

## 目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	20
表 9 项目工程分析与源项.....	23
表 10 辐射安全与防护.....	28
表 11 环境影响分析.....	37
表 12 辐射安全管理.....	46
表 13 结论与建议.....	50

附件

附件 1 环评委托书

附件 2 营业执照

附件 3 医院建设项目环评批复

附件 4 屏蔽施工方案

附件 5 管理目标限值

附件 6 环境  $\gamma$  辐射剂量率检测报告

附件 7 关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知

附件 8 辐射事故应急预案

附件 9 辐射安全防护管理制度汇编

附件 10 排污许可证

附件 11 医疗废物收运处置协议书

附件 12 设备厂家说明书

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	新疆威兹曼整形外科医院有限公司 新建浅层 X 射线放射治疗机房建设项目				
建设单位	新疆威兹曼整形外科医院有限公司				
法人代表	/	联系人	/	联系电话	/
注册地址	新疆乌鲁木齐市天山区解放北路 299 号 1 栋 1-5 层				
项目建设地点	医院三层浅层 X 射线治疗室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	160	项目环保投资 (万元)	28	投资比例 (环保投资/总投资)	17.5%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m <sup>2</sup> )	26.4
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	无				
<b>1.1 项目概述</b>					
<b>1.1.1 建设单位情况</b>					
<p>新疆威兹曼整形外科医院有限公司成立于 2007 年，坐落于乌鲁木齐市，建筑面积 10341.61 m<sup>2</sup>，是新疆较早专注于医疗整形美容的专科医院。2025 年，医院获评三级整形外科医院，并具备四级手术资质。教授级专家领衔近 150 人医疗团队，下设 6 个学组，其中包括 15 位正副高级医师。设有整形外科、美容外科、美容皮肤科、美容中医科、内科及内分泌科等临床科室，始终致力于成为受人尊敬、值得信赖的医疗美容领导品牌。</p>					
<b>1.1.2 项目建设规模</b>					
(1) 项目名称：新疆威兹曼整形外科医院有限公司新建浅层 X 射线放射治疗机房建设项目					

(2) 建设地点：新疆乌鲁木齐市天山区解放北路 299 号 1 栋 3 层

(3) 建设性质：新建

(4) 建设单位：新疆威兹曼整形外科医院有限公司

(5) 建设规模：医院拟将三层换药室 02、换药室 01 改造为 1 间浅层 X 射线治疗室及其配套功能用房，并新购置一套 SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统，用于皮肤浅层放射治疗，本项目建成后，该浅层 X 射线治疗室为本项目设备专用治疗室，不再作为其他功能使用。项目总建筑面积约 26.4m<sup>2</sup>，机房有效使用面积约 20.0m<sup>2</sup>。

(6) 项目投资：总投资约 160 万元，环保投资约 28 万元。

表 1.1-1 本项目拟购置设备和放射源参数信息一览表

名称	型号	类别	数量	参数	生产厂家	拟安装位置
浅层 X 射线放射治疗系统	SRT-100	II 类	1 台	最大管电压 100kV， 最大管电流 10mA	Sensus Healthcare	三层浅层 X 射线治疗室

### 1.1.3 项目建设目的和任务的由来

为满足患者的治疗需求，医院计划在医院三层新建 1 间浅层 X 射线治疗室及其配套功能用房，并新购置一套 SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统，用于瘢痕疙瘩、增生性疤痕、神经性皮炎、局部性瘙痒症、慢性湿疹、银屑病（牛皮癣）、腋臭、局部多汗症、枕部硬化性皮囊炎等皮肤疾病的治疗。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》第三条规定：“在中华人民共和国领域和中华人民共和国管辖的其他海域内建设对环境有影响的项目，应当依照本法进行环境影响评价。”根据《建设项目环境保护管理条例》第九条第一款规定：“依法应当编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目，建设单位应当在开工建设前将环境影响报告书、环境影响报告表报有审批权的环境保护行政主管部门审批；建设项目的环境影响评价文件未依法经审批部门审查或者审查后未予批准的，建设单位不得开工建设。”根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第七条规定：“辐射工作单位在申请领取许可证前，应当组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。”

对照《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第66号）对射线装置的分类，本项目浅层X射线放射治疗系统属于II类射线装置；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），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类射线装置的”，环境影响评价文件形式应该编制环境影响报告表。

为此，医院委托长润安测科技有限公司承担该核技术利用项目的环境影响评价工作，在接受委托后组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的要求，编制了本项目的环境影响报告表。

## 1.2 项目周边保护目标及场址选址情况

### 1.2.1 项目周边环境保护目标

新疆威兹曼整形外科医院有限公司位于新疆乌鲁木齐市天山区解放北路 299 号 1 栋，东侧为解放北路，南侧为新疆维吾尔自治区中医医院大十字部、新疆维吾尔自治区中医医院大十字分部家属院、金砖国际，西侧为金砖国际、新纺中心大厦，北侧为中山路。

项目建设位置 50m 范围内东侧为解放北路，南侧为新疆维吾尔自治区中医医院大十字部、新疆维吾尔自治区中医医院大十字分部家属院、金砖国际，西侧为金砖国际、新纺中心大厦，北侧为中山路，医院地理坐标为东经：87°37'12.72"，北纬：43°47'38.27"，医院地理位置图见图 1.2-1。本项目环境保护目标见表 7.2-1。



图 1.2-1 医院地理位置图

### 1.2.2 场址选址情况

本项目机房位于建筑三层南侧，治疗室东侧为杂物间，南侧临空，西侧为控制室，北侧为过道，楼上为手术室，楼下为脱毛治疗室；机房南侧实体边界距新疆维吾尔自治区中医医院大十字分部家属院居民楼25m。选址避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，无环境制约因素。

本项目采用的SRT-100型浅层X射线放射治疗系统为千伏级设备，最大输出剂量率为750cGy/min，治疗期间实行隔室操作，能够有效保障操作人员安全。在满足机房屏蔽要求及建设单位设定的周边剂量当量率管理目标的前提下，项目选址合理。医院二层平面布局图见图1.2-2，三层平面布局图见图1.2-3，四层平面布局图见图1.2-4。

（本页以下空白）

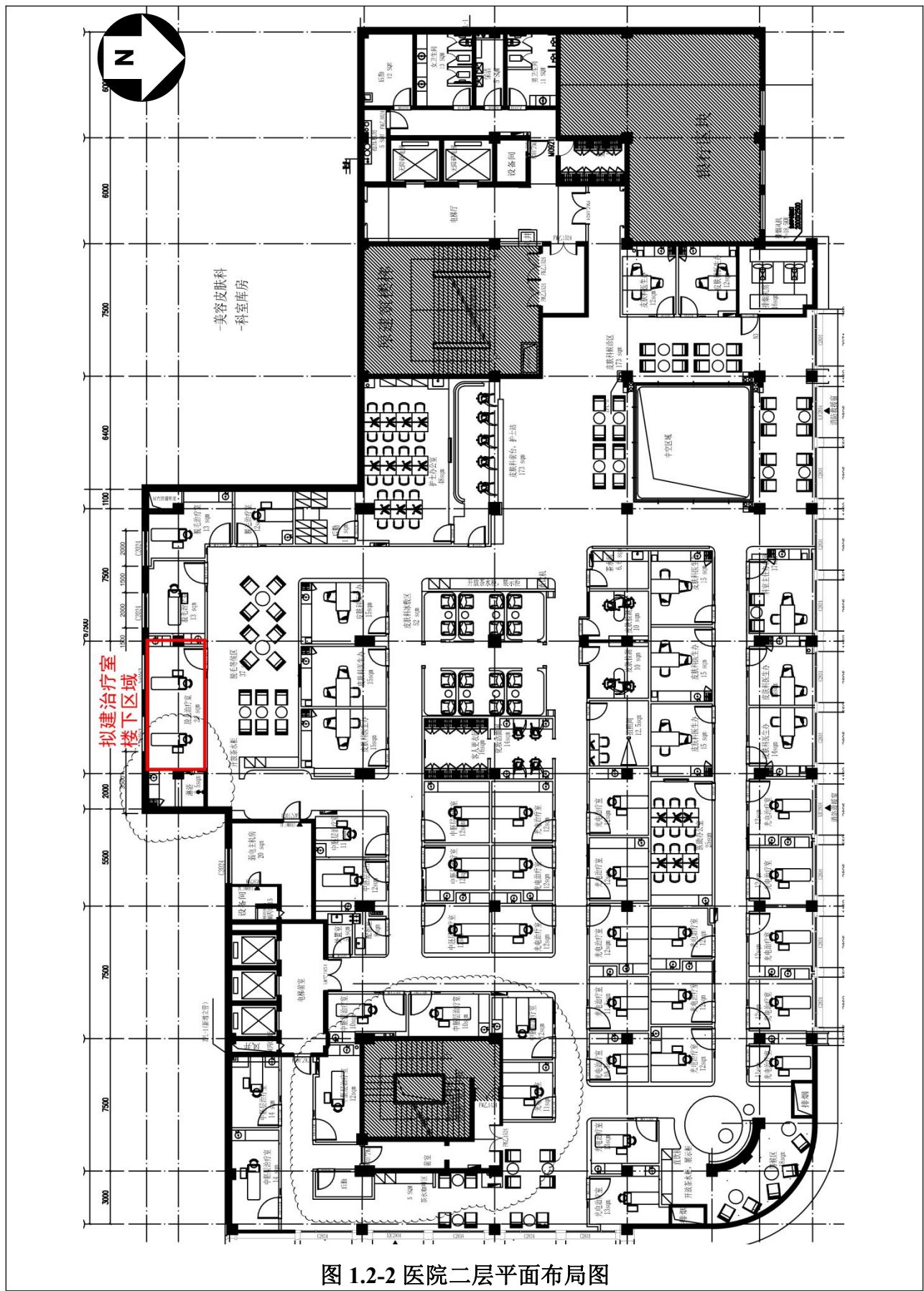


图 1.2-2 医院二层平面布局图

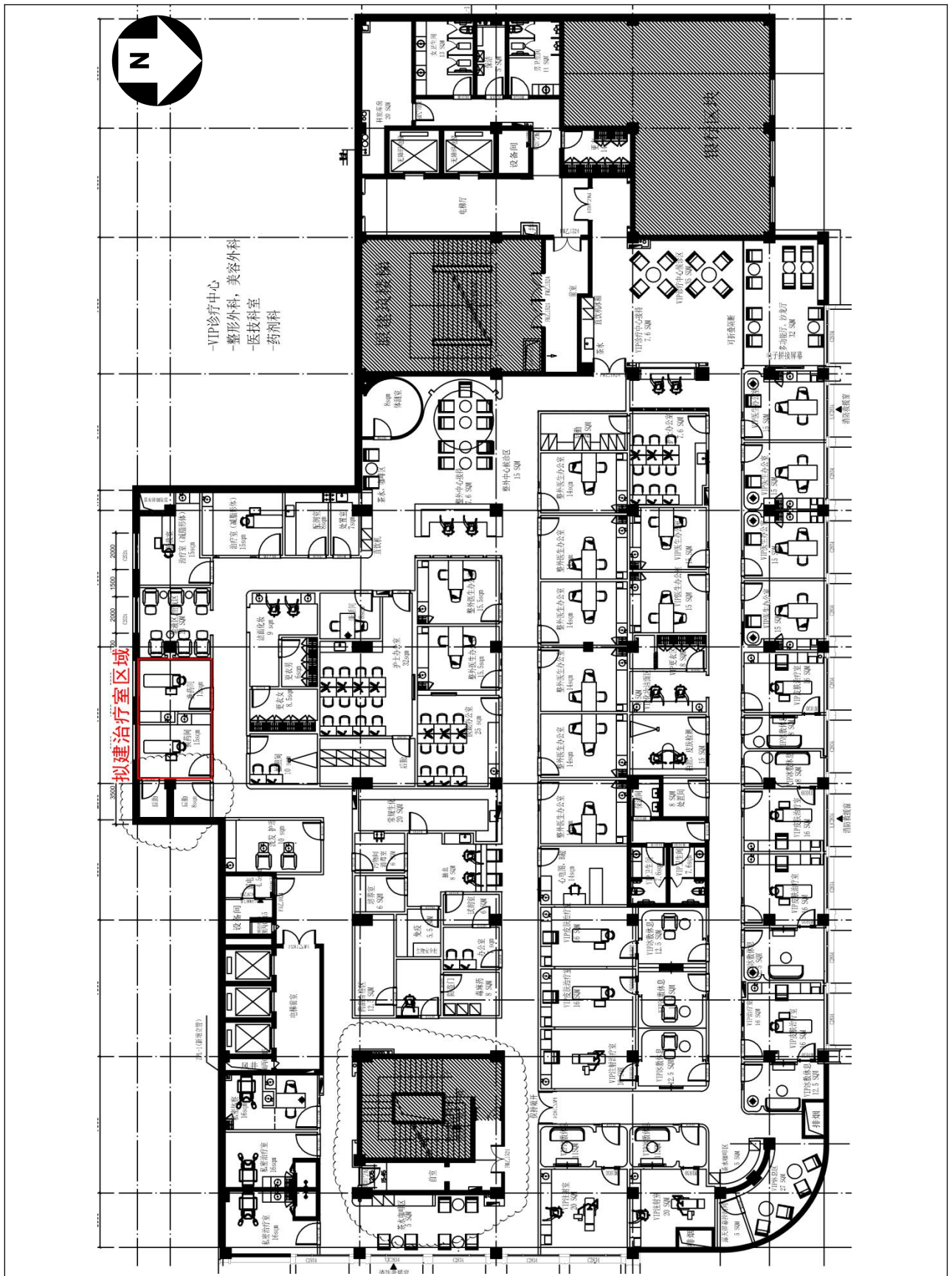


图 1.2-3 医院三层平面布局图



### 1.3 法律法规的符合性

本项目评价范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境敏感区域，符合相关环境保护法律法规要求。

### 1.4 产业政策的符合性和实践正当性分析

#### 1.4.1 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类中“第十三、医疗 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“**高端放射治疗设备**”。

#### 1.4.2 实践正当性分析

医院在核技术利用项目开展过程中，对放射性同位素和射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对放射性同位素和射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

### 1.5 劳动定员及工作制度

**(1) 劳动定员：**建设单位拟为本项目新配备 4 名放射工作人员，分别为肿瘤医师 1 名，技师 1 名、物理师 1 名、诊断医师 1 名，维修人员拟由厂家指派。

**(2) 工作制度：**每天工作 8 小时，每年 250 工作天。

**(3) 工作负荷：**根据医院提供的资料，SRT-100 型浅层 X 射线治疗系统配置有 50kV、70kV、100kV 三种单一电压的设定值，确认照射剂量，选择照射野、照射电压及照射时间进入治疗照射程序，开机治疗一次最长有效曝光时间为 3min，有用线束方向朝下。本项目浅层 X 射线放射治疗系统预计最大工作负荷为 2500 人次/年，年有效开机时间约为 125h。

### **1.6 原核技术利用许可情况**

本项目为医院放射治疗工作的首次开展，目前医院尚未配置放射源、非密封放射性物质及各类射线装置。

### **1.7 原有核技术利用项目的回顾性评价**

目前医院尚未配置放射源、非密封放射性物质及各类射线装置，本次为首次使用射线装置。

### **1.8 原有项目与本项目的依托关系**

本项目为医院放射治疗工作的首次开展，本次为新增放射治疗核技术利用项目。

（本页以下空白）

**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	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	浅层X射线放射治疗系统	II类	1	SRT-100	100	10	皮肤抗瘢痕增生治疗等	医院三层浅层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 ( $\mu$ A)	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	/	/	微量	微量	/	/	排放至大气中

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015年1月1日施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002年10月28日通过，中华人民共和国主席令第77号公布，自2003年9月1日起施行；2016年7月2日第一次修正；2018年12月29日第二次修正）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起实施）；</p> <p>(4) 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018年12月29日修订）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（1998年11月29日中华人民共和国国务院令第253号发布施行；2017年7月16日中华人民共和国国务院第682号令修订，自2017年10月1日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年9月14日中华人民共和国国务院令第449号公布，根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（生态环境部令第16号，2020年11月30日公布，2021年1月1日施行）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年1月18日国家环境保护总局令第31号公布；根据2008年12月6日环境保护部令第3号修订；根据2017年12月20日环境保护部令第47号修订；根据2019年7月11日由生态环境部令第7号修改；根据2021年1月4日生态环境部令第20号修订）；</p> <p>(9) 《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18号，2011年5月1日施行）；</p> <p>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日公布实施）；</p> <p>(11) 《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第34号，2015年6月</p>
-------------	---

	<p>5日起施行)；</p> <p>(12) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》(2015年2月28日自治区人民政府令第192号发布，自2015年7月1日起施行)；</p> <p>(13) 《放射工作人员职业健康管理办法》(卫生部令第55号，2007年11月1日起施行)；</p> <p>(14) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行)；</p> <p>(15) 《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日公布实施)；</p> <p>(16) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告2021年第9号)，自2021年3月15日起施行。</p> <p>(17) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》(国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行)；</p> <p>(18) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》(生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日)；</p> <p>(19) 《新疆维吾尔自治区环境保护条例》，根据2018年9月21日新疆维吾尔自治区第十三届人民代表大会常务委员会第六次会议《关于修改〈新疆维吾尔自治区自然保护区管理条例〉等7部地方性法规的决定》修正；</p> <p>(20) 关于发布《新疆维吾尔自治区建设项目环境影响评价文件分级审批目录(2024年本)》的公告，自2025年1月1日施行。</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(6) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)；</p> <p>(7) 《放射治疗机房辐射屏蔽规范.第1部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)；</p>

	<p>(8) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(9) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)；</p> <p>(10) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书，见附件 1；</p> <p>(2) 环境<math>\gamma</math>辐射剂量率检测报告（报告编号：CR-HJ-6520250059-002），见附件 4；</p> <p>(3) 《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告》（1989 年）；</p> <p>(4) 医院提供的其他资料。</p> <p>（本页以下空白）</p>



**表 7.2-1 浅层 X 射线治疗室主要环境保护目标一览表**

机房名称	方位	场所	保护目标	距辐射源距离 (m)	人数/d
浅层 X 射线治疗室	西侧	控制室	职业	0~1.5	2
		留观区、治疗室	公众	1.5~10	约 20
		金砖国际		10~50	约 100
	北侧	医院内部区域		0~50	约 200
		杂物间		0~3.5	约 5
	东侧	临空		3.5~10	/
		新疆维吾尔自治区中医医院大十字部		10~50	约 50
		临空		0~25	/
	南侧	新疆维吾尔自治区中医医院大十字分部家属院居民楼		25~50	约 50
		楼上		手术室	3.5
	楼下	脱毛治疗室		1.8	约 20

### 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）职业照射和公众照射的年剂量限值

###### ①职业照射剂量限值

- a) 连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

###### ②公众照射剂量限值

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 特殊情况下，若 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。

##### （2）职业照射和公众照射的剂量限值管理约束值

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用年照射剂量限值管理约束值如下：

- a) 辐射工作人员采用年剂量限值的 1/4，即 5mSv/a 作为年剂量管理约束值。
- b) 公众人员采用 0.1mSv/a 作为年剂量管理约束值。

#### 7.3.2 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）

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

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

b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 7.3.3 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）

#### 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  $\dot{H}_c$ ：

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ ，见公式 7-1：

$$\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots\dots\dots \text{(公式 7-1)}$$

式中：

$\dot{H}_c$  ——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 GBZ121-2020 附录 A。

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

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

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

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

### 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 30 cm 处，或在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。

### 7.3.4 建设单位制定关注点处周围剂量当量率管理目标值

依据《放射治疗放射防护要求》（GBZ121—2020）相关规定，结合放射工作场所

相邻区域为医院内部范围的情况，为保障周边公众辐射安全，其周围剂量当量率参考控制水平确定为 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（本页以下空白）

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

医院位于新疆乌鲁木齐市天山区解放北路 299 号 1 栋，医院东侧为解放北路，南侧为新疆维吾尔自治区中医医院大十字部、新疆维吾尔自治区中医医院大十字分部家属院、金砖国际，西侧为金砖国际、新纺中心大厦，北侧为中山路。

### 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和检测点位

(1) 环境现状评价对象：浅层 X 射线治疗室工作场所周围辐射环境现状水平。

(2) 监测因子： $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率。

(3) 监测点位：根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，分别在本项目拟建浅层 X 射线治疗室中心，及其四周房间进行布点。具体周围辐射环境质量现状监测点位布置。

### 8.3 监测方案、质量保证措施、监测结果

#### 8.3.1 监测方案

- 1、监测单位：长润安测科技有限公司
- 2、报告编号：CR-HJ-6520250059-002
- 3、检测方式：现场检测
- 4、监测设备：仪器相关技术参数见表 8.3-1。

表 8.3-1 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率仪相关参数

仪器名称	环境级 X、 $\gamma$ 剂量率仪
仪器型号	RJ32-3202
生产厂家	上海仁机仪器仪表有限公司
出厂编号	215224
校准证书	编号：DD25J-CA100324（校准有效期至：2026 年 06 月 26 日） 北京市计量检测科学研究院

#### 8.3.2 质量保证措施

1、本项目辐射环境监测单位为长润安测科技有限公司，具有国家颁发的检验检测机构资质认定计量认证证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性；

2、采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

3、监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；

4、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

5、监测报告严格实行三级审核制度，经校对、审核，最后审定。

### 8.3.3 监测结果

本项目辐射环境各监测点位的监测结果见表 8.3-2。

表 8.3-2 辐射环境现状监测布点及结果一览表

监测点位编号	监测点位置描述	γ辐射剂量率 (nGy/h)	
		环境	检测结果
1	拟建区域换药间 01	楼房	114±3
2	拟建区域换药间 02	楼房	116±4
3	拟建区域东侧杂物间 1#	楼房	114±2
4	拟建区域东侧杂物间 2#	楼房	108±4
5	拟建区域西侧留观区	楼房	115±4
6	拟建区域北侧过道	楼房	101±3
7	拟建区域楼上手术室	楼房	101±3
8	拟建区域楼下脱毛治疗室	楼房	106±2
9	医院东侧停车场	原野道路	94±4
10	新疆维吾尔自治区中医医院大十字部西侧	楼房	92±4
11	新疆维吾尔自治区中医医院大十字部家属楼北侧 1#	楼房	95±5
12	新疆维吾尔自治区中医医院大十字部家属楼北侧 2#	楼房	99±2
13	金砖国际北侧	原野道路	95±5
14	医院北侧停车场	原野道路	94±3

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均未扣除宇宙射线响应值；

#### 检测布点图



#### 8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目室内环境 $\gamma$ 辐射剂量率水平为 92nGy/h~116nGy/h，室外环境 $\gamma$ 辐射剂量率水平为 94nGy/h~95nGy/h，由《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告》可知，乌鲁木齐市室外剂量率在 70.6-183.4 ( $\text{nGy} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 之间，室内剂量率在 82.5-206.1 ( $\text{nGy} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 之间，可见本项目拟建场址辐射剂量率处于当地天然辐射正常水平范围内。

(本页以下空白)

**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 工作原理**

浅层放射治疗（SRT）是一种低能量的放射疗法，是一种高效、无痛、无创的手术替代疗法。浅层 X 射线放射治疗系统主要包括操作控制台和主机两部分。

SRT-100 型浅层 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，其中冷却系统不需要操作者维护，该系统是密封的，仅在日常预防维护期间需要检查冷却剂液位。

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，可提供控制和指示，以设置照射，并开始、监控和终止照射。

治疗头：可根据患者病灶部位治疗照射的需要进行调节。

### **9.1.2 设备组成**

浅层 X 射线放射治疗系统主要包括操作控制台和主机两部分。操作控制台可提供控制和指示，用以设置照射，并开始、监控和终止照射。主机主要包括 X 射线发生器、X 射线管头端、X 射线管冷却系统以及控制和指示器。其中冷却系统不需要操作者维护，该系统是密封的，仅在日常预防维护期间需要检查冷却剂液位。主机整体为可移动式，在固定的场所使用可选择将脚轮锁住以避免治疗时主机移动造成照射偏移，主射方向朝向地下照射。典型设备图示见图 9.1-1。

（本页以下空白）



图 9.1-1 SRT-100 典型设备图示

浅层 X 射线放射治疗机是采用 X 射线束对患者皮肤表层进行直接照射，通过破坏、抑制或转化纤维母细胞并可使血管闭塞，以控制过量的瘢痕组织增生的技术设备。该设备中产生的 X 射线的装置主要由 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（钨合金）一般采用高原子序数的难熔金属组制成。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忽然阻挡从而产生 X 射线。

X 射线对于皮肤组织的作用有以下几个方面：1.抑制和破坏增生的或者分化程度低的组织和细胞；2.抑制角质形成细胞的增值和分化；3.抑制或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，致使官腔狭窄，血栓形成；5.降低皮肤反应性，调节神经末兴奋性。

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 射线可以分为境界线、低电压近距离 X 射线、软 X 射线、浅层 X 射线等。X 射线治疗仪（型号 SRT-100）有 50kV、70kV、100kV 三种管电压可选择，根据其电压范围，属于浅层 X 射线治疗装置。

在皮肤科良性疾病治疗中，X 射线照射总量一般为 12Gy 之内，照射一般使用小剂

量分次照射的方法，使组织有恢复的机会，从而减少损伤。本项目主要用于瘢痕疙瘩、增生性疤痕、神经性皮炎、局部性瘙痒症、慢性湿疹、银屑病（牛皮癣）、腋臭、局部多汗症、枕部硬化性皮囊炎等皮肤疾病的治疗。

### 9.1.3 工作流程

由于 SRT-100 型浅层 X 射线治疗系统是发射低能量的 X 射线，限制了穿透深度，可避免深层组织损伤。治疗时，医生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。

具体工作流程如下：

（1）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，实施放射治疗的病人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；

（2）确定治疗方案：全面记录疾病发生、发展和诊疗经过，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：根据患者的类型、部位和大小等初步确定每一次的照射剂量、照射时间和照射的次数，合理制订放射治疗计划，在计算机上填写生成放射治疗档案。

（5）实施治疗：根据治疗计划，运用相关技术实施精确照射（3 种固定的电压/电流治疗方法选择）。

（6）结束治疗：病人离开治疗机房，医生进行下一个患者摆位准备。具体流程图如下：

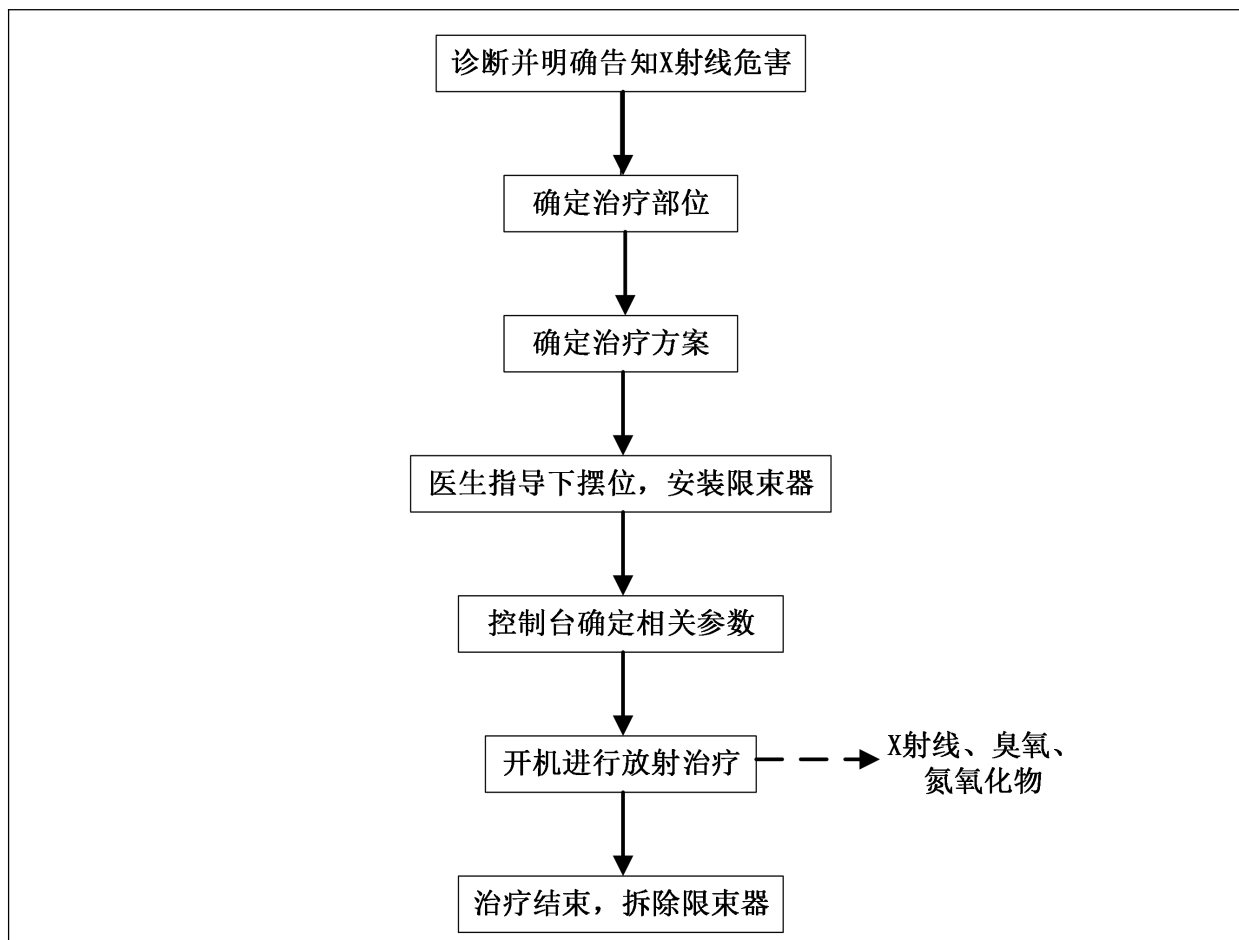


图 9.1-2 浅层 X 射线放射治疗系统工作流程及产污环节示意图

### 9.3 污染源项描述

#### 9.3.1 正常工况下污染源项分析

##### (1) 电离辐射

由治疗机的工作原理可知，治疗机产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，该医院使用 SRT-100 型浅层 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。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。本项目浅层 X 射线放射治疗系统产生的最大 X 射线管电压为 100kV，不开机状态不产生辐射。

##### (2) 废气

X 射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物，影响室内空气质量。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体。

##### (3) 废水

运行过程中不会产生放射性废水，因此主要为辐射工作人员及就诊患者和家属所

产生的的生活污水。

#### (4) 固废

治疗过程中产生一次性不含放射性的医疗用品及器械、废纱布等医疗固体废物。

#### 9.3.2 事故工况污染源项分析

对于浅层 X 射线放射治疗系统的使用，当关机时不会产生 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，最大可能的事故主要有四种：

- (1) 无关人员误入正在运行的 X 射线机房，造成人员误照射；
- (2) 工作人员还未全部撤离机房，外面人员启动设备，造成有关人员被误照；
- (3) 检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害；

(4) 门机联锁装置、门灯联锁装置和闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，或射线装置工作时无关人员打开屏蔽门并误入，对门外人员及误入人员造成误照射。

(本页以下空白)

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 工作场所布局合理性分析

根据设计方案，本项目浅层 X 射线治疗室位于医院四层南侧，浅层 X 射线治疗室内的有效使用面积为 20.0m<sup>2</sup>，东侧为杂物间，南侧临空，西侧为控制室，北侧为过道，楼上为手术室，楼下为脱毛治疗室。浅层 X 射线治疗室工作场所布局及分区见图 10.1-1、10.1-2。

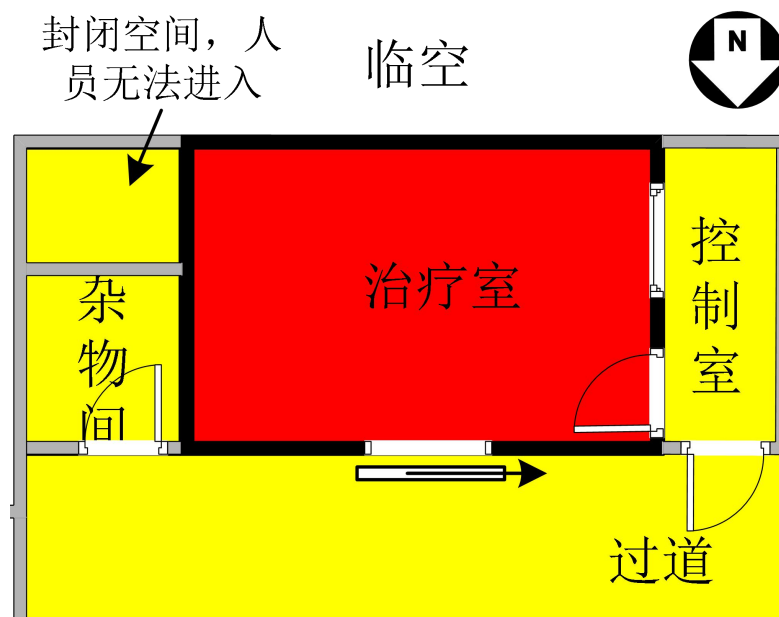


图 10.1-1 浅层 X 射线治疗室平面布局图

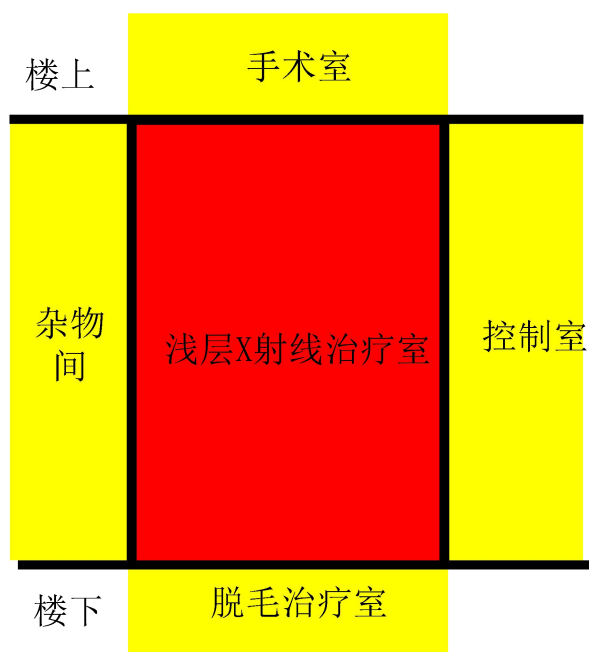


图 10.1-2 浅层 X 射线治疗室剖面布局图

本项目浅层 X 射线治疗室由治疗室、控制室组成。治疗室拟在西墙设置观察窗和工作人员防护门，供辐射工作人员进出机房；北墙设置患者防护门，供患者进出机房；工作人员隔室操作，治疗设备控制室与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器等均放置在治疗机房外，有用束向下照射，有用束不照向居留因子较大用室，项目治疗工作场所布局基本合理，本项目浅层 X 射线治疗机房工作场所布局基本满足《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ1198—2021、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中的相关规定。

### 10.2 分区原则和区域划分情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义，控制区：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：未被定为控制区，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。

**控制区：**浅层 X 射线治疗室。

对于控制区，医院拟在控制区边界进行相应的屏蔽防护，并采取专门的管理措施，防止机房外的人员受到不必要的照射。

**监督区：**机房相邻的控制室、过道、杂物间。

对于监督区不采取专门的防护措施，但拟定期进行辐射水平检查，以保障相关人员的健康与安全。

根据上述要求，医院按照要求对项目进行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区见图 10.1-1、10.1-2。

### 10.3 工作场所辐射防护屏蔽设计

该设备为千伏级（kV）放射治疗设备，根据医院提供的机房屏蔽防护施工情况，参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C.1、C.2，本项目浅层 X 射线治疗室屏蔽防护情况见表 10.3-1。

**表 10.3-1 机房防护施工情况一览表**

工作场所	屏蔽体	屏蔽施工情况	
		采取屏蔽防护措施	等效铅当量 (mmPb)
浅层 X 射线治	东墙	20mm 加砌块+45mm 硫酸钡板	3.0

疗室	南墙	20mm 加砌块+45mm 硫酸钡板	3.0
	西墙	20mm 加砌块+45mm 硫酸钡板	3.0
	北墙	20mm 加砌块+45mm 硫酸钡板	3.0
	屋顶	120mm 混凝土+45mm 硫酸钡板	4.8
	地面	120mm 混凝土+45mm 硫酸钡板	4.8
	受检者通道电动推拉防护门	3mmPb 成品电动防护门	3.0
	工作人员平开防护门	3mmPb 成品防护门	3.0
	观察窗	15mm 铅玻璃	3.0

注：（1）硫酸钡板、防护门及铅玻璃的屏蔽防护铅当量，依据屏蔽施工单位提供的中国辐射防护研究院放射性计量站检测报告；

（2）本项目机房加砌块无法核实密度，故不对加砌块进行铅当量计算；

（3）根据建设单位提供的屏蔽施工方案，本项目机房拟采用 45mm 厚硫酸钡板开展屏蔽防护施工。依据屏蔽施工单位出具的硫酸钡板鉴定证书，15mm 厚硫酸钡板等效铅当量为 1mmPb，据此折算，本项目机房所用 45mm 硫酸钡板等效铅当量为 3mmPb；

（4）屏蔽厚度等效铅当量转换在 100kV 条件下计算。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C.1、C.2 可计算不同管电压下不同材料厚度等同的铅当量。

辐射透射因子 B:

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

式中:

- B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；
- $\beta$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- $\alpha$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- $\gamma$ ——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。

铅当量厚度 X:

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

式中:

- X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；
- $\alpha$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- $\beta$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- $\gamma$ ——铅对不同管电压 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。

本项目屏蔽材料等效铅当量计算结果

屏蔽物质厚度	混凝土的拟合参数			拟合出的铅当量厚度 X
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
120mm 混凝土	0.03925	0.08567	0.4273	1.8mm

#### 10.4 机房外剂量率控制要求

根据建设单位提供资料，本项目设备预计最大治疗人数及周最大治疗时间见表

10.4-1。本项目机房墙体、防护门外和机房顶关注点的周围剂量当量率参考控制水平详见表 10.4-2。

表 10.4-1 本项目放射治疗设备预计周工作量

预期日最大治疗人次	周最大治疗人次	单次治疗时间	周治疗时间
10 人次	50 人次	3min	2.5h

表 10.4-2 机房墙体和防护门外周围剂量当量率参考控制水平（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

方位/毗邻场所	He	t	U	T	Hc	Hc,max	周围剂量当量率参考控制水平
西侧控制室	100 $\mu\text{Sv/周}$	2.5	1	1	40	2.5	2.5
东侧杂物间	5 $\mu\text{Sv/周}$	2.5	1	1/20	40	10	2.5
北侧过道		2.5	1	1/5	10	10	2.5
楼上		2.5	1	1/2	4	10	2.5
楼下		2.5	1	1/2	4	10	2.5

注：1) 使用因子 U 取值说明：取值参考 NCRP Report No.151 中 TABLE 3.1；

2) 表中各关注点居留因子 T 取值参考《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121—2020）附录 A，表 A.1；

3) \*综合考虑周边公众的安全性，本项目周围剂量当量率参考控制水平以 2.5 $\mu\text{Sv/h}$  控制。

## 10.5 辐射安全与防护及环保措施

### (1) 设备固有安全设施

本项目拟购买符合相关要求的设备，拟购设备自身采取多种固有安全防护措施：

①本项目采用的X射线治疗系统采用门灯联锁和门机联锁，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。

#### ②急停开关

设备设置 6 个紧急关闭开关，一个位于操作控制台上，一个位于主机上以及机房四周墙壁均设置一个。按下任何紧急关闭开关之后，装置将立即关闭。

### (2) 治疗项目对医生及患者的污染防治措施

①浅层X射线放射治疗机房有效使用面积为20.0m<sup>2</sup>，X射线放射治疗系统为皮肤抗瘢痕增生治疗设备，机房设置充分满足治疗需要，且方便操作。浅层X射线放射治疗机房按设计厚度进行建设，机房四周、顶棚及防护门、观察窗均满足屏蔽体外30cm周围剂量当量率小于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

②浅层X射线放射治疗机房考虑邻室（含楼上）及周围场所的人员防护安全。其主射方向朝下，避开了铅门和观察窗方向，观察窗位置便于观察到患者和患者状态。

③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，操作人员根据计算选择治疗电压值及曝光时间。

④机房之外设置准备室，机房内不堆放与该设备治疗工作无关的杂物，透过观察窗能完全观察到机房内的情况。机房设有排风装置，保持良好的通风。

⑤穿过治疗机房墙的管线孔（包括通风、电器、水管等）应避免控制台等人员高驻留区，并采用“U”型或“Z”型线缆管道，不影响墙体的屏蔽防护效果，有效控制管线孔的辐射泄漏。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。对嵌入式安装或者直穿墙体造成局部屏蔽减弱的地方，应使用3mmPb的铅皮进行屏蔽补偿。

⑥制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。

⑦医院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、铅颈套等防护用品。治疗过程中，医院工作人员不进入机房，仅在室外操作区进行操作，医护人员应佩戴个人剂量计。

⑧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；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机房相通的门能有效联动。

⑨规范的安全操作要求。操作人员应经过辐射安全防护培训和X射线治疗机专业知识的培训，并经过考核合格后方可上岗，并根据病人的不同部位和病情，选择使用合适照射条件。工作人员在操作X射线治疗机之前，要求佩戴个人剂量计，照射期间除接受治疗的患者外，治疗室内不得有其他人员。操作人员应遵守各项操作规程，定期认真检查安全联锁，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。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。

本项目拟配备4名辐射工作人员，医院拟配备1台便携式X-γ辐射监测仪，1台个人剂量报警仪，为4名辐射工作人员配备个人剂量计。

### (3) 辐射防护措施符合性分析

为分析本项目浅层X射线治疗室的辐射防护性能，根据医院提供的设计方案，将该机房的主要技术参数列表分析，与《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）中对浅层X射线治疗室的防护设施的技术要求比照，具体见下表：

表 10.5-1 浅层 X 射线治疗室的防护设施的技术要求比照表

项目	标准防护要求	拟采取的安全防护措施和设施	符合性
GBZ 121-2020 6.2	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。	放射治疗室内有效使用面积为20.0m <sup>2</sup> （5.0m×4.0m），有足够有效使用空间。	符合
	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。	治疗室拟设有排风装置，进风口设在放射治疗机房东侧吊顶，排风口设在治疗机房南侧墙体下部，进风口与排风口位置呈对角设置；治疗室总体积约为60.0m <sup>3</sup> ，设计通风量为300m <sup>3</sup> /h，能保持良好的通风；每小时通风次数约为5.0次，满足要求。	符合
GBZ 121-2020 6.3	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所确定的周围剂量当量率参考控制水平。	经“表11环境影响分析”预测，放射治疗室各侧墙体及防护门外表面30cm处的周围剂量当量率均小于所确定的周围剂量当量率参考控制水平。屏蔽能力满足要求。	符合
	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上6.3.1。	经“表11环境影响分析”预测，治疗室顶棚上方（楼上）距顶棚100cm处机房地面下方（楼下）距楼地面170cm处的剂量率均小于所确定的周围剂量当量率参考控制水平。屏蔽能力满足要求。	符合
HJ1198-2021 6.1.3	管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。	本项目控制室与治疗室之间隔墙墙角处设置电缆沟通道，采用“U”型布设，通道尺寸内径10cm，线管采用3mm铅板进行包裹，穿墙管道均避开主射线方向。屏蔽能力满足要求。	符合
GBZ121-2020 6.4.2	放射治疗设备都应安装门机连锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。	治疗室拟设置有从室内开启治疗室门的装置，按下开门开关，防护门打开，系统立即停止出束，且防护门有防挤压功能。	符合
HJ1198-2021 6.2.3	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。		符合

<p>GBZ 121-2020 6.4.3</p>	<p>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。</p>	<p>治疗室防护门外拟设置有工作警示灯和电离辐射警告标志，指示灯箱上设有“射线有害，灯亮勿入”的警示标语，并设有门灯联锁，机房门关闭开始出束照射，警示灯亮起。</p>	<p>符合</p>
<p>HJ1198- 2021 6.2.1</p>	<p>a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明。 b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p>		<p>符合</p>
<p>GBZ 121-2020 6.4.4</p>	<p>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。</p>	<p>设备拟设置6个急停开关，一个位于操作控制台上，一个位于主机上以及机房四周墙壁均设置一个。按下任何紧急关闭开关之后，装置将立即关闭。</p>	<p>符合</p>
<p>HJ1198- 2021 6.2.3</p>	<p>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运输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。</p>		<p>符合</p>
<p>GBZ 121-2020 6.4.6</p>	<p>操作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。</p>	<p>治疗室内拟设置观察窗、视频监控装置和双向对讲交流装置，以便辐射工作人员和患者之间进行交流。</p>	<p>符合</p>
<p>HJ1198- 2021 6.2.1</p>	<p>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。</p>		<p>符合</p>

<p>HJ1198-2021 6.2.3</p>	<p>a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置, 防护门未完全关闭时不能出束/出源照射, 出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施; f) 安全联锁系统一旦被触发后, 须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动安装调试及维修情况下, 任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证, 工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。</p>	<p>拟设置门-机联锁装置, 防护门未完全关闭时不能出束, 出束状态下开门停止出束。设备控制台上仅有供授权人专用的钥匙, 只有经过授权的工作人员才能使用钥匙开关开启控制台。 安全联锁系统一旦被触发后, 须人工复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动; 安装调试及维修情况下, 任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证, 工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。</p>	<p>符合</p>
------------------------------	--	---	-----------

由上表可知, 浅层X射线治疗室均按相关标准要求进行了设计, 机房的辐射防护措施符合相关规定要求。

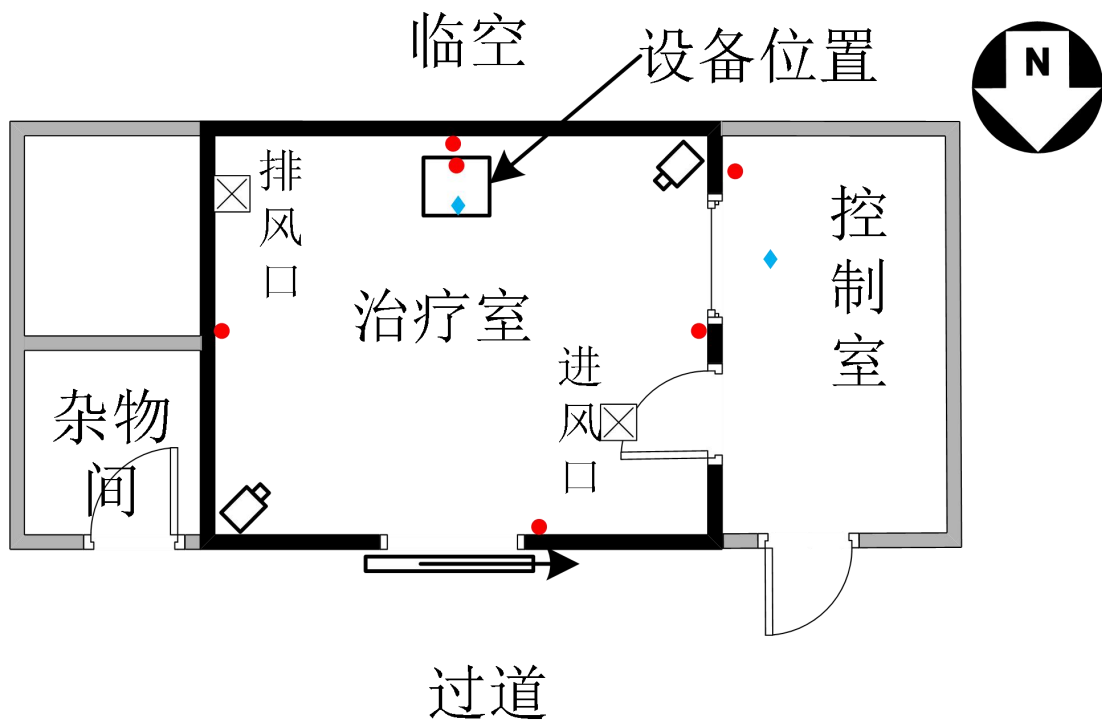


图10.5-1 浅层X射线治疗室安全防护设施布局图

#### (4) 辐射防护与环保投资

本项目计划总投资160万元, 其中环保投资28万, 占比为17.5%。环保投资明细见下表:

表10.5-2 项目环保投资明细表

序号	项目	金额（万元）
1	治疗室辐射屏蔽和安全措施	15
2	辐射防护用品	1
3	工作指示灯、警示标志灯	1
4	1台便携式X-γ辐射监测仪、1台个人剂量报警仪、个人剂量监测	2
5	人员培训及职业健康检查	1
6	环境影响评价及竣工环保验收	8
合计		28

### (5) 三废的治理

(1) 本项目浅层X射线放射治疗系统运行过程中，X射线会使空气中的氧气发生电离继而产生O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>。X射线与空气作用会产生臭氧及氮氧化物，但浅层X射线放射治疗系统产生的X射线能量较低，且每天曝光时间较短，因此浅层X射线放射治疗系统设备的使用会产生臭氧及氮氧化物是极少量的。

根据通风设计方案，建设单位计划为浅层X射线治疗室北侧吊顶设置送风装置，南墙离地30cm设置排风装置，排风机风量为300m<sup>3</sup>/h，浅层X射线治疗室体积约为60.0m<sup>3</sup>，以确保室内空气充分交换，每小时通风换气次数约为5.0次，满足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的要求。排风管道将穿过相应墙体，对因通风管道穿墙造成的防护减薄，建设单位拟使用3mmPb铅皮进行屏蔽补偿，最终机房室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过动力通风装置和外界空气对流，可改善室内空气中臭氧及氮氧化物问题，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中对于机房排风要求。

(2) 本项目浅层X射线放射治疗系统在正常运行状态不产生感生放射性、废水和固体废物。

(3) 放射治疗时产生的医用器具及药棉、纱布、手套等医用辅料采用专门的收集容器集中回收后转移至医疗废物暂贮库，依托医院医疗废物管理制度统一处置。

(4) 医护人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，经医院垃圾桶收集后定期清运。

(5) 医护人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理设施处置。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要为涉及到新墙体的砌筑、建筑装饰、设备安装等，在项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目建设阶段主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物和扬尘等。

#### 11.1.1 声环境影响分析及污染防治措施

本项目施工期间，各种机械产生较大的噪声，而是施工场地紧邻周围建筑物，会造成周围一定范围内的噪声影响。由于本项目工程量小，且施工期间产生的噪声具有阶段性、临时性和声源不固定性，因此，施工单位应采取有效的噪声污染防治措施，降低本项目施工期间对周围声环境产生的影响。

为减小施工期间对周围环境的噪声影响，施工单位应做到以下几点：1) 采取合理安排施工时间，禁止在夜间（22：00-6：00）作业，若必需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按相关规定办理合法手续，施工期间禁止使用高噪声设备；2) 场外运输作业尽量安排在白天进行；3) 尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备；保持设备处于正常工况，减小噪声的排放；4) 选择较为先进的工艺减少施工噪声的影响。5) 加强施工区内动力设备管理，将可固定地点的机械设置在临时建筑房内作业，使较强声源尽可能远离周围建筑物。

#### 11.1.2 环境空气影响分析及污染防治措施

本项目施工期间基础施工、建筑材料搬运、装卸等施工活动会产生二次扬尘。由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但随土建工程结束后即可恢复。

#### 11.1.3 水环境影响分析及污染防治措施

本项目施工期间产生的废水主要为施工人员产生的少量生活污水。施工人员生活污水依托医院排水系统和污水处理设施，处理达标后进入市政污水管网。采取以上措施后，在施工中可大量减少地表水污染，对环境的影响是可以接受的。

#### 11.1.4 固体废物影响分析及污染防治措施

施工期产生的固体废弃物主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废弃物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法的弃渣场处置。生活垃圾经统一收集后交由市政环卫部门处理。对固体废弃物

从收集、清运到弃置应实现严格的全过程管理；设垃圾桶收集生活垃圾。施工单位认真落实上述措施后，可降低对施工期间对环境的影响。

合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭。建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

## 11.2运行阶段对环境的影响

### 11.2.1浅层X射线治疗系统运行时环境影响分析

本项目拟新购1台浅层X射线治疗系统，对于浅层X射线放射治疗系统的使用，当关机时不会产生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，因此本项目进行评价时，主要进行治疗过程中使用X射线的环境影响。

#### (1) 距靶1m处的发射率常数

距离防护是外照射辐射防护的一种有效方法，采用距离防护的基本原理是首先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：

$$K_1 = K_0 R_0^2 / R_1^2 \quad (11-1)$$

式中：K0—源皮距0.15m或0.25m处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

K1—源皮距1m处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R0—源皮距0.15m或0.25m；

R1—源皮距1m。

表 11.2-1 浅层 X 射线治疗机治疗主要技术参数

输出电压 (kV)	输出电流 (mA)	过滤板 (mmAl)	源皮距 (SSD)	剂量率 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

拟购浅层X射线治疗机使用时主要技术参数见表11-1，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）工况进行屏蔽效能核算。从表11-1可知，在25cm限束器

出口处最高剂量率为225cGy/min，根据公式（11-1）推算出100cm处的剂量率为14.06cGy/min，即844cGy/h；在15cm限束器出口处剂量率610cGy/min推算出1m处最大剂量率为13.7cGy/min，故本评价选较大值（14.06cGy/min）进行评价。

## （2）计算公式

### ①泄漏辐射环境影响分析

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的0.1%计算，根据《辐射防护手册 第一分册》—《辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987年），计算公式如公式11-2所示：

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{公式11-2})$$

式中：

$H$ —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$f$ —泄漏射线比率，取0.1%；

$H_0$ —距靶点1m处的空气比释动能率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$R$ —靶点至关注点的距离， $\text{m}$ ；

$B$ —屏蔽透射因子。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）计算屏蔽透射因子，公式如下：

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式11-3})$$

式中：

$B$ —屏蔽透射因子；

$X$ —屏蔽材料铅当量厚度， $\text{mm}$ ；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —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，见表11.2-2。

表11.2-2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

管电压 (kV)	材料	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
100 (主束)	铅	2.500	15.28	0.7557
100 (散射)	铅	2.507	15.33	0.9124

注：拟合参数均取自于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

## ②病人体表散射辐射环境影响分析

对于病人体表的散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《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）。

可按以下公式进行估算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{公式11-4})$$

式中：

$H_s$ —关注点处的患者散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —距靶点1m处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\alpha$ —患者对X射线的散射比， $\alpha=a/400$ 查《辐射防护手册 第一分册》P437表10.1，查表取得，在100kV条件下， $a=0.0013$ （ $90^\circ$ 散射）；

$S$ —散射面积， $\text{cm}^2$ ，根据设备说明书中线束器种类，见表11.2-3，本次计算取最大面积 $161.29\text{cm}^2$ ；

$d_0$ —源与患者的距离，m；

$d_s$ —患者与关注点的距离，m；

$B$ —屏蔽透射因子。

**表11.2-3 SRT-100型放射治疗系统线束器种类**

种类	源皮距
1.0cm直径	15cmSSD
1.5cm直径	15cmSSD
2.0cm直径	15cmSSD
2.5cm直径	15cmSSD
3.0cm直径	15cmSSD
4.0cm直径	15cmSSD
5.0cm直径	15cmSSD
7.3cm直径	15cmSSD
10.0cm直径	25cmSSD
12.7cm直径	25cmSSD

### (3) 关注点和计算示意图

本项目浅层X射线放射治疗系统设置于浅层X射线治疗室西南侧，X射线球管距地

1.1m处。根据GBZ130-2020，关注点选取浅层X射线治疗室门外30cm处、墙外30cm处、观察窗外110cm处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面1m，机房地面下方（楼下）距楼下地面170cm处，浅层X射线治疗室外关注点分布见图11.2-1、图11.2-2，浅层X射线治疗室外各关注点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表11.2-3所示。

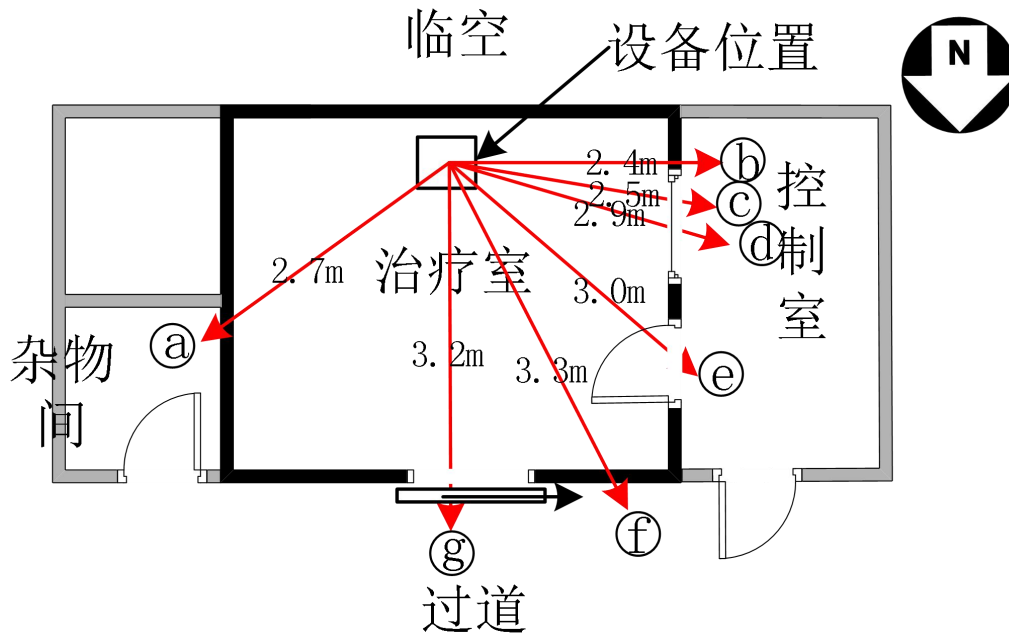


图11.2-1 浅层X射线治疗室关注点位俯视图

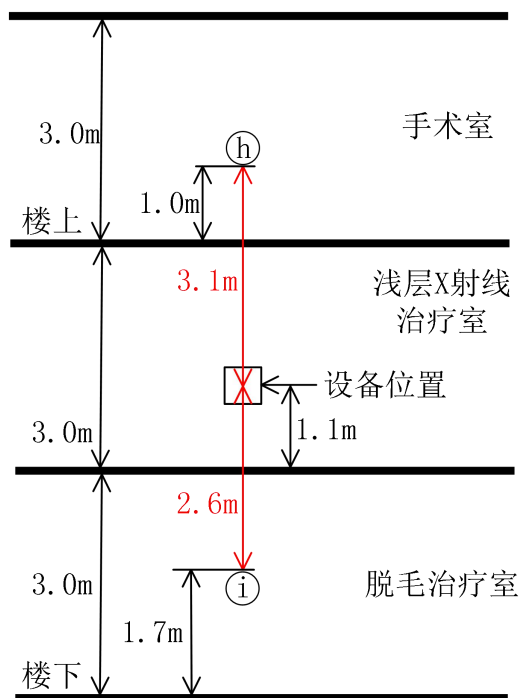


图11.2-2 浅层X射线治疗室关注点位主视图

表 11.2-3 浅层 X 射线治疗室外各关注点的泄漏辐射剂量率计算结果

关注点位置	屏蔽体铅当量厚度(mm)	B (泄露)	B (散射)	H0 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	R (m)	d <sub>0</sub> (m)	d <sub>s</sub>	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		合计剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
								漏射	散射	
①东侧杂物间墙体外 30cm 处	3.0	4.14E-05	6.31E-05	8.44E+06	2.7	0.25	2.7	4.79E-02	6.13E-01	6.61E-01
②西侧控制室墙体外 30cm 处	3.0	4.14E-05	6.31E-05	8.44E+06	2.4	0.25	2.4	6.07E-02	7.76E-01	8.36E-01
③西侧观察窗外 30cm 处	3.0	4.14E-05	6.31E-05	8.44E+06	2.5	0.25	2.5	5.59E-02	7.15E-01	7.71E-01
④西侧操作位处	3.0	4.14E-05	6.31E-05	8.44E+06	2.9	0.25	2.9	4.16E-02	5.31E-01	5.73E-01
⑤西侧工作人员防护门外 30cm 处	3.0	4.14E-05	6.31E-05	8.44E+06	3.0	0.25	3.0	3.88E-02	4.96E-01	5.35E-01
⑥北侧过道墙体外 30cm 处	3.0	4.14E-05	6.31E-05	8.44E+06	3.3	0.25	3.3	3.21E-02	4.10E-01	4.42E-01
⑦北侧受检者防护门外 30cm 处	3.0	4.14E-05	6.31E-05	8.44E+06	3.2	0.25	3.2	3.41E-02	4.36E-01	4.70E-01
⑧顶棚上方（楼上）距顶棚 100cm 处	4.8	4.58E-07	6.92E-07	8.44E+06	3.1	0.25	3.1	4.02E-04	5.09E-03	5.50E-03
⑨机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	4.8	4.58E-07	6.92E-07	8.44E+06	2.6	0.25	2.6	5.72E-04	7.24E-03	7.81E-03

注：散射线和漏射线的屏蔽透射因子计算参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C2、C3 的拟合参数，保守取 100kV 主束的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  拟合参数值进行拟合计算。

上述辐射剂量估算预测表明：本项目浅层 X 射线放射治疗系统正常运行时，机房的屏蔽体外的周围剂量当量率能够满足建设单位制定的管理目标值要求。

### 11.2.3 剂量估算及环境保护目标影响

#### 11.2.3.1 估算公式

辐射工作人员和公众人员受到的 X- $\gamma$  射线产生的外照射所致的年有效剂量用下式进行估算：

$$\text{年有效剂量估算公式：} H = \dot{H} \times T \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots (\text{式 } 11.2.3.1-1)$$

H—年有效剂量，mSv；

$\dot{H}$ —周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T—居留因子；取值参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）附录 A 表 A.1；

t—年照射时间，h/a。

#### 11.2.3.2 个人剂量估算及环境保护目标影响

本项目浅层 X 射线放射治疗机房外剂量估算见表 11.2-4。

表 11.2-4 浅层 X 射线治疗工作人员年有效剂量估算表

序号	工作场所	关注区域	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	照射时间 t(h/a)	居留 因子	年有效剂量 (mSv/a)	备注
1	浅层 X 射线治疗室	东侧杂物间	6.61E-01	125	1/20	4.13E-03	公众
2		西侧控制室	8.36E-01	125	1	1.05E-01	职业
3		北侧过道	4.42E-01	125	1/5	1.11E-02	公众
4		楼上	5.50E-01	125	1/20	3.44E-03	公众
5		楼下	7.81E-01	125	1/20	4.88E-03	公众

根据上表可知，浅层 X 射线治疗室屏蔽体外的职业人员总年有效剂量最大为 1.05E-01 mSv/a，满足本次项目设定的职业人员年有效剂量不超过 5 mSv 的剂量约束值要求；浅层 X 射线治疗室屏蔽体外的公众年有效剂量最大为 1.11E-02 mSv/a，满足本次项目设定的公众人员年有效剂量不超过 0.1 mSv 的剂量约束值要求。

### 11.2.4 非放射性“三废”环境影响分析

#### 11.2.4.1 废气环境影响分析

本项目产生的臭氧和氮氧化物排入大气环境后，经自然分解和稀释，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2 mg/m<sup>3</sup>）的要求。

本项目浅层X射线治疗室拟设有排风装置，进风口设在放射治疗机房北侧吊顶，排风口设在治疗机房南侧墙体下部，进风口与排风口位置呈对角设置；治疗室总体积约为60.0m<sup>3</sup>，设计通风量为300m<sup>3</sup>/h，能保持良好的通风；每小时通风次数约为5.0次，可有效改善本项目浅放室内通风换气的问题，能保持良好通风。浅层X射线放射治疗系统运行时，机房室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风系统排出废气，最大限度降低机房内有害气体的浓度，排出外环境的微量废气经过室外空气的稀释后，对环境的影响可忽略不计。

综上所述，项目产生的臭氧和氮氧化物等对周围大气环境的影响极小。

#### **11.2.4.2 废水环境影响分析**

本项目不产生放射性废液。医护人员和患者产生的生活污水依托现有的污水处理设施处置，洗手及项目用房保洁废水依托医院现有污水处理站进行处理，处理达标后接入市政污水管网。

#### **11.2.4.3 固体废物环境影响分析**

项目工作人员产生的生活垃圾收集后交环卫部门处理。患者在接受浅层 X 射线放射治疗时使用过的医用器具、药棉和一次性手套等医用辅料，采用专门的收集容器集中回收后，转移至医疗废物暂存间，最终由医疗垃圾废物处置单位统一处理。

### **11.3 事故影响分析**

#### **11.3.1 事故影响类别识别**

对于浅层X射线放射治疗系统的使用，当关机时不会产生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，最大可能的事故主要有三种：

(1) 无关人员误入正在运行的X射线机房，由X射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

(2) 工作人员还未全部撤离机房，外面人员启动设备，造成有关人员被误照。

(3) 检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

#### **11.3.1.2 事故分析及预防措施**

浅层X射线放射治疗系统应用项目可能发生的辐射事故及风险的发生主要是工作人员误操作和设备故障，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查机房的性能及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的浅层X射

线治疗室。一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止X射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样可缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境部门、公安部门和卫生部门。

(6) 不断完善辐射事故应急预案，在射线装置建设和运行过程中的适当时候进行演习。

(本页以下空白)

## 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》第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，组长由王策担任，组员为柳志强、唐红梅，辐射防护专职负责人由唐红梅担任；辐射安全与环境保护管理领导小组各成员职责明确，分工清晰，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该领导小组的组成涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门和科室，在框架上符合要求。并安排 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全基础工作。

在日后的工作实践中，医院应根据核技术应用情况及时对已有辐射安全与防护管理领导小组成员作相应调整，确保调整后的辐射安全与环境保护管理领导小组的基本组成涵盖当时核技术应用所涉及的相关部门。

### 12.2 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》等法律法规要求，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：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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

医院已制定了《人员岗位职责》、《放射治疗质量保证措施》、《辐射监测计划》、《X 射线放射治疗操作规程》、《辐射监测仪器使用与校验管理制度》、《辐射防护人员培训计划》、《设备台账管理制度》、《设备维护、维修制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《个人剂量和健康管理规定》、《辐射事故应急预案》等相关辐射安全规章制度，医院制定的辐射安全管理制度具有一定的针对性和可操作性，基本可以满足本项目运行的管理需求。

### 12.3 辐射监测

#### 12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应该配置与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人

剂量测量报警仪、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。根据以上要求，建议本项目辐射工作场所辐射仪器配置情况详见表 12.3-1。

**表 12.3-1 本项目辐射工作场所辐射监测仪器拟配置情况**

工作场所	监测仪器	配置情况说明
浅层 X 射线治疗机房	便携式 X-γ射线巡测仪	配置 1 台
	固定式剂量率仪	机房内安装 1 套
	个人剂量报警仪	配置 2 台

### 12.3.2 监测计划

**(1) 监测方案：**医院委托有资质的单位每年对浅层 X 射线治疗室周围环境进行辐射环境监测、每年自行对放疗中心辐射工作场所周围环境进行监测 3-4 次，并建立监测技术档案。

①监测频度：每年常规委托监测一次、自行监测 3-4 次。

②监测范围：浅层 X 射线放射治疗系统的作业区域。

③监测项目：X、γ辐射剂量率。

④监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

**(2) 监测仪器：**便携式 X-γ剂量率监测仪，仪器应每年送相关单位检定一次。

**(3) 工作场所辐射监测：**除委托有资质的单位定期监测外，医院应自行进行监测，周期为 3-4 次/年，并保留自检记录。

**(4) 个人剂量监测：**医院严格要求辐射工作人员按照规范佩戴个人剂量计，规定在个人剂量计佩戴时间届满一个监测周期时（每 3 个月一次），由专人负责收集人员佩戴的剂量计送检更换，医院严格按照国家法规和相关标准进行个人剂量监测和相关的防护管理工作。建立了个人剂量档案并妥善保管。

综上所述，本项目监测计划见下表 12.3-2。

**表 12.3-2 本项目监测计划一览表**

辐射工作场所	监测类别	监测项目	监测频次	监测设备	监测范围
浅层X射线治疗室	年度监测	X-γ辐射剂量率	1次/年	委托有资质单位监测	治疗室墙和入口门外表面30 cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层
	自主监测		1次/季度	便携式 X-γ辐射监测仪	
	验收监测		竣工验收	委托有资质单位监测	
个人剂量检测		Hp (10)	1次/季度	个人剂量计	所有辐射工作人员

#### 12.4 辐射事故应急

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》等法律法规和规范性文件规定，医院已制定《辐射事故应急预案》，规定了应急组织机构与职责，明确了应急联系方式，确定了应急启动、事故报告和应急响应程序，提出了应急终止及后期处理措施。

本项目运行后，医院应加强辐射事故应急预案的演练，每年组织人员进行应急演练并记录，提高事故应急处置能力，确保辐射事故应急处置有条不紊进行。

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应付突发事件的能力，应进行培训和演练。

#### 12.5 竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，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。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（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组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过12个月。

表 12.5-1 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	验收方式
1	辐射安全管理机构	设立辐射辐射安全与环境保护管理领导小组并明确成员职责，负责项目辐射安全与环境管理工作。
2	辐射安全管理制度	按照项目的实际情况，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。针对使用的射线装置使用过程中可能存在的风险，完善应急预案，落实必要的应急物质。定期进行辐射事故应急演练。
3	辐射安全防护措施	浅层 X 射线治疗机房：电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门-机-灯联锁装置、光幕式红外防夹装置、防护门紧急开门装置、实时摄像监控系统、对讲装置、双头应急灯、急停按钮（机房内四周墙壁 4 个、防护门内旁侧 1 个、控制台 1 个、靠近治疗床 1 个）、固定式剂量报警装置、便携式辐射剂量监测仪等、新排风系统、换气次数不小于 4 次/h。
4	防护用品	个人剂量计、个人剂量报警仪。
5	环境监测仪器	配备 1 台 X-γ 剂量监测仪器，定期校准；应定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，详细记录监测数据并归档。
6	职业教育培训	辐射工作人员应定期参加辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得合格证后方能上岗。从事辐射安全与防护管理的工作人员也应及时组织参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的考核并获取辐射安全培训合格成绩单。
7	个人剂量档案	为每名辐射工作人员配备个人剂量计，放射工作时要求佩戴，定期送检并保存辐射工作人员个人剂量监测档案。
8	健康档案	定期对辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康检查档案。
9	剂量管理限值	浅层 X 射线治疗机房在正常工况下监测机房周围当量剂量率满足剂量率参考控制水平。项目公众年有效剂量约束值取 0.1mSv，职业工作人员年有效剂量约束值取 5mSv。

(本页以下空白)

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

新疆威兹曼整形外科医院有限公司位于新疆乌鲁木齐市天山区解放北路 299 号 1 栋，医院计划将三层换药室 02、换药室 01 改造为 1 间浅层 X 射线治疗室（有效使用面积 20.0m<sup>2</sup>）及其配套功能用房，并新购置一套 SRT-100 型浅层 X 射线放射治疗系统，设备最大管电压 100kV，最大管电流 10mA，属于 II 类射线装置。

#### 13.1.2 产业政策符合性

本项目主要是利用放射源、X 射线开展放射治疗等工作，《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类中“第十三、医疗 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“**高端放射治疗设备**”，符合国家产业政策。

#### 13.1.3 实践正当性

医院在核技术利用项目开展过程中，对放射性同位素和射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对放射性同位素和射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

#### 13.1.4 选址合理性及布局合理性

项目建设位置 50m 范围内东侧为解放北路，南侧为新疆维吾尔自治区中医医院大十字部、新疆维吾尔自治区中医医院大十字分部家属院、金砖国际，西侧为金砖国际、新纺中心大厦，北侧为中山路。本项目浅层 X 射线治疗室位于医院三层南侧，治疗室东侧为杂物间，南侧临空，西侧为控制室，北侧为过道，楼上为手术室，楼下为脱毛治疗室；机房南侧实体边界距新疆维吾尔自治区中医医院大十字分部家属院居民楼 25m。本项目 50m 评价范围内无珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域，重要的水源涵养区域等环境敏感目标，无环境制约因素。

本项目采用的SRT-100型浅层X射线放射治疗系统为千伏级设备，最大输出剂量率为750cGy/min，治疗期间实行隔室操作，能够有效保障操作人员安全。在满足机房屏蔽要求及建设单位设定的周边剂量当量率管理目标的前提下，该选址方案合理可行。

### 13.1.5 辐射安全与防护分析结论

分区管理：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）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的标准要求，对浅层 X 射线治疗室划定了控制区、监督区，并按照国家相关规定进行分区管理，最大程度减少对工作人员、公众辐射影响。

机房屏蔽能力：浅层 X 射线治疗室防护屏蔽防护设计方案均能达到《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ1198—2021、《放射治疗放射防护要求》GBZ121—2020 等标准的要求。

辐射安全防护措施：浅层 X 射线治疗室拟设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门-机联锁装置、红外防夹装置、紧急止停开关、实时视频监控装置、双向交流对讲系统、应急照明灯、固定式剂量报警装置、辐射监测仪、个人剂量报警仪；机房满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）相关要求。

### 13.1.6 辐射安全管理

管理机构：医院已成立《辐射安全与环境保护管理领导小组》，制订了《辐射事故应急预案》。医院应根据医院发展情况及人事变动情况，及时调整人员名单，明确各岗位职责。

管理制度：医院已制定了包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度，项目建成后，根据射线装置实际使用情况，不断完善操作规程、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、辐射监测方案等辐射安全与防护管理制度，使其具有更强的针对性和可操作性。

人员培训和剂量监测：项目开展前，浅层 X 射线辐射治疗系统新增辐射工作人员应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训，完成现场考核，考核合格后方可上岗；为浅层 X 射线治疗新增辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计监测周期不超过 3 个月送检 1 次。

综上所述，医院管理机构、规章制度及辐射工作人员的管理在按照本报告提出的

要求落实后可满足相关辐射防护标准的要求和本单位核技术利用建设项目开展的需求。

### 13.1.7 环境影响分析结论

(1) 机房屏蔽能力：根据表 11.2-3 核算，浅层 X 射线治疗机房设计屏蔽厚度能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》GBZ121—2020 等相关要求。

(2) 剂量估算：根据表 11.2-4 核算，本项目相关放射工作人员、公众成员的年附加有效剂量也均满足本环评的剂量管理限值的要求（工放射作人员 5mSv/a，公众成员 0.1mSv/a），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。

项目在运行过程中对周围环境中的辐射工作人员和公众的辐射影响满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871—2002 要求，并且能满足本项目提出的剂量约束值的要求：辐射工作人员照射的剂量约束值不超过 5mSv/a，公众照射剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

### 13.1.8 项目可行性

新疆威兹曼整形外科医院有限公司新建浅层 X 射线放射治疗机房建设项目选址合法合理，符合产业政策和实践正当性。在落实本报告提出的各项污染防治措施、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。

因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

## 13.2 建议和承诺

### 13.2.1 建议

(1) 认真学习国家环保法规政策，提高安全文化素养，增强辐射防护意识；要求工作人员严格执行各项安全管理规章制度和安全技术操作规程。

(2) 从事本项目辐射医疗设备操作的工作人员须取得辐射安全和防护知识合格证书，杜绝无证上岗。证书到期人员和未培训人员尽快安排培训，杜绝无证上岗。

(3) 从事本项目辐射医疗设备操作的工作人员上岗前须完成《放射工作人员职业健康体检》，体检结果符合放射工作人员上岗要求，方可上岗。

(4) 从事本项目辐射医疗设备操作的工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，个人

剂量计监测周期不超过 3 个月送检 1 次。

(5) 医院须严格执行辐射污染防治与辐射环境管理的法律法规，认真落实本报告中提出的各项辐射防护措施和本报告批复文件中的各项措施。加强对辐射医疗设备的管理，在工作期间必须有专人管理。

(6) 结合医院实际情况，不断修订、完善《辐射安全与环境保护管理领导小组》、《辐射事故应急预案》及辐射安全管理规章制度，使之更具有针对性和可操作性。

### **13.2.2 承诺**

(1) 医院承诺在本项目取得批复后，承诺及时向生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

(2) 医院承诺严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。

(3) 医院承诺加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。

(4) 医院承诺严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

(5) 医院承诺完善各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。按照应急预案处理和上报辐射事故并及时将应急预案向生态环境主管部门备案。

(6) 项目建成后，按要求及时组织竣工环境保护验收工作。

(本页以下空白)

## 表 14 审批

下一级生态环境部门意见：

经办人：

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人：

公 章

年 月 日