

南安市医院新院区（一期）1台医用直线加速器项目竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：南安市医院

编制单位：福建锡福技术服务有限公司

2025年5月

目录

表一 项目基本情况	1
表二 项目建设情况	10
2.1、项目建设内容	10
2.2 源项情况	23
2.3 工程设备与工程分析	23
2.4 主要污染源	26
2.5 人员配置及工作时间	28
表三 辐射安全员防护措施/设施	29
3.1 工作场所布局和分区管理	29
3.2 辐射安全与防护设施	30
3.3“三废”处置设施	34
3.4 辐射安全与防护设施“三同时”落实情况	34
3.5 辐射安全与防护管理	34
3.6 环评文件及批复文件要求落实情况	36
表四 建设项目环境影像报告表主要结论及审批部门审批决定	41
4.1 环境影像报告表主要结论和建议	41
4.2 审批部门审批决定	44
表五 验收检测质量保证及质量控制	47
5.1 人员培训与授权	47
5.2 监测方法选择	47
5.4 数据处理中的质量控制	48
5.5 内部质量控制	48
5.6 外部质量控制	48
表六 验收监测内容	50
6.1 监测内容	50
6.2 监测布点原则及监测点布置	50
6.3 监测时间及环境参数	50
6.4 监测仪器	51
6.5 监测因子及频次	51
表七 验收监测	52
7.1 验收监测期间生产工况记录	52
7.2 验收监测结果	52
7.3 年有效剂量	54

表八 验收监测结论	56
8.1 验收监测结论	56
8.2 建议	57
附件	58
附件 1：建设项目委托书	58
附件 2：辐射安全许可证	59
附件 3：建设项目环境影响报告表（节选）	71
附件 4：南安市医院本项目环评批复	74
附件 5：放射安全防护管理领导小组	78
附件 6：放射事件应急处理预案	81
附件 8：建设单位监测设备校准证书	110
附件 9：个人剂量检测合同	118
附件 10：辐射工作人员培训证书	123
附件 11：职业健康体检报告	127
附件 12：年度评估报告证明材料	141
附件 13：验收监测报告	142
附件 14：验收监测单位资质	149
附件 15：验收意见	151

表一 项目基本情况

建设项目名称	南安市医院新院区（一期）1台医用直线加速器项目				
建设单位名称	南安市医院				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建				
建设地点	江北大道 2330 号				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	1 台医用直线加速器			
建设项目环评时间	2024 年 5 月	开工建设时间	2024 年 9 月		
取得辐射安全许可时间	2025 年 3 月 26 日	项目投入运行时间	2025 年 3 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 3 月	验收现场监测时间	2025 年 4 月 11 日		
环评报告表 审批部门	福建省生态环境厅	环评报告表 编制单位	泉州市荣源水土保持 科技咨询有限公司		
辐射安全与防护设 计单位	福建省建筑设计 研究院有限公司	辐射安全与防护施 工单位	福建七建集团有限公 司		
投资总概算（万）	2500	环保投资总概算 (万)	350	比例	14%
实际总概算（万）	2546.8	环保投资（万）	152	比例	5.97%
验收依据	1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 (1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日实施 (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 6 号，2003 年 10 月 1 日实施 (3) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 修改版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行 (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年				

	<p>修正版），国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 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》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>（6）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行</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公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行</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 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>（9）《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行</p> <p>（10）《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，2017 年 11 月 22 日起施行</p> <p>（11）《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》生态环境部公告[2018]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发</p> <p>（12）关于印发《污染影响类建设项目重大变动（试行）》的通知，环办环评函〔2020〕688 号</p>
	<p>2、建设项目竣工验收保护验收技术规范</p> <p>（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>（2）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>（3）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>（4）《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>(5) 《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>(6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)</p> <p>(7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)</p> <p>(8) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)</p> <p>3、建设项目环境影响报告表及其他审批部门审批决定</p> <p>(1) 《南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器项目及核医学项目环境影响报告表》</p> <p>(2) 《福建省生态环境厅关于批复南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器及核医学项目环境影响报告表的函》 (闽环辐评〔2024〕62 号)</p> <p>4、其他相关文件</p> <p>(3) 南安市医院的环保验收监测委托书</p> <p>(4) 建设项目的验收监测报告(SVHJ25A24)</p>
验收执行标准	<p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)</p> <p>①标准限值 依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 附录 B 中规定：</p> <p>B1.1.1 剂量限值 B1.1.1.1 应对任何工作人员的执业照射水平控制，使之不超过下述限值： 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； 依照环评批复，本项目工作人员取 5mSv/a 作为剂量约束值。</p>

B1.2.1 剂量限值

实践使公众有关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

年有限剂量， 1mSv 。

依照环评批复，本项目公众人员取 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

本项目竣工环境保护验收评价标准具体见表 1-1

表 1-1 人员年有效剂量约束限值

人员类别	标准限值	环评标准	验收标准
职业照射	连续 5 年的平均有效剂量小于 20mSv	剂量约束值 5mSv/a	与环评一致
公众照射	年平均剂量估计值不应超过 1mSv	剂量约束值 0.1mSv/a	与环评一致

2、《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)

6.1 布局要求

6.1.1 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。

6.1.2 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。

6.1.3 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。

6.1.4 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，凡是不可以与治疗设备分离的，尽

可能设置于治疗机房外。

6.1.5 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。

6.1.6 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。

6.1.7 使用移动式电子加速器的手术室应设在医院手术区的端，并和相关工作用房（如控制室或专用于加速器调试、维修的储存室）形成一个相对独立区域，移动式电子加速器的控制台应与移动式电子加速器机房分离，实行隔室操作。

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) 所确定周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

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 (H_e) 求得关注点的周围剂量当量率控制水平 \dot{H}_c ，见式 (1)：

$$\dot{H}_c \leq \frac{\dot{H}_e}{t \times U \times T} \quad (1-1)$$

式中：

\dot{H}_c —周围剂量当量率参考控制水平，单位微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）；

\dot{H}_e —周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ），取值按如下取值：放射治疗机房外控制区的工作人员：

$H_e \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

放射治疗机房外非控制区的人员： $H_e \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

t —设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（ $\text{h}/\text{周}$ ）；

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。

根据《放射治疗放射防护要求》GBZ121-2020 附录 A，不同场所的居留因子见表 1-2。

表 1-2 不同场所的居留因子

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剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）：

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

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

c) 由上述 a) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$ ，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 $\dot{H}_{c,\max}$ 。

6.3.3 屏蔽材料

屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和经济因素，符合最优化要求，新建机房一般选用普通混凝土。

6.4 安全装置和警示标志要求

	<p>6.4.2 联锁装置</p> <p>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。</p>
	<p>6.4.3 标志</p> <p>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：</p> <ul style="list-style-type: none">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。
	<p>6.4.4 急停开关</p> <p>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。</p>
	<p>6.4.6 视频监控、对讲交流系统</p> <p>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。</p>
	<p>3、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)</p> <p>4.8 辐射工作人员和公众成员的辐射照射应符合 GB18871-2002 中剂量限值相关规定。</p> <p>4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：</p> <ul style="list-style-type: none">a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a。b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

	<p>4.10 开展放射治疗活动的医疗机构应制定相应的辐射事故应急预案，做好辐射事故应急准备、应急演练和应急响应，确保有效防范辐射事故或缓解辐射事故的后果。</p> <p>5 选址、布局与分区要求</p> <p>5.1 选址与布局</p> <p>5.1.1 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。</p> <p>5.1.2 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。</p> <p>5.2 分区原则</p> <p>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，电子直线加速器机房、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。</p> <p>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）。</p> <p>6 放射治疗场所辐射安全与防护要求</p> <p>6.1 屏蔽要求</p> <p>6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。</p> <p>6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防</p>
--	--

护性能，符合最优化要求，

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

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 ：

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) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 。
($\mu\text{Sv}/\text{h}$):

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

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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 $\dot{H}_{c,max}(\mu\text{Sv}/\text{h})$:

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

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

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 $250 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 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 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

表二 项目建设情况

2.1、项目建设内容

2.1.1 建设单位概况

南安市医院位于南安市溪美街道新华街 330 号、江北大道 2330 号，该院始建于 1938 年，为三级乙等医院，是南安市卫生系统规模最大，集医疗、保健、教学、科研为一体的综合性公立医院。南安市医院新院区位于江北大道 2330 号，分三期建设，目前一期工程已开展环境影响评价工作并已取得批复文件（南环【2017】14 号）项目。一期工程建设一座大楼，大楼分为住院 A 楼部分、住院 B 楼部分、医技楼部分及门急诊楼部分，本项目位于医技楼部分。

经现场调查及收集有关资料文件，医院于 2024 年 5 月委托泉州市荣源水土保持科技咨询有限公司对其 1 台直线加速器及核医学科项目开展了环境影响评价工作，编制了《南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器及核医学科项目环境影响报告表》，项目内容为：新院区（一期）医技楼一楼建设核医学科，使用 $^{99}\text{Tc}^m$ 开展 SPECT 诊断工作；在地下一楼放疗科建设一间医用电子直线加速器机房 1 及其配套用房，使用 1 台医用直线加速器，医用直线加速器用于放射治疗。本次对《南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器及核医学科项目环境影响报告表》中的 1 台医用直线加速器进行环保竣工验收。

根据国家有关环保法律法规对建设项目竣工环境保护验收的规定和要求，2025 年 3 月南安市医院委托福建锡福技术服务有限公司进行验收；因此本次验收项目内容为新院区（一期）医技楼地下一楼放疗科建设一间医用电子直线加速器机房 1 及其配套用房。

接受委托后，我公司依据环评文件、批复意见，并按照国环规环评[2017]4 号要求，对该项目的建设情况、环保手续履行情况、环境保护措施落实情况、环境管理等情况进行了调查，根据现场调查和监测结果，编制完成《南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器项目竣工环境保护验收监测报告表》。本次竣工环保验收项目基本情况见表 2-1。

表 2-1 本次竣工环保验收项目基本信息表			
建设单位	南安市医院		
通讯地址	南安市溪美街道新华街 330 号、江北大道 2330 号		
法人代表	方向前	邮编	362399
联系人	黄强星	联系电话	13850713997
项目名称	南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器项目		
项目建设地址	医技楼地下一层放疗科医用电子直线加速器机房 1		
建设性质	新建		
环评单位	泉州市荣源水土保持 科技咨询有限公司	环评时间	2024 年 5 月
审批部门	福建省生态环境厅	审批时间	2024 年 9 月 27 日
审批文号	闽环辐评〔2024〕62 号		
项目开工时间	2024 年 9 月		
调试时间	2025 年 3 月		

2.1.2 已许可核技术利用项目情况

建设单位 2025 年 3 月 26 日，南安市医院取得福建省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（证书编号：闽环辐证[00338]），辐射工作许可的种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置。辐射安全许可证详情见附件 2。

医院核技术利用项目许可情况见表 2-2。

表 2-2 医院核技术利用项目许可一览表

序号	设备名称	规格型号	类别	使用位置	许可情况	验收情况
1	数字化医用 X 射线摄影系统	MULTIX Impact C 晴空一鹤(配置三)	III 类	二楼放射检查中心 1 号机房	已许可	/
2	乳腺 X 射线机	MAMMOMAT Inspiration	III 类	二楼放射检查中心 5 号机房	已许可	/
3	双能 X 射线骨密度仪	KD-GRAND	III 类	二楼放射检查中心 6 号机房	已许可	/
4	数字化透视摄影 X 射线机	LUMINOS Impulse 虎魄	III 类	二楼放射检查中心 7 号机房	已许可	/

序号	设备名称	规格型号	类别	使用位置	许可情况	验收情况
5	数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 588i	III类	放射科	已许可	/
6	移动式 X 射线机	KD-M200	III类	放射科	已许可	/
7	X 射线计算机体层摄影设备	NeuViz Extra	III类	放射科	已许可	/
8	血管造影用 X 射线装置	UNIQ FD20	II类	院内放射科	已许可	已验收
9	X 射线计算机体层摄影设备	Philips CT Big Bore	III类	模拟定位 CT 机房	已许可	/
10	数字化移动式摄影 X 射线机	DP326B-2	III类	全院	已许可	/
11	移动式 C 形臂 X 射线机	Cios Select Diamond	III类	三楼手术中心手术室 9、手术室 11、手术室 13、手术室 15	已许可	/
12	移动式平板 C 形臂 X 射线机	PLX118WF-A		三楼手术中心手术室 14	已许可	/
13	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Confidence	III类	三楼手术中心手术室 14	已许可	/
14	医用血管造影 X 射线机	Artis Q ceiling	II类		已许可	已验收
15	车载数字化 X 射线机	AKHX-19Z-I	III类	体检车（车牌号：闽 C·J29KC）DR 检测室	已许可	/
16	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT680 Expert	III类	一楼急诊 CT 室	已许可	/
17	数字化医用 X 射线摄影系统	MULTIX Impact C 晴空一鹤(配置三)	III类	一楼急诊 DR 室	已许可	/
18	医用血管造影 X 射线机	Artis zee III ceiling	II类	一楼急诊 DSA	已许可	已验收
19	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT680 Expert	III类	一楼医学影像中心 CT 室 3	已许可	/

序号	设备名称	规格型号	类别	使用位置	许可情况	验收情况
20	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Definition AS	III 类	一楼医学影像中心 CT 室 4	已许可	/
21	医用电子直线加速器	Synergy	II 类	医用电子这些加速器机房 1	已许可	本次验收项目

2.1.3 项目建设内容及规模

环评影像报告表及批复主要工程内容：南安市医院拟在位于泉州南安市柳城街道江北大道与环园西路、学府路交界处的新院区内的医技楼负一楼建设 1 间医用电子直线加速器机房 1 及其配套用房，使用 1 台医用电子直线加速器用于放射治疗；在医技楼（北部）一楼建设核医学科，使用外购的放射性核素 Tc-99m 配合 SPECT/CT 机（已备案）开展显像检查；本项目的医用电子直线加速器 X 射线为 10MV 和 6MV 两档，电子线最高能量为 22MeV，属于 II 类射线装置；核医学的日等效最大操作量为 $2.22E+7Bq$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

医院进行分批次验收，本次环评影像报告表及批复主要工程内容为：在医技楼地下一楼放疗科建设一间医用电子直线加速器机房 1 及其配套用房。医用电子直线加速器 X 射线为 10MV 和 6MV 两档，电子线最高能量为 22MeV，属于 II 类射线装置。

实际建设主要工程内容：在医技楼地下一楼放疗科建设一间医用电子直线加速器机房 1 及其配套用房，开展放射治疗。医用电子直线加速器 X 射线为 10MV 和 6MV 两档，电子线最高能量为 15MeV，属于 II 类射线装置。本项目所在位置与环评一致，射线装置参数均不高于环评，均未发生重大变动，本次验收内容见下表。

表 2-3 环评审批情况和实际建设情况一览表

项目	环评审批情况	实际建设情况	评价
设备名称	医用电子直线加速器	医用电子直线加速器	与环评一致
主要技术参数	电子线最高能量不超过 22MeV；X 射线能量 6MV，	电子线最高能量不超过 15MeV；X 射线能量 6MV，	未超过环评范

	等中心最大剂量率 1400cGy/min; X 射线能量 10MV, 等中心最大剂量率 2400cGy/min	等中心最大剂量率 1400cGy/min; X 射线能量 10MV, 等中心最大剂量率 600cGy/min	围
类别	II 类	II 类	与环评 一致
安装位置	医技楼地下一层放疗科医用电 子直线加速器机房 1	医技楼地下一层放疗科医用电 子直线加速器机房 1	与环评 一致

2.1.4 项目建设地点、周围环境关系、总平面布置

本项目医用电子直线加速器机房 1 位于江北大道 2330 号（江北院区），地理坐标为东经 118 度 22 分 40 秒；北纬 24 度 57 分 23 秒。本项目地理位置图见图 2-1；总平面布局图见图 2-2。

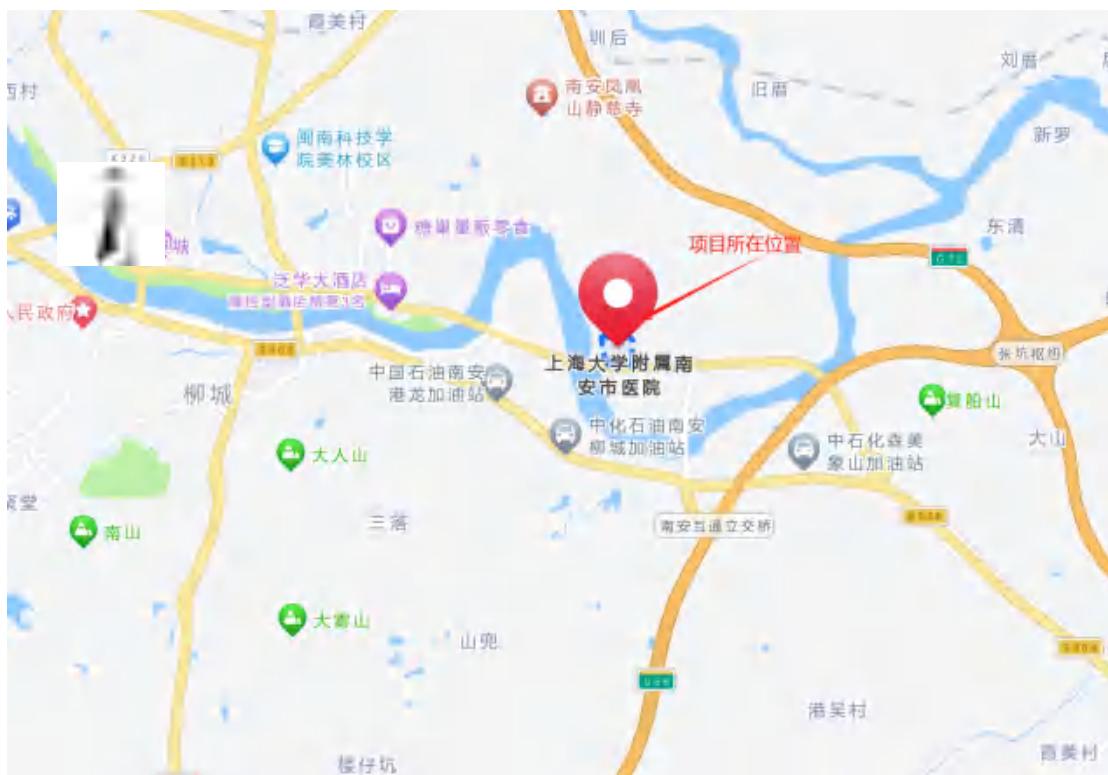


图 2-1 项目地理位置图（江北院区）



图 2-2 总平面布局图

本项目医用电子直线加速器机房 1 位于医技楼地下一楼西侧放疗科；机房东侧为控制室、准备区；南侧为预留的医用电子直线加速器机房 1；西侧为夯土层；北侧为消防水池；楼上（机房正上方）为室外绿化带、空地；楼下为夯土层。本项目四周情况一览表见表 2-4。

（本页以下空白）

表 2-4 项目四周情况一览表

机房名称	周边环境情况					
	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
医用电子直线加速器机房 1	控制室、准备区	预留的医用电子直线加速器机房	夯土层	消防水池	室外绿化带、空地	夯土层

2.1.5 环境保护目标分别情况

本次验收调查范围原则上与环评一致，为医用电子直线加速器机房 1 实体屏蔽物外 50m。本次验收参照环境影响报告表中提出的环境保护目标，并在原环评报告的基础上通过现场踏勘进一步对项目周围环境保护目标进行了识别，确定了本次验收的环境保护目标。本项目涉及的环境保护目标情况详见表 2-5 和外环境关系图 2-3。医技楼负一层平面布置图见图 2-4，本项目医用电子直线加速器机房 1 平剖面图见图 2-5、2-6，本项目四周现状照片见图 2-7。



图 2-3 外环境关系图

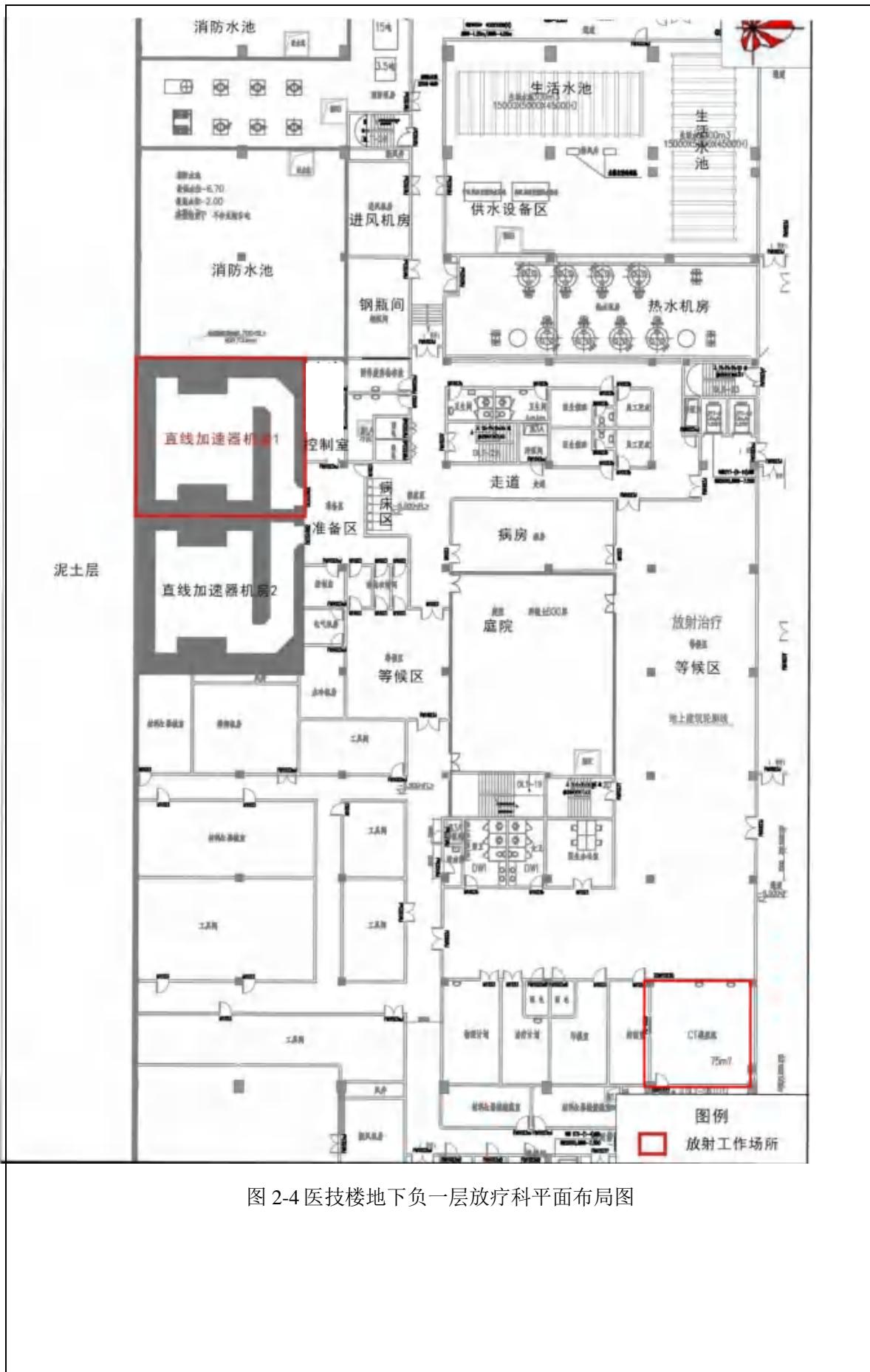
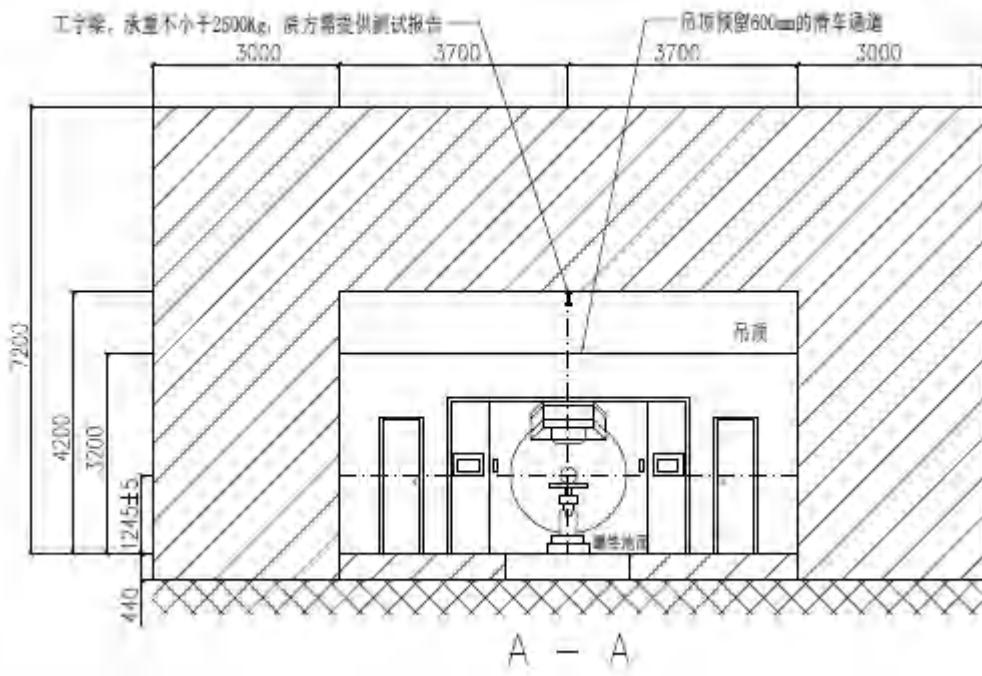
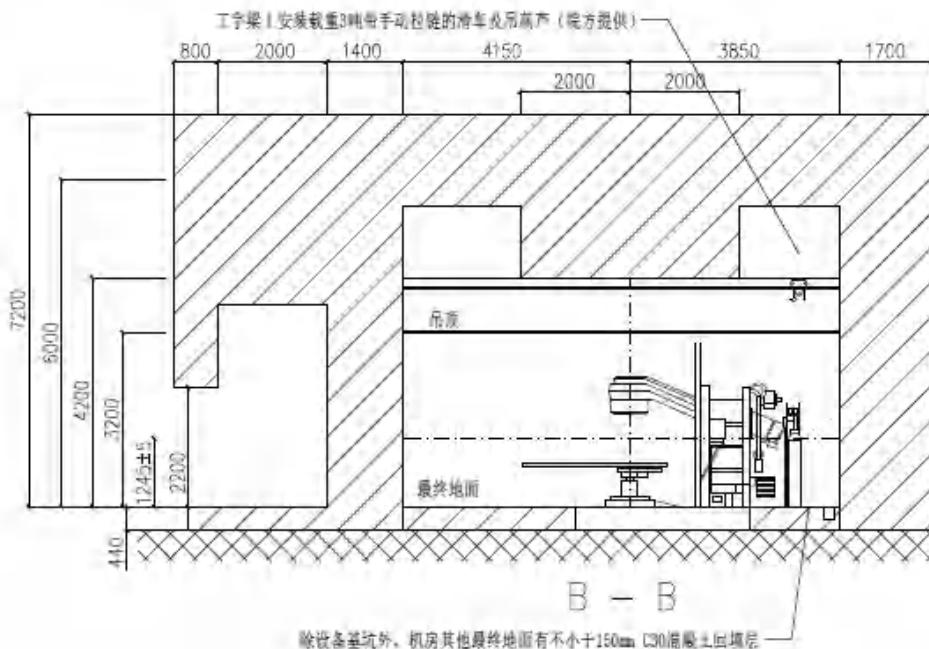


图 2-4 医技楼地下负一层放疗科平面布局图



医用电子直线加速器机房 1 平剖面图（南北向）



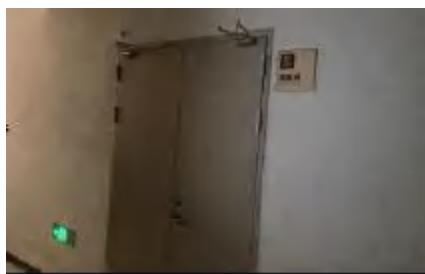
医用电子直线加速器机房 1 剖面图（东西向）



医用电子直线加速器机房 1 东侧控制室



医用电子直线加速器机房 1 南侧预留机房（已封
闭）



医用电子直线加速器机房 1 北侧（消防水池）



医用电子直线加速器机房 1 上方（院内道路及绿
化）

图 2-7 本项目四周现状照片

表 2-5 环评阶段和验收阶段主要环境保护目标对照表

环境保护对象			环评阶段环境保护目标			验收阶段环境保护目标			剂量约束值
			保护目标方位、名称	距离	规模	保护目标方位、名称	距离	规模	
医用电子直线加速器机房 1	工作人员	操作人员	东侧控制室	紧邻	1-2 人	东侧控制室	紧邻	1-2 人	5mSv/a
	公众人员	病人、陪护人员及医院其他工作人员	东侧其他区域	0-50m	>100 人	东侧其他区域	0-50m	>100 人	0.1mSv/a
			南侧工具间等	0-24m	>10 人	南侧工具间等	0-24m	>10 人	
			正上方院内道路等	紧邻	流动人群	正上方院内道路等	紧邻	流动人群	
			北侧消防水池、钢瓶间等	/	3-5 人	北侧消防水池、钢瓶间等	/	3-5 人	

2.1.6 项目投资及环保投资

本项目总投资 2546.8 万，其中环保投资为 152 万元，占总投资的 5.97%。环保投资的详细情况见表 2-6。

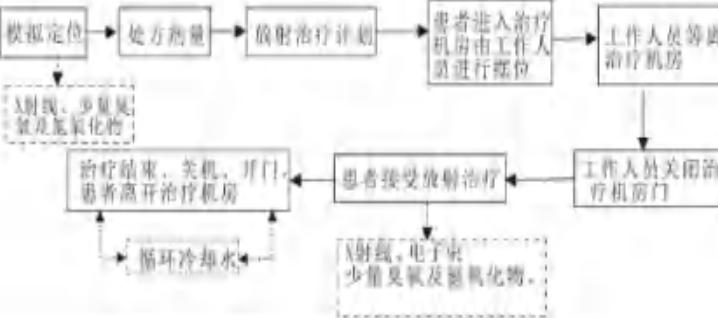
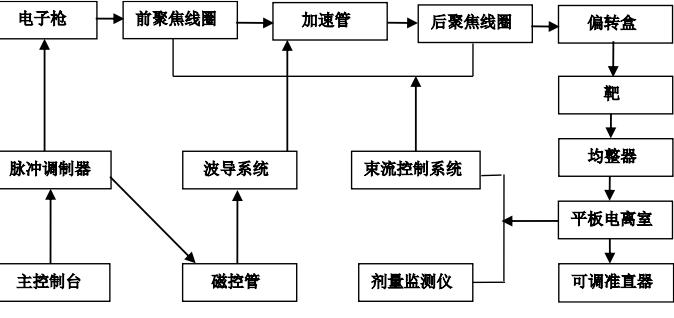
表 2-6 环保投资情况一览表

序号	类别	环保措施	投资金额 (万元)
1	墙体屏蔽措施	机房墙体防护及铅门、铅玻璃	114
2	防止人员照射	射线装置机房设置了电离辐射警示标识、工作状态指示灯、门灯联锁装置、紧急停止按钮	22
3	废气处理	设置机械通风装置	9
4	监控、对讲系统	为射线装置机房与控制室之间配备语音对讲系统	3
5	人员安全与防护	为每名辐射工作人员配备个人剂量计；并配备了铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜等辐射防护用品。	3
6	辐射环境检测	每年委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告	0.6
7	辐射防护安全制度	制定了一套完善的辐射管理规章制度文件，并严格实施，并将部分文件张贴上墙	0.4
合计			152

2.1.7 工程变动情况

根据中华人民共和国生态环境部办公厅 2020 年 12 月 13 日发布的“关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）的通知（环办环评函[2020]688 号）》对照《南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器及核医学科项目环境影响报告表》及其批复，结合现场检查情况，从建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施几个方面，对本项目变动情况进行分析，详见表 2-7。

表 2-7 工程变动情况一览表

工程项目		环评及批复内容	实际建设情况	变动情况
闽环辐评 (2024) 62号	性质	新建	新建	无变动
	地点	医技楼地下一层放疗科医用电子直线加速器机房 1	医技楼地下一层放疗科医用电子直线加速器机房 1	无变动
	生产工艺			无变动
	环境保护措施	<p>机房屏蔽方案：</p> <p>北墙主屏蔽墙：3000mm 混凝土（宽度 4000mm），北墙副屏蔽墙：1700mm 混凝土；南墙主屏蔽墙：5000mm 混凝土（宽度 4000mm），南墙副屏蔽墙：2400mm 混凝土；西墙：1700mm 混凝土；东侧迷道内墙：1400mm 混凝土；东墙迷道外墙：800mm 混凝土，北侧转角加厚至 1400mm；顶棚主屏蔽墙：3000mm 混凝土（宽度 4000mm），顶棚副屏蔽墙：1700mm 混凝土；18mmPb 防护门</p>	<p>机房屏蔽方案：</p> <p>北墙主屏蔽墙：3000mm 混凝土（宽度 4000mm），北墙副屏蔽墙：1700mm 混凝土；南墙主屏蔽墙：5000mm 混凝土（宽度 4000mm），南墙副屏蔽墙：2400mm 混凝土；西墙：1700mm 混凝土；东侧迷道内墙：1400mm 混凝土；东墙迷道外墙：800mm 混凝土，北侧转角加厚至 1400mm；顶棚主屏蔽墙：3000mm 混凝土（宽度 4000mm），顶棚副屏蔽墙：1700mm 混凝土；18mmPb 防护门</p>	无变动

由表 2-7 对比分析可知，本项目建设性质、地点、规模、布局、工艺、辐射安全与防护措施等，均与环评文件及审批文件一致，没有涉及《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函[2020]688 号）中规定的重大变动判定因素。

2.2 源项情况

本项目在医技楼地下一层放疗科医用电子直线加速器机房 1 配置 1 台直线加速器，开展放射治疗。加速器产生的 X 射线最大能量为 10MV，电子线最大能量为 15MeV，属 II 类射线装置，主要技术参数详见表 2-8。

表 2-8 直线加速器技术参数及安装场所一览表

设备名称	医用电子直线加速器
设备厂家	医科达（北京）医疗器械有限公司
设备型号	Synergy
类别	II类射线装置
主要参数	X 射线：6MV、10MV， 最大剂量率：600cGy/min； 6MV FFF，最大剂量率：1400cGy/min； 电子线：6MeV、8MeV、10MeV、12MeV、15MeV，最大剂量率： 600cGy/min
射线泄漏率	≤0.1%
等中心处最大照射野	40cm×40cm
源轴距	100cm
安装场所	江北院区医技楼地下一层放疗科医用电子直线加速器机房 1

2.3 工程设备与工程分析

2.3.1 设备组成

医用电子直线加速器的主要装置包括沿水平轴旋转光子束框架、沿垂直轴旋转的治疗床、控制光子束准直器、定向架或变形塑料定向架，工作系统主要有 5 个系统构成，包括：控制系统、加速系统、应用系统、剂量监测系统、冷却系统，直线加速器结构示意图见图 2-8。

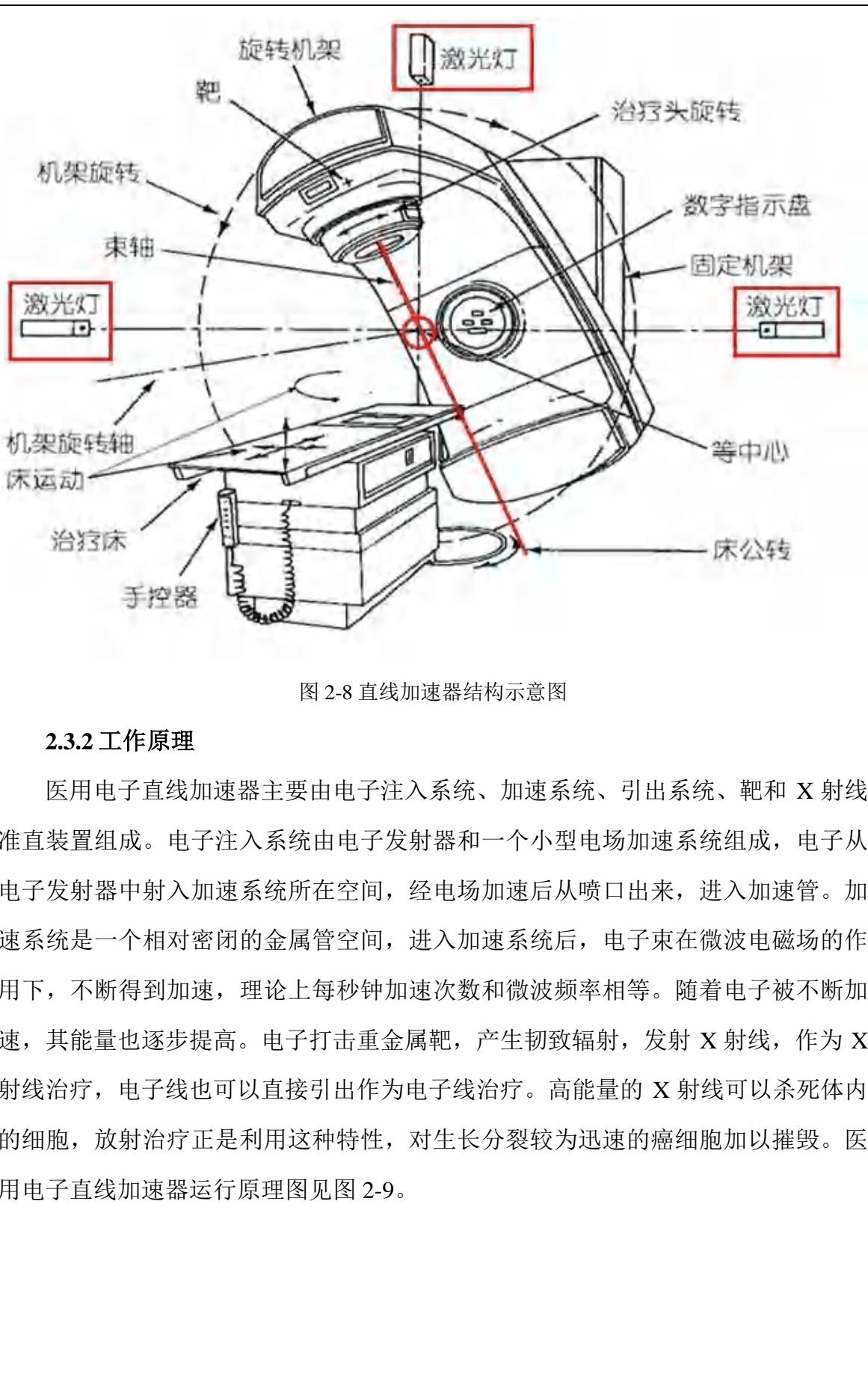


图 2-8 直线加速器结构示意图

2.3.2 工作原理

医用电子直线加速器主要由电子注入系统、加速系统、引出系统、靶和 X 射线准直装置组成。电子注入系统由电子发射器和一个小型电场加速系统组成，电子从电子发射器中射入加速系统所在空间，经电场加速后从喷口出来，进入加速管。加速系统是一个相对密闭的金属管空间，进入加速系统后，电子束在微波电磁场的作用下，不断得到加速，理论上每秒钟加速次数和微波频率相等。随着电子被不断加速，其能量也逐步提高。电子打击重金属靶，产生轫致辐射，发射 X 射线，作为 X 射线治疗，电子线也可以直接引出作为电子线治疗。高能量的 X 射线可以杀死体内的细胞，放射治疗正是利用这种特性，对生长分裂较为迅速的癌细胞加以摧毁。医用电子直线加速器运行原理图见图 2-9。

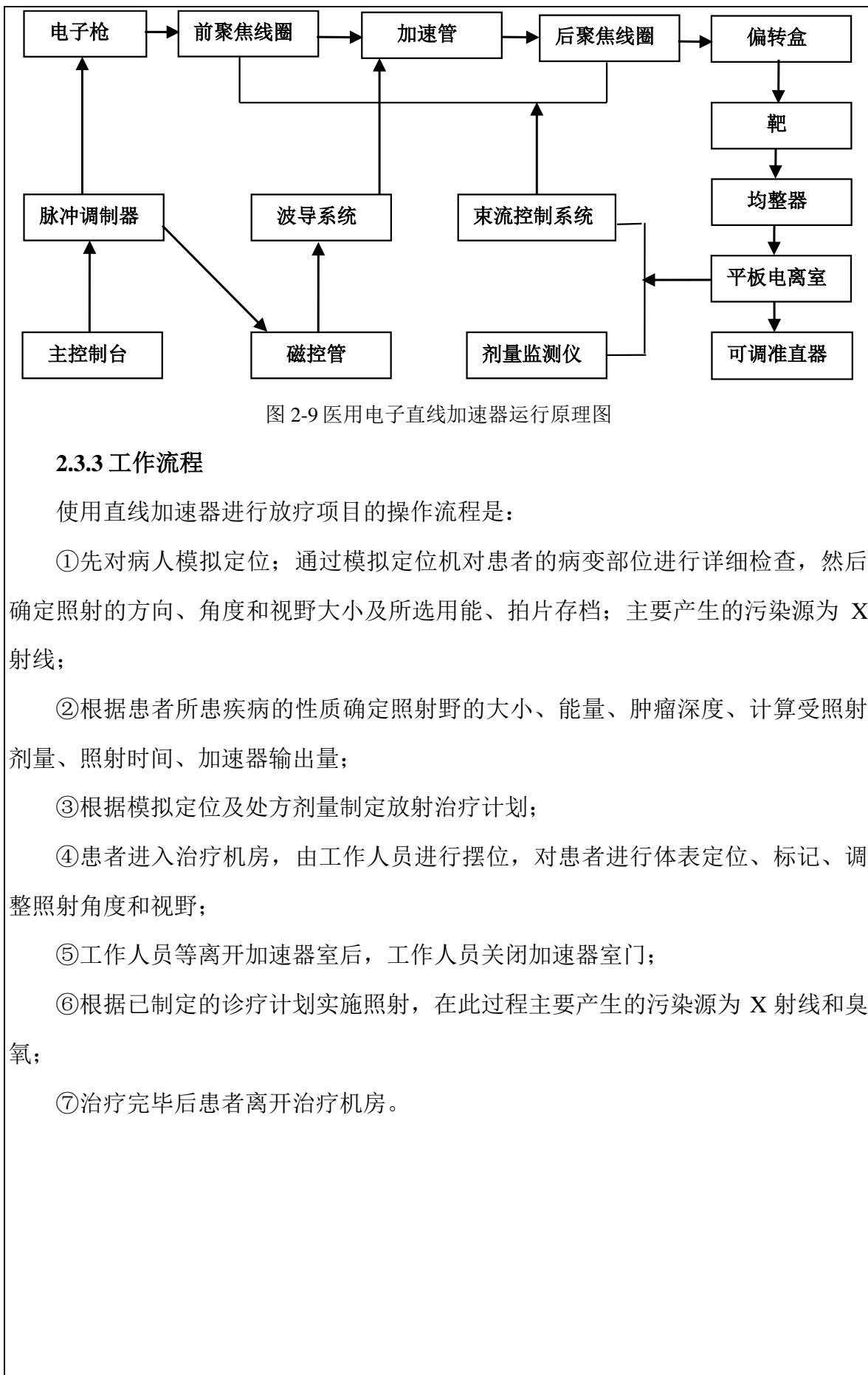


图 2-9 医用电子直线加速器运行原理图

2.3.3 工作流程

使用直线加速器进行放疗项目的操作流程是：

- ①先对病人模拟定位；通过模拟定位机对患者的病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小及所选用能、拍片存档；主要产生的污染源为 X 射线；
- ②根据患者所患疾病的性质确定照射野的大小、能量、肿瘤深度、计算受照射剂量、照射时间、加速器输出量；
- ③根据模拟定位及处方剂量制定放射治疗计划；
- ④患者进入治疗机房，由工作人员进行摆位，对患者进行体表定位、标记、调整照射角度和视野；
- ⑤工作人员等离开加速器室后，工作人员关闭加速器室门；
- ⑥根据已制定的诊疗计划实施照射，在此过程主要产生的污染源为 X 射线和臭氧；
- ⑦治疗完毕后患者离开治疗机房。

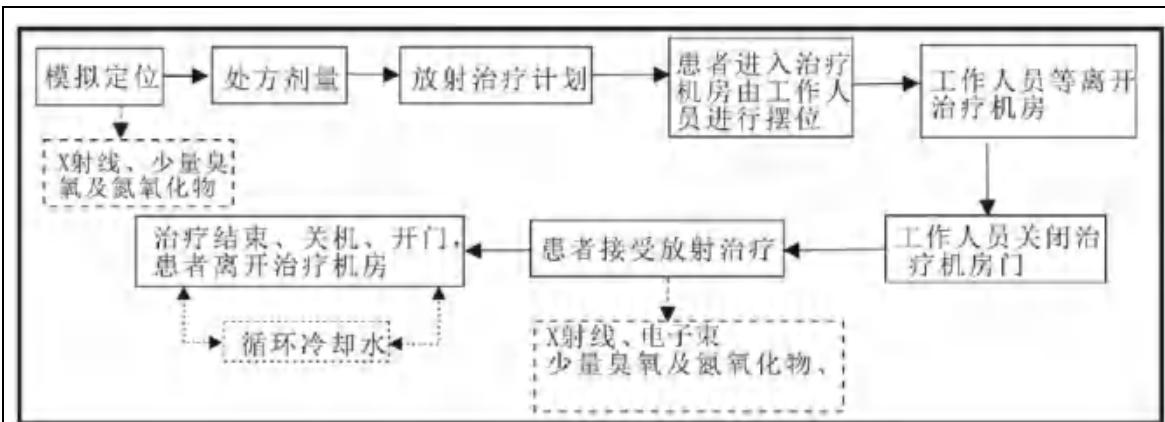


图 2-10 直线加速器工艺流程图及产污环节示意图

2.4 主要污染源

2.4.1 放射性污染源

直线加速器产生的电子束和 X 射线，以及在产生这两种辐射的过程中产生的其他 X 射线等次级辐射，一般均可称之为瞬时辐射，在直线加速器运行中产生，关机后立即消失，是直线加速器屏蔽、防护和监测的主要对象。与瞬时辐射相对应的还有剩余辐射，剩余辐射是直线加速器初级粒子束和次级辐射在直线加速器结构材料及环境介质(空气、屏蔽物等)诱发生成的感生放射性，这种辐射在直线加速器运行停止后继续存在，对于直线加速器的屏蔽设计不是重点考虑的对象，但对直线加速器停机后的维修、常规调试、换靶操作等工作均为防护的重点。

2.4.1.1 正常工况

①电子束：直线加速器加速的电子本身在物质中的射程很短，很容易被直线加速器的靶件或其他构件所阻止，不会直接造成危害，然而被直线加速器加速的电子束穿过薄膜窗从直线加速器中引出后，成为能量较高的外电子束，它在空气中的射程较长，这时绝对禁止非治疗人员在直线加速器开机时误入加速器机房，以防被电子束或散射电子照射造成事故。

②高能 X 射线：直线加速器发出的高能 X 射线一般指电子束被靶或其他物质阻止所产生的具有连续能谱的轫致辐射。发射率与电子的能量、束流强度、靶物质原子序数及靶厚度有关，并随发射角度而异，加速电子轰击靶物质时，不仅沿电子入射方向有 X 射线发射，即使沿其他方向也有 X 射线发射。屏蔽设计时，除了关心对入射方向的 X 射线的屏蔽防护，还须对其他方向发射的 X 射线进行屏蔽防护。

对于特征 X 射线，由于其能量一般低于数十千伏，强度也远小于轫致辐射，所以比较而言，在防护上一般可忽略。

被靶或电子束引出窗反射的电子往往具有足够高的能量，它们打到其他材料上产生 X 射线，X 射线又在各种材料上产生反散射，这些构成的杂散射线也是辐射防护上不可忽视的辐射来源。

③中子：根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分:一般原则》(GBZ1201.1-2007)加速器治疗 X 射线大于 10MV 时，由于(γ , n)反应生成“杂散”中子应据治疗装置生产厂家给出的且不高于国家标准的指标，考虑机房的中子屏蔽。本项目采购的直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，不考虑中子的影响。

④感生放射性：感生放射性核素种类较多，半衰期长短不一，多数核素在数分钟至半小时之内，感生放射性以靶装置部位为最高。

2.4.1.2 事故工况

①安全联锁装置和报警系统发生故障情况下，人员误入正在运行的医用电子直线加速器机房 1；

②工作人员或病人家属还未全部撤离医用电子直线加速器机房 1，控制室人员启动设备，造成有关人员被误照；

③工作人员误操作导致病人受到不必要的照射；

④加速器控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到额外照射；⑤加速器检修期间，设备检修工程师在检修期间误开机出束，造成射伤害。

2.4.2 废气

高能电子与空气中的氧分作用还会产生臭氧及 NO_x 废气。

2.4.3 废水

本项目不产生医疗废水，但会产生微量放射性废水，放射性废水浓度极低，主要为设备冷却水，冷却水循环使用不外排。

2.4.4 固体废弃物

本项目放射性废物是加速器的废弃靶，只在加速器装置需要更换金属钨靶时才产生，换下的废靶由生产厂家回收处理。

2.5 人员配置及工作时间

2.5.1 人员配置情况

本项目配备了 9 名辐射工作人员和 1 名辐射管理人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗，辐射工作人员信息具体见表 2-9。

表 2-9 项目辐射工人员一览表

序号	工作人员姓名	证书类别	证书有效期
1	李**	辐射安全管理	2029 年 10 月 25 日
2	林**	放射治疗	2028 年 7 月 14 日
3	苏**	放射治疗	2029 年 1 月 25 日
4	王**	放射治疗	2028 年 7 月 14 日
7	吴*	放射治疗	2026 年 7 月 13 日
8	蓝**	放射治疗	2028 年 3 月 27 日
9	洪**	放射治疗	2028 年 7 月 14 日
10	梁**	放射治疗	2029 年 7 月 5 日

2.5.2 工作时间

根据医院提供的资料，本项目直线加速器共配备 9 名辐射工作人员，在常规治疗模式下，医院医用电子直线加速器机房 1 每周工作 5 天，每年工作 50 周，每天治疗人数最多 50 人。治疗类型以调强放射治疗为主；每次 X 射线治疗的出束时间为射线束能量、中心剂量率均有关系，平均出束时间为 3min/人次，计算可得有用线束日出束时间为 2.5h，周出束时间为 12.5h，年总出束时间为 625h；调强因子取 N=5，计算可得漏射线周照射时间为 62.5h，年总照射时间 3125h。本项目年工作时间项目见表 2-10。

表 2-10 本项目直线加速器年出束（工作）时间

设备	日最大治疗量	单人治疗时间	年曝光时间	工人员年受照时间
医用直线加速器	50 人	3min/人次	625h	3125h

表三 辐射安全与防护措施/设施

3.1 工作场所布局和分区管理

3.1.1 工作场所布局

本项目工作场所位于南安市江北大道 2330 号南安市医院（江北院区）医技楼地下一楼西侧放疗科医用电子直线加速器机房 1，机房东侧为控制室、准备区；南侧为预留的医用电子直线加速器机房；西侧为夯土层；北侧为消防水池；楼上（机房正上方）为室外绿化带、空地；楼下为夯土层。下方无负二层。机房周边其他无关人员较少进入，周边人员停留时间较短，未设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内，避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)的要求。本项目平面布局见图 2-4。

3.2.2 工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GBI8871-2002)的规定，为了便于射防护管理和职业照射控制，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，将辐射工作场所分为控制区和监督区。根据分区原则，本项目辐射工作场所分区情况如下：把医用电子直线加速器机房 1 划为控制区，控制室、防护门外等相邻区域划为监督区，实行分区管理，避免人员误闯入或误照。本项目号医用电子直线加速器机房 1 及周边用房的分区情况见图 3-1。
(本页以下空白)



图 3-1 医用电子直线加速器机房 1 及周边用房的分区图

3.2 辐射安全与防护设施

根据项目调查，本项目医用电子直线加速器机房 1 均采取符合标准要求的屏蔽设施，与环评情况一致，见下表 3-1。

表 3-1 医用电子直线加速器机房 1 防护措施情况一览表

机房名称		医用电子直线加速器机房 1	
屏蔽体厚度	北墙	主屏蔽墙	3000mm 混凝土（宽度 4000mm）
		副屏蔽墙	1700mm 混凝土
	南墙	主屏蔽墙	5000mm 混凝土（宽度 4000mm）

	副屏蔽墙	2400mm 混凝土
	西墙	1700mm 混凝土
东墙	迷道内墙	1400mm 混凝土
	迷道外墙	800mm 混凝土，北侧转角加厚至 1400mm
顶棚	主屏蔽墙	3000mm 混凝土（宽度 4000mm）
	副屏蔽墙	1700mm 混凝土
	防护门	18mmPb 防护门

根据现场调查，本次验收医用电子直线加速器机房 1 采取的辐射安全装置和保护措施与环评一致，主要有：

（1）警示标志

本项目医用电子直线加速器机房 1 防护门外顶部设置工作状态指示灯，直线加速器开机使用指示灯为红色，以警示人员注意安全；在防护门门外张贴电离辐射警告标志并附中文说明。

（2）联锁装置

本项目医用电子直线加速器机房 1 设置门-灯联锁装置、门-机联锁装置，直线加速器照射启动与控制台控制系统联锁，机房设有从室内开启治疗机房门的装置，防护门设有防夹功能。

（3）紧急停机装置

本项目医用电子直线加速器机房 1 四侧墙体内表面、迷道入口旁、控制台和控制室墙面设有紧急停机按钮，在人员误入医用电子直线加速器机房 1 或遭遇紧急情况时，任一紧急停机开关被触发直线加速器立即停止出束，并只有通过重新复位才可重新启动直线加速器。

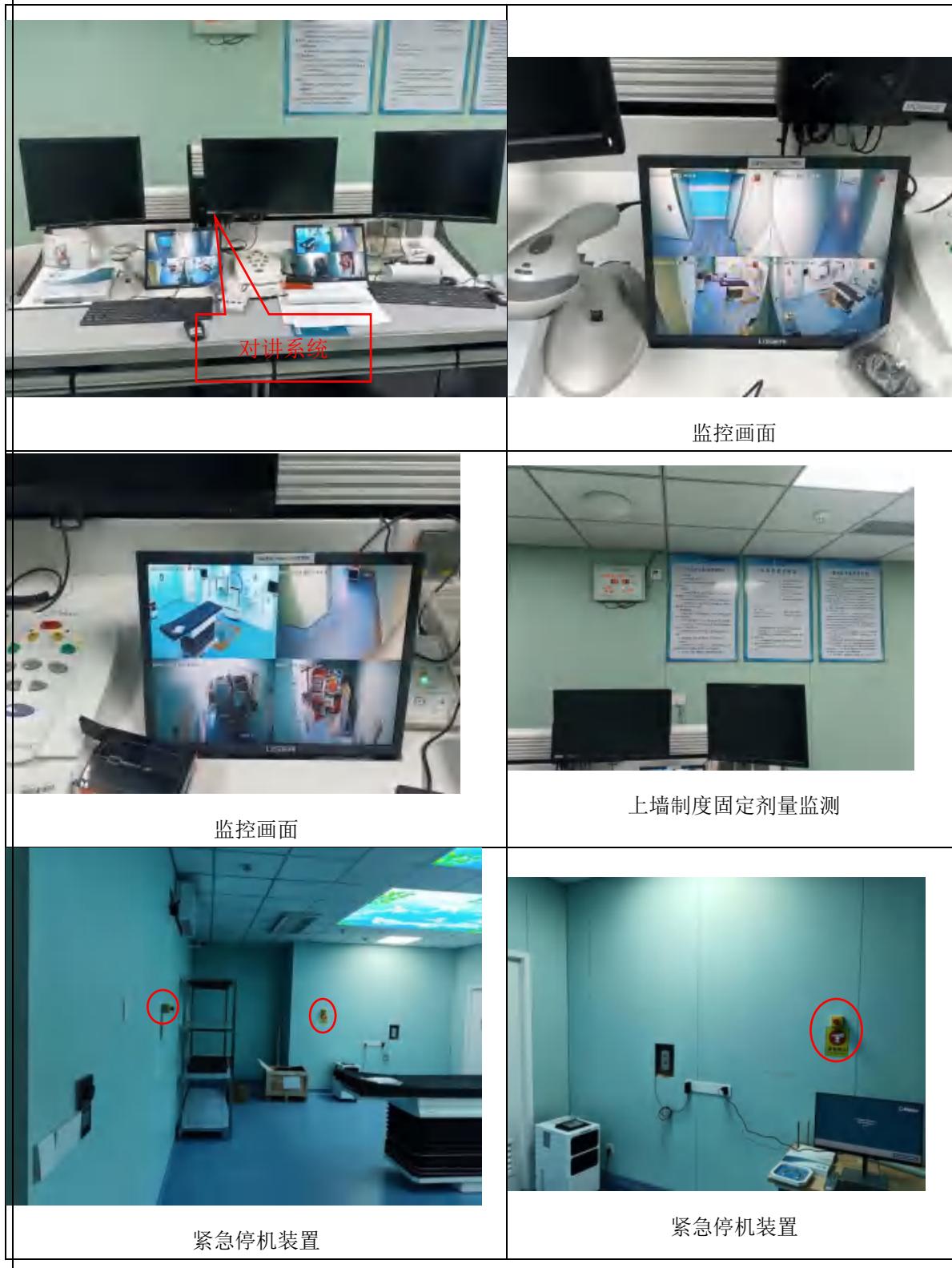
（4）视频监控系统和对讲系统

本项目医用电子直线加速器机房 1 设有视频监控系统，显示屏位于控制台，工作人员可观察到医用电子直线加速器机房 1 内部、迷路内及防护门外的情况。控制室与医用电子直线加速器机房 1 之间安装语音对讲装置，便于与机房内人员沟通。

（5）实时辐射水平监测系统和个人剂量报警仪

本项目医用电子直线加速器机房 1 内设有固定式在线辐射剂量率，探头位于迷道内入口，实时辐射剂量率水平显示在控制室中，医院已为辐射工作人员配备 3 个个人剂量报警仪、1 台 YC-HM186N 辐射监测仪。

医用直线加速器现场防护措施详情见图 3-1。





紧急停机装置



紧急停机装置



监控装置



监控装置



放射防护
注意事项



警示灯
电离辐射
警告标志



图 3-1 医用直线加速器现场防护措施图

3.3 “三废”处置设施

(1) 放射性废物

本项目固体废物主要为直线加速器度靶件，直线加速器靶物质（件）以及机头等金属部件由于受电子的轰击会产生较强的感生放射性，当直线加速器达到使用寿命并退役时会产生直线加速器度靶件，将交由生产厂家拆除并回收处置。

(2) 气体废物

本项目直线加速器运行过程中高能电子与空气中的氧分子作用还会产生氧及 NO_x 废气。医用直线加速器机房 1 已设置送风和排风系统，采用上进风、下排风，新风口位于机房上方吊顶处，排风口设置于机房南侧底部，离地 0.2m，新风口和排风口成对角设置，确保室内空气充分交换。通风换气次数应不小于 4 次/h，该项目加速器机房，通风次数约为 5.8 次/h，符合要求。

3.4 辐射安全与防护设施“三同时”落实情况

通过现场调查及自查，本项目各项辐射安全与防护设施均与项目主体工程同时设计同时施工、同时投入使用，项目各项辐射安全与防护设施运行、维护良好，满足项目运行要求。

3.5 辐射安全与防护管理

(1) 医院遵守了《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，执行了环境影响评价制度，编制了环境影响报告表并取得福建省生态环境厅的批复，已按要求重

新申领了辐射安全许可证，证号为“闽环辐证[00338]”，许可种类和范围为：使用 II类、III类射线装置。

(2) 医院本次验收内容为在医技楼地下一层放疗科医用电子直线加速器机房 1 内配置 1 台医用直线加速器，开展放射治疗。加速器产生的 X 射线最大能量为 10MV，电子线最大能量为 15MeV，属 II类射线装置。本次验收内容与环评批复的建设规模相符合，直线加速器使用场所按环评报告中要求布局，严格按照环评要求进行防护建设。本项目医用直线加速器机房 1 屏蔽防护情况见表 3-1。

(3) 医院落实了《中华人民共和国环境保护法》第四十一条规定：“建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”，在本项目建设过程中到辐射防护环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

(4) 医院对本次验收的医用直线加速器核技术利用项目使用过程中的环境保护工作进行了全过程的监督和管理，从管理上保证环境保护措施的有效实施。

(5) 为了有效预防和处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，医院成立了放射安全防护管理领导小组（详见附件 5），以方向前为组长，苏金运为副组长，组员包含吴小凯、李祖福、李春红、李伟东、黄燕云、杨少斌、傅春全、杨君玲、陈海青、洪庭国等，放射防护日常管理人员黄强星 1 人。放射安全防护管理领导小组负责本院辐射安全与环境保护管理工作。

(6) 根据国家法律法规和环境影响报告表的要求，医院制定并颁布实施了《放射治疗保证方案》、《放射诊疗科主任职责》、《放疗科工作制度》、《放疗科仪器管理制度》、《加速器操作规程》、《放疗科安全管理制度》、《放疗科资料管理制度》、《查对和交接班制度》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全防护设施、设备维护保养制度》、《放射工作专业及知识培训和档案管理制度》、《监测方案》和《个人剂量监测管理制度》等规章制度（详见附件 6）。

(7) 医院已制定《关于印发<南安市医院辐射事故/事件应急预案>（修订版）的通知》，并依据要求进行应急预案的演练。

(8) 本项目辐射工作人员已进行辐射安全培训、健康管理与个人剂量监测，详情见表 3-2。

表 3-2 本项目辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	是否进行个人剂量监测	是否进行职业健康体检	是否取得辐射安全与防护培训证书
1	林**	是	是	是
2	苏**	是	是	是
3	王**	是	是	是
4	吴*	是	是	是
5	蓝**	是	是	是
6	洪**	是	是	是
7	梁**	是	是	是
8	林**	是	是	是
9	苏**	是	是	是

根据表 3-2，医院现从事本项目直线加速器操作的辐射工作人员共 9 人，相关管理情况如下：

辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托厦门亿科特检测技术有限公司定期进行个人剂量监测，并建立了完善的个人剂量档案（见附件 9）；

本项目 9 名辐射工作人员已取得核技术利用辐射安全与防护考核合格证书（见附件 10）。

本项目 9 名辐射工作人员已进行职业健康体检（见附件 11），并建立职业健康档案保障辐射工作人员健康安全。

(9) 医院编制了 2024 年度射线装置安全和防护状况年度评估报告，并按时报送至“全国核技术利用辐射安全申报系统”备案，见附件 10。

(10) 项目施工期现已结束，根据现场调查，未见施工期环境遗留问题。

3.6 环评文件及批复文件要求落实情况

本项目医用直线加速器机房 1 于 2024 年 5 月行了环评手续，并于 2024 年 9 月 27 日取得了环评批复（闽环辐评〔2024〕62 号），环评文件及批复文件中环境保护措施要求落实清况详见表 3-3、表 3-4。

表 3-3 环评文件中环境保护措施落实情况一览表

项目	环评文件要求	落实情况
机房防护	<p>屏蔽措施：本项目直线加速器机房屏蔽方案详情见环评报告表 10-11。</p> <p>①警告标志：在防护门门外拟张贴电离辐射警示标识并附中文说明 ②工作状态指示灯：直线加速器机房防护门门外顶部拟设置工作状态指示灯，直线加速器开机使用时，指示灯为红色，以警示人员注意安全； ③连锁装置：直线加速器机房拟设置门一机一灯联锁装置，只有在防护门关闭状态下且警示灯亮时才可进行照射，设备在出束过程中若防护门打开，设备自动停止出束。机房内设有开门装置，防护门设有防挤压功能，室内设有开门装置； ④紧急停机装置：直线加速器机房内拟安装紧急停机开关，分别设置于治疗室墙面、迷道墙面及控制室内操作位，在人员误入机房或遇紧急情况时，按动紧急停机开关设备立即停止出束，安装高度约为 1.2m。 ⑤视频监控系统：直线加速器机房内拟安装视频监控系统，无死角监控，便于控制台前工作人员观察治疗室、迷道内病人及医护人员的情况； ⑥对讲装置：直线加速器控制室与治疗室之间拟安装语音对讲装置，便于与机房内人员沟通。 ⑦报警装置：各机房拟安装 1 台固定式剂量监测报警仪，探头安装于迷道口，显示器安装于控制室内，同时拟配备 4 台个人剂量监测报警仪。剂量监测报警装置可对</p>	<p>已落实。本项目医用直线加速器机房严格按照屏蔽防护设计方案进行建设，与环评方案一致（见表 3-1）。</p> <p>已落实。①已本项目在防护门门外张贴电离辐射警示标识并附中文说明（见图 3-1）。 ②在医用直线加速器机房 1 防护门门外顶部设置工作状态指示灯，直线加速器开机使用时，指示灯为红色，以警示人员注意安全（见图 3-1）。 ③在医用直线加速器机房 1 设置门一机一灯联锁装置，只有在防护门关闭状态下且警示灯亮时才可进行照射，设备在出束过程中若防护门打开，设备自动停止出束。机房内设有开门装置，防护门设有防挤压功能，室内设有开门装置。 ④直线加速器机房内安装紧急停机开关，分别设置于治疗室墙面、迷道墙面及控制室内操作位，在人员误入机房或遇紧急情况时，按动紧急停机开关设备立即停止出束，安装高度约为 1.2m（见图 3-1）。 医用直线加速器机房 1 内安装视频监控系统，无死角监控，便于控制台前工作人员观察治疗室、迷道内病人及医护人员的情况（见图 3-1）。 ⑥在医用直线加速器控制室与治疗室之间安装语音对讲装置，便于与机房内人员沟通（见图 3-1）。 ⑦在机房安装 1 台固定式剂量监测报警仪，探头安装于迷道口，显示器安装于控制室内，同时配备 3 台个人剂量监测</p>

	<p>监测点辐射空气吸收剂量率进行实时监测，且报警仪设置安全阈值，当监测点的辐射空气吸收剂量率监测值超过设置阈值时进行报警；</p> <p>⑧监测装置：医院拟配备 1 台辐射监测仪，用于医院辐射工作场所日常监测，个人剂量计。</p> <p>⑨通风装置：机房内设置送风和排风系统，通风换气次数应不小于 4 次/h。</p>	<p>报警仪。剂量监测报警装置可对监测点辐射空气吸收剂量率进行实时监测，且报警仪设置安全阈值，当监测点的辐射空气吸收剂量率监测值超过设置阈值时进行报警；</p> <p>⑧医院配备 1 台辐射监测仪，用于医院辐射工作场所日常监测，放射工人配有个人剂量计。</p> <p>⑨在机房内设置送风和排风系统，换气次数是 5.8 次，不小于 4 次/h，符合要求。</p>
个人防护	<p>①辐射工作人员参加辐射安全与防护培训取得培训合格证；②配置辐射剂量巡测仪、个人剂量报警仪，以便工作人员进入工作场所时使用；③辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测；④辐射工作人员上岗前应进行职业病岗前健康体检。</p>	已落实。①本项目共配备 9 名辐射工作人员和 1 名辐射管理人员，均参加辐射安全与防护培训并通过了考核（见附件 10）；②医院已为辐射工作人员配备 3 个个人剂量报警仪、1 台 RP6000 辐射监测仪；③辐射工作人员均佩戴个人剂量计，进行个人剂量监测（见附件 9）；④本项目辐射工作人员均进行职业健康体检（见附件 11）。
机构管理	成立专门的辐射安全与环境保护管理领导小组	已落实。医院已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，以方向前为组长，苏金运为副组长，组员包含吴小凯、李祖福、李春红、李伟东、黄燕云、杨少斌、傅春全、杨君玲、陈海青、洪庭国等（见附件 5）。
管理制度	《岗位职责》、《辐射防护和安全管理制 度》、《辐射工作人员培训制度》、《监 测计划》、《职业健康管理规定》	已落实。医院制定并颁布实施了《放射治疗保证方案》、《放射诊疗科主任职责》、《放疗科工作制度》、《放疗科仪器管理制度》、《加速器操作规程》、《放疗科安全管理制度》、《放疗科资料管理制度》、《查对和交接班制度》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全防护设

		施、设备维护保养制度》、《放射工作专业及知识培训和档案管理制度》、《监测方案》和《个人剂量监测管理制度》等规章制度（详见附件 6）
--	--	---

表 3-4 环评批复中环境保护措施落实情况一览表

环评批复文件要求	落实执行情况
严格按照设计方案建设，确保满足辐射防护要求；各辐射工作场所要划分控制区和监督区，控制区入口要设置明显的电离辐射警告标志；核医学科内要设置相对独立的工作人员、患者、放射性药物路径；直线加速器机房应设置工作状态指示灯、门-机-灯安全联锁装置、紧急停机按钮、监控及对讲系统等，防止人员受到误照射。	已落实。医院对本项目医用直线加速器机房 1 严格按照设计方案进行施工建设，能够满足防护要求，直线加速器机房内划分控制区，其他区域划分为监督区（见图 3-1）；直线加速器机房 1 设有工作状态指示灯、门-机-灯安全联锁装置、紧急停机按钮、监控及对讲系统等措施（见图 3-1）。
健全完善各项辐射安全和防护的管理规章制度，完善辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。	已落实。医院已制定辐射安全和防护的管理规章制度（见附件 6）；医院已制定《关于印发<南安市医院辐射事故/事件应急预案>（修订版）的通知》，并依据要求进行应急预案的演练（见附件 7）；医院已配备 1 台辐射监测仪和 3 台个人剂量报警仪。
认真对使用放射性药物的患者及其家属开展辐射防护相关知识的宣传和教育，提高其辐射防护意识；加强对使用放射性药物患者的监督管理，防止在院内产生不必要的交叉照射，且应书面告知其出院后的辐射防护相关要求，尽量减轻对家人和公众的影响	医院进行分期验收，本次项目不涉及该部分内容。
放射性废液应排入放射性废液衰变池暂存，待存放 30 天以上可解控排放至医疗废水系统处理。	医院进行分期验收，本次项目不涉及该部分内容。
被非密封放射性物质污染的物品，应暂存于各场所衰变桶中，在当日工作结束后转入废物室内的放射性废物衰变桶贮存，待存放 30 天以上，并经监测满足清洁解控要求后方可作为普通医疗废物处理。直线加速器产生的废靶由生产厂家回收处置。	医院进行分期验收，当直线加速器达到使用寿命并退役时会产生直线加速器废靶，将交由生产厂家拆除并回收处置。
辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得	已落实。本项目 9 名辐射工作人员已按要求参加

<p>合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。</p>	<p>辐射安全培训并取得合格证书（见附件 10），持证上岗，按要求佩戴个人剂量计接受剂量监测（见附件 9），定期进行职业健康体检，医院已建立个人剂量档案和职业健康档案（见附件 11）。</p>
<p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的规定以及报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。</p>	<p>已落实。已落实。根据表 7-5 可知，本项目直线加速器正常运行时，工作人员职业照射的最大年有效剂量为 0.03mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值 20mSv/a 的要求，也低于环评批复中剂量约束值 5mSv/a 的要求。公众照射的最大附加年有效剂量值为 0.02mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值 1mSv/a 的要求，也低于环评批复中剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。</p>
<p>你单位应按规定向我厅重新申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。</p>	<p>医院已重新申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告（见附件 2、附件 12）。</p>
<p>经对比，本项目医用直线加速器机房 1 已落实环境影响报告表及其批复文件中提出的各项环境保护要求，采取的防护措施符合国家标准要求。</p>	

表四 建设项目环境影像报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影像报告表主要结论和建议

4.1.1 项目工程概况结论

南安市医院拟在位于南安市柳城街道江北大道与环园西路、学府路交界处的新院区（一期）拟在新院区（一期）医技楼（北部）一楼建设核医学科，使用核素 Tc-99m，开展 SPECT 显像诊断工作；拟在医技楼负一楼建设放疗科，建设一间医用直线加速器机房及其配套用房，使用 1 台医用直线加速器，医用直线加速器用于放射治疗。

本项目辐射工作的种类和范围为使用Ⅱ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

4.1.2 选址合理性分析结论

本项目辐射工作场所位于新院区（一期）医技楼一楼及三楼，医技楼位于主楼西部医技楼东侧为门急诊楼院区广场（空地）、及院内道路等，医技楼南侧院内道路、院区广场（空地）及江北大道等；医技楼西侧为住院楼 A 和住院楼 B（距医技楼约 20m）等医技楼北侧为二期工程预留地等。

本项目在辐射工作场所屏蔽防护有效的条件下，不会对外环境人员造成辐射影响，项目用地主要为医院内部的医疗用地，符合项目用地的规划要求，故项目选址可行。

4.1.3 辐射安全与防护分析结论

（1）项目安全设施

本项目辐射工作场所设有相应的辐射安全和防护措施，辐射工作场所设置的各项辐射安全和防护措施符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等相关文件的要求。

综上所述，本项目辐射工作场所采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽射线装置产生的 X 射线及 γ 射线，对辐射工作场所采取的相应辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

(2) 三废的治理

直线加速器工作场所

(a) 放射性废物

本项目直线加速器运行过程中产生的放射性固体废物为直线加速器在使用一定年限（一般约 4~5 年）或退役时产生的加速器废靶。医院在采取“医院产生的废靶拆除后由生产厂家回收处置，在拆除前与厂家联系，确定厂家回收日期，在厂家到达后再进行拆除，医院不进行暂存”对环境影响较小。

(b) 臭氧及氨氧化物

直线加速器机房内拟设置一个送风口和两个排风口，新风口位于机房上方吊顶处排风口设置于底部，新风口和排风口成对角设置，确保室内空气充分交换。新风口及排风口管道均拟从机房防护门顶部引出机房，排风管道经排风井引至屋顶排放。排气口位置未设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。根据满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中“通风换气次数应不少于 4 次/h”的要求，直线加速器机房的新风量及排风量的设计值应大于 $2500\text{m}^3/\text{h}$ 。在各机房内排气装置正常运行的情况下，臭氧及氨氧化物气体通过通风设施排至室外，很快被空气对流、扩散作用稀释，对大气环境影响较小。

核医学科工作场所

(a) 放射性固体废物

本项目放射性固体废物主要包括同位素使用过程中产生的一次性手套、污染的针头、注射器、棉棒、破碎的玻璃器皿、病人使用过的一次性水杯。

本项目在采取“放射性废物与非放射性废物严格分开收集，确保不扩大污染，避免交叉污染。放射性固体废物按标准要求进行分类，收集至各工作场所的铅防护废物桶内，一天工作结束或第二天开始工作再将铅防护废物桶内的固体废弃物存放至核医学科内废物暂存间的铅防护废物桶内，含 Tc-99m 半衰期小于 24 小时的核素的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；所有放射性废物均经过暂存之后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于

0.8Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为一般医疗废物处理等的治理措施后，对周围的环境影响较小。

(b) 放射性液体废物

本项目产生的放射性液体废物主要包括核医学科放射性同位素使用过程中患者排泄物、药物残液、医务人员洗手及工作台面等的清洁用水。

医院计划在核医学科负二楼建设 1 间放射性废水衰变间，放射性废水衰变间包含 1 个多功能降解槽、4 个衰变池，均为槽式衰变池。放射性废液经专用排污管道进入到衰变池。根据计算可知，衰变池容积满足运行需求。核医学科工作场所产生的放射性废水所含核 Tc-99m 为半衰期小于 24 小时的核素放射性废水应贮存衰变超过 30 天后，排入院内污水处理站内处理，最终统一排放至城市污水管网。对周边环境的影响较小。

(c) 气载放射性废物

核医学科拟安装专用通风橱（手套箱），核素操作均在手套箱中进行，经专用排风管道由风机抽吸排出，手套箱排风速率不小于 0.5m/s。

核医学科排风管道通过排风井直通向本建筑物屋脊，不与其他楼层连通，排气口拟高于本建筑物屋顶并安装活性炭过滤装置。室外排风口尽可能的远离附近建筑物，特别是排气口低于附近建筑物的，同时建设单位应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。本项目场所有产生的放射性废气经活性炭吸附处理后对周围环境影响较小。

4.1.4 环境影响分析结论

(1) 建设阶段对环境影响

本项目应合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭，避免因本项目建设影响院内正常医疗活动及工作人员办公。由于本项目工程量小，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目施工期对外界的影响较小。

(2) 运行阶段对环境影响

根据对各辐射工作场所的屏蔽计算结果及剂量估算可知，在严格执行和落实本报告的所提方案后，本项目辐射工作人员年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv/a 和公众人员的年有效剂量限值 1mSv/a 的要求。同时满足辐射工作人员剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

4.1.5 可行性分析结论

(1) 实践正当性分析

项目投入使用为疾病诊断及治疗提供依据和手段，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，按照中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录(2024 年本)》鼓励类中第六类核能中的第 4 点“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家产业政策

(2) 代价利益分析

本项目建成后，有利于南安市及其周边地区医疗卫生服务水平，提高人民生活水平该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益和社会效益。

4.1.6 总结论

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项防护措施后该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器及核医学科项目是可行的。

4.2 审批部门审批决定

《福建省生态环境厅关于批复南安市医院新院区（一期）1 台医用直线加速器及核医学项目环境影响报告表的函》（闽环辐评〔2024〕62 号）批复内容如下：

一、本项目的建设内容为：南安市医院拟在位于泉州南安市柳城街道江北大道与环园西路、学府路交界处的新院区内的医技楼负一楼建设 1 间医用直线加速器机房及其配套用房，使用 1 台医用电子直线加速器用于放射治疗；在医技楼（北部）

一楼建设核医学科，使用外购的放射性核素 Tc-99m 配合 SPECT/CT 机（已备案）开展显像检查。

本项目的医用子直线加速器 X 射线为 10MV 和 6MV 两档，电子线最高能量为 22MeV，属II类射线装置；核医学科的日等效最大操作量为 2.22+7Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。

二、在落实报告表提出的各项环境保护及辐射防护措施的前提下，同意你单位按照报告表的内容以及拟采取的辐射防护措施建设项目。

三、你单位须全面落实报告表提出的各项辐射防护与安全管理措施，并着重做好以下工作：

（一）严格按照设计方案建设，确保满足辐射防护要求；各辐射工作场所要划分控制区和监督区，控制区入口要设置明显的电离辐射警告标志；核医学科内要设置相对独立的工作人员、患者、放射性药物路径；直线加速器机房应设置工作状态指示灯、门-机-灯安全联锁装置、紧急停机按钮、监控及对讲系统等，防止人员受到误照射。

（二）健全完善各项辐射安全和防护的管理规章制度，完善辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。

（三）认真对使用放射性药物的患者及其家属开展辐射防护相关知识的宣传和教育，提高其辐射防护意识；加强对使用放射性药物患者的监督管理，防止在院内产生不必要的交叉照射，且应书面告知其出院后的辐射防护相关要求，尽量减轻对家人和公众的影响。

（四）放射性废液应排入放射性废液衰变池暂存，待存放 30 天以上可解控排放至医疗废水系统处理。

（五）被非密封放射性物质污染的物品，应暂存于各场所衰变桶中，在当日工作结束后转入废物室内的放射性废物衰变桶贮存，待存放 30 天以上，并经监测满足清洁解控要求后方可作为普通医疗废物处理。直线加速器产生的废靶由生产厂家回收处置。

(六) 辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

四、根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)的规定以及报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按0.1毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按5毫希沃特/年执行。

五、你单位应按规定向我厅重新申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。

六、你单位应严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。

七、你单位应在收到本批复后（20个工作日内），将经审批的报告表送泉州市生态环境局。请泉州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。

表五 验收检测质量保证及质量控制

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)等关于质量保证相关要求，以及实验室的质量体系文件(包括质量手册、程序文件、作业指导书)实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。

针对项目特点，制定了监测方案，主要包括:监测目的、监测要求、监测因子监测点位、监测频次、监测分析方法和依据、质量保证、监测计划安排、提交报告时间等。为保证监测结果反映环境真实水平的可靠性提供客观依据，制订了质量保证计划，主要质量保证及质量控制措施如下。

5.1 人员培训与授权

对从事辐射监测和质量管理的人员培训、资格、任用、授权、能力等进行规范化管理，确保人员达到并保持与其承担的工作相适应的水平。

项目现场监测工作，由 2 名监测人员共同开展。对监测人员执行质量保证计划时承担的责任和义务作明确规定。监测人员具备相应的专业技术水平，接受专业技术教育且经过专业培训考核合格，具备与其承担工作相适应的能力；掌握放射防护基本知识，掌握辐射环境监测操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法；具备良好的敬业精神和职业操守，认真执行国家生态环境和其他有关法规标准。

5.2 监测方法选择

本次验收监测方法选用《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)和《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)等。

5.3.1 检定/校准

监测仪器投入使用前，在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，并确保在有效期内使用；校准因子准确使用；监测仪器维修后、安装和恢复使用前，重新进行检定/校准。

5.3.2 定期核查

为保证监测数据的准确可靠，对监测仪器进行定期维护、期间核查和（或）稳定性控制，并根据核查结果对仪器当前状态作出评价。核查周期的长短取决于其可靠程度、故障率等因素。核查误差超过规定限度，仪器停用，检查原因，重新检定/校准。

5.3.3 监测仪器选择

参考《辐射治疗放射安全与防护要求》(HJ1198-2021)要求，选用能量响应、时间响点源位置响应、量程、相对误差、工作条件等均满足要求的 AT1121 型 X、 γ 辐射剂量率仪开展监测工作。

5.4 数据处理中的质量控制

5.4.1 数据记录

现场监测作业过程中，工作人员按规定的格式和内容填写记录文件，清楚、详细、准确地记录，不得随意涂改。

5.4.2 数据校核

分析数据前，对原始数据进行整理、校核。校核人员校核原始记录是否符合相关规范要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.4.3 数据审核

审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。审核由二人独立进行，或由未参与监测人员进行核算。

5.4.4 数据保存

委托检测协议、现场检测通知单、原始记录、报告审核记录、监测报告、质量保证计划及其核查等资料，归档保存。

5.5 内部质量控制

辐射环境监测机构建立并严格执行各项规章制度，包括但不限于：监测人员岗位责任制；实验室安全防护制度；仪器管理使用制度；原始数据、记录、资料管理制度等。实验室保持整洁、安全的操作环境。

5.6 外部质量控制

辐射环境监测机构通过检验检测机构资质认定，并按照国家资质认定管理部门要求参加能力验证活动。同时积极参与相关机构组织的实验室间比对或参加权威机构的能力验证，对比对或能力验证的结果进行评估，从中发现可能存在的系统误差，采取必要的纠正措施，确保实验室检测能力和水平。

(本页以下空白)

表六 验收监测内容

6.1 监测内容

根据本项目的工艺流程和污染特征，本次验收监测因子为周围剂量当量率。本次验收监测重点为南安市医院医技楼负一层医用直线加速器机房 1X、 γ 辐射剂量率监测。

6.2 监测布点原则及监测点布置

根据验收监测布点原则及实际情况，在本项目 1 号直线加速器机房四周及楼上等处布设监测点，详细监测布点图见图 6-1。

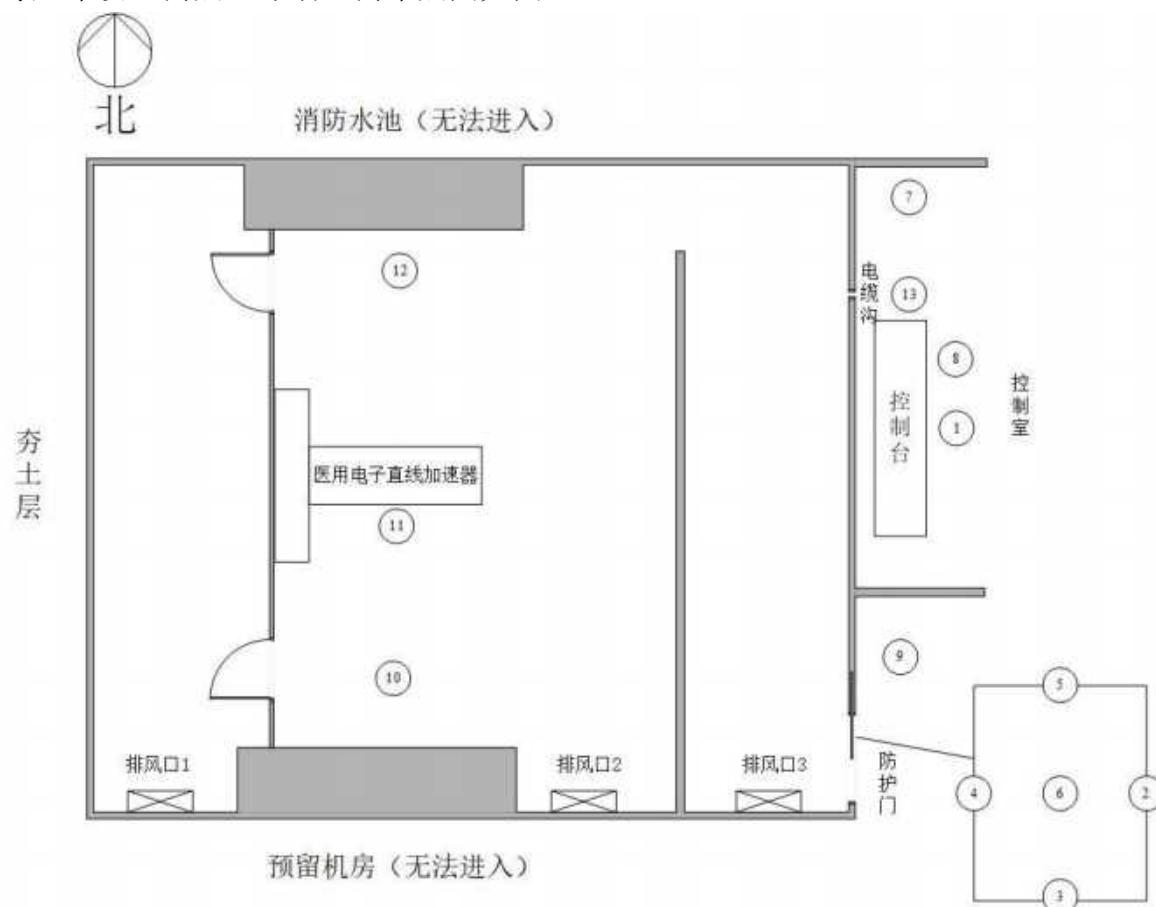


图 6-1 监测点位布点图

6.3 监测时间及环境参数

监测时间及环境参数见表 6-1。

6-1 监测时间及环境参数一览表

监测时间	2025 年 4 月 11 日
天气情况	多云

温度	20.4℃
相对湿度	55.2%

6.4 监测仪器

验收监测所用仪器情况见表 6-2。

表 6-2 监测仪器与检测规范表

仪器名称	X、 γ 辐射剂量率仪
仪器编号	SVBb23103
仪器型号	AT1121
设备出厂编号	46252
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX
能量响应	$\leq +30\%$ 15keV-10MeV
量程	50nSv/h-10Sv/h
检定证书编号	2024H21-20-5408681001
检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定有效期	2024 年 8 月 6 日至 2025 年 8 月 5 日

6.5 监测因子及频次

项目验收监测期间，项目工况稳定、环境保护设施运行正常，项目运行工况符合建设项目竣工环境保护验收监测要求。

监测因子：X- γ 辐射剂量率

检测布点：对机房屏蔽体外 0.3m 进行布点

监测频次：在正常工况下对工作场所进行巡测和定点监测，巡测时处于工作状态，对机房屏蔽体四周进行监测；定点监测时，各点位每次读 10 个数，取其平均值作为测量结果。

(本页以下空白)

表七 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况记录

本项目直线加速器验收检测工况见表 7-1。

表 7-1 监测工况一览表

监测对象	监测工况	
有用束区（11）	分别用能量档位为 6MV FFF、剂量率为 1400cGy/min 和加速器能量档位为 10MV、剂量率为 600cGy/min 进行监测	有用束中心轴垂直于顶棚照射；有用束方向无模体或其他物品；治疗野的对角线垂直于治疗机架旋转平面（即准直器角为 45°）
次屏蔽区（10、12）		有用束中心轴垂直于顶棚照射；在等中心处放置模体
机房入口屏蔽门（2、3、4、5、6）		有用束中心轴垂直向南照射，在等中心处放置模体
侧墙区（7、8、9、13）		有用束中心轴垂直向南照射，在等中心处放置模体
操作位（1）		有用束中心轴垂直向下照射，在等中心处放置模体
照射野为最大照射野（40cm×40cm）		

7.2 验收监测结果

本项目直线加速器正常运行时，机房四周、楼上及周围环境保护目标处周围剂量当量率监测值见表 7-2 和 7-3（监测报告详见附件 13）。

表 7-2 医用电子直线加速器工作场所 6MVFFF 模式 X、γ 辐射剂量率检测结果

点位	检测位置	机架/ 机头角度	周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）		开机标准限值 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	结果判断
			关机	开机		
1	操作位	0°/0°	**	**	≤2.5	合格
2	防护门	防护门右缝	90°/0°	**	≤2.5	合格
3		防护门下缝	90°/0°	**	≤2.5	合格
4		防护门左缝	90°/0°	**	≤2.5	合格
5		防护门上缝	90°/0°	**	≤2.5	合格
6		防护门中	90°/0°	**	≤2.5	合格

点位	检测位置	机架/ 机头角度	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		开机标准限值 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	结果 判断	
			关机	开机			
7	机房东墙	机房东墙北	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
8		机房东墙中	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
9		机房东墙南	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
10	机房顶棚	机房顶棚左	180°/0°	**	**	≤2.5	合格
11		机房顶棚中	180°/45°	**	**	≤2.5	合格
12		机房顶棚右	180°/0°	**	**	≤2.5	合格
13	/	电缆沟	90°/0°	**	**	≤2.5	合格

注：开机检测的标准限值按照环评报告表中关注点剂量率参考水平进行估算。检测时加速器能量档位为 6MV FFF、剂量率为 1400cGy/min。

表 7-3 医用电子直线加速器工作场所 10MV 模式 X、 γ 辐射剂量率检测结果

点位	检测位置	机架/ 机头角度	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		开机标准限值 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	结果 判断	
			关机	开机			
1	防护门	操作位	0°/0°	**	**	≤2.5	合格
2		防护门右缝	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
3		防护门下缝	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
4		防护门左缝	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
5		防护门上缝	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
6		防护门中	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
7	机房东墙	机房东墙北	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
8		机房东墙中	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
9		机房东墙南	90°/0°	**	**	≤2.5	合格
10	机房顶棚	机房顶棚左	180°/0°	**	**	≤2.5	合格
11		机房顶棚中	180°/45°	**	**	≤2.5	合格
12		机房顶棚右	180°/0°	**	**	≤2.5	合格
13	/	电缆沟	90°/0°	**	**	≤2.5	合格

点位	检测位置	机架/ 机头角度	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		开机标准限值 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	结果 判断
			关机	开机		

注：开机检测的标准限值按照环评报告表中关注点剂量率参考水平进行估算。检测时加速器能量档位为 10MV、剂量率为 600cGy/min。

注：机房下方无地下层；测量值未扣除仪器对宇宙射线的响应值

监测结果表明：本项目医用直线加速器机房 1 在设备正常运行条件下，机房四周墙体、防护门外 30cm 处各点的周围剂量当量率监测结果在 $**\mu\text{Sv}/\text{h}-**\mu\text{Sv}/\text{h}$ 之间，满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)以及《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 中周围剂量当量率参考控制水平的相关要求。敏感目标处周围剂量当量率关机状态和开机状态结果相当，故本项目运行时对项目周边辐射环境的影响符合相关标准要求。

7.3 年有效剂量

个人年有效剂量当量率计算模式如采用式（7-1）进行估算。

$$H = D \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (7-1)$$

式中：

H—关注点处的年附加有效剂量，mSv；

D—附加辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，附加辐射剂量率取开机状态下机房监测数值与其关机时辐射剂量率之差最高值。

t—一年受照时间，h；

T—居留因子。

根据医院提供资料，本项目医用直线加速器辐射工作场所年曝光（工作）时间见表 7-4。

表 7-4 本项目医用直线加速器机房年曝光（工作）时间

设备	日最大治疗量	单人治疗时间	年曝光时间	工人员年受照时间
医用直线加速器	50 人	3min/人次	625h	3125h

医用直线加速器机房 1 控制室操作人员的附加辐射剂量率为设备开机状态下控制室内最大附加剂量率与该点关机状态下的辐射剂量率均值之差。本项目号直线加

速器机房周围公众人员附加辐射剂量率为设备开机状态下的监测数值与其关机时辐射剂量率之差。工作人员和公众成员的最大附加年有效剂量见表 7-5。

表 7-5 附加年有效剂量估算结果

位置	对象	设备能量级	附加辐射剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年受照时间 (h)	居留因子	附加年有效剂量 (mSv/a)
控制室	职业人员	6MVFFF 模式	0.01	3125	1	0.03
防护门外 30cm			0.05	3125	1/8	0.02
机房东墙外 30cm			0.02	3125	1/16	0.004
机房顶棚 30cm			0.05	3125	1/20	0.008
控制室	公众人员	10MV 模式	0.01	3125	1	0.03
防护门外 30cm			0.05	3125	1/20	0.02
机房东墙外 30cm			0.02	3125	1/16	0.004
机房顶棚 30cm			0.05	3125	1/20	0.008

根据表 7-5 附加年有效剂量估算结果，本项目直线加速器正常运行时，工作人员职业照射的最大附加年有效剂量为 0.03mSv，公众照射的最大附加年有效剂量为 0.02mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求，也低于环评批复中职业人员 5mSv/a，公众人员 0.1mSv/a 的剂量约束值要求。

(本页以下空白)

表八 验收监测结论

8.1 验收监测结论

一、验收项目情况

南安市医院位于南安市江北大道 2330 号。本次验收内容为：在医技楼地下一楼放疗科建设一间医用直线加速器机房及其配套用房。医用电子直线加速器 X 射线为 10MV 和 6MV 两档，电子线最高能量为 15MeV，属于 II 类射线装置。本项目医用直线加速器于 2024 年 5 月行了环评手续，并于 2024 年 9 月 27 日取得了环评批复（审批文号：闽环辐评〔2024〕62 号），本次验收的 1 台直线加速器已申领辐射安全许可证，证号为“闽环辐证[00338]”。

二、屏蔽效果验收结论

现场监测结果表明，本项目直线加速器机房在正常开机状态条件下，机房四周墙体防护门等各监测点位的周围剂量率结果满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中剂量控制的标准要求。

三、辐射防措施验收结论

本项目直线加速器机房设有电离辐射警告标志、工作状态指示灯、固定式辐射剂量报警系统、排风系统、紧急停机按钮等安全措施，配备了辐射剂量率仪和个人剂量报警仪等监测装置。医院落实了国家对建设项目环境保护“三同时”制度，在项目建设过程中做到辐射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

四、有效剂量估算验收结论

本项目直线加速器机房正常运行时，工作人员职业照射的最大年有效剂量为 0.03mSv/a，低于剂量约束值 5mSv/a。公众人员年有效剂量最大为 0.02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值 1mSv/a 的要求，也低于剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

五、辐射安全管理验收结论

①医院设有放射安全防护管理领导小组。根据国家法律法规制定颁布实施了《放射治疗保证方案》、《放射诊疗科主任职责》、《放疗科工作制度》、《放疗科仪

器管理制度》、《加速器操作规程》、《放疗科安全管理制度》、《放疗科资料管理制度》、《查对和交接班制度》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全防护设施、设备维护保养制度》、《放射工作专业及知识培训和档案管理制度》、《监测方案》和《个人剂量监测管理制度》等规章制度。

②医院落实了辐射工作人员均配备个人剂量计，定期监测，并建立了完善个人剂量档案。辐射工作人员每 2 年参加一次职业健康体检，并建立个人职业健康档案

③本项目 9 名辐射工作人员已参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台组织的辐射安全与防护培训，并通过了考核，辐射安全与防护知识培训合格证书见附件 10。

综上所述，医院已基本落实环境影响报告表及批复文件中提出的环境保护措施要求具备辐射工作场所所需辐射安全防护措施条件，其运行对周围环境产生的影响符合辐射防护和环境保护的要求，具备竣工环境保护验收条件，建议本项目通过竣工环境保护验收。

8.2 建议

- 1、医院应加强辐射安全与防护管理,加强辐射安全和防护专业知识及法律法规培训定期安排辐射工作人员参加辐射安全与防护复训；
- 2、定期对辐射工作场所进行监测，发现问题及时整改。