

云南省第一人民医院新增 1 台
X 射线放射治疗系统核技术利用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：云南省第一人民医院



编制单位：云南晟蔚环保科技有限公司

2026 年 2 月

建设单位法人代表：（签字）

编制单位法人代表：（签字）

项目负责人：（签字）

填表人：（签字）

建设单位（盖章）



云南省第一人民医院

电话：0871-63639921

传真：/

邮编：650000

地址：云南省昆明市西山区金碧路
157号

编制单位（盖章）

云南晟蔚环保科技有限公司

电话：0871-63383800

传真：/

邮编：650501

地址：中国（云南）自由贸易试验区昆明
片区经开区阿拉街道办顺通社区第三城金
呈东泰花园二区21栋

目录

| | |
|----------------------------------|----|
| 表一项目基本情况 | 1 |
| 表二项目建设情况 | 8 |
| 表三辐射安全与防护设施/措施 | 23 |
| 表四建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 | 45 |
| 表五验收监测质量保证及质量控制 | 49 |
| 表六验收监测内容 | 51 |
| 表七验收监测 | 54 |

附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 周边关系及评价范围示意图

附图 3 机房所在楼层平面布置图

附图 4 机房正下方楼层平面布置图

附图 5 机房正上方楼层平面布置图

附图 6 机房进、排风口建设示意图

附图 7 机房电缆沟平面布置图

附图 8 机房控制区、监督区分区示意图

附图 9 机房防护措施安装示意图

附件

附件 1 委托书

附件 2 环评批复

附件 3 辐射工作人员上岗证

附件 4 放射防护与辐射安全管理委员会成立文件

附件 5 辐射安全管理制度

附件 6 辐射事故应急预案

附件 7 应急培训与演练记录

附件 8 竣工验收监测报告

附件 9 工程竣工验收证明材料

附件 10 报告表竣工验收技术评审会意见、会议签到表

表一项目基本情况

| | | | | | |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|-----|-------|
| 建设项目名称 | 云南省第一人民医院新增 1 台 X 射线放射治疗系统核技术利用项目竣工环境保护验收监测报告表 | | | | |
| 建设单位名称 | 云南省第一人民医院 | | | | |
| 项目性质 | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 | | | | |
| 建设地点 | 云南省昆明市西山区金碧路 157 号云南省第一人民医院 2 号门诊楼 9 楼 | | | | |
| 源项 | 放射源 | / | | | |
| | 非密封放射性物质 | / | | | |
| | 射线装置 | X 射线放射治疗系统 | | | |
| 建设项目环评批复时间 | 2025 年 10 月 17 日 | 开工建设时间 | 2025 年 11 月 10 日 | | |
| 取得辐射安全许可证时间 | 正在办理过程中 | 项目投入运行时间 | 2025 年 12 月 | | |
| 辐射安全与防护设施投入运行时间 | 2025 年 12 月 | 验收现场监测时间 | 2025 年 12 月 11 日 | | |
| 环评报告表审批部门 | 昆明市生态环境局 | 环评报告表编制单位 | 云南晟蔚环保科技有限公司 | | |
| 辐射安全与防护设施设计单位 | 昆明赣隆经贸有限公司 | 辐射安全与防护设施施工单位 | 云南佰凡环保科技有限公司 | | |
| 投资总概算（万元） | 350 | 辐射安全与防护设施投资总概算（万元） | 54.2 | 比例 | 15% |
| 实际总概算（万元） | 350 | 辐射安全与防护设施实际总概算（万元） | 57.73 | 比例% | 16.49 |
| 验收依据 | <p>1.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（主席令第 24 号，2003 年 9 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日第二次修正）；</p> <p>(4) 《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>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 1 月 18 日公布，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20</p> | | | | |

号修正)；

(6)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(中华人民共和国国务院令 449 号, 2005 年 12 月 1 日起施行, 2019 年 3 月 2 日第二次修订(中华人民共和国国务院令 709 号))；

(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令, 2011 年 5 月 1 日起施行)；

(8)《关于发布〈射线装置分类〉的公告》(原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日公布并实施)；

(9)《放射工作人员职业健康管理办法》(卫生部令 55 号, 2007 年 11 月 1 日起施行)；

(10)《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》(国家环保总局环发〔2006〕145 号)；

(11)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(环境保护部国环规环评〔2017〕4 号, 2017 年 11 月 20 日起施行)；

(12)《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 年第 9 号)；

(13)《关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》的通知(生态环境部办公厅 环办辐射函〔2025〕313 号)；

(14)云南省生态环境厅关于印发《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲(2021 年版)》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序(2021 年版)》的通知(云环通〔2021〕227 号)。

(15)《云南省环境局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》(云环函〔2006〕727 号)。

1.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；

(2)《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)；

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

(4)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>(HJ1326-2023) ;</p> <p>(5) 《放射治疗辐射安全与防护要求》 (HJ1198-2021) ;</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021) ;</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ61-2021) ;</p> <p>(8) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》 (HJ10.1-2016) 。</p> <p>1.2 建设项目环境影响表及其审批部门审批决定</p> <p>(1) 《云南省第一人民医院新增 1 台 X 射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响报告表 (报批稿) 》 ;</p> <p>(2) 《昆明市生态环境局关于〈云南省第一人民医院新增 1 台 X 射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响报告表〉的批复》 (昆生环复〔2025〕1-10 号) 。</p> <p>1.4 其他</p> <p>(1) 委托书 ;</p> <p>(2) 竣工验收证明材料 ;</p> <p>(3) 建设单位提供的其他资料 。</p> |
| <p>验收 执行标准</p> | <p>1.2 个人剂量管理</p> <p>1.2.1 国家标准限值</p> <p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002) 要求</p> <p>依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002) 第 B1.1 条的规定：应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv；第 B1.2 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 1mSv。</p> <p>2、《放射治疗辐射安全与防护要求》 (HJ1198-2021) 要求</p> <p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》 (HJ1198-2021) 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> <p>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；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。</p> <p>2、行政管理限值</p> |

根据《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函〔2006〕727号），单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一，即：

职业照射：取年有效剂量 20mSv 的四分之一即 5mSv 作为管理限值；

公众照射：取年有效剂量 1mSv 的四分之一即 0.25mSv 作为管理限值。

根据以上标准及云南省生态环境厅（原云南省环保局）发布的行政管理限值，环境影响评价报告表中的采用个人剂量管理限值为执行《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）标准中的职业照射和公众照射的年有效剂量约束值 5mSv、0.1mSv。

1.2.2 审批部门审批决定的限值

严格执行《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《报告表》提出的电离辐射安全管理限值，职业照射连续 5 年的年平均有效剂量应控制在 5mSv/a 以内，公众照射年有效剂量应控制在 0.25mSv/a 以内。

综上，根据环境影响评价报告表中采用的限值和审批部门审批决定的个人剂量管理限值，本次竣工环境保护验收执行的职业照射和公众照射的年有效剂量约束值分别为 5mSv、0.1mSv。

1.3 放射防护管理限值

1.3.1 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）

第 6.1.1 条：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。

第 6.1.3 条：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。

第 6.1.4 条：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 $\dot{H}_{c,d}$:

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: $\dot{H}_{c, max} \leq 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$;

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

1.3.2 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)

第 6.3.1 条: 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控制 \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, 由周剂量参考水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c , 见式 (1) :

$$\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

\dot{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 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$);

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

t ——设备周最大累积照射的小时数, 单位为小时每周 (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 $\dot{H}_{c, max}$:

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

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

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 。

1.3.3 《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)

第 3.1 条：治疗机房墙和入口门外的周围剂量当量率参考控制水平

治疗机房墙和入口门外的周围剂量当量率应同时满足下列 3.1.1 和 3.1.2 的参考控制水平。

第 3.1.1 条：距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处和邻近治疗机房的居留因子较大 ($T > 1/4$) 的人员驻留区域见式 (1)。

$$\dot{H}_c \leq H_c / (t \times U \times T) \dots\dots\dots (1)$$

式 (1) 中：

\dot{H}_c ——周围剂量当量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

H_c ——周剂量控制水平 ($\mu\text{Sv/周}$)，其值如下：

放射治疗机房外控制区的工作人员： $\leq 100 \mu\text{Sv/周}$

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

U——治疗装置向关注位置的方向照射的使用因子；

T——人员在放射治疗机房外控制区和放射治疗机房外非控制区驻留的居留因子，参见附录 A。

t——治疗装置周最大累积照射的小时数, h/周。t 是与治疗装置周工作负荷 W 相关的参数, 应由放射治疗单位给定的放射治疗工作量导出, 附录 B 是参考示例。

第 3.1.2 条：距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处：

| | |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>$\dot{H}_c \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ (人员全居留场所, $T > 1/2$)</p> <p>$\dot{H}_c \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ (人员部分和偶然居留场所, $T \leq 1/2$)</p> <p>第 3.2 条: 治疗机房顶屏蔽的辐射剂量率参考控制水平</p> <p>第 3.2.1 条: 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时, 距治疗机房顶外表面 30cm 处和或在立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处, 辐射剂量率参考控制水平同 3.1。</p> <p>根据以上标准要求, 环境影响评价报告中确定的放射防护管理限值为: 治疗室正上方与正下方剂量率控制水平取 $2 \mu\text{Sv/h}$, 治疗室四周的剂量率控制水平取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$。</p> <p>1.3.4 审批部门审批决定的限值</p> <p>放射治疗室设置应满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) 和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 要求。</p> <p>综上, 根据环境影响评价报告中采用的放射防护管理限值和审批部门出具的审批决定, 本次验收执行的标准具体如下: 治疗室正上方与正下方剂量率控制水平取 $2 \mu\text{Sv/h}$, 治疗室四周的剂量率控制水平取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$。</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

表二项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位基本情况

云南省第一人民医院（以下简称“建设单位”）前身为云南省立昆华医院，坐落于昆明市金碧路157号，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健于一体的三级甲等综合性医院。云南省立昆华医院始建于1939年，并于1992年被评定为国家三级甲等医院，1996年正式更名为“云南省第一人民医院”，同时保留“昆华医院”第二名称；2011年，云南省第一人民医院成为昆明理工大学附属医院。

建设单位现有编制床位2000张，年总诊疗人次256.21万，出院患者15.74万人次。设63个临床医技科室，拥有1个国家呼吸区域医疗中心、7个国家级临床重点专科、5个省级临床医学中心，以及25个省级临床重点专科；拥有1个国家卫生健康委重点实验室、6个省级临床医学研究中心、4个省级工程研究中心、7个省级创新团队、25个省级研究所/研究中心，以及28个院士（专家）工作站。于2014年开始组建“昆华医联体”，目前已覆盖超240家医疗机构；多次派医疗队赴老挝、柬埔寨等国开展医疗援助。

2.1.2 项目概况

建设单位立项于2024年，2025年7月委托云南晟蔚环保科技有限公司编制《云南省第一人民医院新增1台X射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响评价报告表》，于2025年10月17日取得昆明市生态环境局出具的《关于〈云南省第一人民医院新增1台X射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响评价报告表〉的批复》，批复文件号为昆生环复(2025)1-10号。

建设项目在取得批复后于2025年11月10日开工建设，2025年12月11日委托云南晟蔚环保科技有限公司进行竣工验收监测，经验收监测确认辐射工作场所环境X-γ剂量率满足标准后，建设单位于2025年12月20日正式开展竣工验收工作，并于2025年12月29日组织召开工程竣工验收会议。受建设单位委托，云南晟蔚环保科技有限公司对建设项目进行竣工环境保护验收监测报告表（以下简称“竣工环境保护验收监测报告表”）的编制工作。

2.1.3 项目实际建设内容和规模

表2-1项目实际建设内容及规模

| 项目组成 | 建设内容及规模 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主体工程 | 1、1台SRT-100型X射线放射治疗系统,使用场所2号门诊楼皮肤科治疗室; 2、1间治疗室,治疗室尺寸为: L _长 7.190m×W _宽 3.016m×H _高 2.8m,有效使用面积为 21.69m ² , 体积为 60.7m ³ 。 |

| | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>辅助工程</p> | <p>1、1间控制室，控制室尺寸为：$L_{长} 8.50m \times W_{宽} 3.2m \times H_{高} 3.9m$，使用面积为 $27.2m^2$。</p> |
| <p>环保工程</p> | <p>1、治疗室屏蔽措施：北侧及东侧原为玻璃幕墙，在玻璃幕墙内侧利用钢龙骨固定3mm铅板进行防护；西墙及南墙利用钢龙骨固定4mm铅板；机房顶面原结构为120mm混凝土，再利用钢龙骨固定4mm铅板；机房地面原结构为120mm混凝土，再采用40mm硫酸钡水泥进行防护；控制室及过道的防护门采用4.0mmPb铅门；铅玻璃具有4.0mm铅当量的防护水平。以上防护措施可有效对X射线进行屏蔽。</p> <p>2、治疗室通排风系统：治疗室对角设置上送下排的新风系统，从治疗室南侧外过道吊顶处现有新风管道搭接风管，引新风进入治疗室内；治疗室内设置2个进风口，均位于吊顶中央，呈南北向分布。排风口位于治疗室北侧原有窗户处，在治疗室西北角及东南角分别设置1个下出风口，出风口均与吊顶进风口呈对角线分布。2个出风口均为28cm×38cm的矩形风口，出风口均设置有过滤棉，平均风速为1.1m/s，排风实际通风量为422m³/h，则治疗室每小时换气约7次/h。设置的通排风系统可以清除治疗室内的有害气体，减小对人员身体健康影响。</p> <p>3、电缆穿墙设置：治疗室内设置电缆沟，电缆沟从东至西穿过治疗室西侧屏蔽体进入控制室。电缆沟深度6cm，电缆沟底部及两侧均使用4mm铅板填充，顶面加盖不锈钢板。治疗室内电缆沟距治疗室西墙20cm处，以及控制室内电缆沟距治疗室西墙5cm处，顶面加4mm铅板防护。</p> <p>4、进风、排风风管穿墙设置：进风、排风风管以斜45°角向下穿过屏蔽体，管穿墙位置及弯管处用3mm铅皮全覆盖包裹，风管与屏蔽体交接处用3mm厚铅皮搭接，屏蔽体前后搭接长度为10cm。</p> <p>5、风机采用减震设计，风机振动产生的噪声将大大减小。</p> <p>6、项目运行产生的固体废物、生活污水均依托2号门诊楼处理措施统一处理。</p> |

2.1.4项目总平面布置、建设地点和周围环境敏感目标

2.1.4.1建设地点

本项目位于昆明市西山区金碧路157号云南省第一人民医院2号门诊楼9楼。

2.1.4.2项目总平面布置

建设项目位于2号门诊楼9东北角，西侧为控制室、手术室3、党员活动中心、卫生间及皮肤科手术室；西南侧为光动力检查室、换药室、GCP档案室及受试者接待室、激光医学中心、电梯厅及皮肤科、全科医学特色门诊；南侧为神经内科、预防保健科、电梯间。治疗室北侧及东侧均无建筑（悬空区域），紧邻治疗室西侧设置控制室，紧邻治疗室南侧为过道，正上方为动脉硬化检测室和过道，正下方为办公室。

治疗室周围无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域。2号门诊楼9楼集中建设了皮肤科的诊室、检查室、治疗室及手术室，建设项目选址符合安全、卫生和方便的原则。

2.1.4.3 周围环境保护目标

本次验收调查范围与环评评价范围一致：以治疗室四周屏蔽墙边界外半径 50m 内区域。经现场勘察，竣工验收时主要环境保护目标与环评一致，保护目标详见表2-2。

表2-2 本项目环境保护目标一览表

| 工作场所 | 相对位置 | | 保护目标 | 人数 | 与射线装置最近距离 (m) | | 管理目标值 (mSv/a) |
|----------------------------------------|--------|-------------------------|------|---------|---------------|-------|---------------|
| | | | | | 水平方向 | 垂直方向 | |
| X 射线放射治疗系统治疗室 | 治疗室西侧 | 控制室 | 职业人员 | 4 人 | 1.6 | / | 5 |
| | 治疗室西侧 | 手术室、党员活动室 | 公众人员 | 约 10 人 | 4.8 | / | 0.1 |
| | | 1#楼梯、卫生间 | | 流动人群 | 16.8 | / | |
| | | 皮肤科手术室 | | 约 40 人 | 28.8 | / | |
| | 治疗室南侧 | 过道 | | 流动人群 | 3.7 | / | |
| | | 神经内科检查室、预防保健科 | | 约 18 人 | 6.4 | / | |
| | 治疗室西南侧 | 光动力治疗室、换药室、GCP 档案室、实验室 | | 约 10 人 | 11.7 | / | |
| | | 激光医学中心 | | 约 30 人 | 18.6 | / | |
| | | 候诊区、全科医学门诊 | | 约 120 人 | 26.1 | / | |
| | | 电梯厅、候诊区、皮肤科门诊区 | | 约 150 人 | 30.2 | / | |
| | 2 号楼东侧 | 东寺巷 | | 约 40 人 | 42.3 | / | |
| | | | | 流动人群 | / | -31.2 | |
| | 2 号楼北侧 | 医院道路 | | 流动人群 | / | -31.2 | |
| | 2 号楼北侧 | 永宁清真寺 | | 约 80 人 | / | -31.2 | |
| | 2 号楼西侧 | 医院道路 | | 流动人群 | / | -31.2 | |
| | 2 号楼南侧 | 医院道路 | | 流动人群 | / | -31.2 | |
| | 治疗室上方 | 2 号楼 10~11 健康管理 (体检) 中心 | | 约 300 人 | / | +3.9 | |
| 2 号楼 12~15 楼临床检验中心、实验室、药学中心、血液病诊断室、病理科 | | 约 400 人 | | / | +11.7 | | |
| 2 号楼 16 楼至 20 楼办公室、会议室 | | 约 300 人 | / | +27.3 | | | |

| | | | | | | |
|-------|-----------------------|--|--------|---|-------|--|
| 治疗室下方 | 2号楼8楼遗传诊断中心 | | 约110人 | / | -3.9 | |
| | 2号楼7楼至1楼诊室、检查室、收费室、药房 | | 约1400人 | / | -7.8 | |
| | 2号楼-1楼至-3楼停车场 | | 约50人 | / | -41.2 | |

备注：保护目标与射线装置垂直坐标原点为治疗室所在楼层，楼层上方距离取正值，下方取负数。

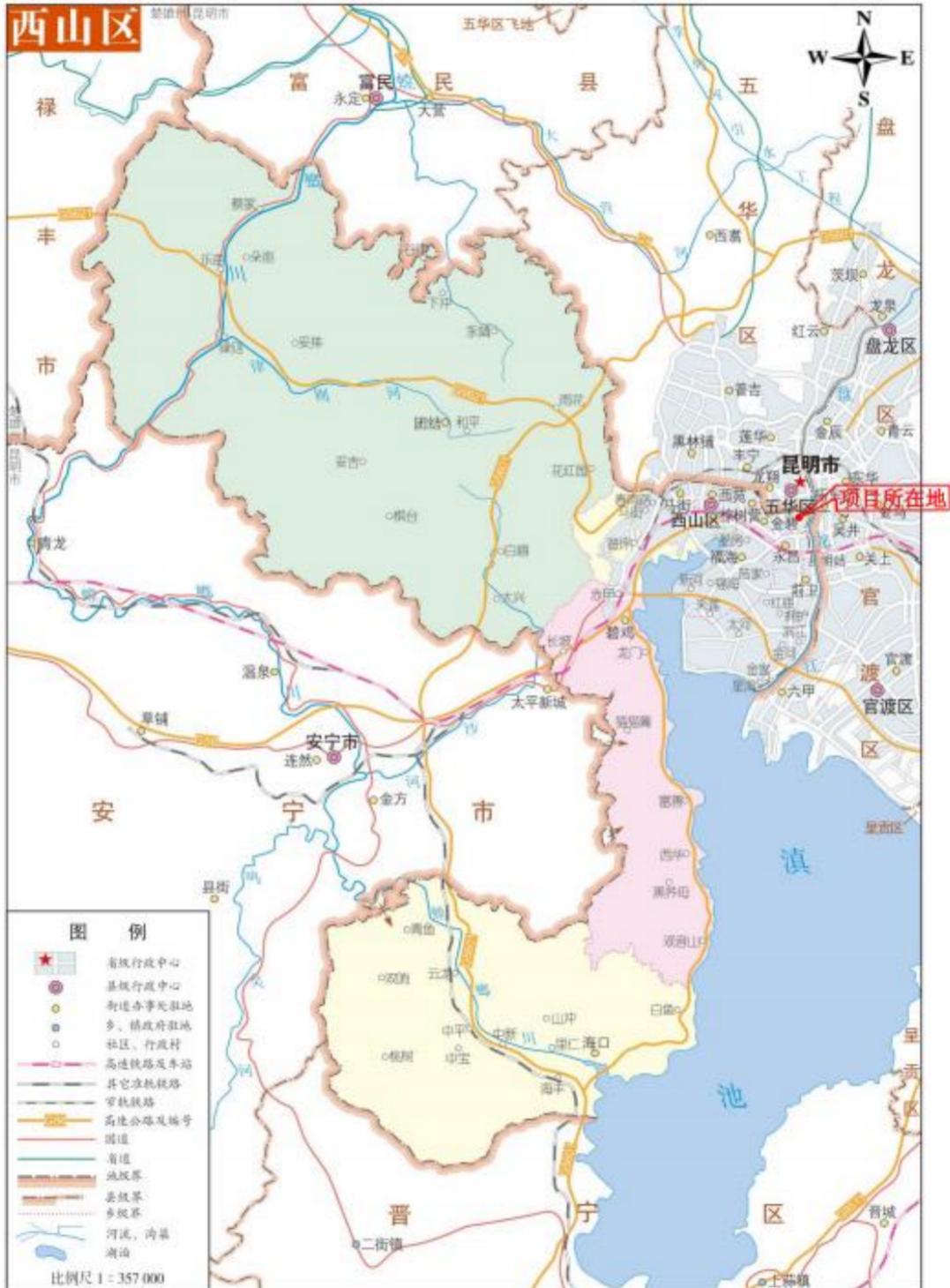


图2-1本项目地理位置图





图2-3本项目平面布置图

2.1.5 环境影响报告表及审批部门审批决定建设内容与实际建设内容

本项目环境影响报告表中的内容与实际建设情况对比见表2-3，环境影响报告表批复内容与实际建设情况对比见表2-3。

表 2-3 环境影响报告表内容与实际建设情况对照一览表

| 序号 | 验收内容 | 环评要求内容 | 实际建设内容 | 符合性 |
|----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 工程建设情况 | <p>1.治疗室 L_长 7.190m×W_宽 3.016m×H_高 2.8m,有效使用面积 21.69m²;</p> <p>2.治疗室屏蔽参数:北侧及东侧原为玻璃幕墙,拟在玻璃幕墙内侧利用钢龙骨固定 3mm 铅板进行防护;西墙及南墙原为 120mm 轻质隔墙,在墙体内侧利用钢龙骨固定 4mm 铅板;机房地面原结构为 120mm 混凝土,再采用 40mm 硫酸钡水泥进行防护。</p> <p>3.控制室及过道的防护门采用 4.0mmPb 铅门;铅玻璃具有 4.0mm 铅当量的防护水平。</p> | <p>1.治疗室 L_长 7.190m×W_宽 3.016m×H_高 2.8m,有效使用面积 21.69m²;</p> <p>2.治疗室屏蔽参数:北侧及东侧在玻璃幕墙内侧利用钢龙骨固定 3mm 铅板进行防护;拆除西墙轻质隔墙后利用钢龙骨固定 4mm 铅板,南墙在 120mm 轻质隔墙内侧利用钢龙骨固定 4mm 铅板;机房地面原结构为 120mm 混凝土,再采用 40mm 硫酸钡水泥进行防护。</p> <p>3.设置 1 道控制室防护门、1 道过道防护门,防护铅当量均为 4.0mmPb;治疗室西墙设置 1 扇铅玻璃,防护铅当量为 4.0mmPb。</p> | <p>1.治疗室西侧原为 120mm 轻质隔墙,为增强西墙对铅板和铅玻璃的承载能力,项目在施工过程中拆除原有轻质隔墙,使用钢质龙骨直接固定铅板与铅玻璃。</p> <p>2.其余工程建设实际建设情况与环评阶段一致。</p> |
| 2 | 辅助工程 | 1间控制室,控制室尺寸为:L _长 8.50m×W _宽 3.2m×H _高 3.9m,使用面积为27.2m ² 。 | 1间控制室,控制室尺寸为:L _长 8.50m×W _宽 3.2m×H _高 3.9m,使用面积为27.2m ² 。 | 与环评一致 |
| 3 | 环保工程 | 治疗室设置新风系统,从治疗室南侧外过道吊顶处现有新风管道搭接风管,引新风进入治疗室内;治疗室内设置 2 个进风口,均位于吊顶中央,呈南北向分布。排风口位于治疗室北侧原有窗户处,在治疗室东北角及东南角下端分别设置 1 个出风口,出风口均与吊顶进风口呈对角线分布。新风系统进风风机设计风量为 1000m ³ /h,排风风机设计通风量为 1500m ³ /h,按管道通风量为进风风机风量 80%计,每小时换气约 13 次/h。 | 治疗室对角设置上送下排新风系统,从治疗室南侧外过道吊顶处现有新风管道搭接风管,引新风进入治疗室内;治疗室内设置 2 个进风口,均位于吊顶中央。排风口位于治疗室北侧原有窗户处,在治疗室西北角及东南角下端分别设置 1 个出风口,出风口均与吊顶进风口对角分布。出风口均为 28cm×38cm 的矩形风口,出风口均设置过滤棉,平均风速为 1.1m/s,排风实际通风量为 422m ³ /h,则治疗室每小时换气约 7 次/h。符合《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) | 与环评一致 |

| | | | | |
|---|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| | | | 中换气次数不小于4次/h的规定。 | |
| 4 | 警示标志 | 治疗室2道防护门上均设置电离辐射警示标志，监督区及控制区警示标志。 | 治疗室2道防护门上均设置电离辐射警示标志，实行放射工作场所分区管理，监督区及控制区设置标识及警示标志。 | 与环评一致 |
| 5 | 个人防护用品 | 成人型铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙、铅衣、铅眼镜各3件(铅橡胶颈套、铅橡胶防护裙铅当量不低于0.5mmPb，其余防护用品铅当量不低于0.25mmPb)；儿童型铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙各2件，铅当量均不低于0.5mmPb。 | 铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙、铅衣、铅眼镜成人型各3件，铅橡胶颈套、铅橡胶防护裙、铅橡胶帽子铅当量为0.5mmPb，铅衣、铅眼镜防护用品铅当量为0.35mmPb。 儿童型铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙各2件，铅当量为0.5mmPb。 | 与环评一致 |
| 6 | 监测设备 | 便携式X-γ剂量率监测仪1台，能正常使用且经过校准；涉及工作人员均配备个人剂量计，并配备个人剂量报警仪3台。 | 已配置便携式X-γ剂量率监测仪1台，能正常使用且经过校准；辐射工作人员均配备有个人剂量计，并配备个人剂量报警仪3台。 | 与环评一致 |
| 7 | 安全设施 | 门机及门灯联锁装置、工作状态指示灯2套；控制台、射线装置主机及治疗室内四周急停开关；防护门内侧设紧急开门装置2套；对讲系统1套；视频监控系统1套。 | 门机及门灯联锁装置、工作状态指示灯2套；控制台、射线装置主机各自带1个急停按钮，控制台一侧墙体、及治疗室内四周墙体距设置1个急停按钮；防护门内侧设紧急开门装置2套；对讲系统1套；视频监控系统1套。 | 与环评一致 |
| 8 | 管理制度 | 成立辐射安全与防护管理机构、应急领导小组；制定辐射安全防护管理制度，且制度上墙。 | 已成立辐射安全与防护管理机构、应急领导小组；制定辐射安全防护管理制度，且制度上墙。 | 与环评一致 |
| 9 | 验收监测 | 防护门及缝隙处、控制室、操作台及机房屏蔽墙外、楼上楼下各点位X-γ剂量率满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)规定。 | 根据验收监测结果，项目治疗机房外X-γ剂量率最大测值为0.101μSv/h。满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)规定。 | 与环评一致 |

表 2-4 环境影响报告表批复内容与实际建设情况对照一览表

| 环境影响报告表批复内容 | 实际建设情况 | 与环评符合性 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <p>严格执行《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《报告表》提出的电离辐射安全管理限值,职业照射连续5年的年平均有效剂量应控制在5mSv/a以内,公众照射年有效剂量应控制在0.25mSv/a以内。放射治疗室设置应满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)要求。</p> | <p>根据验收监测结果计算的项目职业人员和公众所受年有效剂量为,满足《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《报告表》中规定的电离辐射安全管理限值。放射治疗室设置满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)要求。</p> | <p>与环评一致</p> |
| <p>严格落实《报告表》提出的各项辐射防护措施。手术室设置视频监控系统及对讲交流系统、急停装置、电离辐射警告标志及工作指示灯、门机联锁装置和门灯联锁装置等,并定期对设施进行检查,确保其正常运行。辐射工作区域应按照《报告表》要求实行监督区和控制区管理,防止人员误照射。</p> | <p>治疗室已设置视频监控系统及对讲交流系统、急停装置、电离辐射警告标志及工作指示灯、门机联锁装置和门灯联锁装置等,辐射工作区域已按照《报告表》要求实行监督区和控制区管理,防止人员误照射。</p> | <p>与环评一致</p> |
| <p>工作人员产生的生活污水依托医院污水处理系统处置达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中预处理标准后排入市政污水管网。医疗废物集中收集,暂存于医疗废物暂存间,委托有资质单位进行清运和处置,工作人员产生的生活垃圾经收集后,委托当地环卫部门统一处理。</p> | <p>工作人员产生的生活污水依托医院污水处理系统处置达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中预处理标准后排入市政污水管网。医疗废物集中收集,暂存于医疗废物暂存间,委托有资质单位进行清运和处置,工作人员产生的生活垃圾经收集后,委托当地环卫部门统一处理。</p> | <p>与环评一致</p> |
| <p>配备满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求的辐射防护用品、个人剂量报警仪和辐射监测仪,定期检查和维修,确保其能够正常使用。职业人员工作时应佩戴个人剂量报警仪及个人剂量计,定期送检,受检者受检时应佩戴辐射防护用品,以确保职业人员、受检者健康和辐射环境安全。</p> | <p>已配备满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求的辐射防护用品、个人剂量报警仪和辐射监测仪,已制定计划定期检查和维修,确保其能够正常使用。项目在后期运营过程中,职业人员工作时将佩戴个人剂量报警仪及个人剂量计,个人剂量计定期送检,受检者受检时佩戴辐射防护用品,以确保职业人员、受检者健康和辐射环境安全。</p> | <p>与环评一致</p> |
| <p>完善和落实各项辐射防护和安全管理制</p> | <p>已完善和落实各项辐射防护和安全管理制</p> | <p>与环评一致</p> |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <p>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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关法规和标准。辐射安全管理人员及工作人员应定期参加辐射安全培训，持证上岗。</p> | <p>和运行过程中，将严格落实《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关法规和标准，将组织辐射安全管理人员及工作人员应定期参加辐射安全培训，做到持证上岗。</p> | |
| <p>按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规要求，你单位应在投入使用前依法向我局申领《辐射安全许可证》方可正式投入使用,并开展辐射安全和防护年度评估工作，每年1月底前在“全国核技术利用辐射安全申报系统”上传年度评估报告。</p> | <p>建设单位新辐射安全许可证正在申领中，项目在后期运行过程中，建设单位将按要求开展辐射安全和防护年度评估工作，并于每年1月底前在“全国核技术利用辐射安全申报系统”上传年度评估报告。</p> | <p>与环评一致</p> |

经与环境影响报告表、环境影响报告批复文件对照，本次竣工环境保护验收时项目建设变动情况如下：

1、治疗室西侧原为 120mm 轻质隔墙，为增强西墙对铅板和铅玻璃的承载能力，项目在施工过程中拆除原有轻质隔墙，使用钢质龙骨直接固定铅板与铅玻璃。原有轻质隔墙密度低，故不考虑其对 X 射线的屏蔽效果，拆除后未引起西墙辐射防护综合铅当量的改变，故本次变动未导致辐射照射对周围环境和人员的不利影响加重。

2、环境影响评价阶段，出风口设置在治疗室东北角及东南角，新风系统进风风机设计风量为 1000m³/h。实际建设时，出风口设置在治疗室西北角及东南角下端，根据施工单位提供的检验报告，新风系统进风风机风量为 1200m³/h。均实际建设的 2 个出风口均为 28cm×38cm 的矩形风口，出风口再设置有过滤棉后测得的平均风速为 1.1m/s，排风实际通风量为 422m³/h，则治疗室每小时换气约 7 次/h。西北角排风口的位置变化仍满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中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和每小时换气次数不小于 4 次的要求，通风系统的变动未导致有害气体对人员的不利影响加重。

综上所述，对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（生态环境部办公厅环办辐射函〔2025〕313 号发布），以上项目实际建设过程中的辐射防护措施变动，不属于清单中的重大变动情况。

2.2 源项情况：

建设项目辐射源项为1台SRT-100型X射线放射治疗系统,设备为X射线管放射治疗设备，

本次验收设备的主要参数与环评阶段确定的技术参数对比见表2-5。

表 2-5 辐射源项技术参数一览表

| 源项参数 | 环评阶段 | 验收阶段 | 与环评一致性 |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------|
| 装置名称 | X射线放射治疗系统 | X射线放射治疗系统 | 与环评一致 |
| 型号 | SRT-100 | SRT-100 | 与环评一致 |
| 装置分类 | II类 | II类 | 与环评一致 |
| 射线种类 | X射线 | X射线 | 与环评一致 |
| 最大管电压 | 100kV | 100kV | 与环评一致 |
| 最大管电流 | 10mA | 10mA | 与环评一致 |
| 额定输出剂量率 (15cmSSD) | 50kV: 7500mGy/min 70kV: 6300mGy/min 100kV: 6100mGy/min | 50kV: 7500mGy/min 70kV: 6300mGy/min 100kV: 6100mGy/min | 与环评一致 |
| 额定输出剂量率 (25cmSSD) | 50kV: 2700mGy/min 70kV: 2250mGy/min 100kV: 2250mGy/min | 50kV: 2700mGy/min 70kV: 2250mGy/min 100kV: 2250mGy/min | 与环评一致 |

综上，验收阶段，建设项目新增的射线装置与环评阶段技术参数保持一致，未发生变化。

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成

X 射线放射治疗系统主要包括操作控制台和主机两部分，操作控制台可提供控制和指示，用以设置照射，并开始、监控和终止照射，主机主要包括 X 射线发生器、X 射线管头端、X 射线管冷却系统以及控制和指示器，其中冷却系统不需要操作者维护，该系统是密封的，仅在日常预防维护期间需要检查冷却剂液位。主机整体为可移动式，在固定的场所使用必须将脚轮锁住以避免治疗时主机移动造成照射偏移，建设项目在治疗机房内配备有治疗床，X 射线放射治疗系统在治疗床侧对患者开展皮肤浅层放射治疗。

本项目新增的 SRT-100 型 X 射线放射治疗系统外观示意图见图 2-4。



图 2-4 设备外观及设备铭牌照片

2.3.2 工作原理

SRT-100 型 X 射线放射治疗系统是一种通过 X 线束直接照射患者皮肤表面，通过破坏、抑制纤维细胞增生和血管闭塞，以控制过量瘢痕组织的浅层放疗设备。该设备中生产的 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃中产生的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚集杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成，在 X 射线管的两极之间加高压电，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所忽然阻挡从而产生 X 射线。

X 射线对于皮肤组织的作用有以下几个方面：

抑制和破坏增生或者分化程度低的组织和细胞；

抑制角质形成细胞的增生和分化；

抑制或者破坏皮肤附属器的增生，从而影响分泌及毛发生长；

使血管内皮细胞肿胀、变性和坏死，致使管腔狭窄，血栓形成；

降低皮肤反应性，调节神经末梢的兴奋阈值。临床上，不同皮肤病患者其病变深度差别很大，在 X 射线的照射中，需要射线照射的深度和皮损的深度一致，通过调整施加于 X 射线管两极间的电压即可调整射线穿透深度。由于该治疗系统用于皮肤浅层放射治疗，对接受治疗的部位可直接目视和触摸查探，判断其病变位置和病变过程，不需要使用模拟定位设备。

2.3.3 工艺流程

2.3.3.1 工艺流程

治疗过程中项目辐射工作人员位于控制室内对设备进行操作，不进入治疗室，通过铅玻

璃观察窗及摄像系统观察治疗室内情况，并通过对讲系统与治疗室内的病人对话。

建设项目主要进行皮肤浅层瘢痕、非黑色素肿瘤治疗，由皮肤科和肿瘤内科联合开展诊疗，射线装置的操作使用科室为肿瘤内科，具体工作流程如下：

1、皮肤科放射肿瘤医师对患者进行登记、临床检查，病理科对患者病变部位进行病理分析，放射肿瘤医师根据病理分析进一步确认患者是否需要进行治疗；

2、放射肿瘤医师根据临床诊断资料，对需要实施放射治疗的患者进行禁忌症排除，确认患者适合放射治疗，并详细告知患者 X 射线治疗可能的潜在风险；

3、放射肿瘤医师制定合理的放射治疗方案，确定照射剂量、照射时间和照射次数；根据患者治疗部位和大小等确定每一次的照射剂量、照射时间和照射的次数，合理制订放射治疗方案；

4、放射治疗技师领患者进入治疗室，对患者进行摆位，调整治疗床高度，指导患者对非治疗部位穿戴使用防护用品，对患者治疗部位进行消毒，为设备机头安装合适的限束器，调整照射角度；

5、放射治疗技师确认治疗室内无其他人员滞留，关闭防护门；

6、放射治疗技师执行治疗计划，设置管电压、管电流及照射时间。射线装置会根据选定的限束器及设置的参数自动计算照射剂量，放射治疗技师手动验证放疗计划，当与控制台显示剂量一致时开始放射治疗时。射线装置出束期间，X 射线会导致机房内空气电离，产生臭氧和氮氧化物等有害气体；

7、设备完成设置的出束时间后自动停止出束，此时 X 射线立即消失。放射治疗技师解除主机定位，关闭系统，引导患者离开机房。

2.3.3.2 涉源环节

建设项目辐射源项是 1 台 X 射线放射治疗系统，辐射源来自 X 射线发生器的球管部分，当高速电子与靶材料相互作用时产生 X 射线，X 射线仅在射线装置运行时产生，设备停机立即消失。

故建设项目工艺流程中涉源环节为放射治疗技师操作射线装置出束治疗时，在治疗过程中产生的放射性污染源为 X 射线，不产生放射性废气、废水、固体废物。

工艺流程及产污环节见图 2-5。

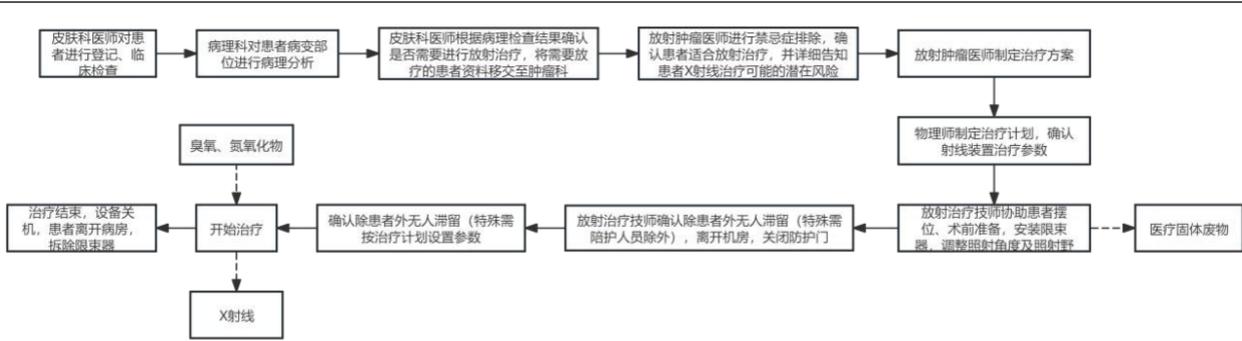


图 2-5 工艺流程与产污环节示意图

2.3.4 劳动定员及工作制度

本项目实际配备 3 名辐射工作人员，包括 1 名放射治疗技师，1 名放射治疗物理师、1 名放射肿瘤医师，放射治疗技师、物理师为肿瘤内科现有辐射工作人员，放射肿瘤医师为皮肤科新聘人员。项目建成后，本项目物理师除从事本项目射线装置外，还从事原有辐射工作。

工作制度：实行 8 小时工作制度，每周工作 5 天，年工作 250 天。

本项目物理师、放射治疗技师均已参加生态环境部核与辐射安全中心组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台考核，并取得考核成绩单，考核情况具体见表 2-7。

表 2-7 辐射工作人员辐射安全与防护培训情况

| 序号 | 姓名 | 岗位 | 考核机构 | 证书编号 | 有效期 |
|----|----|---------|--------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | | 放射治疗物理师 | 国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 | FS21YN0200077 | 2021.04.26-2026.04.26 |
| 2 | | 放射治疗技师 | 国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 | FS21YN0200043 | 2021.04.26~2026.04.26 |

建设项目皮肤科新聘任放射肿瘤医师未进行辐射安全与防护培训及考核，皮肤科应尽快安排其完成培训与考核，通过考核后方可上岗开展放射诊疗工作。

2.3.5 工作负荷

本项目新增射线装置年最多治疗 1250 人次，每年工作 50 周，每周治疗病人 25 名，按每例病人总疗程治疗 10 次、每次治疗设备出束时长为 0.6min 计，则每周工作量为 2.5h，年照射时间为 125h，与环评时一致。

2.3.6 运行期其他污染源项描述

1、废气

建设项目废气主要为设备运行过程中 X 射线与空气作用产生的少量臭氧和氮氧化物，

放射治疗室设置有新风系统，机房内废气通过通排风系统排出室外，经外环境稀释后对周围大气环境影响较小。

2、废水

建设项目运营时不产生医疗废水，工作人员及患者产生的生活污水利用建设单位现有污水处理系统进行处理，处理达标后的污水排入市政管网，最终进入昆明市第一水质净化厂处理，不会对周围水环境影响造成影响。

3、固体废物

建设项目产生的医疗固废及少量生活垃圾，医疗固体废物经收集至建设单位现有医疗废物暂存间后，委托有资质的单位定期清运；生活垃圾经建设单位垃圾桶收集后，由环卫部门定期清运。

4、噪声

建设项目运行期通排风系统工作时将产生一定的噪声，由于项目采用的低噪声风机，且在风机与吊顶之间加有减振设计，运行过程中产生的噪声对周围环境影响较小。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所的布局和分区管理

3.1.1 机房平面布局

建设项目拟建治疗室位于建设单位2号门诊楼9楼，治疗室西侧为控制室、南侧为过道、正上方为动脉硬化检测室、过道、正下方为办公室，北侧及东侧外无毗邻建筑（悬空）。治疗室不设迷路，治疗室周围无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，无人员流动性大的商业活动区域，控制台位于治疗室西侧控制室内，控制台与治疗设备分离，实行隔室操作。符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）标准要求。



图 3-1 机房平面布局图

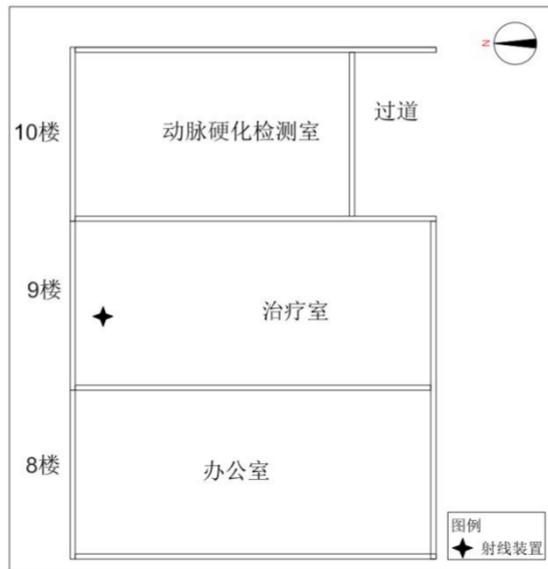


图 3-2 机房剖面图

3.1.2 分区管理

根据现场踏勘，建设项目实际以治疗室四周屏蔽体作为边界，边界内治疗室划分为控制区，治疗室西侧外控制室、南侧过道划分为监督区。

本项目控制区、监督区划分情况见表3-1、图3-3。

表 3-1 控制区和监督区划分一览表

| 工作场所 | 控制区 | 监督区 |
|---------------|-----|------------|
| X射线放射治疗系统工作场所 | 治疗室 | 西侧控制室、南侧过道 |

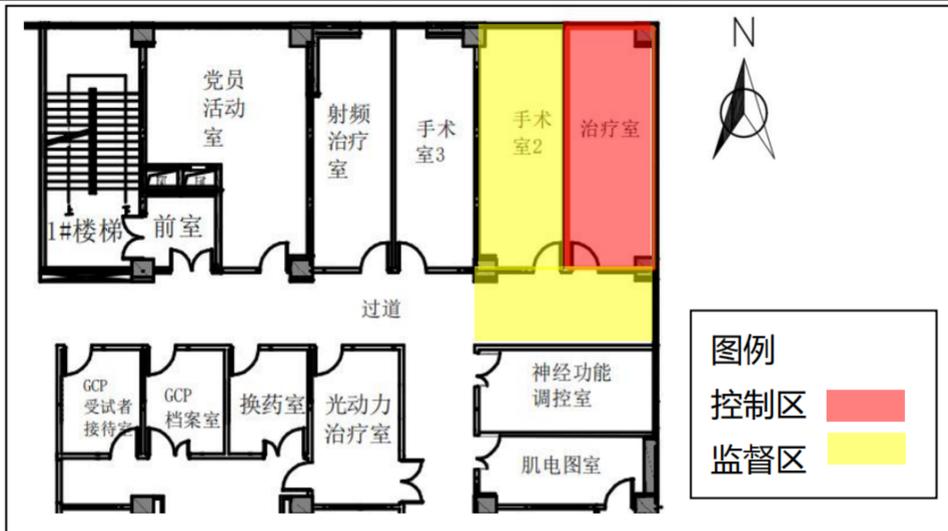


图 3-3 控制区、监督区划分示意图

3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

3.2.1 屏蔽措施

本项目辐射屏蔽设施建设情况与环境影响报告表的对照分析详见下表。

表 3-2 本项目机房屏蔽措施建设与环评设计对照

| 屏蔽体 | 环评设计屏蔽材料及厚度 | 验收实际建设屏蔽材料及厚度 | 与环评一致性 |
|-----|------------------------|------------------------|--------|
| 东墙 | 钢龙骨+3mm 铅板 | 钢龙骨+3mm 铅板 | 与环评一致 |
| 北墙 | | | |
| 南墙 | 钢龙骨+4mm 铅板 | 钢龙骨+4mm 铅板 | 与环评一致 |
| 西墙 | | | |
| 顶棚 | 120mm 混凝土楼板+4mm 铅板 | 120mm 混凝土楼板+4mm 铅板 | 与环评一致 |
| 地板 | 120mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥 | 120mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥 | 与环评一致 |

| | | | |
|--------|------------------|------------------|-------|
| 控制室防护门 | 4.0mmPb 铅板+不锈钢装饰 | 4.0mmPb 铅板+不锈钢装饰 | 与环评一致 |
| 过道防护门 | | | |
| 观察窗 | 4.0mmPb 铅玻璃 | 4.0mmPb 铅玻璃 | 与环评一致 |

建设项目四周及顶棚、地面屏蔽防护实际建设的材质及厚度、防护门、铅玻璃材质及厚度等屏蔽施工参数与环评阶段参数一致。

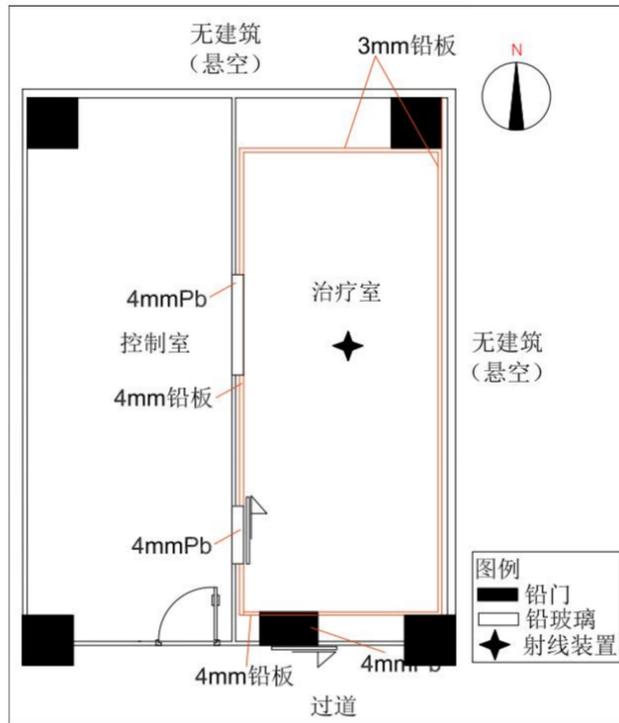


图 3-4 机房屏蔽措施平面示意图

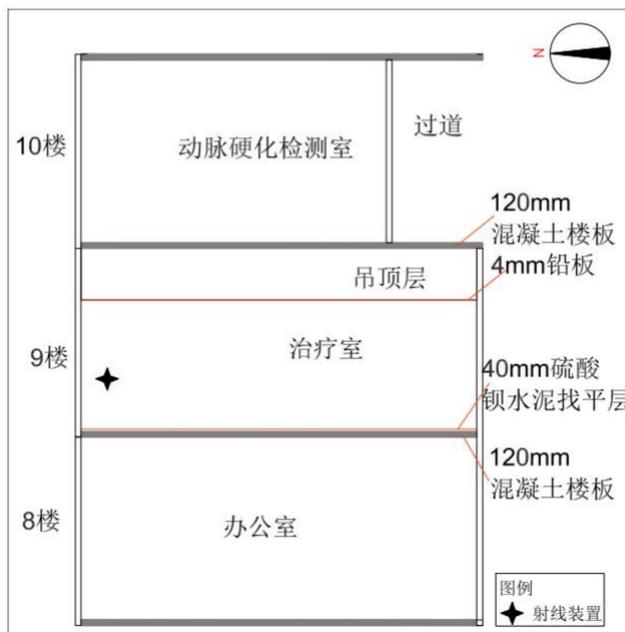


图 3-5 机房屏蔽措施平面示意图

3.2.2 通排风系统

项目通排风系统实际建设情况与环境影响报告表的对照分析详见下表。

表 3-3 通排风系统实际建设与环评设计对照表

| 通排风系统 | 环评设计情况 | 验收实际建设情况 | 与环评一致性 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 进风 | 送风风机设于治疗室吊顶南侧，吊顶中部设置 2 个上送风口，进风管道穿南墙与 9 楼现有新风系统相连。 | 送风风机设于治疗室吊顶南侧，吊顶中部设置 2 个上送风口，进风管道穿南墙与 9 楼现有新风系统相连。 | 与环评一致 |
| 排风 | 排风风机设于控制室吊顶西北侧，排风口设置于治疗室北侧原窗户处，排风口设置防雨百叶。治疗室东南角、东北角墙体分别设置 1 个下出风口，出风口各接排风管道，排风管道从出风口顺墙体垂直往上，至吊顶处汇合，在治疗室西北侧原有窗户处的排风口直接排放。 | 排风风机设于控制室吊顶西北侧，排风口设置于治疗室北侧原窗户处，排风口设置防雨百叶。治疗室东南角、西北角墙体分别设置 1 个下出风口，出风口各接排风管道，排风管道从出风口顺墙体垂直往上，至吊顶处汇合，在治疗室北侧原有窗户处的排风口直接排放。 | 环评时东北角排风口实际设置于西北角。 |
| 通风量 | 送风风机设计通风量为 1000m ³ /h，排风风机设计通风量为 1500m ³ /h，治疗室体积为 60.7m ³ 。按风管风量为进风风机风量的 80% 计算，治疗室内每小时换气次数约为 13 次。 | 送风风机通风量为 1200m ³ /h，排风风机设计通风量为 1500m ³ /h，设置 2 个下出风口，尺寸均为 28cm×38cm，出风口均设置过滤棉，排风口平均风速 1.1m/s，治疗室体积为 60.7m ³ ，则实际每小时换气次数为 7 次。 | 新风系统进风风机设计风量为 1200m ³ /h，排风风机设计通风量 1500m ³ /h，设置 2 个下出风口，尺寸均为 28cm×38cm，排风口平均风速 1.1m/s，治疗室体积为 60.7m ³ ，则实际每小时换气次数为 7 次。 |
| 风管设置 | 进风、排风风管均位于吊顶层，设计斜向下 45°角穿过屏蔽体，风管与屏蔽体搭接处增补 2mm 铅皮，穿墙两侧管道用 2mm 铅皮包裹，包裹长度均为 30cm。 | 进风、排风风管均位于吊顶层，设计斜向下 45°角穿过屏蔽体，穿墙位置及弯管处用 3mm 铅皮全覆盖包裹，风管与墙体交接处用 3mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 10cm。 | 风管穿墙位置及与墙体交界处采用 3mm 铅皮搭接。 |

西北角排风口的位置变化仍满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）“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”的要求。通风系统的变动未导致不利影响加重，不属于重大变动情形。

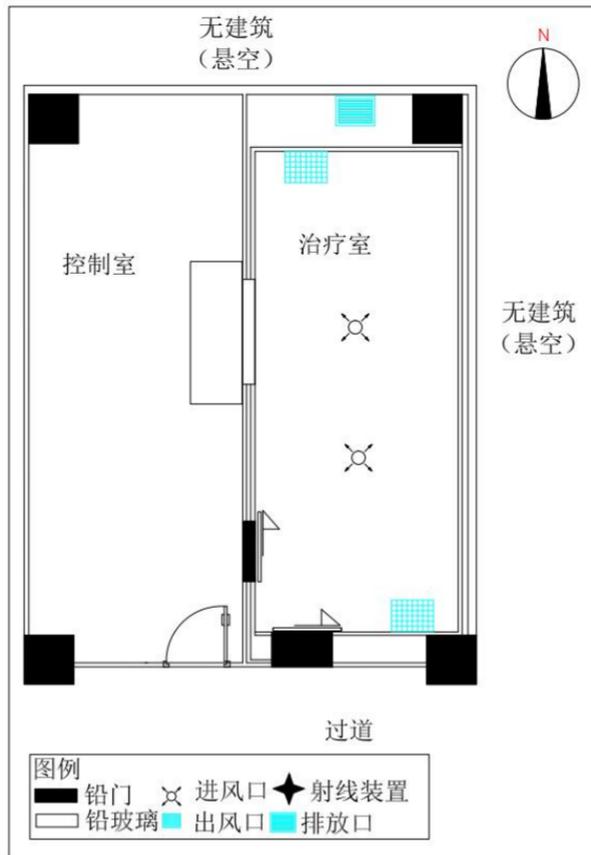


图 3-6 进风口、排风口布置图



图 3-7 通排风口现场照片

3.2.3 电缆

电缆沟从东至西穿过治疗室西侧屏蔽体进入控制室。电缆沟埋深 6cm，仅在回填层施工，不破坏原有楼板。电缆沟底部及侧壁均使用 4mm 铅板填充，顶面加盖不锈钢板。治疗室内电缆沟距治疗室西墙 20cm 处，以及控制室内电缆沟距治疗室西墙 5cm 处，顶面加 4mm 铅板防护。

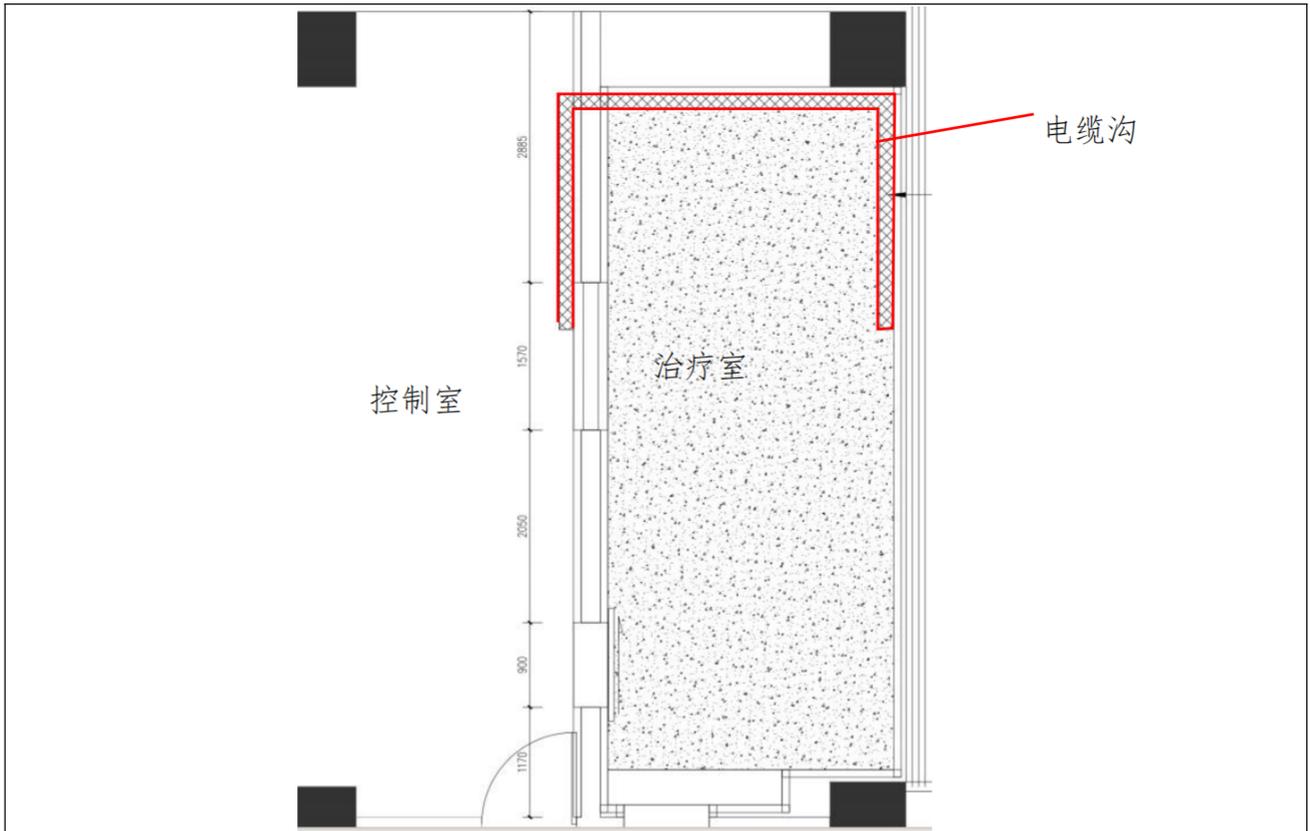


图 3-8 电缆沟走向示意图



图 3-9 电缆沟现场照片

3.3 辐射安全与防护措施的设置

本次验收对环境影响评价报告表中要求的辐射安全措施落实情况见表 3-4。

表 3-4 本项目辐射安全措施落实情况对照表

| 辐射安全设施和措施 | 环评建设要求 | 验收落实情况 | 与环评一致性 |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------------|--------|
| 控制台钥匙开关 | 控制台自带有钥匙开关，当钥匙开关转换至 X 射线位置时，可启动 | 已设置控制台钥匙开关，当钥匙开关转换至 X 射线位置时，可启动 X 射线；转换至安全位 | 与环评一致 |

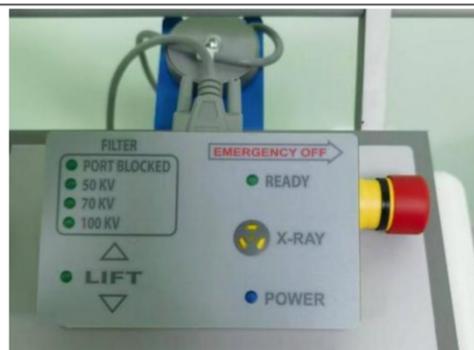
| | | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| | X 射线；转换至安全位置时，禁用 X 射线。 | 置时，禁用 X 射线。 | |
| 安全连锁 | 拟设置门-机连锁装置，防护门未完全关闭时设备无法出束照射，出束状态下开门时设备停止出束，当安全连锁系统被触发后，只有人工就地复位并通过操作控制台才能重新启动放射治疗活动。 | 控制室防护门、过道防护门均已设置门-机连锁，防护门未完全关闭时设备无法出束照射，出束状态下开门时设备停止出束，当安全连锁系统被触发后，只有人工就地复位并通过操作控制台才能重新启动放射治疗活动。 | 与环评一致 |
| | 拟设置门-灯连锁装置，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起 | 控制室防护门、过道防护门均已设置门-灯连锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起 | 与环评一致 |
| | X 射线放射治疗系统控制台及主机自带 1 个急停按钮，拟在治疗室内四周墙体上各设 1 个急停按钮，并在急停按钮旁设置文字说明，各按钮均与 X 射线系统连接，在出现紧急情况下，按下急停按钮即可停止 X 射线系统出束。 | X 射线放射治疗系统控制台及主机自带 1 个急停按钮，控制台一侧墙体、治疗室内四周墙体上各设 1 个急停按钮，并在急停按钮旁设置文字说明，各按钮均与 X 射线系统连接，在出现紧急情况下，按下急停按钮即可停止 X 射线系统出束。 | 与环评一致 |
| 电离辐射警告标志和工作状态指示灯 | 治疗室入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，防护门上方拟设置工作状态指示灯，防止无关人员逗留和误入。 | 控制室防护门、过道防护门均已设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，防护门上方均已设置工作状态指示灯。 | 与环评一致 |
| 开门装置 | 拟在治疗室西侧及南侧墙体上设置从室内开启治疗机房门的装置。 | 治疗室内西侧及南侧墙体上均已设置开门装置。 | 与环评一致 |
| 观察窗、视频监控系统和对讲装置 | 控制室墙体上设置有观察窗，可有效观察到患者和受检者状态防护门开闭情况，拟设置对讲装置，方便机房外工作人员与患者交流；拟在治疗室安装摄像系统，在控制台安装监控显示装置，可在控制台实时查看治疗室内情况。 | 控制室墙体上设置有观察窗，已设置有对讲装置，治疗室已安装摄像系统，在东北侧及西南侧各安装 1 个摄像头，控制台安装监控显示装置，可在控制台实时查看治疗室内情况。 | 与环评一致 |

| | | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 射线装置固有联锁 | 限束器与主机联锁系统，射线装置具有主动识别限束器脱落功能，当限束器脱落时，射线装置不再出束。 | 限束器与主机联锁系统，射线装置具有主动识别限束器脱落功能，当限束器脱落时，射线装置不再出束。 | 与环评一致 |
| 个人防护用品 | 拟为成人患者配备 3 套个人防护用品，其中铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙防护铅当量不低于 0.5mmPb，铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅衣防护铅当量不低于 0.25mmPb，拟为儿童患者配备 2 套铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶帽子、铅防护眼镜，防护铅当量均不低于 0.5mmPb。 | 成人型铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙、铅衣、铅眼镜各 3 件，铅橡胶颈套、铅橡胶防护裙、铅橡胶帽子铅当量为 0.5mmPb，铅衣、铅眼镜防护用品铅当量为 0.35mmPb。儿童型铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙各 2 件，铅当量为 0.5mmPb。 | 与环评一致 |

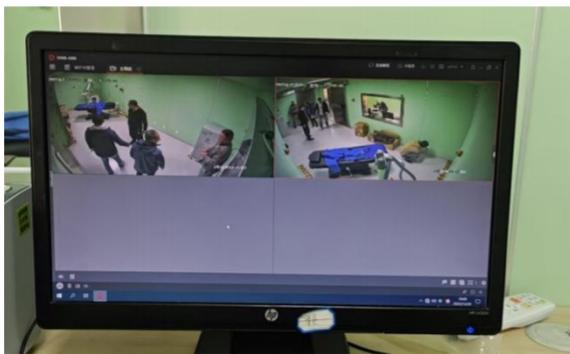
本项目防护和环保措施落实情况图如下：



控制台上急停按钮



设备主机急停按钮



控制台上视频监控显示器



监控设备



对讲系统



设备钥匙开关



电离辐射警告标志、工作指示灯



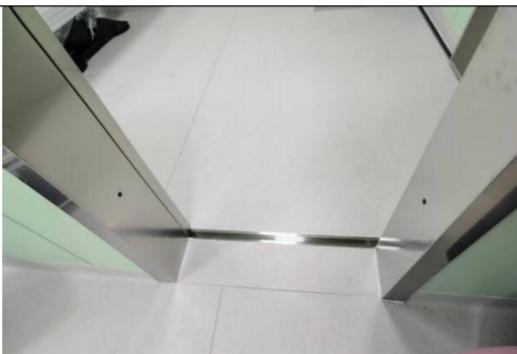
便携式 X-γ 剂量率仪



个人剂量报警仪



制度上墙



防护门防夹装置



隐蔽工程（铅皮）



机房墙壁急停按钮



个人防护用品

图 3-10 治疗室辐射防护设施安装现场照片



图 3-11 治疗室辐射防护设施安装示意图

3.4 放射性三废处理

本项目射线装置运行过程中不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

3.5 非放射性三废处理

非放射性三废处理设施的建设和处理能力实际建设落实情况见下表。

表 3-5 非放射性三废处理设施的建设和处理能力实际建设落实情况

| 三废处理措施 | 环评设计情况 | 验收实际建设情况 | 与环评一致性 |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 废气 | 建设项目废气主要为设备运行过程产生的少量臭氧和氮氧化物，放射治疗室拟设新风系统一套，进风通风量为 1000m ³ /h，排风通风量为 1500m ³ /h，风管通风量按进风风量 80% 计算，每小时换气次数约 13 次。机房内废气通过通排风系统排出室外，经外环境稀释后对周围大气环境影响较小。 | 放射治疗室进风风机通风量为 1200m ³ /h，排风通风量为 1500m ³ /h，现场 2 个出风口尺寸均为 28cm×38cm，出风口均设置过滤棉，平均风速为 1.1m/s，换气次数为 7 次/h。机房内废气通过通排风系统排出室外，经外环境稀释后对周围大气环境影响较小。 | 进风风机通风量增加，治疗室每小时换气次数为 7 次，符合《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) 中换气次数不小于 4 次/h 的规定。 |
| 废水 | 建设项目运营时不产生医疗废水，工作人员及患者产生的生活污水利用建设单位现有污水处理系统进行处理，处理达标后的污水排入市政管网，最终进入昆明市第一水质净化厂处理，不会对周围水环境影响造成影响。 | 建设项目运营时不产生医疗废水，工作人员及患者产生的生活污水利用建设单位现有污水处理系统进行处理，处理达标后的污水排入市政管网，最终进入昆明市第一水质净化厂处理，不会对周围水环境影响造成影响。 | 与环评一致 |
| 固体废物 | 建设项目产生的医疗固废及少量生活垃圾，医疗固体废物经收集至建设单位现有医疗废物暂存间后，委托有资质的单位定期清运；生活垃圾经建设单位垃圾桶收集后，由环卫部门定期清运。 | 建设项目产生的医疗固废及少量生活垃圾，医疗固体废物经收集至建设单位现有医疗废物暂存间后，委托有资质的单位定期清运；生活垃圾经建设单位垃圾桶收集后，由环卫部门定期清运。 | 与环评一致 |
| 噪声 | 建设项目运行期通排风系统工作时将产生一定的噪声，由于通排风系统为低功率设备，属于低噪设备，其噪声值较小，且风机采用减振设计，运行过程中产生的噪声对周围环境影响较小。 | 建设项目运行期通排风系统工作时将产生一定的噪声，由于通排风系统为低功率设备，属于低噪设备，其噪声值较小，且风机采用减振设计，运行过程中产生的噪声对周围环境影响较小。 | 与环评一致 |

综上，建设单位实际建设的辐射安全与防护设施与环境影响评价报告表的要求一致，并满足现行标准的要求。

3.6 人员及污物路径

患者路径：从过道处铅防护门进入治疗室内，治疗结束后再从过道铅防护门出治疗室。

工作人员路径：从过道进入控制室，再经控制室铅防护门进入治疗室，完成术前准备工作后从控制室铅防护门出治疗室。

污物路径：治疗时产生的棉纱、一次性手套等医用固体废物，由专人定时清理，经过道防护门运走至医废暂存间，污物清理时间是在病人完成治疗后进行，不与病人治疗时间交叉。

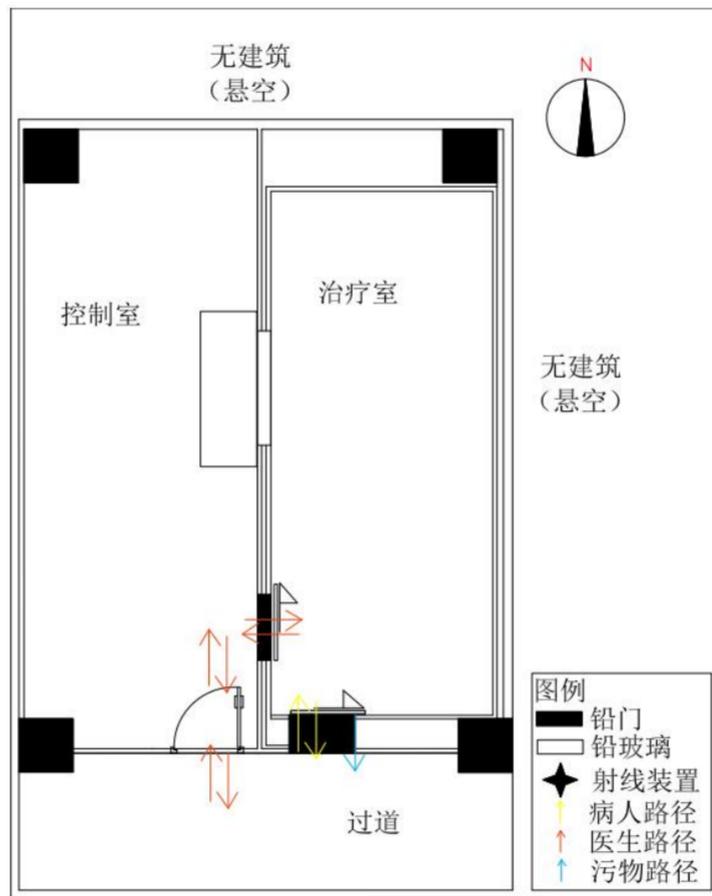


图 3-12 人员及污物路径示意图

3.5 辐射安全管理情况

本项目辐射安全管理情况均按照环评提出的要求进行了落实，具体如下：

3.5.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

建设单位于 2025 年 3 月 18 日发布了《云南省第一人民医院关于调整放射防护与辐射安全管理委员会的通知》，对此前设立的放射防护与辐射安全管理委员会成员进行了调整，人员调整如下：

主任：

副主任：

成员：

委员会下设办公室在环卫科，具体负责医院放射防护与辐射安全管理委员会的日常工作。

办公室主任：

办公室成员：

委员会工作职责为：

（一）根据国家法律和各级行政管理部門的管理规定，负责建立和完善医院射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质的管理、防护制度。

（二）加强射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质等放射防护管理工作的检查和监管，定期组织对放射诊疗工作场所、设备、人员进行防护检测、监测。

（三）基建科、环卫科、国资处、设备科等部门负责对新建、改扩建、拆迁有关放射防护工程进行前期可行性研究并及时向卫生、生态环境部门报批，防护工程具体实施由基建科或零星修缮部门负责。

（四）环卫科负责办理密封、非密封放射性物质（药品）转让环保审批。

（五）医务处、环卫科负责组织从事放射性工作人员的健康体检和辐射安全培训。

（六）医务处负责对各射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质使用科室依法、依规的诊疗活动进行监管。

（七）药学部负责对密封、非密封放射性物质（药品）生产、订购、安全使用进行监管。

（八）国资处、设备科、环卫科及使用科室负责射线装置及防护设备、设施的日常管理和维护。

（九）资产科、设备科、总务处、环卫科及使用科室负责射线装置报废相关事宜。

（十）保卫科负责对放射性同位素贮存场所的日常巡逻，确保其防火、防盗、防丢失、防破坏安全措施正常。

（十一）各射线装置、放射源、密封、非密封放射性物质使用科室应严格遵守各项法律法规和医院辐射安全管理相关制度。

3.5.2 辐射环境管理规章制度

根据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（环保部令第 3 号）和《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）的相关管理要求，使用放射性同位素的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

建设单位已制定以下管理制度并上墙：

《放射防护管理规定制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线场所设施退役（报废）管理制度》、《放射防护管理规定》、《辐射监测方案》、《监测仪器检验与刻度管理制度》、《辐射工作人员资质管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射工作人员资质管理》。

并为建设项目制定的专项制度为：《辐射工作人员岗位职责》、《RT-100 型 X 射线放射治疗系统安全操作规程》、《设备检修维护制度》、《应急预案》。

综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。满足《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021 年版）》的相关要求，对辐射工作人员建立了个人剂量档案，对工作场所不定期开展自主监测。

3.5.3 辐射事故应急

1. 辐射事故应急指挥部

目前建设单位已成立突发辐射事故应急指挥部，负责突发辐射事故应急工作，具体组成如下：

总指挥：（院长）

副总指挥：

成员：应急指挥部下设办公室在环卫科，具体负责医院放射防护与辐射安全管理委员会的日常工作：

主任：

成员：

1、应急指挥部职责

（一）研究部署全院突发性辐射事故应急工作，制定和组织实施医院突发性辐射事故应急预案；

（二）负责组织、协调和指挥全院突发性辐射事故应急处置工作；

（三）向上级主管部门报告医院突发性辐射事故相关情况；

(四) 统一对外发布医院突发性辐射事故有关信息;

(五) 配合上级相关主管部门做好调查处理工作。

2、应急办公室职责

(一) 制定和修订医院突发性辐射事故应急预案。

(二) 接到启动本预案紧急通知后, 迅速组织相关科室具体实施。

(三) 督导检查各科室全面、有序地落实应急指挥部安排部署的各项工作。

(四) 负责报送突发性辐射事故处置工作中的各类信息, 并写出全面详细的总结报告。

(五) 及时收集、分析总结省内、外突发性辐射事故应急处置信息资料, 不断完善本预案。

(六) 定期向有关主管部门汇报医院突发性辐射事故应急救援相关信息, 及时上报重大变更事项。

2.辐射事故应急预案

为满足建设项目运行管理要求, 特制定专项辐射事故应急预案。

一、总则

基于浅层 X 线能量低、照射野小、辐射危险主要来自有用线束直接照射和散射、非全身性照射的特点, 应急处置重点在于“立即终止照射、快速解除患者束缚、进行医疗救助”。

二、应急组织与职责

现场第一责任人: 当班放射治疗技师。负责立即执行紧急停止操作、初步评估患者状况、启动应急流程。

临床支持责任人: 放射肿瘤医师。负责对患者进行紧急医学评估与处置。

技术支援责任人: 放射物理师与设备科维修工程师。负责设备状态评估、故障排查及辐射安全评估。

协调与上报责任人: 科室负责人/科室主任, 负责内部协调、资源调配及按规定上报至医院放射防护与辐射安全管理委员会。

与本单位《辐射事故应急预案》应急响应程序衔接

3.1 内部响应

执行医院响应程序。

X 射线浅层放疗内部响应程序:

事故现场第一责任人向皮肤科主任报告辐射事故, 再由皮肤科科主任向医院放射防护与

辐射安全管理委员会办公室报告,放射防护与辐射安全管理委员会办公室主任报告向院领导汇报情况,请示启动医院辐射事故应急预案,并同时向保卫科、急诊科下达启动辐射事故应急预案指令。并向生态环境监管部门、应急管理部门、卫生健康监管部门汇报情况。

具体辐射事故应急处置方案见后续描述。

3.2 外部响应程序

1、迅速报告

发生辐射污染事故时,按照《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》(环境保护部环发〔2006〕145号)要求,应当立即启动本单位的辐射事故应急预案,采取必要防范措施,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。

2、快速出击

现场应急人员立即进行应急监测,根据监测结果汇报由应急工作组决定是否全面启动应急预案。如需启动应急预案,应急工作组立即组织、指挥事故的应急工作,进入辐射事故处置程序。

3、控制现场

初步确定污染性质和控制范围,与生态环境、公安、卫生部门及事件发生科室协作,协同作战,迅速布控现场,禁止无关人员入,划定警戒范围。将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院,进行检查和治疗,或者请求医院立即派人赶赴事故现场,采取救治措施。

4、现场调查

应急指挥办公室按照现场指挥部的安排部署,迅速展开监测布点和摄像、拍照等调查取证工作,确定事故发生的时间、地点、原因、污染物种类、性质、数量,已造成的污染范围、影响程度及事发地地理概况等情况。

5、情况上报

现场指挥部负责人按照 1 小时速报、24 小时确报的要求,及时向卫生健康委、生态环境局、公安局报告已掌握的重要情况。

6、污染处置措施

- (1) 对于放射源丢失或被盗事故,立即启动搜寻程序,并通知公安部门协助处理;
- (2) 对于放射性药物泄漏事故,迅速采取隔离、封堵、清理等措施,防止污染扩散,

根据调查取证和现场监测结果，结合专家意见，现场指挥部确定事故影响范围内的污染物处置方案，减少污染危害；

(3) 对于人员受到过量照射的情况，立即将受照人员撤离现场，并进行医学观察和治疗。

7、信息发布

现场指挥部组织专家拟写并汇报上级有关部门，经批准后发布。

8、污染跟踪

应急指挥部现场指挥部和专家组意见确定污染事件可能长期存在的潜在或间接危害及社会影响，对污染危害实施跟踪调查、监测，直至危害消除。

三、辐射事故处置方案

3.1A 类：患者异常情景及应急处理流程

情景一：患者治疗中突发身体不适（如晕厥、心慌、剧烈疼痛、癫痫发作等）

1、立即处置：技师立即按下控制台或治疗室的“紧急停止”按钮，切断 X 射线输出，迅速记录设备已出束时间。

2、紧急救助：

技师迅速进入治疗室，首先移开机头，避免对患者造成二次伤害。保持患者呼吸道通畅（如平卧、头偏向一侧），立即使用对讲系统或紧急呼叫按钮呼叫医师、护士及科室其他人员支援、测量生命体征。

3、临床救治：

放射肿瘤医师与赶来的急诊/内科医师共同主导救治。

根据患者情况，决定在治疗室就地抢救或转运至急诊科/病房。

后续处理：

稳定后，医师评估不适原因是否与治疗相关（如紧张导致的血管迷走性晕厥），并决定是否及何时继续治疗。

6、技师记录已给予的剂量，完善医疗与事件记录。

情景二：发生非计划性照射（摆位/参数严重错误、对错误患者/部位照射、患者皮肤表面防护铅皮移位/掉落）

1、立即处置：技师立即按下紧急停止按钮，中断照射，迅速记录设备已出束时间。

2、隔离与评估：

将患者转移至独立房间，由放射肿瘤医师和放射物理师共同进行紧急会商，物理师精确计算错误照射的剂量与分布。

医师基于错误剂量、照射部位及患者具体情况，评估可能导致的医学后果（如超剂量放射性皮肤损伤、对非靶器官的意外照射）。

3、告知与处理：

科室负责人与主治医师向患者及家属坦诚告知事件经过、评估结果及可能风险，诚恳道歉，并签署相关沟通记录。制定并启动个体化医疗随访与干预方案（如对超剂量照射皮肤进行密切观察和特殊护理，邀请相关专科会诊）。

4、上报与根源分析：

立即按《放射治疗不良事件上报制度》向医院主管部门及上级卫生行政部门报告。

科室召开安全会议，进行根本原因分析，审查流程漏洞（如核查流程缺失、沟通失误），并制定纠正与预防措施。

情景三：患者发生恐慌、不自主移动或试图离开治疗床

1、立即处置：技师立即按下紧急停止按钮，中断照射，迅速记录已出束时间，便于放射肿瘤医师重新评估患者治疗方案。

2、技师首先通过对讲系统安抚患者，设备停止出束后进入治疗室，协助患者稳定情绪。

3、评估与决策：

若患者情绪稳定，经放射肿瘤医师评估后条件允许，可重新摆位继续治疗。若患者无法继续，则终止本次治疗，并记录已照射的剂量，同时通知放射肿瘤医师，共同决定后续治疗方案。

4、设备检查：检查设备及限束器是否因患者移动发生碰撞或移位。

3.2B 类：设备及技术相关异常情景及应急处理流程

情景一：设备故障导致治疗意外中断（如突然断电、设备失灵、急停按钮联锁失效、射线出束无法停止）

1、立即处置：

技师立即按下控制台及治疗室内紧急停止按钮，打开治疗室内应急照明灯；若设备仍在出束，技师必须佩戴个人防护用品（铅围裙、铅围脖等）、佩戴个人剂量报警仪快速进入治疗室，保持限束器朝下照射，手动将限束器从患者受照部位移开，并协助患者离开治疗区域。

2、隔离与报告：

将患者转移至机房外安全区域，迅速关闭机房门，立即通知维修工程师和放射物理师，并向科室负责人汇报。

3、后续处理：

(1) 医师评估：放射肿瘤医师立即到场，询问患者感受，检查治疗部位及全身状况。重点评估有无急性放射性皮肤反应迹象或心理惊吓。

(2) 剂量评估：物理师负责，观看机房摄像系统，记录中断时的已照射时间（或剂量），并且根据设备日志和参数，精确计算患者实际已接受的剂量。评估此次中断对总治疗计划的影响，并与医师共同商定后续治疗方案（是否补照、如何调整）。

(3) 设备处理：设备科维修工程师挂牌停用故障设备，进行检修，必要时联系设备生产厂家。必须经厂家工程师检查设备状态、并重新进行输出剂量验证合格后，方可恢复临床使用。

(4) 记录与报告：详细记录故障现象、出束时间、患者反应、应急处理措施和处置结果。

情景二：辐射安全相关异常（如限束器脱落、限束器联锁失效、门联锁失效）

1、立即处置：装置自带限束器联锁，当设备主机识别限束器脱落时，设备将立即停止出束。当限束器联锁失效导致限束器脱落时，或门联锁失效，治疗装置持续出束，技师立即按下控制台及治疗室内紧急停止按钮，使装置停止出束，迅速记录设备已出束时间。

2、现场处理：

技师佩戴个人防护用品（铅围裙、铅围脖等）、佩戴个人剂量报警仪进入治疗室内，引导患者离开治疗室，再检查限束器是否损坏，确认限束器未损坏之后重新正确安装并确认牢固。检查患者是否因联锁失效受到不必要的照射，报告物理师评估受照剂量。

3、后续处理：

(1) 医师评估：放射肿瘤医师立即到场，询问患者感受，检查治疗部位及全身状况。重点评估有无急性放射性皮肤反应迹象或心理惊吓。

(2) 剂量评估：物理师负责，观看机房摄像系统，记录中断时的已照射时间（或剂量），并且根据设备日志和参数，精确计算患者实际已接受的剂量。评估此次中断对总治疗计划的影响，并与医师共同商定后续治疗方案（是否补照、如何调整）。

(3) 设备处理：联系设备科维修工程师、设备厂家工程师进行检修，维修后必须经厂家工程师重新进行输出剂量验证合格后，方可恢复临床使用。

(4) 记录与报告：详细记录故障现象、出束时间、患者反应、应急处理措施和处置结果。

情景三：火灾等外部紧急情况

1、立即处置：遵循“RACE”原则：

R（救援）：立即停止治疗，协助患者迅速、安全地撤离治疗室。

A（报警）：按下火警报警器，拨打内部火警电话。

C（限制）：关闭治疗室防护门以控制火势，。

E（灭火/撤离）：在确保自身安全前提下，使用灭火器尝试扑灭初起火灾，或用消防水带/水管连接控制室内洗手池水龙头的水进行灭火；否则，立即撤离，迅速记录设备出束时间。

特别注意事项：优先确保人员安全，无需也绝不应优先抢救设备。

待扑灭火灾后，由设备科维修工程师和物理师检查设备状态，确认正常后方可重新使用；若设备着火，应联系厂家工程师进行维修，若无法维修时挂牌停用故障设备，由科室申请报废处理。

四、应急保障

应急设备设施：治疗室内外醒目的紧急停止按钮、应急照明、对讲/呼叫系统

培训与演练：全体相关人员每半年至少进行一次应急演练，确保熟练掌握预案流程。

五、预案启动与总结

任何异常事件处理后，均须总结事故经验教训，分析原因，完善应急流程。记录归档所有处理步骤、计算数据、沟通记录、医疗处置均须详细归档，并长期保存。

预案修订

根据事件教训和演练情况，定期对本预案进行评审和更新。

应急联系表

| 联系人 | 联系电话 |
|-----|------|
| | |
| | |
| | |
| | |

3.5.4 辐射安全与防护培训

本项目共有 3 名辐射工作人员，其中物理师、放射治疗技师为原有辐射工作人员，放射治疗肿瘤医师为皮肤科新聘工作人员，物理师及放射治疗技师已取得培训合格证书，建设单位应组织放射肿瘤医师尽快完成生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的培训与考核。

3.5.5 辐射事故应急演练

医院于 2025 年 12 月 29 日组织开展射线装置出束时间达预设时间后未能自动停止的辐射事故应急演练，此次演练进一步强化了皮肤科工作人员的辐射安全意识与风险防范能力，提升了应对突发辐射事件的应急处置水平，达到预期的应急演练效果。医院将持续优化应急预案，加强日常培训与考核，确保在真实事件发生时能够做到及时、有序、高效应对，最大限度降低事故危害。

3.5.6 环保设施投资及“三同时”落实情况

建设项目评阶段拟投资约 350 万元，环保投资 54.2 万元，占总投资的 15%。本项目实际总投资约 350 万元，环保投资 57.73 万元，占总投资的 16.49%。

表 3-6 本项目环保设施（措施）及投资一览表

| 项目 | 具体环保设施（措施） | 数量 | 拟投资额（万元） | 实际投资额（万元） | 备注 |
|------------|----------------------------------|-----|----------|-----------|-----|
| 工作场所辐射屏蔽措施 | 治疗室各侧墙体辐射防护施工,包括铅防护门和铅玻璃等购买及安装施工 | / | 30 | 34.1 | |
| 安全装置 | 治疗室内设双向对讲系统、视频监控系统 | 1 套 | 0.4 | 0.4 | |
| | 防护门设门-机、门-灯联锁装置,防护门上方设工作状态指示灯 | 1 套 | 0.3 | 0.3 | |
| | 治疗室内四侧墙体设置急停按钮、防护门开关 | 4 个 | 0.3 | 0.3 | |
| | 射线装置主机及控制台自带急停按钮 | 2 个 | / | / | |
| 废气处理 | 机械通排风系统 | 1 套 | 3.0 | 2.63 | |
| 废水处理 | 生活污水依托现有污水处理措施处理 | / | / | / | |
| 固体废物处理 | 依托现有生活垃圾、医疗废物收集及处置措施 | / | / | / | |
| 监测仪器 | 便携式 X-γ 剂量率监测仪 | 1 台 | / | / | 已配备 |
| 个人防护 | 个人剂量计 | 4 枚 | / | / | 已配备 |

| | | | | | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|----------------|----|
| 用品 | 个人剂量报警仪 | 4 个 | 0.5 | 0.3 (实际配备 3 个) | |
| | 铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙、铅衣 (成人型 3 套, 铅颈套、铅围裙的铅当量不低于 0.5mmPb, 其余防护用品不低于 0.25mmPb; 儿童型 2 套, 铅当量均不低于 0.5mmPb) | 5 套 | 1.1 | 1.1 | |
| 辐射监测 | 委托第三方机构辐射环境常规监测、环境保护竣工验收监测、个人剂量监测 | / | 8.0 | 8.0 | |
| 人员管理 | 入职前与在岗期间辐射安全与防护培训与考核、岗位能力培训与考核 | / | 0.1 | 0.1 | |
| | 辐射工作人员职业健康检查 | / | 0.2 | 0.2 | |
| 辐射安全管理 | 辐射安全管理制度制定、修订及上墙 | / | 0.1 | 0.1 | |
| 警示标志 | 防护门外及合适位置设置电离警示标志、分区标识 | / | 0.2 | 0.2 | |
| 其他 | 应急处置设备设施 | / | 3.0 | 3.0 | |
| | 定期对射线装置、安全装置、机电设备进行检修、维护和保养 | / | 1.0 | 1.0 | 预留 |
| | 发生辐射事故时应急救援、救助物资准备 | / | 6.0 | 6.0 | 预留 |
| 合计 | | | 53.73 | 57.73 | / |

表四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 建设项目环境影响报告表主要结论与建议

环境影响报告表中主要结论及建议如下：

4.1.2 结论

1、辐射安全与防护

建设项目 X 射线放射治疗系统所在治疗室的辐射防护设计如下：北侧及东侧原为玻璃幕墙，且外侧悬空无邻近建筑物，防护屏蔽采用钢龙骨固定 3mm 厚铅板；西侧及南侧墙内采用钢龙骨固定 4mm 厚铅板；顶面原为 120mm 厚混钢结构，再固定 4mm 铅板进行屏蔽；地面原为 120mm 厚混钢结构，铺设 40mm 硫酸钡水泥进行屏蔽；控制室、过道铅防护门及铅玻璃观察窗均具有 4.0mm 铅当量防护水平。根据表 11 预测结果，经屏蔽后治疗室外周围辐射剂量率均小于控制水平，屏蔽效果符合《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）要求。

拟将治疗室内部划为控制区，控制区采取专门的防护管理措施，将西侧控制室、南侧过道设为监督区，按规定对监督区开展监督性监测。

拟在治疗室防护门上设置电离警示标志、工作状态指示灯，设置门机联锁、门灯联锁、急停联锁，严格限制无关人员进入控制区。同时拟安装对讲装置及视频监控系统，为患者配备个人防护用品，并为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。实现多重、纵深防御，能够有效预防事故照射和控制潜在照射。

通过落实上述辐射安全措施后，建设项目可满足辐射安全防护的相关要求。

2、环境影响评价

建设项目拟在 2 号门诊楼 9 楼改建治疗室，原有用房布局及周围实体未改动，项目建设的主要工作包括辐射防护工程施工和内部装饰。施工期间将产生一定的噪声、粉尘和固体废弃物等污染物，但通过采取有效的污染防治措施，可将施工期环境影响控制在局部区域，对周围环境的不利影响较小。对于射线装置在安装、调试和运行过程中产生的 X 射线，根据表 11 环境剂量率的理论预测结果，经治疗室屏蔽措施有效屏蔽后，对周围环境的影响显著降低，符合《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）要求，预计对辐射工作人员及周边公众产生的年有效剂量均小于个人剂量约束值。

项目运行时不会产生放射性废气、固体废物、废水，但 X 射线会使治疗室内的空气电离

产生少量臭氧和氮氧化物。为有效控制室内气体浓度，机房内设置强排风系统，可将臭氧和氮氧化物及时排至室外。排出室外的气体经大气稀释后对周围环境影响较小；项目运行时产生的生活废水和固体废物，将依托2号门诊楼处置措施。

项目建成后医院整体规模不变，病床数不变，职工人数不变，污染物排放总量控制指标不新增。

综上所述，非放射性危害因素对周围环境的影响可控且较小。

3、辐射安全管理

建设单位已设立放射防护与辐射安全管理委员会，负责辐射安全与环境保护管理工作，并通过建设单位内部文件形式规定其具体管理职责，制定有一系列可满足建设项目辐射安全管理要求的制度。

综上所述，云南省第一人民医院新增1台X线放射治疗系统项目严格按照“三同时”要求建设，并在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，从环境保护和辐射安全角度论证，建设项目的建设性和运行具有可行性。

通过对照分析，建设单位在严格落实本报告提出的辐射安全与防护措施，建立健全、严格执行辐射安全与防护管理制度的基础上，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于使用射线装置的相关规定，具备II类射线装置工作场所的使用和综合管理能力。

4.1.2 建议

1、在项目运行中，应严格落实各项管理制度，严格遵循操作规程，加强对操作人员的专业技能及辐射安全与防护培训，并定期组织辐射事故应急演练。

2、定期检查辐射工作场所防护设施，开展日常及常规辐射环境监测，及时识别和消除事故隐患。

3、项目中从事辐射工作的人员及辐射安全与环境保护管理机构的管理人员，均应通过生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台，系统学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，并参加线上考核。

4、施工时应使用具有检验合格证明的屏蔽防护材料，确保防护材料接壤处充分重叠，严格控制管线口部位的防护重叠，防护门和观察窗等防护设施必须符合国家标准要求，报告中列出的各项防护措施须同步落实。

5、鉴于治疗室防护门可能因自身重量而导致结构发生变形，频繁开关门产生的震动可

能引起连接件松动，屏蔽体存在老化和裂纹风险，防护门应最大限度减少缝隙处辐射泄漏，治疗室防护门两侧与墙体搭边尺寸应显著大于防护门与墙体间间隙，建议搭接尺寸不小于间隙宽度的10倍。

6、医院取得建设项目环评批复后，应重新申领辐射安全许可证，并按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过3个月，最长不超过12个月。

4.2 审批部门审批决定

建设项目于2025年10月17日取得昆明市生态环境局出具的《关于〈云南省第一人民医院新增1台X射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响评价报告表〉的批复》，批复文件号为昆生环复〔2025〕1-10号。云南省生态环境厅于2024年11月11日以“昆生环复〔2025〕1-10号”对《云南省第一人民医院新增1台X射线放射治疗系统核技术利用项目》环境影响报告表做出批复。主要的审批决定如下：

二、你单位应当全面落实《报告表》中明确的各项生态环境保护措施，认真履行生态环境保护主体责任，防止、减少环境污染，对所造成的生态环境损害依法承担责任。同时重点做好以下工作。

（一）严格执行《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《报告表》提出的电离辐射安全管理限值，职业照射连续5年的年平均有效剂量应控制在5mSv/a以内，公众照射年有效剂量应控制在0.25mSv/a以内。放射治疗室设置应满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）要求。

（二）严格落实《报告表》提出的各项辐射防护措施。手术室设置视频监控系统及对讲交流系统、急停装置、电离辐射警告标志及工作指示灯、门机联锁装置和门灯联锁装置等，并定期对设施进行检查，确保其正常运行。辐射工作区域应按照《报告表》要求实行监督区和控制区管理，防止人员误照射。

（三）工作人员产生的生活污水依托医院污水处理系统处置达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准后排入市政污水管网。医疗废物集中收集，暂存于医疗废物暂存间，委托有资质单位进行清运和处置，工作人员产生的生活垃圾经收集后，委托当地环卫部门统一处理。

（四）配备满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的辐射防护用品、个人剂量报警仪和辐射监测仪，定期检查和维修，确保其能够正常使用。职业人员工作时应佩戴个人剂量报警仪及个人剂量计，定期送检，受检者受检时应佩戴辐射防护用品，以确保职

业人员、受检者健康和辐射环境安全。

(五) 完善和落实各项辐射防护和安全管理制，制定完善的辐射事故应急预案。在项目建设和运行过程中严格落实《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关法规和标准。辐射安全管理人员及工作人员应定期参加辐射安全培训，持证上岗。

(六) 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规要求，你单位应在投入使用前依法向我局申领《辐射安全许可证》方可正式投入使用，并开展辐射安全和防护年度评估工作，每年1月底前在“全国核技术利用辐射安全申报系统”上传年度评估报告。

三、你单位应落实生态环境保护主体责任，建立内部生态环境管理体系，明确职责和制度，加强生态环境管理，推进各项生态环境保护措施落实。项目建设内容及生态环境保护措施发生重大变动的，应按相关规定依法办理环评相关手续。项目建设必须严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。

四、项目建成并取得辐射安全许可证后，按规定程序自行开展竣工环境保护验收，环保设施经验收合格后，方可投入运行。在施工和运营过程中，应主动回应公众关切的生态环境保护问题，接受社会监督。

自本批复之日起超过五年，方决定该项目开工建设的，环境影响评价文件应当报我局重新审核。

五、你单位应按规定接受各级环境保护主管部门的监督检查。请市生态环境局西山分局加强对该项目环境保护“三同时”、自主验收、日常运行等监管工作，请市生态环境保护综合行政执法支队加强监督检查。

审批部门审批内容与项目实际建设内容对照见表2-4环境影响报告表批复内容与实际建设情况对照一览表。

表五验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证及质量控制

本次监测单位为云南晟蔚环保科技有限公司，具有云南省市场监督管理局许可的检验检测机构资质认定证书，证书编号：232512020062，许可的检验检测范围有电磁辐射（射频电、磁场，工频电、磁场）、电离辐射（环境X- γ 剂量率， α 、 β 表面污染、中子剂量率）、噪声（环境、工业企业厂界、建筑施工厂界、交通噪声）。监测单位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。

具体质量保证措施如下：

（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）监测方法采用国家有关部门颁布的现行有效的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（3）监测所用剂量率仪经国家法定计量检定机构检定合格，检定证书完整有效且在规定的检定周期内使用，严禁使用未检定、检定不合格或超期的仪器。建立有仪器设备全生命周期档案，详细记录仪器型号、编号、购置日期、检定周期、使用状况、维修记录等信息。实施仪器期间核查制度，根据仪器稳定性、使用频率及环境条件，制定针对性核查计划，核查方法符合规范要求，核查结果异常时立即停止使用，组织维修校准并重新检定合格后方可投入使用。

（4）现场监测实行双人工作制，两名工作人员需同时到场、协同作业，相互监督、相互复核，确保操作规范与数据准确。工作人员必须经公司授权方可使用设备，必须经过业务能力培训与考核后方可上岗开展工作。现场作业时，工作人员需严格遵守辐射防护规定，佩戴个人剂量计，做好个人防护措施，同时遵守项目现场安全管理要求，避免违规作业。建立人员岗位责任制，明确两名工作人员的分工（如一人操作仪器、一人记录数据并监督），作业过程中及时沟通反馈异常情况，确保现场监测工作有序、安全开展，作业记录需由两人共同签字确认

（5）测数据采集需保证足够的样本量，根据监测点位辐射强度稳定性、仪器精度及统计学要求，确定合理的测量次数与观测时长，确保监测结果具备足够的统计学精度。现场测量时实时记录原始数据，包括仪器示值、测量时间、环境条件、校准情况等，原始记录需清晰、准确、完整，不得涂改，如需修改需在修改处签字确认并注明原因。监测过程中若出现

异常数据，需先排查仪器故障、操作误差、环境干扰等客观因素，对确认的异常数据进行判别与处理，同时详细记录异常数据产生原因、排查过程及处理结果，保留原始数据及判别依据，确保数据处理的规范性与可追溯性。数据计算采用经验证的统计处理程序或规范公式，计算过程分步记录，必要时进行交叉复核，避免计算误差。

(6) 严格执行全过程质量控制体系，将质控要求贯穿于监测方案编制、点位布设、仪器校准、现场监测、数据处理、报告编制等各个环节。监测工作需严格遵循单位《质量手册》《作业指导书》及仪器《操作规程》的各项规定，明确各岗位人员职责，规范操作流程。

(7) 监测报告编制严格遵循相关技术规范，内容完整、数据准确、结论客观，全面反映项目辐射环境监测情况。实行严格的三级审核制度，一级审核（校对）由报告编制人员自查互查，重点核查原始数据完整性、计算准确性、报告内容与原始记录一致性；二级审核（校核）由报告审核人员负责，重点核查数据处理规范性、报告逻辑合理性；三级审核（审定）由相应的技术负责人负责，对报告整体质量、结论科学性 & 合规性进行最终审核，审核通过并签字确认后，方可出具正式监测报告。审核过程需填写审核记录，明确审核意见、审核人及审核日期，对审核中发现的问题及时反馈整改，整改后重新履行审核流程。

(8) 建立完整的文件资料归档体系，确保所有与监测工作相关的资料均完整留存、可追溯。归档资料包括但不限于：仪器校准/检定证书及期间核查记录、监测布点图、现场监测原始记录、数据统计处理程序及验证资料、监测人员资质证书、现场工作照片等。资料归档前需进行完整性、准确性核查，确保资料齐全、内容一致、签字规范，归档后按照档案管理规定进行分类存放、妥善保管，档案保存期限符合相关法律法规要求。

表六验收监测内容

6.1 监测项目

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求、本项目环境影响报告表及其批复，结合本次验收项目的工艺特点，本项目竣工环境保护验收监测项目为：SRT-100型X射线放射治疗系统正常运行工况条件下辐射工作场所的环境X- γ 剂量率。

6.2 监测点位

据本项目X射线放射治疗系统机房平面布置及2号门诊楼周围外环境关系，对X射线放射治疗系统装置外人员可到达区域屏蔽体外表面30cm处，以及2号门诊楼周围评价范围内环境保护目标布设监测点。同时对治疗室周围关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测，包括四面屏蔽墙外30cm、顶棚、机房门、管线洞口、观察窗、工作人员操作位等。监测设备运行状态、非运行状态下的工作场所X- γ 剂量率。

监测点位见表6-1，监测点位布置图见图6-1。

表 6-1 监测点位一览表

| 序号 | 监测点位描述 |
|----|------------------|
| 1 | 铅玻璃外 30cm 处（左） |
| 2 | 铅玻璃外 30cm 处（中） |
| 3 | 铅玻璃外 30cm 处（右） |
| 4 | 设备操作位 |
| 5 | 控制室铅门外 30cm 处（左） |
| 6 | 控制室铅门外 30cm 处（中） |
| 7 | 控制室铅门外 30cm 处（右） |
| 8 | 控制室铅门外 30cm 处（上） |
| 9 | 控制室铅门外 30cm 处（下） |
| 10 | 过道铅门外 30cm 处（左） |
| 11 | 过道铅门外 30cm 处（中） |
| 12 | 过道铅门外 30cm 处（右） |
| 13 | 过道铅门外 30cm 处（上） |
| 14 | 过道铅门外 30cm 处（下） |

| | |
|----|------------------|
| 15 | 西墙外 30cm 处 (控制室) |
| 16 | 南墙外 30cm 处 (过道) |
| 17 | 正下方 (医生办公室) |
| 18 | 正上方 (动脉硬化检测室) |
| 19 | 正上方 (过道) |
| 20 | 电缆沟穿墙处 |
| 21 | 2 号楼西侧 (院内道路) |
| 22 | 2 号楼南侧 (院内道路) |
| 23 | 2 号楼北侧 (院内道路) |
| 24 | 2 号楼北侧 (永宁清真寺) |

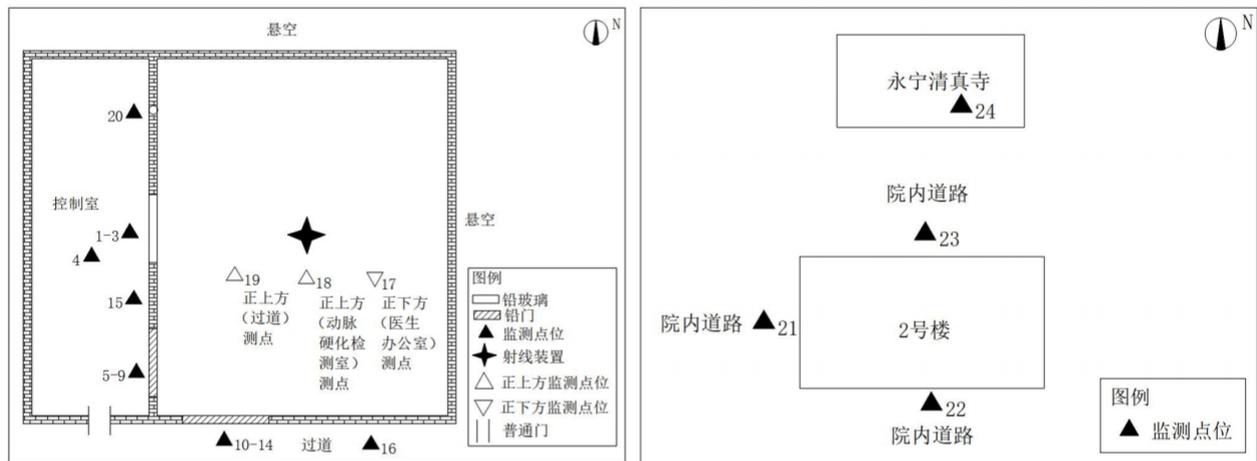


图 6-1 辐射环境竣工验收监测点位示意图

6.3 监测仪器

本次测量所用的仪器性能参数符合国家标准要求，有有效的经国家计量部门出具的检定证书，并有良好的日常质量控制程序。数据记录、处理及分析采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次验收监测所用仪器详细信息见下表。

表 6-2 主要监测设备信息一览表

| | |
|--------|-------------|
| 设备名称 | 辐射防护剂量仪 |
| 设备型号 | AT1121 |
| 设备编号 | SWHB-NO.089 |
| 能量响应范围 | 25keV~3MeV |

| | |
|--------|-------------------------|
| 鉴定单位 | 上海市计量测试技术研究院 |
| 鉴定证书编号 | 2025H21-20-6071787002 |
| 检定有效期 | 2025年08月22日~2026年08月21日 |

6.4 监测分析方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求和方法进行现场测量，用 AT1121 型辐射防护剂量仪直接测量射线装置出束状态和未出束状态下出点位上的 X- γ 剂量率，以约 10s 的间隔读取 5 个数据，并监测数据记录在测量原始记录表中，计算均值和标准偏差。

本次监测项目的监测方法及方法来源见表6-3。

表 6-3 监测方法及来源

| 监测项目 | 监测方法 | 方法来源 |
|-------------------|------|--------------------------------------|
| 环境X- γ 剂量率 | 现场监测 | 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021 |

表七验收监测

7.1 验收监测期间运行工况

2025年12月11日，云南晟蔚环保科技有限公司监测技术人员在医院相关负责人的陪同下，对本项目进行了环保竣工验收监测。

7.1.1 验收监测条件

环境温度：15℃；湿度：39%；天气状况：晴

7.1.2 验收监测工况

表7-1 监测工况表

| 名称 | 型号 | 工作电压 (kV) | 工作电流 (mA) | SSD (cm) | 限束器尺寸 (直径 cm) | 剂量率 (cGy/min) |
|------------|---------|--------------|--------------|-------------|------------------|------------------|
| X 射线放射治疗系统 | SRT-100 | 100 | 8.0 | 15 | 5.0 | 657 |

备注：监测时使用标准水模体；监测时有用线束方向朝下；本次监测高度为楼层地面 1m，楼下点位监测高度为距楼下地面 1.7m。

本次监测工况为X射线放射治疗系统运行的最大工况，符合验收监测工况要求，监测时，治疗室主体工况稳定，辐射安全与防护设施建成并运行正常，监测出束时间设定为连续出束，出束时间大于仪器响应时间，故本次验收监测具有代表性。

7.2 验收监测结果：

本项目 X-γ 剂量率监测结果见表 7-2。

表 7-2 环境 X-γ 剂量率监测结果

| 序号 | 监测点位描述 | 环境 X-γ 剂量率 (单位: μGy/h) | |
|----|-------------------|------------------------|-------------|
| | | 未出束 | 出束 |
| 1 | 铅玻璃外 30cm 处 (左) | 0.091±0.002 | 0.093±0.001 |
| 2 | 铅玻璃外 30cm 处 (中) | | 0.091±0.002 |
| 3 | 铅玻璃外 30cm 处 (右) | | 0.092±0.002 |
| 4 | 设备操作位 | 0.091±0.002 | 0.093±0.002 |
| 5 | 控制室铅门外 30cm 处 (左) | 0.091±0.002 | 0.094±0.002 |
| 6 | 控制室铅门外 30cm 处 (中) | | 0.092±0.002 |
| 7 | 控制室铅门外 30cm 处 (右) | | 0.094±0.002 |
| 8 | 控制室铅门外 30cm 处 (上) | | 0.092±0.002 |
| 9 | 控制室铅门外 30cm 处 (下) | | 0.092±0.002 |
| 10 | 过道铅门外 30cm 处 (左) | 0.090±0.001 | 0.092±0.002 |
| 11 | 过道铅门外 30cm 处 (中) | | 0.093±0.002 |
| 12 | 过道铅门外 30cm 处 (右) | | 0.093±0.002 |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|-------------|
| 13 | 过道铅门外30cm处(上) | | 0.094±0.002 |
| 14 | 过道铅门外30cm处(下) | | 0.092±0.002 |
| 15 | 西墙外30cm处(控制室) | 0.091±0.001 | 0.094±0.001 |
| 16 | 南墙外30cm处(过道) | 0.093±0.002 | 0.093±0.003 |
| 17 | 正下方(医生办公室) | 0.092±0.002 | 0.094±0.002 |
| 18 | 正上方(动脉硬化检测室) | 0.090±0.001 | 0.095±0.002 |
| 19 | 正上方(过道) | 0.091±0.002 | 0.094±0.002 |
| 20 | 电缆沟穿墙处 | 0.091±0.002 | 0.094±0.002 |
| 21 | 2号楼西侧(院内道路) | 0.100±0.001 | 0.100±0.002 |
| 22 | 2号楼南侧(院内道路) | 0.099±0.001 | 0.100±0.002 |
| 23 | 2号楼北侧(院内道路) | 0.100±0.001 | 0.101±0.001 |
| 24 | 2号楼北侧(永宁清真寺) | 0.099±0.002 | 0.101±0.001 |
| 备注：以上数据取自云南晟蔚环保科技有限公司出具的《云南省第一人民医院新增浅层X射线治疗系统核技术利用项目竣工环境保护验收监测》报告：[云晟监]辐字2025第598号) | | | |

建设项目环评阶段的辐射环境现状监测结果见表7-3。

表7-3环评阶段辐射环境现状监测

| 序号 | 监测点位描述 | 环境X-γ剂量率监测结果(单位： μGy/h) |
|----|-------------------------|----------------------------|
| 1 | 拟建治疗室中心 | 0.087±0.002 |
| 2 | 拟建治疗室西侧(控制室) | 0.088±0.003 |
| 3 | 拟建治疗室南侧(过道) | 0.089±0.002 |
| 4 | 拟建治疗室正上方(动脉硬化检测室) | 0.090±0.003 |
| 5 | 拟建治疗室正下方(医生办公室) | 0.091±0.002 |
| 6 | 2号楼西侧(院内道路) | 0.098±0.002 |
| 7 | 2号楼南侧(院内道路) | 0.099±0.002 |
| 8 | 2号楼北侧(院内道路) | 0.100±0.001 |
| 9 | 2号楼北侧(永宁清真寺) | 0.099±0.002 |
| 10 | 拟建治疗室正上方(动脉硬化检测室南侧紧邻过道) | 0.090±0.003 |

备注：以上监测数据取自云南晟蔚环保科技有限公司出具的《云南省第一人民医院新增浅层X射线治疗系统核技术利用项目辐射环境现状监测》报告：[云晟监]辐字2025第336号)。

7.3 验收监测结果分析

7.3.1 环境X-γ剂量率

由表7-2监测结果，SRT-100型X射线放射治疗系统在正常使用状态下机房外环境X-γ剂量率测量值在0.091μSv/h~0.101μSv/h之间，均低于表1-1环境影响报告表中各关注点的控制水

平，符合环评文件要求。经与表7-3环评阶段辐射环境现状监测结果对比，建设项目射线装置运行时周围辐射环境测量值与区域环境现状测值相当，治疗室屏蔽效果良好，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）标准要求。

7.3.2年有效剂量

根据《实用辐射安全手册（第二版）》的公式，对各关注点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$E=D \times t \times \sum W_T \times \sum W_R \quad (\text{式7-1})$$

式中：E—人员受到的附加有效剂量，Sv/a；

D—X-γ射线空气吸收剂量率附加值，Gy/h；

t—X-γ年受照时间，h/a；

W_T —组织权重因数，全身为1；

W_R —辐射权重因数，本项目为1。

根据建设单位提供资料，本项目使用的 X 射线放射治疗系统治疗的病人每年约 1250 人次，每例病人按治疗 10 次，每次最多治疗 0.6min，则年治疗时间为 125h。

本项目职业人员及公众的居留因子依据《云南省第一人民医院新增一台医用 X 射线放射治疗系统核技术利用项目环境影响报告表》及其批复进行取值。本项目正常工作时，职业人员及公众受照剂量计算结果见表 7-3。

表 7-3 职业人员、公众人员受照的年有效剂量估算表

| 序号 | 监测点位描述 | 居留因子 | 附加剂量率 (μGy/h) | 年有效剂量 (mSv) | 照射类型 |
|----|-------------------|------|---------------|-------------|------|
| 1 | 铅玻璃外 30cm 处 (左) | 1 | 0.002 | 2.32E-05 | 职业照射 |
| 2 | 铅玻璃外 30cm 处 (中) | 1 | 0 | 0 | 职业照射 |
| 3 | 铅玻璃外 30cm 处 (右) | 1 | 0.001 | 1.15E-05 | 职业照射 |
| 4 | 设备操作位 | 1 | 0.002 | 2.32E-05 | 职业照射 |
| 5 | 控制室铅门外 30cm 处 (左) | 1 | 0.003 | 3.52E-05 | 职业照射 |
| 6 | 控制室铅门外 30cm 处 (中) | 1 | 0.001 | 1.15E-05 | 职业照射 |
| 7 | 控制室铅门外 30cm 处 (右) | 1 | 0.003 | 3.52E-05 | 职业照射 |

| | | | | | |
|----|------------------|-----|-------|----------|------|
| 8 | 控制室铅门外 30cm 处（上） | 1 | 0.001 | 1.15E-05 | 职业照射 |
| 9 | 控制室铅门外 30cm 处（下） | 1 | 0.001 | 1.15E-05 | 职业照射 |
| 10 | 过道铅门外 30cm 处（左） | 1/4 | 0.002 | 5.75E-06 | 公众照射 |
| 11 | 过道铅门外 30cm 处（中） | 1/4 | 0.002 | 5.81E-06 | 公众照射 |
| 12 | 过道铅门外 30cm 处（右） | 1/4 | 0.002 | 5.81E-06 | 公众照射 |
| 13 | 过道铅门外 30cm 处（上） | 1/4 | 0.002 | 5.88E-05 | 公众照射 |
| 14 | 过道铅门外 30cm 处（下） | 1/4 | 0.002 | 5.75E-06 | 公众照射 |
| 15 | 西墙外 30cm 处（控制室） | 1 | 0.003 | 3.52E-05 | 职业照射 |
| 16 | 南墙外 30cm 处（过道） | 1/4 | 0 | 0 | 公众照射 |
| 17 | 正下方（医生办公室） | 1 | 0.002 | 2.35E-05 | 公众照射 |
| 18 | 正上方（动脉硬化检测室） | 1 | 0.005 | 5.94E-05 | 公众照射 |
| 19 | 正上方（过道） | 1/4 | 0.003 | 8.81E-06 | 公众照射 |
| 20 | 电缆沟穿墙处 | 1 | 0.003 | 3.52E-05 | 职业照射 |

注：根据表 7-2 检测结果中，射线装置出束时测量值扣除未出束时的环境本底值后为表 7-3 中的人员在关注点的附加剂量率。

根据表 7-3，建设项目职业人员受到的附加年有效剂量最大值为 3.52E-05mSv/a。建设项目配备 1 名放射治疗技师、1 名放射肿瘤医师、1 名物理师，放射肿瘤医师仅从事本项目辐射工作，不参与其他科室的工作，放射治疗技师、物理师除操作本项目 X 射线放射治疗系统外，还从事原有辐射工作。

建设单位原有物理师、放射治疗技师在 2024 年 9 月 27 日至 2025 年 9 月 18 日的年个人剂量监测结果见表 7-4。

表 7-4 建设单位原有辐射工作人员近四季度外照射个人剂量监测情况表

| 序号 | 姓名 | 岗位 | 个人剂量当量（mSv） | | | | 年个人剂量当量（mSv） | 管理目标值（mSv） |
|----|----|----|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|------------|
| | | | 2024.9.27-2024.12.26 | 2024.12.6-2025.3.2 | 2025.3.26-2025.6.2 | 2025.6.21-2025.9.1 | | |
| | | | 26 | 6 | 1 | 8 | | |

| | | | | | | | | |
|---|--|--------|------|------|------|------|------|---|
| 1 | | 物理师 | 0.11 | 0.24 | 0.15 | 0.19 | 0.69 | 5 |
| 2 | | 放射治疗技师 | 0.17 | 0.16 | 0.18 | 0.19 | 0.70 | 5 |

由表 7-4 可知，本项目原有辐射工作人员近四季度的个人剂量年有效剂量最大值为 0.70mSv，保守叠加本项目对原有职业人员造成的最大附加剂量 $3.52E-05mSv/a$ 后，受到的年有效剂量最大值为 0.70mSv；根据表 7-2，放射肿瘤医师所在位置的环境 X- γ 剂量率最大值为 $0.94\mu Gy/h$ ，居留因子取 1，按设备年出束时间 125h 计算，受到的年有效剂量为 0.12mSv，满足职业人员 5mSva 的剂量约束值要求。

公众人员所在位置的环境 X- γ 剂量率最大值为 $0.101\mu Gy/h$ ，居留因子保守取 1，按设备年出束时间 125h 计算，公众人员受到的年有效剂量为 0.013mSv/h。

本次人员年有效剂量评价选取了紧邻治疗室区域的关注点，辐射剂量随距离的增加而衰减，故本项目 50m 评价范围内其他环境保护目标受到的年有效剂量均小于治疗室紧邻区域的人员剂量，满足管理限值要求。

表八验收监测结论

8.1 验收监测结论

本次验收项目为云南省第一人民医院新增1台X射线放射治疗系统核技术利用项目，项目已取得昆明市生态环境局出具的环评批复，此次验收的X射线放射治疗系统建设内容、建设地点、建设规模、设备主要技术参数、年出束时间、使用场所、工作方式、工艺流程、辐射安全防护设施与措施、污染源、采取的污染治理措施等与环评及批复中基本一致，无重大变动。

8.1.1 本项目在实际建设时拆除治疗室西墙原有轻质隔墙的情形不属于重大变动情形，治疗室实际建设的屏蔽防护材料及厚度均与环评一致，对X射线起到有效的屏蔽作用，机房设置了安全联锁、警示标志、工作指示灯、监视对讲装置及紧急停机按钮，划定了工作场所控制区、监督区范围，限值无关人员的进入，保证公众人员的安全。

8.1.2 由监测结果可知，本项目X射线放射治疗系统在未出束状态下的工作场所各监测点的环境X- γ 剂量率测量值在 $0.090\mu\text{Sv/h} \sim 0.093\mu\text{Sv/h}$ 之间；出束状态下，测量值在 $0.091\mu\text{Sv/h} \sim 0.101\mu\text{Sv/h}$ 之间，出束值与未出束值相当，并且满足环评报告中确定的剂量率参考控制水平的要求。建设单位现有辐射工作人员在叠加本项目附加剂量后的年有效剂量后为 0.70mSv ，新增辐射工作人员的年有效剂量为 0.12mSv ，机房周围公众年受照剂量最大为 0.013mSv/a ，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中职业人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众的剂量约束值 0.1mSv/a 。由上所述，项目产生的X射线经机房屏蔽防护后，对评价范围（50m）内环境保护目标影响较小。

8.1.3 进风风量的增加及排风口位置的变动不属于重大变动，机房排风量满足设计要求，运行过程中产生的臭氧和氮氧化物经排风系统有效排放至外环境，气体经自然稀释、降解后对环境影响较小。

8.1.4 建设单位成立了辐射安全管理委员会，负责全院的辐射安全管理工作，并建立了完善的规章制度，能够有效防止辐射事故的发生。成立辐射事故应急领导小组，制定辐射事故应急预案及项目专项应急预案，具备了处理辐射事故的能力。

云南省第一人民医院新增1台X射线放射治疗系统核技术利用项目按照《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第253号）、《建设项目竣工环境保护验收暂行

办法》（国环规环评〔2017〕4号）的要求进行竣工环境保护验收工作，本项目建设执行了建设项目环境影响评价制度及环境保护“三同时”制度，落实了环境影响评价报告表及批复的相关环保要求以及辐射防护与污染防治措施。

经现场调查，对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号），本次验收调查项目的建设内容与环评一致，各项环保措施均已落实，项目不存在重大变动情形，且不存在《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的不予通过验收的九条情形。

8.2 要求

8.2.1 建设单位应组织工作人员认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断增强核安全文化素养和安全意识。

8.2.2 定期检查各项辐射防护设施、措施，确保其有效工作；定期对工作场所进行辐射监测并建立监测档案；定期开展辐射事故应急演练，提高事故应急能力，并根据实际情况记下了应急预案修订和完善，使其具有针对性和可操作性。

8.2.3 建设项目在通过验收投入使用后，应每年委托有资质的检测机构对射线装置工作场所进行辐射环境监测，并将监测报告与年度辐射安全评估报告于次年1月31日前一并上报原辐射安全许可证发证机关。

8.2.4 建设项目采用四周及顶面均采用铅板进行防护，项目运行期间，应定期检查铅板的稳固性，防范铅板脱落事故发生。

8.3 建议

8.3.1 尽快安排未进行辐射安全与防护培训考核的工作人员完成相关培训与考核，通过考核后方可上岗开展放射诊疗工作。项目运行期间，重视辐射工作人员辐射安全与防护培训和考核，对新进辐射工作人员及时安排参加辐射安全与防护考核，考核合格后方能上岗。