

核技术利用建设项目

中国医学科学院皮肤病医院
新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目
环境影响报告表

(公示版)

中国医学科学院皮肤病医院
(中国医学科学院皮肤病研究所)

2025 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

中国医学科学院皮肤病医院
新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目
环境影响报告表

(公示版)

中国医学科学院皮肤病医院
(中国医学科学院皮肤病研究所)

2025 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

中国医学科学院皮肤病医院

新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目

环境影响报告表

建设单位名称：中国医学科学院皮肤病医院（中国医学科学院皮肤病研究所）

建设单位法人代表（签名或盖章）：



通讯地址：江苏省南京市玄武区蒋王庙街 12 号

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ytt9l9		
建设项目名称	中国医学科学院皮肤病医院新增2台浅层X线放射治疗系统项目		
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)	中国医学科学院皮肤病医院		
统一社会信用代码	12100000466005997L		
法定代表人 (签章)	林彤		
主要负责人 (签字)	林彤		
直接负责的主管人员 (签字)	曹春艳		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	南京瑞森辐射技术有限公司		
统一社会信用代码	91320106694645355K		
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
陈朝晖	2014035320352013321405000117	BH019830	陈朝晖
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
刘戡好	表8 环境质量与辐射现状 表9 项目工程分析与源项 表10 辐射安全与防护 表11 环境影响分析 表12 辐射安全管理 表13 结论与建议	BH015157	刘戡好
陈朝晖	表1 项目基本情况 表2 放射源 表3 非密封放射性物质 表4 射线装置 表5 废弃物 表6 评价依据 表7 保护目标与评价标准	BH019830	陈朝晖

环评项目负责人职业资格证



姓名:

陈朝晖

Full Name

性别:

男

Sex

出生年月:

1968年12月

Date of Birth

专业类别:

Professional Type

批准日期:

2014年05月

Approval Date

持证人签名:

Signature of the Bearer

2014035320352013321405000117

管理号:

File No.

签发单位盖章

Issued by

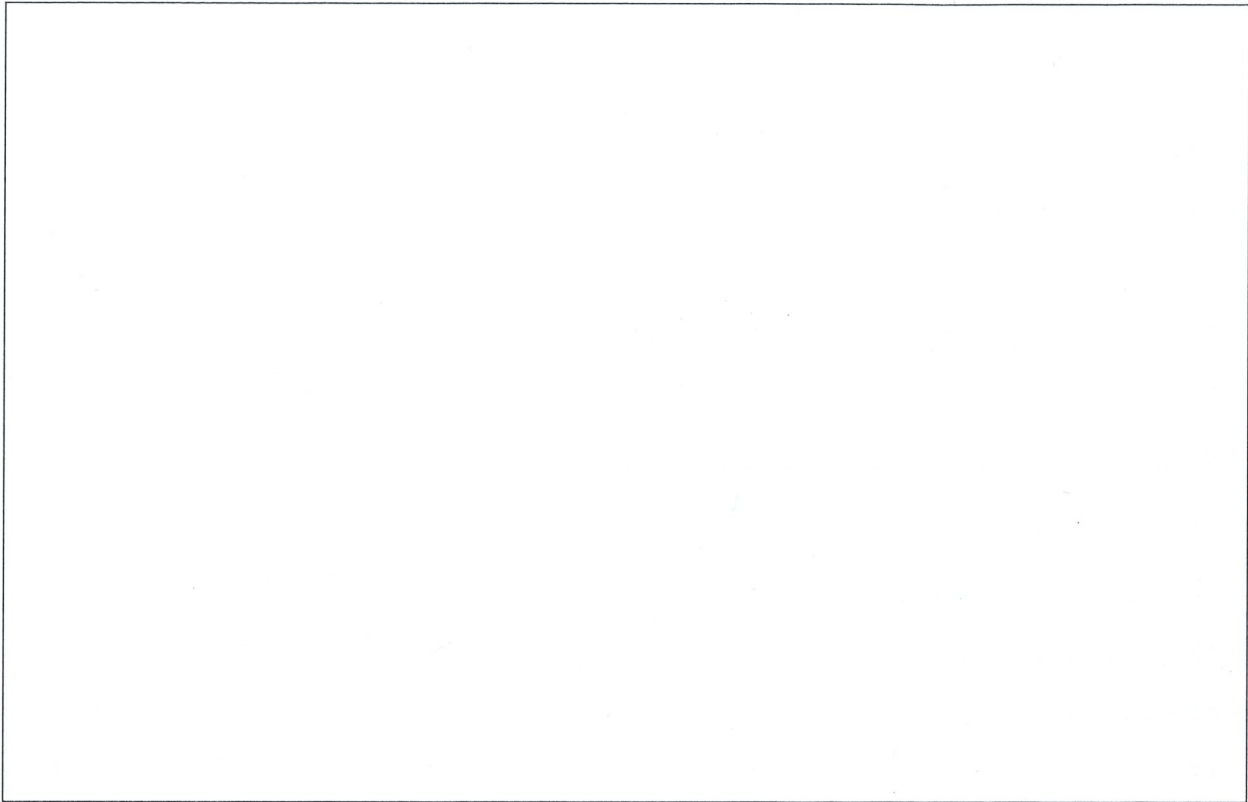
签发日期:

2014 年 09 月

Issued on



本项目负责人现场勘查照片



江苏省社会保险权益记录单
(参保单位)

请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称：南京瑞森经射技术有限公司

现参保地：玄武区

统一社会信用代码：91320106694646355K

查询时间：202501-202506

共1页，第1页

单位参保险种		养老保险		工伤保险		失业保险	
缴费总人数		34		34		34	
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)		缴费起止年月		缴费月数	
1	刘威婷			202501 - 202506		6	
2	陈明晖			202501 - 202506		6	

- 说明：
- 1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
 - 2. 本权益单为打印时参保情况。
 - 3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
 - 4. 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。



目 录

表 1	项目基本情况	- 1 -
表 2	放射源	- 5 -
表 3	非密封放射性物质	- 5 -
表 4	射线装置	- 6 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	- 7 -
表 6	评价依据	- 8 -
表 7	保护目标与评价标准	- 11 -
表 8	环境质量和辐射现状	- 15 -
表 9	项目工程分析与源项	- 21 -
表 10	辐射安全与防护	- 26 -
表 11	环境影响分析	- 31 -
表 12	辐射安全管理	- 49 -
表 13	结论与建议	- 55 -
表 14	审批	- 61 -

附图：

- （1）中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目地理位置示意图；
- （2）中国医学科学院皮肤病医院院区总平面及周围环境示意图；
- （3）中国医学科学院皮肤病医院医技楼负一层 X 线治疗室平面布置及分区示意图；
- （4）中国医学科学院皮肤病医院医技楼一层平面布置示意图。

附件：

- （1）项目委托书；
- （2）射线装置使用承诺书；
- （3）X 线治疗室屏蔽设计情况；
- （4）SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统说明书；
- （5）辐射安全许可证；
- （6）原有核技术利用项目基本情况一览表；
- （7）本项目辐射环境现状监测报告；
- （8）CT 检查室防护检测报告；
- （9）本项目江苏省生态环境分区管控综合查询报告书。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目					
建设单位		中国医学科学院皮肤病医院 (统一社会信用代码: 12100000466005997L)					
法人代表		林彤		联系人		联系电话	
注册地址		江苏省南京市玄武区蒋王庙街 12 号					
项目建设地点		江苏省南京市玄武区蒋王庙街 12 号					
立项审批部门		/		批准文号		/	
建设项目总投资 (万元)				项目环保总投资 (万元)		投资比例(环保投资/总投资)	
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他				占地面积 (m ²)	
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类				
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类				
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物				
		☐ 销售	/				
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙				
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类				
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类				
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类				
	其他	/					

项目概述:

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

中国医学科学院皮肤病医院(中国医学科学院皮肤病研究所)1954 年创建于北京, 致力于皮肤病、性病、麻风病的医疗、研究、防控和人才培养, 1984 年迁至南京市玄武区蒋王庙街 12 号。

为了更好地为患者服务, 提高医院的医疗质量, 根据规划, 中国医学科学院皮肤病医院拟将医技楼负一层在用的 1 台 OPERAFP 型数字胃肠机(最大管电压为 150kV,

最大管电流为 1000mA，III类射线装置）淘汰，在医技楼负一层新建 2 座 X 线治疗室（原为III类射线装置机房，利用机房已有屏蔽措施，增加辐射安全措施），于治疗室内各配备 1 台 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统（最大管电压为 100kV，最大管电流为 10mA，II类射线装置），用于皮肤浅层放射治疗。

中国医学科学院皮肤病医院拟从现有人员中调用或新聘用 5 名辐射工作人员承担本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目的辐射工作，其中医师 2 人、技师 2 人、物理师 1 人，不兼职其他放射工作。辐射工作人员年工作 250 天，本项目单台浅层 X 线放射治疗系统年接诊量最大为 3000 人次，患者治疗照射时间平均按 2min 计，故年出束运行时间为 100h。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律、法规和部门规章的规定，中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目需进行环境影响评价。受中国医学科学院皮肤病医院的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目的环境影响评价工作（见附件 1）。根据《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 2017 年 第 66 号），本项目浅层 X 线放射治疗系统属 X 射线治疗机（深部、浅部），为 II 类射线装置。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部 部令第 16 号，2021 年版），本项目为新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。南京瑞森辐射技术有限公司在资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了项目环境影响报告表。医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目情况见表 1-1：

表 1-1 新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目情况一览表

射线装置									
序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	备注
1	浅层 X 线放射治疗系统(SRT-100 型)	1	100	10	II 类	医技楼负一层 X 线治疗室(一)	使用	本次环评	/

2	浅层 X 线放射 治疗系统 (SRT-100 型)	1	100	10	II 类	医技楼负一层 X 线治疗室(二)	使用	本次 环评	/
---	---------------------------------	---	-----	----	------	---------------------	----	----------	---

二、项目选址情况

中国医学科学院皮肤病医院位于南京市玄武区蒋王庙街 12 号，院区东侧为华新西路，南侧为蒋王庙 10 号居民楼和蒋王庙街，西侧为花园路 5 号（财大小区），北侧为南京警察学院（花园路校区），东北侧为蒋王庙 14 号小区。本项目地理位置示意图附图 1，中国医学科学院皮肤病医院院区周围环境示意图及总平面图见附图 2。

本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目位于院区医技楼负一层，该楼为地上七层单体建筑（因院区内地势落差等原因，为方便管理，医院将医技楼各楼层描述为负一层~六层），医技楼东侧为院内道路、制剂楼和门诊楼，南侧为院内道路和门诊楼，西侧为院内道路和花园路 5 号（财大小区），北侧为院内道路和食堂。本项目 2 座 X 线治疗室位于医技楼负一层西部，2 座 X 线治疗室相邻而建，共用控制室位于 2 座机房中间，2 座 X 线治疗室东侧为室内走廊、CT 检查室及其控制室，南侧为电梯间、配电房和仓库，西侧为院内道路、院界围墙和花园路 5 号（财大小区），北侧为办公室，上方为真菌、细菌检验室，下方为土层。中国医学科学院皮肤病医院医技楼负一层 X 线治疗室及一层平面布置及周围环境示意图见附图 3 至附图 4。

本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目周围 50m 评价范围除西至花园路 5 号（财大小区）（最近约 20m 处）外，其余方向均位于院区边界内。项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、院区内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外花园路 5 号（财大小区）处其他公众等。

本项目 X 线治疗室周围无儿科病房、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，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中关于选址的规定。

三、原有核技术利用项目许可情况

中国医学科学院皮肤病医院现持有南京市玄武生态环境局核发的辐射安全许可证（苏环辐证[A0316]），有效期至：2029 年 4 月 1 日，许可种类和范围为“使用 III 类射线装置”。医院辐射安全许可证见附件 5，原有核技术利用项目情况见附件 6。

医院已使用的骨密度仪、数字胃肠机、DR、CT 等 III 类射线装置均已履行环保手续，无环保遗留问题。现有核技术应用项目基本情况见表 1-2。

表 1-2 现有核技术应用项目基本情况一览表

射线装置							
序号	辐射活动场所名称	装置名称	规格型号	类别	活动种类	环评、许可及验收情况	备注
1	蒋王庙街 12 号	双能 X 线骨密度仪	Prodigy	III类	使用	已许可、已监测	/
2		数字胃肠机	OPERA FP	III类	使用	已许可、已监测	拟淘汰
3		DR	Aristos Vx plus	III类	使用	已许可、已监测	/
4		CT	UCT760	III类	使用	已许可、已监测	/

四、实践正当性分析

本项目的运行，可为患者提供放射治疗服务，并可提高医疗卫生水平，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其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》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活度种类	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》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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 线放射治疗系统	II 类	1 台	SRT-100 型	100	10	皮肤浅层放射治疗	医技楼负一层 X 线治疗室 (一)	主射线向 下照射
2	浅层 X 线放射治疗系统	II 类	1 台	SRT-100 型	100	10	皮肤浅层放射治疗	医技楼负一层 X 线治疗室 (二)	主射线向 下照射
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境,臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。
2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989 年 12 月 26 日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，中华人民共和国主席令 第九号，2015 年 1 月 1 日起实施； (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 第七十七号，2002 年 10 月 28 日发布，根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第一次修正，根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正； (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； (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 第 253 号，1998 年 11 月 29 日发布，根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（中华人民共和国国务院令 第 682 号）修订，2017 年 10 月 1 日起施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (7) 《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 日起施行； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (9) 《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 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；
------	---

	(10) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告，2018 年 5 月 1 日起实施； (11) 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 10 月 25 日发布； (12) 《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 日发布； (13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 57 号，2019 年 12 月 24 日发布； (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； (15) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，2021 年 5 月 28 日发布； (16) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日发布； (17) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日发布； (18) 《江苏省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日发布； (19) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日发布。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； (2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； (3) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）； (4) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； (5) 《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）； (6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； (8) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；

	(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (10) 《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）； (11) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）。
其他	附图： (1) 中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目地理位置示意图； (2) 中国医学科学院皮肤病医院院区总平面及周围环境示意图； (3) 中国医学科学院皮肤病医院医技楼负一层 X 线治疗室平面布置及分区示意图； (4) 中国医学科学院皮肤病医院医技楼一层平面布置示意图。 附件： (1) 项目委托书； (2) 射线装置使用承诺书； (3) X 线治疗室屏蔽设计情况； (4) SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统说明书； (5) 辐射安全许可证正副本； (6) 原有核技术利用项目基本情况一览表； (7) 本项目辐射环境现状监测报告； (8) CT 检查室防护检测报告； (9) 本项目江苏省生态环境分区管控综合查询报告书。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的规定，结合本项目的特点，确定本项目评价范围为本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目工作场所实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。

保护目标

本次中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区；不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）要求，本项目建设址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目建设址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元（详见附件 9）。本项目为核技术利用项目，根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题；本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

本项目主要考虑浅层 X 线放射治疗系统工作时可能对周围环境产生的辐射影响。本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目周围 50m 评价范围除西至花园路 5 号（财大小区）（最近约 20m 处）外，其余方向均位于院区边界内。项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、院区内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外花园路 5 号（财大小区）处其他公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

编号	环境保护目标		方位	最近距离	保护对象类别	人口规模	年剂量约束值
1	医技楼负一层 X 线治疗室	技师、医师、 物理师等	控制室、 治疗室	紧临	辐射工作 人员	约 5 人	5mSv/a (职业人员)
2	医技楼 负一层~一层	其他医务人员	治疗室四 周及上方	毗邻	公众	约 20 名	0.1mSv/a (公众)
		病患、周围公众				流动人员	
	医技楼 二层~六层	其他医务人员	上方	约 3m	公众	约 80 名	
		病患、周围公众				流动人员	
3	制剂楼	周围公众	东侧	约 22m	公众	约 60 名工作人 员，其余为流动 人员	
4	门诊楼	其他医务人员	东南侧	约 12m	公众	约 100 人	
		病患、周围公众				流动人员	
5	食堂	周围公众	北侧	约 49m	公众	约 10 名工作人 员，其余为流动 人员	
6	院内道路公众		四周	紧临	公众	流动人员	
7	花园路 5 号 (财大小区)	3 号楼、6 号楼	西侧	约 20m	公众	约 150 人	
		道路	西侧	约 10m	公众	流动人员	

评价标准

一、工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中个人剂量限值，见表 7-2。

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv ③眼晶体的年当量剂量，150mSv ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv

公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。
--------------	--

二、剂量约束值：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”的要求，确定本项目剂量约束值为：职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv。

三、机房外的周围剂量当量率参考控制水平：

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）“6.1 屏蔽要求”、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）“6.3 屏蔽要求”中相关规定及本项目浅层X线放射治疗系统周开机治疗时间，估算得到X线治疗室外30cm处的周围剂量当量率参考控制水平 H_c ，见表7-3。

表 7-3 X 线治疗室外 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平

参考点 ¹⁾			居留因子 T	使用因子 U	周剂量控制值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	周工作时间 (h) ²⁾	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		
							$H_{c,d}$	$H_{c,max}$	H_c
X 线治疗室 (一)	东侧患者门 (1#)		1/8	1	5	2.0	20	10	10
	东墙 (2#)	走廊	1/5	1	5		12.5	10	10
	南墙 (3#)	配电房	1/20	1	5		50	10	10
	西墙 (4#)	院内道路	1/40	1	5		100	10	10
	北侧观察窗 (5#)	控制室	1	1	100		50	2.5	2.5
	北墙 (6#)	控制室	1	1	100		50	2.5	2.5
	北侧医护门 (7#)		1/8	1	5		20	10	10
	上方 (8#)	真菌、细菌 检验室	1	1	5		2.5	2.5	2.5
X 线治疗室 (二)	东侧患者门 (1#)		1/8	1	5	2.0	20	10	10
	东墙 (2#)	走廊	1/5	1	5		12.5	10	10

	北墙（3#）	办公室	1	1	5		2.5	2.5	2.5
	西墙（4#）	院内道路	1/40	1	5		100	10	10
	南侧观察窗（5#）	控制室	1	1	100		50	2.5	2.5
	南墙（6#）	控制室	1	1	100		50	2.5	2.5
	南侧医护门（7#）		1/8	1	5		20	10	10
	上方（8#）	真菌、细菌 检验室	1	1	5		2.5	2.5	2.5

注：1、X 线治疗室参考点点位布设详见图 11-1 至图 11-2；

2、根据医院提供的工作量，单台浅层 X 线放射治疗系统年接诊量最大为 3000 人次，患者治疗照射时间平均按 2min 计，故年出束时间为 100h、周出束时间为 2h。

四、辐射环境质量现状检测评价参考值

根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月，江苏省环境监测站）确定本项目建设址的辐射环境质量现状检测评价参考值，见表 7-4。

表 7-4 江苏省全省环境天然 γ 辐射水平调查结果（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差（s）	7.0	12.3	14.0

注：*测量值已扣除宇宙射线响应值，现状评价时，取测值范围数值：即原野为（33.1~72.6）nGy/h；道路为（18.1~102.3）nGy/h；室内为（50.7~129.4）nGy/h。

五、参考资料：

（一）《辐射防护导论》，方杰主编。

（二）《辐射防护手册（第一分册）》，李德平、潘自强主编。

（三）NCRP REPORT No.147：Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities，2004。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

中国医学科学院皮肤病医院位于南京市玄武区蒋王庙街 12 号，院区东侧为华新西路，南侧为蒋王庙 10 号居民楼和蒋王庙街，西侧为花园路 5 号（财大小区），北侧为南京警察学院（花园路校区），东北侧为蒋王庙 14 号小区。

本项目位于院区医技楼负一层，2 座 X 线治疗室相邻而建，共用控制室位于 2 座机房中间，2 座 X 线治疗室东侧为室内走廊、CT 检查室及其控制室，南侧为电梯间、配电房和仓库，西侧为院内道路、院界围墙和花园路 5 号（财大小区），北侧为办公室，上方为真菌、细菌检验室，下方为土层。

本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目周围 50m 评价范围除西至花园路 5 号（财大小区）（最近约 20m 处）外，其余方向均位于院区边界内。项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、院区内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外花园路 5 号（财大小区）处其他公众等。本项目 X 线治疗室拟建址周边环境见图 8-1 至图 8-12。



图 8-1 X 线治疗室（一）拟建址



图 8-2 控制室



图 8-3 X 线治疗室（二）拟建址



图 8-4 X 线治疗室（二）北侧

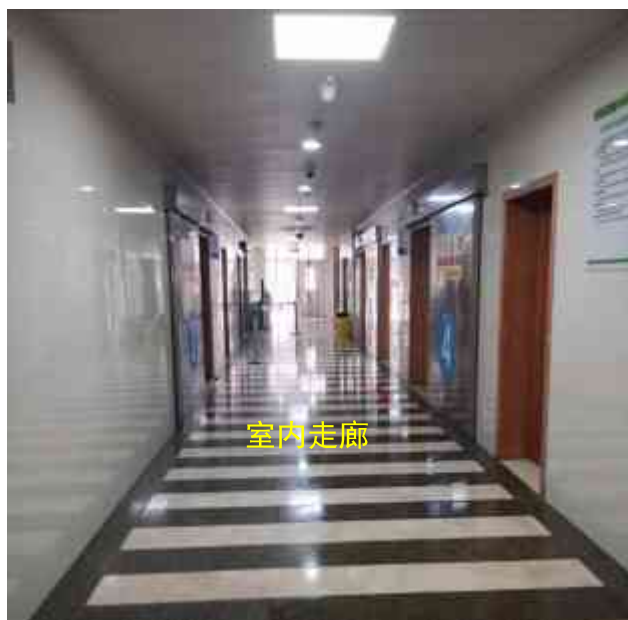


图 8-5 X 线治疗室东侧



图 8-6 X 线治疗室（一）南侧



图 8-7 X 线治疗室西侧



图 8-8 X 线治疗室上方



图 8-9 医技楼东侧、南侧门诊楼



图 8-10 医技楼东北侧制剂楼



图 8-11 医技楼北侧食堂



图 8-12 医院西侧花园路 5 号（财大小区）

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，于本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目拟建址周围进行布点，测量 γ 辐射剂量率。监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-13。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测项目： γ 辐射剂量率

检测仪器：6150AD6/H+6150AD-b/H 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，
检定有效期：2024 年 10 月 28 日~2025 年 10 月 27 日，检定单位：江苏省计量科学
研究院，检定证书编号：Y2024-0107802）

能量范围：20keV~7MeV

剂量率范围：1nSv/h~99.9 μ Sv/h

监测日期：2025 年 4 月 8 日

天气：阴

温度：30℃

湿度：27%RH

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过检验检测机构资质认定（证书编号：221020340350，检测资质见附件 7），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）要求，实施全过程质量控制。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行三级审核。

数据记录及处理： γ 辐射空气吸收剂量率监测每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。

评价方法：参照江苏省天然 γ 辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

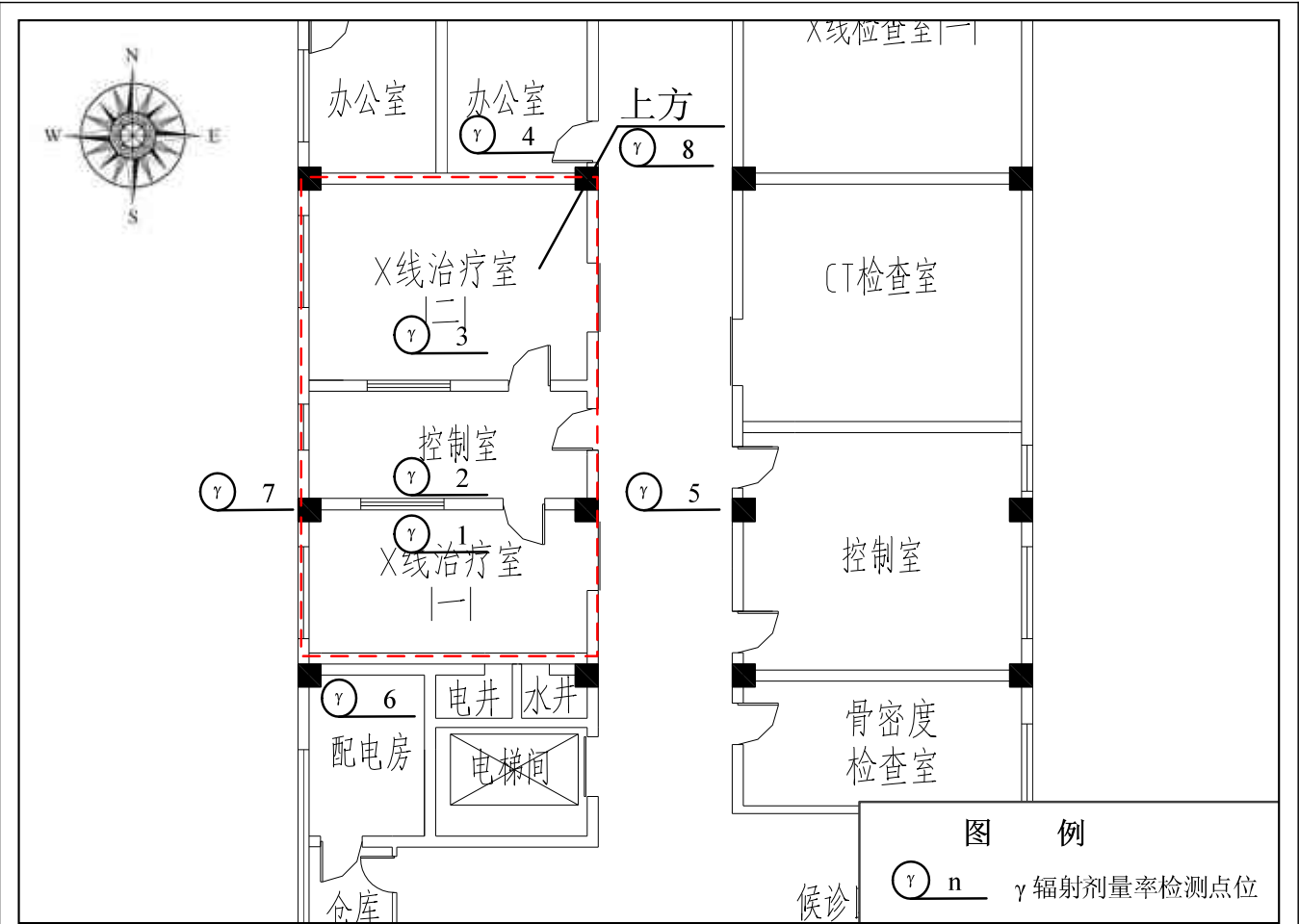


图 8-13 (a) 新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目拟建址周围环境监测点位示意图

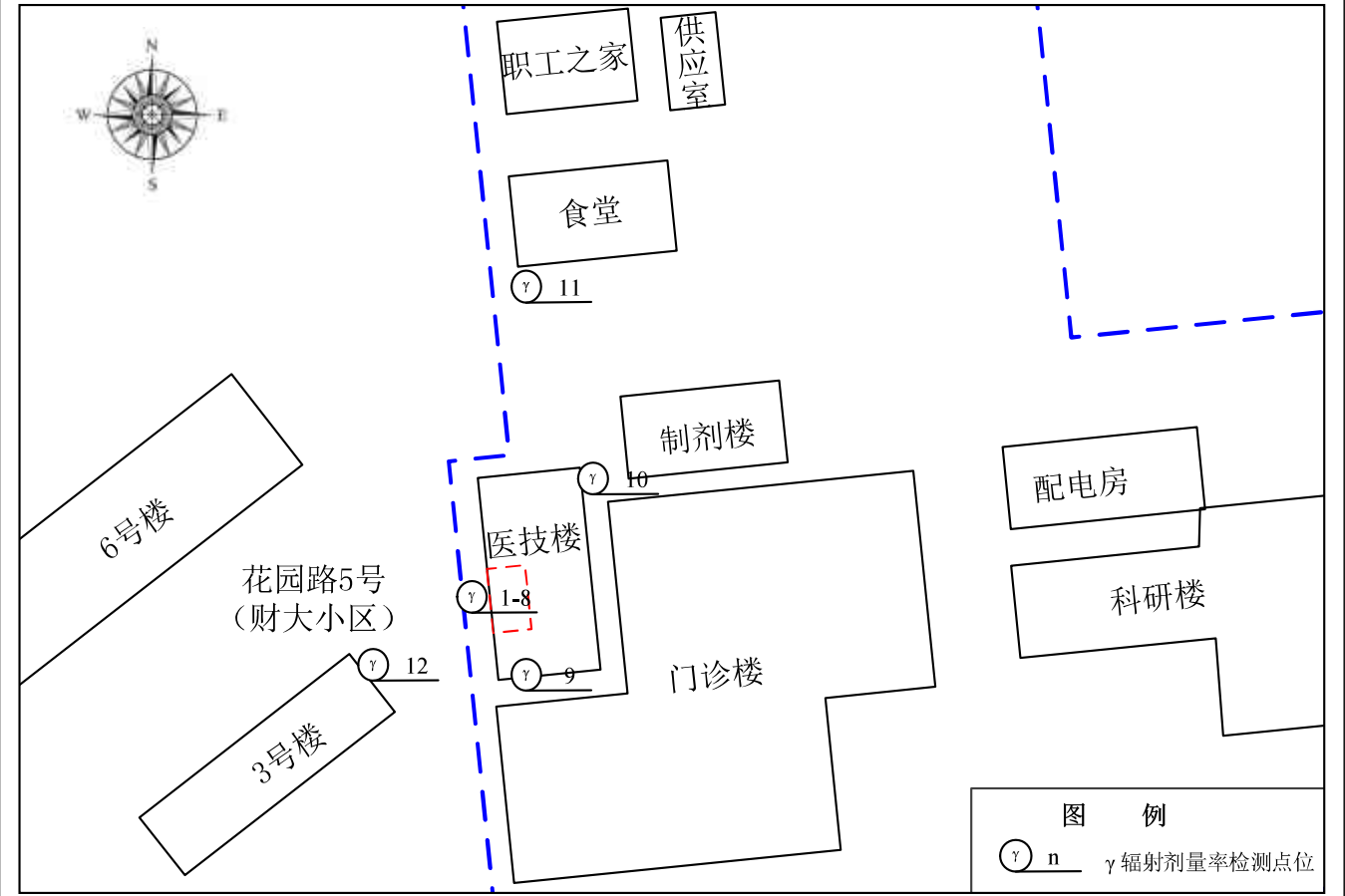


图 8-13 (b) 新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目拟建址周围环境监测点位示意图

表 8-1 新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目拟建址周围 γ 辐射水平

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	X 线治疗室 (一) 拟建址内	86	室内 (楼房)
2	控制室拟建址内	96	室内 (楼房)
3	X 线治疗室 (二) 拟建址内	88	室内 (楼房)
4	X 线治疗室拟建址北侧	84	室内 (楼房)
5	X 线治疗室拟建址东侧	88	室内 (楼房)
6	X 线治疗室拟建址南侧	87	室内 (楼房)
7	X 线治疗室拟建址西侧	56	道路
8	X 线治疗室拟建址上方	81	室内 (楼房)
9	门诊楼北侧	58	道路
10	制剂楼西南角	60	道路
11	食堂南侧	66	道路
12	花园路 5 号 (财大小区) 3 号楼东侧	66	道路

注：上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值。环境 γ 辐射剂量率测量结果按照《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)中公式 $\dot{D} = C_f(E_f\dot{X} - \mu_c\dot{X}_c')$ 计算，其中， C_f 为仪器量程检定/校准因子，本项目为 1.02； E_f 为仪器检验源效率因子，本项目取 1； $\dot{X}$ 为现场监测时仪器 n 次读数的平均值； μ_c 为建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1； $\dot{X}_c'$ 为测点处仪器对宇宙射线的响应值，本仪器的宇宙射线响应值为 25nGy/h。

由表 8-1 监测结果可知，中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目拟建址室内 (1#~6#、8#点位) 周围环境 γ 辐射剂量率在 (81~96) nGy/h 之间，属江苏省建筑物室内 γ 辐射 (空气吸收) 剂量率本底水平 (50.7~129.4) nGy/h 范围内；室外 (7#、9#~12#点位) 周围环境 γ 辐射剂量率为 (56~66) nGy/h 之间，属江苏省道路 γ 辐射 (空气吸收) 剂量率本底水平 (18.1~102.3) nGy/h 范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

中国医学科学院皮肤病医院拟在医技楼负一层新建 2 座 X 线治疗室，于治疗室内各配备 1 台 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统（最大管电压为 100kV，最大管电流为 10mA），用于皮肤浅层放射治疗。

浅层 X 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，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，主体整机为可移动式，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。本项目在 X 线治疗室内配备有治疗床，浅层 X 线放射治疗系统在治疗床侧对患者开展皮肤浅层放射治疗。本项目拟配备浅层 X 线放射治疗系统外观图见图 9-1。



图 9-1 本项目拟配备浅层 X 线放射治疗系统外观图

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。本项目拟配备的 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统提供 50kV/10mA、

70kV/10mA、100kV/8mA 三种治疗模式可选，治疗状态下主射线向下，不朝四周墙体和顶部照射，其主要设备技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目浅层 X 线放射治疗系统主要设备技术参数

项目名称	技术参数*		
型号	SRT-100 型		
位置	医技楼负一层 X 线治疗室（一）、X 线治疗室（二）		
治疗模式	管电压/管电流	源皮距（SSD）	SSD 处输出剂量率
	50kV/10mA	15cm	750cGy/min
		25cm	270cGy/min
	70kV/10mA	15cm	630cGy/min
		25cm	225cGy/min
	100kV/8mA	15cm	610cGy/min
		25cm	225cGy/min
出束方向	向下		
照射野	最大照射野：18cm×8cm		

注：本项目浅层 X 线放射治疗系统技术参数由建设单位和供货商提供。

二、工作原理及工作流程

（一）工作原理

浅层 X 线放射治疗系统是采用 X 射线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，藉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。

（二）工作流程及产污环节分析

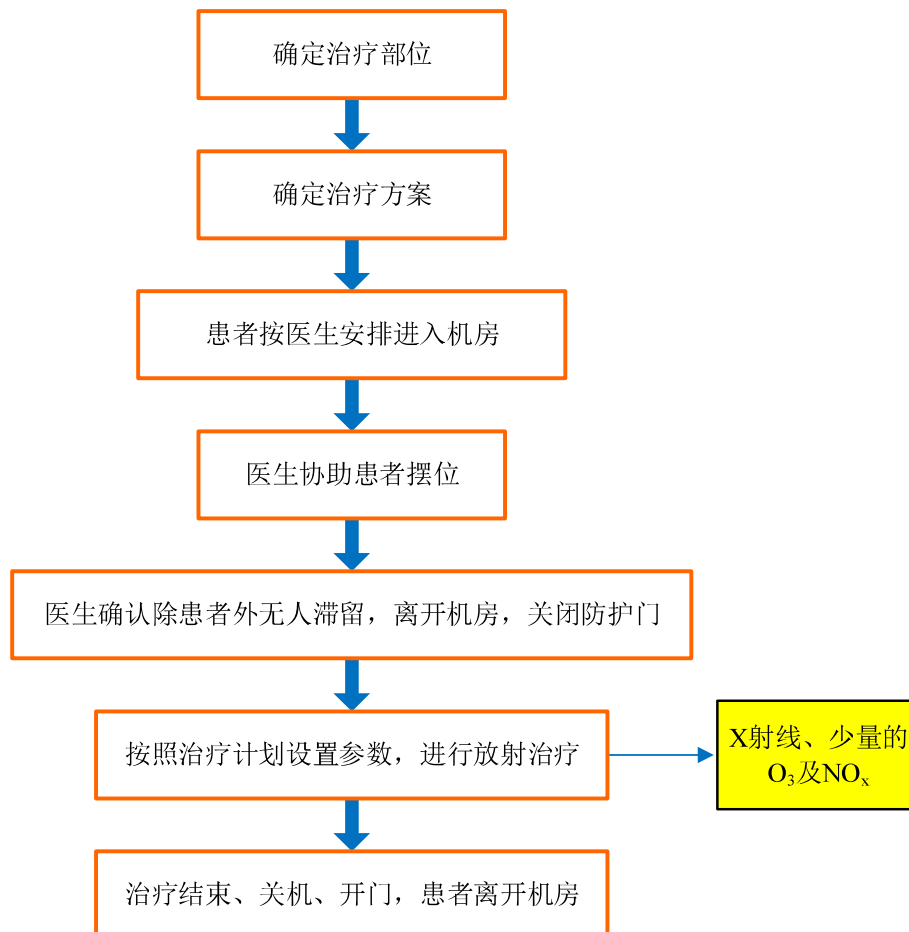


图 9-2 浅层 X 线放射治疗系统项目工作流程及产污环节示意图

SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统工作流程及产污环节分析见图 9-2, 其工作流程如下:

1、对患者进行登记，进行临床检查，实施放射治疗的患者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 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、放疗医师根据临床诊断资料，提出放射治疗方案，确定照射剂量、照射时间和照射次数（1~5 次，每次照射至少间隔一周）；

3、物理师制定放射治疗计划，并经医师确认，放疗技师领患者进入治疗室，对患者进行摆位，调整治疗床高度，设备机头安装合适的限束器；

4、技师确认治疗室内无其他人员滞留，离开机房，关闭防护门；

5、技师在控制室内按照放射治疗计划设置参数，进行放射治疗。治疗过程，会产生 X 射线，机房内的空气会电离产生臭氧和氮氧化物；

6、治疗结束后，停止出束，解除定位，关闭系统，患者离开机房。

污染源项描述

一、放射性污染

浅层 X 线放射治疗系统在工作状态下会发出 X 射线，拟配置的浅层 X 线放射治疗系统最大管电压为 100kV、最大管电流为 10mA，产生的 X 射线会对患者和医务人员有一定的附加辐射剂量。

浅层 X 线放射治疗系统产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。辐射场中的 X 射线包括有用线束（主束）、漏射线和散射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

（一）有用线束

本项目浅层 X 线放射治疗系统出束治疗前，医生对患者进行摆位，浅层 X 线放射治疗系统的有用线束投射方向为向下。有用线束的射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。本项目拟配备的 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统提供 50kV/10mA、70kV/10mA、100kV/8mA 三种治疗模式可选，根据设备供货商提供的源皮距和源皮距处输出剂量率（详见表 9-1），可推算出距靶 1m 处的输出剂量率，见表 9-2。

表 9-2 本项目浅层 X 线放射治疗系统距靶 1m 处输出剂量率

射线装置 名称型号	管电压/管电流	源皮距（SSD）	SSD 处输出剂量率 （cGy/min）	距靶 1m 处输出剂量率 （cGy/min）
SRT-100 型 浅层 X 线放 射治疗系统	50kV/10mA	15cm	750	16.88
		25cm	270	16.88
	70kV/10mA	15cm	630	14.18
		25cm	225	14.06
	100kV/8mA	15cm	610	13.73
		25cm	225	14.06

（二）散射线

本项目浅层 X 线放射治疗系统的散射线主要考虑有用线束照射到受检者人体产生的侧向散射线，其强度与有用线束的 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射面积和距离等有关。

（三）泄漏射线

根据《医用电气设备 第 2-8 部分：能量为 10kV 至 1MV 治疗 X 射线设备的基本安全和本性能专用要求》（GB 9706.208-2021）中“表 201.102 允许泄漏辐射”的规定，X 射线管工作电压 $\leq 150\text{kV}$ ，距参考中心 1m 处 X 射线源组件泄漏辐射的空气比释动能率不应超过 1mGy/h 。

工作负荷：根据医院提供的工作量，本项目患者治疗照射时间平均按 2min 计，指导患者摆位和解除摆位各按 1min 计，单台浅层 X 线放射治疗系统年接诊量最大为 3000 人次，故每台设备年出束时间为 100h、周出束时间为 2.0h，辐射工作人员年工作时间约为 200h。

中国医学科学院皮肤病医院拟为本项目调配或新聘用 5 名辐射工作人员，包括医师 2 人、技师 2 人、物理师 1 人，均不兼职其他辐射工作。辐射工作人员均须参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习及培训，考核合格后方可上岗。

二、非放射性污染

（一）废气

浅层 X 线放射治疗系统在工作状态时，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

（二）废水

主要是工作人员和部分患者产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

（三）固体废物

主要是工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局及分区

本项目 2 座 X 线治疗室位于医技楼负一层西部，2 座 X 线治疗室相邻而建，共用控制室位于 2 座机房中间，X 线治疗室控制室与治疗室分离，控制室位于治疗室北侧或南侧，有用线束仅向地面照射，不直接朝控制室和其他居留因子较大的用室照射。本项目 X 线治疗室（一）东西长 6.02m，南北长 3.12m，有效使用面积为 18.7m²；X 线治疗室（二）东西长 6.02m，南北长 4.26m，有效使用面积为 25.6m²，X 线治疗室布局符合《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）中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中“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求”、“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”等规定，本项目 X 线治疗室布局合理。

X 线治疗室周围无儿科病房、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，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中关于选址的规定。

为加强辐射防护管理和职业照射控制，本项目拟将浅层 X 线放射治疗系统所在机房作为辐射防护控制区，严格控制人员进出，并在机房入口处粘贴有电离辐射警告标志；与机房相邻的控制室划为监督区，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。本项目辐射防护分区的划分符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定要求。中国医学科学院皮肤病医院医技楼负一层 X 线治疗室平面布置及分区见图 10-1。

图 10-1 X 线治疗室周围布置及分区示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目 X 线治疗室（一）东西长 6.02m，南北长 3.12m，有效使用面积为 18.7m²；X 线治疗室（二）东西长 6.02m，南北长 4.26m，有效使用面积为 25.6m²，层高 3.40m，具体屏蔽设计参数见表 10-1。

表 10-1 X 线治疗室屏蔽设计一览表

场所名称	屏蔽防护设计	屏蔽设计（厚度及材质） ¹⁾
X 线治疗室（一）、 X 线治疗室（二）	墙体	240mm 实心砖+1mm 铅板
	顶面 ²⁾	600mm 混凝土
	防护门	4mm 铅板
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃

注：1、铅密度为 11.3g/cm³，混凝土密度为 2.35g/cm³，实心砖密度不低于 1.65g/cm³；

2、浅层放疗治疗室下方为土层，人员不可达。

三、辐射安全和防护措施

（一）电离辐射警告标志和工作状态指示灯

X 线治疗室入口处拟设置有“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，防护门上方拟设置工作状态指示灯，防止无关人员逗留和误入。

（二）安全联锁装置

X 线治疗室拟设置门-机联锁装置，医护防护门或患者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。安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过操作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医院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。

（三）急停按钮

浅层 X 线放射治疗系统控制室设置 1 个急停按钮，机房内的设备主机上自带 1 个急停按钮，X 线治疗室内四周墙体上均设置 1 个急停按钮，各按钮分别与 X 射线系统连接，在出现紧急情况下，按下急停按钮，即可停止 X 射线系统出束。

（四）观察窗和对讲装置

X 线治疗室控制室墙体上设置有观察窗，可有效观察到受检者状态及患者防护门开闭情况。X 线治疗室控制室拟设置对讲装置，方便机房外工作人员与患者交流。

（五）紧急开门装置

X 线治疗室拟设置从室内开启治疗机房门的装置，防护门拟设有防挤压功能。

（六）人员监护

医院拟为本项目配备 5 名辐射工作人员，拟为辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检且需做好个人剂量档案管理工作。该医院拟开展辐射工作人员的职业健康监护，定期安排其在有相应资质医院体检，建立个人剂量档案。

（七）规章制度

完善并落实射线装置相关的安全使用制度、管理制度，从事辐射工作的医务人员均须参加放射工作的培训与辐射安全培训考核。医务人员在操作过程中遵守以上制度，严格按操作程序，避免发生事故。



图 10-2 X 线治疗室主要安全设施位置示意图

中国医学科学院皮肤病医院在落实以上辐射安全措施后，将满足《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》（HJ 1198-2021）中的相关标准要求。

四、监测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，开展放射诊疗的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

中国医学科学院皮肤病医院已配备有辐射巡测仪 1 台，拟为本项目新配备个人剂量报警仪 4 台。辐射工作人员工作时将佩戴个人剂量计，以监测累积受照情况。医院拟定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

三废的治理

一、废气

浅层 X 线放射治疗系统在工作状态时，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目浅层 X 线放射治疗系统 X 射线输出功率低、剂量小、光子能量低，产生臭氧和氮氧化物量极少，本项目 2 座 X 线治疗室均拟设置有通风装置，治疗室内进风口拟设在治疗室中央吊顶处，排风口拟设在 X 线治疗室（一）西南角、X 线治疗

室（二）西北角，少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

二、废水

工作人员和部分患者产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

三、固体废物

工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 2 座 X 线治疗室原为 III 类射线装置机房，机房建设属于整个院区基础建设的部分工程，土建部分已纳入主体项目建设。本项目利用机房已有屏蔽措施，建设时主要工作为辐射安全措施施工与内饰装潢，将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响：

一、大气

本项目在建设施工期需进行的辐射安全措施施工等作业，将产生地面扬尘，另外机械作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，设立围挡，并保持施工场地一定的湿度。

二、噪声

整个建筑施工阶段，如辐射安全措施与内饰装潢等施工中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，尽量采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

三、固体废物

项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

四、废水

项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

医院在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在院内局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

（一）X 线治疗室的屏蔽防护铅当量厚度核算

本项目 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统有用线束向下照射，即使旋转机头，向下的散射线和漏射线的辐射影响要小于主束向下的影响，所以本项目将 X 线治疗室地面作为有用线束投射方向。由表 10-1 可知，本项目 X 线治疗室使用的屏蔽材料除铅以外，还涉及机房四侧和顶面（非有用线束投射方向）的混凝土、实心砖及铅玻璃。SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统提供 50kV/10mA、70kV/10mA、100kV/8mA 三种治疗模式可选，本项目按最大管电压 100kV 的条件核算 X 线治疗室各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度。

（1）混凝土、实心砖的等效铅当量厚度核算

由 NCRP147 报告中公式（A.3）进行计算：

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

式中：X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α 、 β 、 γ —相应屏蔽物质（本项目为混凝土、实心砖）对相应管电压 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；给定铅厚度的屏蔽透射因子 B 值对照 NCRP147 报告中公式（A.2）进行计算：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{公式 11-2}$$

式中：B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ —铅对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度。

由 NCRP147 报告 TABLE A.1 查取 100kV、70kV、50kV 管电压工况下 X 射线（主束）辐射衰减的有关的拟合参数。散射线保守取有用线束侧向（散射角 $\theta=90^\circ$ ）的一次散射线能量，借鉴康普顿散射定律计算一次散射线能量 E 与入射的初级 X 射线能量 E_0 之比值 $E/E_0=1/[1+E_0(1-\cos\theta)/0.511]$ ，则 100kV、70kV、50kV 管电压工况下 E/E_0 值分别为 0.836、0.880、0.911，则 X 射线（主束）对应的散射线能量分别为 84kV、62kV、46kV，再由 NCRP147 报告 TABLE C.1 所列数据，绘制 kV- α 、 β 、 γ 拟合曲线，求取 84kV、62kV、46kV 管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，均列于表

11-1:

表 11-1 不同管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	屏蔽材料	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ
100kV (主束)	铅	2.500	15.28	0.7557
	混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
	砖	0.03520	0.0880	1.149
100kV (散射)	铅	2.507	15.33	0.9124
70kV	铅	5.369	23.49	0.5881
50kV	铅	8.801	27.28	0.2957
30kV	铅	38.79	180.0	0.3560
84kV (散射)	铅	3.445	20.40	0.7310
62kV (散射)	铅	6.446	25.36	0.4644
46kV (散射)	铅	12.68	45.99	0.3085

注: 100kV、70kV、50kV 管电压工况下 X 射线(主束)辐射衰减的有关的拟合参数由 NCRP147 报告 TABLE A.1 查取,与主射线能量对应的散射线能量分别为 84kV、62kV、46kV,查取 NCRP147 报告 TABLE C.1 中 50kV、70kV、100kV 电压的相关数据,绘制 kV- α 、 β 、 γ 拟合曲线(多项式, R 平方值均为 1),求取 84kV、62kV 管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;查取 NCRP147 报告 TABLE C.1 中 30kV、50kV、70kV 电压的相关数据,绘制 kV- α 、 β 、 γ 拟合曲线(多项式, R 平方值均为 1),求取 46kV 管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

本项目机房屏蔽部位涉及的 600mm 混凝土、240mm 实心砖,分别按公式 11-2、公式 11-1 计算其屏蔽透射因子 B 、铅当量厚度 X ,计算结果列于表 11-2。

表 11-2 混凝土屏蔽透射因子 B 、铅当量厚度 X 计算结果

管电压	屏蔽材料	屏蔽透射因子 B	铅当量厚度 X (mm)
100kV (主束)	600mm 混凝土	3.94E-12	9.47
	240mm 实心砖	7.20E-05	2.78

(2) X 线治疗室的屏蔽防护铅当量厚度汇总

根据前述各屏蔽材料的等效铅当量厚度核算情况,可对本项目 X 线治疗室屏蔽体等效铅当量进行汇总,结果见下表:

表 11-3 X 线治疗室屏蔽体等效铅当量厚度核算

场所名称	参数	设计厚度	100kV 等效铅当量
X 线治疗室	墙体	240mm 实心砖+1mm 铅板	3.78mm
	顶面	600mm 混凝土	9.47mm
	防护门	4mm 铅板	4mm
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃	4mm

注：本项目有用线束方向向下，治疗室下方为土层，人员不可达；四侧墙体、顶部、门、窗均为非有用线束照射方向。

（二）X 线治疗室的辐射影响预测

为了进一步评价屏蔽效果辐射防护效果，采用理论预测的方法进行影响分析。SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统提供 50kV/10mA、70kV/10mA、100kV/8mA 三种治疗模式可选，故本项目选取三种治疗模式出束情况下，分别进行辐射影响分析。本项目与治疗室中间设置有一张 2.0m×0.9m 的治疗床，保守将治疗床位置作为浅层 X 线放射治疗系统治疗头活动范围进行辐射剂量率计算。

于 X 线治疗室（一）周围共布设 8 个预测点，预测点布设见图 11-1 所示。

预测点选取如下：

- 1#-东侧患者门外 30cm 处；
- 2#-东墙外 30cm 处，走廊；
- 3#-南墙外 30cm 处，配电房；
- 4#-西墙外 30cm 处，院内道路；
- 5#-北侧观察窗外 30cm 处，控制室；
- 6#-北墙外 30cm 处，控制室；
- 7#-北侧医护门外 30cm 处；
- 8#-上方，真菌、细菌检验室。



图 11-1 医技楼负一层 X 线治疗室（一）预测点布设示意图

（1）关注点处散射辐射剂量率计算

由《辐射防护手册（第一分册）》（李德平 潘自强著）给出的X射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的有效剂量率 H_s 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot (s/400) \cdot B_s \cdot K}{d_0^2 \cdot d_s^2} \quad \text{公式 11-3}$$

式中： H_s —关注点处散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —有用线束中心轴上距靶 1m 处的输出剂量率， $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ，见表 9-2（以 cGy/min 为单位的值乘以 $6\text{E}+05$ ）；

a —人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值，由《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中查取。对于散射线向机房四侧墙体投射的情况，从《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中采用查取散射角 90° 时 100kV、70kV、50kV 对应的 a 值，分别为 0.0013、0.0005、0.00035；对于散射线向机房顶面投射的情况，因《辐射

防护手册（第一分册）》表 10.1 中无散射角 180°的数据，表中所列散射角中以 135°最接近 180°，故从该表中查取散射角 135°时 100kV、70kV、50kV 对应的 α 值，分别为 0.0022、0.0013、0.0010；

S —主束在受照人体上的散射面积，根据建设单位提供参数，照射野最大为 $18\text{cm} \times 8\text{cm} = 144\text{cm}^2$ ，本项目保守取 144cm^2 ；

d_0 —源至受照点的距离，本项目保守取 0.15m；

d_s —受照体至关注点的距离，m；

B_s —屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，计算公式见式 11-2；

K —有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，查《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）附录表 G.2，按前述 90°方向一次散射线能量对应的 kV 值，84kV、62kV、46kV 管电压对应的 K 值分别取 1.68、1.54、1.42。

将前述有关参数代入公式 11-3，分别计算 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统三种治疗模式下 X 线治疗室（一）外关注点处散射辐射剂量率，计算结果见表 11-4。

表 11-4（a） X 线治疗室（一）关注点处散射辐射剂量率计算结果（100kV/8mA）

关注点位置 ¹⁾	H_0 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$) ²⁾	X (mm)	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#-东侧患者门外 30cm 处	14.06 × 600000	4	7.35E-08	0.15	2.550	0.003
2#-东墙外 30cm 处（走廊）		3.78	1.57E-07		2.550	0.007
3#-南墙外 30cm 处（配电房）		3.78	1.57E-07		1.880	0.013
4#-西墙外 30cm 处（院内道路）		3.78	1.57E-07		2.550	0.007
5#-北侧观察窗外 30cm 处 （控制室）		4	7.35E-08		1.660	0.008
6#-北墙外 30cm 处（控制室）		3.78	1.57E-07		1.660	0.017
7#-北侧医护门外 30cm 处		4	7.35E-08		1.770	0.007
8#-上方（真菌、细菌检验室）		9.47	4.81E-16		3.150	2.42E-11

注：1、机房四侧屏蔽体外关注点位于屏蔽体外 30cm 处，机房上方关注点位于距上方（楼上）地面 30cm 处；

2、保守选取各治疗模式下不同源皮距距靶 1m 处输出剂量中的较大值进行辐射剂量率计算。

表 11-4 (b) X 线治疗室 (一) 关注点处散射辐射剂量率计算结果 (70kV/10mA)

关注点位置 ¹⁾	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$) ²⁾	X (mm)	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#-东侧患者门外 30cm 处	14.18×600000	4	2.04E-13	0.15	2.550	3.29E-09
2#-东墙外 30cm 处 (走廊)		3.78	8.42E-13		2.550	1.36E-08
3#-南墙外 30cm 处 (配电房)		3.78	8.42E-13		1.880	2.50E-08
4#-西墙外 30cm 处 (院内道路)		3.78	8.42E-13		2.550	1.36E-08
5#-北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		4	2.04E-13		1.660	7.76E-09
6#-北墙外 30cm 处 (控制室)		3.78	8.42E-13		1.660	3.20E-08
7#-北侧医护门外 30cm 处		4	2.04E-13		1.770	6.82E-09
8#-上方 (真菌、细菌检验室)		9.47	9.92E-29		3.150	2.72E-24

注：1、机房四侧屏蔽体外关注点位于屏蔽体外 30cm 处，机房上方关注点位于距上方（楼上）地面 30cm 处；

2、保守选取各治疗模式下不同源皮距距靶 1m 处输出剂量中的较大值进行辐射剂量率计算。

表 11-4 (c) X 线治疗室 (一) 关注点处散射辐射剂量率计算结果 (50kV/10mA)

关注点位置 ¹⁾	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$) ²⁾	X (mm)	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#-东侧患者门外 30cm 处	16.88×600000	4	6.55E-25	0.15	2.550	8.11E-21
2#-东墙外 30cm 处 (走廊)		3.78	1.07E-23		2.550	1.32E-19
3#-南墙外 30cm 处 (配电房)		3.78	1.07E-23		1.880	2.43E-19
4#-西墙外 30cm 处 (院内道路)		3.78	1.07E-23		2.550	1.32E-19
5#-北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		4	6.55E-25		1.660	1.91E-20
6#-北墙外 30cm 处 (控制室)		3.78	1.07E-23		1.660	3.11E-19
7#-北侧医护门外 30cm 处		4	6.55E-25		1.770	1.68E-20
8#-上方 (真菌、细菌检验室)		9.47	4.94E-55		3.150	1.15E-50

注：1、机房四侧屏蔽体外关注点位于屏蔽体外 30cm 处，机房上方关注点位于距上方（楼上）地面 30cm 处；

2、保守选取各治疗模式下不同源皮距距靶 1m 处输出剂量中的较大值进行辐射剂量率计算。

(2) 关注点处泄漏辐射剂量率计算

泄漏辐射剂量率 H_L 采用下式计算：

$$H_L = \frac{H_i \cdot B}{r^2} \cdot K \quad \text{公式 11-4}$$

式中： H_L —关注点处泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_i —距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率， mGy/h 。本项目 1m 处泄漏射线的空气比释动能率取 1mGy/h ；

B —屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，计算公式见式 11-2；

K —有效剂量与空气比释动能转换系数， Sv/Gy ，查《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）附录表 G.2，100kV、70kV、50kV 管电压对应的 K 值分别取 1.70、1.60、1.45。

将有关参数代入公式 11-4，分别计算 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统三种治疗模式下 X 线治疗室（一）外关注点处泄漏辐射剂量率，计算结果见表 11-5。

表 11-5（a） X 线治疗室（一）关注点处漏辐射剂量率计算结果（100kV/8mA）

关注点位置	H_i (mGy/h)	X (mm)	r (m)	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)
1#-东侧患者门外 30cm 处	1	4	2.550	3.39E-06	0.001
2#-东墙外 30cm 处（走廊）	1	3.78	2.550	5.87E-06	0.002
3#-南墙外 30cm 处（配电房）	1	3.78	1.880	5.87E-06	0.003
4#-西墙外 30cm 处（院内道路）	1	3.78	2.550	5.87E-06	0.002
5#-北侧观察窗外 30cm 处 （控制室）	1	4	1.660	3.39E-06	0.002
6#-北墙外 30cm 处（控制室）	1	3.78	1.660	5.87E-06	0.004
7#-北侧医护门外 30cm 处	1	4	1.770	3.39E-06	0.002
8#-上方（真菌、细菌检验室）	1	9.47	3.300	3.90E-12	6.08E-10

注：机房四侧屏蔽体外关注点位于屏蔽体外 30cm 处，机房上方关注点位于距上方（楼上）地面 30cm 处。

表 11-5 (b) X 线治疗室 (一) 关注点处漏辐射剂量率计算结果 (70kV/10mA)

关注点位置	H_i (mGy/h)	X (mm)	r (m)	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)
1#-东侧患者门外 30cm 处	1	4	2.550	2.70E-11	6.64E-09
2#-东墙外 30cm 处 (走廊)	1	3.78	2.550	8.79E-11	2.16E-08
3#-南墙外 30cm 处 (配电房)	1	3.78	1.880	8.79E-11	3.98E-08
4#-西墙外 30cm 处 (院内道路)	1	3.78	2.550	8.79E-11	2.16E-08
5#-北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	1	4	1.660	2.70E-11	1.57E-08
6#-北墙外 30cm 处 (控制室)	1	3.78	1.660	8.79E-11	5.11E-08
7#-北侧医护门外 30cm 处	1	4	1.770	2.70E-11	1.38E-08
8#-上方 (真菌、细菌检验室)	1	9.47	3.300	4.75E-24	6.98E-22

注：机房四侧屏蔽体外关注点位于屏蔽体外 30cm 处，机房上方关注点位于距上方（楼上）地面 30cm 处。

表 11-5 (c) X 线治疗室 (一) 关注点处漏辐射剂量率计算结果 (50kV/10mA)

关注点位置	H_i (mGy/h)	X (mm)	r (m)	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)
1#-东侧患者门外 30cm 处	1	4	2.550	4.35E-18	9.71E-16
2#-东墙外 30cm 处 (走廊)	1	3.78	2.550	3.02E-17	6.73E-15
3#-南墙外 30cm 处 (配电房)	1	3.78	1.880	3.02E-17	1.24E-14
4#-西墙外 30cm 处 (院内道路)	1	3.78	2.550	3.02E-17	6.73E-15
5#-北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	1	4	1.660	4.35E-18	2.29E-15
6#-北墙外 30cm 处 (控制室)	1	3.78	1.660	3.02E-17	1.59E-14
7#-北侧医护门外 30cm 处	1	4	1.770	4.35E-18	2.02E-15
8#-上方 (真菌、细菌检验室)	1	9.47	3.300	5.39E-39	7.17E-37

注：机房四侧屏蔽体外关注点位于屏蔽体外 30cm 处，机房上方关注点位于距上方（楼上）地面 30cm 处。

(3) 关注点处预测计算结果汇总

综上所述，X 线治疗室 (一) 关注点处的辐射剂量率理论估算结果汇总见表 11-6。

表 11-6 X 线治疗室（一）关注点处辐射剂量率计算统计结果

治疗模式	关注点位置	X 射线辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)				剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	结论
		有用线束	散射线	漏射线	合计		
100kV/8mA	1#-东侧患者门外 30cm 处	/	0.003	8.86E-04	0.004	10	满足
	2#-东墙外 30cm 处（走廊）	/	0.007	1.54E-03	0.009	10	满足
	3#-南墙外 30cm 处（配电房）	/	0.013	2.83E-03	0.016	10	满足
	4#-西墙外 30cm 处（院内道路）	/	0.007	1.54E-03	0.009	10	满足
	5#-北侧观察窗外 30cm 处（控制室）	/	0.008	2.09E-03	0.010	2.5	满足
	6#-北墙外 30cm 处（控制室）	/	0.017	3.62E-03	0.021	2.5	满足
	7#-北侧医护门外 30cm 处	/	0.007	1.84E-03	0.009	10	满足
	8#-上方（真菌、细菌检验室）	/	2.42E-11	6.08E-10	6.32E-10	2.5	满足
70kV/10mA	1#-东侧患者门外 30cm 处	/	8.55E-09	6.64E-09	1.52E-08	10	满足
	2#-东墙外 30cm 处（走廊）	/	3.53E-08	2.16E-08	5.69E-08	10	满足
	3#-南墙外 30cm 处（配电房）	/	6.49E-08	3.98E-08	1.05E-07	10	满足
	4#-西墙外 30cm 处（院内道路）	/	3.53E-08	2.16E-08	5.69E-08	10	满足
	5#-北侧观察窗外 30cm 处（控制室）	/	2.02E-08	1.57E-08	3.59E-08	2.5	满足
	6#-北墙外 30cm 处（控制室）	/	8.33E-08	5.11E-08	1.34E-07	2.5	满足
	7#-北侧医护门外 30cm 处	/	1.77E-08	1.38E-08	3.15E-08	10	满足
	8#-上方（真菌、细菌检验室）	/	4.61E-24	6.98E-22	7.03E-22	2.5	满足
50kV/10mA	1#-东侧患者门外 30cm 处	/	3.01E-20	9.71E-16	9.71E-16	10	满足
	2#-东墙外 30cm 处（走廊）	/	4.90E-19	6.73E-15	6.73E-15	10	满足
	3#-南墙外 30cm 处（配电房）	/	9.02E-19	1.24E-14	1.24E-14	10	满足
	4#-西墙外 30cm 处（院内道路）	/	4.90E-19	6.73E-15	6.73E-15	10	满足
	5#-北侧观察窗外 30cm 处（控制室）	/	7.11E-20	2.29E-15	2.29E-15	2.5	满足
	6#-北墙外 30cm 处（控制室）	/	1.16E-18	1.59E-14	1.59E-14	2.5	满足

7#-北侧医护门外 30cm 处	/	6.25E-20	2.02E-15	2.02E-15	10	满足
8#-上方（真菌、细菌检验室）	/	2.52E-50	7.17E-37	7.17E-37	2.5	满足

于 X 线治疗室（二）周围共布设 8 个预测点，预测点布设见图 11-2 所示。

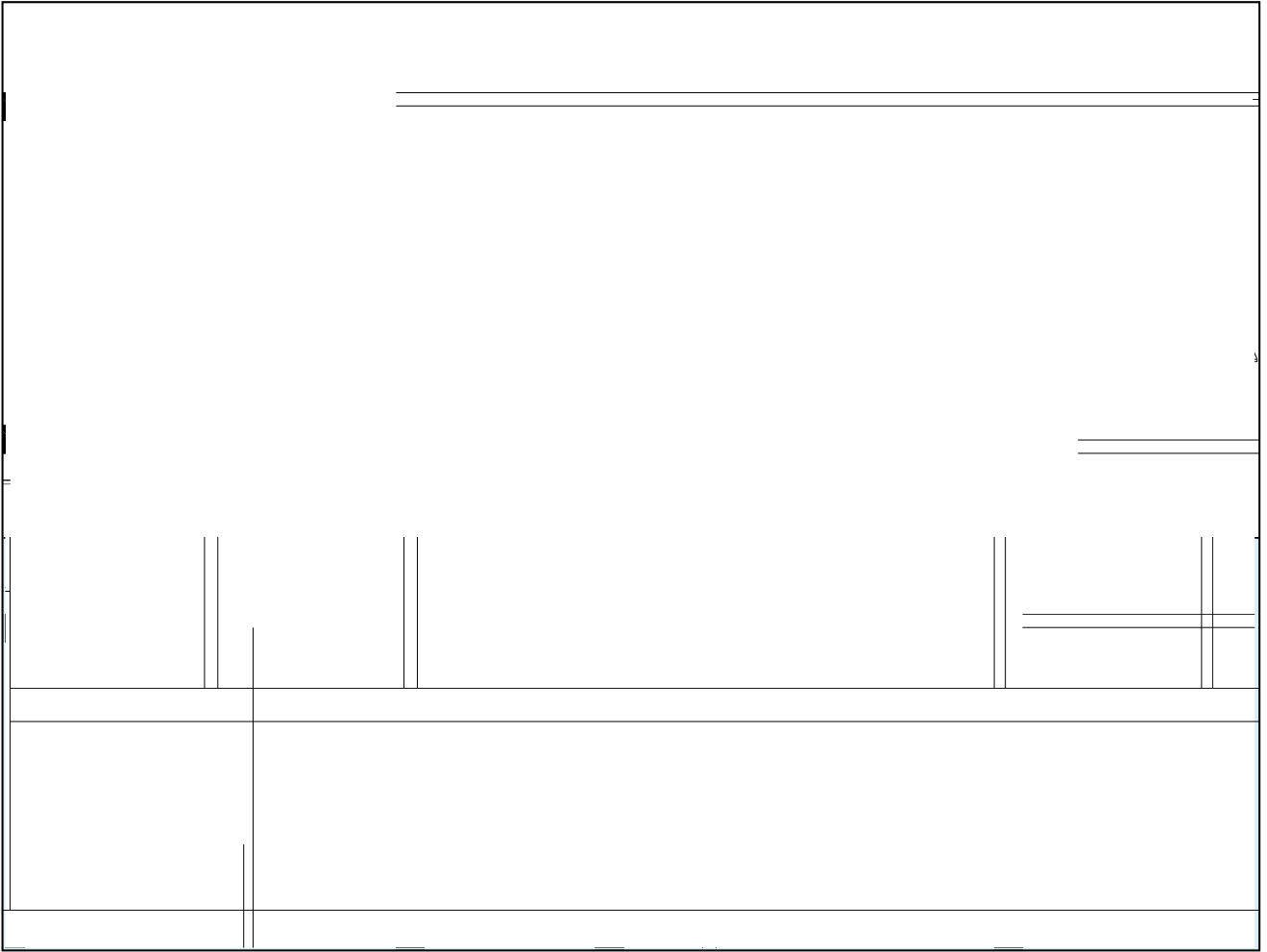


图 11-2 医技楼负一层 X 线治疗室（二）预测点布设示意图

预测点选取如下：

- 1#-东侧患者门外 30cm 处；
- 2#-东墙外 30cm 处，走廊；
- 3#-北墙外 30cm 处，办公室；
- 4#-西墙外 30cm 处，院内道路；
- 5#-南侧观察窗外 30cm 处，控制室；
- 6#-南墙外 30cm 处，控制室；
- 7#-南侧医护门外 30cm 处；
- 8#-上方，真菌、细菌检验室。

由表 11-6 可知，当 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统以 100kV/8mA 治疗模式出

束情况下，其治疗室外的辐射剂量率最大，故在进行 X 线治疗室（二）外辐射剂量率计算时，采用 100kV/8mA 治疗模式进行辐射影响分析。

X 线治疗室（二）外辐射剂量率计算参数选取见表 11-7，计算结果见表 11-8。

表 11-7 X 线治疗室（二）关注点处辐射剂量率计算参数选取一览表（100kV/8mA）

关注点位置	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	H_i (mGy/h)	X (mm)	d_0 (m)	d_s (m)	r (m)
1#-东侧患者门外 30cm 处	14.06×600000	1	4	0.15	2.550	2.550
2#-东墙外 30cm 处（走廊）			3.78		2.550	2.550
3#-北墙外 30cm 处（办公室）			3.78		2.220	2.220
4#-西墙外 30cm 处（院内道路）			3.78		2.550	2.550
5#-南侧观察窗外 30cm 处（控制室）			4		2.220	2.220
6#-南墙外 30cm 处（控制室）			3.78		2.220	2.220
7#-南侧医护门外 30cm 处			4		2.350	2.350
8#-上方（真菌、细菌检验室）			9.47		3.150	3.300

注：机房四侧屏蔽体外关注点位于屏蔽体外 30cm 处，机房上方关注点位于距上方（楼上）地面 30cm 处。

表 11-8 X 线治疗室（二）关注点处辐射剂量率计算统计结果

治疗模式	关注点位置	X 射线辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)				剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	结论
		有用线束	散射线	漏射线	合计		
100kV/8mA	1#-东侧患者门外 30cm 处	/	0.003	0.001	0.004	10	满足
	2#-东墙外 30cm 处（走廊）	/	0.007	0.002	0.009	10	满足
	3#-北墙外 30cm 处（办公室）	/	0.009	0.002	0.011	2.5	满足
	4#-西墙外 30cm 处（院内道路）	/	0.007	0.002	0.009	10	满足
	5#-南侧观察窗外 30cm 处（控制室）	/	0.004	0.001	0.005	2.5	满足
	6#-南墙外 30cm 处（控制室）	/	0.009	0.002	0.011	2.5	满足
	7#-南侧医护门外 30cm 处	/	0.004	0.001	0.005	10	满足
	8#-上方（真菌、细菌检验室）	/	2.42E-11	6.08E-10	6.32E-10	2.5	满足

由表 11-6 和表 11-8 可知，SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统工作状态下，本项

目 X 线治疗室屏蔽防护设计均能够满足《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》（HJ 1198-2021）的要求。

本项目 2 座 X 线治疗室共用控制室，位于控制室的辐射工作人员可能会受到 2 台设备同时出束产生的叠加辐射影响，根据表 11-6 和表 11-8 可知，当 2 台浅层 X 线放射治疗系统以 100kV/8mA 治疗模式同时出束时，控制室处的辐射剂量率约为 0.032μSv/h（0.021μSv/h+0.011μSv/h）；本项目 X 线治疗室（二）东侧隔走廊建设有 1 座 CT 检查室，根据其防护检测报告（编号：瑞森（综）字（2024）第 0857 号，见附件 8），CT 检查室内 UCT760 型 X 射线计算机体层摄影设备正常工作（检测工况：120kV/300mAs）时，机房周围的 X-γ 周围剂量当量率最大为 0.16μSv/h（未扣除本底值，本底值为 0.11μSv/h），叠加 X 线治疗室（二）内设备出束时的辐射影响，走廊处的辐射剂量率约为 0.169μSv/h（0.009μSv/h+0.16μSv/h，未扣除本底值），均能够满足相关标准要求。

（三）电缆沟、通排风管道辐射影响分析

本项目 2 座 X 线治疗室电缆线布设采用电缆沟，通排风管道穿墙方式均为直穿式，为防止 X 射线泄漏，电缆孔处均拟设置 4mm 铅板（与防护门同等屏蔽防护）进行防护（接口处四周包封），通风及排风管道口均拟设置 4mm 铅板（与防护门同等屏蔽防护）进行防护（接口处进行包裹），管道系统均避开主射线方向，经过铅板屏蔽后，电缆沟、通排风管道出口处辐射剂量将在控制范围内。

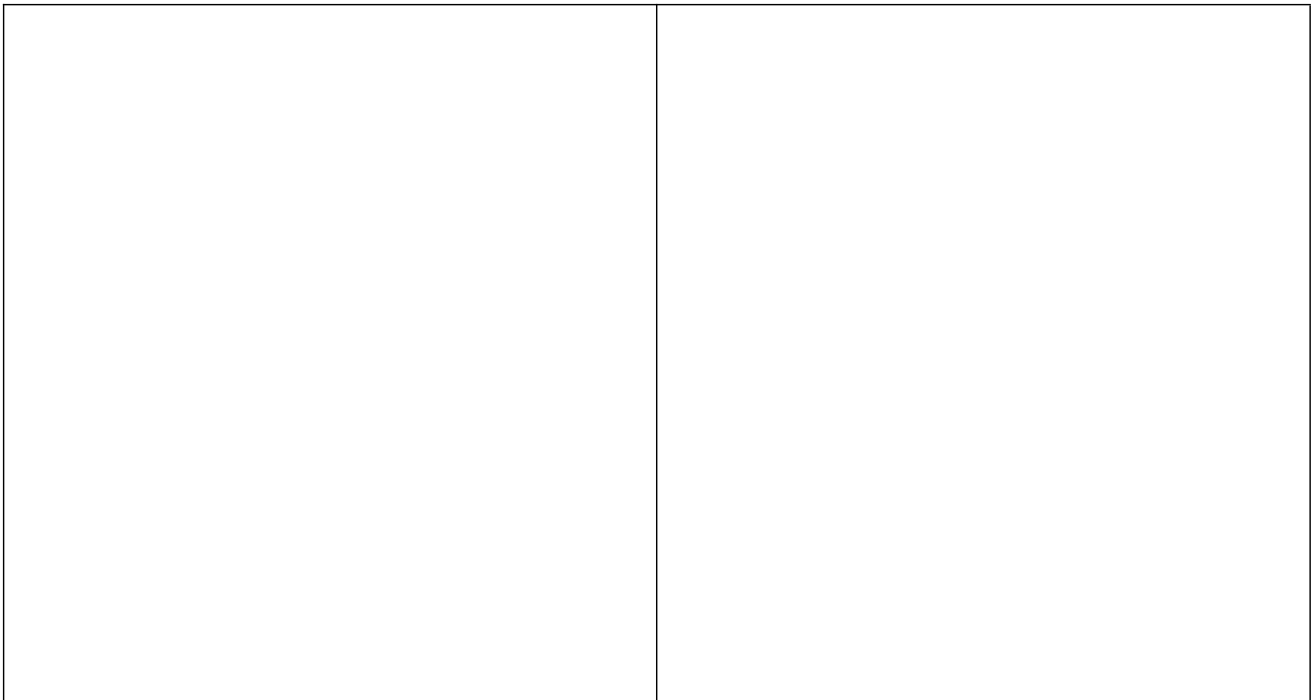


图 11-3 电缆沟地面及穿墙示意图

图 11-4 排风管道穿墙示意图

二、周围公众及辐射工作人员年有效剂量估算

X 线治疗室周围公众和辐射工作人员年有效剂量由《辐射防护导论》给出的公式进行估算：

$$D_{\text{Eff}} = H \cdot t \cdot T \cdot U \quad \text{公式 11-5}$$

式中： D_{Eff} —考察点人员有效剂量，Sv；

H —考察点的辐射剂量率，Sv/h；

t —考察点处年受照时间，h；

T —居留因子；

U —使用因子。

本项目每台 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统年出束运行时间约 100h（年接诊量最大 3000 人次，患者治疗照射时间平均按 2min 计，故年出束时间为 100h），考虑周围公众及辐射工作人员的居留因子，将表 11-6 和表 11-8 中 X 线治疗室外各典型参考点处的辐射剂量率估算值代入公式 11-5，估算公众及辐射工作人员的年有效剂量，计算结果列于表 11-9。

表 11-9 X 线治疗室周围人员年有效剂量

参考点		居留因子 $T^{1)}$	使用因子 U	剂量率估算值 ($\mu\text{Sv/h}$) ²⁾	人员可达处年有效剂量 (mSv/a)	保护对象 (mSv/a)	结论
X 线治疗室 (一)	东侧患者门 (1#)	1/8	1	0.139	<0.01	0.1	满足
	东墙 (2#)	走廊	1/5	0.242	<0.01	0.1	满足
	南墙 (3#)	配电房	1/20	0.445	<0.01	0.1	满足
	西墙 (4#)	院内道路	1/40	0.242	<0.01	0.1	满足
	北侧观察窗 (5#)	控制室	1	0.329	0.03	5	满足
	北墙 (6#)	控制室	1	0.570	0.06	5	满足
	北侧医护门 (7#)		1/8	0.289	<0.01	5	满足
	上方 (8#)	真菌、细菌 检验室	1	1.71E-07	<0.01	0.1	满足
X 线治疗室 (二)	东侧患者门 (1#)	1/8	1	0.139	<0.01	0.1	满足
	东墙 (2#)	走廊	1/5	0.242	<0.01	0.1	满足

北墙 (3#)	办公室	1	1	0.319	0.03	0.1	满足
西墙 (4#)	院内道路	1/40	1	0.242	<0.01	0.1	满足
南侧观察窗 (5#)	控制室	1	1	0.184	0.02	5	满足
南墙 (6#)	控制室	1	1	0.319	0.03	5	满足
南侧医护门 (7#)		1/8	1	0.164	<0.01	5	满足
上方 (8#)	真菌、细菌 检验室	1	1	1.71E-07	<0.01	0.1	满足

注：1、居留因子取值见 HJ 1198-2021 附录 A；

2、计算 X 线治疗室四周公众和辐射工作人员的年有效剂量时，剂量率估算值取三种治疗模式下的较大值。

由表 11-9 理论计算结果可知，本项目浅层 X 线放射治疗系统投入运行后，辐射工作人员年有效剂量最大为 0.09mSv（控制室内辐射工作人员可能受到 2 台设备同时出束时造成的叠加辐射影响，0.06mSv+0.03mSv），周围公众的年有效剂量不超过 0.01mSv；本项目 X 线治疗室（二）东侧隔走廊的 CT 检查室内设备，年出束时间约 16.7h（年接诊量最大 5000 人次，单次曝光时间平均按 12s 计，故年出束时间为 16.7h），致走廊处公众的年有效剂量不超过 0.01mSv（居留因子取 1/5），叠加本项目 X 线治疗室（二）内设备的辐射影响，走廊处公众的年有效剂量最大为 0.01mSv；本项目机房周围 50m 评价范围内制剂楼、门诊楼、食堂和院外花园路 5 号（财大小区）等其他保护目标位置由于辐射影响的距离平方反比衰减规律以及墙体、楼体结构的屏蔽作用，该处辐射剂量率及公众年受照剂量见表 11-10。

表 11-10 机房周围 50m 评价范围内环境保护目标处辐射剂量率及公众年有效剂量

环境保护目标	机房名称	计算模式	距离 R (m)	所致剂量率估算值 (μ Sv/h)		居留因子 T	使用因子 U	年有效剂量 (mSv/a)
制剂楼公众	X 线治疗室（一）	同 5#点位	1.660+7.070+22	9.60E-04	0.003	1	1	<0.01
	X 线治疗室（二）	同 3#点位	1.880+22	1.98E-03				
门诊楼公众	X 线治疗室（一）	同 3#点位	1.880+12	8.16E-03	0.010	1	1	<0.01
	X 线治疗室（二）	同 5#点位	1.880+5.930+12	1.66E-03				

食堂公众	X 线治疗室 (一)	同 5#点位	1.660+7.070+49	2.72E-04	0.001	1	1	<0.01
	X 线治疗室 (二)	同 3#点位	1.880+49	4.36E-04				
花园路 5 号(财大小 区) 公众	X 线治疗室 (一)	同 4#点位	2.550+20	3.09E-03	0.006	1	1	<0.01
	X 线治疗室 (二)	同 4#点位	2.550+20	3.09E-03				

注：1、保守选取 100kV/8mA 工况下、仅考虑距离衰减因素对环境保护目标处辐射剂量率进行计算；

2、居留因子取值见 HJ 1198-2021 附录 A。

由表 11-10 计算结果可知，机房周围 50m 评价范围内环境保护目标处公众年受照剂量均不超过 0.01mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对公众的剂量限值要求和本项目剂量约束值要求（公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

根据上述理论估算结果，本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

三、三废的治理评价

（一）废气

浅层 X 线放射治疗系统在工作状态时，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

（二）废水

工作人员和部分患者产生的生活污水，由医院污水处理站统一处理。

（三）固体废物

工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

事故影响分析

本项目新增的浅层 X 线放射治疗系统为 II 类射线装置，医院在开展放射治疗过程中，如果安全管理或防护不当，可能对误入机房的受照人员产生较严重放射损伤。

一、主要事故风险

（一）辐射工作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；

（二）浅层 X 线放射治疗系统工作过程中，未按工作流程进行清场，人员误留、误入机房内，导致发生误照射；

（三）X 线治疗室门机联锁失效，导致防护门无法自动关闭或防护门在工作过程中防护门打开，导致防护门外工作人员或公众受到误照射。

二、事故预防和处理措施

医院可采取以下事故预防措施：

（一）建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行；

（二）加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识；

（三）定期检查辐射工作场所的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态。

针对本项目可能发生的辐射事故，可采取以下的处理措施：

（一）当发生误照射时，应立即按下急停开关，确保浅层 X 线放射治疗系统停止工作；

（二）对工作人员造成额外照射时，应及时检测个人剂量计，剂量超标则人员应及时就医检查并调岗；

（三）对发生事故的浅层 X 线放射治疗系统或其他设备故障，请设备厂家或相关单位进行检测或维修，分析事故发生原因，不得擅自进行维修。

医院应定期对 X 线治疗室辐射安全措施进行检查、维护，发现问题及时维修；每次工作前均应检查相应辐射安全装置的有效性，定期对工作场所进行检测。医院还应在平时工作中加强工作人员的辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。

医院应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告；对于可能受到大剂量照射的人员，迅速安排医学检查和救治，积极配合政府

管理部门做好事故调查和善后工作。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

中国医学科学院皮肤病医院拟在医技楼负一层新建 2 座 X 线治疗室，于治疗室内各配备 1 台 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统（最大管电压为 100kV，最大管电流为 10mA），用于皮肤浅层放射治疗。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用 II 类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并参加考核。

中国医学科学院皮肤病医院已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，负责全院的辐射安全管理工作，由院长担任放射防护管理领导小组和辐射防护负责人，组员覆盖各辐射科室，并以文件形式明确管理人员职责。医院应根据本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目制订相关文件，明确医院相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入全院的辐射安全管理工作中。本项目辐射工作人员拟由中国医学科学院皮肤病医院从现有人员中调用或新聘用，不兼职其他放射工作，拟配备 5 名辐射工作人员，新进的辐射工作人员须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，参加“放射治疗”辐射安全与防护考核，辐射防护管理人员需参加“辐射安全管理”辐射安全与防护考核，合格后方可上岗。

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和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、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，并有完善的辐射事故应急措施”。目前中国医学科学院皮肤病医院已制定相关辐射安全与防护管理制度，如《放射诊疗设备操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《设备使用登记和检修维护制度》

《医用射线装置台账管理制度》《放射诊疗工作人员职责》《放射人员职业健康管理制度》《放射工作人员培训制度》《环境及个人剂量计监测管理制度》《放射安全事件应急演练方案》《放射事件应急预案》等。医院现有管理制度内容较为全面，基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，拟根据新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

一、操作规程

制定浅层 X 线放射治疗系统操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤。重点是：

（一）确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作流程操作，防止发生辐射事故；

（二）从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

（三）在工作场所严禁吸烟、进食。

二、岗位职责

医院已制定《放射诊疗工作人员职责》，应针对本项目射线装置进行完善，明确射线装置使用工作人员、台账管理人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

三、辐射防护和安全保卫制度

医院已根据射线装置的具体情况制定相应的《辐射防护和安全保卫制度》。重点是：

（一）定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全联锁装置、个人剂量报警仪、环境辐射剂量监测仪保持良好工作状态；

（二）工作人员定期开展个人剂量监测和职业健康监护。

四、设备维修制度

医院已制定《设备使用登记和检修维护制度》，明确射线装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保射线检测装置、安全措施（联锁装置、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、急停按钮）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

五、设备台账管理制度

医院已制定《医用射线装置台账管理制度》，明确射线装置的型号、规格、数量、管电压、输出电流、用途等并按要求记录在台账上，射线装置更换时应及时向生态环境部门及卫健委备案。医院应在日常工作中落实到位，对射线装置参数、变更等及时记录在台账上，做到有据可查。

六、人员培训计划和健康管理制

医院已制定《放射工作人员培训制度》，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。医院已制定《放射人员职业健康管理制》，医院应组织辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

七、监测方案

明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保 II 类射线装置的辐射安全，该单位应制定监测方案，重点是：

（一）明确监测项目和频次；

（二）辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

（三）医院应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；

（四）委托有资质监测单位对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射监测

根据辐射管理要求，中国医学科学院皮肤病医院已配备有辐射巡测仪 1 台，拟为本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目配备个人剂量报警仪 4 台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

一、委托有资质的单位定期对项目周围环境 X-γ 辐射剂量率进行监测，周期：1～2 次/年；

二、辐射工作人员配备个人剂量计监测累积剂量，定期（不少于 1 次/季）送有资质机构进行个人剂量监测，建立个人剂量档案；

三、定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，包括控制室工作位置和周围毗邻区域人员居留处，并保留自检记录；

四、所有辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案；

五、出现外照射事故，立即采取应急措施，并在 1 小时之内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

医院辐射工作场所监测计划一览表见表 12-1。

表 12-1 工作场所监测计划一览表

监测对象	监测因子	监测点位	监测类别	监测周期	监测方式
X 线治疗室	X-γ 辐射剂量率	机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、防护门缝隙和中央、操作位、通风口外、电缆口外	验收监测	竣工后 3 个月内	委托有资质单位监测
			日常监测	不少于 1 次/季	自主监测
			年度监测	不少于 1 次/年	委托有资质单位监测
辐射工作人员	个人剂量当量	/	常规监测	每 3 个月/次	委托有资质的单位进行

中国医学科学院皮肤病医院拟根据上述监测计划，明确监测项目，定期（不少于 1 次/季）使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录，每年委托有资质的单位定期对项目周围环境 X-γ 辐射剂量率进行监测，监测结果上报生态环境行政主管部门。2024 年度医院已委托南京瑞森辐射技术有限公司开展了辐射工作场所的辐射安全与防护年度监测，监测结果均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等国家相关标准要求，均未出现剂量率超标的情况。

中国医学科学院皮肤病医院已为现有辐射工作人员配备个人剂量计，组织辐射工

作人员进行个人剂量监测（1次/季）和职业健康体检（1次/2年），理疗放射科负责全院辐射工作人员个人剂量的收发和管理以及职业健康监护、个人剂量监测档案的存放保管。2024年度医院已委托江苏省疾病预防控制中心完成了辐射工作人员的个人剂量监测，所有辐射工作人员监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等国家相关标准要求，均未出现异常。

中国医学科学院皮肤病医院每年编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

根据医院《2024年度安全和防护状况年度评估报告》显示，2024年度医院未发生辐射事故，医院辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作，定期检查防护情况，发现的隐患及时处理；医院已制定和完善了相应辐射安全和防护制度及措施，各项制度和措施得到了落实。医院自开展核技术利用项目以来未发生过辐射事故，暂无需要改进完善的情况。

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- 一、应急机构和职责分工；
- 二、应急的具体人员和联系电话；
- 三、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- 四、辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- 五、辐射事故调查、报告和处理程序。

假若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效地采取以下应急措施：

一、一旦发现有其他无关人员误入机房内，辐射工作人员应立即利用最近的紧急停机开关切断设备电源。误入人员应在最短的时间内撤离机房，尽量缩短受照时间。同时，事故第一发现者应及时向医院的辐射事故应急处理领导小组及上级领导报告。辐射事故应急处理领导小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件

（紧急救援需要除外）。

二、对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地生态环境部门、卫生健康行政部门等主管部门。

三、迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，组织专业技术人员，尽快排除故障。

四、事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况时，应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的还应当同时向卫生健康部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

中国医学科学院皮肤病医院已经制定了《放射事件应急预案》，该预案已包括成立辐射事故应急处理领导小组、应急预案领导小组的职责、放射性事故应急处理的责任划分、放射性事故应急处理程序和放射性事故的调查等内容。由辐射事故应急处理领导小组组织辐射工作人员，定期（1 次/年）开展应急培训演练，在物资、通讯、技术、人员、经费等准备方面均加以落实。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

中国医学科学院皮肤病医院位于南京市玄武区蒋王庙街 12 号，院区东侧为华新西路，南侧为蒋王庙 10 号居民楼和蒋王庙街，西侧为花园路 5 号（财大小区），北侧为南京警察学院（花园路校区），东北侧为蒋王庙 14 号小区。为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，根据规划，医院拟将医技楼负一层在用的 1 台 OPERAFP 型数字胃肠机淘汰，在医技楼负一层新建 2 座 X 线治疗室（原为 III 类射线装置机房，利用机房已有屏蔽措施，增加辐射安全措施），于治疗室内各配备 1 台 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统（最大管电压为 100kV，最大管电流为 10mA），用于皮肤浅层放射治疗。

二、项目建设的必要性

本项目的建设，可为医院提供多种放射治疗手段，有着重要临床应用价值，可为患者提供放射治疗服务，并可提高医疗卫生水平。

三、实践正当性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其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》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、项目产业政策符合性分析

本项目不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修改）中“限制类”、“淘汰类”项目，项目符合国家产业政策。

五、选址合理性

中国医学科学院皮肤病医院位于南京市玄武区蒋王庙街 12 号，院区东侧为华新西路，南侧为蒋王庙 10 号居民楼和蒋王庙街，西侧为花园路 5 号（财大小区），北侧为南京警察学院（花园路校区），东北侧为蒋王庙 14 号小区。

本次新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目周围 50m 评价范围除西至花园路 5 号（财大小区）（最近约 20m 处）外，其余方向均位于院区边界内。项目运行后的环境保护目

标主要为医院辐射工作人员、院区内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外花园路 5 号（财大小区）处其他公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区；不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）要求，本项目建设址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元的管控要求。本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

本项目位于院区医技楼负一层，周围无儿科病房、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。X 线治疗室控制室与治疗室分离，区域划分明确；有用线束不直接朝控制室和其他居留因子较大的用室照射；设有铅防护门。本项目选址与布局符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的要求。

六、辐射环境现状评价

中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目拟建址室内（1#~6#、8#点位）周围环境 γ 辐射剂量率在（81~96）nGy/h 之间，属江苏省建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（50.7~129.4）nGy/h 范围内；室外（7#、9#~12#点位）周围环境 γ 辐射剂量率为（56~66）nGy/h 之间，属江苏省道路 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（18.1~102.3）nGy/h 范围内。

七、环境影响评价

本项目 2 座 X 线治疗室原为 III 类射线装置机房，本项目利用机房已有屏蔽措施，建设时主要工作为辐射安全措施施工与内饰装潢，医院在施工阶段采取污染防治措施，可将施工期的影响控制在院内局部区域，对周围环境影响较小。

根据理论估算结果，中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（职业人员年有效

剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

八、“三废”的处理处置

浅层 X 线放射治疗系统在工作状态时，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，可通过通风系统排至室外，机房内设置强制排风系统，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员和部分患者产生的生活污水，由医院污水处理站统一处理；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

九、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

中国医学科学院皮肤病医院拟配备的 1 台 SRT-100 型浅层 X 线放射治疗系统最大管电压为 100kV、最大管电流为 10mA，浅层 X 线放射治疗系统开机期间，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。本项目 X 线治疗室入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志、工作状态指示灯和门机联锁装置，机房内外均设置有急停按钮，控制室通过玻璃窗与对讲机与治疗室联络，X 线治疗室拟设置从室内开启治疗机房门的装置，防护门拟设有防挤压功能，符合《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》（HJ 1198-2021）的安全管理要求。

十、辐射安全管理评价

中国医学科学院皮肤病医院已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院已制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《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》，建立符合医院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

中国医学科学院皮肤病医院需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。中国医学科学院皮肤病医院已配备有辐射巡测仪 1 台，拟为本项目新配备个人剂量报警仪 4 台。

综上所述，中国医学科学院皮肤病医院新增 2 台浅层 X 线放射治疗系统项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

一、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对辐射工作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

二、各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

三、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

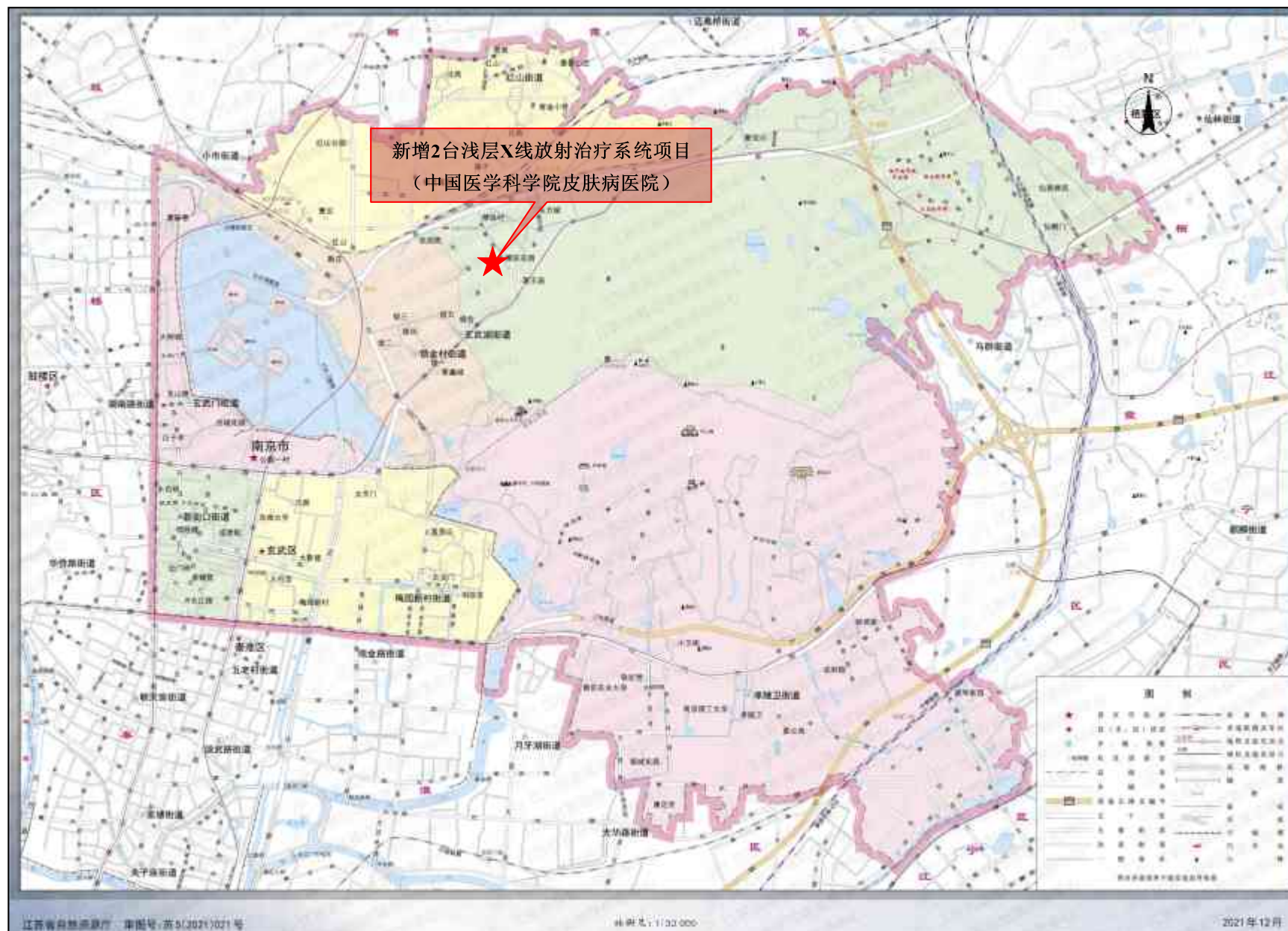
四、医院取得本项目环评批复后，应重新申领辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过3个月，最长不超过12个月。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构,或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构,并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施: X线治疗室墙体采用实心砖+铅板、顶面采用混凝土进行辐射防护,防护门采用铅防护门,观察窗采用铅玻璃进行辐射防护。详见表10-1。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求。	47
	安全措施: X线治疗室设置门机联锁装置,并设置急停按钮及对讲装置,防护门外设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯, X线治疗室拟设置从室内开启治疗机房门的装置,防护门拟设有防挤压功能。 X线治疗室内拟设置强制排风系统。	满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)的相关要求。	
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核,考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	2
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计,并定期送检(两次监测的时间间隔不应超过3个月),加强个人剂量监测,建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检(不少于1次/2年),并建立辐射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	已配备辐射巡测仪1台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	1
	拟配备个人剂量报警仪4台。		
辐射安全管理制度	制定操作规程、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、辐射事故应急措施等制度:根据环评要求,按照项目的实际情况,补充相关内容,建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求。	/

总计	/	/	50
----	---	---	----

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。



附图1 中国医学科学院皮肤病医院新增2台浅层X线放射治疗系统项目地理位置示意图