

编号：P-2023-15949

核技术利用建设项目

隆回县人民医院城北数字化新院核技术利用项目一期工程（1 台医用电子直线加速器）  
环境影响报告表

（送审稿）

隆回县隆城发健康产业投资有限公司

2023 年 9 月

## 核技术利用建设项目

# 隆回县人民医院城北数字化新院核技术利用项目一期工程（1 台医用电子直线加速器） 环境影响报告表

建设单位名称：隆回县隆城发健康产业投资有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：龙健波

通讯地址：湖南省邵阳市隆回县桃花坪街道洪中路 69 号

邮政编码：422000

联系人：龙健波

电子邮箱：/

联系电话：15842905520

打印编号: 1695176312000



## 编制单位和编制人员情况表

|               |                                                                                                   |          |     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|
| 项目编号          | khp63i                                                                                            |          |     |
| 建设项目名称        | 隆回县人民医院城北数字化新院核技术利用项目一期工程（1台医用电子直线加速器）                                                            |          |     |
| 建设项目类别        | 55—172核技术利用建设项目                                                                                   |          |     |
| 环境影响评价文件类型    | 报告表                                                                                               |          |     |
| 一、建设单位情况      |                                                                                                   |          |     |
| 单位名称（盖章）      | 隆回县隆城发健康产业投资有限公司                                                                                  |          |     |
| 统一社会信用代码      | 91430524MA7G6X7H01                                                                                |          |     |
| 法定代表人（签章）     | 龙健波                                                                                               | 波龙印健     |     |
| 主要负责人（签字）     | 龙健波                                                                                               | 波龙印健     |     |
| 直接负责的主管人员（签字） | 龙健波                                                                                               | 波龙印健     |     |
| 二、编制单位情况      |                                                                                                   |          |     |
| 单位名称（盖章）      | 湖南联合泰泽环保科技有限公司                                                                                    |          |     |
| 统一社会信用代码      | 91430111MA4T886LXX                                                                                |          |     |
| 三、编制人员情况      |                                                                                                   |          |     |
| 1 编制主持人       |                                                                                                   |          |     |
| 姓名            | 职业资格证书管理号                                                                                         | 信用编号     | 签字  |
| 栗爱民           | 2016035430350000003512430095                                                                      | BH000445 | 栗爱民 |
| 2 主要编制人员      |                                                                                                   |          |     |
| 姓名            | 主要编写内容                                                                                            | 信用编号     | 签字  |
| 栗爱民           | 项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全管理、环境影响分析、辐射安全与防护、结论与建议、附图、附件 | BH000445 | 栗爱民 |

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security  
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection  
The People's Republic of China

编号: HP 00018561  
No.



06016327

持证人签名:

Signature of the Bearer

管理号:  
File No.

2016035430350000003512430095

姓名: 栗爱民  
Full Name  
性别: 男  
Sex  
出生年月: 1984年8月  
Date of Birth  
专业类别: /  
Professional Type  
批准日期: 2016年5月21日  
Approval Date

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2016年9月13日  
Issued on



00016327



## 目 录

|                     |    |
|---------------------|----|
| 表 1 项目基本情况 .....    | 1  |
| 表 2 放射源 .....       | 8  |
| 表 3 非密封放射性物质 .....  | 8  |
| 表 4 射线装置 .....      | 9  |
| 表 5 废弃物 .....       | 10 |
| 表 6 评价依据 .....      | 11 |
| 表 7 保护目标与评价标准 ..... | 13 |
| 表 8 环境质量和辐射现状 ..... | 23 |
| 表 9 项目工程分析与源项 ..... | 26 |
| 表 10 辐射安全与防护 .....  | 31 |
| 表 11 环境影响分析 .....   | 39 |
| 表 12 辐射安全管理 .....   | 54 |
| 表 13 结论与建议 .....    | 64 |
| 表 14 审批 .....       | 69 |

### 附图:

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目周边环境示意图
- 附图 3 医院近期总平面布置及项目评价范围图
- 附图 4 住院楼地下一层 B 区平面布置及直加机房控制区、监督区分区示意图
- 附图 5 2#直加机房布局图
- 附图 6 住院楼地面一层平面布局图
- 附图 7 辐射环境现状监测布点图
- 附图 8 拟建地现场照片
- 附图 9 环评工程师现场踏勘照片

### 附件:

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 建设单位营业执照
- 附件 3 事业单位法人证书（医院）
- 附件 4 项目用地蓝线图
- 附件 5 国土资源局审批通过的医院总平面布置图
- 附件 6 关于隆回县人民医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复
- 附件 7 关于隆回县人民医院 1 医院城北数字化新院(一期)建设项目环境影响报告书的批复
- 附件 8 现有辐射安全许可证正、副本
- 附件 9 辐射环境现状监测报告
- 附件 10 关于调整医院辐射安全与环境保护管理领导小组的通知
- 附件 11 辐射安全管理制度
- 附件 12 辐射事故应急预案

表 1 项目基本情况

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |      |                              |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------|
| 建设项目名称      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 隆回县人民医院城北数字化新院核技术利用项目一期工程（1 台医用电子直线加速器）                                                                                    |                                                                                                                                                            |      |                              |
| 建设单位        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 隆回县隆城发健康产业投资有限公司                                                                                                           |                                                                                                                                                            |      |                              |
| 法人代表        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 龙健波                                                                                                                        | 联系人                                                                                                                                                        | 龙健波  | 联系电话 15842905520             |
| 注册地址        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 湖南省邵阳市隆回县桃花坪街道洪中路 69 号                                                                                                     |                                                                                                                                                            |      |                              |
| 项目建设地点      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 隆回县人民医院城北数字化新院住院楼地下一层 B 区放疗科 2#医用电子直线加速器机房<br>中心地理坐标：东经 111.005319° 北纬 27.133711°                                          |                                                                                                                                                            |      |                              |
| 立项审批部门      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                            | 批准文号 | /                            |
| 建设项目总投资（万元） |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3000                                                                                                                       | 项目环保投资（万元）                                                                                                                                                 | 66   | 投资比例（环保投资/总投资） 2.2%          |
| 项目性质        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 |                                                                                                                                                            |      | 占地面积（m <sup>2</sup> ） 178.85 |
| 应用类型        | 放射源                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | <input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类       |      |                              |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类 |      |                              |
|             | 非密封放射性物质                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物                                                                                                                     |      |                              |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | /                                                                                                                                                          |      |                              |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙                                                                                                      |      |                              |
|             | 射线装置                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                               |      |                              |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                               |      |                              |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input checked="" type="checkbox"/> 使用                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类                                                                                    |      |                              |
|             | 其他                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                            |      |                              |
|             | <b>项目概述</b><br><b>（一）建设单位情况</b><br><p>隆回县人民医院是一所集医疗急救、教学、科研、预防保健于一体的国家三级综合性医院。医院技术力量雄厚，功能设施齐全。2019 年 6 月成功通过省卫生健康委三级医院评审验收，8 月 2 日正式确定为国家三级综合性医院，综合实力位于湖南省县级医院前列。至 2020 年底已经拥有在职职工 1228 人，设有临床、医技、行政后勤管理科室 59 个，其中临床科室 33 个，医技科室 10 个，行政后勤科室 16 个。专科齐全，包括心血管内科、神经内科、肾内风湿免疫科、呼吸内科、消化内科、感染内科、肿瘤血液内分泌科、儿科、新生儿科、急诊科、重症医学科、肝胆疝外科、骨伤关节科、泌</p> |                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |      |                              |

尿外科、神经烧伤外科、胃肠外科、脊柱骨病科、胸外乳甲外科、妇科、产科、眼耳鼻喉科、口腔科、介入科、中医科、医学康复科、血液透析中心、麻醉手术中心等特色专科，均已形成品牌优势。

根据《健康隆回“十四五”建设规划》中医疗资源均衡配置的要求以及隆回县人民医院的实际情况（服务能力受到场地限制，面积狭小，交通拥挤，业务用房严重不足），拟将现有隆回县人民医院进行整体搬迁，为区别于老院，搬迁后称为“隆回县人民医院城北数字化新院”，简称“城北新院”。城北新院位于隆回县城西北角，隆回高铁站西侧，隆回大道以北，辰河路以西，茶场北路以东，东山路以南，总用地面积100967.40m<sup>2</sup>，约151.45亩，按三级甲等综合医院进行规划建设，医院设置总床位1300张，其中普通床位1200张、传染病床位100张。《隆回县人民医院城北数字化新院(一期)建设项目环境影响报告书》已于2023年7月获得邵阳市生态环境局的批复（见附件6）。

医院持有《医疗机构执业许可证》，登记号为44590230-6，诊疗科目含“医学影像科；线诊断专业；CT诊断专业；介入放射学专业”。医院原已开展放射诊疗工作多年，持有《放射诊疗许可证》，证号：邵卫放证字〔2014〕第07号，许可项目：X射线CT影像诊断；CR、DR影像诊断；牙科X射线机影像诊断；普通X射线机影像诊断，已登记许可了14台放射设备。

为提升医院整体服务质量，2020年，隆回县人民医院进行核技术利用扩建项目，拟在医院肿瘤中心负一楼增加2台10MV医用电子直线加速器（II类射线装置）、1台后装机，使用2枚<sup>192</sup>Ir（不同时使用，每枚放射源使用半年），单枚活度为3.7×10<sup>11</sup>Bq（III类射线源）。隆回县人民医院已于2020年委托北京中企安信环境科技有限公司编制完成了《隆回县人民医院核技术利用扩建项目环境影响报告表》，并于2020年12月8日取得环评批复：湘环评辐表[2020]52号。根据老院现场踏勘，该项目土建工程即将完工，尚未安装医用电子直线加速器和后装机，故项目暂未进行环保竣工验收。

## （二）项目由来

按照隆回县人民医院城北新院的建设计划，拟对肿瘤中心的放射设备进行分期建设和搬迁，一期工程拟在城北新院住院楼地下一层B区新建1间加速器机房（2#），并将老院的1台医用电子直线加速器搬迁至机房，以供使用。目前，老院肿瘤中心正在进

行施工收尾工作，暂未安装医用电子直线加速器，后期将在老院安装使用，待新院建成后，再将该台医用电子直线加速器搬迁至新院。目前，城北新院的前期建设、搬迁及手续办理工作由隆回县隆城发健康产业投资有限公司负责。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等相关规定，对照《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目医用电子直线加速器属于 II 类射线装置（粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器）。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目-使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。受隆回县隆城发健康产业投资有限公司委托，湖南联合泰泽环境科技有限公司承担该核技术利用项目的环境影响评价工作。湖南联合泰泽环境科技有限公司技术人员在现场踏勘、收集有关资料的基础上，按照国家对辐射项目环境影响评价技术规范的要求，编制了本项目的辐射环境影响评价报告表。

### （三）项目建设规模

1. 项目名称：隆回县人民医院城北数字化新院核技术利用项目一期工程（1 台医用电子直线加速器）
2. 建设单位：隆回县隆城发健康产业投资有限公司
3. 建设地点：隆回县人民医院城北数字化新院住院楼地下一层 B 区放疗科 2#医用电子直线加速器机房
4. 项目性质：新建（搬迁）
5. 建设内容：新建 2#医用电子直线加速器机房（后文简称“2#直加机房”），并将隆回县人民医院（老院）1 台 Elekta Synergy 型医用电子直线加速器（最大电子能量 10MV，已履行相应的环评手续，见附件 5）搬运至该机房内。

射线装置基本情况见下表。

表 1-1 射线装置明细表

| 序号 | 装置名称      | 型号             | 类别   | 最大能量      | 最大输出量       | 工作场所       | 用途   |
|----|-----------|----------------|------|-----------|-------------|------------|------|
| 1  | 医用电子直线加速器 | Elekta Synergy | II 类 | X 射线：10MV | 600 cGy/min | 放疗科 2#直加机房 | 放射治疗 |
|    |           |                |      | 电子束：15MeV |             |            |      |

### 6. 劳动定员及工作量

本项目拟设置7名辐射工作人员。由于本项目设备（医用电子直线加速器）将在隆回县人民医院安装并使用一段时间，待新院建成后再搬迁，则相应辐射工作均由隆回县人民医院现有直线加速器机房的工作人员负责，包括2名医师、4名技师、1名物理师，不新增人员。实行单班工作制，每天8h，年工作250天。

根据建设单位提供资料，本项目医用电子直线加速器计划每周治疗50名患者，每名患者平均治疗照射时间为6min，平均每人每次治疗剂量1800cGy，年曝光时间250h。

#### （四）核技术利用的目的

放射治疗工作主要是根据病人肿瘤的部位、性质以及治疗方案的需要，利用医用电子直线加速器开展放射治疗工作，即利用X、 $\gamma$ 射线照射肿瘤位置，杀死癌细胞，从而达到治疗肿瘤的目的。

#### （五）项目选址及周边环境情况

##### 1. 项目周边环境概况

隆回县人民医院城北数字化新院拟建地位于隆回县花门街道隆回大道旁，东侧为辰河路（规划道路），南侧为隆回大道，西侧为茶场北路（规划道路），北侧为东山路（规划道路）。（场址中心经纬度：E 111.005319°，N 27.133711°）。医院地理位置见附图1，周围环境见附图2。

本项目新建2#直加机房位于住院楼地下一层B区放疗科，其下方无建筑。机房东侧为拟建1#直线加速器机房（备用）、后装机机房（备用），南侧为夯实土地，西侧为夯实土地、设备吊装孔房，北侧为设备机房、控制室、准备室、放疗科内部走道、X光模拟定位室等。机房正上方为地面一层绿化带，控制室、准备室正上方为医院食堂的主厨区、备餐区。

医院总平面布置及项目评价范围见附图3，住院楼地下一层B区平面布置及直加机房控制区、监督区示意图见附图4，2#直加机房的布局见附图5，住院楼地面一层平面布局见附图6。

##### 2. 选址可行性分析

根据《隆回县县城总体规划（2006—2020）》（2012年修改），隆回人民医院北城新院用地地块属于居住用地，根据《关于隆回县人民医院城北新院项目建设的常委议事协调会议纪要》：“将东山路以南、辰河路以西、隆回大道以北的04-02、04-03、04-40

地块作为新院主体区。县自然资源局要根据实际情况按程序对东山路进行适当调规，将新院主体区地块调到 150 亩左右，全部用于建设医院”，根据要求已对项目用地性质进行了调规，并取得了规划用地蓝线图（见附件 3），且调规后的用地已纳入《隆回县国土空间总体规划（2021-2035 年）》（征求意见稿）。根据项目建设用地规划许可证及《隆回县国土空间总体规划（2021-2035 年）》（征求意见稿），北城新院的用地类型属于医疗卫生用地，符合要求。

本项目为隆回人民医院北城新院放疗科的医用电子直线加速器建设项目，用地位于医院住院楼负一层放疗科，占地面积约 178.85m<sup>2</sup>，用地性质符合要求，选址符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的要求。

本项目 2#直机房屏蔽边界外 50m 范围内环境敏感点为医院内部区域，涉及人员为辐射工作人员和公众，其中公众包括医院内部非辐射工作人员、患者、患者家属及途径公众。

综上所述，本项目选址可行。

## （六）现有核技术利用的基本情况

### 1、现有核技术利用的基本情况

隆回县人民医院现持有辐射安全许可证（证书编号：湘环辐证[02673]）（见附件 7），发证日期为 2023 年 7 月 31 日，有效期至 2028 年 7 月 30 日，许可种类和范围：使用 II、III 类射线装置。医院现使用 14 台射线装置（1 台 II 类射线装置、13 台 III 类射线装置），具体明细见下表。

表 1-2 现有射线装置一览表

| 序号 | 装置名称                  | 型号                       | 类别    | 用途                   | 工作场所             | 许可情况 |
|----|-----------------------|--------------------------|-------|----------------------|------------------|------|
| 1  | 医用血管造影 X 射线机（DSA）     | Optima 16S 330           | II 类  | 血管造影用 X 射线装置         | 第一住院楼负一楼 DSA 机房  | 已许可  |
| 2  | 数字化医用 X 射线摄影系统（DR）    | Digital Diagnost         | III 类 | 医用诊断 X 射线装置          | 第一住院楼负一楼放射科照片一机房 | 已许可  |
| 3  | 数字化 X 射线透视摄影系统（数字肠胃机） | SONIALVISION C200        | III 类 | 医用诊断 X 射线装置          | 第一住院楼负一楼放射科照二机房  | 已许可  |
| 4  | 全身用 X 射线计算机断层摄影装置（CT） | Optima Expert            | III 类 | 医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置 | 第二住院楼一楼二扫描室      | 已许可  |
| 5  | 全身用 X 射线计算            | BrightSpeed Elite Select | III 类 | 医用 X 射               | 第二住院楼            | 已许可  |



|    |                                    |                       |    |                    |                                |     |
|----|------------------------------------|-----------------------|----|--------------------|--------------------------------|-----|
|    | 机体层摄影装置<br>(CT)                    |                       |    | 线计算机断层扫描(CT)<br>装置 | 二楼一扫描<br>室                     |     |
| 6  | 数字化医用 X 射线<br>摄影系统 (DR)            | Brivo XR515           | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 第四住院楼<br>一楼健康管<br>理中细腻<br>DR 室 | 已许可 |
| 7  | 移动式摄影 X 射线<br>机 (移动 DR)            | DRX-Revolution        | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 第一住院楼<br>负一楼放射<br>科照           | 已许可 |
| 8  | 双能 X 线骨密度仪                         | Discovery             | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 第一住院楼<br>负一楼放射<br>科骨密度仪<br>室   | 已许可 |
| 9  | 乳腺钼靶机                              | Selenia               | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 第一住院楼<br>负一楼放射<br>科乳腺室         | 已许可 |
| 10 | 口腔 X 射线数字化<br>体层摄影设备 (口<br>腔 CBCT) | Planmeca<br>ProMex 3D | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 第一住院楼<br>负一楼放射<br>科照片五机<br>房   | 已许可 |
| 11 | 移动式 C 形 X 射线<br>机 (小 C 臂机)         | OEC 850               | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 第一住院楼<br>十楼手术室<br>八手术间         | 已许可 |
| 12 | 移动式 C 形 X 射线<br>机 (小 C 臂机)         | OEC One               | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 第一住院楼<br>十楼手术室<br>一手术间         | 已许可 |
| 13 | 体外冲击波碎石机                           | HK.ESWL-V             | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 门诊楼二楼<br>随时中心碎<br>石室 1         | 已许可 |
| 14 | 冲击波治疗机                             | X5                    | Ⅲ类 | 医用诊断 X<br>射线装置     | 门诊楼二楼<br>随时中心碎<br>石室 2         | 已许可 |

## 2、现有放射工作人员情况

医院现有 69 名放射工作人员，放射工作人员个人剂量检测、职业健康体检、辐射安全与防护培训情况见下表：

表 1-3 现有放射工作人员情况表

|           |                                                                                                                                       |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 放射工作人员    | 共 69 人                                                                                                                                |
| 个人剂量检测情况  | 放射工作人员均按要求配备了个人剂量计，并按照要求每季度检测一次。根据 2023 年 4 月 16 日（2023 年第一季度）的职业性外照射个人监测报告，共检测 69 人个人剂量片，监测结果为 0.01~0.06mSv，满足标准要求。第二季度已送检，尚未取得检测报告。 |
| 职业健康检查    | 医院每两年组织一次职业健康体检，对于需要复查的，医院已安排其尽心复查，职业健康检查结果显示均可继续从事放射工作。                                                                              |
| 辐射安全与防护培训 | 医院现有放射工作人员均已取得辐射安全与防护培训证书，或通过《核技术利用辐射安全与防护考核》，且证书/成绩合格证明均在有效期内。                                                                       |

### 3. 辐射防护措施落实情况

医院在核技术项目进行过程中，基本落实了环评及批复的要求，制定了相关管理制度，采取必要的防护措施，医院现有辐射防护措施主要有以下几点：

1) 屏蔽防护：各机房屏蔽防护措施满足要求；控制室和机房间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

2) 警示标志：放射性工作场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作指示灯，均处于正常运行状态。

3) 机房内通风：各机房通风良好。

4) 防护用具及辐射监测设备：医院已按要求为放射工作人员配备了相应的辐射防护用品及辐射监测设备，具体配备情况为：1台 LT-III型辐射监测仪，18件铅衣，18顶铅帽，5副铅手套，5副铅眼镜，18件铅围裙，18件铅围脖，4块铅屏风，69个个人剂量计。

5) 个人剂量监测：医院已为放射工作人员配备了个人剂量计，并按照规定定期送检，个人剂量检测结果建档并长期保存。

由现场调查情况可知，医院已采取相应的辐射防护措施，本次环评认为医院辐射防护措施以及管理制度满足目前辐射防护要求。

### (七) 产业政策符合性

本项目利用医用电子直线加速器为疾病诊断、寻找病灶部位、制定治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。根据《产业结构调整指导目录》（2019年本），本项目属于“第一类 鼓励类”中“六、核能 6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”、“十三、医药 5、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”以及“三十七、卫生健康 5、医疗卫生服务设施建设”，因此，本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) /<br>活度 (Bq) × 枚数 | 类别 | 活动<br>种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|----------------------------|----|----------|----|------|---------|----|
| /  | /    | /                          | /  | /        | /  | /    | /       | /  |
|    |      |                            |    |          |    |      |         |    |
|    |      |                            |    |          |    |      |         |    |
|    |      |                            |    |          |    |      |         |    |
|    |      |                            |    |          |    |      |         |    |

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

| 序号 | 核素<br>名称 | 理化<br>性质 | 活动<br>种类 | 实际日最大<br>操作量 (Bq) | 日等效最大<br>操作量 (Bq) | 年最大用量<br>(Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
|----|----------|----------|----------|-------------------|-------------------|---------------|----|------|------|---------|
| /  | /        | /        | /        | /                 | /                 | /             | /  | /    | /    | /       |
|    |          |          |          |                   |                   |               |    |      |      |         |
|    |          |          |          |                   |                   |               |    |      |      |         |
|    |          |          |          |                   |                   |               |    |      |      |         |
|    |          |          |          |                   |                   |               |    |      |      |         |

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

| 序号 | 名称            | 类别  | 数量 | 型号             | 加速<br>粒子 | 最大能量<br>(MV) | 额定电流 (mA)<br>/剂量率 (Gy/h) | 用途   | 工作场所                  | 备注 |
|----|---------------|-----|----|----------------|----------|--------------|--------------------------|------|-----------------------|----|
| 1  | 医用电子直线加<br>速器 | II类 | 1台 | Elekta Synergy | 电子       | X射线: 10MV    | 600cGy/min               | 放射治疗 | 住院楼负一层放疗<br>科 2#直加机房内 | 使用 |
|    |               |     |    |                |          | 电子束: 15MeV   |                          |      |                       |    |
| /  | /             | /   | /  | /              | /        | /            | /                        | /    | /                     | /  |
|    |               |     |    |                |          |              |                          |      |                       |    |

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压<br>(kV) | 最大管电流<br>(mA) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|---------------|---------------|----|------|----|
| /  | /  | /  | /  | /  | /             | /             | /  | /    | /  |
|    |    |    |    |    |               |               |    |      |    |
|    |    |    |    |    |               |               |    |      |    |

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大靶电流 (μA) | 中子强度 (n/s) | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况    |      |    | 备注 |
|----|----|----|----|----|------------|------------|------------|----|------|---------|------|----|----|
|    |    |    |    |    |            |            |            |    |      | 活度 (Bq) | 贮存方式 | 数量 |    |
| /  | /  | /  | /  | /  | /          | /          | /          | /  | /    | /       | /    | /  | /  |
|    |    |    |    |    |            |            |            |    |      |         |      |    |    |
|    |    |    |    |    |            |            |            |    |      |         |      |    |    |

表 5 废弃物

| 名称              | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年排放总量 | 排放口浓度                   | 暂存情况   | 最终去向     |
|-----------------|----|------|----|------|-------|-------------------------|--------|----------|
| 直线加速器退役靶        | 固态 | /    | /  | 少量   | 少量    | /                       | 加速器设备内 | 交有资质单位处置 |
| O <sub>3</sub>  | 气态 | /    | /  | 少量   | 少量    | 0.0075mg/m <sup>3</sup> | /      | 排入大气环境   |
| NO <sub>x</sub> | 气态 | /    | /  | 少量   | 少量    | 0.0025mg/m <sup>3</sup> | /      | 排入大气环境   |

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 法规文件 | <p>(1)《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号, 2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第二十四号, 2018 年 12 月 29 日第二次修正并施行);</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号, 2003 年 6 月 28 日通过, 自 2003 年 10 月 1 日起施行);</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》(国务院第 682 号令), 2017 年 7 月 16 日修订, 2017 年 10 月 1 日执行;</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院令 449 号, 2005 年 12 月 21 日施行, 国务院令 653 号修改, 2019 年 3 月 2 日修订实施;</p> <p>(6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局第 31 号, 2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修改);</p> <p>(7)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部令第 16 号), 2020 年 11 月 30 日发布, 2021 年 1 月 1 日实施;</p> <p>(8)《产业结构调整指导目录》(2019 年本);</p> <p>(9)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号), 2011 年 5 月 1 日施行;</p> <p>(10)《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》(环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号), 2017 年 12 月 5 日施行;</p> <p>(11)《关于发布放射源分类办法的公告》, (国家环境保护总局公告, 2005 年第 62 号), 2005 年 12 月 23 日施行;</p> <p>(12)《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》(环保总局公告[2006]第 145 号, 2006 年 9 月 26 日施行);</p> <p>(13)《核应急管理导则--放射源和辐射技术应用应急准备与响应》国防委、卫生部, 2003 年 2 月 21 日;</p> <p>(14)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部 2019 年第 57 号);</p> <p>(15)《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部 2021 年第 9</p> |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | 号)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 技术标准 | <p>(1)《建设项目影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则 核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(4)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T201.1-2007);</p> <p>(5)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011);</p> <p>(6)《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2019);</p> <p>(7)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021);</p> <p>(8)《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020);</p> <p>(9)《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(10)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(11)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(12)《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020);</p> <p>(13)《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003);</p> <p>(14)《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及其修改单。</p> |
| 其他   | <p>(1)《环境影响评价委托书》(见附件 1);</p> <p>(2)本项目电离辐射检测报告(见附件 8);</p> <p>(3)《辐射防护》(第 11 卷, 第二期, 湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究, 湖南省环境监测中心站, 1991 年 3 月);</p> <p>(4)建设单位提供的其他资料。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

表 7 保护目标与评价标准

**评价范围**

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关规定，“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目为医院核技术利用的环境影响评价，配备 1 台 10MV 医用电子直线加速器（II类射线装置），直加机房具有实体边界，考虑到该项目的实际情况，本项目评价范围为 2#直加机房使用场所实体边界外 50m 范围的区域。

项目辐射评价范围见图 7-1。

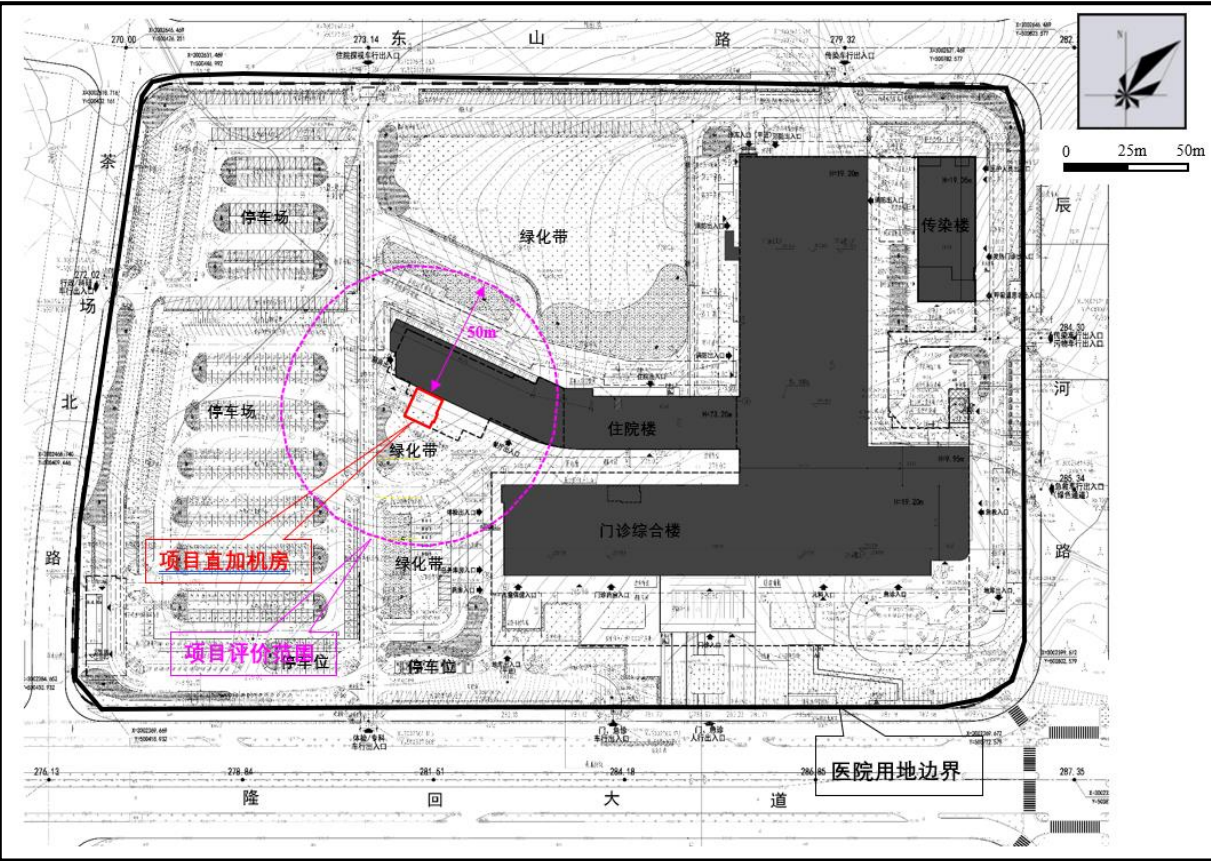


图 7-1 项目辐射评价范围示意图

**保护目标**

本项目环境保护目标为加速器机房周围 50m 评价范围内的敏感点或人员。根据建设单位提供的医院总平面布置图、住院楼负一层平面布置图，医院拟在住院楼负一层并排建设 2 间直线加速器机房，本项目使用西侧 2#直加机房，机房周边 50m 均在医院用地范围内，涉及保护目标为辐射工作人员和公众。本项目环境保护目标详见表 7-1。



表 7-1 环境保护目标分布情况表

| 机房名称      | 机房位置   | 与加速器机房的方位 |       | 距离      | 主要保护目标                                          | 保护人群   | 影响人数    |
|-----------|--------|-----------|-------|---------|-------------------------------------------------|--------|---------|
| 2#直线加速器机房 | 住院楼负一层 | 东侧        |       | 0-20m   | 1#直加机房（备用）、后装机房（备用）                             | 公众人员   | 若干      |
|           |        | 南侧        |       | 0-50m   | 无（为夯实土地）                                        | /      | /       |
|           |        | 西侧        |       | 紧邻      | 设备吊装孔室                                          | /      | /       |
|           |        | 西北侧       |       | 0-24m   | 污洗间、污物间、库房、新风机房、楼梯间、电梯间、内部人行过道等。                | 公众人员   | 约 20 人  |
|           |        | 北侧        |       | 0~2.7m  | 设备机房、控制室、准备室                                    | 辐射工作人员 | 约 5 人   |
|           |        |           |       |         |                                                 | 公众人员   | 约 2 人   |
|           |        |           |       | 2.7-19m | X 光模拟定位室、控制室、CT 模拟定位室、模具室、会议室、办公室、内部人行通道等       | 辐射工作人员 | 约 6 人   |
|           |        |           |       |         |                                                 | 公众人员   | 约 40 人  |
|           |        | 东北侧       |       | 2.7-50m | 控制室、设备机房、准备室、抢救室、诊室、接待室、护士站、卫生间、办公室、电梯厅、内部人行通道等 | 辐射工作人员 | 约 6 人   |
|           |        |           |       |         |                                                 | 公众人员   | 约 40 人  |
|           |        | 机房上方      | 机房正上方 | /       | 绿化带途经人员                                         | 公众人员   | 若干      |
|           |        |           | 东侧    | 0-50m   | 住院楼工作人员及患者等                                     | 公众人员   | 约 50 人  |
|           |        |           | 东南侧   | 42~50m  | 门诊楼工作人员及患者                                      | 公众人员   | 若干      |
|           |        |           |       | 0-50m   | 院内绿化带途经人员等                                      | 公众人员   | 若干      |
|           |        |           | 南侧    | 0-50m   | 绿化带、地面停车场途经人员                                   | 公众人员   | 若干      |
|           |        |           | 西侧    | 0-50m   | 绿化带、地面停车场途经人员                                   | 公众人员   | 若干      |
|           |        |           | 北侧    | 0-50m   | 住院部工作人员及患者、院内绿化带途经人员等                           | 公众人员   | 约 400 人 |
|           |        | 机房下方      |       | /       | 夯实土层                                            | /      | /       |

注 1：表中方位以加速器机房为参照点，最近距离为加速器机房屏蔽边界距环境敏感点的距离。

## 评价标准

### （一）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

#### （1）附录 B 剂量限值和标明污染控制水平

##### B1 剂量限值

##### B1.1 职业照射

##### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），

20mSv;

②任何一年中的有效剂量，50mSv;

根据医院的实际情况，建设单位决定取其 1/10 即 2mSv/a 作为辐射职业工作人员的管理目标值，根据本次评价环境影响分析结果，该取值合理。

## B1.2 公众照射

### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所收到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

①年有效剂量：1mSv;

②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv;

根据医院的实际情况，建设单位决定取其 1/10 即 0.1mSv/a 作为放射工作场所周围非放射工作人员及其他人员的剂量管理目标值。

## (2) 工作场所的分区

根据 GB18871-2002 中第 6.4 款规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

### 6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.4 c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

e) 运用行政管理程序和实体屏障限制进出控制区。

g) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜。

### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.4.2.2 b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

## (二)《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) (节选)

本部分适用于 30MeV 以下的加速器放射治疗机房。本部分不适用于手术中加速器电子线治疗的机房。

### 4.2 剂量控制要求

#### 4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平

治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率应不大于下述 a)、b) 和 c) 所确定的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ :

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

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

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

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

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

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

c) 由上述 a) 中的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  和 b) 中的高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max}$ , 选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )。

#### 4.2.2 治疗机房顶的剂量控制要求

治疗机房顶的剂量应按下述 a)、b) 两种情况控制:

a) 在治疗机房正上方已建、拟建建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点到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) 在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处, 可以根据机房外周剂量参考控制水平  $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$  和最高剂量率  $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ , 按照 4.2.1 求得关注点的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 加以控制。

b) 除 4.2.2 中 a) 的条件外, 应考虑下列情况:

1) 天空散射和侧散射辐射对治疗机房外的地面附近和楼层中公众的照射。该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的剂量 (率) 的总和, 应按 4.2.2 中的 a) 确定关注点的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 加以控制;

2) 穿出治疗机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射, 以相当于机房外非控制区人员周剂量率控制指标的年剂量  $250 \mu\text{Sv}$  加以控制;

3) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶, 考虑上述 1) 和 2) 之后, 机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按  $100\mu\text{Sv/h}$  加以控制 (可在相应处设置辐射告示牌)。

注: 本环评选取  $2.5\mu\text{Sv/h}$  作为加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率限值, 选取  $100\mu\text{Sv/h}$  作为加速器机房屋顶外 30cm 处的周围剂量当量率限值。

### **(三)《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)(节选)**

#### **6.1 布局要求**

6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端; 放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造, 并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。

6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区; 其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施, 但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求, 其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。

6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置, 治疗设备辅助机械、电器、水冷设备, 凡是可以与治疗设备分离的, 尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 应合理设置有用线束的朝向, 直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室, 尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6 X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路;  $\gamma$  刀治疗设备的治疗机房, 根据场所空间和环境条件, 确定是否选用迷路; 其他治疗机房均应设置迷路。

#### **6.2 空间、通风要求**

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

6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统, 进风口应设在放射治疗机房上部, 排风口应设在治疗机房下部, 进风口与排风口位置应对角设置, 以确保室内空气充分交换; 通风换气次数应不小于 4 次/h。

#### **6.4 安全装置和警示标志要求**

##### **6.4.1 监测报警装置**

含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置, 应确保其报警功能正常。

#### 6.4.2 联锁装置

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

#### 6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：

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

#### 6.4.4 急停开关

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

#### 6.4.6 视频监控、对讲交流系统

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

### 7 放射治疗操作中的放射防护要求

7.3 操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，应保障安全联锁正常运行。

7.4 工作人员进入涉放射源的放射治疗机房时应佩戴个人剂量报警仪。

7.5 实施治疗期间，应有两名及以上操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度，密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不得擅自离开岗位。

## **(四)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)（节选）**

### 5 选址、布局与分区要求

#### 5.1 选址与布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。

5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区

域。

## 5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

## 6 放射治疗场所辐射安全与防护要求

### 6.1 屏蔽要求

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。

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

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或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  $H_{c,d}(Sv/h)$ ：

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

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

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  $H_{c,max}(\mu\text{Sv/h})$ :

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

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

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射, 以年剂量  $250 \mu\text{Sv}$  加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶, 机房顶外表面  $30\text{cm}$  处的剂量率参考控制水平可按  $100 \mu\text{Sv/h}$  加以控制 (可在相应位置处设置辐射告示牌)。

## 6.2 安全防护设施和措施要求

6.2.1 放射治疗工作场所, 应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等:

a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志, 贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明;

b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯;

c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置, 并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室 (一般在迷道的内入口处) 应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能, 其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所, 应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施:

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置, 防护门未完全关闭时不能出束/出源照射, 出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施;

b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置, 防护门应设置防夹伤功能;

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮; 急停按钮应有醒目标

识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

d) 加速器大厅和束流输运通道应建立分区清场巡检和束流控制的逻辑关系，清场巡检系统应考虑清场巡检的最长响应时间和分区调试情况的联锁设置。日常清场巡检时，如超出设定的清场巡检响应时间，需重新进行清场巡检；

f) 安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

6.2.4 后装治疗室内应配备合适的应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。

## 7 操作的辐射安全与防护要求

7.1 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。

7.2 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。

7.3 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室，进入含放射源或质子/重离子装置的治疗室前须携带个人剂量报警仪。检修人员进入质子/重离子加速器大厅和束流输运通道区域前，应先进行工作场所辐射监测，在单位辐射安全管理机构批准后方可进入。进入质子/重离子加速器大厅和束流输运通道区域的参观人员须在辐射工作人员带领下进入。

7.4 应加强放射源倒装活动的辐射安全管理，倒装工作应由有相应能力且通过辐射安全考核的专业人员进行；应制定放射源倒装活动方案，对辐射监测与报警仪器的有效性、操作场所分区隔离设置、倒源屏蔽体搭建进行确认；倒装放射源时应对倒装热室周围和含源设备表面进行辐射监测，关注倒源屏蔽体的辐射防护效果和含源设备的表面污染情况，做好安装和更换的放射源清点并记录；倒源结束后对含放射源的放射治疗设备、场所与周围环境进行辐射监测。

## 8.2 固体废物管理要求

### 8.2.1 废旧放射源管理要求

废旧放射源应按法律法规要求返回放射源生产厂家或原出口方。确定无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交有相应资质的单位收贮，并承担相关费用。



### 8.2.2 其他固体废物管理要求

8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。

8.2.2.3 建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。

### 8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

（五）《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）工作场所臭氧最高容许浓度限值（MAC）： $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物时间加权平均容许浓度限值（PC-TWA）： $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

### （六）标准汇总

根据以上所列标准，综合考虑本项目各方面要素以及实际的可操作性，本环评采用以下各项标准和剂量控制值，具体见下表。

表 7-2 本项目引用标准和控制值一览表

| 一、年剂量管理目标值   |                                            |                         |                                                           |
|--------------|--------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 项目           | 年平均有效剂量限值<br>(mSv/a)                       | 本评价年剂量管理<br>目标值 (mSv/a) | 标准依据                                                      |
| 辐射工作<br>人员   | 20                                         | ≤2                      | 《电离辐射防护与辐射源安全基本<br>标准》(GB18871-2002)                      |
| 公众成员         | 1                                          | ≤0.1                    |                                                           |
| 二、机房防护体表面控制值 |                                            |                         |                                                           |
| 直线加速<br>器机房  | 屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制<br>水平不大于 2.5μSv/h |                         | 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范<br>第 2 部分：电子直线加速器放射<br>治》(GBZ/T201.2-2011) |
| 三、放射性废物排放    |                                            |                         |                                                           |
| 机房内气<br>体浓度  | 臭氧最高容许浓度 0.3mg/m³<br>氮氧化物最高容许浓度 5mg/m³     |                         | 《工作场所有害因素职业接触限值<br>第 1 部分：化学有害因素》<br>(GBZ2.1-2019)        |
| 退役废靶         | 退役废靶交有资质单位收贮、处置                            |                         | /                                                         |

表 8 环境质量和辐射现状

## 环境质量和辐射现状

### 1. 项目辐射环境现状监测

为了解项目建设所在地（隆回县人民医院城北数字化新院住院楼地下一层 B 区放疗科 2#直加机房，坐标：东经 111.005319° 北纬 27.133711°）及周围辐射环境现状背景水平，委托湖南宝宜工程技术有限公司于 2023 年 8 月 2 日对建设项目所在地周围环境的环境  $\gamma$  辐射剂量率进行检测，检测结果详见附件 8。

### 2. 监测方案及质量保证

#### （1）监测目的

该项目辐射环境现状监测的目的主要是为了解项目地点天然辐射水平。

#### （2）监测因子

环境地表  $\gamma$  辐射剂量率。

#### （3）监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

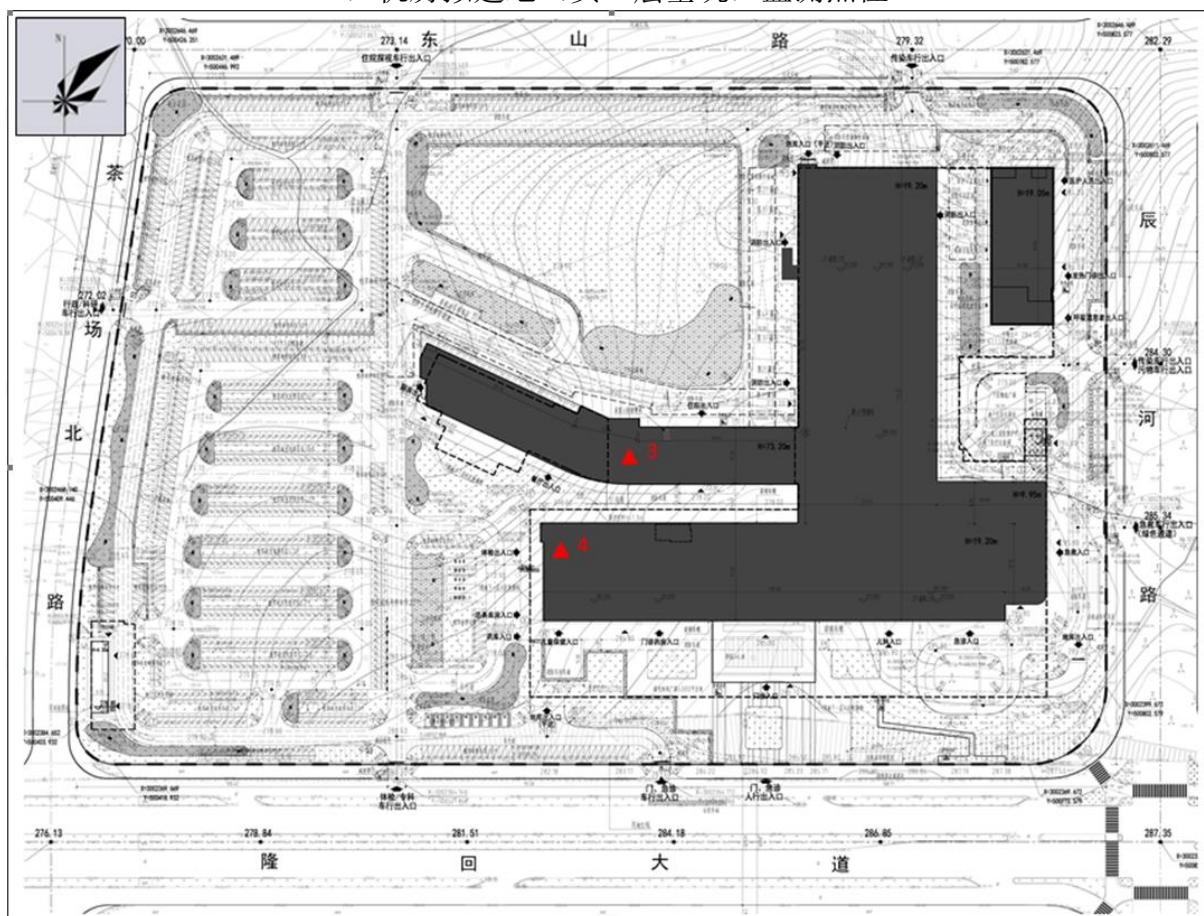
《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

#### （4）监测布点

监测点位主要考虑加速器机房及周边的环境地表  $\gamma$  辐射剂量率，共设置 4 个监测点位，监测点位布置示意图见图 8-1。



a) 机房拟建地（负一层基坑）监测点位



b) 项目拟建地（地面一层）监测点位

图 8-1 现状监测布点图

### (5) 监测布点及仪器

- ① 监测设备：X-γ 辐射检测仪（RJ38-1103 型）；

② 设备有效有效期：2022.10.13~2023.10.12；

③ 测量范围：0.01 $\mu$ Sv/h~600.00 $\mu$ Sv/h。

(6) 质量保证措施

① 监测仪器经计量部门检定并在检定有效期内。

② 测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好，并用检验源对仪器进行校验。

③ 监测方法采用国家有关部门颁布标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

④ 由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录。

⑤ 监测数据严格实行校对、校核、审定三级审核制度，专人负责质量保证及核查、检查工作。

(7) 监测结果及分析

表 8-1 现状监测监测结果 单位： $\mu$ Gy/h

| 序号 | 监测点位置         | 环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果 | 备注 |
|----|---------------|-------------------------|----|
| 1  | 2#加速器机房拟建地    | $0.066 \pm 0.005$       | 基坑 |
| 2  | 2#加速器机房控制室拟建地 | $0.071 \pm 0.004$       | 基坑 |
| 3  | 住院楼拟建地        | $0.096 \pm 0.004$       | 地面 |
| 4  | 门诊综合楼拟建地      | $0.092 \pm 0.004$       | 地面 |

注：①表内数据均未扣除宇宙射线响应值。

根据表 8-1 中的测量结果，本项目加速器机房拟建地及周围环境的环境地表  $\gamma$  辐射剂量率监测结果为 0.066~0.096 $\mu$ Gy/h，处于湖南省长沙市原野  $\gamma$  辐射剂量率范围内（32.9~117.3nGy/h），无异常。

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 1. 工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。因此，医用电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶进行照射，也可利用 X 线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。典型医用电子直线加速器示意图见图 9-1 所示。

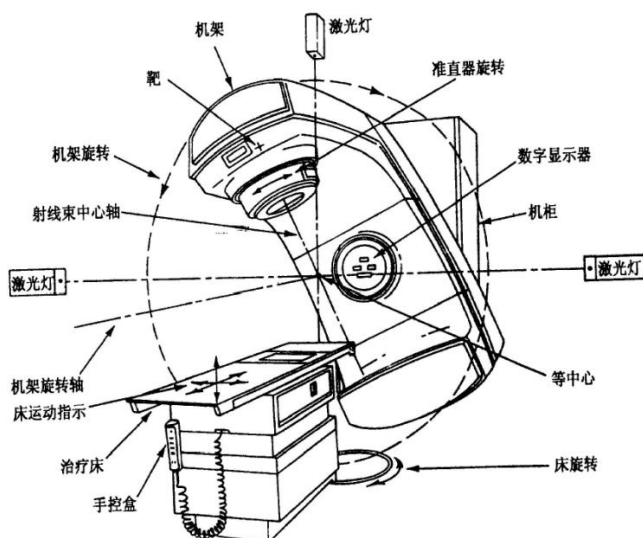


图 9-1 典型医用电子直线加速器示意图

### 2. 设备组成

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。医用电子直线加速器内部结构框图 9-2。

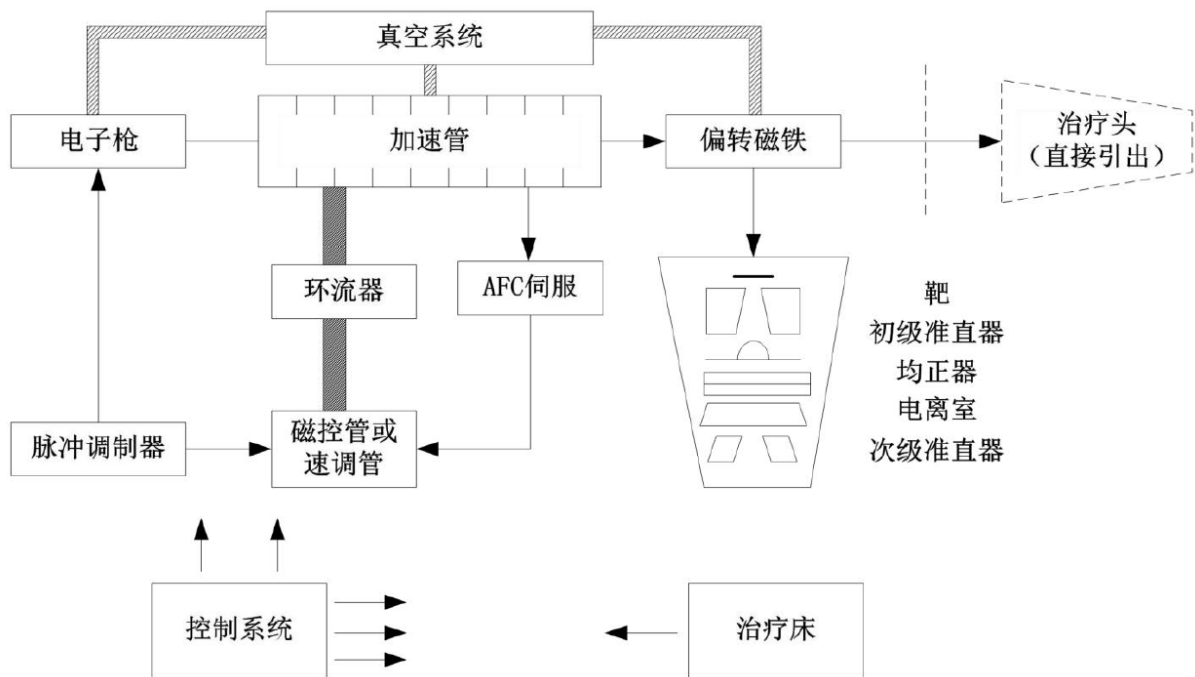


图 9-2 典型应用直线加速器内部结构图

### 3. 直线加速器基本参数

根据建设单位提供的资料，本项目医用电子直线加速器基本参数见下表。

表 9-1 本项目直线加速器基本参数一览表

|               |                                                          |
|---------------|----------------------------------------------------------|
| 新增设备          | 医用电子直线加速器                                                |
| 工作场所          | 放疗科 2#直加机房                                               |
| 场所规模          | 直线加速器机房 178.85m <sup>2</sup>                             |
| 设备型号          | Elekta Synergy                                           |
| 常用剂量率         | 600cGy/min                                               |
| 1m 处最大 X 线剂量率 | $3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ |
| 最大照射野         | 40cm×40cm                                                |
| 机架旋转范围        | 360°                                                     |
| 等中心点距机房地面高度   | 高度 124cm                                                 |
| 靶至等中心距离       | 100cm                                                    |
| X 射线泄漏率       | ≤0.1%                                                    |
| 额定能量和最大束流强度   | X 射线：6MV、10MV<br>电子线：6MeV、8MeV、10MeV、12MeV、15MeV         |

### 4. 工作方式

医用电子直线加速器有高能 X 射线及高能电子束两种射线束模式。电子直线加速器具有产生能量高、强度的 X 射线和电子线，一台电子直线加速器可以有 2 档、甚至 3 档能量的 X 射线和多档能量电子线供治疗选择。

**X 射线治疗模式：**加速管中高能电子束引出后，与靶作用产生 X 射线、经初级、次级

准直器限束准直，由均整器对射线强度进行补偿吸收，在患者体表形成一定照射面积、强度均匀分布的照射野。为了显示实际照射野大小，加速器机头内部设有灯光野指示系统，该系统由光源和反射镜片组成，光源产生的可见光通过反射镜反射，经次级准直器出射后照射到患者体表，指示照射野大小。线束均整器与次级准直器之间设有射线输出剂量监测电离室，用来监测射线强度及射野内剂量分布的对称性。低能档 X 射线用于治疗头颈及四肢部位肿瘤，高能档 X 射线用于治疗胸腹部较深部位肿瘤。

**电子束治疗模式：**加速器内的高能电子束引出后，经偏转穿过电子窗直接引出，用于临床电子束治疗。根据电子束易于散射的特性，采用散射箔技术将射线束展宽。射线箔采用金属薄片制成，一般采用铅，其厚度要达到能够使电子束完全散射，同时韧致辐射会少量的发生。散射箔设置在 X 射线均整器的位置，在选择电子束治疗模式时，均整器自动移开。电子束经散射箔扩展后，经次级准直器，电子束限光筒形成治疗用照射野。为了改善电子束照射野边缘剂量分布和减轻电子束限光筒重量，现代医用电子直线加速器电子束治疗模式采用与 X 射线相同的次级准直器自动跟随系统，当插入某一大小的电子束限光筒时，次级准直器自动开到与该限光筒匹配位置。对所使用的电子限光筒匹配位置，加速器出厂时已做调整，也可根据实际需求自行设定。除用作电子束旋转治疗以外，限光筒端面到治疗位置距离约为 3-5cm，保证电子束射野在皮肤表面的半影最小。

## 5. 工艺流程

（1）诊断和预约。病人经医生诊断、治疗正当性判断后，确定需要治疗的患者与肿瘤科预约登记，以确定模拟定位和治疗时间。

（2）进行定位。先通过模拟定位机（登记备案，不属于本次评价范围）对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位，确定肿瘤的具体位置和形状，确定治疗中心。

（3）制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。

（4）摆位人员进入加速器机房协助患者摆位。对患者定位、标记、调整照射角度及照射野，对非照射部位进行屏蔽防护。

（5）开机治疗，治疗完毕后，关闭加速器，医用电子直线加速器停止出束，打开机房防护门，病人离开机房，完成一次放射治疗。摆位人员 5min 后进行下一个患者摆位准备。

（6）当天工作结束后，将控制钥匙转达 OFF 位置，取出控制钥匙，同时记录机器使用

情况。

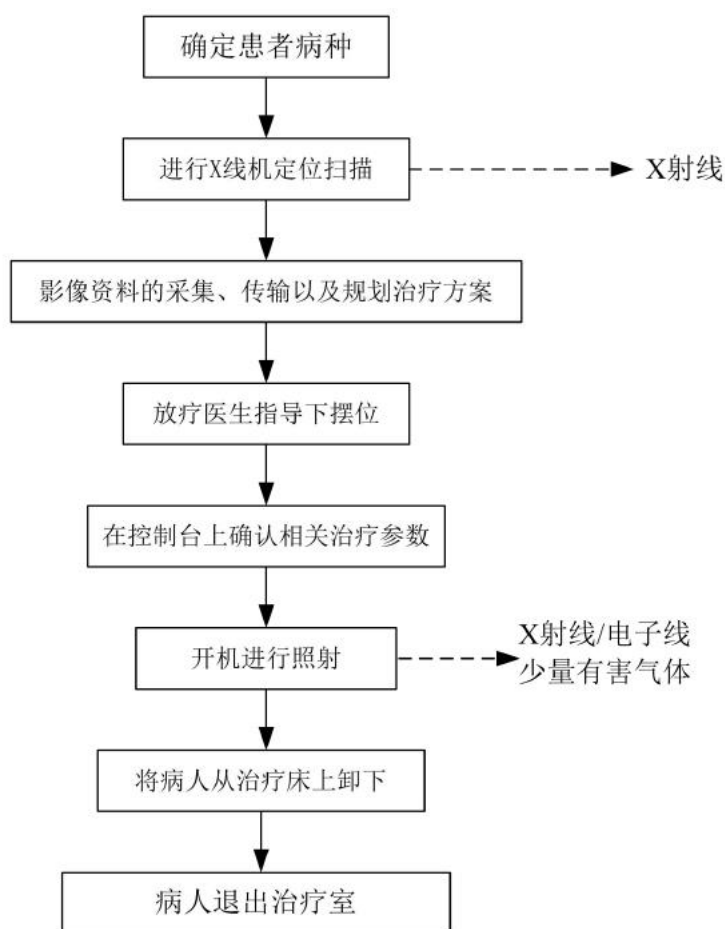


图 9-3 加速器治疗流程

## 污染源项描述

### 1. 正常产污环节

由加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生高能 X 射线。医用电子直线加速器在 10MV 以上的条件下工作时，加速器产生的 X 线或电子线，与物质作用都可能发生光致核反应 ( $\gamma, n$ )，产生中子和感生放射性物质，中子在慢化、吸收过程中都将放出  $\gamma$  射线，引起缓发辐射。此外，X 射线有很强的穿透力，能使周围物质电离、激发，与空气作用产生臭氧和氮氧化合物，使周围环境受到辐射污染和臭氧、氮氧化合物的影响。此时，主要的污染因子是 X 射线、电子线和有害气体（臭氧和氮氧化合物）。

综上所述，10MV 医用电子直线加速器对患者进行治疗时，对环境可能造成污染的因素：

X 射线模式下工作，主要是 X 射线；



电子模式下工作，主要是电子线，伴有少量 X 射线；

有害气体：臭氧和氮氧化物。

另外，加速器使用一定年限后，靶体需要更换，更换下来的退役靶交有资质单位处置。

## **2. 非正常工况**

1) 辐射工作人员或患者家属尚未撤离机房，加速器开启出束造成人员误照射。

2) 在门机联锁装置发生故障、联锁失效的情况下，防护门尚未完全关闭时工作人员即开启加速器出束，致使 X 射线发生泄漏，对周围人员造成不必要照射。

3) 控制系统出现故障，照射治疗不能停止，患者受到超计划外照射。

4) 在加速器进行检修的情况下，检修人员尚未撤出机房，辐射工作人员未对机房内进行检查即开启加速器出束，致使机房内检修人员受到超剂量照射。

5) 机房屏蔽结构劳损，加速器出束，致使 X 射线、电子束泄漏到机房外面，给周围的辐射工作人员和公众造成不必要照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1. 工作场所布局与分区

2#直加机房位于住院楼负一层西南角。2#直加机房所在楼层平面布局及分区图见图 10-1。

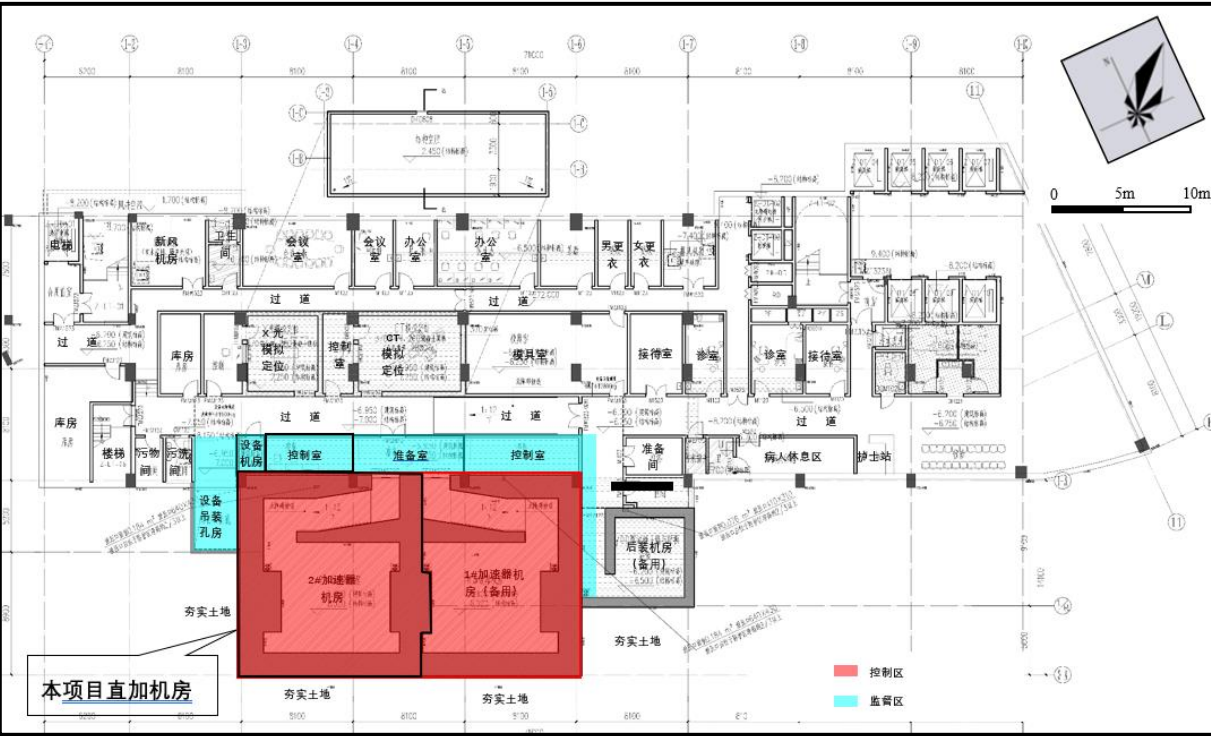


图 10-1 加速器机房一层平面布局及分区示意图

由图 10-1 可知，2#直加机房南侧、西南侧为地下夯实土地；东侧为 1#直加机房（备用）、后装机房（备用），北侧紧邻设备机房、控制室、准备室，西北侧紧邻设备吊装孔房。直线加速器机房拟按要求采取辐射防护措施，设于负一层放疗科的西南端；直加机房与控制室、设备机房、准备室等其他房间分离，实行隔室操作；且加速器有用线束主射方向为向东/向西/向上/向下，照射方向避开了控制室、准备室，故布局符合《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）中的要求，项目布局合理。

1.2 工作场所辐射防护分区

为加强辐射工作场所的管理，避免人员误闯或受到误照，应对项目场所划定控制区和监督区，进行分区管理。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中控制区和监督区的定义如下：控制区为在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区为未被确定为控制区、通常

不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。结合定义与现场实际，本项目控制区和监督区划分见表 10-1，示意图见图 10-1。

表 10-1 本项目场所控制区和监督区的划分

| 分区  | 区域                                                | 管理要求                                                                                                    |
|-----|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 控制区 | 1#、2#直加机房屏蔽墙内区域                                   | ①采取一系列的放射防护与安全措施，设置联锁装置、工作状态指示灯及辐射警示标识等设施；<br>②严格限制人员随意出入控制区，在诊断和治疗设备的调试和日常诊疗过程中，当处于诊疗状态时，控制区内无关人员不得滞留。 |
| 监督区 | 设备机房、控制室、准备室、设备吊装孔房及其北侧、直加机房东侧屏蔽墙外 1m、西北侧屏蔽墙外 1m。 | 对该区不采取专门的辐射防护手段及安全措施，但需要对职业照射条件进行监督和评价。                                                                 |

## 2. 辐射防护屏蔽设计

本项目使用 1 台 Elekta Synergy 医用电子直线加速器，设于 2#直加机房内，机房长×宽×高为 14.6m×12.25m×8.2m（内高 4.52~5.32m），内部使用面积为 99.76m<sup>2</sup>（不含迷道）。等中心位距离机房地面 1.24m。

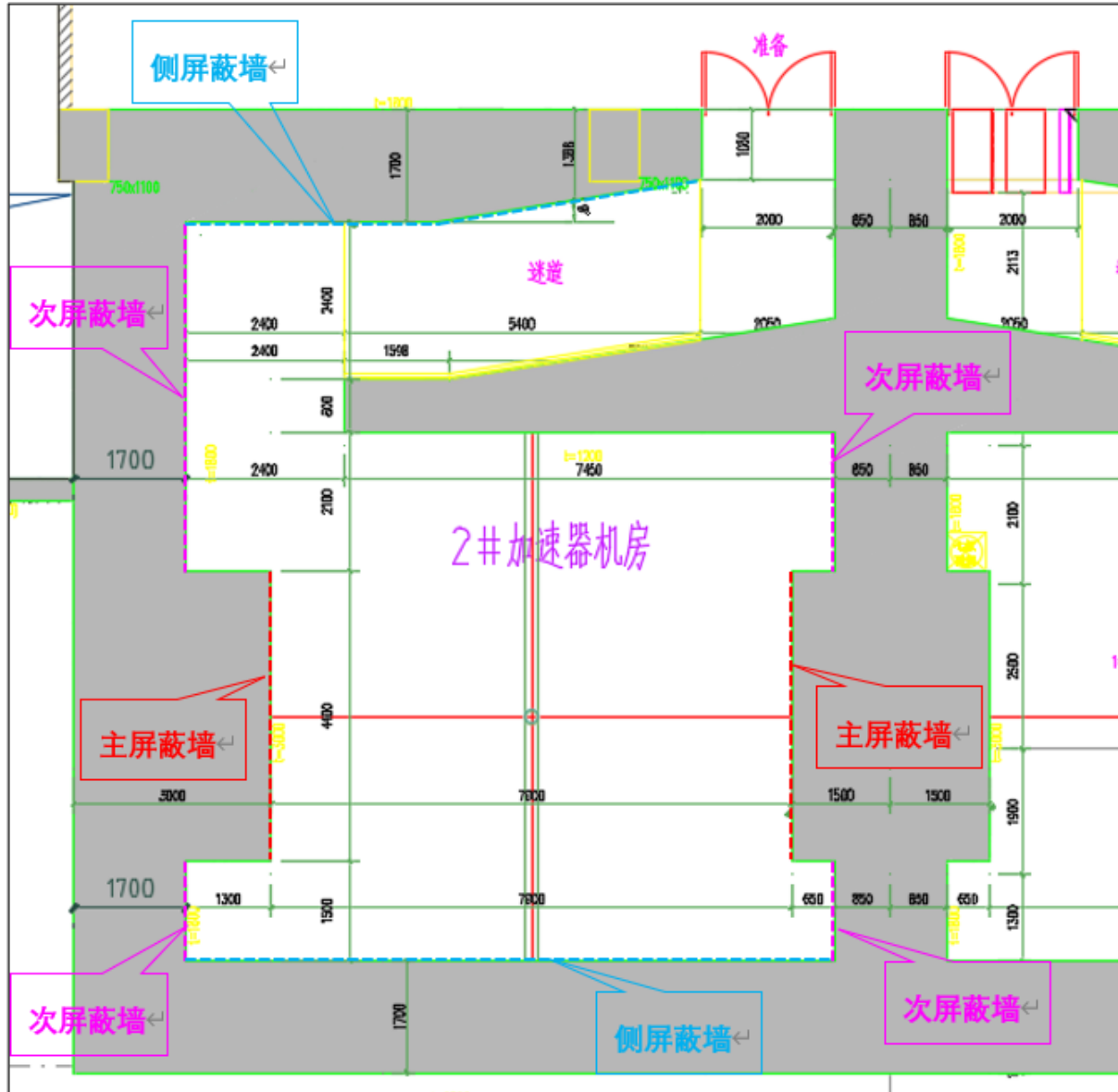
本项目主要考虑机房对 X 射线的屏蔽防护，分为主屏蔽墙、次屏蔽墙、侧屏蔽墙。加速器投照方向分为向东、向西、向下和向上。主屏蔽墙包括东墙、西墙与屋顶，主屏蔽墙受到来自加速器有用线束的直接照射。与主屏蔽墙相连区域为次屏蔽区域南墙和北侧迷路内墙和迷路外墙均系侧屏蔽防护部分。次屏蔽墙主要考虑加速器漏射线与散射线的防护。侧屏蔽墙的屏蔽主要考虑加速器漏射线的防护。机房采用 L 型迷路，有用线束不向迷路照射。机房各方向的屏蔽情况见表 10-2 和图 10-2。

表 10-2 2#加速器机房屏蔽防护设计参数一览表

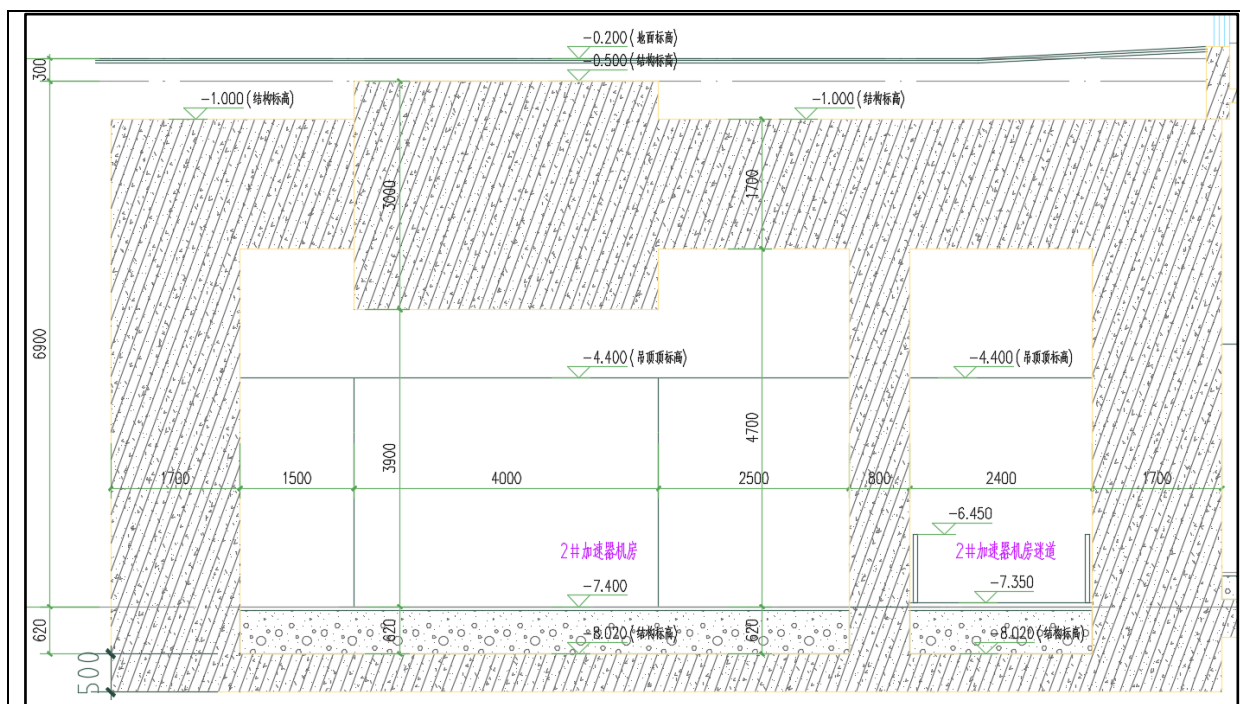
| 参数          | 2#直加机房                                           |
|-------------|--------------------------------------------------|
| 长×宽×高（外部尺寸） | 14.6m×12.25m×8.2m（内高 4.52~5.32m）                 |
| 东侧屏蔽墙       | 主屏蔽区 3000mm 厚混凝土，次屏蔽区 1700mm 厚混凝土，主屏蔽宽度 4400mm。  |
| 南侧屏蔽墙       | 1700mm 厚混凝土                                      |
| 西侧屏蔽墙       | 主屏蔽区 3000mm 厚混凝土，次屏蔽区 1700mm 厚混凝土，主屏蔽带宽度 4400mm。 |
| 北侧屏蔽墙       | 迷道外墙：1060~1700mm 厚混凝土<br>迷道内墙：800~1727mm 厚混凝土    |
| 顶部          | 主屏蔽区 3000mm 厚混凝土，次屏蔽区 1700mm 厚混凝土，主屏蔽宽度 4000mm。  |
| 防护门         | 防护门：2300×2520（长×高），标准要求：10mmPb                   |
| 迷道类型        | L 型                                              |
| 通风          | 2000m <sup>3</sup> /h                            |
| 机房面积        | 99.76 m <sup>2</sup> （不含迷道）                      |

注 1：混凝土密度不低于  $2.35\text{g/cm}^3$ ；铅的密度不低于  $11.34\text{g/cm}^3$ 。

注 2：。加速器机房门洞尺寸：2000mm（宽）×2300mm（高），机房门尺寸：2300mm（宽）×2520mm（高）。机房门与门洞的左搭接宽度为 150mm，右搭接宽度为 150mm，上搭接宽度为 110mm，下搭接宽度为 110mm。机房门与墙之间的缝隙为 10mm。加速器机房的防护门两侧的搭接宽度大于缝隙的 10 倍。



a) 2#直加机房平面剖面图



b) 2#直加机房侧面剖面图

图 10-2 2#直加机房屏蔽防护图

建设单位应严格把控施工质量，保证混凝土密度 ( $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ) 达到防护要求值，要求施工单位在进行屏蔽墙体及屋顶混凝土捣制时应振捣密实，连续振捣，中间不能间断，以防止屏蔽墙及屋顶中间出现空隙，必要时采取降温措施，防止屏蔽墙及屋顶之间应温差效应出现裂缝而未能达到防护要求。

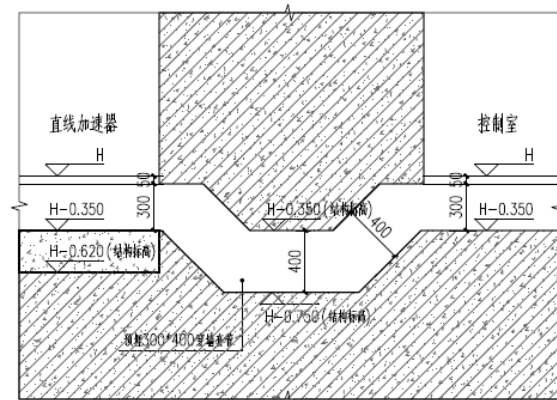
### 3. 辐射安全防护措施

#### 1) 机房的防护与安全措施

(1) 项目设计、施工和验收过程中，辐射防护设施将与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。加速器安装调试完成后，组织对机房辐射防护设施进行验收，包括辐射屏蔽、联锁和报警系统、辐射监测系统、通风系统等。机房辐射安全设施依照设计标准验收合格后，加速器方可正式运行。

(2) 购买有经验的商品混凝土搅拌站经配合实验后拌制的混凝土，混凝土浇筑时现场取样，检测其密度，委托有资质单位施工并进行施工质量的监理。

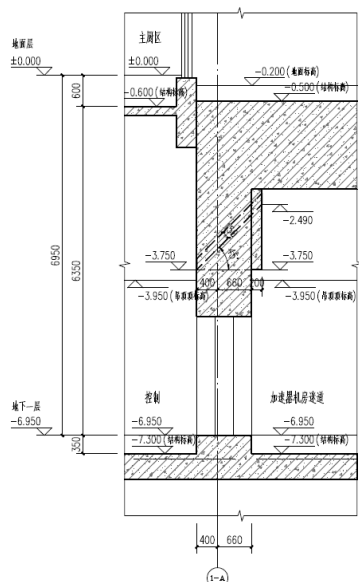
(3) 管线穿越屏蔽墙体要求：2#直加机房的电缆地沟不直接穿过防护墙，采用 U 型结构进入设备机房和控制室内，控制电缆布设于电缆沟内，不破坏屏蔽体结构，控制电缆的布设方式不会影响侧屏蔽墙的屏蔽效果。电缆沟的布置示意图见下图。



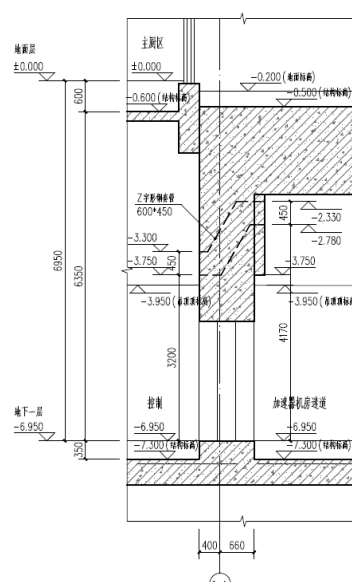
④ 电缆沟穿墙管大样 1:25

图 10-3 2#直线加速器机房电缆沟 U 型穿墙示意图

(4) 项目 2#直加机房采用机械送风、机械排风。依据上“上进风，下出风”的原则，进行排风口与送风口的设计，在直加机房北侧屏蔽墙离地 3.2m 处设置了送风口，排风量为 2000m<sup>3</sup>，机房净容积分别为 299.28m<sup>3</sup>，有效通风次数为 6.68 次/h，可满足机房内通风换气次数不小于 4 次的要求。通风管道穿墙处均采用 Z 字形斜向设计，机房排风管外口不朝向环境敏感点并远离空调进风口，排风管道外设计 L 型混凝土板，补偿通风管道穿墙对防护墙本身防护效果的影响。通风管穿墙的布置示意图见下图。



① 直线加速器冷媒管预埋钢套管DN150穿墙通风管大样 1:50



② 直线加速器空调新风/排风预留向上Z字形钢套管穿墙通风管大样 1:50

图 10-4 2#直加机房空调新风/排风 Z 字形穿墙示意图

(5) 机房内净空高度应同时满足加速器机身高度、上下滑轨、进风和回风管道、吊顶（含灯具、进风口和回风口、空调室内机）等叠加空间尺寸。适当降低迷道出入口

门洞高度，以减小散射面积，有利于减小铅门防护压力。

(6) 防护门和观察窗的生产、安装由有生产资质的厂家承担，其搭接长度不小于缝隙的 10 倍。

(7) 水冷系统：由于医用电子直线加速器在运行过程会产生大量的热量，为保证设备正常运转，采用自备水箱和水管闭路循环的蒸馏水冷却系统，其中冷却水应循环使用，不对周围环境造成影响。

#### (8) 安全联锁

机房入口处设置有防护门和迷路，防护门与加速器联锁。2#直加机房设置有多重联锁装置，以保护人员和设备安全，防止意外事故。

a) 迷道门联锁：为防止有人在加速器工作状态下误入加速器机房，出入口的迷道门和出束照射系统机型联锁，只有当防护门关闭，出束照射系统才能启动；反之，如果照射过程中防护门打开，系统将自动断电停止出束。

b) 系统联锁：当控制台计算机故障、加速管真空故障等加速器会自动出现系统联锁，不能发出射线。

c) 急停开关：除以上安全联锁控制外，在加速器机房内墙和控制室操作台分别设置紧急停束按钮。急停束按钮一经按下，系统将无条件关闭加速器束流，停止出束。同时设置手动应急，以防止以上两种联锁装置失效滞留在机房内人员的安全。

#### (9) 紧急开门开关

建设单位拟在 2#直加机房防护门内、外分别设置 1 处紧急开门开关。防护门拟安装安全防挤压装置。

(10) 直线加速器机房出束警告灯、警示标志、防护门有声、光报警装置；门框上方设有“正在工作”信号灯及电离辐射警示标志，警示人们此地属危险区域，不在此逗留。

(11) 视频监视、对讲系统：在直线加速器机房与控制室之间设置闭路电视和对讲设备，监控机房内医生与患者的活动情况。

(12) 机房内设置固定式剂量率仪以及时掌握运行过程中的剂量水平变化。当加速器运行后，工作人员应等待剂量率降低至本底水平后进入机房。

### 2) 安全操作及管理措施

(1) 医院配置固定式剂量报警仪和便携式剂量报警仪，进行环境辐射常规监测及

个人防护。

(2) 医院配置有合格的放射治疗医生、医学物理人员及操作技术人员。医学物理人员和操作技术人员应经过防护和加速器专业知识培训，并经过考核合格后方可上岗。

(3) 操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，禁止任意去除安全联锁，严禁在去除可能导致人员伤亡的安全联锁的情况下开机。

(4) 治疗期间，应有两名操作人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度。

(5) 治疗期间操作人员应密切注视控制台仪表及患者状况，发现异常及时处理，禁止操作人员擅自离开岗位。

(6) 加速器的控制设备有专人操作，使用的钥匙有专人保管。技术员离开控制室进入机房时，拔出钥匙，随身携带，防止他人误操作。

(7) 治疗期间，除接受治疗的患者外，加速器机房内不得有其他人员。

(8) 必须防止各类事故，万一发生意外，立即停止治疗，及时将患者移出辐射野，并注意保护现场，便于正确估算患者受照剂量，作出合理评价。

(9) 制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。

采取上述措施后，本项目 2#直加机房的辐射防护符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(H1198-2021) 的相关要求。

#### 4. 辐射防护用品及检测仪器

医院应严格规定相关辐射工作人员在辐射工作中做好个人的放射防护，并配备必要的防护用品、用具以达到辐射防护的目的。根据本次环评项目实际情况，需配备辐射防护用品及检测仪器见下表：

表 10-3 项目所需辐射防护用品及检测仪器一览表

| 工作场所   | 防护用品及检测仪器                                                                         |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 2#直加机房 | 固定式 X-γ 剂量监测仪 1 台、便携式 X-γ 剂量率仪 1 台、个人剂量报警仪 1 个，视频监控、对讲系统 1 套，个人剂量计 7 个（随人员从老院带过来） |

#### 5. 辐射防护与环保投资

本项目辐射防护与环保投资总计约 66 万元，约占总投资的 2.2%，详见下表。

表 10-4 环保投资一览表

| 序号 | 项 目 | 投资估算<br>(万元) | 备 注 |
|----|-----|--------------|-----|
|----|-----|--------------|-----|



|    |                                                                                        |    |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|
| 1  | 2#直加机房屏蔽设施、电离辐射警示标志、安全联锁装置、视频监控及对讲系统等                                                  | 50 | 拟配备 |
| 2  | 固定式 X- $\gamma$ 剂量监测仪（1 套）、便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪（1 台）、个人剂量报警仪（1 个）、个人剂量计（7 个，随人员从老院带过来） | 6  | 拟配备 |
| 3  | 机械通风系统（1 套、设计风量为 2000m <sup>3</sup> /h）                                                | 10 | 拟配备 |
| 合计 |                                                                                        | 66 | —   |

三废的治理（三废治理的设施、方案、预期效果；有废旧放射源的给出处理方案。）

### 1. 废气

本项目 2#直加机房设有机械排风，机房内换气次数不小于 4 次/h，产生的少量臭氧及放射性废气沿排气管道连接至楼顶排放，同时安装了空调辅助通风，在机房使用过程中，能有效排出机房内少量的臭氧和氮氧化物，对环境的影响较小。

### 2. 固体废物

1) 本项目放射性废物是加速器的废弃靶，只在加速器装置需要更换金属靶时才产生，换下的废靶均由加速器供应厂家直接回收，不在医院内存储。

2) 工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一收集并由环卫部门统一处理。

表 11 环境影响分析

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>建设阶段对环境的影响</b></p> <p>根据前节工程分析介绍，本项目施工期主要是加速器机房建设、加速器机房内部装修、设备安装的施工期影响，主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物及设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。</p> <p>1、扬尘及防治措施</p> <p>主要为加速器机房建设时的机械敲打、钻洞等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应做到：加强施工现场管理，适当加湿处理。</p> <p>2、废水及防治措施</p> <p>项目施工期不设置施工生活营地，施工人员来自为周边区域，施工人员生活污水依托民房化粪池处理后用作农肥，对水环境影响较小。</p> <p>3、噪声及防治措施</p> <p>主要来自于机房内混凝土浇注、装修及现场处理等。通过选取噪音低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。</p> <p>4、固体废物及防治措施</p> <p>主要为建筑垃圾、装修垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。生活垃圾以及装修垃圾经统一收集后交由环卫部门处理。</p> <p>本项目工程量小，施工期短，影响是暂时的，随着施工期的结束，其影响也将消失。通过采取相应的防治措施后，对外界的影响小。</p> <p>5、设备安装及调试过程环境影响</p> <p>本项目设备的安装和调试均在机房内完成，由厂家专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备，并应保证各屏蔽体屏蔽到位，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在机房门外设立辐射警示标志,禁止无关人员靠近，人员离开时机房必须保证防护门关闭并派人看守。</p> <p>本项目施工期对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。</p> |
| <p><b>运行阶段对环境的影响</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 1. 核技术利用项目概况

隆回县人民医院北城新院拟在 2#直加机房安装使用 1 台 Elekta Synergy 医用电子直线加速器。

## 2. 剂量关注点选取

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分:电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)4.1 关注点的选取原则“通常在治疗机房外、距机房外表面 30cm 处,选择人员受照的周围剂量当量可能最大的位置作为关注点。在距治疗机房一定距离处,公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也是需要考虑的关注点”,本次选取加速器机房屏蔽墙外 30cm 处、屋顶、控制室、准备室、屏蔽范围内公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置作为剂量关注点,共 10 个关注点。剂量关注点情况详见表 11-1,示意图见图 11-1、图 11-2。

表 11-1 剂量关注点情况一览表

| 关注点序号 | 关注点位置                | 位置特征      | 人员类别   |
|-------|----------------------|-----------|--------|
| A     | 西侧主屏蔽墙外 0.3m         | 地下夯实土层    | 人员无法到达 |
| B     | 东侧主屏蔽墙外 0.3m         | 1#加速器机房内部 | 公众     |
| C     | 西侧与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 设备吊装孔用房   | 公众     |
| D     | 东侧与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 1#加速器机房内部 | 公众     |
| L     | 屋顶主屏蔽墙外 0.3m         | 地面一层室外空地  | 公众     |
| M     | 屋顶与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 地面一层室外空地  | 公众     |
| E     | 南侧侧屏蔽墙外 0.3m         | 地下夯实土层    | 人员无法到达 |
| F     | 北侧侧屏蔽墙外 0.3m         | 设备机房      | 辐射工作人员 |
| K     | 迷路外墙外 0.3m           | 控制室       | 辐射工作人员 |
| G     | 北侧防护门外 0.3m          | 准备室       | 公众     |

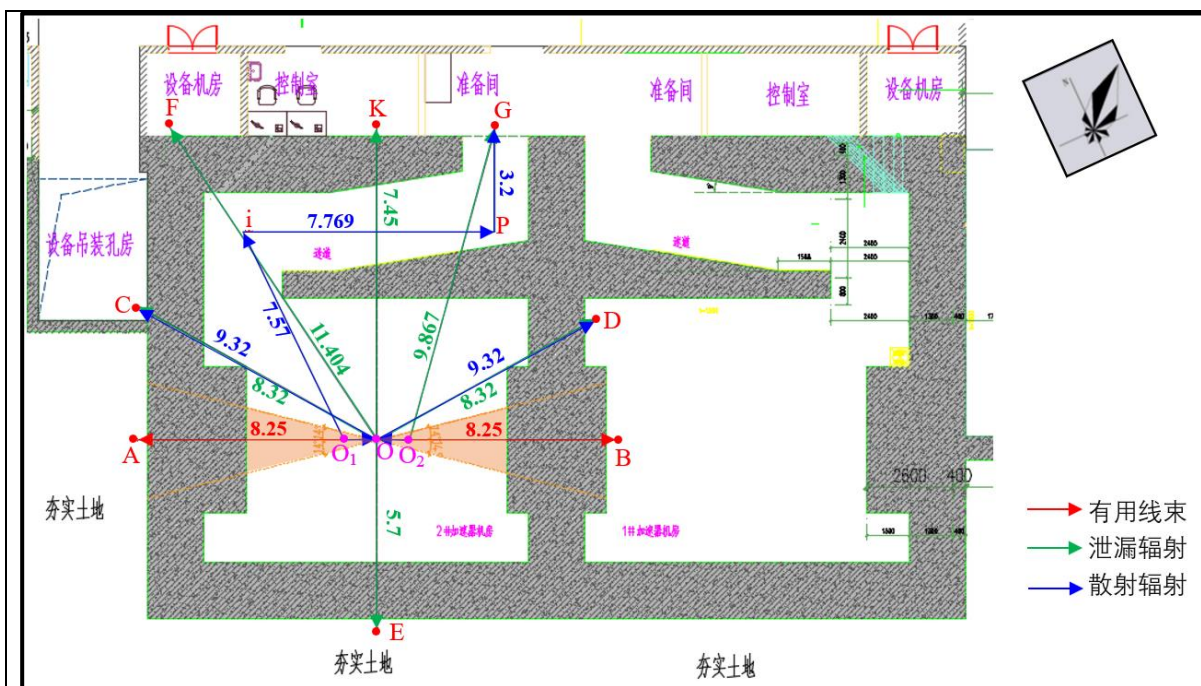


图 11-1 2#直加机房剂量关注点示意图

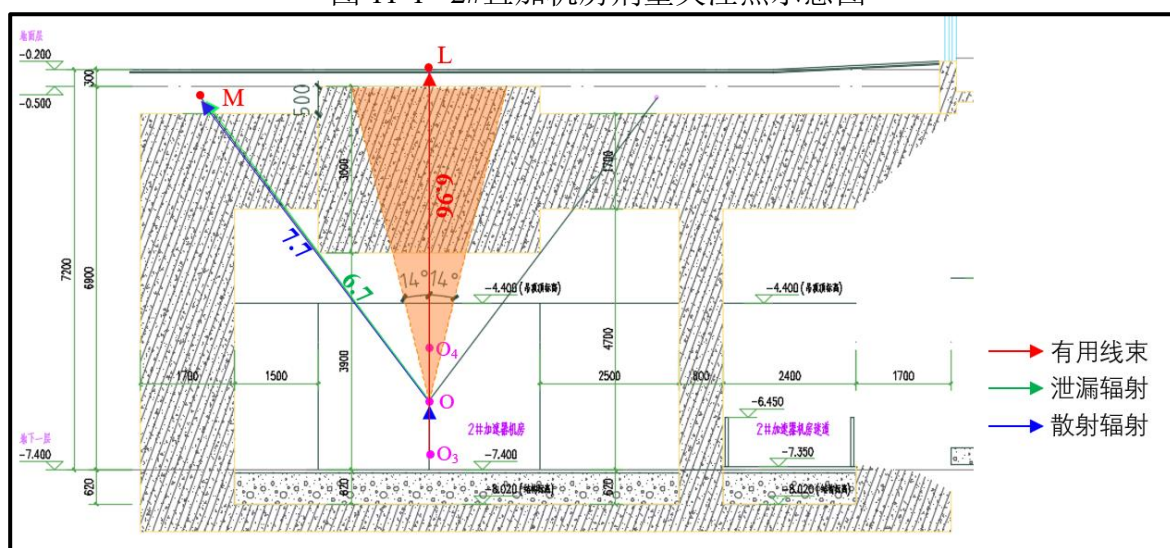


图 11-2 2#直加机房屋顶剂量关注点示意图

### 3. 射线路径及射线类型

本项目使用的加速器 X 射线能量最大为 10MV、电子线能量最大为 15MeV。由于电子束的穿透能力远小于 X 射线，对治疗 X 射线的屏蔽机房完全满足电子束的要求。

电子束治疗时平均束流为 nA 量级，X 射线治疗时平均束流为  $\mu$ A 量级，电子束治疗时产生的韧致辐射远小于 X 射线治疗时的辐射，即使电子能量（15MeV）大于 X 射线的最大能量（10MV），对屏蔽电子束的韧致辐射所需的厚度也低于对 X 射线的屏蔽要求。同时由于电子射线射程短，穿透能力弱，所以加速器对四侧墙体、屋

顶、地面的环境影响分析主要考虑 X 射线的影响。考虑对 X 射线的屏蔽防护，分为主屏蔽墙、次屏蔽墙和侧屏蔽墙。

(1) 加速器投照方向分为向东、向西、向下、向上，主屏蔽墙包括东墙、西墙与屋顶。主屏蔽墙受到来自加速器有用线束的直接照射，因此主屏蔽墙考虑对 X 射线初始射线直接照射部分的屏蔽。

(2) 与主屏蔽墙相连的次屏蔽区，应考虑泄漏辐射和患者散射辐射的复合作用。

(3) 南墙和北侧外墙均系侧屏蔽墙，考虑对 X 射线漏射线的屏蔽。

(4) 2#直加机房采用 L 型迷道，迷道入口主要考虑对 X 射线初始辐射的散射线和泄漏辐射的散射线的防护。

本项目各剂量关注点处的路径及类型见下表。

表 11-2 2#直加机房各剂量关注点处的射线路径及类型情况

| 关注点序号 | 关注点位置                | 射线路径                    | 辐射类型   | 距源点或散射点距离 (m)  |
|-------|----------------------|-------------------------|--------|----------------|
| A     | 西侧主屏蔽墙外 0.3m         | O <sub>2</sub> -A       | 有用线束   | 8.25           |
| B     | 东侧主屏蔽墙外 0.3m         | O <sub>1</sub> -B       | 有用线束   | 8.25           |
| C     | 西侧与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | O-C                     | 泄漏辐射   | 8.32           |
|       |                      | O <sub>2</sub> -O-C     | 一次散射辐射 | 9.43           |
| D     | 东侧与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | O-D                     | 泄露辐射   | 7.54           |
|       |                      | O <sub>1</sub> -O-D     | 一次散射辐射 | 8.54           |
| L     | 屋顶主屏蔽墙外 0.3m         | O <sub>3</sub> -L       | 有用线束   | 6.96           |
| M     | 屋顶与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | O-M                     | 泄露辐射   | 6.7            |
|       |                      | O <sub>3</sub> -O-M     | 一次散射辐射 | 7.7            |
| E     | 南侧侧屏蔽墙外 0.3m         | O-E                     | 泄露辐射   | 5.7            |
| F     | 北侧侧屏蔽墙外 0.3m         | O-F                     | 泄露辐射   | 7.45           |
| K     | 迷路外墙外 0.3m           | O-K                     | 泄露辐射   | 11.404         |
| G     | 北侧防护门外 0.3m          | O <sub>2</sub> -G       | 泄漏辐射   | 9.867          |
|       |                      | O <sub>2</sub> -O-i-P-G | 三次散射辐射 | 7.57/7.769/3.2 |

#### 4. 加速器机房有用线束屏蔽墙宽度分析

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZT201.2-2011）附录 D.1.2.5 给出的有用线束主屏蔽区半宽度计算公式如下：

$$Y = (100 + a + X_2) \operatorname{tg} 14^\circ + 30 \quad (\text{内凸}) \quad (\text{式 11-1})$$

$$Y = (100 + a + X_1 + X_2) \operatorname{tg} 14^\circ + 30 \quad (\text{外凸}) \quad (\text{式 11-2})$$

式中:

Y——主屏蔽区半宽度, cm;

$X_1$ ——次屏蔽墙(顶)厚度, cm;

$X_2$ ——主屏蔽墙多于次屏蔽墙厚度, cm;

$a$ ——等中心点到最近主屏蔽墙的垂直距离, cm。

主束屏蔽墙宽度计算参数及结果见表 11-1。

表 11-3 有用线束屏蔽墙宽度计算参数及结果

| 名称 | $a(\text{cm})$ | $X_1(\text{cm})$ | $X_2(\text{cm})$ | $\theta(^{\circ})$ | 计算半宽度<br>$Y(\text{cm})$ | 设计半宽度<br>(cm) |
|----|----------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| 西墙 | 395            | /                | 130              | 14                 | 156.0                   | 220           |
| 东墙 | 395            | 235              | 65               | 14                 | 198.4                   | 220           |
| 屋顶 | 266            | 250              | 50               | 14                 | 166.3                   | 200           |

由上表计算结果可知, 2#加速器机房西侧、东侧、屋顶主屏蔽墙设计半宽度满足要求。

## 5. 辐射剂量率预测分析

### 5.1 预测公式

采用《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) 中相应的计算模式及相关参数进行计算, 具体如下:

#### (1) 有效屏蔽厚度

$$X_e = X \cdot \sec \theta \quad (\text{式 11-3})$$

式中:  $X$ ——屏蔽物质厚度, m;

$X_e$ ——有效屏蔽厚度, m;

$\theta$  ——入射线与屏蔽物质平面的垂线之间的夹角。

#### (2) 屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \quad (\text{式 11-4})$$

式中:  $B$ ——辐射屏蔽透射因子;

$TVL_1$ ——辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度, cm;

$TVL$  ——辐射在屏蔽物质中的平均什值层厚度, cm。

#### (3) 有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 f}{R^2} \cdot B \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

$\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ （以  $\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{min}$  为单位的值乘以  $6 \times 10^7$ ）；本项目 10MV 直线加速器常用最高剂量率为  $600\text{cGy}/\text{min}$ ，则本项目  $\dot{H}_0 = 6 \times 1 \times 6 \times 10^7 = 3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ 。

$f$ ——对有用束为 1，对泄露辐射为泄漏辐射比率，为 0.001；

$R$ ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

#### （4）患者一次散射辐射的屏蔽与剂量估算

主要考虑患者体表的散射辐射，根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）“5 屏蔽估算方法”中式（8），有用线束经患者身体一次散射后透过屏蔽体至关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot \left(\frac{F}{400}\right)}{R_s^2} \cdot B \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

$\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

$\alpha_{ph}$ ——患者  $400\text{cm}^2$  面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m 处的剂量比例，又称  $400\text{cm}^2$  面积上的散射因子。根据 GBZ/T201.2-2011 附录 B 表 B.2 查询可得，X 射线  $30^\circ$  散射角的散射比为  $3.18 \times 10^{-3}$ ；

$F$ ——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积  $\text{cm}^2$ 。本项目为  $1600\text{cm}^2$ 。

$R_s$ ——患者（位于等中心点）至关注点的距离，cm；

TVL——平衡时的什值层厚度，cm。根据 GBZ/T201.2-2011 附录 B 表 B.4 查询可知，10MV X 射线  $30^\circ$  散射角对应的什值层为 28cm。

#### （5）加速器（ $\leq 10\text{MV}$ ）机房迷路散射辐射屏蔽与剂量估算

迷道口处散射剂量率计算公式：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot \left(\frac{F}{400}\right)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \frac{\alpha_3 \cdot A_3}{R_3^2} \cdot \dot{H}_0 \quad (\text{式 11-7})$$

式中：

$\dot{H}_g$ ——入口处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_o$ ——加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

$F$ ——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积  $\text{cm}^2$ 。本项目为  $1600\text{cm}^2$ ；

$A$ ——i 处的散射面积， $\text{m}^2$ ；

$A_3$ ——P 处的散射面积， $\text{m}^2$ ；

$\alpha_{ph}$ ——患者  $400\text{cm}^2$  面积上的散射因子，通常取  $45^\circ$  散射角的值。根据 GBZ/T201.2-2011 附录 B 表 B.2 查询可得  $\alpha_{ph}$  为  $1.35\times 10^{-3}$ ；

$\alpha_2$ ——混凝土墙入射的患者散射辐射的散射因子，通常取 i 处的入射角为  $45^\circ$ ，散射角为  $0^\circ$ ，根据 GBZ/T201.2-2011 附录 B 表 B.3 查询可得：患者散射辐射的平均能量为  $0.5\text{MeV}$ ；再查 GBZ/T201.2-2011 附录 B 表 B.6 查询可得  $\alpha_2$  为  $22.0\times 10^{-3}$ ；

$\alpha_3$ ——从以后的混凝土墙散射出来的 X 射线的散射因子，按保守方式计算，假设以后所有散射过程是相同的，即患者散射辐射的平均能量为  $0.5\text{MeV}$ ，则  $\alpha_3$  按保守方法取值为  $22.0\times 10^{-3}$ ；

$R_1$ ——“O-i”之间的距离，m；

$R_2$ ——“i-P”之间的距离，m；

$R_3$ ——“P-G”之间的距离，m。

#### (6) 迷道防护门的辐射剂量率的投射系数

$$\dot{H} = \dot{H}_g \cdot 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{og} \quad (\text{式 11-8})$$

式中：

$TVL=0.5\text{cm}$ （铅）

$\dot{H}_o$ ——参考点剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_{og}$ —— $O_1$  位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在 G 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_g$ —— $G_2$  入口处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

#### 5.2 预测参数选取、计算

主屏蔽墙、侧屏蔽墙、迷道内墙、迷道外墙及防护门屏蔽计算各项参数取值如下表所示。

表 11-4 有用线束、漏射辐射剂量率计算参数表

| 参数          | 单位                                       | 取值                         | 备注                 |
|-------------|------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| $\dot{H}_o$ | $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ | $3.6\times 10^8$           | 最高剂量               |
| R           | m                                        | 8.25 ( $O_2$ -A、 $O_1$ -B) | 辐射源点至东、西主屏蔽墙外关注点距离 |



|                 |                  |    |                          |                               |
|-----------------|------------------|----|--------------------------|-------------------------------|
|                 |                  | m  | 6.96 (O <sub>3</sub> -L) | 辐射源点至顶棚主屏蔽墙外关注点距离             |
|                 |                  | m  | 5.7 (O-E)                | 辐射源点至南侧屏蔽墙外关注点距离              |
|                 |                  | m  | 7.45 (O-F)               | 辐射源点至迷路外墙关注点距离                |
|                 |                  | m  | 11.404 (O-K)             | 辐射源点至北侧屏蔽墙外关注点距离              |
|                 |                  | m  | 7.45 (O <sub>2</sub> -G) | 辐射源点至迷道口关注点距离                 |
| f               |                  | /  | 1                        | 有用线束                          |
| f               |                  | /  | 0.001                    | 漏射线束                          |
| 主射线             | TVL <sub>1</sub> | cm | 41                       | GBZ/T201.2-2011 附录 B 表 B.1 查出 |
|                 | TVL              | cm | 37                       |                               |
| 90°<br>泄漏<br>辐射 | TVL <sub>1</sub> | cm | 35                       |                               |
|                 | TVL              | cm | 31                       |                               |

表 11-5 患者一次散射辐射剂量率计算参数表

| 参数             | 单位                      | 取值                  | 备注                                          |
|----------------|-------------------------|---------------------|---------------------------------------------|
| $\dot{H}_0$    | μSv · m <sup>2</sup> /h | 3.6×10 <sup>8</sup> | 常用最高剂量                                      |
| R <sub>s</sub> | m                       | 8.21 (O-C)          | 辐射源点至西主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外关注点距离                     |
|                | m                       | 8.21 (O-D)          | 辐射源点至东主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外关注点距离                     |
|                | m                       | 6.7 (O-M)           | 辐射源点至顶棚主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外关注点距离                    |
| $\alpha_{ph}$  | /                       | 0.00318             | 散射因子, 从 GBZ/T201.2-2011 第 2 部分附录 B 表 B.2 查出 |
| F              | cm <sup>2</sup>         | 40*40               | 设备实际参数                                      |
| TVL            | cm                      | 28                  | 从 GBZ/T201.2-2011 第 2 部分附录 B 表 B.4 查出       |

表 11-6 2#直加机房迷路散射辐射剂量率计算参数表

| 参数             | 单位                      | 取值                  | 备注                                                                                                |
|----------------|-------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\dot{H}_0$    | μSv · m <sup>2</sup> /h | 3.6×10 <sup>8</sup> | 常用最高剂量                                                                                            |
| R <sub>1</sub> | m                       | 7.57 (O-i)          | 测量出                                                                                               |
| R <sub>2</sub> | m                       | 7.769 (i-P)         | 测量出                                                                                               |
| R <sub>3</sub> | m                       | 3.2 (P-G)           | 测量出                                                                                               |
| A              | m <sup>2</sup>          | 28.20               | 计算出                                                                                               |
| A <sub>3</sub> | m <sup>2</sup>          | 16.88               | 计算出                                                                                               |
| $\alpha_{ph}$  | /                       | 0.00135             | 散射因子, 从 GBZ/T201.2-2011 第 2 部分附录 B 表 B.2 查出 (X 射线能量 10MV, 散射角 45°)                                |
| $\alpha_2$     | /                       | 0.022               | 散射因子, 结合 GBZ/T201.2-2011 第 2 部分附录 B 表 B.3 和表 B.6, 查出 (患者散射辐射的平均能量为 0.5MeV, 散射入射角度 45°, 散射出射角度 0°) |
| $\alpha_3$     | /                       | 0.022               | 散射因子, 从 GBZ/T201.2-2011 第 2 部分附录 B 表 B.6 查出 (患者散射辐射的平均能量 0.5MeV, 散射入射角度 45°, 散射出射角度 0°)           |

### 5.3 辐射剂量率预测结果

根据式 11-3~式 11-8, 代入参数计算各剂量关注点的辐射剂量率, 计算结果详见

表 11-7。

表 11-7 各关注点周围剂量当量率预测结果一览表 单位:  $\mu\text{Sv/h}$ 

| 关注点序号 | 位置                   | 辐射类型   | 屏蔽体                   |                       |                        | 剂量率预测值               |                       | 剂量率标准限值<br>$\mu\text{Sv/h}$ |
|-------|----------------------|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
|       |                      |        | 厚度 X                  | 有效屏蔽厚度 Xe             | 入射角 $\theta$           | 屏蔽后 $\mu\text{Sv/h}$ | 总贡献值 $\mu\text{Sv/h}$ |                             |
| A     | 西侧主屏蔽墙外 0.3m         | 有用线束   | 300cm 混凝土             | 300cm 混凝土             | $0^\circ$              | 5.29E-02             | 5.29E-02              | 2.5                         |
| B     | 东侧主屏蔽墙外 0.3m         | 有用线束   | 300cm 混凝土             | 300cm 混凝土             | $0^\circ$              | 5.29E-02             | 5.29E-02              | 2.5                         |
| C     | 西侧与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 泄漏辐射   | 170 cm 混凝土            | 170 cm 混凝土            | $30^\circ$             | 3.48E-03             | 9.02E-03              | 2.5                         |
|       |                      | 一次散射辐射 | 170 cm 混凝土            | 195 cm 混凝土            | $30^\circ$             | 5.54E-03             |                       |                             |
| D     | 东侧与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 泄漏辐射   | 170 cm 混凝土            | 170 cm 混凝土            | $30^\circ$             | 4.24E-03             | 1.08E-02              | 2.5                         |
|       |                      | 一次散射辐射 | 170 cm 混凝土            | 195 cm 混凝土            | $30^\circ$             | 6.60E-03             |                       |                             |
| L     | 屋顶主屏蔽墙外 0.3m         | 有用线束   | 300cm 混凝土             | 300cm 混凝土             | $0^\circ$              | 1.86E-02             | 1.86E-02              | 100                         |
| M     | 屋顶与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 泄漏辐射   | 170 cm 混凝土            | 170 cm 混凝土            | $37^\circ$             | 3.68E-04             | 8.53E-02              | 100                         |
|       |                      | 一次散射辐射 | 170 cm 混凝土            | 212 cm 混凝土            | $37^\circ$             | 4.85E-04             |                       |                             |
| E     | 南侧侧屏蔽墙外 0.3m         | 泄漏辐射   | 170 cm 混凝土            | 170 cm 混凝土            | $0^\circ$              | 4.89E-02             | 4.89E-02              | 2.5                         |
| F     | 北侧侧屏蔽墙外 0.3m         | 泄漏辐射   | 170 cm 混凝土            | 170 cm 混凝土            | $33^\circ$             | 4.114E-03            | 4.114E-03             | 2.5                         |
| K     | 迷路外墙外 0.3m           | 泄漏辐射   | 247cm 混凝土             | 247cm 混凝土             | $0^\circ$              | 9.403E-05            | 9.403E-05             | 2.5                         |
| G     | 北侧防护门外 0.3m          | 泄漏辐射   | 151.8 cm 混凝土 +10mm 铅板 | 151.8 cm 混凝土 +10mm 铅板 | $15^\circ$             | 4.21E-02             | 1.69E-01              | 2.5                         |
|       |                      | 三次散射辐射 | 10mm 铅板               | 10mm 铅板               | $45^\circ$ / $0^\circ$ | 1.26E-01             |                       |                             |

注：泄漏辐射的屏蔽材料有效厚度（Xe）保守按垂直的最短厚度计。

由表 11-7 可知，2#直加机房四侧屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门外、控制室、屋顶的辐射剂量率为  $9.403 \times 10^{-5} \sim 0.69 \mu\text{Sv/h}$ ，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)中的要求，即“加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于

2.5μSv/h。”的规定。

### 6. 年有效剂量预测分析

根据建设单位提供资料，本项目医用电子直线加速器计划每天治疗 10 名患者，每周治疗 50 名患者，每名患者平均治疗照射时间为 6min，则辐射工作人员周受照时间为 5h，年受照时间为 250h。

根据《放射治疗机房辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZT201.1-2007)中附表 A.1 不同场所的居留因子的描述，确定项目不同场所的居留因子。

表 11-8 不同场所的居留因子

| 场所   | 居留因子 $T$ |          | 示例                                                                                                                       |
|------|----------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | 典型值      | 范围       |                                                                                                                          |
| 全居留  | 1        | 1        | 管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域                                                                     |
| 部分居留 | 1/4      | 1/2~1/5  | 1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室<br>1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室                                                                          |
| 偶然居留 | 1/16     | 1/8~1/40 | 1/8: 各治疗室门<br>1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室<br>1/40: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯 |

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B1.3.3、附录 J4.13、J4.17 和《辐射防护基础》(李星洪主编)公式 2.35 可得人员年受照剂量估算公式如下：

$$H_E = H \times T \times t \times N \times U \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-9})$$

式中：

$H_E$ ——X- $\gamma$  射线外照射人均年受照剂量，mSv/a；

$H$ ——周围剂量当量率，μSv/h；

$t$ ——年照射时间，h/a；

$T$ ——居留因子；

$U$ ——使用因子，本项目全部保守按 1 考虑；

$N$ ——调强因子。泄漏辐射需考虑调强因子， $N=5$ 。

人员受照剂量仅考虑辐射工作人员和公众人员居留处，根据式 11-9 计算各关注点处的年有效剂量，计算结果见表 11-9。

表 11-9 各关注点年有效剂量计算参数及结果

| 关注点<br>序号 | 位置                   | 居留因子<br>T | 剂量率<br>$\mu\text{Sv/h}$ | 年有效剂量<br>$\text{mSv/a}$ | 人员性质   |
|-----------|----------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|--------|
| A         | 西侧主屏蔽墙外 0.3m         | /         | 5.29E-02                | /                       | /      |
| B         | 东侧主屏蔽墙外 0.3m         | 1/16      | 5.29E-02                | 8.26E-04                | 公众     |
| C         | 西侧与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 1/16      | 9.02E-03                | 3.59E-04                | 公众     |
| D         | 东侧与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 1/16      | 1.08E-02                | 4.34E-04                | 公众     |
| L         | 屋顶主屏蔽墙外 0.3m         | 1/4       | 1.86E-02                | 1.16E-03                | 公众     |
| M         | 屋顶与主屏蔽墙相连的次屏蔽墙外 0.3m | 1/4       | 8.53E-02                | 1.45E-04                | 公众     |
| E         | 南侧侧屏蔽墙外 0.3m         | /         | 4.89E-02                | /                       | /      |
| F         | 北侧侧屏蔽墙外 0.3m         | 1         | 4.114E-03               | 5.14E-03                | 辐射工作人员 |
| K         | 迷路外墙外 0.3m           | 1         | 9.403E-05               | 1.18E-04                | 辐射工作人员 |
| G         | 北侧防护门外 0.3m          | 1/16      | 1.69E-01                | 5.27E-03                | 公众     |

注：根据《放射治疗机房辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZT201.1-2007)中附表 A.1，西侧主屏蔽墙、南侧侧屏蔽墙均为夯实土地，人员无法达到；东侧主屏蔽墙外、东侧次屏蔽墙外为 1#加速器机房内部，暂时闲置，居留因子均取 1/16；西侧次屏蔽墙外为设备吊装孔所在地，人员偶然逗留，居留因子均取 1/16；迷路防护门外人员偶然逗留，居留因子均取 1/16；2#直加机房屋顶主屏蔽墙外、屋顶次屏蔽墙外为地面一层绿化带，人员偶然逗留，居留因子取 1/4；其他关注点，经常有人停留的地方，居留因子取 1。

由上表可知，辐射工作人员受照最大年有效剂量为  $5.14 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，公众受照最大年有效剂量为  $5.27 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 关于“剂量限值”的要求，也低于本报告提出的辐射工作人员年剂量约束限值  $2 \text{mSv/a}$  和公众人员年剂量约束限值  $0.1 \text{mSv/a}$  要求。

## 7. 加速器运行时产生的 $\text{O}_3$ 和氮氧化物分析

空气中的  $\text{O}_2$  在  $\gamma$  光子的作用下，生成自由基，与空气中的  $\text{O}_2$  结合生成  $\text{O}_3$ ， $\text{O}_3$  是与辐射相关的非辐射危害因素。 $\text{O}_3$  的主要毒性是氧化作用，对粘膜有很强的刺激作用，中毒症状为肺功能下降，呼吸道感染、鼻炎等。氮氧化物主要引起神经毒性的症状和体征：嗜睡、精神萎靡、注意力涣散、记忆力减退、四肢麻木、小腿肌痉挛等。

### (1) 臭氧产量计算

电子束在轰击靶时，空气被部分电离或激发从而产生臭氧。假设加速器运行期间机房有通风，臭氧无分解，且在机房内均匀分布。根据《辐射所致臭氧的估算与分析》(中华放射医学与防护杂志 Vol. 2, P101, 1994)，加速器辐射所致  $\text{O}_3$  的产额估算方法如下：

## 1) 估算方法

### ① 有用线束所致 O<sub>3</sub> 的产额

$$P=2.43 \times D_0 (1-\cos\theta) \times R \times G \quad (\text{式 11-10})$$

式中:

$P$ ——O<sub>3</sub> 的产额, mg/h;

$D_0$ ——辐射有用束在距靶 1m 处的输出量, 本项目为 6Gy·m<sup>2</sup>/min;

$R$ ——靶到屏蔽物(墙)的距离, m;

$G$ ——空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O<sub>3</sub> 分子数, 文献估算时取值为 10;

$\theta$ ——有用束的半张角, 14°。

### ② 泄漏辐射的 O<sub>3</sub> 产额

将泄漏辐射视为 4 $\pi$  方向均匀分布的点源(包括有用线束区限定的空间区), 并考虑机房壁的散射线使室内的 O<sub>3</sub> 产额增加 10%, 泄漏辐射的 O<sub>3</sub> 产额可用下式计算:

$$P=3.32 \times 10^{-3} \times D_0 \times G \times V^{1/3} \quad (\text{式 11-11})$$

式中:

$V$ ——加速器机房的体积, 约 299.28m<sup>3</sup>; 其余符号同上。

### ③ O<sub>3</sub> 的浓度

在实际工作中, 加速器机房内的产生臭氧一部分由通风系统排到室外, 另一部分自然分解。空气中臭氧的平均浓度可用下式计算:

$$Q=\frac{P}{V} \times \frac{t_v \cdot t_d}{t_v+t_d} \quad (\text{式 11-12})$$

式中:

$Q$ ——加速器机房内最高饱和臭氧浓度, mg/m<sup>3</sup>;

$V$ ——加速器机房的体积, m<sup>3</sup>;

$t_v$ ——加速器机房换气一次所需通风时间, h;

$t_d$ ——O<sub>3</sub> 的分解时间, 通常取 0.83h。

## 2) 估算结果

### ① O<sub>3</sub> 的产额

本项目加速器的参数及 O<sub>3</sub> 的产额计算结果见表 11-10。

表 11-10 本项目直线加速器的参数及 O<sub>3</sub> 的产额

| 工作场所 | $D_0$<br>(Gy·m <sup>2</sup> /min) | $R$<br>(m) | $\theta$<br>(°) | $V$<br>(m <sup>3</sup> ) | 有用线束<br>O <sub>3</sub> 产额<br>(mg/h) | 泄漏辐射<br>的 O <sub>3</sub><br>产额<br>(mg/h) | 总的 O <sub>3</sub><br>产额<br>(mg/h) |
|------|-----------------------------------|------------|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
|------|-----------------------------------|------------|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|

|        |   |      |    |        |       |      |       |
|--------|---|------|----|--------|-------|------|-------|
| 2#直加机房 | 6 | 3.96 | 14 | 299.28 | 17.11 | 1.33 | 18.44 |
|--------|---|------|----|--------|-------|------|-------|

② O<sub>3</sub> 的浓度

2#直加机房每小时通风换气次数为 6.68 次计算，则  $t_v=0.150h$ 。按公式 11-12 计算可得 2#直加机房内 O<sub>3</sub> 最大饱和浓度计算结果见表 11-11。

表 11-11 2#直加机房内的 O<sub>3</sub> 最大饱和浓度

| 工作场所   | $t_v$ (h) | $t_d$ (h) | P (mg/h) | V (m <sup>3</sup> ) | Q (mg/m <sup>3</sup> ) |
|--------|-----------|-----------|----------|---------------------|------------------------|
| 2#直加机房 | 0.15      | 0.83      | 18.44    | 299.28              | $7.8 \times 10^{-3}$   |

由表 11-10、表 11-11 可知，加速器运行时 O<sub>3</sub> 产额为 18.44mg/h，设计的通风换气次数为 6.68 次/小时，则 2#直加机房内 O<sub>3</sub> 最大饱和浓度均为  $7.8 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$ ，满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中“工作场所空气中臭氧最大容许浓度为  $0.3 \text{mg/m}^3$ ”的规定。

(2) 氮氧化物的分析

在多种氮氧化物（NO<sub>x</sub>）中，以 NO<sub>2</sub> 为主，其产额约为 O<sub>3</sub> 的一半，工作场所中的限值为 O<sub>3</sub> 浓度的 1.5 倍，《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的外部环境中 NO<sub>2</sub> 的浓度限值与 O<sub>3</sub> 相近，可见 NO<sub>x</sub> 的危害小于 O<sub>3</sub>，在 O<sub>3</sub> 浓度能满足标准要求的情况下，氮氧化物的浓度也能满足标准要求。

**事故影响分析**

**1. 可能发生的辐射事故**

本项目医用电子直线加速器位于 2#直加机房内，工作过程中只要保证足够的屏蔽墙防护，且严格执行各种操作规范并落实各项辐射防治措施，在正常放射诊断过程中对机房外的环境辐射影响在允许范围之内。

本项目主要发生的辐射事故包括以下情况：

- 1) 辐射工作人员或患者家属尚未撤离机房，加速器开启出束造成人员误照射。
- 2) 在门机联锁装置发生故障、联锁失效的情况下，防护门尚未完全关闭时工作人员即开启加速器出束，致使 X 射线发生泄漏，对周围人员造成不必要照射。
- 3) 控制系统出现故障，照射治疗不能停止，患者受到超计划外照射。
- 4) 在加速器进行检修的情况下，检修人员尚未撤出机房，辐射工作人员未对机房内进行检查即开启加速器出束，致使机房内检修人员受到超剂量照射。
- 5) 机房屏蔽结构劳损，加速器出束，致使 X 射线、电子束泄漏到机房外面，给

周围的辐射工作人员和公众造成不必要照射。

## 2、防范措施

为了杜绝事故发生，建设单位拟设置门机联锁、紧急停机按钮、剂量联锁等安全设施及其它各项辐射防护措施，制定详细的安全管理制度和安全操作规程，并加强员工安全教育和培训，严格按照操作规程进行作业，确保安全。具体如下：

（1）本项目辐射工作人员上岗前须参加辐射安全与防护培训并考核合格，持证上岗。

（2）应根据实际情况建立健全辐射防护管理机构、规章制度和操作规程，并对工作人员做好培训。

（3）建立完善的辐射事故应急措施。不断增强应急处理能力，责任到人，将事故和危害降到最低限度。

（4）定期检查医用电子直线加速器的安全联锁系统，确保其系统正常运行，出现隐患及时排除；定期检查送、排风系统，确保其处于良好状态。

（5）辐射工作人员均要求佩戴常规个人剂量计，进入控制区要求佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，报警仪报警，操作人员应立即按下急停开关，并立即向辐射防护负责人报告。

（6）定期测量 2#直加机房周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括控制室操作台和周围毗邻区域人员居留处。当测量值高于参考控制水平时，终止治疗工作并向辐射防护负责人报告。

（7）治疗诊断工作结束后，辐射工作人员将控制台的钥匙交科室负责人妥善保管，并做好安全记录。

（9）设置冗余、多重的安全装置，采用多样化的部件，以保证当某一部件或系统发生故障时，检查系统均能建立起一种安全状态。

（10）维修人员进行维修时，需佩戴个人剂量报警仪，可及时发现出束现象并进行紧急停机。

（11）按照《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》中《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-033）的要求做好自查并记录。

（12）制定《辐射事故应急预案》，发生辐射事故时，立即启动应急预案，采取

应急措施，并向环境保护主管部门和安监部门报告。

### **3. 应急处置措施**

本项目辐射事故应急措施主要包括以下几个方面：

（1）第一时间切断加速器主机电源，紧急停止加速器工作，现场人员应迅速撤至安全区域，保护现场，通知辐射防护人员和应急小组。

（2）立即启动本单位的《辐射事故应急预案》，应急小组成员应迅速分析查明发生事故的原因、时间、影响范围等。应急小组对受照情况作出初步判断，是否构成事故等级。如果构成事故等级，立即通知当地生态环境主管部门和应急管理部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（3）对可能受放射性污染或损伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施。

（4）积极配合生态环境保护部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

（5）事故未解决，现场未达到安全状态，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。出现故障的经有专业技术人员维修，经有资质的检测机构对其进行检测，合格后方可启用，达不到要求不得投入使用。

（6）纠正和整改。

一旦有辐射事故发生，应及时处理，严格按辐射事故处理规定等要求，同时上报生态环境主管部门，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，使辐射危害控制在最小范围之内。



表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1. 辐射安全与环境保护管理领导小组

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律、法规的要求，隆回县人民医院已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，由法人（王小军）担任第一责任人，设 2 名组长，7 名副组长，11 名小组成员，全面负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，成员组成详见表 12-1。

表 12-1 医院辐射安全与环境保护管理机构及专（兼）职管理人员表

| 管理人员 | 姓名   | 性别 | 学历 | 职务或职称 | 工作部门  | 专职/兼职 |
|------|------|----|----|-------|-------|-------|
| 组长   | 刘清华  | 男  | 硕士 | 党委书记  | 院办    | 兼职    |
|      | 王小军  | 男  | 硕士 | 院长    | 院办    | 兼职    |
| 副组长  | 隆牧   | 男  | 本科 | 副院长   | 院办    | 兼职    |
|      | 马英浩  | 男  | 本科 | 副院长   | 院办    | 兼职    |
|      | 吴凤清  | 女  | 本科 | 纪委书记  | 院办    | 兼职    |
|      | 王永华  | 男  | 硕士 | 副院长   | 院办    | 兼职    |
|      | 戴江华  | 男  | 硕士 | 副院长   | 院办    | 兼职    |
|      | 邓云帆  | 男  | 本科 | 副院长   | 院办    | 兼职    |
|      | 彭玉华  | 女  | 本科 | 公会主席  | 院办    | 兼职    |
| 成员   | 陈雪梅  | 女  | 本科 | 副主任   | 预防保健科 | 专职    |
|      | 刘鑫权  | 男  | 本科 | 主任    | 放射科   | 兼职    |
|      | 周多亮  | 男  | 本科 | 主治医师  | CT 室  | 兼职    |
|      | 马剑伟  | 男  | 本科 | 主治医师  | 放射科   | 兼职    |
|      | 申辉   | 男  | 本科 | 主治医师  | CT 室  | 兼职    |
|      | 王安民  | 男  | 本科 | 主任    | 综治办   | 兼职    |
|      | 李文功  | 男  | 本科 | 副主任   | 总务科   | 兼职    |
|      | 欧阳洁琼 | 女  | 本科 | 主任    | 设备科   | 兼职    |
|      | 刘尊贵  | 男  | 本科 | 主任    | 影像科   | 兼职    |
|      | 丁旭   | 男  | 本科 | 主治医师  | 放射科   | 兼职    |
|      | 王建勇  | 男  | 本科 | 主治医师  | 放射科   | 兼职    |

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》，环保部令第 47 号第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

根据表 12-1 可知，本院专兼职人员均有一定的学历和管理能力，满足《放射性同

位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》关于管理人员配置的要求。

## 2. 职业人员的辐射安全与防护培训和再培训计划

（1）根据生态环境部 2019 年第 57 号公告《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》：自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，必须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，考核成绩合格后，方可上岗。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

通过辐射安全与防护培训考核的在岗辐射工作人员，每五年需再次参加核技术利用辐射安全与防护考核，内容包括辐射安全防护的相关法规和标准、辐射防护知识、辐射监测仪器、行政审批管理、辐射安全监管、放射性废物管理、辐射事故应急、辐射式管理分析等，经考试合格后方可继续从事放射工作（考核专业为放射治疗）。

### （2）辐射工作人员的配置及培训情况

为满足放射工作和安全的需要，建设单位根据要求拟配置 7 名辐射工作人员。本环评要求建设单位应按照上述要求安排所有辐射工作人员进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，且考核成绩必须合格。

做到所有从事辐射工作的人员均持证上岗。同时，通过辐射安全与防护培训考核的在岗人员，每五年须再次参加并通过辐射安全与防护培训考核，方可继续从事放射工作。

医院拟配备专职人员负责辐射安全管理工作，在加速器工作时，至少有 2 名操作人员同时在场；本环评要求隆回县人民医院配备的辐射工作人员及管理人员必须在项目运营前参加辐射安全培训考核合格，并进行职业健康体检，配置个人剂量计等防护仪器，否则不得上岗。

此外，医院还应做到：

1）所有防护与安全有关人员均经适当培训并具有相应的资格，使之能理解自己的责任，并能以正确的判断和按照所规定的程序履行职责；在辐射工作人员通过辐射安全与防护培训考核后，辐射工作人员均将每五年再次参加并通过考核。

2）按照行之有效的人机工程学原则设计设备和制定操作程序，使设备的操作或使用尽可能简单，从而使操作错误导致事故的可能性降至最小，并减少误解正常和异常工况指示信号的可能性；

3) 安排专人负责个人剂量监测管理, 建立辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料, 操作人员佩戴个人剂量计, 每 2~3 个月对医院辐射工作人员进行个人剂量监测;

4) 组织辐射工作人员每两年进行一次身体健康检查, 建立个人健康档案, 辐射工作人员上岗前和离岗后也应进行职业健康检查。

### **3. 辐射工作人员的健康管理及个人剂量监测管理**

医院应建立辐射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时和应急的健康检查制度。按照相关规定, 每 1~2 年组织医院辐射工作人员进行职业健康检查, 并建立辐射工作人员职业健康档案, 档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见, 并妥善长期保存。如辐射工作人员未一直从事放射工作, 档案保存期 30 年, 如辐射工作人员一直从事辐射工作, 档案保存至 75 岁。

根据生态环境部令第 20 号、原环境保护部令第 18 号中对工作人员个人剂量的要求, 医院应为每名工作人员配置个人剂量计, 定期组织工作人员进行个人剂量监测, 发现个人剂量监测结果异常的, 应当立即核实和调查, 并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。医院还应安排专人负责个人剂量监测管理, 建立辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。根据中华人民共和国卫生部令第 55 号《放射工作人员职业健康管理辦法》(2007 年 11 月 1 日) 规定, 建立并终生保存个人剂量监测档案。

### **辐射安全管理规章制度**

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》, 使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、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;有完善的辐射事故应急措施。

医院针对目前已开展的核技术利用项目已制定了以下相关制度:

(1) 医院已成立辐射安全与环境保护管理领导小组, 负责日常辐射防护与安全工作。

(2) 医院从管理上和人员配备上进行全面考虑, 已制定辐射安全管理制度, 包括:《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《放射安全操作规程》、《辐射安全管理制度》、《放射防护与安全保卫管理制度》、《放射安全防护设备维护与维修制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射监测计划》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射检测仪器使用与校检

管理制度》、《岗位职责》、《放射防护用品使用登记管理制度》、《受检者防护制度》、《放射设备检修维护制度》、《介入手术室工作制度》、《DSA 操作规程》、《CT 操作规程》、《DR 摄影操作规程》、《数字肠胃机操作规程》、《移动式 C 形臂 X 射线机操作规程》、《乳腺机操作规程》、《双能 X 射线骨密度仪操作规程》、《口腔 CBCT 操作规程》、《辐射事故应急预案》，具体内容详见附件 10、附件 11。

针对本次使用的医用电子直线加速器，医院暂未制定相关制度，为保障放射性同位素及射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》中列出的应建立的管理制度，本次环评建议医院制定如下制度：《辐射安全管理规定》、《直线加速器操作规程》、《《直线加速器辐射安全防护设施的维护与维修制度》等，同时，将本项目辐射工作人员列入现有健康管理制度及个人剂量监测制度中；目前医院制订了《辐射事故应急预案》，为现有的核技术利用项目制定，本次环评建议医院应根据本次项目运行实际需要，补充直线加速器的相关内容，并按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》(国务院令 第 449 号(2005) )、《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，2019 年 7 月 11 日修订，2019 年 8 月 22 日施行)等现行要求修改，全面完善和健全各项规章制度，更新《辐射事故应急预案》。

按照上述要求制定相应制度后，医院制定的应急预案内容较为详实，操作性较强，基本能满足项目需要。

## 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日修改)等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

医院必须配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对医院使用的射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所外环境的监测。

### 1. 个人剂量监测

①辐射工作人员工作时需佩戴个人剂量计，每 2~3 个月对医院辐射工作人员进行个人剂量监测，个人剂量监测周期最长不应超过 90 天。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即停止进行辐射工作，同时核实和调查监测结果异常原因，并将有关情况及

时报告辐射安全许可证发证机关。

②医院设置专人负责个人剂量管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。根据中华人民共和国卫生部令第 55 号《放射工作人员职业健康管理办法》（2007 年 11 月 1 日）规定，建立并终生保存个人剂量监测档案。

## 2. 辐射工作人员的职业健康监护

对已经从事放射工作的职业人员进行的经常性医学检查，按照《放射工作人员职业健康管理办法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）的规定执行，医院应为辐射工作人员建立个人健康档案，档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见，放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案。

## 3. 工作场所监测

使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可委托有资质的单位进行监测。

### （1）设备安装调试阶段

加速器安装、调试时，由安装调试的辐射工作人员在最大工况下对辐射工作场所进行全面的辐射监测，评估辐射安全状况，确保辐射水平达标。

### （2）运行阶段

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《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）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），监测方案详见下表。

表 12-2 环境监测方案

| 机房     | 监测项目                  | 点位布设                                        | 监测频次  |
|--------|-----------------------|---------------------------------------------|-------|
| 2#直加机房 | X- $\gamma$ 辐射周围剂量当量率 | 机房四周屏蔽墙外 30cm 处、机房上方、控制室、设备机房、观察窗、防护门、其他关注处 | 1 次/月 |

## 4. 环境监测

建设单位应委托有能力的监测机构对本项目加速器运行工况下，周围环境的辐射水平进行监测，并出具监测报告，妥善保存。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《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）、《放射诊断放

射防护要求》（GBZ130-2020），监测方案详见下表。

表 12-3 工作场所监测方案

| 机房     | 监测项目                  | 点位布设                                        | 监测频次  |
|--------|-----------------------|---------------------------------------------|-------|
| 2#直加机房 | X- $\gamma$ 辐射周围剂量当量率 | 机房四周屏蔽墙外 30cm 处、机房上方、控制室、设备机房、观察窗、防护门、其他关注处 | 1 次/年 |

### 辐射事故应急

建设单位已成立辐射事故应急机构，包括应急领导组、应急技术组和应急救援组，明确各相关责任人及其职责，明确相关应急程序及应急部门的联系电话。辐射事故应急机构将承担组织、开展应急救援工作，其主要职责是辐射事故应急处理。

为有效预防、处理运行过程中可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，建设单位已制定《辐射事故应急预案》，确定辐射事故应急机构的组成和职责，明确事故应急行动的原则，应急程序和应急救援预案通讯联络方式。本次新增医用电子直线加速器，医院应根据本次项目运行实际工作需要，补充医用直线加速器的相关内容。

一旦出现事故，采取以下应急措施：

（1）发生辐射事故时，应紧急停机，迅速控制事故发展，消除事故源，及时启动并组织实施应急方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场，迅速向内部管理部门报告，并在 2 小时时间内填写《辐射事故初始报告表》向生态环境主管部门及卫生行政部门报告。

报告联系电话如下：

医院辐射安全管理办公室电话：0739-8244600

院总值班室电话：0739-8232854

市公安局电话：110

市生态环境局电话：12369（24 小时）

省生态环境厅电话：0731-85698110

省辐射医疗救治中心电话：0731-85303162

（2）对可能受到辐射伤害人员，事故单位应当立即将其送至当地卫生部门指定的医院或者有条件救治辐射伤病人的医院，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。

（3）配合相关部门作好事故调查处理，并作好事故的善后工作。

(4) 查找事故原因, 排除事故隐患, 总结事故发生、处理事故、防止事故的经验教训, 杜绝事故的再次发生。

同时建设单位应当加强日常事故演习及放射事故的预防工作, 辐射工作管理及操作人员树立良好的辐射防护安全意识, 培养良好的安全意识。包括以下几点:

①辐射工作人员必须加强专业知识学习, 加强防护知识培训, 避免犯常识性错误。加强职业道德修养, 增强责任感, 严格遵守操作规程和规章制度。

②严格执行建设项目三同时制度, 消除潜在的事故隐患, 保证辐射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

③加强辐射安全防护知识的宣传工作, 开展法规教育, 按规定每年至少组织一次辐射事故处置应急演练。

④工作场所张贴辐射事故应急处置规程, 配备维护工具箱、辐射剂量监测报警仪、紧急急停开关和个人防护用品。

## 从事辐射活动能力评价

### 1. 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修改) 符合情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修改), 使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证, 应当具备下列条件。建设单位从事辐射活动能力的评价详见表 12-4。

表 12-4 从事辐射活动能力评价

| 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求具备条件                                                                                | 建设单位情况                                                                                   | 是否符合 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| (一) 使用 I 类、II 类、III 类放射源, 使用 I 类、II 类射线装置的, 应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。 | 医院已设置专门的辐射安全与环境保护管理机构, 全面负责辐射安全与环境保护管理工作。                                                | 符合   |
| (二) 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。                                                                 | 医院(老院)即将安装一台医用直线加速器, 医院拟配备相应辐射工作人员, 承诺做到持证上岗, 待本项目将该台医用电子直线加速器搬至新院后, 相应辐射工作人员也同步调配至新院工作。 | 符合   |
| (三) 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。                                                                 | 本项目不涉及放射性同位素方面的内容。                                                                       | 不涉及  |
| (四) 放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。                                                           | 项目拟建专用 2#直加机房, 屏蔽能力满足相应辐射防护的要求。机房设有多项安全保护联锁及紧急停机                                         | 符合   |

|                                                                                                                                                  |                                                                         |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                  | 按钮，以防止意外照射的发生。                                                          |              |
| （五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。                                                                                                 | 医院已配备便携式 X-γ 剂量率仪，以满足对辐射工作场所的常规监测。同时医院拟委托有辐射水平监测资质单位每年对工作场所周围的辐射水平进行监测。 | 建设单位按承诺落实后符合 |
| （六）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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。                                                                                 | 医院已制定一系列辐射安全管理规章制度，拟根据要求在项目开展前制定有关医用电子直线加速器制度并同步更新部分现有制度。               | 建设单位按承诺落实后符合 |
| （七）有完善的辐射事故应急措施。                                                                                                                                 | 医院已编制《辐射事故应急预案》，拟根据要求在项目开展前修改完善。                                        | 建设单位按承诺落实后符合 |
| （八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。 | 本项目运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物，且不涉及使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗等业务。                   | 不涉及          |

建设单位应进一步加强辐射安全管理，制定落实各项辐射安全管理制度和辐射防护措施，严格执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》提出的有关要求，以达到领取辐射安全许可证相应要求。

## 2. 与原环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》符合情况

原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照情况见表 12-5。

表 12-5 与“18 号令”安全和防护能力对照检查情况

| 原环境保护部令第 18 号要求具备条件                                                                                                                                      | 医院落实情况                                                                             | 是否符合         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。 | 医院拟建专用 2#直加机房，屏蔽能力满足相应辐射防护的要求。加速器机房设有多项安全联锁，加速器机房外设置醒目的电离辐射警示标志和中文警示说明，并安装工作状态指示灯。 | 建设单位按承诺落实后符合 |
| 第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。                                        | 医院拟每年委托有资质单位对辐射工作场所进行辐射监测，并出具监测报告；定期对辐射环境进行自行监测，做好记录，并妥善保存。                        | 建设单位按承诺落实后符合 |



|                                                                                                                            |                                                                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。                                   | 医院对其射线装置的安全和防护进行年度评估，并于每年1月31日前报发证机关。                                                |  |
| 第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。               | 医院（老院）即将安装一台医用直线加速器，医院拟配备相应辐射工作人员，承诺做到持证上岗，待本项目将该台医用电子直线加速器搬至新院后，相应辐射工作人员也同步调配至新院工作。 |  |
| 第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。 | 医院已现有每名辐射工作人员配备个人剂量计并委托有资质单位承担个人剂量监测工作，并承诺按要求继续做到。                                   |  |

综上所述，建设单位承诺按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求采取辐射安全和防护管理措施，在落实各项措施后可满足管理办法要求。

### 3. 与核与辐射安全管理体系（第三层级）《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-033）对照情况

本项目 2#直加机房及加速器拟设置辐射安全防护设施和安全管理制度，与《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-033）对比结果见表12-6。

表 12-6 与《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》对照检查情况

| 《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》检查内容 |          |                | 建设单位情况 | 是否符合 |
|-----------------------------|----------|----------------|--------|------|
| 辐射安全防护设施与运行                 | 控制台及安全联锁 | 防止非工作人员操作的锁定开关 | 拟设置    | 符合   |
|                             |          | 控制台有紧急停机按钮     | 拟设置    |      |
|                             |          | 视频监控与对讲系统      | 拟设置    |      |
|                             |          | 治疗室门与高压联锁      | 拟设置    |      |
|                             | 警示装置     | 入口电离辐射警示标志     | 拟设置    | 符合   |
|                             |          | 入口有加速器工作状态显示   | 拟设置    |      |
|                             |          | 工作场所分区及标识      | 拟设置    |      |
|                             | 治疗室紧急设施  | 屏蔽门内开门按钮       | 拟设置    | 符合   |
|                             |          | 治疗室门防夹人装置      | 拟设置    |      |
|                             |          | 紧急照明或独立通道照明系统  | 拟设置    |      |
|                             |          | 治疗室内有紧急停机按钮    | 拟设置    |      |
|                             |          | 治疗床有紧急停机按钮     | 拟设置    |      |

|           |      |                |             |     |
|-----------|------|----------------|-------------|-----|
|           | 监测设备 | 治疗室内固定式剂量报警仪   | 拟设置         |     |
|           |      | 便携式辐射监测仪器仪表    | 拟设置         |     |
|           |      | 个人剂量报警仪        | 拟设置         |     |
|           |      | 个人剂量计          | 拟设置         |     |
|           | 其他   | 个人辐射防护用品       | 拟设置         |     |
|           |      | 通风系统           | 拟设置         |     |
| 管理制度与执行情况 | 综合   | 辐射安全防护管理规定     | 已制定，详见附件 10 | 符合  |
|           |      | 安全防护设施维护与维修制度  | 已制定，详见附件 10 |     |
|           | 场所   | 场所分区管理规定       | 拟制定         | 符合  |
|           |      | 操作规程           | 拟制定         |     |
|           | 监测   | 场所及环境监测方案      | 拟制定         | 符合  |
|           |      | 监测仪表使用与校验管理制度  | 拟制定         |     |
|           |      | 校验源管理制度        | 拟制定         |     |
|           | 人员   | 辐射工作人员培训/再培训制度 | 已制定，详见附件 10 | 符合  |
|           |      | 辐射工作人员个人剂量管理制度 | 已制定，详见附件 10 |     |
|           | 应急   | 辐射事故/事件应急预案    | 已制定，详见附件 11 | 符合  |
|           | 三废   | 放射性“三废”管理规定    | 不涉及         | 不涉及 |

综上所述，医院在采取各项安全防护设施，落实各项辐射安全管理制度后可满足《医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》相关要求。

#### 核技术应用项目环保手续履行

根据国家相关法律法规及行政主管部门要求，核技术应用项目环保手续包括环境影响评价、辐射安全许可证办理及竣工环保验收三个部分，具体流程如图 12-1 所示。

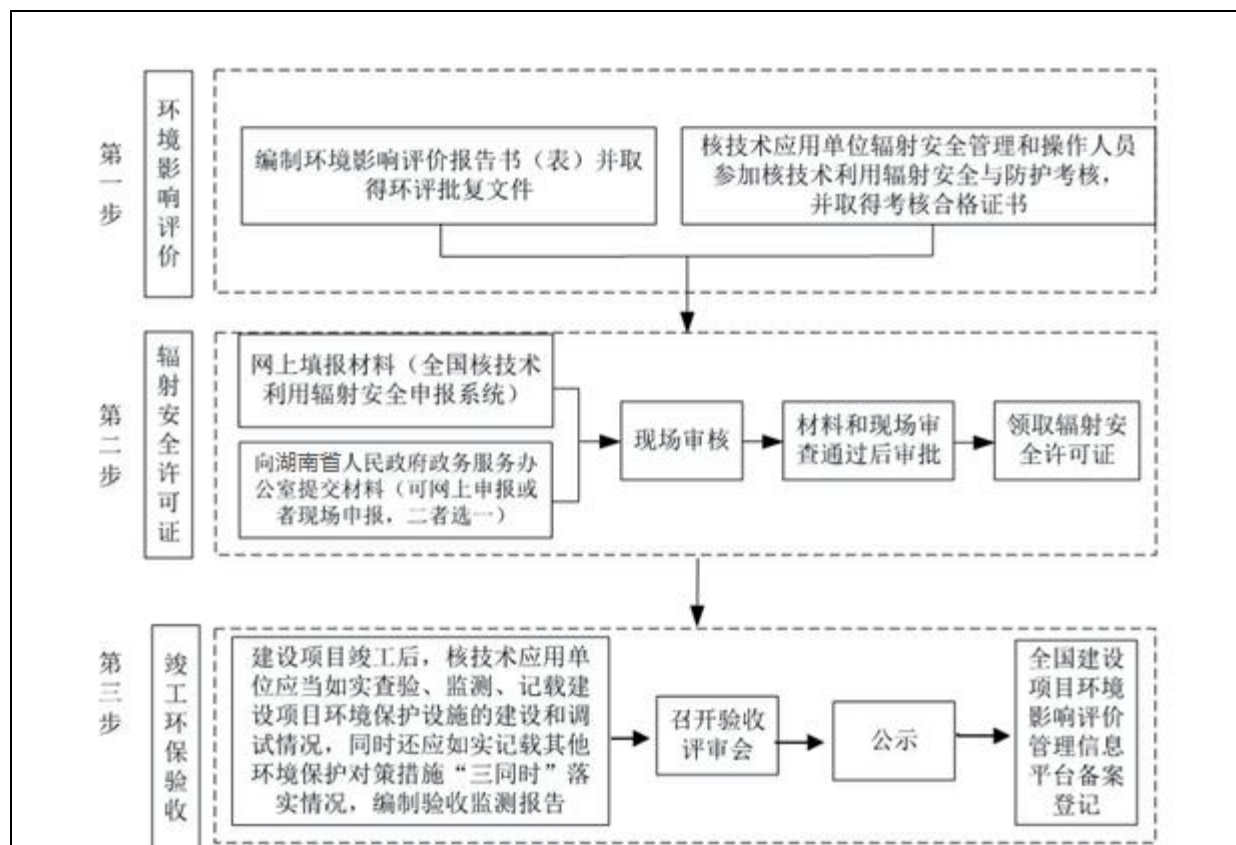


图 12-1 核技术应用项目环保手续办理流程图

建设单位在履行本项目环评手续，需重新办理《辐射安全许可证》后方可开展辐射工作。本项目竣工后，建设单位还应按照《建设项目环境保护管理条例》要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收监测报告。

## 竣工验收

项目竣工验收内容及要求见下表。

表 12-7 环保设施竣工验收内容和要求一览表

| 序号 | 验收内容    | 验收要求                                                                                                                    | 备注           |
|----|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1  | 环保资料和档案 | 环评批复、环评报告文件、验收监测报告、个人剂量监测、健康档案等。                                                                                        | GBZ98-2020   |
| 2  | 管理制度    | 建立辐射安全和防护管理制度，包括《辐射安全管理制度》、《放射防护安全操作规程》、《操作人员健康管理方法》、《工作场所剂量监测和个人剂量监测制度》、《辐射事故应急预案》等，各上墙并落实。                            | 生态环境部令第 20 号 |
| 3  | 屏蔽防护设计  | ① 设置专用的 2#直加机房，其设计和布局与环评报告表描述内容一致。<br>② 直加机房各屏蔽墙体厚度、防护门材质及厚度、屋顶厚度均与环评报告表表述一致，屏蔽能力满足辐射防护的要求。<br>③ 通风排气设施运转正常，排气能力满足设计要求。 | GBZ121-2020  |

|   |         |                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                        |
|---|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| 4 | 辐射防护设施  | ① 出入口控制措施：电离辐射警示标志、工作状态指示灯、紧急出口指示、门内紧急开门按钮等设置位置合理，正常工作；厅门联锁钥匙开关、视频监控系统、应急照明正常工作。<br>② 安全联锁（钥匙联锁、门机联锁、剂量联锁、通风系统联锁、火灾报警仪联锁等）等正常工作。<br>③ 紧急停机按钮、拉线开关及说明设置合理，正常工作。<br>④ 配备必要的防护用品，个人剂量计、剂量报警仪等。                                       |                                          | GB18871-2002、HJ1198-2021、GBZ121-2020 等 |
| 5 | 辐射监测    | 制定满足管理要求的辐射监测制度；监测记录存档；配备个人剂量计、个人剂量报警仪、固定 X-γ 辐射监测仪及便携式 X-γ 剂量率仪；放射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。                                                                                                                                        |                                          | 原环境保护部令第 18 号、生态环境部令第 20 号             |
| 6 | 人员要求    | ① 必须报名参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，考核成绩合格后，方可上岗。<br>② 每 5 年需再次参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核成绩合格后，方可继续从事辐射工作；<br>③ 上岗前、在岗期间和离岗进行职业健康体检，每 2 年复查 1 次，建立职业健康档案。<br>④ 职业人员健康档案的监测记录应清晰、准确、完整，并妥善保存，如辐射工作人员未一直从事放射工作，档案保存期 30 年，如辐射工作人员一直从事辐射工作，档案保存至 75 岁。 |                                          | 原环境保护部令第 18 号、生态环境部令第 20 号             |
| 7 | 电离辐射    | 剂量管理目标值                                                                                                                                                                                                                           | 辐射工作人员：有效剂量 2mSv/a<br>公众成员：有效剂量 0.1mSv/a | GB18871-2002                           |
|   |         | 墙体外剂量率控制                                                                                                                                                                                                                          | 各屏蔽墙和出入口外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h      | （GBZ/T201.2-2011）                      |
| 8 | 臭氧、氮氧化物 | 通风系统正常运行，设计排风量为 2000m³/h；停机后，机房内臭氧浓度低于 0.3mg/m³，氮氧化物浓度低于 5mg/m³。                                                                                                                                                                  |                                          | GBZ2.1-2019                            |
| 9 | 应急管理    | 辐射事故应急预案符合工作实际，明确处理组织机构及职能、预防事故措施、应急处理措施、事故报告程序等，配备必要的应急器材、设备。                                                                                                                                                                    |                                          | /                                      |

表 13 结论与建议

## 结论

### 1. 项目概况

为了更好的为人民群众提供医疗服务，同时提升医院整体服务质量，隆回县人民医院拟投资 3000 万元在北城新院建设核技术利用项目一期工程（1 台医用电子直线加速器），该项目拟将老院肿瘤中心负一楼的 1 台 Elekta Synergy 医用电子直线加速器（10MV，待安装、使用）搬迁至新院住院楼负一层放疗科使用。根据《射线装置分类》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）可知，医用电子直线加速器为 II 类射线装置，通过开展对本项目的分析、对周围环境质量现状的调查以及项目的主要污染物对环境的影响分析等工作，得出如下结论。

### 2. 实践的正当性

根据前节分析，医院射线装置、放射源的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

### 3. 选址、布局的合理性

#### （1）选址可行性分析

根据现状监测结果，2#直加机房选址于住院楼负一层西南角，场址辐射环境质量现状良好。项目营运期产生的电离辐射、废气、废水及固废均得到有效治理，达标排放对环境影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

#### （2）布局合理性分析

根据 2#直加机房的平面及立面剖面图，直加机房与控制室、设备机房、准备室等其他房间分离，实行隔室操作；且加速器有用线束主射方向为向东/向西/向上/向下，照射方向避开了控制室、准备室。加速器上方为绿化地，避开了住院部等公众密集的功能区，减少对公众的辐射影响。

从环境保护角度分析，2#直加机房选址可行、布局合理。

### 4. 辐射安全与防护分析结论

本项目 2#直加机房采用混凝土作为建筑材料，墙体、迷道、室顶等进行了辐射屏蔽防护设计，防护门采用 10mm 铅进行屏蔽，屏蔽能力满足相应辐射防护的要求。2#直加机房设置钥匙控制、门机联锁、信号警示装置、急停装置、剂量联锁、通风

联锁、视频监控系统等安全联锁装置以及安全设施，与加速器联锁。建设单位制定各项辐射环境管理制度和辐射事故应急预案。

### 5. 环境影响分析结论

根据预测，加速器运行时，关注点处的周围剂量当量率最大值为 $0.69\mu\text{Sv/h}$ ，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)中的要求，即“加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外30cm处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”的规定。

加速器运行时，辐射工作人员年有效剂量最大值为 $5.14\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量最大值为 $5.27\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)关于“剂量限值”的要求，也低于本报告提出的辐射工作人员年剂量约束限值 $2\text{mSv/a}$ 和公众人员年剂量约束限值 $0.1\text{mSv/a}$ 要求。

2#直加机房设有通风装置，电子直线加速器电离辐射与空气相互作用产生的 $\text{O}_3$ 和 $\text{NO}_x$ 经通风装置由排气筒排至室外大气，加速器机房内的 $\text{O}_3$ 浓度满足《工作场所所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)表1规定工作场所空气中臭氧容许浓度 $0.3\text{mg/m}^3$ 标准要求，机房内 $\text{O}_3$ 对人体危害不大；机房每小时排风量达到 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，机房满足每小时通风换气次数均不小于4次的标准要求。

因此，本项目在落实好各项辐射防护措施与加强加速器运行管理的条件下，具备环境可行性。

### 6. 辐射安全管理

建设单位已设置专门的辐射安全与环境保护管理领导小组负责医院的辐射安全与环境保护管理；已制定一系列辐射安全管理规章制度；已编制《辐射事故应急预案》，制定应急措施，计划定期组织辐射事故应急演练，制定辐射监测计划。建设单位承诺辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗，在落实各项辐射安全管理措施后能够有效控制辐射风险。

### 7. 结论

综上所述，在落实各项辐射安全和防护措施，加强环境管理的情况下，隆回县人民医院将具备从事相应辐射工作的技术能力，对周围环境和公众的辐射影响满足相关标准限值和本报告提出的约束值要求。因此，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设具有环境可行性。

## 建议和承诺

### (1) 建议

① 设备检修维护后，应对加速器机房的防护性能和设备性能进行检测，检测合格后方可继续使用。

② 建设单位应定期按法律法规的规定更新相关规章制度。

### (2) 承诺

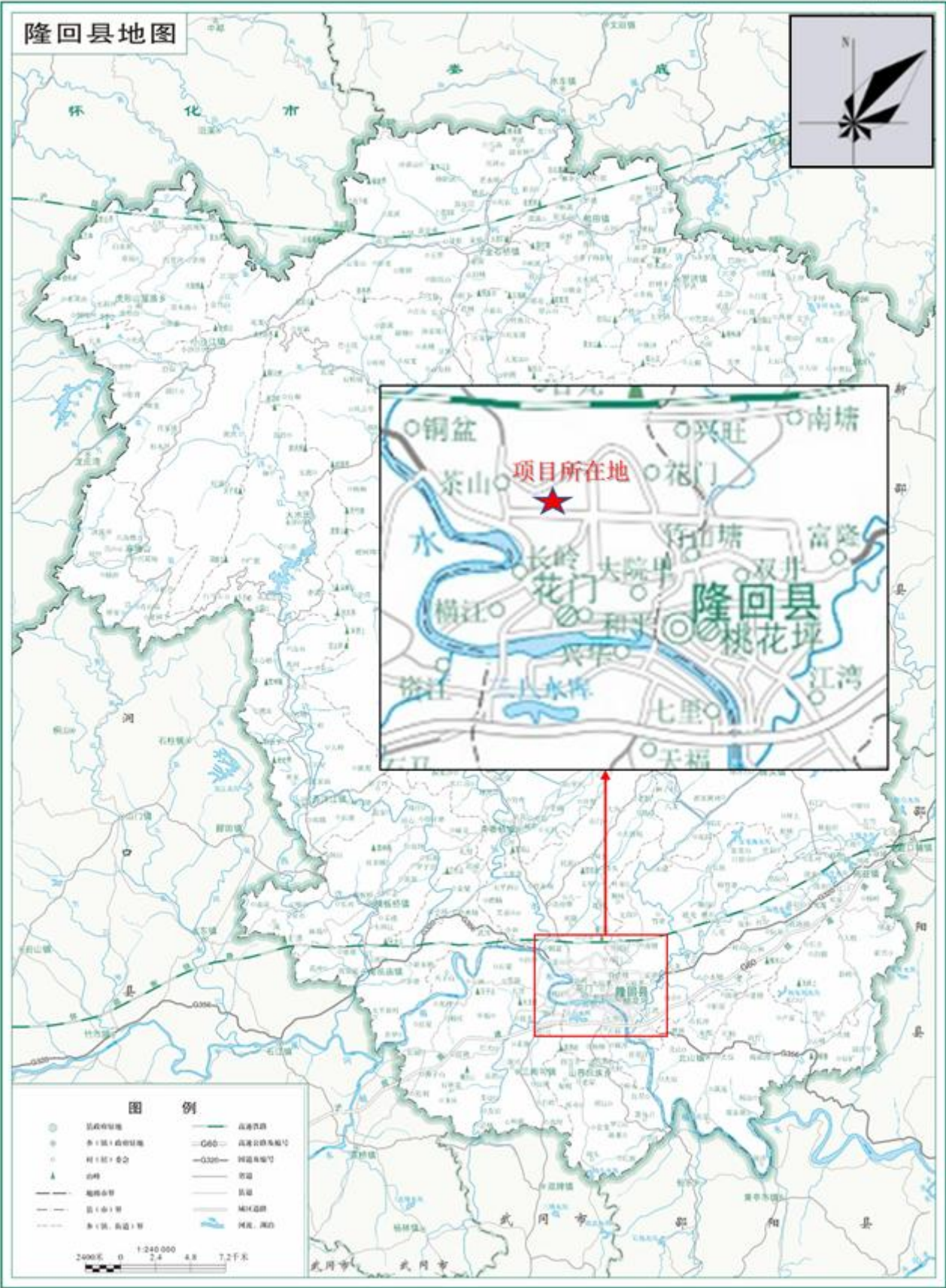
① 医院应组织辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，确保所有辐射工作人员按要求持证上岗。

② 医院按本报告要求配备与辐射工作相适应的监测仪器，严格落实监测计划。

表 14 审批

|              |       |
|--------------|-------|
| 下一级环保部门预审意见： |       |
| 公 章          |       |
| 经办人：         | 年 月 日 |
| 审批意见：        |       |
| 公 章          |       |
| 经办人          | 年 月 日 |





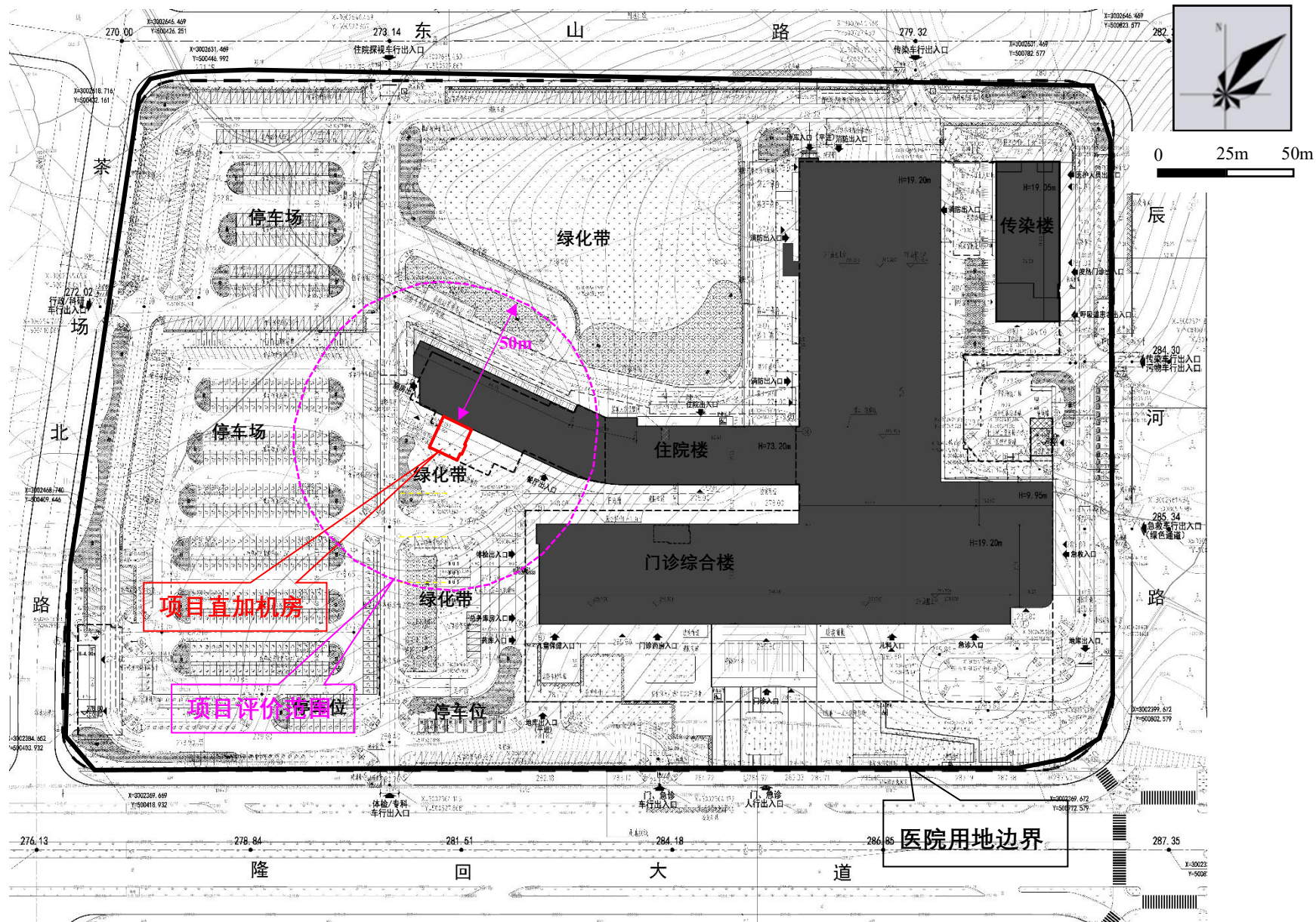
附图1 项目地理位置图





附图2 项目周边环境示意图

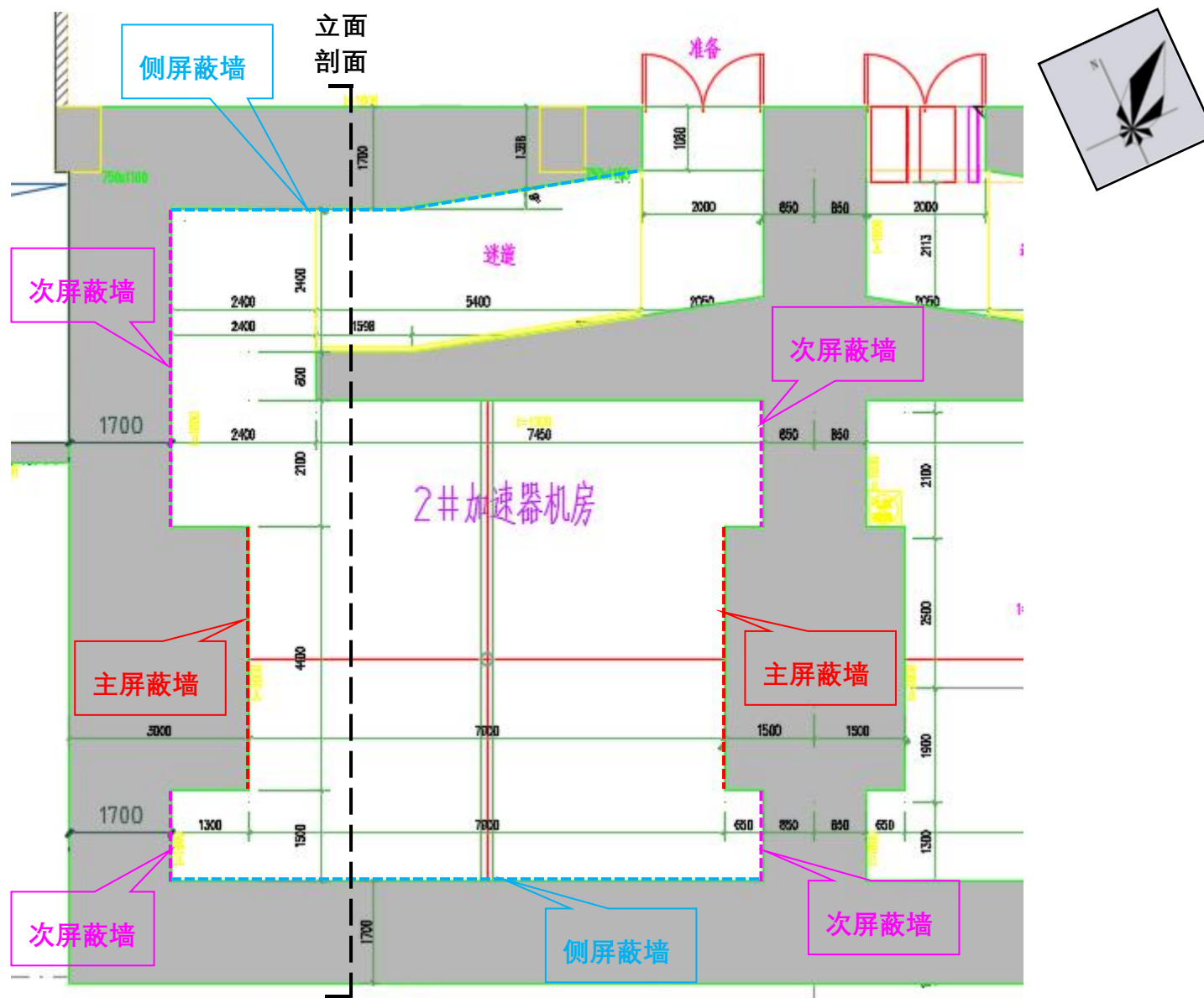




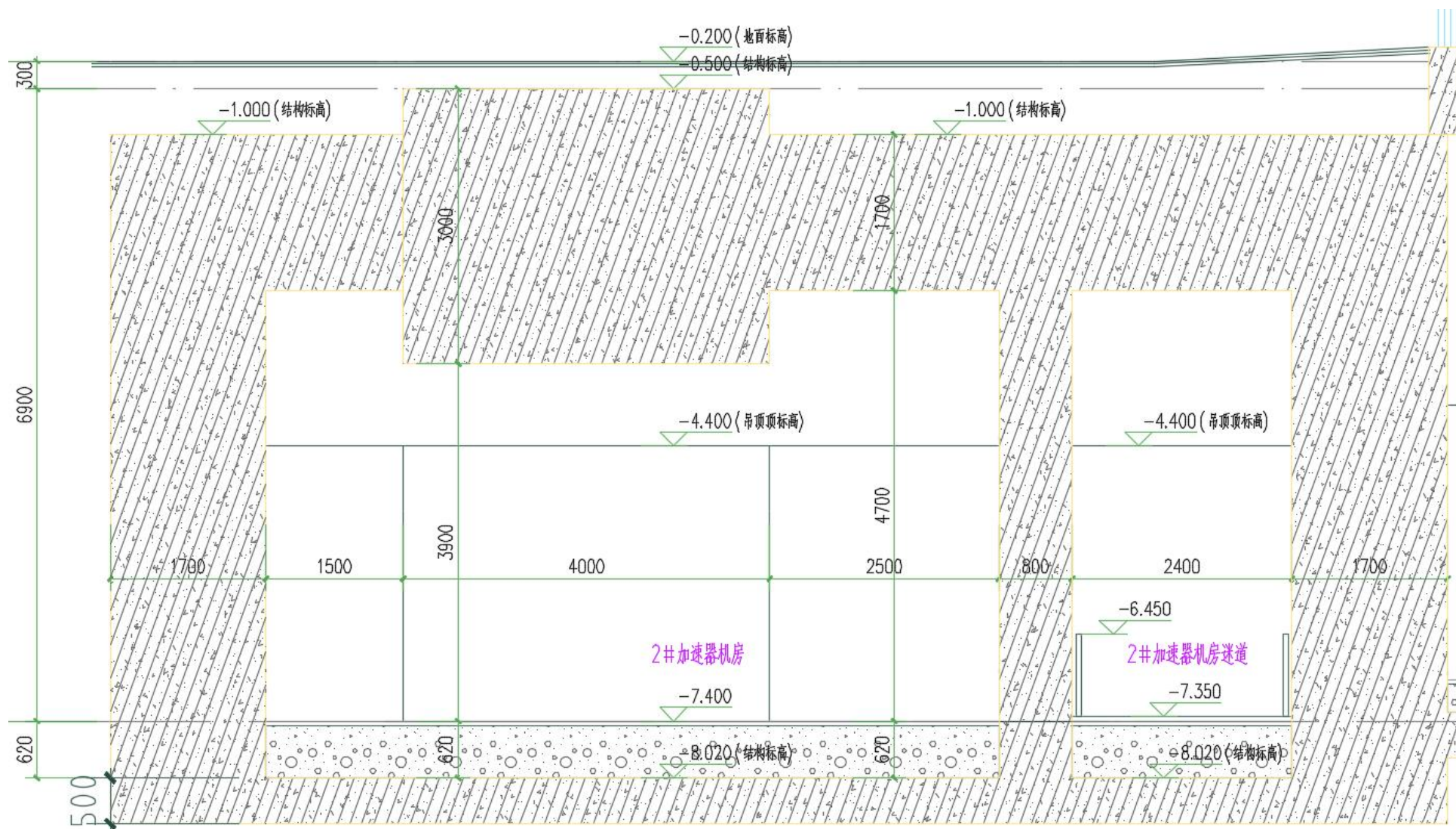
附图3 医院近期总平面布置及项目评价范围图



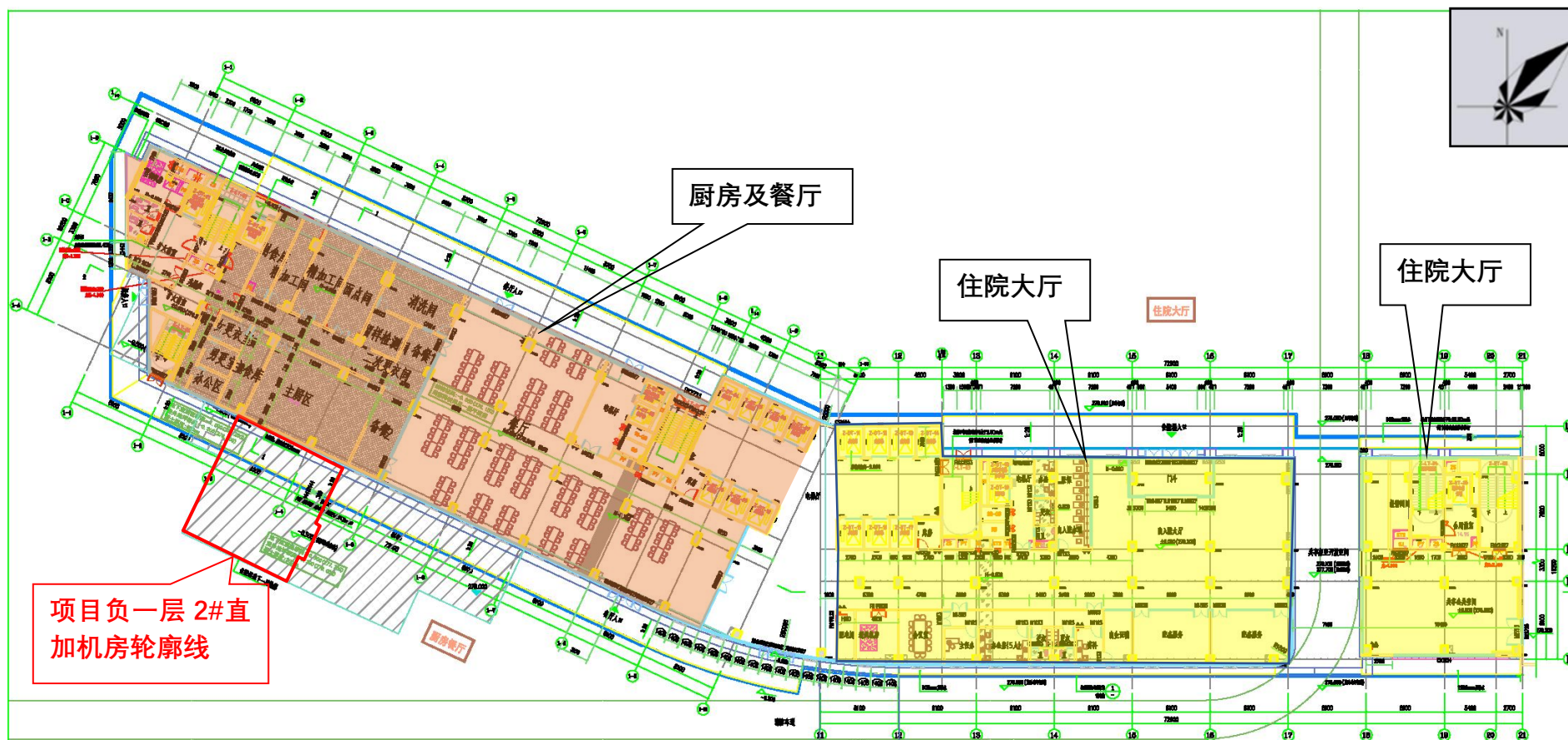




附图 5-1 2#直加机房布局图 (a 平面剖面图)



附图 5-2 2#直加机房布局图 (b 立面剖面图)



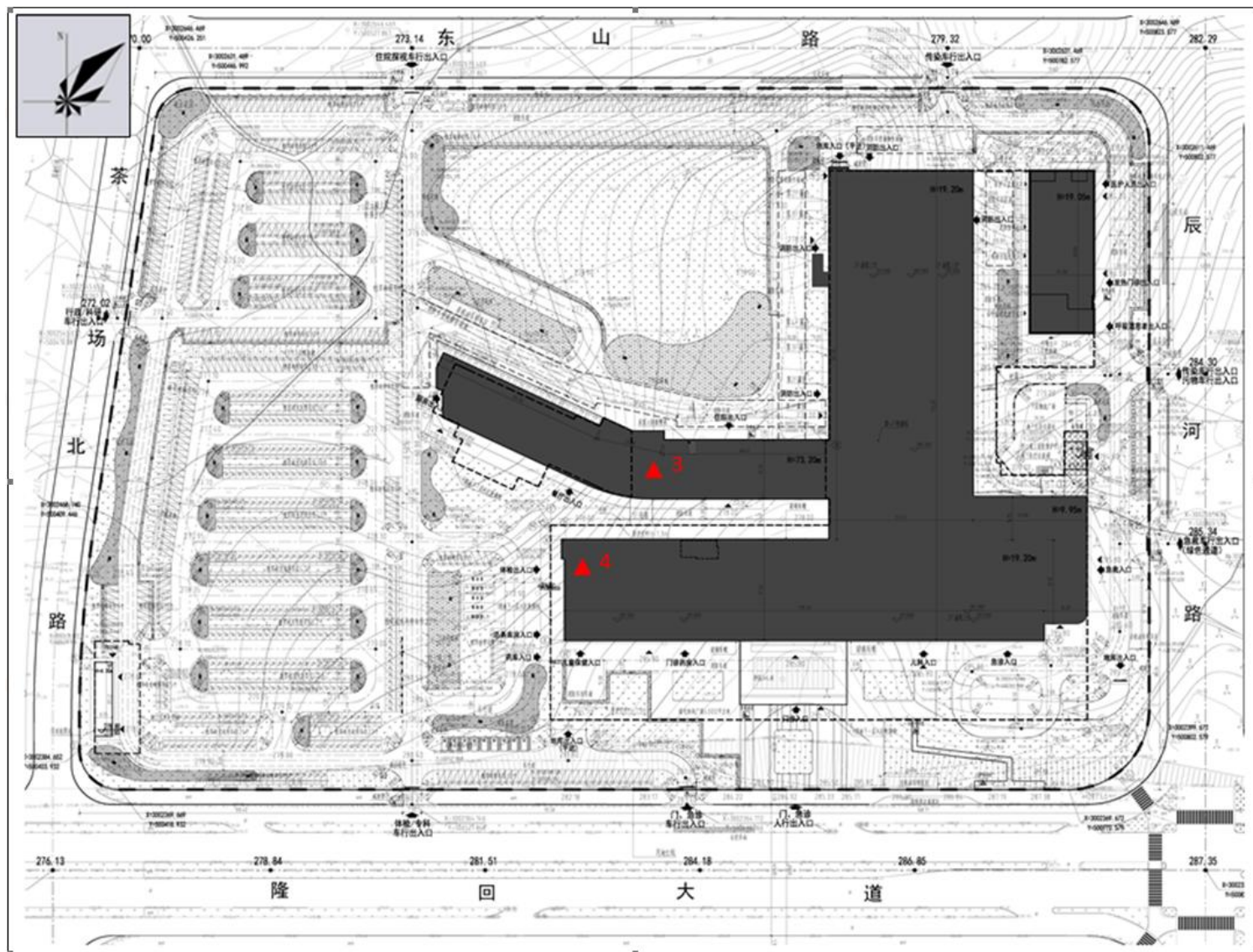
附图6 住院楼地面一层平面布局图





附图 7-1 辐射环境现状监测点位图（负一层基坑）





附图 7-2 辐射环境现状监测点位图（地面一层）





医院拟建地东北面



医院拟建地及南面



医院拟建地及西北面



直加机房拟建地（基坑）

附图 8 拟建地现场照片



附图 9 环评工程师现场踏勘照片

## 附件 1 项目委托书

# 委 托 书

湖南联合泰泽环境科技有限公司：

根据国家环境保护相关法律、法规的要求，兹委托贵公司承担我公司“隆回县人民医院城北数字化新院核技术利用项目一期工程（1台医用电子直线加速器）”的环境影响评价工作，望贵公司接到委托后，按照国家有关环境保护的要求尽快开展本项目的环评工作。

特此委托！

委托单位（盖章）：

2023 年 8 月 1 日





附件 2 建设单位营业执照



统一社会信用代码  
91430524MA7G6X7H0E

扫描二维码  
“国家企业信用  
信息公示系统”  
了解更多登记、  
备案、许可、监  
管信息。

# 营业执照

(副本)

名称隆回县隆城发健康产业投资有限公司

类型有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）

法定代表人龙健波

经营范围一般项目：以自有资金从事投资活动；自有资金投资的资产管理服务；非居住房地产租赁；健康咨询服务（不含诊疗服务）；旅游开发项目策划咨询；名胜风景区管理；游览景区管理（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

注册资本伍仟万元整

成立日期2022年01月24日

营业期限2022年01月24日至 2042年01月23日

住所湖南省邵阳市隆回县桃花坪街道桃洪中路69号

登记机关

2022年1月24日

国家企业信用信息公示系统网址 <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

附件3 事业单位法人证书（医院）



事业单位法人证书

统一社会信用代码12430524445902306G

|      |                           |       |          |
|------|---------------------------|-------|----------|
| 名称   | 隆回县人民医院                   | 法定代表人 | 王小军      |
| 宗旨和  | 为人民身体健康提供医疗与护理保健服务。医疗与护理。 | 经费来源  | 财政补助     |
| 业务范围 |                           | 开办资金  | ¥794万元   |
| 住所   | 隆回县桃花坪街道朝阳路132号           | 举办单位  | 隆回县卫生健康局 |

登记管理机关





有效期自2020年04月09日至2025年04月09日

机构类别公益二类

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

国家事业单位登记管理局监制

中华人民共和国

事业单位法人证书

(副本)

统一社会信用代码12430524445902306G



有效期自2020年04月09日至2025年04月09日

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

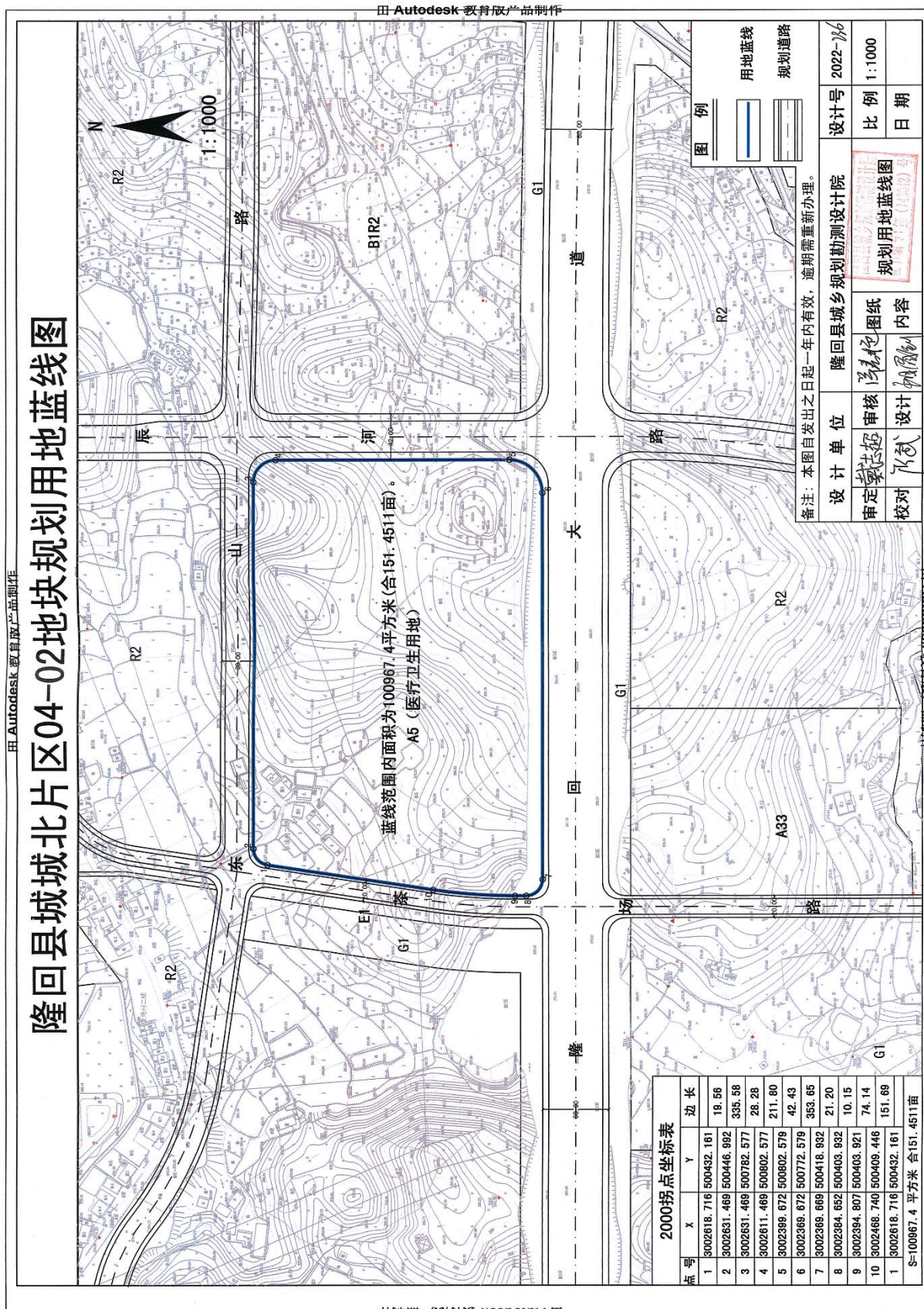
国家事业单位登记管理局监制

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| 名称     | 隆回县人民医院                   |
| 宗旨和    | 为人民身体健康提供医疗与护理保健服务。医疗与护理。 |
| 业务范围   |                           |
| 住所     | 隆回县桃花坪街道朝阳路132号           |
| 法定代表人  | 王小军                       |
| 经费来源   | 财政补助                      |
| 开办资金   | ¥794万元                    |
| 举办单位   | 隆回县卫生健康局                  |
| 登记管理机关 |                           |
| 机构类别   | 公益二类                      |



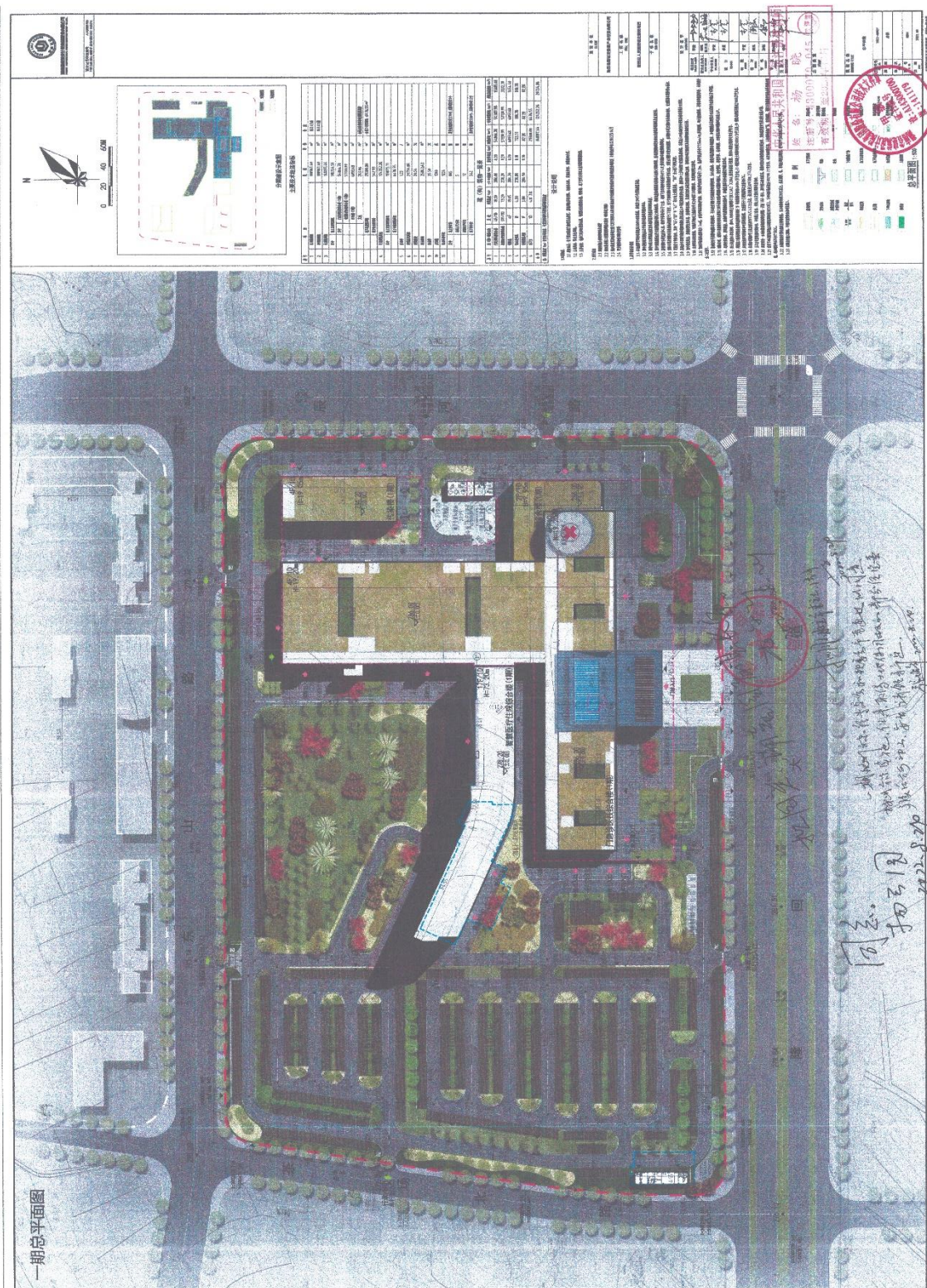


## 附件 4 项目用地蓝线图





附件 5 国土资源局审批通过的医院总平面布置图





# 湖南省生态环境厅

湘环评辐表〔2020〕52号

## 湖南省生态环境厅

### 关于隆回县人民医院核技术利用扩建项目 环境影响报告表的批复

隆回县人民医院：

你医院《关于隆回县人民医院核技术利用扩建项目申请环评批复的报告》、湖南省生态环境事务中心《隆回县人民医院核技术利用扩建项目环境影响报告表技术评估意见》（湘环事评辐〔2020〕44号）、邵阳市生态环境局的初审意见及相关附件收悉。经研究，批复如下：

一、隆回县人民医院拟在医院肿瘤中心负一层增加2台10MV医用直线加速器（属于Ⅱ类射线装置），1台后装机，使用2枚Ir-192Ⅲ类放射源（不同时使用，每枚放射源使用半年），单枚活度为 $3.7 \times 10^{11}$ Bq。本项目总投资5000万元，其中环保投资为390万元，占投资比例的7.8%。该项目环境影响报告表提出的污染防治措施客观可行，从环保角度分析，同意该项目建设。

二、在项目建设和运行管理中，你医院必须严格执行环保法律法规，认真落实报告表提出的各项污染防治措施，并着重做好如下工作：

1、你医院应完善并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

2、做好辐射工作人员的放射性职业健康体检、个人剂量检测和辐射安全培训工作，建立规范的档案，加强档案管理。

3、切实做好辐射安全防护工作，按照要求对放射性工作场所进行分区管理，并设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射监测仪器，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，监测记录长期保存。

4、做好直线加速器机房和后装机机房的辐射防护工作，落实安全连锁装置、紧急停止装置以及警示装置等安全措施，机房应设置机械通风装置。

5、按要求开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，并于每年1月31日前提交上一年度的年度评估报告。

三、你医院在该项目竣工投入使用前须到我厅重新办理辐射安全许可证，并按照规定做好环保竣工验收工作。

四、邵阳市生态环境局负责该项目的日常监督管理工作。



抄送：邵阳市生态环境局。

附件 7 关于隆回县人民医院城北数字化新院(一期)建设项目环境影响报告书的批复

# 邵阳市生态环境局

邵市环评(4)[2023]23号

## 关于隆回县人民医院城北数字化新院(一期) 建设项目环境影响报告书的批复

隆回县隆城发健康产业投资有限公司:

你单位报批的《隆回县人民医院城北数字化新院(一期)建设项目环境影响报告书》(以下简称《报告书》)及相关资料收悉。

经审查,现批复如下:

一、你单位拟投资 10 亿元(其中环保投资 1272 万元),项目位于隆回县花门街道隆回大道旁,本项目规划总用地面积 100967.4m<sup>2</sup>(约 151.45 亩),总建筑面积为 148197.44m<sup>2</sup>,其中地上建筑面积为 118354.51m<sup>2</sup>,地下建筑面积为 29300m<sup>2</sup>,地下污水处理站面积为 542.93m<sup>2</sup>;主要建设内容有:建设 1 栋门急诊医技综合楼、1 栋智慧医疗住院综合楼、1 栋传染楼、1 座污水处理站、液氧附属用房等;设置病床 1300 张,其中普通床位 1200 张、传染病床位 100 张。主要科室设置:内科系统(含呼吸内科、消化内科、神经内科、肾内科、内分泌科、免疫科、心血管内科、风湿内科、泌尿内科);外科系统(含普通外科、神经外科、心胸外科、泌尿外科、乳腺外科、心血管外科、肝胆外科、肛肠外



科、骨外科); 妇产科 (含妇科、产科、计划生育); 儿科 (含小儿内科、小儿外科、新生儿科、儿科综合); 五官科 (含眼科、耳鼻喉科、口腔科); 皮肤性病科 (含皮肤科、性病科); 中医科 (含中医内科、中医外科、中医妇科、中医儿科、中医骨伤科、中医肿瘤科、中医针灸); 康复科 (含骨科康复、神经康复、运动康复、颈椎腰腿痛); 肿瘤科 (含肿瘤内科、肿瘤外科、肿瘤妇科、骨肿瘤科、肿瘤康复科、肿瘤综合科、放疗科); 传染科 (含发热、呼吸、肠道、HIV、肝病); 精神科 (含精神科、心理咨询科); 整形美容科 (含整形科、美容科); 营养科; 麻醉医学科 (含麻醉科、疼痛科); 医学影像科 (含核医学科、放射科、超声科); 保健科 (含儿童保健、妇女保健、孕产保健、中医保健); 药剂科; 检验科; 病理科; 健康管理中心; 设备科; 后勤科; 总务科; 消毒供应中心; 重症医学科; 高压氧; 急诊科; 全科医学, 另外项目配套建设燃气锅炉房、污水预处理系统、医疗废物暂存间等。

二、根据湖南亚冠环境科技有限公司编制的环境影响报告书结论及专家评审意见, 在你单位严格落实好《报告书》提出的各项环保措施的前提下, 从环保角度同意本项目按申报内容建设。

三、项目在施工期和营运期间要重点落实好以下几个方面的污染防治措施:

(一) 加强施工期的环境管理。优化项目建设方案, 工程合理规划布局; 选用低噪声施工机械设备, 建筑施工噪声须符合《建

筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)相关标准;修建废水沉淀池,对施工污水进行沉淀处理后回用或用于水泥构件养护、场区洒水降尘;按照市、县人民政府《蓝天保卫战实施方案》的管理要求落实各项污染防治措施,建筑工地必须做到八个百分之百;做好土石方平衡,施工弃土及时回填,建筑垃圾按要求运送至指定地点妥善处置,采取封闭运输措施。

(二)加强运营期水污染防治。项目实行雨污分流、污污分流;本项目主要污水为检验室酸碱污水、传染病区污水、普通医疗污水、食堂废水。检验室酸碱污水经中和预处理池+化粪池处理、传染病区产生的污水经单独收集消毒达标后进入专用化粪池预处理、普通医疗污水(食堂污水经隔油池处理后)经化粪池预处理,上述所有预处理废水一起排入自建污水处理站处理,经污水处理站处理后的污水达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2预处理标准后排入市政污水管网进入隆回县城西污水处理厂处理。

(三)加强大气污染防治。运营期废气主要包括天然气锅炉废气、污水处理站废气、食堂油烟、备用柴油发电机废气、煎药室异味等;天然气锅炉废气分别收集后引至传染楼排放(DA001),锅炉废气排放执行《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)表2排放限值;污水处理站废气收集经UV光解处理后通过15m高排气筒(DA002)排放,污水处理站有组织排放废气执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表2中的二级新扩改建标准

---

值；食堂油烟收集经油烟净化器处理后通过专用烟道引至智慧医疗住院综合楼顶排放（DA003），食堂油烟排放执行《饮食业油烟排放标准》（GB 18483-2001）大型规模标准；备用柴油发电机废气采用自带过滤器处理后通过专用烟道引至门诊急诊医技综合楼顶排放（DA004），备用柴油发电机废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 的最高允许排放浓度；中药熬制过程会产生少量异味，由于项目熬制中药量较小，对煎药房加强通风。

（四）本项目位于隆回县 2 类声环境功能区，应加强噪声污染防治。选用低噪声设备，同时在设备安装时，加装减振装置，通过采取以上措施执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准。

（五）加强固体废物污染防治。项目生产过程中的固体废物主要包括生活垃圾、一般固体废物、危险废物；生活垃圾经集中收集后，经专用的通道运送至医院生活垃圾暂存间，每日由环卫部门进行清运处理。一般固废不可回收利用的交由环卫部门处理；危险废物收集后暂存院内危废间，定期交由有资质的单位进行处理处置，执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

（六）本次环评内容不包括医院的辐射类项目，如需建设，应另行单独进行辐射环评，并按要求办理辐射安全许可证。

（七）加强土壤污染防治。严格按照《中华人民共和国土壤污染防治法》相关规定落实土壤污染防治措施。



(八)加强应急风险防范措施,各类危险品应分类分区存放,储存区需按规范建设,应采取防渗、防流失、防泄漏、加强通风等措施;项目污水处理站在设计时已将应急事故池考虑在内,应急事故池设置在污水处理站旁边;医院应根据《湖南省环境保护厅关于印发《湖南省突发环境事件应急预案管理办法》的通知》(湘环发[2013]20号)有关要求,参照《企业突发环境事件风险评估指南(试行)》的有关内容,自行或者委托专业机构编制《突发环境事件应急预案》,并送相关生态环境部门进行备案。

四、《报告书》经批准后,建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的,建设单位应当依法重新报批建设项目环境影响评价文件。项目建成后应依法开展排污许可、竣工环保设施验收等工作。

五、项目的环境保护执行情况监管和日常管理由邵阳市生态环境局隆回分局负责。



附件 8 现有辐射安全许可证正、副本



# 辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：

隆回县人民医院

地 址：

隆回县桃花坪街道朝阳路 132 号

法定代表人：

王小军

种类和范围：

使用 II 类、III 类射线装置。

证书编号：

湘环辐证[02673]

有效期至：

2028 年 07 月 30 日



发证机关：

湖南省生态环境厅

发证日期：

2023 年 07 月 31 日

中华人民共和国生态环境部制

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

|            |                            |      |                    |
|------------|----------------------------|------|--------------------|
| 单位名称       | 隆回县人民医院                    |      |                    |
| 地 址        | 隆回县桃花坪街道朝阳路 132 号          |      |                    |
| 法定代表人      | 王小军                        | 电话   | 0739-8244636       |
| 证件类型       | 身份证                        | 号码   | 430524197212240015 |
| 涉 源<br>部 门 | 名 称                        | 地 址  | 负责人                |
|            | 第二住院楼一楼一扫描室                | 人民医院 | 刘鑫权                |
|            | 第二住院楼一楼二扫描室                | 人民医院 | 刘鑫权                |
|            | 第一住院楼负一楼放射科                | 人民医院 | 刘鑫权                |
|            | 第四住院楼一楼健康管理中心 DR 室         | 人民医院 | 张素琼                |
|            | 门诊楼二楼碎石中心碎石室 1             | 人民医院 | 陈姣娣                |
|            | 门诊楼二楼碎石中心碎石室 2             | 人民医院 | 陈姣娣                |
| 种类和范围      | 使用 II 类、III 类射线装置。         |      |                    |
| 许可证条件      |                            |      |                    |
| 证书编号       | 湘环辐证[02673]                |      |                    |
| 有效期至       | 2028 年 07 月 30 日           |      |                    |
| 发证日期       | 2028 年 07 月 07 日 (3 发证机关章) |      |                    |



## 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号：湘环辐证[02673]

| 序号 | 装置名称                   | 类别   | 装置数量 | 活动种类 |
|----|------------------------|------|------|------|
| 1  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 2  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 3  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 4  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 5  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 6  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 7  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 8  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 9  | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 10 | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 11 | 医用诊断 X 射线装置            | III类 | 1    | 使用   |
| 12 | 医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 | III类 | 1    | 使用   |
| 13 | 医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 | III类 | 1    | 使用   |
| 14 | 血管造影用 X 射线装置           | II类  | 1    | 使用   |
|    | 以下空白                   |      |      |      |
|    |                        |      |      |      |
|    |                        |      |      |      |
|    |                        |      |      |      |

# 台帐明细登记

## (三) 射线装置

证书编号:

| 序号 | 装置名称                   | 规格型号                     | 类别    | 用途                     | 场所                 | 来源/去向                      | 湘环辐证 02673 审核人 审核日期 |
|----|------------------------|--------------------------|-------|------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| 1  | 医用血管造影 X 射线机 (DSA)     | Optima IGS-330           | II 类  | 血管造影用 X 射线装置           | 第一住院楼负一楼 DSA 机房    | 来源<br>北京通用电气华伦<br>医疗设备有限公司 |                     |
| 2  | 数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)    | Digital Diagnost         | III 类 | 医用诊断 X 射线装置            | 第一住院楼负一楼放射科照片一机房   | 来源<br>PHILIPS              |                     |
| 3  | 数字化 X 射线透视摄影系统 (数字胃肠机) | SENIALVISION C200        | III 类 | 医用诊断 X 射线装置            | 第一住院楼负一楼放射科照片二机房   | 来源<br>北京岛津医疗器械有限公司         |                     |
| 4  | 全身用 X 射线计算机体层摄影装置 (CT) | Optima Elite CT680       | III 类 | 医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 | 第二住院楼一楼二扫描室        | 来源<br>联卫通用电气医疗系统有限公司       |                     |
| 5  | 全身用 X 射线计算机体层摄影装置 (CT) | BrightSpeed Elite Select | III 类 | 医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 | 第二住院楼一楼一扫描室        | 来源<br>联卫通用电气医疗系统有限公司       |                     |
| 6  | 数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)    | Brivo XR515              | III 类 | 医用诊断 X 射线装置            | 第四住院楼一楼健康管理中心 DR 室 | 来源<br>北京通用电气华伦<br>医疗设备有限公司 |                     |
| 7  | 移动式摄影 X 射线机 (移动 DR)    | DRX-Revolution           | III 类 | 医用诊断 X 射线装置            | 第一住院楼负一楼放射科        | 来源<br>去锐柯医疗                |                     |
| 8  | 双能 X 线骨密度仪             | Discovery                | III 类 | 医用诊断 X 射线装置            | 第一住院楼负一楼放射科骨密度仪室   | 来源<br>去向<br>Hologic, Inc.  |                     |

# 台帐明细登记

## (三) 射线装置

证书编号:

| 序号 | 装置名称                   | 规格型号               | 类别   | 用途        | 场所               | 来源/去向 | 湘环证发[046723]审核日期 |
|----|------------------------|--------------------|------|-----------|------------------|-------|------------------|
| 9  | 乳腺钼靶机                  | Selenia            | III类 | 医用诊断X射线装置 | 第一住院楼负一楼放射科乳腺室   | 来源    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 去向    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 来源    |                  |
| 10 | 口腔X射线数字化体层摄影设备(口腔CBCT) | Planmeca ProMax 3D | III类 | 医用诊断X射线装置 | 第一住院楼负一楼放射科照片五机房 | 去向    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 来源    |                  |
| 11 | 移动式C形臂X射线机(小C臂机)       | OEC 850            | III类 | 医用诊断X射线装置 | 第一住院楼十楼手术室八手间    | 去向    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 来源    |                  |
| 12 | 移动式C形臂X射线机(小C臂机)       | OEC One            | III类 | 医用诊断X射线装置 | 第一住院楼十楼手术室一手术间   | 去向    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 来源    |                  |
| 13 | 体外冲击波碎石机               | HK.ESWL-V          | III类 | 医用诊断X射线装置 | 门诊楼二楼碎石中心碎石室1    | 去向    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 来源    |                  |
| 14 | 冲击波治疗机                 | X5                 | III类 | 医用诊断X射线装置 | 门诊楼二楼碎石中心碎石室2    | 去向    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 来源    |                  |
|    | 以下空白                   |                    |      |           |                  | 去向    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 来源    |                  |
|    |                        |                    |      |           |                  | 去向    |                  |



## 附件 9 辐射环境现状监测报告



第 1 页 共 5 页

# 检 测 报 告

报告编号: BYGC2307006

项 目 名 称: 隆回县人民医院城北数字化新院核技术利用项目  
一期工程 (1 台医用电子直线加速器)

检 测 类 别: 委托检测

委 托 单 位: 湖南联合泰泽环境科技有限公司

委托单位地址: 长沙市雨花区洞井街道湘府东路二段 200 号华坤大楼  
1415 号

报 告 日 期: 2023 年 8 月 2 日



湖南宝宜工程技术有限公司  
(检测专用章)

## 说 明

- 1、报告无本公司检测专用章、骑缝章无效。
- 2、复制报告未重新加盖检测专用章或公章无效。
- 3、报告无编制、审核、签发人签章无效。
- 4、报告涂改、增删无效。
- 5、本单位不负责抽样时，其结果仅适用于客户提供的样品；对不可复现的检测项目，结果仅对检测所代表的时间和空间负责。
- 6、本报告未经同意，不得用于广告宣传。
- 7、对检测报告如有异议，请于收到报告之日起十五日内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。
- 8.未经本公司批准，不得复制（全文复制除外）本报告。

单位名称：湖南宝宜工程技术有限公司

单位地址：长沙市雨花区环保中路 188 号 14、15 栋 406 号

电 话：0731-85797599

邮政编码：410000

## 一、基本信息

表 1 基本信息

|      |                              |      |         |
|------|------------------------------|------|---------|
| 检测日期 | 2023 年 8 月 1 日               | 检测人员 | 潘庚华、刘曼玉 |
| 备注   | 1、检测结果的标准偏差: 评定。<br>2、其他: 无。 |      |         |

## 二、检测内容及项目

表 2 检测内容及项目

| 检测类别 | 检测点位           |                 | 检测项目     | 检测频次   |
|------|----------------|-----------------|----------|--------|
| 电离辐射 | 隆回县人民医院城北数字化新院 | 2#加速器机房拟建地▲1    | 环境γ辐射剂量率 | 检测 1 次 |
|      |                | 2#加速器机房控制室拟建地▲2 |          |        |
|      |                | 住院楼拟建地▲3        |          |        |
|      |                | 门诊综合楼拟建地▲4      |          |        |

## 三、检测方法

表 3 检测方法

| 检测类别 | 检测项目     | 检测方法                                                                                          |
|------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 电离辐射 | 环境γ辐射剂量率 | 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(GB1157-2021)<br>《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)<br>《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) |

## 四、检测主要使用仪器

表 4 检测主要使用仪器

|      |        |                                         |
|------|--------|-----------------------------------------|
| 检测仪器 | 仪器名称   | 辐射检测仪                                   |
|      | 规格/型号  | RJ38-1103                               |
|      | 设备编号   | BYGC/YQ-08                              |
|      | 能量响应范围 | 48Kev~3Mev≤±30% (相对于 <sup>137</sup> Cs) |
|      | 测量范围   | 0.01~600.00μSv/h                        |
|      | 检定单位   | 深圳市计量质量检测研究院                            |
|      | 校准证书编号 | 2022123353                              |
|      | 检定有效期  | 2022.10.13~2023.10.12                   |

## 五、环境条件

表 5 检测期间气象参数

| 检测日期           | 天气 | 相对湿度% | 气温℃  |
|----------------|----|-------|------|
| 2023 年 8 月 1 日 | 晴  | 58.3  | 32.3 |

## 六、检测结果

表 6 环境  $\gamma$  辐射剂量率检测结果

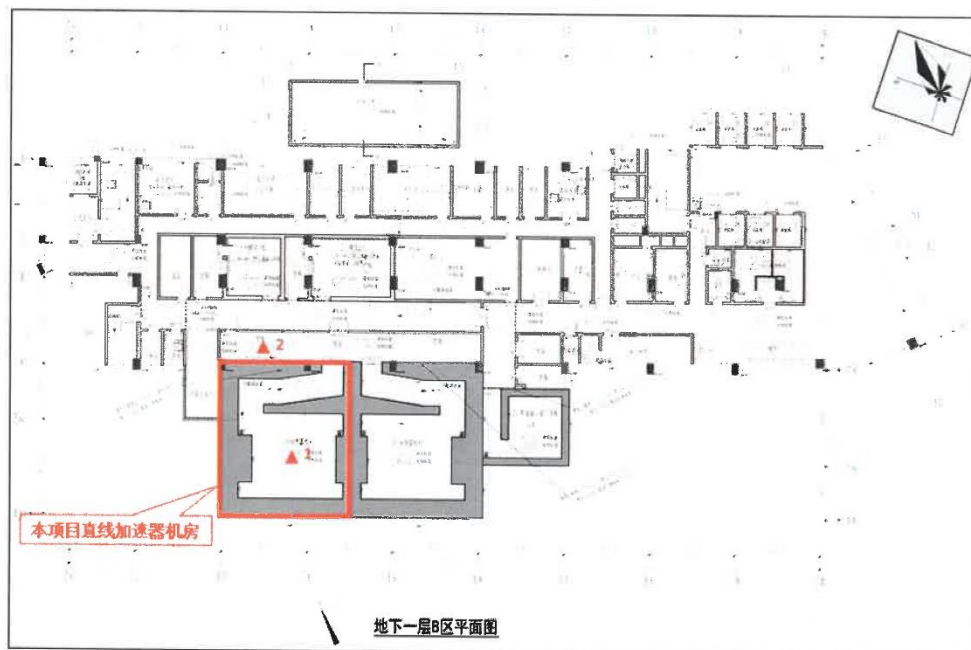
| 序号 | 检测点位          | 检测结果                                      | 备注 |
|----|---------------|-------------------------------------------|----|
|    |               | 环境 $\gamma$ 辐射剂量率<br>( $\mu\text{Gy/h}$ ) |    |
| 1  | 2#加速器机房拟建地    | $0.066 \pm 0.005$                         | 基坑 |
| 2  | 2#加速器机房控制室拟建地 | $0.071 \pm 0.004$                         | 基坑 |
| 3  | 住院楼拟建地        | $0.096 \pm 0.004$                         | 地面 |
| 4  | 门诊综合楼拟建地      | $0.092 \pm 0.004$                         | 地面 |

备注: 检测结果未扣除宇宙射线响应值。

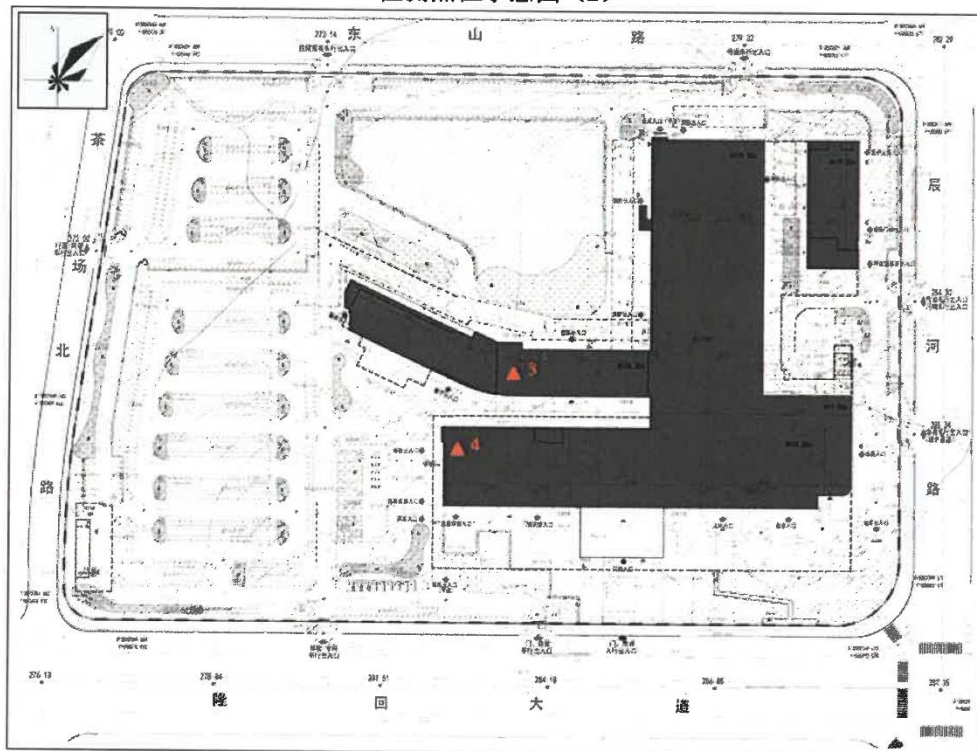
\*\*\*\*\*报告结束\*\*\*\*\*

报告编制: 刘曼玉 报告审核: 魏明 报告签发: 潘庚华  
签发日期: 2023.8.2

附图 检测点位示意图 (1)



检测点位示意图 (2)



# 隆回县人民医院文件

隆人医发〔2023〕36 号



## 隆回县人民医院 关于调整医院辐射安全与环境保护管理领导 小组的通知

各部、科室：

因医院人事变动，为进一步做好我院的放射防护工作，根据《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射诊断管理规定》、《大型医用设备与使用管理办法》等相关法规要求，经医院研究，决定调整隆回县人民医院辐射安全与环境保护管理领导小组，现将调整后的领导小组成员通知如下：

组 长：刘清华、王小军

副组长：隆 牧、马英浩、吴风清、王永华、戴江华、邓云



-E-

帆、彭玉华

成 员：刘尊贵、刘鑫权、欧阳洁琼、王安民、李文功、陈雪梅、丁 旭、王建勇、马剑伟、申 辉、周多亮

领导小组下设办公室，办公室设在医院预防保健科陈雪梅任办公室主任，负责辐射安全与环境保护日常管理工作。



---

发：医院各部（科）室

隆回县人民医院办公室

2023年5月25日印发

-2-

## 附件 11 辐射安全管理制度

### 辐射工作人员个人剂量管理制度

1、辐射工作单位应当按照本方法和国家有关标准。规范的要求。

安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量检测，并遵守下列规定：

（一）外照射个人剂量检测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行；

（二）建立并终生保存个人剂量监测档案；

（三）允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

2、个人剂量监测档案应当包括：

（一）常规监测的方法和结果等相关资料；

（二）应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

辐射工作单位应当将个人剂量监测结果及时记录在《辐射工作人员证》中。

3、辐射工作人员进入辐射工作场所，应当遵守下列规定：

（一）正确佩戴个人剂量计；

（二）进入辐射装置、辐射治疗等强辐射工作场所时，除佩戴常规个人剂量计外，还应当携带报警式剂量计。



# 放射安全操作规程

一、放射操作人员必须是持有有效《放射工作人员证》，而且相对稳定的专业工作人员。必须严格执行《中华人民共和国职业病防治法》等所有放射卫生防护法律、法规、标准和规定。

二、放射工作人员入口处必须安装有全套放射防护警示标识，野外作业必须画出安全防护区域并设置危险标记，必要时派专人巡视，以防他人误入。

三、操作者必须认真阅读，深刻理解机器的使用说明，严格执行各项规章制度，熟练掌握安全操作技术和要领，仔细检查机器的性能和状态。

四、操作时，严格按设备的具体操作步骤进行操作，充分利用时间、距离和屏蔽防护以保护操作者、受照者和公众人员的安全与健康。除学龄前儿童和重病人需要陪护外，其他人员必须在安全区内等候。

五、受照者的非投照部位、在机房内陪照的陪护均须用铅防护服予以屏蔽。并事先告知患者和受检者辐射对健康的影响。

六、对育龄妇女腹部或骨盆进行 X 线检查或核素显像检查前，应问明是否怀孕。非特殊需要，对受孕后 8--15 周的孕妇不得进行下腹部放射影像检查。



# 放射安全管理制度

- 1、熟悉所从事放射工作的性质，开机前先检查仪器是否正常，通风是否良好，个人防护用品是否齐备。
- 2、凡进入工作场所，必须佩带个人剂量计，着用防护用品，并应经常洗涤，保持清洁。
- 3、工作人员不得穿戴防护用品到非放射性场所活动。
- 4、操作时尽可能缩短在辐射场地停留时间。
- 5、操作时应与辐射源保持尽可能大的距离。
- 6、增加屏蔽设施，以减少外照射。
- 7、工作人员应养成良好的卫生习惯，离开放射性工作场所前应更衣，仔细洗手。
- 8、严禁在放射性工作场所吸烟、饮水、进食或存放食物。
- 9、严禁将污染设备和个人用品带出放射性工作场所。
- 10、定期组织辐射工作人员接受放射防护法规，防护知识培训。
- 11、防止发生意外事故，发生放射性事帮应立即撤离有关工作人员和病人，封锁现场，并迅速呈报生态环境部门、公安机关和卫健行政部门。
- 12、污染现场尚未达到安全水平前，不得解除封锁。



# 辐射防护与安全保卫管理制度

为做好射线装置安全使用管理工作，保障工作人员身体健康，减少事故隐患，特制定辐射防护和安全保卫制度如下：

- 1、单位辐射安全防护管理小组负责射线装置的安全防护与保卫工作，积极接受生态环境等部门的监督检查。
- 2、辐射工作场所入口应按照国家有关规定设置明显辐射警示标志，工作现场设置警戒线，射线装置上设置明显辐射警示标志。
- 3、辐射工作现场不得存放易燃、易爆、腐蚀性等危险物品。涉源场所应安装视频监控设施。
- 4、射线装置在非生产时应关闭电源，电源开关钥匙应由专人负责保管，防止非专业操作人员误操作，造成误照射及泄漏。
- 5、检修或停产期间，指定专人进行射线装置的安全保卫和巡视。加强夜间和节假日巡逻，做好防盗、防火、防潮、防爆和防泄漏措施。
- 6、定期对射线装置进行检查，对工作场所进行环境监测。
- 7、严禁未经培训考核合格的人员上岗从事辐射工作活动。工作人员要严格按照操作规程和规章制度进行操作。
- 8、发生辐射事故后，立即启动单位辐射安全事故应急预案，并按要求向生态环境等部门报告。



# 辐射安全防护设备维护与维修制度

## 一、维护、维修制度

- 1、使用科室严格操作规程，操作设备每天进行必要的保养维护。
- 2、设备维护维修成员，编写设备故障及有关维护保养的记录。
- 3、每月彻底检查有关部件，更换损坏的零件，防患于未然。

## 二、维修、维护内容

- 1、各传动机构包括电动、手动铅门，润滑油是否符合要求，否则应及时添加或更换。
- 2、驱动部分的松紧度，过松时应及时调整，保证驱动部分正常工作。
- 3、所有限位开关是否正确，是否可靠工作。
- 4、设备工作状态灯是否显示正常，损坏应及时更换。
- 5、排风是否正常，检查排风量，保证换气次数。
- 6、电动门红外感应是否灵敏，保证病人的安全。





## 射线装置台帐管理制度

1、台帐管理人员必须认真填写放射性同位素及射线装置的基本技术参数和状态，建立一一对应的明细台帐；

2、对于射线装置应记载其名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项；

3、射线装置台帐应做到一机一卡，技术参数准确无误，不能私自涂改，做到物帐相符；

4、台帐管理人员应定期核对账目，做到准确无误；台帐不允许私自外借，应长期保存，其管理人员对台帐资料负保管责任。



# 辐射监测计划

为加强我单位射线装置与放射工作人员健康管理，控制射线装置的照射，规范放射工作防护管理，保障相关员工健康和环境安全，根据相关要求，结合我院实际，特制定本方案。

## 一、个人剂量监测

个人剂量监测期内，个人剂量计每三个月检测一次。佩戴周期第三个月份的月底收齐所有放射工作人员的个人剂量监测计，统一邮寄至有资质机构检测并领取新的个人剂量计。建立放射工作人员的个人剂量监测档案。

## 二、职业健康体检

放射工作人员每 1-2 年进行一次职业健康检查，并建立健康监护档案。未经体检和体检不合格者，不得从事放射性工作。

## 三、工作场所监测

每年委托有资质的单位进行一次射线装置工作场所的辐射环境监测，并于每年的 1 月 31 日前向生态环境部门提交上一年度的放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告。



# 辐射工作人员培训计划

近几年来，由于科学技术不断地进步，设备仪器不断的更新，辐射工作人员也需要不断地学习新的知识和新的技术。特制定以下培训计划：

- 1、医院内各有关辐射科室每月由科室负责人组织学习本专业的新知识和新技术，并由此形成固定的业务学习制度。
- 2、医院全体放射工作人员每 2 年参加一次卫健部门要求的放射卫生知识培训；每 5 年参加一次生态环境部门要求的辐射安全与防护知识考核。
- 3、认真组织工作人员学习有关辐射工作方面的法律法规，避免辐射事故的发生。
- 4、各相关科室要及时传达并组织工作人员学习国家、省内有关辐射工作的新的规定。



# 辐射检测仪器使用与校验管理制度

## 一、目的

通过对医院辐射检测仪器仪表的检定、校准进行有效管理，以保证设备运行状况检测数据结果的准确性和可靠性，为设备的正常运行提供保证。

## 二、适用范围

适用于本医院辐射检测所有检测仪器仪表的校准、检定。

## 三、职责

- 1、设备科负责管理仪器、仪表的台帐维护及校准、检定工作；
- 2、后勤科负责上报仪器、仪表的送检费用打款计划。

## 四、工作要求

- 1、检定计划：使用科室根据仪器、仪表的检定周期提前向设备科提交送检申请；
- 2、校准和检定实施：要送检的仪器、仪表，由使用科室设备管理员负责组织报送检定单位进行检定。按照仪器、仪表校准规程，所有的校准检定活动尽可能溯源到国家标准或行业标准；
- 3、校准标识：仪器、仪表经校准检定后，根据结果加贴仪器状态标识；
- 4、校准和检定周期：校准周期按仪器设备有关操作规程执行；送检周期参照“溯源间隔表”；
- 5、校验记录的保存：仪器、仪表检定校准证书、自校验记录由使用

科室设备员统一保管。



# 岗位职责

## 一、技师（士）职责

- 1、在科主任领导和主治医师指导下进行工作。
  - 2、负责投照工作，参加较复杂的技术操作，并帮助和指导技士、技术员工作。
  - 3、负责本科机器的保养和管理，督促本科人员遵守技术操作规程和安全规则。
  - 4、开展技术革新和科学研究、指导进修、实习人员的技术操作。并担任一定的教学工作。
  - 5、参加集体阅片和讲评投照质量。
- 技士的职责是协助技师进行以上工作。

## 二、医师职责

- 1、在科主任领导和主治医师指导下进行工作。
- 2、参加 X 线诊断和 X 线检查工作任务。
- 3、担负一定的教学任务，做好进修实习人员的培训工作。
- 4、掌握设备的原理、性能使用与投照技术、遵守操作规程，做好防护、严防差错事故的发生。

## 三、主治医师职责

- 1、在本科主任领导和主任、副主任医师指导下进行工作。
- 2、参加 X 诊断工作并指导下级医师诊断任务，参加会诊和临床讨论。





3、担任一定的教学任务，做好进修实习人员培训工作。

4、掌握设备原理、性能和使用，遵守操作规程防护工作，严防差错事故。

5、密切与临床科室的联系，不断提高诊断质量，并有随访记录。

#### 四、放射科主任职责

1、负责本科的医疗、教学、科研、行政管理工作，有年度工作计划并组织实施，按期总结汇报。

2、根据本科任务和人员情况进行科学分工，合理安排轮班、换班、出诊、会诊、休假，保证日常工作的进行。

3、遵守并督促检查本科人员认真执行各项规章制度、岗位责任制和技术操作规程，严防差错事故。

4、制定科研规划，开展新技术，定期组织本科人员的业务学习和考核，担任教学，搞好进修人员的培训。

5、审签本科药品器材的领取，督促检查医疗器械的使用、保养、维修、药品管理、账物相符。

6、定期主持集体阅片，审签重要的诊断报告单，亲自参加临床会诊和疑难病例的诊断治疗，经常检查放射诊断，投照质量，抓好环节质控。

7、不断征求临床科室意见，及时解决问题，改进工作。

#### 五、介入放射科护士工作职责

1、在科主任护士长领导下开展工作。

2、具有高度责任心，掌握丰富的专业知识，作风严谨，反应灵

活，有较强的应急能力。

3、严守岗位，随时准备接受急诊手术，病人入手术间后，手术间不得离人。

4、严格控制介入医学科人员的密度与流量，凡进入介入医学科参观、学习人员必须严格遵守介入医学科的各项规章制度和接受介入医学科工作人员的指导，非值班人员不得擅自进入介入医学科，一切私物不得进入手术间。

5、介入医学科的一切物品、仪器、药品等物应分类、定位放置并专人保管，定期检查检修，并保证使用，用后及时补充及归原，毒、剧、麻醉药须加锁保管。

6、介入医学科随时保持清洁，无菌物品与非无菌物品严格分开，一切无菌物品须专柜存放，物品灭菌后一周未用者须重新灭菌。室内应严格按照消毒隔离制度要求执行，按要求采样做细菌培养，结果存档备查。

7、介入是一项高风险工作，应认真做好术前准备，严格执行查对制度，包括手术签字同意书，过敏试验，术前用药情况，备皮等。

8、术中严肃认真，不得闲谈，严密观察病人情况，随时报告医生，集中精力注意手术进展情况，准确及时供应所有所需物品，配合手术顺利进行，对一切口头医嘱须经复述核对后才能执行。

9、做好术后料理，消毒工作，一切用物均需消毒、清洁、无菌程序处理。

10、根据每日手术台次，手术难易程序，手术医师体力，病人病



情合理安排手术顺序。

11、做好手术登记及统计工作。

#### 六、介入放射科主管医师岗位职责

1、在科主任和上级医师指导下，负责本科一定范围内的医疗、教学、科研工作。

2、参加值班并主持每日的常规介入手术，发放介入治疗报告。

3、认真做好交接班，负责检查和修改下级医师、实习医师的病历诊断报告。

4、认真执行各项规章制度和技术操作规程，亲自操作或指导实习医师进行各种重要的检查和操作，严防差错事故。

5、承担临床教学及指导进修、实习医师工作。

6、学习和运用国内外先进技术，开展科研工作，做好资料积累。

7、协助科主任做精神文明、医德医风建设及宣传工作。



## 放射防护用品使用登记管理制度

为了加强对放射防护用品使用的监督管理，使放射防护用品在使用时符合国家标准要求，保障放射工作人员的健康和保护受检者非受照敏感器官，根据《放射诊疗管理办法》等有关规定，制定本制度。

1、建立放射防护设施和放射防护用品管理责任制，由放射防护管理领导小组负责管理。

2、在购置相关的防护设施和防护用品产品时，产品应当包含下列内容：

(1) 产品名称、型号、铅当量；

(2) 生产企业名称及地址；

(3) 合格证和使用说明书，使用说明书应当同时载明防护性能、适应对象、使用方法及注意事项。

4、根据工作需要为患者和受检者提供适合、足够和符合有关标准的个人防护作品，并指导患者和受检者、陪检者正确、合理使用防护用品，为受检者非受照敏感器官和陪检者做好防护。

5、对防护用品进行定期或不定期检查、维修、保养，保证防护设施正常运转，确保防护设施和防护用品具有良好的防护效果。对使用中的个人放射防护用品和材料每年应至少自行检查 1 次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量，若发现老化、断裂或损伤应自行及时更换。

5、定期对工作人员进行防护用品使用、防护性能、穿戴要求等相关

知识的培训，指导患者和受检者、陪检者正确使用放射防护用品。



隆回县人民医院

## 受检者防护制度

1、医师应对 X 线检查的适应症与合理性进行评价，确定适当的检查方法，在获得相同诊断效果的前提下，尽量避免采用放射性检查诊断技术，合理使用 X 线检查，减少不必要的照射。

2、技术人员应熟练掌握检查操作技术，并根据被检查者具体情况制定照射条件，尽可能采用高电压、低电流，提高射线质量，减少被检查者接受剂量。

3、放射科必须建立和健全 X 射线资料的登记、保存、提取和借阅制度；不得因资料管理及病人转诊等原因使受检者接受不必要的照射。

4、控制各种健康体检中的常规胸部 X 线检查；控制 X 线的间隔时间，接尘工人的 X 线胸部检查间隔时间按有关规定执行。

5、临床医师和放射科医师尽量以 X 射线摄影代替透视进行诊断，特别是婴幼儿、少年儿童；不得使用有防护缺陷的 X 射线机进行 X 射线检查。

6、对育龄妇女的腹部及婴幼儿的 X 线检查，应严格掌握适应症；对孕妇，特别是受孕后 8-10 周的，非特殊需要，不得进行下腹部 X 射线检查。确有必要者应做好周密的防护措施并进行告知。

7、放射科医技师必须注意采取适当的措施，减少受检者受照剂量；对邻近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护。



8、候诊者和陪护人（病人必须被搀扶才能进行检查的除外），不得在无屏蔽防护的情况下在机房内停留。

9、科室应规划安全区域，确保候检者不受射线辐射。



## 放射设备检修维护制度

- 1、放射科设备管理保养由技术组长负责，实行专机专人管理。
- 2、机房的各种标志醒目，各台机器应有规范的操作规程和运行记录。
- 3、保持机房内干燥整洁，禁止在机房内存放无关物品。
- 4、保持机器清洁，及时清理污物血渍，每天必须进行一次机器的清洁工作。
- 5、每周进行一次安全检查和常规小保养，减少机器故障的发生并及时掌握机器的运行情况，主要为机器清洁、安全装置运转部件检查保养。
- 6、每月进行一次机器的全面检查和调整。内容包括：机房机器的清洁；机械电器部件牢固、运行准确性；平衡悬吊装置的安全；电缆电线的完好；保护地线接触良好；显示数据准确性等。保持机器处于良好的状态，确保机器设备安全、正常运行。
- 7、机器设备发生故障时应及时向科主任汇报并记录故障现象。
- 8、科主任接到设备故障报告后安排具有维修技术的技术人员进行检查。常见和简单故障及有能力维修的故障原则上鼓励技术人员自行维修，以节约成本。
- 9、对无法维修的故障及时向办公室报告，并填写维修申请单，由办公室安排维修。
- 10、设备维修应及时做维修记录，内容包括：故障经过、现象、检查情况、维修经过和维修后情况。

11、设备故障修复后应进行严格的验收检测，经试运行正常后方可正式使用。

12、未经科主任许可，严禁私自拆解、改造、维修机器设备。



## 附件 12 辐射应急预案

### 辐射事故应急预案

为了更好地贯彻落实《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，根据国家环境保护总局、公安部、卫生部《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》的文件精神，加强对医院内射线装置的安全监管，减少在使用过程中发生辐射安全事故，控制和减轻事故后果，在辐射事故发生后，立即启动本事故应急方案，采取防范措施，尽可能降低事故危害，同时按要求报告当地生态环境、公安和卫健行政部门，特制订本预案。



#### 一、本预案适应范围

凡单位内发生的射线装置丢失、被盗、失控或人员超剂量照射等所致辐射事故均适用本应急预案。

#### 二、辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成的责任事故，严格辐射防护管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

- 1、健全辐射防护管理体制和规章制度，射线装置使用和保管落实到人，纪律要严肃，奖惩要分明；
- 2、组织辐射安全与防护知识培训，不准无证上岗，严格操作规程；
- 3、定期检查辐射防护设施，发现问题，及时检修。

#### 三、组织机构及职能

#### 1、辐射安全与环境保护管理领导小组

#### 2、辐射安全与环境保护管理领导小组职责

(1) 组织制定医院辐射事故应急处理预案；

(3) 按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项日常工作；

(4) 组织辐射事故应急人员的培训；

(5) 负责与生态环境部门、卫健部门等相关部门的联络、报告应急处理工作；

(6) 负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作；

(7) 涉及辐射安全的其它工作。

#### 四、应急处置程序

本单位一旦发生辐射事故，必须立即撤离相关人员，封锁现场，采取有效措施防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，并在第一时间向辐射安全与环境保护管理领导小组报告，同时启动应急预案，具体程序如下：

##### 1、迅速报告

发生事故的科室必须立即将发生事故的性质、时间、地点、科室名称、联系人、电话等报告向辐射安全与环境保护管理领导小组办公室报告。

##### 2、现场控制

辐射安全与环境保护管理领导小组办公室接到事故发生报告后，立即安排专员赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安

全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场；迅速、正确判断事故性质。

### 3、启动应急预案

辐射安全与环境保护管理领导小组办公室接到现场报告后，立即启动应急指挥系统，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作；后勤保障组同时进行物资准备。

### 4、现场报告

根据现场情况，由辐射安全与环境保护管理领导小组办公室将事故发生时间、地点、造成事故的射线装置类型、能量、危害程度和范围及射线装置的名称等主要情况在 2 小时内报告卫健、生态环境、公安等相关部门。

### 5、现场处置

等待相关部门到达现场的同时，采取相应措施，使危害、损失降到最小。发生射线装置失控导致大剂量 X 线误照，应立即进行现场救助，采取措施，使人员损伤、环境污染降到最小。

### 6、查找事故原因

配合上级有关部门对现场进行勘查以及生态环境安全技术处理、检测等工作，查找事故发生的原因，进行调查处理。将事故处理结果及时报上级行政主管部门。

### 7、警报解除

总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常环境安全管理，



杜绝类似事故发生。

#### 五、辐射事故应急联系方式

医院辐射安全与环境保护管理领导小组办公室：15111507357

市公安局：110

市生态环境局：12369

省生态环境厅：0731-85698110

省卫生健康委员会：0731-84822021；0731-84812737

