

# 目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	6
表 3	非密封放射性物质.....	11
表 4	射线装置.....	12
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	13
表 6	评价依据.....	14
表 7	保护目标与评价标准.....	16
表 8	环境质量和辐射现状.....	19
表 9	项目工程分析与源项.....	21
表 10	辐射安全与防护.....	26
表 11	环境影响分析.....	34
表 12	辐射安全管理.....	46
表 13	结论与要求.....	53
表 14	审批.....	55

## 附件:

- 附件 1 委托函
- 附件 2 《辐射安全许可证》（湘环辐证[00961]）
- 附件 3 关于成立永州市第三人民医院放射防护管理领导小组的通知
- 附件 4 防护培训证书（部分）
- 附件 5 2016 年职业健康体检报告
- 附件 6 培训承诺函
- 附件 7 放射防护操作制度
- 附件 8 永州三医院放射诊疗和放射安全管理制度与流程
- 附件 9 永州三医院放射防护准则
- 附件 10 永州三医院放射科辐射损伤应急处理预案
- 附件 11 检测报告

## 附图:

- 附图 1 项目地理位置示意图
- 附图 2 负二层平面布置图
- 附图 3 负一层平面布置图
- 附图 4 项目现状照片

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		永州市第三人民医院核技术利用扩建项目			
建设单位		永州市第三人民医院			
法人代表	李向斌	联系人	熊礼照	联系电话	13874601118
注册地址		永州市冷水滩区又一巷 21 号			
项目建设地点		永州市第三人民医院院内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	4500	项目环保投资 (万元)	350	投资比例(环保 投资/总投资)	7.8%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
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 type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其他					
<b>一、医院简介</b>					
<p>永州市第三人民医院始建于 1938 年，其前身为冷水滩市人民医院，是一所集医疗、科研、教学、预防、突发公共事件救助为一体的大型综合性医院。</p> <p>医院现有在职职工 1052 人，编制床位 1100 张，设有内、外、妇、儿、五官、传染、中医等 28 个临床专科和 8 个医技科室。医院拥有进口 80 排 160 层螺旋 CT、1.5t 核磁共振机、全套奥林巴斯内窥镜系列、大 C 臂、彩色 B 超、全自动生化分析仪等先进的医疗设备。</p> <p>目前，永州市第三人民医院核技术利用项目涉及 II、III 类射线装置的使用。</p> <p>为进一步加强医院放射治疗能力，医院拟新建放疗科，设直线加速器机房两间和一间 CT 模拟定位机房，医院现阶段拟购置一台 X 射线能量为 10MV 的直线加速器开展放射诊疗工作。</p>					
<b>二、任务由来</b>					
<p>根据《中华人民共和国放射性污染防治法》的相关规定，该项目的建设应进行电离辐射环境影响评价，2018 年 4 月永州市第三人民医院委托核工业二三〇研究所对医院的核技术利用扩建项目进行环境影响评价。评价单位在现场调查和收集有关资</p>					

料的基础上，按照国家对辐射项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目环境影响报告表。

### 三、项目建设内容

本项目建设地点位于永州市第三人民医院院内。项目新建一栋放疗科，放疗科包含两层地下室和一层地上建筑。直线加速器用房设在负二层，负一层为主入口，设大厅等候室、服务台、档案室及卫生间，一层为仪器储藏室、资料室及 CT 模拟定位机房。医院现阶段拟购置一台 X 射线能量为 10MV 的直线加速器开展放射诊疗，另外一间加速器机房和 CT 模拟定位机房预留。

### 四、项目选址

永州市第三人民医院位于冷水滩区又一巷 21 号，本次扩建项目位于医院内。项目地理位置图见附图 1，本次扩建位置示意图见图 1-1。



图 1-1 本次项目位置示意图

## 五、原有核技术利用项目情况

### 1、项目现有放射装置：

永州市第三人民医院辐射安全许可证书编号为：湘环辐证[00961]，许可的种类和范围包括：使用 II、III 类射线装置。医院现有射线装置详见表 1-1。

### 2、现有防护措施落实情况

(1) 屏蔽防护：各机房屏蔽防护措施满足要求；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

(2) 警示标志：防护门上方有工作状态指示灯，指示灯工作正常，防护门上粘贴有电离辐射警示标志。

(3) 机房内通风良好。

### 3、现有放射工作人员和放射性工作制度情况

永州市第三人民医院现有放射工作工人 51 人。医院定期对放射工作人员进行职业健康体检、个人剂量检测，并定期开展辐射安全与防护培训。统计表见表 1-2。

医院制定了放射科辐射损伤应急处理预案、放射诊疗和放射安全管理制度与流程等一系列的规章制度。

## 六、产业政策符合性

本项目拟购的电子加速器属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》“鼓励类”中第六项“核能”中第 6 款“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。



表 1-1 现有射线装置一览表

序号	名称	型号	数量	最大管电压、管电流	所在楼层	使用科室	类型	验收、许可情况	设备状态
1	X 射线血管造影系统	XGFM-163A	1	500kV, 120mA	第二住院大楼一楼	介入中心	II 类	已验收, 已许可	在用
2	X 射线血管造影系统	XGTS-121	1	500kV, 120mA	第二住院大楼一楼	介入中心	II 类	已验收, 已许可	在用
3	医用 X 射线摄影系统	新东方 1000	1	500kV, 120mA		精神病科	III 类	已验收, 已许可	在用
4	数字医用诊断 X 射线透视摄影系统	D-VisionPlus	1	500kV, 120mA	第二住院大楼一楼	放射科	III 类	已验收, 已许可	在用
5	全景 X 射线机	Planmeca ProMax	1	50kV, 60mA	门诊二楼	口腔科	III 类	已验收, 已许可	在用
6	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	PXD-2000	1	425kV, 125mA	ICU	ICU	III 类	已验收, 已许可	在用
7	移动式 C 形臂 X 射线机	SIREMOBIL.Compact	1	100kV, 120mA	手术室	手术室	III 类	已验收, 已许可	在用
8	移动式 C 形臂 X 射线机	WHA-200	1	100kV, 120mA	手术室	手术室	III 类	已验收, 已许可	在用
9	数字化医用 X 射线摄影系统	Multix Fudion	1	630kV, 120mA	第二住院大楼一楼	放射科	III 类	已验收, 已许可	在用
10	X 射线计算机体层摄影设备	Aquilion PRIME	1	500kV, 120mA	第二住院大楼一楼	放射科	III 类	已验收, 已许可	在用
11	X 射线计算机体层摄影设备	Aquilion/super	1	500kV, 120mA	门诊二楼	放射科	III 类	已验收, 已许可	在用
12	X 射线计算机断层摄影设备	MX 16 Slice	1	410kV, 120mA	门诊二楼	放射科	III 类	已验收, 已许可	在用
13	多功能单板直接数字成像系统 (DR)	EssentaDR ompact	1	500kV, 120mA	第二住院大楼二楼	放射科	III 类	已验收, 已许可	在用
14	医用 X 射线摄影系统	新东方1000M	1	500kV, 120mA	急救中心	急救中心	III 类	已验收, 已许可	在用
15	数字 X 射线摄影系统	RADspeed Pro 80	1	500kV, 120mA	门诊二楼	放射科	III 类	已验收, 已许可	在用

表 1-2 医院放射工作人员情况一览表

序号	姓名	性别	个人剂量监测		职业健康体检			培训情况	
			佩戴起始日期	结果 Hp(10) (mSv)	体检日期	检查结论	职业建议	初训、复训时间	培训证书编号
1	谭庆彬	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
2	蒋利军	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.12					
3	匡小勇	男	2016.09.01-2016.11.30	0.10	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
4	陶艳君	女	2016.09.01-2016.11.30	0.14	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
5	何斌	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
6	周小元	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
7	王徐	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
8	熊礼照	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2016.07.29-2016.07.31	F1607112
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
9	蒋欢	女	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2018.04.20-2018.04.22	F1804280
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					

10	尹荣军	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2016.07.29-2016.07.31	F1607110
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
11	蒋安球	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2016.07.29-2016.07.31	F1607109
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
12	蒋剑斌		2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
13	唐静	女	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2017.03.10-2017.03.12	F1701198
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
14	艾珺佼	女	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2018.04.20-2018.04.22	F1804279
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
15	郑松	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
16	蒋凌海	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2017.03.10-2017.03.12	F1701197
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
17	罗江涛	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
18	华其烽	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
19	钟桂香	女	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					

			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
20	张明	女	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.11					
21	杨双福	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
22	朱小军	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2018.04.20-2018.04.22	F1804283
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
23	李晓静	女	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2018.04.20-2018.04.22	F1804281
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
24	周博	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
25	唐文娟	女	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
26	肖建军	男	2017.09.01-2017.11.30	0.05	/	/	/	/	/
27	陈力	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
28	罗锡勇	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
29	蒋卫国	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					

30	唐伟华	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
31	胡新华	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
32	张 熠	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
33	彭刚生	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
34	颜强民	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
35	蒋建军	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.10					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
36	罗志强	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
37	刘列勇	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
38	肖羚	男	2016.09.01-2016.11.30	0.05	/	/	/	/	/
			2017.04.05-2017.06.30	0.05					
			2017.09.01-2017.11.30	0.10					
39	孙伟彬	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2018.04.20-2018.04.22	F1804284
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
40	陈毅通	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2016.07.29-2016.07.31	F1607113
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
41	陈秀枚	女	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2017.03.10-2017.03.12	F1701201
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
42	陈 宸	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
43	刘 伟	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2017.03.10-2017.03.12	F1701196

			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
44	唐薇薇	女	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
45	袁芳	女	2017.04.05-2017.06.30	0.18	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2016.07.29-2016.07.31	F1607111
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
46	罗娉	女	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2016.03.10-2016.03.12	F1701200
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
47	潘燕	女	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
48	蒋航	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	2016.05.05-2016.05.07	F1704136
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
49	陈政作	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
			2017.09.01-2017.11.30	0.05					
50	雷厉	男	2017.04.05-2017.06.30	0.05	2016年	(一)	可继续从事放射工作	/	/
51	唐明雪	女	/	/	/	/	/	2018.04.20-2018.04.22	F1804282

**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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白							

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

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白									

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	直线加速器	II 类	1 台	clinic ix	电子	18	2mA/6Gy/h	治疗	放疗科	拟购, 最大 X 射线能量 10MV
	以下空白									

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白								

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白							

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要说明，其排放浓度/年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法律文件	<p>1、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 9 月 1 日施行）；</p> <p>3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）；</p> <p>4、《建设项目环境保护管理条例》，（国务院第 682 号令,2017 年 10 月 1 日施行）；</p> <p>5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，（国务院第 449 号令，2014 年 7 月 29 日修正版）；</p> <p>6、<u>《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（环保部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日施行）；</u></p> <p>7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修订，环保部令第 3 号）；</p> <p>8、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，（环保部令第 18 号）；</p> <p>9、《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会 公告[2017]第 66 号,2017 年 12 月 5 日）；</p> <p>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》，（环保总局公告[2006]第 145 号）；</p> <p>11、《产业结构调整指导目录》（2011 年本 2013 年修正版）。</p>
------	--

<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);</li> <li>2、《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</li> <li>3、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第一部分：一般原则》;</li> <li>4、《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);</li> <li>5、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</li> <li>6、《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003);</li> <li>7、《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2007);</li> <li>8、《放射工作人员健康要求》(GBZ98-2017);</li> <li>9、《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011);</li> <li>10、《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013);</li> <li>11、《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</li> <li>12、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016)。</li> </ol>
<p>其他</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、委托书。</li> </ol>

**表 7 保护目标与评价标准**

**评价范围:**

根据导则（HJ10.1—2016）中“第 1.5 评价范围和保护目标：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所实体屏蔽物质边界外 50m 的范围。”

根据本项目特点，本表为医院核技术应用的环境影响评价，运营过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小，且主要影响人员是射线装置所在机房临近的职业工作人员和工作场所周围的公众。因此，本项目以直线加速器机房墙体周围 50m 的区域为评价范围。

**保护目标:**

本次辐射环境影响评价的环境保护目标为：本项目从事辐射工作的人员以及评价范围内相邻区域的公众。根据本项目各射线装置机房布局及外环境特征，确定本项目环境保护目标见表 7-1 所示。

**表 7-1 主要环境保护目标**

污染源	方位	距离	环境特征	预估人数（人）
直线加速器 (地下二 层)	西面	28m	居民楼	50
	南面	12m	新住院大楼	10
	东面	16m	老住院楼	10
	北面	15m	职工停车场	10
	楼上	/	仪器储藏室	2
	楼下	/	/	0

**评价标准:**

**(1) 剂量限值《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）**

1) I 职业照射：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；

II 公众照射：年有效剂量，1mSv。

**2) 年管理剂量约束值**

本报告对职业人员取年有效剂量限值的 1/10 作为年管理剂量约束值，即 2mSv/a；对公众成员取标准中规定的公众照射年有效剂量限值的 1/10 作为年管理剂量约束值 0.1mSv/a。

**(2) 《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）**

电子加速器治疗室和防护安全操作要求

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。

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。

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  $2.5\mu\text{ Sv/h}$ 。

穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。

治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备。

治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于  $45\text{m}^2$ 。

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。

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。

**(3) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2007）（节选）关于臭氧浓度的要求**

根据《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）规定工作场所空气中臭氧容许浓度为  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ，确定本评价项目加速器停机后，工作人员进入加速器室时，室内的臭氧浓度不应大于  $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 。电子加速器治疗室通风换气次数不小于 4 次/h。

**(4) 机房面积及屏蔽要求《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）节选**

1) X 射线机房防护安全操作要求

本项目的 CT 模拟定位机房参照 CT 机房标准执行。

X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

每台 X 射线机（不含移动式 and 便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。机房最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 要求。

**表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度**

设备类型	机房内最小有效使用面积(m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度(m)
CT 机	30	4.5

X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

**表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求**

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
CT 机房	2（一般工作量） <sup>a</sup>	2.5（较大工作量） <sup>a</sup>

a 按 GBZ/T180 的要求。

b) 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 D。

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

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；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。

患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状：

一、监测点位布置情况

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中有关布点原则，评价单位于 2018 年 5 月 8 日对永州市第三人民医院拟建放疗科周边环境进行监测，监测内容为地表  $\gamma$  辐射剂量率，监测布点示意图 8-1。



图 8-1 辐射环境监测布点示意图

二、监测方案及质量保证

1、监测目的

为了了解项目地点天然辐射水平，是否属于永州市天然放射性水平，为辐射工作场所建成运行后对环境的影响提供依据。

## 2、监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);  
《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93);  
《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2001)。

## 3、质量保证

该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求, 均有有效的国家计量部门检定的合格证书, 并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训, 考试合格持证上岗, 数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法, 按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报, 并按有关规定和要求进行三级审核。

**表 8-1 监测所使用的仪器情况**

仪器名称	X- $\gamma$ 辐射测量仪
仪器型号	JB4000
生产厂家	上海精博工贸有限公司
检定证书	检定证书编号: GFJGJL2006181465007 (国防科技工业 1313 二级计量站); 有效期至 2019 年 01 月 08 日。

**表 8-2 项目场址周围环境  $\gamma$  辐射水平监测结果**

监测位置	监测结果 ( $\mu$ Gy/h)
拟建放疗科北侧 1#	0.14
新住院楼前坪 2#	0.15
拟建放疗科南侧停车场 3#	0.14
拟建放疗科东侧 4#	0.13

由表 8-2 可知: 永州市第三人民医院拟建放疗科周边环境  $\gamma$  辐射接近永州市本底水平 (永州市环境天然放射性水平调查研究—室外 0.042~0.3336 $\mu$  Gy/h)。

表9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 一、项目的组成

本项目建设地点位于永州市第三人民医院院内，在老住院楼西面新建放疗科。放疗科为地下两层、地上一层建筑。地下二层设两间直线加速器机房，地下一层设一间 CT 模拟定位机房。永州市第三人民医院拟购置一台最大 X 射线能量为 10MV 的直线加速器开展放射诊疗，一间直线加速器和 CT 模拟定位机房为预留。

### 二、工程设备及工艺分析

#### (1) 医用直线加速器

医用直线加速器机房由治疗室、迷道、控制室、辅助机房、水冷机房组成，机房均为钢筋混凝土结构。

#### ① 主要技术参数

典型 10MV 直线加速器基本参数如下：

射线类型：X 射线，电子线

最大 X 射线能量：10MV

最大照射野：40×40cm<sup>2</sup>

1m 处最大 X 线剂量率：10MV：600Mu/min ( $3.6 \times 10^8 \mu \text{ Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ )

射线类别：II 类射线装置

机架旋转角度：0-360°

主射线最大出束角度 28°

X 射线泄漏率：≤0.1%

等中心线高度：129.5cm

源轴距：100cm

电子线：

电子线额定能量：4/6/9/12/15/18MeV

最大常规电子线剂量率：1000Mu/min (10Gy/min)

#### ② 工作原理

加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。因

此，医用电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶进行照射，也可利用 X 线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。医用电子直线加速器可根据所诊疗癌症类型及其在体中的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射诊疗。

### ③ 设备组成

医用电子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、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行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，最后到达患者病灶实现治疗目的。典型直线加速器内部结构框图及外形示意图，见图 9-1 和图 9-2。

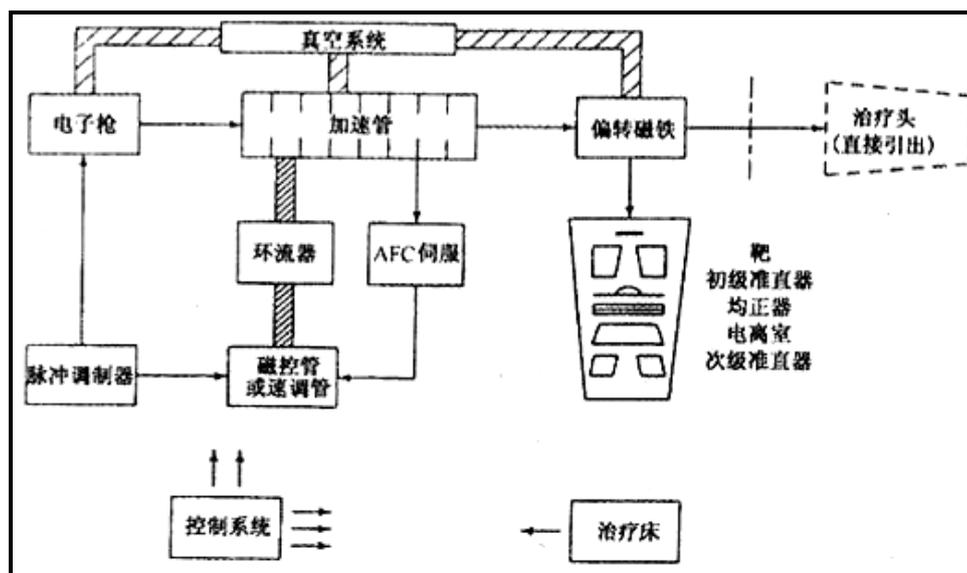


图 9-1 典型应用直线加速器内部结构框图

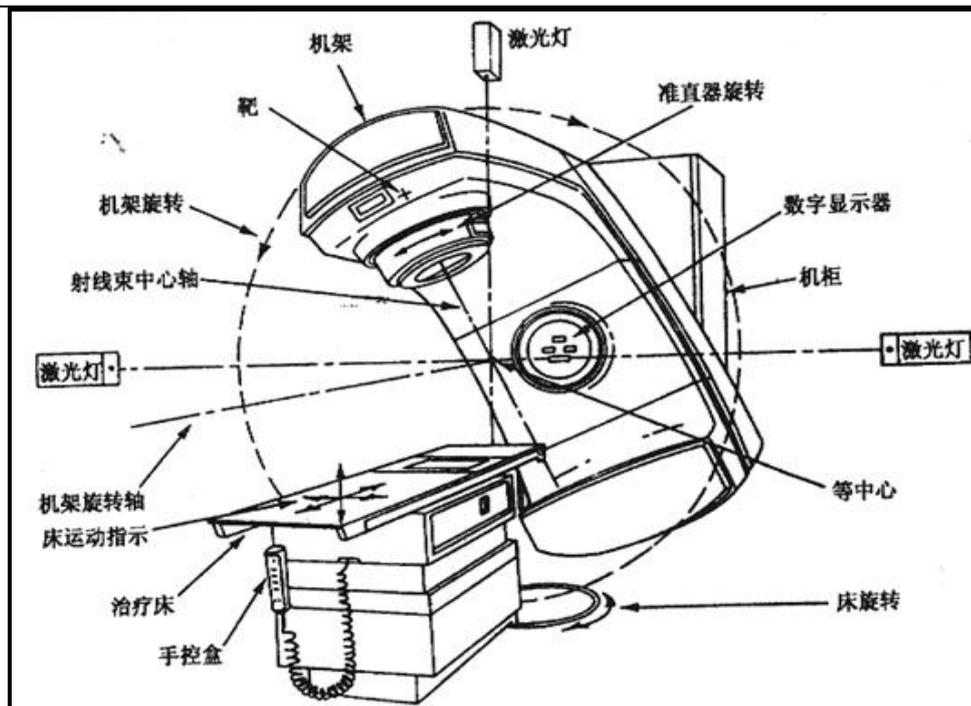


图 9-2 典型直线加速器外形示意图

#### ④ 操作流程

(a) 利用医院的模拟机定位对病灶进行检查，然后进行照射方向、角度和照射视野进行拍片定位；

(b) 制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间；

(c) 固定患者体位。对患者定位、标记、调整照射角度及照射野；

(d) 开机治疗；

(e) 治疗结束，关机，患者出室。

#### ⑤ 污染因子

本项目拟使用最大 X 射线能量为 10MV 的直线加速器 1 台。在用 X 线治疗时主要污染因子为 X 射线，用电子线治疗时主要污染因子为电子，这种 X 射线和电子线随机器的开关而产生和消失。此外，直线加速器工作时还会产生少量臭氧 ( $O_3$ ) 和氮氧化物 ( $NO_x$ )。

#### (2) CT 模拟定位机

##### ① 工作原理

CT 模拟定位机为 X 射线装置，X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯

中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高速电子轰击靶体产生X射线。

## ②操作流程

CT 模拟定位机主要操作流程为：确定患者体层摄影的体位，扫描定位，投照摆位，屏气曝光。扫描过程中，X线球管连续地发射X线，扫描床持续同步前移，实现无间断容积数据采集。其他X光机及模拟定位机主要操作流程为：依据X线检查单，核对摄影部位，确定投照条件，患者摆位屏气，曝光。

## 污染源项描述：

### 一、建设、安装过程的污染源项分析

放疗科的新建需开挖地表，土建施工过程中的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

#### (1) 扬尘及防治措施

主要为建造时机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应加强施工现场管理，应进行适当的加湿处理。

#### (2) 废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的排水系统，进入市政污水网管。

#### (3) 噪声及防治措施

主要来自于机房的混凝土浇筑、装修及现场处理等。通过选取噪音低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

#### (4) 固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。生活垃圾以及装修垃圾经统一收集后交由市政环卫部门处理。

本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

此外，加速器在安装调试过程中会产生X射线，但此时机房已建成，具有足够

的辐射屏蔽能力，不会对环境产生明显的影响。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

## 二、运行期间正常工况下污染源分析

加速器的电子出射范围小，易屏蔽，但在运动中受到加速器部件、阻挡板和地板等材料的阻挡后，产生很强的 X 射线，X 射线的最大能量为最大可能的电子能量。由于电子的最大射程与所产生的 X 射线的射程相比很小，因此在电子加速器的屏蔽要求上，只需考虑所产生的 X 射线的屏蔽。

本评价项目的直线加速器的能量最高为 10MV，不会产生光核反应和感生放射性。因此，不存在加速器结构材料、冷却水和空气的感性放射性等相应的防护问题。

所以，X 射线成为该项目的主要辐射防护对象，臭氧是该项目考虑的主要污染物。

## 三、运行期事故工况下污染源分析

射线装置事故工况有以下几种：

1、在工作状态误入射线装置工作场所，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害；

2、其他人员还未全部撤离机房，外面人员启动设备，造成有关人员被误照；

3、检修时，误开机，维修人员受到潜在的照射伤害。

**表 10 辐射安全与防护**

**辐射安全和设施：**

**一、辐射工作场所分区**

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定，把辐射工作场所分为控制区和监督区。

(1) 控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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

本项目控制区包括加速器机房。监督区包括加速器控制室以及周围临近区域，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

**二、辐射屏蔽设计**

**(1) 直线加速器机房屏蔽**

永州市第三人民医院两间直线加速器机房设在放疗科的负二层，平面布置见图 10-1。两间直线加速器机房的设计一样，屏蔽墙体、天花板、地板使用的混凝土密度不小于  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。各屏蔽体厚度见表 10-1，直线加速器机房 1 平面布置图见图 10-2。由于直线加速器机房 2 与加速器机房 1 共用一堵墙，因此直线加速器机房 2 北墙的屏蔽厚度与加速器机房 1 南墙的屏蔽厚度一样，直线加速器机房 2 南墙的屏蔽厚度与加速器机房 1 北墙的屏蔽厚度一样。

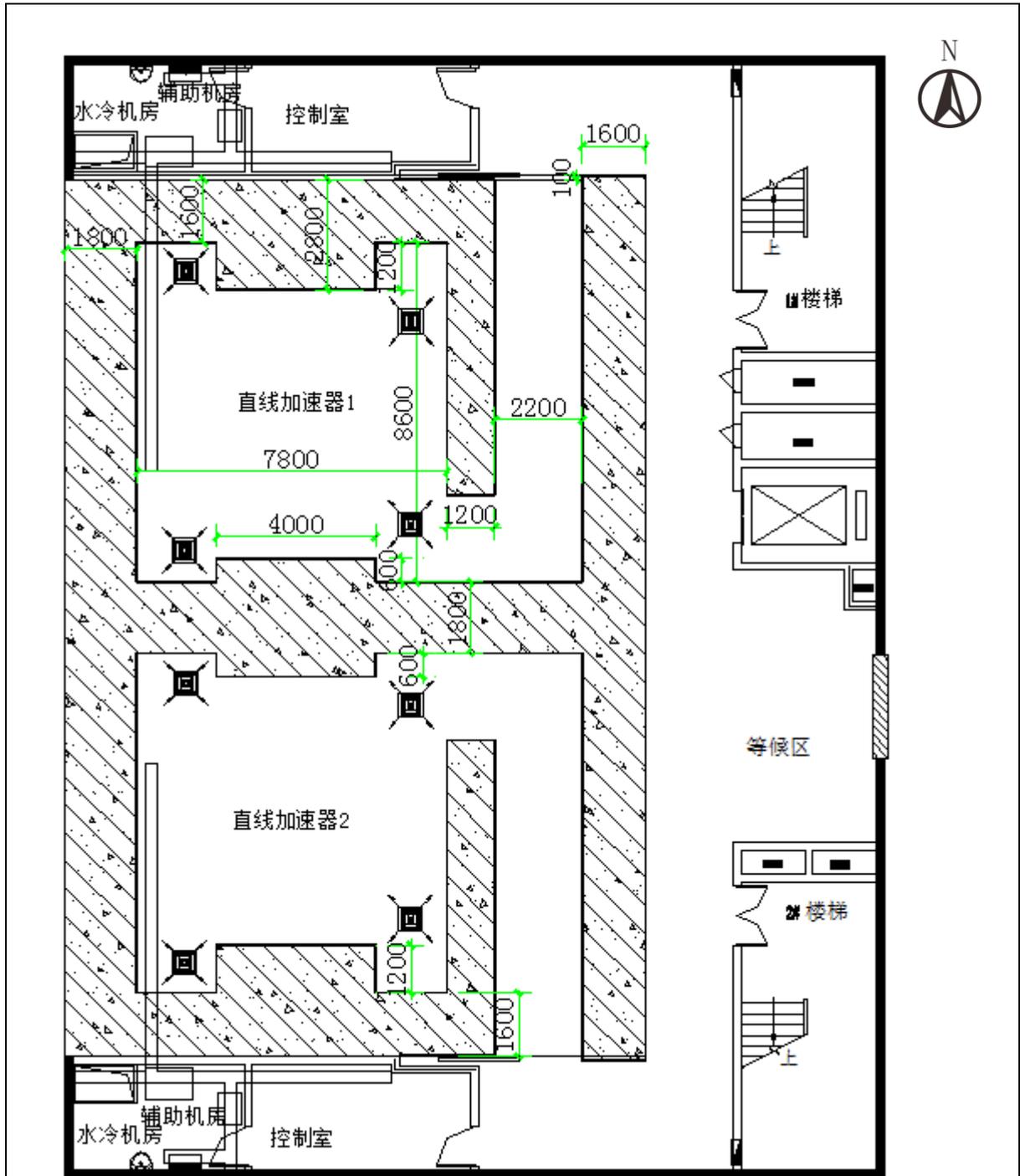


图 10-1 负二层直线加速器机房平面布置图 1:100

表 10-1 医用直线加速器机房辐射防护主要参数

机房名称		医用直线加速器机房 1
几何尺寸	面积, $m^2$	57.48 (不含迷道)
	空高, m	3.5
	容积, $m^3$	298.13

屏蔽体厚度	北墙	主防护部分 2800mm 砼，主防护部分宽度 4000mm，次防护部分 1600mm 砼
	南墙	主防护部分 3000mm 砼，主防护部分宽度 4000mm，次防护部分 1800mm 砼
	东墙	迷道内墙 1200mm 砼，迷道宽 2200mm，迷道外墙 1600mm 砼
	西墙	1800mm 砼
	顶板	主防护部分 3000mm 砼，主防护部分宽度 4000mm，次防护部分 1600mm 砼
警示标识	警示灯	拟安装
	电离辐射警示标识	拟粘贴
通风设施	通风装置	采用“上进风，下排风”的模式，2个进风口，2个排风口，进风口吊顶内安装，排风口距地 200mm
	通风次数	7次/h
	通风量	2100m <sup>3</sup> /h
急停开关		3个，离地高度 1200mm

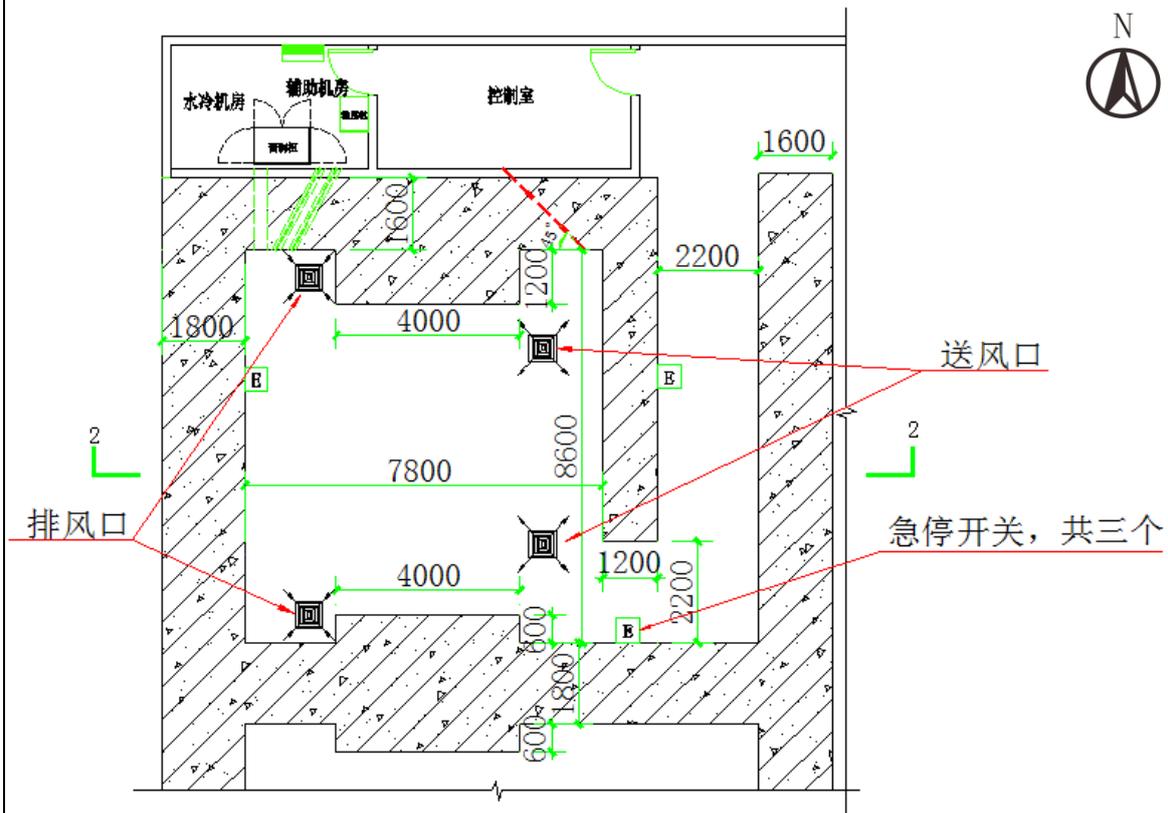


图 10-2 直线加速器机房 1 平面布置图 1:100

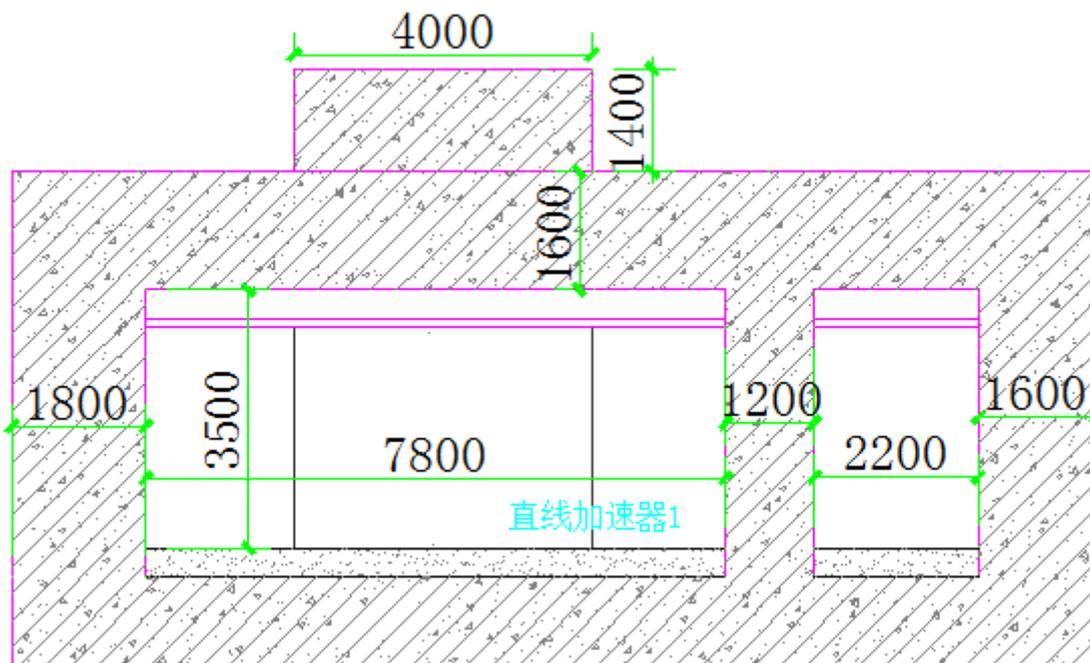


图 10-3 直线加速器机房 1 (2-2) 剖面图 1:100

## (2) CT 模拟定位机房的屏蔽

永州市第三人民医院放疗科在负一楼设 CT 模拟定位机一间，机房为预留机房，暂不购置设备，本次评价仅对机房屏蔽做简要介绍。CT 模拟定位机机房屏蔽厚度见表 10-2，平面布置图见图 10-4。

表 10-2 CT 模拟定位机机房屏蔽设计有关数据

机房名称		CT 模拟定位机机房
几何尺寸	尺寸(长×宽×高)	6320mm×5340mm×3800mm
	内空面积	33.75 m <sup>2</sup>
	机房容积	128.25 m <sup>3</sup>
地板屏蔽体厚度	东墙	240mm 实心砖+25mm 钡水泥
	西墙	240mm 实心砖+25mm 钡水泥
	南墙	240mm 实心砖+25mm 钡水泥
	北墙	240mm 实心砖+25mm 钡水泥
	顶板	120mm 砼+25mm 钡水泥
	地板	120mm 砼+25mm 钡水泥
	防护门	未设计，建议按 3mm 铅板防护
观察窗	20mm 厚的铅玻璃	

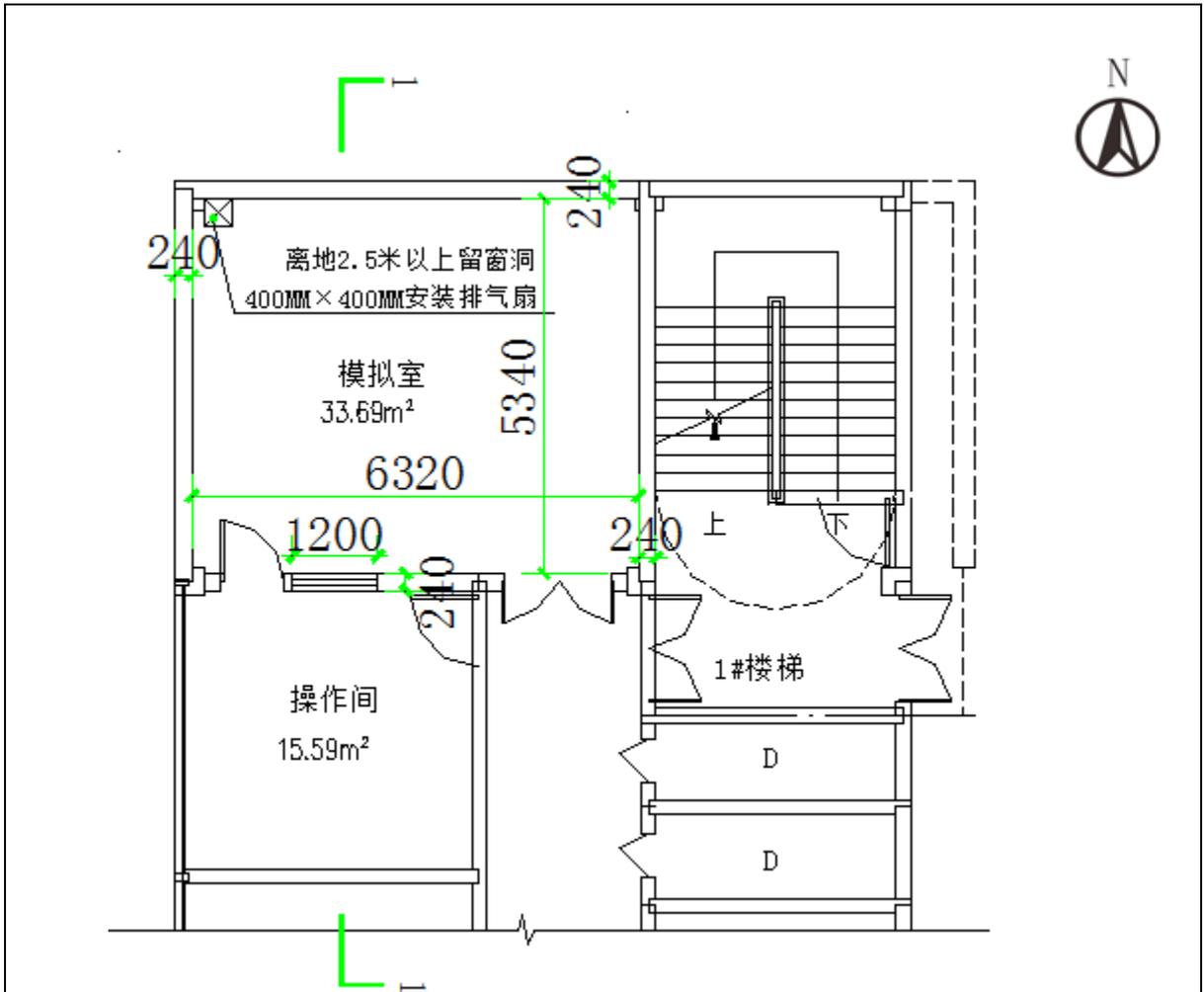


图 10-4 CT 模拟定位机平面图 1:100

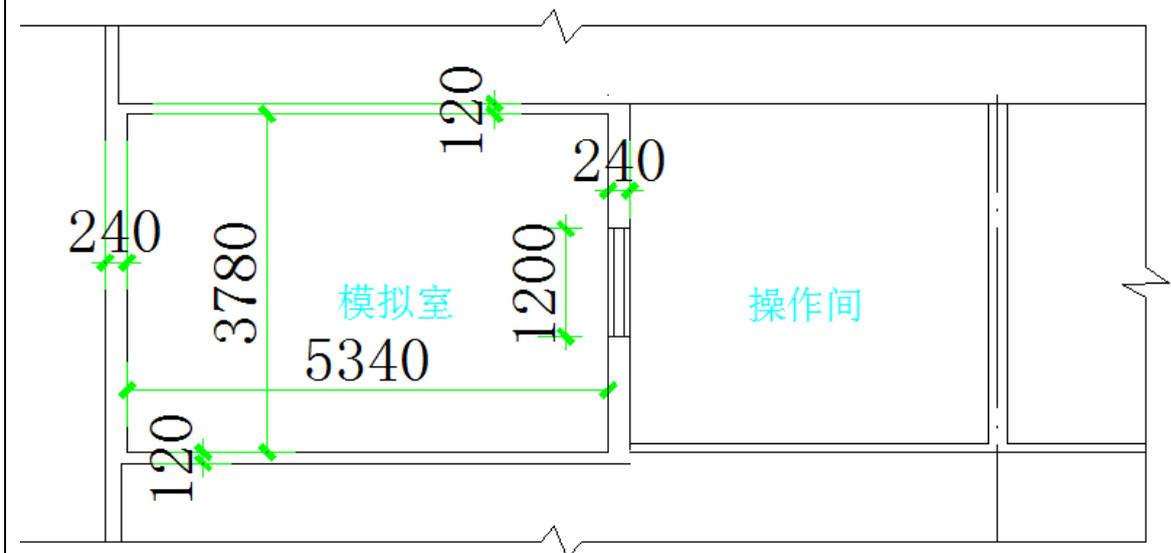


图 10-5 CT 模拟定位机剖面图 1:100

### 三、警示标志及设施

#### (1) 警示装置

- 1) 机房防护门上方设计有工作指示灯以及电离辐射警告标志及中文警示说明。
- 2) 拟购直线加速器设计了工作状态指示灯。

#### (2) 监视、对讲装置

加速器机房拟安装对讲装置和摄像装置，可在操作室内监控机房内的设备或人员活动情况。

#### (3) 加速器门机联锁装置

机房将设置门机联锁装置，以防造成辐射事故。

门机联锁——当防护门处于开启状态时，加速器不能启动；当加速器处于工作状态时，一旦防护门被强迫打开，加速器能立即切断高压电源，停止出束。

紧急停机开关——于紧急状态时终止工作。机房共设 3 个紧急停机开关，其中：在机房西墙设一个，迷道入口（南墙）处设一个，迷道内墙设一个。紧急停机开关离地 1200mm，具体位置详见图 10-2。

电源钥匙开关——控制台上装有电源钥匙开关，专用钥匙由专人保管，只有钥匙在“开”的位置，才能接通电源，启动加速器。

加速器安全联锁系统评价：上述设备的安全联锁系统需定期进行检查，由医院一个月自行检查一次，使其能保持正常工作。保持长期运行的可靠性和稳定性，方可保护操作人员的辐射安全。

#### (4) 排气通风设计

医用直线加速器机房采用“上进风，下排风”的模式，在机房东侧吊顶内设两个进风口，在机房西侧设两个排风口，排风口离地高度 200mm，详见图 10-2。机房内同时配套设置除湿机和空调。所有通风管道布设在迷道上方，采用斜向 45 度的方式穿墙，进出墙壁采用 4mm 铅板作为补充屏蔽材料。

#### (5) 穿墙电缆设计

直线加速器机房的控制电缆布设于电缆沟内，电缆沟穿墙部分采取预埋的 PVC 引导管。直线加速器电缆通过水冷机房防护墙的地下以“U”型的方式进入治疗室。机房内的全部电缆沟宽 300mm，深 305mm。机房电缆沟剖面见图 10-6，穿墙电缆沟见图 10-7。

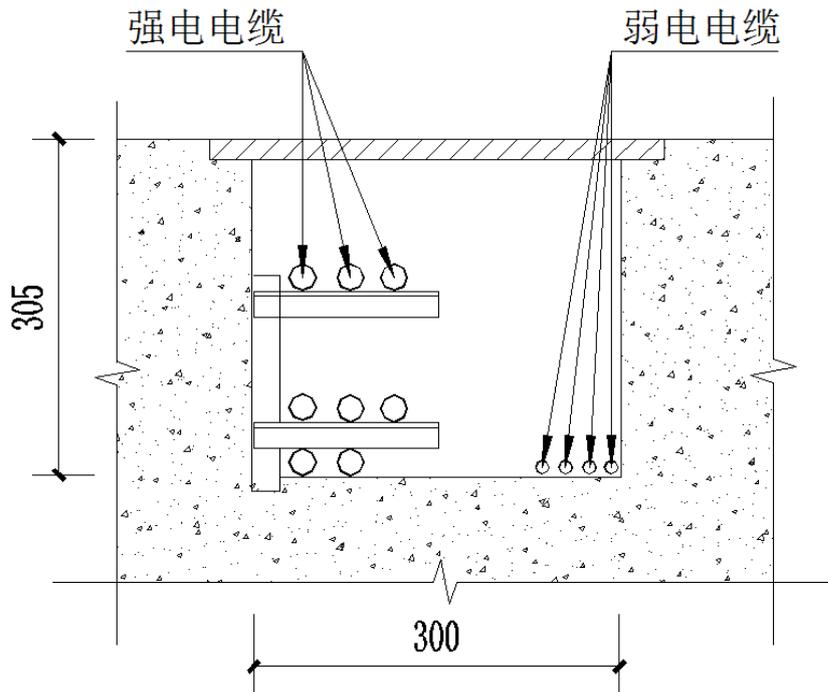


图 10-6 加速器机房电缆沟剖面图

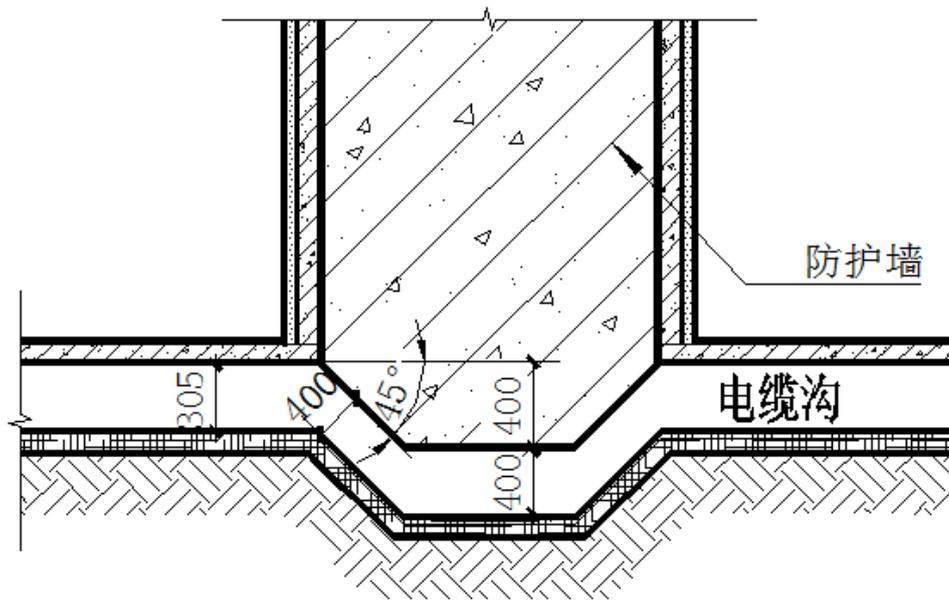


图 10-7 加速器机房穿墙电缆示意图

#### (6) 辐射防护用品

本次扩建项目新增防护用品见表 10-3。

**表 10-3 新增辐射防护用品**

防护用品名称	数量
剂量检测仪	1 台
固定式剂量报警仪	1 台
个人剂量报警仪	4 台
个人剂量计	4 个

### 三废的治理

#### 一、废水

本项目运营期不产生医疗废水和放射性废水，只产生少量生活污水，排入医院污水处理系统，经处理达标后排入市政污水管网。医用直线加速器运行需用冷却水降温，冷却水为纯水，内循环使用，不会产生感生放射性废水，加速管安装有水流量监测开关，当加速器中的大功率负载等的冷却水水量不满足要求是，加速器将自动切断高压电源，由于蒸发损耗，需要补充去离子蒸馏水时由厂家派专人补充。项目产生的废水不会对区域水体环境产生明显影响。

#### 二、固体废物

本项目会产生医疗废物和日常生活垃圾，这些垃圾进行分类收集处理，依托医院现有的医疗固废和生活垃圾处理措施统一处理。

#### 三、废气

本项目加速器运行时会产生少量臭氧和微量氮氧化物，拟采取机械排风，将废气引至放疗科楼顶，排放口朝北侧方向，排放的废气对周围高建筑内人群的影响较小。直线加速器机房体积为 201.18m<sup>3</sup>，设计换气频率为 10-12 次/h，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中不低于 4 次/小时的要求。

#### 四、噪声

本项目主要噪声是通风系统的送风机和排风机产生的噪声，送风机和排风机安装在专用机房内，噪声源强均为 70dB (A)，噪声经机房墙体隔声后（墙体隔声量可达 15-20 dB (A)，本次评价取 15 dB (A)），机房门外的噪声值约为 55 dB (A)，且本项目排风管连接处采用石棉板垫片进行减振降噪，安装的风机设备采用阻尼减振吊杆，同时所有通风设备均采用低噪声设备，风机安装消声装置，夜间不进行工作，无需考虑夜间的噪声影响。因此，本项目运行时产生的噪声经机房隔声、相关的降噪措施和距离衰减后，能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求（昼间 55 dB (A)，夜间 45 dB (A)），对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本项目施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物及设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。

1、扬尘及防治措施

主要为建设过程中土石方开挖、机械敲打、钻洞等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应做到以下几点：加强施工现场管理，进行适当的加湿处理。

2、废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托市政管网进入污水处理厂。

3、噪声及防治措施

主要来自于放疗科建设过程中的施工噪声。通过选取噪音低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对周边的影响。

4、固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。

本项目工程量小，施工期短，影响是暂时的，随着机房改造的完成，影响也将消失。通过采取相应的防治措施后，对外界的影响小。

此外，设备安装及调试过程也会产生放射性污染，因此加速器的安装应请专业人员进行，医院方不得自行安装设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在治疗室门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

**运行阶段对环境的影响：**

**一、直线加速器机房辐射屏蔽介绍和评价**

永州市第三人民医院放疗科新建两间直线加速器机房，拟安设 10MV 医用直线加速器，屏蔽设计见表 10-1，平面布置见图 10-2。屏蔽计算点见图 11-1、11-2。

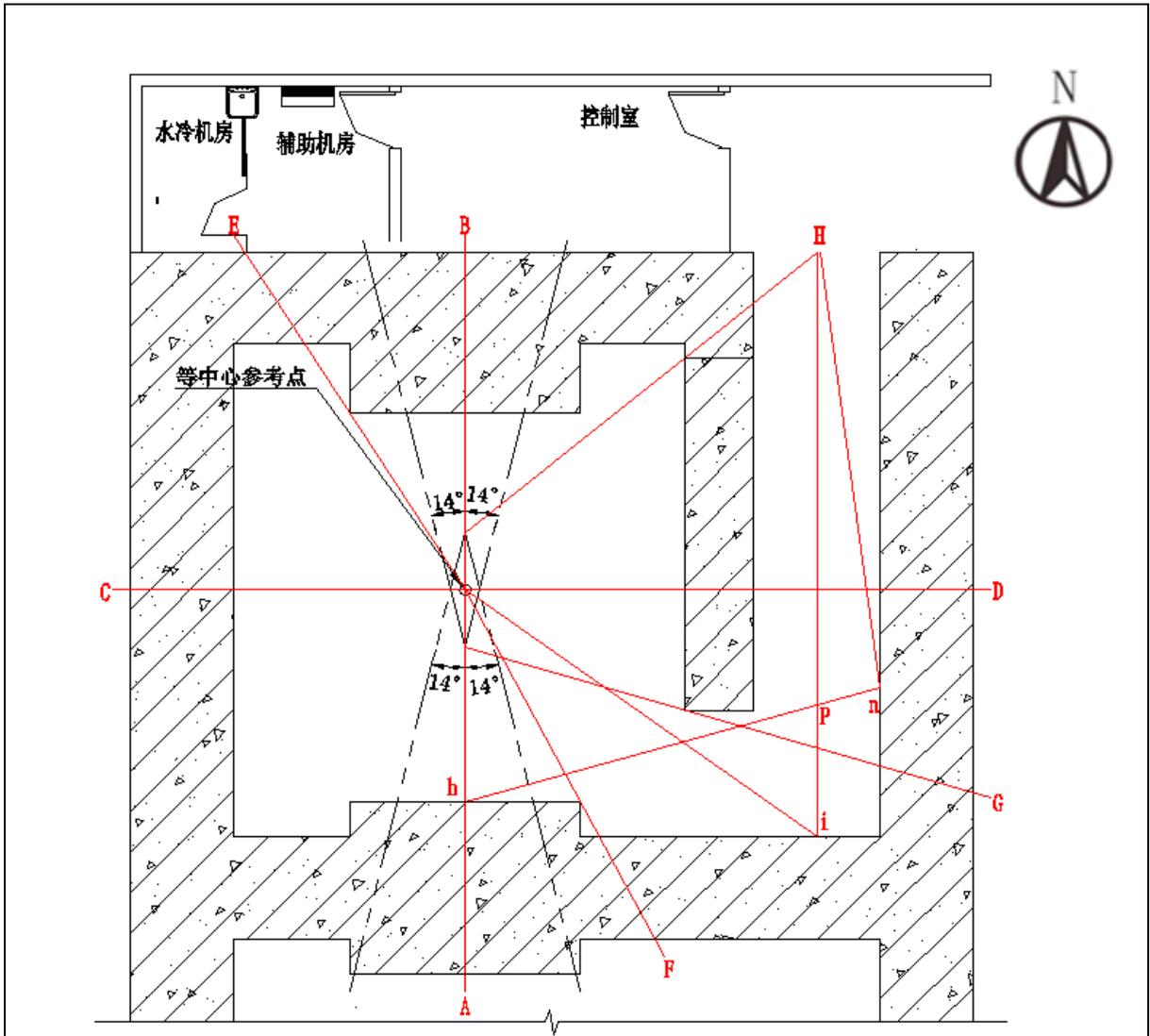


图 11-1 医用直线加速器评价点分布图

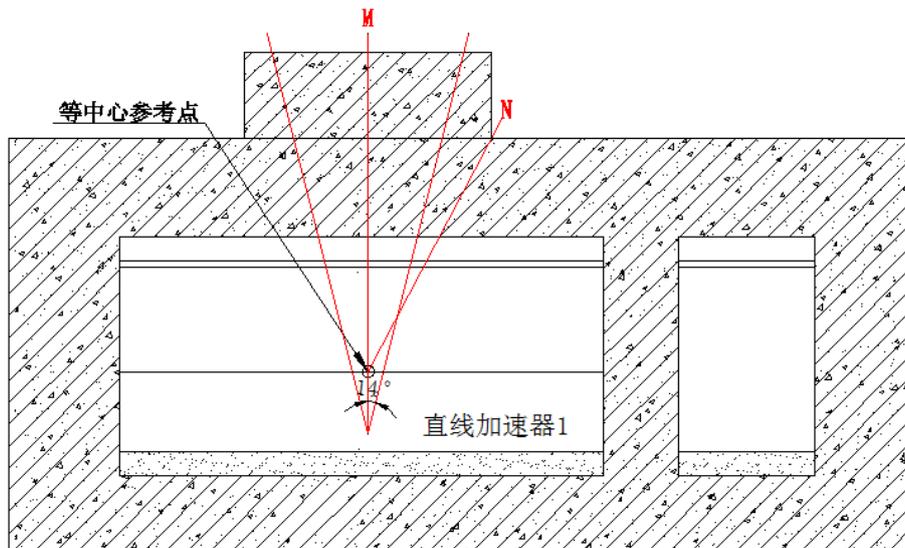


图 11-2 医用直线加速器评价点分布图

表 11-1 加速器机房关注点一览表

序号	关注区域	加速器机房 1	
		关注点	关注点描述
1	主屏蔽区	A	南主屏蔽墙外墙外 30cm
2		B	北主屏蔽墙外 30cm
3		M	顶棚主屏蔽墙外 30cm
4	次屏蔽区	E	北次屏蔽墙外 30cm
5		F	南次屏蔽墙外 30cm
6		N	顶棚次屏蔽墙外 30cm
7	侧墙区	C	西侧屏蔽墙外 30cm
8		D	东侧屏蔽墙外 30cm
9	迷路内墙	H	迷路内墙外 30cm
10	迷路外墙	G	迷路内墙外 30cm
11	机房入口	H	防护门外 30cm

(1) 计算公式

1) 有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算

$$H_1 = \frac{H_0 \times f}{R^2} \times B \dots\dots\dots (1)$$

$H_1$ ——确定的剂量率参考控制水平， $\mu$  Sv/h。

$H_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu$  Sv · m<sup>2</sup>/h，本项目为  $3.6 \times 10^8 \mu$  Sv · m<sup>2</sup>/h。

R——辐射源点至关注点的距离，m。

f——对有用束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率。

B——屏蔽透射因子。

2) 患者一次散射辐射的屏蔽与剂量估算

$$H_1 = \frac{H_0 \times \alpha_{ph} \times (F/400)}{R^2} \times B \dots\dots\dots (2)$$

$H_1$ ——确定的剂量率参考控制水平， $\mu$  Sv/h。

$H_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu$  Sv · m<sup>2</sup>/h，本项目为  $3.6 \times 10^8 \mu$  Sv · m<sup>2</sup>/h。

R——辐射源点至关注点的距离，m。

$\alpha_{ph}$ ——患者 400cm<sup>2</sup> 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm<sup>2</sup> 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<sup>2</sup>。

B——屏蔽透射因子。

3) 穿过患者或迷路内墙的有用线束在屏蔽墙上的一次散射辐射剂量

$$\dot{H} = \dot{H}_0 \cdot \frac{(F/10^4)}{R^2} \cdot a_w \cdot B_p \quad (3)$$

式中:

$\dot{H}$  —— 计算点的辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$\dot{H}_0$  —— 加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率,  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ;

$F$  —— 治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积,  $\text{cm}^2$ 。

$R$  —— 散射体中心点 (有用线束在屏蔽墙上的投影点) 与计算点的距离, m;

$a_w$  —— 散射因子;

$B_p$  —— 有用线束射入散射体 (屏蔽墙) 前的屏蔽透射因子。

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

a) 入口处的散射辐射剂量率

$$H_g = \frac{a_{ph} \times (F/400)}{R_1^2} \times \frac{a_2 \times A}{R_2^2} \times H_0 \quad (4)$$

式中:

$H_g$  —— 入口处的散射辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$a_{ph}$  —— 患者  $400\text{cm}^2$  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,  $\text{cm}^2$ ;

$a_2$  —— 砼墙入射的患者散射辐射的散射因子;

$A$  —— i 处的散射面积;  $\text{m}^2$ ;

$R_1$  —— “o-i”之间的距离, m;

$R_2$  —— “i-g”之间的距离, m;

$H_0$  —— 加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率,  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ 。

b) 入口处防护门需要的屏蔽透射因子 B 按下式计算:

$$B = \frac{\dot{H}_c - \dot{H}_{og}}{\dot{H}_g} \quad (5)$$

式中:

$H_{og}$  ——  $o_1$  位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在  $g_2$  处的剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

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

$H_g$  ——  $g_2$  处的散射辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ 。

5) 屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系

$$B = 10^{-(X+TVL-TVL_1)/TVL} \dots\dots\dots (6)$$

$X$  —— 屏蔽厚度, m。

$TVL_1$  —— 辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度, mm。

$TVL$  —— 辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度, mm。

$B$  —— 屏蔽透射因子。

6) 有效屏蔽厚度

$$X = X_e \cdot \cos\theta \quad (7)$$

式中:

$X$  —— 屏蔽物质厚度, cm;

$X_e$  —— 有效屏蔽物质厚度, cm;

7) 主屏蔽区宽度

$$Y_p = 2[(a + SAD)\tan\theta + 30] \quad (8)$$

式中:

$Y_p$  —— 机房有用束主屏蔽区的宽度, cm;

$SAD$  —— 源轴距, cm;

$\theta$  —— 治疗束的最大张角 (相对束中心的轴线);

$a$  —— 等中心点至次屏蔽墙的距离, cm。

## (2) 屏蔽核算

1) 有用线束主屏蔽墙屏蔽估算

主屏蔽区屏蔽厚度按有用线束估算, 关注点为图 11-1 中的 a、b、l、 $a_1$ 、 $b_1$ 、

$l_1$ , 采用以上公式进行估算, 估算参数和估算结果见下表:

表 11-2 主屏蔽区计算参数及结果一览表

关注点		直线加速器机房 1		
		A	B	M
计算 参数	$H_c$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	2.5	2.5
	$H_0$ ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ )	$3.6 \times 10^8$		
	R (m)	8.0	7.2	6.5
	f	1	1	1
	$\theta$ ( $^\circ$ )	0	0	0

	TVL <sub>1</sub> (cm)	41	41	41
	TVL (cm)	37	37	37
计算结果	X (cm)	239	243	246
设计厚度 (cm)		300 砵	300 砵	300 砵
是否满足		满足	满足	满足

根据计算可知，机房南、北墙和顶板主屏蔽墙屏蔽厚度可以满足防护要求。

## 2) 主屏蔽区的宽度估算

根据以上公式进行估算，估算参数和估算结果见下表：

表 11-3 主屏蔽区宽度估算参数及结果一览表

主屏蔽墙		计算参数			计算结果	设计值 (cm)	是否满足
		SAD (cm)	$\theta$ (°)	a (cm)	Y <sub>p</sub> (cm)		
加速器 机房 1	北主屏蔽墙	100	14	430	325	400	满足
	南主屏蔽墙	100	14	430	325	400	满足
	顶棚主屏蔽墙	100	14	520	370	400	满足

根据上表可知，本项目加速器机房南、北墙、顶板主屏蔽设计宽度可满足防护要求。

## 3) 与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区

根据 GBZ/T201.2-2011，次屏蔽区屏蔽厚度按有用线束水平照射或向顶照射时人体的散射辐射估算。根据 GBZ/T201.2-2011，次屏蔽区屏蔽厚度估算时， $H_c$  以  $0.5H_c$  代替，即次屏蔽区以  $1.25\mu\text{ Sv/h}$  剂量率控制。与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区关注点为图 11-1 中的中 E、F 和图 11-2 中的 N 点，次屏蔽区计算参数和计算结果见下表：

表 11-4 加速器机房次屏蔽区计算参数及结果一览表

关注点		直线加速器机房 1		
		E	F	N
计算参数	H <sub>sc</sub>	1.25	1.25	1.25
	H <sub>0</sub> ( $\mu\text{ Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ )	$3.6 \times 10^8$		
	R (s) 散射	7.4	7.3	4.6
	$\theta$ (°)	30	30	30
	$\alpha_{\text{ph}}$	$3.18 \times 10^{-3}$		
	F ( $\text{m}^2$ )	1600		
	30° 散射辐射 TVL (cm)	28		
估算结果	计算厚度 X (cm)	117	117	127
	设计厚度 (cm)	160	180	160
	是否满足	满足	满足	满足

根据上表计算可知，与主屏蔽相连的次屏蔽墙厚度设计合理，可以满足防护要求。

## 4) 侧屏蔽墙估算

侧屏蔽墙屏蔽厚度按泄漏辐射估算，关注点为图 11-1 中的 C、D 点，采用以上

公式进行估算，估算参数和估算结果见下表：

表 11-5 侧屏蔽墙计算参数及结果一览表

关注点		直线加速器机房 1	
		C	D
计算参数	$H_c$ ( $\mu$ Sv/h)	2.5	2.5
	$H_o$ ( $\mu$ Sv $\cdot$ m <sup>2</sup> /h)	$3.6 \times 10^8$	$3.6 \times 10^8$
	R (m)	7.3	10.3
	f	0.001	0.001
	$\theta$ ( $^\circ$ )	0	0
	TVL <sub>1</sub> (cm)	35	35
	TVL (cm)	31	31
估算结果	X (cm)	116	105
设计厚度 (cm)		180	160
是否满足		满足	满足

根据上表计算可知，项目侧屏蔽墙厚度设计合理，可以满足防护要求。

#### 5) 迷路内墙屏蔽估算

迷道内墙屏蔽厚度按泄漏辐射估算，采用以上公式进行估算。根据 GBZ/T201.2-2011，当迷路入口以 2.5 $\mu$ Sv/h 剂量率控制时，穿过迷路内墙在 H 处的泄漏辐射剂量率应小于其 1/4，取 0.5 $\mu$ Sv/h。辐射源点和计算点的连线与垂线夹角为 45 $^\circ$ ，当加速器入射屏蔽体的斜角大于 40 $^\circ$ 时，屏蔽体对辐射衰减中“累积因子”增大，斜角仍按 30 $^\circ$ 计算，则迷道内墙估算结果见下表：

表 11-6 迷路内墙屏蔽厚度计算参数及结果一览表

关注点		直线加速器机房 1
		H
计算参数	$H_c$ ( $\mu$ Sv/h)	0.5
	$H_o$ ( $\mu$ Sv $\cdot$ m <sup>2</sup> /h)	$3.6 \times 10^8$
	R (m)	8.9
	f	0.001
	$\theta$ ( $^\circ$ )	24
	TVL <sub>1</sub> (cm)	35
	TVL (cm)	31
估算结果	X (cm)	110
设计厚度 (cm)		120
是否满足		满足

根据上表计算结果可知，项目迷道内墙厚度设计合理，可以满足防护要求。

#### 6) 迷路外墙屏蔽估算

迷路外墙屏蔽厚度按泄漏辐射估算，关注点为图 11-1 中的 G，采用以上公式进行估算，估算参数和估算结果见下表：

表 11-7 迷路外墙计算参数及结果一览表

关注点		直线加速器机房 1
		G
计算参数	$H_c$ ( $\mu$ Sv/h)	2.5
	$H_o$ ( $\mu$ Sv $\cdot$ m <sup>2</sup> /h)	$3.6 \times 10^8$
	R (m)	9.1
	f	0.001
	$\theta$ ( $^\circ$ )	0
	TVL <sub>1</sub> (cm)	35
	TVL (cm)	31
估算结果	X (cm)	105
设计厚度 (cm)		160
是否满足		满足

根据上表计算结果可知，项目迷道外墙厚度设计合理，可以满足防护要求。

### 7) 机房入口防护门屏蔽估算

本项目机房防护门除考虑 X 射线屏蔽外，还应考虑中子屏蔽。机房防护门的屏蔽参数及计算结果详见下表。

表 11-8 防护门屏蔽厚度计算参数及结果一览表

关注点		直线加速器机房 1
		H
计算参数	$H_o$ ( $\mu$ Sv $\cdot$ m <sup>2</sup> /h)	$3.6 \times 10^8$
	$d_1$ (m)	6.4
	S (m <sup>2</sup> )	246.66
	$d_2$ (m)	7.9
	TVD(m)	3.9
	S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	7.7
	S <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> )	7.7
	TVL <sub>r</sub> (cm)	3.1
	TVL <sub>n</sub> (cm)	4.5
	$H_c$ ( $\mu$ Sv/h)	2.5
	$H_{og}$ ( $\mu$ Sv $\cdot$ m <sup>2</sup> /h)	0.5
	估算结果	X <sub>r</sub> (cm)
	X <sub>n</sub> (cm)	5.0
设计厚度		尚未设计
建议厚度		2mmFe+11mmPb +50mm 含硼 5%的聚乙烯 +11mmPb+2mmFe

通过计算，本次评价建议机房防护门屏蔽采用 2mmFe+11mmPb+50mm 含硼 5%的聚乙烯+11mmPb+2mmFe。

### 8) 加速器机房屏蔽估算小结

根据上述计算结果可知，本项目加速器机房各屏蔽墙体厚度均满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)相关要求。防护门尚未设计，环评建议采用 2mmFe+11mmPb+50mm 含硼 5%的聚乙烯+11mmPb+2mmFe 的防护门。另一间直线加

速器机房按本次评价的机房进行设计。在采用本评价推荐的防护要求后，各关注点剂量率见下表：

表 11-9 采取有效措施后各加速器机房关注点剂量率一览表

序号	关注区域	直线加速器机房 1			
		关注点	估算值 $\mu$ Sv/h	标准值 $\mu$ Sv/h	是否满足
1	主屏蔽区	A	0.07	2.5	满足
2		B	0.24	2.5	满足
3		M	0.12	2.5	满足
4	次屏蔽区	E	0.01	1.25	满足
5		F	$1.71 \times 10^{-3}$	1.25	满足
6		N	0.01	1.25	满足
7	侧墙区	C	0.02	2.5	满足
8		D	$1.0 \times 10^{-5}$	2.5	满足
9	迷路内墙	H	0.06	0.5	满足
10	迷路外墙	G	0.025	2.5	满足
11	铅门外	H	1.59	2.5	满足

(3) 加速器机房臭氧浓度估算

采用下列公示计算有用射线束所致  $O_3$  产额：

$$P_1 = 2.43 \times D_0 \times (1 - \cos \theta) \times R \times G \dots\dots\dots (9)$$

$D_0$ ——为距靶 1m 处的比释动能率，本项目为  $6Gy \cdot m^2/min$ 。

R——为靶距室壁的距离，最大距离为 4.7m；

G——为空气吸收 100eV 辐射能量产生的  $O_3$  分子数，根据文献该值取 10；

$\theta$  ——为有用束的半张角， $\theta = +14^\circ / -14^\circ$ ，计算得有用线束  $P_1 = 20.36mg/h$ 。

将漏射辐射看成为  $4\pi$  方向均匀分布的点源，并考虑加速器室墙壁的散射线使室内的  $O_3$  产额增加 10%， $O_3$  的产额  $P_2$  (mg/h) 为：

$$P_2 = 3.32 \times 10^{-3} \times D_0 \times G \times V^{1/3} \dots\dots\dots (10)$$

加速器机房容积为  $298.13m^3$ ，由公式 10 计算得泄漏辐射的  $P_2 = 1.33mg/h$ ，因此医用直线加速器  $O_3$  产生额为  $21.69mg/h$ 。

治疗室内产生的臭氧一部分由通风系统排放到室外，另一部分自然分解。辐射室空气中臭氧的平均浓度可由下式计算：

$$Q_0 = \frac{Q_0 \times T}{V} \times (1 - e^{-t/T}) \dots\dots\dots (11)$$

$Q(t)$  ——为室内 t 时刻臭氧的平均浓度， $mg/m^3$

$Q_0$ ——为臭氧的辐射化学产额， $mg/h$

V——为机房的体积， $m^3$

T——为有效清除时间，h。

如果照射时间很长 ( $t \gg T$ ) 则：

$$Q_{(t)} = \frac{Q_0 \times T}{V} \dots\dots\dots (12)$$

若以  $t_v$  表示换气一次所需要的时间 h

$t_d$  表示臭氧的有效分解时间 (取 0.83h)，则有效清除时间为：

$$T = \frac{t_v \times t_d}{t_v + t_d} \dots\dots\dots (13)$$

据建设方介绍，正常通风时治疗室的换气次数达到 7 次/h，即  $t_v=0.14$ h/次，由公式 13 计算得 T 为 0.12h。当  $t \gg T$  时，臭氧达到饱和浓度，由公式 12 计算得到正常排风时臭氧浓度为  $0.009\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足标准要求。治疗室内臭氧通过排风系统排放，经过大气的稀释和扩散作用浓度进一步降低，对周围大气环境影响十分轻微。

#### 4) 氮氧化物

在多种氮氧化物中，以  $\text{NO}_2$  为主，其产额约为  $\text{O}_3$  的一半，工作场所的限值大于  $\text{O}_3$  限值的十倍，因而氮氧化物产生和排放对周围大气环境的影响很小。

#### (4) CT 模拟定位机房简要分析

CT 模拟定位机机房面积、最小单边长度、四周墙体屏蔽厚度与标准对照详见表 11-10。由表 11-10 可知机房面积、最小单边长度、四周墙体屏蔽厚度能够满足要求，但是天花板和地板的屏蔽厚度不能满足屏蔽要求。由图 10-4 可以看出，未设计控制室，在购进 CT 模拟定位机开展放射诊断前，应增加天花板和地板的屏蔽厚度 (钡水泥厚度增加到 40mm)，使其达到标准要求，同时应考虑电缆穿墙的补偿屏蔽。

表 11-10 CT 模拟定位机机房屏蔽设计有关数据

机房名称		CT 模拟定位机机房	标准要求	是否满足要求
几何尺寸	尺寸(长×宽×高)	6320mm×5340mm×3800mm	最小单边长度 4.5m	是
	内空面积	33.75 m <sup>2</sup>	30m <sup>2</sup>	是
	机房容积	128.25 m <sup>3</sup>	/	/
地板屏蔽厚度	东墙	240mm 实心砖+25mm 钡水泥，相当于 3.88mmPb	2.5mmPb	是
	西墙	240mm 实心砖+25mm 钡水泥，相当于 3.88mmPb	2.5mmPb	是
	南墙	240mm 实心砖+25mm 钡水泥，相当于 3.88mmPb	2.5mmPb	是
	北墙	240mm 实心砖+25mm 钡水泥，相当于 3.88mmPb	2.5mmPb	是

顶板	120mm 砷+25mm 钡水泥, 相当于 1.88mmPb	2.5mmPb	否
地板	120mm 砷+25mm 钡水泥, 相当于 1.88mmPb	2.5mmPb	否
防护门	未设计, 建议按 3mm 铅板防护	2.5mmPb	/
观察窗	20mm 厚的铅玻璃, 相当于 3mmPb	2.5mmPb	/

### 三、项目运行对周围环境影响评价

#### (1) 剂量估算

剂量估算公式：按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X- $\gamma$  射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E_r} = D_r \times t \times T \times 0.7 \times 10^{-3} (\text{mSv}) \dots \dots \dots (14)$$

公式中： $H_{E-x, \gamma}$ ——X、 $\gamma$  射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

$D_r$ ——X、 $\gamma$  射线空气吸收剂量率， $\mu$  Gy/h；

$t$ ——X、 $\gamma$  射线照射时间，h/a；

T——居留因子；

0.7——剂量换算系数，Sv/Gy。

根据医院提供资料，加速器最大工作量为 2000 人次/a，平均每次照射时间约 10min，则直线加速器年照射时间为 333.3h/a。本项目人员年附加有效剂量估算结果见表 11-11。

表 11-11 人员年附加有效剂量估算结果一览表

设备	人员类别	场所	$D_r$ ( $\mu$ Gy/h)	$t$ (h/a)	T	$H_E$ (mSv/a)
直线加速器	工作人员	控制室	0.24	333.3	1	0.06
	公众	铅门外	1.59	333.3	1/8	0.05
		西侧走廊	0.025	333.3	1/5	$1.17 \times 10^{-3}$

从表 11-11 可知：放射工作人员职业照射的附加剂量最大为 0.06mSv/a，机房周边公众可能产生的附加剂量最大为 0.05mSv/a，均满足本次评价规定限值要求。

#### 事故影响分析：

工作过程中只要保证足够的屏蔽墙防护，且严格执行各种操作规范并落实各项辐射防治措施，在正常工作过程中对机房外的环境辐射影响是在允许范围之内。该评价项目主要发生的放射事故包括以下情况：

- ① 由于管理不善或安全联锁失效，在系统出束时，医生或周围公众成员误入辐

射防护区，造成不必要的照射。

② 由于加速器通风速度或通风时间不够导致加速器停机，病人或医生在臭氧浓度超标的加速器室内产生意外。

③ 直线加速器治疗时，工作人员、病人家属等在防护门关闭后尚未撤离治疗室。

为了杜绝事故发生，医院必须定期检查机房的联锁装置、视频监控系统、紧急停机开关、报警灯、通风系统及其它各项辐射防护措施，制定详细的安全管理制度和安全操作规程，并加强安全教育和培训，严格按照操作规程进行作业，确保安全。该评价项目辐射事故应急措施主要包括以下几个方面：

① 第一时间切断电源，紧急停止射线装置工作，现场人员应迅速撤至安全区域，保护现场，通知防护人员和应急小组。

② 应急小组对受照情况作出初步判断，是否构成事故等级。

③ 如果构成事故等级，按规定上报环保部门。

④ 保护现场等待环保部门到现场调查和处理。

⑤ 积极配合事故处理的有关部门对事故的原因、等级、处置办法、影响消除、应急解除、分级报告和恢复工作。

⑥ 纠正和整改。一旦有辐射事故发生，应及时处理，严格按放射事故处理规定等要求，同时上报主管部门及环保部门，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，使辐射危害控制在最小范围之内。

表 12 辐射安全管理

## 辐射安全与环境保护管理机构的设置

### 一、辐射安全领导小组

为保证建设项目建设期和运营期的辐射防护措施落实情况，医院成立了以李向斌为组长的辐射安全与环境保护管理委员会，负责全院的辐射安全管理、培训、检查、防护设施巡查等工作。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 修订）》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

从医院目前配置的辐射领导小组人员信息看，专兼职人员有一定的管理能力。本项目开展后，医院的管理人员也能满足配置要求。

### 二、辐射工作人员的配置及培训情况

永州市第三人民医院现有放射性工作人员 51 名，放射工作人员体检、个人剂量检测、培训情况见表 1-2。

项目建成后，拟增加放射工作人员 4 人，新增放射工作人员在上岗前应进行岗前体检、辐射安全培训，体检、培训合格后方可上岗。

## 辐射安全管理规章制度

为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，医院制定了以下管理制度：

- (1) 放射科辐射损伤应急处理预案
- (2) 放射防护准则
- (3) 放射诊疗和放射安全管理制度与流程
- (4) 放射防护操作制度
- (5) DSA 室管理制度

本次环评要求制定直线加速器操作规程、放疗科工作制度、放疗科岗位职责制度、放射性工作人员上岗前、在岗期间、离岗时健康体检制度，放射工作人员个人剂量检测制度、档案管理制度以及放射工作人员培训制度。医院在今后开展放射性工作时，及时更新辐射事故应急预案，并从以下几个方面加强管理：

1、医院加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止作业并报告发放辐射安全许可证的环境保护主管部门，经环境保护主管部门检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

2、在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须张贴上墙明示；所有的辐射工作场所均必须有电离辐射警示标志，机房门屏蔽门上方还必须要在工作指示灯。警告标志的张贴必须规范。

3、为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，医院应培养和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，医院应对本项目的辐射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。

4、医院应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，加以完善和补充，并确保各项制度的落实。根据环境保护管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

## 辐射监测

### 一、原有辐射监测执行情况

永州市第三人民医院对现有放射科放射性工作场所的辐射防护定期进行检测，对放射工作人员个人剂量定期检测，并定期进行健康体检，每年向湖南省环保厅递交年度评估报告。

### 二、本次辐射监测计划

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《职业性外照个人监测规范》(GBZ128-2016)等要求，须对个人剂量、诊疗设备、工作场所进行监测。该医院射线装置必须加强管理，认真做好工作场所的辐射安全防护工作，定期由具备有放射性检测资质的单位实施监测。

#### 1、个人剂量监测

医院需对放射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，个人剂量常规监测周期最长不超过3个月，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有

效剂量等内容。对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存。放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。

### 2、工作场所和周围环境监测

对机房、控制室及周围环境辐射水平每年进行一次监测，同时，设备在大修或更换关键组件时 also 需进行监测，以确保放射工作人员和公众的辐射安全。监测工作需要按照主管部门的要求，请有监测资质的单位监测。

### 3、防护性能监测

在设备初次投入使用或大修及更换关键组件时，需要委托有资质的单位进行设备防护性能检测，以保证符合有关标准的要求。在使用过程中，需要委托有资质的单位进行状态检测，检测频度为每年不少一次。

**表 12-1 监测计划要求一览表**

监测（检查）项目	具体内容	周期	备注
个人剂量	外照射剂量	三个月为一周期，一年四次	X- <u>Y</u>
工作场所辐射水平	各机房和控制室	每年委托检测 1 次，每季度自主检测一次	X- <u>Y</u>
周围环境辐射水平	各机房和控制室	每年委托检测 1 次	X- <u>Y</u>

## 辐射事故应急

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市环保局，并同时向省环保厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

医院总值班电话：0746-8413510 市公安局电话：110

市环保局电话：0746-8323354

省环境保护厅电话：0731-85698110

医院制定的应急预案过于简单，建议医院针对新增的加速器对现有的辐射事故应急预案进一步完善。同时，医院需在日常做好应急响应准备，加强医院人员的安全文化素养配置，使其树立安全意识，减少人为因素导致的意外事故的发生率，确保放射防护的可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益。

## 竣工验收环保要求

根据《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，本项目除履行环境影响审批手续外，还应落实环保验收制度。根据《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日起施行）的要求，医院应开展自主验收。验收内容见表12-2。

表 12-2 环保验收一览表

序号	类别	环保及安全管理措施	验收要求
1	场所防护	屏蔽防护设计	机房外剂量率为 2.5 $\mu$ Gy/h
2	安全防护	工作指示和警示	加速器机房防护门上方设置工作状态指示灯、电离辐射警告标识及中文说明，并且指示灯正常工作
		固定式报警仪	加速器机房安装有固定式剂量报警仪，其探头安装在防护门处，设备工作正常
		安全联锁	加速器机房设置门灯联锁、门机联锁，联锁装置有效
		紧急停机装置	机房内安装紧急停机按钮，急停按钮有效
		防护用品	1 台剂量检测仪、1 台固定式剂量报警仪、4 台个人剂量报警仪
3	管理措施	综合	制定《加速器操作规程》、《岗位职责》、《放射工作人员档案管理制度》等
		场所管理	将辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射安全防护管理，制定《操作规程》、《设备检修维护制度》
		监测管理	制定监测方案
		人员管理	制定培训计划、《放射工作人员健康体检及个人剂量监测管理制度》
		应急管理	更新辐射事故应急预案

## 从事辐射活动能力评价

依据环境保护部第 3 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，对该院从事辐射活动的能力进行评价，具体应具备的相应条件见表 12-3。

## 结论

该院设有专门的辐射安全与环境保护管理机构；制定了操作规程、岗位职责、放射防护管理规章制度、辐射事故预防措施及应急处理预案。建设单位需严格按照环境保护部第 3 号令及环境保护部第 18 号令的要求，完善和健全辐射防护制度。

在落实本报告提出的相关要求后，可以满足环境保护部第 3 号令及环境保护部第 18 号令的相关要求。

表 12-3 本项目与 3 号令、18 号令等要求的对照结果一览表

环保部第 3 号令	环保部第 18 令	本项目情况
(一) 建立管理机构		
使用 II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	/	该院已成立了辐射安全与环境保护管理委员会，由李向斌担任组长，负责全院的辐射安全和防护管理，保障医院工作人员及公众成员的健康与安全。
(二) 加强辐射安全培训和健康管理		
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。	1、使用射线装置的单位，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。 2、有健全的培训管理制度并有专职培训管理人员； 3、使用射线装置的单位，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。 4、使用射线装置的单位，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。	1、该院现有辐射工作人员 51 人，已参加辐射安全与防护培训班学习，并通过考核取得合格证书。 2、已制定《放射科辐射损伤应急处理预案》、《放射防护准则》、《放射诊疗和放射安全管理制度与流程》、《放射防护操作制度》、等相关制度。 3、该院已为全部辐射工作人员配备个人剂量计，并定期送湖南省职业病防治院进行个人剂量检测，放射工作人员定期进行职业健康检查，建立并保存个人剂量档案。
(三) 防护用品和监测设备		
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	有常用的辐射监测设备。	本项目直线加速器机房内拟安装固定式报警仪，同时拟配备剂量监测仪和个人剂量报警仪
(四) 制订规章制度		

<p>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。</p>	<p>1、使用射线装置的单位，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。</p> <p>2、使用射线装置的单位，应当加强对本单位射线装置安全和防护状况的日常检查。</p> <p>3、使用射线装置的单位，应当对本单位的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。</p>	<p>1、该院各个科室制定了相关的规章制度，包括操作规程、人员职责、防护的安全措施装置检修维护等。</p> <p>2、该医院每年委托有资质的单位对核技术应用区域及其周围环境进行辐射环境监测，并建立了监测技术档案，监测报告于每年1月31日前已上报环保主管部门。目前为止均未发现异常情况或怀疑有异常情况。</p>
<p>（五）场所安全和防护</p>		
<p>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的安全措施。</p>	<p>1、使用、贮存射线装置的场所，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。</p> <p>2、射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</p> <p>3、使用射线装置的场所，应当按照国家有关规定采取有效措施，防止运行故障，并避免故障导致次生危害。</p>	<p>本次评价要求机房顶板设宽度为400cm，厚为300cm 砼的主屏蔽，防护门按10mmPb设计，其余屏蔽按现有设计厚度可满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）。</p>
<p>（六）事故应急</p>		
<p>有完善的辐射事故应急措施。</p>		<p>制定了《放射科辐射损伤应急处理预案》，根据实际情况及时更新应急预案，增加直线加速器机房的应急预案内容。目前，医院正在更新辐射事故应急预案，放疗规章制度正在制定中。</p>

表 13 结论与要求

**结论**

1、永州市第三人民医院位于冷水滩区又一巷 21 号。医院拟新建放疗科，放疗科设直线加速器机房两间和一间 CT 模拟定位机房，其中一间加速器机房和 CT 模拟定位机房为预留，本次购进一台 10MV 直线加速器开展诊疗工作。

2、通过对项目周围环境的调查结果表明，该项目场址的环境 X- $\gamma$  辐射剂量率接近永州市的本底水平。

3、根据建设单位提供资料，永州市第三人民医院直线加速器机房四周屏蔽墙体、顶板屏蔽厚度、主屏蔽宽度可满足《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）相关要求。因防护门未设计，环评建议防护门采用 2mmFe+11mmPb+50mm 含硼 5%的聚乙烯+11mmPb+2mmFe 的防护门。预留的 CT 模拟定位机房的面积、最小单边长度、四周墙体屏蔽厚度能够满足要求，但是天花板和地板的屏蔽厚度不能满足屏蔽要求，设备投入使用前应增加天花板和地板的屏蔽厚度（钡水泥厚度增加到 40mm）。

4、通过计算，在采取设计的屏蔽防护措施后，加速器机房各关注点剂量率均能满足标准要求。

5、项目运行时对工作人员造成的最大辐射剂量为 0.06mSv/a，对周围公众所造成的最大附加辐射剂量为 0.05mSv/a，低于本报告相应的年剂量管理目标值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员和公众个人剂量限值的规定，因此，工程项目所在场址是可行的。

6、本项目使用的电子加速器属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》“鼓励类”中第六项“核能”中第 6 款“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

综上所述，永州市第三人民医院核技术利用项目实施符合相关标准中的有关规定，医院认真贯彻落实本报告表中提到的环保措施后，从环境保护、辐射防护角度考虑，该项目的开展是可行的。

**要求**

1、项目运行后，要认真贯彻执行放射性污染防治的各项要求，落实各项制度和措施，各放射性工作制度应及时上墙，明确工作岗位责任。新增放射工作人员

必须经放射防护知识培训并取得了培训合格证后方可上岗，并应按照《放射工作人员职业健康管理办法》的规定，完善个人剂量监测和职业健康监护的内容。

2、在机房建设过程中，混凝土浇筑要一次性完成。

3、定期开展辐射防护教育。

4、预留的加速器机房投入使用时，购置的直线加速器最大 X 射线能量不能超过本次购置的直线加速器的 X 射线能量。

5、增加模拟定位机房天花板、地板的屏蔽厚度使其满足屏蔽要求。

6、医院在取得本次环评报告批复文件后，按要求进行机房建设，机房满足使用要求后，向省环保厅申请变更《辐射安全许可证》，并在每年的 1 月 31 日前提交年度评估报告。

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