

核技术利用建设项目

肿瘤科放疗室新增直线加速器项目

环境影响报告表

(公示本)

古蔺县人民医院

二〇二一年一月

生态环境部监制

目 录

表 1	项目概况.....	1
表 2	放射源.....	9
表 3	非密封放射性物质.....	9
表 4	射线装置.....	10
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6	评价依据.....	12
表 7	保护目标与评价标准.....	14
表 8	环境质量和辐射现状.....	16
表 9	项目工程分析与源项.....	19
表 10	辐射安全与防护.....	24
表 11	环境影响分析.....	32
表 12	辐射安全管理.....	48
表 13	结论与建议.....	53

表 1 项目概况

建设项目名称		肿瘤科放疗室新增直线加速器项目			
建设单位		古蔺县人民医院			
法人代表	周**	联系人	陈*	联系电话	1398244****
注册地址		泸州市古蔺县东新街马厂头 1 号			
项目建设地点		泸州市古蔺县东新街马厂头 1 号古蔺县人民医院内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	****	项目保护投资（万元）	****	投资比例（环保投资/总投资）	****%
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 type="checkbox"/> III类		
其它	/				
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位简介及项目由来</p> <p>古蔺县人民医院（统一社会信用代码12510424451098457T）坐落在泸州市古蔺县东新街马厂头1号。医院始建于1944年，其前身为古蔺县卫生院，1956年正式命名为古蔺县人民医院。医院现占地面积24120平方米，建筑面积25914平方米，其中业务用房13666平方米（含二门诊400平方米），开放床位为218张，设有临床科室10个、医技科室8个、行政职能科室10个，有在职职工276人，其中正高1人，副高职称12人，中级职称86人，专业技术人员占职工总数的85%。拥有全县80%以上的医疗专业副高以上人才和一大批在内、外、妇、儿、五官、口腔、临床各科及医技方面有所建树</p>					

的专业技术人才。年门诊病人近10万人次，收治住院病人上万人次，是全县唯一集医疗、急救、教学、科研、培训为中心的国家二级乙等综合医院。

医院加入了“四川省肿瘤医院专科联盟”，与四川省肿瘤医院建立了医疗联合体；医院与美国密西西比大学肿瘤研究所签订双方合作协议。

医院已取得四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（川环辐证[00739]），许可的种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。为了古蔺县肿瘤患者能够就近就医，提高古蔺县肿瘤诊疗效果，医院拟在住院大楼负一层（现状为车库）肿瘤科放疗室安装1台10MV直线加速器（Ⅱ类射线装置），依托已上证在使用的门诊楼二层CT室（一）内CT（Ⅲ类射线装置）进行模拟定位。

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》、《放射性同位素与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）规定和要求，使用10MV直线加速器需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部 部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，应编制环境影响报告表，又按照《四川省生态环境厅关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019年第2号）要求，应报四川省生态环境厅审批。因此，医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制该项目环境影响报告表（委托书见附件1）。

报告编制单位接受委托后进行了现场踏勘，实地调查了解项目所在地环境条件，在项目区域环境质量现状监测的基础上，按相应标准对项目可能造成的环境影响、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。

本报告编制完成后，建设单位古蔺县人民医院在古蔺县政府信息网对该项目进行了全文公示，公示后未收到任何单位和个人有关项目情况的反馈意见。公示网址和截屏如下：<http://125.68.188.154:81/t.aspx?i=20201124104800-128306-00-000>

政府信息公开

当前位置: 基础分类/动态/公示公告

索引号: 114/2020-00172

主题分类: 动态

发布机构: 县卫生健康局

发布日期: 2020-11-24

文号:

关键词: 卫健

肿瘤科放疗室新增直线加速器项目环境影响评价送审公示

古蔺县人民医院建设的“肿瘤科放疗室新增直线加速器项目”环境影响评价报告表送审件已编写完成。根据《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》，现将该项目的环评报告表送审件公示如下，希望广大公众提出宝贵意见，以便环评报告表的进一步完善和建设项目的顺利开展。

点击下载“报告表送审公示本”。

可通过以下方式反馈信息

联系人: 陈先生

联系电话: 0830-7204870

联系人邮箱: 2311824389@qq.com

附件:

送审公示（新增直线加速器项目）

Copyright 2011 www.gulin.gov.cn All Rights Reserved

古蔺县人民政府办公室主办 古蔺县信息中心承办

二、产业政策符合性

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日施行）相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属于第三十七项“卫生健康”中第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称: 肿瘤科放疗室新增直线加速器项目

建设性质: 新建

建设地点: 泸州市古蔺县东新街马厂头 1 号古蔺县人民医院内

（二）建设内容与规模

医院拟在已建住院大楼（-1/13F）负一层（现状为车库）新建 1 间放疗室（直线加速器机房），在放疗室内安装使用 1 台 10MV 直线加速器（II 类射线装置，型号为

XHA1400)，用于全身肿瘤治疗。治疗时 X 射线最大能量为10MV，1m 处剂量率为 6Gy/min；电子束最大能量为12MeV，1m 处剂量率为5Gy/min；年曝光时间90h。本项目采用数字成像，无废显、定影液及废胶片产生。

本项目新建加速器机房长13.9m、宽12.35m，占地面积171.66m²，净空面积（含迷路）97.29m²，其东南侧设计有控制室、水冷机房，西北侧设计有家属等待区。机房四面墙体、迷路、顶部和底部均为钢筋混凝土，主射方向朝向东北侧、西南侧和顶部主屏蔽墙。东北侧主屏蔽墙厚2500mm、宽4000mm，次屏蔽墙厚1200mm；西南侧和顶部主屏蔽墙均厚2750mm、宽4000mm，次屏蔽墙均厚1450mm；东南侧“L”型迷路内墙厚1000~1500mm、外墙厚1000~1450mm；西北侧屏蔽墙厚1450mm；防护门为12mm 铅当量单扇电动推拉门。

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	科室	场所	建设内容及规模		可能产生环境问题	
					施工期	运营期
主体工程	肿瘤科	直线加速器机房	设备、数量	10MV 直线加速器 1 台	噪声、扬尘、废水、固体废物	X 射线、电子线、臭氧、噪声
			设备型号	XHA1400		
			管理类别	II类		
			使用场所	放疗室（直线加速器机房）		
			年曝光时间	90h		
			机房面积	占地面积 171.66m ² ，净空面积 97.29m ² ，净空高 3.7m。		
			能量	X 射线最大能量为 10MV，电子束最大能量为 12MeV。		
			1m 剂量率	X 射线 1m 处剂量率为 6Gy/min；电子线 1m 处剂量率为 5Gy/min。		
			屏蔽体结构（墙体、迷路和顶部均为混凝土）	主射朝向东北侧、西南侧和顶部主屏蔽墙：①东北侧主屏蔽墙厚 2500mm、宽 4000mm，次屏蔽墙厚 1200mm；西南侧和顶部主屏蔽墙厚 2750mm、宽 4000mm，次屏蔽墙厚 1450mm；东南侧“L”型迷路内墙厚 1000~1500mm、外墙厚 1000~1450mm；西北侧屏蔽墙厚 1450mm；②防护门为 12mm 铅当量单扇电动推拉门。		

辅助工程	控制室、水冷机房、家属等候区			生活垃圾、生活污水
依托工程	模拟定位	依托已上证在使用的门诊楼二层 CT 室（一）内 CT（III类射线装置）进行模拟定位。	—	
	办公及生活设施	医生办公室、卫生间、污水处理站等		
	仓储或其它	医疗废物库房		

（三）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	使用量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	—	—	—	—
	—	—	—	—
能源	—	—	—	—
	电(度)	10000	市政电网	—
	气 (Nm ³)	—	—	—
水量	地表水 (m ³)	20	—	—
	地下水	—	—	—

（四）本项目涉及设备清单

表 1-3 本项目射线装置清单

装置名称	数量	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年出束时间	使用场所	备注
直线加速器	1 台	XHA 1400	山东新华医疗器械股份有限公司	最大 X 射线能量 10MV、最大电子束能量 12MeV	II	90h	住院大楼负一层肿瘤科放疗室(直线加速器机房)	拟购

（五）项目外环境关系和选址合理性

1、项目外环境关系

本项目位于古藺县人民医院（古藺县东新街马厂头1号）内住院大楼负一层，现状为车库，机房正上方为地面一层花台，外环境关系如附图2所示。

（1）负一层：本项目直线加速器机房所在地下负一层现状为车库，拟在车库西北部建设直加机房及配套用房。项目建成后机房西北侧 50m 范围内依次为家属等候区、停车位和土体；西南侧 50m 范围内依次为停车位（紧邻）和土体；东南侧依次为水冷机房、控制室、停车位（与墙体最近距离约 3m）；东北侧为土体。

（2）地面一层（机房正上方）：机房正上方为地面一层花台，本项目建成后机

房地面投影四周外环境关系为：东南侧50m范围内依次为医院道路和地面停车位；东侧50m范围内依次为医院道路和地面停车位、医院3号和4号家属楼（最近距离约43.5m）；东北侧50m范围内依次为医院道路和地面停车位、医院1号家属楼（最近距离约20m）；西北侧50m范围内依次为医院道路和地面停车位、门诊医技楼（最近距离约22m）；西侧50m范围内依次为救护车停车位、医院2号家属楼（最近距离约30m）；西南侧50m范围内均为住院大楼一层大厅，其中导医台与机房西南墙体地面投影最近，距离约为15m。

2、选址合理性分析

从附图2、附图3可知，本项目机房拟建位置位于医院中央，墙体50m范围内无院外环境保护目标。根据本项目预测结果，项目运营期产生的电离辐射经实体屏蔽防护后，机房外剂量当量率即满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）要求，机房外人员所受年剂量即满足本次确定剂量约束值要求。直加机房所在住院大楼负一层均为车库，人员流动性较大，不会在机房周围长时间停留，亦减小了人员所受剂量；机房正上方地面投影为花台，本项目产生的电离辐射同时经机房实体和天然土体双重屏蔽以及距离衰减后，评价范围内保护目标处剂量率远小于机房屏蔽体外30cm处剂量率，人员所受剂量亦低于机房外人员所受剂量，满足本次确定的剂量约束值。综上所述，从辐射安全防护角度分析，本项目选址是合理的。

（六）劳动定员及工作制度

劳动定员：本项目共配置辐射工作人员 6 人，均为新增，具体如表 1-4 所示。

工作制度：实行 8 小时工作制，年工作日以 250 天计。

表 1-4 本项目工作人员构成表

设备/项目	工作人员	合计
10MV 直线加速器	医师 2 人、技师 1 人、物理师 1 人、护士 2 人	6 人

四、原有核技术利用情况

（1）医院已取得四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（川环辐证[00739]），许可的种类和范围为：使用II类、III类射线装置，有效期至 2025 年 3 月 22 日。具体许可项目见附件 2。

表 1-5 医院目前涉及射线装置汇总表

序号	工作场所	装置名称	型号	管理类别	数量(台)	备注
1	门诊大楼二层放射科 DR 室	DR	岛津 DR	III	1	登记上证、在用
2	门诊大楼二层放射科 CT (二) 室	64 排螺旋 CT	Optimacmact680 Bxptima	III	1	
3	门诊大楼二层放射科 数字胃肠机室	数字化胃肠机	uni-vision	III	1	
4	门诊大楼三层放射科 牙片室	口腔三维影像系统	HIDR-50	III	1	
5	门诊楼二层 CT 室 (一)	16 排螺旋 CT	MX4000DUal	III	1	登记上证、在用 本次依托其进行模拟定位
6	门诊楼二层骨密度测量室	X 射线骨密度仪	AH1FF1609009	III	1	登记上证、在用
7	综合楼 12 层手术间	移动 X 射线机	PLX112C	III	1	
8	综合楼 12 层 1 手术间	移动 C 臂	Cion Select	III	1	
9	门诊楼 2 楼	移动式数字摄像 X 射线系统	MUX-200D	III	1	
10	住院大楼介入室	数字减影血管造影机 (DSA)	Optima/1GS 330	II	1	

(2)2019 年医院已委托四川世阳卫生技术服务有限公司对辐射工作场所进行了电离环境现状监测。根据监测结论，射线装置工作场所屏蔽体外表面 30cm 处辐射剂量率均小于 2.5 μ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)有关规定，监测结果说明见附件 3。

(3) 古蔺县人民医院对从事辐射工作的人员每年按季度进行个人剂量检测(附件 4)，2019 年度检测结果表明放射性工作人员个人年剂量均低于 5.0mSv，季度个人剂量均低于 1.25mSv。

(4) 据了解，古蔺县人民医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过放射性事故，具体情况说明见附件 5。

(5) 古蔺县人民医院既有辐射工作人员 72 人，其中 39 人参加了辐射安全防护培训并考核合格。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台(网址：<http://fushe.mee.gov.cn>)学习辐射安全与防护知识

并通过考试。新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

（6）医院在核安全申报系统中提交了“2019 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”，对医院 2019 年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明。

表 2 放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量（Bq）	日等效最大 操作量（Bq）	年最大用 量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与 地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	最大电流 (mA) /剂量率 (Gy/min)	用途	工作场所	备注
1	10MV 直线加速器	II类	1	XHA 1400	电子	治疗时 X 射线最大能量 10MV，电子束最大能量为 12MeV。	X 射线治疗时 1m 处最大剂量率 6Gy/min，电子束治疗时，1m 处剂量率为 5Gy/min。	肿瘤治疗	住院大楼负一层肿瘤科放疗室(直线加速器机房)	本次新增

(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 (mA)	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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	/	/	9.27×10^{-4} mg/m ³	不暂存	直接排向大气环境
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日第二次修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订,2020 年 9 月 1 日起实施）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(7) 四川省生态环境厅《关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019 年第 2 号）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；</p> <p>(9) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 25 日实施）；</p> <p>(11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(12) 《射线装置分类》（环保部公告 2017 年第 66 号）；</p> <p>(13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(14) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p>
-------------	--

	<p>(15) 《中华人民共和国生态环境部公告》(2019年第57号)；</p> <p>(16) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162号。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容与格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)；</p> <p>(5) 《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)；</p> <p>(6) 《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)；</p> <p>(7) 《电子直线加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)；</p> <p>(8) 《X射线计算机断层摄影放射防护要求》(GBZ165-2012)；</p> <p>(9) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(10) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(11) 《电子辐射工程技术规范》(GB50752-2012)；</p> <p>(12) 《医用X射线治疗卫生防护标准》(GBZ131-2017)。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987)；</p> <p>(2) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》(2012年3月)；</p> <p>(3) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号)；</p> <p>(4) 委托书</p> <p>(5) 古蔺县人民医院提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目产生的电离辐射经实体防护屏蔽和距离衰减后，对公众的影响较小。根据《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）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）对辐射监测技术要求，确定本项目辐射工作场所实体边界外 50m 范围区域作为评价范围。

保护目标

本项目环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围停留的公众。本次评价范围内无院外保护目标，具体保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标（均在院内）

项目	相对位置	与辐射源距离(m)	人流量(人/d)	保护目标	照射类型	剂量约束值(mSv/a)	
放疗室（直线加速器机房）	负一层	东南侧控制室、水冷机房	9.75~12.35	6	职业人员	职业	5.0
		西北侧家属等候区	5.50~11.5	10	公众人员	公众	0.1
		西南侧停车位	7.40~27	30	公众人员	公众	0.1
		东南侧停车位	12.35~44	75	公众人员	公众	0.1
	地面一层	机房正上方	6	50	公众人员	公众	0.1
		东侧 3 号和 4 号家属楼	43.5~50	30	公众人员	公众	0.1
		东北侧 1 号家属楼	26~50	80	公众人员	公众	0.1
		西北侧门诊医技楼	27~50	50	公众人员	公众	0.1
		西侧 2 号家属院	38~50	60	公众人员	公众	0.1
		西南侧住院大楼	23.5~50	80	公众人员	公众	0.1
	评价范围内其余人员	5.5~50	100	公众人员	公众	0.1	

评价标准

根据泸州市生态环境局“关于古蔺县人民医院肿瘤科放疗室新增直线加速器项目环境影响评价报告表执行标准的复函（泸市环建函[2020]69号）”，本项目环境影响评价执行环境标准具体为：

一、环境质量标准

（1）大气环境质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；

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

二、污染物排放标准

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

(2) 生活污水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 三级标准；医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) “表 2 (综合医疗机构和其他医疗机构)” 中预处理标准；

(3) 噪声：①施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 中标准限值；运营期执行《社会生活环境噪声排放标准》(GB22337-2008) 2 类标准；

(4) 一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001) 及原环保部公告[2013]第 36 号修改单。

三、电离辐射

1、剂量限值

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 第 4.3.3.1 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。

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。

2、剂量约束值

本项目职业照射按上述标准中规定的年有效剂量限值 1/4 执行，即 5mSv/a；公众照射按年有效剂量限值 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

3、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011)：在加速器迷路入口处、加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率不应大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理及场所位置

古蔺县人民医院位于泸州市古蔺县东新街马厂头 1 号（地理位置图见附图 1），医院拟在已建住院大楼（-1/13F）负一层（现状为车库）新建放疗室（直线加速器）及其配套用房。项目拟建位置及正上方现状照片如下：



直加机房拟建位置



直加机房拟建位置正上方花台

二、现状监测及评价

1、环境现状评价对象及监测因子

本项目主要的污染因子为 X 射线，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 X- γ 辐射剂量率进行了监测评价。

2、监测方法及仪器

为掌握项目所在地的辐射环境现状，2020 年 09 月 02 日，四川省中栎环保科技有限公司委托四川省永坤环境监测有限公司对项目拟建场所进行了现场监测，监测报告见附件 6，其监测项目、分析及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法
X- γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-93 《辐射环境监测技术规范》HJ/T61-2001

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	主要参数	检定情况	
X-γ辐射剂量率	451P 型加压电离室 巡检仪 编号: YKJC/YQ-34	0μSv/h~50mSv/h 20keV~2.0MeV	仪器检定单位: 中国测试技术研究院 有效期: 2020.07.21~2021.07.20	天气: 晴 温度: 28.4~29.5°C 湿度: 42.0~45.5%

3、质量保证

四川省永坤环境监测有限公司, 通过了计量认证, 具备完整、有效的质量控制体系。

(1) 计量认证

从事监测的单位四川省永坤环境监测有限公司通过了原四川省质量技术监督局的计量认证(计量认证号: 182312050067), 有效期至 2024 年 1 月 28 日。

(2) 仪器设备管理

①管理与标准化; ②计量器具的标准化; ③计量器具、仪器设备的检定。

(3) 记录与报告

①数据记录制度; ②报告质量控制。

4、监测结果及评价

本项目在拟建放疗室(直线加速器机房)四周、正上方和评价范围内保护目标处布设了监测点位, 以了解项目区域 X-γ辐射剂量率背景。

具体监测点位布设和监测结果如下表所述:

表 8-3 拟建辐射工作场所及周围环境 X-γ辐射剂量率 单位: nSv/h

编号	X-γ辐射剂量率		监测位置	备注
	平均值	标准差		
1	0.07	0.009	拟建直线加速器机房东北	室内
2	0.09	0.017	拟建直线加速器机房东南	室内
3	0.08	0.015	拟建直线加速器机房西北	室内
4	0.08	0.016	拟建直线加速器机房西南	室内
5	0.09	0.012	拟建直线加速器机房正上方	室外
6	0.08	0.009	综合住院大楼一层大厅	室内
7	0.07	0.013	医院家属 2 号楼前	室外
8	0.10	0.012	医院门诊楼前	室外

9	0.07	0.009	医院家属 1 号楼前	室外
10	0.08	0.016	医院家属 3 号楼前	室外
11	0.06	0.009	医院家属 4 号楼前	室外

项目所在区域室内 X- γ 辐射剂量率背景值为 0.07~0.09 μ Sv/h，在普通生活环境状态下，辐射环境权重因子按 1 进行考虑，则室内 X- γ 辐射剂量率背景值为 70nGy/h~90nGy/h；室外 X- γ 辐射剂量率背景值为 0.06~0.10 μ Sv/h，在普通生活环境状态下，辐射环境权重因子按 1 进行考虑，则室内 X- γ 辐射剂量率背景值为 60nGy/h~100nGy/h。上述监测结果与《四川省生态环境状况公报 2019 年》中四川省电离辐射环境监测自动站测得的 X- γ 辐射空气吸收剂量率（76.8nGy/h~163nGy/h）处在同一水平，属于当地正常辐射水平。

三、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

本项目主体工程为新建一间放疗室（直线加速器机房）和配套用房。施工过程中主要影响有扬尘、噪声、施工废水、生活污水、建筑渣土、生活垃圾，具体施工流程产污环节如下所述：

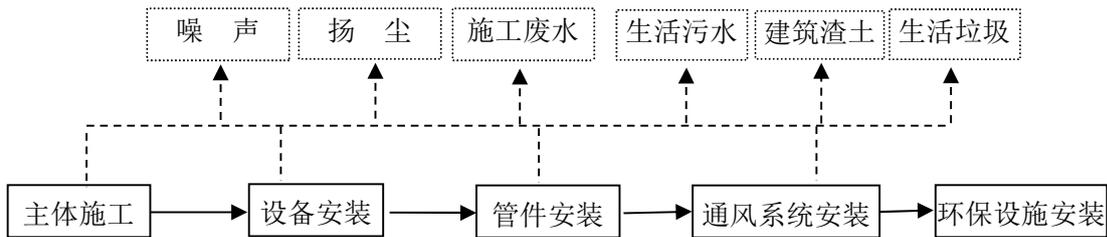


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

1、扬尘

主体施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，主要是通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

2、噪声

施工期噪声包括主体土建浇筑、设备和环保设施安装过程中机械产生的噪声，由于项目施工点位于地下负一层车库，通过墙体屏蔽和距离衰减后对周围保护目标声环境影响较小。

3、废水

本项目施工期废水主要为施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀后回用，生活污水依托医院既有污水处理设施处理后排入市政污水管网。

4、固体废物

施工期固废主要是主体施工过程中产生的建筑渣土、施工人员生活垃圾和装修过程中产生的废弃包装物，均为一般固体废物。建筑渣土运至政府指定的渣土堆放场，由于本项目不存在场地平整，故建筑渣土产生量较小；废弃包装物部分回收利用，部分与生活垃圾一同依托医院现有垃圾收集设施收集，最终由市政环卫统一清运。

二、运营期

1、设备组成及工作原理

本项目医用直线加速器属治疗类射线装置，主要用于肿瘤病人的放射性治疗，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。

医用直线加速器的核心部位由电子枪、加速管和束流控制三个主要部分组成，由于直线加速器结构简单、造价低、不使用放射源，目前已成为医院放射治疗的主要手段。本项目医院拟购买 10MV 直线加速器 1 台，属 II 类射线装置，其结构图见附图 9-2，具体参数见表 9-1，

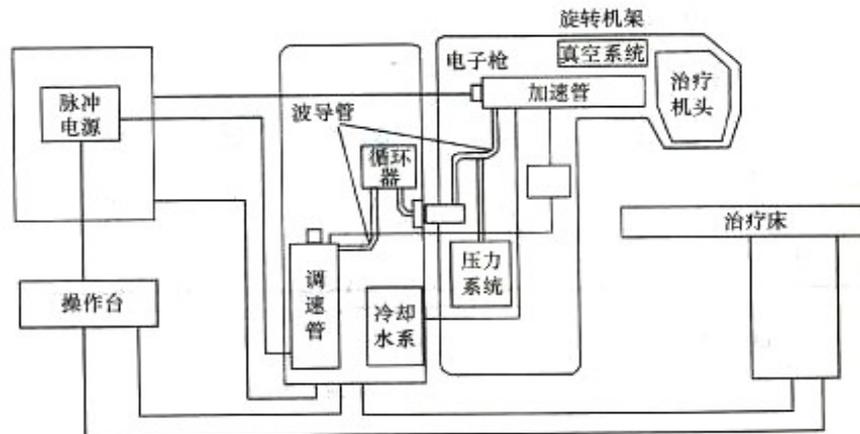


图 9-2 医用直线加速器结构示意图

表 9-1 10MV 医用直线加速器参数

厂家、型号	XHA1400
最大 X 射线能量	10MV
最大电子线能量	12MeV
X 射线泄漏率	≤0.1%
X 射线 1m 处最大剂量率	6Gy/min
电子束 1m 处最大剂量率	5Gy/min
治疗角	0-360°
正常治疗距离	100cm
主射线最大出束角度	28°
等中心高度	1.315m

2、项目流程及产污环节

直线加速器治疗流程为：病人进行放射治疗的确诊并向患者告知可能受到辐射危害→职业人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪→模拟定位、进行体表标记→制定治疗计划、确定照射位置和剂量→病人进入加速器机房→关闭屏蔽门并开启安全联锁→加速器出束治疗、实施治疗→治疗完毕。本项目所使用的直线加速器治疗流程及产污位置见图 9-3。

通过分析可知，产污环节为：模拟定位时产生的 X 射线，加速器治疗过程中产生的 X 射线、电子线、臭氧以及风机、水冷机房水泵产生的噪声。

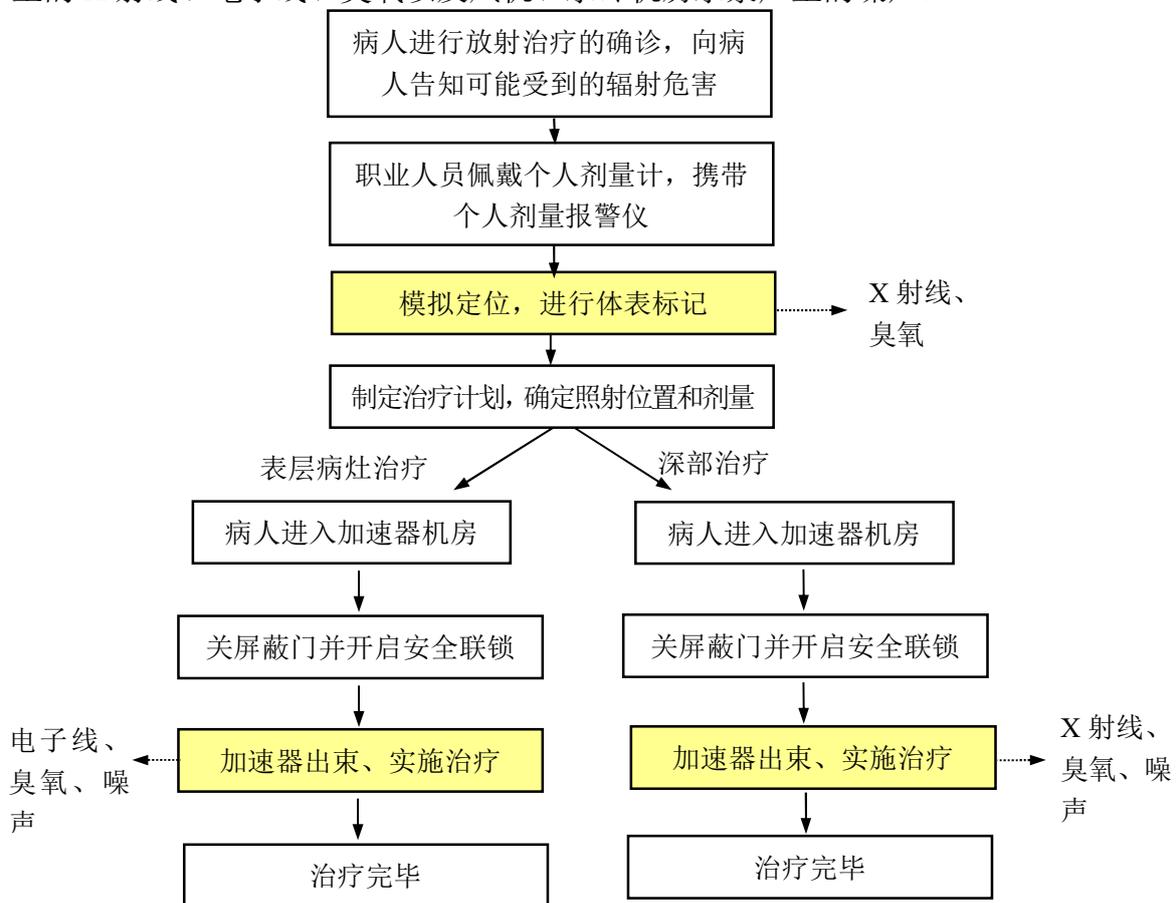


图 9-3 本项目加速器治疗流程及产污环节示意图

3、人流图

根据项目治疗流程，患者进入放疗室时需要医护人员协助其进行摆位，摆位完成后患者留在放疗室等待治疗，医护人员退出治疗室进入操作室，关闭屏蔽门开启安全联锁，加速器出束实施治疗。本项目医护人员和患者路径图见下图和附图 8。

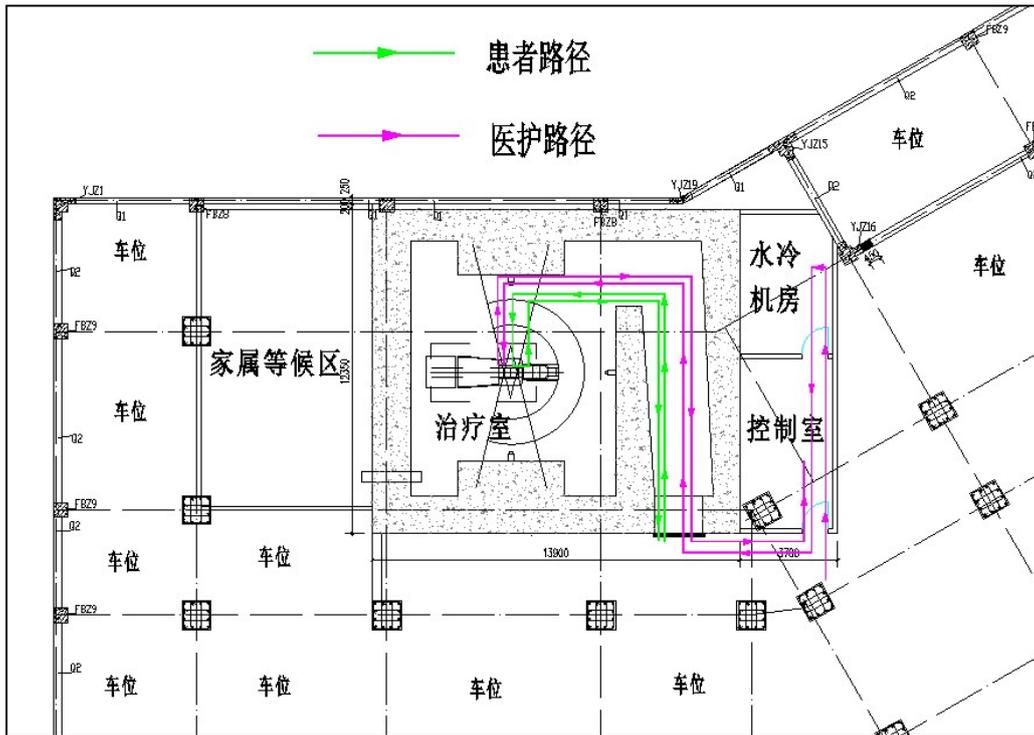


图9-4 本项目医护人员和患者路径图

4、工作负荷

根据院方提供的资料，本项目 10MV 医用直线加速器的运营时间为每年 50 周，每周 5 天，每天治疗 4 人，每人治疗 3 野次，每人每次平均治疗剂量为 1.5Gy，则加速器每周工作负荷为 90Gy，年曝光时间为 90h。

污染源项描述

(一) 施工期及设备调试安装

施工过程中主要影响有扬尘、噪声、施工废水、生活污水、建筑渣土、生活垃圾。建筑渣土产生量约 2m³，生活污水产生量约 5kg/d，生活污水产生量约 0.4m³/d。

射线装置的安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止发生辐射事故。由于设备的安装和调试均在射线装置机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

(二) 运行期

1、电离辐射

直线加速器在开机状态下产生的 X 射线和电子束。

2、废气

直线加速器在曝光过程中使氧分子重新组合产生臭氧，通过加速器西北侧墙体下方轴流风机将室内废气通过排气管道输送到住院大楼屋顶排放。

3、固体废物

本项目运营期固体废物主要为辐射工作人员会产生少量的生活垃圾及办公垃圾，由环卫部门统一清运。

4、废水

辐射工作场所工作人员和患者生活污水，利用医院既有污水处理设施处理后排入市政污水管网。

5、噪声

本项目噪声源主要为风机噪声。医院拟采用低噪音风机，其噪声值不超过 65dB（A），且设备均处于地下负一层，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对外界声环境影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所平面布置及两区划分

1、项目平面布置

本次拟在住院大楼负一层（现状为车库）西北部建设放疗室（直线加速器机房）及配套用房。项目建成后机房西北侧依次为家属等候区、停车位和土体；西南侧依次为停车位（紧邻）和土体；东南侧依次为水冷机房、控制室、停车位；东北侧为土体。

本项目依托已上证在使用的门诊楼二层 CT 室（一）内 CT（III类射线装置）进行模拟定位。新建辐射工作场所位于地下负一层，周围人员较少，流动性较大，设有专用的候诊区域、就诊通道和医护通道，布局合理可行。

本项目平面布置图见附图 3。

2、辐射工作场所两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求有专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区。放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

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

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将射线装置机房划分为控制区，而控制室及与机房相邻的相关工作室划为监督区。控制区和监督区划分情况见表 10-1。

表 10-1 项目控制区和监督区划分情况

项目	控制区	监督区
10MV 直线加速器	放疗室（直线加速器机房） 实体防护区域内，含迷路	控制室、水冷机房、加速器铅门外 1m

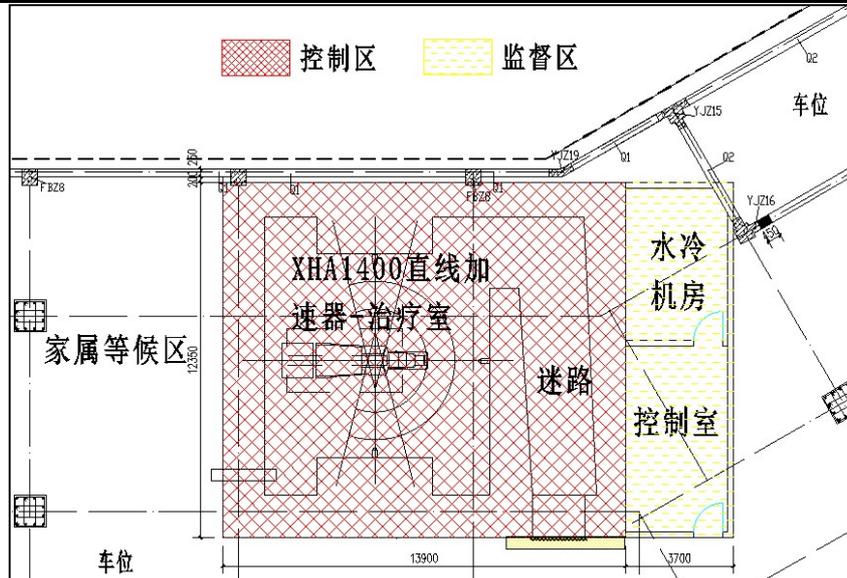


图10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

医院需重视控制区和监督区的管理，进行分区管理。

二、辐射防护设施及措施

1、对 X 射线的实体防护

医院对直线加速器机房采取了实体屏蔽措施，对机房使用面积按照《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）进行校核，具体见表10-2。

表 10-2 直线加速器机房的实体防护设施表

场所	机房面积	墙体		防护门	顶部
			结构及厚度		
直线加速器机房	97.29m ²	东北侧	主屏蔽墙 2500mm 混凝土 宽 4000mm， 次屏蔽墙 1200mm 混凝土	12mm 铅当量单扇电动推拉门	主屏蔽区： 2750mm 宽：4000mm 次屏蔽区： 1450mm
		西南侧	主屏蔽墙 2750mm 混凝土 宽 4000mm， 次屏蔽墙 1450mm 混凝土		
		西北侧	1450mm 厚混凝土		
		东南侧迷路	内墙 1000~1500mm 厚混凝土、 外墙 1000~1450mm 厚混凝土		

备注：混凝土密度2.35g/cm³。

从上表可知，本项目直线加速器机房实际使用面积约97.29m²，大于《放射治

疗机房辐射屏蔽规范第2部分:电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)要求的机房实际使用面积45m²。机房墙体、迷路和顶部均采用混凝土作为防护,防护门为12mm铅当量单扇电动推拉门,亦满足《GBZ/T201.2-2011》的相关要求。

2、通排风系统

加速器机房设有通排风系统,采用机械换气。进风口位于铅门上方离地 3.0m 高处;排风口位于西北侧主屏蔽墙距地面约 0.3m 高处,以“Z”型管道穿墙,墙外侧安装轴流风机,将臭氧抽出机房。抽出的臭氧经 300×300mm 管道连接至负一层东部的通风井,由通风管道输送到住院大楼屋顶上方排放,排放口朝向北方。通风频率共计 10 次/小时,排风量约 3600m³/h。进风口对进入的空气进行过滤,滤掉大部分直径大于 10μm 的粒子。防护上考虑由于进、排风口引起的水泥墙体的减弱,在进、排风口贴铅皮作补偿。洞口加装防鼠金属网。进、排风口设计符合辐射防护要求,排风量及频率满足相关设计规范要求。通排风系统示意图见附图 6。

3、对电子线的防护措施

本项目 10MV 医用直线加速器在按电子模式工作时,最大电子线能量为 12MeV,根据《辐射防护导论》,能量为 E (MeV) 的单能电子束,在低 Z 物质中的射程(单位为 g·cm⁻²)约为能量(单位为 MeV)的 0.6 倍。本项目以电子档工作时最大电子线能量为 12MeV,射程为 12×0.6=7.2g/cm²,可以估算出 12MeV 的电子在密度为 2.35g·cm⁻³ 的混凝土中的深度约为 3.06cm,而本项目屏蔽体厚度最小的亦为 100cm 混凝土,对电子线能产生完全屏蔽,可不再作特殊防护要求,不再考虑对电子模式产生的 X 射线的屏蔽。

当电子束照射到人体时,由于带电粒子的速度远小于光速,加之人体密度较低,产生的韧致辐射较低,主要以电离辐射为主,故本项目可不考虑。

4、辐射防护措施

(1) 操作人员隔室操作: 本项目直线加速器控制室与机房之间以墙体隔开,机房内拟安装电视监控、对讲装置,控制室能通过电视监控观察机房内患者治疗的情况,并通过对讲机与机房内患者联系。机房内墙体交叉口距顶 200mm、迷路口距顶 200mm 处均安装有监控装置,保证机房内监控全覆盖,如附图 4 所示。

(2) 操作台控制: 防止非工作人员操作的锁定开关、对治疗室电视监控和

对讲装置。

(3) 连锁装置

①**门-机联锁**：加速器机房铅门要与出束联锁，屏蔽门未关好，加速器不能出束；加速器工作期间屏蔽门不能打开。

②**门-剂量联锁**：加速器机房铅门与固定式辐射剂量监测仪联锁，当剂量超过预选值时，可自动终止照射，有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，可自动终止照射。

③**门-灯联锁**：加速器机房铅门与工作状态显示联锁，加速器机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。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；当加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。

(4) 紧急制动装置和紧急开门按钮：除了加速器治疗床、加速器主机上以及控制台上自带的紧急制动按钮外，机房内墙非主射线位置上、迷路门出口处均设置有中文标识的紧急停机开关，误入人员按动紧急停机开关就能使加速器停机；迷路出口处设置中文标识的紧急开门按钮。

(5) 工作状态显示及警示标识：加速器机房铅门上设置明显的电离辐射警告标志，出入口应有工作状态显示、声音、光电等警示措施。

(6) 在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），探头安装在机房迷路内墙上（靠近防护门），只要迷路内的剂量超过预设的剂量阈值，就会报警。

(7) 时间防护：通过制定最优化的治疗、诊断方案尽量减少射线装置的照射时间。尽量减少人员与机房的近距离接触时间。

(8) 个人防护：加速器机房的辐射工作人员每人佩戴个人剂量计和预定剂量率阈值的自动报警仪。

(9) 加速器将由生产厂家进行质保维修，医院设备科人员仅对加速器进行日常维护（如电路、开关、机电等维护）。

以上辐射防护措施合理可行，能够有效防止本项目对外环境的影响。

5、设备固有安全性分析

(1) 加速器只有在通电开机时才有 X 射线产生，断电停机即停止出束；通过多叶准直器定向出束，其他方向的射线被自带屏蔽材料所屏蔽。

(2) 条件显示连锁：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，并当机房与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

(3) 控制台上蜂鸣器，在加速器工作时发出声音以警示人员防止误入。

(4) 治疗床旁、加速器主机和控制台上安装紧急制动按钮。

(5) 时间控制连锁，当超过预选照射时间后，定时器能独立使照射停止。

从加速器固有安全性能可以看出，加速器在防止事故发生方面，设有相应措施。只要操作人员按照加速器说明书要求严格执行，就能够减少 X 射线对人员的辐射危害和降低辐射事故的发生率。

6、加速器治疗项目对患者的防护要求

在满足治疗和诊断要求前提下，根据治疗和诊断要求以及病人实际情况制定最优化的治疗、诊断方案，减少工作人员所受剂量，也保护患者受到多余剂量的照射。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“医疗防护最优化”的要求，医院制定《治疗照射最优化方案》需要包括以下内容：

(1) 医用放射性设备要求：医疗照射的系统应当可及时发现系统内单个部件的故障，以使对患者的任何非计划医疗照射减至最小，并有利于尽可能避免或减少人为失误。医院同时应在设备供货方的合作下，使设备时刻处于安全状态。

(2) 操作要求：应按照电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)的要求完善对婴儿及孕妇的防护。

(3) 医疗照射的质量保证：医院按要求在放射治疗中配备了相应的治疗医师、物理师、技师等，并制定了质量保证大纲(方案)。

(4) 对病人的防护措施，应做到：

①根据临床检查结果，对患者肿瘤诊断和治疗方式利弊进行分析，选取最佳治疗方案，并制定最佳治疗计划。

②在保证肿瘤得到足够精确致死剂量使其得以有效抑制或消除的前提下，按病变情况，采用适当技术措施，保护照射野以外的正常组织和器官，使受照剂量尽可能小，以获取尽可能大的治疗效果。

③定期对治疗中患者进行检查和分析，根据病情变化需要，调整治疗计划，密切注意体外放疗中出现的放射反应和可能出现的放射损伤，采取必要的医疗保护措施。

④在治疗过程中，医院应当为患者穿戴合适的防护用品（如铅衣、铅围裙），采用体模或面模固定病人，制作铅档块，对敏感器官和组织进行屏蔽防护。

⑤患者治疗过程中必须详细记录设备运行情况，发现异常时，分析产生原因并及时修正。

⑥照射过程中，通过电视监视病人，发现异常应立即停止照射，继续治疗时应重新设定。严禁患者治疗完后在治疗场所逗留。

医院需制定《治疗照射最优化方案》，并严格按照该规程操作；在每次使用治疗之前，医院应告知病人本次治疗或诊断所受到的辐射剂量率水平，尊重患者及其家属享有的知情权。

三、辐射安全防护设施对照分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》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），将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

辐射安全防护设施		落实情况	备注	
10MV 直线加速器	实体防护	四周墙体+迷路+屋顶屏蔽	本次新增	/
		铅防护门	本次新增	/
	控制台及安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关	仪器自带	/
		加速器治疗床、加速器主机上以及控制台上应具备紧急停机按钮	仪器自带	/
		条件显示连锁、控制超剂量的连锁装置、时间控制连锁	仪器自带	/
		门机连锁、门剂连锁、门灯连锁	本次新增	/
	警示装置	铅门上方电离辐射警示标志	本次新增	/
		铅门上方加速器工作状态显示	本次新增	/
		机房内准备出束音响提示	仪器自带	/
		控制台上蜂鸣器	仪器自带	/
	紧急设施	有中文标识的紧急开门按钮	本次新增	迷路外侧墙上，靠近铅门，按钮高度 1.2m
		监控、对讲装置	本次新增	机房内墙体交叉口、迷路口均安装有监控装置保证机房全覆盖
		有中文标识的紧急停机按钮	本次新增	机房内非主射面墙上、迷路外墙有按钮，高度 1.2m

监测设备	机房内固定式剂量报警仪	本次新增	探头朝向迷路内
	个人剂量报警仪	本次新增	/
	个人剂量计	本次新增	/
其它	机房门防夹人装置	本次新增	/
	便携式X射线辐射监测仪	本次新增	/
	病人未受照部位防护设施、陪护人员防护设施	本次新增	铅橡胶铅衣、铅手套、铅围裙等（0.5mm 铅当量）
	通风系统	本次新增	/

四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，医院将投入一定资金建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目环保投资估算见下表。

表 10-4 环保设施及投资估算一览表

项目	辐射安全防护设施		数量（套/个）	投资金额（万元）
10MV 直线加 速器	实体防护	四周墙体+迷路+屋顶屏蔽	1	***
		铅防护门	1	***
	联锁装置	门机连锁、门剂连锁、门灯连锁	1	***
	警示装置	入口电离辐射警示标志	1	***
		入口加速器工作状态显示	1	***
	紧急设施	有中文标识的紧急开门按钮	1	***
		监控、对讲装置	1	***
		有中文标识的紧急停机按钮	4	***
		有中文标识的固定式剂量报警仪	1	***
	监测设备	个人剂量报警仪	6	***
个人剂量计		6	***	
其它	机房门防夹人装置	1	***	
	便携式X射线辐射监测仪	1	***	
	病人未受照部位防护设施、陪护人员防护设施	1	***	
	通风系统	1	***	
合计	/	/	***	

本项目总投资***万元，环保投资***万元，占总投资的***%。今后医院在医用射线装置应用项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合医院实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。同时医院应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

三废的治理

一、废气

施工期产生的废气主要是施工扬尘，通过对施工范围、施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，降低对环境的影响。

加速器机房设有通排风系统，采用机械换气。进风口位于铅门上方离地 3.0m 高处；排风口位于西北侧主屏蔽墙距地面约 0.3m 高处，以“Z”型管道穿墙，墙外侧安装轴流风机，将臭氧抽出机房。抽出的臭氧经 300×300mm 管道连接至负一层东部的通风井，由通风管道输送到住院大楼屋顶上方排放，排放口朝向北方。通风频率共计 10 次/小时，排风量约 3600m³/h。进风口对进入的空气进行过滤，滤掉大部分直径大于 10μm 的粒子。防护上考虑由于进、排风口引起的水泥墙体的减弱，在进、排风口贴铅皮作补偿。洞口加装防鼠金属网。进、排风口设计符合辐射防护要求，排风量及频率满足相关设计规范要求。本项目产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准（0.20mg/m³）要求。

二、固废

施工装修过程中产生的渣土运至政府指定的渣土堆放场，废弃包装物部分回收利用，部分与生活垃圾一同依托医院现有垃圾收集设施收集，最终由市政环卫统一清运。

运营期产生的生活垃圾依托医院现有垃圾收集设施收集，最终由市政环卫统一清运。

三、废水

施工废水沉淀后循环使用，不外排；施工期生活污水依托医院既有污水处理设施处理后排入市政污水管网。

运营期产生的生活污水依托医院既有污水处理设施处理后排入市政污水管网；本项目加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排。

表 11 环境影响分析

施工期环境的影响

本项目主体工程为新建一间放疗室（直线加速器机房）和配套用房。施工过程中主要影响有扬尘、噪声、施工废水、生活污水、建筑渣土、生活垃圾。施工期主要防护措施有：

1、大气污染防治措施

①施工场地扬尘可用洒水和清扫措施予以抑止。

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加强对施工人员的环保教育，提高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。

④使用商品混凝土，不得进行现场搅拌加工混凝土，禁止使用袋装水泥。

⑤及时清运施工废弃物，暂时不能清运的应采取覆盖等措施，工程完毕后及时清理施工场地。

2、噪声防治措施

①门窗、预制构件、大部分钢筋的成品、半成品在工厂完成，减少施工场地内加工机械产生的噪声。

②不得随意扔、丢，减少金属件的碰击声。电钻等噪声设备使用时间尽量避开中午 12：00~14：00 和晚上 10：00 以后。

③加强现场运输车辆出入的管理，车辆进入现场禁止鸣笛，

④施工单位通过文明施工、加强有效管理，材料堆放必须轻拿轻放。

⑤施工单位在现场张贴通告和投诉电话，建设单位在接到投诉电话后及时与当地环保部门联系，以便及时处理各种环境纠纷。

3、固废防治措施

①建筑渣土运至政府指定的渣土堆放场，废弃包装物部分回收利用，部分与生活垃圾一同依托医院现有垃圾收集设施收集，最终由市政环卫统一清运。

②在工程竣工以后，施工单位应同时拆除各种临时施工设施，做到“工完、料尽、场地清”。建设单位应负责督促施工单位的固体废物处置清理工作。

4、水污染防治措施

施工废水沉淀后循环使用，不外排；施工期生活污水依托医院既有污水处理设施处理后排入市政污水管网。

5、防辐射泄露施工要求

根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）和《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），本项目机房在施工期间应做到：

①本项目直线加速器机房墙体应进行整体浇筑，使用满足要求的混凝土，强度等级应不低于 C50、S8，混凝土密度 2.35g/cm^3 ；

②墙体与铅防护门两侧应留 10cm 的搭接宽度，应预留防护门下沉沟槽。

③穿过加速器机房墙体的各种管道、电缆、进、排风口在主屏蔽墙以外的墙体贯穿，贯穿口采用斜穿方式，应进行相应的屏蔽补偿。

6、安装调试

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在直线加速器机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、X 射线环境影响分析

（一）加速器 X 射线环境影响分析

1、加速器机房主屏蔽区宽度校核

本项目 10MV 直线加速器机房，主屏蔽区包括屋顶及墙体部分位置，主射线的最大出束角度为 28° 。主屏蔽区示意图如图 11-1。

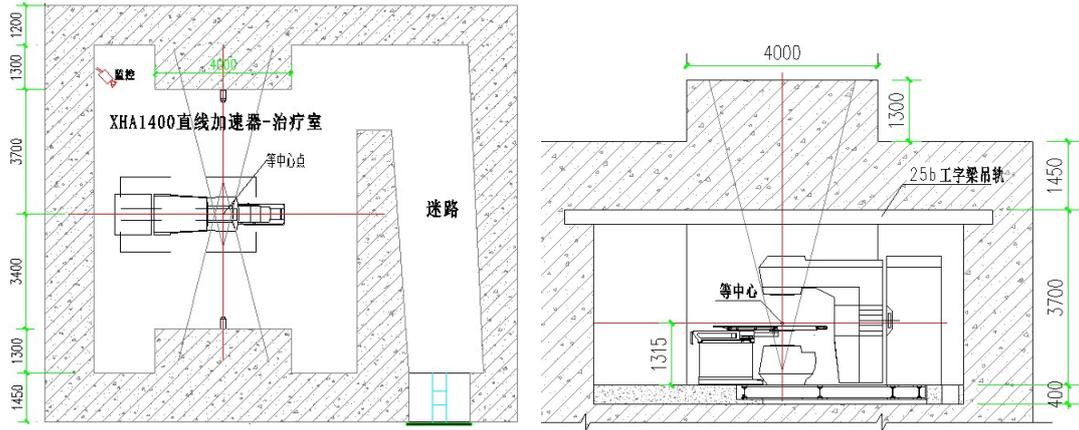
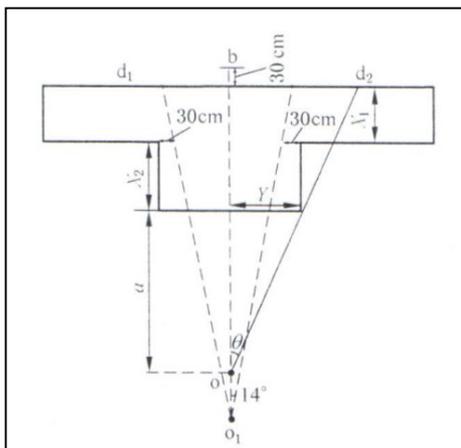


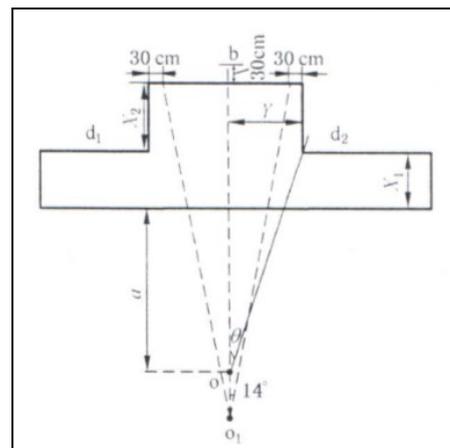
图 11-1 本项目加速器机房主射屏蔽范围计算示意图

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 D，加速器主屏蔽区宽度计算分为以下两种情况，对应的主屏蔽半宽度 Y 的计算公式如下：



主屏蔽区内凸

$$Y = (100 + a + X_2) \text{tg}14^\circ + 30$$



主屏蔽区外凸

$$Y = (100 + a + X_1 + X_2) \text{tg}14^\circ + 30$$

本项目中，东北侧和西南侧的主屏蔽墙体为内凸，顶部主屏蔽墙为外凸，因此对应的主屏蔽区宽度校核见表 11-1。

表 11-1 本项目加速器机房主屏蔽区宽度校核表

焦点距主屏蔽区距离(m)	主屏蔽区宽度计算值(m)	宽度设计(m)	结论
距东北侧主屏蔽墙体 3.7	$2 \times [(1+3.7+1.3) \text{tg}14^\circ + 0.3] = 3.59$	4.0	满足要求
距西南侧主屏蔽墙体 3.4	$2 \times [(1+3.4+1.3) \text{tg}14^\circ + 0.3] = 3.44$	4.0	满足要求
距顶部主屏蔽墙体 2.385	$2 \times [(1+2.385+1.45+1.3) \text{tg}14^\circ + 0.3] = 3.66$	4.0	满足要求

根据上表可知，本项目机房主屏蔽区宽度满足 GBZ/T201.2-2011 要求。设备厂家和建设单位在进行直线加速器安装时，必须严格按照既定的摆位方式进行安

装，杜绝安装后主射方向超出主屏蔽范围的情况出现。

2、加速器机房关注点设立及剂量率参考水平

(1) 加速器机房关注点设立

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)，本项目加速器机房拟建在住院大楼(-1/13F)负一层。

本项目加速器机房关注点设立及主要照射路径图见图 11-2、11-3。

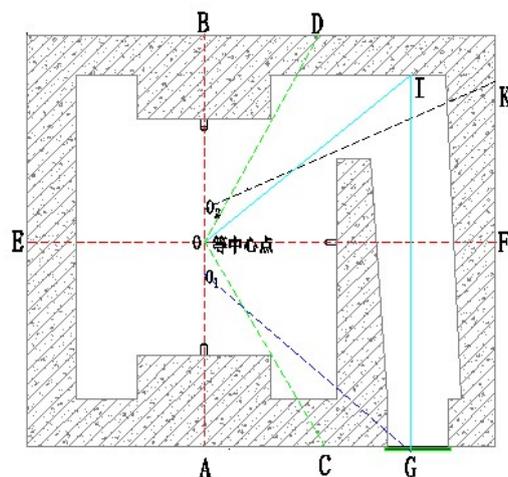


图 11-2 本项目加速器机房关注点及主要照射路径示意图(平面)

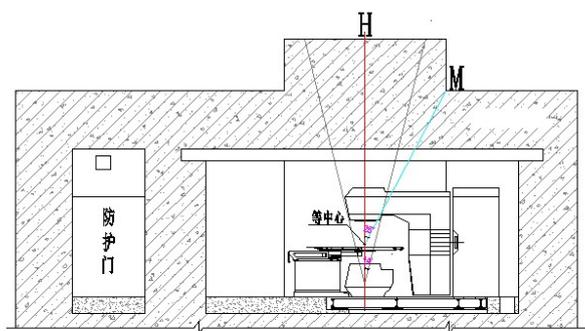


图 11-3 本项目加速器机房关注点及主要照射路径示意图(剖面)

(2) 剂量率参考水平

根据《电子直线加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)，加速器迷路门处、控制室和加速器机房墙体外 30cm 处，周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，故本次 10MV 加速器机房外各关注点的剂量率参考控制水平均为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

3、加速器机房屏蔽体厚度校核

(1) 主屏蔽区、迷路内墙和外墙厚度校核

利用 GBZ/201.2-2011 的相关公式对主屏蔽区、迷路外墙、迷路内墙进行厚度核算。屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按下式进行计算。

$$B = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_0} \times \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots(\text{式 11-1})$$

$$Xe = TVL \times \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots\dots\dots(\text{式 11-2})$$

$$X_1 = Xe \cos \theta \dots\dots\dots(\text{式 11-3})$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

H_c —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv.m}^2/\text{h}$ ；本项目为 $3.60 \times 10^8 \mu\text{Sv.m}^2/\text{h}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f—有用束为 1；泄漏辐射为主射射线比率（0.1%）

θ —斜射角，即入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角；

TVL1（cm）和 TVL（cm）—辐射在屏蔽物质中第一个什值层厚度和平衡什值层厚度；

Xe—墙体有效屏蔽厚度，cm；

X_1 —墙体屏蔽厚度，cm。

表 11-2 加速器机房主屏蔽区、迷路外墙和迷路入口厚度校核

参数	主屏蔽区 (墙体 A 点)	主屏蔽区 (墙体 B 点)	主屏蔽区 (屋顶 H 点)	迷路外墙 (K 点)	迷路入口 (G 点)
He ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	0.625
R (m)	6.45	6.50	5.45	9.75	8.1
$H_0(\mu\text{Sv.m}^2/\text{h})$	3.6×10^8				
f	1	1	1	10^{-3}	10^{-3}
B	2.89×10^{-7}	2.93×10^{-7}	2.06×10^{-7}	6.60×10^{-4}	1.14×10^{-4}
TVL1 (cm)	41	41	41	35	35
TVL (cm)	37	37	37	31	31
Xe (cm)	220	246	251	103	126
斜射角 θ	0°	0°	0°	0°	30°
X_1 (cm)	220	246	251	103	109
设计厚度 (cm)	275	250	275	150	148

是否满足要求	满足	满足	满足	满足	满足
--------	----	----	----	----	----

备注：根据 GBZ/T201.2-2011 第 4.3.2.5.1b)，泄漏辐射核算迷路内墙厚度时，剂量率参考控制水平为 $H_{c,max}$ 的 1/4。

(2) 与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度核算

根据 GBZ/201.2-2011，对于与主屏蔽区相连的次屏蔽区应考虑泄漏辐射和患者的一次散射辐射的复合作用，分别计算其所需屏蔽厚度，取较厚者。泄漏辐射所需厚度按照式 11-1、11-2、11-3 进行计算，散射辐射的透射因子按式 11-1、11-3、11-4 进行计算，TVL1 (cm) 和 TVL (cm) 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。

$$B = \frac{\dot{H}_c \times R_s^2}{H_0 \times \alpha_{ph} \times (F/400)} \dots\dots\dots(式 11-4)$$

式中： α_{ph} —患者 400cm² 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm² 面积上的散射因子；

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm²；

表 11-3 与主屏蔽区相连的次屏蔽区、侧屏蔽墙漏射辐射屏蔽厚度核算

参数	墙体 D 点	墙体 C 点	屋顶 M 点	侧墙 E 点
He(μSv/h)	1.25	1.25	1.25	1.25
R (m)	7.35	7.40	4.60	5.50
H ₀ (μSv.m ² /h)	3.6×10 ⁸	3.6×10 ⁸	3.6×10 ⁸	3.6×10 ⁸
f	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³
透射因子 B	1.88×10 ⁻⁴	1.90×10 ⁻⁴	7.35×10 ⁻⁵	1.05×10 ⁻⁴
TVL1 (cm)	35	35	35	35
TVL (cm)	31	31	31	31
Xe (cm)	120	119	132	127
斜射角θ	30°	30°	30°	0°
X ₁ (cm)	104	103	114	127
设计屏蔽厚度 (cm)	120	145	145	145
设计是否满足要求	满足	满足	满足	满足

备注：对于与主屏蔽区相连的次屏蔽区泄露辐射所需屏蔽厚度核算时，剂量率参考控制水平取 $H_{c,max}$ 的一半。

表 11-4 与主屏蔽区相连的次屏蔽区散射辐射屏蔽厚度核算

参数	墙体 D 点	墙体 C 点	屋顶 M 点
He(μSv/h)	1.25	1.25	1.25
R (m)	7.35	7.40	4.60
H ₀ (μSv.m ² /h)	3.6×10 ⁸	3.6×10 ⁸	3.6×10 ⁸
α_{ph}	3.18×10 ⁻³	3.18×10 ⁻³	1.35×10 ⁻³

F(cm ²)	40×40	40×40	40×40
透射因子 B	1.47×10 ⁻⁵	1.49×10 ⁻⁵	1.36×10 ⁻⁵
TVL (cm)	28	28	28
有效屏蔽厚度 Xe (cm)	135	135	136
斜射角θ	30°	30°	30°
散射所需屏蔽厚 (cm)	117	117	118
设计厚度 (cm)	120	145	145
设计是否满足要求	满足	满足	满足

备注：①对于与主屏蔽区相连的次屏蔽区散射辐射所需屏蔽厚度核算时，剂量率参考控制水平取 H_{e,d} 的一半；②当未说明 TVL₁ 时，TVL₁=TVL。

(3) 防护门铅厚度 (X) 校核

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)，防护门铅厚度校核公式为：

$$X = TVL \cdot \log B^{-1} \dots \dots \dots \text{(式 11-5)}$$

$$B = \frac{\dot{H}_c - \dot{H}_{og}}{\dot{H}_g} \dots \dots \dots \text{(式 11-6)}$$

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \times (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} \times \dot{H}_0 \dots \dots \dots \text{(式 11-7)}$$

式中：

X—防护门铅当量厚度，mm；

TVL—单位 mm，根据 (GBZ/T201.2-2011) 中 5.2.6.1 c) 可知，入口处散射辐射能量约为 0.2MeV，对应的铅 TVL 取值为 5；

B—辐射屏蔽透射因子。

H_c—关注点处的散射辐射剂量率参考控制水平，μSv/h，本项目为 2.5μSv/h；

H_{og}—O₁ 位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在 G 处的剂量率；

H_o—加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv·m²/h，本项目为 3.6×10⁸μSv·m²/h；

a_{ph}—400cm² 面积上的散射因子，本项目取 45° 散射角的值 (本项目取 1.35×10⁻³)；

α₂—墙入射的患者散射辐射因子，患者一次散射角为 45°，墙入射角为 45°，墙散射角近似按 0° 计算，查得混凝土墙 45° 入射、0° 散射、1m² 的散射因子 α₂=5.1×10⁻³ (查附录 B 表 B.6)；

A—散射面积，m²；经计算本项目为 17m²；

R₁—第一次散射路径；R₁=7.9m；

R_2 —第二次散射路径； $R_2=11.1\text{m}$ ；

F—治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 ；本项目等中心处最大治疗野为 $40\text{cm}\times 40\text{cm}=1600\text{cm}^2$ ；

经计算： $H_g=21.9\mu\text{Sv/h}$ ， $B=(2.5-0.023)/21.9=0.113$

最终得到防护门的铅当量厚度为：

$X=\text{TVL}\cdot\log B^{-1}=4.73\text{mm}$ 。

由理论计算可知，迷路入口铅防护门屏蔽厚度为 4.73mm，实际设计为 12mm，可满足屏蔽要求。

小结：经计算，本项目机房主屏蔽体宽度满足要求，主屏蔽区墙体、次屏蔽区墙体、侧屏蔽墙体、迷路外墙厚度满足要求，防护门铅厚度亦满足要求。

4、电子直线加速器对关注点产生的剂量估算

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），本项目医用电子直线加速器在运行过程中对关注点（附图 11-2 和 11-3）处人员产生的最大剂量可根据以下公式进行计算：

主射线束和泄露辐射剂量估算（式中各符号含义同前文）：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times f}{R^2} \times B \dots\dots\dots \text{（式 11-8）}$$

$$B = 10^{-\frac{(Xe+TVL-TVLI)}{TVL}} \dots\dots\dots \text{（式 11-9）}$$

$$Xe = X / \cos \theta \dots\dots\dots \text{（式 11-10）}$$

患者一次散射辐射剂量估算

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{（式 11-11）}$$

机房迷路入口处 X 射线散射辐射剂量率 H_g

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} \times H_0 \dots\dots\dots \text{（式 11-12）}$$

$$\dot{H}_c = \dot{H}_g \cdot 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{og} \dots\dots\dots \text{（式 11-13）}$$

由式 11-14 估算各关注点的年剂量：

$$E = \dot{H} \times 10^{-3} \times q \times h \times W_T \dots\dots\dots \text{（式 11-14）}$$

式中：

H—关注点的剂量当量 ($\mu\text{Sv/h}$)；

E—关注点的年剂量 (mSv/a)；

h—工作负荷 (h/a)；

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

W_T —组织权重因数，全身为 1。

由此估算的主射线束和泄露辐射对各关注点产生的剂量见表 11-5，由患者一次散射对各关注点产生的剂量见表 11-6、11-7，机房迷路入口处由散射辐射产生的剂量见表 11-8。

表 11-5 加速器主射线束、泄露辐射对关注点的剂量估算表

计算参数	主屏蔽区 (A 点)	主屏蔽区 (B 点)	主屏蔽区 (H 点)	迷路外墙 (K 点)	迷路入口 (G 点)	墙体 (D 点)	墙体 (C 点)	顶部 (M 点)	墙体 (E 点)
设计屏蔽体厚度 X (cm)	275	250	275	150	148	120	145	145	145
斜射角 θ	0°	0°	0°	0°	30°	30°	30°	30°	0°
Xe (cm)	275	250	275	150	171	139	167	167	145
TVL1 (cm)	41	41	41	35	35	35	35	35	35
TVL (cm)	37	37	37	31	31	31	31	31	31
透射因子 B	4.74×10^{-8}	2.25×10^{-7}	4.74×10^{-8}	1.95×10^{-5}	4.13×10^{-6}	4.56×10^{-5}	5.34×10^{-6}	5.34×10^{-6}	2.82×10^{-5}
$H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h})$	3.6×10^8								
f	1	1	1	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}
R (m)	6.45	6.50	5.45	9.75	8.1	7.35	7.40	4.60	5.50
剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)	4.10×10^{-1}	1.91	5.74×10^{-1}	7.39×10^{-2}	2.27×10^{-2}	3.04×10^{-1}	3.51×10^{-2}	9.09×10^{-2}	3.37×10^{-1}
工作负荷 (h)	90	90	90	90	90	90	90	90	90
居留因子 (q)	1/4	1/16	1/4	1	1	1/4	1/4	1/4	1/4
年剂量 E (mSv/a)	9.22×10^{-3}	1.07×10^{-2}	1.29×10^{-2}	6.65×10^{-3}	5.10×10^{-4}	6.84×10^{-3}	7.90×10^{-4}	2.05×10^{-3}	7.57×10^{-3}
受照类型	公众	公众	公众	职业人员	—	公众	公众	公众	公众

表 11-6 加速器机房患者一次散射对关注点的剂量估算表

计算参数	与主屏蔽区相连的次屏蔽区		
	墙体 D 点	墙体 C 点	顶部 M 点
屏蔽厚度 X (cm)	120	145	145
斜射角 θ	30°	30°	30°
Xe (cm)	139	167	167
TVL (cm)	28	28	28
透射因子 B	1.12×10^{-6}	1.05×10^{-7}	1.05×10^{-7}
H ₀ (μ Sv.m ² /h)	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
α_{ph}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}	1.35×10^{-3}
F(cm ²)	40×40	40×40	40×40
R (m)	7.35	7.40	4.60
剂量当量 H(μ Sv/h)	9.54×10^{-2}	8.76×10^{-3}	2.27×10^{-2}
工作负荷 (h)	90	90	90
居留因子 (q)	1/4	1/4	1/4
年剂量 E(mSv/a)	2.14×10^{-3}	1.97×10^{-4}	5.10×10^{-4}
受照类型	公众	公众	公众

对于墙体 D 点、E 点和顶部 M 点既要受 X 射线漏射影响，亦要受机房患者一次散射影响，通过剂量叠加得到上述关注点的最终年剂量如下表所示：

表 11-7 D、C、M 关注点剂量叠加结果

计算参数	与主屏蔽区相连的次屏蔽区		
	墙体 D 点	墙体 C 点	顶部 M 点
漏射影响(mSv/a)	6.84×10^{-3}	7.90×10^{-4}	2.05×10^{-3}
散射影响(mSv/a)	2.14×10^{-3}	1.97×10^{-4}	5.10×10^{-4}
年剂量(mSv/a)	8.98×10^{-3}	9.87×10^{-4}	2.56×10^{-3}
受照类型	公众	公众	公众

表 11-8 加速器机房防护门外剂量估算

计算参数	机房迷路入口处（防护门外）
迷路入口处的散射辐射剂量率 H _g (μ Sv/h)	21.9
屏蔽厚度 X (mm)	12
TVL (mm)	5
剂量当量 H _c (μ Sv/h)	0.11
工作负荷 (h)	90
居留因子 (m)	1/4

关注点年剂量(mSv/a)	2.48×10 ⁻³
---------------	-----------------------

从表 11-5 和 11-8 可知，照射类型为职业人员年剂量最大为 6.65×10⁻³mSv，照射类型为公众年剂量最大为 1.29×10⁻²mSv，分别低于本次评价确定的 5.0mSv 和 0.1mSv 的剂量约束值。

二、保护目标环境影响分析

由于电离辐射水平与距离的平方成反比，同一保护目标受照剂量，本次仅对距辐射源最近的进行预测，以此代表该保护目标所受年剂量评价结果。本项目各保护目标所受辐射剂量预测结果如下表所示：

表 11-9 本项目对保护目标的影响分析

位置	保护目标	居留因子	与射线束最近距离 (m)	照射类型	项目	年剂量 (mSv/a)
东南侧控制室、水冷机房	职业人员	1	9.75	职业照射	评价值	6.65×10 ⁻³
西北侧家属等候区	公众人员	1/4	5.50	公众照射	评价值	7.57×10 ⁻³
西南侧停车位	公众人员	1/4	7.40	公众照射	评价值	9.22×10 ⁻³
东南侧停车位	公众人员	1/4	12.35	公众照射	评价值	1.04×10 ⁻³
机房正上方花台	公众人员	1/4	5.45	公众照射	评价值	1.29×10 ⁻²
东侧 3 号和 4 号家属楼	公众人员	1/4	43.5	公众照射	评价值	8.35×10 ⁻⁵
东北侧 1 号家属楼	公众人员	1/4	26	公众照射	评价值	2.69×10 ⁻³
西北侧门诊医技楼	公众人员	1/4	27	公众照射	评价值	3.14×10 ⁻⁴
西侧 2 号家属院	公众人员	1/4	38	公众照射	评价值	1.59×10 ⁻⁴
西南侧住院大楼	公众人员	1/4	23.5	公众照射	评价值	6.95×10 ⁻⁴

由表 11-9 可知，保护目标为职业人员的所受最大剂量为 6.65×10⁻³mSv/a，保护目标为公众的所受最大剂量为 1.29×10⁻²mSv/a，分别低于本次评价确定的 5mSv/a 和 0.1mSv/a 的剂量约束值。由于电离辐射水平与距离的平方成反比，故评价范围内其余保护目标所受年剂量亦小于相应评价约束值。

三、臭氧环境影响分析

加速器机房内空气中的氧受 X 射线电离而产生臭氧，其产额可用下面公式计算。

$$Q_o = 6.5 \times 10^{-3} \cdot G \cdot S_o \cdot R \cdot g \quad \dots\dots\dots \text{(公式 11-15)}$$

式中：

Q_o—臭氧产率 mg/h；

G—射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy.m²/h，本项目 10MV 直线加速器取 360；

S₀—射束在距离源点 1m 处的照射面积 m²，取（最大射野 40×40cm²）0.16m²；

R—射束径迹长度 m，取 1m；

g—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O₃ 的分子数，本项目取 10。

经计算，臭氧产额为 3.74mg/h。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_o \cdot T_v / V \quad \dots\dots\dots \text{（公式 11-16）}$$

式中：

C—室内臭氧浓度，mg/m³；

Q_o—臭氧产额 mg/h；

T_v—臭气有效清除时间，h；

V—机房空间体积，m³，本项目为 360m³；

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \quad \dots\dots\dots \text{（公式 11-17）}$$

t_v—每次换气时间，0.1h；

t_a—臭氧分解时间，取值为 0.83h。

加速器机房每小时换气 10 次，每次换气时间均为 6min，则加速器机房内臭氧浓度为 9.27×10⁻⁴mg/m³。

加速器机房设有通排风系统，采用机械换气。进风口位于铅门上方离地 3.0m 高处；排风口位于西北侧主屏蔽墙距地面约 0.3m 高处，以“Z”型管道穿墙，墙外侧安装轴流风机，将臭氧抽出机房。抽出的臭氧经 300×300mm 管道连接至负一层东部的通风井，由通风管道输送到住院大楼屋顶上方排放，排放口朝向北方。通风频率共计 10 次/小时，排风量约 3600m³/h。进风口对进入的空气进行过滤，滤掉大部分直径大于 10μm 的粒子。防护上考虑由于进、排风口引起的水泥墙体的减弱，在进、排风口贴铅皮作补偿。洞口加装防鼠金属网。进、排风口设计符合辐射防护要求，排风量及频率满足相关设计规范要求。本项目产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》

（GB3095-2012）二级标准（0.20mg/m³）的要求。

四、噪声的环境影响分析

机房内的换气风机安装于加速器机房西北侧主屏蔽墙距地面约0.3m高处，位于住院大楼负一层，且源强不高于65dB(A)，通过实体防护和距离衰减后，边界噪声可满足《社会生活环境噪声排放标准》（GB22337-2008）2类标准限值要求。由于加速器诊疗工作均在白天进行，因此对院内保护目标（1、2、3、4号家属院）公众夜间休息不产生影响，对保护目标昼间的声环境影响满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类限值要求。

五、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和水冷机房废水。处理措施：生活污水依托医院既有污水处理设施处理后排入市政污水管网；本项目加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排。

六、固体废物影响分析

本项目运营期主要固体废物为辐射工作人员生活垃圾及办公垃圾，均由市政环卫统一清运。

事故影响分析

一、事故风险识别

直线加速器不运行时不存在放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有运行期才会产生 X 射线、电子束等危害因素，而且最大可能的事故主要有三种：

①当门机连锁失效时，医用直线加速器运行时，其它无关人员误入或滞留于加速器机房；

②检修时，检修人员触动直线加速器开关，造成检修人员发生急性重度放射病、局部器官残疾。

二、源项分析及事故等级分析

直线加速器会产生 X 射线、电子线以及臭氧，臭氧经通风设施换气、稀释，对大气环境基本无影响，电子线经机房屏蔽体的材料和厚度屏蔽后，在环境辐射方面已无影响，故医用直线加速器可能发生的风险事故中，其风险因子主要为 X

射线。按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-10 中。

表 11-10 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

装置名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
直线加速器	X 射线	装置失控导致人员受超年剂量限值的照射。	一般辐射事故
		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
		装置失控导致 2 人以上（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。	特别重大辐射事故

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

表 11-11 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

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

三、最大可能性事故后果计算

（1）事故情景假设

①在对病人进行治疗时，10MV 直线加速器主射束 1m 处剂量率最大值为 6Gy/min，假设考虑安全联锁失效，有人员误入机房，人员在无其它屏蔽的情况下处于加速器照射头射束 1m 处的非主射方向，受到散射和漏射的影响，加速器散射束和漏射束的空气比释动能率均取主射束方向的 0.1%，每次误入照射时间为 2 分钟（单次照射最长时间）。

②在维修人员进行检修时，检修人员必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪，假设触动直线加速器开关，造成维修人员在无其它屏蔽的情况下处于加速器照射头射束0.5m处的直射方向，10MV直线加速器主射束1m处剂量率为最大值6Gy/min，检修人员被误照射开始至听报警仪报警关闭加速器停止出束时间为10秒。

(2) 后果计算与分析

11-12 事故状态下非主射方向不同时间、距离处有效剂量情况表 (mSv)

时间 (s) \ 距离 (m)	10	60	120
0.5	4	24	48
1	1	6	12
2	0.25	1.5	3
5	0.04	0.24	0.48

表 11-13 事故状态下主射方向不同时间、距离处有效剂量情况表 (mSv)

时间 (s) \ 距离 (m)	1	10	60	120
0.5	400	4000	24000	48000
1	100	1000	6000	12000
2	25	250	1500	3000
4	6.3	62.5	375	750

①通过计算，在以上假设事故情景下，人员误入 2 分钟，受到直线加速器非主射方向 0.5m 处的辐射影响，其有效剂量为 48mSv，超过人员年剂量限值（20mSv），为一般辐射事故。

②通过计算，在以上假设事故情景下，维修人员受到直线加速器主射方向 0.5m 处 10 秒钟的辐射影响，其有效剂量为 4Sv/次，为较大辐射事故。

四、事故防范措施

(1) 直线加速器运行时其它无关人员误入或滞留于加速器机房。

应对措施：安装有两套独立的剂量监测系统，每套皆可单独终止照射；本项目 10MV 直线加速器机房设置有迷路，当有人员误入或滞留时，人员可立即按动墙上紧急停机按钮，并且躲进迷路，按动迷路防护门入口处的紧急开门按钮，逃出机房。本项目直线加速器治疗床上、控制台上也有机器自带的紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(2) 维修人员进行检修时，触动直线加速器开关，造成维修人员在无其它屏蔽的情况下受到照射

应对措施：检修人员必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；人员可立即按动墙上紧急停机按钮，并且躲进迷路，按动迷路防护门入口处的紧急开门按钮，逃出机房。本项目直线加速器治疗床上、控制台上也有机器自带的紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

（3）管理应对措施

医院在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。
- ③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。
- ④制定医院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

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

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组,并根据实际情况及时做出了调整——古蔺县人民医院关于调整辐射安全与环境保护管理领导小组的通知(古人医[2020]34号),组长为周小华。领导小组下设办公室,办公室设在放射科,负责日常辐射安全与防护工作。文件中已规定辐射防护管理领导小组的职责。

医院应进一步完善细化辐射安全与环境保护管理机构的职能,补充小组成员联系方式,还需在文件中对辐射防护管理领导小组增加以下职责:①对医院的核技术利用项目安全防护情况进行年度评估;②组织有关人员学习、实施辐射防护法规;③组织辐射防护知识的宣传,并对有关人员进行防护知识教育;④会同上级有关部门按有关法规调查处理辐射事故,并对有关人员提出处理意见。

二、辐射工作人员配置

1、古蔺县人民医院既有辐射工作人员 72 人,其中 39 人参加了辐射安全防护培训并考核合格。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定,医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台(网址:<http://fushe.mee.gov.cn>)学习辐射安全与防护知识并通过考试。新从事辐射活动的人员,以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员,应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

2、医院定期对已有辐射工作人员个人剂量进行了检测,截至目前,未出现剂量异常情况。

3、本项目配备有质量控制检测设备,并制定了相应的质量保证大纲和质量控制检测计划,由专职负责辐射安全与环境保护管理工作和质量保证与质量控制检测工作。

辐射安全档案资料管理和规章制度

一、档案管理分类

医院对相关资料进行了分类归档放置，包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“废物处置记录”，存放在放射科办公室。

二、已建立主要规章制度

医院已制定了一系列辐射安全规章制度，具体见表 12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称	备注
1	医院辐射防护安全责任制度	已制定
2	辐射安全操作规程	需补充直线加速器安全操作规程，并挂于墙上
3	辐射工作人员管理规章制度	已制定，但需完善直线加速器放射防护管理制度，并将辐射工作场所安全管理要求的内容，需悬挂于辐射工作场所墙上
4	医院剂量监测规章制度	已制定，需增加直线加速器场所和环境辐射水平监测方案
5	辐射安全装置定期检查与维护规章制度	已制定
6	辐射事故处理、应急处置规章制度	已制定，预案中“辐射事故应急响应程序”已经悬挂于辐射工作场所墙上
7	定期剂量检测和剂量仪的校准制度	已制定
8	辐射工作人员培训计划	已制定，需补充网络培训的要求及频次。
9	辐射工作设备操作规程	已制定，内容挂于辐射工作场所墙上，应增加直线加速器操作规程
10	辐射工作人员岗位职责	已制定，内容悬挂于辐射工作场所墙上
11	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	已制定

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

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

辐射监测

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

一、工作场所监测

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

二、医院自我监测

医院定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

三、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

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

表 12-2 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测周期	监测点位
放疗室（加速器机房）	X- γ 空气吸收剂量率	验收监测、委托有资质的单位监测，频率为1次/年；自行开展辐射监测	墙体四周外侧、操作位、防护门外、迷路内墙外、水冷机房、正上方花台

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

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

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

c、制定辐射环境监测管理制度。

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

四、个人监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为1次/季。

(1) 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，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。

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

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

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

五、年度评估报告情况

医院已按照《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《安全和防护状况年度评估报告》，并于每年1月31日前向发证机关提交报告，且将年度评估报告的电子档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/rsmsreq/login.jsp>）。

辐射事故应急

为了应对辐射事故和突发事件，医院已经制定了辐射事故应急预案，并成立放射防护与安全领导小组，负责医院辐射防护与安全的全面工作。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》相关规定：（1）医院既有辐射事故应急预案包括了下列内容：①应急机构和职责分工；②应急和救助的装备、资金、物资准备；③辐射事故分级与应急响应措施；④辐射事故调查、报告和处理程序（事故上报时要向生态环境、卫健委、公安部门汇报）。（2）应急预案中还应补充

以下内容：①增加应急人员的组织、培训计划和实施；②增加“项目具体的风险因子辐射伤害程度与事故分级”内容；③定期进行应急演练。

医院应当根据以上要求，完善应急预案相关内容，在今后预案实施过程中，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进行补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

医院拟在已建住院大楼（-1/13F）负一层（现状为车库）新建放疗室（直线加速器机房）1间，机房内安装使用1台10MV直线加速器（II类射线装置，型号为XHA1400），用于全身肿瘤治疗。治疗时X射线最大能量为10MV，1m处剂量率为6Gy/min；电子束最大能量为12MeV，1m处剂量率为5Gy/min；年曝光时间约90h。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2020年1月1日施行）相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属于第三十七项“卫生健康”中第5款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目机房拟建位置位于医院中央，50m评价范围无院外保护目标。根据本项目预测结果，项目运营期产生的电离辐射经实体屏蔽防护后，机房外剂量当量率即满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）要求，机房外人员所受年剂量即满足本次确定剂量约束值要求。直加机房所在住院大楼负一层均为车库，人员流动性较大，不会在机房周围长时间停留，亦减小了人员所受剂量；机房正上方地面投影为花台，本项目产生的电离辐射同时经机房实体和天然土体双重屏蔽以及距离衰减后，评价范围内保护目标处剂量率远小于机房屏蔽体外30cm处剂量率，人员所受剂量亦低于机房外人员所受剂量，满足本次确定的剂量约束值。综上所述，从辐射安全防护角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

由监测报告可知，项目所在区域的X-γ辐射空气吸收剂量率背景值与《四川省生态环境状况公报 2019年》中四川省电离辐射环境监测自动站测得的X-γ辐射空气吸收剂量率（76.8nGy/h~163nGy/h）处在同一水平，属于当地正常辐射

水平。

五、环境影响评价分析结论

(1) 施工期环境影响分析

本项目施工工程量小，时间短，故施工期的环境影响是短暂的，施工结束后影响即可消除，对周围环境影响较小。

(2) 营运期环境影响分析

严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量低于本次确定的 5.0mSv 剂量约束值；所致公众年剂量低于本次确定的 0.1mSv 剂量约束值。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

六、环保设施与保护目标

按照环评报告落实后，医院环保设施配置较全，总体效能良好，可使保护目标所受年剂量低于本次确定的剂量约束值。

七、事故风险与防范

医院按要求制订合理可行的辐射事故应急预案和安全规章制度，并认真贯彻实施，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、辐射安全管理的综合能力

医院按照环评要求完善相关内容后，对本项目辐射设备和场所而言，其具备辐射安全管理的综合能力。

九、环境影响评价报告信息公开

在本项目环境影响报告表送审前，建设单位古藺县人民医院在医院网站上进行了公示，截至报告送审前，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

十、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为从环境保护和辐射防护角度看项目在古藺县人民医院住院大楼负一层建设是可行的。

十一、项目环保竣工验收检查内容

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	辐射安全防护设施		数量 (套/个)
10MV 直线加速器	实体防护	四周墙体+迷路+屋顶屏蔽	1
		铅防护门	1
	联锁装置	门机连锁、门剂连锁、门灯连锁	1
	警示装置	入口电离辐射警示标志	1
		入口加速器工作状态显示	1
	紧急设施	有中文标识的紧急开门按钮	1
		监控、对讲装置	1
		有中文标识的机房内紧急停机按钮	4
		有中文标识的固定式剂量报警仪	1
	监测设备	个人剂量报警仪	6
个人剂量计		6	
其它	机房门防夹人装置	1	
	便携式X射线辐射监测仪	1	
	病人未受照部位防护设施、陪护人员防护设施	1	
	通风系统	1	
相关制度	医院辐射防护安全责任制度、辐射安全操作规程、辐射安全管理制度、辐射工作人员管理制度、医院剂量监测规章制度、辐射安全装置定期检查与维护规章制度、辐射事故处理、应急处置规章制度、定期剂量检测和剂量仪的校准制度、辐射工作人员培训计划、辐射工作设备操作规程、辐射工作人员岗位职责、辐射工作场所和环境辐射水平监测方案、质量保证大纲和质量控制检测计划	《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。相关制度中须涵盖直线加速器内容。	

建议和要求

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台(网址: <http://fushe.mec.gov.cn>) 学习辐射安全与防护知识并通过考试; 已取得辐射安全培训合格证的, 合格证到期前, 需进行再培训。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

3、定期检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

4、医院须重视控制区和监督区的管理。

5、现有射线装置在报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

6、延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在“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。

7、本次环评仅涉及射线装置工作场所如有变化，应另作环境影响评价。

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

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

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

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

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。