

核技术利用建设项目

四平市中心人民医院
直线加速器核技术利用建设项目

环境影响报告表

（报批版）

四平市中心人民医院

2026 年 8 月

核技术利用建设项目

四平市中心人民医院直线加速器 核技术利用建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：四平市中心人民医院

建设单位法人代表：张宇

通讯地址：吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号

邮政编码：136000 联系人：王国斌

电子邮箱：834282315@qq.com 联系电话：13844446751

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ng0x04		
建设项目名称	四平市中心人民医院直线加速器核技术利用项目		
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	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	四平市中心人民医院		
统一社会信用代码	122203004127065444		
法定代表人（签章）	张宇		
主要负责人（签字）	王国斌		
直接负责的主管人员（签字）	高亮		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	吉林省恒春环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91220102MA1771N37R		
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
王立成	06352243506220257	BH019012	王立成
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
马铭杰	项目基本情况、射线装置、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量与辐射现状	BH069344	马铭杰
王立成	项目工程分项与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH019012	王立成

《四平市中心人民医院直线加速器核技术利用建设项目
环境影响报告表》依据专家意见内容修改单

序号	专家意见	修改页码
1	结合项目实际情况，完善辐射防护及安全联锁等设施建设内容	P2、P32、P33-35、 p40
2	细化环保投资内容	P39
3	完善附图附件	附图 5-7、附图 13

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	7
表 3	非密封放射性物质	7
表 4	射线装置	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6	评价依据	10
表 7	保护目标与评价标准	12
表 8	环境质量和辐射现状	19
表 9	项目工程分析与源项	22
表 10	辐射安全与防护	30
表 11	环境影响分析	40
表 12	辐射安全管理	52
表 13	结论与建议	59
表 14	审批	62

表 1 项目基本情况

建设项目名称		四平市中心人民医院直线加速器核技术利用建设项目			
建设单位		四平市中心人民医院			
法人代表	张宇	联系人	王国斌	联系电话	13844446751
项目建设地点		吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号 四平市中心人民医院门诊楼负 2 层东侧			
立项审批部门		——	批准文号	——	
建设项目总投资（万元）		1746	项目环保投资（万元）	67	投资比例（环保投资/总投资） 3.83%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ） 320
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

项目概述

1. 项目单位情况、项目由来及建设规模

1.1 项目单位情况

四平市中心人民医院是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复于一体的现代化大型综合性三级甲等医院。始建于 1978 年。承担着四平地区及吉林、辽宁、黑龙江、内蒙古等省份部分区域的医疗服务和急诊急救工作。1985 年，医院在全国率先提出了“以病人为中心、患者至上、最大限度满足患者需要”的办院宗旨。

医院目前是国家药物临床试验机构、国家级住院医师规范化培训基地、吉林省全科医生转岗培训基地，是吉林省现代医院管理制度、薪酬制度改革试点医院。建立了区域性健康管理中心、胸痛中心、高级卒中中心、会诊中心等。医院内内分泌科、神经外科承担国家级重点专科建设项目，拥有普外科、血液科等 7 个吉林省重点专科、20 个四平市重点专科、32 个四平市医疗质量控制中心。医院以满足重大疾病临床需求为导向，以患者为中心，以疾病为链条，强势打造骨科疾病诊疗中心、心血管疾病诊疗中心、急危重症救治中心、神经内科诊疗中心、肿瘤疾病诊疗中心五大优势学科，逐步实现专科

中心化、学科集群化的建设目标。

医院建筑面积 14.73 万平方米；开放床位 1501 张；在职职工 1916 人，硕士以上学历 285 人；设有 61 个专业学科，年门急诊量 81 万人次，年住院 4.8 万人次，年手术人数 1.7 万。医院以齐全完善、力量雄厚的专业学科、先进特色的医疗技术以及优质规范的医疗服务而闻名于省内外，有效地发挥着对周边地区医疗技术指导和疑难重危救治中心作用。医院医疗机构许可证书见附件 1。

1.2 项目由来

本项目加速器治疗室位于医院门诊楼负 1-2 层东侧，医院门诊楼已履行环境影响评价手续，2025 年 11 月编制了《四平市中心人民医院扩建项目环境影响报告表》，于 2025 年 12 月 23 日通过了四平市生态环境局审批，审批文号为四环审（表）字[2025]17 号，批复详见附件 2。

四平市中心人民医院曾在 2008 年设有放疗中心并投运，原有 1 台 6MV、1 台 10MV 医用电子直线加速器运行至 2019 年 9 月停用（关闭放疗中心），设备老化严重，已不能满足高质量放射治疗的需要。为提高医院的整体医疗服务质量，满足不断新增肿瘤患者治疗的需求，医院计划重新成立放疗科，拟在门诊楼负 2 层原直线加速器（1）机房（利旧使用），重新安装 1 台联影 uRT-linac506c 型一体化 CT 直线加速器。根据《射线装置分类》内容，医用电子直线加速器属于 II 类射线装置。

根据《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》等有关规定，应用射线装置必须依法履行环境影响评价审批手续。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中有关规定，本项目应编制环境影响报告表。受四平市中心人民医院的委托，吉林省恒春环保科技有限公司承担本项目的环境影响评价工作。

1.3 项目规模

四平市中心人民医院拟在门诊楼负 2 层（机房贯穿至负 1 层）直线加速器（1）机房（利旧使用，包括机房四周墙体、顶棚、防护门），新安装 1 台联影 uRT-linac506c 型一体化 CT 直线加速器开展放射治疗，并对原有机房进行安全联锁、视频监控、通风设施改造施工。具体应用情况如下表所示：

表 1-1		射线装置应用情况		
设备名称	类别	设备参数		拟应用地点
一体化 CT 直线加速器	II 类	加速器 输出剂量	6MV 治疗最大非均整剂量率：1400cGy/min	放疗科 加速器（1） 机房
		模拟定位 CT	1.5MV CBCT 三维成像剂量率：30cGy/min	
		生产厂家	管电压 140kV 管电流 420mA	
			上海联影医疗科技股份有限公司	

2、劳动定员

本项目放疗科劳动定员 11 人，新增 4 名医师（医学影像和放射治疗专业）、2 名物理师；3 名技师、2 名护士从现有科室调配。

医用直线加速器治疗量预估每天约 240 个照射野，每个野照射 0.5min，每年工作 250 天（全年 50 周，每周 5 天），实行白班单班制，年累计照射时间约 500h。

3. 项目选址及周边保护目标

四平市中心人民医院位于吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号；医院东临南迎宾街，隔街为吉林省脑科医院；南侧为中心医院住宅小区；西邻德宇国际小区；北临中央西路，隔街为鼎晟嘉园小区；项目建设区域图见附图 1。本项目建设周边环境关系图见附图 2。

本项目直线加速器（1）机房位于医院门诊楼负 2 层（底层）东侧。东侧为大地土层；南侧紧邻预留的加速器（2）机房，共用次屏蔽墙；西侧为走廊，隔走廊为预留的头刀、体刀及其配套用房（现已封闭）；北侧紧邻更衣室、控制室、设备间、风机房，还有 CT 室、风机房、电梯间、楼梯间等。顶部为门诊 1 楼大厅、疼痛科门诊、脊柱微创外科门诊；本项目加速器（1）机房位于放疗科东侧，避开了儿科病房、产科等特殊人群及人员密集区，远离人员流动性大的商业活动区域，与非放射性场所隔离，并设立单独的出入口，机房选址合理。

4. 产业性政策符合性

本项目为核技术利用医学领域，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号），本项目医用电子直线加速器属于国家鼓励类第十三类医药中的“十三、医药”中第 4 条“新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，**高端放射治疗设备**，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制

造技术开发与应用”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

5. 核技术利用项目许可情况

四平市中心人民医院辐射安全许可证号为吉环辐证[00105]，许可种类和范围包括：使用Ⅳ、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，许可证有效期至2028年1月29日，辐射安全许可证见附件3。截至目前为止，医院现有放射源、射线装置、非密封放射性物质工作场所运行情况良好，无辐射安全事故发生。

6. 现有辐射项目环评及验收履行情况

四平市中心人民医院现有3台Ⅱ类射线装置（3台DSA）；乙级非密封放射性物质工作场所；上述内容编制了核技术应用项目环境影响评价报告表，环评批复详见附件4-1至4-5，并已办理竣工验收，验收意见详见附件5-1至5-5；具体情况见表1-2；Ⅲ类射线装置（22台）已编制了建设项目环境影响登记表。

表 1-2 建设项目竣工验收落实情况

序号	项目名称	建设内容	环评批复文号	类别	竣工验收时间	竣工验收文号	验收情况
1	四平市中心人民医院辐射项目	新建核医学科、使用钴-60治疗机、钴-60 γ 刀、CT、X射线机和医用电子直线加速器*	吉环环建[2007]01001号	环境影响评价报告书	2014.01.26	吉环审检字[2014]36号	已验收
2	四平市中心人民医院改扩建辐射项目	将核医学科整体迁移，拟应用 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、密封源 ^{90}Sr 、1台SPECT/CT、扩建1台CT、1台DR	吉环审(表)字[2015]60号	环境影响评价报告表	2017.10.25	吉环审检字[2017]381号	已验收
3	四平市中心人民医院新建DSA辐射项目	使用1台Ⅱ类射线装置（DSA）	吉环审(表)字[2014]14号	环境影响评价报告表	2018.03.19	--	自主验收
4	四平市中心人民医院新建DSA辐射项目	使用1台Ⅱ类射线装置（DSA）	吉环审(表)字[2018]19号	环境影响评价报告表	2019.05.07	--	自主验收
5	四平市中心人民医院2号楼DSA扩建辐射项目	使用1台Ⅱ类射线装置（DSA）	吉环审(表)字[2024]78号	环境影响评价报告表	2024.10.28	--	自主验收

注：*医院原有放疗中心的钴-60治疗机、钴-60 γ 刀、医用电子直线加速器于2019年均已停用，放射源已妥善送贮，放疗中心于2019年关闭。

表 1-3 建设项目环境影响登记表情况

序号	项目名称	建设内容	类别	备案号	备案时间
1	数字化乳腺 X 射线摄影系统核技术应用项目	应用 1 台数字化乳腺 X 射线摄影机	登记表	—	2015.04.08
2	空腔内 X 射线系统核技术应用项目	应用 1 台空腔内 X 射线机	登记表	—	2015.04.08
3	四平市中心人民医院粒子植入辐射项目	新建放射粒子治疗 (I-125 粒子源)	登记表	201822030200000045	2018.08.10
4	四平市中心人民医院扩建医用射线装置应用项目	应用 1 台 X 射线摄影机、1 台数字肠胃机、1 台骨密度仪、1 台 SPECT-CT、2 台牙科 X 射线机、3 台 C 型臂 X 射线机、4 台 CT 机	登记表	201922030200000003	2019.01.07
5	四平市中心人民医院新建医用放射源项目	新增 1 枚 ^{89}Sr 用于核医学科治疗	登记表	201922030200000011	2019.03.28
6	四平市中心人民医院新建辐射项目	新增 1 台 C 形臂 X 射线机、2 台 CT 机、3 台 DR 机	登记表	202122030200000001	2021.01.07
7	四平市中心人民医院新建放射源应用项目	新增 1 枚 ^{90}Sr 用于敷贴治疗	登记表	202122030200000005	2021.01.15
8	四平市中心人民医院 DR 机辐射应用项目	安装 1 台 DR 机	登记表	202322030200000014	2023.05.09
9	四平市中心人民医院 C 型臂辐射项目	安装 1 台移动式 C 形臂 X 射线机	登记表	202322030200000030	2023.08.31
10	四平市中心人民医院关于新增 I-125(粒子源)建设项目	新增 I-125(粒子源)用于放射性药物治疗	登记表	202422030200000026	2024.07.15

7. 辐射安全管理现有情况

7.1 辐射安全管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，医院成立了辐射安全管理小组，张宇（法人）任组长，负责全院的辐射安全与防护管理日常工作。

7.2 管理制度

四平市中心人民医院现已制定了《核医学科、介入科、放射线科防护管理制度》、《射线装置操作流程》、《医院辐射科室岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《医疗设备保养、维修制度》、《器械使用登记制度》、《辐射人员培训制度》等辐射

安全管理制度，并建立了台账制度、个人剂量档案等。医院制定了《四平市中心人民医院辐射事故应急预案》，每年进行 1 次定期演练。

7.3 个人剂量检测及环境监测

7.3.1 个人剂量检测

四平市中心人民医院现有辐射工作人员 197 名，均配备有个人剂量计，并定期（3 个月）送检，建立有个人剂量检测报告。目前医院现有辐射工作人员个人剂量检测结果无异常。

7.3.2 工作场所辐射水平监测

医院每年委托有资质单位对射线装置工作场所进行 1 次场所辐射水平监测。同时，医院购置了相应检测仪器，制定了监测计划，并按监测计划不定期对医院核技术利用工作场所自行监测，并将监测结果存档备案，可满足相关法律法规和标准要求。

7.4 人员培训情况

医院内现有辐射工作人员 197 名，操作 II 类射线装置（DSA）、核医学科辐射工作人员均已取得国家核技术利用辐射安全与防护平台的考核成绩单。放射线 III 类射线装置（CT、DR 等）操作人员均参加了医院自主考核考试，并取得了考试成绩单，医院将考试试卷和影像资料留存建档。

7.5 应急管理

医院制定了辐射事故应急预案。医院成立辐射安全与防护管理领导小组，负责组织、开展放射事件的应急处理和救援工作。

医院未发生过辐射事故，根据预案中相关内容，每年组织相关工作人员进行定期演练，在以往演练过程中，《四平市中心人民医院辐射安全事故应急处置预案》能够得到有效执行，辐射工作人员和辐射事故应急处理工作领导小组能够快速反应、科学应对各种辐射事故，并将发现的问题归纳总结，及时修订应急预案，可以确定四平中心人民医院有辐射事故应急处理的能力。

7.6 年度评估

四平市中心人民医院每年均对现有核技术利用项目开展年度评估工作。目前，医院核技术利用场所各项辐射安全设施均能正常运行，辐射工作场所辐射环境监测结果均满足相关标准，各辐射工作场所辐射防护能力良好，未发现突出的环境问题。

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	活动类别	实际日最大 操作量（Bq）	日等效最大 操作量（Bq）	年最大用量 （Bq）	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	剂量率	用途	工作场所	备注
1	一体化 CT 直线加速器 (医用)	II 类	1 套	联影 uRT-linac5 06c	电子	X 射线: 6MV 电子线: 无	6MV 最大非均整剂量率: 1400cGy/min 1.5MV CBCT 三维成像剂量率: 30cGy/min	放射治疗	放疗科 加速器(1) 机房	模拟定位/图像 引导 CT: 管电压 140kV 管电流 420mA
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	
无	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
直线加速器退役废靶	固态	/	/	/	/	/	/	由厂家回收
加速器废树脂	固态	/	/	/	/	/	/	经衰变达到清洁解控水平后按照危险废物处理，由有资质单位回收。
加速器冷却水	液态	/	/	/	/	/	/	冷却水循环使用不外排
加速器 臭氧和氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	排入室外大气环境，臭氧在 20-30min 左右可自行分解

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	1. 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日起施行； 2. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行； 3. 《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，2005 年 12 月起施行，2019 年 3 月修订； 4. 《放射性废物安全管理条例》国务院令 612 号，2012 年 3 月 1 日施行； 5. 《生态环境监测条例》，国务院第 820 号令，2026 年 1 月 1 日起施行； 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令第 31 号公布，2021 年 1 月 4 日修改； 7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行； 8. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日施行； 9. 《射线装置分类》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号；2017 年 12 月 5 日发布； 10. 《关于发布<放射性废物分类>的公告》（环保部、工信部、科工局公告 2017 年第 65 号）； 11. 《吉林省生态环境保护条例》（吉林省第十三届人大常委会第二十五次会议于 2020 年 11 月 27 日通过）； 12. 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》环办辐射函[2016]430 号； 13. 关于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中免于编制环境影响评价文件的核技术利用项目有关说明的函，（环办函[2015]1758 号）；
------	--

技术标准	1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 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. 《核技术利用设施退役》（核安全导则 HAD 401/14-2021）； 4. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 5. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 6. 《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB5172-2025）； 7. 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）； 8. 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）； 9. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 10. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 11. 《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）； 12. 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）； 13. 《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）。
其他	1. 《中国环境天然放射性水平》（原国家环境保护局，1995 年出版）； 2. 《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； 3. 《吉林省生态环境厅关于核技术利用辐射安全与防护培训考核有关事项的通告》吉林省生态环境厅，2020.5.13； 4. 《吉林省生态环境厅关于开展全省生态环境监测技术服务机构备案的公告》（吉林省生态环境厅，2026 年 1 月 16 日）； 5. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过 2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布 自 2024 年 2 月 1 日起施行） 6. 医院提供的与本项目相关的管理制度和技术资料等； 7. 委托书。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围：

本项目直线加速器（1）机房位于医院门诊楼负 2 层（机房棚顶贯穿至负 1 层）东侧，新购 1 台医用直线加速器开展放射治疗；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）的规定，确定本项目评价范围为加速器机房屏蔽墙外 50m 范围，具体评价范围详见附图 2。

保护目标：

结合现场踏查可知，本项目保护目标主要为医用直线加速器机房周围相关功能房间内的人员（包括职业人员和公众）以及机房周围 50m 范围内室外公共环境的公众和其他建筑内的公众。放疗科周围环境情况详见附图 2-4、附图 7；本项目周围保护目标情况如下表 7-1 所示：

表 7-1 医用直线加速器（1）机房周围环境保护目标情况一览表

场所	保护目标所在环境	人员类别	位置关系	人数	备注
加速器（1）机房（-2F）	加速器更衣室、控制室、设备间、风机房（-2F）	职业	机房北侧	11 人	
	走廊、预留头刀、体刀、钴 60、CT 室、及其控制室、设备间、办公室、风机房、磨具室、值班室、电梯间、楼梯间等（-2F）	职业、公众	机房西侧	20~50 人次/d	封闭停用状态
	预留的加速器（2）机房、更衣室、控制室、设备间、风机室、水冷间、办公室（-2F）	职业、公众	机房南侧	20~50 人次/d	封闭停用状态
	大地土层	-	机房东侧	-	
加速器（1）机房（-1F）	担架车室、库房、护理员管理中心、住培办公室、风机房、楼梯间、电梯间（-1F）	公众	治疗室北侧	20~50 人次/d	
	护理中心工作站、礼服服务队办公室、值班室；类风湿科治疗室、微波治疗室、药剂科主任室、办公室、临床药学室、急诊科临终料理间、急诊诊室、特殊静点室、换药室、处置室、抢救室、住院医师培训室、检查室、检测室、留置病房、操作室、控制室、机房等（-1F）	公众	治疗室西侧	50~100 人/d	
	预留的加速器（2）机房、值班室、主任室、淋浴间、医生办公室、楼梯间、电梯间、空调机房等（-1F）	职业、公众	治疗室南侧	50~100 人/d	
	大地土层（-1F）	-	机房东侧	-	

加速器 机房周 围环境	脊柱微创外科门诊、疼痛科门诊、1 层门诊大厅（1F）	-	机房上方	300~800 人次/d	
	门诊楼 1 层门诊诊室；2 层内科诊 室；3 层外科诊室；4 层耳鼻喉、妇 科诊室；5 层肛肠科、眼科诊室；6 层院办、7 层信息办公室、8 层中心 机房	公众	加速器机房 上方	800~2000 人次/d	
	急诊急救中心楼	公众	北侧 45-50m	200~400 人次/d	
	健康管理中心楼	公众	南侧 46m-50m	200~400 人次/d	
	东侧、北侧、南侧 院区道路	公众	东侧、北侧、 南侧室外	无常驻人员	

评价标准:

1. 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中附录 B 部分规定:

第 B1.1.1.1 款:应对任何工作人员的 $\dot{H}$ 职业照射水平进行控制,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。

第 B1.2.1 款:实践使公众中有关关键人群组成的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:年有效剂量不超过 1mSv。

根据第 11.4.3.2 款中规定:剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3mSv/a) 的范围之内。

2. 剂量约束值

2.1 根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中第 4.9 款规定,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。

2.2 本项目的剂量约束值

工作人员职业照射的剂量约束值不超过 5 mSv/a;

公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

3. 放射治疗剂量控制

3.1 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)

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 2 层建筑物或治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时,距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$:

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

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

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

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

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

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

- b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。
- c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

3.2. 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）

6.3.1.1 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 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 H_c 如下：

$$H_c = H_e / (t \times U \times T) \quad (\text{公式 7-1})$$

式中： H_c ——周围剂量当量率参考控制水平，（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

H_e ——周剂量参考控制水平，（ $\mu\text{Sv/周}$ ），其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区（即职业人员工作区域）的工作人员： $\leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；放射治疗机房外非控制区（即非职业人员工作区域）的人员： $\leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

t ——设备周最大累积照射的小时数，（h/周）；

U ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

T ——人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见附录 A。

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) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 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 H_c 。

3.3. 《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）

A.2 导出剂量率参考控制水平 (H_c, d)

A.2.1 单一辐射

单一有用线束与单一泄漏辐射按如下方法导出剂量率参考控制水平：

a) 有用线束

有用线束在关注点的周剂量参考控制水平为 H_c 时，该关注点的导出剂量率参考控制水平 H

c, d ($\mu\text{Sv/h}$) 见式 (7-2) :

$$H_{c,d} = H_c / (t \times U \times T) \quad (\text{公式 7-2})$$

式中:

H_c ——周参考剂量控制水平 ($\mu\text{Sv/周}$), 见 (GBZ/T201.2-2011) 4.2.1 的 a);

t ——治疗装置周治疗照射时间, h;

U ——有用线束向关注位置的方向照射的使用因子;

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

b) 单一泄漏辐射

泄漏辐射在关注点的周剂量参考控制水平为 H_c 时, 该关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 见式 (7-3) :

$$H_{c,d} = H_c / (N \times t \times T) \quad (\text{公式 7-3})$$

式中:

H_c ——周参考剂量控制水平 ($\mu\text{Sv/周}$), 见 (GBZ/T201.2-2011) 4.2.1 的 a);

N ——调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子, 通常 $N=5$;

t ——治疗装置周治疗照射时间, h;

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

3.4. 《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)

距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处; $H_c \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ (人员全居留场所, $T > 1/2$); $H_c \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ (人员部分和偶然居留场所, $T \leq 1/2$)。

综上标准, 通过计算本项目加速器治疗室周围剂量率参考控制水平如下表所示。

表 7-2 加速器治疗室剂量率参考控制水平计算结果

类别	方向	关注点	治疗室外房间功能	射线类型	使用因子 U	居留因子 T	调强因子 N	周照射时间 t (h/周)	He ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$\dot{H}_{c, \max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	本项目控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
放疗机房	西侧	a	放疗科走廊	有用	1/4	1/5	1	10	5	10	10	10
		A	柜子存放区	有用	1/4	1/20	1	10	5	40	10	10
		c1/c2	放疗科走廊	漏射	1	1/5	5	10	5	0.5	5*	0.5
				散射	1/4	1/5	1	10	5	10	5*	5
		C1	护服中心工作站	漏射	1	1	5	10	5	0.1	1.25*	0.1
				散射	1/4	1	1	10	5	2	1.25*	1.25
		C2	柜子存放区	漏射	1	1/20	5	10	5	2	5*	2
				散射	1/4	1/20	1	10	5	40	5*	5
	南侧	e/E	预留加速器(2)机房	漏射	1	1/2	5	10	5	0.2	10	0.2
	东侧	b	大地土层	有用	-	-	-	-	-	-	-	-
	北侧	k/K	设备间/担架室	漏射	1	1/20	5	10	5	2	5*	2
		H/f	控制室	漏射	1	1	5	10	100	2	2.5	2
		p	更衣室	漏射	1	1	5	10	100	2	2.5	2
		P	护理员管理中心	漏射	1	1	5	10	5	0.1	2.5	0.1
	顶棚	1	疼痛科门诊(1F)	有用	1/4	1/2	1	10	5	4	10	4
		m1	门诊大厅(1F)	漏射	1	1/5	5	10	5	0.5	5*	0.5
				散射	1/4	1/5	1	10	5	10	5*	5
		m2	脊柱微创外科门诊(1F)	漏射	1	1/2	5	10	5	0.2	5*	0.2
				散射	1/4	1/2	1	10	5	4	5*	4
	西侧	g	加速器门口(外)	漏射	1	1/8	5	10	5	0.8	5*	0.8
				散射	1/4	1/8	1	10	5	16	5*	5

注:

1. “调强因子 N ” 本项目加速器具备调强治疗功能, 根据 GBZ/T201.2-2011, 屏蔽计算中调强因子保守取 5。
2. “*” 复合辐射: 与主屏蔽直接相连的次屏蔽区 (GBZ/T201.2-2011, 4.3.2 款), 需要考虑加速器的泄漏辐射

和有用线束水平照射的患者散射辐射: 以 $\dot{H}_{c, \max}$ 的一半, 作为关注点的导出剂量率参考控制水平。人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 的 $1/2$, 即 $1.25 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。; $T \leq 1/2$ 的场所 $10 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 的 $1/2$, 即 $5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

3. 居留因子参考 HJ1198-2021 附录 A 取值;

4. a/b/c1/c2/e/f/g/h/p 为负 2 层预测点; A/C1/C2/E/K/P 为负 1 层预测点; 1/m1/m2 为地上 1 层预测点; 具体点位详见附图 9。

4. 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

本项目拟购的一体化 CT 直线加速器, 融合了诊断级的模拟定位 CT, 机房面积和单边长应满足下表要求:

表 7-5

X 射线设备机房使用面积及单边长度要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m^2)	机房内最小单边长度 (m)
CT 机 (不含头颅移动 CT)	30	4.5

表 7-6 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向 铅当量 (mmPb)	非有用线束方向 铅当量 (mmPb)
CT 机房 (不含头颅移动 CT) CT 模拟定位机房	2.5	

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:

b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$;

5. 空气 γ 辐射剂量率

本项目位于四平地区, γ 辐射剂量率本底水平参考原国家环境保护局《中国环境天然放射性水平》(1995 年 10 月)中吉林省和四平地区陆地、室内 γ 辐射剂量率, 摘录列于表 7-7。

表 7-7 环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率范围 单位: nGy/h

地 市	陆地 γ 辐射空气吸收剂量率范围	室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围
吉林省	18.9~128.6	30.8~208.6
四平市	39.2~128.6	68.5~127.3

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

1.1 地理位置

四平市中心人民医院位于四平市铁西区南迎宾街 89 号，地理位置及周围环境情况见附图 1。

1.2 场所位置

本项目预留的直线加速器（1）机房位于医院门诊楼负 2 层（竖向贯穿至负 1 层）东侧，建设位置详见附图 2。

2. 环境现状评价对象

本项目环境现状评价只针对区域辐射环境质量进行评价。

3. 辐射环境质量现状

3.1 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率。

3.2 监测点位

本次监测共布设 20 个 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位。点位布设情况详见附图 2-4，监测报告详见附件 6。

3.3 监测方案

为了解项目建设区域辐射环境质量现状，委托黑龙江源宁环境检测有限公司于 2026 年 4 月 17 日对本项目进行辐射环境现状监测，并出具监测报告。

3.3.1 监测仪器

仪器名称：便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪；

规格型号：RS-1121；

测量范围：10nSv/h~10Sv/h；

仪器校准有效日期：2026 年 1 月 19 日-2027 年 1 月 18 日。

3.3.2 监测方法

严格按照《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）中相关要求执行。

3.4 质量保证措施

3.4.1 委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力，

其计量认证证书及检测能力证书见附件 6；

3.4.2 委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

3.4.3 委托的检测机构所采用的监测设备等均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；

3.4.4 所有监测人员均通过专业的技术培训和考核。

3.5 监测结果

监测结果见表 8-1，表中监测数值均已扣除仪器宇宙射线响应值。

表 8-1 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果（已扣除宇宙射线） 单位：nGy/h

序号	监测点位		X- γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
			监测结果	标准差	
1	院区 陆地环境	1*门诊楼北侧陆地环境	68	1.24	
2		2*门诊楼东侧陆地环境	70	1.18	
3		3*门诊楼东侧陆地环境	71	1.20	
4	加速器 (1)机房 周围环境	4*健康管理中心楼（室内）	91	1.33	
5		5*急诊急救中心（室内）	89	1.25	
6		6*直线加速器（1）机房（-2F）	92	1.29	
7		7*设备间（-2F）	91	1.26	
8		8*控制室（-2F）	92	1.15	
9		9*控制室（-2F）	88	1.09	
10		10*更衣室（-2F）	87	1.11	
11		11*加速器机房门口（-2F）	94	1.20	
12		12*走廊（-2F）	92	1.24	
13		13*走廊（-2F）	93	1.33	
14		14*南侧预留直线加速器（2）机房（-2F）	89	1.09	
15		15*加速器机房楼上（1F）	90	1.11	
16		16*护肤中心工作站（-1F）	89	1.18	
17		17*柜子存放区（-1F）	87	1.26	
18		18*护理员管理中心（-1F）	92	1.23	
19		19*库房（-1F）	93	1.19	
20		20*担架车室（-1F）	95	1.31	

注：上述数值已进行修正，已扣除宇宙射线响应值

3.6 辐射环境现状评价

由监测数值可以看出,本项目院区陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为 68~71nGy/h;直线加速器(1)机房周围敏感建筑室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为 89~91nGy/h;直线加速器(1)机房周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为 87~95nGy/h;各点位监测数据均在吉林省、四平地区陆地及室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率本底范围内,数据未见异常。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 设备组成及工作方式

本项目应用射线装置对患者进行诊断和治疗，具体包括如下：

表 9-1 射线装置应用情况

射线装置	功能	工作模式	工作方式	工作地点
医用一体化 CT 直线加 速器	MV 放射治疗	先进行 CT 模拟定位, 再 kV/MV 图像引导, 后 MV 放射治疗; 三者时间在时间上不同时出束	设置独立机 房, 隔室操作	放疗科 加速器(1) 机房
	MV 图像引导 (IGRT-CBCT)			
	CT 模拟定位、 CT 影像引导 (CT-IGRT)			

医用电子直线加速器是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器。主要装置包括沿水平轴旋转光子束框架、沿垂直轴旋转的治疗床、控制光子束准直器、定向架或变形塑料定向架。典型的直线加速器的结构系统如图9-1。

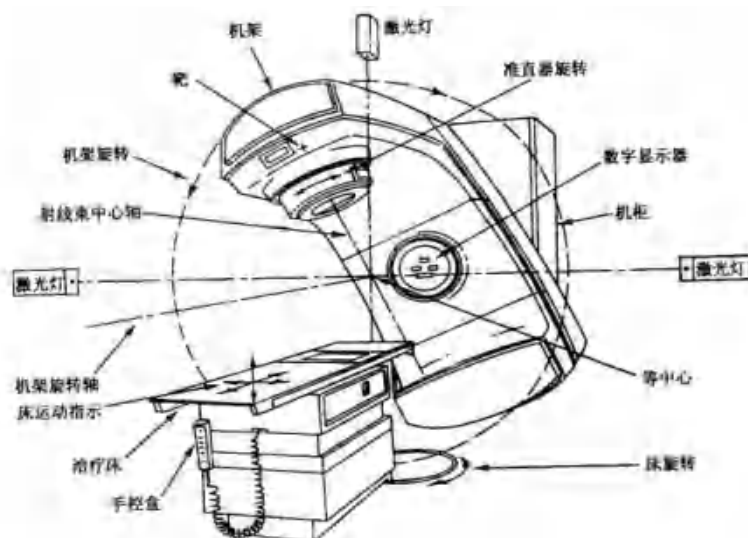


图 9-1 典型医用电子直线加速器

四平市中心人民医院拟购上海联影医疗科技股份有限公司生产的uRT-linac 506c型一体化CT直线加速器，设备整体由加速器和CT扫描两部分组成；加速器部分由主机(等中心旋转机架、辐射头、控制台)、水冷温控系统、电源和高压脉冲调制器、多叶准直器(MLC/Beam Modulator)部分组成，包含MV级影像系统（CBCT：锥形束CT）。该设备具有常规放疗、三维适形放疗、调强放射治疗（IMRT）功能、影像引导放射治疗（IGRT）。设备外形如图9-2。

联影uRT-linac 506c实现诊断级的CT与直线加速器高度一体化跨界融合，为临床带来诊断级的高清CT图像引导/模拟定位，诊断级CT与直线加速器同床同轴设计，有效保障治疗精度。支持从CT模拟定位、CT影像引导到放疗实施的一体化流程。可以清晰辨别肿瘤软组织与周边危及器官的相对位置关系，而且相较于MR、PET/CT的图像引导，具有时间短，速度快，性价比高。根据肿瘤的实时位置及形态变化，制定精准有效的个体化放疗计划，确保X射束精确地投照到当前靶区位置且最大限度降低周边重要组织剂量，进而保证放疗疗效最大化及X射线毒副作用的最小化，是精准放疗的终极目的所在。

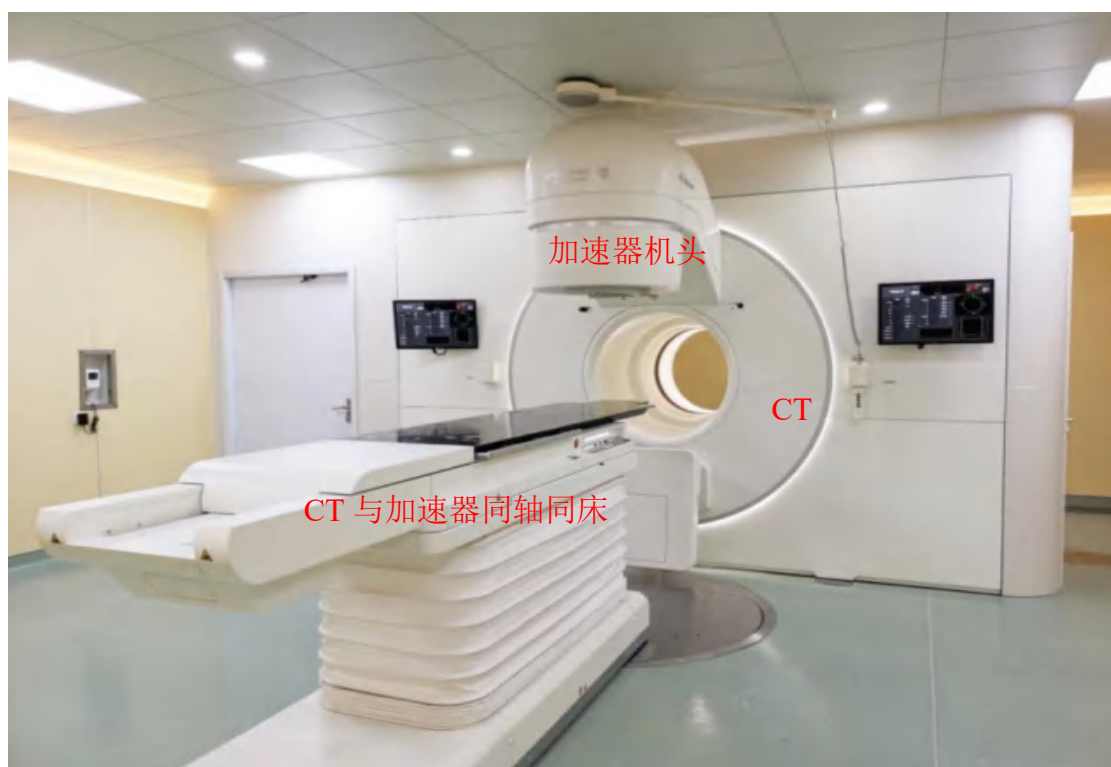


图9-2 拟购联影一体化CT直线加速器（uRT-linac 506c型）外形图

2. 工作原理、工艺流程及产污环节

2.1 工作原理

2.1.1 直线加速器工作原理

医用电子直线加速器是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器。它的结构单元为：加速管、电子枪、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。

电子直线加速器是利用电磁作用使带电粒子电子及其他重离子获得高能量的装置，主要由电子发射源、电子加速及电子束引出等构造单元构成；对高能 X

射线而言，还有一个金属靶和 X 射线准直装置。电子发射源发射的电子，沿真空加速管被加速，然后通过磁偏转装置使电子束转向，一般转 90° 或 270°，再经过一个电子扩散箔，使电子束均匀射出。对于高能 X 射线，通过磁偏转转向的高能电子束，射向一个具有很高原子序数的金属靶，当电子同金属靶的原子核相碰撞时，速度减慢并损失部分能量，电子损失的能量转换为 X 射线后再经过一个平板滤片，准直射出。

医用电子直线加速器是生物学上的一种用来对肿瘤进行放射治疗的电子加速器装置。可用于头颈、胸腔、腹腔、盆腔、四肢等部位的原发或继发肿瘤，以及手术后残留的术后或手术前的术前治疗等。

医用电子直线加速器应用放射治疗的模式有 X 射线和电子束两种模式，治疗师（工作人员）指导并辅助患者摆位后，退出治疗室，在控制室内远程控制加速器出束治疗。治疗模式见图 9-3 所示。

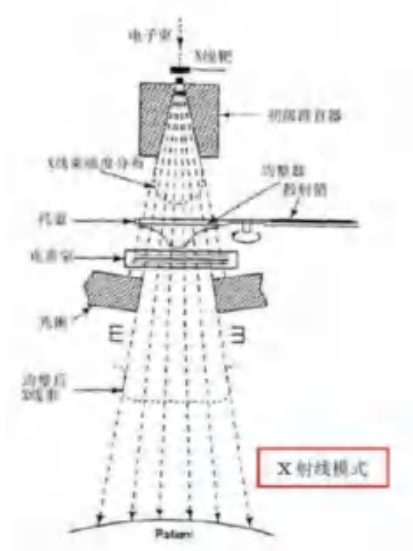


图 9-3 X 射线治疗模式示意图

根据医院提供的资料，联影公司生产的 uRT-linac 506c 型一体化 CT 直线加速器具有 X 射线治疗模式，没有电子束治疗模式；本项目医用直线加速器的主要参数见表 9-2。

表 9-2 医用电子直线加速器的主要参数表

使用场所	放疗科直线加速器（1）机房
设备名称	医用一体化 CT 直线加速器
加速器型号	联影 uRT-linac 506c
治疗类型	常规放疗、三维适形放疗（3DCRT）、调强放射治疗（IMRT）、影像引导放射治疗（kV 级 CT-IGRT、MV 级 CBCT-IGRT）

射线能量	X 射线能量：6MV 电子线能量：无 ^①
距靶 1m 处常用最高剂量率	6MV 常规 X 线的最大剂量率：600cGy/min 6MV 最大非均整（FFF 模式）剂量率：1400cGy/min
X 射线泄漏率	≤0.1%
源轴距 SAD	1m
等中心高度	128cm±0.5cm
最大照射野大小	40cm×40cm
机架旋转角度	±272°
影像引导放射治疗（IGRT）	1、MV 级影像引导系统（CBCT-IGRT） X 射线能量：1.5MV 2、kV 诊断级影像引导（CT-IGRT）及模拟定位 最大管电压：140kV 最大管电流：420mA

注：①本项目联影产一体化 CT 医用电子直线加速器无电子束治疗功能。

2.1.2 影像引导放疗（IGRT）

影像引导放疗（Image-Guided Radiation Therapy，简称 IGRT）是一种先进的放射治疗技术，指在放疗中使用医学影像设备，采集患者单次治疗时的影像，并与放疗计划影像对比，校正摆位误差，以达到更好的治疗效果，本项目应用使用 kV 诊断级 CT 和 MV 级 CBCT（锥形束 CT）进行图像引导。

在放射治疗中，患者在治疗前会利用一体化 CT 直线加速器自带的诊断级 CT 进行一次模拟定位，根据定位时的影像勾画靶区，制定放疗计划，确保放射线能准确瞄准肿瘤。患者体表及固定装置上的定位线，让患者每次接受治疗时的位置能够尽可能与定位时保持一致，然而，由于患者的体位变化、呼吸运动等因素，肿瘤的位置可能会发生轻微变化，从而影响治疗的精确性。IGRT 则在每次放疗前或放疗过程中，利用影像设备（如本项目 MV 级 CBCT、kV 诊断级 CT）实时获取患者体内肿瘤及周围正常组织的位置变化信息，并根据这些信息实时调整放射线的照射位置，从而提高治疗的精确性，减少对周围正常组织的损伤。随着医学影像技术的发展，IGRT 在肿瘤治疗中扮演着越来越重要的角色。

2.1.2.1 IGRT-CBCT 工作原理

CBCT（直线加速器机载 MV 级锥形束 CT）是图像引导放疗（IGRT）核心装置，整机搭载于加速器旋转机架，与治疗 MV 射线共用机器等中心。

CBCT 属于 X 射线装置的一种，X 射线装置一般由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成

束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成，高速电子轰击靶体产生 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-4。

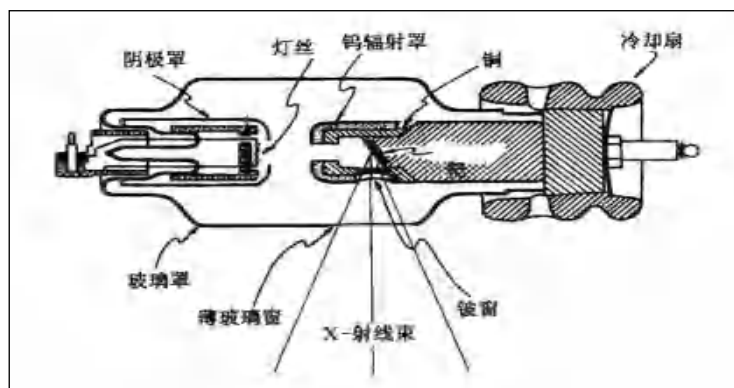


图 9-4 X 射线管结构原理图

2.1.2.2 IGRT-CT 工作原理

CT，全称为电子计算机断层扫描仪，是医学影像领域的一项重要技术。X 射线是一种可以穿透人体的电磁波，可以使某些发光的物质产生可见光，由于人体不同组织、器官、及骨骼的穿透系数不同，医学上正式利用这一特点对人体进行 CT 断层扫描。并通过计算机将扫描到的信息转化为一系列清晰的二维图像。这些图像可以帮助医生直观地观察到人体内部的结构，进而对疾病进行准确的诊断。

本项目的一体化 CT 直线加速器，中的 MV 级 CBCT、kV 诊断级 CT 可用于治疗中的图像引导。每次放疗摆位后、出束治疗前扫描，获取患者治疗体位三维解剖图像；和模拟定位 CT 三维配准，计算靶区平移+旋转摆位误差，修正治疗床位置，消除分次摆位误差、呼吸/器官形变带来的靶区偏移，实现精准放疗、缩小照射边界、保护正常器官。

X 射线诊断工作流程中，污染来自于检查过程中设备产生的 X 射线，对周围产生的辐射影响。

2.2 工作流程及产污环节

医用电子直线加速器进行肿瘤放射治疗的基本流程为：

(1) 候诊登记：对患者进行登记候诊。

(2) 模拟定位：先通过一体化 CT 直线加速器中自带的模拟定位 CT（或其他大孔径模拟定位 CT）对患者的病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和射野大小，拍片定位。

(3) 制定治疗计划：根据患者所患疾病性质、部位和大小快速制定：照射剂量计划和照射时间。

(4) 摆位准备：在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位、标记，调整照射角度及视野。

(5) 摆位技师确认机房内无人员滞留、退出治疗室、关闭防护门。

(6) 实施照射：根据已制定的诊疗计划，在影像引导（IGRT-CBCT/CT，扫描一周约 60s）下进行放射治疗（每个照射野 20 - 40 s）。

(7) 治疗结束，关机、开门、病人离开治疗室。

医用电子直线加速器放疗流程及产污环节如图 9-5 所示。

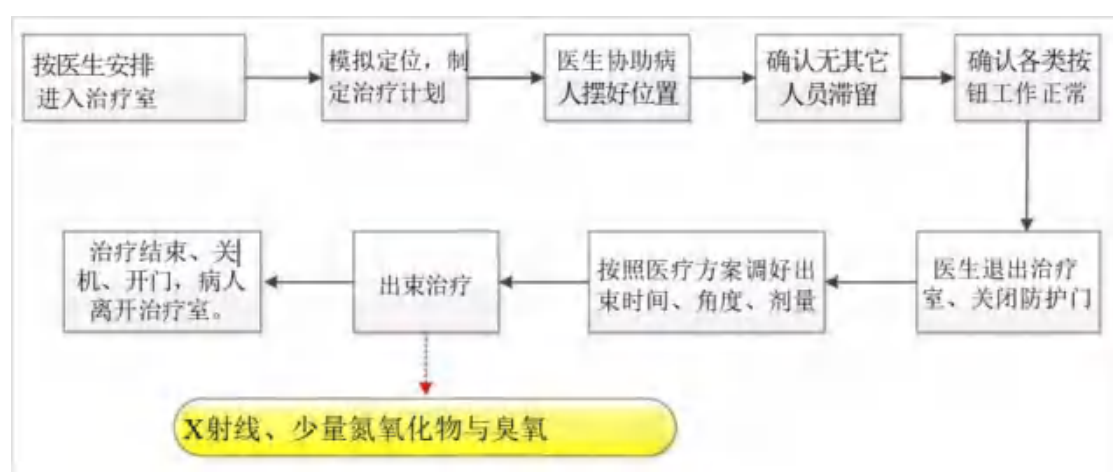


图 9-5 医用电子直线加速器放疗流程及产污环节示意图

医用电子直线加速器：正常工况时，射线装置治疗污染源项为开机状态下产生的 X 射线（包含 MV 治疗 X 射线、图像引导 CBCT 产生的 MV、kV 级 X 射线）、少量中子、感生放射性，同时其产生少量臭氧及 NO_x 废气。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中要求：“大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽”。根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中要求：“对于高于 10MV X 射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗，除考虑中子放射防护外，在日常操作中还应考虑感生放射线的放射防护”。本项目医用直线加速器的 X 射线能量最高为 6MV，产生的中子额度可忽略不计，因此本次评价不考虑中子辐射及俘获 γ 射线。

污染源项描述

1. 正常工况污染源项分析

1.1 X 射线外照射

本项目应用一体化 CT 直线加速器 1 台，放射治疗 X 射线能量最大为 6MV，常规 X 线的最大剂量率：600cGy/min，非均整最大剂量率为 1400cGy/min；kV 级图像引导及模拟定位 CT，最大管电压 140kV，最大管电流 420mA；MV 级影像引导 CBCT（锥形束 CT）X 射线能量为 1.5MV，剂量率最大为 30cGy/min。

MV 级影像引导 CBCT 和 kV 级图像引导及模拟定位 CT 产生的 X 射线能量和输出剂量，远小于治疗用 6MV X 射线，其对周围环境辐射影响小于治疗用 6MV X 射线。

1.2 电子束

本项目应用的联影 uRT-linac506c 型一体化 CT 医用电子直线加速器没有电子束治疗功能。

1.3 中子

本项目应用电子直线加速器 X 射线能量最大为 6MV，根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020），中子及其影响不作为本项目重点考虑对象。

1.4 感生放射性

加速器运行过程中光-核反应产生放射性核素以及产生的中子与机头配件、室内结构材料反应产生感生放射性，放射性核素有较短的半衰期，由于机房具有足够的屏蔽，感生放射性不会对机房外人员产生辐射危害，但停机后很快进入机房内可能受到一定照射。

另外加速器的冷却水受到辐射照射会引起感生放射性，产生的感生放射性核素主要是 ^{15}O （半衰期 2.03min）、 ^{13}N （半衰期 9.96min），正常工况下冷却水是在封闭的系统中循环利用，不外排，不涉及含感生放射性物废水排放。由于冷却水中产生的感生放射性核素半衰期很短，一般情况下对工作人员和检修人员产生的影响很小。

1.5 放射性固体废物

加速器靶物质（件）以及机头等金属部件由于受电子的轰击会产生较强的感

生放射性，机器退役（约使用 10 年）后更换下来的废靶件等应作为放射性废物处理。

加速器内循环水系统中使用的离子交换树脂，可吸附循环水中的感生放射性核素。加速器靶物质经长期照射后，也可积累一定数量的感生放射性核素，因此，退役的废靶和废树脂为放射性固体废物。另外，废树脂为危险废物，危废类别为 HW13，危废代码为 900-015-13。

1.6 大气污染物

机房内空气因为电离而产生少量大气污染物，主要为臭氧和氮氧化物。少量臭氧和氮氧化物可通过排风管排出治疗室，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

2. 事故工况源项分析

2.1 安全联锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入机房，如果这时运行加速器，则可能造成误照射事故。

2.2 除接受治疗患者以外，机房中仍有其他人员未撤离时，操作人员未严格按照操作规程确认机房中环境便运行加速器，则会造成机房中人员误照射。

2.3 操作人员失误将剂量设置错误，使受检者和工作人员受到超剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

辐射防护原则

辐射防护的目的是防止发生对健康有害的确定性效应，并将随机效应的发生率降至可以接受的水平。为了达到这一目的，必须遵从以下辐射防护原则。

1. 实践的正当性

对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目涉及的射线装置用于医学诊断和治疗，诊断目的在于准确诊断疾病，治疗的目的是为了减轻病患痛苦和去除疾病，其利益大于可能引起的辐射危害，因此，符合实践的正当性原则。

2. 辐射防护的最优化

在辐射实践中所使用的辐射源（包括射线装置）所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束的前提下，在充分考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平。

本项目辐射工作场所采取了有效合理的的屏蔽防护措施、分区管理等安全防护措施，可以使个人受照剂量的大小、受照的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平。

3. 个人剂量的限制

除医疗照射外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值；对任何可能向环境释放放射性物质的源，剂量约束还应确保对该源历年释放的累积效应加以限制，使得在考虑了所有其他有关实践和源可能造成的释放累积和照射之后，任何公众成员（包括其后代）在任何一年里所受到的有效剂量均不超过相应的剂量限值。

为控制辐射工作人员及公众所受照射剂量在尽可能低的水平，对职业人员的职业照射取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的 25%，即 5mSv 作为本项目管理限值，对公众中有关关键人群组的成员，取 10%，即 0.10mSv 作为管理限值，符合剂量限制和潜在照射危害限制的原则。

项目安全设施

1. 工作场所布局

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，应把放射性工作场所分为控制区、监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制。

本项目加速器（1）机房（利旧使用）位于门诊楼负 2 层（竖向贯穿至负 1 层）的东侧，北侧设有配套的更衣室、控制室、设备间附属用房；西侧为放疗科公共走廊；南侧为预留的加速器（2）机房及其附属用房；东侧为大地土层；楼上为门诊楼 1 层的大厅、疼痛科门诊、脊柱微创外科门诊等；楼下无建筑。放疗科平面布局见附图 3-4。

本项目加速器（1）机房与控制室、设备间分开设置，加速器机房设有迷路和防护门。机房周围不邻近儿童病房、产房及商业活动区域，直线加速器室布局符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）及《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”的规定中选址和布局要求，布局合理。

2. 分区

本项目工作场所划分控制区和监督区，分区情况见附图 5-7。

控制区：将直线加速器（1）机房及其迷路划分为控制区，在控制区的进出口及其他适当位置处设置醒目的电离辐射警告标志（如图 10-1）和工作状态指示灯，并设置防护门的门锁和联锁装置。制定辐射安全防护管理制度，严格限制无关人员进出控制区，在正常治疗的工作过程中，区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全。



图 10-1 电离辐射标志

监督区：与控制区相邻的负 2 层更衣室、控制室、设备间、放疗科走廊；负 1 层护理中心工作站、柜子存放区、护理员管理中心、库房、担架车室；地上 1 层的门诊楼 1 楼大厅、疼痛科门诊、脊柱微创外科门诊。监督区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（对监督区进行辐射监测）。

3. 辐射防护屏蔽及面积

本项目加速器（1）机房为原有 10MV 加速器治疗机房，现已建成，利旧改造使用；四侧墙体、顶棚采用标准混凝土（密度 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ）一次性浇筑而成，加速器防护门采用铅板+不锈钢板+中子慢化材料（原 10MV 机房设计考虑，本次利旧使用）。现有加速器机房屏蔽状况良好，防护门开关正常。放疗科加速器机房屏蔽情况详见表 10-1。机房平面布局、剖面图详见附图 8。

表 10-1 直线加速器（1）机房辐射防护情况

位置			防护材料和厚度	备注
加速器 治疗室	东侧	主屏蔽墙	大地土层（550mm 混凝土）	利旧使用
	南侧	次屏蔽墙	1800mm 混凝土	利旧使用
	西侧	主屏蔽墙	3000mm 混凝土（宽度 4700mm）	利旧使用
		副屏蔽墙	2000mm 混凝土	利旧使用
	北侧	迷道内墙	1200mm 混凝土	利旧使用
		迷道外墙	1600mm 混凝土	利旧使用
	天棚	主屏蔽墙	2600mm 混凝土（宽度 4700mm）	利旧使用
		副屏蔽墙	1500mm 混凝土	利旧使用
	防护门		12mm 铅+160mm 石蜡硼砂混合材料	利旧使用

注：①混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅板密度为 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ 。

②北侧与控制室相连的电缆管线、与设备间相连的水冷管线，通过“U”型埋设进入治疗室；使之不影响墙体的屏蔽能力。

③防护门利旧使用，原机房最大射线能量为 10MV，考虑中子的影响，设置了 160mm 石蜡硼砂混合材料；

根据辐射环境影响分析预测结果可知（表 11 环境影响分析），本项目一体化 CT 直线加速器机房屏蔽厚度可满足辐射防护要求。

此外，本项目拟购的一体化 CT 直线加速器，融合了诊断级的 CT，机房屏蔽情况同时也满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“CT 模拟定位机房有用/非有用线束方向不小于 2.5 铅当量（mmPb）”的屏蔽防护要求。

一体化 CT 直线加速器机房机房内矩形净面积为 39.75 平米，最小单边长 5.3m，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中有关机房面积和最小单边长的要求。

4. 辐射安全和防护、环保相关设施及其功能

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射治疗放射防护要求》，本项目加速器机房利旧使用，新安装 1 台一体化 CT 加速器，需要重新安装安全联锁装置、视频监控装置、控制系统等，结合项目实际情况，将项目涉及的需配备的相关的防护设施及其功能阐述如下：

4.1 设备固有安全性

本项目直线加速器拟采购于上海联影医疗科技股份有限公司，采用目前较为先进的技术，设备各项安全措施齐备，本身具备多种安全防护措施。

①控制台上的显示装置可显示辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数，操作人员可以随时了解设备运行情况。

②病人剂量监测与治疗控制安全联锁。为保证病人治疗剂量准确，不致出现超剂量照射，系统设置了治疗剂量联锁、治疗时间联锁和治疗中旋转机架角度联锁。当治疗剂量、时间及治疗机头旋转角度其中之一到达设定值时，联锁装置会自动停止照射。

③红色紧急开关。控制台和设备表面均有急停开关，当发现异常后，按下操作盒上此开关，机器将自动切断加速器主电源。

④剂量测试系统。在控制系统主菜单中有“剂量系统测试”部分，可以随时了解病人剂量情况。

⑤密码设置。设置有密码，操作密码只有具体操作人员掌握，只有输入正确的密码后才可能进行操作和参数的修改等。

⑥系统操作联锁。加速器设置了硬件联锁，在非正常操作或在异常情况下，可以停止机器运行或切断电源，以备特殊情况下应急之用。

4.2 辐射防护设施设计

本项目的直线加速器（1）机房利旧使用，需要针对新加速器进行装修和改造，重新安装辐射安全与防护设备，具体如下：

4.2.1 固定式剂量报警装置：加速器治疗室内迷路入口设置固定式剂量报警装置，仪表指示装在防护门外。对监测点进行实时剂量率监测和报警。实时剂量率、累积剂量监测值同时显示在主机面板上，实时剂量率、累积剂量的“报警阈值”可通过面板上的按键进行修改。仪器有声光报警，以警示现场工作人员，确保工作人员安全。

4.2.2 视频监视系统、对讲系统：加速器治疗室和控制室之间安装有摄像头 5 个（防护门迷路内入口 1 个、治疗室东墙 2 个、治疗室外门口 1 个、走廊 1 个）、双向对讲装置 1 套，控制室内能通过视频监视治疗室内患者的治疗情况，并通过对讲系统与室内人员联系，以便于医师在控制室观察患者在治疗室的状况、及时处理意外情况。视频监控数量和位置能实时、全方位观察治疗室及迷路内状况，

可以保障治疗室内及迷路不留视频监控死角，因此视频监控布局数量及位置可行。

4.2.3 急停开关：医院拟在加速器治疗室内四周墙壁、迷路内、控制台、设备两侧表面各设置 1 个急停开关（共 8 处），急停开关为红色按钮式开关，高度约 1.2m，易于辨认，有醒目标识及文字显示，人员可以在事故情况下按下急停开关，按下后不能自动复位。急停开关设置满足应急需求，布置位置和数量合理可行。

4.2.4 设置门机安全联锁和工作状态指示灯：防护门未完全关闭时不能出束，出束状态下开门停止出束。装置启动时工作状态指示灯亮起，停止照射时，工作状态指示灯熄灭。防护门为电动推拉门，防护门与墙搭接处应尽可能减小缝隙漏泄辐射，防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。防护门设防夹装置，防止人员被夹伤。另外防护门内侧设紧急开门装置，在紧急情况下，能从治疗室内侧开门。

4.2.5 标志标识：加速器治疗室防护门入口处设置电离警示标识和中文警示说明。

4.2.6 安全联锁复位：安全连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。

4.2.7 钥匙开关：钥匙 ON 才允许高压上电、允许出束；钥匙 OFF/拔出，直接切断高压、禁止出束、锁定防护门。钥匙唯一，仅授权放疗主管/物理师持有，防止误操作、无关人员开机。

- 钥匙在位→防护门才能关闭→才能开机出束；
- 运行中拔钥匙→立即断高压、停束、门无法关闭；
- 门没关好→钥匙拧不到 ON→无法开机。

4.2.8 安全联锁逻辑关系：加速器治疗室安全防护设施分布详见附图 10。加速器辐射安全联锁逻辑关系图详见图 10-2。

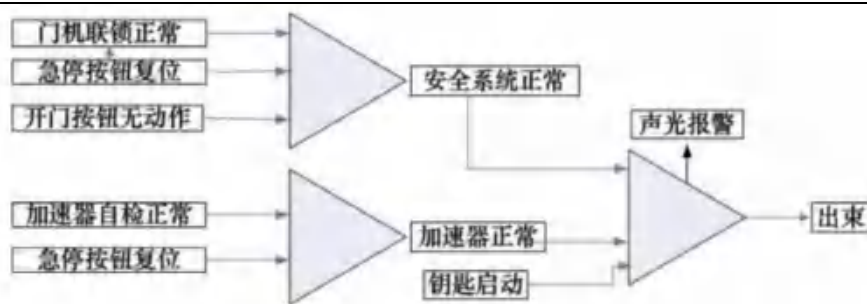


图 10-2 加速器辐射安全联锁逻辑关系图

4.3 操作的辐射安全与防护要求

4.3.1 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。

4.3.2 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。

4.3.3 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室。

4.4 加速器治疗室通风、电缆管线设置

4.4.1 通风

本项目加速器治疗室设计 1 套独立的机械排风系统，有效通风量不小于 $1800\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数不小于 6 次/h，满足换气次数不少于 4 次/h 的要求。新风管由迷路入口处进入，送风口（2 个）布排在靠近东墙处装饰天花板上；在加速器机房设置 2 个排风口，靠近西侧墙体，风管底部（吸风口）离地约 30cm，进风口和排风口对角设置，上进风，下排风。进风口和排风口位置示意图详见附图 11。为避免影响屏蔽效果，医院进风管、排风管采用“Z”字型穿墙（迷道外墙），射线经几次散射后，将管道出口处辐射剂量控制范围内。机房通风管道出口设置在门诊楼屋顶，出口高于屋顶，远离门、窗或人流较大的过道等位置，能够满足相关要求。

4.4.2 电缆、管线布设

加速器治疗室与控制室操作台之间的各种电缆管线，室内部分以地沟形式在地坪以下布设，采用“U”型路径设计，电缆沟盖板采用 3mm 厚铅板覆盖，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。其他所有电、水、气管、物理测试管线布设走向必须符合辐射屏蔽防护要求，并在非主束投照部位采用迷路形式穿越墙体或顶盖，

如在防护墙体部位设置开关箱等嵌入式电气设备，要在箱体后背衬填相应厚度的铅板。加速器治疗室与北侧控制室的电缆通道、与北侧设备间的冷却管线以“U”字形穿过墙体；穿墙位置及穿墙剖面详见附图 12。

4.5 其他防护措施

4.5.1 防护门为电动平开门，防护门与墙搭接处应尽可能减小缝隙漏泄辐射。防护门设防挤压装置，防止人员被夹伤。另外迷路入口内侧防护门设开门装置，紧急情况下能从治疗室内侧开门。

4.5.2 每个辐射工作人员均配备 1 枚个人剂量计；本项目直线加速器机房工作人员共需配备 2 台个人剂量报警仪和 11 枚个人剂量计，拟配备 2 套个人防护用品。

4.5.3 配备 1 台便携式 X- γ 剂量率监测仪，配备 1 套固定式剂量报警仪；

4.5.4 控制室上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等；

4.5.5 受检者出入口门外应设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

4.5.6 实施治疗期间，安排有 2 名操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度。加速器试用、调试、检修期间，控制室安排有工作人员值守。

4.6 辐射安全与防护措施符合性分析

对照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB5172-2025），本项目直线加速器（1）机房符合性分析如表 10-2 所示。

表 10-2 放疗科直线加速器（1）机房符合性分析表

项目	防护要求	本项目分析	符合性
选址与布局	放射治疗场所的选址应充分考虑对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。	本项目加速器机房位于门诊楼负 2 层（竖向贯穿至负 1 层）东侧，放疗科位于医院院内，未设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内	符合
	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。	放疗科设置在门诊楼的底层；加速器治疗室，不邻近儿科、产科、商业等人群密集及商业活动区域。	符合
分区原则	放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。控制区包括加速器大厅、治疗室等场所；与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措	项目实行控制区和监督区两区划分，将加速器治疗室（包括迷路）划分为控制区；将负 2 层更衣室、控制室、设备间、放疗科走廊；	符合

	施,但需要经常对职业照射条件进行监控和评价的区域划定为监督区	负1层护理中心工作站、柜子存放区、护理员管理中心、库房、担架车室;地上1层的门诊楼1楼大厅、疼痛科门诊、脊柱微创外科门诊等划分监督区	
屏蔽要求	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、最大照射野能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	本项目直线加速器(1)机房屏蔽设计按照额定最大能量、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	符合
	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。	加速器治疗室采用普通钢筋混凝土进行一次浇筑屏蔽,加速器室防护门采用铅板+不锈钢骨架材料,各屏蔽体厚度满足要求。	符合
	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。	项目治疗室通排风管线、电缆管线采取“U”型形式,不影响机房整体屏蔽效果;防护门与墙的搭接处尽可能减小缝隙漏泄辐射,防护门宽与门洞的部分大于“门-墙”间隙的十倍	符合
	治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平应满足6.1.4相关要求	加速器室采用普通混凝土建设,各侧墙体及防护门外剂量率水平满足参考控制水平	符合
安全防护设施和措施	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;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	拟在加速器治疗室防护门口上方等位置安装醒目工作状态指示灯,防护门及墙体设置辐射标志;加速器治疗室内及迷道均设置有视频监控,可以实现治疗室内全监控,并设置双向对讲装置	符合
安全防护设施和措施	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,应有异常情况下报警功能,显示单元设置在控制室内或机房门附近	按要求设置,拟在加速器治疗室迷路入口处均设置固定式剂量监测报警装置。	符合
	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连锁设施。	加速器控制台、设备机架上、治疗床、治疗室墙体内均设置有急停开关;防护门均设置防夹装置和应急开门装置	符合
操作的辐射安全与防护要求	医疗机构应对辐射工作场所的安全连锁系统定期进行试验自查,保存自查记录,保证安全连锁的正常有效运行。	拟对辐射工作场所的安全连锁系统定期进行试验自查,保证安全连锁的正常有效运行。	符合
	治疗期间,应有两名及以上人员协调操作,认真做好当班记录,严格执行交接班制度。	治疗期间,由两名技师协调操作,做好当班记录,严格执行交接班制度	符合
	任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室。	任何人员未经授权或允许不得进入加速器室。工作人员在确认放射治疗或者治疗室已经终止的情况下方可进入放射治疗室。	符合

固体废物管理要求	活化后的准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。	本项目加速器的废靶只在装置需要更换金属钨靶时才产生，更换下来的废靶由加速器设备供应商回收处理。	符合
	建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。	医院拟建立放射性固体废物台账，在存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息。	符合
气态废物管理要求	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。	加速器室治疗室拟设置排风系统，每小时通风量为 1800m ³ /h，换气次数达 6 次以上，上进风，下排风，呈对角设置。排气口离门、窗或人流较大的过道等位置较远。	符合
机房布局要求	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。	本项目放射治疗室与控制室分开设置，辅助机械、电器、水冷设备均设置在治疗机房外的辅助机房内，与治疗设备分离。	符合
	治疗机房应设置迷路。	本项目加速器直线加速器（1）机房设计迷路。	符合
空间要求	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。	加速器治疗室内有效面积为 95.87m ² （包含迷道），符合面积要求，满足放射治疗设备的临床应用需要。	符合

由表可知，放疗科工作场所选址、屏蔽防护设计及安全设施均满足《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）、《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB5172-2025）标准要求。

放射性三废的治理

1. 废气治理

本项目加速器治疗室设计 1 套独立的机械排风系统，有效通风量不小于 1800m³/h，通风换气次数不小于 6 次/h，满足换气次数不少于 4 次/h 的要求。新风管由迷路入口处进入，送风口（2 个）布排在靠近东墙天花板上；在加速器机房设置 2 个排风口，靠近西侧墙体，风管底部（吸风口）离地约 30cm，进风口和排风口对角设置，上进风，下排风。进风口和排风口位置示意图详见附图 11。

2. 放射性废液

加速器的冷却水受到辐射照射会引起感生放射性，产生的感生放射性核素主要是 ^{15}O （半衰期 2.03min）、 ^{13}N （半衰期 9.96min），正常工况下冷却水是在封闭的系统中循环利用，不外排，不涉及含感生放射性物废水排放，维护时只需要更换循环水系统中的离子交换树脂即可。由于冷却水中产生的感生放射性核素半衰期很短，一般情况下对工作人员和检修人员产生的影响很小。

3. 固废治理

加速器靶物质（件）以及机头等金属部件由于受电子的轰击会产生较强的感生放射性，机器退役后更换下来的废靶件等应作为放射性废物处理。交由有资质的单位或厂家回收处理。产生的废树脂经衰变达到清洁解控水平后按照危险废物处理，由有资质单位回收。

环保投资

项目总投资为 1746.0 万元，其中环保投资 67.0 万元，环保投资所占比例 3.83%。本项目环保投资详见表 10-4。

表 10-4 工程环保投资情况一览表

序号	项目名称	费用（万元）
1	混凝土屏蔽墙（利旧）	列入前期工程投资
2	铅防护门（利旧）	列入前期投资
3	安全联锁装置、急停开关、工作状态指示灯、防护门防夹装置、门机联锁装置	18.0
4	视频装置、对讲系统等	8.8
5	铅服、铅帽、铅围脖、铅眼镜等个人防护用品、个人剂量计	5.2
6	工作场所监测仪器（单独配备，不共用）	3.5
7	加速器固定式剂量仪、个人辐射剂量报警仪	8.2
8	电离辐射标志、规章制度等	1.8
9	设备机房排风装置	3.5
10	环境影响咨询、日常环境管理、辐射工作人员培训等	18.0
环保投资合计		67.0

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目放疗科位于门诊楼负 2 层东侧，直线加速器（1）机房为原有机房 2019 年停用，原有屏蔽墙体、天棚、防护门利旧使用，不涉及土建施工。仅需要对原有加速器机房及其配套用房进行简单改造、装修，重新安装通风装置和安全连锁装置。施工期主要在大气、空气、声环境和固体废弃物等方面对环境产生影响。

1. 施工期水环境影响分析

本项目施工期废水主要为施工人员产生的生活污水，通过医院现有污水处理系统处理后排入城市污水管网，对地表水环境影响较小。

2. 施工期声环境影响分析

施工阶段的噪声主要为拆除机房内原有装饰板、安装新装饰板、材料切割等装修产生的噪声以及设备安装噪声，夜间不施工。通过采取使用低噪声设备，对高噪声设备进行减振处理后，对门诊楼楼上及地面其他建筑影响有限。

3. 施工期大气环境影响分析

施工期扬尘主要来自装修过程中切割装饰材料，对环境空气质量影响也是短暂的。采取封闭施工、洒水等防尘措施后，可有效降低扬尘对区域环境的影响。

4. 施工期固体废弃物影响分析

施工现场产生的固体废物以装修施工垃圾，只要做到及时清，不会对周围环境产生较大的影响。

施工人员生活垃圾由环卫部门收集，统一处置，不会对周围环境产生影响。

运行阶段对环境的影响

本次评价主要考虑医用电子直线加速器运行时对周围环境产生的辐射影响。另外，加速器治疗室内空气因为电离而产生少量大气污染物，主要为臭氧和氮氧化物。

1. 加速器辐射影响分析

本项目应用联影产 UIH uRT-linac 506c 型一体化 CT 加速器开展放射诊疗；使用 6MV 的 X 射线进行放射治疗（无电子线治疗），1.5MV（CBCT：锥形束 CT）的 X 射线进行治疗中的影像引导和定位，诊断级 CT（管电压 140kV，管电流 420mA）进行治疗前模拟定位及图像引导。加速器系统错时使用 3 种能量的 X 射线进行治疗和定位，加速器治疗室墙体及防护门若满足 6MV 的 X 射线治疗束的屏蔽防护要求，则也能够满足 1.5MV 图像引导系统和 CT 模拟定位的防护要求，故本评价以 6MV 的 X 射线的环境影响进行评价。

1.1 加速器治疗室剂量估算预测模式

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）及《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）中的相关计算公式，如下：

1.1.1 直线加速器治疗室有用线束主屏蔽区的宽度，可按式计算：

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

式中：Y—机房有用线束主屏蔽区的宽度，m；

SAD—源轴距，1m；

θ —治疗束的最大张角（相对束中的轴线），本项目为 14° ；

α —等中心点至“墙”的距离，m。

当主屏蔽区向治疗室内凸时，“墙”指与主屏蔽相连接的次屏蔽墙（或顶）的内表面，本项目西侧墙体取 5.50m，顶棚取 5.12m；

1.1.2 屏蔽体的有效屏蔽厚度的计算公式：

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

式中：Xe—屏蔽体的有效屏蔽厚度，cm；

X—屏蔽体的厚度，cm；

θ —斜射角，即入射射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角。

1.1.3 给定屏蔽物质的有效屏蔽厚度计算屏蔽透射因子的公式：

$$B = 10^{\frac{(Xe+TVL-TV L1)}{TVL}} \dots\dots\dots \text{公式 (11-3)}$$

式中：B—给定屏蔽物质的有效屏蔽厚度计算屏蔽透射因子；

Xe—屏蔽体的有效屏蔽厚度，cm；

TVL1 和 TVL 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 TVL1 时，TVL1=TVL。

1.1.4 屏蔽体外关注点的剂量率计算公式：

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

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（以下简称靶）1m 处的常用高剂量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；联影 uRT-linac 506c 型加速器 6MV 非均整模式（FFF）最高剂量率为 $8.4\text{E}+08 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f—对有用束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率，取 1%。

1.1.5 患者一次散射辐射的剂量率计算公式：

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

式中： $\dot{H}$ —关注点处患者一次散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ —加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用高剂量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ，联影 uRT-linac 506c 型加速器 6MV 非均整模式（FFF）最高剂量率为 $8.4\text{E}+08 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

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；散射角 30° 时取 2.77×10^{-3} ；

F—治疗装置有用束在等中心处的大治疗野面积， 1600cm^2 ；

Rs—患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

1.1.6 迷路口处散射辐射的剂量率计算公式：

$$\dot{H}_g = \frac{a_{ph} \cdot (F / 400)}{R_1^2} \cdot \frac{a_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_o \dots\dots\dots \text{公式 (11-6)}$$

式中： $\dot{H}_g$ —迷路口处散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_o$ —加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用高剂量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ，联影 uRT-linac 506c 型加速器 6MV 非均整模式（FFF）最高剂量率为 $8.4\text{E}+08 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

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。通常取 45° 散射角的值；本项目 6MV 加速器取 1.39×10^{-3} ；

F—治疗装置有用束在等中心处的大治疗野面积， cm^2 ；

a_2 —砼墙入射的患者散射辐射（能量见附录 B 表 B.3）的散射因子，通常取 i 处的入射角为 45° ，散射角为 0° ， a_2 值见附录 B 表 B.6，通常使用其 0.5MeV 栏内的值通常使用其 0.5MeV 栏内的值；本项目取 22×10^{-3} ；

A—自入口和等中心位置 o/o' 共同可视见的区域的面积， m^2 。迷路内入口设有过梁，高为 3.0m；A 的面积：宽 $3.4\text{m} \times$ 高 $3.0\text{m} = 10.2\text{m}^2$ ；

R_1 —等中心点至散射墙面“o-i”之间的距离，取 7.538m；

R_2 —迷道散射墙面至入口处“i-g”之间的距离，取 10.000m；

本项目加速器机房入口 g 点散射路径为“o1-o-i-g”，射线自靶点 o1 向位置 o 的患者照射，以 45° 至迷路 i 点，再 0° 散射至至 g 点。

1.1.7 给定防护门的屏蔽厚度时，防护门外的辐射剂量率计算公式：

$$\dot{H} = \dot{H}_g \cdot 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{og} \dots\dots\dots \text{公式 (11-7)}$$

式中：X—防护门铅屏蔽厚度，cm；

TVL—散射线铅的什值层厚度，cm；

$\dot{H}_g$ —迷路入口 g 处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；本项目为加速器室患

者散射入射至 i 墙的辐射散射至门口 g 处的辐射剂量率。

$\dot{H}_{og}$ — 穿过迷路内墙的泄漏辐射在 g 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

1.2 预测参数

根据建设单位提供资料，本项目拟安装 1 台的直线加速器，位于门诊楼负 2 层东侧，加速器治疗室四侧墙体、顶棚拟采用标准混凝土（ $\rho=2.35\text{g/cm}^3$ ）浇筑而成，防护门拟采用铅板+中子吸收、慢化材料制作。加速器及其治疗室技术参数如下：

表 11-1 医用电子直线加速器治疗室屏蔽计算公式与部分参数

应用场所	加速器室	
设备名称	一体化 CT 直线加速器（医用）	
型号	联影 uRT-linac 506c	
最大 X 射线能量	6MV	
X 射线最大输出剂量率	$8.4\text{E}+08 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$	
SAD 源轴距	100cm	
等中心距地面高度	128cm	
最大照射野	40cm×40cm	
侧向漏束	小于取 1‰	
治疗束的最大张角 （相对束中的轴线）	14°	
出束时间	每天 240 个照射野，每个野照射 0.5min，每年工作 250 天， 则每年出束时间约 500h	
安全系数	本项目产生较高强度辐射场，取安全系数为 2	
α_{ph}	散射角 30° 时取 2.77×10^{-3} 散射角 45° 时取 1.39×10^{-3}	
F	1600cm^2	
α_2	22×10^{-3}	
R1	7.07m	
R2	10.22m	
A	宽 3.4×高 3.0= 10.2m^2	
6MV 什值层厚度 （ $\rho=2.35\text{g/cm}^3$ 的 混凝土）	TVL	主射方向取 33cm
		漏射方向取 29cm
	TVL1	主射方向取 37cm
		漏射方向取 34cm
	TVL _散	6MV30° 散射角，散射辐射取 26cm
		6MV45° 散射角，散射辐射取 23cm

1.3 预测点位设置

预测点位和需要考虑的射线类型见表 11-2。预测点位见附图 9。

表 11-2 各屏蔽体需要考虑的射线类型

位置	防护墙		射线类型
加速器室	西侧	主屏蔽墙 a	有用线束
		副屏蔽墙 c1/c2	泄漏辐射、散射辐射
	南侧	次屏蔽墙 e	泄漏辐射
	东侧	主屏蔽墙 b(大地土层)	有用线束
	北侧	迷道外墙墙 k	泄漏辐射
		迷道内墙+外墙墙 f	泄漏辐射
	顶棚	主屏蔽墙 l	有用线束
		副屏蔽墙 m1/m2	泄漏辐射、散射辐射
	迷路入口	防护门 g	泄漏辐射、散射辐射

1.4 医用电子直线加速器辐射防护分析

1.4.1 主屏蔽区宽度计算与分析

按照公式（11-1）核算直线加速器治疗室主屏蔽的宽度是否符合屏蔽要求，计算参数及结果见表 11-3。

表 11-3 主屏蔽区宽度核算

治疗室	主屏蔽区位置	主屏蔽区类型	$\alpha + \text{SAD}$ (m)	治疗束 张角 (θ)	所需 宽度 (m)	实际宽度 (m)	是否符合 要求
加速器室	西侧主屏蔽墙	内凸	5.50+1	14°	3.84	4.7	符合
	顶棚主屏蔽墙	内凸	4.12+1	14°	3.15	4.7	符合

经计算，本项目加速器室各方向主屏蔽区宽度设计符合《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）中的相关要求。

1.4.2 直线加速器治疗室屏蔽体的有用线束和泄漏辐射屏蔽分析

根据拟使用加速器的技术参数及加速器治疗室的设计方案，利用公式（11-2）、公式（11-3）、公式（11-4），预测加速器最大输出剂量的 6MV 非均整模式（FFF）计算，有用线束和漏射辐射引起的加速器治疗室外各关注点的辐射剂量率水平，计算因子和结果见表 11-4。

表 11-4 直线加速器治疗室关注点有用线束和泄漏辐射剂量率

关注点	关注点名称	射线束	混凝土屏蔽体厚度 (cm)	斜射角 (°)	距离 (m)	f	TVL1 (cm)	TVL (cm)	剂量率预测 (μSv/h)
a/A	西侧主屏蔽墙 (走廊/柜子存放区)	有用线束	300	0	8.8	1	37	33	1.2E-02
c1/c2	西侧副屏蔽墙 (放疗科走廊)	漏线束	200	27.5	8.78	0.001	34	29	2.7E-04
C1/C2	西侧副屏蔽墙 (护服中心工作站/柜子存放区)	漏线束	200	27.5	8.78	0.001	34	29	2.7E-04
e/E	南侧次屏蔽墙 (加速器 (2) 机房)	漏线束	180	0	5.84	0.001	34	29	2.3E-02
b	东侧主屏蔽墙 (大地土层)	有用线束	55	-	-	-	-	-	-
k/K	迷道外墙 (设备间/担架室)	漏线束	160	22	9.82	0.001	34	29	1.5E-02
f	迷道外墙	漏线束	280	0	10.76	0.001	34	29	2.4E-06
h	控制室	漏线束	280	27	10.13	0.001	34	29	1.8E-07
p/P	更衣室/护理员管理中心	漏线束	280	42	11.47	0.001	34	29	9.7E-10
l	顶棚主屏蔽墙 (急诊主任诊室)	有用线束	260	0	7.92	1	37	33	2.3E-02
m1	顶棚副屏蔽墙 (门诊大厅)	漏线束	150	30	8.97	0.001	34	29	1.7E-02
m2	顶棚副屏蔽墙 (脊柱微创外科门诊)	漏线束	150	30	8.97	0.001	34	29	1.7E-02
g	加速器门口 (内)	漏线束	120	42	8.50	0.001	34	29	1.2E-02

注：a/b/c1/c2/e/f/g/h/p 为负 2 层预测点；A/C1/C2/E/K/P 为负 1 层预测点；l/m1/m2 为地上 1 层预测点；

1.4.3 直线加速器治疗室屏蔽体的散射辐射屏蔽分析

主射墙中与主屏蔽区相连的次屏蔽区还需考虑有用线束水平照射或者向顶棚照射时，人体的散射辐射剂量率贡献，利用公式 (11-2)、公式 (11-3)、公式 (11-5) 预测关注点的散射辐射剂量率，计算因子及结果见表 11-5。

表 11-5 直线加速器治疗室预测目标点散射辐射剂量率预测结果 (6MV, FFF 模式)

关注点	关注点名称	屏蔽厚度 cm	斜射角 (°)	Rs (m)	散射因子 a ph	F (cm ²)	TVL (cm)	H (μSv/h)
c1/c2	西侧副屏蔽墙 (-2F)	200	27.5	7.78	2.77×10^{-3}	1600	26	3.27E-04
C1/C2	西侧副屏蔽墙 (-1F)	200	27.5	7.78	2.77×10^{-3}	1600	26	3.27E-04
m1/m2	顶棚副屏蔽墙 (1F)	150	30	7.97	2.77×10^{-3}	1600	26	3.19E-02

将表 11-4、表 11-5 预测结果汇总，可得表 11-6。

表 11-6 直线加速器治疗室预测目标点辐射剂量率预测结果

关注点	与机房关系	墙体名称	治疗室墙外场所名称	射线类型	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	最终剂量率控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)
a	西侧	主屏蔽墙	走廊 (-2F)	有用	1.2E-02	10
A	西侧	主屏蔽墙	柜子存放区 (-1F)	有用	1.2E-02	10
c1/c2	西侧	副屏蔽墙	放疗科走廊 (-2F)	漏射	2.7E-04	0.5
				散射	3.27E-04	5
C1	西侧	副屏蔽墙	护服中心工作站 (-2F)	漏射	2.7E-04	0.1
				散射	3.27E-04	1.25
C2	西侧	副屏蔽墙	柜子存放区 (-1F)	漏射	2.7E-04	2
				散射	3.27E-04	5
e/E	南侧	次屏蔽墙	加速器 (2) 机房	漏射	2.3E-02	0.2
b	东侧	主屏蔽墙	大地土层	有用	-	-
k/K	北侧	迷道外墙	设备间 (-2F) 担架室 (-1F)	漏射	1.5E-02	2
f	北侧	迷道外墙	控制室 (-2F)	漏射	2.4E-06	2
h	北侧	迷道外墙	控制室 (-2F)	漏射	1.8E-07	2
p	北侧	迷道外墙	更衣室 (-2F)	漏射	9.7E-10	2
P	北侧	迷道外墙	护理员管理中心 (-1F)	漏射	9.7E-10	0.1
l	顶棚	主屏蔽墙	疼痛科门诊 (1F)	有用	2.3E-02	4
m1	顶棚	副屏蔽墙	门诊大厅 (1F)	漏射	1.7E-02	0.5
				散射	3.19E-02	5
m2	顶棚	副屏蔽墙	脊柱微创外科门诊 (1F)	漏射	1.7E-02	0.2
				散射	3.19E-02	4
g	西侧	加速器门口 (外)	加速器门口 (-2F)	漏射	1.2E-02	0.8

注：a/b/c1/c2/e/f/g/h/p 为负 2 层预测点；A/C1/C2/E/K/P 为负 1 层预测点；l/m1/m2 为地上 1 层预测点；

由以上计算结果可看出，直线加速器治疗室外各关注点（除防护门外，该关注点后面继续计算）的辐射剂量率水平均能满足本项目的最终剂量率控制水平。

1.4.4 直线加速器治疗室防护门辐射屏蔽分析

患者散射入射至 i 墙的辐射散射至门口（内）g 处的辐射：利用公式（11-6）预测防护门入口处 g 点散射辐射剂量率，计算因子及结果见表 11-7。

表 11-7 防护门（内）预测目标点路径“01-0-i-g”散射辐射剂量率预测结果

治疗模式	关注点	R1 (m)	R2 (m)	散射因子 α_{ph}	散射因子 α_2	F (cm^2)	A (m^2)	Hg ($\mu\text{Sv/h}$)
6MV, FFF 模式	g	7.54	10.00	1.39E-03	22.0E-03	1600	10.2	184.35

注：参数 α_{ph} 、 α_2 取值参考标准 GBZ-T201.2-2011 附录 B.2、B.6。

根据建设单位提供的机房屏蔽参数，加速器室防护门的屏蔽设计厚度 12mmPb，

根据公式（11-7）计算防护门（外）的辐射剂量率，计算参数和结果见表 11-8。

表 11-8 加速器治疗室防护门（外）辐射剂量率预测结果

关注点	H_g ($\mu\text{Sv/h}$)	X 铅 (mm)	TVL 铅 (mm)	门外散射剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	H_{og} ($\mu\text{Sv/h}$)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
g	184.35	12	5	0.046	0.012	0.058

由计算结果可知，通过防护门屏蔽后，加速器治疗室防护门外的辐射剂量率水平降至 $0.058 \mu\text{Sv/h}$ 。

1.4.5 中子辐射影响分析

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)中关于中子屏蔽的考虑因素：当采用单一的混凝土屏蔽时，墙、顶的屏蔽仅需考虑对 X 射线的屏蔽，忽略对“杂散”中子的屏蔽。该加速器治疗室六面墙体均采用混凝土材料建设，不须考虑中子的屏蔽问题。

当加速器工作在 10MV 以上时，会产生中子辐射，中子的剂量当量率不超过光子剂量当量率的 1%，即中子的吸收剂量率绝不会大于光子吸收剂量率的 0.1%，因而只起很小的附加作用。本项目加速器 X 射线最大能量为 6MV，现有防护门（原 10MV 机房填充一层 16cm 厚石蜡硼砂混合材料以屏蔽中子）利旧使用，不进行改造，屏蔽能力符合辐射防护要求。

1.5 放疗科治疗室外人员所受有效剂量计算

根据上述预测加速器机房、放疗科外各关注点的辐射剂量率以及所在环境选取的居留因子，结合工作时间估算职业工作人员和公众人员的年有效剂量，计算因子及结果见表 11-9。

表 11-9 放疗科直线加速器（1）机房室外人员的年有效剂量估算结果

关注点	位置关系	治疗室墙外场所名称	射线类型	辐射剂量率(μSv/h)	累积照射时间h/a	使用因子	居留因子*	调强因子	有效剂量估算值mSv/a		标准mSv/a	是否达标
a	西侧	放疗科走廊	有用	1.2E-02	500	1/4	1/5	1	3.00E-04		0.1	是
A	西侧	柜子存放区	有用	1.2E-02	500	1/4	1/20	1	7.50E-05		0.1	是
c1/c2	西侧	放疗科走廊	漏射	2.7E-04	500	1	1/5	5	1.35E-04	漏射+散射	0.1	是
			散射	3.27E-04	500	1/4	1/5	1	8.18E-06	1.43E-04	0.1	是
C1	西侧	护服中心工作站	漏射	2.7E-04	500	1	1	5	6.75E-04	漏射+散射	0.1	是
			散射	3.27E-04	500	1/4	1	1	4.09E-05	7.16E-04	0.1	是
C2	西侧	柜子存放区	漏射	2.7E-04	500	1	1/20	5	3.38E-05	漏射+散射	0.1	是
			散射	3.27E-04	500	1/4	1/20	1	2.04E-06	3.58E-05	0.1	是
e/E	南侧	预留加速器(2)机房	漏射	2.3E-02	500	1	1/2	5	2.88E-02		0.1	是
b	东侧	大地土层	有用	-	-	-	-	-	-		-	-
k/K	北侧	设备间/担架室	漏射	1.5E-02	500	1	1/20	5	1.88E-03		0.1	是
f	北侧	控制室	漏射	2.4E-06	500	1	1	5	6.00E-06		5	是
h	北侧	控制室	漏射	1.8E-07	500	1	1	5	4.50E-07		5	是
p	北侧	更衣室	漏射	9.7E-10	500	1	1	5	2.43E-09		5	是
P	北侧	护理员管理中心	漏射	9.7E-10	500	1	1	5	2.43E-09		0.1	是
l	顶棚	急诊主任诊室(1F)	有用	2.3E-02	500	1/4	1/2	1	1.44E-03		0.1	是
m1	顶棚	门诊大厅(1F)	漏射	1.7E-02	500	1	1/5	5	8.50E-03	漏射+散射	0.1	是
			散射	3.19E-02	500	1/4	1/5	1	7.98E-04	9.30E-03	0.1	是
m2	顶棚	脊柱微创外科门诊(1F)	漏射	1.7E-02	500	1	1/2	5	2.13E-02	漏射+散射	0.1	是
			散射	3.19E-02	500	1/4	1/2	1	1.99E-03	2.33E-02	0.1	是
g	西侧	加速器门口(外)	漏射	1.2E-02	500	1	1/8	5	3.75E-03	漏射+散射	0.1	是
			散射	4.6E-02	500	1/4	1/8	1	7.19E-04	4.47E-03	0.1	是

注：居留因子取值，参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）；

1.5 加速器治疗室人员辐射剂量估算

1.5.1 职业人员辐射剂量

由估算结果可知，加速器治疗室外职业工作人员年有效剂量估算最大值为 $4.5\text{E-}07\text{mSv}$ ，低于《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中第 4.9 款规定剂量约束值（工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a ）。

1.5.2 公众人员辐射剂量

由估算结果可知，加速器治疗室外公众人员年有效剂量最大估算值为 $2.88\text{E-}02\text{mSv}$ ，低于《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中第 4.9 款规定剂量约束值（公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a ）。

1.6 放疗科周围环境保护目标的辐射影响分析

由表 11-9 可知，放疗科加速器（1）机房负 1 层紧邻的西侧护服中心工作站、

护理员管理中心，楼上紧邻的疼痛科门诊、脊柱微创外科门诊的公众人员受到的辐射剂量，低于公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。可预测距离加速器（1）机房更远的门诊楼内其他诊室、急诊急救中心、健康管理中心的患者、医护人员、办公人员受到的辐射剂量，同样低于《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中第 4.9 款规定剂量约束值（公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a）。

2. 废气影响分析

加速器机房室内空气因为电离而产生少量大气污染物，主要为臭氧和氮氧化物。本项目加速器治疗室设置单独进排风系统，做到上进风、下排风，气流在治疗室内形成对角流向，加速器室设计通风量为 1800m³/h，每小时通风换气可达 6 次；符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121—2020）中治疗室换气不低于每小时 4 次的要求。机房通风管道出口设置在门诊楼屋顶，出口高于门诊楼顶部，远离门、窗或人流较大的过道等位置，能够满足相关要求。

由于射线装置运行而产生的臭氧和氮氧化物的量很少，进入自然环境后浓度很低，不会对周围环境产生不良影响。

3. 废水影响分析

本项目加速器装置采用水冷却方式，冷却水受到辐射照射会引起感生放射性，正常工况下冷却水是在封闭的系统中循环利用，不外排，不涉及含感生放射性物废水排放。在加速器检修期间，只需要更换循环水系统中的离子交换树脂即可。冷却水产生的感生放射性核素的半衰期很短，一般情况下，在加速器关机 2h 后，其活度就可衰减到可忽略的水平，对工作人员及检修人员产生的辐射影响很小。

4. 固体废物影响分析

加速器靶物质（件）以及机头等金属部件由于受电子的轰击会产生较强的感生放射性，机器退役后更换下来的废靶件等应作为放射性废物处理，由厂家回收处理。加速器冷却水系统维护时更换下来的废弃离子交换树脂经衰变达到清洁解控水平后按照危险废物处理，交由有资质单位回收。

事故影响分析

1. 事故风险危害识别分析

实践表明，在核技术的应用过程中，如果发生意外事故，会使工作人员或公众受到辐射照射，有时甚至会对受照人员的健康产生严重影响。该项目在应用中可能发生以下几种事故：

1.1 放疗科

1.1 对于放疗设备发生事故的主要原因是操作人员失误将剂量设置错误，使受检者和工作人员受到超剂量照射，在治疗室内尚有其它人员时操作人员误操作使射线装置出束。

1.2 放疗设备工作状态下，未按工作流程进行清场，人员误留、误入治疗室内，导致发生误照射。

1.3 治疗室门机联锁失效，导致防护门无法自动关闭，开机时防护门外工作人员或公众受到误照射。

2. 事故预防措施

2.1 对所有操作场所进行严格的分区管理，设置控制区和监督区，控制区禁止无关人员进入。治疗室门外设置电离辐射警告标识和工作状态指示灯，提醒无关人员不要靠近或误入；

2.2 辐射工作人员全部配备个人剂量报警仪、一体式铅衣、铅帽、围领、手套、防护眼镜、防护面罩等必要的个人防护用品；

2.3 对工作人员进行岗前培训合格后上岗，工作人员须熟练掌握射线装置操作技能和熟悉辐射防护基本知识，能正确处置意外情况；

2.4 制定严格的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作，并做好日常维护保养、定期检查，保证辐射安全设施始终处于正常状态；

2.5 制定监测计划，按计划对辐射工作场所和周围环境进行辐射监测，防止屏蔽性能发生变化，从而使周围工作人员和公众成员受到不必要的辐射照射；

2.6 辐射工作人员通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并参加考核，考核合格后方可上岗；

2.7 制定突发辐射事故应急预案，并定期演练。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据法律法规要求，项目单位拟设置辐射安全与环境保护管理机构，明确相关人员职责，开展环境保护管理工作。

1. 环境保护管理机构设置及成员

四平市中心人民医院成立了以张宇院长为组长的辐射安全管理领导小组，下设副组长及组员，副组长为分管副书记、副院长，组员为辐射科室相关负责人。

组 长：张宇（院长）

副组长：刘锦平（副院长） 许兆辉（副院长） 张亚珍（副院长） 巩越丽（副书记） 张 力（副书记） 温 戈（副书记） 顾殿发（副书记）

组 员：王国斌 王 刚 杨益民 吴 超 陈 春 赵均峰 赵 青

2. 辐射防护领导小组职责：

2.1 组长职责：

2.1.1 组织贯彻落实有关辐射安全与防护管理工作的方针、政策。

2.1.2 每季度至少召开一次会议，听取辐射安全与防护管理工作情况汇报，讨论解决辐射安全与放射防护管理工作中存在的问题和采取的措施。

2.1.3 组织开展射线装置安全检查，对违反辐射安全与放射防护管理制度和操作规程的人员进行批评教育，并与绩效考核挂钩。

2.1.4 组织制定和完善放射性同位素与射线装置管理制度和操作规程，监督检查各项规章制度的执行落实情况，杜绝辐射事故隐患。

2.2 副组长职责：

2.2.1 指导、协调放辽科的辐射安全与放射防护管理工作并进行监督检查。

2.2.2 贯彻执行国家及上级部门辐射安全与放射防护管理的方针、政策、法律、法规、标准、规定等。

2.2.3 按上级主管部门要求组织放射工作人员参加培训。

2.3 组员职责：

2.3.1 对放射诊疗科室辐射安全与放射诊疗管理工作全面负责。

2.3.2 遵守射线装置各项规章制度，严格执行仪器操作规程，制止违章操作行为。

2.3.3 督促、检查本科室人员正确使用放射性安全防护用品，做好辐射安全防护设备及日常维护工作。

2.3.4 检查工作区设备及各岗位辐射安全情况，制定预防辐射事故的安全措施。发现隐患及时组织整改，暂时不能整改的应采取防范措施，并立即向主管院长报告。

2.3.5 本科室如发生辐射安全事故，应立即向主管院长和院长报告，迅速识别辐射事故现场危害因素，采取相应的辐射防护措施组织抢救并保护好现场。

辐射安全管理规章制度

1. 规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的有关规定要求，医院针对核医学科、DSA、CT、DR 已制定了一系列制度，包括：《核医学科、DSA 操作规程》、《设备检修维护制度》；《核医学科 PET、SPECT 操作规范》、《核医学科岗位职责》、《核医学科安全防盗管理制度》、《核医学科放射性三废处理制度》、《辐射监测制度》、《放射性工作人员安全防护培训制度》、《辐射安全管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《辐射安全事故应急预案》等。通过上述规章制度的落实执行，使医院现有辐射工作场所在规范的程序下运行，避免了对环境产生危害性的影响。

本项目投入运行后，医院应针对加速器Ⅱ类射线装置的使用情况，制定《直线加速器操作规程》、《放疗科人员岗位职责》、《放射诊疗人员个人剂量监测制度》、《放疗科放射治疗质量保证大纲》，进一步完善《辐射事故应急预案》、《辐射监测计划》、《人员培训制度》等，补充放射诊疗的相关内容。

2. 工作人员培训

辐射工作人员应当接受有关法律法规、专业技术、安全防护和事故应急响应处理的培训和考核，使其掌握相关的辐射防护知识，熟悉和掌握设备的操控技能。

根据《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 18 号令）、《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 2019 年 57 号公告）和《吉林省生态环境厅关于核技术利用辐射安全与防护培训考核有关事项的通告》（吉林省生态环境厅 2020 年 5 月 13 日通告）规定，本项目新增放疗科 11 名辐射工作人员需通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并参加考试，取得成绩报告单。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定：使用放射性同位素、射线装置的单位应配备与辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

1. 监测计划

针对本项目应用的射线装置具体情况，提出以下监测计划，监测包括个人剂量监测和工作场所的监测。

1.1 个人剂量监测

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中要求，对放射工作人员（包括临时工作人员、实习人员）进行个人剂量监测。医院放射工作人员已佩戴个人剂量计，按规定定期送吉林省查德威克科技有限公司检测，并将个人剂量显示结果存入工作人员健康档案，终生保存。

1.2 工作场所监测

为保证工作场所监测的内容和频度能够评估所有工作场所的辐射状况，可以对工作人员受到的照射进行评价。

监测项目：辐射剂量率监测。

监测范围：加速器治疗室四周墙体、顶棚和防护门外表面 30cm 处，管线洞口、缝隙、工作人员操作位以及治疗室周围人员活动场所。

监测要求：对所有检测，治疗设备应设定在 X 射线照射状态，并处于可选的最高能量档匹配的等中心处最高剂量率、最大照射野。和等中心处最高剂量率档匹配的最高能量、最大照射野。当使用模体时，模体几何中心处于有用束中心轴线上，模体的端面与有用束中心轴垂直。

监测方法：采取巡测方法找出治疗室周边关注点。测量时测量仪器距检测表面 30cm 处，距离地面 50cm~150cm 处，治疗室外距离中心点最近处作为巡测起点，围绕该起点进行上下左右巡测找出最大剂量点。待仪器稳定后进行测量。

监测频率：每月对治疗室周围进行一次自行监测。工作场所辐射安全和防护状况评估监测为每年监测一次。

监测记录：应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

2. 仪器设备

2.1 辐射工作场所监测

医院根据科室检测需求，拟在放疗科配备 1 套固定式剂量报警仪（新购）、1 台便携 X- γ 辐射剂量率检测仪（单独购买）、2 台个人剂量报警仪（新购）。辐射监测仪器还应该送有资质单位定期检定，确保检测结果准确。

2.2 工作人员

所有辐射工作人员（包含临时工作人员和实习人员）工作时应配备个人剂量计并定期进行检测。

医院为辐射工作人员配备个人剂量计，要求工作时佩戴，并由资质单位进行检测，根据检测报告，医院外照射个人剂量未出现异常。

辐射事故应急

1. 辐射事故应急响应机构

医院拟制定辐射事故应急预案。医院计划成立放射事件应急领导小组，组织、开展放射事件的应急处理和救援工作，领导小组成员名单如下：

组 长：张宇（院长）

副组长：刘锦平（副院长） 许兆辉（副院长） 张亚珍（副院长） 巩越丽（副书记） 张 力（副书记） 温 戈（副书记） 顾殿发（副书记）

组 员：王国斌 王 刚 杨益民 吴 超 陈 春 赵均峰 赵 青

应急预案包括日常管理、非密封放射性物质意外泄漏应急预案、被盗应急预案、加速器等射线装置安全联锁失效导致意外照射的预案等。

2. 放射防护和辐射安全工作领导小组职责：

2.1 组长职责：

2.1.1 组织贯彻落实有关辐射安全与防护管理工作的方针、政策。

2.1.2 每季度至少召开一次会议，听取辐射安全与防护管理工作情况汇报，讨论解决辐射安全与放射防护管理工作中存在的问题和采取的措施。

2.1.3 组织开展射线装置安全检查，对违反辐射安全与放射防护管理制度和操作规程的人员进行批评教育，并与绩效考核挂钩。

2.1.4 组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各项规章制度的执行落实情况，杜绝辐射事故隐患。

2.2 副组长职责：

2.2.1 指导、协调放疗科的辐射安全与放射防护管理工作并进行监督检查。

2.2.2 贯彻执行国家及上级部门辐射安全与放射防护管理的方针、政策、法律、法规、标准、规定等。

2.2.3 按上级主管部门要求组织放射工作人员参加培训。

2.3 组员职责：

2.3.1 对放射诊疗科室辐射安全与放射诊疗管理工作全面负责。

2.3.2 遵守射线装置各项规章制度，严格执行仪器操作规程，制止违章操作行为。

2.3.3 督促、检查本科室人员正确使用放射性安全防护用品，做好辐射安全防护设备及日常维护工作。

2.3.4 检查工作区设备及各岗位辐射安全情况，制定预防辐射事故措施。发现隐患及时组织整改，暂时不能整改的应采取防范措施，并立即向主管院长报告。

2.3.5 本科室如发生辐射安全事故，应立即向主管院长和院长报告，迅速识别辐射事故现场危害因素，采取相应的辐射防护措施组织抢救并保护好现场。

3. 辐射事故应急预案

在发生辐射安全事故时，在医院辐射安全事故应急领导小组的统一领导下，启动本单位应急预案，并向上级行政主管部门报告，通知相应科室，组织所需人员和物资等，有序进行。

3.1 如发生人体受超剂量照射事故时，立即切断电源，对危险源采取应急安全处理措施，迅速安排受照射人员接受医学检查或在指定的医疗机构救治。

3.2 如发生安全联锁装置失效，防护门不能有效关闭，工作状态等异常情况，应立即停止治疗；应完成修复后，方可正常使用。

4. 应急人员培训演习

针对可能发生的辐射安全事故，在制定应急预案的基础上，定期进行演练，加强应急人员培训，以提高应急人员的应急反应速度和能力，不断完善应急预案。

安全许可管理要求

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，应严格按照以下管理要求对本单位进行管理：

表 12-2 安全许可管理要求

序号	安全许可管理要求
1	应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护工作。
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。
3	应当有满足辐射防护和实体保卫要求的设备；
4	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
5	应配备相应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。
6	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。
7	有完善的辐射事故应急措施。
8	应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发放辐射安全许可证的环境保护主管部门提交上一年度的评估报告

四平市中心人民医院已取得辐射安全许可证（见附件 3），根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关规定，项目投运前，医院应依法重新申请领取许可证。

竣工环保验收

根据中华人民共和国国务院第 682 号令《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》要求，由建设单位自主进行环境保护验收，编制验收报告。本项目环境保护措施竣工环保验收内容见下表。

表 12-3 项目环境保护措施竣工验收内容一览表

环保措施	内容要求
辐射环境监测和个人防护用品	制定并实施个人剂量监测计划、工作场所监测计划，配备个人防护用品、辐射剂量巡测仪等；迷道内入口设置固定式剂量监测设备。
屏蔽防护	直线加速器（1）机房屏蔽厚度和机房管线管道布设满足辐射防护和设计要求。
剂量率控制	直线加速器（1）机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于本报告导出的控制水平
个人剂量监测	每位辐射工作人员均正确配置个人剂量计。
安全防护设施	设置安全联锁装置、防夹人装置、紧急开关、监视及对讲系统等
警告标识	设置电离辐射标志、工作状态指示灯。
管理措施	辐射工作人员必须取得辐射安全知识成绩报告单。
	建立辐射工作人员健康档案、射线装置使用台账。
	制定并落实各项辐射防护规章制度。
	制定完善风险应急预案并定期演练。
通风	直线加速器（1）机房设置通风装置，有足够的换气次数，室外排风口不在其他建筑的有门、窗或人流较大的过道等位置。

表 13 结论与建议

结论

1. 项目概况

四平市中心人民医院位于吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号，为提高医院的整体医疗服务质量，满足不断新增肿瘤患者治疗的需求，医院计划重新成立放疗科，拟在门诊楼负 2 层原直线加速器（1）机房（利旧使用），重新安装 1 台联影 uRT-linac506c 型一体化 CT 直线加速器，开展放射治疗。

2. 选址合理性

本项目放疗科直线加速器（1）机房位于门诊楼负 2 层放疗科东侧，所处门诊楼的底层，避开了儿科病房、产科等特殊人群及人员密集区，远离人员流动性大的商业活动区域，与非放射性场所隔离，选址合理。

3. 产业性政策符合性

本项目为核技术利用医学领域，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目应用的**医用电子直线加速器**属于国家鼓励类第十三类医药中的产业，符合国家现行产业政策。

4. 实践的正当性

本项目涉及的放射性同位素和射线装置均用于医学诊断，目的是为了减轻病患痛苦和去除疾病，其利益大于可能引起的辐射危害。本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目营运以后，将为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，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。

5. 辐射安全与防护分析结论

5.1 工作场所分区

5.1.1 控制区：将一体化 CT 直线加速器（1）机房及其迷路划为控制区。

5.1.2 监督区：将与控制区相邻的负 2 层更衣室、控制室、设备间、放疗科走廊；负 1 层护理中心工作站、柜子存放区、护理员管理中心、库房、担架车室；

地上1层的门诊楼1楼大厅、疼痛科门诊、脊柱微创外科门诊等划分为监督区。

5.2 屏蔽防护

本项目直线加速器机房四侧墙体、顶棚采用标准混凝土（密度 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ）浇筑而成，加速器防护门采用铅板+钢板制成，屏蔽防护能够满足辐射防护要求。

5.4 辐射安全和防护设施

本项目加速器机房防护门须与加速器联锁，设置工作信号指示系统、红外防夹人装置、紧急开门开关、急停按钮、固定式辐射剂量监测系统、监视及对讲系统等，治疗室外设置警示标识及报警装置。穿过治疗室墙体的管线、管道走向已避开主射束区，在迷道外墙采用“U”型穿墙方式，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121—2020）中相关要求。

5.5 “三废”排放治理措施

本项目加速器治疗室设计1套独立的机械排风系统，有效通风量不小于 $1800\text{m}^3/\text{h}$ ，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121—2020）中治疗室换气不低于每小时4次的要求。进风口布排在靠近东墙天花板上；排风口靠近西侧墙体，进风口和排风口对角设置，上进风，下排风。机房通风管道出口设置在门诊楼屋顶，出口高于屋顶，远离门、窗或人流较大的过道等位置。加速器装置冷却水在封闭的系统中循环利用，不外排。加速器退役后更换下来的废靶件由厂家回收处理。加速器冷却水系统产生的废弃离子交换树脂作为危险废物处理，由有资质单位回收。

5.6 辐射安全管理

根据法律法规要求，医院设置了辐射安全与环境保护管理机构，明确了相关人员职责，开展环境保护管理工作。制定完善的辐射安全管理规章制度，建立辐射工作人员健康档案、射线装置使用台账。配备监测设备，制定监测方案，定期对工作场所及个人剂量进行监测，制定完善的辐射事故应急预案，并定期演练。

6. 环境影响分析结论

6.1 环境质量现状

本项目各监测点位陆地环境及室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围均在四平地区陆地、室内 γ 辐射空气吸收剂量率本底范围内，数据未见异常。

6.2 辐射环境影响

经预测，本项目辐射工作人员所受有效剂量低于工作人员管理限值 5mSv/a，公众成员所受有效剂量低于公众成员管理限值 0.10mSv/a。

7. 可行性分析结论

本项目属于医疗卫生服务设施建设项目，符合国家产业政策。涉及的放射性同位素和射线装置用于医学诊断和治疗，其利益大于可能引起的辐射危害，符合实践的正当性原则。项目在具有合理的防护设计的基础上，落实报告中提出各项污染防治措施后，能够保证项目对周围环境的影响低于标准要求，项目可行。

建议和承诺

通过对本项目进行工程及环境影响分析，针对本报告提出的防护措施及管理制度，医院以承诺的形式提出并立即执行。

1. 认真落实报告中提出的各项污染防治措施。制定并严格执行环境保护管理相关制度。
2. 项目竣工后，经竣工环境保护验收合格后，正式投入使用。
3. 项目运营前配备个人防护用品和监测设备。
4. 完善应急预案并定期进行演练。
5. 主动向当地辐射环境管理部门申报登记，配合监督，做好辐射防护宣传。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：		
公 章		
经办人	年	月 日

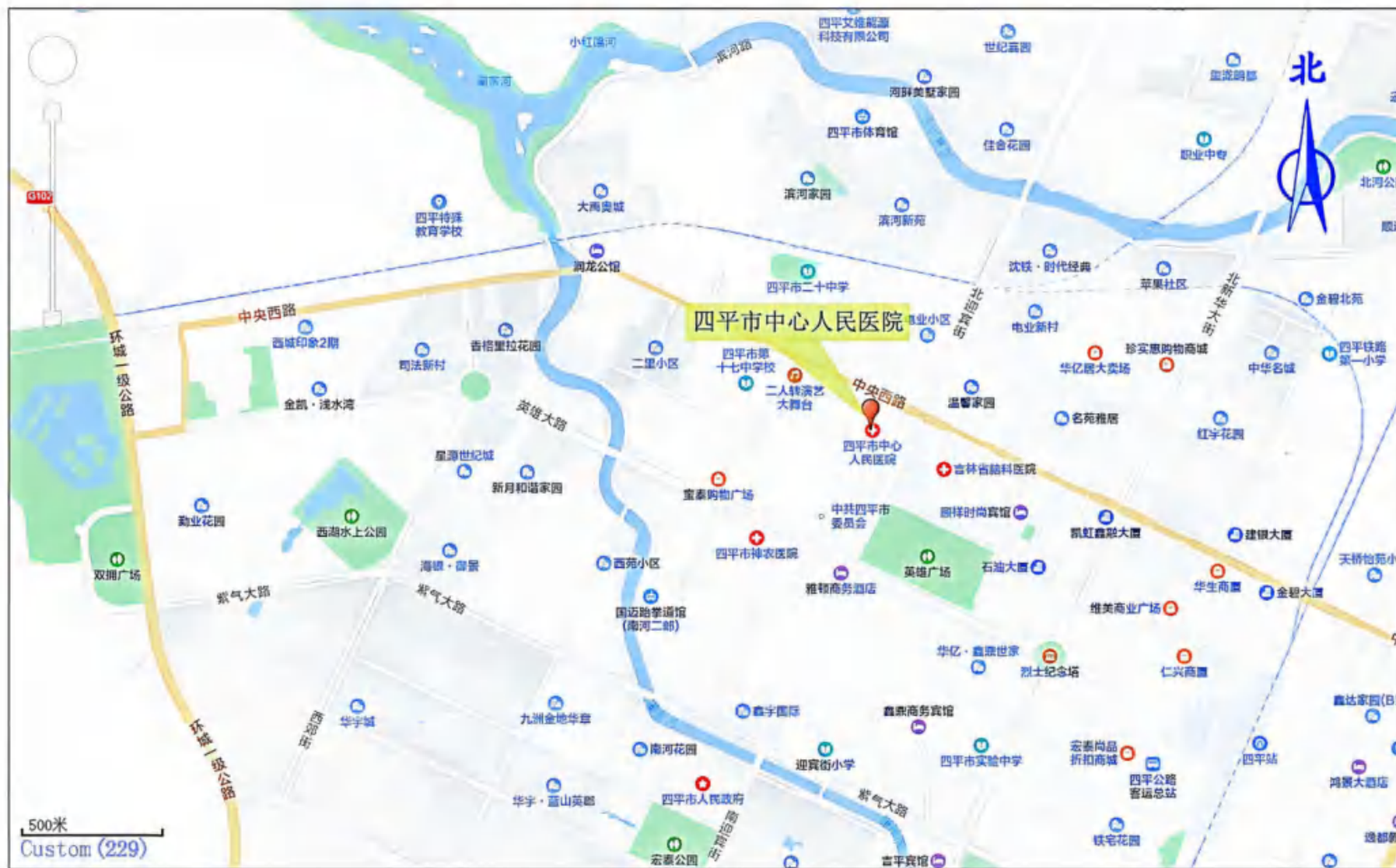
审批意见：		
公 章		
经办人	年	月 日

附图目录

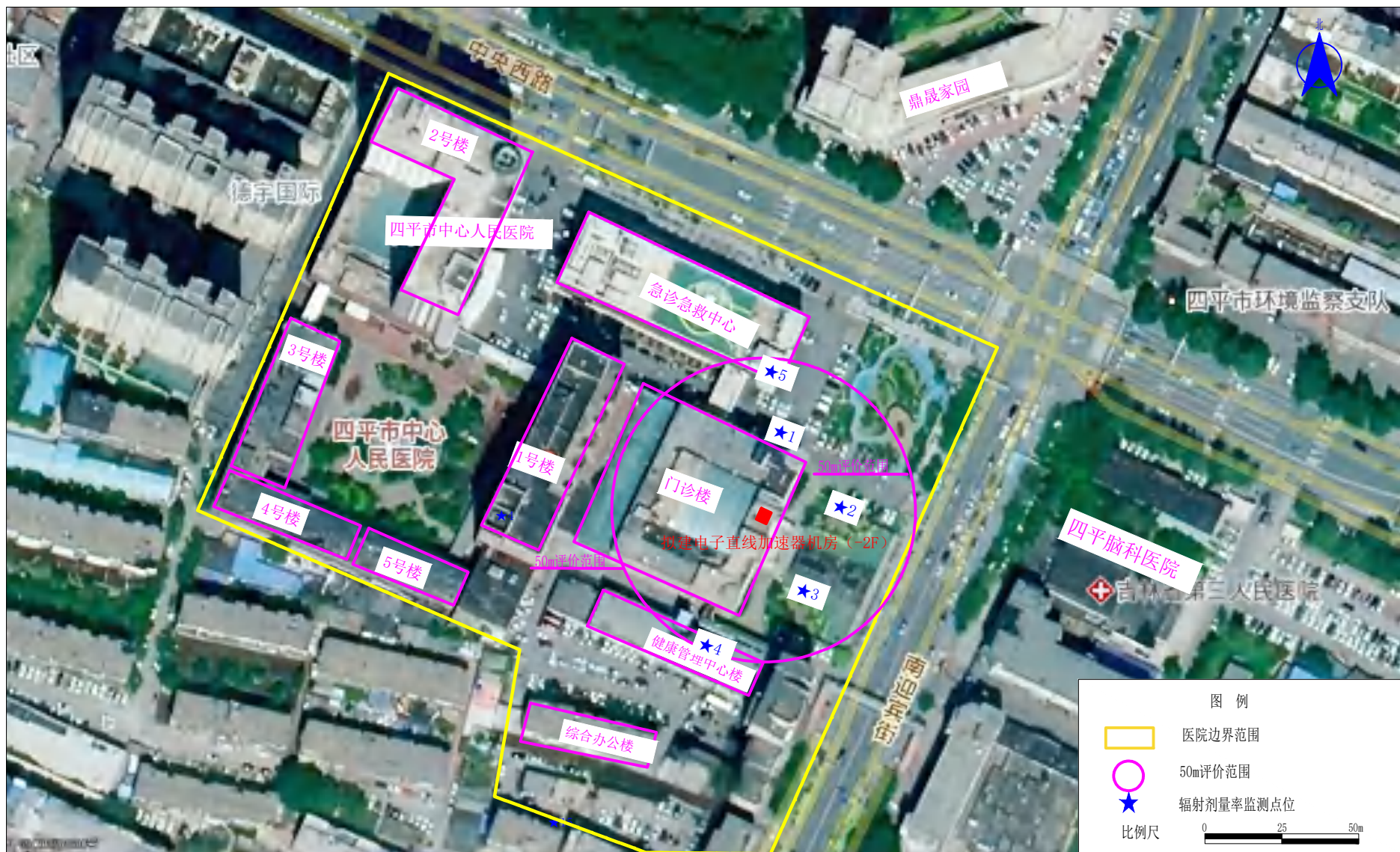
- 附图 1 项目所在地的地理位置（区域）图
- 附图 2 医院总平面布置及监测点位图
- 附图 3 门诊楼负 2 层平面布置及监测布点图
- 附图 4 门诊楼负 1 层平面布置及监测布点图
- 附图 5 门诊楼负 2 层平面布置及辐射工作场所分区图
- 附图 6 门诊楼负 1 层平面布置及辐射工作场所分区图
- 附图 7 门诊楼 1 层平面布置及辐射工作场所分区图
- 附图 8 门诊楼负 2 层加速器治疗室平面及剖面图
- 附图 9 加速器机房预测点位图
- 附图 10 加速器机房安全联锁示意图
- 附图 11 加速器机房通风口位置示意图
- 附图 12 加速器机房电缆沟穿墙位置示意图图
- 附图 13 医院周围环境现状照片

附件目录

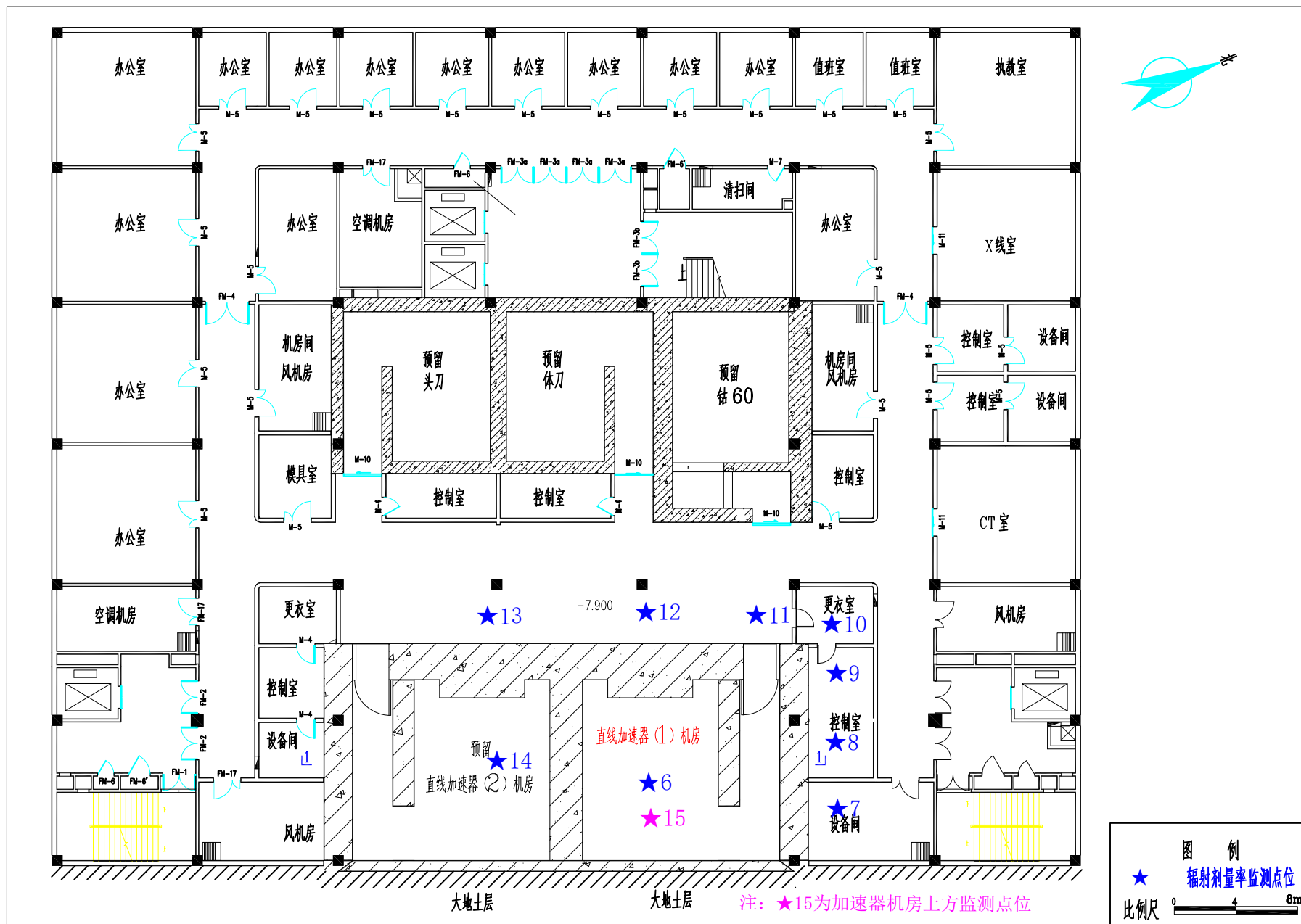
- 附件 1 医疗机构执业许可证
- 附件 2 普通建设项目环评批复
- 附件 3 辐射安全许可证
- 附件 4-1 四平市中心人民医院辐射项目环评批复
- 附件 4-2 四平市中心人民医院改扩建辐射项目环评批复
- 附件 4-3 四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目环评批复
- 附件 4-4 四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目环评批复
- 附件 4-5 四平市中心人民医院 2 号楼 DSA 扩建辐射项目环评批复
- 附件 5-1 四平市中心人民医院辐射项目验收意见
- 附件 5-2 四平市中心人民医院改扩建辐射项目验收意见
- 附件 5-3 四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目验收意见
- 附件 5-4 四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目验收意见
- 附件 5-5 四平市中心人民医院 2 号楼 DSA 扩建辐射项目验收意见
- 附件 6 辐射环境检测报告
- 附件 7 辐射事故应急预案



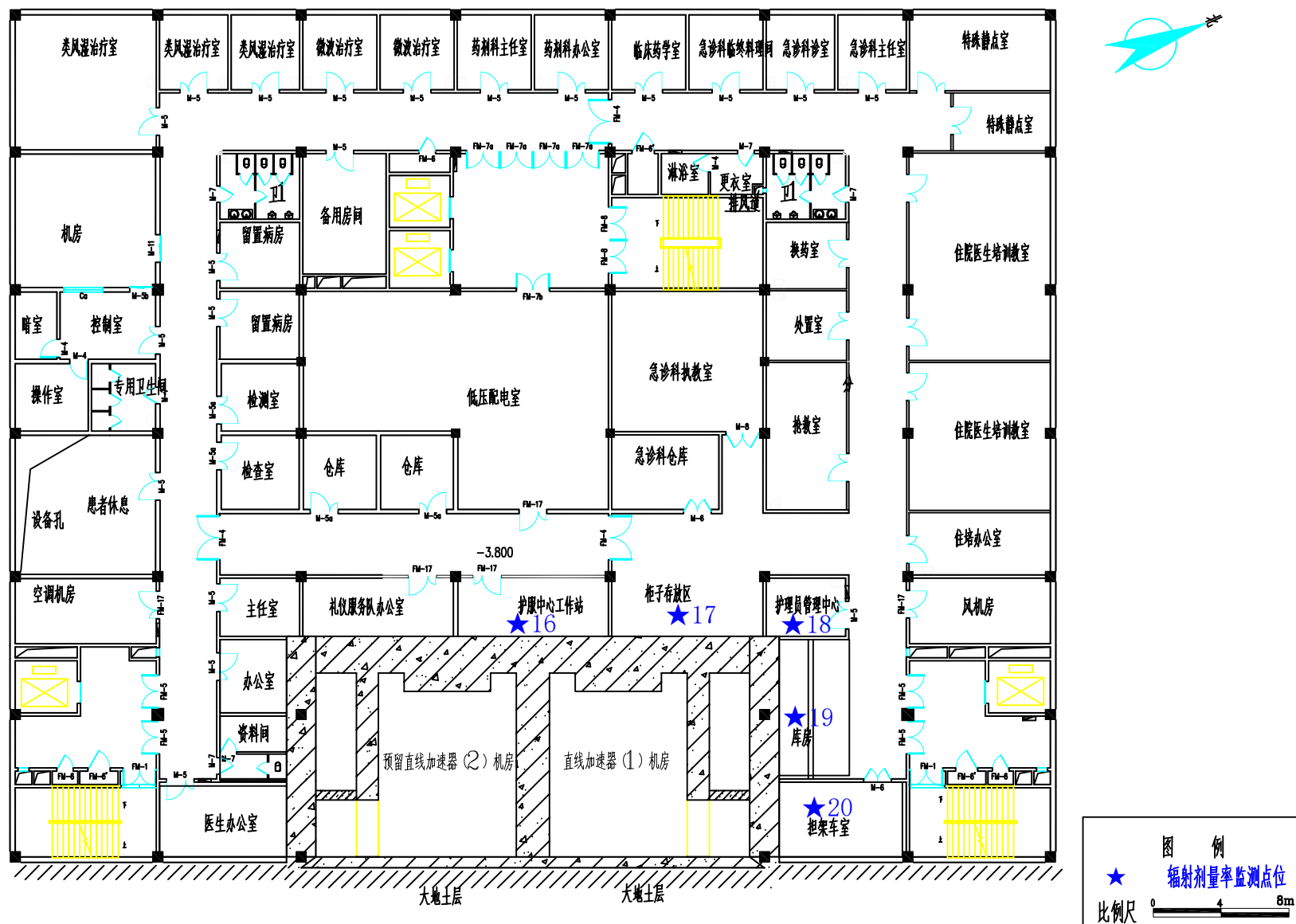
附图1 四平市中心人民医院地理位置图



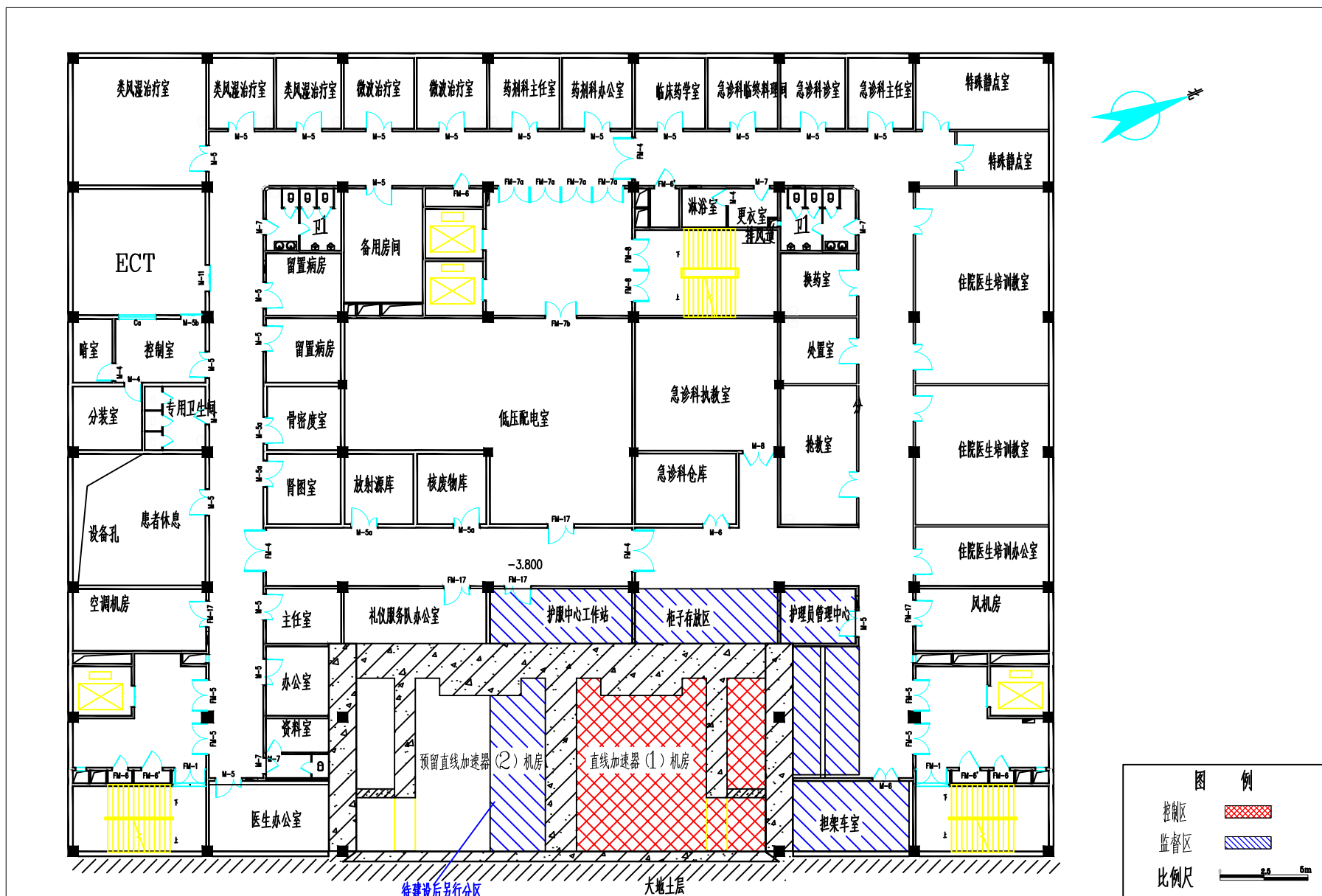
附图2 四平市中心人民医院总平面布置及监测点位图



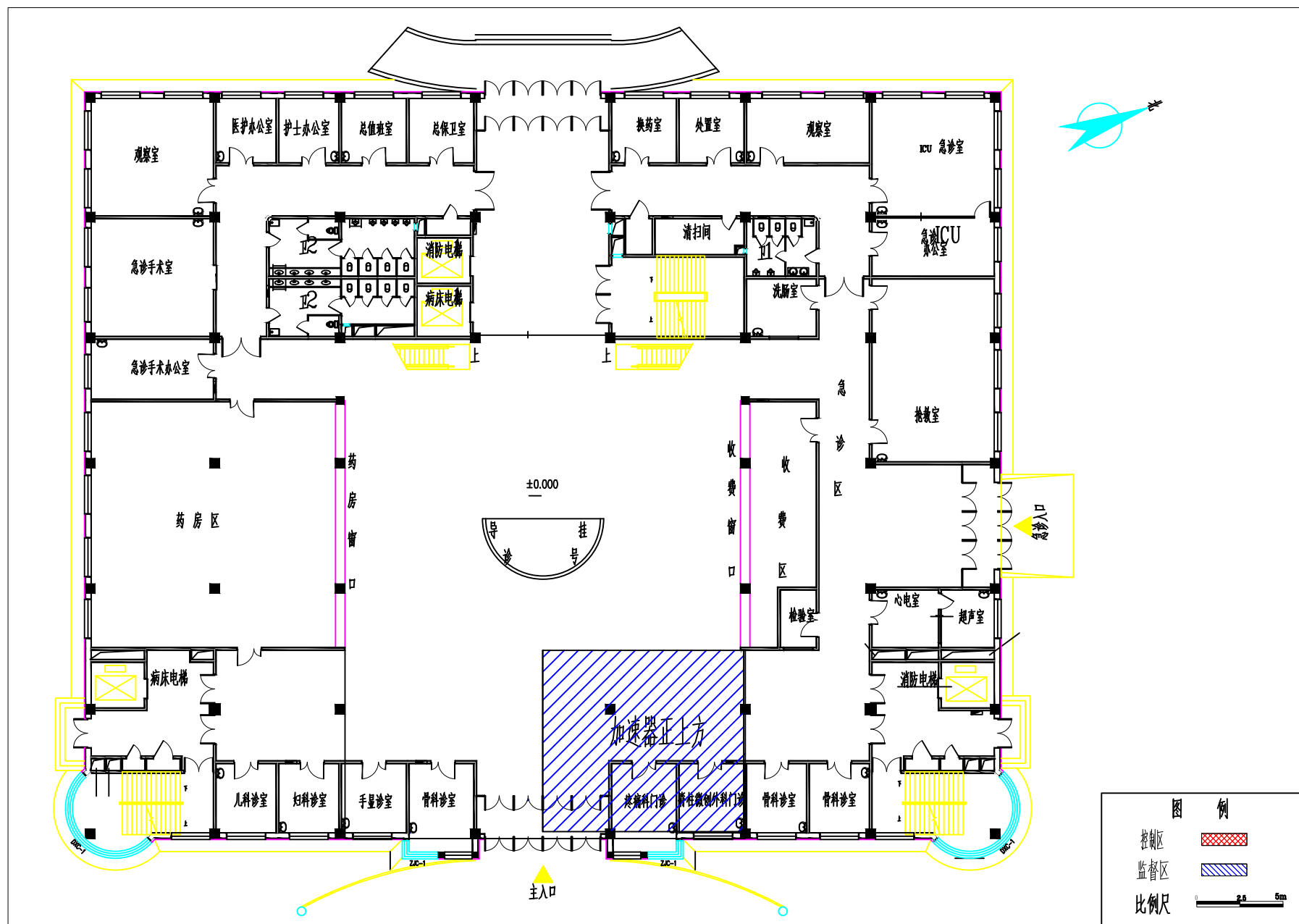
附图3 门诊楼负2层平面布置及监测布点图（-2F）



附图4 门诊楼负1层平面布置及监测布点图 (-1F)



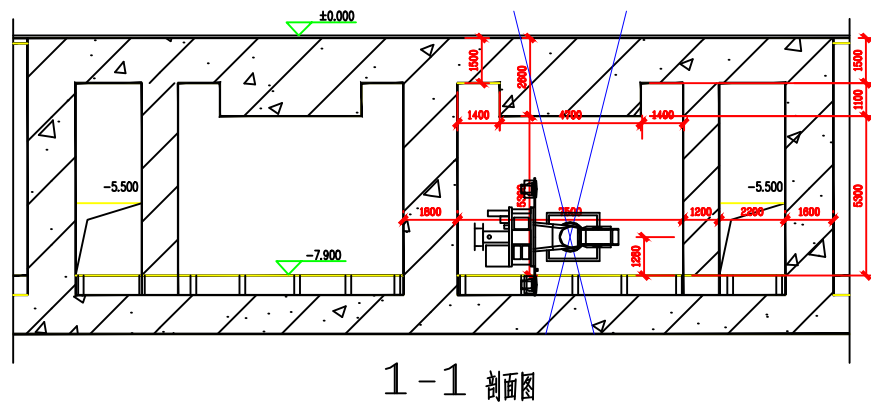
附图6 门诊楼负1层平面布置及辐射场所分区图 (-1F)



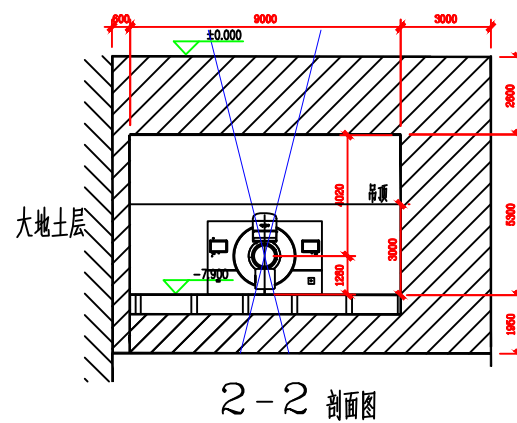
附图7 门诊楼地上1层平面布置及辐射场所分区图（1F）



地下二层平面图

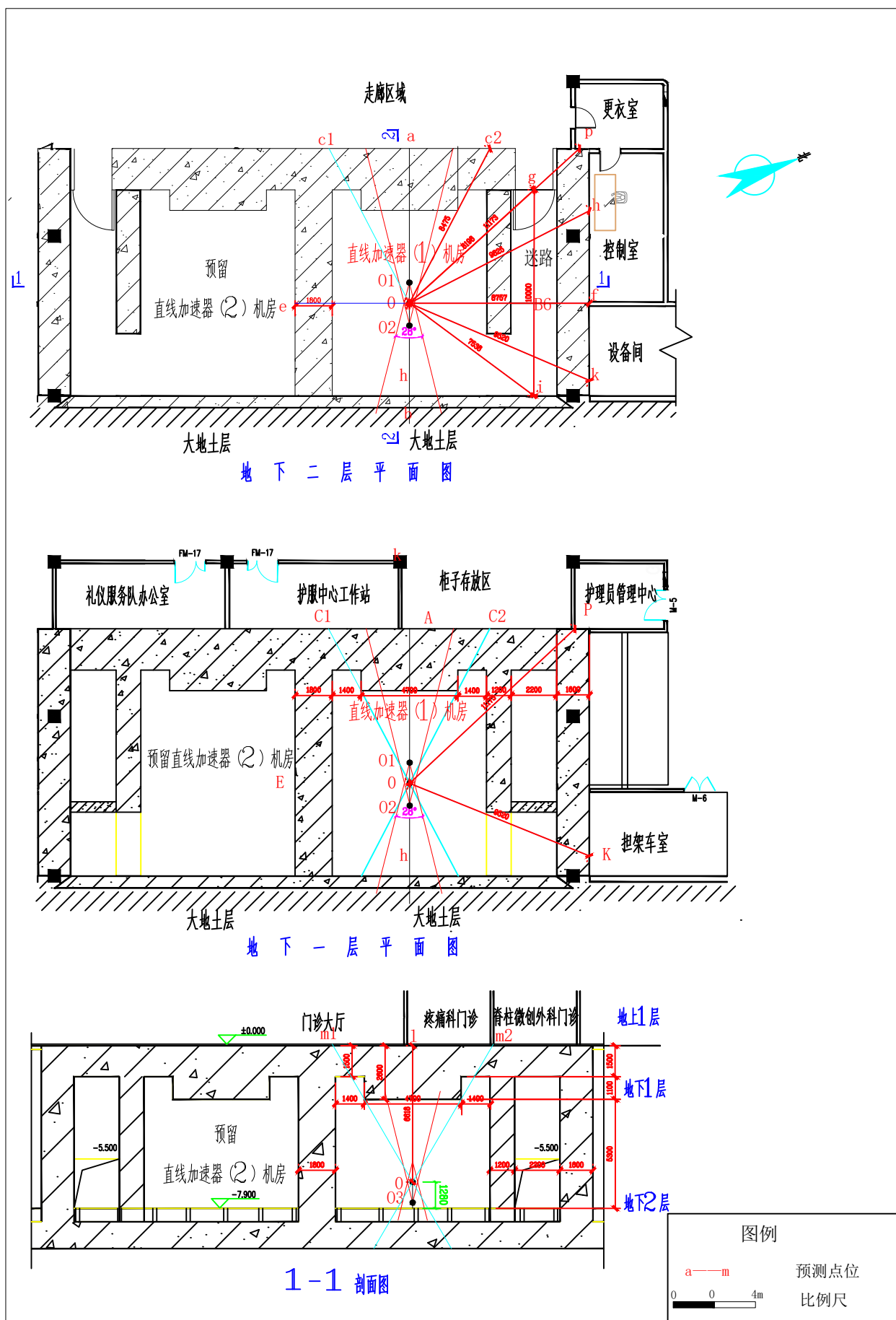


1-1 剖面图

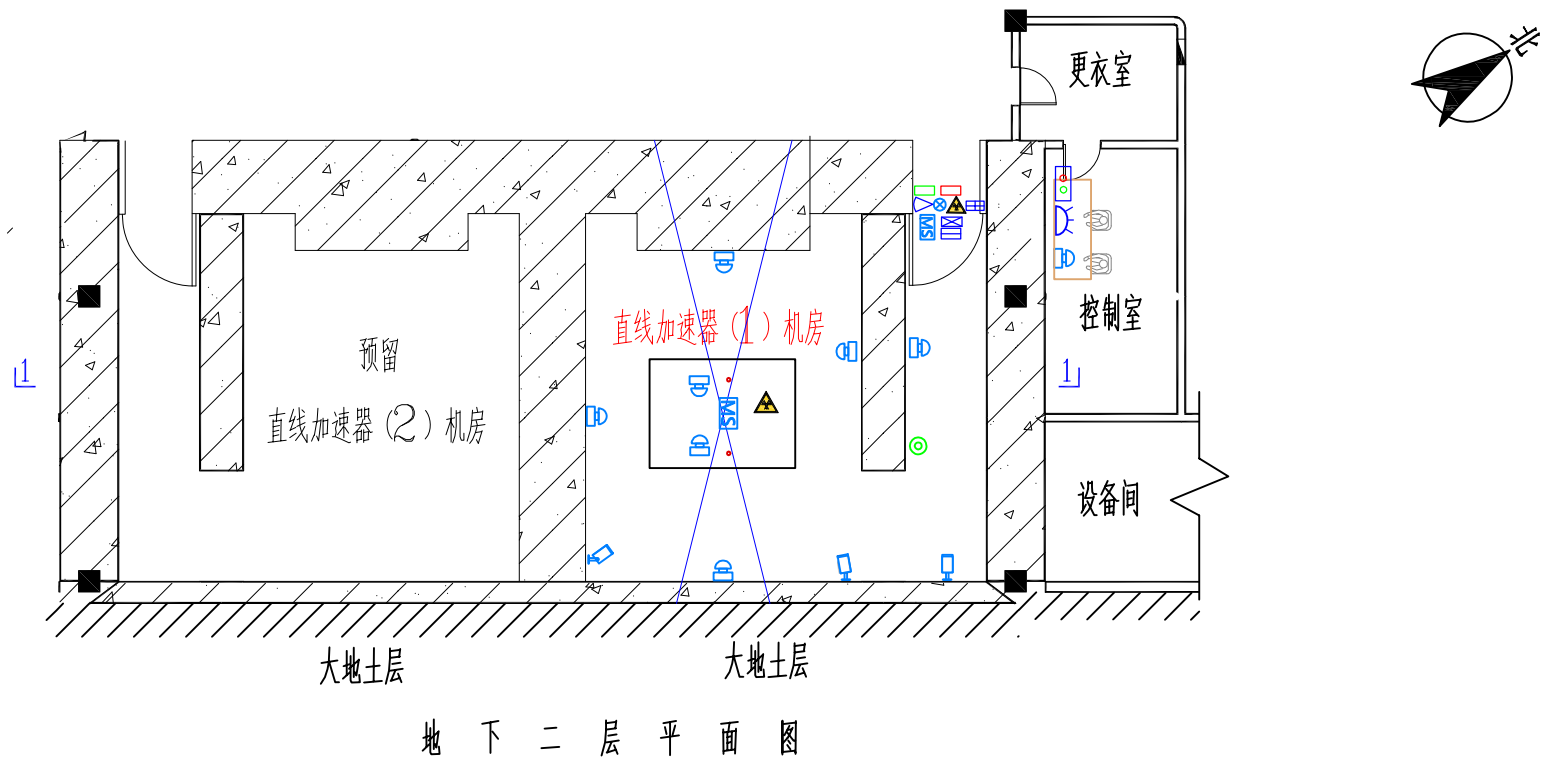


2-2 剖面图

附图8 门诊楼负2层直线加速器(1)机房平面、剖面图(-2F)

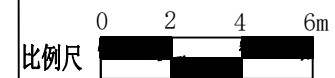


附图9 门诊楼直线加速器（1）机房预测点位图

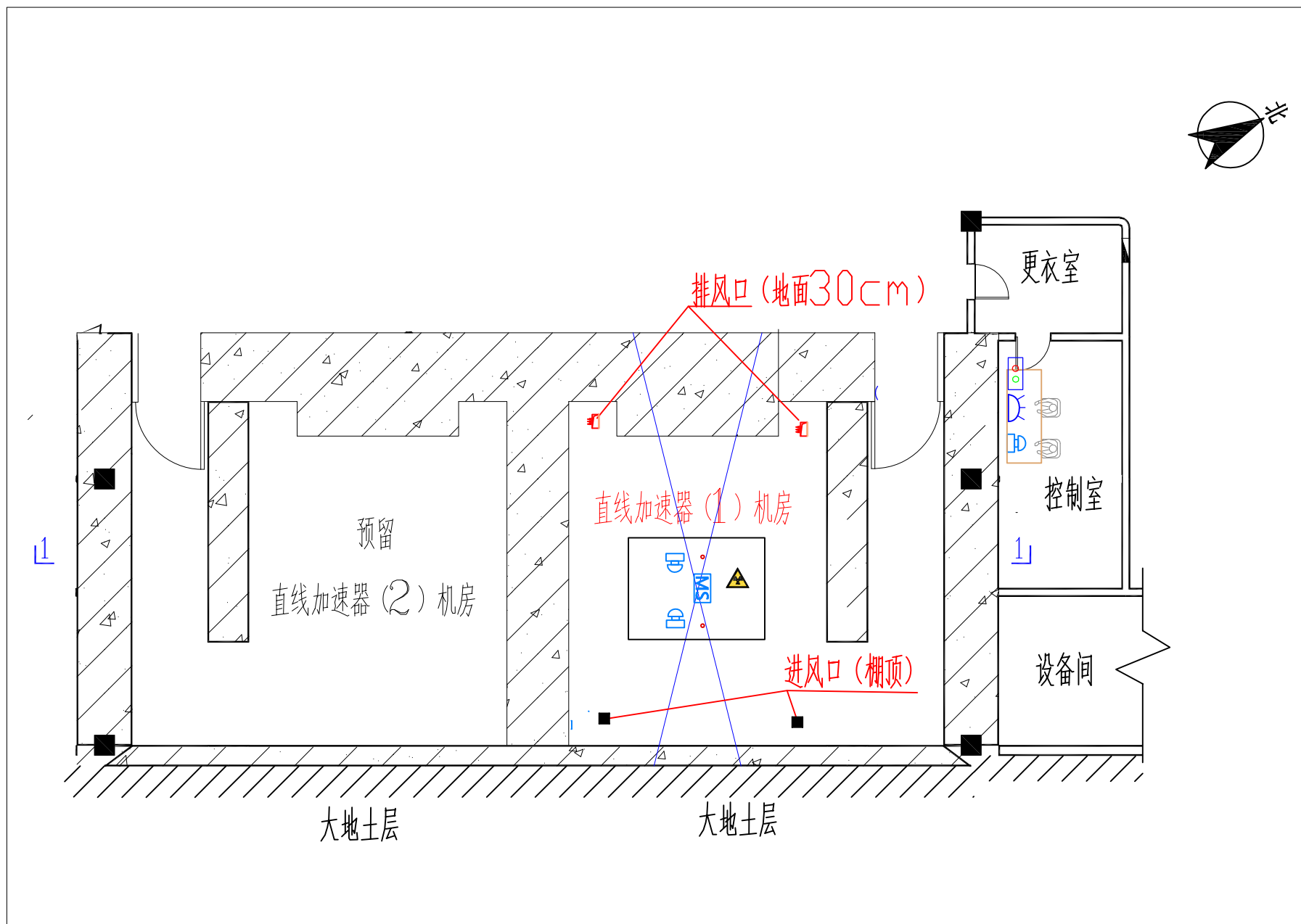


- 急停开关 门机联锁装置 工作状态指示灯 电离辐射警告标志 监控视频探头 声音提示装置 中文警示灯箱
 对讲装置 固定剂量监测探头 开门按钮 关门按钮 防夹人装置 剂量率仪主机 门控开关

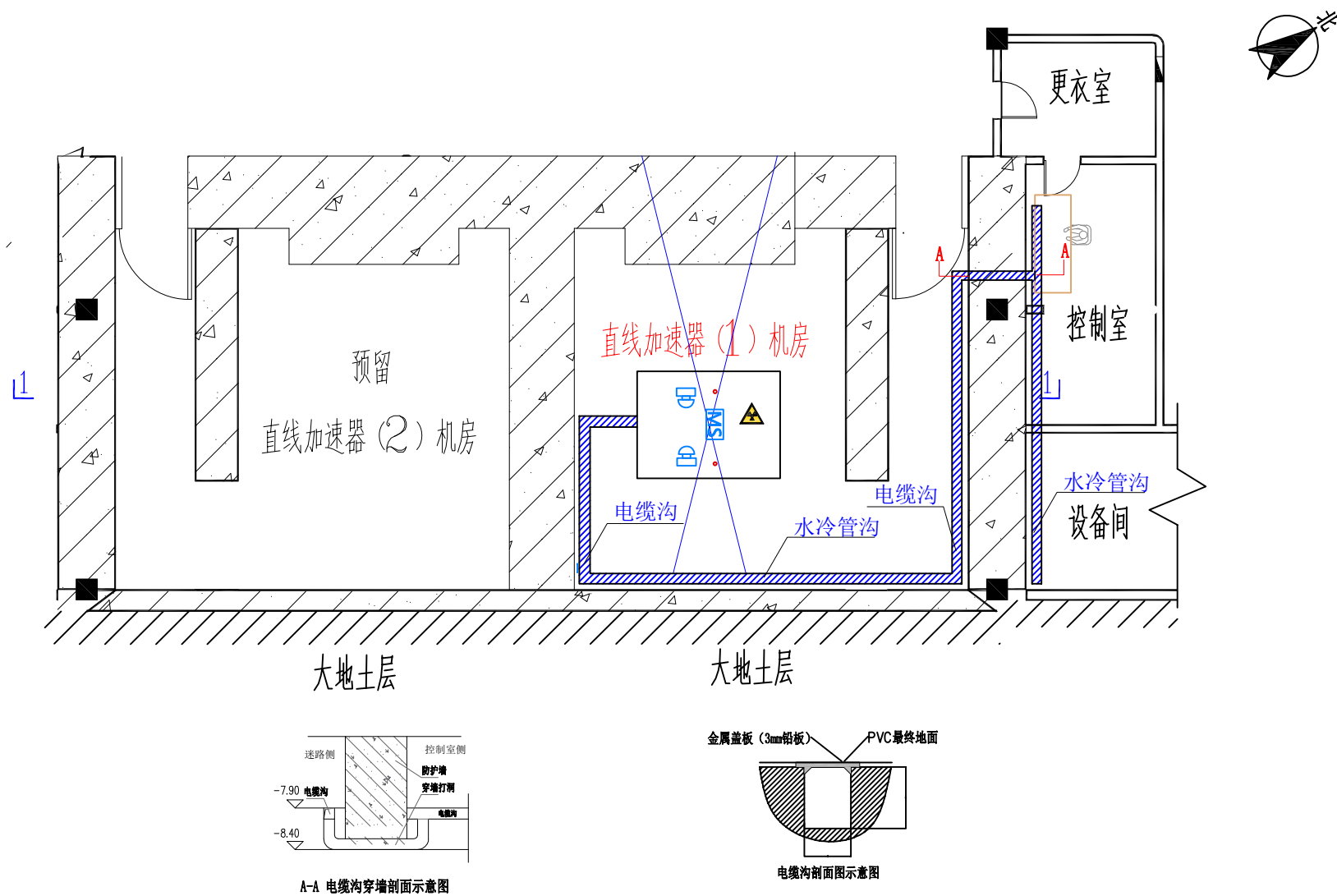
图例



附图10 门诊楼负2层加速器（1）机房安全设施分布示意图



附图11 门诊楼负2层加速器 (1) 机房通风口位置示意图



附图12 加速器 (1) 机房电缆管线穿墙示意图



(1) 四平中心人民医院鸟瞰图



(2) 医院门诊楼



(3) 急诊急救中心



(4) 健康管理中心

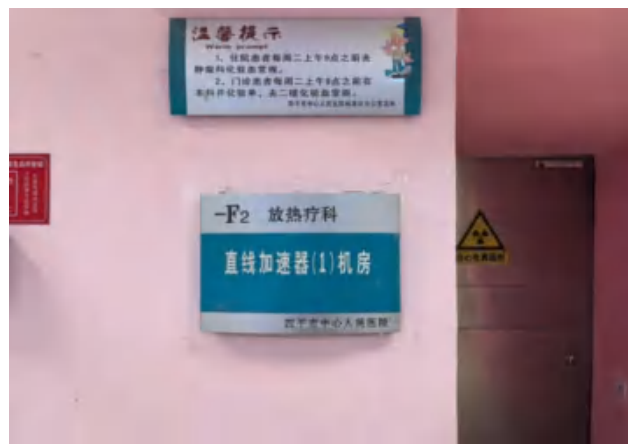


(5) 医院 2 号楼

附图 13-1 四平市中心人民医院环境现状照片



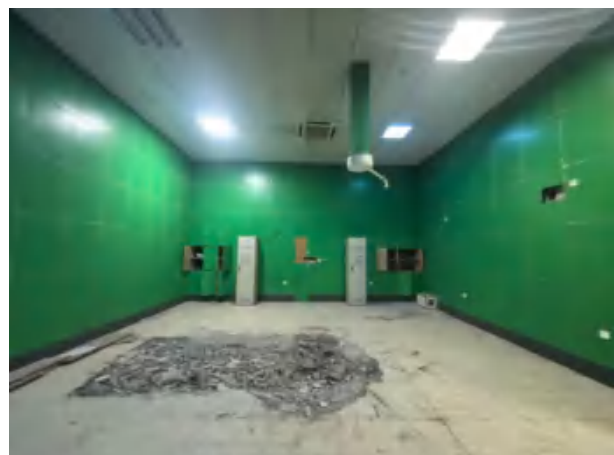
(1) 放疗科加速器机房入口 (-2F)



(2) 放疗科加速器 (1) 机房 (-2F)



(3) 加速器机房东侧 (-2F)



(4) 加速器机房内部 (-2F)



(5) 护服中心工作站 (-1F)



(6) 加速器正上方骨科诊室 (1F)

附图 13-2 加速器机房 (利旧) 周围环境现状照片

四平市生态环境局文件

四环审（表）字〔2025〕17号

关于四平市中心人民医院扩建项目 环境影响报告表的批复

四平市中心人民医院：

你单位报送的《四平市中心人民医院扩建项目》的审批申请和委托吉林省通和环保管家有限公司编制的《四平市中心人民医院扩建项目环境影响报告表》（报批版）收悉，根据环境影响报告表的结论和专家意见，经研究，批复如下：

一、本项目位于四平市铁西区迎宾街89号，本次扩建不新增占地面积和建筑面积。项目内容为床位扩建至1581张，其中本次新建359张床位；新建4台1002kw天然气锅炉和1台1140kw天然气锅炉。

该项目符合国家产业政策，符合四平市“三线一单”生态环境分区管控和准入要求，符合《四平市国土空间总体规划(2021-2035)》，在全面落实报告表提出的各项生态保护及污染防治措施后，对环境不利影响能够得到一定的缓解和控

制。因此，从生态环境影响角度出发，我局原则同意环境影响报告表中所列建设项目的性质、规模、地点及环境保护措施。

二、工程实施应重点做好以下环保工作：

（一）认真落实水污染防治措施。施工期生活污水进入医院污水处理站，满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 标准要求。运营期检验废水中较强酸性废水单独收集处理后排入调节池，与医疗废水、预处理后的含氰废水、锅炉排水一同进入污水处理站，执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中表 2 标准限值后，经市政污水管网进入四平市污水处理厂。

（二）做好大气污染防治工作。施工期粉尘执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)无组织排放标准。运营期锅炉废气通过低氮燃烧技术处理后分别经 8m 高的烟囱排放，执行《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014) 中的表 2 标准。污水处理站恶臭气体收集后采用 UV 光氧+活性炭吸附处理后经 15m 高的排气筒排放，执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)中二级标准要求；少量未被收集的无组织排放废气通过构筑物加盖、密闭并喷洒除臭剂等措施，执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 3 标准要求。

（三）落实噪音污染防治措施。施工期噪声执行《建筑

《施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准;运营期通过选用低噪声设备、减震隔声等措施减少影响,厂界西侧、南侧噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中1类标准,厂界北侧、东侧临街一侧执行4类标准。环境敏感目标噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中标准要求。

(四)做好固废污染防治工作。运营期医疗废物、废药品和污泥等危险废物分类收集,暂存危废贮存库内,交由有资质部门处理;生活垃圾放置垃圾箱内,委托环卫部门处理;未被污染的输液器可单独收集出售给回收部门。

(五)加强土壤和地下水污染防治。企业加强设备维护,杜绝非正常排放;加强固废及危废贮存库管理,避免发生泄漏现象,严防污染土壤和地下水环境。

(六)落实各项风险防范措施。完善应急处理措施、设施,加强危废贮存库、污水处理站、天然气和酒精的管理。编制并落实环境风险应急预案相关要求。

(七)本环评批复不包括辐射环境影响评价,如涉及辐射环境影响评价内容,请按照相关要求申请审批或备案。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。建设项目在运行前,你单位应当对建设项目环境保护设施进行竣工验收,向社会公开相关信息,并向所在地县级以

上环境保护主管部门报送，接受监督检查。

四、根据环境影响评价法规定，建设项目的环境影响评价文件经批准后，建设项目发生重大变动的，你单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。建设项目的环境影响评价文件自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报我局重新审核。

五、本项目由我局委托四平市生态环境局铁西区分局负责该项目的“三同时”监督检查和管理工作。



抄送：四平市生态环境局铁西区分局

四平市生态环境局行政审批办公室 2025年12月23日印发



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：四平市中心人民医院

统一社会信用代码：122203004127065444

地址：吉林省四平市铁西区南迎宾街89号

法定代表人：张宇

证书编号：吉环辐证[00105]

种类和范围：使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2028年01月29日



发证机关：吉林省生态环境厅
(公章)

发证日期：2025年01月20日



辐射安全许可证

(副本)



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	四平市中心人民医院		
统一社会信用代码	122203004127065444		
地 址	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号		
法定代表人	姓 名	张宇	联系方式 3648189
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	2 号楼 4 层介入手术室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 1 层 CT2 室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 1 楼数字胃肠室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 1 层第六照像室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	影像中心	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	门诊楼-2 层 DR 室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 1 层 X 线检查室 7	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 1 层放射线科	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 3 层手术 16 室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
证书编号	吉环辐证[00105]		
有效期至	2028 年 01 月 29 日		
发证机关	吉林省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2025 年 01 月 20 日		



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	四平市中心人民医院		
统一社会信用代码	122203004127065444		
地 址	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号		
法定代表人	姓 名	张宇	联系方式 3648189
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	CT 检查车	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 1 层第 10 扫描室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	体检中心 1 楼 DR 室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 1 楼第六照相室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	门诊楼 6 楼全景室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	门诊楼 6 楼牙片室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	门诊楼 5 楼乳腺钼靶室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 3 楼手术室 (16)	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	1 号楼 1 楼介入 1 室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	核医学 1 楼骨密度室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	证书编号	吉环辐证[00105]	
有效期至	2028 年 01 月 29 日		
发证机关	吉林省生态环境厅 (盖章)		
发证日期	2025 年 01 月 20 日		



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	四平市中心人民医院		
统一社会信用代码	122203004127065444		
地 址	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号		
法定代表人	姓 名	张宇	联系方式 3648189
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	传染病救治中心	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	5 层手术 1 间	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	急诊楼 1 层 DR 检查室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	2 号楼 4 层介入手术间、影像中心 CT 扫描室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	核医学科	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
	2 号楼 4 层介入手术室（二）	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌
1 层 SPECT/C T 室	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号	王国斌	
证书编号	吉环辐证[00105]		
有效期至	2028 年 01 月 29 日		
发证机关	吉林省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2025 年 01 月 20 日		



(一) 放射源

证书编号：吉环辐证[00105]

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	监管 部门
1	核医学科	Sr-90	V类	使用	1.48E+9*1	RU20SR00 0255	1.48E+9	2020-07-15	Sr90.76.19	敷贴器	俄罗斯联邦		
2		Sr-90	V类	使用	9.9E+8*1								
3		Cf-252	IV类	使用	1.45E+10*1								
4		Am-241	V类	使用	1.85E+5*1								



(二) 非密封放射性物质

证书编号：吉环辐证[00105]

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
1	2 号楼 4 层介入手术间、影像中心 CT 扫描室	乙级	I-125(粒子源)	固态	使用	放射性药物治疗	5.92E+9	5.92E+6	4.26E+11		
2	核医学科	乙级	Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	4.62E+9	4.62E+7	1.39E+12		
3			I-131	液态	使用	放射性药物治疗	2.96E+9	2.96E+8	7.4E+13		
4			Sr-89	液态	使用	放射性药物治疗	1.85E+9	1.85E+7	7.4E+9		
5			I-125	固态	使用	放射性药物治疗	1.18E+11	1.18E+8	2.96E+11		



(三) 射线装置

证书编号：吉环辐证[00105]

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	1 号楼 1 层 CT2 室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	X 射线计算机体层摄影设备	Revolution Maxima Select	CBFSG2400047HM	管电压 140 kV 管电流 440 mA	航卫通用电气医疗系统有限公司		
2	1 号楼 1 层 X 线检查室 7	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	uDR Aurora CS	43XR7S0020	管电压 150 kV 管电流 800 mA	上海联影医疗科技股份有限公司		
3	1 号楼 1 层第 10 扫描室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	移动式摄影 X 射线机 (移动 DR)	M40-1A	111 Y20-460-10-2	管电压 125 kV 管电流 500 mA	北京万东医疗科技股份有限公司		
4		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	Revolution CT	REGCN2100015YC	管电压 140 kV 管电流 740 mA	GE(通用电气医疗系统有限公司)		
5	1 号楼 1 层第六照像室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	医用诊断 X 射线系统 (DR)	SYNTHESIS	809	管电压 150 kV 管电流 500 mA	意大利 GMM 公司		



(三) 射线装置

证书编号：吉环辐证[00105]

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	1号楼1层放射线科	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	数字化移动式X射线机(移动DR)	TMS 300RDR	77-14-030-120	管电压 110 kV 管电流 5 mA	意大利 TECHNIX 公司		
7	1号楼1楼介入1室	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	数字减影血管造影系统(DSA)	Artis Zeefloor	136709	管电压 125 kV 管电流 800 mA	德国西门子 公司		
8	1号楼1楼数字胃肠室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	数字胃肠机(胃肠机)	FLEXAVISION	61Z208	管电压 150 kV 管电流 500 mA	北京岛津医疗器械有限公司		
9	1号楼3层手术16室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动式C形臂X射线机(C型臂)	Brivo OEC 785	B3SS2000096	管电压 110 kV 管电流 20 mA	北京通用电气华伦医疗设备有限公司		
10	1号楼3楼手术室(16)	医用诊断X射线装置	III类	使用	2	移动式C型臂X射线机(C型臂)	RADIUS R9	018/14/00068 CN	管电压 125 kV 管电流 50 mA	imd(北京) 医疗器械有限公司		
						移动式C型臂X射线机(C型臂)	Brivo OEC 850	B1S12067	管电压 120 kV 管电流 20 mA	北京通用电气华伦医疗设备有限公司		



(三) 射线装置

证书编号: 吉环辐证[00105]

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
11	2号楼4层介入手术间	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	医用血管造影X射线系统(DSA)	UNIQ FD20	7220281770	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	荷兰飞利浦公司		
12	2号楼4层介入手术室(二)	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	数字减影血管造影系统(DSA)	Optima IGS plus	DV6SS24000 02HL	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	北京通用电气华伦医疗设备有限公司		
13	5层手术1间	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动式C形臂X射线机(C型臂)	Brivo OEC 785	BB3SS23001 48HL	管电压 110 kV 管电流 20 mA	北京通用电气华伦医疗设备有限公司		
14	CT检查车	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	X射线计算机体层摄影设备(CT)	ScintCare Blue 755	MIN01A0802 0070	管电压 140 kV 管电流 300 mA	重庆明峰医疗设备有限公司		
15	核医学1楼骨密度室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	双能X射线骨密度仪(骨密度)	Discovery	SQ-17613	管电压 140 kV 管电流 5 mA	美国好乐杰公司		
16	核医学科	医用X射线计算机断	III类	使用	1	SPECT-CT	Symbia T6	2016	管电压 130 kV 管电流	德国西门子公司		



(三) 射线装置

证书编号: 吉环辐证[00105]

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
		层扫描(CT)装置							200 mA			
17	急诊楼 1 层 DR 检查室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	DRX-Compass A	S0141	管电压 150 kV 管电流 800 mA	锐珂(上海)医疗器材有限公司		
18	门诊楼 5 楼乳腺钼靶室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	数字高频乳腺医用诊断诊断 X 射线机 (钼靶)	HAWK-2MSDR	F40401-1310716-1	管电压 39 kV 管电流 50 mA	北京海恩康科技有限公司		
19	门诊楼 6 楼全景室	口腔 (牙科) X 射线装置	III 类	使用	1	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (CBCT)	OP-300-1	IE1807423	管电压 90 kV 管电流 16 mA	卡瓦盛邦 (上海) 牙科医疗器械有限公司		
20	门诊楼 6 楼牙片室	口腔 (牙科) X 射线装置	III 类	使用	1	牙科 X 射线机 (牙片机)	eXpert DC	3201082	管电压 65 kV 管电流 7 mA	美国 Gendex 公司		
21	体检中心 1 楼 DR 室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	数字化 X 射线摄影系统 (DR)	DRF1000	DRF1000-035	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	山东新华医疗器械股份有限公司		
22	影像中心	医用 X 射	III	使用	3	X 射线计算机	SOMATO	65213	管电压 130	德国西门子		



(三) 射线装置

证书编号：吉环辐证[00105]

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
		线计算机断层扫描(CT)装置	类			体层摄影设备(螺旋CT机)	M Definition AS		kV 管电流 300 mA	公司		
						X 射线计算机体层摄影设备(螺旋CT机)	SOMATO M Emotion1 6	86708	管电压 130 kV 管电流 200 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
						X 射线计算机体层摄影设备(螺旋CT机)	SOMATO M Emotion1 6	80897	管电压 130 kV 管电流 200 mA	上海西门子医疗器械有限公司		



(四) 许可证条件

证书编号: 吉环辐证[00105]

此页无内容





(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：吉环辐证[00105]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2025-01-20	重新申领辐射安全许可证	吉环辐证[00105]
2	重新申请	2024-08-08	重新申领辐射安全许可证	吉环辐证[00105]
3	重新申请	2023-12-25	传染病救治中心设备申领许可证	吉环辐证[00105]
4	变更	2023-04-07	变更，批准时间：2023-04-07	吉环辐证[00105]
5	延续	2023-01-30	延续，批准时间：2023-01-30	吉环辐证[00105]
6	重新申请	2021-01-27	重新申请，批准时间：2021-01-27	吉环辐证[00105]
7	重新申请	2020-08-06	重新申请，批准时间：2020-08-06	吉环辐证[00105]
8	重新申请	2019-05-22	重新申请，批准时间：2019-05-22	吉环辐证[00105]
9	重新申请	2019-02-03	重新申请，批准时间：2019-02-03	吉环辐证[00105]
10	延续	2018-01-31	延续，批准时间：2018-01-31	吉环辐证[00105]
11	变更		变更	吉环辐证[00105]

审 批

(吉辐环建[2007] 01001 号)

省级环保部门审批意见:

一、该报告表(送审版)由吉林省辐射环境评估技术组组织专家进行了评估,报告表编制单位按照专家意见及评估技术组的评估意见进行了修改,修改后的报告表(报批版)内容详实,编制规范,结论客观,可以作为四平市中心人民医院辐射项目建设及日常管理的依据。

二、你院辐射项目主要为核医学科、钴-60治疗机(1台)、钴-60 γ 刀(2台)、CT、X射线机和医用电子直线加速器(2台)在医疗中的应用。在项目建设过程中,必须充分论证和落实报告表中提出的屏蔽防护、放射性废物处理等各项辐射防护措施、环境管理措施和承诺。

项目建成后申请省辐射环境监督机构进行验收,经验收合格并办理辐射工作安全许可后方可正式投入使用。

三、加强放射源和射线装置使用中的安全管理,及时制定并落实操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫等各项管理制度,制定详细周密的辐射事故应急预案,确保辐射项目的安全运行

四、辐射项目工作场所必须设立清晰的“电离辐射”标志和中文警示说明。

经办人签字 张立新
2007年1月16日

单位盖章
2007年1月16日

吉林省环境保护厅文件

吉环审(表)字[2015]60号

吉林省环保厅关于四平市中心人民医院 改扩建辐射项目环境影响报告表的批复

四平市中心人民医院:

你单位委托吉林省龙桥辐射环境工程有限公司编制的《四平市中心人民医院改扩建辐射项目环境影响报告表》及审批申请文件收悉。经审查,现批复如下:

一、项目建设内容

本项目位于四平市铁西区南迎宾街89号。你院拟将核医学科整体从门诊楼地下一层搬迁至院内核医学科一层和二层。拟新建1台SPECT/CT及1台双能X射线骨密度仪,属于Ⅲ类射线装置;拟在院内健康管理中心一层扩建1台CT和1台DR,属于Ⅲ类射线装置;拟在院内门诊楼一层扩建1台核磁共振仪;拟应用非密封放

射性物质 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，其日等效最大操作量为 $4.607\text{E}+8\text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所；拟应用密封源 ^{90}Sr 进行敷贴治疗。

该项目总投资 2460 万元，其中环保投资 166.5 万元。

二、该报告表编制依据充分，评价内容符合环评技术导则的基本要求，评价结论客观可信。该报告表可以作为项目建设和运行期间环境管理的依据。

三、在项目建设、运行过程中要严格执行国家有关环境保护的政策、法规，做好辐射环境保护工作，重点做好以下工作。

（一）应重视辐射环保工作机构及制度建设。成立辐射环境安全管理机构，明确专职管理人员，做到有效管理，责任到人。制定并落实操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫等各项管理制度，制定详细周密的辐射事故应急预案，确保辐射项目的安全运行。

（二）应加强对辐射工作人员的辐射安全教育，提高防范意识。辐射工作人员上岗前，必须接受辐射安全和防护知识培训，并定期接受再培训。上岗时必须严格遵守国家有关的辐射防护管理规定，佩戴防护用品和个人剂量计，定期进行体检，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

（三）配备必要的监测仪器设备，做好工作场所日常监测。

（四）辐射项目工作场所必须设立清晰的“电离辐射”和“电磁辐射”标志和中文警示说明。

（五）做好各类辐射事故应急处理准备工作，防止发生各类事故。一旦发生事故，必须立即采取应急措施，并按规定及时上报环境保护行政主管部门。

(六) 严格执行环境保护“三同时”制度。项目建成后应依法向我厅申请环境保护验收，验收合格后方可正式运行。

(七) 如项目的性质、使用设备、场所发生重大变动，须报我厅重新审批。

四、请省辐射环境监督站和四平市环保局做好该单位日常监督管理工作。

你院接此批复后 20 日内将此批复及《四平市中心人民医院改扩建辐射项目环境影响报告表》(报批版)送省辐射环境监督站和四平市环保局备案。



抄送：吉林省辐射环境监督站，四平市环保局。

吉林省环境保护厅行政审批办公室

2015年7月20日印发

吉林省环境保护厅

吉环审（表）字〔2014〕14号

吉林省环境保护厅关于四平市中心人民医院 新建 DSA 辐射项目环境影响报告表的批复

四平市中心人民医院：

你单位委托吉林省龙桥辐射环境工程有限公司编制的《四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目环境影响报告表》收悉。经审查，现批复如下：

一、该报告表编制依据充分，评价内容符合环评技术导则的基本要求，评价结论客观可信。该报告表可以作为项目建设和运行期间环境管理的依据。

二、本项目为新建项目，位于四平市铁西区南迎宾街 89 号，医院外科楼 1 楼北侧。该院拟应用 DSA 介入治疗机 1 台，属Ⅱ类射线装置。项目总投资 960 万元。在项目建设和运行过程中，必须充分论证和落实报告表中提出的各项辐射防护措施、环境管理措施和承诺。

三、加强射线装置使用中的辐射防护和安全管理，制定并落实操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫等各项管理制度，制定详细周密的辐射事故应急预案，确保辐射项目的安全运行。

四、辐射项目工作场所必须设立清晰的“电离辐射”标志及中文警示说明。

五、配备必要的监测仪器设备，做好工作场所日常监测。

六、你单位在收到本批复后应及时变更辐射安全许可证相关内容。

七、请四平市环保局做好该核技术应用单位监督管理工作。你院接此批复后 20 日内将此批复及《四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目环境影响报告表》（报批版）送达四平市环保局辐射监管部门。



抄送：四平市环保局。

吉林省环境保护厅行政审批办公室

2014 年 1 月 26 日印发

吉林省环境保护厅文件

吉环审（表）字〔2018〕19号

吉林省环境保护厅关于四平市中心人民医院 新建 DSA 辐射项目环境影响报告表的批复

四平市中心人民医院：

你单位报送的《四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目环境影响报告表》（报批版）及相关材料收悉。该项目环评审批事项在我厅网站公示期满。现批复如下：

一、项目概况

该项目位于四平市铁西区南迎宾街 89 号，四平市中心人民医院 2 号楼 4 层 DSA 室。你单位拟应用 1 台 DSA，型号为 UNIQ FD20C 型，属于 II 类射线装置。项目总投资为 1200 万元，其中环保投资 24 万元。

二、批复意见

根据《中华人民共和国环境影响评价法》等有关法律法规，你单位在认真落实环境影响报告表提出的各项污染防治措施的前提下，原则同意该项目建设。

三、污染防治措施要求

(一)明确辐射管理机构和职责，完善操作规程、岗位职责、辐射防护、安全保卫、设备维修、使用登记、辐射事故应急预案等规章制度，并严格执行。

(二)配备必要的辐射监测仪器和辅助防护用品，定期开展环境监测和个人剂量监测，并建立个人剂量和职业健康档案。

(三)辐射安全管理人员和辐射工作人员应按要求参加辐射防护培训并取得合格证书，做到持证上岗。

(四)严格按照国家有关安全和防护标准的要求划分监督区、控制区。辐射项目工作场所必须设立明显的“电离辐射”标志和中文警示说明。

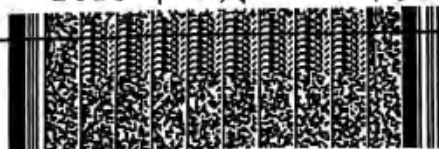
(五)你单位在收到本批复后应及时重新申领辐射安全许可证，项目竣工后依法进行环保验收。你单位接此批复后20日内将批准后的环境影响报告表及批复文件分送省辐射环境监督站和四平市环保局，并按规定接受各级环境保护行政主管部门的日常监督检查。



抄送：省环境工程评估中心，省辐射环境监督站，四平市环保局。

吉林省环境保护厅行政审批办公室

2018年3月26日印发



吉林省生态环境厅文件

吉环审（表）字〔2024〕78号

吉林省生态环境厅关于四平市中心人民医院2号楼DSA扩建辐射项目环境影响报告表的批复

四平市中心人民医院：

你单位《关于四平市中心人民医院2号楼DSA扩建辐射项目环境影响报告表的审批申请》（四平人民〔2024〕05号）及相关材料收悉。经研究，批复如下：

一、项目建设地点位于四平市铁西区南迎宾街89号。主要建设内容为在医院2号楼4层北侧预留DSA手术室内安装1台Optima IGS plus型DSA（125千伏/1000毫安，II类射线装置）。项目总投资430万元，其中环保投资55.4万元。

二、该项目通过专家评审，经审查认为吉林省恒春环保科技有限公司编制的环境影响报告表符合有关技术要求，评价结论可信。我厅原则同意该项目环境影响报告表结论及所提出的环境保护措

施。

三、项目建设和运行中应重点做好以下环境保护工作：

（一）健全辐射管理机构和职责，建立操作规程、岗位职责、辐射防护、安全保卫、设备维修、使用登记、辐射事故应急预案等规章制度，并严格执行。

（二）加强辐射安全管理，严格落实各项辐射安全防护措施，按照国家有关安全和防护标准的要求划分监督区、控制区，设立明显的“电离辐射”标志、警示语句和工作状态指示灯。

（三）配备必要的辐射监测仪器和防护用品，建立个人剂量和职业健康档案。

（四）辐射安全管理人员和辐射工作人员应按要求通过核技术利用辐射安全与防护考核。

（五）每年按相关要求编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，并报辐射安全许可证发证部门和当地生态环境部门。

四、项目建设应严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度，并按照规定及时重新申领辐射安全许可证。项目建成后，须依法进行环境保护验收，经验收合格后，方可正式投入运行。

五、工程的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染措施发生重大变动的，应当重新报批该项目的环境影响评价文件。本批复自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设，环境影响报告表应当报我厅重新审核。

六、接此批复后 20 个工作日内，将环境影响报告表及批复文件送至四平市生态环境局，并按规定接受各级生态环境行政主管部门监督检查。我厅委托四平市生态环境局负责项目施工期环境保护监督检查工作。



抄送：四平市生态环境局。

吉林省生态环境厅行政审批办公室

2024年10月28日印发

附件5-1 四平市中心人民医院辐射项目验收意见

表五

负责验收的环境保护主管部门意见:

吉环审验字[2014]36 号

原则同意四平市中心人民医院辐射项目通过环保设施验收。
并提出如下要求:

1. 项目单位在项目使用过程中, 必须严格执行辐射防护和环境管理的各项要求, 进一步完善各项管理制度和安全措施。
2. 划出辐射安全控制区和监督区, 配备个人剂量检测。
3. 落实辐射安全管理责任, 做好日常辐射安全管理工作, 确保障辐射安全。

你单位须在 15 日内将审批的验收申请表和验收监测表送到四平市环保局。

请四平市环保局做好日常监督管理工作。

(公章)

二〇一四年一月二十六日



附件5-2 四平市中心人民医院改扩建辐射项目验收意见

表五

负责验收的环境保护主管部门意见:

吉环审验字[2017]381号

同意四平市中心人民医院改扩建辐射项目通过环境保护竣工验收。并提出如下要求:

1. 项目单位在项目运行过程中,严格执行辐射防护和环境管理的各项要求,进一步完善各项管理制度和安全措施。

2. 落实辐射安全管理责任,做好日常辐射安全管理工作,确保辐射环境安全。

3. 增加配备监测仪器;加强¹³¹I病房患者活动区辐射安全防护。此项由四平市环保局监督执行。

4. 增加衰变池周围监测布点;补充细化屏蔽体内容。

5. 修改完善辐射事故应急预案等制度。

你单位须在15日内将审批的验收申请报告和验收监测报告送到四平市环境保护局。

请四平市环境保护局做好日常监督管理工作。



附件5-3 四平市中心人民医院新建DSA辐射项目验收意见

四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目竣工环境保护验收意见

2018年3月19日，四平市中心人民医院主持了四平市中心人民医院新建DSA辐射项目竣工环境保护验收，根据吉林省查德威克科技有限公司监测报告，严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术要求、本项目环境影响现状评价报告表和审批部门审批文件等要求对本项目进行验收，提出验收意见：

一、工程建设基本情况

四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目，用于医疗诊断，机房位于医院外科楼1层导管1室。本项目工程总投资为960.0万元，其中环保投资为12.72万元。

二、工程环境保护执行情况

（一）本项目按相关标准要求进行了屏蔽防护；设置了“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，设置安全连锁，制定了相关规章制度；

（二）该项目配备了个人剂量计，配备了工作场所辐射监测仪器；

（三）该项目配备了铅衣、铅帽、铅颈套、铅围裙等必要的防护用品；

（四）制定了环境保护规章制度和放射事故应急预案，辐射工作人员参加了辐射安全知识培训。

三、环境监测结果

由验收监测报告可知，该 DSA 机房周围环境辐射剂量率变化范围：开机状态下为149nGy/h-176nGy/h，关机状态下为89nGy/h-120nGy/h。均在四平地区天然辐射本底范围内。

四、验收结论

依据该项目的实际建设情况、验收监测结果及现场勘查情况，认为四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目符合环境保护验收条件。同意该工程通过竣工环境保护验收。

四平市中心人民医院新建DSA辐射项目竣工环境保护验收意见

	姓名	单位	电话	身份证号码	验收意见	签字
专业技术 专家组	孙尤良	吉林省辐射环境监督站	13514300822	220105196204082614	同意验收	孙尤良
	刘明珠	吉林大学	13843011042	220104196308150064	同意验收	刘明珠
	郝英男	吉林省辐射环境监督站	13578781588	210921197805300011	同意验收	郝英男
建设单位	邱东刚	四平市中心人民医院	13843413051	12040219820308223X	同意验收	邱东刚
设计单位	李金辉	四平市医院	15144024666	220323198301202019	同意验收	李金辉
施工单位	陈凯	四平市万科	13500868998	220303196703142210	同意	陈凯
环评单位	孙宇龙	吉林省辐射环境监督站	17143003695	220581198902040077	同意	孙宇龙
验收单位	秦斌	吉林省辐射环境监督站	15604401390	220284198612055818	同意验收	秦斌

2018年03月20日

四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目竣工环境保护验收意见

2019年5月7日,四平市中心人民医院在该院主持了四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目竣工环境保护验收会议,根据吉林省查德威克科技有限公司监测报告,严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术要求、本项目环境影响评价报告表和审批部门审批文件等要求及现场踏查,组成验收组对本项目进行验收,提出验收意见:

一、工程建设基本情况

四平市中心人民医院新建 DSA 辐射项目,用于医疗诊断,机房位于医院 2 号楼 4 层。

原吉林省环境保护厅以吉环审(表)字[2018] 19 号予以批复。

本项目总投资为 1200.0 万元,其中环保投资为 88.0 万元。

本次验收范围为新建 DSA 辐射项目介入手术室及周围 50 米范围。

二、工程变动情况

本项目建设与环评批复一致。

三、项目环境保护执行情况

(一) 本项目位于医院 2 号楼 4 层介入手术室,按相关标准要求,观察窗、防护门为 3mmPb 的防护厚度,四周墙体折算为 3mmPb 的防护厚度,顶棚及地面折算为 4.5mmPb 的防护厚度;

(二) 医院将介入手术室划分为控制区,将相邻的控制室、办公室、备品室、介入手术室对应 3 层和 5 层病房等区域划分为监督区;

(三) 设置了电离辐射警告标志及中文警示说明,设置了安全联锁装置,设置了闭门装置,紧急停机按钮,控制开关位于操作台上;

(四) 该项目配备了个人剂量计、个人剂量报警仪及辐射监测巡检仪;

(五) 该项目配备了铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品;

(六) 设置了动力排风装置;

(七) 制定了相应规章制度和辐射事故应急预案;

(八) 辐射工作人员参加了辐射安全培训并取得合格证书;

(九) 医院取得辐射安全许可证,证号为吉环辐证[00105]。

四、环境保护设施调试效果

上述环境保护设施在调试期间正常有效。

五、工程建设对环境的影响

由验收监测报告可知，该介入手术室周围环境辐射剂量率变化范围：开机状态下为 102nGy/h - 121nGy/h ，关机状态下为 92nGy/h - 110nGy/h 。均在四平地区室内 γ 辐射剂量率本底范围内。据此推算公众个人剂量满足公众剂量约束值 0.25mSv/a 的要求。

根据个人剂量监测报告计算，辐射工作人员个人受到的职业照射最大值为 0.08mSv/a ，满足工作人员剂量约束值 5mSv/a 的要求。

六、验收结论

依据建设项目竣工环境保护验收相关法规要求，根据验收监测结果及现场勘查情况，验收组认为该项目落实了环评报告表及批复要求，符合环境保护验收条件，同意该项目通过竣工环境保护验收。

七、后续要求

进一步完善应急预案等规章制度。

八、验收人员信息

四平市中心人民医院新建DSA辐射项目竣工环境保护验收人员信息

	姓名	单位	电话	身份证号码	验收意见	签字
专业技术 专家组	孙明波	吉林大学公共卫生学院	13843011042	220104196308150064	同意验收	孙明波
	邵晓维	长春市疾病预防控制中心	13674318778	220104196304053187	同意验收	邵晓维
	孙尤良	吉林省辐射防护研究所	13514300822	220105196204082664	同意验收	孙尤良
建设单位	邱东、郭华	四平市中心人民医院	13843413051	22040219820308223X	同意验收	邱东、郭华
设计单位	项朋青	上海德明国际设计工程有限公司	18018678588	34-821198111114116	同意验收	项朋青
施工单位	朱文嘉	上海德明国际设计工程有限公司	15502128888	31010198012194250	同意验收	朱文嘉
环评单位	孙宇龙	吉林省辐射环境研究所	17743003695	220581198902094477	同意	孙宇龙
验收单位	陈晨	吉林省德盛威科技有限公司	13039044515	220621199005282833	同意验收	陈晨

四平市中心人民医院

DSA 核技术利用项目竣工环境保护验收意见

2025年3月18日，四平市中心人民医院在该院主持了四平市中心人民医院 DSA核技术利用项目竣工环境保护验收会议，严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术要求、本项目环境影响评价报告表和审批部门审批文件等要求及现场踏查，组成验收组对本项目进行验收，提出验收意见：

一、工程建设基本情况

四平市中心人民医院 DSA 核技术利用项目，用于医疗诊断，机房位于该院 2 号楼 4 层北侧介入手术间。

吉林省生态环境厅以吉环审(表)字[2024]78 号予以批复。

本项目总投资为 430 万元，其中环保投资为 55.4 万元。

本次验收范围为 DSA 机房实体屏蔽房间外 50 米范围。

二、工程变动情况

本项目建设与环评批复一致。

三、项目环境保护执行情况

（一）本项目位于医院 2 号楼 4 层，按相关标准要求，本项目 DSA 机房四周墙体为 4mmPb 的防护厚度。顶棚和地面为 13cm 混凝土+4mmPb 的防护厚度，相当于 5mm 铅当量。铅观察窗及铅防护门均为 4mm 铅当量；

（二）医院将 2 号楼 4 层介入手术间划分为控制区，相邻的出生证明开具处、走廊、操作室、设备间、以及楼上病房和楼下病房划分为监督区；

（三）设置了电离辐射警告标志及中文警示说明；

（四）医院配备了辐射监测巡检仪，为工作人员配备了个人剂量计及相应防护用品；

（五）机房内设置了动力排风装置；

（六）制定了相应规章制度和辐射事故应急预案；

（七）辐射工作人员参加了辐射安全培训并取得成绩报告单；

（八）医院取得了吉林省生态环境厅核发的辐射安全许可证，证号为吉环辐证[00105]。

四、环境保护设施调试效果

上述环境保护设施在调试期间正常有效。

五、工程建设对环境的影响

由验收监测报告可知，DSA 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率变化范围：开机状态下为 $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.51\mu\text{Sv/h}$ ，关机状态下为 $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.16\mu\text{Sv/h}$ 。符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

根据验收监测报告机房外辐射工作人员受到的个人有效剂量最大值满足工作人员剂量约束值 5mSv/a 的要求。公众个人剂量满足公众剂量约束值 0.25mSv/a 的要求。

六、验收结论

依据建设项目竣工环境保护验收相关法规要求，根据验收监测结果及现场勘查情况，验收组认为该项目落实了环评报告表及批复要求，符合环境保护验收条件，同意该项目通过竣工环境保护验收。

七、后续要求

进一步完善辐射事故应急预案及规章制度。

八、验收人员信息

四平市中心人民医院DSA核技术应用项目竣工环境保护验收人员信息

	姓名	单位	电话	身份证号码	验收意见	签字
建设单位	王国斌	四平市中心人民医院	13844446751	2204211990033516	同意	王国斌
专家组	杨湘山	吉林大学	13844872707	2290011990033514	同意	杨湘山
	郝英男	吉林省辐射环境监督站	13578781588	2109211990033011	同意	郝英男
监测单位	赵西安	吉林省查德威克科技有限公司	13756694840	2202831990033513	同意	赵西安



250812050086

监 测 报 告

黑源检字【2026】0709-03 号

项目名称：四平市中心人民医院直线加速器核技术利用项目

委托单位：四平市中心人民医院

监测类别：委托监测

报告日期：2026 年 07 月 09 日

黑龙江源宁环境检测有限公司



说 明

- 1、 报告无本单位测试报告专用章、骑缝章、 章无效。
- 2、 复制报告未重新加盖本单位测试报告专用章无效。
- 3、 报告涂改无效。
- 4、 自送样品的委托测试，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。
- 5、 对监测报告如有异议，请于报告发出之日起的两个月之内以书面形式向本站提出，逾期不予受理。

单位名称： 黑龙江源宁环境检测有限公司 电 话： 13204518562

单位地址： 哈尔滨市南岗区文景头道街 115 号 1-2 层 3 号

邮政编码： 150000

电子邮件： hljyuanningjc@163.com

监测报告

监测项目	X-γ 辐射空气吸收剂量率		
委托单位	四平市中心人民医院		
委托单位地址	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
委托日期	2026 年 4 月 17 日		
环境条件	监测时间：2026 年 4 月 17 日 天气：晴，室外温度：8℃；监测湿度：28%RH		
监测地点	吉林省四平市铁西区南迎宾街 89 号四平市中心人民医院		
监测仪器	仪器名称	便携式 X、γ辐射周围剂量当量率仪	
	规格型号	RS-1121	
	测量范围	10nSv/h~10Sv/h	
	仪器校准有效日期	2026 年 1 月 19 日~2027 年 1 月 18 日	
监测方法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）		
监测结果	监测结果见附表 1		
监测布点	监测布点示意图见附图 1		
监测结论	通过对院区陆地环境及加速器拟建位置所在区域周围环境进行监测可知：本项目院区一体化 CT 直线加速器拟建位置所在区域及陆地环境 X-γ 辐射空气吸收剂量率为 68nGy/h~95nGy/h。		

报告编写人：张伟

审核人：王娟娟

授权签字人：刘昊

审核日期：2026.7.9

授权日期：2026.7.9

(检验检测专用章)

附表 1

表 1 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位		X-γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
			监测结果	标准差	
1	院区 陆地环境	1*门诊楼北侧陆地环境	68	1.24	
2		2*门诊楼东侧陆地环境	70	1.18	
3		3*门诊楼东侧陆地环境	71	1.20	
4	加速器(1) 机房周围 环境	4*健康管理中心楼（室内）	91	1.33	
5		5*急诊急救中心（室内）	89	1.25	
6		6*直线加速器（1）机房（-2F）	92	1.29	
7		7*设备间（-2F）	91	1.26	
8		8*控制室（-2F）	92	1.15	
9		9*控制室（-2F）	88	1.09	
10		10*更衣室（-2F）	87	1.11	
11		11*加速器机房门口（-2F）	94	1.20	
12		12*走廊（-2F）	92	1.24	
13		13*走廊（-2F）	93	1.33	
14		14*南侧预留直线加速器（2）机房（-2F）	89	1.09	
15		15*加速器机房楼上（1F）	90	1.11	
16		16*护肤中心工作站（-1F）	89	1.18	
17		17*柜子存放区（-1F）	87	1.26	
18		18*护理员管理中心（-1F）	92	1.23	
19		19*库房（-1F）	93	1.19	
20		20*担架车室（-1F）	95	1.31	
注：上述数值已进行修正，已扣除宇宙射线响应值					

附图 1

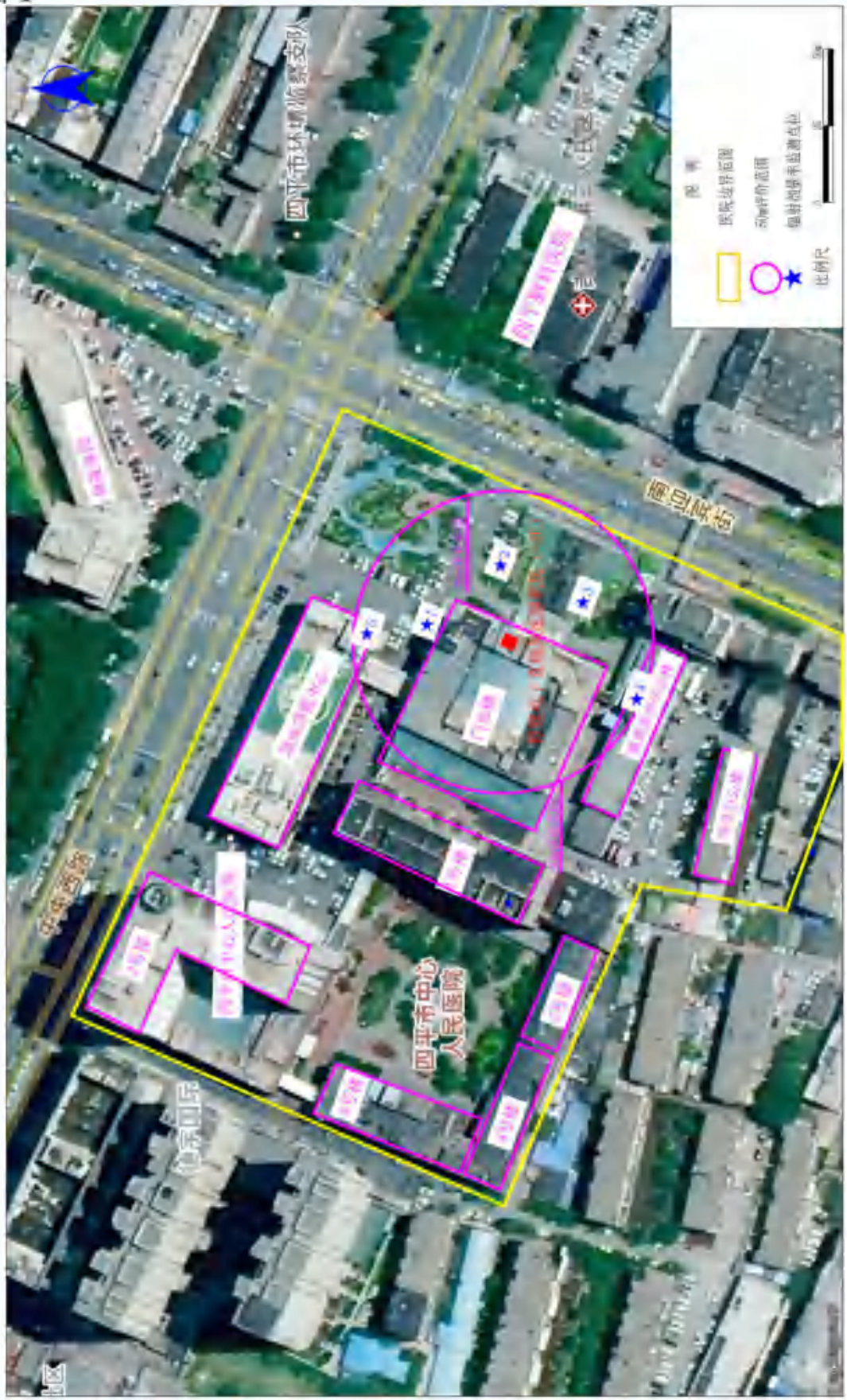


图 1 四平市中心人民医院总平面布置及监测点位图

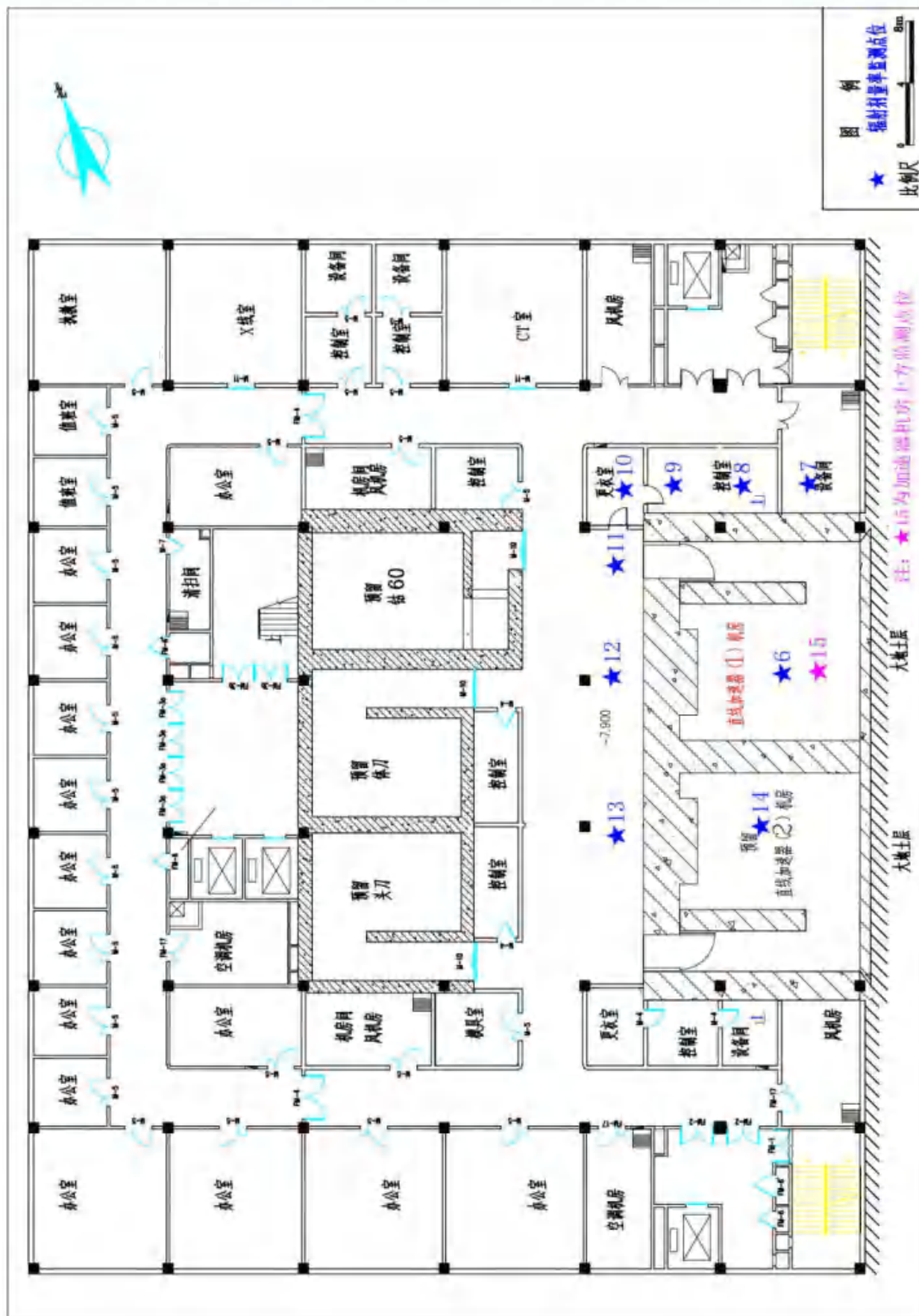


图2 门诊楼地下2层平面布置及监测布点图 (-2F)



图 3 门诊楼地下 1 层平面布置及监测布点图 (-1F)

注：*为监测点。

监测员：张伟

记录员：张伟



华东国家计量测试中心
National Center of Measurement and Testing for East China
上海市计量测试技术研究院
Shanghai Institute of Measurement and Testing Technology

检定证书

Verification Certificate

证书编号: 2026H21-20-6329943001

Certificate No.



送检单位

Applicant

黑龙江源宁环境检测有限公司

计量器具名称

Name of Instrument

便携式X、γ辐射周围剂量当量率仪

型号/规格

Type/Specification

RS-1121

出厂编号

Serial No.

46289(0.06-10)MeV

制造单位

Manufacturer

辽宁安核辐射技术有限公司

检定依据

Verification Regulation

JJG 393-2018《便携式X、γ辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪检定规程》

检定结论

Conclusion

合格



批准人

Approved by

陆小军

陆小军

核验员

Checked by

袁杰

袁杰

检定员

Verified by

白雪

白雪

检定日期 2026 年 01 月 19 日
Date for Verification Year Month Day
有效期至 2027 年 01 月 18 日
Valid until Year Month Day



计量检定机构授权证书号: (国) 法计 (2022) 01039 号 / 01019 号

Authorization Certificate No.

地址: 上海市张衡路 1500 号(总部)

Address No. 1500 Zhangheng Road, Shanghai (headquarter)

传真: 021-50798390

Fax

电话: 021-38839800

Telephone

邮编: 201203

Postcode

网址: www.simt.com.cn

Website

第 1 页 共 3 页
Page 1 of 3 pages



证书编号: 2026H21-20-6329943001
Certificate No.

本次检定所使用的计量(基)标准:
Measurement standards used in this verification

名称 Name	测量范围 Measurement range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy class/Maximum permissible error	证书编号 Certificate No.	有效期限 Due date
X、γ射线空气比释动能(防护水平)标准装置	($1\times 10^{-6}\sim 1$) Gy/h	$U_{rel}=4.2\% (k=2)$	[1989]国量标 证字第088号	2028-11-05

本次检定使用的主要计量器具(含标准物质):
Measurement instruments used in this verification

名称 Name	型号规格 Model	编号 Number	测量范围 Measurement range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy class/Maximum permissible error	证书编号 有效期限 Certificate No. (Due date)
防护水平电离室剂量计(Y)	T10022+3200 2	000459+000 565	1×10^{-6} Gy/h~ 1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel}(Y)=3.2\% (k=2)$	DLJ2025- 15411/ 2026-12-02
防护水平电离室剂量计(X)	T10022+3200 2	000459+000 565	1×10^{-6} Gy/h~ 1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel}(X)=2.6\% (k=2)$	DLJ2025- 16584/ 2026-12-28
/	/	/	/	/	/



以上计量器具的量值溯源至国家计量基准/社会公用计量标准。
Quantity values of above measurement instruments are traced to the National Primary Standards of P.R. China / the Measurement Standards for Public Service.

检定地点及环境条件:

Location and environmental condition for the verification
地点: 上海市张衡路1500号电离辐射楼103室
Location

温度: 20℃; 湿度: 60%RH; 其他: 气压: 101.3kPa
Ambient temperature Humidity Others

备注: /
Note

收费标准可通过本公司官方网站 (www.simt.com.cn) > 客户服务 > 办事指南 > 收费标准 > 委托计量服务收费标准进行查询, 如有疑问可致电800-820-5172问询。

检定证书续页专用
Continued page of verification certificate

第 2 页 共 3 页
Page of total pages



证书编号: 2026H21-20-6329943001
Certificate No.



检定结果/说明:

Results of verification and additional explanation:

1. 通用技术要求 符合 JJG393-2018中6.1~6.3条的技术要求。
2. 剂量响应 (使用¹³⁷Cs γ参考辐射)

周围剂量当量率 mSv/h	1	0.4	0.07	0.006
校准因子C _f	0.87	0.85	0.88	0.89
相对误差(%)	14.5	18.1	13.1	13.0

3. 能量响应

周围剂量当量率 mSv/h	1			
X管电压 kV	80	100	150	200
校准因子C _f	0.97	0.99	0.93	0.93
能量响应R' _E	0.90	0.88	0.94	0.93

4. 相对固有误差: 18.1%
5. 重复性: 0.7%

校准因子C_f = $\frac{\text{周围剂量当量率}\dot{H}^*(10)\text{参考值}}{\text{仪器示值}}$

校准因子C_f测量值的相对扩展不确定度U_{rel} = 6.5% (k = 2)

注1: 检定规程技术要求

检定项目	技术要求
通用技术要求	符合6.1~6.3条
相对固有误差	-15%~+22%
重复性	≤1.255 (16· $\dot{H}/\dot{H}_0$) %
能量响应R' _E -1	-23%~+43%

注2: 仪器相对固有误差按I不超过 (-15%-U_{rel}~+22%+U_{rel}) 作合格判定。

U_{rel} = 4.2% (k = 2) 为计量标准的相对不确定度

注3: R'_E = R_E/R_{Cs}, R_E = 1/C_f, 即R'_E为每种能量E的响应R_E对¹³⁷Cs γ参考辐射的响应R_{Cs}归一后的响应值。(R'_E-1)值须不超过注1中能量响应的限值。

检定结果内容结束

本证书提供的结果仅对本次被检的器具有效。未经本公司/中心批准, 部分采用本证书内容无效。
The data are valid only for the instrument(s) Party using this report will not be admitted unless allowed by SIMT

检定证书续页专用
Continued page of verification certificate

第 3 页 共 3 页
Page of total pages



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 250812050086

名称: 黑龙江源宁环境检测有限公司

地址: 黑龙江省哈尔滨市南岗区文景头道街 115 号 1-2 层 3 号

经审查, 你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数据和结果, 特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由
黑龙江源宁环境检测有限公司承担。

许可使用标志



发证日期: 2025 年 02 月 25 日

有效期至: 2031 年 02 月 24 日

发证机关: 黑龙江省市场监督管理局



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

附件7 辐射事故应急预案

辐射事故应急预案

1 制定目的

为了有效的预防辐射事故的发生，迅速高效的操纵突发性辐射事故现场，坚持以人为本，预防为主的方针，最大限度的减少人员伤亡和人民财产缺失，力争早发觉、早报告、早操纵、早解决。为了贯彻执行国家有关法律法规和辐射事故分级处理和报告制度，及时有效处理辐射事故，减轻事故造成的不良后果，特制定医院辐射事故应急方案。

2 适用范围

全院各科室

3 具体内容

3.1 工作原则

按照集中领导，统一指挥，职责明确，规范有序，反应快捷，运转高效的应急救援体系和分级管理，分级响应的要求，确定启动应急预案的层次，层层落实应急处置责任。

3.1.1 组织机构：

指挥部

总指挥：张 宇

副指挥：刘锦平 许兆辉 张亚珍 巩越丽 张 力 温 戈 顾殿发

成 员：邸广才 董建勋 王国斌 王 刚 杨益民 吴 超 陈 春

赵均峰 赵 青 李明哲 宫 敬 郎佳兴 郑长明 刘 斌

李东辉 李 爽及相关科室人员

3.1.2 组织分工与职责

 四平市中心人民医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

(1)

指挥部职责

- ①贯彻落实国家、医院的有关射线装置管理的法规、政策等，并进行部署；
- ②负责本院射线装置事故应急预案的制定、修订；
- ③督促检查做好射线装置事故的预防措施和应急救援的各项准备工作；
- ④全面负责射线装置事故发生后的救援、调查、恢复工作；
- ⑤组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练。

(2) 总指挥职责

- ①发生事故时由总指挥发布和解除应急救援命令、信号；
- ②组织指挥救援队伍实施救援行动；
- ③向上级汇报事故情况，必要时向有关单位发出救援请求；
- ④组织事故调查，总结救援工作经验教训。

(3) 副总指挥职责

- ①检查各分管部门对辐射事故应急预案的落实情况；
- ②指导各分管部门的工作；
- ③协助总指挥正确处理在危急情况下的救援、调查、恢复工作。

(4) 成员职责

- ①建立健全辐射事故应急预案；
- ②本院发生的辐射事故及汇报、恢复、调查并提出防范措施。

(5) 应急办公室职责

- ①负责监督各部门对辐射事故应急预案执行情况；
- ②负责日常监督管理工作；

 四平市中心人民医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

- ③每年组织相关人员修订本预案；
- ④每年定期组织专业队伍进行本预案的演练；
- ⑤对发生的危急事件及时汇报、调查、责任处理。

(6) 疏散引导小组职责

在应急期间，按照应急指挥部的要求，做好人员疏散撤离、现场和交通管制工作。

(7) 医疗救治小组职责

负责事故现场伤亡人员的救护及有关医疗后勤保障工作。

(8) 通讯联络组职责

负责各类事故状态的报告和对外信息披露工作，负责公共事件和办公楼各类事故应急组织工作。

(9) 后勤保障小组职责

做好应急人员的饮食保障工作。

(10) 现场救援组

各成员单位成立本单位应急救援队伍，小组长由主要负责人担任，并形成文件上报安全监察部备案。在应急期间，召集本单位应急队员，听从指挥部统一调遣。

召集我院义务应急队员。一旦发生安全事故，在指挥部的领导和指挥下，以最短的时间、最快的速度到达现场，按各自的任务及时有效地排除险情，做好应急救援工作。

3.2.1 辐射安全防护措施

3.2.1.1 X射线诊断安全防护设施

 四平市中心医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

- (1)装置房间防护门设置“电离辐射”警示标识。
- (2)控制室配备对讲系统，方便与患者沟通。
- (3)机房门建议设置为电动门，在操作室及室内门旁设置控制开关。
- (4)装置房间门口设置工作指示灯与机器曝光联动或与门有效联锁。
- (5)机房设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

3.2.1.2 人员的辐射安全和防护

(1)时间防护

无论医务人员和公众都要尽可能的减少与辐射源的接触时间，如对辐射工作人员限定工作时间，轮岗工作，降低在辐射场所的停留时间，减少不必要的辐射照射。

(2)配备防护用品

从事辐射工作人员应配备个人防护用品，如铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、剂量报警仪等。在射线检查过程中，对受检者的性腺部位要特别注意防护，对儿童等特殊受检者可采取相应固定体位措施。对有正当理由需要检查的孕妇应注意尽可能保护胚胎或胎儿。当受检者需要扶携时，对扶携者也应采取相应的防护措施，配备相应的防护用品。

3.3 应急预警

3.3.1 预警分级

按照辐射事故的严重性、紧急程度和可能波及的范围、辐射事故预警分为四级，由低至高依次为蓝色(Ⅳ级)、黄色(Ⅲ级)、橙色(Ⅱ级)、红色(Ⅰ

 四平市中心人民医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

级)。根据事态的发展情况和采取措施的效果，预警颜色可以升级、降级或解除。

3.3.2 预警措施

进入预警状态后，采取以下措施：

- (1)实行 24 小时值班，确保指挥通信畅通；
- (2)根据事件波及范围、严重程度和事件等级，立即启动相应级别的辐射事故应急预案；
- (3)依据事故级别和实际情况发布预警公告；
- (4)转移、撤离或疏散可能受到辐射危害的人员，并进行妥善安置；
- (5)指令辐射事故应急救援队伍进入应急状态，辐射监测部门立即开展辐射应急监测，随时掌握并报告事态进展情况；
- (6)针对辐射事故可能造成的危害，封闭、隔离或者限制使用有关场所，中止可能导致辐射危害扩大的行为和活动；
- (7)调集辐射事故应急救援行动所需的技术力量、应急物资和装备设施，确保应急处置行动有序进行。

3.3.3 预警结束

应急指挥部根据事态的发展情况，确认无引发辐射污染事故的可能性时解除预警状态，将预警解除信息通过广播、通信、信息网络等方式通知各应急工作组。

4.1 应急响应和救援

4.1.1.1 应急响应流程

应急响应的过程可分为接警、判断级别、应急启动、控制及救援行动、扩

 四平市中心医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

大应急、 应急终止和后期处置等步骤。针对应急响应分步骤制定应急程序，并按事先制定程序指导各类突发事件应急响应。

各类Ⅲ级及以上突发事件应按
照医院相关专项预案规定实施应急处置。

4.1.1.2 接警、报告和记录管理程序

1、向四平市中心医院报告

报告要求：

- (1)发生辐射事故事件、事故或灾情后，事故现场人员或事故单位要立即向所在科室领导报告，特殊情况时可越级上报，科室领导接到报告后应迅速核实情况，并在第一时间(最迟不能超过事故发生后 10 分钟)向应急小组报告事故的基本情况并进行先期处置。应急处置过程中，要及时续报事态控制及变化情况；
- (2)信息报告和通信联络应采用有效方式，以移动电话、固定电话(院区内线)及对讲机为主要通讯工具，发传真和电子邮件时，必须确认对方已收到；
- (3)应急办公室应记录突发事件报告信息，保留辐射事件报告记录；
- (4)应急办公室接到报告后，应根据事件类别，及时通报有关部门，并向有关分管领导汇报(夜间同时向值班领导汇报), 分管领导向应应急指挥领导汇报有关信息。

报告和记录的内容：事件类别；时间、地点；初步原因；采取的措施；人员伤亡及撤离情况(人数、程度、所属单位) ;环境污染情况；对周边影响情况；现场气象及主要自然情况；现场恢复的初步判断；报告人的单位、姓名、职务和联系电话。

 四平市中心医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

2、向属地政府报告

发生Ⅲ级及以上事件或按照属地政府和上级部门有关规定需要上报的事件，一般由应急小组组织有关部门在 1 小时内和 30 分钟内向属地政府和上级部门汇报。办公室负责向属地政府值班室上报信息。

安全环保部门负责向属地政府应急小组上报信息，负责向属地政府安
全生产监督管理局应急救援部门上报信息，负责向公司应急小组上报信息。
报告内容：时间、地点；概况和处理情况；人员伤亡及撤离情况；对现场
周边社会人员造成的影响初步情况；造成的环境污染情况；现场气象情况；
事态恢复的初步判断；

请求属地政府和公司协调、支持的事项；报告人姓名和联系电话；签
发人职务和姓名。

应急办公室对应急行动全过程进行记录；应将全部应急活动记录及资
料归档。

4.2.1 辐射事故应急救援措施

4.2.1.1 急救处置程序

1、现场先期处置

紧急辐射事故发生后，事故现场应立即按照相应等级辐射预案程序进
行先期处置，处置开始时即视为预案自行启动，应当迅速安排受照射人员
接受医学检查或者在指定的医疗机构救治，同时对危险源采取应急安全处
理措施，现场职务最高人员为现场指挥，有权决定现场辐射事故救援事宜，
组织有关人员进行先期处置，控制事态，并将事故情况立即报各部门领导。
具体如下：

 四平市中心人民医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

- (1)立即报告给科室领导，现场职务最高人员为现场指挥，并立即组织人员从该区域撤离，封锁现场；切断一切可能扩大污染范围的环节，迅速开展检测；射线装置放生事故时，现场操作人员应立刻切断电源，停止出束。
- (2)对可能受到放射损伤的人员，立即采取隔离和应急救援措施，在采取有效个人安全防护措施的情况下，组织人员根据需要实施救治及处理措施；
- (3)迅速确定污染范围和污染程度，污染现场尚未达到安全水平前，不得解除封锁；
- (4)发生事故后，立即保护好现场，控制事态，并将事故情况立即报各部门领导。

2、应急处置程序

应急办公室接到事故报告后，立即按本院辐射事故应急预案的相关规定，通知有关领导及相关人员，并向公司应急指挥部报告。应急指挥部做出是否启动院级辐射事故应急预案的决定，启动院级辐射事故应急预案后，应按照以下程序开展救援工作：

- (1)分管领导立即组织各工作小组就位；
- (2)应急指挥部对辐射事故进行处置；
- (3)应急指挥部立即对辐射事故的性质、严重程度、发展趋势进行判断，防止次生事故和二次事故的发生，并及时向上级汇报；
- (4)在应急指挥部的领导下，各工作组按照已制定的各自职责开展事故救援工作；
- (5)如事态发展涉及现场周边人员安全的，应组织疏散，立即与乡镇政府(街道办事处)、县(区)政府取得联系，做好应急联动工作；

 四平市中心医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

(6)如辐射事件严重程度属于Ⅰ级、Ⅱ级的，根据辐射事件严重程度和可能影响范围，做好人员的安全保障工作，积极开展事件控制和处置，并做我院和地方应急救援队伍、物资装备到达现场的后续工作。

4.2.1.3 辐射事故危机事件的应对

(1)最早发现射线装置事故应立即并立即断电，停止设备工作，同时向应急办公室报警；并封锁现场，禁止无关人员进入；

(2)应急办公室接到报警电话后，应迅速通知有关分场、部门，查明扩散严重，立即发出应急救援预案处置指令，立即通知指挥部及专业救援队伍迅速赶往事故现场，组织疏散无关人员，保持现场，为事故调查和善后处理工作做准备；

(3)指挥部成员通知所在部门按专业迅速向上级主管部门政府、环保、卫生等领导机关报告情况；

(4)发生事故的部门要迅速查明漏泄点和原因；

(5)医务人员到达现场后，戴好防护用品，首先查明有无受伤的人员，以最快的速度将受伤害者脱离现场，严重者尽快送医院救治；

(6)指挥部成员到达事故现场后，根据事故状态和危害程度做出相应的应急决定，并命令各应急专业救援队伍立即开展救援。如果事故扩大，应请求支持；

(7)指挥部成员查明确定事故类型、等级和范围是否控制，迅速指挥停运隔离。

应急人员安全防护辐射事故现场应急救援人员，应根据不同类型辐射事故的特点，配备相应的辐射防护装备，采取安全防护措施，严格执行应

 四平市中心医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

急救援人员出入事发现场程序。

受灾群众的安全防护现场应急指挥部负责受灾群众的安全防护工作，主要内容为：

- 1)根据辐射事故的性质、特点，告知群众应采取的安全防护措施；
- 2)根据事发当地的气象、水文、地理环境、人员密集度等情况，确定群众疏散方式，指定有关部门组织群众安全疏散、撤离；
- 3)必要时，在事发地安全边界之外设立紧急避难场所。

事态监测与评估建立辐射环境监测站和疾病预防控制中心及其他辐射监测单位组成辐射事故应急监测网络，承担辐射事故现场的应急监测任务。辐射环境监测机构明确专人负责应急监测工作，对辐射事故造成的辐射环境影响进行全程监测，根据监测结果评估辐射事故的发展趋势，并将监测结果上报应急指挥部。

当辐射环境监测站无法独立完成监测任务时，报告应急指挥部向四平市环保局及吉林省监测中心请求增援。

现场、生活维持或恢复方案

- 1)现场作业人员应配合医疗人员做好受伤人员的紧急救护工作，安监部门人员应做好现场的保护、拍照、事故调查等善后工作；
- 2)现场的辐射事故处理工作完毕后，应急行动也宣告结束；
- 3)在总指挥的指挥下，组成监察部、调度部、设备技术部及发生事故的部门人员参加的事故调查组，调查事故的原因和研究制定防范措施。

4.3.1 应急联动的应急措施

4.3.1.1 应急联动的应急措施说明

 四平市中心医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024. 01. 01

应急联动的主要内容及应对措施见下表：

预防	内容与措施	医院对应措施
预防、控制和消除突发环境事件的影响	制定法律、法规、标准、风险分析、评价、监测与控制、应急教育等措施	1. 各类隐患检查2. 安全应急 联动信息平台3. 各类安全培 训4. 各类考核机制
准备	内容与措施	医院对应措施
辐射事故发生之前采取的行动，目的是提高事故应急行动能力并提高响应效果。	应急方针政策、应急预案(计划)、应急通告与警报、应急医疗、应急救援中心、应急资源、制定互助协议、应急培训与演习	1. 消防器材2. 应急物资3. 应急专家4. 外部支援5. 应急预案6. 应急演练
响应	内容与措施	响应
辐射事故即将发生或发生期间采取的行动。目的尽可能降低生命、财产和环境损失，并有利于灾害恢复。	启动应急通告报警系统、报告有关政府机构提供应急援助，对公众进行应急事务说明、疏散与避难、搜寻与营救	响应事故即将发生或发生期间采取的行动。目的尽可能降低生命、财产和环境损失，并有利于灾害恢复。
恢复	内容与措施	恢复
使现场、生活恢复到正常状态或进一步改善	清理废墟、损害评估、消毒、去污、应急预案复审	使现场、生活恢复到正常状态或进一步改善

5.1 应急监测

当辐射事件发生时，辐射环境应急监测小组应迅速组织监测人员赶赴现场，根据事故的实际情况，迅速确定辐射监测方案，及时开展辐射应急监测工作，在尽可能短的时间内做出判断，以便对辐射事故进行及时正确的处理。

5.1.1 应急监测原则

建立辐射环境监测站和疾病预防控制中心及其他辐射监测单位组成辐射事故应急监测网络，承担辐射事故现场的应急监测任务。辐射环境监测机构明确专人负责应急监测工作，对辐射事故造成的辐射环境影响进行全程监测，根据监测结果评估辐射事故的发展趋势，并将监测结果上报应急指挥部。

5.1.2 应急监测方案的确定

(1)根据辐射事故应急指挥部的指示，建立辐射应急监测网络，组织制

 四平市中心人民医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

定企业放射性环境污染事件应急监测预案。

(2)通过初步现场及实验室分析，对辐射污染物进行定性、定量分析进而确定辐射污染范围。根据不同形式的辐射环境事件，确定好辐射监测对象、监测点位、监测项目、监测方法、监测频次、质控要求，同时做好分工，分配好任务。

(3)现场采样与监测。由本院应急指挥部进行辐射事故应急监测的技术指导和应急监测技术研究工作。

(4)根据辐射监测结果对辐射污染变化趋势进行分析和对辐射污染扩散范围进行预测，根据事态的变化，适时调整监测方案。

(5)辐射监测终止后应当根据事故变化情况向领导汇报，并分析事故发生的原因，提出辐射预防措施，进行追踪监测。

5.1.3 仪器

针对本院的辐射事故情况及辐射环境监测能力分析，应急监测工作人员应配备辐射 x-γ 巡测仪和个人剂量报警仪，加强应急监测辐射防护。

5.1.4 应急监测人员安全防护措施

现场辐射应急监测分析方案的具体实施均是由辐射应急监测人员完成的，而每一辐射污染事件都可能危及分析人员的人身安全。为了保证分析人员有效地实施现场快速分析，在实施应急监测方案之前，还应该配备必要的个人防护用品，如防辐射服、防毒面具、靴套、防护眼镜及应急照明装置等。

(1)辐射现场

根据现场情况，合理安排地点及时间，现场设置警戒绳索和警示标识，

 四平市中心人民医院 SIPING CITY PEOPLE' S HOSPITAL	文件编码	SPSZXRMY-YGB-YA2-002-04-2024
	修订日期	2024.01.01

并安排专人警戒和巡视，未经许可公众人员不得进入控制区。

(2) 主要污染因子和辐射环境影响评价

①射线装置在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子；核医学科使用非密封放射性物质和放射源进行医学治疗，非密封放射性物质和放射源为主要污染因子；

②射线装置机房防护满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)，按照射线装置环境影响评价的要求进行防护；

③在正常工况下，辐射工作人员所受的年附加有效剂量当量均低于剂量管理限值 5mSv。

四平市中心人民医院直线加速器核技术利用建设项目

环境影响报告表评审会专家评审意见

吉林省辐射环境监督站于2025年8月4日主持召开了《四平市中心人民医院直线加速器核技术利用建设项目环境影响报告表》（以下简称报告表）评审会，参加会议的有四平市生态环境局、四平市中心人民医院（建设单位）、吉林省恒春环保科技有限公司（评价单位），会议聘请3位专家。

在对建设项目选址及项目周边环境状况进行现场踏查的基础上，与会专家听取了建设单位对项目的概要介绍、评价单位对环境影响报告表的汇报，进行了认真的讨论，形成如下意见：

一、项目基本情况及环境可行性

（一）四平市中心人民医院位于吉林省四平市铁西区南迎宾街89号，本项目拟在门诊楼负2层（机房贯穿至负1层）直线加速器（1）机房（墙体、防护门利旧使用），新安装1台联影uRT-linac506c型一体化CT直线加速器开展放射治疗。

（二）项目总投资1746万元，其中环保投资67万元。

（三）工作场所选址与布局

本项目加速器（1）机房（利旧使用）位于门诊楼负2层（竖向贯穿至负1层）的东侧，北侧设有配套的更衣室、控制室、设备间附属用房；西侧为放疗科公共走廊；南侧为预留的加速器（2）机房及其附属用房；东侧为大地土层；楼上为门诊楼1层的大厅、疼痛科门诊、脊柱微创外科门诊等；楼下无建筑。避开了儿科病房、产科等特殊人群及人员密集区，远离人员流动性大的商业活动区域，与非放射性场所隔离，选址合理。加速器治疗室与控制室分开设置，设有迷道和防护门，且有用线束不朝向控制室及居留因子较大的房间，布局合理。

（四）本项目院区陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为68~71nGy/h；直线加速器（1）机房周围敏感建筑室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为89~91nGy/h；直线加速器（1）机房周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为87~95nGy/h；各点位监测数据均在吉林省、四平地区陆地及室内环境 γ 辐射

空气吸收剂量率本底范围内，数据未见异常。

(五) 本项目加速器治疗室按辐射防护要求进行了相应的屏蔽防护；机房设置防护门安全联锁及信号指示、监测系统、视频对讲装置等。

(六) 通过计算可知辐射工作人员年受到的有效剂量小于 5mSv/a 的剂量约束值；公众人员受到的有效剂量小于 0.10mSv/a 的剂量约束值。

(七) 本项目加速器治疗室设置 1 套独立的机械排风系统，设计有效通风量不小于 $1800\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数不小于 6 次/h。新风管由迷路入口处进入，送风口（2 个）布排在靠近东墙处装饰天花板上；在加速器机房设置 2 个排风口，靠近西侧墙体，风管底部（吸风口）离地约 30cm，进风口和排风口对角设置，上进风，下排风。

(八) 辐射工作场所分区

1、控制区：将加速器治疗室（包括迷路）划分为控制区；

2、监督区：将负 2 层更衣室、控制室、设备间、放疗科走廊；负 1 层护理中心工作站、柜子存放区、护理员管理中心、库房、担架车室；地上 1 层的门诊楼 1 楼大厅、疼痛科门诊、脊柱微创外科门诊等划分监督区。

本项目如按照本报告表中提出的要求进行建设，保证辐射防护措施正常运转，工作场所严格划分控制区和监督区、对个人剂量和辐射工作场所进行日常监测，设置明显的电离辐射警告标志、工作状态指示灯等提示装置，健全操作规程、岗位职责、安全保卫等规章制度，加强辐射安全培训并制定详细周密的辐射事故应急预案，可减少项目运行后对环境造成的影响，可以保证本项目对工作人员及公众产生的剂量影响不超过相关剂量约束值要求。

二、报告表质量评审意见

与会专家认为，该报告表符合我国现行《环境影响评价技术导则》的有关规定，同意该报告表通过评审。根据专家审议，该报告表质量为：合格（平均分：71分）。

三、报告表修改与补充完善的建议

为进一步提高该报告表的科学性与实用性，建议评价单位对报告表进行必要修改。

具体修改意见如下：

- （一）结合项目实际情况，完善辐射防护及安全联锁等设施建设内容；
- （二）细化环保投资内容；
- （三）完善附图附件。

专家组组长签字： 程遥

2026 年 8 月 4 日

**《四平市中心人民医院直线加速器核技术利用项目环境影响
报告表》（报批版）复核意见**

根据 2026 年 8 月 4 日《四平市中心人民医院直线加速器核技术利用项目环境影响报告表》评审会专家意见，对《四平市中心人民医院直线加速器核技术利用项目环境影响报告表》（报批版）进行了复核，认为吉林省恒春环保科技有限公司提供的《四平市中心人民医院直线加速器核技术利用项目环境影响报告表》（报批版）按专家评审意见进行了修改和补充，同意上报吉林省生态环境厅。

复核人： 程 遥

2026 年 8 月 10 日