核技术利用建设项目

肿瘤放疗中心新增医用直线加速器项目

环境影响报告表

（公示本）

凉山彝族自治州第一人民医院

二〇一七年四月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

肿瘤放疗中心新增医用直线加速器项目

环境影响报告表

建设单位名称：凉山彝族自治州第一人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：凉山州西昌市长安西路 **120** 号

邮政编码：**621600**　　联系人：胡盛贵

电子邮箱：**365646062@qq.com**　　联系电话：**18981560897**

目　录

表 1　项目概况 1
表 2　放射源 9
表 3　非密封放射性物质 9
表 4　射线装置 10
表 5　废弃物（重点是放射性废弃物） 11
表 6　评价依据 12
表 7　保护目标与评价标准 14
表 8　环境质量和辐射现状 16
表 9　项目工程分析与源项 18
表 10　辐射安全与防护 21
表 11　环境影响分析 28
表 12　辐射安全管理 38
表 13　结论与建议 43
表 14　审批 46

附件：

附件 1　环评委托书；

附件 2　环评执行标准；

附件 3　辐射安全许可证；

附件 4　2016 年年度监测报告；

附件 5　2016 年度评估报告；

附件 6　无辐射安全事故发生的情况说明；

附件 7　辐射安全防护培训证书；

附件 8　辐射工作人员个人剂量检测统计报告；

附件 9　外照射检测异常情况调查

附件 10 凉山彝族自治州人民医院关于调整放射防护委员会的通知（凉一医发[2013]16 号）；

附件 11　本项目辐射环境监测报告；

附件 12　本项目相关资料的确认文件；

附件 13　医院已制定相关规章制度清单。

附件 14　四川省环境保护厅关于对凉山州第一人民医院肿瘤放疗中心建设项目环境影响报告表的批复（川环建函[2007]492 号）

附图：

附图 1　项目地理位置图；

附图 2　医院平面布置及外环境关系图；

附图 3　直线加速器 2 治疗室平面布置图；

附图 4　直线加速器治疗室 2 剖面示意图；

附图 5　直线加速器治疗室 2 电缆沟及通风布置图；

附图 6　长安分院肿瘤治疗中心平面布置图；

附图 7　现场照片

表 1　项目概况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">肿瘤放疗中心新增医用直线加速器项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">凉山彝族自治州第一人民医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>曹力生</td><td>联系人</td><td>胡盛贵</td><td>联系电话</td><td colspan="2">18981560897</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">凉山州西昌市下顺城街 6 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">凉山彝族自治州第一人民医院长安分院内（长安西路 120 号）</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>1900</td><td>项目保护投资（万元）</td><td>12.35</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>0. 65%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">□新建　☑改扩建 □扩建 □其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>134</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅰ类　□Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□Ⅰ类（医疗使用） □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙　□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其它</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述

一、建设单位简介及项目由来

凉山彝族自治州第一人民医院为一所新建医院建立于1939年，原名西康卫生院，1979年定名为凉山彝族自治州第一人民医院，2008年11月通过国家三级甲等综合医院评审。社会同一信用代码为：12513400452704658B。医院现有在岗职工1824余人，其中专业技术人员1599人，副高级以上职称203人，享受政府特殊津贴专家1人，省有突出贡献优秀专家1人，省卫计委学术和学科带头人1人、后备学术和学科带头人1人，省卫计委有突出贡献中青年专家1人，州级学术和学科带头人14人、后备61人。医院共计设有30个临床科室，32个护理单元，16个医技科室。

医院设院本部、马道分院、长安分院暨凉山州传染病医院三个院区。其中本部位于西昌市下顺城街6号，长安分院位于西昌市长安西路120号。长安分院是我州突发性公共卫生事件医疗救援体系的重要组成部分，2006年11月动工，2009年7月6日正式投入使用，其占地面积35.82亩，业务用房20459平方米，设置传染病专业、肿瘤专业、心内二病区、中西医结合康复专业、老年病科。

医院于2006年4月26日取得了四川省环境保护厅《关于对凉山州第一人民医院肿瘤放射治疗中心建设项目环境影响报告表的批复》（川环建函[2007]492号），批复内容为在长安分院肿瘤放疗中心的直线加速器机房内使用1台15MV直线加速器、在^{60}Co治疗室内使用1台^{60}Co远距离治疗机、在后装机治疗室使用1台^{192}Ir后装机、在模拟定位室使用1台模拟定位机。由于资金问题，实际开展的项目仅15MV直线加速器一项，^{60}Co和^{192}Ir项目环评后均未购源开展诊疗。随着医院近年医疗技术的提高，需诊治病人的增加，医院决定将拟使用^{60}Co 远距离治疗机的机房改建为6MV直线加速器治疗室。按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，6MV直线加速器需进行环境影响评价。根据国家《建设项目环境影响评价分类管理名录》中第13条规定，利用6MV直线加速器诊疗项目应编制环境影响报告表，报四川省环保厅审查批准。因此，医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川省中栎环保科技有限公司接受委托后进行了现场踏勘，实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，按相应标准对项目可能造成的环境影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2011 年本）>有关条款的决定》（国家发展改革委 2013 年第 21 号令）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

三、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：肿瘤放疗中心新增医用直线加速器项目

建设性质：改建

建设地点：凉山彝族自治州第一人民医院长安分院内（长安西路 120 号）

（二）建设内容与规模

本项目建设内容与规模为：在凉山彝族自治州第一人民医院长安分院肿瘤放疗中心 1 层直线加速器治疗室 2（原 ^{60}Co 治疗室，占地面积 134m^2）内安装使用 1 台 Elekta Synergy 型 6MV 直线加速器（属Ⅱ类射线装置），治疗室旁建有控制室、水冷机房和电气室。治疗室四面墙体、迷道和顶部均为钢筋混凝土，现有厚度为：西侧和东侧屏蔽墙厚 1400mm、南侧屏蔽墙厚 1200mm、北侧屏蔽墙厚 800mm、迷道厚 850mm、顶部厚 1000mm，防护门为 14mm 铅当量单扇电动推拉门。本次将在现有基础上进行墙体加厚，改建后的防护体厚度为：西侧和东侧主屏蔽墙厚 2400mm、次屏蔽墙厚 1400mm；南侧和北侧屏蔽墙厚 1200mm；迷道墙为 850mm 混凝土+40mm 铅+10mm 钢（折合为 1133mm 厚混凝土）；机房顶部主屏蔽顶厚 1700mm、次屏蔽顶厚 1000mm，防护门为 14mm 铅当量单扇电动推拉门，钢架结构。

本项目直线加速器治疗时 X 射线最大能量为 6MV，无电子线治疗功能。利用已许可的 SL-ID 模拟定位机进行直线加速器治疗前的模拟定位，不再新增模拟定位机。本项目所涉及的医用射线装置采用数字成像，无废显、定影液及废胶片产生。项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1　建设项目组成及主要的环境问题表

名称	科室	场所	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
					施工期	营运期
主体工程	肿瘤放疗中心	加速器治疗室 2	设备、数量	6MV 直线加速器　1 台	主体施工已完成，墙体加厚施工将产生噪声、扬尘、固体废物	X 射线、臭氧、噪声
			设备型号	Elekta Synergy		
			管理类别	Ⅱ类		
			使用场所	直线加速器治疗室 2		
			占地面积	134m^2		
			现有屏蔽体结构（墙体、迷道和顶部为钢筋混凝土）	①墙体厚：西侧和东侧 1400mm 南侧 1200mm、北侧 800mm ②迷道厚：850mm ③顶部厚：1000mm ④防护门：14mm 铅当量电动门		
			本次改建后屏蔽体结构（墙体、顶部为钢筋混凝土）	①墙体厚：西侧和东侧主屏蔽厚 2400mm、次屏蔽墙厚 1400mm，南侧和北侧厚 1200mm， ②迷道：850mm+40mm 铅+10mm 钢（折合为 1131mm 厚混凝土）， ③顶部：主屏蔽厚 1400mm、次屏蔽厚 1000mm， ④防护门：14mm 铅当量电动门		
			治疗室室内长宽高	12.42m×10.75m×3.7m		
辅助工程	控制室、水冷机房、电气室				施工已完成，无施工期环境遗留问题	生活垃圾
公用工程	候诊区、过道					生活垃圾
办公及生活设施	医生办公室、卫生间、污水处理站等					生活垃圾、医疗废水、医疗固废
仓储或其它	其他用房					生活垃圾、生活污水

（三）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2　主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	使用量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	-	-	-	-
	-	-	-	

能源	-	-	-	-
	电(度)	10000	市政电网	-
	气（Nm^3）	-	-	-
水量	地表水	-	-	-
	地下水	-	-	-

（四）本项目涉及设备清单

表 1-3　本项目射线装置清单

设备	数量（台）	生产厂家	型号	参数	管理类别	安装使用场所
6MV 直线加速器	1	医科达（北京）医疗器械有限公司	Elekta Synergy	最大 X 线能量 6MV	II	长安分院肿瘤放疗中心直线加速器治疗室 2

（五）项目选址和平面布局的合理性

1、项目外环境及选址合理性分析

本项目建设于凉山彝族自治州第一人民医院长安分院（长安西路120号）肿瘤放疗中心。医院南侧为长安西路，北侧依次为宾馆和住宅小区、福新路，西侧依次为住宅小区、商铺和福新路，东侧依次为住宅小区、商铺和小巷。医院所处位置交通便利，方便患者治疗。

本项目布置于肿瘤放疗中心1层直线加速器治疗室2。肿瘤放疗中心北侧为道路和医院食堂，西侧为道路和空置房间，东侧为医院道路和金鑫宾馆，南侧为传染科和肿瘤科。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后不会对周围环境与公众造成危害。因此评价认为本项目选址是合理的。本项目地理位置图见附图1，外环境关系图见附图2。

2、总平面布局合理性分析

医院南侧为门诊大楼、紧邻长安西路，中央由西向东依次为传染科、医技楼和肿瘤科，北侧由西向东为空置房间、肿瘤放疗中心和食堂。

本项目布置于肿瘤放疗中 1 层直线加速器治疗室 2，北侧为道路和医院食堂，西侧为候诊大厅和医生办公室，东侧为医院道路和金鑫宾馆，南侧为直线加速器治疗室 1，正上方为空置房间。项目辐射工作场所设有专用的候诊区域，就诊通道、医生用房独立成区。医院总图布置时已考虑了项目特点和周围环境对本项目可能存在的影响，使肿瘤病人能够就近诊疗，这样既方便了诊疗，又使辐射工作场所相对集中，

便于医院对射线装置的集中统一管理。由本项目的平面布置表明，各辐射工作场所相对独立，周围均为其相关工作室，对环境和人员影响较小。因此，评价认为项目平面布局合理可行。

（六）劳动定员及工作制度

劳动定员：本项目共配置辐射工作人员 7 人，均为既有 15MV 直线加速器的辐射操作人员，具体构成如表 1-4 所示。，

工作制度：实行 8 小时工作制，年工作日以 250d 计。

表 1-4　本项目工作人员构成表

设备/项目	工作人员	合计人数
6MV 直线加速器	医师 2 人、物理师 2 人、技师 2 人、护士 1 人	7 人

四、原有核技术利用情况

（1）凉山彝族自治州第一人民医院已取得四川省环境保护厅颁发的辐射安全许可证，其许可证证书编号为川环辐证[00237]，许可的种类和范围为：使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所。具体许可的项目见附件 3。

（2）医院目前已涉及射线装置汇总见下表。

表 1-5　医院目前涉及射线装置汇总表

序号	工作场所	装置名称	型号	管理类别	数量	备注
1	放射科导管室（2）	数字减影血管造影系统（DSA）	Allura Xper FD20	Ⅱ	2	登记上证、在用
2	肿瘤放疗中心直线加速器治疗室 1	医用电子直线加速器	2300c/D	Ⅱ	1	
3	放射科第一摄片室	数字化医用 X 射线摄影系统（DR）	VX3733-SYS	Ⅲ	1 台	
4	放射科第二摄片室	医用诊断 X 射线机	BuckyDiagnost	Ⅲ	1 台	
5	放射科第三摄片室	医用诊断 X 射线摄影装置	AXIOM Aristos VX Plus	Ⅲ	1 台	
6	放射科数字胃肠室	X 射线诊断系统	AXIOM Iconos MD	Ⅲ	1 台	
7	放射科乳腺摄片室	乳腺 X 射线系统	MammoDiagnost	Ⅲ	1 台	
8	碎石室	体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V1	Ⅲ	1 台	
9	放射科 CT 室（1）	全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置（CT）	SOMATOM Emotion 16-slice configuration	Ⅲ	1 台	
10	放射科 CT 室（2）	全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置（CT）	Optima CT660	Ⅲ	1 台	

11	放射科 CT 室	全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置（CT）	SOMATOM Emotion 16-slice configuration	Ⅲ	1 台	
12	放射科牙片室	牙科 X 射线机	Expert DC	Ⅲ	1 台	
13	放射科摄片室	医用诊断 X 射线机	BuckyDiagnost	Ⅲ	1 台	
14	放射科 DR 室	数字化 X 射线摄影系统	DR2800F	Ⅲ	1 台	
15	放射科 CT 室	全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置（CT）	Hi speed Nx/i	Ⅲ	1 台	
16	放射科第一摄片室	医用诊断 X 射线机	UD150L-30 E/FH-21HR	Ⅲ	1 台	
17	体检中心 DR 室	数字化医用 X 射线摄影系统（DR）	晶睿 DR2200UF	Ⅲ	1 台	
18	口腔科摄片一室	牙科 X 射线机	Expert DC	Ⅲ	1 台	
19	口腔科摄片二室	牙科全景断层摄影 X 射线机	Orthopantomograph OP100	Ⅲ	1 台	
20	核医学科骨密度室	骨密度仪	DPX-NT	Ⅲ	1 台	
21	手术室	移动式 C 型臂 X 线系统	BV Libra	Ⅲ	1 台	
22	模拟病房 1	移动式医用诊断 X 射线机	MUX-100J	Ⅲ	1 台	
23	模拟病房 2	移动式医用诊断 X 射线机	Tmx+	Ⅲ	1 台	
24	模拟病房 3	移动式医用诊断 X 射线机	HM-32	Ⅲ	1 台	
25	模拟病房 4	移动式医用诊断 X 射线机	HM-32	Ⅲ	1 台	
26	模拟病房 5	移动式 X 射线摄像机	SM-50HF-B-D	Ⅲ	1 台	
27	模拟病房 6	医用诊断 X 射线摄像机	PRACTX 33 plus	Ⅲ	1 台	
28	肿瘤放疗模拟定位室	放射治疗模拟定位机	SL-ID	Ⅲ	1 台	

表 1-6　医院在用的非密封放射性物质

序号	工作场所	场所等级	核素	日等效最大操作量（Bq)	年最大使用量（Bq)
1	核医学科	丙级	^{125}I	1.48×10^{7}	3.70×10^{7}
2	核医学科	丙级	^{131}I	1.85×10^{7}	2.22×10^{10}
3	核医学科	乙级	^{99m}Tc	3.70×10^{7}	4.44×10^{10}
4	核医学科	乙级	^{89}Sr	3.70×10^{9}	4.44×10^{10}

（3）四川省环境保护厅以《关于对凉山州第一人民医院肿瘤放疗中心建设项目环境影响报告表的批复》（川环建函[2007]492 号），同意凉山彝族自治州第一人民医院长安分院肿瘤放疗中心建设 ^{60}Co、^{192}Ir 和 15MV 直线加速器项目，由于资金原因，^{60}Co、^{192}Ir 项目均未购源开展，15MV 直线加速器项目于 2009 年 8 月通过验收；院本部放射科的 DSA 和核医学科的 ^{99m}Tc 和 ^{89}Sr 项目于 2014 年取得省环保厅的批复（川环审批[2014]168 号），并于 2014 年 12 月通过验收；其余Ⅲ类射线装置已完成环保手续并需登记上证。

（4）2016 年医院已委托四川鸿进达卫生技术服务有限公司对现用的射线装置和

非密封放射性物质场所进行了年度监测，监测结果表明无原有污染问题，监测报告果见附件 4。

（5）医院向省环保厅提交了“2016 年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，对医院 2016 年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明，见附件 5。

（6）据了解，凉山彝族自治州第一人民医院全院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故，具体情况见附件 6。

（7）凉山彝族自治州第一人民医院现有放射性工作人员 123 人，其中长安分院有放射性工作人员 21 人。目前医院仅部分参加了四川省环保厅组织辐射安全防护培训（附件 7）。

（8）凉山彝族自治州第一人民医院加强个人剂量管理，对从事放射性工作的人员每年按季度进行个人剂量检测（附件 8）。2016 年各季度中个人季度检测结果表明，马方异和曹华超第二季度个人剂量值均超过 1.25mSv，其余人员年剂量值均未超过 5mSv。医院对超剂量原因进行了调查，结果是工作人员不慎把个人剂量计落在机房内（附件 9）。医院必须加强个人剂量计的管理，合理调整放射性工作人员工作量；放射性工作人员必须认真学习个人剂量计的佩戴及管理。

表 2　放射源

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

注：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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（GB18871-2002）。

表 4　射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
1	6MV 直线加速器	Ⅱ类	1	Elekta Synergy	电子	治疗时 X 射线最大能量 6MV，无电子线治疗功能	X 射线 1m 处最大剂量率 6Gy/min	肿瘤治疗	肿瘤放疗中心加速器治疗室 2	拟购

（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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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（mA）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/			/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/			/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/			/

表 5　废弃物（重点是放射性废弃物）

名　称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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^3，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m^3)和活度（Bq）。

表 6　评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2016 年 9 月 1 日实施； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； （4）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年 11 月 29 日实施； （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，2005 年 12 月 1 日实施； （6）《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日实施； （7）《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国环境保护部令第 33 号，2015 年 6 月 1 日起实行； （8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 3 号（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第 2 次部务会议通过的《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》修正）； （9）《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 5 月 1 日起实施； （10）《射线装置分类办法》（国家环保总局第 26 号令）； （11）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日； （12）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日。 （13）《四川省辐射污染防治条例》（四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号）。 （14）《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号。

技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则·核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）； （4）《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）； （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）； （6）《电子辐射工程技术规范》（GB50752-2012）。
其他	（1）环评委托书； （2）凉山彝族自治州环境保护局《关于凉山彝族自治州第一人民医院肿瘤放疗中心新增医用直线加速器项目环境影响评价执行标准函》（凉环函[2017]43 号）； （3）《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》； （4）《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）； （5）《关于加强辐射工作人员剂量管理的通知》（川环办[2010]49 号）； （6）《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）。

表 7　保护目标与评价标准

评价范围

本项目产生的电离辐射经屏蔽和距离衰减后，对公众的影响较小。根据《辐射环境保护管理导则·核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）对辐射监测技术要求，确定本项目辐射评价范围为以辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 以内的区域。

保护目标

本项目评价范围内的主要环境保护目标有：辐射工作人员及辐射工作场所 50m 以内的公众。具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1　本项目环境保护目标

位置				距离（m）	保护目标	人数（人）	照射类型	剂量约束值（mSv/a）
医院内保护目标	肿瘤放疗中心	6MV直线加速器治疗室2	北侧控制室	6	职业人员	3-7	职业	5.0
			南侧加速器治疗室 2 机房	5	职业人员	3-7	职业	5.0
			南侧加速器治疗室 2 操作室	11	职业人员	3-7	职业	5.0
			北侧加速器电气室和水冷机房	6	公众人员	1-2	公众	0.1
			北侧院内道路和食堂	≥9	公众人员	不定	公众	0.1
			西侧候诊大厅、医生办公室等	≥6	公众人员	不定	公众	0.1
			东侧院内小路	≥6	公众人员	不定	公众	0.1
			空置房间（正上方）	5	公众人员	不定	公众	0.1
		模拟定位机	西侧操作室	3.5	职业人员	1-2	职业	5
			西南侧计划室	5	公众人员	4-5	公众	0.1
			东北侧空置房间	5	公众人员	不定	公众	0.1
			北侧大厅	≥4	公众人员	不定	公众	0.1
院外保护目标			东侧金鑫宾馆和住宅	≥10	公众人员	不定	公众	0.1

备注：表中所述的距离为计算点距 X 射线束中心的距离。

评价标准

一、环境质量标准

（1）大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；

（2）地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准；

（3）声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

二、污染物排放标准

（1）废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；

（2）废水：生活污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，如进入城市污水处理厂则执行三级标准；医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中规定的排放标准；

（3）噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）各阶段标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

（4）固体废物排放执行《一般工业固体废物贮存、处置污染物控制标准》（GB18599-2001）和《危险废物贮存污染物控制标准》（GB18597-2001）

（5）电离辐射剂量管理限值

根据凉山彝族自治州环境保护局《关于凉山彝族自治州第一人民医院肿瘤放疗中心新增医用直线加速器项目环境影响评价执行标准函》（凉环函[2017]43 号）（见附件 2），本项目正常运行期间对职业人员和公众中任何个人造成的有效剂量的约束值依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定：“对辐射工作人员的照射连续 5 年的年平均有效剂量不超出 20mSv，且任何一年中的有效剂量不超出 50mSv；对公众的照射年有效剂量不超出 1mSv，特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv”，同时，结合本项目实际情况，提出了严于国家标准的职业照射和公众照射的剂量约束值，所有诊断治疗项目的辐射工作人员年剂量约束值为 5.0mSv，公众的年剂量约束值为 0.1mSv。

（6）辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）有关规定，本项目医用射线装置使用场所在距离治疗室屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5μSv/h。

表 8　环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。

为掌握项目所在地的辐射环境现状，2017 年 4 月 5 日，四川省中栎环保科技有限公司委托四川省辐安环境监测有限公司对项目拟建场所进行了现场监测，监测报告见附件 11。

一、监测方法与标准

（1）《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；

（2）《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)；

（3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

二、监测项目与监测方法

表 8-1　监测项目、方法及方法来源

项目	监测方法	仪器使用	仪器参数
X-γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-93 《辐射环境监测技术规范》HJ/T61-20　1	FH40G -10 辐射测量仪 编号：sb42	①　量响应：40keV~4.4MV ②测量范围：1nSv/h~100μSv/h

辐射监测仪已经由计量部门年检，且在有效期内，测量方法按国家相关标准实施，测量不确定度符合统计学要求，布点合理、人员合格、结果可信，可以作为电离辐射环境现状的科学依据。

三、质量保证

本项目环境现状监测单位四川省辐安环境监测有限公司，通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

四川省辐安环境监测有限公司质量管理体系：

（一）人员管理

从事监测的单位四川省辐安环境监测有限公司通过了四川省质量技术监督局的计量认证（计量认证号：2015230161U）。

（二）仪器设备管理

（1）管理与标准化

（2）计量器具的标准化

（3）计量器具、仪器设备的检定

（三）记录与报告

（1）数据记录制度

（2）报告质量控制

四、监测结果

监测时本项目南侧的直线加速器治疗 2 内 15MV 直线加速器正在进行诊疗服务，每个监测点位均测得加速器曝光和未曝光的两个数据，监测结果如下所述：

表 8-2　拟建射线装置及周围环境 γ 辐射剂量率　　单位：nSv/h

编号	γ 辐射剂量率（曝光）		γ 辐射剂量率（未曝光）		监测位置
	平均值	标准差	平均值	标准差	
1	145	0.7	108	0.6	直线加速器治疗室 2 南侧墙体内
2	137	0.6	109	0.6	直线加速器治疗室 2 西侧墙体外
3	126	0.5	109	0.8	直线加速器治疗室 2 迷道内墙外
4	110	0.6	107	0.5	直线加速器治疗室 2 控制室
5	117	0.7	109	0.4	直线加速器治疗室 2 水冷机房
6	124	0.4	110	0.5	直线加速器治疗室 2 东侧医院道路
7	114	0.8	110	0.5	直线加速器治疗室 2 北侧医院道路
8	111	0.6	109	0.6	直线加速器治疗室 2 东侧院外建筑
9	155	0.7	112	0.4	直线加速器治疗室 1 防护门外

由监测结果得知，本项目建设区域 γ 辐射剂量率背景值在 0.0108～0.112μSv/h 之间，与《中国环境天然放射性水平》（国家环保总局编）凉山彝族自治州室内 γ 辐射剂量率 0.032～0.204μSv/h 基本一致。在南侧直线加速器治疗室 1 的既有 15MV 加速器正常工作时，本项目区域所受 15MV 加速器的 γ 辐射剂量率背在 0.0110～0.155μSv/h 之间。根据医院提供资料，15MV 直线加速器在年曝光 133h 情况下，上述点位所受年剂量在 0.015～0.021mSv 之间，小于职业人员 5mSv/a 和公众 0.1mSv/a 的评价限值。

表 9　项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期

直线加速器治疗室 2 既有墙体和顶部工程已于 2009 年完成并通过验收，本次仅对墙体和顶部进行混凝土加厚处理，施工期仍会产生一定的污染，主要包括：

1、扬尘

由于本项目施工期工程量较小，且均为混凝土浇灌，故基本不产生扬尘。

2、噪声

施工期噪声包括各类机械、运输车辆的噪声以及土建施工产生的噪声，由于施工范围小，施工噪声对周围环境的影响较小。

3、废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水循环使用，生活污水产量较小，可依托医院现有生活污水处理设施处理。

4、固体废物

装修过程中产生的装修垃圾和施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

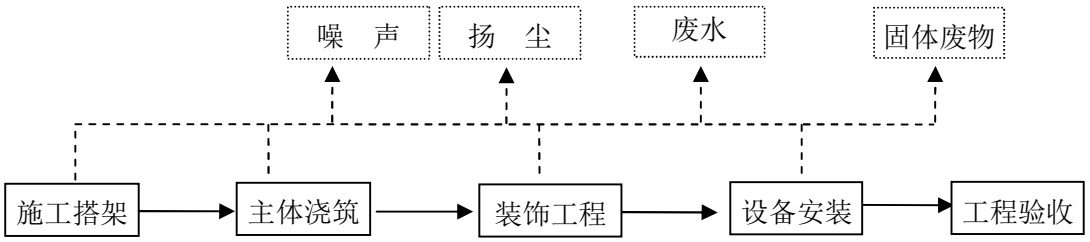


图 9-1　施工期工艺流程及污染物产生环节图

二、运营期

（一）6MV 直线加速器项目

1、设备组成及工作原理

本项目医用直线加速器属治疗类射线装置，主要用于肿瘤病人的放射性治疗，其治疗机理是根据肿瘤的不同情况通过模拟定位，采用 X 射线束（深部治疗）进行

照射，使细胞分裂和代谢遭到破坏，杀死或者抑制细胞的繁殖生长，从而达到治疗的目的。物理师对肿瘤病人治疗计划设计时，严格按照相关标准，为病人的正常组织和医务人员的受照剂量进行计算-复核-模拟检测-实施中监测和健康监护等，并做好照射记录。根据病灶位置与性质及目的不同，给予的照射总剂量有所不同；治疗方法不同，给予的每日剂量亦不同。

医用直线加速器的核心部位由电子枪、加速管和束流控制三个主要部分组成，由于直线加速器结构简单、造价低、不使用放射源，目前已成为医院放射治疗的主要手段。本项目医院拟购买医科达生产的 6MV 直线加速器 1 台，属 II 类射线装置，本项目所使用直线加速器参数见表 9-1。

表 9-1　6MV 医用直线加速器参数

厂家、型号	Elekta Synergy
最大 X 射线能量	6MV
最大电子线能量	无电子线治疗功能
X 射线泄漏率	≤0.01%
X 射线 1m 处最大剂量率	6Gy/min
治疗角	0-360°
源轴距	1m
主射线最大出束角度	28°
等中心高度	≤1.25m
最大照射野（SSD=1 米）	40 cm×40cm

2、项目流程及产污染环节

直线加速器治疗流程为：病人进行放射治疗的确诊→向患者告知可能受到辐射危害→模拟定位、进行体表标记→制定治疗计划、确定照射位置和剂量→病人进入加速器治疗室→关闭屏蔽门并开启安全联锁→加速器出束治疗、实施治疗→治疗完毕。本项目所使用的直线加速器治疗流程及产污位置见图 9-2。

通过分析可知，产污环节为：模拟定位时产生的 X 射线，加速器治疗过程中产生的 X 射线、臭氧以及风机、水冷机房水泵产生的噪声。

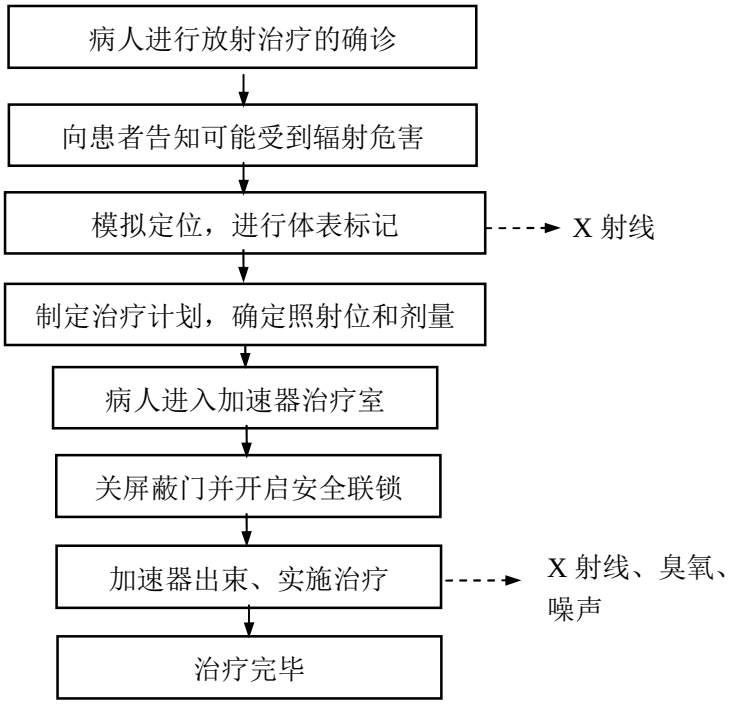


图 9-2　本项目加速器治疗流程及产污环节示意图

污染源项描述

本项目在施工期产生的主要污染物为：扬尘、噪声、废水及固体废物；营运期产生的主要污染物为：

（1）直线加速器治疗过程中产生的 X 射线、臭氧（产额为 3.74mg/h）以及风机、水冷机房水泵产生的噪声（噪声源强小于小于 70dB(A)）；

（2）模拟定位机在模拟定位时产生的 X 射线。

表 10　辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工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，要求有专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序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。放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下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识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

环评根据国际放射防护委员会对控制区和监督区的定义，结合各项目辐射防护和环境情况特点，将加速器治疗室划为控制区，控制室、电气室、水冷机房和治疗室门外过道划定为监督区（表 10-1），两区划分示意图见图 10-1。

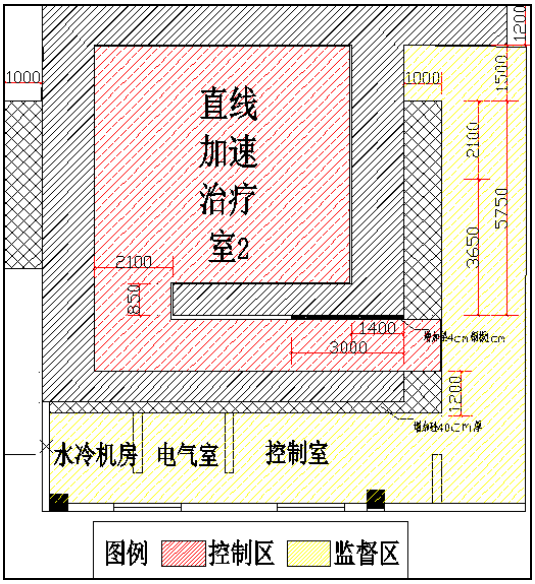


图 10-1　本项目直线加速器项目两区划分示意图

表 10-1　项目控制区和监督区划分情况

项目	控制区	监督区
6MV 直线加速器	加速器治疗室 2	控制室、水冷机房、电气室、加速器门外过道

评价要求:医院需重视控制区和监督区的管理，进行分区管理。

二、辐射防护环保设施

1、工作场所实体辐射防护情况

本次将在现有基础上进行墙体加厚，改建后的加速器治疗室 2 防护体厚度为：西侧和东侧主屏蔽墙厚 2400mm、次屏蔽墙厚 1400mm；南侧和北侧屏蔽墙厚 1200mm；迷道墙为 850mm 混凝土+40mm 铅+10mm 钢（折合为 1133mm 厚混凝土）；机房顶部主屏蔽顶厚 1700mm、次屏蔽顶厚 1000mm，防护门为 14mm 铅当量单扇电动推拉门，钢架结构。实体防护设施具体情况见表 10-2。

加速器治疗室设有通排风系统，排风采用机械排风，通风频率 4 次/小时，排风量约 4000m^3/h。进风口位于北侧墙体两端上方距地面 2.6m 处，排风口位于南侧墙体两端下方距地面 0.2m 处。进风为自然进风，采用“L”型进风道（直径 400mm）。排风口采用“U”型排风管道（直径 400mm）将治疗室内的气体排出治疗室，在治疗室外引向屋顶（高出屋顶 5m）排放，排放口朝向西侧，无宾馆、住宅等敏感建筑。进、排风口设计符合辐射防护要求，通排风量及频率满足相关设计规范要求。通排风系统示意图见附图 5。

表 10-2　本项目加速器治疗室防护墙体情况

防护墙体		厚度
东、西侧墙体	主屏蔽墙	2400 mm 混凝土
	副屏蔽墙	1400 mm 混凝土
屋顶	主屏蔽墙	1700 mm 混凝土
	副屏蔽墙	1000 mm 混凝土
南、北侧墙体	屏蔽墙	1200 mm 混凝土
迷道墙体		850mm 混凝土+40mm 铅+10mm 钢（1133mm 混凝土）
防护门		14mm 铅当量单扇电动推拉门

2、辐射防护措施

（1）操作人员隔室操作：控制室与治疗室之间以墙体隔开，治疗室和控制室之间拟安装电视监控、对讲装置，控制室能通过电视监视治疗室内患者治疗的

情况，并通过对讲机与治疗室内患者联系。

（2）门机连锁装置：加速器与屏蔽门之间拟设联锁装置。屏蔽门未关好，加速器不能出束；加速器工作期间屏蔽门不能打开。

（3）紧急制动装置和紧急开门按钮：除了加速器治疗床、加速器主机上以及控制台上自带的紧急制动按钮外，治疗室内墙非主射线位置上设置有紧急制动按钮，以使误入人员按动紧急制动按钮就能使加速器停机；迷道出口处设置了紧急开门按钮。

（4）工作状态显示及警示标识：加速器治疗室防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。加速器处于出束状态时，指示灯为红色，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。加速器治疗室屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志。

（5）在加速器治疗室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。

（6）时间防护：通过制定最优化的治疗、诊断方案尽量减少射线装置的照射时间。尽量减少人员与治疗室的近距离接触时间。

（7）个人防护：加速器治疗室的辐射工作人员每人佩戴个人剂量计和预定剂量率阀值自动报警仪。

（8）加速器将由生产厂家进行质保维修，医院设备科人员对加速器进行日常维护（如电路、开关、机电等维护）。

以上辐射防护措施合理可行，能够有效屏蔽 X 射线，能够有效削弱本项目对外环境的影响。

3、设备固有安全性分析

（1）加速器只有在通电开机时才有 X 射线产生，断电停机即停止出束；通过多叶准直器定向出束，其他方向的射线被自带屏蔽材料所屏蔽。

（2）条件显示连锁：当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当治疗室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

（3）控制台上有蜂鸣器，在加速器工作时发出声音以警示人员防止误入。

（4）治疗床旁、加速器主机和控制台上安装紧急制动按钮。

（5）有控制超剂量的联锁装置，当剂量超过预选值时，可自动终止照射。有剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止照射。

（6）有时间控制联锁，当预选照射时间定时，定时器能独立地使照射停止。

从加速器固有安全性能可以看出，加速器在防止事故发生方面，设有相应措施。只要操作人员按照加速器说明书要求严格执行，就能够减少 X 射线对人员的辐射危害和降低辐射事故的发生率。

4、加速器治疗项目对患者的防护要求

在满足治疗和诊断要求的前提下，根据治疗和诊断要求以及病人实际情况制定最优化的治疗、诊断方案，减少工作人员所受剂量，也保护患者受到多余剂量的照射。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“医疗防护最优化”的要求，医院制定《治疗照射最优化方案》需要包括以下内容：

（1）医用放射性设备要求：医疗照射的系统应当可及时发现系统内单个部件的故障，以使对患者的任何非计划医疗照射减至最小，并有利于尽可能避免或减少人为失误。医院同时应在设备供货方的合作下，使设备时刻处于安全状态。

（2）操作要求：应按照电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）的要求完善对婴儿及孕妇的防护。

（3）医疗照射的质量保证：医院按要求在放射治疗中配备了相应的治疗医师、物理师、技师等，并制定了质量保证大纲（方案）。

对病人的防护措施，应做到：

①根据临床检查结果，对患者肿瘤诊断和治疗方式利弊进行分析，选取最佳治疗方案，并制定最佳治疗计划。

②在保证肿瘤得到足够精确致死剂量使其得以有效抑制或消除的前提下，按病变情况，采用适当技术措施，保护照射野以外的正常组织和器官，使受照剂量尽可能小，以获取尽可能大的治疗效果。

③定期对治疗中患者进行检查和分析，根据病情变化需要，调整治疗计划，密切注意体外放疗中出现的放射反应和可能出现的放射损伤，采取必要的医疗保护措施。

④在治疗过程中，医院应当为患者穿戴合适的防护用品（如铅衣、铅围裙），

采用体膜或面膜固定病人，制作铅档块，对敏感器官和组织进行屏蔽防护。

⑤患者治疗过程中必须详细记录设备运行情况，发现异常时，分析产生原因并及时修正。

⑥照射过程中，通过电视监视病人，发现异常应立即停止照射，继续治疗时应重新设定。

⑦严禁患者治疗完后在治疗场所逗留。

评价要求：医院需制定《治疗照射最优化方案》，并严格按照该规程操作；在每次使用治疗之前，医院应告知病人本次治疗或诊断所受到的辐射剂量率水平，尊重患者及其家属享有的知情权。

四、辐射安全防护设施对照分析

根据《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）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号）和《环保部监测安全与防护监督检查技术程序》等相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-3。

表 10-3　本项目辐射安全防护设施对照分析表

辐射安全防护设施			落实情况	备注
6MV 直线加速器	控制台及安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关	设备中已配置	/
		加速器治疗床、加速器主机上以及控制台上应具备紧急停机按钮	设备中已配置	/
		电视监控与对讲系统	设备中已配置	/
		条件显示连锁、控制超剂量的联锁装置、时间控制连锁	设备中已配置	/
		门机连锁、门灯连锁	需增加	/
	警示装置	入口应有电离辐射警示标志	需增加	/
		入口应有加速器工作状态显示	需增加	/
		治疗室内准备出束音响提示	设备中已配置	/
		控制台上应有蜂鸣器	设备中已配置	/
	紧急设施	紧急开门按钮	需增加	迷道出口处的铅门内侧墙上，按钮高度 1.2m
		紧急照明或独立通道照明系统	需增加	/
		治疗室内有紧急停机按钮	需增加	治疗室内非主射面墙上有按钮，高度 1.2m

	监测设备	治疗室内固定式剂量报警仪	需增加	/
		便携式辐射监测仪器仪表	/	利旧
		个人剂量报警仪	/	利旧
		个人剂量计	/	利旧
	其它	治疗室门防夹人装置	需增加	/
		通风系统	需增加	/
		火灾报警仪	需增加	/
		灭火器材	需增加	/

五、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，医院将投入一定资金建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目环保投资估算见表 10-4。

表 10-4　环保设施及投资估算一览表

项目	环保治理措施	数量（套/个）	投资金额（万元）
6MV 直线加速器项目	既有防护墙体增厚	/	3.0
	铅防护门	1 扇	1.0
	通排风系统	1 套	1.5
	电离辐射警示标牌、工作警灯	1 套	0.2
	门机联锁	1 套	0.2
	门灯联锁	1 套	0.2
	迷道处紧急开门按钮	1 个	0.05
	治疗室墙上紧急停机按钮	2 个	0.1
	紧急照明或独立通道照明系统	1 套	1.0
	治疗室内固定式剂量报警仪	1 个	1.0
	电视监控系统与对讲机	1 套	1.0
	通排风系统	2 套	0.1
	个人剂量报警仪	利旧	/
	个人剂量计	利旧	/
	个人防护用品（如铅衣、铅围裙、三角巾等）	5 套	1.0
其它	便携式 X 辐射剂量仪	利旧	/
	辐射安全培训费用	/	2.0
	陪护人员辐射防护用品	利旧	/
合计			12.35

本项目总投资 1900 万元，环保投资 12.35 万元，占总投资的 0.65%。今后医院在医用射线装置应用项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合医院实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。同时医院应定期对环保设施、

监测仪器等进行检查、维护。

三废的治理

一、废气

施工期产生的废气主要是施工扬尘。主要通过对施工范围、施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，降低对环境的影响。

营运期的废气主要为加速器治疗室产生的臭氧，加速器治疗室设有通排风系统，排风采用机械排风，通风频率 4 次/小时。进风口位于北侧墙体两端上方距地面 2.6m 处，排风口位于南侧墙体两端下方距地面 0.2m 处。进风为自然进风，采用“L”型进风道（直径 400mm）。排风口采用“U”型排风管道（直径 400mm）将治疗室内的气体排出治疗室，在治疗室外引向屋顶（高出屋顶 5m）排放。本项目产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准（0.20mg/m^3）的要求。

二、固废

施工装修过程中产生的装修垃圾和施工人员产生的生活垃圾可依托当地环卫部门清运处理。

营运期产生的生活垃圾依托医院垃圾收运系统收集处置。

三、废水

施工机械冲洗废水循环使用，不外排；施工期生活污水产量较小，可依托医院现有污水处理设施处理。

营运期产生的生活废水依托医院污水管网及污水处理系统收集处理；本项目加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会产生废水。

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

项目施工期对环境有影响的因素为施工噪声、施工固体废弃物、废水及扬尘，环评提出如下控制措施：

1、噪声防治措施

参照医院建设项目环评中提出的噪声防治措施，按操作规范操作机械设备，尽量减少碰撞噪声，对工人进行环保方面的教育，合理安排施工时间、合理布局、确保施工期间噪声不扰民。

2、固废防治措施

施工中多余的土方直接回填于医院绿化带区域内，装修过程中产生的装修垃圾和施工人员产生的生活垃圾可依托当地环卫部门清运处理。

3、废水防治措施

施工期产生的废水主要包括施工机械冲洗废水和施工人员的生活污水，施工机械冲洗废水沉淀后循环使用，生活污水产量较小，可依医院现有生活污水处理设施处理。

4、废气防治措施

由于本项目施工期工程量较小，且均为混凝土浇灌，故基本不产生扬尘。

对于加速器治疗室施工质量方面，环评要求：（1）加速器治疗室在改建设过程中严格按照施工规范进行施工，屏蔽墙体增厚部分与既有墙体间应没有漏缝，防止射线泄露；使用满足要求的水泥，墙体与铅防护门应有足够的搭接宽度。（2）穿过加速器治疗室墙体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

运行阶段对环境的影响

一、X 射线环境影响分析

1、加速器治疗室主屏蔽区宽度校核

本项目设计的 6MV 直线加速器治疗室，主屏蔽区包括屋顶及墙体的部分位

置，加速器主射线的最大出束角度为 28°。主射线束主屏蔽区示意图见图 11-1，主屏蔽宽度校核结果见表 11-1。

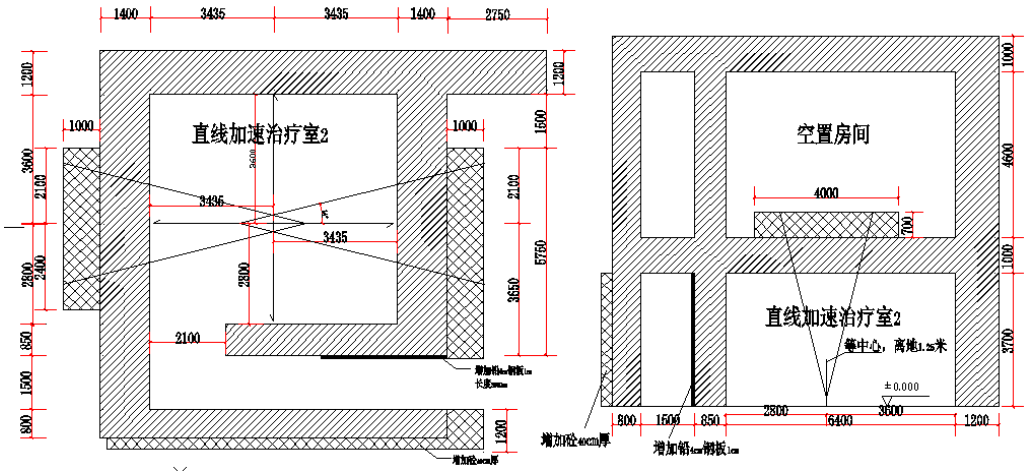


图 11-1　本项目加速器治疗室主射屏蔽范围计算示意图

表 11-1　本项目加速器治疗室主屏蔽区宽度校核表

焦点距主屏蔽区距离(m)	主屏蔽区宽度计算值(m)	主屏蔽区宽度设计值(m)	结论
距东侧主屏蔽墙体 5.835	2×(5.8tg14°+0.3)=3.49	5.75	满足要求
距西侧主屏蔽墙体 5.835	2×(5.8tg14°+0.3)=3.49	4.5	满足要求
距顶部主屏蔽墙体 4.15	2×(4.15tg14°+0.3)=2.67	4.0	满足要求

由于本项目加速器治疗室建在地面 1 层，下方没有地下室，所以地面防护不予考虑。**环评要求：**设备厂家和建设单位在进行直线加速器安装时，必须严格按照既定的摆位方式进行安装，杜绝安装后主射方向超出主屏蔽范围的情况出现。

2、加速器治疗室墙体厚度校核

（1）本报告中采用屏蔽厚度的常用模式作预测：

$$d=nT_{1/10} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (公式\ 11\text{-}1)$$

式中：

d—屏蔽层厚度(cm)；

$T_{1/10}$—十分之一屏蔽层厚度值(cm) ，6MV 时混凝土取值为 33.8cm，铅取值为 5.1cm，其值摘自《辐射防护概论》（清华大学工程物理系，2003 年 7 月）。

$$n=\lg\left(\frac{1}{\eta}\right) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (公式\ 11\text{-}2)$$

$$\eta = \frac{\boldsymbol{X_L}.\boldsymbol{r}^2}{\boldsymbol{G}.\boldsymbol{Q}.\boldsymbol{U}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{(公式 11-3)}$$

式中：

η—X 射线在屏蔽材料中的透射系数；

X_L—参考点的辐射剂量当量率限值， mSv/wk；(取管理限值与辐射工作场所边界周围剂量率控制水平核算出的较小者（更保守者）作为计算值。

管理限值：对工作人员为 0.1mSv/wk（0.133mSv/h），对于公众则为 2.0×10^{-3}mSv/wk (1.50×10^{-3}mSv/h)；辐射工作场所边界周围剂量率控制水平：屏蔽体外表面 30cm 外周围剂量率为 3.325×10^{-3}mSv/wk(2.5×10^{-3}mSv/h))；

r—参考点到辐射点的距离(m)；

Q—参考点所在居留因子(对工作人员取 1，对公众视情况而定)；

U—射线束定向因子(视情况而定)；

G—加速器在 1 米处的周剂量率(mSv/wk)。

（2）加速器运行后，辐射对医务人员、公众和环境可能造成的辐射剂量用下式预测：

$$\boldsymbol{X_i} = \eta \cdot \boldsymbol{X_{i.e}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{(公式 11-4)}$$

式中：

X_i—屏蔽外参考点的剂量率(mSv/wk)；

$X_{i.e}$—无屏蔽体时，距离 r(m)处的剂量率(mSv/wk)。

其中：$\boldsymbol{X_{i.e}} = \frac{\boldsymbol{G}.\boldsymbol{Q}.\boldsymbol{U}}{\boldsymbol{r}^2}$ $\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$ (公式 11-5)

根据院方提供的资料，医用直线加速器的运营时间为每年 50 周，每周 5 天，平均每天治疗 16 野次，每野次平均开机治疗时间为 1min（不含摆位时间），每野次治疗剂量为 6Gy，则每周工作负荷为 450Gy。加速器做旋转治疗时主射束投向地面比例为 45％，投向东侧、西侧主屏蔽墙各为 20％，投向屋顶为 15％。治疗中源轴距为 1m，漏射方向照射量率保守地取主射方向的 1%计算，根据前文（公式 11-1）-（公式 11-5），加速器治疗室墙体厚度的校核和相关考查点位剂量的预测结果见表 11-2。

表 11-2　6MV 医用直线加速器治疗室屏蔽墙体校核

考查点位	受照类型	r（m）	居留因子	设计屏蔽厚度	校核墙厚(mm)	估算剂量(mSv/a)
北侧控制室	职业人员	6.0	1	迷道内墙 1133 mm 混凝土+北侧墙体 1200m 混凝土=2333mm 混凝土	1056mm 混凝土	8.33×10^{-4}
北侧迷道内墙	职业人员	3.6	1/16	迷道内墙 1133mm 混凝土	799mm 混凝土	5.15×10^{-1}
南侧加速器治疗室墙外	职业人员	4.8	1/16	1200 mm 混凝土	715mm 混凝土	1.83×10^{-1}
东、西侧加速器治疗室墙外	公众	6.0	1/16	主墙 2400 mm 混凝土	1663mm 混凝土	6.61×10^{-4}
		5.5		副墙 1400 mm 混凝土	1249mm 混凝土	3.57×10^{-2}
北侧加速器电气室和水冷机房	公众	7.5	1/16	1200mm 混凝土	1158mm 混凝土	7.51×10^{-2}
加速器治疗室顶部空置房间	公众	5.4	1/16	1700 mm 混凝土	1694mm 混凝土	7.21×10^{-2}

由表 11-2 可知，加速器治疗室墙外四周职业人员在治疗过程中受到的最大年剂量为 5.15×10^{-1}mSv/a，低于本次评价中所确定 5mSv/a 的剂量约束值；公众受到的最大年剂量为 7.51×10^{-2}mSv/a，低于本次评价中确定的 0.1mSv/a 的剂量约束值。通过对治疗室墙体屏蔽性能校核与剂量估算结果表明，治疗室的各墙体厚度的设计值均大于校核值，按此设计建造的工作室，足以屏蔽加速器治疗室运营中所产生的 X 射线，符合国家标准的要求。

3、加速器治疗室防护门屏蔽厚度核算

（1）防护门铅厚度（X）的校核公式为：

$X=TVL\cdot\log B^{-1}$……（公式 11-6）

式中：

X—防护门铅当量厚度，mm；

TVL—单位 mm，根据（GBZ/T201.2-2011）中 5.2.6.1 c）可知，入口处散射辐射能量约为 0.2MV，对应的铅 TVL 取值为 5；

B=辐射屏蔽透射因子。

（2）辐射屏蔽透射因子计算公式如下：

$B=(H_e-H_{oF})/H_F$ ……（公式 11-7）

式中：

H_e—辐射剂量率管理限值，为 1.5μSv/h；

H_{oF}—O_1 位置穿过迷道内墙的泄漏辐射在 F 处的控制剂量率，应小于参考控制水平的 1/4，即 1.5/4=0.375μSv/h；

H_F—治疗室入口关注点处的散射辐射剂量率，μSv/h；

（3）根据（GBZ/T201.2-2011），对于加速器（≤10MV）治疗室迷道入口（M 点）的散射辐射剂量率 H_F 计算公式如下：

$$\boldsymbol{H}_{\mathrm{F}}=\frac{\alpha_{ph}\bullet(\boldsymbol{F}/400)}{\boldsymbol{R}_1^2}\times\frac{\alpha_2\times\boldsymbol{A}}{\boldsymbol{R}_2^2}\boldsymbol{H}_o \quad \text{……（公式 11-8）}$$

式中：

H_F—关注点 F 处的散射辐射剂量率，μSv/h；

α_{ph}—患者 400cm^2 面积上的散射因子，通常取 45°散射角的值；查附录 B 表 B.2，本项目取 45°散射角的 6MV 的散射因子，即 α_{ph} 为 1.39×10^{-3}；

F—治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积，cm^2；本项目等中心处最大治疗野为 40cm×40cm=1600 cm^2；

α_2—墙入射的患者散射辐射的散射因子，通常取入射角为 45°，散射角为 0°，0.5MV 栏内的值；查附录 B 表 B.6，本项目 α_2 为 22×10^{-3}；

A—散射面积 m^2，经计算本项目为 6.98m^2；

R_1—第一次散射路径 Oi；R_1=9.80m；

R_2—第二次散射路径 iF；R_2=3.97m；

H_o—加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv·m^2/h；本项目为 2.1×10^8μSv·m^2/h；

经计算： H_F=118.45μSv/h，B=(1.5-0.375)/118.45=0.0095

最终得到防护门的铅当量厚度为：

$X=TVL\cdot\log B^{-1}$=10.11mm。

由理论计算可知，治疗室入口铅防护门屏蔽厚度为 10.11mm，实际设计为 14mm，可满足屏蔽要求。

4、模拟定位机 X 射线影响

本项目模拟定位利用既有的 1 台 SL-ID 模拟定位机（登记上证、在用），安置于肿瘤放疗中心二层模拟定位机房。操作人员在操作室进行曝光操作，每次检查最大曝光时间为 1s，本项目建成后，预计检查量约 640 人·次/年，年曝光时间

为 10.33h。模拟定位机房墙体为 300mm 实心页岩砖，屋顶为 200mm 钢筋混凝土，房间门为 3mm 铅当量铅门，观察窗为 3mm 铅当量铅玻璃。根据医院 2016 年年度监测报告（附件 4）表 5-2，模拟定位机房观察窗、机房操作位等监测值最大为 0.18μSv/h。结合本项目建成后年曝光时间 10.33h，模拟定位机产生 X 射线剂量为 1.92×10^{-3} mSv/a，小于职业人员 5mSv/a、公众 0.1mSv/a 的评价限值。

二、臭氧环境影响分析

加速器治疗室内空气中的氧受 X 射线电离而产生臭氧，其产率和浓度可用下面两个公式分别计算。

$$Qo = 6.5\times10^{-3}.G.So.R.g \quad \text{……（公式 11-9）}$$

式中：

Qo—臭氧产率 mg/h；

G—射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy.m^2/h，本项目 6MV 直线加速器取 360；

So—射束在距离源点 1m 处的照射面积 m^2，取（最大射野 40×40cm^2）0.16m^2；

R—射束径迹长度 m，取 1m；

g—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O_3 的分子数，本项目取 10。

经计算，臭氧产率为 3.74mg/h。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Qo.T_V / V \quad \text{……（公式 11-10）}$$

式中：

C—室内臭氧浓度，mg/m^3；

Qo—臭氧产额 mg/h；

Tv—臭气有效清除时间， h；

V—治疗室空间体积，222m^3；

$$Tv = \frac{t_v.t_a}{t_v + t_a} \quad \text{…… …… ……（公式 11-11）}$$

t_v—每次换气时间，0.25h；

t_α—臭氧分解时间，取值为 0.83h。

加速器治疗室每小时换气 4 次，每次换气时间均为 5min，则加速器治疗室

内的臭氧产额为 3.74mg/h，臭气平衡浓度为 $3.23\times10^{-3}mg/m^3$。

加速器治疗室设有通排风系统，排风采用机械排风，通风频率 4 次/小时。进风口位于北侧墙体两端上方距地面 2.6m 处，排风口位于南侧墙体两端下方距地面 0.2m 处。进风为自然进风，采用“L”型进风道（直径 400mm）。排风口采用“U”型排风管道（直径 400mm）将治疗室内的气体排出治疗室，在治疗室外引向屋顶（高出屋顶 5m）排放。本项目产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准（$0.20mg/m^3$）的要求。

三、噪声的环境影响分析

治疗室内的换气风机工作时将产生噪声，在采用低噪声设备后，厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准限值要求。

四、保护目标环境影响分析

射线装置产生的 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，因此本次评价以每个方向上距辐射工作场所较近的职业人员或公众作为主要保护目标进行了年剂量估算，同一方向上更远处的保护目标比近处保护目标所受年剂量更低。

由于本项目 6MV 直线加速器保护目标同时受既有 15MV 直线加速器（年曝光时间 133h）的影响，本次操作人员为既有 15MV 加速器的操作人员，故操作人员的年剂量由 15MV 加速器操作室的现状监测值叠加 6MV 贡献值得到（数据来源于 2016 年度监测报告，附件 4），而其余保护目标所受年剂量则由相应点位处的现状监测值（数据来源于本项目辐射环境监测报告，附件 8）叠加 6MV 加速器贡献值得到。模拟定位机（年曝光时间 10.33h）所受年剂量通过 2016 年度监测报告（附件 4）得到，具体见表 11-3。

现状监测时，15MV 直线加速器运行工况为 X 射线能量 10MV，模拟定位机运行电压为 82kV（额定电压 125kV），运行电流为 1.8mA（额定电流 500mA）。以上设备四周现状监测值能代表其对保护目标的影响。

表 11-3　本项目对保护目标的影响分析结果

位置					保护目标	居留因子	距离（m）	照射类型	项目	估算年剂量（mSv/a）
医院内保护目标	肿瘤放疗中心	6MV直线加速器治疗室	北侧控制室		职业人员	1	/	职业	现状值	1.46×10^{-2}
							6.0		贡献值	8.33×10^{-4}
							/		评价值	1.54×10^{-2}
			北侧迷道内		职业人员	1/16	/	职业	现状值	1.67×10^{-2}
							3.6		贡献值	5.15×10^{-1}
							/		评价值	5.32×10^{-1}
			北侧水冷机房和电气室		公众人员	1/16	/	公众	现状值	1.56×10^{-2}
							7.5		贡献值	7.51×10^{-2}
							/		评价值	9.07×10^{-2}
			东侧院内道路		公众人员	1/16	/	公众	现状值	1.40×10^{-2}
							5.5		贡献值	3.57×10^{-2}
							/		评价值	4.97×10^{-2}
			西侧大厅		公众人员	1/16	/	公众	现状值	1.82×10^{-2}
							7.5		贡献值	1.92×10^{-2}
							/		评价值	3.74×10^{-2}
			空置房间	正上方	公众人员	1/16	5.4	公众	现状值	7.21×10^{-2}
		模拟定位室		东北侧	公众人员	1/16	5	公众	贡献值	$<7.12\times10^{-5}$
				/	/	/	/	/	评价值	$<7.22\times10^{-2}$
			西侧操作室		公众人员	1	5	公众	评价值	1.44×10^{-3}
			西南侧计划室		公众人员	1/16	5	公众	评价值	1.8×10^{-4}
			北侧大厅		公众人员	1/16	≥4	公众	评价值	7.12×10^{-5}
院外保护目标			东侧金鑫宾馆及住宅居民		公众人员	1/4	≥10	公众	现状值	1.48×10^{-2}
									贡献值	1.08×10^{-2}
									评价值	2.56×10^{-2}

由表 11-3 可知，保护目标为职业人员的所受最大剂量为 5.32×10^{-1}mSv/a，保护目标为公众的所受最大剂量为 9.07×10^{-2}mSv/a，分别低于 5mSv/a 和 0.1mSv/a 的评价约束值。

事故影响分析

一、事故风险识别

本项目涉及使用Ⅱ类射线装置，其风险因子为 X 射线，按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-4 中。

表 11-4　项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

项目	风险因子	潜在危害	事故等级
直线加速器	X 射线	医用直线加速器失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。	重大辐射事故
直线加速器		医用直线加速器失控导致 9 人以下（含 9 人）局部器官残疾。	较大辐射事故
		医用直线加速器失控导致人员受超年剂量限值的照射。	一般辐射事故
模拟定位机		X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故

二、最大可能性事故分析

本项目最大可能性事故为：射线装置运行时，其他无关人员误入或滞留机房内，导致人员受超年剂量限值的照射。

三、最大可能性事故后果计算

本次评价以 6MV 直线加速器治疗过程中，其它无关人员误入或滞留治疗室内为例进行事故后果计算。

1、事故情景假设

假设在对病人进行治疗时，6MV直线加速器主射束1m处剂量率为最大值6Gy/min，假设考虑安全联锁失效，有人员误入治疗室，人员在无其它屏蔽的情况下处于加速器照射头射束1m处的散射方向，X射线散射束的空气比释动能率取主射束方向的1%，每次误入照射时间为30秒。

2、后果计算与分析

通过公式 11-1 至公式 11-5 计算，在以上假设事故情景下，误入人员受到的辐射剂量为 3000mSv/次，是工作人员年剂量约束值（5mSv/a）的 600 倍，是公众人员年剂量约束值（0.1mSv/a）的 30000 倍。由此可知，在直线加速器运行过程中发生人员误入或滞留事故时，人员会受到超剂量照射。

四、事故防范措施

本项目 6MV 直线加速器治疗室设置有迷道，当有人员误入或滞留时，人员可立即按动墙上紧急停机按钮，并且躲进迷道，按动迷道防护门入口处的紧急开门按钮，逃出治疗室。本项目直线加速器治疗床上、控制台上也有机器自带的紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮；同时，直线加速器治疗室设计

有门机安全联锁，治疗室门关闭后机器才能启动，治疗过程中治疗室门不能从外部开启，可有效防止人员误入。

医院在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

①建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。

③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

④制定医院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

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、辐射防护与安全管理机构

1、医院已成立放射防护管理领导小组，并建立有领导分管的安全机构，办公室设在医技科。放射防护管理领导小组的职责概括为：①全面负责医院辐射安全管理工作；②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合本单位实际制定安全规章制度并检查监督实施；③负责医院辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；④检查安全环保设施，开展环保监测，对医院的核技术利用项目安全防护情况进行年度评估；⑤实施辐射工作人员的个人剂量检测并做好个人剂量的档案管理工作；⑥编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；⑦定期向环保和主管部门报告安全工作，接受环保监督、监测部门的检查指导。

2、胡盛贵专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

3、从事辐射工作的管理人员部分参加了四川省环境保护厅组织的辐射安全防护培训，并经考核合格（附件 7）。

二、辐射工作人员配置

本项目共配置辐射工作人员 7 名，从事既有 15MV 直线极速器和本次新增 6MV 直线加速器的放射性诊疗工作。部分参加了四川省环境保护厅组织的辐射安全防护培训，并经考核合格，医院应当指派所有辐射工作人员参加环保部门组织的辐射安全培训，未参加培训者或考核不合格者，不得上岗。

医院定期对辐射工作人员个人剂量进行了检测，发现剂量异常的进行了调查，并写明了异常原因（附件 9）。

本项目配备有质量控制检测设备，并制定了相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，由胡盛贵专职负责辐射安全与环境保护管理工作和质量保证与质量控制检测工作。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

一、档案管理分类

医院对相关资料进行了分类归档放置，包括以下八大类：“制度文件”、“环

评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”，存放在医技科办公室。

二、已建立主要规章制度

医院已制定了一系列辐射安全规章制度，具体见表 12-1。

表 12-1　项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称	备注	
1	肿瘤放疗技术组业务管理	已制定	
2	辐射工作人员违章处分制度	已制定	
3	质量控制及质量保证制度	已制定	
4	健康体检制度	已制定	
5	放疗设备运行记录及档案保存制度	已制定	
6	射线装置台账管理制度	已制定	
7	定期剂量检测和剂量仪的校准制度	已制定	
8	个人剂量检测制度	已制定	
9	直线加速器放射防护管理制度	已制定，需完善	关于辐射工作场所安全管理要求的内容，需悬挂于辐射工作场所墙上
10	辐射安全和设备定期维护保养制度	已制定，需完善	应增加机构人员、重大问题管理措施、重新运行审批级别
11	辐射事故应急预案	已制定，需完善	预案中“辐射事故应急响应程序”悬挂于辐射工作场所墙上
12	辐射工作人员培训计划	已制定，需完善	应增加参加环保部门组织的辐射安全防护培训的要求及频次。医院辐射工作人员及管理人员中仅部分参加了培训的，应及时组织其余人员参加培训
13	辐射工作设备操作规程	需增加	内容挂于辐射工作场所墙上
14	辐射工作人员岗位职责	需增加	内容悬挂于辐射工作场所墙上
15	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需增加	监测方案参考本章辐射监测内容

根据四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

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，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。

一、工作场所监测

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；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

2、日常自我监测：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，监测周期为 1 次/月。

二、个人监测

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，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量片，监测周期为 1 次/季。

环评要求：

（1）医院应于每季度将个人剂量片交有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护行动减少或者避免过量照射；若在当年度出现某一个季度或者某几个季度累积剂量超过 5 mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，同时进行原因调查，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关；对于单年剂量超过 50mSv 或连续 5 年年剂量超过 20mSv 标准的，则构成辐射事故，医院应当立即启动辐射事故应急预案，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，同时上报公安部门和卫生部门，同时配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容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。医院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。

三、监测内容和要求

（1）监测内容：X-γ 空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-2）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 12-2　工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测周期	监测点位
加速器治疗室	X-γ 空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；自行开展辐射监测，频率为 1 次/月	防护墙体四周外侧、操作人员操作位、防护门外、迷道内墙外、水冷机房和电气室、西侧大厅、东侧保护目标（金鑫宾馆）
模拟定位室			模拟定位室墙体四周外侧、防护门、观察窗、操作台、西南侧计划室以及西侧大厅

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）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医院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。

此外，医院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。

辐射事故应急

为了应对辐射事故和突发事件，医院已经制定了辐射事故应急预案，并成立放射防护与安全领导小组，负责医院辐射防护与安全的全面工作。根据《放射性

同位素与射线装置安全和防护条例》相关规定：（1）医院既有辐射事故应急预案包括了下列内容：①应急机构和职责分工；②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辐射事故调查、报告和处理程序（事故上报时要向环保、卫生、公安部门汇报）；⑤预案中明确了四川省环境保护厅（028-80589003、028-80589100）、凉山彝族自治州环保局（2162972）和西昌市环保局（3224015）的电话。（2）应急预案中还应补充以下内容：①增加应急人员的组织、培训计划和实施；②增加“项目具体的风险因子辐射伤害程度与事故分级”内容。

医院应当根据以上要求，完善应急预案相关内容，在今后预案实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13　结论与建议

结论

一、项目概况

本项目建设内容与规模为：在凉山彝族自治州第一人民医院长安分院肿瘤放疗中心 1 层直线加速器治疗室 2（原 ^{60}Co 治疗室，占地面积 134m^2）内安装使用 1 台 Elekta Synergy 型 6MV 直线加速器（属Ⅱ类射线装置），治疗室旁建有控制室、水冷机房和电气室。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目将核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2011 年本）>有关条款的决定》（国家发展改革委 2013 年第 21 号令）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目建设于凉山彝族自治州第一人民医院长安分院内（长安西路 120 号）内，选址尽可能地远离公众以减小辐射对公众的影响。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后不会对周围环境与公众造成危害。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

本项目建设区域γ辐射剂量率背景值在 0.0108～0.112μSv/h 之间，与《中国环境天然放射性水平》（国家环保总局编）凉山彝族自治州室内 γ 辐射剂量率 0.032～0.204μSv/h 基本一致。在南侧直线加速器治疗室 1 的既有 15MV 加速器正常工作时，本项目区域所受 15MV 加速器的 γ 辐射剂量率背在 0.0110～0.155μSv/h 之间。根据医院提供资料，15MV 直线加速器在年曝光 133h 情况下，上述点位所受年剂量在 0.015～0.021mSv 之间，小于职业人员 5mSv/a 和公众 0.1mSv/a 的评价限值。

五、环境影响评价分析结论

（1）施工期环境影响分析

本项目施工工程量小，时间短，故施工期的环境影响是短暂的，施工结束后影响即可消除，对周围环境影响较小。

（2）营运期环境影响分析

严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量低于本次确定的职业人员 5mSv 剂量约束值；所致公众年剂量低于本次确定的 0.1mSv 剂量约束值。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

六、环保设施与保护目标

按照环评要求落实后，医院环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的绝大多数保护目标所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

七、事故风险与防范

医院按照环评要求制订合理可行的辐射事故应急预案和安全规章制度，并认真贯彻实施，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、辐射安全管理的综合能力

医院按照环评要求完善相关内容后，对本项目辐射设备和场所而言，其具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施的情况下，本项目的建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

十、项目环保竣工验收检查内容

表 13-1　项目环保竣工验收检查一览表

项目		设施	备注
6MV 直线加速器	辐射屏蔽措施	6MV 直线加速器治疗室（包括治疗室四周墙体、迷道、屋顶、防护门）、隔室操作	改建
	通排风系统	进风、排风设施	新增
	安全装置	门机联锁 1 套	新增
		门灯联锁 1 套	新增
		迷道处紧急开门按钮 1 个	新增
		治疗室非主射方向墙上紧急停机按钮 2 个	新增
		紧急照明或独立通道照明系统 1 套	新增

		治疗室内固定式剂量报警仪 1 个	新增
		电视监控系统与对讲机 1 套	新增
		个人剂量计 7 套	已有
		个人剂量报警仪 7 套	已有
	警示标识	电离辐射警示标识 1 套	新建
	个人防护用品	个人防护用品（如铅衣、铅围裙、三角巾等）7 套	已有
其它	监测设备	便携式 X 辐射剂量仪 1 台	已有
	陪护人员辐射防护用品	陪护人员辐射防护用品 3 套	新增
		灭火器材 1 套	新增

建议和要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。

2、定期组织辐射工作人员参加四川省环保厅组织的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核，培训超过 4 年的，应组织复训。

3、定期向当地环保部门报送个人剂量信息。

4、每年要对射线装置使用情况进行年度评估，每年 1 月 31 日前将评估结果报送省环境保护厅和当地环境保护部门，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：http://rr.mep.gov.cn）。

5、经常检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

6、医院须重视控制区和监督区的管理。

7、现有射线装置在报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。辐射工作场所需要退役的，应当依法实施退役。

8、医院在更换辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：http://rr.mep.gov.cn），对相关信息进行修改。

9、本次环评仅涉及 6MV 直线加速器项目及其工作场所，日后如有变化，应另作环境影响评价。

表 14　审批

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