

西安大医集团股份有限公司文件

大医集团字【2021】21号

密级：普通

关于《西安大医集团股份有限公司生产、销售、使用加速器及 CBCT 项目》审批的申请

西咸新区行政审批与政务服务局：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，我单位委托核工业二〇三研究所编制完成了《西安大医集团股份有限公司生产、销售、使用加速器及 CBCT 项目》，并对全文进行公开，网址为 <http://ourunited.com/newsdetail.php?id=6&bid=61&cid=169>。现将该项目环境影响报告表上报西咸新区行政审批与政务服务局进行审批，请审查。

附件：《西安大医集团股份有限公司生产、销售、使用加速器及 CBCT 项目环境影响报告表》

建设单位联系人：魏振利 18710334518

西安大医集团股份有限公司

2021年3月2日



主题词：申请

西安大医集团股份有限公司

2021年3月2日印发

(共印伍份)

西安大医集团股份有限公司
生产、销售、使用加速器及 CBCT 项目

环境影响报告表

建设单位：西安大医集团股份有限公司（盖章）

评价单位：核工业二〇三研究所

编制时间：2021 年 2 月



西安大医集团股份有限公司
生产、销售、使用加速器及 CBCT 项目

环境影响报告表

建设单位名称：西安大医集团股份有限公司（盖章）

建设单位法人代表：（签字或盖章）

通讯地址：陕西省西安市经济技术开发区凤城十二路 66 号

邮政编码：710000

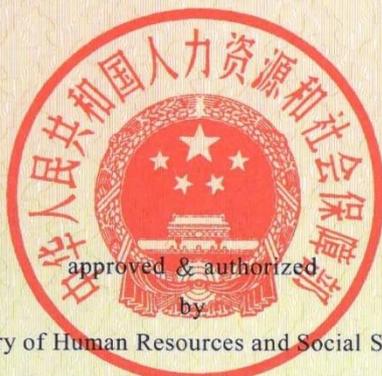
联系人：魏振利

电子邮箱：zhenli.wei@ourunited.com 联系电话：18710334518



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



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP 00015359
No.



持证人签名:

Signature of the Bearer

管理号: 2014035610352013613012000174
File No.

陈相弘

姓名: 陈相弘
Full Name 612301197407252614

性别: 男
Sex

出生年月: 1974.07
Date of Birth

专业类别: /
Professional Type

批准日期: 2014.05.25
Approval Date

签发单位盖章:

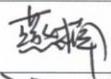
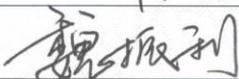
Issued by

签发日期: 2014 年 11 月 13 日

Issued on



编制单位和编制人员情况表

项目编号	pm55i6		
建设项目名称	西安大医集团股份有限公司生产、销售、使用加速器及CBCT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)	西安大医集团股份有限公司		
统一社会信用代码	916101925666032976D		
法定代表人 (签章)	BONA LAU		
主要负责人 (签字)	燕楠		
直接负责的主管人员 (签字)	魏振利		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	核工业二〇三研究所		
统一社会信用代码	121000004356308374		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
陈相弘	2014035610352013613012000174	BH012462	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈相弘	编制依据、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH012462	
赵连波	项目基本情况、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护	BH012572	

目录

表 1 项目基本情况	1
1.1 项目由来	1
1.2 编制目的.....	2
1.3 核技术应用项目回顾.....	2
1.4 本次环评项目概况.....	3
1.5 本次环评涉及射线装置和机房参数	5
表 2 放射源	8
表 3 非密封放射性物质	8
表 4 射线装置	9
表 5 废弃物	10
表 6 评价依据	11
6.1 法律、法规依据	11
6.2 技术标准	11
6.3 其它	12
表 7 保护目标与评价标准	13
7.1 评价范围	13
7.2 保护目标	13
7.3 评价标准	14
表 8 环境质量和环境现状	17
8.1 项目所在区域辐射环境现状.....	17
8.2 辐射环境现状评价	17
表 9 项目工程分析与源项	20
9.1 项目设备介绍	20
9.1.1 医用直线加速器	20
9.1.2 CBCT (KV 级 X 射线影像引导装置)	21
9.2 工艺流程	22
9.3 源项分析和污染途径.....	22
表 10 辐射安全与防护	24
10.1 项目安全设施	24
10.1.1 工作场所布局	24
10.1.2 机房辐射屏蔽设计.....	24
10.1.3 拟采取的安全防护措施.....	26
10.1.4 需采取的安全管理措施.....	26
10.1.5 需采取的污染防治措施.....	27
10.2 三废的治理	27
表 11 环境影响分析	28
11.1 建设阶段对环境的影响.....	28
11.2 运行阶段对环境的影响.....	28
11.2.1 关注点的设定.....	28
11.2.2 周工作负荷和周出束时间.....	29
11.2.3 剂量率参考控制水平.....	29
11.2.4 加速器机房屏蔽效果分析.....	30
11.2.5 关注点辐射剂量估算.....	34

11.2.6 辐射剂量估算.....	35
11.2.7 放射性废气环境影响分析.....	36
11.3 事故影响分析.....	38
11.4 项目选址、布局合理及实践正当性分析.....	40
11.5 辐射环境影响评价.....	41
表 12 辐射安全管理.....	42
12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置.....	42
12.2 辐射安全管理规章制度.....	42
12.3 人员培训和健康管理.....	44
12.4 辐射监测.....	45
12.5 辐射事故应急.....	47
12.6 环保投资和环保验收.....	47
表 13 结论与建议.....	50
13.1 结论.....	50
13.2 建议.....	51
表 14 审批.....	52

表 1 项目基本情况

建设项目名称		西安大医集团股份有限公司生产、销售、使用加速器及 CBCT 项目			
建设单位		西安大医集团股份有限公司			
法人代表	BONA LAU	联系人	魏振利	联系电话	18710334518
注册地址		陕西省西安市经济开技术开发区凤城十二路 66 号 首创国际城商务中心 28 号楼 1 单元 3 层			
项目建设地点		陕西省西咸新区秦汉新城兰池二路北侧大医科技城			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	280	项目环保投资 (万元)	40	投资比例(环保 投资/总投资)	14.3%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	约 500
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input 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 checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类			
其它					
<p>1.1 项目由来</p> <p>西安大医集团股份有限公司是外商独资企业，成立于 2011 年。专业从事医疗器械及医学软件的研发、生产、销售、投资的创新型高新技术企业，办公地点位于西安市经开区凤城十二路 66 号首创国际城商务中心 28 号楼 1 单元 3 层。公司目前以肿瘤诊疗设备的研发、生产与销售为核心，主要业务范围为医疗器械的研发，医疗软件的开发设计以及提供相关的技术服务。本次评价的项目涉及生产、销售、使用II类、III类射线装置。</p> <p>本次项目内容与规模为租赁位于西咸新区秦汉新城西安大医数码刀技术有限公司（西安大医集团股份有限公司全资子公司，同一法人）大医科技城车间内的 2 座调试机房，用于医用直线加速器（II类射线装置）和 KV 级 X 射线影像引导装置（以下简称 CBCT，III类射线装置）的调试，年销售医用直线加速器和 CBCT 各 130 台。</p>					

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）相关规定，本项目属于“五十、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“生产、使用II类射线装置的”，应编制环境影响评价报告表。为此，西安大医集团股份有限公司正式委托核工业二〇三研究所对该项目进行环境影响评价工作。接受委托后，核工业二〇三研究所即组织工程专业技术人员对项目场地及周围环境进行实地调查，收集相关基础资料，根据国家、省市的有关环保法规和《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），编制了该项目环境影响报告表。

1.2 编制目的

（1）对拟建项目的辐射防护设施进行评价、预测并论证其可行性。

（2）为建设单位改进和完善辐射防护设计、安全防护措施和辐射管理提供建议，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

（3）满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定，为环境保护主管部门和单位的辐射环境保护管理提供科学依据。

1.3 核技术应用项目回顾

1.3.1 原有核技术应用项目环保手续履行情况

（1）环评审批、竣工验收情况

根据建设单位提供的资料，西安大医集团股份有限公司辐射工作人员在宝鸡大医数码机器人有限公司调试机房进行调试，6MV 调试机房建设已于 2016 年进行环境影响评价，并取得陕西省环境保护厅批复（批复文号为：陕环批复〔2017〕314 号）现已完成竣工验收。

2019 年 1 月西安大医集团股份有限公司委托核工业二〇三研究所编制完成了《西安大医集团有限公司使用I类放射源及生产销售使用II类射线装置核环境影响报告书》；2019 年 2 月 21 日获得陕西省生态环境厅对该项目的批复（陕环批复〔2019〕55 号）；并于 2019 年 6 月获得生态环保部批复的辐射安全许可证，证书编号：国环辐证[00498]。

（2）西安大医集团股份有限公司现行《辐射安全许可证》许可的放射源和射线装置内容如表 1.3-1 和表 1.3-2 所示。

表 1.3-1 许可的放射源统计表

序号	核素	类别	总活度 (Bq)	活动种类
1	^{60}Co	I类	7.215E+14	使用
2	^{60}Co	I类	8.88E+14	使用

表 1.3-2 许可的射线装置统计表

序号	装置名称	装置数量	类别	活动种类
1	医用 6MV 电子直线加速器	30 台	II	生产、销售、使用
2	KV 级 X 射线影像引导装置	60 台	III	生产、销售、使用

1.3.2 辐射安全管理现状

西安大医集团股份有限公司严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《陕西省放射性污染防治条例》以及《陕西省生态环境厅核技术利用单位辐射安全管理标准化建设》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

(1) 为加强对辐射安全和防护管理工作，公司现成立了辐射安全与防护管理领导机构，明确了机构成员以及职责，并安排专人专职负责公司辐射安全管理工作。

(2) 公司已制定了较为完善的规章制度，主要有：《辐射安全管理制度》、《射线装置使用登记和台账管理制度》、《辐射工作人员安全培训制度》、《进出调试机房管理制度》、《放射源安全保卫制度》、《现场工作准则和安全注意事项管理规定》、《射线装置使用及维修保养操作规程》、《辐射工作场所监测方案作业指导书》、《加速器射线装置使用及维修保养操作规程》等，用于公司辐射安全管理；公司已针对可能发生辐射事故类型，制定了相应的《辐射事故应急预案》；依据辐射安全管理标准化文件相关内容，已对公司原有放射性同位素与射线装置工作场所进行标准化管理，并制定标准化文件，配备相应的辐射安全与防护措施。

(3) 公司现有辐射工作人员均参加了环保部门认可的单位组织的辐射防护安全培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并取得培训合格证书。

(4) 工作期间，辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立了剂量健康档案并存档。根据建设单位辐射人员管理台账可知，公司现有辐射工作人员连续四个季度的累积剂量均满足不大于 5mSv 的剂量管理目标值。

(5) 公司每年均对放射性同位素与射线装置应用场所及周围环境进行一次辐射监测，建立监测技术档案，并向相关部门提交了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

1.4 本次环评项目概况

1.4.1 项目简况

项目全称：西安大医集团股份有限公司生产、销售、使用加速器及 CBCT 项目

建设地点：陕西省西咸新区秦汉新城兰池二路北侧大医科技城

建设内容：研发组装生产医用直线加速器（II类射线装置）和 CBCT（III类射线装置），并在租赁的西安大医数码刀技术有限公司大医科技城车间内的 2 座机房进行调试，年销售两类射线装置各 130 台。

1.4.2 交通地理位置

放射治疗系统的研发场所位于西安市经济技术开发区凤城十二路 66 号首创国际商务中心西安大医集团股份有限公司内，放射治疗系统的生产组装调试位于西咸新区秦汉新城兰池二路北侧西安大医数码刀技术有限公司大医科技城厂区内，其具体地理位置见图 1-1。

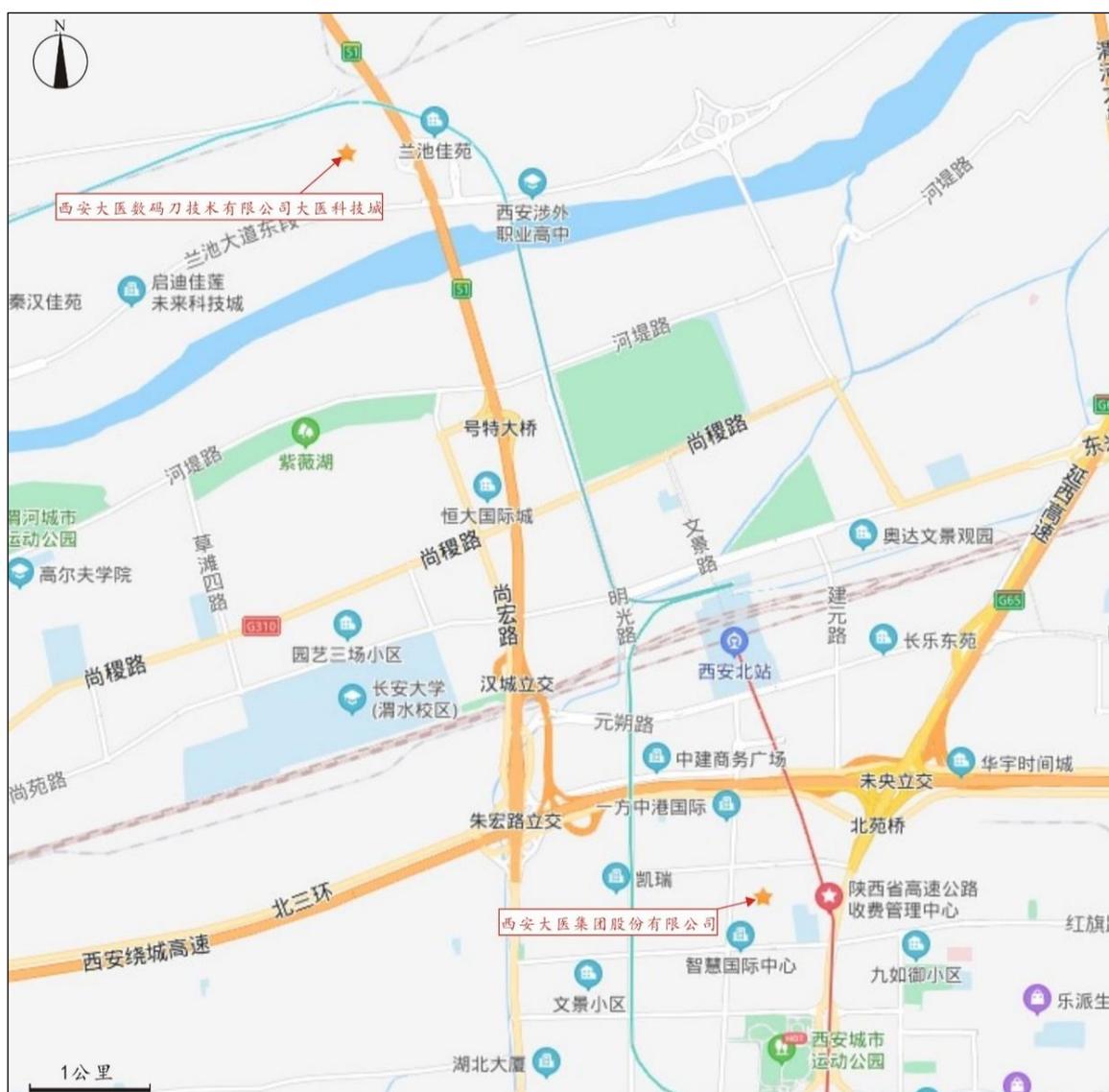


图 1-1 交通地理位置图

1.4.3 项目平面布局

西安大医数码刀技术有限公司大医科技城调试机房位于大医国际智造中心 2#系

统集成车间东北角，调试机房北侧为 1#软件车间，调试机房的西侧为预留机房（现为物料区），调试机房的东侧为生产车间，调试机房南侧为走廊，其平面布局图见图 1-2 所示。

1.5 本次环评涉及射线装置和机房参数

本项目涉及的射线装置参数和机房参数具体见表 1.5-1 和表 1.5-2。

表 1.5-1 射线装置主要技术参数

设备名称	各项参数	具体情况
医用直线加速器	X 射线能量	6MeV
	等中心处最大剂量率	1400cGy/min(将来可能升级至 3000cGy/min)
	等中心处最大照射野	40cm×40cm，有用束张角 28°
	SAD	1000mm
	等中心到地面距离	1500mm
CBCT	最大管电压	150kV
	最大管电流	64mA

表 1.5-2 机房具体情况表

项目	建设内容及规模	
1#机房	面积	长 7.0m，宽 7.5m，高 5.6m，有效使用面积 52.5m ²
	北墙	1600mm 厚混凝土
	西墙	主屏蔽墙：长 4.7m，1800mm 厚混凝土
		次屏蔽墙分别为：2.8m，1600mm 厚混凝土
	南侧	1600mm 厚混凝土
	东墙	迷道内墙：长 4.7m，1200mm 厚混凝土
		迷道外墙：长 9.1m，1600mm 厚混凝土
	屋顶	1600mm 厚混凝土
	地板	下方无建筑物，为土层
防护门	15mm 铅当量防护门	
2#机房	面积	长 7.0m，宽 7.5m，高 5.6m，有效使用面积 52.5m ²
	北墙	1600mm 厚混凝土
	东墙	主屏蔽墙：长 4.7m，2000mm 厚混凝土
		次屏蔽墙分别为：2.8m，1800mm 厚混凝土
	南侧	1600mm 厚混凝土
	西墙	迷道内墙：长 4.7m，1200mm 厚混凝土
		迷道外墙：长 9.1m，1600mm 厚混凝土
	屋顶	1600mm 厚混凝土
	地板	下方无建筑物，为土层
防护门	15mm 铅当量防护门	
辅助工程	控制室位于 1#机房南侧，面积为 25m ²	

1.6、工作人员配备及工作制度

根据建设单位提供的相关资料，本项目现拟配备 7 名放射工作人员；两座调试机房每年调试加速器共 130 台，每台调试时出束约为 15h，每年工作 50 周，平均加速器每周在每座调试机房出束 19.5h；两座调试机房每年调试 CBCT 共 130 台，每台调试时出束约为 2h，每年工作 50 周，平均 CBCT 每周在每座调试机房出束 2.6h。

客户方机房每年调试加速器共 130 台，每台调试时出束约为 10h，至少分两组人员去客户方调试，每组每年调试加速器最多 65 台；客户方机房每年调试 CBCT 共 130 台，每台调试时出束约为 1.5h，至少分两组人员去客户方调试，每组每年调试加速器最多 65 台。

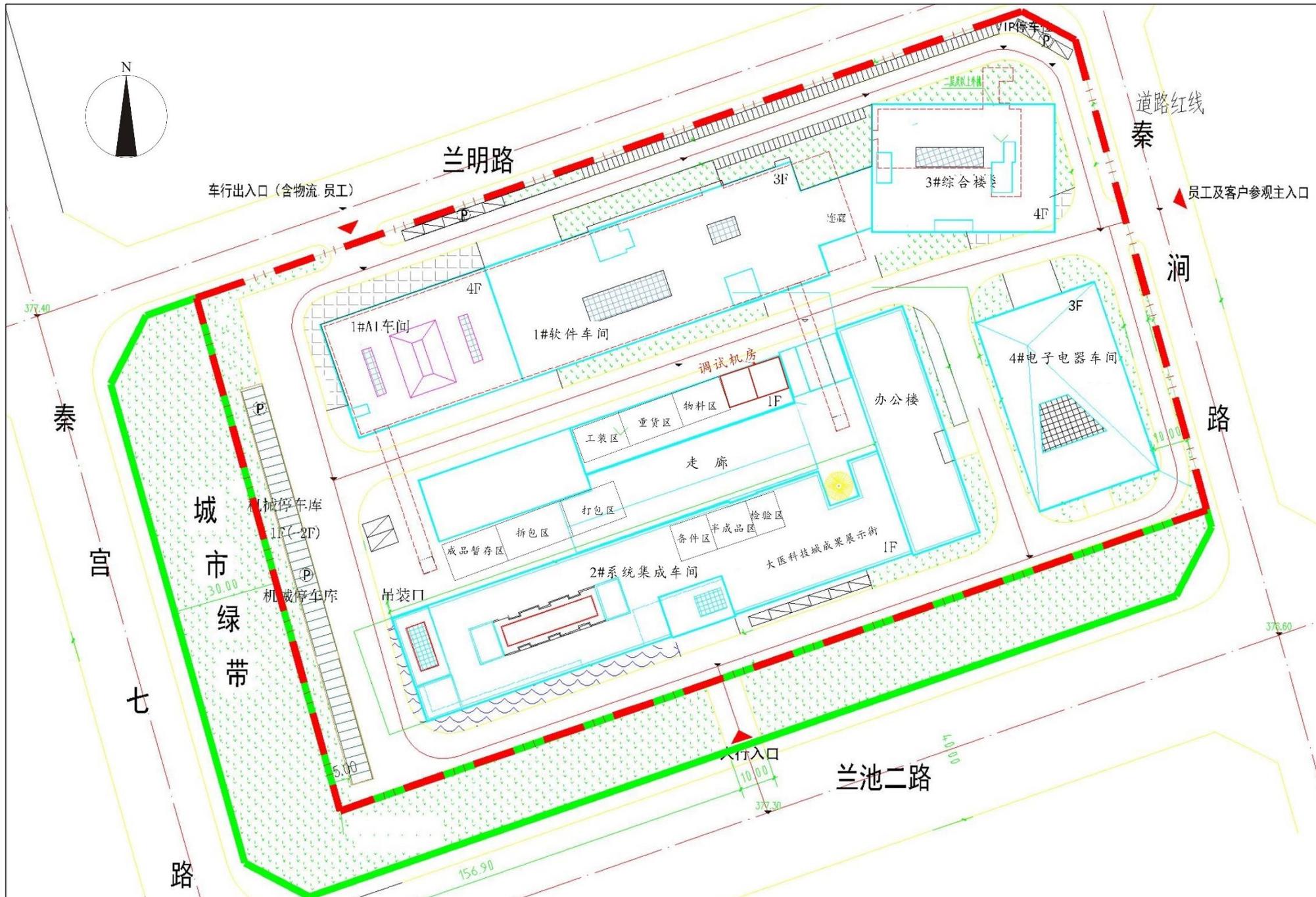


图 1-2 大医科技城国际智造中心平面布置示意图

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注

注：1.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	毒性	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

注：1.日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用直线 加速器	II	年销售 130 台	/	电子	6	1400cGy/min (将 来可能升级至 3000cGy/min	/	调试机房	生产 使用 销售

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	KV 级 X 射线 影像引导装置 (简称 CBCT)	III	年销售 130 台	/	150	64	/	调试机房	生产、 销售、使用

(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

名称	状态	核素名称	活度 (Bq)	月排放总量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
加速器靶	固态	/	/	/	/	/	加速器退役或更换靶时产生	返回厂家

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

表 6 评价依据

6.1 法律、法规依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日);
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 19 日);
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日);
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号);
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令及《国务院关于修改部分行政法规的决定》国务院第 709 号令);
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环保部 18 号令, 2011 年 5 月 1 日);
- (7) 《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》(国家环保部令第 3 号, 2008 年 12 月);
- (8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(国家环保部、国家卫生和计划生育委员会总局 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日);
- (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 版)》(生态环境部令第 16 号, 2020 年 11 月 30 日修正, 自 2021 年 1 月 1 日起施行);
- (10) 《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);
- (11) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类>的公告》(生态环境部 2018 年 9 号公告, 2018 年 5 月 15 日);
- (12) 《陕西省放射性污染防治条例》, 2014 年 10 月;
- (13) 《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》(陕西省环境保护厅办公室陕环办发[2018]29 号文, 2018 年 6 月 6 日)。
- (14) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(国家发展和改革委员会令第 29 号, 2019 年 8 月 27 日);

6.2 技术标准

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ 2.1-2016), 2017 年 1 月 1 日;
- (2) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016), 2016 年 4 月 1 日;
- (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);

- (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);
- (5) 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009);
- (6) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011);
- (7) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);
- (8) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020);
- (9) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007);
- (10) 《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);

《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》(GBZ2.1-2007)

6.3 其它

- (1) 西安大医集团股份有限公司生产、销售、使用加速器项目委托书;
- (2) 建设单位现有核技术利用项目环评、验收文件和辐射安全许可证;
- (3) 射线装置相关技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目生产、销售、使用II类、III类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”的要求，结合本项目实际选址，确定该项目评价范围为调试机房周围 50m 区域。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标主要为从事辐射工作人员及偶尔停留机房周围的非辐射人员（公众），其接受的剂量应符合 GB18871-2002 规定的剂量限值 and 本次评价提出的剂量管理限值要求。本项目主要环境保护目标见表 7.2-1。调试机房四邻关系见图 7-1。

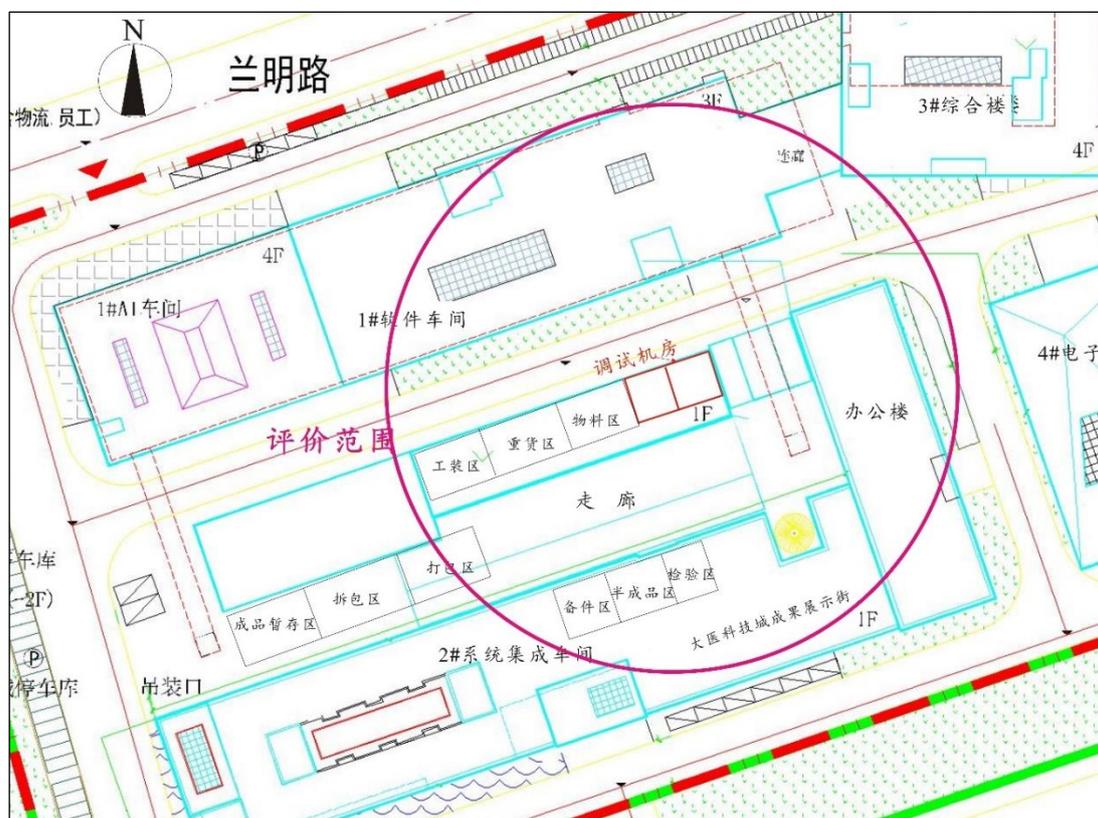


图 7-1 调试机房四邻关系示意图

表 7.2-1 环境保护目标一览表

名称	方位	具体位置	规模 (人数)	距离(m)	年有效剂量控制水平
职业人员	机房南侧	控制室	约 5 人	0.3~3	≤5mSv
	机房内	相邻机房（安装人员）	约 4 人	0.3~7	
公众	机房南侧	走廊、检验区、 半成品区、备件区	流动人员	0.3~50	≤0.2mSv
	机房西侧	预留机房（现为物料区）	约 10 人	0.3~50	
	机房北侧	道路、1#软件车间	流动人员	0.3~20	
	机房东侧	走廊、生产车间	约 150 人	0.3~18	
	机房内	相邻机房（安装人员）	约 4 人	0.3~7	

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关内容

11.4.3.2 剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平：

B1.1.1.1 规定：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：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（本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业工作人员的年剂量约束限值）

B1.2.1 规定：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算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv（根据剂量估算结果，本项目取其十分之二即 0.2mSv 作为公众人员的年剂量约束限值）

2、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）相关内容

本部分适用于外照射源治疗装置的机房。不同场所的居留因子见表 7.3-1。

表 7.3-1 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	管理人员或职员的办公室、治疗计划室、治疗控制室、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
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: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储存室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊区、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

3、《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/T 201.2-2011）相关内容

本规定适用于 30MeV 以下的加速器放射治疗机房。

4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平

治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率应不大于下述 a)、b) 和 c) 所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

a) 由以下周剂量参考控制水平 (H_c) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平

$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) ；

1) 放射治疗机房外控制区的工作人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；

2) 放射治疗机房外非控制区的人员： $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。

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

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

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

c) 由上述 a) 中的导出的剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ 和 b) 中的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ，选择其中较小者作为关注点的剂量参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)。

4.2.2 治疗机房顶的剂量控制要求

治疗机房顶的剂量应按下述 a)、b) 两种情况控制：

a) 在治疗机房正上方已建、拟建建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点到机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，可以根据机房外周剂量参考控制水平 $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ 和最高剂量率 $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ，按照 4.2.1 求得关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

b) 除 4.2.2 中 a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 天空散射和侧散射辐射对治疗机房外的地面附近和楼层中公众的照射。该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的剂量（率）的总和，应按 4.2.2 中的 a) 确定关注点的剂量率参考水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制；

2) 穿出治疗机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以相当于机房外非控制区人员周剂量率控制指标的年剂量 $250\mu\text{Sv/h}$ 加以控制；

3) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，考虑上述 1) 和 2) 之后，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（可在相应处设置辐射告示牌）。

4、《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011) 相关内容

本规定适用于标称能量在 50MeV 以下的医用电子加速器的生产和使用。

6.1 治疗室的防护要求

6.1.1 治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871 的要求，保障职业场所和周围环境安全。

6.1.2 有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GBZ/T 201.1 的要求。

6.1.3 在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

6.1.4 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。

6.1.6 治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备。

6.1.7 治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于 45m²。

6.1.8 治疗室入口处必须设置防护门和迷路，防护门应与加速器联锁。

6.1.9 相关位置（例如治疗室入口处上方等）应安装醒目的照射指示灯及辐射标志。

6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。

3、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 相关内容

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量应不大于 2.5 μ Sv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器相应时间；

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 μ Sv/h；

c) 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 μ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；

d) 车载式诊断 X 射线设备工作时，应在车辆周围 3m 设立临时控制区，控制区边界的周围剂量当量率应符合 6.3.1 中 a) ~c) 的要求。

表 8 环境质量和环境现状

8.1 项目所在区域辐射环境现状

建设单位委托核工业二〇三研究所于 2020 年 12 月 11 日对拟建项目及周围进行了辐射环境现状监测，并出具了监测报告，监测报告编号 2020-HP-H178（见附件）。西咸新区秦汉新城兰池二路北侧大医科技城调试机房拟建地以及周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图见图 8-1。

（1）监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率。

（2）监测仪器型号：JB4000（A）智能化 X- γ 辐射仪，仪器设备编号：855-04，检定单位：国防科技工业 1313 二级计量站，检定证书号为：GFJGJL2006201465036，检定有效期：2020 年 1 月 9 日~2021 年 1 月 8 日。

（3）仪器测量范围：0.01~1500.00 μ Gy/h。

（4）监测结果质量保证：①监测人员持证上岗；②严格按照《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）进行监测；③监测结果经三级审核，保证监测数据的准确。

西咸新区秦汉新城兰池二路北侧大医科技城调试机房拟建地以及周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果监测结果见 8.1-1。

表 8.1-1 拟建项目地及周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位描述	空气吸收剂量率（ μ Gy/h）		备注
		范围	均值	
1	拟建调试机房地面巡测	0.08~0.15	0.11	本底
2	拟建 2#系统集成车间地面巡测	0.07~0.14	0.10	本底
3	拟建大医科技城厂区地面巡测	0.06~0.15	0.12	本底

说明：1、表中监测结果未扣除仪器对宇宙射线响应值；
2、本报告仅对本次监测点位及监测结果负责。

8.2 辐射环境现状评价

由表 8.1-1 可知，西安大医集团股份有限公司核技术应用项目拟建地 γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 0.06~0.15 μ Gy/h；查阅《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（陕西省环境保护科学研究所，1988 年 11 月）可知，陕西省咸阳市（秦汉新城）天然贯穿辐射所致空气吸收剂量率为 86~156nGy/h，陕西省咸阳市（秦汉新城）1988 年天然贯穿辐射所致空气吸收剂量率调查结果见表 8.2-1。

表 8.2-1 咸阳市（秦汉新城）环境天然贯穿辐射所致空气吸收剂量率调查结果（nGy/h）

项目	原野	道路	室内
范围	86~107	73~108	117~156
均值	98	89	138
标准差	6	10	10

监测结果表明，西安大医集团股份有限公司核技术应用项目拟建地 γ 辐射空气吸收剂量率与咸阳市（秦汉新城）天然 γ 辐射水平处于同一范围，为天然环境本底水平，项目所在地辐射环境现状质量良好。

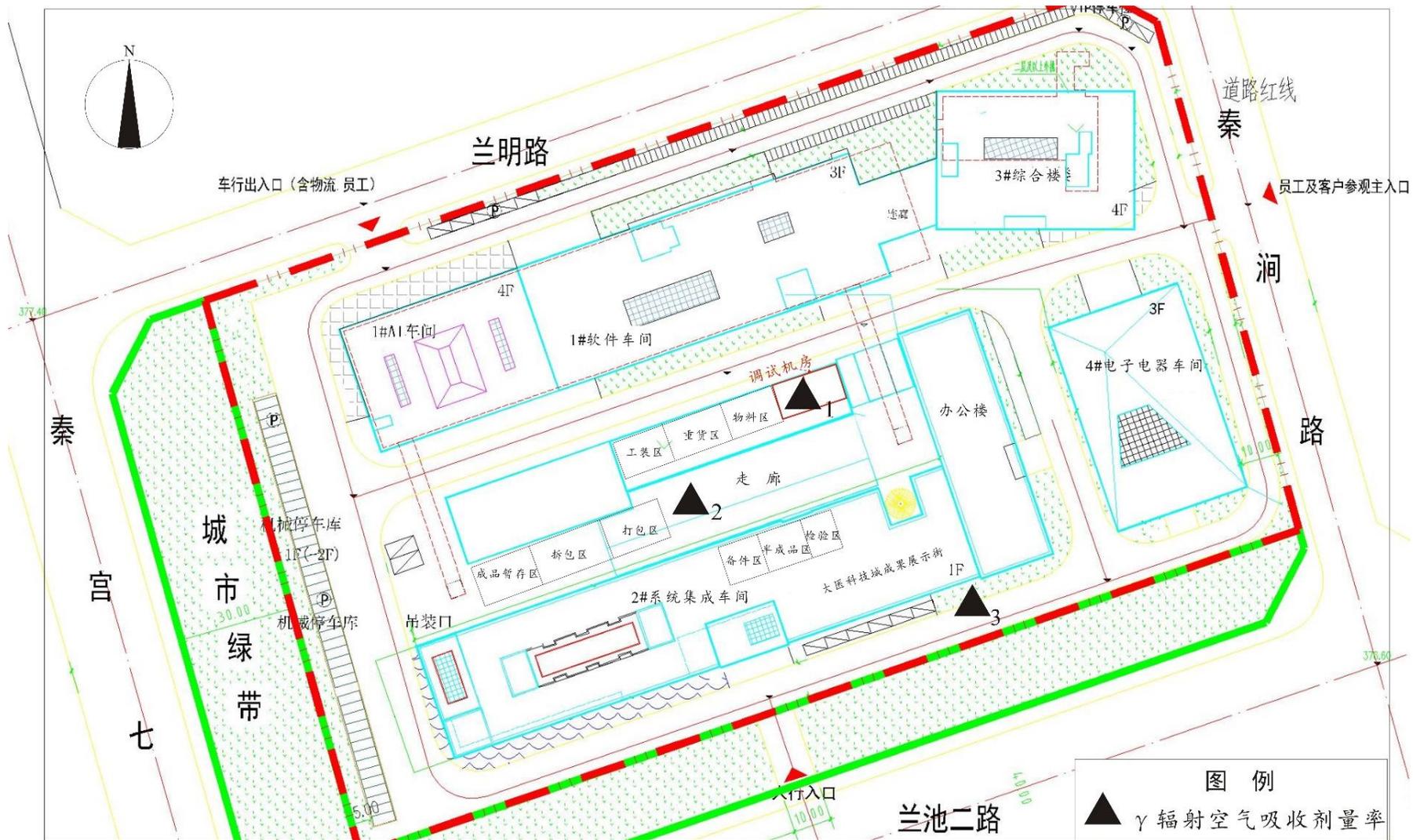


图 8-1 西咸新区秦汉新城兰池二路北侧大医科技城调试机房拟建地以及周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 项目设备介绍

9.1.1 医用直线加速器

(1) 工作原理

电子直线加速器是产生高能电子束的装置。由电子枪发射电子，在由磁控管或速调管为功率源的加速管中加速，当达到所需能量时，经散射箔和准直器得到治疗电子束。工作时，电子束射到金属靶上产生韧致辐射（X射线），经准直得到治疗X射线。加速器放射治疗的工作方式为：以一个或几个治疗野定向照射，获得计划所需的治疗剂量。

电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的直线加速器，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射线，经初级准直器和均整器形成剂量均匀的X射线束，再通过监测电离室和次级准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。

常规加速器的工作方式为：以一个或几个照射野定向照射。其主要的工作流程为：系统上电预热——关闭防护门——加高压出束——停止出束。

本项目医用直线加速器将 1 个 6MeV 医用加速器治疗头、1 个 CBCT 图像引导系统模块集成于同一个滚筒中。

医用直线加速器由主机系统、电气控制系统、放射治疗计划系统和立体定位系统组成。

本项目典型医用电子直线加速器示意图如图 9-1 所示，加速器内部结构如图 9-2 所示。

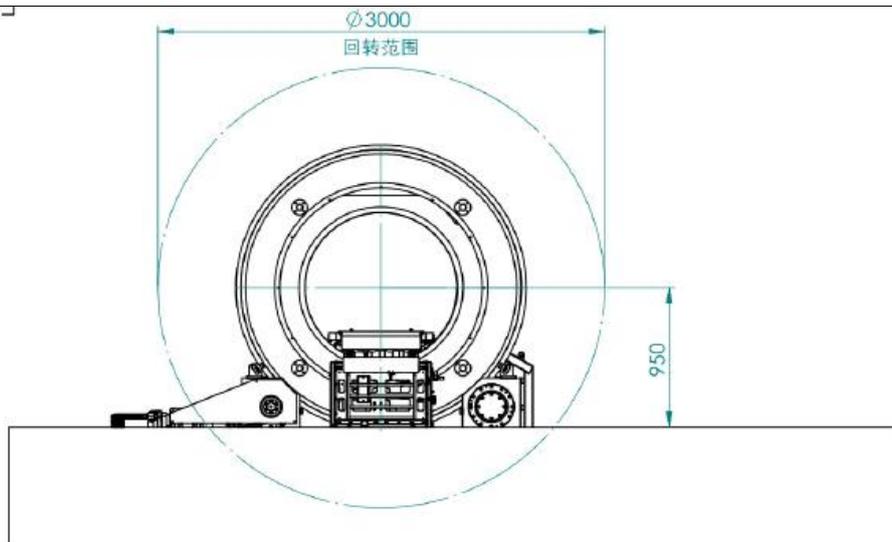


图 9-1 医用直线加速器示意图

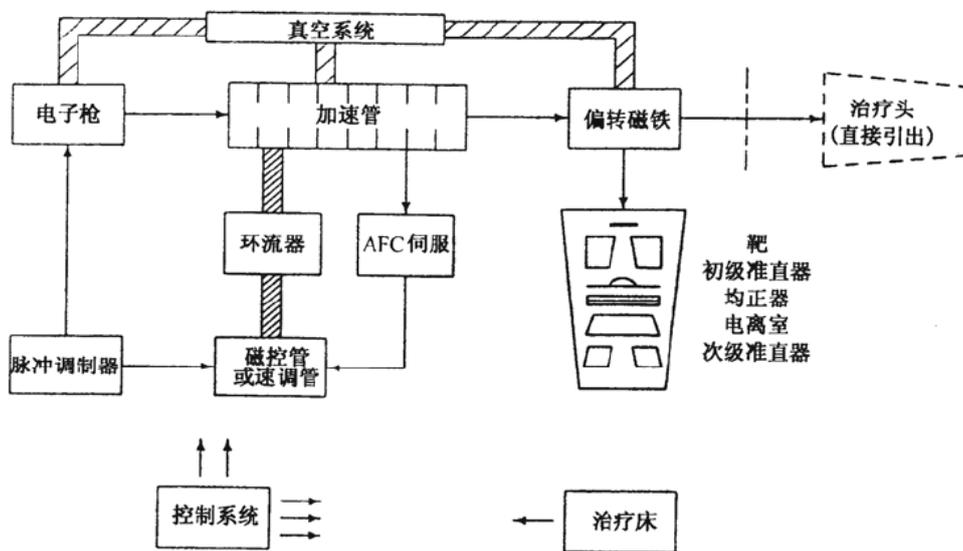


图 9-2 医用电子直线加速器内部结构示意图

(2) 工作程序

- 1) 将组装好的加速器运送至调试机房内，安装完毕后进行调试。
- 2) 根据加速器的性能相关要求及产品技术相关要求，对加速器剂量率大小及稳定性进行逐项调试测试。
- 3) 测试达标的设备运送至成品库，测试未达标的找出原因，进行检查、维修后重新调试。
- 4) 调试合格后外售给客户，并安排工作人员在客户方机房进行安装调试。

9.1.2 CBCT (KV 级 X 射线影像引导装置)

(1) 工作原理

CBCT 图像引导装置包括 CBCT 影像平板、球管、高压发生器以及图像处理软件。CBCT 系统 X 射线机安装于滚筒内，影像平板位于射线机对面，便于在加速器治疗过程中提供病灶的三维图像。

CBCT 顾名思义是锥形束投照计算机重组断层影像设备，其原理为 X 线发生器以较低的射量围绕投照体做环形 DR（数字式投照），然后将围绕体多次“交集”中所获得的数据在计算机中重组后进而获得三维图像。

该系统采用定位床，用负压袋将患者固定，用十字激光灯对患者位置进行初始定位，确定三维立体坐标，将 CT/MRI 图像中病灶的坐标转换到辐射装置的坐标系中，在治疗时，通过基于 CBCT 的图像引导定位装置进行摆位验证，通过三维床各轴的微动来调整患者的姿态，以确保放射治疗前靶区的准确性。治疗过程中，图像引导系统可以随时监测患者靶区的位置偏移，超出许可范围时给出警告并可中止治疗。

操作流程：安装好的 CBCT 进行开机调试，根据调试数据判断设备是否满足出厂要求。

9.2 工艺流程

本项目工艺流程主要为医用电子直线加速器和 CBCT 的组装生产、调试、销售。其设备的 X 射线球管、加速器管和机械部分由其它厂家提供，建设单位只负责组装完成后在调试机房进行调试，合格后出厂销售，设备送至客户机房后，派本公司辐射工作人员在客户方机房进行出束调试。射线装置组装、调试工艺流程图见图 9-3。

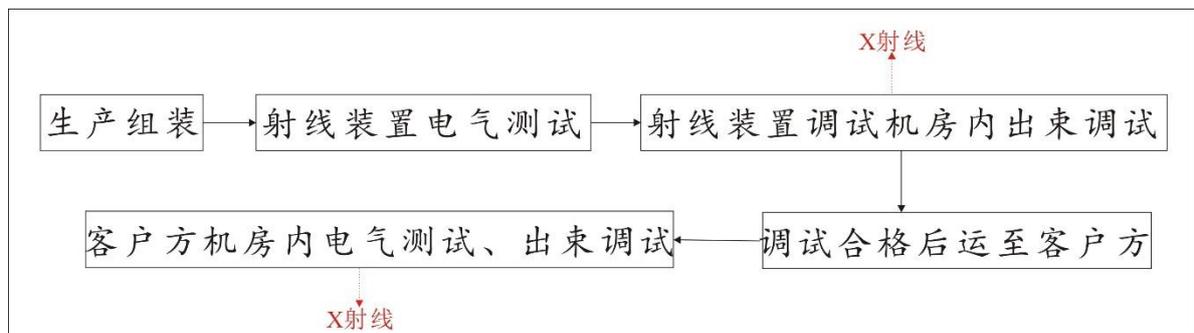


图 9-3 射线装置组装、调试工艺流程图

9.3 源项分析和污染途径

9.3.1 加速器主要污染物和污染途径

(1) 放射性污染物

医用电子加速器由电子注入系统、微波传输和加速系统、引出系统、金属靶和 X 射线准直装置等部分构成，利用电场作用使带电粒子获得高能量，由高能量的电子束

轰击靶物质，从而产生高能硬质 X 射线供肿瘤放疗使用。这种 X 射线是随加速器出束的开、关而产生、消失的。

直线加速器产生的高能电子束与结构材料或靶物质相互作用时会产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量相当于电子最大能量。直线加速器产生的主要放射性污染物是高能 X 射线。高能 X 射线（能量 $>10\text{MeV}$ ）与周围物质相互作用时，除产生臭氧（ O_3 ）、氮氧化物等少量有害气体外，还可能产生中子及感生放射性。据查阅资料，感生放射性（ γ, n ）反应阈能为 10MeV 左右，产生的感生放射性物质主要为加速器结构材料、空气活化产生的放射性气体、冷却水。

本项目医用直线电子加速器最高输出能量为 6MeV ，因此，正常工况下，本项目直线加速器开机期间主要污染因子为 X 射线以及臭氧和氮氧化物等。根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》（ GB126-2011 ）和《放射治疗放射防护要求》（ GBZ 121-2020 ）中的相关要求，本项目加速器可不考虑感生放射性、中子辐射防护问题。

（2）正常工况下污染途径

医用直线加速器产生的韧致辐射 X 射线，经透射、漏射、散射后对工作场所及其周围环境产生辐射影响；空气在加速器产生的高能 X 射线强电离作用下，吸收能量并通过电离作用产生 O_3 和氮氧化合物等有害气体，对周边环境产生的影响。

9.3.2 CBCT 主要污染物和污染途径

（1）主要污染物

本项目 CBCT 产生的放射性污染物为 X 射线。除此之外，射线装置运行时产生的 X 射线还可能与空气发生电离作用，从而产生少量臭氧、氮氧化物等有害气体，进而影响周边环境空气质量。

（2）正常工况污染途径

由医用 X 射线装置工作原理可知，医用 X 射线装置主要通过对电子加速轰击靶材料而产生 X 射线。射线装置开机曝光状态下，产生放射性污染物为 X 射线，污染途径为 X 射线主射线、漏射线、散射线与物质发生相互作用，从而对射线装置机房操作人员及附近公众形成放射性外照射。关机状态下，射线装置无 X 射线产生，不会对周边环境产生影响。

9.3.3 事故工况

（1）机房的防护门未关好即开机，X 射线泄露致防护门外活动人员意外照射；

（2）安全连锁失效、设备运行过程中人员闯入，或者人员未退出机房的情况下开机，受到意外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，辐射工作场所应分为控制区及监督区，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，需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。

本项目射线装置调试机房位于 2#系统集成车间东北角，根据机房的具体布局，将两座射线装置调试机房各屏蔽墙面内的所有区域划分为控制区，机房南侧的控制室、屏蔽墙体和防护门外 1m 范围内区域划分为监督区，分区图见图 10-1。

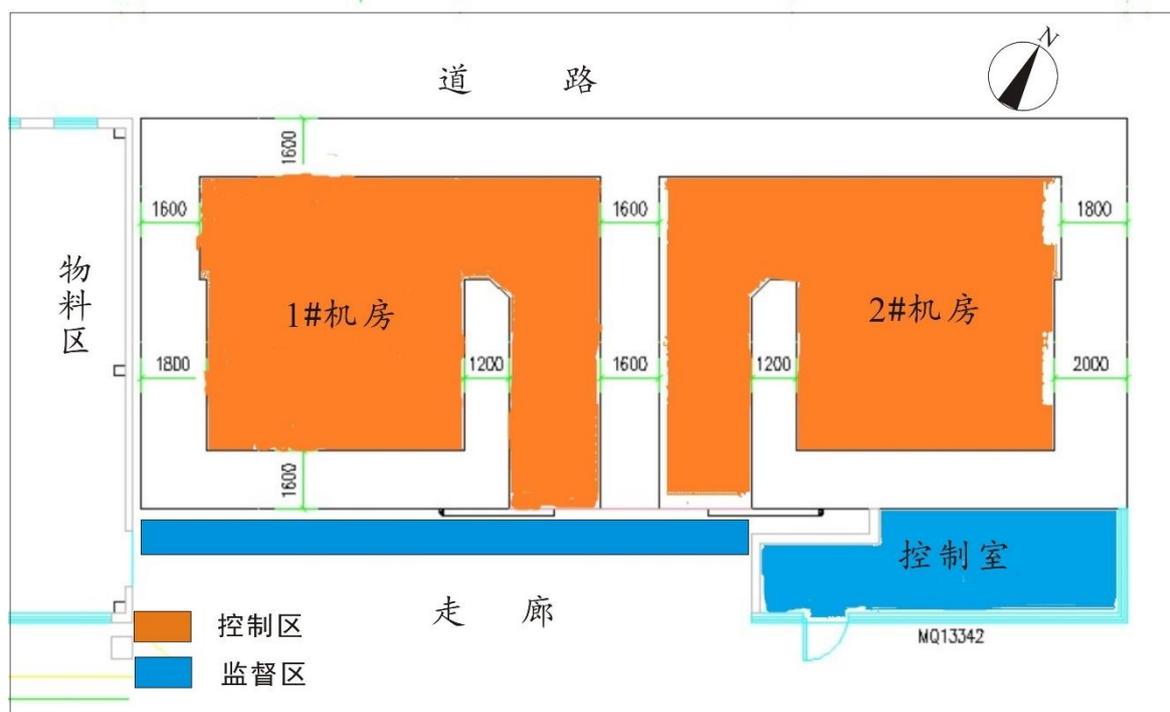


图 10-1 工作场所分区示意图

该项目运行前建设单位应在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的，符合规定的警告标志。采用适当的手段划出监督区的边界，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。定期审查控制区及监督区的实际状况，以确定是否需要采取防护措施和作出安全规定，或是否需要更改边界。非本项目工作人员不得进入控制区，公众不得进入监督区。

10.1.2 机房辐射屏蔽设计

根据建设单位提供的资料，机房防护屏蔽设计见表10.1-1，机房剖面 and 平面图见图 10-2、10-3。

表 10.1-1 机房防护屏蔽设计一览表

项目		建设内容及规模
1#机房	面积	长 7.0m, 宽 7.5m, 高5.6m, 有效使用面积 52.5m ²
	北墙	1600mm 厚混凝土
	西墙	主屏蔽墙: 长4.7m, 1800mm 厚混凝土
		次屏蔽墙分别为: 2.8m, 1600mm 厚混凝土
	南侧	1600mm 厚混凝土
	东墙	迷道内墙: 长4.7m, 1200mm 厚混凝土
		迷道外墙: 长9.1m, 1600mm 厚混凝土
	屋顶	1600mm 厚混凝土, 无建筑物
	地板	下方无建筑物, 为土层
防护门	15mm 铅当量防护门	
2#机房	面积	长 7.0m, 宽 7.5m, 高5.6m, 有效使用面积 52.5m ²
	北墙	1600mm 厚混凝土
	东墙	主屏蔽墙: 长4.7m, 2000mm 厚混凝土
		次屏蔽墙分别为: 2.8m, 1800mm 厚混凝土
	南侧	1600mm 厚混凝土, 无建筑物
	西墙	迷道内墙: 长4.7m, 1200mm 厚混凝土
		迷道外墙: 长9.1m, 1600mm 厚混凝土
	屋顶	1600mm 厚混凝土
	地板	下方无建筑物, 为土层
防护门	15mm 铅当量防护门	
辅助工程	控制室位于 1#机房南侧, 面积为 25m ²	

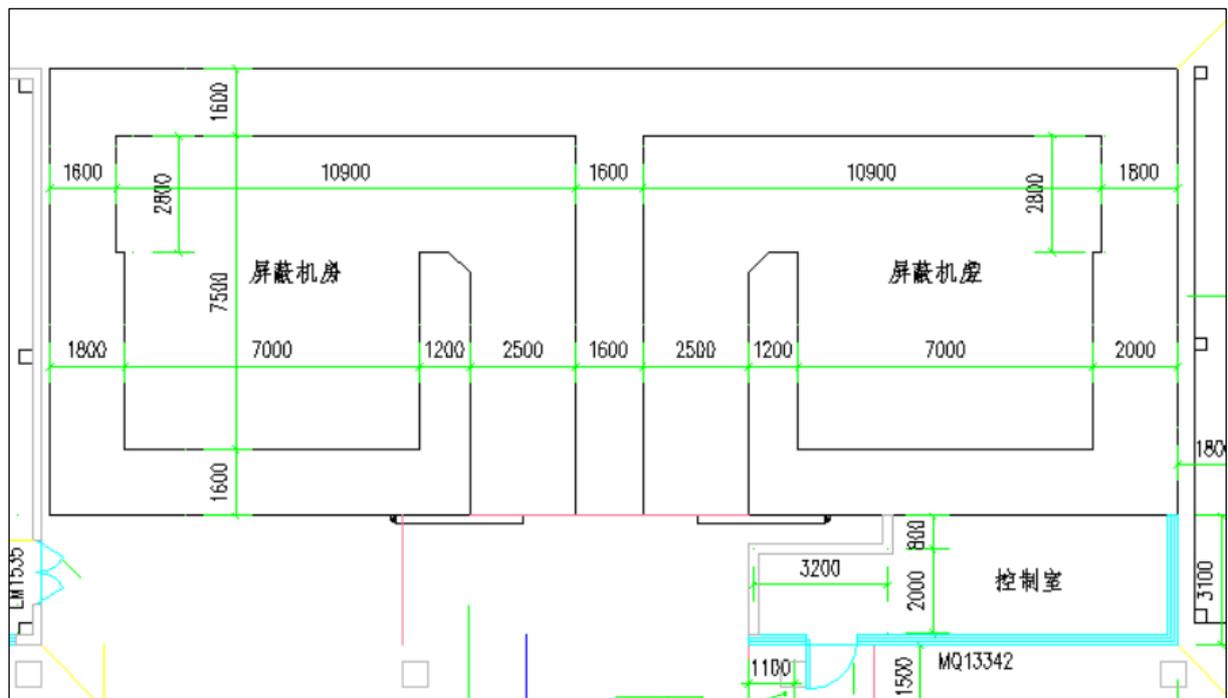


图 10-2 调试机房平面布置图

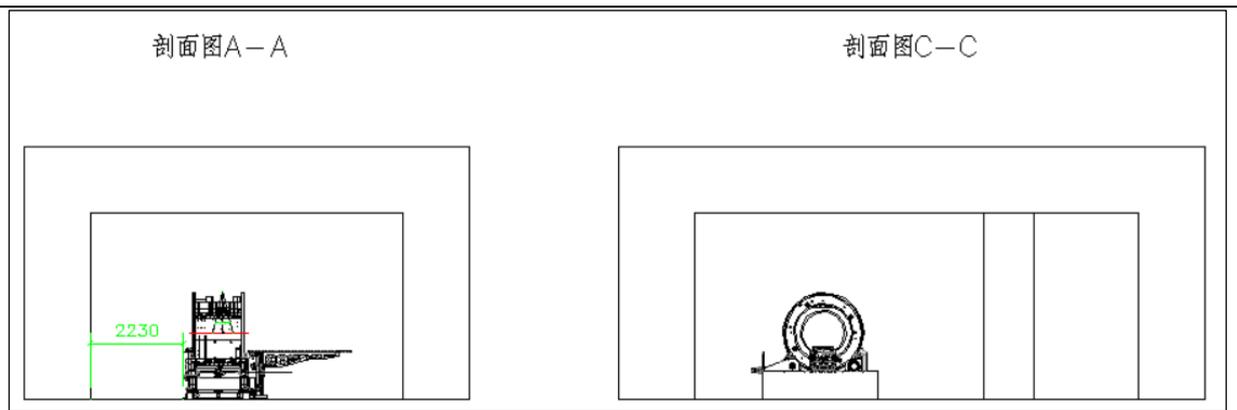


图 10-3 调试机房剖面图

10.1.3 拟采取的安全防护措施

(1) 机房入口处设置迷道和 15mmPb 防护门，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011) 有关要求。

(2) 调试机房和控制室装有紧急停机按钮、巡检开关和环境剂量监测仪。控制台位置、机房入口处、迷道外墙拐弯处、迷道内墙、西墙、北墙、东墙各设 1 个急停按钮，能够紧急停止加速器照射，可以满足《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)。

(3) 设置视频监控装置，摄像头基本可以监控到机房内所有区域。

(4) 管线采用 U 型下穿方式通过防护墙。

(5) 调试机房采用新风系统进行送风，排风口采用管道式轴流风机，风量 3700m³/h，可满足治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求，

10.1.4 需采取的安全管理措施

(1) 该企业现拟配 7 名辐射工作人员，按照《陕西省放射性污染防治条例》等法律要求，该 7 名工作人员应按照放射性工作人员管理，均应进行岗前培训并取得合格证书，方能持证上岗，同时应对放射性工作人员进行定期考核，考核不合格，应重新学习，直到合格为止；随着公司生产规模的扩大，应增加相应的工作人员，新增工作人员也应进行岗前培训并取得合格证书，方能持证上岗，同时应将新增的工作人员纳入相应的培训考核体系。

(2) 该企业为每位放射性工作人员配备个人剂量计并按期检测，建立放射性工作人员个人剂量档案，同时应按期进行放射性健康体检，并建立个人健康档案。

(3) 该企业必须成立辐射防护管理机构，制定辐射事故应急预案及相关辐射环境管理规章制度。

(4) 应配备一台 X-γ 剂量率监测仪，用于环境剂量率监测。

10.1.5 需采取的污染防治措施

(1) 每台射线装置应与进出防护门进行门机联锁，并保证只能在防护门关闭到位下，射线装置才能调试运行，防护门一旦打开，射线装置需立即断电停止调试运行；关上门不能自动开始。

(2) 调试机房防护门上应张贴符合 GB11871-2002 相关要求的电离辐射警示标志；同时应在厂房进出口位置等明显地方设置安全告示，将相关事项告知公众人员，降低辐射对无关人员的影响。

(3) 调试机房应在相关位置安装醒目的工作指示灯。

10.2 三废的治理

医用电子直线加速器和 CBCT 只是在车间进行安装、调试，不产生放射性废物。在开机的情况下产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧在正常状态下极易分解，机房采用机械通风方式，将产生的臭氧和氮氧化物排出调试机房。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

拟建项目需对预留的机房进行改造、装修。因此，在进行土建改造及装修过程中，对周围环境的影响主要是噪声、粉尘及建筑垃圾等；施工期可采取主要污染防治措施如下：

(1) 该项目改造过程中，施工单位应优化施工方案，选用低噪声施工设备，尽量减小施工作业对周围居民楼、商业街、幼儿园等产生的噪声影响；合理安排施工作业时间，夜间（22:00~6:00）以及白天（12:00~14:00）休息时段禁止施工，以减小噪声影响。

(2) 该项目施工时可能会产生少量无组织排放的扬尘，其产生量较少。由于该项目位于厂区内，施工过程应采取洒水降尘措施，以降低对周边环境的影响。

(3) 施工期间产生的施工废物主要有废的钢筋、混凝土、木板等。其中，对于施工过程中产生废钢筋、木板等建筑材料，进行分类收集，可以回收利用的，加以回收利用；对于施工过程中产生混凝土，由施工单位运至环卫部门指定的建筑垃圾填埋场进行处置。

(4) 施工人员产生的生活污水依托现有污水处理设施排于市政管网；施工人员产生的生活垃圾依托厂区现有的生活垃圾桶进行收集后，由环卫部门进行定期处置。

本项目施工过程中，由于未使用射线装置，故不会对周围环境产生辐射污染。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目建设 2 座调试机房用于 6MeV 医用电子直线加速器和 CBCT 的调试，由于 CBCT 其最大管电压、最大管电流较小（150kV、64mA，距靶 1m 处最大剂量率 < 0.5mGy/h），本项目机房防护条件在满足加速器（6MeV X 射线）屏蔽要求的情况下，机房屏蔽体完全可以满足对 CBCT 开机产生 X 射线的防护，且对辐射环境影响较小，因此以下主要对加速器运行过程中的辐射环境影响分析。

为保守估计，选择主射线屏蔽墙体厚度较小的 1#调试机房进行屏蔽效果分析和辐射剂量估算。

11.2.1 关注点的设定

在调试机房外、距机房外表面 30cm 处，选择人员受照射剂量当量可能最大的位置作为关注点。本项目关注点的选取主要考虑可能对工作人员或公众产生影响的区域。加速器开机状态下关注点设定见图 11-1、图 11-2。

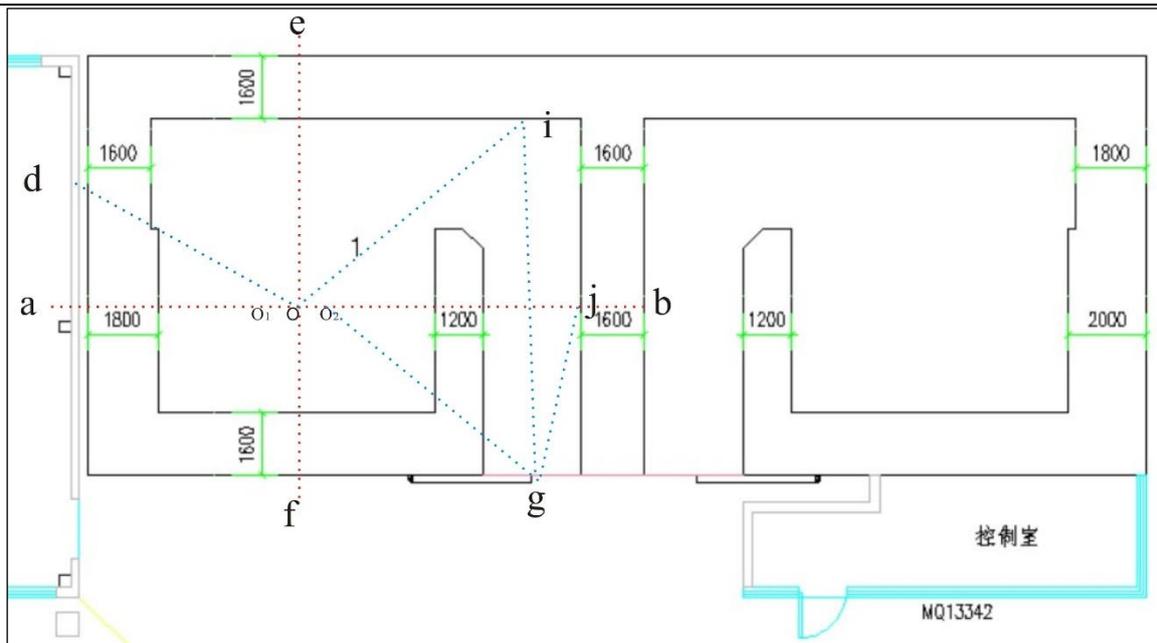


图11-1 机房四周关注点设定图

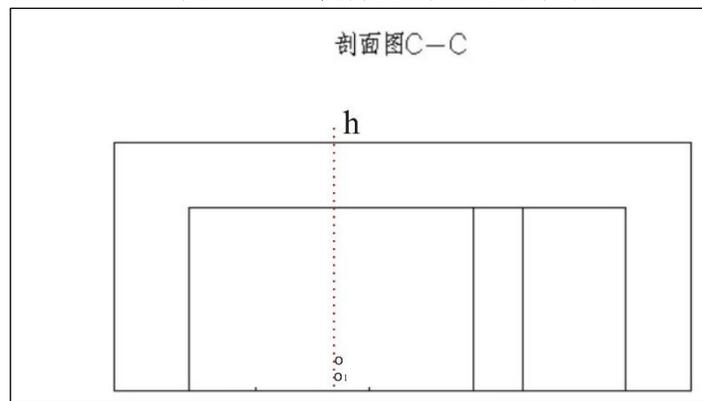


图11-2 机房屋顶关注点设定图

11.2.2 周工作负荷和周出束时间

根据建设单位提供的资料，两座调试机房每年调试加速器共130台，每台调试时出束约为15h，每年工作50周，平均每周每座调试机房出束19.5h，年出束时间1950h。

11.2.3 剂量率参考控制水平

由《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/T 201.2-2011）相关规定可知各关注点剂量率参考控制水平，具体见表 11.2-1。

表 11.2-1 各关注点剂量率参考控制水平和主要考虑的辐射束

关注点	辐射类型	使用因子 (U)	调强因子 (N)	居留因子 (T)	$\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	H_c ($\mu\text{Sv/周}$)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	最终取值 ($\mu\text{Sv/h}$)	
							计算值		
a	西墙主屏蔽墙外30cm	有用线束	0.25	—	1/4	10	5	4.1	2.5
b	东墙主屏蔽墙外30cm	有用线束	0.25	—	1	2.5	5	1.03	1.03
d	西墙次屏蔽墙外30cm	泄露辐射	0.25	5	1/4	10	2.5	2.05	2.05
		一次散射辐射	0.25	—	1/4	5	5	4.1	2.5
f	南墙侧屏蔽墙外30cm	泄露辐射	—	5	1	2.5	100	1.03	1.03
e	北墙侧屏蔽墙外30cm	泄露辐射	—	5	1/5	10	5	0.26	0.26
g	防护门外30cm (走廊)	泄露辐射	—	5	1/8	10	100	8.21	2.5
i	顶棚主屏蔽区上30cm处	有用线束	0.1	—	1/20	100	—	—	100

注：1、U 使用因子参考同类项目，射线投向地面的比例约为 0.4，每面墙体 0.25，屋顶 0.1。

2、居留因子参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）（见表 7-2）。

3、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/T 201.1-2007）附录 A 中 A.2.2 复合辐射 以 4.2.1b)、4.2.2a)、4.2.2b)中的 $\dot{H}_{c,max}$ 的一半，作为关注点的导出剂量率参考控制水平，估算屏蔽患者散射辐射所需要的屏蔽厚度；将 A2.1b)中的（A.3 式中的 H_c 以 0.5 H_c 代替，作为关注点的导出剂量率参考控制水平，估算屏蔽泄漏辐射所需要的屏蔽厚度。

11.2.4 加速器机房屏蔽效果分析

11.2.4.1 有用线束主屏蔽区宽度

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007），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，可按式（11.2-1）确定。

$$Y_p = 2[(\alpha + \text{SAD}) \tan\theta + 0.3] \quad (11.2-1)$$

式中： Y_p ——机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD——源轴距，m；

θ ——治疗束的最大张角（相对束中的轴线）；

α ——等中心点至墙的距离，m。

屋顶主防护区和次防护区的厚度均为1.6m，不考虑有用线束半宽，主屏蔽墙体范围估算结果见表11.2-2。

表 11.2-2 加速器治疗模式下机房主屏蔽范围计算表

机房	距离 (m)	SAD (m)	θ (°)	主屏蔽区范围理论计 算的最小值 Y_p (m)	主屏蔽区范围设 计值 (m)	结论
西屏蔽墙 体	3.5	1	14	2.84	4.7	满足要求

11.2.4.2 治疗机头自身屏蔽

根据企业提供的资料，企业组装 6MeV 医用电子直线加速器目前等中心点的剂量率最大为 1400cGy/min，研发部门计划将 6MeV 医用电子直线加速器等中心点的剂量提高到 3000cGy/min。本次评价按照加速器达到的最大能量进行理论预测。

为降低加速器在运行过程中对外环境产生的辐射影响，降低加速器机房防护设计，加速器设计过程中在滚动机架上设置了自屏蔽装置（加速器射束对面的滚筒及底板设有屏蔽材料），使加速器在运行过程中主射线方向剂量率经自屏蔽装置降到 0.01%，本次评价根据企业提供加速器的相关参数，按照主射线方向经自屏蔽装置屏蔽后的的剂量率为 3cGy/min 考虑，漏射线和散射线均不考虑自屏蔽影响。

11.2.4.3 屏蔽墙体和防护门厚度核算

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ201.1-2007）、《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 201.2-2011）标准，计算低能（ $\leq 10\text{MV}$ ）医用直线加速器机房墙体屏蔽厚度，计算公式如下：

（1）有用线束主屏蔽墙估算以及泄露辐射屏蔽估算。

利用下列公式对进行屏蔽计算：

$$B = \frac{\dot{H}_c R^2}{\dot{H}_0 f} \quad \text{公式 (11.2-2)}$$

式中， \dot{H}_c —距离加速器等中心点 R m 处，确定的剂量当量率控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_0 —加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处常用的最高剂量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

R —辐射源点至关注点的距离，m；

f —对有用束取 1，对泄露辐射为泄露辐射比率。

（2）患者一次散射辐射的屏蔽估算

$$B = \frac{\dot{H}_c R_s^2}{\dot{H}_0 a_{ph}} \times \frac{400}{F} \quad \text{公式 (11.2-3)}$$

式中, \dot{H}_c —距离加速器等中心点R m处确定的剂量当量率控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

\dot{H}_0 —有用线束中心轴上距X束的靶1m处常用的最高剂量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;

R_s —辐射源点至关注点的距离, m;

a_{ph} —患者400 cm^2 面积上垂直入射X射线散射至其1m处的剂量比例;

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积, cm^2 。

估算出的屏蔽厚度计算公式为:

$$X = [TVL \cdot \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL)] \cos \theta \quad \text{公式 (11.2-4)}$$

式中, TVL_1 —第一个什值层厚度, cm;

TVL —平衡时的什值层厚度, cm;

(3) 加速器 ($\leq 10\text{MV}$) 机房迷路散射辐射屏蔽

迷路入口处散射剂量率计算公式:

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} F}{400 R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 A}{R_2^2} \dot{H}_0 \quad \text{公式 (11.2-5)}$$

$$B = (H_c - H_{Og} - H_{Ojg}) / H_g \quad \text{公式 (11.2-6)}$$

式中, \dot{H}_g —迷路入口处的辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

α_{ph} —患者400 m^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, cm^2

α_2 —砼墙入射的患者散射辐射的散射因子;

A—射面积, m^2 ;

R_1 —等中心到散射面墙体的距离, m;

R_2 —散射面墙体到关注点的距离, m.

H_{Og} —穿过迷路内墙处泄露辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

H_{Ojg} —穿过迷路内墙有用线束在屏蔽墙上的一次散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

具体核算结果见表11.2-3~11.2-8。由估算结果可知, 加速器治疗模式下, 机房各面墙的设计厚度满足理论计算最不利情况下的最小防护厚度。

表 11.2-3 主屏蔽墙体屏蔽厚度核算

关注点	距离 (m)	Hc(μSv/h)	H ₀ (μSv/h)	经屏蔽体后 H ₀ '(μSv/h)	B	需要的屏蔽厚度 X(mm)	设计厚度(mm)	结论	
西墙	a	6.6	2.5	1.8E+09	1.8E+06	6.05E-05	1432	1800	满足要求
东墙	b	10.1	1.03	1.8E+09	1.8E+06	1.42E-04	1437	1200+1600	满足要求
屋顶	h	7	100	1.8E+09	1.8E+06	2.72E-03	887	1600	满足要求

注：1、根据企业提供资料，设备加速器管头 H₀ 为 1.8×10⁹μSv/h（等中心处最高剂量率为 30Gy/min），后续计算均取此值。
2、加速器主射线剂量率经自屏蔽装置降到 0.01%。

表 11.2-4 次屏蔽墙体屏蔽厚度核算

关注点	距离 (m)	Hc(μSv/h)	H ₀ (μSv·m ² /h)	B	θ(°)	需要的屏蔽厚度 X(mm)	设计厚度(mm)	结论		
西墙	d	6.23	2.05	1.8E+09	5.39E-05	26	1313	1288	1600	满足要求
		6.47	2.5	1.8E+09	2.62E-06	30	1189			

注：1、根据企业提供资料加速器等中心处最大治疗野面积 F 为 40×40cm²。
2、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/T 201.2-2011）表 B.2，α_{ph} 取 2.77E-03；查表 B.1 和 B.4，有用束在混凝土中 TVL_i 和 TVL 为 37cm、33cm，泄露辐射在混凝土中 TVL_i 和 TVL 为 34cm、29cm，患者散射辐射（30°散射角）对于混凝土 TVL 为 26cm。
3、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/T 201.2-2011），泄露辐射比率 f 为 0.1%；附录 A 中 A.2.2 复合辐射 估算患者散射辐射及泄漏辐射所需屏蔽厚度，取两者屏蔽厚度较厚者作为该关注点的屏蔽设计。

表 11.2-5 侧屏蔽墙体屏蔽厚度核算

关注点	距离 (m)	Hc(μSv/h)	H ₀ (μSv/h)	泄露辐射比率	B	需要的屏蔽厚度 X(mm)	设计厚度(mm)	结论	
北墙	e	6.4	0.26	1.8E+09	0.001	3.33E-05	1566	1600	满足要求
南墙	f	4.9	1.03	1.8E+09	0.001	5.69E-05	1460	1600	满足要求

表 11.2-6 迷道入口处泄露辐射剂量估算

距离 (m)	H ₀ (μSv·m ² /h)	θ(°)	f	内墙设计厚度	B	H _{Og} (μSv/h)
7.8	1.8E+09	38	0.001	1200mm 混凝土	8.33E-06	0.25

表 11.2-7 穿过内墙的有用线束致迷道入口的散射辐射剂量估算

距离 (m)	H ₀ (μSv·m ² /h)	a _w	内墙设计厚度	B	H _{Oig} (μSv/h)	2 倍安全系数 H _{Oig} (μSv/h)
5.1	1.8E+06	2.7 E-03	1200mm 混凝土	3.05E-04	0.01	0.02

表 11.2-8 防护门屏蔽厚度估算结果

R ₁ (m)	R ₂ (m)	α ₂	α _{ph}	A (m ²)	H _g (μSv/h)	B	需要的屏蔽厚度 X _e	设计屏蔽厚度	结论
7.5	9.4	0.022	1.39E-03	20.72	917.87	2.43E-03	13.07mmPb	15mmPb	满足要求

注：a₂ 查《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/T 201.2-2011）表 B.3、B.6；散射面积 A 为 20.72m²。

由表11.2-3~表11.2-8估算结果可知，本次拟建的加速器调试机房屏蔽墙体设计厚度、防护门设计厚度均大于理论估算出的厚度，满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ 2.1-2007）、《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》（GBZ201.2-2011）屏蔽设计相关要求。

11.2.5 关注点辐射剂量估算

根据各屏蔽面的设计厚度，首先按公式（11.2-7）估算有效厚度，再按公式（11.2-8）估算屏蔽物质的屏蔽透射因子B；关注点剂量率(有用线束或泄漏)按式公式（11.2-9）计算；关注点剂量率（患者一次散射）按式公式（11.2-10）计算；防护门外剂量率采用式11.2-13计算。

$$Xe = X \cdot \sec\theta \quad \text{公式（11.2-7）}$$

$$B = 10^{-(Xe+TVL-TV L1)/TVL} \quad \text{公式（11.2-8）}$$

$$H_1 = H_0 \cdot f \cdot B / R^2 \quad \text{公式（11.2-9）}$$

$$H_2 = (H_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400) \cdot B / R^2) \quad \text{公式（11.2-10）}$$

$$H_{oi_g} = \alpha_{ph} \cdot (F/400) \cdot \alpha_2 \cdot A \cdot H_0 / (R_1^2 \cdot R_2^2) \quad \text{公式（11.2-11）}$$

$$H_{oj_g} = \alpha_w \cdot (F/10^{40}) \cdot \alpha_2 \cdot A \cdot H_0 / (R_1^2 \cdot R_2^2) \quad \text{公式（11.2-12）}$$

$$H_3 = H_{Og} + H_{oi_g} + H_{oj_g} \quad \text{公式（11.2-13）}$$

式中：

H —关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_{oi_g} ——关注点g处的患者一次散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_{Og} ——经迷道内墙的泄露辐射到达g点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

H_{oj_g} ——穿过迷路内墙有用线束在屏蔽墙上的一次散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

由以上公式估算加速器调试机房屏蔽墙体、防护门表面辐射剂量率，具体估算结果见表 11.2-9 所示。

表 11.2-9 调试机房屏蔽墙体及防护门表面辐射剂量率估算结果

关注点		辐射类型	设计厚度 (mm)	距离 (m)	贡献剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
a	西墙主屏蔽 墙外30cm	有用线束	1800	6.6	0.192	0.192
b	东墙主屏蔽 墙外30cm	有用线束	1200+ 1600	10.1	7.64E-05	7.64E-05
h	顶棚主屏蔽 区上30cm 处	有用线束	1600	7	0.688	0.688
d	西墙次屏蔽 墙外30cm	泄露辐射	1600	6.23	0.050	0.088
		一次散射 辐射		6.47	0.038	
e	南墙侧屏蔽墙外 30cm	泄露辐射	1600	4.9	0.339	0.339
f	北墙侧屏蔽墙外 30cm	泄露辐射	1600	6.4	0.199	0.199
g	防护门外 30cm (走廊)	泄露辐射	15mm 铅	7.8	0.25	1.188
		穿过迷道内 墙散射		5.1	0.02	
		散射辐射		7.5, 9.4	0.918	

由表11.2-9估算结果可知，加速器正常工作状态下，加速器调试机房顶棚屏蔽墙体外表面30cm处辐射剂量率为0.688 $\mu\text{Gy/h}$ ，加速器调试机房四周屏蔽墙体外表面30cm处最大辐射剂量率为0.339 $\mu\text{Gy/h}$ ，防护门外表面30cm处辐射剂量率为1.188 $\mu\text{Gy/h}$ 。估算结果表明，加速器调试机房屏蔽墙体、防护门外表面30cm处辐射剂量率均小于2.5 $\mu\text{Gy/h}$ ，满足《电子直线加速器放射治疗防护要求》（GBZ 126-2011）相关规定要求。

11.2.6 辐射剂量估算

加速器在销售给用户后，需要在客户方机房内进行调试，每台加速器调试时出束时间为10h，每组人员最多调试65台，共计650h，由于每个客户方机房的屏蔽效果不一致，因此为保守估计调试辐射工作人员在客户方的辐射剂量，选取屏蔽墙体外30cm处的剂量率为2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 进行辐射剂量估算。

本次采用的剂量估算模式为：

$$H = \dot{H} \times T \times \eta \quad \text{公式 (11.2-14)}$$

其中，H—工作人员年有效剂量，mSv；

\dot{H} —为工作人员或公众所处的辐射剂量率 mSv/h；

T—年工作时间，h；

η —居留因子。

根据表 11.2-9 的估算结果可知，职业人员及公众年有效剂量估算结果，具体见表 11.2-10。

表 11.2-10 职业人员及公众年有效剂量估算结果

关注点		关注点剂量率	年出束时间	居留因子	年附加有效剂量	年剂量约束限值
人员		$\mu\text{Sv/h}$	h	/	mSv/a	mSv/a
职业人员	南墙侧屏蔽墙外30cm (控制室内操作人员)	0.339	975	1	0.331	5
	东墙主屏蔽墙外30cm (安装人员)	7.64E-05	975	1	0.000075	
	客户方调试人员	2.5	650	1	1.625	
公众	西墙主屏蔽墙外30cm	0.192	975	1/4	0.047	0.2
	西墙次屏蔽墙外30cm	0.088	975	1/4	0.021	
	东墙主屏蔽墙外30cm (安装人员)	7.64E-05	975	1	0.000075	
	北墙侧屏蔽墙外30cm	0.199	975	1/5	0.039	
	防护门外30cm	1.188	975	1/8	0.145	

11.2.6.1 职业照射剂量估算

由表11.2-10的估算结果可知，在加速器正常运行时，X射线贯穿辐射所致调试场所控制室内的辐射工作人员年附加有效剂量为0.331mSv，在客户方调试过程中所致辐射工作人员年附加有效剂量为1.625mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)20mSv基本剂量限值要求和本次评价剂量约束值5mSv限值要求。

11.2.6.2 公众照射剂量估算

由于加速器机房周边为预留机房（现为物料区）、道路、走廊，会有人员偶然停留情况，因此需要考虑加速器运行产生的辐射影响。由表 11.2-10 的估算结果可知，机房外偶然停留的公众（包含非辐射工作人员）的最大年附加有效剂量为 0.145mSv。估算结果表明，本项目加速器运行，所致公众最大年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定年有效剂量 1mSv 基本限值和本次评价公众剂量约束值 0.2mSv 限值要求。

11.2.7 放射性废气环境影响分析

调试机房设置通风装置，通风量为 3700m³/h，通风换气次数不小于 4 次/h。项目排风系统设计见图 11-3。

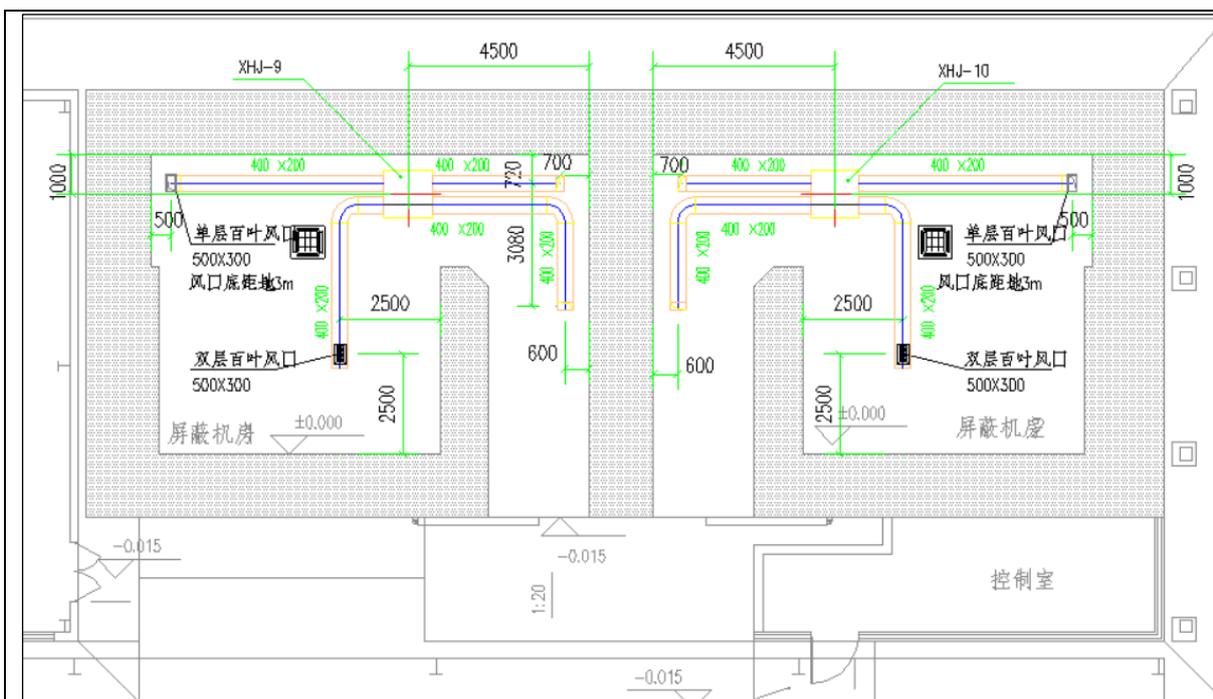


图 11-3 项目排风系统设计示意图

(1) 臭氧影响分析

在考虑通风情况下，加速器机房内空气中臭氧的平衡浓度 Q (mg/m^3) 为：

$$Q=Q_0 \cdot T/V \quad (11.2-13)$$

式中：

Q_0 —臭氧的辐射化学产额， mg/h ；

T —有效清洗时间， h ；

V —加速器机房的体积，该项目取 440.22m^3 。

臭氧的辐射化学产额 Q_0 (mg/h) 为：

$$Q_0=0.39 \cdot D_0 \cdot S \cdot R \cdot G \quad (11.2-14)$$

式中：

D_0 —距靶 1m 处的最大剂量率，该项目取 $30\text{Gy}/\text{min}$ ；

S —照射野面积，该项目取 0.16m^2 ；

R —靶距机房墙的距离，该项目取 3.5m ；

G —每吸收 100eV 辐射能量产生的臭氧分子数，一般为 $6\sim 10$ ，本次保守估算取 10。

有效清洗时间 T (h) 为：

$$T=T_v \cdot T_d / (T_v + T_d) \quad (11.2-15)$$

式中：

T_v —换气一次所需的时间，h；

T_d —臭氧有效分解时间，0.83h。

本项目机房通风量为 $3700\text{m}^3/\text{h}$ ，按最低要求 4 次/h 换气，换气一次所需时间为 0.25h，代入式（11.2-15）得有效清洗时间为 0.19h。按式（11.2-13）和式（11.2-14）计算得加速器正常运行状态下机房内空气中臭氧的平衡浓度为 $0.028\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足《工作场所所有害因素职业接触限值-化学有害因素》（GBZ2.1-2007）中最高容许浓度 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。因此运行期加速器机房内臭氧浓度可以满足标准要求。

（2）氮氧化物影响分析

项目调试运行期间产生的少量的臭氧和氮氧化物等有害气体。机房内拟安装新风系统和管道轴流风机，通风量为 $3700\text{m}^3/\text{h}$ ，设备机房体积约为 440.22m^3 ，每小时最大换气次数为 8 次，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 161-2004）中“通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求，通过通风装置换气可以大大降低机房内的氮氧化物浓度。而且氮氧化物浓度较小，少量有害气体直接与大气接触、不累积，很快被空气的对流、扩散作用所稀释，对大气环境影响较小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险分析

（1）射线装置机房门机连锁失效

正常工况下，门机连锁失效，防护门没有关闭情况下，至使X射线泄漏到射线装置机房外面，给周围活动人员造成额外的照射；工作人员或其他陪护人员未撤离，射线装置开机运行出束，使滞留机房人员发生超剂量照射。

公司应加强辐射安全防护管理，操作人员增加核安全意识，提高操作技能，防止放射性同位素丢失及撒漏事故发生，限制无关人员进入工作区域，对制定的应急预案加强应急演练，防止突发事件发生。在采取以上风险管理措施后，其对环境产生的风险是可以接受的。

11.3.2 事故后果分析

本项目加速器为 6MV 直线加速器，当加速器装置处于工作状态时，假如有人在滞留调试机房内，可能会对相关人员造成超剂量照射。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》（GBZ201.2-2011）中剂量估算模式，可以计算出其滞留人员所接受的有效剂量。计算时，选取加速器最大等中心剂量率

30Gy · m²/min，停留时间为 1.5min，漏射线取 1/1000，则加速器机房内误入人员剂量估算结果如表 11.3-1 所示。

表 11.3-1 6MV 加速器机房内人员误照射时受照射剂量估算结果表

关注点位置	辐射类型	照射时间	剂量率 μGy/h	受照剂量 mSv
距出束口 1m 处	有用线束	1.5min	1.8×10 ⁹	45000
	漏射线	1.5min	1.8×10 ⁶	4500
距出束口 2m 处	有用线束	1.5min	4.5×10 ⁸	11250
	漏射线	1.5min	4.5×10 ⁵	11.25
距出束口 3m 处	有用线束	1.5min	2×10 ⁸	5000
	漏射线	1.5min	2×10 ⁵	5
距出束口 4m 处	有用线束	1.5min	1.125×10 ⁸	2811
	漏射线	1.5min	1.125×10 ⁵	2.811

由表 11.3-1 人员误入机房所接受的剂量估算结果可以看出，当加速器处于工作状态，人员误入加速器机房将可能接受到较大剂量的放射性照射，在加速器等中心 1m 处有用线束方向 1.5min 内所接受剂量 4.5×10⁴mSv，漏射线方向 1.5min 内所接受剂量 4500mSv。加速器门机连锁装置失效或人员尚未撤离情况下，可能会对相关人员造成超剂量照射。

11.3.3 事故应急预案

(1) 事故预防

为防止项目在运行期间、检修维护期间发生辐射事故，建设单位应做好下列工作：

1) 单位领导对辐射安全防护应有足够重视。辐射工作人员应加强安全意识和岗位责任心，并严格按射线装置的操作规程执行操作；

2) 在操作射线装置时要始终注意安全。辐射工作人员必须对该设备有足够的了解，能够识别任何可能导致危险的故障。如果发生故障或发现存在安全问题，在授权人员修复故障之前，不得使用该设备；

3) 为保证持续安全的操作，应按相关要求对设备进行定期维护；

4) 做好辐射工作人员的防护工作；

5) 射线装置的钥匙由指定辐射管理人员控制；

6) 加速器照射期间，应至少有 2 名辐射工作人员进行值班，严禁操作人员擅离岗位。每次进行调试前，应检查调试机房内人员停留情况；定期检查门机联锁、声光报警等装置，确保其处于正常的工作状态。

(2) 风险应急措施

一旦发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

1) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，关闭机房门，同时向公司主管领导报告；

2) 发生射线装置事故时，应立即疏散所有与处理事故无关人员，保护好事故现场，对在事故中可能受到照射的人员及时送到公司进行医学检查和治疗。

3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应向卫生行政部门报告；

4) 分析确定辐射事故的原因，记录发生事故时射线装置工作状态（如工作电压、管电流等参数）、事故延续时间，以便确定事故时受照个体所接受的剂量。

5) 总结事故原因，写出事故报告，及时修改应急预案，避免此类事故再次发生。

公司按照国家有关辐射安全防护要求进行监管。制定了《辐射事故应急预案》，对可能发生的事故风险均采取了有效的防范措施，防止了事故的发生。一旦防范措施失控，立即启动事故风险应急预案。事故风险应急预案主要对事故风险进行迅速有效的处置，详细安全分析指出主要辐射危险，以应付突发事件的发生。

11.4 项目选址、布局合理及实践正当性分析

11.4.1 选址合理性分析

本项目调试机房位于西咸新区秦汉新城西安大医数码刀技术有限公司大医科技城 2#系统集成车间内，机房所在厂区周边为市政道路，交通便利，无环境制约因素。项目采取有效的辐射防护屏蔽措施后，对周围环境影响较小，项目选址基本合理。

11.4.2 平面布置合理性分析

拟建的调试机房位于 2#系统集成车间内，其建筑仅地面一层，机房排风由排风管道直接引至厂房顶部。将调试机房划为控制区，进行了专门的屏蔽防护设计；其余相邻区域，划为监督区，拟建项目区域附近设有电离警示标志，拟建项目设计在建筑物内，所处位置相对独立，除本公司工作人员外，其他无关人员基本不能靠近，项目采取了有效的辐射防护措施后，对周围环境辐射影响小，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关规定的要求。

11.4.3 实践正当性

西安大医集团股份有限公司拟建的核技术应用项目，以肿瘤诊疗设备的研发、生产与销售为目的，能够不断提高医学科学技术水平，促进医疗事业的发展，能产生较大社会效益。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”原则。

11.5 辐射环境影响评价

综上所述，西安大医集团股份有限公司加速器以及 X 射线装置正常运行调试时，其机房采取相应辐射防护屏蔽措施后，项目对周边的辐射环境影响满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关限值要求；调试射线装置期间所致工作人员年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定年有效剂量 20mSv 基本限值和本次评价 5mSv 剂量约束值剂量要求；机房选址、平面布置基本合理，所致公众附加有效剂量较小，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）基本限值 1mSv 和本次评价剂量约束值 0.2mSv 要求。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员，因此，西安大医集团股份有限公司已成立了辐射防护管理小组，并指定辐射管理人员职责。

人员组成：总经理：BONA LAU

辐射防护管理小组组长：黄雪薇

辐射管理人员：邹凯强

辐射防护工作人员：董小刚、吴枫、杨鹏涛、姚雄、周永刚、韩拓、卢冲

该领导小组应全面负责公司的辐射安全管理及相关工作，主要包含以下职责：采取有效措施使公司的辐射防护工作满足国家有关法律法规和标准的要求；负责监督所有辐射工作人员必须通过辐射安全与防护培训，并通过考核取得合格证书；参与制订和实施辐射防护管理的规章制度、应急演练和应急事故的处理；严格执行国家对辐射工作人员个人剂量监测和健康管理的规定，按要求建立放射性工作人员的辐射性工作管理档案；检查监督防护规程的贯彻执行情况；对公司辐射剂量进行评价及时采办有关辐射防护器材，确保满足防护要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

西安大医集团股份有限公司制定了辐射安全防护管理及规章制度，建设单位需要针对本次核技术应用项目完善原有的辐射安全防护管理及规章制度，主要有《辐射安全防护管理制度》、《辐射安全防护规章制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射设备维护和维修制度》、《辐射人员个人剂量监测与管理制度》、《辐射环境监测制度》、《辐射人员培训制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射损伤处置流程及规范》和《放射事故应急预案》等规章制度；应落实个人剂量的检测和档案工作，明确《辐射工作安全责任书》；涉及放射性工作人员应参加辐射安全与防护培训，并经考试合格，取得合格证书。完善《自行检查和年度评估制度》、《质量保证大纲和质量控制检测计划》的相关管理制度、操作规程及应急预案。辐射安全防护管理机构应切实根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》管理要求开展工作。

依据陕西省环境保护厅《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）相关规定，应对核技术利用项目进行辐射安全管理标准

化建设工作。辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理）见表 12.2-1。

表 12.2-1 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理）

管理内容		管理要求	制度建设情况（有/无）
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	有
		年初工作安排和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容	有
		明确涉辐部门和岗位的辐射安全职责	有
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	有
	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	有
		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	有
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	需完善
		建立辐射环境安全管理档案	有
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录	有
		岗前进行职业健康体检，结果无异常	有
		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	有
		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	有
	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况后，能有效处理	有	
	机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人	有
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	
	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	需完善	
	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	需完善需	
	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	
应急管理	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	
	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	

辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全防护措施部分医疗类）表 12.2-2。

表 12.2-2 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全防护措施部分医疗类）

序号	项目	具体要求	设计情况	
1	医用电子加速器	布局	治疗室满足使用设备的空间要求。	符合
		通风	治疗室设置通风装置，通风换气次数不小于 4 次/h。	符合
		标志及指示灯	相关位置（例如治疗室入口处上方等）设置醒目的电离辐射警示标志及照射状态指示灯。	拟配置
		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、导管等不得影响其屏蔽防护效果。	符合
		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。	拟配置
			治疗室和控制室之间设置监视和对讲设备。	拟配置
			治疗室入口处设置防护门和迷道，门机连锁。	拟配置
			治疗室内设置紧急开门按钮。	拟配置
2	医用 X 射线诊断	布局	每台 X 射线机（不含移动式 and 携带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。	符合
			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。	符合
	通风	机房设置通风系统，分装排风橱外接排风装置，并用活性炭吸附。	拟配置	
	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。	拟配置	
	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。	符合	
	辐射安全与连锁	机房门设置闭门装置，且工作状态指示灯与机房门能有效联动。	拟配置	
监测设备及个人防护用品	X-γ 剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽	拟配置		

12.3 人员培训和健康管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“营运管理”要求、陕西省环境保护厅《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）相关规定要求，单位必须培植和保持良好的安全文化素养，彻底杜绝辐射事故的发生。放射性工作人员在上岗之前，需参加辐射安全与防护培训学习及相关辐射防护基础知识及操作技能的培训学习，并取得辐射工作人员辐射

安全培训合格证，具备从事放射性工作能力。核技术项目放射性工作人员现已拟配备放射工作人员（部分）一览表见表 12.3-1。

表 12.3-1 核技术项目已拟配备放射工作人员（部分）一览表

序号	姓名	工作岗位	学历	培训证号
1	董小刚	系统调测工程师	本科	FS20SN0000071
2	吴枫	生产技术工程师	本科	陕 11805028Q
3	杨鹏涛	工程服务工程师	本科	陕 31910124Q
4	姚雄	机械装配工	本科	D1906047
5	周永刚	生产工艺工程师	本科	FS20SN0000066
6	韩拓	电气装配工	本科	D1906039
7	卢冲	工程服务工程师	本科	陕 31910125Q

西安大医集团股份有限公司为每名放射工作人员配备了个人剂量计，建立了全公司放射工作人员个人剂量档案。根据公司提供的 2020 年 9 月~2020 年 12 月 2 个季度放射工作人员个人剂量监测报告（陕西万衡检测科技有限公司出具），个人剂量未见异常。

公司现有的人员培训制度和健康管理制度较为完善，本项目放射工作人员均已纳入现有制度管理体系。

12.4 辐射监测

12.4.1 监测要求

辐射工作人员应配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。

西安大医集团股份有限公司已配置的监测仪器及防护用品情况见表 12.4-1。

表 12.4-1 监测仪器及防护用品配置情况

类型	名称	型号	数量	配置情况
监测仪器	辐射环境监测仪	AT1123/AT1121	2	已配置
	个人剂量仪	PM1621 (A)	11	数量根据实际工作人员情况调整
	智能化 X/γ 辐射仪	REN 500A	1	已配置
	个人剂量报警仪	REN200	2	已配置
防护用品	铅衣、铅帽、铅脖套、铅手套、铅围裙、铅眼镜		3 套	已配置

12.4.2 监测计划

(1) 委托具有相关资质的监测单位对放射性工作场所进行常规监测，每年一次。

(2) 对工作人员配备的个人剂量计，应每季度由有资质的单位检测一次，并建立个人年累积剂量档案。个人剂量档案应妥善保存，保存时间应不少于个人停止放射工作后 30 年。

(3) 对受检者配备的个人防护用品，应定期进行检查，发现破损，及时更换。

(4) 公司应配置辐射环境 X、 γ 剂量率仪对放射性工作场所辐射水平定期监测，并将监测数据保存存档。

(5) 对公司的辐射安全和防护状况，应每年进行一次自我安全评估，对存在的辐射安全隐患及时进行整改，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年的评估报告。

(6) 屏蔽设施、位置发生变更时，及时委托有相关资质的监测单位进行监测和重新评价；在监测评价符合国家相关标准要求后，方可继续使用。

(7) 当个人剂量超过年剂量限值、放射工作场所出现异常情况，应进行监测，查明原因。

项目建设运行前，委托有相关资质的监测单位对工作场所的辐射防护设施进行全面的现场验收监测，监测合格后投入使用。

本项目监测计划（建议）见表 12.4-1。

表 12.4-1 本项目辐射环境监测及检查计划（建议）一览表

项 目	监测或检查位置	频 率	备 注
X- γ 辐射剂量率	控制室操作位置、防护门表面、四周屏蔽墙体表面；附近环境	工作场所辐射水平应 2 周 1 次常规监测；每年一次复合监测	根据监测结果，提出评估和改进意见
辐射防护安全装置	灯光警示装置及警示标志	不定时检查	
个人剂量计	操作人员佩戴的剂量计	每 3 个月送有资质检测机构检测 1 次	

放射性工作场所防护门附近应张贴电离辐射警示标志，设有门机联锁、工作指示灯等。从事辐射的工作人员应配备个人剂量计，跟踪个人所接受的年有效剂量，并建立个人剂量档案。

2020年西安大医集团股份有限公司年度监测报告委托西安志诚辐射环境检测有限公司（报告编号：XAZC-JC-2020-312）对全院核技术利用项目进行监测，监测结果符合相关标准要求。

12.5 辐射事故应急

为了加强安全管理，保障公众健康，保护环境，公司制定了较为完善的辐射事故应急处理预案。该应急预案包括：发生意外事故的处理方法、逐级上报制度及联系方式等，其内容较全、措施具体，针对性强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行。

西安大医集团股份有限公司对辐射环境管理十分重视，制定了《辐射事故应急预案》，对可能发生的事故风险均采取了有效的防范措施，防止了事故的发生。一旦防范措施失控，立即启动事故风险应急预案；符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002中的有关辐射防护条款要求。

1、应急管理小组和职责

应急小组指挥（RSO：黄雪薇）：负责辐射事故应急预案的制定、修改和辐射事故应急准备工作的组织和检查；负责在辐射安全事故发生时的组织、指挥应急救援工作；负责向所在地监管部门报告本公司内发生的辐射事故；

应急小组组长（RSS：邹凯强）：负责辐射事故发生时执行应急救援工作，准备应急物资，实施应急预案，组织应急演练，现场辐射测量等。 应急小组组员：严格遵守辐射安全管理制度和按照应急响应流程开展应急工作。

应急小组组员：严格遵守辐射安全管理制度和按照应急响应流程开展应急工作。

西安大医集团股份有限公司核技术项目运行至今，未发生放射性事故。公司应继续保持严格的管理，后续还需加强放射事故的应急演练工作，并根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第653号）、《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）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第17号）和陕西省生态环境厅办公室关于印发新修订的《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号文件的有关规定，及实际工作中发现的问题，进一步修改完善《放射事故应急预案》，一旦发生放射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。

12.6 环保投资和环保验收

12.6.1 环保投资

西安大医集团股份有限公司核技术应用项目投资 280 万元，环保投资 40 万元，投资比例占 14.3%，环保投资主要为从事放射工作人员及受检人的个人防护用品、辐射监测仪器及人员培训费用等。

12.6.2 环保验收

为规范建设项目竣工环境保护验收的程序和标准，强化建设单位环境保护主体责任，根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令 682 号）以及建设项目竣工环境保护验收有关管理规定和技术规范，参照环境保护部关于规范建设单位自主开展建设项目竣工环境保护验收的相关要求，建设单位进行项目竣工自主环保验收程序见方框图 12-1。

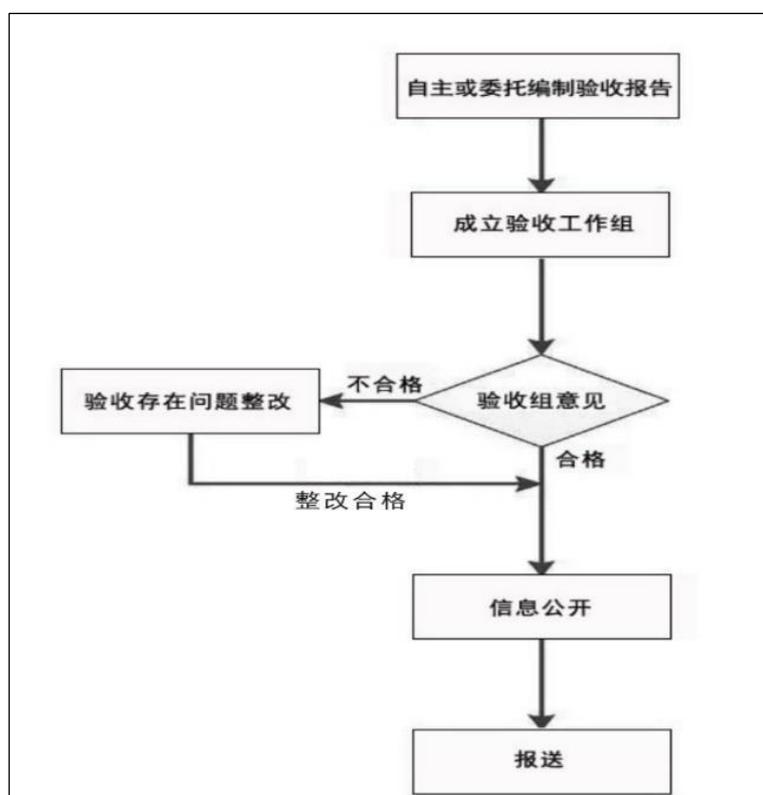


图 12-1 自主竣工验收程序方框图

本项目环保验收清单建议见表 12.4-1。

表 12.4-1 环保验收清单（建议）

项目		标准以及相关文件验收要求内容
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
年有效剂量	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告，公众、职业照射剂量约束值执行 0.2mSv/a 和 5mSv/a。	
剂量率限值	四周屏蔽墙体及顶棚	屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门表面及缝隙 30cm 处的空气吸收剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$
辐射安全和防护措施	标志及工作状态灯	防护门表面张贴电离辐射标志，上方安装工作状态指示灯
	通风设施	通风装置
	加速器机房门机联锁	门机联锁正常、有效
	加速器机房监视装置和对讲设备	运行良好，切实有效
	加速器机房紧急停机开关	控制台和调试机房内安装
人员培训	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员、直接管理人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗
个人剂量与健康检查	个人剂量检测	辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期送检（最长不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案
	职业健康检查	辐射工作人员定期进行职业病健康检查（ ≤ 2 年），并建立个人职业病监护档案
监测仪器和防护用品	监测仪器	X- γ 辐射剂量率仪 ≥ 2 台
	个人剂量计	根据辐射工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪；配备满足工作需要的铅衣、铅围裙、铅眼镜等防护用品
辐射安全管理制度	制定操作规程，岗位职责，辐射防护和安全保卫制度，设备检修维护制度，射线装置使用登记、台帐管理制度，人员培训计划，监测方案，辐射事故应急措施等规章制度	
辐射安全管理标准化	按照陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发[2018]29 号）进行验收	

表 13 结论与建议

13.1 结论

(1) 西安大医集团股份有限公司租赁位于西咸新区秦汉新城西安大医数码刀技术有限公司大医科技城车间内的 2 座调试机房，用于医用直线加速器（II类射线装置）和 CBCT（III类射线装置）的调试，年销售医用直线加速器和 CBCT 各 130 台，以肿瘤诊疗设备的研发、生产与销售为目的，该项目产生的社会效益、经济效益远大于其辐射影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

(2) 监测结果表明，拟建项目地 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果范围为 0.07~0.15 μ Gy/h，与 1988 年调查的咸阳市（秦汉新城）天然 γ 辐射水平处于同一范围，表明拟建地周围辐射环境现状良好。

(3) 拟建工作场所按辐射分区划分为控制区和监督区进行管理，拟建项目选址及平面布置可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关规定的要求，调试机房设置了通风系统，产生的废气由管道经楼顶排出。

(4) 机房屏蔽能力分析：调试机房工作场所设计时已考虑了拟配备设备的性能和辐射水平，在满足施工质量前提下，机房各屏蔽墙体、防护门表面 30cm 处辐射空气吸收剂量率 $\leq 2.5\mu$ Gy/h，能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）辐射剂量率限值要求。

(5) 据剂量估算结果，辐射工作人员接受的最大年附加有效剂量为 1.625mSv，公众接受的最大年有效剂量为 0.145mSv，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 中规定的剂量限值和本次评价提出的剂量约束值要求。

综上所述，西安大医集团股份有限公司核技术应用项目的开展，用于肿瘤诊疗设备的研发、生产与销售，符合辐射防护实践正当性原则，项目开展具有积极意义；项目采取辐射防护措施后，能够使其对周边环境的辐射影响降到了尽可能合理低的水平，满足辐射防护最优化原则；项目运行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，符合剂量限值约束原则；从辐射环境保护角度，该项目在严格落实各项辐射防护措施情况下，该项目对环境的影响是可以接受的。

13.2 建议

(1) 公司应按照国家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证才能正式投入使用。

(2) 对从事辐射工作的管理及操作人员，必须经过辐射安全防护教育培训，经考核合格并取得相应合格证后方可上岗。对已取得合格证书的工作人员应定期进行辐射安全防护再教育的学习。

(3) 加强对射线装置的辐射防护设施的维护及检修工作，确保其运行正常。

(4) 机房内应设置动力排风系统，并保持良好的通风。

(5) 严格按操作规程进行操作，防止发生辐射事故。

(6) 完善本项目的各项管理及操作制度，对制定的放射事故应急预案进行演练，做到有备无患。

(7) 对所有涉及放射性工作人员定期进行健康检查，并将检查记录归档。

(8) 须配备 X- γ 辐射剂量率仪及便携式表面污染监测仪，按照监测计划对周围辐射环境进行监测，对公司的辐射安全和防护状况编制评估报告，于每年 1 月 31 日前向发证机关及当地环境保护部门提交该评估报告。

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