

核技术利用建设项目

娄底市第一人民医院放疗中心建设项目

环境影响报告表

(送审稿)

娄底市第一人民医院

二〇二六年六月

核技术利用建设项目

娄底市第一人民医院放疗中心建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：娄

建设单位法人代表

通讯地址：湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路

邮政编码：417000

电子邮箱：/

联系人：

联系电话：

打印编号：1779780415000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	04p2sd		
建设项目名称	娄底市第一人民医院放疗中心建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	[Redacted]		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	[Redacted]		
统一社会信用代码	[Redacted]		
法定代表人（签章）	[Redacted]		
主要负责人（签字）	[Redacted]		
直接负责的主管人员（	[Redacted]		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	[Redacted]		
统一社会信用代码	[Redacted]		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李享晋	20230503543000000020	BH052016	[Redacted]
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	
李兵	全文	BH045324	



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源
和社会保障部、生态环境部批准颁发，
表明持证人通过国家统一组织的考试，
取得环境影响评价工程师职业资格。



姓名：李享晋

证件号码：[Redacted]

性别：男

出生年月：1990年11月

批准日期：2023年05月28日

管理号：[Redacted]



安底市第一人民医院放疗中心建设项目

目 录

表 1 项目基本情况	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（重点是放射性废物）	10
表 6 评价依据	11
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	21
表 9 项目工程分析与源项	23
表 10 辐射安全与防护	29
表 11 环境影响分析	39
表 12 辐射安全管理	52
表 13 结论与要求	58
表 14 审批	60

附件

附件 1 委托书

附件 2 辐射安全许可证

附件 3 关于调整辐射安全与防护管理领导小组的通知

附件 4 辐射防护相关制度

附件 5 辐射安全事故应急预案

附件 6 原有辐射工作人员个人剂量报告

附件 7 现状监测报告

附件 8 整改报告

附件 9 放疗中心拟配置设备、人员及工作量计划、屏蔽设计

附件 10 医院现有放射工作人员情况一览表

附件 11 剂量管理目标值的确定文件

附图

附图 1 项目地理位置示意图

附图 2 医院平面布局及本项目评价范围示意图

附图 3 医技楼一层现状图

附图 4 医技楼二层现状图

附图 5 放疗中心楼一层平面布局图

附图 6 放疗中心楼二层平面布局图

附图 7 放疗中心楼三层平面布局图

附图 8 现场照片

表 1 项目基本情况

建设项目名称		娄底市第一人民医院放疗中心建设项目			
建设单位		娄底市第一人民医院			
法人代表	胡飞跃	联系人	王敏	联系电话	
注册地址		湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路			
项目建设地点		湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路放疗中心楼一楼			
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（环保投资/总投资）	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		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		
	项目概述				
1.1 医院简介					
<p>娄底市第一人民医院始建于 1958 年，医学人文积淀深厚，是一所集医疗、保健、教学、科研于一体的国家三级甲等综合医院，是中国工程院宁光院士团队定点研究单位、国家药物临床试验机构、中国创面修复专科建设培育单位、中国烧伤创疡娄底科技医疗中心、北京海鹰脊柱健康公益基金会脊柱贫病救助国家级湖南救助中心、中国医药教育协会肩肘运动医学娄底规范化培训基地、中山大学附属肿瘤医院医联体医院、湖南省人民医院定点指导医院、湖南中医药大学第一附属医院湘中医·医疗联盟单位、湖南省助理全科医生培训基地、湖南省娄底市全科医生转岗培训基地、3D 打印湖南省工程研究中心娄底分中心、长沙医学院非直属附属医院、娄底市创面伤口修复中心、娄底市青少年骨病防治诊疗中心、中南大学湘雅医院骨科联盟、湖南省儿童医院儿童骨科联盟娄底唯一合作病区，建有全市首家国家级胸痛中心。</p>					

医院编制床位 1200 张，现有职工 900 余人，其中高级职称专家 180 余人、中级职称 380 余人、本科及研究生以上学历 680 余人。医院技术力量雄厚，现有骨科 1 个国家临床重点专科培育项目，康复理疗科 1 个省级中医重点专科，内分泌代谢科等 12 个省临床重点专科，神经内科等 14 个市级重点专科。是娄底市医学会烧伤整形外科、创面伤口修复、手足显微外科、糖尿病学、物理医学与康复专业委员会主委单位。

1.2 任务由来

为进一步提升区域医疗服务能力、满足群众肿瘤放射治疗就医需求，娄底市第一人民医院对门诊楼东北侧原影像科局部区域进行了拆除改造，拟在原址新建一栋三层放疗中心楼，一层用于开展肿瘤放射治疗相关业务。

项目放疗科布置于放疗中心楼一层，规划设置 1 间加速器机房及配套辅助用房，拟新增购置并安装 1 台医用电子直线加速器，本项目所涉射线装置属于 II 类射线装置。

根据《中华人民共和国环境保护法》《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 682 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目涉及使用 II 类射线装置，环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，娄底市第一人民医院委托湖南涌仁科技有限公司对项目进行环境影响评价（委托书见附件 1）。评价单位在现场调查和收集有关资料的基础上，按照国家对辐射项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目环境影响报告表。

1.3 项目概况

1.3.1 项目名称、性质、建设地点

- （1）项目名称：娄底市第一人民医院放疗中心建设项目
- （2）建设单位：娄底市第一人民医院
- （3）建设地点：湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路放疗中心楼一楼
- （4）建设性质：扩建

1.3.2 项目组成

根据本项目特点，本项目主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程四部分组成，项目组成见表 1-1。

表 1-1 本项目组成基本情况一览表

名称	建设内容及规模		备注
主体工程	加速器机房	放疗中心楼一层拟建放疗科，包括1间加速器机房，开展放射治疗相关业务。	新建
	设备	拟新增一台医用电子直线加速器，X射线最大能量不超过10MV，设备型号待定。	新购
辅助工程	辅助用房	拟建控制室、水冷机房、模具室等辅助用房。	新建
公用工程	供电	由市政电网供电，依托医院供配电系统。	依托
	供水	由城市供水管网提供，依托院内现有供水系统。	依托
	排水	产生的生活污水依托医院的污水管网收集至污水处理系统处理后接入市政污水管网。	依托
环保工程	污水处理	本项目工作人员、病患及病患家属等产生的生活污水依托医院污水处理设施处理。	依托
	有害气体	加速器机房拟采用“上进风，下排风”的机械动力通风系统，处理臭氧、氮氧化物等有害气体；机房拟设2个新风口，分别位于机房西北角和东北角吊顶处；设2个排风口，分别设在机房内西南角和东南角，距离地面20cm处。机房内的通风换气次数保证不低于4次/h。	新建
	固体废物	本项目工作人员产生的生活垃圾、办公垃圾收集后交由环卫部门回收处理，医疗垃圾采用专门的收集容器回收暂存后，交由有资质单位定期回收处置。直线加速器的金属靶件更换时会有废靶件产生，对废靶外表面进行辐射剂量率监测，满足清洁解控要求由设备厂家回收，否则委托有资质单位收贮。	依托

1.3.3 建设内容与规模

本项目放疗科设在放疗中心楼一层，包括 1 间加速器机房及其辅助用房，拟配置 1 台医用直线加速器开展放射治疗。

1.3.4 射线装置

本项目拟使用射线装置情况详见表 1-2。

表 1-2 本项目射线装置参数一览表

设备名称	台数	位置	型号	设备参数	类别	备注
医用电子直线加速器	1	放疗中心楼一层	待定	X 射线≤10MV，剂量率≤1400Mu/min； 电子线≤22MeV，1000Mu/min	II 类	新购

1.3.5 人员配备

拟配备放疗医师 3 名，医学物理师 1 名，放疗技师 2 名，设备维修工程师 1 名。放疗科共配备辐射工作人员 7 人。

本项目放疗医师和医学物理师计划从肿瘤科调配，设备维修工程师从维修科调配指定人员兼职，放疗技师从外部招聘，本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作。所有辐射工作人员须满足职业健康体检合格、辐射安全和防护培训合格、佩戴个人剂量计方可上岗。

1.4 产业政策符合性与实践正当性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目使用的医用直线加速器不属于限制类或者淘汰类产业，符合国家产业政策。

本项目按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，可以将该项目危害产生的影响降至尽可能小。本项目的实施给职业人员、公众及社会带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

1.5 项目选址及周边环境

娄底市第一人民医院位于湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路，医院东南侧为碧溪路，西南侧为碧溪街，西侧为桑树塘路，北侧、东北侧均为院外居民楼。医院地理位置图见图 1-1，医院平面布局见图 1-2。



图 1-1 项目地理位置图

本项目放疗科设于放疗中心楼一层；放疗中心楼由门诊楼东北侧原影像科局部区域拆除后改建而成。医技楼一、二层现状详见附件3、附图4。放疗中心楼东侧为医技楼，东南侧为内科楼，西侧为门诊楼，北侧为外科楼。放疗中心楼为一栋地上三层的建筑，其一层主要为放疗科相关用房，二层主要为核医学科和实验室，三层主要为空调机房、排烟机房等，放疗中心楼一、二、三层平面布置详见附件5、附图6、附图7。

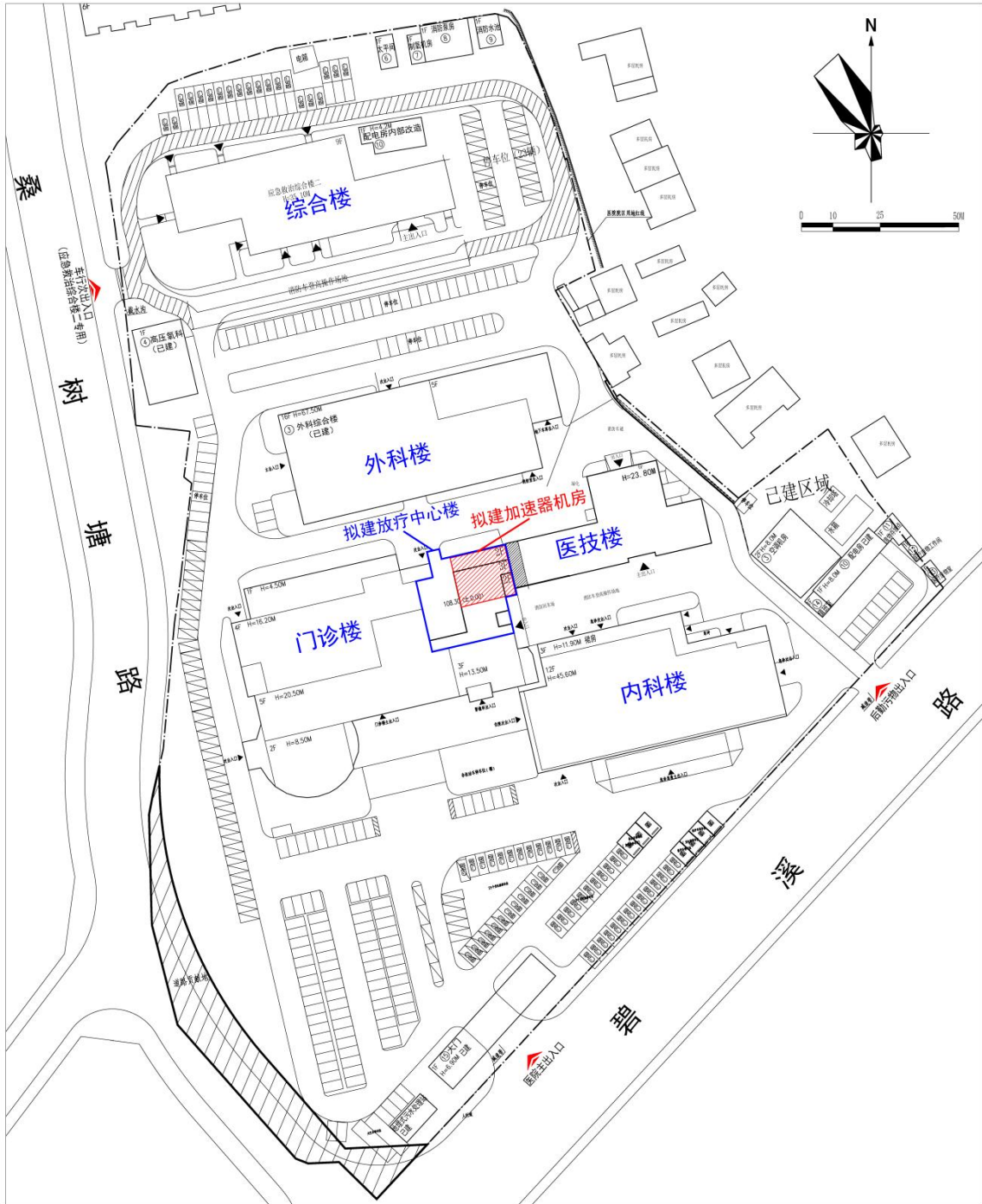


图 1-2 医院平面布局图

加速器机房位于放疗中心楼一层，其东侧隔室外通廊为医技楼的 CT 定位机房及其控制室，南侧紧邻楼梯间和走廊，西侧紧邻控制室和水冷机房，北侧依次为室外空地、内部道路和外科楼，加速器机房顶板正上方的二楼为无使用功能的夹层，人员无法进入。加速器机房位于大楼底部的一端，避开了儿科病房、产科等特殊人群及人员密集区，控制室与治疗机房分开设置，治疗机房设置迷路，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)标准的选址和布局要求。

综上所述，本次评价认为本项目核技术利用场所选址及布局较合理。

1.6 现有核技术利用项目情况

(1) 现有许可种类和范围

医院现有辐射安全许可证编号为湘环辐证[02810]，有效期至 2029 年 2 月 6 日。许可种类和范围：使用 II 类、III 射线装置。医院现有 II 类射线装置 2 台，III 射线装置 10 台，其中 1 台正在办理辐射安全许可证。

表 1-3 现有射线装置一览表

序号	装置名称	型号	类别	工作场所	环评手续	许可情况	验收情况
1	CT 机	Somatom Emotion 6	III类	外科楼一楼放射科 CT 一室	202343130200000150	已许可	无需验收
2	CT 机	SOMATOM go.Top	III类	外科楼一楼放射科 CT 二室	202043130200000156	已许可	无需验收
3	胃肠机	Neo-Vision	III类	外科楼一楼放射科 DR 一室	202343130200000140	已许可	无需验收
4	床旁 CR	HM-200	III类	外科楼一楼放射科	202043130200000156	已许可	无需验收
5	DR 机	Ysio	III类	放射科	未找到备案信息	已许可	/
6	乳腺 X 射线机 (非在用)	RH-HAWK	III类	健康管理中心	202543130200000065	已许可	无需验收
7	DSA	UNIQ FD20	II类	门诊楼一楼介入导管室一	湘环许决字 (2024) 297 号	已许可	2025 年 2 月已完成自主验收
8	DSA	Pilot3000	II类	门诊楼一楼介入导管室二	湘环许决字 (2024) 297 号	已许可	
9	牙科全景机	CRA-2	III类	门诊楼四楼口腔科 X 片放射室	202043130200000156	已许可	无需验收
10	移动式 G 臂机	DigiArc 100AC	III类	外科楼四楼手术室 2	202343130200000097	已许可	无需验收
11	DR 机	新东方 1000C	III类	医技楼一楼 DR 室	未找到备案信息	已许可	/
12	移动式平板 C 形臂 X 射线机	Z12	III类	外科楼四层第二手术室	202643130200000184	正在办理许可证	无需验收

(2) 现有辐射工作人员

根据核技术利用申报系统统计，医院现有辐射工作人员共 61 人，人员档案由专人管理，辐射工作人员职业健康体检、辐射安全与防护培训、个人剂量检测总体情况见表 1-4，人员详细情况见附件 10。

表 1-4 医院现有辐射工作人员信息一览表

辐射工作人员数量	61 人
职业健康检查	有 4 名辐射工作人员和 5 名离岗人员未及时进行职业健康体检，3 名在岗人员需重新体检，其余辐射工作人员体检报告在有效期内。
辐射安全与防护培训	现有辐射工作人员中有 26 人参加了生态环境部核与辐射安全中心组织的集中考核，并取得辐射安全与防护考核成绩报告单，其余 35 人仅从事Ⅲ类射线装置操作，已按要求进行了自主培训考核，所有人员的培训考核成绩均在有效期内。
个人剂量检测情况	通过查阅连续一年度个人剂量监测报告和医院辐射安全申报系统，在岗辐射工作人员个人剂量检测结果不超过管理目标值和标准限值，最近 4 个季度个人剂量监测报告见附件 6。

医院现有辐射工作人员全部配备了个人剂量卡，辐射安全与防护培训成绩均在有效期内，职业健康体检方面存在的问题正在整改，已安排体检暂未出具体检报告。本项目新增辐射工作人员应按要求进行职业健康检查、辐射安全与防护培训，佩戴个人剂量计上岗。

(3) 现有辐射安全管理情况

1) 医院成立了辐射安全与防护管理领导小组，制定了一系列的辐射安全管理制度和辐射安全事故应急预案。现有管理制度内容较为全面，基本能满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

2) 医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、警示标志和工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

3) 年度评估报告

医院 2026 年对本单位 2025 年度辐射工作场所的安全和防护状况进行了年度评估工作，并于 2026 年 1 月 19 日在全国核技术利用辐射安全申报系统提交了上一年的评估报告，满足相关管理要求。

4) 辐射监测

医院 2025 年已委托有资质单位对本单位的各辐射工作场所进行了年度监测工作，根据监测报告，医院现有辐射工作场所均满足相关标准要求。

5) 运行情况

医院开展核技术利用项目至今，未发生过辐射安全事故。

(4) 最近一次监督检查存在的问题及整改落实情况

根据医院“全国核技术利用辐射安全申报系统”中的监督检查通知记录，2026年5月13日，娄底市生态环境局对医院进行了辐射安全监督检查，并发现了医院在辐射管理工作存在的一些问题，医院根据监督检查意见对相关问题进行了整改并提交了整改报告（见附件8），具体整改情况如下：

1) 五台射线装置的序列号与副本上不一致。

整改情况：立即对全院所有射线装置逐台核对设备型号、序列号、出厂编号，重新规范登记台账，做到账物一致、信息准确。并在本次辐射安全许可证重办期间完成信息修改，并递交变更资料，确保许可证信息与实际设备完全一致。

2) 5名放射工作人员离岗体检未做。

整改情况：已于2026年5月15日安排5名离岗放射工作人员前往娄底市职业病防治医院进行体检。

3) 辐射检测仪未及时校准。

整改情况：立即将辐射监测仪器送至有资质单位进行校准，确保设备合规有效。

4) 个别辐射工作人员未佩戴个人剂量仪。

整改情况：通过查看最近连续四个季度个人剂量监测报告，发现个别工作人员存在剂量检测数据异常、缺失情况，经调查系个人剂量计保管不当、佩戴不规范所致。我院已加强管理，明确日常监督责任，严格督促辐射工作人员规范佩戴、妥善保管个人剂量计，确保今后剂量剂不丢失、不遗忘、监测数据完整准确。

5) 全国核技术利用监管平台培训资料未及时上传、个人剂量未及时上传、新增人员未入平台，请及时更新。

整改情况：补全平台信息，规范日常维护，确保数据动态更新。已立即补全上传全国核技术利用监管平台所有培训资料；及时完成个人剂量监测数据上传；新增和离职辐射工作人员平台信息更新；本次系统维护的相关资料，已在本次辐射安全许可证重办期间一并上传完毕。

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
本项目不涉及								

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	备注
本项目不涉及											

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用直线加速器	II类	1	待定	电子	X 射线≤10MV 电子线≤22MeV	X 射线≤10MV, 剂量率≤1400Mu/min; 电子线≤22MeV, 1000Mu/min	放射 治疗	放疗中心 楼一层加 速器机房	拟购

(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
	本项目不涉及								

(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	
	本项目不涉及												

表 5 废弃物（重点是放射性废物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
加速器废靶	固态	/	/	/	/	/	不暂存	对废靶外表面进行辐射剂量率监测，满足清洁解控要求由设备厂家回收，否则委托有资质单位收贮
以下空白								

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

法规文件	<ol style="list-style-type: none">1、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）；2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正，2018 年 12 月 29 日施行）；3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）；4、《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日起实施）；5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订实施）；6、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日施行）；7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修改）；8、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 5 月 1 日施行）；9、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）；10、《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》（环保总局公告〔2006〕145 号）；11、《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日，国家发展改革委令第 7 号令发布，2024 年 2 月 1 日起施行）；12、《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行）；13、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号，2021 年 3 月 15 日起实施）；14、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行）；15、《核应急管理导则—放射源和辐射技术应用应急准备与响应》，（2003 年 2 月 21 日，国防科工委、卫生部发布，科工二司[2003]147 号）。
------	---

<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 2、《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）； 3、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 6、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 7、《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）； 8、《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）； 9、《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）； 10、《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）； 11、《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）； 12、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）； 13、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）。
<p>其他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、环境影响评价委托书（见附件 1）； 2、李德平、潘自强主编《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》，原子能出版社，1987 年； 3、《中国环境天然放射性水平》，《中国环境天然放射性水平》编辑委员会，中国原子能出版社，2015 年 7 月； 4、医院提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目属于医院核技术利用项目，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》（HJ10.1-2016）中“第 1.5 评价范围和保护目标：以项目实体边界为中心，放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 范围。放射源和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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。

本项目射线装置为 II 类，且机房有实体屏蔽，因此本项目以射线装置机房实体屏蔽边界外 50m 为评价范围。

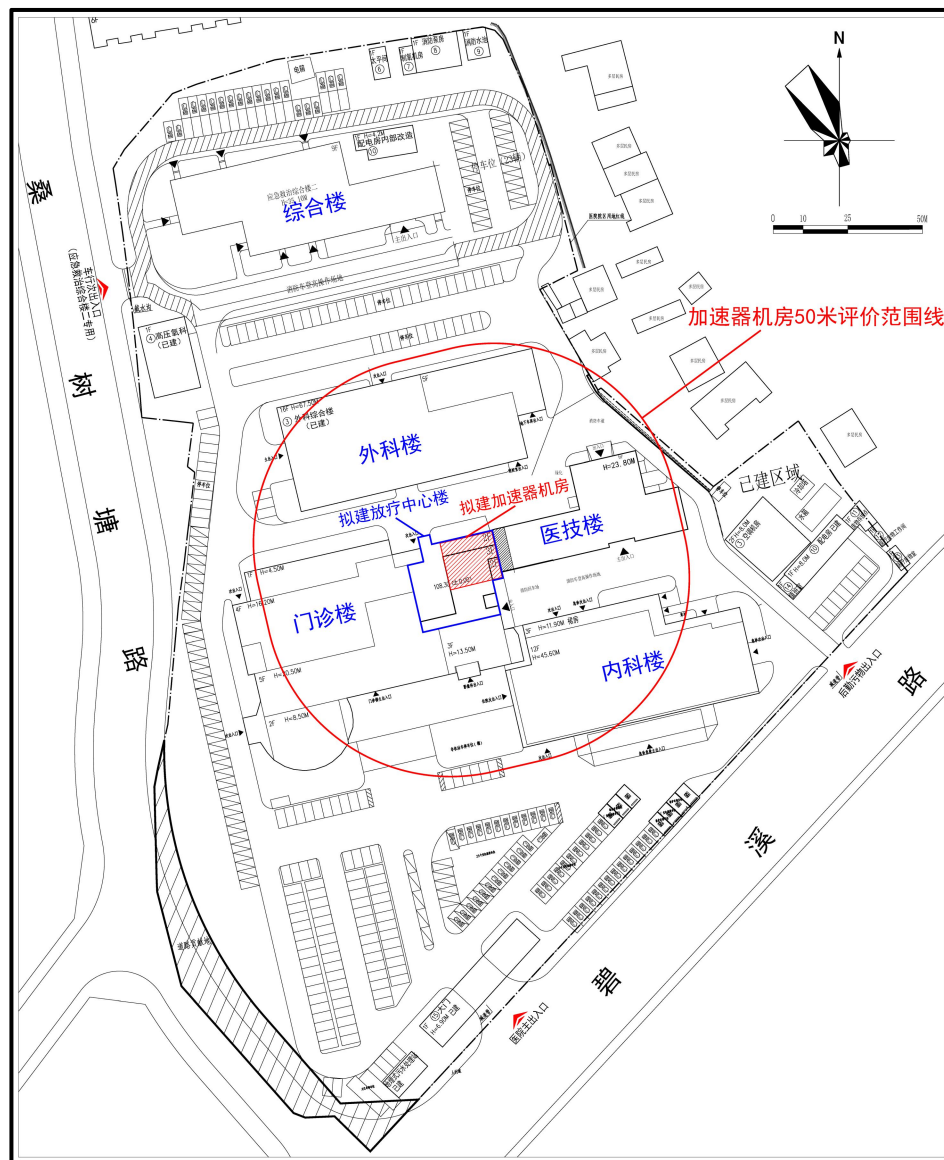


图 7-1 项目评价范围示意图

保护目标

本次辐射环境影响评价的环境保护目标为：本项目从事辐射工作的人员以及评价范围内相邻区域的公众，公众包含其他医护工作人员、患者家属、其他项目患者等。根据本项目核技术利用场所布局及外环境特征，确定本项目环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 环境保护目标一览表

污染源	方位	功能	影响人群	距离	规模
放疗中心 楼一层加 速器机房	楼上	二楼为人员无法到达的夹层	/	紧邻-4m	/
		三楼为空调机房、排烟机房、走廊	公众	4-8m	约 2 人
	楼下	实土层	/	紧邻	/
	东侧	室外通廊、CT 定位机房及其控制室、医技楼、 内部道路	公众	紧邻-50m	约 100 人
	南侧	楼梯间、走廊、护士站、候梯厅	公众	紧邻-9m	约 3 人
		院内道路、内科楼	公众	9-50m	约 150 人
	西侧	加速器机房控制室、水冷机房、走廊、模具室、 配电室、医生办公室、制模室、会议室、物理 计划室	放疗工作 人员	紧邻-10m	7 人
			公众		约 2 人
		门诊楼	公众	10-50m	约 100 人
	北侧	室外空地、院内道路	公众	紧邻-17m	若干
		外科楼	公众	17-48m	约 100 人
院外民房		公众	48-50m	约 10 人	

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）（节选）：

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全性。

（1）剂量限值

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 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 B）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。

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv 作为职业照射剂量限值。

对于本项目，医院将辐射工作人员的剂量管理目标值设为 5.0mSv/a。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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下述限值：

a) 年有效剂量：1mSv；

b) 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；

c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

对于本项目，医院将公众的剂量管理目标值设为 **0.1mSv/a**。

(2) 工作场所分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

6.4.1.4 注册者、许可证持有者应：

a) 采用实体边界划定控制区；采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段；

b) 在源的运行或开启只是间歇性的或仅是把源从一处移至另一处的情况下，采用与主导情况相适应的方法划定控制区，并对照射时间加以规定；

c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F（标准的附录）规定的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；

d) 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；

e) 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；

f) 按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜；

g) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜；

h) 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。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，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。

6.4.2.2 注册者和许可证持有者应：

a) 采用适当的手段划出监督区的边界；

b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

c) 定期审查该区的条件，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。

2、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）（节选）

6 工作场所放射防护要求

6.1 布局要求

6.1.1 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。

6.1.2 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。

6.1.3 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。

6.1.4 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，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 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。

6.1.6 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。

6.2 空间、通风要求

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2 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。

3、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）（节选）

4.一般要求

4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：

- a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a。
- b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

5 选址、布局与分区要求

5.1 选址与布局

5.1.1 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。

5.1.2 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。

5.2 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）。

6 放射治疗场所辐射安全与防护要求

6.1 屏蔽要求

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6.2 安全防护设施和措施要求

6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：

a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；

b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；

c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施；

b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮：急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发：

d) 质子/重离子治疗装置安全联锁系统还应包括清场巡检系统、门钥匙开关(身份识别系统)。质子/重离子治疗室、加速器大厅和束流输运通道应建立分区清场巡检和束流控制的逻辑关系,清场巡检系统应考虑清场巡检的最长响应时间和分区调试情况的联锁设置。日常清场巡检时,如超出设定的清场巡检响应时间,需重新进行清场巡检;

e) 质子/重离子治疗装置应考虑建立调试、检修、运行维护人员的人身安全联锁系统,将调试、检修、运行维护人员的受照剂量与进入控制区的权限实施联锁管控;

f) 安全联锁系统一旦被触发后,须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动;安装调试及维修情况下,任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证,工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统,采取全排全送的通风方式,换气次数不少于 4 次/h,排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

综合上述标准,结合本项目拟使用的射线装置情况,确定本项目的年剂量管理目标值要求以及其他控制指标如下:

表 7-2 本项目的年剂量管理目标值要求以及其他控制指标

一、年剂量管理目标值		
项目	GB18871-2002 中年平均有效剂量限值 (mSv/a)	本项目年有效剂量管理目标值 (mSv/a)
职业人员	20	5
公众人员	1	0.1
二、机房面积、尺寸要求		
加速器机房	放射治疗机房应有足够的有效使用空间,以确保放射治疗设备的临床应用需要。	
三、通风设计		
加速器机房	设置强制排风系统,进风口设在放射治疗机房上部,排风口设在治疗机房下部,进风口与排风口位置对角设置,通风换气次数不小于 4 次/h。	
四、周围剂量当量率控制水平		
加速器机房	机房屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率 \leq 剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 。	

表 8 环境质量和辐射现状

辐射现状

8.1 监测点位布置情况

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），湖南涌仁科技有限公司于 2026 年 4 月 1 日对本项目所在地进行了 γ 辐射剂量率现状监测工作。 γ 辐射剂量率监测布点示意图见图 8-1，检测仪器情况见表 8-1。

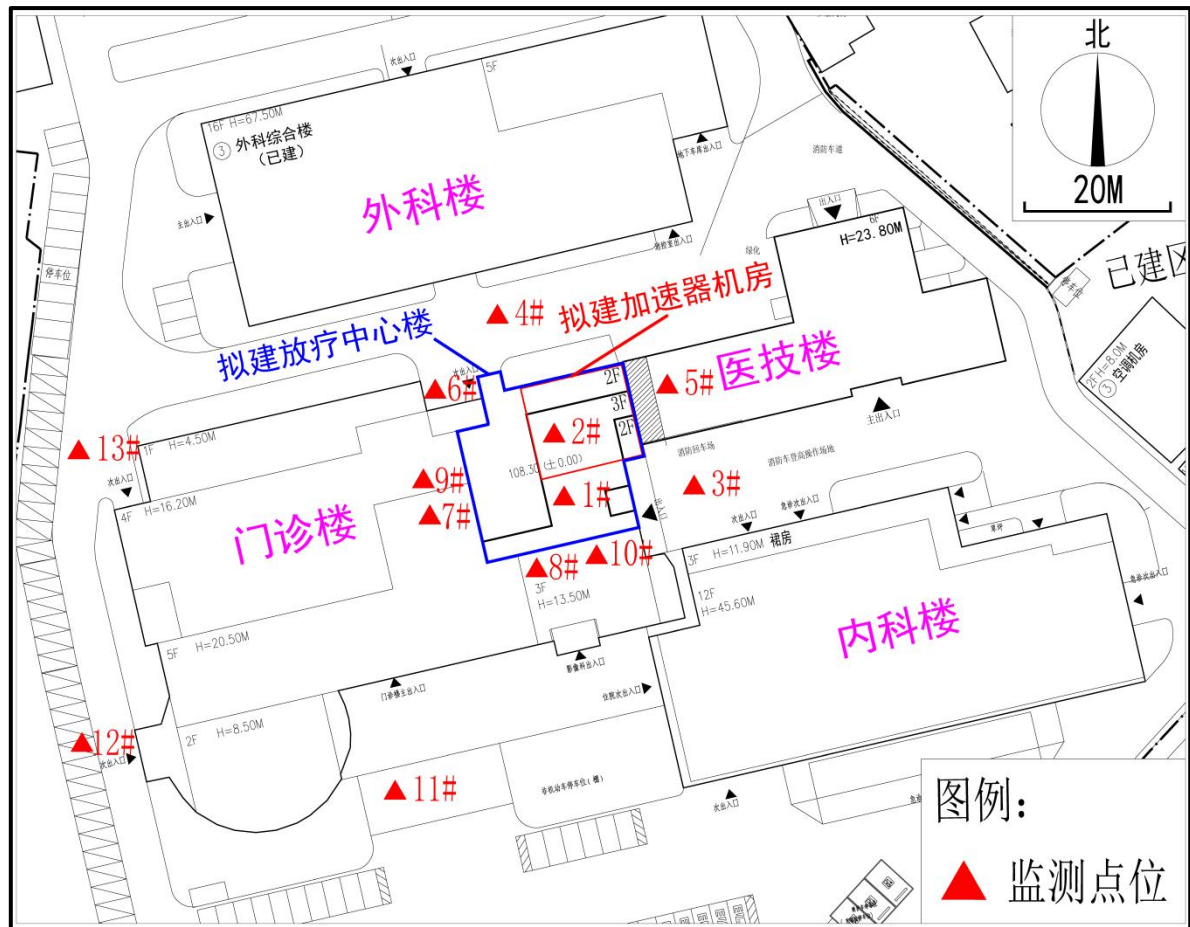


图 8-1 γ 辐射剂量率监测布点示意图

表 8-1 检测所使用的仪器情况

检测仪器	仪器名称	环境监测 X- γ 辐射空气吸收剂量率仪
	仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
	仪器编号	F-2-15
	量程	10nSv/h-99.9 μ Sv/h
	能量响应	20keV-7MeV
	检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
	检定证书编号	2025H21-10-6042796001
	检定有效期	2025 年 8 月 4 日-2026 年 8 月 3 日
	校准因子	1.07

8.2 监测方案及质量保证

8.2.1 监测目的

掌握项目拟建场址的辐射环境质量现状水平，为分析及预测项目运行时对职业人员、公众及周围环境的影响提供基础数据。

8.2.2 监测依据

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

8.2.3 质量保证

该项目测量所用的仪器性能参数符合国家标准方法的要求，具有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

8.2.4 监测因子

本项目监测因子： γ 辐射剂量率

8.2.5 监测结果

γ 辐射剂量率监测结果见表 8-2。

表 8-2 γ 辐射剂量率监测结果一览表

序号	监测点位描述	监测结果 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	拟建放疗中心楼	74	2	道路
2	拟建加速器机房	90	3	道路
3	拟建放疗中心楼东侧道路	40	1	道路
4	拟建放疗中心楼北侧道路	44	3	道路
5	医技楼二楼走廊	73	2	楼房
6	门诊楼北侧次入口	67	3	平房
7	门诊楼二楼走廊	152	2	楼房
8	门诊楼二楼妇产科	134	3	楼房
9	门诊楼一楼走廊	153	3	楼房
10	门诊楼一楼影像科大厅	125	2	楼房
11	门诊楼南侧主入口	31	2	道路
12	门诊楼西侧次入口	30	3	道路
13	门诊楼西北侧次入口	40	2	道路

注：（1）本底测量时，仪器探头垂直向下，距地面的高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

（2）监测区域中心经纬度：坐标：E 111°58'23"；N 27°45'39"；海拔约 114 米。仪器设备宇宙射线监测点经纬度：E 113°4'39.378"；N 29°23'32.91"；海拔约 25 米，无需对宇宙射线响应值进行修正；

（3）根据 HJ 1157-2021：监测结果按照 $D_{\gamma}=k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times D_c$ 得出；

（4）仪器校准因子 k_1 为 1.07，效率因子 k_2 取 1，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，转换系数为 1.2Sv/Gy，宇宙射线的屏蔽修正因子 k_3 ：道路取 1，平房取 0.9，楼房取 0.8；

（5）表内监测结果已扣除宇宙射线响应值 D_c ，仪器宇宙射线响应值为 27nGy/h。

由表 8-2 的监测结果可知，本项目所在地环境 γ 辐射剂量率监测结果为：道路 30~90nGy/h，室内 67~153nGy/h，接近娄底市天然辐射调查范围（道路 14.8~77.7nGy/h，室内 42.3~167.9nGy/h，数据来源于《中国环境天然放射性水平》P493）。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

娄底市第一人民医院本次核技术利用项目，拟在新建放疗中心楼一层设置 1 间加速器机房，配置 1 台医用电子直线加速器，开展放射治疗业务。

(1) 设备工作原理

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由行波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。典型直线加速器内部结构框图见图 9-1，典型直线加速器外形示意图见图 9-2，典型直线加速器实物见图 9-3。

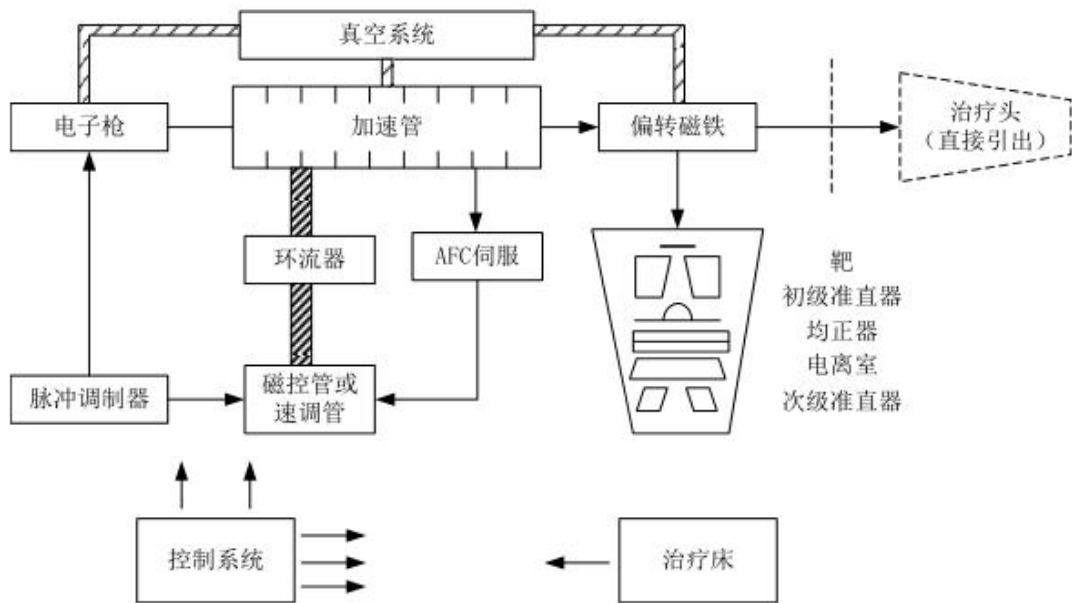


图 9-1 典型直线加速器内部结构框图

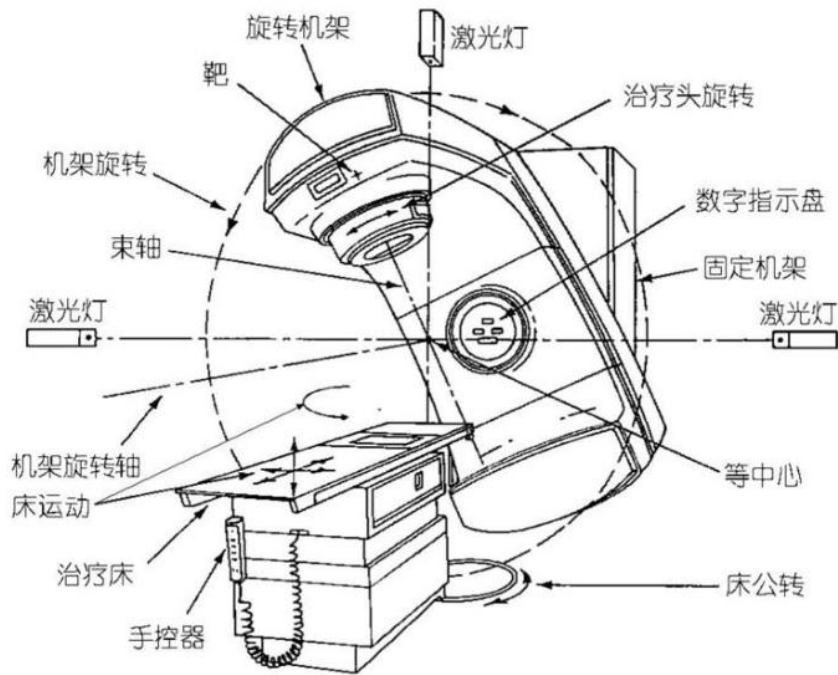


图 9-2 典型直线加速器外形示意图

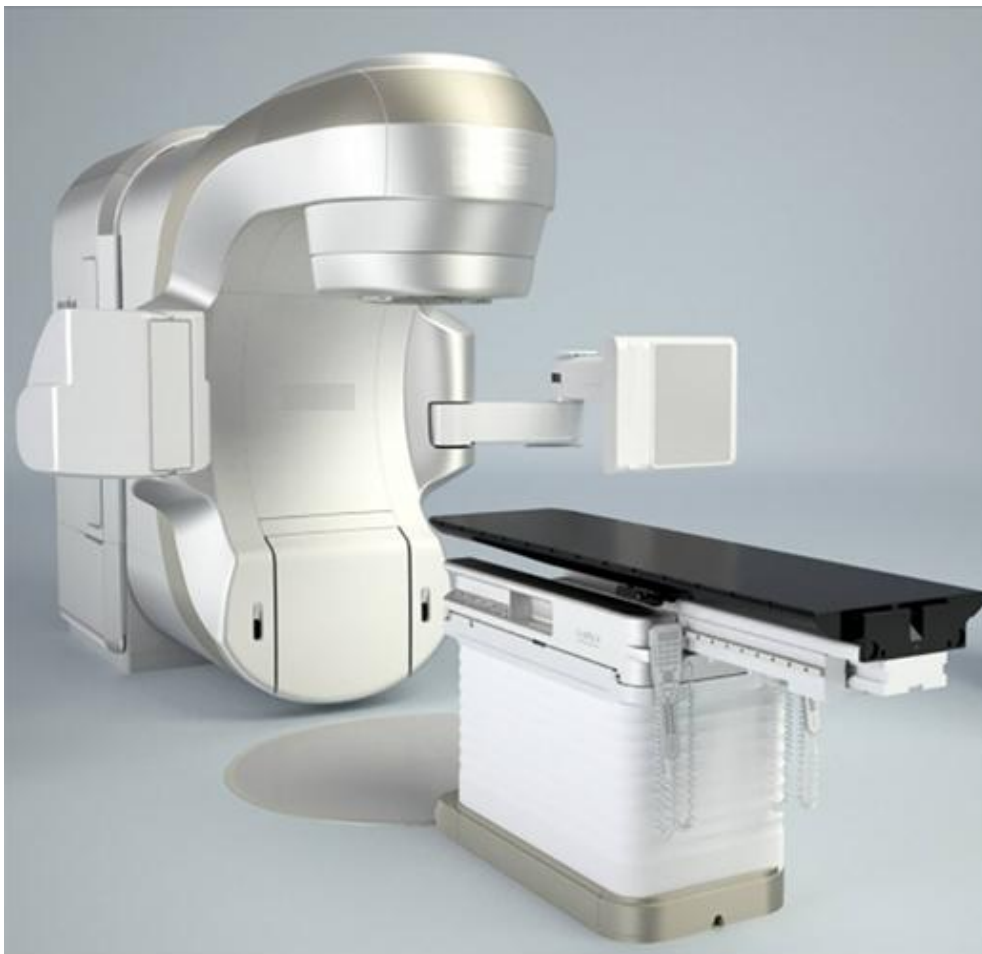


图 9-3 典型直线加速器实物图

加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。因此，医用电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶进行照射，也可利用 X 线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。医用电子直线加速器可根据所诊疗癌症类型及其在人体中的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射诊疗。

本项目拟采购设备参数详见表 9-1。

表 9-1 本项目直线加速器主要参数一览表

指 标	技术参数
设备厂家	待定
设备名称	医用直线加速器
设备型号	待定
最大电子线能量	≤22MeV
最大电子线剂量率	≤1000MU/min
最大 X 射线能量	≤10MV
最大 X 射线剂量率	≤1400MU/min
源轴距 (SAD)	1000mm
等中心点相对水平地面高度	128cm
泄漏率	<0.1%
等中心处最大照射尺寸	40cm×40cm
线束张角	28°

(2) 工作流程及产污环节

工作流程：

a. 利用医院的模拟定位 CT（进行环境影响登记表备案，备案号：202643130200000189）对病灶进行检查，然后进行照射方向、角度和照射视野进行拍片定位。

b. 制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。

c. 固定患者体位。对患者定位、标记、调整照射角度及照射野。

d. 无关人员撤离。非患者人员撤离机房，关闭防护门。

e. 开机治疗。

f. 治疗结束，医务人员关闭加速器，并进入机房指导并协助患者离开。

g. 当天工作结束后，将控制钥匙转到 OFF 位置，取出控制钥匙，同时记录机

器使用情况。

产污环节：加速器治疗时产生的 X 射线、电子线、电离空气产生的臭氧、氮氧化物。

直线加速器工作流程及产污环节见图 9-4。

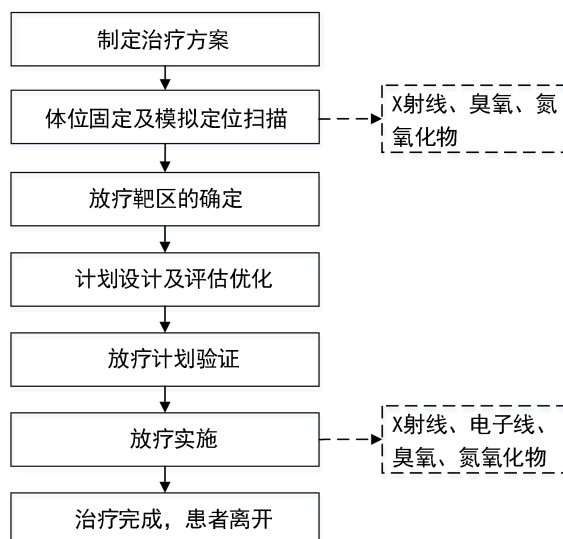


图 9-4 直线加速器工作流程及产污环节示意图

(3) 工作负荷

本项目加速器治疗人数按 50 人次/天计，每周工作 5 天，每周治疗人数 250 人次，年工作 50 周，每人受照时间以 7.5min 计，均按调强模式考虑，直线加速器周出束时间约 31.25h，年出束时间 1562.5h。

污染源项描述

本项目涉及放疗科，污染源项分析如下：

(1) 正常工况

①X 射线、电子线

直线加速器运行期间高能电子束与靶物质相互作用时将产生高能 X 射线，X 射线随加速器加高压开、关而产生和消失。直线加速器在使用电子线治疗时产生的电子线。

②臭氧和氮氧化物

直线加速器在运行过程中，X 射线作用于空气以及次级辐射等因素，可产生少量臭氧及微量氮氧化物，通过排风系统排入大气。

③废靶件

直线加速器的金属靶件更换时会有废靶件产生，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），对废靶外表面进行辐射剂量率监测，满足清洁解控要求由设备厂家回收，否则委托有资质单位收贮，废靶不会在医院存储。

（2）事故工况

①安全联锁发生故障或检修期间，人员在防护门未关闭时误入机房，如果这时运行放疗设备，则可能造成误照事故，对防护门候诊区域形成外照射影响。

②除受治疗患者以外，机房中仍有其他人员未撤离，造成机房中人员误照射。

③维修人员进入机房进行维修维护时，操作人员未严格按照操作规程确认机房中环境便运行放疗设备，联锁装置违规旁路或维修结束后联锁旁路未及时恢复并测试，导致机房中人员误照射。

④放疗设备发生控制系统故障使得受检者受到超剂量照射或工作人员受到误照射。

⑤工作人员参数输入错误或误操作，导致患者受到超剂量照射。

⑥安全联锁装置故障或屏蔽设施损坏，导致周围人员受到额外的照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 工作场所布局分析及分区情况

(1) 工作场所布局分析

本项目放疗科拟建 1 间加速器机房，位于放疗中心楼一层，机房下方为土层，符合《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）中“治疗机房一般设于单独的建筑或建筑物底层的一端”的要求。加速器机房相邻环境状况见表 10-1。

表 10-1 加速器机房相邻环境状况

机房名称	东面	南面	西面	北面	上层	下层
加速器机房	室外通廊	楼梯间、走廊	控制室、水冷机房、走廊	室外空地	夹层	土层

加速器机房由治疗室、迷道和防护门组成。本项目机房（治疗室）与控制室分离；机房（治疗室）设置 L 型迷道，迷道口设有防护门，机房布局符合《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）中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定。

加速器机房治疗室净面积约为 54.6m²，能够满足临床使用需求，放射治疗场所布局满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中 6.2.1 要求的“放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要”的规定。

综上所述，本项目加速器机房工作场所布局基本合理。

(2) 工作场所分区情况

医院拟对加速器的工作场所进行分区管理，将工作场所分为控制区和监督区：以机房屏蔽墙、顶棚和防护门等屏蔽体为界，机房内（包含迷道）划定为控制区，机房相邻的区域划定为监督区。

加速器机房分区情况见表 10-2，加速器机房平面图见图 10-1，剖面图见图 10-2。

表 10-2 本项目加速器机房工作场所分区表

场所	控制区	监督区
放疗科	加速器机房	控制室、水冷机房、室外空地、室外通廊、走廊、楼梯间，上层的夹层等

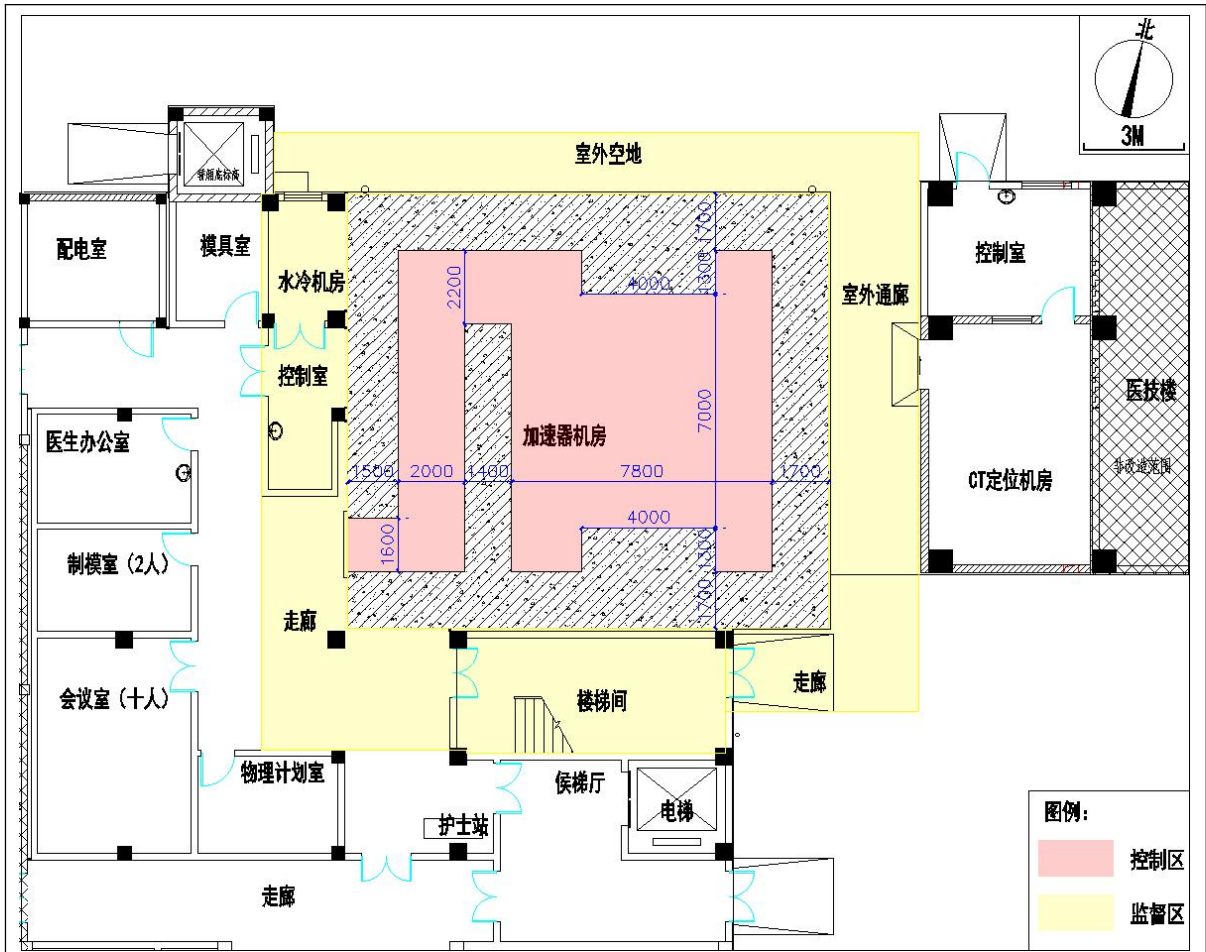


图 10-1 加速器机房平面布置及分区图

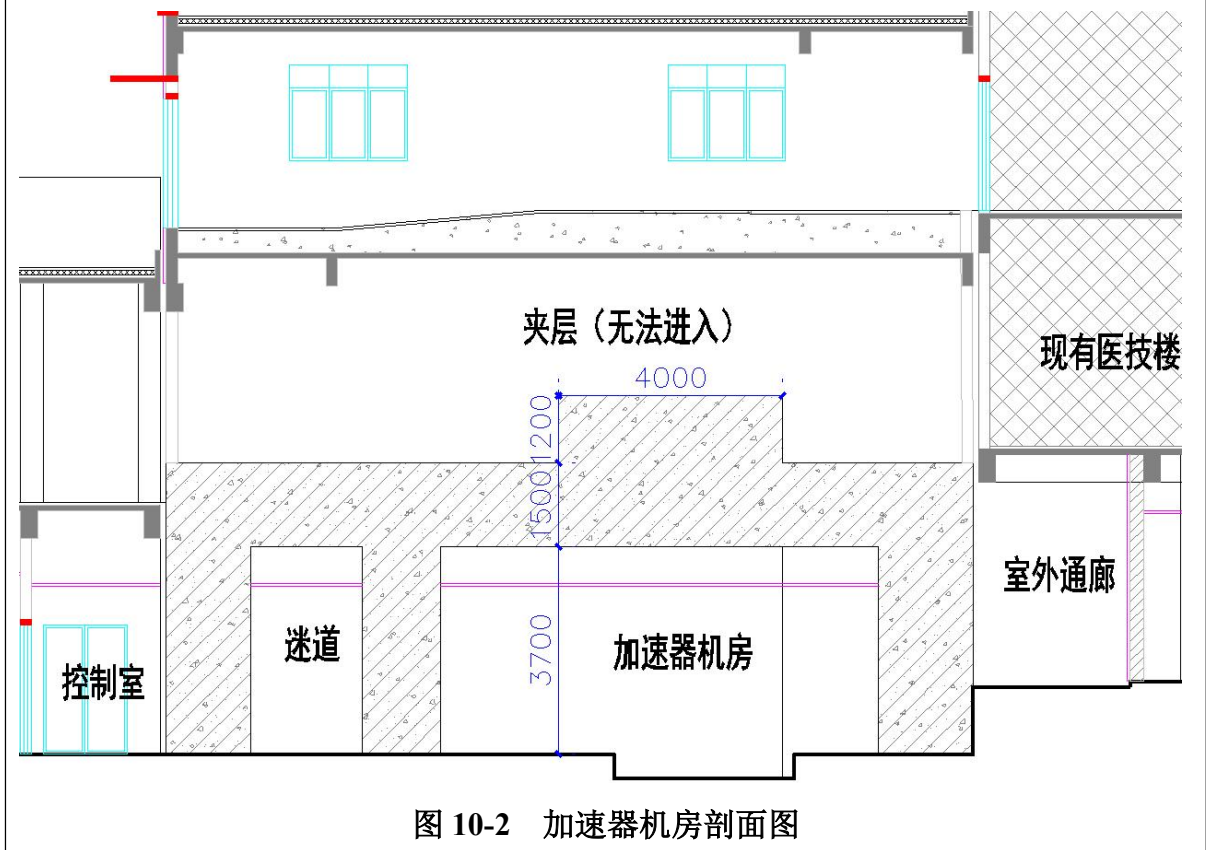


图 10-2 加速器机房剖面图

10.2 加速器机房辐射防护屏蔽设计

本项目加速器机房辐射防护屏蔽设计参数见表 10-3。

表 10-3 加速器机房辐射屏蔽设计技术参数

机房名称	方位	区域	材料及厚度
加速器机房	东墙	侧屏蔽区	1700mm 砼
	南墙	主屏蔽区	3000mm 砼, 主屏蔽区宽度 4000mm
		次屏蔽区	1700mm 砼
	西墙	迷道内墙	1400mm 砼
		迷道外墙	1500mm 砼
	北墙	主屏蔽区	3000mm 砼, 主屏蔽区宽度 4000mm
		次屏蔽区	1700mm 砼
	顶棚	主屏蔽区	2700mm 砼, 主屏蔽区宽度 4000mm
		次屏蔽区	1500mm 砼
防护门			14mmPb

注：砼密度：2.35g/cm³，铅密度：11.3g/cm³。

10.3 加速器机房通风设计

①风量、换气次数

电离辐射都会使空气发生辐射分解而产生臭氧和氮氧化物，且臭氧的危害比氮氧化物大，因此在考虑该项目的有害物质排放时，主要考虑臭氧的排放可以同时满足臭氧和氮氧化物排放要求。

为满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的要求，治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。加速器机房的设计排风量为 4700m³/h，根据排风能力计算，机房所需的风机风量情况见表 10-4。

表 10-4 加速器机房排风量设计要求符合性一览表

机房名称	机房容积 (m ³)	要求风量 (m ³ /h)	设计排风量 (m ³ /h)	设计排风次数	是否满足要求
加速器机房	397.8	1591.3	4700	11.8 次	满足

注：加速器机房容积（397.8m³）≈长（11.2m）*宽（9.6m）*高（3.7m）。

②通风口

本项目加速器机房拟设 2 个新风口，分别位于机房西北角和东北角吊顶处；设 2 个排风口，分别设在机房西南角和东南角，距离地面 20cm 处。新、排风管由机房吊顶上方沿着迷道穿过防护门上方墙体的预留 U 形孔洞。新风口和排风口的设计位置合理，符合“上进下排，对角设置”的原则，通风系统可以有效地对机房内空气进行换气。加速器机房的废气经排风管最终汇入放疗科西侧的排风井。加速器机房新、排风管线走向设计见图 10-3。

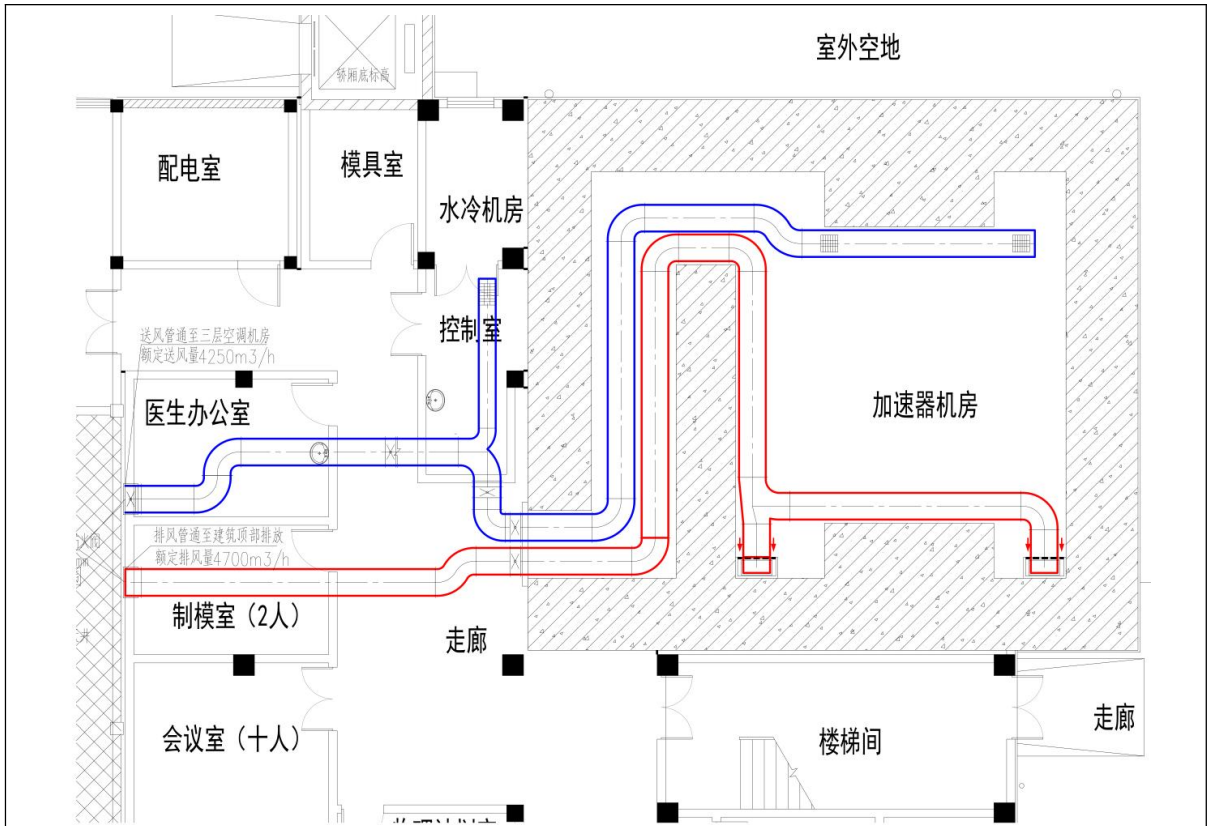


图 10-3 加速器机房新排风设计图

10.4 辐射安全和防护设施

(1) 电缆穿墙设计

本项目加速器机房的全部电缆均通过地下电缆沟走线，在加速器机房与水冷机房之间采用 U 型电缆沟设计，下沉后穿越屏蔽墙到达机房外，U 型电缆沟和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，电缆沟出口上方覆盖厚钢盖板，保障不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

电缆沟穿过屏蔽墙的设计方案见图 10-4。

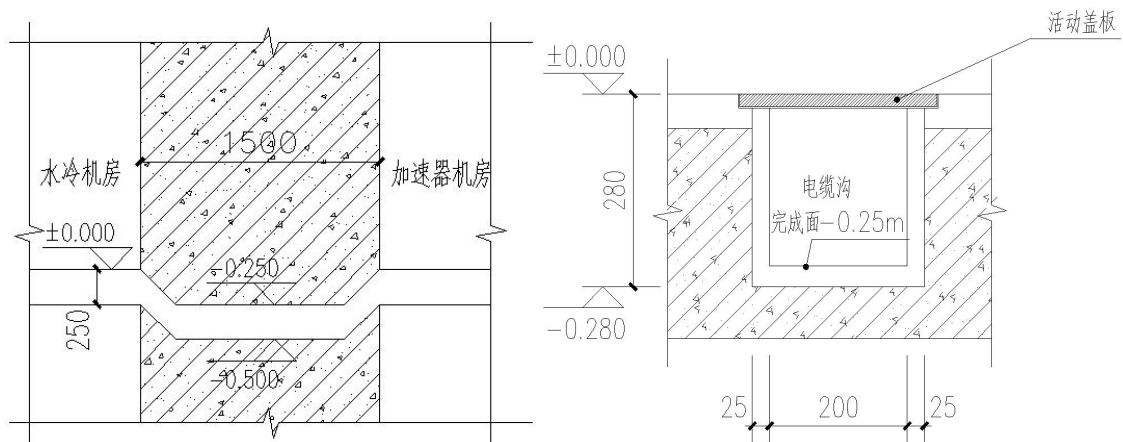


图 10-4 加速器机房电缆沟穿墙大样图

(2) 其他管道穿墙设计以及屏蔽补偿

加速器机房防护门上方穿墙处预埋 U 型不锈钢风管，风管直径 450mm，壁厚 5mm，端头带法兰，不锈钢风管伸出墙外 150mm，机房内不锈钢管外包裹 5mm 铅板，加速器机房通风管穿墙的设计方案见图 10-5。冷却水管、物理测试管等管线在非主射方向倾斜穿墙，机房外洞口采用 3mm 铅板作为补偿屏蔽，管道穿墙的设计方案见图 10-6、图 10-7。

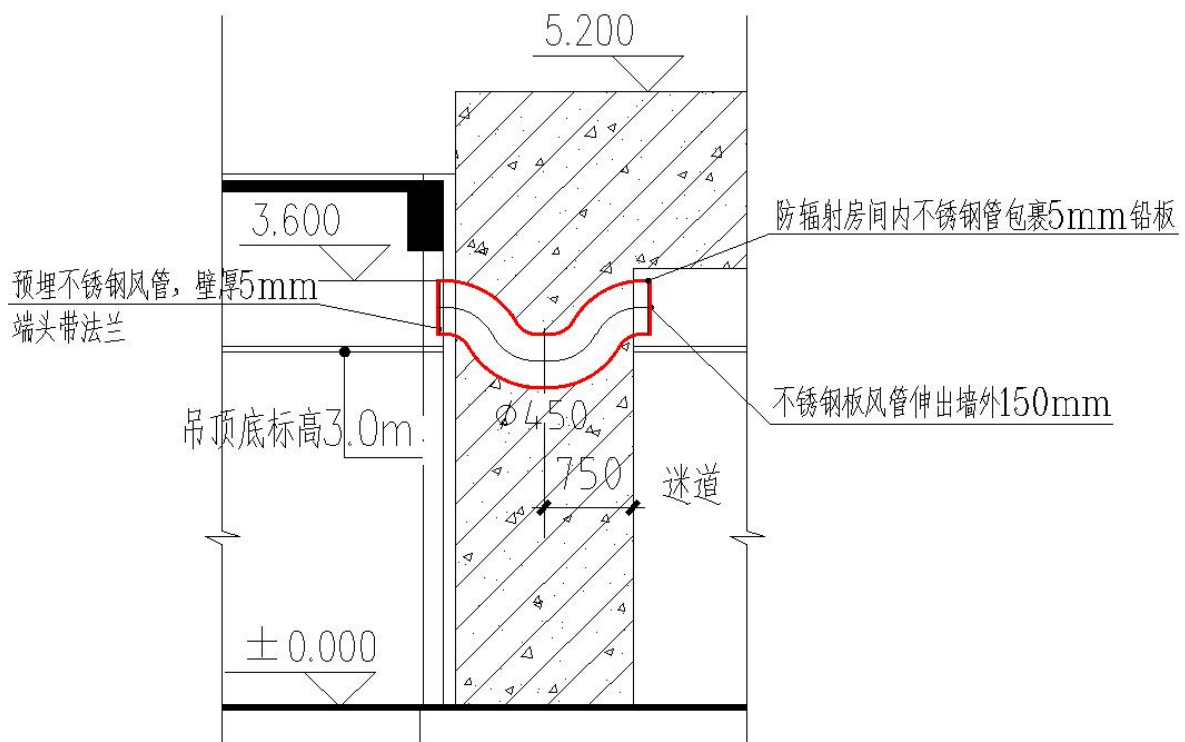


图 10-5 加速器机房通风管穿墙大样图

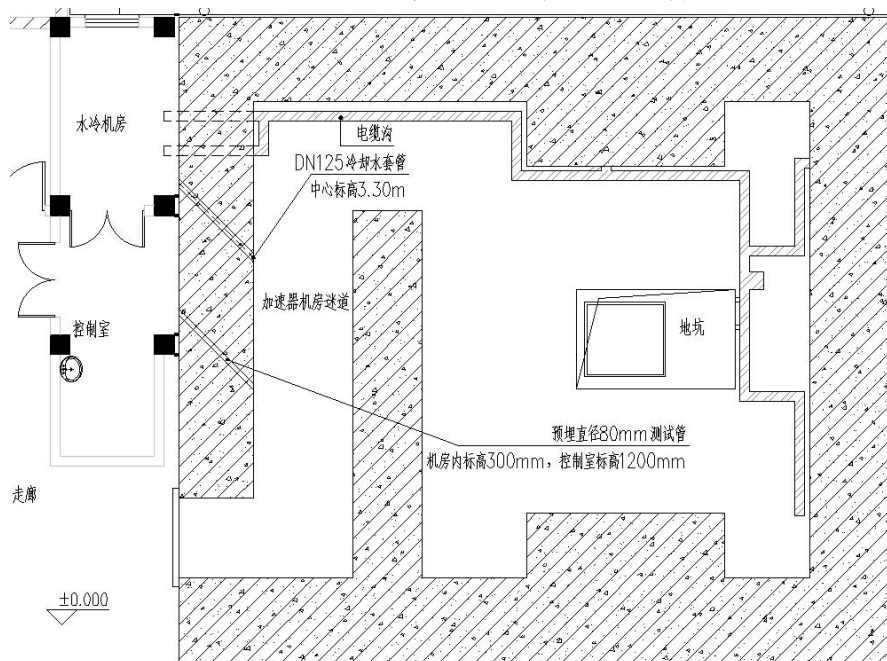


图 10-6 加速器机房管道穿墙平面图

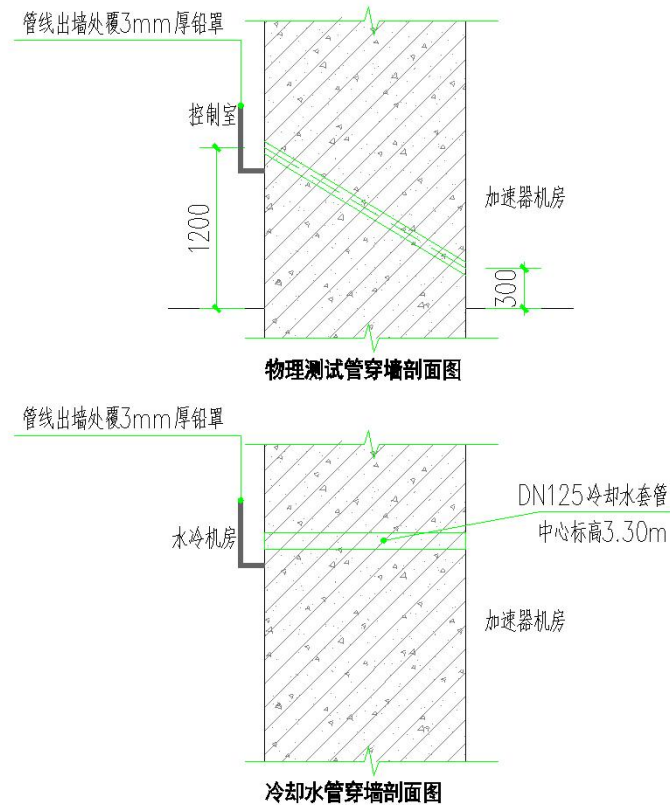


图 10-7 加速器机房管道穿墙剖面图

(3) 辐射安全和防护设施

① 放疗装置钥匙开关

放疗装置本身具有电源的钥匙开关，只有该钥匙就位后才能开启电源，启动治疗装置。钥匙由指定的辐射工作人员保管，并做好安全记录。设备停止运行时，指定的辐射工作人员应取走钥匙并妥善保管，未经许可不得使用钥匙。

② 电动防护门门机联锁和紧急开门装置

加速器机房的电动防护门与放疗装置联锁，门未关紧的情况下，放疗装置不能出束，一旦防护门被打开，联锁装置即切断该机房内放疗装置的出束电源，使放疗装置立即停止出束。加速器机房防护门内的墙上设有一个紧急开门装置，在紧急情况下供机房内人员使用，在机房内按下紧急开门装置，防护门将会打开。防护门有红外线防夹伤功能，在防护门关闭过程中，一旦有人员或者其他异物阻拦，防护门能够自动打开，避免人员夹伤。并在控制室设置开关门控制装置，确保一旦有患者家属或维修人员误关在机房内时，控制室工作人员能及时开门，停电时能够手动开启防护门。

③ 急停按钮

加速器机房设置有 8 个急停按钮，其中 4 个分别设置在机房内四周墙面、2 个分

别设置在治疗床两侧、1个设置在迷道出入口防护门内旁侧，1个设置在控制室控制台上，并有醒目标识和文字显示，供紧急停止放疗装置出束使用。事故处理完毕后，再于本地复位，放疗装置才能重新启动。

④实时辐射水平监测系统

在加速器机房的迷道的内入口处设置固定式辐射剂量监测仪，并且具有报警功能。正常治疗期间，实时监测到辐射剂量率水平显示在控制室中，工作人员可以及时了解放疗装置的工作情况以及机房中的辐射水平，此时仪器只显示剂量率不报警；非治疗期间，仪器为进入加速器机房的医护和设备检查维护维修人员提供异常剂量水平的提醒，此时仪器既显示剂量率也报警。

⑤实时摄像监视和对讲系统

在加速器机房内设有摄像监视系统，在实施治疗过程中控制室的工作人员能清楚地观察患者状态、治疗时迷道区域情况，如发生意外情况可及时处理；机房和控制室之间设置双向对讲系统，方便操作人员与患者的交流。

⑥辐射安全警示设施

在放射治疗工作场所的入口处、机房防护门外表面设置醒目的电离辐射警告标志，控制区边界设置工作场所分区标识，在防护门上方设置工作状态指示灯和“工作中”的文字提醒，当放疗装置放疗系统运行工作时，门头的指示灯和文字亮，显示红色。

⑦个人防护

医院原有1台便携式X-γ辐射监测仪可供放疗科使用，放疗科拟配备个人剂量报警仪2台。医院辐射工作人员进入加速器机房前，在控制室内通过控制台、安装在机房内的监控设备等方式确定放疗装置已停止出束后方能进入加速器机房，进入加速器机房时佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计。在日常没有使用时，监测仪和报警仪由专人负责日常的管理和定期检查有无损坏。

本项目放疗科拟配备的防护用品及监测仪器见表10-5。

表 10-5 本项目放疗科拟配备防护用品及监测仪器清单

序号	防护用品及监测仪器名称	数量	备注
1	固定式辐射剂量监测仪	1套	/
2	个人剂量报警仪	2台	/
3	便携式X/γ剂量率监测仪	1台	利旧
4	X/γ个人剂量计	1个/人	/

本项目加速器机房安全联锁逻辑关系见图 10-8，机房内安全措施布置情况见图 10-9。

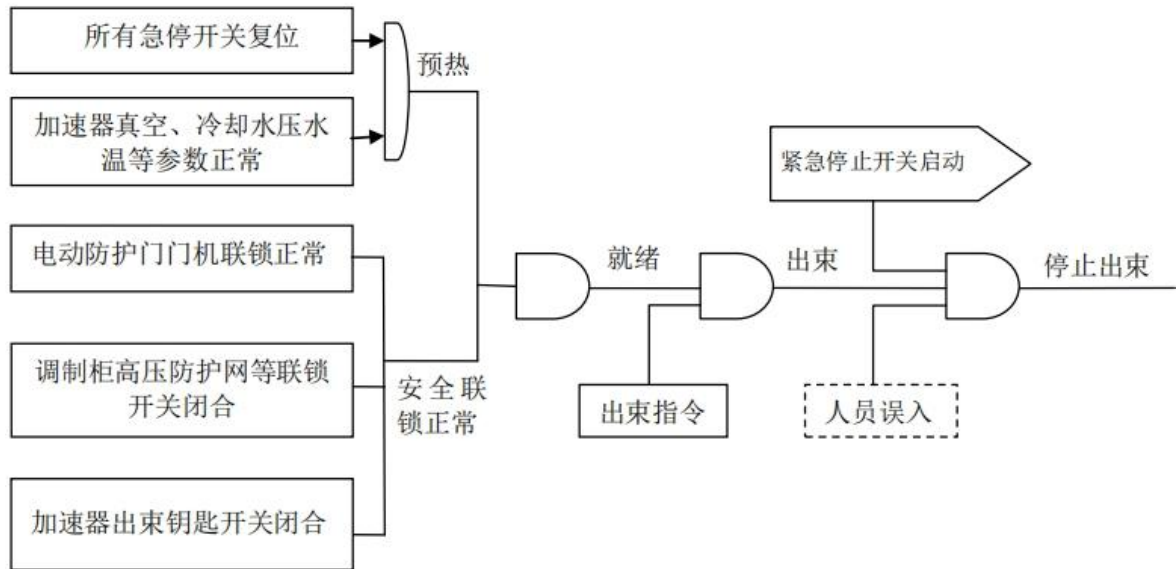


图 10-8 加速器机房安全联锁逻辑图

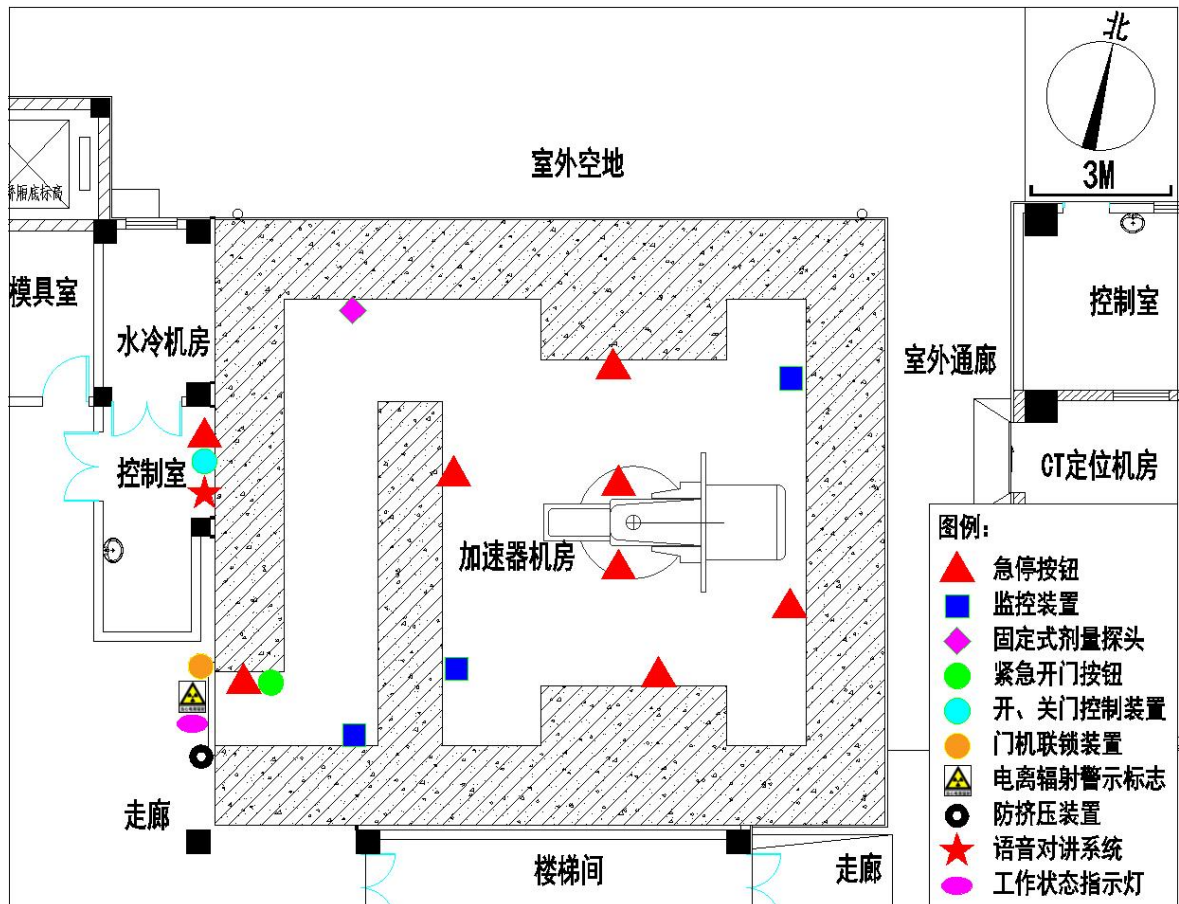


图 10-9 加速器机房内安全措施布置示意图

10.5 安全装置与标准对照情况

本项目加速器机房拟采取的安全装置和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121—2020）标准要求对照情况详见表 10-6。

表 10-6 加速器机房拟采取的安全装置与标准对照情况一览表

序号	《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121—2020）标准要求的安全措施	本项目拟配备的安全措施	是否符合要求
1	6.4.1 监测报警装置 含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常	拟在加速器机房内安装固定式剂量监测报警装置，定期检查，确保其报警功能正常	是
2	6.4.2 连锁装置 放射治疗设备都应安装门机连锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能	拟在加速器机房安装门机连锁装置，在机房内设有从室内开启治疗机房门的装置，防护门设防挤压功能	是
3	6.4.3 标志 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯	在加速器机房的门上张贴电离辐射警告标志；在机房门上方设置工作状态指示灯	是
4	6.4.4 急停开关 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置	加速器机房内墙面、入口门内旁侧和控制室内均拟设置急停按钮并有明显标志，设备自带急停按钮位于设备机架和治疗床两侧，供紧急停止使用。紧急停止开关复位，放疗装置才能重新启动	是
5	6.4.6 视频监控、对讲交流系统 控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流	拟在加速器机房设置多个摄像头，显示屏设在控制室，方便工作人员在治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域的情况；机房设置对讲装置	是

表 11 环境影响分析

本项目建设阶段对环境的影响

本项目辐射工作场所在建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，产生的环境影响主要是拟建机房施工时产生的噪声、扬尘、固体废物、废水、设备安装及调试过程中可能产生的放射性污染等环境影响。

(1) 噪声及防治措施

施工期噪声主要来自机房建造时的机械噪声、装修时的设备噪声。通过选取噪声低、振动小的设备等措施，可降低噪声对周围环境的影响。

(2) 施工扬尘

本项目施工扬尘主要来自机房建设时产生的粉尘，为减小施工期间扬尘对外环境的影响，施工单位进行适当的加湿处理并加强施工现场的管理。

(3) 固体废物及防治措施

施工期固体废物主要为建筑垃圾和装修垃圾。施工期产生的固体废物均妥善处理，无回收价值的废物统一收集后，由施工单位或承建单位运至指定的渣土堆放场堆放。

(4) 废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水经临时污水处理系统处理后进入市政管网。

(5) 放射性污染及防治措施

设备安装及调试过程会产生放射性污染，因此本项目所涉及射线装置的安装应由专业人员进行，院方不得自行安装设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，禁止无关人员靠近。

医院应合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭，由于本项目辐射防护工程对外界的影响是暂时的，本项目工程施工期的影响随着工程的结束而消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目施工期对外界的影响较小。

本项目运行阶段对环境的影响

辐射环境影响

本项目直线加速器设备参数如表 9-1 所示。

本项目直线加速器集成 1 套千伏级 CBCT 影像引导系统，其功能为治疗前摆位验证与在线定位。该系统与直线加速器为分时工作模式，不会同时开机出束。机房辐射屏蔽设计按 10MV X 射线直线加速器的屏蔽要求执行，该条件下的机房屏蔽体，可完全满足 CBCT 影像引导系统运行时产生的 X 射线的辐射防护要求，正常情况 CT 运行

时对机房不会造成辐射影响，因此以下主要对加速器使用时 X 射线对环境的影响进行分析。

11.1 有用线束主屏蔽区宽度核算

根据《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）

4.3.3 有关公式估算有用线束主屏蔽区的宽度，机房主屏蔽墙体宽度核算结果见表 11-1。

$$Y_p=2[(a+SAD) \times \tan\theta+0.3]$$

式中：

Y_p ——机房有用射线束主屏蔽区的宽度，m；

SAD ——源轴距，m；（对于本项目医用电子直线加速器 $SAD=1m$ ）；

θ ——治疗束的最大张角（相对束中的轴线），根据表 9-1， θ 取 $14^\circ=28^\circ/2$ ；

a ——等中心至墙的距离，m。

当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽相连的次屏蔽墙（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 11-1 加速器机房主屏蔽墙体的宽度核算

主屏蔽墙位置	a (m)	SAD (m)	(θ°)	计算值 Y_p (m)	设计值 (m)	评价结果
北主屏蔽墙宽度（内凸）	4.8	1	14	3.492	4	满足
南主屏蔽墙宽度（内凸）	4.8	1	14	3.492	4	满足
顶主屏蔽墙宽度（外凸）	5.12	1	14	3.652	4	满足

由核算结果可知，加速器机房主屏蔽墙宽度都能够满足有用射线束的主屏蔽区宽度要求。

11.2 加速器治疗室外关注点的导出剂量率参考控制水平

根据本项目加速器机房设计结构和布局情况，关注点选取示意图详见图 11-1。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）相关要求，治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外 30cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a）、b）和 c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

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，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c ，见公式 11-1：

$$\dot{H}_c = H_c / (t \times U \times T) \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

\dot{H}_c ——周围剂量当量率参考水平，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

H_c ——周剂量率参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ），其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员： $\leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；放射治疗机房外非控制区的人员： $\leq 5\mu\text{Sv/周}$ ；

t ——设备周最大累积照射小时数，单位为小时每周（h/周），本项目每台加速器治疗人数按 50 人次/天计，每周工作 5 天，每周治疗人数 250 人次，年工作 50 周，每人受照时间以 7.5min 计，均按调强模式考虑，直线加速器周出束时间约 31.25h，年出束时间 1562.5h。

U ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子，有用线束方向取 1/4，漏射散射方向取 1；

T ——人员在关注点位置的居留因子，依据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）表 A.1 不同场所的居留因子，详见本报告表 11-2。

表 11-2 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分居留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

b) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $H_{c, \max}$ ：

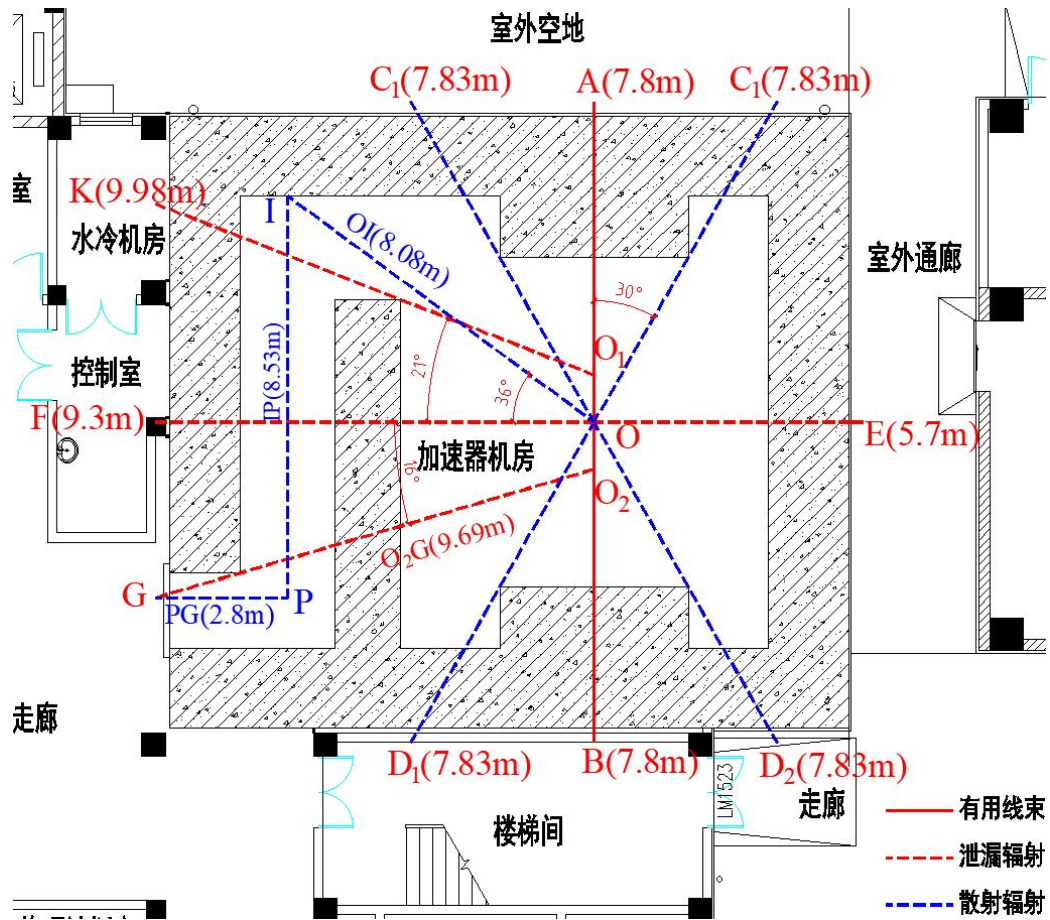
1) 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $H_{c, \max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

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

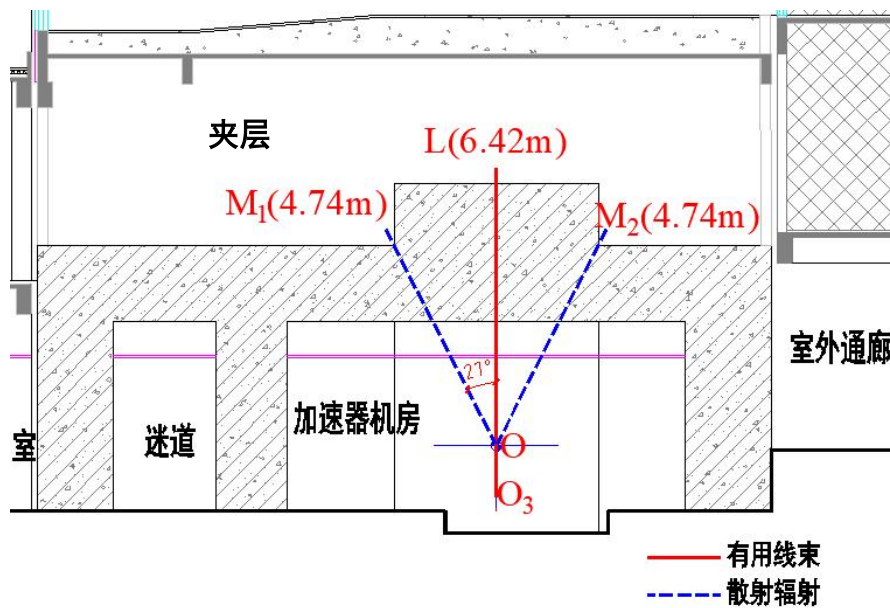
c) 由上述 a) 中的导出剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $H_{c, \max}$ ，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平

\dot{H}_c 。

本项目周剂量参考控制水平 H_0 工作人员为 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众为 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。机房各关注点辐射剂量率参考控制水平见表 11-3。



(1) 平面图



(2) 剖面图

图 11-1 加速器机房外关注点分布图

表 11-3 加速器机房各关注点辐射剂量率参考控制水平

关注点	点位	位置描述	辐射类型	周剂量参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	周工作负荷 t (h/周, 考虑调强因子 $N=5$)	使用因子 U	居留因子 T	导出剂量率 $H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$H_{c,max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	关注点的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
A	北墙主屏蔽区外 30cm	室外空地	有用线束	5	31.25	1/4	1/40	25.60	10	10.00
B	南墙主屏蔽区外 30cm	楼梯间	有用线束	5	31.25	1/4	1/40	25.60	10	10.00
L	顶棚主屏蔽区外 30cm	夹层	有用线束	5	31.25	1/4	1/40	25.60	10	10.00
C ₁	北墙次屏蔽区外 30cm	室外空地	散射、泄漏辐射	5	31.25	1	1/40	6.40	10	6.40
C ₂	北墙次屏蔽区外 30cm	室外空地	散射、泄漏辐射	5	31.25	1	1/40	6.40	10	6.40
D ₁	南墙次屏蔽区外 30cm	楼梯间	散射、泄漏辐射	5	31.25	1	1/40	6.40	10	6.40
D ₂	南墙次屏蔽区外 30cm	走廊	散射、泄漏辐射	5	31.25	1	1/5	0.80	10	0.80
M ₁	顶棚次屏蔽区外 30cm	夹层	散射、泄漏辐射	5	31.25	1	1/40	6.40	10	6.40
M ₂	顶棚次屏蔽区外 30cm	夹层	散射、泄漏辐射	5	31.25	1	1/40	6.40	10	6.40
E	东墙侧屏蔽墙外 30cm	室外通廊	泄漏辐射	5	31.25	1	1/5	0.80	10	0.80
F	西墙侧屏蔽墙外 30cm	控制室	泄漏辐射	100	31.25	1	1	3.20	2.5	2.50
K	西墙迷路外墙外 30cm	水冷机房	泄漏辐射	5	31.25	1	1/20	3.20	10	3.20
G	防护门外 30cm	缓冲区域	散射、泄漏辐射	5	31.25	1	1/8	1.28	10	1.28

注：（1）走廊、室外通廊，根据表 11-2 中的示例，居留因子取 1/5；
 （2）防护门外 30cm 为表 11-2 示例中各治疗室门，居留因子取 1/8；
 （3）水冷机房参考表 11-2 示例中储藏室，居留因子取 1/20；
 （4）室外空地、楼梯间为表 11-2 示例中仅有行人车辆来往的户外区域、楼梯，居留因子取 1/40；
 （5）加速器机房上方的夹层人员不可到达，为验证机房顶板屏蔽，居留因子取 1/40 计算。

11.3 有用线束、泄漏辐射、散射辐射剂量率估算

a.有用线束、泄漏辐射剂量率估算

根据加速器的技术参数及治疗室设计方案，参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)中的计算方法，预测加速器以最高电子能量运行时，有用线束、泄漏辐射对治疗室外各关注点的辐射剂量率水平。

首先按式 11-2 计算有效厚度 $X(\text{cm})$ ：

$$X_e = X \times \sec\theta \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

X_e ——射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，cm；

X ——屏蔽墙体厚度，cm；

θ ——入射角夹角。

接着，按式 11-3 估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B ，再按式 11-4 计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率 $H(\mu\text{Sv/h})$ 。

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

式中， $TVL_1(\text{cm})$ 和 $TVL(\text{cm})$ 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。当未指明 TVL_1 时， $TVL_1 = TVL$ 。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

\dot{H} ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ，本项目 X 射线最高输出率为 $8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f ——对有用线束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率，本项目为 0.001。

根据本项目治疗室的设计方案，得出加速器辐射源点至各关注点距离 R ，用式 11-2~式 11-4 算出各关注点的有用线束和泄漏辐射剂量率水平，计算参数及结果见表 11-4。

表 11-4 拟建加速器机房各关注点有用线束和泄漏辐射剂量率的预测结果

关注点	位置描述	辐射类型	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	设计厚度 (cm)	入射角度 θ ($^\circ$)	距离 R (m)	f	TVL_1 (cm)	TVL (cm)	B	预测值 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
A	室外空地	有用线束	8.40E+08	300	0	7.80	1	41	37	1.00E-08	1.38E-01
B	楼梯间	有用线束	8.40E+08	300	0	7.80	1	41	37	1.00E-08	1.38E-01
L	夹层	有用线束	8.40E+08	270	0	6.42	1	41	37	6.47E-08	1.32E+00
C ₁	室外空地	泄漏辐射	8.40E+08	170	30	7.83	0.001	35	31	6.26E-07	8.58E-03
C ₂	室外空地	泄漏辐射	8.40E+08	170	30	7.83	0.001	35	31	6.26E-07	8.58E-03
D ₁	楼梯间	泄漏辐射	8.40E+08	170	30	7.83	0.001	35	31	6.26E-07	8.58E-03
D ₂	走廊	泄漏辐射	8.40E+08	170	30	7.83	0.001	35	31	6.26E-07	8.58E-03
M ₁	夹层	泄漏辐射	8.40E+08	150	27	4.74	0.001	35	31	4.99E-06	1.87E-01
M ₂	夹层	泄漏辐射	8.40E+08	150	27	4.74	0.001	35	31	4.99E-06	1.87E-01
E	室外通廊	泄漏辐射	8.40E+08	170	0	5.70	0.001	35	31	4.42E-06	1.14E-01
F	控制室	泄漏辐射	8.40E+08	290	0	9.30	0.001	35	31	5.95E-10	5.77E-06
K	水冷机房	泄漏辐射	8.40E+08	150	21	9.98	0.001	35	31	8.83E-06	7.45E-02
G	缓冲区域	泄漏辐射	8.40E+08	140	16	9.69	0.001	35	31	2.70E-05	2.41E-01

b. 散射辐射剂量率估算

对于与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区，除了考虑有用线束的泄漏辐射外，还需考虑有用线束水平或向顶部照射时，人体散射辐射穿过次屏蔽区后的剂量影响。散射辐射主要考虑患者一次散射辐射的剂量率影响。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），患者一次散射辐射的剂量率可按公式 11-5 进行估算。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot a_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

\dot{H} ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，本项目 X 射线最高输出率为 $8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

a_{ph} ——患者 400cm^2 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 400cm^2 面积上的散射因子；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）附录表 B.2 可查，10MV 加速器 30° 散射角 $a_{ph}=3.18 \times 10^{-3}$ 。

F ——治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 ，本项目加速器参数为 1600cm^2 ；

R_s ——患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

B ——屏蔽物质的屏蔽透射因子。

根据上述公式和参数，可计算次屏蔽区关注点的患者一次散射剂量率如表 11-5 所示。

表 11-5 拟建加速器机房关注点散射辐射剂量率预测结果

关注点	位置描述	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	设计厚度 (cm)	入射角度 θ ($^\circ$)	距离 R (m)	F (cm^2)	a_{ph}	TVL_1 (cm)	TVL (cm)	B	预测值 H ($\mu\text{Sv/h}$)
C ₁	室外空地	8.40E+08	170	30	7.83	1600	3.18E-03	28	28	9.76E-08	1.70E-02
C ₂	室外空地	8.40E+08	170	30	7.83	1600	3.18E-03	28	28	9.76E-08	1.70E-02
D ₁	楼梯间	8.40E+08	170	30	7.83	1600	3.18E-03	28	28	9.76E-08	1.70E-02

D ₂	走廊	8.40E+08	170	30	7.83	1600	3.18E-03	28	28	9.76E-08	1.70E-02
M ₁	夹层	8.40E+08	150	27	4.74	1600	3.18E-03	28	28	9.72E-07	4.62E-01
M ₂	夹层	8.40E+08	150	27	4.74	1600	3.18E-03	28	28	9.72E-07	4.62E-01

c.迷路入口散射辐射剂量估算

由于本项目直线加速器有用线束不向迷路照射，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），有用线束不向迷路照射的情况：

a) 入口处的散射辐射剂量率

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

式中：

H_g ——入口处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α_{ph} ——患者 400cm^2 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， cm^2 ；

α_2 ——砼墙入射的患者散射辐射的散射因子；

A ——i 处的散射面积； m^2 ；

R_1 ——“o-i”之间的距离，m；

R_2 ——“i-G”之间的距离，m；

H_0 ——加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ 。

b) 入口处防护门需要的屏蔽投射因子 B 按下式计算：

$$B = \frac{\dot{H}_c - \dot{H}_{og}}{\dot{H}_g} \quad (\text{式 11-7})$$

式中：

H_{og} ——o₁ 位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在 G 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_c ——参考点剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_g ——G 处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

c) 在给定防护门的铅屏蔽厚度 X (cm) 时，防护门外的辐射剂量率 \dot{H} 按下式计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_g \cdot 10^{-(x/TVL)} + \dot{H}_{og} \quad (\text{式 11-8})$$

式中 TVL=0.5cm (铅) :

表 11-6 未经屏蔽迷路入口散射辐射剂量率 H_g

关注点		G
计算参数	α_{ph}	1.35E-03
	F (cm ²)	1600
	α_2	2.20E-02
	A (m ²)	7.4
	H_0 (μSv·m ² /h)	8.40E+08
	R_1 (m)	8.08
	R_2 (m)	11.33
计算结果	关注点散射辐射 H_g (μSv/h)	8.81E+01

迷路入口的 X 射线散射辐射能量约为 0.2MeV，铅中的 TVL 值为 0.5cm，根据加速器机房防护门的屏蔽方案，迷路入口经防护门铅板屏蔽后的散射辐射计算结果见表 11-7。

表 11-7 经屏蔽后迷路入口散射辐射剂量率 H_g

机房名称	屏蔽前剂量率 (μSv/h)	铅屏蔽厚度 (mm)	TVL (mm)	B	屏蔽后剂量率 (μSv/h)
加速器机房	8.81E+01	14	5	1.58E-03	1.40E-01

11.4 各关注点辐射剂量率预测结果及评价

加速器机房外各关注点的辐射剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较见表 11-8。

表 11-8 辐射剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较

关注点	位置描述	辐射剂量率预测值 (μSv/h)			剂量率参考控制水平 H_c (μSv/h)	是否符合
		有用线束/泄漏辐射	散射辐射	合计		
A	室外空地	1.38E-01	/	1.38E-01	10	是
B	楼梯间	1.38E-01	/	1.38E-01	10	是
L	夹层	1.32E+00	/	1.32E+00	10	是
C ₁	室外空地	8.58E-03	1.70E-02	2.56E-02	6.4	是
C ₂	室外空地	8.58E-03	1.70E-02	2.56E-02	6.4	是
D ₁	楼梯间	8.58E-03	1.70E-02	2.56E-02	6.4	是
D ₂	走廊	8.58E-03	1.70E-02	2.56E-02	0.8	是
M ₁	夹层	1.87E-01	4.62E-01	6.49E-01	3.2	是
M ₂	夹层	1.87E-01	4.62E-01	6.49E-01	3.2	是
E	室外走廊	1.14E-01	/	1.14E-01	0.8	是
F	控制室	5.77E-06	/	5.77E-06	2.5	是
K	水冷机房	7.45E-02	/	7.45E-02	3.2	是
G	缓冲区域	2.41E-01	1.40E-01	3.81E-01	1.28	是

通过上表可以看出，本项目加速器机房的辐射屏蔽措施能够使机房外的辐射剂量率满足相应的剂量率参考控制水平的要求。

11.5 工作人员及公众个人剂量估算

个人剂量估算采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式：

$$D_r = D_1 \times T \times t \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-9})$$

式中：

D_r ——关注点辐射剂量率，mSv/a；

D_1 ——关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——年出束时间，h；

T ——居留因子。

本项目工作人员及公众个人剂量估算详见表 11-9。

表 11-9 人员所受年有效剂量估算结果

关注点	位置描述	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作时间 (h/a)	居留因子 T	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
A	室外空地	1.38E-01	1562.5	1/40	5.39E-03	0.1
B	楼梯间	1.38E-01	1562.5	1/40	5.39E-03	0.1
L	夹层	1.32E+00	1562.5	1/40	5.15E-02	0.1
C ₁	室外空地	2.56E-02	1562.5	1/40	9.99E-04	0.1
C ₂	室外空地	2.56E-02	1562.5	1/40	9.99E-04	0.1
D ₁	楼梯间	2.56E-02	1562.5	1/40	9.99E-04	0.1
D ₂	走廊	2.56E-02	1562.5	1/5	8.00E-03	0.1
M ₁	夹层	6.49E-01	1562.5	1/40	2.53E-02	0.1
M ₂	夹层	6.49E-01	1562.5	1/40	2.53E-02	0.1
E	室外通廊	1.14E-01	1562.5	1/5	3.57E-02	0.1
F	控制室	5.77E-06	1562.5	1	9.02E-06	5
K	水冷机房	7.45E-02	1562.5	1/20	5.82E-03	0.1
G	缓冲区域	3.81E-01	1562.5	1/8	7.44E-02	0.1

职业人员年有效剂量分析：根据上表结果可知，辐射工作人员在控制室的年有效剂量值为 9.02E-06mSv，满足工作人员的管理目标值不大于 5mSv/a 的要求。

公众人员年有效剂量分析：根据上表结果可知，加速器机房公众可达处年有效剂量最大值为 7.44E-02mSv（G 点），可满足不大于 0.1mSv/a 的管理目标值。

11.6 臭氧及氮氧化物的影响分析

本项目放疗装置运行过程中空气电离产生的少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）通过通风系统排出机房外，少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境影响较小。本项目加速器机房墙体对外无采光通风窗，安装了通风装置，根据医院提供资料，加速器机房

拟安装排风量为 4700m³/h 的排风机，直线加速器内通风换气次数为 11.8 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）标准中“通风换气次数不小于 4 次/h”的要求，能有效地排出机房内的有害气体，保证室内空气质量满足标准要求。

11.7 电子线治疗的影响分析

使用电子束模式时，X 射线靶和均整器从电子射线束范围内移去，产生电子线的电子束流强度比打靶产生临床 X 射线所需的电子束流强度小 2—3 个数量级（《放射肿瘤物理学：教学手册》IAEA，2005）；电子束出束过程中，电子线与机头、机床、人体组织等作用产生韧致辐射的能量和强度均低于电子束撞击钨靶产生的治疗 X 射线的能量和强度，所以，如果机房及其防护门能够满足 X 治疗束的屏蔽防护要求，能够满足电子束治疗中产生的韧致辐射的防护要求。根据前文计算可知，本项目机房屏蔽可以满足 X 治疗束的屏蔽防护，因此，也可以满足电子束的屏蔽防护。

放射性废物影响分析

一、有害气体

本项目放疗科无放射性废气产生。本项目放疗科加速器机房拟设新风口和排风口，新、排风管由机房吊顶上方沿着迷道穿过防护门上方的预留 Z 形孔洞。新风口和排风口的设计位置合理，符合“上进下排，对角设置”的原则，加速器机房的排风量为 4700m³/h，换气次数大于 4 次/h。通风系统可以有效地对机房内空气进行换气。

加速器机房工作时产生的有害气体经有效通风后对环境影响不大。

二、放射性废水

本项目放疗科无放射性废水产生。

三、放射性固废

直线加速器的金属靶件更换时会有废靶件产生，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），对废靶外表面进行辐射剂量率监测，满足清洁解控要求由设备厂家回收，否则委托有资质单位收贮，废靶不会在医院存储。

综上所述，本项目产生的废气、废水和放射性固废均可得到妥善处置，对环境的影响是可控的。

事故影响分析

本项目涉及 II 类射线装置的使用。在项目运行过程中存在风险和潜在的危害。

直线加速器主要用于肿瘤放射治疗，加速器只有在治疗期间才会产生 X 射线，主要事故类型有：

①工作人员进入加速器机房摆位或其他照射前准备工作时，控制台前操作人员将加速器开机出束。

②放疗过程加速器运行时，辐射安全措施故障，无关人员误入治疗室，发生超剂量照射。

③维修直线加速器系统时发生异常出束，维修人员受到超剂量照射。

预防措施：

①做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修，按操作规程定期对各个联锁装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在门-机联锁装置失效的情况下违规操作；通过装置故障报警系统及时发现故障，及时修复；通过纵深防御以减少由于某个联锁失效或在某个联锁失效期间产生的辐射事故。

②加强工作人员自身防护安全意识，定期组织培训；管理人员应强化管理，落实安全责任制。

③制定完善的操作规范，使之熟悉设备性能，熟练并严格按照操作规范操作实施照射前控制台工作人员应先观察监控确保机房内摆位工作人员已撤出。

④制定自检制度，加强对防护设施、检测设备安全性能的日常检查，确保其处于正常状态下运行。

⑤射线装置的维修工作应由资质的人员进行，医院不得私自拆卸维修设备。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全与防护管理领导小组

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条，使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

娄底市第一人民医院成立了辐射安全与防护管理领导小组，由法人代表任组长，辐射安全与防护管理领导小组详见附件 3。

辐射安全与防护管理领导小组主要职责如下：

(1) 制订医院辐射安全与防护工作的计划和总结，对辐射安全控制效果进行评议，定期修订突发辐射事故应急预案、辐射安全与防护制度。

(2) 监督医院辐射安全与防护工作，检查各种制度以及防护措施的贯彻落实情况。

(3) 负责医院放射人员健康档案管理。

(4) 组织实施放射人员关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识的培训工作。

(5) 会同上级有关部门按有关规定调查和处理放射事故，并对有关责任人员提出处理意见。

2、辐射工作人员

本项目正式运营后，拟配备 7 名辐射工作人员，辐射工作人员为初步计划，医院将根据工作量的情况调整各岗位工作人员的数量，确保能够满足项目运行和相关法规要求。

医院应及时组织新增辐射工作人员进行上岗前职业健康体检、辐射安全与防护培训。确保人员体检合格且取得有效期内辐射安全与防护知识培训合格证书后方可上岗。取得培训合格证的人员，医院应每 5 年组织一次复训。医院应按规定为辐射工作人员配发个人剂量计。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用I类、II类、III类放

射源，使用I类、II类射线装置的，应当有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

为保障项目正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，医院制定了一系列的规章制度，详见附件4、附件5，部分规章制度名称如下：

- (1) 辐射防护和安全管理制
- (2) 医用直线加速器操作规程
- (3) 辐射工作人员岗位职责
- (4) 辐射防护和安全保卫制度
- (5) 设备检修维护制度
- (6) 辐射工作人员培训制度
- (7) 台账管理制度
- (8) 辐射监测制度
- (9) 辐射安全事故应急预案

在项目运行前医院应根据实际情况和 workflows 制定各岗位具体职责、操作规程等相关制度，并张贴上墙。

医院在今后工作中，应不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。在运行过程中，还应根据生态环境部门对辐射环境管理的要求及时修订。

辐射监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《职业性外照个人监测规范》（GBZ128-2019）等要求，应建立必要的监测计划。辐射监测内容包括个人剂量、工作场所及周围环境的监测、放射工作人员职业健康检查等。

(1) 个人剂量监测

医院需对辐射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担。个人剂量常规监测周期最长不超过三个月，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括辐射工作人员姓名、性别、

起始工作时间、监测年份、职业类别、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。辐射工作人员个人剂量档案要求终生保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量档案应随其转给调入单位。

(2) 工作场所和周围环境辐射监测

根据国家相关要求，使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的监测机构进行监测。

①验收监测

设备安装到位，调试完成后，应委托有资质的单位进行验收监测。若发现问题，及时整改，直到合格为止。

②常规监测

医院委托有资质单位每年对工作场所辐射环境进行一次监测，对院内放射性同位素和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日前在“全国核技术利用辐射安全申报系统”中提交上一年度的辐射评估报告。此外，医院应根据本项目产生的污染因子特点，制定日常防护监测计划并进行自主监测。医院应对配备的监测仪器按1次/年的频率进行校准。

监测计划表详见表 12-1。

表 12-1 监测计划一览表

监测项目	监测对象	监测点位	监测频次	监测类别
X-γ周围剂量当量率	放疗科加速器	机房屏蔽体外 30cm 处，管线洞口、操作位以及其他人员经常驻留处	每季度 1 次	自行监测
			每年 1 次	委托监测
个人剂量监测	全院辐射工作人员	—	每季度 1 次， 每年 4 次	委托监测

辐射工作人员健康管理

医院建立了辐射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时和应急的健康检查制度，委托具有相应资质的机构承担医院辐射工作人员职业健康检查工作，监测周期最长不得超过 2 年。医院应按照《放射工作人员健康要求及监护规范》的规定执行，为

辐射工作人员建立个人健康档案，档案中详细记录历次医学检查的结果及其评价处理意见，档案由专人统一管理，并妥善长期保存。

辐射事故应急

1、辐射事故应急响应机构的设置

辐射安全事故应急处理领导小组由院长任组长，相关科室负责人为成员，小组下设办公室。应急处理领导小组负责对辐射事件应急处理的统一领导、统一指挥，组织、开展放射事件的应急处理救援工作等。

2、辐射安全事故应急预案

医院制定的辐射安全事故应急预案见附件 5，应急预案包含了辐射事故分级、组织机构及职能、预防事故措施、应急处理措施、辐射事故的报告、善后处理等方面的内容。本项目建成后，医院应根据使用科室的实际情况修订辐射安全事故应急预案。

3、事故应急培训演习计划

(1) 事故应急演练：完善的预案、周到的准备和准确的事事故处理必须依靠定期的应急演练来加以巩固和提高，从而真正发生时能够做到沉着应对、科学处置。医院的辐射安全事故应急预案及时修订，并定期组织应急演练，应急演练时注意以下几个方面：

①制定周密的演练方案：明确演练内容、目的、时间、地点、参演人员等。

②进行合理的人员分工：成立演练领导组、工作组、保障组等机构，进行角色分工，明确人员职责。

③做好充分的演练准备：维护仪器设备，配齐物资器材，找好演练场地。

④开展实战演练：按照事先预定的方案和程序，有条不紊地进行，演练过程中除非发生特殊情况，否则尽量不要随意中断。若出现问题，演练完毕后再进行总结。

⑤做好总结归纳：演练完毕要及时进行归纳总结，对于演练过程中出现的问题要认真分析，并加以改正，成功的经验要继续保持。

(2) 应急响应准备：包括建立辐射事故应急值班制度、开展人员培训，配备必要的应急物资和器材，包括：个人剂量计、个人防护设备、辐射应急监测仪器等，并及时更新和维护。

①辐射事故应急处理领导小组应建立完善的辐射事故应急预警机制，及时收集、分析辐射事故相关信息，协调下设小组人员开展辐射事故应急准备工作，定期开展事故应急演练，提高应急处置能力。

②定期就辐射安全理论，辐射安全事故应急预案、程序和处置措施，以及应急监测技术等内容组织学习，必要时进行考核，以达到培训效果。

③根据医院核技术利用情况，可能发生的事故级别，做好事故应急装备的准备工作。主要包括交通、通讯、污染控制和安全防护等方面的物资和器材。

4、事故应急处理措施

辐射事故一旦发生，应立即启动应急预案。应急响应程序如下：

发生辐射事故的科室必须于 2 小时内报告医院应急领导小组。放射性同位素丢失、被盗的辐射事故由保卫科向公安机关报告，造成环境放射性污染的，还应当同时报告当地生态环境部门；人体受到超剂量照射的辐射事故由医务部向卫健部门报告。

各部门联系方式如下：

医院安保科：0738-8664126

湖南省生态环境厅：0731-85698110

娄底市生态环境局：0738-12345

娄底市公安局电话：110

医疗救护电话：120

环境保护竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目竣工后，建设单位自主或委托技术机构开展环保竣工验收工作，具体工作见表 12-2。

表 12-2 环境保护竣工验收一览表

序号	验收项目	验收内容	依据
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告	生态环境部公告 2018 年第 9 号
2	环境管理制度、应急措施	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定辐射防护相关管理制度、操作规程、应急预案，内容切实可行，具有可操作性	国家环境保护总局令第 31 号

3	辐射工作人员管理		所有辐射工作人员上岗前均应佩戴个人剂量计，进行职业健康体检并取得合格报告，仅从事Ⅲ类射线装置操作使用的可按要求进行自主培训考核，其他辐射工作人员应参加生态环境部核与辐射安全中心组织的集中考核，并取得辐射安全与防护考核成绩报告单后方可上岗，相关资料均按要求存档。	国家环境保护总局令 31 号、生态环境部公告 2018 年第 9 号
	4	机房面积及尺寸	加速器机房应有足够的有效使用空间。	GBZ121-2020 HJ1198-2021
5	辐射屏蔽设计及安全防护措施		①辐射屏蔽设计：按环评报告中设计参数落实到位，并满足相应标准要求； ②防护用品及检测仪器：按环评报告表的要求落实到位； ③辐射警示标识：机房门外设置电离辐射警示标志，安装工作状态指示灯及警示语句； ④安全设备及系统：设置钥匙控制、视频监控及对讲交流系统、急停按钮、门机联锁、紧急开门、防护门防夹装置等； ⑤监测报警装置：加速器机房安装固定式剂量监测报警装置，报警功能正常。	GBZ121-2020 HJ1198-2021
6	放射性三废处理设施	废气	加速器机房内设置强制排风系统，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对角设置，保证室内通风换气次数应不小于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。	GBZ121-2020 HJ1198-2021
		废水	本项目不产生放射性废水。	/
		固废	制定制度规定加速器废靶处置方式。	GBZ121-2020 HJ1198-2021
7	辐射监测	环境监测	①射线装置或核技术利用场所正式投入使用前，应委托有资质单位进行验收监测； ②制定环境辐射监测计划，包括自行监测和委托监测，至少每年开展 1 次，有资质单位出具的年度监测报告； ③配备相应的自检设备，防护检查仪器及人员，定时进行自检； ④辐射检测应建立完整档案。	国家环境保护总局令 31 号
		个人剂量监测	每名辐射工作人员配置个人剂量计，委托有资质的单位监测，监测周期不超过三个月，并建立辐射工作人员个人剂量档案，长期进行信息跟踪、监控。	GBZ128-2019
8	电离辐射	剂量限值	①辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv； ②公众成员年有效剂量不超过 0.1mSv。	GB18871-2002 HJ1198-2021
		屏蔽体外剂量率	工作场所屏蔽体外周围剂量当量率满足相应标准要求。	GBZ121-2020 HJ1198-2021

表 13 结论与要求

结论

13.1 项目概况

娄底市第一人民医院对门诊楼东北侧原影像科局部区域进行了拆除改造，拟在原址新建一栋三层放疗中心楼，一层用于开展肿瘤放射治疗相关业务。放疗中心楼一层规划设置 1 间加速器机房及配套辅助用房，拟新增购置并安装 1 台医用电子直线加速器。

13.2 实践正当性分析

本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目运营以后提高了医院救治患者的效率，医院在保障患者健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施给职业人员、公众及社会带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.3 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目使用的医用直线加速器不属于限制类或者淘汰类产业，符合国家产业政策。

13.4 选址可行性分析

本项目核技术利用场所不邻接妇产科、儿科等特殊人群及人员密集区域，环境本底接近调查范围，项目选址可行。

13.5 环境影响分析结论

（1）本项目涉源场所四周墙壁、顶板、防护门均采取了相应的辐射屏蔽措施，能满足国家相关标准要求。

（2）根据估算可知：本项目满足医院提出的辐射工作人员年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

（3）医院拟按要求配备防护用品及检测仪器，可以满足医院放射诊疗工作的开展。

（4）医院成立了辐射安全与防护管理领导小组，制定了相关的辐射防护管理制度及辐射安全事故应急预案。在项目运行前医院应根据实际情况和 workflows 制定各岗位具体职责、操作规程等相关制度并修订辐射安全事故应急预案。

(5) 医院拟组织新增辐射工作人员进行辐射安全和防护知识培训、职业健康监护检查、个人剂量监测，并建立相应的档案。

综上所述，娄底市第一人民医院放疗中心建设项目实施符合相关法律法规和标准要求，医院在认真贯彻落实本报告表中提到的环保措施后，从环境保护和辐射防护角度考虑，该项目的开展是可行的。

建议

(1) 医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并配备相应的辐射检测设备进行自检，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

(2) 医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生，应结合实际情况和监管部门要求制定各项辐射安全管理制度，完善辐射应急预案，要求具有可操作性，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

(3) 严格落实放射工作人员职业健康管理规定，建立全周期体检台账，常态化落实上岗、在岗、离岗体检制度，完整留存体检档案。加强放射工作人员管控与培训，要求放射工作人员上岗全程佩戴个人剂量计，强化日常巡查，落实个人辐射剂量监控工作。

(4) 在取得本次环评报告批复文件且工作场所达到使用标准后，医院应当按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定的许可证申请程序，重新申请领取《辐射安全许可证》。项目投入使用后，医院应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》完成环保竣工验收工作。

(5) 项目运行后，应定期对工作场所及其周围环境进行辐射监测，据此对核技术利用项目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日前将上一年度的评估报告上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”中。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见:

经办人:

公章:

年 月 日

审批意见:

经办人:

公章:

年 月 日

附件 1 委托书

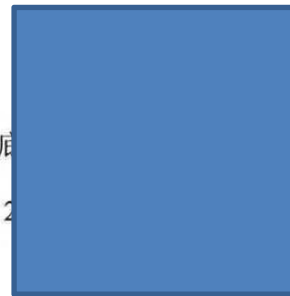
委 托 书

湖南涌仁科技有限公司：

根据《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》《建设项目环境保护管理条例》等有关法律规定和要求，我司特委托贵公司承担娄底市第一人民医院放疗中心建设项目的环境影响评价工作。

娄底

2



附件 2 辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称： 娄底市第一人民医院

统一社会信用代码： 12431300582769484E

地 址： 湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路

法定代表人： 蒋桂平

证书编号： 湘环辐证[02810]

种类和范围： 使用 II 类、III 类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至： 2029年02月06日

 发证机关：

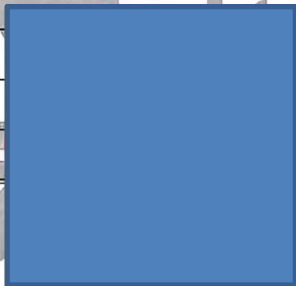
发证日期： 2025年12月30日

中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	娄底市第一人民医院		
统一社会信用代码	12431300582769484E		
地 址	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路		
法定代表人	姓 名	蒋桂平	联系方式 0738-8664109
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	手术室	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路	刘礼义
	介入室	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路	刘礼义
	放射科	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路	刘礼义
	健康管理中心	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路	刘礼义
	发热门诊	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路	刘礼义
	体检中心	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路	刘礼义
	口腔科	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路	刘礼义
证书编号	湘环辐证[02810]		
有效期至	2029年02月06日		
发证机关	湖南省生态环境厅		
发证日期	2025年12月30日		



M E E



(一) 放射源

证书编号：湘环辐证[02810]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位
此页无内容												



(二) 非密封放射性物质

证书编号：湘环辐证[02810]

序号	活动种类和范围							备注				
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量(贝可)	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	申请单位	监管部门	
此页无内容												





(三) 射线装置

证书编号：湘环辐证[02810]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	放射科	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	胃肠机	Neo-Vision	61Y2012	管电压 150 kV 管电流 630 mA	北京岛津医疗器械有限公司		
2		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	CT 机	Somatom Emotion 6	43829	管电压 130 kV 管电流 345 mA	上海西门子医疗器械有限公司	CT 一室	
3		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	CT 机	SOMATO M go.Top	11061648	管电压 140 kV 管电流 825 mA	上海西门子医疗器械有限公司	CT 二室	
4		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	床旁 CR	HM-200	6480115	管电压 125 kV 管电流 200 mA	北京万东鼎立医疗设备有限公司		
5		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	DR 机	Ysio	50012	管电压 150 kV 管电流 630 mA	西门子		

4 / 10



(三) 射线装置

证书编号：湘环辐证[02810]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
6	健康管理中心	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	乳腺 X 射线机	RH-HAWK	RH2572003	管电压 40 kV 管电流 160 mA	北京中研海康科技有限公司		
7	介入室	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	DSA	UNIQ FD20	001444	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦	门诊楼一楼介入导管室一	
8		血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	DSA	Pilot3000	IV0324001	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	北京唯迈医疗科技股份有限公司	门诊楼一楼介入导管室二	
9	口腔科	口腔(牙科) X 射线装置	III类	使用	1	牙科全景机	CRA-2	S6 1803189	管电压 77 kV 管电流 10 mA	Soredex, PairoDEx Group Oy		
10	手术室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	移动式 G 臂机	DigiArc 100AC	XG1268BK161	管电压 110 kV 管电流 15 mA	北京东方惠尔图像技术有限公司		
11	体检中心	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	DR 机	新东方 1000C	05203Y13-57-3	管电压 150 kV 管电流 630 mA	华润万东医疗装备股份有限公司		

5 / 10

附件 3 关于调整辐射安全与防护管理领导小组的通知

关于调整辐射安全与防护管理领导小组的通知

根据《中华人民共和国环境保护法》、《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》(国务院令 709 号, 2019 年 3 月 2 日第二次修订) 和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(部令第 20 号, 2021 年 1 月 4 日施行) 的决定, 为了做好本单位的辐射安全防护管理工作, 结合医院实际情况, 经研究, 决定调整辐射安全与防护管理领导小组成员名单。

一、辐射安全与防护领导小组成员

组 长:

副组长:

成 员:

二、辐射安全与防护领导小组职责

医院辐射安全与防护管理委员会在院长领导下, 负责医院辐射安全与防护管理工作, 具体职责如下:

1. 制订医院辐射安全与防护工作的计划和总结, 对辐射安全控制效果进行评议, 定期修订突发辐射事故应急预案、辐射安全与防护制度。

2. 监督医院辐射安全与防护工作，检查各种制度以及防护措施贯彻落实情况。

3. 负责医院放射人员健康档案管理。

4. 组织实施放射人员关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识的培训工作。

5. 会同上级有关部门按有关规定调查和处理放射事故，并对有关责任人员提出处理意见。

娄



完

附件 4 辐射防护相关制度

辐射防护和安全管理制

- 1、辐射安全与环境保护管理小组对本单位辐射安全和防护工作负责，并依法对造成的辐射危害承担责任。
- 2、严格遵守《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许可管理办法》等辐射相关法规的要求，接受生态环境主管部门及法规规定的其他相关部门的监督检查工作，并落实各项整改意见。
- 3、依法办理环境影响评价、辐射安全许可等生态环境相关手续。
- 4、辐射工作场所必须符合主管部门的法规及标准的要求，在许可规定的范围内从事辐射工作，保证辐射工作场所安全。辐射防护设施设备符合国家有关要求，保证设施正常运行。
- 5、辐射工作场所按照有关规定设置明显的辐射警示标识、安全联锁、报警装置或者工作信号灯，防止人员受到意外照射。
- 6、严格按照国家关于个人剂量监测和职业健康管理的规定，对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。
- 7、辐射工作人员上岗前必须进行职业健康体检，合格者方可上岗；工作期间由单位安排定期到指定医院进行职业健康体检。
- 8、严禁未经培训考核合格的人员上岗从事辐射工作活动，工作人员要严格按照操作规程和规章制度进行操作。
- 9、依法对本单位放射性同位素与射线装置辐射工作场所的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告，于每年1月31日前上报。报告除总结本单位全年辐射工作外，还包含辐射工作人员个人剂量监测和辐射工作场所辐射水平监测结果。
- 10、配备辐射工作人员防护用品并指导其正确使用。
- 11、加强安全责任意识，排除各项安全隐患，做好防火、防盗等各项安全

措施，加强安全保卫，防止无关人员随意出入。

12、辐射事故应急预案，并定期组织学习和演练。

13、定期对工作场所进行环境监测。巡查巡测至少由两名以上工作人员构成。

14、加强夜间和节假日巡逻，做好防盗、防火、防潮、防爆和防泄漏措施。

15、严格执行事故报告制度，一旦发生辐射事故（件）时，应立即启动单位辐射事故应急预案，并按要求上报生态环境、公安、卫生健康等有关部门，协助调查处理。

娄



医用直线加速器操作规程

一、目的：

保证直线加速器的正常、安全使用。

二、适用范围：

适用直线加速器对肿瘤的放射治疗。

三、人员职责：

- 1、摆位技术人员按照本规程对设备进行操作，做好机器设备的使用记录。
- 2、仪器设备负责人负责对操作人员是否正确使用直线加速器进行监督，并对仪器设备进行日常维护。

四、操作步骤：

1、开机程序：

- (1) 每天上班操作前，打开电脑主机开关，显示屏电源开关后，电脑会自动开启和检测相关程序进入模式选择界面，按提示选择治疗模式并输入密码后进入治疗模式。
- (2) 开启通风系统开关，利于空气全速流动。
- (3) 打开控制室的监视系统及对讲机，进入机房，开启机房内的照明，检查机房内抽湿机，空调机的工作情况。主机启动通电后按手控器上的复位键，机器进入预热待机状态，15分钟后方可开机治疗病人。

2. 摆位治疗步骤：

- (1) 带病人进机房，找出病人的固定体膜或面膜。
- (2) 将机架角，治疗床置于“0”角度。
- (3) 将固定装置（体架或头颈肩架），置于床面上的适当位置，其中心线与激光定位线对齐并固定。
- (4) 病人上床后，摆正体位，升床使病人的体表标志线与激光定位线完全重合（XYZ三个方向），扣模并固定。

(5) 对等中心：移动床使体膜上的射野中心线与激光定位线完全重合（XYZ三个方向），若误差超出允许范围，应重新调整体位，直至满意为止。

(6) 摆位结束后，叫其他人员退出机房，关屏蔽门。

(7) 开机治疗病人：调出照射野，经校对无误后，再开机出束治疗，若采用自动摆位，要密切观察，应确保大机架在转动过程中与病人、治疗床及其他物品无碰撞可能。

(8) 放疗结束后，进机房取下体模，放病人下床。

3. 关机程序

(1) 每天工作结束后，关掉机房内照明和有关电源，关屏蔽门。

(2) 按电脑显示屏上的提示退出关机，然后关电脑主机电源。

(3) 关掉控制室监视系统和对讲机的电源。

(4) 关掉通风系统电源，最后关好门窗，关掉各室的照明后才

娄



辐射工作人员岗位职责

- 1、从事辐射工作的人员必须严格遵守并执行《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规。
- 2、从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，持有“辐射安全与防护培训合格证书”，并且通过职业健康体检后方可上岗。
- 3、上岗时必须佩戴热释光个人剂量计。
- 4、定期检查辐射工作场所的安全防护设施，及时发现问题并解决。周围环境巡查时必须佩戴个人剂量报警仪。不得在没有启动安全防护装置的情况下强制进行辐射工作，以防止辐射照射事故的发生。
- 5、从事辐射工作的人员，要严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。
- 6、建立放射性同位素和射线装置台账。
- 7、时常保持岗位环境整洁干净。
- 8、发生辐射事故，立即报告辐射安全与环境保护管理小组和有关部门，采取有效措施，不得拖延或者隐瞒不报。

类



辐射防护和安全保卫制度

医院所使用的射线装置主要用作医学检查、诊疗，在辐射安全、防护范围内使用。

一、辐射工作场所均采取辐射安全措施：

1、工作场所设置电离辐射警告标志，并有“当心电离辐射”的中文注释，不得随意拆除；

2、所有安全防护门外划有辐射安全警戒线，严禁无关人员进入；

3、安全连锁报警装置、信号灯等。

二、储存场所采取的辐射安全措施：

独立使用和存放，确保防盗、防火、防潮、防爆，设备钥匙指定辐射工作人员保管。

三、辐射工作人员每周对辐射工作场所进行清扫整理，做到无杂物、无积灰，地面整洁干净；检查随身携带的钥匙有无遗失。

四、工作场所必须配备监控、语音对讲系统；配备有效的灭火器，房间内安装烟雾报警仪等消防设施。

五、加强夜间和节假日巡逻，确保辐射工作场所能满足防盗、防火、防潮、防爆的管理目标。



设备检修维护制度

- 1、机房的各种标志醒目，各台设备应有规范的操作规程和运行记录。
- 2、保持机房内干燥整洁，禁止在机房内存放无关物品。
- 3、保持机器清洁，及时清理污物，每天必须进行一次机器的清洁工作。具体由辐射工作人员负责。
- 4、每周进行一次安全检查和常规小保养，减少机器故障的发生并及时掌握机器的运行情况。主要为机器清洁、安全装置、运转部件检查保养。具体由辐射工作人员负责。
- 5、每月进行一次机器的全面检查和调整。内容包括：机房机器的清洁；机械电器部件牢固、运行准确性；平衡悬吊装置的安全；电缆电线的完好；保护地线接触良好；显示数据准确性等。保持机器处于良好的状态，确保机器设备安全、正常运行。具体由科室负责人组织，辐射工作人员负责执行。
- 6、机器设备发生故障时应及时向科室负责人汇报，记录故障现象并立即停止使用。
- 7、科室负责人接到设备故障报告后安排具有维修技术的技术人员进行检查。常见和简单故障及有能力维修的故障原则上鼓励技术人员自行维修，以节约成本。
- 8、对科室无法维修的故障及时向辐射安全与环境保护管理小组报告，由管理小组联系安排专业人员或设备生产厂家进行维修。
- 9、设备维修应及时做维修记录，内容包括：故障经过、现象、检查情况、维修经过和维修后情况。
- 10、设备重大维修后应委托有资质的放射卫生服务机构进行严格的验收检测，正常后方可正式使用。
- 11、未经科室负责人许可，严禁私自拆解、改造、维修机

娄



辐射工作人员培训制度

根据生态环境部门发布的《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》（公告2019年第57号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告2021年第9号），为了提高本单位从事辐射工作人员的安全防护意识和工作技能，加强辐射安全管理，预防辐射伤害事故，特别制定本制度。

一、辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台

（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加培训，考核合格后方可上岗；根据考核合格者的成绩报告单日期，应及时进行再培训（考核合格后，成绩有效期为5年）。

二、仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由本单位自行组织考核。自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由本单位组织再培训和考核。

本单位规定辐射工作人员应当具备下列基本条件：

- （1）年满18周岁，经健康检查，符合辐射工作职业要求。
- （2）经职业健康检查，符合辐射工作人员职业健康要求。
- （3）辐射防护和有关法律知识培训考核合格。
- （4）遵守辐射防护法规和规章制度，接受职业健康监护和个人剂量监测管理。

理。

三、本单位内部每年组织一次辐射工作人员技术与安全知识的培训、考核，加强人员技能知识和能力。

四、本单位每年组织相关人员进行辐射事故应急预案的知识培训和演习，加强员工对辐射防护的意识及辐射事故的应对能力。

五、本单位建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的培训时间、考试或考核成绩等资料。制定培训计划，在到达培训有效期前完成复训。

类

台账管理制度

一、建立和完善射线装置台账管理，对新购进的射线装置进行登记。

二、记录设备名称、型号、设备参数、设备编码、使用科室、每年检测情况、大型设备配置证等，做到固定资产的数量准确，账账清楚，账账相符，账物相符。

三、辐射工作人员使用医用射线装置前应仔细检查设备能否正常工作；设备外观是否有损伤；

四、辐射工作人员使用医用射线装置前必须在装置台账上进行登记，包括使用人、使用时间、使用过程装置情况、报修情况等；

五、辐射工作人员应对医用射线装置妥善管理，防止损坏和丢失，保持医用射线装置的清洁。严禁易燃、易爆及腐蚀性介质等；

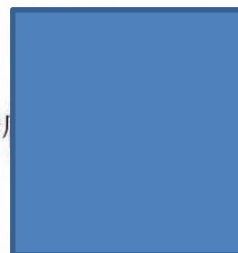
六、对医用射线装置应定期检查，发现医用射线装置有损坏时，必须及时标注和报告其所属单位进行处理；

七、医用射线装置只允许专人操作，其余无关人员不得使用；

八、辐射工作人员在使用医用射线装置期间，对医用射线装置的安全使用负完全责任；

九、设备科应为每台射线装置建立台账。

娄



辐射监测制度

一、个人剂量监测

1、所有辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，接受剂量监测，个人剂量计均由职业卫生检测机构统一发放并定期检测。个人剂量监测档案长期保存。

2、个人剂量计佩戴部位：剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般佩戴在左胸前。在有铅围裙等防护用品时，戴在铅围裙里面。当受照剂量可能相当大时（如介入放射学操作），则还需在铅围裙外面衣领上另外佩戴一个剂量计。

3、监测周期：每季度1次。每年按季度分四期监测。

4、个人剂量计经放射卫生检测机构检测，如发现检测结果超标，应及时查明原因，并对超标者进行体格检查，了解健康情况，及时做出妥善处理。

二、常规监测

配置辐射剂量率监测仪，用于辐射工作场所的日常辐射水平自行检测，并将每次监测结果记录存档备查。

三、场所年度监测

定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对医院的所有辐射工作场所进行监测。年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报生态环境主管部门。如发现有检测结果超标情况，应及时检修仪器或改进场所防护设施。

娄



附件 5 辐射安全事故应急预案

辐射安全事故应急预案

为提高本院对突发辐射事故的处理能力,最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害,保护环境,保障工作人员和公众的生命安全,维护社会稳定,特制定本预案。

一、编制依据

《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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《突发环境事件应急预案管理暂行办法》等。

二、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素,将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

1、特别重大辐射事故,是指放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。

2、重大辐射事故,是指放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以上(含 2 人)急性死亡或者 10 人以上(含 10 人)急性重度放射病、局部器官残疾。

3、较大辐射事故,是指放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。

4、一般辐射事故,是指放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

三、本预案适应范围

凡本院核医学科、放射科、介入科、放疗科等发生辐射事故适用本应急预案。

四、工作原则

以人为本、快速反应、预防为主、常备不懈。

五、组织机构及职能

1、辐射安全事故应急处理领导小组:

辐射安全事故应急处理领导小组下设办公室，办公地点设在安保科



2、辐射安全事故应急处理领导小组职责

- (1) 组织制定医院辐射事故应急处理预案；
- (2) 负责组织协调辐射事故应急处理工作；
- (3) 组织辐射事故应急人员的培训；
- (4) 负责与上级主管部门和当地生态环境部门的联络、报告应急处理工作，配合做好事故调查和审定；
- (5) 负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作；
- (6) 采取各种快速有效措施，做好善后处理，最大限度地消除对医院的负面影响。

六、预防事故措施

1、健全辐射管理的各项规章制度，机器旁悬挂或放置操作规程卡片、设专人负责，做好核素的领取、使用登记工作，确保放射性药物的安全。核素药品存储采用双人双锁管理，做好防盗工作；

2、制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，配备必要的防护用品，减少设备的误操作以及放射性药品操作过程中洒漏事故发生；

3、加强核医学科对用药患者的管理，在不影响诊断的情况下，限制其服药量，限制患者出院时的放射性药物携带量，并对出院的用药患者提供与他人接触时的辐射防护措施的书面的指导，使患者明白并自觉做到短期内不到公共场所去活动，并避免与家人近距离密切接触。核医学工作场所设置监控，进出口设置门禁，防止无关人员进入。放疗科、介入科等定期检查维修机器、使用处于正常工作状态；

4、射线装置加装应急开关或电源总开关；

5、在操作放射性核素之前和期间，必须确认排风系统运行正常，并定期对通风系统进行维护维修。

七、应急处理措施

1、射线装置：严格遵守射线装置操作规程，一旦发现控制台上的监视器不能停止、按钮不能复位或其他辐射事故时，立即按下应急开关或切断主控电源，保护好事故现场，及时上报医院辐射事故应急处理领导小组；

2、核医学科：

(1) 发生放射性药品泼洒事故时：应第一时间大声提醒周围人员，疏散非必要人员，封锁污染区域，放置“放射性污染”警示牌。戴双层手套、穿防护衣+鞋套进行去污。去污过程中，首先用吸水纸覆盖泼洒区→由外向内轻轻吸附水分→吸水纸直接放入放射性废物袋。用浸有去污剂（中性洗涤剂）的抹布由外向内螺旋擦拭→每擦一次更换抹布。若污染仍存在，用少量水（必要时 EDTA 肥皂水）润湿后再次擦拭。用表面污染仪监测污染区及周围 0.5 米区域→目标值 $<0.5\text{Bq}/\text{cm}^2$ （或本底值 2 倍以内）。若不达标，重复步骤 2-4。所有用过的吸水纸、抹布、手套、鞋套→全部入放射性废物袋（标记 I-131 污染、活度、日期）。如去污后仍有固定污染无法去除→加盖屏蔽物（如铅皮）并贴标签报告。

(2) ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器污染或脱落：敷贴器表面污染（外壳沾有放射性粉尘或液体）：用湿润棉签轻轻擦拭表面→棉签入废物袋→监测合格后放回铅罐。禁止用手直接接触，用长柄钳夹取→放入临时铅罐。原地用胶带粘取周围可能存在的碎片→全部收集入废物袋。敷贴器送厂家处理或按废旧源回收流程。

3、医院启动应急预案，立即上报生态环境部门，并填写《辐射事故初始报告表》，如发生人员急性放射病或超剂量照射，要同时上报卫生部门；如发生设备丢失、被盗，要同时报告公安部门；

4、控制现场积极主动协助生态环境部门、卫生部门调查事故原因；

5、协助卫生专业人员对受照射人员进行受照剂量估算，并进行身体检查和医学观察；

6、及时向公众发布消息，消除公众疑虑。

八、辐射事故的报告

发生辐射事故，应立即向辐射事故应急处理领导小组汇报，并及时收集整理相关处理情况向当地生态环境部门、卫生部门、公安局报告，并在两小时内填写初始报告。



湖南省生态环境厅 0731-85698110

娄底市生态环境局 0738-12345

娄底市公安局电话：110

医疗救护电话：120

九、善后处理

- 1、保存好受照人员的体检资料，做好医学跟踪观察；
- 2、请专业维修人员检查维修，确认正常后方可继续使用；
- 3、总结经验教训，防止类似事故再发生。



附件 6 原有辐射工作人员个人剂量报告



监测报告

TEST REPORT

报告编号: HNYR-2026-HJ00059
(Report no.)

检测项目: 环境 γ 辐射剂量率监测
(Project name)

受检单位: 娄底市第一人民医院
(Deliver unit)



湖南  公司
Hunan Yong  Co., Ltd.
二〇  六日

湖南涌仁科技有限公司 监测报告

报告编号: HNYR-2026-HJ00059

第 1 页 共 4 页

一、辐射环境监测项目执行依据、使用仪器

监测项目	环境 γ 辐射剂量率		
委托单位	娄底市第一人民医院		
委托单位地址	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路		
项目监测地址	湖南省娄底市娄星区涟钢碧溪路		
监测类别	委 托	监测方式	现场监测
委托日期	2026 年 3 月 25 日	监测日期	2026 年 4 月 1 日
联系人	王敏	电 话	[REDACTED]
监测所依据的技术文件名称及代号	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)		
监测仪器名称 (型号、编号)	仪器名称: 环境监测 X- γ 辐射空气吸收剂量率仪; 仪器型号: 6150AD6/H+6150AD-b/H; 仪器编号: F-2-15; 检测量程: 10nSv/h-99.9 μ Sv/h; 能量响应范围: 20keV-7MeV; 检定证书编号: 2025H21-10-6042796001; 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心; 校准因子: 1.07; 检定有效期: 2025 年 8 月 4 日—2026 年 8 月 3 日。		

报告编制人 肖磊 审核人 李炎 签发人 肖磊 .4.6

湖南涌仁科技有限公司 监测报告

报告编号: HNYR-2026-HJ00059

第 2 页 共 4 页

二、监测结果

1、辐射环境监测数据表

环境条件: 晴, 19℃, 74%Rh。

序号	监测点位描述	监测结果 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	拟建放疗中心楼	74	2	道路
2	拟建加速器机房	90	3	道路
3	拟建放疗中心楼东侧道路	40	1	道路
4	拟建放疗中心楼北侧道路	44	3	道路
5	医技楼二楼走廊	73	2	楼房
6	门诊楼北侧次入口	67	3	平房
7	门诊楼二楼走廊	152	2	楼房
8	门诊楼二楼妇产科	134	3	楼房
9	门诊楼一楼走廊	153	3	楼房
10	门诊楼一楼影像科大厅	125	2	楼房
11	门诊楼南侧主入口	31	2	道路
12	门诊楼西侧次入口	30	3	道路
13	门诊楼西北侧次入口	40	2	道路

注: (1) 本底测量时, 仪器探头垂直向下, 距地面的高度为 1m, 仪器读数稳定后, 以 10s 为间隔读取 10 个数据;

(2) 监测区域中心经纬度: 坐标: E 111°58'23"; N 27°45'39"; 海拔约 114 米。仪器设备宇宙射线监测点经纬度: E 113°4'39.378"; N 29°23'32.91"; 海拔约 25 米, 无需对宇宙射线响应值进行修正;

(3) 根据 HJ 1157-2021: 监测结果按照 $D_r = k_1 \times k_2 \times R_r - k_3 \times D_c$ 得出;

(4) 仪器校准因子 k_1 为 1.07, 效率因子 k_2 取 1, 仪器使用 ^{137}Cs 进行校准, 转换系数为 1.2Sv/Gy, 宇宙射线的屏蔽修正因子 k_3 : 道路取 1, 平房取 0.9, 楼房取 0.8;

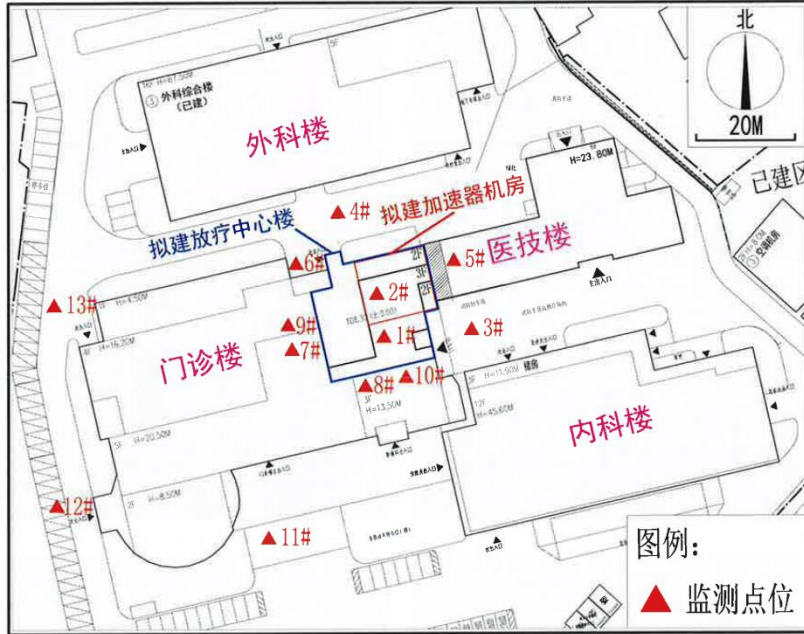
(5) 表内监测结果已扣除宇宙射线响应值 D_c , 仪器宇宙射线响应值为 27nGy/h。

湖南涌仁科技有限公司 监测报告

报告编号: HNYR-2026-HJ00059

第 3 页 共 4 页

2、监测点位图



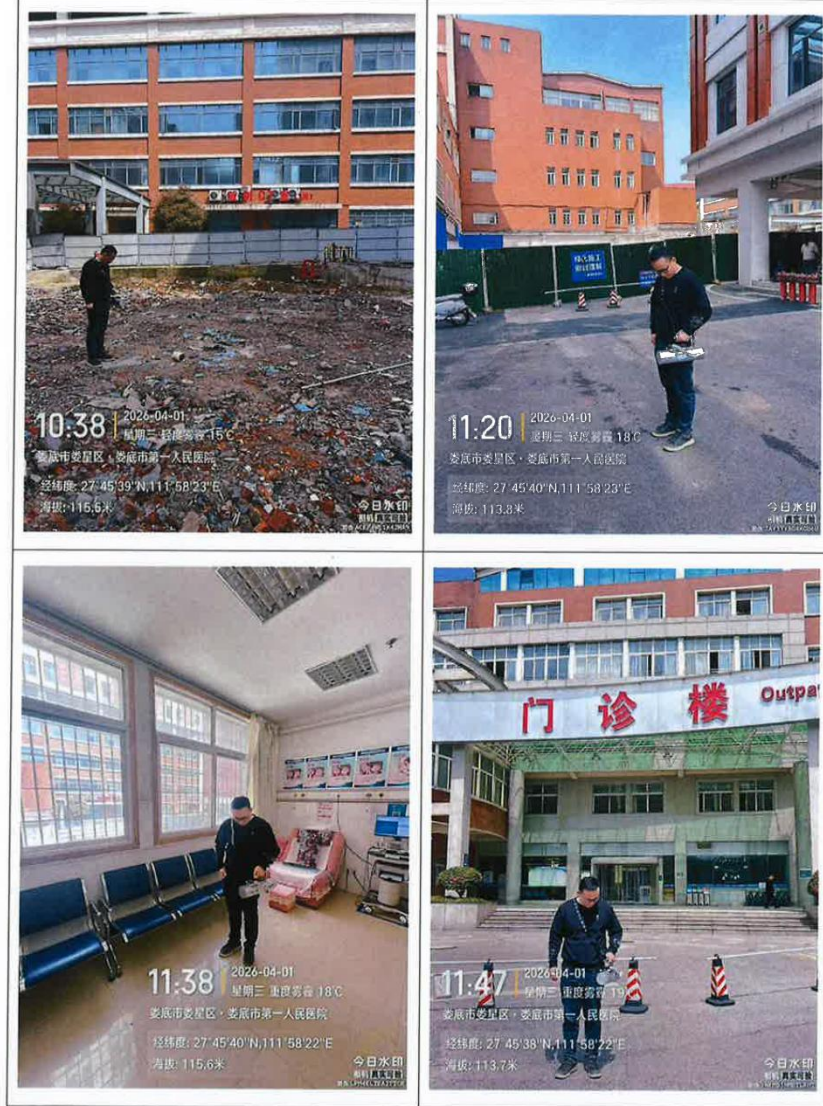
监测布点示意图

湖南涌仁科技有限公司 监测报告

报告编号: HNYR-2026-HJ00059

第 4 页 共 4 页

3、监测照片



——报告结束——

湖南山水大健康咨询有限公司（湖南山水）是湖南省唯一一家集职业健康检查、放射从业人员体检、预防性体检、健康体检、第三方医学检验、公共卫生检测和食品农产品检测、消毒产品、化妆品、涉水产品、保健品检测、放射卫生检测与评价、放射个人剂量于一体的大型公共卫生服务平台。

湖南山水下设湖南省山水体检有限公司、长沙山水医学检验所有限公司、湖南山水检测有限公司、湖南涌仁科技有限公司四家机构。

湖南涌仁科技有限公司是经湖南省卫生行政部门资质认证的检测机构，业务范围包含：

- 1、医用 X 射线诊断设备质量控制和工作场所防护检测；
- 2、X 射线计算机断层摄影装置（CT）质量控制和工作场所防护检测；
- 3、放射治疗设备（加速器、TOMO、 γ 刀、后装机等）质量控制和工作场所防护检测；
- 4、核医学设备（PET/CT、SPECT/CT、 ^{131}I 、粒籽源、核素敷贴等）质量控制和工作场所防护检测；
- 5、工业 X/ γ 射线探伤装置和密封源、非密封源等工作场所防护检测；
- 6、X 射线行李包检查系统、货物车辆辐射检查系统工作场所防护检测；
- 7、X/ γ 射线外照射个人剂量监测；
- 8、放射诊疗建设项目职业病危害放射防护评价（放射诊断、介入放射学、放射治疗、核医学）；
- 9、核技术利用项目年度辐射监测和年度评估；
- 10、核技术利用项目环境影响评价和竣工环境保护验收。



附件 8 整改报告

娄底市第一人民医院 辐射安全检查问题整改报告

娄底市生态环境局：

2026 年 5 月 13 日，贵局对我院辐射安全与防护工作进行现场执法检查，指出我院在辐射安全管理中存在 5 项问题。我院高度重视，立即组织辐射安全与防护管理小组及相关科室召开专题会议，对照问题逐一梳理、制定整改措施、明确责任人和完成时限，确保全面整改到位。现将整改情况报告如下：

1、关于“五台射线装置的序列号与副本上不一致”的问题。

整改措施：立即对全院所有射线装置逐台核对设备型号、序列号、出厂编号，重新规范登记台账，做到账物一致、信息准确。并在本次辐射安全许可证重办期间完成信息修改，并递交变更资料，确保许可证信息与实际设备完全一致。

辐射安全许可证重办申请报告	目前设备安装已完成且各项辐射防护安全管理制度已建立， 辐射工作管理机构及人员已配备，需尽快投入使用。现按国家相 关要求，申请重新办理《辐射安全许可证》。
湖南省生态环境厅： 我单位位于湖南省娄底市委星区涟钢碧溪路，于 2025 年 12 月领取了辐射安全许可证，证件编号：湘环辐证【02810】，许可证有效期至 2029 年 2 月。现因单位使用的射线装置发生如下变动，需重新办理辐射安全许可证。	特此报告
1. 医院新购 1 台移动式平板 C 形臂 X 射线机放置于外科楼四 层第二手术室内用于用于日常普科手术；	建设单位  院
2. 我单位原法定代表人蒋桂平变更为胡飞跃；	二
3. 变更 5 台设备序列号(华润万东 DR 实际为 05203Y13-57-6， 原系统内为 05203Y13-57-3；飞利浦 DSA 实际为 2041，原系统内 为 001444；西门子 CT 实际为 120096，原系统内为 11061648；口 腔全景机实际为 S01803189，原系统内为 So 1803189；移动式平 板 C 形臂 X 射线机实际为 1250202507025，原系统内为 1250202500725)。	日
上述设备属于 II 类射线装置，我单位已按《建设项目环境影 响登记表备案管理办法》要求进行了《核技术利用项目环境影响 登记表》备案手续（登记备案号：202643130200000184）。	

射线装置明细							
单位：娄底市第一人民医院			诊疗设备数量：12 台				
序号	设备名称	生产厂家	设备型号	产品序列号	主要参数	所在场所	备注
1	CT机	上海西门子医疗器械有限公司	SOMATOM go.Top	120096	管电压 140KV 管电流 825mA	放射科	更改 序列号
2	胃肠机	北京岛津医疗器械有限公司	Neo-Vision	61Y2012	管电压 150kV 管电流 630mA	放射科	
3	CT机	上海西门子医疗器械有限公司	SOMATOM Emotion 6	43829	管电压 130kV 管电流 345 mA	放射科	
4	DR	上海西门子医疗器械有限公司	Ysio	50012	管电压 150kV 管电流 630mA	放射科	
5	DR	华润万东医疗装备股份有限公司	新东方 1000C	05203Y13-57-6	管电压 150kV 管电流 630mA	体检中心	更改 序列号
6	CR	北京万东鼎立医疗设备有限公司	HM-200	6480115	管电压 125kV 管电流 200mA	放射科	
7	牙科全景机	Soredex, PaloDEx Group Oy	CRA-2	S01803189	管电压 77kV 管电流 10mA	口腔科	更改 序列号
8	DSA	飞利浦	UNIQ FD20	2041	管电压 125kV 管电流 1000mA	介入中心	更改 序列号
9	DSA	北京唯迈医疗科技股份有限公司	Pilot3000	1V0324001	管电压 125kV 管电流 1000mA	介入中心	
10	移动式C臂机	北京东方惠尔图像技术有限公司	DigiArc 100AC	XG12688K16J	管电压 110kV 管电流 15mA	手术室	
11	乳腺钼靶机	北京中研海康科技有限公司	RH-HAWK	RH2572003	管电压 40kV 管电流 160mA	健康管理中心	
12	移动式平板C型臂X射线机	西安集智医疗器械科技有限公司	JZ12	1250202507025	管电压 12kV 管电流 120mA	手术室	本次新增

2、关于“五名放射工作人员离岗体检未做”的问题。

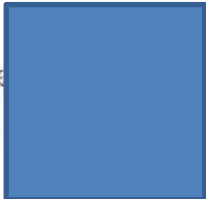
整改措施：已于2026年5月15日安排5名离岗放射工作人员前往娄底市职业病防治医院进行体检。

佐证材料：

娄底市第一人民医院辐射工作人员职业健康体检证明

我单位于2026年5月15日接收了娄底市第一人民医院辐射工作人员职业健康体检业务，双方约定2026年5月15日至2025年5月31日之间，为陈玲等辐射工作人员进行体检和复查，并出具职业健康体检报告。

上述证明真实无误，特此证明！

娄底 

3、关于“辐射检测仪未及时校准”的问题。

整改措施：立即将辐射监测仪器送至有资质单位进行校准，确保设备合规有效。

佐证材料：



4、关于“个别辐射工作人员未佩戴个人剂量仪”的问题。

整改措施：通过查看最近连续四个季度个人剂量监测报告，发现个别工作人员存在剂量检测数据异常、缺失情况，经调查系个人剂量计保管不当、佩戴不规范所致。我院已加强管理，明确日常监督责任，严格督促辐射工作人员规范佩戴、妥善保管个人剂量计，确保今后剂量剂不丢失、不遗忘、监测数据完整准确。

佐证材料：

工作人员平台信息更新；本次系统维护的相关资料，已在本次辐射安全许可证重办期间一并上传完毕。

佐证材料：

序号	姓名	证件号码	性别	出生年月	工作单位	毕业学校	学历	专业	有效期	培训/考试编号	操作
1	陈娟娟	430521200207173006	女	2002-07-17	介入中心	湖南学院	本科	医学影像技术	2025-06-21 至 2020-06-21	FS25HN0100431	是
2	王莹	431227200001224819	男	2000-01-22	介入中心	首都医科大学护理学院	本科	护理	2020-09-18 至 2020-05-16	FS25HN0100831	是
3	王宇科	432501200201110014	男	2002-01-11	放射科	首都大学	本科	医学影像技术	2026-04-15 至 2031-04-14	自主考核	是
4	黄均雄	43138219991018018X	女	1999-10-18	放射科	湖南医科大学	硕士研究生	放射影像学	2026-04-15 至 2031-04-14	自主考核	是
5	肖霞	431321199808286563	女	1998-08-28	口腔科	吉林大学	硕士研究生	口腔医学	2026-04-15 至 2031-04-14	自主考核	是
6	葛国强	432503199805034670	男	1998-05-03	放射科	长沙医学院	本科	医学影像技术	2026-04-15 至 2031-04-14	自主考核	是
7	彭鑫	431321199805024908	女	1998-05-03	放射科	中南大学	硕士研究生	放射医学	2026-04-15 至 2031-04-14	自主考核	是
8	杨雪敏	432501199709103025	女	1997-09-10	放射科	首都大学	硕士研究生	临床医学	2026-04-15 至 2031-04-14	自主考核	是
9	丁勇	43250219960829002X	男	1996-08-29	放射科	长沙医学院	本科	放射技术	2024-01-23 至 2029-01-22	自主考核	是
10	郭波	43250319960429402X	女	1996-04-29	口腔科	长沙医学院	本科	口腔医学	2024-01-23 至 2029-01-22	自主考核	是

下一步我院将建立长效机制进一步完善辐射安全管理制度与操作规程，强化制度执行与日常监督。定期开展辐射安全法规、防护知识及剂量计规范使用培训，提升全员安全意识与操作规范性。规范台账管理、设备管理、人员管理、监测管理与平台信息管理，确保各项工作符合法律法规要求。我院将以此次检查整改为契机，严格落实辐射安全主体责任，持续规范辐射安全管理，杜绝同类问题再次发生，确保医院辐射工作安全有序开展。

娄底
2

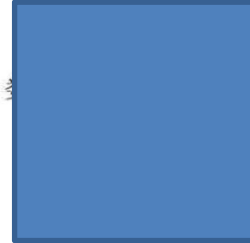


附件 9 放疗中心拟配置设备、人员及工作量计划、屏蔽设计

放疗中心辐射工作人员配备计划

本项目拟配备放疗医师 3 名，医学物理师 1 名，放疗技师 2 名，设备维修工程师 1 名。放疗科共配备辐射工作人员 7 人。

本项目放疗医师和医学物理师计划从肿瘤科调配，设备维修工程师从维修科调配指定人员兼职，放疗技师从外部招聘，本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作。所有辐射工作人员须满足职业健康体检合格、辐射安全和防护培训合格、佩戴个人剂量计方可上岗。



放疗中心工作负荷情况

设备名称	平均治疗照射时间	预期工作量
医用直线加速器	7.5min/人	50 人/d, 5d/周, 50 周/a, 12500 人/年

放疗中心射线装置一览表

装置名称	数量	型号	生产厂家	主要参数（拟配置）	所在场所
医用电子直线加速器	1 台	—	—	X 射线≤10MV, 剂量率 ≤1400Mu/min; 电子线≤22MeV, 1000Mu/min	放疗中心楼 一楼加速器 机房

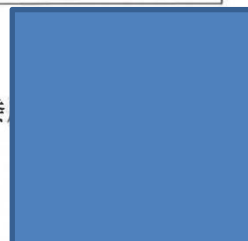
娄

加速器机房辐射防护设计一览表

机房名称	方位	区域	材料及厚度
加速器机房	东墙	侧屏蔽区	1700mm 砼
	南墙	主屏蔽区	3000mm 砼, 主屏蔽区宽度 4000mm
		次屏蔽区	1700mm 砼
	西墙	迷道内墙	1400mm 砼
		迷道外墙	1500mm 砼
	北墙	主屏蔽区	3000mm 砼, 主屏蔽区宽度 4000mm
		次屏蔽区	1700mm 砼
	顶棚	主屏蔽区	2700mm 砼, 主屏蔽区宽度 4000mm
		次屏蔽区	1500mm 砼
		防护门	14mmPb

注：砼密度 2.35g/cm³、铅密度 11.3g/cm³。

姿



附件 10 医院现有放射工作人员情况一览表

附件 11 剂量管理目标值的确定文件

关于我院核技术利用项目所致工作人员和公众 剂量管理目标值的确定

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B1 剂量限值的 B1.1.1.1 款和 B1.1.1.2 款结合我单位拟使用的射线装置的实际情况,现明确我单位辐射工作人员和公众的年有效剂量管理目标值如下:

辐射工作人员年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv/a}$;

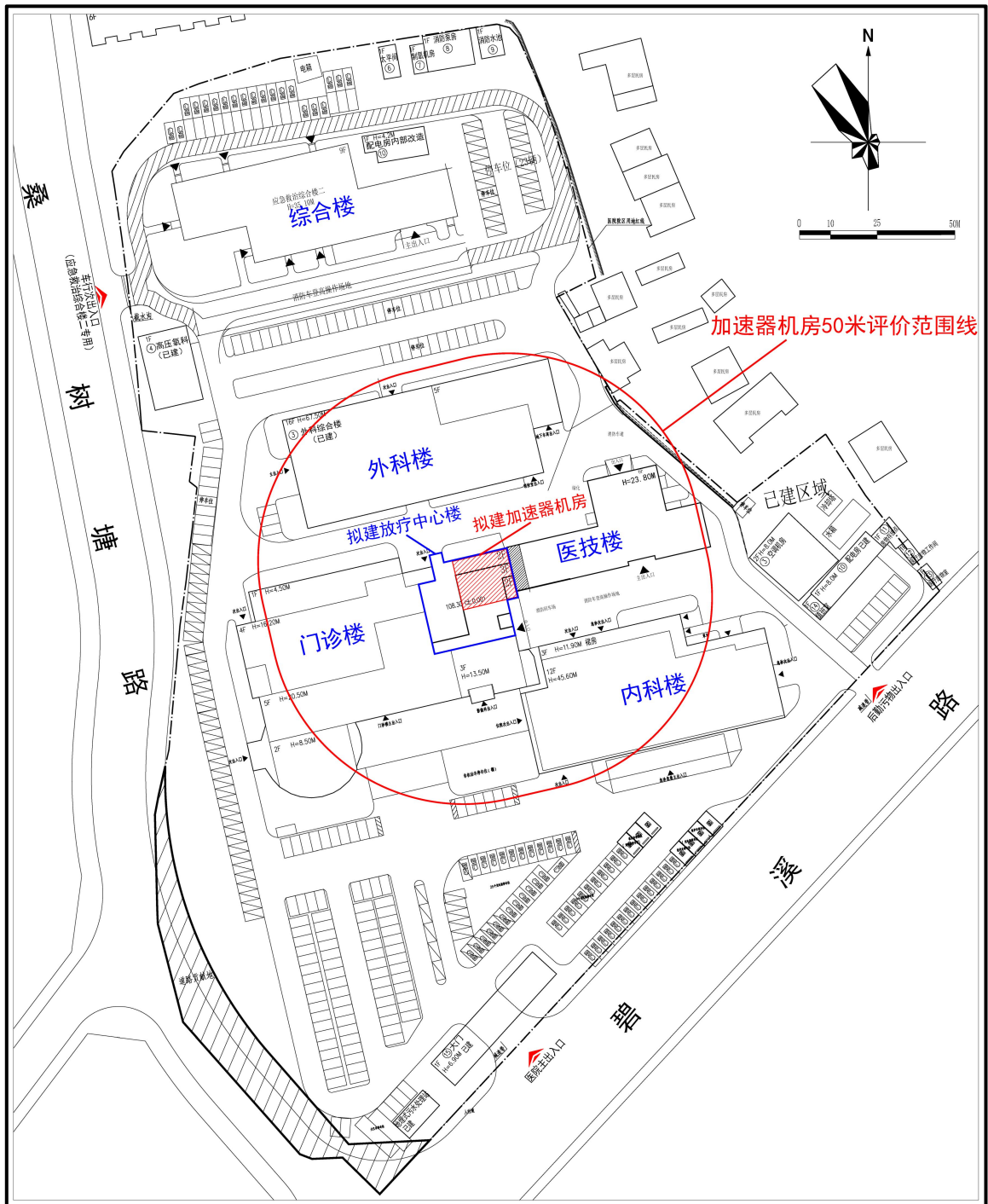
公众成员的年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

娄

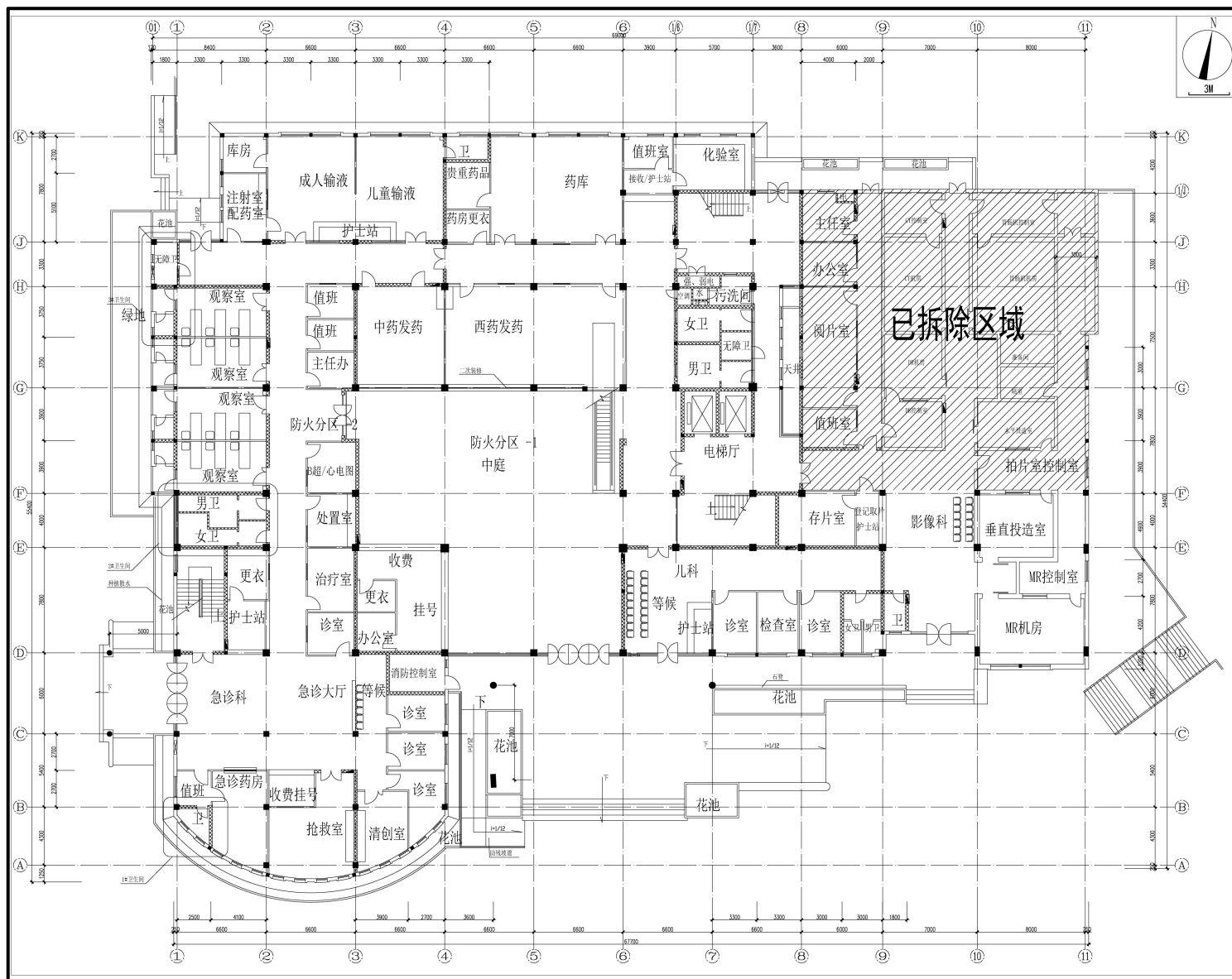




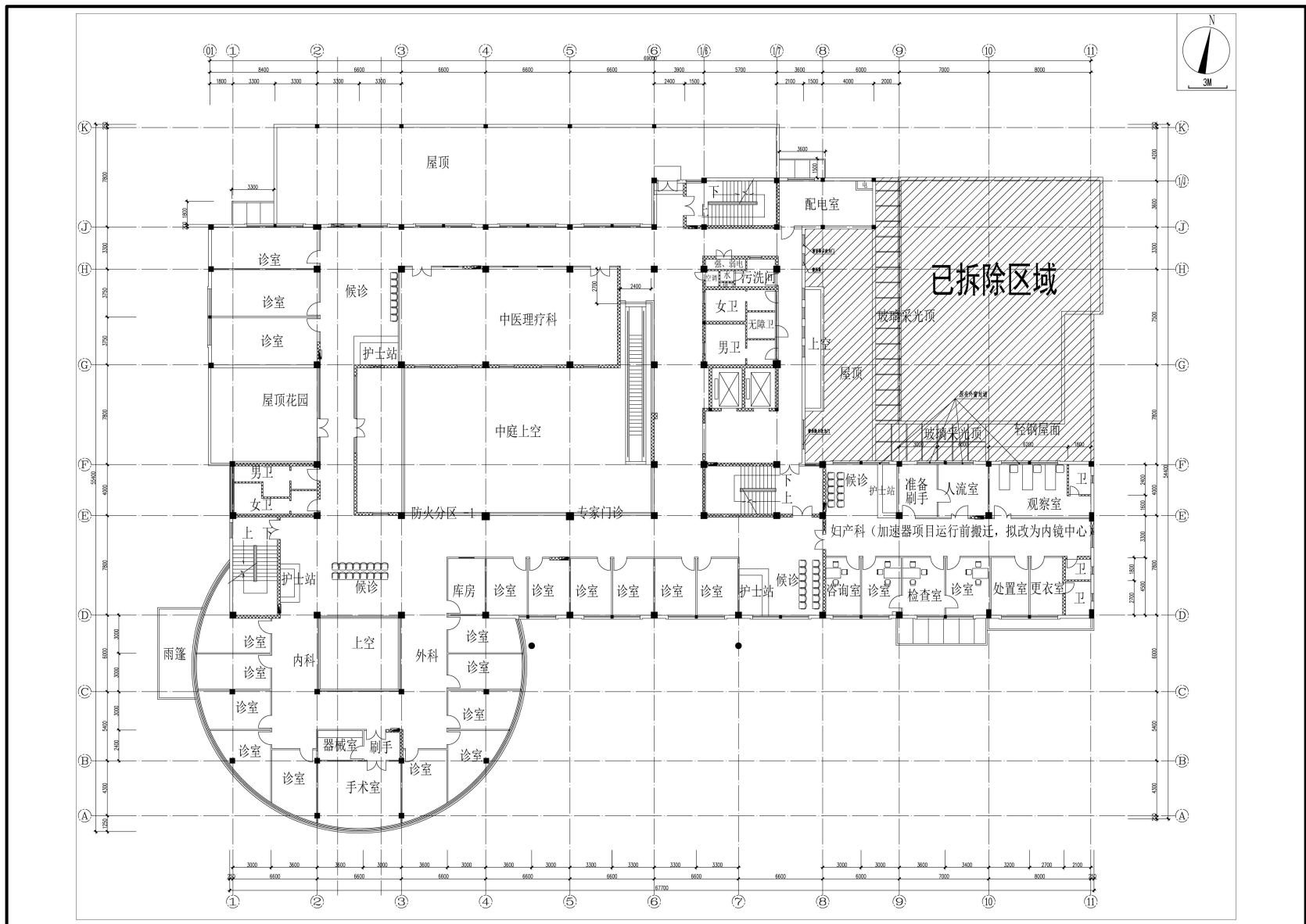
附图 1 项目地理位置示意图



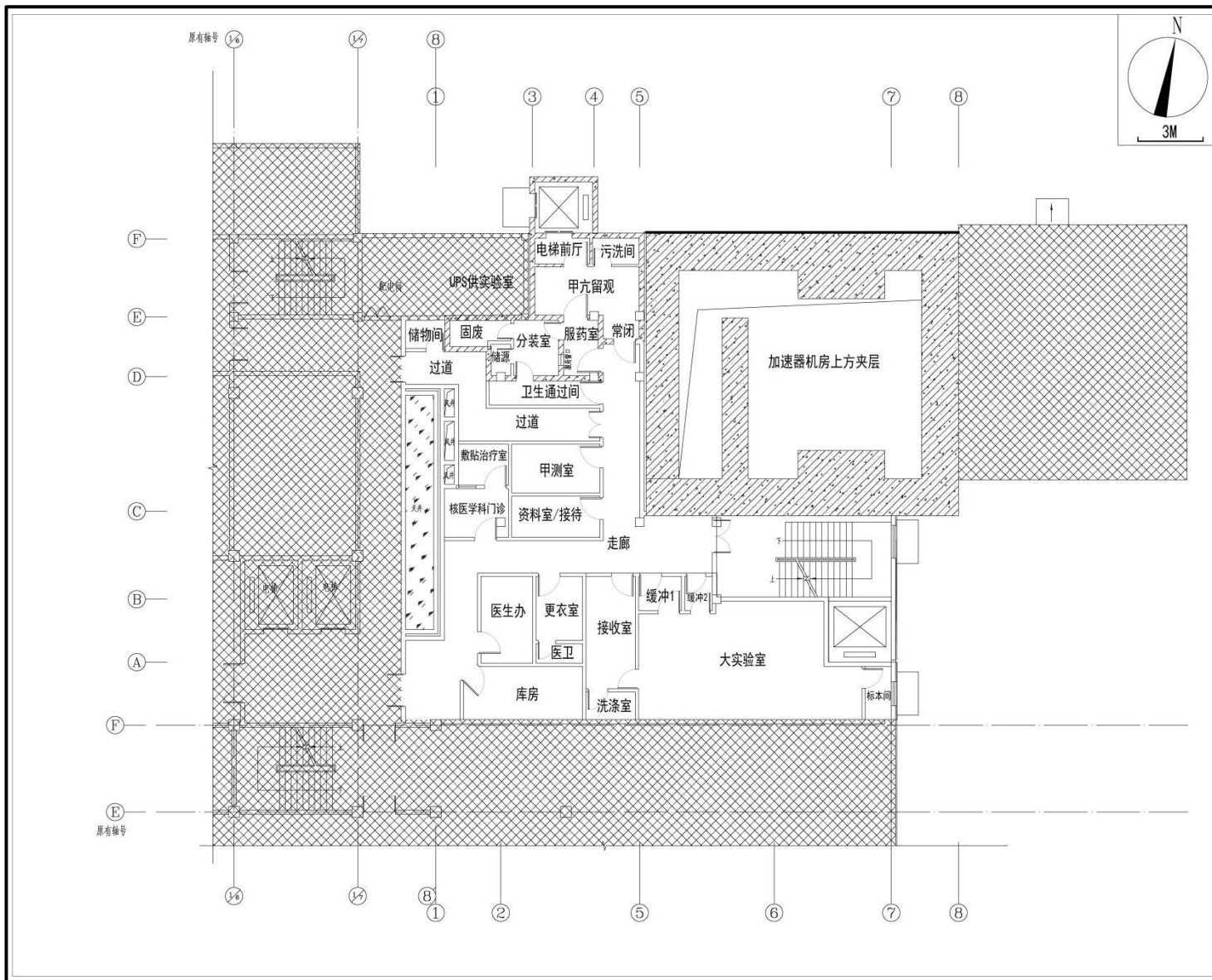
附图 2 医院平面布局及本项目评价范围示意图



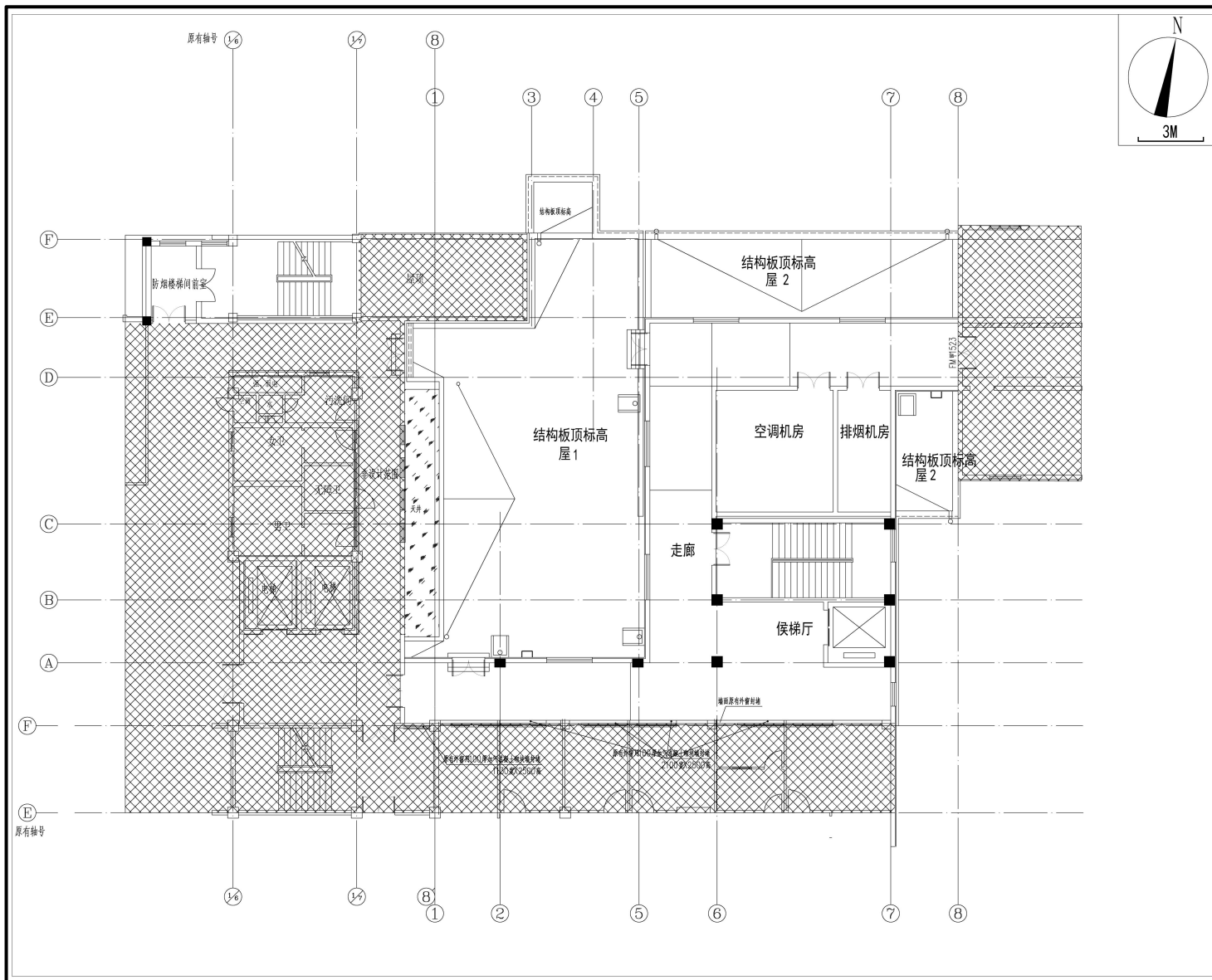
附图3 医技楼1层现状图



附图 4 医技楼2层现状图



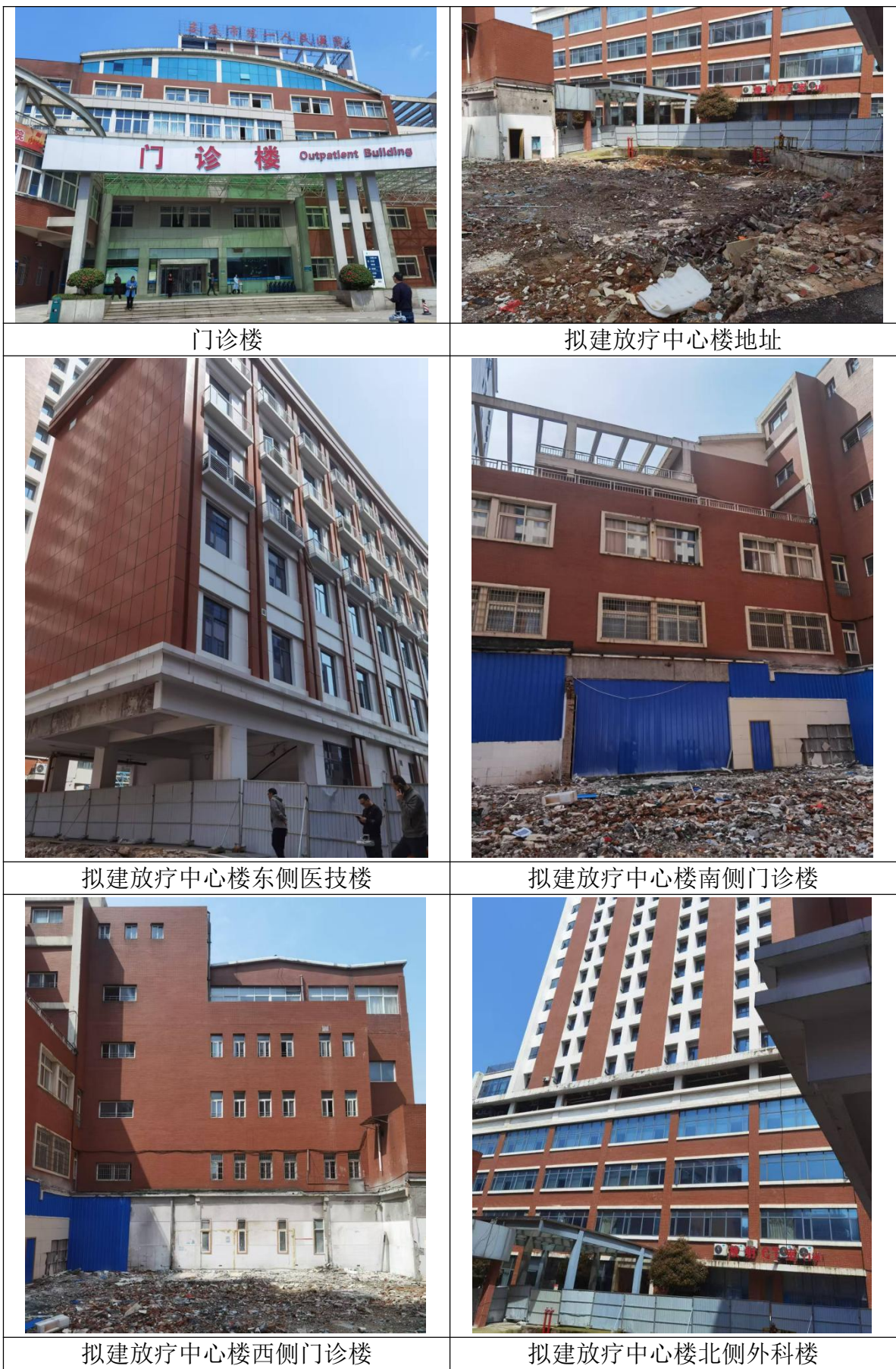
附图 6 放疗中心楼3层平面布局图



附图7 放疗中心楼三层平面布局图



附图 8-1 现场照片（航拍）



附图 8-2 现场照片