

核技术利用建设项目
新增医用射线装置使用项目
环境影响报告表
(公示本)

2020 年 5 月

绵阳市安州区人民医院

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增医用射线装置使用项目

环境影响报告表

建设单位名称：绵阳市安州区人民医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号

邮政编码：622650

联系人：王**

电子邮箱：16***80@qq.com

联系电话：180****8827

环评项目负责人职业资格证



姓名: **陈朝晖**
Full Name _____

性别: **男**
Sex _____

出生年月: **1968年12月**
Date of Birth _____

专业类别: _____
Professional Type _____

批准日期: **2014年05月**
Approval Date _____

持证人签名: _____
Signature of the Bearer _____

签发单位盖章: _____
Issued by _____

签发日期: **2014年09月04日**
Issued on _____

管理号: **201403532035201332140500017**
File No. _____

个人参保证明打印

南京市企业职工社会保险个人参保缴费证明

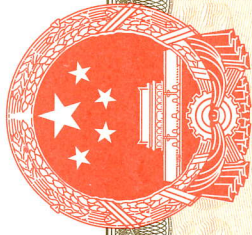
姓名: 陈朝晖 身份证号: 320113196812202038 社会保障卡号: 0000732816 验证码: 03IRC8YFOA
参保状态: 单位参保 单位名称: 南京瑞森辐射技术有限公司 打印方式: 网站

2020年01月至2020年03月五险缴费情况																			
缴费月份	养老保险			医疗保险			失业保险			工伤保险		医疗保险（生育）		缴费单位名称					
	到账	缴费基数	单位缴纳	个人缴纳	到账	缴费基数	单位缴纳	个人缴纳	到账	缴费基数	单位缴纳	个人缴纳	到账		缴费基数	单位缴纳			
2020/01	√	4000.00	640.00	320.00	√	4000.00	360.00	90.00	√	4000.00	20.00	20.00	√	4000.00	3.20	√	4000.00	32.00	南京瑞森辐射技术有限公司
2020/02	√	4000.00	0.00	320.00	√	4000.00	180.00	90.00	√	4000.00	0.00	20.00	√	4000.00	0.00	√	4000.00	32.00	南京瑞森辐射技术有限公司
2020/03	√	4000.00	0.00	320.00	√	4000.00	180.00	90.00	√	4000.00	0.00	20.00	√	4000.00	0.00	√	4000.00	32.00	南京瑞森辐射技术有限公司
1992年10月至2020年03月养老保险缴费情况																			
累计缴费月数				当前单位累计缴费月数				累计缴费月数											
322				4															

说明: 1、本证明采用电子验证方式, 不再加盖红色公章。如需核对真伪, 请登录南京市社会保险参保缴费证明验证平台 (<https://njjx.nj.cn:11096/njwsbs/yzpt.jsp>), 凭本证明右上方的10位验证码验证。2、本证明复印件有效, 验证码可多次使用, 再次打印后以前验证码失效。3、验证码由个人妥善保管, 谨防泄露。4、咨询电话: 12333。

打印时间: 2020年04月15日 14时53分38秒





统一社会信用代码

913201066946453556(1/1)

营业执照

(副本)

编号 320106000202004030216



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 南京瑞森辐射技术有限公司

注册资本 1000万元整

类型 有限责任公司

成立日期 2009年11月19日

法定代表人 王爱强

营业期限 2009年11月19日至2029年11月18日

经营范围

环境检测；放射卫生技术服务。放射性污染监测；环保咨询服务；环境保护监测；安全评价业务；职业卫生技术服务；检验检测服务；生态恢复及生态保护服务；土壤环境污染防治服务；认证服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；建设工程设计；（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

所 南京市鼓楼区建宁路61号中央金地广场1幢13层1317室



登记机关

2020年 04月 03日

《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价资质的单位编制。

1.项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过 30 个字（两个英文字段作一个汉字）；

2.建设地点——指项目所在地详细地址，公路、铁路应填写起止地点；

3.行业类别——按国标填写；

4.总投资——指项目投资总额；

5.主要环境保护目标——指项目周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等；

6.结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结构，确定污染防治措施的有效性，说明本项目对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其他建议；

7.预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门项目，可不填；

8.审批意见——由负责审批该项目的环境保护行政主管部门批复。

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	- 11 -
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	- 21 -
表 9 项目工程分析与源项	- 25 -
表 10 辐射安全与防护	- 34 -
表 11 环境影响分析	- 46 -
表 12 辐射安全管理	- 69 -
表 13 结论与建议	- 76 -
表 14 审批	- 82 -
附图 1 新增医用射线装置使用项目地理位置示意图	- 83 -
附图 2 绵阳市安州区人民医院总平面图及本项目评价范围	- 84 -
附图 3-1 绵阳市安州区人民医院放疗中心周围环境示意图	- 85 -
附图 3-2 绵阳市安州区人民医院放疗中心上方环境示意图	- 86 -
附图 4 绵阳市安州区人民医院医用电子直线加速器机房设计图	- 87 -
附件 1：委托书：	- 88 -
附件 2：建设项目环境影响登记表文件	- 89 -
附件 3：辐射安全许可证正副本：	- 90 -
附件 4：2019 年度评估报告：	- 92 -
附件 5：执行标准函：	- 125 -
附件 6：现状检测报告：	- 127 -
附件 7：医院辐射安全与环境保护管理规章制度：	- 136 -
附表：建设项目环评审批基础信息表：	141

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增医用射线装置使用项目			
建设单位		绵阳市安州区人民医院			
法人代表姓名	张加宇	联系人	王**	联系电话	180****8827
注册地址		四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号			
项目建设地点		四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		**	项目环保总投资 (万元)	**	投资比例(环保 投资/总投资) 17.1%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m 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	/			
	项目概述 一、建设单位简介 绵阳市安州区人民医院(统一社会信用代码:12510621451239766N)成立于 1946 年,是一所集医疗、急救、康复、预防、科研、教学为一体的国家三级乙等综合性医院、绵阳市市级区域医疗分中心、国家级爱婴医院。是四川大学华西医院远程会诊教学定点医院、四川中医药高等专科学校定点教学实习医院、辽宁省人民医院对口合作医院,与绵阳 404 医院结成医联体,是“全国综合医院中医药工作示范单位”、“全面提升县级医院综合能力第一阶段 500 家县医院”之一。 医院占地 60 余亩,业务用房面积近 7 万平方米,编制床位 600 张,开放床位 700				

张。学科建设齐全，设置临床及医技科室 30 余个，近几年加强重点专科建设，重视学科发展，截止目前该院已有在建省级重点专科两个（康复理疗科、肾内科），验收合格挂牌的市级甲级重点专科一个（放射科），验收合格挂牌市级乙级重点专科一个（骨科），在建市级重点专科 3 个（消化内科、超声科、麻醉科）。配有 1.5T 核磁共振、DSA、16 层螺旋 CT、平板 DR、口腔三合一 CT，四维彩超、电子胃肠镜、腹腔镜、纤维支气管镜等先进设备。建有现代化的层流手术室、重症监护室、血液透析室、介入室及规范化的产房、新生儿病区、消毒供应中心、血液透析室等科室。打造了集中央空调、中心供氧、中央负压吸引、中央监控系统为一体的病区设施系统及绿荫草地、凉亭长廊、音乐喷泉相融的园林式治疗与康复环境。

二、项目由来及编制目的

医院为进一步提高全区医疗服务能力，提高医疗机构的放射治疗技术能力和服务水平，更好的惠及全区人民群众，满足患者的诊疗需要，减轻肿瘤患者外出就医的负担，医院拟在院区内新建 1 座医用电子直线加速器机房，配备 1 台医用电子直线加速器（X 射线最大能量为 10MV）用于放射治疗，本次拟新增的医用电子直线加速器属于Ⅱ类射线装置；同时配套建设 1 座模拟定位机房，配备 1 台模拟定位机，本次拟新增的模拟定位机属Ⅲ类射线装置。

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，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》、《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防护条例》等相关法律法规要求，建设方绵阳市安州区人民医院需对该项目进行环境影响评价。

根据生态环境部令第 1 号《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》的规定及《射线装置分类》，本项目属于“第 191 条 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超过已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）中‘制备 PET 用放射性药物的；医疗使用Ⅰ类放射源的；使用Ⅱ类、Ⅲ类放射源的；生产、使用Ⅱ类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的’”应编制环境影响报告表，并在取得环评批复后及时申请变更辐射安全许可证。

为此，绵阳市安州区人民医院委托南京瑞森辐射技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 1）。我公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料并结

合四川瑞迪森检测技术有限公司现场监测等工作的基础上，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

四、项目概况

项目名称：新增医用射线装置使用项目

建设单位：绵阳市安州区人民医院

项目性质：新建

项目地点：四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号

根据现场勘查绵阳市安州区人民医院医用电子直线加速器机房及模拟定位机机房均未开工建设，本次拟新增的医用电子直线加速器及模拟定位机尚未购置。

1、建设内容与规模

本项目建设地点位于医院住院楼（为地上 9 层，地下 1 层建筑）一楼南侧空地，新建 1 栋医用电子直线加速器机房及业务用房，并命名为“放疗中心”。该项目医院已填报了建设项目环境影响登记表（备案号为：202051072400000047，详见附件 2），医院于放疗中心内配置 1 台医用电子直线加速器（型号：未定，属 II 类射线装置），其主要参数为：X 射线最大能量：10MV，1m 处常用最高剂量率：600cGy /min；电子线最大能量为 20MeV，最高剂量率：1000cGy /min；年出束时间约 800 小时。

本次拟建设的医用电子直线加速器机房室内面积为 56m²（不含迷路），机房净空尺寸为长 7.0m×宽 8.0m×高 3.7m；其主射方向朝南侧墙体、北侧墙体、屋顶及地面。

机房东侧墙体为 1.50m 厚混凝土；

南侧墙体主屏蔽部分为 2.70m 厚混凝土（宽 3.60m），相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土；

迷路位于机房西侧，为“L”迷路，迷路内墙为（0.80~1.60）m 厚混凝土，迷路外墙为（1.16~2.0）m 厚混凝土；

北侧墙体主屏蔽部分为 2.70m 厚混凝土（宽 3.60m），相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土；

屋顶主屏蔽部分为 2.80m 厚混凝土（宽 3.60m），相连次屏蔽部分为 1.60m 厚混凝土；

机房防护门为 12mm 厚铅板（12mmPb）+8cm 厚含硼石蜡。

同时，医院于放疗中心内建设 1 座模拟定位机机房，配备 1 台模拟定位机（型号：未定，属 III 类射线装置）其主要参数为：最大管电压≤150kV，最大管电流≤1500mA。

该模拟定位机机房位于医用电子直线加速器机房西侧，其控制室位于模拟定位机机房北侧，机房内有效使用面积为 34m²，机房净空尺寸为长 7.25m×宽 4.7m×高 5.8m。

机房四周墙体采用 370mm 实心砖墙作为防护，顶部为 330mm 混凝土作为防护，防护门为 3mmPb，观察窗为 3mmPb。

2、项目组成内容及环境问题

本项目主要组成内容及可能产生的环境问题见表 1-1。

表 1-1 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	医院于放疗中心内配置 1 台医用电子直线加速器(型号：未定，属 II 类射线装置)，其主要参数为：X 射线最大能量：10MV，1m 处常用最高剂量率：600cGy/min；电子线最大能量为 20MeV，最高剂量率：1000cGy/min；年出束时间约 800 小时。 本次拟建设的医用电子直线加速器机房室内面积为 56m²(不含迷路)，机房净空尺寸为长 7.0m×宽 8.0m×高 3.7m；其主射方向朝向南侧墙体、北侧墙体、屋顶及地面。 机房东侧墙体为 1.50m 厚混凝土；南侧墙体主屏蔽部分为 2.70m 厚混凝土（宽 3.60m），相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土；迷路位于机房西侧，为“L”迷路，迷路内墙为（0.80~1.60）m 厚混凝土，迷路外墙为（1.16~2.0）m 厚混凝土；北侧墙体主屏蔽部分为 2.70m 厚混凝土（宽 3.60m），相连次屏蔽部分为 1.50m 厚混凝土；屋顶主屏蔽部分为 2.80m 厚混凝土（宽 3.60m），相连次屏蔽部分为 1.60m 厚混凝土；机房防护门为 12mm 厚铅板（12mmPb）+8cm 厚含硼石蜡。 同时，医院于放疗中心内建设 1 座模拟定位机机房，配备 1 台模拟定位机（型号：未定，属 III 类射线装置）其主要参数为：最大管电压≤150kV，最大管电流≤1500mA。该模拟定位机机房位于医用电子直线加速器机房西侧，其控制室位于模拟定位机机房北侧，机房内有效使用面积为 34m²，机房净空尺寸为长 7.25m×宽 4.7m×高 5.8m。机房四周墙体采用 370mm 实心砖墙作为防护，顶部为 330mm 混凝土作为防护，防护门为 3mmPb，观察窗为 3mmPb。	施工扬尘、施工噪声、施工废水、建筑废渣等	X 射线、臭氧、噪声、生活污水、生活垃圾
辅助工程	控制室、模具制作室、候诊大厅、医师办公室、计划室、示教室等辅助工作场所		臭氧、噪声
环保设施	医用电子直线加速器机房配套建设通排风系统一套。		
公用工程	依托医院给水、供电、通风等配套设施。		
办公生活设施	医生办公室等。		生活垃圾

①依托办公设施：医生办公室依托本次拟建的医生办公室。

②依托环保设施：医院已于院区东侧新建设 1 处地下污水处理站，该污水处理站采用生物处理方法（即水解酸化池、生物接触氧化池）和沉淀+消毒的深度处理工艺，设计规模 400m³/d，满足医院现有要求的 1000 张床位的处理能力。医院废水经污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中的表 2 预处理标准后进行排放。外排进入市政污水管网，再进入城市污水处理厂处理后排出。

医院院区内设置一处生活垃圾暂存间，产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

3、主要原辅材料及能耗

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要能耗情况表

类别	名称	使用量	来源	用途
能源	电	20000 度/a	城市电网	机房用电、照明
水	生活用水	300m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水

4、本项目所涉及的医用射线装置

本项目设计医用射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置情况一览表

序号	装置名称	型号	数量	设备参数	类别	使用场所	备注
1	医用电子直线加速器	未定	1	X 射线最大能量：10MV 1m 处常用最高剂量率 600cGy/min 电子线最大能量为 20MeV，最高剂量率：1000cGy /min	II	医用电子直线加速器机房	拟购
2	模拟定位机	未定	1	≤150kV/≤1500mA	III	模拟定位机机房	拟购

7、工作制度及人员配置

工作制度：本项目辐射工作人员年工作天数为 250 天，实行 8 小时工作制。

人员配置：本项目拟配置辐射工作人员 8 人，均为医院新聘辐射工作人员，配置至本项目后，不再从事其他辐射工作。

表 1-4 本项目人员配置情况

项目类型	本次建设项目
放射治疗	拟配备中级以上放疗医师 2 名
	拟配备病理人员 1 名、医学影像学专业技术人员 1 名

	拟配备本科学历的物理师 1 名
	拟配备放射技师 2 名，维修工程师 1 名

五、产业政策符合性

本项目系核技术在医学领域内的运用，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，符合国家产业政策。本项目的运营可为绵阳市安州区及周边病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全区医疗卫生水平和建设小康设备的重要内容，本项目具有辐射实践的正当性，符合现行的国家产业政策。

六、本项目外环境及总图布置合理性分析

1、选址合理性分析

（1）绵阳市安州区人民医院外环境关系

绵阳市安州区人民医院位于四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号（项目地理位置见附图 1）。根据现场踏勘调查，绵阳市安州区人民医院外环境关系如下（见附图 2）：

医院东侧为市政道路及隔市政道路为水韵华庭小区；南侧为滨江小区（6 层建筑）及县医南街；西侧为启明星大道；北侧为文苑路东段。

（2）放疗中心外环境关系

放疗中心东侧为院内道路及污水处理站（地下），南侧为院内道路及空地，西侧为滨江小区，北侧为住院楼。医院总平面图见附图 2。

（3）辐射工作场所外环境关系

①医用电子直线加速器机房

机房东侧为室外，南侧为室外，西侧为模具制作室、模具室及模拟定位机机房，北侧为控制室及水冷机房，机房上方为医师办公室、示教室及计划室等，机房下方为土层。

②模拟定位机机房

模拟定位机机房东侧为医用电子直线加速器机房，南侧为室外，西侧为配电间及楼梯间，北侧为控制室。上方为物理师办公室，下方为土层。放疗中心外环境关系及平面布置图见附图 3。

2、平面布局合理性分析

本项目位于住院楼南侧新建的放疗中心内，整个治疗工作场所为独立建筑，为专门的肿瘤治疗区域，没有其他科室，避免了对公众不必要的照射。

医院总图布置时已考虑了项目特点、利益代价等及周围环境对本项目可能存在的影响，用于肿瘤定位的模拟定位机设置于医用电子直线加速器机房西侧，病人定位后可直接进入医用电子直线加速器治疗区域，接受治疗。

本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区；在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性，从辐射安全和防护角度分析，其总平布置合理。

综上所述，评价认为，本项目平面和空间布局基本合理可行。

七、实践的正当性

绵阳市安州区人民医院新增医用射线装置使用项目的目的是为了对病人进行医学诊断和放射治疗。在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的辐射防护“实践的正当性”原则。

八、项目单位核技术应用现状

1、辐射安全许可证的许可种类和范围

绵阳市安州区人民医院现持有四川省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（证书编号川环辐证〔00507〕），有效期至2021年11月28日，许可种类和范围为：使用II、III类射线装置），辐射安全许可证正副本见附件3。医院现有核技术利用项目情况见表1-5。

表 1-5 绵阳市安州区人民医院现有核技术利用情况一览表

射线装置					
序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所
1	医用血管造影 X 线机	WINMEDIC 2000	II	数字减影血管造影机	介入室
2	高频移动手术 X 线机	PLX 112B	III	X 射线摄影装置	手术间
3	X 射线骨密度检测仪	Prodigy Primo	III	X 射线摄影装置	骨密度仪机房
4	CT 机	GE	III	医用 X 射线 CT 机	放射科 CT 室
5	DR 机	ZK-A3	III	X 射线摄影装置	放射科 DR2 室
6	口腔 CT	CS90003D	III	X 射线摄影装置	口腔 CT 机房
7	DR 机	新东方 1000M	III	X 射线摄影装置	放射科 DR1 室

由辐射安全许可证许可情况可知，绵阳市安州区人民医院现主要开展“使用II、III

类射线装置”，医院现有射线装置项目正常运行，项目自开展至今，运行良好，尚未发生辐射相关事故。

2、辐射安全管理现状情况

医院 2019 年对在用的医疗射线装置安全与防护状况进行了评估，其年度自查评估报告已经上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，2019 年度安全和防护状况年度评估报告见附件 4。

医院已成立有辐射安全与环境保护管理领导小组，并以文件形式明确了管理人员职责。

同时，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条的规定，医院已成立了以院长为组长，分管副院长为副组长等人为成员的辐射事故应急处理领导小组，其负责组织、开展辐射事故的应急处理救援工作。

3、辐射工作人员培训情况

绵阳市安州区人民医院既有辐射工作人员32人，其中27人进行了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习，通过了相关考试，持证上岗。其余辐射工作人员医院拟安排近期完成核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函（2016）1400号）要求：

（1）所有辐射工作人员均应在上岗前参加环境保护主管部门组织的辐射安全与防护培训，培训合格后，持证上岗。并且取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训；

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目拟新增的辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每 4 年接受一次再培训考核。

（2）在辐射工作人员上岗前，医院应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人

健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。

(3) 医院应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

4、辐射环境监测情况及个人剂量监测情况

绵阳市安州区人民医院已委托四川泰安生科技咨询有限公司开展了 2019 年度辐射工作场所的辐射环境监测及个人剂量监测工作，监测结果显示医院在用的射线装置场所运行正常，辐射工作人员均小于 1.25mSv/季度，结果表明所有场所均满足国家标准要求，所有放射工作人员个人剂量均在国家规定剂量限值内，检测报告见附件 4。

根据国家相关标准，医院应做到以下几点要求：

(1) 医院应加强对辐射工作人员工作期间个人剂量计的管理，上岗期间辐射工作人员必须按规定正确佩戴个人剂量计，离岗期间个人剂量计应统一保管；

(2) 应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案应终生保存，或者停止辐射工作三十年；

(3) 合理安排放射治疗医生操作时间，避免单个医生累计长时间进行操作；

(4) 加强医生工作期间个人防护措施管理，工作期间应穿戴铅衣、铅帽和铅眼镜等个人防护用品。

九、环境影响评价报告信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，依据国家环境保护部关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的通知，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向环境保护主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

根据以上要求，建设单位绵阳市安州区人民医院已在其单位网站上对该项目进行了公示。公示网址为：<http://www.axrmyy.com/gsgg/202004227503.html> 公示网站截图如下：

[网站首页](#) | [医院概况](#) | [医院动态](#) | [科室介绍](#) | [就医指南](#) | [名医苑](#) | [健康园地](#) | [医院文化](#) | [公示公告](#) | [人事招聘](#) | [在线留言](#)

◆ 栏目导航

◆ 推荐新闻

- 关于绵阳市安州区人民医院
- 绵阳市安州区人民医院 关于
- 关于消防安全及电气线路检测
- 绵阳市安州区人民医院关于发
- 绵阳市安州区人民医院关于抽
- 绵阳市安州区人民医院关于发
- 绵阳市安州区人民医院关于发
- 绵阳市安州区人民医院关于放
- 绵阳市安州区人民医院关于发
- 绵阳市安州区人民医院关于发

[绵阳市安州区人民医院](#) > [公示公告](#) >

关于绵阳市安州区人民医院 新增医用射线装置使用项目环境影响评价的公示

编辑：管理员 来源：未知 更新时间：2020-04-22

关于绵阳市安州区人民医院
新增医用射线装置使用项目环境影响评价的公示

绵阳市安州区人民医院委托南京瑞森辐射技术有限公司承担新增医用射线装置使用项目的环境影响评价工作，根据国家生态环境部发布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》，本单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前依法主动公开本项目环境影响报告表全本信息，公示内容如下：

一、建设项目概况

项目名称：新增医用射线装置使用项目

建设单位：绵阳市安州区人民医院

建设地点：四川省绵阳市安州区花荪镇启明星大道129号

建设性质：新建

建设内容：医院为进一步提高全区医疗服务能力，提高医疗机构的放射治疗技术能力和服务水平，更好的惠及全区人民群众，满足患者的诊疗需要，减轻肿瘤患者外出就医的负担，医院拟在院区内新建1座医用电子直线加速器机房，配备1台医用电子直线加速器（X射线最大能量为10MV）用于放射治疗，本次拟新增的医用电子直线加速器属于Ⅱ类射线装置；同时配套建设1座模拟定位机房，配备1台模拟定位机，本次拟新增的模拟定位机属Ⅲ类射线装置。

二、建设单位名称及联系方式

建设地址：绵阳市安州区人民医院

信息公示后到报告送审前，建设单位和环评单位均未收到单位或个人有关项目情况的反馈意见。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用电子直线加速器	II	1	未定	电子	X 射线最大能量：10MV 1m 处常用最高剂量率 600cGy/min 电子线最大能量为 20MeV，最高剂量率：1000cGy /min	放射治疗	/	本次环评

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	医用血管造影 X线机	II	1	WINMEDIC2000	150	1000	数字减影血管造影装置	介入室	已许可
2	高频移动手术 X线机	III	1	PLX 112B	120	400	X射线摄影装置	手术间	已许可
3	X射线骨密度 检测仪	III	1	Prodigy Primo	76	400	医用 X 射线 CT 机	骨密度仪机 房	已许可
4	CT 机	III	1	GE	140	400	医用 X 射线 CT 机	放射科 CT 室	已许可
5	DR 机	III	1	ZK-A3	150	630	X 射线摄影装置	放射科 DR2 室	已许可
6	口腔 CT	III	1	CS90003D	90	15	X 射线摄影装置	放射科口腔 CT 机房	已许可
7	DR 机	III	1	新东方 1000M	150	400	X 射线摄影装置	放射科 DR1 室	已许可
8	模拟定位机	III	1	未定	≤150	≤1500	医学诊断	放疗中心	未许可 本次环评

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过动力排风装置排入外环境，臭氧常温下自动分解为氧气，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日发布施行； 2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日发布施行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施； (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起施行；2019年修正，国务院令709号，2019年3月2日施行； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（2019年修正本），2019年8月22日起施行； (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（2018年修正本），生态环境部第1号公布，自2018年4月28日起施行； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行； (9) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，2017年第66号，2017年12月5日起施行； (10) 《放射性废物安全管理条例》（国务院令第612号，2012年），自2012年3月1日起施行； (11) 《四川省辐射污染防治条例》， 2016年6月1日起实施； (12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》原国家环保总局，环发〔2006〕145号； (13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部，公告2019年第57号，2020年1月1日起施行； (14) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会，第29号令，2020年1月1日起施行。
技术	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；

标准	(3) 《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》 (GBZ180-2006) ; (4) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》 (GBZ126-2011) ; (5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分一般原则》 (GBZ/T201.1-2007) ; (6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分一般原则: 电子直线加速器放射治疗机房》 (GBZ/T201.2-2011) ; (7) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ128-2019) ; (8) 《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) ; (9) 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) ; (10) 《声环境质量标准》 (GB3096-2008) ; (11) 《医用机构水污染物排放标准》 (GB18466-2005) ; (12) 《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) ; (13) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) ; (14) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011) ; (15) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》 (HJ 2.1-2016) ; (16) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》 (HJ10.1-2016) ; (17) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ/T61-2001) ; (18) 《核辐射环境质量评价的一般规定》 (GB11215-1989) ; (19) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 (GB/T14583-1993) 。
其他	(1) 环保部辐射安全与防护监督检查技术程序; (2) 工程设计图纸及相关技术资料; (3) 四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》的通知, 川环函[2016]1400 号; (4) 辐射安全许可证正副本; (5) 医院相关检测报告; (6) 现状检测报告; (7) 医院辐射安全与环境保护管理规章制度。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”确定为医院本次医用电子直线加速器机房及模拟定位机机房实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内作为评价范围，详见附图 2。

保护目标

本项目环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属及院内外公众，详见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内敏感保护目标情况一览表

保护目标名称		方位	主要保护目标及距离	最近保护目标规模
放疗中心	辐射工作人员	控制室	/	约 8 人
	医院医护人员、患者、患者家属、四周公众	机房东侧	院内道路	流动人群
		机房南侧	院内空地	流动人群
		机房西侧	院内道路及滨江小区	约 200 人
		机房北侧	医院住院楼	约 300 人
		机房上方	放疗中心医师办公室等	约 8 人

评价标准

一、执行标准

本项目参照绵阳市生态环境局出具的执行标准（见附件 4）如下：

1、环境质量标准

地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准；

大气环境：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二级标准；

声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

2、污染物排放标准

废水：生活废水排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标准》（GB8987-1996）三级标准；医疗废水执行《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）中表 2 排放标准。

废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中相关标准，营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

固废：一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001/XG1-2013）中的相关要求，危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001/XG1-2013）中相关要求，污泥执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）医疗机构污泥控制标准。

3、辐射防护标准

执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）、《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）和《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GB130-2013）等有关标准限值和要求。

二、辐射环境评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

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

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）：

6 治疗室防护和安全操作要求

6.1 治疗室的防护要求

6.1.1 治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871 的要求，保障职业场所和周围环境安全。

6.1.2 有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GBZ/T 201.1 的要求。

6.1.3 在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.4 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。

6.1.5 X 射线能量超过 10MV 的加速器，屏蔽设计应考虑中子辐射防护。

6.1.6 治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备。

6.1.7 治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于 45m^2 。

6.1.8 治疗室入口处必须设置防护门和迷路，防护门应与加速器联锁。

6.1.9 相关位置（例如治疗室入口处上方等）应安装醒目的照射指示灯及辐射标志。

6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。

3、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）；

4、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）；

5、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）：

5.2 每台 X 射线机（不含移动式和便携式床边摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2 要求。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积， m^2	机房内最小单边长度，m
CT 机	30	4.5
双管头或多管头 X 射线机	30	4.5
单管头 X 射线机	20	3.5
碎石机房	15	3
全身骨密度仪	10	2.5
乳腺机	10	2.5
口腔 CT（坐/站位）扫描	5	2
口腔牙片机	3	1.5

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3 要求。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向 铅当量 mm
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
标称 125kV 及以下的摄影机房、口腔 CT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房、无头颅摄影）、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2（一般工作量） ^a 2.5（较大工作量） ^a	

^a 按 GBZ/T180 的要求

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应不大于仪器响应时间。

b) CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv；测量时，仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

5.5 机房应设有观察窗或摄像装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

5.6 机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

5.7 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。

5.8 患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

5.9 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作要求，对陪检者应至少配备铅防护服；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护的铅当量应不低于 0.5mmPb。

6、《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》（GBZ/T180-2006）。

三、辐射环境评价标准限值

1、个人剂量管理限值

①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。对于职业人员项目，要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束限值的 1/4 执行

（即 5mSv/a）。

②公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束限值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

2、医用直线加速器机房及模拟定位机机房外控制剂量率

根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）及《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013），本项目各医用射线装置使用场所在距离机房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5μSv/h。

3、其他

根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011），加速器机房内通风换气次数应不小于 4 次/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状 一、项目位置、布局和周边环境 绵阳市安州区人民医院位于四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号。根据现场踏勘调查，绵阳市安州区人民医院外环境关系如下： 医院东侧为市政道路及隔市政道路为水韵华庭小区；南侧为滨江小区（6 层建筑）及县医南街；西侧为启明星大道；北侧为文苑路东段。 放疗中心东侧为院内道路及污水处理站（地下），南侧为院内道路及空地，西侧为滨江小区，北侧为住院楼。 ①医用电子直线加速器机房 机房东侧为室外，南侧为室外，西侧为模具制作室、模具室及模拟定位机机房，北侧为控制室及水冷机房，机房上方为医师办公室、示教室及计划室等，机房下方为土层。 ②模拟定位机机房 模拟定位机机房东侧为医用电子直线加速器机房，南侧为室外，西侧为配电间及楼梯间，北侧为控制室。上方为物理师办公室，下方为土层。 医院本次扩建项目位于医院院区内，射线装置工作场所周围 50m 评价范围除东、南侧部分超出院区围墙外涉及院外市政道路，西南侧涉及滨江小区，其余方向均位于医院院内，评价范围内无学校等环境敏感点，项目选址基本可行。本项目拟建址周边环境现状见图 8-1~图 8-4。   图 8-1 医用电子直线加速器机房拟建址东侧 图 8-2 医用电子直线加速器机房拟建址南侧



图 8-3 医用电子直线加速器机房拟建址西侧



图 8-4 医用电子直线加速器机房拟建址北侧

二、辐射环境现状调查

（一）监测项目和监测方法

1、本项目所在地辐射环境现状监测

为掌握项目拟建址周围辐射环境现状，四川瑞迪森检测技术有限公司（计量认证号：172312050082）于 2020 年 04 月 22 日按照规范要求对新增医用射线装置项目现场及周边环境进行了 X- γ 辐射剂量率的布点监测。其监测项目、分析方法及来源见表 8-1（监测报告见附件 5）。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源	探测限	备注
γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》	GB/T14583-1993	10nSv/h	探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备		
	仪器名称	仪器编号	检定情况
X- γ 辐射剂量率	FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 辐射剂量当量率仪	SCRDS-004	检定单位： 中国测试技术研究院 检定有效期： 2019.11.07-2020.11.06

2、质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，每次监测必须在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录：现场监测过程，专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

数据处理与复核：监测报告实行二级审核制度，经校对审核，最后由授权签字人审定签发。

3、比较标准

项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考中华人民共和国生态环境部《2018 年全国辐射环境质量报告》中四川省绵阳市绵阳三水厂站自动站监测的空气吸收剂量率。

表 8-3 四川省绵阳市自动站监测的空气吸收剂量率

地点	空气吸收剂量率范围（nGy/h）
四川省绵阳市三水厂站	65.5~181.8

三、监测结果与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家标准方法实施；测量数据符合统计学要求；布点合理，结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

具体监测结果如下：

表 8-4 X-γ 辐射剂量率监测结果

测点编号	点位描述	测量结果（nSv/h）	备注
1	医用直线加速器拟建址东侧	111	本底检测
2	医用直线加速器拟建址南侧	96	
3	医用直线加速器拟建址西侧	93	
4	医用直线加速器拟建址北侧	99	
5	住院楼内一楼	125	
6	院外居民楼东侧	115	
7	院外居民楼东侧	105	
8	住院楼西侧广场	102	
9	住院楼东侧道路	117	
10	医院南侧围墙	115	

注：经过核实，监测单位使用的 X-γ 辐射剂量当量率仪显示监测值单位为 $\times 10^{-9}$ Sv/h，X-γ 辐射剂量

当量率仪已将空气吸收剂量率单位 ($\times 10^{-9}\text{Gy/h}$) 自动转换成周围剂量当量率单位 ($\times 10^{-9}\text{Sv/h}$)。另外, 周围剂量当量率与有效剂量率数值基本相当。

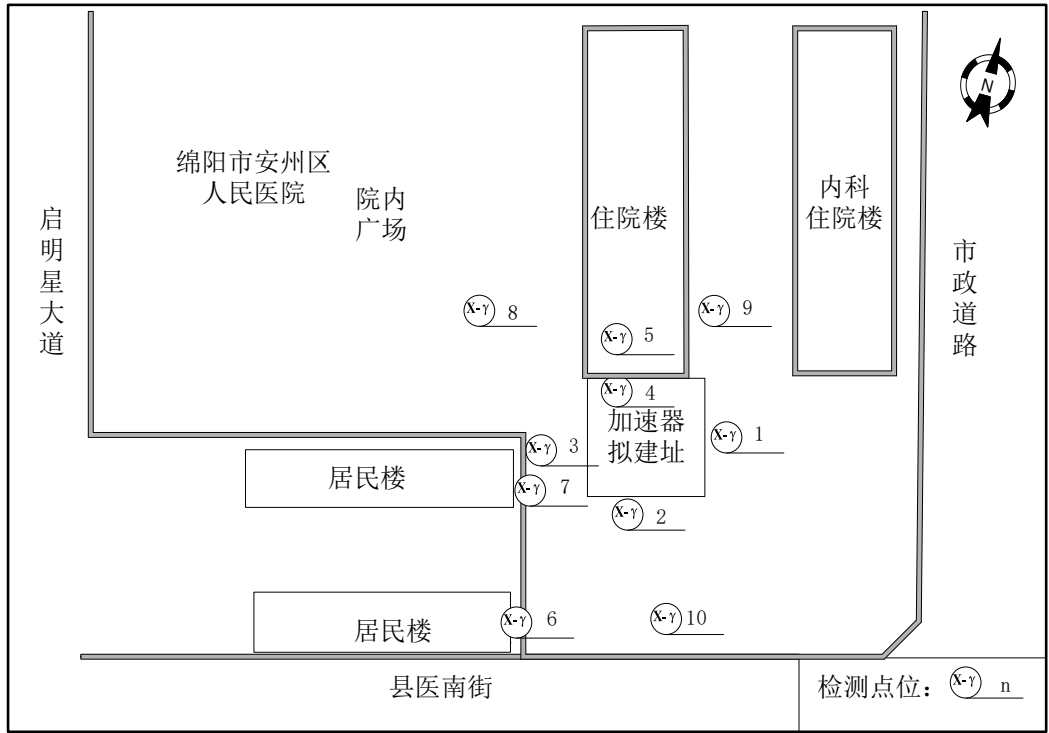
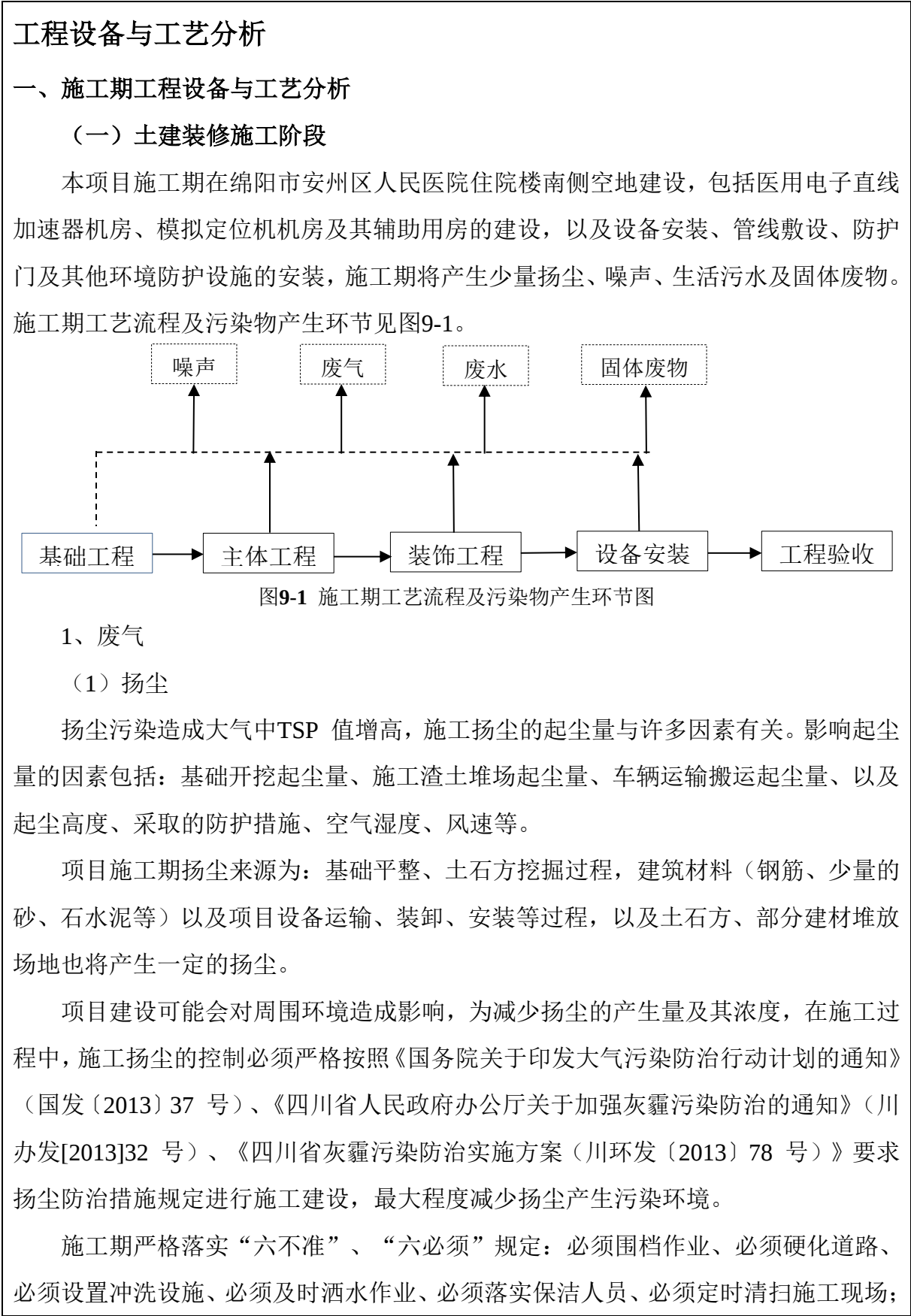


图 8-5 监测布点图

由表 8-4 中监测结果可知, 本次新建的医用电子直线加速器及模拟定位机项目现场及周边环境的 γ 辐射剂量率为 (93~125) nSv/h, 与中华人民共和国生态环境部《2018 年全国辐射环境质量报告》中四川省绵阳市自动站监测的空气吸收剂量率 (65.5~181.8) nGy/h 基本一致。综上所述, 本项目区域辐射环境质量现状属于正常本底水平。

表 9 项目工程分析与源项



不准车辆带泥出门、不准运渣车辆冒顶装载、不准高空抛撒建筑垃圾、不准现场搅拌混凝土、不准场地积水、不准现场焚烧废弃物。

在项目施工期，对扬尘严格采取上述防治措施后，产生的扬尘可得到有效控制。

（2）汽车及施工设备尾气

施工期间，使用机动车运送原材料、设备和建筑机械设备的运转，均会排放一定量的CO、NO₂ 以及未完全燃烧的HC等，其特点是排放量小，且属间断性无组织排放，由于其这一特点，加之施工场地较开阔，扩散条件良好，因此对其不加处理就可达到相应的排放标准。对此，环评要求在施工期内多加注意施工设备的维护，使其能够正常的运行，从而可以避免施工机械因故障而使产生的废气超标的现象发生。

2、噪声

项目噪声主要来源于工程开挖施工、材料搬运和切割、运输车辆、设备安装等。由于项目施工产生的噪声会对周围环境造成一定影响，为减少项目施工噪声对环境的影响，环评要求：

①加强施工队伍的管理，禁止高声喧哗，避免不必要的噪声发生；

②合理统筹施工进度和安排；

③禁止夜间施工，如需夜间施工应该办理夜间施工许可。由于本项目施工期较短，加强施工管理后，施工噪声对周围环境的影响可控制至最低程度，影响随着施工期的结束而结束。由于施工范围小，施工噪声对周围环境的影响较小。

3、固体废物

项目施工期产生的固体废弃物为施工弃土、建筑弃渣、装修垃圾以及工人生活垃圾。本项目装修垃圾分类收集，可利用部分回收处理，不可利用部分、施工弃土、建筑弃渣及时清运至政府指定的建筑垃圾填埋场；施工人员约20人，生活垃圾排放量按0.5kg/人·d 计算，则生活垃圾产生量约10kg/d，此类垃圾应经过垃圾桶收集后，由环卫部门统一处理。

4、废水

（1）施工废水

项目施工废水主要产生于设备清洗、混凝土养护等，本项目施工期间用水量约为1m³/d，该类废水含大量泥砂等，悬浮物浓度较高，pH 值呈弱碱性，废水水质一般为SS：400-1000mg/L。环保措施：要求建设单位设置临时沉淀池处理后回用于场地洒水

降尘，不外排。

（2）生活废水

施工期人员按20人计，每人生活用水量为 $0.06\text{m}^3/\text{d}$ ，则施工期总生活用水量约 $1.2\text{m}^3/\text{d}$ ，生活废水排放系数取0.80，则生活废水排放量为 $0.96\text{m}^3/\text{d}$ ，本项目施工期不设施工营地，产生的生活污水依托医院既有设施处理。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ201.1-2007）中相关要求，本项目加速器机房在施工期，机房的混凝土浇筑应一次整体浇筑并有充分的震捣，以防出现裂缝和过大的气孔；在治疗机房内、外墙上的电器部件（如配电箱、激光定位灯等）的部位，应与同侧墙具有同等的屏蔽；迷路的防护门结构应考虑门因自身重量而发生形变、频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟裂等问题。防护门应尽可能减小缝隙泄露辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。

（二）设备安装调试阶段

本项目医用电子直线加速器及模拟定位机的安装调试阶段会产生X射线，造成一定的辐射影响。另外设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。医用电子直线加速器及模拟定位机安装和调试均由销售单位专业人员进行操作。在安装和调试阶段，医院应配合销售单位加强现场的辐射防护管理。调试时应保证各屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立电离辐射警告标示，禁止无关人员靠近。

二、营运期工程设备与工艺分析

（一）医用电子直线加速器项目

1、工程设备

绵阳市安州区人民医院拟于放疗中心内新建1座医用电子直线加速器机房，配置1台医用电子直线加速器（X射线能量：6、10MV，电子线：6、9、20MeV），用于肿瘤的放射治疗。

医用直线加速器至少要包括，一个加速场所（加速管），一个大功率微波源和波导系统，控制系统，射线均整和防护系统。医用直线加速器按照微波传输的特点分为行波和驻波两类，其基本结构和系统包括电子枪、微波功率源（磁控管或者速调管）、波导管（隔离器、RF（射频微波源）监测器、移相器、RF吸收负载、RF窗等）、DC直流电源（射频发生器、脉冲调制器、电子枪发射延时电路等）、真空系统（真空泵）、

伺服系统（聚焦线圈、对中线圈）、偏转系统（偏转室、偏转磁铁）、剂量监测系统、均整系统、射野形成系统等，分别安装于治疗头、固定机架、旋转机架、治疗床、控制台等处。医用电子直线加速器结构示意图见图 9-2。

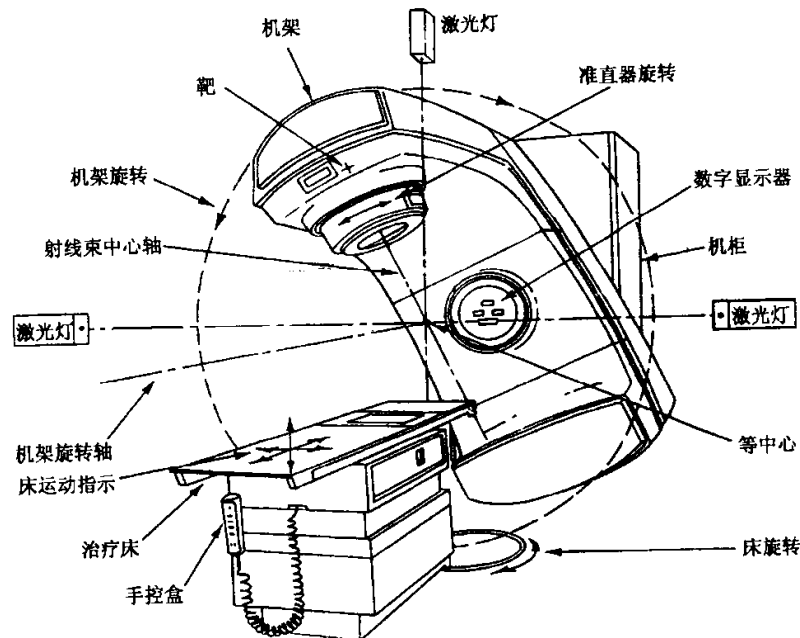


图 9-2 医用直线加速器基本结构示意图

本项目拟购置的医用电子直线加速器主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目医用直线加速器技术参数情况一览表

型号	未定
位置	放疗中心
主要技术指标	X 射线能量（MV）：6、10 电子线能量（MeV）：6、9、20
射线最大出射角	28°（等中心点每侧 14°）
源轴距 SAD	1m
等中心点至机房地坪的高度	1.3m
距靶 1m 处 X 辐射剂量率	10MV 时：最大 600cGy·m ² /min
最大照射野大小	40cm×40cm
机架旋转	360°
靶材料	钨合金
用途	放射治疗

2、工作原理

放疗是癌症三大治疗手段之一。是用各种不同能量的射线照射肿瘤，以抑制和杀灭癌细胞的一种治疗方法。放疗可单独使用，也可与手术、化疗等配合，作为综合治

疗的一部分，以提高癌症的治愈率。放疗的基本目的是努力提高放疗的治疗增益比，即最大限度地将放射线的剂量集中到病变（靶区）内，而使周围的正常组织和器官少受或免受不必要的照射。

医用电子直线加速器是实现放疗的最常见设备之一，医用电子直线加速器是利用具有一定能量的高能电子与大功率微波的微波电场相互作用，从而获得更高的能量。这时电子的速度增加不大，主要是质量不断变大。电子直接引出，可作电子线治疗，电子打击重金属靶，产生韧致辐射发射 X 射线，作 X 线治疗。

绵阳市安州区人民医院拟配备的医用电子直线加速器，X 射线能量 $\leq 10\text{MV}$ ，电子线能量 $\leq 20\text{MeV}$ 。依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）规定（§4.3.2.5），当加速器 X 射线 $\leq 10\text{MV}$ 时，中子的影响可忽略，对外环境的影响主要考虑韧致辐射发射的 X 射线。医用电子直线加速器系统示意图见图 9-3。

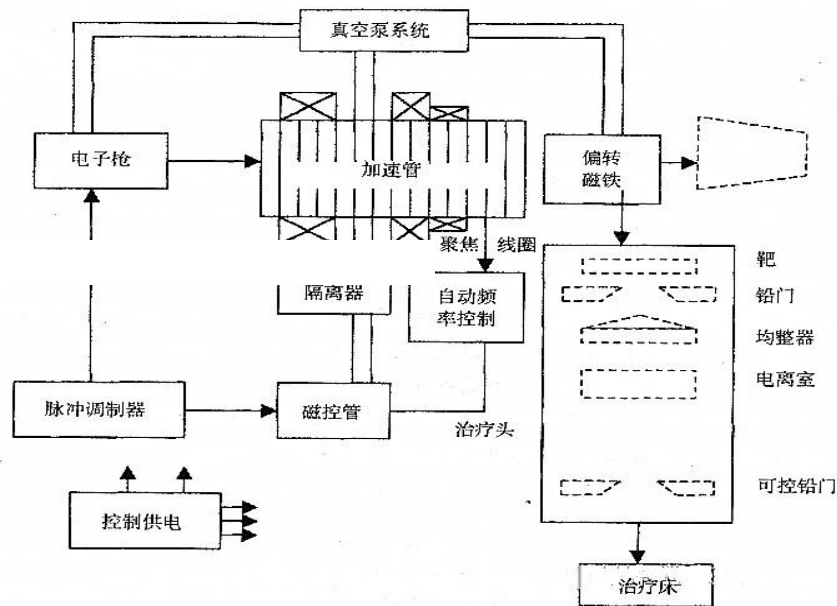


图 9-3 医用直线加速器系统示意图

3、工艺流程

医用电子直线加速器治疗流程为：病人进行放射治疗的确诊并向患者告知可能受到辐射危害→职业人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪→模拟定位、进行体表标记→制定治疗计划、确定照射位置和剂量→病人进入加速器机房→关闭防护门并开启安全联锁→加速器出束治疗、实施治疗→治疗完毕。本项目所使用的直线加速器治疗流程及产污环节位置见图 9-4。

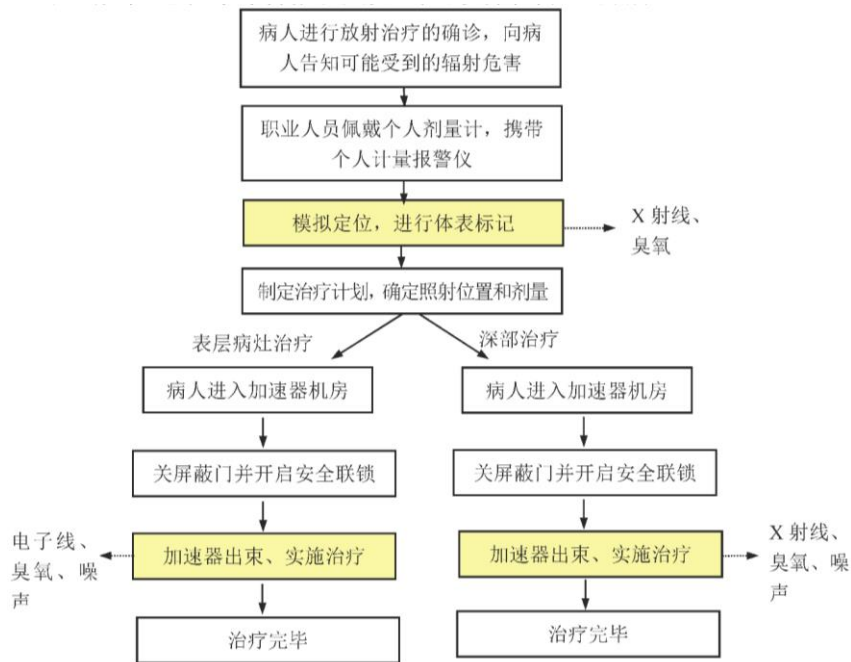


图 9-4 本项目医用直线加速器治疗流程及产污环节示意图

4、污染因子

本项目医用电子直线加速器提供 X 射线治疗，因此治疗时主要污染因子为 X 射线，X 射线随机器的开关而产生和消失；此外，X 射线与空气中的氧气发生作用会产生少量臭氧。

当医用电子直线加速器按电子束模式运行时，从电子枪里发出来的电子束经加速管加速后直接从加速管引出用于治疗病人。产生的电子属初级辐射，贯穿物质时受物质库仑场的影响，贯穿深度有限。医用电子直线加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在医用电子直线加速器电子束治疗时间时，电子线对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗。

由于本项目医用电子直线加速器使用的 X 射线能量最大为 10MV，所以产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

（二）模拟定位机项目

1、工程设备

绵阳市安州区人民医院拟于放疗中心内新建 1 座模拟定位机机房，配置 1 台模拟定位机，用于定位使用。

模拟定位机主要由 CT 机、诊断床、控制台、中央工作站和激光定位系统组成。

模拟定位机可看做是诊断性 CT 机与传统 X 光模拟定位机的功能叠加。

本项目拟购模拟定位机的具体参数见表 9-2。

表 9-2 本项目模拟定位机技术参数情况一览表

设备名称	管电压	管电流	分类	工作场所
模拟定位机	≤150kV	≤1500mA	III	模拟定位机机房

2、工作原理

CT 等 X 射线诊断装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的 靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。X 射线管基本结构如图 9-5 所示。

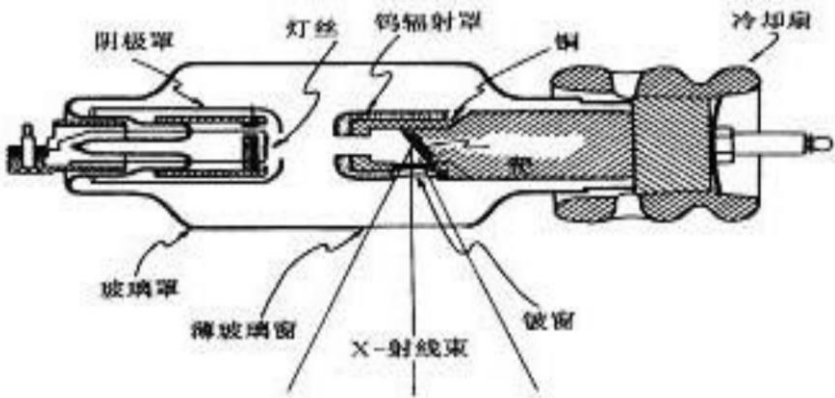
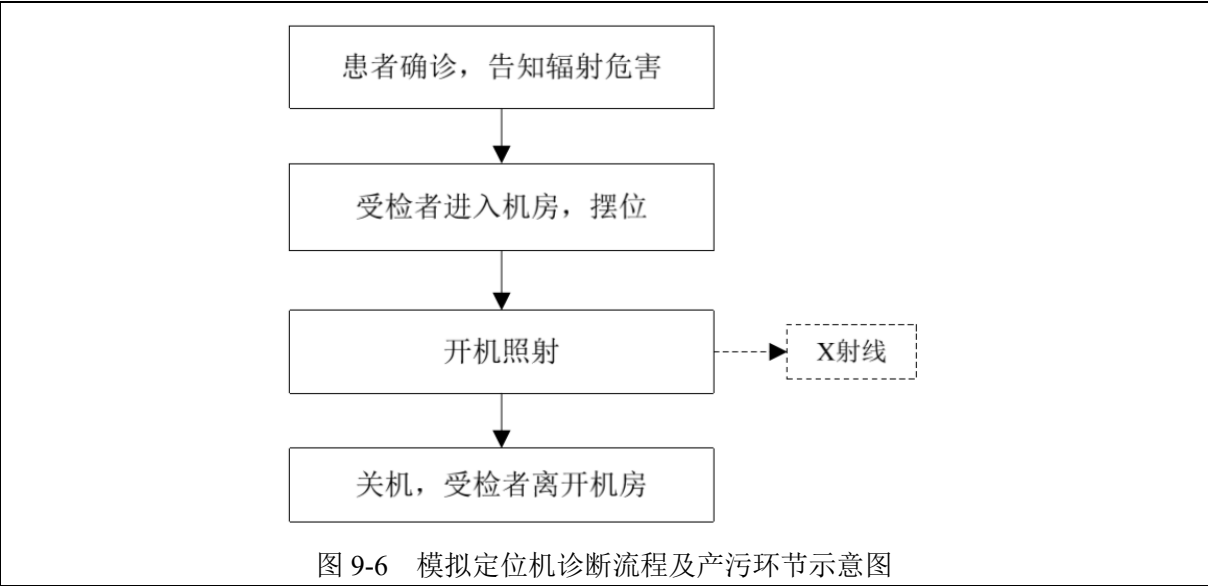


图 9-5 X 射线管基本结构示意图

3、工艺流程及产污因子

病人经医生诊断后，预约登记诊断时间。受检者按约定时间在候诊区准备和等候。受检者进入机房在医务人员的指导下正确摆位。摆位完成后，除患者外，无关人员退出机房。工作人员检查无误后，即开启 CT 机进行拍片/模拟定位。检查结束后，受检者离开机房。

模拟定位机诊断流程及产污环节见图 9-6。



污染源项描述

一、施工期污染源

1、废水

施工期少量废水主要来自以下几个方面：

①施工场地废水；②施工人员生活污水。

2、扬尘

施工期的大气污染物主要是地面扬尘污染，污染因子为 TSP，为无组织排放。施工产生的地面扬尘主要来自三个方面，一是墙体装修扬尘；二是来自建筑材料包括水泥、沙子等搬运扬尘；三是来自来往运输车辆引起的二次扬尘。

3、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要包括施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装饰材料等建筑垃圾，由于工程规模小，产生量较少。

4、噪声

主要是使用施工机械和装修设备产生的噪声。

二、运营期污染源

（一）医用电子直线加速器项目

1、电离辐射

本项目医用直线加速器为Ⅱ类射线装置，在开机状态下主要辐射为 X 射线，关机状态不产生 X 射线。

2、废气

本项目医用直线加速器治疗过程中产生的 X 射线，会使治疗室内的空气电离，产生少量臭氧和氮氧化物。

3、废水

本项目医用直线加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会产生废水。新增的工作人员会产生少量生活废水。

4、固体废物

本项目医用直线加速器工作过程不产生固体废物；工作人员工作中会产生少量的生活垃圾和办公垃圾。

5、噪声

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机。

（二）模拟定位机项目

本项目模拟定位机采用先进的数字成像技术，不使用显影液、定影液和胶片，因此不会产生废显影液、废定影液和废胶片。X 射线：模拟定位机出束时，产生的 X 射线会对周围产生辐射影响，辐射途径为外照射。X 射线随模拟定位机的开、关而产生和消失。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、辐射工作场所两区划分

医用电子直线加速器项目：

医用电子直线加速器机房位于住院楼南侧放疗中心内，机房东侧为室外，南侧为室外，西侧为模具制作室、模具室及模拟定位机机房，北侧为控制室及水冷机房，机房上方为医师办公室、示教室及计划室等，机房下方为土层。

模拟定位机项目

模拟定位机机房东侧为医用电子直线加速器机房，南侧为室外，西侧为配电间及楼梯间，北侧为控制室。上方为物理师办公室，下方为土层。

（二）分区原则

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

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

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

（三）控制区与监督区的划分

本项目拟将医用电子直线加速器机房及模拟定位机房作为辐射防护控制区；将控制室和水冷机房等作为辐射防护监督区。

在医用电子直线加速器机房及模拟定位机房防护门上方醒目位置安装工作状态指示灯，在防护门上规范张贴电离辐射警告标志及中文警示说明，门外设置明显的警

戒线。

本项目辐射分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。两区划分详见表 10-1 及图 10-1。

表 10-1 项目控制区和监督区划分情况

项目	控制区	监督区
医用电子直线加速器项目	医用电子直线加速器机房	控制室、水冷机房等
模拟定位机项目	模拟定位机机房	控制室

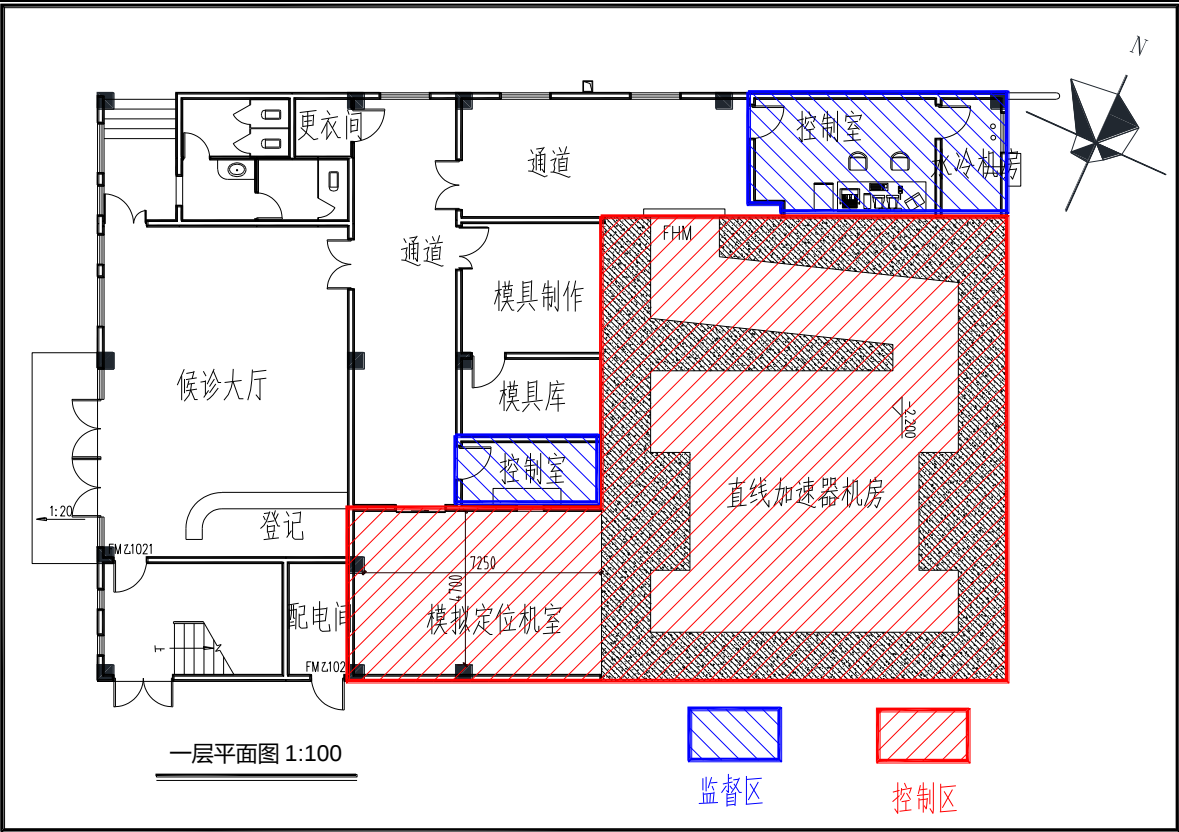


图 10-1 放疗中心机房区域划分示意图

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，项目单位应做到：

（1）控制区的防护手段与安全措施：

①控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志（如图 10-2）。



当心电离辐射警告标志

图 10-2 当心电离辐射警告标志

②制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

（2）监督区防护手段与安全措施：

①以黄线警示监督区的边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全及防护措施

（一）屏蔽防护

本项目各工作场所屏蔽设计见表 10-2、3。

表 10-2 医用电子直线加速器机房防护屏蔽设计一览表

类别	屏蔽防护设计		屏蔽设计参数（厚度及材质）	主屏蔽宽度
医用直线 加速器	东墙	主屏蔽	270cm 砼	360cm
		次屏蔽	150cm 砼	/
	南墙	次屏蔽	150cm 砼	/
	西墙	主屏蔽	270cm 砼	360cm
		次屏蔽	150cm 砼	/
	北墙	迷路内墙	0.80~1.60m 砼	/
		迷路外墙	1.16~2.0m 砼	/

	屋顶	主屏蔽	280cm 砼	360cm
		次屏蔽	160cm 砼	/
	防护门		12mm 铅板+8cm 厚含硼石蜡	

表 10-3 模拟定位机机房防护屏蔽设计一览表

射线装置名称型号	管电压 kV	管电流 mA	工作场所名称	屏蔽防护
模拟定位机	≤150	≤1500	放疗中心	四周防护墙：370mm 实心砖墙；顶部为 330mm 混凝土楼板；防护门：3mm 铅当量；铅玻璃窗：3mm 铅当量

（二）辐射安全措施

1、医用电子直线加速器项目

本项目射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面：

（1）设备固有安全性

①医用直线加速器只有在通电开机时才有电子束、X 射线等产生，断电停机即停止出束；通过多叶准直器定向出束，其它方向的射线被自带屏蔽材料所屏蔽。

②控制台上有关辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示装置，操作人员可随时了解设备运行情况。

③条件显示联锁：医用直线加速器具有联锁装置，只有当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当治疗室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

④控制台上有关蜂鸣器，在医用直线加速器工作时发出声音以警示人员防止误入。

⑤有剂量分布监测装置与照射终止系统联锁，当剂量超过预选值或当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照。

⑥有全部安全联锁设施的检查装置，能保证所有安全联锁系统保持良好的运行状态。

⑦有时间控制联锁，当预选照射时间已定时，定时器能独立地使照射停止。

⑧治疗床旁、医用直线加速器主机上安装紧急制动按钮。

（2）屏蔽防护

本项目医用直线加速器机房由相应资质单位进行设计和施工，其主射方向朝向东

侧墙体、西侧墙体、地面及屋顶。本项目医用直线加速器机房电缆线布设采用“U”型管道，通风管道采用“S”型穿墙方式，不会破坏墙体的屏蔽效果，本项目电缆沟设计图见图 10-5；

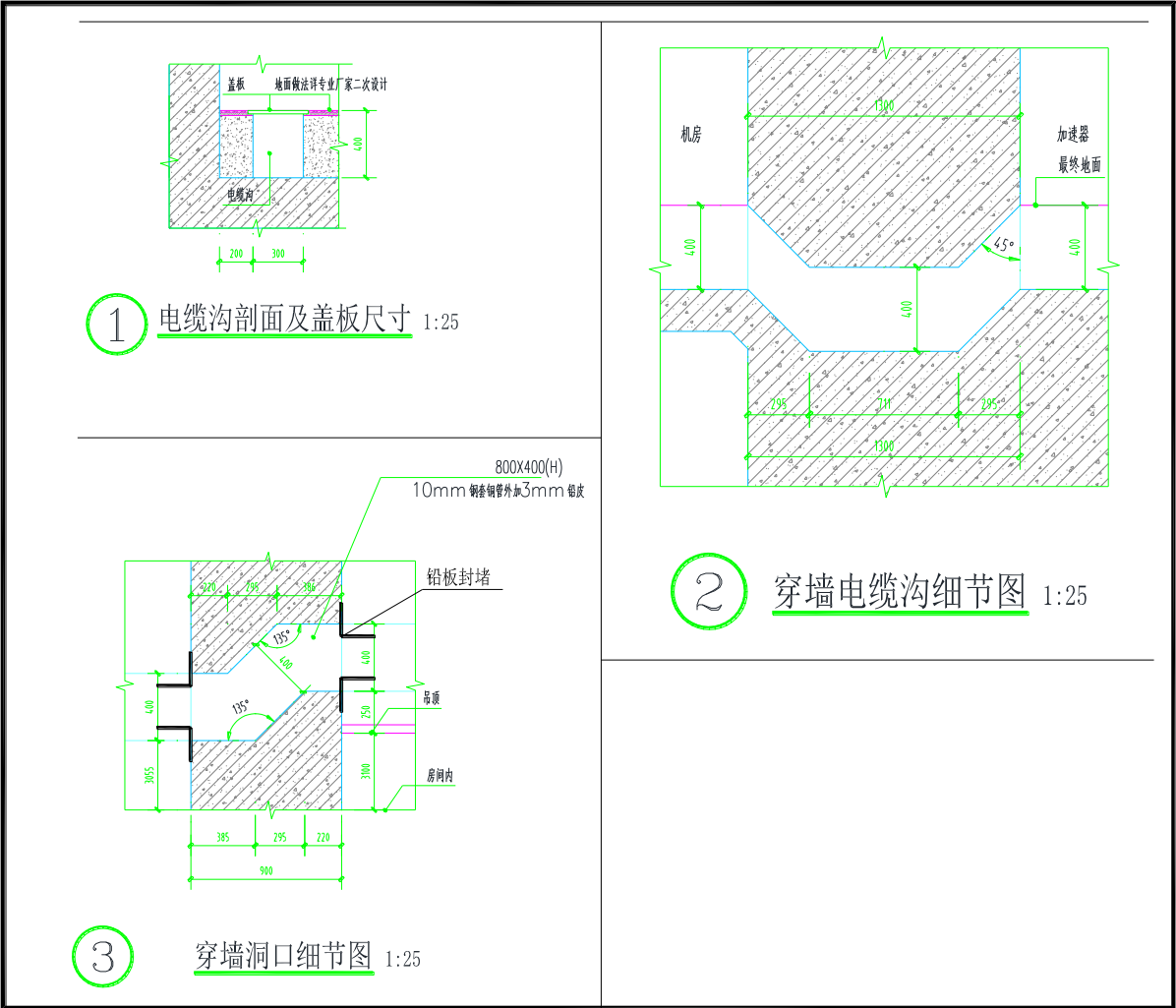


图 10-5 电缆沟设计图

(3) 源项控制

本项目医用直线加速器购置于正规厂家，有用线束内杂散辐射和泄漏辐射不会超过《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）规定的限值。

(4) 距离防护

本项目治疗区域将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

(5) 时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊疗之前，根据诊断要求和

病人实际情况制定最优化的治疗方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

（6）安全装置

①操作人员隔室操作：本项目医用直线加速器控制室与机房之间以墙体隔开，机房内拟安装视频监控系统、对讲装置，控制室能通过视频监控观察机房内患者治疗的情况，并通过对讲装置与机房内患者联系。

②门机联锁装置：医用直线加速器与屏蔽门之间拟设联锁装置。屏蔽门未关好，医用直线加速器不能出束；医用直线加速器工作期间如将防护门打开，照射立即自动停止。

③紧急制动装置和紧急开门按钮：除了医用直线加速器治疗床、医用直线加速器主机上以及控制台上自带的紧急制动按钮外，机房内墙非主射线位置上、迷道门出口处均设置有紧急制动按钮，以使误入人员按动紧急制动按钮就能使加速器停机；迷道出口处设置了紧急开门按钮。

④工作状态显示及警示标识：医用直线加速器机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。医用直线加速器处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。医用直线加速器机房屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志。

⑤在医用直线加速器机房墙上安装固定式剂量报警装置（带剂量显示功能），探头安装在机房迷道内墙上（靠近防护门），只要迷道内的剂量超过预设的剂量阈值，就会报警提示人员不能进入机房，以防人员误入。

⑥时间防护：通过制定最优化的治疗、诊断方案尽量减少射线装置的照射时间。尽量减少人员与机房的近距离接触时间。

⑦个人防护：医用直线加速器机房的辐射工作人员每人佩戴个人剂量计和预定剂量率阈值自动报警仪。

⑧医用直线加速器将由生产厂家进行质保维修，医院设备科人员仅对医用直线加速器进行日常维护（如电路、开关、机电等维护）。

以上辐射防护措施合理可行，能够有效防止本项目对外环境的影响。

(7) 分区防护

机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入机房内的控制区，以免受到不必要的照射。

2、模拟定位机项目

(1) 设备固有安全性

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

②具有安全系统，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

③正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能启动照射。

(2) 源项控制

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

(3) 安全联锁装置

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

(4) 紧急制动装置

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

(5) 警示装置

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

②电离辐射警示标志：在机房防护门外醒目位置张贴电离辐射警告标志及中文警示说明。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 要求。

(6) 监测设备

个人剂量监测仪：按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）要求，从

事 CT 诊断的辐射工作人员（包括技师、物理师和医生）每人个人剂量计（2 个/人、1 用 1 备）。要求在岗期间必须正确佩戴。

（7）其它防护设施

对讲系统：机房内和控制室内设 1 套扩音与对讲装置，便于控制室的工作人员与机 房内的患者联系。

三、辐射安全防护设施对照分析

为防止发生辐射事故，根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）中对医用II、III射线装置辐射防护安全装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析，具体情况见表 10-4。

表 10-4 辐射安全防护设施汇总对照分析表

项目		规定的措施	落实情况	备注
医用电子 直线加速 器	实体防护	四周墙体+迷道+屋顶屏蔽	本次新建	/
		铅防护门		/
	控制台及安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	/
		加速器治疗床、加速器主机上以及控制台的具备紧急停机按钮	设备自带	/
		电视监控与对讲系统	设备自带	/
		条件显示联锁、控制超剂量的联锁装置、时间控制联锁	设备自带	/
		门机联锁、门灯联锁	已设计	/
	警示装置	入口电离辐射警示标志	需新增	/
		入口加速器工作状态指示灯	需新增	/
		机房内准备出束音响提示	设备自带	/
		控制台上蜂鸣器	设备自带	/
	紧急设施	紧急开门装置	需新增	/
		监控、对讲装置	需新增	/
		机房内紧急停机按钮	需新增	/
	监测	机房内固定式剂量报警仪	需新增	/
		个人剂量报警仪	需新增	/
		个人剂量计	需新增	/
	其他	机房门防夹装置	需新增	/

		便携式 X 射线辐射监测仪	需新增	/
		通风系统	需新增	/
		火灾报警仪	需新增	/
		灭火器材	需新增	/
模拟定位机	实体防护	机房墙体、屋顶、门窗等实体防护措施	本次新建	/
	安全装置	门灯联锁 1 套	已设计	/
		紧急停机按钮	已设计	/
	警告装置	工作状态指示灯	已设计	/
		当心电离辐射警告标志及中文警示说明	需新增	/
	其他	扩音及对讲装置	已设计	/
		灭火器材等	已设计	/

四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，医院将投入一定资金建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目环保投资估算见表 10-5。

表 10-5 环保设施及投资估算一览表

辐射安全防护设施		数量（套/个）	投资金额（万元）
实体防护	四周墙体+屋顶屏蔽	/	
	铅防护门	2	
	观察窗	1	
安全装置	入口电离辐射警示标志	2	
	入口工作状态显示	2	
	监控、对讲装置	2	
紧急装置	紧急开门按钮	2	
	机房内紧急停机按钮	2	
监测设备	个人剂量报警仪	10	
	机房内固定式剂量报警仪	1	
	个人剂量计	20	
	便携式 X 射线辐射巡测仪	1	
其他	通风系统	2	

	火灾报警仪	2	
	灭火器材	2	
合计			

三废的治理

（一）废水

本项目医用直线加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会产生废水。施工废水和工作人员生活污水依托医院新建的 1 处污水处理站进行处理。

（二）废气

为了减少废气对人员产生的影响，医用直线加速器机房设置独立的通排风系统，根据设计院提供的设计方案，本项目医用直线加速器机房配备的通风系统设计风量为 2500m³/h，该机房容积约为 333m³，则每小时换气次数大于 7 次。满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中“治疗室通风换气次数不应小于 4 次/h”的要求。

该医用直线加速器机房采用机械进排风，进风管道从加速器机房北侧进入，从迷道入口防护门上方穿过，进风管道采用“S”型管道，沿迷道上方进入加速器机房，进风口位于机房东侧顶部共 2 处，排风口位于机房西侧距离地面 30cm 处，与进风口形成对角。排风管道从机房北侧顶部引出，沿迷道上方穿过迷道入口防护门上方，同样采用“S”型管道，最终接入加速器机房屋顶排风机排出。本项目加速器机房进排风管道位置见图 10-7。

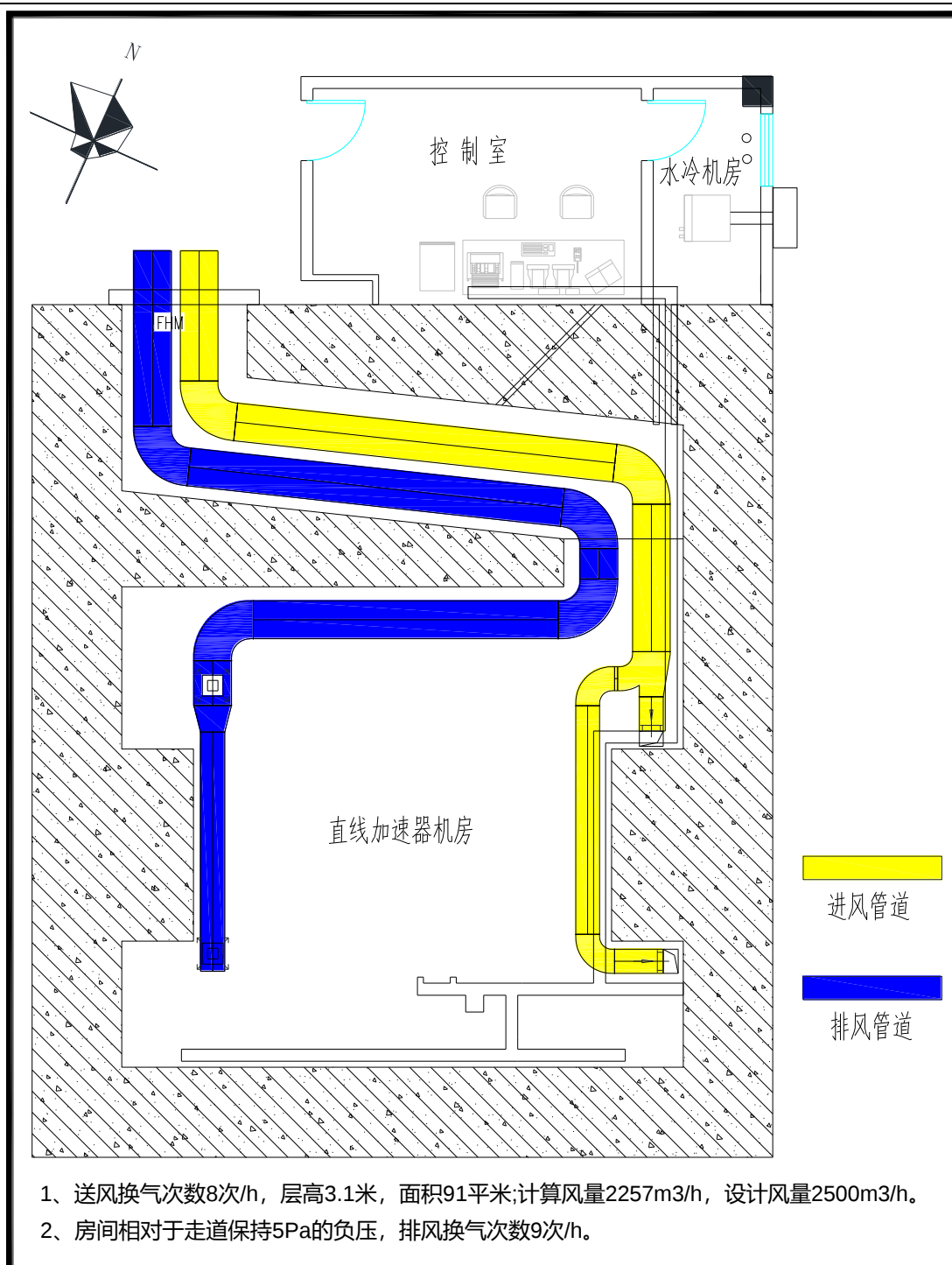


图 10-7 医用直线加速器进风口与排风口位置示意图

（三）固体废物处理措施

施工期产生的固废依托医院固废收集设施和市政环保设施处理。

运营期本项目医用直线加速器工作过程不产生固体废物。

放疗中心产生的生活垃圾集中暂存于垃圾桶内，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

（四）噪声

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值低于 60dB(A)，通风机组通过橡胶垫进行减震降噪，降噪效果约 10~15 dB(A)，故噪声对周围环境影响较小。

（五）射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目使用的医用直线加速器在进行报废处理时，应将该射线装置的高压射线管进行拆卸并破碎处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 一、施工阶段 本项目为新建医用电子直线加速器机房、模拟定位机机房及相关配套用房，需进行墙体建造、设备安装、管线敷设、防护门及其他环境防护设施的安装，施工期将产生少量扬尘、噪声、生活污水及固体废物。施工期主要防护措施有： 1、大气污染防治措施 ①施工场地扬尘可用洒水和清扫措施予以抑止。 ②在装修工程施工中，施工人员应配备必要的防护装备和口罩，避免人体吸入粉尘。 ③加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工、减少施工期的大气污染。 2、噪声防治措施 ①门窗、预制构件、大部分钢筋的成品、半成品在工厂完成，减少施工场地内加工机械产生的噪声。 ②不得随意扔、丢，减少金属件的碰击声。电钻等噪声设备使用时间尽量避开中午 12：00～14：00 和晚上 10：00 以后。 ③加强现场运输车辆出入的管理，车辆进入现场禁止鸣笛， ④施工单位通过文明施工、加强有效管理，材料堆放必须轻拿轻放。 ⑤施工单位在现场张贴通告和投诉电话，建设单位在接到投诉电话后及时与当地环保部门联系，以便及时处理各种环境纠纷。 3、固废防治措施 ①装饰工程施工产生的废弃物料和生活垃圾等由市政环卫统一清运。 ②在工程竣工以后，施工单位应同时拆除各种临时施工设施，做到“工完、料尽、场地清”。建设单位应负责督促施工单位的固体废物处置清理工作。 4、水污染防治措施 施工期水环境影响主要为施工人员的生活污水，其产量较小，可依医院现有生活污水处理设施处理。

5、施工要求

加速器治疗机房墙体加厚过程中严格按照施工规范进行施工，屏蔽墙体应没有漏缝，使用满足要求的水泥。墙体与铅防护门应有足够的搭接宽度，应预留防护门下沉沟槽。

二、设备安装施工阶段

医用电子直线加速器及模拟定位机的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装设备。院方应加强辐射防护管理，在调试过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在各个机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时各机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。

运行阶段对环境的影响

一、医用电子直线加速器项目

根据建设单位和设备供货单位提供的资料，医院新增 1 台医用电子直线加速器的主要参数为 X 射线最大能量 10MV，医用直线加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率为 600cGy/min，机头周围的泄漏辐射与最大吸收剂量的比值不超过 0.1%。

设备出束射线角度： $\pm 14^\circ$ 。医用直线加速器有用束射野范围最大为 40cm×40cm。设备满负荷运行时间为 800h/a。

（一）医用直线加速器机房屏蔽设计分析

医用直线加速器机房屏蔽措施见下表：

表 11-1 医用直线加速器屏蔽措施一览表

类别	屏蔽防护设计		屏蔽设计参数（厚度及材质）	主屏蔽宽度
医用直线 加速器	东墙	主屏蔽	270cm 砼	360cm
		次屏蔽	150cm 砼	/
	南墙	次屏蔽	150cm 砼	/
	西墙	主屏蔽	270cm 砼	360cm
		次屏蔽	150cm 砼	/
	北墙	迷路内墙	0.80~1.60m 砼	/
		迷路外墙	1.16~2.0m 砼	/
	屋顶	主屏蔽	280cm 砼	360cm
		次屏蔽	160cm 砼	/
防护门		12mm 铅板+8cm 厚含硼石蜡		

医用直线加速器机房平面布局图见附图 4，医用直线加速器机房设计结构及预测点位分布示意图详见图 11-1（预测点取墙体或者防护门外 0.3m 处）。

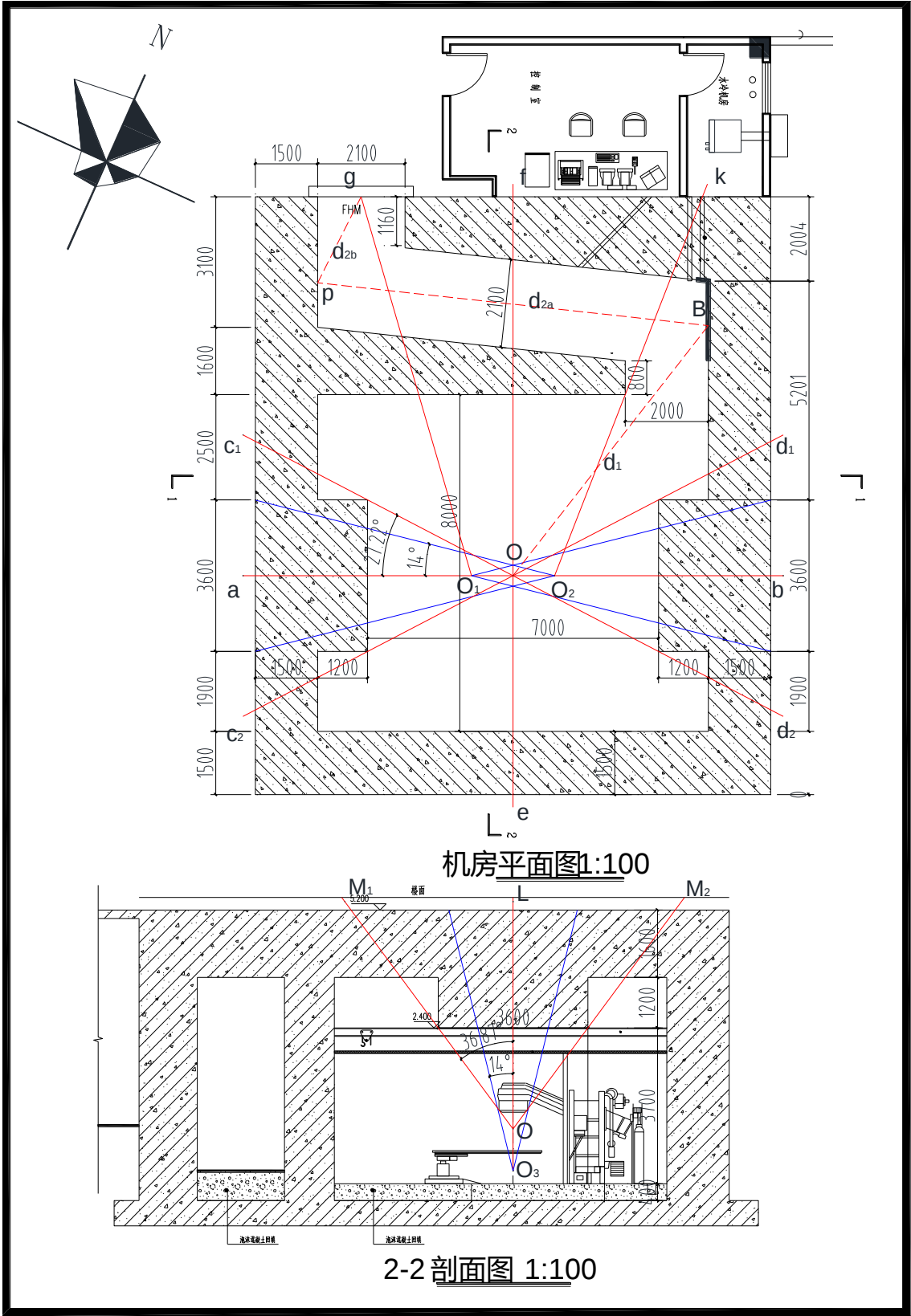


图 10-2 医用电子直线加速器预测点位分布示意图

（二）机房面积符合性分析

医用直线加速器机房的可使用面积约为 56m²（不含迷路），能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中“6.1.7 治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于 45m²”的规定要求。

（三）医用直线加速器机房的屏蔽分析

1、有用线束主屏蔽区宽度核算

使用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）的相关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度。

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

式中：

Y_p ——机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD ——源轴距，m；

θ ——治疗束的最大张角（相对束中的轴线）；

a ——等中心点至“墙”的距离，m。当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙（或顶）的内表面；当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指主屏蔽区墙（或顶）的外表面。

根据图 11-1，将各参数代入公式 1 得出本项目的主屏蔽宽度核算结果并评价如下表：

表 11-2 主屏蔽区域宽度设计评价表

参数	取值		
	东墙主屏蔽	西墙主屏蔽	屋顶主屏蔽
a (m)	4.70	4.70	3.60
SAD (m)	1	1	1
θ (°)	14	14	14
计算宽度 Y_p (m)	3.44	3.44	2.89
设计宽度 (m)	3.60	3.60	4.30
评价	满足	满足	满足

2、医用直线加速器机房屏蔽体厚度校核

（1）主屏蔽区厚度校核

利用 GBZ/201.2-2011 的相关公式对主屏蔽区进行厚度核算。屏蔽所需要的屏蔽

透射因子 B 按下式进行计算。

$$B = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_0} \cdot \frac{R^2}{f} \dots \dots \text{公式 2}$$

$$X_e = TVL \cdot \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots \dots \text{公式 3}$$

$$X = X_e \cdot \cos \theta \dots \dots \text{公式 4}$$

式中：

B—屏蔽投射因子；

$\dot{H}_c$ —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ —加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，本项目为 $3.6\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

R——靶点至参考点的距离，m，本项目参考点为相应屏蔽体外 30cm；

f——对有用线束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率，0.1%。

X——设计屏蔽厚度，cm；

θ ——斜射角。

TVL_1 （cm）和 TVL （cm）为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度，当未指明 TVL_1 时， $TVL_1=TVL$ 。可根据加速器 X 射线能量查 GBZ/T 201.2-2011 的附录 B 表 B.1。

表 11-3 主屏蔽区域厚度设计评价表

参数	东墙主屏蔽 (b 点)	西墙主屏蔽 (a 点)	屋顶主屏蔽 (l 点)
$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5
R (m)	7.50	7.50	6.50
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
f	1	1	1
B	3.91×10^{-7}	3.91×10^{-7}	2.93×10^{-7}
TVL_1 (cm)	41	41	41
TVL (cm)	37	37	37
X_e (cm)	241.1	241.1	245.7
斜射角 θ	0	0	0
X (cm)	241.1	241.1	245.7
设计厚度 (cm)	270	270	280
是否满足要求	满足	满足	满足

(2) 侧屏蔽墙厚度校核

泄漏辐射：估算方法类似主屏蔽区。 TVL_I 和 TVL 为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值，分别为 $TVL_I=35\text{cm}$ ， $TVL=31\text{cm}$ 。计算参数和计算结果见表 11-4。

表 11-4 侧屏蔽区域厚度设计评价表

参数	北侧屏蔽墙 (f 点)	南侧屏蔽墙 (e 点)
$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5
R (m)	9.30	5.50
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8	3.6×10^8
f	0.001	0.001
B	6.01×10^{-4}	2.10×10^{-4}
TVL (cm)	31	31
TVL_I (cm)	35	35
X_e (cm)	103.9	118.0
斜射角 θ	0	0
X (cm)	103.9	118.0
设计厚度 (cm)	258.7	150
是否满足要求	满足	满足

注： X_e 由图纸中直接测量所得。

(3) 与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度核算

根据 GBZ/201.2-2011，对于与主屏蔽区相连的次屏蔽区应考虑泄漏辐射和患者的一次散射辐射的复合作用，分别计算其所需屏蔽厚度，取较厚者。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)} \dots\dots \text{公式 5}$$

式中：

$\dot{H}_0$ ：加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m

处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，本项目为 $3.6\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

α_{ph} ：患者 400cm^2 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm^2 面积上的散射因子。取患者散射角为 30° ，查 GBZ/T 201.2-2011 表 B.2。本项目按 10MV 取值，取 3.18×10^{-3} 。

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

R : 患者 (位于等中心点) 至关注点的距离, m 。

表 11-5 与主屏蔽区相连的次屏蔽区漏射辐射屏蔽厚度核算

参数	东墙次屏蔽 (d_1 、 d_2 点)	西墙次屏蔽 (c_1 、 c_2 点)	屋顶次屏蔽 (m_1 、 m_2 点)
$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	1.25	1.25	1.25
R (m)	7.30	7.30	6.87
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
f	0.001	0.001	0.001
B	1.85×10^{-4}	1.85×10^{-4}	1.64×10^{-4}
TVL_1 (cm)	35	35	35
TVL (cm)	31	31	31
X_e (cm)	119.7	119.7	121.3
斜射角 θ	27.2	27.2	36.8
X (cm)	106.5	106.5	97.2
设计厚度 (cm)	150	150	150
是否满足要求	满足	满足	满足

表 11-6 与主屏蔽区相连的次屏蔽区散射辐射屏蔽厚度核算

参数	东墙次屏蔽 (d_1 、 d_2 点)	西墙次屏蔽 (c_1 、 c_2 点)	屋顶次屏蔽 (m_1 、 m_2 点)
$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	1.25	1.25	1.25
R (m)	7.30	7.30	6.87
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
α_{ph}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}
F	40×40	40×40	40×40
B	1.45×10^{-5}	1.45×10^{-5}	1.29×10^{-5}
TVL_1 (cm)	28	28	28
TVL (cm)	28	28	28
X_e (cm)	135.4	135.4	136.9
斜射角 θ	27.2	27.2	36.8

X (cm)	120.5	120.5	109.6
设计厚度 (cm)	150	150	160
是否满足要求	满足	满足	满足

(4) 迷道外墙屏蔽区厚度核算 (k 点)

计算模式及参数选择:

医用直线加速器靶点位于 O_2 时, k 点辐射剂量率最大, 泄漏辐射起决定性作用, O_2 至 k 的泄漏辐射的斜射角较小, 以 0° 垂直入射保守计算, 核算方法同 e 点。混凝土的 TVL_l 和 TVL 为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值, 分别为 $TVL_l=35\text{cm}$, $TVL=31\text{cm}$ 。迷道外墙屏蔽区厚度核算见表 11-7。

表 11-7 迷道外墙屏蔽区厚度核算

参数	迷路外墙 (k 点)
$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	2.50
R (m)	10.0
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8
f	0.001
B	6.94×10^{-4}
TVL_l (cm)	35
TVL (cm)	31
X_e (cm)	101.9
斜射角 θ	0
X (cm)	101.9
设计厚度 (cm)	200
是否满足要求	满足

小结: 经过对机房主屏蔽体宽度校核, 主屏蔽区、侧屏蔽墙、和迷路外墙厚度校核, 与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度校核显示, 本项目四周墙体厚度、迷道厚度和顶部厚度均满足要求。

3、医用直线加速器对关注点产生的剂量估算

(1) 主屏蔽屏蔽效果预测 (a 点、 b 点和 l 点)

射线路径 (射线类型): $O_2\rightarrow a$ (主射线), $O_1\rightarrow b$ (主射线), $O_3\rightarrow l$ (主射线)。使用 GBZ/T201.2-2011 的相关公式计算有用线束主屏蔽核算, 在给定的屏蔽物质厚度

X (cm) 时, 首先计算有效厚度 X_e (cm), 估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B , 再计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率。

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \dots\dots \text{公式 6}$$

式中, TVL_1 (cm) 和 TVL (cm) 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度, 当未指明 TVL_1 时, $TVL_1 = TVL$ 。可根据加速器 X 射线能量查 GBZ/T 201.2-2011 的附录 B 表 B.1。

本项目中, a 点、 b 点、 l 点相应厚度主屏蔽的 B 值核算见表 11-8。

$$\dot{H} = \dot{H}_0 \cdot f \cdot B/R^2 \dots\dots \text{公式 7}$$

式中, $\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 (以下简称靶) 1m 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$, 本项目为 $3.6\times 10^8 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;

R ——靶点至参考点的距离, m, 本项目参考点为相应屏蔽体外 30cm;

f ——对有用线束为 1, 对泄漏辐射为泄漏辐射比率, 0.1%。

将各参数代入模式计算, 得到相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$), 辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-8。

表 11-8 主屏蔽区外参考点辐射剂量率计算参数和计算结果

参数	西墙主屏蔽 (a 点)	东墙主屏蔽 (b 点)	屋顶主屏蔽 (l 点)
X (cm)	270 砧	270 砧	280 砧
X_e (cm)	270 砧	270 砧	280 砧
TVL (cm)	37	37	37
TVL_1 (cm)	41	41	41
B	6.47×10^{-8}	6.47×10^{-8}	3.47×10^{-8}
R (m)	7.50	7.50	6.50
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
f	1	1	1
$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.414	0.414	0.296
$\dot{H}_e$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 剂量率参考控制水平	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足	满足	满足

注: X_e 由图纸中直接测量所得;

*: l 点为地表外 30cm 处。

(2) 侧屏蔽墙屏蔽效果预测 (e 点、 f 点)

射线路径 (射线类型): $O \rightarrow e$ (泄漏射线), $O \rightarrow f$ (泄漏射线)。

泄漏辐射: 估算方法类似主屏蔽区。 TVL_I 和 TVL 为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值, 分别为 $TVL_I=35\text{cm}$, $TVL=31\text{cm}$ 。 e 点、 f 点辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-9。

表 11-9 侧屏蔽泄漏射线辐射率计算参数和计算结果

参数	北侧屏蔽墙 (f 点)	南侧屏蔽墙 (e 点)
X (cm)	258.7 砵	150 砵
X_e (cm)	258.7 砵	150 砵
TVL (cm)	31	31
TVL_I (cm)	35	35
B	6.08×10^{-9}	1.95×10^{-5}
R (m)	9.30	5.50
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8	3.6×10^8
f	0.001	0.001
$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	小于 0.001	0.232
$\dot{H}_e$ ($\mu\text{Sv/h}$) (剂量率参考控制水平)	2.5	2.5
评价结果	满足	满足

注: X_e 由图纸中直接测量所得。

(3) 与主屏蔽区相连的次屏蔽区的屏蔽效果预测 (c_1 点、 d_1 点、 d_2 点及 m_1 点、 m_2 点)

A: 射线路径 (射线类型): $O_2 \rightarrow O \rightarrow c_1$ (散射射线), $O_1 \rightarrow O \rightarrow d_1$ (散射射线), $O_1 \rightarrow O \rightarrow d_2$ (散射射线), $O_3 \rightarrow O \rightarrow m_1$ (散射射线), $O_3 \rightarrow O \rightarrow m_2$ (散射射线)。

$O \rightarrow c_1$ (泄漏射线), $O \rightarrow d_1$ (泄漏射线), $O \rightarrow d_2$ (泄漏射线), $O \rightarrow m_1$ (泄漏射线), $O \rightarrow m_2$ (泄漏射线)。

对于位置 c_1 点、 d_1 点、 d_2 点和 m_1 点、 m_2 点, 考虑泄漏辐射和散射辐射的复合作用。

B: 泄漏辐射计算

泄漏辐射屏蔽，估算方法类似主屏蔽区。 $f=0.001$ （泄漏辐射比率，根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）要求，对于 M 区域外泄漏辐射（不包括中子），吸收剂量平均值与最大吸收剂量的比值不应超过 0.1%）， TVL_I 和 TVL 保守取附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值，分别为 $TVL_I=35\text{cm}$ ， $TVL=31\text{cm}$ 。

C：散射辐射屏蔽计算

在给定的屏蔽物质厚度 $X(\text{cm})$ 时，首先计算或直接在结构图中量出该屏蔽墙的有效厚度 $X_e(\text{cm})$ ，估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B_s （其中患者散射辐射在混凝土中的什值层，查表 B.4 知，对于 10MV 射线，当散射角 30° 时，患者散射辐射在混凝土中什值层为 28cm ），再按照公式 8 计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots \text{公式 8}$$

式中：

- $\dot{H}_0$ ：加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ，本项目为 $3.6\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；
- α_{ph} ：患者 400cm^2 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm^2 面积上的散射因子。查 GBZ/T 201.2-2011 表 B.2。本项目按 10MV 取值，取 3.18×10^{-3} 。
- F ：治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 ，本项目为 $40\text{cm}\times 40\text{cm}=1600\text{cm}^2$ 。
- R_s ：患者（位于等中心点）至关注点的距离，m。

叠加次屏蔽墙外泄漏辐射与患者一次散射辐射的瞬时剂量率值，将其与本项目确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_e$ 相比，判断机房屏蔽设计是否满足标准要求，计算结果见表 11-10。

表 11-10 与主屏蔽相连的次屏蔽外参考点辐射剂量率核算值

参数	西墙次屏蔽 (c_1 、 c_2 点)	东墙次屏蔽 (d_1 、 d_2 点)	屋顶次屏蔽 (m_1 、 m_2 点)
$X(\text{cm})$	150 砵	150 砵	160 砵
$X_e(\text{cm})$	168.6 砵	168.6 砵	199.8 砵

$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)		3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
泄漏辐射	TVL_I (cm)	35	35	35
	TVL (cm)	31	31	31
	B	4.88×10^{-6}	4.88×10^{-6}	4.82×10^{-7}
	R (m)	7.30	7.30	6.87
	f	0.001	0.001	0.001
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.033	0.033	0.004
散射辐射	TVL_I (cm)	28	28	28
	TVL (cm)	28	28	28
	R_s (m)	7.30	7.30	6.87
	α_{ph}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}	3.18×10^{-3}
	B	9.48×10^{-7}	9.48×10^{-7}	7.31×10^{-8}
	F (cm^2)	1600	1600	1600
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.081	0.081	0.007
$\dot{H}$ 泄漏辐射和散射辐射的复合作用		$0.114\mu\text{Sv}/\text{h}$	$0.114\mu\text{Sv}/\text{h}$	$0.011\mu\text{Sv}/\text{h}$
$\dot{H}_e$ 剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足

注： X_e 由图纸中直接测量所得。

(4) 迷道外墙屏蔽效果预测 (k 点)

射线路径 (射线类型)： $O_2 \rightarrow k$ (为有用线束不向迷路内墙照射模型下的泄漏射线)。

计算模式及参数选择：

本项目有用线束不向迷路内墙照射， k 点的屏蔽厚度应考虑下列情况：

医用直线加速器靶点位于 O_2 时， k 点辐射剂量率最大，泄漏辐射起决定性作用， O_2 至 k 的泄漏辐射的斜射角较小，以 0° 垂直入射保守计算，核算方法同 e 点。混凝土的 TVL_I 和 TVL 为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值，分别为 $TVL_I=35\text{cm}$ ， $TVL=31\text{cm}$ 。 k 点辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-11。

表 11-11 迷道外墙屏蔽区外参考点辐射率计算参数和计算结果

参数	迷路外墙 (k 点)
X (cm)	200 砵
X_e (cm)	200 砵
TVL_l (cm)	35
TVL (cm)	31
B	4.76×10^{-7}
R (m)	10.0
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)	3.60×10^8
f	0.001
$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.002
$\dot{H}_e$ (剂量率参考控制水平)	$2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$
评价	满足

(5) 迷道内墙屏蔽设计核算 (g 点)

A: 射线路径 (射线类型): $O_l \rightarrow g$ (泄漏射线)。

B: 计算模式及参数选择:

g 点泄漏辐射剂量核算方法同 e 点。

O_l 至 g 点的距离 $R=7.47\text{m}$, 取泄漏因子 $f=0.001$, 公式 4 的 TVL_l 和 TVL 为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值, 分别为 $TVL_l=35\text{cm}$, $TVL=31\text{cm}$ 。

C: 预测计算结果

表 11-12 穿过迷路内墙在 g 点的泄露辐射剂量率估算值

参数	机房入口门外 (g 点)	
	$O_l \rightarrow g$	$O_2 \rightarrow g$
X (cm)	144 砵	146 砵
X_e (cm)	144 砵	146 砵
TVL_l (cm)	35	35
TVL (cm)	31	31
B	3.05×10^{-5}	2.63×10^{-5}
R (m)	9.38	10.1
$\dot{H}_0$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)	3.6×10^8	3.6×10^8
f	0.001	0.001
$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.125	0.093

$\dot{H}_e$ (剂量率参考控制水平)	0.5 μ Sv/h	0.5 μ Sv/h
评价	0.125<0.5 (取最大值)	
	满足	

注: X_e 由图纸中直接测量所得。

(6) 机房入口防护门屏蔽核算

射线路径 (射线类型): $O_I \rightarrow O \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow g$ (散射射线)。

g 点处的散射辐射剂量率按照公式 9 计算, g 点辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-8。

$$H_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (\frac{F}{400})}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A_2}{R_2^2} \cdot \frac{\alpha_3 \cdot A_3}{R_3^2} \cdot \dot{H}_0 \quad \dots\dots \text{公式 9}$$

式中, $\dot{H}_0$ 、 α_{ph} 、 F 意义同前文;

α_2 —砼墙入射的患者散射辐射的散射因子, 本项目 e 处的入射角取 45° , 散射角取 0° , 具体取值见 GBZ/T201.2-2011 附录表 B.6, 通常使用其 0.5MeV 栏内的值;

α_3 —砼墙入射的患者散射辐射的散射因子, 本项目 e 处的入射角取 45° , 散射角取 0° , 具体取值见 GBZ/T201.2-2011 附录表 B.6, 通常使用其 0.25MeV 栏内的值;

A_2 — B 处的散射面积, m^2 ;

A_3 — P 处的散射面积, m^2 ;

R_1 —等中心点到 B 之间的距离 (由 CAD 图纸上读出), m ;

R_2 — B 到 P 之间的距离 (由 CAD 图纸上读出), m 。

R_3 — P 到 g 之间的距离 (由 CAD 图纸上读出), m 。

表 11-13 g 处的散射辐射剂量率计算参数和计算结果

参数	g 点
$\dot{H}_0 (\mu\text{Sv} \cdot m^2/h)$	$3.60 \times 10^8 \mu\text{Sv/h}$
α_{ph}	1.35×10^{-3}
F	1600 cm^2
α_2	22.0×10^{-3}
α_3	25.0×10^{-3}
R_1	7.57m
R_2	9.45m

R_3	2.29m
A_2	8.02m ²
A_3	7.77m ²
g 点剂量率（估算值）	2.48μSv/h

入口门外的总辐射剂量率按公式 10 计算，入口门外辐射量率计算参数和计算结果见表 11-14。

$$\dot{H} = \dot{H}_{\text{散}} \cdot 10^{-\left(\frac{X}{TVL}\right)} + \dot{H}_{og} \dots \dots \text{公式 10}$$

式中 $\dot{H}_{\text{散}}$ 是 g 处的散射辐射剂量率， $\dot{H}_{\text{泄}}$ 是 g 处的泄漏辐射剂量率；

X —防护门铅屏蔽厚度，cm；

TVL —辐射在铅中的什值层，cm，取 0.5cm

表 11-14 入口门外的总辐射剂量率计算参数和计算结果

参数		g 点
$\dot{H}_{\text{散}}$		2.48μSv/h
X		12mm 铅
TVL		5mm
$\dot{H}_{og}$		0.125μSv/h
入口门外关注点总辐射剂量 $\dot{H}$	估算值	0.135μSv/h
	控制值	2.5μSv/h
	评价结果	满足

（7）预测计算汇总及评价

考察点人员的年有效剂量由《辐射防护导论》给出的公式进行估算，计算结果见表 11-15。

$$D_{\text{Eff}} = \dot{K}_{\alpha} \cdot t \cdot T \cdot U \dots \dots \text{公式 11}$$

上式中： D_{Eff} —考察点人员有效剂量（Sv）；

$\dot{K}_{\alpha}$ —考察点的空气比释动能率（Gy/h）；

t —考察点处受放射性核素影响的时间（h）；

T —居留因子，全部居留 $T=1$ ，部分居留 $T=1/4$ ，偶尔居留 $T=1/16$ ；

U —使用因子，因放射性核素以点源模式估算，而放射性衰变是持续发生的， U 取 1；

简化估算：1mGy 近似为 1mSv。

同时机房外各典型点瞬时辐射剂量率、使用因子、居留因子值代入公式 11，按加速器年出束时间 800h 估算来核实典型点处的人员年有效剂量值。

本项目医用直线加速器机房位于一楼，保护目标剂量估算主要考虑医用直线加速器工作人员和周围公众的受照剂量。

综上所述，医用直线加速器机房墙、顶、门外理论估算结果汇总见表 11-15。

表 11-15 医用直线加速器机房墙、顶、门外理论估算结果汇总										
位置	考察点	居留因子 T	使用因 子 U	剂量率参考控 制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率估算 值 ($\mu\text{Sv/h}$)	结论	人员可达处年有 效剂量 (mSv/a)	目标 管理值 (mSv/a)	相邻场所名 称	结论
东墙主屏蔽	b	1/4	1/4	2.5	0.414	满足	0.021	0.1	室外道路	满足
西墙主屏蔽	a	1	1/4	2.5	0.414	满足	0.083	5	控制室	满足
屋顶主屏蔽	l	1	1/4	2.5	0.296	满足	0.059	0.1	医师办公室	满足
东墙次屏蔽	d_1	1/4	1	2.5	0.114	满足	0.023	0.1	室外道路	满足
	d_2	1/4	1	2.5	0.114	满足	0.023	0.1	室外道路	满足
西墙次屏蔽	c_1	1/16	1	2.5	0.114	满足	0.006	0.1	模具室	满足
	c_2	1/4	1	2.5	0.114	满足	0.023	0.1	模拟定位机	满足
屋顶次屏蔽	m_1	1	1	2.5	0.011	满足	0.009	0.1	医师办公室	满足
	m_2	1	1	2.5	0.011	满足	0.009	0.1	医师办公室	满足
南墙泄漏辐射 次屏蔽	e	1/4	1	2.5	0.232	满足	0.046	0.1	院内道路	满足
北墙泄漏辐射 次屏蔽	f	1	1	2.5	小于 0.001	满足	小于 0.001	5	控制室	满足
机房入口防护门	g	1/4	1	2.5	0.135	满足	0.027	0.1	通道	满足

由表 11-15 结果可知，该医用直线加速器投入运行后，医用直线加速器治疗室周围公众年有效剂量均小于 0.059mSv，工作人员年有效剂量最高为 0.083mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

4、对院内外保护目标的环境影响分析

由于项目四周环境保护目标距机房墙体相对较远（远大于表面 0.3m），故本项目敏感点处公众所受的辐射剂量将小于表 11-16 中的理论计算值。

表 11-16 本项目对保护目标的影响分析（院外）

位置	参考点位	居留因子	距离(m)	照射类型	年剂量(mSv/a)	备注
西侧候诊大厅	a	1/4	7	公众照射	0.005	放疗中心
北侧住院楼	f	1	7.8	公众照射	<0.001	院外
东北侧新建内科大楼	d_1	1	30	公众照射	0.001	院外
西侧居民楼	c_2	1	26	公众照射	0.002	院外

由表 11-16 可知，医院医用电子直线加速器机房周边环境目标处的公众所受年最大剂量均低于 0.1mSv/a 的评价约束值。

（四）大气环境影响分析

本次新增的医用直线加速器提供两种治疗模式，即 X 射线模式和电子束模式，由于 X 射线模式下产生的臭氧影响较小，故本项目只估算在医用直线加速器在运行期间电子束模式情况下产生的臭氧浓度，参照《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-85）中假设辐照期间靶室有通风，臭氧无分解，且在靶室内均匀分布，臭氧浓度可由下式进行估算。

$$C_0 = 2.79 \times \frac{Id}{V} (1 - e^{-\frac{v}{V}t})$$

式中：

C_0 —臭氧浓度， mg/m^3 ；

d —电子束在空气中所通过的距离，cm，本项目为 100cm；

I —电子束流强度，mA，本项目为 0.1mA；

t —辐照时间，s，本项目单次最长照射时间为 3min；

v —排气速率， m^3/s ；

V —医用直线加速器机房的容积， m^3 ，本项目为 $V=333m^3$ 。

表 11-17 臭氧的浓度计算参数及结果

参数	I (mA)	d (cm)	V (m ³)	t (s)	臭氧浓度 (mg/m ³)
本项目加速器机房	0.1	100	333	180	0.026

由表 11-17，单次照射完毕后，机房内臭氧浓度能满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧浓度质量标准的要求（ $\leq 0.16\text{mg/m}^3$ ）。

由于加速器开机治疗时通排风系统一直在运行，且每小时通风量为 $2500\text{m}^3/\text{h}$ 。所以在医用电子直线加速器运行过程中机房内臭氧浓度能够满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16\text{mg/m}^3$ 的标准要求。臭氧通过通风管道引至屋顶排放，经扩散后对机房周围的环境影响可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值 $\leq 200\mu\text{g/m}^3$ 的标准要求，对机房周围的大气环境影响较小。

（五）噪声的环境影响分析

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值低于 60dB(A) ，噪声较小，通风机组通过橡胶垫进行减震降噪，降噪效果约 $10\sim 15\text{dB(A)}$ ，再加上医院场址内的距离衰减，噪声对周围环境影响较小。

（六）水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和水冷机房水。处理措施：少量生活污水进入医院污水处理站进行处理，处理后的废水经市政污水管网排入城市污水处理厂；水冷机房水循环利用，不外排。

（七）固体废物影响分析

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

（八）射线装置报废

本项目医用直线加速器报废时，必须进行去功能化（如拆解或者拆卸球管，把球管电线插头或接头剪断），确保装置无法再次通电使用，并将设备处理去向记录备案。

二、模拟定位机项目

本项目模拟定位机机房实体屏蔽防护设计与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中 X 射线设备机房屏蔽防护要求对照分析见表 11-18。

表 11-18 模拟定位机机房屏蔽防护设计一览表

参数	设计厚度	铅当量	屏蔽要求	评价
四侧墙体	370mm 实心砖墙	4mm	2mmPb（一般工作量）； 2.5 mmPb（较大工作量）	满足
防护门	3mm 铅	3mm		满足
观察窗	3mm 铅当量	3mm		满足
楼顶	330mm 厚混凝土	4mm		满足
机房面积	34m ² ，单边最短长度 4.7m		CT 机房最小有效使用面积 30m ² ，机房内最小单边长 4.5m	满足

由上表对照结果可知，本项目模拟定位机实体屏蔽防护满足《医用 X 射线诊断放射防护 要求》（GBZ130-2013）的要求，机房实体屏蔽设计合理。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻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，详见表 11-19。

表 11-19 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	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。
重大辐射事故	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。
较大辐射事故	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。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或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《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-20。

表 11-20 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1

0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

二、辐射事故识别

（一）医用电子直线加速器项目

根据污染源分析，本项目主要环境风险因子为X射线，本项目可能发生的辐射事故如下：

本项目医用直线加速器属于Ⅱ类X射线装置，当设备关机时不会产生X射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生X射线等危害因素。

本次评价事故工况环境影响考虑可能发生的最大可信辐射事故，即加速器运行时，检修维护时工作人员误操作和人员误入造成有关人员被误照。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表11-21。

表 11-21 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	主要环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
医用直线加速器	X 射线	超剂量照射	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。	较大辐射事故

根据分析，本项目医用电子直线加速器可能发生的事故为较大辐射事故。

（二）模拟定位机项目

根据污染源分析，本项目主要环境风险因子为X射线，本项目可能发生的辐射事故如下：

本项目模拟定位机属于Ⅲ类X射线装置，当设备关机时不会产生X射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生X射线等危害因素。

本次评价事故工况环境影响考虑可能发生的最大可信辐射事故，即模拟定位机运行时，检修维护时工作人员误操作和人员误入造成有关人员被误照。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表11-22。

表 11-22 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	主要环境 风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
模拟定位机	X 射线	超剂量照射	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

根据分析，本项目模拟定位机可能发生的事故为较大辐射事故。

三、事故情况下环境影响分析

（一）医用电子直线加速器项目

本项目加速器在对病人开机治疗时，距焦点1m处X射线的最大吸收剂量率为6Gy/min，假设考虑检修人员在无其它屏蔽的情况下处于加速器照射头外1m远处的主射束方向。由于机房内设置有“紧急停止”按钮，只要按下此按钮就可以停机，所以受照时间取20s，则事故情况下人员距加速器机头1m处受到的辐射剂量为2.0Sv，远远超过GB18871-2002中职业人员年剂量限值（50mSv）和公众年剂量限值（1mSv）。

假设考虑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结果，迷道内的剂量率约为100μSv/h。由于迷道内设置有“紧急停止”按钮，只要按下此按钮就可以停机，当受照时间取20s，则事故情况下人员在迷道内受到的辐射剂量为0.55μSv，受到的影响很小。

因此医院在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，定期检查机房的门机联锁等辐射安全设施，避免辐射事故的发生。

四、事故防范措施

医院拟采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

1、加强辐射安全管理

医院应成立辐射安全防护领导小组，负责全院辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理；负责收集、整理、分析全院辐射防护的有关资料，掌握辐射防护的发展趋势，及时制定并采取防护措施；督促各有关科室人员采取有效的防护措施，合理使用个人防护用品，遵守个人防护守则，使个人辐射剂量保持在最低水平，并对放射工作人员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。

2、制定严格的辐射工作场所工作制度

医院应制定辐射工作场所工作制度，包括安全管理制度、工作人员培训制度和放射防护等规章制度，辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制

度等，这些制度均适用于本项目。日常工作中应严格按照工作制度执行，注意检查考核，认真贯彻实施。在工作流程中包含在加速器机房大门关闭前进行检查，确保除病人以外人员撤离后才能关闭加速器机房大门。

3、加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。

4、需制定辐射工作场所各诊疗设备安全操作规程需制定详细的安全操作规程，医护人员在日常工作中严格按照操作规程进行操作，避免因误操作发生的辐射事故。

5、设备固有安全设施

本项目加速器自身采取了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，如加速器自身采取的条件显示联锁、剂量控制联锁、门机安全联锁、紧急制动装置、电视监控和对讲装置、工作状态显示装置等。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

当放疗中心发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。医院应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，并在规定时间内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。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。

五、事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，医院已制定了辐射事故应急预案，应在以后辐射工作开展过程中定期进行演练，及时进行整改。同时应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置				
一、辐射安全与环境保护管理机构的设置				
医院目前已成立辐射安全与环境保护管理领导小组（详见附件 7），并以文件形式明确了管理人员职责。其职责包括：				
1、贯彻执行国家辐射应急的方针政策和辐射应急工作要求；				
2、负责向上级有关部门报告医院内发生的辐射应急事故和事件；				
3、组织制订医院应急响应方案，做好应急准备工作；				
4、应急期间充分调动人力、物力支援，实施统一指挥，统一组织，统一行动；				
5、采取各种有效快速的救援措施，最大限度地减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失；				
6、组织人员参加辐射应急人员培训和应急演练；				
7、配合上级有关部门进行事故调查和审定工作。				
二、辐射工作岗位人员配置和能力分析				
医院现有的辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量计每 3 个月到相关部门检测一次，并建立了个人剂量档案。医院已开展职业健康体检工作，辐射工作人员在岗期间的职业健康检查结果：受检人员未见职业健康损害，可继续原放射工作。				
医院要严格执行辐射工作人员培训制度，将未进行辐射培训的辐射工作人员纳入医院的培训计划中；已培训的辐射工作人员证书超过有效期的（有效期 4 年），需进行复训。在此基础上，环评认为，本项目辐射工作人员的配置可满足要求的。				
三、辐射安全管理规章制度				
根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）的要求，建设单位需制定的辐射安全管理规章制度见下表。				
表 12-1 本项目辐射管理制度汇总对照分析表				
序号	《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责，全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作	已制定	
2	辐射工作场所安全	根据单位具体情况制定辐射防护和安全	需完善	

	管理规定	保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理		
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任	需完善	辐射工作人员应包含本次新增人员
6	放射源与射线装置台账管理制度	应记载射线装置名称、型号、管电流、管电压、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	已制定	根据本环评提出的监测方案进一步完善
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	已制定	/
9	辐射工作人员培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	需完善	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	已制定	/
11	辐射事故应急预案	针对放射源、医用射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施。	需完善	将本次新增设备纳入其中
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	已制定	/
医院本次项目包括：新增 1 台医用电子直线加速器，属Ⅱ类射线装置，新增 1 台模拟定位机，属Ⅲ类射线装置。本次新建的项目最终纳入医院新设的放疗科进行管理。				

环评要求：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，医院应对其制定的一系列相关管理制度进行补充完善：

（1）对现有放射防护领导小组内容进行补充完善，由于本次项目新增丙级非密封放射性物质工作场所及Ⅱ、Ⅲ射线装置，相应辐射工作人员也将增加，因此建议根据人事变动情况及时调整人员名单，明确人员职责。

（2）操作规程：医院拟根据本项目特点，明确操作人员的权限以及操作时必须采取的防护措施，明确工作中的控制措施以及操作程序等；放疗科等相关科室应制定本项目Ⅱ、Ⅲ类射线装置的放射诊疗设备的操作规程及治疗过程中应急措施，明确操作人员的权限以及操作时必须采取的防护措施。

（3）岗位职责：明确辐射工作人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

（4）辐射防护和安全保卫制度：根据各科室的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是：定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换；工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。环境辐射剂量监测仪必须保持良好工作状态。

（5）设备检修维护制度：明确监控设备以及监测仪器在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，剂量报警仪和监测仪器必须保持良好工作状态。

（6）台帐管理制度：医院应当建立放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置及非密封放射物质的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。

（7）人员培训计划：明确培训人员、培训周期、培训形式、培训内容、频次等，培训记录建立档案，做到有据可查。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目拟新增的辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。根据《放射性同位素与

射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每 4 年接受一次再培训考核。

四、需要上墙的规章制度

《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》中“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”，为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，确保工作人员和公众所受照射小于目标管理值要求。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

一、监测仪器和防护设备

医院本次项目新增 1 台医用电子直线加速器，属Ⅱ类射线装置，新增 1 台模拟定位机，属Ⅲ类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，该工作场所应至少配置 1 台环境辐射巡测仪，每名辐射工作人员均应配备个人剂量计。

二、监测计划

1、个人剂量监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。

环评要求：

①如果在单个季度出现个人剂量超过 1.25mSv 时需进行干预，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字。年剂量超过 5mSv 的管理限制时，暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字，并上报当地生态环境主管部门。单年剂量超过 20mSv 标准时，构成辐射事故，按事故应急预案处理，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并

在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地环境保护主管部门及省级环境保护主管部门。同时上报公安部门，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。并及时组织专业技术人员排除故障。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

②医院需建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案终生保存，或停止辐射工作三十年。

③个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度评估报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

2、辐射工作场所及周围环境监测

（1）年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量水平进行监测，监测周期为 1 次/年；年度检测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

（2）日常自我监测

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

（3）监测内容和要求

①监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

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

③监测范围：控制区和监督区域及周围环境

④监测质量保证：

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

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

C：制定辐射环境监测管理制度和方案。

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

三、年度评估报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn/>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增放射性同位素、射线装置或单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条的规定，医院成立了以院长为组长，副院长为副组长等人为成员的辐射事故应急处理领导小组，其负责组织、开展辐射事故的应急处理救援工作。

医院目前已制定了辐射事故应急预案，预案主要包括以下内容：

- ①适用范围；
- ②事故分级；
- ③组织管理职责；
- ④预防措施；
- ⑤事故应急处理；
- ⑥事故报告；
- ⑦应急终止和恢复。

项目单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）第六章第四十三条规定，结合本项目实际情况，对原有辐射事故应急预案予以补充、完善。

医院现有辐射事故应急预案内容包括了应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话等，仍需补充完善以下内容：

①应急人员的培训；

②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

③预案中应明确四川省生态环境厅、绵阳市市生态环境局的电话等；

④辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送当地人民政府生态环境保护主管部门备案。

⑤在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

安全医疗，重在防范，医院必须严格遵守《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令第 449 号）等相关规定，严格按照医院的相关规章制度执行，将安全和防范措施落实到工作中的各个细节，防患于未然。

表 13 结论与建议

结论 一、项目概况 项目名称：新增医用射线装置使用项目 建设单位：绵阳市安州区人民医院 建设地点：四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号 建设性质：医院为进一步提高全区医疗服务能力，提高医疗机构的放射治疗技术能力和服务水平，更好的惠及全区人民群众，满足患者的诊疗需要，减轻肿瘤患者外出就医的负担，医院拟在院区内新建 1 座医用电子直线加速器机房，配备 1 台医用电子直线加速器（X 射线最大能量为 10MV）用于放射治疗，本次拟新增的医用电子直线加速器属于Ⅱ类射线装置；同时配套建设 1 座模拟定位机房，配备 1 台模拟定位机，本次拟新增的模拟定位机属Ⅲ类射线装置。 二、项目产业政策符合性 本项目系核技术在医学领域内的运用，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）（修正）》（国家发展改革委 2013 年第 21 号令），本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，符合国家产业政策。本项目的运营可为绵阳市安州区及周边病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康设备的重要内容，本项目具有放射实践的正当性。 三、项目选址及平面布局合理性 绵阳市安州区人民医院位于四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号。根据现场踏勘调查，绵阳市安州区人民医院外环境关系如下： 医院东侧为市政道路及隔市政道路为水韵华庭小区；南侧为滨江小区（6 层建筑）及县医南街；西侧为启明星大道；北侧为文苑路东段。 放疗中心东侧为院内道路及污水处理站（地下），南侧为院内道路及空地，西侧为滨江小区，北侧为住院楼。 ①医用电子直线加速器机房 机房东侧为室外，南侧为室外，西侧为模具制作室、模具室及模拟定位机机房，北
--

侧为控制室及水冷机房，机房上方为医师办公室、示教室及计划室等，机房下方为土层。

②模拟定位机机房

模拟定位机机房东侧为医用电子直线加速器机房，南侧为室外，西侧为配电间及楼梯间，北侧为控制室。上方为物理师办公室，下方为土层。

2、平面布局合理性分析

本项目位于住院楼南侧新建的放疗中心内，整个治疗工作场所为独立建筑，为专门的肿瘤治疗区域，没有其他科室，避免了对公众不必要的照射。

医院总图布置时已考虑了项目特点、利益代价等及周围环境对本项目可能存在的影响，用于肿瘤定位的模拟定位机设置于医用电子直线加速器机房西侧，病人定位后可通过可直接进入医用电子直线加速器治疗区域，接受治疗。

本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区；在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性，从辐射安全和防护角度分析，其总平布置合理。

综上所述，评价认为，本项目平面和空间布局基本合理可行。

四、区域环境质量现状评价结论

根据监测结果，本项目拟建场址 X- γ 辐射剂量率为（93~125）nSv/h。与中华人民共和国生态环境部《2018 年全国辐射环境质量报告》中四川省绵阳市自动监测站的空气吸收剂量率（65.5~181.8）nGy/h 基本一致。综上所述，本项目区域辐射环境质量现状属于正常本底水平。

五、环境影响评价分析结论

1、正常工况下辐射环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求（职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

（2）水环境影响分析

本项目医用直线加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会产生废水。施工废水和工作人员生活污水依托医院已有设施进行处理。

医院已于院区东侧新建设 1 处地下污水处理站，该污水处理站采用生物处理方法（即水解酸化池、生物接触氧化池）和沉淀+消毒的深度处理工艺，设计规模 400m³/d，满足医院现有要求的 1000 张床位的处理能力。医院废水经污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中的表 2 预处理标准后进行排放。外排进入市政污水管网，再进入城市污水处理厂处理后排出。

（3）固体废物影响分析

本项目施工期产生的固废依托医院固废收集设施和市政环保设施处理。

本项目运营期医用直线加速器及模拟定位机工作过程不产生固体废物。

（4）噪声

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值低于 60dB(A)，通风机组通过橡胶垫进行减震降噪，降噪效果约 10~15 dB(A)，再加上医院场址内的距离衰减，噪声对周围环境影响较小。

（5）大气环境影响分析

开机出束期间产生的 X 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O₃)。臭氧经空调系统抽取后排放，由于治疗过程中每次曝光时间短，产生的臭氧量较少，且臭氧极不稳定，再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。

2、事故工况下环境影响评价结论

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故或较大辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，绵阳市安州区人民医院按相关规定和本环评要求对已制定的《放射事件应急预案》补充完善后，能够有效控制并消除事故隐患。

六、射线装置使用能力综合评价

绵阳市安州区人民医院拥有专业的放射性医护人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在补充《辐射安全管理规定》、《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度并及时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对射线装置的使用和管理能力。

七、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局基本合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量管理约束值。评价认为，本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。

八、射线装置申请活动的种类和范围

表 13-1 本项目申请活动的种类和范围

序号	装置名称	型号	数量	设备参数	类别	使用场所	备注
1	医用电子直线加速器	未定	1	X 射线最大能量：10MV 1m 处常用最高剂量率 600cGy/min 电子线最大能量为 20MeV，最高剂量率： 1000cGy /min	II	医用电子直线加速器机房	拟购
2	模拟定位机	未定	1	≤150kV/≤1500mA	III	模拟定位机机房	拟购

九、项目竣工环境保护验收检查内容

本项目建成后，应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

建设单位是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关文件规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施和辐射防护措施进行验收，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。

建设单位应在项目竣工后 3 个月内组织竣工环保验收，委托有资质单位进行辐射环境监测，并编制竣工验收监测报告。验收监测应当在确保主体工程调试工况稳定、辐射防护措施安全到位的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在不合格的情形，

提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。建设项目配套建设的环境保护设施和辐射防护措施经验收合格后，其主体工程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。危险废物相关竣工环保验收参照四川省生态环境厅其他规范要求实施。

“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”已于2017年12月1日上线试运行，网址为 <http://114.251.10.205>。建设单位可以登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other/hbysjsgf/>），并在项目建成后，及时开展竣工环境保护验收工作。

建议和承诺

1、要求

（1）项目在运行过程中必须严格落实项目设计及本报告表提出的安全防护措施和相关管理要求。

（2）定期对安全联锁系统和安全设施进行检查、维护，定期对机房防护门闭合处进行检查，防止产生缝隙，导致射线从缝隙泄漏。

（3）在实施诊断之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

（4）绵阳市安州区人民医院辐射工作人员均应参加辐射安全与防护学习并考核合格后上岗。

（5）运营期，医院应按监测计划对本项目周围辐射环境进行检测，并做好相关记录。

2、建议和承诺

（1）对病人开展诊断时，严格操作规程，严格控制受照剂量。对临近敏感器官和组织进行屏蔽防护。

（2）定期严格检查维修各类辐射安全设施，确保始终处于正常工作状态。

（3）不断提高辐射工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。定期进行事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断的完善应急预案。

（4）根据国家及地方最新出台的法规法规和规章制度等，对辐射相关制度进行更新和完善。

(5) 项目建成后及时开展自行验收工作。

3、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本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使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。本工程竣工环境保护验收一览表见表 13-2。

表 13-2 环境保护设施验收一览表

辐射安全防护设施		数量（套/个）
实体防护	四周墙体+屋顶屏蔽	/
	铅防护门	2
	观察窗	1
安全装置	入口电离辐射警示标志	2
	入口工作状态显示	2
	监控、对讲装置	2
紧急装置	紧急开门按钮	2
	机房内紧急停机按钮	2
监测设备	个人剂量报警仪	10
	机房内固定式剂量报警仪	1
	个人剂量计	20
	便携式 X 射线辐射巡测仪	1
其他	通风系统	2
	火灾报警仪	2
	灭火器材	2

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人 年 月 日

审批意见

公章

经办人 年 月 日