

# 核技术利用建设项目

荣县人民医院

新增医用直线加速器项目

环境影响报告表

(公示本)

荣县人民医院(公章)

2025年4月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

荣县人民医院

新增医用直线加速器项目

环境影响报告表

建设单位：荣县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：荣县旭阳镇北街 207 号、荣县青阳街道荣州大道二段  
284 号

邮政编码：/

联系人：\*\*\*

电子邮箱：/

联系电话：\*\*\*

表 1 项目基本情况

|  |             |  |   |      |                        |
|--|-------------|--|---|------|------------------------|
| 建设项目名称   |             | 荣县人民医院新增医用直线加速器项目  |   |      |                        |
| 建设单位   |             | 荣县人民医院   |   |      |                        |
| 法人代表   | 熊正宁         | 联系人  | ***   | 联系电话 | ***                    |
| 注册地址   |             | 荣县旭阳镇北街 207 号、荣县青阳街道荣州大道二段 284 号   |   |      |                        |
| 项目建设地点   |             | ***  |   |      |                        |
| 立项审批部门   |             | —  |   | 批准文号 | —                      |
| 建设项目总投资 (万元)   |             | ***  | 项目环保投资 (万元)   | ***  | 投资比例                   |
| 项目性质   |             | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 |   |      | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) |
| 应用类型   | 放射源         | <input type="checkbox"/> 销售  | <input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类        |      |                        |
|  |             | <input type="checkbox"/> 使用  | <input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类 |      |                        |
|  | 非密封放射性物质    | <input type="checkbox"/> 生产  | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物  |      |                        |
|  |             | <input type="checkbox"/> 销售  | /   |      |                        |
|  |             | <input type="checkbox"/> 使用  | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙   |      |                        |
|  | 射线装置        | <input type="checkbox"/> 生产  | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类  |      |                        |
|  |             | <input type="checkbox"/> 销售  | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类  |      |                        |
|  |             | <input checked="" type="checkbox"/> 使用   | <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类  |      |                        |
|  | 其他          | 无  |   |      |                        |
|  | <b>项目概述</b> |  |   |      |                        |
| <b>一、建设单位情况</b>  |             |  |   |      |                        |
| <p>荣县人民医院 (统一社会信用代码: 12510221450933916Q) 始建于 1913 年, 系英国基督教会加拿大人所办。历经几代人的艰苦创业, 现已发展成为一所融医疗、护理、急救、教学、科研、康复、预防保健、社区服务为一体的国家三级甲</p> |             |  |   |      |                        |

等综合医院，荣县紧密型县域医共体总医院，系全县的医疗技术指导中心。同时承担着县域内急诊急救、内科、外科、外周介入诊疗、神经外科、心血管、儿科、麻醉、护理、健康管理等共 28 类医学质控中心工作。

医院以高质量党建引领高质量发展，按照功能相近、业务相关的原则，在全院推行“支部建在科室上”，打破学科壁垒，建立突出学科整合的“职能部门+内、外科，医技系统”联合型的党支部 11 个，实现党建工作全覆盖、党建业务双带头。医院以导管室、内镜室、手术室为三大核心技术孵化平台，锚定“千县工程”建设，以紧密型县域医共体总医院为载体，以急救圈、重症圈、慢病圈“三圈”建设为路径，对已建成的急诊急救五大中心实行提档升级，加快临床服务“五大中心”、县域医疗资源共享“五大中心”、县域医共体高质量管理“五大中心”标准化建设步伐，盘活县域医疗资源“一盘棋”，锻造县域医共体发展“硬支撑”。2023 年，医院启动“心电一张网”建设，截止目前县域内心电监测设备点位已达 200 余个。“心电一张网”成功入选 2024 年川渝地区“医防协同、医防融合”典型案例，在全国推广。

医院于 2013 年实施整体搬迁，现分设主院区、城北院区两个部分。占地面积共计 106 亩，业务用房面积 9 万余平方米。设编制床位 800 张。年门诊服务约 60 万人次，年住院服务近 4 万人次。现有在岗职工 825 人，其中高级职称 118 人，中级职称 308 人。院内共设置科室 51 个，临床医技科室 30 个，拥有各级各类重点专科 26 个，其中省、市级重点专科 16 个。医院在强化自身建设的同时，借助上级医院的优质资源，激发自身发展动力。与西南医科大学附属医院共建神经疾病博士专家工作站、重症医学博士专家工作站。先后与四川大学华西医院、四川省人民医院、重庆医科大学附属医院、北京天坛医院等多家医院签订多个专科联盟协议。

医院系国家级爱婴医院、二星级智慧医院、互联网医院、中国人民解放军总医院（301 医院）远程会诊医院、四川大学华西医院远程网络医院、西南医科大学医疗联合体医院、四川卫生康复职业学院教学医院。系医保、工伤、生育保险定点医院。

医院传承忠诚、勤劳、奉献的“荣牛文化”，奉行“厚德、精业、务实、创新”的医院精神，践行“质量建院、人才立院、科技强院、文化兴院”的办院理念。2024

年被省卫健委、省人社厅评为“医疗卫生工作先进集体”。近年来，先后获国家卫健委“改善医疗服务创新医院”，全国“血栓防治中心优秀单位”，四川省“创服务质量信得过单位”“节约型公共机构示范单位”“健康扶贫工作先进单位”，四川省总工会“四川省模范职工之家”，“四川省老年友善医院”“成渝双城急救圈—复苏联盟成员单位”“自贡市最佳文明单位”“自贡市公立医院党建示范单位”“自贡市卫健系统首批‘十大党建品牌’”等荣誉称号。

荣县人民医院由 2 个院区组成，分别为主院区和城北院区，主院区位于荣县青阳街道荣州大道二段 284 号；城北院区位于荣县旭阳镇北街 207 号，本项目拟安置在主院区内。主院区共设置 4 栋功能楼，包括：第一住院楼（地上 10 层，地下 1 层，已建成）、第二住院楼（地上 4 层，无地下建筑，已建成）、第三住院楼（地上 9 层，地下 2 层，在建）、综合楼（地上 6 层，地下 1 层，已建成），并设置其配套设施：污水处理站、氧气储存站、医疗废物暂存间。

荣县人民医院已获得辐射安全许可证，其许可证证书编号为：川环辐证[00699]，有效期至 2029 年 10 月 19 日，许可的种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。

## 二、项目由来和编制目的

近年来，随着医学实践的不断深入，肿瘤放射治疗是利用射线杀灭肿瘤细胞从而达到治疗肿瘤的一种局部治疗方法，在肿瘤治疗中的地位日益突出，已成为治疗恶性肿瘤的主要手段之一。为进一步满足荣县人民医院的诊疗需求，拓展其医疗服务能力，荣县人民医院新增 1 间直线加速器机房，并在直线加速器机房内安置 1 台医用直线加速器（瓦里安 Halcyon，具备 CBCT 图像引导功能，II 类射线装置，X 射线能量为 6MV，X 射线 1m 处剂量率最大为 8Gy/min，CBCT 图像引导功能电流为 630mA，电压 140kV）。本项目病人模拟定位拟依托第一住院楼放射科的已许可的医学影像 CT 机。

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令 18 号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年本）》（部令 16 号），本项目属于“第

五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表，根据《四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录》（2023年本），本项目需上报四川省生态环境厅审查批准，并在取得批复后及时更新申领辐射安全许可证。

为此，荣县人民医院委托四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司接受本项目环评报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，就项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

### 三、环境影响评价报告信息公开

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生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，依据国家生态环境部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

根据以上要求，医院于2025年4月 日在荣县人民医院官网上对《荣县人民医院新增医用直线加速器项目》的环境影响报告表进行了全文公示。

公示网址（<https://www.psqmmy.cn/News/HTML/1902.html>）及截图如下：

图1-1 公示截图

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

### 三、项目建设内容及规模

#### (一) 工程概况

项目名称：荣县人民医院新增医用直线加速器项目

建设单位：荣县人民医院

建设性质：新建

建设地点：四川省自贡市荣县青阳街道荣州大道二段 284 号第三住院楼负二楼直线加速器治疗室

#### (二) 工程建设内容及规模

医院拟在四川省自贡市荣县青阳街道荣州大道二段284号第三住院楼（建设中，地上9层，地下2层）负2楼新建1间直线加速器机房及其配套用房，并在直线加速器机房内新增使用1台医用直线加速器，本项目病人模拟定位依托第一住院楼放射科的医学影像CT机（型号：西门子 SOMATOM Emotion 16，已备案登记，已许可）。

##### 直线加速器治疗室屏蔽方案及其辅助用房

直线加速器治疗室有效使用面积为 $54\text{m}^2$ （长7m，宽8.0m），机房四面墙体、楼顶均拟采用钢筋混凝土结构（密度： $2.35\text{g}/\text{m}^3$ ），主射线方向朝向：东南、西北、顶、地面墙体。机房东南侧主屏蔽墙体为2350mm钢筋混凝土，与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙体为1700mm钢筋混凝土，主屏蔽宽度为4.8m；西南侧迷路内墙、外墙均为1500mm钢筋混凝土；西北侧主屏蔽墙体为3000mm钢筋混凝土，与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙体为1700mm钢筋混凝土，主屏蔽宽度为4.8m；东北侧侧屏蔽墙体为1950mm钢筋混凝土；顶部主屏蔽墙体为2500mm钢筋混凝土，与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙体为1700mm钢筋混凝土，主屏蔽宽度为4.8m。防护门为10mm铅当量铅钢防护门。

本项目直线加速器治疗室配套用房有控制室（ $14.48\text{m}^2$ ）、辅助机房（ $14.35\text{m}^2$ ）。

##### 射线装置

建设单位拟在直线加速器治疗室内安装使用1台医用直线加速器，产自：瓦里安，型号：Halcyon，属于II类射线装置，该台医用直线加速器具备CBCT图像

引导系统，用于开展全身的肿瘤治疗。本项目医用直线加速器开展治疗时，X射线能量最大为6MV，X射线1m处剂量率最大为8Gy/min，无电子线能量；本项目拟购医用直线加速器配置CBCT图像引导功能，实现了影像学指导的放疗，同时具备适形调强放射治疗（IMRT）、容积旋转调强放射治疗（VMAT）功能、无均整器（FFF）模式。CBCT最大管电压140kV，管电流630mA。

表 1-1 本项目射线装置主要技术参数

| 设备名称    | 型号          | 数量 | 类别  | 主要技术参数      |                              |
|---------|-------------|----|-----|-------------|------------------------------|
| 医用直线加速器 | 瓦里安 Halcyon | 1台 | II类 | X射线         | 最大能量：6MV<br>1m处最大剂量率：8Gy/min |
|         |             |    |     | 电子线         | 无                            |
|         |             |    |     | CBCT 图像引导系统 | 最大管电压 140kV<br>最大管电流 630mA   |

**工作负荷：**

根据院方预计，医用直线加速器每天最多治疗人数为30人次/d，预计每周工作5天，周工作量为150人次/周，每年工作50周，预计年最大诊疗人次为7500人次/年，平均每次治疗医用直线加速器出束时间为2min，用于治疗的年出束时长为250h；每周物理师将对医用直线加速器进行质控，每周质控时医用直线加速器出束时间为1h，则每年物理师质控受照时间为50h，综上所述，本项目医用直线加速器年出束时长为300h。

本项目医用直线加速器采用CBCT图像引导功能进行治疗前的扫描，平均每次扫描时间为0.5min，则CBCT年出束时间为62.5h。

表 1-2 本项目射线装置工作负荷

| 使用场所     | 工作状态 | 单次使用时长 | 年治疗量   | 年治疗量/工作出束时长 | 合计年出束时长 |
|----------|------|--------|--------|-------------|---------|
| 直线加速器治疗室 | 病人治疗 | 2min   | 7500人次 | 250h        | 300h    |
|          | 质控   | /      | /      | 50h         |         |

### (三) 项目组成内容及主要环境问题

项目组成及主要环境影响见表 1-3。

表 1-3 项目组成及主要的环境影响一览表

| 名称   | 建设内容及规模    |  |  |                           | 可能产生的环境影响           |                                       |                    |
|------|------------|--|--|---------------------------|---------------------|---------------------------------------|--------------------|
|      |            |  |  |                           | 施工期                 | 运营期                                   |                    |
| 主体工程 | 医用直线加速器    | 作业类型   | 放射治疗                                     |                           |                     | 安装调试阶段产生废弃包装、X射线、电子线、臭氧及氮氧化物、噪声       | X射线、电子线、臭氧、氮氧化物、噪声 |
|      |            | 型号   | 瓦里安 Halcyon                              |                           |                     |                                       |                    |
|      |            | 数量   | 1台                                       |                           |                     |                                       |                    |
|      |            | 主要技术参数   | X射线                                      | 最大能量：6MV；1m处最大剂量率：8Gy/min |                     |                                       |                    |
|      |            |  | 电子线                                      | 无                         |                     |                                       |                    |
|      |            |  | CBCT 图像引导系统                              | 最大管电压 140kV；最大管电流 630mA   |                     |                                       |                    |
|      |            | 工作地点   | 四川省自贡市荣县青阳街道荣州大道二段 284 号第三住院楼负二楼直线加速器治疗室 |                           |                     |                                       |                    |
|      | 管理类别       | II类射线装置  |  |                           |                     |                                       |                    |
|      | 使用情况       | 根据院方预计，医用直线加速器每天最多治疗人数为 30 人次/d，预计每周工作 5 天，周工作量为 150 人次/周，每年工作 50 周，预计年最大诊疗人次为 7500 人次/年，平均每次治疗医用直线加速器出束时间为 2min，用于治疗年出束时长为 250h；每周物理师将对医用直线加速器进行质控，每周质控时医用直线加速器出束时间为 1h，则每年物理师质控受照时间为 50h，综上所述，本项目医用直线加速器年出束时长为 300h。 |  |                           |                     |                                       |                    |
|      | 直线加速器治疗室   | 建筑面积   | 175.48m <sup>2</sup>                     |                           |                     | 施工噪声、施工废水、建筑粉尘、建筑废渣以及施工人员产生的生活污水与生活垃圾 |                    |
|      |            | 有效使用面积   | 54m <sup>2</sup> (长 7m×宽 8m)             |                           |                     |                                       |                    |
|      |            | 建筑后屏蔽结构  | 主屏蔽墙                                     | 东南侧                       | 2350mm 钢筋混凝土，宽 4.8m |                                       |                    |
|      |            |  |  | 西北侧                       | 3000mm 钢筋混凝土，宽 4.8m |                                       |                    |
| 顶部   |            |  |  | 2500mm 钢筋混凝土，宽 4.8m       |                     |                                       |                    |
| 次屏蔽墙 | 东南侧、西北侧、顶部 |  | 1700mm 钢筋混凝土                             |                           |                     |                                       |                    |
| 侧屏蔽墙 | 东北侧        |  | 1950mm 钢筋混凝土                             |                           |                     |                                       |                    |

|         |                             |   |     |                  |  |                                       |          |
|---------|-----------------------------|---|-----|------------------|--|---------------------------------------|----------|
|         |                             | 迷路内墙  | 西南侧 | 1500mm 钢筋混凝土     |  |                                       |          |
|         |                             | 迷路外墙  | 西南侧 | 1500mm 钢筋混凝土     |  |                                       |          |
|         |                             | 迷路  | 西南侧 | Z型,长:9.95m;宽2.2m |  |                                       |          |
|         |                             | 屏蔽门(1扇)   |     | 10mm 铅当量铅钢防护门    |  |                                       |          |
| 辅助工程    | 直线加速器治疗室                    | 控制室(14.48m <sup>2</sup> )、辅助用房(14.35m <sup>2</sup> )  |     |                  |  |                                       |          |
| 公用工程    | 给排水、配电、供电和通讯系统等。            |   |     |                  |  |                                       | 生活废物     |
| 办公及生活设施 | 第三住院楼负2楼拟建的治疗计划室、定位准备室、护士站等 |   |     |                  |  |                                       |          |
| 环保工程    | 污水处理设施                      | <p>废水处理：本项目生活废水经管道进入医院的污水处理站（建设中，日处理量为320m<sup>3</sup>/d，处理工艺为“废水+调节池+厌氧池+好氧池+沉淀池+定量池+消毒池+污泥浓缩池”）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中的预处理排放标准后，经市政污水管网排入莱县污水处理厂，本项目不新增床位，产生少量的污水该污水处理站处理能力能够满足生活污水产生量和排放量的排放需求。</p>  |     |                  |  | /                                     | 生活污水     |
|         | 废气处理设施                      | <p>本项目直线加速器治疗室拟设置1套通排风系统进行通排风，建设单位拟设置1个新风口和1个排风口，新风口位于西侧吊顶上方，排风口位于东侧距地30cm处，排风系统量为1600m<sup>3</sup>/h，直线加速器治疗室体积为290.4m<sup>3</sup>/h，因此本项目排风系统换气次数为5次/h。符合《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h”的要求。直线加速器机房产生的废气经排风系统引至控制室，在控制室上方开洞后引至-1F排风机房，随后引至-1F风井，最后通过风井引至直线加速器治疗室上方院区道路排放，最终排口距地1.5m，医院拟在其四周设置1.0m围栏，人员禁止入内。</p> |     |                  |  | 施工噪声、施工废水、建筑粉尘、建筑废渣以及施工人员产生的生活污水与生活垃圾 | 臭氧及氮氧化物  |
|         | 固废处理设施                      | <p>本项目医用直线加速器治疗过程中，不产生医疗废物，工作人员及病人将产生极少量的生活垃圾，生活垃圾经统一收集后由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。</p> <p>废靶件：医用直线加速器的金属靶更换时会有废靶件产生，废靶件属于放射性固体废物，废靶件应由有资质单位进行回收处理。</p>  |     |                  |  | /                                     | 生活垃圾、废靶件 |

#### (四) 主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-4。

表 1-4 主要原辅材料及能耗情况表

| 类别 | 名称   | 数量                    | 来源       | 用途   | 备注 |
|----|------|-----------------------|----------|------|----|
| 能源 | 电    | 4500kW·h/a            | 城市电网     | 机房用电 | /  |
| 水  | 生活用水 | 1000m <sup>3</sup> /a | 城市生活用水管网 | 生活用水 | /  |

#### (五) 劳动定员

医院拟为直线加速器治疗室配备6名辐射工作人员，其中2名医师，2名技师，1名物理师，1名护师；

物理师：物理师每周将参与医用直线加速器进行质控，则每年物理师质控受照时间为 50h；物理师偶尔病人治疗时位于控制室内进行计划验证，预计单名物理师的受照时间占医用直线加速器治疗出束时间的 10%，则单名物理师位于控制室内年受照时长为 25h。

医师：医师偶尔位于控制室内对病人治疗效果进行观察，预计单名医师的受照时间占医用直线加速器治疗出束时间的 10%，则单名医师位于控制室内年受照时长为 25h。

医用直线加速器技师：技师在病人治疗时位于控制室内，每次病人治疗时，2名技师均位于控制室内，则病人治疗时技师受照时长最长为 250h。

表 1-5 工作人员配置情况

| 装置名称    | 配备人数 | 人员构成    | 工作内容                  | 作业内容   | 年受照时长 |
|---------|------|---------|-----------------------|--|-------|
| 医用直线加速器 | 6名   | 主治医师 2名 | 诊断、出具治疗处方、确认照射计划      | 治疗过程中，医师位于控制室内对病人进行观察，每名医师 50h                                   | 25h   |
|         |      | 物理师 1名  | 根据处方计算照射剂量和照射方式等、设备质控 | 1. 医用直线加速器在质控过程中，物理师位于控制室内观察。50h<br>2. 治疗过程中，物理师位于控制室内进行计划验证。25h | 75h   |
|         |      | 技师 2名   | 根据计划操作设备实施治疗          | 位于控制室内对医用直线加速器进行操作。250h  | 250h  |
|         |      | 护师 1名   | 特殊病人或紧急情况下病人的陪同和护理    | 特殊病人或紧急情况下病人的陪同和护理，极少数，受照时间可忽略不计                                 | /     |

本项目投入运营前，针对所有新增辐射工作人员，医院承诺要求其在上岗前通过辐射安全与防护考核，并为其建立职业健康档案以及个人剂量监测档案。本项目投入运营后，若新增辐射工作人员的其他科室医生需参与放射治疗，同样要求其取得辐射安全与防护考核合格证明，并为其建立剂量监测档案以及职业健康

档案。本项目投入运营后，医师、护师、技师、物理师均不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗的情况。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

#### **(六) 依托环保设施情况**

本项目生活废水经管道进入医院已有的污水处理站（建设中，日处理量为 320m<sup>3</sup>/d，处理工艺为“废水+调节池+厌氧池+好氧池+沉淀池+定量池+消毒池+污泥浓缩池”）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中的预处理排放标准后，经市政污水管网排入荣县污水处理厂，本项目不新增床位，产生少量的污水该污水处理站处理能力能够满足生活污水产生量和排放量的排放需求。

本项目医用直线加速器治疗过程中，不产生放射性固废及医疗废物，工作人员及病人将产生极少量的生活垃圾，生活垃圾经统一收集后由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。

#### **四、产业政策符合性**

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023 年第7号令）相关规定，本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础建设内容，属于该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

#### **五、项目选址、外环境关系及实践正当性分析**

##### **(一) 外环境关系分析**

###### **(1) 荣县人民医院外环境关系**

本项目位于荣县人民医院主院区，主院区位于：四川省自贡市荣县青阳街道荣州大道二段 284 号。荣县人民医院东南侧为荣泰锦苑、无名路；西南侧为荣州大道，隔荣州大道为金碧城，西北侧依次为荣县公安局、星河奥运绿洲；东北侧为体育馆路，隔体育馆路为荣县体育中心。

###### **(2) 本项目辐射工作场所屏蔽体外 50m 范围**

本项目直线加速器治疗室屏蔽体外西南侧、西北侧、东南侧水平距离50m范围均位于院区范围内，东南侧依次为院区道路（0~18m）、荣泰锦苑（18m~50m，

进入50m范围共2栋，每栋5F）；西南侧地下为第三住院楼（0~50m，0~4m：控制室、辅助机房、送风机房、排风机房；4~6m：走道；6m~15m生活水泵房、楼梯间、合用前室；15~17m走道；17~30m为消防水泵房、地下停车场；30~50m地下停车场），地上依次为院区道路（0~6m）、第三住院楼（6~50m，主要功能：放射科、口腔科、病理科、血透中心、技能培训室、病房）；西北侧依次为地下第三住院楼（0~9m：地下停车场）、地上院区道路（0~9m）、第一住院楼（9~50m，主要功能：全科门诊、手术室、全科病房）；东北侧依次为院区道路（0~46m）、医疗废物暂存间（46~50m）。正下方50m范围内为天然涂层，正上方0~2m为回填土，2~50m为均为院区道路及道路上空。

本项目外环境关系见附图2。

## （二）选址合理性分析

荣县人民医院已获得的荣县国土资源局颁发的国有土地使用权证（荣国用（2008）第890298号）（附件5），院区用地属于“医疗卫生用地”，因此本项目建设符合院区总体规划要求。本项目所在的第三住院楼已获得了自贡市生态环境局准允行政许可决定书（自环荣县准允〔2021〕5号，附件6）。

本项目所在的第三住院楼负2楼仅涉及直线加速器治疗室及配套的辅助用房，因此该区域内除参与放疗的病人及其家属外，项目设置于此最大程度的减少了公众误入的可能，第三住院楼负1楼主要为本项目的空调等辅助机房及医院的功能辅助用房及停车场，机房上方为院区道路，该区域远离医院入口，且鲜少有人至此，避开了人员流动较大的区域。

荣县人民医院所在区域为城市建成区，周围基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中规定的选址要求。辐射工作场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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求，并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求。因此，本项目从辐射防护安全和环境保护角度分析，本项目选址是合理的。

## （三）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。肿瘤放射治疗是利用射线杀灭肿瘤细胞从而达到治疗肿瘤的一种局部治疗方法，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、病人诊断中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的，实践具有正当性。

## 六、原有核技术利用项目许可情况

### (一) 原有辐射安全许可情况

荣县人民医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为：川环辐证[00699]，有效期至 2029 年 10 月 19 日，许可的种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。

表 1-5 医院已获许可使用的医用射线装置

| 序号 | 射线装置（厂家、型号）                               | 数量 | 类别  | 工作场所名称             | 活动种类 | 环评情况                  | 许可情况 | 备注                        |
|----|---|----|-----|--------------------|------|-----------------------|------|---------------------------|
| 1  | 血管造影用X射线装置（飞利浦 UNIQ FD20）                 | 1  | II  | 第二住院楼一楼(介入室)       | 使用   | 已批复，批复文号：自环核许（2019）2号 | 已许可  | 已验收，川辐安验字（2019）第 FA0123 号 |
| 2  | 口腔(牙科)X射线装置（KaVo OP 3D Vision）            | 1  | III | 第一住院楼二楼口腔科（CBCT 室） | 使用   | 已备案                   | 已许可  | /                         |
| 3  | 口腔(牙科)X射线装置（蓝野 RAY-68(M)）                 | 1  | III | 第一住院楼二楼口腔科（牙片室）    | 使用   | 已备案                   | 已许可  | /                         |
| 4  | 医用诊断X射线装置（GE Brivo OEC 785）               | 2  | III | 第一住院楼十楼（手术间一）      | 使用   | 已备案                   | 已许可  | /                         |
| 5  | 医用诊断X射线装置（普爱 PLX7000 C）                   |    |     |                    |      |                       |      |                           |
| 6  | 医用诊断X射线装置（韩国 OsteoSys DEXXUMT）            | 1  | III | 第一住院楼一楼（骨密度室）      | 使用   | 已备案                   | 已许可  | /                         |
| 7  | 医用诊断X射线装置（飞利浦 DuraDiagnostT）              | 1  | III | 第一住院楼一楼放射科（二）      | 使用   | 已备案                   | 已许可  | /                         |
| 8  | 医用X射线计算机断层扫描（CT）装置（飞利浦 Ingenuity core128） | 1  | III | 第一住院楼一楼放射科（六）      | 使用   | 已备案                   | 已许可  | /                         |
| 9  | 医用诊断X射线装置（西门子 SOMATOM Emotion16）          | 1  | III | 第一住院楼一楼放射科（四）      | 使用   | 已备案                   | 已许可  | /                         |

|    |   |   |     |                   |    |     |     |   |
|----|---|---|-----|-------------------|----|-----|-----|---|
| 10 | 医用诊断X射线装置（万东 HF81-5）                    | 1 | III | 第一住院楼一楼放射科<br>（五） | 使用 | 已备案 | 已许可 | / |
| 11 | 医用诊断X射线装置（西门子 AXIDM<br>Aristos VX Plus） | 1 | III | 第一住院楼一楼放射科<br>（一） | 使用 | 已备案 | 已许可 | / |
| 12 | 医用X射线计算机断层扫描（CT）装置<br>（东软 NeuViz ACE）   | 1 | III | 发热门诊（方舱 CT）       | 使用 | 已备案 | 已许可 | / |

荣县人民医院许可使用1台II类射线装置，11台III类射线装置。

医院已委托四川世阳卫生技术服务有限公司开展了辐射工作场所环境现状监测和质量控制检测（监测报告报告编号：四川世阳（HJ）监（2024）0853~0858号、四川世阳（HJ）监（2024）0877~0882号），根据监测报告可知，医用各机房屏蔽体外空气吸收剂量率最大为1.32 $\mu$ Gy/h，各辐射场所辐射控制水平符合国家标准的剂量率要求，且机器符合仪器相关质控评价标准。建设单位已配备有便携式辐射监测仪及足够数量的个人剂量报警仪，且各射线装置设备性能良好。

经核查建设单位2024年12月30日提交的《2024年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，原有核技术利用项目不存在辐射环境遗留问题，不存在辐射安全及辐射环境保护问题。同时，经建设单位证实，医院开展辐射工作期间截至目前未发生过辐射安全事故。

## **（二）辐射工作人员培训情况**

荣县人民医院目前登记辐射工作人员107名。

目前医院从事操作II类射线装置的辐射工作人员共计12名，该12名辐射工作人员均持有有效期内的辐射安全与防护培训或考核证。

目前医院从事III类射线装置辐射工作人员共计95名辐射工作人员，该95名辐射工作人员已通过建设单位组织的自主考核，且考核结果均已存档。

## **（三）辐射工作人员个人剂量情况**

荣县人民医院目前登记在册的辐射工作人员共107名，建设单位对于所有入职、在职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并分档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。根据2024年医院个人剂量监测总结报告（报告编号：四川世阳（GJ/年）检（2024）0051号），根据监测结果可知，合计年剂量监测结果最高为0.54mSv，单季度、合计年剂量的个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值情况。部分人员非全年在岗或已离岗或为新增人员，故无部分季度剂量监测。个人剂量统计结果见附件7。

## **（四）辐射工作人员体检情况**

医院已委托宜宾翠屏川北医院（总检报告编号：CBJK-FS职检【2023】第14号）、宜宾协同医院（总检报告编号：ZY职检【2024】554号）对所有入职、在

职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并建档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。

#### **(五) 年度评估报告**

医院已在全国核技术利用辐射安全申报系统 ([nr.mee.gov.cn](http://nr.mee.gov.cn)) 中提交了“2024年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，评估报告中医院对 2024 年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了评估说明。

现医院辐射安全管理情况如下：

- (1) 现单位名称、地址，法人代表未发生改变；
- (2) 辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；
- (3) 辐射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求；
- (4) 医院自从事放射诊疗工作以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

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 |
|----|------|-----------------------|----|------|----|------|---------|----|
| 1  | —    | —                     | —  | —    | —  | —    | —       | —  |
| 2  | —    | —                     | —  | —    | —  | —    | —       | —  |
| 3  | —    | —                     | —  | —    | —  | —    | —       | —  |
| 4  | —    | —                     | —  | —    | —  | —    | —       | —  |
| 5  | —    | —                     | —  | —    | —  | —    | —       | —  |

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 | 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 |
|----|------|------|------|---------------|------------|----|------|------|---------|
| 1  | —    | —    | —    | —             | —          | —  | —    | —    | —       |
| 2  | —    | —    | —    | —             | —          | —  | —    | —    | —       |
| 3  | —    | —    | —    | —             | —          | —  | —    | —    | —       |
| 4  | —    | —    | —    | —             | —          | —  | —    | —    | —       |
| 5  | —    | —    | —    | —             | —          | —  | —    | —    | —       |
| 6  | —    | —    | —    | —             | —          | —  | —    | —    | —       |

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  | 医用直线加速器 | II | 1  | 型号未定 | 电子   | X 射线: 最大能量: 6MV, 1m 处最大剂量率: 8Gy/min<br>电子线: 无<br>CBCT 图像引导系统: 最大管电压 140kV、最大管电流 630mA |                     | 使用 | 四川省自贡市荣县青阳街道荣州大道二段 284 号第三住院楼负二楼直线加速器治疗室 | 新建 |

(二) X 射线机, 包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------------|------------|----|------|----|
| —  | —  | —  | —  | —  | —          | —          | —  | —    | —  |

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大靶电流 (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 |    |
| —  | —  | —  | —  | —  | —          | —          | —          | —  | —    | —       | —    | —  | —  |

表 5 废弃物 (重点是放射性废弃物)

| 名称            | 状态 | 核素名称                            | 活度 | 月排放量 | 年排放量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向             |
|---------------|----|---------------------------------|----|------|------|-------|------|------------------|
| 臭氧、氮氧化物       | 气态 | O <sub>3</sub> 、NO <sub>x</sub> | /  | 少量   | 少量   | 少量    | 不暂存  | 环境大气             |
| 废靶件 (医用直线加速器) | 固态 | /                               | /  | /    | /    | /     | 不暂存  | 废靶件由有资质单位进行回收处理。 |

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>, 年排放总量为 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

|             |  |
|-------------|--|
| <p>法规文件</p> | <p>1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 01 月 01 日(修订)实施);</p> <p>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订);</p> <p>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日实施);</p> <p>4) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》(国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行);</p> <p>5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年, 国家环境保护总局令 第 31 号, 2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 第 3 号修改, 2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 第 47 号修改, 2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改, 2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改);</p> <p>6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日国务院令 第 449 号发布, 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》(国务院令 第 709 号)对其进行了修改);</p> <p>7) 《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);</p> <p>8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)(生态环境部 第 16 号令);</p> <p>9) 《四川省辐射污染防治条例》(四川省第十二届人大常委会通过, 2016 年 6 月 1 日起实施);</p> <p>10) 《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, 公告 2017 年第 66 号);</p> <p>11) 《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, 2020 年 1 月 1 日施行);</p> <p>12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号);</p> <p>13) 《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB51/2682-2020)。</p> |
| <p>技术标准</p> | <p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);</p> <p>2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016);</p>  |

|    |   |
|----|---|
|    | <p>3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>5) 《环境辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021)；</p> <p>6) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)；</p> <p>7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)；</p> <p>8) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)；</p> <p>9) 《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>10) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)。</p> |
| 其他 | <p>1) 生态环境部(国家核安全局)《核技术利用监督检查技术程序》(2020 年发布版)；</p> <p>2) 《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)；</p> <p>3) 《关于印发&lt;四川省生态环境厅(四川省核安全管理局)辐射事故应急预案(2020 版)&gt;的通知》(川环发[2020]2 号)；</p> <p>4) 《委托书》；</p> <p>5) 医院提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p>   |

表 7 保护目标与评价标准

一、评价范围  
 根据本项目的特点并参照《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 10.1-2016)中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”；确定本项目所在直线加速器治疗室实体屏蔽墙体外 50m 范围内为评价范围，详见附图 2。

二、保护目标  
 根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和其他医护人员、病患、陪同家属，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

| 直线加速器治疗室周围及内部 |              |             |      |      |        |                |               |
|---------------|--------------|-------------|------|------|--------|----------------|---------------|
| 方位            | 位置           | 与辐射源最近距离    |      |      | 类型     | 规模             | 剂量约束值 (mSv/a) |
|               |              | 水平距离        | 垂直距离 | 直线距离 |        |                |               |
| /             | 直线加速器治疗室     | /           | /    | /    | /      | /              | /             |
| 西南侧           | 辅助机房(负2楼)    | 10.1        | 0    | 10.1 | 辐射工作人员 | 6名辐射工作人员       | 5.0           |
| 西南侧           | 控制室(负2楼)     | 9.9         | 0    | 9.9  |        |                |               |
| 西南侧           | 走道(负2楼)      | 10.7        | 0    | 10.7 | 公众     | 30名/d          | 0.1           |
| 西北侧           | 走道(负2楼)      | 9.8         | 0    | 9.8  |        | 30名/d          | 0.1           |
| 东南侧           | 走道(负1楼)      | 7.7         | 0    | 7.7  |        | 2名/d           | 0.1           |
| 西南侧           | 排风机房(负1楼)    | 10.1        | 0    | 10.1 |        | 1名/d           | 0.1           |
| 西南侧           | 送风/新风机房(负1楼) | 9.9         | 0    | 9.9  |        | 1名/d           | 0.1           |
| 西北侧           | 走道(负1楼)      | 9.8         | 0    | 9.8  |        | 30名/d          | 0.1           |
| 楼上            | 院区道路         | 0           | 8.5  | 8.5  |        | 100名/d         | 0.1           |
| 50m范围         |              |             |      |      |        |                |               |
| 方位            | 保护目标名称       | 与屏蔽体最近距离及方位 |      |      | 类型     | 规模             | 剂量约束值 (mSv/a) |
|               |              | 水平距离        | 垂直距离 | 直线距离 |        |                |               |
| /             | 第三住院楼        | /           | /    | /    | 公众     | 地上9层,地下2层,300人 | 0.1           |
| 上方            | 院区道路         | 0           | 2    | 2    | 公众     | 流动人群           |               |
| 西北侧           | 第一住院楼        | 11          | 0    | 11   | 公众     | 地上10层,地下       |               |

|     |             |    |   |      |    |  |
|-----|-------------|----|---|------|----|--|
|     |             |    |   |      |    | 1层, 约<br>500人/d                                      |
| 东北侧 | 医疗废物暂<br>存间 | 46 | 6 | 46.4 | 公众 | 2人   |
| 东南侧 | 荣泰锦苑        | 18 | 6 | 19.0 | 公众 | 进入<br>50m范<br>围共2<br>栋, 地上<br>5层, 无<br>地下, 约<br>100人 |

### 三、评价标准

本项目应执行的环境保护标准如下：

#### （一）、环境质量标准

- （1）地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；
- （2）环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准；
- （3）声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

#### （二）、污染物排放（控制）标准

- （1）医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准；
- （2）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；
- （3）医疗废物的贮存和处理执行《医疗废物管理条例》（国务院令 308 号）、《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB 39707-2020）；
- （4）施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的限值；运营期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。

#### （三）剂量约束

- （1）电离辐射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

| 对象           | 要求  |
|--------------|---|
| 职业照射<br>剂量限值 | 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：<br>①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv<br>②任何一年中的有效剂量，50mSv<br>③眼晶体的年当量剂量，150mSv<br>④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv |
| 公众照射<br>剂量限值 | 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：<br>①年有效剂量，1mSv；<br>②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。                           |

#### 4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限值

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

4.3.2.2 应对个人所受到的潜在照射危险加以限制，使来自各项获准实践的所有潜在照射所致的个人危险与正常照射剂量限值所相应的健康危险处于同一数量级水平。

(2) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平  $H_c$ ：

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（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平（ $H_c$ ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平  $H_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )：

机房外辐射工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

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

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

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

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 $30\text{cm}$ 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

### 1、个人剂量约束值

#### ①职业照射：

结合本项目所在地审管部门的要求和医院开展诊疗项目的病人收治情况等，从而确定荣县人民医院的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 $20\text{mSv}$ 的四分之一执行，即 $5\text{mSv/a}$ 。

②公众照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第B1.2.1条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 $1\text{mSv}$ 。荣县人民医院周围公众个人年有效剂量约束值为 $0.1\text{mSv/a}$ 。

### 2、工作场所周围剂量率

直线加速器治疗室边界周围剂量率控制水平参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）等相关标准要求，直线加速器治疗室屏蔽体外人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv}$ ，本项目综合考虑保守取 $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

### 一、环境质量和辐射现状

本项目直线加速器治疗室屏蔽体外西南侧、西北侧、东南侧水平距离50m范围均位于院区范围内，东南侧依次为院区道路（0~18m）、荣泰锦苑（18m~50m，进入50m范围共2栋，每栋5F）；西南侧地下为第三住院楼（0~50m，0~4m：控制室、辅助机房、送风机房、排风机房；4~6m：走道；6m~15m生活水泵房、楼梯间、合用前室；15~17m走道；17~30m为消防水泵房、地下停车场；30~50m地下停车场），地上依次为院区道路（0~6m）、第三住院楼（6~50m，主要功能：放射科、口腔科、病理科、血透中心、技能培训室、病房）；西北侧依次为地下第三住院楼（0~9m：地下停车场）、地上院区道路（0~9m）、第一住院楼（9~50m，主要功能：全科门诊、手术室、全科病房）；东北侧依次为院区道路（0~46m）、医疗废物暂存间（46~50m）。正下方50m范围内为天然涂层，正上方0~2m为回填土，2~50m为均为院区道路及道路上空。

#### （三）机房周围情况

本项目医用直线加速器拟设置在直线加速器治疗室内，直线加速器治疗室拟设置在-2F，但由于其眺高原因，其机房跃-1F与-2F。-2F：西南侧依次为辅助机房、控制室、走道；西北侧依次为楼梯间、土质层；东南侧、东北侧均为土质层。-1F：东南侧为走道；西南侧为排风机房、送风/空调机房；西北侧走道；东北侧为土质层。直线加速器治疗室整体楼上为院区道路，楼下为土质层。

本项目现状见图8-1。

图 8-1 现场照片

### 二、本项目主要环境影响

项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是医用直线加速器在曝光过程中，产生的 X 射线。

### 三、本项目所在地 X/γ 辐射空气吸收剂量现状监测

受荣县人民医院委托，四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司的于 2025 年 04 月 07 日对荣县人民医院新增医用直线加速器项目进行了 X/γ 辐射剂量率的布点监测。其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

| 监测项目      | 监测方法             | 方法来源         |
|-----------|------------------|--------------|
| X/γ 辐射剂量率 | 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 | HJ 1157-2021 |

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

| 监测项目      | 监测设备                                      |   |  | 使用环境   |
|-----------|---|---|--|--|
|           | 名称及编号                                     | 主要参数  | 检定/校准情况  |  |
| X/γ 辐射剂量率 | RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪<br>SCYRJ-FSWS-033 | 能量响应：<br>20keV~3.0MeV<br>测量范围：<br>1nGy/h~1.2mGy/h | 校准/检定单位：<br>中国测试研究院<br>校准/检定有效期：<br>2024.09.13~2025.09.12<br>校准因子：0.94（校准源： <sup>137</sup> Cs） | 日期：2025.04.07<br>天气：晴<br>温度：25.0-26.3℃<br>湿度：<br>45.6%-46.0% |

### 四、质量保证

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经过培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司质量管理体系：

### （一）资质认证

从事监测的单位，四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司于 2023 年 12 月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证证书，证书编号为：232303100019，有效期至 2029 年 5 月 3 日。

### （二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

### （三）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经过培训，考核合格持证上岗。

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

## 五、监测布点原则及监测点布置

本项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是医用电子直线加速器在曝光过程中，产生的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X $\gamma$ 辐射剂量率。根据现场实际情况，X $\gamma$ 辐射剂量率监测点位主要包括直线加速器治疗室拟建址及评价范围内的敏感点。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：



图 8-2 本项目监测布点图

## 六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 环境 X/γ辐射剂量率监测结果

| 测点编号 | 点位描述        | X/γ辐射剂量率(nGy/h) | 标准差(nGy/h) | 备注 |
|------|-------------|-----------------|------------|----|
| 1#   | 直线加速器治疗室拟建址 | 70              | 3.1        | 室外 |
| 2#   | 荣泰锦苑        | 79              | 3.4        | 室外 |
| 3#   | 第三住院楼       | 71              | 2.5        | 室内 |
| 4#   | 第一住院楼       | 89              | 2.3        | 室内 |
| 5#   | 医疗废物暂存间     | 80              | 2.4        | 室内 |
| 6#   | 体育馆路        | 79              | 2.8        | 道路 |

根据现场监测报告，本项目所在区域 X/γ辐射剂量率为 73~78nGy/h，处于《2023 年四川省生态环境状况公报》中自贡辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率监测结果（70~100nGy/h）涨落范围内，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

|  |
|--|
| <p><b>工程设备和工艺分析</b></p> <p><b>一、施工期污染源项分析</b></p> <p><b>(一) 施工期间的环境影响分析</b></p> <p>本项目直线加速器治疗室位于第三住院楼，其屏蔽体与第三住院楼同步建设，主体建筑工程已获得了自贡市生态环境局准行政许可决定书（自环荣县准允（2021）5号，附件6），其施工期的环境影响已在获得准允文件的《荣县人民医院危急重症能力提升建设项目可行性研究报告》中进行了分析，本项目施工期主要为电路的铺设、防护门的安装、辐射安全防护措施的安装、射线装置安装、射线装置的调试。</p> <p>本项目电路的铺设、防护门的安装、辐射安全防护措施的安装、射线装置安装过程中，会有少量的废包装材料产生；本项目射线装置安装完成后的调试阶段，会产生 X 射线，会造成一定的辐射影响。</p> <p>本项目射线装置的安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作，医院工作人员协助进行辅助监督工作。在射线装置安装及调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立当心电离辐射警告标志，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，并在机房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机房上锁并派人看守。</p> <p>本项目工作场所屏蔽设计满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)等标准要求，本项目射线装置均在机房内进行内设备正常安装和调试，经机房墙体、门屏蔽防护后，机房边界周围剂量率控制水平满足相关标准要求，对环境影响较小。</p> |
|--|

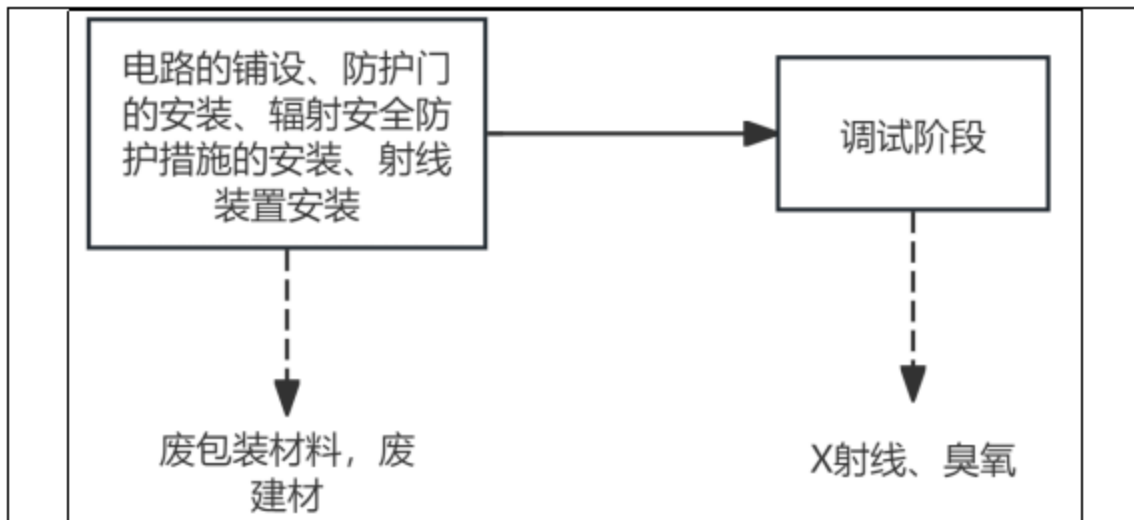


图9-1 施工期工艺流程及产污环节示意图

## 二、营运期污染源项分析

### (一) 设备组成及工作原理

#### 医用直线加速器

医用直线加速器是一种利用高频电磁波将电子等带电粒子通过加速管加速到高能的装置。高能电子束本身可以用于治疗浅表肿瘤，也可以使其击中X线靶产生X射线，用于治疗深层肿瘤，其治疗机理是根据肿瘤的不同情况通过模拟定位，采用X射线束（深部治疗）进行照射，使细胞分裂和代谢遭到破坏，杀死或者抑制细胞的繁殖生长，从而达到治疗的目的。

物理师对肿瘤病人治疗计划设计时，严格按照相关标准，为病人的正常组织和医务人员受照剂量进行计算-复核-模拟检测-实施中监测和健康监护等，并做好照射记录。根据病灶位置与性质及目的不同，给予的照射总剂量有所不同；治疗方法不同，给予的每野次剂量亦不同。

本项目直线加速器主要由加速管、微波功率源、微波传输系统、电子枪、束流系统、真空系统、恒温水冷却系统、电源、控制系统、照射头、CBCT和治疗床等组成。加速管是医用直线加速器的核心部分，电子在加速管内通过微波电场加速，电子枪提供被加速的电子。束流系统由偏转线圈和聚焦线圈组成。恒温水冷却系统带走微波源等发热部件产生的热量。为保证整个系统恒温，恒温水冷却系统需要一定的水流压力和流量。

由于物理师在进行每一次治疗时的摆位状态和分次治疗时病人解剖位置的变化，如呼吸运动、膀胱充盈、小肠蠕动、胸腹水和肿瘤的增大或缩小等引起

的位置差异，使得摆位误差仍可能有数毫米，甚至更大，在适形和调强放疗中更为明显。本项目直线加速器在治疗机头两侧安装了X射线管以及平板探测器（机载CBCT），每次放射治疗前，X射线管和探测板围绕人体一周扫描，经过计算机处理重建后，得到肿瘤靶区及周围一定体积三个不同位置（冠状位、矢状位，横断位）的影像（三维图像），与治疗计划图像对比，如果发现有误差，即调整患者位置使肿瘤靶回到治疗计划位置，让照射野仅仅“追随”靶区，进一步提高了射线照射的精确性，实现了影像学指导的放疗。医用直线加速器CBCT与诊断CT不同，属于锥形束CT，与直线加速器组合成一体，进行在线位置验证。

本项目医用直线加速器各项参数一览表见表9-1。

表9-1 本项目医用直线加速器参数一览表

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| 设备名称   | 医用直线加速器                   |
| 型号     | 瓦里安 Halcyon               |
| 类别     | II类                       |
| 数量     | 1台                        |
| X射线能量  | 最大能量：6MV，1m处最大剂量率：8Gy/min |
| 电子线能量  | 无                         |
| CBCT系统 | 最大管电压 140kV，最大管电流 630mA   |
| 辐射角    | 31.6°                     |
| 备注     | 拟购买                       |

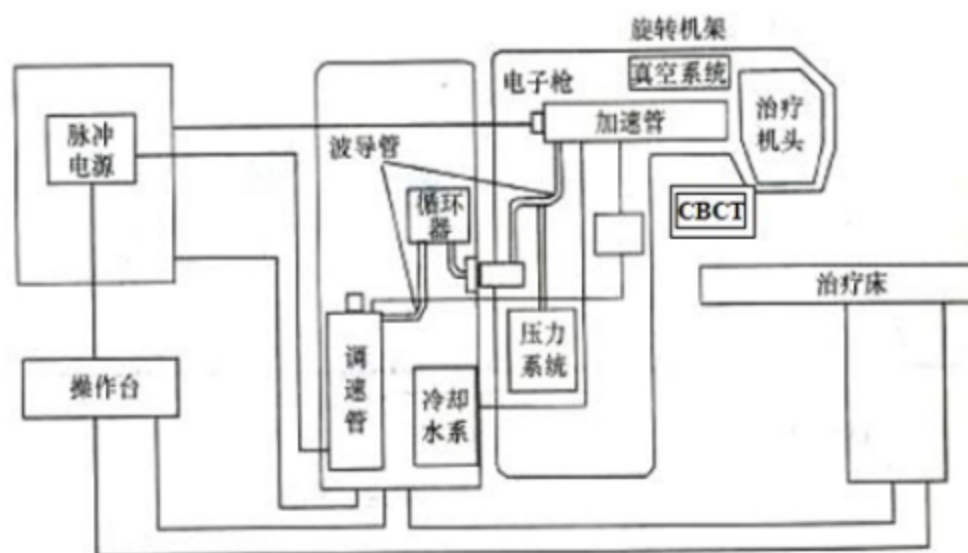


图 9-2 医用直线加速器系统示意图

### (三) 操作流程

本项目放射治疗流程如下所示：

- (1) 进行定位：受检者的模拟定位依托第三住院楼第一住院楼放射科的医

学影像CT机（型号：西门子 SOMATOM Emotion 16，已备案登记，已许可）进行。

（2）制订治疗计划：将模拟定位影像图像导入计算机治疗计划系统（TPS）后进行治疗计划设计，临床医生根据模拟定位检查图像勾画靶区，确定需要照射的范围和剂量。由放疗物理师、放疗剂量师和临床医生一起，根据病情确定照射范围和剂量，计划完成后经科室集体讨论后确认。方案确定后以跟治疗时间同等的摆位条件（如垫肩、加固定器等）放到模拟定位设备上进行检查。经证实为可行后，在病人体表上作出相应的照射野标记，填写治疗单，做好治疗固定器等，确定最后的治疗计划，以保证放射位置的精确性和放射剂量的精确性。

（3）治疗计划制定后，病人在技术人员的协助下，依据计划在治疗床上进行摆位，确定照射位置和面积，该过程在治疗机房治疗床上完成；

（4）摆好位后，将CBCT图像与模拟定位图像配准，确定最终照射位置，在技术人员确定所有安全措施措施到位后，在操作间控制台设置参数，开机治疗；

（5）治疗完毕，停止出束，打开治疗室防护门，患者离开治疗室。

本项目工作流程及产污环节如图所示：

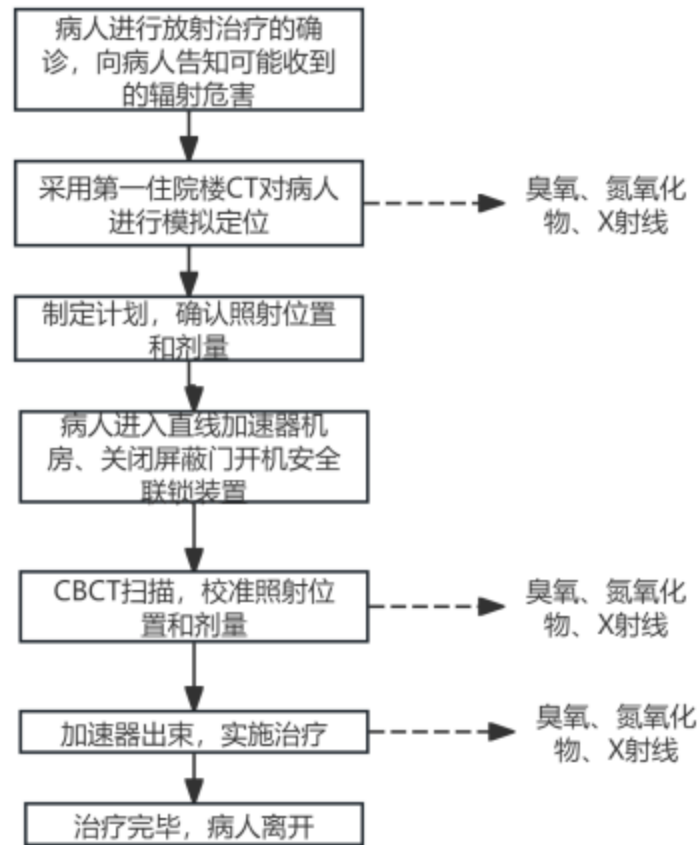


图9-2 本项目工作流程及产污环节示意图

医用直线加速器在开展放射治疗时，将产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，同时本项目 CBCT 功能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。

#### （四）人流、物流路径

**人流：**

医护人员：

辐射工作人员通常由第三住院楼负二楼西北侧走道进入，病人开展治疗前，辐射工作人员进入直线加速器机房内对患者进行摆位，待摆位结束后，辐射工作人员离开直线加速器机房进入控制室，机房门关闭后，射线装置开始出束。待一天的病人治疗完毕后，离开第三住院，辐射工作人员将原路径返回。

患者：

患者在首先在第一住院楼进行模拟定位后，随后进行预约登记，待计划完成

后，换着由电梯进入第三住院负二楼，最后进入直线加速器机房接受治疗，治疗完成后原路返回。

本项目治疗过程中不涉及医疗废物的产生。本项目人流路径合理，路径图见附图 8。

## 污染源项描述

### 一、运营期污染源分析

#### 1) 辐射污染源分析

**X 射线：**由医用直线加速器工作原理可知，本项目医用直线加速器不涉电子线，仅涉及 X 射线的治疗，X 射线能量最大为 6MV，对于人体深层肿瘤进行治疗。

**废靶件：**医用直线加速器的金属靶更换时会有废靶件产生，废靶件属于放射性固体废物，废靶件应由有资质单位进行回收处理。

#### 2) 非辐射污染源分析

**废气：**本项目射线装置使用过程中将产生 X 射线，X 射线电离空气将产生少量的臭氧和氮氧化物。

**废水：**本项目医用直线加速器冷却系统采用蒸馏水，该冷却水循环使用不外排，因此不会产生放射性废水。

**固体废物：**本项目射线装置使用过程中不会产生医疗废物，工作人员产生少量办公、生活垃圾。

**噪声：**本项目产噪设备主要为通排风系统、空调系统，建设单位采用低噪音风机（65dB），通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围环境噪声的贡献很小，对项目所在区域声环境影响很小。

表 10 辐射安全与防护

|   |  |    |
|---|--|----|
| <b>项目安全措施</b>   |  |    |
| <b>一、工作场所布置及布局合理性分析</b>   |  |    |
| <b>(一) 工作场所布置</b>   |  |    |
| <p>本项目医用直线加速器治疗区由直线加速器治疗室、控制室、辅助用房组成。</p> <p>本项目医用直线加速器拟设置在直线加速器治疗室内，直线加速器治疗室拟设置在-2F，但由于其眺高原因，其机房跃-1F与-2F。-2F：西南侧依次为辅助机房、控制室、走道；西北侧依次为楼梯间、土质层；东南侧、东北侧均为土质层。-1F：东南侧为走道；西南侧为排风机房、送风/空调机房；西北侧走道；东北侧为土质层。直线加速器治疗室整体楼上为院区道路，楼下为土质层。</p>  |  |    |
| <b>(二) 平面布置合理性分析</b>  |  |    |
| <p>本项目的辐射工作场所位于第三住院楼负2楼，控制室位于机房的西南侧，为隔室操作，减少了职业照射；机房位于建筑底部一端，且负2楼区域内仅涉及直线加速器治疗室及机房的配套设施建设，最大程度的减少了对周围环境的影响。因此本项目直线加速器治疗室的平面布置是合理的。</p> <p>对照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）布局要求，本项目放疗装置平面布置合理性分析见表 10-1。</p> |  |    |
| 表 10-1 平面布局对照分析一览表  |  |    |
| 标准要求  | 设计落实情况   | 备注 |
| 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。  | 本项目直线加速器治疗室位于第三住院楼的一端，同时毗邻控制室、辅助机房等配套功能房间根据机房主体结构一同设计和建筑，邻近房间无易燃、易爆及易腐蚀等危化暂存间。 | 满足 |
| 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。   | 本项目辐射工作场所将实行两区管理，直线加速器治疗室（含迷路）划分为控制区，邻近的控制室、辅助机房等划为监督区，两区划分具体见表10-2。           | 满足 |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求,其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。  | 本项目放射治疗工作场所主射方向和非主射方向均设置有满足屏蔽要求的混凝土屏蔽层,且根据辐射环境影响分析其屏蔽层厚度满足辐射防护要求。   | 满足 |
| 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置,治疗设备辅助机械、电器、水冷设备,凡是可与治疗设备分离的,尽可能设置于治疗机房外。  | 控制室已与治疗机房进行了分开独立设置,且配套的设备间设置于治疗机房外。   | 满足 |
| 应合理设置有用线束的朝向,直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室,尽可能避开被有用线束直接照射。  | 医用直线加速器有用线束向东南、西北、向上、向下,控制室位于西南侧,已避开被有用线束直接照射。  | 满足 |
| X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路;γ刀治疗设备的治疗机房,根据场所空间和环境条件,确定是否选用迷路;其他治疗机房均应设置迷路。  | 本项目医用直线加速器设置有满足屏蔽要求的迷路。   | 满足 |
| 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响,不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。   | 本项目在选址时充分考虑了项目对周围环境的影响,未设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。  | 满足 |
| 放射治疗场所宜单独选址、集中建设,或设置在多层建筑物的底层的一端,尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域,或人员流动性大的商业活动区域。   | 本项目放射治疗场所单独设置在第三住院楼负2层东北侧的一端,该区域楼下无地下建筑,且该仅涉及直线加速器治疗室及直线加速器治疗室配套设施,非医疗影像中心辐射工作人员和患者不可入内,因此该区域不在人员密集区域及儿科病房、产房等场所。 | 满足 |
| 术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施,并尽量设在医院手术区的最内侧,与相关工作用房(如控制室或专用手术中放射治疗设备调试、维修的房间)形成一个相对独立区域;术中控制台应与治疗设备分离,实行隔室操作,控制台可设在控制室或走廊内。 | 本项目不属于术中放射治疗项目。   | 满足 |

综上所述,本项目直线加速器治疗室平面布置满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)要求,其平面布置合理。

## 二、工作区域管理

### (一) 两区划分

#### 直线加速器治疗室分区原则:

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中的分区原则:5.2.1放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下,控制区包括加速器大厅、治疗室(含迷路)等场所,如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室,直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时,术中放射治疗室应确定为临时**控制区**。5.2.2与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为**监督区**(如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等)。

本项目直线加速器机房(含迷路)作为本项目医用直线加速器的辐射工作场所**控制区**,而控制室、辅助用房与直线加速器机房相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域,因此属《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)定义的**监督区**。同时,在监督区入口的直线加速器机房控制室门外设置中文警示标志,并在地面张贴警戒线。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射工作场所的分区原则:应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为**控制区**;将未被定为控制区,在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为**监督区**。

具体控制区和监督区划分表和示意图见表 10-2 和附图 9。

表 10-2 本项目“两区”划分一览表

| 工作场所         | 控制区           | 监督区      | 备注   |
|--------------|---------------|----------|--|
| 直线加速器治疗室治疗场所 | 直线加速器治疗室(含迷路) | 控制室、辅助用房 | 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。 |

### (二) 控制区防护手段与安全措施

①在机房门外及其他醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志。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，如图 10-1 所示。

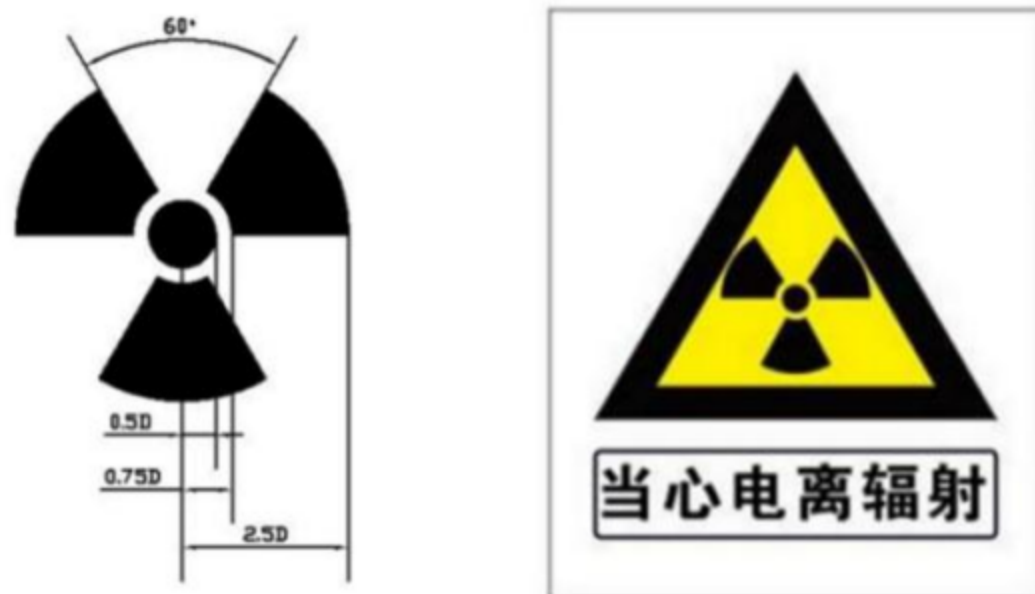


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

②制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制人员进、出控制区；

④定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

（3）监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区的边界；

②在监督区的入口处的门口设立标明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

**建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。**

### 三、辐射安全及防护措施

#### （一）医用直线加速器

##### 1、源的控制

本项目医用直线加速器拟购置于瓦里安，有用线束内杂散辐射和泄漏辐射不会超过《医用直线加速器质量控制检测规范》（WS674-2020）规定的限值，物

理 医师会根据模拟定位结果来判断病情状况，针对不同的病人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。

## 2、设备固有安全防护措施

本项目医用直线加速器拟购自瓦里安，设备自有一定的固有安全防护措施。

①医用直线加速器只有在开机状态时才有 X 射线产生，通过多叶准直器定向出来，其他方向的射线被自带屏蔽材料所屏蔽，断电停机即停止出束。

②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状况。

③条件显示联锁：医用直线加速器具有联锁装置，只有当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当治疗室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

④控制台上有关蜂鸣器，在医用直线加速器工作时发出声音以提醒人员防止误入。

⑤时间控制联锁：当预选照射时间选定时，定时器能独立地使照射停止。

⑥控制超剂量联锁：剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照。

⑦急停按钮：医用直线加速器设备操作台和床体上均自带 1 个急停按钮。急停开关应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认。当发现异常后，按下操作盒上此开关，机器将自动切断医用直线加速器主电源。

⑧医用直线加速器设置有密码，操作密码只有具体操作人员掌握，只有输入正确的密码后才可能进行操作和参数的修改。

⑨钥匙开关：医用直线加速器控制台上设电源钥匙开关，只有当医用直线加速器一切都处于安全状态，并且钥匙就位后，医用直线加速器才能启动工作，一旦钥匙被取走，医用直线加速器将无法启动工作。钥匙由专人使用和保管。

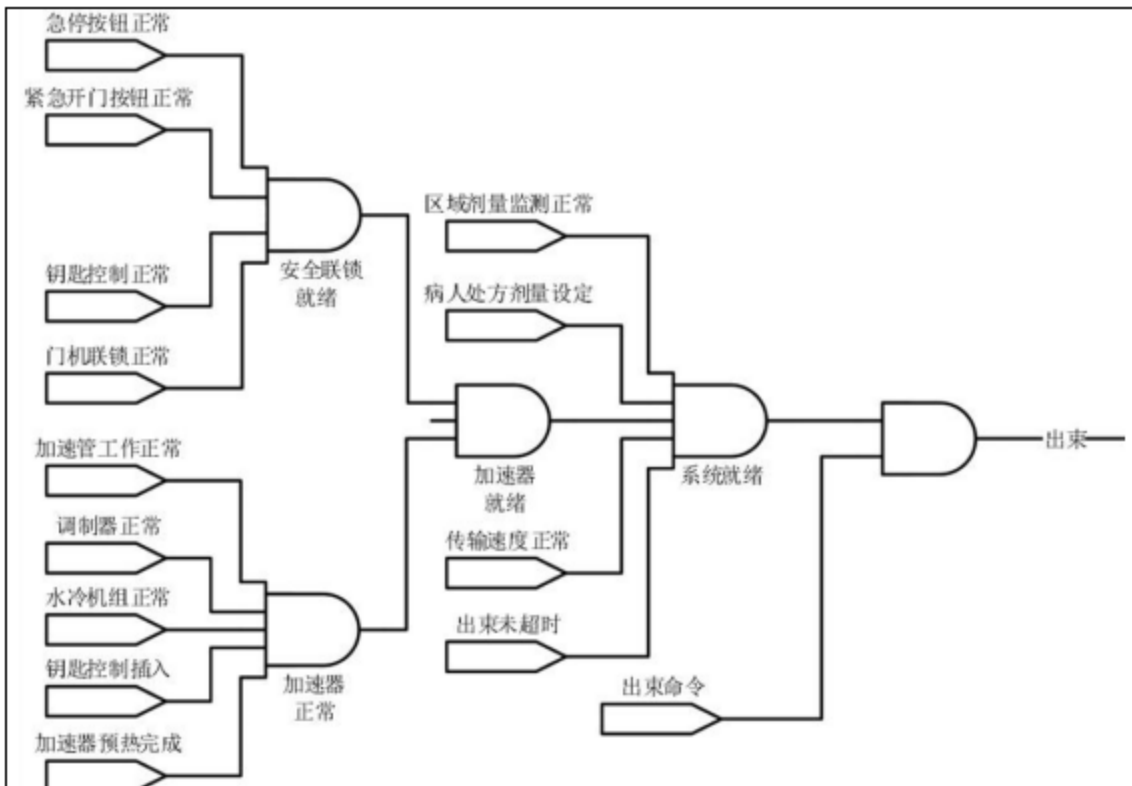


图 10-2 本项目医用直线加速器安全联锁逻辑图

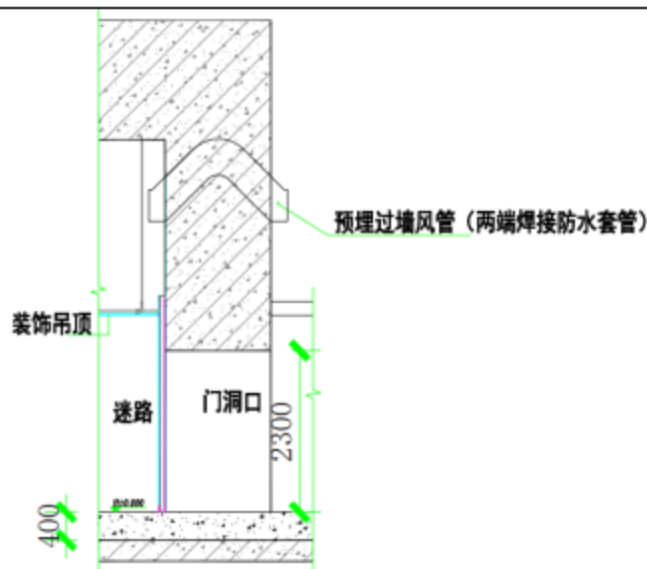
### 3、机房辐射防护屏蔽设计

表 10-3 本项目直线加速器治疗室屏蔽参数一览表

| 机房      | 位置   | 方位         | 屏蔽材料及厚度               |
|---------|------|------------|-----------------------|
| 直线加速器机房 | 主屏蔽墙 | 东南侧        | 2350mm 钢筋混凝土, 宽 4.8m  |
|         | 次屏蔽墙 | 西北侧        | 3000mm 钢筋混凝土, 宽 4.8m  |
|         | 侧屏蔽墙 | 顶部         | 2500mm 钢筋混凝土宽 4.8m    |
|         | 次屏蔽墙 | 东南侧、西北侧、顶部 | 1700mm 钢筋混凝土          |
|         | 侧屏蔽墙 | 东北侧        | 1950mm 钢筋混凝土          |
|         | 迷路内墙 | 西南侧        | 1500mm 钢筋混凝土          |
|         | 迷路外墙 | 西南侧        | 1500mm 钢筋混凝土          |
|         | 迷路   | 西南侧        | Z 型, 长: 9.95m; 宽 2.2m |
|         | 屏蔽门  | 西南侧        | 10mm 铅当量铅钢防护门         |

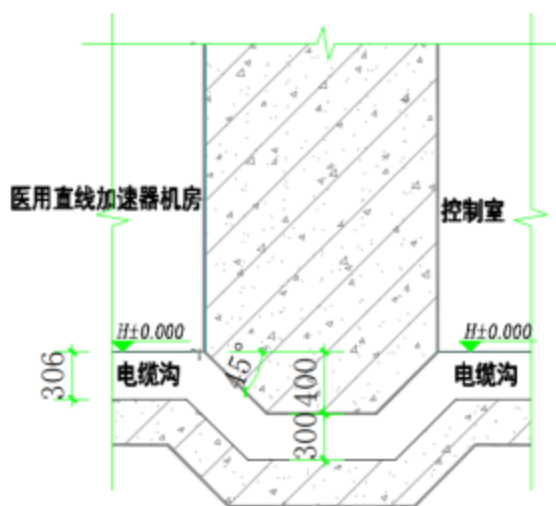
### 4、机房屏蔽补偿

为防止射线泄漏，机房防护门与墙的重叠宽度应至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍。电缆沟拟采用 U 型穿孔，新风管道、排风管道穿墙口均位于防护门上方，管道采用“倒 U”型穿墙，电缆沟与新风穿墙方式均不会破坏机房的屏蔽结构。



新/排风管穿墙大样图

图 10-3 新风系统、排风系统穿墙口大样图



电缆沟穿墙大样图

图 10-4 电缆沟穿墙口大样图

## 5、辐射安全防护措施

(1) 门机连锁装置：医用直线加速器与屏蔽门之间拟设联锁装置。屏蔽门未关好，直线加速器治疗室不能出束；医用直线加速器工作期间屏蔽门不能打开。

(2) 急停按钮：医用直线加速器设备操作台和床体上均自带 1 个急停按钮。急停开关应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认。当发现异常后，按下操作盒上此开关，机器将自动切断医用直线加速器主电源。

建设单位应在各墙体（设 4 个）及迷道外墙上（设 1 个）设置急停按钮（位

于人员易接触的位置)，以使机房内的人员按动急停开关就能令医用直线加速器停机。

(3) 电视监视、对讲装置：直线加速器治疗室和控制室之间拟安装有电视监控、对讲装置，控制室能通过电视监视治疗室内患者治疗的情况，并通过对讲机与治疗室内患者联系。

(4) 工作状态显示：直线加速器治疗室防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。医用直线加速器处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当医用直线加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。

(5) 警告标志和警示装置：直线加速器治疗室屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志；在直线加速器治疗室墙上安装固定式剂量报警装置(带剂量显示功能)，探头安装在治疗室迷道内墙上(靠近防护门)，只要迷道内的剂量超过预置的剂量值，就会报警提示人员不能进入治疗室，以防误入受照。

(6) 固定式剂量报警仪：固定式剂量报警装置探头安装在直线加速器治疗室迷路内墙入口处，其显示单元设置在机房门附近或控制室内，并应有异常情况下报警功能，只要室内的剂量超过预设的剂量阈值，蜂鸣器就会报警提示人员不能进入机房，以防人员误入。

(7) 紧急开门按钮：机房迷道内墙人员易接触的位置(距离地面 1.2m 高处)已装有紧急开门按钮，在事故状态下工作人员逃逸至迷道内可通过该按钮开启防护门，实现紧急逃逸。

(8) 防夹装置：防护门应设置防夹伤功能，因此本项目机房防护门需要增设防夹装置，人员通过时，防止对人员造成误伤。

(9) 急停按钮及中文标识：通常医用直线加速器床旁、控制台自带 1 个急停按钮，本项目拟在直线加速器治疗室各侧墙体及迷路内各设 1 个急停按钮(位于人员易接触的位置)，以使机房内的人员按动急停开关就能令医用直线加速器停机。且该急停按钮应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认，因此需为急停按钮需增加中文标识。

(10) 灭火器材、紧急照明装置：核技术利用单位应做好与从事活动相匹配的辐射事故应急物资(装备)的准备，因此建设单位需为医用直线加速器增设 1 套灭火器材，拟为机房增设 1 套紧急照明或独立通道照明系统，在紧急情况下，

人员能快速离开。

### (三) 人员的安全与防护

人员包括辐射工作人员、患者及机房周边评价范围内的公众。在实施诊治之前，应事先告知患者辐射对健康的潜在影响；主要从以下几方面采取防护措施：

#### 辐射工作人员的安全与防护

本项目辐射工作人员指从事医用直线加速器的医师、护师、技师及物理师。本项目辐射工作人员采取隔室操作的方式，控制室与直线加速器治疗室之间以屏蔽墙体隔开，通过摄像头和对讲机与病人交流。

医院拟为每名医师、护师、技师、物理师配备1套个人剂量计，每名辐射工作人员在上班期间必须正确佩戴个人剂量计。医院应定期（每季度一次）将辐射工作人员的个人剂量计送有资质单位进行检测，并将检测报告存档。医院承诺，在辐射工作人员上岗前，医院应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，在岗期间应按相关规定定期组织健康体检。

#### 患者的安全与防护

①时间防护：在满足治疗要求的前提下，在每次使用射线装置进行治疗之前，根据治疗要求和患者实际情况制定最优化的治疗方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

#### ②其他安全防护：

放射治疗前实行病人告知制度：在放射治疗前应向病人告知放射治疗的方法、适应症、预期疗效、风险、费用构成及注意事项和可能对病人家属的辐射影响等，并请病人在说明书下方签字，由医患双方各执一份。

表 10-4 医院辐射安全防护设施对照分析表

| 类别       | 规定的措施和制度 | 落实情况         | 应增加措施 |            |                     |
|----------|----------|--------------|-------|------------|---------------------|
| 直线加速器治疗室 | 墙体屏蔽     | /            | 主屏蔽墙  | 东南侧        | 2350mm 钢筋混凝土,宽 4.8m |
|          |          |              |       | 西北侧        | 3000mm 钢筋混凝土,宽 4.8m |
|          |          |              |       | 顶部         | 2500mm 钢筋混凝土,宽 4.8m |
|          |          |              | 次屏蔽墙  | 东南侧、西北侧、顶部 | 1700mm 钢筋混凝土        |
|          |          |              | 侧屏蔽墙  | 东北侧        | 1700mm 钢筋混凝土        |
|          |          |              | 迷路内墙  | 西南侧        | 1500mm 钢筋混凝土        |
| 迷路       | 西南侧      | 1500mm 钢筋混凝土 |       |            |                     |

|      |                       |                      |                             |     |                  |
|------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|-----|------------------|
|      |                       |                      | 外墙迷路                        | 西南侧 | Z型,长:9.95m;宽2.2m |
|      | /                     |                      | 防护门                         | 西南侧 | 10mm铅当量铅钢防护门     |
|      | 门-机联锁装置               | /                    | 1套(直线加速器治疗室防护门)             |     |                  |
|      | 视频监控系统                | /                    | 1套                          |     |                  |
|      | 钥匙开关                  | 设备自带1套(控制台)          | /                           |     |                  |
|      | 语音播报及对讲装置             | /                    | 1套(直线加速器治疗室内与控制室内)          |     |                  |
|      | 工作状态指示灯(门-灯联锁)        | /                    | 1套(直线加速器治疗室防护门)             |     |                  |
|      | 急停按钮                  | 2个(设备自带:操作台、床旁各自带1个) | 增设5个:四面墙拟各设1个、迷路外墙上拟设1个     |     |                  |
|      | 紧急开门装置                | /                    | 1个(直线加速器治疗室防护门)             |     |                  |
|      | 出束音响提示                | /                    | 1套(直线加速器治疗室防护门)             |     |                  |
|      | 固定式剂量报警装置             | /                    | 1台(探头:迷路入口处;显示单元:控制室或机房门周围) |     |                  |
|      | 监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识 | /                    | 1套                          |     |                  |
|      | 防夹装置                  | /                    | 1套(直线加速器治疗室防护门)             |     |                  |
|      | 规章制度上墙                | /                    | 1套(控制室)                     |     |                  |
|      | 通排风系统                 | /                    | 1套空调系统+排风系统                 |     |                  |
|      | 个人剂量计                 | /                    | 6套                          |     |                  |
| 监测设备 | X-γ辐射剂量率监测仪           | 1台(医院已有)             | 医院拟为医用直线加速器配备1台             |     |                  |
| 其他   | 火灾报警仪+灭火装置            | /                    | 1套                          |     |                  |

### 三废的治理

#### 一、废气治理措施

本项目直线加速器治疗室拟设置1套通排风系统进行通排风,建设单位拟设置1个新风口和1个排风口,新风口位于西侧吊顶上方,排风口位于东侧距地30cm处,排风系统量为 $1600\text{m}^3/\text{h}$ ,直线加速器治疗室体积为 $290.4\text{m}^3$ ,因此本项目排风系统换气次数为5次/h。符合《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中“放射治疗机房应设置强制排风系统,进风口应设在放射治疗机房上部,排风口应设在治疗机房下部,进风口与排风口位置应对角设置,以确保室内空气充分交换;通风换气次数应不小于4次/h”的要求。直线加速器机房产生的废气经排风系统引至控制室,在控制室上方开洞后引至-1F排风机房,随后引至-1F风井,

最后通过风井引至直线加速器治疗室上方院区道路排放，最终排口距地 1.5m，医院拟在其四周设置 1.0m 围栏，人员禁止入内。

## 二、废水治理措施

本项目生活废水经管道进入医院已有的污水处理站（建设中，日处理量为 320m<sup>3</sup>/d，处理工艺为“废水+调节池+厌氧池+好氧池+沉淀池+定量池+消毒池+污泥浓缩池”）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中的预处理排放标准后，经市政污水管网排入荣县污水处理厂，本项目不新增床位，产生少量的污水该污水处理站处理能力能够满足生活污水产生量和排放量的排放需求。

## 三、固体废弃物治理措施

**固体废物：**本项目医用直线加速器治疗过程中不会产生医疗废物，工作人员产生少量办公、生活垃圾，统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。

**废靶件：**医用直线加速器的金属靶更换时会有废靶件产生，废靶件应由有资质单位进行回收处理。

## 四、噪声

本项目噪声源主要为通排风系统的风机噪声，所有设备选用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及距离衰减后，运行期间工作场所周围噪声可达到相关标准要求。

## 五、射线装置报废处理

本项目使用的医用直线加速器机在进行报废处理时，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。

## 六、环保措施及其投资估算

本项目总投资 2600 万元，环保投资\*\*\*万元，占总投资的\*\*\*%。项目环保投资估算见表 10-5。

表 10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

| 直线加速器治疗室 |              |     |        |    |
|----------|--------------|-----|--------|----|
| 项目       | 设施（措施）       | 数量  | 金额（万元） | 备注 |
| 辐射屏蔽措施   | 直线加速器治疗室屏蔽墙体 | 1 间 | ***    | 新增 |
|          | 防护门          | 1 扇 | ***    | 新增 |

|  |                       |  |     |      |
|--|-----------------------|--|-----|------|
| 安全装置   | 门机联锁装置                | 1套(直线加速器治疗室防护门)                          | *** | 新增   |
|  | 视频监控系统                | 1套                                       | *** | 新增   |
|  | 钥匙开关                  | 1套(控制台)                                  | *** | /    |
|  | 语音播报及对讲装置             | 1套(直线加速器治疗室内及控制室内)                       | *** | 新增   |
|  | 工作状态指示灯(门-灯联锁)        | 1套(直线加速器治疗室防护门)                          | *** | 新增   |
|  | 紧急开门装置                | 1个(直线加速器治疗室防护门内)                         | *** | 新增   |
|  | 急停按钮(附有中文标识)          | 7个(自带:操作台、床旁各自带1个;增设:四面墙拟各设1个、迷路外墙上拟设1个) | *** | 新增   |
|  | 出束音响提示                | 1套(直线加速器治疗室防护门)                          | *** | 新增   |
|  | 固定式剂量监测装置             | 1台<br>(探头:迷路入口处;显示单元:控制室或机房门周围)          | *** | 新增   |
|  | 监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识 | 1套                                       | *** | 新增   |
|  | 防夹装置                  | 1套(医用直线加速器治疗室防护门)                        | *** | 新增   |
|  | 放射防护注意事项告知栏           | 1套,走道内                                   | *** | 新增   |
|  | 制度牌                   | 1套,控制室内                                  | *** | 新增   |
| 通排风系统  | 新风系统+排风系统             | 1套                                       | *** | 新增   |
| 监测用品   | 个人剂量计                 | 6套                                       | *** | 每年投入 |
|  | X-γ辐射剂量率监测仪           | 1台                                       | *** | 已有   |
| 应急和救助的物资准备(紧急照明或独立通道照明系统、火灾报警仪、灭火装置、应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练、医疗箱等) |                       | /  | *** | 新增   |
| 辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训  |                       | /  | *** | 新增   |
| 合计   |                       |  | *** | /    |

今后在实践中,医院应根据国家发布的法规内容,结合自身实际情况对环保设施做相应补充,使之更能满足实际需要和法规要求。

表 11 环境影响分析

|   |
|---|
| <p><b>施工期环境影响</b></p> <p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目直线加速器治疗室位于第三住院楼，其屏蔽体与第三住院楼同步建设，主体建筑工程已获得了自贡市生态环境局准行政许可决定书（自环荣县准允（2021）5号，附件6），其施工期的环境影响已在获得准允文件的《荣县人民医院危急重症能力提升建设项目可行性研究报告》中进行了分析，本项目施工期主要为电路的铺设、防护门的安装、辐射安全防护措施的安装、射线装置安装。</p> <p>本项目射线装置安装过程中，会有少量的废包装材料产生；本项目射线装置安装完成后的调试阶段，会产生 X 射线，会造成一定的辐射影响。</p> <p>本项目射线装置的安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作，医院工作人员协助进行辅助监督工作。在射线装置安装及调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立当心电离辐射警告标志，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，并在机房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机房上锁并派人看守。</p> <p>本项目工作场所屏蔽设计满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)及《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)等标准要求，本项目射线装置均在机房内进行内设备正常安装和调试，经机房墙体、门、窗屏蔽防护后，机房边界周围剂量率控制水平满足相关标准要求，对环境影响较小。</p> |
| <p><b>运行阶段对环境的影响</b></p> <p><b>一、医用直线加速器辐射环境影响分析</b></p> <p>本项目医用直线加速器在运行过程中产生的电离辐射为：X射线。</p> <p>CBCT（锥体束CT）在加速器治疗前通过X射线扫描得到三维影像，对照射位置和剂量进行校准，最大管电压140kV，管电流630mA。从X射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目直线加速器机房采用现浇钢筋混凝土浇筑，且最薄弱处也有1500mm钢筋混凝土，远大于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中主射线束2.5mmPb的要求，即射线装置在正常运行时可满足“周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5<math>\mu</math>Sv/h”的要求，射线装置工作时对机房外公众和辐射工作</p>  |

人员影响较小，故主要考虑医用直线加速器治疗过程中的影响。

## (二) 辐射环境影响

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)，在本项目直线加速器治疗室外设定关注点。从保守角度出发，在医用直线加速器设计的尺寸厚度基础上，假定医用直线加速器最大功率运行并针对关注点最不利的情况进行预测计算。由于本项目直线加速器治疗室下方均为土质层，因此不对直线加速器治疗室下方厚度进行校核，但由于直线加速器治疗室东北侧上方为院区道路，因此仍按照剂量率控制水平： $2.5\mu\text{Sv/h}$ 对比东侧、北侧剂量率是否达标。根据GBZ/T201.2-2011，本项目医用直线加速器关注点示意图见图11-1和图11-2。

\*\*\*

图11-1 本项目直线加速器治疗室关注点及主要照射路径示意图（平面图）

\*\*\*

图11-2 本项目直线加速器治疗室关注点及主要照射路径示意图（剖面图）

### 1、主射线束主屏蔽区宽度计算

使用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)的相关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度。

$$Y_p = 2[(a + SAD) \cdot \tan \theta + 0.3] \dots\dots\dots \text{公式 11-1}$$

式中， $Y_p$ —机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD—源轴距，m；

$\theta$ —治疗束的最大张角（相对束中的轴线），即射线最大出射角的一半；

a—等中心点至“墙”的距离，m。当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙（或顶）的内表面；当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指与主屏蔽墙的外表面。

本项目设计的医用直线加速器，主屏蔽区包括屋顶及墙体的部分位置，医用直线加速器主射线的最大出束角度为 $31.8^\circ$ ，有用线束主屏蔽区示意图见图11-1、11-2，主屏蔽宽度计算结果见表11-1。

表 11-1 本项目直线加速器治疗室主屏蔽范围计算表

| 参数    | 取值     |        |       |
|-------|--------|--------|-------|
|       | 东南侧主屏蔽 | 西北侧主屏蔽 | 屋顶主屏蔽 |
| a (m) | 4.65   | 5.3    | 4.2   |

|                    |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|
| SAD (m)            | 1    | 1    | 1    |
| $\theta(^{\circ})$ | 15.9 | 15.9 | 15.9 |
| 计算宽度 $Y_p$ (m)     | 3.82 | 4.19 | 3.56 |
| 设计宽度 (m)           | 4.8  | 4.8  | 4.8  |
| 评价                 | 满足   | 满足   | 满足   |

## 2、剂量率计算

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）4.3.2.1主屏蔽方向主要受到主射线的影响；与主屏蔽相连的次屏蔽受到散射线和泄漏射线的影响，散射线为有用照射时，人体的散射辐射，患者散射角度取 $30^{\circ}$ 保守估算，查《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）附表B.4，患者散射辐射（患者散射角均接近 $30^{\circ}$ ，以 $30^{\circ}$ 考虑）；对于侧屏蔽主要为泄漏射线的影响。

### ①直线加速器治疗室有效屏蔽厚度：

$$X_e = X / \cos \theta \dots\dots\dots \text{公式11-2}$$

式中：

$X_e$ —有效屏蔽厚度；

$X$ —墙体屏蔽厚度。

$\theta$ —斜射角，主屏蔽墙  $0^{\circ}$ 入射；

根据有效屏蔽厚度计算屏蔽透射因子：

### ②屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系：

$$B = 10^{-\langle X_e + TVL - TVL \rangle / TVL} \dots\dots\dots \text{公式11-3}$$

式中：

$B$ —屏蔽透射因子；

$TVL_1$  (cm) 和  $TVL$  (cm) —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， $TVL_1=TVL$ ；

### ③主束和泄漏辐射剂量估算的屏蔽与剂量估算：

$$H = \frac{H_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{公式11-4}$$

式中：

$H$ —关注点处的主束/泄漏射线的空气比释动能率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —医用直线加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

R—靶点至参考点的距离， m；

f—对有用束为 1， 对泄漏辐射为主射线比率 0.1%；

B—屏蔽透射因子；

#### ④患者一次散射辐射的屏蔽与剂量估算：

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{公式11-5}$$

式中：

H—关注点处的散射线空气比释动能率，  $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —医用直线加速器有用线束中心轴上距产生治疗X射线束的靶（以下简称靶）1m处的常用最高剂量率，  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

$R_s$ —患者（位于等中心点）至关注点的距离， m；

$\alpha_{ph}$ —患者400 $\text{cm}^2$ 面积上垂直入射X射线散射至距其1m（关注点方向）处的剂量比例， 又称400 $\text{cm}^2$ 面积上的散射因子。根据散射线能量和考察点斜射角， 查GBZ/T 201.2-2011表B.2， 取30°散射角的值2.77E-03。

F—治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积，  $\text{cm}^2$ ， 本项目为40 $\text{cm}\times 40\text{cm}=1600\text{cm}^2$ 。

B—屏蔽透射因子；

#### ⑤直线加速器治疗室的迷路散射辐射计算：

本项目医用直线加速器为10MV， 有用线束不向迷路照射。根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）中4.3.2.5.1， 迷路入口的散射辐射主要考虑有用线束照射在人体上的散射辐射。

$$H = \frac{\alpha_{ph} \times (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} \times \frac{\alpha_3 \times A}{R_3^2} \times H_0 \dots\dots\dots \text{公式11-6}$$

式中：

H—关注点处的散射辐射剂量率；

$H_0$ —医用直线加速器有用线束中心轴上距靶点1m处常用最高剂量率， 4.80E+08 $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\alpha_{ph}$ —患者400 $\text{cm}^2$ 面积上垂直入射X射线散射至距其1m（关注点方向）处的剂量比例， 又称400 $\text{cm}^2$ 面积上的散射因子， 取45°散射角的值1.39E-03；

$\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ —混凝土墙入射的患者散射辐射（能量见附录B表B.6）的散射因子，

取m处的入射角为45°，散射角为0°； $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 值见附录B表B.6，通常使用其0.5MeV栏内的值，本项目取2.2E-02；

F—治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积， $\text{cm}^2$ ，本项目为 $40\text{cm} \times 40\text{cm} = 1600\text{cm}^2$ 。

A—散射面积， $\text{m}^2$ ；

R1—第一次散射路径；

R2—第二次散射路径；

防护门所需铅屏蔽透射因子B计算公式如下：

$$B = \frac{H_d - H_{od}}{H} \dots\dots\dots \text{公式11-7}$$

$H_{od}$ — $O_2$ 、 $O_1$ 位置穿过迷道内墙的泄漏辐射在迷道口的剂量率；

$H_d$ —迷道入口控制剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

在给定防护门的铅屏蔽厚度 X 时，防护门外的辐射剂量率：

$$\dot{H} = \dot{H}_g \cdot 10^{-(X/\text{TVL})} + \dot{H}_{og}$$

式中： $\dot{H}_{og}$ —入口处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$

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

X—屏蔽厚度，cm，防护门为 1.0cm 铅板。

TVL—什值层，cm，取 0.5cm。

表 11-2 主射线束和泄漏辐射对关注点的剂量估算表

| 参数                                     | 主屏蔽                     | 迷路内墙+迷路外墙                    | 迷路内墙+迷路外墙                    | 迷路内墙                 | 主屏蔽                      | 侧屏蔽                 | 主屏蔽                 |
|--|-------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
|  | A (东南侧: -2F 土质层、-1F 走道) | B (西南侧: -2F: 辅助机房、-1F: 排风机房) | C (西南侧: -2F 控制室、-1F 新风/送风机房) | g2 (迷路入口处)           | D (西北侧: -2F 土质层; -1F 楼梯) | E (东北侧: 土质层)        | F (顶部: 土质层)         |
| 射线路径                                   | $O_1 \rightarrow A$     | $O_1 \rightarrow B$          | $O_3 \rightarrow C$          | $O_1 \rightarrow g2$ | $O_2 \rightarrow D$      | $O_3 \rightarrow E$ | $O_3 \rightarrow F$ |
| X (cm)                                 | 235                     | 300                          | 300                          | 150                  | 300                      | 170                 | 250                 |
| Xe (cm)                                | 235                     | 301                          | 300                          | 165                  | 300                      | 170                 | 250                 |
| TVL <sub>1</sub> (cm)                  | 37                      | 34                           | 34                           | 34                   | 37                       | 34                  | 37                  |
| TVL (cm)                               | 33                      | 29                           | 29                           | 29                   | 33                       | 29                  | 33                  |
| B                                      | 2.01E-07                | 6.21E-11                     | 6.72E-11                     | 3.04E-06             | 1.07E-09                 | 2.04E-06            | 1.07E-09            |
| R (m)                                  | 7.7                     | 10.1                         | 9.9                          | 7.7                  | 8.3                      | 5.8                 | 7                   |
| H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> /h) | 4.80E+08                | 4.80E+08                     | 4.80E+08                     | 4.80E+08             | 4.80E+08                 | 4.80E+08            | 4.80E+08            |
| f                                      | 1                       | 0.001                        | 0.001                        | 0.001                | 1                        | 0.001               | 1                   |
| H (μSv/h)                              | 8.10E-01                | 2.92E-07                     | 3.29E-07                     | 2.46E-02             | 7.47E-03                 | 2.92E-02            | 3.44E-01            |
| H <sub>c</sub> (μSv/h) 剂量率参考控制水平       | 2.5                     | 2.5                          | 2.5                          | 0.625                | 2.5                      | 2.5                 | 2.5                 |
| 评价结果                                   | 满足                      | 满足                           | 满足                           | 满足                   | 满足                       | 满足                  | 满足                  |

\*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) 4.3.2.5.1 条 b) 款, 迷路入口 C<sub>2</sub> 点对应的迷道内墙厚度应当满足“泄漏辐射在迷路入口 C<sub>2</sub> 点处的 H<sub>c</sub> 应小于限值 2.5 μSv/h 的 1/4”的条件。

表 11-3 泄漏辐射和患者一次散射对关注点的剂量估算表

| 关注点参数 | 次屏蔽                     | 次屏蔽                 | 次屏蔽                 |
|-------|-------------------------|---------------------|---------------------|
|       | a (东南侧: -2F 土质层、-1F 走道) | d (西北侧; 土质层/楼梯)     | f (土质层)             |
| 设计厚度  | X (cm)                  | 170                 | 170                 |
| 泄漏辐射  | 照射路径                    | $O_1 \rightarrow a$ | $O_2 \rightarrow d$ |

|                       |  |                     |                     |                     |
|-----------------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|
|                       | Xe (cm)                                | 192                 | 192                 | 195                 |
|                       | TVL1 (cm)                              | 34                  | 34                  | 34                  |
|                       | TVL (cm)                               | 29                  | 29                  | 29                  |
|                       | B <sub>L</sub>                         | 3.56E-07            | 3.56E-07            | 2.81E-07            |
|                       | R (m)                                  | 9.3                 | 9.3                 | 8.0                 |
|                       | H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> /h) | 4.80E+08            | 4.80E+08            | 4.80E+08            |
|                       | f                                      | 0.001               | 0.001               | 0.001               |
|                       | H (μSv/h)                              | 1.98E-03            | 1.98E-03            | 2.11E-03            |
| 散射辐射                  | 照射路径                                   | O <sub>1</sub> →O→a | O <sub>2</sub> →O→d | O <sub>3</sub> →O→f |
|                       | Xe (cm)                                | 198                 | 198                 | 204                 |
|                       | TVL (cm)                               | 26                  | 26                  | 26                  |
|                       | R <sub>S</sub> (m)                     | 8.5                 | 8.5                 | 7.2                 |
|                       | H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> /h) | 4.80E+08            | 4.80E+08            | 4.80E+08            |
|                       | α <sub>ph</sub>                        | 2.77E-03            | 2.77E-03            | 2.77E-03            |
|                       | B <sub>S</sub>                         | 4.12E-08            | 4.12E-08            | 3.16E-08            |
|                       | H (μSv/h)                              | 3.04E-03            | 3.04E-03            | 3.24E-03            |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h) |  | 5.01E-03            | 5.01E-03            | 5.35E-03            |
| 剂量率参考控制水平(μSv/h)      |  | 2.5                 | 2.5                 | 2.5                 |
| 评价结果                  |  | 满足                  | 满足                  | 满足                  |

表 11-4 机房防护门剂量率计算

| 散射辐射 (O <sub>1</sub> →O→g <sub>1</sub> →g <sub>2</sub> →G) |          | 泄漏辐射 (O <sub>1</sub> →G) |          |
|--|----------|--------------------------|----------|
| H <sub>0</sub> (μSv/h)                                     |          | 4.80E+08                 |          |
| α <sub>ph</sub>  | 1.35E-03 | 主射线透射因子 B                | 5.30E-06 |
| α <sub>2</sub>   | 2.20E-02 |                          |          |
| α <sub>3</sub>   | 2.20E-02 |                          |          |
| R <sub>1</sub> (m)   | 8.0      | R (m)                    | 10.4     |
| R <sub>2</sub> (m)   | 8.1      |                          |          |
| R <sub>3</sub> (m)   | 2.1      |                          |          |

|                                  |           |                         |          |
|----------------------------------|-----------|-------------------------|----------|
| A <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> ) | 2.0       | f                       | 0.001    |
| A <sub>2</sub> (m <sup>2</sup> ) | 7.9       |                         |          |
| H (μSv/h)                        | 0.268     | H <sub>0d</sub> (μSv/h) | 2.35E-02 |
| 设计厚度                             | 10mm 铅防护门 |                         |          |
| H(μSv/h)                         | 0.026     |                         |          |
| 剂量率控制水平 (μSv/h)                  | 2.5       |                         |          |
| 是否满足要求                           | 满足        |                         |          |

由于本项目F、f点上方为院区道路，该处距离屏蔽体为2m，经距离衰减后，院区道路剂量率为8.60E-02μSv/h。根据表11-2、11-3、11-4可知，本项目直线加速器治疗室周围剂量当量率均满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZT201.2-2011）中剂量率参考控制水平的要求。

## 二、人员所受年有效剂量估算

### 1、医用直线加速器

预测计算汇总及评价

$$E = H \times U \times T \times t \times 10^{-3} \times W_T \quad \text{公式11-8}$$

式中：

E—年有效剂量，mSv/a；

H—辐射剂量率估算值， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U—使用因子；

T—工作负荷，h/a；

t—居留因子，本项目居留因子参考《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）附录A取值；

$W_T$ —组织权重因子，全身取1。

由此估算直线加速器治疗室周围各关注点的年附加有效剂量见表11-5。

表 11-5 直线加速器治疗室各关注点辐射影响理论估算结果汇总表

| 位置               | 居留因子 | 使用因子 | 剂量率值 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 年照射时间 (h) | 年剂量估算值 (mSv/a) | 类型     |
|------------------|------|------|---------------------------|-----------|----------------|--------|
| A(-1F: 走道)       | 1/5  | 1/4  | 8.10E-01                  | 300       | 1.22E-02       | 公众     |
| B (-2F: 辅助机房)    | 1/16 | 1    | 2.92E-07                  | 300       | 5.48E-09       | 辐射工作人员 |
| B (-1F: 排风机房)    | 1/16 | 1    | 2.92E-07                  | 300       | 5.48E-09       | 公众     |
| C (-2F: 控制室)     | 医师   | 1    | 3.29E-07                  | 25        | 8.23E-09       | 辐射工作人员 |
|                  | 物理师  | 1    | 3.29E-07                  | 75        | 2.47E-08       |        |
|                  | 技师   | 1    | 3.29E-07                  | 250       | 8.23E-08       |        |
| C (-1F: 新风/送风机房) | 1/16 | 1    | 3.29E-07                  | 300       | 6.17E-09       | 公众     |
| D (-1F楼梯)        | 1/5  | 1/4  | 7.47E-03                  | 300       | 1.12E-04       |        |
| 上方 院区道路          | 1/5  | 1/4  | 8.60E-02                  | 300       | 1.29E-03       |        |

### 四、其他保护目标年有效剂量估算

根据本项目确定的评价范围，本项目环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属及院内外其他公众。

以直线加速器治疗室屏蔽体与关注点最近位置作为剂量率参考点，经过距离衰减后可以计算出其他保护目标年有效剂量，见表 11-6。

表 11-6 本项目医用直线加速器范围内其他保护目标年有效剂量

| 序号 | 保护目标名称      | 保护对象 | 距离(m) | 居留因子 | 受照时间(h) | 参考点周围剂量当量率( $\mu\text{Gy/h}$ ) | 年有效剂量( $\text{mSv/a}$ ) |
|----|-------------|------|-------|------|---------|--------------------------------|-------------------------|
| 1  | 西北侧 第一住院楼   | 公众   | 11    | 1    | 300     | 7.47E-03                       | 1.85E-05                |
| 2  | 东北侧 医疗废物暂存间 | 公众   | 46.2  | 1    |         | 2.92E-02                       | 4.10E-06                |
| 3  | 东南侧 荣泰锦苑    | 公众   | 19    | 1    |         | 8.10E-01                       | 6.73E-04                |

由于第一住院楼、医疗废物暂存间、荣泰锦苑均存在一定的常驻人群，因此居留因子保守取 1。

由表11-5、表11-6的结果可知，本项目直线加速器治疗室周围辐射工作人员的年附加有效剂量最大为  $5.02\text{E-}09\text{mSv}$ ，周围公众的年附加有效剂量最大为  $1.22\text{E-}02\text{mSv}$ 。因此本项目辐射工作人员年有效剂量低于  $5.0\text{mSv}$ ，周围公众年有效剂量低于  $0.1\text{mSv}$ 。能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对公众人员受照剂量限值的要求，并满足本项目管理目标值的要求。

## 五、大气环境影响分析

本项目直线加速器治疗室拟设置 1 套通排风系统进行通排风，建设单位拟设置 1 个新风口和 1 个排风口，新风口位于西侧吊顶上方，排风口位于东侧距地 30cm 处，排风系统量为  $1600\text{m}^3/\text{h}$ ，直线加速器治疗室体积为  $290.4\text{m}^3/\text{h}$ ，因此本项目排风系统换气次数为 5 次/h。符合《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。直线加速器机房产生的废气经排风系统引至控制室，在控制室上方开洞后引至-1F 排风机房，随后引至-1F 风井，最后通过风井引至直线加速器治疗室上方院区道路排放，最终排口距地 1.5m，医院拟在其四周设置 1.0m 围栏，人员禁止入内。

## 七、水环境影响分析

废水处理：本项目生活废水经管道进入医院的污水处理站（建设中，日处理量为  $320\text{m}^3/\text{d}$ ，处理工艺为“废水+调节池+厌氧池+好氧池+沉淀池+定量池+消毒池+污泥浓缩池”）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中的预处理排放标准后，经市政污水管网排入荣县污水处理厂，本项目不新增床

位,产生少量的污水该污水处理站处理能力能够满足生活污水产生量和排放量的排放需求。

## 八、固体废物环境影响分析

**固体废物:**本项目医用直线加速器治疗过程中不会产生医疗废物、放射性固体废物,本项目辐射工作人员工作和生活过程中将产生少量生活垃圾,该生活垃圾统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一清运处理,并做好清运工作中的装载工作,防止垃圾在运输途中散落。

**废靶件:**医用直线加速器的金属靶更换时会有废靶件产生,废靶件应由有资质单位进行回收处理。

## 八、声环境影响分析

项目运营期噪声主要来源于通排风系统的风机,工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机、低噪声新风系统、低噪声空调系统,其噪声值低于65dB(A),通风机组通过橡胶垫进行减震降噪,可降噪约10~15dB(A),再加上医院场址内的距离衰减,噪声对周围环境影响较小。

## 事故影响分析

### 一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素,以及项目在建设、运营期间可能发生的事故(一般不包括自然灾害与人为破坏),引起有毒、有害(本项目为电离辐射)物质泄漏,所造成的环境影响程度和人身安全损害程度,并提出合理可行的防范、应急与减缓措施,以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

### 二、风险识别

本项目射线装置在操作过程中,如果不被安全管理或可靠保护,可能对人员造成放射性损伤和环境污染。

主要事故风险:

(1) 辐射工作人员还未全部撤出机房,外面人员启动射线装置,造成辐射工作人员被误照,引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置发生故障,医用直线加速器工作时无关人员打开屏蔽门并误入,造成人员被误照射,引发辐射事故。

本项目主要的环境风险因子为射线装置工作时产生的 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》对于事故的分级原则，现将事故等级列于表 11-7 中。

表 11-7 辐射事故等级一览表

| 潜在危害  | 事故等级     |
|---|----------|
| 射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射                                    | 一般辐射事故   |
| 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                       | 较大辐射事故   |
| 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。 | 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                                 | 特别重大辐射事故 |

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见下表。

表 11-8 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

| 急性放射性病   | 分度  | 受照剂量范围        |
|----------|-----|---------------|
| 骨髓型急性放射病 | 轻度  | 1.0Gy~2.0Gy   |
|          | 中度  | 2.0Gy~4.0Gy   |
|          | 重度  | 4.0Gy~6.0Gy   |
|          | 极重度 | 6.0Gy~10.0Gy  |
| 肠型急性放射病  | 轻度  | 10.0Gy~20.0Gy |
|          | 中度  | /             |
|          | 重度  | 20.0Gy~50.0Gy |
|          | 极重度 | /             |
| 脑型急性放射病  | 轻度  | 50Gy~100Gy    |
|          | 中度  |               |
|          | 重度  |               |
|          | 极重度 |               |
|          | 死亡  | 100Gy         |

### 三、辐射事故分析

#### 医用直线加速器

##### 事故假设：

假设误留、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；鉴于机房迷道内设急停开关，只要按下此按钮就可以停机，最大误照射时间为 2min（一次完整的治疗照射时间）。

##### 剂量估算：

距焦点 1m 处 X 射线的最大吸收剂量率为 8Gy/min（主射线）， $H_0=4.80E+08\mu\text{Sv/h}$ ，散射线 1m 处剂量率  $H_s$  为  $5.32E+06\mu\text{Sv/h}$ ，泄漏射线 1m 处

剂量率  $H_L$  为  $4.80E+05\mu\text{Sv/h}$ ，散射线+泄漏射线的叠加后其 1m 处剂量率为  $5.80E+06\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-9 事故假设情况下室内误留、误入公众受到的累计剂量

| 距离   | 各时段的射线所致辐射剂量 (Gy) |          |          |          |
|------|-------------------|----------|----------|----------|
|      | 5s                | 20s      | 60s      | 120s     |
| 0.3m | 8.95E-02          | 3.58E-01 | 1.07E+00 | 2.15E+00 |
| 0.6m | 2.24E-02          | 8.95E-02 | 2.68E-01 | 5.37E-01 |
| 1m   | 8.05E-03          | 3.22E-02 | 9.66E-02 | 1.93E-01 |
| 2m   | 2.01E-03          | 8.05E-03 | 2.42E-02 | 4.83E-02 |
| 3m   | 8.95E-04          | 3.58E-03 | 1.07E-02 | 2.15E-02 |

根据上表可知，本项目辐射工作人员或公众位于机房内，完成一次治疗，最大可能受到 2.15Gy 的剂量，其剂量已超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众 1mSv/a 的剂量限值、职业人员年受照剂量 20mSv/a 的剂量限值，属于表 11-7 中的中度骨髓型急性放射病受照剂量范围，不会造成人员死亡，因此针对辐射工作人员和公众可能造成较大辐射事故。

#### 事故后果：

本项目最大可信事故为较大辐射事故。针对一般辐射事故建设单位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。发生较大辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，将受照人员及时送医，并在 2 小时内向所在地生态环境部门（自贡市生态环境局值班电话 0813-5509135）和所在地公安局（自贡市公安局：0813-4702007）报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门（自贡市卫生健康委员会 028-5508008）报告。

#### 四、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方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者检查，制定完善的辐射安全规章制度并有专人监督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、凡涉及对射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，射线装置运行时至少有 2 名操作人员同时在场，对辐射工作人员定期培训，使之熟练操作，操作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操

作人员可看到的显眼位置。

3、射线装置治疗室每次开机前检查机房监控系统、门机联锁装置、门灯联锁装置和其他安全联锁装置，确保一切正常并安全的情况下，射线装置才能进行照射。

4、射线装置治疗室运行之前确保所有人员全部撤离机房后才能启动，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射。

5、定期对各射线装置机房治疗室的安全装置有效性进行检查 11、建设单位所有辐射工作人员均需参加辐射安全与防护考核，并需取得合格证书，所有辐射工作人员均需持证上岗。

6、设备安装调试时必须由厂家专业人员负责完成，安装调试时关闭防护门，并在机房门外设立辐射警示标志。

7、辐射防护管理人员要经常对辐照工作场所进行巡视，及时纠正不利于辐射安全防护的行为。

#### 五、应急措施

假若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效的采取以下应急措施：

1、一旦发生人员误照射等辐射事故时，操作人员应立即利用最近的紧急停机开关切断设备电源。同时，事故第一发现者应及时向医院的辐射安全事故应急处理小组及上级领导报告。辐射安全事故应急处理小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

2、对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地生态环境主管部门、卫生健康等主管部门。

3、迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

4、事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当

地卫生健康行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。医院已成立了辐射安全管理领导小组，辐射安全领导小组有领导分管、机构健全。成员组成见表12-1。

表 12-1 辐射安全领导小组成员组成表

| 职务  | 人员  |
|-----|---|
| 组长  | 副院长   |
| 副组长 | 设备科副主任  |
| 成员  | 采供部主任；预防保健科主任；运营管理部主任；医务科主任；护理部主任；医院感染管理科主任；后勤保障部副主任；放射科主任；保卫科副主任；骨科主任；大外科主任；大内科主任；麻醉科主任；手术室护士长；口腔科主任；心血管内科主任；心血管内科护士长；肝胆外科、普通外科主任；神经外科、胸外科副主任；呼吸与危重症医学科、肿瘤科主任；神经内科、内分泌科、临床营养科副主任；大外科护士长；大内科护士长 |

荣县人民医院已成立以副院长为组长的辐射安全领导小组，日常工作由设备科负责。

**工作职责：**

1.负责全院辐射诊疗工作的监督管理，确保放射防护、安全与放射诊疗质量防护按有关规定和规范执行。

2.负责辐射安全与防护工作具体组织、协调、督查与指导。

3.组织制定并落实放射诊疗和辐射防护管理制度。

4.定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测和检查。

5.组织本院放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查。

6.组织实施本院放射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，并分别建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案。

7.定期对辐射安全与防护工作进行督查，指导做好个人以及患者的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

8.发生放射事件应及时报告卫生行政部门，并立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延。

**辐射工作岗位配置和能力分析**

本项目拟设置 6 名辐射工作人员,均为新增辐射工作人员。本项目投运以后,医院可根据工作量等实际情况适当增减人员编制。

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,应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台(网址:<http://fushe.mee.gov.cn>)进行相关知识学习,通过生态环境部培训平台报名并参加考核,取得辐射安全培训合格证书后方可从事辐射活动。建设单位承诺在办理本项目投运前,将尽快组织新增辐射工作人员参加辐射安全与防护的学习和考核,取得合格证书后上岗。医院应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

## 辐射安全档案资料管理和规章管理制度

### 一、档案分类管理

荣县人民医院应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容:

- (1) 生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。
- (2) 设备使用期间射线装置异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》要求,档案资料应按以下几大类分类:“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”“辐射应急资料”和“废物处置记录”等。

### 二、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位涉及使用Ⅱ类 X 射线装置,根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函[2016]1400号),建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-2。

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 | 辐射管理要求                                 | 落实情况   | 应增加的措施   |
|----|--|--|--|
| 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 | 已落实,许可证在有效期内   | 待本项目环评工作完成,项目建设完成后向发证机关提交重新申领辐射安全许可证的申请材料              |
| 2  | 辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗       | 已落实,医院已针对从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员集中学习相关课件与视频课程,已从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考 | 原有辐射工作人员已落实。对于本项目辐射工作人员,医院应安排其参加辐射安全与防护相关学习和考核,确保持证上岗。 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  | 题编写试卷,所有辐射工作人员进行闭卷考核,已对考核结果进行存档。针对从事II类射线装置的辐射工作人员(操作医用直线加速器)已获得辐射安全与防护考核证明。 |  |
| 3  | 辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员                            | 已落实,并设置人员专职管理各院区核技术利用项目  | /  |
| 4  | 需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测,监测记录应存档备查      | 已落实  | 需增购个人剂量计   |
| 5  | 辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险,制定相应辐射事故应急预案,特别应做好医用直线加速器的实体保卫及防护措施 | 原有核技术利用项目已落实   | 需将本项目装置纳入管辖范围  |
| 6  | 辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案                      | 已建立  | 需将本项目装置纳入管辖范围  |
| 7  | 辐射工作单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查,建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案         | 原有辐射工作人员已落实  | 新增辐射工作人员应在上岗前一并落实  |
| 8  | 辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警告标志                            | 原有辐射工作场所均已落实   | 新增辐射工作场所投运前应落实   |
| 9  | 辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告                                   | 每年均委托有资质单位完成场所环境检测   | 需增加核技术利用项目(新建、改建、扩建和退役)情况和存在的安全隐患及其整改情况,按照规范格式编制评估报告,并每年按时提交至发证机关  |
| 10 | 辐射信息网络   | 原有项目已落实  | 核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <a href="http://nr.mep.gov.cn">http://nr.mep.gov.cn</a> )中实施申报登记。申领、延续、变更许可证,新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报 |
| 11 | 应建立动态的台账,放射  | 原有项目已落实  | 需将本项目装置纳入台账管   |

|  |                         |  |     |
|--|-------------------------|--|-----|
|  | 性同位素与射线装置应做到账物相符,并及时更新。 |  | 理范围 |
|--|-------------------------|--|-----|

### 三、辐射安全管理规章制度落实情况

根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函(2016)1400号)的相关要求中的相关规定,将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明,具体见表12-3。

表12-3 建设单位管理制度汇总对照表

| 序号 | 制度                | 具体制度要求   | 医院制定情况 | 备注   |
|----|-------------------|--|--------|--|
| 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。   | 已制定    | 满足要求                                       |
| 2  | 辐射工作场所安全管理规定      | 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。   | 已制定    | 满足要求                                       |
| 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。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。                 | 需完善    | 应为本项目医用直线加速器制定相应的操作规程                      |
| 4  | 辐射安全和防护设施维护维修制度   | 明确射线装置维修计划、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,确保射线装置保持良好的工作状态。                          | 已制定    | 满足要求                                       |
| 5  | 辐射工作人员岗位职责        | /  | 已制定    | 满足要求                                       |
| 6  | 射线装置台账管理制度        | 应记载射线装置台账,记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项,同时对射线装置的说明书建档保存,确定台帐的管理人员和职责,建立台帐的交接制度。 | 需完善    | 应为本项目医用直线加速器制定台账管理制度                       |
| 7  | 辐射工作场所和环境辐射水平监测方案 | /  | 已制定    | 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。 |
| 8  | 监测仪器使用与校验管理制度     | /  | 已制定    | 满足要求                                       |
| 9  | 辐射工作人员培训制度        | 明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组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。                   | 已制定    | 需完善:本项目拟配备的辐射工作人员须在上岗前参加辐射安全防护             |

|    |                 |  |               |  |
|----|-----------------|--|---------------|--|
|    |                 |  |               | 考核，考核合格方能上岗  |
| 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。医院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，在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。 | 已制定           | 应将本项目新增辐射工作人员纳入其中进行管理                                      |
| 11 | 辐射事故应急预案        | 针对医用射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施。  | 已制定           | 应根据本项目新增的医用直线加速器特点进一步制定辐射事故应急预案                            |
| 12 | 质量保证大纲和质量控制检测计划 | /  | /             | 医院应根据医用直线加速器的特性，制定《质量保证大纲和质量控制计划》，且应设有医用物理人员负责质量保证与质量控制工作。 |
| 13 | 其他              | /  | 《放射防护注意事项告知栏》 | /  |

医院需在辐射安全与防护管理领导小组的组织下及时制定和完善上述规章制度，明确各科室人员责任，并严格落实。医院需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

医院应按照《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）的要求，将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

### 辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用放射性同位素和射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行

监测,并建立相应档案”。为了保证本项目运行过程的安全,为控制和评价辐射危害,设置了相应的辐射剂量监测手段,使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)中的相关规定,本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下:

### 1、个人剂量监测

项目建成投运后,建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计,并根据原四川省环境保护厅“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)做好个人剂量管理的工作。同时根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)个人剂量常规监测周期一般为1个月,最长不应超过3个月,同时建设单位应建立个人剂量档案。辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料,医院应当将个人剂量档案保存终身。

建设单位辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计,对于比较均匀的辐射场,当辐射主要来自前方时,剂量计应佩戴在人体躯干前中部位置,一般在左胸前或锁骨对应的领口位置;当辐射主要来自人体背面时,剂量计应佩戴在背部中间。

当单个季度个人剂量超过1.25mSv时,建设单位要对该辐射工作人员进行干预,要进一步调查明确原因,并由当事人在情况调查报告上签字确认;当全年个人剂量超过5mSv时,建设单位需进行原因调查,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,检测报告及有关调查报告应存档备查;当单年个人剂量超过50mSv时,需调查超标原因,确认是辐射事故时启动应急预案。

### 2、辐射工作场所监测

(1) 监测内容: X- $\gamma$  辐射剂量率

(2) 监测布点及数据管理: 监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致,监测数据应记录完善,并将数据实时汇总,建立好监测数据台账以便核查

(3) 监测频度: 对于X- $\gamma$ 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投运前开展验收监测,并在投运后每年

定期开展年度监测，监测报告附到年度评估报告中，于次年1月31日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统(网址：<http://r.mee.gov.cn>)。

(4) 监测范围：直线加速器治疗室屏蔽墙、防护门以及楼上区域和穿线孔洞外的X辐射剂量率。

(5) 质量保证：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建设单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表12-4 定期监测点位

| 工作场所     | 监测项目              | 监测范围              | 监测频次       |               | 备注       |
|----------|-------------------|-------------------|------------|---------------|----------|
|          |                   |                   | 委托检测       | 自行检测          |          |
| 直线加速器治疗室 | X- $\gamma$ 辐射剂量率 | 机房四周、楼上，防护门外、穿墙孔洞 | 委托监测每年至少1次 | 建议自行监测周期为1次/月 | 开关机各监测一次 |

### 3、年度监测报告情况

建设单位应于每年1月31日前将上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://r.mee.gov.cn>），近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。建设单位应按照《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）规定的格式编写《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址<http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增、注销以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

### 辐射事故应急

为了加强对射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全使用，保障人体健康，保护环境，建设单位需根据最新要求完善现有的《辐射事故应急预案》，其内容应包括：

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

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效采取以下应急措施：

- ①发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将人员撤出机房，关闭机

房门，同时向主管领导报告。

②医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

③事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

④最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患

其他要求：

①辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

②在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际 及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要



表 13 结论与建议

|   |
|---|
| <p><b>结论</b></p> <p><b>一、项目概况</b></p> <p>项目名称：荣县人民医院新增医用直线加速器项目</p> <p>建设单位：荣县人民医院</p> <p>建设性质：新建</p> <p>建设地点：四川省自贡市荣县青阳街道荣州大道二段 284 号第三住院楼负二楼直线加速器治疗室</p> <p><b>直线加速器治疗室屏蔽方案及其辅助用房</b></p> <p>直线加速器治疗室有效使用面积为 54m<sup>2</sup>（长 7m，宽 8.0m），机房四面墙体、楼顶均拟采用钢筋混凝土结构（密度：2.35g/m<sup>3</sup>），主射线方向朝向：东南、西北、顶、地面墙体。机房东南侧主屏蔽墙体为 2350mm 钢筋混凝土，与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙体为 1700mm 钢筋混凝土，主屏蔽宽度为 4.8m；西南侧迷路内墙、外墙均为 1500mm 钢筋混凝土；西北侧主屏蔽墙体为 3000mm 钢筋混凝土，与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙体为 1700mm 钢筋混凝土，主屏蔽宽度为 4.8m；东北侧侧屏蔽墙体为 1950mm 钢筋混凝土；顶部主屏蔽墙体为 3000mm 钢筋混凝土，与主屏蔽墙体相连的次屏蔽墙体为 1700mm 钢筋混凝土，主屏蔽宽度为 3.6m。防护门为 10mm 铅当量铅钢防护门。</p> <p>本项目直线加速器治疗室配套用房有控制室（14.48m<sup>2</sup>）、辅助机房（14.35m<sup>2</sup>）。</p> <p><b>射线装置</b></p> <p>建设单位拟在直线加速器治疗室内安装使用 1 台医用直线加速器，产自：瓦里安，型号：Halcyon，属于 II 类射线装置，该台医用直线加速器具备 CBCT 图像引导系统，用于开展全身的肿瘤治疗。本项目医用直线加速器开展治疗时，X 射线能量最大为 6MV，X 射线 1m 处剂量率最大为 8Gy/min，无电子线能量；本项目拟购医用直线加速器配置 CBCT 图像引导功能，实现了影像学指导的放疗，同时具备适形调强放射治疗（IMRT）、容积旋转调强放射治疗（VMAT）功能、无均整器（FFF）模式。CBCT 最大管电压 140kV，管电流 630mA，本项目医用直线加速器年出束时长为 300h。</p> |
|---|

## 二、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年第7号令）相关规定，本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础建设内容，属于该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

## 三、本项目选址及平面布局合理性分析

### （一）布局

本项目医用直线加速器治疗区由直线加速器治疗室、控制室、辅助机房组成。

本项目直线加速器治疗室（含迷路）划为控制区，控制室、辅助机房划为监督区。

本项目的辐射工作场所位于第三住院楼负2楼，控制室位于机房的西南侧，为隔室操作，减少了职业照射；机房位于建筑底部一端，且负2楼区域内仅涉及直线加速器治疗室及机房的配套设施建设，最大程度的减少了对周围环境的影响。

表 13-1 平面布局对照分析一览表

| 标准要求  | 设计落实情况   | 备注 |
|---|--|----|
| 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。                  | 本项目直线加速器治疗室位于第三住院楼的一端，同时毗邻控制室、辅助机房等配套功能房间根据机房主体结构一同设计和建筑，邻近房间无易燃、易爆及易腐蚀等危化暂存间。 | 满足 |
| 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。 | 本项目辐射工作场所将实行两区管理，直线加速器治疗室（含迷路）划分为控制区，邻近的控制室、辅助机房等划为监督区，两区划分具体见表10-2。           | 满足 |
| 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。                           | 本项目放射治疗工作场所主射方向和非主射方向均设置有满足屏蔽要求的混凝土屏蔽层，且根据辐射环境影响分析其屏蔽层厚度满足辐射防护要求。              | 满足 |
| 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。                       | 控制室已与治疗机房进行了分开独立设置，且配套的设备间设置于治疗机房外。  | 满足 |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 应合理设置有用线束的朝向,直接与<br>治疗机房相连的治疗设备的控制室<br>和其他居留因子较大的用室,尽可能<br>避开被有用线束直接照射。  | 医用直线加速器有用线束向东南、西北、向<br>上、向下,控制室位于西南侧,已避开被有<br>用线束直接照射。  | 满足 |
| X射线管治疗设备的治疗机房、术中<br>放射治疗手术室可不设迷路;γ刀治<br>疗设备的治疗机房,根据场所空间和<br>环境条件,确定是否选用迷路;其他<br>治疗机房均应设置迷路。  | 本项目医用直线加速器设置有满足屏蔽要<br>求的迷路。   | 满足 |
| 放射治疗场所的选址应充分考虑其<br>对周边环境的辐射影响,不得设置在<br>民居、写字楼和商住两用的建筑物<br>内。   | 本项目在选址时充分考虑了项目对周围环<br>境的影响,未设置在民居、写字楼和商住两<br>用的建筑物内。  | 满足 |
| 放射治疗场所宜单独选址、集中建<br>设,或设置在多层建筑物的底层的一<br>端,尽量避开儿科病房、产房等特殊<br>人群及人员密集区域,或人员流动性<br>大的商业活动区域。   | 本项目放射治疗场所单独设置在第三住院<br>楼负2层东北侧的一端,该区域楼下无地下<br>建筑,且该仅涉及直线加速器治疗室及直线<br>加速器治疗室配套设施,非辐射工作人员和<br>患者不可入内,因此该区域不在人员密集区<br>域及儿科病房、产房等场所。 | 满足 |
| 术中放射治疗手术室应采取适当的<br>辐射防护措施,并尽量设在医院手术<br>区的最内侧,与相关工作用房(如控<br>制室或专用手术中放射治疗设备调<br>试、维修的房间)形成一个相对独立<br>区域;术中控制台应与治疗设备分<br>离,实行隔室操作,控制台可设在控<br>制室或走廊内。 | 本项目不属于术中放射治疗项目。   | 满足 |

综上所述,本项目直线加速器治疗室平面布置满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)要求,其平面布置是合理的。

## (二) 选址

荣县人民医院已获得的荣县国土资源局颁发的国有土地使用权证(荣国用(2008)第890298号)(附件5),院区用地属于“医疗卫生用地”,因此本项目建设符合院区总体规划要求。本项目所在的第三住院楼已获得了自贡市生态环境局准行政许可决定书(自环荣县准允(2021)5号,附件6)。

本项目所在的第三住院楼负2楼仅涉及直线加速器治疗室及配套的辅助用房,因此该区域内除参与放疗的病人及其家属外,项目设置于此最大程度的减少了公众误入的可能,第三住院楼负1楼主要为本项目的空调等辅助机房及医院的功能辅助用房及停车场,机房上方为院区道路,该区域远离医院入口,且鲜少有人至此,避开了人员流动较大的区域。

荣县人民医院所在区域为城市建成区，周围基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求，并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求。因此，本项目从辐射防护安全和环境保护角度分析，本项目选址是合理的。

#### **四、工程所在地区环境质量现状**

根据现场监测报告，本项目所在区域 X/γ 辐射剂量率为 73~78nGy/h，处于《2023 年四川省生态环境状况公报》中自贡辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率监测结果（70~100nGy/h）涨落范围内，属于当地正常天然本底辐射水平。

#### **五、环境影响评价分析结论**

根据理论计算，本项目辐射工作人员、周围公众及敏感点成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）年剂量限值（辐射工作人员、周围公众年附加有效剂量约束值分别为 5mSv/a、0.1mSv/a）的要求。

#### **六、事故风险与防范**

医院制订的安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。医院制定的应急预案需按环评提出的要求进行完善。

#### **七、环保设施与保护目标**

医院现有和设计的环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的保护目标所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

#### **八、医院辐射安全管理的综合能力**

医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对本次医用直线加速器医用辐射设备和场所而言，医院在——落实设计的环保设施和相关法律法规要求后，医院具备

辐射安全管理的综合能力。

## 九、项目环保可行性结论

建设单位在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在四川省自贡市荣县青阳街道荣州大道二段 284 号第三住院楼负 2 楼内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

### 建议

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。
- 4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3 个月内完成本项目自主验收。
- 5、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前在核安全申报系统中进行报送，报送内容包括：
  - ①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
  - ②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
  - ③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；
  - ④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；
  - ⑤辐射事故及应急响应情况；
  - ⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
  - ⑦存在的安全隐患及其整改情况；
  - ⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。
- 6、按照《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拆解和去功能化处理。
- 7、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

## 承诺

(1) 建设单位在变更辐射安全许可证前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

(2) 尽快安排未取得成绩报告单的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核。

(3) 项目应按照国家相关法律法规尽快进行验收。

(4) 接受生态环境主管部门的监督检查。

## 项目竣工验收检查内容

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院 682 号令），工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目投入运行后，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。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-2。

表 13-2 环境保护设施验收一览表

| 项目             | 设施(措施)   |
|----------------|--|
| <b>医用直线加速器</b> |  |
| 辐射屏蔽措施         | 直线加速器治疗室屏蔽墙体<br>防护门 1 扇  |
| 通排风系统          | 新风系统+排风系统 1 套  |
| 安全措施           | 门-机联锁装置 1 套(直线加速器治疗室防护门)                                       |
|                | 视频监控系统 1 套   |
|                | 钥匙开关 1 套(控制台)  |
|                | 语音播报及对讲装置 1 套(直线加速器治疗室内及控制室内)                                  |
|                | 工作状态指示灯(门-灯联锁) 1 套(直线加速器治疗室防护门)                                |
|                | 紧急开门装置 1 个(直线加速器治疗室防护门内)                                       |
|                | 急停按钮(附有中文标识) 7 个(自带:操作台、床旁各自带 1 个;增设:四面墙拟各设 1 个、迷路外墙上拟设 1 个)   |
|                | 出束音响提示 1 套(直线加速器治疗室防护门)  |
|                | 固定式剂量监测装置 1 台(探头:迷路入口处;显示单元:控制室或机房门周围)                         |
|                | 监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识 1 套                                      |
|                | 防夹装置 1 套(直线加速器治疗室防护门)  |
|                | 火灾报警仪+灭火装置 1 套   |
|                | 放射防护注意事项告知栏 1 套(走道)  |
|                | 制度牌 1 套(医用直线加速器控制室内)   |
| 监测             | 个人剂量计 6 套  |
|                | X-γ辐射剂量率监测仪 1 套  |
| 其他             | 应急和救助的物资准备(紧急照明或独立通道照明系统、火灾报警仪、灭火装置、应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练、医疗箱等) |