核技术利用建设项目

新增医用直线加速器核技术利用项目

环境影响报告表

（公示本）

广汉雒康医院有限责任公司(公章)

2021 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增医用直线加速器核技术利用项目
环境影响报告表

建设单位名称：广汉雒康医院有限责任公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：四川省德阳市广汉市经济开发区珠海路西一段

邮政编码：618300 联 系 人：[redacted]

电子邮箱：[redacted] 联系电话：[redacted]

目录

表 1 项目基本情况.....1
表 2 放射源.....10
表 3 非密封放射性物质.....10
表 4 射线装置.....11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....12
表 6 评价依据.....13
表 7 保护目标与评价标准.....15
表 8 环境质量和辐射现状.....20
表 9 项目工程分析与源项.....25
表 10 辐射安全与防护.....30
表 11 环境影响分析.....40
表 12 辐射安全管理.....59
表 13 结论与建议.....65
表 14 审批.....71

附图：

1) 附图 1 本项目地理位置图；
2) 附图 2 广汉雒康医院有限责任公司院区及本项目周边环境概况图；
3) 附图 3 本项目加速器机房所在综合楼负 1 楼平面布置图；
4) 附图 4 本项目加速器机房楼上综合楼 1 楼平面布置图；
5) 附图 5 本项目加速器机房平面布置图；
6) 附图 6 本项目加速器机房剖面图；
7) 附图 7 本项目人流物流示意图与两区划分示意图；
8) 附图 8 本项目加速器机房暖通图。
9) 附图 9 本项目加速器机房辐射安全与防护措施示意图

附件：

1) 附件 1 委托书；
2) 附件 2 射线装置使用情况承诺书；
3) 附件 3 建设单位营业执照与医疗机构执业许可证；
4) 附件 4 建设单位原辐射安全许可证正副本；
5) 附件 5 本项目院区用地规划许可证；
6) 附件 6 本项目所在院区相关大环评的批复；
7) 附件 7 相关租房合同；
8) 附件 8 建设单位原 CT 登记表；
9) 附件 9 辐射安全与防护考核承诺书；
10) 附件 10 本项目环境本底监测报告。

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">新增医用直线加速器核技术利用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">广汉雒康医院有限责任公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>[redacted]</td><td>联系人</td><td>[redacted]</td><td>联系电话</td><td>[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">四川省德阳市广汉市经济开发区珠海路西一段 1 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目地点</td><td colspan="5">四川省德阳市广汉市经济开发区珠海路西一段 1 号
广汉雒康医院有限责任公司综合楼负 1 楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td>[redacted]</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 ☐改建 ☐扩建 ☐其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>234.88</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="4">☐I类 ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="4">☐I类（医疗使用） ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>☐生产</td><td colspan="4">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="4">☐乙 ☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="4">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="4">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.项目概述：

1.1 建设单位基本情况

2017 年广汉市兴鑫商贸有限责任公司在广汉市珠海路西一段实施广汉圣德康肿瘤医院建设项目，并成立了广汉圣德康肿瘤医院有限公司[redacted]，该建设项目的土地产权归广汉圣德康肿瘤医院有限公司所属（建设用地规划许可证见附件 5）。该项目于 2017 年 8 月 17 日取得原德阳市环境保护局关于《广汉圣德康肿瘤医院建设项目环境影响报告书》的批复[redacted]（见附件 6）。项

目建设完成后，由于发展需求，广汉市兴鑫商贸有限责任公司于 2020 年 8 月 13 日成立广汉雒康医院有限责任公司有限责任公司（[redacted]），2021 年 1 月 1 日广汉圣德康肿瘤医院有限责任公司将修建完成的院区租赁给广汉雒康医院有限责任公司（租赁合同见附件 7）。广汉雒康医院有限责任公司在 2021 年 2 月时申请设置了广汉雒康医院，且于 2021 年 2 月 9 日取得了一级综合医院的医疗机构许可证，名称为：广汉雒康医院（医疗机构执业许可证见附件 3）。

广汉雒康医院有限责任公司设置有体检科、内科、外科、妇科、儿科、康复科、肿瘤科、医学影像科、眼科等 17 类科室，医院将打造肿瘤科、眼科两个重点专科和健康体检中心、微创手术中心、内镜中心、康复中心四个中心，涵盖预防保健、疾病早期筛查、疾病诊断与治疗、慢性病康复和康养为一体的医养结合型综合医院。目前医院拥有专家博士 3 人，主任医师 4 人，副主任医师 10 人，主治医师及医技人员 80 余人，总人员 150 余人。现院区内有 3 栋已修建完成的功能性建筑：综合楼（1 栋，6F/-1F）、食堂楼（1 栋，3F）以及后勤综合楼（1F，包括浆洗房、污水处理站、垃圾分类间、医疗废物暂存间、氧气房）。院区东侧为住院楼（待建），目前为空地，暂未动工建设。

广汉雒康医院有限责任公司现已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“[redacted] 种类和范围为“使用III类射线装置”，有效期至：2026 年 5 月 5 日。医院的辐射安全许可证正副本扫描件见附件 4。

1.2 项目由来

为更好地为周边居民提供多层次的医疗服务，拓宽医疗服务范围，提高服务水平和区域医疗服务能力，建设单位在院区环境影响报告书内规划有加速器机房（位于院区西侧综合楼负 1 楼东南端位置）。现建设单位拟在该加速器机房内新增 1 台医用直线加速器，用以开展肿瘤放射治疗项目。本项目投运后，拟为本项目加速器机房配备 5 名辐射工作人员，包括 2 名医师，1 名物理师，1 名护师和 1 名技师。

根据《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》、《建设项目环境保护管理条例》、《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》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目应编制环境影响报告表。受广汉雒康医院有限责任公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调

研、现场查勘、现场监测（委托四川省永坤环境监测有限公司，单位在四川省生态环境监测业务系统单位资质编号：510106001405）、评价分析，编制该项目环境影响报告表。建设单位委托书见附件 1，射线装置使用承诺书见附件 2。

1.3 项目概况

1.3.1 项目名称、性质、建设地点

（1）项目名称：新增医用直线加速器核技术利用项目

（2）建设单位：广汉雒康医院有限责任公司

（3）建设性质：新建

（4）建设地点：四川省德阳市广汉市经济开发区珠海路西一段广汉雒康医院有限责任公司综合楼负 1 楼加速器机房

项目地理位置图见附图 1。

1.3.2 项目建设内容与建设规模

广汉雒康医院有限责任公司在建院初期将院区西侧综合楼负 1 楼东南侧房间规划为加速器机房。建设单位现拟在该加速器机房内新增 1 台医用直线加速器（II类射线装置，厂家为广东中能加速器科技有限公司，型号为 SPACO CMX6，最大 X 射线能量为 6MV，X 射线最大空气吸收剂量率为 600cGy/min，无电子线能量）。

建设单位拟使用综合楼 1 楼的 CT 机房作为本项目直线加速器机房的定位 CT 机房，该 CT 机房于 2021 年 4 月 21 日在四川省建设项目环境影响备案系统里进行备案登记，于 2021 年 5 月 6 日经德阳市生态环境局审批许可上证使用（建设项目环境影响登记表见附件 8）。

目前本项目加速器机房已随院区主体大楼的修建而建成。该加速器机房有效使用面积为 54.00m^2（长 7.50m×宽 7.20m×高 3.70m）。机房整体采用钢筋混凝土连续浇筑，其主射方向朝向北侧墙体、楼上、南侧墙体（土质层）以及地面（下方为土质层）。北侧与南侧墙体主屏蔽部分为 2.90m 厚混凝土，主屏蔽宽度为 4.30m，与主屏蔽相连的次屏蔽墙体厚 1.60m。西侧墙体外设置 6.80m 长“L”型迷道，迷道内墙最薄屏蔽为 1.10m 厚混凝土，迷道外墙最薄屏蔽为 0.95m 厚混凝土。楼上为 1 楼库房、档案存放室，楼顶主屏蔽部分为 2.90m 厚混凝土，次屏蔽部分为 1.60m 混凝土；机房楼下无房间，不考虑地面防护。迷道入口防护门为 10mmPb。

加速器机房北侧为患者等候大厅、控制室（有效使用面积为 13.60m^2，长 4.00m×

宽 3.40m）以及辅助机房（有效使用面积为 14.80m^2，长 4.00m×宽 3.70m）；西侧为楼梯间及设备房，设备房的有效使用面积为 25.20m^2，长 7.00m×宽 3.60m。

本项目加速器机房平面布置见附图 5。

1.3.3 项目组成及主要环境影响

项目组成及主要环境影响见表 1-1。

表 1-1 项目组成及主要的环境影响一览表

<table>
<tr><th rowspan="2">名称</th><th colspan="2" rowspan="2">建设内容及规模</th><th colspan="2">可能产生的环境影响</th></tr>
<tr><th>施工期</th><th>运营期</th></tr>
<tr><td colspan="5">医用直线加速器</td></tr>
<tr><td rowspan="13">主体工程</td><td>医用直线加速器</td><td colspan="2">II类射线装置，厂家为广东中能加速器科技有限公司，型号为 SPACO CMX6，最大 X 射线能量为 6MV，X 射线最大空气吸收剂量率为 600cGy/min，无电子线能量</td><td>/</td><td>X 射线、臭氧及氮氧化物、噪声</td></tr>
<tr><td>机房有效使用面积</td><td colspan="2">54m^2（不含迷道，长 7.50m×宽 7.20m×高 3.70m）</td><td rowspan="12">装修阶段的施工噪声、施工废水、建筑粉尘、建筑废渣以及施工人员产生的生活废水与生活垃圾；加速器安装调试</td><td rowspan="11">/</td></tr>
<tr><td rowspan="10">建设后屏蔽结构</td><td>主屏蔽墙</td><td>北侧 2.90m 钢筋混凝土
南侧2.90m钢筋混凝土
楼上 2.90m 钢筋混凝土</td></tr>
<tr><td>次屏蔽墙</td><td>北侧 1.60m 钢筋混凝土
南侧 1.60m钢筋混凝土
楼上 1.60m 钢筋混凝土</td></tr>
<tr><td>侧屏蔽墙</td><td>东侧 1.60m 钢筋混凝土</td></tr>
<tr><td>迷路内墙</td><td>西侧最薄位置 1.10m 钢筋混凝土</td></tr>
<tr><td>迷路外墙</td><td>西侧最薄位置 0.95m 钢筋混凝土</td></tr>
<tr><td>迷路</td><td>迷路长 6.80m</td></tr>
<tr><td>防护门</td><td>10mm Pb</td></tr>
<tr><td>主屏蔽体宽度</td><td>北侧 4.3m
南侧 4.3m
楼上 4.3m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">辅助工程</td><td>控制室</td><td colspan="2">1 间，位于机房北侧，面积 13.60m^2</td><td rowspan="4">/</td></tr>
<tr><td>辅助机房</td><td colspan="2">1 间，位于机房北侧，面积 14.80m^2</td></tr>
<tr><td>设备房</td><td colspan="2">1 间，位于机房西侧，面积 25.20m^2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">环保工程</td><td>废气处理设施</td><td colspan="2">依托本项目拟建的通排风系统</td></tr>
<tr><td>废水处理设施</td><td colspan="2">依托院区已建成的污水处理系统</td><td rowspan="2">/</td><td rowspan="2">生活垃圾、生活废水</td></tr>
<tr><td>固废处理设施</td><td colspan="2">办公、生活垃圾依托院区已建成的垃圾收集房收集后，交由市政环卫部门处理</td></tr>
</table>

1.3.4 主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表1-2本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	数量	来源	用途	备注
能源	电	2000kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水	生活用水	200m^3/a	城市生活用水管网	生活用水	/

1.3.5 主要设备配置及主要技术参数

根据院方提供的信息，结合广汉市的诊疗需求量，预计本项目开展后，加速器预计每天最多治疗 40 人，每次治疗时间最多 2min，每年工作 250 天，则加速器每年出束治疗时间最大约 333.33h。本项目射线装置主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 直线加速器主要设备配置及主要技术参数

设备名称	型号	厂家	类别	数量	主要技术参数		年出束时间(h)	单次照射最长时间(min)	备注
					最大能量	1m 处最大输出剂量率			
医用直线加速器	SPACO CMX6	广东中能加速器科技有限公司	II类	1 台	X 射线：6MV	最大 X 射线剂量率为 600cGy/min	333.33	2	新建

1.3.6 本项目辐射工作人员配置

本项目医用直线加速器投运后，建设单位拟为本项目配备 5 名辐射工作人员（拟招聘），包括 2 名医师，1 名物理师，1 名护师和 1 名技师。该 5 名辐射工作人员均为本项目固定人员配置，不从事其他辐射工作岗位，不存在辐射工作人员交叉使用的情况。

针对本项目所有新增辐射工作人员，医院承诺在上岗前将安排所有新增辐射工作人员自主在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，并积极报考全核技术利用辐射安全与防护考核，通过考核后方能正式进行上岗作业（承诺书见附件 9）。建设单位拟在本项目辐射工作人员上岗前为每人建立职业健康档案以及个人剂量监测档案，届时若有其他新增辐射工作人员，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。

1.3.7 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 条的“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备、电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，

新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业，其建设符合国家现行产业政策。

1.4 项目选址、外环境关系及实践正当性分析

1.4.1 项目选址合理性分析

根据广汉市行政审批局颁发的建设用地规划许可证[redacted]可知，本项目用地性质为“医卫慈善用地”，该地块于 2017 年 8 月 17 日取得原德阳市环境保护局的相关批复[redacted]（见附件 6），允许建设本项目院区。院区整体项目的选址合理性已在《广汉圣德康肿瘤医院建设项目环境影响报告书》中进行了论述，该院区项目选址是合理的。

本项目辐射工作场所不设置于常住人口较多的住院楼，而安排在医技门诊功能为主的综合楼。且机房位于综合楼东南端部负一楼，楼上为极少有人员驻留的设备层库房以及档案室，楼下、东侧、南侧均为土壤层，位置相对独立且周围公众较少。项目辐射工作场所 50m 范围内不存在自然保护区、风景名胜区、文物保护单位、饮用水水源保护区、学校、居民区等生态敏感目标和环境敏感目标，周围无环境制约因素。项目机房及配套房间占地范围位于院区红线内，不涉及新增占地，项目符合广汉市总体规划。且拟建设的辐射工作场所按照相关规范要求建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。另外，医院也将通过采取严格的管理措施减小对周围的环境影响。因此，**从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。**

1.4.2 外环境关系分析

（1）建设单位外环境关系

本项目院区位于广汉市珠海路西一段 1 号，北侧紧邻珠海路；东侧为广汉市金利[redacted]康医院有限责任公司院区及本项目周围环境概况图见附图 2。

（2）本项目 50m 范围内环境关系

本项目 50m 范围内除南侧以外均在院区范围内，[redacted]

[redacted]

道路，9m-50m 出院区范围到达四川德力铁道科技有限公司，[redacted]

1.4.3 与周边环境的兼容性分析

本项目运行后，不会产生放射性废水，也不会产生医疗废水，会产生辐射工作人员、患者以及患者家属的生活污水，该类废水进入院区的污水处理预处理池，经沉淀处理后自流进入调节池，污水经提升后进入混凝沉淀池进行混凝沉淀，沉淀池出水进入消毒池，在消毒池内经二氧化氯消毒出水达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准后，排入城市污水管网，最后经广汉市雒南污水处理厂达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入清白江。

本项目加速器机房运营后，不会产生放射性固体废物，也不会产生医疗废物，会产生辐射工作人员的少量生活垃圾，由环卫部门进行统一清运，对周围环境产生的影响较小。

本项目产噪设备不多，噪声源主要为设备噪声和就诊人流动噪声，其中设备噪声主要来自风机，噪声值在 60dB(A)左右，声源位于室内，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。采取治理措施后能够确保项目噪声排放能够达到《社会生活环境噪声排放标准》（GB223378-2008）规定的 2 类标准。

因此本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容，符合环境保护要求。

1.5 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1.5.1 原有核技术利用情况

广汉雒康医院有限责任公司于 2021 年 5 月 6 日已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“[redacted]，种类和范围为“使用III类射线装置”，有效期至：2026 年 5 月 5 日，医院的辐射安全许可证正副本扫描件见附件 4。广汉雒康医院有限责任公司原核技术利用项目详见表 1-4。

表 1-4 广汉雒康医院有限责任公司原有核技术利用项目一览表

射线装置										
序号	射线装置名称及型号	数量	管电压（kV）	管电流（mA）	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	X 射线计算机体层摄影设备（宽腾（杭州）医疗影像设备有限公司 Quantum CT Q580 型 32 排 CT）	1	140	420	III	综合楼 1 楼 CT 室	使用	已环评	已许可	/
2	数字化摄影 X 射线机（辽宁开普医疗系统有限公司 RayNova DRsc1 Plus 型 DR）	1	150	1000	III	综合楼 1 楼 DR 室	使用	已环评	已许可	/

1.5.2原有核技术利用安全情况

建设单位现有 2 台III类射线装置在使用中，经现场踏勘，该 2 台III类射线装置辐射安全与措施齐全，未发现有环境遗留问题，不存在辐射安全及环境保护问题。同时，经医院证实，医院开展放射诊断至今，目前未发生过辐射安全事故。

1.5.3 原有辐射工作人员情况

建设单位现目前辐射工作人员共计6名，均已建立职业健康档案（在德阳市疾病预防控制中心预防医学门诊部进行体检）以及个人剂量监测档案（委托四川世阳卫生技术服务有限公司进行监测），职业健康体检结果表明各辐射工作人员均可继续原放射工作。根据个人剂量监测报告的核查，建设单位开展核技术利用项目至今，各辐射工作人员剂量检测结果均处于限值以下。

1.5.4 辐射工作人员辐射持证上岗情况

建设单位登记共有6名辐射工作人员，均为从事III类射线装置使用工作的辐射工作人员。医院已组织人员集中学习相关课件与视频课程，并将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题编写试卷，组织未持证人员进行闭卷考核，并将考核结果存档。

针对参与本项目的辐射工作人员，须通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或者微信小程序”HJSLY”报名并参加定期组织的考核（网址：http://fushe.mee.gov.cn），取得合格成绩单后方允许上岗。

1.5.5 医院辐射安全管理情况

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年的评估报告。

广汉雒康医院有限责任公司拟向发证机关提交《2021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》（拟登录全国核技术利用辐射安全申报系统http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp在单位信息维护界面完成年度报告上传工作）。

现医院辐射安全管理情况如下：

（1）现单位地址，法人代表未发生改变，由于现许可证单位名称为广汉雒康医院，因此本项目在重新申领许可证时单位名称应变更为广汉雒康医院有限责任公司；

（2）辐射安全许可证所规定的活动种类和范围需要增加；

（3）放射防护与设施运行、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）医院自从事放射诊断工作以来，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。

1.6 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生态环境部主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据原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：医院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。

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）	年最大操作量 （Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	厂家、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	广东中能加速器科技有限公司 SPACO CMX6 型	/	X 射线：6MV	X 射线：600cGy/min	放射治疗	综合楼负 1 楼加速器机房	本次新建
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为20~30分钟，可自动分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	1)《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行； 2)《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行； 3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 5)《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10日1日起施行； 6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部2021年部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 7)《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部部令第16号公布，自2021年1月1日起实施； 8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 9)《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 10)《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会第63号公告，2016年6月1日实施； 11)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行； 12)《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日起施行； 13)《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部2021年部令第16号，自2021年1月1日起施行； 14)《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国

	生态环境部2021年部令第9号，自2019年11月1日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行； 15)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行）； 16)《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号，自2021年3月15日起施行。
技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 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）； 3) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）； 4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 7) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 8) 《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）； 9) 《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)； 10) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）。
其他	**参考资料：** 1) 《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编； 2) 《放射事故管理规定》，中华人民共和国卫生部、中华人民共和国公安部16 号，2001 年 8 月 26 日起实施； 3) 《2020 年四川省生态环境状况公报》，四川省生态环境厅；

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用II类射线装置项目，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“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目加速器机房实体屏蔽物边界外50m区域。

保护目标

本项目加速器机房实体屏蔽物边界外50m范围内环境保护目标为：

1、本项目加速器操作及相关的辐射工作人员；

2、本项目加速器机房所在综合楼内医患人员，陪同家属及院内公众；本项目加速器机房实体屏蔽物边界外50m范围内食堂及后勤综合楼内、周围道路以及院区停车场的院区公众、四川德力铁道科技有限公司内的周围公众。

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50m内环境保护目标见表7-1所示。

表7-1 本项目环境保护目标情况一览表

<table>
<tr><th colspan="4">名称及保护对象</th><th>方位与最近距离</th><th>规模</th><th>剂量约束值（mSv/a）</th></tr>
<tr><td rowspan="8">新增医用直线加速器核技术利用项目</td><td rowspan="3">综合楼</td><td>机房内</td><td>辐射工作人员</td><td>/</td><td>2名辐射工作人员</td><td>5.0</td></tr>
<tr><td>加速器辅房</td><td>辐射工作人员</td><td>北侧、西侧毗邻</td><td>1名辐射工作人员</td><td>5.0</td></tr>
<tr><td>楼内其他位置</td><td>院区公众</td><td>/</td><td>1栋，共6层
流动人群<200人/d</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td colspan="2">食堂</td><td>院区公众</td><td>西侧 最近46m</td><td>1栋，共3层
流动人群< 150人/d</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td colspan="2">后勤综合楼</td><td>院区公众</td><td>东南侧 最近6m</td><td>1栋，共1层
流动人群< 50人/d</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td colspan="2">周围道路、停车场</td><td>院区公众</td><td>/</td><td>流动人群< 100人/d</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td colspan="2">四川德力铁道科技有限公司</td><td>周围公众</td><td>南侧 最近15m</td><td>流动人群< 150人/d</td><td>0.1</td></tr>
</table>

评价标准

1）《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

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。 ③眼晶体的年当量剂量，150mSv ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv
公众照射 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： ①年有效剂量，1mSv； 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。
剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。	

2)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)

3）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）

6.2 空间、通风要求

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2 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。

6.3 屏蔽要求

6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外 30cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a）、b）和 c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平：

a）使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平，见式（1）：

$$H_c=H_e/（t \cdot U \cdot T）（1）$$

式中：

H_c——周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时（μSv/h）；

H_c——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（μSv/周），其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员：≤100μSv/周；放射治疗机房外非控制区的人员：≤5μSv/周。

t——设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

U——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

T——人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见附录 A。

b)按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $H_{c,\ max}$：

1）人员居留因子 T>1/2 的场所：$H_{c,\ max}$≤2.5μSv/h；

2）人员居留因子 T≤1/2 的场所：$H_{c,\ max}$≤10μSv/h；

c)由上述a）中的导出周围剂量当量率参考控制水平H_c和b）中的最高周围剂量当量率参考控制水平$H_{c,\ max}$，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平H_c。

6.4 安全装置和警示标志要求

6.4.2 联锁装置

放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。

6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：

a）放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；

b）放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。

6.4.4 急停开关

6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。

6.4.6 视频监控、对讲交流系统

控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

4)根据已经获得批复[redacted]的《广汉圣德康肿瘤医院建设项目环境影响报告书》，结合现行的环境保护标准以及电离辐射相关标准申请，**本项目应执行的环境保护标准如下：**

4.1 电离辐射标准

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准。

4.2 环境质量标准

1、大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；

2、水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类水域标准；

3、声环境质量标准执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准。

4.3 污染物排放标准

1、废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准；

2、废水：进入城镇污水处理厂前，执行《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）预处理标准；

3、噪声：施工期噪声执行《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）各阶段标准限值；运营期声执行《社会生活环境噪声排放标准》（GB223378-2008）中规定的 2 类标准；

4、固体废物：医疗机构污泥执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2016）中“医疗机构污泥控制标准”。固体废物排放执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）标准和医疗废物相关规定。

本项目管理目标

医院综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《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)评价标准，结合开展诊疗项目后预计收治病人量，从而确定本项目的管理目标：辐射工作人员照射剂量限值不超过**20mSv**，公众照射剂量限值不超过**1mSv**。辐射工作人员年有效剂量按上述国家标准中规定的照射剂量限值的1/4执行：辐射工作人员剂量约束值不超过**5mSv**，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值为**125mSv**；公众剂量约束值按照上述国家标准的1/10执行，即不超过**0.1mSv**。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，使用医用直线加速器射线装置，应加强医护人员个人

剂量的监督检查，对每季度检测数据超过**1.25mSv**的医院要求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，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。

- **辐射场所剂量率控制水平：**

直线加速器机房北侧墙外30cm处（控制室）剂量率不超过**2.5μSv/h；**

直线加速器机房北侧墙外30cm处（辅助机房）剂量率不超过**2.5μSv/h；**

直线加速器机房西侧墙外30cm处（设备房）剂量率不超过**2.5μSv/h；**

直线加速器机房西侧墙外30cm处（4号楼梯间）剂量率不超过**2.44μSv/h；**

直线加速器机房机房防护门外30cm处（患者等候大厅）剂量率不超过**1.85μSv/h；**

直线加速器机房楼上30cm处（档案存放室）剂量率不超过**0.30μSv/h；**

直线加速器机房楼上30cm处（库房）剂量率不超过**1.85μSv/h；**

- **辐射剂量控制水平：**

辐射工作人员剂量约束值不超过**5mSv**

辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值为**125mSv**

辐射工作人员单季度剂量约束值为**1.25mSv**

公众剂量约束值不超过**0.1mSv**

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1.项目地理和场所位置

本项目院区位于广汉市珠海路西一段 1 号，[redacted]本项目地理位置图见附图 1，广汉雒康医院有限责任公司院区及本项目周围环境概况图见附图 2。

本项目加速器机房设置于院区西侧综合楼内，[redacted]

本项目加速器机房位于综合楼负1楼东南侧底端，[redacted]本项目加速器机房所在综合楼负1楼平面布置图见附图3，本项目加速器机房楼上综合楼1楼平面布置图见附图4，本项目加速器机房平面布置图见附图5。

本项目周围环境现状照片见图8-1。

综合楼西侧食堂

综合楼东南侧建筑

本项目加速器机房现状

加速器机房北侧房间

加速器机房东侧设备房

加速器机房西侧楼梯间

图8-1 本项目周围环境现状图

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目加速器机房拟建址周围辐射环境。
- 监测因子：本项目加速器机房拟建址周围天然贯穿辐射剂量率。
- 监测点位：在本项目加速器机房内部及周围布置监测点位，共计 7 个监测点位；在综合楼西侧、南侧及东南侧楼外布置监测点位，共计 3 个监测点位。
- 布点原则：在屏蔽体北侧、西侧紧邻房间内以及机头位置进行布点，共计 7 个监测点位（**均属于室内点位**）；在综合楼南侧四川德力铁道科技有限公司围墙北侧、综合楼西侧食堂东侧以及综合楼东南侧后勤综合楼西北侧布置监测点位，共计 3 个监测点位（**均属于道路点位**）。

3.监测方案、质量保证措施

- 监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在项目周围及加速器机房内布设监测点位，测量项目周围及加速器机房内天然贯穿辐射剂量率。
- 质量保证措施：委托通过计量认证及获得相关监测资质的检测单位开展相关工作；监测单位所用监测仪器在检定有限期内，相关监测人员必须持证上岗；在相关技术规范的指导下，开展相关工作。检测人员检测前检查仪器是否正常，出具报告进行三级审核。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：四川省永坤环境监测有限公司

四川省生态环境监测业务系统单位资质编号：[redacted]

四川省生态环境监测业务系统项目编号：[redacted]

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于2018年1月取得了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：182312050067，有效期至2024年1月28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。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

表 8-1 监测仪器及监测环境

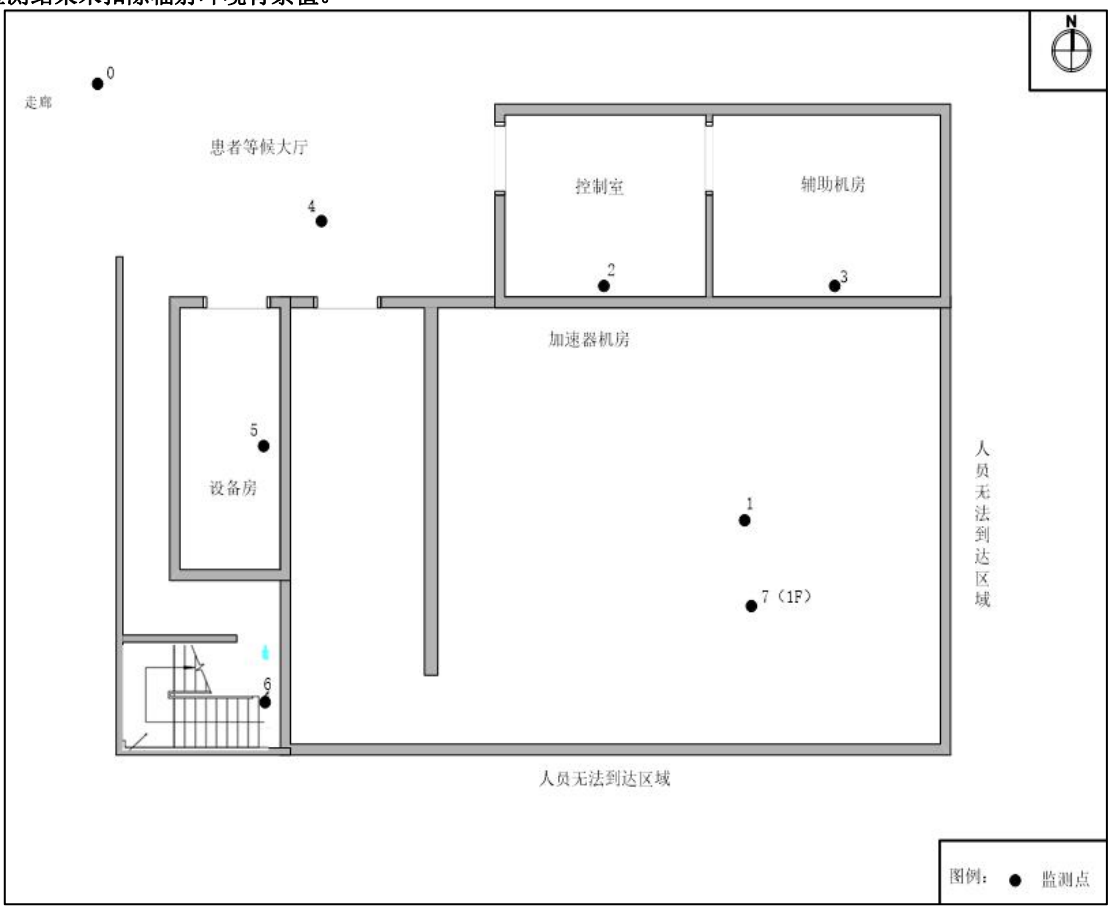
监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境X-γ辐射剂量率	G3010X-γ剂量率仪 仪器编号：SB04	能响范围：33keV~3MeV 测量范围：10nSv/h-60μSv/h 不确定度：U_{rel}≤15%（k=3）	检定/校准单位：中国测试技术研究院 检定证书号：检定字第 202010005074 号 检定/校准有效期：2020.10.23~2021.10.22 校准因子：1.04（校准源：^{137}Cs）	天气：多云 温度：21.6℃ 湿度：64.9%

监测结果：本项目加速器机房拟建址环境 X-γ辐射剂量率监测结果见表 8-2，监测点位见图 8-2（监测报告见附件 10）。

表 8-2 本项目加速器机房周围天然贯穿辐射水平　　单位：μSv/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
0	环境本底值	[redacted]		室内
1	加速器机房机头拟建位置			
2	加速器机房北侧控制室			
3	加速器机房北侧辅助机房			
4	加速器机房北侧患者等候大厅			
5	加速器机房西侧设备房			
6	加速器机房西侧 4 号楼梯间			
7	加速器机房楼上档案存放室			
8	综合楼南侧四川德力铁道科技有限公司围墙处			室外
9	综合楼西侧食堂			
10	综合楼东南侧后勤综合楼			

***检测结果未扣除辐射环境背景值。**



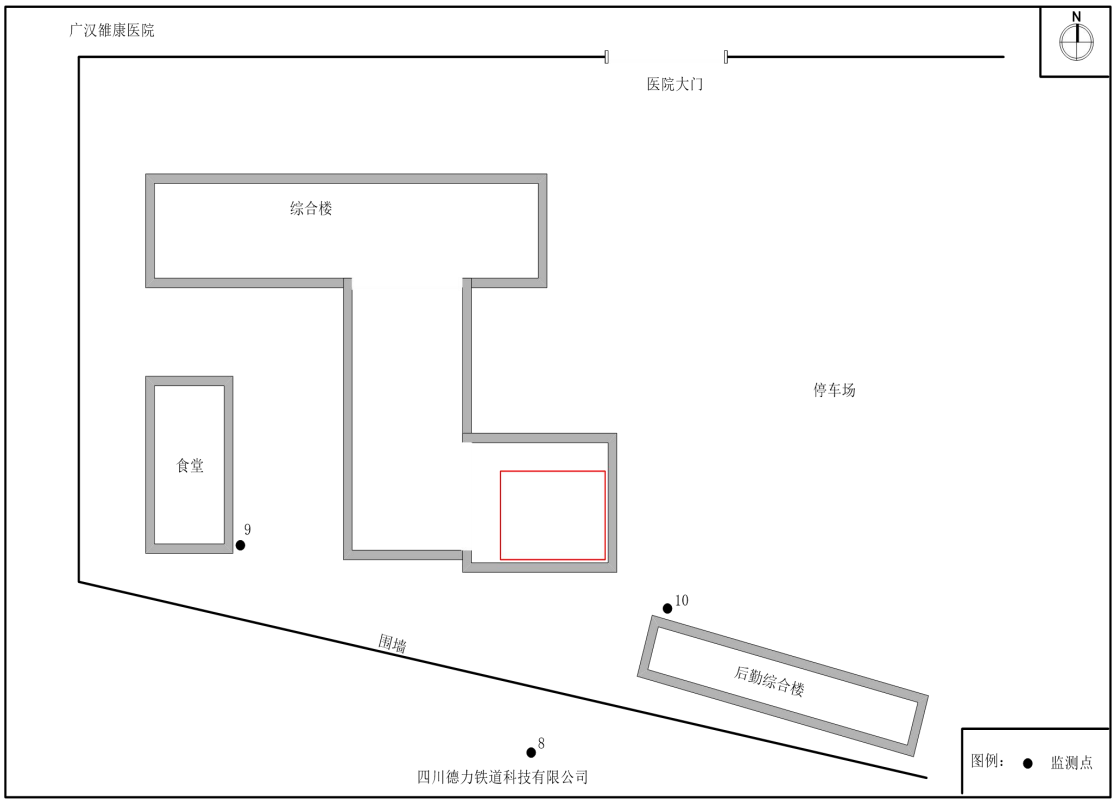


图8-2 本项目加速器机房拟建址周围敏感点辐射环境监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.5 计算结果：使用 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy 和 1.16Sv/Gy，由监测单位提供资料，本项目监测仪器使用的检定/校准参考辐射源为 ^{137}Cs，因此测量值与研究报告中辐射剂量率单位换算比值为 1.2。

由表 8-2 监测结果可知：在当前检测工况下（本底检测），本项目所在区域 X-γ 空气吸收剂量率为[redacted]，与四川省生态环境厅《2020 年四川省生态环境状况公报》中全省环境电离辐射水平（≤130nGy/h）保持基本一致，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

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

本项目放射治疗区由加速器机房、控制室、辅助机房、设备房以及患者等候大厅构成，本项目放射治疗区平面布局图见附图5。

设备组成：本项目加速器以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、微波系统、调制器、束流传输系统、准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。

表9-1 本项目医用直线加速器设备情况一览表

参数名称	参数值
厂家	广东中能加速器科技有限公司
型号	SPACO CMX6
能量	X 射线：6MV
射线最大出束角	28°
源轴距 SAD	100cm
距靶 1 米处最高剂量率	X 射线：600cGy/min(3.60×10^8μSv/h)
最大辐照野大小	40cm×40cm
机架旋转	±181°，顺时针和逆时针方向
靶材料	钨合金

图9-1 本项目医用直线加速器示意图

2.工艺分析

2.1 施工期工作流程及产污环节分析

通过现场勘查核实可知，本项目加速器机房及其辅房已随所在院区主体建筑工程（综合楼）修建完成，主体建筑工程在已获得批复的院区环评中已进行了分析。针对本项目的施工期主要为加速器机房及辅房的表面装修、防护门窗的安装、电路铺设以及射线装置安装等，因此本次评价对于施工期仅进行简要分析。

（1）施工期对环境产生如下影响：

施工过程的噪声主要以装修和设备安装噪声为主，施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。但是由于本项目施工期为加速器机房的表面装修，涉及增加防护门窗和防护工程以及设备相关电路铺设，就整体而言施工期较短，施工范围较小，通过施工时间以及加强施工现场制度管理等，可减少对周围环境的影响。且该影响是暂时性的，以上污染因素将随建设期的结束而消除。

（2）安装调试期对环境会产生如下影响：

本项目医用直线加速器的安装调试阶段会产生 X 射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射安全与防护措施安装到位后进行。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、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，在运输设备和机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，人员离开时，运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。在设备的调试过程中，设备开关钥匙应安排专人看管，或由操作人员随身携带，并在加速器机房入口等处设置醒目的警示牌，工作结束后，确认各安全联锁装置正常后才能启用射线装置。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

2.2 营运期工作流程及产污环节分析

2.2.1 医用直线加速器工作流程

1. 医用直线加速器工作原理

医用直线加速器是使电子在高真空场中受磁场力控制、电场力加速而获得高能量的特种电磁、高真空装置，是人工产生各种高能电子束或X射线的设备。电子从电子枪发射出来，以一定的初始速度进入加速管，由磁控管或速调管来的微波电磁场同时

输入到加速。电子在微波电场作用下，得到不断加速。加速后的电子经过偏转磁铁或消色差偏转磁铁，射向金属靶，当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即X射线。X射线经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的X线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。加速器按电子束治疗时，被加速的电子不被引导到X射线转换靶转换成X射线，而是被引导到散射箔，然后通过电离室、准直器、照射筒射向患者的病灶部位，达到治愈疾病的目的。

2. 作业流程及产污环节分析

本项目使用的医用直线加速器 X 射线最大能量为 6MV，无电子线能量。本项目加速器的工作流程及产污环节示意见图 9-2。

本项目放射治疗流程如下所示：

（1）根据医生指导意见，需要接受治疗的病人提前预约登记，以确定治疗时间，候诊准备。

（2）进行定位：先采用位于综合楼1楼CT室内的CT机对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位。

产污：CT机开机过程中将产生X射线；X射线电离空气产生臭氧和氮氧化物，同时CT机工作时产生低级别的噪声。

（3）制定治疗计划：根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间，物理师完成治疗计划并采用模具验证治疗计划；

（4）固定患者体位：利用加速器进行治疗时，医师指导护师需对患者进行定位、标记、调整照射角度和照射野。

（5）医师离开加速器机房回到控制室内，技师确认无其他人员滞留，各类工作按钮正常后，关闭防护门。

（6）技师在控制室设置参数，按照医疗方案调整好出束时间、角度、剂量。开机治疗时，医师在控制室内通过监控观察。

产污：加速器治疗过程中将产生X射线，X射线电离空气产生臭氧和氮氧化物，同时加速器工作时产生低级别的噪声。

（7）治疗完毕，停止出束，患者离开机房。

本项目加速器工作流程及产污环节如图所示：

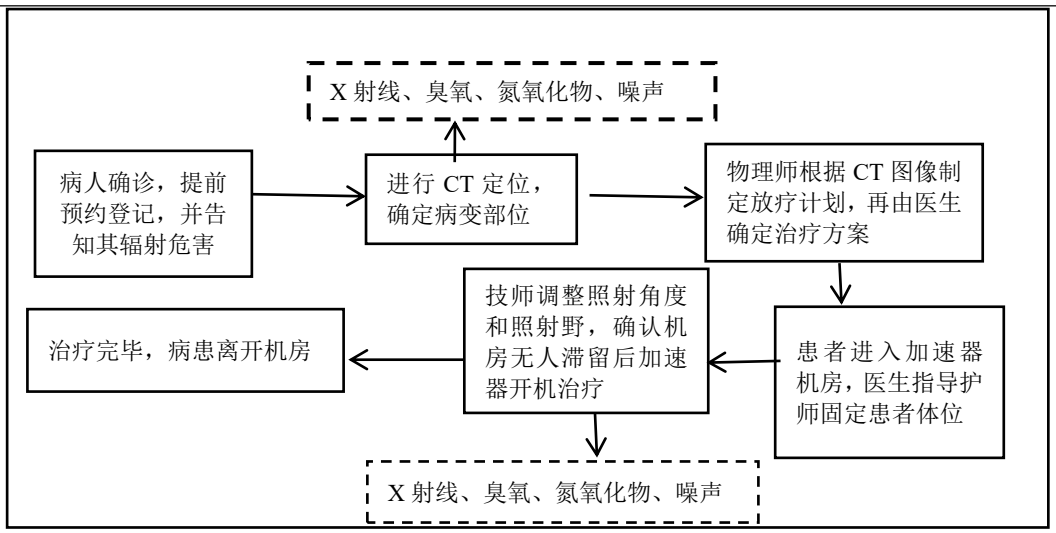


图9-2本项目加速器工作流程及产污环节示意图

3.本项目人员配置及工作制度

人员配置：建设单位拟为本项目加速器机房配备5名辐射工作人员：2名医师、1名护师、1名技师、1名物理师。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作250天，项目开展后，加速器预计每天最多治疗40人，每次治疗时间最多2min，每年工作250天，则加速器每年出束治疗时间最大约333.33h。

4.本项目医用直线加速器人流规划

医护人员：本项目加速器机房设置于综合楼负1楼东南端。医护人员每日可通过综合楼1楼1号电梯厅的医梯进入综合楼负1楼，技师进入控制室准备放疗工作，医护人员进入机房辅助病人调整位置，调整完成后医护人员退出机房进入控制室，技师开始放疗工作。

患者：患者通常由综合楼1楼1号电梯厅的患者电梯进入综合楼负1楼，到达患者等候大厅等待候诊，在候诊后由医护人员引领开始加速器治疗环节，结束后由原路返回综合楼1楼并离开。

污染源项描述

1）辐射污染源分析

由医用直线加速器工作原理可知，本项目医用直线加速器可以提供的 X 射线最大能量为 6MV，用于人体深层的肿瘤治疗，因此加速器在开机时，治疗时主要的污染物为 X 射线，断电停机即停止出束，X 射线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。X 射线经过机房屏蔽体进行屏蔽后，对周围环境的辐

射影响较小。**对于最大 X 射线能量≤10MV 的加速器可以不考虑中子和感生放射性的辐射影响。**

2）非辐射污染源分析

- **废气：**医用直线加速器工作时产生的 X 射线会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。
- **废水：**本项目运行过程中，不会产生放射性废水，但会产生辐射工作人员的少量生活污水。
- **固体废物：**本项目运行过程中，不会产生放射性固体废物及医疗废物，但会产生辐射工作人员的少量办公垃圾和生活垃圾。
- **噪声：**本项目产噪设备不多，噪声源主要为设备噪声和就诊人流动噪声，其中设备噪声主要来自风机，噪声值在 60dB(A)左右。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. **工作场所布局及分区**

1.1 工作场所布局

本项目加速器机房位于综合楼负 1 楼东南侧底端，[redacted]。本项目加速器机房所在综合楼负 1 楼平面布置图见附图 3，本项目加速器机房楼上综合楼 1 楼平面布置图见附图 4，本项目加速器机房平面布置图见附图 5。

1.2 布局合理性分析

（1）医院综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，将本项目拟设置于综合楼负 1 楼东南端，医用直线加速器辐射工作场所设置有控制室、辅助机房、患者等候大厅以及设备房，机房配套设施完善。

（2）本项目医用直线加速器工作场所控制室与机房分开设置，且加速器机房及其辅助设施同时设计和建造，秉承安全、卫生和方便的原则合理布置。

（3）医用直线加速器机房的有效使用面积能够保证治疗有足够的空间开展。

（4）本项目医用直线加速器机房的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020），其平面布置是合理的。

1.3 控制区监督区分区原则

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：6.4.1.1 注册者和许可证持有者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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，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。

本项目医用直线加速器相关场所由加速器机房、控制室、辅助机房、患者等候大

厅以及设备房构成，医用直线加速器机房详细布局的平面布置图见附图 5。

本项目加速器机房（包含迷路）作为本项目医用直线加速器辐射工作场所的**控制区**，而控制室、辅助机房、设备房会有辐射工作人员停留的可能性，均属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**监督区**。同时，在机房防护门外 1 米范围地上划出警戒范围，放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯；在监督区入口的控制室门、设备房门以及辅助机房门口设置中文警示标志，并在地面张贴警戒线。

表10-1 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
综合楼负1楼直线加速器机房	直线加速器机房	控制室、辅助机房、设备房、机房防护门外1.8m×1.0m范围	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。

本项目控制区监督区两区划分示意图见附图7。

控制区和监督区管理要求：

控制区：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：采用适当的手段划出监督区的边界，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；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.工作场所污染防治措施

（一）设备固有安全防护措施

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

②控制台上有辐射类型、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：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。

⑤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。

⑥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急停开关：加速器设备操作台和床体上均自带 1 个急停开关。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，机器将自动切断加速器主电源。

⑧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。

（二）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。主要从以下几方面采取防护措施：

1. 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。

本项目拟购所有防护用品和辅助防护设施的铅当量为0.5mmPb。考虑到可能有行动不便的极少数患者需要陪护或者事故状态，以及病人非病患部位的防护需求，医院拟为医用直线加速器项目配备2套防护用品（1套医护防护用品以及1套患者防护用品）。

医院拟为医用直线加速器项目配备1台个人剂量报警仪；每名医师、护师、技师、物理师各配备1个个人剂量计，并要求上班期间必须正确佩戴。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。

2. 患者的安全与防护

①医师会根据肿瘤定位结果来判断病情状况，针对不同的病人物理师会制定不同

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，选择能达到诊疗要求最低的射线照射参数，使射线强度最小化，尽量避免不必要的照射，有效进行源项控制。

②时间防护：在满足放射诊疗要求的前提下，制定最优化的诊疗方案，使照射时间最小化。

③其他安全防护：

a) 放射治疗前实行病人告知制度：在放疗诊断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。

b) 本项目拟购所有防护用品和辅助防护设施的铅当量为0.5mmPb。医院拟为患者配置1套防护用品。建设单位应确保今后若本项目增加室内人员，应在实施相应诊疗工作前增加足够套数防护用品。

3. 机房周边公众的安全与防护

主要依托医用直线加速器机房墙体、楼顶和防护门等屏蔽实体屏蔽射线。同时，该场所严格实行辐射防护“两区”管理，在机房防护门外张贴电离辐射警告标志和安装工作状态指示灯，禁止无关人员进入，以增加公众与射线源之间的防护距离，避免受到不必要的照射。

（三）机房辐射防护屏蔽设计

本项目加速器机房设计的屏蔽参数见表10-2。本项目加速器厂家为广东中能加速器科技有限公司，型号为SPACO CMX6，最大X射线能量为6MV，X射线最大空气吸收剂量率为600cGy/min，无电子线能量

表 10-2 医用加速器机房当前屏蔽参数一览表

机房	方位	屏蔽材料及厚度
直线加速器机房（一）	主屏蔽墙	北侧主屏蔽区 2.90m 钢筋混凝土 南侧主屏蔽区2.90m钢筋混凝土 楼上主屏蔽区 2.90m 钢筋混凝土
	次屏蔽墙	北侧次屏蔽区 1.60m 钢筋混凝土 南侧次屏蔽区 1.60m钢筋混凝土 楼上次屏蔽区 1.60m 钢筋混凝土
	侧屏蔽墙	东侧 1.60m 钢筋混凝土
	迷路内墙	西侧最薄位置 1.10m 钢筋混凝土
	迷路外墙	西侧最薄位置 0.95m 钢筋混凝土
	防护门	10mmPb

（四）设单位拟设置的辐射安全与防护措施

（1）**门-机联锁**：正常情况下，加速器在关机状态时才能打开机房防护门；防护门未完全关闭到位时，无法启动加速器进行治疗。

（2）门-灯联锁：加速器机房防护门外顶部拟设置1个工作状态指示灯箱。加速器处于出束状态时，指示灯为红色，灯箱醒目显示"禁止入内"，以警示人员注意安全；当加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。治疗室门应与工作状态显示联锁（门-灯联锁）。

（3）紧急开门按钮：拟在加速器机房迷道内墙人员易接触的位置（距离地面1.2m高处）安装紧急开门按钮，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。拟安装的机房门有防挤压功能，人员通过时，防止对人员造成误伤。

（4）急停开关：拟为加速器机房各方向墙体（拟设4个）及迷道外墙上（拟设1个）设置急停开关（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加速器停机。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，机器将自动切断加速器主电源。

（5）视频监控、对讲装置：治疗室和控制室之间拟安装有视频监控，控制室能通过视频监视治疗室内患者治疗的情况，并通过对讲机与室内人员联系，以便医师在操作时观测患者在治疗室的状况，及时处理意外情况。

（6）警示标识：拟在控制区入口处设置电离辐射警告标志及中文警示标志；拟在监督区入口设置中文警示标志，并在地面张贴警戒线；拟在机房防护门外1米范围地上划出警戒范围。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。

（7）固定式剂量报警仪：拟在加速器机房墙上安装固定式剂量报警装置（带剂量显示功能），探头安装在机房迷道内，只要室内的剂量超过预设的剂量阈值，就会报警提示人员不能进入机房，以防人员误入。另在机房内和机房门口设有出束音响提示装置，以警示患者和机房外候诊人员。

（8）便携式辐射监测仪器以及个人剂量报警仪：拟配一台便携式 X-γ剂量监测仪，可用于医用直线加速器使用期间定期巡检；拟为本项目加速器配置 1 台个人剂量报警仪，用于辐射工作人员操作时的剂量监测。

（9）出束音响提示装置：拟为本项目辐射工作场所设置 1 套出束音响提示装置，当加速器开机工作时，装置发出响声，以此警示周围公众。

（10）管理机构：广汉雒康医院有限责任公司已建立以院领导为代表的第一责任人的安全管理机构，拟根据本项目情况进行完善人员配置、职责以及分工。

（11）管理制度：本项目建设单位涉及使用II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”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12-3，建设单位拟按照要求制定并完善所有制度并下发至全院，本项目开展前应制定放射治疗相关岗位职责以及医用直线加速器操作规范。

（12）制度悬挂：拟在控制室和机房内合适的墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

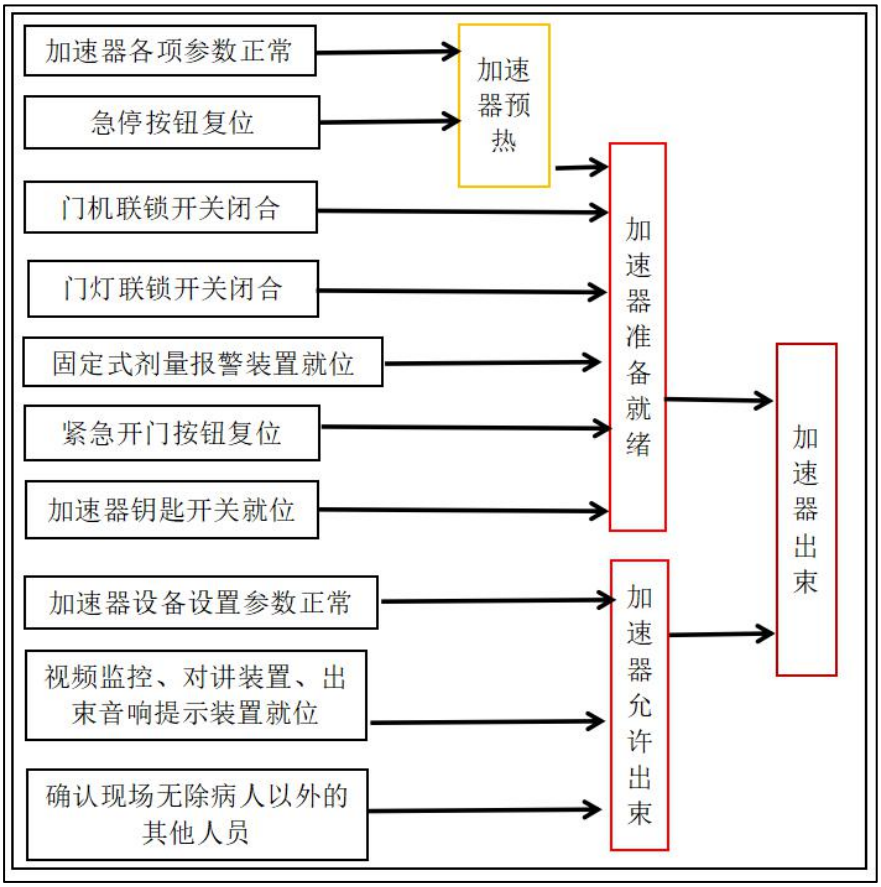


图 10-1 直线加速器辐射工作场所辐射安全联锁逻辑图

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于应用射线装置单位使用条件的规定，结合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和环保部辐射安

全与防护监督检查技术程序的相关要求，将其与医院防护工作现状列于表10-2中进行对照分析。本项目辐射防护措施图见附图9。

表10-2 医院辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目		规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	直线加速器机房	辐射屏蔽措施	主体建筑、防护工程	已随综合楼完成建设	/
2			铅防护门 1 扇	/	拟设置 1 扇
3		通排风系统	通排风系统 1 套	/	拟设置 1 套
4		安全措施	门机联锁 1 套（机房防护门）	/	拟设置 1 套
5			门灯联锁 1 套（机房防护门）	/	拟设置 1 套
6			门-剂量联锁 1 套（机房防护门）		拟设置 1 套
7			出束音响提示装置	/	拟设置 1 套
8			紧急开门按钮 1 个	/	拟设置 1 个
9			急停开关	医用直线加速器设备操作台和床体自带 1 个	加速器机房墙体拟设 4 个、迷道外墙上拟设 1 个
11			监控系统	/	拟设置 1 套
12			对讲系统	/	拟设置 1 套
13			警示标志（电离辐射警告标志、中文警示标志和警戒线）（机房防护门外、控制室门外、辅助机房门外、设备房门外）	/	拟设置
14			灭火装置	/	拟购置 1 套
15		防护用品	患者防护设备	/	拟购置 1 套
16		监测用品	医护人员防护设备	/	拟购置 1 套
17			固定式剂量报警仪	/	拟购置 1 个
18			个人剂量报警仪	/	拟购置 1 台
19			个人剂量计	/	拟购置 5 个
20			便携式 X-γ剂量监测仪	/	拟购置 1 台

落实以上措施后，本项目所配备的防护措施和监测仪器能够满足相关管理要求。

三废的治理

1.施工期三废治理

1.1 废气

施工过程中产生的废气，属于无组织排放，但影响仅局限在施工现场附近区域。拟采取湿法作业控制排放扬尘，通过洒水增湿可以在很大程度上减少粉尘飞扬现象，加强管理。

1.2 噪声

施工期噪声包括铺设电路时机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施

工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。且已禁止夜间施工，也已尽可能选用噪音较小的施工设备。

1.3 废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀处理后回用，不外排。生活污水产量较小，依托医院污水处理设施进行处理。

1.4 固体废物

施工中固体废物主要为装修过程中产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。装修垃圾能回收利用的回收利用，不能回收的送建筑垃圾处理场堆放。施工人员生活垃圾由场地内垃圾桶收集，日产日清，交由市政环卫部门统一收集清运。

2.运营期三废治理

2.1.废水

本项目运行后，医用电子直线加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会产生废水，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。

处理措施：生活污水通过管道进入预处理池，经沉淀处理后自流进入调节池，污水经提升后进入混凝沉淀池进行混凝沉淀，沉淀池出水进入消毒池，在消毒池内经二氧化氯消毒出水达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准后，排入城市污水管网，最后经广汉市雒南污水处理厂达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入清白江。对周围环境的影响较小。

2.2 废气

本项目医用电子直线加速器机房拟设通排风系统，采用机械进风、排风。其中新风口设置于医用电子直线加速器机房吊顶西南侧，排风口设置于医用电子直线加速器机房东北墙角，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）规定的上进下出、对角设置的原则。排风系统及新风系统风量设计均为 3000m^3/h，本项目加速器机房的有效体积为 200m^3，换气次数远远大于 4 次/h。同时建设单位拟采用专用管道将废气引至综合楼楼顶进行排放，对周围环境的影响较小。本项目直线加速器机房通排风示意图见附图 8。

2.3 固体废物

本项目加速器机房运营后，不会产生放射性固体废物以及医疗废物，会产生辐射工作、患者及其家属的生活垃圾，该类垃圾由院区清洁人员分类收集后，由环卫部门

统一清运。

3.噪声

本项目产噪设备不多，噪声源主要为设备噪声和就诊人流动噪声，其中设备噪声主要来自风机，噪声值在 60dB(A)左右，声源位于室内，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。采取治理措施后能够确保项目噪声排放能够达到《社会生活环境噪声排放标准》（GB223378-2008）规定的 2 类标准。

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拆解和去功能化。

环评要求：本项目使用医用直线加速器在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，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。

环保设施及投资

本项目总投资[redacted]，其中环保投资[redacted]，占总投资约[redacted]。其中本项目医用直线加速器拟配备 2 名医师、1 名技师、1 名物理师和 1 名护师。医用直线加速器机房每名医师、护师、技师、物理师各配备 1 个剂量计（胸部），共计需要 5 个剂量计；医院拟为医用直线加速器项目配备 1 台个人剂量报警仪。考虑到可能有行动不便的极少数患者需要陪护或者事故状态，以及病人非病患部位的防护需求，医院拟为医用直线加速器项目配备 2 套防护用品（医护人员防护用品 1 套、患者防护用品 1 套）。

表 10-3 本项目环保预算一览表

项目		环保措施	投资(万元)	备注
直线加速器机房	辐射屏蔽措施	主体建筑、防护工程	[redacted]	已随综合楼的建设而修建完成
		铅防护门 1 扇		本次建设
	通排风系统	通排风系统 1 套		
	安全措施	门机联锁 1 套（机房防护门）		
		门灯联锁 1 套（机房防护门）		
		门-剂量联锁 1 套（机房防护门）		
		出束音响提示装置 1 套		
		紧急开门按钮 1 个		
		急停开关共 2 个 （医用直线加速器设备操作台和床体自带1个）		设备自带

		急停开关共 5 个 （加速器机房各墙体拟设 4 个、迷道外墙上拟设 1 个）	[redacted]	本次建设
		监控系统 1 套		
		对讲系统 1 套		
		警示标志（电离辐射警告标志、中文警示标志和警戒线）（机房防护门外、控制室门外、辅助机房门外、设备房门外）		
		灭火装置 1 套		
	防护用品	患者防护设备 1 套		
		医护人员防护设备 1 套		
	监测用品	固定式剂量报警仪 1 个		
		个人剂量报警仪 1 台		
		个人剂量计共 5 个		
		便携式 X-γ剂量监测仪 1 台		
监测费用		射线装置工作场所监测费用	固定投入，不纳入总额计算	/
其他		辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训		
合计			[redacted]	/

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

通过现场勘查核实可知，本项目加速器机房及其辅房已随所在院区主体建筑工程（综合楼）修建完成，主体建筑工程在已获得批复的院区环评中已进行了分析。针对本项目的施工期主要为加速器机房及辅房的表面装修、防护门窗的安装、电路铺设以及射线装置安装等，因此本次评价对于施工期仅进行简要分析。

施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。但是由于本项目施工期为加速器机房的表面装修，涉及增加防护门窗和防护工程以及设备相关电路铺设，就整体而言施工期较短，施工范围较小，通过施工时间以及加强施工现场制度管理等，可减少对周围环境的影响。且该影响是暂时性的，以上污染因素将随建设期的结束而消除。直线加速器安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染，但在调试时将产生一定辐射污染，设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

1.施工期对环境产生如下影响：

（1）施工期大气环境影响分析

大气污染源主要为装修阶段产生的废气，但影响仅局限在施工现场附近区域。拟采取湿法作业控制排放扬尘，通过洒水增湿可以在很大程度上减少粉尘飞扬现象，加强管理。

（2）施工期噪声环境影响分析

施工期噪声包括铺设电路时机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。因此，项目将加强管理，尽量在医院手术层无人的周末进行施工，且已禁止夜间施工，也已尽可能选用噪音较小的施工设备。

（3）施工期废水环境影响分析

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀处理后回用，不外排。生活污水产量较小，依托医院污水处理设施进行处理。

（4）施工期固体废物环境影响分析

施工期的固体废物主要是装修垃圾和生活垃圾。装修垃圾能回收利用的回收利用，不能回收的送建筑垃圾处理场堆放。施工人员生活垃圾经垃圾袋收集后，送指定垃圾收集点由环卫部门统一清运至垃圾处理场处置。

2. 安装调试期对环境会产生如下影响：

本项目医用直线加速器的安装调试阶段会产生X射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射防护建设完成后进行。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、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，在运输设备和机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，人员离开时，运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。在设备的调试过程中，设备开关钥匙应安排专人看管，或由操作人员随身携带，并在加速器机房入口等处设置醒目的警示牌，工作结束后，确认各安全联锁装置正常后才能启用射线装置。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

总之，建设项目装修期和安装调试期对环境产生的上述影响均为短期的，建设项目建成后，影响即自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中只要切实落实对施工产生的三废及噪声的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制，建设项目施工期对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

（一）机房防护设计评估

1. 直线加速器机房屏蔽体厚度合理性分析

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），在本项目加速器机房外设定关注点。从保守角度出发，在直线加速器机房设计的尺寸厚度基础上，假定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。由于本项目加速器机房下方、东侧、南侧均为土质层，所以上述提及的墙体防护均不予考虑。根据GBZ/T201.2-2011，本项目加速器机房关注点示意图见图11-1和图11-2。

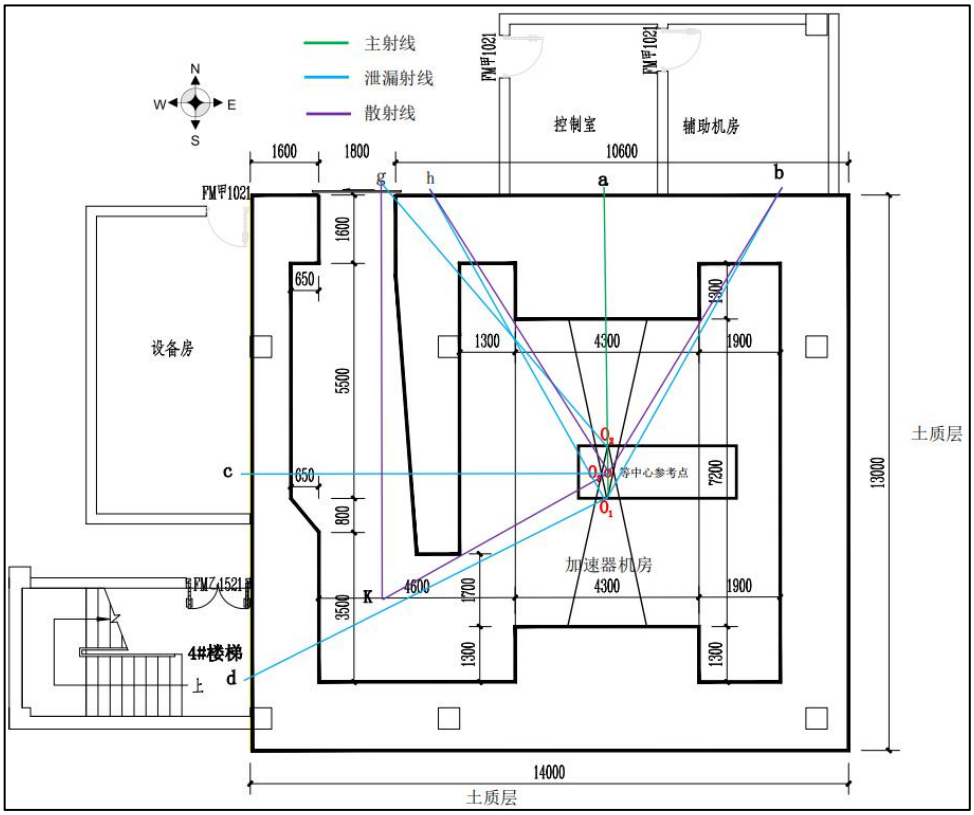


图11-1 本项目直线加速器机房关注点及主要照射路径示意图（水平方向）

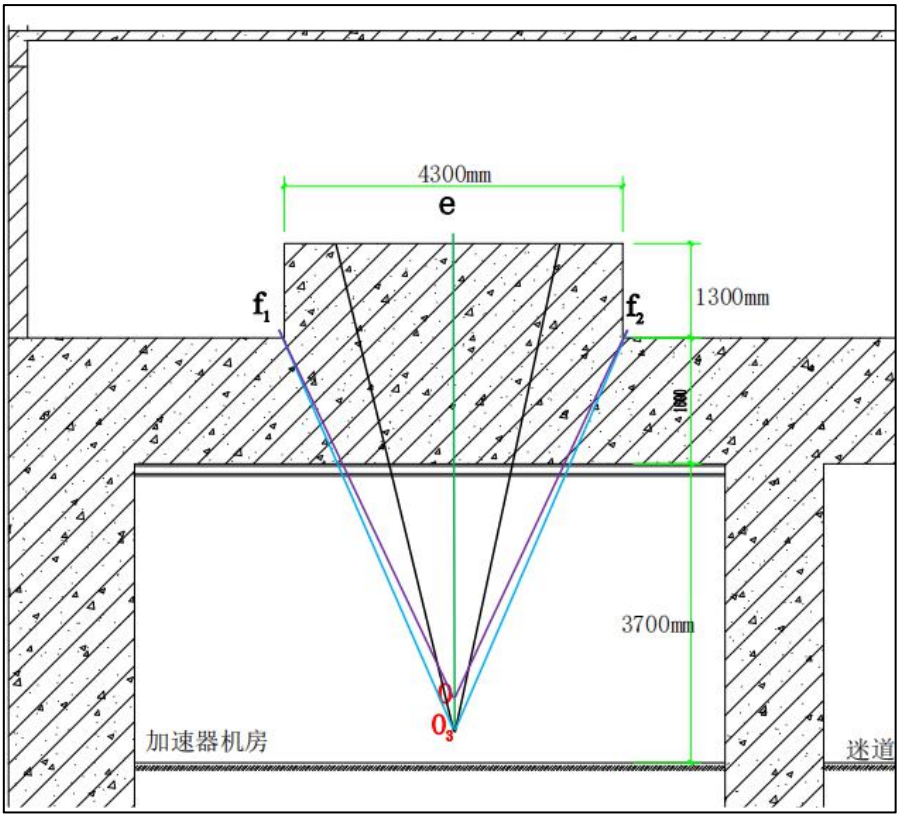


图11-2 本项目直线加速器机房关注点及主要照射路径示意图（垂直方向）

1.1 周工作负荷和周治疗照射时间

结合院方预估数据，预计本项目加速器运营时间为每周运行5天，每天治疗40人，每人治疗2min，则加速器每周照射治疗时间为6.7h，本项目每台加速器等中心处治疗膜体内参考点的常用吸收剂量率为4.0Gy/min，则本项目加速器周工作负荷为[redacted]。

1.2 剂量率参考控制水平（Hc）

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），机房外各关注点的剂量率参考控制水平H_c由以下方法确定：

a）使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，可以依照附录A，由以下周剂量参考控制水平（H_c）求得关注点的导出剂量率参考控制水平$H_{c,d}$（μSv/h）：

1）放射治疗机房外控制区的工作人员：H_c≤100μSv/周；

2）放射治疗机房外非控制区的工作人员：H_c≤5μSv/周。

b）按照关注点人员居留因子的下列不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平$H_{c,max}$（μSv/h）：

1）人员居留因子≥1/2的场所：$H_{c,max}$≤2.5μSv/h；

2）人员居留因子＜1/2的场所：$H_{c,max}$≤10μSv/h。

c）取a）、b）中较小者作为关注的剂量率参考控制水平（H_c）。

为了确保辐射安全，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2.5μSv/h。

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辐射束见表11-1。

表11-1 机房外各关注点剂量率参考控制水平和主要考虑的辐射束

关注点位	居留因子	剂量率参考控制水平（H_c）μSv/h			主要考虑的辐射束	射线路径
		$\dot{H}_{c,d}$	$H_{c,max}$	H_c		
直线加速器机房						
a（控制室）	1	14.93	2.5	2.50	主射线束	O_1→a
b（辅助机房）	1/20	31.10	2.5	2.50	泄漏辐射	O_1→b
					人体的一次散射辐射	O_1→O→b
h（患者等候区）	1/20	1.85	2.5	1.85	泄漏辐射	O_1→h
					人体的一次散射辐射	O_1→O→h
c（设备房）	1/20	59.70	2.5	2.50	泄漏辐射	O_3→c
d（4号楼梯间）	1/40	2.44	2.5	2.44	泄漏辐射	O_3→d
e（档案存放室）	1	0.30	2.5	0.30	主射线束	O_3→e

f_1（库房）	1/20	1.85	2.5	1.85	泄漏辐射	$O_3 \rightarrow f_1$
					人体的一次散射辐射	$O_3 \rightarrow O \rightarrow f_1$
f_2（档案存放室）	1	1.28	2.5	1.28	泄漏辐射	$O_3 \rightarrow f_2$
					人体的一次散射辐射	$O_3 \rightarrow O \rightarrow f_2$
g（机房防护门，患者等候区）	1/20	1.85	2.5	1.85	散射辐射	$O_2 \rightarrow O \rightarrow k \rightarrow g$
					泄漏辐射	$O_2 \rightarrow g$

[redacted]

1.3 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/T201.2-2007）的相关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度。

[redacted] 公式 11-1

[redacted]

本项目设计的加速器机房，主屏蔽区包括屋顶及墙体的部分位置，加速器主射线的最大出束角度为28°，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11-2。

表11-2 加速器机房主屏蔽范围计算表

参数	取值		
	北墙主屏蔽	南墙主屏蔽	屋顶主屏蔽
a（m）	4.9	4.9	5.7
SAD（m）	1	1	1
θ(°)	14	14	14
计算宽度 Y_p（m）	3.54	3.54	3.94
设计宽度（m）	4.30	4.30	4.30
评价	满足	满足	满足

1.4 主屏蔽墙、侧屏蔽墙厚度核算

根据GBZ/T201.2-2011相关公式，对有用线束主屏蔽墙体厚度及侧屏蔽墙体厚度进行理论计算。按式11-2计算所需的屏蔽透射因子B，按式11-3估算所需要的有效屏蔽厚度Xe，再按照式11-4获得屏蔽厚度X，计算结果及分析比较见表11-3。

[redacted].....公式11-2

[redacted].....公式11-3

[redacted].....公式11-4

[redacted]

表11-3 加速器机房主屏蔽区和侧屏蔽墙厚度核算结果

直线加速器机房					
参数	主屏蔽墙	主屏蔽墙	迷道外墙	侧屏蔽墙	备注
	a 点	e 点	c 点	d 点	
剂量率参考控制水平Hc（μSv/h）	2.5	0.30	2.5	2.44	直线加速器机房下方、南侧、东侧均为土质层，人员均不可达
R（m）	[redacted]				
H_0 (μSv·m²/h)					
f					
透射因子B					
TVL1（cm）					
TVL（cm）					
有效屏蔽厚度Xe（cm）	216	250	100	98	

屏蔽厚度X（cm）	216	250	100	98	
设计厚度（cm）	290	290	200	160	
是否满足屏蔽要求	满足	满足	满足	满足	

[redacted]

1.5 与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度核算

根据GBZ/T201.2-2011中附录A中A.2.2，对于与主屏蔽相连的次屏蔽区：次屏蔽区考虑加速器的泄漏辐射和有用线束水平照射的患者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。

泄漏辐射按公式11-2计算所需的屏蔽透射因子B，按式公式11-3估算所需要的有效屏蔽厚度Xe，再按照公式11-4获得屏蔽厚度X；散射辐射首先根据公式11-5计算墙的屏蔽透射因子B，再按照公式11-3和公式11-4估算墙的有效屏蔽厚度Xe和X。患者散射角度取30°保守估算，查GBZ/T201.2-2011附表B.4，患者散射辐射（患者散射角均接近30°，以30°考虑）；

[redacted].....公式11-5

[redacted]

表11-4 与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度核算

直线加速器机房								
参数	b 点		h 点		f1 点		f2 点	
主要考虑的辐射束	泄漏辐射	散射辐射	泄漏辐射	散射辐射	泄漏辐射	散射辐射	泄漏辐射	散射辐射
射线路径	$O_1 \rightarrow b$	$O_1 \rightarrow O \rightarrow b$	$O_1 \rightarrow h$	$O_1 \rightarrow O \rightarrow h$	$O_3 \rightarrow f_1$	$O_3 \rightarrow O \rightarrow f_1$	$O_3 \rightarrow f_2$	$O_3 \rightarrow O \rightarrow f_2$
R（m）	[redacted]							
H_c（μSv/h）								

H_0(μSv·m²/h)	[redacted]							
α_{ph}								
F（cm²）								
f								
斜射角								
透射因子 B								
TVL1（cm）								
TVL（cm）								
理论有效厚度 Xe（cm）	101	115	104	118	103	116	98	112
屏蔽厚度（cm）	87	99	90	102	89	100	85	97
散射和泄漏辐射所需屏蔽厚度较大值（cm）	99		102		100		97	
设计厚度（cm）	160		160		160		160	
是否满足要求	满足		满足		满足		满足	

1.6 迷道内墙厚度核算

根据GBZ/201.2-2011，4.3.2.5.1条b）款，迷路入口g点处对应的迷道内墙厚度应当满足“泄漏辐射在迷路入口g点处的Hc应小于限值1.85μSv/h的1/4”的条件，评价取值0.46μSv/h作为核算依据。

表11-5 迷道内墙泄漏屏蔽厚度核算结果

点位	主要考虑的辐射束	射线路径	R(m)	Hc (μSv/h)	TVL_1（cm）	TVL（cm）	屏蔽厚度X（cm）	设计厚度（cm）	是否满足要求
g点	泄漏辐射	O_2→g	[redacted]				106	150	满足
		O_1→g					105	150	满足

1.7 机房防护门屏蔽厚度核算（泄漏辐射和散射线复合作用）

机房入口关注点处（g点）的散射辐射剂量率H计算公式如下：

[redacted].....公式11-6

[redacted]

[redacted]

所需铅屏蔽透射因子B计算公式如下：

[redacted].....公式11-7

[redacted]

表11-5 机房防护门屏蔽厚度核算

加速器机房			
散射辐射（O_2→O→K→g)		泄漏辐射（O_2→g）	
H_0（μSv/h）	[redacted]		
α_{ph}	[redacted]	主射线透射因子 B	[redacted]
α_2			
R_1（m）		R（m）	
R_2（m）			
A（m^2）		f	
H（μSv/h）		H_{od}（μSv/h）	
B	0.02		
TVL（mm）	5		
理论计算值（mm）	9		
散射辐射（O_1→O→k→g)		泄漏辐射（O_1→g）	
H_0（μSv/h）	3.60E+08		
α_{ph}	[redacted]	主射线透射因子 B	[redacted]
α_2			
R_1（m）		R（m）	
R_2（m）			
A（m^2）		f	
H（μSv/h）		H_{od}（μSv/h）	
B	0.02		
TVL（mm）	5		
理论计算值（mm）	9		

经计算，当机头出束点在O_1、O_2处时，机房入口屏蔽前的散射辐射剂量率为90.08μSv/h，最大泄漏辐射剂量率为9.57E-05μSv/h。经计算，B为0.02，在机房入口处的散射辐射能量约0.2MeV，铅中的TVL为5.0mm，求出所需屏蔽为9mmPb，设计直

线加速器机房防护门厚度为10mmPb，**满足屏蔽要求**。

小结：本项目加速器机房理论厚度及实际设计参数见表11-6。

表11-6 医用直线加速器机房各屏蔽体理论计算值与设计值综合汇总表

	方位	理论计算值	实际设计值	是否满足
直线加速器机房	主屏蔽墙	北侧主屏蔽 2.16m	北侧主屏蔽 2.90m	满足
		南侧主屏蔽（土质层）2.16m	南侧主屏蔽 2.90m	
		屋顶主屏蔽 2.50m	屋顶主屏蔽 2.90m	
	次屏蔽墙	北侧侧屏蔽 1.02m	北侧侧屏蔽 1.60m	满足
		南侧次屏蔽（土质层）1.02m	南侧侧屏蔽 1.60m	
		屋顶次屏蔽 1.00m	屋顶侧屏蔽 1.60m	
	侧屏蔽墙	东侧侧屏蔽（土质层）0.98m	东侧侧屏蔽 1.60m	满足
	迷路内墙	迷路内墙 1.06m	西北侧位置 1.50m	满足
	迷路内墙+外墙	迷路内墙+外墙 1.00m	西侧 2.05m	满足
	防护门	9mmPb	10mmPb	满足

（二）理论预测环境影响分析

1. 医用直线加速器

根据GBZ/T201.2-2011，X射线治疗时，各预测点人员可能受到的剂量按以下公式计算：

[redacted]..公式11-8

[redacted].....公式11-9

主束和泄漏辐射剂量估算 [redacted].....公式11-10

患者一次散射辐射剂量估算 [redacted].....公式11-10

穿过患者或迷路内墙的有用线束再屏蔽墙的一次散射辐射剂量估算

[redacted].....公式11-12

泄漏一次散射辐射剂量估算[redacted].....公式11-13

估算的主屏蔽区和侧屏蔽区对各关注点剂量见表11-7，与主屏蔽区相连的次屏蔽区对各关注点产生的剂量见表11-8。

表11-7 主射线束和泄漏辐射对关注点的剂量估算表

直线加速器机房				
参数	主屏蔽墙	主屏蔽墙	侧屏蔽墙	迷道外墙
	a 点	e 点	d 点	c 点

X（cm）	290	290	160	205
TVL1（cm）	[redacted]			
TVL（cm）				
B				
R（m）				
H_0（μSv·m²/h）				
f				
H（μSv/h）	1.42E-02	1.89E-02	2.15E-02	4.86E-04
$\dot{H}_c$（μSv/h）剂量率参考控制水平	2.5	0.3	2.44	2.5
评价结果	满足	满足	满足	满足

表11-8 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		次屏蔽区			
		h 点（患者等候室）	b 点(辅助机房)	楼上 f1 点(库房)	楼上 f2 点（档案存放室）
设计厚度	X（cm）	160	160	160	160
等效厚度	Xe（cm）	[redacted]			
泄漏辐射	TVL（cm）				
	TVL1（cm）				
	R（m）				
	B_L				
	H_0（μSv·m2/h）				
	H（μSv/h）				
散射辐射	TVL（cm）				
	R_S（m）				
	H0（μSv·m2/h）				
	α_{ph}				
	B_S				
	H（μSv/h）	5.01E-03	5.01E-03	2.84E-03	2.84E-03
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)		8.16E-03	8.16E-03	4.75E-03	4.75E-03
剂量率参考控制水平(μSv/h)		1.85	2.5	1.85	1.28
评价结果		满足	满足	满足	满足

加速器机房入口防护门屏蔽计算（g点）

本项目有用线束向迷路内墙照射，根据GBZ/T201.2-2011，考虑的辐射照射见4.3.2.5.2，

a）入射至迷道内墙的辐射散射至d点处的辐射中，迷道内墙的入射辐射可能来自：

1）泄漏辐射（O_2→g）；

2）散射辐射（O_2→O→K→g）；

表11-9 泄漏辐射和患者一次散射对关注点g的剂量估算表

计算参数		机房入口g点
患者散射	H_0（μSv·m²/h）	[redacted]
	F（cm²）	
	α2	
	αph	
	A(m²)	
	R1(m)	
	R2(m)	
	H（μSv/h）	90.08
泄漏散射	H（μSv/h）	9.57E-05
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)		90.08

表11-10 机房入口由泄漏辐射和散射辐射产生的剂量估算表

计算参数	机房入口g点
机房入口关注点处的剂量率H（μSv/h）	90.10
屏蔽厚度（mm）	10
TVL（mm）	5
剂量当量（μSv/h）	0.90
剂量率参考控制水平(μSv/h)	1.40
评价结果	满足

预测计算汇总及评价

[redacted] 公式11-14

式中：

[redacted]

由此估算加速器机房周围各关注点的年附加有效剂量见表11-11。

表11-11 加速器机房各关注点辐射影响理论估算结果汇总表

位置	关注点	居留因子	使用因子	剂量率值（μSv/h）	剂量率参考控制水平(μSv/h)	年剂量估算值(mSv/a)	剂量管理值(mSv/a)	评价结论
控制室	a	1	1	1.42E-02	2.50	4.73E-03	5.0	满足
辅助机房	b	1/20	1	8.16E-03	2.50	1.36E-04	5.0	满足
设备房	c	1/20	1	4.86E-04	2.50	8.10E-06	5.0	满足
4 号楼梯间	d	1/40	1	2.15E-02	2.44	3.58E-04	0.1	满足

患者等候大厅	g	1/20	1	0.90	1.85	1.51E-02	0.1	满足
	h	1/20	1	8.16E-03	1.85			
楼上库房	f_1	1/20	1	4.75E-03	1.85	7.92E-05	0.1	满足
楼上档案存放室	e	1	1	1.89E-02	0.30	1.58E-03	0.1	满足
	f_2		1	4.75E-03	1.28			

备注：直线加速器机房下方、南侧、东侧均为土质层，不进行计算评价；

从表11-11可以看出，保守估算直线加速器机房正常运行辐射工作人员最大年有效剂量为4.73E-03mSv/a，满足工作人员的剂量管理限值5mSv/a；所致公众人员最大年有效剂量为1.51E-02mSv/a，满足公众人员的剂量管理限值0.1mSv/a。

本项目直线加速器机房边界外 50m 内其他保护目标年有效剂量估算

本项目直线加速器机房拟建于综合楼负 1 楼，根据院区总平面图，直线加速器机房 50m 范围内包括综合楼、后勤综合楼、食堂、四川德力铁道科技有限公司。为保守估计，以加速器机房各关注点中最大剂量率值所在点（g 点）作为剂量率参考点，根据距离衰减可计算出直线加速器机房周围 50m 内保护目标年有效剂量最大为 8.33E-03mSv/a，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：公众年附加有效剂量不超过 0.1mSv。

（三）大气环境影响分析

（1）臭氧产额

加速器机房空气中氧受X射线电离而产生臭氧，本次评价根据文献《辐射所致臭氧的估算与分析》（王时进等，中华放射医学与防护杂志，1994年4月第14卷第2期）中给出的方法和公式估算臭氧产额：

[redacted].....公式11-15

[redacted]

经理论计算，P_1有用线束的臭氧产额为10.5mg/h。

（2）臭氧饱和浓度

考虑加速器机房运行时的连续排风和臭氧分解，机房内空气中臭氧平均浓度由下式11-16计算

[redacted].公式11-16

[redacted]

经理论计算，机房内臭氧的平均浓度为3.39E-03mg/m^3。

本项目医用电子直线加速器机房拟设通排风系统，采用机械进风、排风。排风系统风量设计为3000m^3/h，机房体积为200m^3，风机换气量每小时15次，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中通风换气次数应不小于4次/h的要求。排风系统采用专用管道将废气引至综合楼楼顶进行排放，排口朝向人员活动较少的区域。经计算，加速器机房内臭气平衡浓度为3.39E-03mg/m^3，产生的O_3通过离心风机抽排至大气环境中。本项目产生的臭氧排入大气环境后，经自然分解和稀释，其排放后最大浓度远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m^3）的要求。

（四）水环境影响分析

本项目运行后，医用电子直线加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会产生废水，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。

处理措施：生活污水通过管道进入预处理池，经沉淀处理后自流进入调节池，污水经提升后进入混凝沉淀池进行混凝沉淀，沉淀池出水进入消毒池，在消毒池内经二氧化氯消毒出水达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准后，排入城市污水管网，最后经广汉市雒南污水处理厂达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入清白江。对周围环境的影响较小。

（五）固体废物环境影响分析

本项目加速器机房运营后，不会产生放射性固体废物以及医疗废物，会产生辐射

工作、患者及其家属的生活垃圾，该类垃圾由院区清洁人员分类收集后，由环卫部门统一清运。

（六）声环境影响分析

本项目产噪设备不多，噪声源主要为设备噪声和就诊人流动噪声，其中设备噪声主要来自风机，噪声值在60dB(A)左右，声源位于室内，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。采取治理措施后能够确保项目噪声排放能够达到《社会生活环境噪声排放标准》（GB223378-2008）规定的2类标准。

环境影响风险分析

1. 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。

2. 风险识别

本项目涉及II类射线装置，在装置操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对接触的人员造成放射性损伤和环境污染。

主要事故风险：

事故工况环境影响考虑可能发生的最大辐射事故，即：

1）装置正常工作时，非辐射工作人员人员误留、误入机房，导致发生误照射；

2）射线装置调试、检修、维护过程，工作人员误操作或者曝光参数设置错误，造成人员被误照射，引发辐射事故。

3. 源项分析及事故等级分析

本项目医用射线装置主要的环境风险因子为装置工作时产生的 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条对于事故的分级原则，本项目发生辐射事故情况下，可能发生的事故辐射事故等级见表 11-12。

表11-12 项目最大潜在辐射事故等级

装置名称	环境风险因子	事故等级
医用直线加速器	X 射线	较大辐射事故

对于上述本项目可能发生的事故辐射事故等级，参考《放射事故管理规定》（中

华人民共和国卫生部、中华人民共和国公安部 16 号）附表一中人员受超剂量照射事故分级：对于辐射工作人员发生严重事故受照射剂量≥0.5Gy，重大事故受照射剂量≥5Gy；对于公众成员发生严重事故受照射剂量≥0.05Gy，重大事故受照射剂量≥1Gy。从而，对于辐射工作人员以是否达到 0.5Gy 界定是否会发生较大辐射事故，以是否会达到 5Gy 界定是否会发生重大辐射事故；对于公众以是否达到 0.05Gy 界定是否会发生较大辐射事故，以是否会达到 1Gy 界定是否会发生重大辐射事故。

4. 风险事故情形下辐射影响分析

本项目加速器属于II类射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在辐射事故，只有当设备开机时，才会产生 X 射线。本次评价事故工况下可能发生的最大辐射事故，即加速器运行时、检修维护时工作人员误操作和人员误留、误入造成有关人员被误照。

事故假设：

（1）装置正常工作时，非辐射工作人员人员误留、误入机房，导致发生误照射；

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）。

（2）射线装置调试、检修、维护过程，工作人员误操作或者曝光参数设置错误，造成人员被误照射，引发辐射事故。

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急停开关，只要按下此按钮就可以停机，停止事故照射。

剂量估算：

距焦点 1m 处 X 射线的最大吸收剂量率为 6Gy/min（主射线），H_0=3.60E+08μSv/h，患者一次散射 H_S 为 3.99E+06μSv/h，泄漏射线 H_L 为 3.60E+05μSv/h。

表 11-13 事故假设 1 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	10s	30s	60s	90s	120s
0.3m	0.07	0.13	0.40	0.81	1.21	1.61
0.6m	0.02	0.03	0.10	0.20	0.30	0.40
0.9m	0.01	0.01	0.04	0.09	0.13	0.18
1.2m	0.004	0.01	0.03	0.05	0.08	0.10
1.5m	0.003	0.005	0.02	0.03	0.05	0.06

总结	出束时声音提示系统将发出提示音，在听到声音提示后误入公众应能在10s内及时离开机房，且控制室内人员能够通过室内监控发现误入人员及时停机并通过对讲装置提醒室内人员离开。因此针对公众可能会发生较大辐射事故。

表11-14 事故假设2情况下检修人员受到的累计剂量

距离	各时段的射线所致辐射剂量（Gy）					
	2s	4s	6s	8s	10s	15s
机头上方0.5m	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	6.00
机头上方1.0m	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.50
站立区0.3m	2.22E-03	4.44E-03	6.67E-03	8.89E-03	1.11E-02	1.67E-02
站立区0.6m	5.56E-04	1.11E-03	1.67E-03	2.22E-03	2.78E-03	4.17E-03
站立区0.9m	2.47E-04	4.94E-04	7.41E-04	9.88E-04	1.23E-03	1.85E-03
站立区1.2m	1.39E-04	2.78E-04	4.17E-04	5.56E-04	6.94E-04	1.04E-03
站立区1.5m	8.89E-05	1.78E-04	2.67E-04	3.56E-04	4.44E-04	6.67E-04
总结	处于机头上方的检修人员，在机头上方0.5m处如果停留超过12.5s可能会发生较大辐射事故，因一般检修机头时会佩戴个人剂量报警仪，因此在个人剂量报警仪响起时，检修人员应能在10s内及时离开主射线范围，发生较大辐射事故的可能性较小。 由于机房内和治疗床上安装有急停开关，只要按下此按钮就可以停机，且出束时有声音提示装置，在听到声音提示后检修人员应能在10s内摁下停机按钮或离开机房，因此针对站立区检修人员，可能会发生一般辐射事故。					

事故后果：

对于本项目医用直线加速器，最大可信事故为较大辐射事故。针对较大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小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，还应同时向当地卫生行政部门报告。

5. 事故处理方法及预防措施：

针对以上可能发生的事故风险，该医院拟根据发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围完善原有辐射事故应急方案。

与此同时，建设单位拟加强辐射安全管理，在项目运行时严格遵循拟制定的相关操作规程和辐射安全管理制度，并在实际工作中不断对其完善；医院应定期对装置进行检查、维护，发现问题及时维修，并应定期监测辐射工作场所周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发<2006>145 号）规定，发生辐射事故时，建设单位应立即启动企业内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内向德阳市生态环境局和德阳市公安局报

告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向德阳市卫生健康局报告。事故发生后建设单位应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

具体应急处理措施要求：

严格遵守射线装置的操作规程，一旦发生按钮不能复位或其他情况导致射线装置一直出射线或者其他紧急情况危急受检者或者辐射工作人员安全时：

1.在场辐射工作人员立即按下急停开关或切断主控电源，疏散人员，及时上报辐射安全与环境保护委员会。

2.建设单位启动应急预案，辐射安全与防护管理委员会成员到场控制现场，按照规定设置隔离区域。

3.辐射安全与防护管理委员会组长或副组长在掌握现场事故情况后，及时报告德阳市生态环境局和德阳市公安局报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向德阳市卫生健康局报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。

4.协助生态环境、卫生健康部门调查事故原因。

5.协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并协助进行身体检查和医学观察。

6.在与各主管部门达成信息一致后，及时向公众发布消息，准确引用国家标准及法律法规内容消除公众疑虑。

7.事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

8.射线装置经专业工程师维修，由相关部门验收合格后方可使用。

9.总结经验教训，定期进行安全演练，并邀请专家对职业工作人员和管理层进行相关培训，防止类似事故的再次发生。

预防措施

建设单位严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，拟采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

辐射安全管理措施

①建设单位已成立辐射安全与放射防护管理委员会，负责全院辐射防护监督与检查工作。环评要求建设单位完善各种辐射安全防护制度、防护工作计划、辐射事故应急预案并定期组织演练；全面贯彻落实放射防护法律法规、行政规章和卫生行业标准，

确保临床放射诊疗质量和医疗安全，推进放射诊疗工作的科学化、规范化、标准化、制度化、流程化管理；制定辐射安全和放射防护相关职责、制度、流程、操作技术规范及相关质量控制方案；检查各种制度、防护措施的贯彻落实情况；组织实施辐射工作人员学习关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识的培训工作；定期组织对辐射工作场所、辐射设备的防护效果检测，检查辐射工作人员是否按照有关规定佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量检测结果存档，组织辐射工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的健康体检，并分别完善辐射工作人员个人剂量检测、职业健康管理、培训管理档案。

②环评要求建设单位完善辐射事故预防措施及应急处理预案，包括了应急机构的设置与职责及联系电话、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等。

③环评要求建设单位补充完善辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。

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，制定各项管理制度并严格按要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

②建设单位拟制定辐射工作设备操作规程。凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，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定期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定期更换，并建立射线装置维护、维修台账；

④针对本项目所有的辐射工作人员，需参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或者微信小程序”HJSLY”报名并参加定期组织的考核（网址：http://fushe.mee.gov.cn），取得合格证后方允许上岗；

⑤项目涉及加速器纳入应急适用范围，完善应急预案。

设备固有安全设施本自身采取了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，如：自带急停按钮、钥匙开关等。以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与生态环境管理机构的设置

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；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。

广汉雒康医院有限责任公司拟根据核技术应用现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求完善辐射安全与环境保护委员会负责相关辐射安全监督管理工作，领导小组职责明确，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。

医院已承诺本项目新增辐射工作人员集中学习国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的视频课程和课件，及时报名机考并获得合格证书，持证上岗。承诺书见附件 9。

辐射安全管理规章制度

- 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，广汉雒康医院有限责任公司针对原III类射线装置已制定辐射安全管理制度，包括《关于成立辐射安全管理委员会成员的通知》、《辐射事故应急处理预案》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《放射科质量保证方案、质量控制目标及实施细则》。建设单位需要在本项目运行前，针对本项目完善原有制度，并在日后工作实践中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时更新完善相关制度。
- 根据四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。因此，项目运行前，建设单位将在控制室以及机房内墙上显著位置张贴大小和字体都足够醒目的《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员医师职责》《辐射事故应急预案》；于患者等候大厅张贴《放射防护注意事项

告知》。上墙制度的内容应体现场操作性和应用型，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

本项目医院涉及使用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》“第十六条”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），医院需具备的辐射安全管理要求见表12-1。

表 12-1 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	/	重新申领辐射安全许可证（申领所需的材料清单见表 12-2）
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	原有III类射线装置辐射工作人员已自主考核	本项目新增辐射工作人员以及管理人员应尽快自主学习并报名国家考试，需持证才允许上岗
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	已制定	拟针对本项目进行完善
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	/	本项目辐射工作人员以及患者拟增加 2 套 0.5mm 铅当量的防护用品；拟购 1 台辐射监测仪及 1 台个人剂量报警仪，并为所有辐射工作人员配备足量剂量计。
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	已制定	拟针对本项目进行完善
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	已制定	拟针对本项目进行完善
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	拟为本项目辐射工作人建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案
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示标志	原有场所已落实	需在本项目辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	/	将每年委托有资质单位进行
10	辐射信息网络	/	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”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	应建立动态的台帐，放射性同位素与射线装置应做到帐物相符，并及时更新	原有射线装置已建立	本项目拟建立

表 12-2 建设单位辐射安全许可证重新申领所需材料清单

序号	材料名称		材料要求
1	《辐射安全许可证申请表》一份		登陆全国核技术利用申报系统下载，并提交辐射安全许可证申请报告
2	已有或拟有射线装置明细表		已盖章的台账
3	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十三条和第十六条相应规定的证明材料	辐射安全与防护规章制度	参照川环函[2016]1400号
		申请单位发布的成立辐射安全与环境保护管理机构的正式文件复印件	文件中需明确辐射安全专职管理人员及其职责
		辐射工作人员辐射安全与防护考核合格证明复印件	如人员太多，请附管理人员证书复印件，其余人员以表格形式统计

表12-3 管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定	拟根据本项目实际情况完善
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	已制定	拟将本项目纳入该规定中
3	辐射工作设备操作规程	/	拟制定本项目操作规程
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定	拟将本项目设备纳入
5	辐射工作人员岗位职责	已制定	拟明确本项目辐射工作人员岗位职责
6	放射源与射线装置台账管理制度	已制定	拟将本项目加速器纳入
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定	拟制定本项目的环境辐射水平监测方案
8	监测仪表使用与校验管理制度	已制定	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	已制定	拟增加本项目相关辐射人员的培训制度
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	/
11	辐射事故应急预案	已制定	拟将本项目纳入辐射事故应急预案
12	质量保证大纲和质量控制检测计划（使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位）	/	拟制定
13	其他	/	拟制定本项目放射防护注意事项告知栏

辐射监测

1. 监测方案

1) 请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，每年 1～2

次；请有资质的单位对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1～2 次。

2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）规定，每次送检时间相隔最长不超过 3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案；

3）定期自行开展辐射监测，制定定期监测制度，监测数据存档，建议监测周期为 1 次/月。

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用II类射线装置的单位应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，包括个人剂量报警仪、辐射监测等仪器。建设单位拟配备便携式辐射监测仪1台，用于医用直线加速器辐射工作场所使用期间定期巡检。

建设单位拟为加速器机房所有参与放射治疗的辐射工作人员各配备1个个人剂量计（共计5个），用于监控其接受的有效剂量，拟为加速器项目配备1台个人剂量报警仪，另将在加速器机房内设置固定式剂量报警仪。项目运行后医院应定期对机房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

针对本项目新增的所有辐射工作人员，拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，并定期组织职业健康体检，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。辐射工作人员确定辐射工作岗位后，个人剂量档案应终身保存。保证每名辐射工作人员的个人剂量计专人专用，每个季度及时送检。

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，应加强医护人员个人剂量的监督检查，对每季度检测数据超过1.25mSv的医院要求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，建设单位应展开调查查明原因，确定为辐射安全事故时，应启动辐射事故应急预案。

3.监测内容和要求

（1）监测内容：X-γ辐射剂量率

（2）监测范围：工作场所周围及其楼上

（3）监测点位和数据管理：加速器机房内、控制室、辅助机房、设备房、楼梯间、楼上档案存放室以及库房、机房防护门及缝隙处、管线洞口。委托监测每年至少1次，自行监测每月至少1次，本项目监测数据应当存档。

表12-4 辐射环境监测一览表

工作场所	监测项目	监测范围		备注
综合楼负1楼加速器机房	X-γ射线空气吸收剂量率	1	加速器机房	自行监测
		2	控制室	
		3	辅助机房	
		4	设备房	
		5	楼梯间	
		6	楼上库房	
		7	楼上档案存放室	
		8	机房防护门及缝隙处	
		9	管线洞口	

（4）监测质保：确保执行拟完善的《监测仪表使用与检验管理制度》，并利用委托监测获得的监测数据进行比对并建立比对档案。监测须采用国家颁布的标准方法或推荐方法并制定辐射环境监测管理制度。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，医院应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

医院应根据每个周期个人剂量检测结果及时对辐射工作人员的工作量进行调整，确保其年有效剂量能够满足标准限值要求。

辐射事故应急

广汉雒康医院有限责任公司针对本项目可能产生的辐射事故情况拟完善原有事故应急预案，应急预案内容应包括：

（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。

实施本项目的广汉雒康医院有限责任公司应依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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号文）要求，发生辐射事故时，医院应立即启动医院内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内向所在地生态环境部门（德阳市生态环境局）和公安部门（德阳市公安局）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（德阳市卫生和健康委员会）报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。从而保证一旦发生辐射意外事件时，即能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理辐射事故，保护工作人员和公众的健康与安全。

医院应加强管理，严格执行安全操作规程，并确认经常确认辐射工作场所周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论

1.实践正当性

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起到了十分重要的作用。广汉雒康医院有限责任公司新增医用电子直线加速器核技术利用项目符合广汉市医疗服务需要。因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

2.产业政策相符性与代价利益分析

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 条的“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备、电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业，其建设符合国家现行产业政策。

3.选址、布局

项目地理和场所位置

本项目院区位于广汉市珠海路西一段 1 号，[redacted]

本项目加速器机房设置于院区西侧综合楼内，[redacted]

本项目加速器机房位于综合楼负 1 楼东南侧底端，[redacted]

本项目医用直线加速器相关场所由加速器机房、控制室、辅助机房、设备房构成，拟将加速器机房作为本项目医用直线加速器的辐射工作场所**控制区**，加速器开机工作时禁止任何人员进入；拟将控制室、辅助机房、设备房以及机房防护门外 1 米范围划

分为**监督区**，禁止非辐射工作人员进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目机房与控制室等分开单独设置，区域划分明确，机房布局基本合理。

4.辐射屏蔽能力分析

目前本项目加速器机房已随院区主体大楼的修建而建成。该加速器机房有效使用面积为 54.00m^2（长 7.50m×宽 7.20m×高 3.70m）。机房整体采用钢筋混凝土连续浇筑，其主射方向朝向北侧墙体、楼上、南侧墙体（土质层以及地面（下方为土质层）。北侧与南侧墙体主屏蔽部分为 2.90m 厚混凝土，主屏蔽宽度为 4.30m，与主屏蔽相连的次屏蔽墙体厚 1.60m。东南侧墙体外设置 6.80m 长“L”型迷道，迷道内墙最薄屏蔽为 1.10m 厚混凝土，迷道外墙最薄屏蔽为 0.95m 厚混凝土。楼上为 1 楼库房、档案存放室，楼顶主屏蔽部分为 2.90m 厚混凝土，次屏蔽部分为 1.60m 混凝土；机房楼下无房间，不考虑地面防护。迷道入口防护门为 10mmPb。

根据理论计算等以及《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)、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020），直线加速器机房四周墙体、楼上、防护门屏蔽厚度满足辐射防护要求。

5.保护目标剂量

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）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

6.辐射安全措施

本项目运行后，辐射工作人员应按国家有关要求佩带个人剂量计并建立个人剂量档案，定期进行职业健康体检并建立职业健康档案。拟配备个人剂量计、个人剂量报警仪，在直线加速器机房内拟设置固定式辐射报警仪。拟在辐射工作场所门口设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯，工作状态指示灯和机房相通的门能有效联动，加速器机房设有门机联锁和门灯联锁及剂量联锁，要求规格符合有关法律法规的规定。拟在控制区入口均要求设置有电离辐射警告标志及中文警示标志以及工作状态指示灯。同时，在作为监督区入口设置中文警示标志，并在地面张贴警戒线。医用直线加速器设备操作台和床体自带 1 个急停开关，拟在加速器机房各墙体及迷道外墙上设置

急停开关（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加速器停机。机房和控制室之间拟设置对讲系统和监控系统，以便医师在操作时观测患者在治疗室的状况，及时处理意外情况。本项目医护人员和患者拟配备防护用品，要求规格符合有关法律法规的规定。

7.辐射环境管理

1)拟委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；

2)医院拟配备辐射巡测仪及个人剂量报警仪，环评要求医院定期对工作场所辐射水平进行检测；

3)医院拟委托有资质的公司开展个人剂量监测，环评要求所有在职辐射工作人员要求配带个人剂量计，为机房内医护人员增加相应个人剂量计数量。医院应及时跟监测单位核实数据原因，及时发现、解决问题。医院拟根据现有核技术应用情况完善辐射环境监测方案。

本项目医用直线加速器投运后，拟为本项目医用直线加速器机房新增 5 名辐射工作人员，包括 2 名医师，1 名物理师，1 名护师和 1 名技师。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射工作人员职业健康管理办法》的要求，为保护辐射工作人员身体健康，医院拟将定期委托单位对 5 名新增辐射工作人员进行职业健康体检。医院将在本项目开展前再对相关辐射工作人员进行岗前体检，再次确认是否适合从事放射性工作。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》以及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》的要求，广汉雒康医院有限责任公司应制定相关管理制度并完善原有制度。

8.辐射安全许可证重新申领

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》“有下列情形之一的，持证单位应当按照原申请程序，重新申请领取许可证：改变所从事活动的种类或者范围的；新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的。国务院环境保护主管部门向生产放射性同位素的单位颁发许可证前，应当将申请材料印送其行业主管部门征求意见。环境保护主管部门应当将审批颁发许可证的情况通报同级公安部门、卫生主管部门”。

在本项目环境影响评价文件取得四川省生态环境厅批复后，建设单位需准备相应

文件并提交审管部门（四川省生态环境厅核发），重新申领辐射安全许可证。

办理流程：受理、审查、决定、制证、颁发和送达。

表 13-1 辐射安全许可证重新申领材料

序号	材料名称	材料形式		材料类型	纸质材料规格	材料必要性	来源渠道	来源渠道说明	受理标准	填报须知
		纸质	电子							
1	《辐射安全许可证申请表》1份	1份	1份	原件和复印件	—	必要	申请人自备	—	签字处盖章	—
2	企业法人营业执照正、副本或事业单位法人证书正、副本及法定代表人身份证复印件，机构代码证复印件，营业执照（统一社会行用代码）复印件	1份	1份	复印件	—	必要	申请人自备	—	签字处盖章，逐页盖章	—
3	1、满足《射线同位素与射线装置安全许可管理办法》第十三条和第十六条相应规定的证明材料：1、使用II类射线装置的设立专门辐射安全与环境保护管理机构文件；2、辐射工作的人员通过省环保厅认可的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的合格证；3、辐射相关管理制度，包括：①辐射工作设备操作规程②辐射设备维护、维修制度③辐射防护和安全保卫制度	1份	1份	复印件	—	必要	申请人自备	—	签字处盖章	—

9.项目环保竣工验收检查内容

根据《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》，工程建设执行污染治理设施应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。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，项目投入运行后，建设单位应当按照国务院生态环境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。

表 13-2 项目环保竣工验收检查一览表

序号	项目		规定的措施和制度
1	直线加速器机房	辐射屏蔽措施	主体建筑、防护工程
2			铅防护门1扇
3		通排风系统	通排风系统1套
4		安全措施	门机联锁1套（机房防护门）
5			门灯联锁1套（机房防护门）
6			钥匙开关1套（设备自带）
7			出束音响提示装置1套
8			紧急开门按钮1个（机房防护门）
9			急停开关共7个 （加速器机房内墙体拟设4个、迷道外墙上拟设1个；医用直线加速器设备操作台和床体各自带1个）
10			监控系统1套
11			对讲系统1套
12			警示标志（电离辐射警告标志、中文警示标志和警戒线） （机房防护门外、控制室门外、辅助机房门外、设备房门外）
13			灭火装置1套
14		防护用品	患者防护设备1套
15		监测用品	医护人员防护设备1套
16			固定式剂量报警仪1个
17			个人剂量报警仪1台
18			个人剂量计共5个
19			便携式X-γ剂量监测仪1台

综上所述，广汉雒康医院有限责任公司新增医用直线加速器核技术利用项目符合实践正当化原则，已（拟）采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

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

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，如发现监测结果超过管理限值，应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4) 加强对辐射工作人员个人剂量的管理，若发现季度监测数据超过1.25mSv，应及时进行调查、查找原因，并采取相应的干预管理措施；定期将辐射监测设备送至有检定资质的单位进行检定，保证监测设备监测数据的有效性；个人防护用品使用达到五年期限时，应及时更新。

5) 医院应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

6) 本项目环评审批后，医院应及时到四川省生态环境厅重新申领《辐射安全许可证》，办理前应登录“全国核技术利用辐射安全申报系统”中实施重新申领登记。根据《建设项目环境保护管理条例》，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。建设项目正式投产运行前，建设单位应按规范进行项目竣工环保验收。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见： 公　　章 经办人 年　　月　　日
审批意见： 公　　章 经办人 年　　月　　日