

编号：HDPT-2022-HP0003

核技术利用建设项目

延安大学附属医院 10MV 加速器、后装治疗机、 大孔径 CT 模拟定位机 核技术利用建设项目环境影响报告表

延安大学附属医院
二〇二二年八月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

延安大学附属医院 10MV 加速器、后装治疗机、 大孔径 CT 模拟定位机 核技术利用建设项目环境影响报告表


建设单位名称: 延安大学附属医院

建设单位法人代表 (签名或签章):

通讯地址: 陕西省延安市

邮政编码: 716000

电子邮件: 1207136844@qq.com



联系人: 刘晓婷

联系电话: 13891153888

打印编号: 1659432316000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	3buymb		
建设项目名称	延安大学附属医院10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机核技术利用项目		
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）	延安大学附属医院		
统一社会信用代码	12610000436450686U		
法定代表人（签章）	白茫茫		
主要负责人（签字）	白茫茫		
直接负责的主管人员（签字）	刘晓婷		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	陕西华天普泰检测技术有限公司		
统一社会信用代码	916101122MA6WG1HC23		
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
刘跃辉	2014035130352013133194001208	BH002215	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张强	表1-表13	BH053688	



营业执照

(副本)(1-1)

统一社会信用代码

91610132MA6WGUHC23



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

名称 陕西华大普泰检测技术有限公司

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 袁翠琴

经营范围 一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。(除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动)许可项目：放射卫生技术服务。(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准)

注册资本 伍佰万元人民币

成立日期 2019年03月07日

营业期限 长期

住所 西安经济技术开发区凤城八路180号长和国际F座21904室

登记机关



国家企业信用信息公示系统网址：<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制



目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	23
表 3 非密封放射性物质	23
表 4 射线装置	23
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	24
表 6 评价依据	25
表 7 保护目标与评价	28
表 8 环境质量和辐射现状	35
表 9 项目工程分析与源项	44
表 10 辐射安全与防护	51
表 11 环境影响分析	73
表 12 辐射安全管理	115
表 13 结论与建议	123
表 14 审批	126
附件1 委托书	127
附件2 法人证	128
附件3 现有辐射安全许可证	129
附件4 辐射环境质量现状监测报告	135
附件5 设备参数及工作量	136
附件6 职业健康体检报告	144
附件7 个人剂量监测报告	146
附件8 辐射工作人员培训	160
附件9 年度防护检测报告	170
附件10 废水监测报告	175
附件11 校准证书	178
附件12 图纸	146

表 1 项目基本情况

建设项目名称		延安大学附属医院10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机核技术利用项目			
建设单位		延安大学附属医院			
法人代表	白茫茫	联系人	刘晓婷	联系电话	13891153888
注册地址		陕西省延安市宝塔区北大街43号			
项目建设地点		延安大学附属医院肿瘤放疗中心一层、综合二号楼一层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	2799.5	项目环保投资 (万元)	161	投资比例(环保 投资/总投资)	5.8%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	450m ²
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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> III 类		
其他	-				

1.1 建设单位简介

延安大学附属医院（以下简称“建设单位”），位于陕西省延安市宝塔区北大街43号，始建于1950年，占地面积6.8万平方米，建筑面积42.53万平方米，是一所集医疗、教学、科研、急救、康复和预防保健为一体的三级甲等综合性医院。

该建设单位创建于1950年，先后命名为“延安地区人民医院”、“延安市人民医院”，1998年，更名为“延安大学附属医院”。2013年，根据省政府安排，延安市委、市政府决定以延安大学附属医院为主体，与洛川、延长、志丹3家县医院和市第二人民医院（市传染病专科医院）联合成立延安医疗集团，建设单位为医疗集团总医院。

该建设单位设有呼吸内科、消化内科、内分泌科、肾内科、肿瘤科、血液免疫科、肝

胆外科、胃肠外科、肛肠外科、关节外科、脊柱外科、创伤骨科、胸外科、创伤修复外科、CT诊断科、放射科、超声医学科、核医学科、检验科等临床和医技科室。

现有职工3707名，其中高级职称人员529名，博士研究生10名，硕士研究生259名，有市级、部级突出贡献专家13名，有教师802名，其中教授11名，副教授65名，硕士研究生导师94名。

该建设单位开放床位1800张，拥有3.0T核磁共振、256层双源螺旋CT、128排CT、15MV直线加速器、3100大型数字减影机、超声胃镜、高档彩色B超、全自动检验流水作业线。SIEMENS多用途DR、PHILIPSDR、SIEMENS全身数字造影机、HOLOGICSelenia乳腺DR、联影双板全身DR、联影床旁DR、车载可移动DR、西门子生化免疫流水线、BGISEQ100测序仪、Sysmex全自动血液常规流水作业线、Cobas8000全自动生化分析仪、日本SysmexCA.7000全自动血凝仪等医疗设备。

1.2 任务由来

该建设单位肿瘤放疗中心一层加速器机房原有1台西门子公司生产的Primus型6MV医用电子直线加速器（最大X射线能量：6MV，等中心处最大剂量率250cGy/min），该设备老化已拆除；综合二号1层模拟定位机房原有1台山东新华公司生产的SL-LE型模拟定位机（最大管电流：500mA），该设备老化已拆除；综合二号1层CT机房现有1台西门子公司生产的SOMATOM Spirit型全身X射线计算机体层螺旋扫描装置（CT，最大管电压：240mA）。

为满足临床治疗的需要，该建设单位拟购置1台医科达公司生产的Infinity型10MV加速器，设置于肿瘤放疗中心一层原6M加速器机房内；拟购置1台新华公司生产的后装治疗机，设置于综合二号楼一层原模拟定位机房内；拟购置1台飞利浦公司生产的Brilliance Big Bore型大孔径CT模拟定位机设置于综合二号楼一层原CT机房内。

拟购置的设备参数对比之前的设备有较大的变化，各机房屏蔽体需进行改造处理。根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》等法律的规定，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保护主管部门审批。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，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 2017 年第 66号），本项目拟购置的后装治疗机属于III类放射源，

10MV加速器属于II类射线装置，大孔径CT模拟定位机属于III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）》（部令 第16号）规定，核技术利用建设项目中使用II、III类放射源的；使用II类射线装置的，环评类别应为环境影响报告表。

因此，该建设单位于2021年8月委托陕西华大普泰检测技术有限公司（以下简称“评价单位”）开展《建设单位10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机核技术利用项目》（以下简称“本项目”）的环境影响评价工作。接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，按照HJ 10.1-2016《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》等规定要求编制完成本环评报告表。

1.3 评价目的

（1）通过对建设项目放射治疗工作场所以及周边环境进行监测、调查，查明是否存在辐射环境问题。

（2）通过对本项目10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机辐射环境影响进行理论估算，确定其对周边环境的影响范围、影响程度，分析拟采取辐射防护措施的有效性，并提出合理的意见与建议。

（3）满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定，为生态环境部门和建设单位的辐射环境保护管理提供科学依据。

1.4 产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录(2019年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第29号修改，2020年1月1日起施行，2021年12月30日修订)：“第一类鼓励类”中的“六、核能”中“6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”和“十三、医药”中的“5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”之规定，本项目加速器、后装治疗机属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.5 实践正当性评价

按照GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中“4.3辐射防护要求”，“4.3.1实践的正当性4.3.1.1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。”

该建设单位拟购置的Infinity型加速器对肿瘤病人进行治疗，病人不开刀，损伤小，恢复快，对提高肿瘤放疗水平具有重大意义；同时也为院方创造更大的经济益，具有十分突出的社会效益；后装治疗机可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。建设在放射诊断和放射治疗过程中，对放射源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，对放射源的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理放射源的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。大孔径CT模拟定位机能够对高度不规则肿瘤制定精确的三维立体放疗计划，提供接近肿瘤实际形状的真正适形治疗。因此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险，故本项目符合GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中“实践的正当性”的要求。

1.6 本项目建设规模

1.6.1 项目主要内容

(1) 设备情况参数

表1-1 此次新购置射线装置的详细参数一览表

射线装置	型号	厂家	台数	能量	拟安装地点
医用直线加速器	Infinity	医科达	1	X射线能量：6MV（FFF最大剂量率1400cGy/min）、10MV（最大剂量率600cGy/min） 电子线：4MeV、6MeV、8MeV、10MeV、12MeV、15MeV CBCT：150kV，500mA	肿瘤放疗中心 一楼加速器机房
后装治疗机	XHDR18	新华	1	源：铱-192 平均能量：0.38MeV 最大活度：3.7×10 ¹¹ Bq	综合二号楼一 楼北侧
大孔径CT模拟定位机	Brilliance Big Bore	飞利浦	1	最大管电压：140kV 最大管电流：500mA	综合二号楼一 楼北侧

(2) 项目概况及建设项目组成

A) 10MV加速器机房改造工程：本项目10MV加速器机房拟利用肿瘤放疗中心原6MV加速器机房进行改造，更新防护设施及设备、通风系统、电气系统。

辅助工程：对肿瘤放疗中心现有模具室、铅模室、制模室、计划室等辅助用房，重新

规划布局。对控制室、设备间进行装修。

公用工程：在原有供配电、给水、排水系统基础上更新改造。

环保工程：排风工程、废物处理。

B) 后装治疗机房拟利用综合二号楼一层模拟定位机房进行改造，更新防护设施及设备、通风系统、电气系统。

C) 辅助工程：将机房东南侧现有水房、卫生间、病房等改建为清洗间、准备间、病卫、医护人员休息室、更衣室、卫生间等辅助用房；对控制室进行装修。

公用工程：在原有供配电、给水、排水系统基础上更新改造。

环保工程：排风工程、废物处理。

D) 大孔径CT模拟定位机房拟将综合二号楼一层原CT机房整体进行改造，更新防护设施及通风系统。

辅助工程：对控制室进行装修。

公用工程：在原有供配电基础上更新改造。

环保工程：排风工程。

(3) 项目投资：本项目拟投资建设项目总投资2799.5万元，其中主要投资为采购设备花费和机房改造花费，项目环保投资161万元，约占总投资5.8%。

(4) 工作负荷：

根据建设单位提供的资料，10MV加速器最大每天治疗量为100人次/天，每周工作5天，平均每人治疗剂量为2.5Gy，全年工作52周，即周工作负荷为1250Gy/周。

后装治疗机额定源活度为370GBq时，最大每天治疗量为20人次/天，平均单次治疗时间6min，每周工作5天，每年工作52周。

大孔径CT模拟定位机房工作量约为25人次/天，平均单次照射时间为50秒，每周工作5天，全年工作52周。

(5) 劳动定员情况

该项目拟沿用原有放疗科放射工作人员33人，其中包括医师21人，放疗技师/维修人员4人，物理师2人，病理学2人，护理4人，详见表1-2。

表1-2 本项目工作人员一览表

序号	姓名	性别	学历	专业	职称/资格级别	岗位
1	胡云峰	男	硕士	放射肿瘤治疗学	主任医师	医师兼物理师

2	孙晓东	男	本科	内科	医师	医师兼物理师
3	王志尚	男	本科	肿瘤内科	副主任医师	医师
4	冯蓓	女	硕士研究生	肿瘤内科	中级	医师
5	马军伟	男	硕士研究生	肿瘤内科	中级	医师
6	王佳	女	本科	肿瘤内科	中级	医师
7	宋炜	男	本科	肿瘤内科	中级	医师
8	薛兰辉	女	本科	肿瘤内科	中级	医师
9	鲍慧	女	本科	肿瘤放射治疗学	副主任医师	医师
10	郭静	女	本科	临床	住院医师	医师
11	赵红	女	硕士研究生	肿瘤内科	主任医师	医师
12	杨卫卫	男	硕士研究生	肿瘤内科	主任医师	医师
13	冯谢敏	女	本科	肿瘤内科	副主任医师	医师
14	乔健	男	本科	内科	医师	医师
15	康婷	女	本科	肿瘤放射治疗学	副主任医师	医师
16	段伟	女	硕士研究生	肿瘤放射治疗学	主任医师	医师
17	刘敏	女	本科	肿瘤放射治疗学	副主任医师	医师
18	张璐	女	本科	肿瘤放射治疗学	中级	医师
19	刘宁宁	女	硕士研究生	肿瘤放射治疗学	中级	医师
20	年亮	男	硕士研究生	肿瘤内科	副主任医师	医师
21	刘易婷	女	本科	肿瘤放射治疗学	中级	医师
22	白胜江	男	本科	肿瘤放射治疗技术	主管技师	物理师兼工程师
23	史磊	男	本科	肿瘤放射治疗学	中级	物理师兼工程师
24	屈晓慧	女	本科	/	技师	技师
25	曹彩萍	女	本科	内科护理	中级	技师
26	薛文喆	男	本科	放射医学技术	技师	技师
27	刘高同	男	本科	放射医学技术	技师	技师
28	贺蕾	女	本科	内科护理	中级	护理
29	王百艳	女	本科	护理学	初级/护士	护理
30	鱼洁	女	本科	护理学	初级/护师	护理
31	宫雪	女	本科	护理学	初级/护师	护理

32	刘永成	男	/	病理学	副主任医师	医师
33	杜雄	男	/	病理学	中级	/

1.6.2 项目地理位置及周围环境概况

(1) 地理位置

该建设单位位于陕西省延安市宝塔区北大街43号，地理位置详见图1-1，该建设单位毗邻关系见图1-2，建设单位总平面图见图1-3。



图1-1 该建设单位地理位置图

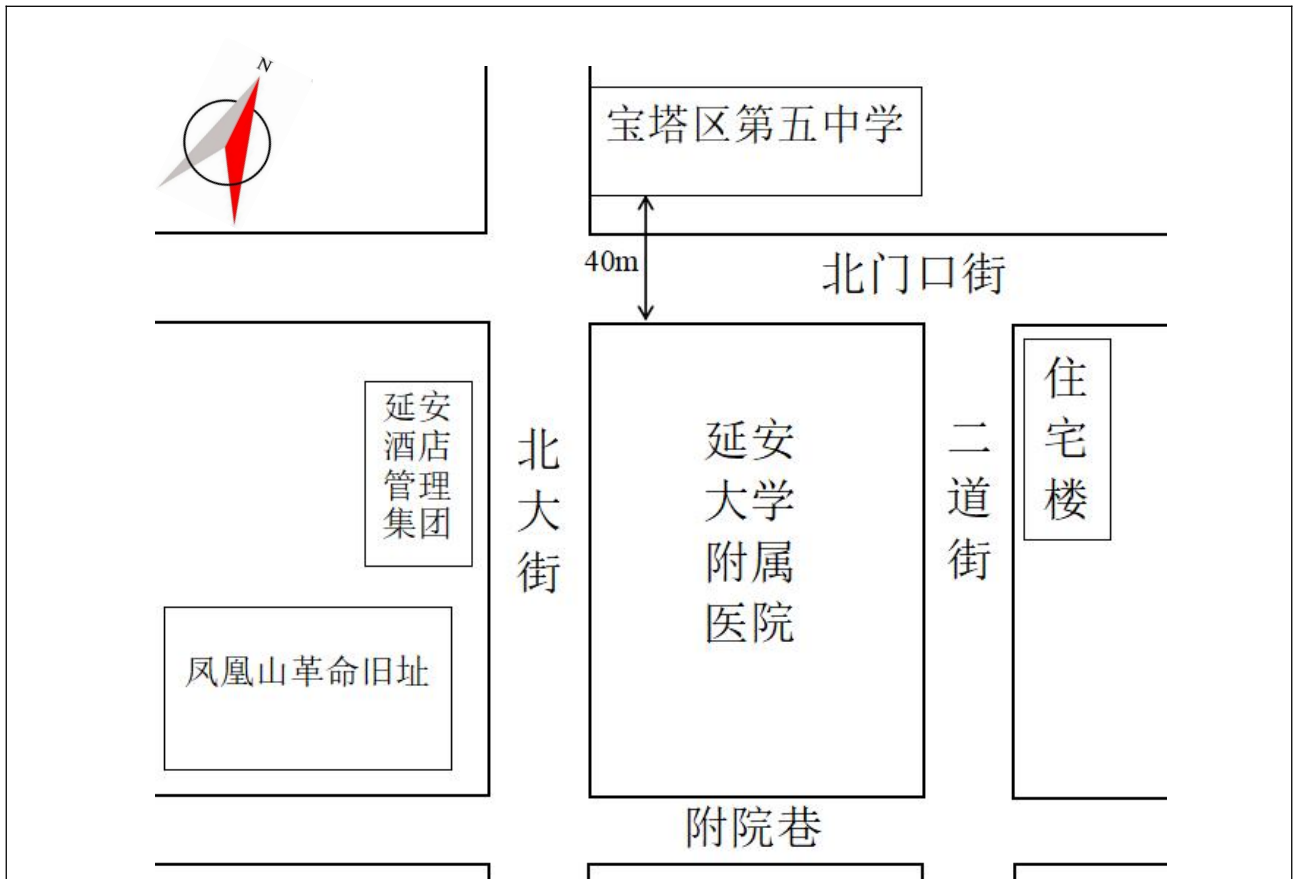


图1-2 建设单位毗邻关系图

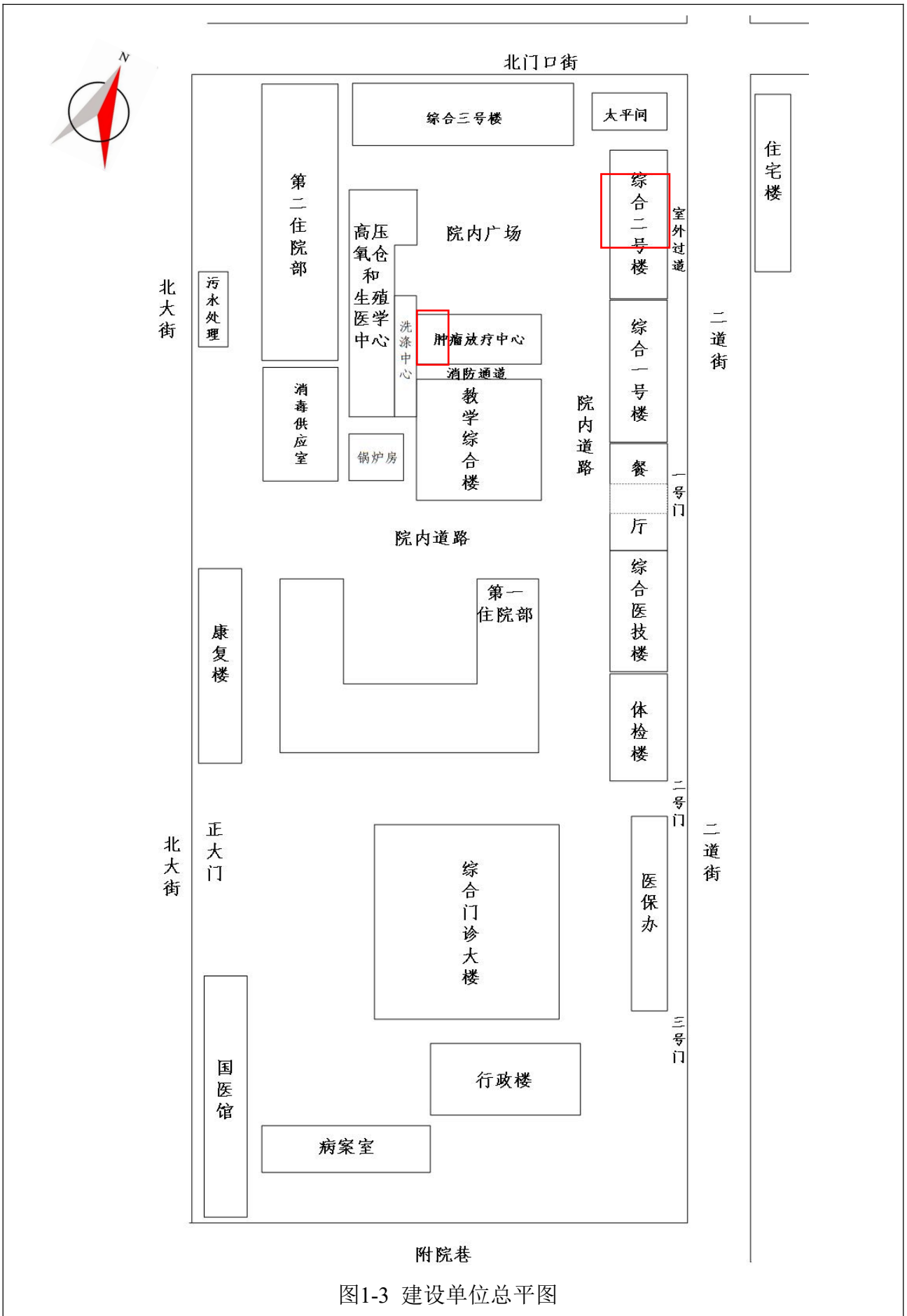


图1-3 建设单位总平面图

(2) 本项目周围环境概况

本项目10MV加速器机房位于建设单位肿瘤放疗中心（共3层，无地下室），东侧为院内道路、综合一号楼、餐厅，南侧为消防通道、综合教学楼、锅炉房、院内道路、第一住院部，西南侧为消毒供应室，西侧为洗涤中心、高压氧仓和生殖医学中心、第二住院部、污水处理，西北侧为院内广场、综合三号楼，北侧为院内广场、综合二号楼、太平间。肿瘤放疗中心毗邻关系图如图1-4。



图1-4 肿瘤放疗中心、综合二号楼毗邻关系图

10MV加速器机房位于肿瘤放疗中心一层西南侧，东北侧为控制室、候诊室、设备间，西南侧为洗涤中心，东南侧为消防通道，西北侧为院内广场，顶棚为库房、办公区。肿瘤放疗中心一层平面图如图1-5，二层平面图如图1-6，三层平面图如图1-7，拟改建10MV加速器机房现状图如图1-8，拟改建10MV加速器机房设计平面图如图1-9。

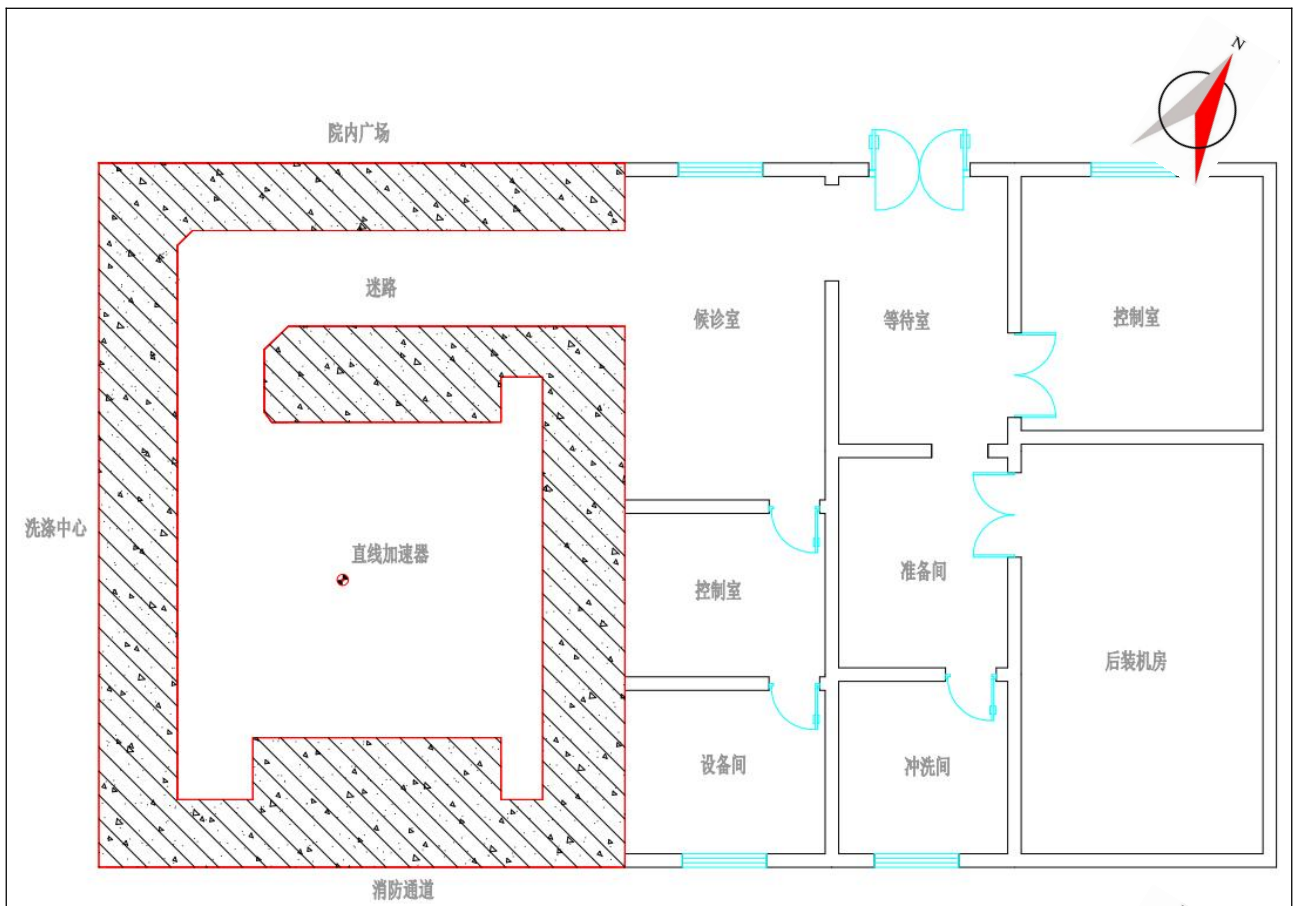


图1-5 肿瘤放疗中心一层平面图

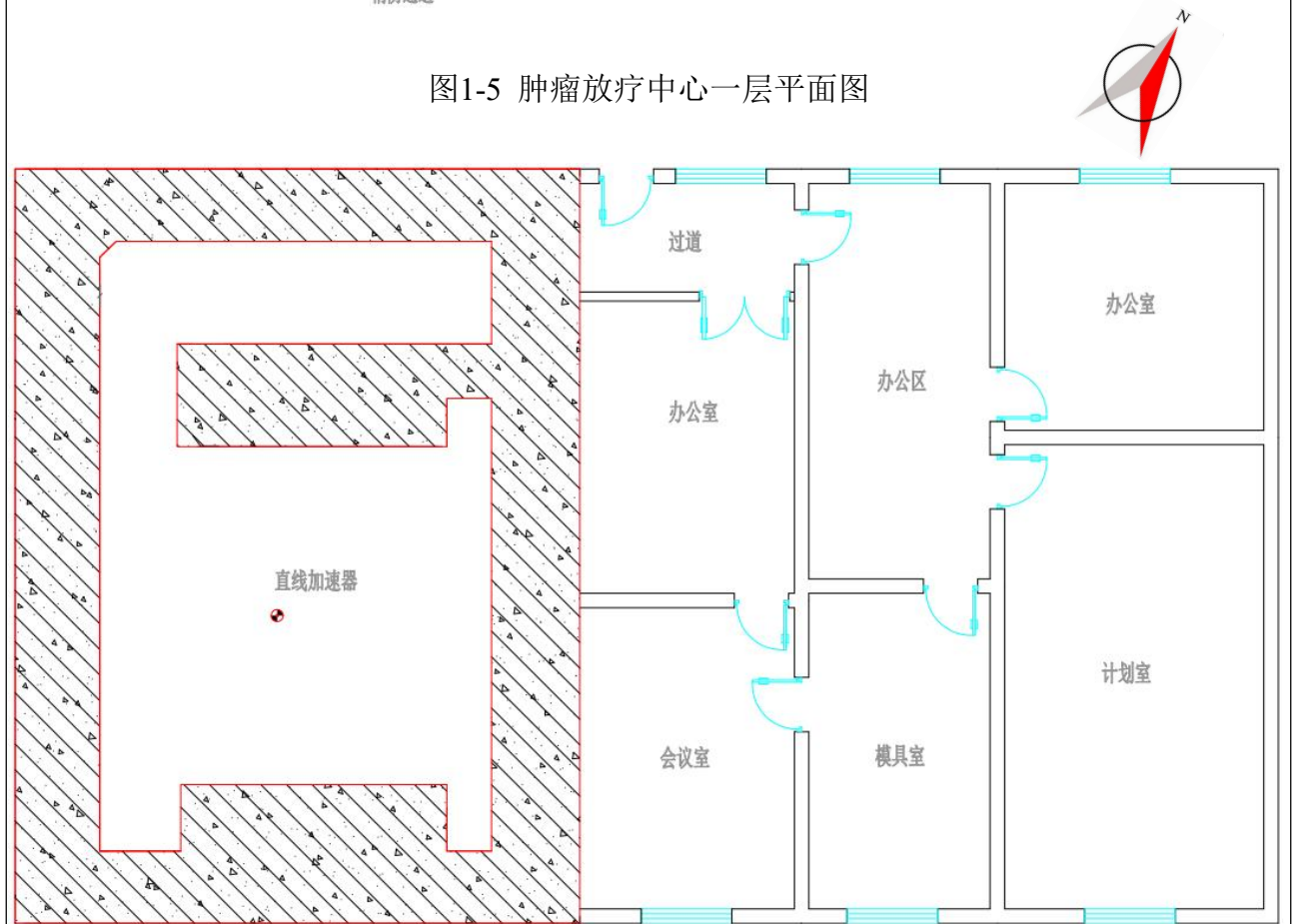


图1-6 肿瘤放疗中心二层平面图

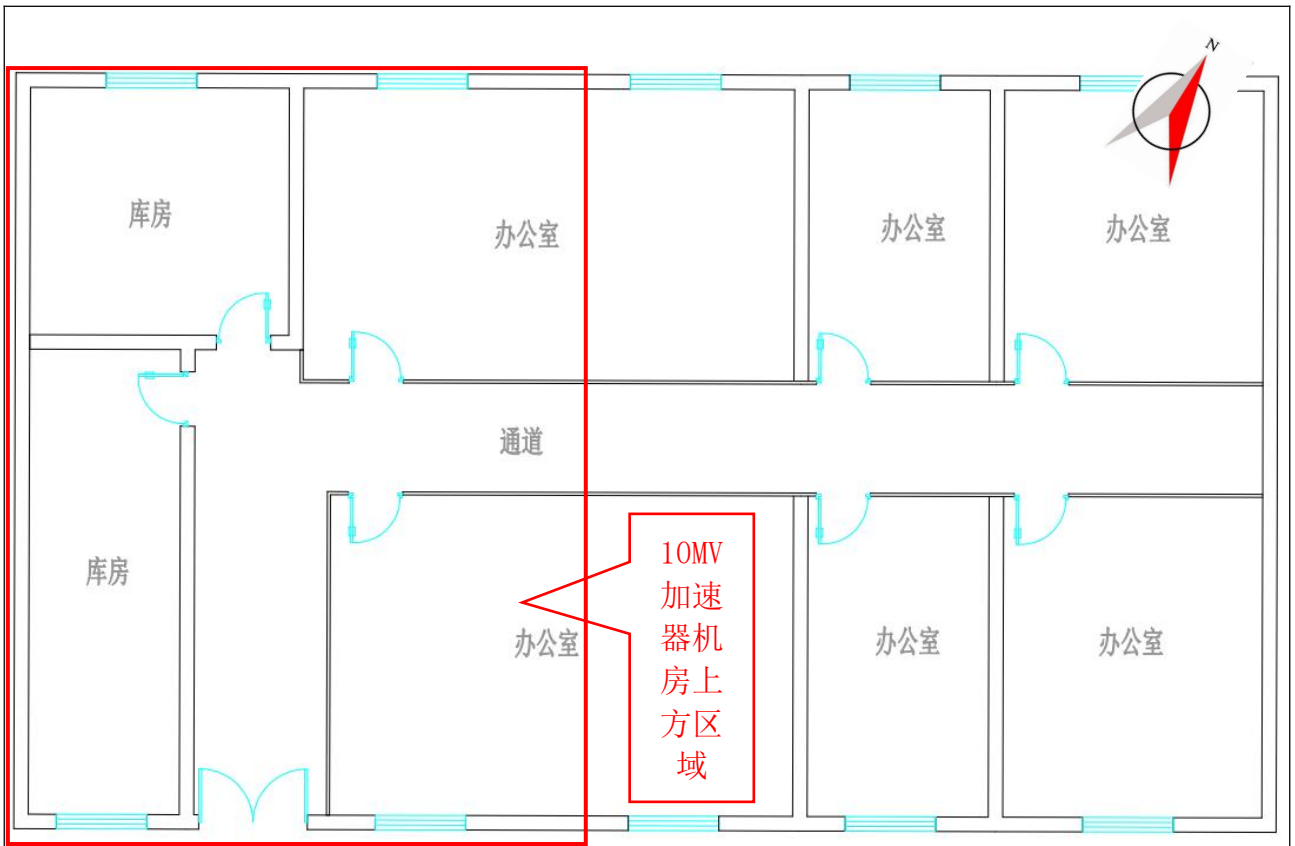


图1-7 肿瘤放疗中心三层平面图

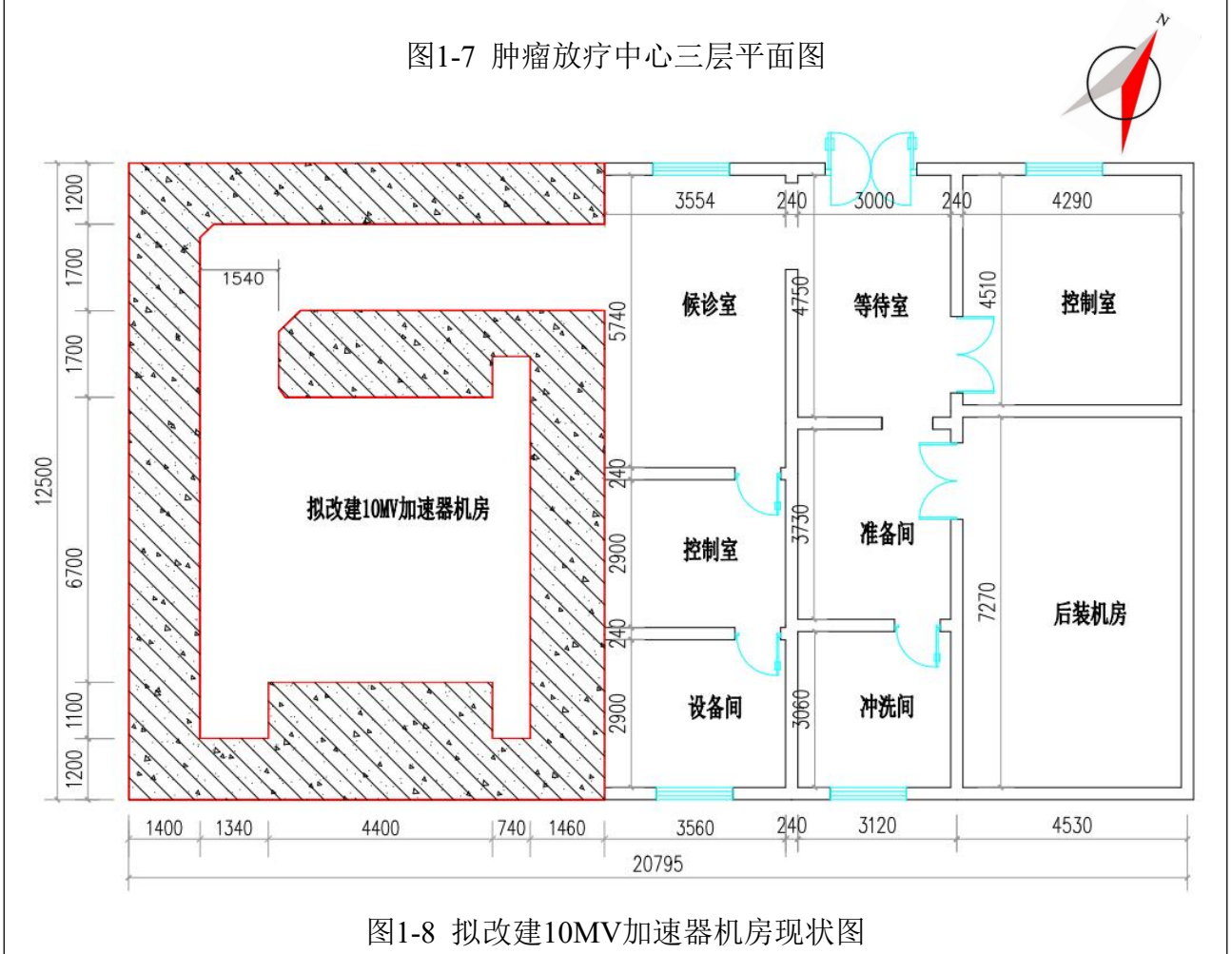


图1-8 拟改建10MV加速器机房现状图

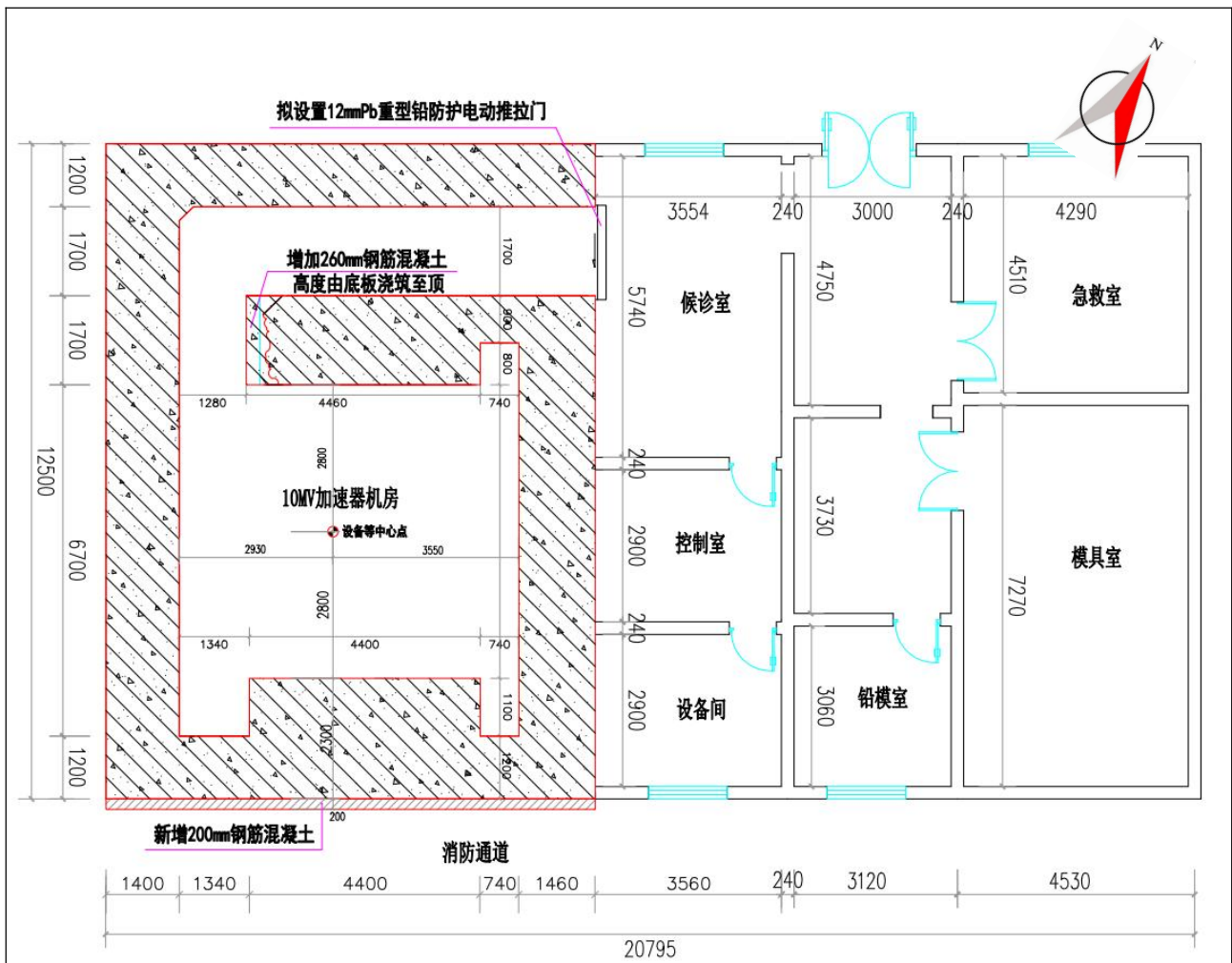


图1-9 拟改建10MV加速器机房设计平面图

后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房位于建设单位综合二号楼（共4层，无地下室），综合二号楼东侧为室外过道、二道街、住宅楼，东南侧为综合一号楼、二道街，南侧为院内广场、肿瘤放疗中心、院内道路、综合教学楼、洗涤中心，西侧为院内广场、综合三号楼、北门口街，北侧为太平间、二道街、北门口街。

综合二号楼毗邻关系见图1-4。综合二号楼一层平面图如图1-10，综合二号楼二层平面图如图1-11，综合二号楼三层平面图如图1-12，后装治疗机房现状图如图1-13，后装治疗机房设计平面图如图1-14。



图1-10 综合二号楼一层平面图

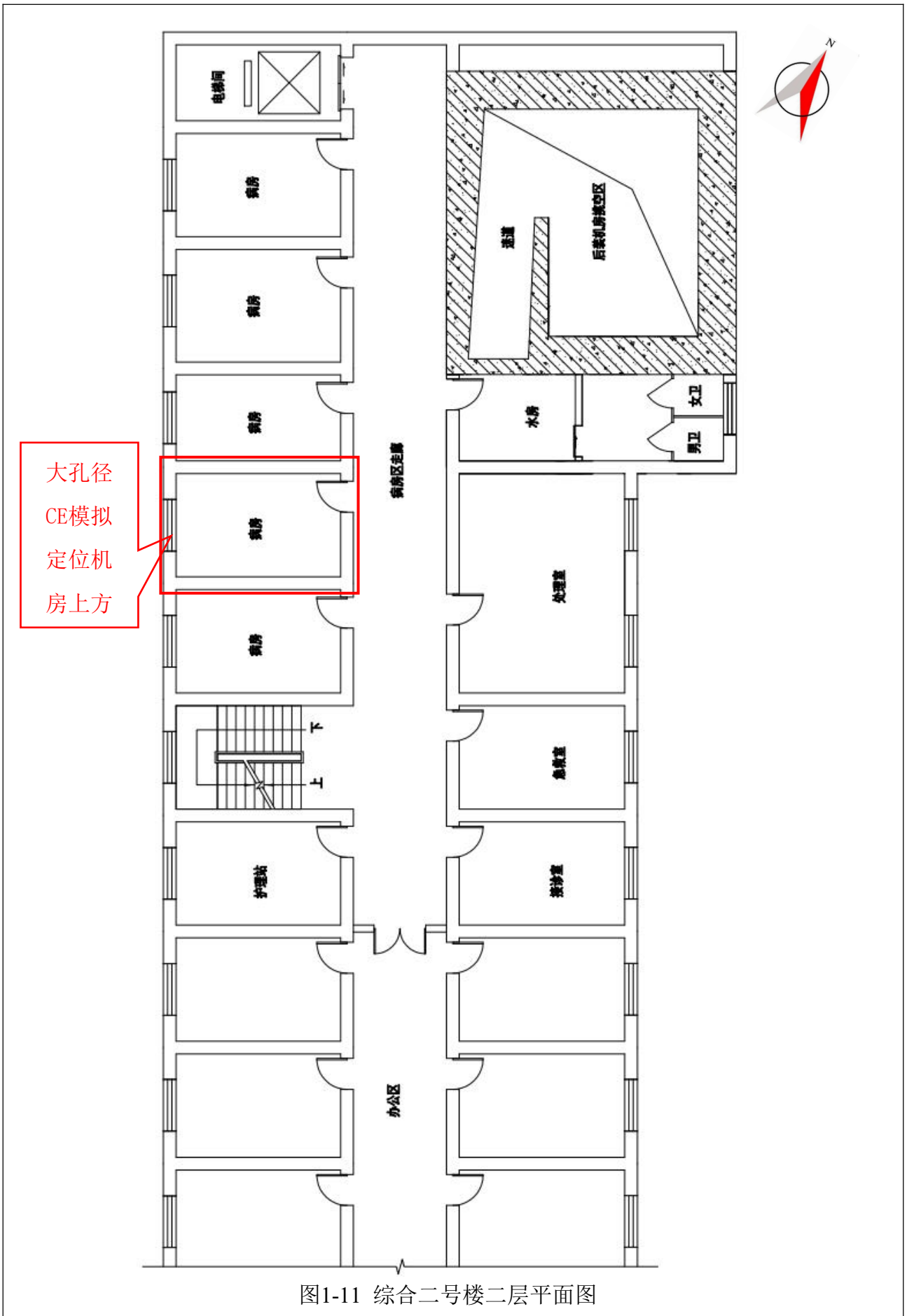


图1-11 综合二号楼二层平面图

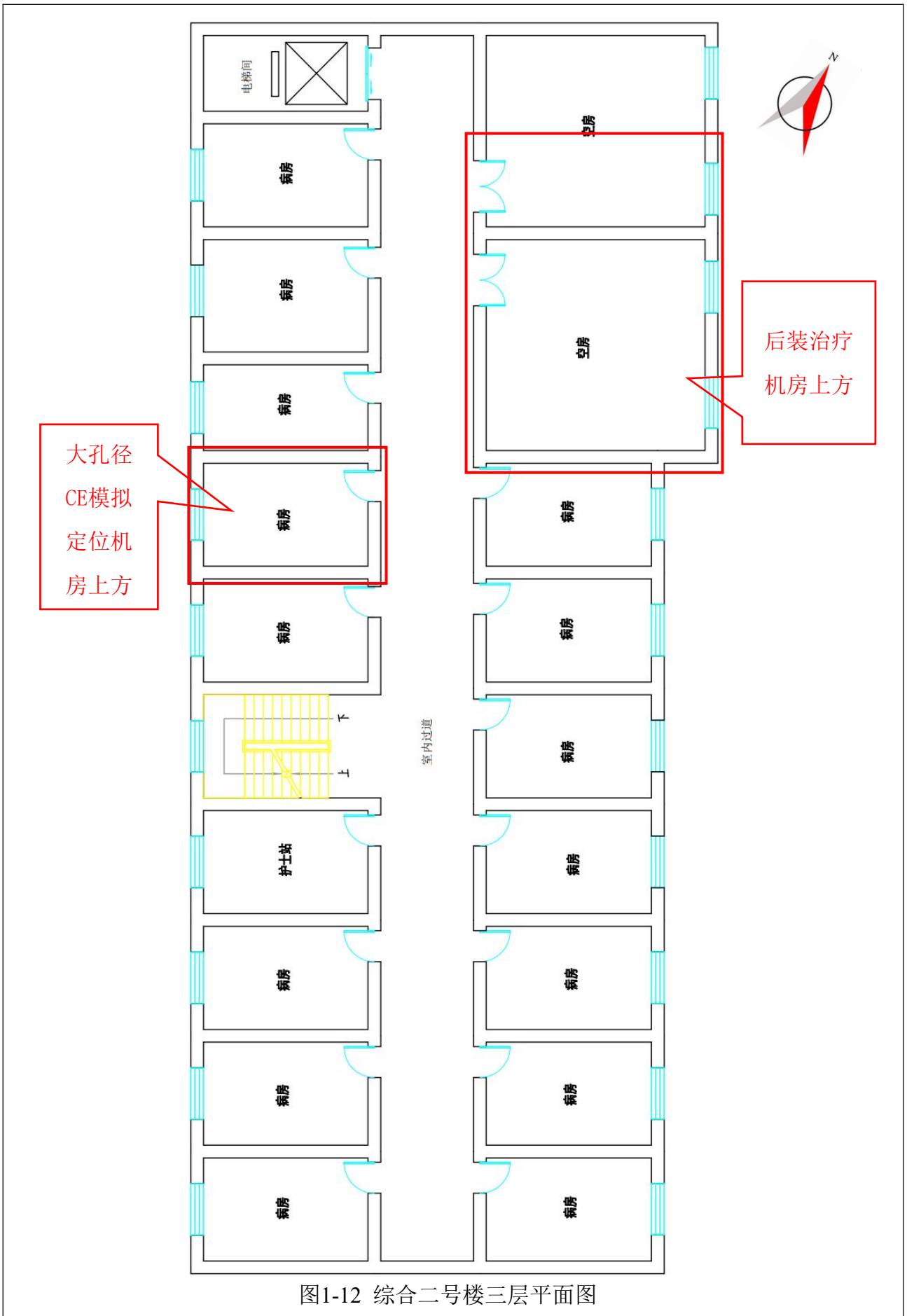


图1-12 综合二号楼三层平面图

后装治疗机房位于综合二号楼一层东北侧，东北侧为室外过道，东南侧为控制室、等待间，西南侧为室内过道，西北侧为库房，顶棚为空房。

大孔径CT模拟定位机房位于综合二号楼一层西北侧，东北侧为室内过道，东南侧为等待间、制模室，西南侧为院内广场，西北侧为通道，顶棚为病房。

后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房现状平面图见图1-13，设计平面图如图1-14。

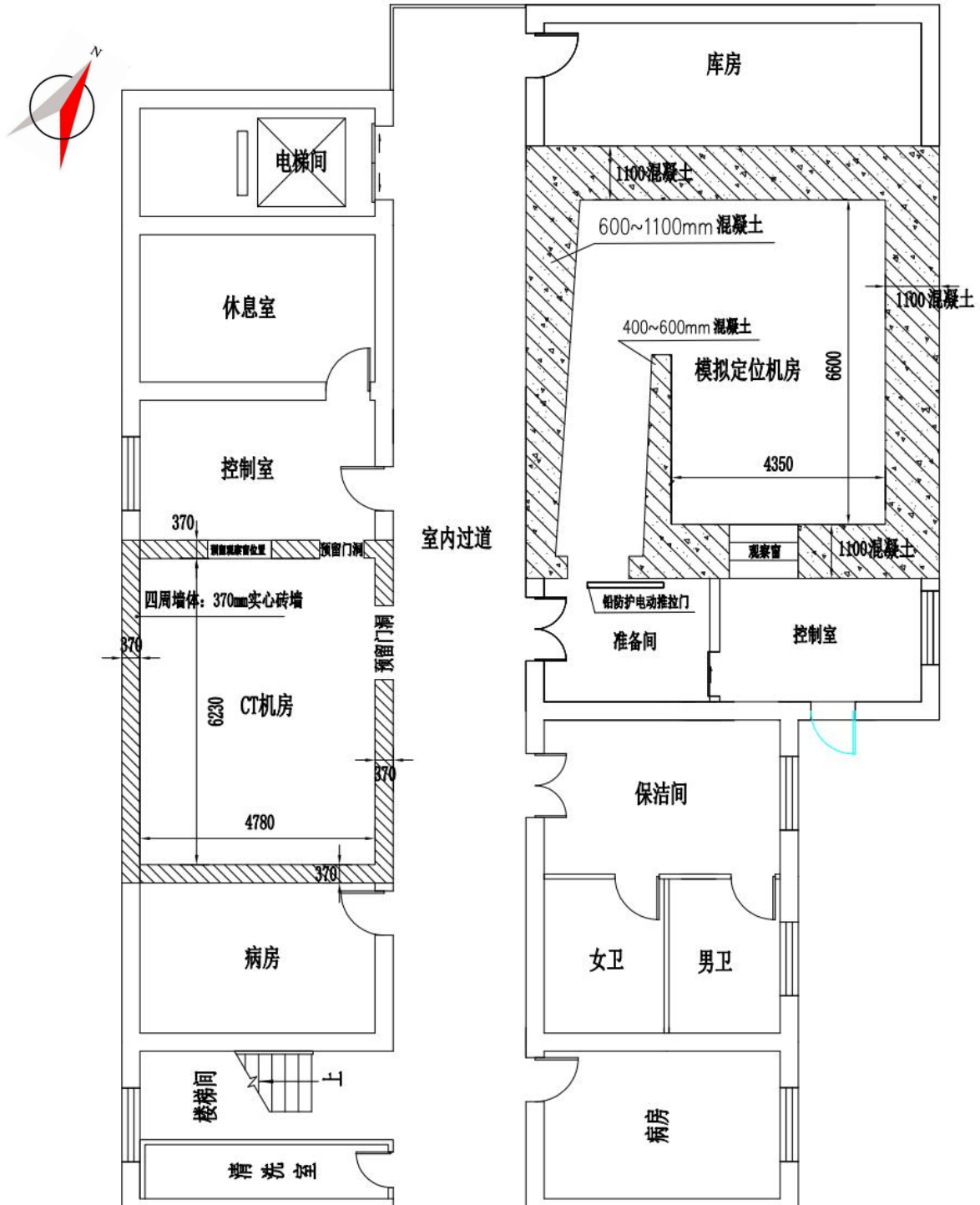


图1-13 拟改建大孔径CT模拟定位机房、后装治疗机房现状图

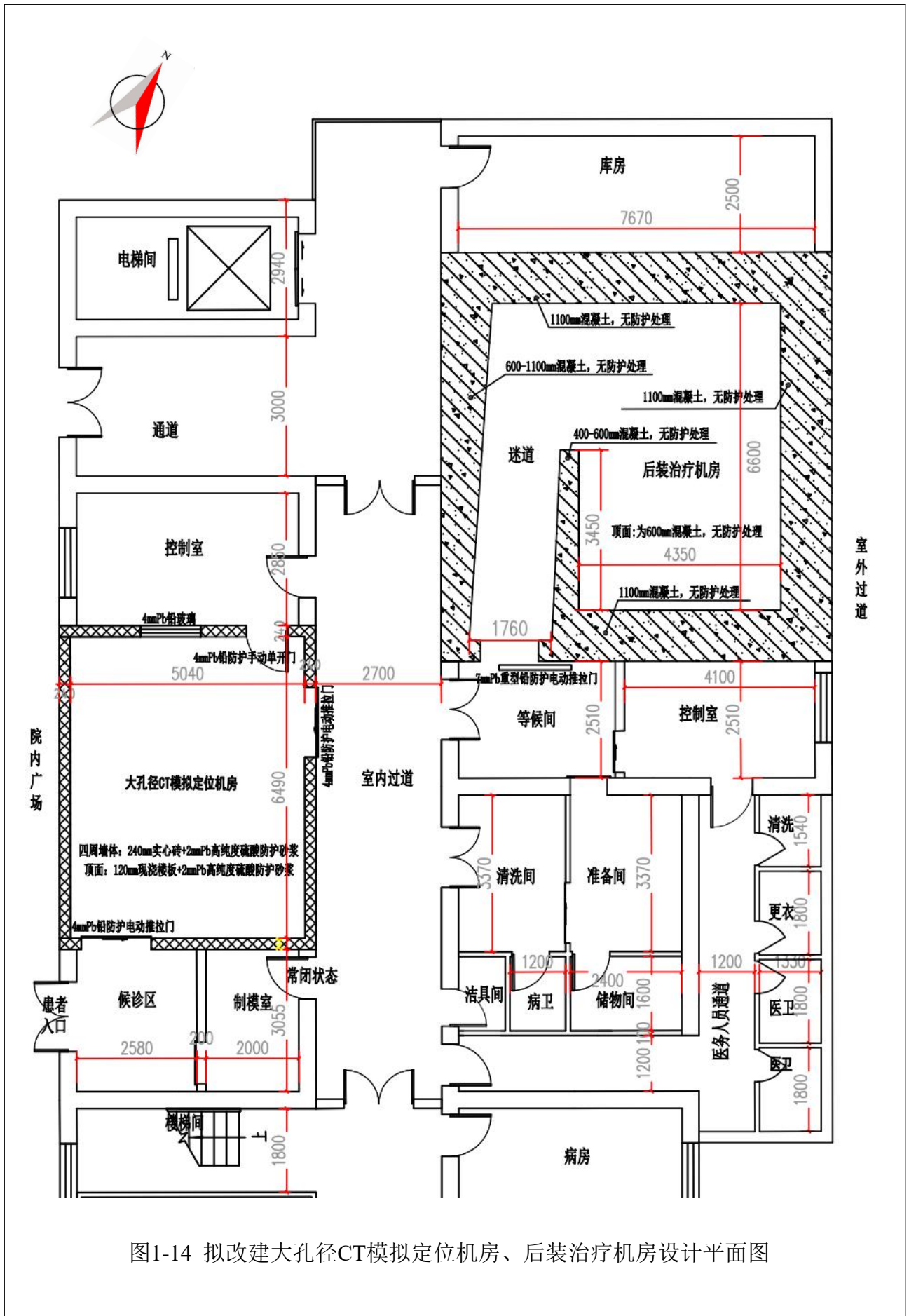


图1-14 拟改建大孔径CT模拟定位机房、后装治疗机房设计平面图

1.6.3 项目选址合理性

HJ 1198-2021《放射治疗辐射安全与防护要求》第5.1条：“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……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。”

本项目10MV加速器机房位于肿瘤放疗中心一层，为原有6MV加速器机房改建，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地；后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房位于综合二楼一层，均为原机房改造，项目用地属于医疗卫生用地。拟实施的改建方案中机房的平面布局和屏蔽防护设计充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，实施后能最大程度地衰减射线的强度，减少对机房周边公众的影响，根据后文环境影响分析可知，经采取相应防护治理措施后，射线装置的电离辐射对周围环境与公众的影响是可接受的。综上所述，项目的选址和布局是合理的。

1.7 原有核技术利用项目情况

1.7.1 原有核技术利用项目许可情况

建设单位提供的辐射安全许可证（陕环辐证[50001]），许可种类和范围为：使用III类放射源；使用II、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。该建设单位核技术利用项目台账如下：III类放射源1枚，丙级非密封放射性物质1种，射线装置27台（其中II射线装置类5台，III类射线装置22台）。其中肿瘤放疗中心原有的III类放射源¹⁹²Ir后装治疗机和II类射线装置6MV加速器设备均已报废。建设单位未提供两台设备报废的相关资料，建设单位应按要求及时办理相关手续。

表1-4 核技术利用项目台账一览表

放射源					
核素	类别	活度 (Bq) × 枚数		活动种类	
¹⁹² Ir	III类	(3.7E+11) × 1		已报废	
非密封放射性物质					
场所	场所等级	核素	日等效最大工作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
本部核医学科	丙级	^{99m} Tc	2.0E+7	7.4E+11	使用
本部核医学科分装室	丙级	¹²⁵ I (粒子源)	1.98E+7	3.6E+11	使用
射线装置					
类别	装置名称		装置数量	活动种类	
II类	医用直线加速器 (6MV)		1	已报废	

III类	医用直线加速器（15MV）	1	使用
	数字减影机	3	使用
	移动式拍片机	1	使用
	移动DR	2	使用
	医用X射线牙片机	1	使用
	小C型臂	2	使用
	胃肠X线机	1	使用
	体外冲击波碎石机	1	使用
	双源CT	1	使用
	数字胃肠机	1	使用
	全身X射线计算机体层螺旋扫描装置	1	使用
	全景X射线系统	1	使用
	DR	5	使用
	128双排CT	2	使用
	7500C型X射线成像系统	2	使用
	16排CT	1	使用

1.7.2原有核技术利用项目管理情况

①原有辐射安全管理制度执行与落实情况

建设单位已根据《中华人民共和国职业病防治法》《放射性同位素与射线装置安全防护条例》《放射诊断管理规定》，以正式文件（延大附发〔2019〕54号）成立有放射诊疗管理委员会，明确了机构成员以及职责，已安排专人负责辐射安全管理工作。

已制定的辐射防护管理规章制度有《放射防护安全管理制度》《放射源和放射性同位素安全管理制度》《放射工作人员个人剂量计管理制度》《放射诊疗设备质量保证方案》《放射诊疗设备质量控制及防护检测制度》《放射人员健康档案管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射工作人员防护培训管理制度》《受检者放射危害告知与防护制度》《辐射监测计划》《医用电子加速器操作规程》《辐射事故应急预案》等规章制度，并严格按照规章制度执行。

建设单位依据辐射安全管理标准化文件相关内容，已对其原有射线装置工作场所进行标准化管理，并制定有标准化文件，配备有相应的辐射安全与防护措施，能够满足核技术利用项目运行过程的辐射安全管理要求。

②辐射工作人员管理情况

a.辐射工作人员个人剂量监测：

由建设单位提供的资料可知，建设单位委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司对建设单位辐射工作人员进行了个人剂量监测。根据天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司2021年10月29日出具的年度个人剂量年累积剂量检测报告（报告编号：L2021-0481）可知，该建设单位放射工作人员个人年有效剂量 $H_p(10)$ 最大值为0.77mSv，故建设单位辐射工作人员个人剂量监测满足GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的职业人员年有效剂量限值要求。

b.辐射工作人员职业健康体检：

根据建设单位提供的资料，辐射工作人员分别于2021年3月至2022年2月，在延安大学附属医院体检中心进行了在岗职业健康检查（详见附件）。

c.辐射工作人员培训：

建设单位辐射工作人员分别于2018年4月、2019年12月参加了陕西省核安全局组织的培训（详见附件），且考试成绩合格。

③放射性同位素与射线装置应用场所监测情况

根据建设单位提供的2021年放射诊断设备机房防护检测报告（CDWK(2021)第1017号）可知，此次检测在用的DR、车载DR等设备在正常工作下，放射工作人员操作位、观察窗、人员进出防护门等屏蔽体外周围剂量当量率符合GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》中“具有短时、高剂量曝光的摄影机房外的周围剂量当量率应当不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 。”的要求；CT、牙片X射线机、口腔CBCT等设备在正常工作下，放射工作人员操作位、观察窗、人员进出防护门等屏蔽体外周围剂量当量率符合GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》中“CT机、乳腺摄影、乳腺CBCT、口内牙片摄影、牙科全景头颅摄影、口腔CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”的要求；心血管成像系统、移动式C形臂、体外冲击波碎石机等设备在正常工作下，放射工作人员操作位、观察窗、人员进出防护门等屏蔽体外周围剂量当量率符合GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》中“具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”的要求；直线加速器和遥控自动驱动式 γ 射线后装设备在正常工作状态下，机房放射工作人员操作位、人员进出防护门等屏蔽体外的周围剂量当量率均符合GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》中“治疗机房墙和入口门外30cm处，人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所最爱国周围剂量当量率应不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，人员居留因子 $\leq 1/2$ 的场所最高周围剂量当量率应不超过 $10\mu\text{Sv/h}$ 。”的要

求：非密封源工作场所 β 表面污染符合GBZ130-2020《核医学放射防护要求》中“非密封源工作场所工作台、设备、墙壁、地面等控制区 β 表面污染控制水平不大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。”的要求。

建设单位提供的6月份医疗废水检测报告（陕众邦（水）字2022（06）第011号），废水检测结果符合要求。

④建设单位自主检测设备仪器的检定情况

建设单位配备有X、 γ 辐射仪1台，个人剂量报警仪2台，表面污染测量仪1台，均进行了校准，并取得了校准证书（详见附件）。

⑤年度评估报告情况

建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年1月31日前向管理部门提交年度评估报告。

综上所述，建设单位辐射安全管理符合相关的法律法规的要求，满足院方目前放疗科运行中的各项管理要求。在从事多年辐射诊疗过程中，目前未发生过辐射安全事故，无原有辐射环境污染和环境遗留问题。

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
1	¹⁹² Ir	3.7×10 ¹¹ Bq×1	III	使用	放射治疗	放疗科	铅罐存储, 后装机机头	/
(以下空白)								

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	理化发生	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
(以下空白)										

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

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	额定电流(mA)/剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用加速器	II	1	Infinity	电子	X射线：10MV 电子线：15MeV	6MV：840 10MV：360	放射治疗	第二住院楼一层放疗室	/
(以下空白)										

(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)	最大电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	大孔径CT 模拟定位机	III	1	Brilliance Big Bore	140	500	定位	综合二楼一层 模拟定位机房	/

(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 (μ 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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废弃放射源	固态	^{192}I	/	/	/	/	/	由生产厂家回收
废靶	固体	/	/	/	/	/	/	由生产厂家回收
废气	气态	O_3 、 NO_x	/	/	极少量	极低浓度	/	经机房排气系统 排出

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

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量, 单位分别为Bq/L (kg、m³) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第9号，2014年），自2015年1月1日起施行；</p> <p>(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24号，2018年），自2018年12月29日起施行；</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6号，2003年），自2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（1998年11月29日国务院令第253号发布；根据2017年7月16日国务院令第682号《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订，2017年10月1日起施行；</p> <p>(5) 《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日实施 2014年7月29日修订，2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第709号）修订）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号，2011年），自2011年5月1日起施行；</p> <p>(7) 《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11月21日环境保护部2008年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》修正；根据2017年12月12日环境保护部第47号《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正，2021年1月4日最新修订；</p> <p>(8) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部国家卫生计生委公告2017年第66号，2017年），自2017年12月5日起施行；</p> <p>(9) 《关于发布〈放射源分类办法〉的公告》（环境保护部 2005年第62号公告，2005年12月23日）；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（部令 第16号），自2021年1月1日起施行；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》国家发展和改革委员会第20次委务会</p>
------------------	---

	<p>议修改，2021年12月27日；</p> <p>(12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号），自2006年9月26日起施行；</p> <p>(13) 《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>(14) 《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2019年第57号公告）；</p> <p>(15) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》环境保护部国环规环评[2017]4号，2017年11月22日；</p> <p>(16) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019年修正），2014年10月1日起实施；</p> <p>(17) 《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29号），2018年6月6日起执行；</p> <p>(18) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021第9号，2021年3月15日起实施）。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》；</p> <p>(2) HJ 2.1-2016 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》；</p> <p>(3) HJ10.1-2016 《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》；</p> <p>(4) HJ 61-2021 《辐射环境监测技术规范》；</p> <p>(5) HJ 1157-2021 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》；</p> <p>(6) HJ 1198-2021 《放射治疗辐射安全与防护要求》；</p> <p>(7) GBZ 121-2020 《放射治疗放射防护要求》；</p> <p>(8) GBZ 128-2019 《职业性外照射个人检测规范》；</p> <p>(9) GBZ 130-2020 《放射诊断放射防护要求》；</p> <p>(10) GBZ/T 201.1-2007 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》；</p> <p>(11) GBZ/T 201.2-2011 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》；</p>

	<p>(12) GBZ/T201.3-2014《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第3部分：γ射线源放射治疗机房》。</p>
其他	<p>(1) 建设单位项目委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的现有核技术利用项目环评批复、监测资料及其他资料；</p> <p>(3) NCRP No.147报告，NCRP No.151报告；</p> <p>(4) 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年）；</p> <p>(5) 其它与项目有关的技术参考资料。</p>

表 7 保护目标与评价

7.1 评价范围

根据本项目所涉及的射线装置内容与规模，考虑射线装置的类型、能量，按照（HJ/T 10.1-2016）《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》的要求，结合项目的污染特征与距离关系，确定本项目的评价范围为：10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机房屏蔽体外50m评价范围区域，见图7-1。

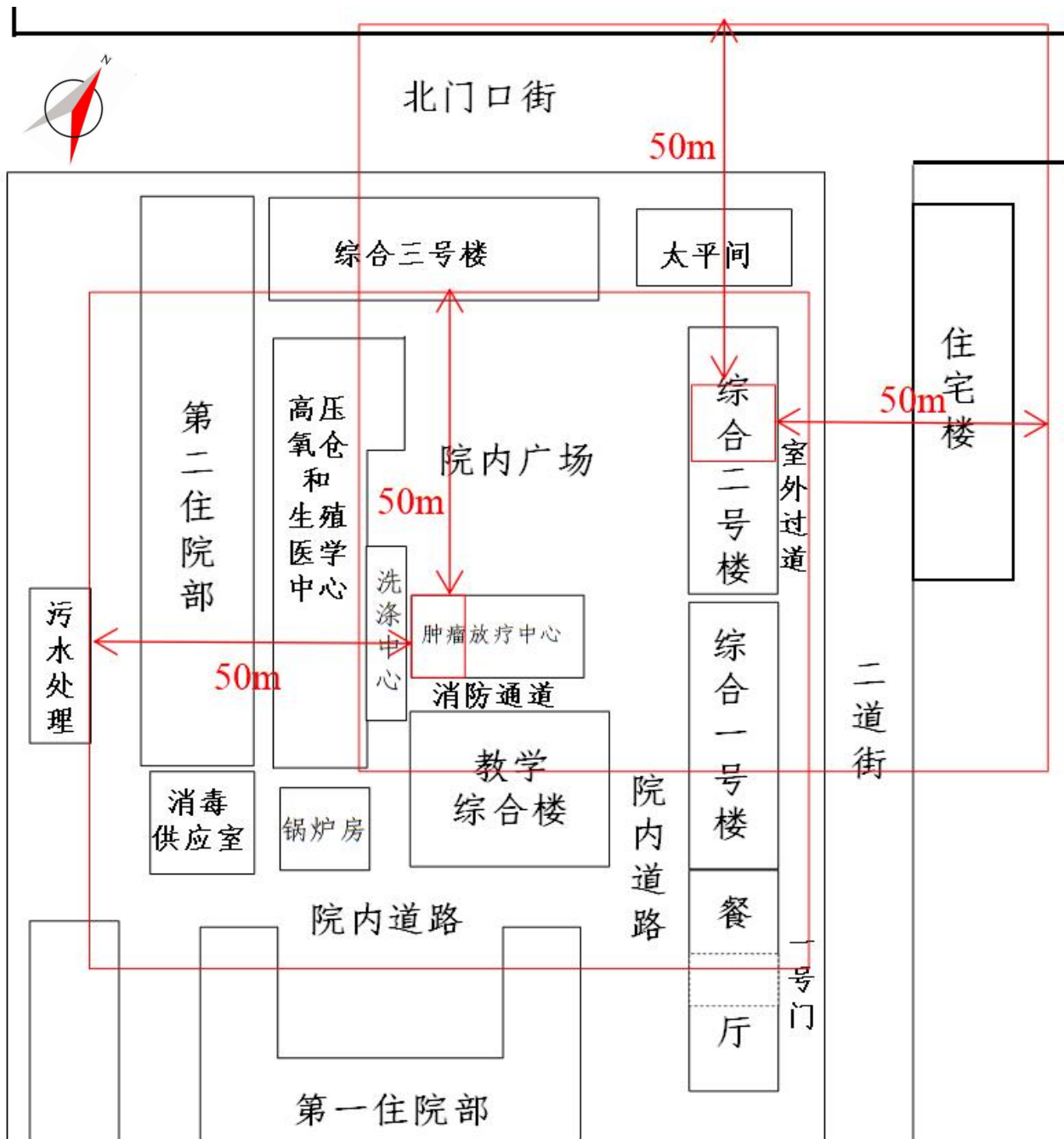


图7-1 该项目评价范围示意图

7.2 保护目标

根据建设单位周边关系以及本项目情况，结合本项目的评价范围（图7-1）及周边保护目标的实际情况，确定本项目环境保护目标为从事医学诊疗的辐射工作人员、机房外周边、建设单位东北侧住宅楼里的公众，确定了本项目环境保护目标，详见表7.1本项目环境保护目标一览表，使其所接受有效剂量满足GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的剂量限值和本次评价提出的剂量约束值。10MV加速器机房环境保护目标见表7-1，后装治疗机房环境保护目标见表7-2，大孔径CT模拟定位机房环境保护目标见表7-4。

表7-1 10MV加速器机房环境保护目标一览表

保护对象	所在位置	人数（人）	距屏蔽墙外距离（m）	剂量约束值 mSv/a	
工作人员	控制室	2~4	0.3~3.2	5.0	
	设备间	2~5	0.3~11.5	5.0	
	铅模室	1~3	4~7	5.0	
	模具室	1~3	7.2~12	5.0	
公众人员	候诊室	1~5	0.3~3.6	0.1	
	肿瘤放疗中心一层东侧	1~3	7.2~12	0.1	
	东侧	院内道路	5~15（流动人员）	12~20	0.1
		综合一号楼	10~30	20~35	0.1
		餐厅	20~50	30~50	0.1
		消防通道	1~5（流动人员）	0.3~8	0.1
	南侧	综合教学楼	10~30	9~30	0.1
		院内道路	1~5（流动人员）	29~38	0.1
		第一住院部	10~20	40~50	0.1
	西侧	洗涤中心	1~3	0.3~5	0.1
		高压氧仓和生殖医学中心	10~30	5~15	0.1
		第二住院部	20~100	15~50	0.1
污水处理		1~3	45~50	0.1	
西北侧	综合三号楼	5~20	40~50	0.1	

西南侧	消毒供应室	1~5	20~30	0.1
北侧	院内广场	5~10 (流动人员)	0.3~30	0.1
	综合二号楼	10~30	15~50	0.1
楼上	三层办公区	5~15	0.3~3.8	0.1
	三层库房	1~2	0.3~3.8	0.1

表7-2 后装治疗机房环境保护目标一览表

保护对象	所在位置	人数 (人)	距屏蔽墙外距离 (m)	剂量约束值 mSv/a	
工作人员	控制室	2-4	0.3~2.5	5.0	
	辅助用房	3-7	0.3~16.8	5.0	
公众人员	室外过道	1~2 (流动人员)	0.3~5	0.1	
	东侧	二道街	5~10 (流动人员)	5~20	0.1
		住宅楼	150~700	20~50	0.1
	东南侧	病房	5~10	8.5~28	0.1
		综合一号楼	5~20	27~50	0.1
		二道街	5~10 (流动人员)	10~50	0.1
	南侧	院内广场	5~10 (流动人员)	8~40	0.1
		肿瘤放疗中心	5~20	30~50	0.1
		院内道路	1~5 (流动人员)	30~50	0.1
		综合教学楼	10~20	40~70	0.1
		洗涤中心	1~3	50~70	0.1
	西侧	室内过道	1~5	0.3~2.7	0.1
		大孔径CT模拟定位机房候诊区	1~3	5~7.5	0.1
		通道	1~5 (流动人员)	2.7~7.4	0.1
		电梯间	1~5 (流动人员)	2.7~7.5	0.1
院内广场		5~10 (流动人员)	7.5~50	0.1	
北侧	综合三号楼	10~30	10~50	0.1	
	北门口街	5~10 (流动人员)	20~50	0.1	
	库房	平时无入, 取1	0.3~3	0.1	

	太平间	1~2	10~20	0.1
	北门口街	5~10(流动人员)	25~50	0.1
	二道街	5~10(流动人员)	10~30	0.1
楼上	空房	平时无人, 取1	7.2~11	0.1

表7-3 大孔径CT模拟定位机房环境保护目标一览表

保护对象	所在位置	人数(人)	距屏蔽墙外距离(m)	剂量约束值 mSv/a
工作人员	控制室	2~4	0.3~2.5	5.0
	制模室	1~2	0.3~3	5.0
公众人员	东侧	室内过道	1~5	0.3~2.7
	南侧	候诊区	1~3	0.3~3
	西侧	院内广场	1~5	0.3~50
	楼上	病房	1~3	7.2~11

7.3 评价标准

表7-5 评价标准

标准	条款	内容
GB188 71-200 2《电离 辐射防 护与辐 射源安 全基本 标准》	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)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 B1	本附录所规定的剂量限值适用于实践所引起的照射, 不适用于医疗照射, 也不适用于无任何主要责任方负责的天然源的照射。
	附录B B1.1.1.1	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制, 使之不超过下述限值: a)由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv; b)任何一年中的有效剂量, 50mSv; c)眼晶体的年当量剂量150 mSv; d)四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。
	附录B B1.2.1	实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值): a)年有效剂量, 1 mSv; b)特殊情况下, 如果5个连续年的年平均剂量不超过1 mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到5 mSv; c)眼晶体的年当量剂量, 15 mSv; d)皮肤的年当量剂量, 50 mSv。
GBZ 121-20	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。

20《放射治疗放射防护要求》	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。
	6.2.1	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。
	6.4.1	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	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	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。
	6.4.4.1	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。
	6.4.6	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	操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，应保障安全联锁正常运行。

GBZ 130-2020《放射	7.4	工作人员进入涉放射源的放射治疗机房时应佩戴个人剂量报警仪。
	7.5	实施治疗期间，应有两名及以上操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度，密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不应擅自离开岗位。
	6.1.1	应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。
6.1.2	X射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所	

射诊断		的人员防护与安全。
放射防护要求》	6.1.3	每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，应满足使用设备的布局要求。
	6.1.5	CT机房内设计最小有效使用面积 $\geq 30\text{ m}^2$ ，机房内最小单边长度 $\geq 4.5\text{ m}$ 。
	6.2.2	CT模拟定位机房的屏蔽防护铅当量厚度要求 2.5 mmPb 。
	6.2.3	机房的门和窗关闭时应满足（《放射诊断放射防护要求》）表3的要求。
	6.3.1	b) CT机、乳腺摄影、乳腺CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。
	6.4.1	机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。
	6.4.2	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。
	6.4.3	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。
	6.4.4	机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。
	6.4.5	平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。
	6.4.6	电动推拉门宜设置防夹装置。
	6.4.7	受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。
	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 。
《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）	6.1	放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。
	6.1.4	剂量控制应符合以下要求： a)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 30 cm 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： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

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

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

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

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

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

6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近

6.2.3 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。

不同场所的居留因子见表7-6。

表7-6 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室
			1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室门
			1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室
			1/40: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 本项目地理位置

建设单位位于陕西省延安市宝塔区北大街43号，其东侧为二道街，南侧为道路，西侧为北大街，北侧为北门口街。建设项目10MV加速器机房位于建设单位肿瘤放疗中心（共3层，无地下室）一层西南角，其东北侧为控制室、设备间和候诊区，东南侧为消防通道，西南侧为洗涤中心，西北侧为院内广场，上层为库房、办公区。现场照片见8-1~8-5。



图8-1 加速器机房内部



图8-2 加速器机房迷路



图8-3 肿瘤放疗中心东侧、北侧



图8-4 肿瘤放疗中心西侧、西北侧

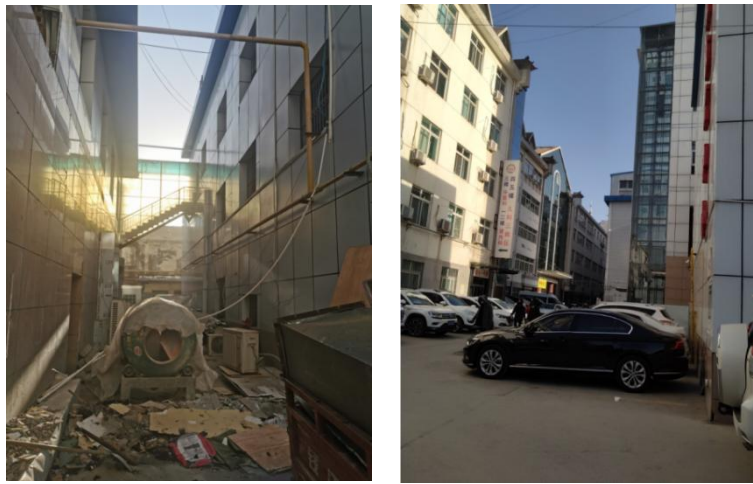


图8-5 肿瘤放疗中心南侧、东南侧

后装治疗机房位于建设单位综合二号楼（共4层）一层东北侧，其东北侧为室外过道，东南侧为控制室、等候间，西南侧为室内过道，西北侧为库房，上层为空房。现场照片见图8-6~8-9。



图8-6 后装治疗机房内部



图8-7 后装治疗机房迷路



图8-8 后装治疗机房控制室



图8-9 综合二号楼东北侧、东侧

大孔径CT模拟定位机房位于综合二号楼一层西侧，其东北侧为室内过道，东南侧为候诊区、制模室，西南侧为室外过道，西北侧为通道，上层为病房。现场照片见图8-10~8-12。



图8-10 大孔径CT模拟定位机房



图8-11 东墙预留门洞位置



图8-12 北墙预留门洞、观察窗位置

8.2 环境质量和辐射现状调查与监测

为掌握项目所在地的辐射环境现状，2021年11月26日，委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对建设单位拟改建加速器机房、后装治疗机房治疗室、迷路、控制室、大孔径CT模拟定位机房、院内道路、院内原野等评价范围内的区域进行了现状监测，监测内容为 X- γ 辐射剂量率，肿瘤放疗中心一层监测点位见图8-13~8-15，综合二号楼一层监测点位见图8-16~8-17。其监测项目、方法及仪器信息见表8.1。

表8.1 监测项目、方法及方法来源

项目	监测方法	仪器使用	仪器参数
辐射环境 本底监测	《电离辐射与辐射源安全基本标准》 GB 18871-2002	辐射防护用X、 γ 辐射 周围剂量当量率仪	测量范围：0.01-600 μ Sv/h 检定有效期： 2022年11月1日
	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 HJ 1157-2021	/RJ38-3602 /QNJC-YQ-034	

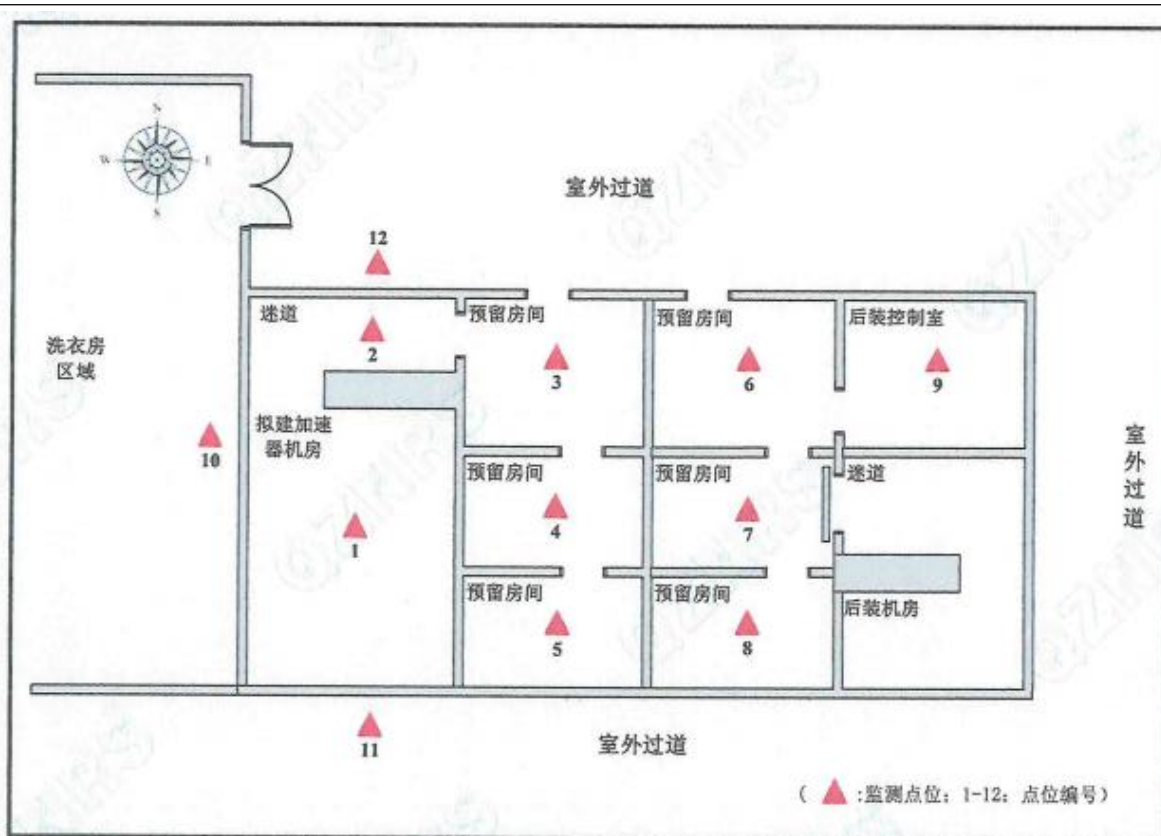


图8-13 肿瘤放疗中心一层监测点位示意图

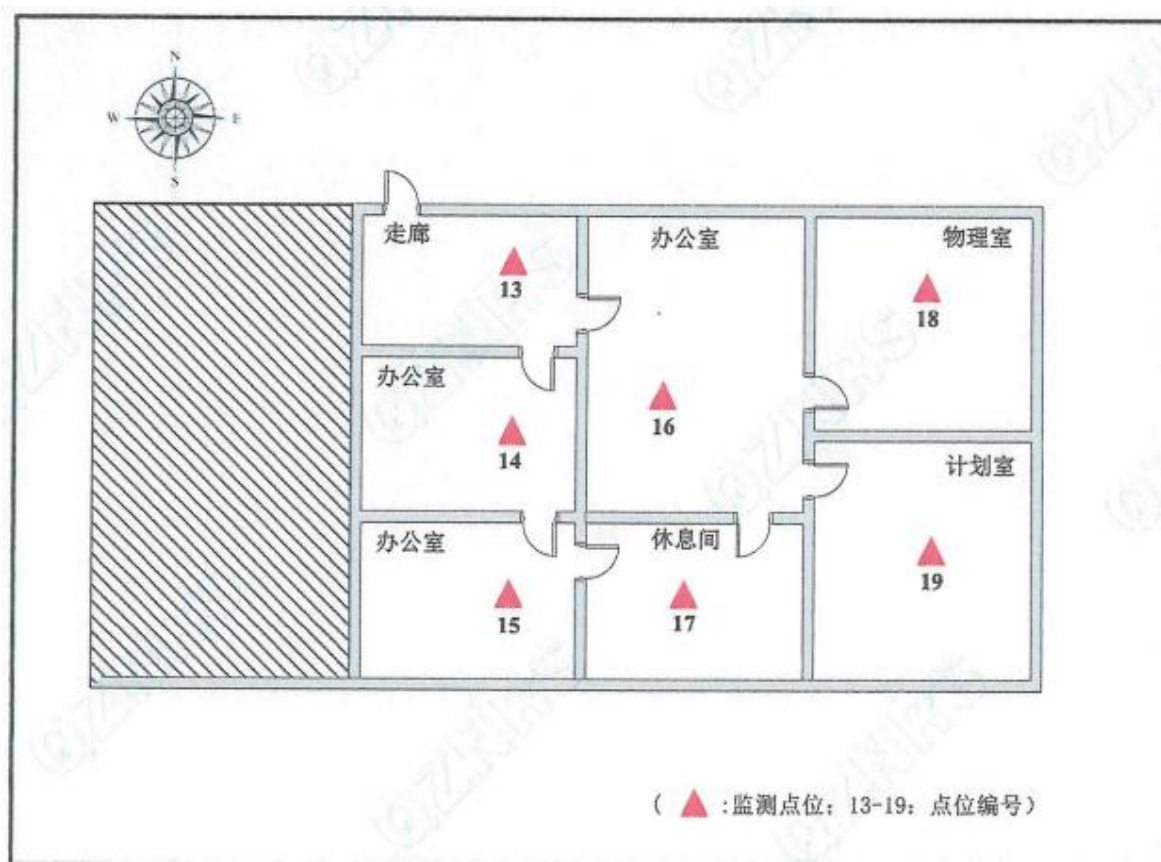


图8-14 肿瘤放疗中心二层监测点位示意图

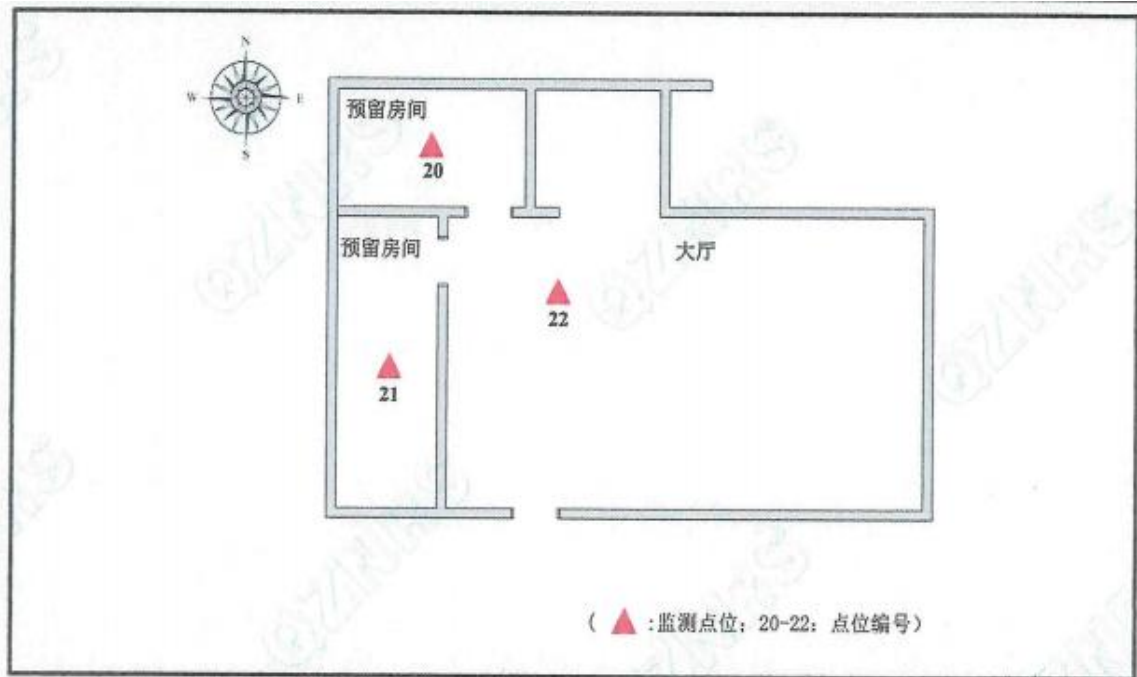


图8-15 肿瘤放疗中心三层监测点位示意图

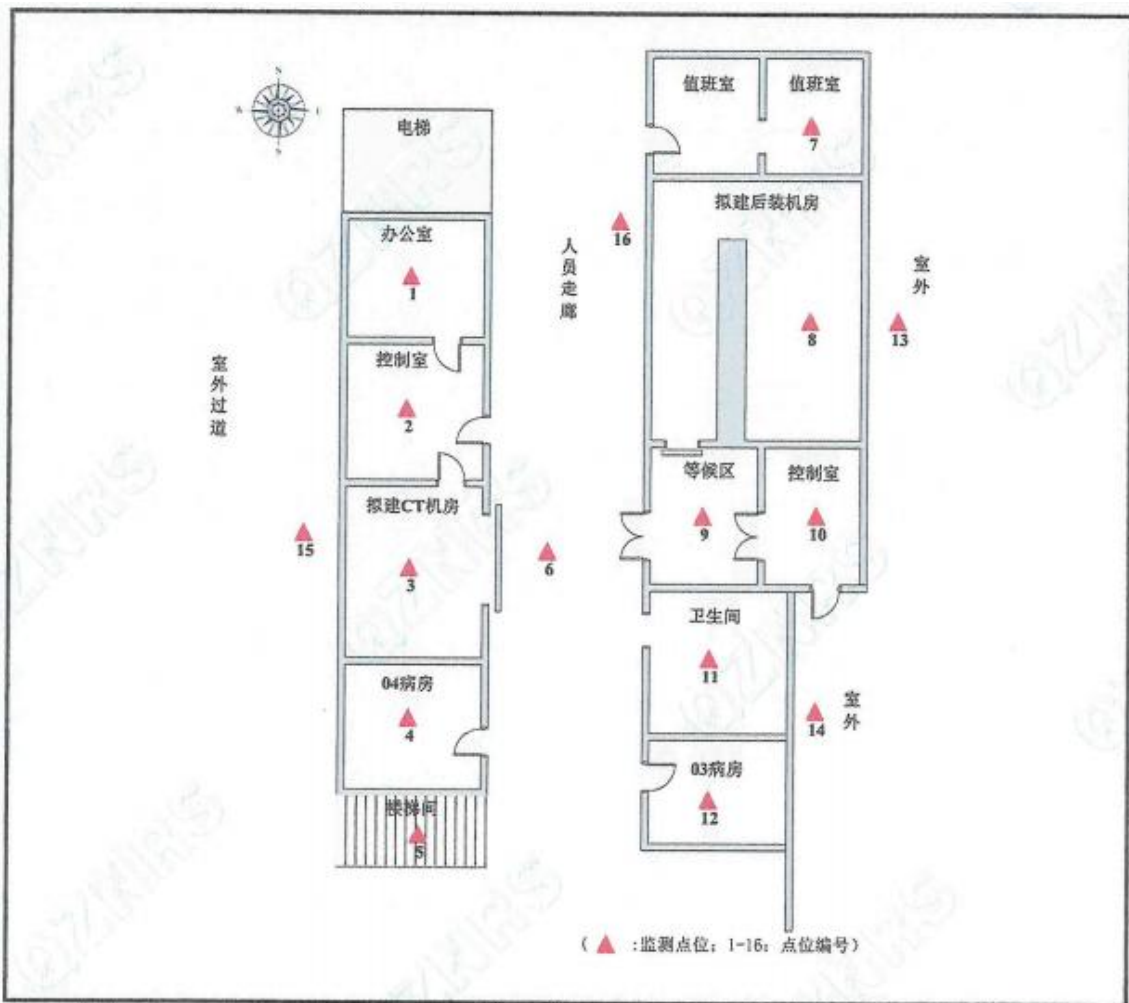


图8-16 综合二号楼一层北侧区域监测点位示意图

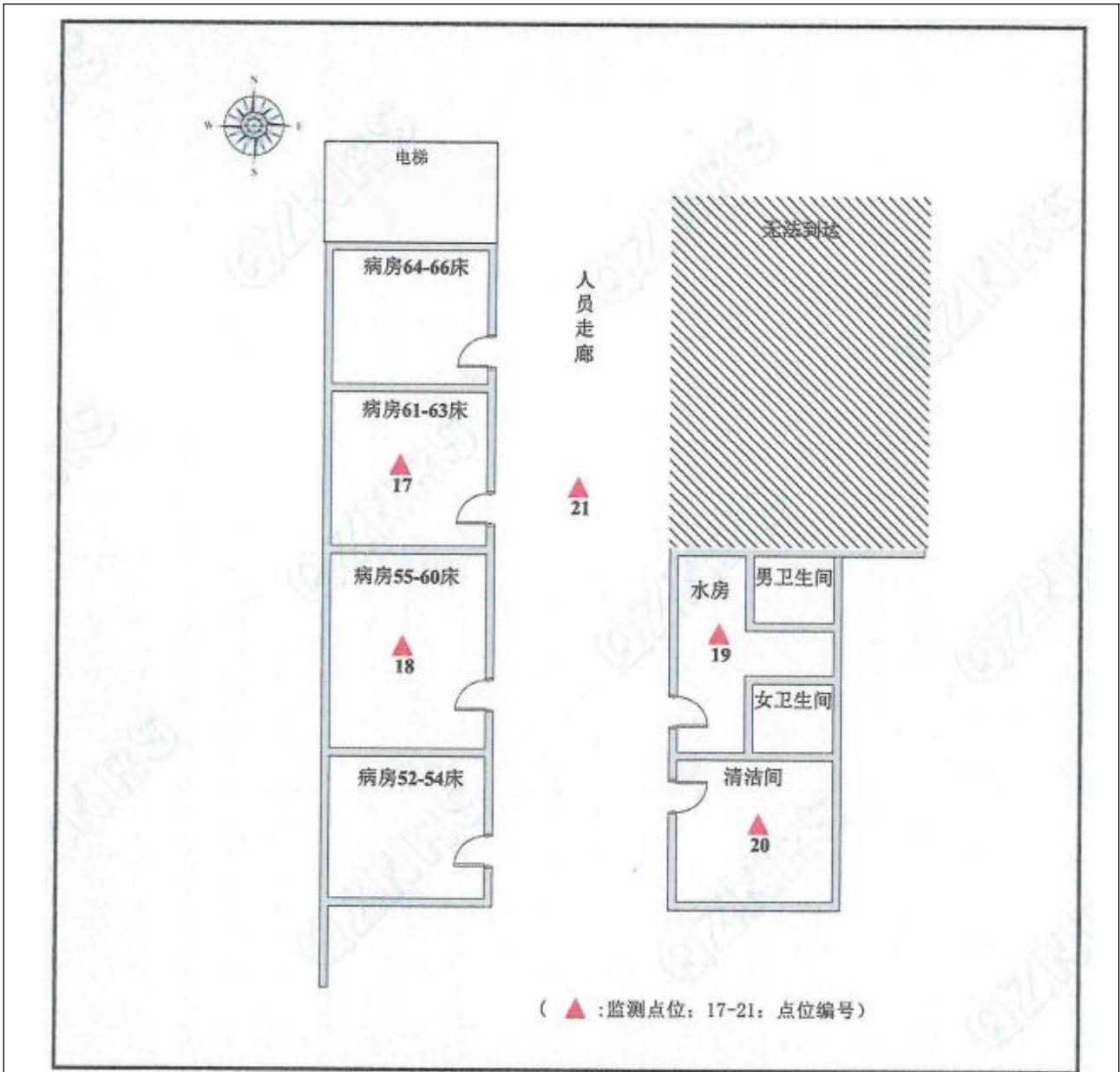


图8-17 综合二号楼二层北侧区域监测点位示意图

8.3 质量保证

陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，有有效的国家计量部门检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序，检测人员均经培训考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司质量管理体系：

(一) 计量认证。该公司于2018年11月通过了陕西省质量技术监督局的计量认证，

证书编号为：182712054019，有效期至2024年11月22日。

(二) 仪器设备管理。①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

(三) 记录与报告。①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

8.4 辐射水平现状监测结果与评价

表8.2 本项目辐射环境现状监测结果

序号	点位描述	监测结果 (μGy/h)		备注
		测值范围	平均值	
肿瘤放疗中心				
1	拟改建加速器机房1#本底	0.02~0.04	0.03	一层
2	迷道	0.02~0.04	0.03	
3	预留房间	0.04~0.08	0.06	
4	预留房间	0.04~0.07	0.06	
5	预留房间	0.03~0.06	0.05	
6	预留房间	0.06~0.09	0.08	
7	预留房间	0.05~0.07	0.06	
8	预留房间	0.05~0.08	0.06	
9	后装控制室	0.05~0.08	0.06	
10	洗衣房区域	0.04~0.07	0.06	
11	南墙外 (室外过道)	0.04~0.07	0.05	
12	北墙外 (室外过道)	0.04~0.06	0.06	
13	走廊	0.02~0.05	0.04	二层
14	办公室	0.04~0.07	0.05	
15	办公室	0.04~0.07	0.05	
16	办公室	0.04~0.07	0.05	
17	休息间	0.04~0.07	0.05	
18	物理室	0.03~0.06	0.05	
19	计划室	0.04~0.08	0.06	
20	预留机房	0.04~0.08	0.06	三层
21	预留机房	0.04~0.08	0.05	
22	大厅	0.04~0.08	0.06	

综合二号楼			
1	办公室	0.03~0.08	0.05
2	控制室	0.04~0.09	0.06
3	拟改建CT机房	0.04~0.07	0.05
4	04病房	0.04~0.08	0.05
5	楼梯间	0.04~0.08	0.06
6	人员走廊	0.04~0.08	0.06
7	值班室	0.04~0.07	0.06
8	拟改建后装治疗机房	0.04~0.09	0.07
9	等候区	0.04~0.08	0.06
10	控制室	0.04~0.07	0.05
11	卫生间	0.04~0.08	0.06
12	03病房	0.04~0.08	0.06
13	室外	0.03~0.07	0.05
14	室外	0.03~0.07	0.05
15	室外过道	0.04~0.07	0.05
16	人员走廊	0.03~0.06	0.05
17	病房	0.03~0.06	0.05
18	病房	0.04~0.06	0.05
19	水房	0.04~0.07	0.05
20	清洁间	0.03~0.06	0.05
21	人员走廊	0.03~0.05	0.04

注：表中监测结果已扣除宇宙射线响应值。

根据监测数据，本项目所处肿瘤放疗中心室内的X、 γ 空气吸收剂量率为0.02 μ Gy/h~0.09 μ Gy/h，室外的X、 γ 空气吸收剂量率为0.04 μ Gy/h~0.06 μ Gy/h。综合二号楼内的X、 γ 空气吸收剂量率为0.03 μ Gy/h~0.09 μ Gy/h，室外的X、 γ 空气吸收剂量率为0.03 μ Gy/h~0.07 μ Gy/h。根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年），延安市室内的环境 γ 辐射剂量率为0.064~0.157 μ Gy/h，原野和道路的 γ 环境辐射空气吸收剂量率为0.041~0.112 μ Gy/h，该项目环境放射性水平属天然辐射本底水平，辐射现状质量好。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 加速器工程分析和产污环节

9.1.1 加速器工艺分析

9.1.1.1 加速器设备组成和工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。医用电子直线加速器结构示意图见图9-1。医用电子直线加速器是将电子枪产生的电子经加速管加速后形成高能电子束的装置，它既可以产生高能电子束，也可以利用高能电子束与靶物质相互作用产生韧致辐射，即X射线束，X射线束的最大能量为电子束的最大能量。因此，作为一种体外照射的治疗设备，医用电子直线加速器利用其特定装置产生高能电子束或X射线。医用计算机立体定位系统进行图像三维和剂量分布重建，对人体有恶性肿瘤的部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损毁。根据所诊断癌症类型及其在体内位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗，同时肿瘤周围正常结构得到最大限度的保护，达到治疗肿瘤疾病的目的。医用电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶进行照射，也可利用X线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。本项目10MV加速器应用X射线束和电子束对患者进行治疗。

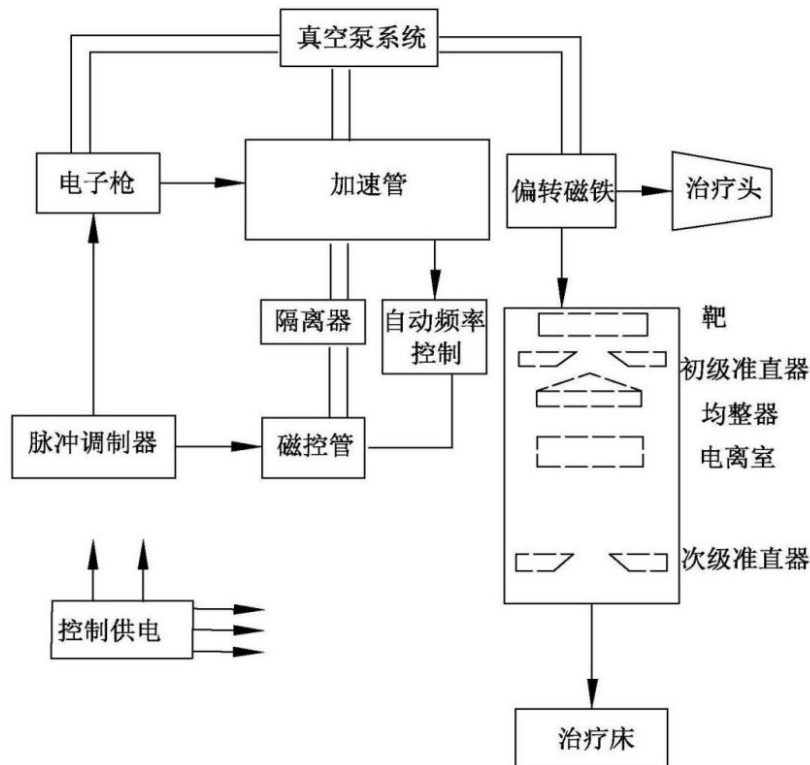


图9-1 医用电子直线加速器结构示意图

9.1.1.2 加速器工作流程

①接受病人：对病人进行登记，进行临床检查，经医生诊断和治疗正当性判定后，根据肿瘤分期、分型确定治疗方针，与放疗科预约登记，确定模拟定位治疗的时间；

②模拟定位：使用模拟定位机对患者肿瘤定位检查，确定肿瘤的具体位置和形状，后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位，此过程会产生低能X射线；

③制订治疗计划：根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间；

④治疗计划确认：再次确认靶区剂量，核实正常器官、热点和冷点是否在允许的范围之内，加速器是否有相应的转床、碰床等机械限值，移床等坐标设置是否正确；

⑤病人摆位：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，严格按照要求实施摆位，摆位人员等非患者均离开治疗室，关闭防护门；

⑥摆位结束使用CBCT进行复位检查，以确保病人摆位准确，增加治疗的精确性；

⑦实施治疗：根据放疗计划，运用有关技术实施精确照射。此过程会产生高能X射线和臭氧等有害气体；

⑧结束治疗：病人离开治疗室，摆位人员进行下一个患者摆位准备。

项目污染因子主要为模拟定位过程和加速器出束、实施治疗过程产生的X射线、臭氧和氮氧化物等。工作流程及产污环节见图9-2。

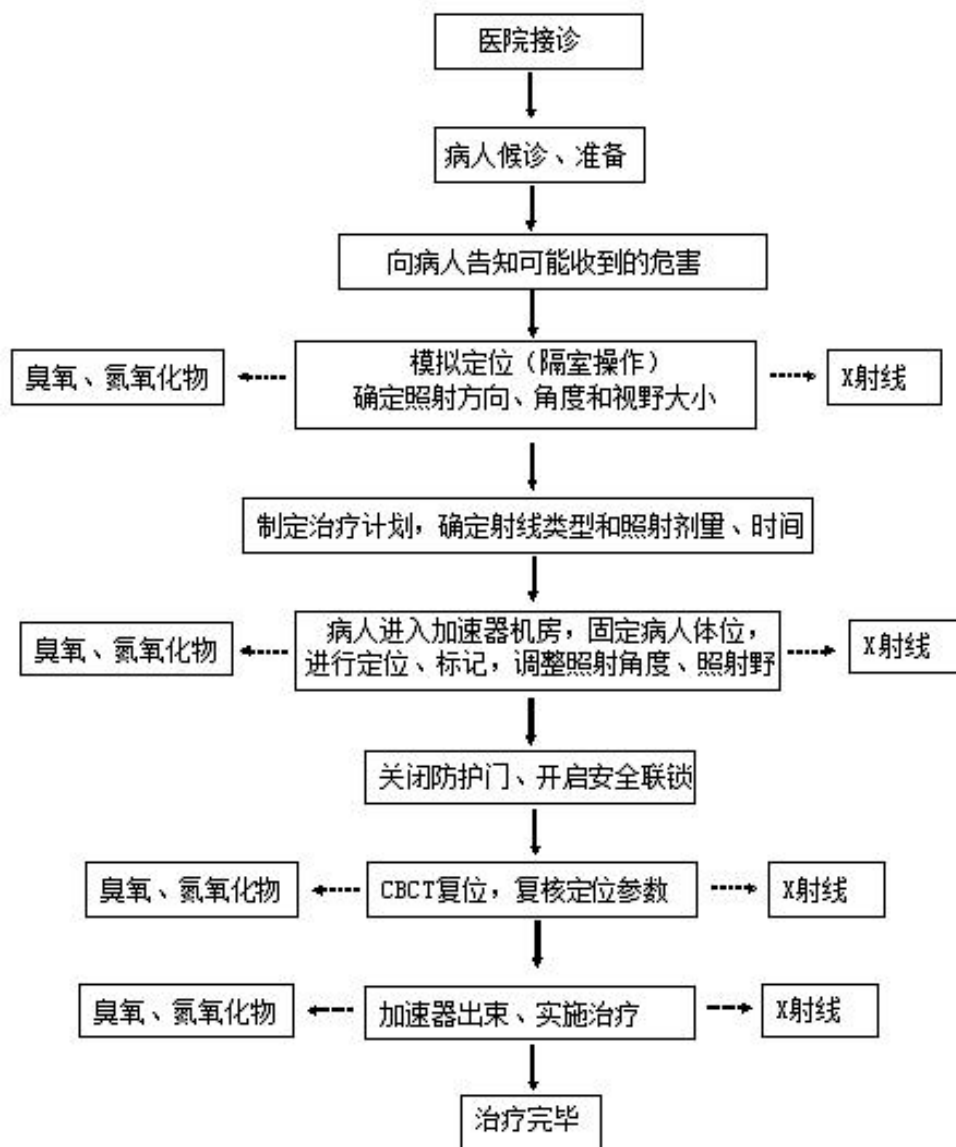


图9-2 加速器放射治疗工作流程及产污环节

9.1.1.3 10MV加速器污染因子

①放射性污染：根据加速器的工作原理可知，加速器工作时，电子枪产生的电子经过加速后，受到金属靶阻止，产生高能X射线。医用电子直线加速器既可利用电子束，也可利用X射线对患者病灶进行照射。电子束的穿透能力很弱，故仅考虑X射线的防护问题。加速器工作过程中产生的X射线是主要污染因子。

根据GBZ/T 201.1-2007《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》第4.7条，加速器治疗X射线大于10MV时，考虑机房的中子屏蔽；GBZ 121-2020《放射治疗防护要求》第7.1条，对于高于10 MV的X射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗，除

考虑中子放射防护外，在日常操作中还应考虑感生放射线的放射防护。

由于本项目加速器最高输出能量为10MV，故不考虑中子辐射影响。

当治疗过程中用的X射线的能量超过(γ , n)反应的阈能时，中子活化作用使加速器机房空气中产生 ^{13}N 、 ^{15}O 等感生放射性气体。其衰变过程中产生正电子，即 β^+ 射线， β^+ 射线在空气中的射程只有几米，且半衰期较短。本项目加速器最高输出能量10MV产生放射性气体产额非常低，通过合理的通风系统排出治疗室，对环境基本上不产生影响，故本次评价不考虑感生放射性气体。该10MV加速器带有CBCT功能，经与建设单位核实，该功能用于患者在机房内摆位后的复位工作，产生低能X射线，经加速器机房治疗室屏蔽体屏蔽后对环境无影响。

②非放射性有害气体：电子直线加速器运行时发射X射线，照射空气相互作用产生微量的臭氧和氮氧化物。经过良好的通风排入到空气中，可以自行分解，由于产生的臭氧和氮氧化物量很少，对环境产生的影响可以忽略。

③在加速器工作中，排风系统和水冷机系统都会工作，产生噪声。

④在加速器工作中，不产生废水和固废。

通过分析可知，加速器正常运行时的污染因子为：使用加速器治疗过程中产生的X射线、臭氧、氮氧化物以及水冷机和风机产生的噪声。

9.2 后装治疗机工程分析和产污环节

9.2.1 后装治疗机工艺分析

9.2.1.1 后装治疗机工作原理

现代近距离治疗主要通过后装技术，首先将导源管或施源器、导源针插植到合适的肿瘤表面或中心部位，经X线片核实位置，再经过装有近距离治疗剂量计算数学模式的专业程序软件的治疗计划系统计算及优化剂量分布，获得满意结果后，再由计算机控制治疗机系统利用 ^{192}Ir 放射源发出的 γ 射线束形成一高剂量率的靶区进行治疗。后装照射可使病灶区获得很高的剂量而又很好地保护周围正常组织，医务人员通过遥控操作，减少了工作人员不必要的受照。后装治疗从传统的妇科领域扩展到能对人体各部位多肿瘤的治疗，尤其是鼻咽、支气管、肺癌、食道癌、直肠、膀胱、前列腺、乳癌、胰腺、脑部等，治疗技术涉及到腔管，腔内、组织间，插入和贴敷，术中等多种施治技术。

^{192}Ir 后装治疗机主要由驱动装置、计算机、打印机、贮源器、治疗床、 γ 射线报警仪以及根据患者不同腔位及大小而设计的系列施用器及其定位支架组成。其结构合理、可靠

性高，可用于宫体、宫颈、直肠、食道、口腔、鼻咽等腔内肿瘤的后装治疗。

9.2.1.2 后装治疗机工作流程

后装治疗机工作流程如下：

①进行定位：先通过模拟定位机对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位；

②制定治疗计划：根据患者所患疾病的性质、部位和大小，确定照射剂量和照射时间；

③工作人员进入机房调整接管并检查设备状况，患者进入机房，固定体位患者安装施源器；

④工作人员在病变部位插管，将输源管和施源器送达腔道的病灶，将预置管与后装治疗机输源管相连接。工作人员一般距后装治疗机1m；

⑤确认除患者外无其他人员滞留，工作人员离开机房，并关闭防护门。

⑥在控制室控制台通过计算机系统，先用假源轮进行试运行，验证无误后，再用真源轮将放射源从后装机机体通过输源管送达病灶进行治疗。

⑦治疗结束，源回到屏蔽体内。打开防护门，拆除输源管等设备，患者离开治疗机房。后装治疗机近距离治疗工程流程及产污节点见图9-3。

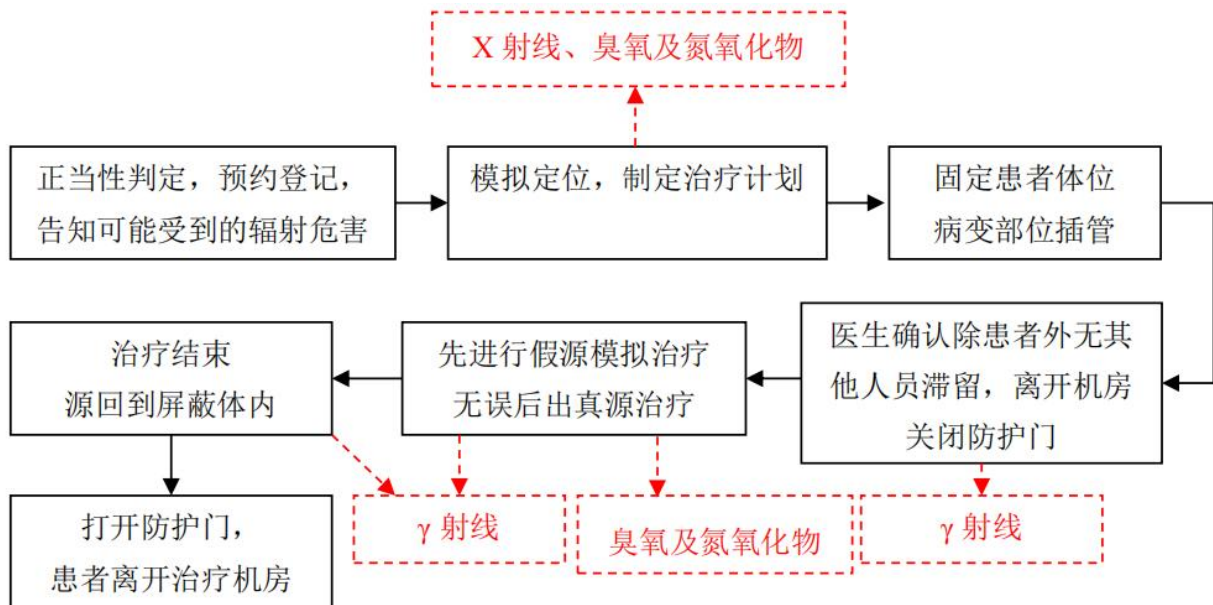


图9-3 后装治疗机工作流程及产污节点

9.2.1.2 后装治疗机产污环节

由后装机工作原理以及放射源 ^{192}Ir 核素特性分析可知：本项目 ^{192}Ir 为密封源， β 射线

穿透能力很弱，被完全屏蔽，故 β 射线不能释放到环境中。 γ 射线穿透能力较强，有可能对环境产生辐射影响，本项目机房采取了迷路等屏蔽措施，仅少量散射线和穿透机房屏蔽的漏射线对机房外环境产生辐射影响。

后装治疗机使用的放射源为点状米粒大，密封型，外有不锈钢包壳，在正常使用情况下，其运行时主要污染为：

①放射性污染：

a) γ 辐射：后装机放射源为 ^{192}Ir ，它放射出 $0.14\sim 0.65\text{MeV}$ 不同能量的 γ 射线，其中以 0.317MeV 的 γ 射线份额为最多。 γ 射线与X射线的危害相同，对 γ 射线的防护也主要是采取屏蔽防护，屏蔽材料同X射线一样，如铅、混凝土等。 ^{192}Ir 衰变时释放出能量为 0.67MeV 的 β 射线，该射线一般无法穿透放射源不锈钢包壳表面。

b) 泄漏辐射：穿过放射源组装壳体的 γ 泄漏辐射，它是非有用线束。

c) 散射辐射：初级辐射和泄漏辐射直接照射到辐照对象、装置部件以及建筑物表面的散射辐射，这种散射辐射的剂量率和能量比主射线低得多。

②放射性废气、放射性废水和放射性固废

后装治疗机在正常使用情况下，不会产生放射性“三废”。

后装机使用的 ^{192}Ir 放射源使用一段时间，需要定期进行更换，更换过程产生废 ^{192}Ir 放射源。

③有害气体：空气在辐射照射下，产生辐照分解现象，其主要产物为臭氧和氮氧化物。氮氧化物产额较低，放射工作场所的非辐射危害因素主要以臭氧为主。通过通风换气可有效降低臭氧和氮氧化物的浓度。

综上所述， ^{192}Ir 放射源正常使用过程中产生的放射性污染物为 γ 射线，其污染途径为直接外照射。同时产生废旧 ^{192}Ir 放射源、少量臭氧和氮氧化物。

9.3 大孔径CT模拟定位机工程分析和产污环节

9.3.1 大孔径 CT 模拟定位机设备组成

CT 模拟定位机与普通 X 射线机相同，为采用 X 射线进行摄影或检测的技术设备。

其基本结构是由产生 X 线的 X 线管、供给 X 线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装

置和辅助装置即外围设备组成。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阻挡从而产生 X 射线。X 射线装置的共同特点是曝光时间短，一般在 1 秒以内，产生的 X 射线能量比较低，大多在数百 keV 左右，穿透能力较弱，容易屏蔽。

9.3.2 大孔径 CT 模拟定位机工作原理

CT 机主要使用精确准直的 X 射线对人体的某一特定层面从各个角度进行投射。透过人体的射线由探测器接收后进行光电模/数转化，将模拟信号转换成数字信号后，送到计算机进行数据处理，处理后的数据进行图像重建。重建的图像再经数/模转换器转化成模拟信号，最后显示在监测器上，或传输给多幅照相机摄片或传输给光盘磁盘等进行贮存。

和诊断用 CT 机相比，CT 模拟定位机有以下不同点：

- ①孔径更大，以适应于定位时要使用的各种固定技术以及患者不同的体位；
- ②诊断床面是平的，和加速器治疗床一致，不会导致体位的改变；
- ③影像质量更高、电子密度信息更稳定，使制定的放疗计划质量更高。

9.3.3 大孔径 CT 模拟定位机产污环节

该项目大孔径 CT 模拟定位机运行时产生的 X 射线，正常运行状态下，工作人员和公众可能受到的辐射来源主要为有用线束、机头泄漏辐射以及散射辐射穿透屏蔽体的泄漏辐射；不出束时 X 射线消失，工作过程中产生的 X 射线是主要污染因子。

X 射线与空气作用产生的少量臭氧、氮氧化物等有害气体，经过良好的通风排入到空气中，可以自行分解，由于产生的臭氧和氮氧化物量很少，对环境产生的影响可以忽略。

表 10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局及两区划分

10.1.1 平面布局合理性分析

本项目10MV加速器机房位于肿瘤放疗中心一层西北侧，为原6MV加速器机房改建，计划室、铅模室等辅助用房均设置在肿瘤放疗中心统一配置。处于综合考虑，本项目模拟定位机房、制模室设置在综合二号楼一层西北侧（距肿瘤放疗中心30m左右），与后装治疗机共用同一间大孔径CT模拟定位机房，已尽可能的就近诊疗，本项目总平面布置合理。

本项目10MV加速器机房治疗室现有面积为36.6m²，迷路内墙西侧拟增加260mm宽度，以满足主屏蔽防护宽度效果。建设单位与加速器厂家沟通，治疗室面积和空间可满足新设备的正常使用，符合GBZ 121-2020《放射治疗放射防护要求》中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。

本项目后装治疗机房位于综合二号楼一层东北侧，为原CT机房改建，其辅助用房均设置在相邻区域统一配置，在进行总布局设计时已考虑了加速器对周围环境可能存在的影响，使患者能够就近诊疗，既方便诊疗，又使辐射工作场所相对集中以便于对医用射线装置统一管理，本项目总平面布置合理。

本项目后装治疗机房治疗室现有面积为28.7m²，符合GBZ 121-2020《放射治疗放射防护要求》中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。

本项目大孔径CT模拟定位机房位于综合二号楼一层西北侧，现有效面积为28.6m²，最小单边长度为4.74m；设计使用面积为32.7m²，最小单边长度为5.04m，符合GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》中6.1.5条的要求。

10.1.2 辐射工作场所两区划分

为切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、HJ 1198-2021《放射治疗辐射安全与防护要求》的要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求有专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置

处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序限制进出控制区。放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

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

本项目10MV加速器、后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房控制区和监督区划分情况见表10-1和图10-1~10-5。

表10-1 本项目控制区和监督区划分情况

项目名称	控制区	监督区
10MV加速器	治疗室（含迷路）	控制室、候诊室、设备间、洗涤中心、院内广场（北墙外30cm）、消防通道及机房楼上区域
后装治疗机房	治疗室（含迷路）	控制室、等候间、室外过道、库房、室内过道及机房楼上空房
大孔径CT模拟定位机	大孔径CT模拟定位机房	控制室、院内广场（西墙外30cm）、候诊区、制模室、室内过道、通道及机房楼上检查室

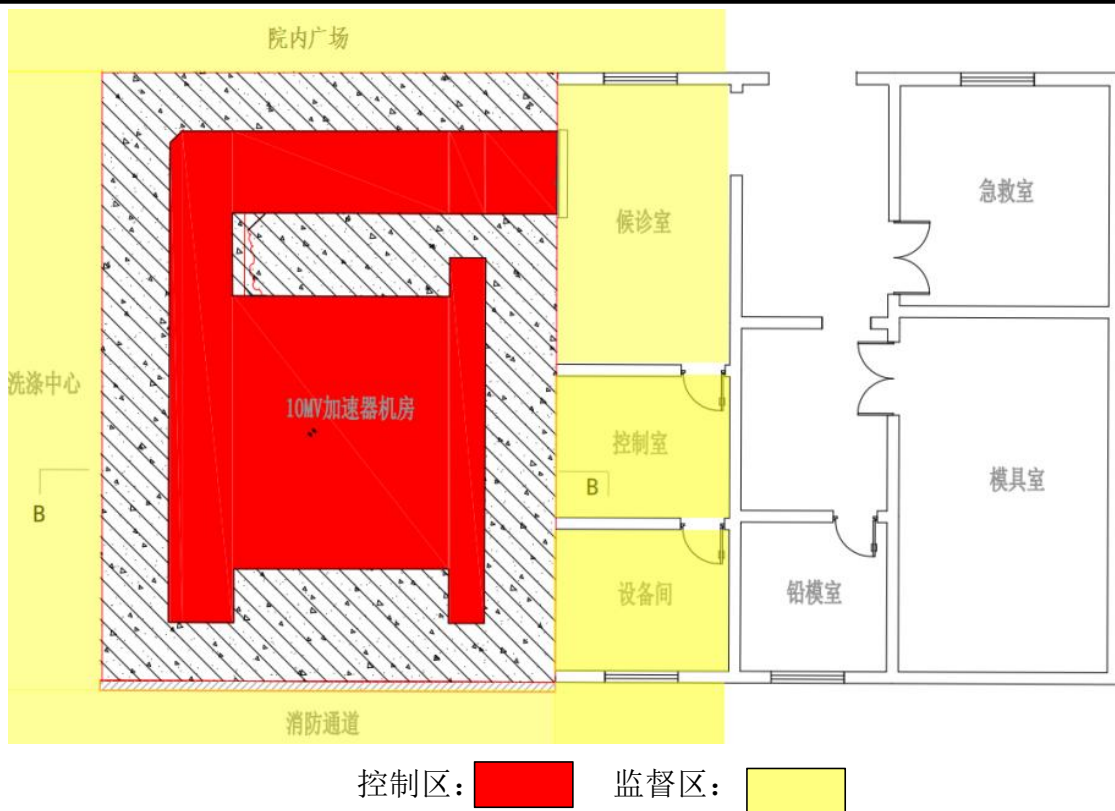


图10-1 10MV加速器机房控制区和监督区划分图

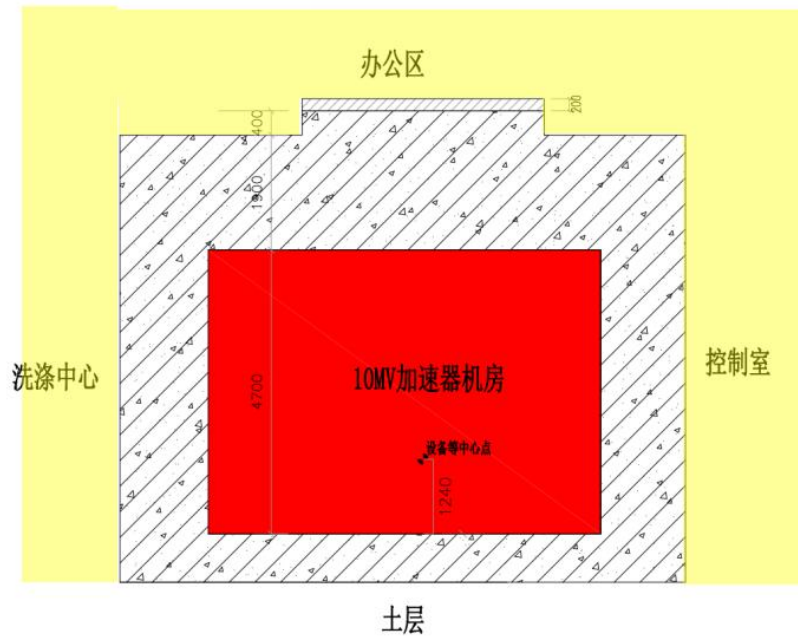


图10-2 10MV加速器机房控制区和监督区划分剖面图

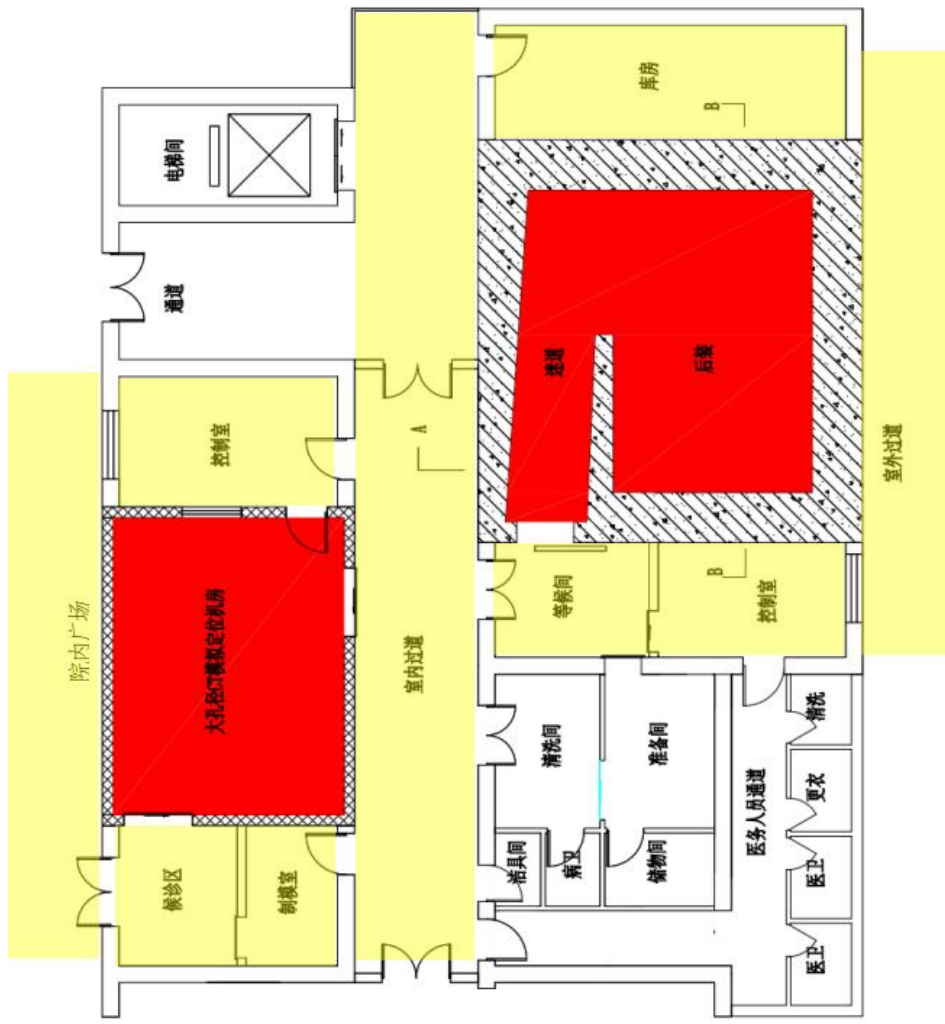


图10-3 后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房控制区和监督区划分图

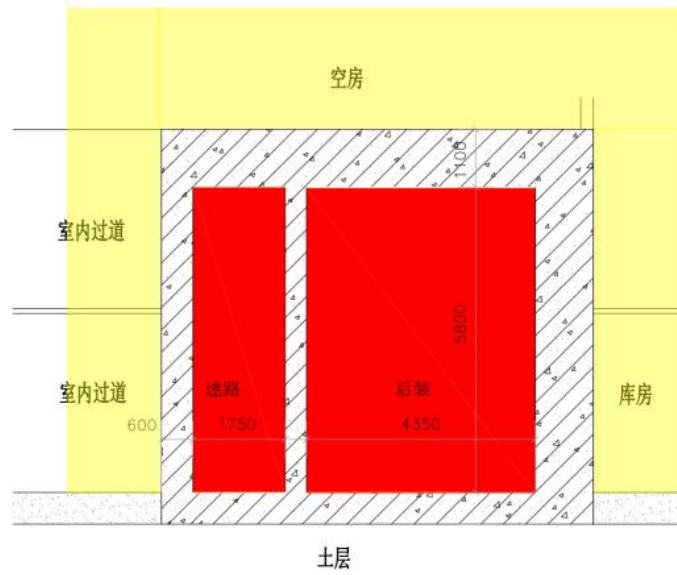


图10-4 后装治疗机机房控制区和监督区划分剖面图

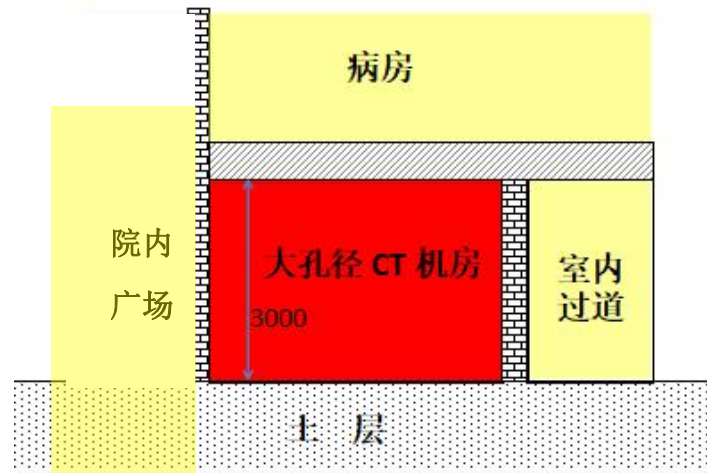


图10-5 大孔径CT模拟定位机房控制区和监督区划分剖面图

10.2 辐射屏蔽设计

拟改建10MV加速器机房辐射屏蔽设计

建设单位委托设计单位在10MV加速器机房原有的屏蔽防护的基础上，对加速器南墙、顶棚主屏蔽部分拟进行屏蔽加厚处理。

拟改建10MV加速器机房原有屏蔽情况及设计屏蔽参数见表10-2。

表10-2 加速器机房辐射屏蔽参数

屏蔽体		现状(砵 cm)	设计情况(砵 cm)	改建后(砵 cm)
北墙 (主屏蔽)	迷路内墙	170	维持现状	170
	迷路外墙	120	维持现状	120

南墙	主屏蔽	230	+20	250
	次屏蔽	120	+20	140
顶棚	主屏蔽	230	+20	250
	次屏蔽	190	维持现状	190
西墙	次屏蔽	140	维持现状	140
东墙	次屏蔽	146	维持现状	146
防护门	次屏蔽	原防护门已拆除	拟设置 12mmPb 重型铅防护电动推拉门	12mmPb 重型铅防护电动推拉门
地下		土层	无需特殊防护	土层

10MV加速器机房现状图见图10-6，平面设计图见图10-7，剖面设计图见图10-8。

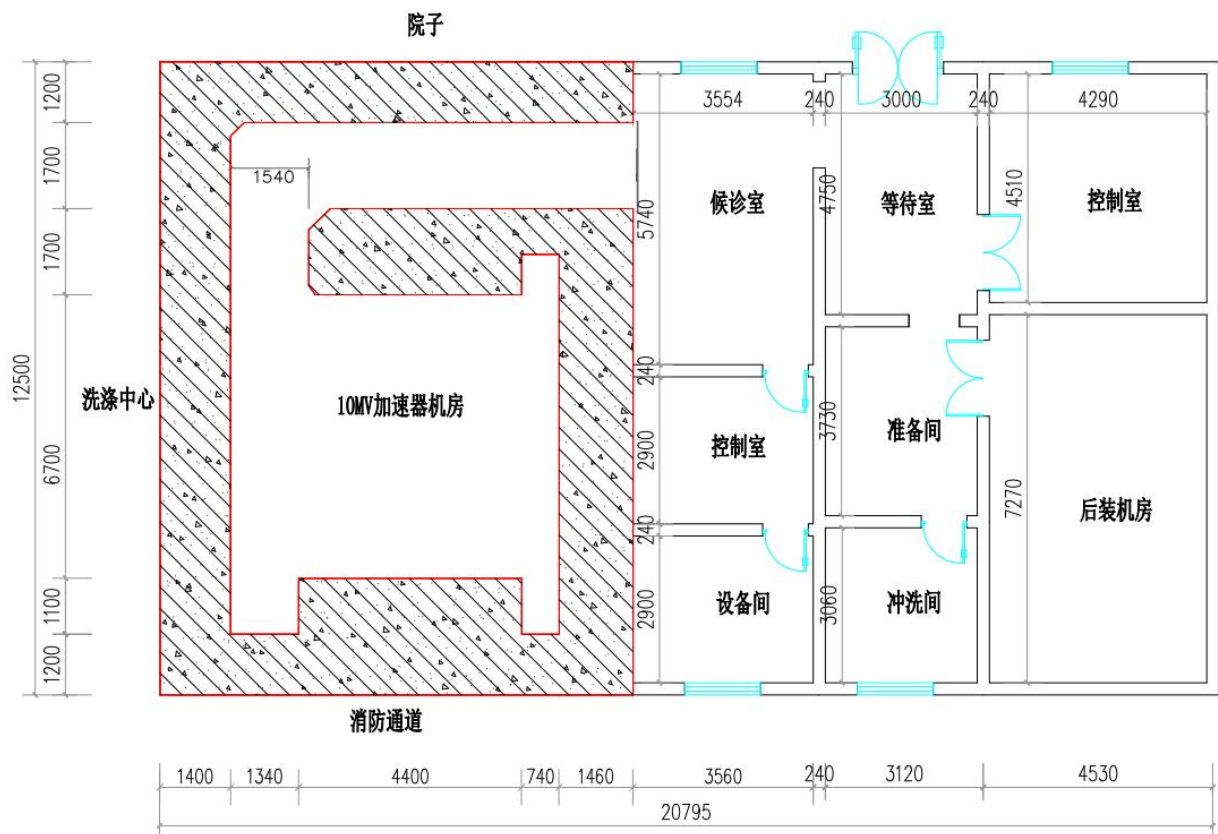


图10-6 10MV加速器机房现状图

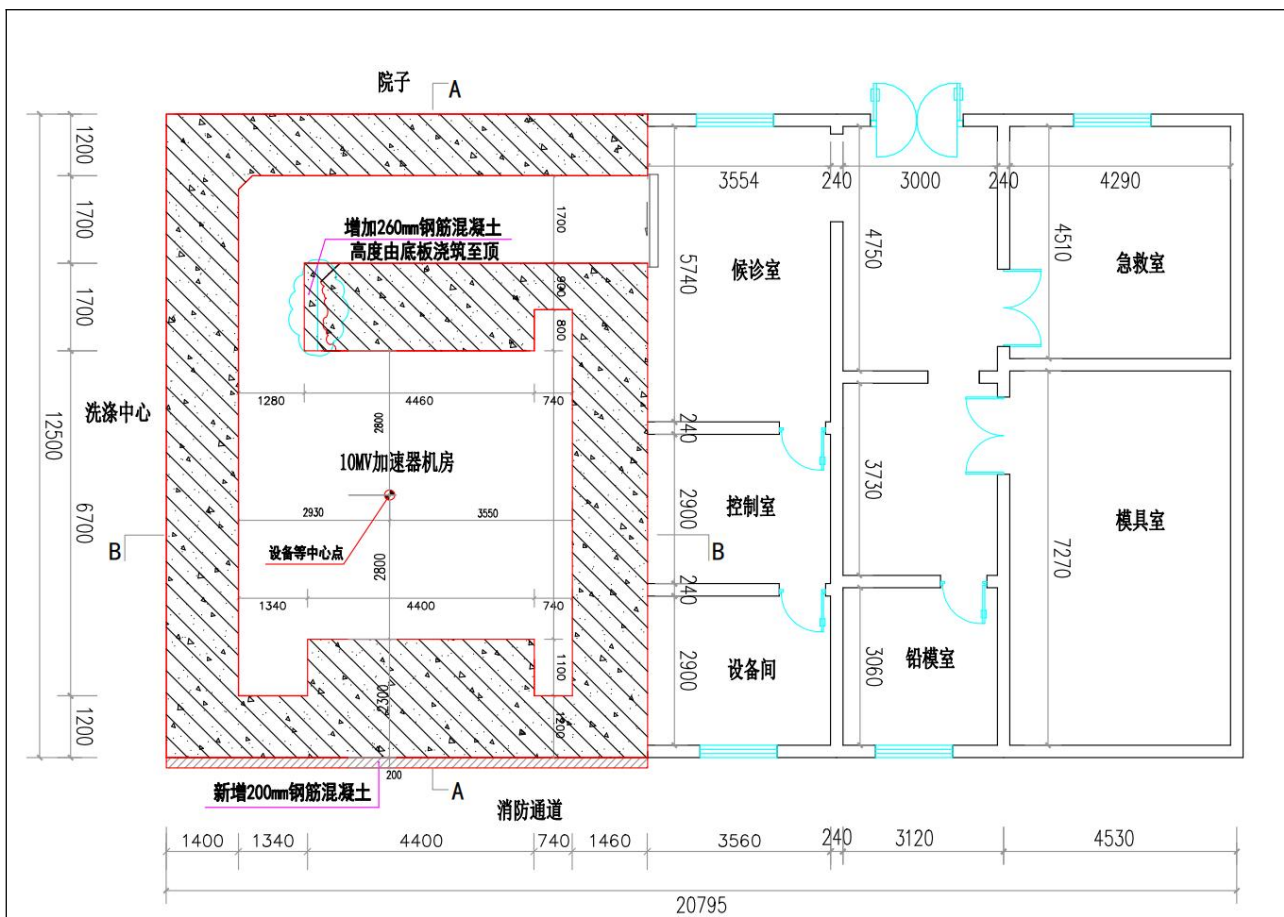


图10-7 10MV加速器机房设计图

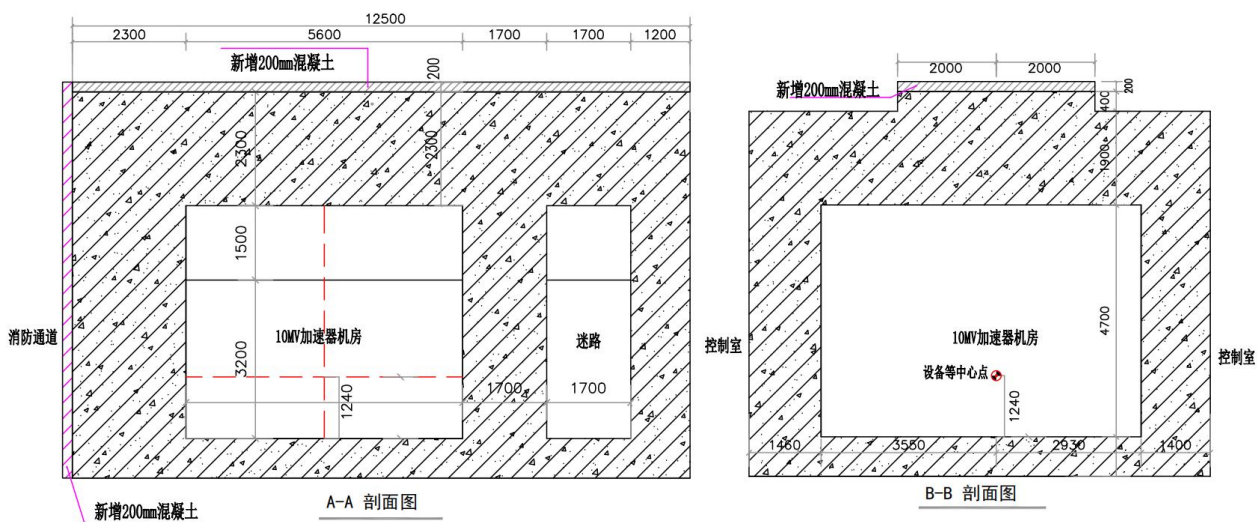


图10-8 10MV加速器机房剖面图

拟改建的后装治疗机房原为模拟定位机房，初始为钴-60治疗机房，机房设计有迷路。原机房屏蔽基本满足新设备的要求。拟改建后装治疗机房原有屏蔽情况及设计屏蔽参数见表10-3，后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房现状图见图10-9，设计图见图10-10，后装治疗机房剖面图见图10-11，大孔径CT模拟定位机房剖面图见图10-12。

表10-3 后装治疗机房辐射屏蔽参数

屏蔽体	现状(砼 cm)	设计情况	改建后(砼 cm)
东墙	110	维持现状	110
西墙	迷路内墙	维持现状	40~60
	迷路外墙	维持现状	60~110
南墙	110	维持现状	110
北墙	110	维持现状	110
屋顶	110	维持现状	110
防护门	铅防护电动推拉门	7mmPb 重型铅防护 电动推拉门	7mmPb 重型铅防护 电动推拉门
原南墙观察窗	铅玻璃观察窗	110cm 钢筋混凝土封堵	110
地下	土层	无需特殊防护	

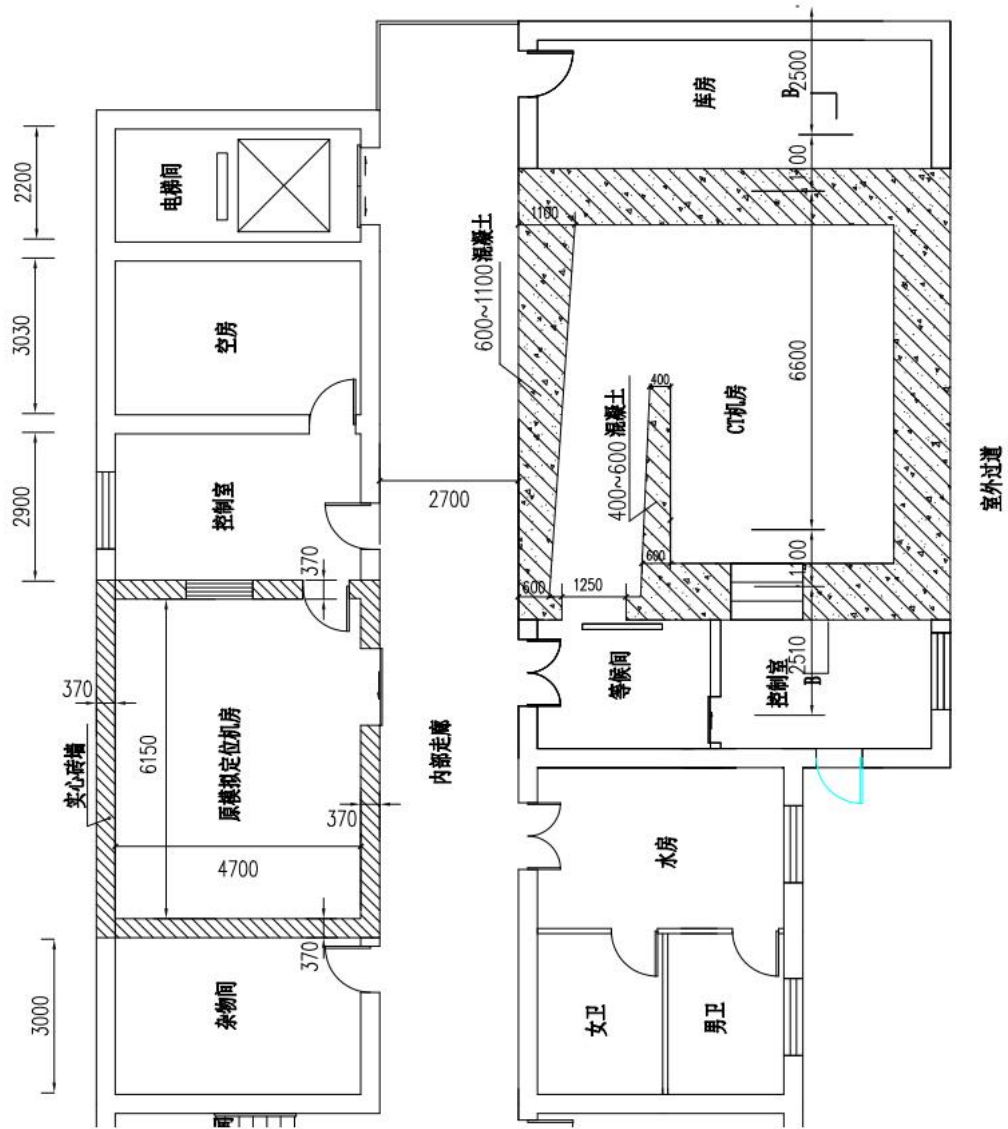


图10-9 后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房现状图

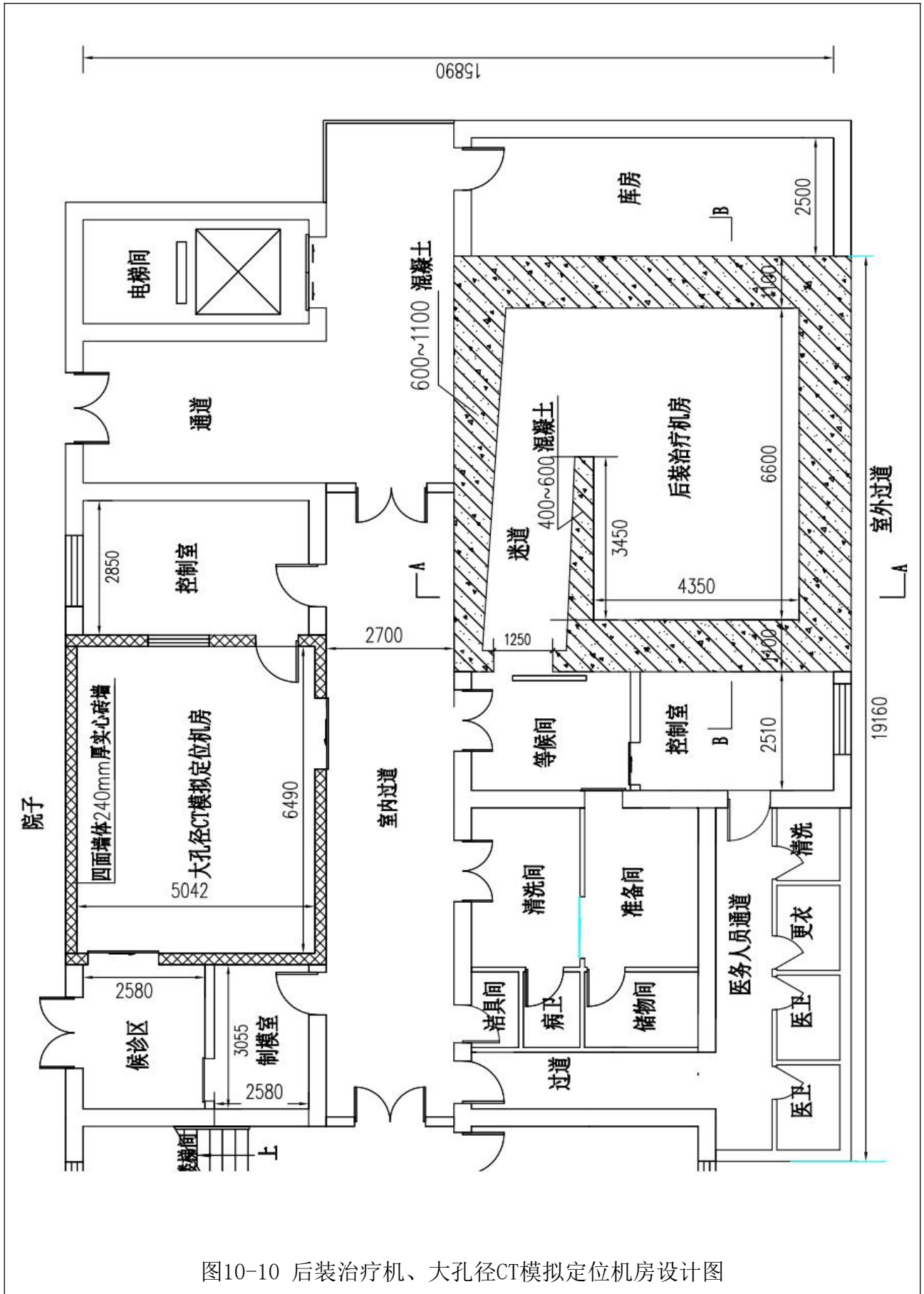


图10-10 后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房设计图

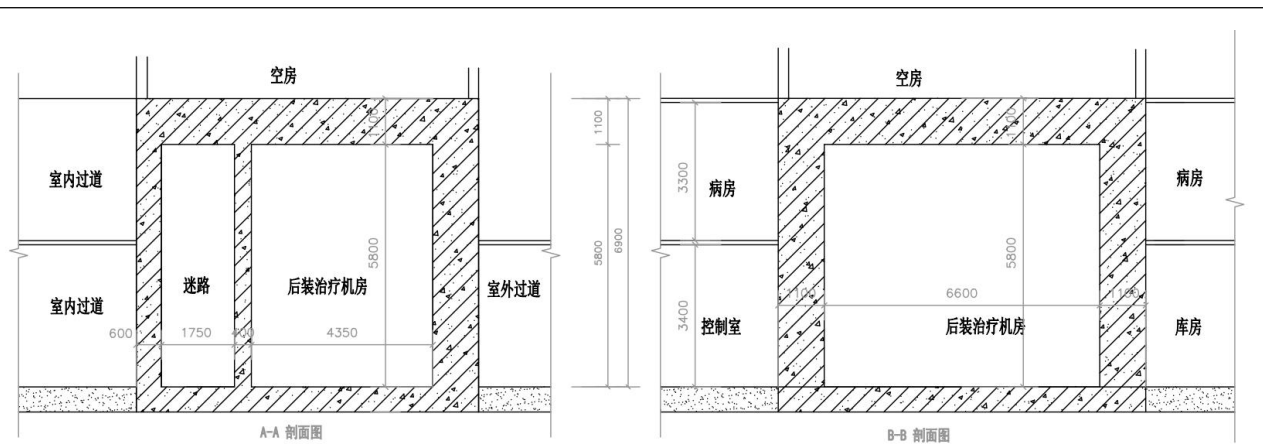


图10-11 后装治疗机房剖面图

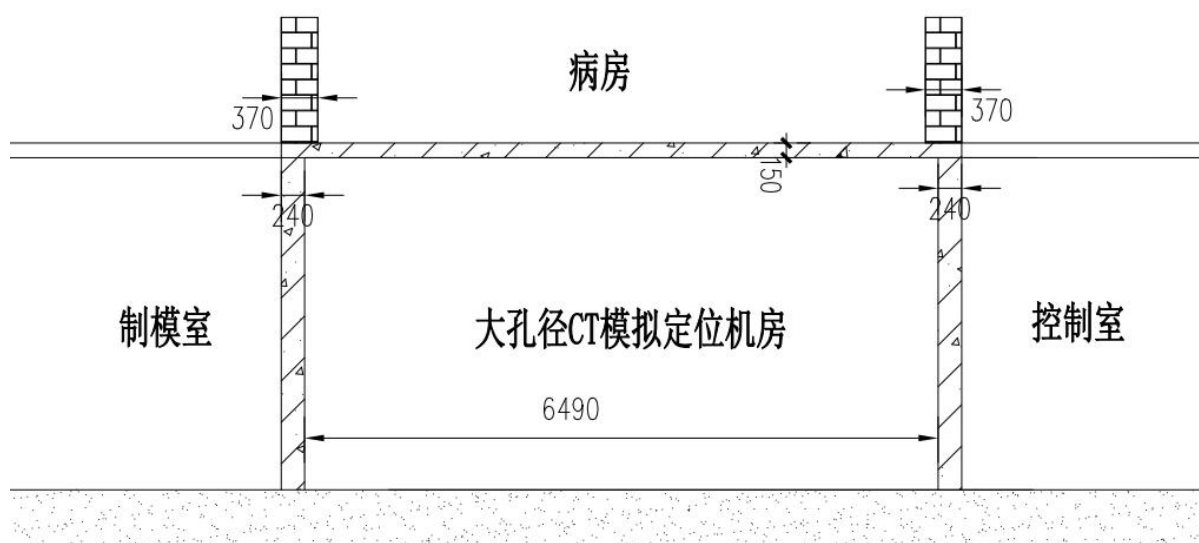


图10-12 大孔径CT模拟定位机房剖面图

原模拟定位机房因面积不足，需重新改造。拟改建大孔径CT模拟定位机房原有屏蔽情况及设计屏蔽参数见表10-4。

表10-4 大孔径CT模拟定位机屏蔽参数

屏蔽体	现状(砵 cm)	设计情况	标准要求 (mmPb)	等效铅当量 (mmPb)
四周墙体	370 实心砖	240mm 实心砖 +2.0mmPb 高浓度硫酸 防护砂浆	2.5	4.0
顶棚	120 混凝土	120mm 混凝土，上层 地面浇筑 2.0mmPb 高 浓度硫酸防护砂浆	2.5	3.5
地板	地下为土层	无需特殊防护	2.5	—
工作人员 防护门	原机房门已拆除	拟设置 4.0mmPb 手动 平开铅防护门	2.5	4.0

东墙受检者防护门	原机房门已拆除 (铅当量不明)	拟设置 4.0mmPb 铅防护电动推拉门	2.5	4.0
南墙受检者防护门	/	拟设置 4.0mmPb 铅防护电动推拉门	2.5	4.0
观察窗	原观察窗已拆除	拟设置 4.0mmPb 铅玻璃观察窗和窗框	2.5	4.0
注：等效铅当量参考 GBZ130-2020 附录 C 得出。				

10.3 辐射安全设施与防护

10.3.1 通风设计

根据HJ 1198-2021《放射治疗辐射安全与防护要求》第8.4.1条，“放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于4次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。”

根据建设单位提供的资料，10MV加速器机房拟在治疗室西南侧、东南侧设计2个下排风装置，排风量可达1400m³/h，换气次数约11次/h，单独管道通向北墙外院内广场。在治疗室内北侧设计有两个进风口，送风量可达1200m³/h，排风口与送风口呈对角设置，能确保室内空气充分交换。通风设计图如图10-13所示。

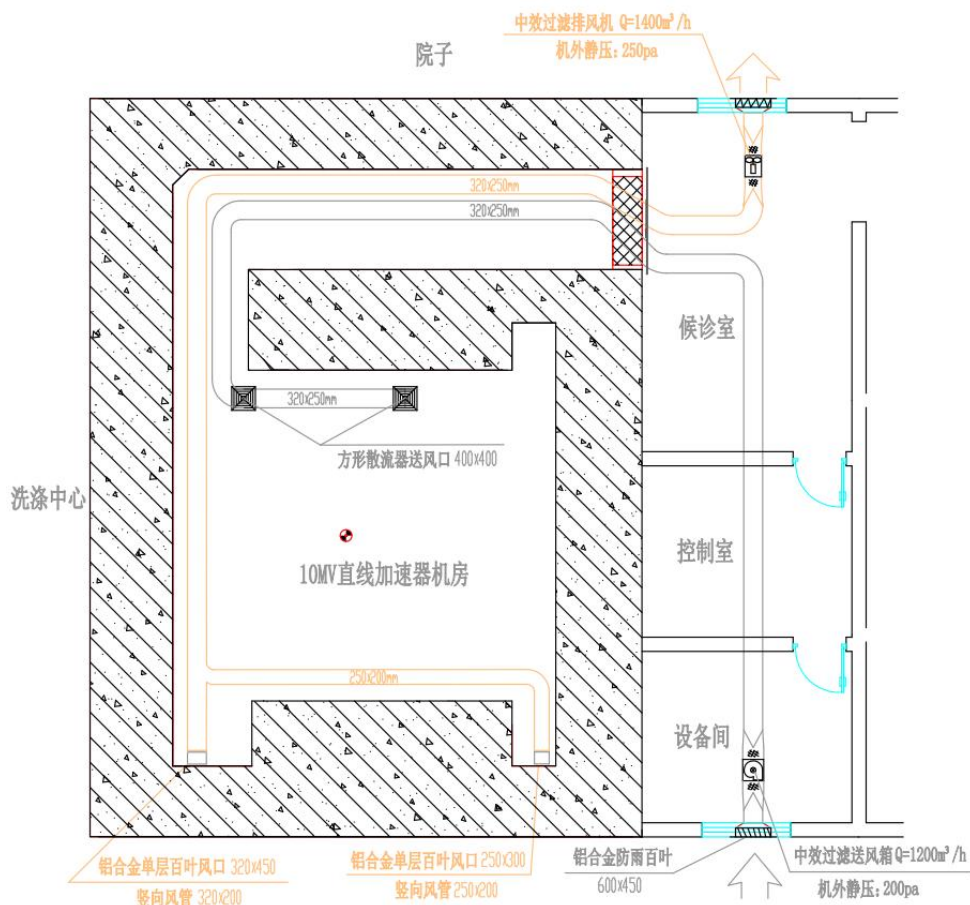


图10-13 10MV加速器机房通风设计图

铅模室设计在顶棚东南侧设置单独的强排风装置，排风量可达600m³/h，换气次数达18次/h，通过独立管道排向肿瘤放疗中心东侧室外过道，通风设计图如图10-14所示。

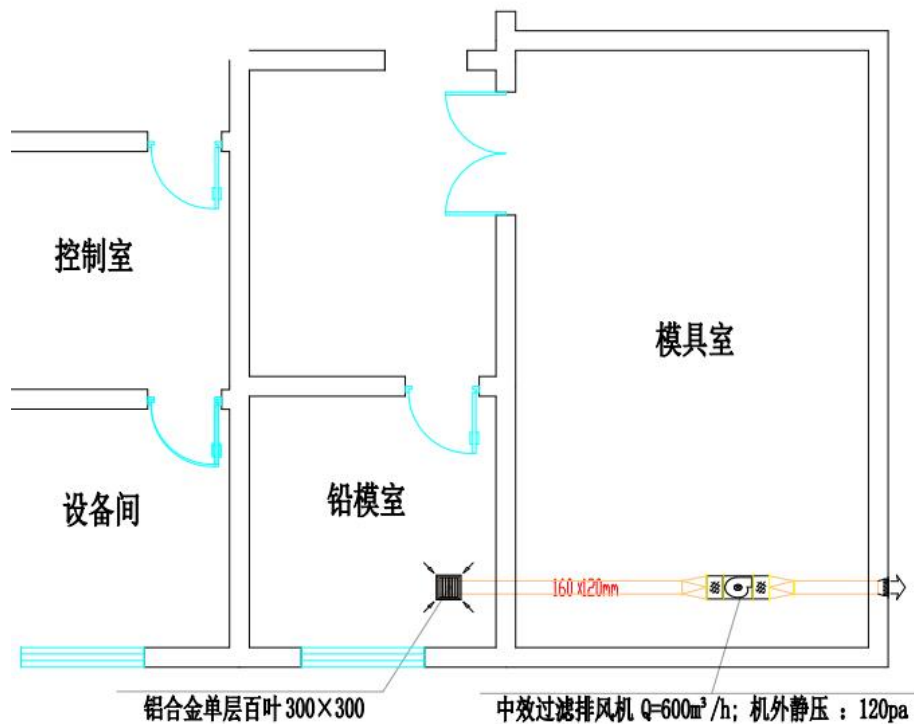


图10-14 铅模室机房通风设计图

后装治疗机房在拟在机房内东南侧设置一个下排风装置（排风量可达860m³/h，换气次数约9次/h），独立管道穿过机房门上方墙体，通向综合二号楼东侧室外过道。在机房内西北、东北两侧设计有两个送风口（送风量可达600m³/h），排风口与送风口呈对角设置，能确保室内空气充分交换。

大孔径机房拟在机房西南侧、西北侧设置两个动力排风装置，通过西墙排向西墙外院内广场，每台排风量可达600m³/h，换气次数约5次/h，排风口与机房门呈对角设置，能确保室内空气充分交换。

后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房通风设计图如图10-15所示。

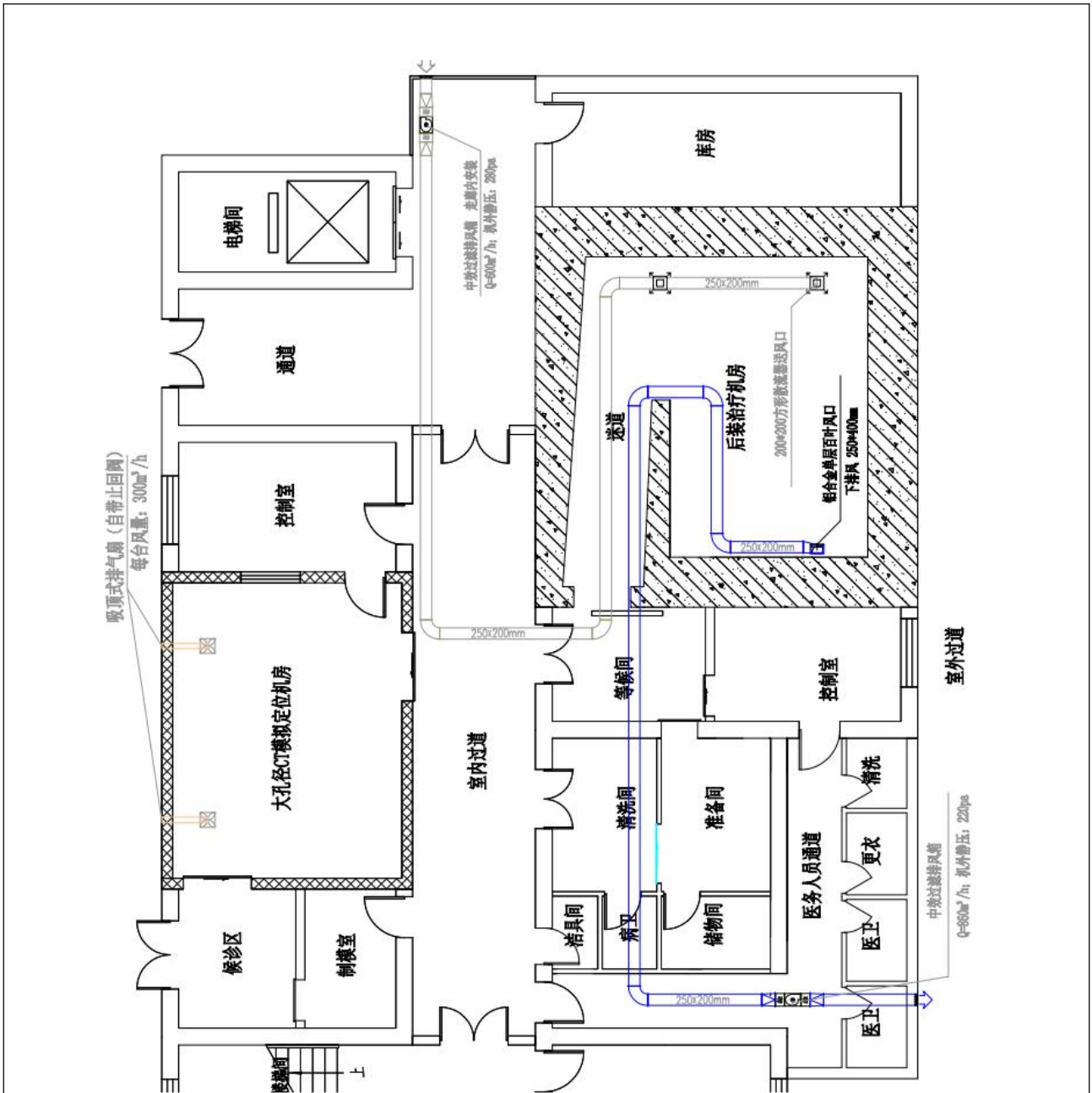
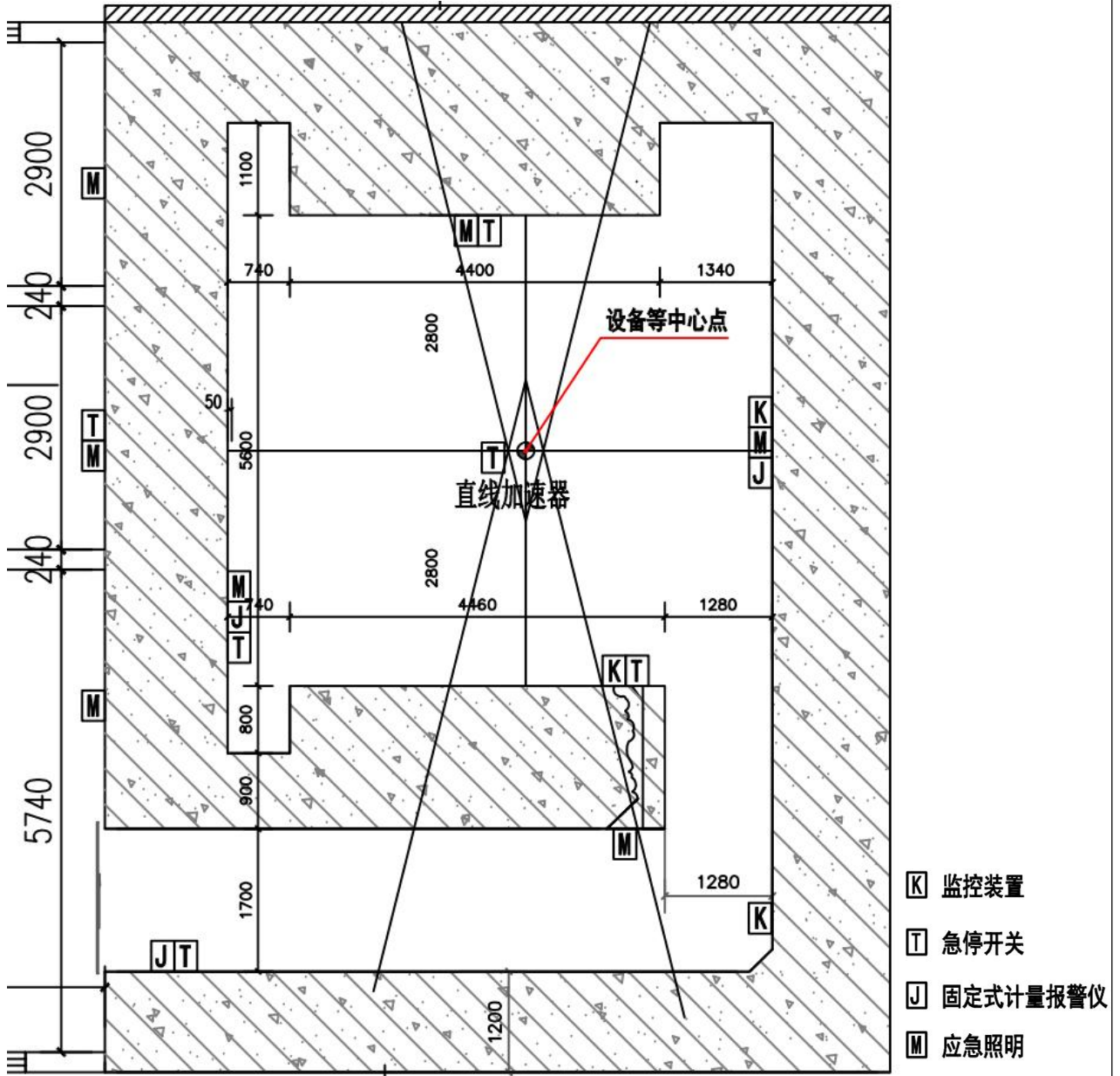


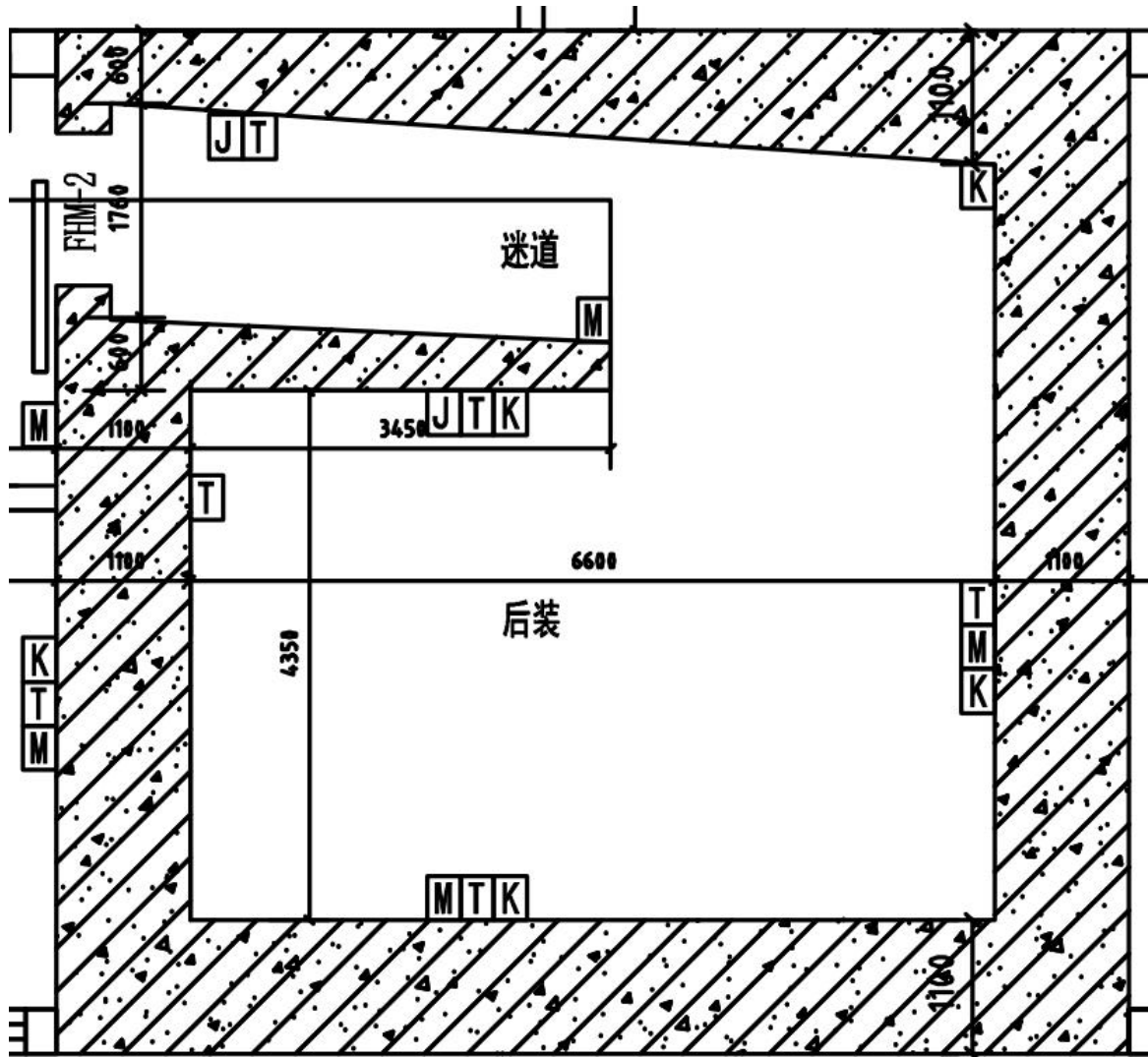
图10-15 后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房通风设计图

10.3.2 电离辐射警告标志、工作状态指示灯和对讲系统

根据HJ 1198—2021《放射治疗辐射安全与防护要求》第6.2.1条：“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；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。”第6.4.4条要求：“放射治疗设备控制台上应设停开关……”

根据建设单位提供有放射治疗机房辐射安全设施设计图，见图10-16、图10-17。





M 应急照明
 K 监控装置
 T 急停开关
 J 固定式计量报警仪

图10-17 后装治疗机房视频监控、语音对讲装置、应急开关及其它辅助设施设置示例图

建设单位拟求在10MV加速器、后装治疗机房门外设置工作状态指示灯（且为门灯机联锁）、电离辐射警告标志。

工作状态指示灯、电离辐射警告标志示例图如图10-18所示。



图10-18 工作状态指示灯、电离辐射警告标志示例图

大孔径CT模拟定位机房应按要求设置辐射危害告知、温馨提示等标识, 示例图见表10-5所示。

表10-5 辐射安全警示设施示例

GBZ 130-2020 标准要求	标准 条款	图例 (仅供参考)	建议设置位置
电离辐射 警告标志			与机房相通的 防护门上
放射防护 注意事项	6.4.4	防护用品 使用 温馨 提示 	①设置于机房内 (个人 防护用品存放处的墙体 醒目位置); ②设置于候诊区墙体醒 目位置
		受检者 危害告 知 	设置于候诊区墙体醒目 位置, 距地面高度为 1.2~1.5m
醒目的工作 状态指示灯			受检者防护门 上方墙体
灯箱处应设 警示语句			“射线有害, 灯亮勿入”
门灯联锁	6.4.5		防护门与工作状态 指示灯联锁
电动推拉门 应有防夹装置	6.4.5		光幕式红外防夹装置

10.3.3 辐射工作场所安全联锁措施

根据GBZ121-2020《放射治疗放射防护要求》6.4.2条要求：“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。”

根据GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》第6.4.5条：“推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。”第6.4.6条：“电动推拉门宜设置防夹装置。”

根据HJ 1198—2021《放射治疗辐射安全与防护要求》第6.2.3条要求：“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。”

建议建设单位拟为10MV加速器、后装治疗机、大孔径CT模拟定位机房电动推拉门设置门-灯-机联锁系统，并在各防护门处增设光幕式红外防夹装置。

10.3.4 管线穿墙的特殊部位防护

根据建设单位提供的资料和评价单位工作人员现场查看，拟改建的10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机房原有电缆沟穿墙形式，拟沿用原有“U”形电缆沟。

10MV加速器、后装治疗机房通风管道均从防护门上方墙体穿出，通风设计穿墙方式及防护屏蔽见图10-19所示。

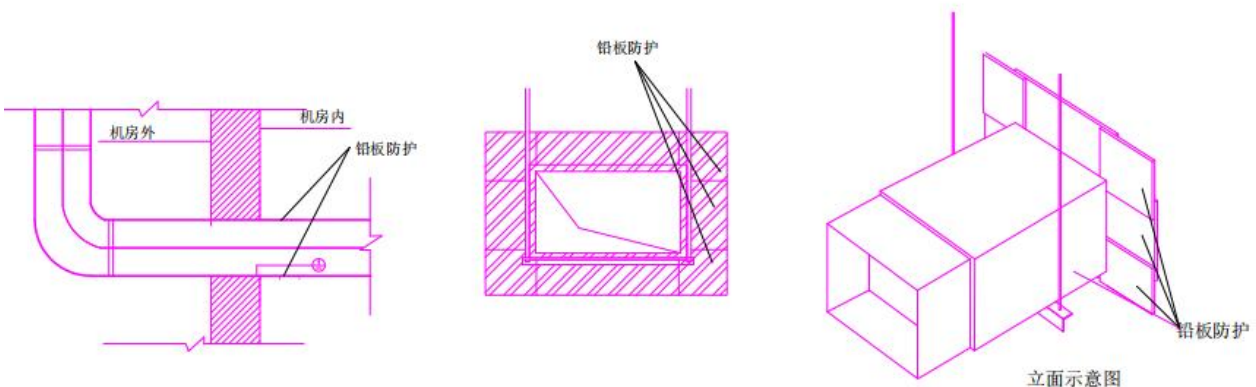


图10-19 通风设计穿墙方式及防护屏蔽

10.3.5 固定式剂量监测报警装置

根据HJ 1198—2021《放射治疗辐射安全与防护要求》第6.2.2 “质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪，且应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。”

建议建设单位拟在10MV加速器、后装治疗机房设置固定式辐射剂量监测仪（如图10-16、图10-17所示）。

10.3.6 辐射防护监测仪器

根据GBZ 128—2019《职业性外照射个人监测规范》等相关法规标准要求，建设单位应为放疗科配备辐射检测仪和个人剂量报警仪。

建设单位原有X γ 辐射仪1台，个人剂量报警仪2台，表面污染测量仪1台，均进行了校准，并取得了校准证书（详见附件），可满足工作需要，符合相关要求。

10.3.7 辐射防护用品配备

根据GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》第6.5条要求，每台X射线设备根据工作内容，现场应配备工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于0.25mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；移动铅屏风应不小于2mmPb；应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于0.5mmPb。

建议大孔径CT模拟定位机房配备的防护用品见表10-6。

表10-6 该大孔径CT模拟定位机房防护用品配置一览表

放射检查类型		GBZ 130-2020 标准配置要求	配置建议		
			名称	铅当量 (mmPb)	防护用品样例
受 检	个人防护 用品	铅橡胶性腺防护围 裙（方形）或方巾、	铅橡胶颈套	0.50	

者	(成人)	铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	铅橡胶帽子 (选配)	0.25	
			包裹式铅长巾 (建议代替铅方巾)	0.50	
	个人防护用品 (儿童)	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾	0.50	
			铅橡胶颈套	0.50	
	铅橡胶帽子	0.50			
陪检者	个人防护用品	至少一件铅衣	铅衣	0.25	

建设单位应按表10-4的建议为大孔径CT模拟定位机房配置相应的防护用品，实际配置数量应满足开展工作需要；建设项目需配置儿童专用的防护用品，其铅当量应不小于0.5mmPb；包裹式铅长巾铅当量不小于0.5mmPb；各防护用品上应清晰、永久性地标注生产厂家、衰减当量值和生产日期等规定信息；个人防护不使用时，应妥善保存，不应折叠放置，以防止断裂；使用中的个人防护材料及用品每年应至少自行检查1次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量，若发现老化、断裂或损伤应自行更换；在日常工作中，工作人员应当做好患者/受检者、陪检者的防护告知工作，并指导其正确使用防护用品。

10.3.8 操作的辐射安全与防护要求

根据HJ 1198—2021《放射治疗辐射安全与防护要求》第7.1条要求：“医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。”7.2条要求：“治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。”和7.3条要求：“任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室，进入含放射源或质子/重离子装置的治疗室前须携带个人剂量报警仪。”

建设单位制定有《辐射事故应急预案》，内容不够全面。还应包含有定期检查安全联锁、工作状态指示灯和摄像监控装置的相关内容，以及放射治疗期间、治疗停止后工作人员的操作规范、交接班制度和调试检修期间控制区辐射安全管理等相关内容。

10.3.9 放射源倒装活动的辐射安全管理

放射源倒装活动由放射源厂家指派工作人员负责，建设单位应做好安装和更换的放射源清点并记录；倒源结束后对含放射源的放射治疗设备、场所与周围环境进行辐射监测。

10.3.10 工作场所辐射防护设施符合性评价及建议汇总

该建设项目10MV加速器机房辐射防护设施符合性评价及建议汇总见表10-7，后装治疗机房辐射防护设施符合性评价及建议汇总见表10-8，大孔径CT0模拟定位机房辐射防护设施符合性评价及建议汇总见表10-9。

表10-7 本项目10MV加速器机房工作场所辐射防护设施符合性评价及建议汇总

项目	设计方案或现有情况	评价及建议
通风	10MV加速器机房拟在治疗室西南侧、东南侧设计2个排风装置（排风量可达1400m ³ /h），由防护门上方墙体穿出（通风设计穿墙方式及防护屏蔽见图10-12所示），单独管道通向北墙外院内广场。在治疗室内北侧设计有两个进风口（送风量可达1200m ³ /h），排风口与送风口呈对角设置，能确保室内空气充分交换。	符合要求
电离辐射警告标志、工作状态指示灯和对讲装置	拟设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯和对讲装置	符合要求
辐射工作场所安全联锁措施	拟设置门灯联锁、灯机联锁、光幕红外、急停开关等装置	符合要求
管线穿墙的特殊部位防护	拟沿用原有电缆沟为“U”型电缆沟	符合要求
固定式剂量监测报警装置	拟在迷路入口和治疗室内设置固定式剂量监测装置	符合要求

辐射防护监测仪器	建设单位原有X、 γ 辐射仪1台，个人剂量报警仪2台，表面污染仪1台，均进行了校准，并取得了校准证书	符合要求
操作的辐射安全与防护要求	制定有《辐射事故应急预案》，内容不够全面	还应包含有定期检查安全联锁、工作状态指示灯和摄像监控装置的相关内容，以及加速器治疗期间、治疗停止后工作人员的操作规范、交接班制度和调试检修期间控制区辐射安全管理的相关内容

表10-8 本项目后装治疗机房工作场所辐射防护设施符合性评价及建议汇总

项目	设计方案或现有情况	评价及建议
通风	拟在机房内东南侧设置一个下排风装置，独立管道穿过机房门上方墙体，单独管道通向综合二楼东侧室外过道。在机房内西北、东北两侧设计有两个送风口，排风口与送风口呈对角设置，能确保室内空气充分交换	符合要求
电离辐射警告标志、工作状态指示灯和对讲装置	拟设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯和对讲装置	符合要求
辐射工作场所安全联锁措施	拟设置门灯联锁、灯机联锁、光幕红外、急停开关等装置	符合要求
管线穿墙的特殊部位防护	拟沿用原有电缆沟为“U”型电缆沟	符合要求
固定式剂量监测报警装置	拟在迷路入口和治疗室内设置固定式剂量监测装置	符合要求
辐射防护监测仪器	放疗科配备有X、 γ 辐射仪1台，个人剂量报警仪2台，均进行了校准，且有校准证书	符合要求
操作的辐射安全与防护要求	制定有《肿瘤科放疗室放射事故应急预案》内容包含有定期检查安全联锁、工作状态指示灯和摄像监控装置的相关内容	还应完善治疗期间、治疗停止后工作人员的操作规范、交接班制度和调试检修期间控制区辐射安全管理的相关内容

表10-9 本项目大孔径CT模拟定位机房工作场所辐射防护设施符合性评价及建议汇总

项目	设计方案或现有情况	评价及建议
通风	拟在机房西南侧、西北侧设置两个动力排风装置，通过西墙排向西墙外院内广场，每台排风量可达600m ³ /h，排风口与机房门呈对角设置，能确保室内空气充分交换	符合要求
电离辐射警告标志、工作状态指示灯	拟设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯	符合要求
辐射工作场所安全联锁措施	拟设置门灯联锁、灯机联锁、光幕红外	符合要求
管线穿墙的特殊部位防护	原有电缆沟为“U”型电缆沟	符合要求
辐射防护用品配备	—	建议根据GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》第6.5条中CT的标准配备个人防护用品

10.4 三废的治理

本项目不产生放射性废物。

废水：加速器在运行过程中不产生废水，水冷机循环用水，补充新水时采用桶装纯净水，无废水外排。

废气：本项目10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机运行期间利用通风系统进行通风换气，将废气排出，防止机房中臭氧、氮氧化物等有害气体累积，对环境基本上不产生影响。

固废：加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机在运行过程中不产生放射性废物。加速器靶件物质经长期照射产生少量的感生放射性，在停止出束48小时自行消除，不会对环境产生影响，如果存在加速器靶件损坏现象，由原设备供应厂家专业人员进行维修更换，更换下的坏靶由加速器厂家进行回收。后装治疗机退役的放射源由放射源供应厂家负责回收。

噪声：由于本项目排风系统的风机功率较低，水冷机也安装在水冷机房内，安装时拟采用橡胶垫减震等措施，产生的噪声很低，对环境影响很小。

其他：本项目工作人员在建设单位内部调，不增加工作人员，不新增生活废水和生活垃圾的产生，均依托原有的处理设施，生活污水利用现有的污水处理系统进行处置，生活垃圾统一收集后交由环卫部门统一处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响简要分析

11.1.1 工艺流程

建设单位10MV加速器机房为原有的6MV机房进行改建，根据建设单位提供的改建施工图纸，拟对加速器机房迷路内墙向西侧增宽260mm（厚度：1700mm）的混凝土，南墙外侧增厚200mm混凝土，顶部增加200mm混凝土，拟设置12mmPb重型铅防护电动推拉门，其余屏蔽措施维持现状。

后装治疗机房拟设置7mmpb重型铅防护电动推拉门，机房内其他屏蔽主体不变，重新装修外观。

大孔径CT模拟定位机房整体改造，因现机房面积不足，将原四周370mm实心砖墙，改造为240mm实心砖墙，并增加2mmPb高浓度硫酸防护砂浆，顶部增加2mmPb高浓度硫酸防护砂浆，机房内南墙西侧新设置4mmpb铅防护电动推拉门作为加速器治疗患者模拟定位专用通道，东墙北侧新设置4mmpb铅防护电动推拉门作为后装治疗患者模拟定位专用通道，有效的保证了后装治疗区域的封闭性，北墙东侧新设置4mmPb手动单开门作为工作人员出入口。

各机房屏蔽措施施工完成后拟对设施及设备、通风系统、电气系统进行更新，并进行室内装修。施工流程见图11-1。

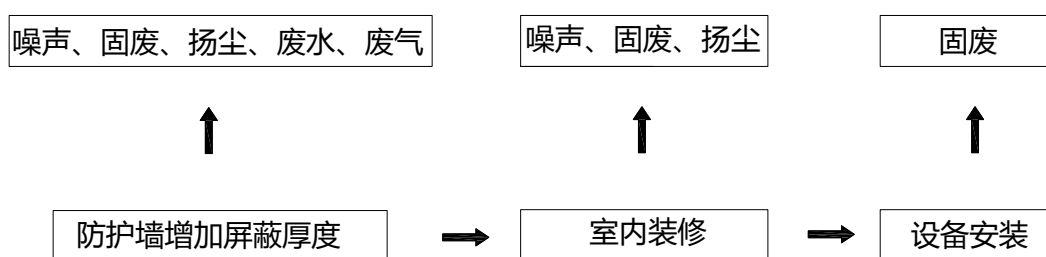


图11-1施工期工艺流程及污染物产生环节图

11.1.2 土建施工及设备安装阶段

本项目对位于肿瘤放疗中心一层西北侧的加速器机机房屏蔽墙局部进行加厚施工，对综合二号楼一层西北侧大孔径CT模拟定位机房进行整体屏蔽防护改造，对加速器机房、后装治疗机房和大孔径CT模拟定位机房内部进行装修以及设备安装，主要有声环境、空气环境、水环境和固体废物的影响，不涉及放射性影响。

建设期土建施工阶段的主要环境影响分析：

①废气

建设过程中墙面清理施工将产生扬尘，此外机械和运输车辆作业时排放废气，但以上影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染拟采取以下措施：

a)施工现场都集中在室内，室内施工时对门口进行封闭管理；室外只有临时存放设备及材料场地，对临时进行围挡；

b)及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；

c)车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒。

②噪声

施工期机械设备在运行中将产生不同程度的噪声，现场有电镐、电锤、混凝土振捣设备等较高噪声小型施工机具。因为施工时均在室内施工，并且机房墙体厚度在370—1200cm，对噪声有较好的隔声作用，施工时关闭施工机房的，对机房外造成的影响很小。

③固体废物

项目施工期产生废金属、废混凝土块及包装材料等建筑垃圾，建设单位应集中收集，在医院指定的区域存在放并围护，定期由当地环卫部门进行集中清运工作。

由于工程量很小，现场施工人员6—10人，产生生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统进行收集和处理。

④废水

施工内容比较简单，混凝土工程量在5立方米左右，在施工时会产生少量的冲洗、养生的施工废水，由现场工人进行擦除和自然蒸发，不会外流；其他装修内容用水多为浆料拌合用水不会产生外排废水。

通过以上分析及现场措施，可将施工期的影响控制在项目局部区域，对周围环境影响较小。

11.1.3设备安装调试阶段的主要环境影响分析

设备安装调试阶段的主要环境影响分析：

10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机均由厂家安装工程师进行现场调，建设单位放疗科物理师、技师也会在现场进行参与，在调试时会进行开机出束及相关的测试，会产生少量的X射线和臭氧和氮氧化物。

在设备安装调试阶段，建设单位及设备厂家应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在门上粘贴电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房需关闭并采取措施防止无关人员进入，防止辐射事故的发生。

11.2运行阶段辐射环境影响分析

11.2.1 10MV加速器屏蔽核算

11.2.1.1 主屏蔽宽度核算

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）第4.3.2条，宽束辐射的有用束对应的机房屏蔽为主屏蔽区，其范围应略大于有用束在机房屏蔽墙（或顶）的投影区，可按下式确定。

$$Y_P=2[(a+SAD)\tan\theta+0.3]\dots\dots\dots\text{式(1)}$$

式中：

Y_P ：机房有用射线束主屏蔽墙的宽度，m；

SAD ：源轴距，m；根据本项目设备参数；

θ ：加速器治疗束的最大张角（相对于束中的轴线）；

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

由于本项目机房为旧机房改建，根据图纸本项目等中心点相对于各屏蔽墙主屏蔽区不对称，本项目计算主屏蔽宽度的一半与设计图中主屏蔽区半宽度设计最小值比较。

表11-1主屏蔽宽度校核结果（单位：m）

屏蔽墙部位	主屏蔽区形式	a	SAD	θ	主屏蔽区半宽度计算值	主屏蔽区半宽度设计最小值	结论
北侧	内凸	3.60	1	14°	1.45	1.65	满足要求
顶棚	外凸	5.36	1	14°	1.95	2.00	满足要求
南侧	内凸	3.90	1	14°	1.52	1.59	满足要求

根据表11-1可知，本项目加速器机房主屏蔽宽度均满足要求，设备厂家和建设单位在进行直线加速器安装时，必须严格按照设计图纸的定位进行安装，杜绝安装后主射束超出主屏蔽范围的情况出现。

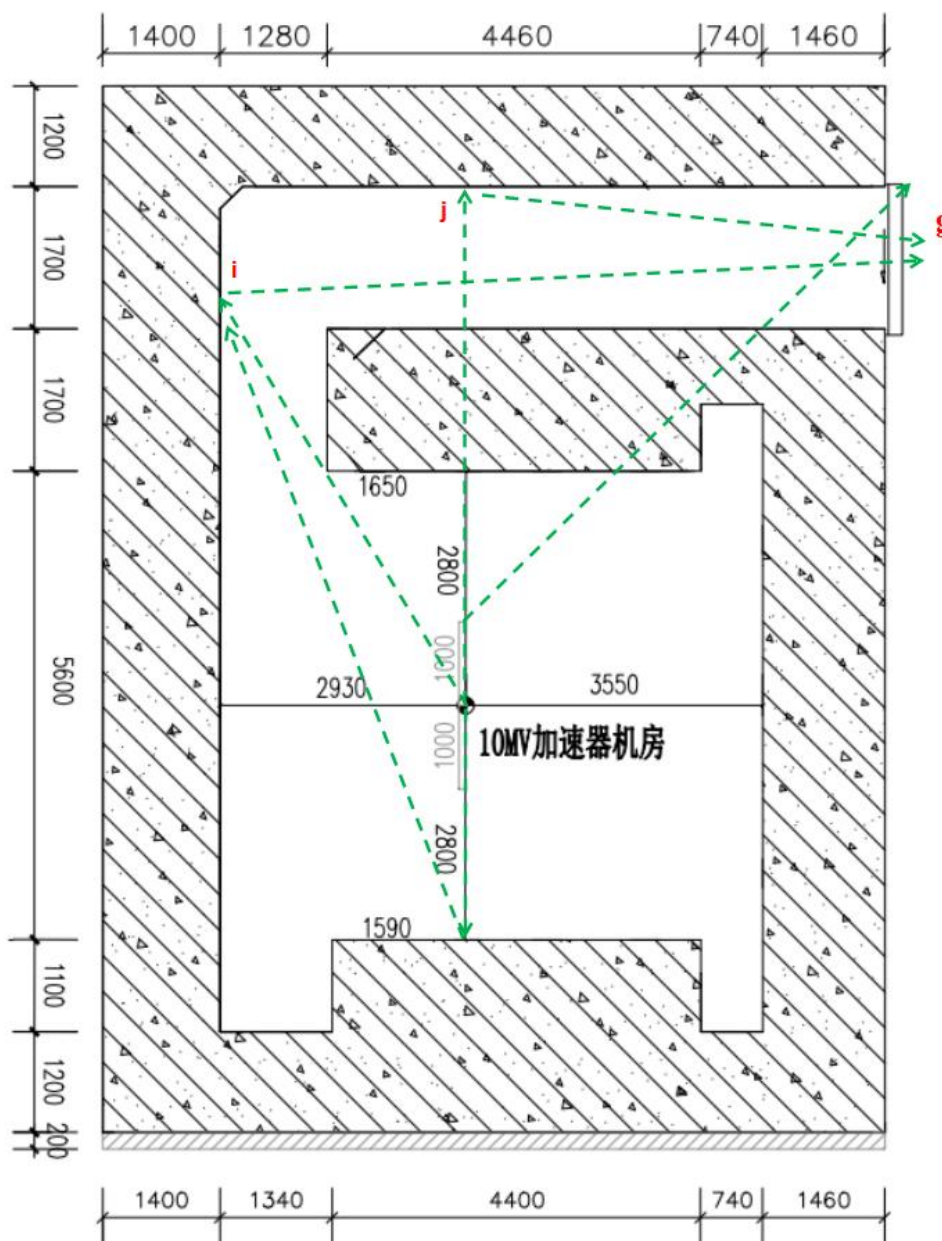
11.2.1.2 加速器屏蔽体的屏蔽核算

采用理论计算的方法，根据根据GBZ/T201.2-2011《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》中屏蔽核算原则及计算方法对本项目10MV加速器屏蔽体进行核算。

(1) 关注点的选取

根据规范要求，结合本项目布局实际情况及设备的特点，选取治疗机房外、距机房外表面30cm，人员可能受照射最大的位置作为关注点。

10MV加速器机房关注点选取见图11-2所示。



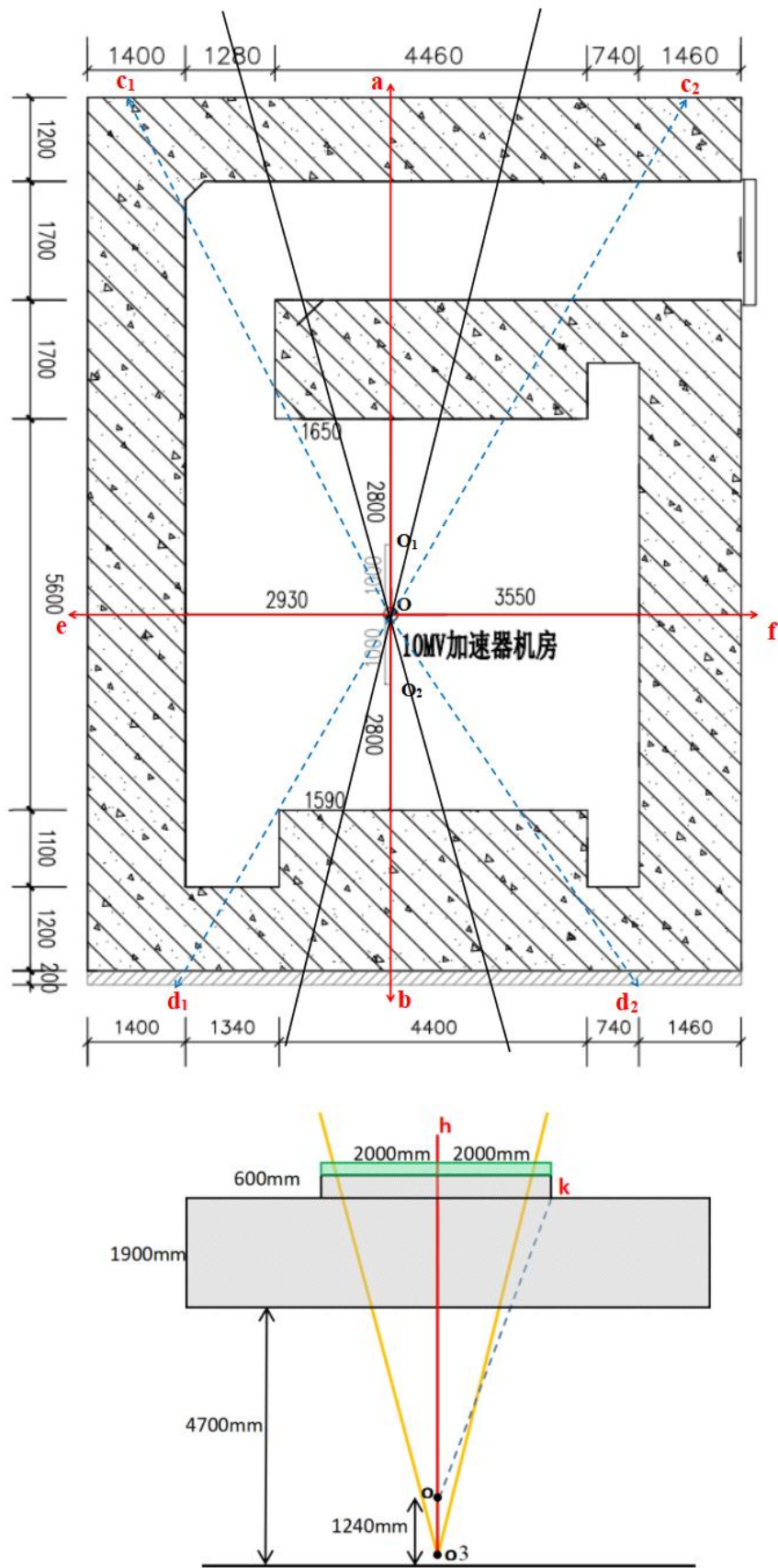


图11-2 10MV加速器机房周围、顶部关注点的选取及照射路径图

(2) 10MV加速器机房各关注点剂量率参考控制水平

根据HJ1198-2021《放射治疗辐射安全与防护要求》第6.1.4条，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、拟建二层建筑物或在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 $\dot{H}_c, \text{max}(\mu\text{Sv/h})$ ：

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

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

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）。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》GBZ/T201.2-2011中附录A.2导出剂量率参考控制水平(H_c, d)：

A.单一辐射

单一有用线束与单一泄漏辐射按如下方法导出剂量率参考控制水平：

a)有用线束，有用线束在关注点的周剂量参考控制水平为 H_c 时，该关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_c, d(\mu\text{Sv/h})$ 见式(2)：

$$H_c, d = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

式中：

Hc一周参考剂量控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

t—治疗装置周治疗照射时间，h；

U—有用线束向关注位置的方向照射的使用因子；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子。

b)单一泄漏辐射

泄漏辐射在关注点的周剂量参考控制水平为Hc时，该关注点的导出剂量率参考控制水平Hc， $d(\text{uSv}/\text{周})$ 见式(3)：

$$Hc, d=Hc/(N \cdot t \cdot T) \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

式中：

Hc一周参考剂量控制水平， $\text{uSv}/\text{周}$ ；

N—调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子，通常 $N=5$ ；

t—治疗装置周治疗照射时间，h；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子。

B.复合辐射，与主屏蔽直接相连的次屏蔽区，需要考虑加速器的泄漏辐射和有用线束水平照射的患者散射辐射：

a)以4.2.1b)、4.2.2a)或4.2.2b)中的Hc，max的一半，作为关注点的导出剂量率参考控制水平，依5.2.2估算屏蔽患者射辐射所需要的屏蔽厚度；

b)将A.2.1b)的式(4)中的Hc以 $0.5Hc$ 代替，作为关注点的导出剂量率参考控制水平，依5.2.1估算屏蔽泄漏辐射所需要的屏蔽厚度；

c)取上述a)和b)中屏蔽厚度较厚者为该关注点的屏蔽设计。相应屏蔽下，泄漏辐射和有用线束患者散射辐射在关注点的剂量率之和为该处的剂量率控制值。

调强因子N取5保守计算，机房外辐射工作人员 $\dot{H}c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，机房外非辐射工作人员 $\dot{H}c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

根据建设单位提供的资料，10MV加速器每天最大放射治疗人数约100人次，平均每人治疗剂量为2.5Gy，每周工作5天，全年52周，即周工作负荷为1250Gy/周，该建设项目配备的医科达Infinity加速器X射线有两个档位：6MV时最大剂量率为1400cGy/min（FFF），使用率小于5%，10MV时最大剂量率为600cGy/min。因此，按10MV时计算，照射时间最大约

为3.47h/周，由此得出建设项目10MV加速器机房外关注点的导出剂量率最终参考控制水平见表各防护墙外关注点的剂量率参考控制水平计算果见表11-2。

表11-2 10MV加速器机房墙外关注点的剂量率参考控制水平

关注点	项目	环境性质	计算参数	\dot{H}_c, d ($\mu\text{Sv/h}$)		\dot{H}_c, \max ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)
a	北墙 主屏蔽	室外 广场	$\dot{H}_c=5\mu\text{Sv/周}$ $U=1/4 \quad T=1/20$	115		10	10
c1、c2	迷路 外墙	室外 广场	$\dot{H}_c=5\mu\text{Sv/周}$ $N=5 \quad T=1/20$	患者 散射	5	10	7.88
				泄漏 辐射	2.88		
b	南墙 主屏蔽	消防 通道	$\dot{H}_c=5\mu\text{Sv/周}$ $U=1/4 \quad T=1/20$	115		10	10
d1、 d2	南墙外 与主屏 蔽直接 相连的 次屏蔽	消防 通道	$\dot{H}_c=5\mu\text{Sv/周}$ $N=5 \quad T=1/20$	患者 散射	5	10	7.88
				泄漏 辐射	2.88		
h	顶棚 主屏蔽	办公室	$\dot{H}_c=5\mu\text{Sv/周}$ $U=1/4 \quad T=1$	5.76		10	5.76
k1、 k2	顶棚与 主屏蔽 直接相 连的次 屏蔽	办公室	$\dot{H}_c=5\mu\text{Sv/周}$ $N=5 \quad T=1$	患者 散射	1.25	2.5	1.39
				泄漏 辐射	0.14		
e	西墙	洗涤 中心	$\dot{H}_c=5\mu\text{Sv/周}$ $N=5 \quad T=1/8$	2.31		10	2.31
f	东墙	控制室 设备间	$\dot{H}_c=100\mu\text{Sv/周}$ $N=5 \quad T=1$	5.76		2.5	2.5
g	防护门	候诊区	$\dot{H}_c=5\mu\text{Sv/周}$ $N=5 \quad T=1/8$	2.31		10	2.31

(3) 各屏蔽墙关注点考虑的辐射束

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》GBZ/T201.2-2011第4.3.2条结合本项目的实际情况，各关注点应考虑辐射束分析如下：

主屏蔽区关注点a、b、h位置，主要考虑有用线束。照射路径分别为：o2-a、o1-b、o3-h。

次屏蔽区关注点c1、c2、d1、d2、k1、k2位置，应分别考虑有用线束水平或向顶照射时人体散射辐射，以等中心o位置为散射中心，散射角 θ 接近 30° ，屏蔽墙的斜角与散射角相同，

照射路径分别为：o2-o-c1、o2-o-c2、o1-o-d1、o1-o-d2、o3-o-k1、o3-o-k2；加速器泄漏辐射，以位置o为中心，屏蔽墙的斜射角接近30。路径：o-c1、o-c2、o-d1、o-d2、o-k1、o-k2。

侧屏蔽墙，关注点e、f点，考虑加速器泄漏辐射，以等中心o为中心。照射路径为：o-e、o-f。

(4) 屏蔽核算的估算方法

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》GBZ/T201.2-2011中计算方法及上述的相关规定对加速器机房屏蔽墙外参考点剂量进行估算。

①有用线束和泄漏辐射辐射屏蔽透射因子B:

$$B = \frac{Hc}{Ho} \cdot \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots\text{式 (6)}$$

式中:

Hc—关注点的剂量率参考控制水平，μSv/h；

Ho—加速器有用线束中心轴上距产生治疗X射线束的靶(以下简称靶)1m处的常用最高剂量率，μSv·m²/h；

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离，m；

f—对有用束为1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率。

②患者一次散射辐射的屏蔽透射因子B:

$$B = \frac{Hc \cdot R_s^2}{Ho \cdot \alpha_{ph} \cdot (F / 400)} \dots\dots\dots\text{式 (7)}$$

Hc—关注点的剂量率参考控制水平，μSv/h；

Ho—加速器有用线束中心轴上距产生治疗X射线束的靶(以下简称靶)1m处的常用最高剂量率，μSv·m²/h；

Rs—患者（位于等中心点）到关注点的距离，m；

α_{ph}—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；

F—治疗装置有用线束在等中心处最大治疗野面积，cm²；

③已知屏蔽墙厚度时，屏蔽墙的辐射屏蔽透射因子按下式计算：

$$B = 10^{-(Xe+TVL-TV L_1)/TVL} \dots\dots\dots\text{式 (8)}$$

TVL-TV L₁(cm)和TVL(cm)为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。当未指明TVL₁时, TVL₁=TVL;

Xe—有效屏蔽厚度, (cm)。

④对于估算出的屏蔽透射因子B, 估算所需的有效屏蔽厚度Xe(cm)

$$Xe=TVL \cdot \log B^{-1}+(TVL_1-TV L) \dots\dots\dots\text{式 (9)}$$

式中:

TVL-TV L₁(cm)和TVL(cm)为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。当未指明TVL₁时, TVL₁=TVL;

⑤屏蔽物质的厚度X:

$$X = Xe \cdot \cos \theta \dots\dots\dots\text{式 (10)}$$

Xe—有效屏蔽厚度, (cm);

θ—为斜射角, 即入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角。

$$Xe = X \cdot \sec \theta \dots\dots\dots\text{式 (11)}$$

(5) 各屏蔽墙体的厚度核算过程

根据GBZ/T201.1-2007《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分: 一般原则》中4.8.3规定:

治疗机房辐射屏蔽涉及诸多物理量: 治疗装置有用束给予患者受治部位的剂量为吸收剂量(Gy)、治疗装置的泄漏辐射和可能产生的杂散中子及其散射辐射剂量为周围剂量当量或空气比释动能(Sv或Gy)、人员在治疗机房外的受照剂量为有效剂量(Sv)、在治疗机房外的辐射场和剂量仪表的测量值为周围剂量当量(Sv)。为了治疗机房屏蔽剂量估算和评价的方便及统一, 在辐射屏蔽及其设计范畴内, 不进行诸物理量与本标准中的周围剂量当量之间的转换系数修正。

设备性能参数: 能量10MV时, 最大剂量率600cGy/min; 能量6MV时, 最大剂量率1400cGy/min; 源轴距100cm; 等中心平面上的最大照射野40cm×40cm; 射线最大出束角28°; 等中心高度124cm; 机架旋转角度360°; 泄漏辐射率f=0.1%;

由于本项目设备两个能量档的最大剂量率有较大差别, 计算时分别计算能量为10MV和

6MV时相应的最大剂量率时主屏蔽厚度，两者取最大者为最终计算结果。

相关计算参数取值：混凝土密度 2.35g/cm^3 ，铅密度 11.35g/cm^3 ；6MV时有用束在混凝土 $\text{TVL}_1=37\text{cm}$ ， $\text{TVL}=33\text{cm}$ ； 90° 泄漏辐射在混凝土 $\text{TVL}_1=34\text{cm}$ ， $\text{TVL}=29\text{cm}$ ；10MV时有用束在混凝土 $\text{TVL}_1=41\text{cm}$ ， $\text{TVL}=37\text{cm}$ ； 90° 泄漏辐射在混凝土 $\text{TVL}_1=35\text{cm}$ ， $\text{TVL}=31\text{cm}$ 。

①有用线束主屏蔽区（a点、b点、h点）

主屏蔽区域所受辐射主要有有用射线束、加速器泄漏射线及散射射线，泄漏射线及散射射线影响较小，根据GBZ201.2第4.3.2.1条，主屏蔽区按加速器的有用线束进行计算；照射路径：o1-b、o2-a、o3-h。

b点的主屏蔽厚度计算：

参数： $H_b=10\mu\text{Sv/h}$ ， $f=1$ ， $d=6.6\text{m}$ 。

能量为10MV时， $H_0=3.6\times 10^8\mu\text{Sv/h}$

$$B_{10} = (H_b \times R^2) / (H_0 \times f) = (10 \times 6.6^2) / 3.6 \times 10^8 \\ = 1.21 \times 10^{-6}$$

$$X_{10} = \text{TVL} \lg B^{-1} + (\text{TVL}_1 - \text{TVL}) \\ = 37 \times \lg (1.21 \times 10^{-6})^{-1} + 4 \\ = 222.9\text{cm}$$

能量为6MV时， $H_{02}=8.4\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$

$$B_6 = 5.19 \times 10^{-7} \\ X_6 = 210.9\text{cm}$$

取两者最大者为最终的计算结果，即b点计算厚度取值为222.9cm。

同理计算得出北屏蔽墙a点的主屏蔽厚度： $H_a=10\mu\text{Sv/h}$ ， $f=1$ ， $d=8.7\text{m}$

$$X_{10} = 213.5\text{cm} \\ X_6 = 203.4\text{cm}$$

取两者最大者为最终的计算结果，即a点计算厚度取值为213.5cm

同理计算得出顶屏蔽墙h点的主屏蔽厚度： $H_h=5.76\mu\text{Sv/h}$ ， $f=1$ ， $d=7.26\text{m}$

$$X_{10} = 227.5 \\ X_6 = 215.9$$

取两者最大者为最终的计算结果，即h点计算厚度取值为227.5cm

②侧屏蔽墙（f点、e点）

根据GBZ201.2-2011第4.3.2.3条，按加速器漏泄辐射进行计算，以位置o为中心，照射路径：o-f、o-e。

东侧屏蔽墙f点的屏蔽墙厚度计算：

$$H_e=2.5\mu\text{Sv/h}, f=10^{-3}, d=5.31\text{m}。$$

$$\text{能量为10MV时}, H_{01}=3.6\times 10^8\mu\text{Sv/h}$$

$$B_{10}=(H_e\times R^2)/(H_0\times f)=(2.5\times 5.31^2)/3.6\times 10^8$$

$$=1.96\times 10^{-4}$$

$$X_{10}=\text{TVL}_e \lg B^{-1}+(\text{TVL}_1-\text{TVL}_e)$$

$$=31\times \lg(1.96\times 10^{-4})^{-1}+4$$

$$=119.0\text{cm}$$

$$\text{能量为6MV时}, H_{02}=8.4\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$$

$$B_6=8.39\times 10^{-5}$$

$$X_6=122.1\text{cm}$$

取两者最大者为最终的计算结果，即f点计算厚度取值为122.1cm

同理计算得出西侧屏蔽墙e点屏蔽厚度： $H_e=2.31\mu\text{Sv/h}$ ， $f=10^{-3}$ ， $d=4.63\text{m}$ 。

$$X_{10}=123.7$$

$$X_6=127.7$$

取两者最大者为最终的计算结果，即e点计算厚度取值为123.7cm

③与主屏蔽区相连的次屏蔽区（d1、d2点、k1、k2点）

次屏蔽区域所受辐射主要为来自加速器机头的泄漏射线和来自患者的一次散射射线及机房地面、墙面的二次或多次散射射线。二次或多次散射射线影响较小，因此主要考虑泄漏射线和患者的一次散射射线的影响。

分别考虑能量为10MV和6MV时屏蔽厚度，两者取最大者为最终的计算结果。

d1点对应南墙主屏蔽相连的次屏蔽厚度计算：

参数： $H_c=7.88\mu\text{Sv/h}$ （其中患者散射 $5\mu\text{Sv/h}$ 、泄漏辐射 $2.88\mu\text{Sv/h}$ ）； $f=10^{-3}$ ； $F=40\text{cm}\times 40\text{cm}=1600\text{cm}^2$ ； θ 经图纸计算为 $\theta=\text{tg}^{-1}(\frac{1590}{2800})=29.59^\circ$ ，近似取用 30° 的参数； $R=5.6/\cos 29.59^\circ=6.44\text{m}$ ；10MV患者散射 30° 时的 $\text{TVL}=28\text{cm}$ ； $\alpha=3.18\times 10^{-3}$ ；6MV患者散射 30°

时的TVL=26cm; $\alpha=2.77\times 10^{-3}$;

能量为10MV时, $H_{01}=3.6\times 10^8\mu\text{Sv/h}$

泄漏辐射部分需屏蔽墙体厚度:

$$B = (H_c \times R^2) / (H_{01} \times f) = (2.88 \times 6.44^2) / (3.6 \times 10^8 \times 10^{-3}) \\ = 3.32 \times 10^{-4}$$

$$X = (\text{TVL} \lg B^{-1} + (\text{TVL}_1 - \text{TVL})) \times \cos 29.59^\circ$$

$$= (31 \times \lg (3.32 \times 10^{-4})^{-1} + 4) \times \cos 29.59^\circ$$

$$= 97.27 \text{cm}$$

患者散射部分所需屏蔽厚度:

$$B = (H_c \times R^2) / (H_{01} \times \alpha \times (F/400))$$

$$= (5 \times 6.44^2) / (3.18 \times 10^{-3} \times 3.6 \times 10^8 \times (1600/400))$$

$$= 4.53 \times 10^{-5}$$

$$X = \text{TVL} \times \lg B^{-1} \times \cos 29.59^\circ$$

$$= 28 \times \lg (4.53 \times 10^{-5})^{-1} \times \cos 29.59^\circ$$

$$= 105.8 \text{cm}$$

根据GBZ201.2的要求,取上述两者屏蔽厚度较厚者为该关注点的屏蔽设计。即10MV时次屏蔽区关注点d1点的屏蔽厚度取值为105.8cm。

同样计算得出6MV时次屏蔽区关注点d1点的屏蔽厚度取值为105.2cm。

取10MV和6MV两者屏蔽厚度较厚者为本项目次屏蔽区关注点d1点的最终的屏蔽计算厚度,即为105.8cm。

根据设计图纸,由于主屏蔽区不对称d2点照射路径经过主屏蔽区,不再对d2点进行重复计算,取d2点的数据做为最终的计算取值即105.8cm。

同理可计算出顶棚次屏蔽区关注点k1、k2点的最终屏蔽计算:

参数: $H_c=1.39\mu\text{Sv/h}$ (其中患者散射 $1.25\mu\text{Sv/h}$ 、泄漏辐射 $0.14\mu\text{Sv/h}$); $f=10^{-3}$; $F=40\text{cm} \times 40\text{cm}=1600\text{cm}^2$; θ 经图纸计算为 $\theta=\text{tg}^{-1}(\frac{2000}{5360})=20.46^\circ$,近似取用 20° 的参数;
 $R=5.66/\cos 20.46^\circ=6.04\text{m}$; 10MV时 $\alpha=5.79 \times 10^{-3}$; 6MV时 $\alpha=6.73 \times 10^{-3}$;

经计算得出k1、k2最终的屏蔽计算厚度取值为146.4cm。

④迷路外墙

根据设计图纸，北侧主屏蔽区较宽关注点c1、c2的照射路径经过主屏蔽区，其屏蔽厚度远远满足对患者散射和泄漏辐射的屏蔽要求，根据GBZ201.1-2007相关条款要求，外墙的屏蔽透射因子就不小于 10^{-2} ，即迷路外墙最小厚度不小于两个什值层，取10MV时泄漏辐射的数据，不小于66cm。

本项目迷路外墙设计取值为70cm。

⑤迷路内墙的计算：

穿过迷路内墙在防护门关注点g处的泄漏辐射剂量率应小于其1/4，取0.5uSv/h。取照射路径为o1-g。

斜射角计算为 $\theta=45.60^\circ$ ； $R=7.43\text{m}$ 。

6MV时迷路内墙计算厚度为94.5cm；

10MV迷路内墙计算厚度为92.1cm。

取两都较厚者为最终的计算厚度，即迷路内墙为94.5cm。

⑥机房防护门屏蔽

机房入口处的辐射剂量考虑如下：

人射至i墙的辐射散射至g处的辐射：泄漏辐射，路径为o-i-g；患者散射路径为o2-o-i-g；向a处照射的有用线束穿过患者身体并射入屏蔽墙内表面j处的散射辐射，路径为o2-o-j-g；向b处照射的有用线束穿过患者身体并射入到主屏蔽墙内表面h处的散射i点后到g点散射辐射，路径为o1-o-h-i-g。

在估算g处的辐射剂量率时，以加速器向a方向水平照射时人体散射辐射作为以上项目之和的近似估计，路径o2-o-i-g。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》GBZ/T201.2-2011的要求，采用下试计算i点散射到入口g处的剂量率：

$$Hg = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F / 400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot Ho \dots\dots\dots\text{式 (12)}$$

α_{ph} —患者400cm²面积上的散射因子，见附录B表B.2；

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm²；

α_2 —砼墙入射的患者散射辐射(能量见附录B表B.3)的散射因子，通常取i处的入射角为45°，散射角为0°， α_2 值见规范(GBZ201.2-2011)附录B中表B.6，通常使用其0.5MeV栏内的值(22×10^{-3})；

A—i处的散射面积，m²；由于项目在迷路内口位置高度为2.6m，故本项目取最大时为迷路内口的面积。

R₁—“o-i”之间的距离，m；

R₂—“i-g”之间的距离，m。

H_o—加速器有用线束中心轴上距靶1m处的常用最高剂量率，μSv·m²/h。

入口g处的散射辐射能量约为0.2MeV，防护门需要的屏蔽透射因子B按下式计算：

$$B = \frac{H_c - H_{og}}{H_g} \dots\dots\dots \text{式 (13)}$$

式中：

H_{og}为自o₁位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在g处的剂量率，按下式计算：

有用线束和泄漏辐射的剂量估算，屏蔽墙外参考点的剂量率H：

$$H = \frac{H_o \cdot f}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{式 (14)}$$

H_o—加速器有用线束中心轴上距产生治疗X射线束的靶（以下简称靶）1m处的常用最高剂量率μSv·m²/h；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

F—对有用束为1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率；

B—辐射屏蔽透射因子。

计算参数取值：患者一次散射角计算为 $\theta = \text{tg}^{-1}(\frac{2800}{1650}) = 59.49^\circ$ ，墙入射角也为59.49°，近似取60°的参数；R₁=2.93/cos59.49°=5.77m，R₂=8.24m。10MV时 $\alpha_{ph} = 7.46 \times 10^{-4}$ ；6MV时 $\alpha_{ph} = 8.24 \times 10^{-4}$ ；墙面散射面积约为A=1.23×4.7=5.8m²（图纸计算值），F=40cm×40cm， α_2 见附录B表B.6，通常使用其0.5MeV栏内的值，22×10⁻³；在g处的散射辐射能量约0.2MeV，铅中的TVL值为0.5cm。

10MV时防护门需要的铅防护厚度计算为：

g处的散射剂量率为：

$$H_g = \frac{7.46 \times 10^{-4} \cdot (1600 / 400)}{5.77^2} \cdot \frac{22 \times 10^{-3} \cdot 5.8}{8.24^2} \cdot 3.6 \times 10^8 = 60.64 \text{ (}\mu\text{Sv/h)}$$

迷路内墙，斜射角计算为 $\theta = 45.60^\circ$ ；R=7.43m。

$$B_{\text{内}} = 10^{-(1701+31-35)/31} = 1.96 \times 10^{-8}$$

$$Hog = \frac{Ho \cdot f}{R^2} \cdot B = \frac{3.6 \times 10^8 \cdot 0.1\%}{7.43^2} \cdot 1.96 \times 10^{-8} = 0.0001 (\mu\text{Sv/h})$$

防护门需要的屏蔽透射因子B：取2倍的安全系数。

$$B = \frac{Hc - Hog}{Hg} = \frac{2.31 \div 2 - 0.0001}{60.64} = 1.9 \times 10^{-2}$$

防护门需要铅防护厚度为：

$$Xe = TVL \cdot \log B^{-1} + (TVL_i - TVL) = 0.5 \times \log (1.9 \times 10^{-2}) = 8.6 (\text{mm})$$

X=Xe=8.6mm，取值为9mm。

同理计算6MV时防护门需要的铅防护厚度为：X=10.66mm，取值为11mm。

取10MV和6MV两者需要的防护门铅防护厚度两者较厚者为最终的计算结果。铅防护门的铅当量为11mmPb。

⑦各屏蔽墙及防护门屏蔽核算结果汇总见表11-3。

表11-3 10MV加速器机房各屏蔽墙及防护门屏蔽核算结果汇总

关注点	屏蔽墙体	计算取值	设计厚度	符合性评价
a	北墙主屏蔽	213.5cm	170cm	符合
c1、c2	迷路外墙	70cm	120cm	符合
b	南墙主屏蔽	222.9cm	250cm	符合
d1、d2	南墙外与主屏蔽直接相连的次屏蔽	105.8cm	140cm	符合
h	顶棚主屏蔽	227.5cm	250cm	符合
k1、k2	顶棚与主屏蔽直接相连的次屏蔽	146.4cm	190cm	符合
e	西墙	123.7cm	140cm	符合
f	东墙	122.1cm	146cm	符合
g	防护门	11mmPb	12mmPb	符合

11.2.1.3 10MV加速器机房辐射影响分析

11.2.1.2.1 采用理论计算的方法：

根据GBZ/T201.2-2011《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》中计算方法对加速器机房屏蔽墙外参考点剂量进行估算。

①有效屏蔽厚度Xe：见上节公式。

②辐射屏蔽透射因子B: 见上节公式。

③有用线束和泄漏辐射的剂量估算, 屏蔽墙外参考点的剂量率H: 见上节公式(6)。

④患者一次散射辐射的剂量估算:

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F / 400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{式(15)}$$

α_{ph} —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;

F—治疗装置有用线束在等中心处最大治疗野面积, cm²;

R_s—患者(位于等中心点)到关注点的距离, m。

⑤在给定防护门的铅屏蔽厚度X(cm)时, 防护门外的辐射剂量率为H(μSv/h):

$$H = H_g \cdot 10^{-(X/TVL)} + H_{og} \dots\dots\dots \text{式(16)}$$

H_g—计算出的入口g处无防护门X射线散射辐射剂量率, (μSv/h);

X—防护门采用的防护材料的厚度, mm;

TVL—防护门材料对铅的什值层数值; 在g处的散射辐射能量约0.2MeV, 铅中的TVL值为0.5cm;

H_{og}—为图1中的o1位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在g处的剂量率:

11.2.1.2.2 各关注点处辐射剂量率计算

加速器各项参数及关注点数据选取与计算与11.2.1相同, 各关注点的照射路径以上节相同, 计算按设计的屏蔽墙体厚度进行周围剂量当量率的计算。

(1)标称能量10MV各关注点的周围辐射剂量率计算:

①主屏蔽区关注点(a、b、h)剂量率计算:

主屏蔽区关注点a剂量率为:

参数取值: 混凝土屏蔽墙厚度2.5m, R=8.7m;

混凝土辐射屏蔽透射因子:

$$B = 10^{-(250+37 \cdot 41)/37} = 2.25 \times 10^{-7}$$

10MV加速器机房南侧主屏蔽区关注点a剂量率根据下式计算:

$$H = \frac{H_0 \cdot f}{R^2} \cdot B = \frac{3.6 \times 10^8 \times 1}{8.7^2} \times 2.25 \times 10^{-7} = 1.07 (\mu\text{Sv/h})$$

同理主屏蔽区关注点b剂量率为：1.86($\mu\text{Sv/h}$)

同理主屏蔽区关注点h剂量率为：1.53($\mu\text{Sv/h}$)

②次屏蔽区关注点 (d_1 、 d_2 、 k_1 、 k_2) 剂量率

次屏蔽区关注点 d_1 量率计算：

A.泄漏辐射剂量率估算：

参数取值： $f=10^{-3}$ ，斜射角 $\theta=29.59^\circ$ ；混凝土屏蔽墙厚度1.4m，有效厚度为

$X_e=1.4/\cos 29.59^\circ=1.61\text{m}$ ， $R=6.44\text{m}$ ；

混凝土辐射屏蔽透射因子根据下式计算：

$$B=10^{-(161+31-35)/31}=8.62\times 10^{-6}$$

$$H=\frac{H_0\cdot f}{R^2}\cdot B=\frac{3.6\times 10^8\times 0.001}{6.44^2}\times 8.62\times 10^{-6}=0.07(\mu\text{Sv/h})$$

B.患者散射辐射剂量率估算：

参数取值：斜射角 $\theta=29.59^\circ$ ， $F=40\times 40=1600(\text{cm}^2)$ ； $\alpha_{\text{ph}}=3.18\times 10^{-3}$ 。

$$B=10^{-161/28}=1.78\times 10^{-6}$$

$$H=\frac{3.6\times 10^8\times 3.18\times 10^{-3}\times (1600/400)}{6.44^2}\times 1.78\times 10^{-6}=0.26(\mu\text{Sv/h})$$

C.次屏蔽区关注点 d_1 的总剂量率为： $0.07+0.26=0.33(\mu\text{Sv/h})$ 。

次屏蔽区关注点 d_2 的总剂量率保守地取用 d_1 点的数据，为 $0.33(\mu\text{Sv/h})$ 。

同理次屏蔽区关注点 k_1 、 k_2 剂量率为：

参数取值： $f=10^{-3}$ ，斜射角 $\theta=20.46^\circ$ ；混凝土屏蔽墙厚度1.9m，有效厚度为

$X_e=1.9/\cos 20.46^\circ=2.03\text{m}$ ， $R=6.04\text{m}$ ； $\alpha_{\text{ph}}=5.79\times 10^{-3}$ 。

泄漏辐射剂量率估算：0.004($\mu\text{Sv/h}$)

患者散射辐射剂量率估算:0.01($\mu\text{Sv/h}$)

次屏蔽区关注点 k_1 、 k_2 的总剂量率为： $0.004+0.01=0.02(\mu\text{Sv/h})$

③侧屏蔽墙关注点 (e 、 f) 剂量率计算

关注点 e 的剂量率估算：

参数取值：混凝土屏蔽墙厚度1.4m， $f=10^{-3}$ ， $R=4.63\text{m}$ ；

混凝土辐射屏蔽透射因子：

$$B=10^{-(140+31-35)/31}=4.10\times 10^{-5}$$

东侧屏蔽墙关注点（e点）剂量率为：

$$H=\frac{3.6\times 10^8\times 10^{-3}}{4.63^2}\times 4.10\times 10^{-5}=0.69(\mu\text{Sv/h})$$

同理侧屏蔽墙关注点f的剂量率估算为：0.34

④迷路内墙泄露在关注点g剂量率估算：

参数取值：f=10⁻³，d=7.43m，θ=45.60°，内墙厚度1.7m

混凝土辐射屏蔽透射因子：

$$B=10^{-(170/\cos 45.60^\circ-35+31)/31}=1.96\times 10^{-8}$$

迷路内墙关注点剂量为：

$$H_g=\frac{3.6\times 10^8\times 10^{-3}}{7.43^2}\times 1.96\times 10^{-8}=0.0001\mu\text{Sv/h}$$

⑤迷路外墙关注点剂量率估算：

由于迷路外墙关注点c1、c2点均被北侧主屏蔽墙所遮挡，取最大张角外的参数保守计算迷路外墙外关注点的剂量率。

参数取值：θ=14°；R=7.7/cos14°=7.94m，F=40×40=1600(cm²)；保守取用10°时散射因子α_{ph}=1.66×10⁻²；屏蔽墙厚度取用2.9米。

泄漏辐射剂量率估算：0.0001(μSv/h)

患者散射辐射剂量率估算:0.0001(μSv/h)

迷路外墙c1、c2的总剂量率为：0.0001+0.0001=0.0002(μSv/h)

⑥防护门关注点g处剂量率计算：

A.散射辐射剂量率计算：

计算参数取值：F=1600cm²；R₁=5.77m；R₂=8.24m；A=5.8cm²；防护门厚度12mm铅；α_{ph}=7.46×10⁻⁴；α₂=22×10⁻³。

$$H_g=\frac{\alpha_{ph}\cdot(F/400)}{R_1^2}\cdot\frac{\alpha^2\cdot A}{R_2^2}\cdot H_o=60.64(\mu\text{Sv/h})$$

防护门入射辐射入射角保守按0°入射考虑，根据GBZ201.2-2011第5.2.6.1，估算中，

$TVL_i=TVL$, $X_c=X(0^\circ\text{入射})$ 。在g处的散射辐射能量约0.2MeV, 铅中的TVL值为5mm。

$$H=Hg \cdot 10^{-(X/TVL)}=60.64 \times 10^{-(12/5)}=0.24(\mu\text{Sv/h})$$

B.加速器泄漏辐射经迷路内墙后在迷路入口防护门外的辐射贡献率, 根据上节计算为0.0001($\mu\text{Sv/h}$)

C.机房防护门外30cm处关注点(g点)的剂量率估算:

$$H=0.24+0.0001=0.24(\mu\text{Sv/h})$$

⑦由上述公式估算的能量10MV时加速器机房外表面30cm处剂量率预测结果见表11-4。

表11-4 能量10MV时加速器屏蔽墙体周围剂量当量率估算结果汇总表

关注点	辐射类型	主要参数	计算结果H $\mu\text{Sv/h}$		Hc $\mu\text{Sv/h}$	评价
a	有用线束	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.5\text{m}$; $R=8.7\text{m}$;	1.07		10	符合
c1, c2	患者散射	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.9\text{m}$; $R=7.94\text{m}$; $\theta=14^\circ$; $\alpha_{\text{ph}}=1.66 \times 10^{-2}$	0.0001	0.0002	7.88	符合
	泄漏辐射	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.9\text{m}$; $R=7.94\text{m}$; $\theta=14^\circ$;	0.0001			符合
b	有用线束	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.5\text{m}$; $R=6.6\text{m}$;	1.86		10	符合
d1, d2	患者散射	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.4\text{m}$; $\theta=29.59^\circ$; $R=6.44\text{m}$; $\alpha_{\text{ph}}=3.18 \times 10^{-3}$	0.26	0.33	7.88	符合
	泄漏辐射	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.4\text{m}$; $\theta=29.59^\circ$; $R=6.44\text{m}$;	0.07			符合
h	有用线束	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.5\text{m}$; $R=7.26\text{m}$;	1.53		5.76	符合
k1, k2	患者散射	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.9\text{m}$; $\theta=20.46^\circ$; $R=6.04\text{m}$; $\alpha_{\text{ph}}=5.79 \times 10^{-3}$	0.01	0.02	1.34	符合
	泄漏辐射	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.9\text{m}$; $\theta=20.46^\circ$; $R=6.04\text{m}$;	0.004			符合
e	泄漏辐射	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.4\text{m}$; $f=1$; $R=4.63\text{m}$;	0.69		2.31	符合
f	泄漏辐射	$H_0=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.46\text{m}$; $f=1$; $R=5.31\text{m}$;	0.34		2.5	符合

g	患者 散射	$H_o=3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $F=1600\text{cm}^2$; $A=5.8\text{m}^2$; $R_1=5.77\text{m}$; $R_2=8.24\text{m}$; $\alpha_{\text{ph}}=7.46 \times 10^{-4}$; $\alpha_2=22 \times 10^{-3}$;	0.24	2.31	符合
---	----------	--	------	------	----

(2)同理标称能量6MV各关注点的周围辐射剂量率计算:

同理标称能量6MV时加速器屏蔽墙体周围剂量当量率估算结果汇总见表11-5。

表11-5 能量6MV时加速器屏蔽墙体周围剂量当量率估算结果汇总表

关注点	辐射 类型	主要参数	计算结果H $\mu\text{Sv/h}$		Hc $\mu\text{Sv/h}$	评价
a	有用 线束	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.5\text{m}$; $R=8.7\text{m}$;	0.39		10	符合
c1、c2	患者 散射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.9\text{m}$; $R=7.94\text{m}$; $\theta=14^\circ$; $\alpha_{\text{ph}}=1.04 \times 10^{-2}$	0.0001	0.0002	7.88	符合
	泄漏 辐射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.9\text{m}$; $R=7.94\text{m}$; $\theta=14^\circ$;	0.0001			符合
b	有用 线束	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.5\text{m}$; $R=6.6\text{m}$;	0.82		10	符合
d1、d2	患者 散射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.4\text{m}$; $\theta=29.59^\circ$; $R=6.44\text{m}$; $\alpha_{\text{ph}}=2.77 \times 10^{-3}$	0.14	0.23	7.88	符合
	泄漏 辐射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.4\text{m}$; $\theta=29.59^\circ$; $R=6.44\text{m}$;	0.08			符合
h	有用 线束	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=2.5\text{m}$; $R=7.26\text{m}$;	0.56		5.76	符合
k1、k2	患者 散射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.9\text{m}$; $\theta=20.46^\circ$; $R=6.04\text{m}$; $\alpha_{\text{ph}}=6.73 \times 10^{-3}$	0.0035	0.01	1.34	符合
	泄漏 辐射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.9\text{m}$; $\theta=20.46^\circ$; $R=6.04\text{m}$;	0.098			符合
e	泄漏 辐射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.4\text{m}$; $f=1$; $R=4.63\text{m}$;	0.87		2.31	符合
f	泄漏 辐射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $X=1.46\text{m}$; $f=1$; $R=5.31\text{m}$;	0.41		2.5	符合
g	患者 散射	$H_o=8.4 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; $F=1600\text{cm}^2$; $A=5.8\text{m}^2$; $R_1=5.77\text{m}$; $R_2=8.24\text{m}$; $\alpha_{\text{ph}}=8.24 \times 10^{-4}$; $\alpha_2=22 \times 10^{-3}$;	0.62		2.31	符合

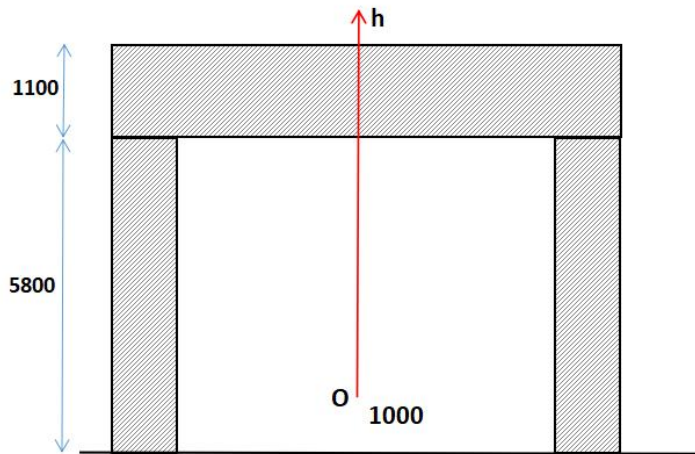


图11-3 后装治疗机房周围、顶部关注点的选取及照射路径图

(2) 各关注点剂量率参考控制水平

根据HJ1198-2021《放射治疗辐射安全与防护要求》第6.1.4条，剂量控制应符合以下要求：

b) 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、拟建二层建筑物或在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 ， $\text{max}(\mu\text{Sv/h})$ ：

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

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

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）。

根据 GBZ/T201.3-2014 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》中的要求，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如下：

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 H_c 求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ，见式（17）：

$$\dot{H}_{c,d} \leq H_c / (t \times U \times T) \dots \dots \dots \text{式 (17)}$$

式中：

H_c ——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）

U ——关注位置方向照射的使用因子；

T ——人员在响应关注点驻留的居留因子；

t ——治疗装置周治疗照射时间，单位为时（h）。其值为平均每周治疗照射人数和每天治疗照射时间的乘积。

后装治疗机每天最大治疗病人为20人次，平均单人每次治疗时间6min，一周工作5天，全年52周，即周照射时间为10h，由此计算得出该建设项目后装治疗机房外关注点的导出剂量率最终参考控制水平见表11-6。

表11-6 后装治疗机房外关注点的导出剂量率最终参考控制水平

序号	关注点	环境性质	计算参数	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
1	b	室外过道	$H_c=5\mu\text{Sv}/\text{周}$ $U=1 \quad T=1/20$	10	10	10
2	d	室内过道	$H_c=5\mu\text{Sv}/\text{周}$ $U=1 \quad T=1/5$	2.5	10	2.5
3	a	控制室	$H_c=100\mu\text{Sv}/\text{周}$ $U=1 \quad T=1$	10	2.5	2.5
4	c	库房	$H_c=5\mu\text{Sv}/\text{周}$ $U=1 \quad T=1/20$	10	10	10
5	h	顶棚空房	$H_c=5\mu\text{Sv}/\text{周}$ $U=1 \quad T=1/20$	10	10	10
6	g	防护门、等候间	$H_c=5\mu\text{Sv}/\text{周}$ $U=1 \quad T=1$	4	2.5	2.5

(3) 各屏蔽墙关注点考虑的辐射束

根据GBZ/T201.3-2014《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ放射源放射治疗机房》中第6.1不同关注点应考虑的要求，结合本项目的实际情况，本项目考虑治疗源 4π 发射的γ射线（即初级辐射）对墙和室顶的直接照射及其散射辐射在机房入口处的照射，见图

11-2。图中绿色虚线区域为治疗源可能使用区域，其中a点和b点分别为治疗源在o1使用时人员在室外受到剂量最大的位置，治疗源在o2使用时为机房入口处受到散射剂量最大的位置，散射路径o2-i-g。

(4) 屏蔽厚度、辐射剂量率计算公式

①当X射线束以 θ 角斜射入厚度为X (cm) 的屏蔽物质时，射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度 X_e (cm) 计算公式：

$$X_e = X \cdot \sin\theta \dots\dots\dots \text{式 (18)}$$

$$X = X_e \cdot \cos\theta \dots\dots\dots \text{式 (19)}$$

②屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系计算公式：

计算出的屏蔽透射因子：

$$X_e = TVL \cdot \lg B^{-1} + TVL_1 - TVL \dots\dots\dots \text{式 (20)}$$

给定的屏蔽厚度，计算透射因子

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1) / TVL} \dots\dots\dots \text{式 (21)}$$

式中：

X_e ：屏蔽厚度，cm；

TVL_1 ：第一什值层厚度，cm；

TVL ：平衡什值层厚度，cm；

B ：辐射屏蔽透射因子；

③设计的屏蔽所需要的屏蔽透射因子计算公式：

$$B = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_0} \cdot \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots \text{式 (22)}$$

式中：

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

R ：辐射源至关注点的距离，cm；

f ：对有用线束为1；

\dot{H}_0 ：活度为A的放射源在距其1m处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

④活度为A的放射源在距其1m处的剂量率计算公式：

$$\dot{H}_0 = A \cdot K_r \dots\dots\dots \text{式 (23)}$$

式中：

A：放射源活度，¹⁹²Ir后装治疗装置额定装源活度：3.7×10⁵MBq；

Kr：放射源空气比释动能率常数，0.111μSv/(h·MBq)；

⑤入口g处的散射辐射剂量计算公式：

$$\dot{H} = \frac{A \cdot K_{\gamma} \cdot S_w \cdot \alpha_w}{R_1^2 \cdot R_2^2} \dots\dots\dots \text{(式 24)}$$

式中：

A：放射源活度，MBq；

Kr：放射源空气比释动能率常数，0.111μSv/(h·MBq)；

Sw：迷路内口墙的散射面积，其为放射源和机房入口共同可见的墙区面积，m²；

aw：散射体的散射因子，近似取表C.4中0.25MeV时45°入射0°散射因子，3.39×10⁻²；

R₁：放射源至散射体中心点的距离，m；

R₂：散射体中心点至计算点的距离，m；

(5) 放射源辐射特性参数

参照GBZ/T201.3-2014《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ放射源放射治疗机房》中附录C取值，放射源的特性参数见表11-7。

表11-7 放射源辐射特性参数

核素	半衰期T _{1/2}	γ射线能量均值(MeV)	空气比释动能率常数Kr (μSv/ (h·MBq))	TVL (mm)
				混凝土
¹⁹² Ir	74.0d	0.37	0.111	152

相关计算参数取值：混凝土密度2.35g/cm³，铅密度11.35g/cm³。

(6) 各屏蔽墙体的厚度核算过程

①四周屏蔽墙的厚度计算：

南侧屏蔽墙厚度计算：关注点a点，考虑初级辐射。

计算参数：A=3.7×10⁵MBq，Kr=0.111μSv/(h·MBq)，Hc=2.5μSv/h，f=1，d=2.4m。

$$B = (Hc \times R^2) / (A \times Kr \times f) = (2.5 \times 2.4^2) / (3.7 \times 10^5 \times 0.111 \times 1)$$

$$= 3.51 \times 10^{-4}$$

$$\begin{aligned}
X &= \text{TVL} \times \lg B^{-1} \\
&= 152 \times \lg (3.51 \times 10^{-4})^{-1} \\
&= 525.1 \text{mm}
\end{aligned}$$

同理可计算出东墙b点:

计算参数: $A=3.7 \times 10^5 \text{MBq}$, $K_r=0.111 \mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$, $H_c=10 \mu\text{Sv}/\text{h}$, $f=1$, $d=2.4 \text{m}$ 。

$$X_{b\text{计}}=433.6 \text{mm}$$

同理可计算出北墙c点:

计算参数: $A=3.7 \times 10^5 \text{MBq}$, $K_r=0.111 \mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$, $H_c=10 \mu\text{Sv}/\text{h}$, $f=1$, $d=3.4 \text{m}$ 。

$$X_{c\text{计}}=387.7 \text{mm}$$

同理可计算出顶棚h点:

计算参数: $A=3.7 \times 10^5 \text{MBq}$, $K_r=0.111 \mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$, $H_c=10 \mu\text{Sv}/\text{h}$, $f=1$, $d=6.2 \text{m}$ 。

$$X_{h\text{计}}=308.4 \text{mm}$$

②防护门的屏蔽厚度

关注点g点, 考虑散射辐射。

参数: $A=3.7 \times 10^5 \text{MBq}$; $H_c=2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$; $K_r=0.111 \mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$; $\alpha_w=3.39 \times 10^{-2}$;

$$R_1 = \sqrt{2^2 + (1 + 0.6 + 0.88)^2} = 3.18 \text{m}; R_2 = 8 \text{m}; S_w = 1.76 \times (7.7/3.45) \times 5.8 = 22.8 \text{m}^2; \text{在g处}$$

的散射辐射能量约为0.2MeV, 铅中的TVL值为5mm。

$$\begin{aligned}
H_g &= (A \times K_r \times S_w \times \alpha_w) / (R_1^2 \times R_2^2) \\
&= (3.7 \times 10^5 \times 0.111 \times 22.8 \times 3.39 \times 10^{-2}) / (3.18^2 \times 8^2) \\
&= 49.04 \mu\text{Sv}/\text{h}
\end{aligned}$$

$$X = \text{TVL} \times \lg (H_g/H_c)$$

$$= 5 \times \lg (49.04/2.5)$$

$$= 6.46 \text{mm}$$

防护门铅当量取值为6.5mmPb。

③迷路内墙屏蔽

根据规范要求, 迷路内墙周围剂量率参考控制水平应小于取g点的四分之一, 取0.5μSv/h作为内墙周围剂量率控制水平。取活动治疗源位于o3点时作为计算迷路内墙的屏

蔽厚度的计算点。

根据图纸计算 $\theta=45^\circ$ ； $d=\sqrt{(2.4^2+(1+0.6+0.88)^2)}=3.45\text{m}$ 。

$$B=Hc \times R^2 / (A \times Kr \times f) = 0.5 \times 3.45^2 / (3.7 \times 10^5 \times 0.111 \times 1) \\ = 1.45 \times 10^{-4}$$

$$X_{\text{迷路内墙}} = X_e \times \cos 45^\circ = TVL \times \lg B^{-1} \times \cos 45^\circ \\ = 152 \times \lg (1.45 \times 10^{-4})^{-1} \times \cos 45^\circ \\ = 412.58\text{mm}$$

④迷路外墙屏蔽

根据图纸布置，当治疗源位于o2点时，迷路外墙靠近北段有3.15m范围受到初级辐射。

取治疗源位于o2点时为计算点，计算迷路外墙屏蔽厚度。

参数： $A=3.7 \times 10^5\text{MBq}$ ； $Kr=0.111\mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ ； $Hc=2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ， $d=4.26\text{m}$ ；以垂直入射计算。

$$B=Hc \times R^2 / (A \times Kr \times f) = 2.5 \times 4.26^2 / (3.7 \times 10^5 \times 0.111 \times 1) = 1.10 \times 10^{-3}$$

$$X=TVL \times \lg B^{-1} = 152 \times \lg (1.10 \times 10^{-3})^{-1} = 449.7\text{mm}$$

后装治疗机房各屏蔽墙及防护门屏蔽核算结果汇总见表11-8。

表11-8 后装治疗机房各屏蔽墙及防护门屏蔽核算结果汇总

屏蔽墙	墙外关注点	计算参数	计算厚度 (砵) (mm)	原建筑情况及设计厚度	评价
东墙	b	$Hc=10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $d=2.4\text{m}$	433.6	1100mm普通混凝土	符合
南墙	a	$Hc=2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $d=2.4\text{m}$	525.1	1100mm普通混凝土， 原观察窗位置用 混凝土封堵	符合
北墙	c	$Hc=10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $d=3.4\text{m}$	387.7	维持现有1100mm 普通混凝土	符合
顶棚	h	$Hc=10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $d=6.2\text{m}$	308.4	维持现有1100mm 普通混凝土	符合
迷路内墙	-	$Hc=0.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $d=3.45\text{m}$ ； $\theta=45^\circ$	412	维持现有400~600 混凝土	符合
迷路外墙	d	$Hc=2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $d=4.26\text{m}$	449.7	维持现有600~1100mm 普通混凝土	符合
防护门	g	$Hc=2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $R_1=3.18\text{m}$ ； $R_2=8\text{m}$ ； Sw $=22.8\text{m}^2$ ； $\alpha w=3.39 \times 10^{-2}$	6.5mmPb	拟新装7mmPb 电动推拉门	符合

11.2.2.2后装治疗机房辐射影响分析

11.2.2.2.1采用理论计算的方法：

根据GBZ/T201.3-2014《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ放射源放射治疗机房》中计算方法对后装治疗机房屏蔽墙外参考点剂量进行估算。

- ①有效屏蔽厚度 X_e ：见公式。
- ②辐射屏蔽透射因子 B ：见公式。
- ③迷路入口参考点的剂量率 H ：见上节公式。

11.2.2.3各关注点处辐射剂量率计算

后装治疗机各项参数及关注点数据选取与计算与11.2.1相同，剂量率计算按设计图纸给出的设计屏蔽墙体厚度。

①初级辐射关注点（a、b、c、h）剂量率估算：

关注点a的剂量率计算：

照射路径：o1-a；

参数取值：混凝土屏蔽墙厚度1.1m， $f=1$ ， $R=2.4m$ ；

混凝土辐射屏蔽透射因子：

$$B=10^{-(1100)/152}=5.8\times 10^{-8}$$

后装治疗机房南侧关注点（a点）剂量率计算：

$$H=\frac{H_o \cdot f}{R^2} \cdot B = \frac{3.7 \times 10^5 \times 0.111 \times 1}{2.4^2} \times 5.8 \times 10^{-8} = 4.14 \times 10^{-4} (\mu\text{Sv/h})$$

同理主屏蔽区关注点b剂量率为： $4.14 \times 10^{-4} (\mu\text{Sv/h})$

同理主屏蔽区关注点c剂量率为： $2.06 \times 10^{-4} (\mu\text{Sv/h})$

同理主屏蔽区关注点h剂量率为： $6.20 \times 10^{-5} (\mu\text{Sv/h})$

②迷路外墙关注点d剂量为：

参数： $A=3.7 \times 10^5 \text{MBq}$ ； $K_r=0.111 \mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ ； $d=4.26m$ ；外墙屏蔽墙厚度取中值为0.85m；

以垂直入射计算。

$$B=10^{-(850)/152}=2.56 \times 10^{-6}$$

$$H_g = \frac{H_o \cdot f}{R^2} \cdot B = \frac{3.7 \times 10^5 \times 0.111 \times 1}{4.26^2} \times 2.56 \times 10^{-6} = 0.0058 \mu\text{Sv/h}$$

③防护门关注点g处剂量率计算

由上节计算得出迷路入口g处散射辐射的剂量率为49.04 μ Sv/h，建设单位拟设置的防护门为7mm，由此得出：

$$H=Hg \times 10^{-X_c/TVL} = 49.04 \times 10^{-7/5} = 1.95 \mu\text{Sv/h}$$

④由上述计算公式估算后装治疗机房外表面30cm处剂量率预测结果见表11-9。

表11-9 后装治疗机房屏蔽墙体周围剂量当量率估算结果汇总表

关注点	辐射因素	参数选择	辐射剂量率预测值 (μ Sv/h)	关注点周围剂量参考控制水平	是否符合要求
b	初级辐射	X=1.1m; d=2.4m	4.14×10^{-4}	2.5	符合
a	初级辐射	X=1.1m; d=2.4m	4.14×10^{-4}	10	符合
c	初级辐射	X=1.1m; d=3.4m	2.06×10^{-4}	10	符合
h	初级辐射	X=1.1m; d=6.2m	6.20×10^{-5}	10	符合
d	初级辐射	X=0.85m; d=4.26m	5.8×10^{-3}	10	符合
g	散射辐射	X=7mm; TVL _铅 =5mm; R1=3.18m; R2=8m; Sw=22.8m ² ; $\alpha_w=3.39 \times 10^{-2}$	1.95	10	符合

11.2.2.2.3 天空反散射与侧散射估算

后装治疗机房上方有建筑，不存在天空反射与侧散射辐射的发生，故本项目不用进行天空反散射与侧散射估算。

11.2.3 大孔径CT定位机的辐射影响分析

本项目使用的1台大孔径CT模拟定位机，属于III类射线装置，根据本报告第10章节对大孔径CT辐射屏蔽设计方案的分析，本项目大孔径CT机房均有足够的使用空间，面积大于GBZ130-2020标准中规定的面积要求；其四面墙体、顶棚以及观察窗、机房进出口防护门采取了辐射屏蔽设计，充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全，各面墙体

的防护厚度均大于GBZ130-2020标准中规定的屏蔽厚度要求。因此按屏蔽方案完成后，大孔径CT定位机房周围剂量率远小于规范规定的2.5μSv/h的要求，取2.5μSv/h作为大孔径CT定位机房周围剂量率进行职业人员和公众的年附加剂量率计算。

11.2.4 辐射工作人员和周边公众年附加剂量率：

本项目辐射工作人员和周边公众年附加剂量计算公式如下：

$$H=H1 \cdot t \cdot T \cdot U \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式 (25)}$$

式中：

H：年有效剂量当量，mSv/a；

H1：人员居留位置辐射剂量率，μSv/h；

t：年受照时间，h/a；

T：居留因子；

U：使用因子。

11.2.4.1 10MV加速器机房

表11-10 10MV加速器机房辐射工作人员和周边公众年附加剂量率（10MV）

保护对象	所在位置	人数（人）	距屏蔽墙外距离（m）	关注点辐射剂量率μSv/h	年剂量附加剂量mSv/a
工作人员	控制室	2~4	0.3~3.2	0.34	0.31
	设备间	2~5	0.3~11.5	0.34	0.31
	铅模室	1~3	4~7	0.12	0.11
	模具室	1~3	7.2~12	0.06	0.05
公众人员	候诊室	1~5	0.3~3.6	0.34	0.02
	肿瘤放疗中心一层东侧	1~3	7.2~12	0.06	0.05
	院内道路	5~15 (流动人员)	12~20	0.03	0.001
	综合一号楼	10~30	20~35	0.02	0.005
	餐厅	20~50	30~50	0.01	0.009
	消防通道	1~5 (流动人员)	0.3~8	2.19	0.01
	综合教学楼	10~30	9~30	0.34	0.077
院内道路	1~5	29~38	0.06	0.007	

(流动人员)					
西 侧	第一住院部	10~20	40~50	0.03	0.003
	洗涤中心	1~3	0.3~5	0.69	0.008
	高压氧仓和 生殖医学中 心	10~30	5~15	0.17	0.01
	第二住院部	20~100	15~50	0.04	0.009
	污水处理	1~3	45~50	0.01	0.0005
西 北 侧	综合三号楼	5~20	40~50	0.01	0.01
西 南 侧	消毒供应室	1~5	20~30	0.02	0.001
北 侧	院内广场	5~10 (流动人员)	0.3~30	1.07	0.01
	综合二号楼	10~30	15~50	0.13	0.01
楼 上	三层办公区	5~15	0.3~3.8	0.02	0.02
	三层库房	1~2	0.3~3.8	0.02	0.02

表11-11 10MV加速器机房辐射工作人员和周边公众年附加剂量率（6MV）

保护对象	所在位置	人数（人）	距屏蔽墙外 距离（m）	关注点辐射 剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	年剂量附加 剂量 mSv/a
工作 人员	控制室	2~4	0.3~3.2	0.41	0.37
	设备间	2~5	0.3~11.5	0.41	0.37
	铅模室	1~3	4~7	0.14	0.03
	模具室	1~3	7.2~12	0.08	0.07
公众 人员	候诊室	1~5	0.3~3.6	0.41	0.04
	急诊室	1~3	7.2~12	0.08	0.004
	院内道路	5~15 (流动人员)	12~20	0.04	0.002
	综合一号楼	10~30	20~35	0.02	0.02
	餐厅	20~50	30~50	0.01	0.009
	南 侧	消防通道	1~5 (流动人员)	0.3~8	1.05

	综合教学楼	10~30	9~30	0.16	0.04
	院内道路 (流动人员)	1~5	29~38	0.03	0.0004
	第一住院部	10~20	40~50	0.02	0.005
西 侧	洗涤中心	1~3	0.3~5	0.87	0.04
	高压氧仓和 生殖医学中 心	10~30	5~15	0.21	0.04
	第二住院部	20~100	15~50	0.05	0.004
	污水处理	1~3	45~50	0.01	0.002
西 北 侧	综合三号楼	5~20	40~50	0.01	0.002
西 南 侧	消毒供应室	1~5	20~30	0.03	0.077
北 侧	院内广场 (流动人员)	5~10	0.3~30	0.39	0.018
	综合二号楼	10~30	15~50	0.05	0.088
楼 上	三层办公区	5~15	0.3~3.8	0.01	0.009
	三层库房	1~2	0.3~3.8	0.01	0.0005

由上述计算可知，10MV加速器机房进行防护后，放射工作人员的年附加剂量最大为0.37mSv，周围公众的附加剂量最大为0.088mSv。

综上所述，放射工作人员和公众的年附加剂量分别低于本次评价的5.0mSv/a和0.1mSv/a的剂量约束目标值，远低于GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的职业人员20mSv/a和公众5mSv/a的剂量限值。

11.2.4.2 后装机机房

表11-12 后装治疗机房辐射工作人员和周边公众年附加剂量率

保护对象	所在位置	人数(人)	距屏蔽墙外距离(m)	关注点辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	年剂量附加剂量 mSv/a
工作人员	控制室	2~4	0.3~2.5	2.06×10^{-4}	1.86×10^{-4}
	辅助用房	3~7	0.3~16.8	2.06×10^{-4}	1.86×10^{-4}
公众	东侧 室外过道	1~2	0.3~5	4.14×10^{-4}	3.74×10^{-4}

人员		(流动人员)			
东南侧	二道街	5~10 (流动人员)	5~20	3.62×10^{-5}	3.27×10^{-5}
	住宅楼	150~700	20~50	3.74×10^{-6}	3.37×10^{-6}
	病房	5~10	8.5~28	1.62×10^{-5}	1.46×10^{-5}
	综合一号楼	5~20	27~50	2.16×10^{-6}	1.95×10^{-6}
	二道街	5~10 (流动人员)	10~50	1.25×10^{-5}	1.13×10^{-5}
南侧	院内广场	5~10 (流动人员)	8~40	8.91×10^{-6}	8.04×10^{-6}
	肿瘤放疗中心	5~20	30~50	8.82×10^{-7}	7.96×10^{-6}
	院内道路	1~5 (流动人员)	30~50	8.82×10^{-7}	7.96×10^{-6}
	综合教学楼	10~20	40~70	5.13×10^{-8}	4.63×10^{-7}
	洗涤中心	1~3	50~70	3.35×10^{-7}	3.02×10^{-8}
西侧	室内过道	1~5	0.3~2.7	5.8×10^{-3}	5.23×10^{-3}
	大孔径CT模拟 定位机房候诊 区	1~3	5~7.5	1.13×10^{-3}	1.02×10^{-3}
	通道	1~5 (流动人员)	2.7~7.4	2.05×10^{-3}	1.85×10^{-3}
	电梯间	1~5 (流动人员)	2.7~7.5	2.05×10^{-3}	1.85×10^{-3}
	院内广场	5~10 (流动人员)	7.5~50	6.93×10^{-4}	6.25×10^{-4}
北侧	综合三号楼	10~30	10~50	4.67×10^{-4}	4.21×10^{-4}
	北门口街	5~10 (流动人员)	20~50	1.58×10^{-4}	1.43×10^{-4}
	库房	平时无人, 取 1	0.3~3	2.06×10^{-4}	1.86×10^{-4}
	太平间	1~2	10~20	1.15×10^{-5}	1.04×10^{-5}
	北门口街	5~10 (流动人员)	25~50	2.51×10^{-6}	2.26×10^{-6}
楼上	二道街	5~10 (流动人员)	10~30	1.15×10^{-5}	1.04×10^{-5}
	空房	平时无人, 取1	7.2~11	6.20×10^{-5}	5.59×10^{-5}

由上述计算可知，后装治疗机房进行防护后，放射工作人员的年附加剂量最大为 $1.86 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，周围公众的附加剂量最大为 $5.23 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

综上所述，放射工作人员和公众的年附加剂量分别低于本次评价的 5.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的剂量约束目标值，远低于GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的职业人员 20mSv/a 和公众 5mSv/a 的剂量限值。

11.2.4.3 大口径CT模拟定位机房

根据建设单位提供资料，大口径CT模拟定位机房每天最大工作量25人次，每次照射50s，每周工作5天，全年工作52周，即每周工作1.74h。

表11-13 大口径CT模拟定位机房辐射工作人员和周边公众年附加剂量率

保护对象	所在位置	人数（人）	距屏蔽墙外距离（m）	关注点辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	年剂量附加剂量 mSv/a
工作人员	控制室	2~4	0.3~2.5	2.5	0.56
	制模室	1~2	0.3~3	2.5	0.56
公众人员	东侧 室内过道	1~5	0.3~2.7	2.5	0.04
	南侧 候诊区	1~3	0.3~3	2.5	0.04
	西侧 院内广场	1~5	0.3~50	2.5	0.01
	楼上 病房	1~3	0.3~6.9	2.5	0.04

注：机房各屏蔽墙外30cm关注点辐射剂量率取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 保守计算。

由上述计算可知，大口径CT模拟定位机房进行防护后，放射工作人员的年附加剂量最大为 0.56mSv ，周围公众的附加剂量最大为 0.04mSv 。

综上所述，放射工作人员和公众的年附加剂量分别低于本次评价的 5.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的剂量约束目标值，远低于GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的职业人员 20mSv/a 和公众 5mSv/a 的剂量限值。

11.2.4.4 同时受加速器机房、后装机和口径CT模拟定位机房影响的职业工作人员和周围公众的年附加剂量计算

表11-14 共同照射区域职业工作人员和周围公众的年附加剂量

保护对象	所在位置	人数（人）	年剂量附加剂量mSv/a
工作人员	10MV加速器机房控制室	2-4	0.37
	10MV加速器机房辅助用房	3-7	0.11
	后装治疗机房控制室	2~4	0.088
	后装治疗机房辅助用房	3~7	0.088
	大孔径CT模拟定位机房控制室	0.3~2.5	0.648
	大孔径CT模拟定位机房制模室	0.3~3	0.648
公众人员	综合一号楼	5~20	0.02
	综合二号楼	1~2 (流动人员)	0.088
	院内广场	5~10 (流动人员)	0.02
	肿瘤放疗中心	5~20	0.05
	院内道路	1~5 (流动人员)	0.007
	洗涤中心	1~3	0.04

由上述计算可知，10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机房进行防护后，共同照射区域中放射工作人员的年附加剂量最大为0.37mSv，周围公众的年附加剂量最大为0.088mSv。

综上所述，放射工作人员和公众的年附加剂量分别低于本次评价的5.0mSv/a和0.1mSv/a的剂量约束目标值，远低于GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的职业人员20mSv/a和公众5mSv/a的剂量限值。

11.2.5 其他环境影响分析（废气、废水、固废）

11.2.5.1 废气

项目运行产生极少量的臭氧和氮氧化物有害气体，经过治疗室内的机械通风系统排出。

11.2.5.1.1 10MV加速器机房

根据建设单位提供的设计图纸，本项目设计采用上送下排，前送后出，送风口与排风口对角设置。进风管道由迷路入口防护门上方直穿迷路外墙，穿墙采用铅皮进行屏蔽。进风管道断面320cm×250cm沿迷路顶部的吊顶内敷设进风管道到治疗室北侧，分别设有两进

风口，在吊顶内敷设，进风风机风量为1200m³/h。排风管道由迷路入口防护门上方直穿迷路外墙引出治疗室，排风管道断面320cm×250cm，沿迷路通向治疗室南侧，在治疗室西南、东南侧靠地位置分别设有1个排风口，排风风机风量为1400m³/h。治疗室面积为37.6m²，吊顶完成后高度为3.2米，治疗室空气体积为120m³，每小时风次数约为11次。

参考《中国辐射卫生》杂志2020年6月第29卷第3期“三种电子加速器生产的臭氧危害分析”（张震，李玉文，陈飞，王雪涛，佟林全—国家卫生健康委员会安全卫生研究中心）中采用的计算方法，采用NCRP144号报告中的臭氧浓度计算公式，并参考IAEA188报告中有关参数，计算机房内臭氧浓度，在计算过程中假设臭氧在机房内未进行分解，臭氧计算公式：

$$Ct = \frac{gI}{\alpha + Q/V} \times [1 - e^{-(\alpha + Q/V)t}] \times \frac{48000}{6.02 \times 10^{23}} \dots\dots\dots \text{式 (26)}$$

式中：

Ct—为t时刻臭氧浓度，mg/m³；

$\frac{48000}{6.02 \times 10^{23}}$ —为单位体积内臭氧分子数转换为浓度（mg/m³）时的转换系数。

I—为单位时间单位体积内空气中能量的沉积，eV/m³·s；

在已知工作场所吸收剂量率时，再根据空气中的吸收剂量率与I的转换系数，可以计算I值。

由于1eV=1.602176565(35)×10⁻¹⁹J；1J=6.25×10¹⁸eV。

1Gy/s=1J/kg/s=1J/kg·s=1×6.25×10¹⁸eV/kg·s，标准大气压下空气密度为1.29kg/m³，由空气单位时间单位体积内空气中能量的沉积为：

$$I = 1.29\text{kg/m}^3 \times 6.25 \times 10^{18}\text{eV/kg}\cdot\text{s} = 8.1 \times 10^{18}\text{eV/m}^3\cdot\text{s}。$$

g—为单位能量沉积产生的臭氧分子数，eV⁻¹，g的通常值为0.074；

α—为臭氧分子分解速率s⁻¹，其值为2.03×10⁻⁴/s；

Q—为机房空气排出率，m³/s；

V为机房体积，m³。

根据建设单位提供图纸，10MV加速器机房内吊顶高度为3.2m，经计算机房体积为116.12m³，加速器机房排风风机风量为1400m³/h，则Q=0.389m³/s。

根据建设单位提供的数据，治疗病人每次的吸收剂量为2.5Gy，采用标称10MV时最大

剂量率6Gy/min治疗时，出束时间约为25秒，分别计算治疗床上方照射野内和治疗床旁距离等中心水平1米位置的计算机房内的臭氧浓度：

(1) 照射野内的臭氧浓度值为：

I的数值计算：

采用标称10MV时最大剂量率6Gy/min，I₀值为：

$$I_0 = 6/60 \times 8.1 \times 10^{18} = 8.1 \times 10^{17} (\text{eV}/\text{m}^3 \cdot \text{s})$$

$$C_t = \frac{g \times I}{\alpha + Q/V} \times [1 - e^{-(\alpha + Q/V)t}] \times \frac{48000}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$= 0.11 (\text{mg}/\text{m}^3)$$

(2) 治疗床旁边距离等中心水平1米的位置的臭氧浓度：

采用标称10MV时最大剂量率6Gy/min，治疗床旁距离等中心水平1米位置的剂量率考虑患者散射和机房辐射，计算剂量率为：

① 患者人体散射的剂量率H₁

取人体散射角为90°，F=1600cm²，屏蔽透射因子取为1，R_s为1m，α_{ph}查阅GBZ/T201.2

附录B表B.2，10MV散射角90°散射因子为3.81×10⁻⁴。

$$H_1 = \frac{H_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B = 6 \times 3.81 \times 10^{-4} \times 1600/400/1^2 \times 1$$

$$= 9.14 \times 10^{-3} (\text{Gy}/\text{min})$$

② 机头泄漏辐射的剂量率H₂

$$H_2 = \frac{H_0 \cdot f}{R^2} \cdot B = 6 \times 0.001 \times 1/1^2 = 6 \times 10^{-3} (\text{Gy}/\text{min})$$

治疗床旁1米位置的剂量率为：

$$9.13 \times 10^{-3} + 6 \times 10^{-3} = 1.5 \times 10^{-2} (\text{Gy}/\text{min})$$

$$I_1 = 1.5 \times 10^{-2} \times 8.1 \times 10^{18} / 60 = 2.03 \times 10^{15} (\text{eV}/\text{m}^3 \cdot \text{s})$$

$$C_t = \frac{g \times I}{\alpha + Q/V} \times [1 - e^{-(\alpha + Q/V)t}] \times \frac{48000}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$= 0.074 \times 2.03 \times 10^{15} \times [1 - e] \times 48000 / 6.02 \times 10^{23} / (2.03 \times 10^{-4} + 0.389/116.12) / 25$$

$$= 2.87 \times 10^{-4} (\text{mg}/\text{m}^3)$$

经过上述计算可知10MV加速器机房在使最大剂量率600cGy/min、出束25s的情况下在加速器照射的中心位置局部点臭氧浓度达到了0.11 (mg/m³)，而在治疗床边距离等中心水

平1米的距离上，臭氧浓度仅仅为 2.87×10^{-4} (mg/m³)，能够满足(GB/T18883-2002)《室内空气质量标准》中臭氧1小时均值 <0.16 mg/m³的标准限值，对机房周围的环境影响满足(GB3095-2012)《环境空气质量标准》中二级标准中1小时均值 <0.2 mg/m³的标准限值。本项目10MV加速器产生的臭氧通过通风管道引至机房排放经自然稀释后对环境影响较小。采取通风措施后，本项目肿瘤治疗中心10MV加速器运行时所产生的臭氧对机房周围的大气环境影响较小。

11.2.5.1.2 后装治疗机房

根据建设单位提供的设计图纸，本项目后装治疗机房设计采用上送下排，前送后出，送风口与排风口对角设置。进风管道由迷路入口防护门上方直穿迷路外墙，穿墙采用铅皮进行屏蔽。进风管道断面250cm×250cm沿迷路顶部的吊顶内敷设进风管道到治疗室北侧，分别设有两个进风口，在吊顶内敷设，进风风机风量为600m³/h。排风管道由迷路入口防护门上方直穿迷路外墙引出治疗室，排风管道断面250cm×200cm，沿迷路通向治疗室南侧靠地位置设有1个排风口，治疗室面积为28.7m²，吊顶完成后高度预计3.2米，治疗室空气体积为91.8m³，每小时风次数约为9次。

依据《辐射防护手册第三分册》、《辐射所致臭氧的估算与分析》（中华放射医学与防护杂志，1994年第14卷第2期第101页），后装机治疗室内臭氧的产生率可按以下公式进行计算：

$$Q_0 = 2.28 \times 10^{-4} \times A \times G \times V^{1/3} \dots \dots \dots \text{式 (27)}$$

式中：

Q_0 —治疗室臭氧的产生率，mg/h；

A —放射源的总活度，Ci；

G —空气每吸收100eV的辐射能量所产生的臭氧分子数，取 $G=10$ ；

V —治疗室的体积，m³。

2.28×10^{-4} —对于¹⁹²Ir放射源，计算参数取值；

本项目后装治疗机的放射源活度为370GBq=10Ci，治疗室内体积 $V=91.8$ m³，采用上述公式进行计算，则治疗室臭氧的产生率为0.1mg/h。后装机治疗室机房设计通风量860m³/h，换气次数可达9次/h。当考虑臭氧分解及室内通风时，任意时刻 t 时治疗室臭氧的浓度可按如下公式进行计算：

$$Q_1 = Q_0 \times T \times (1 - e^{-t/T}) / V \dots \dots \dots \text{式 (28)}$$

式中：

Q_1 —治疗室臭氧的浓度， mg/m^3 ；

T —有效清除时间， $T = t_v \times t_d / (t_v + t_d)$ ， h ；

t_v —为治疗室换气 1 次所需时间， h ；

t_d —为臭氧的有效分解时间， h ；

t —治疗时间， h ；

V —机房的体积， m^3 ；

当辐照时间很短， $t < T$ 时，则 $Q_1 = Q_0 \cdot t / V$ 。

本次计算中，臭氧有效分解时间取 0.83h，本次治疗室换气次数为9次/h，换气1次所需时间为0.11h，算出效清除时间 T 为0.097h。后装机单次治疗时间为6min（即0.1h），则计算出机房内空气臭氧浓度 Q_1 为 $7.01 \times 10^{-5} \text{mg}/\text{m}^3$ 。远小于GB/T18883-2002《室内空气质量标准》中臭氧1小时均值 $< 0.16 \text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值，对机房周围的环境影响满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准中1小时均值 $< 0.2 \text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值。

本项目后装治疗机产生的臭氧通过通风管道引至机房排放经自然稀释后对环境影响较小。采取通风措施后，本项目肿瘤治疗中心后装治疗机运行时所产生的臭氧对机房周围的大气环境影响较小。

11.2.5.1.3 大孔径CT模拟定位机房设有动力进风和排风设备，在设备运行期保护运行期间能起到良好的通风作用。满足GBZ130-2020放射诊断放射防护要求。

11.2.5.2 废水

本项目不产生废水，水冷机循环冷却水补充新水，采用桶装冷却水，无废水产生，不对环境产生影响。

11.2.5.3 固废

加速器靶件物质经长期照射产生少量的感生放射性，在放置几天后基本上自行消除，加速器的一般使用寿命为10年左右，加速器的钨靶在使用期间损坏的几率很低，有的甚至到设备报废也没有更换过的靶件。根据HJ1198-2021《放射治疗辐射安全与防护要求》中8.2.2.1条，质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射

性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。因此本项目10MV加速器如果靶件损坏或设备退役时，靶件作为放射性固废处置，由维修单位负责回收或有资质单位进行处置。

根据建设单位提供资料，后装治疗机退役的放射源由放射源供应单位负责回收处置。

11.2.6 事故影响分析

11.2.6.1 加速器事故工况

直线加速器可能发生的事故直线加速器不运行时不存在放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当加速器运行期间才会产生X射线等危害因素，而且最大可能的事故主要有以下几种情况：

- (1) 加速器发生故障或人员疏忽，造成剂量设置错误，使受检者或工作人员受到超剂量照射；
- (2) 人员误入加速器机房未及时发现受到辐射照射；
- (3) 工作人员未按照操作规程进行操作，未及时停止机器运行和关闭防护门，使工作人员及公众人员受到照射；
- (4) 患者进出门损坏，未及时维修，公众人员误打开，受到意外照射；
- (5) 检修时，检修人员触动直线加速器开关，造成检修人员发生急性重度放射病、局部器官残疾。

11.2.6.2 后装治疗机事故工况

后装治疗机可能发生的事故，最大可能的事故主要有以下几种情况

- (1) 源密封壳破损，源活性物质泄漏时对周边环境造成外照射；
- (2) 治疗过程中，出现安全联锁失效、人员误入机房的情况，或放射源阻丝、源位异常、卡源等，造成工作人员或公众的外照射。
- (3) 放射源丢失或被盜，对周围环境或部分公众造成外照射。

11.2.7 事故预防措施

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，发生辐射事故时，建设单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门，生态环境主管部门接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，控制并消除事故影响，同时将辐射事故信息报告本级人民政府和上级人民政府生态环境主管部门。县级以上地方人民政府及其有关部门接到辐射事故报告后，应当按照事故分级报

告的规定及时将辐射事故信息报告上级人民政府及其有关部门。

综上所述，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，避免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于可能发生的各种事故，除了在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

(1) 建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作；

(2) 加强人员的培训，考核合格、持证上岗；

(3) 建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施；

(4) 制定事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件；

(5) 辐射工作人员必须严格按照射线装置操作程序进行操作，每日检查防护门上的联锁装置、灯光警示装置是否正常，如果失灵，应立即修理，恢复正常，防止事故照射的发生；

(6) 委托有资质的单位对机房周围环境进行监测，以确保射线装置的防护设施达到要求，避免工作人员和公众受到不必要的辐射照射；

(7) 加强安全保卫措施，无关人员禁止进入工作场所。

建议建设单位将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加内部应急领导小组成员电话，并做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。一旦发生辐射事故，立即断电、启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急领导小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门。同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

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

12.1.1 辐射防护安全和应急救援工作领导小组

建设单位成立了放射诊疗管理委员会，负责辐射防护管理工作。放射诊疗管理委员会明确了人员组成和职责，确定有专职管理人员全面负责相关工作。

建设单位成立了放射事故应急处理领导小组，明确了小组成员及职责。

12.1.2 辐射工作岗位人员配置情况

(1) 人员配置

本项目辐射工作人员配置情况：本项目拟配备的辐射工作人员均为原放疗科工作人员。

(2) 辐射安全与防护培训

建设单位辐射工作人员均在核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行了考核，本项目辐射工作人员也均参加考核并取得《辐射安全与防护培训合格证》。

(3) 专业技能

射线操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

(4) 个人剂量

建设单位已委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司对辐射工作人员个人剂量进行监测。

辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强：

(1) 对使用射线装置的辐射工作人员，应加强操作人员对其安全操作的培训。

(2) 建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗，需确保在有效期内。

(3) 个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

12.2 辐射安全管理规章制度

建设单位为开展核技术利用项目，确保放射性核素和射线装置的安全使用，已制定的制度有：《放射防护安全管理制度》《放射源和放射性同位素安全管理制度》《放射工作人员个人剂量计管理制度》《放射诊疗设备质量保证方案》《放射诊疗设备质量控

制及防护检测制度》《放射人员健康档案管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射工作人员防护培训管理制度》《受检者放射危害告知与防护制度》《辐射监测计划》《医用电子加速器操作规程》，同时针对可能发生辐射事故，制定了《辐射事故应急预案》。

根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29号文）的要求，建设单位制度制定情况详见表12-1。

表12-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）

辐射安全管理部分

管理内容	管理要求	制度建设情况
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	有专人负责
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	有
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	有
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	有
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	有
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）	有
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案	有
	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案	有
应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练	有
	应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序	有

建设单位应根据表12-1的要求，结合建设单位工作内容，进一步补充、完善各项制

度，并根据内容认真组织落实。

12.3 辐射监测

根据国家相关法规规定，开展放射诊疗工作的医疗机构应当对其设备性能、工作场所防护以及放射工作人员职业受照情况开展自主或者委托检测，以保障放射诊疗工作的正常开展以及人员的健康和安全。

建设单位制定有《辐射检测计划》，配备有X- γ 辐射监测仪1台，个人剂量报警仪2台，定期对直线加速器机房的控制室、四周墙体外、防护门外环境进行监测，并监测记录存档，设备由专人进行妥善保管。如发现监测结果超过国家标准，立即报告及时查找问题并整改。

监测频率：应每月进行一次。

监测范围：10MV加速器、后装治疗机工作场所及周围环境。

监测项目：X- γ 辐射剂量率。

12.4 辐射事故应急

建设单位已根据《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与防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规规定，已制定《辐射防护安全管理应急处置预案》，以加强对射线装置的安全管理，预防辐射事故的发生、控制或减轻事故后果。

建设单位已制定的《辐射事故应急预案》主要内容如下：

(1) 辐射事故发生时应立即切断射线装置电源，撤离控制区人员，及时报告公司辐射事故应急领导小组（口头通告或按公司应急小组通讯录通过固定电话、移动电话通告），保护、维持好事故现场，防止事故进一步扩大。

(2) 在应急领导小组组长的指挥下，启动辐射事故的应急响应预案，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。

(3) 发生辐射事故时，要及时向上级主管部门上报，提供应急救援有关的基础资料，为上级主管部门制订救援和处置方案时参考。对可能受到辐照伤害的人员，应立即送至当地卫生主管部门指定的医院或请求医院立即派人赴现场，采取救治措施。

(4) 事故发生后，要及时收集与事故有关的物品和资料，做好调查工作，认真分析原因，尽量减少事故影响，保护工作人员和公众安全。

(5) 积极配合卫生健康和环保部门对事故原因的调查，写出事故调查报告，处理好

善后工作。

建设单位制定的《辐射事故应急预案》内容基本完善，已具备一定的辐射事故应急处置能力，能够基本满足辐射安全管理要求；建议建设单位根据建设单位现有的辐射源项种类和本项目10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机的设备性能参数及设备使用特点，修订、完善辐射事故应急预案；删除没有的内容，将新增的设备加入到辐射事故应急预案，并提出针对性的应急措施。建设单位还应依据国家相关法律法规、标准，不断对进行补充修改、完善，使应急预案更具有操作性、可行性。同时加强应急预案演练，提高事故应急处置能力。

12.5 项目环保投资及竣工环境保护验收清单

本项目总投资共计2799.5万元，环保投资161万元，约占项目投资额的5.8%，本环保投资主要为原6MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机房防护墙体加厚改造，配套的门机联锁、应急开关、应急照明等防护装置的投资和辐射环境验收监测等费用，具体见表12-2。

表12-2 环保投资估算表

实施阶段	类别	污染源或污染物	污染防治措施或设施	费用（万元）
项目准备阶段	环境咨询服务	/	/	30
施工期	废气	施工扬尘	施工围挡、定期洒水等	5
	固体废物	建筑垃圾和生活垃圾	生活垃圾统一纳入建设单位生活垃圾清运系统，建筑垃圾由环卫部门统一清运	
项目验收阶段	竣工验收监测	—	—	—
运营期	辐射环境	O ₃ 、NO _x X射线	通风设施 门机联锁、视频监控、对讲设备、急停按钮、工作状态指示灯、红外线防夹设施、剂量和时间联锁系统（设备自有） 机房屏蔽墙、防护门	120
	环境管理	制定环境管理制度（修改原有）		
环境管理		配备个人防护用品（利旧）		/
环境		配备辐射环境检测仪器（利旧）、定期自检；		3

监测	年度场所监测	
人员	配备个人剂量计（利旧），定期送检	3
管理	辐射工作人员职业体检	-
环保总投资估算（万元）		161

本项目建设完成后，建设单位应及时委托有资质的监测机构进行环保竣工验收监测，按照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29号）规定的内容进行环境保护自主验收工作。本项目环保验收清单见表12-3。

表12-3 本项目环保验收清单

序号	项目	具体要求	
1	*人员 管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作
		年初工作安排和年终工作总结，应包含辐射环境安全管理工作内容	
		明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责	
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	
	辐射防护 负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识	
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度评估报告	
		建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	
		建立辐射安全管理档案	
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录	
		辐射工作人员定期进行职业健康体检	
直接从事 放射工作 的作业人 员	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗。		
	了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺		
	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况时，能有效处理		
2	*机构建设	设立辐射环境安全机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人	

3	*制度建立与执行	制定有《放射防护安全管理制度》《放射源和放射性同位素安全管理制度》《放射工作人员个人剂量计管理制度》《放射诊疗设备质量保证方案》《放射诊疗设备质量控制及防护检测制度》《放射人员健康档案管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射工作人员防护培训管理制度》《受检者放射危害告知与防护制度》《辐射监测计划》《医用电子加速器操作规程》等管理制度，使其科学、合理、可行
4	*应急管理	制定具有可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练 辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序
5	医用电子加速器机房	*布局 治疗室满足使用设备的空间要求
		*通风 治疗室设计有通风装置，通风换气次数约11次/h
		*标志及指示灯 设置醒目的电离辐射警示标志及照射状态指示灯
		*防护性能 墙壁及防护门的屏蔽厚度符合屏蔽标准要求，穿越防护墙的导线、导管等不影响其屏蔽防护效果
		*辐射安全与连锁 控制台和治疗室内分别设置紧急停机开关，应急开关×6 治疗室和控制室之间设置监视和对讲设备，监控装置×3，对讲装置×1 治疗室入口处设置防护门和迷道，门灯机连锁 治疗室内设置紧急开门按钮
6	后装 γ 源近距离治疗机房	*分区 按标准要求划分控制区、监督区 控制区：治疗室；监督区：控制区周围的区域和场所
		*布局 治疗室、准备室和控制室分开设置
		*通风 治疗室设置机械通风装置，换风次数可达9次/h
		*标志及指示灯 控制区进出口设置醒目的电离辐射警示标志 治疗室外防护门上方设置工作状态指示灯
		*防护性能 墙壁及防护门的屏蔽厚度符合屏蔽标准要求 *辐射 治疗室设置门机连锁，入口处设置迷道

	安全与 联锁	治疗室防护门设置手动开门装置
		治疗室迷道出、入口处设置固定式辐射剂量监测仪并有报警功能，固定式剂量报警仪×2
		治疗室和控制室之间设置监视和对讲设备，监控装置×4，对讲设备×1
		治疗室内适当位置设置急停开关，应满足按下急停开关能使放射源自动回到后装治疗设备的安全要求，急停开关×6
		治疗期间，发生停电、卡源或意外中断照射时，放射源必须能自动返回工作贮源器，并发出声光报警信号
		设有手动回源措施
		III类以上放射源建立放射源在线监控系统
	应急 准备	*治疗室内配备合适的储源容器、长柄镊子等应急设备
		治疗室内合适位置张贴应急指示
7	*布局	每台 X 射线机（不含移动式 and 便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）设置单独的机房，机房满足使用设备的空间要求
		机房内布局合理，有用线束避开照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物
	*通风	机房设置动力排风装置，并保持良好的通风，通风次数达5次/h
	*标志及 指示灯	机房门外设置电离辐射警示标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯
	*防护 性能	机房墙壁符合屏蔽防护标准要求，门、窗合理设置，并与其所在墙壁具有相同的防护性能
	*辐射	
	安全与 联锁	机房门设置防夹装置，且工作状态指示灯与机房门能有效联动
8	剂量率控制水平	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： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$
9	年附加剂量约束 目标值	放射工作人员年附加剂量分别低于 5.0mSv/a ，公众人员年附加剂量低于 0.1mSv/a 的剂量约束目标值
注：表中标注有“*”内容为关键项，为强制性规范要求。		
根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十四条：“建设项目的环评文件经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生		

态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。建设项目的环境影响评价文件自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报原审批部门重新审核；原审批部门应当自收到建设项目环境影响评价文件之日起十日内，将审核意见书面通知建设单位。”

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 建设单位为了提高放疗科肿瘤患者的治疗效率，将建设单位肿瘤放疗中心一层西北侧6MV加速器更新为10MV加速器；将综合二号楼一层东北侧原模拟定位机房改建为后装治疗机房；将综合二号楼一层西北侧原CT机房改建为大孔径CT模拟定位机，本项目3间机房均为改建再利用，分别设置于建筑物的一侧，辐射集中管理区域，对周边环境影响小，项目选址合理可行；

(2) 本项目10MV加速器机房尺寸为6.53m×5.6m，有效使用面积（不含迷路）为36.6m²，后装治疗机房尺寸为4.35m×6.6m，有效使用面积（不含迷路）为28.7m²，机房与控制室分离，迷路为“直线”型，迷路口设置有防护门，符合GBZ/T 201.1-2007《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”及GBZ 121-2020《放射治疗放射防护要求》中“放射治疗机房应有足够的有效使用空间”的规定；模拟定位机房最小单边长度5.04m，设计有效使用面积32.7m²，满足GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》的要求；

(3) 10MV加速器、后装治疗机拟重新设计进排风系统，并按要求设置门-灯-机连锁装置、急停开关等设施，可满足GBZ 121-2020《放射治疗放射防护要求》的要求；对大孔径CT模拟定位机房重新设计进排风系统设施，可满足GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》的要求；

(4) 建设单位成立有辐射防护委员会，明确专职辐射安全管理人员，制定了部分辐射安全管理规章制度；

(5) 建设单位辐射工作人员均已取得辐射安全与防护培训合格证书，持证上岗，建立了个人剂量档案和职业健康监护档案；

(6) 建设单位在完善环评相关要求前提下，具备相应的辐射安全管理能力，该建设项目在辐射安全与防护方面满足要求。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 非辐射环境影响

①本项目均选用低噪声设备，可满足相关标准的要求；

②10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机在运行过程中产生少量的臭氧和

氮氧化物，经排风系统排到室外，通过大气稀释分解，机房内和室外空气质量满足相关标准的要求；

③10MV加速器、后装治疗机和大孔径CT模拟定位机在运行期间无废水和固体废物产生。

(2) 辐射环境影响

①根据本项目计算结果，本项目10MV加速器、后装治疗机房四周墙体及顶棚0.3米处的周围辐射剂量率均低于本项目确定的评价控制目标值；

②大孔径CT机房有足够的使用空间，其四面墙体、顶棚以及观察窗、机房进出口防护门采取了辐射屏蔽设计，充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。各面墙体的防护厚度均大于GBZ130-2020 标准中规定的屏蔽厚度要求。

13.1.3 可行性分析结论

(1) 按照《产业结构调整指导目录(2019年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号修改，2020年1月1日起施行)：“第一类鼓励类”中的“六、核能”中“6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”和“十三、医药”中的“5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”的规定，本项目加速器、后装治疗机属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

(2) 该项目给社会带来的利益远大于其使用引起的辐射影响，符合GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中辐射防护“实践的正当性”的要求。

13.1.4 总结论

综上所述，建设单位核技术利用项目符合国家产业政策以及辐射防护实践正当性原则，选址合理，项目在严格落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射管理措施后，具备辐射活动相适应的核技术应用能力，项目所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求。

因此，从环境保护和辐射防护角度分析，本项目建设 and 运行可行。

13.2 建议

1、对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实，在项目建设同时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”；

2、应加强各科室工作人员辐射防护知识的宣传教育，提高其自身安全防护意识，并落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，不断完善相应的辐射管理制度、环境监测计划和风险事故应急处理预案；

3、建设单位要严格执行辐射污染防治与辐射环境管理的法律法规，认真落实各项污染防治措施和要求；制定和完善辐射防护管理规章制度，规范辐射防护管理；建立健全核技术利用项目各项档案管理，认真开展自查自评工作，发现问题及时整改；

4、辐射人员应实行轮换制度，减少工作人员接触射线时间，以减少工作人员受照剂量。在操作过程中需要穿戴好防护用品并佩戴个人剂量计；

5、建设单位应制定辐射监测计划定期对辐射工作场所进行自主监测，并每年委托有资质的机构对辐射工作场所进行年度检测；定期检查使用射线装置机房门-灯、门-机安全联锁装置、防护仪表，发现问题及时解决；

6、建设单位10MV加速器、后装治疗机核技术利用项目必须在环评审批通过，按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，并编制验收报告，验收合格并取得辐射安全许可才能正式投入使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：			
		公 章	
经办人		年	月 日
审批意见：			
		公 章	
经办人		年	月 日

固件

附件1 委托书

建设项目环境影响评价

委托书

委托单位:延安大学附属医院

受托单位: 陕西华大普泰检测技术有限公司

委托事项:

我单位拟进行延安大学附属医院新增射线装置核技术利用项目的建设,根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等环保法律、法规的规定,特委托陕西华大普泰检测技术有限公司承担新增射线装置核技术利用项目的环境影响评价工作。

委托单位:延安大学附属医院

2021年8月2日



附件3 辐射安全许可证



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	延安大学附属医院		
地址	陕西省延安市宝塔区北大街43号		
法定代表人	白茫茫	电话	0911-2881007
证件类型	身份证	号码	612601197105290013
涉源部门	名称	地址	负责人
	核医学诊断科	陕西省延安市宝塔区延大附属医院本部核医学科	贺煜
	肿瘤科	陕西省延安市宝塔区延大附属医院肿瘤科	赵红
	放射科	陕西省延安市宝塔区延大附属医院放射科	李建龙, 李延静
	消化内科内镜室	陕西省延安市宝塔区延大附属医院本部消化内科内镜室	马莹
	CT诊断科	陕西省延安市宝塔区延大附属医院本部CT诊断科	姬星
介入导管室	陕西省延安市宝塔区延大附属医院东关分院介入导管室	何爱利	
种类和范围	使用III类放射源; 使用II类、III类射线装置; 使用非密封放射性物质, 内级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件	使用III类放射源; 使用II类、III类射线装置; 使用非密封放射性物质, 内级非密封放射性物质工作场所。		
证书编号	陕环辐证[50001]		
有效期至	2023年01月28日		
发证日期	2020年12月28日 (发证机关章)		



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	延安大学附属医院		
地址	陕西省延安市宝塔区北大街43号		
法定代表人	白茫茫	电话	0911-2881007
证件类型	身份证	号码	612601197105290013
涉源部门	名称	地址	负责人
	骨科	陕西省延安市宝塔区延大附属医院本部骨科	刘志斌
	碎石中心	陕西省延安市宝塔区延大附属医院本部碎石中心	高维学
种类和范围	使用III类放射源; 使用II类、III类射线装置; 使用非密封放射性物质, 内级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件	使用III类放射源; 使用II类、III类射线装置; 使用非密封放射性物质, 内级非密封放射性物质工作场所。		
证书编号	陕环辐证[50001]		
有效期至	2023年01月12日		
发证日期	2020年12月28日 (发证机关章)		



活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号: 陕环辐证[50001]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	移动式拍片机	III类	1	使用
2	移动DR	III类	2	使用
3	医用电子直线加速器	II类	2	使用
4	医用X射线牙科机	III类	1	使用
5	小C型臂	III类	1	使用
6	胃肠X光机	III类	1	使用
7	体外冲击波碎石机	III类	1	使用
8	双源CT	III类	1	使用
9	数字乳腺X光机	III类	1	使用
10	数字减影机	II类	3	使用
11	数字减影机	III类	1	使用
12	全身X射线计算机断层扫描装置	III类	1	使用
13	全景X射线系统	III类	1	使用
14	DR	III类	5	使用
15	医用CTISX(挂)	III类	2	使用
16	7500C电管X射线成像系统	III类	2	使用
17	16排GP 以UK-100	III类	1	使用

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号陕环辐证[50001]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
1	全身X射线计算机断层扫描装置定位机	SOMATOM SP(RIT)	III类	放射治疗模拟定位装置	本部放射治疗中心一室	来源 上海西门子 去向		
2	医用电子直线加速器_6兆加速器	Primus	II类	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	本部放射治疗中心三室	来源 德国西门子 去向		
3	数字减影机 数字减影X射线机	Innova 3100	II类	血管造影用X射线装置	分院介入导管二室	来源 美国GE 去向		
4	数字减影机	Artis zee Floor	II类	血管造影用X射线装置	分院介入导管二室	来源 德国西门子 去向		
5	数字减影X射线机	Artis Zee Ceiling	II类	血管造影用X射线装置	分院介入导管二室	来源 德国西门子 去向		
6	胃肠X光机	Axion Iconos MD	III类	医用诊断X射线装置	本部放射科门诊二楼胃肠室	来源 德国西门子 去向		
7	移动DR	Sirius 130HP	III类	医用诊断X射线装置	本部放射科移动DR	来源 日立 去向		
8	数字乳腺X光机	hologic inc selenia	III类	医用诊断X射线装置	本部放射科综合医技楼数字乳腺室	来源 美国hologic, Inc 去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 陕环辐证[50001]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
9	移动式C型臂	oMC560i	III类	医用诊断X射线装置	本部十手术室	来源 上海联影医疗技术有限公司			
10	7500C型臂X射线成像系统 移动式C型臂	oMC560i	III类	医用诊断X射线装置	本部十手术室	来源 上海联影医疗技术有限公司			
11	移动式G型臂	Digitalc 100A/AC	III类	医用诊断X射线装置	本部十一手术室	来源 北京东方惠尔技术有限公司			
12	体外冲击波碎石机	HK-ESWL-VI	III类	医用诊断X射线装置	本部碎石中心	来源 深圳惠康			
13	双源CT	SOMATOM Definition Flash	III类	医用诊断X射线装置	分院门诊负一楼双源CT室	来源 德国西门子			
14	DR	DR780i	III类	医用诊断X射线装置	分院门诊一楼DR室	来源 上海联影医疗技术有限公司			
15	DR	AXIOM ARISTOSFX PLUS	III类	医用诊断X射线装置	分院门诊一楼DR室	来源 德国西门子			
16	DR	SEDECAL	III类	医用诊断X射线装置	分院门诊一楼DR室	来源 西班牙			



台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 陕环辐证[50001]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
17	数字胃肠机	Populus Ti	III类	医用诊断X射线装置	本部放射科门诊二楼胃肠室	来源 日立			
18	医用电子直线加速器 15MV 电子直线加速器	ONCOREXP Resession	II类	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	本部放射治疗中心三室:本部放射治疗中心二室	来源 德国西门子			
19	移动DR	mDR370i	III类	医用诊断X射线装置	本部放射科移动DR	来源 上海联影			
20	DR	mDR588i	III类	医用诊断X射线装置	分院门诊一楼DR室	来源 上海联影医疗技术有限公司			
21	128层CT	UCT760	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	本部一楼CT诊断科	来源 上海联影			
22	全景X射线系统	ProMax 3D	III类	口腔(牙科)X射线装置	本部口腔医院一楼一室	来源 芬兰			
23	医用X射线牙片机	Vario DG	III类	口腔(牙科)X射线装置	本部口腔医院一楼二室	来源 意大利			
24	小C型臂	JZ06-1	III类	医用诊断X射线装置	分院手术室	来源 西安集智			

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：陕环辐证[50001]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
25	CT机(128双排)	SOMATOM Erspec 44	III类	医用X射线计算机断层 扫描(CT)装置	本部一楼CT诊断科	来源 德国西门子公司 去向		
26	DR	AXIOM Aristos VX Plus	III类	医用诊断X射线装置	分院门诊二楼DR室	来源 德国西门子公司 去向		
27	40排CT	uCT530	III类	医用X射线计算机断层 扫描(CT)装置	本部二楼CT诊断科	来源 上海联影医疗技术有 限公司 去向		
	以下空白					来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		

附件4 辐射环境质量现状监测报告



正本

监测报告

QNJC-202111-E043

项目名称：延安大学医学院附属医院放疗中心
辐射环境本底监测

委托单位：陕西华大普泰检测技术有限公司

监测性质：委托监测

报告日期：2021年12月10日

陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

(监测专用章)

报告说明

- 1、本报告适用于陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司电离辐射、电磁辐射等项目的监测报告。
- 2、报告无陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司“监测专用章”、无骑缝章、无MA章、无编制人、审核人、签发人签字无效。
- 3、本公司接受委托送检的，其检验检测数据、结果仅证明样品所检验检测项目的符合性情况。
- 4、不可重复性试验、不能进行复检的，不进行复检，委托单位放弃异议权利。
- 5、如委托单位对本报告检测数据有异议，应于收到本报告之日起十五日内向本公司提出书面申诉，逾期则视为认可检测结果。
- 6、本《监测报告》全部或部分复制，私自转让、盗用、冒用、涂改或以其他任何形式篡改的均属无效。
- 7、未经我公司同意，不得用于委托范围之外的其他商业用途。
- 8、*为分包监测结果。
- 9、委托方需对自己提供的信息负责。

名称：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司
地址：陕西省西安市雁塔区雁翔路99号博源科技广场C座502室
电话：029-89586445
传真：029-89586445
网址：www.qznrs.net
邮政编码：710054



微信公众号

监测报告

项目名称	延安大学医学院附属医院放疗中心辐射环境本底监测		
委托单位	陕西华大普泰检测技术有限公司		
监测地点	陕西省延安市宝塔区北大街 43 号		
联系人	田东	联系电话	180 9203 5161
监测类别	电离辐射	委托编号	QNJ-202111-E043
监测日期	2021 年 11 月 26 日	采(送)样日期	/
监测因子	γ 辐射空气吸收剂量率	监测人员	冯冬、马柯
监测及评价依据	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)		
监测结果	详见表 2		
附件	图 1 肿瘤放疗中心一层监测点位图 图 2 肿瘤放疗中心二层监测点位图 图 3 肿瘤放疗中心三层监测点位图 图 4 肿瘤科一病区一层监测点位图 图 5 肿瘤科一病区二层监测点位图 图 6 现场监测图		
备注	/		

一、仪器设备

表 1 仪器设备基本信息

序号	名称	型号	编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
1	辐射防护用 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪	RJ38-3602	QNJ- YQ-034	0.01-600.00 μ Sv/h	中国辐射防护研究院放射性计量站/校字第 [2021]-SQL1335	2022.11.01

二、监测结果

表 2 辐射环境本底监测结果

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 ^[1] (μ Gy/h)		备注
		测值范围	平均值	
肿瘤放疗中心				
1	拟建加速器机房	0.02~0.04	0.03	一层
2	迷道	0.02~0.04	0.04	
3	预留房间	0.04~0.08	0.06	
4	预留房间	0.04~0.07	0.06	
5	预留房间	0.03~0.06	0.05	
6	预留房间	0.06~0.09	0.08	
7	预留房间	0.05~0.07	0.06	
8	预留房间	0.05~0.08	0.06	
9	后装控制室	0.05~0.08	0.06	
10	洗衣房区域	0.04~0.07	0.06	
11	南墙外(室外过道)	0.04~0.07	0.05	
12	北墙外(室外过道)	0.04~0.06	0.06	
13	走廊	0.02~0.05	0.04	二层
14	办公室	0.04~0.07	0.05	
15	办公室	0.04~0.07	0.05	
16	办公室	0.04~0.07	0.05	
17	休息间	0.04~0.07	0.05	
18	物理室	0.03~0.06	0.05	
19	计划室	0.04~0.08	0.06	
20	预留房间	0.04~0.08	0.06	三层
21	预留房间	0.04~0.08	0.05	
22	大厅	0.04~0.08	0.06	

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 ^[1] (μGy/h)		备注
		测值范围	平均值	
肿瘤科一病区				
1	办公室	0.03~0.08	0.05	一层
2	控制室	0.04~0.09	0.06	
3	拟建 CT 机房	0.04~0.07	0.05	
4	04 病房	0.04~0.08	0.05	
5	楼梯间	0.04~0.08	0.06	
6	人员走廊	0.04~0.08	0.06	
7	值班室	0.04~0.07	0.06	
8	拟建后装机房	0.04~0.09	0.07	
9	等候区	0.04~0.08	0.06	
10	控制室	0.04~0.07	0.05	
11	卫生间	0.04~0.08	0.06	
12	03 病房	0.04~0.08	0.06	
13	室外	0.03~0.07	0.05	
14	室外	0.03~0.07	0.05	
15	室外过道	0.04~0.07	0.05	
16	人员走廊	0.03~0.06	0.05	二层
17	病房	0.03~0.06	0.05	
18	病房	0.04~0.06	0.05	
19	水房	0.04~0.07	0.05	
20	清洁间	0.03~0.06	0.05	
21	人员走廊	0.03~0.05	0.04	

注：[1] 监测结果已扣除宇宙射线响应值。

(报告正文完)

报告编制人 冯兵

审核人 王斌

签发人 王斌

编制日期 2021.12.10

审核日期 2021.12.10

签发日期 2021.12.10

附件:

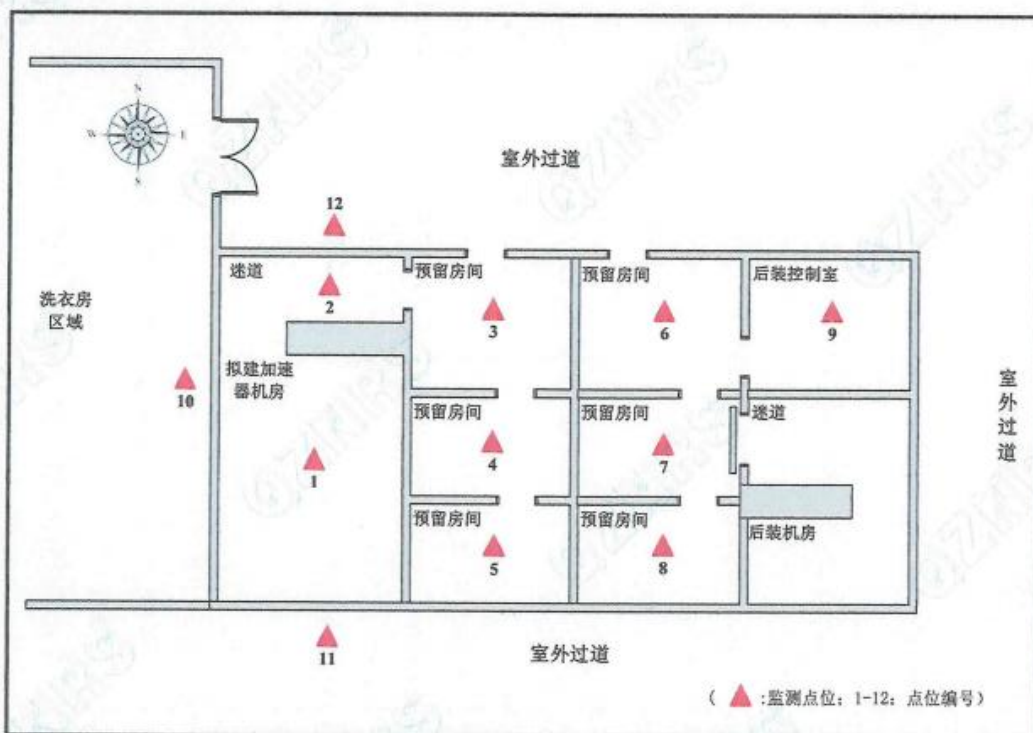


图 1 肿瘤放疗中心一层监测点位图

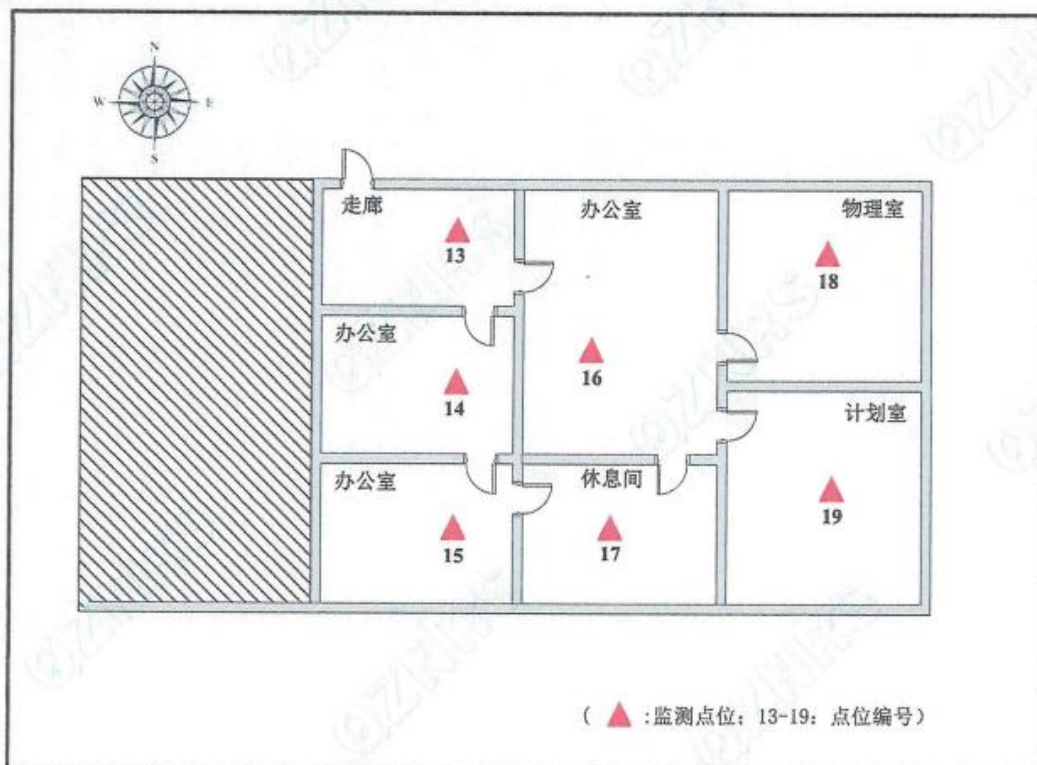


图 2 肿瘤放疗中心二层监测点位图

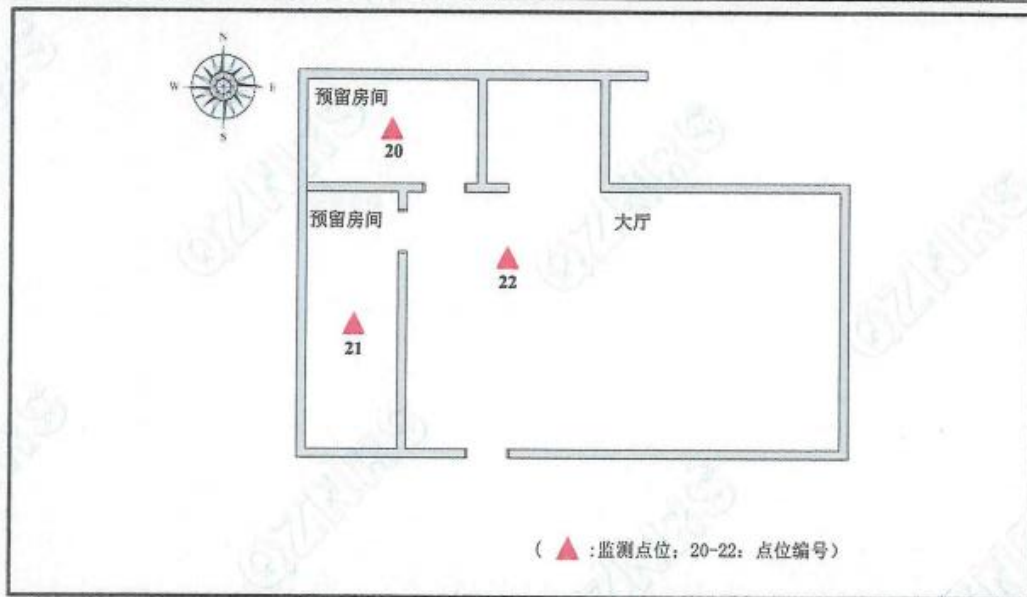


图3 肿瘤放疗中心三层监测点位图

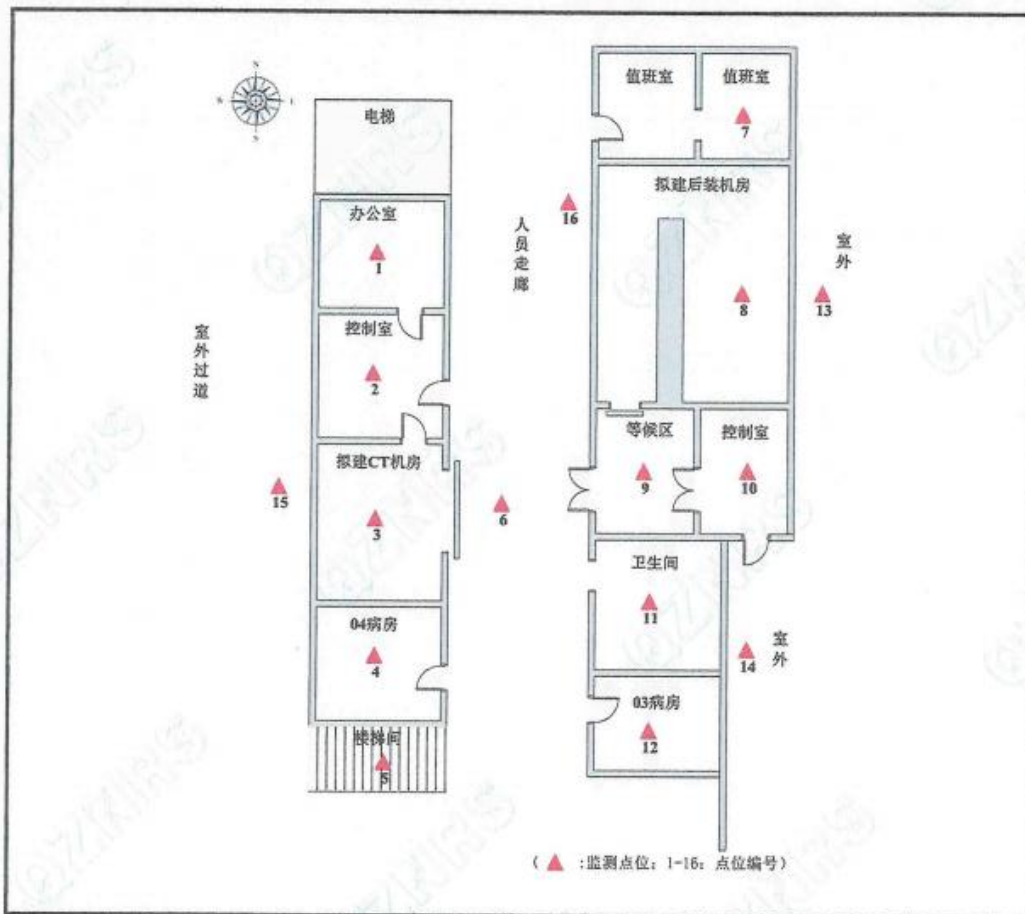


图4 肿瘤科一病区一层监测点位图

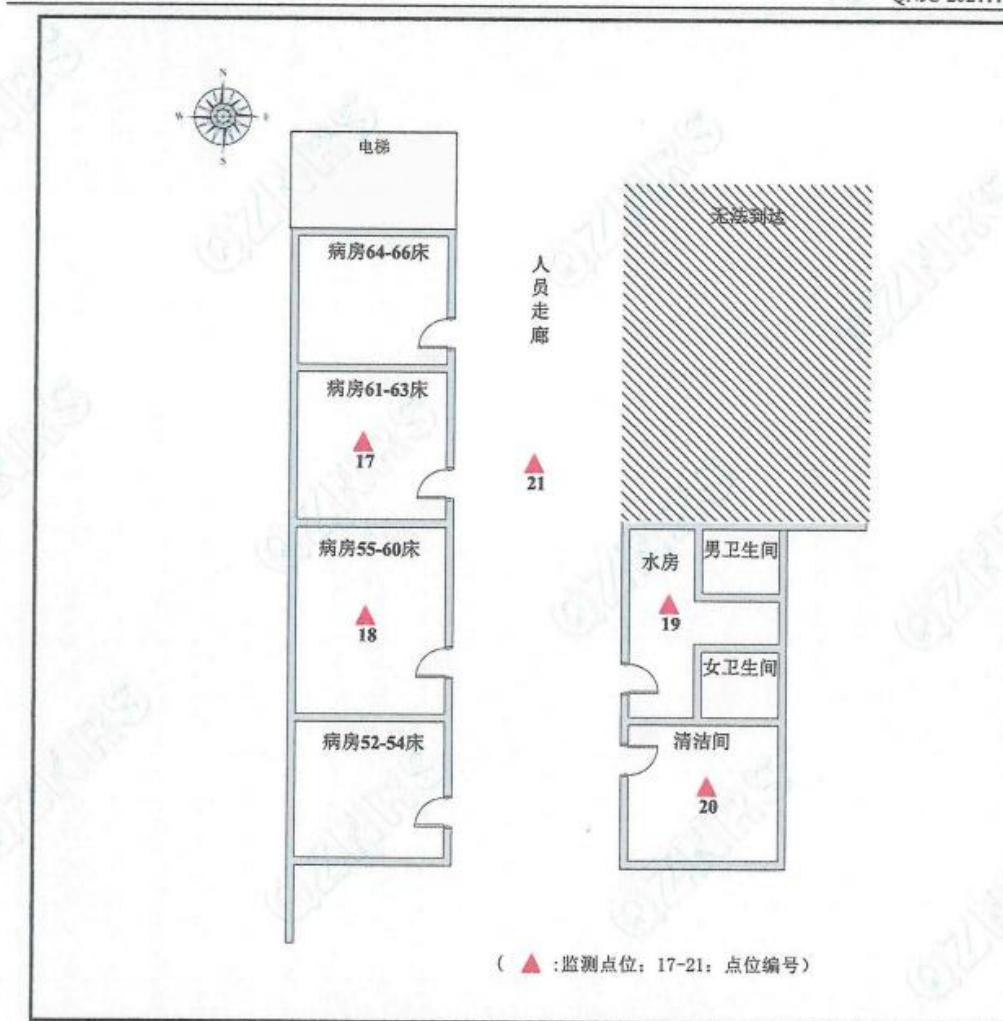


图5 肿瘤科一病区二层监测点位图



图6 现场监测图

附件5 设备参数及工作量

设备	编号	技术参数项目	技术参数
加速器	1	厂家	医科达
	2	型号	Infinity
	3	X射线能量	6MV、10MV
	4	电子线能量	4MeV、6MeV、8MeV、10MeV、12MeV、15MeV
	5	X射线最大射野尺寸	40cm×40cm (SSD=100cm)
	6	X射线泄漏率	≤0.1%
	7	X射线最大剂量率	6MV: 1400cGy/min (FFF); 10MV: 600cGy/min
	8	等中心高度	124cm
	9	机架旋转角度	0~360°
	10	射线最大出束角	28° (等中心, 每侧 14°)
	11	加速器调强功能	有 imrt 调强和 vmat 容积旋转调强
	12	CBCT 图像引导系统	150kV, 500mA
后装治疗机	1	厂家	新华
	2	型号	XHDR18
	3	核素	¹⁹² Ir
	4	半衰期	74.0d
	5	最大活度	3.7×10 ¹¹ Bq
	6	主要γ射线能量 (keV)	316 (82.9%)、468 (48%)
	7	主要β射线能量 (MeV)	0.67 (20.9%)、0.84 (27.6%)
大孔径 CT 模拟定位机	1	厂家/型号	飞利浦/Brilliance Big Bore
	2	最大管电压	140kV
	3	最大管电流	500mA

10MV 加速器每天最大放射治疗人数约 100 人次, 平均每次治疗剂量为 2.5Gy, 每周工作 5 天, 全年 52 周。

后装治疗机每天最大治疗病人为 20 人次, 单次治疗时间 6min, 一周工作 5 天, 全年 52 周。

大孔径 CT 模拟定位机每天最大工作量约为 25 人次, 每次 50 秒, 一周工作 5 天, 全年工作 52 周。

年有效剂量管理目标值: 放射治疗机房工作人员 ≤ 5 mSv/a, 机房相邻区域周围公众人员 ≤ 0.1 mSv/a。



附件6 职业健康体检报告

延安大学附属医院

2021 年度放射职业健康检查报告

(在岗期间)

检查日期：2021 年 03 月 16 日~2022 年 02 月 10 日

登记人数：193 人，实检人数：193 人。

一、体检与评价依据：

体检依据：国家卫健委第 2 号令《职业健康检查管理办法》

评价依据：GBZ98—2020《放射工作人员职业健康监护技术规范》

GBZ95—2014《职业性放射性白内障的诊断》

GBZ101—2011《放射性甲状腺疾病诊断标准》

GBZ106—2002《职业性放射性皮肤损伤诊断》

GBZ107—2002《职业性放射性性腺疾病诊断》

二、职业危害种类：X 射线；放射性核素。

三、体检项目：

男；身高、体重、血压、内科、外科、皮肤检查、眼科、眼底检查、裂隙灯、耳鼻喉科、肝功十项、肾功六项、血脂六项、甲功七项、肿瘤五项、染色体畸变分析、淋巴细胞微核试验、血常规、尿常规、腹部 B 超、甲状腺彩超、心电图、胸部 CT。

四、体检类别：在岗期间放射职业健康检查。

五、结论分析及建议：

1. 本次体检目前未发现疑似职业病及职业禁忌证。

陕西省卫生健康委员会

职业健康检查机构备案回执

编号：陕卫职检备字（2020）第 070 号

机构名称	延安大学附属医院	医疗机构执业许可证 /放射诊疗许可证号	61060243645068611A1001/ 陕卫放证字（2019）第 003 号
法定代表人	白茫茫	联系电话	0911-2881224
机构地址	延安市宝塔区北大街 43 号		
备案开展职业健康检查类别及项目	<p>一.接触粉尘类：1、游离二氧化硅粉尘（结晶型二氧化硅粉尘）；2、煤尘；3、石棉粉尘；4、其他无机粉尘；5、棉尘（包括亚麻、软大麻、黄麻粉尘）；6、有机粉尘。</p> <p>二.接触化学因素类：2、四乙基铅；4、锰及其无机化合物；5、铍及其无机化合物；7、铬及其无机化合物；8、氧化锌；10、砷化氢（砷化三氢）；11、磷及其无机化合物；12、磷化氢；13、钡化合物（氯化钡、硝酸钡、醋酸钡）；14、钒及其无机化合物；17、羰基镍；18、氟及其无机化合物；19、苯（含甲苯、二甲苯）；20、二硫化碳；21、四氯化碳；22、甲醇；23、汽油；24、溴甲烷；25、二氯乙烷；26、正己烷；27、苯的氨基与硝基化合物；28、三硝基甲苯；29、联苯胺；30、氯气；31、二氧化硫；32、氮氧化物；33、氨；34、光气；35、甲醛；36、一甲胺；37、一氧化碳；38、硫化氢；39、氯乙烯；40、三氯乙烯；41、氯丙烯；42、氯丁二烯；43、有机氟；44、二异氰酸甲苯酯；45、二甲基甲酰胺；46、氟及腈类化合物；47、酚（含甲酚、邻苯二酚、间苯二酚、对苯二酚等）；48、五氯酚；49、氯甲醚〔含双（氯甲基）醚〕；50、丙烯酰胺；51、偏二甲基胍；52、硫酸二甲酯；53、有机磷杀虫剂；54、氨基甲酸酯类杀虫剂；55、拟除虫菊酯类；56、酸雾或酸酐；57、致喘物；58、焦炉逸散物。</p> <p>三.接触物理因素类：1、噪声；3、高温；4、高气压。</p> <p>四.接触生物因素类：1、布鲁菌属；2、炭疽芽胞杆菌（简称炭疽杆菌）。</p> <p>五.接触放射因素类：电离辐射。</p> <p>六.其他类（特殊作业等）：1、电工作业；2、高处作业；6、职业机动车驾驶作业；7、视屏作业；9、航空作业。</p>		
开展外出职业健康检查项目	在执业登记机关管辖区域内或者省级卫生健康主管部门指定区域内开展外出职业健康检查。		

有效期限：2020年5月18日至2024年5月17日

陕西省卫生健康委员会（公章）

2020年5月18日

注：本回执一式三份，一份由委审批机关留存，一份交备案申请单位，一份交核发其《医疗机构执业许可证》的卫生健康主管部门，核发其《医疗机构执业许可证》的卫生健康主管部门应在收到该回执后在其《医疗机构执业许可证》副本各注栏注明检查类别和项目、开展外出职业健康检查等信息。

附件7 个人剂量监测报告



检测报告

报告编号: L2021-0481

样品名称: I 胸章剂量计 (X、 γ 、 β)

单位名称: 延安大学附属医院预防科

检测类型: 委托检测

报告日期: 2021 年 10 月 29 日

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

天津滨海高新区塘沽海洋科技园塘沽海缘路 199 号东 3-6 号楼 300459

Tel: 022-65153978

Fax: 022-65153975

Email: radlab@tjrad.cn

http://www.tjrad.cn

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

个人年累积剂量报告

报告编号：第 L2021-0481 号

用户编号：7160M03 用户名称：延安大学附属医院预防科
 联系人：龚小萍 单位地址：陕西省延安市北大街43号
 邮政编码：716000 电话：0911-2881313 报告人数：224 剂量计类型：I
 监测周期：20201001-20210930 报告日期：2021-10-29 过程号：L20210481
 检测依据：GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》 检测项目：外照射个人剂量
 备注：其它检测信息参见季度检测报告！

个人编号	姓名 身份(证)号	性别 职业类别	注释	辐射 品质	光子辐射个人剂量当量 (mSv)		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00000	对照 7160M0300000000				1.58	1.58	1.56
00001	乔健 612601641030001	2A		P	0.04	0.04	0.03
00002	何江 7160M0300000076	2A		P	0.03	0.03	0.73
00003	李晓亚 610123197907011281	女 2A		P	0.02	0.02	0.02
00004	冯旭霞 610630198605030028	2A		P	0.02	0.02	0.02
00005	冯蓓 610602198703150327	2D		P	0.07	0.07	0.06
00006	冯谢敏 610431790620466	2A		P	0.09	0.09	0.09
00007	刘保旗 612625198802091138	2A		P	0.06	0.06	0.06
00008	刘宁宁 610624198407153927	2D		P	0.02	0.02	0.02
00009	刘敏 61060219810131032X	2A		P	0.02	0.02	0.02
00010	刘文秀 612723198009103220	2A		P	0.05	0.05	0.40

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00011	刘海和 612601650905032	2A		P	0.10	0.10	0.09
00012	刘焱 612601197504150325	2F		P	0.03	0.03	0.02
00013	刘翠(内) 610622198210040520	2F		P	0.04	0.04	0.04
00014	刘翠(外) 610622198210040520	2F		P	0.02	0.02	0.02
00015	刘马丽 610602198706280346	女 2A		P	0.04	0.04	0.03
00016	刘鹏飞(内) 612723197801030059	2F		P	0.02	0.02	0.02
00017	刘鹏飞(外) 612723197801030059	2F		P	0.02	0.02	0.02
00018	卢玉 610602198401200317	2D		P	0.04	0.04	0.04
00019	史磊 610623198404260130	2A		P	0.09	0.09	0.08
00020	吕幸 610602199105190315	2A		P	0.08	0.08	0.07
00021	吴坚 612601198801011676	2A		P	0.12	0.12	0.11
00022	周姍红 610602197812300326	2A		P	0.13	0.13	0.11
00023	周磊 610602199106200319	2A		P	0.02	0.02	0.02
00024	姜森峰 612629197805290010	2A		P	0.02	0.02	0.02
00025	姬星 610103650520365	2A		P	0.08	0.08	0.07
00026	孙晓东 612601680522003	2D		P	0.10	0.10	0.09
00027	孙洁 61060219880324032X	2A		P	0.02	0.02	0.02
00028	宋炜 610622198602080919	2D		P	0.12	0.12	0.11

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					H _p (10)	H _p (3)	H _p (0.07)
00029	宫雪 610602198603220340	2D		P	0.02	0.02	0.02
00030	尚娜 610602198109050622	2A		P	0.06	0.06	0.05
00031	屈晓慧 610629197607060028	2D		P	0.03	0.03	0.03
00032	崔涛涛 610623198706080274	2A		P	0.04	0.04	0.04
00033	席建明(内) 61060219830709241X	2E		P	0.02	0.02	0.02
00034	席建明(外) 61060219830709241X	2E		P	0.05	0.05	0.05
00035	常钧 612601197711130415	2A		P	0.03	0.03	0.03
00036	年亮 610622198203170917	2D		P	0.05	0.05	0.05
00037	庞洁琼 610602198706070322	2A		P	0.08	0.08	0.08
00038	康婷 612601791104008	2A		P	0.05	0.05	0.04
00039	延娜 610602198003160022	2D		P	0.02	0.02	0.02
00040	张二兵 610623198212280137	男 2F		P	0.02	0.02	0.02
00041	张兴田 610625198908270714	2D		P	0.05	0.05	0.05
00042	张慧 610630198510240428	2A		P	0.02	0.02	0.02
00043	张明瑕 61060219871015182X	2A		P	0.52	0.52	0.48
00044	张璐 610602198304190321	2A		P	0.03	0.03	0.02
00045	张生军 612604197302031811	2A		P	0.02	0.02	0.02
00046	张磊 610602198406100331	2A		P	0.04	0.04	0.03

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_D(10)$	$H_D(3)$	$H_D(0.07)$
00047	呼红艳 610602198508030629	2F		P	0.02	0.02	0.02
00048	徐玲 610602198504180662	2A		P	0.02	0.02	0.02
00049	拓晓龙 610623198809120152	2F		P	0.02	0.02	0.02
00050	文铁 610623198205160110	2A		P	0.07	0.07	0.04
00051	景赞杭 610623198411060532	2A		P	0.02	0.02	0.02
00052	曹光明 610602197105050030	2A		P	0.02	0.02	0.02
00053	曹彩萍 610623198111111023	2D		P	0.06	0.06	0.05
00054	曹晓莉 612601720915034	2A		P	0.02	0.02	0.02
00055	朱洁 610602198710230042	2A		P	0.02	0.02	0.02
00056	李卓 610602198210140315	2A		P	0.02	0.02	0.02
00057	李园园 610627199009020380	2A		P	0.02	0.02	0.02
00058	李士萍 612601197511200343	2E		P	0.02	0.02	0.03
00059	李建龙 612601660427001	2A		P	0.07	0.07	0.06
00060	贾一伟 612725199808230047	女 2D		P	0.04	0.04	0.03
00061	李明 612601196904140316	2A		P	0.02	0.02	0.02
00062	鱼洁 610602199005163029	女 2A		P	0.02	0.02	0.02
00063	张瑞楠 610602199005080354	2A		P	0.05	0.05	0.04
00064	李荔 610602199011280328	2A		P	0.10	0.10	0.09

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00065	李荣荣 610624198711282184	2C		P	0.03	0.03	0.02
00066	李静 610402198011150800	2A		P	0.06	0.06	0.05
00067	杨列云 61260119751118032X	2F		P	0.02	0.02	0.02
00068	杨卫卫 612601670924035	2D		P	0.05	0.05	0.04
00069	杨娟 610630198501081621	2A		P	0.03	0.03	0.02
00070	杨宁 612701198210061845	2A		P	0.04	0.04	0.03
00071	杨建军(内) 61022119750403561X	2A		P	0.02	0.02	0.02
00072	杨建军(外) 61022119750403561X	2A		P	0.04	0.04	0.04
00073	杨润红 610627198410110679	2A		P	0.02	0.02	0.02
00074	刘金成 610623199310070613	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00074	贾燕龙 610628198505200817	男 2A		P	0.01	0.01	0.01
00075	杨雪琴 610602197010140324	2A		P	0.07	0.07	0.06
00076	林磊 610602199009050013	2F		P	0.03	0.03	0.03
00077	樊华 612621198003300014	2A		P	0.03	0.03	0.03
00078	段伟 610602197606140624	2D		P	0.05	0.05	0.05
00079	沈美铖 61040219850311196	2A		P	0.03	0.03	0.02
00080	温静 610602197404240045	2A		P	0.04	0.04	0.04
00081	牛慧 610602198910230346	2A		P	0.07	0.07	0.06

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00082	牛炳乾 61062519860907051X	2F		P	0.02	0.02	0.02
00083	王佳 610629198810140044	2D		P	0.06	0.06	0.04
00084	王剑 612601701022031	2A		P	0.04	0.04	0.05
00085	王博 610602198606020379	2F		P	0.02	0.02	0.02
00086	王娜 610602198210280342	2B		P	0.06	0.06	0.05
00087	王媛媛 61060219831212034X	2A		P	0.07	0.07	0.07
00088	王小鹰(内) 612727198309290473	2E		P	0.04	0.04	0.04
00089	王小鹰(外) 612727198309290473	2E		P	0.04	0.04	0.03
00090	王志尚 612624198210030052	2D		P	0.02	0.02	0.02
00091	王明全(内) 612601197203280839	2A		P	0.03	0.03	0.02
00092	王明全(外) 612601197203280839	2A		P	0.11	0.11	0.09
00093	王梅 612601650501032	2A		P	0.01	0.01	0.01
00093	刘荣华 612728198606121226	女 2E		P	0.02	0.02	0.02
00094	王渭平 612601197210120032	2A		P	0.02	0.02	0.02
00095	王玲(内) 610602197906190025	2A		P	0.02	0.02	0.02
00096	王玲(外) 610602197906190025	2A		P	0.02	0.02	0.02
00097	王珂 630121199003253114	2A		P	0.05	0.05	0.04
00098	王瑛 612601630826034	2A		P	0.02	0.02	0.02

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00099	王荣荣 61043119841005464X	2F		P	0.02	0.02	0.02
00100	冯芳芳 612732198902063926	女 2A		P	0.10	0.10	0.08
00101	王霞87 610627198710060108	2A		P	0.08	0.08	0.04
00102	王霞86 610602198605200626	2A		P	0.02	0.02	0.02
00103	申娟 610602198503220028	2A		P	0.02	0.02	0.02
00104	刘高同 610622199704240017	男 2D		P	0.06	0.06	0.05
00105	张炜 610602198309090338	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00106	白胜江 610622198312100010	2D		P	0.07	0.07	0.06
00107	祁鑫华 610602198205030322	2A		P	0.02	0.02	0.02
00108	翟雯雯(内) 612601198112011910	2F		P	0.02	0.02	0.02
00109	翟雯雯(外) 612601198112011910	2F		P	0.02	0.02	0.02
00110	翟鑫军 610627199106260378	2A		P	0.02	0.02	0.02
00111	胡云峰 610524197802093610	2D		P	0.06	0.06	0.04
00112	胡海峰 612601196830271617	2D		P	0.03	0.03	0.03
00113	蔡学寅 610625198610031376	2A		P	0.02	0.02	0.02
00114	薛兰辉 610630198612062626	2D		P	0.09	0.09	0.09
00115	薛宏斌 612601196103090312	2A		P	0.06	0.06	0.05
00116	薛顺和(内) 610602197003160319	2F		P	0.03	0.03	0.03

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00117	薛顺和(外) 610602197003160319	2F		P	0.02	0.02	0.02
00118	谢美瑶 6106271999010060064	2A		P	0.03	0.03	0.02
00119	谭新 610621199001011289	2A		P	0.04	0.04	0.04
00120	贺晓芳 610622198607041724	2A		P	0.07	0.07	0.06
00121	贺煜 610103197303263634	2C		P	0.12	0.12	0.11
00122	贺蕾 610602198604010329	2D		P	0.05	0.05	0.05
00123	贾兴平 612601640623303	2A		P	0.02	0.02	0.02
00124	贾小玲 610629198609283625	2A		P	0.09	0.09	0.08
00125	赵红 612601196809170322	2D		P	0.15	0.15	0.14
00126	郑斌(内) 610629198510023276	2F		P	0.03	0.03	0.03
00127	郑斌(外) 610629198510023276	2F		P	0.04	0.04	0.03
00128	王雷 610602199104053431	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00129	郭晓荣 612725198908224029	2A		P	0.06	0.06	0.06
00130	钟田亮 612601640820033	2A		P	0.06	0.06	0.04
00131	闫军 612601720301093	2A		P	0.02	0.02	0.02
00132	闫婧 610623198301130122	2A		P	0.02	0.02	0.02
00133	闫苗苗 610126198610122144	2A		P	0.02	0.02	0.02
00134	陈延霞 610627198612290663	2A		P	0.02	0.02	0.02

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00135	陈鑫 612601198111040314	2A		P	0.02	0.02	0.02
00137	霍雯雯 610602198310150625	2A		P	0.03	0.03	0.03
00138	韩炜 612601810509033	2A		P	0.77	0.73	0.67
00139	马亚涛 610629199111163225	2C		P	0.34	0.34	0.32
00140	马军伟 610602198510220050	2D		P	0.16	0.16	0.16
00141	马宪军 610629198502053213	2A		P	0.02	0.02	0.02
00142	马敏 612601640514032	2A		P	0.04	0.04	0.03
00143	马浩 610602199306040014	2D		P	0.05	0.05	0.04
00144	马莹 612601196811080027	2F		P	0.02	0.02	0.02
00145	高小宁 612732198904084448	2A		P	0.06	0.06	0.05
00147	高甜甜 610602198801160326	2A		P	0.04	0.04	0.04
00148	高秀秀 610622199009201761	2A		P	0.02	0.02	0.02
00149	高萌 610602197202030322	2C		P	0.04	0.04	0.03
00150	魏亮亮 610623198610050329	2C		P	0.26	0.26	0.23
00151	鲁华 612601196308280363	2A		P	0.04	0.04	0.04
00152	鲍慧 612601198211150027	2D		P	0.02	0.02	0.02
00153	麻兵娟 61032319801212634X	女 2C		P	0.12	0.12	0.09
00154	黄晓旗 610626198807180118	2A		P	0.03	0.03	0.02

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00155	任常军(内)						
	612601197311160375	2E		P	0.02	0.02	0.02
00156	任常军(外)						
	612601197311160375	2E		P	0.02	0.02	0.02
00157	刘易婷						
	612601198910050324	2D		P	0.03	0.03	0.03
00158	谭玉娥	女					
	61062319750415032X	2E		P	0.02	0.02	0.02
00159	郭延玲	男					
	612601197308150029	2E		P	0.02	0.02	0.02
00160	徐杰	男					
	612623198107200117	2E		P	0.02	0.02	0.02
00161	白小岗	男					
	610627198209270398	2E		P	0.02	0.02	0.02
00162	王百艳	女					
	610622198912191120	2A		P	0.03	0.03	0.03
00163	常洁	女					
	610602198607020645	2A		P	0.03	0.03	0.02
00164	康宁	女					
	610602198402050648	2A		P	0.03	0.03	0.02
00165	张瑜	女					
	612731199001083442	2A		P	0.02	0.02	0.03
00166	高福利	女					
	61062419880202464X	2A		P	0.02	0.02	0.02
00167	秦小燕	女					
	612623197202220226	2A		P	0.04	0.04	0.03
00168	勾玲绒	女					
	610502198709047042	2A		P	0.02	0.02	0.02
00169	杨彩霞	女					
	610622198803200527	2A		P	0.02	0.02	0.02
00170	白江茸	女					
	610621198408202226	2A		P	0.02	0.02	0.02
00171	魏丽丽	女					
	610602198304100429	2A		P	0.05	0.05	0.07
00172	刘蓉	女					
	610602198303300023	2A		P	0.02	0.02	0.02

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00173	黄海艳 612601198207244821	女 2A		P	0.09	0.09	0.09
00174	师玲霞 612732198701014626	女 2A		P	0.05	0.05	0.04
00175	张建林 612601197412120313	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00176	行军 612601196412300037	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00177	候海斌 612601197412210339	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00178	薛亮 61273019820528101X	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00179	宗龙泽 612726198702202736	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00180	曹博 612625198204270018	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00181	白耘豪 61260119880127031X	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00182	史永涛 610521197909292274	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00183	路浩东 610623198307140516	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00184	钟镇阳 610602198911240335	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00185	栾彦军 61062319810930011X	男 2A		P	0.03	0.03	0.02
00185	曹慧 610602198509210066	女 2A		P	0.01	0.01	0.01
00186	刘志斌 612601196706150310	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00187	韩芳民 610629196505050019	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00188	李长红 610602197501170317	男 2A		P	0.06	0.06	0.05
00189	刘延雄 610622197312080115	男 2A		P	0.02	0.02	0.02

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					$H_p(10)$	$H_p(3)$	$H_p(0.07)$
00190	薛文喆 610623199701240173	男 2D		P	0.04	0.04	0.03
00191	白晓军 610602197104210311	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00192	杜璠 610602197902070333	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00193	康凯 612622198104041916	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00194	刘军 612601198309172013	男 2A		P	0.03	0.03	0.02
00195	薛小伟 610602199107215213	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00196	王飞 610602198010291036	男 2A		P	0.15	0.15	0.16
00196	王剑飞 610602197109240317	男 2A		P	0.01	0.01	0.01
00197	赵程锦 612701197803091439	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00198	阴彦兵 610221197908273112	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00199	周煜虎 61060219821223063X	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00200	魏杰 612601196812080314	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00201	曹强 612732198509060016	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00202	常宝生 612728198410091838	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00203	宋建华 610602197110210019	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00204	张亮亮 610624198406092296	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00205	冯阳阳 610602198411160654	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00206	段明明 61062919811212061X	男 2A		P	0.02	0.02	0.02

个人	姓名	性别	注释	辐射	光子辐射个人剂量当量		
					Hp(10)	Hp(3)	Hp(0.07)
00207	武政 612623198110100117	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00208	张民泽 612601196709140011	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00209	白立榜 61062219681105091X	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00210	董喆 612628196405260014	男 2A		P	0.03	0.03	0.02
00211	邓亚军 612601197902110310	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00212	霍玉龙 612624198801120033	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00213	姜棚菲 61272419790728001X	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00214	马张稳 610623198104012578	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00215	王磊 612623198005170519	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00216	张杰 610602198511150330	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00217	刘荣 610321198409020612	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00218	高飞 61060219861009061X	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00219	徐强 610602198608064615	男 2A		P	0.02	0.02	0.02
00220	郭静 610602199201120341	女 2A		P	0.07	0.07	0.06
00220	白东昱 610623198311260713	男 2A		P	0.01	0.01	0.01

检测人:

杨瑞

授权签字人:

王峰

签字日期:

2021.10.27

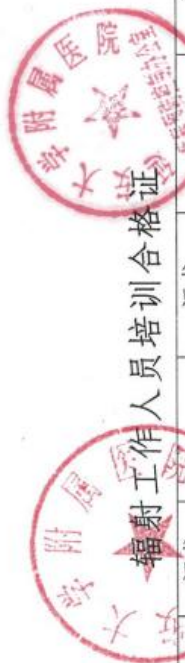
校核人:

王峰

监测专用章:



附件8 辐射工作人员培训



序号	姓名	性别	科室	发证日期	证书编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号
1	李建龙	男	放射科	2006, 10	J0002018	2011, 6, 2	1106003	2015, 11, 18	1106003	2019, 12	陕 41939003G
2	钟田亮	男	放射科	2006, 10	J0002032	2011, 6, 2	1106004	2015, 11, 18	1106004	2019, 12	陕 41939004G
3	王渭平	男	放射科	2006, 10	J0002027	2011, 6, 2	1106006	2015, 11, 18	1106006	2019, 12	陕 41939005G
4	曹晓莉	女	放射科	2006, 10	J0002036	2011, 6, 2	1106008	2015, 11, 18	1106008	2019, 12	陕 41939006G
5	杨雪琴	女	放射科	2006, 10	J0002080	2011, 6, 2	1106010	2015, 11, 18	1106010	2019, 12	陕 41939007G
6	刘文秀	女	放射科	2006, 10	J0002019	2011, 6, 2	1106014	2015, 11, 18	1106014	2019, 12	陕 41939008G
7	贾兴平	男	放射科	2006, 10	J0002084	2011, 6, 2	1106015	2015, 11, 18	1106015	2019, 12	陕 41939009G
8	蔡学寅	男	放射科	2009, 6, 25	090282	2014, 4, 22	1404048	2018, 4, 27	陕 41805064G		
9	刘马丽	女	放射科	2009, 6, 25	090281	2014, 4, 22	1404047	2018, 4, 27	陕 41805072G		
10	杨娟	女	放射科	2009, 6, 25	090280	2014, 4, 22	1404046	2018, 4, 27	陕 41805070G		
11	张磊	男	放射科	2009, 6, 25	090285	2014, 4, 22	1404049	2018, 4, 27	陕 41805063G		
12	何江	男	放射科	2006, 10	J0002037	2011, 6, 2	1106018	2015, 11, 18	1106018	2019, 12	陕 41939010G
13	闫婧	女	放射科	2006, 10	J0002029	2011, 6, 2	1106019	2015, 11, 18	1106019	2019, 12	陕 41939011G
14	李园园	女	放射科	2014, 4, 22	1404006	2018, 4, 27	陕 41804014G				
15	李卓	男	放射科	2006, 10	J0002022	2011, 6, 2	1106023	2015, 11, 18	1106023	2019, 12	陕 41939013G
16	刘保旗	男	放射科	2009, 6, 25	090287	2014, 4, 22	1404050	2018, 5, 23	陕 31807032G		
17	曹光明	男	放射科	2011, 6, 2	1106026	2015, 11, 18	1106026	2019, 12	陕 41939063G		
18	霍雯雯	女	放射科	2011, 6, 2	1106024	2015, 11, 18	1106024	2019, 12	陕 41939014G		
19	孙洁	女	放射科	2014, 4, 22	1404002	2018, 4, 27	陕 41805074G				
20	周磊	男	放射科	2014, 4, 22	1404004	2018, 4, 24	陕 41804013G				
21	高小宁	女	放射科	2014, 4, 22	1404001	2018, 4, 24	陕 41804012G				

放射工作人员培训合格证

序号	姓名	性别	科室	发证日期	证件编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号
22	陈延霞	女	放射科	2014、4、22	1404005	2018、4、27	陕41805073G				
23	张瑞楠	男	放射科	2019、12	陕31941080G						
24	贺煜	男	核医学科	2006、10	J0002084	2011、6、2	1106020	2015、11、18	1106020	2019、12	陕41939016G
25	高萌	女	核医学科	2014、4、22	1404089	2018、4、24	陕41804015G				
26	常钧	男	核医学科	2006、10	J0002002	2011、6、2	1106031	2015、11、18	1106031	2019、12	陕41939021G
27	李士萍	女	核医学科	2006、10	J0002001	2011、6、2	1106029	2015、11、18	1106028	2019、12	陕41939018G
28	张二兵	男	核医学科	2009、6、25	090307	2014、4、22	1404051	2018、4、24	陕41804016G		
29	张兴田	男	核医学科	2014、4、22	1404010	2018、4、24	陕41804017G				
30	李荣荣	女	核医学科	2014、4、22	1404011	2018、4、24	陕41804018G				
31	马亚涛	女	核医学科	2014、4、22	1404012	2018、4、24	陕41804019G				
32	麻兵娟	女	核医学科	2015、11、18	151372	2019、12、14	陕41939020G				
33	魏亮亮	女	核医学科	2011、6、2	1106033	2015、11、18	1106033	2019、12、14	陕41939019G		
34	张明瑕	女	核医学科	2018、5、4	陕31804018G						
35	王珂	男	核医学科	2018、8、28	陕31815051G						
36	王明全	男	肿瘤科三	2009、6、25	090308	2014、4、22	1404053	2018、4、24	陕41804020G		
37	梅建军	男	肿瘤科三	2009、6、25	090312	2014、4、22	1404055	2018、4、24	陕41804021G		
38	翟斐斐	男	肿瘤科三	2011、6、2	1106040	2015、11、18	1106040	2019、12、14	陕41939022G		
39	郑斌	男	肿瘤科三	2014、4、22	1404014	2018、4、24	陕41804022G				
40	席建明	男	肿瘤科三	2014、4、22	1404015	2018、4、24	陕41804023G				
41	王小鹰	男	肿瘤科三	2015、11、18	151371	2019、12、14	陕41939023G				
42	任常军	男	肿瘤科三	2018、5、4	陕31804019G						

放射工作人员培训合格证

序号	姓名	性别	科室	发证日期	证件编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号
43	赵红	女	肿瘤科一	2006、10	J0002071	2011、6、2	1106042	2015、11、18	1106042	2019、12	陕41939062G
44	杨卫卫	男	肿瘤科一	2006、10	J0002008	2011、6、2	1106043	2015、11、18	1106043	2019、12	陕41939025G
45	胡云峰	男	肿瘤科一	2011、6、2	1106044	2015、11、18	1106044	2019、12、14	陕41939026G		
46	冯敏敏	女	肿瘤科一	2006、10	J0002065	2011、6、2	1106049	2015、11、18	1106049	2019、12	陕41939027G
47	薛兰辉	女	肿瘤科一	2014、4、22	1404016	2018、4、24	陕41804030G				
48	尚娜	女	肿瘤科一	2009、6、25	090320	2014、4、22	1404057	2018、4、24	陕41804026G		
49	史磊	男	肿瘤科一	2009、6、25	090323	2014、4、22	1404059	2018、4、24	陕41805065G		
50	宋炜	男	肿瘤科一	2011、6、2	1106053	2015、11、18	1106053	2019、12	陕41939030G		
51	王志尚	男	肿瘤科一	2011、6、2	1106051	2015、11、18	1106051	2019、12	陕41939028G		
52	屈晓慧	女	肿瘤科一	2011、6、2	1106052	2015、11、18	1106052	2019、12	陕41939029G		
53	冯蓓	女	肿瘤科一	2011、6、2	1106056	2015、11、18	1106056	2019、12	陕41939031G		
54	杨宁	女	肿瘤科一	2011、6、2	1106058	2015、11、18	1106058	2019、12	陕41939032G		
55	马军伟	男	肿瘤科一	2014、4、22	1404023	2018、4、24	陕41804028G				
56	白胜江	男	肿瘤科一	2014、4、22	1404017	2018、4、24	陕41804024G				
57	王佳	女	肿瘤科一	2014、4、22	1404018	2018、4、24	陕41804029G				
58	曹彩萍	女	肿瘤科一	2014、4、22	1404019	2018、4、27	陕41805075G				
59	贺蕾	女	肿瘤科一	2014、4、22	1404020	2018、4、27	陕41805076G				
60	官雪	女	肿瘤科一	2014、4、22	1404021	2018、4、24	陕41804027G				
61	鱼洁	女	肿瘤科一	2021、6、1							
62	王百艳	女	肿瘤科一	2021、4、26							
63	刘高同	男	肿瘤科一	2021、6、1							

放射工作人员培训合格证

序号	姓名	性别	科室	发证日期	证件编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号
64	薛文喆	男	肿瘤科一	2020、12、29							
65	郭静	女	肿瘤科一	2021、6、22							
66	孙晓东	男	肿瘤科二	2014、4、22	1404024	2018、4、24	陕41804034G				
67	乔健	男	肿瘤科二	2006、10	J0002006	2011、6、2	1106048	2015、11、18	1106048	2019、12	陕41939034G
68	康婷	女	肿瘤科二	2006、10	J0002064	2011、6、2	1106047	2015、11、18	1106047	2019、12	陕41939033G
69	刘敏	女	肿瘤科二	2006、10	J0002066	2011、6、2	1106050	2015、11、18	1106050	2019、12	陕41939035G
70	段伟	女	肿瘤科二	2009、6、25	090322	2014、4、22	1404062	2018、4、24	陕41804032G		
71	刘宁宁	女	肿瘤科二	2011、6、2	1106054	2015、11、18	1106054	2019、12	陕41939035G		
72	张璐	女	肿瘤科二	2011、6、2	1106059	2015、11、18	1106059	2019、12	陕41939038G		
73	车亮	男	肿瘤科二	2009、6、25	090315	2014、4、22	1404063	2018、4、24	陕41804031G		
74	鲍慧	女	肿瘤科二	2014、4、22	1404026	2018、4、24	陕41804033G	2019、12	陕41804033G		
75	胡海峰	男	肿瘤科二	2011、6、2	1106055	2015、11、18	1106055	2019、12	陕41939037G		
76	刘易婷	女	肿瘤科二	2019、12	陕31941078G						
77	姬星	男	CT诊断科	2006、10	J0002044	2011、6、2	1106064	2015、11、18	1106064	2019、12	陕41939039G
78	王剑	男	CT诊断科	2006、10	J0002015	2011、6、2	1106061	2015、11、18	1106061	2019、12	陕41939040G
79	马敏	女	CT诊断科	2006、10	J0002031	2011、6、2	1106062	2015、11、18	1106062	2019、12	陕41939041G
80	王瑛	女	CT诊断科	2006、10	J0002047	2011、6、2	1106071	2015、11、18	1106071	2019、12	陕41939044G
81	刘海和	女	CT诊断科	2006、10	J0002016	2011、6、2	1106075	2015、11、18	1106075	2019、12	陕41939049G
82	韩坤	男	CT诊断科	2006、10	J0002042	2011、6、2	1106074	2015、11、18	1106074	2019、12	陕41939048G
83	景赞杭	男	CT诊断科	2011、6、2	1106078	2015、11、18	1106078	2019、12	陕41939050G		
84	黄晓旗	男	CT诊断科	2014、4、22	1404036	2018、4、24	陕41804037G				

放射工作人员培训合格证

序号	姓名	性别	科室	发证日期	证件编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号
85	徐玲	女	CT诊断科	2006、10	J0002050	2011、6、2	1106069	2015、11、18	1106069	2019、12	陕41939043G
86	王霞大	男	CT诊断科	2014、4、22	1404031	2018、4、27	陕41805078G				
87	周焯红	女	CT诊断科	2009、6、25	090288	2014、4、22	1404065	2018、4、24	陕41804038G		
88	王博	男	CT诊断科	2009、6、25	090299	2014、4、22	1404072	2018、4、27	陕41805068G		
89	刘焱	女	CT诊断科	2009、6、25	090301	2014、4、22	1404073	2018、4、27	陕41805080G		
90	贾小玲	女	CT诊断科	2009、6、25	090293	2014、4、22	1404067	2018、4、24	陕41804041G		
91	吴坚	男	CT诊断科	2009、6、25	090294	2014、4、22	1404068	2018、4、27	陕41805069G		
92	谢美瑶	女	CT诊断科	2009、6、25	090296	2014、4、22	1404069	2018、4、27	陕41805083G		
93	贺晓芳	女	CT诊断科	2009、6、25	090297	2014、4、22	1404070	2018、4、24	陕41804045G		
94	陈鑫	男	CT诊断科	2006、10	J0002040	2011、6、2	1106073	2015、11、18	1106073	2019、12	陕41939047G
95	李静	女	CT诊断科	2009、6、25	090304	2014、4、22	1404071	2018、4、27	陕41805077G		
96	高甜甜	女	CT诊断科	2009、6、25	090348	2014、4、22	1404075	2018、4、24	陕41804046G		
97	虎洁琼	女	CT诊断科	2011、6、2	1106081	2015、11、18	1106081	2019、12	陕41939051G		
98	冯旭霞	女	CT诊断科	2011、6、2	1106082	2015、11、18	1106082	2019、12	陕41939052G		
99	闫苗苗	女	CT诊断科	2011、6、2	1106083	2015、11、18	1106083	2019、12	陕41939053G		
100	牛慧	女	CT诊断科	2011、6、2	1106084	2015、11、18	1106084	2019、12	陕41939054G		
101	沈美斌	男	CT诊断科	2011、6、2	1106086	2015、11、18	1106086	2019、12	陕41939045G		
102	朱洁	女	CT诊断科	2014、4、22	1404028	2018、4、24	陕41804036G				
103	郭晓荣	女	CT诊断科	2014、4、22	1404030	2018、4、27	陕41805084G				
104	王霞小	女	CT诊断科	2009、6、25	090286	2014、4、22	1404064	2018、4、27	陕41805082G		
105	崔涛涛	男	CT诊断科	2014、4、22	1404029	2018、4、24	陕41804042G				

放射工作人员培训合格证

序号	姓名	性别	科室	发证日期	证件编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号
106	吕 幸	男	CT 诊断科	2014、4、22	1404032	2018、4、24	陕 41804043G				
107	高秀秀	女	CT 诊断科	2014、4、22	1404033	2018、4、27	陕 41805067G				
108	杨润红	男	CT 诊断科	2014、4、22	1404035	2018、4、27	陕 41805067G				
109	李 荔	女	CT 诊断科	2014、4、22	1404037	2018、4、27	陕 41805085G				
110	祁鑫华	女	CT 诊断科	2014、4、22	1404038	2018、4、27	陕 41805079G				
112	谭 新	女	CT 诊断科	2014、4、22	1404039	2018、4、27	陕 41805081G				
113	王媛媛	女	CT 诊断科	2014、4、22	1404040	2018、4、24	陕 41804040G				
114	张 慧	女	CT 诊断科	2014、4、22	1404041	2018、4、24	陕 41804039G				
115	王 雷	男	CT 诊断科	2019、12	陕 31941076G						
116	闫 军	男	CT 诊断科	2006、10	J0002024	2011、6、2	1106021	2015、11、18	1106021	2019、12	陕 41939046G
117	文 铁	男	CT 诊断科	2006、10	J0002045	2011、6、2	1106067	2015、11、18	1106067	2019、12	陕 41939042G
118	王 娜	女	口腔科	2009、6、25	090331	2014、4、22	1404083	2018、4、27	陕 41805071G		
119	申 娟	女	口腔科	2009、6、25	090332	2014、4、22	1404082	2018、4、24	陕 41804011G		
120	姜森峰	男	放射科	2018、5、4	陕 31804017G						
121	鲁 华	女	脊柱外科	2009、6、25	090339	2014、4、22	1404076	2018、4、24	陕 41804047G		
122	林 磊	男	创伤骨科	2018、5、4	陕 31807031G						
123	马宪军	男	关节外科	2006、10	J0002074	2011、6、2	1106089	2015、11、18	1106089	2019、12	陕 41939015G
124	李晓亚	女	脊柱外科	2019、12	陕 31941080G						
125	李 明	男	烧伤科	2009、6、25	090333	2014、4、22	1404061	2018、4、24	陕 41804050G		
126	翟鑫军	男	泌尿外科	2014、4、22	1404044	2018、4、24	陕 41804052G				
127	温 静	女	泌尿外科	2014、4、22	1404043	2018、4、24	陕 41804051G				

放射工作人员培训合格证

序号	姓名	性别	科室	发证日期	证件 编号	复训时间	证书 编号	复训时间	证书 编号	复训时间	证书 编号
128	卢玉	男	泌尿外科	2011、6、2	1106094	2015、11、18	1106094	2019、12	陕41939024G		
129	张生军	男	普外科	2011、6、2	11060104	2015、11、18	11060105	2019、12	陕41939060G		
130	樊华	男	普外科	2011、6、2	11060105	2015、11、18	11060104	2019、12	陕41939061G		
131	呼红艳	女	导管室	2018、5、4	陕31804021G						
132	马莹	女	导管室	2011、6、2	1106092	2015、11、18	1106092	2019、12	陕41804049G		
133	王荣荣	女	导管室	2009、6、25	090336	2014、4、22	1404078	2018、4、27	陕41805088G		
134	杨列云	女	导管室	2009、6、25	090337	2014、4、22	1404079	2018、4、27	陕41805086G		
135	刘鹏飞	男	导管室	2009、6、25	090338	2014、4、22	1404081	2018、4、24	陕41804049G		
136	薛顺和	男	导管室	2011、6、2	1106093	2015、11、18	1106093	2019、12	陕41939056G		
137	刘翠	女	导管室	2011、6、2	1106038	2015、11、18	1106038	2019、12	陕41939059G		
138	王玲	女	导管室	2014、4、22	1404042	2018、4、27	陕41805087G				
139	拓晓龙	男	导管室	2011、6、2	1106036	2015、11、18	1106036	2019、12	陕41939057G		
140	牛炳乾	男	导管室	2011、6、2	1106037	2015、11、18	1106037	2019、12	陕41939058G		
141	延娜	女	导管室	2014、4、22	1404013	2018、4、27	陕41805089G				
142	郭延玲	女	导管室	2019、12	陕31941081G						
143	谭玉娥	女	导管室	2019、12	陕31941082G						
144	徐杰	男	内分泌科	2019、12	陕31941083G						
145	白小岗	男	内分泌科	2019、12	陕31941084G						
146	刘蓉	女	麻醉科手术室	2019、12	陕31941094G						
147	黄海燕	女	麻醉科手术室	2019、12	陕31941095G						
148	师玲霞	女	麻醉科手术室	2019、12	陕31941096G						

放射工作人员培训合格证

序号	姓名	性别	科室	发证日期	证件编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号
149	高福利	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941088G				
150	秦小燕	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941089G				
151	勾玲绒	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941090G				
152	杨彩霞	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941091G				
153	白江茸	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941092G				
154	魏丽丽	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941093G				
155	常洁	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941085G				
156	康宁	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941086G				
157	张瑜	女	麻醉科手术室	2019、12	陕 31941087G				
158	张建林	男	关节外科	2019、12	陕 31941097G				
159	行军	男	关节外科	2019、12	陕 31941098G				
160	侯海斌	男	关节外科	2019、12	陕 31941099G				
161	薛亮	男	关节外科	2019、12	陕 31941100G				
162	宗龙泽	男	关节外科	2019、12	陕 31941101G				
163	白标豪	男	关节外科	2019、12	陕 31941102G				
164	史永涛	男	关节外科	2019、12	陕 31941103G				
165	路浩东	男	关节外科	2019、12	陕 31941104G				
166	钟镇阳	男	关节外科	2019、12	陕 31941105G				
167	武政	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941128G				
168	王磊	男	创伤修复外科	2019、12	陕 31941136G				
169	张杰	男	创伤修复外科	2019、12	陕 31941137G				

放射工作人员培训合格证

序号	姓名	性别	科室	发证日期	证件编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号	复训时间	证书编号
170	刘志斌	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941107G						
171	韩芳民	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941108G						
172	刘延雄	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941110G						
173	白晓军	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941112G						
174	杜璠	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941113G						
175	康凯	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941114G						
176	刘军	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941115G						
177	薛小伟	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941116G						
178	赵程锦	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941118G						
179	阴彦兵	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941119G						
180	周显虎	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941120G						
181	李长红	男	脊柱外科	2019、12	陕 31941109G						
182	魏杰	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941121G						
183	曹强	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941122G						
184	宋建华	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941124G						
185	张亮亮	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941125G						
186	冯阳阳	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941126G						
187	段明明	男	创伤骨科	2019、12	陕 31941127G						
188	曹博	男	关节外科	2019、12	陕 31944127G						
189	张民泽	男	创伤修复外科	2019、12	陕 31941129G						
190	白立榜	男	创伤修复外科	2019、12	陕 31941130G						

附件9 2021年度防护检测报告



162721340433
有效期至2022年11月05日

西安查德威克辐射技术有限公司

检 测 报 告

报告编号: CDWK-FH (2021) 第 1017 号

项目名称: 放射诊断设备机房防护检测

委托单位: 延安大学附属医院

检测类型: 委托检测

报告日期: 2021年11月05日



西安查德威克辐射技术有限公司

检测报告

检测项目	放射诊断设备机房防护检测		
委托单位	延安大学附属医院		
委托单位地址	陕西省延安市宝塔区北大街 43 号		
检测日期	2021 年 10 月 18 日至 10 月 22 日	检测类型	委托检测
机房数量	21 间		
检测依据	《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020		
评价依据	《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020		

检测用仪器设备:

1. X、 γ 射线辐射检测仪

有效日期	2022 年 08 月 08 日	证书编号	DLj12021-16684
仪器型号	AT1123	仪器编号	CDWK-035

2. X、 γ 射线辐射检测仪

有效日期	2022 年 06 月 16 日	证书编号	DLj12021-14892
仪器型号	AT1123	仪器编号	CDWK-057

3. 加压电离室巡检仪

有效日期	2022 年 07 月 20 日	证书编号	DLj12021-16089
仪器型号	451P	仪器编号	CDWK-052

4. α 、 β 射线表面污染测量仪

有效日期	2022 年 03 月 13 日	证书编号	DLhd2021-10598
仪器型号	R500	仪器编号	CDWK-016

5. 检测模体

CT 头部剂量模体	型号	HB120
PMMA 均匀衰减模体	规格	6cm
标准水箱	规格	300mm×300mm×200mm
加速器标准水箱	规格	300mm×300mm×300mm

解释与说明

检测结果见附表。
检测点位布局图见附图。

西安查德威克辐射技术有限公司

检测报告

检测项目	放射诊断设备机房防护检测		
委托单位	延安大学附属医院		
委托单位地址	陕西省延安市宝塔区北大街 43 号		
检测日期	2021 年 10 月 18 日至 10 月 22 日	检测类型	委托检测
机房数量	21 间		
检测依据	《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020		
	《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020		
	《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020		
评价依据	《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020		
	《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020		
	《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020		

检测用仪器设备:

1. X、 γ 射线辐射检测仪

有效日期	2022 年 08 月 08 日	证书编号	DLj12021-16684
仪器型号	AT1123	仪器编号	CDWK-035

2. X、 γ 射线辐射检测仪

有效日期	2022 年 06 月 16 日	证书编号	DLj12021-14892
仪器型号	AT1123	仪器编号	CDWK-057

3. 加压电离室巡检仪

有效日期	2022 年 07 月 20 日	证书编号	DLj12021-16089
仪器型号	451P	仪器编号	CDWK-052

4. α 、 β 射线表面污染测量仪

有效日期	2022 年 03 月 13 日	证书编号	DLhd2021-10598
仪器型号	R500	仪器编号	CDWK-016

5. 检测模体

5. 检测模体	CT 头体部剂量模体	型号	HB120
	PMMA 均匀衰减模体	规格	6cm
	标准水箱	规格	300mm×300mm×200mm
	加速器标准水箱	规格	300mm×300mm×300mm

解释与说明

检测结果见附表。
检测点位布局图见附图。

射线装置清单					
防护	装置名称	型号	生产厂家	设备编号	所在场所
表 1	X 射线计算机断层摄影设备	uCT 760	上海联影医疗科技有限公司	600014	行政楼一楼 CT 室
表 2	全身 X 射线计算机断层螺旋扫描装置	SOMATOM Spirit	上海西门子医疗器械有限公司	63516	综合二号楼一层 CT 模拟定位室
表 3	X 射线计算机断层摄影设备	uCT 530	上海联影医疗科技有限公司	300136	行政楼二层 CT 室
表 4	数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 588i	上海联影医疗科技有限公司	260021	综合医技楼一层拍片室
表 5	数字化医用 X 射线摄影系统	AXIOM Aristos FX plus	德国西门子	1227	门诊楼二层 DR1 室
表 6	数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 780i	上海联影医疗科技有限公司	152127	门诊楼二层拍片 3 室
表 7	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 370i	上海联影医疗科技有限公司	400018	门诊楼二层拍片 3 室
表 8	车载 DR	SEDECAL	西班牙赛德科	/	/
表 9	数字乳腺 X 线机	ASY-00676	美国 Hologic, Inc	194051012674	综合医技楼一层乳腺检查室
表 10	心血管成像系统	Imnova 3100-IQ	通用电气医疗系统	575077Bu3	医技检查楼三楼介入手术室
表 11	X 射线诊断设备	AXIOM Iconos MD	德国西门子	18003	门诊二层造影室
表 12	移动式 C 形臂 X 射线机	uMC 560i	上海联影医疗科技有限公司	610002	门诊大楼 7 层手术 17 室
表 13	移动式 C 形臂 X 射线机	uMC 560i	上海联影医疗科技有限公司	610003	门诊大楼 7 层手术 18 室
表 14	移动式 G 形臂 X 射线机	DigiArc 100AC	北京万东惠尔图像技术有限公司	XG1164BK15K	七层手术室 10
表 15	体外冲击波碎石机	HK.ESWL-VI	深圳市惠康医疗器械有限公司	2164	一层国医馆碎石机
表 16	牙片 X 射线机	Vario DG	FONA SRL	3001VA4318	门诊一层牙片室
表 17	牙片 X 射线机	Vario DG	FONA SRL	3105VA5296	门诊二层拍片室
表 18	口腔颌面锥形束计算机断层摄影设备	Orthophos SL 3D	西诺德牙科设备有限公司	701192	门诊一层口腔 CT 室
表 19	直线加速器	ONCOR Expression	西门子(德国)公司	5855	放疗中心负一层加速器治疗室
表 20	遥控自动驱动式 γ 射线后装设备	KL-HDR-C	北京科霖众医学技术研究所/北京核仪器厂	201006054	肿瘤治疗中心一层后装治疗室
表 21	非密封源工作场所	/	/	/	综合一号楼核医学科

二、结论

经现场检测, 该院数字化医用 X 射线摄影系统 (设备编号: 260021)、数字化医用 X 射线摄影系统 (设备编号: 1227)、数字化医用 X 射线摄影系统 (设备编号: 152127)、移动式数字化医用 X 射线摄影系统 (设备编号: 400018) 和车载 DR (设备编号: /) 在正常工作状态下, 机房放射工作人员操作位、观察窗、人员进出防护门等屏蔽体外周围剂量当量率符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 中“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序 (如 DR、CR、屏片摄影) 机房外的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求;

X 射线计算机体层摄影设备 (设备编号: 600014)、全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置 (设备编号: 63516)、X 射线计算机体层摄影设备 (设备编号: 300136)、数字乳腺 X 线机 (设备编号: 194051012674)、牙片 X 射线机 (设备编号: 3001VA4318)、牙片 X 射线机 (设备编号: 3105VA5296) 和口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (设备编号: 701192) 在正常工作状态下, 机房放射工作人员操作位、观察窗、人员进出防护门等屏蔽体外的周围剂量当量率均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 中“CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

心血管成像系统 (设备编号: 575077Bu3)、X 射线诊断设备 (设备编号: 18003)、移动式 C 形臂 X 射线机 (设备编号: 610002)、移动式 C 形臂 X 射线机 (设备编号: 610003)、移动式 G 形臂 X 射线机 (设备编号: XG1164BK15K) 和体外冲击波碎石机 (设备编号: 2164) 在正常工作状态下, 机房放射工作人员操作位、观察窗、人员进出防护门等屏蔽体外的周围剂量当量率均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

直线加速器和遥控自动驱动式 γ 射线后装设备 (设备编号: 201006054) 在正常工作状态下, 机房放射工作人员操作位、人员进出防护门等屏蔽体外的周围剂量当量率均符合《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 中“治疗机房墙和入口门外 30cm 处: 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所最高周围剂量当量率应不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$, 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所最高周围剂量当量率应不超过 $10 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

非密封源工作场所 β 表面污染符合《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020 中“非密封源工作场所工作台、设备、墙壁、地面等控制区 β 表面污染控制水平不大于 40Bq/cm^2 。”的要求。

以下无正文

编制人: 曹可可 审核人: 李俊杰



附件10 2022年废水检测报告



222712050051
有效期至2028年04月24日

ZBJC-04-JJB04

副本

检测报告



陕众邦（水）字 2022（06）第 011 号

项目名称： 医疗废水检测项目（六月份第4周、月检）

委托单位： 延安大学附属医院

报告日期： 2022年06月29日

陕西众邦环保检测技术有限公司

Shaanxi Zhong Bang Environmental Protection Testing Technology Co.,Ltd.

检验检测专用章

陕西众邦环保检测技术有限公司

检 测 报 告

陕众邦(水)字 2022(06)第 011 号

第 1 页 共 2 页


委托单位	延安大学附属医院		
项目地址	延安市宝塔区北大街		
检测目的	委托检测	检测类别	废水
联系人	王延锋	联系电话	13991772280
采样日期	2022.06.27	分析日期	2022.06.27~2022.06.28
检测内容	1 个检测点位, 检测项目为化学需氧量、悬浮物、粪大肠菌群共 3 项, 检测 1 天, 4 次/天。		
样品状态	淡黄色、清澈、无杂质、有异味。		
样品包装	聚乙烯瓶、玻璃瓶。		
评价依据	GB 18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》表 2 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值(日均值)中预处理标准。		
检测结果	废水检测结果见表 1。		
备注	1. 本次检测方案由委托方提供; 2. 本次检测结果仅对当时检测环境负责。		
分析项目、方法依据、检出限及仪器设备			
分析项目	分析依据及方法	检出限	仪器设备及编号
化学需氧量	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 HJ 828-2017	4mg/L	25mL 酸式滴定管
悬浮物	水质 悬浮物的测定 重量法 GB/T 11901-1989	4mg/L	BSA224S 电子天平 (万分之一) (33092862)
粪大肠菌群	水质 总大肠菌群和粪大肠菌群的测定 纸片快速法 HJ 755-2015	20MPN/L	DHP-9052A 电热恒温培养箱 (1086340)



表 1 废水检测结果





采样位置	分析项目	采样日期	单位	检测结果				标准 限值
				第一次	第二次	第三次	第四次	
废水 总排口	化学需氧量	06月27日	mg/L	121	116	118	124	250
	悬浮物	06月27日	mg/L	22	25	24	26	60
	粪大肠菌群	06月27日	MPN/L	2.8×10^3	2.2×10^3	2.4×10^3	2.1×10^3	5000
结论	本次化学需氧量、悬浮物、粪大肠菌群的检测结果均符合 GB 18466-2005《医疗机构水污染物排放标准》表 2 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值(日均值)预处理标准限值要求。							



编制人: 鲁斌 复核人: 方子 审核人: 马林 签发: 

2022年6月29日 2022年06月29日 2022年06月29日 2022年06月29日

附件11 校准证书

	
中国计量科学研究院	
 	校准证书
<small>中国认可 国际互认 校准 CALIBRATION CNAS L0502</small>	
证书编号 DLJ12021-16708	
客户名称	延安大学附属医院
器具名称	剂量仪
型号/规格	RJ38-3602
出厂编号	180507
生产厂商	上海仁机仪器仪表有限公司
联络信息	延安市宝塔区北大街43号
校准日期	2021年08月09日
接收日期	2021年07月20日
批准人:	李德凡 
发布日期:	2021年08月10日
地址: 北京北三环东路18号	邮编: 100029
电话: 010-64525569/74	传真: 010-64271948
网址: http://www.nim.ac.cn	电子邮箱: kehufuwu@nim.ac.cn
2019-jz-R0520	
第1页共3页	

CS 扫描全能王
D

中国计量科学研究院



中国认可
国际互认
校准
CALIBRATION
CNAS L0502

校准证书

证书编号 DLj12021-16561

客户名称 延安大学附属医院

器具名称 个人γ防护剂量计

型号/规格 SY-1

出厂编号 671603002097

生产厂商 福州智元仪器设备有限公司

联络信息 延安市宝塔区北大街 43 号

校准日期 2021 年 8 月 4 日

接收日期 2021 年 7 月 20 日

批准人:

李德元



发布日期: 2021 年 08 月 05 日

地址: 北京北三环东路 18 号

邮编: 100029

电话: 010-64525569/74

传真: 010-64271948

网址: <http://www.nim.ac.cn>

电子邮箱: kehufuwu@nim.ac.cn

2019-jz-R0520

第1页共3页

中国计量科学研究院



中国认可
国际互认
校准
CALIBRATION
CNAS L0502

校准证书

证书编号 DLJ12021-16531

客户名称 延安大学附属医院

器具名称 个人 γ 防护剂量计

型号/规格 FJ2000

出厂编号 24650

生产厂商 中国辐射防护研究院

联络信息 延安市宝塔区北大街43号

校准日期 2021年8月3日

接收日期 2021年7月20日

批准人:

李德成



发布日期: 2021年08月04日

地址: 北京北三环东路18号

电话: 010-64525569/74

网址: <http://www.nim.ac.cn>

邮编: 100029

传真: 010-64271948

电子邮箱: kehufuwu@nim.ac.cn

2019-jz-R0520

第1页共3页

中国计量科学研究院



中国认可
国际互认
校准
CALIBRATION
CNAS L6502

校准证书

证书编号 DLJ12021-16586

客户名称 延安大学附属医院

器具名称 剂量仪 (表面污染测量仪)

型号/规格 Inspector

出厂编号 35032

生产厂商 Medcom

联络信息 延安市宝塔区北大街 43 号

校准日期 2021 年 8 月 5 日

接收日期 2021 年 7 月 20 日

批准人: 李保华



发布日期: 2021 年 08 月 05 日

地址: 北京北三环东路 18 号

邮编: 100029

电话: 010-64525569/74

传真: 010-64271948

网址: <http://www.nim.ac.cn>

电子邮箱: kehufuwu@nim.ac.cn

2019-jz-R0520

第1页共3页

附件12 图纸