

核技术利用建设项目

# 新增使用医用加速器项目

环境影响报告表

（公示本）

梓潼县人民医院

二〇二一年六月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

# 新增使用医用加速器项目

环境影响报告表

建设单位名称：梓潼县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：绵阳市梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号

邮政编码： \*\*

联系人： \*\*

电子邮箱： \*\*      联系电话： \*\*

目 录

表 1 项目基本情况 ..... 1

表 2 放射源 ..... 11

表 3 非密封放射性物质 ..... 11

表 4 射线装置 ..... 11

表 5 废弃物 ..... 12

表 6 评价依据 ..... 13

表 7 保护目标及评价标准 ..... 15

表 8 环境质量和辐射现状 ..... 17

表 9 项目工程分析和源项 ..... 19

表 10 辐射安全与防护 ..... 23

表 11 环境影响分析 ..... 32

表 12 辐射安全管理 ..... 51

表 13 结论与建议 ..... 60

表 14 审批 ..... 64

## **附图**

附图 1 项目地理位置图

附图 2 院区外环境关系图

附图 3-1 院区总平面布置图

附图 3-2 内儿科综合楼周边外环境关系图

附图 4-1 加速器区域平面布置图

附图 4-2 加速器区域剖面布置图

附图 5 加速器区域平面布置及人员流向图

附图 6-1 内儿科综合楼地下一层平面布置图

附图 6-2 内儿科综合楼一层平面布置图

## **附件**

附件 1 环评委托书

附件 2 梓潼县人民医院既有项目环评批文

附件 3 辐射安全许可证

附件 4 辐射环境监测报告

附件 5 《梓潼县人民医院成立辐射安全与防护工作领导小组的通知》（梓人医〔2018〕84 号）

附件 6 辐射工作人员个人剂量检测报告

**表 1 项目基本情况**

|                 |              |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                    |                        |
|-----------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|
| 建设项目名称          |              | 新增使用医用加速器项目                                                                                                                |                                                                                                                                                             |                    |                        |
| 建设单位            |              | 梓潼县人民医院                                                                                                                    |                                                                                                                                                             |                    |                        |
| 法人代表            | **           | 联系人                                                                                                                        | **                                                                                                                                                          | 联系电话               | **                     |
| 注册地址            |              | 四川省绵阳市梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号                                                                                                    |                                                                                                                                                             |                    |                        |
| 项目建设地点          |              | 四川省绵阳市梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号梓潼县人民医院内儿科综合楼地下一层加速器机房                                                                              |                                                                                                                                                             |                    |                        |
| 立项审批部门          |              | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                             | 批准文号               | /                      |
| 建设项目总投资<br>(万元) | 2700         | 项目环保投资<br>(万元)                                                                                                             | 49                                                                                                                                                          | 投资比例(环保<br>投资/总投资) | 1.81                   |
| 项目性质            |              | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他 |                                                                                                                                                             |                    | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) |
| 应用<br>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<br>性物质 | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物                                                                                                                      |                    |                        |
|                 |              | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | /                                                                                                                                                           |                    |                        |
|                 |              | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙                                                                                                       |                    |                        |
|                 | 射线装置         | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                                |                    |                        |
|                 |              | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                                |                    |                        |
|                 |              | <input checked="" type="checkbox"/> 使用                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                     |                    |                        |
|                 | 其他           |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                    |                        |

**项目概述**

**一、建设单位简介**

梓潼县人民医院（统一社会信用代码：12510622451243984Q，以下简称医院或建设单位）始建于 1940 年，经过 70 余年来几代人的艰苦创业和不懈努力，梓潼县人民医院现已发展成为一所专业齐全、设施精良、规模相当，集医疗、教学、科研、急救、康复保健于一体的二级甲等综合医院和爱婴医院。

2012 年，梓潼县人民医院灾后重建项目整体搬迁并投入使用，该项目占地面积 39098.68m<sup>2</sup>，建筑面积 24736.78m<sup>2</sup>，搬迁后的梓潼县人民医院承担着全县及周边邻县人民群众的医疗急救任务，是梓潼县突发公共卫生事件定点救治医院，四川省人民医院辅导医院，四川中医药高等专科学校教学实习医院，梓潼县新型农村合作医疗和梓潼县城镇居民基本医疗保险定点医院。

梓潼县人民医院编制为 243 人，实有在岗职工 449 人。其中，在编职工 216 人，招聘人员 233 人。在岗职工中，各类专业技术人员 371 人（其中，主任医师 1 人，副主任医（护）

师 24 人，主治医<护、技>师 142 人，医<护、技>师及以下 190 人)。医院核定病床 800 张，全年门诊量约 30 万人次/年。

## 二、项目由来

梓潼县人民医院现持有四川省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》(证书编号川环辐证〔08203〕，有效期至 2022 年 1 月 4 日)，许可种类和范围为：使用 II、III 类射线装置。

随着社会的发展和人民生活水平的提高，对医院的医疗功能的要求也越来越高，建设单位需要新增必要的医疗项目，满足人民的健康需要。为了更好地发挥医院的技术能力，提高疾病的治疗水平，方便患者就诊，建设单位拟在现梓潼县人民医院内(梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号)，门诊住院综合楼北侧广场空地实施“梓潼县人民医院内儿科综合楼建设工程”，新建内儿科综合楼一幢，地上 7 层，地下 1 层。项目总建筑面积 28837.31m<sup>2</sup> (其中地上建筑面积 20532.65m<sup>2</sup>，地下室建筑面积 7164.00m<sup>2</sup>，架空层面积 1140.64m<sup>2</sup>)。

该内儿科综合楼于 2018 年开展了非放环境影响评价，并取得了绵阳市生态环境局(原绵阳市环境保护局)下发的《绵阳市环境保护局关于梓潼县人民医院内儿科综合楼建设工程环境影响报告书的批复》(绵环审批〔2018〕12 号)。截至 2021 年 6 月，该内儿科综合楼已完成建筑主体施工，处于内部装修阶段。

建设单位拟在梓潼县人民医院新建的内儿科综合楼负一层新增使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器，该加速器属于 II 类射线装置。

本项目建成后，梓潼县人民医院所持有的射线装置的数量和使用场所将发生变动。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境保护管理条例》，本项目须进行环境影响评价。为此，梓潼县人民医院委托四川久远环保安全咨询有限公司承担本项目的环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理目录(2021 年版)》的要求，本项目新增 10MV 医用电子直线加速器属于 II 类射线装置，本项目应编制环境影响报告表。

环评单位在接受委托后，随即组织专业人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析等工作，并与梓潼县人民医院进行多方咨询交流，反复核实，在进行工程分析的基础上，结合工程的具体情况以及辐射危害特征，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》(HJ/T10.1-2016)的要求，编制完成了《梓潼县人民医院新增使用医用加速器项目环境影响报告表》。

## 三、环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息；各级环境保护主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

根据以上要求，梓潼县人民医院在医院门户网站进行了本项目环境影响评价报告全本公示。

#### 四、项目概况

##### 1、项目名称、建设单位、建设地点及性质

**项目名称：**新增使用医用加速器项目

**建设单位：**梓潼县人民医院

**建设地点：**四川省绵阳市梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号梓潼县人民医院内儿科综合楼地下一层加速器机房

**建设性质：**新建

##### 2、建设内容及规模

建设单位拟在四川省绵阳市梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号梓潼县人民医院新建的内儿科综合楼地下一层新建 1 间医用电子直线加速器机房及相应配套设施，并新增使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器。

直线加速器机房内配置使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器（型号待定），最大 X 射线能量为 10MV（厂家限定），X 射线等中心 1 米处最大剂量率为 10Gy/min，最大电子线能量为 10MeV（厂家限定），加速器年出束时间 45h，属于 II 类射线装置。

本项目医用电子直线加速器区域主要由直线加速器机房、直线加速器控制室、辅助机房、水冷机房等区域组成。10MV 医用电子直线加速器机房区域建筑面积约 260m<sup>2</sup>。其中加速器机房建筑面积 184m<sup>2</sup>，加速器控制室建筑面积 22.4m<sup>2</sup>，水冷机房建筑面积 11.8m<sup>2</sup>，辅助机房建筑面积 17.6m<sup>2</sup>，入口缓冲区建筑面积 24.2m<sup>2</sup>。加速器机房内部净空尺寸为长 12.5m×宽 8.0m×高 3.6m（含迷道），四面墙体、迷道和屋顶均为混凝土结构，主射方向朝向西侧、东侧、地面和屋顶。其中，西侧主屏蔽区厚 3.0m（宽 4.4m），相连次屏蔽区厚 1.8m；北侧、

南侧的侧屏蔽墙厚 1.8m；东侧设长 9.8m、宽 2.4m 的“Z”型迷道，迷道内墙主屏蔽区厚 2.5m（宽 4.4m），相连次屏蔽区厚 1.8m；迷道外墙厚 1.7m；屋顶厚 3.0m；迷道防护门为电动推拉门（钢架结构），含 4mm 厚铅层。

医用电子直线加速器区域建筑平面布局、剖面布置详见附图 3-1、附图 3-2。

本项目拟申请扩项的辐射项目内容见下表。

**表 1-1 本次申请扩项的辐射项目内容情况**

| 新增射线装置            |                     |    |           |                                                                        |        |                         |      |
|-------------------|---------------------|----|-----------|------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|------|
| 场址                | 设备名称                | 型号 | 数量<br>(台) | 主要技术参数                                                                 | 射线装置种类 | 工作场所                    | 用途   |
| 梓潼县人民医院内儿科综合楼地下一层 | 10MV 医用电子直线加速器（瓦里安） | 待定 | 1         | 最大 X 射线能量 10MV，1m 处最高剂量率为 10Gy/min，电子线最大能量 10MeV，1m 处最高剂量率为 10Gy/min，。 | II 类   | 内儿科综合楼负一层新建 10MV 直线加速器室 | 肿瘤治疗 |

### 3、项目组成及主要环境问题

项目组成及可能产生的环境问题见表 1-8。

**表 1-8 项目组成及主要环境问题表**

| 名称          | 建设内容                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 主要环境问题                     |                         |
|-------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
|             |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 施工期                        | 营运期                     |
| 医用电子直线加速器区域 | 主体工程                         | 10MV 医用电子直线加速器机房建筑面积 184m <sup>2</sup> ，机房内部净空尺寸为长 12.5m×宽 8.0m×高 3.6m(含迷道)，四面墙体、迷道和屋顶均为混凝土结构，主射方向朝向西侧、东侧、地面和屋顶。其中，西侧主屏蔽区厚 3.0m（宽 4.4m），相连次屏蔽区厚 1.8m；北侧、南侧的侧屏蔽墙厚 1.8m；东侧设长 9.8m、宽 2.4m 的“Z”型迷道，迷道内墙主屏蔽区厚 2.5m（宽 4.4m），相连次屏蔽区厚 1.8m；迷道外墙厚 1.7m；屋顶厚 3.0m；迷道防护门为电动推拉门（钢架结构），含 4mm 厚铅层。<br>直线加速器机房内配置使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器（型号待定），最大 X 射线能量为 10MV，X 射线等中心 1 米处最大剂量率为 10Gy/min，最大电子线能量为 10MeV，电子线等中心 1 米处剂量率为 10Gy/min，加速器年出束时间 45h，属于Ⅱ类射线装置。 | 施工扬尘<br>噪声<br>施工废水<br>固体废物 | 电子束<br>X 射线<br>臭氧<br>噪声 |
|             | 辅助工程                         | 10MV 直线加速器控制室 1 间，建筑面积 22.4m <sup>2</sup> ；水冷机房 1 间，建筑面积 11.8m <sup>2</sup> ；辅助机房 1 间，建筑面积 17.6m <sup>2</sup> ；缓冲区 1 间，建筑面积 24.2m <sup>2</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                            | 噪声<br>生活污水<br>生活垃圾      |
| 公用工程        | 依托医院既有给水、供电等配套设施。            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 施工扬尘<br>噪声<br>施工废水<br>固体废物 | /                       |
| 办公及生活设施     | 内儿科综合楼内设有医护人员办公室作为辐射工作人员办公室。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 施工废水<br>固体废物               | 生活污水<br>生活垃圾            |
| 环保设施        | 废气：加速器机房产生的臭氧经排风系统导至楼顶排放，排放  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            | /                       |

|  |                                                                                                                                                                                             |  |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | 高度 31m。<br><b>废水：</b> 医护人员及患者生活污水及医疗废水均依托医院既有医疗废水处理站，处理达标后排入市政污水管网。<br><b>固废：</b> 医疗废物依托医院现有医疗废物处置体系，集中收集后送当地医疗废物处理机构处置。生活垃圾集中收集后由环卫部门定期清运。<br><b>噪声：</b> 采用低噪声设备，通过设置减震措施、建筑隔声、距离衰减进行降噪处理。 |  |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

#### 4、主要原辅材料

本项目为辐射治疗项目，不涉及图形透视、采集及打印作业。项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-9。

表 1-9 主要原辅材料及能耗情况表

| 类别 | 数量                    | 来源    | 用途   |
|----|-----------------------|-------|------|
| 电  | 10000kW·h/a           | 城市电网  | 机房用电 |
| 水  | 1000m <sup>3</sup> /a | 自来水管网 | 生活用水 |

#### 5、工作制度、诊疗规模及人员配置

**工作制度：**本项目采用全日制工作制度，每年工作 300 天。

**诊疗规模：**本项目涉及放射源、非密封放射性物质、射线装置的诊疗规模见下表。

表 1-10 本项目放射诊疗规模汇总表

| 射线装置           | 年有效出束时间                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------|
| 10MV 医用电子直线加速器 | 预估单人单次受照时间约 3min，日平均治疗 3 人次，年治疗约 900 人次，则加速器年有效出束时间最长为 45h。 |

**人员配置：**本项目为新建项目，拟新增或由建设单位现有院区调拨辐射工作人员 12 人（调拨人员将专职开展本项目辐射工作，不再从事原岗位工作）。本项目建成后，加速器医护人员涉及区域内交叉作业，需考虑个人剂量叠加问题。

本项目具体岗位及人员配置见下表。

表 1-10 本项目辐射工作人员安排情况

| 射线装置           | 工作时间                              | 备注    |
|----------------|-----------------------------------|-------|
| 10MV 医用电子直线加速器 | 拟配置 6 人，其中设备操作人员（物理技师）2 人、医生 4 人。 | 新增或调拨 |

梓潼县人民医院现有辐射工作人员 18 人，均已取得了辐射安全与防护培训合格证书。

**环评要求：**①新上岗或证书到期的辐射工作人员须及时登录 <http://fushe.mee.gov.cn> 进行上岗培训、考试合格并持证上岗；②建设单位应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

#### 6、现有公辅设施依托情况

**办公：**本项目辐射工作人员均利用既有办公室作为辐射工作人员办公室。

**供水供电：**本项目医用电子直线加速器区域供水、供电等配套设施均由医院既有给水、供电管路接入。

**通风：**本项目加速器等运行期间产生的臭氧经内儿科综合楼地下一层排风机房抽取排出，排放口位于内儿科综合楼楼顶，距地面高度约 31m。

**污水：**项目所产生的生活废水及医疗废水均依托医院既有医疗废水处理站，处理达标后排入梓潼县市政污水管网。

**固体废物：**项目所产生的医疗废物依托医院现有医疗废物处置体系，采用专门的容积收集后转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一处理。项目所产生的生活垃圾由环卫部门清运处理。

本项目所依托的环保设施均已通过环境影响评价，现有环保设施处理能力可以满足本项目产生的生活废水、医疗废水、生活垃圾、医疗废物处置需求，做到达标排放，不会对周边环境造成污染。

#### 四、产业政策符合性分析

本项目系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019）》，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”，符合国家现行产业发展政策。

#### 五、选址合理性分析

##### 1、医院外环境关系

本项目位于建设单位内儿科综合楼地下一层。内儿科综合楼场址位于梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号，梓潼县人民医院内门诊住院综合楼东侧广场空地处。

内儿科综合楼东侧面向医院东大门，东大门医院红线外侧为南北走向的迎宾路，迎宾路东侧为梓潼县文昌中学，文昌中学与医院东场界最近距离为 33m；内儿科综合楼北侧为医院后勤供应用房和设备用房，后勤用房主要功能为浆洗房和蒸汽消毒供应室，设备用房主要设置有中央空调压缩机组房、锅炉房和后勤管理办公室，设备用房和后勤供应用房医院红线北侧围墙外为居民楼，居民楼与设备用房最近距离为 13m，两者有实体围墙相隔；内儿科综合楼西侧为医院门诊综合楼，两幢楼之间将通过空中连廊相连，门诊综合楼西侧为医院入口广场，入口广场正对金牛路中段，金牛路中段西侧为居民房，该处居民房与西

侧院界最近距离为 46m；内儿科综合楼正南侧为医院食堂，食堂东侧，医院东南角为医院地埋式污水处理站。医院南侧院界外为东西走向的和平街中段。和平街中段南侧为居民区，居民区与项目南侧院界相距 15m。医院外环境关系见附图 2。

项目所在内儿科综合楼具体外环境关系见下表。

表 1-11 内儿科综合楼外环境关系表

| 名称         | 位 置 | 最近距离 | 性质       | 规模     |
|------------|-----|------|----------|--------|
| 门诊综合楼（院内）  | W   | 36m  | 建设单位医疗用房 | 600 人  |
| 后勤供应用房（院内） | N   | 29m  | 建设单位辅助用房 | 15 人   |
| 食堂（院内）     | S   | 44m  | 建设单位辅助用房 | 200 人  |
| 办公楼（院内）    | SW  | 52m  | 建设单位办公用房 | 150 人  |
| 医院家属楼（院内）  | N   | 51m  | 建设单位居住用房 | 300 人  |
| 文昌中学       | E   | 68m  | 学校       | 1500 人 |
| 居民楼        | N   | 78m  | 居民区      | 300 人  |
| 居民楼        | S   | 85m  | 居民区      | 400 人  |
| 零散居民用房     | N   | 60m  | 居民区      | 300 人  |

由周边外环境关系可见，项目周边以教育、居住用地为主，无自然保护区、保护文物、风景名胜区等特殊环境保护目标，无大的环境制约因素。

## 2、医院内外环境关系

本项所在内儿科综合楼位于建设单位区域东部，其东面为医院外道路迎宾路，距离约 20m；南面为食堂，距离约 44m；西南面为感染科楼，距离约 52m；西面为门诊综合楼，距离约 36m；北面为后勤供应用房，距离约 29m。

## 3、项目与周边环境相容性分析

由医院外环境及项目外环境关系可见，医院厂址周边主要为教育、居住用地，无大的环境制约因素。项目辐射工作场所集中设置于内儿科综合楼内，选址相对独立，区域人流相对较少，降低了公众受照的可能性。

本项目建成投运后产生环境影响主要为电离辐射，经机房四周墙体、铅防护门窗屏蔽后对工作人员和屏蔽体外公众的照射剂量低于《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB18871-2002）的限值要求和本报告提出的剂量约束值。因此，本项目与周边环境相容。

## 4、项目选址合理性分析

本项目位于梓潼县人民医院内儿科综合楼内，不涉及新征用地，医院用地为医疗用地，内儿科综合楼已于 2018 年通过环评审批（批文号：绵环审批（2018）12 号，详见附件），符合梓潼县城市规划。内儿科综合楼项目的选址合理性已在相应环境影响报告中进行了论述，本项目为内儿科综合楼的配套建设项目，不新征用地，且建设的医用电子直线加速器

机房为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，**从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。**

## 六、实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病（特别是恶性肿瘤）的诊断和治疗能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断和治疗效果，是其它诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊断和治疗的方法效果显著、病人治疗中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在诊断和治疗过程中射线装置、非密封放射性物质的应用可能会造成如下放射性环境问题：

- （1）给周围环境造成一定的辐射影响。
- （2）给医务人员及周围公众造成一定的辐射影响，给病人造成一定的负面影响
- （3）射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。

建设单位在放射诊断和治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小。本项目产生的辐射影响给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，本项目核技术应用的实践具有正当性。

## 七、核技术应用现状

### 1、辐射安全许可证的许可种类和范围

梓潼县人民医院现持有四川省环境保护局颁发的《辐射安全许可证》（证书编号川环辐证〔08203〕，有效期至2022年1月4日），许可种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。

### 2、近年与本项目有关的环境影响评价及验收手续情况

#### （1）环评情况

2018年1月17日，建设单位取得了绵阳市生态环境局（原绵阳市环境保护局）下发的《绵阳市环境保护局关于梓潼县人民医院内儿科综合楼建设工程环境影响报告书的批复》（绵环审批〔2018〕12号）。批复建设内容为：在现梓潼县人民医院内新建一栋内儿科综合楼（地下1层，地上7层）。建成后新增床位300张。截至2021年6月，该内儿科综合楼

已完成建筑主体施工，处于内部装修阶段。

2019 年 7 月 30 日，建设单位取得了绵阳市生态环境局下发的《绵阳市生态环境局关于梓潼县人民医院新增 II 类射线装置项目环境影响报告表的批复》（绵环审批〔2019〕84 号）。批复建设内容为：将医院医联体医疗辅助用房第一层作为介入治疗用房，新增使用 1 台医用血管造影 X 线机。

#### （2）辐射安全许可证新增内容

2020 年，医院申请增加 II 类射线装置医用血管造影 X 线机 1 台，并完成了辐射安全许可证登记变更工作（辐射安全许可证见附件）。

### 3、辐射安全管理现状情况

#### （1）辐射防护管理机构

为了加强对辐射安全和防护管理工作，医院于 2018 年 5 月对成立了辐射安全与防护领导小组，对组长、副组长、成员职责进行了明确。辐射安全与防护领导小组下设办公室，负责辐射安全与防护工作具体组织、协调、督查与指导工作。

#### （2）辐射安全管理制度建立和执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，梓潼县人民医院已制定有一套相对完善的管理制度和操作规程，包括《辐射工作设备操作规程》、《放射诊疗设备维护维修制度》、《辐射安全和安全防卫制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《放射诊疗工作场所辐射防护安全管理制度》和《辐射工作场所监测制度》等。另外，医院填写了《2020 年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，并在网络系统中向生态环境主管部门进行了提交。

**评价要求：**①医院应根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400 号）要求，对相关管理制度进行补充和完善；《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》等应悬挂于辐射工作场所，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

#### （3）辐射工作人员培训情况

梓潼县人民医院共有辐射工作人员 18 人，均已取得了辐射安全与防护培训合格证书。

**评价要求：**根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的

原培训合格证书在有效期内继续有效”。辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。

#### （4）个人剂量监测情况

梓潼县人民医院委托四川世阳卫生技术服务有限公司对医院放射工作人员受照剂量进行了监测。通过数据统计，建设单位所有辐射工作人员近四个季度个人剂量监测值均低于 5mSv/a（季度监测值均低于 1.25 mSv），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值。

#### （5）辐射事故及应急响应情况

通过现场踏勘，目前各放射性工作场所的环保设施运行正常。同时，医院自持证以来，未发生辐射安全事故。

梓潼县人民医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》相关要求，针对现有辐射工作场所可能的事故，以及其他原因引发的辐射突发环境事件，制定了相应的《放射事件应急处理预案》。

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 | 备注 |
|----|------|------|------|---------------|---------------|------------|----|------|------|---------|----|
| /  | /    | /    | /    | /             | /             | /          | /  | /    | /    | /       | /  |

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 (MeV) | 额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h) | 用途   | 工作场所             | 备注 |
|----|-----------|----|----|----|------|------------|------------------------|------|------------------|----|
| 1  | 医用电子直线加速器 | II | 1  | 待定 | 电子   | 18         | 600Gy/h                | 放射治疗 | 内儿科综合楼地下一层直线加速器室 | 新增 |
|    |           |    |    |    | X 射线 | 10         | 600Gy/h                |      |                  |    |
|    |           |    |    |    | X 射线 | 6          | 600Gy/h                |      |                  |    |

（二）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 |    |
| /  | /  | /  | /  | /  | /          | /          | /          | /  | /    | /       | /    | /  | /  |

（三）X 射线机，包括医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

| 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 |
|----|----|----|----|----|------------|------------|----|------|----|
| /  | /  | /  | /  | /  | /          | /          | /  | /    | /  |

**表 5 废弃物**

| 名称 | 状态 | 核素<br>名称 | 活度 | 月排放量 | 年排<br>放量 | 排放<br>口浓度 | 暂存情况 | 最终<br>去向                                         |
|----|----|----------|----|------|----------|-----------|------|--------------------------------------------------|
| 废气 | 臭氧 | /        | /  | /    | 少量       | 少量        | 不暂存  | 由加速器机房排风系统<br>排入地下排风机房，送<br>至内儿科综合楼屋顶排<br>放，排放高度 |

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

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg,或 Bq/m<sup>3</sup>）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》(1989 年 12 月 26 日颁布, 2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日实施);</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2002 年 10 月 28 日颁布, 2018 年 12 月 29 日修订实施);</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日颁布, 2003 年 10 月 1 日实施);</p> <p>(4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 8 月 31 日颁布, 2019 年 3 月 2 日修订实施);</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日环境保护部 18 号令公布实施);</p> <p>(6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布, 2017 年 12 月 12 日修正实施);</p> <p>(7)《建设项目环境影响评价分类管理目录(2020 年版)》(2020 年 11 月 30 日生态环境部令第 16 号公布);</p> <p>(8)《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号公告公布实施);</p> <p>(9)《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);</p> <p>(10)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函〔2016〕430 号);</p> <p>(11)《四川省辐射污染防治条例》(2016 年 3 月 29 日四川省十二届人大常委会第 63 号公告公布实施)。</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 环境影响评价文件的内容和格式》(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)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(4)《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011);</p> <p>(6)《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);</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>(7)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)；</p> <p>(8)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(9)《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(10)《环境空气质量标准》(GB3095-2012)。</p> |
| 其他 | <p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2)《辐射安全许可证》(川环辐证〔08203〕)；</p> <p>(3)《梓潼县人民医院新增使用医用加速器项目监测报告》；</p> <p>(4)《梓潼县人民医院个人剂量监测报告》；</p> <p>(5)《辐射安全手册》(潘自强主编，2011)。</p>                                      |

**表 7 保护目标及评价标准**

| <b>评价范围</b> <p>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）中的要求，确定本项目辐射评价范围取辐射工作场所（加速器机房）实体屏蔽物边界外 50m 的范围以内的区域。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |            |             |        |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|-------------|--------|------|------|------|------|-------------|----|----|------------------|---------|---------|-----|-----|------|--------|------------|-----|-----|--------|----------|-----|-----|----|--------|----------|-----|-----|---------|--------|---|--------|---------|--------|-----|--------|---------|----------|-----|-------|---------|----------|-----|-------|---------|------------|-----|------|--|
| <b>保护目标</b> <p>本项目的主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目评价范围、医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，本项目重点关注的环境保护目标见表 7-1 所示。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 7-1 项目环境保护目标一览表</b></p> <table> <tr> <th>辐射场所</th><th>保护目标</th><th>相对位置</th><th>与辐射源最近距离（m）</th><th>人数</th><th>备注</th></tr> <tr> <td rowspan="9">10MV 医用电子直线加速器机房</td><td>放射技师、医生</td><td>机房南侧控制室</td><td>5.6</td><td>2 人</td><td rowspan="2">职业人员</td></tr> <tr> <td>放射诊疗医生</td><td>机房东南侧门外缓冲区</td><td>8.5</td><td>2 人</td></tr> <tr> <td>临时维护人员</td><td>机房南侧水冷机房</td><td>5.6</td><td>1 人</td><td rowspan="6">公众</td></tr> <tr> <td>临时维护人员</td><td>机房南侧辅助机房</td><td>5.6</td><td>1 人</td></tr> <tr> <td>医护人员、病人</td><td>机房南侧通道</td><td>9</td><td>100 人次</td></tr> <tr> <td>医护人员、病人</td><td>机房西侧通道</td><td>6.2</td><td>100 人次</td></tr> <tr> <td>医护人员、病人</td><td>机房北侧地下车库</td><td>5.9</td><td>50 人次</td></tr> <tr> <td>医护人员、病人</td><td>机房东侧地下车库</td><td>9.8</td><td>50 人次</td></tr> <tr> <td>医护人员、病人</td><td>楼上门诊科室及办公室</td><td>6.6</td><td>流动人群</td><td></td></tr> </table> |         |            |             |        |      | 辐射场所 | 保护目标 | 相对位置 | 与辐射源最近距离（m） | 人数 | 备注 | 10MV 医用电子直线加速器机房 | 放射技师、医生 | 机房南侧控制室 | 5.6 | 2 人 | 职业人员 | 放射诊疗医生 | 机房东南侧门外缓冲区 | 8.5 | 2 人 | 临时维护人员 | 机房南侧水冷机房 | 5.6 | 1 人 | 公众 | 临时维护人员 | 机房南侧辅助机房 | 5.6 | 1 人 | 医护人员、病人 | 机房南侧通道 | 9 | 100 人次 | 医护人员、病人 | 机房西侧通道 | 6.2 | 100 人次 | 医护人员、病人 | 机房北侧地下车库 | 5.9 | 50 人次 | 医护人员、病人 | 机房东侧地下车库 | 9.8 | 50 人次 | 医护人员、病人 | 楼上门诊科室及办公室 | 6.6 | 流动人群 |  |
| 辐射场所                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 保护目标    | 相对位置       | 与辐射源最近距离（m） | 人数     | 备注   |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
| 10MV 医用电子直线加速器机房                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 放射技师、医生 | 机房南侧控制室    | 5.6         | 2 人    | 职业人员 |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 放射诊疗医生  | 机房东南侧门外缓冲区 | 8.5         | 2 人    |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 临时维护人员  | 机房南侧水冷机房   | 5.6         | 1 人    | 公众   |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 临时维护人员  | 机房南侧辅助机房   | 5.6         | 1 人    |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 医护人员、病人 | 机房南侧通道     | 9           | 100 人次 |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 医护人员、病人 | 机房西侧通道     | 6.2         | 100 人次 |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 医护人员、病人 | 机房北侧地下车库   | 5.9         | 50 人次  |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 医护人员、病人 | 机房东侧地下车库   | 9.8         | 50 人次  |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 医护人员、病人 | 楼上门诊科室及办公室 | 6.6         | 流动人群   |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |
| <b>评价标准</b> <p>本项目执行以下标准：</p> <p><b>一、环境质量标准</b></p> <p>1、地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准；</p> <p>2、大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；</p> <p>3、声学环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。</p> <p><b>二、污染物排放标准</b></p> <p>1、废水执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准。</p> <p>2、废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准；</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |            |             |        |      |      |      |      |             |    |    |                  |         |         |     |     |      |        |            |     |     |        |          |     |     |    |        |          |     |     |         |        |   |        |         |        |     |        |         |          |     |       |         |          |     |       |         |            |     |      |  |

3、施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011); 营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类标准。

### 三、辐射防护标准

#### 1、职业照射和公众照射

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中的相关标准:

**职业照射:** 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 附录 B 剂量限值: 应对任何工作人员的职业水平进行控制, 使之不超过下述限值: 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv; 眼晶体的年当量剂量, 150mSv; 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

本项目职业照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 职业照射剂量限值 20mSv 的四分之一执行, 即 **5mSv/a**。

**公众照射:** 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 附录 B 剂量限值: 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: 年有效剂量 1mSv。

本项目职业照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 公众照射剂量限值的十分之一执行, 即 0.1mSv/a。

#### 2、辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制值

根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011) 6.1.3 款要求, 加速器机房迷宫门处、控制室和机房墙外 30cm 处剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

**表 8 环境质量和辐射现状**

## 环境质量和辐射现状

### 一、项目地理和场所位置

本项目位于四川省绵阳市梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号梓潼县人民医院内儿科综合楼。

梓潼县位于四川盆地西北部、绵阳市东北部，东部紧偎剑门关，西北襟带龙门山脉，南临川西平原。东经 104°57'16"至 105°27'35"，北纬 31°25'27"至 31°51'43"之间，县境东西宽约 35km，南北长约 52.5km，距绵阳 52.5km，距省会成都 180km，四周与绵阳市游仙区、江油市、剑阁、盐亭、三台诸县毗邻。全县幅员面积 1442.32km<sup>2</sup>。项目地理位置见附图 1。

### 二、辐射环境监测

本次评价委托绵阳市辐射环境监测站于 2020 年 10 月 16 日对项目拟建场址进行了辐射环境质量现状监测（检测报告见附件）。本项目为新建项目，本次辐射监测涵盖了项目周边关注点，辐射环境现状监测数据具有代表性和有效性，辐射环境监测情况和结果如下：

1、监测项目：环境 X、 $\gamma$  辐射剂量率

2、监测使用仪器：使用的监测仪器情况见表 8-1。

**表 8-1 监测仪器设备一览表**

| 检测项目              | 检测设备                               |                             |                                                 | 备注 |
|-------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|----|
|                   | 名称及编号                              | 技术指标                        | 校准/检定情况                                         |    |
| X- $\gamma$ 辐射剂量率 | 6150AD-b<br>X- $\gamma$ 辐射仪<br>040 | 测量范围：<br>50nSv/h~99.99nSv/h | 校准单位：中国测试技术研究院<br>校准证书号：<br>校准字第 202001002110 号 | /  |

### 3、监测方法

项目监测方法及方法来源见表 8-2。

**表 8-2 监测方法及来源**

| 项目                   | 监测方法及方法来源                               |
|----------------------|-----------------------------------------|
| 环境 X、 $\gamma$ 辐射剂量率 | 《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93） |
|                      | 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）               |

### 三、监测结果

项目监测结果见表 8-3。

**表 8-3 拟建场址环境 X、 $\gamma$  辐射剂量率监测结果（nSv/h）**

| 点位 | 测量点位置              | 剂量率(nSv/h) |     |
|----|--------------------|------------|-----|
|    |                    | 平均值        | 标准差 |
| 1  | 负一层拟建加速器机房内        | 67         | 2.9 |
| 2  | 地面一层阴凉库房（加速器机房上层）  | 84         | 2.4 |
| 3  | 加速器机房所在内儿科综合楼西侧空地  | 79         | 4.7 |
| 4  | 加速器机房所在内儿科综合楼东侧迎宾路 | 83         | 1.6 |

### 三、监测结果分析与评价

由表 8-3 分析可知，本项目拟建厂址周围辐射环境 X- $\gamma$  辐射剂量率监测值为 67~84nSv/h，经换算，与《2019 年四川省生态环境状况公报》发布的监测数据相比较（ $\gamma$  辐射空气吸收剂量率小时均值范围 76.8~163nGy/h）相比较，处于正常环境本底水平。

**表 9 项目工程分析和源项**

## 工程设备和工艺分析

### 一、施工期工艺分析

#### 1、施工期土建、装修阶段的工艺分析

项目土建、装修阶段的环境影响已纳入《梓潼县人民医院内儿科综合楼建设工程环境影响报告书》中进行评价，因此，本环评不再对其进行分析。

#### 2、设备安装调试期间的工艺分析

本项目加速器机房的安装调试阶段，会产生 X、 $\beta$  射线，造成一定的辐射影响。

本项目医用电子直线加速器的运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在相应装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和治疗室门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在治疗室入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和治疗室上锁并派人看守。

### 二、营运期设备和工艺分析

#### 1、设备主要参数

医院拟新购 1 台 10MV 医用电子直线加速器，属于 II 类射线装置，设备主要技术参数如下：

**表 9-1 本项目医用电子直线加速器主要技术参数**

|                |                                |
|----------------|--------------------------------|
| 工作场所           | 10MV 直线加速器机房                   |
| 设备名称           | 10MV 医用电子直线加速器                 |
| 射线类型           | X 射线、电子                        |
| 最大 X 射线能量      | 10MV（由厂家采取技术措施，限定诊疗用最大 X 射线能量） |
| 最大电子线能量        | 10MeV（由厂家采取技术措施，限定诊疗用最大电子线能量）  |
| 正常治疗距离         | 1000±2mm                       |
| 治疗角度           | -185°~185°                     |
| 最大照射野（SSD=1m）  | 40×40cm <sup>2</sup>           |
| X 射线漏射         | ≤0.1%                          |
| 主射线最大出束角度      | 28°                            |
| 1m 处 X 射线最高剂量率 | 10Gy/ in                       |

## 2、工作原理

医用电子直线加速器由电子枪、加速管和束流控制三个主要部分组成。由主控制台的触发器将调制器触发，产生系列脉冲，加到磁控管阴极及电子枪的阳极，因而磁控管发生振荡，产生微波功率，同时电子枪发射的电子也从轴向进入加速管，在加速管中微波与电子相互作用，使电子从微波电磁场中不断获得能量，最后由加速管终端输出至偏转盒，作为电子线输出，或者打靶作为 X 射线输出。利用产生的 X 射线或电子束照射肌体的肿瘤组织细胞，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。

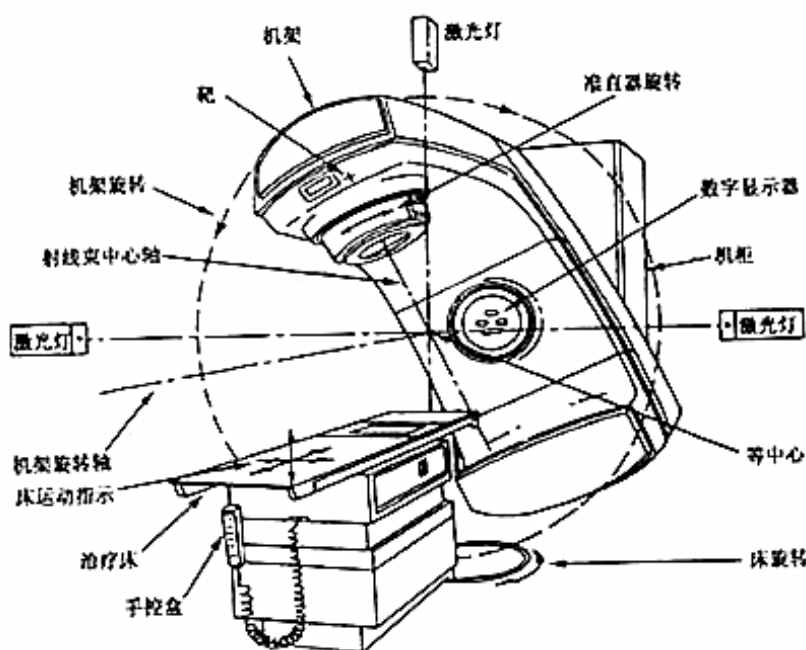


图 9-1 医用电子直线加速器结构示意图

## 3、治疗流程

医用电子直线加速器治疗流程为：医生接诊患者并告知在放疗过程中可能受到辐射危害后，先使用模拟定位机对病灶部位进行准确定位，确定肿瘤的具体位置和形状，确定放疗靶区，完成治疗计划及验证，之后进行正式放疗。病人转移到加速器机房进行治疗。病人在医务人员协助下按照治疗计划在治疗床上摆位，摆好位后，医务人员全部退出机房，进入控制室，在确定所有安全措施到位后，关闭机房屏蔽门，启动加速器进行放射治疗（本项目加速器拟设两种治疗模式，一种是电子治疗模式，一般用于浅表部位病灶照射；一种是 X 射线治疗模式，用于深部病灶照射）。治疗完毕后，加速器关机，病人离开机房。

医用电子直线加速器治疗流程及产污环节如图 9-2 所示。

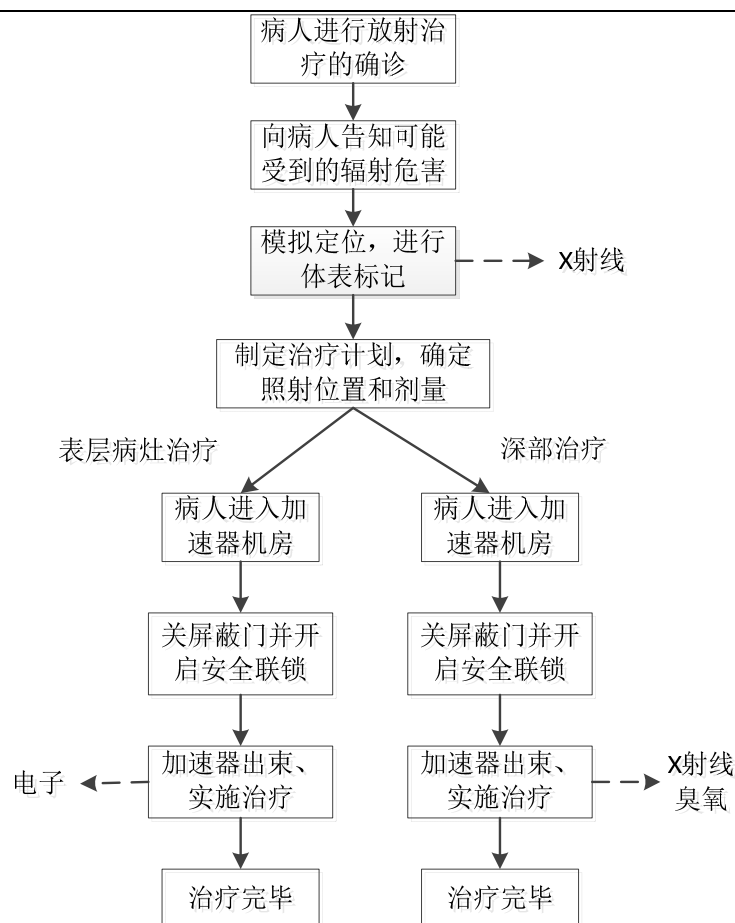


图 9-2 医用电子直线加速器治疗流程及产污环节示意图

#### 4、工作负荷

医院预计本项目使用 1 台医用电子直线加速器进行放射治疗的工作负荷约 1000 人次/年，其中少量病人仅开展电子束浅表曝光。为保守计，评价均以开展 X 射线深部曝光治疗进行分析。每次 X 射线深部曝光治疗时间约 3min，年总出束时间约 45h。

#### 5、产污环节

医用电子直线加速器在开展放射治疗时，将产生电子束、X 射线和臭氧。同时采用先进的实时影像验证系统，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

### 污染源项描述

#### 1、放射性污染物

本项目医用电子直线加速器拟采有两种治疗模式，一种是电子线治疗模式，一般用于浅表部位病灶照射；一种是X射线治疗模式，用于深部病灶照射。加速器运行期间可能产生的污染因子如下：

**X射线：**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，轰击到转换靶上产生X射线，用于照射患者的病灶部分。这种辐射在加速器运转时产生，关机后即消失。根据医院提供的资料，本项目加速器采用厂家限定的方式，使最大X射线能量控制为10MV，1m处最大吸收剂量率控制为10Gy/min。辐射途径为外照射。

**电子线：**加速器以电子线模式运行时，从电子枪里发出来的电子束经加速管加速后直接从加速器管引出照射患者的病灶部位。这种辐射在加速器运转时产生，关机后即消失。辐射途径为外照射。

## **2、非放射性污染物**

### **（1）臭氧**

本项目医用电子直线加速器在开机曝光过程中，机房内空气在射线电离辐射作用下，将产生臭氧有害气体。

### **（2）废水**

本项目医用电子直线加速器不涉及透视成像作业，不涉及成像废水等废物产生。项目加速器靶头冷却水封闭循环使用不外排，不会对周围环境产生影响。本项目医护人员生活污水及医疗废水均依托医院既有医疗废水处理站，处理达标后排入梓潼县市政污水管网。

### **（3）固废**

本项目医用电子直线加速器不涉及透视成像作业，不涉及成像废胶片等废物产生。本项目营运时产生的非放射性医疗固废较少，主要为少量医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，产生量约30kg/d。将依托医院现有医疗废物处理体系，采用专门的容器收集后转移至医疗废物暂存间，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一处理。

医护人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，由医院进行收集并交由环卫部门统一处理。

### **（4）噪声**

项目噪声源主要为各机房空调、冷水机组等，机组均采用低噪设备，噪声源强约为60dB(A)。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全设施**

**一、项目工作场所平面布置合理性分析**

本项目位于建设单位院区内，不涉及新征用地，医院用地为医疗用地，符合梓潼县城市规划。

**1、医用电子直线加速器机房区域平面布置**

本项目 10MV 医用电子直线加速器机房北侧为地下车库，东侧为地下车库及洗手间区域，南侧为控制室、水冷机房及辅助机房，西侧为通道，楼上为阴凉库房。

医院按照规定将上述辐射工作场所分为控制区和监督区管理。两区划分见本报告表 10 “辐射安全与防护” 章节 “工作区域” 部分。两区分区合理，符合辐射防护要求。同时

由辐射工作场所平面布局可见，本项目医用电子直线加速器工作场所功能分区明确，与辐射工作场所相关的各辅助用房紧密布置于机房周围，整体布局紧凑，既便于病人就诊，又利于辐射防护。项目辐射工作场所用房之间采用墙体分隔，墙体、防护门、窗的屏蔽防护厚度充分考虑了电离辐射效应，能够有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响，**从辐射安全防护的角度分析，医用电子直线加速器机房总平布置是合理的。**

**2、医用电子直线加速器机房区域“人、物、污”流动路径合理性分析**

**(1) 人流路径合理性分析**

本项目加速器诊疗病人由区域东侧 2#~5#电梯或 3#楼梯到达东侧等候区，在进行登记确认后，进入加速器机房进行治疗，治疗结束后原路返回。

医护人员由区域西侧 6#楼梯或西南侧 6#医护电梯到达地下一层，经区域南侧医护通道、机房缓冲区进入控制室。

**(2) 物流、污物路径合理性分析**

本项目医用电子直线加速器不涉及透视成像作业，不涉及胶片等物料使用。本项目营运时产生的非放射性医疗固废较少，主要为少量医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，医用辅料由医护人员经区域西侧 6#楼梯或西南侧 6#医护电梯送至加速器区域。使用后的废弃物料作为医疗垃圾，采用专门的容器收集后，定期由地下一层西北角污物兼消防电梯送出，转移至医疗废物暂存间暂存，纳入医院现有医疗废物处理体系管理。

**病**

**二、工作区域管理**

## 1、分区依据和原则

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）6.4 条要求，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（包括门锁和联锁装置）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。

## 2、控制区与监督区的划分

本项目辐射分区划分，见表10-1和图10-1。

**表10-1 本项目“两区”划分一览表**

| 设备名称           | 控制区                                                | 监督区              |
|----------------|----------------------------------------------------|------------------|
| 10MV 医用电子直线加速器 | 10MV 医用电子直线加速器机房                                   | 控制室、冷水机房         |
| 备注             | 控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。 | 监督区范围内应限制无关人员进入。 |

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

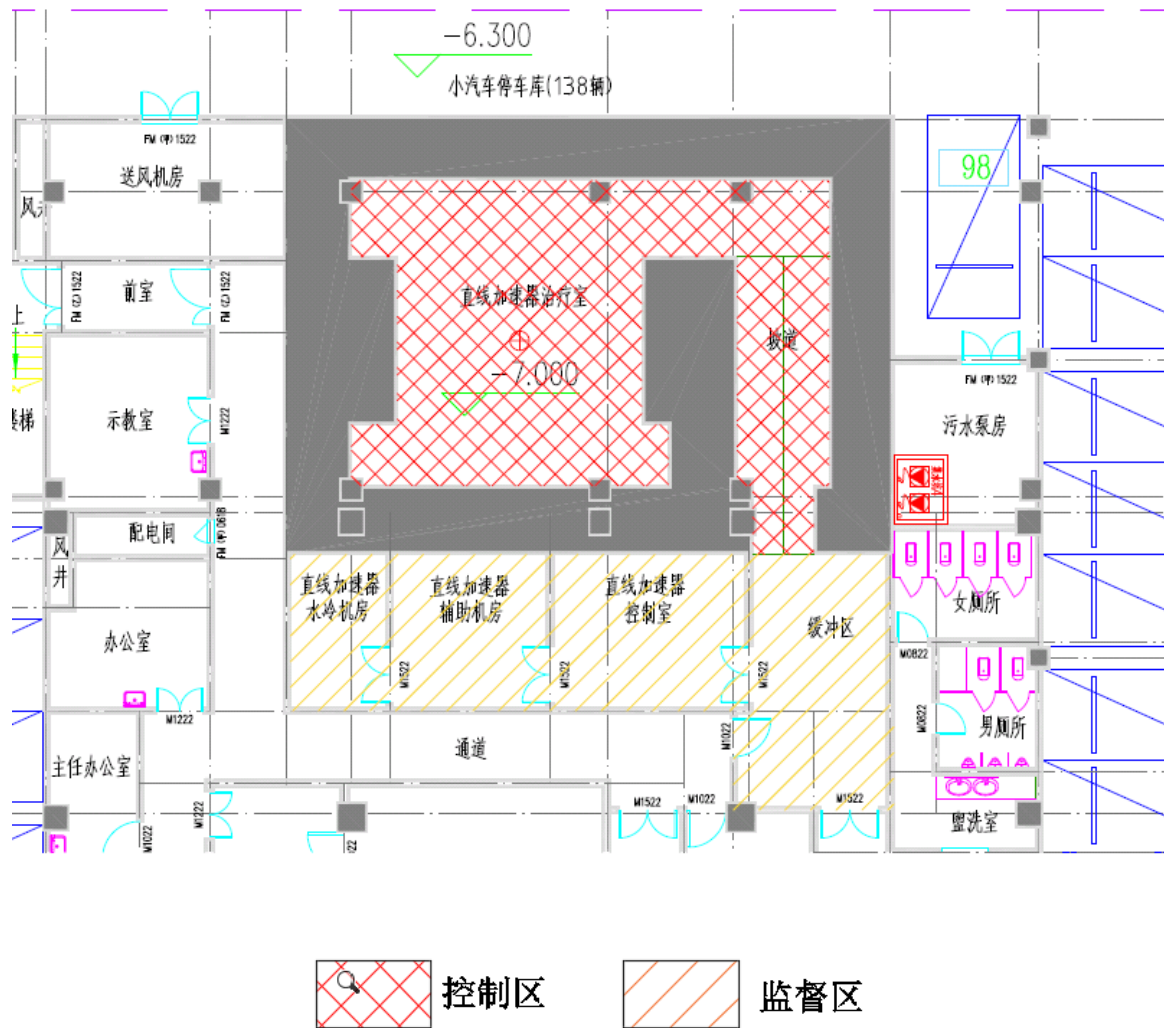


图 10-1 加速器所在区域控制区和监督区划分图

### 三、辐射安全及防护措施

#### 1、场所辐射防护屏蔽设计

本项目医用电子直线加速器机房采用混凝土（密度为  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ）屏蔽防护。加速器机房的屏蔽设计见表 10-2。

表10-2 项目加速器工程屏蔽防护设计

| 射线装置           | 机房尺寸                                                                                                                                                   | 屏蔽墙厚度                                                                                                                              | 机房顶板厚度             | 迷道                                                                                                                  | 防护门                                   |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 10MV 医用电子直线加速器 | 10MV 医用电子直线加速器机房区域建筑面积约 $260\text{m}^2$ 。其中加速器机房建筑面积 $184\text{m}^2$ ，加速器机房内部净空尺寸为长 $12.5\text{m} \times$ 宽 $8.0\text{m} \times$ 高 $3.6\text{m}$ （含迷道） | 四面墙体、迷道和屋顶均为混凝土结构，主射方向朝向西侧、东侧、地面和屋顶。其中，西侧主屏蔽区厚 $3.0\text{m}$ （宽 $4.4\text{m}$ ），相连次屏蔽区厚 $1.8\text{m}$ ；北侧、南侧的侧屏蔽墙厚 $1.8\text{m}$ 。 | 混凝土厚 $3.0\text{m}$ | 东侧设长 $9.8\text{m}$ 、宽 $2.4\text{m}$ 的“Z”型迷道，迷道内墙主屏蔽区厚 $2.5\text{m}$ （宽 $4.4\text{m}$ ），相连次屏蔽区厚 $1.8\text{m}$ ；迷道外墙厚 | 迷道防护门为电动推拉门（钢架结构），含 $4\text{mm}$ 厚铅层。 |

## 2、辐射安全和防护措施

### (1) 设备固有安全性

◆ 加速器购置于正规厂家，满足质检要求，有用线束内杂散辐射和泄漏辐射不会超过《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）规定的限值。

◆ 控制台上有关辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示装置，操作人员可随时了解设备运行情况。

◆ 加速器设置有系统联锁装置，只有当射线能量、吸收剂选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当机房与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

◆ 有控制超剂量的联锁装置，当剂量超过预选值时，将自动终止治疗照射。

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，是能够减少X射线对人员的辐射危害和降低辐射事故的发生。

### (2) 源项控制

医师会根据肿瘤定位结果来判断病情状况，针对不同的病人会制定不同的放疗计划（包括放疗时间和放疗剂量），并通过可调限束装置进行参数设置，尽量避免不必要的照射，有效进行源项控制。

### (3) 安全联锁装置

◆ **门-机联锁：**只有关上防护门才能出束，出束期间开门则立即自动停止出束。

◆ **门-灯联锁：**开机出束，机房防护门关闭良好，工作状态指示灯亮；停止出束时，指示灯熄灭。

◆ **钥匙开关：**加速器控制机上设电源钥匙开关，只有当加速器一切都处于安全状态，并且钥匙就位后，加速器才能启动工作。一旦钥匙被取走，加速器就无法启动工作。钥匙由专人使用和保管。

◆ **防止非工作人员操作的锁定开关：**加速器控制台上设防止非工作人员操作的锁定开关。

### (4) 紧急止动装置

◆ **紧急停机开关：**在加速器机房内四周墙体（拟在机房内设4个开关）、防护门内迷道墙上（拟在迷道口设1个开关）、治疗床旁（设1个开关）及控制室内控制台上（设1个开关）

设紧急停机开关。开关安装在非主射束区域内、距地面1.5m处的墙上。紧急停机开关应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认。在误操作或出现紧急情况时，按下开关即可随时切断供电电源。

◆ **紧急开门装置：**加速器机房防护门内迷道口紧急停机按钮兼具紧急开门功能，并用中文进行标识。

#### （5）警示装置

◆ **工作状态显示装置：**在加速器机房防护门外设1个工作状态指示灯或工作状态指示灯箱，具备显示开机、停机的功能，并与机房防护门联锁。

◆ **电离辐射警示标志：**在加速器机房防护门外醒目位置张贴电离辐射警告标志及中文警示说明。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录F要求（如下图）。



图 10-6 电离辐射警告标志

警告标志的含义是使人们注意可能发生的危险。根据 GB18871-2002 附录 F2 条款要求，警告标志背景为黄色，正三角形边框及电离辐射标志图形均为黑色，“当心电离辐射”文字用黑色粗等线体字，正三角形外边框长度  $a_1=0.034L$ ，内边框长度  $a_2=0.700a_1$ ， $L$  为观察距离。根据本项目现场及周边情况，评价建议观察距离  $L$  取值为 5m。

#### （6）监测设备

◆ **室内固定式剂量报警仪：**在加速器机房内设1台固定式剂量报警仪（带剂量显示功能），固定式剂量报警仪的探头安装在机房迷道内、靠近防护门处的墙体上，显示屏安装在控制室墙上，易于操作人员看见的地方。

◆ **便携式辐射监测仪器：**新增一台便携式X- $\gamma$ 剂量监测仪，用于射线装置使用期间定期巡检。

◆ **个人剂量监测仪：**按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）要求，从事加速器治疗的辐射工作人员（包括技师、物理师和医生）每人个人剂量计（2个/人、1用1备）和个人剂量报警仪（1个/人）。要求在岗期间必须正确佩戴。

#### （7）其它防护设施

◆ **视频监控:** 加速器机房内及迷道内共设3台实时摄像监视器, 监控系统设在控制室内, 视频监控应做到无监控死角。

◆ **对讲系统:** 加速器机房内和控制室内设1套扩音与对讲装置, 便于控制室的工作人员与机房内的患者联系。

**通风系统:** 本项目各直线加速器机房均设有机械排风系统, 设计排风量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ , 每小时换气次数6次。采用上进下出方式通排风, 机房通排风系统管道位于机房迷道口上方, 经排风系统抽排至内儿科综合楼楼顶排放, 距地面高约31m。通风系统满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)的要求。

综上, 本项目医用电子直线加速器主要辐射安全防护装置布置情况如附图3-1所示。加速器辐射工作场所的安全联锁逻辑图见下图所示。

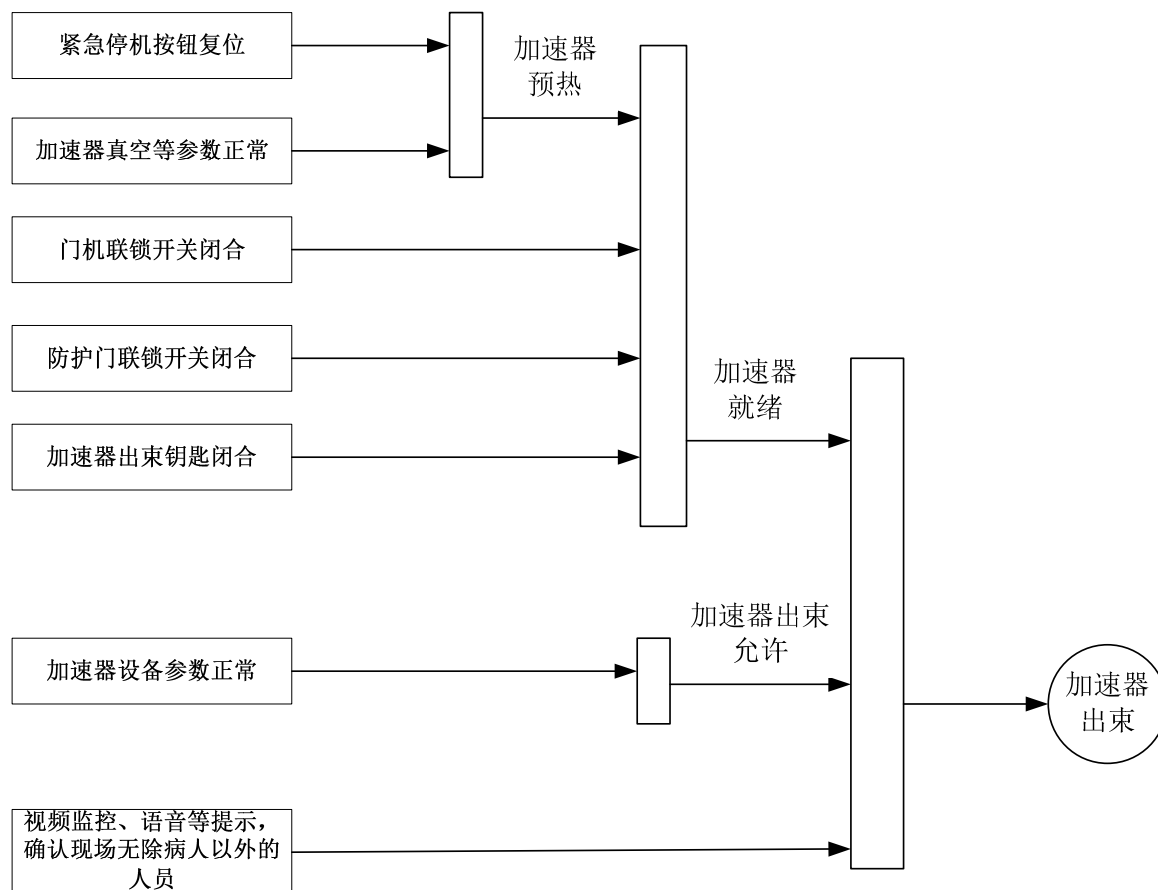


图 10-7 加速器辐射工作场所的安全联锁逻辑图

### 三、辐射工作场所安全保卫措施

为确保本项目 II 类射线装置工作场所的安全, 本项目采取的安全保卫措施见表10-12。

表 10-12 辐射工作场所安防措施一览表

| 场所类别 | 措施类别      | 对应措施                                                                                                                                                                                |
|------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 射线装置 | 防火        | 机房内均安装有烟气报警装置和消防设施，且房间功能单位需满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014），同时人员易接触的地方配备有干粉式灭火器                                                                                                           |
|      | 防水        | 本项目射线装置距离地表水体距离较远，不受地表水体影响，同时地面均做了较好的防水设计，项目区域不受地下水影响。                                                                                                                              |
|      | 防盗、防抢和防破坏 | ①本项目射线装置机房纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏；<br>②工作场均设置有红外线监控射线头实行 24h 实时监控；<br>③射线装置安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案；<br>④射线装置机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品            |
|      | 防泄漏       | ①本项目所使用的射线装置购置于正规厂家，出厂时 X 射线漏射不会超过《医用 X 射线治疗卫生防护标准》（GBZ131-2017）的限值要求去；<br>②本项目射线装置工作场所均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况，根据辐射影响分析，机房屏蔽体外 30cm 处剂量率能满足 2.5μSv/h 标准要求 |

### 三废的治理

#### 一、三废的治理

##### 1、臭氧

医用电子直线加速器在诊疗过程中将产生少量臭氧。本项目加速器机房设有独立的通风系统，各场所通风系统设计见下表。

表10-15 项目通风系统设计

| 工作场所  | 通风系统设计                                                                                  | 备注                                         |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 加速器机房 | 各直线加速器机房均设有机械排风系统，设计排风量为2000m <sup>3</sup> /h，每小时换气次数6次。采用上进下出方式通排风，机房通排风系统管道位于机房迷道口上方。 | 机房废气经地下一层排风机房抽取排出，排放口位于内儿科综合楼楼顶，距地面高度约31m。 |

加速器运行期间产生的臭氧经地下易层排风机房抽取排出，排放口位于内儿科综合楼楼顶，距地面高度约31m。项目机房通风量设计能满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）、《医用X射线治疗放射防护要求》（GBZ131-2017）等标准规定的“治疗室应设置机械通风装置，其通风换气能力应达到治疗期间使室内空气每小时交换不小于4次”的要求。从保护患者、医护人员和周边公众健康安全角度而言，本项目辐射场所换气次数及通风系统进、排风口位置的设置均是合理可行的。

## 2、生活污水及生活垃圾

本项目所产生的生活废水依托医院既有医疗废水处理站，处理达标后排入周边市政污水管网。项目所产生的生活垃圾经收集后，交由环卫部门统一处理。

## 3、普通医疗垃圾

项目所产生的普通医疗废物依托医院现有医疗废物处置体系，采用专门的容积收集后转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一处理。

## 3、噪声

本项目噪声主要来源于机房空调通风系统机组运行噪声。相应系统均拟采用低噪设备并设置减振降噪装置，噪声源强约为60 dB(A)。项目所在内儿科综合楼距医院最近东厂界约30m，噪声经建筑隔声、距离衰减后可确保厂界达标，不需另行采取隔声降噪措施。

## 4、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行去功能化”。环评要求：本项目使用的射线装置在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆卸，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

## 二、环保投资估算

本项目总投资2700万元，环保投资49万元，占总投资的1.81%。本项目环保投资估算见表10-16。

表10-16 项目环保设施（措施）与投资一览表

| 治理内容      | 环保措施 |                                                                                                                                                                                                         | 投资金额（万元） | 备注       |
|-----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| 10MV加速器机房 | 工程屏蔽 | 四面墙体、迷道和屋顶均为混凝土结构，主射方向朝向西侧、东侧、地面和屋顶。其中，西侧主屏蔽区厚 3.0m（宽 4.4m），相连次屏蔽区厚 1.8m；北侧、南侧的侧屏蔽墙厚 1.8m；东侧设长 9.8m、宽 2.4m 的“Z”型迷道，迷道内墙主屏蔽区厚 2.5m（宽 4.4m），相连次屏蔽区厚 1.8m；迷道外墙厚 1.7m；屋顶厚 3.0m；迷道防护门为电动推拉门（钢架结构），含 4mm 厚铅层。 | 0        | 计入主体工程投资 |
|           | 安全装置 | 门-机联锁 1 套，门-灯联锁 1 套，钥匙开关 1 套。                                                                                                                                                                           | 20.0     | 新增       |
|           |      | 控制台上设防止非工作人员操作的锁定开关                                                                                                                                                                                     |          |          |

|      |                           |                                                                                |     |    |    |
|------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|
|      |                           | 机房内四周墙体（拟设 4 个开关）、防护门内迷道墙上（拟设 1 个开关）、治疗床旁（拟设 1 个开关）及控制室内控制台上（拟设 1 个开关）设紧急停机开关。 |     |    |    |
|      |                           | 机房防护门内的迷道口附近设 1 个紧急开门按钮。                                                       |     |    |    |
|      | 警告标识                      | 工作状态指示灯 1 套，并与机房防护门联锁。                                                         | 2.0 | 新增 |    |
|      |                           | 机房防护门外电离辐射警告标志及中文警示说明 1 套。                                                     |     |    |    |
|      | 通排风                       | 机械通排风系统 1 套。                                                                   | 5.0 |    |    |
|      | 其它                        | 视频监控及对讲系统：机房内及迷道内设 3 台实时摄像监视器；设机房和控制室内 1 套扩音与对讲装置。                             | 8.0 |    |    |
|      |                           | 灭火器材和火警报警装置。                                                                   |     |    |    |
|      |                           | 机房内设紧急照明或独立通道照明系统。                                                             |     |    |    |
| 个人防护 | 职业人员防护                    | 加速器工作小组拟定 6 人，配个人剂量计 12 个（每人 2 个）、个人剂量报警仪 6 个。                                 | 2.0 |    | 新增 |
|      | 患者防护                      | 成人防护用品 2 套（每套包含 1 个铅围脖、1 个铅帽）、儿童防护用品 1 套（每套包含 1 个铅围脖、1 个铅帽）、铅防护方巾 3 套。         | 3.0 |    | 新增 |
| 监测仪器 | 加速器机房配备便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台。 |                                                                                | 2.0 | 新增 |    |
|      | 加速器机房内设 1 套固定式剂量报警仪。      |                                                                                | 3.0 | 新增 |    |
| 人员培训 | 辐射工作人员上岗培训及再培训            |                                                                                | 2.0 |    |    |
| 监测   | 辐射工作场所年度监测费               |                                                                                | 2.0 |    |    |
| 合计   |                           |                                                                                | 49  | /  |    |

评价要求：为确保建设单位自行监测数据的准确有效，建设单位可选择以下两种措施之一：①在接受有资质单位监测时，建设单位在同一地点比对自配的辐射剂量监测仪监测结果；②委托有资质单位对辐射剂量监测仪进行检定校准。

**表 11 环境影响分析**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>建设阶段对环境的影响</b></p> <p><b>1、施工期土建、装修阶段</b></p> <p>项目土建、装修阶段的环境影响已纳入《梓潼县梓潼县人民医院内儿科综合楼建设工程环境影响报告书》中进行评价，因此，本环评不再对其进行分析。通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，本项目施工期土建、装修阶段对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消除。</p> <p><b>2、设备安装调试期间</b></p> <p>本项目医用电子直线加速器在安装调试阶段会产生 X、<math>\beta</math> 射线。在设备安装调试完后，现场会有少量的废包装材料产生。</p> <p>本项目医用电子直线加速器等装置的运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在相应装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和治疗室门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在治疗室入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和治疗室上锁并派人看守。</p> <p>综上分析，只要工程施工期严格做到以上要求，就可以使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。</p> |
| <p><b>运行阶段对环境的影响</b></p> <p><b>一、辐射影响分析</b></p> <p><b>（一）医用电子直线加速器运行对环境的影响</b></p> <p>根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011），对于最大 X 射线能量<math>\leq 10\text{MV}</math> 的加速器可以不用考虑中子和感生放射性的辐射影响。本项目拟使用的 2 台医用电子直线加速器的 X 射线最大能量为 10MV，因此，本项目主要分析加速器产生的 X 射线、高能电子束的辐射影响。</p> <p><b>1、高能电子束的辐射环境影响</b></p> <p>根据《辐射防护技术与管理》，电子在物质中最大射程可由下式计算：</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                |

$$d = \frac{1}{2\rho} \times E_{\beta \max} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：d—最大射程，cm；  
 ρ—防护材料的密度，g/cm<sup>3</sup>；  
 η—修正因子，本项目取值见表 11-4；  
 E<sub>β max</sub>—电子最大能量，MeV；

本项目拟购 2 台医用直线加速器电子线最大能量为 10MeV，代入上述公式可知，能量为 10MeV 的电子穿过混凝土（2.35g/cm<sup>3</sup>）的最大射程约 2.12cm。

本项目加速机房四周混凝土墙体厚为 1.8~3.0m（主屏蔽区厚 3.0m）、机房顶板混凝土厚 3.0m。加速器电子线虽然能量相对于 X 射线较高，但其贯穿能力远弱于 X 射线。由此可见，项目加速器机房设计厚度和结构材质完全能满足对电子线的屏蔽，可不再作特殊的防护要求。

因此，本项目医用电子直线加速器运行期间产生的电子线对周围环境影响轻微。

## 2、X 射线辐射影响分析

### 2.1 关注点的选取

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011），本项目医用电子直线加速器机房的关注点选取见表11-1、表11-2和图 11-1、图11-2。

表11-1 10MV医用电子直线加速器机房外主要关注点布置

| 场所                          | 位置<br>编号 | 位置              | 照射途径      | 备注 |
|-----------------------------|----------|-----------------|-----------|----|
| 10MV<br>医用电子直线<br>加速器<br>机房 | A        | 机房南侧控制室内        | 泄漏辐射+散射辐射 | 职业 |
|                             | B        | 机房南侧迷道防护门外      | 泄漏辐射+散射辐射 | 职业 |
|                             | C        | 机房东侧迷道外         | 有用线束      | 公众 |
|                             | D        | 机房东北侧迷道外        | 泄漏辐射+散射辐射 | 公众 |
|                             | E        | 机房北侧侧屏蔽墙外       | 泄漏辐射+散射辐射 | 公众 |
|                             | F        | 机房西侧与主屏蔽相连的次屏蔽墙 | 泄漏辐射+散射辐射 | 公众 |
|                             | G        | 机房西侧主屏蔽墙外       | 有用线束      | 公众 |
|                             | H        | 机房南侧辅助机房外通道     | 泄漏辐射+散射辐射 | 公众 |
|                             | I        | 机房上层阴凉库房        | 有用线束      | 公众 |

图 11-1 10MV 医用电子直线加速器机房外关注点位图

### 2.2 剂量率参考控制水平

参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011），机房外各关注点的剂量率参考控制水平H<sub>c</sub>由以下方法确定：

①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，求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots(式11-2)$$

式中： $H_{c,d}$ —导出剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_c$ —一周剂量参考控制水平；本报告提出剂量管理约束值为职业人员  $5\text{mSv/a}$ 、公众  $0.1\text{mSv/a}$ ，年工作 50 周，则职业人员  $H_c=100\mu\text{Sv/周}$ 、公众  $H_c=2\mu\text{Sv/周}$ ；

$U$ —关注位置方向照射的使用因子；本项目有用线束方向取  $1/4$ ；仅涉及散射辐射的方向取值为  $1$ ；

$T$ —人员在相应关注点驻留的居留因子；本项目公众人员保守取值  $1/4$ ，职业人员取值  $1$ ；

$t$ —一周治疗照射时间， $\text{h}$ ；对于本项目，加速器治疗时  $1\text{m}$  处最高剂量率  $10\text{Gy/min}$ ，对应照射治疗时间  $3\text{min/人次}$ ，单台治疗人数上限  $3$  人次/天， $300$  天/年，年总出束时间： $3 \times 3 \times 300 \div 60 = 45\text{h}$ 。 $t$  取值  $2.25\text{h/周}$ 。

②关注点的最高剂量率参考控制水平  $H_{c,max}$ ：

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

人员居留因子  $T < 1/2$  的场所， $H_{c,max} \leq 10\mu\text{Sv/h}$ ；

为确保辐射安全，本次环评各关注点的最高剂量率参考控制水平  $H_{c,max}$  均取  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

③取①、②中较小者作为关注的剂量率参考控制水平 ( $H_c$ )。

由此确定的各关注点的剂量率参考控制水平和主要考虑的居留因子见表 11-3、表 11-4。

**表 11-3 10MV 加速器机房外各关注点剂量率参考控制水平和居留因子**

| 场所    | 关注点位 | 受照类型 | 居留因子 | 剂量率参考控制水平 ( $H_c$ ) $\mu\text{Sv/h}$ |             |       |
|-------|------|------|------|--------------------------------------|-------------|-------|
|       |      |      |      | $H_{c,d}$                            | $H_{c,max}$ | $H_c$ |
| 加速器机房 | A    | 职业   | 1    | 44.44                                | 2.5         | 2.5   |
|       | B    | 职业   | 1    | 44.44                                | 2.5         | 2.5   |
|       | C    | 公众   | 1/4  | 17.78                                | 2.5         | 2.5   |
|       | D    | 公众   | 1/4  | 4.44                                 | 2.5         | 2.5   |
|       | E    | 公众   | 1/4  | 4.44                                 | 2.5         | 2.5   |
|       | F    | 公众   | 1/4  | 4.44                                 | 2.5         | 2.5   |
|       | G    | 公众   | 1/4  | 17.78                                | 2.5         | 2.5   |
|       | H    | 公众   | 1/4  | 4.44                                 | 2.5         | 2.5   |
|       | I    | 公众   | 1/4  | 17.78                                | 2.5         | 2.5   |

注：根据医院提供的资料，单台加速器年有效出束时间最长为 $45\text{h}$ ，年工作 $50$ 周，则周治疗照射时间 $t=2.25\text{h}$ 。

## 2.3 机房屏蔽体厚度核算

本项目加速器 1m 处剂量率为 10Gy/min，本报告以此数据作为机房屏蔽体厚度校核计算的依据。

### (1) 有用线束主屏蔽区宽度核算

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)，主屏蔽墙（或顶）的投影区，可按下列式计算：

$$Y_p = 2[(a + SAD) \tan \theta + 0.3] \dots\dots\dots (公式 11-3)$$

式中：

$Y_p$ —机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD—源轴距；项目取 1m；

$\theta$ —治疗束的最大张角（相对束中的轴线），单位为°；根据建设单位提供的资料，拟购医用直线加速器主射线方向最大出束张角为 28°，则  $\theta=14^\circ$ ；

$a$ —等中心至墙的距离，m。

根据公式（11-3），项目直线加速器南、北面墙体主屏蔽区宽度核算结果如下：

**表 11-5 主屏蔽区宽度核算**

| 工作场所       | 屏蔽体   | $a$ (m) | 理论计算所需宽度<br>$Y_p$ (m) | 设计宽度<br>(m) | 核算结果 |
|------------|-------|---------|-----------------------|-------------|------|
| 10MV 加速器机房 | 西墙主屏蔽 | 3.2     | 2.69                  | 4.4         | 符合要求 |
|            | 东墙主屏蔽 | 3.2     | 2.69                  | 4.6         | 符合要求 |

### (2) 有用线束主屏蔽区、侧屏蔽墙厚度核算

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/201.2-2011)，屏蔽透射因子 $B$ 按下式计算：

$$B = \frac{H_e}{H_0} \times \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots (公式 11-4)$$

$$Xe = TVL \cdot \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots\dots\dots (公式 11-5)$$

$$X = X_e \cos \theta \dots\dots\dots (公式 11-6)$$

式中： $B$ —屏蔽透射因子；

$H_e$ —剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —加速器有用线束中心轴上距产生治疗X射线束的靶1m处常用最高剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$R$ —辐射源点至关注点的距离，m；

f—有用线束为1，泄漏辐射比率取1E-03；

$\theta$ —斜射角，即入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角；

TVL<sub>1</sub>和TVL—辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度，cm；

X<sub>e</sub>—墙体有效屏蔽厚度，cm；

X—墙体屏蔽厚度，cm。

### (3) 与主屏蔽区相连的次屏蔽区厚度核算

根据GBZ/201.2-2011，对于主屏蔽区相连的次屏蔽区应考虑泄漏辐射和患者的一次散射辐射的复合作用，分别计算其所需屏蔽厚度，取较厚者。

#### ◆ 泄漏辐射

泄漏辐射厚度按照公式（11-4）~公式（11-5）计算

#### ◆ 散射辐射

散射辐射的透射因子按下式计算：

$$B = \frac{H_e \times R^2}{H_0 \times a_{ph} \times (F / 400)} \dots\dots\dots \text{(公式 11-7)}$$

式中： $a_{ph}$ —患者 400cm<sup>2</sup> 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm<sup>2</sup> 面积上的散射因子；取患者散射角为 30° 时，由 GBZ/201.2-2011 附录 B 表 B.2 查出 10MV、30° 的  $a_{ph}=3.18 \times 10^{-3}$ ；取患者散射角为 90° 时，由 GBZ/201.2-2011 附录 B 表 B.2 查出 10MV、30° 的  $a_{ph}=3.81 \times 10^{-4}$ ；

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm<sup>2</sup>；本项目取 F=40×40=1

### (4) 迷路内墙厚度核算

根据GBZ/201.2-2011 “4.3.2.5.2有用线束向迷路内墙照射时的迷路入口”条款要求，本项目在迷路入口防护门内K处辐射剂量来自三个部分：①入射至迷路拐角处Y点的辐射，散射至K点的辐射剂量，路径（Y→K）。Y点入射辐射主要来自：a.加速器泄漏辐射（O<sub>1</sub>→Y）、b.患者散射（O<sub>1</sub>→O→Y）、c.有用线束内墙散射（O<sub>1</sub>→X→Y）三方面。②穿过迷路内墙的有用线束，受迷路外墙散射至K处的辐射剂量，路径（O<sub>2</sub>→Z→K）。③穿过迷路内墙的泄露辐射在K处的辐射剂量，路径（O<sub>1</sub>→K）。

对于第②部分辐射剂量，标准4.3.2.5.2b) 条款要求穿过迷路内墙的有用线束，受迷路外墙散射至K处的辐射剂量应小于迷路入口处剂量率控制水平的1/4。经核算，本项目迷路入口处屏蔽门外剂量率控制水平为2.5μSv/h，屏蔽门为20mm铅屏蔽，则门内迷路入口剂量

率控制水平为25000μSv/h。对于第②部分散射辐射，He=25000×1/4=6250μSv/h。又根据GBZ/201.2-2011中5.2.3条款5.2.6.2条款，有用线束向迷路内墙照射时，有用线束边缘距离迷路口较近，还存在迷路内墙的杂散辐射，宜增加2倍安全系数，因此，He限值取值为6250×1/2=3125μSv/h。

根据GBZ/201.2-2011中5.2.3条款，有用线束穿过患者或迷路内墙，垂直射入屏蔽墙并散射至K点的辐射剂量率，按下式计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_0 \cdot \frac{(F / 10^4)}{R^2} \cdot \alpha_w \cdot B_p \dots\dots\dots(\text{公式 11-8})$$

式中： $\dot{H}$ —计算点的辐射剂量率，μSv/h

$\dot{H}_0$ —加速器有用线束中心轴上距产生治疗X射线束的靶1m处常用最高剂量率，μSv.m<sup>2</sup>/h；本项目拟医用电子直线加速器以X射线治疗时距靶1m处最高剂量率为22Gy/min。

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm<sup>2</sup>；取40cm×40cm=1600cm<sup>2</sup>；

10<sup>4</sup>—将1m<sup>2</sup>面积转换为10<sup>4</sup>cm<sup>2</sup>；

R—散射体中心(有用线束在屏蔽墙上的投影点)与计算点的距离，m；本项目取值3.1m；

$\alpha_w$ —散射因子，单位面积(1m<sup>2</sup>)散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。查附录B表B.5，本项目0°入射辐射在混凝土散射体上的散射因子取值4.3×10<sup>-3</sup>；

$B_p$ —有用线束射入散射体(屏蔽墙)前的屏蔽透射因子，对于患者可以取0.34或保守取1，对于有用线束向迷路墙照射时的迷路内墙，以内墙的屏蔽厚度按公式11-4计算。对于本项目迷道内墙厚度2.1m，计算后得蔽透射因子2.71×10<sup>-6</sup>。

查附录B表B.1得知10MV有用射束的TVL<sub>1</sub>=41cm、TVL=37cm。使用公式(11-5)计算迷路内墙的有效屏蔽厚度Xe=95.8cm，有用射束在迷路内墙斜角θ=0°，校核厚度X=Xe=95.8cm。

对于第③部分辐射剂量，标准要求穿过迷路内墙的泄漏辐射剂量应小于迷路入口处剂量率控制水平的1/4。经核算，本项目迷路入口处剂量率控制水平为25000μSv/h，则对于泄露辐射，He=25000×1/4=6250μSv/h。

加速器机房：O<sub>1</sub>至K的距离R=6.75m；

取泄漏辐射因子f=0.001，按公式(11-4)计算迷路内墙的屏蔽透射因子B。

查附录B表B.1得知10MV泄漏辐射的TVL<sub>1</sub>=35cm、TVL=31cm。使用公式(11-5)计算迷路内墙的有效屏蔽厚度Xe=55.6cm，泄漏辐射在迷路内墙斜角θ=27°，校核厚度X=49.6cm。

(5) 迷道外墙厚度核算

根据GBZ/201.2-2011中“4.3.2.4 迷路外墙”条款要求，结合本项目加速器机房设计图可知，本项目有用线束向迷道内墙照射，迷路外墙J点位处屏蔽厚度应与A处相同。本项目迷路外墙厚度均为1.6m，满足屏蔽要求。

(6) 机房防护门屏蔽厚度核算

根据GBZ/201.2-2011中4.3.2.5.2条款，本项目在迷路入口防护门内K处辐射剂量来自三个部分：①入射至迷道拐角处Y点的辐射，散射至K点的辐射剂量，路径（Y→K）。Y点入射辐射主要来自：a.加速器泄漏辐射（O<sub>1</sub>→Y）、b.患者散射（O<sub>1</sub>→O→Y）、c.有用线束内墙散射（O<sub>1</sub>→X→Y）三方面。②穿过迷路内墙的有用线束，受迷路外墙散射至K处的辐射剂量，路径（O<sub>2</sub>→Z→K）。③穿过迷路内墙的泄露辐射在K处的辐射剂量，路径（O<sub>1</sub>→K）。

对于10MV，入口处散射辐射能量约0.2MeV，铅的TVL为5mm，相应屏蔽透射因子B对应的铅厚度计算公式：

$$X = TVL \cdot \log B^{-1} \dots\dots\dots(公式 11-10)$$

(7) 小结

综上，通过计算复核，本项目加速器机房四周墙体、屋顶和防护门屏蔽理论计算厚度均小于设计厚度，表明本项目加速器机房设计厚度满足辐射防护要求。

2.2 机房屏蔽体外辐射剂量估算

在评价报告编制阶段，本项目设备尚未安装入驻，故本评价采用理论计算方法进行预测分析。根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第二部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）的要求，在本项目医用电子直线加速器机房外设定关注点。

考虑到本项目 2 台加速器剂量率相同（1m 处剂量率均为 10Gy/min），机房屏蔽设计呈镜像分布，各区域屏蔽厚度基本一致，从保守角度出发，本报告在加速器机房设计的尺寸厚度基础上，假定能量较高的 10MV 医用电子加速器以最大工况（10MV）运行，并针对关注点最不利情况对机房进行辐射屏蔽核算。

(1) 预测点位及照射途径

在机房屏蔽体外 0.3m 处设预测点，各预测点位见下表及图 11-1 所示。

表11-12 本项目10MV医用电子直线加速器屏蔽体外主要预测点布置

| 场所          | 位置<br>编号 | 位置         | 照射途径      | 备注 |
|-------------|----------|------------|-----------|----|
| 10MV<br>医用电 | A        | 机房南侧控制室内   | 泄漏辐射+散射辐射 | 职业 |
|             | B        | 机房南侧迷道防护门外 | 泄漏辐射+散射辐射 | 职业 |

|                  |   |                 |           |    |
|------------------|---|-----------------|-----------|----|
| 子直线<br>加速器<br>机房 | C | 机房东侧迷道外         | 有用线束      | 公众 |
|                  | D | 机房东北侧迷道外        | 泄漏辐射+散射辐射 | 公众 |
|                  | E | 机房北侧侧屏蔽墙外       | 泄漏辐射+散射辐射 | 公众 |
|                  | F | 机房西侧与主屏蔽相连的次屏蔽墙 | 泄漏辐射+散射辐射 | 公众 |
|                  | G | 机房西侧主屏蔽墙外       | 有用线束      | 公众 |
|                  | H | 机房南侧辅助机房外通道     | 泄漏辐射+散射辐射 | 公众 |
|                  | I | 机房上层阴凉库房        | 有用线束      | 公众 |

## (2) 预测模式

依据GBZT201.2-2011的计算方法，对本项目10MV医用电子直线加速器机房设计的辐射屏蔽分析如下：

➤ 有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算：

首先按公式 11-8 计算有效厚度  $X_e(\text{cm})$ ，计算公式如下：

$$X_e = X \sec \theta \quad \dots\dots\dots (\text{公式 11-10})$$

式中：

$X_e$ —射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，(cm)；

$X$ —屏蔽墙体厚度，(cm)；

$\theta$ —入射角夹角。

然后，按公式 11-11 估算屏蔽物质的屏蔽透射因子  $B$ ，再按公式 11-12 计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率  $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$ 。

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \quad \dots\dots\dots (\text{公式 11-11})$$

式中， $TVL_1(\text{cm})$ 和  $TVL(\text{cm})$ 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。当未指明  $TVL_1$  时， $TVL_1=TVL$ 。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \quad \dots\dots\dots (\text{公式 11-12})$$

式中： $\dot{H}_0$ —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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

$f$ —对有用束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比；

$R$ —辐射源点(靶点)至关注点的距离，m；

$B$ —屏蔽物质的屏蔽透射因子。

➤ 患者一次散射辐射的屏蔽与剂量估算

首先按公式 11-9 计算有效厚度  $X_e(\text{cm})$ ，接着，按公式 11-11 估算屏蔽物质的屏蔽透射

因子 B，再按公式 11-13 计算辐射在屏蔽体外关注点的剂量率  $\dot{H}$  (μSv/h)。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot a_{ph} \cdot (F / 400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{(公式 11-13)}$$

式中： $\dot{H}_0$ —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，μSv·m<sup>2</sup>/h；

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

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm<sup>2</sup>；

$R_s$ —患者(位于等中心点)至关注点的距离，m；

B—屏蔽物质的屏蔽透射因子。

➤ 加速器（≤10MV）机房迷路散射辐射屏蔽与剂量估算

有用线束不向迷路照射情况，入口处的散射辐射剂量率  $\dot{H}_g$  按公式 11-14 计算：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F / 400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \dots\dots\dots \text{(公式 11-14)}$$

式中：

$\dot{H}_g$ —g 处的散射辐射剂量率，μSv/h；

$\alpha_{ph}$ —患者 400cm<sup>2</sup> 面积上的散射因子；

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm<sup>2</sup>；

$\alpha_2$ —砼墙入射的患者散射辐射的散射因子；

A—i 处的散射面积，m<sup>2</sup>；

$R_1$ —“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·m<sup>2</sup>/h。

(3) 预测参数选取及结果



#### (4) 职业人员、公众年有效剂量估算结果

本项目单台医用电子直线加速器有效开机时间每年工作按50周计，年有效出束时间45h。各照射方向的射线利用因子和各环境保护目标的居留因子取值见表11-3，以此计算出各环境保护目标年有效剂量。

经计算可知，本项目加速器运行时产生的X射线经机房墙体和门屏蔽后，屏蔽体外30cm处剂量率当量率满足GBZ/T201.1-2007的要求；经预测，正常工况下，经加速器机房墙体屏蔽后，职业人员受到的最大照射剂量为 $2.91\text{E-}01\text{mSv/a}$ ，公众最大受照射剂量为 $2.51\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的辐射剂量限值，也低于本报告提出的照射剂量约束值（职业照射 $5\text{mSv/a}$ 、公众照射 $0.1\text{mSv/a}$ ）。本项目加速器机房的屏蔽防护满足要求，加速器运行过程中对周边环境的影响可接受。

#### 3、射线通过穿墙管线对周边环境的影响

本项目采用吊顶式进风、地埋式排风设计，项目不在主屏蔽墙处设置穿墙管线，通排风等穿墙管线均以多次弯折形式穿越次屏蔽墙。直线加速器产生的X射线经过管道多重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。



#### （四）辐射剂量叠加分析

##### 1、辐射工作人员辐射剂量叠加

工作人员辐射剂量叠加的内容主要是以考虑工作人员在同时开展多项放射性工作的情况下，致工作人员年所受辐射剂量的总和。

本项目医用电子直线加速器的工作人员可能存在交叉操作的情况，应考虑个人剂量叠加影响。具体分析如下表。

表 11-28 本项目工作人员辐射剂量叠加结果

| 工作场所     | 工作项目           | 所受剂量（mSv/a） |
|----------|----------------|-------------|
| 加速器机房控制室 | 10MV 医用电子直线加速器 | 0.292       |
|          | 现有个人剂量监测值      | 1.20        |
|          | 剂量叠加           | 1.49        |

由上表可知，本项目建成后，职业人员所受年辐射剂量叠加最大值约1.49mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的职业照射剂量限值20mSv/a的限值和本次评价所采用的5mSv/a剂量约束值。

##### 2、公众辐射剂量叠加

本项目医用电子直线加速器位于地下一层，南侧为DR室等放射科其他区域，可能存在公众同时接近不同辐射工作场所的情况。由于放射科其他科室设备尚未购置、安装，无法对地下一层公众的剂量叠加进行评价分析。因此，环评要求：建设单位因做好内儿科综合楼地下一层的辐射环境日常监测工作，监测情况如有异常，及时查明原因，避免对地下一层的公众造成不必要的附加剂量。

## 二、非放射性环境影响分析

### 1、大气环境影响分析

本项目医用电子直线加速器在开机出束期间，产生的X射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O<sub>3</sub>)，其产率和浓度可用下面两个公式分别计算：

#### （1）机房内臭氧产生率

$$Q_0 = 6.5 \times 10^{-3} \cdot G \cdot S_0 \cdot R \cdot g \cdots \cdots \cdots (11-20)$$

式中：Q<sub>0</sub>——臭氧产额，mg/h；

G——距靶1m处的辐射剂量率，Gy/h；

S<sub>0</sub>——射束在离源点1m处的照射面积，m<sup>2</sup>；

R——射束径迹长度，m，取值1m；

g——空气每吸收100eV辐射能量产生的臭氧分子数，本项目取10。

## (2) 臭氧饱和浓度

若照射时间足够长，浓度均匀，则室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_0 \cdot T_v / V \dots\dots\dots (11-21)$$

式中：C——室内臭氧浓度，mg/m<sup>3</sup>；

Q<sub>0</sub>——臭氧产额，mg/h；

T<sub>v</sub>——臭氧有效清除时间，h；

V——机房空间体积，m<sup>3</sup>。

其中， $T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a}$

式中：t<sub>v</sub>——每次换气时间，h；

t<sub>a</sub>——臭氧分解时间，0.83h。

计算参数取值：

射束在距离源点的照射面积取(最大射野40cm×40cm)0.16m<sup>2</sup>；

直线加速器机房内部体积：V=360m<sup>3</sup>；

辐射剂量率G：本项目10MV加速器1m处剂量率为600Gy/h。

机房通风系统换气次数为6次/h，每次换气时间为10min，则t<sub>v</sub>=0.17h。

将上述参数代入公式（11-21）和公式（11-22）中，计算结果见下表。

表 11-30 加速器运行期间治疗机房臭氧产生率

| 房间               | 臭氧产生率（mg/h） | 机房内臭氧饱和浓度（mg/m <sup>3</sup> ） |
|------------------|-------------|-------------------------------|
| 10MV 医用电子直线加速器机房 | 6.24        | 2.73E-03                      |

由上表可知，本项目直线加速器机房内臭氧饱和浓度最大值为2.73E-03mg/m<sup>3</sup>，低于《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）规定的工作场所空气中臭氧的浓度0.3mg/m<sup>3</sup>限值，加速器停机后，辐射工作人员可直接进入机房。

本项目直线加速器机房设有1套机械排风系统，设计排风量为2000m<sup>3</sup>/h，每小时换气次数6次。臭氧经排风系统导至楼顶排放，排放高度31m。项目臭氧产生浓度低（2.73E-03 mg/m<sup>3</sup>），满足《环境空气质量标准》二级标准（日平均浓度限值0.16mg/m<sup>3</sup>），加之臭氧不稳定，在常温下不断分解，排出室外的臭氧经过大气的稀释和扩散，浓度将迅速降低，对周边环境空气影响轻微。

## 2、生活污水

本项目所产生的生活废水依托医院既有医疗废水处理站,处理达标后排入周边市政污水管网,对周边地表水环境无影响。

## 3、固体废物影响分析

本项目诊疗时产生的普通医疗废物依托医院现有医疗废物处置体系,采用专门的容积收集后转移至医疗废物暂存库,按照普通医疗废物执行转移联单制度,由当地医疗废物处理机构定期统一处理。生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物,由医院进行收集并交由环卫部门统一处理。

综上所述,本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

## 4、声环境影响分析

本项目噪声主要来源于机房空调通风系统机组运行噪声。相应系统均拟采用低噪设备并设置减振降噪装置,噪声源强约为60 dB(A)。项目所在内儿科综合楼距医院最近东厂界约30m,噪声经建筑隔声、距离衰减后可确保厂界达标,不需另行采取隔声降噪措施。

## 事故影响分析

### 1、事故风险评价目的

本项目事故风险评价目的是分析、预测射线装置在使用过程中存在的潜在危险和有害因素,可能发生的突发性事件或事故(一般不包括人为破坏及自然灾害),引起电离辐射或放射性物质泄漏,所造成的人身安全与环境影响和损害程度,提出合理可行的防范、应急与减缓措施,以防止辐射事故发生,尽量降低辐射事故后果的负面影响。

### 2、风险识别

本项目涉及II类射线装置、III类放射源和乙级非密封放射性物质工作场所,运营期间存在的风险和潜在危害及事故隐患如下:

表 11-32 项目环境风险和潜在危害及事故隐患

| 设备名称      | 类型      | 风险因子 | 可能发生辐射事故                                                                                                                                        |
|-----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 医用电子直线加速器 | II类射线装置 | X射线  | ①由于安全连锁系统失效,在防护门未关闭的情况即进行照射操作,对误入人员或防护门周围活动人员造成不必要的照射。<br>②工作人员或病人家属还未全部撤离机房,操作间人员启动设备,造成机房滞留人员的误照射。<br>③在机房内对设备进行检修及维护等工作时,检修、维护人员误操作,造成人员误照射。 |

### 3、事故工况下的辐射影响分析

事故工况环境影响考虑可能发生的最大辐射事故,即:

- ◆ 加速器运行时，机房内误入人员或滞留人员受到误照射；
- ◆ 加速器检修维护时，检修工作人员误操作导致设备运行，受到误照射。

#### (1) 事故情景

- ◆ 假设加速器以标称最大能量 10MV 运行，主射束方向、距靶 1m 处 X 射线剂量率为 600Gy/h (10Gy/min)；
- ◆ 假设检修人员在未采取任何屏蔽防护措施下，处于加速器照射头 0.5m 之外的主射束方向。在发现设备处于开机状态，立即撤至机房迷道内；鉴于机房内四周墙壁和治疗床上均设有紧急停机开关，只要按下此按钮就可以停机，停止事故照射。
- ◆ 假设误入人员在未采取任何屏蔽防护措施下进入机房内，在位于机房内迷道口时发现设备处于开机状态，立即撤至迷道内；鉴于机房迷道内设紧急停机开关，只要按下此按钮就可以停机。最大误照射时间为 3min (一次完整的治疗照射时间)。

#### (2) 剂量估算

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)，剂量计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{(公式 11-23)}$$

式中： $\dot{H}_0$ —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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

$f$ —对有用束为 1；对泄漏辐射为  $10^{-3}$ ；

$R$ —辐射源点(靶点)至关注点的距离，m；

$B$ —屏蔽物质的屏蔽透射因子。

在上述事故情景假设条件下，误入人员的受照剂量结果见表。

**表11-33 加速器事故情况下设备检修人员受照剂量值**

| 距源距离<br>(m) | 各事故持续时间段的 X 射线所致有效剂量率 (Sv) |       |       |      |       |     |
|-------------|----------------------------|-------|-------|------|-------|-----|
|             | 5s                         | 10s   | 15s   | 30s  | 45s   | 60s |
| 0.5         | 3.333                      | 6.667 | 10    | 20   | 30    | 40  |
| 1           | 0.833                      | 1.667 | 2.5   | 5    | 7.5   | 10  |
| 2           | 0.208                      | 0.417 | 0.625 | 1.25 | 1.875 | 2.5 |
| 5           | 0.033                      | 0.067 | 0.1   | 0.2  | 0.3   | 0.4 |

注：根据《辐射防护手册（第五分册） 辐射危害与医学监督》表 6.35 “急性放射病的六度分类”，

人体短时间受到 15Gy 以上照射剂量，死亡率将达到 100%，因此，评价不再对更长时间条件下，检修人员事故剂量值进行预测。

**表11-34 加速器事故情况下误入人员受照剂量值**

| 距源距离<br>(m) | 各事故持续时间段的 X 射线所致有效剂量率 (Sv) |       |       |       |       |       |
|-------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 10s                        | 30s   | 60s   | 90s   | 120s  | 180s  |
| 0.5         | 0.067                      | 0.2   | 0.4   | 0.6   | 0.8   | 1.2   |
| 1           | 0.017                      | 0.05  | 0.1   | 0.15  | 0.2   | 0.3   |
| 2           | 0.004                      | 0.013 | 0.025 | 0.038 | 0.05  | 0.075 |
| 5           | 0.001                      | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.008 | 0.012 |

由上表 11-33、表 11-34 可见，在上述事故情景假设条件下，人员处于主射束方向时受照剂量可能达到 15Sv 以上，远超过 GB18871-2002 中特殊情况下公众剂量限值（1mSv）。

#### 4、事故等级

依据国务院令第 709 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条关于事故分级原则，将项目的环境风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于下表中。

**表11-39 国务院令第709号辐射事故等级分级一览表**

| 事故等级     | 危险结果                                                                                                                                          |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 特别重大辐射事故 | 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡；I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。                                                |
| 重大辐射事故   | 射线装置导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官致残；I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。 |
| 较大辐射事故   | 射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病，局部器官残疾；III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。                                            |
| 一般辐射事故   | 射线装置失控导致人员收到超过年剂量限值的照射；IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。                                                                    |

根据《实用辐射安全手册（第二版）》（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系见下表。

**表11-40 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系**

| 辐射剂量/Gy | 急性放射病发生率% | 辐射剂量/Gy | 死亡率/% |
|---------|-----------|---------|-------|
| 0.70    | 1         | 2.00    | 1     |
| 0.90    | 10        | 2.50    | 10    |
| 1.00    | 20        | 2.80    | 20    |
| 1.05    | 30        | 3.00    | 30    |
| 1.10    | 40        | 3.20    | 40    |
| 1.20    | 50        | 3.50    | 50    |

|      |    |      |    |
|------|----|------|----|
| 1.25 | 60 | 3.60 | 60 |
| 1.35 | 70 | 3.75 | 70 |
| 1.40 | 80 | 4.00 | 80 |
| 1.60 | 90 | 4.50 | 90 |
| 2.00 | 99 | 5.50 | 99 |

由前述事故工况下的辐射影响估算结果，对照表 11-39、表 11-40 可知，本项目事故可能引发的辐射事故等级分级情况见表。

**表 11-41 本项目事故等级**

| 装置名称       | 事故等级   | 依据                                                      |
|------------|--------|---------------------------------------------------------|
| 医用直线加速器加速器 | 重大辐射事故 | 射线装置导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官致残。 |
|            | 较大辐射事故 | 人员误入导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病，局部器官残疾。                      |

## 5、加速器事故防范措施

（1）设备运行时，误入人员或机房内滞留人员受到误照射

**应对措施：**加速器机房自身有多种安全防护措施，如辐射启动装置与控制台上显示的辐射参数预选值连锁，选择参数前辐照不能启动；加速器安装有剂量监测系统，可单独终止照射；有门机安全连锁，机房门关闭后辐射才能启动；严格实施辐射“两区”管理，开展放疗、介入手术前，应对治疗机房进行清场，禁止无关人员入内；医院应定期检查门机连锁装置，若发现问题应及时维护，确保安全连锁装置正常运行。

（2）维修人员误操作，导致受超剂量照射

**应对措施：**①维修人员应严格遵守设备操作规程，定期进行设备维护，并做好记录。②设备维护时，建设单位应安排专业人员进行检修和维护，检修人员在检修维护期间应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。③检修时，必须关闭设备所有电源，并安排专人现场监督，禁止无关人员靠近加速器机房及控制室。

## 6、事故预防措施

为了杜绝上述事故的发生，医院应严格执行以下风险预防措施：

（1）定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

（2）凡涉及对医用射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在放射诊断操作时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 每月检查门机联锁装置和门灯联锁装置，确保安全联锁装置正常运行；每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

(4) 加强辐射工作人员的管理，设备开机前，必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强辐射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 加强控制区和监督区管理，在设备运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

(6) 医院应按本环评报告要求完善事故应急预案、应急演练及应急物资准备和事故防范措施，避免辐射事故发生。

## **7、辐射事故影响小结**

经预测，假若本项目发生辐射事故，则最大的事故等级为重大辐射事故。环评认为，项目单位按相关规定和本环评要求，采取合理有效的事故预防措施，制定具有可操作性和可行性的《辐射事故应急预案》之后，可有效降低本项目事故发生概率，并对本项目发生的辐射事故进行正确的应急处置，辐射事故的风险是可接受的。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

**1、组织机构**

梓潼县人民医院成立有辐射安全与防护工作领导小组（见附件），小组成员由院长、分管副院长、放射科室及相关科室负责人、多年从事放射性诊断治疗的骨干医师组成。

**2、职责**

梓潼县人民医院辐射安全与防护工作领导小组负责协调处理全院辐射安全的有关事宜及具体工作，委员会工作职责分化明确。机构人员主要职责涉及以下几方面：

①严格遵守和执行国家及四川省的辐射安全与环境保护的法律、法规；宣传国家和上级安全部门有关射线装置安全使用的方针、政策、法律法规、行业标准，落实安全措施，不断提高职工的劳动保护和安全防护意识。

②接受上级及属地化主管部门的管理和检查；

③组织制定医院辐射应急预案。应急期间充分调动人力、物力资源，实施统一指挥，统一行动，最大限度减少辐射危害；

④负责及时向上级和属地有关部门报告医院内发生的辐射事故和事件；

⑤根据医院辐射设备及防护环境实际情况，制定辐射防护与安全有关制度，并落实实施。

⑥组织协调射线装置使用单位制定岗位责任制、安全操作规程，并督促检查有关各项制度与岗位责任制度的落实情况。严防差错事故的发生。

⑦负责组织新上放射项目的安全与环境、职业卫生评价。

⑧督促辐射工作场所及辐射工作人员个人剂量定期监测等工作，督促辐射工作人员定期参加辐射防护培训及参加职业健康体检，切实保障辐射工作人员及公众的辐射安全。

⑨定期组织安全检查，发现重大安全隐患及时采取有效措施，防止事故发生。一般安全隐患要提出处理意见，落实整改措施。

**环评要求：**辐射安全与环境保护管理机构应定期开会，总结医院辐射防护管理方面的经验，并根据国家相关法规、标准，改进管理规章制度。

**辐射安全管理规则制度**

**1、规章制度**

（1）根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400号）要求，辐射安全管理规章制度落实情况见下表：

表12-1 主要规章制度建立对照分析表

| 序号 | 要求的主要规章制度           | 规范具体要求                                                                   | 建设单位规章制度建设情况                                              | 建议改进措施               |
|----|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|
| 1  | 辐射安全与环境保护管理机构文件     | 明确相关人员的管理职责，全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作。                                         | 已按规范制定辐射安全与环境保护管理机构文件，并有效下发执行。                            | /                    |
| 2  | 辐射工作场所安全管理规定（综合性文件） | 根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理。                               | 已按规范制定实施《辐射安全管理制度》；拟实施制度上墙。                               | 上墙制度应及时根据实际情况及时更新。   |
| 3  | 辐射工作设备操作规程          | 明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。                                  | 现有辐射工作场所已制定操作规程，已实施制度上墙。本项目拟按设备要求制定操作规程，并实现制度上墙。          | /                    |
| 4  | 辐射安全和防护设施维护维修制度     | 明确维修计划、维修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，确保辐射安全和防护设施保持良好的工作状态。               | 现有辐射工作场所已按规范要求制定实施辐射安全和防护设施维护维修制度。本项目拟按实际情况完善相应制度。        | /                    |
| 5  | 辐射工作人员岗位职责          | 明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任。                                                 | 现有辐射工作场所已按规范制定实施《辐射工作人员岗位职责》；已实施制度上墙。本项目拟按实际情况制定，并实现制度上墙。 | /                    |
| 6  | 台账管理制度              | 应按规范要求记载放射源、非密封放射性物质及射线装置的具体台账，同时对辐射工作设备的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度。 | 已按规范制定实施《探伤机管理制度》；已建立台账。本项目建成后，拟按实际情况完善台账内容。              | /                    |
| 7  | 辐射工作场所和环境辐射水平监测方案   | /                                                                        | 现有辐射工作场所已制定实施《辐射工作场所监测制度》。本项目拟按规范要求制定实施《辐射工作场所监测制度》并严格落实。 | 按本报告提出做好监测记录和档案保存工作。 |
| 8  | 监测仪器使用与校验管理制度       | /                                                                        | 已按规范要求制定实施。                                               | /                    |
| 9  | 辐射工作人员培训制度（或培训计划）   | 明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组                                             | 已按规范制定实施《辐射工作人员培训制                                        | /                    |

|    |                |                                                                                                                                                                                              |                                                                    |   |
|----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---|
|    |                | 织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。                                                                                                                                                         | 度》；辐射工作人员均已取证，持证上岗。                                                |   |
| 10 | 辐射工作人员个人剂量管理制度 | 在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。单位定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案，终身保存。<br>对于单季度个人剂量检测数据超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在情况调查报告上签字确认；对于年度内检测数值累计超过 5mSv 的，要采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，并上报辐射安全许可证发证机关。 | 已按规范制定实施《辐射工作人员个人剂量管理制度》；委托有资质单位对辐射工作人员受照剂量进行了监测，近四个季度未出现个人剂量超标情况。 | / |
| 11 | 辐射事故应急预案       | 针对射线装置应用可能产生的辐射事故应制定较为完善的事故应急预案或应急措施，预案或措施中要明确(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)辐射事故调查、报告和处理程序；(5)辐射事故信息公开、公众宣传方案。                                            | 已按规范制定实施《辐射事故应急预案》，拟根据本项目实际情况完善相关内容。                               | / |

根据上表分析内容，建设单位现有辐射安全规章制度已较为健全，但还有待进一步完善。因此，建设单位应当：①在本项目建成的同时，进一步补充完善辐射安全管理规章制度，并且指定专门的人员监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况；②应定期对辐射工作人员进行培训，强化人员辐射安全意识。

## （2）年度辐射安全评估制度

医院建立有年度辐射安全评估制度。每年根据实际工作情况编制《梓潼县人民医院 XX 年度辐射安全和防护状况自查评估报告》，报告内容包括单位放射工作场所采取的辐射安全防护设施、放射工作场所管理制度、辐射工作人员年剂量和事故应急预案进行自查与评估。

**环评要求：**单位应每年按时（每年 1 月 31 日前）向主管部门网络提交辐射安全与防护状况年度自查评估报告；年度自查评估若发现安全隐患的，应当立即整改。

## 2、辐射工作人员

### （1）辐射安全培训

梓潼县人民医院现有辐射工作人员 18 人，均已取得了辐射安全与防护培训合格证书。

环评要求：①未获得证书或证书过期的辐射工作人员须及时登录 <http://fushe.mee.gov.cn> 进行上岗培训、考试合格并持证上岗。；②建设单位应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

#### （2）职业人员的个人剂量管理

医院现辐射工作人员均配有个人剂量计，医院要求在其在开展放射性诊疗工作期间，必须佩戴个人剂量计。医院按每季度 1 次（一年 4 次）的频率组织辐射工作人员进行个人剂量检测，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2002）和《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环保部 18 号令）的要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，将监测结果记录到个人剂量档案中。

环评要求：①应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。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。②个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作 30 年。③对于某一季度个人剂量检测数据超过 1.25mSv 的辐射工作人员，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在情况调查报告上签字确认。对于年度内个人剂量检测数据累计超过 5mSv 的，要开展调查，撰写调查报告，并要求采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，同时上报辐射安全许可证发证机关。④在每年的 1 月 31 日前上报的辐射安全和防护状况评估报告中，应包含辐射工作人员剂量监测数据及安全评估的内容。

#### （3）职业健康检查

医院在辐射工作人员上岗前，组织其进行岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。从事辐射工作期间，定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。

环评要求：医院应建立和保存辐射工作人员的健康档案。

### 3、台账管理

医院需制定放射源、非密封放射性物质及射线装置台账制度，同时对各类辐射诊疗设备的说明书建档保存，并确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度。

### 4、档案资料

医院的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。

环评要求：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）>的通知》（川环函〔2016〕1400号），档案资料应按以下八大类分类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查纪录”、“个人剂量档案”、“培训档案”和“辐射应急资料”。

#### 5、辐射安全与防护措施

本项目辐射工作场所已合理分区为“控制区”与“监督区”，并设置相应适时有效的安全联锁和醒目的电离辐射警示标志，机房出入口设有工作状态显示灯箱等警示措施。

环评要求：医院应定期核实辐射工作场所辐射屏蔽防护措施的有效性。

#### 6、射线装置报废处理

环评要求：射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源或拆除加高压零部件），确保装置无法再次通电使用，并将设备处理去向记录备案。

#### 7、个人防护设备及剂量监测仪器

辐射工作人员配有个人剂量计（见环保投资一览表）和便携式 X- $\gamma$  监测仪，医院要求辐射工作人员工作期间必须按照规定佩戴个人剂量计，未佩戴个人剂量计的工作人员不得上岗。

环评要求：①医院应加强辐射工作人员的辐射防护安全管理和教育，提高员工辐射安全防护意识；②医院应加强对辐射工作人员个人防护用品的管理，上岗期间辐射工作人员必须按规定正确佩戴个人剂量计，离岗期间个人剂量计应统一保管。

#### 8、监测和年度评估

梓潼县人民医院建有放射工作场所的辐射环境监测制度，医院可参照本报告“辐射监测”章节中的内容完善现有监测制度。

环评要求：医院应于每年 1 月 31 日前向主管部门网络提交提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

#### 9、辐射事故应急管理

梓潼县人民医院制定有《辐射事故应急处理预案》，包括了应急机构的设置与职责、应急响应程序等。辐射事故应急管理分析详见本报告“辐射事故应急”章节。

#### 10、核技术利用辐射安全申报系统要求

根据环保部信息化管理要求，辐射工作单位办理辐射安全许可证审批环保手续时需在全国核技术利用辐射安全申报系统（以下简称“申报系统”）进行网上申报（申报系统网址：<http://rr.mep.gov.cn>），凡是不进行网上申报的，纸质材料一律不予受理。

用户可在该申报系统中办理如下事项：

（1）许可证相关申请：许可证申请（及重新申请）、延续、变更、注销；

- (2) 放射源相关申请：转让、异地使用、进口、出口；
- (3) 非密封放射性物质相关申请：转让、异地使用、进口、出口；
- (4) 射线装置相关申请：转让、异地使用、进口、出口

辐射工作单位网上申请提交成功后，应通过网上在线打印业务表单，并盖章确认，再按相关程序提交到环保部门办理。

## 11、放射性同位素与射线装置使用能力综合评价

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》（环境保护部第18号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第3号令）等文件中关于使用射线装置单位条件的相关规定，对梓潼县人民医院射线装置使用和安全综合管理能力逐一分析。

(1) 与环保部令第 3 号令《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）“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查指南》，建设单位需具备的辐射安全管理基本要求如下表：

表 12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

| 序号 | 放射性同位素与射线装置安全许可管理办法                                                        | 建设单位落实情况                                                             | 建议改进措施                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1  | 从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证。                                    | 建设单位拟在完成环评手续后，及时申请辐射安全许可证变更，申请种类范围为：使用Ⅱ类射线装置，增加使用射线装置数量；增加乙级非密封工作场所。 | /                        |
| 2  | 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； | 机构已设置，已明确相应职责。                                                       | /                        |
| 3  | 从事辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。                                      | 辐射工作人员均已持证上岗。                                                        | /                        |
| 4  | 放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。                               | 已设计完善电离辐射警告标志、辐照装置指示灯、门机联锁装置、门灯联锁装置、紧急停机装置等辐射安全措施。                   | 定期检查辐射安全措施，确保辐射安全系统运行良好。 |
| 5  | 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。                              | 拟配备相应防护用品和监测仪器，并定期开展检定工作                                             | /                        |
| 6  | 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。              | 拟根据项目实际情况完善相应制度，并做到制度上墙。                                             | 操作规程、上墙制度应根据实际情况及时更新。    |

|   |               |                                  |  |
|---|---------------|----------------------------------|--|
| 7 | 有完善的辐射事故应急措施。 | 已制定辐射事故应急预案并定期演练，拟根据项目情况对预案进行完善。 |  |
|---|---------------|----------------------------------|--|

(2) 本项目涉及Ⅱ类射线装置的辐射防护措施，其现场应符合如下要求。

**表 12-3 医用电子直线加速器监督检查对照分析表**

| 项目                  |                                                       | 设计建造 | 备注                                          |
|---------------------|-------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|
| <b>辐射安全防护设施运行情况</b> |                                                       |      |                                             |
| A 控制台及安全联锁          | 防止非工作人员操作的锁定开光*                                       | 已设计  | /                                           |
|                     | 控制台有紧急停机开关*                                           | 已设计  | /                                           |
|                     | 电视监控与对讲系统*                                            | 已设计  | /                                           |
|                     | 治疗室门与束流联锁*                                            | 已设计  | /                                           |
|                     | 治疗室内准备出束音响提示                                          | 已设计  | /                                           |
| B 警示装置              | 入口处电离辐射警示标志*                                          | 已设计  | /                                           |
|                     | 入口有加速器工作状态显示*                                         | 已设计  | /                                           |
| C 照射室紧急设施           | 紧急开门按钮                                                | 已设计  | /                                           |
|                     | 紧急照明或独立通道照明系统                                         | 已设计  | /                                           |
|                     | 治疗室内有紧急停机开关*                                          | 已设计  | 紧急开关按钮应设有中文标识。                              |
|                     | 治疗床有紧急停机开关*                                           | 已设计  |                                             |
| D 监测设备              | 治疗室内固定式剂量报警仪                                          | 拟配备  | /                                           |
|                     | 便携式辐射监测仪器仪表*                                          | 拟配备  | /                                           |
|                     | 个人剂量报警仪*                                              | 已配备  | /                                           |
|                     | 个人剂量计*                                                | 已配备  | /                                           |
| E 其他                | 治疗室门防夹人装置                                             | 已设计  | /                                           |
|                     | 通风系统                                                  | 已设计  | /                                           |
|                     | 火灾报警仪                                                 | 拟配备  | /                                           |
|                     | 灭火器材                                                  | 拟配备  | /                                           |
| <b>管理制度</b>         |                                                       |      |                                             |
| A 综合                | 辐射安全管理规定                                              | 已有   | /                                           |
| B 场所设施              | 操作规程                                                  | 拟制定  | 操作规程需上墙。                                    |
|                     | 辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等） | 已有   | /                                           |
| C 监测                | 监测方案                                                  | 已有   | 应按本环评报告提出的环境监测方案进一步完善现有监测方案，并做好监测记录和档案保存工作。 |
|                     | 监测仪表使用与校验管理制度                                         | 已有   | /                                           |
|                     | 校验源管理制度                                               | /    | /                                           |
| D 人员                | 辐射工作人员培训/再培训管理制度                                      | 已有   | /                                           |
|                     | 辐射工作人员个人剂量管理制度                                        | 已有   | /                                           |
| E 应急                | 辐射事故应急预案                                              | 已有   | 应根据本项目情况进行完善；事故应急响应程序需上墙。                   |
| F 三废                | 放射性“三废”管理规定                                           | 拟制定  | 加速器报废处置时严格按相关要求<br>进行拆解和去功能化处理。             |

**注：加\*的项目是重点项目。**

综上所述，评价认为在建设单位按照评价要求，补充、完善、更新相应管理制度，并对辐射防护设施定期检查维护的前提下，具有对本项目辐射工作场所的使用和管理能力。

## 辐射监测

医院应按照国家规定给辐射工作人员配备个人防护用品、个人剂量计、个人剂量报警仪。个人剂量计及个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度。运行前，应请具有资质的监测单位对使用场所辐射情况进行实测，判断本次新增射线装置及非密封放射性位置是否处于有效屏蔽，防止意外发生。在个人剂量管理中，应按照如下监测计划执行，明确职业个人剂量管理目标值，对超过剂量管理目标值的情况必须采取有效干预措施，以保证工作人员健康。

### 一、个人剂量监测

医院需将个人剂量计定期（每季度一次）送有资质的单位进行检定，并根据四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发【2010】49号）及《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）》的通知》（川环函〔2016〕1400号）做好个人剂量管理的工作。

#### 环评要求：

①加强辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，送检周期最长不超过 90 天，专人专戴；

②当单季度辐射工作人员个人剂量检测数值超过 1.25mSv，医院要对该工作人员进行干预；当连续一年内个人剂量超过 5mSv 时，医院需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关；当连续 5 年的平均个人剂量超过 20mSv 或单年个人剂量超过 50mSv 时，需要启动辐射事故应急预案；

③建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案要永久保存；

④保证每名辐射工作人员定期进行职业健康检查，没有检查要说明原因，检测结果异常要分析说明原因。

### 二、辐射工作场所及周围环境辐射监测

#### ①监测项目：

监测因子：X- $\gamma$  辐射剂量率；

②监测频度：对于 X- $\gamma$  辐射剂量率应自行配备监测设备每 1 个月监测 1 次。

另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目正式投运前开展验收监测，并在投运后每年定期开展年度监测，并于每年 1 月 31 日前向四川省生态环境厅提交。

③监测范围：射线装置工作场所主要监测屏蔽墙、防护门、观察窗外以及楼上、楼下区

域和穿线空洞外 X- $\gamma$  辐射剂量率。

④监测设备：X- $\gamma$  辐射监测仪。

⑤监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级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；

b、监测必须采用国家颁布的标准方法或推荐方法；

c、制定辐射环境监测管理制度。

项目正式投运前，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。

### 三、监测计划

根据环保部第 3 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修订）、环保部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《四川辐射污染防治条例》、《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）》的通知》及相关管理要求，将本项目监测计划列于表 12-6。

表 12-6 监测计划一览表

| 项目   | 工作场所     | 监测项目              | 监测范围                                | 监测频次                               | 监测设备              |
|------|----------|-------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| 自主监测 | 射线装置工作场所 | X- $\gamma$ 辐射剂量率 | 治疗室四周屏蔽体外、防护门外、观察窗外、穿线孔洞处、墙体屏蔽补偿强化处 | 每月 1 次（记录监测数据存档）                   | X- $\gamma$ 辐射监测仪 |
| 委托监测 | 射线装置工作场所 | X- $\gamma$ 辐射剂量率 | 治疗室四周屏蔽体外、防护门外、观察窗外、穿线孔洞处、墙体屏蔽补偿强化处 | 1、竣工环保验收监测 1 次；<br>2、委托有资质单位每年监测一次 | X- $\gamma$ 辐射监测仪 |
|      | 其他       | 个人剂量              | 所有辐射工作人员                            | 每季度 1 次（建立计量档案）                    | 个人剂量计             |

表 13 结论与建议

## 结论

### 1、项目概况

**项目名称：**新增使用医用加速器项目

**建设单位：**梓潼县人民医院

**建设地点：**四川省绵阳市梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号梓潼县人民医院内儿科综合楼地下一层加速器机房

**建设性质：**新建

**建设内容及规模：**

建设单位拟在四川省绵阳市梓潼县文昌镇金牛路中段 200 号梓潼县人民医院新建的内儿科综合楼地下一层新建 1 间医用电子直线加速器机房及相应配套设施，并新增使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器。

直线加速器机房内配置使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器（型号待定），最大 X 射线能量为 10MV（厂家限定），X 射线等中心 1 米处最大剂量率为 10Gy/min，最大电子线能量为 10MeV（厂家限定），加速器年出束时间 45h，**属于 II 类射线装置。**

项目总投资 2700 万元，其中环保投资 49 万元，占总投资 1.81%。

### 2、产业政策符合性

本项目系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家改革和发展委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019）》，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”，符合国家现行产业发展政策。

### 3、选址及总平面布置合理性

项目位于建设单位内儿科综合楼。本项目位于梓潼县人民医院内，不涉及新征用地，医院用地为医疗用地，内儿科综合楼已于 2018 年通过环评审批（批文号：绵环审批〔2018〕12 号，详见附件），符合梓潼县城市规划。内儿科综合楼项目的选址合理性已在相应环境影响报告中进行了论述，本项目为内儿科综合楼的配套建设项目，不新征用地，且建设的医用电子直线加速器为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，**从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。**

由辐射工作场所平面布局可见，本项目医用电子直线加速器机房区域功能分区明确，

与辐射工作场所相关的各辅助用房紧密布置于机房周围，整体布局紧凑，既便于病人就诊，又利于辐射防护。辐射工作场所用房之间采用墙体分隔，墙体、防护门、窗的屏蔽防护厚度充分考虑了电离辐射效应，能够有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响，**从辐射安全防护的角度分析，医用电子直线加速器机房总平布置是合理的。**

#### **4、区域环境质量现状评价结论**

本项目拟建厂址周围辐射环境 X- $\gamma$  辐射剂量率监测值为 67~84nSv/h，经换算，与《2019 年四川省生态环境状况公报》发布的监测数据相比较（ $\gamma$  辐射空气吸收剂量率小时均值范围 76.8~163nGy/h）相比较，处于正常环境本底水平。

#### **5、正常工况下环境影响评价结论**

##### **（1）辐射环境影响分析**

经预测，在正常工况下，本项目对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

##### **（2）大气的环境影响分析**

本项目射线装置在运行过程中产生的臭氧经排风系统排出后浓度低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的二级标准限值要求。

##### **（3）废水的环境影响分析**

本项目生活污水排入医院污水处理站，处理达标后排入市政污水管网，对周围环境影响较小。

##### **（4）固体废物的环境影响分析**

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，进入医疗废物暂存、管理系统。根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。

##### **（5）噪声**

本项目工作场所位于内儿科综合楼地下一层，项目产生的噪声源强较小，经墙体隔音和距离衰减后对周围的声学环境影响轻微。

#### **6、辐射事故影响评价分析**

经预测，假若本项目发生辐射事故，则最大的事故等级为重大辐射事故。环评认为，项目单位按相关规定和本环评要求，采取合理有效的事故预防措施，制定具有可操作性和

可行性的《辐射事故应急预案》之后，可有效降低本项目事故发生概率，并对本项目发生的辐射事故进行正确的应急处置，辐射事故的风险是可接受的。

## 7、射线装置使用与安全管理的能力分析

梓潼县人民医院拥有专业的放射性医护人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；具有对本项目辐射工作场所的使用和管理能力。

## 8、项目环境可行性结论

本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布置合理，采取辐射防护措施技术可行，措施有效。在严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众照射剂量满足国家规定的年有效剂量限值和本评价采用的剂量约束值。评价认为，本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。

## 9、辐射安全许可证申请活动的种类和范围

表 13-1 辐射安全许可证申请活动的种类和范围

| 新增射线装置            |                     |    |           |                                                                       |        |                         |      |
|-------------------|---------------------|----|-----------|-----------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|------|
| 场址                | 设备名称                | 型号 | 数量<br>(台) | 主要技术参数                                                                | 射线装置种类 | 工作场所                    | 用途   |
| 梓潼县人民医院内儿科综合楼地下一层 | 10MV 医用电子直线加速器（瓦里安） | 待定 | 1         | 最大 X 射线能量 10MV，1m 处最高剂量率为 10Gy/min，电子线最大能量 10MeV，1m 处最高剂量率为 10Gy/min。 | II 类   | 内儿科综合楼负一层新建 10MV 直线加速器室 | 肿瘤治疗 |

## 10、项目竣工环境保护验收要求

本项目建成后，应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4 号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

建设单位四川梓潼县人民医院是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关文件规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施和辐射防护措施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

建设单位应在项目竣工后 3 个月内组织竣工环保验收，委托有资质单位进行现场监测，并编制竣工验收监测报告。验收监测应当在确保主体工程调试工况稳定、辐射防护措施安

全到位的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。建设项目配套建设的环境保护设施和辐射防护措施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。危险废物相关竣工环保验收参照四川省环境保护厅其他规范要求实施。

“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”已于 2017 年 12 月 1 日上线试运行，网址为 <http://47.94.79.251>。建设单位可以登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（[kjs.mpe.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other](http://kjs.mpe.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other)），并在项目建成后，及时开展竣工环境保护验收工作。

## **要求与建议**

### **1、要求**

（1）认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

（2）在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

（3）一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告上级主管单位和四川省生态环境厅。

### **2、建议**

（1）不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。

（2）在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

（3）定期进行事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断的完善事故应急预案。

**表 14 审批**

|              |             |
|--------------|-------------|
| 下一级环保部门预审意见: |             |
| 经办人          | 公章<br>年 月 日 |
| 审批意见:        |             |
| 经办人          | 公章<br>年 月 日 |