

核技术利用建设项目

许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目

环境影响报告表

(报批版)

建设单位：许昌龙耀医院

编制时间：二〇二五年十月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目

环境影响报告表

(报批版)

建设单位：许昌龙耀医院

编制时间：二〇二五年十月



生态环境部监制

核技术利用建设项目

许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目

环境影响报告表



建设单位:

许昌龙耀医院(加盖公章)

法人代表:



(签名或盖章)

通讯地址:

河南省许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口

邮政编码:

461700

联系人:

杨俊财

电子邮箱:

281749749@qq.com

联系电话:

18768825913

打印编号：1758530437000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	58478k		
建设项目名称	许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目		
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）	许昌龙耀医院		
统一社会信用代码	52411023MJG3710029		
法定代表人（签章）	马付魁		
主要负责人（签字）	晁献召		
直接负责的主管人员（签字）	杨俊财		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	河南蔚蓝环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91410100MA3XD5MB79		
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
万桂英	03520240541000000070	BH043651	万桂英
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
万桂英	项目基本情况；评价依据；保护目标与评价标准；环境质量和辐射现状；项目工程分析与源项；辐射安全与防护；环境影响分析；辐射安全管理；结论与建议。	BH043651	万桂英

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位河南蔚蓝环保科技有限公司（统一社会信用代码91410100MA3XD5MB79）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为万桂英（环境影响评价工程师职业资格证书管理号03520240541000000070，信用编号BH043651），主要编制人员包括万桂英（信用编号BH043651）（依次全部列出）等1人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位：河南蔚蓝环保科技有限公司



2025年09月22日

全程电子化



统一社会信用代码
91410100MA3XD5MB79

营业执照

(副本) (1-1)



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

名称 河南蔚蓝环保科技有限公司

类型 有限责任公司（自然人独资）

法定代表人 王艳娜

经营范围 环保技术服务、技术咨询、技术转让；环境与生态监测检测服务；危险废物治理；土壤污染治理与修复服务；环境影响评价；质检技术服务。

注册资本 伍佰万圆整

成立日期 2016年08月29日

住所 河南自贸试验区郑州片区（郑东）民生路5号金领时代32号楼1单元2层202室

登记机关



仅限于许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目环境影响报告表使用



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:	万桂英
证件号码:	61052319890913226X
性别:	女
出生年月:	1989年09月
批准日期:	2024年05月26日
管理号:	20240541000000070



中华人民共和国
人力资源和社会保障部



中华人民共和国
生态环境部

仅限于环境影响评价师新增使用电子直线加速器应用项目环境影响评价表使用



河南省社会保险个人权益记录单
(2025)

单位：元

证件类型	居民身份证	证件号码	61052319890913226X			
社会保障号码	61052319890913226X	姓 名	万桂英		性别	女
联系地址	河南省灵宝市川口乡赵吾村6组452号			邮政编码	450000	
单位名称	河南蔚蓝环保科技有限公司			参加工作时间	2018-05-03	
账户情况						
险种	截止上年末 累计存储额	本年账户 记入本金	本年账户 记入利息	账户月数	本年账户支 出额账利息	累计储存额
基本养老保险	27109.46	2704.32	0.00	97	2704.32	29813.78
参保缴费情况						
月份	基本养老保险		失业保险		工伤保险	
	参保时间	缴费状态	参保时间	缴费状态	参保时间	缴费状态
	2015-08-01	参保缴费	2018-05-01	参保缴费	2018-05-01	参保缴费
	缴费基数	缴费情况	缴费基数	缴费情况	缴费基数	缴费情况
01	3756	●	3756	●	3756	-
02	3756	●	3756	●	3756	-
03	3756	●	3756	●	3756	-
04	3756	●	3756	●	3756	-
05	3756	●	3756	●	3756	-
06	3756	●	3756	●	3756	-
07	3756	●	3756	●	3756	-
08	3756	●	3756	●	3756	-
09	3756	●	3756	●	3756	-
10				-		-
11		-		-		-
12		-		-		-

说明：

1、本权益单仅供参保人员核对信息。

2、扫描二维码验证表单真伪。

3、●表示已经实缴，△表示欠费，○表示外地转入，-表示未制定计划。

4、若参保对象存在在多个单位参保时，以参加养老保险所在单位为准。

5、工伤保险个人不缴费，如果缴费基数显示正常，—表示正常参保。

数据统计截止至：2025.10.21 09:51:16

打印时间：2025-10-21



环境影响评价信用平台



当前位置：首页 > 编制单位诚信档案



编制单位诚信档案

编制单位诚信档案

单位名称：河南省

统一社会信用代码：

住所：

请选择

请选择

请选择

请选择

请选择

请选择

查询

序号	单位名称	统一社会信用代码	住所	环评工程师数量 点击可进行排序	主要编制人员数量 点击可进行排序	当前状态	信用记录
1	河南蔚蓝环保科技有限公司	91410100MA3XD5MB79	河南省-郑州市-中国（河南）自由贸易试验区郑州片区（郑东）民生路5号金领时代32号楼1单元2层202室	2	2	正常公开	详情

编制单位诚信档案信息

河南蔚蓝环保科技有限公司

注册时间：2020-04-21

当前状态：正常公开

当前记分周期内失信记分

2023-06-06~ 2026-06-05

信用记录

基本情况

基本信息

单位名称：	河南蔚蓝环保科技有限公司	统一社会信用代码：	91410100MA3XD5MB79
住所：	河南省-郑州市-中国（河南）自由贸易试验区郑州片区（郑东）民生路5号金领时代32号楼1单元2层202室		

编制的环境影响报告书（表）和编制人员情况

近三年编制的环境影响报告书（表）

编制人员情况

序号	姓名	信用编号	职业资格证书管理号	近三年编制报告书	近三年编制报告表	当前状态
1	万桂英	BH043651	03520240541000000070			正常公开
2	贾金丽	BH015519	12354143511410134			正常公开
3	王士茂	BH011493				正常公开
4	王琳	BH011443				正常公开

环境影响报告书（表）情况	情况	（单位：本）
近三年编制环境影响报告书（表）	报告书	0
	报告表	57
其中，经批准的环境影响报告书（表）	报告书	0
	报告表	0

编制人员情况	（单位：名）
编制人员总数	4
具备环评工程师职业资格	2

河南蔚蓝环保科技有限公司

注册时间: 2020-04-21 当前状态: 正常公开

信用记录

记分周期内失信记分					
第2记分周期	第3记分周期	第4记分周期	第5记分周期	第6记分周期	
0	0	0	0	0	
2021-06-06~2022-06-05	2022-06-06~2023-06-05	2023-06-06~2024-06-05	2024-06-06~2025-06-05	2025-06-06~2026-06-05	

失信记分情况 守信激励 失信惩戒

序号	失信行为	失信记分	失信记分公开起始时间	失信记分公开结束时间	实施失信记分管理部门	记分决定	建设项目名称	备注
首页	« 上一页	1	下一页 »	尾页	当前 1 / 20 条, 跳转到 1 页 继续 共 0 条			

万桂英

注册时间: 2021-04-22 当前状态: 正常公开

记分周期内失信记分					
第1记分周期	第2记分周期	第3记分周期	第4记分周期	第5记分周期	
0	0	0	0	0	
2021-04-22~2022-04-21	2022-04-22~2023-04-21	2023-04-21~2024-04-20	2024-04-21~2025-04-20	2025-04-21~2026-04-20	

失信记分情况 守信激励 失信惩戒

序号	失信行为	失信记分	失信记分公开起始时间	失信记分公开结束时间	实施失信记分管理部门	记分决定	建设项目名称	备注
首页	« 上一页	1	下一页 »	尾页	当前 1 / 20 条, 跳转到 1 页 继续 共 0 条			

目 录

表 1 项目基本情况..... 1

表 2 放射源..... 11

表 3 非密封放射性物质..... 11

表 4 射线装置..... 12

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）..... 13

表 6 评价依据..... 14

表 7 保护目标与评价标准..... 16

表 8 环境质量和辐射现状..... 22

表 9 项目工程分析与源项..... 26

表 10 辐射安全与防护..... 29

表 11 环境影响分析..... 40

表 12 辐射安全管理..... 60

表 13 结论与建议..... 71

表 14 审批..... 74

附 图

附图 1 直线加速器机房设计图

附 件

- 附件 1 本项目环境影响评价委托书
- 附件 2 建设单位《辐射安全许可证》
- 附件 3 建设单位现有核技术项目环保手续文件
- 附件 4 本项目所在区域辐射环境现状检测报告
- 附件 5 建设单位辐射安全管理制度及辐射事故应急预案
- 附件 6 本项目辐射安全防护方案及预期运行情况说明
- 附件 7 人员年剂量管理限值及场所剂量率控制限值

表 1 项目基本情况

项目名称		许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目			
建设单位		许昌龙耀医院（信用代码：52411025MJG3710029）			
法人代表	马付魁	联系人	杨俊财	联系电话	18768825913
注册地址		河南省许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口			
建设地点		许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口许昌龙耀医院内			
总投资		2000 万元	环保投资	115 万元	环保投资比例
					5.75%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积
		约 237m ²			
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

1.1、建设单位概况

许昌龙耀医院是许昌襄城中西医结合医院承建的综合性非营利性医疗机构，是集医疗、教学、科研、预防、保健、康复、养老为一体的现代化国家二级甲等综合医院。

医院 2017 年 3 月开始运营，规划用地 200 亩，总建筑面积 11 万平方米，设置床位 1500 张，一期现开放床位 600 张，专业技术人员 500 余人，设临床、医技等 30 余个科室。医院配置有美国 GE 1.5T 新光纤磁共振、美国 GE 64 排 CT、美国 GE 16 排 CT、美国 GE Optima CL 323i 血管造影机、美国 GE Voluson E8 四维妇产超声等先进的医疗设备。

1.2、项目建设背景及由来

根据医院发展需要，改善就医环境，满足患者治疗需求，建设单位在现有核技术利用基础上，拟在新建放疗中心一层建设 1 座直线加速器机房，使用 1 台联影 uRT-linac 306 型医用电子直线加速器进行放射治疗。

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》等法律、法规的规定，本项目应在实施前开展环境影响评价；

表 1 项目基本情况

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）、《关于发布<射线装置分类办法>的公告》的规定，本项目属于“五十五、核与辐射”——“172 核技术利用建设项目”——“使用Ⅱ类射线装置”，应编制环境影响报告表。

受建设单位委托，河南蔚蓝环保科技有限公司（以下称“评价单位”）承担了本项目的环评工作，评价单位按照环评工作程序，对本项目开展了现场踏勘，收集了相关的技术资料，最终按照相应技术规范要求整理编制完成了本报告表。

1.3、项目建设内容及规模

本项目建设地点位于建设单位放疗中心一层，建设内容及规模：**拟新增使用 1 台联影 uRT-linac 306 型医用电子直线加速器，无电子线治疗模式。**常规模式下 X 射线最高能量 6MV、最大输出剂量率 6Gy/min；FFF 模式下 X 射线最高能量 6MV、最大输出剂量率 14Gy/min，属于Ⅱ类射线装置。

表 1-1 本次拟开展的核技术应用项目

装置名称	生产厂家	设备型号	数量	类别	主要技术参数	场所位置
医用电子直线加速器	上海联影医疗科技有限公司	uRT-linac 306	1 台	Ⅱ类	①常规模式：6MV、6Gy/min； ②FFF 模式：6MV、14Gy/min。	放疗中心一层

备注：根据建设提供资料，本项目直线加速器开展精确放疗，拟利用门诊楼一楼现有 16 排 CT 进行模拟定位。

建设单位针对本项目拟配置 3 名辐射工作人员，每周工作 5 天，年工作天数 250 天。

1.4、现有核技术应用项目情况

建设单位已取得许昌市生态环境局核发的辐射安全许可证，许可的种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，证书编号：豫环辐证[K0289]，有效期至：2028 年 02 月 09 日。建设单位现共有 1 台Ⅱ类射线装置、8 台Ⅲ类射线装置。

表 1-2 建设单位现有核技术应用项目

序号	装置名称	规格型号	生产厂家	类别	安装位置	环评情况	验收情况
1	血管造影机	GE Optima CL 323i	美国 GE	Ⅱ类	门诊楼一楼	豫环审 [2017]213 号	2018 年 6 月 自主验收
2	移动式 X 射线机	HMC-160	北京万东	Ⅲ类	门诊楼三楼		
3	DR 机	联影 uDR 770i	上海联影	Ⅲ类	门诊楼一楼		
4	16 排 CT	GE Optima CT 520	美国 GE	Ⅲ类	门诊楼一楼		
5	64 排 CT	GE Optima CT 660	美国 GE	Ⅲ类	门诊楼一楼		

表 1 项目基本情况

6	体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V	深圳慧康	III类	门诊楼一楼	备案号： 202541102500000010
7	数字化乳腺 X 射线机	Senographe Crystal Nova	美国 GE	III类	门诊楼一楼	
8	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Bondream 3D-1020MS	常州博恩中鼎	III类	门诊楼一楼	
9	双能 X 射线骨密度仪	Prodigy Pro	美国 GE	III类	门诊楼一楼	

建设单位自开展核技术利用项目以来，始终严格遵守《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》的相关规定，积极配合生态环境部门的监督检查，现有核技术利用项目均已按要求履行了相应的环保手续。

1.5、现有核技术应用项目管理情况

1) 建设单位成立了辐射安全与环境保护管理小组，管理小组统筹协调全院辐射安全管理工作，各成员职责明确。建设单位制定了相关辐射安全管理制度（见附件 5），包括：《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《医用 X 射线诊断设备操作规程》、《数字减影血管造影机操作规程》、《医用直线加速器操作规程》、《场所辐射环境检测计划与方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训考核管理制度》、《辐射工作人员职业健康管理》、《防止误操作和意外照射的安全措施》、《辐射安全与防护设施维护维修制度》、《X 射线诊断中受检者防护规定》、《射线装置管理规定》、《辐射安全保卫管理制度》、《辐射事故应急预案》等。建设单位现有管理制度内容较为全面，建设单位严格落实各项规章制度，确保各辐射防护设施运行正常。

2) 建设单位现有辐射工作人员 21 人，均参加了辐射安全与防护考核或自主培训考核（辐射安全与防护考核人数 10 人，自主培训考核人数 11 人），并取得合格证书，培训合格证书在有效期内。

3) 建设单位现有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，并定期委托有资质的河南省正信检测技术有限公司开展个人剂量检测，检测结果未见异常。建设单位每年均委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度检测，各辐射工作场所检测结果均满足相关标准要求。

综上所述，建设单位辐射安全管理工作执行情况较好，符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要

表 1 项目基本情况

求，现有核技术应用项目运行以来，未发生辐射事故，无辐射问题投诉。

1.6、项目周围环境简况

1.6.1、建设单位地理位置

许昌龙耀医院位于许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口西北角，其东侧为河南龙耀健康城和紫云大道，南侧为襄业路，西侧为农田和村庄，北侧为河南龙耀健康城内空地。

建设单位所在地理位置详见图 1-1。

1.6.2、项目外环境关系

本项目位于建设单位新建放疗中心一层，该放疗中心地上两层（其中加速器机房部分为一层，其余部分为两层结构），无地下室。其东侧为氧气站和院内道路，南侧为绿化和感染性疾病科（间距约 24 米），西侧为绿化和院外农田，北侧为篮球场和水井房。

本项目外环境关系详见图 1-2。

1.6.3、项目平面布置

本项目直线加速器位于放疗中心一层，加速器机房东侧为候诊区、配电间（放疗中心一层）和维修间、会议室、走廊（放疗中心二层），南侧为水冷机房、值班室、控制室、入口大厅（放疗中心一层）和设备平台（放疗中心二层），西侧为楼外空地，北侧为楼外空地，正上方为楼顶屋面（仅在屋面检修时，维修人员借助梯子从楼梯处检修口进入楼顶，无关人员无法到达楼顶），正下方为土层。

放疗中心一层平面布置详见图 1-3，放疗中心二层平面布置详见图 1-4。



图 1-2 本项目外环境关系图

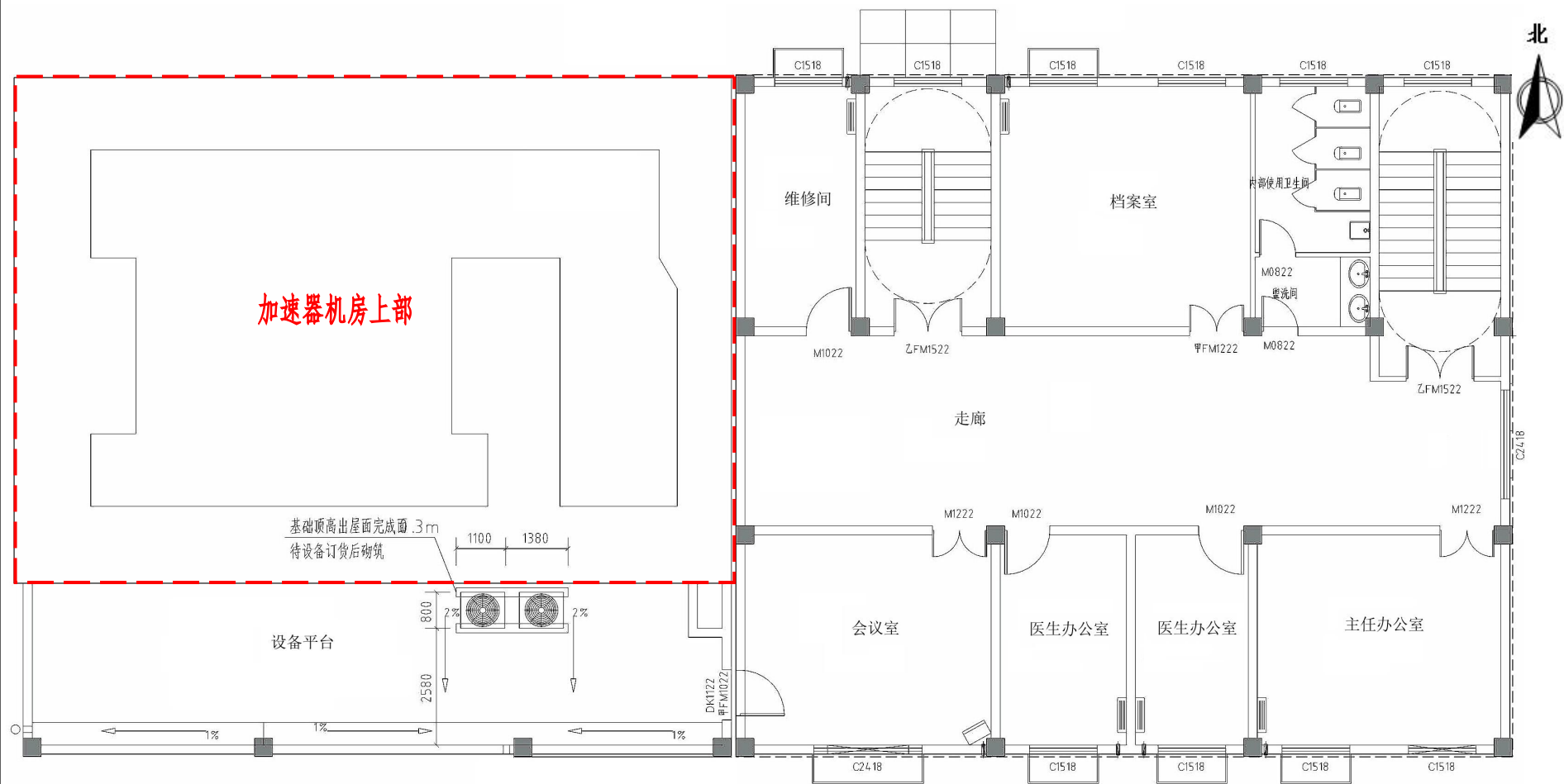


图 1-4 放疗中心二层平面布置图

表 1 项目基本情况

1.7、评价内容

- 1) 评价本项目所采取的辐射防护措施是否符合相关标准或规范要求。
- 2) 估算职业人员及公众人员的附加年剂量，评价是否满足限值要求。
- 3) 依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，对建设单位从事辐射活动的能力进行评价。

1.8、评价目的

- 1) 对本项目所在区域开展辐射环境检测，掌握区域辐射环境现状水平。
- 2) 预测评价本项目正常运行后对职业人员及公众人员产生的辐射影响。
- 3) 分析评价本项目采取的辐射安全防护措施的合理性及有效性，并提出优化和完善意见，将辐射影响控制在“可合理达到的尽量低的水平”。
- 4) 从辐射环境保护的角度论证本项目建设的可行性，为建设单位的辐射安全管理提供支持，为生态环境主管部门的监督管理提供依据。

1.9、评价原则

- 1) 以项目实际为基础、法律法规为依据、政策方针为指导，使评价体现“来源于项目、服务于项目、指导于项目”的原则。
- 2) 突出项目特点，紧抓关键问题，坚持“科学严谨、实事求是、客观公正”的原则。
- 3) 保障职业人员及公众人员的安全与利益，坚持“辐射防护最优化”的原则。

1.10、产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第一类鼓励类”项目中“十三、医药”第 4 款“高端放射治疗设备”及“三十七、卫生健康”第 1 款“医疗卫生服务设施建设”，不属于该目录中的“限制类”和“淘汰类”产业，符合国家产业政策。

1.11、选址合理性

本项目直线加速器位于建设单位新建放疗中心一层，放射治疗工作场所采取集中建设，并设置在多层建筑物底层的一端，避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中关于放射治疗工作场所选址的相关要求。

本项目位置相对偏僻，周围人员活动较少，相对远离了医院内的非放射诊疗就诊患者及公众人员，辐射工作场所周围 50m 范围内无常住居民。

表 1 项目基本情况

综上所述，本项目选址是合理的。

1.12、实践正当性

本项目是目前部分肿瘤疾病的首选诊疗方法，能够给患者带来不可替代的治疗效果，对于减少患者病痛、保障生命健康具有重大意义，其任务和目的是改善患者就医条件，提高医院医技水平。通过采取合理有效的辐射安全防护措施，落实严格规范的辐射安全管理制度，本项目正常运行产生的辐射影响能够满足相应的国家标准要求。

综合来看，本项目带来的利益远大于其所产生的不利影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的“辐射防护实践正当性”原则。

1.13、预计环保投资

本项目预算总投资 2000 万元，其中环保投资 115 万元，占总投资的 5.75%。

表 1-3 本项目预计环保投资情况

序号	环保投资明细		金额（万元）
1	直线加速器	机房屏蔽防护设计与施工（含内部装修）	80.0
		机房辐射安全与防护措施 （安全联锁、警示标志、视频监控、对讲系统、紧急停机等）	10.0
		机房通风系统设计与施工	7.0
		固定式辐射检测仪	2.5
2	辐射检测仪器设备（便携式辐射检测仪、个人剂量报警仪）		3.0
3	辐射安全管理（人员培训、体检、个人剂量检测等）		5.5
4	环保技术咨询（环评、环保验收、辐射环境检测等）		7.0
5	环保投资合计		115
6	预算总投资		2000
7	环保投资比例		5.75%

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
/	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
/	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》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
1	医用电子 直线加速器	II类	1	uRT-linac 306	电子	常规模式：X 射线最高能量 6MV FFF 模式：X 射线最高能量 6MV	常规模式：最大剂量率 6Gy/min （360Gy/h） FFF 模式：最大剂量率 14Gy/min （840Gy/h）	放射 治疗	放疗中心 一层	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	厂家	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器：包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名 称	状态	核素名称	活度（Bq）	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
加速器 臭氧及氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	经排风系统排入外环境，在空气中稀释转化。
加速器废靶件	固态	/	/	/	/	/	不暂存	加速器更换或退役的废靶件交生产厂家或有资质的单位回收。

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

6.1、法规文件

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），2015 年 1 月 1 日起施行；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（第二次修正），2018 年 12 月 29 日起施行；
- 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订），2017 年 10 月 1 日起施行；
- 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订），2019 年 3 月 2 日起施行；
- 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（第四次修订），2021 年 1 月 4 日起施行；
- 7) 《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 日起施行；
- 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），2021 年 1 月 1 日起施行；
- 9) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，2017 年 11 月 22 日起施行；
- 10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日起施行；
- 11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号），2020 年 1 月 1 日起施行；
- 12) 《河南省辐射污染防治条例》，2016 年 3 月 1 日起施行；
- 13) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行。**

6.2、技术标准

- 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- 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》（HJ 10.1-2016）；
- 3) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；
- 4) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）；
- 5) 《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/T 201.2-2011）；

表 6 评价依据

- 6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- 7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- 8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；
- 9) 《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）。

6.3、其他

- 1) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；
- 2) 医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序（NNSA HQ-08-JD-IP-033）；
- 3) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- 4) 本项目环境影响评价委托书（详见附件 1）；
- 5) 本项目区域辐射环境背景水平检测报告（详见附件 4）；
- 6) 建设单位提供的其他相关技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1、评价范围

根据《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中对评价范围的相关规定，对于放射源和射线装置应用项目，通常取所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。结合本项目实际情况，以直线加速器机房屏蔽墙外 50m 范围内区域作为评价范围（详见图 1-2）。

7.2、保护目标

本项目评价范围内无常住人员，保护目标重点关注：从事本项目辐射活动的职业人员，以及在本项目周围活动的公众人员。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

场所	主要保护目标	所在位置（方位）	距离	人员规模	照射类型
直线加速器	放疗科职业人员	加速器机房南侧控制室、值班室（放疗中心一层）	紧邻	3 人	职业照射
	受治疗患者家属	加速器机房东侧候诊区（放疗中心一层）	紧邻	流动	公众照射
	设备维护维修人员	加速器机房东侧配电间（放疗中心一层）	紧邻	2~3 人	
		加速器机房东侧维修间（放疗中心二层）			
	放疗中心非辐射医务人员	加速器机房东侧会议室（放疗中心二层）	紧邻	流动	
		放疗中心内	3~15m	流动	
	放疗中心附近经停的公众	放疗中心四周空地或道路	50m 范围内	流动	
	感染性疾病科非辐射医务人员、其他就诊患者及家属	感染性疾病科内	30~50m	流动	

7.3、评价标准

7.3.1、人员剂量限值

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）（附录 B）

B1.1.1 职业照射剂量限值

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 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；

表 7 保护目标与评价标准

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;

d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

B1.2.1 公众照射剂量限值

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。

2) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)

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。

根据上述标准规定, 结合建设单位的辐射安全管理要求, 对本项目职业照射及公众照射剂量限值提出如下评价标准。

表 7-2 本项目职业照射及公众照射剂量限值

序号	照射类别		标准限值	管理限值
1	职业照射	年有效剂量	20mSv/a	5mSv/a
2	公众照射	年有效剂量	1mSv/a	0.1mSv/a

7.3.2、场所剂量率控制水平

1) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)

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: $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$;

表 7 保护目标与评价标准

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

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

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

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

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

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

根据本报告第 11 章表 11-5 计算结果，对本项目放射治疗工作场所关注点处的剂量率控制水平提出如下评价标准。

表 7-3 放射治疗工作场所关注点处剂量率控制水平

场所名称	关注点	位置描述	评价标准 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
医用电子 直线加速器	a	东侧迷道外墙外 30cm 处（一楼候诊区）	1.6
	b	西侧主屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	2.5
	c ₁	东侧次屏蔽区外 30cm 处（一楼配电间）	2.5
	d ₁ /d ₂	西侧次屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	2.5
	e	南侧墙外 30cm 处（一楼控制室）	2.5
	f	北侧墙外 30cm 处（楼外空地）	2.5
	G	防护门外 30cm 处（一楼入口大厅）	2.5
	L	顶棚主屏蔽区外 30cm 处（楼顶屋面）	100
	m ₁ /m ₂	顶棚次屏蔽区外 30cm 处（楼顶屋面）	100
	n	东侧迷道外墙外 30cm 处（二楼走廊）	2.5
	p	东侧次屏蔽区外 30cm 处（二楼维修间）	2.5
	q	南侧墙外 30cm 处（二楼设备平台）	2.5
	r	东南侧墙外 30cm 处（二楼会议室）	0.8

7.3.3、其他相关要求

1) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）

表 7 保护目标与评价标准

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）。

6.1 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。

6.2 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；

表 7 保护目标与评价标准

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。

8.2 固体废物管理要求

8.2.2 其他固体废物管理要求

8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、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。

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。

2) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）

4.3.1 常规监测周期应综合考虑放射工作人员的性质、所受剂量大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩带在人体躯干

表 7 保护目标与评价标准

前方中部位置，一般在左胸前：当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩带在背部中间。

8.2.1 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。

3) 《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）

4.2 室内空气质量指标及要求应符合下表的规定。

表 7-4 室内空气质量指标及要求

指标分类	指标	计量单位	要求	备注
化学性	臭氧 (O ₃)	mg/m ³	≤0.16	1 小时平均

表 8 环境质量和辐射现状

8.1、项目地理和场所位置

许昌龙耀医院位于许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口西北角，本项目位于许昌龙耀医院放疗中心一层，该放疗中心地上两层，无地下室。



图 8-1 本项目所在区域现场照片

8.2、辐射环境现状检测

为掌握本项目所在区域的辐射环境现状水平，建设单位委托具有电离辐射检测能力的河南普华检测技术有限公司（证书编号：231603100494，有效期至：2029 年 08 月 24 日）对本项目所在区域开展了辐射环境现状检测，具体情况如下。

表 8 环境质量和辐射现状

8.2.1、检测说明			
1) 检测时间			
2025 年 7 月 16 日			
2) 环境条件			
天气：晴，温度：35.8℃，湿度：36.1%RH			
3) 检测因子			
环境γ辐射剂量率，μGy/h			
4) 检测依据			
《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）			
5) 检测仪器			
表 8-1 主要检测仪器信息			
仪器名称	X、γ辐射空气比释动能率仪	仪器型号	RJ32-3202
制造厂商	上海仁机仪器仪表有限公司	出厂编号	RJ3200325
校检单位	上海市计量测试技术研究院	校检证书	2025H21-20-5905461001
有效期限	2025.05.19~2026.05.18	量程范围	（主机）0.01μSv/h~150mSv/h （探头）1nGy/h~400μGy/h
6) 质量保证			
① 所有项目按国家有关规定及检测机构质控要求进行质量控制。			
② 检测分析方法采用国家颁布的标准（或推荐）分析方法，检测人员经过考核并持有合格证书。			
③ 所有检测仪器经过计量部门检定合格并在有效期内，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。			
④ 所有记录及分析结果均经过三级审核。			
8.2.2、检测点位			

表 8 环境质量和辐射现状



图 8-2 本项目所在区域环境γ辐射剂量率检测点位示意图

8.2.3、检测结果

表 8-2 本项目所在区域环境γ辐射剂量率检测结果

编号	检测点位描述	环境γ辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		备注
		均值	标准差	
1	拟建加速器机房中央位置	66.5	2.0	室外，原野，泥土地
2	拟建加速器机房北侧约 45m 处 水井房南侧门前空地	65.8	1.8	室外，原野，泥土地

表 8 环境质量和辐射现状

3	拟建加速器机房东侧约 30m 处 氧气站南侧门前空地	68.7	1.8	室外，道路，水泥地
4	拟建加速器机房东侧约 50m 处 医院内部道路	69.2	1.5	室外，道路，水泥地
5	拟建加速器机房南侧约 35m 处 感染性疾病科一楼大厅	89.8	2.0	室内，楼房，瓷砖地
6	拟建加速器机房南侧约 50m 处 感染性疾病科南侧楼外停车场	70.7	1.7	室外，道路，水泥地
7	拟建加速器机房西侧约 20m 处 围墙东侧空地	67.0	1.9	室外，原野，泥土地
8	医院大门北侧广场	69.5	1.7	室外，道路，水泥地

注：以上检测数据已按（HJ 1157-2021）进行修正处理。

8.2.4、检测结论

根据本项目所在区域现场情况，选取“医院大门北侧广场”作为测量参照点位，参照点位附近无辐射工作场所，不受其他核技术应用项目影响。

由检测结果可知，本项目所在区域的环境γ辐射空气吸收剂量率测量范围室内为 89.8nGy/h，室外为（65.8~70.7）nGy/h，与参照点位的环境γ辐射空气吸收剂量率相差不大，表明检测结果属于本项目所在区域的正常辐射环境背景水平，无辐射异常情况。

表 9 项目工程分析与源项

9.1、工程设备和工艺分析

9.1.1、系统组成

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，其系统组成主要包括：电子枪、脉冲调制器、微波功率源、微波传输系统、加速管、真空系统、束流传输系统（聚焦系统、导向系统和偏转系统）、准直系统、剂量监测系统、温控及充气系统、控制系统、机械运动系统（旋转机架、治疗头和治疗床）。

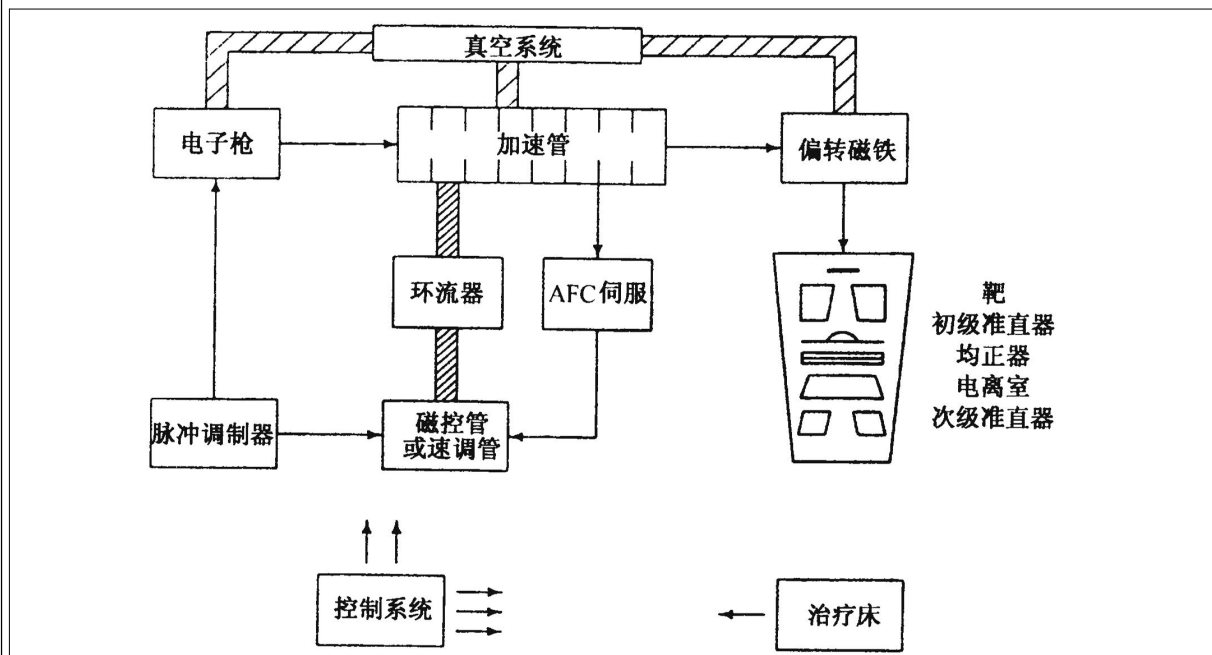


图 9-1 直线加速器系统组成示意图

9.1.2、工作原理

医用电子直线加速器将电子枪产生的电子经微波加速波导管加速后进入偏转磁场，形成电子束由电子窗口射出，经调制、准直后射到金属钨靶发生轫致辐射，产生中高能 X 射线，经一级准直器和均整器形成剂量均匀稳定的 X 射线束，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放射治疗。

9.1.3、工作流程

- 1）患者预约登记：经医生诊断、治疗正当性判断后，对确定需要治疗的患者进行预约登记，以确定治疗时间。
- 2）进行模拟定位：先进行体位固定模体定制，然后通过模拟定位设备对患者病灶部位进行详细检查，对患者的靶区及危及器官进行勾画。
- 3）制定治疗计划：根据患者病灶的性质、部位和大小，制定精确放疗计划，并对

表 9 项目工程分析与源项

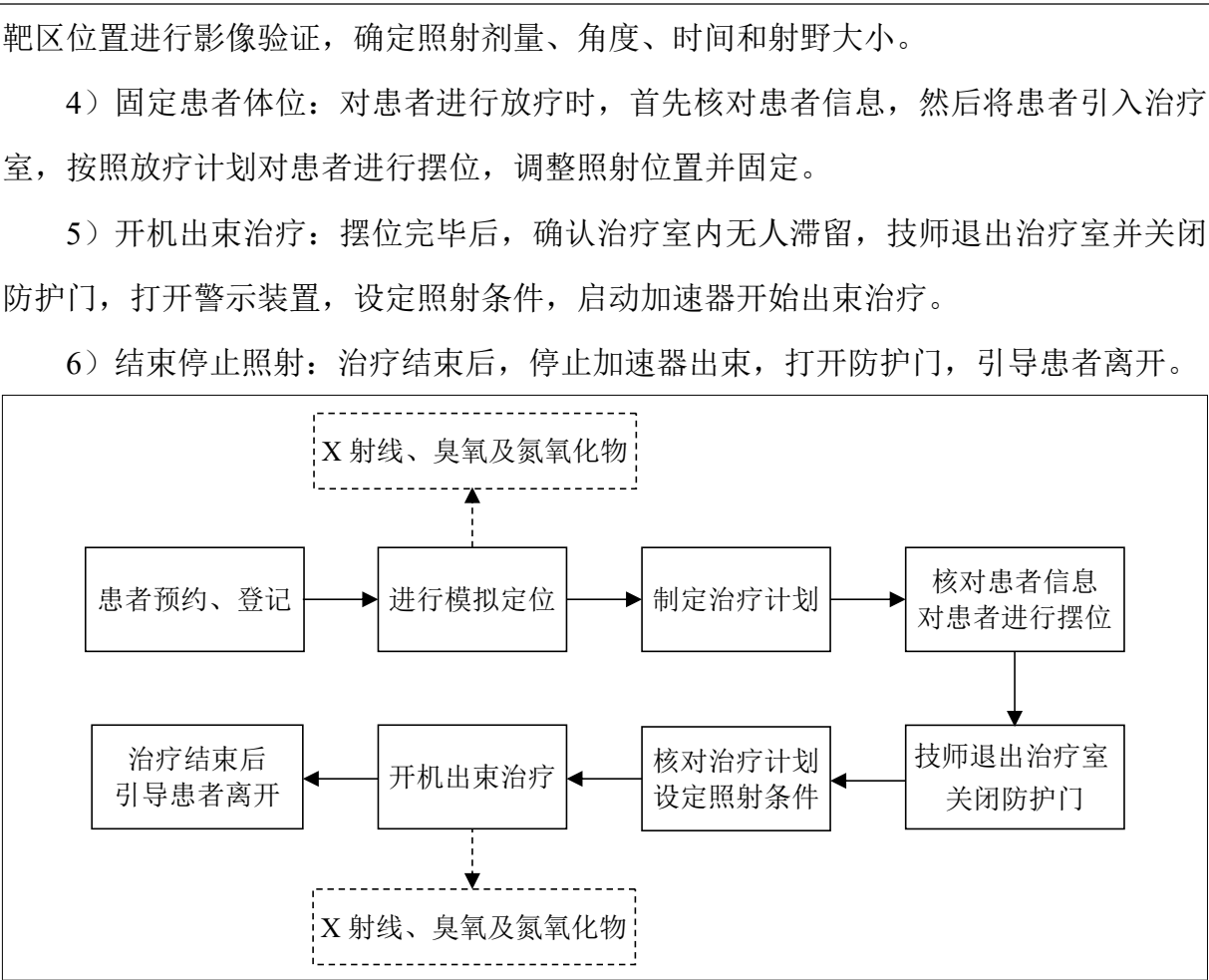


图 9-2 直线加速器工作流程及产污示意图

9.2、污染源项描述

9.2.1、正常工况下污染源项

1) X 射线

本项目直线加速器 X 射线能量为 6MV，无电子线模式。常规模式下 X 射线最高能量 6MV，最大剂量率 6Gy/min（360Gy/h）；FFF 模式下 X 射线最高能量 6MV，最大剂量率 14Gy/min（840Gy/h）。

直线加速器正常运行时产生的 X 射线具有较强的穿透力，可能贯穿机房屏蔽设施，使辐射工作人员及周围公众人员受到一定的外照射影响。

2) 放射性固体废物

直线加速器使用一定年限后，更换或退役的废靶件带有一定的放射性，视作放射性固体废物，交由生产厂家或有资质的单位回收。

3) 非放射性有害气体

表 9 项目工程分析与源项

直线加速器机房内部空气在 X 射线照射下发生电离，产生少量有害气体，主要为臭氧和氮氧化物，射线越强有害气体产额越高，若空气流通不畅，使其在机房内累积，会对辐射工作人员及患者造成一定危害。

综上所述，在正常运行工况下，直线加速器的主要污染因子为：X 射线、废靶件、臭氧和氮氧化物。

9.2.2、事故工况下污染源项

1) 控制系统或电器系统发生故障，加速器不能及时停止出束，或操作人员疏忽将参数设置错误，使患者受到计划外的超剂量照射（X 射线）。

2) 安全联锁系统发生故障，防护门未完全关闭，加速器便开始出束，使防护门外活动人员受到一定的误照射（X 射线）。

3) 安全联锁系统和警示装置发生故障，人员误入正在出束的加速器机房，使其受到一定的误照射（X 射线）。

4) 人员尚未撤离加速器机房，操作人员未进行确认便将防护门关闭，控制加速器出束，使机房内滞留人员受到一定的误照射（X 射线）。

5) 设备维护检修期间，人员误操作加速器出束，使其受到一定的误照射（X 射线）。

表 10 辐射安全与防护

10.1、项目安全设施

10.1.1、工作场所布局

本项目直线加速器机房东侧为候诊区、配电间（放疗中心一层）和维修间、会议室、走廊（放疗中心二层），南侧为水冷机房、值班室、控制室、入口大厅（放疗中心一层）和设备平台（放疗中心二层），西侧为楼外空地，北侧为楼外空地，正上方为楼顶屋面，正下方为土层。

表 10-1 辐射工作场所周围毗邻关系

场所名称	东侧	南侧	西侧	北侧	正上	正下
直线加速器	候诊区、配电间 （放疗中心一层）	水冷机房、值班室、控制室、 入口大厅（放疗中心一层）	楼外 空地	楼外 空地	楼顶 屋面	土层
	维修间、会议室、走廊 （放疗中心二层）	设备平台 （放疗中心二层）				

10.1.2、工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关规定，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。控制区：需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域。监督区：控制区以外，通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

本项目直线加速器工作场所分区情况如下：

控制区：直线加速器机房屏蔽墙及防护门以内的区域。

监督区：东侧配电间，维修间、会议室、候诊区和走廊处东屏蔽墙外 1m 内区域，南侧水冷机房、值班室、控制室、设备平台、入口大厅处防护门外 1m 内区域，西侧和北侧屏蔽墙外 1m 内区域。

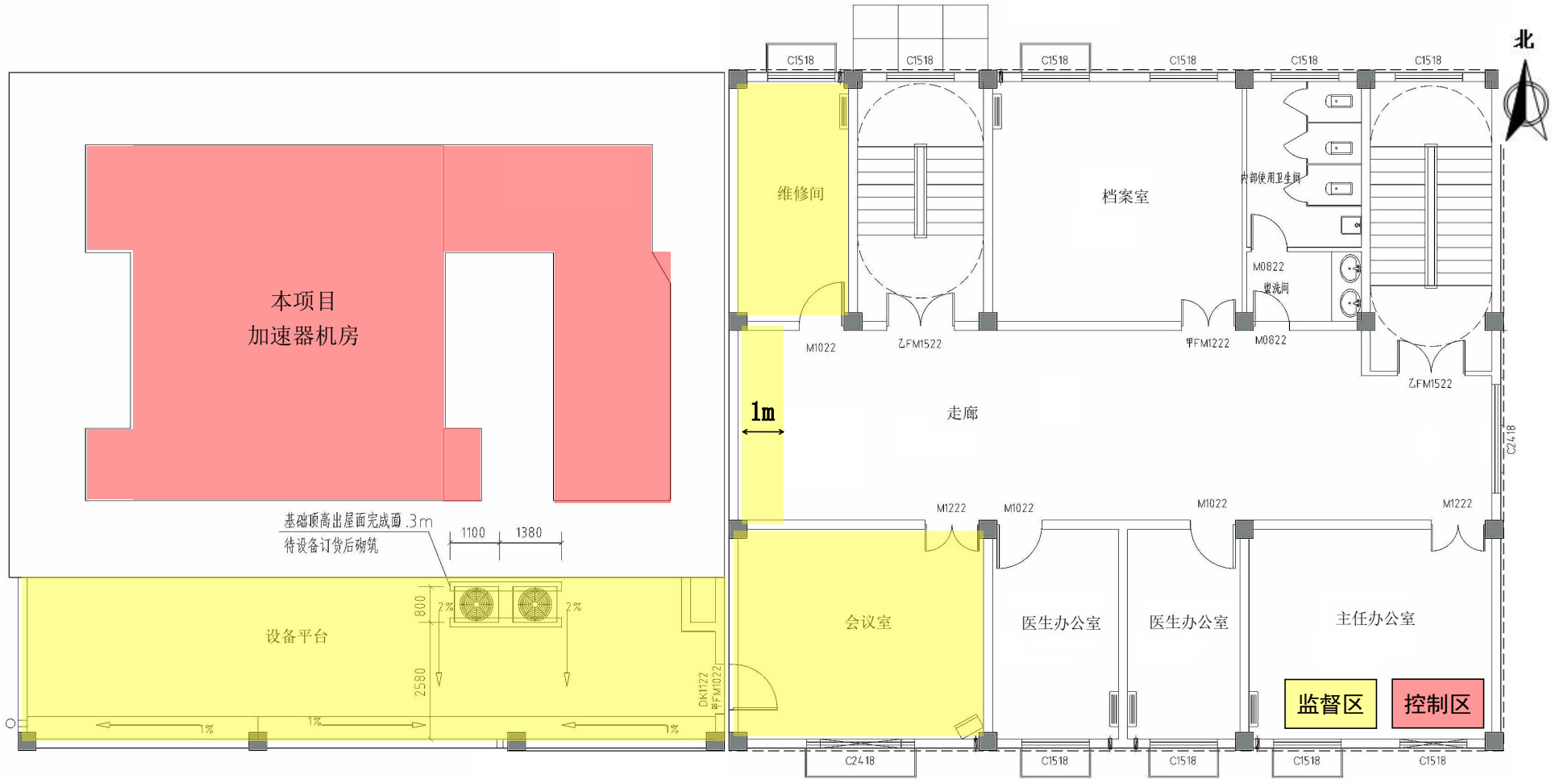


图 10-1-1 直线加速器分区划分示意图

表 10 辐射安全与防护

10.1.3、辐射安全与防护措施

1) 机房屏蔽设计

表 10-2 本项目直线加速器机房屏蔽设计

机房内部 空间尺寸	西墙和迷道内墙主屏蔽区间距 7.0m、次屏蔽区间距 8.8m		
	南墙和北墙间距 7.9m		
	地板和顶棚主屏蔽区间距 4.7m、次屏蔽区间距 5.4m		
西墙	主屏蔽区 2.7m 混凝土	顶棚	主屏蔽区 2.2m 混凝土
	主屏蔽区宽度 3.9m		主屏蔽区宽度 3.9m
	次屏蔽区 1.7m 混凝土		次屏蔽区 1.5m 混凝土
北墙	1.6m 混凝土	迷道内墙	主屏蔽区 2.4m 混凝土
南墙	1.7m 混凝土		主屏蔽区宽度 3.9m
东墙(迷道外墙)	北侧：1.6m 混凝土 南侧：1.2m 混凝土		次屏蔽区 1.6m 混凝土
迷道尺寸	净长 9.6m、净宽 2.2m、净高 5.4m		
防护门	电动门，12mmPb 不锈钢复合铅门		
	门洞宽×高：1.6m×2.4m，门体宽×高：1.8m×2.6m（门体与门洞四周搭接各 100mm）		

注: 屏蔽墙采用一次性浇筑, 混凝土密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$, 铅密度 $\geq 11.3\text{g/cm}^3$ 。

表 10 辐射安全与防护

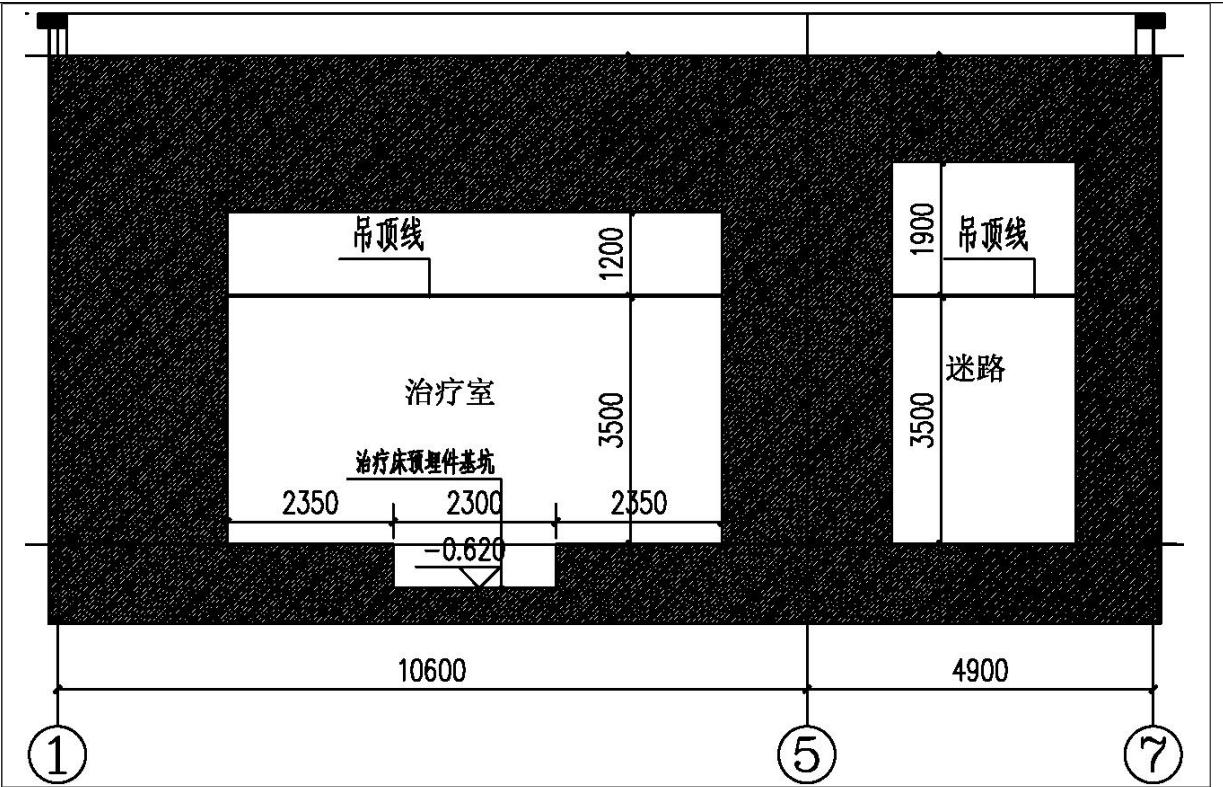


图 10-3 本项目直线加速器机房立面尺寸图（东西向剖面）

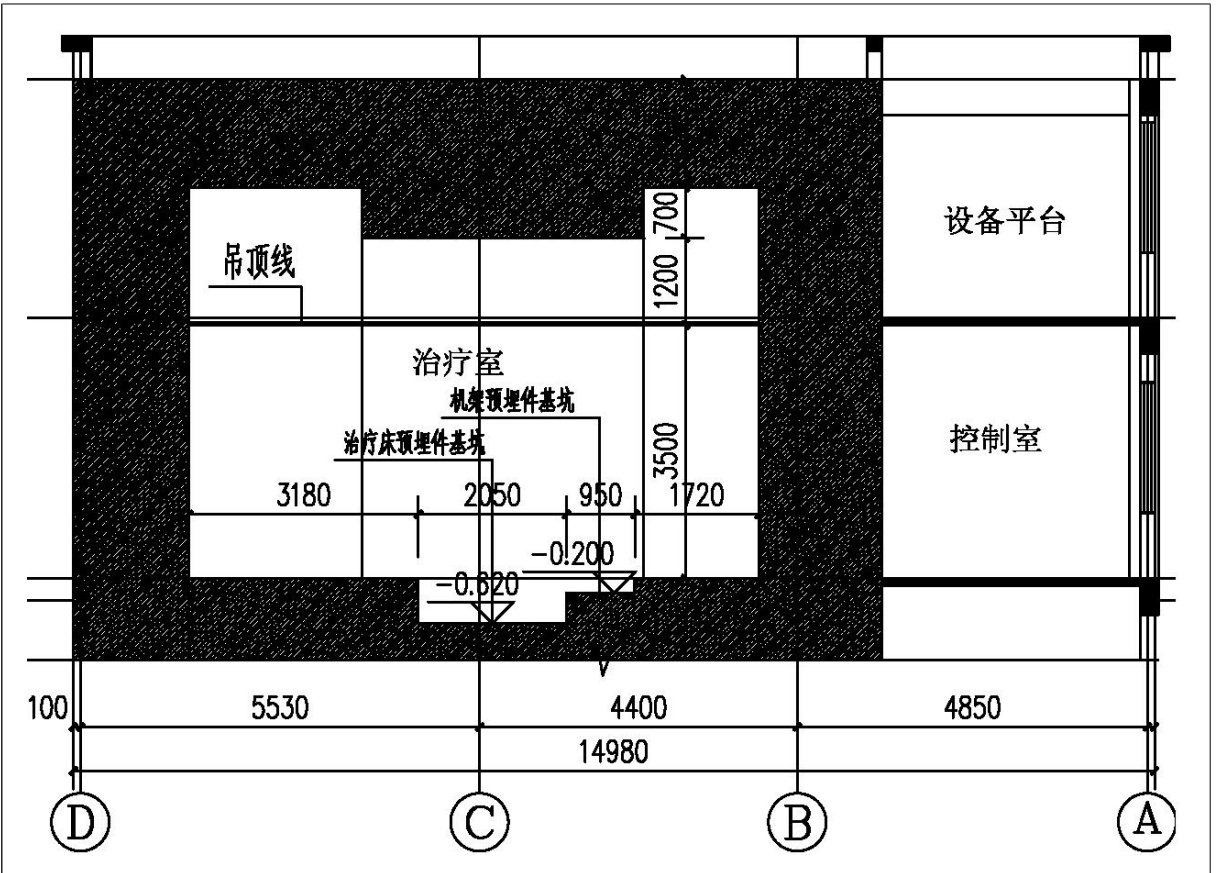


图 10-4 本项目直线加速器机房立面尺寸图（南北向剖面）

表 10 辐射安全与防护

2) 安全防护措施			
表 10-3 本项目直线加速器机房拟采取的安全防护措施			
序号	HJ 1198-2021 相关要求	本项目设计建设情况	评价结论
1	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。	1) <u>进出机房的通风管道均由防护门吊顶上方进入机房，采用“Z”型预埋管，拟在迷道内穿墙部分通风管道外包裹 12mmPb 铅做防护补偿，包裹长度不小于 2 倍的穿墙孔长度，并沿墙外翻与墙体搭接足够长度。</u> 2) <u>防护门上方进出机房的冷媒管，治疗室南侧穿线管均采用斜 45° 穿过墙体，拟在机房内侧穿墙部分管道外包裹 12mmPb 铅做防护补偿，包裹长度不小于 2 倍的穿墙孔长度，并沿墙外翻与墙体搭接足够长度。</u> 3) <u>进出机房的电缆线管采用“U”型下穿方式通过屏蔽墙，在穿墙口处加盖 12mmPb 铅板做防护补偿。</u> 4) 防护门与门洞四周墙体搭接各 100mm，确保大于十倍的门墙间隙。	符合要求
2	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	1) 防护门上张贴符合要求的电离辐射警告标志，门口上方设置工作状态指示灯。 2) 治疗室西墙、迷道内墙、机房内东北角和迷道外墙上方各设置 1 个摄像头（共 4 个），控制室内设置监视器。 3) 控制室和治疗室之间安装双向	符合要求

表 10 辐射安全与防护

	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。	对讲系统。	
3	6.2.2 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。	迷道内墙北侧设置固定式辐射剂量监测仪测量探头，控制室内设置显示终端，固定式剂量监测仪带有报警功能，可根据需要设置报警阈值。	符合要求
4	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。	1) 防护门与加速器出束控制系统建立安全联锁，实现防护门打开即停止出束，防护门未完全关闭无法启动出束。 2) 防护门内侧迷道内墙及控制台各设置 1 个（共 2 个）紧急开门按键。 3) 防护门安装红外感应式防夹控制装置。 4) 控制台、迷道内墙外侧及治疗室北墙、西墙、南墙、迷道内墙内侧共设置 6 个红色紧急停机按钮，并按要求设置明显的“急停按钮”文字标识。	符合要求

表 10 辐射安全与防护

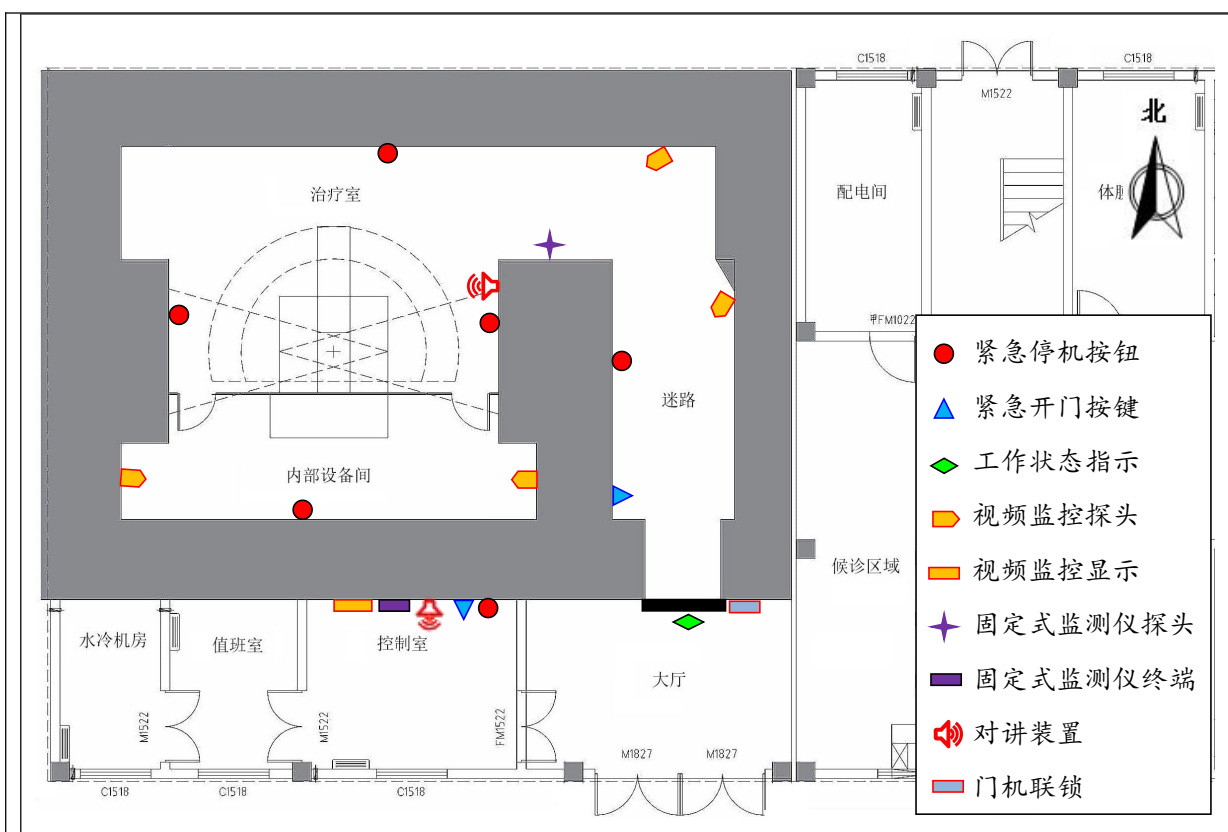


图 10-5 本项目直线加速器安全防护设施示意图

3) 机房通风设计

根据建设单位提供的设计方案，该加速器机房进风管道、排风管道均由防护门吊顶上方进入机房，通风管道以“Z”形穿墙，管道沿迷道进入治疗室，拟于治疗室东侧上方设置 2 个进风口，治疗室西北侧和西南侧距地 20cm 处设置 2 个排风口，建设单位拟在机房防护门上方管道穿墙口内侧包裹 12mmPb 铅板做防护补偿。排风管道从防护门吊顶上方出机房后，向东由加速器机房东南侧二楼设备平台楼板预留洞口向上穿过设备平台，连接至楼顶屋面出风口。楼顶屋面除维修人员检修时，借助梯子经屋面检修口进入，日常无人员活动。

本项目直线加速器机房设计排风量不小于 2000m³/h，采用“上进风，下排风”对角布局有利于臭氧和氮氧化物等有害气体排出，机房内部容积约 458.8m³（含迷道），换气次数不小于 4 次/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的相关要求。



表 10 辐射安全与防护

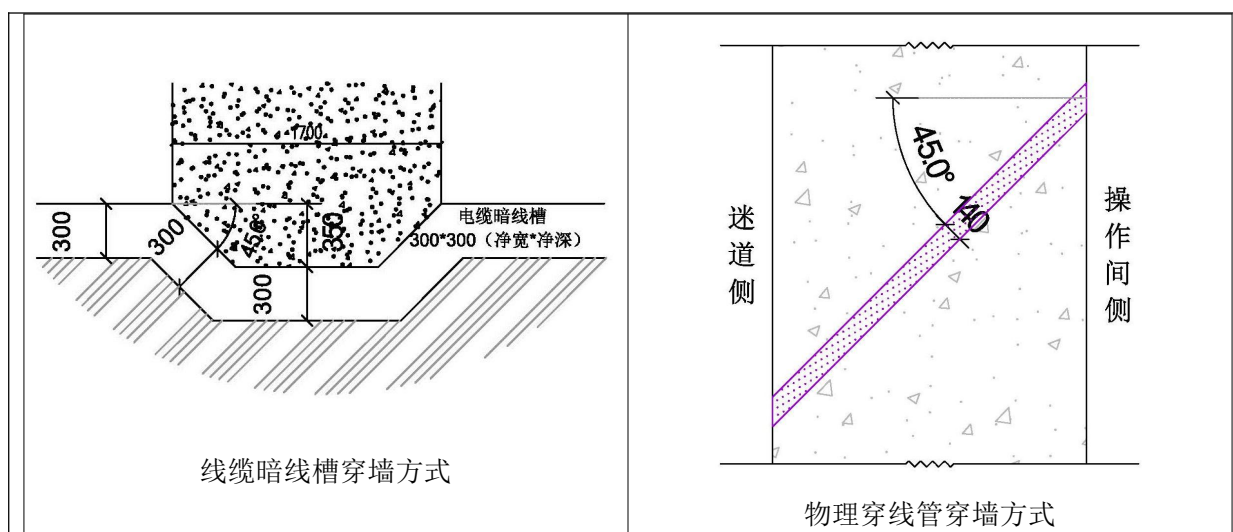


图 10-7 本项目加速器机房管线穿墙方式

10.1.4、检测设备及个人防护用品

表 10-4 本项目拟配置的检测设备

场所名称	检测设备或防护用品名称	拟配置情况	相关情况说明
直线加速器	便携式辐射检测仪	1 台	拟购，型号未定
	固定式辐射检测仪	1 台	拟购，型号未定
	个人剂量报警仪	3 台	拟购，型号未定
	个人剂量计	若干	辐射工作人员每人 1 枚（定期更换）

10.2、三废的治理

10.2.1、非放射性三废

1) 废气：本项目直线加速器正常运行期间，释放的 X 射线致空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物等有害气体，不具有放射性，在常温常压下稳定性较差，通过机房通风系统排入外环境，并迅速得以稀释、转化，不对外环境产生影响。

2) 废水和固体废物：本项目直线加速器正常运行期间工作人员及患者产生的生活垃圾由保洁人员收集，最后统一委托市政环卫部门清运；生活污水依托医院污水处理设施处理，符合排放要求后排入市政污水管网。

10.2.2、放射性三废

固体废物：本项目直线加速器使用一定年限后，更换或退役的废靶件带有一定的放射性，视作放射性固体废物，交由生产厂家或有资质的单位回收。

表 11 环境影响分析

11.1、建设阶段环境影响分析

医用电子直线加速器只有在运行过程中才会产生辐射，其产生的射线是随设备的开、关而产生和消失。因此，在土建施工阶段医用电子直线加速器对环境无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。在设备调试阶段虽会产生射线，但调试时间很短，此时机房屏蔽设施已建好，因此不会对调试人员及周围公众产生明显的辐射影响。因此，建设阶段的环境影响主要为土建施工期间的影响。

11.1.1 土建施工环境影响分析

本项目涉及到直线加速器机房的土建、防护、装修，施工期的主要污染因子为施工噪声、施工扬尘、施工固体废弃物以及施工人员产生的生活废水和生活垃圾。本项目施工期拟采取如下污染防治措施：

1) 加强施工管理，合理规划时间，夜间不进行施工，昼间施工时选用低噪声的施工机械设备，减少对周围的噪声影响。

2) 施工场地设置围栏，水泥、沙子、石灰等粉状建筑材料及建筑垃圾等合理堆放，并采取遮盖措施，施工场地定期进行洒水降尘，裸漏地面及时进行硬化处理。

3) 项目产生建筑垃圾主要是建筑废渣和一些包装袋、包装箱、碎木块、废水泥等。首先对其中可回收利用部分进行回收，其次对建筑垃圾要定点堆放，运至政府部门指定的建筑垃圾堆放场。

4) 施工人员生活污水和生活垃圾均依托医院现有的污水处理设施或固废处理设施进行处理，不外排。

综上所述，本项目施工期的环境影响是短暂的、微弱的，并随着施工期的结束而消失；建设单位应严格落实各项污染防治措施，同时加强施工管理，尽可能将施工期的环境影响降至最低水平。

11.1.2、调试期间环境影响分析

本项目射线装置的安装调试均由厂家委派专业人员完成，在调试期间会进行多次出束操作，由于此时工作场所的安全防护措施已建成，故其对周围环境产生的辐射影响是可控的、微弱的。建设单位应加强管理，防止人员误入工作场所内，另外调试人员在调试期间应全程佩戴个人剂量报警仪，发现异常情况，立即停止调试工作，待问题解决后方可再次启动。综上所述，通过采取合理有效的辐射安全防护措施，射线装置调试期间

表 11 环境影响分析

产生的辐射环境影响是可控的、微弱的。

11.2、运行阶段环境影响分析

11.2.1、关注点处剂量率控制限值

1) 关注点位置

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/T 201.2-2011），通常在机房外、距机房外表面 30cm 处，选择人员受照的剂量可能最大的位置作为关注点；机房屏蔽设计与评价应估算 X 射线在最高 MV 条件下的有用线束、泄漏辐射和其产生的散射辐射。对于主屏蔽墙主屏蔽区仅考虑有用线束，忽略进入该区域的泄漏辐射和散射辐射；对于主屏蔽墙次屏蔽区考虑泄漏辐射和有用线束水平照射或向顶照射时的患者散射辐射；对于侧屏蔽墙仅考虑泄漏辐射。

表 11-1 本项目直线加速器周围关注点位置

关注点	位置描述	主要考虑的射线影响及照射路径
a	东侧迷道外墙外 30cm 处（一楼候诊区）	有用线束（ $o_2 \rightarrow a$ ）
b	西侧主屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	有用线束（ $o_1 \rightarrow b$ ）
c ₁	东侧次屏蔽区外 30cm 处（一楼配电间）	泄漏辐射（ $o \rightarrow c_1$ ） 一次散射（ $o_2 \rightarrow o \rightarrow c_1$ ）
d ₁ /d ₂	西侧次屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	泄漏辐射（ $o \rightarrow d_1/d_2$ ） 一次散射（ $o_1 \rightarrow o \rightarrow d_1/d_2$ ）
e	南侧墙外 30cm 处（一楼控制室）	泄漏辐射（ $o \rightarrow e$ ）
f	北侧墙外 30cm 处（楼外空地）	泄漏辐射（ $o \rightarrow f$ ）
G	防护门外 30cm 处（一楼入口大厅）	泄漏辐射（ $o_1 \rightarrow g \rightarrow G$ ） 经患者表面的二次散射（ $o_1 \rightarrow o \rightarrow i \rightarrow g \rightarrow G$ ） 穿过患者经主屏蔽墙的二次散射 （ $o_1 \rightarrow h \rightarrow i \rightarrow g \rightarrow G$ ）
L	顶棚主屏蔽区外 30cm 处（楼顶屋面）	有用线束（ $o_3 \rightarrow L$ ）
m ₁ /m ₂	顶棚次屏蔽区外 30cm 处（楼顶屋面）	泄漏辐射（ $o \rightarrow m_1/m_2$ ） 一次散射（ $o_3 \rightarrow o \rightarrow m_1/m_2$ ）
n	东侧迷道外墙外 30cm 处（二楼走廊）	有用线束（ $o_2 \rightarrow n$ ）
p	东侧次屏蔽区外 30cm 处（二楼维修间）	泄漏辐射（ $o \rightarrow p$ ） 一次散射（ $o_2 \rightarrow o \rightarrow p$ ）
q	南侧墙外 30cm 处（二楼设备平台）	泄漏辐射（ $o \rightarrow q$ ）
r	东南侧墙外 30cm 处（二楼会议室）	泄漏辐射（ $o \rightarrow r$ ）

表 11 环境影响分析

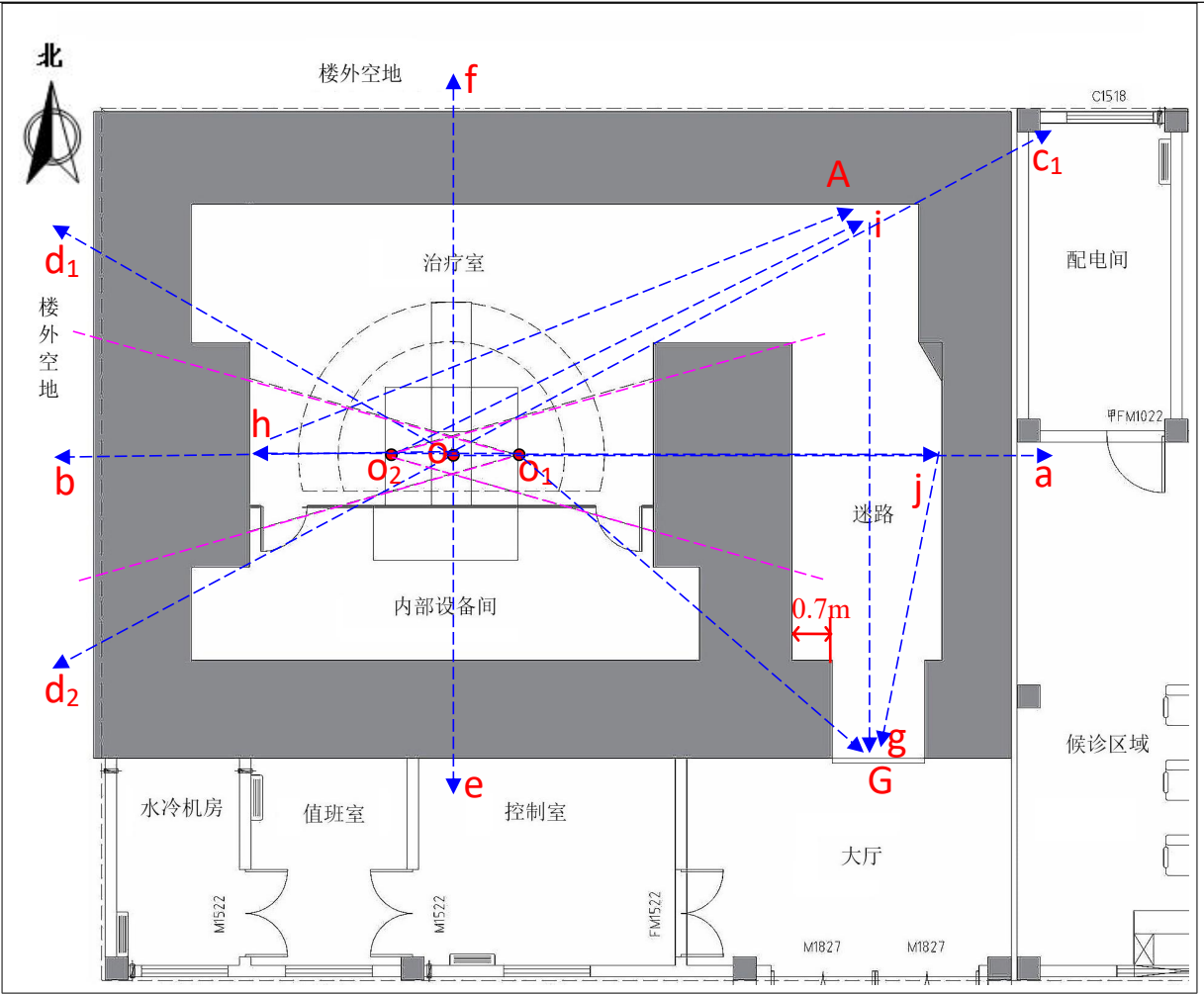


图11-1 本项目直线加速器周围关注点位置平面图（放疗中心一层）

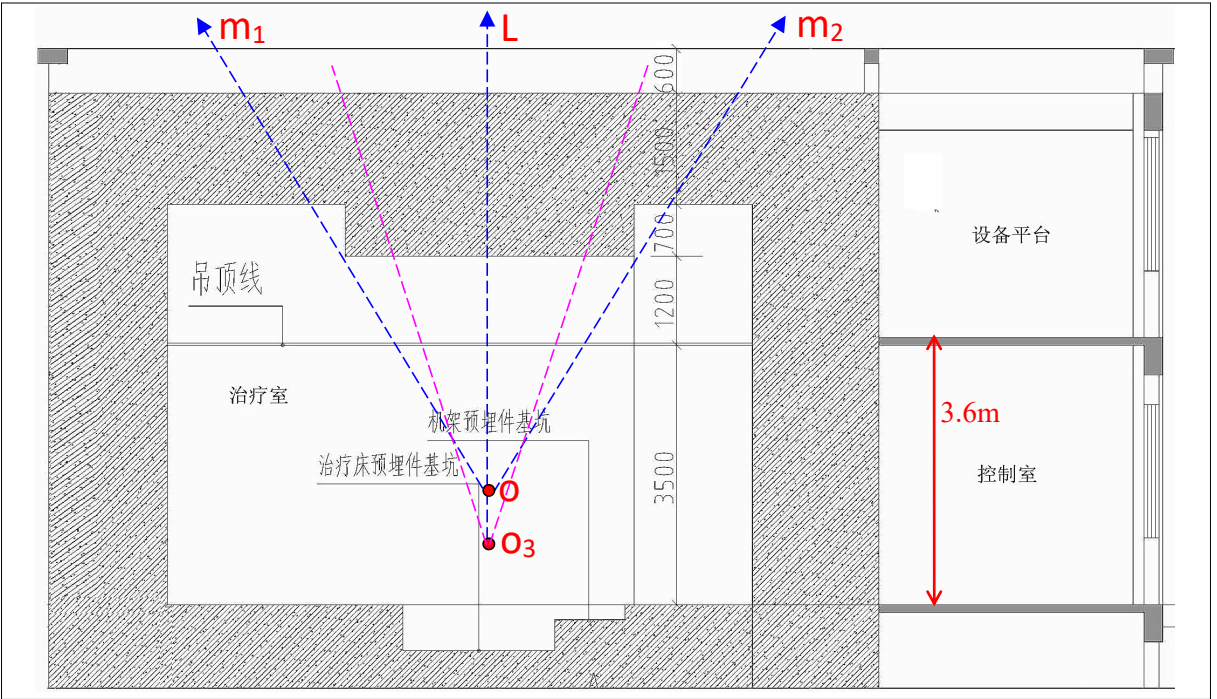


图11-2 本项目直线加速器周围关注点位置立面图

表 11 环境影响分析

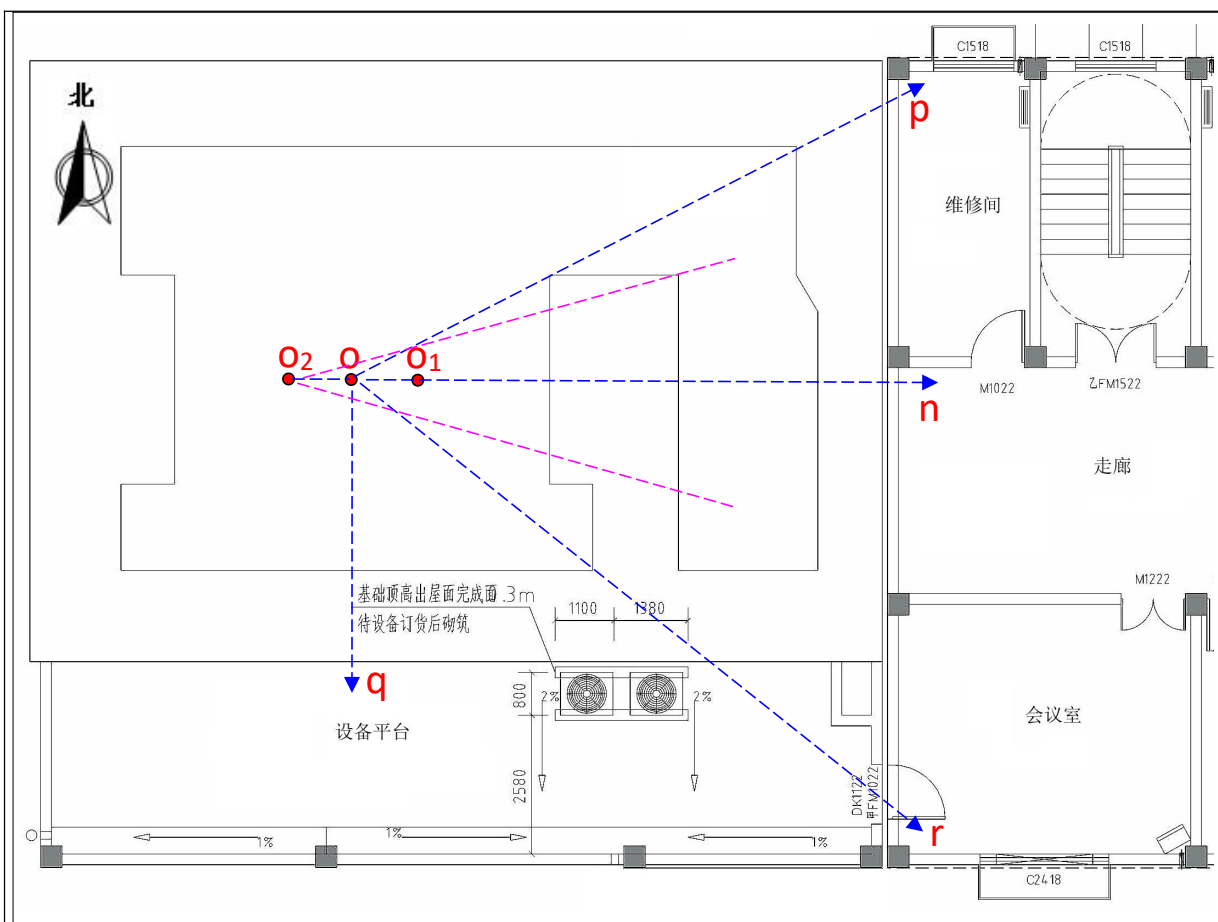


图11-3 本项目直线加速器周围关注点位置平面图（放疗中心二层）

2) 导出剂量率参考控制水平

关注点处导出剂量率参考控制水平依据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）6.1.4 的要求及《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/T 201.2-2011）中附录 A.2 中计算公式计算。

① 单一有用线束在关注点的导出剂量率参考控制水平按下式 11-1 计算。

$$\dot{H}_{c,d} = \dot{H}_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots \text{(公式 11-1)}$$

式中：

$\dot{H}_c$ —周参考剂量控制水平；机房外辐射工作人员取 100 μ Sv/周，机房外非辐射工作人员取 5 μ Sv/周；

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使用因子；对于旋转式加速器有用辐射朝向的墙和室顶 U=1/4，泄漏辐射和散射辐射 U=1。

表 11 环境影响分析

T—人员在相应关注点驻留的居留因子；根据（HJ 1198-2021）附录 A 选取。

② 单一泄漏辐射在关注点的导出剂量率参考控制水平按下式 11-2 计算。

$$\dot{H}_{c,d} = \dot{H}_c / (N \bullet t \bullet T) \dots\dots\dots \text{（公式 11-2）}$$

式中：

N—调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子，已按设备出束时间考虑工作负荷，取 N=1；其他同式 11-1。

③ 复合辐射：与主屏蔽区相连的次屏蔽区，剂量率参考控制水平为泄漏辐射（按式 11-2 中 $0.5\dot{H}_c$ 导出的剂量率参考控制水平）和有用线束水平照射的患者散射辐射（ $0.5\dot{H}_{c,max}$ ）在关注点的剂量率之和。

④ 根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），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： $\dot{H}_{c,max} \leq 10\mu\text{Sv/h}$ 。

根据建设单位提供的信息，本项目直线加速器正常运行后预计最大工作量如下。

表 11-2 本项目直线加速器预计最大工作量

序号	最大治疗时间	周治疗人次	周工作时间	年工作时间
1	5min/人次	150 人次	12.5h	625h（按 50 周计）

注：本项目直线加速器拟全部开展调强放疗和 FFF 模式精确放疗，调强放疗相较于 FFF 模式放疗出束时间长，不同放疗模式单人次最大治疗时间保守均按 5min 考虑。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），居留因子选取依据如下。

表 11-3 不同场所的居留因子（附录 A）

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、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
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：仅有行人车辆来往的户外区域、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

表 11 环境影响分析

各关注点导出剂量率参考控制水平结果见下表。

表 11-4 放射治疗工作场所关注点处导出剂量率参考控制水平

关注点	位置描述	$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	使用 因子 U	调强 因子 N	居留 因子 T	周工作 时间 t (h)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	备注
a	东侧迷道外墙外 30cm 处（一楼候诊区）	5	1/4	/	1	12.5	1.6	有用线束
b	西侧主屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	5	1/4	/	1/16	12.5	25.6	有用线束
c ₁	东侧次屏蔽区外 30cm 处（一楼配电间）	<u>5</u>	<u>/</u>	<u>1</u>	<u>1/16</u>	<u>12.5</u>	<u>3.2</u>	漏射
		<u>/</u>	<u>/</u>	<u>/</u>		<u>/</u>	<u>5</u> <u>(0.5$\dot{H}_{c,max}$)</u>	8.2 散射
d ₁ /d ₂	西侧次屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	<u>5</u>	<u>/</u>	<u>1</u>	<u>1/16</u>	<u>12.5</u>	<u>3.2</u>	漏射
		<u>/</u>	<u>/</u>	<u>/</u>		<u>/</u>	<u>5</u> <u>(0.5$\dot{H}_{c,max}$)</u>	8.2 散射
e	南侧墙外 30cm 处（一楼控制室）	100	/	1	1	12.5	8	漏射
f	北侧墙外 30cm 处（楼外空地）	5	/	1	1/16	12.5	6.4	漏射
G	防护门外 30cm 处（一楼入口大厅）	5	/	1	1/8	12.5	1.6	漏射
		/	/	/		/	5 (0.5 $\dot{H}_{c,max}$)	6.6 散射
n	东侧迷道外墙外 30cm 处（二楼走廊）	5	1/4	/	1/5	12.5	8	有用线束
p	东侧次屏蔽区外 30cm 处（二楼维修间）	<u>5</u>	<u>/</u>	<u>1</u>	<u>1/16</u>	<u>12.5</u>	<u>3.2</u>	漏射
		<u>/</u>	<u>/</u>	<u>/</u>		<u>/</u>	<u>5</u> <u>(0.5$\dot{H}_{c,max}$)</u>	8.2 散射
q	南侧墙外 30cm 处（二楼设备平台）	5	/	1	1/16	12.5	6.4	漏射
r	东南侧墙外 30cm 处（二楼会议室）	5	/	1	1/2	12.5	0.8	漏射

3) 由以下三者中较小者作为本项目关注点的剂量率控制限值：

① 由放射治疗周工作负荷及各关注点使用因子及居留因子确定的各关注点周围导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ；

② 最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ；

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

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

表 11 环境影响分析

③ 建设单位制定的剂量率控制限值。

表 11-5 放射治疗工作场所关注点处剂量率控制限值

关注点	位置描述	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	建设单位制定的 管理限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价标准 ($\mu\text{Sv/h}$)
a	东侧迷道外墙外 30cm 处（一楼候诊区）	1.6	2.5	2.5	1.6
b	西侧主屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	25.6	10	2.5	2.5
c ₁	东侧次屏蔽区外 30cm 处（一楼配电间）	8.2	10	2.5	2.5
d ₁ /d ₂	西侧次屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	8.2	10	2.5	2.5
e	南侧墙外 30cm 处（一楼控制室）	8	2.5	2.5	2.5
f	北侧墙外 30cm 处（楼外空地）	6.4	10	2.5	2.5
G	防护门外 30cm 处（一楼入口大厅）	6.6	10	2.5	2.5
L	顶棚主屏蔽区外 30cm 处（楼顶屋面）	100		100	100
m ₁ /m ₂	顶棚次屏蔽区外 30cm 处（楼顶屋面）	100		100	100
n	东侧迷道外墙外 30cm 处（二楼走廊）	8	10	2.5	2.5
p	东侧次屏蔽区外 30cm 处（二楼维修间）	8.2	10	2.5	2.5
q	南侧墙外 30cm 处（二楼设备平台）	6.4	10	2.5	2.5
r	东南侧墙外 30cm 处（二楼会议室）	0.8	10	2.5	0.8

备注：根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）6.1.4，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），因此，本项目加速器顶棚外 L/m₁/m₂ 处的控制水平取 100 $\mu\text{Sv/h}$ 。

11.2.2、关注点处剂量率计算

1) 主要技术参数

根据建设单位提供的信息，本项目直线加速器主要技术参数如下。

表 11-6 本项目直线加速器主要技术参数

序号	技术指标	具体参数
1	最大输出剂量率	常规模式：X 射线最高能量 6MV，最大输出剂量率 6Gy/min（360Gy/h） FFF 模式：X 射线最高能量 6MV，最大输出剂量率 14Gy/min（840Gy/h）
2	有用线束张角	$\leq 28^\circ$
3	源轴距（SAD）	1000mm
4	泄漏辐射比率	0.1%
5	最大照射野	40cm×40cm
6	等中心离地高度	1280mm

表 11 环境影响分析

2) 加速器机房屏蔽设计

表 11-7 本项目直线加速器机房屏蔽设计

西墙	主屏蔽区 2.7m 混凝土	顶棚	主屏蔽区 2.2m 混凝土
	主屏蔽区宽度 3.9m		主屏蔽区宽度 3.9m
	次屏蔽区 1.7m 混凝土		次屏蔽区 1.5m 混凝土
北墙	1.6m 混凝土	迷道内墙	主屏蔽区 2.4m 混凝土
南墙	1.7m 混凝土		主屏蔽区宽度 3.9m
东墙（迷道外墙）	北侧：1.6m 混凝土 南侧：1.2m 混凝土		次屏蔽区 1.6m 混凝土
迷道尺寸	净长 9.6m、净宽 2.2m、净高 5.4m		
防护门	电动门，12mmPb 不锈钢复合铅门		

注：屏蔽墙采用一次性浇筑，混凝土密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ，铅密度 $\geq 11.3\text{g/cm}^3$ 。

表 11-8 本项目直线加速器等中心点与关注点距离

关注点	位置描述	对应功能区	等中心点与关注点距离
a	东侧迷道外墙外 30cm 处	一楼候诊区	10.00m
b	西侧主屏蔽区外 30cm 处	楼外空地	6.50m
c ₁	东侧次屏蔽区外 30cm 处	一楼配电间	11.38m
d ₁ /d ₂	西侧次屏蔽区外 30cm 处	楼外空地	7.40m
e	南侧墙外 30cm 处	一楼控制室	5.55m
f	北侧墙外 30cm 处	楼外空地	6.25m
G	防护门外 30cm 处	一楼入口大厅	9.07m
L	顶棚主屏蔽区外 30cm 处	楼顶屋面	6.52m
m ₁ /m ₂	顶棚次屏蔽区外 30cm 处	楼顶屋面	7.47m
n	东侧迷道外墙外 30cm 处	二楼走廊	10.33m
p	东侧次屏蔽区外 30cm 处	二楼维修间	11.67m
q	南侧墙外 30cm 处	二楼设备平台	6.13m
r	东南侧墙外 30cm 处	二楼会议室	13.25m

注：①等中心点与关注点距离根据建设单位提供的设计图纸推算得出；其中防护门外 G 点距离保守取 o₁ 与关注点 g 的距离。

②放疗中心一楼层高为 3.6m（含二层地板厚度），放疗中心二层关注点（n/p/r/q）均取距二层地面 0.3m 高度。

3) 有用线束和泄漏辐射

有用线束和泄漏辐射在关注点处的剂量率按（GBZ/T201.2-2011）中的公式计算。

表 11 环境影响分析

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet f}{R^2} \bullet B \dots\dots\dots \text{(公式 11-3)}$$

式中:

$\dot{H}$ —有用线束和泄漏辐射所致屏蔽体外关注点处的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

$\dot{H}_0$ —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$, 本项目选取 FFF 模式下 $8.4\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ 进行预测;

f —对有用线束取 1, 对泄漏辐射为泄漏辐射比率取 0.1%;

R —辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

B —屏蔽透射因子, 按下式计算。

$$B = 10^{-(X_e+TVL-TVL_1)/TVL} \dots\dots\dots \text{(公式 11-4)}$$

式中:

TVL_1 —辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度, cm;

TVL —辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度, cm;

X_e —有效屏蔽层厚度, cm, 按下式计算。

$$X_e = X \bullet \sec \theta \dots\dots\dots \text{(公式 11-5)}$$

式中:

X —屏蔽物质厚度, cm;

θ —斜射角, $^\circ$;

4) 患者一次散射辐射

患者一次散射辐射在关注点处的剂量率按(GBZ/T201.2-2011)中的公式计算。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet \alpha_{ph} \bullet (F/400)}{R_s^2} \bullet B \dots\dots\dots \text{(公式 11-6)}$$

式中:

$\dot{H}$ —患者一次散射辐射所致屏蔽体外关注点处的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

$\dot{H}_0$ —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$, 同上;

α_{ph} —患者 400cm^2 面积上垂直入射 X 射线散射至距 1m (关注点方向) 处的剂量比例, 又称 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 ;

表 11 环境影响分析

R_s —患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，同上。

5) 患者一次散射经墙壁二次散射辐射

患者一次散射经墙壁二次散射后在迷道入口处的剂量率按（GBZ/T201.2-2011）中的公式计算。

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

式中：

$\dot{H}_g$ —迷道入口处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，同上；

α_{ph} —患者 400cm^2 面积上的散射因子，通常取 45° 散射角的值；

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，通常取入射角为 45° ，散射角为 0° ，根据（GBZ/T201.2-2011）附录 B 表 B.3，患者散射辐射的平均能量接近 0.5MeV ，通常使用（GBZ/T201.2-2011）附录 B 表 B.6 中 0.5MeV 栏内的值 22.0×10^{-3} ；

A —散射面积， m^2 ，迷道入口处和等中心位置共同可见区域，包括治疗机房吊顶上方的区域；

R_1 —患者至迷道中线与迷道内口散射墙交点的距离，m；

R_2 —迷道内口散射墙至迷道入口的距离，m。

6) 穿过患者的有用线束在屏蔽墙上的一次散射

$$\dot{H} = \dot{H}_0 \cdot \frac{(F/10^4)}{R^2} \cdot \alpha_w \cdot B_p \quad \dots\dots\dots \text{（公式 11-8）}$$

式中：

$\dot{H}$ —有用线束穿过患者垂直射入屏蔽墙至计算点的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，同上；

F —治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 ；

10^4 —将 1m^2 面积转换为 10^4cm^2 ；

R —散射体中心点（有用线束在屏蔽墙上的投影点）与计算点的距离，m；

表 11 环境影响分析

α_w —散射因子，单位面积（1m²）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。0°入射辐射在混凝土散射体上的 α_w 见附录 B 表 B.5，X 射线能量为 6MV 时取值 5.3×10^{-3} 。

B_p —有用线束射入散射体（屏蔽墙）前的屏蔽透射因子。对于患者，保守取 1。对于有用线束向迷路墙照射时的迷路内墙，依内墙的屏蔽厚度按式（11-4）计算。

7) 穿过患者的有用线束在屏蔽墙上的一次散射经墙壁二次散射辐射

$$\dot{H}_{gc} = \dot{H}_0 \cdot \frac{(F/10^4)}{R^2} \cdot \alpha_w \cdot B_p \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \dots\dots\dots \text{(公式 11-9)}$$

式中：

α_2 —砼墙入射的散射辐射的散射因子，通常取入射角为 45°，散射角为 0°，使用（GBZ/T201.2-2011）附录 B 表 B.6 中 0.5MeV 栏内的值 22.0×10^{-3} ；

A—散射面积，m²，迷道入口处和等中心位置共同可见区域，包括治疗机房吊顶上方的区域；

R_2 —迷道内口散射墙至迷道入口的距离，m。其余参数同式（11-8）。

表11-9 有用线束和泄漏辐射在混凝土中的什值层

X 射线能量	有用线束		泄漏辐射	
	TVL ₁ (cm)	TVL (cm)	TVL ₁ (cm)	TVL (cm)
6MV	37	33	34	29

注：引自（GBZ/T201.2-2011）附录 B，表 B.1。

表11-10 患者受照面积400cm²的散射因子 α_{ph}

散射角	散射因子 α_{ph}
	6MV
30°	2.77×10^{-3}
45°	1.39×10^{-3}

注：引自（GBZ/T201.2-2011）附录 B，表 B.2。

表11-11 患者散射辐射在混凝土中的什值层

散射角	TVL ₁ =TVL (cm)
	6MV
30°	26

注：引自（GBZ/T201.2-2011）附录 B，表 B.4。

表 11 环境影响分析

8) 防护门外关注点处剂量率

防护门外关注点处的剂量率按下式计算。

$$\dot{H}_G = (\dot{H}_g + \dot{H}_{gc}) \bullet 10^{-(X_{pb}/TVL_{pb1})} + \dot{H}_{og} \bullet 10^{-(X_{pb}/TVL_{pb2})} \dots\dots \text{（公式 11-10）}$$

式中：

$\dot{H}$ —防护门外关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_g$ —迷道入口处的经患者表面的二次散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_{gc}$ —迷道入口处的穿过患者经主屏蔽墙的二次散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_{og}$ —迷道入口处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

X_{pb} —防护门有效铅当量厚度，mm；本项目采用 12mmPb 防护门，对散射辐射（ 0° 入射）和泄漏辐射（不考虑斜射，保守按 0° 入射） X_{pb} 均按 15mm；

TVL_{pb} —辐射在铅中的什值层厚度，mm；迷道入口处散射辐射能量为 0.2MeV，在铅中的 TVL_{pb1} 为 5mm；泄漏辐射射线能量为 6MV，在铅中的 TVL_{pb2} 均为 5.7mm。

9) 剂量率计算结果

表 11-12 FFF 模式（6MV）下关注点处剂量率计算结果

关注点	距离 R/R _s (m)	计算参数取值	剂量率计算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		备注
a	11.00	$\dot{H}_0=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ $f=1$, $X=360\text{cm}$, $\theta=0^\circ$ $TVL_1=37\text{cm}$, $TVL=33\text{cm}$	1.13E-04		有用线束
b	7.50	$\dot{H}_0=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ $f=1$, $X=270\text{cm}$, $\theta=0^\circ$ $TVL_1=37\text{cm}$, $TVL=33\text{cm}$	1.30E-01		有用线束
c ₁	11.38	$\dot{H}_0=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=160\text{cm}$, $\theta=30^\circ$ $TVL_1=34\text{cm}$, $TVL=29\text{cm}$	4.11E-03	9.74E-03	泄漏辐射
		$\dot{H}_0=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ $\alpha_{ph}=2.77 \times 10^{-3}$, $F/400=4$ $X=160\text{cm}$, $\theta=30^\circ$, $TVL_1=TVL=26\text{cm}$	5.63E-03		一次散射
d ₁ /d ₂	7.40	$\dot{H}_0=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=170\text{cm}$, $\theta=30^\circ$ $TVL_1=34\text{cm}$, $TVL=29\text{cm}$	3.88E-03	8.67E-03	泄漏辐射
		$\dot{H}_0=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ $\alpha_{ph}=2.77 \times 10^{-3}$, $F/400=4$ $X=170\text{cm}$, $\theta=30^\circ$, $TVL_1=TVL=26\text{cm}$	4.79E-03		一次散射

表 11 环境影响分析

e	5.55	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=170\text{m}$, $\theta=0^\circ$ $\text{TVL}_1=34\text{cm}$, $\text{TVL}=29\text{cm}$	5.57E-02		泄漏辐射
f	6.25	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=160\text{cm}$, $\theta=0^\circ$ $\text{TVL}_1=34\text{cm}$, $\text{TVL}=29\text{cm}$	9.72E-02		泄漏辐射
G	9.07	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=230\text{cm}$, $\theta=30^\circ$ $\text{TVL}_1=34\text{cm}$, $\text{TVL}=29\text{cm}$ $X_{\text{Pb}}=12\text{mm}$, $\text{TVL}_{\text{Pb}2}=5.7\text{mm}$	8.28E-08	9.44E-01	泄漏辐射
	/	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $\alpha_{\text{ph}}=1.39\times10^{-3}$, $F/400=4$, $\alpha_2=22.0\times10^{-3}$ $A=14.47\text{m}^2$, $R_1=8.58\text{m}$, $R_2=9.60\text{m}$ $X_{\text{Pb}}=12\text{mm}$, $\text{TVL}_{\text{Pb}1}=5\text{mm}$	9.44E-01		经患者表面的二次散射
	/	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $F/10^4=0.16$, $\alpha_w=5.3\times10^{-3}$, $B_p=1$ $A=14.47\text{m}^2$, $R=11.73\text{m}$, $R_2=9.60\text{m}$ $X_{\text{Pb}}=12\text{mm}$, $\text{TVL}_{\text{Pb}1}=5\text{mm}$			穿过患者经主屏蔽墙的二次散射
L	7.52	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=1$, $X=220\text{cm}$, $\theta=0^\circ$ $\text{TVL}_1=37\text{cm}$, $\text{TVL}=33\text{cm}$	4.23		有用线束
m_1/m_2	7.47	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=150\text{cm}$, $\theta=30^\circ$ $\text{TVL}_1=34\text{cm}$, $\text{TVL}=29\text{cm}$	2.38E-02	6.02E-02	泄漏辐射
		$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $\alpha_{\text{ph}}=2.77\times10^{-3}$, $F/400=4$ $X=150\text{cm}$, $\theta=30^\circ$, $\text{TVL}_1=\text{TVL}=26\text{cm}$	3.63E-02		一次散射
n	11.33	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=1$, $X=360\text{cm}$, $\theta=14.6^\circ$ $\text{TVL}_1=37\text{cm}$, $\text{TVL}=33\text{cm}$	4.61E-05		有用线束
p	11.67	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=160\text{cm}$, $\theta=31^\circ$ $\text{TVL}_1=34\text{cm}$, $\text{TVL}=29\text{cm}$	3.36E-03	7.88E-03	泄漏辐射
		$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $\alpha_{\text{ph}}=2.77\times10^{-3}$, $F/400=4$ $X=160\text{cm}$, $\theta=31^\circ$, $\text{TVL}_1=\text{TVL}=26\text{cm}$	4.52E-03		一次散射
q	6.13	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=170\text{m}$, $\theta=25.2^\circ$ $\text{TVL}_1=34\text{cm}$, $\text{TVL}=29\text{cm}$	1.10E-02		泄漏辐射
r	13.25	$\dot{H}_0=8.4\times10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $X=170\text{m}$, $\theta=50.7^\circ$ $\text{TVL}_1=34\text{cm}$, $\text{TVL}=29\text{cm}$	3.95E-06		泄漏辐射

表 11 环境影响分析

表 11-13 本项目直线加速器周围关注点处剂量率计算结果统计表				
关注点	位置描述	FFF 模式 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价结论
a	东侧迷道外墙外 30cm 处（一楼候诊区）	1.13E-04	1.6	满足
b	西侧主屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	1.30E-01	2.5	满足
c ₁	东侧次屏蔽区外 30cm 处（一楼配电间）	9.74E-03	2.5	满足
d ₁ /d ₂	西侧次屏蔽区外 30cm 处（楼外空地）	8.67E-03	2.5	满足
e	南侧墙外 30cm 处（一楼控制室）	5.57E-02	2.5	满足
f	北侧墙外 30cm 处（楼外空地）	9.72E-02	2.5	满足
G	防护门外 30cm 处（一楼入口大厅）	9.44E-01	2.5	满足
L	顶棚主屏蔽区外 30cm 处（楼顶屋面）	4.23	100	满足
m ₁ /m ₂	顶棚次屏蔽区外 30cm 处（楼顶屋面）	6.02E-02	100	满足
n	东侧迷道外墙外 30cm 处（二楼走廊）	4.61E-05	2.5	满足
p	东侧次屏蔽区外 30cm 处（二楼维修间）	7.88E-03	2.5	满足
q	南侧墙外 30cm 处（二楼设备平台）	1.10E-02	2.5	满足
r	东南侧墙外 30cm 处（二楼会议室）	3.95E-06	0.8	满足

由上述计算结果可知：本项目直线加速器正常运行时，辐射所致其工作场所周围各关注点处的剂量率均满足本次评价提出的剂量率控制水平要求。

11.2.3、迷路内墙厚度核算

1) 穿过迷路内墙的有用线束受迷路外墙散射至 g 处的辐射剂量率，照射路径为 ($O_2 \rightarrow j \rightarrow g$)，根据式 (11-8) 计算：

表 11-14 穿过迷路内墙的有用线束散射至 g 处的剂量率计算结果

关注点	计算参数取值	剂量率计算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作模式
g	$\dot{H}_0=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ $F/10^4=0.16$, $\alpha_w=5.3 \times 10^{-3}$, $R=5.37\text{m}$ $X=240\text{cm}$, $\text{TVL}_1=37\text{cm}$, $\text{TVL}=33\text{cm}$	1.74E-03	FFF 模式 (6MV)

经计算，穿过迷路内墙的有用线束受迷路外墙散射至 g 处的辐射剂量率小于 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ （取关注点 G 处控制水平的 1/5）。

2) 以位置 O_1 为中心在 g 处的泄露辐射剂量率，照射路径为 ($O_1 \rightarrow g$)，根据式 (11-3) 计算：

表 11 环境影响分析

表 11-15 以位置 O₁ 为中心在 g 处的泄露辐射剂量率计算结果

关注点	计算参数取值	剂量率计算结果 (μSv/h)	工作模式
g	$\dot{H}_0=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ $f=0.001$, $R=9.07\text{m}$, $X=230\text{cm}$, $\theta=30^\circ$ $\text{TVL}_1=34\text{cm}$, $\text{TVL}=29\text{cm}$	1.06E-05	FFF 模式 (6MV)

经计算, 以位置 O₁ 为中心在 g 处的泄露辐射剂量率小于 0.5μSv/h (取关注点 G 处控制水平的 1/5)。

11.2.4、主屏蔽区宽度计算

有用线束主屏蔽区宽度按 (GBZ/T201.1-2007) 中的公式计算。

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

式中:

Y_p —有用束主屏蔽区宽度, m;

SAD—源轴距, m;

θ —治疗束的最大张角 (相对束中的轴线), 即有用线束的最大半张角, 本项目为 14°;

a —当主屏蔽区内凸时, 指等中心点至与主屏蔽区相连的次屏蔽区 (或顶) 内表面的距离。

表 11-16 本项目直线加速器有用线束主屏蔽区宽度计算结果

主屏蔽墙	<u>a (m)</u>	<u>Y_p (m)</u>	设计宽度	评价结论
迷道内墙 (内凸)	<u>4.30m</u>	<u>3.24m</u>	<u>3.9m</u>	满足
西墙 (内凸)	<u>4.50m</u>	<u>3.34m</u>	<u>3.9m</u>	满足
顶棚 (内凸)	<u>4.12m</u>	<u>3.15m</u>	<u>3.9m</u>	满足

11.2.5、人员附加年剂量计算

本项目直线加速器运行所致职业人员及公众人员的外照射附加年剂量参考联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 2000 年报告附录 A 中的公式计算。

$$H_{E-r} = H \times U \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (\text{公式 11-12})$$

式中:

H_{E-r} —人员附加年有效剂量, mSv;

H—关注点处的附加剂量率, μSv/h;

U—使用因子;

表 11 环境影响分析

t—人员累计年受照射时间，h；

T—关注点处人员居留因子。

表 11-17 本项目直线加速器机房关注点辐射剂量所致人员附加年剂量

人员类别		关注点位置	H ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h)	H_{E-r} (mSv)	管理 限值 (mSv)	评价 结论
职业 人员	e	南侧墙外一楼控制室	5.57E-02	1	1	625	3.48E-02	5	满足
公众 人员	a	东侧迷道外墙外一楼候诊区	1.13E-04	1/4	1	625	1.77E-05	0.1	满足
	b	西侧主屏蔽区外楼外空地	1.30E-01	1/4	1/16	625	1.27E-03	0.1	满足
	c1	东侧次屏蔽区外一楼配电间	9.74E-03	1	1/16	625	3.80E-04	0.1	满足
	f	北侧墙外楼外空地	9.72E-02	1	1/16	625	3.80E-03	0.1	满足
	G	防护门外一楼入口大厅	9.44E-01	1	1/8	625	7.38E-02	0.1	满足
	n	东侧迷道外墙外二楼走廊	4.61E-05	1/4	1/5	625	1.44E-06	0.1	满足
	p	东侧次屏蔽区外二楼维修间	7.88E-03	1	1/16	625	3.08E-04	0.1	满足
	q	南侧墙外二楼设备平台	1.10E-02	1	1/16	625	4.30E-04	0.1	满足
	r	东南侧墙外二楼会议室	3.95E-06	1	1/2	625	1.23E-06	0.1	满足

由上述计算结果可知：

1) 本项目直线加速器正常运行后，辐射工作人员附加年剂量最大约为 3.48E-02mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射 20mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的职业照射 5mSv/a 的管理限值要求。

2) 本项目直线加速器正常运行后，公众人员附加年剂量最大约为 7.38E-02mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的公众照射 1mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的公众照射 0.1mSv/a 的管理限值要求。

11.2.6、有害气体影响分析

直线加速器正常运行时发出的 X 射线与室内空气相互作用，产生少量有害气体，主要为臭氧和氮氧化物，其在常温常压下稳定性较差，通过通风系统排入外环境后，可迅速在大气中得以稀释、转化，不会对外环境产生影响。但若在机房内累积，会对辐射工作人员及患者造成一定危害，由于臭氧比氮氧化物的产额大、毒性高，且标准要求严格，故本次评价重点对臭氧浓度进行分析。

表 11 环境影响分析

1) 有用线束臭氧产额

直线加速器产生的 X 射线是扩展射线束，有用线束所致臭氧产额按下式计算。

$$P = 2.43D_0(1 - \cos \theta)RG \dots\dots\dots (公式 11-13)$$

式中：

P—臭氧产额，mg/h；

D₀—有用束在距靶 1m 处的输出量，Gy·m²/min；本项目取 14Gy·m²/min；

R—靶到屏蔽物（墙）的距离，本项目取 3.5m；

G—每吸收 100eV 辐射能量产生的臭氧分子数，空气的平均电离能为 33.85eV，每吸收 100eV 能量大约产生 3 个离子对，加上激发效应，实际产生的臭氧分子约为 6~10 个，本次保守取 10；

θ—有用线束的半张角，本项目取 14°。

2) 泄漏辐射臭氧产额

将泄漏辐射看为 4π 方向均匀分布的点源（包括有用线束限定的空间区），考虑散射使臭氧产额增加 10%，其所致臭氧产额按下式计算。

$$P = 3.32D_0fGV^{1/3} \dots\dots\dots (公式 11-14)$$

式中：

D₀—有用束在距靶 1m 处的输出量，同上；

f—泄漏辐射比率，取 0.1%；

G—每吸收 100eV 辐射能量产生的臭氧分子数，同上；

V—直线加速器治疗室内有效容积，本项目约为 458.8m³。

3) 臭氧平衡浓度

在考虑通风情况下，空气中臭氧的平衡浓度按下式计算：

$$Q = \frac{P \cdot T}{V} \dots\dots\dots (公式 11-15)$$

式中：

Q—直线加速器治疗室内臭氧平衡浓度，mg/m³；

T—有效清洗时间，h；按下式计算。

$$T = \frac{T_v \cdot T_d}{T_v + T_d} \dots\dots\dots (公式 11-16)$$

表 11 环境影响分析

式中：

T_v—换气一次所需时间，h；

T_d—臭氧有效分解时间，通常取 0.83h（50min）。

本项目直线加速器治疗室设计排风量不小于 2000m³/h，机房内部有效容积约 458.8m³，换气次数为 4.3 次/h，即换气一次所需时间约 0.23h，推算出有效清洗时间 T=0.180h。

表 11-18 本项目直线加速器治疗室内臭氧平衡浓度计算结果

臭氧产额 P（mg/h）		有效清洗时间 T（h）	室内有效容积 V（m³）	臭氧平衡浓度 Q（mg/m³）
有用线束：35.37	总产额：38.95	0.180	458.8	0.02
泄漏辐射：3.58				

由上述计算结果可知：本项目直线加速器正常运行时，加速器治疗室内的臭氧平衡浓度为 0.02mg/m³，满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）中规定的臭氧浓度不大于 0.16mg/m³（1h 均值）的标准限值要求。

11.2.7、三废影响分析

1) 固体废弃物

本项目直线加速器正常运行期间工作人员产生的生活垃圾由保洁人员收集，最后统一委托市政环卫部门清运，不会对周围环境产生影响；加速器使用一定年限后，更换或退役的废靶件，由生产厂家或有资质的单位回收。

2) 废气

本项目直线加速器运行过程中，射线与空气作用会产生臭氧和氮氧化物，本项目直线加速器机房设计有机械通风装置，通风次数满足相关标准要求，直线加速器机房内臭氧浓度低于标准限值。通过采取通风换气等措施后，对工作人员的影响可控制在合理可接受范围内，不会对周围环境及公众造成明显影响。

3) 废水

本项目直线加速器正常运行期间不产生废水，工作人员产生的生活污水依托建设单位的污水处理设施处理，最后排入市政污水管网，不会对周围水环境产生影响。

11.3、事故影响分析

11.3.1、事故情形分析

表 11 环境影响分析

- 1) 控制系统或电器系统发生故障，加速器不能及时停止出束，或操作人员疏忽将参数设置错误，使患者受到计划外的超剂量照射。
- 2) 安全联锁系统发生故障，防护门未完全关闭，加速器便开始出束，使防护门外活动人员受到一定的误照射。
- 3) 安全联锁系统和警示装置发生故障，人员误入正在出束的加速器机房，使其受到一定的误照射。
- 4) 人员尚未撤离加速器机房，操作人员未进行确认便将防护门关闭，控制加速器出束，使机房内滞留人员受到一定的误照射。
- 5) 设备维护检修期间，人员误操作加速器出束，使其受到一定的误照射。

11.3.2、误照射剂量率计算

假设滞留人员在无其他屏蔽的情况下位于加速器机头外 1m 处的主射束方向，本项目加速器开机治疗时，距辐射源点 1m 处 X 射线的最大剂量率为 14Gy/min，机房内设置有“紧急停机”按钮，只要按下此按钮就可以立即停机，人员受照射间按 10s 估算，则事故情况下人员在机房内受到的辐射剂量约为 2.33Sv。

假设误入人员在加速器启动后立即进入迷道中，根据影响分析章节中的预测结果，迷道内的剂量率最大约为 237 μ Sv/h。迷道内设置有“紧急停机”按钮，只要按下此按钮就可以立即停机，人员受照射间按 10s 估算，则事故情况下人员在迷道内受到的辐射剂量约为 0.658 μ Sv。

11.3.3、应急响应程序

- 1) 发生误照射情形时，现场工作人员第一时间按下紧急停机按钮或切断加速器高压电源，停止 X 射线出束。
- 2) 现场工作人员迅速将受照射人员撤离事故区域，并将事故有关情况上报单位应急响应机构，同时保护好事故现场，以便于后续调查取证。
- 3) 应急响应机构收到报告后，迅速启动事故应急响应，组织相关人员携带辐射检测仪器及应急物资赶赴事故现场。
- 4) 应急响应机构组织开展事故初步调查工作，分析人员受照射情况，及时安排受照射人员进行必要的健康检查或医疗救护。
- 5) 应急响应机构及时将事故及有关调查情况上报生态环境主管部门，并向其提供

表 11 环境影响分析

相关信息和线索，配合生态环境主管部门开展事故调查和定性定级工作。 6) 发生设备运行故障或安全防护设施失效情形时，及时联系设备厂家或委托专业人员进行检修，待故障排除并验证合格后方可恢复使用。 7) 当确认辐射事故得到有效控制或事故危害已经消除后，终止事故应急响应。 8) 事故妥善处理，应急响应机构组织人员进行讨论、研究，总结经验教训，完善预防措施，同时进一步加强管理，防止类似事故再次发生。 11.3.4、事故防范措施 本次评价针对直线加速器提出如下事故防范措施： 1) 根据纵深防御原则，设置相互独立的多层安全防护设施，当某一层防御措施失效时，可由下一层防御措施予以弥补或纠正。 2) 强化日常辐射安全管理，辐射工作人员严格执行各项辐射安全管理制度和操作规程，履行岗位职责，每次开机前均认真核实工作场所内人员滞留情况。 3) 辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后方可从事辐射工作，禁止无关人员随意进入辐射工作场所，严禁操作设备。 4) 定期组织开展辐射事故应急培训和应急演练，使辐射工作人员熟练掌握事故应急处理程序，确保一旦发生事故，能够及时采取有效措施，控制事故影响。 5) 定期对各项安全防护设施进行检查和维护，确保其保持良好的工作状态。 6) 配备相适应的检测仪器设备，按要求定期开展辐射检测和质控检测，发现问题或隐患及时落实整改，辐射工作人员在工作时正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪，随时掌握现场辐射情况。

表 12 辐射安全管理

12.1、辐射安全与环境保护管理机构

12.1.1、机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，建设单位成立了辐射安全与环境保护管理小组，具体成员如下。

组 长：晁献召					
副组长：李延娜	徐会彬	霍晓果	候 桦	马 列	白占伟
成 员：杨俊财	彭献收	王孟孟	朱魁钢	岳旭娇	井瑞芳
王阔举	冀鹏飞	张 坤	叶丽娟	石 矗	郭金聚
吴 鹏	李朝杰	孙文选	段路豪	袁 琼	张 蕾
杜奎显	贾适意	翟东旺	刘艳红		

管理小组办公室设在设备科，辐射安全与防护负责人：晁献召，联系电话：18903993675；辐射安全与防护管理员：杨俊财，联系电话：18768825913。

12.1.2、人员配置

按照《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）的规定，本项目辐射工作人员需参加集中考核，建设单位针对本项目拟配置 3 名辐射工作人员；建设单位承诺人员配置到位后及时组织参加考核，确保本项目正式运行后，做到全员持证上岗。

建设单位已制定《辐射工作人员培训考核管理制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》，要求辐射工作人员在上岗前首先参加体检和辐射安全与防护考核，体检合格并通过考核后，方可从事辐射工作，今后对于考核成绩通知单有效期即将期满的人员，要求其及时重新参加考核，建设单位应安排专人负责监督管理，对未通过考核的暂停其从事辐射工作。

12.2、辐射安全管理制度

按照《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》（NNSA HQ-08-JD-IP-033）的相关要求，结合本项目特点，建设单位制定了如下辐射安全管理制度。

表 12 辐射安全管理

表 12-1 辐射安全管理制度制定情况一览表		
序号	监督检查程序要求的制度	制定情况及主要内容
1	辐射安全防护管理规定	已制定，明确了建设单位从事辐射活动的各方面基本要求。
2	操作规程	已制定，明确了直线加速器的操作规定。
3	安全防护设施维护与维修制度	已制定，明确了辐射安全防护设施的维护维修内容及相关要求，同时制定了重大问题管理措施。
4	场所及环境监测方案	已制定，结合建设单位实际情况，制定了详细、完整的辐射环境检测计划与方案，内容全面，具有较强的可操作性。
5	监测仪表使用与校验管理制度	已制定，对辐射检测仪器提出了日常管理和使用要求，制定了校验或比对计划。
6	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定，规定了辐射工作人员的培训考核范围及相关要求。
7	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定，对辐射工作人员的个人剂量检测及日常管理提出要求。
8	辐射事故/事件应急预案	已制定，成立了辐射事故应急工作小组，明确了应急处理措施和应急响应程序。

建设单位已制定的辐射安全管理制度内容全面、具有较强的针对性和可操作性，符合项目实际，满足正常开展工作的需要，符合《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》的相关规定。本项目正常运行后，应将辐射安全管理制度张贴在辐射工作场所，同时在日常工作中不断更新、完善，使其能为辐射工作提供有力支撑，保障核技术应用活动顺利开展。

12.3、辐射检测

12.3.1、辐射环境检测

12.3.1.1、检测计划

本项目直线加速器正常运行时，视工作开展情况不定期对辐射工作场所自行开展辐射环境检测，每年委托有资质的检测机构开展 1 次辐射环境检测。

12.3.1.2、检测方案

1) 检测内容

直线加速器机房周围的 X- γ 辐射剂量率。

表 12 辐射安全管理

2) 检测仪器

便携式辐射检测仪

3) 检测人员

日常检测由两名辐射工作人员完成，年度检测由委托的检测机构开展，辐射安全与环境保护管理机构安排 1 名辐射工作人员予以配合。

4) 检测点位

在直线加速器机房屏蔽墙外 30cm 处、防护门外 30cm 及四周门缝处、控制室内人员操作位处，以及其他人员可能到达的位置处布点。

12.3.1.3、相关要求

1) 建立辐射环境检测管理档案，安排专人负责按要求妥善保存各项检测报告及检测记录，并按要求向生态环境部门上报。

2) 日常检测人员应熟悉检测仪器的性能和正确操作方法，并在检测期间按要求正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪。

3) 日常检测记录包括：测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息，应确保记录清晰完整，数据准确有效。

4) 日常检测工作必须保证独立性，任何人员不得干扰辐射环境检测工作的顺利开展，不得人为干预检测结果，影响准确性判断。

12.3.2、个人剂量检测

12.3.2.1、检测计划

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的相关要求，辐射工作人员的外照射个人剂量检测周期为 1~3 个月，目前建设单位辐射工作人员的外照射个人剂量检测周期为 3 个月，全年共 4 期。

12.3.2.2、检测方案

个人剂量检测委托具有相应资质的技术服务机构承担，从事放射治疗工作的辐射工作人员每人每期配置 1 枚个人剂量计，每期结束时，安排专人负责收集、换发新的个人剂量计。目前建设单位辐射工作人员的外照射个人剂量检测委托具有相应资质的河南省正信检测技术有限公司开展。

12.3.2.3、相关要求

表 12 辐射安全管理

1) 辐射工作人员应自觉接受个人剂量检测，在工作中正确佩戴个人剂量计，同时注意妥善保管，不得随意放置和人为损坏，若意外损坏或丢失，及时上报更换。 2) 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置。 3) 个人剂量检测结果应及时告知本人，发现检测结果异常（每季度超出 1.25mSv，或者显著高于同科室其它人员）时，应立即核实和调查，采取必要的改进措施，并将有关情况及时报告生态环境主管部门。若因自身管理不善造成检测结果异常，由本人承担全部后果。 4) 建立辐射工作人员个人剂量管理档案，安排专人负责按要求长期妥善保存个人剂量检测报告。辐射工作人员有权查阅、复印本人的个人剂量管理档案。																													
12.3.3、现有项目辐射检测情况 建设单位每年均按要求委托有资质的单位开展了工作场所辐射环境检测和个人剂量检测，各项检测报告均已分类归档，并由专人负责妥善保管；另外建设单位每年均按要求开展了辐射安全与防护状况年度评估，辐射环境检测报告和个人剂量检测报告随年度评估报告一并向生态环境主管部门及全国核技术利用申报系统予以提交。																													
12.4、辐射事故应急 为规范及强化辐射事故应急响应能力，明确各部门及人员在事故应急工作中的职责，提高全员的风险防范意识，最大程度的预防辐射事故，保障人员生命安全。根据《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和防护管理办法》等法律、法规的相关规定，建设单位制定了《许昌龙耀医院辐射事故应急预案》。																													
12.4.1、应急响应机构 建设单位成立辐射事故应急工作小组，全面负责建设单位的辐射事故应急处理工作，具体成员如下： <table><tr><td colspan="6">组 长：晁献召</td></tr><tr><td>副组长：李延娜</td><td>徐会彬</td><td>霍晓果</td><td>候 桦</td><td>马 列</td><td>白占伟</td></tr><tr><td>成 员：杨俊财</td><td>彭献收</td><td>王孟孟</td><td>朱魁钢</td><td>岳旭娇</td><td>井瑞芳</td></tr><tr><td>王阔举</td><td>冀鹏飞</td><td>张 坤</td><td>叶丽娟</td><td>石 矗</td><td>郭金聚</td></tr></table>						组 长：晁献召						副组长：李延娜	徐会彬	霍晓果	候 桦	马 列	白占伟	成 员：杨俊财	彭献收	王孟孟	朱魁钢	岳旭娇	井瑞芳	王阔举	冀鹏飞	张 坤	叶丽娟	石 矗	郭金聚
组 长：晁献召																													
副组长：李延娜	徐会彬	霍晓果	候 桦	马 列	白占伟																								
成 员：杨俊财	彭献收	王孟孟	朱魁钢	岳旭娇	井瑞芳																								
王阔举	冀鹏飞	张 坤	叶丽娟	石 矗	郭金聚																								

表 12 辐射安全管理

吴 鹏	李朝杰	孙文选	段路豪	袁 琼	张 蕾
杜奎显	贾适意	翟东旺	刘艳红		
12.4.2、人员职责分工					
1) 组长					
负责组织人员制定或修改辐射事故应急预案；负责辐射事故应急处理工作的整体部署与实施；负责组织人员进行讨论、研究，分析事故原因，总结经验教训，落实防范措施，避免类似事故再次发生。					
2) 副组长					
负责协助组长做好应急工作的协调组织、分工安排及具体实施；负责调配应急物资，充分调动人力、物力资源，采取有效措施，控制事故影响；负责向生态环境、卫生健康及公安部门报告辐射事故和应急处置情况，配合开展事故调查和定性定级工作；负责定期组织开展辐射事故应急培训和应急演练活动。					
3) 成员					
负责按照应急方案要求，落实各项应急处理工作；负责封锁事故现场，组织人员撤离，维持现场秩序；负责安排受照人员进行必要的医学检查，稳定人员情绪；负责应急物资的购置和日常维护管理，做好应急准备工作；负责整理或变更应急机构及行政主管部门的应急联络方式。					
12.4.3、应急培训					
应急小组根据辐射工作的实际开展情况，按要求组织开展辐射事故应急培训，主要内容包括：辐射安全与防护基本知识和相关法律、法规；潜在发生的辐射事故及其应急处理措施；国内外典型辐射事故及其应急处理经验；本单位辐射事故应急预案和应急响应程序；医学急救知识和基本操作技能；辐射检测仪器性能和操作方法。					
12.4.4、应急演练					
应急小组根据辐射工作的实际开展情况，按要求组织开展辐射事故应急演练，不断提高应急响应能力。演练活动结束后，组织开展总结，评估和验证辐射事故应急预案的可行性和有效性，必要时予以修改完善。					
12.5、职业健康管理					
建设单位制定了《辐射工作人员职业健康管理制度》，按照《放射工作人员健康要					

表 12 辐射安全管理

求及监护规范》（GBZ 98-2020）的相关要求，辐射工作人员应在上岗前和离岗时分别进行 1 次职业健康检查，在岗期间每两年至少进行 1 次职业健康检查，必要时可增加临时性检查。 职业健康检查结果应及时如实告知本人，符合职业健康要求的可继续从事辐射工作对于发现不宜从事辐射工作的人员，应及时调离辐射工作岗位并妥善安置，对需要复查和医学随访观察的人员，应及时予以安排。 建设单位应建立辐射工作人员职业健康监护档案，安排专人负责按要求妥善终身保存辐射工作人员的职业健康监护档案。 12.6、从事辐射活动的能力 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号）及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号）的相关要求，对建设单位从事辐射活动的能力进行评价。 <table><caption>表 12-2 场所及人员安全和防护要求对照表</caption><tr><th>场所及人员安全和防护要求 (原环境保护部令第 18 号)</th><th>建设单位或本项目情况</th><th>符合 情况</th></tr><tr><td> <u>第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。</u> <u>射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</u> </td><td> <u>本项目直线加速器防护门上张贴符合要求的电离辐射警告标志，门口上方设置工作状态指示灯。</u> <u>迷道内墙北侧设置固定式辐射剂量监测仪测量探头，控制室内设置显示终端，固定式剂量监测仪带有报警功能，可根据需要设置报警阈值。</u> <u>防护门与加速器出束控制系统建立安全联锁，实现防护门打开即停止出束，防护门未完全关闭无法启动出束。防护门内侧迷道内墙及控制台各设置 1 个（共 2 个）紧急开门按键，防护门安装红外感应式防夹控制装置。控制台、迷道内墙外侧、及治疗室北墙、西墙、南墙、迷道内墙内侧共设置 6 个红色紧急停机按钮，并按要求设置明显的“急停按钮”文字标识。</u> </td><td>符合</td></tr></table>			场所及人员安全和防护要求 (原环境保护部令第 18 号)	建设单位或本项目情况	符合 情况	<u>第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。</u> <u>射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</u>	<u>本项目直线加速器防护门上张贴符合要求的电离辐射警告标志，门口上方设置工作状态指示灯。</u> <u>迷道内墙北侧设置固定式辐射剂量监测仪测量探头，控制室内设置显示终端，固定式剂量监测仪带有报警功能，可根据需要设置报警阈值。</u> <u>防护门与加速器出束控制系统建立安全联锁，实现防护门打开即停止出束，防护门未完全关闭无法启动出束。防护门内侧迷道内墙及控制台各设置 1 个（共 2 个）紧急开门按键，防护门安装红外感应式防夹控制装置。控制台、迷道内墙外侧、及治疗室北墙、西墙、南墙、迷道内墙内侧共设置 6 个红色紧急停机按钮，并按要求设置明显的“急停按钮”文字标识。</u>	符合
场所及人员安全和防护要求 (原环境保护部令第 18 号)	建设单位或本项目情况	符合 情况						
<u>第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。</u> <u>射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</u>	<u>本项目直线加速器防护门上张贴符合要求的电离辐射警告标志，门口上方设置工作状态指示灯。</u> <u>迷道内墙北侧设置固定式辐射剂量监测仪测量探头，控制室内设置显示终端，固定式剂量监测仪带有报警功能，可根据需要设置报警阈值。</u> <u>防护门与加速器出束控制系统建立安全联锁，实现防护门打开即停止出束，防护门未完全关闭无法启动出束。防护门内侧迷道内墙及控制台各设置 1 个（共 2 个）紧急开门按键，防护门安装红外感应式防夹控制装置。控制台、迷道内墙外侧、及治疗室北墙、西墙、南墙、迷道内墙内侧共设置 6 个红色紧急停机按钮，并按要求设置明显的“急停按钮”文字标识。</u>	符合						

表 12 辐射安全管理

第九条 生产、销售、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，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	建设单位已制定辐射检测计划与方案，拟配备 1 台便携式辐射监测仪，根据射线装置运行情况定期开展自行监测，委托监测每年开展一次。	符合
第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	目前，建设单位均按要求提交了上一年度评估报告。	符合
第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	建设单位针对本项目拟配置 3 名辐射工作人员；建设单位承诺人员配置到位后及时组织参加考核，确保本项目正式运行后，做到全员持证上岗。	符合
第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	本项目正式投入运行后，辐射工作人员全部按要求配备个人剂量计，并在日常工作中按要求正确佩戴，妥善保管。个人剂量计统一交有资质单位开展检测。	符合

表 12-3 申领许可证应具备的条件对照表

申领许可证应具备的条件 (生态环境部令第 20 号)	建设单位或本项目情况	符合情况
使用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。	建设单位成立了辐射安全与环境保护管理小组，设置有专职管理人员，负责日常辐射安全管理工作。	符合
辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	建设单位针对本项目拟配置 3 名辐射工作人员；建设单位承诺人员配置到位后	符合

表 12 辐射安全管理

	及时组织参加考核，确保本项目正式运行后，做到全员持证上岗。	
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目直线加速器防护门上张贴符合要求的电离辐射警告标志，门口上方设置工作状态指示灯。 迷道内墙北侧设置固定式辐射剂量监测仪测量探头，控制室内设置显示终端，固定式剂量监测仪带有报警功能，可根据需要设置报警阈值。 防护门与加速器出束控制系统建立安全联锁，实现防护门打开即停止出束，防护门未完全关闭无法启动出束。防护门内侧迷道内墙及控制台各设置 1 个（共 2 个）紧急开门按键，防护门安装红外感应式防夹控制装置。控制台、迷道内墙外侧、及治疗室北墙、西墙、南墙、迷道内墙内侧共设置 6 个红色紧急停机按钮，并按要求设置明显的“急停按钮”文字标识。	符合
配备与辐射类型和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。	本项目直线加速器拟配置 1 台便携式辐射监测仪、1 台固定式辐射检测仪、3 台个人剂量报警仪。 本项目投入正常运行后辐射工作人员全部配备个人剂量计。	符合
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。	建设单位已制定一套完整、可行的管理规章制度和操作规程，符合本项目实际，满足正常开展工作的需要。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已制定完整、可行的《辐射事故应急预案》。	符合
建设单位成立了辐射安全与环境保护管理小组，制定了完整、可行的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，符合项目实际，满足正常开展辐射工作的需要。通过落实本报告提出的各项辐射安全防护措施及辐射安全管理要求，可认为建设单位从事辐射活动的的能力能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与		

表 12 辐射安全管理

<u>射线装置安全许可管理办法》的相关要求。</u>		
12.7、竣工环境保护自主验收		
建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。		
12.7.1、信息公开要求		
除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：		
1) 建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；		
2) 对建设项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；		
3) 验收报告编制完成后 5 个工作日内予以公开，公示期限不得少于 20 个工作日。		
建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查。		
12.7.2、验收期限要求		
除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。		
表 12-4 本项目竣工环保验收内容及要求一览表		
序号	验收项目	主要内容及要求
1	环保手续完善	环评文件及其批复齐备，辐射安全许可证已按要求变更。
2	项目建设情况	建设内容及规模、建设地点等与环评文件及其批复一致。
3	人员附加年剂量	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的年剂量标准限值要求，亦满足评价提出的职业人员 5mSv、公众人员 0.1mSv 的年剂量管理限值要求。
4	场所剂量率水平	加速器机房东侧迷道外墙外 30cm 处（一楼候诊区）剂量率控制水平为 1.6μSv/h，东南侧墙外 30cm 处（二楼会议室）剂量率控制水平为 0.8μSv/h，顶棚外 30cm 处剂量率控制水平为 100μSv/h，机房其

表 12 辐射安全管理

		余墙外和防护门外 30cm 处剂量率控制水平为 2.5 μ Sv/h。
5	防护建设情况	1) 机房屏蔽防护: ①加速器机房西墙: 主屏蔽区 2.7m 混凝土, 主屏蔽区宽度 3.9m, 次屏蔽区 1.7m 混凝土。 ②加速器机房顶棚: 主屏蔽区 2.2m 混凝土, 主屏蔽区宽度 3.9m, 次屏蔽区 1.5m 混凝土。 ③迷道内墙: 主屏蔽区 2.4m 混凝土, 主屏蔽区宽度 3.9m, 次屏蔽区 1.6m 混凝土。 ④加速器机房北墙: 1.6m 混凝土。 ⑤加速器机房南墙: 1.7m 混凝土。 ⑥加速器机房东墙(迷道外墙): 北侧 1.6m 混凝土, 南侧 1.2m 混凝土。 ⑦防护门: 电动门, 12mmPb 不锈钢复合铅门。 2) 机房安全防护措施: ①进出机房的通风管道采用“Z”型预埋管, 拟在迷道内穿墙部分通风管道外包裹 12mmPb 铅做防护补偿, 包裹长度不小于 2 倍的穿墙孔长度, 并沿墙外翻与墙体搭接足够长度。 ②防护门上方进出机房的冷媒管, 治疗室南侧穿线管均采用斜 45°穿过墙体, 拟在机房内侧穿墙部分管道外包裹 12mmPb 铅做防护补偿, 包裹长度不小于 2 倍的穿墙孔长度, 并沿墙外翻与墙体搭接足够长度。 ③进出机房的电缆线管采用“U”型下穿方式通过屏蔽墙, 在穿墙口处加盖 12mmPb 铅板做防护补偿。 ④防护门与门洞四周墙体搭接各 100mm, 确保大于十倍的门墙间隙。 ⑤防护门上张贴符合要求的电离辐射警告标志, 门口上方设置工作状态指示灯。治疗室西墙、迷道内墙、机房内东北角和迷道外墙上方各设置 1 个摄像头(共 4 个), 控制室内设置监视器。控制室和治疗室之间安装双向对讲系统。 ⑥迷道内墙北侧设置固定式辐射剂量监测仪测量探头, 控制室内设置显示终端, 固定式剂量监测仪带有报警功能, 可根据需要设置报警阈值。 ⑦防护门与加速器出束控制系统建立安全联锁, 实现防护门打开

表 12 辐射安全管理

		即停止出束，防护门未完全关闭无法启动出束。防护门内侧迷道内墙及控制台各设置 1 个（共 2 个）紧急开门按键。防护门安装红外感应式防夹控制装置。 ⑧控制台、迷道内墙外侧及治疗室北墙、西墙、南墙、迷道内墙内侧共设置 6 个红色紧急停机按钮，并按要求设置明显的“急停按钮”文字标识。
6	管理规章制度	制定满足监督检查程序要求的辐射安全管理制度及操作规程。
7	事故应急预案	制定详细完整、合理可行的《辐射事故应急预案》。
8	辐射检测计划	建立辐射环境检测管理档案，日常检测按计划落实；建立个人剂量检测管理档案，个人剂量检测按计划落实，有专人负责妥善保存各项检测报告和检测记录。
9	人员持证情况	辐射工作人员全部按要求通过辐射安全与防护考核，持证上岗。
10	辐射检测仪器	直线加速器配置 1 台便携式辐射检测仪，1 台固定式辐射检测仪和 3 台个人剂量报警仪。
11	个人防护用品	个人剂量计辐射工作人员每人 1 枚。

表 13 结论与建议

13.1、结论

13.1.1、建设内容及规模

本项目建设地点位于建设单位放疗中心一层，建设内容及规模：拟新增使用 1 台联影 uRT-linac 306 型医用电子直线加速器，无电子线治疗模式。常规模式下 X 射线最高能量 6MV、最大输出剂量率 6Gy/min；FFF 模式下 X 射线最高能量 6MV、最大输出剂量率 14Gy/min，属于 II 类射线装置。

本项目预算总投资 2000 万元，其中环保投资 115 万元，占总投资的 5.75%。

13.1.2、现有核技术应用情况

建设单位已取得许昌市生态环境局核发的辐射安全许可证，许可的种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置，证书编号：豫环辐证[K0289]，有效期至：2028 年 02 月 09 日。建设单位现共有 1 台 II 类射线装置、8 台 III 类射线装置。

建设单位自开展核技术利用以来，始终严格遵守《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》的相关规定，积极配合生态环境部门的监督检查，现有核技术利用项目均已按要求履行了相应的环保手续。

建设单位辐射安全管理工作执行情况较好，符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，现有核技术利用项目运行以来，未发生辐射事故，无辐射问题投诉。

13.1.3、产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第一类鼓励类”项目中“十三、医药”第 4 款“高端放射治疗设备”及“三十七、卫生健康”第 1 款“医疗卫生服务设施建设”，不属于该目录中的“限制类”和“淘汰类”产业，符合国家产业政策。

13.1.4、选址合理性

本项目直线加速器位于建设单位新建放疗中心一层，放射治疗工作场所采取集中建设，并设置在多层建筑物底层的一端，避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中关于放射治疗工作场所选址的相关要求。

本项目位置相对偏僻，周围人员活动较少，相对远离了医院内的非放射诊疗就诊患者及公众人员，辐射工作场所周围 50m 范围内无常住居民。

表 13 结论与建议

综上所述，本项目选址是合理的。

13.1.5、实践正当性

本项目是目前部分肿瘤疾病的首选诊疗方法，能够给患者带来不可替代的治疗效果，对于减少患者病痛、保障生命健康具有重大意义，其任务和目的是改善患者就医条件，提高医院医技水平。通过采取合理有效的辐射安全防护措施，落实严格规范的辐射安全管理制度，本项目正常运行产生的辐射影响能够满足相应的国家标准要求。

综合来看，本项目带来的利益远大于其所产生的不利影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的“辐射防护实践正当性”原则。

13.1.6、辐射环境现状

为掌握本项目所在区域的辐射环境现状水平，建设单位委托具有电离辐射检测能力的河南普华检测技术有限公司（证书编号：231603100494，有效期至：2029 年 08 月 24 日）对本项目所在区域开展了辐射环境现状检测。

由检测结果可知，本项目所在区域的环境 γ 辐射空气吸收剂量率测量范围室内为 89.8nGy/h，室外为（65.8~70.7）nGy/h，与参照点位的环境 γ 辐射空气吸收剂量率相差不大，表明检测结果属于本项目所在区域的正常辐射环境背景水平，无辐射异常情况。

13.1.7、建设阶段环境影响

本项目施工期的环境影响是短暂的、微弱的，并随着施工期的结束而消失；建设单位应严格落实各项污染防治措施，同时加强施工管理，尽可能将施工期的环境影响降至最低水平。

本项目射线装置的安装调试均由厂家委派专业人员完成，通过采取合理有效的辐射安全防护措施，射线装置调试期间产生的辐射环境影响是可控的、微弱的。

13.1.8、运行阶段环境影响

1）本项目直线加速器正常运行时，辐射所致其工作场所周围各关注点处的剂量率均满足本次评价提出的剂量率控制水平要求。

2）本项目直线加速器正常运行后，辐射工作人员附加年剂量最大约为 3.48E-02mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射 20mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的职业照射 5mSv/a 的管理限值要求。

3）本项目直线加速器正常运行后，公众人员附加年剂量最大约为 7.38E-02mSv，满

表 13 结论与建议

足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的公众照射 1mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的公众照射 0.1mSv/a 的管理限值要求。

4) 本项目直线加速器治疗室设计排风量不小于 2000m³/h，换气次数为 4.3 次/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“换气次数不小于 4 次/h”的标准要求；直线加速器正常运行时，治疗室内的臭氧平衡浓度为 0.02mg/m³，满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）中规定的臭氧浓度不大于 0.16mg/m³（1h 均值）的标准限值要求。

13.1.9、从事辐射活动的的能力

建设单位成立了辐射安全与环境保护管理小组，制定了完整、可行的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，符合项目实际，满足正常开展辐射工作的需要。通过落实本报告提出的各项辐射安全防护措施及辐射安全管理要求，可认为建设单位从事辐射活动的的能力能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

13.1.10、环评综合结论

许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目选址合理，符合实践正当性要求，在严格落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射安全管理措施的前提下，项目正常运行产生的辐射影响能够满足辐射安全及环境保护的相关要求。因此，从辐射安全的角度认为本项目建设是可行的。

13.2、建议

1) 项目建成后，按要求重新申领《辐射安全许可证》，并及时按照规定程序对配套建设的环境保护设施进行验收，验收合格后方可投入正式运行。

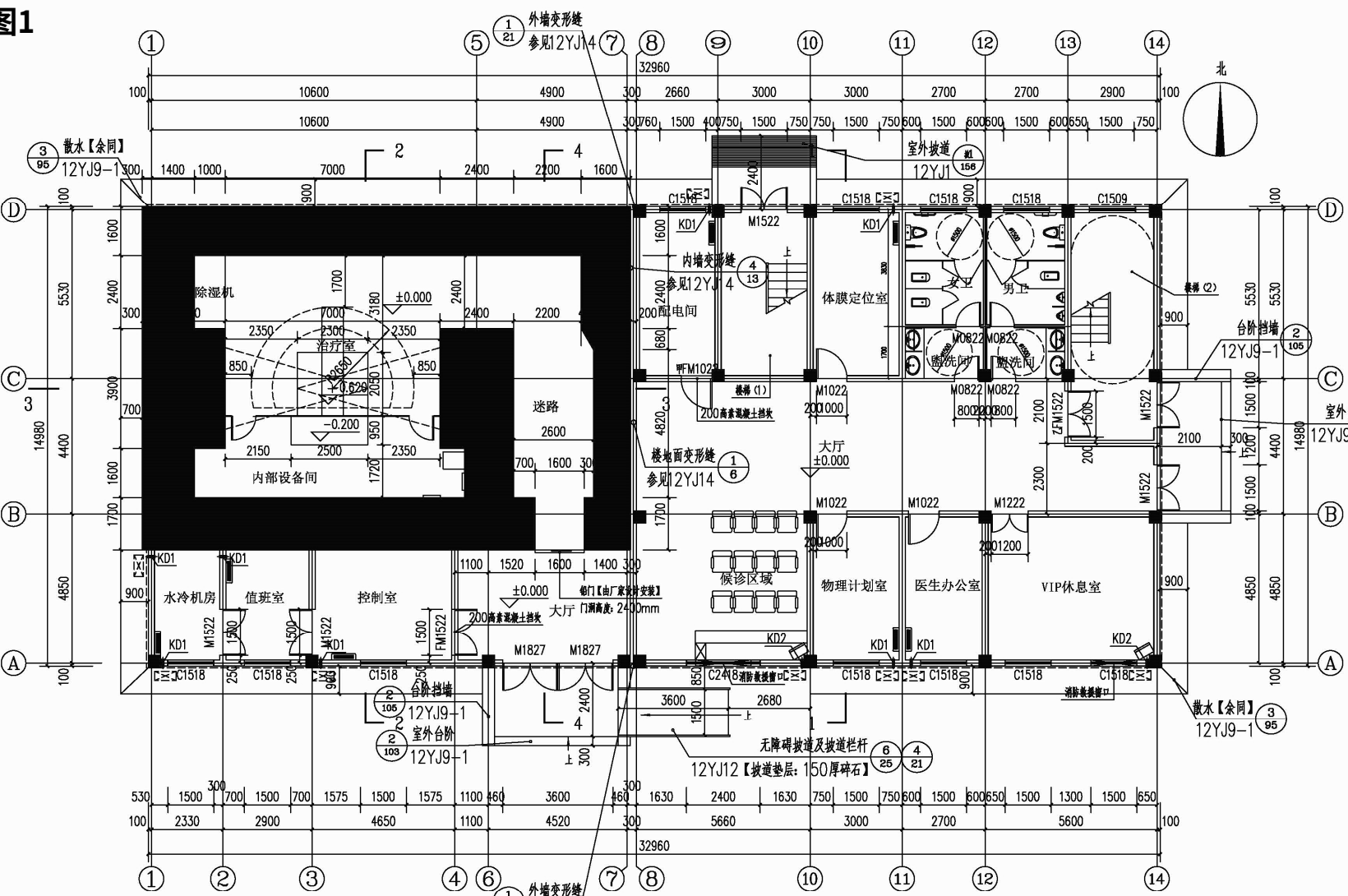
2) 项目运行后，每月对各项辐射安全与防护设施进行一次全面检查，确保其保持正常运行状态。

3) 项目运行后，切实落实辐射环境检测计划，定期对辐射工作场所开展检测，妥善保存检测记录。

年 月 日

年 月 日

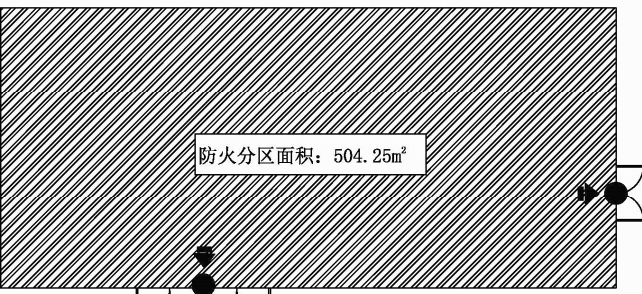
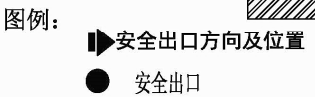
附图1



一层平面图 1:100
本层建筑面积: 504.25m²

注明:

1. 图中框架柱及构造柱, 大小尺寸详见结构图。	10. 所有外门窗均做滴水线, 做法参见12YJ3-1(4)。
2. 未标注的墙体厚度为200mm, 且轴线居中。	11. 本层外窗消防验收开口净尺寸及距地小于1.2米; 满足规范要求。
3. 所有窗框高度及厚度均以结构为准。	12. 走廊的地面标高比其它房间地面低20mm。
4. 落地窗上距地1m以下的落地玻璃及窗台高度低于900以下的玻璃采用符合GB9962、GB9963标准的安全玻璃。	13. 卫生间大样详图详见建筑-15、16。
5. 建筑入口及室外平台、卫生间及相邻地面有高差位置均以缓坡过渡。	14. 楼梯(1)、(2)详图详见建筑-15、16。
6. 本层各房间外窗均设置安全防护措施。	15. kD1、kD2均为φ90的塑料管预埋, 洞口中心线距轴线300mm。
7. 填充墙上洞口预留见本图和各专业图纸, 以设备专业为准, 明确无误后方可施工预埋。	16. 空调预留洞口kD1距地面2200mm高; kD2距地面300mm高。
8. 卫生间地面均比同层楼面低30mm; 卫生洁具、淋浴间洁具尺寸及型号见给排水专业施工图, 且以给排水图为准。	17. 室外空调板做法参见12YJ6(4); 空调冷凝管做法参见12YJ6(7)。
9. 凡是窗台低于900mm的窗均设防护栏杆, 栏杆做法详见12YJ7-1(4); 栏杆高1100mm, 竖向杆件间距≤90mm。	



防火分区示意图 1:100



河南甲元建筑设计有限公司
HENAN JIATUAN BUILDING DESIGN CO., LTD.
工程设计证书编号: 甲级-A141007350

注意

- * 请勿以比例度量此图, 一切尺寸使用内数字所示为准。
- * 使用此图时应同时参照其它图纸, 如发现有相互矛盾之处, 请立即通知本设计公司。
- * 此图纸盖章有效。
- * 此图纸版权归本公司所有。

出图专用章

工程设计出图专用章(5)
河南甲元建筑设计有限公司
建筑工程 甲级 A141007350
有效期: 至2029年03月28日
人防工程 乙级 A241007357
有效期: 至2025年09月29日

注册专用章

中华人民共和国一级注册建筑师
姓名: 肖予航
注册号: 4100735-005
有效期: 至2025年12月12日

建设单位

河南龙耀健康管理有限公司

项目名称: 工程技术咨询中心
施工图设计文件审查专用章
河南龙耀健康城一放中心
资质等级: 一类 证书编号16011

图纸名称

一层平面图

项目负责	肖予航	肖予航
专业负责	杨柏	杨柏
审核	雷喜红	雷喜红
校对	陈威平	陈威平
设计	彭伟	彭伟
版次	1	比例 1:100
图别	建筑	图幅 A2
总张数	21	图号 10
工程号	PDSJY05202512	日期 2025.08



河南甲元建筑设计有限公司

HENAN JIYUAN BUILDING DESIGN CO., LTD.

工程设计证书编号：甲级-A141007350

注意

- * 请勿以比例度量此图，一切尺寸使用内数字所示为准
- * 使用此图时应同时参阅其它图则，如发现相互矛盾之处，请立即通知本设计公司
- * 此图纸盖章有效
- * 此图纸版权归本公司所有

出图专用章

工程设计出图专用章(5)

河南甲元建筑设计有限公司

建筑工程 甲级 A141007350

有效期：至2029年03月28日

人防工程 乙级 A241007357

有效期：至2025年09月29日

注册专用章

中华人民共和国一级注册建筑师

姓名：肖予航

注册号：4100735-005

有效期：至2025年12月12日

建设单位

河南龙耀健康管理服务有限责任公司

项目名称：工程技术咨询中心

施工图设计文件审查专用章

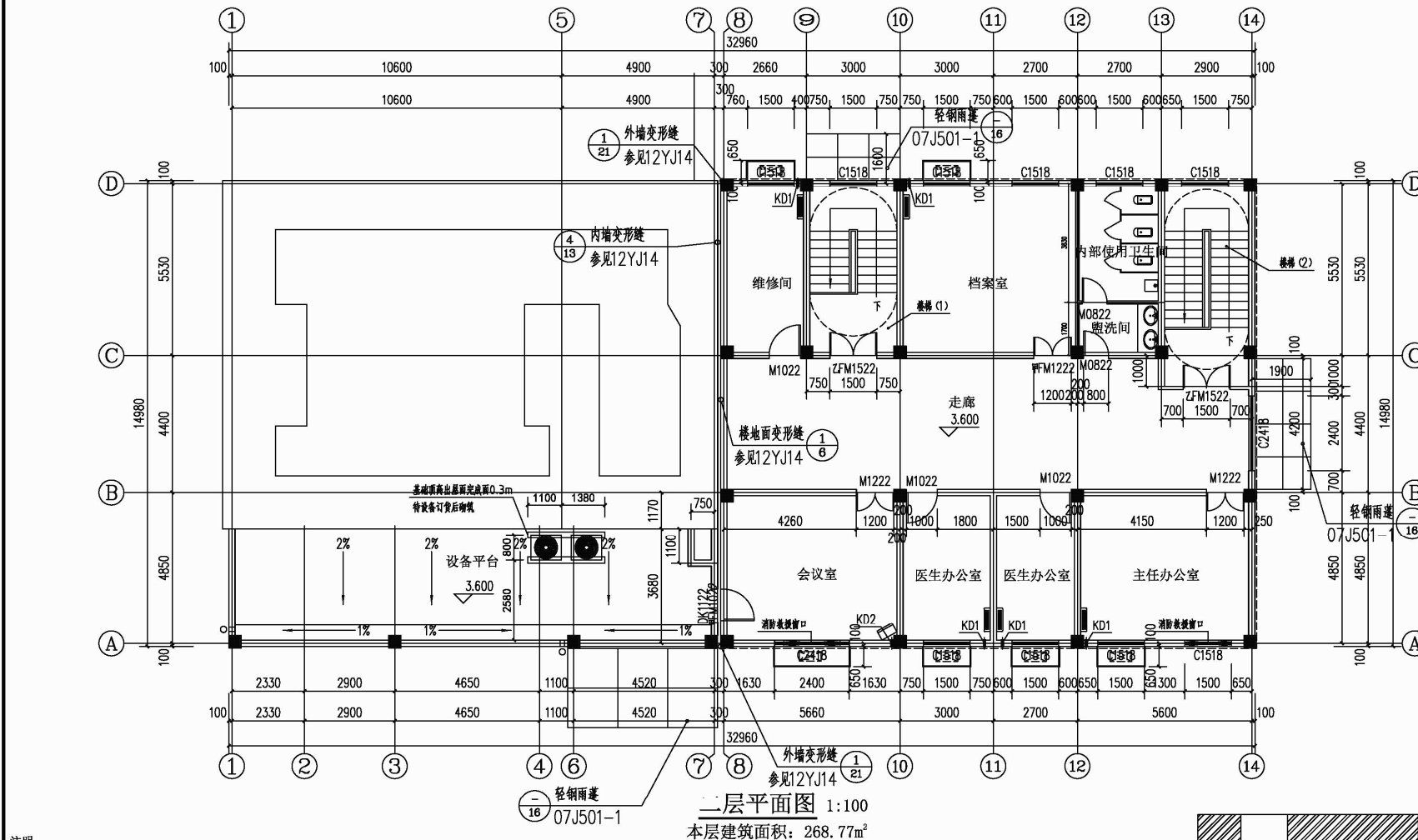
河南龙耀健康城一放疗中心

审图编号：一类证书编号16011

图纸名称

二层平面图

项目负责	肖予航	肖予航
专业负责	杨柏	杨柏
审核	雷喜红	雷喜红
校对	陈威平	陈威平
设计	彭伟	彭伟
版次	1	比例 1:100
图别	建筑	图幅 A2
总张数	21	图号 11
工程号	PDSJY05202512	日期 2025.08



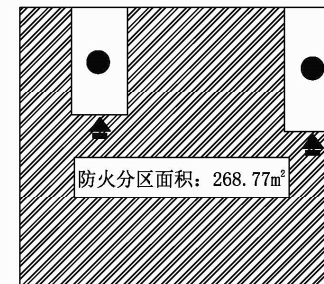
注明：

1. 图中框架柱及构造柱，大小尺寸详见结构；	10. 所有外门窗均做滴水线，做法参见12YJ3-1(1)
2. 未标注的墙体厚度为200mm，且轴线居中；	11. 本层外窗消防验收开口净尺寸及距地小于1.2米；满足规范要求
3. 所有窗框高度及厚度均以结构为准；	12. 走廊的地面标高比其它房间地面低20mm
4. 落地窗上距地1m以下的落地玻璃及窗台高度低于900以下的玻璃采用符合GB9962、GB9963标准的安全玻璃；	13. 卫生间大样详图详见建筑-15、16
5. 建筑入口与室外平台、卫生间及相邻地面有高差位置均以缓坡过渡；	14. 楼梯(1)、(2)详图详见建筑-15、16
6. 填充墙上洞口预留详见本图和各专业图纸，以设备专业为准；	15. kD1、kD2均为ø90的塑料管预埋，洞口中心线距轴线300mm；
7. 卫生间地面均比同层楼面低30mm；卫生洁具、淋浴间洁具尺寸及型号见给排水专业施工图，且以给排水图为准；	16. 空调冷凝管做法参见12YJ6(7)
8. 室外台阶、坡道、散水做法详见平图标注；	17. 各类护栏栏杆最薄弱处承受的最小水平推力值不应小于1.5kN/m。
9. 凡是窗台低于900mm的窗均设护栏杆，栏杆做法详见12YJ7-1(4)；栏杆高1100mm，竖向杆件间距≤90mm。	

图例：

▶ 安全出口方向及位置

● 安全出口



防火分区示意图 1:100



河南甲元建筑设计有限公司

HENAN JIATUAN BUILDING DESIGN CO., LTD.

工程设计证书编号：甲设-A141007350

注意

- * 请勿以比例度量此图，一切尺寸使用图内数字所示为准
- * 使用此图时应同时参阅其它图纸，如发现相互矛盾之处，请立即通知本设计公司
- * 此图纸盖章有效
- * 此图纸版权归本公司所有

出图专用章

工程设计出图专用章(5)

河南甲元建筑设计有限公司

建筑工程 甲级 A141007350

有效期：至2029年03月28日

人防工程 乙级 A241007357

有效期：至2025年09月29日

注册专用章

中华人民共和国一级注册建筑师

姓名：肖予航

注册号：4100735-005

有效期：至2025年12月12日

建设单位

河南龙耀健康管理服务有限公司

项目名称

许昌市工程技术咨询中心

河南龙耀健康一楼诊疗中心

施工图设计文件审查专用章

资质等级：一类 证书编号：160111

图经名称

治疗室预留洞口剖面图

项目负责 肖予航 肖予航

专业负责 杨柏 杨柏

审核 雷喜红 雷喜红

校对 陈威平 陈威平

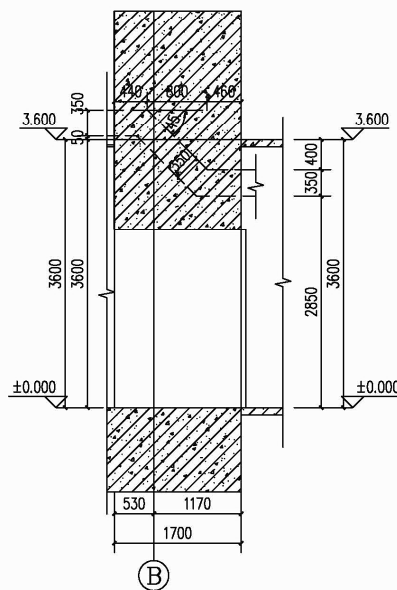
设计 彭伟 彭伟

版次 1 比例 1:100

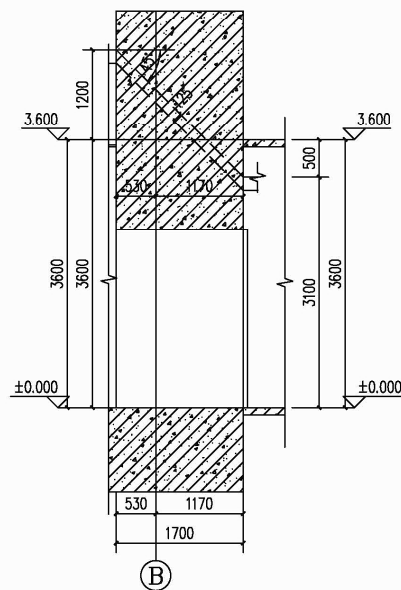
图别 建筑 图幅 A2

总张数 21 图号 20

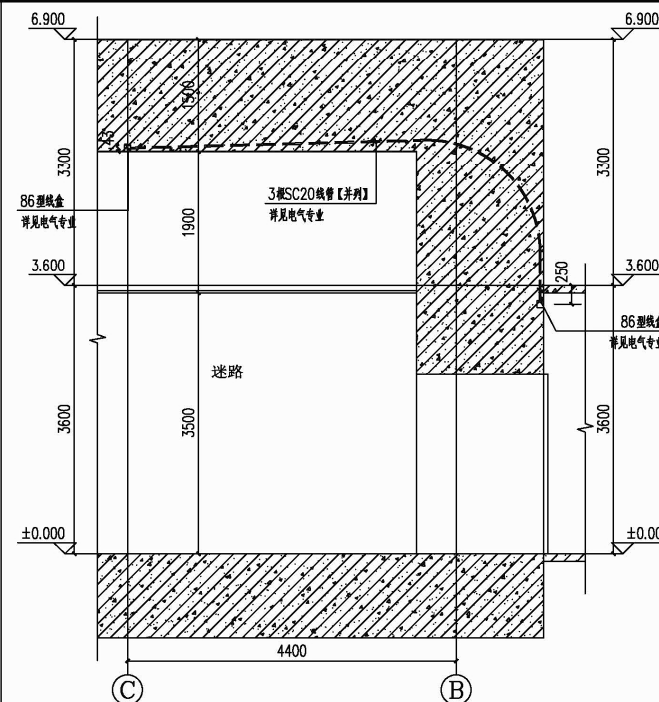
工程号 PDSJY05202512 日期 2025.08



治疗室排风、送风管预留洞口剖面定位图 1:50

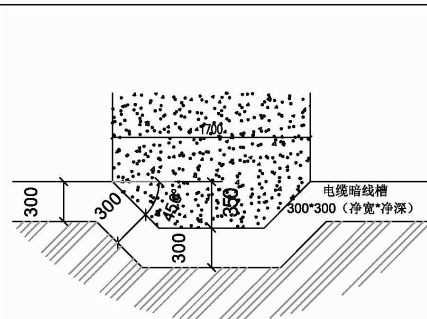


治疗室冷媒管预留洞口剖面定位图 1:50

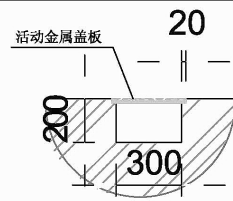
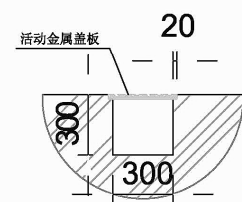


治疗室照明、空调、消防电线管预留洞口剖面示意图 1:50

线缆暗线槽过墙洞剖面示意图

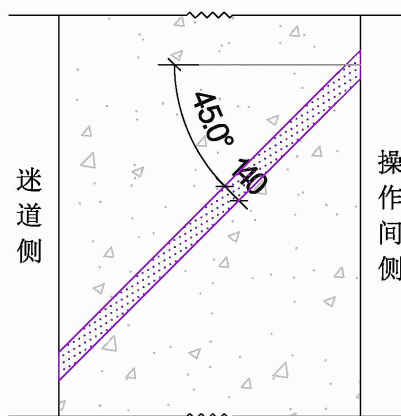


线缆暗线沟槽截面示意图

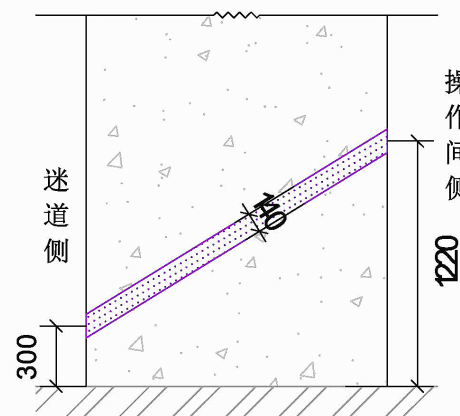


预埋件前方线槽沟

物理穿线管俯视图



物理穿线管剖视图



环境影响评价委托书

河南蔚蓝环保科技有限公司：

根据医院发展需要，为进一步满足患者就医需求，我单位在现有核技术利用的基础上，拟在放疗中心一层新增使用 1 台联影 uRT-linac 306 型医用电子直线加速器进行放射治疗。具体参数见下表 1。

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》以及《建设项目环境保护管理条例》等环保法律、法规的规定，现委托贵公司对我单位 新增医用电子直线加速器应用项目 开展环境影响评价工作，并按照国家相关技术规范要求，编制相应的《环境影响报告表》，望接受委托后，尽快安排开展相关的具体工作。

特此委托！

表 1 本次拟开展的核技术应用项目

装置名称	厂家	型号	数量	类别	主要技术参数
医用电子 直线加速器	上海联影医疗 科技有限公司	uRT-linac 306	1 台	II类	①常规模式：6MV、6Gy/min； ②FFF 模式：6MV、14Gy/min。



2025年 7月 9日



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：许昌龙耀医院

统一社会信用代码：52411025MJG3710029

地址：河南省许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉

法定代表人：马付魁

证书编号：豫环辐证[K0289]

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：2028年02月09日



发证机关：许昌市生态环境局



发证日期：2025年05月06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	许昌龙耀医院		
统一社会信用代码	52411025MJG3710029		
地 址	河南省许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口		
法定代表人	姓 名	马付魁	联系方式 0374-3888896
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	放射科	河南省许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口	黄
证书编号	豫环辐证[K0289]		
有效期至	2028 年 02 月 09 日		
发证机关	许昌市生态环境局		
发证日期	2025 年 05 月 09 日		





(一) 放射源

证书编号: 豫环辐证[K0289]

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
此页无内容													



(二) 非密封放射性物质

证书编号：豫环辐证[K0289]

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: 豫环辐证[K0289]

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	移动式 X 射线机	北京万东 HMC-160	6100305	管电压 125 kV 管电流 200 mA	北京万东鼎立医疗设备有限公司		
2		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	体外冲击波碎石机	HK.ESW L-V	/	管电压 100 kV 管电流 6 mA	深圳市慧康		
3		血管造影用 X 射线装置	II 类	使用	1	血管造影机	GE Optima CL 323i	V2SS1600060	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		
4		人体安全检査用 X 射线装置	III 类	使用	1	数字化乳腺 X 射线机	Senographic Crystal	/	管电压 35 kV 管电流 80 mA	北京通用电气		
5		人体安全检査用 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	Bondream 3D-1020MS	/	管电压 100 kV 管电流 10 mA	常州博恩中鼎		
6		人体安全检査	III	使用	1	双能 X 射线骨	ProdigyPr	/	管电压 90	北京通用电		



(三) 射线装置

证书编号: 豫环辐证[K0289]

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
7		医用 X 射线装置	III 类	使用	1	数字化 X 射线摄影系统	联影 uDR 770i	112048	管电压 150 kV 管电流 630 mA	上海联影医疗科技有限公司		
		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	CT	GE Optima CT660	77954YC6	管电压 140 kV 管电流 560 mA	日本通用电气		
		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	CT	GE Optima CT520	CBARG1600 273HM	管电压 140 kV 管电流 300 mA	航卫通用电气医疗系统有限公司		
		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	CT	GE Optima CT520	CBARG1600 273HM	管电压 140 kV 管电流 300 mA	航卫通用电气医疗系统有限公司		



此页无内容

(四) 许可证条件

证书编号: 豫环辐证[K0289]





(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：豫环辐证[K0289]

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	2025-05-09	许可证重新申领	豫环辐证[K0289]
2	延续	2023-02-10	延续，批准时间：2023-02-10	豫环辐证[K0289]
3	申请	2018-02-26	申请，批准时间：2018-02-26	豫环辐证[k0289]



(六) 附件和附图

证书编号: 豫环辐证[K0289]



河南省环境保护厅文件

豫环审〔2017〕213号

河南省环境保护厅 关于许昌龙耀医院医用Ⅱ、Ⅲ类射线装置 核技术应用项目环境影响报告表的批复

许昌龙耀医院：

你单位（统一社会信用代码：91411025050882849Y）报送的由核工业二三〇研究所编制的《许昌龙耀医院医用Ⅱ、Ⅲ类射线装置核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）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。经研究，批复如下：

一、项目性质：新建。

二、审批内容

(一) 种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。

(二) 项目内容：本项目建设地点位于许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口，许昌龙耀医院综合门诊楼内。拟购Ⅱ类射线装置数字减影血管造影装置1台(最大管电压125kV, 最大管电流1000mA), 机房位于医院综合门诊楼一楼北端东侧介入中心；拟购Ⅲ类射线装置64排CT、16排CT、数字胃肠机各1台，数字化X射线摄影系统、移动式X射线机各2台。

总投资：1300万元，环保投资：50万元。

三、你单位应在项目建成后30日内向社会公众主动公开本项目环评及许可情况，并接受相关方的咨询。同时，应将经批准的《报告表》报送当地市、县（区）环保部门，并接受监督管理。

四、有关要求

(一) 你单位应将《报告表》中各项污染防治措施落实到工程建设中，切实加强施工监督管理，确保项目的工程建设质量。

(二) 你单位应设置辐射环境安全专（兼）职管理人员，建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

(三) 辐射工作场所须设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，监测记录长期保存。

(四) 射线装置安装、调试、使用时，应由专业技术人员操作。操作人员必须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗，并定

期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。

（五）按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年 1 月 31 日前报送我厅，同时抄送当地环保部门。

（六）按规定申领“辐射安全许可证”，并报告当地环保部门。取得“辐射安全许可证”后，该项目方可投入运行。

（七）该项目建成后，其配套建设的放射防护设施经验收合格，方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（八）本批复有效期为 5 年，如该项目逾期方开工建设，应重新编制环境影响评价文件。





主办：辐射环境管理处

督办：辐射环境管理处

抄送：省辐射环境安全技术中心、许昌市环境保护局、核工业二三〇研究所。

河南省环境保护厅办公室

2017年10月31日印发



许昌龙耀医院医用 II、III 类射线装置核技术应用项目 竣工环境保护验收意见

2018 年 6 月 29 日，许昌龙耀医院在襄城县主持召开了医用 II、III 类射线装置核技术应用项目竣工环境保护验收会，参加会议的有建设单位及竣工环保验收报告表编制许昌龙耀医院、验收监测单位核工业二三〇研究所等单位的代表以及会议邀请的专家共 10 人（名单附后）。会前与会专家、代表对项目建设使用地点进行了现场检查。项目建设管理单位及验收单位分别对项目建设、运行情况和验收监测、调查情况进行了介绍。验收组审阅了验收报告表等有关资料，经认真审议，提出验收意见如下：

一、工程建设基本情况

1、建设地点、规模、主要内容

许昌龙耀医院位于许昌市襄城县产业集聚区襄业路紫云大道交叉口，医院购置了 1 台美国 GE 生产的“Optima CL 323i”型数字减影血管造影机，属于医用 II 类射线装置，安装在综合门诊楼一楼北端东侧介入中心，主要用于全身血管检查。同时又购置了 2 台 CT 机（位于门诊楼一楼东北侧影像科南部），1 台移动式 X 射线机（位于综合门诊楼三楼第九手术室内），1 台数字化 X 射线摄影系统（位于门诊楼一楼东北侧影像科中部），均属于医用 III 类射线装置。

2、建设过程及环保审批情况

1) 2017 年 7 月，医院委托核工业二三〇研究所对该项目开展了

环境影响评价，并编制了《许昌龙耀医院医用 II、III 类射线装置核技术应用项目环境影响报告表》。

2) 2017 年 10 月 31 日，河南省环境保护厅对该项目进行了批复，批复文号：豫环审[2017]213 号。

3) 2018 年 2 月 26 日，许昌龙耀医院取得了许昌市环境保护局颁发的辐射安全许可证，证书编号：豫环辐证[k0289]，许可范围为：使用 II、III 类射线装置，证书有效期至 2023 年 2 月 25 日。

本项目于 2017 年 11 月开始建设，2018 年 4 月建成投入使用。实际总投资 1200 万元，其中环保投资 50 万元。

二、工程变动情况

本项目环评文件中评价内容包括（1）拟购 II 类射线装置数字减影血管造影机 1 台（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），机房位于医院综合门诊楼一楼北段东侧介入中心；（2）拟购 III 类射线装置 64 排 CT、16 排 CT、数字胃肠机各 1 台，数字化 X 射线摄影系统、移动式 X 射线机各 2 台。

其中 1 台数字胃肠机、1 台数字化 X 射线摄影系统、1 台移动式 X 射线机未购买，故本次仅对已建成的 DSA、64 排 CT、16 排 CT、数字化 X 射线摄影系统、移动式 X 射线机共 5 台射线装置应用项目进行验收，其建设内容、建设地点均与其环境影响报告表及批复的内容一致。

三、环境保护执行情况

本次验收的各射线装置项目各项辐射安全与防护措施及其它相关

环保措施均已按环境影响报告表及其批复要求与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

许昌龙耀医院依据有关规定和技术要求对项目开展竣工环境保护验收，对项目环评文件及其批复提出的各项环保措施的落实情况予以核实，并对各射线装置机房及周边辐射环境进行了监测（委托核工业二三〇研究所监测）与调查，在此基础上编制完成该项目竣工环境保护验收报告表。

四、验收结果

（1）辐射环境影响

本项目各设备机房按照已批准的设计方案进行了辐射安全防护施工建设，验收监测结果表明，机房屏蔽墙外、防护门外、控制区、监督区等辐射工作人员、公众人员活动场所辐射剂量率水平满足相关标准要求，辐射工作人员及公众人员所受到的年附加剂量能够满足相关标准规定的年剂量限值以及提出的管理目标限值。

（2）规章制度及人员管理

许昌龙耀医院成立了辐射安全领导小组，人员分工合理、职责明确；制定了各项相关辐射安全与防护规章制度、设备检修维护制度以及事故应急预案等，落实情况相对较好。

医院制定了人员培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训并经培训考核合格后持证上岗。定期开展工作场所辐射环境监测、个人剂量监测和人员健康体检，建立了相关档案并

长期保存。

（3）其他辐射安全防护措施

经现场核查，工作场所辐射安全警示标识齐全，工作状态指示、安全联锁等能够正常运行，配备了必要的辐射防护用品，工作现场配备有便携式辐射监测仪器。

（4）放射性废物

本次验收的各射线装置不产生放射性废物。

（5）环境风险调查

本项目自运行以来，未发生过辐射安全事故。

五、验收结论

验收组认为本项目落实了环境影响报告表及环评批复提出的各项要求，采取了相应的环保措施，辐射安全与防护管理较规范。验收调查、监测结果表明：辐射安全防护设施运行正常、辐射防护效果良好，辐射工作人员和公众受到的附加剂量能够满足国家相关标准和提出的目标管理限值要求。

该项目满足《建设项目环境保护条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求，验收组同意其通过竣工环保验收。

验收组组长： 

2018 年 6 月 29 日

许昌龙耀医院医用Ⅱ、Ⅲ类射线装置核技术应用项目

竣工环境保护验收会验收组名单

2018.6.29

序号	姓 名	单 位	职称、职务
1	孟喜娟	许昌龙耀医院	副院长
2	彭献收	许昌龙耀医院	科主任
3	黄学琴	许昌龙耀医院	办证主任
4	李景泰	省辐射安全技术中心	高 2
5	高 2	许昌市疾病预防控制中心	高 2
6	刘 强	省卫生计生厅	刘 强
7	李 强	许昌龙耀医院	总务科长
8	钟志贤	核工业二三〇研究所	工程师
9	刘新强	核工业二三〇研究所	业务经理
10	王 记	核工业二三〇研究所	经理
11			
12			
13			
14			
15			
16			

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向 环保措施： 一、污染防治措施1、机房防护设计：射线装置设有单独的机房，机房满足使用设备的空间要求和辐射防护要求。机房内布局合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置。2、警示标识：所有的机房病人出入门外1m处应设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近；辐射工作场所须设置工作指示灯和电门，离辐射标志并有中文说明，注明工作时严禁人员入内。3、通风装置：射线装置机房设置动力排风装置，并保持良好的通风。4、照射剂量控制：根据各射线装置的实际工作情况配备可升降的含铅挡板，为受检病人的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量；移动X光机、移动式C臂机、移动DR使用场所应配置铅屏风，以保护其他非照射病人和医生。6、防护用品和监测仪器：医院已配备个人剂量计38个、辐射剂量仪4个、铅衣25件、铅围裙25条、铅屏风3块、铅围脖25个、铅防护眼镜5副、铅帽25顶。二、安全管理措施1、有专职管理人员负责辐射安全管理。2、规章制度：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、放射性同位素和射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案。3、辐射事故应急措施。4、个人剂量检定、个人剂量档案、职业健康体检、个人健康档案。5、5人参加辐射安全和防护知识培训。
承诺：许昌龙耀医院马付魁承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由许昌龙耀医院马付魁承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：_____		
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202541102500000010。		



231603100494
有效期2029年8月24日

附件4



HPHFFJ[2025]780

检测报告

检测项目： 新增医用电子直线加速器应用项目
拟建址区域辐射环境现状检测

委托单位： 许昌龙耀医院

河南普华检测技术有限公司

二〇二五年九月



声 明

- 1、对本检测报告有异议者，请于收到报告之日起十五日内向本公司提出。
- 2、本检测报告只对本次检测负责。
- 3、检测工作依据有关法规、协议和技术文件进行，其结果只向委托单位报告。
- 4、本报告未经书面许可，不得部分复制（全文复制并经本公司批准除外）。
- 5、本报告涂改、增删无效。未加盖检测公司“检验检测专用章”和  章无效。
- 6、本报告共 4 份，送交委托单位 3 份，评价公司存档 1 份。

河南普华检测技术有限公司

单位地址：河南省新乡市新飞大道 1789 号高新区火炬园研发楼 II（G-L）（30-32）

电话：0373-3728202

邮编：453003

Email: hnphjc@126.com

检测报告首页

检测项目	新增医用电子直线加速器应用项目拟建址区域辐射环境现状检测		
委托单位	许昌龙耀医院		
联系人	杨俊才	联系电话	18768825913
检测类别	委托检测		
检测时间	2025 年 7 月 16 日		
环境条件	天气：晴，温度：35.8℃，湿度：36.1%RH		
检测地点	许昌市襄城县产业集聚区襄业路与紫云大道交叉口许昌龙耀医院		
检测内容	区域环境 γ 辐射剂量率		
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021		
检测仪器	名称：X、γ 辐射空气比释动能率仪 型号：RJ32-3202 出厂编号：RJ3200325/仪器编号：PHF0205 生产厂家：上海仁机仪器仪表有限公司 仪器校检日期：2025.05.19 校检有效期至：2026.05.18 校检单位：上海市计量测试技术研究院 证书编号：2025H21-20-5905461001 量程范围：（主机）0.01 μ Sv/h$\sim$150mSv/h （探头）1nGy/h$\sim$400 μ Gy/h		
质量保证	1. 所有项目按照国家有关规定及我公司质控要求进行质量控制。 2. 检测分析方法采用国家发布的标准（或推荐）分析方法，现场检测人员不少于 2 人，均通过考核并持有合格证书。 3. 所有检测仪器经过计量部门检定合格并在有效期内，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。 4. 所有记录及分析结果均经过三级审核。		

检测人: 夏明虎 马峰博

编制人: 夏明虎

校核人: 宋孟宇

审核人: 韩甲豪

签发人: 张泽钰

签发日期: 2025 年 9 月 22 日

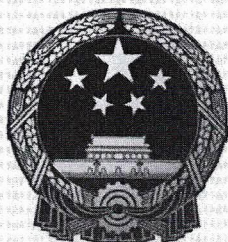
检 测 结 果

表 1 本项目区域环境γ辐射剂量率检测结果一览表

编号	检测点位描述	环境γ辐射剂量率 (nGy/h)		备注
		均值	标准差	
1	拟建加速器机房中央位置	66.5	2.0	室外，原野，泥土地
2	拟建加速器机房北侧约 45m 处 水井房南侧门前空地	65.8	1.8	室外，原野，泥土地
3	拟建加速器机房东侧约 30m 处 氧气站南侧门前空地	68.7	1.8	室外，道路，水泥地
4	拟建加速器机房东侧约 50m 处 医院内部道路	69.2	1.5	室外，道路，水泥地
5	拟建加速器机房南侧约 35m 处 感染性疾病科一楼大厅	89.8	2.0	室内，楼房，瓷砖地
6	拟建加速器机房南侧约 50m 处 感染性疾病科南侧楼外停车场	70.7	1.7	室外，道路，水泥地
7	拟建加速器机房西侧约 20m 处 围墙东侧空地	67.0	1.9	室外，原野，泥土地
8	医院大门北侧广场	69.5	1.7	室外，道路，水泥地
备注	1、上述检测结果已按（HJ 1157-2021）进行数据处理，已扣除仪器宇宙射线响应值。 2、检测仪器校准因子取 1.01。			

检测点位

图1 本项目区域环境 γ 辐射剂量率检测点位示意图



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 231603100494

名称: 河南普华检测技术有限公司

地址: 河南省新乡市新飞大道 1789 号高新区火炬园研发楼 II (G-L)
(30-32)

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。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

许可使用标志



231603100494

有效期 2029 年 8 月 24 日

发证日期: 2023 年 8 月 25 日

有效期至: 2029 年 8 月 24 日

发证机关: 河南省市场监督管理局

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。

第 10 页 共 10 页

批准河南普华检测技术有限公司检验检测的能力范围(计量认证)

实验室地址：河南省新乡市新飞大道 1789 号高新区火炬园研发楼 II (G-L) (30-32)

序号	类别(产品/ 项目/参数)	产品/项目/参数		依据的标准(方法)	限制范围	说明
		序号	名称	名称及编号(含年号)		
				水质总 α 放射性的测定 厚源法 HJ 898-2017		
		86	总 β 放射性	生活饮用水标准检验方法 第 13 部分 放射性指标 (5.1 低本底总 β 检测方法) GB/T 5750.13-2023		
				水质总 β 放射性的测定 厚源法 HJ 899-201		
		87	X- γ 辐射 剂量率	环境 γ 辐射剂量率测量 技术规范 HJ 1157-2021		
				工业探伤放射防护标准 GBZ 117-2022		
		88	空气中氡	环境空气中氡的测量方法 HJ 1212-2021	仅限于脉冲电 离室法	
				室内氡及其衰变产物测量 规范 GBZ/T 182-2006	仅限电离室法	
		89	氡析出率	表面氡析出率测定 积累法 EJ/T 979-95		
(十六)	噪声	90	环境噪声	声环境质量标准 GB 3096-2008		
				环境噪声监测技术规范 城市声环境常规监测 HJ 640-2012		
		91	厂界环境 噪声	工业企业厂界环境噪声 排放标准 GB 12348-2008		
		92	社会生活 环境噪声	社会生活环境噪声排放 标准 GB 22337-2008	不做结构传播 固定设备室内 噪声	
		93	建筑施 工场界环境 噪声	建筑施工场界环境噪声 排放标准 GB 12523-2011		
--以下空白--						



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

Verification Certificate

证书编号: 2025H21-20-5905461001
Certificate No.



送检单位 Applicant	河南普华检测技术有限公司
计量器具名称 Name of Instrument	环境监测用X、γ辐射空气比释动能率仪
型号/规格 Type /Specification	RJ32-3202
出厂编号 Serial No.	RJ3200325
制造单位 Manufacturer	上海仁机仪器仪表有限公司
检定依据 Verification Regulation	JJG 521-2024 《环境监测用X、γ辐射空气比释动能率仪检定规程》
检定结论 Conclusion	合格



批准人 Approved by	忻智炜
核验员 Checked by	胡崇庆
检定员 Verified by	孙训



检定日期 Date for Verification	2025	年	05	月	19	日
有效期至 Valid until	2026	年	05	月	18	日



计量检定机构授权证书号: (国)法计(2022)01019号/01039号	电话: 021-38839800
Address: No.1500 Zhangheng Road, Shanghai (headquarter)	邮编: 201203
传真: 021-50798390	网址: www.simt.com.cn



证书编号: 2025H21-20-5905461001
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	(1×10 ⁻⁶ ~1) Gy/h	$U_{rel}=4.2\% (k=2)$	[1989]国量标 沪证字第088号	2028-11-05

本次检定使用的主要计量器具:
Measuring instrument 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(γ)	T10022+3200 2	000459+000 565	1×10 ⁻⁶ Gy/h~1×10 ⁻¹ Gy/h	$U_{rel(γ)}=3.2\% (k=2)$	DLj12025- 00909/ 2026-01-19
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	$U_{rel(X)}=2.6\% (k=2)$	DLj12025- 02573/ 2026-03-02
/	/	/	/	/	/



以上计量标准器具的量值溯源至国家基准。
The value of a quantity of measurement standard used in this verification is traced to those of the national primary standards in the P.R. China.

检定地点及环境条件:

Location and environmental condition for the verification

地点: 张衡路1500号电离辐射楼103室

Location

温度: 20℃

Ambient temperature

湿度: 60%RH

Humidity

其他: 气压: 102.5 kPa

Others

备注: /
Note:

本证书提供的结果仅对本次被检的器具有效。未经本院/中心批准, 部分采用本证书内容无效。

The data are valid only for the instrument(s).

Partly using this certificate will not be admitted unless allowed by SIMT

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: 2025H21-20-5905461001
Certificate No.

检定结果/说明:

Results of verification and additional explanation

1. 相对固有误差 I (%): 2.7 【使用 ^{137}Cs γ 辐射源】
2. 重复性(%): 2.1 【测量点参考值: 0.87 $\mu\text{Gy/h}$ 】
3. 剂量响应【使用 ^{137}Cs γ 辐射源】

空气比释动能率 $\mu\text{Gy/h}$	50	5	1
校准因子 C_f	0.97	1.01	1.01

4. 能量响应

空气比释动能率 $\mu\text{Gy/h}$	50			
X管电压 kV	80	100	150	200
校准因子 C_f	1.05	0.92	1.08	1.07
能量响应 R'_E	0.93	1.05	0.90	0.91

$$\text{校准因子 } C_f = \frac{\text{空气比释动能率 } K_a \text{ 参考值}}{\text{仪器示值}}$$

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

注1: 规程技术要求

计量性能	技术要求
相对固有误差	-15%~22%
重复性	20%
能量响应	不超过 $\pm 30\%$

注2: $R'_E = R_E / R_{\text{Cs}}$, $R_E = 1/C_f$, 即 R'_E 为每种能量 E 的响应 R_E 对 ^{137}Cs γ 参考辐射的响应 R_{Cs} 归一后的响应值。注3: 任一个相对固有误差 I 均不超过 $[-15\% - U_{\text{rel}}, 22\% + U_{\text{rel}}]$, 且任二个 I 值之差不超过37%, 则判断相对固有误差项目合格, $U_{\text{rel}} = 4.2\%$ ($k=2$) 为计量标准的不确定度。

检定结果内容结束

检定证书续页专用
Continued page of verification certificate第 3 页 共 3 页
Page of total pages

许昌龙耀医院文件

许龙医发〔2025〕42号

关于调整辐射安全与环境保护管理小组的通知

各科室：

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，为做好各项辐射安全与环境保护管理工作，结合我院实际情况，经院长办公会研究决定，现对我院辐射安全与环境保护管理小组（以下简称“管理小组”）进行调整，具体人员名单及主要职责如下：

一、管理小组名单

组 长：	晁献召	电话：	18903993675
副组长：	李延娜	电话：	18737415656
	徐会彬	电话：	18903995985
	霍晓果	电话：	13569973834
	侯 桦	电话：	15893766076

马 列 电话：18317407070

白占伟 电话：13629884573

成 员：

杨俊财 彭献收 王孟孟 朱魁钢 岳旭娇

井瑞芳 王阔举 冀鹏飞 张 坤 叶丽娟

石 鑫 郭金聚 吴 鹏 李朝杰 孙文选

段路豪 袁 琼 张 蕾 杜奎显 贾适意

翟东旺 刘艳红

二、管理小组基本情况

辐射安全与防护负责人：晁献召，联系电话：18903993675

辐射安全与防护管理员：杨俊财，联系电话：18768825913

管理小组办公室：设备科

三、管理小组职能

（一）贯彻执行辐射安全相关的法律、法规、政策、方针，全面负责各项辐射安全与环境保护管理工作。

（二）针对核技术应用活动按要求办理相应环保手续，监督辐射工作人员合法、合规、合理从事辐射活动。

（三）按要求开展辐射安全与防护自查及年度评估，积极配合生态环境部门开展的监督检查，并针对自查或监督检查发现的问题落实整改。

（四）建立、健全各项辐射管理档案，按要求开展场所辐射检测、人员培训考核、个人剂量检测及职业健康体检工作。

（五）制订或修订辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，

按要求开展辐射安全与防护宣教活动及辐射事故应急演练。

四、管理小组职责分工

(一) 组长职责

负责辐射安全与环境保护管理工作的整体部署，领导开展辐射安全管理及辐射事故应急工作，并对执行情况进行全面监督。

(二) 副组长职责

负责组织制(修)订辐射安全管理制度及辐射事故应急预案；负责组织开展辐射安全与防护状况自查及年度评估；负责与生态环境部门对接，积极配合开展辐射安全监督检查；负责针对不符合项的整改情况进行监督；负责组织开展辐射安全与防护宣教活动；负责组织辐射安全与防护设施的维护、维修；负责协助组长做好辐射安全管理及辐射事故应急处理工作。

(三) 成员职责

负责建立、健全各项辐射管理档案；负责按要求办理各项环保手续；负责辐射工作场所辐射环境检测，辐射工作人员培训考核、个人剂量检测和职业健康体检等工作的具体实施；负责辐射安全与防护自查及年度评估工作的具体实施；负责针对不符合项提出整改方案并实施；负责整理上报辐射工作相关资料，协助处理上级交办的其他相关工作。



许昌龙耀医院文件



许龙医发〔2025〕43号

关于印发《许昌龙耀医院辐射事故应急预案》 的通知

各科室：

为强化我院应对突发辐射事故的响应能力，规范辐射事故应急处置程序，明确各科室、部门及人员在辐射事故应急工作中的职责，提高全员风险防范意识，确保发生辐射事故时，能够迅速、高效、有序地采取应对措施，最大程度地减少辐射事故影响。根据《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》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律、法规的规定，结合我院实际，制定《许昌龙耀医院辐射事故应急预案》，现予以发布实施。

特此通知。

附件 1：《许昌龙耀医院辐射事故应急预案》

附件 2：《辐射事故应急处理流程》

附件 3：《辐射事故初始报告表》



许昌龙耀医院辐射事故应急预案

一、编制目的

为规范及强化突发辐射事故应对能力，完善应急响应机制，明确各科室、部门及人员在辐射事故应急工作中的职责，提高全员风险防范意识，确保发生辐射事故时，能够迅速、高效、有序地采取正确的应对措施，最大程度减少辐射事故影响。

二、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和防护管理办法》

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》

《河南省辐射污染防治条例》

《河南省生态环境厅辐射事故应急预案》

三、适用范围

本预案适用于本单位在核技术利用活动中发生的辐射事故或者可能引发辐射事故的运行故障。

四、核技术利用概况

许昌龙耀医院已取得许昌市生态环境局核发的辐射安全许可证，许可的种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置，证书编号：

豫环辐证[K0289],有效期至:2028年02月09日。本单位现有1台II类射线装置、8台III类射线装置。

五、应急响应机构

(一) 机构设置

成立辐射事故应急工作小组(以下简称“应急小组”),全面负责本单位的辐射事故应急处理工作,具体成员如下:

组 长:晁献召 电话:18903993675

副组长:李延娜 电话:18737415656

徐会彬 电话:18903995985

霍晓果 电话:13569973834

候 桦 电话:15893766076

马 列 电话:18317407070

白占伟 电话:13629884573

成 员:

杨俊财 彭献收 王孟孟 朱魁钢 岳旭娇

井瑞芳 王阔举 冀鹏飞 张 坤 叶丽娟

石 矗 郭金聚 吴 鹏 李朝杰 孙文选

段路豪 袁 琼 张 蕾 杜奎显 贾适意

翟东旺 刘艳红

(二) 职责分工

1. 组长

(1) 负责组织人员制订或修订辐射事故应急预案。

(2) 负责辐射事故应急响应工作的整体部署与实施。

(3) 负责组织人员进行讨论、研究，分析事故原因，总结经验教训，落实预防措施，避免同类事故再次发生。

2. 副组长

(1) 负责协助组长做好应急工作的协调组织、分工安排及具体实施。

(2) 负责调配应急物资，充分调动人力、物力资源，采取各种快速有效的措施，最大限度的控制事故影响。

(3) 负责定期组织开展辐射安全自查，针对发现的辐射安全隐患问题，提出整改意见，并予以监督落实。

(4) 负责向生态环境、卫生健康及公安部门报告辐射事故和应急处置情况，配合开展事故调查和定性定级工作。

(5) 负责定期组织开展辐射事故应急培训和应急演练活动。

3. 成员

(1) 负责按照应急方案要求，落实各项应急处理工作。

(2) 负责封锁事故现场，组织人员撤离，维持现场秩序。

(3) 负责安排受照射人员进行必要的医学检查，稳定思想情绪。

(4) 负责应急物资的购置和日常维护管理，做好应急准备工作。

(5) 负责整理或变更应急机构及上级行政主管部门的应急联络方式。

六、应急工作原则

迅速报告，保护现场，主动抢救，生命第一，科学施救。

七、应急指导思想

全体辐射工作人员必须充分重视，贯彻执行“安全第一、预防为主”的指导思想，自觉遵守所有辐射安全操作规程，杜绝任何违规操作，做到辐射事故早发现、速报告、快处理，建立快速反应机制。

八、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。

（一）特别重大辐射事故

指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

（二）重大辐射事故

指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

（三）较大辐射事故

指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残

疾。

(四) 一般辐射事故

指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据本单位核技术利用实际情况，可能发生的辐射事故为：射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

九、应急响应程序

(一) 快速响应

发生射线装置误照射事故时，现场辐射工作人员第一时间按下紧急停机按钮或切断射线装置电源，停止 X 射线出束；组织受照射人员撤离事故区域，并有序疏散周边人员。

(二) 迅速报告

现场辐射工作人员迅速将事故发生的时间、地点、类型等基本情况报告给应急小组。

(三) 保护现场

报告完毕后，现场辐射工作人员封锁事故区域，保护好事故现场，为后期事故调查处理保留证据。

(四) 启动响应

应急小组收到报告后，迅速启动事故应急响应，立即组织相关人员携带必要的应急物资赶赴现场，管控事故现场，制定应急处理方案，同时充分调动人力、物力资源，组织应急人员开展应

急处理工作。对于可能受到误照射的人员，及时安排进行必要的健康检查或医疗救治。

（五）信息汇报

应急小组准确研判事故性质，在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》向当地生态环境部门报告；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

（六）响应终止

当辐射事故现场满足下列条件时，由应急小组终止应急响应：

1. 确认事故已经得到有效控制，事故状态已经消除，辐射污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内。
2. 事故所造成的危害已被彻底消除或可控。
3. 事故现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要。
4. 政府或上级生态环境主管部门宣布应急状态终止的。

（七）后续调查

1. 应急小组根据掌握的事故有关情况，组织相关人员配合生态环境部门开展事故调查和定性定级工作。

2. 事故妥善处理后，应急小组组织相关人员进行讨论、研究，总结经验教训，完善预防措施，加强日常管理，避免类似事故再次发生。

3. 对事故应急期间所采取的行动进行评价，根据实践经验，

及时对应急预案及相关实施程序进行修订。

十、事故防范措施

（一）加强日常辐射安全管理，辐射工作人员严格执行各项辐射安全管理制度和操作规程，认真履行岗位职责。

（二）射线装置发生故障不能工作时，应立即关闭设备，断开电源，记录发生故障时的状态，设置“禁止使用”标识，并及时上报检修。

（三）辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后方可从事辐射工作，无关人员严禁随意进入辐射工作场所，严禁操作设备。

（四）辐射工作人员应熟悉各射线装置的组成结构、操作规程及安全防护设施，确保发生事故时，能够及时采取有效措施，控制事故影响。

（五）定期对辐射工作场所的安全防护设施进行检查，确保安全联锁、警示标识、视频监控、紧急停机、工作状态指示灯等保持正常运行。

（六）配备相适应的检测设备及防护用品，辐射工作人员在工作时正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪，同时应牢固辐射防护意识，掌握辐射防护知识，尽可能利用现场条件，减少不必要的辐射影响。

（七）每年委托有资质的机构进行辐射防护检测和设备质量控制检测，发现问题或隐患及时予以整改。

十一、应急联系方式

河南省生态环境厅 24 小时值班电话：0371-66309000

河南省生态环境厅核与辐射安全监管处：0371-66309121

许昌市生态环境局核与辐射安全监管科：0374-6069517

许昌市生态环境局环境应急管理办公室：0374-6069529

许昌市卫生健康委卫生应急办公室：0374-6066306

许昌市疾病预防控制中心办公室：0374-6061001

应急小组组 长：晁献召 电话：18903993675

副组长：李廷娜 电话：18737415656

徐会彬 电话：18903995985

霍晓果 电话：13569973834

候 桦 电话：15893766076

马 列 电话：18317407070

白占伟 电话：13629884573

成 员：

杨俊财 彭献收 王孟孟 朱魁钢 岳旭娇

井瑞芳 王阔举 冀鹏飞 张 坤 叶丽娟

石 鑫 郭金聚 吴 鹏 李朝杰 孙文选

段路豪 袁 琼 张 蕾 杜奎显 贾适意

翟东旺 刘艳红

十二、应急物资

配备与辐射工作相适应的检测仪器，配备应急专用防护用品。应急物资由应急小组安排专人负责日常管理和定期维护。

十三、应急培训

应急小组根据辐射工作的实际开展情况，定期组织开展辐射事故应急培训，主要内容包括：辐射安全与防护基本知识和相关法律、法规；潜在发生的辐射事故及其应急处理措施；国内外典型辐射事故及其应急处理经验；本单位辐射事故应急预案和应急响应程序；医学急救知识和基本操作技能；辐射检测仪器性能和操作方法。

十四、应急演练

应急小组根据辐射工作的实际开展情况，按要求定期组织开展辐射事故应急演练，保持高效、正确的应急响应能力。应急演练可分为综合演练和专项演练：

（一）综合演练是为了检验、巩固和提高应急组织体系内各应急组织之间的相互协调和配合，同时检查应急预案和程序的有效性而举行的演练；

（二）专项演练是为了检验、巩固和提高应急组织或应急响应人员执行某一特定应急响应技能而进行的演练。

演练活动结束后，组织开展演练总结，评估和验证应急预案的可行性和有效性，必要时予以修改完善。

十五、其他

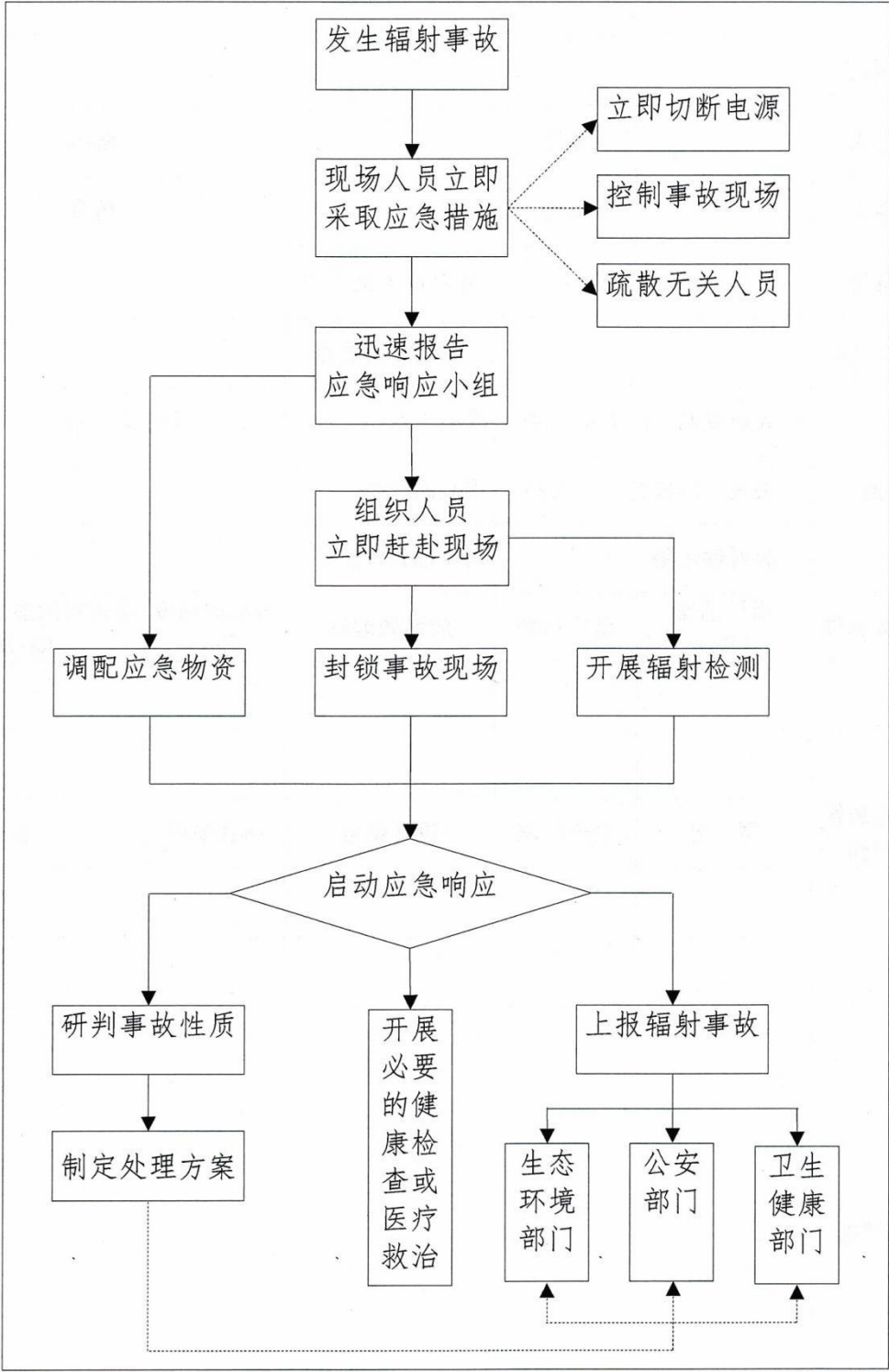
本预案自发布之日起生效，在实施过程中如有与国家、省、市应急预案相抵触之处，以国家、省、市应急预案的条款为准。

本预案由辐射事故应急小组负责解释和修订，原则上每五年

更新修订一次,发生下列情况之一时,应急预案需立即更新修订:

- (一)适用的法规、标准发生变化;
- (二)应急组织机构相关负责人发生变化;
- (三)应急预案在应急演练中暴露出不足和缺陷;
- (四)应急预案在同行业发生的辐射事故中暴露出不足和缺陷;
- (五)其它需要更新修订的情形。

辐射事故应急处理流程



附件 3

辐射事故初始报告表

事故单位名称		(公章)				
法定代表人		地址		邮编		
应急联系人		电话		传真		
许可证编号				许可证审批机关		
事故发生时间				事故发生地点		
事故类型		☐ 人员受照 ☐ 人员污染		受照人数		受污染人数
		☐ 丢失 ☐ 被盗 ☐ 失控		事故源数量		
		☐ 放射性污染		污染面积 (m ²)		
序号	核素名称	出厂活度 (Bq)	出厂日期	放射源编码	事故时活度 (Bq)	非密封放射性物质状态 (固/液态)
序号	射线装置 名称	型 号	生产厂家	设备编号	所在场所	主要参数
事故经过情况						
报告人签字		报告时间		年 月 日 时 分		

注：射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流 (mA) 和电压 (kV)、加速器线束能量等主要性能参数。

许昌龙耀医院文件

许龙医发〔2025〕44号

关于印发《辐射安全管理规章制度汇编文件》 的通知

各科室：

根据《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》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律、法规的规定。为加强我院核技术利用活动的规范化管理，结合我院实际，对辐射安全管理规章制度进行修订、汇编，现予以发布实施，相关科室、部门人员应严格遵照执行。

特此通知。

附件：《辐射安全管理规章制度汇编文件》

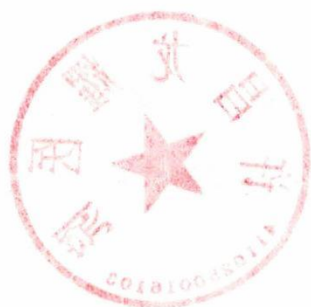


附件

辐射安全管理规章制度

汇编文件

编制单位：许昌龙耀医院



2025 年 8 月

目 录

辐射安全管理规定	1
辐射工作人员岗位职责	3
医用 X 射线诊断设备操作规程	4
数字减影血管造影机操作规程	6
医用直线加速器操作规程	7
场所辐射环境检测计划与方案	9
监测仪表使用与校验管理制度	11
辐射工作人员个人剂量管理制度	12
辐射工作人员培训考核管理制度	13
辐射工作人员职业健康管理制度	15
防止误操作和意外照射的安全措施	16
辐射安全与防护设施维护维修制度	17
X 射线诊断中受检者防护规定	19
射线装置管理规定	20
辐射安全保卫管理制度	21

许昌龙耀医院

辐射安全管理规定

为进一步规范及强化辐射安全管理，保障本院核技术应用项目的安全合规运行，根据《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》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规的相关规定，结合本院实际，制定如下辐射安全管理规定。

一、认真贯彻执行辐射安全相关的法律、法规，按要求履行各项环保手续，在许可的种类和范围内合理、合法、合规从事辐射活动。

二、依法履行辐射安全管理主体责任，以法定代表人作为辐射安全第一责任人；成立辐射安全与环境保护管理机构，明确管理机构及成员的主要职责范围，设置日常专职管理人员。

三、制定并不断完善各项辐射安全管理制度及操作规程，建立辐射环境监测、人员培训管理、个人剂量检测及职业健康监护等各项管理档案，确保始终满足从事相应辐射活动的能力要求。

四、制定并不断完善辐射事故应急预案，明确辐射事故应急处理程序及方式，确保发生辐射事故时，能够迅速响应，采取有效措施控制事故影响，同时在日常工作中积极落实预防措施，最大程度避免辐射事故发生。

五、辐射工作场所按要求设置明显的电离辐射警示标志，定期组织对辐射工作场所的各项辐射安全与防护设施进行巡查，发现问题或隐患，及时落实整改，确保其始终保持良好的工作状态。

六、明确辐射工作人员岗位职责，做好辐射工作场所日常清洁工作，保持良好的工作环境，严禁在辐射工作场所内存放无关杂物，特别是易燃、易爆及腐蚀性物品。

七、制定详细完整的场所辐射环境监测计划与方案，配备相适应的辐射检测仪器，按要求定期开展日常检测，每年委托有资质的单位进行一次全面检测，妥善保存各项检测报告及检测记录。

八、辐射工作人员按要求参加辐射安全与防护培训，通过考核后持证上岗，并在工作中严格遵守操作规程，杜绝一切违规操作。

九、按照国家相关规定对辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康体检，按要求妥善保存各项检测报告及体检报告。

十、辐射工作人员在工作时按要求正确佩戴个人剂量计，并注意妥善保管，出现检测结果异常时，应积极配合查明原因，主动将有关情况上报生态环境及卫生健康管理部门，采取必要的改进措施。

十一、辐射工作场所落实辐射安全保卫措施，明确相关责任人员，设备开关钥匙由专人负责管理，防止误操作情况发生。

十二、按要求建立射线装置管理台账，射线装置在购买或报废时，按规定办理相关手续，并及时更新台账，做到账物相符。

十三、积极配合生态环境主管部门的监督检查，每年按要求开展辐射安全与防护状况年度评估，并按规定上报年度评估报告。

十四、辐射工作人员须严格执行本规定及其他辐射安全管理制度。如有违反，将根据所造成的不良后果，进行相应处罚；若造成辐射事故，将依法追究违规人员的责任。

许昌龙耀医院

辐射工作人员岗位职责

一、辐射工作人员必须严格遵守辐射安全相关法律、法规的规定，认真执行各项辐射安全管理制度。

二、辐射工作人员应树立端正的工作态度，培养良好的工作习惯，在工作中做到爱岗敬业、认真负责、实事求是、坚持原则。

三、辐射工作人员应主动参加岗前体检及辐射安全与防护培训，通过考核后持证上岗，并在上岗后自觉接受个人剂量及职业健康管理。

四、辐射工作人员应熟练掌握射线装置的各项操作规程，在工作中严格遵照执行，杜绝一切违规操作，防止发生差错事件。

五、辐射工作人员应掌握必要的辐射安全知识，识别可能遇到的辐射安全问题和潜在风险，具备控制减少职业危害的能力。

六、辐射工作人员应掌握辐射事故应急处理程序，具备应对突发辐射事故的能力，一旦发生辐射事故，能够迅速采取有效措施控制事故影响。

七、辐射工作人员应做好辐射工作场所的日常清洁工作，保持整洁、有序的工作环境；同时应做好辐射安全与防护设施的日常维护工作。

八、辐射工作人员应掌握检测设备和防护用品的使用方法，在工作中按要求正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪，正确使用防护用品。

九、辐射工作人员应积极配合生态环境部门的监督检查，认真执行生态环境部门的要求，对发现的问题或隐患，积极落实整改。

许昌龙耀医院

医用 X 射线诊断设备操作规程

一、开机前对控制室、设备机房进行巡查，做好准备工作，提前开启动力通风设施，保持机房内良好的通风。

二、开机前检查设备完整性，观察电源工作状态和环境温湿度状况，按照设备对环境温湿度的要求，使用空调、除湿机等进行调节。

三、开机后设备进入自检程序，自检完毕后，给予足够的预热时间，预热期间不做其他操作，同时注意观察设备运行状态，发现异常情况，立即停止作业，待问题解决后方可重启运行。

四、开始出束前，仔细核对受检者信息及检查方案，按规定对受检者进行摆位，并向其介绍注意事项，最大程度争取受检者配合，减少一切不必要的照射，避免不当操作导致重复照射。

五、开始出束前，对受检者的非受照射部位予以防护，对无关人员进行清场，如特殊原因需对受检者进行扶携时，陪检者应穿戴防护用品。

六、开始出束前，应检查控制台面上各项仪表是否显示正常，各项功能按键是否选择正确，应注意结合诊断需要，选择合理的参数。

七、出束过程中，应注意观察设备运转是否正常，出现异常情况，应立即停止作业，并及时上报检修，待恢复正常后方可重启运行。

八、设备使用完毕，按规定程序关机，应首先将控制台电脑关闭，再切断设备电源，并在停机后进行检查。

九、每天工作完毕，将辅助用品归放原处，断开控制室及机房内电器设备电源，锁好门窗后方可离开。

许昌龙耀医院

数字减影血管造影机操作规程

一、DSA 操作人员必须接受专业培训，熟悉 DSA 的设备性能及各项操作要求，未经许可的人员不得随意操作设备。

二、开机前检查设备电源是否正常，运行环境是否安全，并进行常规准备工作，开启空调和通风系统，将室内环境调至合适温度。

三、开机后等待主机和系统软件进入自检程序，注意观察设备状态，如发现问题，及时停止下一步操作，查明原因。

四、系统正常运行后，操作人员将患者信息准确录入系统，术中配合手术医师选择合适的 DSA 程序，完成相应操作。

五、介入工作人员指导患者做好术前准备，同时在工作中正确使用个人防护用品，正确佩戴个人剂量计，做好自身防护。

六、手术完成后，介入工作人员协助患者离开，及时将设备复位，关闭系统和设备总电源，整理相关物品，并做好清洁工作。

七、清洁工作结束后，关闭空调和通风系统，关闭灯光和防护门，取出设备控制台锁定钥匙。

八、下班前记录开关机情况、设备运行情况及故障情况，统计检查治疗患者数量，认真做好交班工作。

九、不定期组织开展卫生打扫及消毒工作，擦拭设备外表，使其保持清洁，注意防尘、防潮。

许昌龙耀医院

医用直线加速器操作规程

一、放疗技师必须了解加速器的性能，熟练掌握操作手册，以及各项辐射安全防护设施及措施的功能、作用、使用方法。

二、加速器通电前首先检查真空、水压、水温、气压等是否正常。严格按照开机程序进行开机，并按要求运行晨检及预热程序。

三、晨检应逐项查看加速器内、外循环水压力、空气湿度、电缆沟是否漏水，房间内有无物体置于机架床运动范围内。晨检结束后，对加速器进行预热，预热完成后，检查射束剂量率、射线能量等主要参数。

四、患者进入治疗室必须核准身份，由至少两名技师对患者进行摆位；摆位完成后退出治疗室，确认机房内除患者外无其他人员后，关闭防护门，输入治疗参数并校对。

五、在治疗前，先将机架旋转一周，确保机头不会与机架床或患者发生碰撞，在控制室进行遥控时，须先确定无任何意外和危险后再操作；操作完成后，由控制台技师操作设备进行出束治疗。

六、治疗过程中出现紧急情况，应第一时间通过紧急停机开关，停止加速器出束，引导患者离开治疗室；若出现联锁故障，应停止相关操作，问题不解决不得重启加速器。

七、加速器操作人员离开控制台时，应随身携带开关钥匙；停机时，开关钥匙应放在指定位置，只有加速器操作、维修人员有权取用钥匙。

八、治疗结束后，各类物品整齐归位，及时关闭空气压缩机、操作显示器电源等，将电子柜和控制台钥匙取出并妥善保管。

九、下班前检查水、电、空调、除湿机开关等是否在正常位置，防护门是否关闭，确保安全。因过失、违规操作、野蛮操作造成设备损坏的，按规定要追究其行政及经济责任。

许昌龙耀医院

场所辐射环境检测计划与方案

一、检测计划

(一) 射线装置投入运行前,在最大运行工况下,开展 1 次全面的辐射环境检测,评估辐射安全状况,确保辐射水平达标。

(二) 射线装置正常运行后,每年委托有资质的检测机构对辐射工作场所开展 1 次辐射环境检测。

(三) 射线装置正常运行后,视工作开展情况不定期对辐射工作场所自行开展辐射环境检测

(四) 当出现下列情况之一时,应增加临时性检测,视情况自行开展或委托有资质的检测机构开展。

- 1.射线装置闲置超过 3 个月,根据需要重新启用;
- 2.射线装置 X 射线系统组件发生更换或经过较大维修;
- 3.辐射工作场所的屏蔽防护设施发生更换或经过较大维修。

二、检测方案

(一) 年度检测

年度检测由委托的检测机构开展,检测机构按照相关技术规范要求制定检测方案,辐射安全与环境保护管理机构安排人员对检测方案进行审核,并安排 1 名辐射工作人员予以配合。

(二) 日常检测

1.检测人员:由辐射安全与环境保护管理机构组织开展,每次检测由至少两名辐射工作人员共同完成。

2.检测仪器:便携式 X-γ 辐射监测仪。

3.检测内容:射线装置正常运行时工作场所周围的辐射剂量

率。

4.检测布点:

(1) 对有实体屏蔽机房的射线装置,分别在机房四周屏蔽体、观察窗及防护门外表面 30cm 处布点,另外需关注防护门四周门缝、管线穿墙口、工作人员操作位以及其他人员可能到达的位置,对于机房正上或正下有人员活动的区域,还应在正上方离地 30cm 处、正下方离地 1.7m 处布点。

(2) 对无实体屏蔽机房的射线装置,分别在划定的控制区或监督区边界、人员所在位置以及其他需关注的位置处布点,具体检测点位可根据实际情况进行调整。

三、相关要求

(一) 建立辐射环境检测档案,安排专人负责管理,按要求妥善保存各项检测报告及检测记录,并按要求向生态环境部门上报。

(二) 日常检测人员应熟悉检测仪器的性能和正确操作方法,并在检测期间按要求正确佩戴个人剂量计和剂量报警仪。

(三) 日常检测记录应包括:测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息,并确保记录清晰完整,数据准确有效。

(四) 日常检测工作必须保证独立性,任何人员不得干扰辐射检测工作的顺利开展,不得人为干预检测结果,影响准确性判断。

(五) 检测报告及结果并按要求上报生态环境主管部门,并及时通告相关人员,发现检测结果异常时,应立即停止辐射工作,待查明原因并解决问题后,方可重启运行。

许昌龙耀医院

监测仪表使用与校验管理制度

一、按要求配置与辐射工作类型相适应的检测仪器，安排专人负责妥善保管，定期对检测仪器进行检查与维护，确保其满足正常使用要求，保证检测数据、结果的准确性和可靠性。

二、检测仪器使用者必须熟知辐射环境检测的相关技术标准及要求，熟练掌握检测仪器的正确操作方法、操作步骤。

三、检测仪器应严格按照仪器说明书使用，注意轻拿轻放，避免磕碰、摔坏，降低仪器测量精度。

四、检测仪器出现损伤、破坏、操作失灵等影响正常使用的情況时，应停止使用，并及时联系厂家售后或供应商进行维修，维修正常后方可重新启用，任何人员不得随意拆卸或更改仪器设置的相关参数。

五、检测仪器存放应做好“防寒、防热、防潮、防尘、防火”工作，应注意保持仪器外表面清洁。

六、检测仪器保管人员在回收、借出仪器时，均应记录，并在回收、借出时分别验证仪器的工作状态。

七、检测仪器应定期开展计量校检或与已通过校检的仪器进行比对，相邻两次校检或比对间隔一般不超过 12 个月。

八、建立检测仪器管理档案，安排专人负责管理，按要求妥善保管仪器校检证书或比对记录。

许昌龙耀医院

辐射工作人员个人剂量管理制度

一、辐射工作人员应自觉接受个人剂量检测，同时注意妥善保管个人剂量计，不得随意放置和人为损坏，若意外损坏或丢失，应及时上报更换。若因自身管理不善造成检测结果超标，由本人承担全部后果。

二、个人剂量检测委托取得相应资质的技术服务机构承担，检测周期通常为 1~3 个月。个人剂量检测结果应及时告知本人，并主动上报生态环境及卫生主管部门，当出现结果异常时，辐射工作人员应积极配合查明原因，采取必要的改进措施。

三、建立辐射工作人员个人剂量管理档案，安排专人负责管理，主要包括：收发个人剂量计、索取检测报告、向检测单位反映人员变动情况、可疑结果调查和档案管理等。

四、辐射工作人员的个人剂量管理档案应妥善终身保存，辐射工作人员有权查阅、复印本人的个人剂量管理档案。

五、对于受到事先计划的特殊受照人员（如事故现场处置人员），工作结束后应将其个人剂量计立即送检。

六、辐射工作人员在工作时应按要求正确佩戴个人剂量计，对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置。

七、辐射工作人员如遇请假、休假等情况暂离工作岗位，应将个人剂量计交相关负责人员保管，防止发生个人剂量缺失情况。

许昌龙耀医院

辐射工作人员培训考核管理制度

一、满足辐射工作岗位要求，准备从事辐射工作的人员，以及考核合格证书有效期即将期满的人员，均应按要求参加辐射安全与防护培训考核。

二、针对仅从事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，由辐射安全与环境保护管理机构按照“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”（<http://fushe.mee.gov.cn/>）和“辐射安全培训”微信公众号公布的考核规则自行组织考核，自行考核规则及要求如下：

（一）从公布的试题库中抽取题目组成考核试卷，全部题型均为客观题，包括单选题（仅有 1 个正确答案）和多选题（有 2 个及以上正确答案），试题总数应不少于 50 道，其中多选题不少于 10 道。

（二）抽取的题目应与参加考核人员日常从事的工作有较强关联性，其中法律法规、基础知识占比均不得低于 20%。

（三）自行考核采取闭卷方式，时长 45 分钟，考核时应有专人监场，得分达到试卷总分的 3/4 及以上视为通过考核。

（四）自行考核记录由专人负责妥善保存，保存时间不低于 5 年；包括：作答试卷原件、考核成绩；参加考核人员姓名、工作部门、联系方式；考核时间、监考人、监考人联系方式。

三、对于其他辐射工作人员均应在“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加相应的视频培训学习，并在学习结束后报名参加集中考核，集中考核规则及要求如下：

（一）集中考核采用闭卷、计算机化考试方式，即在计算机终端获取试题、作答并提交答题结果，时长 **45** 分钟。

（二）集中考核内容包括公共科目和专业科目两部分。公共科目主要内容为辐射工作人员在实际工作中需要掌握的法律法规和电离辐射通用知识。专业科目主要内容为辐射工作人员在实际工作中需要掌握的专业知识，分为不同类别，辐射工作人员根据从事的工作内容选择对应的类别进行报名。每位考生一年最多可获得三次考核报名机会。

（三）集中考核题型均为客观题，分为单选题和多选题，试卷总分 **120** 分，得分在总分 **75%**（**90** 分）及以上视为合格。

四、辐射安全与防护培训考核必须由本人完成，不得找人替代，须严格遵守考核纪律；辐射安全专职管理人员负责进行监督，未按要求通过考核的人员，不得从事辐射工作。

五、经常组织开展辐射安全相关的宣教活动，普及辐射安全知识，提高辐射安全意识；对于新实施的辐射安全相关法律、法规及标准等，由辐射安全与环境保护管理小组组织开展培训学习。

六、建立人员培训管理档案，安排专人负责管理，按要求妥善保存辐射工作人员的培训记录及考核合格证书等资料。

许昌龙耀医院

辐射工作人员职业健康管理制度

一、辐射工作人员应年满 18 周岁，具备完全民事行为能力，上岗前经过职业健康体检，符合辐射工作人员的职业健康要求。

二、辐射工作人员上岗后应自觉接受职业健康管理，按国家相关要求定期开展职业健康体检，必要时可根据实际情况增加临时性检查，当人员脱离辐射工作岗位时，对其单独进行职业健康体检。

三、辐射工作人员的职业健康体检结果应及时告知本人，符合职业健康要求的可继续从事辐射工作；对发现不宜继续从事辐射工作的人员，应及时调离辐射工作岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的人员，应及时予以安排。

四、建立辐射工作人员职业健康监护档案，安排专人负责管理，职业健康监护档案应为辐射工作人员终身保存，辐射工作人员有权查阅、复印本人的职业健康监护档案。

五、辐射工作人员在工作中应合理使用个人防护用品，尽可能降低辐射影响，女性辐射工作人员在孕期和哺乳期可申请调离辐射工作岗位。

六、参加辐射事故应急处理或受到事故照射的辐射工作人员，应及时进行健康检查或者医疗救治，并按照国家有关标准进行医学随访观察。

许昌龙耀医院

防止误操作和意外照射的安全措施

一、成立辐射安全与环境保护管理机构，设置专职管理人员，同时制定详细、完整的辐射安全管理制度。

二、辐射工作人员通过辐射安全与防护培训考核后持证上岗；非辐射工作人员未经允许严禁擅自进入辐射工作场所，并禁止操作射线装置。

三、辐射工作人员遵守各项辐射安全管理制度，熟练掌握操作技能，严格按照操作规程或设备使用说明书进行作业。

四、辐射工作场所按要求设置安全联锁、紧急停机、动力通风、工作状态指示灯等辐射安全与防护设施，并在醒目位置张贴电离辐射警示标志。

五、射线装置电源钥匙指定专人负责妥善保管，不随意放置，不擅自出借，每次工作结束后，做好交接工作。

六、每次开始出束前，核实确认辐射工作场所内无无关人员停留、防护门正常关闭、警示灯正常开启、各项参数设置无误后，再进一步操作。

七、辐射工作人员在工作时根据需要正确使用个人防护用品，佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

八、射线装置出现异常情况，立即停止作业，断开电源，并及时上报检修，设备检修工作由专业人员完成，严禁私自拆卸、维修。

九、定期对射线装置及辐射工作场所的各项安全防护设施进行检查，定期委托有资质的监测机构开展辐射安全与防护检测，发现问题或隐患及时处理，保证其处于良好的运行状态。

许昌龙耀医院

辐射安全与防护设施维护维修制度

一、维护维修内容

(一) 辐射工作场所的工作状态指示灯、安全联锁、紧急停机、视频监控、通风换气等辐射安全与防护设施是否运行正常，是否存在隐患。

(二) 辐射工作场所的警示标识是否张贴规范，是否存在脱落、残破或遗漏情况，警戒线是否存在磨损，警示灯是否正常工作。

(三) 辐射检测仪器设备是否正常工作，是否按要求进行校检或比对，是否满足检测准确性及可靠性要求。

(四) 辐射工作场所的防护门传动装置、自闭装置是否正常工作，润滑油是否需要添加或更换，驱动部分的松紧度是否符合要求。

(五) 辐射工作场所的屏蔽墙是否存在脱落，观察窗是否存在裂纹。

(六) 辐射防护用品是否妥善存放，是否存在折损。

二、维护维修要求

(一) 辐射安全与环境保护管理机构定期组织对辐射工作场所的辐射安全与防护设施进行检查，发现问题或隐患，积极落实整改，确保其始终保持良好的工作状态。

(二) 射线装置维修完成后，或者辐射安全防护问题整改完成后，应通过辐射安全与环境保护管理机构验收，必要时可委托监测单位进行监测，确认符合要求后方可再次投入使用。

(三) 做好射线装置“五防”（防寒、防热、防潮、防尘和防火）工作，按设备厂家要求做好预防性维护保养，降低设备故障率。

（四）铅衣、铅帽、铅围脖等防护用品应规范使用，在使用过后整理放回原位，并注意平放，不可长时间挂放，避免折叠或损坏降低防护效果，如有出现损毁，应及时上报进行更换。

（五）每年委托有资质的机构对射线装置开展质量控制检测，对辐射工作场所周围开展辐射环境检测。

三、重大问题管理措施

（一）建立健全各项辐射安全管理制度，包括：岗位职责、操作规程、人员培训、场所监测等。

（二）明确责任、定期检查，除辐射工作人员每天自查外，规定辐射安全管理机构定期开展检查，制定检查表，对照规定的方法和标准逐条逐项进行核查并记录，发现问题或隐患及时处理。

（三）加强对辐射安全与防护设施的日常管理，发现安全联锁失常、控制台紧急停止按钮失灵、场所环境检测数据异常等问题时，应停止操作，待问题解决后方可重启运行。

（四）建立、健全危险源信息反馈制度并严格贯彻实施，对信息反馈和隐患整改的情况，辐射安全管理机构定期进行考核。

（五）射线装置出现故障时，辐射工作人员要立即停用并切断电源，及时上报维修，待问题解决后方可重启运行。

（六）辐射安全与防护设施出现较大故障时，应组织人员分析、研判故障原因，及时联系生产厂家提供技术支持或者安排专业人员到场检修，非专业人员不得擅自维修，以免造成无法弥补的后果。

许昌龙耀医院

X 射线诊断中受检者防护规定

一、在 X 射线诊断中，必须重视对受检者的防护，应提前选择适当的检查方法，认真做好 X 射线检查的正当性判断，减少一切不必要的照射。

二、在 X 射线诊断中，必须遵循实践正当性和辐射防护最优化原则，使确有正当理由所受的医疗照射，保持在可以合理达到的最低水平。

三、正确、合理地使用 X 射线检查，除临床必需的透视检查外，应尽量采用摄影方式，选择合适的照射野和参数，同时做到谨慎细心，规范操作，避免因操作不当导致重复照射。

四、配备供受检者使用的防护用品，并在检查前指导其正确使用，确保在检查时对其非受检部位采取有效的防护措施。

五、对育龄期女性进行腹部或骨盆部位的 X 射线检查前，应首先询问其婚育状况，待孕及怀孕的女性受检者在检查前，应提前告知 X 射线影响，并征得临床主管医师、受检者本人及其家属同意。

六、对儿童进行 X 射线检查时，应特别注意加强对儿童性腺、骨髓及眼晶体等敏感器官的防护。

七、正常情况下，在 X 射线诊断中除受检者外，其他人员不得停留在曝光室内；特殊情况下，受检者需要扶携时，应对陪检者采取防护措施。

八、严格执行检查资料的登记、保存、提取和借阅制度，不得因资料管理、受检者转诊等原因使其接受不必要的重复照射。

许昌龙耀医院

射线装置管理规定

一、建立射线装置管理台帐，安排专人负责管理，记录名称、型号、类别、管电压、管电流、用途、使用场所、来源和去向等事项。

二、射线装置只允许通过辐射安全与防护考核的人员操作，其他人员严禁随意进入辐射工作场所，严禁操作设备。

三、射线装置有新增或报废情况，应及时更新管理台账，并在《全国核技术利用辐射安全申报系统》中完善相关信息。

四、辐射工作人员做好射线装置的规范使用及维护保养工作，使其保持良好的工作状态，定期对射线装置进行巡查，发现异常情况应立即停用并及时上报维修，待问题解决后方可重启运行。

五、射线装置不使用时，切断设备电源，并由专人负责保管电源开关钥匙，防止无关人员及无证人员操作，造成误照射事故。

六、做好射线装置的使用交接工作，每次交接时均认真检查核实射线装置的状态，发现问题及时反馈，严禁其带“病”运行。

七、射线装置出现故障，及时通知厂家委派专业人员检修，其他人员不得擅自拆卸、维修，射线装置维修期间应确保不出束。

八、报废射线装置须按规定对其高压射线管进行拆解或去功能化，并将有关报废登记情况上报许可证发证部门。

九、射线装置退役时，应交给有处置资质的单位或设备生产厂家回收处理，杜绝私自处置或无人管理。

许昌龙耀医院

辐射安全保卫管理制度

一、辐射安全与环境保护管理机构负责射线装置的安全保卫工作，积极接受生态环境、公安等部门的监督检查。

二、辐射工作场所设置明显的电离辐射警示标志，具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

三、定期对辐射工作场所的各项安全防护设施进行巡查，发现问题或隐患，积极落实整改，确保其始终保持良好的工作状态。

四、射线装置不使用时，切断设备电源，并由专人负责保管电源开关钥匙，防止无关人员及无证人员操作，造成误照射事故。

五、射线装置安排专人负责日常管理，辐射工作场所采取防火、防水、防盗、防丢失的安保措施。

六、做好射线装置的规范使用及维护保养工作，发现异常情况应立即停用并及时上报维修，待问题解决后方可重新启用。

七、做好射线装置的使用交接工作，每次交接时均认真检查核实射线装置的状态，发现问题或隐患，及时反馈，问题不解决不得开机工作。

八、在检修或非工作期间，指定专人负责射线装置的安保工作。加强夜间和节假日的安保巡查，做好防火、防盗、防潮、防爆和防泄漏措施。

许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目
辐射安全防护方案及预期运行情况说明

一、项目建设内容及工作量情况

建设地点：许昌龙耀医院放疗中心一层

建设内容：拟新增使用 1 台联影 uRT-linac 306 型医用电子直线加速器，常规模式下 X 射线最高能量 6MV、最大输出剂量率 6Gy/min；FFF 模式下 X 射线最高能量 6MV、最大输出剂量率 14Gy/min，属于II类射线装置。

预计工作量：本项目直线加速器正常运行后，预计每周治疗人数最多约 150 人，每人最大治疗时间约 5min，年工作天数 250 天（按 50 周计）。

二、机房拟采取的屏蔽防护措施

表 1 直线加速器机房采取的屏蔽防护措施一览表

指标名称	机房建设及屏蔽防护设计情况		
机房内部空间尺寸	西墙和迷道内墙主屏蔽区间距 7.0m、次屏蔽区间距 8.8m		
	南墙和北墙间距 7.9m		
	地板和顶棚主屏蔽区间距 4.7m、次屏蔽区间距 5.4m		
西墙	主屏蔽区 2.7m 混凝土	顶棚	主屏蔽区 2.2m 混凝土
	主屏蔽区宽度 3.9m		主屏蔽区宽度 3.9m
	次屏蔽区 1.7m 混凝土		次屏蔽区 1.5m 混凝土
北墙	1.6m 混凝土	迷道内墙	主屏蔽区 2.4m 混凝土
南墙	1.7m 混凝土		主屏蔽区宽度 3.9m
东墙(迷道外墙)	北侧：1.6m 混凝土 南侧：1.2m 混凝土		次屏蔽区 1.6m 混凝土
迷道尺寸	净长 9.6m、净宽 2.2m、净高 5.4m		
防护门	电动门，12mmPb 不锈钢复合铅门		
	门洞宽×高：1.6m×2.4m，门体宽×高：1.8m×2.6m（门体与门洞四周搭接各 100mm）		

注：屏蔽墙采用一次性浇筑，混凝土密度≥2.35g/cm³，铅密度≥11.3g/cm³。

三、拟配置的检测设备及个人防护用品

表 2 本项目拟配置的检测设备及个人防护用品

场所名称	检测设备或防护用品名称	拟配置情况	相关情况说明
医用电子 直线加速器	便携式辐射检测仪	1 台	拟购, 型号未定
	固定式辐射检测仪	1 台	拟购, 型号未定
	个人剂量报警仪	3 台	拟购, 型号未定
	个人剂量计	若干	辐射工作人员每人 1 枚 (定期更换)



许昌龙耀医院新增医用电子直线加速器应用项目
人员年剂量管理限值及场所剂量率管理限值

为使职业人员及公众人员受照射剂量不高于国家规定的标准限值，保障职业人员及公众人员的健康安全，应遵照辐射安全与防护最优化原则，将辐射影响控制到可合理达到的尽量低的水平。

一、人员年剂量管理限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）对职业照射和公众照射剂量限值的相关规定，并结合项目实际情况，对本项目正常运行后职业照射和公众照射提出如下管理限值。

序号	类别	标准限值	管理限值
1	职业照射	20mSv/a	5mSv/a
2	公众照射	1mSv/a	0.1mSv/a

二、场所剂量率管理限值

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）对辐射工作场所屏蔽体外剂量率的相关规定，对本项目正常运行后辐射工作场所周围各关注点处的剂量率提出如下控制限值。

序号	场所名称	关注点位置	剂量率管理限值
1	直线加速器	四周屏蔽墙、防护门外 30cm 处	2.5μSv/h
		顶棚外离地 30cm 处	100μSv/h


许昌龙耀医院
2025年8月26日