

核技术利用建设项目

重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射 线放射治疗系统核技术利用项目 环境影响报告表

建设单位：重庆两江江渝医院有限公司

编制单位：重庆昌步环保科技有限公司

2026 年 4 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目 环境影响报告表



建设单位名称：重庆两江江渝医院有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

张娴

通讯地址：重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 510 号至 519 号

邮政编码：401121

联系人：王 * 阳

电子邮箱：/

联系电话：177****1993

送审确认函

重庆市两江新区生态环境局：

本单位委托重庆昌步环保科技有限公司编制的《重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响报告表》（送审版），我公司已认真审阅并同意报告内容及附图附件，确认无误，现将《重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响报告表》（送审版）呈送贵局，望尽快组织审查。

重庆两江江渝医院有限公司

2016年 4月 15日



**重庆两江江渝医院有限公司关于同意
《重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核
技术利用项目环境影响报告表》
全本对外公开的确认函**

重庆市两江新区生态环境局：

我公司委托重庆昌步环保科技有限公司编制了《重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响报告表》（公示版），我公司已对该报告表的内容进行了审阅核实。

该报告表内容及附图附件等资料均真实有效，本单位自愿承担相应责任。报告表不涉及商业秘密，该报告表（公示版）全本可以公开。


重庆两江江渝医院有限公司
2020年 4月 15日

打印编号: 1776153855000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	91v9nz		
建设项目名称	重庆两江江渝医院有限公司浅层X射线放射治疗系统核技术利用项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	重庆两江江渝医院有限公司		
统一社会信用代码	91500000MA5U66BA4U		
法定代表人（签章）	张娴		
主要负责人（签字）	王瑞阳 王瑞阳		
直接负责的主管人员（签字）	王瑞阳 王瑞阳		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆昂步环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91500108MA60BX7TX9		
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
杨蓉	20230503555000000020	BH031757	杨蓉
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨蓉	项目基本情况、射线装置、评价依据、项目工程分析与源项、结论与建议	BH031757	杨蓉
李茂梅	非密封性放射物质、射线装置、废弃物(重点是放射性废弃物)、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理	BH080931	李茂梅

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	11
表 3 非密封性放射物质	11
表 4 射线装置	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	12
表 6 评价依据	13
表 7 保护目标与评价标准	15
表 8 环境质量和辐射现状	26
表 9 项目工程分析与源项	30
表 10 辐射安全与防护	40
表 11 环境影响分析	54
表 12 辐射安全管理	76
表 13 结论与建议	90

表 1 项目基本情况

建设项目名称		重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目				
建设单位		重庆两江江渝医院有限公司				
法人代表		张娴	联系人	王瑞阳	联系电话	17783431993
注册地址		重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号				
项目建设地点		重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号				
立项审批部门		两江新区发展和改革委员会		批准文号	2604-500157-04-01-301326	
建设项目总投资（万元）		200	项目环保投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资）	12.5%
项目性质		☒ 新建（迁建） ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ）	34
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 建设单位情况

重庆江渝医院（以下简称“江渝医院”）位于重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号（即上丁企业公园 35 幢，均为商业用房，其整栋楼均为医院的经营和办公场所），其前身为“重庆铭博医院”，2016 年取得《重庆两江新区社会发展局关于同意设置重庆市铭博医院的批复》（渝两江社发〔2016〕57 号），2019 年 4 月通过了竣工环境保护验收。

2025 年 12 月，经重庆两江江渝医院有限公司及重庆铭博医院有限公司资产重组及股权收购后，“重庆铭博医院”更名为“重庆江渝医院”。江渝医院是一家以中医为核心，集整形、预防、临床、教学、诊疗、保健、康复为一体，融合现代医学的现代化综合医院，致力于构建覆盖多病种的诊疗体系，为患者提供精准化、系统化的医疗服务，目前主要开展的诊疗科目有“内科、外科、妇产科、口腔科、皮肤科、医疗美容科、精神科、肿瘤科、康复医学科、麻醉科、医学检验科、医学影像科、中医科”等。

1.2 项目由来

重庆江渝医院为满足瘢痕诊疗工作硬件需求，提高瘢痕修复治愈率，医院拟在重庆

市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号医院 1F 东北角建设“重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目”，建设内容主要为：拟将医院 1 楼门诊部的资料室、读片室和办公室整体拆除隔断墙后，改造为浅层 X 射线治疗系统机房和控制室，在机房内新增 1 台 SRT-100 浅层 X 射线放射治疗系统（Ⅱ类射线装置），管电压 100kV，管电流 10mA，主要用于皮肤浅层放射治疗。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行）的相关规定，浅层 X 射线放射治疗系统属于Ⅱ类射线装置。

为加强射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用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》和《中华人民共和国环境影响评价法》等相关法律法规要求，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，环境影响评价文件类别为环境影响报告表。

受重庆两江江渝医院有限公司的委托，重庆昌步环保科技有限公司在进行现场踏勘、资料收集的基础上，结合项目特点、性质、规模、环境状况、现场检测数据分析等，编制完成了《重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响报告表》。

1.3 建设内容及工程规模

（1）项目概况

项目名称：重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目

建设单位：重庆两江江渝医院有限公司

建设性质：新建

建设地点：重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号

建设规模：公司拟在重庆江渝医院 1 楼东北角，将 1 楼门诊部的资料室、读片室和办公室共 3 间房间整体拆除隔断墙后，经辐射防护工程改造为浅层 X 射线治疗系统治疗室（建筑面积约 25m²）和控制室（建筑面积约 9m²），在机房内新增 1 台 SRT-100 浅层 X 射线放射治疗系统（Ⅱ类射线装置），管电压 100kV，管电流 10mA。

项目投资：总投资 200 万元，其中环保投资 25 万元，占总投资的 12.5%。

施工工期：2 个月

(2) 项目组成

本项目基本组成情况见表 1-1。

表 1-1 项目基本组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	浅层 X 射线治疗室	浅层 X 射线治疗室由读片室和办公室改造（建筑面积约 34m ² ），1F，砖混结构，内空尺寸：6.1m（长）×4.1m（宽）×2.7m（高），最小有效使用面积约 25m ² 。最小单边长度为：4.1m。改造情况如下： 四周墙体：24cm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板； 顶棚：12cm 现浇混凝土楼板+龙骨钢架+2mmPb 硫酸钡板； 地板：17cm 现浇混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡水泥砂浆； 铅玻璃窗（1 扇）：4mmPb 成品铅玻璃观察窗； 防护铅门（2 扇）：4mmPb 成品铅防护门。	改造
	设备	配置 1 台 SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统，II 类射线装置，管电压 100kV，管电流 10mA。	新增
辅助工程	控制室	控制室由资料室改造，建筑面积约 9m ² 。	改造
公用工程	供电	依托医院现有供配电系统，由市政供电。	依托
	通风	在机房内设置一套排风系统与医院排风系统连接，由排风井引至屋顶排放。	新增+依托
	给水	依托医院现有给水系统，由市政管网供水。	依托
	排水	实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；员工生活污水经医院污水处理设施（处理规模 45m ³ /d）处理后通过市政污水管网排入唐家沱污水处理厂进一步处理。	依托
环保工程	废水处理	项目不新增劳动定员，运行后废水主要为辐射工作人员产生的生活污水，进入医院污水处理设施统一处理，达标后排入市政管网。冷却系统纯水在运行过程中蒸发损耗，仅补充不更换，无废液产生。	依托
	固废处理	项目不新增劳动定员，放射工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。不再使用的铅防护用品由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。	新增
	废气治理	本项目拟机房内设置一套排风系统与医院排风系统连接，由排风井引至楼外 3m 高处排放，进风口设在靠患者防护门 1/3 处机房中上部，采用“直穿墙”穿越墙顶部墙体，排风口设在机房下部，进风口与排风口位置对角设置，进风及排风管道穿墙前后管道采用 4mm 厚铅板进行屏蔽防护补偿。治疗室内排风机排风量为 1000m ³ /h，结合治疗室内容积 67.527m ³ 计算，治疗室内通风效率为 14.8 次/h。	新增
辐射防护	辐射防护	防护用品：铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶颈套、铅围裙等。拟按相关标准要求拟设置状态指示灯、门灯联锁、对讲系统、	新增

		自动闭门装置、防夹装置等，保证治疗过程中 X 射线装置安全运行。	
--	--	----------------------------------	--

(3) 浅层 X 射线治疗室情况

本项目的浅层 X 射线治疗室及其配套用房（控制室）位于门诊部 1 楼东北角，由读片室、办公室和资料室共 3 间房间改造。根据医院提供资料，将 3 间房间整体拆除隔断墙后，经辐射防护工程改造为浅层 X 射线治疗室和控制室。本项目屏蔽防护设计方案见下表。

表 1-2 本项目浅层 X 射线治疗室屏蔽情况表

名称	方位	设计情况	
浅层 X 射线治疗室	四周墙体	东侧	24cm 实心红砖（依托）+（新建）3mmPb 硫酸钡板
		南侧	24cm 实心红砖（依托）+（新建）3mmPb 硫酸钡板
		西侧	24cm 实心红砖（依托）+（新建）3mmPb 硫酸钡板
		北侧	24cm 实心红砖（新建）+（新建）3mmPb 硫酸钡板
	棚顶	12cm 混凝土楼板（依托）+2mmPb 硫酸钡板	
	地板（下方为停车场）	17cm 混凝土楼板（依托）+3mmPb 硫酸钡水泥	
	铅门	工作人员防护门	4mmPb 平开门
		患者进出防护门	4mmPb 电动推拉门
	铅窗	4mmPb 玻璃	

注：1.钢筋混凝土密度 2.35g/cm³，实心砖密度 1.65g/cm³，铅密度 11.3g/cm³，硫酸钡水泥密度 3.2g/cm³

(4) 主要设备

本项目 SRT-100 浅层 X 射线放射治疗系统主要包括电源系统、高压发生系统、冷却系统、操作控制系统、限束器等，配置的主要设备见下表。

表 1-3 项目主要设备一览表

序号	仪器名称	数量	型号	生产厂家	管电压、管电流	备注
1	SRT-100 浅层 X 射线放射治疗系统	1 台	SRT-100	Sensus Healthcare Inc	管电压 100kV、管电流 10mA	拟配置
2	电源系统	1 套	/	/	浅层 X 射线治疗室	配电
3	高压发生系统	1 套	/	/	浅层 X 射线治疗室	高压装置
4	限束器	1 个	/	/	浅层 X 射线治疗室	限束
5	冷却系统	1 套	/	/	浅层 X 射线治疗室	冷却设备
6	操作控制台	1 套	/	/	控制室	设备控制和数据传输

7	控制系统	1 套	/	/	控制室	设备操作
---	------	-----	---	---	-----	------

相关设备配置见下表。

表 1-4 项目设备配置一览表

序号	仪器名称	型号	生产厂家	数量	检定/校准	备注
1	放疗剂量检测仪	待定	待定	1	需校准	拟配置
2	X/γ个人剂量报警仪	待定	待定	2	需检定	拟配置
3	X/γ辐射剂量率巡测仪	待定	待定	1	需校准	拟配置
4	固定式辐射剂量报警仪	待定	待定	1	需检定	拟配置
5	个人剂量计	待定	待定	4	需校准	拟配置

注：仅进入治疗室的工作人员需配备 X/γ个人剂量报警仪。

（5）劳动定员和工作制度

根据医院提供资料，本项目放射工作人员 4 人（其中医师 1 人、物理师 1 人、设备操作技师 2 人），均只从事本项目的放射工作，本项目放射工作人员由院内调配培养，不新增劳动定员。

放射工作人员年工作约 250 天，8 小时工作制，每周工作 5 天，年工作按 50 周计。

（6）计划工作负荷

根据医院提供的资料，医院使用浅层 X 射线放射治疗系统工作负荷约 100 人次/周，单人系统最大出束时间为 3min。其工作情况见下表。

表 1-5 本项目拟配备 SRT-100 浅层 X 射线放射治疗系统预期运行情况

治疗类型	最大出束时间	设备运行工况		治疗人次	备注
		电压（kV）	电流（mA）		
皮肤浅层 X 射线放射治疗	3min/人次	50	10	100 人次/周	隔室操作
		70	10		
		100	8		

注：本项目设备单人系统最大出束时间为 3min，按年最大接诊人次核算，设备年出束时间为 250h/年。

1.4 外环境关系

本项目浅层 X 射线治疗室，位于重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号上丁企业公园 35 幢（江渝医院）1 楼门诊部东北角。

根据项目周围环境敏感目标分布情况，项目所在建筑的外环境主要为：南侧市政道路、上丁企业公园 1 幢、8 幢及 37 幢建筑。项目所在楼栋外环境关系详见下表。

表 1-6 项目所在大楼外环境关系一览表

序号	外环境名称	方位	最近距离	高差	环境特征
1	上丁企业公园 1 幢	东侧	紧邻	/	上丁企业公园 1 幢大楼
2	道路	南侧	约 24m	/	车行道及人行道
3	院外停车场		约 19m	/	院外停车场
4	上丁企业公园 11 幢	西侧	约 15m	/	上丁企业公园 11 幢大楼
5	上丁企业公园 8 幢	北侧	约 10m	/	上丁企业公园 8 幢大楼
6	上丁企业公园 37 幢	东北侧	约 27m	/	上丁企业公园 37 幢大楼

表 1-7 项目外环境关系一览表

项目外环境关系详见下表。

序号	外环境名称	方位	最近距离	高差	环境特征
1	监控室	北侧	紧邻	/	项目所在楼栋
2	检验科办公室	南侧	紧邻	/	项目所在楼栋
3	过道	西侧	紧邻	/	项目所在楼栋
4	室外绿化区域	东侧	紧邻	/	院外绿化区域

因此,本项目环境保护目标主要为从事本项目浅层 X 射线治疗机操作的辐射工作人员以及周围活动的公众成员。

1.5 选址可行性

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中相关选址要求,本项目浅层 X 射线治疗室选址合理性分析见下表。

表 1-8 浅层 X 射线治疗室选址合理性分析

法规标准	标准要求	设计情况	符合性
《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)	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。	本项目浅层 X 射线治疗室,位于江渝医院门诊部 1 楼东北角。江渝医院租赁上丁企业公园 35 幢整栋建筑作为医疗用房,该建筑为独立的公共建筑(医疗用途),不在民居、写字楼及商住两用的建筑物内。	符合
	5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设,或设置在多层建筑物的	本项目浅层 X 射线治疗室在门诊部 1 楼东北角,位置相对独	符合

	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。	立，最大限度地避开了无关人员。浅层 X 射线治疗室西侧为操作室和过道，南侧为检验科办公室，北侧为监控室，正上方为过道，正下方为停车场，机房周边无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。	
《放射治疗放射防护要求》 (GBZ121-2020)	6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	项目浅层 X 射线治疗室位于医院门诊部 1 楼东北角，正上方为过道，正下方为停车场，配套设计有控制室、工具间等相关辅助用房，不涉及民居、写字楼及商住两用的建筑物。	符合

因此，本项目浅层 X 射线治疗室选址满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中选址相关要求。

1.6 与项目有关的环境保护问题

1.6.1 现有环保手续履行情况

重庆江渝医院前身“重庆铭博医院”位于重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号（即上丁企业公园 35 幢，均为商业用房，其整栋楼均为医院的经营和办公场所），在 2016 年取得《重庆两江新区社会发展局关于同意设置重庆市铭博医院的批复》（渝两江社发〔2016〕57 号），并于 2017 年 3 月 31 日取得重庆市环境保护局两江新区分局的审批意见：渝（两江）环准〔2017〕65 号，2019 年 4 月通过了竣工环境保护验收。2025 年 12 月，医院经过重组后，更名为“重庆江渝医院”。本医院经营场所为整体租赁上丁企业公园 35 幢整栋建筑开展医疗经营活动，并非购置房产，也非仅使用建筑局部楼层及房间，房屋租赁相关合同及协议详见报告附件 4。“重庆江渝医院”现有 2 台射线装置，于 2017 年 10 月 17 日办理环境影响登记表，具体内容详见下表。

表 1-9 现有核技术利用项目及其环保手续履行情况

序号	名称	型号	类别	环保手续履行情况
1	CT 机	ANATOM 16HD	Ⅲ类	备案号：201750090400000221
2	DR 机	ASR-6850F		

1.6.2 核技术利用现状及现有辐射安全许可证

医院现持有重庆市两江新区生态环境局于 2025 年 12 月 28 日核发的辐射安全许可证（渝环辐证[10041]），有效期至 2028 年 6 月 1 日，许可的种类和范围为使用Ⅲ类射线装置。辐射安全许可证核准的种类和范围见表 1-10。

表 1-10 渝环辐证[10041]号核准的种类和范围

序号	装置名称	型号	类别	管电压(kV)	管电流(mA)	装置数量	活动种类	安装位置
1	CT 机	ANATOM 16HD	Ⅲ类	140	420	1	使用	门诊一楼 CT 室
2	DR 机	ASR-6850F		100	500	1	使用	门诊一楼 DR 室

1.6.2 辐射安全管理现状

（1）辐射防护管理机构设置情况

医院已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规成立了辐射安全机构：已成立应急领导小组，以正式文件明确应急小组成员和负责人，加强医院卫生应急管理工作。小组成员组成及相应职责见附件 10-11。

（2）制度执行情况

医院已根据《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许可管理办法》，制定了一系列辐射防护管理制度，包括：《辐射防护与安全制度》《放射科安全操作规程》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射科急诊检查制度》《放射档案管理制度》《岗位制度》《影像设备定期维护与设备场所定期检测制度》《设备台账管理制度》《培训制度》和《放射防护应急处理预案》并进行了放射安全事件应急演练，已按法律法规要求建立并健全了放射卫生综合档案，按规定开展了年度评估工作，并形成《2025 年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，能够满足医院现状管理要求，并严格按照规章制度执行。

（3）辐射工作人员情况

医院现有 3 名辐射工作人员，其中两名已通过了核技术利用辐射安全与防护考核且在有效期内。医院对 2 名辐射工作人员开展了个人剂量监测，进行了职业健康体检且体检合格，建立了个人健康档案。根据 2025 年第四季度个人剂量检测报告（医院在更名前，因机构整合、资质变更等原因，未开展个人剂量监测工作；更名完成后，于当年第

四季度起按规范开展个人剂量监测，第四季度的个人剂量监测报告见附件），医院辐射工作人员中第四季度的个人剂量累积最大值为 0.062mSv，折算为 0.248mSv/a，医院现有辐射工作人员个人剂量累计值满足年有效剂量不大于 5mSv 的剂量管理目标值。

（4）辐射工作场所监测情况

医院按照要求委托有资质单位对现有核技术利用项目开展了每年 1 次的监测，监测结果满足相关标准要求。

（5）辐射防护措施情况

现有一楼CT室和DR室机房防护门醒目位置处设置在工作指示灯及电离辐射警示标志，放射工作人员工作时佩戴有个人剂量计，为受检者配备有铅橡胶帽子、铅橡胶性腺围裙、铅橡胶防护衣、铅橡胶围脖等防护用品。装置正常运行，工作状态指示灯、声光报警灯、排风扇等运行正常。现有射线装置使用场所已按相关要求设置辐射防护设施。

1.7 现有环境问题及整改措施

（1）现有环境问题

根据调查，医院运营至今，辐射设备运营良好，到目前为止未发生辐射事故，未产生辐射环保事件，重庆市两江新区生态环境局也未收到辐射环保投诉。

（2）整改措施

本项目现有辐射设备运行规范，无需要整改的辐射环境问题。

1.8 依托现有工程可行性分析

本项目依托可行性分析见下表。

表 1-11 项目依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析	结论
主体工程	建筑主体依托	项目用房的主体结构已经建成，并有完善的环保手续。本项目使用房间原为资料室、读片室和办公室共 3 间房间，建设本项目后，不影响医院整体布局。	改建用房
公用工程	供电	依托医院现有供配电系统，由市政供电。	依托可行
	给水	依托医院现有给水系统，由市政管网供水。	
	排水	依托医院现有污水处理站处理	
环保工程	废水排放	本项目不新增劳动定员，不新增废水，生活污水依托现有废水处理设施处理。冷却系统纯水在运行过程中蒸发损耗，仅补充不更换，无废液产生。	依托可行
	固废处理	本项目不新增劳动定员，不新增生活垃圾，生活垃圾依托现有生活垃圾箱收集后交环卫部门处理。不再使	依托可行

		用的铅防护用品堆存在医院废物间内，现有医疗废物暂存间储存容积充足、暂存能力可完全满足本项目新增医疗废物短期贮存需求，院内严格落实出入库登记、收存台账及日常管控措施，报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。医疗废物定期委托具备相应资质的单位规范转运、集中无害化处置。	
辐射防护与安全管理	管理机构及规章制度	医院拟新配相关防护用品，如：铅帽、铅围裙、铅防护眼镜等。医院成立了放辐射安全与环境保护领导小组，并制定了各类辐射防护安全管理制度，结合本项目源项，修订相关制度，并严格执行。	依托可行

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封性放射物质

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
本项目不涉及。										

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	管电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及。										

（二）X 射线，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	浅层 X 射线放射治疗系统	II类	1 台	SRT-100	100	10	皮肤浅层放射治疗	医院门诊一楼浅层 X 射线治疗室	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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	气体	/	/	少量	少量	/	/	通过排风系统排出浅层 X 射线放疗室，与医院排风系统连接，由排风井引至楼外 3m 高处排放至大气环境
本项目不产生放射性废物。								
报废的 X 射线装置	固态	/	/	/	/	/	/	去功能化后，根据相关要求进行处理
不再使用的铅防护用品	固态	/	/	少量	少量	/	/	由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号），2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号），2018 年 12 月 29 日实施； (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日修订施行； (4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 682 号），2017 年 10 月 1 日实施； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月 21 日施行；国务院令 第 653 号，2014 年 7 月 29 日修订实施；国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令 第 31 号，2006 年 3 月 1 日施行；生态环境部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日修订实施； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令 第 18 号），2011 年 5 月 1 日起实施； (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令 第 16 号），2021 年 1 月 1 日起实施； (9) 关于发布《射线装置分类》的公告（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日实施； (10) 《重庆市环境保护条例》，2025 年 7 月 31 日第四次修订版； (11) 《重庆市辐射污染防治办法》（重庆市人民政府令 第 338 号），2021 年 1 月 1 日实施； (12) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环〔2017〕242 号。 (13) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2023 年 12 月 27 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号修改，2024 年 2 月 1 日起施行。
技术	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）

标准	(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) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)； (4) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)； (5) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)； (6)《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)； (7) 《职业性外照射个人监测规范》(GB Z128-2019)； (8)《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》(GBZ 2.1 -2019) (9) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (10) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (11) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)； (12) 《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)。
其他	(1) 项目备案证(附件2)； (2) 江渝医院医疗机构执业许可证(附件3)； (3) 监测报告(附件12)； (4) 医院提供的其他资料(附件4~附件10)。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目新增一台 II 类射线装置，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“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”的要求，并结合本项目实际选址，确定以该项目浅层 X 射线治疗室屏蔽墙体外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

本项目的保护目标分为职业照射人群及公众人群，职业照射人群为浅层 X 射线放射治疗系统操作人员及医护工作人员，公众人群为浅层 X 射线放射治疗机所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围内其他工作人员及公众。其所接受的年附加有效剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求和本次评价提出的剂量约束值。本项目保护目标见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标分布情况

方位	区域	水平距离	最小高差	影响人群类型	敏感目标特性	剂量约束值
所在大楼						
北侧	控制室	紧邻	平层	辐射工作人员	医院用房，约 4 人	≤5mSv/a
	监控室	约 3m	平层	公众成员	医院用房，约 1 人	≤0.1mSv/a
南侧	检验科办公室	紧邻	平层	公众成员	医院用房，人员不定	
	消防通道、楼梯、厕所等	约 6~19m	平层	公众成员	医院用房，人员不定	≤0.1mSv/a
西南侧	DR 室	约 5~11m	平层	辐射工作人员	医院用房，约 2 人	
	中药房、西药房、收费室	约 11~20m	平层	公众成员	医院用房，约 3 人	
	临床检验室、生化检验室	约 20~25m	平层	公众成员	医院用房，约 2 人	
	电梯、医梯	约 25~29m	平层	公众成员	医院用房设备设施，人员不定	
	门诊前台及配套休息等候区	约 29~40m	平层	公众成员	医院用房，人员不定	

	治疗室、理疗科、办公室、中医科、	约 40~50m	平层	公众成员	医院用房, 约 4 人	
西侧	过道	紧邻	平层	公众成员	医院用房内部过道, 人员不定	
	操作室、CT 室	约 5~11m	平层	辐射工作人员	医院用房, 约 2 人	≤5mSv/a
	库房、机房	约 11~21m	平层	公众成员	医院用房, 人员不定	
	门诊 1~8	约 21~50m	平层	公众成员	医院用房, 人员不定	
楼下	地下停车场	正对区域	约 0~3m	公众成员	医院地下停车场, 人员不定	
楼上(2F~3F)	过道	正对区域	约+3~+7m	公众成员	医院用房内部过道, 人员不定	
	其他科室及住院部(治疗室、病房、办公室、处置室、值班室、抢救室、护士站及配套休息区、厕所、库房、楼梯、电梯、医梯、清洁间、待产室、更衣间、OR3、污物走廊、VIP 室、会议室等)	约 3~50m	约+3~+7m	公众成员	医院用房, 人员不定	≤0.1mSv/a
院外						
北侧	院外道路	约 9~36m	平层	公众成员	院外道路, 人员不定	
	室外空调区	约 6~9m	平层	检修人员	院外空调区, 约 1~2 人	
东北侧	上丁企业公园 37 幢	约 36~50m	约 1~8.7m	公众成员	院外商业用房, 3 层楼, 人员不定	
东侧	上丁企业公园 1 幢	约 2~35m	约 1~50m	公众成员	院外商业用房, 27 层楼, 人员不定	
	室外绿化区域	紧邻	约 0~+1m	/	室外绿化区域	≤0.1mSv/a
南侧	院外停车场	约 19~24m	约-1~0m	公众成员	院外停车场	
	院外道路	约 24~50m	约-1~0m	公众成员	院外道路, 人员不定	
西北侧	上丁企业公园 8 幢	约 36~50m	约 1~11.6m	公众成员	院外办公用	

					房，4 层楼， 人员不定	
注：① “+” 表示治疗室所在楼层的上层，“-” 表示治疗室所在楼层的下层。②上丁企业公园 1 幢位于本项目东侧，现已入驻部分企业，如重庆三峡银行、长江证券。						

7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全

（1）基本标准剂量

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

附录 B 剂量限值和表面污染控制水平

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对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;

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv;

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

（2）年有效剂量管理目标值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），确定项目浅层 X 射线放射治疗系统辐射工作人员

的年有效剂量管理目标值取 5mSv/a，公众剂量管理目标值取 0.1mSv/a。

(3) 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)6.4 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。

6.4.1 控制区

①注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围。

②在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

③制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序。

④运用行政管理程序和实体屏蔽限制进出控制区。

⑤按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜。

⑥定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

6.4.2 监督区

①注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定位控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对照职业照射条件进行监督和评价。

②在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

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

2、环评要求年剂量约束值及控制水平综合考虑公司核技术利用项目的现状，并着眼于长期发展，为其他辐射设施和实践活动留有余地，本次评估分别对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了设定：

(1) 工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a;

(2) 公众的年受照剂量约束值取 0.1mSv/a。

7.3.2 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）

本标准适用于利用医用电子加速器、钴-60 治疗机、中子放射源及 γ 放射源后装治疗机、X 射线及 γ 射线立体定向放射治疗系统、螺旋断层放射治疗系统、术中放射治疗的移动式电子加速器、医用 X 射线治疗机、低能 X 射线放射治疗设备和质子重离子加速器等设备开展放射治疗的防护要求。

6.1 布局要求

6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。

6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。

6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6 X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路； γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

6.1.7 使用移动式电子加速器的手术室应设在医院手术区的一端，并和相关工作用房（如控制室或专用于加速器调试、维修的储存室）形成一个相对独立区域，移动式电子加速器的控制台应与移动式电子加速器机房分离，实行隔室操作。

6.2 空间、通风要求

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

6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h。

6.3 屏蔽要求

6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外 30cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a）、b）和 c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平 H_c ：

a）使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ，见式（1）：

$$\dot{H}_c = H_e / (t \bullet U \bullet T) \quad (\text{式 1})$$

式中：

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

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

t ——设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

U ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

T ——人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见下表。

表 7-2 居留因子 T 取值表

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全部居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：与屏蔽室相邻的患者检查室 1/5：走廊、工作人员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8：各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的（共用屏蔽墙）放射诊疗机房 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室

			1/40；仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯
b) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $H_{c,max}$： 1) 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所：$H_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$； 2) 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所：$H_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$； 由上述 a) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 H_c 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $H_{c,max}$，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 H_c。 6.3.1.2 对移动式电子加速器治疗机房墙和入口门外 30cm 处，当居留因子 $T \geq 1/2$ 时，其周围剂量当量率参考控制水平为 $H_c \leq 10 \mu\text{Sv/h}$，当 $T < 1/2$ 时，$H_c \leq 20 \mu\text{Sv/h}$。 6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平 6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面 30cm 处，或在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，周围剂量当量率参考控制水平同 6.3.1。 6.3.2.2 除 6.3.2.1 的条件外，若存在天空反射和侧散射，并对治疗机房墙外关注点位置照射时，该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的周围剂量当量率的总和，按 6.3.1 确定关注点的周围剂量当量率作为参考控制水平。 6.3.3 屏蔽材料 屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和经济因素，符合最优化要求，新建机房一般选用普通混凝土。 6.4 安全装置和警示标志要求 6.4.1 监测报警装置 含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常。 6.4.2 联锁装置 放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门			

的装置，防护门应有防挤压功能。

6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：a)放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；

b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。

6.4.4 急停开关

6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。

6.4.4.2 放射源后装近距离治疗工作场所，应在控制台、后装机设备表面人员易触及位置以及治疗机房内墙面各设置一个急停开关。

6.4.5 应急储存设施

6.4.5.1 γ 源后装治疗设施应配备应急储源器。

6.4.5.2 中子源后装治疗设施应配备符合需要的应急储源水池。

6.4.6 视频监控、对讲交流系统

控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

7.3.3 《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）

4.2 治疗机房布局要求

4.2.1 治疗装置控制室应与治疗机房分离，治疗装置辅助机械、电器、水冷设备，凡是可与治疗装置分离的，应尽可能设置于治疗机房外。

4.6 缝隙、管孔和可能的薄弱环节的屏蔽考虑因素

4.6.3 当 X 射线管治疗机房设有观察窗时，带有屏蔽的观察窗应略大于窗口并镶嵌在衔接的屏蔽墙内；

4.6.6 穿过治疗机房墙的管线孔（包括通风、电器、水管等）应避开控制台等人员高驻留区，并采用多折曲线，有效控制管线孔的辐射泄漏。

根据 GBZ/T 201.1-2007 附录 A，居留因子取值原则见表 7-2；浅层 X 射线放射治疗系统周工作负荷见表 7-3；剂量率参考控制水平核算表见表 7-4。

表 7-3 X 射线治疗机装置工作负荷

设备型号	管电压	管电流	周最大曝光次数	单次曝光	周最大照射时间
SRT-100	100kV	10mA	100 人次/周	<3min/次	5h/周

表 7-4 剂量率参考控制水平核算表

方向	U	T	T (h/周)	He (μSv/周)	$\dot{H}_C$ (μSv/h)	剂量率参考控制水平 Hc (μSv/h)	最终取值 Hc (μSv/h)	需屏蔽的辐射源
东侧其他区域 (室外绿化带区域和停车场)	1	1/40	5	5	40	10	10	泄漏辐射、散射辐射
东侧(上丁企业公园 1 幢)	1	1	5	5	1	2.5	1	
西侧(过道)	1	1/4	5	5	4	10	4	
南侧(检验科办公室)	1	1	5	5	1	2.5	1	
北侧(控制室)	1	1	5	100	20	2.5	2.5	
顶棚(医院二、三楼)	1	1	5	5	1	2.5	1	
地下(停车场)	1	1/40	5	5	40	10	10	主要辐射

7.3.4 《工作场所所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)

工作场所空气中化学因素的职业接触限值为：臭氧最高容许浓度(MAC)接触限值：0.3mg/m³；氮氧化物(一氧化氮和二氧化氮)的时间加权平均容许浓度(PC-TWA)接触限值：5mg/m³，短时间接触容许浓度为 10mg/m³。

综上所述，结合本项目医用射线装置的实际情况，确定本项目的评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 辐射评价标准及相关参数汇总表

类型	对象	标准限值	依据
年剂量管理目标值	辐射工作人员	5mSv/a	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)
	公众	0.1mSv/a	

屏蔽防护要求	治疗室四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、地下	放射治疗机房外辐射工作人员： $\leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；放射治疗机房外非辐射工作人员： $\leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；东侧其他区域（室外绿化带区域和停车场）和地下停车场 $\leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，西侧 $\leq 4\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，北侧 $\leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，东侧上丁企业公园 1 幢、南侧和顶棚 $\leq 1\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）
气体浓度	臭氧	$0.3\text{mg}/\text{m}^3$	《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）
	氮氧化物	$5\text{mg}/\text{m}^3$	

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号江渝医院 1 楼东北角。

本项目建设场所位于医院原资料室、读片室和办公室，东侧紧邻室外绿化带区域和停车场，西侧紧邻过道和操作室，南侧紧邻检验科办公室，北侧紧邻监控室，楼上为医院住院部及其他科室，楼下为地下停车场，建设场所周边现状见附图 2。

8.2 环境质量和辐射现状

为了掌握本项目辐射装置安装场地的辐射环境背景水平，为辐射环境影响评价提供基础数据，委托重庆渝辐科技有限公司对本项目所在区域的环境γ辐射环境剂量率背景值进行了监测（监测报告编号：渝辐监（委）（2026）43 号）。

- （1）监测时间：2026 年 4 月 7 日
- （2）监测因子：环境γ辐射剂量率
- （3）监测方法和依据

监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境γ辐射剂量率	仪器法	《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021

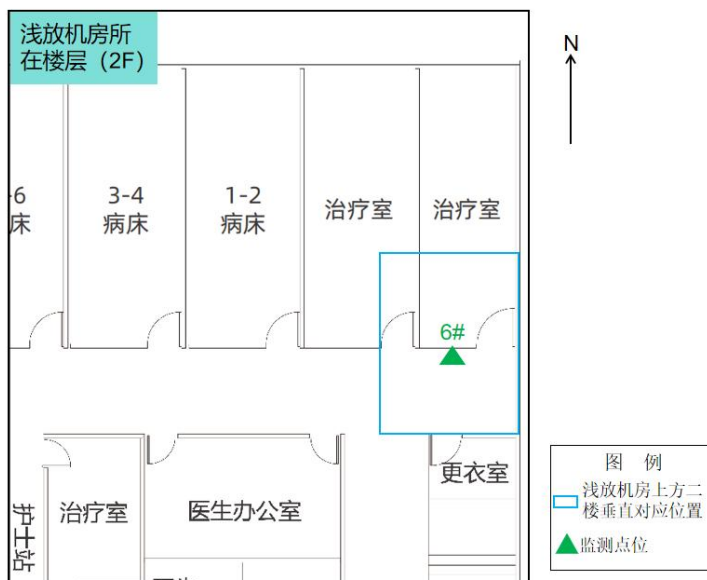
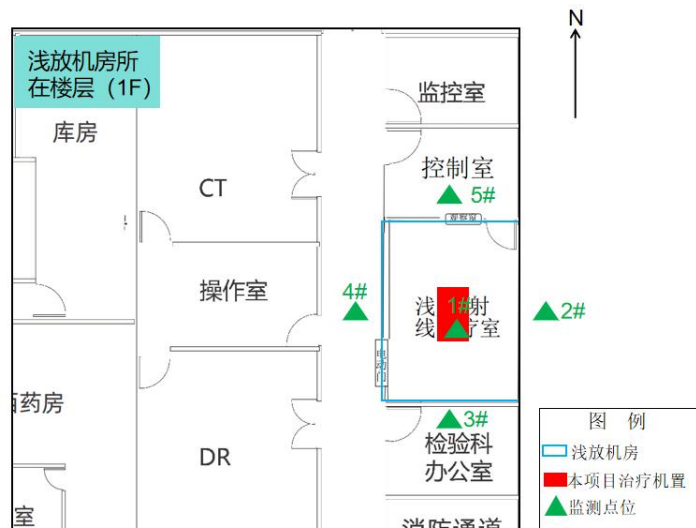
- （4）监测仪器

监测仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器一览表

仪器名称	仪器型号	仪器编号	计量检定/校准证书编号	有效期至	校准因子
多功能辐射剂量率仪	RJ32-3602	RJ3200207	JL2505000144	20260521	0.81

- （5）监测点位：共设 10 个点。具体监测布点见图 8-1。





备注：△为监测点位。

图 8-1 监测布点示意图

按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等的辐射环境质量监测布点要求，开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。

本项目监测点位布设结合以上布点原则、评价范围以及保护目标的分布来选取。因此，本项目各监测点位的布设考虑了项目用房和周围相邻区域，并在最近公众长时间驻留区域布点，具有代表性，能够反映本项目涉及工作场所及邻近环境的辐射环境背景水平，项目监测布点合理可行。

（6）质量保证措施

- ①监测机构通过了机构资质认定，具备完整、有效的质量控制体系。
- ②合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- ③监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- ④监测仪器经计量部门检定，检定合格后在检定有效期内方可使用。
- ⑤每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- ⑥由培训合格的专业人员按监测操作规程操作仪器，并做好记录。
- ⑦监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

（7）监测结果统计：监测结果统计见表 8-3

表 8-3 本项目区域环境 γ 辐射剂量率背景值监测结果

测量位置	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)		
	平均值	标准偏差	结果
1#浅层 X 射线治疗机房房间内	77	1	62
2#浅层 X 射线治疗机房外东侧（楼栋外东侧）	82	1	66
3#浅层 X 射线治疗机房外南侧	80	1	65
4#浅层 X 射线治疗机房外西侧	86	1	70
5#浅层 X 射线治疗机房外北侧	78	2	63
6#浅层 X 射线治疗机房上方二楼垂直对应位置	77	1	62
7#浅层 X 射线治疗机房正下方地下停车场	68	1	55
8#浅层 X 射线治疗机房所在楼栋外东北侧	71	1	58
9#浅层 X 射线治疗机房所在楼栋外南侧	86	2	70
10#浅层 X 射线治疗机房所在楼栋外北侧	65	2	53
备注：结果=平均值 $\times$ 校准因子，监测结果未扣除宇宙射线响应值。监测时天气为阴天。			

（8）背景监测评价

本项目 50m 评价范围内现状存在医用辐射源，主要为周边医疗机构 CT、DR 等射线装置。本次环境 γ 辐射剂量率监测期间，区域内现有 CT、DR 设备均停止运行、未开机工作，无人工电离辐射额外释放，不会对本次 γ 辐射剂量率监测结果造成叠加影响。

根据监测统计结果可知，本项目所在区域的环境 γ 辐射剂量率的监测值在 65nGy/h~86nGy/h 之间（未扣除宇宙射线响应值），根据《2024 年重庆市辐射环境质量报告书》，2024 年重庆市 γ 辐射累积剂量法测得各点位测量均值范围为 79.2~108nGy/h，全市各点位年均值为 96.1nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值），因此，项目所在场址及邻近环境 γ 辐射剂量率小于重庆市天然辐射水平。

（9）现状监测评价

根据现有辐射设备监测报告（附件 9）可知，现有设备运行时，CT 室和 DR 室机房东墙墙外表面 30cm 处周围剂量当量率最大分别为 0.122 μ Sv/h 和 0.067 μ Sv/h，叠加最大值为 0.188 μ Sv/h，机房放射防护检测结果合格并符合《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 标准规定的要求。

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 施工期工艺流程及产污环节

本项目用房依托医院门诊部 1 楼现有房间进行拆除改建，施工期主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

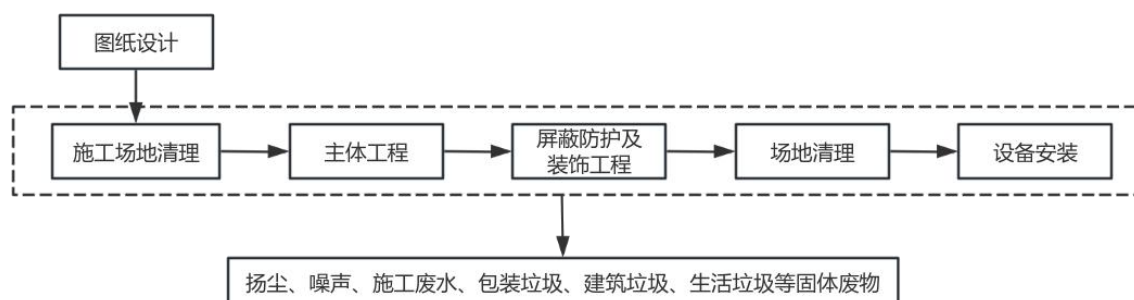


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

(1) 扬尘

施工期主要来自机械敲打、钻洞、车辆运输等产生的粉尘。

(2) 废水

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。

(3) 噪声

施工期噪声主要来自机房建设、现场处理及设备安装产生的噪声。

(4) 固体废物

主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。

本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，项目施工期对外界的影响小。

本项目建设过程中，公司在改造区域设立围挡，将施工区域与其他区域进行隔离，防止无关人员进入施工区域，并在调试期间加强对辐射工作场所的管理，防止其他施工人员误入辐射工作场所。

9.1.2 运营期工艺流程及产污环节

9.1.2.1 设备组成和工作方式

(1) 设备组成

SRT-100 浅层 X 射线放射治疗系统是用于皮肤病变放射治疗的独立专用设备。该系

统由主机、操作控制台和附件（治疗头）构成：

主机：一个独立式装置，由 X 射线管头、高压发生器、热交换器、输入电压组件和 X 射线管定位机制组成。

操作控制台：一个独立式装置，包括指示器、开关以及设置和操作装置 X 射线功能所必须的控制电路。操作控制台应通过电缆连接至主机。

治疗头：可根据患者病灶部位治疗照射的需要进行调节。

主机结构图见图 9-2，设备照片见图 9-3，本型号治疗机附带的各种限速器见图 9-4，设备主要参数见表 9-1。

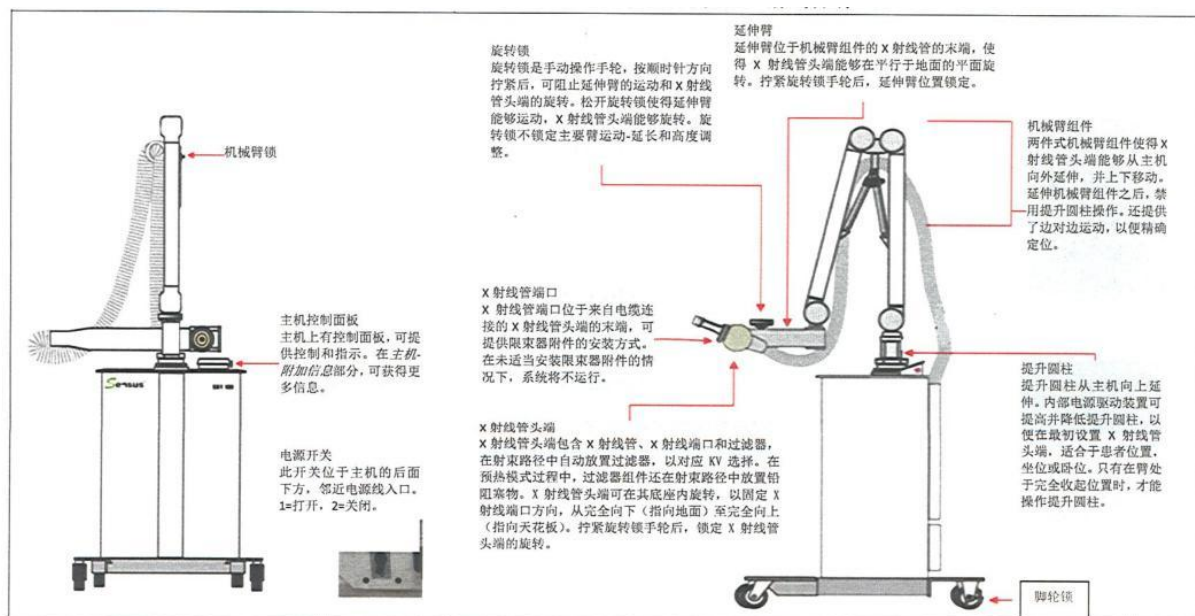


图 9-2 浅层 X 射线治疗机主机结构图



图 9-3 浅层 X 射线治疗机照片



图 9-4 限速器照片

表 9-1 浅层 X 射线治疗机主要技术参数表

设备参数	参 数
射线模式	X 射线
参数分档	100kV@8mA、70kV@10mA 和 50kV@10mA
最大剂量率	750cGy/min（50kV）
出束时间	0.1～3min
限束器尺寸	本项目拟配置φ1.5cm、φ3cm、φ5cm、φ7.3cm、φ10cm、18cm×8cm 各一个
源皮距 SSD	15cm、25cm

表 9-2 浅层 X 射线放射治疗系统基本参数

设备型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	过滤板 (mmAl)	15cmSSD 时的典型 比率（cGy/min）	25cmSSD 时的典型 比率（cGy/min）
SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗 系统	50	10	0.4	750	270
	70	10	0.75	630	225
	100	8	1.15	610	225

注：管电压、管电流、过滤板、15cmSSD、25cmSSD 时的典型比率数据均来自设备说明书。

距X射线管焦点1m处剂量率计算方法：将辐射源作为点源的情况下，辐射场中某点的照射量、吸收剂量均与该点和辐射源的距离的平方成反比，这就是平方反比定律，即下式：

$$K_1 = K_0 R_0^2 / R_l^2 \quad (\text{公式1})$$

式中：K₀—源皮距0.15m 或0.25m处剂量率，μGy/h；

K_l—源皮距1m处的剂量率，μGy/h；

R_0 —源皮距0.15m或0.25m;

R_l —源皮距 1m。

表 9-3 浅层 X 射线放射治疗系统主要参数表

输出电压 (kV)	输出电流 (mA)	过滤板 (mmAl)	典型比率 (cm)	典型比率 (cGy/min)	1m 处剂量率 Gy/h
50	10	0.4	15	750	10.13
			25	270	10.13
70	10	0.75	15	630	8.51
			25	225	8.44
100	8	1.15	15	610	8.24
			25	225	8.44

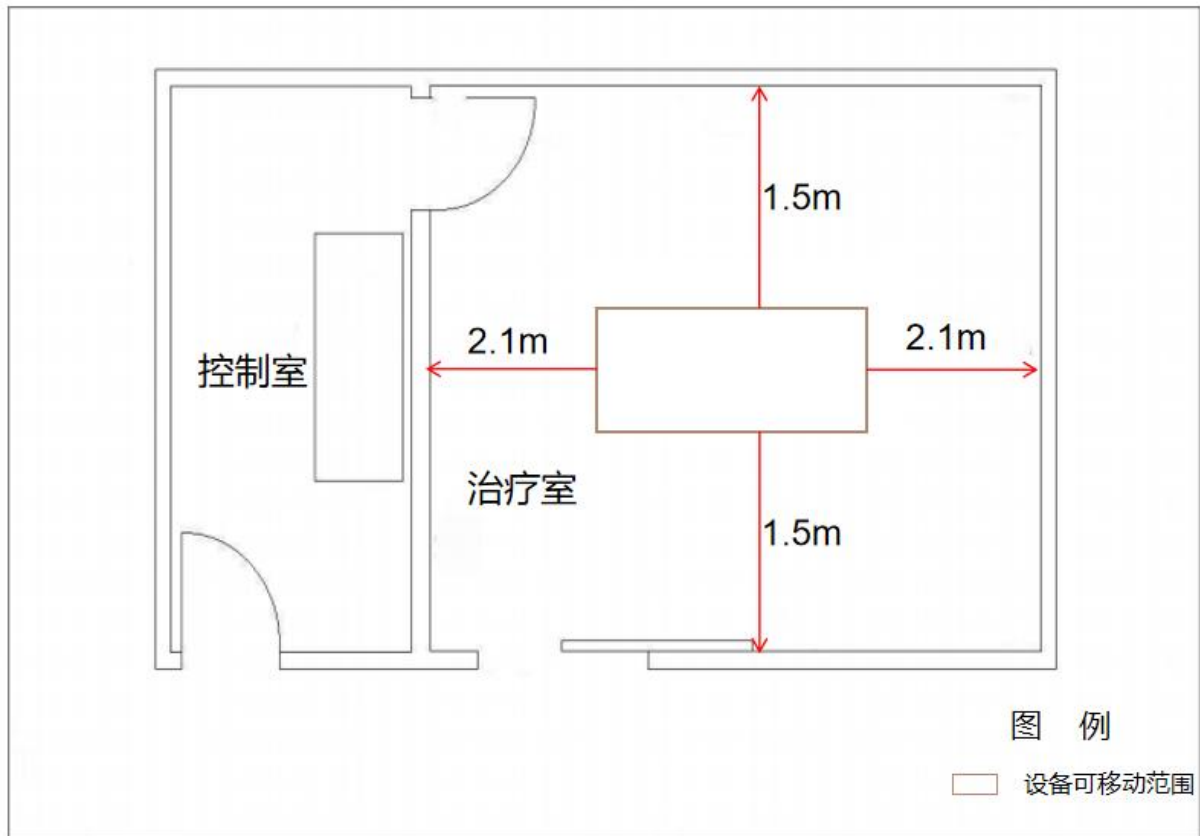


图 9-5 设备位置图

本项目 SRT-100 型浅层 X 射线治疗机布置于治疗室中部区域，设备机身固定安装，治疗头可在图示范围内小幅调节，主射束出射方向垂直向下。

根据机房平面布局及设备可移动范围，设备（含治疗头）活动极限位置与机房各围

护墙体的最近距离如下：南侧墙体：2.1m；北侧（控制室方向）：2.1m；东侧（室外绿化方向）：1.5m；西侧墙体：1.5m。

（2）工作方式

SRT-100 型浅层 X 射线治疗机采用间歇性短时外照射工作方式，仅在患者治疗过程中短暂出束，治疗过程中医护人员在控制内操作射线装置，进行皮肤浅层放射治疗。

9.1.2.2 工作原理及工艺流程

（1）工作原理

浅层 X 射线放射治疗系统是采用 X 线束对患者皮肤表层进行直接照射，通过破坏、抑制或转化成纤维细胞并可使血管闭塞，从而控制过量的瘢痕组织增生的技术设备。该设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，见图 9-6。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。

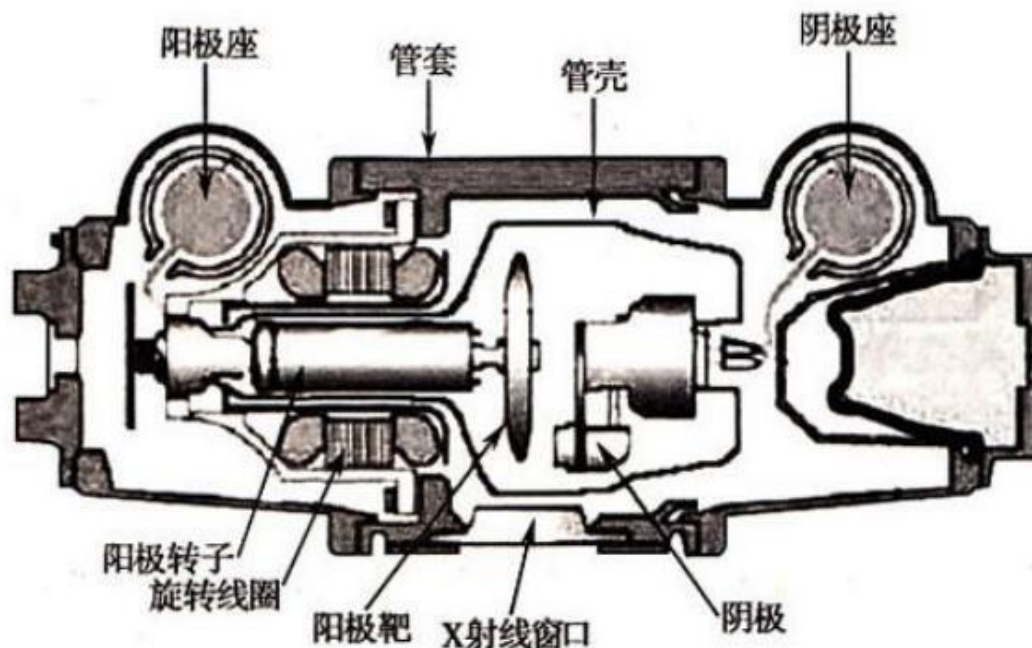


图 9-6 典型 X 射线管结构图

X 射线对于皮肤组织的作用有以下几个方面：

- ①抑制和破坏增生或者分化程度低的组织和细胞；
- ②抑制角质形成细胞的增殖和分化；
- ③抑制或者破坏皮肤附属器的增生从而影响分泌及毛发生长；
- ④使血管内皮细胞肿胀、变性和坏死，致使管腔狭窄，血栓形成；
- ⑤降低皮肤反应性，调节神经末梢兴奋性。

临床上，不同皮肤病患者其病变深度差别很大，在 X 射线照射中，需要射线照射的深度和皮损的深度一致，通过调整施加于 X 射线管两极间的电压即可调整射线穿透深度，根据管电压的不同，X 射线可以分为低电压近距离 X 射线、软 X 射线、浅层 X 射线等。X 射线放射治疗系统（SRT-100 型）有 50kV、70kV、100kV 三种管电压可供选择，三种管电压有其固定对应的管电流（管电流无法手动调整），根据其电压范围，属于浅层 X 射线治疗仪。

浅层 X 射线治疗系统主机可在治疗床所在范围内移动，主射方向一直垂直向下。

（2）工艺流程

X 射线放射治疗系统用于给予低能量辐射束（X 射线），限制了穿透深度，可避免深层组织损伤。本项目拟设置 4 名工作人员，均只从事本项目的放射工作，本项目放射工作人员由院内调配培养，治疗时，技师先进入治疗机房进行患者的摆位，患者摆好位后即撤出治疗机房，治疗过程中技师位于操作室对设备进行操作，不进入治疗机房，通过对讲系统与治疗机房内的病人对话。具体工作流程：

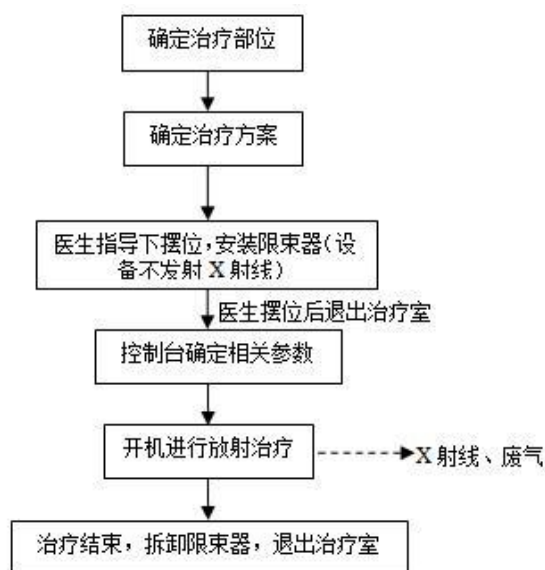


图 9-7 浅层 X 射线放射治疗系统流程示意图

①确定治疗部位：病理学诊断并明确告知 X 射线危害：对病人进行登记，进行临床检查，病人应先经病理学明确诊断并经医生诊断确属放射治疗疾病（排除接受浅层 X 射线放射治疗禁忌的患者），负责诊断的医生要明确告知 X 射线治疗对身体可能造成的危害。使用 B 超或其他方式对病变部位进行定位，确定病变的具体位置和形状大小。

②确定治疗方案：全面记录疾病发生、发展和诊疗经过，勾画病变靶区和正常皮肤组织，根据患者皮肤病变组织的类型、部位和大小等初步确定照射剂量。拥有放射治疗专业资质的医师制定放射治疗方案。

③医生指导下摆位，安装限束器：摆位前认真查对病人信息、照射条件及摆位要求，调整治疗床高度，严格按照摆位要求实施摆位：指导患者对非治疗部位穿戴使用防护用品，设备机头安装合适的限束器，调整照射角度及射野；摆位结束，摆位人员等非患者均离开治疗机房，关闭防护门。

④控制台确定相关参数：根据治疗方案选择治疗设定值，设置照射时间等。

⑤开机进行放射治疗：检查参数设置无误，按住启动按钮，开始进行 X 射线照射。

⑥结束治疗：病人离开治疗机房，拆除限束器，进行下一个患者摆位准备。

9.1.3 人流和物流的路径规划

本项目路径规划分为人流路径（包括工作人员和患者）和物流路径，具体如下：

（1）工作人员流动路线：工作人员由走廊过道进入控制室，从工作人员门进入浅层 X 射线治疗室，安装限束器并指导病人摆位，摆位完成后进入控制室，在控制室观察治疗过程。

（2）患者流动路线：患者由走廊过道从患者防护门进入浅层 X 射线治疗室。

（3）污物流动路线：浅层 X 射线治疗室放射工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。不再使用的铅防护用品由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。污物转运必须在周边无患者或其他公众情况下运出，医院应做好院感防控方面的工作。

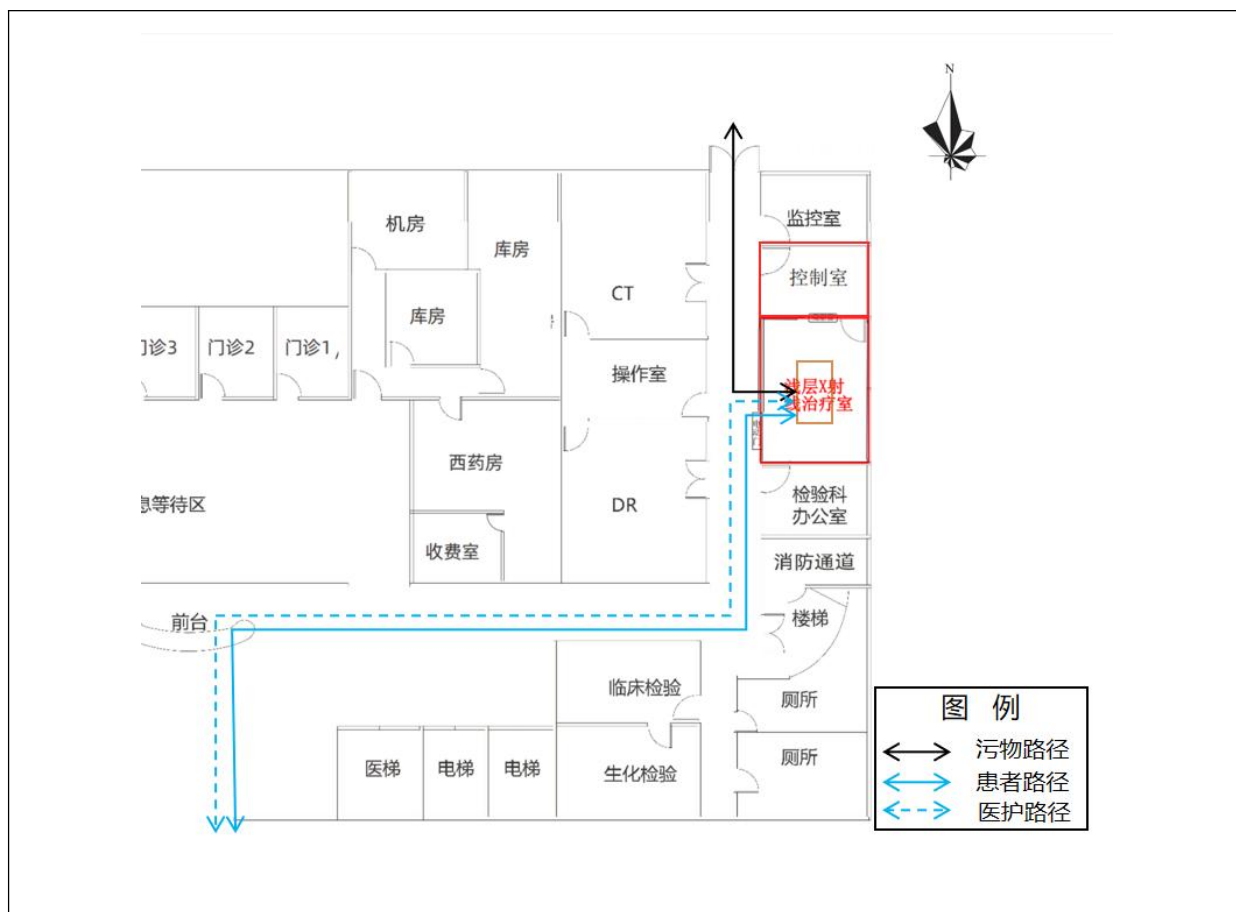


图 9-8 本项目人流、物流和患者路径图

9.2 污染源项描述

9.2.1 电离辐射

根据本建设项目浅层 X 射线放射治疗系统工作流程，浅层 X 射线放射治疗系统与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 X 射线球管出束照射患者期间，它产生的 X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

(1) 有用线束：直接由 X 射线球管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射人体，形成诊断影像的射线。其射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。根据本项目浅层 X 射线放射治疗系统设备说明书管电压 100kV 时，离靶点 1 米处剂量率 8.44Gy/h。

(2) 漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。参考渝郑放检字 (2018)126 号中的性能检测，SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统 X 射线管焦点 100cm

处的空气比释动能率最大测值为 0.070mGy/h，满足参考 GBZ131-2017 中治疗状态下距 X 射线管焦点 100cm 处的空气比释动能率不超过 1mGy/h 的要求。

(3) 散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（限束装置、受检者、射线接收装置及检查床、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离等有关。

9.2.2 正常工况污染途径

①X 射线

在正常工况下，本项目使用 SRT-100 浅层 X 射线治疗机在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。检测过程中产生的射线可以得到屏蔽材料的有效屏蔽。X 射线有较强的穿透能力，对环境有一定的影响，因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

②废气

X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少，本项目在治疗机房拟安装通风装置，可满足治疗机房通风换气要求。

③废水

本项目冷却系统为密闭循环结构，属于闭式冷却系统，正常运行工况下无需操作人员日常维护。系统仅在定期预防性检修时，对冷却水液位进行核查。冷却水采用外购纯水，运行过程中仅存在蒸发损耗，故仅补充不更换，无冷却剂外排及废液产生。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以及场所清洗废水属于医疗废水，进入医院废水处理站统一处理，达标后排入市政管网。

④固体废物

本项目治放射工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。不再使用的铅防护用品由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。

9.2.3 事故工况下污染途径

项目浅层 X 射线放射治疗系统属于 II 类射线装置，运行过程中可能发生的辐射安全事故如下：

- (1) 治疗时设备控制键失效，无法停止出束，导致病人受到意外超剂量照射。
- (2) X 射线联锁装置出现故障，在屏蔽门没有关紧的情况下出束，对门外人员造成的误照射。
- (3) X 射线装置安全联锁装置发生故障状况的情况下，人员误入正在运行的 X 射线治疗机房受到外照射。
- (4) 设备维修时由于误操作或者故障导致机器异常启动，导致维修人员受到意外照射。

9.2.3 项目产排污统计

本项目产排污情况见下表。

表 9-5 本项目源项及源强情况统计表

工作场所	影响因素	主要污染因子及产排量
浅层 X 射线治疗室	电离辐射	X 射线，管电压 100kV 时，离靶点 1 米处剂量率 8.44Gy/h。
	废气	少量，臭氧和氮氧化物，治疗室内拟设置排风口
	废水	少量，生活污水、机房清洗废水排入医院现有污水处理设施
	固废	少量，生活垃圾分类收集后交环卫部统一清运
		少量，废铅防护用品由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。
		报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 辐射工作场所布局

(1) 布局

本项目工作场所位于医院 1 楼东北角，治疗室由读片室和办公室改建。其北侧为控制室，南侧为检验科办公室，东侧为室外绿化带区域和停车场，西侧为过道紧邻操作室和 DR 室，地下为停车场，地上为医院住院用房和其他用房。

(2) 通道

放射工作人员通道：操作人员由项目用房西侧的门进入项目区域，操作人员由控制室西侧门进入控制室，辅助病人摆位的操作人员由治疗室北侧防护门进入，摆位完成后，原路返回控制室。

病人通道：病人通过项目浅层 X 射线治疗室防护门进入接受治疗，治疗完成后原路返回。

(3) 合理性分析

项目设置浅层 X 射线治疗室和控制室，功能齐全。项目出入口远离人流聚集区域，其北侧为控制室，南侧为检验科办公室，东侧为室外绿化带区域和停车场，西侧为过道紧邻操作室和 DR 室，地下为停车场，地上为医院住院用房和其他用房。本项目浅层 X 射线放射治疗系统具有独立的机房、控制室，不与其他科室交叉设置，避免了无关人员进入，有利于辐射防护。从辐射环境保护角度分析，项目机房布局合理。

10.1.2 分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准要求，项目拟将辐射工作场所划分为控制区和监督区，实行辐射安全分区管理，并采取相应的辐射防护安全措施。

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，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志。

监督区：未被确定为控制区，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。应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离

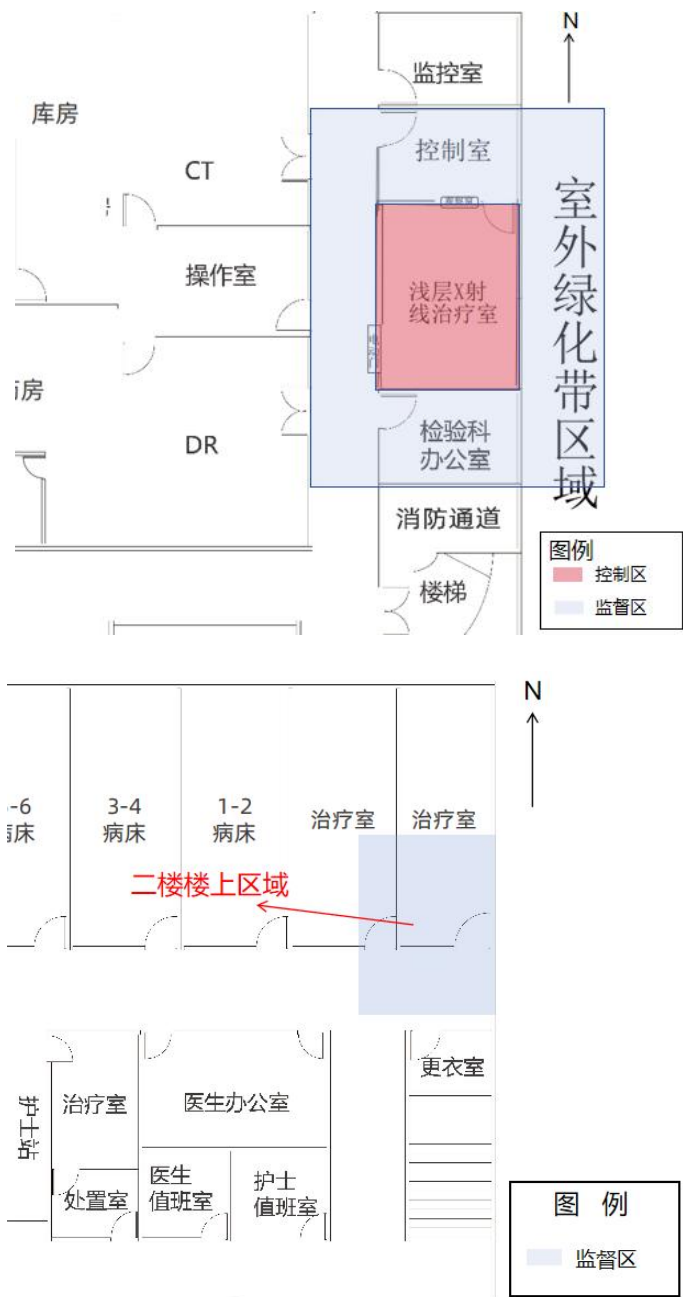
辐射警告标志和警示语等提示信息；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件。

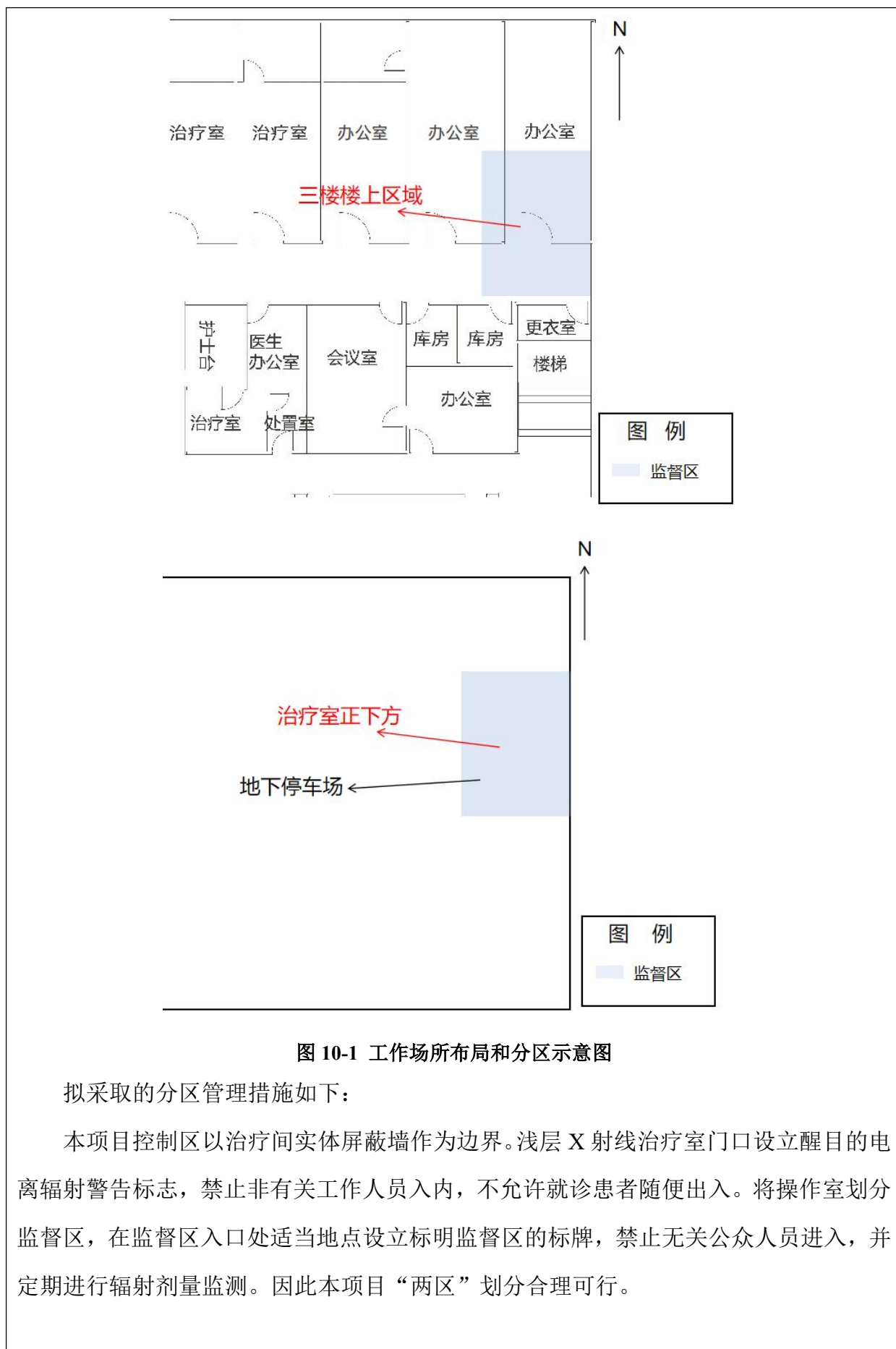
根据浅层 X 射线治疗室平面布局，将浅层 X 射线治疗室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区，机房以外的区域划分为监督区。

本项目辐射工作场所两区划分情况见表 10-1 和图 10-1。

表 10-1 辐射工作场所两区划分情况

分区类型	划分区域
控制区	浅层 X 射线治疗室
监督区	浅层 X 射线治疗室四周相邻区域及楼上、楼下区域





10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 医院拟采取的辐射安全与防护措施

(1) 设备固有措施

本项目美国 SENSUS 公司 SRT-100 型浅层 X 射线治疗系统装置自身采取多种固有安全防护措施：

①本项目浅层 X 射线放射治疗系统采用内部联锁和外部联锁，以避免在可能对患者或操作者造成风险情况下进行操作，或对设备本身造成破坏。设备自带以下联锁装置。

限束器联锁：设备设置硬性安全互锁机制，未正常安装限束器、未装设 RAD 检查探测器时，设备无法触发 X 射线出束。

冷却液流联锁：如果流入或流出 X 射线管头端的冷却液流速小于 2.3LPM（升/每分钟），避免 X 射线操作。

冷却液液位联锁：如果冷却液液位太低，避免照射。

冷却液温度联锁：如果冷却液温度升至 42° C 以上，避免 X 射线操作。

低电流：如果感测到的灯丝电流不足，停止 X 射线操作；如果断开高压电缆，阻止操作。

电源故障：指示给操作者电源故障中断了治疗照射，未完成治疗，需要患者重新照射，以接受完整的规定的辐射剂量。

计时器故障：如果双重独立计时器之间差异大于 0.6 秒，或者如果安全备用计算器结束照射，提示主计时器存在问题，阻止或停止 X 射线操作。

管电弧：如果 X 射线管中检测到电弧放电，停止 X 射线操作，防止设备损坏。

X 射线束过滤器联锁：避免 X 射线放射，除非在射束路径中，选定的 kV 的正确过滤器在适当位置。

外部联锁：3 个独立电路，可附加于门或遥控开关，在门或者开关打开的情况下，阻止或停止 X 射线操作。

②急停开关

设置七个紧急关闭开关，一个位于操作控制台上，一个位于主机上，剩下 5 个分别位于四周墙面。按下任何紧急关闭开关之后，装置将立即关闭。

(2) 机房采取的辐射安全与防护措施

10-2 浅层 X 射线放射治疗系统治疗机房屏蔽防护设计方案

屏蔽体	屏蔽设计
东、南、西、北墙	24cm 实心红砖+3mmPb 硫酸钡板
棚顶	12cm 混凝土楼板（依托）+龙骨钢架+2mmPb 硫酸钡板
地板（下方为停车场）	17cm 混凝土楼板（依托）+3mmPb 硫酸钡水泥

铅门	工作人员防护门	4mmPb 平开门
	患者进出防护门	4mmPb 电动推拉门
铅窗	4mmPb 玻璃	
注：1.钢筋混凝土密度 2.35g/cm ³ ，实心砖密度 1.65g/cm ³ ，铅密度 11.3g/cm ³ ，硫酸钡水泥密度 3.2g/cm ³		

10.2.2 通风

浅层 X 射线放射治疗系统运行过程中，不产生放射性废气，治疗机房内会产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物。本项目拟机房内设置一套排风系统与医院排风系统连接，由排风井引至楼外 3m 高处排放，进风口设在靠患者防护门 1/3 处机房中上部，采用“直穿墙”穿越墙顶部墙体，排风口设在机房下部，进风口与排风口位置对角设置，进风及排风管道穿墙前后采用 4mm 厚铅板进行屏蔽防护补偿。根据医院提供资料，治疗室内排风机排风量为 1000m³/h，结合治疗室内容积 67.527m³ 计算，治疗室内通风效率为 14.8 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。通风管道穿墙平面图和排风通道剖面图见 10-2、10-3。

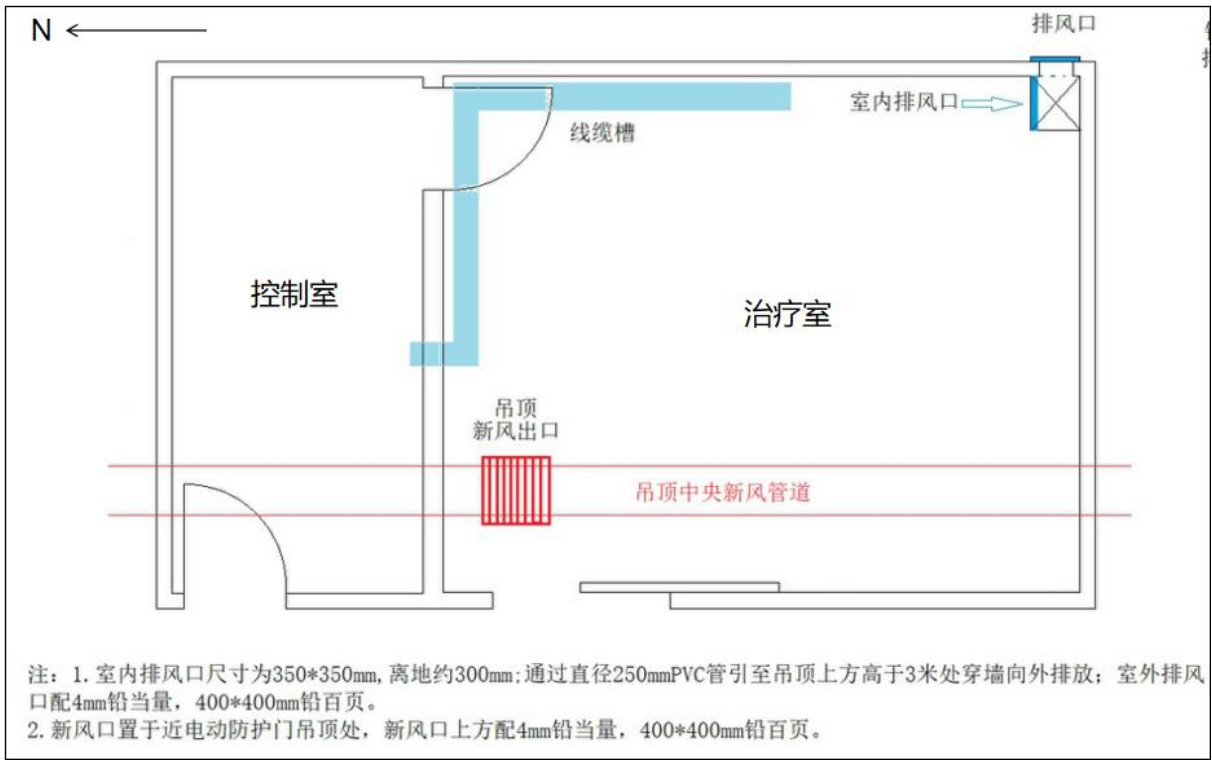


图 10-2 通风管道穿墙平面图

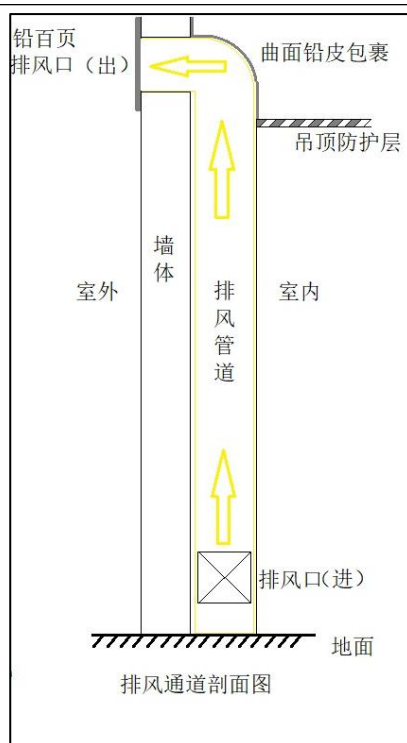


图 10-3 排风通道剖面图

10.2.3 管线进出口防护

控制室与治疗室之间隔墙墙角处设置电缆沟通道，采用“U”形布设，通道尺寸内径 10cm，线管采用 4mm 铅皮进行包裹。电缆沟穿墙剖面图见 10-4。

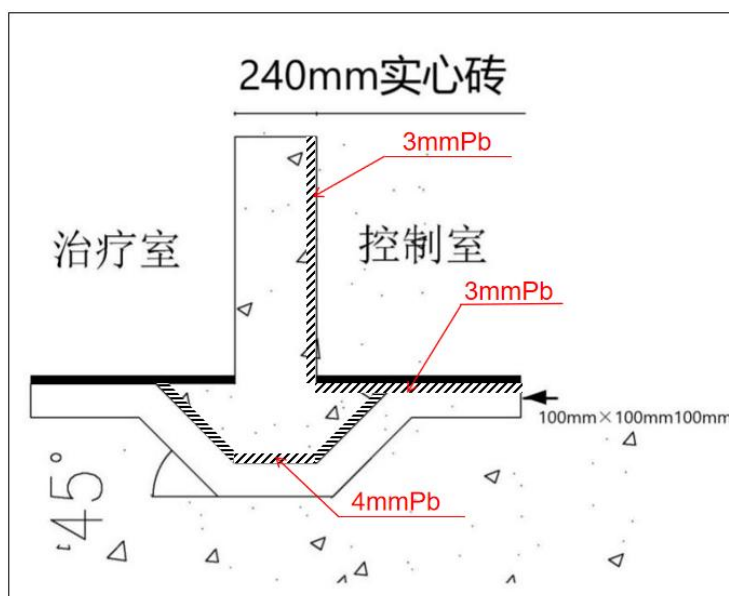


图 10-4 电缆沟穿墙剖面图

10.2.4 辐射警示标志

严格按照控制区和监督区实行“两区”管理，机房门上明显位置拟设置电离辐射警

告标志、辐射防护注意事项及醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句。

10.2.5 安全防护设施和措施

辐照启动与控制台显示的辐照参数预选值联锁，控制台选择辐照参数之前，辐照不得启动，专业物理师根据计算选择治疗 kV 值及曝光时间。机房门有联锁装置（门灯联锁、门机联锁），设置工作状态指示灯，设备开机时，门上方设置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮；门机联锁即开门状态下，设备无法开机。

急停按钮：在机房及控制室多个地方设置急停按钮，按下任何急停按钮开关之后，装置将立即关闭。

对讲装置：在控制室和机房内设置对讲装置，以便操作者和患者之间进行双向交流。

视频监控：在患者防护门门口和工作人员防护门门口均设置 1 套视频监控装置，能实现对机房和控制室的全方位监视。

烟雾报警器：在控制室和治疗室顶部区域各设置一个烟雾报警器，属于消防报警系统的前端探测设备。

辐射监测仪：在控制室和治疗室各设置一个辐射监测仪，分别布设在控制室操作台和治疗室靠观察窗的位置，属于非实物安全防护体系的主动监测预警设备。

紧急开门按钮：在控制室和浅层 X 射线治疗室门口均设置紧急开门按钮。

浅层 X 射线治疗室门口设有联锁装置、电离辐射安全警告标志和红外防夹装置，治疗机房门上方设置有工作状态指示灯。

治疗机房辐射安全设施布置示意图见图 10-5，安全设施情况表见 10-3。



图 10-5 浅层 X 射线治疗机房防护安全装置设施安装示意图

表 10-3 安全设施一览表

安全防护设施	数量（套/个）	说明
指示灯	2	控制室和治疗室门外
联锁装置	1	门机联锁、系统联锁、故障保护等
对讲装置	2	控制室与治疗室内双向交流
红外防夹装置	1	防护门
烟雾报警器	2	消防报警系统
辐射检测仪	2	分别布设在控制室操作台和治疗室靠观察窗的位置，是主动监测预警设备
急停按钮	7	在治疗器上和控制室操作台及治疗室四周墙壁
警示标识	2	控制室和治疗室防护门外
视频监控	1	布设在患者防护门门口和工作人员防护门门口均设置1套视频监控装置，能实现对机房和控制室的全方位监视
紧急开门按钮	2	在控制室和治疗室门口设置紧急开门按钮

10.2.6 安全联锁逻辑

根据安全防护设施和措施可知，仅当治疗室的门—机联锁正常、各急按钮全部复位、开门按钮无动作等全部满足要求，才能运行出束。当前述任一条件出现故障不满足要求时，治疗机不能运行出束；同时，在治疗机运行出束过程中，前述任意条件不能满足时治疗机自动停止出束。

辐射安全连锁逻辑见下图：

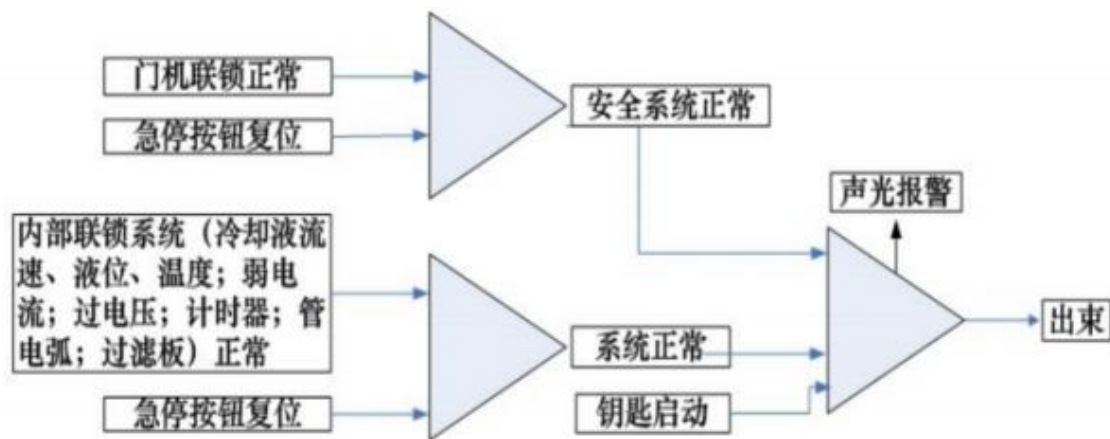


图 10-6 浅层 X 射线治疗机房辐射安全连锁逻辑图

10.2.7 个人防护用品及监测仪器

本医院拟为本项目患者和陪检者配备使用的个人防护用品，主要为穿戴式铅防护用品。医院拟配备防护用品详见下表。

表 10-4 个人防护用品

序号	使用人员	防护用品	数量（套/个）	铅当量	备注
1	患者	铅橡胶帽子	1	0.5mmPb	拟新配
2		铅防护眼镜	1	0.5mmPb	拟新配
3		铅橡胶颈套	1	0.5mmPb	拟新配
4		铅围裙	1	0.5mmPb	拟新配
5		可裁剪适形铅橡胶块	若干	0.5mmPb	拟新配
6	陪检者	铅橡胶帽子	1	0.5mmPb	拟新配
7		铅橡胶颈套	1	0.5mmPb	拟新配
8		铅衣	1	0.5mmPb	拟新配

辐射监测设备及质控仪器如下表所示：

表 10-5 监测仪器

序号	名称	数量（套/个）	检定/校准	备注
1	放疗剂量检测仪	1	需检定	拟配置
2	X/γ 个人剂量报警仪	2	需检定	拟配置
3	X/γ 辐射剂量率巡测仪	1	需校准	拟配置
4	固定式辐射剂量报警仪	1	需检定	拟配置
5	个人剂量计	4	需校准	拟配置

注：仅进入治疗室的工作人员需配备 X/γ 个人剂量报警仪。

10.2.8 辐射防护设施

（1）机房采取的辐射安全与防护措施

①浅层 X 射线放射治疗系统机房按设计厚度进行建设，东侧上丁企业公园 1 幢、南侧和顶棚周围剂量当量率小于 1μSv/h，机房东侧其他区域（室外绿化带区域和停车场）

和地下停车场周围剂量当量率小于 $10\mu\text{Sv/h}$ ，西侧周围剂量当量率小于 $4\mu\text{Sv/h}$ ，北侧和其他区域周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

②浅层 X 射线治疗室的 2 个门为铅防护门，观察窗四周配备防护窗套，窗套屏蔽能力与铅玻璃屏蔽能力相当。

③拟设置从治疗内开启防护门的手动开门装置。

④控制室设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床的视频装置；设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

⑤治疗机房门上明显位置设置电离辐射警告标志、辐射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句：治疗机房门有联锁装置（门灯联锁、门机联锁），且工作状态指示灯和与治疗机房相通的门能有效联动。制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。治疗机房门口设置有红外防夹装置。

⑥公司拟配备适量的符合防护要求的个人防护用品，如铅衣、铅围裙、铅眼镜等以及各种辅助防护用品等。治疗过程中，辐射工作人员不进入治疗机房，仅在操作间进行操作，医护人员应佩戴个人剂量计。

（2）人员辐射安全措施

1）辐射工作人员

①时间防护

在满足诊疗要求的前提下，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择可行尽量低的射线装置参数，以尽量缩短曝光时间，减少辐射工作人员和患者的受照射时间。

②距离防护

在满足诊疗要求的前提下，人员保持与射线源尽可能大的距离，使距离最大化。

③屏蔽防护

在治疗过程中，工作人员隔室操作。

④剂量防护

为了确保医护人员的安全，操作人员在操作期间，必须佩戴个人剂量计。安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射职业人员个人剂量档案。个人剂量仪委托有资质单位

定期进行监测，并对监测报告进行存档。

2) 患者

①源项控制

在满足诊疗要求的前提下，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择能达到诊疗要求最低的射线照射参数，使射线强度最小化。

②时间防护

在满足诊疗要求的前提下，尽量缩短照射时间，照射时间最小化。

③距离防护

在满足诊疗要求的前提下，使患者和受检者离射线源尽可能远。

④屏蔽防护

受检者需配有 1 个铅帽、1 个铅防护眼镜、1 个铅围裙等个人防护用品（防护用品铅当量不小于 0.5mmPb）。

3) 公众

公众主要依托辐射场所的屏蔽墙体、防护门屏蔽射线；同时，通过对辐射工作场所的两区划分管理，增加公众与辐射源的防护距离，减少其受到的 X 射线辐射。

10.3 “三废”的治理

本项目 X 射线装置在工作过程中产生的 X 射线，不产生放射性三废。不再使用的铅防护用品由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。

10.3.1 废水

本项目运行后不新增劳动定员，不新增废水，生活污水依托现有废水处理设施处理达标后排入市政管网。冷却系统纯水在运行过程中蒸发损耗，仅补充不更换，无废液产生。

10.3.2 废气

浅层 X 射线放射治疗系统运行过程中，不产生放射性废气，治疗机房内会产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物。本项目拟机房内设置一套排风系统与医院排风系统连接，由排风井引至楼外 3m 高处排放，进风口设在靠患者防护门 1/3 处机房中上部，采用“直穿墙”穿越墙顶部墙体，排风口设在机房下部，进风口与排风口位置对角设置，进风及排风管

道穿墙前后采用 4mm 厚铅板进行屏蔽防护补偿。根据医院提供资料，治疗室内排风机排风量为 1000m³/h，结合治疗室内容积 67.527m³ 计算，治疗室内通风效率为 14.8 次/h。满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。

10.3.3 固体废物

本项目放射工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。不再使用的铅防护用品由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。

10.4 拟采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

根据上文介绍，项目采取的辐射防护措施与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）要求浅层 X 射线治疗机房辐射防护设施、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）要求浅层 X 射线治疗机房辐射防护设施等标准和规范的相关要求对比情况见下表。

表 10-6 各项辐射安全与防护措施对照分析表

《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）		
辐射防护要求	设计情况	符合性
放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。	治疗机房设备设计带有门机联锁装置，治疗机房内有紧急开门按钮，防护门设计了防挤压功能。	符合
医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：a）放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；b）放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	控制室和治疗室门口设有电离辐射警告标志，控制室和治疗机房门上方设置有工作状态指示灯。	符合
放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器治疗机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使治疗机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。	共设置 7 个急停按钮，在治疗器上和 控制室操作台各设置 1 个急停按钮，剩下 5 个分别位于四周墙面。按下任何紧急关闭开关之后，装置将立即关闭。	符合
控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置，还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。	治疗机房设置有视频监控及对讲装置，实施治疗过程中的监控以及操作者和患者之间进行双向交流。	符合
《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）		
辐射防护要求	设计情况	符合性
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。	治疗机房设置于江渝医院门诊部 1 楼东北角。江渝医院租赁上丁企业公园 35 幢整栋建筑作为医疗用途，为独立	符合

	的医疗公共建筑，非民居、写字楼或商住两用建筑。	
放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。	治疗机房位于医院一层东北角，西侧为走廊，东侧为室外绿化带区域和停车场，南侧为检验科办公室，北侧为控制室。为一个相对独立的区域，避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域和人员流动性大的商业活动区域。	符合
术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施，并尽量设在医院手术区的最内侧，与相关工作用房（如控制室或专用于术中放射治疗设备。调试、维修的房间）形成一个相对独立区域；术中控制台应与治疗设备分离，实行隔室操作，控制台可设在控制室或走廊内。	放射治疗期间，采取隔室操作，相关用房为独立的区域。控制室设置在治疗室北侧。	符合
放射治疗场所应划分控制区和监督区。	已按照要求划分监督区和控制区	符合
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置电离辐射警告标志和工作状态。指示灯；c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。	已设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯；放射治疗工作场所控制区的进出口防护门设置电离辐射警告标志，控制室治疗机房设置视频监控及对讲装置。	符合
放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：a) 放射治疗室应设置门机联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束/状态下开门停止出束。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。	治疗机房设备设计带有门机联锁装置，治疗机房内有紧急开门按钮，防护门设计了防挤压功能，在治疗器上和控制室操作台及治疗室四周墙壁设置急停按钮。	符合
《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）		
标准要求	实施方案	符合性
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；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。	项目工作人员主要辐射来自前方，拟要求工作人员在左胸前或锁骨对应的领口位置佩戴个人剂量计。	符合
7.3.1 制定和严格遵守剂量计发放、佩戴、运输、回收和保存等环节的操作规程。	医院拟制定并严格遵守剂量计发放、佩戴、运输、回收和保存等环节的操	符合

	作规程。	
7.3.2 个人剂量计在非工作期间避免受到任何人工辐射的照射。	医院严格要求辐射工作人员个人剂量计在非工作期间避免受到任何人工辐射的照射。	符合

根据上表可知，项目采取的各项辐射安全与防护措施满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

施工期主要为用房的改造和装修，设备的安装等工作，主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

施工扬尘主要为项目用房现有用房改造时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘为机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘，项目位于医院门诊部 1 楼东北角，所在区域比较独立，用封闭施工区域，洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

施工噪声主要来自项目用房改造、装修及现场处理等，采取合理安排施工时间，选择低噪声设备和工艺等措施减少施工噪声影响。

施工期废水主要为施工人员产生的少量生活污水，生活污水依托医院现有的废水处理系统处理。

固体废物：主要为现有用房改造、装修过程中产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾运至市政指定的弃渣场，生活垃圾交环卫部门统一收运处置。

本项目工程量小，且均在建筑物内施工，对外环境及保护目标的影响较小；项目施工期短，施工期产生的影响随着施工的结束而消失，环境可以接受。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 机房屏蔽

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的计算公式。

①对给定的铅厚度，依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值按下式计算屏蔽透射因子 B：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) \bullet e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式 1})$$

式中：

B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参；

γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度。

②依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值和 1 中的 B 值，使用下式计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X。

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad (\text{公式 2})$$

式中：

X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α —不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B—给定铅厚度的屏蔽透射因子。

β —不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

根据 1 及 2 式计算，本项目浅层 X 射线治疗系统治疗机房屏蔽材料（实心砖、钢板、混凝土）等效铅当量厚度折算见表 11-2，本项目治疗机房屏蔽防护设计方案见表 11-2。

表 11-1 本项目浅层 X 射线治疗系统治疗机房屏蔽体等效铅当量厚度计算表

不同材料 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数

材料	屏蔽材料	α	β	γ
100kV（主束）	铅	2.500	15.28	0.7557
100kV（散射）	铅	2.507	15.33	0.9124
100kV（主束）	混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
100kV（散射）	混凝土	0.03950	0.08440	0.5191
100kV（有用线束）	实心砖	0.03520	0.0880	1.149

注： α 、 β 、 γ 取值参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2

表 11-2 本项目浅层 X 射线治疗系统治疗机房辐射屏蔽措施一览表

屏蔽防护体	屏蔽防护建设厚度	折算铅当量
东墙	24cm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板	5.78mmPb
西墙	24cm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板	5.78mmPb
南墙	24cm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板	5.78mmPb
北墙	24cm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板	5.78mmPb
顶棚	12cm 现浇混凝土楼板+龙骨钢架+2mmPb 硫酸钡板	3.84mmPb
地板	17cm 现浇混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡水泥砂浆	5.57mmPb
铅门	4mmPb 成品铅防护门	4mmPb
铅窗	4mmPb 成品铅玻璃观察窗	4mmPb

注：①实心砖的密度是 1.65g/cm³，混凝土密度为 2.35g/cm³，铅密度为 11.3g/cm³，硫酸钡水泥密度 3.2g/cm³。

②参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量，当管电压（有用线束）为 100kV 时，查表计算 100mm 混凝土约折合为 1.51mm 铅当量，当管电压（非有用线束）为 100kV 时，100mm 混凝土约折合为 1.53mm 铅当量。

③参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录的 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量，当管电压为 100kV 时，以有用线束方向保守查表计算 240mm 砖约折合为 2.78mm 铅当量。

11.2.2 周围剂量率估算

对于同一种厚度的屏蔽体，电压越大其屏蔽透射因子 B 越大，屏蔽体外的周围剂量率越大，故本次选取最大电压 100kV（此时输出电流 8mA）工况，1m 处剂量率 8.44Gy/h 进行屏蔽效能核算。

（1）估算公式

①主射辐射剂量率计算，参考《辐射防护手册 第一分册》（李德平、潘自强主编）中给出的公式计算；对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 计算：

$$H = \frac{H_0 \cdot B \cdot I}{d^2} \quad (\text{公式 4})$$

式中：

H—关注点注射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —通过上表最后一列数据单位换算而得， $\mu\text{Gy/h}$ ；

d—关注点至靶点距离；

B—透射因子；

I—额定电流，mA；

②泄漏射线对关注点的辐射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册—辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）中给出的公式计算；对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 计算。

$$H_L = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{公式 5})$$

式中：

H_L —关注点漏射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f—设备射线泄漏率，取 0.1%；

H_0 —距 X 射线治疗机靶点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；（管电压 100kV 时，离靶点 1m 处剂量率 8.44Gy/h）

d—关注点至靶点距离；

B—透射因子；

根据《医用治疗 X 线卫生防护规定》（GBW-2-80）中“管电压 50~100kV 浅层治疗机距焦点 1m 处漏射线限制量 0.1R/h”的规定，以及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《医用电气设备 第 2-68 部分：...X 射线图像引导放射治疗设备的基本安全和基本性能专用要求》（YY 9706.268-2022）的相关要求，泄漏辐射控制值：在最大治疗条件下，距 X 射线源组件表面 1m 处，泄漏辐射所致空气比释动能率 $\leq 0.1\text{mGy/h}$ 。

③对于散射 X 射线可以用反照率法估计。散射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册—辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）P437：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \delta \cdot B \cdot S}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{公式 6})$$

式中：

H_s ——关注点散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ——距 X 射线治疗机靶点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；（管电压 100kV 时，离靶点 1m 处剂量率 8.44Gy/h）

δ ——患者 400cm² 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm² 面积上的散射因子；本项目设备最大管电压为 100kV，查《辐射防护手册第一分册》表 10.1，a 取值为 0.0013(90° 散射)， $\delta=a/400=3.25 \times 10^{-6}$ ；

S——散射面积，根据医院提供资料：设备说明书中限束器种类，见表 11-4，治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，取 144cm²（该系统配备限束器最大尺寸为 18cm×8cm）；

d_0 ——源与病人的距离，取 0.25m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

表 11-4 主要技术参数一览表

设备参数	参 数
射线模式	X 射线
参数分档	100kV@8mA、70kV@10mA 和 50kV@10mA
最大剂量率	225cGy/min（100kV）
出束时间	0.1~3min
限束器尺寸	φ1.5cm、φ3cm、φ5cm、φ7.3cm、φ10cm、18cm×8cm 各一个
源皮距 SSD	15cm、25cm

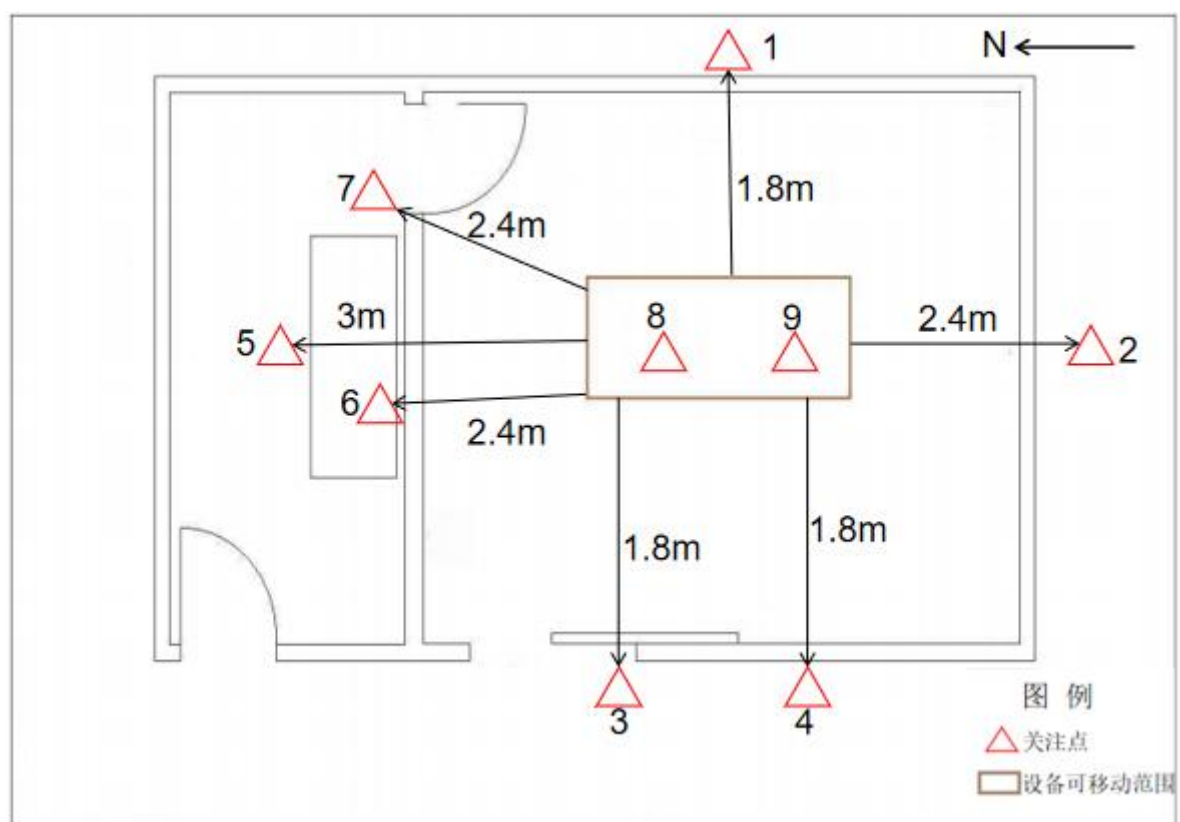
（2）关注区域选取

主束区：仅考虑有用束的直接照射，忽略进入该区的泄漏辐射和散射辐射；

其它非主束区：考虑泄漏辐射和散射辐射。

根据医院提供资料，拟配置的 SRT-100 浅层 X 射线放射治疗系统出束方向虽为旋转可调（设备自带有一个限位器，限制在小于 30° 的角度旋转），但使用过程中均采用向下照射的方式进行治疗并拟在治疗室地面标记区域框限定 X 射线治疗机使用范围。在综合考虑上述因素、设备使用范围及场所布局等因素后，提出本项目关键评估点。本项目

治疗室投用后，治疗机主射方向朝向地面，楼下为停车场的停车位，故需对地下进行屏蔽核算。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离治疗室最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。因此评价选取东侧墙体外 30cm 处（1 点）、南侧墙体外 30cm 处（2 点）、西侧防护门外 30cm 处（3 点）、西侧墙体外 30cm 处（4 点）、北侧观察窗外 30cm 处（5 点）、北侧墙体外 30cm 处（6 点）、北侧防护门外 30cm 处（7 点）、二楼距地面 1m 处（8 点），距楼下地面 170cm 处（9 点）对泄漏辐射和散射辐射做出预测分析。本项目各关注点分布示意简图如图 11-1 所示。本项目各关注点分布示意图如下图所示。



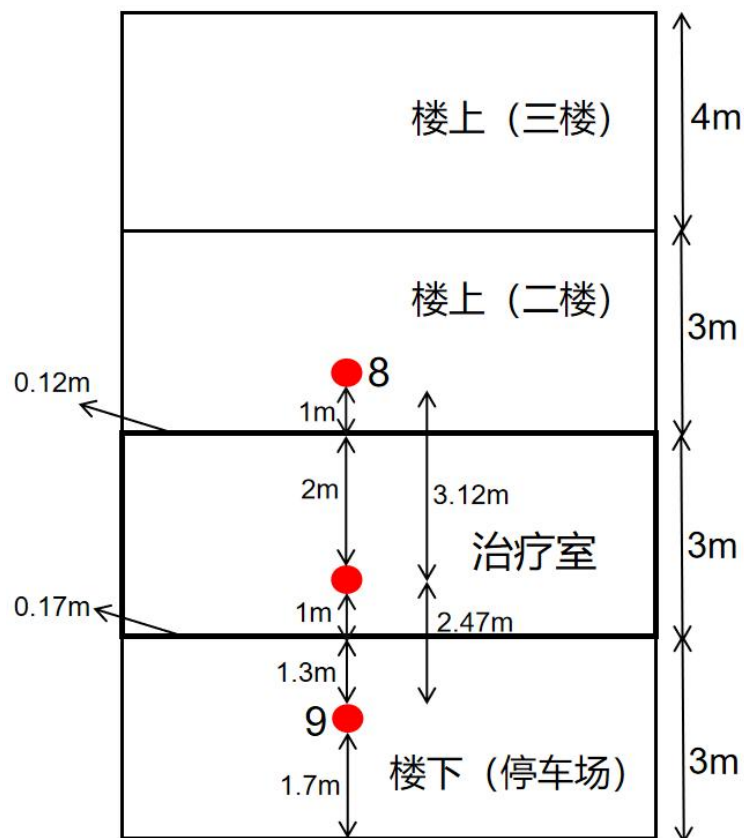


图 11-1 各关注点分布示意简图

表 11-5 主射剂量率估算结果

编号	关注点位置	距离 R/m	铅当量 X/mm	透射因子 B	1m 处剂量 率 Gy/h	额定电流 (mA)	剂量率 $\mu\text{Gy/h}$
1	距楼下地面 170cm 处	2.47	5.57	5.08E-08	8.44	8	7.40E-01

注：治疗机主射方向朝向地面。

表 11-6 各关注点泄漏辐射剂量率估算结果

编号	方位	关注点位置	距离 R/m	铅当量 X/mm	透射因子 B	1m 处剂量 率 Gy/h	剂量率 $\mu\text{Gy/h}$
1	东侧	墙体外 30cm 处（室外绿化区域和停车场）	1.8	5.78	3.95E-08	8.44	1.03E-04
2	南侧	墙体外 30cm 处（检验科办公室）	2.4	5.78	3.39E-06	8.44	4.96E-03
3	西侧	墙体外 30cm 处（走廊）	1.8	5.78	3.39E-06	8.44	8.82E-03
4		防护门外 30cm 处（走廊）	1.8	4	3.95E-08	8.44	1.03E-04
5	北侧	观察窗外 30cm 处（控制室）	3	4	3.95E-08	8.44	3.71E-05
6		墙体外 30cm 处（控制室）	2.4	5.78	3.95E-08	8.44	5.79E-05

7		防护门外 30cm 处（控制室）	2.4	4	3.39E-06	8.44	4.96E-03
8	楼上	二楼 1m 处	3.12	3.84	5.05E-06	8.44	4.38E-03
9	北侧	监控室	3	5.78	3.95E-08	8.44	3.71E-05
10	南侧	消防通道、楼梯、厕所等	6	5.78	3.95E-08	8.44	9.27E-06
11		院外道路	19	5.78	3.95E-08	8.44	9.24E-07
12	西南侧	DR 室	5	5.78	3.95E-08	8.44	1.33E-05
13		中药房、西药房、收费室	11	5.78	3.95E-08	8.44	2.76E-06
14		临床检验室、生化检验室	20	5.78	3.95E-08	8.44	8.34E-07
15		电梯、医梯	25	5.78	3.95E-08	8.44	5.34E-07
16		门诊前台及配套休息等候区	29	5.78	3.95E-08	8.44	3.97E-07
17		治疗室、理疗科、办公室、中医科	40	5.78	3.95E-08	8.44	2.09E-07
18	西侧	操作室、CT 室	5	5.78	3.95E-08	8.44	1.33E-05
19		库房、机房	11	5.78	3.95E-08	8.44	2.76E-06
20		门诊 1~8	21	5.78	3.95E-08	8.44	7.57E-07
21	楼上	其他科室及住院部（治疗室、病房、办公室、处置室、值班室、抢救室、护士站及配套休息区、厕所、库房、楼梯、电梯、医梯、清洁间、待产室、更衣间、OR3、污物走廊、VIP 室、会议室）	3.12	3.84	5.05E-06	8.44	4.38E-03
22	北侧	院外道路	9	5.78	3.95E-08	8.44	4.12E-06
23		室外空调区	6	5.78	3.95E-08	8.44	9.27E-06
24	东北侧	上丁企业公园 37 幢	27	5.78	3.95E-08	8.44	4.58E-07
25	东侧	上丁企业公园 1 幢	2	5.78	3.95E-08	8.44	8.34E-05
26	南侧	院外停车场	19	5.78	3.95E-08	8.44	9.24E-07

27		院外道路（南侧）	24	5.78	3.95E-08	8.44	5.79E-07
28	西北侧	上丁企业公园 8 幢	26	5.78	3.95E-08	8.44	4.94E-07

表 11-7 各关注点散射辐射剂量率估算结果

编号	方位	关注点位置	距离 R/m	铅当量 X/mm	透射因子 B	1m 处剂量 率 Gy/h	剂量率 μGy/h
1	东侧	墙体外 30cm 处（室外绿化区域和停车场）	1.8	5.78	5.93E-08	8.44	1.16E-03
2	南侧	墙体外 30cm 处（检验科办公室）	2.4	5.78	5.14E-06	8.44	5.64E-02
3	西侧	墙体外 30cm 处（走廊）	1.8	5.78	5.14E-06	8.44	1.00E-01
4		防护门外 30cm 处（走廊）	1.8	4	5.93E-08	8.44	1.16E-03
5	北侧	观察窗外 30cm 处（控制室）	3	4	5.93E-08	8.44	4.16E-04
6		墙体外 30cm 处（控制室）	2.4	5.78	5.93E-08	8.44	6.50E-04
7		防护门外 30cm 处（控制室）	2.4	4	5.14E-06	8.44	5.64E-02
8	楼上	二楼 1m 处	3.12	3.84	7.68E-06	8.44	4.98E-02
9	北侧	监控室	3	5.78	5.93E-08	8.44	4.16E-04
10	南侧	消防通道、楼梯、厕所等	6	5.78	5.93E-08	8.44	1.04E-04
11		院外道路	19	5.78	5.93E-08	8.44	1.04E-05
12	西南侧	DR 室	5	5.78	5.93E-08	8.44	1.50E-04
13		中药房、西药房、收费室	11	5.78	5.93E-08	8.44	3.10E-05
14		临床检验室、生化检验室	20	5.78	5.93E-08	8.44	9.37E-06
15		电梯、医梯	25	5.78	5.93E-08	8.44	5.99E-06
16		门诊前台及配套休息等候区	29	5.78	5.93E-08	8.44	4.45E-06
17		治疗室、理疗科、办公室、中医科	40	5.78	5.93E-08	8.44	2.34E-06
18	西侧	操作室、CT 室	5	5.78	5.93E-08	8.44	1.50E-04
19		库房、机房	11	5.78	5.93E-08	8.44	3.10E-05

20		门诊 1~8	21	5.78	5.93E-08	8.44	8.49E-06
21	楼上	其他科室及住院部（治疗室、病房、办公室、处置室、值班室、抢救室、护士站及配套休息区、厕所、库房、楼梯、电梯、医梯、清洁间、待产室、更衣间、OR3、污物走廊、VIP 室、会议室）	3.12	3.84	7.68E-06	8.44	4.98E-02
22	北侧	院外道路	9	5.78	5.93E-08	8.44	4.63E-05
23		室外空调区	6	5.78	5.93E-08	8.44	1.04E-04
24	东北侧	上丁企业公园 37 幢	27	5.78	5.93E-08	8.44	5.14E-06
25	东侧	上丁企业公园 1 幢	2	5.78	5.93E-08	8.44	9.37E-04
26	南侧	院外停车场	19	5.78	5.93E-08	8.44	1.04E-05
27		院外道路（南侧）	19	5.78	5.93E-08	8.44	6.50E-06
28	西北侧	上丁企业公园 8 幢	26	5.78	5.93E-08	8.44	5.54E-06

表 11-8 各关注点辐射剂量率

编号	方位	关注点位置	主要辐射剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	泄漏辐射剂量率 H_L ($\mu\text{Gy/h}$)	散射辐射剂量率 H_s ($\mu\text{Gy/h}$)	总有效剂量率 H_R ($\mu\text{Gy/h}$)
1	东侧	墙体外 30cm 处(室外绿化区域和停车场)	/	1.03E-04	1.16E-03	1.26E-03
2	南侧	墙体外 30cm 处(检验科办公室)	/	4.96E-03	5.64E-02	6.14E-02
3	西侧	墙体外 30cm 处(走廊)	/	8.82E-03	1.00E-01	1.09E-01
4		防护门外 30cm 处(走廊)	/	1.03E-04	1.16E-03	1.26E-03
5	北侧	观察窗外 30cm 处(控制室)	/	3.71E-05	4.16E-04	4.53E-04
6		墙体外 30cm 处(控制室)	/	5.79E-05	6.50E-04	7.08E-04
7		防护门外 30cm 处(控制室)	/	4.96E-03	5.64E-02	6.14E-02
8	楼上	二楼 1m 处	/	4.38E-03	4.98E-02	5.42E-02

9	楼下	距楼下地面 170cm 处	7.40E-01	/	/	5.62E-01
10	北侧	监控室	/	3.71E-05	4.16E-04	4.53E-04
11	南侧	消防通道、楼梯、厕所等	/	9.27E-06	1.04E-04	1.13E-04
12		院外道路	/	9.24E-07	1.04E-05	1.13E-05
13	西南侧	DR 室	/	1.33E-05	1.50E-04	1.63E-04
14		中药房、西药房、收费室	/	2.76E-06	3.10E-05	3.37E-05
15		临床检验室、生化检验室	/	8.34E-07	9.37E-06	1.02E-05
16		电梯、医梯	/	5.34E-07	5.99E-06	6.53E-06
17		门诊前台及配套休息等候区	/	3.97E-07	4.45E-06	4.85E-06
18		治疗室、理疗科、办公室、中医科	/	2.09E-07	2.34E-06	2.55E-06
19	西侧	操作室、CT 室	/	1.33E-05	1.50E-04	1.63E-04
20		库房、机房	/	2.76E-06	3.10E-05	3.37E-05
21		门诊 1~8	/	7.57E-07	8.49E-06	9.25E-06
22	楼上	其他科室及住院部（治疗室、病房、办公室、处置室、值班室、抢救室、护士站及配套休息区、厕所、库房、楼梯、电梯、医梯、清洁间、待产室、更衣间、OR3、污物走廊、VIP 室、会议室）	/	4.38E-03	4.98E-02	5.42E-02
23	北侧	院外道路	/	4.12E-06	4.63E-05	5.04E-05
24		室外空调区	/	9.27E-06	1.04E-04	1.13E-04
25	东北侧	上丁企业公园 37 幢	/	4.58E-07	5.14E-06	5.60E-06
26	东侧	上丁企业公园 1 幢	/	8.34E-05	9.37E-04	1.02E-03
27	南侧	院外停车场	/	9.24E-07	1.04E-05	1.13E-05
28		院外道路（南侧）	/	5.79E-07	6.50E-06	7.08E-06

29	西北侧	上丁企业公园 8 幢	/	4.94E-07	5.54E-06	6.04E-06
----	-----	------------	---	----------	----------	----------

由表 11-5、11-7 可知，浅层 X 射线放射治疗机房各屏蔽体表面处 0.3m 处的辐射剂量率估算值为 $2.34\text{E}-06\sim 7.40\text{E}-01\mu\text{Gy/h}$ ；有效剂量率与吸收剂量换算系数，取 1Sv/Gy ，则本项目治疗室东侧其他区域（室外绿化带区域和停车场）和地下停车场周围剂量当量率小于 $10\mu\text{Sv/h}$ ，西侧周围剂量当量率小于 $4\mu\text{Sv/h}$ ，东侧上丁企业公园 1 幢、南侧和顶棚周围剂量当量率小于 $1\mu\text{Sv/h}$ ，北侧和其他区域周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；故不考虑天空反散射。满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的辐射防护要求。浅层 X 射线放射治疗机房各屏蔽面的防护效果较好。

11.2.3 辐射屏蔽类比分析

（1）类比条件

为了解同类型的产品在实际运行下对周围环境的影响情况，本评价采用类比方法进行。类比对象为重庆市中医院浅放治疗室的相同型号浅层 x 射线放射治疗系统。类比条件分析见下表所示。

表 11-9 类比条件对比表

对比项目	类比对象	本项目	对比情况
设备名称和型号	SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统	SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统	相同
布置位置	专用治疗室内	专用治疗室内	基本一致
射线管额定参数	管电压：100kV 管电流：10mA	管电压：100kV 管电流：10mA	相同
屏蔽材料厚度	东墙为 20cm 厚空心砖+3mm 铅板，西墙、南墙为 24cm 实心页岩砖+1mm 铅板，北墙为 20cm 混凝土，天棚为 200mm 混凝土，防护门及观察窗为 3mmPb 当量。	四周墙体为 24cm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板；顶棚为 12cm 现浇混凝土楼板+龙骨钢架+2mmPb 硫酸钡板；地板为 17cm 现浇混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡水泥砂浆；窗为 4mmPb 当量。	本项目屏蔽材料稍厚
尺寸	$5.4\text{m}\times 4.8\text{m}\times 3.5\text{m}$	$6.1\text{m}\times 4.1\text{m}\times 2.7\text{m}$	/
用途	皮肤抗瘢痕增生治疗	皮肤抗瘢痕增生治疗	相同
外环境	医院内部	医院内部	相同

根据上表可知：

①本项目浅层 x 射线放射治疗系统与重庆市中医院治疗室为相同型号设备，额定电压、额定电流均一样。

②从屏蔽材料厚度综合来看，本项目机房屏蔽较厚。

③均用做皮肤抗瘢痕增生治疗。

综上所述，采用重庆市中医院治疗室浅层 X 射线放射治疗系统的现场运行监测结果，基本能反映本项目浅层 X 射线放射治疗系统在运行时对周围环境的影响情况。

（2）类比结果分析

2018 年 9 月 5 日，重庆郑尔科技集团医学研究院股份有限公司对重庆市中医院治疗室浅层 X 射线放射治疗系统在较大工况下运行时的辐射工作环境现状进行了监测，监测报告：渝郑放检字[2018]0126 号。

监测时的运行工况为：监测时高压为 100kV，电流为 8mA。

监测点位布置见图 11-2 所示，监测结果见表 11-10 所示。



图 11-2 监测布点示意图

表 11-10 现状监测结果统计表

点位编号	监测点描述	检测结果
		周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
$\triangle 1$	控制室观察窗表面 30cm	0.09
$\triangle 2,3,4,5$	控制室观察窗四周缝隙 30cm 处	0.08
$\triangle 6,7$	工作人员操作位	0.09
$\triangle 8$	机房防护门表面 30cm 处	0.09
$\triangle 9,10,11,12$	机房防护门四周缝隙 30cm 处	0.10
$\triangle 13,14,15$	机房南墙外表面 30cm 处	0.11

△16,17,18	机房西墙外表面 30cm 处	0.12
△19,20,21	机房东墙外表面 30cm 处	0.12
△22	机房楼上距地面 100cm 处	0.12

根据监测结果,医院旧治疗室浅层 X 射线放射治疗系统机房墙体外周围剂量当量率测值在 0.08~0.12uSv/h 之间,满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)中的相关要求。因此,根据类比可行性分析可以预测,本项目浅层 X 射线放射治疗系统在新治疗室运行后,其机房外 30cm 处的周围剂量当量率能满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)的屏蔽防护的要求。

11.2.4 个人剂量估算

11.2.4.1 工作量

项目投入使用后,预计每天最多治疗 20 人次,周工作 5 天,年工作 250 天。平均每人最大照射治疗时间 3min,周治疗照射时间 5h,年治疗照射时间 250h。

本项目工作负荷见表 11-11:

表 11-11 工作负荷一览表

位置	年开展工作量	每人最大照射时间	年照射时间
门诊部 1 楼东北角 浅放治疗机房	5000 人次	3min	250h

11.2.4.1 估算方法

相关人员收到的年有效剂量计算公式如下:

$$H_w = H_R \cdot K \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (\text{公式 7})$$

式中:

H_w ——年有效剂量, mSv/a;

H_R ——关注点的辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

K ——有效剂量与吸收剂量换算系数, 取 1Sv/Gy;

t ——年照射时间, h/a;

T ——居留因子, 参照《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)附录 A 取值。

11.2.4.1 估算结果

(1) 职业人员年附加有效剂量

根据前文计算结果, 结合公式 7, 职业人员可能受到的附加年有效剂量见表 11-12。

表 11-12 控制室职业人员附加年有效剂量估算结果一览表

关注点位		剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)			年照射时间 (h/a)	居留因子	附加有效剂量估算 (mSv/a)
		本项目	现有项目 ^①	叠加			
北侧	辐射工作人员	6.14E-02	6.70E-02	1.88E-01	250	1	6.24E-02
			1.21E-01				

注: ①表中“现有项目”剂量率数据, 引自医院提供的辐射环境现状检测报告中机房墙外表面 30cm 东墙检测值最大值。

由表可知, 本项目控制室职业人员年附加有效剂量最大为 $6.24\text{E-}02\text{mSv/a}$, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中要求的工作人员连续 5 年年平均有效剂量 (20mSv), 也满足本次环评提出的年剂量约束限值 (5mSv)。

(1) 公众人员年附加有效剂量

根据前文计算结果, 公众受到的年有效剂量见下表。

表 11-13 公众受到的年有效剂量估算结果一览表

关注点位		总剂量率（μSv/h）			年照射时间（h/a）	居留因子	附加有效剂量估算（mSv/a）
		本项目	现有项目 ①	叠加			
所在医院大楼							
南侧	检验科办公室	6.14E-02	1.13E-04	6.15E-02	250	1	1.54E-02
西侧	走廊	1.09E-01	7.52E-03	1.17E-01	250	1/4	7.29E-03
	防护门	1.26E-03	3.08E-04	1.57E-03	250	1/8	4.90E-05
距楼下地面 170cm 处	停车场	7.40E-01	1.11E-03	7.40E-01	250	1/40	4.63E-03
北侧	监控室	4.53E-04	3.26E-05	4.86E-04	250	1	1.21E-04
南侧	消防通道、楼梯、 厕所等	1.13E-04	4.62E-05	1.60E-04	250	1/8	4.98E-06
西南侧	中药房、西药房、 收费室	3.37E-05	3.49E-05	6.86E-05	250	1	1.72E-05
	临床检验室、生化 检验室	1.02E-05	1.53E-05	2.55E-05	250	1	6.37E-06
	电梯、医梯	6.53E-06	6.79E-06	1.33E-05	250	1/5	6.66E-07
	门诊前台及配套 休息等候区	4.85E-06	4.50E-06	9.35E-06	250	1	2.34E-06
	治疗室、理疗科、	2.55E-06	1.45E-06	4.00E-06	250	1	1.00E-06

	办公室、中医科						
西侧	库房、机房	3.37E-05	1.44E-05	4.81E-05	250	1/4	3.01E-06
	门诊 1~8	9.25E-06	6.75E-06	1.60E-05	250	1	4.00E-06
楼上（2F—3F）	其他科室及住院部（治疗室、病房、办公室、处置室、值班室、抢救室、护士站及配套休息区、厕所、库房、楼梯、电梯、医梯、清洁间、待产室、更衣间、OR3、污物走廊、VIP 室、会议室）	5.42E-02	2.09E-04	5.44E-02	250	1	1.36E-02
院外							
北侧	院外道路	5.04E-05	1.18E-05	6.22E-05	250	1/40	3.89E-07
	室外空调区	1.13E-04	1.67E-05	1.30E-04	250	1/40	8.13E-07
东北侧	上丁企业公园 37 幢	5.60E-06	1.45E-06	7.05E-06	250	1	1.76E-06
东侧	上丁企业公园 1 幢	1.02E-03	1.53E-04	1.17E-03	250	1	2.93E-04
	其他区域（室外绿化带区域和停车场）	1.26E-03	3.09E-05	1.29E-03	250	1/40	8.06E-06
南侧	院外停车场	1.13E-05	5.21E-06	1.65E-05	250	1/40	1.03E-07
	院外道路	7.08E-06	3.26E-06	1.03E-05	250	1/40	6.47E-08
西北侧	上丁企业公园 8 幢	6.04E-06	3.01E-06	9.04E-06	250	1	2.26E-06
注：①根据表 11-10 中现有项目叠加值和公式 3 计算得出。							

由上表可知，浅层 X 射线治疗室外周围公众受到的有效剂量最大值为 1.54E-02mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众年有效剂量约束值（公众人员 0.1mSv/a）。对于表 7-1 所列的其他环境保护目标，由于距本项目距离更远，考虑其他功能房间多道墙体的屏蔽，人员停留位置处剂量率将更低。

11.2.5 废气影响分析

本项目拟机房内设置一套排风系统与医院排风系统连接，由排风井引至楼外 3m 高

处排放，进风口设在靠患者防护门 1/3 处机房中上部，采用“直穿墙”穿越墙顶部墙体，排风口设在机房下部，进风口与排风口位置对角设置，进风及排风管道穿墙前后采用 4mm 厚铅板进行屏蔽防护补偿。治疗室内排风机排风量为 1000m³/h，结合治疗室内容积 67.527m³ 计算，治疗室内通风效率为 14.8 次/h。满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。

11.2.6 废水影响分析

本项目不新增劳动定员，不新增废水，生活污水依托现有废水处理设施处理后排入市政污水管网，对地表水环境影响很小。冷却系统纯水在运行过程中蒸发损耗，仅补充不更换，无废液产生。

11.2.7 固体废物影响分析

本项目不新增劳动定员，放射工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。不再使用的铅防护用品由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。

11.5 事故影响分析

11.5.1 辐射事故类型

除病人外其他与治疗无关人员（如放射工作人员、清洁人员等）在防护门关闭前因未及时撤离，防护门未关闭或射线装置工作时门被开启，造成放射工作人员、公众成员的误照射。本项目可能发生的辐射事故主要有：

①安全联锁装置失效

由于门机联锁装置失效，设备出束时防护门未关闭或门被意外开启，射线仍然能发射，造成射线外泄，可能对辐射工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

②人员滞留治疗室内

工作人员或设备维修人员通过防护门进入治疗室内，开机出束前工作人员未对治疗室内部进行充分确认，从而导致滞留在治疗室内的人员被误照射。

③X 射线管丧失自身屏蔽

X 射线管是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）

可能无意中将设备管头上的屏蔽块移走，使 X 射线管丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽体外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

11.5.2 事故后果分析

①安全联锁装置失效

安全联锁装置失效情况下，设备出束时防护门未关闭或门被意外开启，防护门外区域为事故核算点位，此时该区域无屏蔽遮挡，射线外泄导致其他人员受到误照射，事故发生时可立即按下急停按钮停止 X 射线出束，此种事故情景的后果估算见表 11-14。

表 11-14 安全联锁装置失效事故后果估算表

事故情景	治疗室西侧外剂量率 （防护门外）uGy/h	误照射时间	吸收剂量（mGy）
安全联锁装置失效	1.26E-03	2s	7.00E-10
		10s	3.50E-09
		30s	1.05E-08
		1min	2.10E-08
备注：铅门外剂量率取治疗室防护门外西侧剂量率。			

②人员滞留治疗室内

为能够反映浅放室对其他医务工作人员的辐射影响，非相关人员或公众在治疗过程中滞留于浅放室内，其他医护人员或者公众停留时间为 1min，距机头距离 1m，距机头 1m 处周围剂量当量率为： $8.44 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ，根据公式 7，事故情况下因本项目受到的有效辐射剂量为：140mSv/次，超过（GB18871-2002）中公众 5 个连续年的年平均剂量限值（1mSv）。

③射线管丧失自身屏蔽

X 射线管失去自身屏蔽后可导致治疗系统各侧均受到有用线束的照射，此时治疗室内地下屏蔽体外剂量率最大，若工作人员佩戴个人剂量报警仪则此类事故容易被发现，及时按下急停按钮即能停止 X 射线出束，假设工作人员 1 天未佩戴个人剂量报警仪，此种事故情景的后果估算见表 11-15。

表 11-15 射线管丧失自身屏蔽事故后果估算表

事故情景	治疗室外最大剂量率 (地下停车场) uGy/h	误照射时间	吸收剂量 (mGy)
X 射线管丧失自身屏蔽	7.40E-01	2s	4.11E-07

蔽		10s	2.05E-06
		30s	6.16E-06
		1min	1.23E-05

11.5.3 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。

这类症状存在阈值效应，其严重程度取决于剂量大小，只有在剂量超过一定的阈值时才能发生，我们称之为确定性效应，该效应是高水平辐射照射导致细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果。确定性效应常出现在短时间间隔内的高剂量照射的情况（急性照射）。除了受控制的医学照射外，高剂量照射一般不会出现在工作场所。因此，确定性效应一般也不会出现在常规的工作场所，仅在事故情况下被观察到。

确定性效应定义为通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应，超过阈值时，剂量越高则效应的严重程度越大。同时不同个体不同组织和器官对射线照射的敏感度差异较大。在非正常情况下，急性大量辐射照射可以造成人或者生物的死亡。成年人敏感部位的确定性效应阈值估计值见表 11.16 所示，成人全身受到不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-17 所示。

表 11-16 成年人敏感部位的确定性效应阈值估计值

组织和效应		在一单次短时照射中受到的总剂量（Sv）	分很多次的照射或迁延照射中受到的总剂量（Sv）	多年中每年以很多分次照射或迁延照射接受剂量时的年剂量（Sv/a）
睾丸	暂时不育	0.15	NA	0.4
	永久不育	3.5~6.0	NA	2.0
卵巢—不育		2.5~6.0	6.0	>0.2
晶状体	可查出的浑浊	0.5~2.0	5	>0.1
	视力障碍（白内障）	2.0~10.0	>8	>0.15
骨髓—造血功能低下		0.5	NA	>0.4
备注：表格来自 ICRP，1984；NA 表示不适用，因为该阈值取决于剂量率而不取决于总剂量。				

表 11-17 不同照射剂量对人体损伤的估计

剂量（Gy）	类型	初期症状和损伤程度
--------	----	-----------

<0.25 0.25~0.5 0.5~1	/		不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化，可能有血液学的变化 机能变化，血液学的变化，但不伴有临床征象
1.0~2.0 2.0~4.0 4.0~6.0 6.0~10.0	骨髓型 急性放 射病	轻度 中度 重度 极重度	乏力，不适，食欲减退 头昏，乏力，食欲减退，恶心，1h~2h 后呕吐，白细胞短暂上升后下降 1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞数明显下降 1h 内多次呕吐和腹泻、休克、腮腺肿大，白细胞数急剧下降
10~50	肠型急性放射病		频繁呕吐，腹泻严重，腹痛，血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病		频繁呕吐，腹泻，休克，共济失调，肌张力增高，震颤，抽搐，昏睡，定向和判断力减退
备注：来自《急性外照射放射病的诊断标准》（GBZ104-2002）和《辐射防护导论》P33。			

如上事故分析可知，本项目事故后果最严重为人员滞留铅房内的情况经历一次曝光后被发现，其可能造成不明显和不易察觉的病变。若持续误照射时间更长，则后果更加严重，因此，医院应采取事故防范措施，杜绝误照射的发生。

11.5.4 辐射事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）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 4 个等级，详见表 11-18。

表 11-18 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
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。

本项目产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。浅层 X 射线放射治疗系统属于 II 类射线装置，其事故工况造成误照射时可使受照射人员产生较严重的放射损伤。环评估算分析，事故时被误照射人员可能受到超过年剂量限值的照射，即造成一般辐射事故的发生，其辐射照射可能增加随机性效应的发生概率。

若本项目发生辐射事故，最大可能为人员超剂量的一般辐射事故，但不排除随着时

间的推移，人员在受到持续照射，故而造成较大辐射事故的情况。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置。建设单位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，杜绝此类事故发生。

11.5.5 事故预防措施

一、非辐射工作人员，严禁擅自使用和操作 X 线机。非本科室人员未经许可，严禁擅自使用和操作本科室其它设备。

二、本科人员在上机操作前，必须掌握本科机器设备的性能及操作手册，未熟悉前不得独自上机操作。

三、设定曝光条件不得超过操作手册规定的上眼值，如因设定不当导致设备损坏，追究操作者责任。

四、在机器使用中，必须按操作手册要求保持环境温度和湿度，随时观察设备的运行状态，发现问题应立即停止使用并向科主任和医务部报告。

五、除维修人员及指定的相关人员以外，任何人不得擅自处理设备故障，以避免设备进一步损坏。如因此而导致事故的发生，追究违规者的责任。

六、定期检查联锁装置正常运行；每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

七、严格执行设备维护、保养制度，当班人员每天工作结束后，须将机器上黏附的造影剂等清除，每周进行一次设备的常规维护、保养。

八、检查女性患者时，应向患者说明检查内容、部位和目的取得患者理解和同意，并需两名工作人员或请患者家属在场。

11.6 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

浅层 X 射线放射治疗系统在皮肤抗瘢痕增生治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。项目运营以后，将为病人提供一个优越的就医环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊

人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。只有在临床上有充分理由要求，才能对已怀孕或可能怀孕的妇女进行会引起其腹部或盆腔受到照射的放射治疗，否则应避免 X 射线照射。

因此，该浅层 X 射线放射治疗系统的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

11.7 产业政策符合性分析

本项目主要使用浅层 X 射线放射治疗系统用于皮肤抗瘢痕增生治疗，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中“十三 4. 高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，本项目属于上述“高端医疗器械创新发展”，属于鼓励类。

综上，本项目浅层 X 射线放射治疗系统的使用符合国家的产业政策。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

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

目前医院已许可使用III类射线装置。医院已成立辐射防护工作领导小组，明确了成员组成及各自的职责，满足要求。因此，本项目辐射工作安全管理委员会依托现有可行。

12.2 辐射安全管理

(1) 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：“使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：（六）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。

目前，医院已制定了《辐射防护与安全制度》《放射科安全操作规程》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射科急诊检查制度》《放射档案管理制度》《岗位制度》《影像设备定期维护与设备场所定期检测制度》《设备台账管理制度》《培训制度》和《放射防护应急处理预案》等，已按法律法规要求建立并健全了放射卫生综合档案，按规定开展了年度评估工作，并形成《2025 年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院在此之前按照各项管理制度执行，到目前为止未发生过放射事故，未产生辐射环保事件。

待项目建成投运前，医院拟按照相关规定制定完善《放射防护应急预案》，并对现有辐射工作人员建立完整的职业健康与个人剂量档案，定期核查档案完整性。此外，医院应完善对患者以及加强实习医生、外来进修医生等非正式编制医生和其他工作人员的辐射安全防护与管理措施：患者进行诊断之前，应告知相关注意事项以及可能发生的辐射风险事故；实习医生、外来进修医生和其他工作人员应做好岗前培训，加强工作中的个人防护。

(2) 辐射工作人员管理

医院拟为本项目配备专职医技护人员共 4 人（其中医师 1 名、物理师 1 名、设备操

作技师 2 人），正式运行后根据需要再增加人员，本项目放射工作人员由院内调配培养不新增劳动定员。

①配置数量合理可行性

根据本项目浅层 X 射线放射治疗机的操作需求，项目配置 4 名辐射工作人员操作设备，在工作时间上分配是可行的。

②个人剂量管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。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。个人剂量档案应当终生保存。另外，辐射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量片相互传借，不允许将个人剂量片带出医院。

根据医院提供的资料，现有 3 名辐射工作人员，医院现有辐射工作人员中两人配置了个人剂量计，现有辐射工作人员按照要求进行了个人剂量监测，根据 2025 年第四季度个人剂量检测报告，医院辐射工作人员中第四季度的个人剂量累积最大值为 0.062mSv，折算为 0.248mSv/a，医院现有辐射工作人员个人剂量累计值满足年有效剂量不大于 5mSv 的剂量管理目标值。医院还需对剩下 1 名辐射工作人员配备个人剂量计并补充职业健康档案、个人剂量档案等。

本项目运行后，医院拟按要求给每名辐射工作人员配置个人剂量计，并严格按监测计划委托具有个人剂量监测资质的单位对其进行个人照射累积剂量监测，并建立个人剂量档案。

（3）职业健康体检

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

本项目辐射工作人员拟按要求进行上岗前的职业健康检查，医院拟定期组织辐射工作人员到有资质的医院进行体检，建立个人健康档案，并长期保存。

具体要求如下：

①配备有合格的医师 1 名、技师 2 名、物理师 1 名；辐射工作人员应经过放射卫生防护和 X 射线治疗机专业知识的技能培训，并经过考核合格后方可上岗。医师根据病人的不同部位和病情，选择使用合适照射条件和照射野。

②工作人员在操作 X 射线治疗机之前，要求佩戴个人剂量计，辐照期间除接受治疗的患者外，治疗机房内不得有其他人员。

③操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，禁止任意去除安全联锁，严禁在去除可能导致人员伤亡的安全联锁的情况下开机。

④严禁操作人员擅自离开岗位，应密切注视控制台仪表及患者状况，发现异常及时处理。应防止各类事故，万一发生意外，立即停止照射，及时将患者移出辐射野，并注意保护现场。

（4）辐射安全培训

根据《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：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境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。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，有辐射安全与防护培训需求的人员应通过生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核，考核成绩单有效期 5 年。

本项目辐射工作人员待通过辐射防护与安全培训并考核合格后方可上岗。

（5）年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定：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安全和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。

医院拟按要求建立年度评估制度，并按照规定于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。年度评估报告包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况、辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况、射线装置台账、场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、存在的安全隐患及其整改情况和其他有关法律法规规定的落实情况等方面的内容。

(6) 档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

辐射安全与防护管理档案资料分以下九大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“年度评估”“辐射应急资料”。公司应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

医院拟认真落实相关制度和规定，所有在岗辐射工作人员均进行职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）、个人剂量检测、辐射安全与防护培训，并将职业健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案进行保存。

(7) 核安全文化建设

核安全文化是从事核安全相关活动的全体工作人员的责任心，对于核技术利用项目核安全文化的建设要求医院树立并弘扬核安全文化。核安全文化表现在核技术利用单位的相关领导与员工及最高管理者具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识。企业应建立核安全意识责任化体系，明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别企业内部核安全文化的弱化处并加以纠正。将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①医院组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化，严格落实岗位职责，对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”；

②医院建立有关的部门管理，通过专项的管理能够让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并让核安全文化建设更加有效。

12.3 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，医院从事辐射活动应具备相应的条件，对医院从事的辐射活动能力评价见表 12-1。

表 12-1 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用Ⅱ类射线装置的工作单位，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 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	项目辐射安全与环境保护管理机构依托医院现有辐射防护工作领导小组。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目配置的辐射工作人员将按照规定参加培训并考核合格后上岗。
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	浅层 X 射线治疗室有两扇专用防护门，铅当量为 4mmPb；机房配置联锁装置、电离辐射警示标志以及工作状态指示灯、急停按钮等装置。
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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	本项目建成运营前，医院拟按照相关规定和要求制定健全的操作规程、辐射防护和安全制度、设备维护和维修制度。
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，包括个人剂量计。	本项目建成运营前，医院拟按要求配备个人剂量计、放疗剂量检测仪、X/γ个人剂量报警仪、X/γ辐射剂量率巡测仪和固定式辐射剂量报警仪等。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定《放射防护应急预案》，拟对其进行更新和完善，并定期进行演练。

根据上表可知，在本项目建设完成运营前，医院在认真落实上述要求后，方具备从事本项目辐射活动的能力，并及时按照辐射环境管理要求办理《辐射安全许可证》，在许可范围内从事辐射工作，最终在本项目通过竣工环境保护验收后，方可投入运行。

12.4 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法规和标准，必须对辐射工作人员个人剂量进行监测、工作场所及邻近环境监测，开展常规的防护监测工作。

本项目建设后，在验收及每年例行监测时应委托资质单位对浅层 X 射线治疗室和控

制室、环境保护目标进行监测，日常使用便携式 X/γ 剂量率仪，或委托有资质的单位定期对治疗室周围环境（包括监督区）进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

（1）个人剂量监测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须正确佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：常规检测一般为 1 个月，最长不超过 3 个月；如发现异常，及时分析原因，对异常工作人员进行调岗调整。

（2）工作场所环境监测

为保证项目辐射工作场所的安全，项目建成后的监测包括验收监测和例行监测。

辐射工作场所环境监测：

a.验收监测：项目建成后，委托有资质的单位对其进行竣工环境保护验收监测，并及时组织竣工环境保护验收工作；项目建成后、辐射防护设施等发生大的变化、设备大修等之后进行验收监测，委托有资质单位监测。监测结果交生态环境主管部门存档。

b.例行监测：每一年监测一次，委托有资质单位监测。监测结果纳入年度评估报告提交生态环境主管部门；

c.自主监测：每一季度监测一次，由建设单位自行监测。做好监测记录，存档备查，发现问题及时整改。

项目辐射监测计划见表 12-2。

表 12-2 辐射安全措施检查计划

监测点位	监测项目	监测因子	监测依据	监测周期
浅层 X 射线治疗系统机房屏蔽体四周 30cm 处及楼上、楼下等关注点位，重点关注机房内排风口、穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置	验收监测	周围剂量当量率	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）	验收时监测 1 次
	例行监测			每年由资质单位监测 1 次
	自主监测			每季度自行监测 1 次
辐射工作人员个人剂量计	个人剂量当量	个人剂量	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）	一般为 30 天/次，最长不超过 90 天

12.5 辐射事故应急

（1）辐射事故应急预案

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《重庆市辐射污染防治办法》等相关要求制定了《放射事故应急预案》，同时还要根据本项目完善包括应急处理领导小组、应急处置流程等内容。

（2）辐射事故应急处置措施

《应急事故应急预案》中应明确：

（一）事故发生后，当事人应立即通知该工作场所的相关人员离开，并及时上报卫生行政部门；

（二）应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

（三）事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护检测人员的允许不得进入事故区；

（四）各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

（3）培训与演练

医院已按要求成立放射事件应急处理领导小组，组织、开展放射事件的应急处理救援工作。按照相关法律法规要求，每年至少组织员工进行一次辐射突发事故应急演练。建设单位已按照要求组织员工进行辐射突发事故应急演练。

（3）本项目事故风险和措施

本项目事故风险主要为设备丧失自身屏蔽或系统故障、联锁装置失效、人员滞留治疗室内，发生 X 射线误照射或额外照射事故时，应立即切断电源，启动应急预案，对受照人员进行剂量评估，并进行必要的医学处理。

12.6 辐射安全与管理投资估算

项目环保投资估算表见下表。

表 12-3 辐射安全与管理投资估算

内容	措施	投资（万元）
机房屏蔽	防护门、铅窗、机房屏蔽工程	10
管理制度、应急措施、警示标志	制度上墙、警示标志	1

辐射防护与安全措施	设备门机联锁、紧急停机按钮、工作状态指示灯等	设备自带
防护监测设备	个人剂量计、放疗剂量检测仪、个人剂量报警仪、X/γ辐射剂量率巡测仪、固定式辐射剂量报警仪	4
防护用品	铅帽、铅防护眼镜、铅围裙等	2
环保手续	环评、验收、监测、办证等	8
合计		25

12.7 环保竣工验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，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。本工程竣工环境保护验收一览表见下表。

表 12-4 环保设施竣工验收内容和要求一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	设备	1台 SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统，II 类射线装置，最大管电压 100kV，最大管电流 10mA	不发生重大变动
2	环保手续	环评批复、验收监测报告等齐全	齐全，符合相关要求
3	环保资料	环评报告、监测报告等	齐全，符合相关要求
4	环境管理	有辐射环境管理机构，设专人负责，制度上墙。制度包含操作规程、放射防护和安全保卫制度、设备保养制度、人员培训计划、监测方案、应急预案等	齐全，符合相关要求
5	防护措施	①机房门上醒目位置张贴电离辐射警示标志位，安装工作状态指示灯、门机、门灯联锁 ②配备相关辐射工作人员持证上岗，工作时佩戴个人剂量计 ③设置紧急关机按钮 ④机房内的穿越防护墙的导线、导管等采用“U”形，不影响墙体的屏蔽防护效果。 ⑤机房内设置通风装置，保持机房内空气流通。	齐全，正常运行
6	防护用品	配备防护用品，如：铅帽、铅防护眼镜、铅衣、铅围裙等	配备齐全
7	防护监测设备	个人剂量计（每名工作人员配备并建立个人剂量档案）	按规定进行检定

8	年有效剂量管理目标值	职业照射 $\leq 5\text{mSv/a}$ 公众照射 $\leq 0.1\text{mSv/a}$	GB 18871-2002
9	浅层 X 射线装置机屏蔽效能	东侧其他区域（室外绿化带区域和停车场）和地下停车场周围剂量当量率小于 $10\mu\text{Sv/h}$ ，西侧周围剂量当量率小于 $4\mu\text{Sv/h}$ ，东侧上丁企业公园 1 幢、南侧和顶棚周围剂量当量率小于 $1\mu\text{Sv/h}$ ，北侧和其他区域周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$	GBZ121-2020
10	浅层 X 射线治疗室	6.2.1 要求：放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要	GBZ121-2020
11	浅层 X 射线放射治疗系统	管电压 $\leq 100\text{kV}$ ，管电流 $\leq 10\text{mA}$	不得超过额定参数； 实际运行参数不能超过预测参数

表 A.1 两江新区生态环境保护措施监督检查清单（污染影响类）

填表时间：2026 年 5 月 29 日															
一、基本信息															
企事业单位名称	重庆两江江渝医院有限公司					建设地点		重庆市两江新区洪湖西路 18 号附 1 号至 9 号							
地理坐标	E:106° 30' 1.18" N:29° 36' 38.82"		行业类别	五十五-172 核技术利用建设项目		排污许可管理类别	简化管理	证书编号或排污登记编号	/						
劳动定员及生产制度	4 名辐射工作人员		年生产时间	每年曝光约 250h		产品方案及生产能力	/								
主要原料及用量	/					主要辅料、燃料及用量	/								
主要污染物总量	本项目为核技术利用建设项目，无总量														
环评、竣工环保验收情况	项目名称		批准书文号		审批部门				验收情况						
	/		/		/				/						
风险评估、应急预案备案情况	风险评估报告、应急预案名称		备案时间		备案编号				备案受理部门						
	/		/		/				/						
环境管理制度及机构	/														
二、监督检查内容															
内容	主要生产/公用	生产线（公用单	主要生产		排放形	环保措施	参数或	污染物种类	对应	排放口	排放口高度/	执行标	排放浓	排放速率	建设情

分类\单元	单元	元) 名称	设备	数量	式	及其工 艺	能力		排放 口	类型	排放去向	准	度限值	限值	况
大气环境	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
地表水环境	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
公用单元	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
声环境	/	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
辐射环境	环境保护措施：1 分区管理。2 设备自带有多种固有安全性。3 屏蔽防护措施。4 辐射安全措施。 环境保护目标达标情况：铅房各屏蔽体外周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h，辐射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均低于剂量约束值的要求（辐射工作人员≤5mSv/a，公众成员≤0.1mSv/a）。本项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响较小，对环境的影响可以接受。 监测要求：1 辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。一个月测读一次个人剂量计；如发现异常，及时分析原因，对异常工作人员进行调岗调整。2 辐射环境监测点位：铅房四周墙体、顶棚、防护门外 30cm 处以及屏蔽体穿墙管线等薄弱处。监测频次：验收时监测一次，每年委托有资质单位监测一次，医院每日例行监测一次；设备维修后投入使用前监测一次。														新建
固体废物	固体废物名称	属性	危险废物编码		年产生量	贮存方式	利 用 处 置 方 式 或 去 向		利用或处置量	暂存设施情况	环境管理要求	/			
	/	/	/		/	/	/		/	/	/	/			
	/	/	/		/	/	/		/	/	/	/			
	/	/	/		/	/	/		/	/	/	/			
	/	/	/		/	/	/		/	/	/	/			
土壤及地下水	/	/	/												/
生态保护	/	/	/												/
环境风险防范	①检修、调试应由专业技术人员进行，绝不允许随便拆走治疗机及机架上的屏蔽材料，不允许加大照射面积。完好的便携式 X-γ 辐射剂量率仪和个人辐射报警仪、联锁装置等，可提供纵深防御。不得擅自改变、削弱或破坏曝光室屏蔽防护结构，如开孔洞、砸墙等。 ②撤离铅房时，辐射工作人员用视频监控系统对铅房内进行扫视，确认无人停留在内并关闭防护门后才能开始进行出束操作。同时，如遇 X 射线出束情况下人员滞留铅房内，控制室人员、滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。														/

	③定期检查铅房的门机联锁、灯机联锁装置、声光警示系统的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对项目布置的急停开关进行显著的标识，出现问题时，应按下急停开关。对于本项目涉及的安全控制措施的各机构及电控系统，应制定定期检查和维护的制度。确保安全装置随时处于正常工作状态。若辐射安全与防护措施损坏应立即停止使用，修复后再投入使用。								
	/								
环境风险防范	④利用便携式 X-γ 辐射剂量率仪，定期巡查铅房屏蔽体的屏蔽效能，做好记录，重点巡测防护门门缝、穿墙管线孔等防护薄弱环节，以确保屏蔽体有足够的屏蔽能力。若发现问题，应及时解决，不得在屏蔽体出现问题后继续作业。另外，辐射工作人员必须加强专业知识学习、培训，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，保证按照要求进行工作。								/
施工期环保措施	本项目仅涉及设备安装，产生的噪声小，施工人员产生的少量生活污水依托医院现有污水处理站处理，生活垃圾和包装垃圾统一交由环卫部门处理。								/
主要环境保护目标	序号	环境保护目标名称		方向	水平距离	高差	基本情况	影响人群	影响因素 <

		12	过道	西侧	紧邻	/	医院用房内部过道， 人员不定	公众成员
		13	操作室、CT室		约 5~11m	/	医院用房，约 2 人	辐射工作人员
		14	库房、机房		约 11~21m	/	医院用房，人员不定	公众成员
		15	门诊 1~8		约 21~50m	/	医院用房，人员不定	公众成员
		16	地下停车场	楼下	正对区域	-3m	医院地下停车场，人 员不定	公众成员
		17	过道	楼上 (2F~ 3F)	正对区域	+3m~+7m	医院用房内部过道， 人员不定	公众成员
		18	其他科室及住院部（治疗室、病房、办 公室、处置室、值班室、抢救室、护士 站及配套休息区、厕所、库房、楼梯、 电梯、医梯、清洁间、待产室、更衣间、 OR3、污物走廊、VIP 室、会议室）		约 3~50m	/	医院用房，人员不定	公众成员
		19	院外道路		约 9~36m	/	院外道路，人员不定	公众成员
		20	室外空调区	北侧	约 6~9m	/	院外空调区，检修人 员 1~2 人	公众成员
		21	上丁企业公园 37 幢	东北侧	约 36~50m	/	院外商业用房，3 层 楼，人员不定	公众成员
		22	上丁企业公园 1 幢	东侧	约 2~35m	/	院外商业用房，27 层楼，人员不定	公众成员
		23	室外绿化区域		紧邻	/	室外绿化区域	公众成员
		24	院外停车场	南侧	约 19~24m		院外停车场，人数不 定	公众成员
		25	院外道路		约 24~50m	/	院外道路，人员不定	公众成员
		26	上丁企业公园 8 幢	西北侧	约 36~50m	/	院外办公用房，4 层	公众成员

							楼，人员不定		
其他环境管理 要求	大气环境管理要求	重污染天气应对要求	/				是否按相关要求执行		/
		环境质量限期达标规划要求	/				是否按相关要求执行		/
	水环境管理要求	/				是否按相关要求执行		/	
	台账管理要求	/				是否按相关要求执行		/	
	自行监测管理要求 （含自动监测要求）	/	是否按相关要求执行		/	自行监测结果是否有超标情况 （如有请说明具体情况）		/	
	环境信息公开要求	/							
	环境防护距离要求	/				是否按相关要求执行		/	
	其他	/				是否按相关要求执行		/	

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

重庆市两江江渝医院有限公司拟将江渝医院门诊部一楼东北角资料室、读片室、办公室改造为控制室和浅层 X 射线治疗室，并将现有的一台 SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统（Ⅱ类线装置，最大管电压 100kV，最大管电流 10mA）搬迁至新建机房内，主要用于皮肤浅层放射治疗。

总投资 200 万元，其中环保投资 25 万元，占总投资的 12.5%。

13.1.2 产业政策符合性分析结论

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，2023 年 12 月 27 日）鼓励类中“十三、医药-4.高端医疗器械创新发展：……新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备……”，满足国家相关法律法规和政策规定，符合国家产业政策。

13.1.3 实践正当性分析结论

浅层 X 射线放射治疗系统是用于皮肤病变放射治疗的独立专用设备，是国际公认治疗瘢痕的金标准，可以有效抑制纤维细胞的增生，修复、重塑胶原蛋白排列，起到止痒、消炎、阻止瘢痕形成的作用，从而达到无创修复瘢痕的效果。它已通过美国 FDA 认证，用于治疗瘢痕疙瘩和增生性瘢痕，是目前防治瘢痕复发的最佳手段。浅层放射治疗是某些基底细胞癌和鳞状细胞癌的非手术替代方法，可达到良好的美容效果，并且与传统手术方式相比，创口大大减小。

项目对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

13.1.4 辐射环境质量现状

根据监测统计结果可知，本项目场址及周围环境 γ 辐射剂量率的监测值在 65nGy/h～86nGy/h（未扣除宇宙射线），根据《2024 年重庆市生态环境状况公报》环境 γ 空气吸收剂量率平均值 96.1nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值），本项目所在场址环境 γ 辐射剂量率小于重庆市辐射环境背景值。

13.1.5 选址可行性及布局合理性

本项目浅层 X 射线放射治疗机拟设置于医院 1 楼东北角，机房为 1F 建筑，地下为停车场。设置专门的机房，内部除本项目辐射工作人员外，无其他人员活动，有利于辐射防护，控制室位于机房正北侧，所在位置便于工件送检。根据辐射环境监测结果，本项目所在区域的辐射环境质量状况良好。综上，项目选址可行。

本项目浅层 X 射线放射治疗系统具有独立的机房及控制室，不与其他科室交叉设置，避免了无关人员进入，有利于辐射防护。项目机房布局符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的相关要求。综上所述，从辐射环境保护角度分析，本项目浅层 X 射线治疗装置布局合理。

13.1.6 辐射防护与安全措施

（1）根据项目位置平面布局，将浅层 X 射线治疗室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区，将机房周围相邻区域划分为监督区。

本项目分区满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。

（2）本项目浅层 X 射线治疗室四周墙体等效铅当量均为 5.78mmPb，顶棚等效铅当量为 3.84mmPb，地板等效铅当量为 5.57mmPb，患者门、工作人员门和观察窗均等效铅当量均为 4mmPb。

（3）本项目浅层放疗工作场所明显位置张贴电离辐射警告标志、机房设置工作状态指示灯、门-灯-机联锁装置、红外防夹装置、紧急开门装置、急停按钮、摄像视频装置、对讲系统、应急照明灯、固定式剂量率报警装置，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）相关要求。

（4）医院每年委托有资质的单位对放射工作场所进行辐射防护检测，并建立辐射监测档案。

（5）依据国家有关法规要求，医院制订的辐射防护管理制度能够满足医院现状管理要求，并严格按照规章制度执行。

同时，医院已制定有关放射事故应急预案，医院应定期组织应急演练，做到有备无患。综上，在落实以上辐射安全措施后，本项目辐射安全与防护措施满足《放射治疗放

射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）对辐射防护和安全操作的要求。

13.1.7 环境影响分析结论

（1）辐射剂量率影响预测结论

环评核算分析，项目浅层 X 射线治疗机工作时，治疗室的屏蔽防护厚度能满足屏蔽防护要求，其屏蔽体外东侧其他区域（室外绿化带区域和停车场）和地下停车场周围剂量当量率小于 $10\mu\text{Sv/h}$ ，西侧周围剂量当量率小于 $4\mu\text{Sv/h}$ ，东侧上丁企业公园 1 幢、南侧和顶棚周围剂量当量率小于 $1\mu\text{Sv/h}$ ，北侧和其他区域周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，符合 GBZ/T201.1 等相关标准及辐射防护安全要求。

（2）个人剂量影响预测结论

根据医院提供资料，经环评核算，项目工作人员所受到的年有效剂量低于辐射工作人员剂量约束值（ 5mSv/a ），项目所致非辐射工作人员和公众成员的附加年有效剂量亦低于其剂量约束值（ 0.1mSv/a ），均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

（3）非辐射环境影响分析结论

浅层 X 射线治疗机工作过程中会产生少量的臭氧和氮氧化物，本项目机房东南侧设置 1 台排风扇（ $1000\text{m}^3/\text{h}$ ），每小时有效通风换气次数约为 14.8 次/h。治疗室排风口处设置管道，废气通过排风井引至楼外 3m 高处排放，室外排风口朝向北侧院外道路，避免了朝向人员活动密集区，故本项目废气不会对辐射工作人员及公众成员造成不利影响。

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水依托医院现有污水处理站处理，最终排入污水处理厂进行处理，对地表水环境影响较小。

项目放射工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。不再使用的铅防护用品由医院收集妥善保存，交由有资质单位处置。报废的 X 射线装置对其装置去功能化后，根据相关要求进行处理，保留相关手续并做好记录存档。项目所产生固废均能得到妥善处置，对周围环境的影响可以接受。

(4) 事故风险分析结论

由前述事故工况下的辐射影响估算可知，本项目各类辐射事故中，影响最大的为人员滞留治疗室内造成的事故，该种情况下，人员可能受到辐射损伤，造成重度骨髓型急性放射病情况，在事故工况下人员受到超过年剂量限值的照射，造成一般辐射事故的发生。

13.1.8 辐射环境管理

医院已成立辐射防护工作领导小组，已按照相关规定制定了相应的管理制度，本项目运行前，医院拟按照相关规定完善相应的管理制度和辐射事故应急预案。辐射工作人员按要求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，进行岗前职业健康检查，配备个人剂量计，并建立辐射人员个人剂量档案。医院在认真落实环评要求后，方具备从事本项目辐射活动的的能力。

13.1.9 综合结论

综上所述，重庆两江江渝医院有限公司浅层 X 射线放射治疗系统核技术利用项目符合国家产业政策，选址和布局合理。在完善相应的污染防治措施和环境管理措施后，项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。因此，从环境保护的角度来看，该建设项目是可行的。



附图1 地理位置图