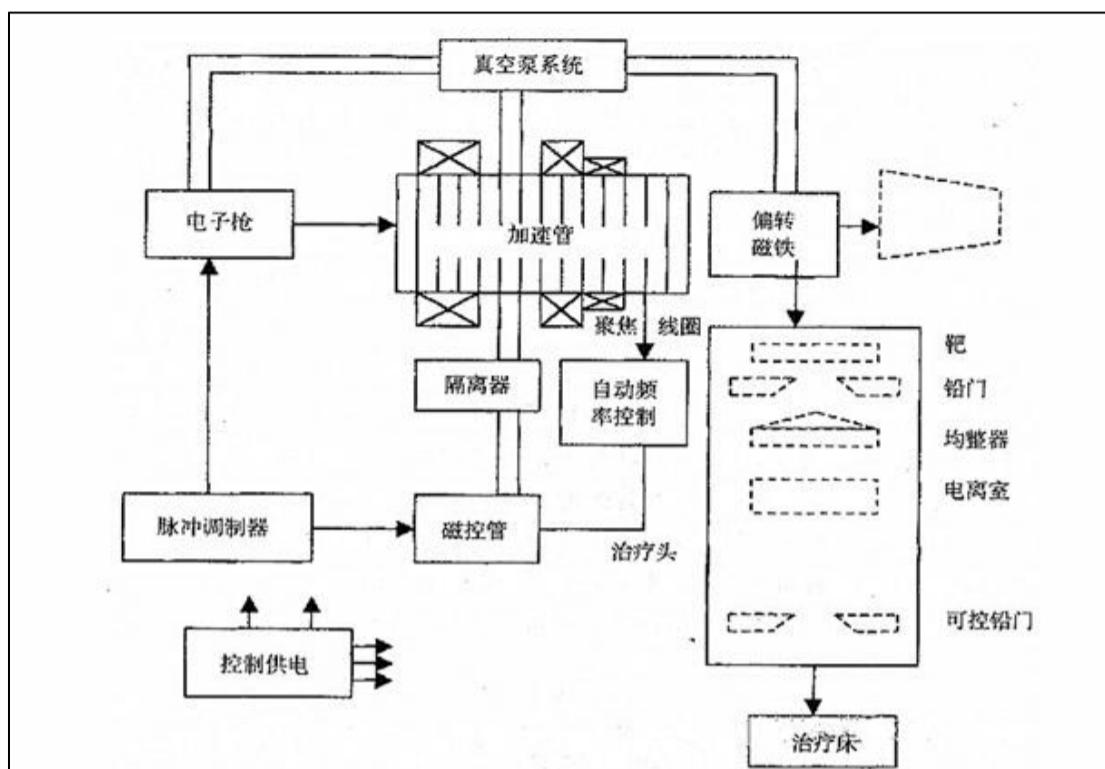


图9-3 医用电子直线加速器系统示意图

(三) 操作流程

本项目放射治疗流程如下所示：

(1) 根据医生指导意见，需要接受治疗的病人提前预约登记，以确定治疗时间，候诊准备；

(2) 进行定位：先采用模拟定位机（型号未定，不在本次评价范围内，待型号确定后进行备案登记）对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位；

产物：X射线、臭氧、氮氧化物。

(3) 制定治疗计划：根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间，在物理室内完成，物理师采用模具验证治疗计划；

(4) 固定患者体位：利用医用电子直线加速器进行治疗时，医师指导护师对患者进行定位、标记、调整照射角度和照射野；

(5) 医师离开医用电子直线加速器机房回到控制室内，技师关上铅门，技师在控制室设置参数，开机治疗，医师在控制室内通过监控观察。

产污：X射线、电子线、臭氧和氮氧化物。

(6) 治疗完毕，停止出束，患者离开机房。

本项目医用电子直线加速器工作流程及产污环节如图所示：

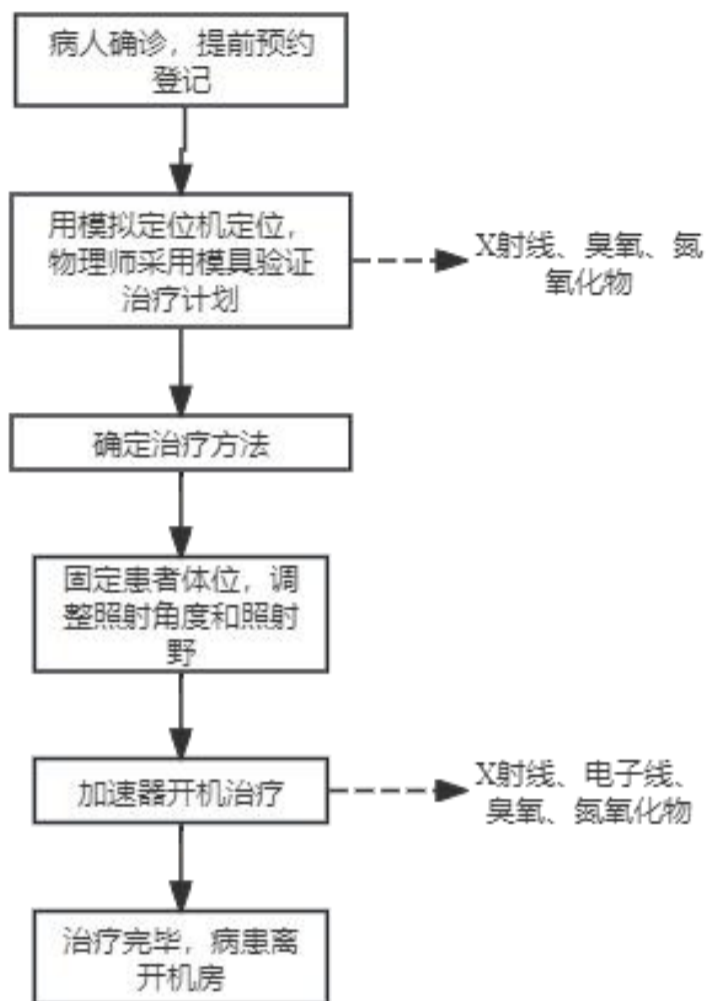


图9-4 本项目医用电子直线加速器工作流程及产污环节示意图

(四) 人流、物流路径

人流：

医护人员：医护人员通常由医学影像中心北侧楼梯间进入医学影像中心，随后技师经走道进入医用电子直线加速器机房控制室；物理师经走道进入医用物理治疗计划室；医生进入医生办公室或主任值班室；护士前往护士站。

患者：患者通常由医技楼电梯前往负一楼，随后进入医学影像中心，最后经走道进入医用电子直线加速器机房内。

本项目治疗过程中不涉及医疗废物的产生。

本项目人流路径合理，路径图见附图 8。

污染源项描述

一、施工期污染源分析

1) 辐射污染源分析

X 射线、电子线：由医用电子直线加速器工作原理可知，本项目医用电子直线加速器可以提供 2 种射线（X 射线和电子线）用于肿瘤治疗，X 射线最大能量 10MV，对于人体深层肿瘤进行治疗；电子线最大能量 18MeV，对于浅表肿瘤进行治疗。因此医用电子直线加速器在开机时，用 X 射线治疗时主要污染物为 X 射线，用电子线治疗时主要污染物为电子，医用电子直线加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在医用电子直线加速器电子束治疗时间时，电子线对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗。

废靶件：医用电子直线加速器的金属靶更换时会有废靶件产生，废靶件属于放射性固体废物，废靶件应由更换靶件单位或有资质单位进行回收处理。

2) 非辐射污染源分析

废气：本项目医用电子直线加速器使用过程中将产生 X 射线，X 射线电离空气将产生少量的臭氧和氮氧化物。

废水：本项目医用电子直线加速器冷却系统采用蒸馏水，该冷却水循环使用不外排，因此不会产生放射性废水。医护人员和病人将产生少量的生活污水。

固体废物：本项目医用电子直线加速器治疗过程中不会产生医疗废物，工作人员产生少量办公、生活垃圾。

噪声：本项目产噪设备主要为通排风系统、空调系统，建设单位采用低噪音风机，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围环境噪声的贡献很小，对项目所在区域声环境影响很小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施		
一、工作场所布置及布局合理性分析		
(一) 工作场所布置		
本项目医用电子直线加速器治疗区由医用电子直线加速器机房、医用电子直线加速器机房控制室、水冷机房组成。 本项目拟将医用电子直线加速器设置在医用电子直线加速器机房内，医用电子直线加速器机房南侧依次为污物处置打包室、废模间、报警阀间、更衣室、走道；西侧依次为控制室、水冷机房、楼梯间；楼上为院区道路及绿化；楼下、东侧、北侧均为土质层。		
(二) 平面布置合理性分析		
根据平面布置图，本项目拟新增一座医学影像中心，医学影像中心内模拟定位室、放疗科科室办公室、制模室等独属于医用电子直线加速器使用的配套用房，最大程度的满足了医学影像中心需求，也便于病人就诊需求；医学影像中心为独立建筑，医学影像中心仅建设负一层，且负一层仅用于放疗科使用，减少了无关人员的进入；医院拟将本项目医用电子直线加速器机房设置在医学影像中心东北侧，其东侧、北侧均为土质层，最大程度的减少了对周围环境的影响。因此本项目医用电子直线加速器机房的平面布置是合理的。 对照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）布局要求，本项目放疗装置平面布置合理性分析见表 10-1。		
表 10-1 平面布局对照分析一览表		
标准要求	设计落实情况	备注
放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	本项目医用电子直线加速器机房位于医学影像中心内，医学影像中心仅设置负一层，仅用于放疗科使用，同时毗邻控制室、水冷机房等配套功能房间根据机房主体结构一同设计和建筑，邻近房间无易燃、易爆及易腐蚀 等危化暂存间。	满足
放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常	本项目医学影像中心将实行两区管理，医用电子直线加速器机房室及迷道划分为控制区，邻近的控制室、辅助机房等划为监督区，两区划分具体见表10-2。	满足

检查其职业照射条件的区域设为监督区。		
治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求,其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。	本项目放射治疗工作场所主射方向和非主射方向均设置有满足屏蔽要求的混凝土屏蔽层,且根据辐射环境影响分析其屏蔽层厚度满足辐射防护要求。	满足
治疗设备控制室应与治疗机房分开设置,治疗设备辅助机械、电器、水冷设备,凡是可与治疗设备分离的,尽可能设置于治疗机房外。	控制室已与治疗机房进行了分开独立设置,且配套的设备间设置于治疗机房外。	满足
应合理设置有用线束的朝向,直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室,尽可能避开被有用线束直接照射。	医用电子直线加速器有用线束范围为由南向北、由北向南、由上向下、由下向上,控制室位于西侧,已避开被有用线束直接照射。	满足
X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路;γ刀治疗设备的治疗机房,根据场所空间和环境条件,确定是否选用迷路;其他治疗机房均应设置迷路。	本项目医用电子直线加速器设置有满足屏蔽要求的迷路。	满足
放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响,不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。	本项目在选址时充分考虑了项目对周边环境的影响,未设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。	满足
放射治疗场所宜单独选址、集中建设,或设置在多层建筑物的底层的一端,尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域,或人员流动性大的商业活动区域。	本项目医用电子直线加速器机房位于医学影像中心内,医学影像中心仅设置负一层,该区域楼下无地下建筑,且该仅涉及医用电子直线加速器机房及医用电子直线加速器机房配套设施,非医疗影像中心辐射工作人员和患者不可入内,因此该区域不在人员密集区域及儿科病房、产房等场所。	满足
术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施,并尽量设在医院手术区的最内侧,与相关工作用房(如控制室或专用手术中放射治疗设备调试、维修的房间)形成一个相对独立区域;术中控制台应与治疗设备分离,实行隔室操作,控制台可设在控制室或走廊内。	本项目不属于术中放射治疗项目。	满足

综上所述,本项目医用电子直线加速器机房平面布置满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)要求,其平面布置合理。

二、工作区域管理

（一）两区划分

医用电子直线加速器机房分区原则：

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中的分区原则：5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时**控制区**。5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为**监督区**（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

本项目医用电子直线加速器机房（含迷路）作为本项目医用电子直线加速器的辐射工作场所**控制区**，而控制室、水冷机房与医用电子直线加速器机房相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域，因此属《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）定义的**监督区**。同时，在监督区入口的医用电子直线加速器机房控制室门外设置中文警示标志，并在地面张贴警戒线。

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。具体控制区和监督区划分表和示意图见表 10-2 和附图 9。

表 10-2 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
医用电子直线加速器机房治疗场所	医用电子直线加速器机房（含迷路）	控制室、水冷机房	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。 监督区范围内应限制无关人员进入。

（二）控制区防护手段与安全措施

①在病人至手术室内防护门外、工作人员至手术室防护门外、污物门外及其他醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 要求，如图 10-1 所示。



图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

②制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；

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（包括门锁）限制人员进、出控制区；

④定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

（3）监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区的边界，并在醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志；

②在监督区的入口处的门口设立标明监督区的标牌；

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。

建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。

三、辐射安全及防护措施

（一）设备固有安全防护措施

医用电子直线加速器

①医用电子直线加速器机房只有在开机状态时才有 X 射线或电子线产生，通过多叶准直器定向出来，其他方向的射线被自带屏蔽材料所屏蔽，断电停机即

停止出束。

②控制台上有关辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示装置，操作人员可随时了解设备运行状况。

③条件显示联锁：医用电子直线加速器机房具有联锁装置，只有当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当治疗室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

④控制台上有关蜂鸣器，在医用电子直线加速器机房工作时发出声音以提醒人员防止误入。

⑤时间控制联锁：当预选照射时间选定时，定时器能独立地使照射停止。

⑥医用电子直线加速器机房设置有密码，操作密码只有具体操作人员掌握，只有输入正确的密码后才可能进行操作和参数的修改。

⑦剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照。

⑧急停按钮：医用电子直线加速器设备操作台和床体上均自带 1 个急停按钮。急停开关应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认。当发现异常后，按下操作盒上此开关，机器将自动切断医用电子直线加速器机房主电源。

⑨钥匙开关：医用电子直线加速器机房控制台上设电源钥匙开关，只有当医用电子直线加速器机房一切都处于安全状态，并且钥匙就位后，医用电子直线加速器机房才能启动工作，一旦钥匙被取走，医用电子直线加速器机房将无法启动工作。钥匙由专人使用和保管。

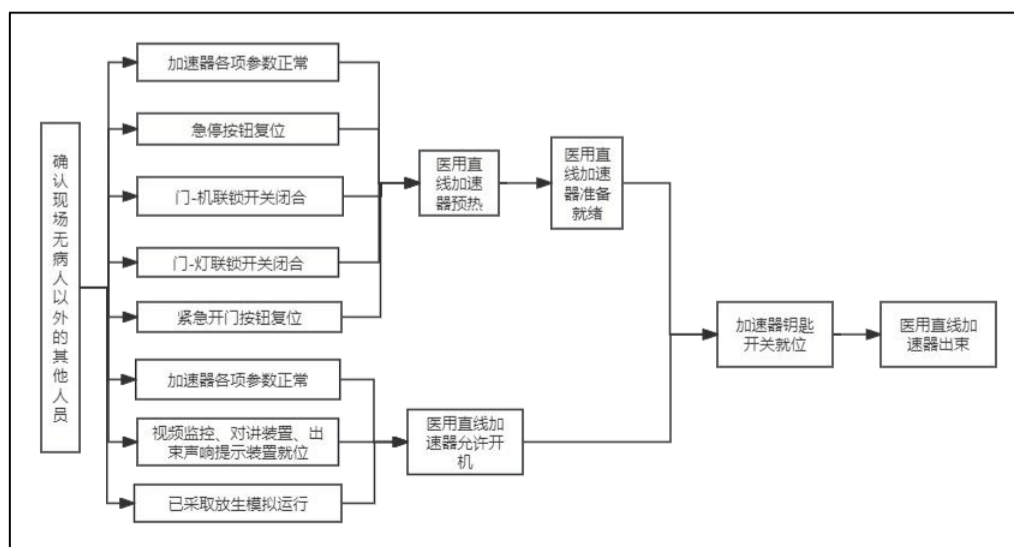


图 10-2 本项目医用电子直线加速器安全联锁逻辑图

(二) 机房辐射防护屏蔽设计

1、本项目工作场所屏蔽参数见表 10-3。

表 10-3 本项目医用电子直线加速器机房屏蔽参数一览表

机房	位置	屏蔽材料及厚度
医用电子 直线加速 器机房	主屏蔽墙	南侧、北侧主屏蔽墙体厚 2800mm 钢筋混凝土，宽 3.95m； 顶部主屏蔽墙体厚 2900mm 混凝土，宽 3.95m；
	次屏蔽墙	南侧、北侧次屏蔽墙：1600mm 钢筋混凝土 顶部次屏蔽墙：1700mm 钢筋混凝土
	侧屏蔽墙	东侧屏蔽墙：1500mm 钢筋混凝土
	迷路内墙	1500mm 钢筋混凝土
	迷路外墙	1500mm 钢筋混凝土
	迷路	长：12m；宽 2m
	屏蔽门（1 扇）	15mm 铅板+120mm 含硼聚乙烯电动推拉防护门
	主屏蔽体宽度	南侧、北侧、屋顶：4.4m

2、机房屏蔽补偿

为防止射线泄漏，机房防护门与墙的重叠宽度应至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍。电缆沟拟采用 U 型穿孔，新风管道、排风管道穿墙口均位于防护门上方，管道采用向下斜穿的方式，机房内的通、排风管道位于机房内侧均采用 10mm 铅板包裹，电缆沟与新风穿墙方式均不会破坏机房的屏蔽结构。

图 10-3 新风系统、排风系统穿墙口大样图

图 10-4 电缆沟穿墙口大样图

（三）辐射安全防护措施

（1）门机连锁装置：医用电子直线加速器与屏蔽门之间拟设连锁装置。屏蔽门未关好，医用电子直线加速器机房不能出束；医用电子直线加速器机房工作期间屏蔽门不能打开。

（2）急停按钮：医用电子直线加速器设备操作台和床体上均自带 1 个急停按钮。急停开关应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认。当发现异常后，按下操作盒上此开关，机器将自动切断医用电子直线加速器机房主电源。

建设单位应在各墙体（设 4 个）及迷道外墙上（设 1 个）设置急停按钮（位于人员易接触的位置），以使机房内的人员按动急停开关就能令医用电子直线加速器停机。

（3）电视监视、对讲装置：医用电子直线加速器机房和控制室之间拟安装有电视监控、对讲装置，控制室能通过电视监视治疗室内患者治疗的情况，并通过对讲机与治疗室内患者联系。

（4）工作状态显示：医用电子直线加速器机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。医用电子直线加速器处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当医用电子直线加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。

（5）警告标志和警示装置：医用电子直线加速器机房屏蔽门上设置明显的

电离辐射警告标志：在医用电子直线加速器机房墙上安装固定式剂量报警装置(带剂量显示功能)，探头安装在治疗室迷道内墙上(靠近防护门)，只要迷道内的剂量超过预置的剂量值，就会报警提示人员不能进入治疗室，以防误入受照。

(6) 固定式剂量报警仪：固定式剂量报警装置探头安装在医用电子直线加速器机房迷路内墙入口处，其显示单元设置在机房门附近或控制室内，并应有异常情况下报警功能，只要室内的剂量超过预设的剂量阈值，蜂鸣器就会报警提示人员不能进入机房，以防人员误入。

(7) 紧急开门按钮：机房迷道内墙人员易接触的位置(距离地面 1.2m 高处)已装有紧急开门按钮，在事故状态下工作人员逃逸至迷道内可通过该按钮开启防护门，实现紧急逃逸。

(8) 防夹装置：防护门应设置防夹伤功能，因此本项目机房防护门需要增设防夹装置，人员通过时，防止对人员造成误伤。

(9) 急停按钮及中文标识：通常医用电子直线加速器床旁、控制台自带 1 个急停按钮，本项目拟在医用电子直线加速器机房各侧墙体及迷路内各设 1 个急停按钮(位于人员易接触的位置)，以使机房内的人员按动急停开关就能令医用电子直线加速器停机。且该急停按钮应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认，因此需为急停按钮需增加中文标识。

(10) 灭火器材、紧急照明装置：核技术利用单位应做好与从事活动相匹配的辐射事故应急物资(装备)的准备，因此建设单位需为医用电子直线加速器增设 1 套灭火器材，拟为机房增设 1 套紧急照明或独立通道照明系统，在紧急情况下，人员能快速离开。

表 10-4 医院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	应增加措施	
场所设施	墙体屏蔽	/	主屏蔽墙	南侧、北侧主屏蔽墙体厚 2800mm 钢筋混凝土，宽 3.95m； 顶部主屏蔽墙体厚 2900mm 混凝土，宽 3.95m；
			次屏蔽墙	南侧、北侧次屏蔽墙：1600mm 钢筋混凝土 顶部次屏蔽墙：1700mm 钢筋混凝土
			侧屏蔽墙	东侧屏蔽墙：1500mm 钢筋混凝土
			迷路内墙	1500mm 钢筋混凝土
			迷路外墙	1500mm 钢筋混凝土
			迷路	长：12m；宽 2m
			屏蔽门(1 扇)	15mm 铅板+120mm 含硼聚乙烯电动推拉防护门
			主屏蔽体宽度	南侧、北侧、屋顶：4.4m
		/	防护门为 15mm 铅板+120mm 含硼聚乙烯电动推拉防护门。	
	门-机联锁装置	/	1 套（医用电子直线加速器机房防护门）	
	视频监控系统	/	1 套	
	钥匙开关	/	1 套（控制台）	
	语音播报及对讲装置	/	1 套（医用电子直线加速器机房内与控制室内）	
	工作状态指示灯（门-灯联锁）	/	1 套（医用电子直线加速器机房防护门）	
	紧急开门装置	/	1 个（医用电子直线加速器机房防护门）	
	出束音响提示	/	1 套（医用电子直线加速器机房防护门）	
	固定式剂量报警装置	/	1 台（探头：迷路入口处；显示单元：控制室或机房门周围）	
	监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识	/	1 套	
	防夹装置	/	1 套（医用电子直线加速器机房防护门）	
	火灾报警仪+灭火装置	/	1 套	
	规章制度上墙	/	1 套（控制室）	
废气	通排风系统	/	1 套新风系统+排风系统	
	个人剂量计	/	6 套	
监测设备	X-γ辐射剂量率监测仪	1 台（医院已有）	/	

（四）人员的安全与防护

人员包括辐射工作人员、患者及机房周边评价范围内的公众。在实施诊治之前，应事先告知患者辐射对健康的潜在影响；主要从以下几方面采取防护措施：

辐射工作人员的安全与防护

本项目辐射工作人员指从事医用电子直线加速器的医师、护师、技师及物理师。本项目辐射工作人员采取隔室操作的方式，控制室与治疗室之间以屏蔽墙体隔开，通过摄像头和对讲机与病人交流。

医院拟为每名医师、护师、技师、物理师配备1套个人剂量计，每名辐射工作人员在上班期间必须正确佩戴个人剂量计。医院应定期（每季度一次）将辐射工作人员的个人剂量计送有资质单位进行检测，并将检测报告存档。医院承诺，在辐射工作人员上岗前，医院应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，在岗期间应按相关规定定期组织健康体检。

患者的安全与防护

①时间防护：在满足治疗要求的前提下，在每次使用射线装置进行治疗之前，根据治疗要求和患者实际情况制定最优化的治疗方案，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。

②其他安全防护：

放射治疗前实行病人告知制度：在放射治疗前应向病人告知放射治疗的方法、适应症、预期疗效、风险、费用构成及注意事项和可能对病人家属的辐射影响等，并请病人在说明书下方签字，由医患双方各执一份。

三废的治理

一、废气治理措施

本项目医用电子直线加速器机房拟设置1套新风系统+排风系统进行通排风，建设单位拟设置2个新风口，均位于医用电子直线加速器机房北侧吊顶上方；设置2个排风口，分别位于医用电子直线加速器南侧距地30cm处，排风扇风量为2400m³/h，医用电子直线加速器机房体积为408.94m³/h，因此本项目排风系统换气次数为6次/h。符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风

换气次数应不小于 4 次/h”的要求。医用电子直线加速器机房所产生的废气经排风系统引至排风烟井，并在终端设置数字化柜式离心箱（带活性炭吸附装置），排风最终引至医学影像中心顶部室外排放（最终排口距地 1.5m，在最终排口 1m 范围采用围栏包围，人员禁止入内）。

二、废水治理措施

本项目生活污水经管道进入医院污水处理站（已建，日处理量为 300m³/d，处理工艺为“厌氧+生物接触氧化+消毒”）处理达到《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后，经市政污水管网排入眉山市彭山区城镇污水处理厂，本项目不新增床位，产生少量的污水该污水处理站处理能力能够满足生活污水产生量和排放量的排放需求。

三、固体废弃物治理措施

固体废物：本项目医用电子直线加速器治疗过程中不会产生医疗废物，工作人员产生少量办公、生活垃圾，统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。

废靶件：医用电子直线加速器的金属靶更换时会有废靶件产生，废靶件应由更换靶件单位或有资质单位进行回收处理。

四、噪声

本项目噪声源主要为通排风系统的风机噪声，所有设备选用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及距离衰减后，运行期间工作场所周围噪声可达到相关标准要求。

五、射线装置报废处理

本项目使用的医用电子直线加速器在进行报废处理时，将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

六、环保措施及其投资估算

本项目总投资***万元，环保投资***万元，占总投资的***%。项目环保投资估算见表 10-5。

表 10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施（措施）	数量	金额 （万元）	备注
辐射 屏蔽 措施	医用电子直线加速器机房 屏蔽墙体	1 间	***	新增
	防护门	1 扇	***	新增
安全 装置	门-机联锁装置	1 套（医用电子直线加速器机 房防护门）	***	新增
	视频监控系统	1 套	***	新增
	钥匙开关	1 套（控制台）	***	/
	语音播报及对讲装置	1 套（医用电子直线加速器机 房内及控制室内）	***	新增
	工作状态指示灯（门-灯联 锁）	1 套（医用电子直线加速器机 房防护门）	***	新增
	紧急开门装置	1 个（医用电子直线加速器机 房防护门内）	***	新增
	急停按钮（附有中文标识）	7 个（自带：操作台、床旁各 自带 1 个；增设：四面墙拟 各设 1 个、迷路外墙上拟设 1 个）	***	新增
	出束音响提示	1 套（医用电子直线加速器机 房防护门）	***	新增
	固定式剂量报警装置	1 台（迷路内）	***	新增
	门剂量联锁	1 套（医用电子直线加速器机 房防护门）	***	新增
	监督区、控制区划定地标线 及电离辐射警示标识	1 套	***	新增
	防夹装置	1 套（医用电子直线加速器治 疗 1 室防护门）	***	新增
	规章制度上墙	1 套	***	新增
监测 用品	个人剂量计	6 套	***	每年 投入
	X-γ辐射剂量率监测仪	1 台	***	已有
通排 风系 统	独立通排风系统	1 套	***	新增
应急和救助的物资准备（紧急照明或 独立通道照明系统、火灾报警仪、灭 火装置、应急通信设备、警戒线、警 示标牌、应急演练、医疗箱等）		/	***	新增
辐射工作人员、管理人员及应急人员 的组织培训		/	***	新增
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。

表 11 环境影响分析

施工期环境影响 建设阶段对环境的影响 一、施工阶段 本项目拟新建 1 座医学影像中心，该医学影像中心中设置医用电子直线加速器机房及其配套用房，施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑废渣及施工废水产生。 (一)大气污染防治措施 1、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度； 2、在装修工程施工中,施工人员应配备必要的防护装备和口罩，避免人体吸入粉尘； 3、车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒； 4 加强对施工人员的环保教育，增强全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工、减少施工期的大气污染。 (二)水污染防治措施 施工期水环境影响主要为施工人员的生活污水，其产量较小，可依托医院已有的污水处理设施处理。 (三)噪声防治措施 整个建筑施工阶段，如搅拌机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时需严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的要求，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，如需连续施工，在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。 (四)固废防治措施 项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。 二、设备安装调试期间的环境影响分析 本项目涉及射线装置的安装调试阶段，会产生 X 射线、电子线，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目医用电子直线加速器安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作，医院工作人员协助进行辅助监督工作。在医用电子直线加速器安装及调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立当心电离辐射警告标志，禁止无关人员近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

本项目工作场所屏蔽设计满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）等标准要求，射线装置的安装和调试均在机房内进行，机房内设备正常安装和调试，经机房墙体、门屏蔽防护后，机房边界周围剂量率控制水平满足相关标准要求，对环境的影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、主射线束主屏蔽区宽度计算

使用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）的相关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度。

$$Y_p = 2[(a + SAD) \cdot \tan \theta + 0.3] \dots\dots\dots \text{公式 11-1}$$

式中， Y_p —机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD—源轴距，m；

θ —治疗束的最大张角（相对束中的轴线），即射线最大出射角的一半；

a —等中心点至“墙”的距离，m。当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙（或顶）的内表面；当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指与主屏蔽墙的外表面。

本项目设计的医用电子直线加速器，主屏蔽区包括屋顶及墙体的部分位置，医用电子直线加速器主射线的最大出束角度为 28° ，有用线束主屏蔽区示意图见图11-1、11-2，主屏蔽宽度计算结果见表11-1。

表 11-1 本项目医用电子直线加速器机房主屏蔽范围计算表

参数	取值		
	南墙主屏蔽	北墙主屏蔽	屋顶主屏蔽（内凸）
a （m）	5.2	5.2	3.7
SAD（m）	1	1	1
$\theta(^{\circ})$	14	14	14

计算宽度 Y_p (m)	3.7	3.7	2.9
设计宽度 (m)	3.95	3.95	3.95
评价	满足	满足	满足

二、理论预测环境影响分析

本项目医用电子直线加速器在运行过程中产生的电离辐射为：电子、X射线。当本项目医用电子直线加速器采用电子束进行治疗时，其运行过程中最大电子线能量18MeV。

由于电子在物质中的射程是有限的，屏蔽比较容易，只要所选择的物质厚度大于带电粒子在该物质中的射程，就可以将其完全吸收。

虽本项目拟配备的医用电子直线加速器带有CBCT系统，但由于机房均为现浇钢筋混凝土，且最薄弱处也有1500mm钢筋混凝土，远远超过《放射诊断防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求，故可忽略不计。

综上所述，本次评价主要考虑X射线的辐射环境影响。

结合院方预估数据，预计本项目医用电子直线加速器年出束时间为550h，周出束时间为11h。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011），在本项目医用电子直线加速器机房外设定关注点。从保守角度出发，在医用电子直线加速器设计的尺寸厚度基础上，假定医用电子直线加速器最大功率运行并针对关注点最不利的情况进行预测计算。由于本项目医用电子直线加速器机房下方均为土质层，因此不对医用电子直线加速器机房下方厚度进行校核，但由于医用电子直线加速器机房东侧、北侧上方为院区道路，因此仍按照剂量率控制水平：2.5 μ Sv/h 对比东侧、北侧剂量率是否达标。根据GBZ/T201.2-2011，本项目医用电子直线加速器关注点示意图见图 11-1 和图 11-2。

图11-1 本项目医用电子直线加速器机房关注点及主要照射路径示意图（平面图）

图11-2 本项目医用电子直线加速器机房关注点及主要照射路径示意图（剖面图）

(二) 剂量率计算

根据GBZ/T201.2-2011 4.3.2.1主屏蔽方向主要受到主射线的影响；与主屏蔽相连的次屏蔽受到散射线和泄漏射线的影响，散射线为有用照射时，人体的散射辐射，患者散射角度取30°保守估算，查GBZ/T201.2-2011附表B.4，患者散射辐射（患者散射角均接近30°，以30°考虑）；对于侧屏蔽主要为泄漏射线的影响。

①医用电子直线加速器机房有效屏蔽厚度：

$$X_e = X / \cos \theta \dots\dots\dots \text{公式11-2}$$

②屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系：

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1) / TVL} \dots\dots\dots \text{公式11-3}$$

③主束和泄漏辐射剂量估算的屏蔽与剂量估算：

$$H = \frac{H_0 \bullet f}{R^2} \bullet B \dots\dots\dots \text{公式11-4}$$

④患者一次散射辐射的屏蔽与剂量估算：

$$H = \frac{H_0 \bullet \alpha_{ph} \bullet (F / 400)}{R_s^2} \bullet B \dots\dots\dots \text{公式11-5}$$

⑤医用电子直线加速器机房的迷路散射辐射计算：

$$H = \frac{\alpha_{ph} \times (F / 400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} \times H_0 \dots\dots\dots \text{公式11-6}$$

$$B = \frac{H_d - H_{od}}{H} \dots\dots\dots \text{公式11-7}$$

$$\dot{H} = \dot{H}_g \cdot 10^{-(X / TVL)} + \dot{H}_{og} \dots\dots\dots \text{公式 11-8}$$

表 11-2 主射线束和泄漏辐射对关注点的剂量估算表

参数	侧屏蔽	主屏蔽	主屏蔽	迷路内墙+迷路外墙	迷路内墙+迷路外墙	主屏蔽	主屏蔽
	A	B ₂	B ₃	D ₁	D ₂	E ₁	F ₁
X (cm)	***	***	***	***	***	***	***
Xe (cm)	***	***	***	***	***	***	***
TVL ₁ (cm)	***	***	***	***	***	***	***
TVL (cm)	***	***	***	***	***	***	***
B	***	***	***	***	***	***	***
R (m)	***	***	***	***	***	***	***
H ₀ (μSv·m ² /h)	***	***	***	***	***	***	***
f	***	***	***	***	***	***	***
H (μSv/h)	***	***	***	***	***	***	***
$\dot{H}_c$ (μSv/h) 剂量率参考控制水平	***	***	***	***	***	***	***
评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

表 11-3 泄漏辐射和患者一次散射对关注点的剂量估算表

关注点参数		次屏蔽	次屏蔽	次屏蔽	次屏蔽
		B ₁	B ₄	E ₂	F ₂
设计厚度	X (cm)	***	***	***	***
泄漏辐射	Xe (cm)	***	***	***	***
	TVL ₁ (cm)	***	***	***	***
	TVL (cm)	***	***	***	***
	B _L	***	***	***	***
	R (m)	***	***	***	***
	H ₀ (μSv·m ² /h)	***	***	***	***
	f	***	***	***	***
	H (μSv/h)	***	***	***	***
散射辐射	Xe (cm)	***	***	***	***
	TVL (cm)	***	***	***	***
	R _S (m)	***	***	***	***

	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	***	***	***	***
	α_{ph}	***	***	***	***
	B_s	***	***	***	***
	H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	***	***	***	***
泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		***	***	***	***
剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		***	***	***	***
评价结果		满足	满足	满足	满足

表 11-4 机房防护门剂量率计算

散射辐射 ($O_2 \rightarrow O \rightarrow c_1 \rightarrow C$)		泄漏辐射 ($O_2 \rightarrow C$)	
H_0 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		1.44E+09	
α_{ph}	***	主射线透射因子 B	***
α_2	***		
R_1 (m)	***	R (m)	***
R_2 (m)	***		
A_1 (m^2)	***	f	***
H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	***	H_{od} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	***
设计厚度	15mm 铅板+120mm 含硼聚乙烯电动推拉防护门		
H	***		
剂量率控制水平	***		
是否满足要求	满足		

根据表11-2、11-3、11-4可知，本项目医用电子直线加速器机房周围剂量当量率均满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）中剂量率参考控制水平的要求。

三、人员所受年有效剂量估算

预测计算汇总及评价

$$E = H \times U \times T \times t \times 10^{-3} \times W_T \quad \text{公式11-15}$$

式中：

E—年有效剂量，mSv/a；

H—辐射剂量率估算值，μSv/h；

U—使用因子；

T—工作负荷，h/a；

t—居留因子，本项目居留因子参考《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）附录A取值；

W_T—组织权重因子，全身取1。

由此估算医用电子直线加速器机房周围各关注点的年附加有效剂量见表11-5。

表 11-5 医用电子直线加速器机房各关注点辐射影响理论估算结果汇总表

关注点及其位置	居留因子	使用因子	剂量率值(μSv/h)	周照射时间(h)	周剂量估算值(μSv/周)	年照射时间(h)	年剂量估算值(mSv/a)	类型
B ₁ （污物处置打包室）	1/20	1	***	11	***	550	***	公众
B ₂ （废模间）	1/20	1/4	***	11	***	550	***	公众
B ₃ （报警阀间）	1/20	1/4	***	11	***	550	***	公众
B ₄ （更衣室）	1/5	1	***	11	***	550	***	公众
C（防护门外）	1/8	1	***	11	***	550	***	公众
D1（控制室）	1	技师	1	***	10	***	500	辐射工作人员
		主治医师	1	***	1	***	50	辐射工作人员
		物理师	1	***	1	***	50	辐射工作人员
D2（水冷机房）	1/16	1	***	11	***	550	***	辐射工作人员
F（楼上院区绿化及道路）	1/5	1/4	***	11	***	550	***	公众

由表11-5结果可知，本项目医用电子直线加速器机房内及周围辐射工作人员周剂量最大为***μSv/周，周围公众的周剂量最大为***μSv/周，低于辐射工作人员周剂量控制水平100μSv/周，公众周剂量控制水平分别5μSv/周；辐射工作人员的年附加有效剂量最大为***mSv，周围公众的年附加有效剂量最大为**mSv。因

此本项目辐射工作人员年有效剂量低于5.0mSv，周围公众年有效剂量低于0.1mSv。能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众人员受照剂量限值的要求，并满足本项目管理目标值的要求。

四、其他保护目标年有效剂量估算

根据本项目确定的评价范围，本项目环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属及院内外其他公众。

根据表 11-5 内容可知，本项目投入运行后，屏蔽体外公众和辐射工作人员受到的最大年有效剂量为***mSv。由于本项目 50m 范围内环境保护目标距墙体相对较远（远大于表面 30cm），故本项目敏感点处公众所受的辐射剂量将小于上述理论计算值。

综上所述，医用电子直线加速器机房周围50m内其他保护目标年有效剂量均远小于0.1mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众人员受照剂量限值的要求，并满足本项目管理目标值：公众年有效剂量不超过0.1mSv。

五、大气环境影响分析

本项目医用电子直线加速器机房拟设置 1 套新风系统+排风系统进行通排风，建设单位拟设置 2 个新风口，均位于医用电子直线加速器机房北侧吊顶上方；设置 2 个排风口，分别位于医用电子直线加速器机房东南侧吊顶上方，西南侧距地 30cm 处，排风扇风量为 2400m³/h，医用电子直线加速器机房体积为 408.94m³/h，因此本项目排风系统换气次数为 6 次/h。符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。医用电子直线加速器机房所产生的废气经排风系统引至排风烟井，并在终端设置数字化柜式离心箱（带活性炭吸附装置），排风最终引至医学影像中心顶部室外排放（最终排口距地 1.5m，在最终排口 1m 范围采用围栏包围，人员禁止入内）。

七、水环境影响分析

本项目主要用于放射性治疗，治疗过程中不会产生医疗废水，医护人员在放疗中心工作和生活过程中将产生一定量的生活污水。本项目生活污水经管道进入医院污水处理站（已建，日处理量为 300m³/d，处理工艺为“厌氧+生物接触氧化+消毒”）处理达到《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后，经市政污水管网排入眉山市彭山区城镇污水处理厂，本项目不新增床位，产生少量的污水该污水处理站处理能力能够满足生活污水产生量和排放量的排放需求。

八、固体废物环境影响分析

固体废物：本项目医用电子直线加速器治疗过程中不会产生医疗废物、放射性固体废物，本项目辐射工作人员工作和生活过程中将产生少量生活垃圾，该生活垃圾统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。

废靶件：医用电子直线加速器的金属靶更换时会有废靶件产生，废靶件应由更换靶件单位或有资质单位进行回收处理。

八、声环境影响分析

本项目噪声源主要为通排风系统的风机噪声，所有设备选用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及距离衰减后，运行期间工作场所周围噪声可达到相关标准要求。

事故影响分析

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

本项目医用电子直线加速器属于Ⅱ类射线装置在操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对人员造成放射性损伤和环境污染。

主要事故风险：

(1) 辐射工作人员还未全部撤出机房，外面人员启动射线装置，造成辐射工作人员被误照，引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置发生故障，医用电子直线加速器工作时无关人员打开屏蔽门并误入，造成人员被误照射，引发辐射事故。

本项目主要的环境风险因子为射线装置工作时产生的 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》对于事故的分级原则，现将事故等级列于表 11-6 中。

表 11-6 辐射事故等级一览表

潜在危害	事故等级
射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
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
是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。	重大辐射事故
是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见下表。

表 11-7 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射性病	分度	受照剂量范围
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

三、辐射事故分析

事故假设：

假设误留、误入人员在未采取任何屏蔽防护措施下进入机房内，在位于机房内迷道口时发现设备处于开机状态，立即撤至迷道内；鉴于机房迷道内设急停开

关，只要按下此按钮就可以停机，最大误照射时间为 2min（一次完整的治疗照射时间）。

剂量估算：

表 11-8 事故假设情况下室内误留、误入公众受到的累计剂量

距离	各时段的射线所致辐射剂量（Gy）			
	5s	20s	60s	120s
0.3m	***	***	***	***
0.6m	***	***	***	***
1m	***	***	***	***
2m	***	***	***	***
3m	***	***	***	***

根据上表可知，本项目辐射工作人员或公众位于机房内，完成一次治疗，最大可能受到2.23Gy的剂量，其剂量已超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众1mSv/a的剂量限值、职业人员年受照剂量20mSv/a的剂量限值，属于表11-7中的中度骨髓型急性放射病受照剂量范围，不会造成人员死亡，因此针对辐射工作人员和公众可能造成较大辐射事故。

事故后果：

对于本项目医用电子直线加速器，最大可信事故为较大辐射事故。针对一般辐射事故建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关。发生较大辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，将受照人员及时送医，并在 2 小时内向所在地生态环境部门（眉山市生态环境局值班电话 028-38114118）和所在地公安局（眉山市公安局：028-38167678）报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门（眉山市卫生健康委员会 028-38195200）报告。

四、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

1、定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查,制定完善的辐射安全规章制度并有专人监督核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

2、凡涉及对射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，射线装置运行时至少有 2 名操作人员同时在场，对辐射工作人员定期培训，使之熟练操作，操作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操

作人员可看到的显眼位置。

3、射线装置治疗室每次开机前检查机房监控系统、门机联锁装置、门灯联锁装置和其他安全联锁装置，确保一切正常并安全的情况下，射线装置才能进行照射。

4、射线装置治疗室运行之前确保所有人员全部撤离机房后才能启动，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射。

5、定期对各射线装置机房治疗室的安全装置有效性进行检查 11、建设单位所有辐射工作人员均需参加辐射安全与防护考核，并需取得合格证书，所有辐射工作人员均需持证上岗。

6、设备安装调试时必须由厂家专业人员负责完成，安装调试时关闭防护门，并在机房门外设立辐射警示标志。

7、辐射防护管理人员要经常对辐照工作场所进行巡视，及时纠正不利于辐射安全防护的行为。

表 12 辐射安全管理

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类射线装置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名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。医院已成立了辐射安全管理领导小组（眉彭人医发〔2020〕71号），辐射安全管理领导小组有领导分管、机构健全。成员组成见表12-1。

表 12-1 辐射安全管理领导小组成员组成表

职务	人员
组长	***
副组长	***
成员	***

领导小组职责：

（1）组长母发光为医院辐射安全第一责任人，副组长倪文萍副院长具体负责医院辐射安全管理，对各成员工作落实情况进行监督指导，负责协调处置突发辐射事件。

（2）各领导小组成员应加强辐射安全防护有关法律法规及管理文件的学习、贯彻、落实；认真落实生态环境部门的管理要求，积极配合生态环境部门开展各项检查。

（3）各涉及辐射安全工作部门主任应及时组织本科室辐射工作人员参加生态环境部门举办的上岗培训；做好辐射工作场所的辐射安全与防护管理，发现问题及时处理；并认真做好辐射安全管理工作的建档。

辐射工作岗位配置和能力分析

本项目拟设置 6 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员。本项目投运以后，医院可根据工作量等实际情况适当增减人员编制。

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）：自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台(网址:<http://fushe.mee.gov.cn>)进行相关知识学习，通过生态环境部培训平台报名并参加考核，取得辐射安全培训合格证书后方可从事辐射活动。建设单位承诺在办理本项目投运前，将尽快组织

新增辐射工作人员参加辐射安全与防护的学习和考核，取得合格证书后上岗。医院应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

一、档案分类管理

眉山市彭山区人民医院应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

（1）生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。

（2）设备使用期间射线装置异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，档案资料应按以下几大类分类：“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”和“废物处置记录”等。

二、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位涉及使用Ⅱ类X射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-2。

表 12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	已落实， 许可证在有效期内	待本项目环评工作完成，项目建设完成后向发证机关提交重新申领辐射安全许可证的申请材料
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	已落实，医院已针对从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员集中学习相关课件与视频课程，已从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考题编写试卷，所有辐射工作人员进行闭卷考核，已对考核结果进行存档。针对从事Ⅱ类射线装置的辐射工作人员（操作DSA）已获得辐射安全与防护考核证明。	原有辐射工作人员已落实。对于本项目辐射工作人员，医院应安排其参加辐射安全与防护相关学习和考核，确保持证上岗。
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	已落实，并设置人员专职管理各院区核技术利用项目	/
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展 workplace	已落实	需增购个人剂量计

	所及外环境辐射剂量监测, 监测记录应存档备查		
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险, 制定相应辐射事故应急预案, 特别应做好医用电子直线加速器的实体保卫及防护措施	原有核技术利用项目已落实	需将本项目装置纳入管辖范围
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已建立	需将本项目装置纳入管辖范围
7	辐射工作单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查, 建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	原有辐射工作人员已落实	新增辐射工作人员应在上岗前一并落实
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警告标志	原有辐射工作场所均已落实	新增辐射工作场所投运前应落实
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	每年均委托有资质单位完成场所环境检测	需增加核技术利用项目(新建、改建、扩建和退役)情况和存在的安全隐患及其整改情况, 按照规范格式编制评估报告, 并每年按时提交至发证机关
10	辐射信息网络	原有项目已落实	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 http://rr.mep.gov.cn/)中实施申报登记。申领、延续、变更许可证, 新增或注销放射源和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
11	应建立动态的台账, 放射性同位素与射线装置应做到账物相符, 并及时更新。	原有项目已落实	需将本项目装置纳入台账管理范围

三、辐射安全管理规章制度落实情况

根据《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)的相关要求中的相关规定, 将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明, 具体见表12-3。

表12-3 建设单位管理制度汇总对照表

序号	制度	具体制度要求	医院制定情况	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责，全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作。	已制定	满足要求
2	辐射工作场所安全管理规定	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理。	已制定	满足要求
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	需完善	应为本项目医用电子直线加速器制定相应的操作规程
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	已制定	满足要求
5	辐射工作人员岗位职责	/	已制定	满足要求
6	射线装置台账管理制度	应记载射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度。	需完善	应为本项目医用电子直线加速器制定台账管理制度
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	已制定	按本环评报告提出的环境监测方案进一步完善现有监测方案，并做好监测记录和档案保存工作。
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	已制定	满足要求
9	辐射工作人员培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	已制定	需完善：本项目拟配备的辐射工作人员须在上岗前参加辐射安全防护考核，考核合格方能上岗
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案，在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。	已制定	应将本项目新增辐射工作人员纳入其中进行管理
11	辐射事故应急预案	针对医用射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或	已制定	应根据本项目新增的医用电

		应急 措施。		子直线加速器特点进一步制定辐射事故应急预案
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	需完善	/
13	其他	/	《放射防护注意事项告知栏》	/

医院需在辐射安全与防护管理领导小组的组织下及时制定和完善上述规章制度，明确各科室人员责任，并严格落实。医院需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，且应根据国家发布新的相关法规内容，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。

医院应按照《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）的要求，将《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。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。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用放射性同位素和射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”。为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下

1、个人剂量监测

项目建成投运后，建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据原四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发[2010]49号）做好个人剂量管理的工作。同时根据《职业性外照射个

人监测规范》(GBZ128-2019)个人剂量常规监测周期一般为1个月,最长不应超过3个月,同时建设单位应建立个人剂量档案。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,医院应当将个人剂量档案保存终身。

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,对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。

当单个季度个人剂量超过1.25mSv时,建设单位要对该辐射工作人员进行干预,要进一步调查明确原因,并由当事人在情况调查报告上签字确认;当全年个人剂量超过5mSv时,建设单位需进行原因调查,并最终形成正式调查报告,经本人签字确认后,上报发证机关,检测报告及有关调查报告应存档备查;当单年个人剂量超过50mSv时,需调查超标原因,确认是辐射事故时启动应急预案。

2、辐射工作场所监测

(1) 监测内容: X- γ 辐射剂量率

(2) 监测布点及数据管理: 监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致,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

(3) 监测频度: 对于X- γ 剂量率应自行配备监测设备每1个月监测1次;另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目投运前开展验收监测,并在投运后每年定期开展年度监测,监测报告附到年度评估报告中,于次年1月31日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统(网址: <http://r.mee.gov.cn>)。

(4) 监测范围: 医用电子直线加速器机房屏蔽墙、防护门以及楼上区域和穿线孔洞外的X辐射剂量率。

(5) 监测设备: X- γ 辐射剂量监测仪

医院购买的 X- γ 辐射剂量监测仪应具备以下主要性能:

a) 量程: 量程下限应不高于 $1 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$; 量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择, 应急测量情况下, 应确保量程上限符合要求, 一般不低于 $1 \times 10^{-2} \text{Gy/h}$;

b) 相对固有误差: $< \pm 15\%$;

c) 能量响应: 50 keV~3MeV, 相对响应之差 $\leq\pm 30\%$ (相对 ^{137}Cs 参考辐射源);

d) 角响应: $0\sim 180^\circ$ 角响应平均值 ($\bar{R}$) 与刻度方向上的响应值 (R) 的比值应大于等于 0.8 (对 ^{137}Cs 辐射源);

e) 使用温度: $-10\sim 40^\circ\text{C}$ (即时测量), $-25\sim 50^\circ\text{C}$ (连续测量);

f) 使用相对湿度: $<95\%$ (35°C)。

(6) 质量保证: 制定监测仪表使用、校验管理制度, 并利用上级监测部门的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对, 建立监测仪器比对档案。

表12-4 定期监测点位

工作场所	监测项目	监测范围	监测频次		备注
			委托检测	自行检测	
医用电子直线加速器机房	X- γ 辐射剂量率	机房楼上、南侧、西侧屏蔽体外、防护门外、穿线孔洞处	委托监测每年至少1次	建议自行监测周期为1次/月	开关机各监测一次

3、年度监测报告情况

建设单位应于每年1月31日前将上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》上传至全国核技术利用辐射安全申报系统(网址: <http://rr.mee.gov.cn>), 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。建设单位应按照《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)规定的格式编写《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/rsmsreq/login.jsp>)中实施申报登记。延续、变更许可证, 新增、注销以及单位信息变更、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

为了加强对射线装置的安全和防护的监督管理, 促进射线装置的安全使用, 保障人体健康, 保护环境, 建设单位需根据最新要求完善现有的《辐射事故应急预案》, 其内容应包括:

- ①应急机构和职责分工;
- ②应急人员的组织;
- ③培训以及应急救助的装备、资金、物资准备;

④辐射事故分级及应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序；

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、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，将人员撤出机房，关闭机房门，同时向主管领导报告。

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》，向当地生态环境报告。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

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：眉山市彭山区人民医院新增医用电子直线加速器项目 建设单位：眉山市彭山区人民医院 建设性质：新建 建设地点：眉山市彭山区蔡山北路西二段 195 号眉山市彭山区人民医院医学影像中心-1F 医用电子直线加速器机房 医院拟在眉山市彭山区蔡山北路西二段195号眉山市彭山区人民医院内新建1座地下医学影像中心（拟建，地下-1F），医院拟在医学影像中心新增1间医用电子直线加速器机房及配套用房。 机房屏蔽方案及其辅助用房 医用电子直线加速器机房有效使用面积为56.8m²（长7.1m，宽8.0m），机房四面墙体、楼顶均拟采用钢筋混凝土结构（密度：2.35g/m³），主射线方向朝向北部墙体、南部墙体、顶、地面。机房东侧侧屏蔽墙体为厚1500mm钢筋混凝土；南侧主屏蔽墙体为厚2800mm钢筋混凝土（内凸，宽3.95m），南侧与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙为厚1600mm钢筋混凝土；西侧迷路呈“L”型，迷路宽2m，长12m，西侧迷路内墙为厚1500mm钢筋混凝土，迷路外墙厚1500mm钢筋混凝土；北侧主屏蔽墙体为厚2800mm钢筋混凝土（内凸，宽3.95m），北侧与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙为厚1600mm钢筋混凝土；顶部主屏蔽墙体为厚2900mm钢筋混凝土（内凸，宽3.95m），顶部与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙为厚1700mm钢筋混凝土。防护门为15mm铅板+120mm含硼聚乙烯电动推拉防护门。 本项目医用电子直线加速器机房配套用房有控制室（17.52m²）、水冷机房（15.00m²）。 射线装置 建设单位拟在医用电子直线加速器机房内安装使用1台医用电子直线加速器，属于II类射线装置，该台医用电子直线加速器具备CBCT图像引导系统，用于开展全身的肿瘤治疗。本项目医用电子直线加速器开展治疗时，X射线能量最大为10MV，X射线1m处剂量率最大为24Gy/min，电子线能量最大为18MeV，电子线1m处剂量率最大为30Gy/min；CBCT图像引导时：最大管电压150kV，最大

管电流500mA。

二、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年第7号令）相关规定，本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础建设内容，属于该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址及平面布局合理性分析

（一）布局

本项目辐射工作场所由医用电子直线加速器机房、水冷机房、控制室组成。

本项目医用电子直线加速器机房（含迷路）划为控制区，水冷机房、控制室划为监督区。

根据平面布置图，本项目拟新增一座医学影像中心，医学影像中心内模拟定位室、放疗科科室办公室、制模室等独属于医用电子直线加速器使用的配套用房，最大程度的满足了医学影像中心需求，也便于病人就诊需求；医学影像中心为独立建筑，仅涉及负一层，该负一层仅用于放疗科使用，减少了无关人员的进入；医院拟将本项目医用电子直线加速器机房设置在医学影像中心东北侧，其东侧、北侧均为土质层，最大程度的减少了对周围环境的影响。因此本项目医用电子直线加速器的平面布置是合理的。

（二）选址

本项目50m范围主要坐落于院区范围内，东侧依次为院区道路及绿化（0~5m）、放射科（5m~23m）、院区道路（23~29m）、沿街商铺（29~40m）、市政道路（40m~47m）、康泰仁和城邦（47m~50m）；南侧依次为院区道路及绿化（0~46m）、第一住院大楼（46~50m）；西侧依次为院区道路及绿化（0~24m）、医技楼（24~50m）；北侧依次为院区道路及绿化（0~5m）、门诊楼（5~50m）。

眉山市彭山区人民医院获得的彭山县国有资源局颁发的国有土地使用权证（彭国用（2009）第03118号）（附件6），院区用地属于“医卫慈善用地”，因此本项目建设符合院区总体规划要求。本项目拟在红线范围内新增1座医学影像中心（-1F，不涉床位），在医学影像中心内新增1间医用电子直线加速器机房及其辅房，并在医用电子直线加速器机房内安置1台医用电子直线加速器。

医学影像中心内仅涉及放疗中心及其配套的辅助用房，因此该区域内除参与放疗的病人及其家属外，极少有无关人员至此，最大程度的减少了公众误入的可能，医用电子直线加速器与模拟定位机均设置于此，便于放疗科的统一管理和肿瘤病人开展治疗。

眉山市彭山区人民医院所在区域为城市建成区，周围基础配套设施完善，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，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且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。因此，本项目从辐射防护安全和环境保护角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

由监测报告得知，项目所在区域的 X- γ 辐射背景值与四川省生态环境厅《2023 年四川省生态环境状况公报》中眉山市自动监测站空气吸收剂量率监测结果（70nGy/h~100nGy/h）相当，属于当地天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

根据理论计算，本项目辐射工作人员、周围公众及敏感点成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）周剂量限制（辐射工作人员、公众周剂量控制水平分别为 100 μ Sv/周、5 μ Sv/周）、年剂量（辐射工作人员、周围公众年附加有效剂量约束值分别为 5mSv/a、0.1mSv/a）限制的要求。

六、事故风险与防范

医院制订的安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。医院制定的应急预案需按环评提出的要求进行完善。

七、环保设施与保护目标

医院现有和设计的环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的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、医院辐射安全管理综合能力

医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对本次医用电子直线加速器医用辐射设备和场所而言，医院在一一落实设计的环保设施和相关法律法规要求后，医院具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

建设单位在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后，本评价认为，本项目在眉山市彭山区蔡山北路西二段 195 号眉山市彭山区人民医院医学影像中心-1F 医用电子直线加速器机房内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

建议

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。
- 4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《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。
- 5、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 日前在核安全申报系统中进行报送，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学习考核情况；
 - 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。

6、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。

7、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。

承诺

（1）建设单位在变更辐射安全许可证前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息进行填写。

（2）尽快安排未取得成绩报告单的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核。

（3）项目应按照国家相关法律法规尽快进行验收。

（4）接受生态环境主管部门的监督检查。

项目竣工验收检查内容

根据《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 682 号令），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。项目投入运行后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

项目	设施（措施）
辐射屏蔽措施	医用电子直线加速器机房屏蔽墙体
	防护门 1 扇
通排风系统	新风系统+排风系统 1 套
安全措施	门-机联锁装置 1 套（医用电子直线加速器机房防护门）
	视频监控系统 1 套
	钥匙开关 1 套（控制台）
	语音播报及对讲装置 1 套（医用电子直线加速器机房内及控制室内）
	工作状态指示灯（门-灯联锁）1 套（医用电子直线加速器机房防护门）
	紧急开门装置 1 个（医用电子直线加速器机房防护门内）
	急停按钮（附有中文标识）7 个（自带：操作台、床旁各自带 1 个；增设：四面墙拟各设 1 个、迷路外墙上拟设 1 个）
	出束音响提示 1 套（医用电子直线加速器机房防护门）
	固定式剂量报警装置 1 台（迷路内）
	门剂量联锁 1 套（医用电子直线加速器机房防护门）
	监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识 1 套
	防夹装置 1 套（医用电子直线加速器机房防护门）
	火灾报警仪+灭火装置 1 套
	上墙制度
监测	个人剂量计 6 套
	X- γ 辐射剂量率监测仪 1 套
其他	应急和救助的物资准备（紧急照明或独立通道照明系统、火灾报警仪、灭火装置、应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练、医疗箱等）