

# 贵州省环境工程评估中心文件

黔环评估表〔2023〕321号

## 关于对《毕节市第一人民医院（金海湖分院）核技术利用项目环境影响报告表》的评估意见

毕节市第一人民医院：

你单位报来《毕节市第一人民医院（金海湖分院）核技术利用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经审查，提出如下评估意见。

### 一、关于对《报告表》的总体评价

该《报告表》编制目的明确，评价内容较全面，评价重点突出、污染防治措施基本可行，基本达到《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》要求。报告表经上报批准后，可以作为项目设计、施工及辐射环境管理的依据。

### 二、项目建设相关内容

为推进毕节金海湖新区卫生事业发展，满足人民群众就医需

求，按照毕节市医疗卫生规划，医院拟在毕节市金海湖新区毕节市第一人民医院金海湖新区分院新增的 2 台医用直线加速器（属于Ⅱ类射线装置）、1 台后装机（使用  $^{192}\text{Ir}$  放射源，属于Ⅲ类放射源）、1 台模拟定位机（属于Ⅲ类射线装置）均位于医院医技楼负一楼放疗中心；拟建的 1 台 DSA（属于Ⅱ类射线装置）位于医技楼一楼放射科；拟建设的核医学中心位于医技楼负一层核医学中心；核医学中心配套 1 台医用回旋加速器（属于Ⅱ类射线装置），用于生产非密封放射性同位素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ ，使用的非密封放射性同位素为  $^{131}\text{I}$ 、 $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{32}\text{P}$ ，并安装 2 台 SPECT-CT 和 1 台 PET-CT（均属于Ⅲ类射线装置），并为 PET-CT 配套使用 5 枚  $^{68}\text{Ge}$  校准源（均属于Ⅴ类放射源），使用 1 枚敷贴用Ⅴ类放射源  $^{90}\text{Sr}$ 。新建总容积  $117\text{m}^3$  核医学中心废水 3 级衰变池（用于核素治疗区域废水处理）以及总容积  $15.3\text{m}^3$  核医学中心废水 3 级衰变池（用于显像诊断区域废水处理）。

工程总投资 12000 万元，其中环保投资 1000 万元，占总投资的比例为 8.33%。本项目的组成及主要的环境问题见下表。

表 1 项目组成及主要的环境问题一览表

| 名称   |      | 建设内容及规模                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 可能产生的环境问题                                                |                               |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
|      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 施工期                                                      | 运营期                           |
| 主体工程 | 放疗中心 | <p>(1) 2 间直线加速器机房有效面积为 <math>56.32\text{m}^2</math>，机房尺寸均为长 <math>8.00\text{m} \times</math> 宽 <math>7.04\text{m} \times</math> 高 <math>3.75\text{m}</math>；</p> <p>(2) 1 间后装机机房有效面积为 <math>37.49\text{m}^2</math>，机房尺寸均为长 <math>7.35\text{m} \times</math> 宽 <math>5.10\text{m} \times</math> 高 <math>5\text{m}</math>，本工程仅涉及防护工程和装修。</p> <p>(3) 1 间模拟定位机房有效面积为 <math>38.17\text{m}^2</math>，机房尺寸均为长 <math>6.78\text{m} \times</math> 宽 <math>5.63\text{m} \times</math> 高 <math>5\text{m}</math>，本工程仅涉及防护工程和装修。</p> | 施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中产生的 X- $\gamma$ 射线、臭氧、氮氧化物。 | X- $\gamma$ 射线、臭氧、氮氧化物、废弃放射源。 |

|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                     |                                                      |
|------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|      | 核医学中心  | <p>核素生产区域:</p> <p>(1) 回旋加速器机房: 有效面积为 <math>48.28\text{m}^2</math>, 机房尺寸为长 <math>7.1\text{m} \times</math> 宽 <math>6.8\text{m} \times</math> 高 <math>5.32\text{m}</math>;</p> <p>(2) 热室: 面积 <math>38.07\text{m}^2</math>;</p> <p>(3) 外包间: 面积 <math>5.16\text{m}^2</math>;</p> <p>(4) 全检质控室: 面积 <math>21.87\text{m}^2</math>;</p> <p>(5) 阳性对照室: 面积 <math>11.7\text{m}^2</math>;</p> <p>(6) 无菌检测室: 面积 <math>11.7\text{m}^2</math>;</p> <p>(7) 放化实验室: 面积 <math>7.39\text{m}^2</math>。</p> <p>核素生产区域各房间净空高度为 <math>5.32\text{m}</math>。</p> <p>显像诊断区域:</p> <p>(1) PET-CT:</p> <p>机房: 面积为 <math>47.81\text{m}^2</math>, 机房尺寸为长 <math>8.60\text{m} \times</math> 宽 <math>5.56\text{m} \times</math> 高 <math>4.5\text{m}</math>,</p> <p>放射性药物分装注射室: 面积 <math>26.63\text{m}^2</math>,</p> <p>候诊室: 面积 <math>25.28\text{m}^2</math>,</p> <p>留观室: 面积 <math>18.51\text{m}^2</math>。</p> <p>(2) SPECT-CT:</p> <p>机房: 面积为 <math>49.02\text{m}^2</math>, 机房尺寸为长 <math>8.60\text{m} \times</math> 宽 <math>5.70\text{m} \times</math> 高 <math>4.5\text{m}</math>,</p> <p>放射性药物分装注射室: 面积 <math>26.63\text{m}^2</math>,</p> <p>候诊室: 面积 <math>24.93\text{m}^2</math>,</p> <p>留观室: 面积 <math>11.28\text{m}^2</math>。</p> <p>储源室: 面积 <math>7.52\text{m}^2</math>。</p> <p>核素治疗区域:</p> <p>(1) 服药室: 面积 <math>3.25\text{m}^2</math>;</p> <p>(2) 分装室: 面积 <math>2.71\text{m}^2</math>;</p> <p>(3) 储源室: 面积 <math>3.61\text{m}^2</math>;</p> <p>(4) 甲癌病房: 面积分别为 <math>16.83\text{m}^2</math>、<math>20.03\text{m}^2</math>、<math>22.31\text{m}^2</math>、<math>21.95\text{m}^2</math>、<math>30.45\text{m}^2</math> 五间病房;</p> <p>(5) 甲亢留观室: 面积 <math>8.49\text{m}^2</math> 等。</p> <p>显像诊断区域和核素治疗区域各房间净空高度为 <math>4.5\text{m}</math>。</p> | 施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中产生的 $\beta$ 射线、X- $\gamma$ 射线、臭氧、氮氧化物。 | $\beta$ 射线、X- $\gamma$ 射线、臭氧、氮氧化物、放射性废水、放射性固废、放射性废气。 |
|      | DSA 机房 | 机房有效面积为 $60.7\text{m}^2$ , 机房尺寸为长 $9.2\text{m} \times$ 宽 $6.6\text{m} \times$ 高 $4.5\text{m}$ 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物。                      | X 射线、臭氧、氮氧化物。                                        |
|      | 模拟定位机  | 机房有效面积为 $38.17\text{m}^2$ , 机房尺寸为长 $6.78\text{m} \times$ 宽 $5.63\text{m} \times$ 高 $4.5\text{m}$ 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物。                      |                                                      |
| 辅助工程 | 放疗中心   | 直线加速器机房控制室: 面积 $10.13\text{m}^2$ , 水冷机房: 面积 $17.47\text{m}^2$ , 后装机机房控制室: 面积 $13.15\text{m}^2$ 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等                                                | /                                                    |
|      | 核医学中心  | 核素显像区域操作廊: 面积 $59.80\text{m}^2$ , $^{131}\text{I}$ 分装操作室: 面积 $3.62\text{m}^2$ , 回旋加速器控制室: 面积 $10.40\text{m}^2$ 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                                                      |
|      | DSA 机房 | 控制室: $24.85\text{m}^2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |                                                      |
|      | 模拟定位机  | 控制室: $11.41\text{m}^2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |                                                      |

|         |                                                                                                                                                                  |                       |                       |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 环保工程    | 在医院医技楼西侧设置2座衰变池,收集核素治疗区域的衰变池容积为117m <sup>3</sup> 。收集显像诊断区域的衰变池容积为15.3m <sup>3</sup> 。显像诊断区域设置废物储存间(面积24.23m <sup>2</sup> ),核素治疗区域设置废物暂存间(面积2.85m <sup>2</sup> )。 | 施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等。 | 噪声、放射性废水、放射性固废、放射性废气。 |
| 公用工程    | 依托医院医技楼主体工程建设的配电、供电、通讯系统及污水处理系统等。                                                                                                                                | /                     | /                     |
| 办公及生活设施 | 医生办公室、卫生间、更衣室、淋浴间、诊室等。                                                                                                                                           | /                     | 生活废水、生活垃圾             |

### 三、项目区环境特征及主要环境影响

#### (一) 环境质量现状

2022年8月31日,贵州辐源环保科技有限公司对拟建项目周围辐射环境进行了 $\gamma$ 辐射剂量率进行了监测,测结果显示:拟建项目周围 $\gamma$ 辐射剂量率在 $4.00 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 9.58 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间,处于毕节市天然辐射本底水平,辐射背景环境质量现状良好。

2022年8月31日,核工业二三〇研究所对拟建场址及周边进行了地表水、土壤和底泥中核素的活度浓度监测,根据监测结果显示:地表水发寨河中总 $\alpha$ 活度浓度在 $0.023 \sim 0.055 \text{Bq/L}$ ,总 $\beta$ 活度浓度在 $0.239 \sim 0.355 \text{Bq/L}$ ;  $^{131}\text{I}$ 活度浓度低于 $0.18 \text{Bq/L}$ 的最低检测限,项目场址周边地表水中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 活度浓度均满足《生活饮用水水源水质标准》(CJ3020-93),  $^{131}\text{I}$ 的活度浓度低于仪器检出下限,项目拟建场址周围地表水环境水质处于正常范围。土壤和底泥中总 $\alpha$ 活度浓度在 $1182.6 \sim 6210.1 \text{Bq/kg}$ ,总 $\beta$ 活度浓度在 $1164.8 \sim 2317.0 \text{Bq/kg}$ ;放射性核素 $^{131}\text{I}$ 活度浓度小于 $0.15 \text{Bq/kg}$ 的最低检测限。对照《2020全国辐射环境质量报告》中土壤放射性检测结果,该项目周围环境土壤中的总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 和天然核素 $^{131}\text{I}$ 的活度浓度均处于正常范围。

## (二) 环境保护目标

根据《报告表》内容，本工程环境保护目标为辐射工作人员及评价范围内公众成员，主要环境保护目标如下表所示：

环境保护目标表

| 区域          | 保护对象                             | 人员类型 | 位置                                           | 方位及距离         | 规模    | 辐射剂量约束值  |
|-------------|----------------------------------|------|----------------------------------------------|---------------|-------|----------|
| 辐射工作场所（控制区） | 核医学中心内核素操作人员                     | 职业人员 | 热室、全检质控室、外包间、放化实验室等                          | 近距离，0.5m      | 3人    | 5mSv/a   |
|             |                                  |      | 分装注射室等                                       | 近距离，0.5m      | 2人    | 5mSv/a   |
|             |                                  |      | <sup>131</sup> I分装室、 <sup>131</sup> I病房、敷贴室等 | 近距离，0.5m      | 2人    | 5mSv/a   |
|             | DSA机房内操作人员                       | 职业人员 | DSA机房内                                       | 近距离，0.5m      | 4人    | 5mSv/a   |
| 辐射工作场所（监督区） | 医用直线加速器控制室操作人员                   | 职业人员 | 医用直线加速器控制室内                                  | 南侧，紧临         | 4人    | 5mSv/a   |
|             | 后装机控制室操作人员                       | 职业人员 | 后装机控制室内                                      | 西侧，紧临         | 2人    | 5mSv/a   |
|             | 模拟定位机控制室操作人员                     | 职业人员 | 模拟定位机控制室内                                    | 北侧，紧临         | 1人    | 5mSv/a   |
|             | PET-CT控制室内操作人员                   | 职业人员 | PET-CT控制室内                                   | 北侧，紧临         | 3人    | 5mSv/a   |
|             | SPECT-CT控制室内操作人员                 | 职业人员 | SPECT-CT控制室内                                 | 北侧，紧临         | 4人    | 5mSv/a   |
|             | 核医学中心 <sup>131</sup> I分装操作间内操作人员 | 职业人员 | 核医学中心 <sup>131</sup> I分装操作间内                 | 东侧，紧临         | 1人    | 5mSv/a   |
|             | DSA机房控制室内操作人员                    | 职业人员 | DSA机房控制室内                                    | 东侧，紧临         | 1人    | 5mSv/a   |
| 非辐射工作人员     | 项目所在楼层医院其他非辐射工作人员                | 公众人员 | 医技楼负一层医护办公室等                                 | 辐射场所四周0-50m   | 约20人  | 0.1mSv/a |
|             |                                  |      | 医技楼一层中心供应室、放射科办公室、诊断机房等                      | 辐射场所四周0-50m   | 约30人  | 0.1mSv/a |
|             | 项目所在楼层上方医院其他非辐射工作人员              | 公众人员 | 医技楼二层内镜中心、超声中心、电生理中心和检验科，三层和四层为手术中心等         | 辐射工作场所上方0-50m | 约100人 | 0.1mSv/a |
|             | 医技楼北侧病房楼内办公人员                    | 公众人员 | 病房内                                          | 医技楼北侧21m-35m  | 约50人  | 0.1mSv/a |
|             | 医技楼东侧妇产科专科楼内办公人员                 | 公众人员 | 医技楼东侧约30m处妇产科专科楼内                            | 医技楼北侧30m-35m  | 约60人  | 0.1mSv/a |
|             | 医技楼东侧儿科专科楼内办公人员                  | 公众人员 | 儿科专科楼内                                       | 医技楼东侧30m-35m  | 约50人  | 0.1mSv/a |
|             | 医技楼南侧急诊综合楼内办公人员                  | 公众人员 | 急诊综合楼内                                       | 医技楼南侧21m-30m  | 约80人  | 0.1mSv/a |



|              |      |                                      |               |    |          |
|--------------|------|--------------------------------------|---------------|----|----------|
| 项目所在位置周边流动人员 | 公众人员 | 医技楼负一层核医学中心、放疗中心、地下停车场等              | 辐射场所四周0-50m   | 若干 | 0.1mSv/a |
|              | 公众人员 | 医技楼一层放射科、中心供应室等                      | 辐射场所四周0-50m   | 若干 | 0.1mSv/a |
|              | 公众人员 | 医技楼二层内镜中心、超声中心、电生理中心和检验科，三层和四层为手术中心等 | 辐射工作场所上方0-50m | 若干 | 0.1mSv/a |
|              | 公众人员 | 医技楼周边院区内部道路                          | 辐射场所四周0-50m   | 若干 | 0.1mSv/a |
|              | 公众人员 | 病房楼                                  | 医技楼北侧21m-35m  | 若干 | 0.1mSv/a |
|              | 公众人员 | 妇产科专科楼内                              | 医技楼北侧30m-35m  | 若干 | 0.1mSv/a |
|              | 公众人员 | 儿科专科楼内                               | 医技楼东侧30m-35m  | 若干 | 0.1mSv/a |
|              | 公众人员 | 急诊综合楼内                               | 医技楼南侧21m-30m  | 若干 | 0.1mSv/a |

### (三) 原核技术利用项目许可情况

毕节市第一人民医院已于2022年11月22日重新取得了贵州省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》(黔环辐证[00008]，有效期至2027年11月21日)，许可种类和范围和使用Ⅱ类、Ⅲ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。

## 四、项目建设的环境可行性

### (一) 产业政策符合性分析

项目属于《产业结构调整指导目录(2019年本)》(2021年修改)“鼓励类”中第六项“核能”中第6条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”以及第十三项“医药”中第5款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，

新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，符合国家产业政策。

## （二）选址合理性分析

医院所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；评价范围 50m 以内无生态环境敏感目标及学校、集中居民区、文物保护区、风景名胜区、饮用水源保护区等环境敏感区域和生态敏感点，医院周围没有项目建设的制约因素，且本项目的各个辐射工作场所均按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，因此项目选址是合理的。

## （三）布局合理性分析

项目各辐射工作场所所在区域位置相对独立，工作区域专人管理，除需诊断、治疗患者和医院医生、护士外，医院无关人员不得入内，并且在进入辐射区域的时候需经过严格身份确认，这样不但减少了无关公众受照射的概率，同时，也降低了其他工作人员受照射的概率。同时，各辐射工作场所均采取了有效的屏蔽措施，防护设计参数均达到了相关技术规范对辐射工作场所的辐射防护要求，并且各辐射工作场所均按规范要求设置电离辐射警告标志，合理划分控制区，监督区，且无关人员不得进入。辐射工作场所根据工作要求，有利于辐射防护和环境保护来进行布置，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰；通过以上场所独立、划分区域等措施，本项目不会产生交叉污染，对外环境造成辐射影响很小，因此，项目平面布置是合理的。

## （四）实践正当性分析

项目的建设有利于提高周边的医疗水平，更好的服务周边群众，具有明显的经济效益和社会效益，项目建成运行后，将为毕节市及周边地区提供一个更加优越的就医环境，同时将提高医院的整体医疗服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。各屏蔽和防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内，符合《电离辐射防护与辐射源基本标准》(GB18871-2002)中实践的内容：“源的生产与辐射或放射性物质在医学、工业、农业或教学与科研中的应用，包括与涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的应用有关的各种活动”，并且“在考虑了社会、经济和其他因素之后，其对照射个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害”。综上，项目建设符合“实践正当性”的要求。

## **五、辐射环境影响评估**

原则同意《报告表》提出的环境保护措施：

### **(一) 建设阶段对环境的影响**

1. 施工单位应对施工废水进行妥善处理，对施工废水进行澄清处理，清水排放至污水处理站。

2. 施工期的生活垃圾和建筑垃圾分别堆放，及时清运或定期运至环卫部门指定的地点安全处理处置，可以使工程建设产生的垃圾处于可控制状态。

3. 施工单位应严格执行有关规定的污染防治措施，并加强监管，对建设期的声环境、空气环境、水环境和固体废物等进行防



治，采取降噪、防尘措施，合理安排工作时间，避免夜间施工，尽可能对周围环境的影响降到最小。

## （二）运行阶段对环境的影响

### （1）正常情况下辐射环境影响预测

#### ①直线加速器

根据《报告表》预测，项目直线加速器运行后，2座直线加速器机房屏蔽体外各关注点处剂量率最大为  $9.59 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）以及《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）确定的剂量率控制水平。经机房实体屏蔽防护后，本项目医用直线加速器投入使用后各关注点职业人员受照射有效辐射剂量最大为  $8.27 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，公众受照射有效辐射剂量最大为  $9.45 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，均满足本项目辐射剂量约束值的要求（职业人员年有效剂量不超过  $5 \text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.1 \text{mSv/a}$ ）。

#### ②后装机

项目使用1台  $^{192}\text{Ir}$  后装机， $^{192}\text{Ir}$  放射源产生的电离辐射影响主要为  $\beta$  射线和  $\gamma$  射线。根据《报告表》的预测，项目后装机运行后，后装机机房墙外各关注点处剂量率均满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分： $\gamma$  射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）以及《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）确定的剂量率控制水平的要求。后装机正常运行过程职业人员受照射年附加剂量最大值为  $9.67 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，

满足职业人员年剂量低于管理限值 5mSv/a 的要求；公众受照射年附加剂量最大值为  $2.55 \times 10^{-2}$  mSv/a，满足公众年剂量低于管理限值 0.1mSv/a 的要求。

### ③模拟定位机

项目模拟定位机营运期主要产生的辐射影响为模拟定位机运行产生的 X 射线。根据本项目对模拟定位机辐射屏蔽设计方案的分析，模拟定位机房均有足够的使用空间，其四面墙体、顶棚以及观察窗、机房进出口防护门采取了辐射屏蔽设计，充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。各面墙体的防护厚度均大于 GBZ130-2020 标准中规定的屏蔽厚度要求。项目模拟定位机运行后产生的 X 射线对机房外环境的影响可满足 (GB18871-2002) 的相关要求。

### ④核医学中心

项目运营期的主要环境影响为 2 个乙级非密封放射性物质工作场所(核素生产区域生产的核素为： $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ ，核素治疗区域使用的核素为： $^{131}\text{I}$ 、 $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{32}\text{P}$  及 1 枚 V 类放射源  $^{90}\text{Sr}$  的使用)、1 台 II 类射线装置回旋加速器和 3 台 III 类射线装置运行产生的电离辐射影响，主要包括  $\gamma$  射线、 $\beta$  射线、 $\beta$  表面污染、X 射线。

a、核医学中心使用的回旋加速器环境影响分析：回旋加速器正常运行时，机房周边辐射剂量率为  $5.42 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h} \sim 6.37 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$  之间，能够满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 中周围剂量当量率的相关要求。回旋加速器正常

运行过程职业人员受照射年附加剂量最大值为  $4.77 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足职业人员年剂量低于管理限值  $5 \text{mSv/a}$  的要求；公众受照射年附加剂量最大值为  $5.42 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足公众年剂量低于管理限值  $0.1 \text{mSv/a}$  的要求。

b、核医学中心放射性药物制备场所环境影响分析：放射性药品制备场所周边辐射剂量率为  $1.28 \times 10^{-7} \mu \text{Sv/h} \sim 5.60 \times 10^{-1} \mu \text{Sv/h}$  之间，能够满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 中周围剂量当量率的相关要求。正常运行过程中职业人员受照射年附加剂量最大值为  $2.22 \text{mSv/a}$ ，满足职业人员年剂量低于管理限值  $5 \text{mSv/a}$  的要求；公众受照射年附加剂量最大值为  $4.50 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足公众年剂量低于管理限值  $0.1 \text{mSv/a}$  的要求。

c、核医学中心使用的Ⅲ类射线装置环境影响分析：从 X 射线放射诊断场所的辐射安全考虑，本项目涉及的 3 台Ⅲ射线装置机房的防护设施均满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 中的相关防护设施的技术要求，产生的 X 射线对机房外环境的影响可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的相关要求。

d、核医学中心治疗区域  $\gamma$  射线辐射影响分析：根据环评报告中屏蔽体外  $\gamma$  射线辐射剂量率预测结果可知，核医学中心治疗区域控制区边界屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率最大为  $3.01 \times 10^{-1} \mu \text{Sv/h}$ ，满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 控制区边界 30cm 处辐射剂量率不超过  $2.5 \mu \text{Sv/h}$  的限值要求；分装

柜表面 5cm 处辐射剂量最大为  $3.55 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)分装柜表面 5cm 处辐射剂量率不超过  $25 \mu\text{Sv/h}$  的限值要求；控制区内各屏蔽体外表面 30cm 处的辐射剂量率最大为  $2.33 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于  $25 \mu\text{Sv/h}$  的限值要求。同时核医学中心治疗区域职业人员所受最大年有效剂量为  $2.50\text{mSv/a}$ ，满足  $5\text{mSv/a}$  剂量管理限值；核医学中心治疗区域公众所受最大年有效剂量为  $6.98 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，满足  $0.1\text{mSv/a}$  剂量管理限值，同时由于随距离增加公众受照射剂量将不断减小，因此在本项目 50m 评价范围内其他公众也满足  $0.1\text{mSv/a}$  年有效剂量管理限值要求。

e、核医学中心  $\beta$  射线辐射影响分析：本项目核医学中心涉及使用的  $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{32}\text{P}$  核素为纯  $\beta$  衰变， $^{89}\text{Sr}$  释放的  $\beta$  射线的能量  $1.463\text{MeV}$ ， $^{32}\text{P}$  释放的  $\beta$  射线的能量  $1.71\text{MeV}$ ，随着  $\beta$  射线的产生，会与空气以及储存的容器产生电离，发出韧致辐射，由于韧致辐射（X 射线）的能量很低，放射性核素在使用过程中均采取了一定的屏蔽措施，能够很大程度减少射线对辐射工作人员以及周围公众的影响。

f、核医学中心  $\beta$  表面污染： $\beta$  表面污染的影响主要来源于医生操作时，放射性物质逸出或飞散在操作台、地板、墙壁、个人防护用品等表面，对职业人员和公众造成辐射影响，因此，医院应按环评要求采取有效的防护措施使本项目非密封放射性物质工作场所的  $\beta$  表面污染水平达到《电离辐射防护与辐射源安全

基本标准》(GB18871-2002)及《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)规定的要求。

g、敷贴治疗的环境影响分析：本项目中敷贴治疗使用的是 $^{90}\text{Sr}$ 放射源，释放的 $\beta$ 射线的能量0.546MeV，随着 $\beta$ 射线的产生，会与空气以及储存的容器产生电离，发出韧致辐射，由于韧致辐射(X射线)的能量很低，放射源储存于铅盒以及保险柜中，能够很大程度减少射线对辐射工作人员以及周围公众的影响。因此，项目 $^{90}\text{Sr}$ 敷贴器对周围的环境影响很小。

h、 $^{68}\text{Ge}$ 校准源的环境影响：根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》中“核与辐射”第172条“核技术利用建设项目”中“使用IV、V类放射源的”规定，本项目配备的5枚 $^{68}\text{Ge}$ 校准源仅须填报环境影响登记表即可，因此，项目使用的5枚 $^{68}\text{Ge}$ 校准源对环境的影响很小。

#### ⑤ DSA

根据《报告表》预测，项目DSA运行后，透视状态下，DSA机房屏蔽体外各关注点处剂量率最大为 $3.42 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，摄影状态下，DSA机房屏蔽体外各关注点处剂量率最大为 $1.08 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中的周围剂量当量率的要求。经机房实体屏蔽防护后，本项目DSA投入使用后各关注点职业人员受照射有效辐射剂量最大为 $2.91\text{mSv/a}$ ，公众受照射有效辐射剂量最大为 $1.31 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，均满足本项目辐射剂量约束值的要求(职业人员年有效剂量不超过 $5\text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量不超过 $0.1\text{mSv/a}$ )。



## (2) “三废”环境影响

### 1. 废气的影响分析及处置措施

#### ①非放射性气体的影响分析及处置措施

项目直线加速器、后装机、模拟定位机、PET-CT、SPECT-CT、DSA 在使用过程中会产生臭氧、氮氧化物等非放射性气体。根据《报告表》，1号直线加速器机房与模拟定位机及相关辅助用房共用1台排风机，2号直线加速器机房和后装机房及相关辅助用房共用1台排风机，连续通风，排风能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中关于换气次数的要求。

#### ②放射性气体的影响分析及处置措施

核医学中心涉及使用 $^{131}\text{I}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{32}\text{P}$ 核素，涉及生产 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 放射性核素。

核医学中心核素生产区域共计设计5套排风系统，按照高活性区、低活性区分开设置排风系统，各排风管道安装独立机械排风装置，排风口安装大功率排风机。每路排风管道进入风井前均拟设置止回阀，各直管均设置防倒灌装置，避免废气倒灌和泄露。最终各股气流统一汇入排风管道后排至楼顶排放，排风口位于医技楼楼顶靠西侧，远离周围建筑，排风口设置活性炭吸附过滤且与普通通风管道分开设计，通风设计满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求。

### 2. 固体废物的影响分析及防护措施

#### ①核医学中心核素生产区域

核素生产区域产生的放射性废物主要是回旋加速器定期更

换的回旋加速器废靶膜、废靶片、加速器活化部件，此部分放射性固废作为长半衰期固废收集暂存在专用铅桶内，并在铅桶的显著位置标明废物类型、核素种类、比活度和存放日期等，待收集一定量后送有资质单位处理；放射性药物制取时产生放射性残留物如硅胶、树脂、氧化铝、碳柱、滤膜和废活性炭等，操作药物时产生的手套、口罩和清洁时用过的抹布、托布等，此部分放射性固废暂存时间超过 30 天，经监测辐射剂量率满足要求后，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

## ②核医学中心核素诊疗区域

核医学中心核素诊疗区域的放射性废物主要是一次性注射器、棉签、滤纸、校准源和  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  发生器，废弃校准放射源  $^{68}\text{Ge}$  和  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  发生器由供货商回收，含  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$  放射性固体废物暂存时间超过 30 天，含  $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{32}\text{P}$  放射性固体废物暂存时间超过半衰期的 10 倍，含  $^{131}\text{I}$  放射性固体废物暂存时间超过 180 天，经监测辐射剂量率满足要求后，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

## 3. 放射性废液及废水的影响分析及处理措施

项目产生的放射性废水主要来自于核医学中心病人的排泄废水、洗澡水、清洗废水。医院设置 2 座衰变池，均为槽式衰变池。衰变池整体结构采用钢筋混凝土结构，内表面进行专业的耐酸碱腐蚀和防渗处理，确保池体坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑。衰变池顶均预留窗口，可从其中进行取样监测，确保池内废液达标排放。收集核素治疗区域废水的衰变池为 1 个化粪池

池以及 3 级并联衰变池组成，衰变池总容积为  $117\text{m}^3$ 。废水处理流程为废水重力自流至核医学中心西侧的集水井内，废水在集水井内沉淀后通过泵输送至衰变池内进行衰变处理。收集显像诊断区域废水的衰变池为 3 级并联衰变池组成，衰变池总容积为  $15.3\text{m}^3$ 。废水处理流程为废水重力自流至核医学中心北侧的集水井内，废水在集水井内沉淀后通过泵输送至衰变池内进行衰变处理。经衰变池处理后的废水通过抽水泵将废水排入医院污水管网最后通过医院污水处理站处理后达标排放市政污水管网，依次往复循环排放。

## 六、事故防范及应急措施

### (1) 医用直线加速器

潜在辐射事故：安全联锁装置发生故障情况下，人员误入正在运行的机房而造成 X 射线误照射；工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离机房，加速器运行；工作人员在机房内为患者摆位或其他准备工作，控制台处操作人员误开机出束，发生事故性出束；加速器控制系统出现故障，照射治疗不能停止；维修期间的事故，加速器维修工程师在检修期间误开机出束。

事故防范措施：制定有自检制度，且严格进行经常性自查，定期进行门机联锁装置、工作指示灯检查，防止人员误入；加强人员培训，制定规范的操作规程并落实；制定完善的操作规范，对操作人员定期培训；做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修；医院应联系有维修资质的人员前来对设备进行维护，不得私自拆卸维修 X 射线装置。

## （2）后装机

潜在辐射事故：工作人员操作不当或出现设备故障，在设备安装和换装放射源时，发生放射源由设备或容器中跌落出来，造成安装或操作人员受到强辐射照射；发生卡源，造成额外照射；治疗机处于运行状态时，因故障，门机联锁装置失效；放射源保管不善，可能发生丢失事故；摆位工作人员尚未撤离机房，控制台处操作人员误操作，后装机出源，对工作人员造成照射。

事故防范措施：换源事宜由供源厂家专业人员负责，严禁私自拆卸；做好设备日常维护，经常对设备的性能进行检查，防止卡源事故发生；定期验证安全装置与设施的有效性，保证门机联锁装置有效；放射源贮存在后装机机头内，并限制无关人员进入后装机房，做好防盗措施，设置防盗门、防盗窗及报警装置等；制定并落实放射源安全管理与台账制度，设专人负责；制定完善的操作规范，对操作人员定期培训。

## （3）核医学中心

潜在辐射事故：放射性药物因操作不慎可能洒落在操作台面、地面上，使操作台面、地面受污染；放射性药物丢失、被盗，散落的放射性药物对周围活动人员产生照射；工作场所发生火灾、爆炸等造成放射性药物泄露；放射性药物使用过程中产生的放射性废物如果管理不善，随处堆放、散落。

事故防范措施：制定并落实核医学中心辐射防护制度，设专人负责，做好核素与放射源的领取、使用登记工作，确保放射性药物的安全；应设置防盗门、报警装置等设施，做好防盗工作；

制定完善的操作规范，对操作人员定期培训；核素生产、使用场所主要污染区域的表面污染需每日进行 $\beta$ 表面污染监测，操作人员离开注射室时也需要进行 $\beta$ 表面污染监测，场所和人员均确认无污染后辐射工作人员方可离开核医学中心；医院应制定切实可行的辐射应急预案，加强应急演练；加强日常的辐射安全管理，制定健全的操作规程；采用双人双锁进行管理，执行使用登记管理制度，防止同位素药品被盗或丢失事件的发生；加强对带药患者的监督管理。

#### （4）DSA

潜在辐射事故：X射线装置发生控制系统或安全保护系统故障或人员疏忽，使得受检者或工作人员受到超剂量照射；在射线装置出束时人员误入机房受到辐射照射；使用DSA的医生或护士在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射；检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害等。

事故防范措施：定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；凡涉及对医用射线装置进行操作，必须有明确的操作规程；定期检查门灯联锁装置，确保安全联锁装置正常运行；每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换；加强辐射工作人员的管理，加强辐射工作人员的业务培训；加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，

加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留；检修人员准备进入机房时，必须携带个人剂量计或个人剂量报警仪；检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动辐射源；机房门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

## **七、从事辐射活动能力评估**

依据《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》（环保部第 3 号令）及《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）中关于建设单位从事辐射活动应具备的条件要求，环评分析认为毕节市第一人民医院具备从事本项目辐射活动的的能力。

## **八、项目运营中应注意的问题**

（一）加强辐射环境安全管理。辐射工作场所严格执行分区管理，设置工作指示灯、电离辐射警示标志和中文警告说明。加强对放射性同位素的存储和使用管理，确保放射性同位素安全。加强放射性同位素及射线装置相关的台账资料管理，并长期保存。

（二）妥善处理放射性废液、放射性固体废物。对使用过程中产生的废旧放射性同位素，要严格按照国家规定委托有资质的收贮单位对其进行收贮，放射性废液必须经过处理达标并经环保行政主管部门同意后排放。

（三）健全辐射安全与防护管理机构，明确职责，落实到人。完善各项辐射防护安全管理制度、操作规程。

（四）辐射工作人员须经辐射安全与防护知识及相关法律法规



规的培训后，报名参加辐射安全与防护知识的考核，考核通过后上岗；必须按规定操作，避免放射性药物泼散、泄露造成污染；应按规定专人佩戴个人剂量计，定期送检并建立档案。

（五）落实辐射环境监测计划；严格执行电离辐射安全管理限值，将职业照射年有效剂量控制在 5mSv/a 以内，公众照射年有效剂量控制在 0.1mSv/a 以内。

（六）衰变池四周设置拦挡，设立明显的电离辐射中文警告标志。

## 九、对该项目建设的意见

项目建设属于国家鼓励类产业，建成以后可以改善病人治疗条件，提高医院服务质量及服务水平，满足临床、教学和科研的需要。正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员及公众照射的要求，在坚持“三同时”的原则时，充分落实本报告提出的污染防治措施和管理措施后，将具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，其运行期间对周围环境的辐射影响能符合环境保护的要求。在采取有效的污染防治对策，保证各外排污染物达标排放，控制好运营期对周围环境的辐射影响，并满足国家标准限值要求的前提下，该项目建设基本可行。



**主题词：核技术 应用 报告表 评估 意见**

---

抄报：贵州省生态环境厅。

---

抄送：毕节市生态环境局，毕节市第一人民医院，核工业二七  
〇研究所。

---

贵州省环境工程评估中心

2023 年 6 月 2 日印发

---

共印 11 份

**附件:**

项 目 经 理: 龙 中

环评负责人 : 冯传银

环评联系人 : 汪 勇

联系电话: 18070499955

专 家 组 成: 帅震清、尹海华、武艺、陈美登