

自贡市精神卫生中心
10MV医用直线加速器搬迁项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：自贡市精神卫生中心

调查单位：四川省自然资源实验测试研究中心
(四川省核应急技术支持中心)

2024年9月

目 录

表 1 项目基本情况	7
表 2 项目建设情况	12
表 3 辐射安全与防护设施/措施	21
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	35
表 5 验收监测质量保证及质量控制	38
表 6 验收监测内容	40
表 7 验收监测	43
表 8 验收监测结论	46

附图：

附图 1：项目地理位置图

附图 2：医院总平面布置图

附图 3：本项目外环境关系图

附图 4：本项目平面布置及两区划分图

附图 5：本项目人流物流路径图

附件：

附件 1：委托书

附件 2：本项目辐射安全许可证

附件 3：本项目环评批复

附件 4：验收监测报告

附件 5：自贡市精神卫生中心关于调整放射防护与辐射安全管理委员会成员的通知

附件 6：辐射安全与防护相关规章制度

附件 7：本项目辐射工作人员培训合格证书

附件 8：本项目辐射工作人员近一年个人剂量监测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称	自贡市精神卫生中心 10MV 医用直线加速器搬迁项目				
建设单位名称	自贡市精神卫生中心				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造				
建设地点	四川省自贡市贡井区贡舒路 2 段 666 号老年 1 号楼一层				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	1 台II类射线装置（医用直线加速器）			
建设项目环评批复时间	2024 年 2 月 28 日	开工建设时间	2024 年 3 月		
取得辐射安全许可证时间	2024 年 7 月	项目投入运行时间	2024 年 7 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 7 月	验收现场监测时间	2024 年 9 月		
环评报告表审批部门	四川省生态环境厅	环评报告表编制单位	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）		
辐射安全与防护设施设计单位	四川远建建筑工程设计有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	自贡市第二建筑工程有限公司		
投资总概算	100 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	7.22 万元	比例	7.22%
实际总概算	86.3 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	8.0 万元	比例	9.26%
验收依据	<p>1.1 法律</p> <p>（1）《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行；</p>				

验收依据	<p>(2) 《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日起施行。</p> <p>1.2 法规</p> <p>(1) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，2019 年 3 月 2 日根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 709 号）修改；</p> <p>(2) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(3) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布；根据 2021 年 1 月 4 日发布的《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令 20 号）修改）；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2021 年修改，生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行环保部第 18 号令）；</p> <p>(5) 《四川省辐射污染防治条例》（2015 年 11 月四川省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过，2016 年 3 月 1 日起施行）；</p> <p>(6) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，国环规环评〔2017〕4 号，环境保护部办公厅 2017 年 11 月 22 日印发并施行；</p> <p>(7) 关于发布《射线装置分类》的公告（（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 2017 第 66 号））；</p> <p>(8) 《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 第 57 号，2019 年 12 月 23 日）；</p> <p>(9) 《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）的通知》（川环函[2016]1400 号）。</p> <p>1.3 技术规范</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB</p>
------	---

<p>验收依据</p>	<p>18871-2002)；</p> <p>(2) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ244-2017)；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(6) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)；</p> <p>(7) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告 2018 年第 9 号；</p> <p>(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)；</p> <p>(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/T201.2-2007)。</p> <p>1.4 其他相关文件</p> <p>(1) 《自贡市精神卫生中心 10MV 医用直线加速器搬迁项目环境影响报告表》(报批版)，2024 年 1 月，四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)编制完成；</p> <p>(2) 四川省生态环境厅《关于自贡市精神卫生中心 10MV 医用直线加速器搬迁项目环境影响报告表的批复》(川环审批〔2022〕14 号)。</p>
<p>验收执行标准</p>	<p>环评报告中评价标准：</p> <p>一、污染物排放标准</p> <p>(1) 废气：《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准。</p> <p>(2) 废水：执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中预处理标准；</p> <p>(3) 噪声：施工期执行《建筑施工厂界环境噪声排放标准》(GB122523-2011)中的限值；营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 2 类标准。</p>

验收执行标准	<p>二、电离辐射剂量约束及排放管理</p> <p>(一) 剂量管理限值</p> <p>1、职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。评价要求按上述标准限值的 1/4 作为本项目职业照射年有效剂量管理限值，即 5mSv/a。</p> <p>2、公众照射：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 1mSv。项目管理限值按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。</p> <p>(二) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）</p> <p>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不大于 6.1.4 中 a)、b)、c) 所确定的周围剂量当量率参考控制水平。</p> <p>机房外各关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 由以下方法确定：</p> <p>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 \dot{H}_c：</p> <p>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（\dot{H}_c）求关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c,d(\mu\text{Sv/h})$：</p> <p>机房外辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$；</p> <p>机房外非辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$。（本项目要求按照</p>
--------	--

验收执行标准	<p>100μSv/年，2μSv/周进行控制。)</p> <p>关注点的最高剂量率参考控制水平$\dot{H}_{c,max}(\mu\text{Sv/h})\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$。</p>
--------	--

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位情况

自贡市精神卫生中心（自贡市第五人民医院、自贡市老年病医院、自贡市疾控中心精神卫生分中心）始建于 1959 年，是自贡及川南地区集医疗、教学、科研、预防于一体，以精神病、老年病、心理咨询与治疗为主，综合科系基本配套的国家三级甲等专科医院。医院是四川省卫生计生委授予的“四川省区域精神卫生中心”“四川省区域心理卫生培训基地”“国家级住院医师规范化培训协同基地”以及“四川省专科医师规范化培训基地”；精神科为四川省乙级重点学科，老年科、心身疾病科为自贡市甲级重点专科。

医院目前有两个院区，老院区（青杠林院区）坐落于贡井区，占地 40 余亩，规划面积 55.8 亩，总建筑面积 39100 平方米，绿化面积约占总面积的 70%；现有职工 665 人，其中享受国家政府津贴专家 1 人，省卫生厅学术技术带头人 1 人，自贡市学术技术带头人 2 人，西南医科大学硕士生导师 1 人，四川省名中医 1 人；拥有卫生专业技术人员 563 人，其中高级职称 47 人，中级职称 116 人；设置编制床位 850 张，开放床位 1287 张。新院区（石牛湖院区）位于贡井区贡舒路 2 段 666 号（原自贡市贡井区长土镇石牛村 3、4 组），于 2018 年开始建设，总投资 3.70 亿元，占地面积 26767.48 平方米，总建筑面积 70247.69 平方米，设置床位 1000 张，2021 年 1 月正式挂牌。

目前，自贡市精神卫生中心已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00688]），许可种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。辐射安全许可证有效期至 2029 年 09 月 25 日。

2.1.2 项目建设内容及规模

本次验收项目内容为建设单位从自贡市精神卫生中心青杠林院区搬迁一台 10MV 医用直线加速器至自贡市精神卫生中心石牛湖院区预留机房使用。

本次搬迁的 1 台 10MV 医用直线加速器由成都利尼科医学技术发展有限公司制造，型号为 AccStar，为 II 类射线装置，用于肿瘤放射治疗。该加速器最大 X 射线能量 10MV，等中心最大 X 射线剂量率 3Gy/min；最大电子线能量为 14MeV，最大

电子线剂量率 9Gy/min；最大照野面积为 40×40cm²；单次最大出束时间 5min，年最大治疗出束时间 335h。

本项目预留的医用直线加速器机房位于自贡市精神卫生中心石牛湖院区的老年 1 号楼（共 14 层）一层北侧放疗科内，机房整体采用钢筋混凝土浇筑，建筑面积 166.8m²，净空尺寸为长 11.4m×宽 9.2m×高 4.0m；其主射方向为北侧墙体、南侧墙体、地面和屋顶；北侧和南侧主屏蔽墙厚 2.7m、宽 4m，相连次屏蔽墙厚 1.4m；东侧侧屏蔽墙厚 1.4m；西侧为长 9.2m 的“Z”型迷路，迷路内墙厚 1.2m，迷路外墙混凝土厚 1.2m；屋顶主屏蔽墙厚 2.7m、宽 4m，相连次屏蔽墙厚 1.9m；机房楼下无房间，不考虑地面防护；机房不设观察窗，通过监控探头对机房内情况进行观察；机房防护门为 10mm 铅当量+10mm 硼砂水泥（从青杠林院区配套搬迁而来）。搬迁后加速器单次最大出束时间 5min，年最大工作量为 4020 人次/年，年最大治疗出束时间 335h，年最大质控出束时间 100h。

项目医用直线加速器机房及其配套功能用房均为医院院区预留，与新院区各项主体建筑同步建设完成。本项目的建设内容见表 2-1。

表 2-1：项目建设内容表

射线装置	装置名称	射线装置类别	射线装置数量	活动种类	工作场所名称	备注
	10MV 医用直线加速器	II类	1 台	使用	放疗科医用直线加速器机房	从医院青杠林院区搬迁

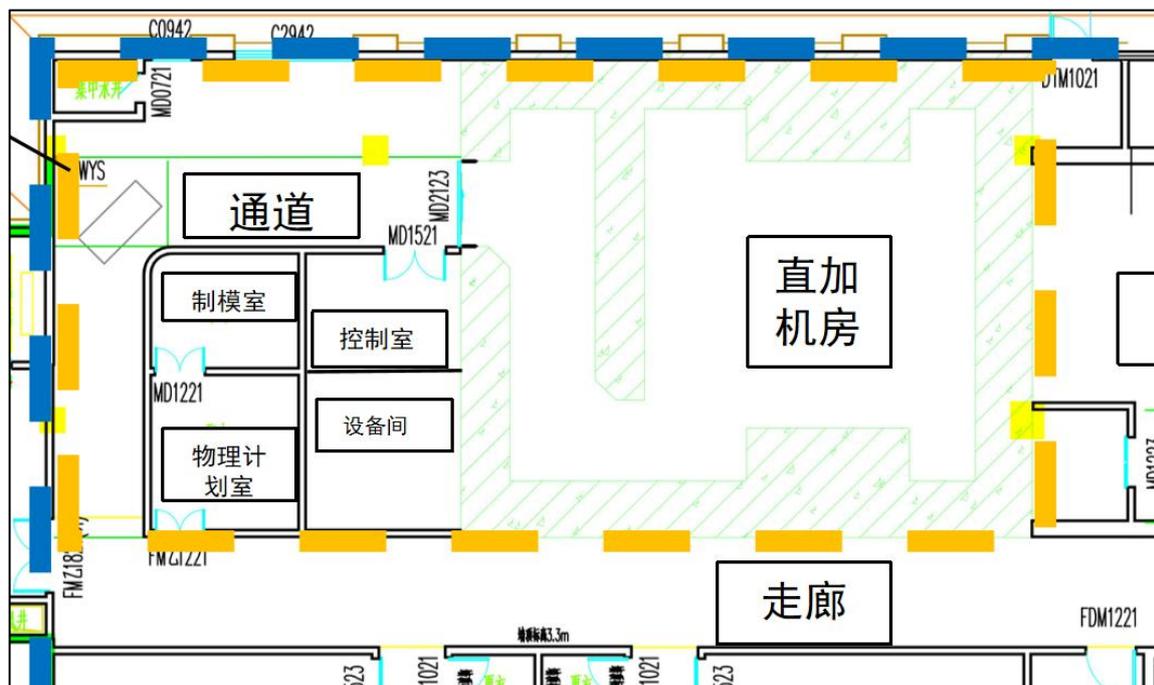
2.1.3 项目建设位置及项目总平面布置

本项目放疗科位于医院老年 1 号楼一楼北侧，楼上为 2 楼住院部精神内科病房，机房正下方为土层，人员无法到达，放疗科其余科室地下为停车场。从放疗科大门进入后，左侧从近至远依次为 CT 机房、DR 机房、治疗室、MRI 机房#1、控制室、MRI 机房#2、楼梯间；右侧从近至远依次为预留机房、预留机房、医用直线加速器机房、控制室、设备间、制模室、物理计划室、电梯、走廊。

医用直线加速器机房位于放疗科北侧靠东位置，从北开始顺时针方向依次紧挨着北侧绿化带、预留机房、走廊、设备间、控制室。医用直线加速器机房设有 Z 型迷路，迷路外侧设有防护铅门。

医院工作人员和病人通过放疗科正门门厅进入放疗科，通道宽度满足病人手推车辆的通行，治疗室之间的通道畅通无阻，方便治疗。同时，在放疗科西侧设有侧

门，用以生活垃圾等污物的外送，不与人员通道交叉；本项目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，本项目医用直线加速器机房单独设置在一楼放疗科，远离医院新生儿科、产科等敏感区域，可减少射线装置对公众的照射影响；位置相对独立，且布局较为紧凑，便于病人就诊，减少人流集中流通。项目总平面布置示意图详见图 2-1 和附图 4。



附图 2-1：本项目平面布置图

根据现场勘察，原控制室划为控制室和设备间两部分，原水冷间变为制模室，原配电间变为物理计划室。该处变动不影响本项目整体布局，不影响医用直线加速器机房的整体辐射防护，未对机房辐射防护效果造成改变，未对周围环境增加辐射影响。除此之外，项目其它平面布置情况与环评一致。

2.1.4 项目周围环境概况

本项目的医用直线加速器机房位于医院老年 1 号楼北侧一楼，以医用直线加速器机房为中心，北侧 50m 范围内为医院绿化带、空地和市政人行道、市政道路；东侧 50m 范围内为预留机房、骨密度机房、等候大厅和医院食堂；南侧 50m 范围内为 CT 室、DR 室、MRI 室、放疗科值班室、放疗科办公室和消防车道；西侧 50m 范围内为医院待建空地。机房楼下为土层无法进入，机房楼上为 2F 住院部精神内科 21 号病房。

项目外环境关系图见附图 3。项目评价范围内的保护目标见表 2-2。

表 2-2：主要环境保护目标

机房	保护名单		人数	方位	位置	与机房距离
医用直线加速器机房	职业人员		<4 人	西	直线加速器机房内及控制室、设备间、制模室、物理计划室	相邻
	周围公众	院内公众	<20 人	正上方	2F 住院部精神内科 21 号病房	相邻
			<10 人	南侧	放疗科 CT 室、DR 室、办公室、诊断室、值班室	4~30m
			<10 人	南侧	消防车道、空地	30~50m
			<5 人	东侧	预留机房	相邻
			<5 人	东侧	骨密度机房、预留机房	18~30m
			<15 人	东侧	卫生间、厨房	30~50m
			<100 人	东南侧	食堂	38~50m
			<15 人	西侧	走廊、空地	15~50m
	院外公众	<100 人	北侧	绿化带、空地、道路等	1~50m	

项目周围环境保护目标与环评一致。

2.1.5 项目变动情况

本项目环境影响评价文件为原四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）于 2024 年 1 月编制完成的《自贡市精神卫生中心 10MV 医用直线加速器搬迁项目环境影响报告表》（报批版），环评内容：自贡市精神卫生中心拟在四川省自贡市贡井区贡舒路 2 段 666 号自贡市精神卫生中心石牛湖院区 1 号楼一楼建设一间医用直线加速器机房，机房内利旧使用一台型号为 AccStar 的 10MV 医用直线加速器，为 II 类射线装置，从自贡市精神卫生中心青杠林院区搬迁而来。该加速器最大 X 射线能量 10MV，等中心最大 X 射线剂量率 3Gy/min；最大电子线能量为 14MeV，最大电子线剂量率 9Gy/min。

本次验收的医用直线加速器机房随大楼主体工程建成，搬迁项目于 2024 年 5 月开工，2024 年 5 月建成，2024 年 7 月纳入建设单位辐射安全许可证台账，2024 年 7 月开始调试运行。

本项目实际建设内容与环评审批决定建设内容对比情况见表 2-3。

表 2-3：项目实际建设内容与环评审批决定建设内容对比情况一览表

项目	环评审批决定建设内容及规模	验收建设内容及规模	是否一致
----	---------------	-----------	------

设备及机房情况	<p>本项目拟在自贡市贡井区贡舒路2段666号石牛湖院区（自贡市老年病医院）内实施，主要建设内容为：拟将青杠林院区原有的1台AccSar型医用电子直线加速器搬迁至石牛湖院区老年1号楼1楼预留机房内安装使用，其最大X射线能量为10MV，最大电子线能量为14MeV，属于II类射线装置，用于开展肿瘤治疗，项目总投资100万元，其中环保投资7.22万元。</p>	<p>本次将青杠林院区原有的1台AccSar型医用电子直线加速器搬迁至石牛湖院区老年1号楼1楼预留机房内安装使用，其最大X射线能量为10MV，最大电子线能量为14MeV，属于II类射线装置，用于开展肿瘤治疗，项目总投资86.3万元，其中环保投资8.0万元。</p>	<p>未超出环评范围，且本次验收的建成项目与环评一致，无变更。</p>
---------	--	--	-------------------------------------

本次验收的射线装置的设备数量、参数、工作场所位置与环评及环评批复一致，无《建设项目环境保护管理条例》第十二条中所列重大变动的情况。

本项目投入调试运行以来，10MV医用直线加速器和防护设施均保持正常运行，符合竣工验收的条件。

2.2 源项情况

本项目医用直线加速器型号、类型、射线种类、有用线束范围等技术参数见表2-4。

表 2-4：射线装置主要设备配置、主要技术参数及使用情况

设备名称	10MV 医用直线加速器
型号	Accstar
生产厂家	成都利尼科医学技术发展有限公司
射线装置类别	II类
数量	1台
输出能量	最大X射线能量10MV、最大X射线剂量率3Gy/min；最大电子线能量为14MeV、最大电子线剂量率9Gy/min
源轴距	100cm
最大照射野	40×40cm ²
机架旋转角度	0-360度
X射线泄漏率	≤0.1%
单次最长照射时间（min）	5
年最大治疗人次（人次）	4020
年最大治疗出束时间（h）	335
年最大质控出束时间（h）	100

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 工作原理及设备组成

1、工作原理

加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。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，因此，医用直线加速器可利用 X 线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。医用直线加速器可根据所诊疗癌症类型及其在体中的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射诊疗。医用直线加速器可根据所诊疗癌症类型及其在体中的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射诊疗。

2、设备组成

医用直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、微波功率源、微波传输系统、电子注入系统、脉冲调制系统、束流系统、真空系统、水冷系统、电源分配控制系统和应用系统等。电子枪产生的电子由行波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。本项目直线加速器未设置均整器，且由于内部独特的技术特点，因此等中心剂量率远高于常规直线加速器等中心剂量率。本项目医用直线加速器内部结构示意图见图 2-2；本项目 10MV 医用直线加速器照片见图 2-3。

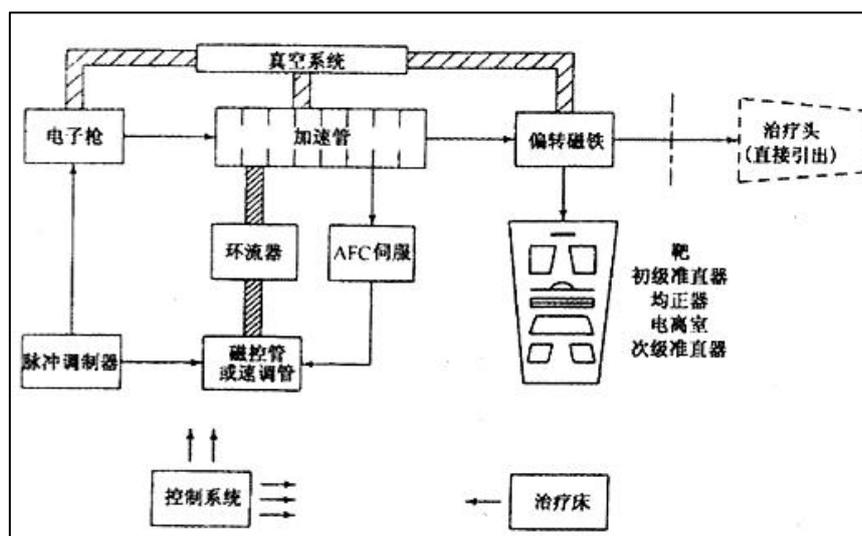


图 2-2：本项目医用直线加速器内部结构示意图



图 2-3：本项目医用直线加速器照片（调试中）

2.3.2 工作流程及产污环节

本项目利旧的医用直线加速器提供 X 射线和电子线用于肿瘤治疗，最大 X 射线能量为 10MV，最大电子线能量为 14MeV。在治疗时主要污染因子为 X 射线和电子线，X 射线和电子线是随机器的开关而产生和消失的。

对于最大 X 射线能量 $\leq 10\text{MV}$ 的加速器可以不用考虑中子和感生放射性的辐射影响。因此，本项目 10MV 直线加速器工作时主要污染物为：X 射线、电子线和臭氧。

本项目医用直线加速器操作流程如下：

1、模拟定位：先通过 CT 模拟定位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。

2、制订治疗计划：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。

3、操作人员确定门机联锁、门灯联锁、紧急停机按钮、监控系统等安全装置处于正常运行状态。

4、固定患者体位：在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位，标记，调整照射角度及照射野。

5、物理师离开治疗室，操作人员关上铅门，在控制台上操作，设置参数，开机治疗。

6、治疗完毕，停止出束。

使用医用直线加速器的治疗过程及其产污环节见图 2-4。

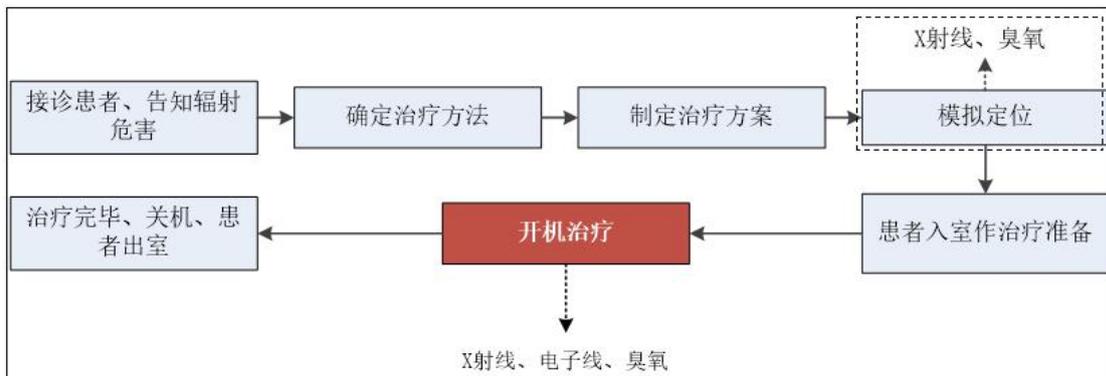


图 2-4：10MV 电子直线加速器治疗过程与产污环节简图

3、使用工况

根据医院提供资料，本项目加速器用于常规放射治疗，放射治疗工作量最多为 40 人/天，每周工作 5 天，平均每人每野次治疗剂量 1.5Gy 平均每人治疗照射 3 野次，周工作负荷 $W=40 \times 5 \times 1.5 \times 3=900\text{Gy}/\text{周}$ ，本次偏保守取 1000Gy/周。本项目加速器等中心处治疗模体内参考点的常用吸收剂量率为 2.5Gy/min，周治疗照射时间为 6.7h/周，年治疗最大出束时间 335h。质控人员每周末进行质控工作约 2h，年最大质控时间为 $2\text{h} \times 50 \text{周}=100\text{h}$ 。

2.4 污染源项分析

环评情况：

1、电离辐射

本项目医用直线加速器的加速粒子为电子，当电子束经高能加速后与靶物质相互作用时产生韧致辐射（即 X 射线），本项目的医用直线加速器可以提供 X 射线和电子线，X 射线和电子线是随机器的开关而产生和消失。本项目医用直线加速器最大 X 射线能量不超过 10MV，所以不需要考虑光中子和感生放射性。

2、废气

本项目所使用的医用直线加速器在运行过程中产生的有害气体主要是空气中的氧和氮在辐射作用下电离而生成的臭氧和氮氧化物，臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸，氮氧化物的产生量比臭氧小 10 倍，对环境影响很小，本次主要考虑臭氧。

3、固体废物

本项目医用直线加速器运营期不产生放射性固废，医生等工作人员和病人产生的生活垃圾直接依托医院已建的固废收集设施收集后统一进行处理。

4、废水

本项目医用直线加速器使用的冷却水均循环使用不外排。

5、噪声

本项目医用直线加速器运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，机房所使用的通排风系统均为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值一般低于60dB（A），噪声影响较小。

实际情况：与环评一致。

2.5 工作人员及工作制度

2.3.1 人员配置

本项目医用直线加速器机房辐射安全的管理科室为放疗科，本次从青杠林院区调配辐射工作人员共4名，其中1名技师、1名物理师和2名医师。医院各科室和辐射工作岗位工作人员独立设置，不存在人员交叉使用情况。

2.3.2 工作制度

根据建设单位提供的资料，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。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 项目工作场布局及分区

3.1.1 工作场所的布局

本项目放疗科位于医院老年 1 号楼一楼北侧，楼上为 2 楼住院部精神内科病房，机房正下方为土层，人员无法到达，放疗科其余科室地下为停车场。从放疗科大门进入后，左侧从近至远依次为 CT 机房、DR 机房、治疗室、MRI 机房#1、控制室、MRI 机房#2、楼梯间；右侧从近至远依次为预留机房、预留机房、医用直线加速器机房、控制室、水冷机房、配电间、电梯、走廊。医用直线加速器机房位于放疗科北侧靠东位置，从北开始顺时针方向依次紧挨着北侧绿化带、预留机房、走廊、控制室。医用直线加速器机房设有 Z 型迷路，迷路外侧设有防护铅门。

医院工作人员和病人通过放疗科正门门厅进入放疗科，通道宽度满足病人手推车辆的通行，治疗室之间的通道畅通无阻，方便治疗。同时，在放疗科西侧设有侧门，用以生活垃圾等污物的外送，不与人员通道交叉；本项目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。

对照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）布局要求，本项目医用直线加速器机房平面布置合理性分析见表 3-1。

表 3-1：医用直线加速器机房平面布局合理性分析

标准要求	本项目医用直线加速器机房布置合理性分析	是否满足标准要求
放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端。	本项目医用直线加速器机房位于医院老年 1 号楼一楼北侧。	满足
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。	本项目医用直线加速器机房及其辅助机房均按照该要求原则同时进行设计。	满足
放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。	本项目医用直线加速器机房已按照要求设置控制区和监督区。	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。	本项目医用直线加速器各个方向的防护屏蔽均能满足相应的屏蔽要求。	满足
治疗设备控制室应与治疗机房分开设置。	本项目医用直线加速器的设备控制室在治疗机房外部。	满足
应合理设置有用线束的朝向，直接	本项目医用直线加速器的设备控	满足

与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其它居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。	制室不在治疗设备的有用线束照射范围内。	
除 X 射线管治疗机房、术中放射治疗手术室和 γ 刀治疗机房可不设置或根据情况确定是否选用迷路，其它治疗机房均应设置迷路。	本项目医用直线加速器机房已设置迷路。	满足

场所布局与环评一致。

3.1.2 工作场所的分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）要求在放射性工作场所内划出控制区和监督区。本项目控制区和监督区划分见表 3-2。

表 3-2：本项目“两区”划分与管理

工作场所	控制区	监督区	备注
医用直线加速器治疗区	医用直线加速器机房	医用直线加速器机房控制室、设备间	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，监督区范围内应限制无关人员进入。

3.2 辐射防护设施及措施

3.2.1 机房建筑屏蔽情况

本项目医用直线加速器机房由有相应资质单位施工，本项目医用直线加速器机房屏蔽情况见表 3-3。

表 3-3：本项目医用直线加速器机房实体防护设施对照表

工作场所	直线加速器机房	是否与环评一致
机房建筑面积及长×宽×高	建筑面积 166.8m ² ，长 11.4m×宽 9.2m×高 4.0m	一致
墙体	北侧与南侧主屏蔽墙为厚 2.7m、宽 4m，相连次屏蔽墙厚 1.4m；东侧侧屏蔽墙厚 1.4m；	一致
屋顶	屋顶主屏蔽墙厚 2.7m、宽 4m，相连次屏蔽墙厚 1.9m	一致
迷路	西侧为长 9.2m 的“Z”型迷路，迷路内墙混凝土厚 1.2m，迷路外墙混凝土厚 1.2m	一致
防护门	10mm 铅当量+10mm 硼砂水泥	一致

各屏蔽墙体及顶棚、防护门的屏蔽效果，以机房外现场检测结果是否满足标准要求的周围剂量当量率控制水平为依据进行验收。

3.2.2 机房辐射防护设施及措施

为防止设备在运行过程中其他人员误入机房，受到不必要的照射，本项目医用直线加速器机房设置有辐射防护设施及措施，依据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函〔2016〕1400号）中对医用II类射线装置的要求对医用直线加速器机房设置的辐射安全装置和防护措施进行现场查验。现场核实情况如表3-3所示，现场核查照片详见图3-2。

表3-3：医用直线加速器机房安全装置和防护措施检查表

医用直线加速器机房				
序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	是否与规定和环评一致
1	控制台及安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关	已落实	一致
2		控制台有紧急停机按钮	已落实	一致
3		电视监控与对讲系统	已落实	一致
4		治疗室门与束流联锁（门-机联锁）	已落实	一致
5		治疗室内准备出束音响提示	已落实	一致
6	警示装置	入口电离辐射警示标识	已落实	一致
7		入口有加速器工作状态显示（门-灯联锁）	已落实	一致
8	照射室紧急设备	紧急开门按钮	已落实	一致
9		治疗室及迷道内有紧急停机按钮	已落实	一致
10		治疗床有紧急停机按钮	已落实	一致
11	监测设备	治疗室内固定式剂量报警仪（超剂量联锁）	已落实	一致
12		个人剂量报警仪	已落实	一致
13		个人剂量计	已落实	一致
14		便携式 X-γ辐射监测仪	已落实	一致



固定式辐射报警仪



个人剂量报警仪



个人剂量计



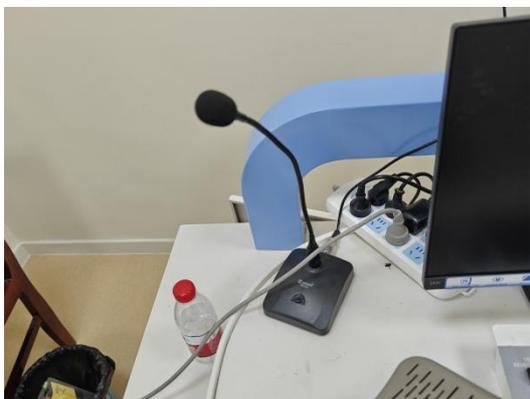
墙面紧急停机按钮（控制室）



控制台上紧急停机按钮



视频监控



语音对讲系统



音响系统



两区划分标志



烟雾报警器、通风口

监控探头



排风口

急停开关（治疗室）



铅衣



便携式 X-γ辐射监测仪



提醒标志





电离辐射警示标识、加速器工作状态显示灯

图 3-1：现场核查照片

3.2.3 检测仪器配备情况

本项目检测仪器配备情况见表 3-4。

表 3-4：医用直线加速器机房检测仪器配置情况

序号	名称	数量	是否与环评一致
1	X、 γ 辐射空气比释动能率仪	1 台	一致
2	个人剂量报警仪	3 个	一致

3.3 污染治理设施

1、废气的处理措施

医用直线加速器机房产生的废气主要为臭氧，建设单位已采用全空气型净化空调系统加新风系统将废气排出室外，每小时换气次数不小于 4 次，排风口位于楼顶。

废气处理措施与环评一致。

二、废水处理措施

医用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。工作人员产生的生活污水产生量较少，依托院区已建成的生活污水处理站处理达标后排入市政污水管网，再排入自贡市城市生活污水处理厂处理。

废水处理措施与环评一致。

三、固体废物

医用直线加速器在工作过程中不产生固体废物，工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾经医院集中收集后交由环卫部门统一处理。

固废处理措施与环评一致。

四、噪声

本项目运营期噪声主要来源于空调和新风系统的风机产生的噪声，其中本项目新风系统已采用低噪声节能排风机，其噪声值一般低于 60dB(A)，整体噪声较小，外经距离衰减、墙体隔声措施后，对周围环境没有明显影响，无需采用专门的降噪措施。

噪声处理措施与环评一致。

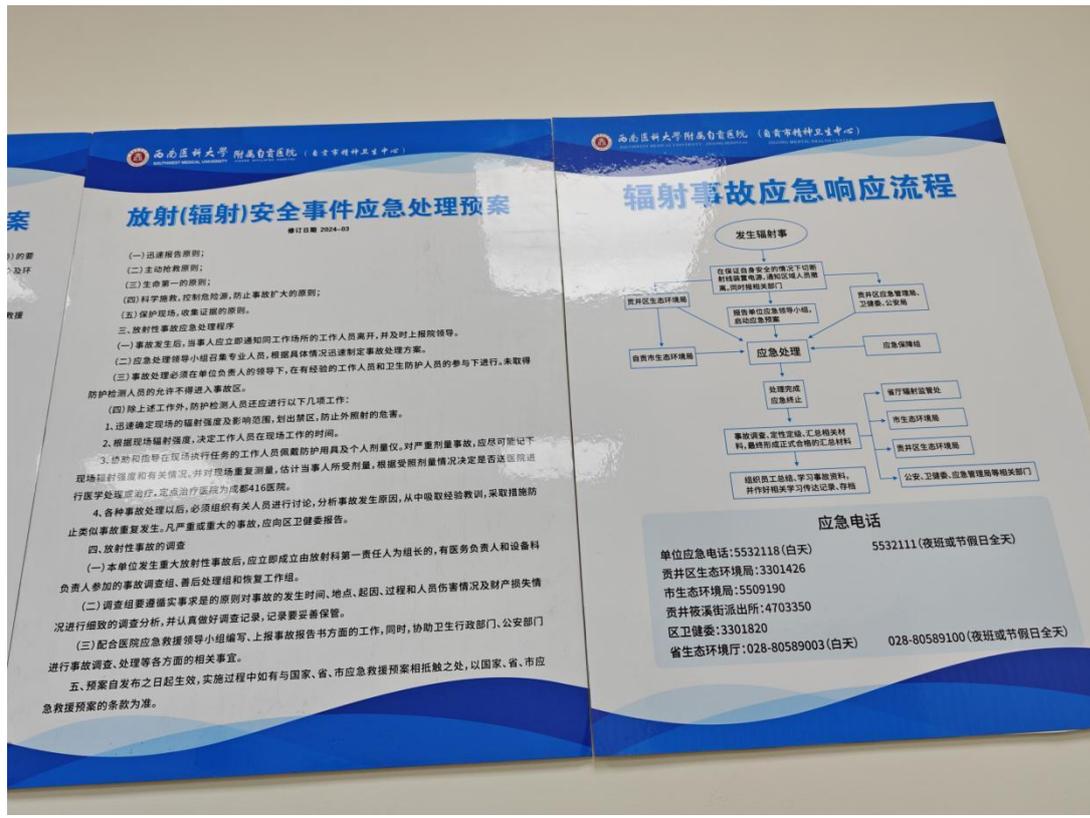
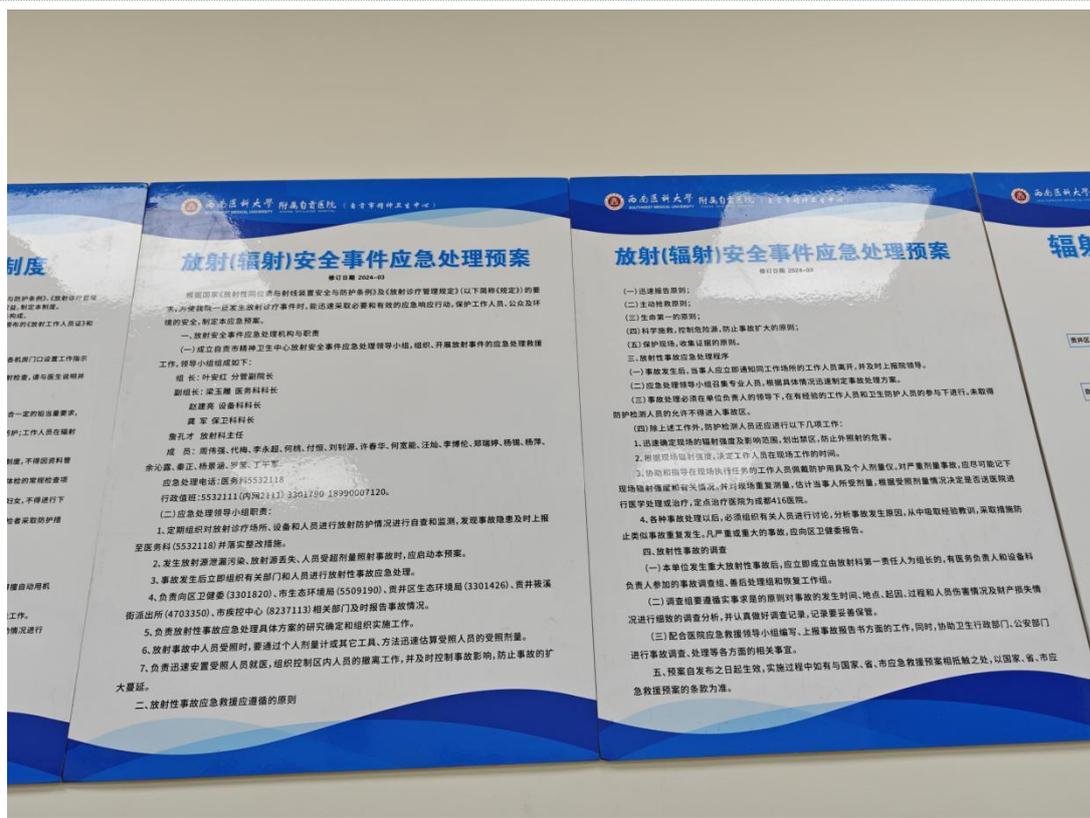
3.4 辐射安全与环境保护管理组织设置情况

建设单位已成立了以谭友果、刘可智为主任的放射防护与辐射安全管理委员会，委员会下设办公室，办公室设在医务部医务科。委员会的成员基本涵盖各相关职能科室，通知文件明确了领导小组的工作职责，满足相关要求。放射防护与辐射安全管理委员会文件见附件 5。

3.5 规章制度制定情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的要求，建设单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射安全和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

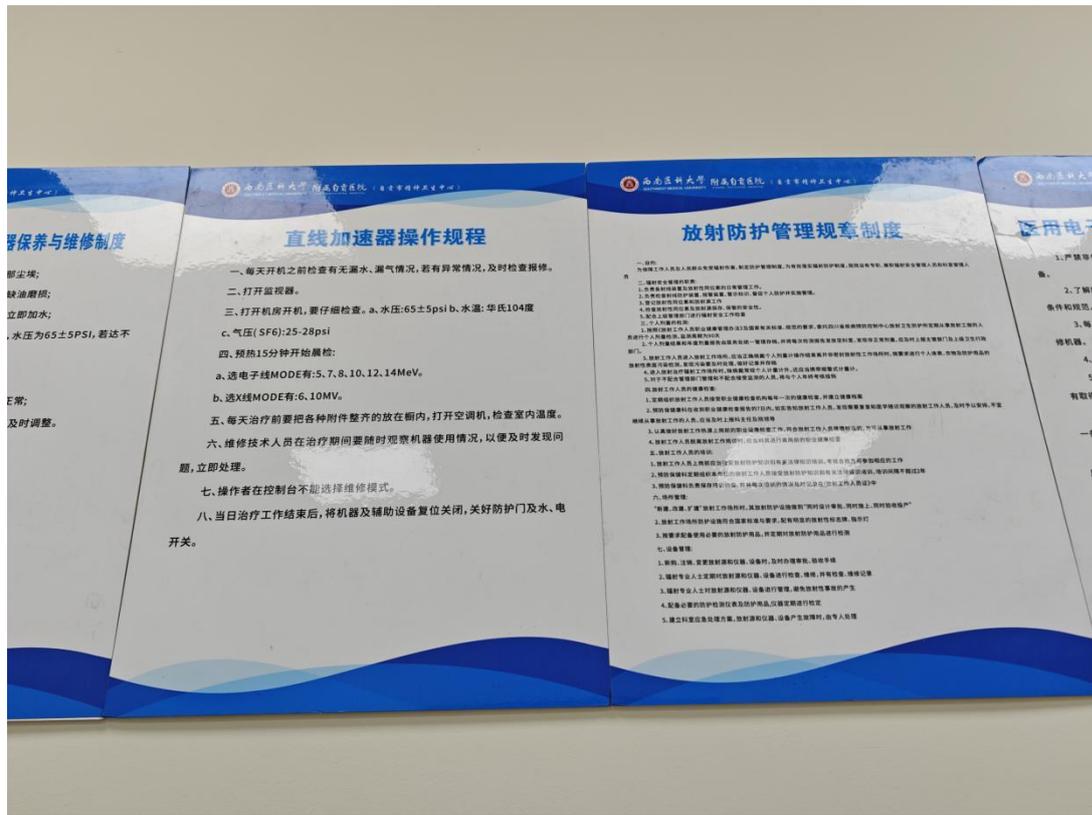
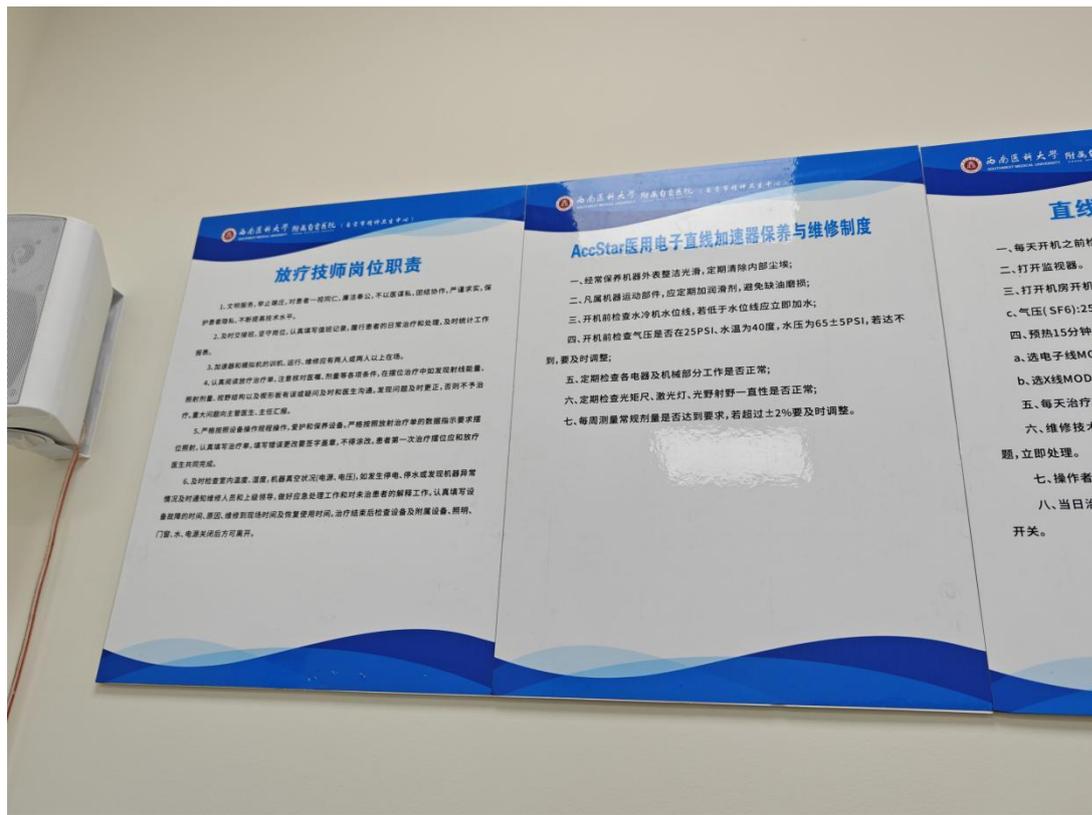
建设单位已制定有相关的辐射安全与防护管理制度（见附件 6），包括：医院已制定了《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《放射源与射线装置台账管理制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与核验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》《工作场所分区管理规定》《质量保证大纲和质量控制检测计划》等相关管理制度。其中《辐射工作人员岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《放射（辐射）安全事故应急处理预案》《辐射事故应急响应流程》《放疗技师岗位职



辐射事故应急响应流程



- #### 应急电话
- 单位应急电话:5532118(白天) 5532111(夜班或节假日全天)
 - 贵井区生态环境局:3301426
 - 市生态环境局:5509190
 - 贵井溪派出所:4703350
 - 区卫健委:3301820
 - 省生态环境厅:028-80589003(白天) 028-80589100(夜班或节假日全天)



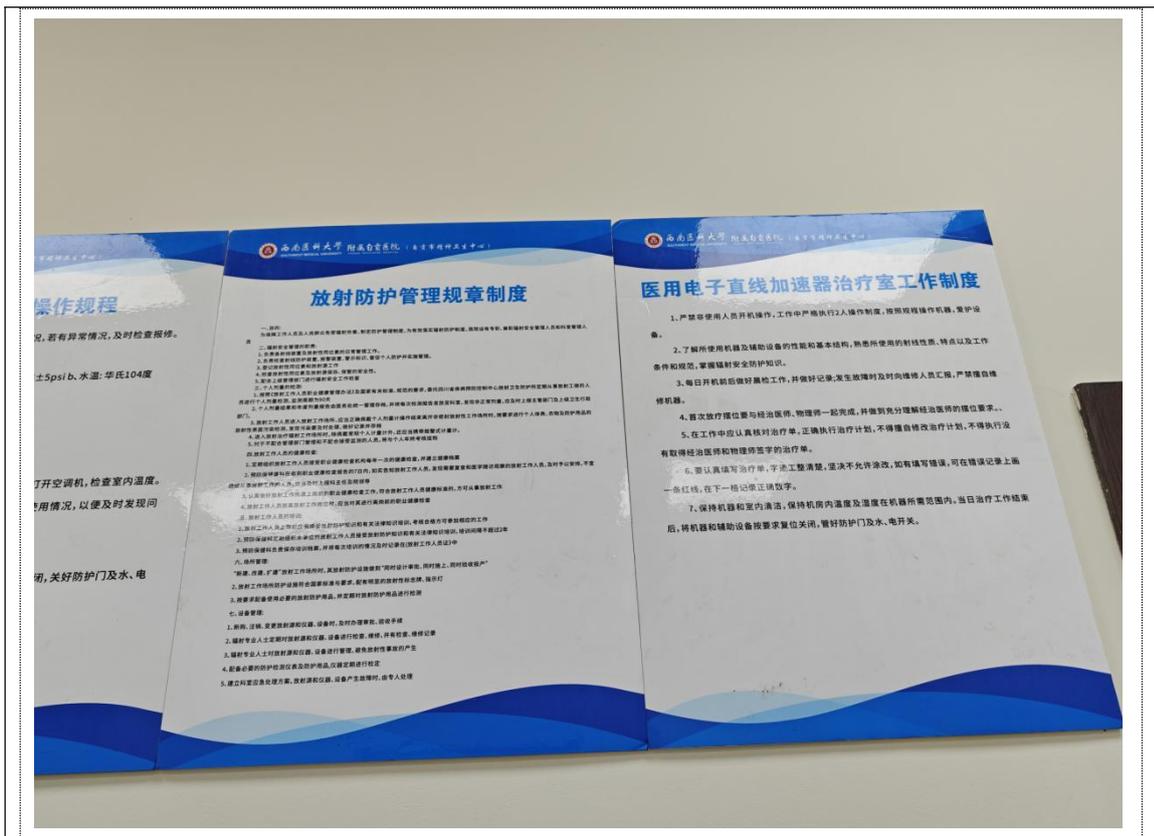


图 3-2：规章制度上墙照片

3.6 人员培训情况

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《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）中相关要求，从事辐射防护负责人和辐射工作人员上岗前需辐射防护培训，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训，不参加再培训的人员或者再培训考核不合格的人员，不得从事辐射工作。除此之外，需根据岗位的性质参加相应的培训并通过知识技能测试后才能上岗。建设项目涉及的 4 名辐射工作人员均已取得辐射安全培训证书。本项目工作人员信息、最近的年度剂量和辐射安全与防护培训情况见表 3-5。

表 3-5：本项目辐射工作人员培训情况一览表

工作人员基本情况							
姓名	辐射培训	到期时间	个人剂量监测结果（mSv）				年度
			2023 年 1 季度	2023 年 2 季度	2023 年 3 季度	2023 年 4 季度	
付恒	FS23SC0100864	2028.04.04	0.03	<MDL	0.04	<MDL	0.08

周虹	FS23SC0100870	2028.04.04	0.07	0.02	<MDL	0.09	0.18
毛鹏飞	FS23SC0100893	2028.04.04	0.12	<MDL	0.08	<MDL	0.21
余沁露	FS23SC0100835	2028.04.04	0.11	0.07	0.08	/	0.26

由上表可知，本项目配置的辐射工作人员最近年度个人剂量范围为0.08~0.26mSv，满足相关标准及评价标准中辐射人员年度个人剂量不超过5mSv的要求。

3.7 辐射监测

3.7.1 个人剂量监测

建设单位已为辐射工作人员购置个人剂量计与个人剂量报警仪，其个人剂量监测工作委托有资质的单位进行检测，由建设单位安排专门的科室统一负责管理。监测基本情况如下：

(1) 监测种类：光子外照射监测；

(2) 监测方法：热释光法，依据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

(3) 监测周期：每年4个周期，3个月/周期。

3.7.2 辐射环境监测

建设单位已制定辐射环境监测方案，配备了1台便携式辐射检测仪用于医用直线加速器机房自主监测，并记录档案。具体监测方案如下：

(1) 监测范围：机房控制室、机房墙外、防护门外等人员可能到达的位置；

(2) 监测项目：X（ γ ）射线剂量当量率；

(3) 监测周期：每季度1次。

除自主监测外，建设单位定期委托具有监测资质的单位，对医用直线加速器机房周围环境的X- γ 辐射周围剂量当量率进行监测，每年至少进行1次，由资质单位出具监测报告。

3.8 辐射事故应急

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》的要求，建设单位制定了《放射事故应急处理预案》和《辐

射事故应急响应流程》，明确了应急机构和人员职责分工，应急响应的措施、应急联系方式等内容。当发生事故时，建设单位应立即启动辐射事故应急方案，采取有效措施，及时制止事故的恶化，并在 2 小时内向当地生态环境主管部门和上级部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生行政部门报告。

3.9 辐射安全管理制度核查情况

本项目辐射安全管理及防护评价要求与实际完成对照情况见下表：

表 3-6：辐射安全管理及防护评价要求与实际完成对照一览表

辐射安全管理及防护评价要求	现场检查情况	完善措施
有相应的辐射安全管理机构负责辐射安全。	成立了放射防护与辐射安全管理委员会，负责辐射安全管理工作。	/
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。	目前本项目涉及的辐射工作人员已参加辐射安全与防护培训。	/
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。	医院现有辐射工作人员均配有个人剂量计，根据建设单位提供的 2023 年全年全院辐射工作人员的个人剂量检测报告，工作人员个人剂量检测值均未超过 5mSv/a 的管理限值。	辐射工作人员建立个人剂量档案，个人剂量档案要终身保存。
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。	医院已制定了《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《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》《放射源与射线装置台账管理制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与核验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》《工作场所分区管理规定》《质量保证大纲和质量控制检测计划》等相关管理制度。其中《辐射工作人员岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《放射（辐射）安全事故应急处理预案》《辐射事故应急响应流程》《放疗技师岗位职责》《AccStar 医用电子直线加速器保养与维修制度》《直线加速器操作规程》《放射防护管理制度》和《医用电子直线加速器治疗室工作制度》等制度均已上墙。	加强辐射安全设施日常巡查和辐射场所自我监测并做好记录，存档备查。

<p>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。</p>	<p>医院已定期完成已有辐射工作场所的年度监测，并建立了监测档案。</p>	<p>/</p>
<p>放射性工作场所应实行分区管理制度。</p>	<p>对放射工作场所进行了分区管理，贴“电离辐射警告标志”。</p>	<p>/</p>
<p>辐射工作单位应建立放射性同位素与射线装置销售、购入、保管、使用台帐，做到帐物相符。</p>	<p>已建立详细的射线装置管理台账，且做到了账物相符。</p>	<p>/</p>
<p>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。特别应做好放射源的防火、防水、防盗、防抢、防破坏、防射线泄漏的实体保卫及防护措施。</p>	<p>医院制定了《辐射事故应急预案》，同时辐射工作场所现场已做到防火、防水、防破坏、防射线泄漏的实体保卫及防护措施。</p>	<p>在运行过程中，根据实际情况不断完善应急预案内容，定期开展演练，并定期对安防设施、设备进行维护。</p>

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响评价结论

4.1.1 辐射环境影响

经现场监测和模式预测，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

4.2.2 大气的环境影响

本项目射线装置在运行过程中产生的臭氧经排风系统排出后浓度低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的二级标准限值要求，不会对周围大气环境造成明显影响。

4.2.3 废水的环境影响

本项目在运行过程中不产生放射性废水，不会对周围水环境造成影响；医护人员产生的少量生活污水依托医院已建的污水处理设施处置，对周围环境影响较小。

4.2.4 固体废物的环境影响

本项目不会产生危险废物和放射性固废，对周围环境无影响。

4.2.5 噪声环境影响

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机和空调，均选用低噪设备，经墙体隔音和距离衰减后不会对周围的声学环境产生影响。

4.2 本项目选址合理性结论

本项目位于医院内，项目运营期对环境的影响较小。环评认为其选址和平面布置是合理的。

4.3 事故风险与防范结论

建设单位需按本报告提出的要求补充制定相关安全管理规章制度并完善辐射事故应急预案，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

4.4 环保设施与保护目标结论

建设单位需按环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

4.5 辐射安全管理的综合能力结论

建设单位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，拟制定辐射事故、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。对在一一落实设计的环保设施和相关的法律法规的要求后，即具备本项目辐射安全管理的综合能力。

4.6 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，本项目在自贡市精神卫生中心石牛湖院区内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

4.7 项目环评批复要求及落实情况

本项目环评批复（川环审批〔2024〕14号）具体要求及落实情况见表 4-1。

表 4-1：本项目环评批复要求及落实情况一览表

环评批复要求		落实情况
项目 建设 及运 行中 具体 要求	(1) 严格按照报告中提出的辐射安全与防护及污染防治要求，认真落实射线屏蔽、辐射安全连锁系统等辐射安全与防护措施，确保本项目屏蔽实体满足 X 射线防护要求，辐射安全连锁系统等各项装置实时有效。杜绝因违规操作导致职业人员或公众被误照射等事故发生。	(1) 建设单位已落实辐射安全与防护及污染防治要求和辐射安全与防护措施，已辐射安全连锁系统等各项装置实时有效。
	(2) 按照有关要求制定并完善本单位辐射安全管理各项规章制度及辐射事故应急预案。定期开展辐射事故应急演练，确保具备与自身辐射工作活动相适应的辐射事故应急水平。	(2) 建设单位已经建立和完善辐射安全管理制度，制订了有针对性和可操作性的辐射事故应急预案和应急响应程序。更新了射线装置台帐等各项档案资料和辐射安全许可证。
	(3) 新增辐射从业人员应当参加并通过辐射安全与防护考核。严格落实辐射工作人员个人剂量检测，建立个人剂量健康档案。	(3) 本项目所涉及辐射工作人员已参加辐射安全和防护知识培训，并通过考试取得了合格证书，做到持证上岗。

<p>(4) 结合本项目特点和有关要求, 认真开展环境辐射监测, 并做好有关记录。应按要求编写和提交辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>	<p>(4) 建设单位已配备便携式辐射监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪等辐射监测设备, 制定了辐射工作场所和环境辐射水平监测方案, 并将定期开展自我监测, 记录备查。将会按要求编写和提交辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>
<p>(5) 应做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作, 确保信息实时准确完整。</p>	<p>(5) 已在“全国核技术利用辐射安全申报系统”中做好了本单位相关信息的维护管理工作。</p>
<p>(6) 报告表经批准后, 项目的性质、规模、地点或者采取的环境保护措施发生重大变动的, 应当重新报批项目环境影响评价文件。</p>	<p>(6) 本项目未发生重大变动。</p>

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 检测基本信息

四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）于 2024 年 09 月 03 日对医用加速器机房周围环境的 X- γ 辐射周围剂量当量率进行了现场检测。检测基本信息见表 5-1。

表 5-1 检测基本信息一览表

项目名称	自贡市精神卫生中心 10MV 医用直线加速器搬迁项目 竣工环境保护验收监测		
委托单位	自贡市精神卫生中心		
委托单位地址	四川省自贡市贡井区贡舒路 2 段 666 号		
受检单位	自贡市精神卫生中心		
检测地址	四川省自贡市贡井区贡舒路 2 段 666 号		
检测内容	医用直线加速器	检测参数	X- γ 辐射剂量率
委托日期	2024 年 08 月 31 日	检测人员	蒲元平、张喜、冉茂林
检测日期	2024 年 09 月 03 日		
检测环境条件	环境温度：28.4℃~30.3℃；环境湿度：54.8%~59.6%；天气状况：晴。		

5.2 检测分析质量保证

本次监测单位为四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心），具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（编号：220020341133），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

（1）监测前制定监测方案，合理布设监测点位，使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

（2）监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（3）监测所用仪器经国家计量检定部门检定合格，且在有效检定周期内。监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，通过仪器的期间核查等质控手段保证仪器设备的正常运行，现场监测仪器每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并采用定点场对仪器进行校验；

（4）监测实行全过程的质量控制，严格按照单位《质保手册》、《作业指

导书》及仪器作业指导书的有关规定实行；

（5）监测时获取足够的的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

（6）建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

（7）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

表 6 验收监测内容

6.1 检测项目及因子

本次主要检测医用直线加速器机房周围环境的 X- γ 辐射剂量率。设备基本情况如下：

表 6-1：本项目医用直线加速器基本情况表

序号	装置名称	型号	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/min)	管理类别	使用场所
1	10MV 医用直线加速器	AccStar	最大 X 射线能量为 10MV，最大电子线能量为 14MeV	X 射线等中心最大剂量率为 3Gy/min，最大电子线剂量率 9Gy/min	II类	老年 1 号楼一层放疗科医用直线加速器机房

6.2 检测点位

本次验收检测在医用直线加速器机房外四周布设检测点位，具体点位布置图见下表 6-2。监测布点图见附图 6。

表 6-2：本项目医用直线加速器机房周围区域检测点位

编号	测量点位置	监测频次	备注
1	直线加速器机房北侧主屏蔽墙外院内空地	出束情况和未出束情况各测一次	出束方向由南向北
2	直线加速器机房北侧次屏蔽墙外		出束方向由南向北
3	直线加速器机房北侧主屏蔽墙外市政道路		出束方向由南向北
4	直线加速器机房南侧主屏蔽墙外走廊		出束方向由北向南
5	直线加速器机房南侧次屏蔽墙外走廊		出束方向由北向南
6	直线加速器机房东侧侧屏蔽墙外预留机房		出束方向由北向南
7	直线加速器机房西侧控制室内操作位		出束方向由北向南
8	直线加速器机房西侧控制室内电缆穿墙处		出束方向

			由北向南
9	直线加速器机房西侧防护门外北侧门缝处		出束方向 由北向南
10	直线加速器机房西侧防护门外门中部		出束方向 由北向南
11	直线加速器机房西侧防护门外门南侧门缝处		出束方向 由北向南
12	直线加速器机房西侧防护门外上方风管穿墙处		出束方向 由北向南
13	直线加速器机房上方 2F21 号病房（主屏蔽墙上方）		出束方向 由下向上
14	医院放射科大门外		出束方向 由下向上
15	医用直线加速器机房西侧墙外设备间		出束方向 由上向下
注：机房下方人员无法到达；机房上方检测点位设置为距地面高 100cm 处。			

6.2.1 监测点位的代表性和合理性

（1）本次监测在机房北侧、南侧和顶部的主屏蔽墙外各布设 1 个监测点位，可以反映主屏蔽墙外公众受到的辐射水平；

（2）本次监测在机房北侧、南侧的与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外各布设 1 个监测点位，可以反映与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙公众受到的辐射水平；

（3）本次监测在机房东侧屏蔽墙外布设了 1 个监测点位，可以反映侧屏蔽墙外公众受到的辐射水平；

（4）本次监测在控制室操作位和电缆穿墙处各布设了 1 个监测点位，可以反映辐射工作人员受到的辐射水平；在设备间布设了 1 个监测点位，可以反映偶尔在设备间的辐射工作人员受到的辐射水平。

（5）本次监测在机房防护门外布设了 3 个监测点位，可以反映防护门的屏蔽效果以及防护门外公众受到的辐射水平；

（6）本次在机房北侧市政道路和放射科大门外各布置了 1 个监测点位，可以反映处于这两个点位的公众受到的辐射水平。

6.3 检测仪器和检测分析方法

本次验收检测使用检测仪器详情见下表 6-3~6-4。

表 6-3：检测仪器信息一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)	仪器名称：辐射防护用 X-γ 辐射剂量当量率仪(平衡帽：0.06MeV~10MeV) 仪器型号：AT1123 仪器编号：54088 能量响应范围：15keV~10MeV 校准单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：校准字第 J20240602010 号 校准日期：2024 年 06 月 03 日 有效日期：2025 年 06 月 02 日

表 6-4：气象参数监测仪器

气象参数	监测仪器
环境温度、环境湿度	仪器名称：手持气象站 仪器型号：NK 4000 仪器编号：650513 环境温度分辨率：0.1℃ 环境湿度分辨率：0.1% 校准单位：四川中衡计量检测技术有限公司 证书编号：20240529620140 号 校准日期：2024 年 05 月 30 日 有效日期：2025 年 05 月 29 日 校准结论：所校准项目符合技术要求

检测方法依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。

表 7 验收监测

7.1 验收检测工况

表 7-1：本项目验收监测工况表

序号	装置名称	工作场所	额定参数	监测参数	出束时间	曝光方向
1	医用直线加速器	医用直线加速器机房	最大 X 射线能量 10MV； 最大电子线能量为 14MeV	X 射线： 10MV	2min	垂直方向 0~360 度 可调

7.2 验收检测结果

本项目医用直线加速器 X-γ辐射剂量率检测结果见表 7-2。

表 7-2：本项目医用直线加速器 X-γ辐射剂量率检测结果一览表

编号	测量点位置		X-γ辐射剂量率 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	医用直线加速器机房北侧主屏蔽墙外院内空地	未出束	127	2.1	出束方向 由南向北
		出束	129	2.7	
2	医用直线加速器机房北侧次屏蔽墙外	未出束	126	2.3	出束方向 由南向北
		出束	127	3.5	
3	医用直线加速器机房北侧主屏蔽墙外市政道路	未出束	126	1.9	出束方向 由南向北
		出束	128	2.8	
4	医用直线加速器机房南侧主屏蔽墙外走廊	未出束	131	3.1	出束方向 由北向南
		出束	131	2.6	
5	医用直线加速器机房南侧次屏蔽墙外走廊	未出束	132	2.1	出束方向 由北向南
		出束	133	1.8	
6	医用直线加速器机房东侧屏蔽墙外预留机房	未出束	120	2.5	出束方向 由北向南
		出束	122	1.8	
7	医用直线加速器机房西侧控制室内操作位	未出束	143	3	出束方向 由北向南
		出束	146	1.4	
8	医用直线加速器机房西侧控制室内电缆穿墙处	未出束	139	2.9	出束方向 由北向南
		出束	143	2.8	
9	医用直线加速器机房西侧防护门外北侧门缝处	未出束	150	4	出束方向 由北向南
		出束	152	2.2	
10	医用直线加速器机房西侧防护门外门中部	未出束	145	2.2	出束方向 由北向南
		出束	148	3.9	
11	医用直线加速器机房西侧防护门外门南侧门缝处	未出束	146	2.8	出束方向 由北向南
		出束	151	3	
12	医用直线加速器机房西侧防护门外上方风管穿墙处	未出束	141	3.2	出束方向 由北向南
		出束	143	4.1	

13	医用直线加速器机房上方 2F 21 号病房	未出束	137	2.7	出束方向 由下向上
		出束	139	3.1	
14	医院放射科大门外	未出束	131	3.4	出束方向 由上向下
		出束	131	3.6	
15	医用直线加速器机房西侧墙 外设备间	未出束	133	2.9	出束方向 由北向南
		出束	135	3.3	

7.3 验收监测结果分析

根据表 7-2 监测结果，在未出束状态下，医用直线加速器机房周围 X-γ 辐射剂量率范围为 120nGy/h~150nGy/h，即 0.12μGy/h~0.15μGy/h；医用直线加速器出束时 X-γ 辐射剂量率范围为 0.122μGy/h~0.152μGy/h。各关注点监测结果均满足环评确定的剂量率控制水平，即满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的屏蔽要求。

7.4 人员受照剂量估算

根据（式 7-1），对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$E=H \times 10^{-3} \times q \times h \times W_T \dots \dots \dots \text{（式 7-1）}$$

式中：

H —关注点的剂量当量（μSv/h）；

E —关注点的附加有效剂量（mSv/a）；

h —工作负荷（h/a）；本项目加速器年最大治疗出束时间 335h，年最大质控出束时间 100h，年最大出束时间 435h；各监测点位中，#1、#4 和#13 点位在主射方向，工作负荷取 435/4≈109h/a；其它点位取 435h/a。

q —居留因子，参照《放射治疗放射防护要求》GBZ121-2020 中附录 A，表 A.1 不同场所的居留因子；

W_T —组织权重因数，全身为 1。

根据表 7-2 监测结果，结合医院实际情况，计算医用直线加速器机房外各监测点位年附加剂量见表 7-3。

表 7-3：医用直线加速器机房外各监测点位年附加剂量计算表

点位编号	位置	类型	H（μSv/h）	h（h/a）	q	年附加剂量（mSv/a）
1	直线加速器机房北侧主屏蔽墙外院内空地	公众	0.129	109	1/16	0.0009
2	直线加速器机房北侧次屏	公众	0.127	435	1/16	0.0035

	蔽墙外					
3	直线加速器机房北侧主屏蔽墙外市政道路	公众	0.128	435	1/16	0.0035
4	直线加速器机房南侧主屏蔽墙外走廊	公众	0.131	109	1/5	0.0029
5	直线加速器机房南侧次屏蔽墙外走廊	公众	0.133	435	1/5	0.0116
6	直线加速器机房东侧侧屏蔽墙外预留机房	公众	0.122	435	1	0.0531
7	直线加速器机房西侧控制室内操作位	职业	0.146	435	1	0.0635
8	直线加速器机房西侧控制室内电缆穿墙处	职业	0.143	435	1	0.0622
9	直线加速器机房西侧防护门外北侧门缝处	公众	0.152	435	1/8	0.0083
10	直线加速器机房西侧防护门外门中部	公众	0.148	435	1/8	0.0080
11	直线加速器机房西侧防护门外门南侧门缝处	公众	0.151	435	1/8	0.0082
12	直线加速器机房西侧防护门外上方风管穿墙处	公众	0.143	435	1/20	0.0031
13	直线加速器机房上方 2F21 号病房（主屏蔽墙上方）	公众	0.139	109	1	0.0152
14	医院放射科大门外	公众	0.131	435	1	0.0570
15	医用直线加速器机房西侧墙外设备间	公众	0.135	435	1/16	0.0037

根据表 7-2，职业人员受到的附加有效剂量最大为 0.0635mSv/a，满足职业人员有效剂量不超过 5mSv/a 的管理限值要求；公众受到的附加有效剂量最大为 0.0570mSv/a，满足公众有效剂量不超过 0.1mSv/a 的管理限值要求。

7.5 个人剂量档案及证书管理检查

本项目 4 名职业人员均通过辐射安全防护培训考核，持证上岗，2023 年年度的个人剂量监测结果和证书编号见附件 7~附件 8。

由附件 8 可以看出，本项目辐射工作人员上年度所受的年辐射剂量为 0.08~0.26mSv 之间，低于标准中规定的职业照射年有效剂量管理限值的 1/4，即 5mSv/a，符合国家规定的要求。

表 8 验收监测结论

8.1 结论

根据自贡市精神卫生中心 10MV 医用直线加速器搬迁项目现场调查和辐射环境保护验收监测结果，可以得出以下主要结论：

8.1.1 基本环保手续

本项目已按照国家有关环境保护的法律法规，进行了建设项目环境影响评价，履行了环保审批手续，进行了辐射安全许可证的重新申领。

8.1.2 工程变更情况

通过现场检查，原控制室划为控制室和设备间两部分，原水冷间变为制模室，原配电间变为物理计划室。除此之外，本次验收的医用直线加速器机房设备数量、参数、工作场所位置与环评及环评批复一致，无《建设项目环境保护管理条例》第十二条中所列重大变动的情况。

8.1.3 环评落实情况

经过现场调查与资料收集整理，本项目规模、内容未超出环评评价范围，环评中要求的各项辐射防护设施及辐射安全管理措施均已落实到位。

8.1.4 批复落实情况

经过现场调查与资料收集整理，本项目对于四川省生态环境厅下发的川环审批〔2024〕14 号批复文件中提出的各项环保措施及要求已落实到位。

8.1.5 辐射管理情况

建设单位成立了辐射安全与环境保护管理组织，负责全院的辐射安全管理工作，并建立了完善的规章制度，制定有辐射事故应急处理方案。辐射工作人员参加了有关辐射安全与防护培训并经考核合格后上岗。已为辐射工作人员配备个人剂量计，个人剂量检测工作已委托有资质单位进行。能够满足相关法规的要求。

8.1.6 验收监测情况

经验收监测，本项目医用直线加速器机房各监测点位均满足环评确定的剂量率控制水平，即满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的屏

蔽要求；各监测点处辐射工作人员年有效剂量及公众的年有效剂量均低于环评报告及批复中要求执行的管理限值（职业人员：5mSv/a；公众：0.1mSv/a）

综上所述，本项目所采取的辐射屏蔽措施均切实有效，在医用直线加速器正常开展放疗工作时对周围环境的影响符合环评文件的要求。

8.1.7 综合结论

本项目的建设符合环评文件及批复的要求，辐射防护措施得当，管理规章制度、操作规程完备，验收时辐射工作人员对各项管理制度和操作规程严格执行，在项目正常运行的情况下，各项监测结果满足国家标准要求，对周围环境的影响可控，工作人员及公众人员年照射有效剂量满足《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）和环评批复要求的相关限值，建议通过竣工环境保护验收。

8.2 建议

- （1）在项目运行中，继续严格执行各项辐射防护的要求和环境保护的规定，对项目加强管理，及时更新辐射应急预案；
- （2）定期更新完善各项辐射安全管理制度并按要求上墙；
- （3）定期检查各项安全联锁装置及监控设施，确保其有效工作；
- （4）对存在辐射安全隐患的地方及时进行整改，预防辐射安全事件的发生。