

核技术利用建设项目

大同市第三人民医院

使用医用直线加速器和后装机项目

环境影响报告表

(公示本)

大同市第三人民医院

2021 年 12 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

大同市第三人民医院

使用医用直线加速器和后装机项目

环境影响报告表

(公示本)

建设单位名称：大同市第三人民医院

建设单位法定代表人（签名或签章）：张宝成

通讯地址：山西省大同市魏都大道文昌街 43 号

邮政编码：0370046

联系人：王希

电子邮箱：674338788@qq.com

联系电话：18803529114

编制单位和编制人员情况表

项目编号			
建设项目名称	大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机项目		
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			
建设单位（盖章）	大同市第三人民医院		
统一社会信用代码	12140200725923566E		
法定代表人（签章）	张宝成		
主要负责人（签字）	王希		
直接负责的主管人员（签字）	王希		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称（盖章）	山西贝可勒环境检测有限公司		
统一社会信用代码	91140100MA0G7E3E		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书编号	信用编号	签字
李娟	2015035140352014146007000588	BH004224	李娟
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李毅	项目概况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	BH047687	李毅
李娟	项目工程分析与源项、辐射安全与防护环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH004224	李娟



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 2015035140352014146007000588
File No.

姓名: 李娟
Full Name
性别: 女
Sex
出生年月: 1986. 10
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期: 2015-5-24
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by
签发日期: 2015年 12月 30日
Issued on



本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发,它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



编号: HP00017877
No.

大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机项目

环境影响报告表技术审查专家意见

受山西省生态环境厅委托，山西省生态环境监测和应急保障中心于 2021 年 12 月 13 日在太原主持召开了《大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机项目环境影响报告表》（以下简称“报告表”）技术审查会。参加会议的有建设单位大同市第三人民医院、报告表编制单位山西贝可勒环境检测有限公司的代表和 3 名专家（名单附后）。

会议期间，与会代表分别听取了建设单位与报告表编制单位的代表对项目相关情况和报告表主要内容的介绍，询问了有关问题，经过认真讨论与评审，形成技术评审会专家意见如下：

一、项目基本情况

大同市第三人民医院位于山西省大同市平城区文昌街 43 号，拟在新建医技急诊楼地下三层东北侧建设放疗中心，购置安装 3 台医用直线加速器和 1 台后装机，配套使用 1 台 CT 模拟定位机，其中医用直线加速器最大能量均为 10MV、最高剂量率均为 $3.6 \times 10^0 \text{ Gy/h}$ ，均属 II 类射线装置；后装机使用 1 枚密封源，核素为 ^{192}Ir ，最大活度为 $4.44 \times 10^{11} \text{ Bq}$ ，属 III 类放射源。

二、报告表总体情况

报告表编制格式规范、内容全面，辐射源项、辐射污染因子、污染途径等分析基本正确，提出的辐射安全与防护措施、管理措施基本可行，评价结论可信。报告表考核得分 75 分，经补充完善后可出具评估意见。

三、报告表补充修改内容

1. 细化非辐射环境影响污染因子及其排放情况；

2. 按照纵深防御原则，完善辐射安全防护联锁设计；
3. 从环保角度进一步分析项目选址和布局的合理性；
4. 结合医院现有辐射安全管理实际情况，完善辐射安全管理要求；结合辐射源项，完善辐射事故应急响应相关内容。

专家组： 闫玉奎

郭先龙

樊林栋



2021 年 12 月 13 日

大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机项目

环境影响报告表技术审查专家意见修改清单

山西省生态环境监测和应急保障中心于 2021 年 12 月 13 日在太原主持召开了《大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机项目环境影响报告表》技术审查会。根据专家组意见，修改如下：

序号	专家意见	修改说明	修改页
1	细化非辐射环境影响污染因子及其排放情况	(1) 有害气体 空气中的 O_2 和 N_2 分别在射线的作用下生成臭氧 O_3 和氮氧化物 NO_x 等有害气体。本项目每个直线加速器机房容积（含迷道）为 $410m^3$ ；按照治疗机房的通风设计，治疗期间的机械通风量不小于 $2000m^3$ ，可以满足标准要求换气次数不小于 4 次/h 的要求。	P32
2	按照纵深防御原则，完善辐射安全防护联锁设计	(3) 放射治疗工作场所应按照纵深防御原则，设置多重安全、可靠的联锁装置，包括：门机（源）联锁、紧急开门、钥匙开关、紧急停机等设施。	P22 附图 4
3	从环保角度进一步分析项目选址和布局的合理性	本项目各治疗机房与控制室设置独立，实行隔室操作，人员进出、操作顺畅，互不交叉，并设置了后装机放射源暂存库，从辐射安全与防护的角度看，总体平面布局可行，符合相关标准的要求，布局合理可行。	P4
4	结合医院现有辐射安全管理实际情况，完善辐射安全管理要求；结合辐射源项，完善辐射事故应急响应相关内容	本项目为大同市第三人民医院新开展的诊疗项目，根据国家相关法规和监督检查技术程序的规定要求，对涉及本项目的医院现有规章制度进行补充修订，要求必须涵盖本项目内容，对本项目具有特殊性而未制定的规章制度需重新修订，例如设备操作规程等。	P38
		医院已制定了辐射事故应急预案，针对新开展的本项目可能发生的辐射事故，应完善和补充医院原辐射事故应急预案，主要包括： (1) 增加本项目辐射事故源项描述、分析。 (2) 重新确定本项目辐射事故类型、分级。 (3) 根据事故/事件类型的类型，补充具体的事故应急处理措施和物资准备。 (4) 补充事故应急培训、演练计划，需涵盖本项目。	P40 P41

已按专家意见修改。

闫玉奎

杜林阳

郭晓波



新建医技、急诊楼施工现场 1



新建医技、急诊楼施工现场 2



新建医技、急诊楼施工现场 3



新建医技、急诊楼施工现场 4



新建医技、急诊楼施工现场 5



新建医技、急诊楼施工现场 6

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	7
表 3 非密封放射性物质.....	7
表 4 射线装置.....	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	9
表 6 评价依据.....	10
表 7 保护目标与评价标准.....	11
表 8 环境质量和辐射现状.....	13
表 9 项目工程分析与源项.....	15
表 10 辐射安全与防护.....	20
表 11 环境影响分析.....	25
表 12 辐射安全管理.....	38
表 13 结论与建议.....	48
表 14 审批.....	51

附件 1、 环评委托书

附件 2、 本项目拟购设备主要参数及工作负荷

附件 3、 大同市第三人民医院事业单位法人证书

附件 4、 大同市第三人民医院《辐射安全许可证》

附件 5、 大同市第三人民医院环评批复及备案登记表

附件 6、 大同市第三人民医院管理文件

附件 7、 本项目工作场所环境现状检测报告

附件 8、 本项目工作场所屏蔽设计说明

附图 1、 大同市第三人民医院地理位置图

附图 2、 拟建放疗中心周边关系及评价范围图

附图 3、 拟建放疗中心平面布局设计图

附图 4、 治疗机房电缆过线、通风与安全设施布置图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机项目				
建设单位		大同市第三人民医院				
法人代表		张宝成	联系人	王 希	联系电话	18803529114
注册地址		山西省大同市平城区文昌街 43 号				
项目建设地点		大同市第三人民医院新建医技、急诊楼地下三层放疗中心				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		5000	项目环保投资（万元）	300	投资比例（环保投资/总投资）	6%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m²）	802.75
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ Ⅰ类 ☐ Ⅱ类 ☐ Ⅲ类 ☐ Ⅳ类 ☐ Ⅴ类			
		☒ 使用	☐ Ⅰ类（医疗使用） ☐ Ⅱ类 ☒ Ⅲ类 ☐ Ⅳ类 ☐ Ⅴ类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ Ⅱ类 ☐ Ⅲ类			
		☐ 销售	☐ Ⅱ类 ☐ Ⅲ类			
		☒ 使用	☒ Ⅱ类 ☐ Ⅲ类			
	其他	/				

1.1 建设单位概述

大同市第三人民医院始建于 1958 年 8 月，位于山西省大同市平城区文昌街 43 号，地理优越，交通便利，医院占地面积 54600m²，建筑面积 90850m²，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复等为一体的“三级甲等”综合性医院；医院现开放床位 1200 张，共有职工 1619 人，其中卫生技术人员 1398 人，正高职称 70 人，副高职称 166 人，研究生学历 142 人。医院开设 34 个临床科室和 8 个医技科室，其中省重点专科 2 个（心血管内科和普通外科），省市共建重点学科 4 个，市级重点学科 16 个。

大同市第三人民医院现持有《辐射安全许可证》，有效期至 2024 年 4 月 28 日，编号：晋环辐证【00014】，许可种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所（见附件 4）。

1.2 项目由来

大同市第三人民医院根据整体规划和发展需要，计划在新建医技、急诊楼地下三层东北侧建设放疗中心，拟购置安装 3 台医用直线加速器和 1 台后装机，配套购置使用 1 台 CT 模拟定位机（拟备案登记），开展放射治疗工作。

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》以及《建

为保护环境和人员健康，严格执行《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》，委托山西贝可勒环境检测有限公司对“大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机项目”进行环境影响评价。经过编制人员的现场踏勘和资料收集，按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》HJ10.1-2016 的要求，编制完成了该项目的环境影响报告表，报请审查。

1.3.1 项目组成

表 1-1 本项目拟购设备及主要参数表

序号	设备名称	类别	数量	额定参数	状态	用途	拟安装位置
1	医用直线加速器	II	3	10MV/360Gy/h	新购	放射治疗	新建医技、急诊楼 B3 放疗中心加速器机房
2	后装机	III	1	¹⁹² Ir 密封源 4.44×10 ¹¹ Bq	新购	放射治疗	新建医技、急诊楼 B3 放疗中心后装机房

[illegible]

图 1-1 新建放疗中心布局图 (B3 局部)

3、机房屏蔽设计

表 1-2 本项目屏蔽设计一览表

工程	工程内容		配备的设施设备
主体工程	放疗中心	医用直线加速器 1 室 8.2×7.8（内凸） =63.96m ² （不含迷道） 东/西墙：1500mm(厚)混凝土 南墙：主屏蔽：2900mm(厚)×4000mm(宽)混凝土 次屏蔽：1700mm(厚) 北内墙：主屏蔽：2000mm(厚)×4300mm(宽)混凝土 次屏蔽：1500mm(厚) 北外墙：1300mm(厚)混凝土 顶板：主屏蔽：3000mm(厚)×4000mm(宽)混凝土 次屏蔽：2000mm(厚)，高：4100mm（内凸） 迷道宽：2200mm，开口宽：2100mm，高：5000mm 防护门：15mmPb 电动平移门	电离辐射警告标志 工作状态指示灯 门机联锁 紧急停机 固定式辐射监测仪 铅围裙或方巾、铅橡胶颈套等用品 机械排风装置
		医用直线加速器 2 室 8.2×7.8（内凸） =63.96m ² （不含迷道） 东/西墙：1500mm(厚)混凝土 南墙：主屏蔽：2900mm(厚)×4000mm(宽)混凝土 次屏蔽：1700mm(厚) 北内墙：主屏蔽：2000mm(厚)×4000mm(宽)混凝土 次屏蔽：1500mm(厚) 北外墙：1300mm(厚)混凝土 顶板：主屏蔽：3000mm(厚)×4300mm(宽)混凝土 次屏蔽：2000mm(厚)，高：4100mm（内凸） 迷道宽：2200mm，开口宽：2100mm，高：5000mm 防护门：15mmPb 电动平移门	电离辐射警告标志 工作状态指示灯 门机联锁 紧急停机 固定式辐射监测仪 铅围裙或方巾、铅橡胶颈套等用品 机械排风装置
		后装机房 4.6×7.0 =32.2m ² （不含迷道） 东、南、北墙和西迷道内墙：800mm(厚)混凝土 西迷道外墙：1500mm(厚)混凝土 顶板：600mm(厚)混凝土，层高：6000mm 迷道宽：1600mm，开口宽：2200mm，高：6000mm 防护门：5mmPb 电动平移门	电离辐射警告标志 门机联锁及指示灯 紧急停机 固定式辐射监测仪 应急储源罐，个人防护用品等 机械排风装置
		医用直线加速器 3 室（预留） 8.2×7.8（内凸） =63.96m ² （不含迷道） 东/西墙：1500mm(厚)混凝土 南墙：主屏蔽：2900mm(厚)×4000mm(宽)混凝土 次屏蔽：1700mm(厚) 北内墙：主屏蔽：2000mm(厚)×4300mm(宽)混凝土 次屏蔽：1500mm(厚) 北外墙：1300mm(厚)混凝土 顶板：主屏蔽：3000mm(厚)×4000mm(宽)混凝土 次屏蔽：2000mm(厚)，高：4100mm（内凸） 迷道宽：2200mm，开口宽：2100mm，高：5000mm 防护门：15mmPb 电动平移门	电离辐射警告标志 工作状态指示灯 门机联锁 紧急停机 固定式辐射监测仪 铅围裙或方巾、铅橡胶颈套等用品 机械排风装置
		后装源暂存库 位于后装机房和直加 3 机房之间，北侧为直加 3 室控制室，南为水冷泵房。	双人双锁防盗门 暂存源铅罐

辅助工程：医护办公室、控制室、候诊区等，配备相应的办公设施设备。

公共工程：供水、配电、通讯等，依托医院公共设施。

1.3.2 本项目劳动定员和工作制度

放疗中心计划配备 10 名辐射工作人员，全部为医院现有人员，参加了辐射安全和防护知识培训，并取得了上岗证。符合《放射治疗放射防护要求》GBZ121-2020 中 7.5 要求“实施治疗期间应有两名及以上操作人员协同操作”的规定。

工作制度：实行 8 小时单班工作制度，每周 5 天，年工作 50 周。

1.4 本项目位置及合理性分析

1.4.1 建设单位的地理位置

大同市第三人民医院位于山西省大同市平城区，东临魏都大道，北临迎宾街，南临文昌街，西临云新小区。见附图 1。

1.4.2 医用直线加速器和后装机项目工作场所

大同市三人民医院新建医技、急诊楼位于医院南侧，为地上 7 层，地下 3 层建筑。放疗中心位于新建医技、急诊楼地下 3 层，地下为土层，地下 2 层拟建预留科室，放疗中心的接诊、候诊位于 B3 东侧，西侧为卫生间，北侧为外墙，南侧为设备用房。

1.4.3 本项目工作场所平面布置及合理性分析

根据满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，本项目位于新建医技、急诊楼 B3 凸出部分的东北侧，放疗中心的治疗机房从西至东一字排开，从西至东依次为：直加 1 室、直加 2 室、后装室和直加 3 室，机房南侧为设备检修通道和设备用房，东西两侧为卫生间，北侧为走廊和模拟定位机房，地下为土层，顶上为拟建预留科室（B2），直加 1 室和直加 2 室共用控制室，位于两个机房中间，后装机控制室位于后装机房的北侧，后装源暂库存位于后装机房东侧，直加 3 室的控制室位于直加 3 机房的西北侧。

本项目选址新建医技、急诊楼 B3 凸出部分的东北侧，为本幢建筑最底层的一角，远离医院儿科、产科等特殊人群或人员流动性较大的区域，各治疗机房与控制室实行隔室操作，放疗中心设置了门禁装置，相对独立封闭，治疗区域互不交叉重叠，各功能房间完善齐备，工作人员和患者进出顺畅，从辐射安全与防护的角度看，本项目的选址和总体平面布局合理可行，符合相关标准的要求。

1.5 医院核技术利用现状

1.5.1 现使用的Ⅱ类、Ⅲ类射线装置台账

表 1-3 已许可使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置明细表

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	安装位置	备注
1	X 光机	CH-30GX	Ⅲ	1	150	500	门诊楼负一层	晋环辐审【2009】112 号
3	X 光机	DHF-155HII	Ⅲ	1	150	500	门诊楼负一层	
4	X 光机	DHF-155HII	Ⅲ	1	150	500	门诊楼负一层	
5	床旁 X 光机	AD125P-MUX	Ⅲ	1	150	50	外科住院楼 ICU	
6	数字胃肠机	Tu-6000	Ⅲ	1	150	1000	门诊楼负一层	
7	体外冲击碎石机	ESWL-V1	Ⅲ	1	25	10	老干楼一层	晋环审【2014】578 号
8	牙科 X 射线机	Expert DC	Ⅲ	1	65	7	门诊楼三层	
9	DR 机	XR656	Ⅲ	2	150	1000	门诊楼负一层	2016 年 备案
10	移动 C 型臂 X 线机	OEC9900	Ⅲ	1	120	150	外科住院楼四层	
11	移动 C 型臂 X 线机	Mobil Compact L	Ⅲ	1	110	8	外科住院楼 四层手术室	
12	移动式 X 线机	Disgnost wDR	Ⅲ	2	120	150	放射科	
13	数字血管造影机	QCeiling	Ⅱ	1	125	1000	内科住院楼 一层	同环函（服务） 【2020】7 号
14	数字血管造影机	AlluraXper FD20C	Ⅱ	1	125	1250		
15	移动 C 型臂 X 线机	OEC9900	Ⅲ	1	120	150	外科住院楼四层	2020 年 7 月备案 2020140 20200000 072
16	骨密度检测仪	Prodigy Advance	Ⅲ	1	76	3	门诊楼负一层	
17	乳腺 x 射线机	Senographe Pristina	Ⅲ	1	49	100	门诊楼负一层	
18	双排层螺旋 CT	SOMATOM	Ⅲ	1	140	180	门诊楼负一层	
19	256 层螺旋 CT	Brilliance CT	Ⅲ	1	140	1000	门诊楼负一层	
20	64 螺旋 CT	LightSpeed VCT	Ⅲ	1	140	800	外科住院楼 一层	2020 年 7 月备案 20201402 0 20000007 3
21	医用诊断 X 系统	XR6000	Ⅲ	1	150	630	规培楼一层	
22	X 射线机计算机体层摄影设备	Revolution ACT	Ⅲ	1	140	200	发热门诊 CT 室	
23	X 射线机计算机体层摄影设备	SOMATOM Force	Ⅲ	1	150	1300	规培楼一层	

大同市第三人民医院目前在用 2 台Ⅱ类射线装置，23 台Ⅲ类射线装置。

大同市第三人民医院现持有《辐射安全许可证》，晋环辐证【00014】，有效期至：2024 年 4 月 28 日，种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。（见附件 4）

1.5.2 辐射安全与环境保护管理机构

大同市第三人民医院已成立了辐射安全与环境保护管理机构，法人任组长，副院长任副组长，各科室主任为成员，配备了 1 名具有本科以上学历的专职管理人员，全面负责医院的辐射安全与环境保护工作。

1.5.3 规章制度制定

大同市第三人民医院已制定了较为完善的辐射安全管理规定、岗位职责、操作规程、安全防护设施的维护与维修制度、监测方案、检测仪表使用与校验管理制度、人员培训、辐射工作人员个人剂量管理等各项管理制度。

1.5.4 人员培训

大同市第三人民医院现有辐射工作人员 86 人，全部参加了辐射安全和防护知识培训，取得了上岗证，有些工作人员的上岗证已过期，因疫情原因未及时参加培训考核。建议对上岗证过期还继续从事辐射工作的人员按照相关规定安排培训、考核，持证上岗。

1.5.4 辐射应急事故管理

大同市第三人民医院成立了辐射事故应急领导组，已编制医院辐射事故应急预案。

1.5.5 年度辐射安全评估报告

大同市第三人民医院每年 1 月 31 日前向上级管理部门提交医院年度评估报告。2020 年度评估报告已提交。

1.5.6 小结

大同市第三人民医院现使用的 2 台Ⅱ类射线装置，23 台Ⅲ类射线装置均取得了许可，按照规定的程序 and 标准进行了验收。医院成立了辐射安全与环境保护管理机构，完善了人员培训和监测方案，制定了辐射事故应急预案等相关制度，积极组织全体辐射工作人员分次分批参加辐射安全和防护知识培训，持证上岗，2020 年度评估报告已提交，无辐射事故的发生，无超出许可种类和范围的项目，无未审批使用设施和场所。相关法规执行良好，各项管理规章制度较为齐备完善。

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	4.44×10 ¹¹ Bq×1 枚	III	使用	放射治疗	新建医技、急诊楼 B3 放疗中心后装机房	放射源贮存在后装治 疗机屏蔽体内	本次环评

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化 性质	活动 种类	实际日最大操 作量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作 方式	使用场所	贮存方式 与地点	备注
	本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (Mev)	剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用直线加速器	II	3	待定	X 射线	10MV	360Gy/h	放射治疗	新建医技、急诊楼 B3 放疗中心直加 1 室、直加 2 室、直加 3 室	本次环评
	本项目不涉及									

(二) X 射线机

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	CT 模拟定位机	III	1	待定	120kV	420mA	放疗配套	新建医技、急诊楼 B3 放疗中心 CT 模拟定位机房	拟备案登记

(三) 中子发生器

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度 (Bq)	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
加速器废靶	固态	/	/	/	1 个/5-7 年	/	暂存库内暂存	经检测达到解控水平按普通医疗废物处置，或厂家回收
替换后装机的放射源	固态	¹⁹² Ir	/	/	1 枚	/	暂存库内暂存	厂家回收

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日施行修订版 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 29 日施行修订版 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日施行 (4) 《建设项目环境保护管理条例》2017 年 10 月 1 日施行修订版 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院 449 号令，2019 年 3 月 2 日修订实施 (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》生态环境部第 20 号令，2021 年 1 月 8 日修订实施 (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行 (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2021 年 1 月 1 日施行 (9) 《射线装置分类》2017 年 12 月 5 日施行 (10) 《放射源分类办法》2005 年 第 62 号 (11) 《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，2006 年 9 月 26 日施行 (12) 《〈山西省环境保护条例〉实施办法》，2020 年 3 月 15 日起实施 (13) 《山西省辐射事故应急预案》2021 年 3 月 1 日发布施行 (14) 《大同市辐射事故应急预案》
技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/10.1—2016） (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） (4) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021） (5) 《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） (6) 《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》（GBZ/T201.3-2014） (7) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020） (8) 《职业外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）
其他	(1) 建设项目环境影响评价委托书 (2) 建设单位提供的相关证明资料 (3) 本项目工作场所辐射现状监测报告

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点并结合《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，确定本项目的评价范围为：以本项目所在地新建医技、急诊楼 B3 放疗中心机房为中心，半径 50m 范围内的人员和环境。

7.2 保护目标

本项目拟在医院新建医技、急诊楼地下三层（B3）放疗中心使用 3 台医用直线加速器和 1 台后装机。新建医技、急诊楼放疗中心与地面垂直距离约为 20m；地面水平与北侧食堂距离 20m、内科住院楼约 52m、东北侧外科住院楼 40m、医院南门约 55m、西侧围墙约 70m。放疗中心机房的顶上为拟建预留科室（B2），地下为土层，新建医技、急诊楼为地上 7 层地下 3 层建筑。

环境保护目标为辐射工作人员及评价范围内公众成员。包括：医院从事本项目操作的职业人员及邻近场所的公众，公众包括场所附近常驻人员、就诊病人家属等，不包括其他流动人口。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

影响因素	核技术应用	保护目标	人数	位置	方位	距离（m）	
						垂直	水平
辐射环境	放疗中心	职业人员	10 人	加速器控制室	机房东、西侧	0	4.6
				后装机控制室	机房北侧	0	5.2
		公众	6 人	放疗接诊区	机房东北侧	0	10
			10-20 人	预留科室	机房顶上	6.9	0
			10-20 人	食堂	放疗中心北侧	20	20
			10-20 人	外科住院楼	放疗中心东侧	20	40

注：估算人数为常驻人员，不包括道路、停车场等偶然经过人员。

7.3 评价标准

根据 GB18871-2002)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、GBZ121-2020《放射治疗放射防护要求》和 HJ1198-2021《放射治疗辐射安全与防护要求》相关规定，本项目的的评价标准见表 7-2。

表 7-2 本项目的年有效剂量评价标准

序号	对 象	年有效剂量	
		GB18871-2002 剂量限值	HJ1198-2021 剂量约束值
1	职业人员	20mSv/a（连续 5 年平均）	5mSv/a
2	公 众	1mSv/a	0.1mSv/a

7.4 治疗机房各关注点剂量率参考控制水平（GBZ121-2020 和 HJ1198-2021）

1、按工作负荷计算： $H_c \leq H_e/(t \times U \times T)$

表 7-3 本项目治疗机房关注点周围剂量控制水平评价标准

场所	对象	周剂量控制水平 (μSv/周)	使用 因子	居留 因子	照射时间 (h/周)	剂量率控制水平 (μSv/h)
医用直线 加速器	职业人员	100	0.25	1	10	40.0
	公众	5		1/5		10.0
						1
后装机	非控制区	5	1	1	3	1.7

注：加速器治疗时间：每天计划开机治疗时间 2h，每周 5 天，全年 50 周。

后装机治疗时间：每周计划开机治疗 30 人，每人 6min，全年 50 周。

2、按人员居留因子计算：

$$T > 1/2 \quad H_c \leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$$

$$T \leq 1/2 \quad H_c \leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$$

3、取以上两种最小值作为本报告表关注点剂量率参考控制水平。

加速器周围关注点剂量率参考控制水平为：东西墙控制室：2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，机房顶上：2.0 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，南北墙外：10 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

后装机房周围各关注点剂量率参考控制水平为： $H_c \leq 1.7\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目所在的地理位置

大同市第三人民医院位于山西省大同市城区，东临魏都大道，南临文昌街，西临云新小区，北临迎宾街。（见附图 1）

医院院区东侧由北至南依次为：门诊楼、急诊楼和外科住院楼，西侧由北至南依次为：内科住院楼、食堂，院区南侧为新建医技、急诊楼（地上 7 层地下 3 层建筑）。

本项目放疗中心位于新建医技、急诊楼地下三层（B3）东北侧，东、北侧为 B3 外墙（土层），南侧为 B3 设备检修通道和设备用房，西侧为 B3 尸体暂存间；顶上为 B2 为预留科室，地下为土层。

8.2 评价区辐射环境质量现状监测

为了解本项目评价区域的辐射环境质量，委托山西贝可勒环境检测有限公司对本项目场所进行环境 γ 辐射监测。

8.2.1 监测内容

评价区域内环境 γ 辐射剂量率。

8.2.2 监测方法

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

8.2.3 监测仪器

表 8-1 监测仪器信息表

检测仪器	型号	量程	能量响应	检定证书编号	有效期至
辐射剂量率仪	BY211D	0.01 μ Gy/h—1mGy/h	25keV—3MeV	检字第 [2021]-L1085	2022 年 6 月 9 日

8.2.4 监测布点

本项目新建医技、急诊楼周边 50m 内区域布设环境 γ 辐射监测点位。

8.2.5 质量保证措施

- （1）被委托的检测机构应当具备与所从事检测业务相适应的能力和条件；
- （2）使用的仪器经法定部门检定，并在有效期内使用；
- （3）监测点位在现场标志性特征物拍照备案，保证点位的可重现性；
- （4）每点监测 10 次，均值经仪器校准因子修正后作为该点监测数据；
- （5）现场检测需 2 名检测人员，经培训合格持证上岗。

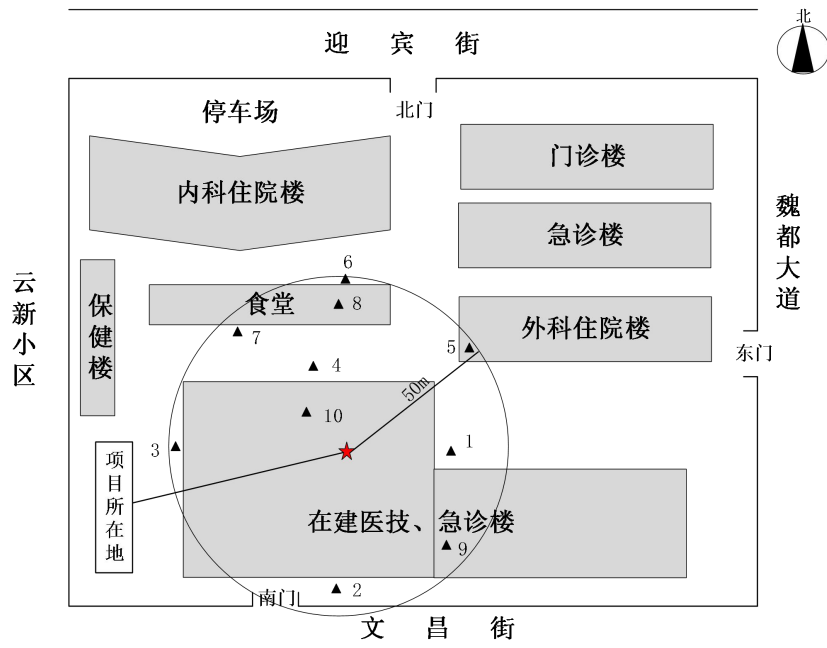


图 8-1 本项目监测点位图

8.2.6 周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

按照 HJ61-2021 的规定要求布点监测，每个点读取 10 个数据，计算平均值，并以附录 D 的方法计算大同市第三人民医院宇宙射线响应值：33nGy/h（BY211D），扣除宇宙射线响应值，作为该监测点的剂量率评价值。

表 8-2 新建医技、急诊楼放疗中心周围环境 γ 辐射剂量率监测结果

序号	监测点位描述	测量结果 ($\mu\text{Gy/h}$)	扣除宇宙射线后 ($\mu\text{Gy/h}$)
1	新建医技、急诊楼地面东北侧	0.10	0.067
2	新建医技、急诊楼地面南侧	0.09	0.057
3	新建医技、急诊楼地面西侧	0.11	0.077
4	新建医技、急诊楼地面北侧	0.11	0.077
5	外科住院楼一层	0.10	0.067
6	食堂地面北侧	0.09	0.057
7	食堂地面南侧	0.08	0.047
8	食堂内部大堂	0.08	0.047
9	新建医技、急诊楼施工现场 B3 东	0.11	0.077
10	新建医技、急诊楼施工现场 B3 北	0.09	0.057

8.3 辐射环境质量现状

本项目环境 γ 辐射剂量率监测值在 $0.047\sim 0.077\mu\text{Gy/h}$ 之间，符合大同市环境 γ 辐射剂量率 $0.0352\sim 0.0752\mu\text{Gy/h}$ 范围，（数据来源《中国环境天然放射性水平》2015 年 7 月，中国原子能出版社），属于大同市天然本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺分析

医院医技、急诊楼主体工程已进行环评，本项目为新建医技、急诊楼地下三层的放疗中心的后期辐射防护工程、内部装修及设施安装调试等，施工期主要污染物有：噪声、少量扬尘、施工废水、建筑垃圾及包装废弃物等。

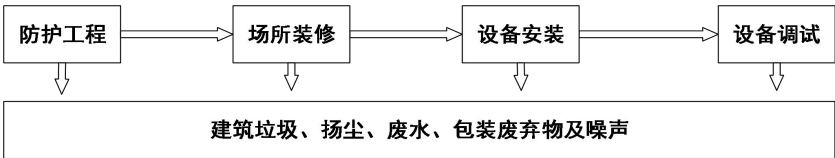


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

9.2 运营期工艺分析

9.2.1 医用直线加速器

1、设备组成

医用直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，后到达患者病灶实现治疗目的。

2、工作原理

医用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装置。当高能电子束和靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，因此，医用电子直线加速器可用电子束和 X 射线束对患者病灶进行照射，杀死肿瘤细胞。

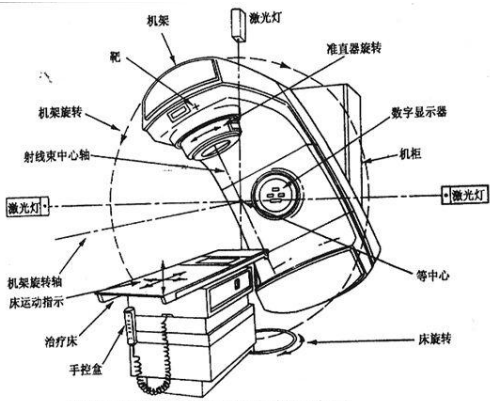


图 9-2 医用直线加速器示意图

3、操作流程

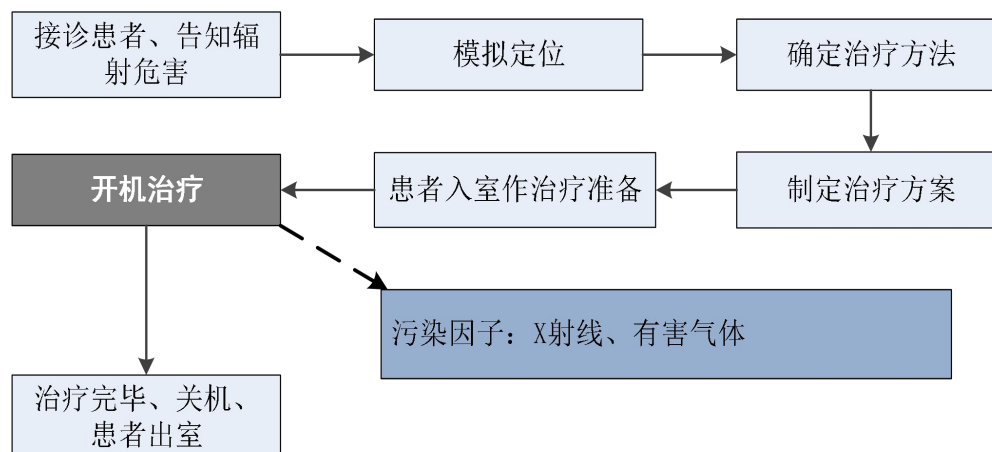


图 9-3 医用直线加速器操作流程

(1) 患者定位：首先在体架上进行塑模，然后在模拟定位机或模拟 CT 定位机下进行定位，而后勾画治疗靶区；

(2) 治疗计划：通过模拟定位机对病变部位进行检查，确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位，根据患者疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间；

(3) 患者摆位：依据治疗计划在治疗床上进行摆位，确定病人位置及治疗坐标；

(4) 患者摆好位置后，操作人员最后一个离开治疗室，关好自动门，进入控制室再次确定治疗计划无误后，进行开机治疗。治疗期间直线加速器机房门不能从外面打开，当出现异常情况时，操作人员应立即就近按下【急停】按钮并迅速撤出相关人员；

(5) 治疗完毕后，将机器钥匙拨到 STBY，取下病人身上附件，引导病人离开机房，记录当次治疗情况。

4、污染因子

医用直线加速器对患者进行治疗时，对环境及人员可能造成的污染的因素有：

X 射线治疗模式下，主要是 X 射线；

电子束治疗模式下，主要是电子线，产生少量 X 射线及中子、 γ 射线等的感生辐射；

有害气体：臭氧、氮氧化物、感生放射性气体。

综上所述，本项目拟使用医用直线加速器的额定能量为：10MV，最大剂量率为： $3.6 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ，对患者进行治疗时，产生的感生辐射一般半衰期很短，依据标准要求不大于 10MV 的医用加速器，一般不考虑中子及 γ 感生辐射，因此。本项目对周围环境及人员可能造成的污染的因素主要是 X 射线；有害气体有臭氧和氮氧化物等。

9.3 后装机

(1) 工作原理

本项目后装机使用 ^{192}Ir 密封放射源，属近距离放射治疗。它是将密封放射源置于病灶附近，提高局部剂量，利用 γ 射线的生物效应对肿瘤进行治疗。这种方式可用于治疗人体内各种腔道周围的肿瘤，因所选取的核素的射线能量不高，并以射线的距离衰减效应减少正常组织的损伤，同时也减少了操作人员接受的辐射剂量。

(2) 工作流程

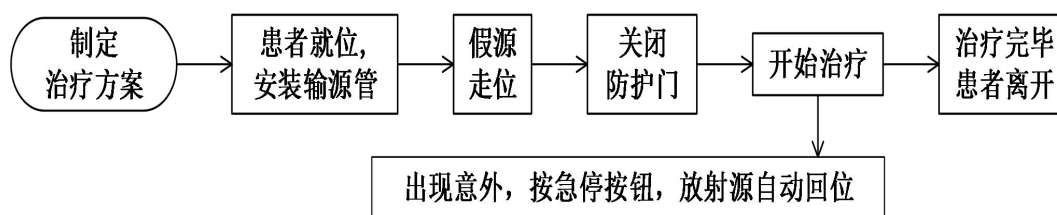


图 9-4 后装机治疗流程图

- ① 给患者安装施源管；
- ② 设 n 个通道，每个通道剂量 4~8Gy，计算机自动优化放射方案；
- ③ 走假源 3 次，无故障后开始走真源放射治疗，治疗结束后真源自动复位；
- ④ 如出现意外情况，按“急停按钮”治疗中止，源自动复位，撤离患者；
- ⑤ 进行事件报告，请专业维修人员处理。

(4) 产污环节

后装治疗机的放射性核素 ^{192}Ir 为密封源，衰变过程中发射 β 和 γ 射线， ^{192}Ir 发射的 γ 射线具有很强的贯穿能力，能穿透屏蔽材料对周围环境构成辐射污染，因此， γ 射线是主要的污染因子。

9.4 CT 模拟定位机

本项目配套使用 1 台 CT 模拟定位机，计划安装于放疗中心 CT 模拟定位机房，属 III 类射线装置，依照相关规定要求需进行备案登记，不属于本次环评内容。

(1) 工作原理

CT 模拟定位机是以 CT 为基础的模拟定位系统，CT 模拟定位系统由一台 CT 扫描机、一套虚拟定位及计划系统和一套三维（或四维）移动激光射野模拟系统三部分组成。三大部分通过数据传输系统在线连接。其中，CT 扫描机又分为专用型和普通型。

CT 模拟定位机是模拟放射治疗机(如医用加速器)治疗的几何条件而定出照射部位

的放射治疗辅助设备，其机架旋转、机头转动、限束器开闭、距离指示、照射野指示、治疗床各部分运动，都与医用加速器一样，因此它能准确地模拟加速器的一切机械运动。当病人被诊断患有肿瘤并决定施行放射治疗时，在放射治疗前要制定周密的放疗计划，将患者在治疗体位下进行 CT 扫描，并将 CT 图像传入图像工作站，通过三维数字重建感兴趣的图像显示方式，在工作站中进行虚拟透视和虚拟模拟的过程，提供了准确的病变靶的形状、大小、方位等信息，为治疗摆位提供了有力的依据，确保放射治疗的正确实施。因为加速器的 X 线、电子线的能量很高，对组织密度和人体组织原子序数的分辨率很低，不能对人体骨、肺、肌肉等部位起到透视作用。普通 X 线机不具备加速器的机械功能和几何参数，所以模拟定位机对放射治疗是必要的。

CT 模拟定位机在整个放射治疗计划设计过程中的主要作用：

- ① 靶区及重要器官的定位；
- ② 确定靶区（或危及器官）的运动范围；
- ③ 治疗方案的确认；
- ④ 勾画射野和定位、摆位参考标记；
- ⑤ 拍射野定位片和证实片；
- ⑥ 检查射野挡块的形状及位置。

CT 模拟定位机的优点：

① CT 模拟过程中无需患者在整个模拟过程中保持治疗体位，患者在 CT 床上保持治疗体位 5-10 分钟，完成 CT 扫描和体表中心标记后即可离开。

② CT 模拟过程中图像质量、大小、观察角度都可以按照需要进行调整，部分 DCR(Partial Digitally Constructed Radio-graphs)、部分 DRR(Partial Digitally Reconstructed Radio-graphs)肿瘤靶区器官和组织的三维结构是在治疗计划系统中通过简单的坐标叠加和勾画形成(三维轮廓的精确性随 CT 扫描层厚和间距的加大而变化)，因而可清晰显示计划者感兴趣的结构。

③ 在工作站上进行的虚拟模拟具有传统 X 线模拟机所有的功能（机架角度、光阑角度、床角度、射野大小及形状、组织补偿器的设置等）；

④ 在以 DRR 为背景的 BEV 的窗口设计照射野与传统的模拟机很相似，而靶区和危险器官的可视性是传统模拟机无法比拟的；

⑤ CT 模拟使得常规模拟难以实现的复杂的射野设计（如多野非共面照射）变得

轻而易举；

⑥ CT 模拟输出的 DRR 射野验证片可使得照射野参数和修饰是否正确在治疗前就能得到验证；

⑦ 采用 CT 模拟修改射野时无需患者在场。

(2) 产污环节

CT 模拟定位机属于Ⅲ类射线装置，主要污染因子为 X 射线，在工作时无放射性废水、废气和固体废物的产生。（典型 X 射线管结构图见下图）

放疗中心的 CT 模拟定位机属于放射治疗的配套设备，为Ⅲ类射线装置，属于备案登记项目，本项目报告表仅对其工作原理进行简单描述。

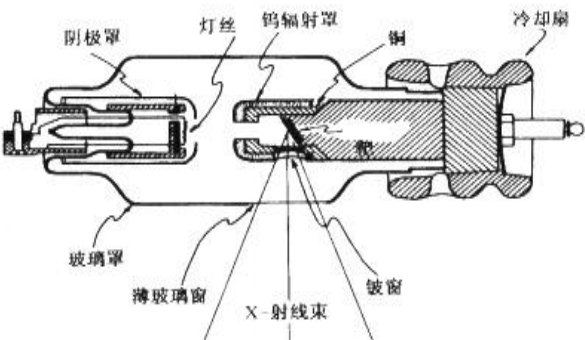


图 9-5 典型 X 射线管结构图

9.5 本项目主要污染因子

表 9-1 本项目施工期和营运期产生的主要污染因子

污染源	阶段	主要污染因子	
主体工程 辅助工程	施工期	建筑垃圾、扬尘、废水、噪声和设备包装废弃物	
医用直线 加速器	运行期	电离辐射	X 射线
		有害气体	臭氧、氮氧化物等
后装机	运行期	电离辐射	γ射线
		有害气体	臭氧、氮氧化物等
CT 模拟 定位机	运行期	电离辐射	X 射线
		有害气体	臭氧等

表 10 辐射安全与防护

10.1 本项目机房布局

本项目机房位于医院新建医技、急诊楼地下三层放疗中心，具体布局见下图：

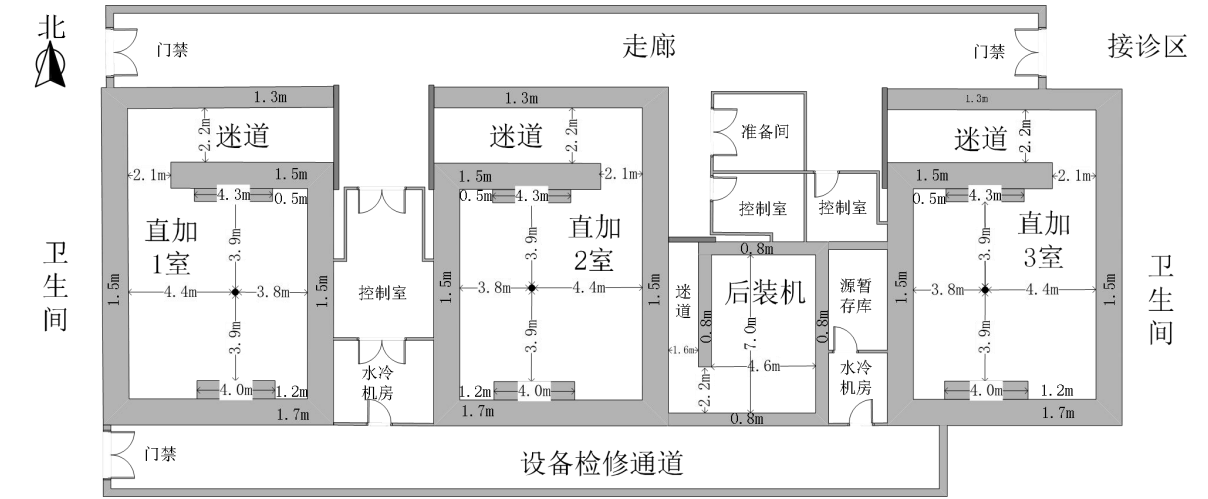


图 10-1 本项目机房平面图（B3）

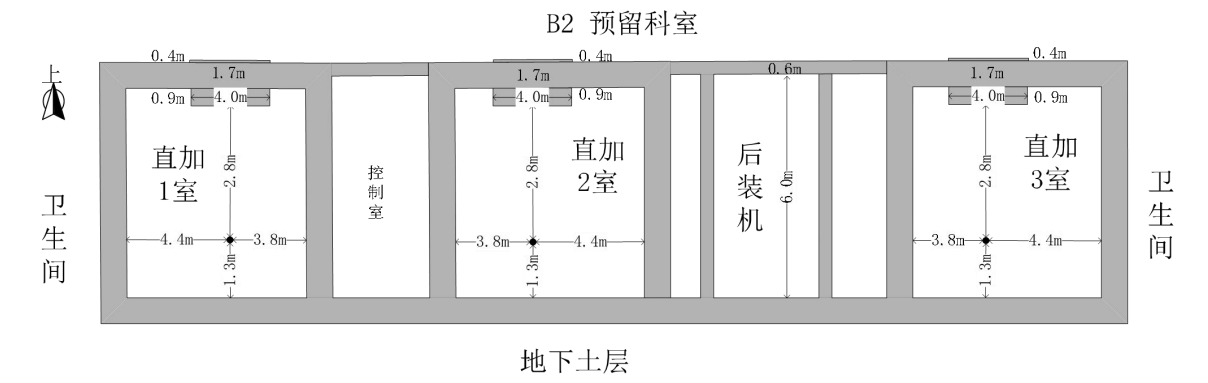


图 10-2 本项目机房立面图

10.2 本项目工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，医院拟将辐射工作场所划分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：未被确定为控制区，通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

本项目将医用直线加速器机房和迷道、后装机房和迷道、放射源暂存库设定为控制区（ ），与其相邻场所或区域设定为监督区（ ）。见下图：

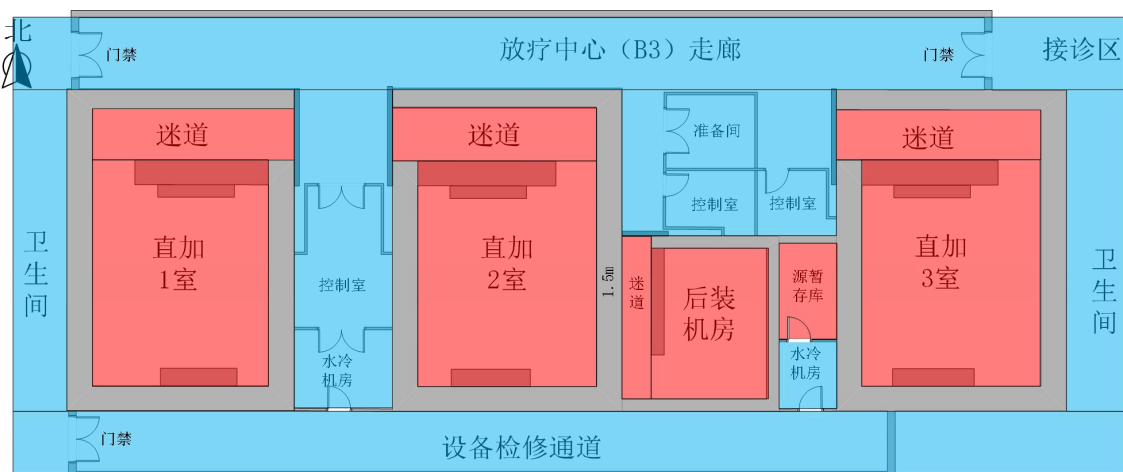


图 10-3 本项目机房平面分区图 (B3)

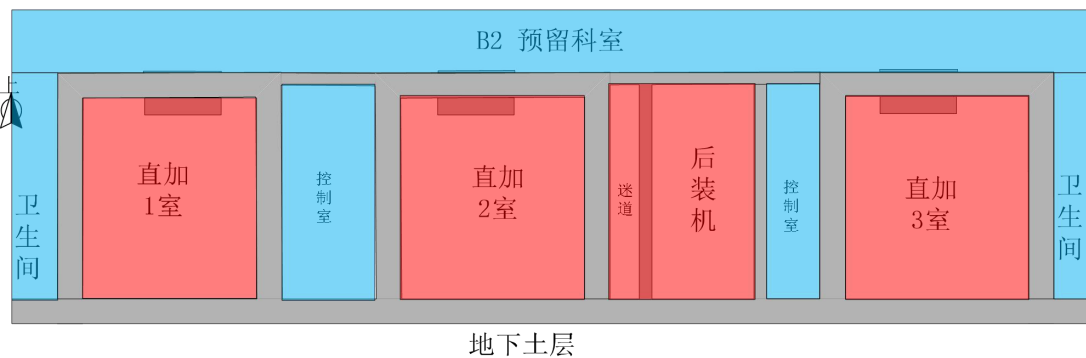


图 10-4 本项目机房立面分区图

10.3 本项目机房的屏蔽设计

根据医院提供的屏蔽设计，放疗中心各机房周围毗邻及屏蔽设计如下表：

表 10.1 本项目各机房毗邻关系及屏蔽设计一览表

机房	屏蔽体	相邻场所	屏蔽设计厚度 (材料: 浇筑混凝土 $\rho=2.35\text{g/cm}^3$)
直加 1 室	东墙	控制室	1.5m (厚)
	南墙	检修通道	主屏蔽: 2.9m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	西墙	卫生间	1.5m (厚)
	北迷道外墙	走廊	1.3m (厚)
	北迷道内墙	迷道	主屏蔽: 2.0m (厚) $\times$ 4.3m (宽), 次屏蔽: 1.5m (厚)
	顶板	预留科室	主屏蔽: 3.0m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	地面	无建筑	土层
	防护门	患者通道	15mmPb 电动平移门
直加 2 室	东墙	后装迷道	1.5m (厚)
	南墙	检修通道	主屏蔽: 2.9m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	西墙	控制室	1.5m (厚)
	北迷道外墙	走廊	1.3m (厚)

表 10.1 本项目各机房毗邻关系及屏蔽设计一览表（续）

机房	屏蔽体	相邻场所	屏蔽设计厚度（材料：浇筑混凝土 $\rho=2.35\text{g/cm}^3$ ）
直加 2 室	北迷道内墙	迷道	主屏蔽：2.0m（厚） $\times$ 4.3m（宽），次屏蔽：1.5m（厚）
	顶板	预留科室	主屏蔽：3.0m（厚） $\times$ 4.0m（宽），次屏蔽：1.7m（厚）
	地面	无建筑	土层
	防护门	患者通道	15mmPb 电动平移门
后装 机房	东墙	源暂存库	800mm（厚）
	南墙	检修通道	
	西迷道内墙	迷道	
	北墙	控制室	
	顶板	预留科室	600mm（厚）
	地面	无建筑	土层
	防护门	患者通道	5mmPb 电动平移门
直加 3 室	东墙	卫生间	1.5m（厚）
	南墙	检修通道	主屏蔽：2.9m（厚） $\times$ 4.0m（宽），次屏蔽：1.7m（厚）
	西墙	控制室	1.5m（厚）
	北迷道外墙	走廊	1.3m（厚）
	北迷道内墙	迷道	主屏蔽：2.0m（厚） $\times$ 4.3m（宽），次屏蔽：1.5m（厚）
	顶板	预留科室	主屏蔽：3.0m（厚） $\times$ 4.0m（宽），次屏蔽：1.7m（厚）
	地面	无建筑	土层
	防护门	患者通道	15mmPb 电动平移门

注：后装放射源暂存库：位于后装机房和直加 3 室机房中间，北侧为直加 3 室控制室和暂存库入口，南侧为水冷泵房，安装双锁防盗门，配置源暂存铅罐。

10.4 本项目拟设置的安全防护装置和措施

(1)、放射治疗工作场所应选址正确、布局合理，屏蔽设计符合技术标准要求，治疗机房的穿墙管线采用 U 型或 Z 型设计，不影响墙体的屏蔽效果。

(2)、放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明。

(3)、放射治疗工作场所应按照纵深防御原则，设置多重安全、可靠的联锁装置，包括：门机（源）联锁、紧急开门、钥匙开关、紧急停机等设施。见附图 4

① 门机联锁：治疗室防护门未完全关闭时，不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门，立即停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电或异常自动回源措施。

② 紧急开门：放射治疗室设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能。

③ 钥匙开关：加速器和后装机应设置钥匙开关，当钥匙就位后才能启动治疗装置。

④ 紧急停机：在控制台、迷道、治疗室墙面和治疗床上安装装有紧急停机按钮，

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。

⑤ 安全联锁系统一旦被触发后,须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动;安装调试及维修情况下,任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证,工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

(4)、在放射治疗工作场所的迷道的内入口处设置固定式辐射剂量监测仪,超阈自动报警,其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

(5)、放射治疗控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道的情况的视频监控,做到无死角,并设置双向交流对讲系统。

(6)、后装治疗室内应配备合适的应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。

(7)、后装治疗配置仿真源模拟运行装置和火灾报警仪。

(8)、后装治疗需设置放射源暂存库,双人双锁,门窗设置安全防盗措施。

(9)、放射治疗室需安装机械通风设施,通风换气次数应不小于4次/h。

(10)、放射治疗室和迷道不得堆放与该设备工作无关的杂物。

10.5 应完善的污染防治和安全防护措施

(1)、辐射监测设备

① 各治疗场所至少配置1台个人剂量报警仪和1台固定式辐射水平报警装置;

② 本项目辐射工作人员应每人配备1个个人剂量计,每季度监测1次并存档。

(2)、安全操作要求

① 医院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;操作人员必须遵守各项操作规程,禁止任意去除安全联锁,严禁在安全联锁不完备的情况下开机。

② 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。

③ 放射治疗工作配备合格的治疗医生,并通过培训、考核,持证上岗。

④ 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,进入含放射源的治疗室前须携带个人剂量报警仪。

⑤ 应加强后装放射源倒装活动的辐射安全管理,倒装工作应由专业人员进行;应制定放射源倒装活动方案,对辐射监测与报警仪器的有效性、操作场所分区隔离设置、

倒源屏蔽体搭建进行确认；倒装放射源时应应对倒装室周围和含源设备表面进行辐射监测，关注倒源屏蔽体的辐射防护效果和含源设备的表面污染情况，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治疗设备、场所与周围环境进行辐射监测。

（3）、通风设施

① 治疗机房应安装机械通风装置，采用上进下排、对角设计原则，治疗期间全排全送，确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h。

② 通风装置管道过墙或顶时，采用 L 或 U 型设计，不得影响墙或顶的屏蔽效果，并进行定期监测风口的辐射剂量。

（4）个人防护用品配置

表 10-2 本项目患者个人防护用品表

工作场所	个人防护用品	铅当量	数量
医用直线加速器	铅围裙或方巾、铅橡胶颈套， 选配：铅帽子	0.5mmPb	共 4 套
后装机			

10.6 本项目的三废治理

(1) 废气治理措施：加速器和后装机治疗室设置强制排风系统，换气次数不少于 4 次/h，排风口位置不设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

(2) 废水治理措施：本项目不产生放射性废液，生活废水排入污水处理设施。

(3) 固体废物治理措施：本项目会产生加速器废靶和退役后装放射源。加速器废靶经检测符合清洁解控水平要求，按普通医疗废物处置或者由厂家回收；后装退役放射源，暂存于后装机放射源暂存库中，由生产厂家回收。

(4) 噪声治理措施：机房空调或通风装置工作时将产生一定的噪声，噪声源等级较低，在经过建筑屏蔽及距离衰减后，不会对周围环境造成明显影响。

综上，大同市第三人民医院对本项目医用直线加速器和后装机所产生的电离辐射和各项污染物均采取了有效的辐射防护和污染防治措施，满足环境管理要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

大同市第三人民医院拟将新建医技、急诊楼地下三层的东北侧设置为放疗中心，计划使用 3 台医用直线加速器和 1 台后装机，开展放射治疗工作。

11.1.1 装修期间的环境影响

本项目的建设阶段为：放疗中心各机房的防护工程施工、装修及设施设备的安装调试等工作，对环境的影响主要有施工噪声、施工废水、粉尘及装修垃圾等，因此，为避免施工对周围环境造成影响，要求合理安排施工时间，对噪声较大的施工，安排在工作时间进行，严禁夜间施工，对装修产生的建筑垃圾进行合理处置，运至环卫部门指定地点倾倒；施工产生少量废水依托医院现有下水系统收集处置。在采取以上措施后，对周围环境影响较小。

11.1.2 设施设备安装调试的环境影响

本项目建设工程完成后，在设施设备的安装过程中，会产生少量废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）和噪声，其中可回收的部分收集后回收处理，不可回收部分收集后运至环卫部门指定地点倾倒。

设备的安装调试应请专业人员进行，他人不得自行拆卸、安装设备，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 医用直线加速器

1、医用直线加速器机房应用概况

根据医院提供的设计资料，本项目 3 台医用直线加速器的设备参数和机房屏蔽设计和布局相同，以直加 2 室为例进行计算。直加机房南北为内凸型主屏蔽区，内宽 7.8m，东西治疗区宽 8.2m，迷道宽 2.2m，内口均为 2.1m，入口门洞宽 1.8m，机房顶部为内凸型，高 4.1m，防护门结构为 15mmPb 电动平移门，与门洞四周均为大于门墙空隙十倍的搭接宽度，机房门口粘贴电离辐射警告标志，设置门机联锁和工作状态指示灯，在迷道内人口处安装固定式辐射剂量监测仪探头，显示单元安装在控制室内。

依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZT201.2-2011）的方法，对直加 2 室机房进行屏蔽验证和周围剂量估算。

表 11-1 医用直线加速器机房（2）屏蔽设计参数

名称	实际设计参数			
机房尺寸	操作区尺寸：7800×8200×4100mm（长×宽×高） 迷道尺寸：8200×2200×5000mm（长×宽×高）			
机房面积	7.8m（内凸间距）×8.2m（宽）=63.96m ²			
迷道	迷道宽度	2200mm	内口宽度	2100mm
屏蔽结构体	机房不同屏蔽区的混凝土屏蔽厚度			
	主屏蔽区		次屏蔽区	备注
顶板	3000mm 厚×4000mm 宽		1700mm 厚	ρ:2.35g/cm ³
南墙	2900mm 厚×4000mm 宽		1700mm 厚	
北迷道内墙	2000mm 厚×4300mm 宽		1500mm 厚	
北迷道外墙	1300mm 厚			
东西墙	1500mm 厚			
防护门	15mmPb			电动平移门

表 11-2 医用直线加速器参数表

序号	项目	额定参数
1	最大能量	10MV
3	X 射线 1m 处最高剂量率（额定值）	360Gy/h（3.6×10 ⁸ Gy/h）
4	最大照射野面积	40cm×40cm
5	治疗床等中心高度	1300mm
6	正常治疗距离（SAD）	100cm
7	射线最大出射角	28°
8	机架旋转角度	0°~±180°

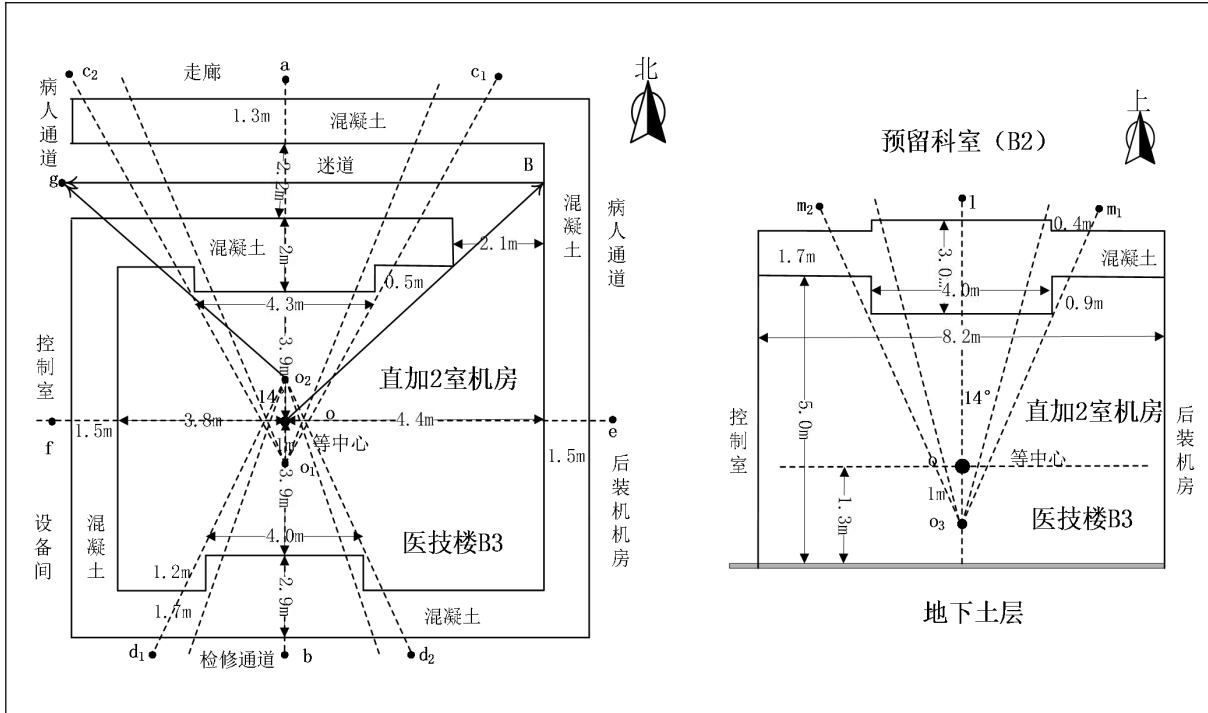


图 11-1 本项目直加 2 室机房关注点位图

2、主屏蔽区半宽度计算

主屏蔽区的半宽度 Y 的计算公式如下：

$$Y = (\alpha + SAD) \tan \theta + 0.3$$

式中：Y—机房有用线束主屏蔽区的半宽度，m；

θ —治疗束的最大半张角， 14° ；

α —等中心线至墙的距离；

治疗距离：SAD=100cm，等中心 o 高度：130cm。

表 11-3 主屏蔽区半宽度（等中心安装）

点位	位置描述	α (m)	Y (m)	实际半宽度 (m)	符合性分析
1	北侧主屏蔽墙	$3.9+0.5=4.4$	1.65	2.15	符合
2	南侧主屏蔽墙	$3.9+1.2=5.1$	1.82	2.0	符合
3	顶板主屏蔽区	$5.0-1.3=3.7$	1.47	2.0	符合

直加 2 室机房主屏蔽区半宽度计算选取参数见图 11-1，计算结果见表 11-3，由计算结果可知，本项目 3 台医用直线加速器机房的主屏蔽区半宽度符合要求。

3、医用直线加速器机房屏蔽设计的厚度验证

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/T201-2011）要求，加速器机房不同位置主要包括主屏蔽区、与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区、侧屏蔽墙、迷路外墙、加速器机房迷路入口应考虑的辐射线束的不同，关注点为距加速器机房外表面 30cm 位置。

（1）有效屏蔽厚度与实际屏蔽厚度的关系

$$X = X_e \cdot \cos \theta$$

式中：X — 屏蔽体的实际度，cm；

X_e — 屏蔽体的有效厚度，cm；

θ — 次屏蔽区散射角 30°

（2）有用线束和漏散辐射的透射因子计算

有用和漏射线束：

$$B = \frac{H_c}{H_o} \cdot \frac{R^2}{f}$$

患者散射线束：

$$B = \frac{H_c \times R_s^2}{H_o \times \alpha_{ph} \times (F / 400)}$$

式中： H_c ——剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_o ——有用线束中心轴 1m 处的常用最高剂量率；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

R_s ——等中心至关注点的距离，m；

f——辐射比率，有用线束为 1；漏散射线为 0.001；

α_{ph} ——患者 400cm^2 面积上的散射因子；

F——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积。

（3）屏蔽厚度与屏蔽投射因子的相应关系

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

式中：B——透射因子；

X_e ——屏蔽体的有效厚度，cm；

TVL_1 — 第一个十分之一值层厚度，cm；

TVL — 平衡时十分之一值层厚度，cm。

(4) 加速器 ($\leq 10\text{MeV}$) 机房的迷路散射辐射屏蔽与剂量估算

从本项目加速器的安装看, 有用线束朝迷道方向照射, 建议增加 2 倍安全系数。

①入口 g 处的散射剂量率计算公式如下:

$$H_g = H_0 \bullet \frac{(F/10000)}{R^2} \bullet B_p \bullet \alpha_w$$

式中: H_g — 入口 g 处的散射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

F — 在等中心的最大治疗射野, cm^2

α_w — 散射因子, 入射角 45°

R — 散射砼墙至入口处的距离, m

B_p — 有用线束射入散射体前的透射因子, 患者取 0.34 或 1

H_0 — 加速器有用线束 1m 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv/h}$

②入口处屏蔽计算

透射因子:
$$B = \frac{H_c - H_{og}}{H_g}$$

式中: H_c — 剂量率参考控制水平;

H_{og} — 加速器 o_2 处迷道内墙到 g 处漏射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ 。

屏蔽厚度:
$$X_e = TVL \bullet \log B^{-1}$$

式中: TVL — g 处散射能量为 0.2MeV 的什值层, 5mmPb 。

(5) 关注点辐射剂量率估算及参数的选取

依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011) 和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 中的要求, 治疗机房屏蔽墙、顶和入口处外关注点周围剂量当量率参考控制水平, 按照工作负荷与人员居留因子综合考虑, 取其中较小者。本项目取值如下表:

表 11-4 关注点周围剂量当量率参考控制水平

参数	单位	取值	取值依据
H_c	$\mu\text{Sv/h}$	2.5	加速器控制室职业人员及防护门外
		1.25	与主屏蔽相连次屏蔽区 GBZ 201.2-2011
		10	南墙外检修通道 GBZ121-2020 中 6.3.b.2 ($T \leq 1/2$)
		5	南侧与主屏蔽相连次屏蔽区 GBZ 201.2-2011

依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011) 和建设单位提供的相关资料, 计算选取参数见下表:

表 11-5 计算选取参数表

参数	单位	取值	取值依据
H_0	$\mu\text{Sv/h}$	3.6×10^8	有用线束中心轴 1m 处最高剂量率（用户提供）
f	/	1	有用线束比率 GBZ/T 201.2-2011 中 5.2.1
f	/	0.001	漏散射线比率 GBZ/T 201.2-2011 中 5.2.4
有用线束 TVL ₁	cm	41	GBZ/T 201.2-2011 附录 B 表 B.1（10MV）
有用线束 TVL	cm	37	GBZ/T 201.2-2011 附录 B 表 B.1（10MV）
90° 泄射 TVL ₁	cm	35	GBZ/T 201.2-2011 附录 B 表 B.1（10MV）
90° 泄射 TVL	cm	31	GBZ/T 201.2-2011 附录 B 表 B.1（10MV）
患者散射 TVL	cm	28	GBZ/T 201.2-2011 附录 B 表 B.4（10MV/30°）
α_{ph}	/	1.35×10^{-3}	GBZ/T 201.2-2011 附录 B 表 B.2（10MV/45°）
F	cm ²	40×40	最大对称野面积，厂家提供
α_2	/	5.1×10^{-3}	GBZ/T 201.2-2011 附录 B 表 B.6（10MV/45°）
S	m ²	11	迷道散射面积，设计图纸计算（2.2m 宽×5.0m 高）
铅 TVL	mm	5	入口处 g 处散射能量约为 0.2MeV 的什值层 GBZ/T 201.2-2011 中 5.2.6.1

（6）医用直线加速器机房屏蔽验证计算结果

依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）的方法，直加 2 室机房屏蔽计算结果见下表（关注点见图 11-1）。

表 11-6 直加 2 室机房混凝土屏蔽设计计算结果

屏蔽区		选取参数	混凝土计算厚度		实际厚度	评价
北墙	主屏蔽区 a	R=10.7m, H _c =2.5μSv/h	2300mm		3300mm	满足
	次屏蔽区 c	R=9.7m, H _c =1.25μSv/h	959mm	1120mm	2800mm	满足
			1002mm			
南墙	主屏蔽区 b	R=8.1m, H _c =10μSv/h	2164mm		2900mm	满足
	次屏蔽区 d	R=7.1m, H _c '=5μSv/h	882mm	1060mm	1700mm	满足
			943mm			
顶板	主屏蔽区 l	R=7.1m, H _c =2.0μSv/h	2465mm		3000mm	满足
	次屏蔽区 m	R=6.1m, H _c =1.0μSv/h	1235mm	1435mm	1700mm	满足
			1321mm			
东墙 e		R=6.2m, H _c =2.5μSv/h	1040mm		1500mm	满足
西墙 f		R=5.6m, H _c =2.5μSv/h	1062mm		1500mm	满足
防护门 g		R=10m, H _c =2.5μSv/h	13mmPb		15mmPb	满足

注：关注点为屏蔽体外 30cm 处；与主屏蔽区相连的次屏蔽区入射角 30°。

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）中4.3.6规定，当关注点受到漏射和散射的共同照射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽；当它们相差不足一个半值层时，则在较厚的屏蔽上增加1个半值层（HVL）因此，本项目屏蔽厚度取较大者加1个HVL，10MV加速器的混凝土（ $\rho=2.35\text{g/cm}^3$ ）TVL=380mm，HVL=114mm。

综上：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）进行屏蔽厚度估算后，本机房实际屏蔽厚度满足要求。

4、医用直线加速器机房外关注点辐射剂量和年有效剂量估算

（1）透射因子B与屏蔽有效厚度 X_e 的关系

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL}$$

式中：TVL₁ — 第一个十分之一值层厚度，cm；

TVL — 平衡时十分之一值层厚度，cm。

（2）辐射剂量计算公式

有用和泄露线束：
$$H = \frac{H_o \cdot f}{R^2} \cdot B$$
 散射射线：
$$H = \frac{H_o \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B$$

式中：H —— 剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_o —— 有用线束中心轴上1m处的常用最高剂量率；

R —— 辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B —— 透射因子

f —— 辐射比率，有用线束为1；漏散射线为0.001；

α_{ph} —— 患者400cm²面积上的散射因子；

F —— 治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积40×40cm²。

（3）年有效剂量H的估算公式：

$$H = \mu \cdot D \cdot W \cdot T \cdot U$$

式中：D — 辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

W — 工作负荷， $W = 2(\text{h/d}) \times 5(\text{d/w}) \times 50(\text{w/a}) = 500\text{h/a}$ ；

T — 居留因子；全居留 T=1，部分居留 T=1/5、1/8，偶然居留 T=1/20；

U — 使用因子；有用线束和散射：0.25，漏射：1。

μ — 转换因子；取值：1

以直加 2 室为例对机房周围关注点和年有效剂量进行估算如下表：

表 11-7 直线加速器机房周围各关注点辐射剂量率估算结果

关注点		实际厚度 mm	有效厚度 mm	透射 因子	距离 m	线束 类型	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		控制 水平	评价
北墙	$\text{o}_1 \rightarrow \text{a}$	3300	3300	1.55E-9	10.7	有用	0.005		2.5	符合
	$\text{o} \rightarrow \text{c}$ (30°)	2800	3200	6.4E-11	9.7	漏射	< 0.001	< 0.01	1.25	符合
				3.7E-12		散射	< 0.001			
南墙	$\text{o}_2 \rightarrow \text{b}$	2900	2900	1.86E-8	8.1	有用	0.11		10	符合
	$\text{o} \rightarrow \text{d}$ (30°)	1700	1960	6.4E-7	7.1	漏射	0.004	0.007	5	符合
				1.0E-7		散射	0.003			
屋顶	$\text{o}_3 \rightarrow \text{l}$	3000	3000	1.0E-8	7.1	有用	0.07		2.0	符合
	$\text{o} \rightarrow \text{m}$ (30°)	1700	1960	6.4E-7	6.1	漏射	0.005	0.01	1.0	符合
				1.0E-7		散射	0.004			
东墙	$\text{o} \rightarrow \text{e}$	1500	1500	1.95E-5	6.2	漏射	0.18		2.5	符合
西墙	$\text{o} \rightarrow \text{f}$	1500	1500	1.95E-5	5.6	漏射	0.22		2.5	符合
防护 铅门	$\text{o} \rightarrow \text{B}$	15mmPb	15mmPb	1.0E-3	6.94	漏射	< 0.001	0.99	2.5	符合
	7.0				散射	0.99				

表 11-8 本项目职业人员及公众有效剂量计算结果一览表

序号	场所位置		射线类型	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	居留 因子	使用 因子	工作负荷 (h/a)	有效剂量 (mSv/a)	备注
1	后装机房(e)		泄漏	0.18	1/2	1	500	0.045	职业 人员
2	控制室 (f)		泄漏	0.22	1	1		0.11	
3	患者通道 (g)		散射	0.99	1/8	0.25		0.015	公众
4	机房 顶上	(l)	有用线束	0.07	1	0.25		0.009	
		(m)	泄漏、散射	0.01		1		0.005	
5	机房 北墙	(a)	有用线束	< 0.01	1/5	0.25		< 0.001	
		(c)	泄漏、散射	< 0.01	1/5	1		< 0.001	

综上，本项目加速器在治疗期间，职业人员的最大年有效剂量为 0.11mSv/a，周围公众的最大年有效剂量为 0.015mSv/a，均低于 HJ1198-2021 规定的剂量约束限值要求：职业人员 5mSv/a，公众：0.1mSv/a。

5、 本项目其他影响分析

(1) 有害气体

空气中的 O_2 和 N_2 分别在射线的作用下生成臭氧 O_3 和氮氧化物 NO_x 等有害气体。本项目每个直线加速器机房容积（含迷道）为 $410m^3$ ；按照治疗机房的通风设计，治疗期间的机械通风量不小于 $2000m^3$ ，可以满足标准要求换气次数不小于 4 次/h，的要求。

（2）固废

加速器在运行过程中产生少量的固废，主要有加速器废靶。加速器钨靶的使用寿命较长，一般情况下 5-7a，更换一次。如果使用不合理，会出现打穿情况。运行中废靶的更换、拆卸等均由设备厂家专业技术人员进行，拆下来的废靶需进行检测，由厂家回收处置。

（3）废水

本项目不产生废水。

总之，本项目使用 3 台医用直线加速器的设备参数、机房尺寸和屏蔽设计均相同，通过对直加 2 室机房进行估算可知，本项目中 3 个医用直线加速器机房的屏蔽设计均是安全可行的。

11.2.2 后装机

1、后装机放射源

本项目后装机计划使用 ^{192}Ir 放射源，活度为： $4.44 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，主要特性见下表：

表 11-9 ^{192}Ir 放射源主要特性

核素	半衰期	射线平均能量 MeV	照射率常数 $\mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$	TVL (mm)		
				铅	铁	砼
^{192}Ir	74d	0.37	0.111	16	43	152

2、后装机房屏蔽设计验证

本项目计划在放疗中心安装 1 台后装机开展放射治疗工作，工作场所见下图。

根据建设单位提供的资料，后装机房屏蔽设计见下表。

表 11-10 本项目后装机房屏蔽设计参数

名称	屏蔽设计（材料：混凝土 $\rho=2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ）
机房内尺寸	操作区：7.0m（南北） $\times$ 4.6m（东西） $\times$ 6.0m（高） 迷道：7.0m（南北） $\times$ 1.6m（东西） $\times$ 6.0m（高）
机房东/南/北墙和西侧迷道内墙	800mm 厚
机房顶板	600mm 厚
机房地面	土层无建筑
防护门	5mmPb 电动平移门

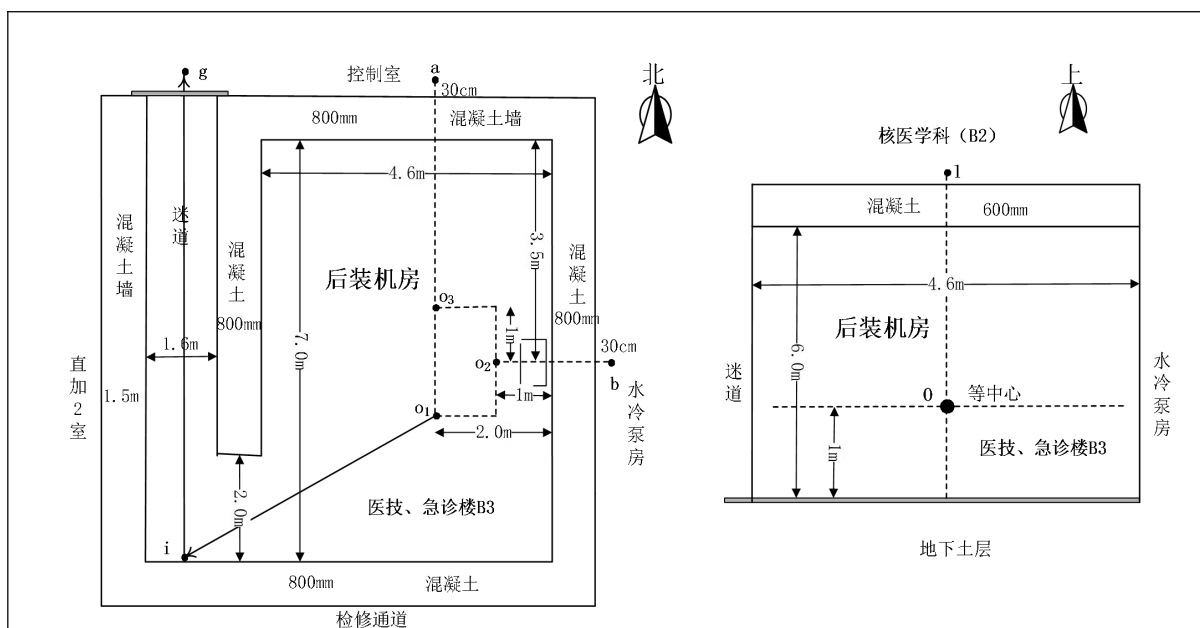


图 11-2 本项目后装机房点位图

本项目后装机拟购置 ^{192}Ir 源的活度为 $4.44 \times 10^{11} \text{Bq}$ (12Ci)，属于 III 类放射源。

工作负荷：计划接诊患者：30 人/周，治疗时间：6min/人，每周 5 天，全年 50 周。

故：每周照射：3h/w，全年：150h/a，

根据屏蔽设计和设备参数，对后装机房四周屏蔽设计和关注点剂量进行估算。

(1) 放射源活度 A 计算公式：

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

式中：A — 当前放射源活度，Bq；

A_0 — 放射源出厂活度，Bq；

λ — 衰变常数， $\lambda = 0.693/T_{1/2}$ ， $T_{1/2}$ 半衰期： ^{192}Ir : $T_{1/2} = 74\text{d}$ ；

t — 出厂日期至当前的时间，a；

(2) 有用线束屏蔽透射因子 B 及辐射剂量的计算公式：

$$B = \frac{H_c}{A \cdot K_\gamma} \cdot \frac{R^2}{f} \quad H_c = \frac{A \cdot K_\gamma \cdot B \cdot f}{R^2}$$

式中：A — 当前放射源的活度，MBq；

K_γ — 照射率常数，本项目 $0.111 \mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ ；

H_c — 剂量率参考水平， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

R — 参考点与放射源之间的距离，m；

f — 辐射比率，有用线束为 1。

(3) 入口 g 散射辐射剂量计算

$$Hg = \frac{A \cdot K_{\gamma} \cdot S_w \cdot \alpha}{R_1^2 \cdot R_2^2}$$

式中：A— 当前放射源的活度，本项目：444GBq；

K_{γ} — 照射率常数，本项目：0.111 μ Sv/（h•MBq）；

S_w — 迷道内口墙的散射面积，本项目：6×1.6=9.6m²；

α — 散射因子，本项目：3.39×10⁻²；

R1 — 放射源至散射体中心的距离，本项目：4.9m；

R2 — 散射体中心至参考点的距离，本项目：8.1m；

(4) 机房屏蔽设计验证

本项目后装机房外关注点的剂量参考控制水平为 1.7 μ Sv/h（表 7.4）。

依据图 11-2 可知，放射源与关注点 a 的距离为 3.6m，a 点的屏蔽透射因子为：

$$B = (1.7 \div (4.44 \times 10^{11} \times 0.111 \times 10^{-6})) \times (3.6^2) \div 1 = 4.47 \times 10^{-4}$$

查表得知：混凝土的 TVL=152mm，依据公式：Xe=TVL·lgB⁻¹，计算屏蔽体的厚度为：Xe=513mm。

机房入口处 g 的散射剂量经计算为：Hg=10.2 μ Sv/h，根据铅 TVL=5.0mm，按照机房门口 g 的剂量参考控制水平为 1.7 μ Sv/h，防护门需要的厚度为：3.9mmPb。

综上，依据《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》（GBZ/T201.3-2014）进行屏蔽估算后，本机房实际屏蔽设计为：四周墙体厚 800mm，顶部厚 600mm，均大于计算值 513mm；防护门厚度为 5mmPb，大于计算厚度 3.9mmPb。故本项目后装机房的屏蔽设计满足标准要求。

3、后装机房外关注点辐射剂量率及年有效剂量的估算

依据建设单位提供的屏蔽设计，后装机房周围各关注点辐射剂量率估算如下表：

表 11-11 后装机房各关注点辐射剂量率估算结果

关注点		屏蔽厚度 (mm)	透射 因子	距离 (m)	线束	剂量率 (μ Sv/h)	控制水平 (μ Sv/h)	结果 评价
东墙	$o_2 \rightarrow b$	800	5.46E-6	1.0	有用	0.27	1.7	符合
北墙	$o_3 \rightarrow a$	800	5.46E-6	3.6	有用	0.02		符合
顶部	$o_2 \rightarrow l$	600	1.13E-4	3.7	有用	0.16		符合
防护门	$o_1 \rightarrow i \rightarrow g$	5mmPb	0.1	8.1	散射	1.02		符合

依据医院提供的工作负荷，后装机周围人员的年有效剂量估算如下表：

表 11-12 辐射工作人员及公众有效剂量计算结果一览表

序号	场所位置	射线类型	剂量率 μSv/h	居留因子	使用因子	工作负荷 (h/a)	有效剂量(mSv/a)	备注
1	北墙外控制室(a)	有用	0.27	1	1	150	0.34	职业
2	东墙外设备间(b)	有用	0.02	1/20			<0.001	公众
3	顶上预留科室(1)	有用	0.16	1			0.024	
4	北侧患者通道(g)	散射	1.02	1/8			0.019	

综上，本项目后装机在治疗期间，职业人员的最大年有效剂量为 0.34mSv/a，周围公众的最大年有效剂量为 0.02mSv/a，均低于 HJ1198-2021 中规定的剂量约束值要求：职业人员：5mSv/a，公众：0.1mSv/a。

后装机房东侧为暂存库，西侧为直加 2 室机房，同时开机的附加剂量率均很小，在对周围人员剂量估算时，可忽略周围其他设备的叠加影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 直线加速器

1、在意外情况下，本项目医用直线加速器可能出现的事故如下：

- (1) 人员误入正在出束的射线装置治疗机房；
- (2) 职业人员或病人家属未全部撤离机房，突然启动设备，造成人员被误照。
- (3) 急停开关失灵或停束装置出现故障，照射不能停束，造成意外照射。

2、事故防范处理措施

(1) 加速器机房具有良好的屏蔽设计和多重联锁装置，以保证其安全运行，但需定期进行检查和维护，保障安全设施的有效性。

(2) 制定明确的操作规程，在放射治疗操作时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作。为防止其他人员误留在加速机房的误照射，加速器在每次出束的时候必须对机房进行检查，确认无误后，方可进行加速器出束。

(3) 当急停开关失灵后，要立即断开整机动力电源；操作人员不能再开机，直到维修人员确保机器能够正常工作和急停开关正常。

(4) 加速器放疗工作人员在每次进入加速器室时须佩戴剂量报警仪和个人剂量计。

(5) 加速器出束前应使用对讲广播提示人员撤出治疗机房，并经视频监控确认无人员滞留后方可开机。

11.3.2 后装机

1、在意外情况下，本项目后装机可能出现的事故如下：

(1) 后装机在安装和换放射源时，放射源意外掉落，会对周围造成很强的辐射照射。

(2) 检修时，误将后装机的屏蔽装置打开或卸下放射源，都会对维修工人产生极大的辐射照射。

(3) 进行治疗时，门机连锁装置失效，以致其他人员误入治疗室内，造成误照射。

(4) 密封放射源或包容放射性物质的设备或容器泄漏，致使周围人员受到照射。

(5) 后装机机可能出现卡源事件，造成放射源无法归位。

(6) 未对治疗室进行清场，有他人滞留，开机工作，造成误照射。

(7) 由于工作人员的操作失误，造成意外辐射事故

2、事故防范处理措施

(1) 工作人员每次上班时首先要检查安全联锁装置是否正常。如有故障，应立即修理，恢复正常后，方可开展治疗工作。

(2) 医务人员必须严格按照装置操作程序进行治疗，防止事故照射的发生，避免人员受到辐射照射。

(3) 在机房内应设置紧急停机按钮与醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

(4) 工作人员准备开始开机之前，应对治疗室进行清场，并通过视频监控确认治疗室内无人员逗留，方能开机工作。

(5) 发现事故，需紧急停机控制事故，消除事故源，严禁无关人员进入，防止事故继续蔓延和扩大。

(6) 停电或意外事故中断治疗时，放射源应有立即自动回到贮存位置的装置。

(7) 设备出现故障，应通知厂家立即派专业技术人员到现场排除故障，医院不能擅自处理。

总之，当发生意外照射事故后，立即启动医院的辐射事故应急预案，采取必要的应急措施，并立即将事故情况上报有关部门。

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

为有序开展核技术应用，加强辐射安全管理，应对可能发生的意外事故，最大限度的减少或消除隐患，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》及生态环境主管部门的要求，大同市第三人民医院成立辐射安全与防护领导组，法人任组长，副院长任副组长，各科主任为组员，配备 1 名具有本科以上学历的专职管理人员。明确职责，负责医院辐射安全与防护管理相关工作，制定了各项辐射安全与防护的管理制度，并对执行情况进行监督检查。（见附件 6）

12.2 辐射安全管理规章制度

本项目为大同市第三人民医院新开展的诊疗项目，根据国家相关法规和监督检查技术程序的规定要求，对涉及本项目的医院现有规章制度进行补充修订，要求必须涵盖本项目内容，对本项目具有特殊性而未制定的规章制度需重新修订，例如设备操作规程等。

有关本项目的管理制度见下表：

表 12-1 本项目拟制定和完善的管理制度一览表

序号	医用直线加速器	后装机
1	辐射安全防护管理规定	辐射安全管理机构和岗位职责
2	安全防护设施维护与维修制度	操作规程
3	场所分区管理规定	个人剂量管理制度
4	操作规程	场所及环境监测方案
5	场所及环境监测方案	监测仪表使用与校验管理制度
6	监测仪表使用与校验管理制度	辐射工作人员培训管理制度
7	辐射工作人员培训/再培训制度	设备检修维护维修制度
8	辐射工作人员个人剂量管理制度	放疗设备安全性能检查维护记录
9	放射性“三废”管理规定	安全防护设施维修维护记录
10	辐射事故/事件应急预案	放射源管理规定
11	/	放射源台账
12	/	更换放射源管理制度
13	/	辐射事故/事件应急预案

12.3 辐射监测方案

12.3.1 监测目的

通过对本项目工作场所和周围环境辐射剂量率进行监测，了解该项目对环境的影响程度；通过对个人有效剂量的监测，了解该项目对职业人员受照情况，为项目的安全管理防护措施改进及职业评价提供依据。

12.3.2 监测任务的承担单位

由医院承担日常自主检测，每年委托有相应资质的单位进行年度检测。

12.3.3 监测依据

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）

《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

12.3.4 监测内容及频次

工作场所与周围环境 γ 辐射剂量常规监测：自主：1次/季度、委托：1次/年；
后装机进行放射源更换倒装时，根据制定的具体实施方案开展剂量率监测；
辐射工作人员个人剂量监测（每季度1次）。

12.3.5 工作场所与周围环境辐射检测

1、检测条件

对所有检测，治疗装置应设定在X射线照射状态，并处于可选的最高MV、等中心处的常用最高剂量率和等中心处的最大照射野。当使用模体时（300×300×300mm），模体几何中心处于有用束中心轴线上，模体的端面与有用束中心轴垂直。

表 12-2 不同检测区域的检测条件

检测区	检测条件
有用区束（a/b/l）	有用束中心轴垂直于检测区平面；有用束方向无模体或其他物品；治疗野的对角线垂直于治疗机架旋转平面（即准直器角为45°）
侧墙区（e/f）	有用束中心轴竖直向下照射；在等中心处放置模体
次屏蔽区（c/d/m）	有用束中心轴垂直于检测区平面，水平朝向照射；在等中心处放置模体
迷道外墙（k）	有用束中心轴垂直于a区水平照射；在等中心处放置模体
入口处（g）	≤10MV；有用束中心轴垂直于b区水平照射；在等中心处放置模体，

2、检测布点

- (1) 放射治疗室墙外、顶上30cm，高度100cm处，进行1-3点检测；
- (2) 放射治疗室防护门外30cm，左、中、右和四周门缝至少7点检测；

- (3) 人员操作位头、胸、腹部分别 3 点检测；
- (4) 过线槽、通风口处 30cm 处至少 1 点检测；
- (5) 后装机储源装置（或容器）距离表面 5cm 和 100cm 处周围剂量至少 6 点检测。

3、检测设备要求

- (1) 检测仪表应能适应脉冲辐射剂量场测量。
- (2) 仪表的能量响应应适合放射治疗机房外的辐射场。
- (3) 仪表最低可测读值应不大于 0.1uSv/h。
- (4) 仪表宜能够测量辐射剂量率和累积剂量。
- (5) 仪表需经计量检定并在检定有效期内使用。

本项目建成后，大同市第三人民医院应按照相关规定拟委托有资质的检测机构对辐射工作场所进行验收监测。

12.3.6 个人剂量监测

辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测交由具有个人剂量监测资质的单位进行，并存档。

监测频次为 1 次/每季度。并将监测结果及时填报至“全国核技术利用安全申报系统”，并编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，接受管理部门的监督（检测）检查。

12.4 工作人员培训计划

大同市第三人民医院现有辐射工作人员 86 名，全部参加了辐射安全和防护知识培训，并取得了上岗证。本项目计划配备 10 名医院现有辐射工作人员，不新增人员，并按照国家相关规定对本项目的辐射工作人员进行培训和考核，持证上岗。

12.5 辐射事故应急预案

大同市第三人民医院成立以法人为组长、副院长等为副组长，科室负责人为成员的辐射事故应急领导组，配备了 1 名专职管理人员。明确职责，包括：应急预案的启动或终止、应急救援及处置、应急人员的组织和培训、应急物资准备、应急预案演习等工作。

医院已制定了辐射事故应急预案，针对新开展本项目可能发生的辐射事故，应完善和补充医院辐射事故应急预案，主要包括：

- (1) 增加的本项目的辐射事故源项描述、分析。

- (2) 结合本项目重新确定辐射事故/事件类型、分级。
- (3) 根据事故/事件类型的类型，补充具体的事故应急处理措施和物资准备。
- (4) 补充事故应急培训、演练计划，需涵盖本项目。
- (5) 辐射事故的调查、报告和处理程序。根据国务院 449 号令和环保部第 18 号令的要求，事故单位应当将事故情况报告给相关部门，并规定调查和处理程序。
- (6) 发生辐射事故，应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急措施，并立即填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境保护部门报告。
- (7) 辐射事故应急预案中应有领导组成员和当地生态环境局、公安、卫生等部门的联系方式，并及时更新。

12.6 环境保护投资估算及竣工验收

12.6.1 环保投资估算

医院计划在新建医技、急诊楼地下三层（B3）东北侧建设放疗中心，新购置3台医用直线加速器和1台后装机开展放射治疗工作，本项目的主要投资用于安全防护设施的建设和设备新购等，总投资：5000万元，其中环保投资300万元，占比6.0%。

表 12-3 辐射防护措施及环保投资一览表

项目	“三同时”措施	内容或要求	投资(万元)
辐射安全管理机构	辐射防护管理	建立以法定代表人为第一责任人的安全管理机构	/
辐射安全防护措施	屏蔽设施	放疗中心机房屏蔽防护工程建设施工	250.0
	安全措施	机房防护门机联锁、紧急停机、紧急开门、警告标志、火灾报警仪和视频监控对讲广播系统等	35.0
人员配备防护用品	人员培训	辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗	1.0
	防护用品	个人防护用品的配备	2.0
	个人剂量监测	委托有资质单位进行个人剂量监测，每季度 1 次	0
监测仪器	监测仪器	1 台便携式辐射检测仪器的配置（已配置） 4 台固定式辐射水平监测报警系统（拟配置） 8 台个人剂量报警仪（拟配置）	12.0
	个人剂量计	热释光个人剂量计等（已配置）	0
辐射安全管理制度		制定辐射安全管理规定、操作规程、安全防护设施的维护与维修制度、监测方案、检测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急预案等	/
合计			300.0

12.6.2 环保竣工验收建议

根据生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序内容要求，结合本项目实际情况，项目环保竣工验收建议内容见表12-3。

表 12-4 项目环保验收内容建议表

验收内容	验收要求
相关批复	环评批复文件是否齐备。
工程内容	辐射工作场所位置、布局是否与环评一致。
剂量限值	加速器机房周围关注点：控制室及防护门外：2.5 μ Sv/h，南墙外：10 μ Sv/h，机房顶上预留科室：2.0 μ Sv/h； 后装机房非控制区关注点：1.7 μ Sv/h； 年有效剂量：职业人员：5mSv/a，公众：0.1mSv/a
防护用品 监测仪器	防护用品：铅围裙或方巾、铅橡胶颈套，选配：铅帽子配备铅橡胶衣； 监测仪器：辐射工作人员每人配置个人剂量计，治疗机房安装固定式辐射剂量报警装置，配备1台便携式 χ 、 γ 辐射剂量仪和8台个人电子剂量报警仪。
人员培训	放疗中心拟配备辐射工作人员应按照相关规定进行培训和考核，持证上岗。
辐射安全 防护措施	机房门外粘贴电离辐射警告标志和注意事项，机房门上设置工作状态指示灯，设置门机联锁、钥匙开关、紧急停机和紧急开门，安装视频监控和对讲系统，治疗机房设置机械排风装置，上进下出，对角设计，穿线管和通风管道不能影响屏蔽效果，每名辐射工作人员配备1个热释光剂量计，后装机房配备应急储源铅罐。
管理及规 章制度	补充制定或修订辐射安全与防护管理制度、岗位职责、操作规程，安全防护设施维修维护制度、场所分区制度、场所与环境监测方案、放射工作人员培训制度、个人剂量管理制度、放射源管理制度、放射性三废管理制度，安全保卫制度等。
应急预案	成立医院辐射事故应急领导机构，补充医院辐射事故应急预案，明确应急处理组织机构及职责、应急人员的组织、培训，辐射事故分级及应急措施、辐射事故的调查、报告和处理程序等，该预案须涵盖本项目。

12.7 从事辐射活动能力评价

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》及《近距离 γ 射线治疗装置监督检查技术程序》的规定,对从事本项目辐射活动能力评价见下表。

表 12-5 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

序号	要求	环评拟落实情况	评价
1	应当设有专门的辐射安全环境保护管理机构,或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作;其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已成立辐射防护领导组,并配备了 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与防护管理工作。	符合
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目拟配备辐射工作人员为 10 人,全部为医院现有辐射工作人员,计划按照相关规定进行培训和考核,持证上岗。	符合
3	放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	拟制定本项目的操作规程,拟设置治疗机房门上工作指示灯、门机联锁、紧急停机、紧急开门和通风装置等。	符合
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染检测仪。	已配置了 1 台便携式剂量监测仪,计划配置 8 台个人剂量报警仪和 4 台固定式辐射监测报警装置。拟配备 4 套个人防护用品。	符合
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟制定和完善各项规章制度,包括操作规程、岗位职责及安全保卫制度、安全设施维修维护制度、人员培训计划、场所与环境监测方案等。	符合
6	有完善的辐射事故应急措施。	成立了辐射事故应急领导组,拟完善包含本项目的辐射事故应急预案。	符合
7	产生放射性废气、废液、固体废物的,还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不产生放射性废水,拟对治疗机房产生的有害气体设置了机械通风装置;加速器废靶经检测符合清洁解控水平,按普通医疗废物处置或由厂家回收,退役后装机放射源由厂家负责回收。	符合

表 12-6 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	要求	本单位拟落实情况	评价
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	本项目机房拟设置工作指示灯、门机联锁、紧急停机、紧急开门和通风装置等；拟安装固定式辐射监测报警仪、视频监控和对讲系统等。	符合
2	第七条 放射性同位素的包装容器、含放射性同位素的设备和射线装置，应当设置明显的放射性标识和中文警示说明。	治疗机房门口和储源容器外拟粘贴电离辐射警告标志和注意事项等中文警示说明。	
3	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	已购置 1 台辐射巡测仪自主进行本项目工作场所和环境的辐射监测，自主监测频次每季度 1 次并存档，委托有资质的单位监测频次每年 1 次，委托有资质单位进行本项目验收监测。	符合
4	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	每年 1 月 31 日前向管理部门提交年度环境影响评估报告。2020 年年度评估报告已提交。	符合
5	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目计划配备辐射工作人员 10 名，计划按照相关规定进行培训和考核，持证上岗。	符合
6	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	对从事放射性工作的人员全部配备了个人剂量计，安排专人负责个人剂量监测管理，委托有资质单位进行个人剂量监测（每季度 1 次），建立了辐射工作人员个人剂量档案，终生保存。	符合
7	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	拟委托有资质单位山西安弘检测技术有限公司对医院辐射工作人员进行个人剂量监测（每季度 1 次）并存档。	符合

表 12-7 医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序对照表

(NNSA/HQ-08-JD-IP-033)

辐射安全防护设施与运行			
序号	检查项目	项目拟设置、配备情况	符合性
1	防止非工作人员操作的锁定开关	拟配置防止误操作的锁定开关	符合
2	控制台有紧急停机按钮	拟配置紧急停机按钮	符合
3	视频监控与对讲系统	拟配置视频监控与对讲系统	符合
4	治疗室门与高压联锁	拟配置门机联锁	符合
5	入口电离辐射警告标志	拟粘贴入口电离辐射警告标志	符合
6	入口有加速器工作状态显示	拟安装加速器工作状态指示灯	符合
7	工作场所分区及标识	拟设置工作场所分区标识	符合
8	屏蔽门内开门按钮	拟安装屏蔽门内开门按钮	符合
9	治疗室门防夹人装置	拟安装治疗室门防夹人装置	符合
10	紧急照明或独立通道照明系统	拟安装紧急照明	符合
11	治疗室内有紧急停机按钮	拟安装治疗室内紧急停机按钮	符合
12	治疗床有紧急停机按钮	拟安装治疗床紧急停机按钮	符合
13	治疗室内固定式剂量报警仪	拟安装固定式剂量报警仪	符合
14	便携式辐射监测仪器仪表	已配置 1 台辐射监测仪器仪表	符合
15	个人剂量报警仪	拟配置 4 台个人剂量报警仪	符合
16	个人剂量计	每名职业人员配备个人剂量计	符合
17	个人辐射防护用品	拟配备个人辐射防护用品	符合
18	通风系统	拟安装治疗机房通风装置	符合
管理制度与执行			
序号	检查内容	成文情况	符合性
1	辐射安全防护管理规定	已制定，需完善	符合
2	安全防护设施维护与维修制度	已制定，需完善	符合
3	场所分区管理规定	已制定，需完善	符合
4	操作规程	拟制定	符合
5	场所及环境监测方案	已制定，需完善	符合

表 12-7 医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序对照表（续）

序号	检查内容	成文情况	符合性
6	监测仪表使用与校验管理制度	已制定，需完善	符合
7	辐射工作人员培训/再培训制度	已制定	符合
8	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	符合
9	放射性“三废”管理规定	已制定，需完善	符合
10	辐射事故/事件应急预案	已制定，需完善	符合

表 12-8 近距离 γ 射线治疗装置监督检查技术程序对照表

(NNSA/HQ-08-JD-IP-033)

法规			
序号	检查项目	项目拟设置、配备情况	符合性
1	防止非工作人员操作的锁定开关	拟配置防止误操作的锁定开关	符合
2	施源器与源联锁	拟配置施源器与源联锁	符合
3	管道遇堵自动回源	拟配置管道遇堵自动回源	符合
4	仿真源模拟运行	拟配置仿真源模拟运行	符合
5	主机外表电离辐射标志	拟粘贴入口电离辐射警告标志	符合
6	控制台显示放射源位置	拟安装控制台显示放射源位置	符合
7	控制台紧急停止照射按钮	拟安装控制台紧急停止照射按钮	符合
8	停电或意外中断时自动回源装置	拟安装意外中断时自动回源装置	符合
9	手动回源措施	拟安装手动回源装置	符合
10	治疗室迷道出入口处固定式辐射水平监测仪	拟安装固定式剂量报警仪	符合
11	治疗室有迷道	治疗室有迷道	符合
12	治疗室门与出源联锁	拟安装治疗室门与出源联锁	符合
13	应急开关（放射源返回储源器）	拟安装应急开关	符合
14	治疗室电视监控对讲装置	拟安装治疗室电视监控对讲装置	符合
15	入口处电离辐射警告标志	入口处粘贴电离辐射警告标志	符合
16	入口处源工作状态显示	拟安装工作状态指示灯	符合
17	停电或意外中断时声光报警	拟安装停电或意外中断时声光报警	符合
18	通风设施	拟安装通风设施	符合
19	火灾报警仪	拟安装火灾报警仪	符合

表 12-8 近距离 γ 射线治疗装置监督检查技术程序对照表（续）

序号	检查项目	项目拟设置、配备情况	符合性
20	个人剂量计	每名辐射工作人员已配备	符合
21	工作人员进入治疗室携带个人剂量报警仪	拟配备个人剂量报警仪，管理规定工作人员进入治疗室须携带。	符合
22	治疗室内配有合适的储源容器、长柄镊子等应急设备	拟配备储源容器和应急设备	符合
23	治疗室内张贴应急处置流程	张贴应急处置流程	符合
24	后装源暂存场所	拟在放疗中心设置后装源暂存库	符合
25	后装源暂存场所双人双“锁”	拟设置后装源暂存库双人双“锁”	符合
26	后装源暂存场所防盗门窗	后装源暂存拟设置防盗门窗	符合
管理制度与执行			
序号	检查内容	成文情况	符合性
1	辐射安全管理机构和岗位职责	已制定，需完善	符合
2	操作规程	拟制定	符合
3	个人剂量管理制度	已制定，需完善	符合
4	场所及环境监测方案	已制定，需完善	符合
5	监测仪表使用与校验管理制度	已制定，需完善	符合
6	辐射工作人员培训管理制度	已制定，需完善	符合
7	设备检修维护维修制度	已制定，需完善	符合
8	放疗设备安全性能检查维护记录	已制定，需完善	符合
9	安全防护设施维修维护记录	已制定，需完善	符合
10	放射源管理规定	拟制定	符合
11	放射源台账	拟制定	符合
12	更换放射源管理制度	拟制定	符合
13	辐射事故/事件应急预案	已制定，需完善	符合

通过以上分析可知，在采取环评规定措施情况下，该单位从事本项目辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

大同市第三人民医院根据整体规划和发展需要，计划在新建医技、急诊楼地下三层建设放疗中心，拟购置安装 3 台医用直线加速器和 1 台后装机，配套购置使用 1 台 CT 模拟定位机，开展放射治疗工作。本项目拟配备 10 名辐射工作人员，经过培训和考核，持证上岗。本项目总投资 5000 万元，环保投资 300 万元，占比 6%。

表 13-1 本项目拟购设备及主要参数表

序号	设备名称	类别	数量	额定参数	状态	用途	拟安装位置
1	医用直线加速器	II	3	10MV/360Gy/h	新购	放射治疗	新建医技、急诊楼 B3 放疗中心加速器机房
2	后装机	III	1	^{192}Ir 密封源 $4.44 \times 10^{11}\text{Bq}$	新购	放射治疗	新建医技、急诊楼 B3 放疗中心后装机房

13.1.2 产业政策符合性及实践正当性分析

本项目依据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 条“高端放射治疗设备”，属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

大同市第三人民医院开展放射治疗工作目的是为治病救人，保障健康，社会和个人从中取得的利益远大于辐射所产生的危害。因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.3 选址及平面布局的合理性

根据满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，本项目位于新建医技、急诊楼 B3 凸出部分的东北侧，放疗中心的治疗机房从西至东一字排开，从西至东依次为：直加 1 室、直加 2 室、后装室和直加 3 室，机房南侧为设备检修通道和设备用房，东西两侧为卫生间，北侧为走廊和模拟定位机房，地下为土层，顶上为拟建预留科室（B2），直加 1 室和直加 2 室共用控制室，位于两个机房中间，后装机控制室位于后装机房的北侧，后装源暂存库位于后装机房东侧，直加 3 室的控制室位于直加 3 机房的西北侧。

本项目选址新建医技、急诊楼 B3 凸出部分的东北侧，为本幢建筑最底层的一角，远离医院儿科、产科等特殊人群或人员流动性较大的区域，各治疗机房与控制室实行隔室操作，放疗中心设置了门禁装置，相对独立封闭，治疗区域互不交叉重叠，各功能房间完善齐备，工作人员和患者进出顺畅，从辐射安全与防护的角度看，本项

目的选址和总体平面布局合理可行，符合相关标准的要求。

13.1.4 辐射安全与防护能力分析

1、辐射工作场所功能分区合理性

本项目将医用直线加速器机房和迷道、后装机房和迷道、后装放射源暂存库设定为控制区，与其相邻区域设定为监督区，区域划分明确合理，满足 GB18871-2002 的要求。

2、辐射屏蔽措施

本项目针对其控制区进行了屏蔽防护设计，具体设计见建设单位提供的附件资料。

依据 GBZ/T201.2-2011《电子直线加速器放射治疗机房》和 GBZ/T 201.3-2014《 γ 源放射治疗机房》，对本项目治疗机房的屏蔽和防护门的屏蔽设计进行了计算验证，其屏蔽能力符合相关规定要求。

3、安全防护设施

本项目治疗机房均设置了门机联锁和工作指示灯，门外和储源容器粘贴电离辐射警告标志，治疗机房迷道墙上、治疗床旁和控制台均安装紧急停机按钮，机房门内安装了紧急开门装置，治疗机房安装了固定式辐射监测报警仪、视频监控和对讲系统，后装机设置了放射源暂存库、配备有应急储源铅罐等安全防护设施，能满足安全防护要求。

4、建设单位从事辐射技术的能力

大同市第三人民医院现计划为本项目配备 10 名现有医院辐射工作人员，进行按照相关规定培训与考核，持证上岗。每名辐射工作人员配置了 1 个热释光剂量计，配置了监测仪器和个人防护用品，具备从事相关辐射技术利用项目的能力。

综上：通过与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相应监督检查程序的规定进行对照检查，均符合相关法规和技术文件的规定要求。

13.1.5 环境影响分析

1、现状剂量率评价

本项目辐射环境现状监测结果可知，本项目工作场所周围 50m 范围的环境 γ 辐射剂量率在 0.047~0.077 μ Gy/h 之间，为大同市天然辐射本底水平。

2、辐射环境影响预测评价

通过对本项目运行期间各治疗机房周围关注点的辐射剂量估算，最大年有效剂量：职业人员为 0.34mSv/a，公众为 0.02mSv/a，均小于 HJ1198-2021 规定的剂量约

束值：职业人员 5mSv/a 和公众 0.1mSv/a；加速器机房和后装机房周围各关注点剂量率均小于本项目周围剂量控制水平。

本项目在采取了相应的安全防护措施下，在正常运行情况下，对周围人员及环境造成的辐射影响较小，后装机的放射源更换需制定具体方案进行实施。

3、其他环境影响分析

本项目加速器和后装机工作时会产生少量的有害气体，通过机房设置的机械排风装置进行全排全送，满足换气次数不小于 4 次/h 的要求，排风口设置在新建医技、急诊楼一层东北侧，远离门、窗及人流较大区域。

本项目会产生加速器废靶，废靶的更换、拆卸等均由设备厂家专业技术人员进行，对加速器废靶进行检测，由厂家回收；后装机更换放射源应由厂家专业技术人员进行，退役的放射源可送至放射源暂存库暂存，最后由厂家回收。

本项目运行期不产生放射性废水。

13.1.6 辐射安全管理

大同市第三人民医院已成立辐射安全防护领导机构，法人任组长，副院长任副组长，各科主任为组员，配备 1 名具有大学本科以上学历的专职管理人员，负责医院辐射安全防护管理工作；制定了辐射防护管理制度、人员培训计划、监测方案等各项规章制度，并组织实施和落实，成立了辐射事故应急领导组，编制了辐射事故应急预案。

建议在本项目运营前需对有关辐射安全管理制度和辐射事故应急预案进行重新修订或完善，以满足本项目的辐射安全防护管理要求。

13.1.7 总结论

综上所述，大同市第三人民医院使用医用直线加速器后装机项目为新开展项目，在充分落实本报告提出的污染防治和管理要求后，具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，其运行期间对周围环境的辐射影响符合环境保护的要求，故从辐射环保角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议

- 1、强化辐射安全教育与培训，落实各项制度的监督检查程序，避免发生辐射事故。
- 2、按照要求配备个人防护用品、监测仪器设备等。
- 3、设备安装调试完成后，应及时进行验收，验收合格后方能投入运行。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日

审批意见：	
经办人	公 章 年 月 日

附件 1、环评委托书

委 托 书

山西贝可勒环境检测有限公司：

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》以及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，委托贵公司对“大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机项目”进行环境影响评价，望按照相关法规、技术文件开展工作。

评价单位（盖章）



委托单位（盖章）



2021 年 10 月 25 日

附件 2、放疗中心拟购设备主要参数及工作负荷

放疗中心拟购设备主要参数表

序号	设备名称	项目	技术参数
1	医用直线加速器	X 射线最大能量	10MV
		X 射线最高剂量率 (1m)	600cGy/min ($3.6 \times 10^8 \text{Gy/h}$)
		最大照射野面积	40cm×40cm
		治疗床等中心高度	130cm
		正常治疗距离 (SAD)	100cm
		射线最大出射角	28°
		机架旋转角度	0°~±180°
2	后装机	放射源名称	^{192}Ir
		放射源活度	$4.44 \times 10^{11} \text{Bq}$ (1 枚)
3	CT 模拟定位机	最大管电压	120kV
		最大管电流	420mA

放疗中心计划工作负荷说明:

- 1、医用直线加速器: 每天治疗 2 小时, 每周 5 天, 全年 50 周。
- 2、后装机: 每周接诊 30 人, 每人治疗 6 分钟, 全年 50 周。



大同市第三人民医院

2021 年 10 月 25 日

附件 3、大同市第三人民医院法人证书



事业单位法人证书

统一社会信用代码 12140200725923566E

名 称 大同市第三人民医院

法定代表人 张宝成

宗 旨 和 为人民身体健康提供医疗与护理保
健服务。医疗与护理 医学教学

业 务 范 围 医学研究 保健与健康教育

住 所 大同市平城区文昌街43号

开 办 资 金 ￥1152万元

有效期 自2020年08月10日 至2023年03月31日

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

大同市第三人民医院
登记管理机关
14020230014

事业单位登记
1402000004048


gjcy.gov.cn

附件 4、大同市第三人民医院《辐射安全许可证》



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：大同市第三人民医院

地 址：山西省大同市平城区文昌街43号

法定代表人：张宝成

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

证书编号：晋环辐证[00014]

有效期至：2024 年 04 月 28 日





发证机关：山西省生态环境厅

发证日期：2020 年 11 月 23 日

中华人民共和国环境保护部制

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	大同市第三人民医院		
地址	山西省大同市平城区文昌街43号		
法定代表人	张宝成	电话	18636281099
证件类型	身份证	号码	140202196711093031
涉源部门	名称	地址	负责人
	核医学科	山西省大同市城区魏都大道文昌街43号	闫君
	影像科	山西省大同市城区魏都大道文昌街43号	杨晓霞
种类和范围	使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	晋环辐证[00014]		
有效期至	2024	年4	月
发证日期	2020	年1	月



台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：晋环辐证[00014]

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	牙科X射线机	ExpertDC	III类	口腔（牙科）X射线装置	门诊楼三层齿科摄影室	来源 飞利浦 去向		
2	数字血管造影机	AlluraXper FD20C	II类	血管造影用X射线装置	内科住院楼一层西南侧手术2室	来源 飞利浦 去向		
3	双排螺旋CT机	SOMATOM Spirit	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	门诊楼负一层CT1室	来源 西门子 去向		
4	256层螺旋CT机	Brilliance iCT	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	门诊楼负一层CT2室	来源 飞利浦 去向		
5	64排螺旋CT	Light Speed VCT	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	外科楼一层东南侧CT室	来源 美国GE 去向		
6	移动式摄影X射线机	Mobile Diagnost wDR	III类	医用诊断X射线装置	放射科	来源 飞利浦 去向		
7	移动式摄影X射线机	Mobile Diagnost wDR	III类	医用诊断X射线装置	放射科	来源 飞利浦 去向		
8	床旁X光机	AD125P-MUX	III类	医用诊断X射线装置	外科楼外科ICU	来源 日本岛津 去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：晋环辐证[00014]

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
9	X光机	DHF-155H II	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼负一层放射科摄影3室	来源 日本日立 去向		
10	X光机	DHF-155H II	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼负一层放射科摄影4室	来源 日本日立 去向		
11	X光机	CH-30GX	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼负一层放射科摄影5室	来源 日本岛津 去向		
12	数字胃肠机	TU6000FIT	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼负一层胃肠室	来源 日本日立 去向		
13	DR机	XR656	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼负一层照相1室	来源 GE 去向		
14	DR机	XR656	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼负一层照相2室	来源 GE 去向		
15	体外冲击波碎石机	ESWL-V1	III类	医用诊断X射线装置	老干楼一层碎石室	来源 深圳慧康 去向		
16	移动式C型臂X射线机	SIREMOB II Compact	III类	医用诊断X射线装置	外科住院楼四层手术室	来源 西门子 去向		

(三) 射线装置

证书编号: 晋环辐证[00014]

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
17	数字平板血管造影系统	QCEiling	II类	血管造影用X射线装置	内科住院楼一层西南侧手术1室	来源 西门子 去向		
18	移动式C型臂X射线机	OEC9900 Elite	III类	医用诊断X射线装置	外科住院楼四层手术室	来源 GE 去向		
19	移动式C型臂X射线机	OEC9900 Elite	III类	医用诊断X射线装置	外科住院楼四层手术室	来源 GE 去向		
20	移动式C型臂X射线机	DHF-105CX	III类	医用诊断X射线装置	外科住院楼四层手术室	来源 日本日立 去向		
21	X射线计算机体层摄影设备	Revolution ACT	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	发热门诊CT室	来源 GE 去向		
22	X射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Force	III类	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	规培楼一层西侧CT室	来源 西门子 去向		
23	医用诊断X射线系统	XR 6000	III类	医用诊断X射线装置	规培楼一层西侧DR室	来源 北京通用电气华伦医疗设备有限公司 去向		
24	X射线骨密度检测仪	Prodigy Advance	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼负一层骨密度检查室	来源 GE 去向		

(三) 射线装置

证书编号: 晋环辐证[00014]

[illegible]

大同市生态环境局平城分局

平城环函〔2020〕16 号

关于山西省大同市第三人民医院新建医技、急诊楼项目环境影响报告表的批复

大同市第三人民医院：

你单位报送的《山西省大同市第三人民医院新建医技、急诊楼项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经研究，批复如下：

一、原则同意《报告表》结论及专家提出的评审意见。

二、本项目位于大同市第三人民医院内，项目总占地面积 53309.98m²，新建医技、急诊楼总建筑面积 75000 m²（地上 49570 m²，地下 37600 m²）、新建液氧站 67m²、临建楼 4762.85 m²（地上 3333.85 m²，地下 1429 m²）（临时周转用房，五年后拆除）；其他建设内容还包括原建筑物的拆除以及室外道路、绿化、管网等配套设施工程。项目投资总额 66193.90 万元，其中环保投资 51 万，占总投资额的 0.08%。大同市第三人民医院现有床位数 940 张，本次项目建成后增加床位 400 张，建成后医院总床位 1340 张。新增门诊量 24 万人/a，急诊量 8000 人/a，不增加医务人员。

三、在项目工程设计、建设过程和运营管理中，你单位必须



严格落实《报告表》中提出的各项环保治理措施并重点落实以下工作：

（一）必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。

（二）项目建设和营运过程中：

1、落实水环境保护措施。生活污水、医疗废水、化验废水分类收集处理，处理后的医疗废水经原有污水处理站处理后水质应满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中预处理标准。医疗废水和生活污水处理达标后方可排入市政污水管网。

2、强化大气污染防治措施。项目供热依托原有燃气锅炉。建设期采取有防尘抑尘措施。运营期污水处理站产生的恶臭气体经收集后采用活性炭吸附装置进行吸附后排放，满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表3相应标准要求，防止废气对局部环境产生影响。

3、做好固体废物分类处置。按照不同来源、不同性质固体废物分区放置、分类处理的管理原则处置固体废物。施工期产生的废弃装修材料收集后合理处置。设置危险废物暂存间一座，建设标准需满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单有关规定。污水处理站污泥（脱水处理）、医疗垃圾经消毒处理后暂存于危险废物暂存间，在规定的时限内委托有处理资质的单位收运处置。生活垃圾分类收集后交由环卫部门统一清运处置。



4、落实噪声防治措施。装修期间应严格控制作业时间，夜间（22：00-6：00）和午间（12：00-14：00）禁止施工。运营期选用低噪音设备，风机、水泵等设施加装消声、减震设备，并加强日常维护保养。噪声排放应当满足满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。

5、涉及到核技术应用环境影响评价的设备单独办理相关环评手续。

四、项目建成后建设单位应当按规定程序申请排污许可证并自行组织建设项目竣工环境保护验收，验收结果在全国建设项目竣工环境保护验收信息平台公示后报我局备案，验收合格后方可正式投入运行。

五、根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，建设项目的环境影响评价文件经批准后五年内有效，如项目的性质、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。

六、建设及运营期的环境现场监督管理工作由大同市生态环境保护综合行政执法队负责。



扫描全能王 创建

表 9

审 批



主管部门环保机构意见

经办人签字

单位盖章

年 月 日

县（区）级环境保护行政主管部门审查意见

认真落实相关污染防治措施，建立健全
各项制度，同意上报审批。

经办人签字

单位盖章

邓伯成

2009年7月26日

市级环境保护行政主管部门审查意见

严格落实环评相关要求，建立健全各项
规章制度，加强管理，操作人员要持证上岗。
同意上报审批。

经办人签字

朱发

单位盖章

2009年7月29日

审 批

省级环境保护行政主管部门审批意见:

晋环辐审(2009)112号

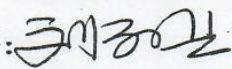
同意《大同市第三人民医院使用射线装置项目环境影响报告表》结论和专家技术审查意见。

同意城区环保局、大同市环保局意见。

大同市第三人民医院要认真落实《报告表》提出的各项措施和要求,严格按照国家有关规定,制定完善各项规章制度和辐射事故应急措施,设立门机联锁装置和照射信号指示器并经常检修,使用场所安装紧急停机按钮,并设置醒目的警示标志和说明,安装防火防盗报警装置,建立专人管理和登记使用制度,工作人员应佩戴个人剂量计和报警仪。加强业务培训,不断提高工作人员的辐射安全意识和业务水平。完善各项规章制度,严格履行审批程序,建立清晰的台帐。每年年底前将单位安全和防护状况年度报告报送各级环保部门,发现问题及时整改。建立个人剂量档案和职业健康监护档案,做好辐射安全防护工作。

大同市、城区环保局负责对大同市第三人民医院辐射安全环境保护日常监督管理。

同意给大同市第三人民医院已使用的 12 台(1 台 II 类、11 台 III 类)射线装置补办手续。

经办人签字: 

单位盖章:



2009年11月10日

2009年11月10日

山西省环境保护厅

晋环函〔2014〕578号

山西省环境保护厅 关于大同市第三人民医院 核技术利用项目环境影响报告表的批复

大同市第三人民医院：

你院报送的《大同市第三人民医院使用 X 射线装置项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及相关材料收悉。根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》及其实施细则的有关要求，经研究，现批复如下：

一、原则同意专家技术审查意见、大同市环保局和城区分局对《报告表》的初审意见。

二、你院由于工作需要，已经使用了 7 台 X 射线装置（1 台 II 类数字化减影心血管造影系统、1 台 III 类双排螺旋 CT 机、1 台 III 类体外冲击波碎石机、1 台 III 类移动式高频 X 射线机、2 台 III 类移动式 C 型臂 X 线机、1 台 III 类微焦点牙科 X 线型机），拟新购置 4 台 III 类 DR 机。根据《报告表》结论，该项目在落实《报告表》提出的各项措施和要求条件下，能够达到环保要求，

同意实施建设。

三、在日常管理和建设过程中，要严格按照国家有关规定，全面落实《报告表》提出的各项环境管理和污染防治措施，主要做好以下工作：

（一）进一步完善各项规章制度和辐射事故应急措施，不断增强可操作性和实用性。

（二）制定并实施质量保证计划，确保剂量准确。各机房防护门设置安全联锁装置和工作状态指示灯并经常检修，按要求配置必要的监控、监测和防护仪器设备，设置醒目的警示标志。要合理分区布局，做好相关的屏蔽防护，通风系统要满足相关的防护要求。

（三）加强档案管理，明确专人负责。建立和完善个人剂量档案和职业健康档案，从业人员佩戴的热释光个人剂量计定期委托通过剂量认证的单位进行监测，认真保存记录。

（四）认真落实从业人员培训教育制度，按时参加培训和复训，管理及操作人员要做到持证上岗。制定详细的人员培训计划，定期组织培训。

（五）严格履行审批程序，建立清晰的台帐，每年年底前将单位安全和防护状况年度报告报送省、市、县环保部门备案，发现问题及时整改，确保辐射环境安全。

（六）如射线装置种类、范围和作业地址改变，需另行申报。

四、按规定程序申请竣工环境保护验收。经验收合格后，方可正式投入使用。

五、我厅委托省辐射环境监督站、大同市环保局负责对你院辐射安全环境保护日常监督管理。

六、你单位应在收到本批复后 20 个工作日内，将批准后的《报告表》送大同市环保局和城区分局，并按规定接受各级环境保护行政主管部门的监督检查。


山西省环境保护厅
2014 年 5 月 29 日

山西省生态环境厅

晋环审批函〔2020〕194号

山西省生态环境厅 关于大同市第三人民医院核医学科工作场所及设 施退役项目环境影响报告表的批复

大同市第三人民医院：

你医院报送的《大同市第三人民医院核医学科工作场所及设施退役项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及相关材料收悉。根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》及其实施细则的有关要求，经研究，批复如下：

一、因整体规划，你医院拟将核医学科乙级非密封放射性物质工作场所进行退役。退役场所位于大同市魏都大道文昌街43号，大同市第三人民医院内西南侧二层独体建筑。原使用核素：碘-131年最大用量 1.11×10^{10} Bq、碘-125年最大用量 1.5×10^7 Bq、钨-99m年最大用量 1.8×10^{11} Bq。

根据《报告表》及《评估报告》结论，该项目在落实《报告表》提出的各项措施和要求条件下，能够满足环保标准要求。我厅同意该环境影响报告表。

二、在退役过程中，要严格按照国家有关规定，全面落实《报告表》提出的各项环境管理和污染防治措施，主要做好以

下工作：

（一）对放射性固体废物进行分类、分批次管理。经检测放射性固废表面 β 值小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 时，可当普通物品处理。

（二）在退役过程中，工作人员严格操作规程，对现场 γ 剂量率水平及设备表面污染水平进行全程监测，开展个人剂量监测，确保所受的最大剂量低于剂量约束值。

三、退役完成后，按规定程序注销该乙级非密封放射性物质工作场所。按规定程序开展竣工环境保护验收后，该场所可无限制开放。

四、我厅委托大同市生态环境局负责对你医院辐射安全进行日常监督管理。

五、你医院应在收到本批复后 20 个工作日内，将批准后的《报告表》送大同市生态环境局，并按规定接受各级生态环境行政主管部门的监督检查。



抄送：大同市生态环境局，省厅生态环境执法局，山西省核与辐射安全中心。

大同市生态环境局

同环函（服务）辐〔2020〕7号

关于大同市第三人民医院使用 II类医用射线装置项目环境影响报告表的批复

大同市第三人民医院：

你单位报送的《关于<大同市第三人民医院使用II类医用射线装置项目环境影响报告表>报批申请》及相关资料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位拟在山西省大同市魏都大道文昌街43号内科住院楼一层西南侧改建为两个血管造影室，使用2台II类医用射线装置数字减影血管造影机（DSA）（1台型号：Allura XperFD20C，最大管电压：125kV，最大管电流：1250mA；1台型号：QCeiling，最大管电压：125kV，最大管电流：1000mA）。项目总投资200万元，其中环保投资200万元。根据《报告表》和《评估报告》结论，在严格落实《报告表》提出的各项污染防治措施前提下，我局原则同意你单位按《报告表》中所列建设项目性质、规模、地点、污染防治措施进行建设。

二、你单位要严格执行环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行的环境保护“三同时”制度。



三、工程设计和建设中要认真落实以下要求：

1. 成立辐射监督管理组织机构。
2. 管理组织机构中由 1 名大专以上学历技术人员负责辐射安全与环保管理工作。
3. 从事辐射工作的人员应通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。
4. 建立健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。
5. 制定完善的辐射事故应急预案。
6. 配备个人剂量仪、X、 γ 辐射监测仪、防护服。

四、大同市生态环境保护综合行政执法队负责该项目建设及运营期的日常监督管理工作。



建设项目环境影响登记表

填报日期：2020-07-21

项目名称	大同市第三人民医院改建使用医用射线装置应用项目		
建设地点	山西省大同市平城区魏都大道文昌街43号	建筑面积(m ²)	160
建设单位	大同市第三人民医院	法定代表人或者主要负责人	马洪山
联系人	王希	联系电话	18803529114
项目投资(万元)	200	环保投资(万元)	20
拟投入生产运营日期	2020-08-26		
建设性质	改建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第191 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 大同市第三人民医院使用医用射线装置。 二、建设规模 1、使用一台 Brilliance iCT 型X射线计算机断层摄影设备，最大管电压140kV，最大管电流1000mA，使用场所由原影像楼一层CT1室搬迁至门诊楼负一层CT2室。 2、使用 SOMATOM Spirit 型全身X射线计算机体层螺旋扫描装置，最大管电压130kV，最大管电流180mA，使用场所由原影像楼一层CT3室搬迁至门诊楼负一层CT1室。 3、使用 OEC9900 Elite 型移动式C型臂X射线机，最大管电压120kV，最大管电流150mA，使用场所由原门诊楼负一层ERCP室搬迁至外科住院楼四层手术室。 4、使用 Prodigy Advance 型X射线骨密度检测仪，最大管电压76kV，最大管电流3mA，使用场所为门诊楼负一层原骨密度检查室。 5、使用 Senographe Pristina 型乳腺X射线机，最大管电压49kV，最大管电流100mA，使用场所为门诊楼负一层原乳腺检查室。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向 环保措施：环保措施：一、污染防治措施：针对射线装置的安全管理，提出如下污染防治措施：（1）设置单独的机房，满足最小单边长度和最小有效面积的要求。（2）机房应设置观察窗，观察窗设置位置便于观察到患者和受检者的状态。（3）机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句。（4）机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。（5）医院为现场工作人员配备了防护用品以及个人剂量计。 二、安全管理措施：（1）医院已成立《辐射环境安全管理领导小组》，任命专职管理人员负责辐射安全管理。（2）医院已制定《辐射安全管理规定》、《辐射安全保卫制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射监测方案》等规章制度。（3）医院辐射工作人员均已接受初级辐射安全防护专业知识和相关法律法规的培训和考核，并取得上岗证，辐射工作人员上岗证均在有效期内。本次不新增辐射工作操作人员。（4）将新增设备纳入原有的管理体系进行管理，完善X射线装置管理台帐内容。（5）医院对个人剂量数据和体检数据进行归档保存，并建立个人剂量监测档案及工作人员健康档案。（6）依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，应及时重新申领辐射安全许可证。（7）需要定期对规章制度等文件进行修订。
--------	--------	---

承诺：大同市第三人民医院马洪山承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由大同市第三人民医院承担全部责任。

法定代表人或主要负责人签字：



备案回执

该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202014020200000072。



建设项目环境影响登记表

填报日期：2020-07-21

项目名称	大同市第三人民医院新建使用医用射线装置应用项目		
建设地点	山西省大同市平城区魏都大道文昌街43号	建筑面积(m²)	140
建设单位	大同市第三人民医院	法定代表人或者主要负责人	马洪山
联系人	王希	联系电话	18803529114
项目投资(万元)	3452	环保投资(万元)	60
拟投入生产运营日期	2020-08-26		
建设性质	新建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第191 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 大同市第三人民医院使用医用射线装置。 二、建设规模 1、使用一台 Revolution ACT 型X射线计算机体层摄影设备，最大管电压140kV，最大管电流200mA，使用场所为发热门诊CT室。 2、使用一台 SOMATOM Force 型X射线计算机体层摄影设备，最大管电压150kV，最大管电流1300mA，使用场所为规培楼一层西侧CT室。 3、使用一台 LightSpeed VCT 型全身X射线计算机断层扫描系统，最大管电压140kV，最大管电流800mA，使用场所由原影像楼一层CT2室搬迁至外科楼一层东南侧新建CT室。 4、使用一台 XR 6000 型医用诊断X射线系统，最大管电压150kV，最大管电流630mA，使用场所为规培楼一层西侧DR室。		

主要环境影响	辐射环境影响	环保措施: 环保措施: 环保措施: 一、污染防治措施: 针对新增设备的安全管理, 提出如下污染防治措施: (1) 设置单独的机房, 满足最小单边长度和最小有效面积的要求。(2) 机房应设置观察窗, 观察窗设置位置便于观察到患者和受检者的状态。(3) 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯, 灯箱处应设警示语句。(4) 机房门应有闭门装置, 且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。(5) 医院为现场工作人员配备了防护用品以及个人剂量计。 二、安全管理措施: (1) 医院已成立《辐射环境安全管理领导小组》, 任命专职管理人员负责辐射安全管理。(2) 医院已制定《辐射安全管理规定》、《辐射安全保卫制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射监测方案》等规章制度。 (3) 医院辐射工作人员均已接受初级辐射安全防护专业知识及相关法律法规的培训和考核, 并取得上岗证, 辐射工作人员上岗证均在有效期内。本次不新增辐射工作操作人员。 (4) 将新增设备纳入原有的管理体系进行管理, 完善X射线装置管理台帐内容。 (5) 医院对个人剂量数据和体检数据进行归档保存, 并建立个人剂量监测档案及工作人员健康档案。 (6) 依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定, 应及时重新申领辐射安全许可证。 (7) 需要定期对规章制度等文件进行修订。 采取的环保措施及排放去向
--------	--------	--

承诺：大同市第三人民医院马洪山承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由大同市第三人民医院承担全部责任。

法定代表人或主要负责人签字：



备案回执

该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202014020200000073。



大同市第三人民医院文件

同卫三医院行字（2020）184 号

大同市第三人民医院 关于调整放射卫生防护和辐射安全管理 领导组的决定

由于人事变动，经院长办公会研究决定调整放射卫生防护和辐射安全管理领导组如下调整：

组 长：	张宝成	院 长	18636281099
副组长：	孙兰池	副院长	13603521815
	郑玉祥	院长助理	13903425582
成 员：	王学蛟	院部办公室	主 任 13835230856
	杨晓霞	影像科	副主任 13994465840
	闫 君	核医学科	主 任 13934826636
	张德成	医学装备科	科 长 13994392299
	柴 权	保卫科	科 长 15935230821

辐射专职管理人员

王 希 医学装备科 副科长 18803529114

办公室主任：王 希

成 员：左永进 工程师 13096686698

杨生伟 工程师 13994311956

一、医院放射卫生防护和辐射安全管理领导小组职责

（一）按照有关法律、法规和部门规章制度，由组长全面负责，孙兰池副组长协助组长管理我院辐射安全工作。

（二）加强从业人员的法律、法规和部门规章培训，定期考核。考核结果存入个人专业技术档案。

（三）加强日常监督检查，定期讨论研究，不断改进辐射安全管理工作。

（四）依靠科技进步，不断进行辐射安全防护的学术交流

（五）定期向上级主管部门汇报工作，主动接受监督检查。

二、医院放射卫生防护和辐射安全管理办公室和主任职责

（一）建立并永久保存医院辐射安全管理档案。包括环保、卫生行政部门评价、验收和日常监督报告、从业人员健康档案、个人剂量监测档案、事故和差错档案等。

（二）定期组织辐射安全防护专项检查，考核评价执行情况并作好查房记录。

（三）组织安排从业人员健康检查，并将检查结果及时通知本人。

(四) 遇到辐射安全突发事件，及时组织启动应急预案，并按流程进行处置。

(五) 加强辐射安全的宣传和教育，定期发布质量通报。

大同市第三人民医院

2020年8月17日



附件 7、本项目工作场所环境现状检测报告



山西贝可勒环境检测有限公司

检验检测报告

报告编号: SXBQ21HJ0224

项目名称: 大同市第三人民医院使用医用直线加速器和

后装机工作场所环境影响评价现状检测

委托单位: 大同市第三人民医院

检验类型: 现 状 检 测

报告日期: 2021 年 10 月 26 日





检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 170403101030

名称: 山西贝可勒环境检测有限公司

地址: 太原高新区高新街 32 号高科大厦 8619 室

经审查, 你机构已具备国家法律法规、行政法规规定的基
本条件和能力, 现予批准, 自 2017 年 07 月 03 日起, 出具具有证明作用的数
据和结果, 特发此证。资质认定证书有效期为 6 年。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

许可使用标志



170403101030

发证日期: 2017 年 07 月 03 日

有效期至: 2023 年 07 月 02 日

发证机关: 山西省质量技术监督局

提示: 1. 应在法人资质认定证书有效期内开展工作。2. 应在证书有效期届满前 3 个月提出复查申请, 逾期不申请此证书注销。

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

中国辐射防护研究院
放射性计量站

检定证书

Verification Certificate

证书编号: 检字第[2021]-L1085
Certification No.

委托方: 山西贝可勒环境检测有限公司

Customer

地址: /

Address

仪器名称: 辐射剂量当量(率)仪

Instrument name

型号: BY-211D

Type

制造商: 太原佰一电子科技有限公司

Manufacturer

检定结论: 合格

Verification conclusion

检定员: (签字) 陈海

Operator

核验员: (签字) 杨波

Inspector

主管: (签字) 吴立靖

Signature of leader

检定日期:

Verification date

有效日期:

Valid date to

发证单位: (专用章)

Issued by (stamp)

2021 年 06 月 10 日

Year Month Day

2022 年 06 月 09 日

Year Month Day

地址 (Add): 山西省太原市学府街 102 号

电话 (Tel): (0351) 2203472 传真 (Fax): (0351) 2203472 邮编 (Post Code): 030006

电子信箱 (E-mail): ZFYjiliangzhan@sina.com



1. 实验室计量检定机构授权证书号: (晋) 法计 (2020) 2017005 号
2. 检定技术依据: JJG521—2006 环境监测用 X、γ 辐射空气比释动能 (吸收剂量) 率仪检定规程
3. (1) 计量标准名称: γ 射线空气比释动能 (环境水平) 标准装置
测量范围: $(1.0 \times 10^{-7} \sim 3.0 \times 10^{-4}) \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 不确定度: 3.8 % ($k=2$)
计量标准证书号: [2020] 晋量标企证字第 2020031 号 有效期至: 2024 年 08 月 03 日
(2) 计量标准名称: X 射线空气比释动能 (防护水平) 标准装置
测量范围: $(1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0) \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 不确定度: 3.6 % ($k=2$)
计量标准证书号: [2017] 晋社量标法证字第 2017005 号 有效期至: 2021 年 10 月 09 日
4. 环境条件: 温度: 19.2 °C 相对湿度: 40 % 气压: 92.4 kPa 地点: 计量楼 9# 和 4# 房间

检 定 结 果

证书编号: 检字第[2021]-L1085 第 2 页 共 2 页

检定结果:

1. 重复性:

辐射场剂量率 $/\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$	重复性
5.93×10^{-1}	2.1 %

2. 校准因子和相对固有误差:

参考辐射	能量 $/\text{keV}$	辐射场剂量率 $/\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$	校准因子	相对固有 误差
^{137}Cs	662	5.93×10^{-1}	1.05	-4.6 %
		6.39×10^0	1.05	-4.4 %
		6.35×10^1	1.04	-3.7 %
		1.29×10^2	1.08	-7.0 %

3. 能量响应:

辐射质	能量/ keV	辐射场剂量率 $/\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$	能量响应	校准因子
L-55	48	6.33×10^1	0.87	1.19
L-70	60	6.32×10^1	0.90	1.16
L-100	87	6.38×10^1	0.93	1.11
L-170	149	6.45×10^1	0.93	1.12
L-240	211	6.30×10^1	1.27	0.82

校准因子的相对扩展不确定度: $U_{\text{rel}}=4 \%$ ($k=2$)

注: 测量结果使用方法:

测量结果按下式计算: $D=X_i \times C_f$

式中: D —实际值; X_i —仪器测量读数; C_f —校准因子

以下空白

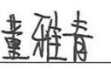
注: 1、本检定证书的结果仅对本委托件有效。2、证书未经本实验室批准, 不得部分复印。3、本证书涂改无效。4、本证书封面未加盖本实验室检定专用章无效。5、下次检定时请携带此证书。

山西贝可勒环境检测有限公司

检验检测报告

报告编号: SXBQ21HJ0224

第 1 页共 4 页

项目名称	大同市第三人民医院使用医用直线加速器和后装机工作场所		
受测单位	大同市第三人民医院	单位地址	山西省大同市魏都大道文昌街 43 号
委托单位	大同市第三人民医院	检测地点	新建医技、急诊楼
检测类别	委托检测	检测日期	2021 年 10 月 25 日
检测依据	HJ61-2021《辐射环境检测技术规范》		
检测项目	环境 γ 辐射剂量率		
主要仪器设备编号	仪器名称: 辐射剂量率仪 规格型号: BY-211D 编号: D0808 检定/校准证书编号: 检字第【2021】-L1085 检定/校准有效期: 2021 年 6 月 10 日至 2022 年 6 月 9 日 量程: 0.01 μ Gy/h-1mGy/h, 能响: 25keV-3MeV ^{137}Cs 校准因子: 1.05		
检测结论	拟建新建医技、急诊科放疗中心周围现状环境 γ 辐射剂量率监测值在 0.09-0.12 μ Gy/h 之间, 属于大同市天然贯穿辐射剂量率 0.0739-0.1474 μ Gy/h 的天然辐射本底水平 (数据来源《中国环境天然放射性水平》2015 年 7 月, 中国原子能出版社)。		
检测环境	温度: 8 $^{\circ}\text{C}$ 湿度: 43%RH		
检测人	 郝宇		2021 年 10 月 26 日
复核人	 董雅青	2021 年 10 月 26 日	审核人  梁
签发人	张一兵 		2021 年 10 月 26 日
备 注	/		

可
用

检验检测报告 (续页)

报告编号: SXBQ21HJ0224

第 2 页共 4 页

[illegible]

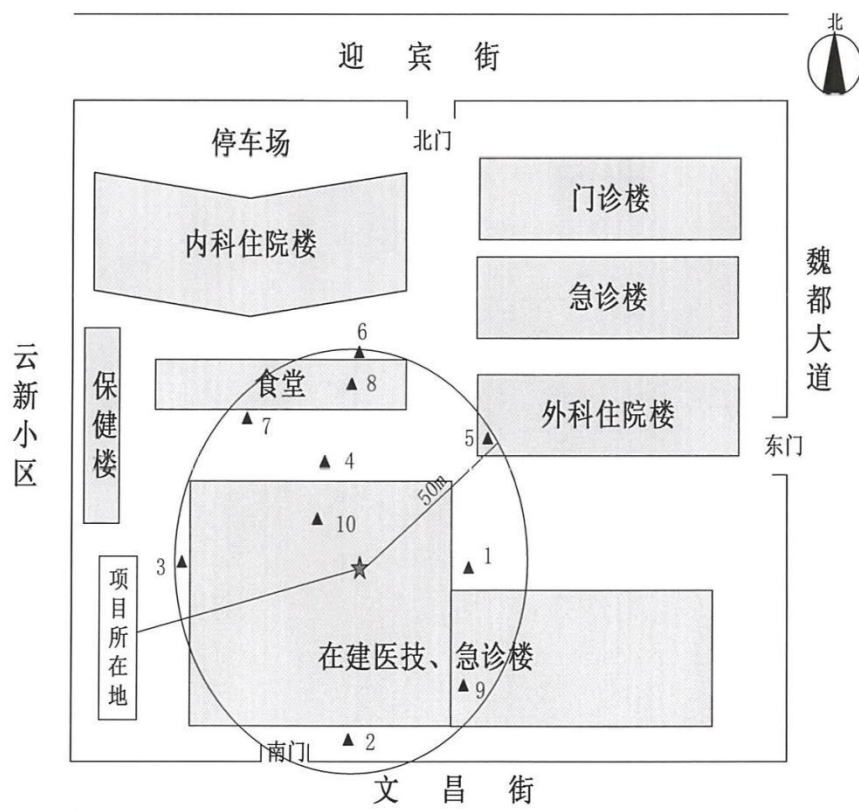
环

检验检测报告（续页）

报告编号: SXBQ21HJ0224

第 3 页 共 4 页

监测点位示意图



注: ▲ 监测点位。

检验检测报告（续页）

报告编号：SXBQ21HJ0224

第 4 页 共 4 页

现场 检测 照片		
		

本检测报告一式四份，三份交付委托单位，一份留存检测机构。

打印日期：2021 年 10 月 26 日

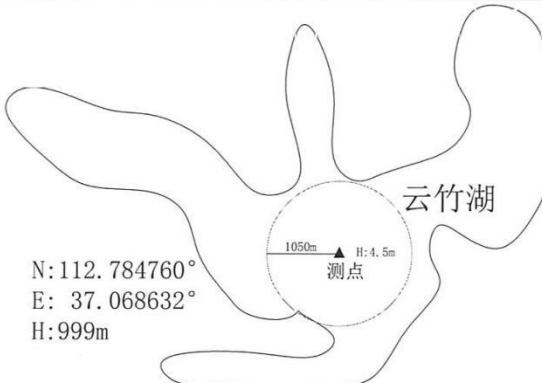
*****报告结束*****



山西贝可勒环境检测有限公司 检验检测报告

报告编号: SXBQ21HJ0265

第 1 页共 4 页

项目名称	环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测中宇宙射线响应值监测		
监测单位	山西贝可勒环境检测有限公司	单位地址	山西省太原市高新街 32 号 高科大厦 8619 室
检测地点	山西省晋中市榆社县 云竹湖	地理信息	经度: 112.785° 纬度: 37.069° 海拔高度: 999m
环境条件	晴天, 8-10℃, 43%RH	检测日期	2021 年 12 月 04 日 16:00-17:00
检测依据	HJ61-2021 《辐射环境检测技术规范》		
检测仪器	仪器名称: 辐射剂量率仪 规格型号: BY211D 编号: 0808 检定/校准证书编号: 检字第【2021】-L1085 检定/校准有效期: 2021 年 6 月 10 日至 2022 年 6 月 9 日 测量范围: 0.01 μ Gy/h-1mGy/h, 能量响应: 25keV-3MeV ^{137}Cs 校准因子: 1.05 效率因子: 1.0 (无检验源)		
检测结果	连续 100 次读数的平均值: 33nGy/h		
监测点位示意图	 云竹湖 N: 112.784760° E: 37.068632° H: 999m  经纬度: 112.784760 纬度: 37.068632 地址: 山西省晋中市榆社县014乡道 刘路光农家乐 时间: 2021-12-04 17:01:06 海拔: 999.1m 天气: 晴 10℃ 西南风 备注: 山西贝可勒环境检测有限公司		
检测人	张一兵 2021 年 12 月 10 日		
复核人	郑晨明 2021 年 12 月 10 日	审核人	李一兵 2021 年 12 月 10 日
签发人	张一兵 2021 年 12 月 10 日		
备 注	1、云竹淡水湖水面上, 水深大于 3 m, 距岸边大于 1km。 2、监测结果未进行仪器校正因子修正。		

附件 8、放疗中心各机房屏蔽设计

放疗中心机房毗邻关系及屏蔽设计一览表

机房	屏蔽体	相邻场所	屏蔽设计厚度 (材料: 浇筑混凝土 $\rho=2.35\text{g/cm}^3$)
直加 1 室	东墙	控制室	1.5m (厚)
	南墙	检修通道	主屏蔽: 2.9m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	西墙	卫生间	1.5m (厚)
	北迷道外墙	走廊	1.3m (厚)
	北迷道内墙	迷道	主屏蔽: 2.0m (厚) $\times$ 4.3m (宽), 次屏蔽: 1.5m (厚)
	顶板	核医学科	主屏蔽: 3.0m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	地面	无建筑	土层
	防护门	患者通道	15mmPb 电动平移门
直加 2 室	东墙	后装迷道	1.5m (厚)
	南墙	检修通道	主屏蔽: 2.9m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	西墙	控制室	1.5m (厚)
	北迷道外墙	走廊	1.3m (厚)
	北迷道内墙	迷道	主屏蔽: 2.0m (厚) $\times$ 4.3m (宽), 次屏蔽: 1.5m (厚)
	顶板	核医学科	主屏蔽: 3.0m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	地面	无建筑	土层
	防护门	患者通道	15mmPb 电动平移门
后装 机房	东墙	水冷泵房	800mm (厚)
	南墙	检修通道	
	西迷道内墙	迷道	
	北墙	控制室	600mm (厚)
	顶板	核医学科	
	地面	无建筑	土层
	防护门	患者通道	5mmPb 铅电动平移门
直加 3 室	东墙	卫生间	1.5m (厚)
	南墙	检修通道	主屏蔽: 2.9m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	西墙	控制室	1.5m (厚)
	北迷道外墙	走廊	1.3m (厚)
	北迷道内墙	迷道	主屏蔽: 2.0m (厚) $\times$ 4.3m (宽), 次屏蔽: 1.5m (厚)
	顶板	核医学科	主屏蔽: 3.0m (厚) $\times$ 4.0m (宽), 次屏蔽: 1.7m (厚)
	地面	无建筑	土层
	防护门	患者通道	15mmPb 电动平移门

大同市第三人民医院

2021 年 10 月 25 日

附图 1、 大同市第三人民医院地理位置图

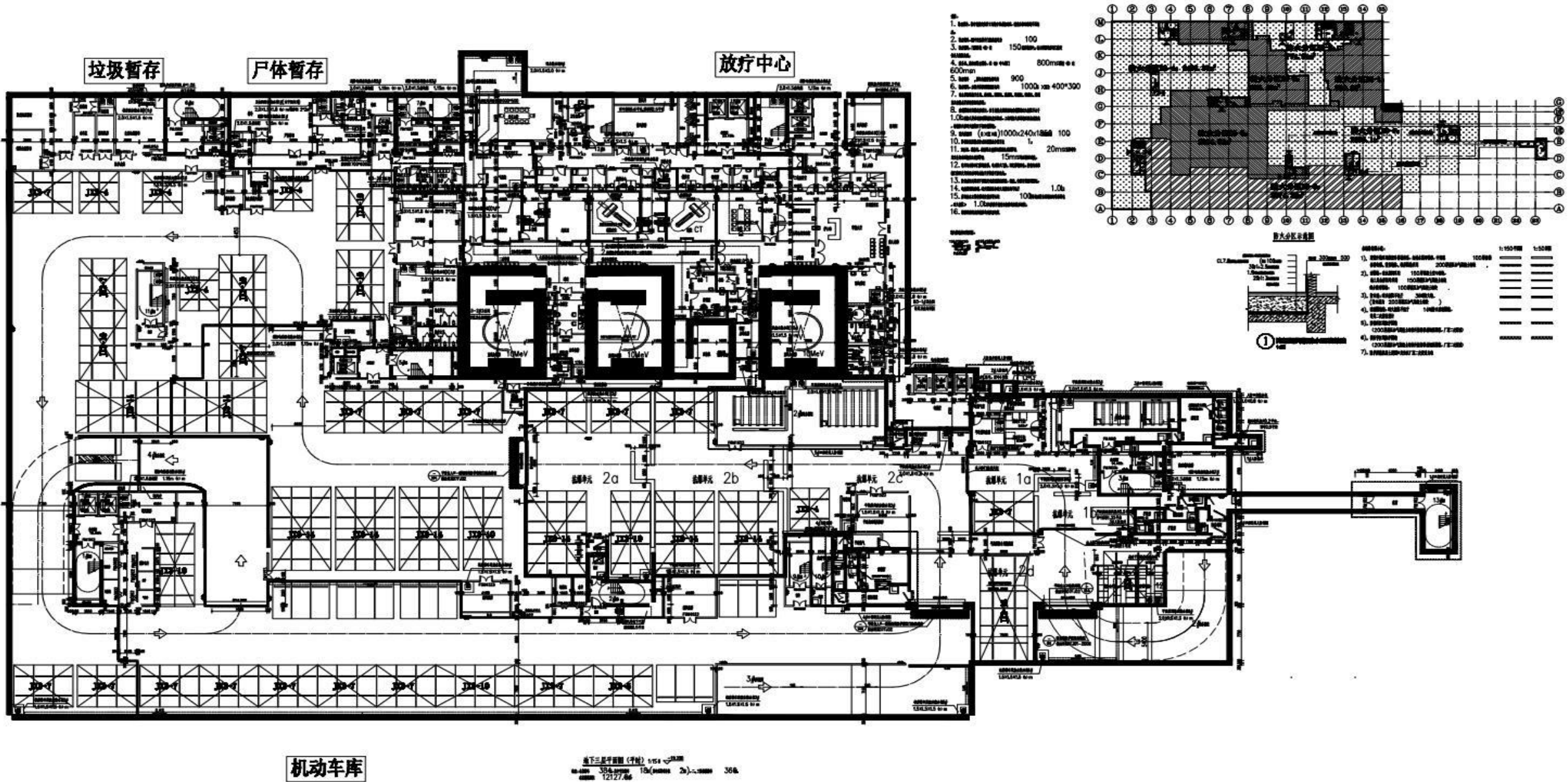


附图 2、 拟建放疗中心周边关系及评价范围图



附图 3、 拟建放疗中心平面布局设计图

B3 地下平面图
A0+1/4 1:150 H=6.9米



附图 4、 治疗机房穿线管、通风设施及安全设施布置图

