

核技术利用建设项目
经开分院新增医用电子直线加速器项目
环境影响报告表
(公示本)

绵阳市中心医院(公章)

2025年12月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
经开分院新增医用电子直线加速器项目
环境影响报告表

建设单位：绵阳市中心医院
建设单位法人代表（签名或签章）：
通讯地址：绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段
邮政编码： / 联系人： ***
电子邮箱： / 联系电话： ***

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	22
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	23
表 6 评价依据	24
表 7 保护目标与评价标准	26
表 8 环境质量和辐射现状	30
表 9 项目工程分析与源项	34
表 10 辐射安全与防护	44
表 11 环境影响分析	61
表 12 辐射安全管理	83
表 13 结论与建议	91
表 14 审批	99

表 1 项目基本情况

建设项目名称	经开分院新增医用电子直线加速器项目				
建设单位	绵阳市中心医院				
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址	绵阳市涪城区常家巷 12 号				
项目建设地点	绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼（A 区）负二层加速器治疗室				
立项审批部门	—		批准文号	—	
建设项目总投资（万元）	***	项目环保投资（万元）	***	投资比例	***
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	***
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
其他	无				
项目概述 <p>一、建设单位情况</p> <p>绵阳市中心医院始建于 1939 年，前身为绵阳公路卫生站，历经四川省立绵阳医院、绵阳专区医院、四川省绵阳地区第一人民医院等名称嬗变，1985 年正式更名为绵阳市中心医院。八十六载风雨兼程，历代中心医院人始终秉</p>					

承“崇尚生命与科学”的价值观，弘扬“仁爱、诚信、敬业、创新”的医院精神，现已建成集医疗、教学、科研、预防保健、急诊急救、灾难医学为一体的三级甲等综合医院。医院是川西北区域医疗中心、电子科技大学医学院附属绵阳医院，入选国家卫健委医院管理研究所“公立医院高质量发展医疗服务能力提升项目”建设单位，成功建成全国地市州唯一国家卫健委重点实验室——核技术医学转化重点实验室，并获建博士后科研工作站。在国家三级公立医院绩效监测中连续2年获评A+，位列全国三级综合医院前10%。

绵阳市中心医院经开分院位于绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段，总规划床位1000张，该院区包含一栋综合式医疗综合楼，地上由三栋高层塔楼，共用一个4层裙房，西北侧两栋塔楼分别为医疗综合楼A区（地上11F，地下2F，H=52m）和医疗综合楼B区（地上10F，地下2F，H=47.8m），东南侧塔楼为医疗综合楼C区（体检/行政中心，地上7F，地下2F，H=36.1m），裙房为医疗综合楼（地上4F，地下2F，H=21.05m）包括门急诊、健康体检、住院、医技、行政办公等基本医疗用房，地下设置停车库。该院区前期以绵阳三江医院履行了相关环保手续，并于2021年6月1日取得了绵阳市生态环境局《关于绵阳三江医院绵阳三江医院项目（一期）环境影响报告书的批复》，于2022年委托编制了《绵阳三江医院新建放射源、非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》，并获得了四川省生态环境厅《关于绵阳三江医院新建放射源、非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表的批复》（川环审批〔2022〕67号）。目前该院区已完成所有主体工程建设。

二、项目由来和编制目的

根据已获得批复的《绵阳三江医院新建放射源、非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》可知：拟在院区的医疗综合楼（A区）二层肿瘤科建设1座医用电子直线加速器机房，拟新增的医用电子直线加速器型号待定，其主要参数为：X射线最大能量为15MV，15MV时1米处最大输出剂量率为6Gy/min，电子线最大能量为20MeV，电子线等中心1米处最大剂量率为10Gy/min，设备年工作负荷约500h（其中以X射线模式运行约450h，电子线模式运行约为50h），属II类射线装置。

现根据医院最新发展计划和提供诊疗服务需求，医院在采购医用电子直线加

速器时，综合考虑自身需求和厂家建议，取消了设备电子线，变更了医用电子直线加速器的最大 X 射线能量和 X 射线 1m 处最大剂量率，以便于更符合医院实际使用。根据医院提供的设备参数，本次购置的医用电子直线加速器厂家和型号为：上海联影 uRT-linac 506c，其最大 X 射线能量为 6MV，该设备包含两种剂量率模式，在普通模式下 X 射线 1m 处最大剂量率 6Gy/min，在无均整器（FFF）模式下 X 射线 1m 处最大剂量率 14Gy/min，在无电子线，属于II类射线装置。

根据生态环境部关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知（环办辐射函〔2025〕313号），本项目医用电子直线加速器 X 射线 1m 处最大剂量率为 14Gy/min，输出剂量率增大 50%以上，属于重大变动，根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，建设单位需重进行环境影响评价工作。建设单位承诺，在未获得主管部门关于本项目的批复之前禁止使用本项目医用电子直线加速器的 FFF 模式。

为此，绵阳市中心医院委托四川中环康源卫生技术服务有限公司对该项目开展环境影响评价工作。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，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

三、项目建设内容及规模（本次评价部分）

（一）项目概况

项目名称：经开分院新增医用电子直线加速器项目

建设单位：绵阳市中心医院

建设性质：新建

建设地点：绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼（A 区）负二层加速器治疗室

（二）工程建设内容及规模

建设单位在绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼（A区）负二层肿瘤科设置1间加速器治疗室、1间CT模拟定位室及其他配套功能用房，加速器治疗室采用钢筋混凝土进行防护屏蔽，在加速器治疗室内安装使用一台医用电子直线加速器，在CT模拟定位室内安装使用一台模拟定位CT。

加速器治疗室屏蔽方案及其辅助用房

本项目加速器治疗室室内面积约为 $66.4m^2$ （不含迷道），机房净空尺寸为长 $8.30m \times$ 宽 $8.00m \times$ 高 $4.40m$ ；其四周墙体、迷道及屋顶均为钢筋混凝土结构；迷道位于机房东北侧，为长 $10.4m$ ，宽 $2.4m$ 的“L”型迷道。机房东南侧墙体主屏蔽部分为 $3.00m$ 厚混凝土（宽 $4.80m$ ），相连次屏蔽部分为 $1.80m$ 厚混凝土；西南侧墙体主屏蔽部分为 $3.00m$ 厚混凝土（宽 $4.80m$ ），相连次屏蔽部分为 $1.80m$ 厚混凝土；东北侧迷道内墙为 $1.50m$ 厚混凝土，迷道外墙为 $1.50m$ 厚混凝土；顶部主屏蔽部分为 $3.10m$ 厚混凝土（宽 $4.80m$ ），相连次屏蔽部分为 $1.90m$ 厚混凝土；防护门为 $15mm$ 铅当量+ $150mm$ 含硼聚乙烯电动钢板夹芯平移防护门。加速器治疗室东北侧配套建设1间控制室（长 $6.10m$ ，宽 $3.90m$ ，面积 $23.79m^2$ ），1间水冷辅助机房（长 $6.00m$ ，宽 $3.90m$ ，面积 $23.4m^2$ ）。

CT模拟定位室屏蔽方案及其辅助用房

本次已建的CT模拟定位室室内有效使用面积约为 $42.2m^2$ ，净空尺寸为长 $7.45m \times$ 宽 $5.66m \times$ 高 $3.00m$ ，其四周墙体均为 $370mm$ 厚实心砖墙，顶部为 $220mm$ 厚混凝土楼板，防护门均为 $3mmPb$ 铅防护门，观察窗为 $3mmPb$ 铅玻璃。本项目CT模拟定位室配套使用1间控制室，长 $3.60m$ ，宽 $3.10m$ ，面积为 $11.16m^2$ 。

射线装置

建设单位在加速器治疗室内安装使用1台医用电子直线加速器，属于II类射线装置，用于开展全身的肿瘤治疗。本项目医用电子直线加速器厂家和型号为：上海联影uRT-linac 506c，X射线最大能量均为 $6MV$ ，具备适形调强放射治疗（IMRT）、容积旋转调强放射治疗（VMAT）功能、无均整器（FFF）模式，在普通模式下X射线 $1m$ 处最大剂量率 $6Gy/min$ ，在无均整器（FFF）模式下X射线 $1m$

处最大剂量率14Gy/min, 无电子线。本项目医用电子直线加速器配置CBCT图像引导功能, 实现了影像学指导的放疗, CBCT最大管电压140kV, 管电流420mA。

建设单位拟在CT模拟定位室中安装使用1台模拟定位CT (III类射线装置), 模拟定位CT型号待定, 其最大管电压≤140kV, 最大管电流≤1500mA, 属III类射线装置, 用于放射治疗前肿瘤定位。

表 1-1 本项目射线装置主要技术参数

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	上海联影 uRT-linac 506c	1 台	II 类	X 射线	最大能量: 6MV 1m 处最大剂量率: 14Gy/min
				无电子线	
				CBCT 图像 引导系统	最大管电压 140kV 最大管电流 420mA
模拟定位 CT	型号未定	1台	III 类	最大管电压	140kV
				最大管电流	1500mA

工作负荷:

根据院方预计, 本项目肿瘤科年接诊1000人, 平均每个患者一个疗程受照20次, 医用电子直线加速器每天最多治疗人数为40人次/d, 每周工作5天, 周工作量为200人次/周, 每年工作50周, 预计医用电子直线加速器年最大诊疗人次为10000人次/年, 平均每次治疗出束时间为3min, 则医用电子直线加速器用于治疗的年出束时长为500h; 此外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, 医用电子直线加速器年质控时间50h, 综上所述, 本项目医用电子直线加速器年出束时长为550h。

本项目医用电子直线加速器采用CBCT图像引导功能进行治疗前的扫描, 平均每次扫描时间为0.5min, 则医用电子直线加速器CBCT年出束时间为83.3h。

本项目肿瘤科年接诊1000人, 对于大多数患者而言, 一个疗程通常只需要进行一次CT模拟定位, 但是在特定情况下(患者体型发生变化、治疗部位改变、首次定位图像质量不佳或存在误差等)需要进行多次CT模拟定位, 因此本项目CT模拟定位室内保守估计每年最多扫描6000次病人, 每次医用X射线计算机断层扫描仪(CT)装置出束时长为0.5min, 则本项目CT年出束时长为50h。

表 1-2 本项目射线装置工作负荷

使用场所	工作状态	使用科室	单次使用时长	年治疗量	年治疗量/工作出束时长	合计年出束时长
加速器治疗	病人治疗	肿瘤科	3min	10000 人	500h	550h

室				次	
	质控		/	/	50h
CT 模拟定位室	扫描(模拟定位)		0.5min	6000 人次	50h
					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						
		型号	上海联影 uRT-linac 506c						
		数量	1 台						
		主要技术参数	X 射线	最大能量: 6MV; 1m 处最大剂量率: 14Gy/min					
			电子线	无电子线					
			CBCT 图像引导系统	最大管电压 140kV; 最大管电流 420mA					
		工作地点	绵阳市经开区塘汛街道绵阳大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼（A 区）负二层加速器治疗室						
		管理类别	II类射线装置						
	加速器治疗室	使用情况	根据院方预计, 本项目肿瘤科年接诊 1000 人, 平均每个患者一个疗程受照 20 次, 医用电子直线加速器每天最多治疗人数为 40 人次/d, 每周工作 5 天, 周工作量为 200 人次/周, 每年工作 50 周, 预计医用电子直线加速器年最大诊疗人次为 10000 人次/年, 平均每次治疗出束时间为 3min, 则医用电子直线加速器用于治疗的年出束时长为 500h; 此外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, 医用电子直线加速器年质控时间 50h。 综上所述, 本项目医用电子直线加速器年出束时长为 550h。						
		有效使用面积	66.4m ² (长 8.3m, 宽 8.0m)						
	屏蔽结构	主屏蔽墙	东南侧、西北侧	3000mm 钢筋混凝土, 宽 4.8m					
			顶部	3100mm 钢筋混凝土, 宽 4.8m					
		次屏蔽墙	东南侧	东南侧次屏蔽 1800mm 钢筋混凝土					
			西北侧	西北侧次屏蔽 1800mm 钢筋混凝土					
			顶部	1900mm 钢筋混凝土					

			侧屏蔽墙（南侧）	1700mm 钢筋混凝土									
			迷路内墙（东北侧）	1500mm 钢筋混凝土									
			迷路外墙（东北侧）	1500mm 钢筋混凝土									
			迷路	L型, 长: 10.4m; 宽 2.4m									
			防护门（1扇）	15mm 铅板+150mm 含硼聚乙烯电动钢板夹芯平移防护门									
医用 X 射线计算机断层扫描仪(CT) 装置	作业类型		模拟定位		安装调试阶段产生废弃包装、X 射线、臭氧及氮氧化物、噪声	X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声							
	型号		型号未定										
	数量		1 台										
	主要技术参数	额定管电压	140kV										
		额定管电流	1500mA										
	工作地点	绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼（A 区）负二层 CT 模拟定位室											
	管理类别	III类射线装置											
CT 模拟定位室	有效使用面积	42.2m ² (长 7.65m, 宽 5.66m)											
	建筑后屏蔽结构	模拟定位 CT 机房有效使用面积为 42.2m ² (长 7.65m, 宽 5.66m)，机房四周墙体均采用 370mm 实心砖墙，楼顶为 220mm 混凝土楼板，2 扇防护门均为 3mmPb 铅门，防护窗为 3mmPb 铅玻璃。											
辅助工程	加速器治疗室	控制室 (长 6.10m, 宽 3.90m, 面积 23.79m ²)，水冷辅助机房 (长 6.00m, 宽 3.90m, 面积 23.4m ²)											
	CT 模拟定位室	控制室 (长 3.60m, 宽 3.10m, 面积为 11.16m ²)											
公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统等。												
办公及生活设施	肿瘤科拟建的诊室、治疗室、治疗计划室、更衣室、会议室、制模室、融铅室、办公室等办公生活设施。												

环保工程	污水处理设施	<p>废水处理：本项目工作人员和病人产生的污水进入已建污水处理站（处理能力：1600m³/d），污水首先进入收集池，经格栅井除去漂浮和大颗粒悬浮杂质，然后进入污水调节池均质均量，调节池后污水泵入水解池水解酸化，污水的可生化性提高，再经生物接触氧化对污水中的主要污染物进行去除，然后进入二沉池沉淀后排至消毒池经消毒处理，出水达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2预处理标准后排入市政污水管网进入塘汛污水处理厂进一步处理，处理达标后排入涪江。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。</p>	/	生活污水
	废气处理设施	<p>本项目在加速器治疗室内设置1套通排风系统进行通排风，设置3个新风口，均位于加速器治疗室东北部吊顶上方；设置3个排风口，均位于加速器治疗室西南角距地30cm处，排风量为2100m³/h，医用电子直线加速器机房体积为292.16m³/h，因此本项目排风系统换气次数约为7次/h。</p> <p>本项目加速器治疗室设置的通排风系统符合《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。加速器治疗室中产生的废气经排风系统引至医疗综合楼（A区）一层室外排风井处（位置详见附图2）。此处排风口位于室外绿地内，周围扩散条件良好，排风口位置附近无门、窗或人流较大的过道等位置。</p>	/	臭氧及氮氧化物
	固废处理设施	<p>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。</p> <p>废靶件：当医用电子直线加速器需要更换靶件时，会有废靶件产生；金属靶件更换由加速器厂家专业工程师进行，严禁建设单位自行更换，更换下的废靶件放入铅制专用容器暂存于加速器治疗室内，定期交由有资质的单位处理。</p>	/	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	5000kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水	生活用水	100m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水	/

(五) 劳动定员

1、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。

2、人员配置及职责：医院拟为本项目新增5名辐射工作人员，加速器治疗室配备2名医师，配备1名技师和1名物理师；拟为CT模拟定位室配备1名技师。

物理师：物理师每周将对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；物理师偶尔病人治疗时位于控制室内进行剂量计划验证，预计物理师的受照时间占医用电子直线加速器治疗出束时间的 10%，则物理师位于控制室内年受照时长为 100h。

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出束时间的 10%，则单名医师位于控制室内年受照时长为 50h。

技师：技师在病人治疗时位于控制室内，每次病人治疗时，技师均位于控制室内，则病人治疗时单名技师受照时长为 500h。

CT模拟定位室技师：治疗前，采用CT定位影像建立治疗计划三维坐标系，进行射野虚拟模拟和计划设计，靶区勾画和治疗评估，年受照时长为50h。

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	单人年受照时长
加速期治疗室	4 名	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，物理师50h。 2.治疗过程中，物理师位于控制室内进行计划验证，物理师50h。	100h
		技师 1 名	根据计划操作设备实施治疗	位于控制室内对医用电子直线加速器进行操作，技师 500h。	500h
CT 模	1 名	技师 1	病人治疗前，采用模	治疗前，采用CT定位影像建立治疗	50h

拟定位室	名	拟定位 CT 进行扫描,扫描后采用	计划三维坐标系,进行射野虚拟模拟和计划设计, 靶区勾画和治疗评估 50h。	
------	---	-------------------	--	--

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。

(六) 依托环保设施情况

本项目工作人员和病人产生的污水进入已建污水处理站 (处理能力: 1600m³/d), 污水首先进入收集池, 经格栅井除去漂浮和大颗粒悬浮杂质, 然后进入污水调节池均质均量, 调节池后污水泵入水解池水解酸化, 污水的可生化性提高, 再经生物接触氧化对污水中的主要污染物进行去除, 然后进入二沉池沉淀后排至消毒池经消毒处理, 出水达《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 表 2 预处理标准后排入市政污水管网进入塘汛污水处理厂进一步处理, 处理达标后排入涪江。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) 本项目院区外环境关系

本项目位于绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分

院，医院东北侧为群涪中路，东南侧为群涪街，西南侧为锦州大道中段；西北侧为群文西街。

(2) 本项目辐射工作场所屏蔽体外 50m 范围

本项目辐射工作场所屏蔽体外50m评价范围除西北侧和西南侧部分超出院区范围外，其余方位均位于院区范围内，本项目外环境关系图见附图2。

本项目加速器治疗室东南侧0~50m为医疗综合楼（A区）；东北侧0~50m为院区道路及绿化，其中距离架空连廊最近为25m；西北侧0~45m为院区道路，45m~50m为群文西街，其中距离门卫最近为44m；西南侧0~42m为院区道路及绿化，42m~50m为群文西街。

(3) 辐射工作场所周围情况

本项目医用电子直线加速器设置在肿瘤科加速器治疗室内。加速器治疗室东北侧自南向北依次是战时制剂室、水冷辅助机房、控制室；东北侧为走道，西北侧为库房；西南侧自西向东依次是防化器材储藏室、心电图B超室、药库兼发药室；底部为土质层；顶部为加速器治疗室预留空间（无人可达）。本项目医疗综合楼（A区）负二层肿瘤科平面布局图见附图3，本项目医疗综合楼（A区）负一层肿瘤科平面布局图见附图4。

（二）选址合理性分析

本项目所在院区已获得中华人民共和国建设用地规划许可证（编号：地字第510700202000227号，附件5），中华人民共和国建设用地规划许可证，本项目用地属于医疗卫生用地，本用地符合城市规划要求。本项目拟在院区医疗综合楼（A区）负二层肿瘤科内新增一间加速器治疗室及其配套用房，并在加速器治疗室内安装使用1台医用电子直线加速器。

本项目加速器治疗室位于医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑最底层，距离医院主入口人流量较大区域和距离院区住院楼等有人员常驻的地方较远，且远离儿科病房和产房等特殊区域；肿瘤科楼上为院区院区库房和设备机房，极少有人员停留，其中加速器治疗室楼上为预留空间（无人可达）。本项目肿瘤科为放射治疗专用工作场所，肿瘤科内设置1间加速器治疗室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，便于肿

瘤科的统一管理和肿瘤病人开展治疗。

表1-6 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选址要求对照分析

标准要求	本项目实际情况	是否满足
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；	本项目加速器治疗室设置在院区内，该建筑未设置在居民、写字楼和商住两用的建筑内。	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。	本项目加速器治疗室位于医院医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑的最低层，无地下建筑，已避开了儿科病房、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。	满足

本项目所在院区外为城区环境，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，并且本项目对周围产生的辐射影响经过专门屏蔽体屏蔽后影响可控制在尽可能低的范围内，所产生的影响远远小于对病人健康的保障和医疗事业的发展，因此，该项目的实践是必要的，实践具有正当性。

六、建设单位原有核技术利用情况

1. 辐射安全许可证审批情况

目前，绵阳市中心医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》，编号为“川环辐证[00309]”，种类和范围为“使用V类放射源；使用II类、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”，有效

期至：2027年2月7日，见附件4。

2. 原有核技术利用项目

绵阳市中心医院许可使用43台III类射线装置，10台II类射线装置，3个乙级非密封放射性物质场所，3枚V类放射源。经核查建设单位《2024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》，未发现有辐射环境遗留问题，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。

医院原有核技术利用情况见表1-8。

表 1-8 绵阳市中心医院辐射安全许可证登记的现有核技术利用项目一览表

放射源						
序号	辐射活动场所名称	核素	总活度(Bq)	放射源类别	活动种类	数量
1	第二综合住院大楼1楼（核医学科）	Sr-90	1.57E+9	V	使用	1
2	第二综合住院大楼1楼核医学科分子影像中心回旋加速器机房	Ge-68	4.62E+7	V	使用	2
3		Ge-68	8.25E+7	V	使用	1
非密封放射性物质						
序号	辐射活动场所名称	核素名称	日等效最大操作量(Bq)	场所等级	活动种类	
1	第二综合住院人楼1楼(核医学科)	I-125 (粒子源)	8.88E+6	乙级	使用	
2		Bi-212	3.70E+7		使用	
3		Ac-225	7.77E+7		使用	
4		Lu-177	1.11E+9		使用	
5		Ra-223	6.66E+7		使用	
6		Pb-212	3.70E+5		使用	
7		Tb-161	1.11E+9		使用	
8		Sr-89	1.48E+8		使用	
9		Tc-99m	4.00E+8		使用	
10		P-32	3.70E+7		使用	
11		I-131	7.40E+8		使用	
12	第二综合住院大楼1楼核医学科分子影像中心回旋加速器机房	Cu-64	1.63E+7	乙级	生产、使用	
13		O-15	1.48E+7		生产、使用	
14		N-13	7.72E+8		生产、使用	
15		Zr-89	1.63E+8		生产、使用	

16	放射性药物研究中心 心小动物 PET/CT 室	Ge-68 (Ga-68)	1.85E+6		使用		
17		F-18	1.31E+8		生产、使用		
18		C-11	1.51E+7		生产、使用		
19		Ga-68	3.70E+7		生产、使用		
20		Sc-47	1.48E+7	乙级	使用		
21		I-131	1.48E+7		使用		
22		Y-90	1.48E+7		使用		
23		Pb-212	1.48E+7		使用		
24		Ho-166	1.47E+7		使用		
25		N-13	7.17E+4 (贮存)		使用		
26		Ra-223	1.48E+9		使用		
27		F-18	1.14E+4 (贮存)		使用		
28		In-111	1.47E+7		使用		
29		N-13	1.4E+4 (简单操作)		使用		
30		Lu-177	1.48E+7		使用		
31		Ac225	1.48E+9		使用		
32		Bi-212	1.48E+8		使用		
33		P-32	1.48E+7		使用		
34		Zr-89	1.48E+7 (简单操作)		使用		
35		Ga-68	1.48E+5		使用		
36		Tc-99m	1.48E+5		使用		
37		Cu-67	1.48E+7		使用		
38		Cu-64	1.48E+6		使用		
39		I-125	1.48E+7 (简单操作)		使用		
40		Sr-89	7.4E+5 (贮存)		使用		
41		At-211	1.48E+8		使用		
42		C-11	7.03E+4 (贮存)		使用		
43		I-125	7.4E+5 (贮存)		使用		
44		I-123	1.48E+6		使用		
45		Sr-89	1.48E+7 (简单操作)		使用		
46		C-11	3.30E+5 (简单操作)		使用		
47		F-18	1.48E+5 (简单操作)		使用		
48		Zr-89	7.4E+5 (贮存)		使用		
49		Tb-161	1.48E+7		使用		
射线装置							
序	辐射活动	装置名称	厂家、规格型号	技术参数	类	活动	数量/台

号	场所名称			(最大)	别	种类	(套)
1	第二综合住院大楼 1楼 (核医学科)	单光子发射计算机断层成像及计算机扫描系统	美国Siemens Mcdical S Symbia t6	管电压 130kV管电 流345mA	III	使用	1
2	第二综合住院大楼 1楼核医学科分子 影像中心PET-CT室	正电子发射断层 及X射线计算机 体层摄影成像系 统(PET-CT)	美国GE公司 Discovery MI	管电压 140kV 管电流 600mA	III	使用	1
3	第二综合住院大楼 1楼核医学科分子 影像中心回旋加速 器机房	回旋加速器玖源 11MTS	四川玖宜源粒子科 技有限公司 玖源 11MTS	粒子能量 11MV	II	使用	1
4	第一综合住院大楼 -1 (CT4室)	X射线计算机体 层摄影设备 (CT)	西门子医疗有限公 司 SOMATOM Force	管电压 150kV 管电 流1300mA	III	使用	1
5	第一综合住院大楼 -1 (CT8室)	X射线计算机体 层摄影设备 (CT)	上海联影医疗科技 股份有限公司 uCT960+	管电压 140kV 管电 流833mA	III	使用	1
6	第一综合住院大楼 -1 (DSA3室)	医用血管造影X 射线系统	飞利浦医疗系统荷 兰有限公司 Azurion 7M12	管电压 125kV 管电 流1063mA	III	使用	1
7	第一综合住院大楼 -1 (DSA4室)	医用血管造影X 射线系统	飞利浦医疗系统荷 兰有限公司 Azurion 7M12	管电压 125kV 管电 流1063mA	III	使用	1
8	第一综合住院大楼 -1 (CT2室)	X射线计算机体 层摄影设备 (CT)	美国GE公司 Discovery C7750HD	管电压 140kV 管电 流890mA	II	使用	1
9	第一综合住院大楼 -1楼 (CT3室)	X射线计算机体 层摄影设备 (CT)	西门子医疗有限公 司SOMATOM Confidence	管电压 140kV 管电 流666 mA	III	使用	1
10	第一综合住院大楼 -1楼放疗中心 -6-Flash治疗室	超高剂量率电子 射线放射治疗系 统 (e-Flash)	中欧闪光医疗科技 有限公司 e-Flash 200A	粒子能量9 MeV	II	使用	1
11	第一综合住院大楼 -1楼放疗中心-7室 加速器治疗室	医用电子直线加 速器	瑞典医科达 Infinity	粒子能量6 MeV	II	使用	1
12	第一综合住院大楼 -1楼 (CT1室)	X射线计算机体 层摄影设备 (CT)	深圳安科高技术股 份有限公司 ANATO M 64 Precision	管电压140 kV 管电流 670 mA	III	使用	1
13	第一综合住院大楼 1楼 (DR二室)	医用诊断X射线 装置	上海联影医疗科技 有限公司 uDR 770	管电压 150kV 管电 流800mA	III	使用	1
14	第一综合住院大楼 1楼 (DR三室)	医用诊断X射线 装置	飞利浦医疗 (苏州) 有限公司 Digital Diagnost C50	管电压 150kV 管电 流1000mA	III	使用	1
15	第一综合住院大楼 1楼 (DR四室)	医用诊断X射线 装置	上海联影医疗科技 有限公司 uDR 780	管电压 150kV 管电	III	使用	1

				流800mA			
16	第一综合住院大楼1楼 (DR一室)	医用诊断X射线装置	飞利浦医疗 (苏州) 有限公司 Digital Diagnost C50	管电压 150kV 管电流 1000mA	III	使用	1
17	第一综合住院大楼1楼 (DSA1室)	血管造影用X射线装置	飞利浦医疗系统荷兰有限公司 Azurion7M20	管电压 125kV 管电流 1063mA	II	使用	1
18	第一综合住院大楼1楼 (DSA2室)	血管造影用X射线装置	飞利浦医疗系统荷兰有限公司 Azurion7M20	管电压 125kV 管电流 1000mA	II	使用	1
19	第一综合住院大楼1楼 (骨密度室)	医用诊断X射线装置	通用电气医疗系统 超声及基础医疗诊断有限公司 Prodigy	管电压76kV 管电流3mA	III	使用	1
20	第一综合住院大楼1楼 (口腔颌面CT室)	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	普兰梅卡公司 Planneca ProMax 3D Mid	管电压90kV 管电流16 mA	III	使用	1
21	第一综合住院大楼1楼 (乳腺室)	乳腺机	豪洛捷公司 Selenia Dimensions	管电压49kV 管电流200 mA	III	使用	1
22	第一综合住院大楼1楼 (肠胃室)	医用诊断X射线机	华润万东医疗装备股份有限公司 DRF-1	管电压 150kV 管电流 1000 mA	III	使用	1
23	第一综合住院大楼2楼 (口腔科CBCT室)	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	普兰梅卡医疗设备 (上海) 有限公司 Planneca Viso G5	管电压84kV 管电流16 mA	III	使用	1
24	第一综合住院大楼2楼 (口腔科牙片室)	口腔X射线机	英迈杰有限责任公司 FOCUS	管电压70kV 管电流7 mA	III	使用	1
25	第一综合住院大楼4楼手术室10间	移动式C型臂X射线机	北京通用电器华伦医疗设备有限公司 Brivo OEG-850	管电压 110kV 管电流 20 mA	III	使用	1
26	第一综合住院大楼4楼手术室1间	移动式C型臂X射线机	Ziehm Imaging GmbH Zielim Vision R	管电压120 kV 管电流 200 mA	III	使用	1
27	第一综合住院大楼4楼手术室2间	移动式C型臂X射线机	Zielim Imaging GmbH Zielim 8000	管电压110 kV 管电流 20 mA	III	使用	1
28	第一综合住院大楼4楼手术室9间	移动式C型臂X射线机	北京通用电气华伦医疗设备有限公司 OEC One CFD	管电压 110kV 管电流 20 mA	III	使用	1
29	放射性药物研究中心小动物PET/CT室	小动物PET/CT成像系统	平生医疗科技 (昆山) 有限公司 SNPC-303	管电压80kV 管电流 0.7mA	III	使用	1
30	放射性药物研究中心小动物SPECT/CT室	小动物SPECT/CT成像系统	平生医疗科技 (昆山) 有限公司 MSSCF02	管电压80kV 管电流0.7 mA	III	使用	1
31	感染大楼1楼	医用X射线计算机断层扫描 (CT)	新卫通用电气医疗系统有限公司	管电压 140kV 管电	III	使用	1

) 装置	Bright Speed Elite Select	流350mA			
32	健康管理中心(CT9室)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	上海联影医疗科技股份有限公司uCT 760	管电压140kV 管电流667mA	III	使用	1
33	健康管理中心(CT室)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	深圳安科高技术股份有限公司ANATOM64	管电压140kV 管电流420mA	III	使用	1
34	健康管理中心(骨密度室)	医用诊断X射线装置	天津开发区圣鸿医疗器械有限公司SGY-II	管电压42kV 管电流2mA	III	使用	1
35	健康管理中心(DR)	数字化医用X射线摄影系统	上海联影医疗科技股份有限公司uDR770i	管电压150kV 管电流800mA	III	使用	1
36	健康管理中心(骨密度二室)	双能X射线管骨密度骨龄测定器仪	天津开发区圣海医疗器械有限公司SGY-II	管电压42kV 管电流2mA	III	使用	1
37	健康管理中心(乳腺钼靶室)	乳腺X射线机	IMS GIOTTO S.P.A GIOTTO CLASS	管电压35kV 管电流150mA	III	使用	1
38	经开分院放疗中心直接加速器治疗室	医用直线加速器系统	上海联影医疗科技股份有限公司uRT-linac 506c	粒子能量6MeV	II	使用	1
39	经开分院放射科CT4室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	上海西门子医疗器械有限公司SOMATOM Force	管电压150kV 管电流2600mA	III	使用	1
40	经开分院放射科CT5室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	航卫通用电气医疗系统有限公司Revolution Apex Expert	管电压140kV 管电流1300mA	III	使用	1
41	经开分院放射科DR2室	数字化医用X射线摄影系统	北京万东医疗科技股份有限公司新东方1000FA	管电压150kV 管电流1000mA	III	使用	1
42	经开分院放射科DR3室	数字化医用X射线摄影系统	北京万东医疗科技股份有限公司新东方1000LB	管电压150kV 管电流1000mA	III	使用	1
43	经开分院放射科DSA1室	血管造影用X射线装置	西门子(深圳)磁共振有限公司Artis zee III ceiling	管电压125kV 管电流1000mA	II	使用	1
44	经开分院放射科DSA2室	血管造影用X射线装置	飞利浦医疗(苏州)有限公司Azurion 5M20	管电压125kV 管电流813mA	II	使用	1
45	经开分院放射科骨密度室	双能X线骨密度仪	北京通用电气华伦医疗设备有限公司Prodigy Pro	管电压76kV 管电流3mA	III	使用	1
46	经开分院手术室2室	移动式C形臂X射线机	Ziehm Imaging GmbH Ziehm Solo FD	管电压120kV 管电流24mA	III	使用	1
47	经开分院手术室3室	移动式C形臂X射线机	Ziehm Imaging GmbH Ziehm Solo FD	管电压120kV 管电流24mA	III	使用	1

48	经开分院体检中心 CT1室	医用X射线计算机断层扫描(CT) 装置	上海联影医疗科技股份有限公司 uCT 768	管电压 140kV 管电 流667 mA	III	使用	1
49	经开分院体检中心 DR1室	数字化医用X射 线摄影系统	北京万东医疗科技股份有限公司 新东方1000FB	管电压 150kV 管电 流1000 mA	III	使用	1
50	体检车(LFNCR XNXXNA C08269)	医用X射线计算机断层扫描(CT) 装置	东软医疗系统股份有限公司 NeuViz 64 In	管电压 140kV 管电 流420 mA	III	使用	1
51	移动式X射线机 Mobileye700P(绵阳 市中心医院病房等 场所移动使用)	移动式X射线机 Mobileye700P	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司 Mobileye 700P	管电压 150kV 管电 流630 mA	III	使用	1
52	移动式数字化医用 X射线摄影系统 NeuVision550MPIus (绵阳市中心医院 病房等场所移动使 用)	移动式数字化医 用X射线摄影系 统	东软医疗系统股份有限公司 NeuVision550MPIus	管电压 150kV 管电 流500 mA	III	使用	1
53	移动式数字化医用 X射线摄影系统(绵 阳市中心医院病房 等场所移动使用)	移动式数字化医 用X射线摄影系 统	上海联影医疗科技股份有限公司 uDR370i	管电压 150kV 管电 流320 mA	III	使用	1

3 原有辐射场所环境监测

根据医院2025年度例行委托有资质单位进行的场所防护检测报告可知,目前各辐射场所辐射控制水平符合国家标准的剂量率要求,射线装置均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、表面污染监测仪及足够数量的个人剂量报警仪。

4 原有辐射工作人员职业健康体检及个人剂量监测情况

绵阳市中心医院现有登记在册的辐射工作人员596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分档管理,目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。所有辐射工作人员近一年四个季度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》(GB 18871-2002)中剂量限值情况。部分人员非全年在岗或已离岗,故无部分季度剂量监测,个人剂量统计结果见附件7。院方已根据辐射工作场所数量和辐射工作人员数量配备足够数量的防护用品。

5 辐射安全与防护培训证书

绵阳市中心医院目前登记辐射工作人员596名,均持有有效期内的辐射安全与防护考核证书或自主考核证书。

6 年度评估报告及应急演练

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。绵阳市中心医院已编制《2024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》并上交发证机关（已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统<http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作）。2024年绵阳市中心医院在核医学科已进行了放射治疗科辐射事故应急演练，模拟了PET/CT校正源（Ga-68）丢失的情况并形成了演练报告。

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和放射治疗工作以来，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、教学等各种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	上海联影uRT-linac 506c	电子	X 射线: 最大能量: 6MV, 1m 处最大剂量率: 14Gy/min CBCT图像引导系统: 最大管电压140kV、最大管电流420mA		使用	绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼 (A 区) 负二层肿瘤科加速器治疗室	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
1	医用 X 射线计算机断层扫描仪 (CT) 装置	III	1 台	型号未定	140	1500	使用	绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼 (A 区) 负二层肿瘤科 CT 模拟定位室	新建

(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	/	/	/	/	/	更换后的废靶件放入铅制专用容器暂存于加速器治疗室内	更换后的废靶件放入铅制专用容器暂存于加速器治疗室内，定期交由有资质的单位处理

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	<p>1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年01月01日(修订)实施)；</p> <p>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日修订)；</p> <p>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号, 2003年10月1日实施)；</p> <p>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)；</p> <p>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)；</p> <p>6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005年9月14日国务院第449号令发布, 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)对其进行修改)；</p> <p>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)；</p> <p>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)；</p> <p>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)；</p> <p>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)；</p> <p>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)；</p> <p>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)；</p> <p>13) 《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》的通知(生态环境部环办辐射函(2025)313号)</p>
技术标准	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>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</p>

	<p>的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <ol style="list-style-type: none"> 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）； 11) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。
其他	<ol style="list-style-type: none"> 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〕400号）； 3) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》（川环函〔2025〕616号）； 4) 《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）； 5) 《委托书》； 6) 医院提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。 7) 《辐射防护导论》方杰主编； 8) 《2024年四川省生态环境状况公报》四川省生态环境厅。

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”；确定本项目所在加速器治疗室实体屏蔽墙体外 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，本项目加速器治疗室 50m 评价范围除西北侧和西南侧部分位于群文西街，其余方向均位于医院院区内，50m 评价范围内除西北侧和西南侧涉及少量公众外无居民区、无学校等其他环境敏感点。

本项目环境保护目标主要是医院辐射工作人员和医院其他医护或工作人员、病患、陪同家属和院区内外的其他公众，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

加速器治疗室周围				
位置	与辐射源最近距离及方位	类型	规模	剂量约束值 (mSv/a)
控制室	东南侧 紧邻	辐射工作人员	4名辐射工作人员	5.0
水冷辅助机房	东南侧 紧邻	公众	2名公众/d	0.1
战时制剂室	东南侧 紧邻	公众	2名公众/d	0.1
药库兼发药室	西南侧 紧邻	公众	2名公众/d	0.1
心电图B超室	西南侧 紧邻	公众	10名公众/d	0.1
防化器材储藏室	西南侧 紧邻	公众	2名公众/d	0.1
库房	西北侧 紧邻	公众	2名公众/d	0.1
走道	东北侧 紧邻	公众	40名公众/d	0.1
50m范围				
位置	与屏蔽体最近距离及方位	类型	规模	剂量约束值 (mSv/a)
肿瘤科	/	公众	100人	0.1
院区道路及绿化	顶部 最近约5m	公众	400人	0.1
医疗综合楼 (A区)	顶部 最近约5m	公众	800人	0.1
架空连廊	东北侧 最近约25m	公众	300人	0.1
门卫	西北侧 最近约44m	公众	4人	0.1
群文西街	西北侧、西南侧 西南侧最近约42m	公众	100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、大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录D其他污染物空气质量浓度参考限值；
- 2、地表水：地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准；
- 3、声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准。

（二）污染物排放标准

- 1、废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）及其修改单；《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表3“污水处理站周边大气污染物最高允许浓度”规定。
- 2、噪声：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类；
- 3、废水：《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中“表2”预处理标准要求；
- 4、固废：危险固废执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中的相关规定；医疗废物执行《医疗卫生机构医疗废物管理办法》（卫生部令第36号）规定的标准。

（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职业照射水平进行控制，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上附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在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, 距治疗室房顶外表面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 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) :

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

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

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 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) :

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: $\dot{H}_{c,\max} \leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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

职业照射: 该剂量约束值为给予建设单位职业人员的总得剂量值, 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, 对任何工作人员, 由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由

审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。结合肿瘤科开展诊疗项目后预计收治病人量，从而确定本项目绵阳市中心医院职业人员年有效剂量按上述标准中规定的约束限值的1/4执行：职业人员年有效剂量不超过**5mSv**；

公众照射：该剂量约束值为给予建设单位公众的总得剂量值，第B1.2.1条的规定，实践使绵阳市中心医院和院外周围的公众中有关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。公众年有效剂量约束限值按照上述标准的1/10执行，即绵阳市中心医院公众不超过**0.1mSv**。

2、工作场所剂量率控制水平

加速器治疗室边界周围剂量率参考控制水平参照《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，加速治疗室屏蔽体外人员居留因子T>1/2的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，人员居留因子T≤1/2的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ ，本项目保守选取剂量率参考控制水平不超过**2.5μSv/h**。

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，在距离本项目模拟定位CT机房屏蔽体外表面30cm处，周围控制目标辐射剂量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

一、环境质量和辐射现状

(1) 本项目院区外环境关系

本项目所在院区位于绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段，医院东北侧为群涪中路，东南侧为群涪街，西南侧为锦州大道中段；西北侧为群文西街。

(2) 本项目辐射工作场所屏蔽体外 50m 范围

本项目辐射工作场所屏蔽体外50m评价范围除西北侧和西南侧部分超出院区范围外，其余方位均位于院区范围内，本项目外环境关系图见附图2。

本项目加速器治疗室东南侧0~50m为医疗综合楼（A区）；东北侧0~50m为院区道路及绿化，其中距离架空连廊最近为25m；西北侧0~45m为院区道路，45m~50m为群文西街，其中距离门卫最近为44m；西南侧0~42m为院区道路及绿化，42m~50m为群文西街。

(3) 辐射工作场所周围情况

本项目医用电子直线加速器设置在肿瘤科加速器治疗室内。加速器治疗室东北侧自南向北依次是战时制剂室、水冷辅助机房、控制室；东北侧为走道，西北侧为库房；西南侧自西向东依次是防化器材储藏室、心电图B超室、药库兼发药室；底部为土质层；顶部为加速器治疗室预留空间（无人可达）。本项目医疗综合楼（A区）负二层肿瘤科平面布局图见附图3，本项目医疗综合楼（A区）负一层肿瘤科平面布局图见附图4。

本项目现状见图8-1。

***	***
***	***
***	***
***	***
***	***
***	***
***	***

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。

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，根据本次加速器治疗室内部及其周围环境现状，监测点位的选取覆盖本项目项目建址及周围 50m 公众人员区域。

监测点位：本项目共设置 17 个监测点位：在加速器治疗室内部及其周围均匀布置监测点位，加速器治疗室顶部为封闭空间，无人可达，故选择封闭空间上方的院区道路作为监测点位，共计 10 个监测点位；在 50m 范围内保护目标设置监测点位，共计 5 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	加速器治疗室中央	X- γ 周围剂量当量率	每点 10 次
2	加速器治疗室东侧控制室		
3	加速器治疗室东侧水冷辅助机房		
4	加速器治疗室南侧战时制剂室		
5	加速器治疗室南侧药物兼发药室		
6	加速器治疗室南侧心电图 B 超室		
7	加速器治疗室南侧防化器材储藏室		
8	加速器治疗室西侧库房		
9	加速器治疗室北侧走道		
10	加速器治疗室顶部（院区道路）		
11	医疗综合楼 A 区		
12	院区绿化		
13	门卫		
14	架空连廊		
15	群文西街		

图8-2 本项目辐射环境监测点位

五、监测时间

监测日期：2025年11月12日。

六、监测外环境条件

环境温度：12°C；环境湿度：65%；环境大气压：96.1kPa；天气状况：阴。

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：0.93 校准证书编号：校准字第 202510101314 号 校准单位：中国测试技术研究院 校准日期：2025年10月16日 有效日期：2026年10月15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	备注
1	加速器治疗室中央	114.9	0.21	室内
2	加速器治疗室东侧控制室	121.7	0.25	室内
3	加速器治疗室东侧电气辅助机房水冷机房	115.8	0.17	室内
4	加速器治疗室南侧战时制剂室	121.8	0.22	室内
5	加速器治疗室南侧药物兼发药室	117.3	0.17	室内
6	加速器治疗室南侧心电图 B 超室	117.2	0.17	室内
7	加速器治疗室南侧防化器材储藏室	123.2	0.14	室内
8	加速器治疗室西侧库房	116.4	0.11	室内
9	加速器治疗室北侧走道	122.9	0.12	室内
10	加速器治疗室顶部 (院区道路)	117.6	0.17	室内
11	医疗综合楼 A 区	115.3	0.19	室内
12	院区绿化	116.7	0.10	室外
13	门卫	117.5	0.14	室外
14	架空连廊	116.4	0.07	室外
15	群文西街	113.6	0.14	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 113.6nGy/h ~123.2 nGy/h，处于四川省生态环境厅《2024 年四川省生态环境状况公报》全省环境 γ 辐射剂量率年均值≤160nGy/h 范围内，属于正常天然本底辐射水平。

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

本项目加速器治疗室所在的医疗综合楼（A 区）已修建完成，本项目加速器治疗室和 CT 模拟定位室已随第二住院大楼完成主体建设工程，主体建筑工程在已获得批复的环评中进行了分析，本项目加速器已完成设备安装和调试。本项目施工期仅包括 CT 设备安装和调试。

CT 设备安装调试期间的环境影响分析

本项目射线装置安装过程中，会有少量的废包装材料产生；本项目射线装置安装完成后的调试阶段，会产生 X 射线，会造成一定的辐射影响。

本项目射线装置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。在射线装置安装及调试过程中，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)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等标准要求，本项目射线装置均在机房内进行设备正常安装和调试，经机房墙体、门、窗屏蔽防护后，机房边界周围剂量率控制水平满足相关标准要求，对环境影响较小。

二、营运期污染源项分析

（一）设备组成及工作原理

医用电子直线加速器

医用电子直线加速器是一种利用高频电磁波将电子等带电粒子通过加速管加速到高能的装置。高能电子束本身可以用于治疗浅表肿瘤，也可以使其击中 X 线靶产生 X 射线，用于治疗深层肿瘤，其治疗机理是根据肿瘤的不同情况通过模拟定位，采用 X 射线束（深部治疗）进行照射，使细胞分裂和代谢遭到破坏，杀死或者抑制细胞的繁殖生长，从而达到治疗的目的。

物理师对肿瘤病人治疗计划设计时，严格按照相关标准，为病人的正常组织和医务人员的受照剂量进行计算-复核-模拟检测-实施中监测和健康监护等，并做好照射记录。根据病灶位置与性质及目的不同，给予的照射总剂量有所不同；治疗方法不同，给予的每野次剂量亦不同。

本项目直线加速器主要由加速管、微波功率源、微波传输系统、电子枪、束流系统、真空系统、恒温水冷却系统、电源、控制系统、照射头、CBCT和治疗床等组成。加速管是医用电子直线加速器的核心部分，电子在加速管内通过微波电场加速，电子枪提供被加速的电子。束流系统由偏转线圈和聚焦线圈组成。恒温水冷却系统带走微波源等发热部件产生的热量。为保证整个系统恒温，恒温水冷却系统需要一定的水流压力和流量。

由于物理师在进行每一次治疗时的摆位状态和分次治疗时病人解剖位置的变化，如呼吸运动、膀胱充盈、小肠蠕动、胸腹水和肿瘤的增大或缩小等引起的位置差异，使得摆位误差仍可能有数毫米，甚至更大，在适形和调强放疗中更为明显。本项目直线加速器在治疗机头两侧安装了X射线管以及平板探测器（机载CBCT），每次放射治疗前，X射线管和探测板围绕人体一周扫描，经过计算机处理重建后，得到肿瘤靶区及周围一定体积三个不同位置（冠状位、矢状位，横断位）的影像（三维图像），与治疗计划图像对比，如果发现有误差，即调整患者位置使肿瘤靶回到治疗计划位置，让照射野仅仅“追随”靶区，进一步提高了射线照射的精确性，实现了影像学指导的放疗。医用电子直线加速器CBCT与诊断CT不同，属于锥形束CT，与直线加速器组合成一体，进行在线位置验证。

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	上海联影uRT-linac 506c
类别	II类
数量	1台
X射线能量	最大能量：6MV 1m 处最大剂量率：14Gy/min
CBCT 系统	最大管电压 140kV，最大管电流 420mA
辐射角	28°

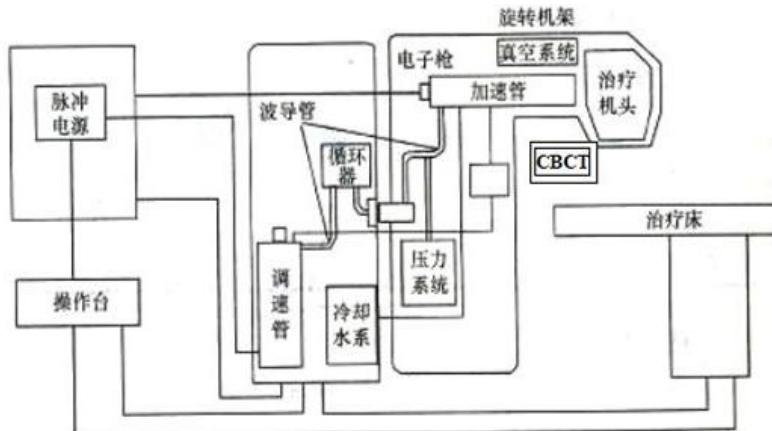


图 9-2 医用电子直线加速器系统示意图

医用 X 射线计算机断层扫描仪 (CT) 装置

医用X射线计算机断层扫描仪 (CT) 装置主要由医用X射线计算机断层扫描仪 (CT) 装置、诊断床、控制台、中央工作站和激光定位系统组成。模拟定位机可看做是诊断性CT机与传统X光模拟定位机的功能叠加。

医用X射线计算机断层扫描仪 (CT) 装置成像基本原理是用X线束对人体检查部位一定厚度的层面进行扫描，由探测器接收透过该层面的X线，转变为可见光后，由光电转换器转变为电信号，再经模拟/数字转换器 (analog/digital converter) 转为数字信号，输入计算机处理。图像形成的处理有如将选定层面分成若干个体积相同的长方体，称之为体素 (voxel)。扫描所得信息经计算而获得每个体素的X线衰减系数或吸收系数，再排列成矩阵，即数字矩阵 (digital matrix)，数字矩阵可存储于磁盘或光盘中。经数字/模拟转换器 (digital/analog converter) 把数字矩阵中的每个数字转为由黑到白不等灰度的小方块，即像素 (pixel)，并按矩阵排列，即构成CT图像。

(三) 操作流程

本项目放射治疗流程如下所示：

(1) 进行定位：受检者进入CT模拟定位室在技师的指导下正确摆位。摆位完成后退出机房。技师检查无误后，即开启医用X射线计算机断层扫描仪 (CT) 装置机进行拍片/模拟定位。检查结束后，受检者离开机房。

(2) 制订治疗计划：将模拟定位影像图像导入计算机治疗计划系统 (TPS) 后进行治疗计划设计，临床医生根据模拟定位检查图像勾画靶区，确定需要照射

的范围和剂量。由放疗物理师和医师一起，根据病情确定照射范围和剂量，计划完成后经科室集体讨论后确认。方案确定后以跟治疗时同等的摆位条件(如垫肩、加固定器等)放到模拟定位设备上进行核对。经证实为可行后，在病人体表上作出相应的照射野标记，填写治疗单，做好治疗固定器等，确定最后的治疗计划，以保证放射位置的精确性和放射剂量的精确性。

(3) 治疗计划制定后，病人在技师的协助下，依据计划在治疗床上进行摆位，确定照射位置和面积，该过程在治疗机房治疗床上完成；

(4) 摆好位后，将CBCT图像与模拟定位图像配准，确定最终照射位置，在技师确定所有安全措施到位后，在操作间控制台设置参数，开机治疗；

(5) 治疗完毕，停止出束，打开治疗室防护门，患者离开治疗室。

本项目工作流程及产污环节如图所示：

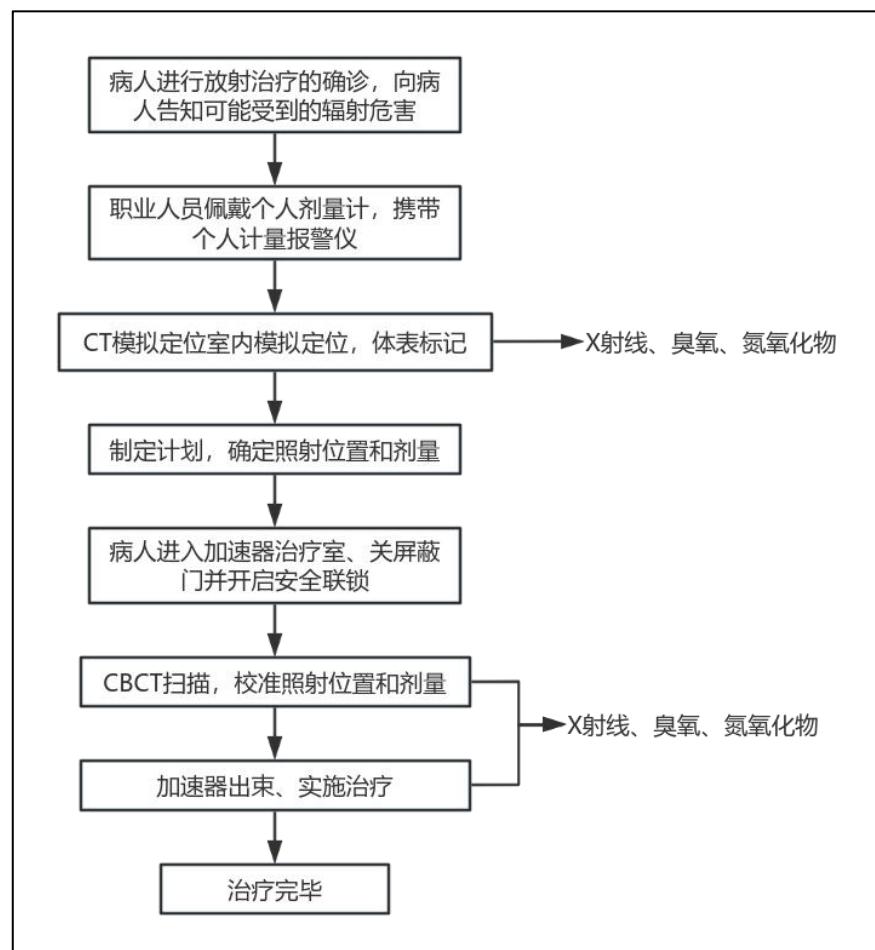


图9-3 本项目工作流程及产污环节示意图

本项目拟使用 1 台医用直线电子加速器和 1 台医用 X 射线计算机断层扫描仪 (CT) 装置。医用电子直线加速器在开展放射治疗时，将产生 X 射线、臭氧

和氮氧化物，同时采用先进的实时影像验证系统，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

本项目 X 射线计算机断层扫描仪（CT）装置采用数字成像方式，不使用显（定）影液，不会产生废显（定）影液。医用 X 射线计算机断层扫描仪（CT）装置主要环境影响为开机时产生的 X 射线，X 射线电离空气将产生臭氧、氮氧化物。

（四）人流、物流路径

人流：

医护人员：

加速器治疗室医护人员从医疗综合楼（A区）医护电梯进入负二层肿瘤科，穿过患者等候区后，医师、物理师和技师分别进入各自办公室，随后再经过走道进入加速器控制控制室和CT模拟定位控制室，待一天工作结束后原路返回离开医疗综合楼（A区）负二层肿瘤科。

患者：

患者通常由医疗综合楼（A区）患者电梯进入负二层肿瘤科，经过走道进入CT模拟定位室进行CT扫描，完成定位后进入模具库穿戴模具，然后进入加速器治疗室进行放射治疗，完成治疗后将模具放回模具室，原路返回离开医疗综合楼（A区）负二层肿瘤科。

本项目诊断、治疗过程中不涉及医疗废物的产生。

本项目人流路径合理，路径图见下图。

图 9-3 本项目人流路径示意图

污染源项描述

一、运营期污染源分析

1) 辐射污染源分析

X 射线：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使用 X 射线进行肿瘤治疗，X 射线最大能量 6MV，1m 处最大剂量率：14Gy/min。因此医用电子直线加速器在开机时，X 射线为治疗时主要污染物。

由 X 射线计算机断层扫描仪（CT）装置工作原理可知，X 射线计算机断层扫描仪（CT）装置开机进行拍片时，将产生 X 射线。

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：本项目射线装置使用过程中将产生 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。本项目 X 射线计算机断层扫描仪（CT）装置诊断过程中，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：本项目射线装置使用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（60dB），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

本项目由加速器治疗室、控制室、更衣准备、水冷辅助机房、CT 模拟定位室、CT 模拟定位控制室、治疗计划室、主任办、办公室、诊室、会议室、制模、融铅及其他辅助用房组成。

本项目医用电子直线加速器设置在肿瘤科加速器治疗室内。加速器治疗室东北侧自南向北依次是战时制剂室、水冷辅助机房、控制室；东北侧为走道，西北侧为库房；西南侧自西向东依次是防化器材储藏室、心电图 B 超室、药库兼发药室；底部为土质层；顶部为加速器治疗室预留空间（无人可达）。

(二) 平面布置合理性分析

根据平面布置图，本项目加速器治疗室位于医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑最底层，距离医院主入口人流量较大区域和距离院区住院楼等有人员常驻的地方较远，且远离儿科病房和产房等特殊区域；肿瘤科楼上为院区院区库房和设备机房，极少有人员停留，其中加速器治疗室楼上为预留空间（无人可达）。本项目肿瘤科为放射治疗专用工作场所，肿瘤科内设置1间加速器治疗室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，便于肿瘤科的统一管理和肿瘤病人开展治疗；本项目为专门的辐射工作场所，且设置专门的屏蔽防护，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。	本项目加速器治疗室位于医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑最底层，无地下建筑，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	满足

	危化暂存间。	
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，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。	本项目加速器治疗室将实行两区管理，加速器治疗室及迷道划分为控制区，邻近的控制室、水冷辅助机房划为监督区，两区划分具体见表10-2。	满足
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，且配套的设备间均设置于治疗机房外。	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朝向西北侧、东南侧、顶部及地面，控制室位于东北侧，不属于有用线束直接照射范围。	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围环境的影响，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。	本项目加速器治疗室位于医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑最底层，无地下建筑，已避开了儿科病房、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。	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

加速器治疗室分区原则:

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射工作场所的分区原则:应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为**控制区**;将未被定为控制区,在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为**监督区**。

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)。

本项目加速器治疗室(含迷路)内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、水冷辅助机房与加速器治疗室相邻的、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**。

本项目CT模拟定位室内为本项目模拟定位区的控制区,出束时X射线管球管发射的射线被CT模拟定位室屏蔽体屏蔽,CT模拟定位室属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)定义的**控制区**;而控制室和医生通道均有辐射工作人员停留的可能性,均属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)定义的**监督区**。保守考虑减小对周围公众的影响,将病人通道划为监督区,限制无关人员靠近。

具体控制区和监督区划分表和示意图见表10-2和图10-1。

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
加速器治疗区	加速器治疗室(含迷路)	控制室、水冷辅助机房	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。
模拟定位区	CT模拟定位室	控制室、医生通道、病人通道	监督区范围内应限制无关人员进入。

图 10-1 控制区与监督区划分示意图

（二）控制区防护手段与安全措施

①在加速器治疗室和 CT 模拟定位室防护门上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。

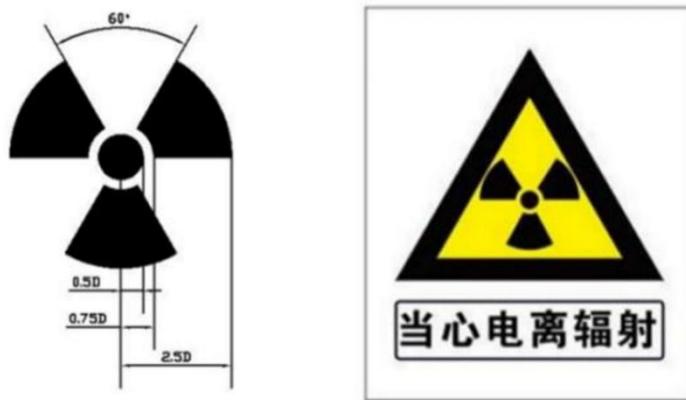


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

- 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；
- 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）医用电子直线加速器

1、源的控制

本项目医用电子直线加速器采购于正规厂家，有用线束内杂散辐射和泄漏辐

射不会超过《医用电子直线加速器质量控制检测规范》（WS674-2020）规定的限值，物理医师会根据模拟定位结果来判断病情状况，针对不同的病人制定不同的放疗计划（包括放疗时间和放疗剂量），并通过可调限束装置进行参数设置，尽量避免不必要的照射，有效进行源项控制。

2、设备固有安全防护措施

本项目医用电子直线加速器采购自正规厂家，设备自有一定的固有安全防护措施。

①医用电子直线加速器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：加速器治疗室具有联锁装置，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控制台上有蜂鸣器，在医用电子直线加速器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后，定时器能独立地使照射停止。

⑥控制超剂量联锁：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。

⑦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。

⑧医用电子直线加速器设置有密码，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。

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，只有当加速器治疗室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才能启动工作，一旦钥匙被取走，医用电子直线加速器将无法启动工作。钥匙由专人使用和保管。

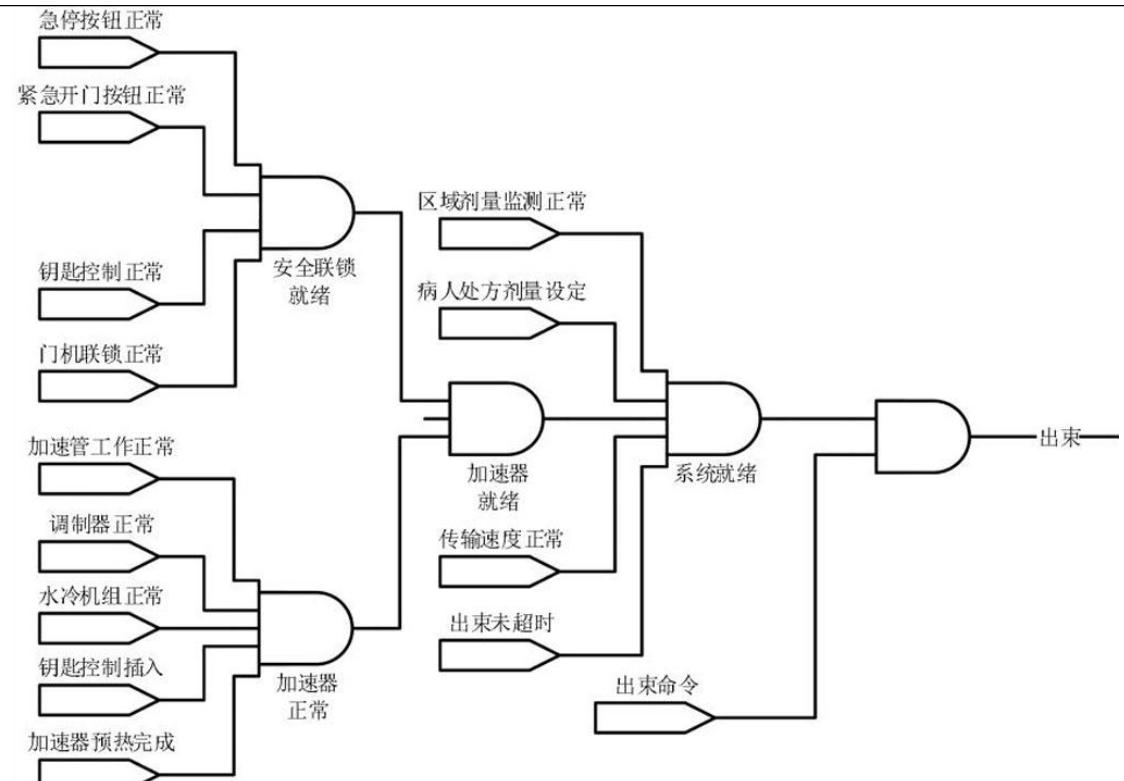


图 10-3 本项目医用电子直线加速器安全联锁逻辑图

3、机房辐射防护屏蔽设计

表 10-3 本项目加速器治疗室屏蔽参数一览表

机房	位置	屏蔽材料及厚度
加速器治疗室 1	主屏蔽墙	西北侧、东南侧主屏蔽墙: 3000mm 钢筋混凝土 顶部主屏蔽墙: 3100mm 钢筋混凝土
	次屏蔽墙	西北侧、东南侧次屏蔽墙: 1800mm 钢筋混凝土 顶部次屏蔽墙: 1900mm 钢筋混凝土
	侧屏蔽墙	西南侧屏蔽墙: 1700mm 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 10.4m, 宽 2.4m
	屏蔽门 (1 扇)	20mm 铅板+100mm 含硼聚乙烯电动钢板夹芯平移防护门
主屏蔽体宽度		西侧、东侧、顶部: 4.8m

4、机房风管与电缆穿设计

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。电缆沟采用走地下 U 型穿墙, 新风管道、排风管道穿墙口均位于迷路外墙, 室内外穿墙口均位于吊顶上方, 管道采用由室内向室外向下斜穿的方式, 电缆沟与新风穿墙方式均不会破坏机房的屏蔽结构。

*

*

*

图 10-4 新风系统、排风系统穿墙口大样图

图 10-5 电缆沟穿墙口大样图

5、辐射安全防护措施

(1) **门机联锁装置**: 医用电子直线加速器与屏蔽门之间设联锁装置。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) **急停按钮及中文标识**: 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, 机器将自动切断加速器治疗室主电源。

建设单位拟在加速器治疗室各墙体(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**: 在加速器治疗室和控制室之间安装电视监控、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, 在加速器治疗室内四个角落和迷道安装监控摄像头, 确保加速器治疗室内监控范围无死角。

(4) **工作状态指示灯及声音提示**: 拟在加速器治疗室防护门外顶部设置工作状态指示灯和声音提示装置。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) **电离辐射警告标志**: 在加速器治疗室机房防护门上设置明显的电离辐射警告标志。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。

(6) **固定式剂量报警仪**: 拟在加速器治疗室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。

(7) **紧急开门按钮**: 拟在加速器治疗室迷道内墙人员易接触的位置(距离地面 1.2m 高处)安装紧急开门按钮, 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, 因此本项目加速期治疗室机房的防护门设置防夹装置, 人员通过时, 防止对人员造成误伤。

(9) **灭火器材、紧急照明装置:** 建设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, 拟为加速器治疗室增设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。

(二) 医用 X 射线计算机断层扫描仪(CT) 装置

1、屏蔽防护措施

本项目 CT 模拟定位室内拟使用的医用 X 射线计算机断层扫描仪(CT) 装置最大管电压为 140kV、最大管电流为 1500mA。混凝土的铅当量根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量公式 C.1、C.2 以及附录表 C.2。

辐射透射因子 B:

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{公式 10-1}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子;

X——材质厚度 (mm);

α ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数;

β ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数;

γ ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

铅当量厚度 X:

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} - \beta}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{公式 10-2}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子;

X——铅厚度 (mm);

α ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数;

β ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数;

γ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

虽然根据机器特性,针对医用X射线计算机断层扫描仪(CT)装置主要考虑散射线和泄漏射线影响,但保守估计,在折合铅当量时,仍按照主射线管电压(150kV)进行铅当量折算。

表 10-4 铅、混凝土对额定管电压的 X 射线(主束)辐射衰减拟合参数

管电压 140kV			
材料	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ (mm ⁻¹)
铅	2.009	3.99	0.342
混凝土	0.0336	0.0122	0.519

本项目浇筑的标准混凝土密度为 2.35g/cm³,使用的实心砖密度为 1.80g/cm³(370mm 实心砖根据密度折合为 283mm 准混凝土)。根据公式 10-1、10-2 将各屏蔽材料折算成对应管电压下等效屏蔽铅当量,结果见表 10-5。

表 10-5 本项目屏蔽、尺寸参数及防护措施铅当量合规评价

屏蔽方位	设计屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果	屏蔽要求	评价
四周墙体	370mm 实心砖墙	3.53mm 铅当量	CT 模拟定位机房有用线束、非有用线束方向最小铅当量厚度为 2.5mm	满足
屋顶	220mm 混凝土楼板	2.56mm 铅当量		满足
观察窗(1 扇)	3mmPb 厚铅玻璃	3mm 铅当量		满足
防护门(6 扇)	3mmPb 铅门	3mm 铅当量		满足
机房尺寸	42.2m ² (长 7.45m, 宽 5.66m, 最小单边长 5.66m)		机房内最小有效使用面积为 30m ² , 机房内最小单边长度为 4.5m	满足

本次评价采用的《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)给出的不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。对于 X 射线设备机房,要求有用束和非有用束方向均为 2.5mm 铅当量;要求机房内最小有效使用面积为 30m²,机房内最小单边长度为 4.5m。本项目模拟定位 CT 机房的屏蔽防护、机房尺寸满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中屏蔽防护铅当量厚度、尺寸的要求。

2、设备固有安全性

①设备从专业生产厂家进行采购,满足质检要求,机头泄漏辐射满足国家相关标准 规定的限值。

②具有安全系统,当设备出现错误或故障时,能中断照射,并有相应故障显示。

③正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能启动照射。

3、源项控制

医师会根据病情状况针对不同的病人制定不同的计划(包括照射时间和照射剂量)，并通过可调限束装置进行参数设置，尽量避免不必要的照射，有效进行源项控制。

4、辐射安全防护措施

(1) **门-灯联锁：**开机出束，机房防护门关闭良好，工作状态指示灯亮；停止出束时，指示灯熄灭，机房防护门打开。

(2) **急停按钮：**在控制室内控制台上（拟设1个开关）设急停按钮。紧急停按钮应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认。在误操作或出现紧急情况时，按下开关即可随时切断供电电源。

(3) **工作状态显示装置：**在机房防护门外设1个工作状态指示灯或工作状态指示灯箱，具备显示开机、停机的功能，并与机房防护门联锁。

(4) **电离辐射警示标志：**在机房防护门外醒目位置张贴电离辐射警告标志及中文警示说明。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。

(5) **闭门装置：**机房平开门应安装自动闭门装置。

(6) **防夹措施：**电动推拉门应设置防夹装置。

(三) 肿瘤科人员的安全与防护

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、技师及物理师、从事医用X射线计算机断层扫描仪（CT）装置的技师。本项目辐射工作人员采取隔室操作的方式，控制室与医用电子直线加速器机房或模拟定位CT机房之间以屏蔽墙体隔开，通过摄像头或观察窗和对讲机与病人交流。

医院拟为每名医师、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、诊断之前，根据治疗、诊断要求和患者实际情况制定最优化的治疗、诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

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/放射诊断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。

表 10-6 医院辐射安全防护设施对照分析表

类别	规定的措施和制度	落实情况		应增加措施
加速器治疗室屏蔽	加速器治疗室屏蔽	主屏蔽墙	东南侧、西北侧主屏蔽墙体为 3000mm 钢筋混凝土， 顶部主屏蔽墙体为 3100mm 混凝土	/
		次屏蔽墙	西南侧次屏蔽墙： 1800mm 钢筋混凝土 东南侧次屏蔽墙： 1800mm 钢筋混凝土 顶部次屏蔽墙： 1900mm 钢筋混凝土	
		侧屏蔽墙	西南侧屏蔽墙： 1700mm 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：10.4m；宽 2.4m	
		防护门(1扇)	15mm 铅板+150mm 含硼聚乙烯电动钢板夹芯平移防护门	
	门-机联锁装置 视频监控系统 钥匙开关	主屏蔽体宽度	东侧、西侧、顶部：4.8m	/
		门-机联锁装置	设置 1 套	
		视频监控系统	设置 1 套	
		钥匙开关	自带 1 套（控制台）	

	语音播报及对讲装置	设置 1 套	/
	工作状态指示灯(灯-机联锁)	/	设置 1 套
	急停按钮	设备自带: 操作台 1 个、床旁 1 个	加速器治疗室内四面墙各设 1 个、迷路外墙上设 1 个, 共计增设 5 个, 附带中文标识和箭头
	紧急开门装置	/	设置 1 个
	出束音响提示	/	设置 1 个
	固定式剂量报警装置	/	设置 1 台 (探头: 迷路入口处; 显示单元: 控制室或机房门周围)
	警示划定地标线、电离辐射警告标志及监督区标识	/	警示地标线: 在加速器治疗室防护门外个划定警示地标线; 电离辐射警告标志: 在加速器治疗室防护门上贴 1 张; 监督区标识: 在水冷辅助机房、控制室各设置 1 个监督区标识
	防夹装置	设置 1 个	/
	规章制度上墙	设置 1 套	/
	通排风系统	设置 1 套	/
模拟定位 CT 机房	屏蔽墙体	四周墙体	/
		顶面	220mm 混凝土
		防护门(2 扇)	3mmPb 铅门
		观察窗	3mmPb 铅玻璃
	通风设施	空调系统+排风系统 1 套	/
	急停按钮	设备自带(床旁和控制室内各 1 个)	/
	门灯联锁(含工作状态指示灯)	2 个, 病人通道防护门外、医生通道防护门外	/
	对讲装置	/	1 套, 机房与 CT 控制室内
	电离辐射警告标志及监督区标识	/	医生通道门和病人通道门外个设置一个监督区标志, 两扇防护门上各贴 1 张电离辐射警告标志
	闭门装置	/	1 个, 医生通道防护门
	防夹装置	/	1 个, 病人通道防护门
	放射防护注意事项告知栏	/	1 套, 病人通道门旁
	制度牌		1 套, 控制室内
监测设备	个人剂量计	/	5 套
	X-γ 辐射剂量率监测仪	/	新增 1 台
	其他	火灾报警仪+灭火装置	/ 1 套
三废的治理			

一、废气治理措施

本项目在加速器治疗室内设置1套通排风系统进行通排风，设置3个新风口，均位于加速器治疗室东北部吊顶上方；设置3个排风口，均位于加速器治疗室西南角距地30cm处，排风量为2100m³/h，医用电子直线加速器机房体积为292.16m³/h，因此本项目排风系统换气次数约为7次/h。

本项目加速器治疗室设置的通排风系统符合《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。加速器治疗室中产生的废气经排风系统引至医疗综合楼（A区）一层室外排风井处（位置详见附图2）。此处排风口位于室外绿地内，周围扩散条件良好，排风口位置附近无门、窗或人流较大的过道等位置。

二、废水治理措施

本项目工作人员和病人产生的污水进入已建污水处理站（处理能力：1600m³/d），污水首先进入收集池，经格栅井除去漂浮和大颗粒悬浮杂质，然后进入污水调节池均质均量，调节池后污水泵入水解池水解酸化，污水的可生化性提高，再经生物接触氧化对污水中的主要污染物进行去除，然后进入二沉池沉淀后排至消毒池经消毒处理，出水达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2预处理标准后排入市政污水管网进入塘汛污水处理厂进一步处理，处理达标后排入涪江。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：当医用电子直线加速器需要更换靶件时，会有废靶件产生；金属靶件更换由加速器厂家专业工程师进行，严禁建设单位自行更换，更换后的废靶件放入铅制专用容器暂存于加速器治疗室内，定期交由有资质的单位处理。

四、噪声

本项目产噪设备主要为通排风系统、空调系统，新风系统设备核空调系统设备均位于肿瘤科二层空调机房内，排风系统设备位于肿瘤科二层排烟机房内。噪声源主要为通排风系统和空调系统的风机噪声，建设单位采用低噪音风机(<60dB)，在风机与基础之间加装橡胶减振器、在风机进出风口安装减振软接头，可以有效隔离固体振动产生的噪声，且设备均为与室内，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。

五、射线装置报废处理

根据《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。本项目使用射线装置在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，同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 10-7。

表 10-7 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

加速器治疗室				
项目	设施（措施）	数量	金额（万元）	备注
辐射屏蔽措施	加速器治疗室屏蔽墙体	1 间	***	新增
	防护门	1 扇	***	新增
安全装置	门-机联锁装置	设置 1 套	***	新增
	视频监控系统	设置 1 套	***	新增
	钥匙开关	设置 1 套	设备自带	/
	语音播报及对讲装置	设置 1 套	***	新增
	工作状态指示灯（门-灯联锁）	设置 1 套	***	新增
	紧急开门装置	设置 1 套	***	新增
	急停按钮（附有中文标识） (自带：操作台、床旁各自带 1 个；增设：四面墙各设 1 个、迷道外墙上设 1 个)	急停开关 7 个（附有中文标识） (自带：操作台、床旁各自带 1 个；增设：四面墙各设 1 个、迷道外墙上设 1 个)	***	新增
	出束音响提示	设置 1 套	***	新增
	固定式剂量报警装置	设置 1 台 (探头：迷路入口处；显示单元：控制室或机房门周围)	***	新增
	警示地标线、电离辐射警告标志及监督区标识	警示地标线 1 个，电离辐射警告标志 1 个，监督区标识 2	***	新增

		个		
	防夹装置	设置 1 套	***	新增
	放射防护注意事项告知栏	设置 1 套	***	新增
	制度牌	设置 1 套	***	新增
	废靶件暂存容器	设置 1 个	***	新增
通排风系统	新风系统+排风系统	设置 1 套	***	新增
CT 模拟定位室				
辐射屏蔽措施	CT 模拟定位室屏蔽体	1 间	***	新增
	防护门	2 扇	***	新增
	防护窗	1 扇	***	新增
安全装置	急停按钮（附有中文标识）	床旁和控制室内各 1 个	***	设备自带
	门灯联锁（含工作状态指示灯）	2 个，控制室防护门外、患者防护门外	***	新增
	对讲装置	1 套	***	新增
	警示地标线、电离辐射警告标志及监督区标识	警示地标线 1 个，电离辐射警告标志 2 个，监督区标识 1 个	***	新增
	闭门装置	1 个，CT 控制室防护门外	***	新增
	防夹装置	1 个，走道防护门外	***	新增
	放射防护注意事项告知栏	1 套，病员通道内	***	新增
	制度牌	1 套，控制室内	***	新增
通排风系统	新风系统+排风系统	1 套	***	新增
肿瘤科				
监测用品	个人剂量计	5 套	***	每年投入
	X-γ 辐射剂量率监测仪	1 台	***	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）		/	3.0	***
辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训		/	2.0	***
合计			266.1	/

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
<p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目施工期仅 CT 设备安装和调试, 此阶段会产生 X 射线, 造成一定的辐射影响, X 射线电离空气产生少量的臭氧及氮氧化物, 设备安装完成后, 会有少量的废包装材料产生。</p>
<p>安装调试期对环境会产生如下影响:</p> <p>安装调试期对于环境主要影响为 X 射线辐射、少量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。本项目射线装置的安装与调试已由设备厂家安排的专业人员完成。在设备安装调试阶段, 建设单位已加强辐射防护管理, 避免了发生辐射事故。</p> <p>由于设备的安装和调试均在加速器治疗室内进行, 经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后, 建设单位已回收包装材料及其他固体废物, 作为一般固体废物进行处置。</p>
运行阶段对环境的影响
<p>一、医用电子直线加速器辐射环境影响分析</p> <p>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X射线。CBCT (锥体束CT) 在加速器治疗前通过X射线扫描得到三维影像, 对照射位置和剂量进行校准, 最大管电压140kV, 管电流420mA。从X射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑, 本项目直线加速器机房采用现浇钢筋混凝土浇筑, 且最薄弱处也有1500mm钢筋混凝土, 远大于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中主射线束2.5mmPb的要求, 即射线装置在正常运行时可满足“周围剂量当量率控制目标值应不大于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$”的要求, 射线装置工作时对机房外公众和辐射工作人员影响较小, 故主要考虑医用电子直线加速器治疗过程中的影响。</p> <p>(一) X射线辐射影响</p> <p>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), 在本项目加速器治疗室周围设定计算关注点。从保守角度出发, 在本项目加速器治疗室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。因为本项目加速器治疗室下方为土质层, 所以不对本项目加速器治疗室下方厚度进行校核。根据</p>

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 本项目两间加速器治疗室关注点及主要照射路径示意图（平面图）

图11-2 本项目两间加速器治疗室关注点及主要照射路径示意图（剖面图）

1.1 剂量率参考控制水平（ H_c ）

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），机房外各关注点的剂量率参考控制水平 H_c 由以下方法确定：

a) 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，可以依照附录A，由以下周剂量参考控制水平（ H_c ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）：

$$\text{对于主射线束: } H_{c,d}=H_c / (t \times U \times T) \dots \dots \dots \text{ (公式 11-1)}$$

$$\text{对于泄漏辐射: } H_{c,d}=H_c / (t \times T \times N) \dots \dots \dots \text{ (公式 11-2)}$$

式中： H_c —周参考剂量控制水平（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）；

1) 放射治疗机房外控制区的工作人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$

2) 放射治疗机房外非控制区的工作人员： $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$

本报告提出剂量管理约束值：职业工作人员为 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众为 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

t —周治疗时间，医用电子直线加速器每次治疗出束的平均时间为 3min；预计每年工作 250 天，医用电子直线加速器每天 40 人，每周工作 5 天，每周质控 1h，周治疗时间为 $3 \times 40 \times 5 / 60 + 1 = 11\text{h}$ ；

U —主射线束向关注位置的方向照射的使用因子，加速器主射线束照射时 360° 旋转，本项目保守取 1；

T —人员居留因子，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；

N —调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子，通常 $N=5$ ；

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

1) 人员居留因子 $\geq 1/2$ 的场所： $H_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

2) 人员居留因子<1/2的场所: $H_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

c) 取a)、b) 中较小者作为关注的剂量率参考控制水平 (H_c)。

为了确保辐射安全, 本次环评各关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ 取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。当各关注点计算得出的剂量率参考控制水平大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 时, 该点的剂量率参考控制水平取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$, 当计算得出的剂量率参考控制水平小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 时, 该点的剂量率参考控制水平取计算结果。

由此确定的各关注点的剂量率参考控制水平和主要考虑的辐射束见表11-2。

表11-2 机房外各关注点剂量率参考控制水平和主要考虑的辐射束

关注点位	居留因子	剂量率参考控制水平 (H_c) $\mu\text{Sv/h}$			主要考虑的辐射束	射线路径
		$H_{c,d}$	$H_{c,max}$	H_c		
加速器室治疗室 1						
a (水冷辅助机房)	1/20	***	2.50	2.50	主射线束	$o1 \rightarrow a$
b (库房)	1/20	***	2.50	2.50	主射线束	$o2 \rightarrow b$
c1 (战时制剂室)	1/20	***	2.50	2.16	泄漏辐射	$o1 \rightarrow c1$
		***			散射辐射	$o1 \rightarrow o \rightarrow c1$
c2 (控制室)	1	***	2.50	2.50	泄漏辐射	$o1 \rightarrow c2$
		***			散射辐射	$o1 \rightarrow o \rightarrow c2$
e (药库兼发药室)	1/20	***	2.50	1.82	泄漏辐射	$o3 \rightarrow e$
d1 (库房)	1/20	***	2.50	2.16	泄漏辐射	$o2 \rightarrow d1$
		***			散射辐射	$o2 \rightarrow o \rightarrow d1$
d2 (库房)	1/20	***	2.50	2.16	泄漏辐射	$o2 \rightarrow d2$
		***			散射辐射	$o2 \rightarrow o \rightarrow d2$
k (走道)	1/5	***	2.50	0.45	泄漏辐射	$o1 \rightarrow k$
f (走道)	1/5	***	2.50	0.45	泄漏辐射	$o3 \rightarrow f$
g (走道)	1/5	***	2.50	0.45	散射辐射	$o2 \rightarrow o \rightarrow B \rightarrow g$
		***			泄漏辐射	$o2 \rightarrow g$
m1 (院区道路)	1/5	***	2.50	1.70	散射辐射	$o3 \rightarrow o \rightarrow m1$
		***			泄漏辐射	$o3 \rightarrow m1$
m2 (院区道路)	1/5	***	2.50	1.70	散射辐射	$o3 \rightarrow o \rightarrow m2$
		***			泄漏辐射	$o3 \rightarrow m2$
i (院区道路)	1/5	***	2.50	2.50	主射线束	$o3 \rightarrow i$

注: ①加速器下方为土质层, 故不设点位;

②加速器治疗室顶部负一层为密闭空间 (无人可达), 故顶部关注点位设置在地面。

③东西两侧与主屏蔽直接相连的次屏蔽区, 需要考虑加速器的泄漏辐射和有用线束水平照射的患者散射辐射。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) 附录A中A.2.2 a) 散射辐射以本次环评最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ($2.5 \mu\text{Sv/h}$) 的一半, 作为关注点的导出剂量率参考控制水平; A.2.2 b) 泄漏辐射将上述11-2式中的 H_c 以 $0.5 H_c$ 代替, 作为关注点的导出剂量率参考控制水平。在计算与主屏蔽直接相连的次屏蔽区的导出剂量率参考控制水平时, 以泄漏辐射和有用线束患者散射辐射的剂量率之和为该处的剂量率控制值。

1.2 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。

$$Y_p = 2[(a + SAD) \cdot \tan \theta + 0.3] \dots \dots \dots \text{ (公式 11-3)}$$

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, 28°), 即射线最大出射角的一半(14°);

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”指主屏蔽区墙(或顶)的外表面。

表11-3 本项目两间加速器机房主屏蔽范围计算表

参数	取值		
	西北侧主屏蔽	东南侧主屏蔽	顶部主屏蔽
a (m)	***	***	***
SAD (m)	***	***	***
$\theta(^{\circ})$	***	***	***
计算宽度 Y_p (m)	***	***	***
设计宽度 (m)	***	***	***
评价	满足	满足	满足

本项目设计的加速器机房, 主屏蔽区包括屋顶及墙体的部分位置, 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, 由表 11-3 主屏蔽宽度计算结果可知, 本项目设计的加速器主屏蔽墙宽度大于加速器有用线束范围, 能够确保对有用线束的有效屏蔽。建设应在安装调试设备时, 应严格按照设计图纸要求, 确保加速器等中心点位于加速器治疗室中央(距离西北侧主屏蔽 4.05m, 距离东南侧主屏蔽 3.95m, 距离顶部主屏蔽 6.2m, 距离地面 1.3m)。

1.3 理论预测分析

根据GBZ/T201.2-2011, X射线治疗时, 各预测点人员可能受到的剂量按以下公式计算:

$$X_e = X / \cos \theta \dots \dots \dots \text{ (公式11-4)}$$

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1) / TVL} \dots \dots \dots \text{ (公式11-5)}$$

主束和泄漏辐射剂量估算

$$H = \frac{H_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \dots \dots \dots \text{ (公式11-6)}$$

患者一次散射辐射剂量估算

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \dots \dots \dots \text{ (公式11-7)}$$

穿过患者或迷道内墙的有用线束再屏蔽墙的一次散射辐射剂量估算

$$H = H_0 \cdot \frac{(F/10^4)}{R^2} \cdot \alpha_w \cdot B_p \dots \dots \dots \text{ (公式11-8)}$$

$$\text{泄漏一次散射辐射剂量估算 } H = \frac{H_0 \cdot f \cdot \alpha_w \cdot A}{R_L^2 \cdot R^2} \dots \dots \dots \text{ (公式11-9)}$$

机房入口关注点处 (g/G点) 的散射辐射剂量率H计算公式如下

$$H = \frac{\alpha_{ph} \times (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A_1}{R_2^2} \times \frac{\alpha_3 \times A_2}{R_3^2} H_0 \dots \dots \text{ (公式11-10)}$$

估算的主屏蔽区和侧屏蔽区对各关注点剂量见表11-4, 与主屏蔽区相连的次屏蔽区对各关注点产生的剂量见表11-5。

表11-4 主射线束和泄漏辐射对关注点的剂量估算表

加速器室治疗室						
参数	主屏蔽墙	主屏蔽墙	迷道外墙+迷道内墙	迷道外墙	主屏蔽墙	侧屏蔽墙
	a点	b点	f点	k点	i点	e点
X (cm)	300	300	300	150	310	170
Xe (cm)	***	***	***	***	***	***
TVL1 (cm)	***	***	***	***	***	***
TVL (cm)	***	***	***	***	***	***
B	***	***	***	***	***	***
R (m)	***	***	***	***	***	***
H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$	***	***	***	***	***	***
f	***	***	***	***	***	***
H $\mu\text{Sv}/\text{h}$	1.32E-02	1.29E-02	5.32E-07	1.11E-02	4.39E-03	5.28E-02
\dot{H}_c $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 剂量率参考控制水平	2.50	2.50	0.45	0.45	2.50	1.82

评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足
------	----	----	----	----	----	----

表11-5 泄漏辐射和患者一次散射对关注点的剂量估算表

加速器室治疗室 2						
关注点参数		次屏蔽区				
		d1 点	d2 点	c1 点	c2 点	m1 点 /m2 点
设计厚度	X (cm)	***	***	***	***	***
泄漏辐射	Xe (cm)	***	***	***	***	***
	TVL1 (cm)	***	***	***	***	***
	TVL (cm)	***	***	***	***	***
	R (m)	***	***	***	***	***
	B _L	***	***	***	***	***
	H ₀ (μSv·m ² /h)	***	***	***	***	***
	H (μSv/h)	1.04E-03	9.46E-04	1.03E-03	9.58E-04	2.84E-04
散射辐射	Xe (cm)	***	***	***	***	***
	TVL (cm)	***	***	***	***	***
	R _S (m)	***	***	***	***	***
	H ₀ (μSv·m ² /h)	***	***	***	***	***
	α _{ph}	***	***	***	***	***
	B _S	***	***	***	***	***
	H (μSv/h)	***	***	***	***	***
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)		1.75E-03	1.58E-03	1.73E-03	1.60E-03	4.53E-04
剂量率参考控制水平(μSv/h)		2.16	2.16	2.16	2.50	1.70
评价结果		满足	满足	满足	满足	满足

加速器机房入口防护门屏蔽计算 (g点)

本项目有用线束不向迷道内墙照射, 根据GBZ/T201.2-2011, 考虑的辐射照射见4.3.2.5.1,

- a) 入射至迷道内墙的辐射散射至g点处的辐射中, 迷道内墙的入射辐射可能来自:
- 1) 泄漏辐射;
 - 2) 散射辐射;

表11-6 泄漏辐射和患者一次散射对关注点g的剂量估算表

加速器室治疗室			
散射辐射 (o ₂ →o→B→P→g)		泄漏辐射 (o ₂ →g)	
H_0 (μSv/h)			8.40E+09
α_{ph}	***	主射线透射因子 B	
α_2/α_3	***	***	
R ₁ (m)	***	R (m)	***

R_2 (m)	***	f	***
R_3 (m)	***		
A_1 (m ²)	***		
A_2 (m ²)	***		
H (μ Sv/h)	***	H_{od} (μ Sv/h)	***
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μ Sv/h)	29.39		

表11-7 机房入口由泄漏辐射和散射辐射产生的剂量估算表

加速器室治疗室	
计算参数	机房入口g点
机房入口关注点处的剂量率H (μ Sv/h)	***
屏蔽厚度 (mm)	***
TVL (mm)	***
B	***
剂量当量 (μ Sv/h)	2.94E-02
剂量率参考控制水平(μ Sv/h)	0.45
评价结果	满足

二、医用X射线计算机断层扫描仪(CT)装置辐射环境影响分析

本项目模拟定位CT机房设计屏蔽材料及尺寸一览表如下：

表 11-8 本项目屏蔽、尺寸参数及防护措施铅当量合规评价

屏蔽方位	设计屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果	屏蔽要求	评价
四周墙体	370mm 实心砖墙	3.53mm 铅当量	CT 模拟定位机房有用线束、非有用线束方向最小铅当量厚度为 2.5mm	满足
屋顶	220mm 现浇混凝土	2.56mm 铅当量		满足
观察窗(1扇)	3mmPb 铅玻璃	3mm 铅当量		满足
防护门(6扇)	3mmPb 铅门	3mm 铅当量		满足
机房尺寸	42.2m ² (长 7.65m, 宽 5.66m, 最小单边长 5.66m)		机房内最小有效使用面积为 30m ² , 机房内最小单边长度为 4.5m	满足

根据上表可知，本项目模拟定位CT机房各侧屏蔽墙体以及机房尺寸均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求，因此在本项目模拟定位CT机房屏蔽设计合理，模拟定位机房按其屏蔽设计方案建设后，能够使模拟定位CT机房屏蔽体外30cm处剂量率低于2.5 μ Sv/h。

三、年有效剂量评估

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

式中：

E —年有效剂量， mSv/a ；

H —辐射剂量率估算值， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U —使用因子；

T —工作负荷， h/a ；医用直线加速器工作负荷为 550h/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。

根据表1-5可知，CT模拟定位技师年受照时间为 50h ，加速器治疗室控制室内物理师、医生的年受照时间均远小于技师受照时间，因此保守只计算技师的年有效剂量（ 500h ），若技师能达到要求，则其余辐射工作人员亦能达到。周围公众的受照时间为 550h 。由此估算CT模拟定位室周围各关注点的年附加有效剂量见表11-9，加速器治疗室周围各关注点的年附加有效剂量见表11-10。

本项目模拟定位CT机房各侧屏蔽墙体以及机房尺寸均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，因此模拟定位机房按其屏蔽设计方案建设后，能够使模拟定位CT机房屏蔽体外 30cm 处剂量率低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，因此本项目保守估计，模拟定位CT机房屏蔽体外剂量率均为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-9 CT 模拟定位室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	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年照射 时间 (h)	年剂量估算 值(mSv/a)	类型
西北侧 控制室	***	***	***	1.25E-01	辐射工作 人员
西北侧 医生通道	***	***	***	1.56E-02	
西南侧 走道	***	***	***	2.50E-02	
东南侧 病人通道	***	***	***	1.56E-02	
东北侧 污水间	***	***	***	6.25E-03	
东北侧 楼梯间	***	***	***	6.25E-03	
楼上 一次品库	***	***	***	6.25E-03	

表11-10 加速器治疗室周围各关注点辐射影响理论估算结果汇总表

加速器室治疗室周围							
关注点	居留 因子	使用 因子	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年照射 时间	年剂量估 算值 (mSv/a)	剂量管 理值 (mSv/a)	评 价 结 论
a (水冷辅助机房)	***	***	***	***	3.64E-04	0.1	满

b (库房)	***	***	***	***	3.55E-04	0.1	足
e (药库兼发药室)	***	***	***	***	1.45E-03	0.1	
k (走道)	***	***	***	***	1.22E-03	0.1	
c2 (控制室)	***	***	***	***	8.01E-04	5.0	
c1 (战时制剂室)	***	***	***	***	4.76E-05	0.1	
m (院区道路)	***	***	***	***	4.83E-04	0.1	
50m 其他保护目标							
关注点	方位、最近距离	参考点位	关注点剂量率	居留因子	年剂量估算值 (mSv/a)	剂量管理值 (mSv/a)	评价结论
医疗综合楼 (A 区)	顶部 最近 5m	***	***	***	1.93E-05	0.1	满足
架空连廊	东北侧 最近约 25m	***	***	***	7.73E-07	0.1	
门卫	西北侧 最近约 44m	***	***	***	1.25E-06	0.1	
群文西街	西南侧 最近约 42m	***	***	***	2.74E-07	0.1	

从表 11-10 可以看出, 保守估算本项目加速器治疗室正常运行辐射工作人员最大年有效剂量为 1.25E-01mSv, 所致公众人员最大年有效剂量为 2.50E-02mSv, 均满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 中的相关要求: 工作人员的剂量管理限值 5mSv/a, 公众人员的剂量管理限值 0.1mSv/a。

四、大气环境影响分析

X射线电离所产生的臭氧产额

加速器机房空气中氧受X射线电离而产生臭氧, 本次评价根据文献《辐射所致臭氧的估算与分析》(王时进等, 中华放射医学与防护杂志, 1994年4月第14卷第2期) 中给出的方法和公式估算臭氧产额:

$$P_1 = 2.43D_0(1 - \cos\theta) RG \dots \dots \dots \quad (公式11-12)$$

P₁—有用线束臭氧产额, mg/h

D₀—有用线束在距等中心点1m处的输出剂量率, 取14Gy/min;

R—射线束中心点到屏蔽物(墙)的距离, 取4.95m;

G—空气吸收100eV辐射能量产生的臭氧分子数, 根据《辐射防护手册》第

三分册，取6；

θ —有用束的半张角，取14°。

经理论计算， P_1 有用线束的臭氧产额为30.01mg/h。

臭氧饱和浓度

考虑加速器机房运行时的连续排风和臭氧分解，机房内空气中臭氧平均浓度由下式11-13计算

$$Q(t) = \frac{Q_0 T}{V} \dots \dots \dots \text{ (公式11-13)}$$

Q —机房内臭氧的平均浓度，mg/m³；

Q_0 —臭氧产生率，mg/h，取30.01mg/h；

V —加速器机房体积，取292.16m³；

T —有效清除时间，h，计算得0.119h。

其中有效清除时间 $T = \frac{t_v \cdot t_d}{t_v + t_d}$ ， t_v 为换气一次所需的时间，取0.139h； t_d 为臭

氧的有效分解时间，取0.83h； T 为0.119h；

经理论计算，机房内臭氧的平均浓度为1.22E-02mg/m³。

本项目加速器机房设通排风系统，排风系统风量设计为2100m³/h，机房体积为292.16m³，风机换气量每小时7次，满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中通风换气次数应不小于4次/h的要求。加速器治疗室中产生的废气经排风系统引至医疗综合楼(A区)一层室外排风井处(位置详见附图2)。此处排风口位于室外绿地内，周围扩散条件良好，排风口位置附近无门、窗或人流较大的过道等位置。经计算，加速器机房内臭氧平均浓度为1.22E-02mg/m³，满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2022)中臭氧1小时均值≤0.16mg/m³的标准限值。产生的O₃通过风机抽排至大气环境中，经自然分解和稀释，其排放后最大浓度远低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的二级标准(0.2mg/m³)的要求。

五、水环境影响分析

本项目工作人员和病人产生的污水进入已建污水处理站(处理能力：1600m³/d)，污水首先进入收集池，经格栅并除去漂浮和大颗粒悬浮杂质，然后进入污水调节池均质均量，调节池后污水泵入水解池水解酸化，污水的可生化性

提高，再经生物接触氧化对污水中的主要污染物进行去除，然后进入二沉池沉淀后排至消毒池经消毒处理，出水达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2预处理标准后排入市政污水管网进入塘汛污水处理厂进一步处理，处理达标后排入涪江。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。

六、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，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：当医用电子直线加速器需要更换靶件时，会有废靶件产生；金属靶件更换由加速器厂家专业工程师进行，严禁建设单位自行更换，更换后的废靶件放入铅制专用容器暂存于加速器治疗室内，定期交由有资质的单位处理。

七、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 11-11 中。

表 11-11 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
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
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 11-12 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

医用电子直线加速器

事故假设:

1、假设人员在未采取任何屏蔽防护措施下滞留于机房内, 此时加速器正处于出束状态, 滞留人员受到加速器有用线束的照射。

2、假设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, 误入人员受到非有用线束的照射。

由于机房内核迷道内均设置有急停开关，只要按下此按钮就可以停机，因此按照最大误照射时间为3min进行事故预测（一次完整的治疗照射时间）。

剂量估算：

距焦点1m处X射线的最大吸收剂量率为14Gy/min（主射线）， $H_0=8.40E+08\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，散射线1m处剂量率 H_s 为 $4.67E+06\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，泄漏射线1m处剂量率 H_L 为 $8.40E+05\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，散射线+泄漏射线的叠加后其1m处剂量率为 $5.51E+06\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 11-13 事故假设情况下室内滞留人员受到有用线束照射的累计剂量

距离	各时段的射线所致辐射剂量 (Sv)			
	30s	60s	120s	180s
1m	***	***	***	***
2m	***	***	***	***
3m	***	***	***	***
4m	***	***	***	***

表 11-14 事故假设情况下室内误入人员受到非有用线束照射的累计剂量

距离	各时段的射线所致辐射剂量 (Sv)			
	30s	60s	120s	180s
1m	***	***	***	***
2m	***	***	***	***
3m	***	***	***	***
4m	***	***	***	***

根据表11-13和表11-14可知，本项目辐射工作人员或公众滞留或误入机房内，在完成一次完整治疗的时间下，最大可能受到42Sv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11-11中的重度肠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。

医用X射线计算机断层扫描仪(CT)装置

由于医用X射线计算机断层扫描仪(CT)装置每次拍片时间都很短，且模拟定位CT机房设置观察窗，每次操作时，工作人员均位于观察窗前，因此极易发现人员误入的情况。从极端情况考虑，人员位于受检位，受到1次CT检查的辐射剂量，通常一次剂量约为2~16mSv，低于辐射工作人员年受照剂量20mSv/a的剂量限值，高于公众1mSv/a的剂量限值，因此对于辐射工作人员将不构成辐射事故，但对于公众将构成一般辐射事故。

事故后果：

本项目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（绵阳市生态环境局值班电话0816-2232710）和所在地公安局（绵阳市公安局：0816-2345020）报告，造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门（绵阳市卫生健康委员会0816-2316825）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，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、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。

五、应急措施

假若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效的采取以下应急措施：

1、一旦发生人员误照射等辐射事故时，操作人员应立即利用最近的紧急停机开关切断设备电源。同时，事故第一发现者应及时向医院的辐射安全事故应急处理小组及上级领导报告。辐射安全事故应急处理小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

2、对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地生态环境主管部门、卫生健康等主管部门。

3、迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

4、事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政部门报告。

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,建设单位应设有专门的辐射安全与生态环境管理机构,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生态环境管理工作;辐射工作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。

绵阳市中心医院已根据核技术应用现状,按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求成立放射防护与辐射安全管理领导小组,负责全院辐射安全监督管理工作,领导小组职责明确,能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。成员组成见表12-1。

表 12-1 辐射管理领导小组成员组成表

职务	人员
组长	***
副组长	***
成员	***

放射防护与辐射安全管理领导小组办公室设在公共卫生和预防保健科,办公室主任由***兼任,放射防护与辐射安全管理员***专职负责。

二、辐射安全管理领导小组职责

(一)依照《中华人民共和国职业病防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《医疗机构管理条例》《放射诊疗管理规定》《中华人民共和国环境影响评价法》《职业健康检查管理办法》《工作场所职业卫生管理规定》等法律法规,组织领导医院放射防护与辐射安全管理工作的实施。

(二)负责对放射诊疗项目、放射诊疗场所的选址、建设项目等进行审定。

(三)组织开展对不良放射事件的认定及处置工作。

(四)召开会议,分析、讨论并处理放射防护、辐射安全管理工作中的问题。

(五)对放射防护与辐射安全管理工作进行考核,负责组织对放射个案事件调查、处理等。

辐射安全档案资料管理和规章制度

一、档案分类管理

绵阳市中心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”“监测和检查纪录”“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类射线装置、III类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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），结合《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》（川环函〔2025〕616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	/
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工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	已落实	需增购个人剂量计
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	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

卫及防护措施			
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，并为本项目增加《CT模拟定位机操作规程》
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，结合《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》（川环函〔2025〕616号），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、 CT 模拟定位 机制定相应的 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 CT 模拟定位 机制定相应的 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应急措施。	已制定	应根据本项目 新增的医用电 子直线加速器 特点进一步完 善辐射事故应 急预案
12	质量保证大纲 和质量控制检	/	已制定	医院应根据本 项目 CT 模拟

	测计划			定位机的特性，完善《质量保证大纲和质量控制计划》，且应设有人员负责质量保证与质量控制工作。
13	其他	《放射防护注意事项告知栏》	《放射防护注意事项告知栏》	/
<p>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。</p> <p>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，结合《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》（川环函（2025）616号）中相关要求，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。</p>				
<h3>辐射监测</h3> <p>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</p> <h4>1、个人剂量监测</h4> <p>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</p>				

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

医院拟购买的X- γ 辐射剂量监测仪应具备以下主要性能：

a) 仪器应能适应脉冲辐射剂量场测量，推荐X射线剂量测量选用电离室探测器的仪表，不宜使用GM计数管仪器；

- b) 测量仪器应有良好的能量响应;
- c) 仪器最低可测读值应不大于 $0.1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(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	
加速器治疗室		治疗室四周屏蔽体外、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
CT模拟定位室	X- γ 辐射剂量率	CT模拟定位室四周屏蔽体外、顶部、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/季度	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》的重要组成内容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》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

④最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患

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：经开分院新增医用电子直线加速器项目

建设单位：绵阳市中心医院

建设性质：新建

建设地点：绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼（A 区）负二层加速器治疗室

建设内容及规模：

建设单位在绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼（A区）负二层肿瘤科设置1间加速器治疗室、1间CT模拟定位室及其他配套功能用房，加速器治疗室采用钢筋混凝土进行防护屏蔽，在加速器治疗室内安装使用一台医用电子直线加速器，在CT模拟定位室内安装使用一台模拟定位CT。

加速器治疗室屏蔽方案及其辅助用房

本项目加速器治疗室室内面积约为 $66.4m^2$ (不含迷道)，机房净空尺寸为长 $8.30m \times$ 宽 $8.00m \times$ 高 $4.40m$ ；其四周墙体、迷道及屋顶均为钢筋混凝土结构；迷道位于机房东北侧，为长 $10.4m$ ，宽 $2.4m$ 的“L”型迷道。机房东南侧墙体主屏蔽部分为 $3.00m$ 厚混凝土（宽 $4.80m$ ），相连次屏蔽部分为 $1.80m$ 厚混凝土；西南侧侧屏蔽墙体为 $1.70m$ 厚混凝土；西北侧墙体主屏蔽部分为 $3.00m$ 厚混凝土（宽 $4.80m$ ），相连次屏蔽部分为 $1.80m$ 厚混凝土；东北侧迷道内墙为 $1.50m$ 厚混凝土，迷道外墙为 $1.50m$ 厚混凝土；顶部主屏蔽部分为 $3.10m$ 厚混凝土（宽 $4.80m$ ），相连次屏蔽部分为 $1.90m$ 厚混凝土；防护门为 $15mm$ 铅当量+ $150mm$ 含硼聚乙烯电动钢板夹芯平移防护门。加速器治疗室东北侧配套建设 1 间控制室（长 $6.10m$ ，宽 $3.90m$ ，面积 $23.79m^2$ ），1 间水冷辅助机房（长 $6.00m$ ，宽 $3.90m$ ，面积 $23.4m^2$ ）。

CT模拟定位室屏蔽方案及其辅助用房

本项目CT模拟定位室室内有效使用面积约为 $42.2m^2$ ，净空尺寸为长 $7.45m \times$ 宽 $5.66m \times$ 高 $3.00m$ ，其四周墙体均为 $370mm$ 厚实心砖墙，顶部为 $220mm$ 厚混凝土楼板，防护门均为 $3mmPb$ 铅防护门，观察窗为 $3mmPb$ 铅玻璃。本项目CT模拟定位室配套使用1间控制室，长 $3.60m$ ，宽 $3.10m$ ，面积为 $11.16m^2$ 。

射线装置

建设单位在加速器治疗室内安装使用1台医用电子直线加速器，属于II类射线装置，用于开展全身的肿瘤治疗。本项目医用电子直线加速器厂家和型号为：上海联影uRT-linac 506c，X射线最大能量均为6MV，X射线1m处剂量率最大均为14Gy/min，无电子线；本项目医用电子直线加速器配置CBCT图像引导功能，实现了影像学指导的放疗，同时具备适形调强放射治疗（IMRT）、容积旋转调强放射治疗（VMAT）功能、无均整器（FFF）模式。CBCT最大管电压140kV，管电流420mA。

建设单位拟在CT模拟定位室中安装使用1台模拟定位CT（III类射线装置），模拟定位CT型号待定，其最大管电压≤140kV，最大管电流≤1500mA，属III类射线装置，用于放射治疗前肿瘤定位。

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）选址

本项目所在院区已获得中华人民共和国建设用地规划许可证（编号：地字第510700202000227号，附件5），中华人民共和国建设用地规划许可证，本项目用地属于医疗卫生用地，本用地符合城市规划要求。本项目在院区医疗综合楼（A区）负二层肿瘤科内新增一间加速器治疗室及其配套用房，并在加速器治疗室内安装使用1台医用电子直线加速器。

本项目加速器治疗室位于经开分院医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑最底层，距离医院主入口人流量较大区域和距离院区住院楼等有人员常驻的地方较远，且远离儿科病房和产房等特殊区域；肿瘤科楼上为院区院区库房和设备机房，极少有人员停留，其中加速器治疗室楼上为预留空间（无人可达）。本项目肿瘤科为放射治疗专用工作场所，肿瘤科内设置1间加速器治疗室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，便于肿瘤科的统一管理和肿瘤病人开展治疗。

表13-1 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选址要求对照分析

标准要求	本项目实际情况	是否满足
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；	本项目加速器治疗室设置在院区内，该建筑未设置在居民、写字楼和商住两用的建筑内。	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。	本项目加速器治疗室位于医院医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑的最底层，无地下建筑，已避开了儿科病房、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。	满足

本项目所在院区外为城区环境，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。

（二）工作场所布置

本项目由加速器治疗室、控制室、更衣准备、水冷辅助机房、CT 模拟定位室、CT 模拟定位控制室、治疗计划室、主任办、办公室、诊室、会议室、制模、融铅及其他辅助用房组成。

本项目医用电子直线加速器设置在肿瘤科加速器治疗室内。加速器治疗室东北侧自南向北依次是战时制剂室、水冷辅助机房、控制室；东北侧为走道，西北侧为库房；西南侧自西向东依次是防化器材储藏室、心电图 B 超室、药库兼发药室；底部为土质层；顶部为加速器治疗室预留空间（无人可达）。

（三）平面布置合理性分析

根据平面布置图，本项目加速器治疗室位于经开分院医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑最底层，距离医院主入口人流量较大区域和距离院区住院楼等有人员常驻的地方较远，且远离儿科病房和产房等特殊区域；肿瘤科楼上为院区院区库房和设备机房，极少有人员停留，其中加速器治疗室楼上为预留空间（无人可达）。本项目肿瘤科为放射治疗专用工作场所，肿瘤科内设置1间加速器治

疗室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，便于肿瘤科的统一管理和肿瘤病人开展治疗；本项目为专门的辐射工作场所，且设置专门的屏蔽防护，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 13-2。

表 13-2 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。	本项目加速器治疗室位于医疗综合楼（A区）负二层，为院区建筑最底层，无地下建筑，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，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。	本项目加速器治疗室将实行两区管理，加速器治疗室及迷道划分为控制区，邻近的控制室、水冷辅助机房划为监督区，两区划分具体见表10-2。	满足
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，且配套的设备间均设置于治疗机房外。	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朝向西北侧、东南侧、顶部及地面，控制室位于东北侧，不属于有用线束直接照射范围。	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	本项目在选址时充分考虑了项目对周围	满足

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。	环境的影响,未设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。	
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。	本项目加速器治疗室位于医疗综合楼(A区)负二层,为院区建筑最底层,无地下建筑,已避开了儿科病房、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。	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。

四、工程所在地区环境质量现状

根据本项目监测数据,本项目所在区域的X- γ 辐射空气吸收剂量率处于四川省生态环境厅《2024年四川省生态环境状况公报》全省环境 γ 辐射剂量率年均值 $\leq 160\text{nGy/h}$ 范围内,属于正常天然本底辐射水平。

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、周围公众及环境保护目标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)年剂量限值(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)的要求。

六、事故风险与防范

医院应按照环评要求制定辐射安全管理制度,应认真贯彻实施,以减少和避免发生辐射事故与突发事件。医院需按环评提出的要求制定的辐射事故应急预案,并根据自身实践不断对其进行完善。

七、环保设施与保护目标

医院现有的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、医院辐射安全管理的综合能力

绵阳市中心医院已根据核技术应用现状,按《放射性同位素与射线装置安

全许可管理办法》的要求成立辐射安全与环境保护管理领导小组，负责全院辐射安全监督管理工作，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，本项目在绵阳市经开区塘汛街道绵州大道中段绵阳市中心医院经开分院医疗综合楼（A 区）负二层肿瘤科加速器治疗室内进行建设，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 13-3。

表 13-3 环境保护设施验收一览表

项目	设施（措施）
	加速器治疗室
辐射屏蔽措施	主体建筑、屏蔽墙体

	防护门 1 扇
通排风系统	新风系统+排风系统 1 套
	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
	工作状态指示灯 (门-灯联锁) 1 套
	紧急开门装置 1 个
	急停按钮 (加速器治疗室内四面墙各设 1 个、迷路外墙上设 1 个, 本项目加速器治疗室共计增设 5 个)
	出束音响提示 2 套
安全措施	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)
	警示地标线: 在加速器治疗室防护门外划定 1 个警示地标线;
	电离辐射警告标志: 在加速器治疗室防护门上贴 1 张;
	监督区标识: 在水冷辅助机房、控制室各设置 1 个监督区标识
	废靶件暂存容器 1 个
	防夹装置 1 套
	火灾报警仪+灭火装置 1 套
	制度牌 1 套
CT 模拟定位室	
	CT 模拟定位室屏蔽体
辐射屏蔽措施	防护门 2 扇
	防护窗 1 扇
通排风系统	新风系统+排风系统 1 套
	急停按钮 (附有中文标识) 2 个 (床旁和控制室内各 1 个)
	门灯联锁 (含工作状态指示灯) 2 个
	对讲装置 1 套 (机房与 CT 控制室内)
安全措施	患者防护门外地面 1m×门宽范围划警示地标线, 两扇防护门上各贴 1 张电离辐射警告标志, 控制室门外设置监督区标识
	闭门装置 1 套
	防夹装置 1 套
	放射防护注意事项告知栏 1 套 (走道)
	制度牌 1 套 (CT 控制室内)
肿瘤科	
监测	个人剂量计 5 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)