

编号：ZFHK-FB18220086

核技术利用建设项目
新昌县人民医院
扩建1台电子直线加速器建设项目
环境影响报告表
(报批稿)

新昌县人民医院

2018年12月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

新昌县人民医院

扩建1台电子直线加速器建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：新昌县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：吕银祥

通讯地址：新昌县南明街道鼓山中路 117 号

邮政编码：311600

联系人：陈立群

电子邮箱：406554925@qq.com

联系电话：15325526120

项目名称：新昌县人民医院扩建 1 台电子直线加速器建设项目

评价单位（盖章）：中辐环境科技有限公司

法人代表（签章）：姚丹丹

环评项目负责人：李昭龙

编制人员情况				
姓名	职称	证书编号	负责章节	签名
任 卫	工程师	00014142	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	
李昭龙	工程师	00017214	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	

环评项目负责人职业资格证书（复印件）



环评项目负责人职业资格登记/注册证书（复印件）

姓名	登记单位	登记证号	职业资格证书号	登记类别	登记有效起始日期	登记有效终止日期
李昭龙	中辐环境科技有限公司	B205600311	00017214	核工业	2016-09-14	2019-09-14

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	6
表 4 射线装置	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 6 评价依据	9
表 7 保护目标与评价标准	11
表 8 环境质量和辐射现状	15
表 9 项目工程分析与源项	18
表 10 辐射安全与防护	22
表 11 环境影响分析	30
表 12 辐射安全管理	51
表 13 结论与建议	57
表 14 审批	60

附图

- 附图 1 项目地理位置示意图
- 附图 2 项目周边环境概况图
- 附图 3 项目四周环境现场照片
- 附图 4 直线加速器机房上层对应环境平面布置图
- 附图 5 电子直线加速器机房两区划分图

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 辐射安全许可证
- 附件 3 原有项目环评批复文件
- 附件 4 原有项目环保验收意见
- 附件 5 辐射环境现状监测报告
- 附件 6 个人剂量监测结果统计
- 附件 7 辐射安全与防护培训情况统计
- 附件 8 专家意见
- 附件 9 修改说明

附表

- 建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新昌县人民医院扩建 1 台电子直线加速器建设项目			
建设单位		新昌县人民医院			
法人代表	吕银祥	联系人	陈立群	联系电话	15325526120
注册地址		新昌县南明街道鼓山中路 117 号			
项目建设地点		新昌县南明街道鼓山中路 117 号院区内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	2000	项目环保投资 (万元)	100	投资比例(环保 投资/总投资)	5%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	/
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input 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 type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	<p>1.1 项目概述</p> <p>1.1.1 建设单位简介</p> <p>新昌县人民医院为三级乙等综合性医院，温州医科大学附属新昌医院。医院创建于 1950 年，是省内首批空中急救联盟成员单位，是温州医科大学、绍兴文理学院等高等院校教学医院，县急救中心、放射、临床检验、病理、护理、感染管理、病历书写、麻醉等质控中心设于该院。医院在香港艾力彼医院调查中心发布的“中国县级医院竞争力百强”排行榜中，连续七年位列前 50 强，2017 年位列第 36 名，肿瘤、重症医学、泌尿三个科室进入 2016 年中国县级医院专科前 20 强。</p> <p>1.1.2 项目建设目的和任务由来</p> <p>随着医疗器械技术的发展进步及医院发展的需要，为更好的为医学诊疗提供支持，</p>				

满足不断增长的就诊需求，医院拟在院区内拟建综合大楼内设 1 台电子直线加速器。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 3 号，2017 年修正），项目建设单位在重新申请《辐射安全许可证》前，应组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报环境保护主管部门审批。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年第 66 号），该设备属于粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器的分类范围，应为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 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》（生态环境部令第 1 号），本项目属于“五十、核与辐射”中“191、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

为此，新昌县人民医院委托中辐环境科技有限公司（国环评乙字第 2056 号）开展“新昌县人民医院扩建 1 台电子直线加速器建设项目”的辐射环境影响评价。在接受委托后，我单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，按照《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）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

本项目拟配置的一台电子直线加速器最大 X 射线能量为 15MV，本报告仅评价 10MV 和 15MV 两个档位。在 15MV 条件下，距靶 1m 处的束辐射剂量率为 $6.0 \times 10^8 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ，在 10MV 条件下，距靶 1m 处的束辐射剂量率为 $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ，属于 II 类射线装置。

本项目拟建电子加速器机房位于拟建综合大楼地下二层北侧，主要建设内容包括直线加速器机房、控制室、制膜嵌膜室及设备辅助用房，拟在机房内配置 1 台医用电子直线加速器。

拟建加速器机房所在综合大楼已取得环评批复，批复文件号为：新环建字[2017]83 号，该大楼地上共 10 层，地下共 2 层。综合大楼土建工程的环境影响分析见《新昌县人民医院提升工程一期综合大楼建设项目环境影响报告书》。

本报告表仅对本项目拟新增的 1 台医用电子直线加速器的辐射环境影响及机房辐射防护进行分析及评价。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

本项目开展辐射活动的场所位于医院院区内拟建综合大楼，医院地址位于新昌县南明街道鼓山中路 117 号。地理位置见附图 1。

1.2.2 项目周边环境关系

医院东侧紧邻西镇路，隔路为居民住宅区，医院东侧距居民住宅区约 14m；南侧紧邻人民西路，隔路部分为牛头岭，部分为居民住宅区，南侧距牛头岭约 26m，距居民住宅区约 28m；西侧为临路商铺，距临路商铺约 3m；北侧紧邻鼓山中路，隔路为居民住宅区，北侧距居民住宅区约 21m。

本项目拟建电子加速器机房位于拟建综合大楼地下二层北侧，空间占据地下一层和地下二层，加速器机房上方为绿化用地、内部道路以及消防登高用地。拟建综合大楼北侧距门诊大楼约 6m；南侧距综合商住楼约 67m；西侧自北向南依次为 5 号楼（十七病区）、7 号楼（后勤大楼）、9 号楼（内科住院楼）、10 号楼（健康管理中心），距 5 号楼（十七病区）约 32m、距 7 号楼（后勤大楼）约 20m、距 9 号楼（内科住院楼）约 22m、距 10 号楼（健康管理中心）约 36m；东侧距 8 号楼（特需病房）约 34m。

本项目周围环境见附图 2 及附图 3。

1.2.3 选址合理性分析

本项目位于院区内拟建综合大楼，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。本项目辐射工作场所周围 50m 范围内均无居民、学校等环境敏感目标，因此，项目选址合理。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

本项目医院现有核技术利用活动已取得《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证[D0058]，许可种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2022 年 9 月 26 日，见附件 2。医院现有核技术利用项目的环评、许可和验收等情况见表 1-1、1-2，原有项目环评批复及环保验收意见见附件 3、附件 4。

表 1-1 现有非密封放射性物质

序号	名称	场所等级	年最大用量 (Bq)	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况
1	I-125	乙级	1.11×10^{11}	使用	浙环辐 [2014]12 号	国环辐证 [D0058]	浙环辐验 [2017]70 号

表 1-2 现有射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况	
1	CT	Brilliance	Ⅲ类	使用	绍市环审[2015]8号	国 环 辐 证 [D0058]	浙环辐验 [2017]3号	
2	CT	GE lightspeed	Ⅲ类	使用				
3	DR	DR-VS	Ⅲ类	使用				
4	胃肠机	HF51-3C	Ⅲ类	使用				
5	乳腺钼靶机	PLAT SE	Ⅲ类	使用				
6	X线摄影机	KXO-15R	Ⅲ类	使用				
7	X线摄影机	VR630	Ⅲ类	使用	绍市环审[2015]8号		/	
8	床边X线机	Polymobil Ipus	Ⅲ类	使用				
9	床边X线机	AR30	Ⅲ类	使用	已报废			
10	C臂机	意大利	Ⅲ类	使用	备案号： 201833062400000113			备案项目 无需验收
11	C臂机	Compact L	Ⅲ类	使用	绍市环审[2015]8号		浙环辐验 [2017]3号	
12	DSA	FD20	Ⅱ类	使用				
13	DSA	OEC9800	Ⅱ类	使用				
14	牙科全景机	ORTHPH OS XG 3D CEPH	Ⅲ类	使用				
15	X线摄影机	VR630	Ⅲ类	使用				
16	X线摄影机	HM-32	Ⅲ类	使用	备案号： 201833062400000113		备案项目 无需验收	
17	牙片机	HELIODE NT PLUS D3507	Ⅲ类	放射诊断				
18	螺旋CT机	Aquilion TSX-101A	Ⅲ类	放射诊断	备案号： 201733062400000220			
19	车载DR	ORICH	Ⅲ类	放射诊断				

特殊说明：上表 1-2 中的第 2 项型号为 GE lightspeed 的 CT 机报废，在原有机房换置一台型号为 GE Optima CT 540 螺旋 CT 机；第 6 项型号为 KXO-15R 的 X 线摄影机拟进行淘汰，在原有机房换置一台型号为 EXA-3000 骨密度仪；第 10 项型号为意大利

的 C 臂机换置型号为 BvEndura 的 C 臂机；上述 3 台设备均已进行网上备案，备案号：201833062400000113。设备变更情况统计，详见表 1-3。

上述 3 台设备尚未更新到辐射安全许可证。医院拟在本次电子直线加速器项目申请辐安证的同时，将此这三台设备更新至辐射安全许可证中。

表 1-3 现有射线装置变更情况统计表

辐安证对应的序号	装置名称	辐安证上规格型号	场所	变更后的装置名称	变更后的规格型号
2	CT	GE lightspeed	放射科 CT 2 室	螺旋 CT 机	GE Optima CT 540
6	X 线摄影机	KXO-15R	放射科 5 室	骨密度仪	EXA-3000
10	C 臂机	意大利	手术室	C 臂机	BvEndura

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	装置名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	活动种类	距靶 1m 处的主束辐射剂量率 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	用途	工作场所	备注
1	医用电子直线加速器	II	1	未定	电子	X 射线: 15 MV 电子束: 22MeV	使用	15MV 时为 $6.0\times 10^8\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ 10MV 时为 $1.44\times 10^9\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	放射治疗	综合大楼地下二层直线加速器机房	/
	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	装置名称	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 (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	
	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
放射性固废	固态	报废的离子交换树脂和废靶	/	/	/	/	由厂家回收或送交浙江省放射源废物库处置。	
废气	气态	臭氧 (O ₃)、氮氧化物	/	少量	少量	/	通风换气次数不小于 4 次/h	排放至大气外环境中
		感生放射性废气	/	少量	少量	/	通风换气次数不小于 4 次/h	排放至大气外环境中

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

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

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第 9 号, 2014 年), 自 2015 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第 48 号, 2016 年), 自 2016 年 9 月 1 日起施行;</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第 6 号, 2003 年), 自 2003 年 10 月 1 日起实施;</p> <p>(4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号, 2005 年), 2005 年 12 月 1 日起施行, 2014 年 7 月 29 日部分修改;</p> <p>(5)《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年);</p> <p>(6)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号, 2011 年), 自 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部令第 3 号), 2017 年修订, 2017 年 12 月 20 日;</p> <p>(8)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令第 44 号), 2017 年 9 月 1 日起施行;</p> <p>(9)《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》(生态环境部令 部令第 1 号, 2018 年 4 月 28 日起施行);</p> <p>(10)《关于发布射线装置分类办法的公告》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年第 66 号), 2017 年 12 月 5 日起施行;</p> <p>(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》(国家环保总局, 环发[2006]145 号);</p> <p>(12)《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2018 年省政府令第 364 号修订, 2018 年 3 月 1 日实施);</p> <p>(13)《浙江省辐射环境管理办法》(省政府令第 289 号, 2012 年 2 月 1 日起实施);</p> <p>(14)《浙江省环境保护厅关于发布〈省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单 (2015 年本)〉及〈设区市环境保护主管部门负</p>
------------------	---

	<p>责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）>的通知》（浙环发[2015]38 号）。</p>
技 术 标 准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）；</p> <p>(6) 《医疗照射防护基本要求》（GB179-2006）；</p> <p>(7) 《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）；</p> <p>(8) 《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）；</p> <p>(9) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）；</p> <p>(10) 《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）。</p>
其 他	<p>(1) 《辐射防护导论》，方杰主编；</p> <p>(2) 《简明放射性同位素应用手册》，卢玉楷主编；</p> <p>(3) 《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强主编；</p> <p>(4) 《辐射防护技术与管理（电离辐射防护技术与管理）》，张丹枫、赵兰才；</p> <p>(5) 医院提供的其它与本项目有关的技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目主要辐射工作场所为 1 台 II 类射线装置的电子直线加速器机房，根据《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》（HJ/T10.1-2016）的规定，结合本项目特点，确定本项目评价范围为：电子直线加速器机房实体墙外 50m 的区域，见附图 2。

7.2 保护目标

根据项目周边环境调查分析，本项目评价范围内主要为医院内部所属区域，无居民学校、自然保护区、文物保护单位、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点。

根据本项目周边环境情况调查，评价范围内主要建筑物为拟建综合大楼、5 号楼（十七病区）、7 号楼（后勤大楼）、9 号楼（内科住院楼）、10 号楼（健康管理中心），该范围内主要保护目标是职业人员（从事本项目的辐射工作人员）和公众（其他医患、流动人群等），其中加速器机房北侧为岩土层，加速器机房所在楼层无下一层、人员不可到达，本项目环境保护目标具体情况见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标信息

工作场所	方位	最近距离	场所类型	保护目标	规模	年有效剂量管理约束值
电子直线加速器机房	南	墙外相邻	控制室	职业	2 人	5mSv/a
	东	墙外相邻	库房、循环水泵间、配电小间	公众	流动	0.25mSv/a
	西	墙外相邻	候诊区、库房及辅助机房	公众	流动	
	地上一层	顶棚相邻	绿化用地、内部道路、消防登高用地	公众	流动	

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)

1) 防护与安全的最优化

4.3.3.1 款 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人

剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

2) 剂量限值

(1) 职业照射

4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制, 以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外, 由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B (标准的附录 B) 中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1.1 款 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制, 使之不超过下述限值:

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;

d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv;

e) 其中, 对于年龄为 16 到 18 岁徒工或学生年有效剂量, 6mSv。

(2) 公众照射

B1.2.1 款 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:

a) 年有效剂量, 1mSv;

本次环评管理目标值: 医院根据放射诊疗设备工作的特点, 充分考虑了防护最优化, 确定放射工作人员年剂量管理目标值对放射工作人员取 5mSv/a (年平均有效剂量限值的 1/4), 公众成员取为 0.25mSv/a (年平均有效剂量限值的 1/4)。

(2) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011)

本标准规定了医用电子加速器(以下简称加速器)用于临床治疗时的放射防护要求, 包括基本要求、加速器的放射防护性能要求、治疗室防护和安全操作要求、质量控制要求及其检测方法。

本标准适用于标称能量在 50MeV 以下的医用直线加速器的生产和使用。

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/T201.1 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。

6.1.5 X 射线能量超过 10MV 的加速器，屏蔽设计应考虑中子辐射防护。

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）应安装醒目的辐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) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部份：一般原则》(GBZ/T 201.1—2007)；

居留因子参照《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) 附录 A 中表 A.1 选取。

表 A.1 不同场所居留因子

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	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
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室房门； 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室； 1/40: 仅有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。

(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/T 201.2—2011)；

4.2 剂量控制要求

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

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子,可以依照附录 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: $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目拟建电子加速器机房位于拟建综合大楼地下二层北侧，医院位于新昌县南明街道鼓山中路 117 号，地理位置见附图 1，本项目开展辐射活动的场所位于医院区内拟建综合大楼，项目周围环境见附图 2 及附图 3。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价对象

辐射工作场所辐射环境本底。

8.2.2 监测因子

γ 空气吸收剂量率

8.2.3 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）有关布点原则进行布点，在直加机房拟建场所四周及中心进行布点，并在拟建综合大楼四周及中心进行布点，共计 10 个点位监测点位图见图 8-1。

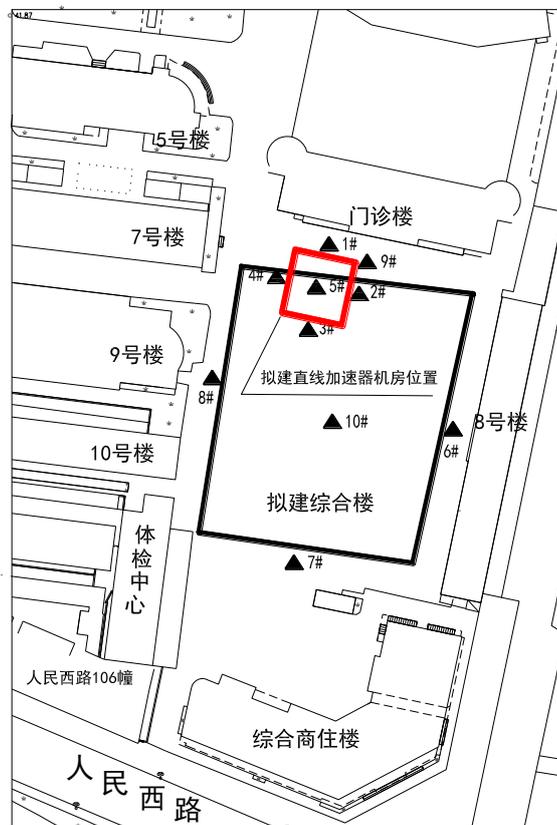


图 8-1 辐射环境本底监测点位图

8.3 监测方案和结果、质量保证措施

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2018年7月3日
- (3) 监测方式
 γ 辐射剂量率：距离地面 1m 处进行现场监测
- (4) 监测依据：
《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T 14583-93
《辐射环境监测技术规范》HJ/T 61-2001
- (5) 监测频次：依据 GB/T14583-93 标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：28℃；相对湿度：81%。
- (8) 监测设备：XH-2020 型环境级 X- γ 剂量仪。

表 8-1 X、 γ 辐射剂量检测仪

仪器型号	XH-2020 型环境级 X- γ 剂量仪
生产厂家	西安西核彩桥实业科技有限公司
仪器编号	05032997
能量范围	45KeV~3MeV ($\pm 30\%$)
量程	0.001~1000 μ Sv/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定证书	2017H21-10-1079248002
检定有效期	2018年1月26日~2019年1月25日

8.3.2 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗；
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验；
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果详见表 8-2。

表 8-2 项目拟建场址及周围辐射环境现状监测布点及结果一览表

监测点编号	监测点位描述	辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
1#	拟建直线加速器机房北侧	0.060	室外道路
2#	拟建直线加速器机房东侧	0.067	室外道路
3#	拟建直线加速器机房南侧	0.070	室外道路
4#	拟建直线加速器机房西侧	0.068	室外道路
5#	拟建直线加速器机房中心	0.069	室外道路
6#	拟建综合楼东侧	0.072	室外道路
7#	拟建综合楼南侧	0.080	室外道路
8#	拟建综合楼西侧	0.071	室外道路
9#	拟建综合楼北侧	0.059	室外道路
10#	拟建综合楼中心	0.074	室外道路

注：每个监测点位测三次，监测结果取最大值。

8.4 环境现状调查结果的评价

由表 8-2 的监测结果可知：拟建场地室外环境的 γ 辐射空气吸收剂量率本底值在 0.059~0.080 $\mu\text{Gy/h}$ 间，根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，绍兴市室外道路 γ 辐射剂量率在 0.051~0.154 $\mu\text{Gy/h}$ 之间，可见处于绍兴市天然辐射水平范围内，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 项目组成

电子直线加速器用房主要由加速器机房、控制室组成。加速器机房由防护墙、迷路和防护门组成。

9.1.2 设备参数

根据医院提供的资料，医用电子加速器的主要参数见表 9-1。

表 9-1 医用电子加速器的主要参数表

参数名称	参数值
能量	X 射线能量: $\leq 15\text{MV}$ 电子束: 22MeV
X 射线泄漏率	$\leq 0.1\%$
源轴距 SAD	1m
距靶 1m 处剂量率	X 射线最大剂量率: $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}$
最大照射野大小	40cm \times 40cm
机架旋转角度	$\pm 180^\circ$
靶点离地面高度	1.4m
治疗束最大张角	28°

9.1.3 工作原理及流程

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、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，最后到达患者病灶实现治疗目的。电子直线加速器结构示意图见 9-1，典型电子直线加速器内部结构见图 9-2。电子直线加速器的作业流程及产污环节示意图 9-3 (a) 和图 9-3 (b)。

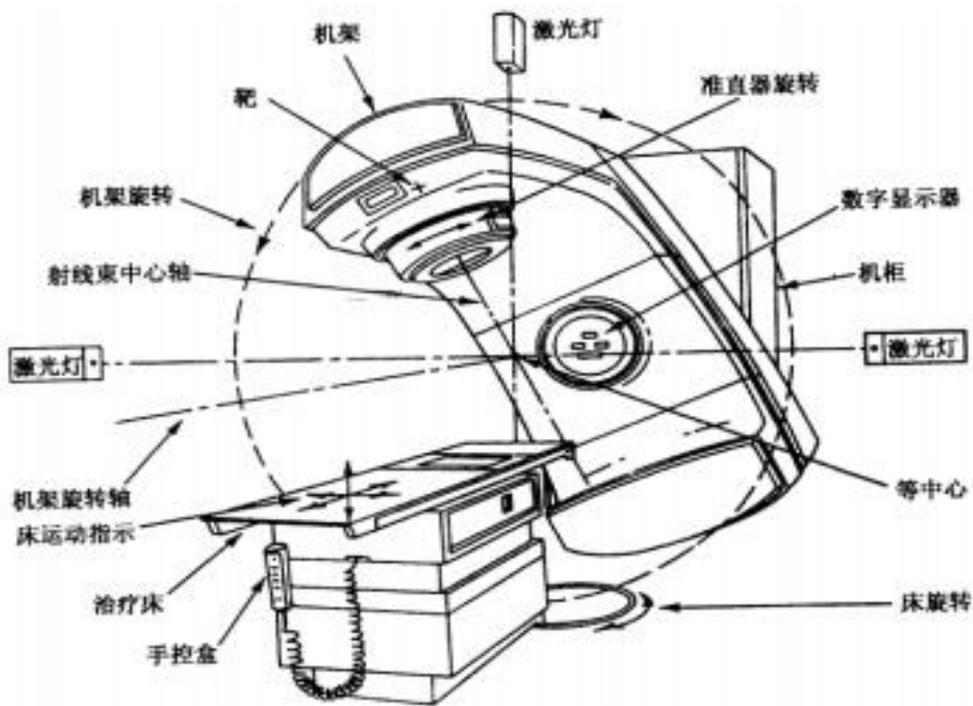


图 9-1 电子直线加速器结构示意图

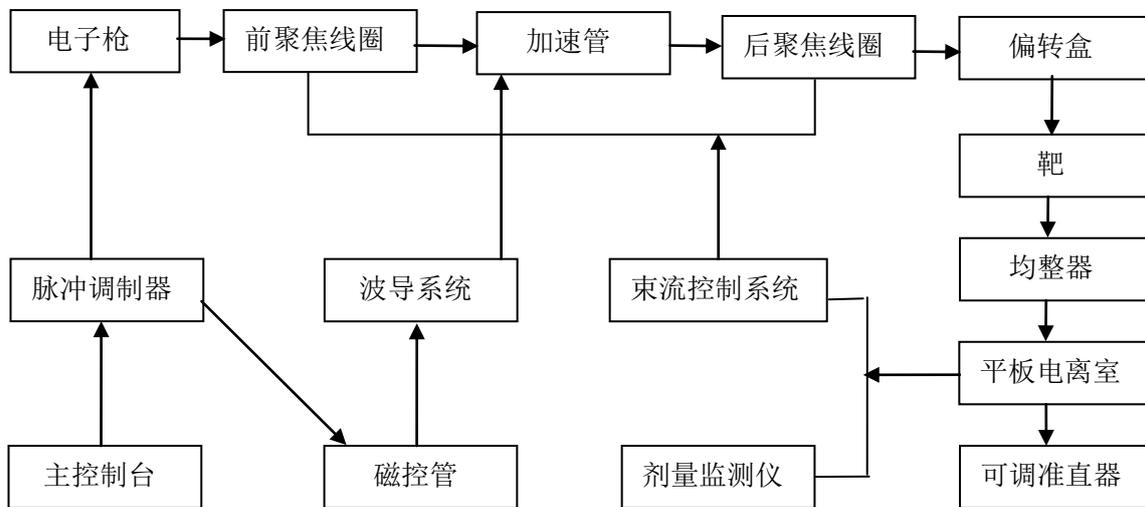


图 9-2 典型电子直线加速器原理方框图

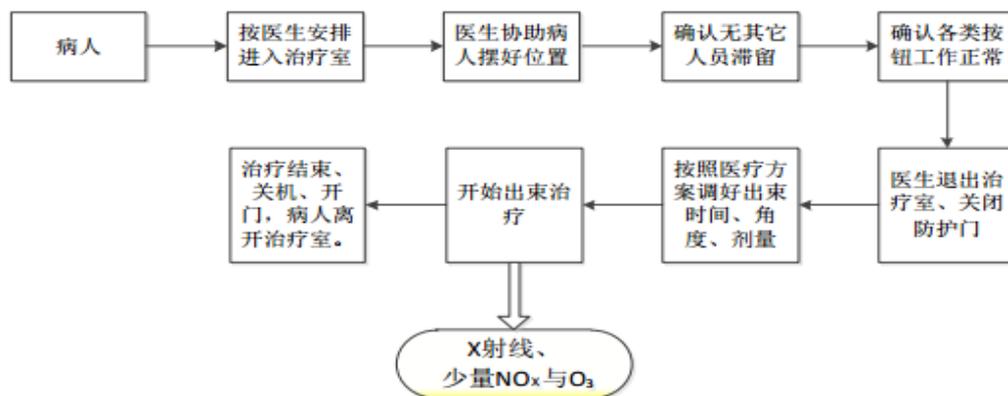


图 9-3 (a) 电子直线加速器 ($\leq 10\text{MV}$) 的作业流程及产污环节示意图

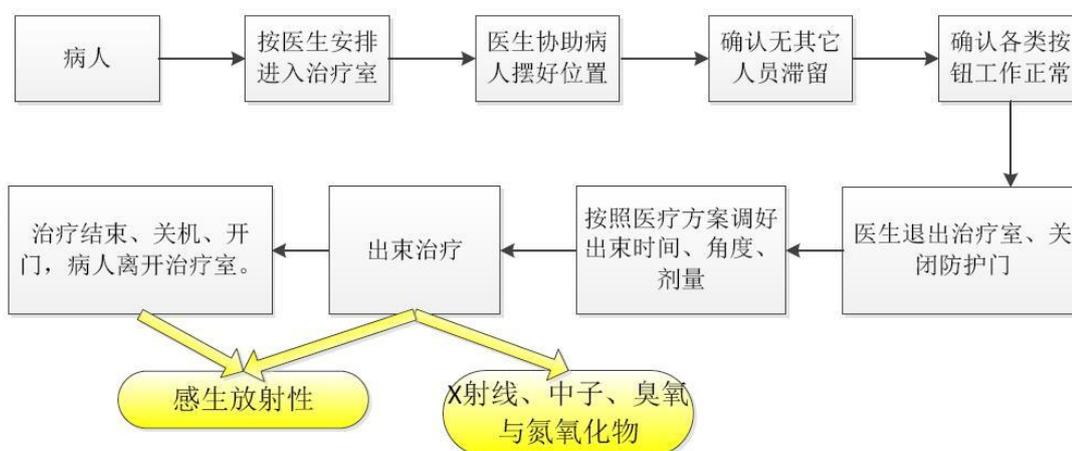


图 9-3 (b) 电子直线加速器 ($> 10\text{MV}$) 的作业流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

(1) X 射线外照射

加速器以 X 射线模式运行时，从加速器电子枪里发出来的电子束，在加速管内经加速电压加速，轰击到钨金靶上，产生 X 射线。发射出来的 X 射线主要用于治疗，治疗剂量与剂量率的大小、加速器电子能量、受照射的靶体材料、电子束流强度、电子入射方向、考察点到源的距离等因素有关。

本项目拟建的加速器 X 射线能量分为 10MV 和 15MV 两档，由于 X 射线的贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境辐射造成辐射污染。

(2) 电子束

当加速器按电子束模式运行时，从电子枪里发出来的电子束经加速管加速后直接从加速管引出用于治疗病人。产生的电子属初级辐射，贯穿物质时受物质库仑场的影响，贯穿深度有限。

加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在加速器电子束治疗时间时，电子线对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗。

(3) 有害气体

在加速器开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧和氮氧化物，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，对有害气体的防护主要通过通风换气进行。通风次数应达到不小于每小时 4 次，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）的要求。

(4) 放射性固体废物

加速器应用去离子水对加速管等部件进行水冷却，水循环中使用离子交换树脂，用于吸附因冷却水受到加速粒子的轰击而产生的放射性粒子，长期作用后，交换树脂要进行更换，这些更换下来报废的离子交换树脂含有放射性核素。

废靶件是加速器所产生的主要固体废物，它不但有短半衰期放射性核素，更多的是长半衰期的核素，因而应妥善处理，应保存在具有屏蔽的贮存区域或贮存容器内。对报废的离子交换树脂和废靶应进行辐射监测，如超出豁免水平，则需按照放射性废物处理。

(5) 中子

医用电子直线加速器在运行过程中产生的高能 X 射线与周围物质相互作用时，有可能产生中子。根据 GBZ/T201.2-2011 附录 C，加速器治疗机头外的杂散中子成为直接光中子，来源于大于 10MeV 的光子与加速器的靶、准直器、均整器及电子束和光子束通道上的其他物质互相作用发生光核反应所产生的中子。直接光中子平均能量不超过 1MeV。直接光中子与加速器墙体作用发生弹性散射和非弹性散射，散射中子的能量为 0.24MeV。直接光中子和散射中子的平均能量约为 0.34MeV。

(6) 感生放射性物质

当加速器处于电子束模式且能量在 10MeV 以上时，会产生光核反应，从而产生感生放射性。它主要包括两个方面：①加速器结构材料等的感生放射性；②气态感生放射性核素。感生放射性核素是不稳定的，需要经过 β 衰变或 γ 衰变才能变成稳定核素，伴随衰变过程中产生 β 射线和 γ 射线。

综上，拟新增电子直线加速器的评价因子主要为 X 射线、中子、感生放射性废气等。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

本项目拟建的加速器机房位于医院新建综合大楼地下二层的北部位置，机房平面布局见附图 4。本次环评辐射工作场所位置及四周布局见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所位置及四周布局一览表

辐射场所	方位	周边房间及场所
电子直线加速器 机房	东侧	库房、循环水泵间、配电小间
	南侧	控制室、制膜嵌膜室
	西侧	候诊区、库房及辅助机房
	北侧	综合大楼地下二层北侧边界岩土层
	楼上	绿化用地、内部道路、消防登高用地

电子直线加速器用房主要由加速器机房、控制室组成。加速器机房由治疗室和迷路组成。本项目加速器机房与控制室分离，机房的治疗室内净面积约为 73.4m²；治疗室南侧为迷路，迷路口设有防护门；有用线束不向迷路照射，仅向东墙、西墙、地面及房顶照射。加速器机房布局符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定，及《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)中“新建治疗室不应小于 45m²”、“治疗室入口处必须设置防护门和迷路”等规定，布局基本合理。

10.1.2 分区原则和区域划分情况

10.1.2.1 分区原则

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)的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

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（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标

记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

10.1.2.2 控制区和监督区划分情况

①区划划分

本项目将电子直线加速器机房（治疗室）作为辐射防护控制区，在治疗室入口处设置电离辐射警告标志及中文警示说明等；将控制室、制膜嵌膜室、辅助机房、库房、配电小间、循环水泵间和防护门外一米内作为辐射防护监督区，任何无关人员不得进入。本项目电子直线加速器用房辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

项目两区划分情况见附图 4。

②环评要求

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，项目建设单位应做到：

A、控制区防护手段与安全措施

a、控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志（图 10-1）；

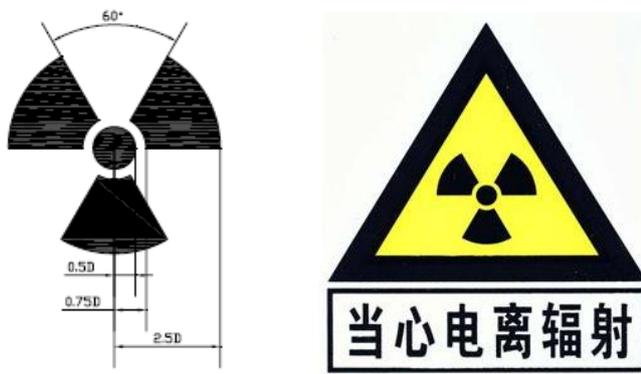


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

b、制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

c、运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

d、在库房备有个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜；

e、定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

B、监督区防护手段与安全措施

a、以黄线警示监督区的边界；

b、在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

c、定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

10.1.3 辐射安全防护及环保设施

10.1.3.1 辐射工作场所屏蔽设计

本项目电子直线加速器机房辐射防护屏蔽设计参数表见表 10-2。

表 10-2 电子直线加速器机房辐射防护屏蔽设计参数表

场所名称	分类		屏蔽厚度	屏蔽长度
电子直线 加速器机 房	东墙	主屏蔽	3000mm	4400mm
		次屏蔽	1700mm	3600mm
	西墙	主屏蔽	3000mm	4400mm
		次屏蔽	1700mm	3600mm
	北墙		1600mm	10600mm
	南墙	迷路内墙	1000-1700mm	8100mm
		迷路外墙	900-1600mm	11400mm
	顶盖	主屏蔽	3000mm	4400mm
		次屏蔽	1700mm	3600mm
	地坪		土层	
	防护门		15mm 铅板+100mm 含硼 5%的聚乙烯材料	
	机房净高		5270mm	
	迷路	迷路宽度	2400mm	
		内入口宽度	2500mm	
外入口宽度		1600mm（门洞）		
注：应使用密度不小于 2.35t/m ³ 的混凝土。				

10.1.2 辐射安全设施

(1) 辐射安全防护措施

为保障电子加速器安全运行，避免在加速器治疗期间人员误留或误入治疗机房内而发生误照射事故，加速器治疗机房拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

①钥匙开关联锁：操作台有操纵钥匙开关，只有当钥匙开关插入钥匙孔打开锁定，加速器各项功能才能启动。

②辐照启动与辐照参数预选数联锁：控制台设有辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、吸收剂量率、治疗方式、楔形过滤器类型及规格等辐射参数显示标识，只有当各项参数给出预选值显示，辐照才能启动，否则辐射不得启动。

③计时器与辐射联锁：控制台配置有时间显示的辐照控制计时器，并独立于其它控制辐照系统，当辐照中断或终止后，必须保留计时器读数，只有将计时器复零后，才能启动下一次辐照。

④防护门与照射联锁：只有将加速器机房门完全关闭，照射才能启动。在照射过程，如将门开启，闭合处脱离限位开关，照射立即自动停止。

⑤紧急止动装置和紧急开门按钮：控制台上设置紧急停机开关；除此之外，加速器机房内墙上设计安装3个紧急停机开关，安装于便于人员接触到的地方，以使机房内的人员按动紧急停机开关就能使加速器停机。治疗室迷路外入口处安装防护门应急启闭开关，遇到紧急情况可在治疗室内开启防护门。

⑥迷路门外安装工作状态指示灯。

⑦控制室设置照射监控系统：治疗室内有二台摄像机，可对治疗室全景及治疗病员的状况进行扫描监控，此外，有对讲系统便于操作人员与患者对话，指导患者配合治疗。加速器处于出束状态时，指示等为红色，以警示人员注意安全；当加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。

⑧警告标志和警示装置：加速器机房屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志。在加速器机房墙上安装固定式剂量报警装置（带剂量显示功能），探头安装在机房迷道内墙上（靠近防护门），只要迷道内的剂量超过预设的剂量阈值，就会报警提示人员不能进入机房，以防人员误入。

⑨工作人员监护。本项目加速器工作人员均应配备个人剂量计并定期送检，同时建立个人剂量档案，均应开展职业健康监护并建立个人职业健康监护档案。

本项目电子直线加速器拟采取的污染防治（辐射防护）措施示意图 10-2。

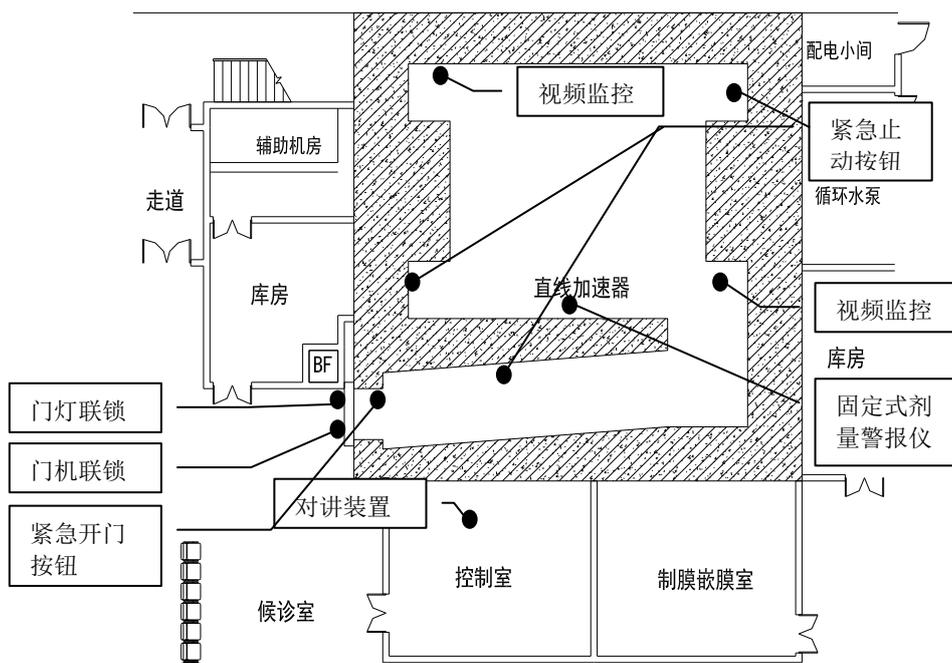


图 10-2 医用电子直线加速器辐射防护安全设施（装置）布置图

(2) 电缆布设及排风系统

机房的各种电缆管线，室内部分拟以地沟形式在地坪以下部位布设，并拟以“U”型从地坪下方穿越墙体，电缆管线走向图见图 10-3，穿墙方式示意图见图 10-4。

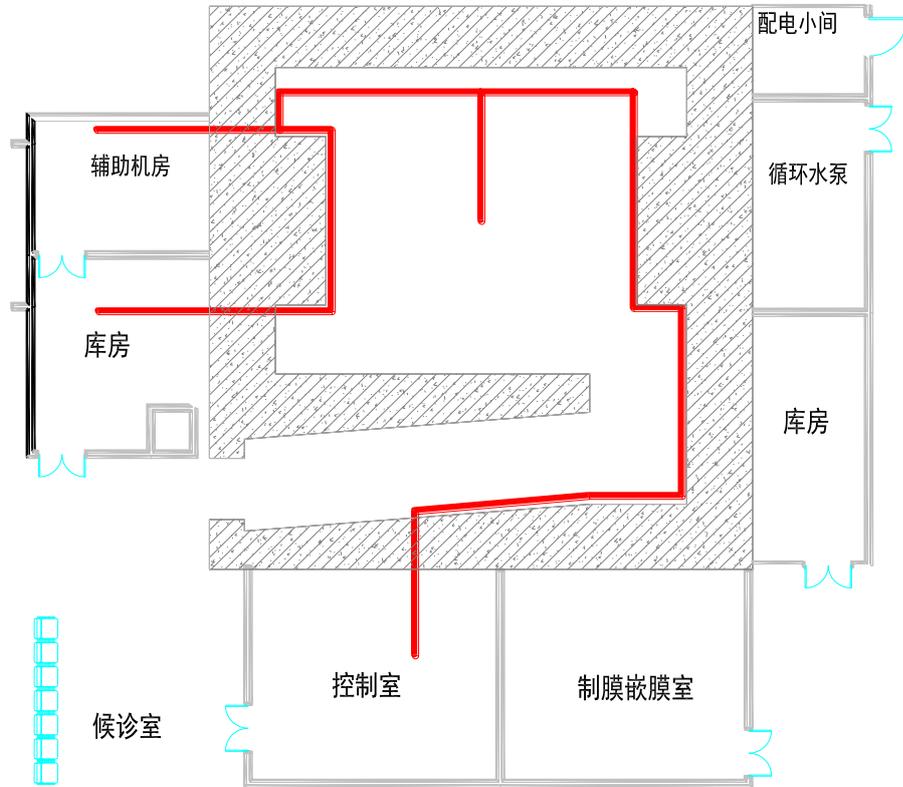


图 10-3 设备电缆布设走向图

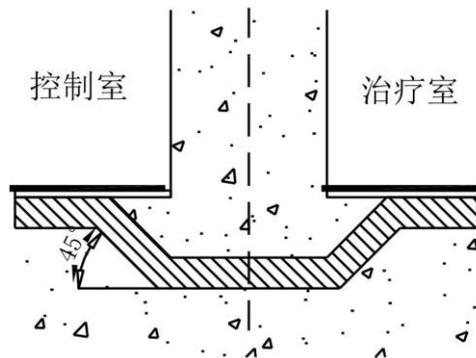
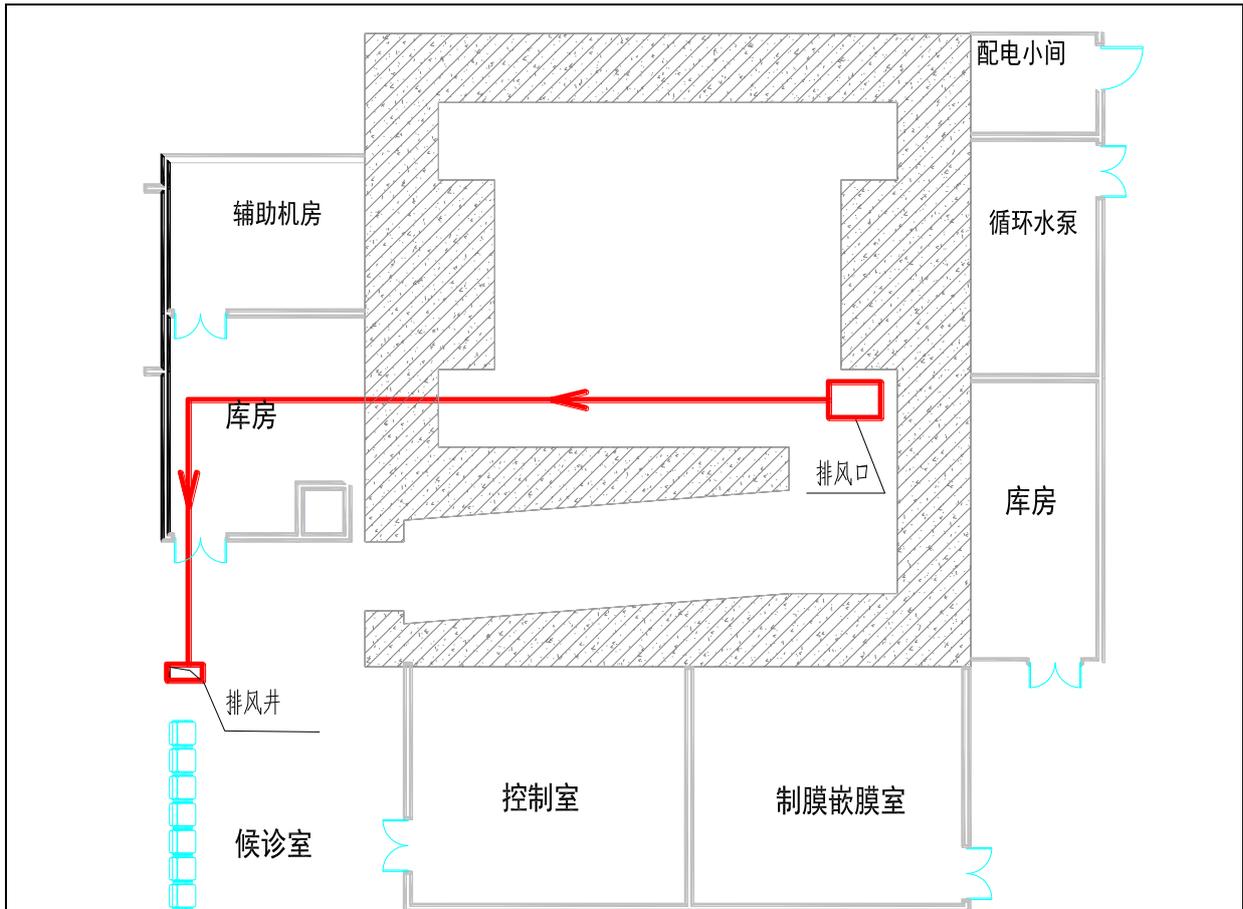


图 10-4 设备电缆穿墙示意图

根据设计资料，加速器机房通风系统拟采用上送下排，封闭回路形式，机房的新风管道拟由迷路上方近顶盖处进入机房，穿墙部分拟采用“Z”型，在治疗室上方及迷路上方合适部位设置风口送风；加速器机房排风管道吸风口拟设置于相应机房的角落，距地面高度约 20cm，排风管经治疗室上方然后由防护门上方穿墙而出，穿墙部分拟采用“Z”



型；加速器机房设计通风换气次数均拟不小于 4 次/h。符合相关标准要求。机房排风管道走向图见图 10-5，排风管线穿墙方式示意图见图 10-6。图 10-5 机房排风管道走向图

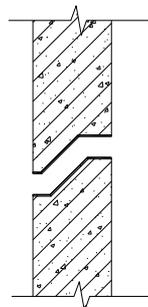


图 10-6 排风管线穿墙示意图

10.2 三废的治理

10.2.1 废气处理

(1) 臭氧和氮氧化物

加速器运行过程，辐射与空气发生电离作用，产生臭氧和氮氧化物等有害气体，相比之下臭氧的危害较氮氧化物大，其产额高，氮氧化物产额为臭氧的 1/3。本项目加速器治疗室设计采用机械通风换气次数每小时不小于 4 次。能够满足《电子加速器放射治

疗放射防护要求》(GBZ126-2011)中“治疗室通风换气次数应不小于4次/h”的要求。

通风系统拟采用上送下排,封闭回路形式,新风管道拟由防护门上方近顶盖处进入机房,经迷路上方及内入口在治疗室上方合适部位设置若干个风口送风。排风管道拟机房墙角处布设,排风口开设于距地坪约20cm处,排风管道经迷路由防护门上方穿墙引出。加速器机房进出风管道避开主射线方向,射线经几次散射后,进出风管道进出口处辐射剂量将在控制范围内。在工作中要保证通风设施完好和正常工作,在此前提下臭氧和氮氧化物等有害气体将不会对人员和设备产生危害。

(2) 感生放射性废气

所有能量超过10MeV的粒子加速器都将产生或多或少的感生放射性,这是加速器的瞬时辐射场(包括初级粒子和次级粒子)与加速器组件和周围物质相互作用产生活化产物的结果。电子直线加速器运行过程中靶产生的高能光子可以与靶、准直器和限束系统中的金属材料的原子核发生各种核反应产生感生放射性,感生放射性水平取决于加速器电子的能量、束流强度、靶物质及运行时间等多种因素。

在加速器使用过程中,放射治疗工作人员年受照剂量的1/3是由感生放射性造成的,考虑到空气中形成的感生放射性核素能够被吸入而形成内照射的事实,感生放射性造成的剂量实际上更高。感生放射性核素的活度和半衰期的范围都很宽,但大多数放射性核素的半衰期比较短,停机5-10分钟后就可以减弱到初始值的一半,因此,对感生放射性的有效防护措施之一就是等其自然衰变。

根据《医用直线加速器感生放射性冷却时间的检测》(作者屠波等,中国医疗设备2011年第26卷12期)“使用10MVX射线时,为避免加速器室内产生的感生放射性对人体造成的危害,医务人员及患者应尽可能减少加速器室内滞留时间,或待停机6min后再进入机房。当使用15MV及以上X射线时,应尽量使等待时间延长至20min。”

10.2.2 放射性固体废物

加速器应用去离子水对加速管等部件进行水冷却,水循环中使用离子交换树脂,用于吸附因冷却水受到加速粒子的轰击而产生的放射性粒籽,长期作用后,交换树脂要进行更换,这些更换下来报废的离子交换树脂含有放射性核素。

另外,废靶件是加速器所产生的主要固体废物,它不但有短半衰期放射性核素,更多的是长半衰期的核素,因而应妥善处理,应保存在具有屏蔽的贮存容器内。对报废的离子交换树脂和废靶应进行辐射监测,如超出豁免水平,由厂家回收或送交浙江省放射

源废物库处置。

本项目电子直线加速器产生的固体废弃物，如超出豁免水平，则需由厂家回收或送交浙江省放射源废物库处置。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

新昌县人民医院已委托环评资质单位编制了《新昌县人民医院提升工程一期综合大楼建设项目环境影响报告书》（环评批复文号：浙环辐〔2014〕12号），见附件3。本项目拟建电子直线加速器机房所在的综合大楼主体工程建设期及运行期的环境影响分析见此报告。项目辐射防护工程施工过程中，建设单位应加强对施工单位的监督，确保机房墙体浇筑使用的混凝土密度满足环评要求。

本环评要求拟新增电子直线加速器的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试。在电子直线加速器装置安装调试阶段，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体及防护门窗的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

综上所述，本项目建设阶段对周围环境的影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 工作场所周围环境辐射水平估算

11.2.1.1 关注点的选取

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。关注点主要设置在机房四周及屋顶。

具体关注点描述如表 11.2-1，分布情况见图 11-1（a）、11-1（b）。

表 11.2-1 关注点描述

点位名称	点位描述
a	机房西墙外 30cm 处（辅助机房）
b	机房东墙外 30cm 处（循环水泵间）
c ₁	机房西墙外 30cm 处（过道）
c ₂	机房西墙外 30cm 处（库房）
d ₁	机房东墙外 30cm 处（配电小间）
d ₂	机房东墙外 30cm 处（库房）
f	迷路外墙外 30cm 处（控制室）

g	迷路防护门外 30cm 处（机房入口）
k	迷路外墙外 30cm 处（制膜嵌膜室）
l	机房室顶墙外 30cm 处
m ₁	机房室顶墙外 30cm 处
m ₂	机房室顶墙外 30cm 处

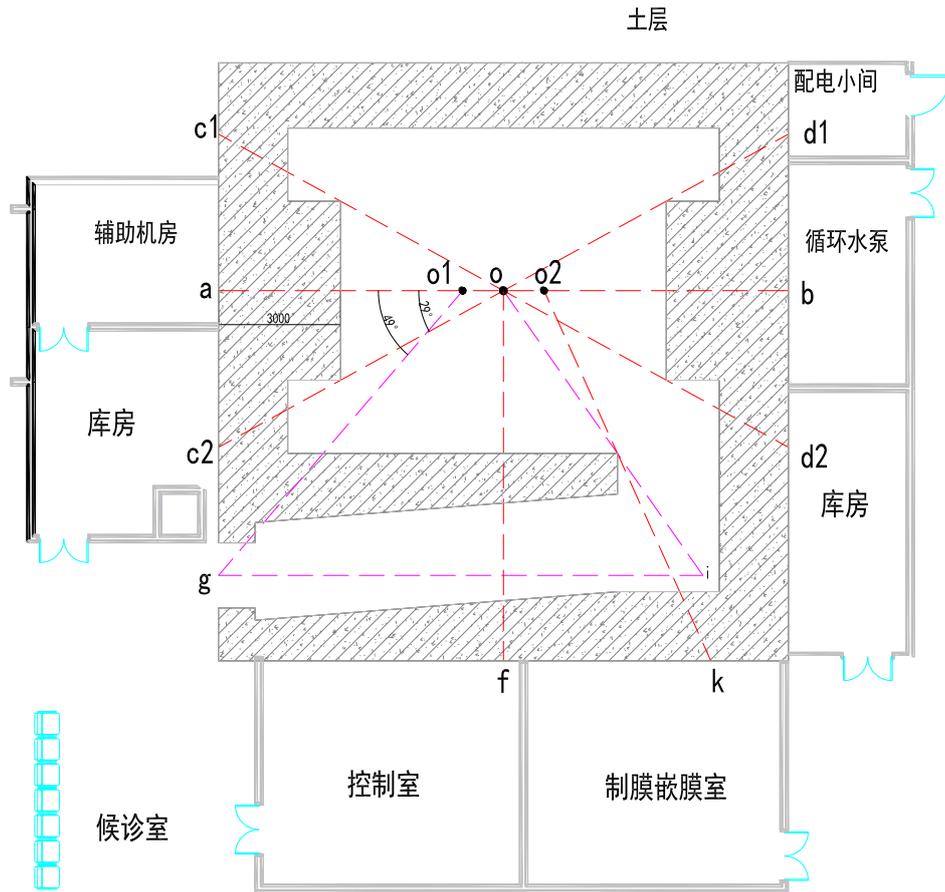


图 11-1(a) 机房四周关注点布置示意图

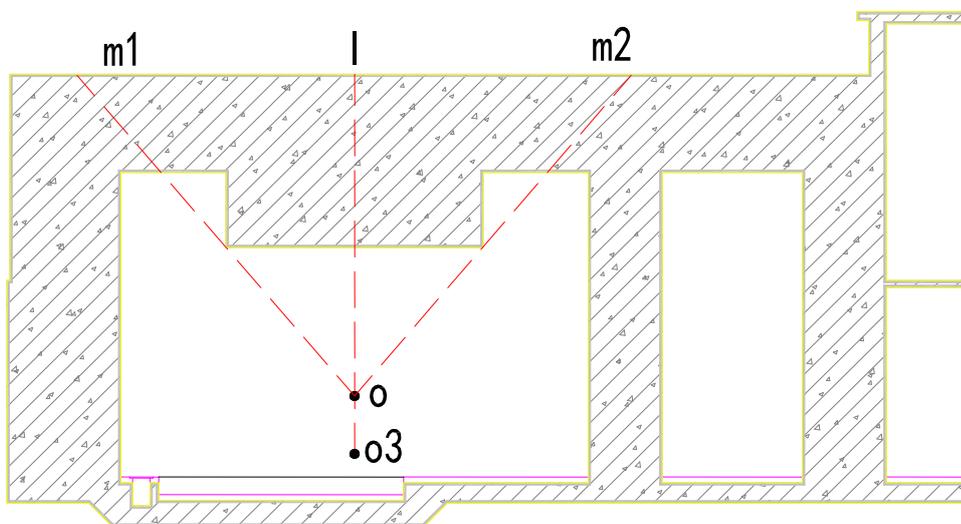


图 11-1(b) 机房顶部关注点布置示意图

11.2.1.2 关注点预测计算

本报告仅评价 10MV 和 15MV 两个档位。在 10MV 条件下，距靶 1m 处的主束辐射剂量率为 $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；在 15MV 条件下，距靶 1m 处的主束辐射剂量率为 $6.0 \times 10^8 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ 。因此，本次预测计算分 10MV 和 15MV 两大部分进行，其中 10MV 计算中详细说明了公式，在 15MV 计算时不再详细解释。

一、当电子直线加速器能量处于 10MV 档位计算

(1) 主屏蔽墙、侧屏蔽墙及迷路外墙剂量率（图 11-1(a)，a、b、f、k 点；图 11-1(b)，l 点）

①计算公式

采用《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）中给出的方法计算。计算公式如下：

(a) 辐射屏蔽透射因子：

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \dots\dots\dots \text{(式 11.2-1)}$$

式中：

B ——辐射屏蔽透射因子；

X_e ——有效屏蔽厚度，cm；

TVL_1 ——X 射线第一个什值层厚度；

TVL ——X 射线平衡什值层厚度。

(b) 屏蔽体外关注点的剂量率：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times f}{R^2} \times B \dots\dots\dots \text{(式 11.2-2)}$$

式中：

\dot{H} ——相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\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 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

f ——比例因子，对有用线束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率 0.1%；

B ——辐射屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(c) 泄漏辐射计算

f点、k点主要考虑泄漏辐射的屏蔽，泄漏辐射计算同样按式11.2-1和式11.2-2进行计算，本项目k点泄漏辐射入射角为24°，当角度小于30°时，以垂直入射保守估算。

②计算结果分析与评价

按式 11.2-1~式 11.2-2 计算，各参数选取及计算结果见表 11.2-2。

表 11.2-2 主屏蔽墙、侧屏蔽墙及迷路外墙外 30cm 处剂量率计算结果 (10MV)

关注点	a	b	l	f	k	
屏蔽描述	西墙主屏蔽	东墙主屏蔽	屋顶主屏蔽	迷路内墙+迷路外墙	迷路外墙	
射线路径	$o_2 \rightarrow a$	$o_1 \rightarrow b$	$o_3 \rightarrow l$	$o \rightarrow f$	$o_2 \rightarrow k$	
射线类型	有用线束	有用线束	有用线束	泄露辐射	泄露辐射	
屏蔽厚度 X (mm)	3000	3000	3000	2700	1700	
入射角 θ (°)	0	0	0	0	0	
有效屏蔽层厚度 X_e (mm)	3000	3000	3000	2700	1700	
TVL (mm)	370	370	370	310	310	
TVL_f (mm)	410	410	410	350	350	
屏蔽透射因子 B	1.00×10^{-8}	1.00×10^{-8}	1.00×10^{-8}	2.83×10^{-10}	4.42×10^{-6}	
靶点到关注点的距离 R (m)	8.3	8.3	6.9	9.4	10.3	
泄漏辐射比 f	1	1	1	0.001	0.001	
距靶 1m 处的主束辐射剂量率 H_0 ($\mu Gy \cdot m^2/h$)	1.44×10^9	1.44×10^9	1.44×10^9	1.44×10^9	1.44×10^9	
关注点剂量率 \dot{H} ($\mu Sv/h$)	计算结果	0.21	0.21	0.30	4.6×10^{-6}	6.0×10^{-2}
	控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

由表 11.2-2 可知，各关注点的剂量当量率在 X 射线能量 10MV 时能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)“在加速器机房墙 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu Sv/h$ 。”的要求，屏蔽墙体放射防护设计符合要求。

(2) 与主屏蔽墙区直接相连的次屏蔽区关注点剂量率 (图 11-1(a), c_1 、 c_2 、 d_1 、 d_2 点, 图 11-1(b), m_1 、 m_2 点)

①计算公式及参数选择

本项目与主屏蔽区相连的次屏蔽区主要是东、西侧次屏蔽区、室顶次屏蔽区，不考虑室顶次屏蔽区的泥土厚度，剂量计算需考虑泄漏辐射和患者散射辐射的复合作用：

$$H_{次} = \dot{H}_{漏} + \dot{H}_s \dots\dots\dots (式 11.2-3)$$

(a) 泄漏辐射剂量

加速器泄漏辐射，以位置 O 为中心，使用因子 U 取 1，屏蔽墙的斜射角接近 30°。

有效屏蔽厚度 X_e :

$$X_e = X \cdot \sec \theta \quad \dots\dots\dots \text{(式 11.2-4)}$$

式中:

X ——实际屏蔽厚度, cm;

θ ——斜射角。

泄漏辐射的辐射剂量估算方法同主屏蔽, 其中泄漏辐射比率 f 为 1×10^{-3} 。相应 TVL_l 和 TVL 为泄漏辐射值, 对混凝土, 15MV X射线分别为36cm和33cm, 10MV X射线分别为35cm和31cm。 U 取1。

(b) 散射辐射剂量

有用线束经人体后的散射辐射, 以等中心位置 O 为散射体中心, 散射角接近 30° , 屏蔽墙的斜射角与散射角相同。

有效屏蔽厚度 X_e 计算方法同泄漏辐射剂量中的有效屏蔽厚度计算方法。

$$B = 10^{-X_e/TVL_s} \quad \dots\dots\dots \text{(式 11.2-5)}$$

式中:

B ——辐射屏蔽透射因子;

X_e ——有效屏蔽厚度, cm;

TVL_s ——患者散射辐射在混凝土中的什值层, 15MV X 射线散射角 30° 为 31cm, 10MV X 射线散射角 30° 为 28cm。

散射辐射剂量:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times \alpha_{ph} \times (F/400)}{R_s^2} \times B \quad \dots\dots\dots \text{(式 11.2-6)}$$

式中:

\dot{H} ——关注点散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

\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 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;

R_s ——患者 (位于等中心点) 至关注点的距离, m;

F ——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积, cm^2 ; 本项目为 $40 \times 40 \text{cm}^2$;

α_{ph} ——患者 400cm^2 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^2 面积上的散射因子。本项目患者散射角为 29° ，保守按患者散射角为 20° 取值，查（GBZ/T201.2-2011）附表 B.2 取值。

②计算结果与评价

该区关注点应该考虑有用线束水平照射人体的散射辐射和加速器的泄漏辐射的复合作用，根据（式 11.2-3~式 11.2-6）对关注点进行计算，泄漏辐射对关注点的贡献值计算结果见表 11.2-3，患者散射辐射对关注点的贡献值计算结果见表 11.2-4，复合后的关注点剂量率计算结果见表 11.2-5。

表 11.2-3 泄漏辐射对与主屏蔽相连的次屏蔽区关注点剂量率贡献值(10MV)

关注点	c_1/c_2	d_1/d_2	m_1/m_2
屏蔽描述	西墙次屏蔽	东墙次屏蔽	室顶次屏蔽
射线路径	$o \rightarrow c_1/c_2$	$o \rightarrow d_1/d_2$	$o \rightarrow m_1/m_2$
射线类型	泄露辐射	泄露辐射	泄露辐射
屏蔽厚度 X (mm)	1700	1700	1700
斜射角 θ ($^\circ$)	30	30	30
有效屏蔽层厚度 X_e (mm)	1963	1963	1963
TVL (mm)	310	310	310
TVL_r (mm)	350	350	350
屏蔽透射因子 B	6.26×10^{-7}	6.26×10^{-7}	6.26×10^{-7}
等中心点到关注点的距离 R (m)	8.29	8.29	7.62
泄漏辐射比 f	0.001	0.001	0.001
距靶 1m 处的主束辐射剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	1.44×10^9	1.44×10^9	1.44×10^9
关注点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	1.31×10^{-2}	1.31×10^{-2}	1.55×10^{-2}

11.2-4 患者散射对与主屏蔽相连的次屏蔽区关注点剂量率贡献值(10MV)

关注点	c_1/c_2	d_1/d_2	m_1/m_2
屏蔽描述	西墙次屏蔽	东墙次屏蔽	室顶次屏蔽
射线路径	$o_2 \rightarrow o \rightarrow c_1/c_2$	$o_1 \rightarrow o \rightarrow d_1/d_2$	$o_3 \rightarrow o \rightarrow m_1/m_2$
射线类型	散射辐射	散射辐射	散射辐射
屏蔽厚度 X (mm)	1700	1700	1700
散射角 θ ($^\circ$)	30	30	30
有效屏蔽层厚度 X_e (mm)	1963	1963	1963
什值层 TVL_s (mm)	280	280	280
屏蔽透射因子 B	4.65×10^{-7}	4.65×10^{-7}	4.65×10^{-7}
等中心点到关注点的距离 R_s (m)	8.29	8.29	7.62
散射因子 α_{ph}	5.79×10^{-3}	5.79×10^{-3}	5.79×10^{-3}
最大治疗野面积 F (cm^2)	1600	1600	1600
距靶 1m 处的主束辐射剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	1.44×10^9	1.44×10^9	1.44×10^9
关注点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	0.30	0.30	0.36

表 11.2-5 与主屏蔽相连的次屏蔽区关注点剂量率值(10MV)

关注点	c ₁ /c ₂	d ₁ /d ₂	m ₁ /m ₂
泄漏辐射剂量贡献值 (μSv/h)	1.31×10 ⁻²	1.31×10 ⁻²	1.55×10 ⁻²
患者散射辐射剂量贡献值 (μSv/h)	0.30	0.30	0.36
复合后剂量率 (μSv/h)	0.32	0.32	0.38
控制值	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足要求	满足要求	满足要求

由表 11.2-5 可知，当 X 射线能量为 10MV 时，剂量当量率能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)“在加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。”的要求，屏蔽墙体放射防护设计符合要求。

(3) 当 X 射线能量为 10MV 时，机房入口处辐射水平计算 (图 11-1(a), g 点)

①计算说明

本项目加速器有用线束不向迷路内墙照射，根据 GBZ/T201.2-2011 第 4.3.2.5 要求，小于等于 10MV 加速器有用线束不向迷路内墙照射时，相应机房入口处的辐射剂量考虑如下：

a) 人体受到有用线束照射时，散射至 i 点的辐射并再次受墙的二次散射至 g 处的辐射，散射路径为“o₁→o→i→g”。

b) 核算加速器的泄漏辐射 (以偏离 o 的位置 o₁ 为中心) 经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射剂量，泄漏路径为“o₁→g”。当加速器主屏蔽区加厚屏蔽部分凸向屏蔽墙外表面或凸向屏蔽墙内表面时，o₁ 至 g 的泄漏辐射射入迷路内墙的斜射角有所不同，通常以 30°斜射角保守保计。

②计算公式

(a) 散射辐射 (o₁→o→i→g)

射线经人体散射后至迷路 i 点的散射角接近 35°，按照 30°保守计算，i 处墙向机房入口 g 处的二次散射的散射角小于 10°，通常按 0°考虑。i 处的散射面积为自入口 g 处和等中心位置 o 共同可视见的区域，包括治疗机房吊顶上方的区域。

入口 g 处的散射辐射剂量率 \dot{H}_g 按公式如下公式计算

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \times (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} \times \dot{H}_0 \dots\dots\dots (式 11.2-7)$$

式中：

\dot{H}_g ——g 处的散射辐射剂量率，μSv/h；

α_{ph} ——患者 400cm² 面积上的散射因子，见附录 B.2，通常取 45° 散射角的值；

F —— 治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm²；

α_2 —— 砼墙入射的患者散射辐射（能量见附录 B 表 B.3）的散射因子，通常取 i 处的入射角为 45°，散射角为 0°， α_2 值见附录 B 表 B.6，通常使用其 0.5MeV 栏内的值；

A —— i 处的散射面积，m²；

R_1 —— “o→i” 之间的距离，m；

R_2 —— “i→g” 之间的距离，m；

\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，μSv·m²/h。

各参数选取及计算结果见表 11.2-6。

表 11.2-6 机房入口处（g 点）处无防护门时散射辐射剂量率

参数名称	参数数值
射线路径	$o_1 \rightarrow o \rightarrow i \rightarrow g$
射线类型	散射辐射
患者 400cm ² 面积上的散射因子 α_{ph}	1.35×10^{-3}
有用束在等中心处的最大治疗野面积 F (cm ²)	1600
砼墙入射的患者散射辐射的散射因子 α_2	22×10^{-3}
i 处的散射面积 A (m ²)	14.33+2.54=16.87
“o→i” 之间的距离 R_1 (m)	8.5
“i→g” 之间的距离 R_2 (m)	12.2
泄漏辐射比 f	0.001
距靶 1m 处的泄漏辐射剂量率 H_0 (μGy·m ² /h)	1.44×10^9
关注点剂量率 \dot{H}_g (μSv/h)	268

(b) 泄漏辐射 ($o_1 \rightarrow g / o_2 \rightarrow g$)

g 点泄漏辐射计算公式与主射线计算公式相同，即按式 11.2-2 进行计算。

o_1 至 g 的泄漏辐射射入迷路内墙的斜射角取 30° 保守估计。当迷路内墙各段厚度不等时还需核算自 o_2 位置到 g 的辐射剂量率， o_2 至 g 的泄漏辐射射入迷路内墙的斜射角取 30° 保守估计。

各参数选取及计算结果见表 11.2-7。

表 11.2-7 机房入口处（g 点）处无防护门时泄漏辐射剂量率计算

参数名称	参数数值	参数数值
射线路径	$o_1 \rightarrow g$	$o_2 \rightarrow g$
射线类型	泄漏辐射	泄漏辐射

屏蔽厚度 X (mm)	1681	1649
有效屏蔽层厚度 X_e (mm)	2216	2506
TVL (mm)	310	310
TVL_l (mm)	350	350
屏蔽透射因子 B	9.56×10^{-8}	1.11×10^{-8}
辐射源到关注点的距离 R (m)	9.5	10.9
泄漏辐射比 f	0.001	0.001
距靶 1m 处的泄漏辐射剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	1.44×10^9	1.44×10^9
关注点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	1.53×10^{-3}	1.34×10^{-4}

由上表 11.2-7 可知, o_1 至 g 的泄漏辐射剂量率数值大, 可知 o_1 对 g 点的影响大, 在计算防护门外辐射剂量率时, 采用 o_1 至 g 的泄漏辐射剂量率进行计算。

(4) 防护门外辐射剂量率计算 (图 11-1(a), g 点)

① 计算公式

在给定防护门的铅屏蔽厚度 X (cm) 时, 防护门外的辐射剂量率 \dot{H} 按下式计算:

$$\dot{H} = \dot{H}_g \times 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{og} \quad \dots\dots\dots \text{(式 11.2-8)}$$

式中:

\dot{H} —— g 处的散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

X ——铅屏蔽厚度 X , cm;

\dot{H}_{og} ——漏射 X 射线穿透迷路内墙后的最大剂量当量率;

式中 $TVL=0.5\text{cm}$ (铅);

② 计算结果及评价

各参数选取及估算结果见表 11.2-8。

表 11.2-8 防护门外的总辐射剂量率

参数名称	参数数值	
g 处的散射辐射剂量率 \dot{H}_g ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	268	
铅屏蔽厚度 X (mm)	15	
TVL (mm)	5	
漏射射线穿透迷路内墙后的最大剂量当量率 \dot{H}_{og} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	1.53×10^{-3}	
关注点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	计算结果	0.27
	控制值	2.5
	评价结果	满足要求

由表 11.2-8 可知, 机房防护门外关注点的剂量当量率能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)“在防护门外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”的要求, 屏蔽墙体放射防护设计符合要求。

二、当电子直线加速器能量处于 15MV 档位计算

(1) 主屏蔽墙、侧屏蔽墙及迷路外墙剂量率 (图 11-1(a), a、b、f、k 点; 图 11-1(b), l 点)

①计算公式, 同10MV

②计算结果分析与评价

按式11.2-1~式11.2-2计算, 各参数选取及计算结果见表11.2-9。

表 11.2-9 主屏蔽墙、侧屏蔽墙及迷路外墙外 30cm 处剂量率计算结果 (15MV)

关注点	a	b	l	f	k	
屏蔽描述	西墙主屏蔽	东墙主屏蔽	屋顶主屏蔽	迷路内墙+迷路外墙	迷路外墙	
射线路径	$o_2 \rightarrow a$	$o_1 \rightarrow b$	$o_3 \rightarrow l$	$o \rightarrow f$	$o_2 \rightarrow k$	
射线类型	有用线束	有用线束	有用线束	泄露辐射	泄露辐射	
屏蔽厚度 X (mm)	3000	3000	3000	2700	1700	
入射角 θ ($^\circ$)	0	0	0	0	0	
有效屏蔽层厚度 X_e (mm)	3000	3000	3000	2700	1700	
TVL (mm)	410	410	410	330	330	
TVL_f (mm)	440	440	440	360	360	
屏蔽透射因子 B	5.70×10^{-8}	5.70×10^{-8}	5.70×10^{-8}	8.11×10^{-9}	8.70×10^{-6}	
靶点到关注点的距离 R (m)	8.3	8.3	6.9	9.4	10.3	
泄漏辐射比 f	1	1	1	0.001	0.001	
距靶 1m 处的主束辐射剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)	6.0×10^8					
关注点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	计算结果	0.48	0.48	0.72	5.5×10^{-5}	4.9×10^{-2}
	控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

由表 11.2-9 可知, 各关注点的剂量当量率在 X 射线能量 15MV 时能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011) “在加速器机房墙 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。” 的要求, 屏蔽墙体放射防护设计符合要求。

(2) 与主屏蔽墙区直接相连的次屏蔽区关注点剂量率 (图 11-1(a), c_1 、 c_2 、 d_1 、 d_2 点, 图 11-1(b), m_1 、 m_2 点)

①计算公式及参数选择, 同 10MV。

②计算结果与评价

根据 (式 11.2-3~式 11.2-6) 对关注点进行计算, 泄漏辐射对关注点的贡献值计算结果见表 11.2-10, 患者散射辐射对关注点的贡献值计算结果见表 11.2-11, 复合后的关注点剂量率计算结果见表 11.2-12。

表 11.2-10 泄漏辐射对与主屏蔽相连的次屏蔽区关注点剂量率贡献值(15MV)

关注点	c_1/c_2	d_1/d_2	m_1/m_2
屏蔽描述	西墙次屏蔽	东墙次屏蔽	室顶次屏蔽
射线路径	$o_2 \rightarrow o \rightarrow c_1/c_2$	$o_1 \rightarrow o \rightarrow d_1/d_2$	$o_3 \rightarrow o \rightarrow m_1/m_2$
射线类型	散射辐射	散射辐射	散射辐射
屏蔽厚度 X (mm)	1700	1700	1700
斜射角 θ (°)	30	30	30
有效屏蔽层厚度 X_e (mm)	1963	1963	1963
TVL (mm)	330	330	330
TVL_l (mm)	360	360	360
屏蔽透射因子 B	1.39×10^{-6}	1.39×10^{-6}	1.39×10^{-6}
等中心点到关注点的距离 R (m)	8.29	8.29	7.62
泄漏辐射比 f	0.001	0.001	0.001
距靶 1m 处的主束辐射剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	6.0×10^8	6.0×10^8	6.0×10^8
关注点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	0.012	0.012	0.014

11.2-11 患者散射对与主屏蔽相连的次屏蔽区关注点剂量率贡献值(15MV)

关注点	c_1/c_2	d_1/d_2	m_1/m_2
屏蔽描述	西墙次屏蔽	东墙次屏蔽	室顶次屏蔽
射线路径	$o_2 \rightarrow o \rightarrow c_1/c_2$	$o_1 \rightarrow o \rightarrow d_1/d_2$	$o_3 \rightarrow o \rightarrow m_1/m_2$
射线类型	散射辐射	散射辐射	散射辐射
屏蔽厚度 X (mm)	1700	1700	1700
散射角 θ (°)	30	30	30
有效屏蔽层厚度 X_e (mm)	1963	1963	1963
TVL_s (mm)	310	310	310
屏蔽透射因子 B	4.65×10^{-7}	4.65×10^{-7}	4.65×10^{-7}
等中心点到关注点的距离 R_s (m)	8.29	8.29	7.62
散射因子 α_{ph}	5.54×10^{-3}	5.54×10^{-3}	5.54×10^{-3}
最大治疗野面积 F (cm^2)	1600	1600	1600
距靶 1m 处的主束辐射剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	6.0×10^8	6.0×10^8	6.0×10^8
关注点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	0.27	0.27	0.32

根据表 11.2-10、表 11.2-11，与主屏蔽相连的次屏蔽区参考点辐射水平如下：

表 11.2-12 与主屏蔽相连的次屏蔽区关注点剂量率值(15MV)

关注点	c_1/c_2	d_1/d_2	m_1/m_2
泄漏辐射剂量贡献值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.012	0.012	0.014
患者散射辐射剂量贡献值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.27	0.27	0.32
复合后剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.282	0.282	0.334
控制值	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足要求	满足要求	满足要求

由表 11.2-12 可知，当 X 射线能量为 15MV 时，剂量当量率能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)“在加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量

率应不大于 2.5μSv/h。”的要求，屏蔽墙体放射防护设计符合要求。

(3) 当 X 射线能量为 15MV 时，加速器机房迷路入口散射辐射屏蔽与剂量估算

①计算说明

根据 GBZ/T201.2-2011 第 4.3.2.5 要求，对大于 10MV 加速器的机房迷路散射辐射应考虑下列各项：

- a)总中子注量(Φ_B)
- b)机房入口的中子俘获 γ 射线的剂量率(\dot{H}_γ)
- c)机房入口的中子剂量率(\dot{H}_n)
- d)入口门屏蔽
- e)当入口防护门屏蔽厚度较薄时，核算在防护门外的辐射剂量。

此外，还需考虑加速器的泄露辐射经过迷路内墙屏蔽后再 g 处的辐射剂量。根据 GBZ/T201.2-2011 第 4.3.2.6 要求，g 点处同时受到迷路内壁散射辐射影响，但由于散射辐射能力相对于中子俘获 γ 射线能量低，在防护中子俘获 γ 射线的屏蔽门外，此部分剂量往往可以忽略，因此不进行详细计算。

②计算公式

1) 泄露辐射

g 点泄露辐射计算公式与主射线相同，各参数选取及计算结果见表 11.2-13。

表 11.2-13 机房入口处 (g 点) 处无防护门时泄漏辐射剂量率计算

参数名称	参数数值
射线路径	$o_1 \rightarrow g$
射线类型	泄露辐射
屏蔽厚度 X (mm)	1681
有效屏蔽层厚度 Xe (mm)	2216
TVL(mm)	330
TVL ₁ (mm)	360
屏蔽透射因子 B	2.38×10^{-7}
辐射源到关注点的距离 R (m)	9.5
泄漏辐射比 f	0.001
距靶 1m 处的泄漏辐射剂量率 H ₀ (μGy·m ² /h)	6.0×10^8
关注点剂量率 \dot{H} (μSv/h)	1.58×10^{-3}

2) 三项中子在迷路内的散射中子和中子俘获 γ 射线在 g 处的辐射剂量

(a) 总中子注量 (Φ_B)

$$\Phi_B = \frac{Q_n}{4\pi d_1^2} + \frac{5.4 \times Q_n}{2\pi S} + \frac{1.26 \times Q_n}{2\pi S} \dots\dots\dots \text{(式 11.2-9)}$$

式中：

Φ_B ——等中心处 1Gy 治疗照射时 B 处的总中子注量，（中子数/m²）/Gy；

Q_n ——在等中心处每 1Gy 治疗照射时射出加速器机头的总中子数，中子数/Gy；

d_I ——等中心 O 至 i 点的距离，m；

S ——治疗机房的总内表面积（m²），包括四壁墙、顶面和底面，不包括迷道内各面积。

各参数选取及计算结果见表 11.2-14。

表 11.2-14 在 i 点总中子注量 Φ_B

参数名称	参数数值
等中心处每 1Gy 治疗照射时射出加速器机头的总中子数 Q_n （个/Gy）	0.76×10^{12}
等中心 O 至 i 点的距离 d_I （m）	8.5
治疗机房的总内表面积 S （m ² ）	365.64
总中子注量 Φ_B （中子数/m ² ）/Gy	3.04×10^9

(b) 机房入口的中子俘获 γ 射线的剂量率 \dot{H}_γ

机房内及迷路中的中子在与屏蔽物质作用时产生中子俘获 γ 射线，机房入口门外 30cm（g）处无防护门时的中子俘获 γ 射线的剂量率 \dot{H}_γ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按公式 11.2-10 计算。

$$\dot{H}_\gamma = 6.9 \times 10^{-16} \times \Phi_B \times 10^{-d_2/TVD} \times \dot{H}_0 \dots\dots\dots \text{（式 11.2-10）}$$

式中：

6.9×10^{-16} ——经验因子，Sv/（中子数/m²）；

Φ_B ——等中心处 1Gy 治疗照射时 B 处的总中子注量，（中子数/m²）/Gy；

d_2 ——i 点至机房入口（g）的距离，m；

TVD ——什值距离，对于 15MV 加速器为 3.9m；。

\dot{H}_0 ——等中心治疗 X 射线剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）；取值为 $3.6 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

各参数选取及计算结果见表 11.2-15。

表 11.2-15 机房入口的中子俘获 γ 射线的剂量率 \dot{H}_γ

参数名称	参数数值
总中子注量 Φ_B （中子数·m ² /Gy）	3.04×10^9
i 点至机房入口（g）的距离 d_2 （m）	12.2
什值距离 TVD （m）	3.9
等中心治疗 X 射线剂量率 \dot{H}_0 （ $\mu\text{Gy/h}$ ）	6.0×10^8
中子俘获 γ 射线的剂量率 \dot{H}_γ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	0.94

(c) 机房入口的中子剂量率 \dot{H}_n

机房内的中子经迷路散射后在机房入口门外 30cm 处(g)处无防护门时的剂量率 \dot{H}_n ($\mu\text{Sv/h}$) 见公式 (11.2-11):

$$\dot{H}_n = 2.4 \times 10^{-15} \times \Phi_B \times \sqrt{S_0/S_1} \times (1.64 \times 10^{-d_2/1.9} + 10^{-d_2/T_n}) \times \dot{H}_0 \dots\dots\dots \text{(式 11.2-11)}$$

式中:

2.4×10^{-15} ——经验因子, Sv/ (中子数/ m^2);

S_0 ——迷路内口的面积, m^2 ; 本项目 $S_0=2.5 \times 5.27=13.18\text{m}^2$;

S_1 ——迷路横截面积, m^2 ; $S_1=2.4 \times 5.27=12.65\text{m}^2$;

d_2 ——i 点到迷路入口 (g) 的距离, m;

T_n ——迷路中能量相对高的中子剂量组分式 (11-9) 方括号中的第二项衰减至十分之一行径的距离 (m), 称为什值距离。 T_n 为一个经验值, 与迷路横截面积有关, 可按公式 (11.2-12) 计算:

$$T_n = 2.06\sqrt{S_1} \dots\dots\dots \text{(式 11.2-12)}$$

根据公式 11.2-12 可计算: $T_n=2.06 \times 13.18^{0.5}=7.48\text{m}$;

各参数选取及计算结果见表 11.2-16。

表 11.2-16 机房入口的中子剂量率 \dot{H}_n

参数名称	参数数值
总中子注量 Φ_B (中子数 $\cdot \text{m}^2/\text{Gy}$)	3.04×10^9
迷路内口的面积 S_0 (m^2)	13.18
迷路横截面积 S_1 (m^2)	12.65
i 点至迷路入口 (g) 的距离 d_2 (m)	12.2
什值距离 T_n (m)	7.48
等中心治疗 X 射线剂量率 \dot{H}_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	6.0×10^8
无防护门时的剂量率 \dot{H}_n ($\mu\text{Sv/h}$)	100.25

(d) 防护门外 30cm 处的泄漏辐射剂量率 \dot{H}_{og} ($\mu\text{Sv/h}$)

结合表 11.2-6 的结果分析, 可知 o_1 点的泄露辐射影响大, 再根据公式 11.2-2 算得, 防护门外 30cm 处的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_{og}=1.58 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ 。

(e) 防护门外的辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)

当给定防护门屏蔽厚度 X_r 和 X_n 时, 防护门外的辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按公式 (11.2-13) 计算:

$$\dot{H} = \dot{H}_\gamma \times 10^{-X_\gamma/TVL_\gamma} + \dot{H}_n \times 10^{-X_n/TVL_n} + \dot{H}_{og} \times B_{og} \dots\dots\dots \text{(式 11.2-13)}$$

式中:

\dot{H}_γ ——按式 (11.2-10) 计算的入口处防护门内的辐射剂量率;

\dot{H}_n ——按式 (11.2-11) 计算的入口处防护门内的辐射剂量率;

\dot{H}_{og} ——图 11-1 (a) 中的 o_1 位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在 g 处的剂量率;

B_{og} ——防护门对 \dot{H}_{og} 的屏蔽透射因子, 在 \dot{H}_{og} 相对 g 处的总剂量率较小时, 可忽略

$\dot{H}_{og} \times B_{og}$ 项。 \dot{H}_{og} 为 $1.58 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$, 相对 g 处的总剂量率较小, 可以忽略;

TVL_γ 和 TVL_n 分别为中子俘获 γ 射线和中子在上述两种屏蔽材料中的什值层, mm;

X_γ 和 X_n 分别为屏蔽中子俘获 γ 辐射和中子辐射的不同屏蔽材料的厚度, mm。

各参数选取及计算结果见表 11.2-17。

表 11.2-17 防护门外的辐射剂量率 \dot{H}

参数名称	参数数值
铅厚度 X_γ (mm)	15
含硼 5% 的聚乙烯材料厚度 X_n (mm)	100
TVL_γ (mm)	31
TVL_n (mm)	45
等中心治疗 X 射线剂量率 \dot{H}_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	6.0×10^8
中子俘获 γ 射线的剂量率 \dot{H}_γ ($\mu\text{Sv/h}$)	0.94
中子剂量率 \dot{H}_n ($\mu\text{Sv/h}$)	100.25
防护门外的辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	0.91

三、加速器机房辐射防护评价小结

根据表 11.2-2~表 11.2-16 估算结果可知, 当电子直线加速器分别在 10MV 和 15MV 两个档位时, 电子直线加速器机房屏蔽墙、室顶和防护门外的剂量率均能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)“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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.2.1.3 有用线束主屏蔽区宽度核算

使用《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) 4.3.3 中有关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度。

$$Y_P = 2[(a+SAD) \times \tan\theta + 0.3] \dots\dots\dots \text{(式 11.2-14)}$$

式中:

Y_p —— 机房有用射线束主屏蔽区的宽度，m；

θ —— 治疗束的最大张角（相对束中的轴线），即射线最大出射角的一半；射线最大出射角 28° ， θ 取 14° ；

SAD —— 源轴距，m；（对于医用电子直线加速器 $SAD=1m$ ）

a —— 等中心至墙的距离，m；

当主屏蔽墙区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽相连接的次屏蔽（或顶）的内表面；当主屏蔽墙区向机房外凸时，“墙”指与主屏蔽区墙（或顶）的外表面。

本项目加速器机房需考虑东墙、西墙和顶盖主防护区。机房主屏蔽墙体的宽度核算结果见表 11.2-18。

表 11.2-18 主屏蔽墙体的宽度核算

机房名称	主屏蔽墙位置	等中心至墙的距离	计算值	本项目设计值	评价结果
电子直线加速器机房	西墙主屏蔽墙宽度	内凸：5.3m	内凸：4.1m	内凸：4.4m	满足
	东墙主屏蔽墙宽度	内凸：5.3m	内凸：4.1m	内凸：4.4m	满足
	顶盖主屏蔽墙宽度	内凸：3.9m	内凸：3.4m	内凸：4.4m	满足

11.2.2 人员受照剂量估算

(1) 基本情况

根据医院提供预期工作负荷，加速器机房工作负荷如下：年工作 250 天，每天 50 病人次，每周工作 5 天，平均每个病人单次照射 1.5min，则加速器一年治疗患者 12500 人次，每台加速器全年照射时间为 312.5h。

(2) 计算公式

本项目加速器机房治疗室外关注点处人员年有效剂量按公式 11.2-15 计算。

$$H = \dot{H} t U T \dots\dots\dots \text{（式 11.2-15）}$$

式中：

H —— 外照射人员年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

\dot{H} —— 关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U —— 有用线束向关注位置的方向照射的使用因子；

T —— 居留因子；

t —— 年照射时间，h/a。

居留因子参照《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）附录A选取，具体数值见表11.2-19。

表 11.2-19 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室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、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有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) 计算参数及结果

计算参数及结果见表 11.2-20 (a) 和表 11.2-20 (b)。

表 11.2-20 (a) 人员年有效剂量计算结果 (10MV)

关注点	点位描述	关注人员类型	关注点处剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/a)	关注点年有效剂量 H (mSv/a)
a	辅助机房	公众	0.21	1/4	1/16	312.5	0.01
b	循环水泵间	公众	0.21	1/4	1/16		0.01
c ₁	过道	公众	散射 0.30	1/4	1/4		0.06
			泄漏 1.31×10^{-2}	1			
c ₂	库房	公众	散射 0.30	1/4	1/16		0.02
			泄漏 1.31×10^{-2}	1			
d ₁	配电小间	公众	散射 0.30	1/4	1/16		0.02
			泄漏 1.31×10^{-2}	1			
d ₂	库房	公众	散射 0.30	1/4	1/16		0.02
			泄漏 1.31×10^{-2}	1			
f	控制室	工作人员	4.6×10^{-6}	1	1		1.43×10^{-6}
g	机房入口	公众	0.27	1	1/4		0.02
k	制膜嵌膜室	工作人员	6.0×10^{-2}	1	1		0.02
l	消防登高用地	公众	0.30	1/4	1/16		0.01
m ₁	消防登高用地	公众	散射 0.36	1/4	1/16	0.02	
			泄漏 1.55×10^{-2}	1			
m ₂	草坪	公众	散射 0.36	1/4	1/16	0.02	
			泄漏 1.55×10^{-2}	1			

注：①本项目加速器机房辐射工作人员不再从事其他辐射类工作岗位。

表 11.2-20 (b) 人员年有效剂量计算结果 (15MV)

关注点	点位描述	关注人员类型	关注点处剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/a)	关注点年有效剂量 H(mSv/a)
a	辅助机房	公众	0.48	1/4	1/16	312.5	0.002
b	循环水泵间	公众	0.48	1/4	1/16		0.002
c ₁	过道	公众	散射 0.26	1/4	1/4		0.006
			泄漏 0.012	1			
c ₂	库房	公众	散射 0.26	1/4	1/16		0.002
			泄漏 0.012	1			
d ₁	配电小间	公众	散射 0.26	1/4	1/16		0.002
			泄漏 0.012	1			
d ₂	库房	公众	散射 0.26	1/4	1/16		0.002
			泄漏 0.012	1			
f	控制室	工作人员	5.5×10^{-5}	1	1		1.79×10^{-5}
g	机房入口	公众	0.91	1	1/4		0.071
k	制膜嵌膜室	工作人员	4.9×10^{-2}	1	1		0.015
l	消防登高用地	公众	0.72	1/4	1/16		0.003
m ₁	消防登高用地	公众	散射 0.31	1/4	1/16		0.002
			泄漏 0.014	1			
m ₂	草坪	公众	散射 0.31	1/4	1/16	0.002	
			泄漏 0.014	1			

注：①本项目加速器机房辐射工作人员不再从事其他辐射类工作岗位。

15MV 加速器需要考虑操作人员摆位过程中加速器机头活化产生的感生放射性造成的剂量。根据标准《电子加速器放射治疗放射防护要求》GBZ 126-2011，对于标称能量大于 10MV 的加速器，距设备表面 1m 处由感生放射性所造成的吸收剂量率不超过 $20\mu\text{Gy/h}$ 。本项目摆位人员一般均在放射治疗终止后 20min 后进入治疗室进行摆位，则设备 1 米处设备表面 1m 处由感生放射性所造成的吸收剂量率约为 $2.08\mu\text{Gy/h}$ 。按工作人员为每名患者摆位时间 3 分钟计，按上述工作负荷，工作人员年摆位时间约为 625 小时，加速器采用 15MV X 射线照射的使用因子取 1，经计算，摆位人员所受到的年有效剂量为 1.3mSv/a 。与控制室所受到的受照辐射影响叠加后的年有效剂量为 1.3mSv/a 。

综上所述，当电子加速器能量为 10MV 时，电子加速器机房辐射工作人员年受照剂量最大为 0.02mSv ，周围公众年有效剂量最大为 0.06mSv ；当能量为 15MV 时，电子加速器机房辐射工作人员年受照剂量最大为 1.3mSv ，周围公众年有效剂量最大为 0.071mSv 。

两个档位均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，

公众人员年有效剂量不超过 0.25mSv。

11.2.3 放射性“三废”环境影响分析

(1) 感生放射性废气

所有能量超过 10MV 的电子加速器都将产生或多或少的感生放射性，这是加速器的瞬时辐射场（包括初级粒子和次级粒子）与加速器组件和周围物质相互作用产生活化产物的结果。电子直线加速器运行过程中靶产生的高能光子可以与靶、准直器和限束系统中的金属材料的原子核发生各种核反应产生感生放射性，感生放射性水平取决于加速器电子的能量、束流强度、靶物质及运行时间等多种因素。15MV 加速器需要考虑操作人员摆位过程中加速器机头活化产生的感生放射性造成的剂量。

根据《医用直线加速器感生放射性冷却时间的检测》（作者屠波等，中国医疗设备 2011 年第 26 卷 12 期）“使用 10MV X 射线时，为避免加速器室内产生的感生放射性对人体造成的危害，医务人员及患者应尽可能减少加速器室内滞留时间，或待停机 6min 后再进入机房。当使用 15MV 及以上 X 射线时，应尽量使等待时间延长至 20min。”

因此，本环评要求，当使用 15MV 档位的 X 射线进行放射治疗后，应至少等待 20min 后进入治疗室内进行摆位。根据标准《电子加速器放射治疗放射防护要求》GBZ 126-2011，对于标称能量大于 10MV 的加速器，距设备表面 1m 处由感生放射性所造成的吸收剂量率不超过 20 μ Gy/h。因此距设备表面 1m 处由感生放射性所造成的吸收剂量率约为 2.08 μ Gy/h。因此，参与治疗摆位的放射工作人员应在停机 20min 后进入机房并且穿戴铅衣和铅颈套等个人防护用品，以减少机房内感生放射性对放射工作人员的危害。

综上所述，在采取以上措施后，本项目产生的感生放射性废气不会对周围环境产生影响。

(2) 放射性固废

加速器应用去离子水对加速管等部件进行水冷却，水循环中使用离子交换树脂，用于吸附因冷却水受到加速粒籽的轰击而产生的放射性粒籽，长期作用后，交换树脂要进行更换，这些更换下来报废的离子交换树脂含有放射性核素。

除此之外，本项目医用电子直线加速器产生的放射性固废还有电子束靶体，该放射性固废一般只有在检修的过程中才可能会产生。一般医用电子直线加速器靶头材料组成核素包括：铁、铜、钨、铅等。本项目医用电子直线加速器光子能量最大可能为 22MeV，靶头可能产生的感生放射性核素包括：铁-53、铜-64、钨-181、铅-203 等。

由于废靶件含有短半衰期放射性核素、长半衰期的核素，因而应妥善处理。

检修感生放射性较强的部件前，应该等这些部件的放射性水平衰变到适当的水平，且设备的检修需由生产厂家进行；加速器退役停机后，应将其在治疗室内作适当放置，待其感受放射性衰变到可以接受的水平时，并经监测达标后方可做一般固体废物处理；对报废的离子交换树脂应进行辐射监测，如超出豁免水平（其豁免活度要求参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 A 中的豁免要求），由厂家回收或送交浙江省放射源废物库处置。

综上所述，在采取以上措施后，本项目产生的放射性固废不会对周围环境产生影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故情况

电子直线加速器主要用于肿瘤放射治疗，加速器只有在治疗期间时才会产生 X 射线等，因此，该项目辐射事故多为人员误留或误入加速器治疗机房产生的误照射事故，主要有：

（1）加速器治疗期间工作人员或其他人员误留在照射室内，致使其受到大剂量辐照；

（2）由于加速器安全联锁装置、工作状态指示灯或其他安全装置失灵，治疗期间人员误入加速器机房内受到误照射；

（3）加速器维修调试过程中，虽关闭了加速器高压，但未切断加速器电源，由于暗电流而造成的误照射；

（4）加速器维修调试过程中，因维修人员误操作导致加速器出束，可能发生误照射；

（5）辐射工作人员违反操作规程或误操作，造成意外照射。

11.3.2 辐射事故预防措施

医用加速器在正常运行过程由于采取相应的屏蔽防护和辐射安全措施，不会对其他人员造成照射，但遇特殊意外情况亦可能会发生误照射而造成人员损伤，故应对这种潜在照射危害采取应急措施。

为了防止误照射事故发生，对加速器治疗工作采取了门机联锁，照射现场电视监控，对讲传话以及工作人员进入照射室携带个人报警器等措施，对人员误入辐照现场接受不必要照射，提供了有效的预防。

此外，当发生以下意外照射事件，可采取相应应急措施。

(1) 工作人员进入加速器房进行摆位或其它照射前准备工作时，控制台前操作人员疏忽失职误将加速器开机出束，会发生工作人员误照射事件。工作人员发现加速器已经出束（照射红灯点亮），可就近在治疗床边、加速器立柱或迷路内入口等处，按红色标志的急停开关，切断电源，迫使加速器关机停止出束；

(2) 加速器维修调试过程，因检修人员误操作，导致加速器出束，发生人员误照射事件，室内人员发现加速器意外出束，可立即就近按红色急停开关，切断加速器电源；

(3) 治疗病人陪伴者或其它人员误留机房内，在加速器开机出束后，操作人员从监控器内发现，可立即在控制台上按急停开关，切断加速器电源；

(4) 加速器治疗过程发生意外停电，加速器停止出束，操作人员应将加速器处于关机状态，记录已照射剂量和已照射时间，以便加速器正常运行后继续完成应照射剂量。操作人员可用手动方式开启机房大门，将治疗病人按应急灯指引，引导离开机房；

(5) 当发生上述加速器意外出束，人员受照事件后，应迅速将受照人员撤离现场，并估算人员受照剂量。如受照人员未携带个人剂量计，则可根据人员所在部位，加速器照射条件，初步估算人员受照剂量。根据初步剂量估算结果确定受照人员是否要进行医学观察及治疗；

(6) 当发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。医院应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，并在规定时间内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据环保部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修正版）第十六条第一款：“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；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者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。”

新昌县人民医院已成立了放射防护管理小组，负责全院辐射安全与防护监督管理工作。

目前管理小组具体成员如下：

主 任：吕银祥

副组长：陈 加 董永强

成 员：胡少波 谢小西 陈立群 梁红梅 罗勇斌 王 瑶 盛金江

该管理机构的基本组成涵盖各射线装置各使用部门，在框架上基本符合要求。

放射防护管理小组的主要职责是：指导和监督医院加强辐射安全与防护工作的管理，保证医疗质量和医疗安全，保障放射诊疗人员、患者和公众的健康权益；建立健全辐射安全与防护管理工作制度，保证辐射防护安全和放射诊疗治疗符合有关规定、标准和规范的要求；组织医院放射诊疗工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康体检；制定辐射事件应急处理预案，并组织演练；将辐射防护纳入医疗质量检查的内容，定期组织对辐射诊疗工作场所、设备和人员进行辐射防护检测、监测和检查。

可见，医院放射防护管理小组设置满足要求。

12.1.2 辐射人员管理

（1）个人剂量检测

①医院共有 57 名辐射工作人员，全部辐射工作人员均配备了个人剂量计。

②根据 2017.5-2018.5 的个人剂量检测结果统计表，辐射工作人员个人剂量当量的检测范围值为：0.04~0.75mSv，个人累积剂量均未超过标准限值要求。个人剂量检测结果统计表见附件 6。

(2) 辐射工作人员培训

医院拥有较稳定的放射诊疗技术队伍，现有辐射工作人员 57 人，有 51 人已参加辐射防护与安全防护培训并且取得证书。其中有 6 人尚无进行辐射安全培训证书，18 人证书超出有效期限，这 24 人正在进行辐射安全与防护培训。辐射工作人员培训情况汇总见附件 7。

根据中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定，本次环评要求：医院现有辐射工作人员在应做到以下几点：

1) 已取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训；

2) 尚未参加辐射安全与防护培训的人员，以及辐射安全培训合格证书过期的人员应尽快参加与其从事活动等级相适应的辐射安全与防护培训，并考核合格持证上岗。

在此基础上，环评认为，本项目配置的辐射工作人员是满足要求的。

(3) 本项目辐射工作人员要求

本项目辐射工作人员均为新增，本环评要求所有新增辐射工作人员必须参加由环保部门组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方可上岗。从事本项目的辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。辐射工作人员职业健康检查应至少每 2 年进行 1 次，并建立职业健康监护档案且长期保存。

12.1.3 年度评估报告

新昌县人民医院每年底对辐射防护工作进行年度评估，历年工作未发生辐射事故。其中，最近一年 2017 年的年度评估报告结论为：“本年度，我院在县各级主管部门正确领导和医院领导及放射科员工的努力下，放射设备运行良好，未出现安全事故。为确保医院放射诊疗工作安全无事故，我们将进一步加大安全工作力度，整改不足之处，具体如下：1. 进一步加强对国家有关法规，规章和标准的学习，认真贯彻执行，不断提高对放射防护安全重要性的认识。2. 加强医院放射防护自主管理，责任到人，做到谁主管谁负责，奖罚分明。3. 加强放射工作人员的培养，提高业务和思想认识。4. 全院检查各项防护措施，经常演练，发现问题，及时整改。”

此外，医院的射线装置运行情况、辐射安全与防护设施、辐射安全和防护管理制度、个人剂量和健康档案、辐射安全与法律法规培训、射线装置性能检测和防护环境剂量检测等均符合环保的各类要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据环境保护部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修正版）第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位应当有健全的操作规程、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，并有完善的辐射应急措施。

根据医院提供的辐射防护工作管理制度，与本项建设内容相关的辐射防护工作制度有：《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》、《放射性离子使用登记制度》、《人员培训计划》、《监测计划》、《辐射安全管理制度》。

医院目前制定的辐射防护工作管理制度，存在制度内容不规范的情况，环评对各项制度提出相应的建议和要求：

（1）操作规程：针对本项目电子直线加速器制定相应的操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及操作程序等，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生；

（2）岗位职责：完善现有的《岗位职责》，补充电子直线加速器管理人员、电子直线加速器操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实；

（3）辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责电子直线加速器的防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查；

（4）设备检修维护制度：完善现有的《设备检修维护制度》，明确电子直线加速器和监测仪器维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保电子直线加速器装置、安全措施（警示标志、工作指示灯）、安全联锁、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态；

（5）人员培训计划：完善现有的《人员培训计划》，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查；

（6）监测方案：制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度，配置相应的辐射监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行监测并做好监测记录，定期上报环境主管部门。对于辐射工作人员接受的剂量值超过 5mSv/a 个人剂量约束值的，需立即查明原因，采取改进措施，并根据要求上报环境主管部门。

其他要求：

(1) 医院应在本次环评报告取得环评批复后及时变更辐射安全许可证；

(2) 在本项目新增电子直线加速器正式运行前应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），在规定的验收期限内（一般不超过3个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，项目单位需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，加速器机房至少配置固定式报警仪 1 个和便携式个人剂量报警仪 2 个。

12.3.2 监测计划

12.3.2.1 个人剂量监测和职业健康检查

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，从事本项目的辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。辐射工作人员职业健康检查应至少每 2 年进行 1 次，并建立职业健康监护档案且长期保存。

环评要求：

(1) 如果在单个季度出现个人剂量超过 1.25mSv 时需进行干预，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字。年剂量超过 5mSv 的管理限制时，暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并本人签字，并上报当地环境保护主管部门。单年剂量超过 20mSv 标准时，构成辐射事故，按事故应急预案处理，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地环境保护主管部门及省级环境保护主管部门。同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。医院须建立个人剂量档案，辐射工作人员调离辐射工作岗位，个人剂量档案要保存 30 年，如果辐射工作人员一直从事辐射工作到退休，个

人剂量档案要保存到 75 岁。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度评估报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

(3) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。

12.3.2.2 辐射工作场所及周围环境监测

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度检测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

②日常自行监测

定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期至少 1 次/月。

③监测内容和要求

A、监测内容：X- γ 空气吸收剂量率、中子辐射剂量率。

B、监测设备：便携式 X- γ 辐射监测仪、中子辐射剂量仪。

C、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-1）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1 辐射工作场所监测计划建议

辐射设备	监测内容	监测点位	监测周期	
			自行监测	委托监测
直线加速器	X- γ 空气吸收剂量率、中子辐射剂量率	辐射工作场所内： 加速器机房内医生摆位处。 辐射工作场所外： 机房防护门处、四面墙体外、控制室操作位等处。	1次/月	1次/年

D、监测范围：控制区和监督区域及周围环境

E、监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、采用的国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

c、制定辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

12.4 辐射事故应急

根据国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故的调查、报告和处理程序。

医院已根据上述要求，制定了《新昌县人民医院辐射事故应急预案》，建设单位的应急预案内容较完善，并且具有较好的针对性和可操作性，能够满足本项目拟开展核技术利用项目的事故应急需求。

在运行过程中，一旦发生辐射事故，按照应急预案进行处理；并根据本单位核技术利用建设项目建设情况及时进行修改、完善。建设单位应定期、具有针对性的对可能发生的辐射事故进行演习和辐射安全的法律、法规知识的培训，演习内容包括辐射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，相关演习和培训记录存档。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 辐射安全防护措施结论

本项目电子直线加速器机房屏蔽设计使用混凝土、铅防护门。

电子直线加速器机房拟张贴相应的各项规章制度、操作规程；直线加速器机房相关位置(例如治疗室入口处上方等)拟安装醒目的射指示灯及辐射标志；直线加速器治疗室入口处拟设置防护门和迷路，防护门应与加速器联锁；治疗室和控制室之间拟安装监视和对讲设备；穿越防护墙的电缆、管线等不影响其屏蔽防护效果。

电子直线加速器机房应配备相应的放射治疗质量保证设备，其配置要求需按照 GBZ126-2011 的要求进行配制。

(2) 辐射安全管理结论

医院已成立了放射防护管理小组，负责全院辐射安全与防护监督管理工作。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求；医院现有辐射工作人员 57 人，有 51 人已参加辐射防护与安全防护培训并且取得证书。其中有 6 人尚无进行辐射安全培训证书，18 人证书超出有效期限，这 24 人正在进行辐射安全与防护培训；医院已对现有辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 根据前文机房周围环境剂量理论估算结果可知，该项目直线加速器机房屏蔽墙、室顶和防护门外的剂量率均能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)“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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(2) 根据前文人员受照剂量理论估算结果可知，该院电子直线加速器放疗项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本次评价提出的 5.0mSv/a 和 0.25mSv/a 的年剂量约束值。

13.1.3 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录(2011 年本)》(修正), 本项目属于第一类鼓励类(第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”)项目, 符合国家现行产业政策。

(2) 代价利益分析结论

医院实施本项目, 目的在于开展放射诊疗工作, 最终是为了治病救人, 其获得的利益远大于辐射所造成的损害, 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”的要求。

(3) 项目可行性结论

本项目电子直线加速器机房位于医院东南部位置, 项目涉及的辐射工作场所的评价范围均位于医院内部, 项目用地属于医疗卫生用地, 周围无环境制约因素, 根据辐射环境影响分析, 项目不会对周围环境产生辐射影响, 故本项目的选址合理可行。

综上所述, 医院在落实本报告提出的各项污染防治措施后, 将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施, 本项目运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求, 故从辐射环境保护角度论证, 该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 该项目运行中, 应严格遵循操作规程, 加强对医务人员的培训, 杜绝麻痹大意思想, 以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响, 使对环境的影响降到最低。

(2) 从事本项目工作的辐射工作人员, 应按浙江省环保厅的要求, 安排工作人员在上岗前参加辐射安全与防护培训, 并取得培训合格证书, 持证上岗。

(3) 本项目在取得环评批复后应加快申请变更辐射安全许可证, 申请变更辐射安全许可证之前, 确保拟制定的辐射安全管理制度完成。

13.2.2 承诺

(1) 医院承诺按照国家相关法律法规及环评报告的要求补充和更新相关辐射安全管理规章制度。

(2) 医院承诺严格执行辐射监测计划, 发现问题及时整改。

(3) 医院承诺参与电子直线加速器工作的相关辐射工作人员及后续新增辐射工作人员参加有资质单位组织的上岗培训并取得辐射安全培训合格证后方上岗, 并按时接受

再培训。相关辐射工作人员配备个人剂量仪，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；相关辐射工作人员进行岗前、在岗期间以及离岗职业健康检查，每一年或两年委托委托相关资质单位对其进行职业健康检查，建立职业健康档案。

(4)医院承诺本项目电子直线加速器相关辐射工作人员的职业卫生健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息统一；相关辐射工作人员的职业卫生健康档案保存 3 年以上；个人剂量档案保存至辐射工作人员年满 75 周岁或者停止辐射工作 30 年。

(5) 医院承诺在本次环评报告取得环评批复后及时变更辐射安全许可证；在本项目新增电子直线加速器装置正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号)，在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

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：

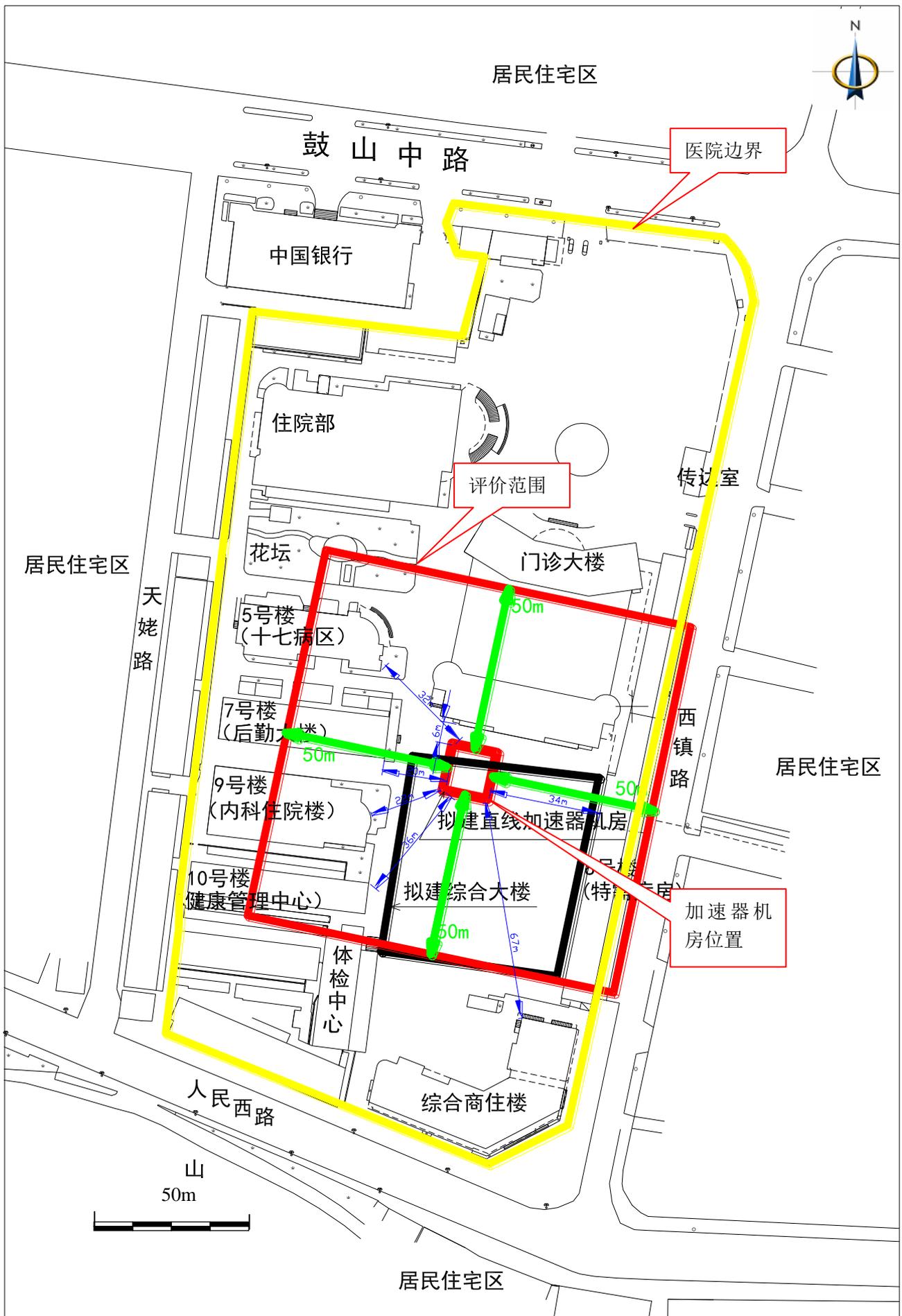
经办人：

公章

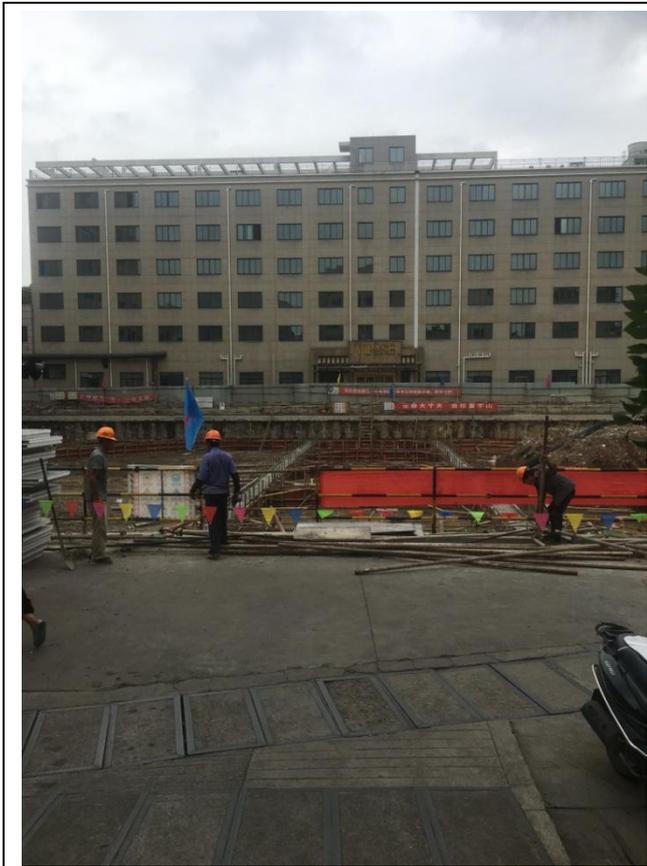
年 月 日



附图 1 项目地理位置示意图



附图2 项目周边环境概况图



拟建综合大楼东侧为8号楼（特需病房）



拟建综合大楼西侧为9号楼、7号楼、5号楼

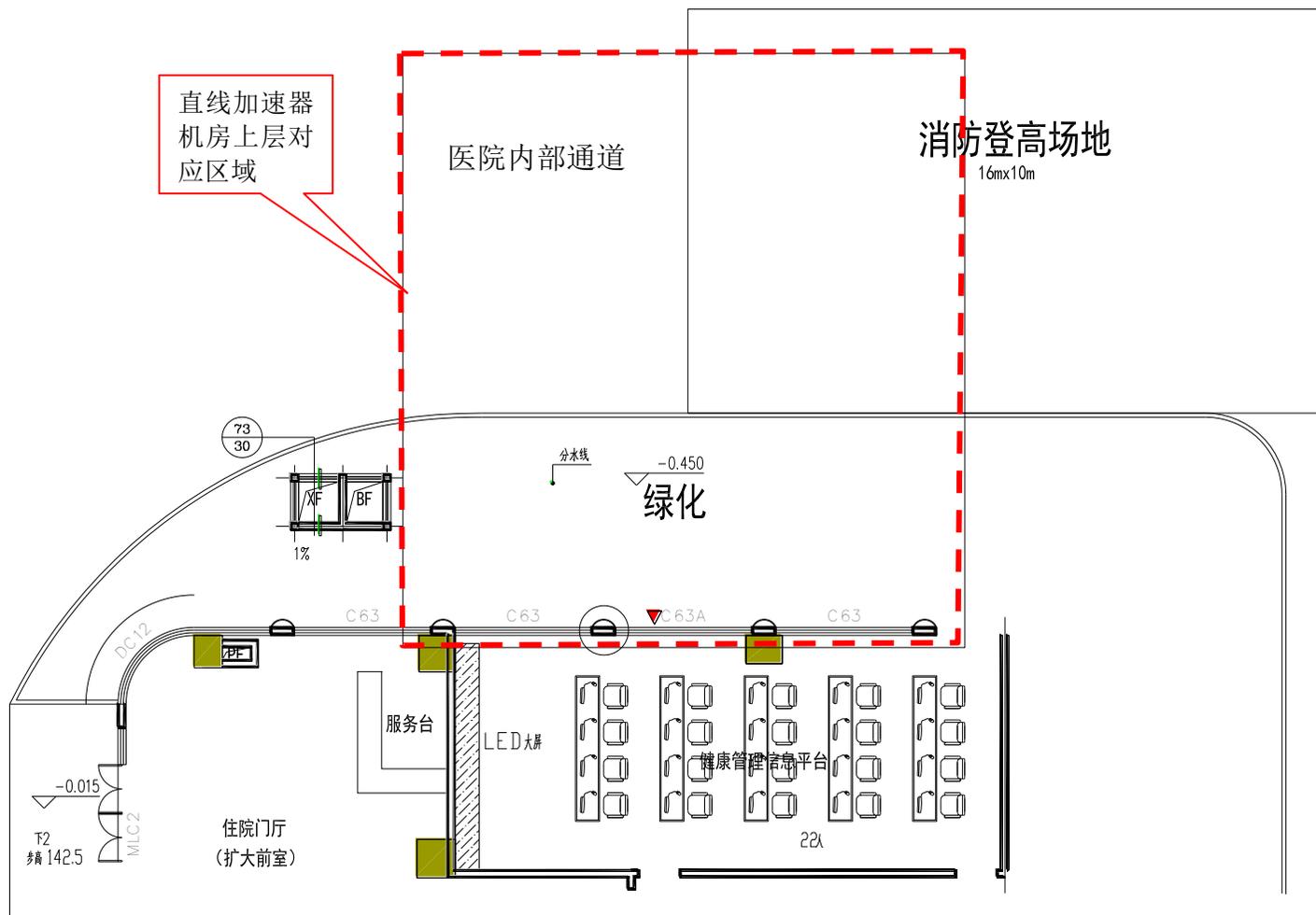


拟建综合大楼南侧为综合商住楼

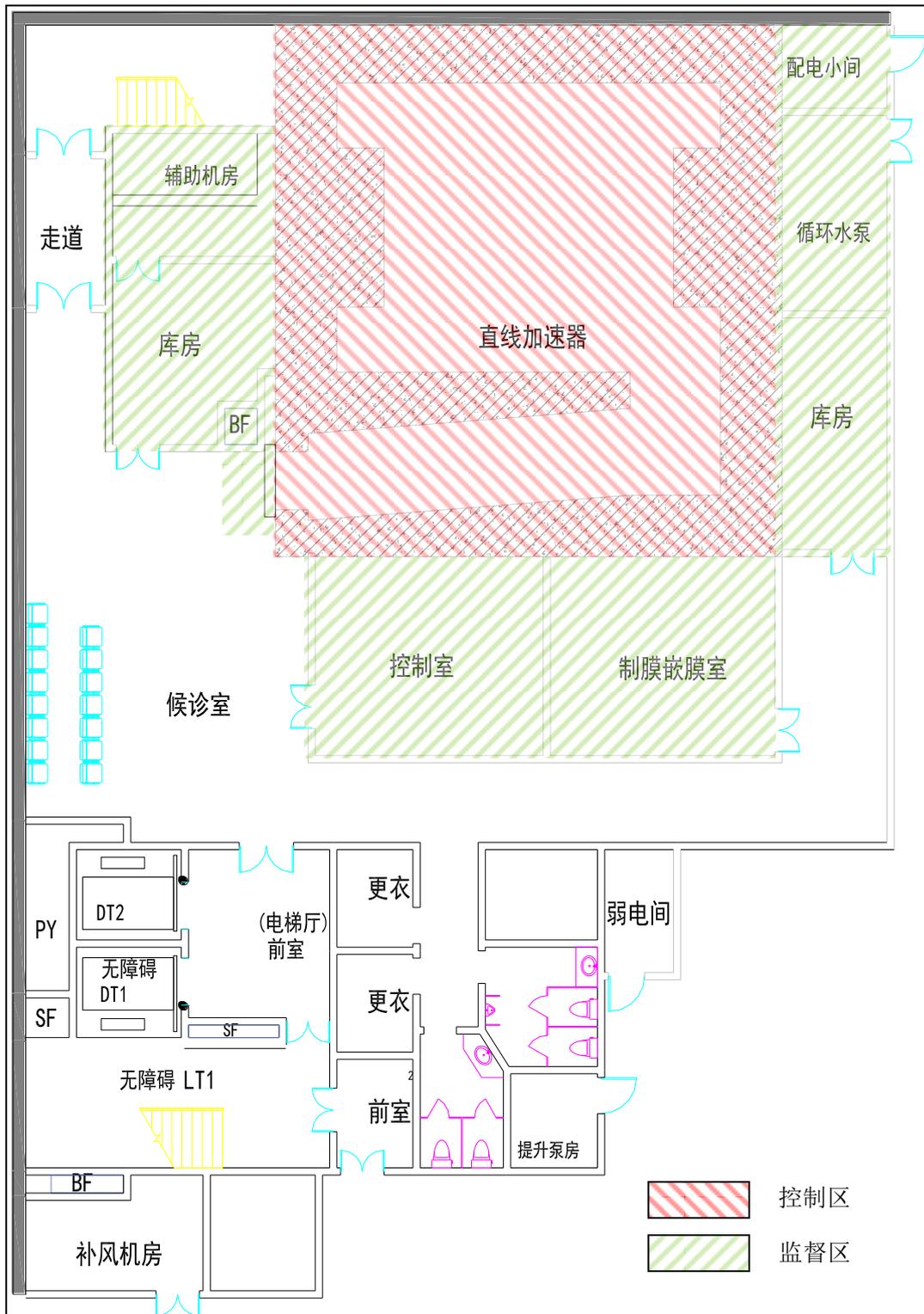


拟建综合大楼北侧为门诊大楼

附图3 项目四周环境现场照片



附图 4 直线加速器机房上层对应环境平面布置图



附图 5 电子直线加速器机房两区划分图

附件 1：委托书

委 托 书

中辐环境科技有限公司：

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》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的有关规定，我单位新昌县人民医院直线加速器射线装置核技术应用建设项目需办理环境影响审批手续，现委托中辐环境科技有限公司对该项目进行环境影响评价。

特此委托。



委托单位：新昌县人民医院 (盖章)

2018 年 7 月 2 日

附件 2：现有辐射安全许可证



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：新昌县人民医院
地 址：新昌县鼓山中路117号
法定代表人：吕银祥
种类和范围：使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所
证书编号：浙环辐证[D0058]
有效期至：2022 年 09 月 26 日

发证机关：
发证日期：2017 年 09 月 27 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	新昌县人民医院		
地 址	新昌县鼓山中路117号		
法定代表人	吕银祥	电话	0575-86026549
证件类型	身份证	号码	330624196404140032
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
种类和范围	使用II、III类射线装置,乙级非密封放射性物质工作场所		
许可证条件			
证书编号	浙环辐证[D0058]		
有效期至	2022年09月26日		
发证日期	2017年09月27日(发证机关章)		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号 浙环辐证[D0058]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
1	CT	Brilliance (140kV, 500mA) (原: CE 四排)	III	使用	医院放射科内	来源	购入		
						去向			
2	CT	GE Lightspeed (150kV, 1000mA) (原: 以色列 2000)	III	使用	医院放射科内	来源	购入		
						去向			
3	DR	DR VS (150kV, 1000mA) (原: ER-VR)	III	使用	医院放射科内	来源	购入		
						去向			
4	胃肠机	HFSI-3C (150kV, 1000mA) (原: GE 50KVTX3)	III	使用	医院放射科内	来源	购入		
						去向			
5	乳腺钼靶机	FLAT SE (50kV, 150mA) (原: GE 50KWVR)	III	使用	医院放射科内	来源	购入		
						去向			
6	X线摄影机	KXO-15R (150kV, 640mA) (原: GE-630MA)	III	使用	医院放射科内	来源	购入		
						去向			
7	X线摄影机	VR630 (150kV, 630mA) (原: 东芝 KX015)	III	使用	医院放射科内	来源	购入		
						去向			
8	床边X线机	Polymobil plus (125kV, 200mA) (原: 上海F50-100)	III	使用	急诊室	来源	购入		
						去向			

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号 浙环辐证[D0058]

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	床边X线机	ARC38 (125kV, 200mA) (原:西门汀移动)	III	使用	急诊室	来源 购入 去向		
10	C臂机	意大利 (110kV, 250mA) (已报废)	III	使用	手术室	来源 购入 去向		
11	C臂机	Compact L (110kV, 20mA) (原:意大利 RADIL)	III	使用	手术室	来源 购入 去向		
12	DSA	FD28 (125kV, 1250mA)	II	使用	介入中心2	来源 购入 去向		
13	DSA	OEC9800 (125kV, 1250mA)	II	使用	介入中心1	来源 购入 去向		
14	全景X射线机	ORTHOPHOS XC 3D CEPH (100kV, 20mA)	III	使用	口腔科	来源 购入 去向		
15	X线摄影机	VR630 (150kV, 630mA)	III	使用	健康管理中心	来源 购入 去向		
16	X线摄影机	HM-32 (110kV, 250mA)	III	使用	ICU	来源 购入 去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号浙环辐证[D0058]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
17	牙片机		III	放射诊断	口腔科	来源 去向	购入		
18	CT		III	放射诊断	放射科	来源 去向	购入		
19	DR		III	放射诊断	移动	来源 去向	购入		
	以	下	空	白		来源 去向			
						来源 去向			
						来源 去向			
						来源 去向			
						来源 去向			

附件 3：原有项目环评批复文件

新昌县环境保护局文件

新环建字（2017）83 号

关于新昌县人民医院提升工程一期综合大楼建设项目环境影响报告书的审查意见

新昌县人民医院：

你单位报送的《新昌县人民医院提升工程一期综合大楼建设项目环境影响报告书》及要求审批的报告收悉。经研究，我局作出如下审查意见：

一、根据环境影响报告书的结论和建议意见及专家函审意见，原则同意新昌县人民医院提升工程一期综合大楼建设项目在新昌县人民医院内实施。

二、项目主要内容：总投资 15722 万元，环保投资 165 万元，项目拟在拆除县人民医院内废弃老食堂和现感染科室门诊及辅助用房的基础上建设新综合大楼，项目总用地面积 3400 平方米，总建筑面积 25428 平方米。项目建设内容包括建筑工程、装饰工程、安装工程和室外道路、绿化、给排水等辅助工程。（详见报告书）

三、项目实施中必须落实环评报告书提出的各项环保措施及污染防治措施，并切实做好以下方面工作：

1、加强建设期的生态保护和污染防治。各类建筑垃圾应定点存

放，不得乱丢乱弃，施工人员生活垃圾委托环卫部门外运处置；施工人员生活污水经预处理后纳入市政污水管网；采用新型环保的装修涂料、油漆，合理安排施工作业次序，加强建筑物自然通风；切实采取防尘、防噪、隔离措施，合理安排作业时间，最大程度减少对周围环境的影响，夜间施工须报我局审批。

2、严格实施雨污分流、清污分流，规范设置雨水、污水排放口。本项目生活污水与医疗废水分别经预处理后排入污水处理站处理，处理达标后接入污水管网，送嵊新污水处理厂集中处理达标排放。

3、加强废气防治，对污水处理设施的恶臭气体经收集处理后高空排放，确保产生废气对周围环境影响较小。地下车库配套风机，汽车废气经排风井至屋顶高空排放。

4、切实搞好噪声防治工作，对医疗设备、空调等噪声源须进行专项降噪治理，确保场界噪声符合标准要求，尽量减少对周边环境的影响。

5、固体废物实行分类收集、统一管理，医疗废弃物必须按危险废物管理要求委托有资质单位处理，生活垃圾由环卫部门清运处理。

四、实行污染物总量控制。本项目污染物排放量为：24000 吨/年、CODcr1.2 吨/年、NH₃-N 0.12 吨/年。本项目实施后新昌县人民医院污染物排放总量控制指标为：221718 吨/年、CODcr11.09 吨/年、NH₃-N 1.11 吨/年。

五、严格执行环保“三同时”制度，实施各项清洁生产、污染控制及事故防范措施，加强企业环保管理，确保各类污染物合理处置、达标排放。项目建成报环保部门进行竣工环保验收后就可投入生产。

新昌县环境保护局

2017年8月10日

抄送：绍兴市环境保护局，新昌县环境监察大队

绍兴市环境保护局文件

绍市环审〔2015〕8号

关于新昌县人民医院 DSA 等医用射线装置及核磁共振项目（改扩建）环境影响报告表的审查意见

新昌县人民医院：

你单位《关于审批新昌县人民医院 DSA 等医用射线装置及核磁共振项目（改扩建）核技术应用项目环境影响报告表的请示》、《新昌县人民医院 DSA 等医用射线装置及核磁共振项目（改扩建）环境影响报告表》（浙江国辐环保科技中心）等收悉。经研究，我局审查意见如下：

一、根据报告表结论和专家评审意见、新昌县环保局预审意见，我局原则同意报告表的评价结论，同意该项目在新昌县南明街道鼓山中路 117 号新昌县人民医院环评拟选地址实施。原已批项目“绍市环审〔2013〕64 号”不再实施。

二、项目主要内容：本项目拟更新 2 台 CT、1 台 DR、2 台 X 线摄影机、1 台胃肠机、1 台乳腺钼靶机、2 台 C 臂机、2 台床边 X 线机、报废 1 台放射性粒子治疗计划系统，新增 2 台 DSA、1 台 X 线摄影机、1 台移动 X 线机、1 台牙科全景机、1 台牙片机、2 台核磁共振仪。拟更新和新增设备技术参数及位置等详见报告表。

三、环境影响报告表所提对策建议应作为该项目辐射污染防治和环境管理的依据。你单位必须严格遵守国家有关法规及标准，落实环境影响报告表提出的各项辐射污染防治、安全管理和环境保护措施与要求，并重点做好以下工作：

（一）加强项目设计、建设和施工管理，保证 DSA 等各类机房建设质量，落实各项辐射污染防治和安全防护工程措施。选用先进安全的医疗设备和各类配套设施，并重新申领辐射安全许可证。

（二）进一步明确辐射管理机构和职责，完善落实各项辐射安全管理规章制度、操作规程、监测计划和辐射事故应急预案。新建机房外需设置正确的电离辐射标志、中文警示说明和工作指示灯。定期检查 X 射线机及相关安全装置，使之安全有效，确保辐射安全。

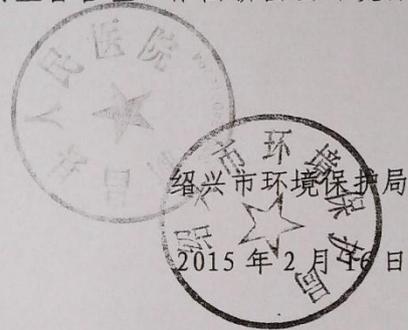
（三）做好人员安全防护和管理。操作人员（包括拟增辐射设备投运后新进人员）必须参加培训并持辐射防护和安全管理培训合格证上岗，工作时佩带个人防护用品和个人剂量计。

你单位必须对操作人员建立个人剂量和职业健康档案，并定期进行辐射防护知识、安全管理知识的培训与考核，提高辐射环境管理水平和自我防护意识。

(四) 严格按操作规程操作，健全检查制度，做好防火、防盗、防射线泄漏等安全防护措施。

四、严格执行环保“三同时”制度。项目建成后，须向我局申请竣工环保验收，经验收合格后方可投入运行。

五、该项目辐射环境安全的监督管理工作由新昌县环境保护局负责。



抄送：省环保厅、新昌县环境保护局、浙江国辐环保科技中心。

绍兴市环境保护局办公室

2015年2月16日印发

(共印5份)

浙江省环境保护厅文件

浙环辐〔2014〕12号

关于新昌县人民医院 I-125 粒子植入建设项目环境影响 报告表的审批意见

新昌县人民医院：

由你公司送审的《X、 γ 射线探伤建设项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）、专家评审意见、技术评估报告和绍兴市环保局的审查意见收悉。经研究，审批意见如下：

一、《报告表》对你公司在新昌县南明街道鼓山中路 117 号医院内 I-125 粒子植入项目进行了环境影响评价。项目内容为年使用 $1.11\text{E}+11\text{Bq}$ 的 I-125 粒子。根据评价结论，在辐射环境保护方面，你公司的该项目可行，我厅同意《报告表》结论。《报告表》提出的对策和建议可作为项目建设和环境管理的依据。

二、你公司在项目实施时，要重点做好辐射环境安全管理、废旧放射源处置、台账资料管理、辐射工作人员个人剂量管理和健康管理、放射源暂存库安全管理等工作，严防辐射事故发生。

三、项目建设后投入试运行前，必须按照有关要求申领《辐

射安全许可证》; 在项目投入试运行后, 按照相关法律法规要求, 及时申请环保设施竣工验收, 验收合格后, 方可正式投入运行。

请绍兴市环保局负责督促公司做好辐射环境安全的日常管理工作。

2014年6月9日

抄送: 绍兴市环境保护局、新昌县环境保护局。

附件 4：原有项目环保验收意见

浙江省环境保护厅文件

浙环辐验〔2017〕70号

关于新昌县人民医院 I-125 粒子植入治疗建设项目环境保护设施竣工验收意见的函

新昌县人民医院：

你医院报送的《建设项目竣工环境保护验收申请》及相关验收材料收悉。根据《新昌县人民医院 I-125 粒子植入治疗建设项目竣工环境保护验收调查表》，以及其他相关申报材料，经研究，意见如下：

一、本项目位于新昌县南明街道鼓山路 117 号新昌县人民医院内，本次验收涉及的项目内容为：在项目指定位置开展的 ^{125}I 粒子植入治疗项目， ^{125}I 粒子的年使用量不超过 $1.11\text{E}+11\text{Bq}$ 。本次验收内容为上述项目的环保设施。

二、对于本次验收内容，监测结果表明项目辐射工作场所和项目环境影响符合国家相关标准要求，环保设施和安全防护设施设备满足规范要求，你医院环境保护手续基本齐全，项目环保设施验收合格。

三、项目投运后，你医院应遵守国家相关规定，确保本次验收涉及项目符合国家相关各项环境标准要求。

四、请绍兴市环境保护局负责督促医院做好日常环境管理工作。

浙江省环境保护厅

2017年4月27日

抄送：绍兴市环境保护局。

新昌县环境保护局文件

新环验〔2017〕3号

关于新昌县人民医院 DSA 等医用射线装置及核磁共振项目（改扩建）环境保护设施竣工验收意见

新昌县人民医院：

你院《DSA 等医用射线装置及核磁共振项目（改扩建）环保验收的申请》及相关材料收悉。我局组织相关科室于 2016 年 12 月 9 日对项目进行了竣工环境保护验收现场检查。经研究，提出验收意见如下：

一、项目建设的基本情况

项目位于南明街道鼓山中路 117 号新昌县人民医院厂区内，项目新增 DSA、X 线摄影机、移动 X 线机、牙科全景机、核磁共振仪、牙片机，更新现有 CT、DR、X 线摄影机、胃肠机、乳腺钼靶机、C 臂机。总投资为 900 万元，其中环保投资 100 万元。

项目由绍兴市环境保护局于 2015 年 2 月批准该项目环境影响评价文件（绍市环审〔2015〕8 号）。根据绍市环函〔2015〕252 号文件要求，该项目由我局进行环保设施竣工验收。目前项目已

设了相应的环境保护设施，经验收合格，准予该项目主体工程正式投入生产。

项目正式投运后应做好各项环保设施的日常维护和管理，确保各项辐射污染防治和安全防护工程措施长期有效。

新昌县环境保护局

2017年1月4日

建设项目环境影响登记表

填报日期：2017-09-18

项目名称	新昌县人民医院医用X射线装置应用项目		
建设地点	浙江省绍兴市新昌县南明街道鼓山中路117号	建筑面积(m ²)	130
建设单位	新昌县人民医院	法定代表人或者主要负责人	吕银祥
联系人	陈立群	联系电话	15325226120
项目投资(万元)	1250	环保投资(万元)	50
拟投入生产运营日期	2017-09-28		
建设性质	扩建		
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；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	<p>一、建设内容 医院门诊大楼一层东南侧新增一台CT射线装置，医院的一台医疗体检车（车牌号：浙D D9677）上新增一台DR射线装置。</p> <p>二、建设规模</p> <p>1、本次新增的射线装置使用规模 （1）拟购一台CT机，最大管电压150kV，最大管电流1000mA，使用位置：医院门诊大楼一层东南侧的CT机房。 （2）拟购一台车载DR机，最大管电压150kV，最大管电流630mA，使用位置：医院的一台医疗体检车。</p> <p>2、原有射线装置使用规模 （1）VR630型X线摄影机，150kV/630mA； （2）DR-VS型DR机，150kV/1000mA； （3）HF51-3C型胃肠机，150kV/1000mA； （4）FLAT SE型DR乳腺钼靶机，50kV/150mA； （5）KX0-15R型X线摄影机，150kV/640mA； （6）Brillance型螺旋CT机，140kV/500mA； （7）GE Lightspeed型螺旋CT机，150kV/1000mA； （8）PolymoBil plus型床边X线机，125kV/200mA； （9）Compact L型C臂机，110kV/20mA； （10）VR630型X线摄影机，150kV/630mA； （11）FD 20型DSA，125kV/1250mA； （12）OEC9800型DSA，125kV/1250mA； （13）ORTRPHOS XG 3D CEPH型全景机，100kV/20mA； （14）AR30床边X线机，125kV/200mA； （15）BvEndura型C臂机，110kV/250mA； （16）HM-32型移动X线机，110kV/250mA； （17）HELIODENT PLUS D3507型牙片机，90KV/20mA；</p> <p>3、原有密封源 （1）125I核素，总活度（Bq）1.11*10¹¹。</p>
---------	---

<p>主要环境影响</p>	<p>辐射环境影响</p>	<p>采取的环保措施及排放去向</p>
---------------	---------------	---------------------

环保措施：
 一、污染防治措施1、机房的防护设计：依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），本项目设置有单独的CT机房、车载DR机房均满足使用设备的空间要求和辐射防护要求。机房内布局合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线口腔位置。2、警示标识：医院在CT机房候诊门外1m处设置有黄色警戒线；在车辆周围设立临时控制区，在边界上设立清晰可见的警示标志牌（例如：“禁止进入X射线区”）；辐射工作场所设置有指示灯和电离辐射标志并有中文说明，注明工作时严禁人员入内。3、通风装置：CT机房、车载DR机房均设置有动力排风装置，满足工作要求。4、防护用品和监测仪器：CT机房配有铅帽1个（0.5mmPb）、铅围脖1个（0.5mmPb）、铅方巾（0.6m*1.2m以上）1个（0.5mmPb）和铅衣1件（0.5mmPb），车载DR机房配有铅围脖1个（0.5mmPb）、铅帽1个（0.5mmPb）、铅围裙1个（0.5mmPb）和铅衣1件（0.5mmPb），热释光个人剂量计。二、安全管理措施1、有专职管理人员负责辐射安全管理2、规则制度：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫、设备检修维护制度、放射性同位素和射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案。3、有辐射事故应急措施。4、个人剂量监测、职业健康体检，并建立个人剂量档案和个人健康档案。5、参加辐射安全和防护知识培训。

承诺：新昌县人民医院吕银祥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新昌县人民医院吕银祥承担全部责任。

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：20173306240000220。

主要环境影响		采取的环保措施 及排放去向	
--------	--	------------------	--

	辐射环境影响	<p>环保措施： 环保措施：一、污染防治措施1、机房的防护设计：依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），本项目设置有单独的CT机房满足使用设备的空间要求和辐射防护要求。机房内布局合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置。2、警示标识：所有的机房病人出入门外1m处设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近；辐射工作场所设置有工作指示灯和电离辐射标志并有中文说明，注明工作时严禁人员入内。3、通风装置：射线装置机房均设置有动力排风装置，并保持良好的通风。4、照射剂量控制：根据各射线装置的实际工作情况配备可升降的含铅挡铅板，为受检病人的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量。5、防护用品和监测仪器：配备个人剂量计10个、辐射剂量计1个；CT机房配铅帽（0.5mmPb）、铅颈套（0.5mmPb）、铅方巾（0.6m*1.2m以上）（0.5mmPb）和铅衣（0.5mmPb）；口腔科内配备大领铅橡胶颈套（0.5mmPb）；放射CT 2室、C臂机使用场所手术室、放射科ICU均配备铅帽（0.5mmPb）、铅颈套（0.5mmPb）、铅方巾（0.6m*1.2m以上）（0.5mmPb）（以上5个工作场所配备的防护用具均各2个，成人儿童各一套）。二、安全管理措施1、有专职管理人员负责辐射安全管理2、规则制度：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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案。3、有辐射事故应急措施。4、个</p>
--	--------	---

		<p>人剂量监测、职业健康体检，并建立个人剂量档案和个人健康档案。5、参加辐射安全和防护知识培训。</p>
<p>承诺：新昌县人民医院吕银祥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新昌县人民医院吕银祥承担全部责任。</p> <p style="text-align: right;">法定代表人或主要负责人签字：</p>		
<p>备案回执</p> <p>该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：201833062400000113。</p>		

附件 5： 辐射环境现状监测报告



161101060970

报告编号： GABG-HJ18380058

项 目 名 称 新昌县人民医院扩建 1 台直线加速器建设项目辐射环境本底检测

委 托 单 位 中辐环境科技有限公司

检 测 类 型 委托检测



浙江建安检测研究院有限公司

2018年7月编制

浙江建安检测研究院有限公司 网址: <http://www.gian.cn> 电话: 0571-87985777 传真: 0571-87979992
地址: 杭州市江干区明石路黎明花苑三区综合楼 邮编: 310021 用户信箱: gian@gian.com

声 明

1. 本机构保证检测工作的公正性、独立性和诚实性, 对检测的数据负责, 对受检单位和委托方的检测样品、技术资料及检测报告等严格保密和保护所有权。如有违反公正性、保密性的行为, 给客户造成损失的, 本机构愿意承担相应法律责任。
2. 本报告无检测人(或编制人)、审核人、批准人签名无效; 涂改或未盖浙江建安检测研究院有限公司检测报告专用章无效。
3. 送样委托检测, 仅对来样负责。
4. 受检单位和委托方若对本报告有异议, 应于收到报告之日起 15 日内向本机构提出。
5. 未经本机构书面批准, 不得部分复制本报告。本报告各页均为报告不可分割之部分, 使用者单独抽出某页而导致误解或用于其它用途及由此造成的后果, 本机构不负相应的法律责任。
6. 本报告未经浙江建安检测研究院有限公司同意, 不得以任何方式作广告宣传。

一、项目基本情况

项目名称: 新昌县人民医院扩建 1 台直线加速器建设项目辐射环境本底检测

委托单位名称: 中辐环境科技有限公司

委托单位地址: 浙江省杭州市西湖区教工路 336 号 3A

委托编号: 18380058

检测项目: X-γ 空气吸收剂量率

检测方式: 现场检测

检测环境条件: 天气状况 晴, 温度 28℃, 相对湿度 81%

受检场所个数: 1

检测依据: GB/T 14583-1993《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》

主要检测仪器: X-γ 剂量率仪/05032997

检测时间: 2018 年 7 月 3 日

检测地址: 新昌县南明街道鼓山中路 117 号

二、检测仪器

仪器名称	X-γ 剂量仪
仪器型号	XH-2020
生产厂家	西安西核彩桥实业科技有限公司
仪器编号	05032997
能量范围	45keV~3MeV (±30%)
量程	0.001~1000μGy/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定证书	2017H21-10-1079248002
检定有效期	2018 年 1 月 26 日~2019 年 1 月 25 日

三、检测结果

受检编号: 005801

检测点编号	检测点位置	检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
1#	拟建直线加速器机房北侧	0.095	现状为空地
2#	拟建直线加速器机房东侧	0.107	现状为空地
3#	拟建直线加速器机房南侧	0.111	现状为空地
4#	拟建直线加速器机房西侧	0.108	现状为空地
5#	拟建直线加速器机房中心	0.110	现状为空地
6#	拟建综合楼东侧	0.114	现状为空地
7#	拟建综合楼南侧	0.127	现状为空地
8#	拟建综合楼西侧	0.113	现状为空地
9#	拟建综合楼北侧	0.094	现状为空地
10#	拟建综合楼中心	0.118	现状为空地

注: 1、测量时探头距离地面约 1m;
2、所有测量值均未扣除宇宙射线;
3、测量值经校准因子修正。



图1 拟建直线加速器机房四至及拟建综合楼四至辐射环境检测点位示意图

(编制人: 方佳丽)

报告编号: GABG-HJ18380058 第 5 页 共 5 页
注: 未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效, 本单位不承担任何法律责任

检测人 姜峰 审核人 阮
批准人 阮 职 务 主任

检测单位(检测专用印章)

2018年7月18日



以下空白



附件 6：个人剂量检测结果统计

序号	姓名	性别	2017~2018 年个人剂量监测结果 (mSv)				年有效剂量
			2017-05-27~ 2017-08-25	2017-08-26~ 2017-11-24	2017-11-25~ 2018-02-23	2018.2.24~ 2018.5.25	
1	俞福祥	男	0.16	0.01	0.06	0.03	0.26
2	潘炳炳	男	0.17	0.01	0.01	0.01	0.20
3	余婷婷	女	0.01	0.05	0.01	0.01	0.08
4	甄亚妃	女	0.11	0.01	0.01	0.01	0.14
5	钱旭东	男	0.01	0.01	0.01	0.18	0.21
6	陈建军	男	0.21	0.13	0.18	0.23	0.75
7	胡少波	男	0.17	0.21	0.01	0.17	0.56
8	晏耀文	男	0.28	0.07	0.07	0.11	0.53
9	夏立栋	男	0.46	0.01	0.01	0.11	0.59
10	袁 钧	男	0.06	0.01	0.08	0.06	0.21
11	陈 晶	女	0.01	0.06	0.01	0.08	0.16
12	石杨妃	女	0.18	0.05	0.01	0.10	0.34
13	王海霞	女	0.04	0.01	0.01	0.13	0.19
14	陈亚玲	女	0.24	0.08	0.03	0.15	0.50
15	孙晓云	男	0.11	0.24	0.07	0.08	0.50
16	杨浩君	男	0.06	0.05	0.01	0.14	0.26
17	盛浙锋	男	0.01	0.18	0.11	0.01	0.31
18	俞杭英	女	0.18	0.14	0.01	0.15	0.48
19	张 霞	女	0.10	0.07	0.01	0.01	0.19
20	甄 炜	男	0.20	0.15	0.05	0.05	0.45
21	杨慧萍	女	0.05	0.05	0.01	0.11	0.22
22	石海方	女	0.01	0.01	0.06	0.01	0.09
23	吴蓓娜	女	0.10	0.07	0.01	0.06	0.24
24	张丹丹	女	0.19	0.04	0.01	0.12	0.36
25	方 堃	男	0.01	0.01	0.11	0.05	0.18
26	吕 炳	男	0.02	0.01	0.03	0.04	0.10
27	何鑫东	男	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06
28	潘方强	男	0.03	0.01	0.01	0.09	0.14
29	黄剑锋	男	0.08	0.02	0.01	0.01	0.12
30	刘昱桐	男	0.01	0.03	0.01	0.08	0.13
31	张沛宁	男	/	/	0.01	0.03	0.04
32	丁珊红	女	/	/	0.01	0.12	0.13
33	赵灵芳	女	/	/	0.01	0.01	0.02
34	杨 磊	男	/	/	0.05	0.01	0.06
35	高 楠	男	/	/	0.11	0.14	0.25
36	沈 越	男	0.01	0.03	0.01	0.01	0.06
37	王柏灿	男	0.01	0.01	0.01	0.09	0.12
38	张 杰	男	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04

39	俞六萍	女	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04
40	张剑萍	女	0.14	0.03	0.01	0.01	0.19
41	杨利萍	女	0.04	0.01	0.01	0.04	0.10
42	张江杰	男	0.05	0.06	0.01	0.15	0.27
43	章国东	男	0.08	0.01	0.01	0.01	0.11
44	王晓伟	男	0.01	0.01	0.01	0.04	0.07
45	谢小西	男	0.01	0.01	0.01	0.07	0.10
46	陈爱民	男	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04
47	汪平凡	男	0.05	0.02	0.01	0.14	0.22
48	梁赛英	女	0.16	0.01	0.01	0.10	0.28
49	黄鹤飞	男	0.01	0.06	0.01	0.01	0.09
50	俞海风	男	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04
51	杨 妃	女	0.04	0.03	0.01	0.01	0.09
52	张永萍	女	0.03	0.11	0.01	0.13	0.28
53	张高松	男	0.17	0.08	0.01	0.10	0.36
54	徐丽丽	女	0.01	0.04	0.01	0.01	0.07
55	王冰儿	女	0.09	0.01	0.01	0.01	0.12
56	魏义军	男	0.01	0.01	0.01	0.06	0.04
57	何永明	男	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04

附件 7：辐射安全与防护培训情况统计

序号	姓名	性别	证书编号	发证日期	是否在有效期内 ^①
1	俞福祥	男	201403186	2014年4月1日	否
2	潘炳炳	男	201410008	2014年4月1日	否
3	余婷婷	女	201410003	2014年4月1日	否
4	甄亚妃	女	201403189	2014年4月1日	否
5	钱旭东	男	201410005	2014年10月9日	是
6	陈建军	男	201410017	2014年10月9日	是
7	胡少波	男	201410012	2014年10月9日	是
8	晏耀文	男	201403183	2014年4月1日	否
9	夏立栋	男	201410011	2014年10月9日	是
10	袁 钧	男	201403188	2014年4月1日	否
11	陈 晶	女	201410018	2014年10月9日	是
12	石杨妃	女	201410014	2014年10月9日	是
13	王海霞	女	201403184	2014年4月1日	否
14	陈亚玲	女	201403185	2014年4月1日	否
15	孙晓云	男	201410001	2014年10月9日	是
16	杨浩君	男	201403182	2014年4月1日	否
17	盛浙锋	男	201410002	2014年10月9日	是
18	俞杭英	女	201410013	2014年10月9日	是
19	张 霞	女	201410009	2014年10月9日	是
20	甄 炜	男	201410019	2014年10月9日	是
21	杨慧萍	女	201410004	2014年10月9日	是
22	石海方	女	201410006	2014年10月9日	是
23	吴蓓娜	女	201410020	2014年10月9日	是
24	张丹丹	女	201410028	2014年10月9日	是
25	方 堃	男	201410030	2014年10月9日	是
26	吕 炳	男	JA201605050	2016年6月15日	是
27	何鑫东	男	JA201605051	2016年6月15日	是
28	潘方强	男	JA201605050	2016年6月15日	是
29	黄剑锋	男	201611400	2016年12月9日	是
30	刘昱桐	男	201611401	2016年12月9日	是
31	张沛宁	男	/	/	/
32	丁珊红	女	/	/	/
33	赵灵芳	女	/	/	/
34	杨 磊	男	/	/	/
35	高 楠	男	/	/	/
36	沈 越	男	201410021	2014年10月9日	是
37	王柏灿	男	201403195	2014年4月1日	否
38	张 杰	男	201410022	2014年10月9日	是

39	俞六萍	女	201410024	2014年10月9日	是
40	张剑萍	女	201410025	2014年10月9日	是
41	杨利萍	女	201410026	2014年10月9日	是
42	张江杰	男	201403190	2014年4月1日	否
43	章国东	男	201403198	2014年4月1日	否
44	王晓伟	男	201410027	2014年10月9日	是
45	谢小西	男	JA201605053	2016年6月15日	是
46	陈爱民	男	201611402	2016年12月9日	是
47	汪平凡	男	201403191	2014年4月1日	否
48	梁赛英	女	201403197	2014年4月1日	否
49	黄鹤飞	男	JA201605055	2016年6月15日	是
50	俞海风	男	/	/	/
51	杨 妃	女	201403193	2014年4月1日	否
52	张永萍	女	201403192	2014年4月1日	否
53	张高松	男	201403196	2014年4月1日	否
54	徐丽丽	女	JA20140605052	2016年6月15日	是
55	王冰儿	女	201403187	2014年4月1日	否
56	魏义军	男	201410007	2014年10月9日	是
57	何永明	男	201410015	2014年10月9日	是

注：有效期指发证日期截止目前不超过四年。表中有6人无辐射安全与防护培训证书，18人的证书超出有效期。

附件 7：专家意见

新昌县人民医院扩建 1 台电子直线加速器建设项目 环评审查意见

总体评价：

该项目符合国家产业政策，报告表编制符合规范要求，内容较全面，评价范围和标准合适，辐射屏蔽和防护措施可行，辐射环境影响分析符合要求，评价结论基本可信。

修改意见和建议：

- 1、加速器机房屋顶是主、次屏蔽剂量率计算值最大处，说明顶部对应的区域平面布置及分区管理情况。
- 2、完善直线加速器固有防护措施描述，图示说明固定式监测设备、视频监控、急停开关位置和数量。
- 3、明确离子交换树脂、靶件的监测周期，存贮更换或报废的容器和房间的安全防护要求；说明固体废物中放射性核素种类及豁免活度、活度浓度。
- 4、说明工作人员剂量估算时，加速器采用 15MV X 射线照射的使用因子取 1/10 的依据。
- 5、说明 15MV 模式下，停机 6-20 分钟后机房内的辐射水平，距离设备表面 1m 处感生放射性造成的剂量率水平，工作人员进入室内时的个人防护措施。
- 6、补充建设单位辐射安全能力分析，包括自行开展辐射工作场所中子剂量率监测的能力，并明确结论。



2018 年 11 月 26 日

新昌人民医院新建医用电子直线加速器项目环境影响报告表

专家意见表

专家姓名	赵葵	职称、职务	主任医师	专业	影像核医学
工作单位	浙江大学附属第一医院	电话	87236431	日期	2018.11
<p style="text-align: center;">评审意见：（函审）</p> <p>该项目系《新昌人民医院扩建医用电子直线加速器项目环境影响报告表》，该报告表：医院1台电子直线加速器室选址在综合大楼地下二层北侧，位于医院区内，周围50M无敏感点位，选址相对合理；本报告评价10MV和15MV两档位直线加速器设备，根据本报告表显示：分区明确，15MV考虑防中子的防护设计，机房面积符合标准，屏蔽设计使用混凝土及铅防护门，计算参数达到辐射安全与防护的要求，以及三废的处理（具体见报告表），的环境保护要求。</p> <p>建议 1. 加强建设中的监督作用，不能偷工减料。</p> <p>2. 不断完善辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝放射性误照事故的发生。</p> <p>3. 尽快确定机型；组织完善相关工作人员的辐射安全与防护知识培训。</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>					

新昌县人民医院扩建 1 台电子直线加速器建设项目

环境影响报告表专家函审意见

专家姓名	刘新伟	职称、职务	高工	专业	环保
工作单位	浙江国辐环保科技有限公司		日期	2018.11.29	
<p>主要函审意见：</p> <p>一、该环境影响报告表内容较全面，重点突出，项目周边环境调查翔实，评价标准选用适合，采用的评价方法合理，评价结论总体可信。经适当修改完善后，可作为项目环境保护建设管理的依据。</p> <p>二、建议报告表作如下修改：</p> <p>1、核实现有放射源的类别；</p> <p>2、根据报告内容描述核实图件中划分的监督区范围，完善加速器机房上层布置图；墙体屏蔽应增加混凝土密度要求。</p> <p>3、细化防护设备的配备；如提出自行监测建议，应对应提出配备监测仪器的建议。</p> <p style="text-align: right;">刘新伟</p>					

附件 8：修改说明

根据新昌县人民医院扩建 1 台电子直线加速器建设项目环境影响报告表专家评审意见，对报告表进行了修改、完善，具体说明如下：

专家：肖军

专家评审意见	修改内容对应页码及说明	页码
1、加速器机房屋顶是主、次屏蔽剂量率计算值最大处，说明顶部对应的区域平面布置及分区管理情况；	在文中 1.2.2 中补充说明加速机房上方的区域平面布置，并在在附图 4 中增加直线加速器机房上方对应环境平面布置图进一步补充说明；又由于加速器机房上方为绿化用地、行人通道以及消防用地，非人员驻留区域，因此不划为监督区。	P3， 附图 4
2、完善直线加速器固有防护措施描述，图示说明固定式监测设备、视频监控、急停开关位置和数量；	在文中 10.1.2 辐射安全防护措施的描述中，详细补充说明了直线加速器固有防护措施的位置和数量，并补充图 10-3 进一步说明其位置。	P25
3、明确离子交换树脂、靶件的监测周期，存贮更换或报废的容器和房间的安全防护要求；说明固体废物中放射性核素种类及豁免活度、活度浓度；	在文中 11.2.3 放射性“三废”环境影响分析中增加分析固体废物中放射性核素种类，以及相关核素的豁免要求；由于放射性核素衰变在机房内进行，因此存贮更换或报废靶件的房间辐射防护屏蔽满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）的要求；由于靶件只有在其退役时才需要进行监测，并且医院已计划展开日常进行 γ 辐射剂量率的监测，满足对感生放射性废物产生影响的监测要求，因此不再增加关于针对离子交换树脂、靶件的监测周期的要求。	P48~ P49
4、说明工作人员剂量估算时，加速器采用 15MV X 射线照射的使用因子取 1/10 的依据；	已在 11.2.2 人员受照剂量估算中，修改使用因子为 1/4，并重新对工作人员剂量进行计算。	P47
5、说明 15MV 模式下，停机 6-20 分钟后机房内的辐射水平，距离设备表	在 11.2.3 放射性“三废”环境影响分析中补充说明了 15MV 模式下，停机 20 分钟后机房	P48

面 1m 处感生放射性造成的剂量率水平, 工作人员进入室内时的个人防护措施;	内的辐射水平, 分析了距离设备表面 1m 处感生放射性造成的剂量率水平数值; 并且进一步强调了辐射工作人员的具体的个人防护措施, 以减少机房内感生放射性对放射工作人员的危害。	
6、补充建设单位辐射安全能力分析, 包括自行开展辐射工作场所中子剂量率监测的能力, 并明确结论;	医院仅展开自行监测, 年度监测委托有资质的单位展开。由于医院自开展核技术利用项目开始, 未发生过辐射安全事故, 并且医院针对本项目又重新制定了一系列辐射防护工作管理制度, 又医院拟配置相关的测量仪器, 因此医院具备自行监测的能力。	P55

专家: 赵葵

专家评审意见	修改内容对应页码及说明	页码
1、加强建设中的监督作用, 不能偷工减料;	本环评已在建设阶段对环境的影响中加入新增电子直线加速器的安装、调试的相关要求; 并将进一步已与医院沟通, 让其重视建设期的监督工作。	P30
2、不断完善辐射安全管理体系, 加强辐射安全教育培训, 提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性, 杜绝放射性误照事故的发生;	已要求医院进一步完善现有的辐射安全管理体系。并在文中要求, 针对此次电子直线加速器重新制定一系列辐射防护工作管理制度; 并且已与医院进行沟通, 医院承诺组织参与辐射工作人员参与有资质单位组织的上岗培训并取得辐射安全培训合格证后方上岗, 以提高职业工作人员对辐射防护的理解。	P53-P54, P58-P59
3、尽快确定机型; 组织完善相关工作人员的辐射安全与防护知识培训。	已与医院进行沟通, 医院承诺尽快组织剩余未持有有效辐射安全培训证书的辐射工作人员进行辐射安全培训证书。	P58-P59

专家：刘新伟

专家评审意见	修改内容对应页码及说明	页码
1、核实现有放射源的类别；	已核实辐射安全许可证中允许的种类和范围，医院无放射源的使用，I-125 为非密封放射性物质，已修改表 1-1 表头写法。	P3
2、根据报告内容描述核实图件中划分的监督区范围，完善加速器机房上层布置图；墙体屏蔽应增加混凝土密度要求；	已核实附图中划分的监督区范围，在文中 1.2.2 中补充说明加速机房上方的区域平面布置，并在在附图 4 中增加直线加速器机房上方对应环境平面布置图进一步补充说明；已在文中 10.1.3 章节里，增加墙体屏蔽应增加混凝土密度的要求。	P3 ， P23~ P24， 附图 4
3、细化防护设备的配备；如提出自行监测建议，应对应提出配备监测仪器的建议。	在文中 10.1.2 辐射安全防护措施的描述中，详细补充说明了直线加速器固有防护措施的位置和数量，并补充图 10-3 进一步说明其位置；已在文中 13.3.2 中增加对配备监测仪器的要求。	P25， P55

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：		新昌县人民医院				填表人（签字）：		建设单位联系人（签字）：					
建设 项目	项目名称	新昌县人民医院扩建1台电子直线加速器建设项目				建设内容、规模		建设内容： <u>1台医用电子直线加速器</u>					
	项目代码¹	无						建设规模： <u>最大X射线能量为15MV，当能量为10MV时，距靶1m处的主束辐射剂量率为24Gy/min，能量为15MV时，距靶1m处的主束辐射剂量率为10Gy/min</u>					
	建设地点	新昌县南明街道鼓山中路117号											
	项目建设周期（月）	6.0				计划开工时间	2019年1月						
	环境影响评价行业类别	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）				预计投产时间	2019年6月						
	建设性质	改、扩建				国民经济行业类型²	Q841 医院						
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）	无				项目申请类别	新申项目						
	规划环评开展情况	不需开展				规划环评文件名	无						
	规划环评审查机关	无				规划环评审查意见文号	无						
	建设地点中心坐标³（非线性工程）	经度	120.895824	纬度	29.501340	环境影响评价文件类别		环境影响报告表					
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）			
	总投资（万元）	2000.00				环保投资（万元）		100.00	环保投资比例	5.00%			
建设 单位	单位名称	新昌县人民医院		法人代表	吕银祥		评价 单位	单位名称	中辐环境科技有限公司		证书编号	国环评证乙字第2056	
	统一社会信用代码（组织机构代码）	47145041133062411A1001		技术负责人	陈立群			环评文件项目负责人	李昭龙		联系电话	0571-87889666	
	通讯地址	新昌县南明街道鼓山中路117号		联系电话	15325526120			通讯地址	浙江省杭州市西湖区教工路336号3A				
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				排放方式		
			①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁴ （吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年） ⁵	⑦排放增减量（吨/年） ⁵				
	废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放： <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放：受纳水体_____			
		COD						0.000	0.000				
		氨氮						0.000	0.000				
		总磷						0.000	0.000				
	总氮						0.000	0.000					
	废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	/			
二氧化硫							0.000	0.000	/				
氮氧化物							0.000	0.000	/				
颗粒物							0.000	0.000	/				
	挥发性有机物						0.000	0.000	/				
项目涉及保护区与风景名胜区的 情况		影响及主要措施			名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施		
		生态保护目标									<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
		自然保护区									<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
		饮用水水源保护区（地表）						/			<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
		饮用水水源保护区（地下）						/			<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
风景名胜区						/			<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）				

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
 2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
 5、⑦=③-④-⑤；⑥=②-④+③，当②=0时，⑥=①-④+③