

|     |              |
|-----|--------------|
| 检索号 | 2025-HP-0039 |
|-----|--------------|

## 核技术利用建设项目

# 福州市第一总医院皮肤病防治院1台X射线 放射治疗系统项目环境影响报告表 (公开本)

福州市第一总医院皮肤病防治院（盖章）

2025 年 5 月

## 核技术利用建设项目

# 福州市第一总医院皮肤病防治院 1 台 X 射线 放射治疗系统项目环境影响报告表

建设单位名称：\_\_\_\_福州市第一总医院皮肤病防治院\_\_\_\_

建设单位法人代表（签名或签章）：\_\_\_\_\_

通讯地址：\_\_\_\_福州市鼓楼区西洪路 243 号\_\_\_\_

邮政编码：\_\_\_\_350025\_\_\_\_ 联系人：\_\_\_\_邓友财\_\_\_\_

电子邮箱：\_\_\_\_/\_\_\_\_ 联系电话：\_\_\_\_\_

## 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 表 1 项目基本情况 .....         | 1  |
| 表 2 放射源 .....            | 7  |
| 表 3 非密封放射性物质 .....       | 7  |
| 表 4 射线装置 .....           | 8  |
| 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） ..... | 9  |
| 表 6 评价依据 .....           | 10 |
| 表 7 保护目标与评价标准 .....      | 12 |
| 表 8 环境质量和辐射现状 .....      | 19 |
| 表 9 项目工程分析与源项 .....      | 22 |
| 表 10 辐射安全与防护 .....       | 30 |
| 表 11 环境影响分析 .....        | 39 |
| 表 12 辐射安全管理 .....        | 50 |
| 表 13 结论与建议 .....         | 56 |
| 表 14 审批 .....            | 60 |

### 附件：

附件 1 项目委托书

附件 2 射线装置使用承诺书

附件 3 医院辐射安全许可证正副本复印件

附件 4 本项目辐射环境现状检测报告、检测单位资质认证证书、检测仪器检定证书

附件 5 福州市皮肤病防治院南院项目环评批复

附件 6 本次 X 射线放射治疗系统项目的情况说明

附件 7 医院 X 射线影像诊断设备工作场所放射防护检测报告（节选）

附件 8 医院关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知

附件 9 医院辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案

附件 10 医院土地证（南院地块）

表 1 项目基本情况

|             |          |                                                                                                                            |                                                                                                                                                       |      |                |
|-------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|
| 建设项目名称      |          | 福州市第一总医院皮肤病防治院 1 台 X 射线放射治疗系统项目                                                                                            |                                                                                                                                                       |      |                |
| 建设单位        |          | 福州市第一总医院皮肤病防治院                                                                                                             |                                                                                                                                                       |      |                |
| 法人代表        |          | 李卫东                                                                                                                        | 联系人                                                                                                                                                   | 邓友财  | 联系电话           |
| 注册地址        |          | 福州市鼓楼区西洪路 243 号                                                                                                            |                                                                                                                                                       |      |                |
| 项目建设地点      |          | 福州市仓山区城门洲路 29 号（医院南院门诊医技楼一层）                                                                                               |                                                                                                                                                       |      |                |
| 立项审批部门      |          | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                       | 批准文号 | /              |
| 建设项目总投资（万元） |          | 435                                                                                                                        | 项目环保投资（万元）                                                                                                                                            | 40   | 投资比例（环保投资/总投资） |
| 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（m²）       |
| 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       | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                       |      |                |

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位基本情况

福州市第一总医院皮肤病防治院又名福州市皮肤病防治院、福州市性病防治中心，创建于 1952 年，是一所以皮肤病、性病、医学美容（含整形美容）为核心业务，集医疗、预防、教学、科研为一体的公立三级专科医院。

医院设有西洪院区、西院（麻风病住院部）、南院三大院区。西洪院区位于福州市鼓楼区西洪路 243 号，占地约 10 亩；西院（麻风病住院部）位于福州市鼓楼区文林路 59 号，占地 130 余亩；南院位于福州市仓山区城门洲路 29 号，占地 40 亩，建筑面积 7.6 万平方米，包括门诊医技楼、住院楼、医务用房楼、地下室及配套设施，于 2024 年 12 月

30 日开诊试运行，通过依托福州市第一总医院优势医疗资源，为小综合、多学科协作科室及新开设医技科室正常开诊提供保障，着力建成一所以皮肤科与整形外科为主的“大专科、小综合”的现代化医院。

福州市皮肤病防治院南院项目已委托有资质单位编制了环境影响报告表，并已于 2022 年 9 月 29 日通过了福州市生态环境局审批（批复文件见附件 5），批复文号：榕仓环评〔2022〕24 号。

### 1.1.2 项目建设规模

#### 1.1.2.1 项目概况及由来

为满足患者的就医需求，提升当地和周边区域群众的医疗服务水平，福州市第一总医院皮肤病防治院拟将南院门诊医技楼一层的 1 间预留 III 类射线装置机房改造为浅层放射室，配备 1 台 SRT-100 型 X 射线放射治疗系统，主要用于对皮肤癌及瘢痕疙瘩等进行浅层辐照治疗。本项目核技术利用情况见表 1-1。

表 1-1 本项目核技术利用情况表

| 序号 | 射线装置名称、型号           | 数量（台） | 管电压（kV） | 管电流（mA） | 类别 | 工作场所名称         | 活动种类 | 环评情况 |
|----|---------------------|-------|---------|---------|----|----------------|------|------|
| 1  | X 射线放射治疗系统（SRT-100） | 1     | 100     | 10      | II | 南院门诊医技楼一层浅层放射室 | 使用   | 本次环评 |

#### 1.1.2.2 项目由来

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，福州市第一总医院皮肤病防治院本次拟开展的核技术利用项目应办理核技术利用项目环境影响评价手续。

本项目为使用 1 台 X 射线放射治疗系统，该设备属于 X 射线治疗机（浅部），根据《射线装置分类》（2017 年修订版），属于 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目应编制环境影响报告表。受福州市第一总医院皮肤病防治院的委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察、现场检测等工作的基础上，编制了该核技术应用项目环境影响报告表。

### 1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

福州市第一总医院皮肤病防治院南院位于福州市仓山区城门洲路 29 号，医院东侧为菜地（含大棚）、树林，南侧、西侧和北侧均为规划路。福州市第一总医院皮肤病防治

院南院地理位置示意图 1-1，南院平面布置及周围环境示意图 1-2。

本项目浅层放射室拟建址位于门诊医技楼一层东北部影像科东端，拟建址现为预留 III 类射线装置机房，项目所在区域为地下两层地上四层建筑。门诊医技楼东侧依次为院内绿化和道路、医院围墙、院外菜地（含大棚）和树林，南侧和西侧均为院内绿化和道路，北侧为下沉式庭院、绿化、住院楼、医务用房楼。浅层放射室东侧依次为医护通道和空调机房、电视机房、污梯等辅助用房，南侧依次为控制室、医护通道、库房、报告/读片室等影像科工作场所、室外庭院、室内门诊药房和中心药房工作场所等，西侧依次为 CT 室、DR 室等影像科工作场所、通道、门诊大厅、综合门诊和中医皮肤工作场所等，北侧依次为走廊、胃肠镜室等影像科工作场所、室外下沉式庭院、住院楼、医务用房楼，正上方二层为理疗科光动力涂药室、311 全舱光疗室，正下方地下一层为车库。门诊医技楼周围环境见图 1-2，门诊医技楼一层平面布置见图 1-3，二层平面布置见图 1-4，地下室地下一层局部平面布置见图 1-5。项目拟建址及周围环境现状见图 1-6。

本项目X射线放射治疗系统设有单独固定的机房，机房位于医院南院门诊医技楼一层东北部影像科东端，不邻接儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，不邻接人员流动性大的商业活动区域，工作场所位置相对独立，与周围非辐射工作场所隔开。根据理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小。本项目选址满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“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”、“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”的要求，以及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中“放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端”的要求，周围无环境制约因素，项目选址合理。

根据医院提供的资料、现场调查和图 1-2 可知，本项目 50m 评价范围没有环境敏感点，环境保护目标主要是 X 射线放射治疗系统辐射工作人员、评价范围内医院内的其他医护人员等工作人员、病患及陪同家属等流动人员、医院东侧菜地（含大棚）内的公众。

### 1.3 产业政策符合性分析

经对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于国家鼓励类的第十三项“医药”第 4 款中“高端放射治疗设备”，符合国家产业发展政策。

### 1.4 代价利益分析

本项目的运行，可为患者提供放射诊疗服务，方便群众就医，具有良好的社会效益

和经济效益。本项目总投资 435 万元，其中环保投资 40 万元，占总投资的 9.2%，与同类项目环保投资指标相比，本项目环保投资比例合理、适当，可保证环保措施的落实。根据理论估算和分析，本项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。

因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

### 1.5 项目环保投资

本项目环保投资明细见表 1-2。

表 1-2 本项目环保投资明细一览表

| 序号 | 项目                                           | 投资金额（万元） |
|----|----------------------------------------------|----------|
| 1  | 机房的土建和防护施工                                   | 25       |
| 2  | 辐射安全装置和保护措施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯、观察窗及对讲装置、急停按钮等） | 3        |
| 3  | 辐射防护用品（铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙、铅橡胶屏蔽等）            | 1        |
| 4  | 通风系统                                         | 2        |
| 5  | 辐射监测仪器                                       | 1        |
| 6  | 辐射安全规章制度上墙、环境影响评价、竣工环保验收                     | 8        |
| 合计 |                                              | 40       |

### 1.6 原有核技术利用项目许可情况

#### 1、原有核技术利用项目许可情况

福州市第一总医院皮肤病防治院现已配备 1 台 DR 和 1 台 CT，均已填报环境影响登记表（备案号 202435010400000110），医院已取得辐射安全许可证，证书编号为：闽环辐证[A1147]，许可种类和范围：使用Ⅲ类射线装置，发证日期：2025 年 4 月 27 日，许可有效期至：2030 年 4 月 26 日。医院现有辐射安全许可证复印件见附件 3。

医院现有核技术利用情况见表 1-3。

表 1-3 医院现有核技术利用项目一览表

| 序号 | 射线装置名称（型号）             | 数量 | 类别 | 工作场所           | 活动种类 | 环评情况                                  | 许可情况 |
|----|------------------------|----|----|----------------|------|---------------------------------------|------|
| 1  | CT<br>（Revolution ACT） | 1  | Ⅲ类 | 南院门诊医技楼一层 CT 室 | 使用   | 2024.11.7 已备案（备案号 202435010400000110） | 已许可  |
| 2  | DR<br>（QTMDR-BS1）      | 1  | Ⅲ类 | 南院门诊医技楼一层 DR 室 | 使用   |                                       |      |

## 2、现有辐射安全管理情况

### （1）辐射安全与环境保护管理机构

福州市第一总医院皮肤病防治院已成立了辐射安全与防护管理领导小组（见附件 8），指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了管理职责，满足环保相关管理要求。

### （2）辐射安全管理规章制度

福州市第一总医院皮肤病防治院已按要求制定了辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案（见附件 9），主要包括《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《辐射设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》及《辐射事故应急预案》。

该单位制定的辐射安全管理规章制度较完备且具有一定的可行性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。该单位能够按照辐射安全管理规章制度进行管理，辐射工作人员也能够严格按照各项规章制度开展工作，满足环保相关管理要求。

### （3）辐射监测和年度评估

福州市第一总医院皮肤病防治院为 2025 年 4 月新领证单位，医院已委托有资质单位对本单位的辐射工作场所进行监测，监测结果满足相关标准要求。医院每年将对本单位辐射工作场所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，落实后能够满足环保相关管理要求。

### （4）个人剂量监测与健康体检

福州市第一总医院皮肤病防治院现已配备 1 名辐射工作人员（兼任辐射防护负责人），已配备了个人剂量计，将定期（每季度一次）送有资质部门进行个人剂量监测，建立个人剂量档案，确保辐射工作人员的受照剂量低于职业人员年剂量管理限值要求。

医院已组织现有辐射工作人员进行了职业健康体检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案，根据最近一次职业健康体检报告（2024 年 7 月），医院现有辐射工作人员可继续原放射工作，满足环保相关管理要求。

#### **(5) 辐射安全和防护知识培训**

福州市第一总医院皮肤病防治院现有辐射工作人员已参加医用 X 射线诊断与介入放射学辐射安全与防护考核，成绩合格且在有效期内，满足环保相关管理要求。

#### **(6) 运行情况**

福州市第一总医院皮肤病防治院开展核技术利用项目至今，未发生过辐射安全事故。

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强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 活动种类 | 实际日最大操作量 (Bq) | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (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 | 加速粒子 | 最大能量（MeV） | 额定电流（mA）/剂量率（Gy/h） | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------|-----------|--------------------|----|------|----|
| /  | /  | /  | /  | /  | /    | /         | /                  | /  | /    | /  |

（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（kV） | 最大管电流（mA） | 用途   | 工作场所         | 备注 |
|----|-----------|----|----|---------|-----------|-----------|------|--------------|----|
| 1  | X射线放射治疗系统 | II | 1  | SRT-100 | 100       | 10        | 放射治疗 | 门诊医技楼一层浅层放射室 | 新增 |
| /  | /         | /  | /  | /       | /         | /         | /    | /            | /  |
|    |           |    |    |         |           |           |      |              |    |

（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（重点是放射性废弃物）

| 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                              |
|---------|----|------|----|------|-------|-------|------|-----------------------------------|
| 臭氧和氮氧化物 | 气态 | /    | /  | 少量   | 少量    | /     | 不暂存  | 通过排风系统排出机房，弥散在大气环境中，臭氧常温下可自行分解为氧气 |
| /       | /  | /    | /  | /    | /     | /     | /    | /                                 |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                                   |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                                   |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                                   |

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》（修订版），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》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订版），国务院令 709 号，2019 年 3 月 18 日起施行</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订），2017 年 10 月 1 起实施</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展和改革委员会 2023 年令 第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行</p> <p>(10) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部/国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145 号</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 39 号，2019 年 10 月 25 日生成</p> <p>(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《福建省环保厅关于印发&lt;核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制</p> |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>大纲&gt;（试行）的通知》，闽环保辐射〔2013〕10号，2013年3月15日印发</p> <p>（17）《福建省生态环境厅关于印发福建省辐射事故应急预案的函》，闽环函[2020]22号，2020年9月23日发布</p> <p>（18）《福州市生态环境局关于印发福州市辐射事故应急预案的函》，榕环保函[2020]233号，2020年9月24日发布</p>                                                                                                                                                                                               |
| 技术标准 | <p>（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）</p> <p>（2）《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》（HJ 10.1-2016）</p> <p>（3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>（4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>（5）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>（6）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）</p> <p>（7）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）</p> <p>（8）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）</p>                   |
| 其他   | <p><b>与本项目相关附件：</b></p> <p>（1）项目委托书（见附件1）</p> <p>（2）射线装置使用承诺书（见附件2）</p> <p>（3）医院辐射安全许可证正副本复印件（见附件3）</p> <p>（4）本项目辐射环境现状检测报告、检测单位资质认证证书、检测仪器检定证书（见附件4）</p> <p>（5）福州市皮肤病防治院南院项目环评批复（见附件5）</p> <p>（6）本次X射线放射治疗系统项目的情况说明（见附件6）</p> <p>（7）医院X射线影像诊断设备工作场所放射防护检测报告（见附件7）</p> <p>（8）医院关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知（见附件8）</p> <p>（9）医院辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案（见附件9）</p> <p>（10）医院土地证（南院地块）（见附件10）</p> |

表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目为使用 II 类射线装置。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》（HJ 10.1-2016）中的要求，射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。因此本项目辐射评价范围确定为：浅层放射室实体屏蔽边界外 50m 范围内区域。本项目评价范围示意图 1-2。

### 7.2 保护目标

根据医院提供的资料、现场调查和图 1-2 可知，本项目 50m 评价范围内没有环境敏感点，环境保护目标主要是 X 射线放射治疗系统辐射工作人员、评价范围内医院内的其他医护人员等工作人员、病患及陪同家属等流动人员、医院东侧菜地（含大棚）内的公众。本项目环境保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

| 环境保护目标名称 |                 | 保护目标位置描述                                         | 方位  | 距机房最近距离 | 人口规模            | 保护要求              |
|----------|-----------------|--------------------------------------------------|-----|---------|-----------------|-------------------|
| 辐射工作人员   |                 | 控制室                                              | 南侧  | 0.3m    | 3 人             | 剂量约束值<br>5mSv/a   |
| 公众       | 医院内的其他医护人员等工作人员 | 医护通道和空调机房、电视机房、污梯等辅助用房(门诊医技楼内)                   | 东侧  | 0.3m    | 工作人员总人数为约 300 人 | 剂量约束值<br>0.1mSv/a |
|          |                 | 院内绿化和道路                                          |     | 约 6m    |                 |                   |
|          |                 | 医护通道、库房、报告/读片室等影像科工作场所、室内门诊药房和中心药房工作场所等（门诊医技楼内）  | 南侧  | 约 3m    |                 |                   |
|          |                 | 室外庭院                                             |     | 约 9m    |                 |                   |
|          |                 | CT 室、DR 室等影像科工作场所、通道、门诊大厅、综合门诊和中医皮肤工作场所等（门诊医技楼内） | 西侧  | 0.3m    |                 |                   |
|          |                 | 走廊、胃肠镜室等影像科工作场所                                  | 北侧  | 0.3m    |                 |                   |
|          |                 | 室外下沉式庭院、绿化                                       |     | 约 10m   |                 |                   |
|          |                 | 医务用房楼                                            |     | 约 23m   |                 |                   |
|          |                 | 住院楼                                              | 西北侧 | 约 48m   |                 |                   |
|          |                 | 理疗科光动力涂药室、311 全舱光疗室等(门诊医技楼 2 层~4 层)              | 楼上  | 相邻      |                 |                   |

|  |              |                   |          |       |        |  |
|--|--------------|-------------------|----------|-------|--------|--|
|  |              | 车库等（地下室地下一层和地下二层） | 楼下       | 相邻    |        |  |
|  | 患者、陪同家属等流动人员 | 医院内               | 四周及楼上、楼下 | 0m    | 流动人群   |  |
|  | 院外菜地（含大棚）内公众 | 院外菜地（含大棚）         | 东侧       | 约 27m | 约 10 人 |  |

### 7.3 评价标准：

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

##### ①剂量限值

本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 7-2：

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

| 对象       | 剂量限值                                                                                                                     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 职业照射剂量限值 | <p>工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：</p> <p>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</p> <p>②任何一年中的有效剂量，50mSv</p>                |
| 公众照射剂量限值 | <p>实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv；</p> |

##### ②辐射管理分区

#### 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。

#### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：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。

#### （2）《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）

#### 6.3 屏蔽要求

### 6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外 30 cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a）、b）和 c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

a）使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ，见式（1）：

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

式中： $H_c$ —周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

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

$t$ —治疗周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

$U$ —治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

$T$ —人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见附录A。

b）按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ：

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

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

c）由上述a）中的导出周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 和b）中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 。

### 6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平

6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面30cm处，或在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，周围剂量当量率参考控制水平同6.3.1。

6.3.2.2 除6.3.2.1的条件外，若存在天空反射和侧散射，并对治疗机房墙外关注点位置照射时，该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的周围剂量当量率的总和，按6.3.1确定关注点的周围剂量当量率作为参考控制水平。

## **6.4 安全装置和警示标志要求**

### **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。

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，操作人员不应擅自离开岗位。

## **(3) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）**

### **4 一般要求**

4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：

- a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为5mSv/a。
- b) 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

## **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。

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。

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

#### 6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面30cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面30cm处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列1) 和2) 所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

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

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

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

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

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： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

## 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。

6.2.3 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。

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；

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。

**(4) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)**

**(5) 本项目管理目标**

综合考虑 GB 18871-2002、GBZ 121-2020、HJ 1198-2021 要求，本项目管理目标确定为：

①辐射环境剂量率控制水平：

浅层放射室屏蔽体外各关注点剂量率参考控制水平见表 7-3，关注点布设见图 7-1。

表 7-3 浅层放射室外关注点周围剂量当量率参考控制水平

| 关注点                    | 居留场所                       | $H_c$<br>( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ) | $t$<br>( $h$ ) | U | T    | $\dot{H}_{c,d}$ ( $\mu\text{Sv}/h$ ) | $\dot{H}_{c,max}$<br>( $\mu\text{Sv}/h$ ) | $\dot{H}_c$<br>( $\mu\text{Sv}/h$ ) |
|------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------|---|------|--------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| 地板下方地面<br>1.7m 处 (A 点) | 车库                         | 5                                    | 2              | 1 | 1/40 | 100                                  | 10                                        | <b>10</b>                           |
| 东墙外 30cm<br>(B 点)      | 医护通道                       | 5                                    | 2              | 1 | 1/5  | 12.5                                 | 10                                        | <b>10</b>                           |
| 南墙外 30cm<br>(C 点)      | 控制室                        | 100                                  | 2              | 1 | 1    | 50                                   | 2.5                                       | <b>2.5</b>                          |
| 西墙外 30cm<br>(D 点)      | CT 室                       | 5                                    | 2              | 1 | 1/2  | 5                                    | 10                                        | <b>5</b>                            |
| 北墙外 30cm<br>(E 点)      | 走廊                         | 5                                    | 2              | 1 | 1/5  | 12.5                                 | 10                                        | <b>10</b>                           |
| 观察窗外 30cm<br>(F 点)     | 控制室                        | 100                                  | 2              | 1 | 1    | 50                                   | 2.5                                       | <b>2.5</b>                          |
| 医护通道防护<br>门外30cm(G点)   | 控制室                        | 100                                  | 2              | 1 | 1    | 50                                   | 2.5                                       | <b>2.5</b>                          |
| 患者通道防护<br>门外30cm(H点)   | 走廊                         | 5                                    | 2              | 1 | 1/5  | 12.5                                 | 10                                        | <b>10</b>                           |
| 顶板外 30cm<br>(I 点)      | 理疗科光动力<br>涂药室、311<br>全舱光疗室 | 5                                    | 2              | 1 | 1    | 2.5                                  | 2.5                                       | <b>2.5</b>                          |

②剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 **5mSv**，公众年有效剂量不超过 **0.1mSv**。

(6) 参考资料

《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995 年

福建省福州市原野、道路、建筑物室内 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率（单位：nGy/h）

|        | 原野 $\gamma$ 辐射剂量率    | 道路 $\gamma$ 辐射剂量率 | 室内 $\gamma$ 辐射剂量率    |
|--------|----------------------|-------------------|----------------------|
| 范围     | 30.4~145.4           | 45.3~164.7        | 89.9~231.0           |
| 均值±标准差 | 101.0±32.0<br>(按点平均) | 110.1±35.3        | 170.8±31.1<br>(按点平均) |

注：测量值已扣除宇宙射线响应值。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**8.1 项目地理和场所位置**

福州市第一总医院皮肤病防治院南院位于福州市仓山区城门洲路 29 号，本项目浅层放射室拟建址位于门诊医技楼一层东北部影像科东端。医院南院地理位置示意图 1-1，南院平面布置及周围环境示意图 1-2，门诊医技楼周围环境见图 1-2，门诊医技楼一层平面布置见图 1-3，二层平面布置见图 1-4，地下室地下一层局部平面布置见图 1-5。

**8.2 环境现状检测**

本项目为使用 II 类射线装置，运行期主要环境影响为电离辐射影响。项目在进行现状调查时，主要调查浅层放射室拟建址及周围环境的辐射水平现状。

**8.2.1 环境现状评价对象、监测因子、监测点位**

环境现状评价对象：浅层放射室拟建址及周围辐射环境现状

检测因子： $\gamma$ 辐射剂量率

检测点位：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点，在项目拟建址及周围布设 10 个检测点位，调查环境辐射水平，具体点位布设情况见图 8-1~图 8-4

**8.2.2 检测方案**

（1）检测单位：江苏辐环环境科技有限公司（CMA 证书编号：231012341512）

（2）检测时间：2025 年 3 月 21 日

（3）检测天气：晴

（4）检测仪器：

仪器名称：多功能射线检测仪

仪器型号：BG9512PG03

仪器编号：1TR5GSKW

能量响应范围：25keV~3MeV

量程范围：10nGy/h~200  $\mu$  Gy/h

检定单位：江苏省计量科学研究院

检测证书编号：Y2024-0051024

检定有效期：2024.5.22~2025.5.21

(5) 检测方法：按照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的要求进行，检测时仪器探头水平距离地面 1m，每个检测点位读 10 个数据，读数间隔 10s，取算术平均值计算结果

### 8.2.3 质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力，其计量认证证书及检测能力证书见附件 4；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内，仪器检定证书见附件 4；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测报告实行三级审核。

### 8.2.4 检测结果及评价

本项目拟建址及周围环境辐射水平检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 4。

表 8-1 本项目拟建址及周围环境辐射水平检测结果

| 序号 | 检测点位描述                  | 位置属性 | 测量结果<br>(nGy/h) | 标准差 | 备注               |
|----|-------------------------|------|-----------------|-----|------------------|
| 1  | 浅层放射室拟建址(现为预留机房)        | 楼房   | 118             | 2.8 | 影像科辐射设备未运行,为本底检测 |
| 2  | 浅层放射室拟建址东侧(医护通道)        | 楼房   | 125             | 2.9 |                  |
| 3  | 浅层放射室拟建址南侧(控制室)         | 楼房   | 119             | 2.0 |                  |
| 4  | 浅层放射室拟建址西侧(CT 机房)       | 楼房   | 112             | 2.1 |                  |
| 5  | 浅层放射室拟建址北侧(走廊)          | 楼房   | 107             | 2.1 |                  |
| 6  | 浅层放射室拟建址楼上(二层光动力涂药室(3)) | 楼房   | 96              | 2.6 |                  |
| 7  | 浅层放射室拟建址楼下(地下一层车库)      | 楼房   | 154             | 2.8 |                  |
| 8  | 浅层放射室拟建址东侧院区围墙内         | 道路   | 103             | 1.9 |                  |
| 9  | 浅层放射室拟建址北侧医务用房楼南侧楼下     | 道路   | 105             | 2.7 |                  |
| 10 | 浅层放射室拟建址西北侧住院楼南侧楼下      | 道路   | 97              | 2.1 |                  |

注：①上表数据已扣除监测仪器宇宙射线响应值(8nGy/h)，已考虑建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子；

②建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，道路取 1。

根据检测结果可知，本项目浅层放射室拟建址及周围，室内 $\gamma$ 辐射剂量率为（96～154）nGy/h，室外道路 $\gamma$ 辐射剂量率为（97～105）nGy/h，处于《中国环境天然放射性水平》中福建省福州市室内和室外道路环境辐射水平正常范围内（室内（89.9～231.0）nGy/h、室外道路（45.3～164.7）nGy/h）。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工程设备

#### 1、设备组成

本项目拟配备1台SRT-100型X射线放射治疗系统，该系统是用于皮肤病变放射治疗的独立专用设备。该系统可在低能量浅表治疗范围内提供辐射发射。浅表放射治疗是某些基底细胞癌、鳞状细胞癌和卡波济氏肉瘤患者的非手术替代方法。由于位置和手术瘢痕，这些类型的癌症可毁容。浅表放射治疗可提供良好的美容效果，并且与传统手术方式相比，创口大大减小。该系统用于给予低能量辐射束（X射线），限制了穿透深度，避免深层组织损伤。

SRT-100型X射线放射治疗系统由两大部分组成：主机和操作人员操作控制台。

主机主要包括X射线发生器、X射线管头端、X射线管端口、X射线管冷却系统以及控制和指示器。其中X射线管端口可提供限束器附件的安装方式。在未适当安装限束器附件的情况下，系统将无法出束。冷却系统不需要操作人员维护，该系统是密封的，仅在日常预防维护期间需要检查冷却剂液位。主体整机为可移动式，在固定的场所使用可选择将脚轮锁住以避免治疗时主机移动造成照射偏移。X射线放射治疗系统主机整体外形见图9-1，主机结构见图9-2。

操作控制台可提供控制和指示，以设置照射，并开始、监控和终止照射。它还允许辐射医生输入系统校准值，操作控制台位于治疗室南侧控制室观察窗旁，远离X射线主机。操作控制台结构见图9-3。

X射线管头配置有0°（端口水平）至 $\pm 90^\circ$ （ $\pm 5^\circ$ ）（端口朝向底板或天花板）的运动关节，可旋转和锁定。根据医院提供资料，本项目拟配置5个限束器，为便于监管和使用，本设备使用时锁定出束方向固定向下。本项目设备仅在南院门诊医技楼一层浅层放射室内使用，该治疗室作为本项目设备专用治疗室，不再作为其他类型功能使用。本项目拟配备的限束器规格见表9-1，X射线放射治疗系统部分限束器外观见图9-4。



图 9-1 本项目 SRT-100 型 X 射线放射治疗系统主机整体外形示意图

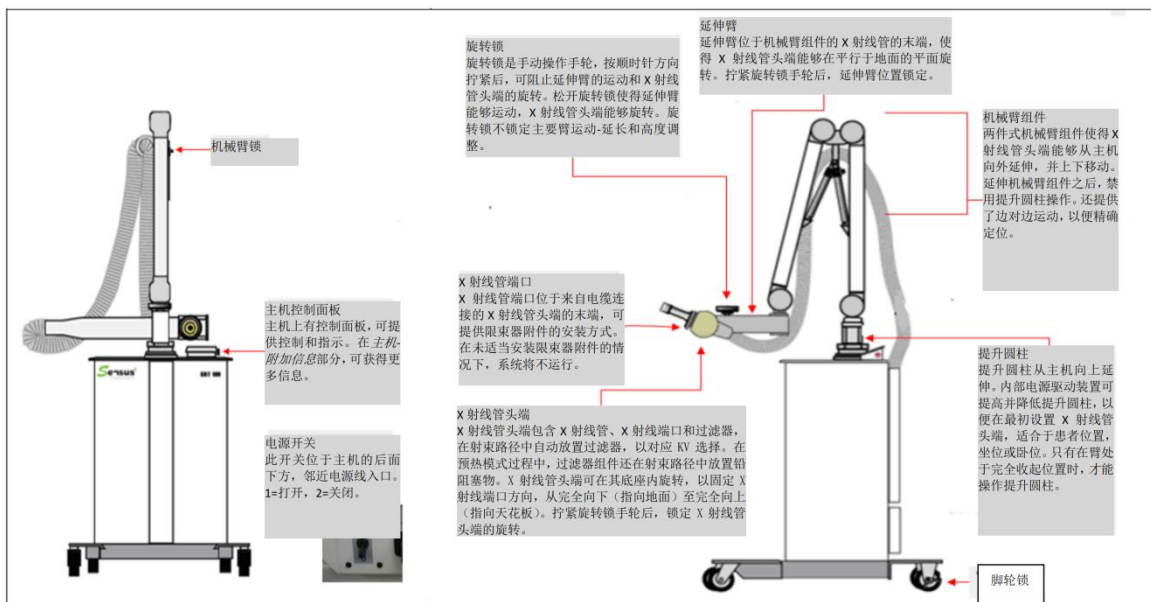


图 9-2 本项目 SRT-100 型 X 射线放射治疗系统主机结构示意图

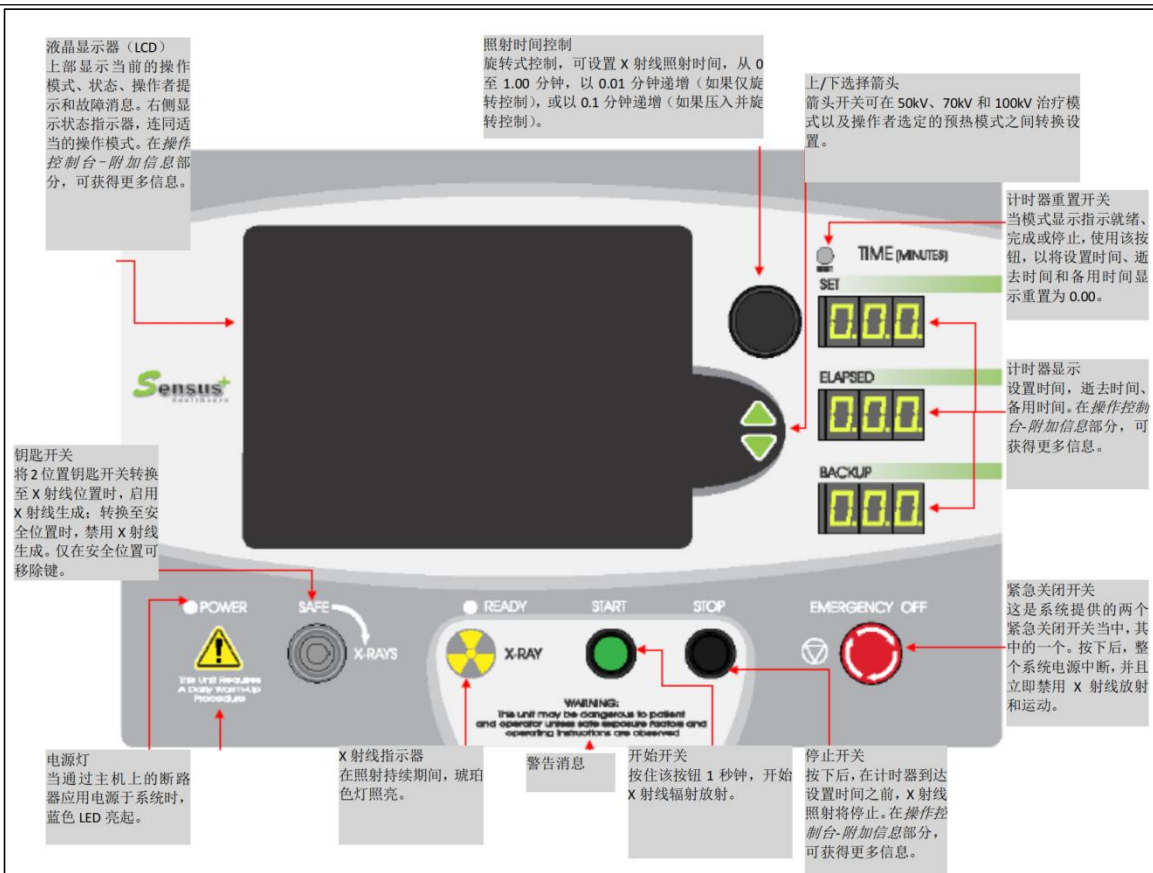


图 9-3 本项目 SRT-100 型 X 射线放射治疗系统操作控制台结构示意图

表 9-1 本项目拟配备的限束器规格参数

| 限束器尺寸  | 源皮距 (SSD) |
|--------|-----------|
| Φ1.5cm | 15cm      |
| Φ3cm   | 15cm      |
| Φ5cm   | 15cm      |
| Φ7.3cm | 15cm      |
| Φ10cm  | 25cm      |



图 9-4 X 射线放射治疗系统部分限束器外观示意图

2、设备技术参数

本项目拟配备的 X 射线放射治疗系统属于浅部 X 射线治疗机，属于 II 类射线装置，设备技术参数见表 9-2。

表 9-2 本项目拟配备的 X 射线放射治疗系统主要技术参数一览表

| 指标      | X 射线放射治疗系统技术参数                                                                                                                      |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 型号      | SRT-100                                                                                                                             |
| 生产厂家    | Sensus Healthcare Inc                                                                                                               |
| 额定管电压   | 100kV                                                                                                                               |
| 额定管电流   | 10mA                                                                                                                                |
| 治疗模式    | 系统设置有三种固定的治疗模式，<br>模式一：管电压 50kV、管电流 10mA（过滤为 0.4mmAl）<br>模式二：管电压 70kV、管电流 10mA（过滤为 0.75mmAl）<br>模式三：管电压 100kV、管电流 8mA（过滤为 1.15mmAl） |
| 治疗时照射方向 | 由上向下                                                                                                                                |

3、工作方式

本项目 X 射线放射治疗系统工作场所拟配套相应的治疗机房和控制室，控制室与机房分开设置，辐射工作人员在控制室内通过控制系统操作治疗系统开展放射治疗，其采取的是隔室操作的工作方式。

9.1.2 工作原理

X 射线球管由阴极和阳极组成，阴极通常是钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，当灯丝通电加热时，产生电子，在阴阳两极之间加的高压作用下，使电子被加速，在到达阳极靶面时获得很高的速度，在靶面的阻挡下，高速电子突然减速，通过轫致辐射等作用产生 X 射线。典型 X 射线管结构见图 9-5。

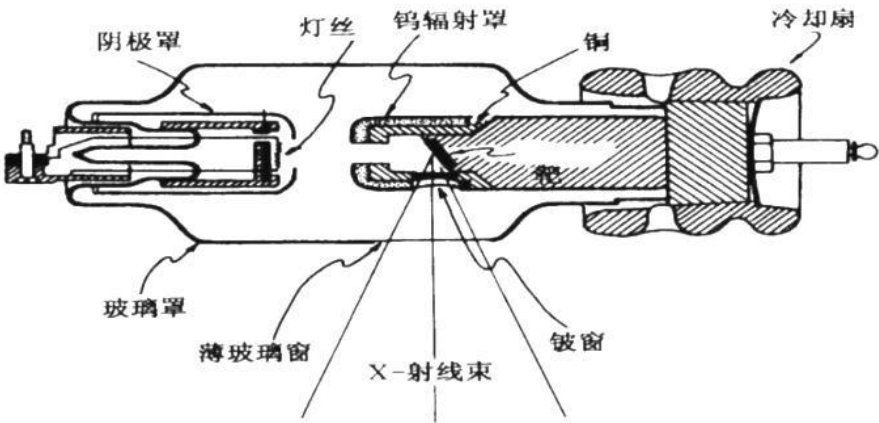


图 9-5 典型 X 射线管结构示意图

X 射线球管产生的 X 射线经过过滤、限束器（适型器）改变照射野后照射到浅表肿瘤和瘢痕组织。利用 X 射线的生物效应来杀死肿瘤细胞或破坏、抑制或转化纤维母细胞，对胶原的组织交联造成影响，并可使血管闭塞，可促进瘢痕组织中成纤维细胞的凋亡，并重新调节细胞数量平衡，控制瘢痕组织的增生与复发，减少皮脂腺的分泌，防止诱发或加重瘢痕组织的增生，从而达到肿瘤和瘢痕治疗的目的。

临床上，不同皮肤病患者其病变深度差别很大，在 X 射线照射中，需要射线照射的深度和皮损的深度一致，通过调整施加于 X 射线管两极间的电压即可调整射线穿透深度。本项目 X 射线放射治疗系统开展工作时有 50kV、70kV、100kV 三种管电压可供选择，三种管电压有其固定对应的管电流（管电流无法手动调整）。

### 9.1.3 工作流程及产污环节

本项目具体工艺流程及产污环节如下：

（1）接收病人：对病人进行登记，进行临床检查，实施放射治疗的病人先经病理学明确诊断，并经医生诊断（排除接受浅层 X 线放射治疗禁忌的患者），负责诊断的医生明确告知 X 射线治疗带来的辐射影响。

（2）定位：使用 B 超或其他方式对病变部位进行定位，确定病变的具体位置和形状大小。

（3）制定治疗计划：辐射工作人员勾画病变靶区和正常皮肤组织，根据患者皮肤病变组织的类型、部位和大小等初步确定照射剂量。

（4）治疗计划的确定：辐射工作人员选择合适的管电压、管电流、限束器，确定设备射线输出剂量率，得出治疗时间并最终确定治疗计划。

（5）辐射安全设施检查：治疗前，辐射工作人员先检查工作状态指示灯、门机联锁、紧急停机按钮等各项辐射安全措施的有效性，确保各项辐射安全措施正常运行。

（6）执行 RAD 检查程序：每个患者治疗之前，均需执行 RDA 检查程序，以确认治疗系统的精确辐射输出。辐射工作人员进入机房，将 RAD 检查传感器连接至 X 射线放射治疗系统限束器接口，所有人员离开治疗室，经确认机房内无人员滞留后，关闭防护门。辐射工作人员在控制台将照射时间设置为 0.2 分钟，开启 X 射线放射治疗系统进行照射，设置时间到后设备自动停止出束，控制台液晶显示器上显示一个数值指示之前校准的参考值百分比，如果与参考值有  $\pm 3\%$  的差异，则需要维修，直到完成维修之前，禁止操作该系统。RAD 检查程序正常后，方开展后续治疗工作。

治疗系统开机照射过程会产生 X 射线和少量的臭氧、氮氧化物。

(7) 病人摆位：辐射工作人员认真查对病人信息、照射条件及摆位要求，调整治疗床高度，严格按照摆位要求实施摆位，按照治疗计划安装限束器，采取防护措施保护周边正常组织；摆位结束，除患者外其余人员均离开治疗室，关闭防护门；辐射工作人员根据放疗计划，在控制台选择 kV 治疗设定值，设置照射时间。

(8) 实施治疗：辐射工作人员在控制台开启 X 射线放射治疗系统进行 X 射线出束治疗。开机出束治疗过程会产生 X 射线和少量的臭氧、氮氧化物。

(9) 结束治疗：X 射线放射治疗系统运行出束时间达到设定时间时，照射结束，病人离开治疗室，摆位人员拆除限束器。

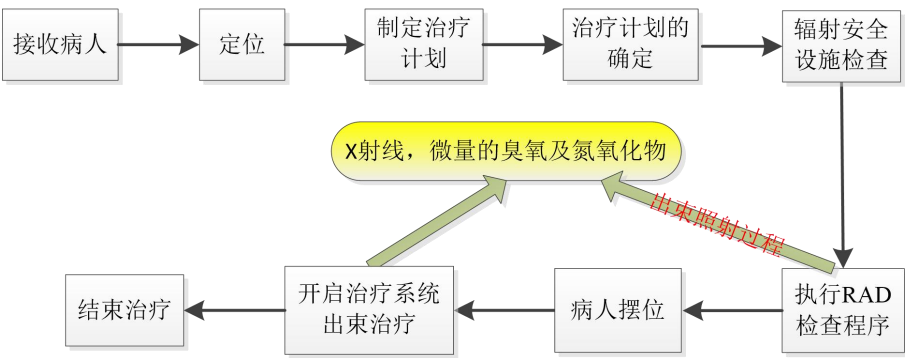


图 9-6 本项目 X 射线放射治疗系统工作流程及产污环节示意图

#### 9.1.4 项目定员及年工作时间

根据医院提供的资料，医院拟新增 3 名辐射工作人员负责本项目辐射工作，人员均不兼职其他辐射工作。项目投入运行后，预计年最大门诊量 3000 人次，X 射线放射治疗系统单次治疗出束时间为 0.1~3min（包括 RAD 检查出束、病人治疗出束），每人次平均出束时间约 2 分钟，年总出束时间不超过 100h，周总出束时间不超过 2h。

### 9.2 污染源项描述

#### 9.2.1 建设阶段的污染源项

本项目拟建址现为预留 III 类射线装置机房，机房已建成，机房现有的辐射防护、穿墙电缆通道、穿墙通风管道能满足本项目的需要，本项目施工内容主要包括：机房辐射安全措施的安装、X 射线放射治疗系统及辅助设备的安装，在建设阶段不产生辐射影响，产生的环境影响主要是施工时产生的噪声、固体废物以及废水环境污染。施工期对环境产生的影响为暂时的、可逆的，且随着施工期结束，固废及废水在施工期间内妥善处置，施工期产生的环境影响将随着施工结束会自行消除。

#### 9.2.2 运行阶段的污染源项

##### 9.2.2.1 正常工况

## 1、放射性污染源分析

本项目拟配备的 X 射线放射治疗系统额定管电压为 100kV、额定管电流为 10mA，根据工作原理可知，X 射线是随机器的开关而产生和消失。因此，在非治疗状态下不产生 X 射线，只有在开机处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子。本项目射线能量较低，无需考虑感生放射性问题。

本项目开展治疗时，主射束固定由上向下，因此本项目浅层放射室地板主要考虑有用线束的辐射影响，其余各侧屏蔽体主要考虑漏射线和散射线的辐射影响。

**有用线束：**直接由 X 射线球管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射人体，达到治疗目的的射线。

**漏射线：**由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。

**散射线：**本项目散射线主要考虑有用线束照射到人体上产生的侧向散射线，其强度与有用线束的 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射面积和距离等有关。

根据设备说明书，本项目 X 射线放射治疗系统辐射污染源强见表 9-2。

表 9-3 本项目 X 射线放射治疗系统辐射污染源强一览表

| 设备型号及名称              | 管电压 (kV) | 管电流 (mA) | 15cmSSD 时的典型比率 (cGy/min) | 25cmSSD 时的典型比率 (cGy/min) | 距靶点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率 (mGy/h) | 经换算后的距靶点 1m 处的空气比释动能率 (mGy·m <sup>2</sup> ·h <sup>-1</sup> ) |
|----------------------|----------|----------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| SRT-100 型 X 射线放射治疗系统 | 50       | 10       | 750                      | 270                      | ≤1.0                         | 10125                                                        |
|                      | 70       | 10       | 630                      | 225                      |                              | 8505                                                         |
|                      | 100      | 8        | 610                      | 225                      |                              | 8235                                                         |

## 2、非放射性污染源分析

### ①废气

X 射线放射治疗系统运行期产生的废气主要为 X 射线与空气发生相互作用产生的微量臭氧和氮氧化物。

### ②固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为生活垃圾。

### ③废水

项目运行期产生的废水主要为生活污水。

### ④噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声。

### 9.2.2.2 事故工况

本项目可能发生的辐射事故如下：

①辐射设备正常工作时，人员误留机房，导致发生误照射；

②门机联锁发生故障失效的状况下，在防护门未关闭的情况下即开始出束治疗，或者辐射设备正在运行时，人员意外打开防护门或误入机房，给工作人员和周围公众造成不必要的照射；

③操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；

④辐射设备在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到误照射。

事故工况下的辐射污染因子与正常工况下的污染因子一致。

表 10 辐射安全与防护

## 10.1 项目安全设施

### 10.1.1 工作场所布局和分区

#### (1) 工作场所布局

本项目 X 射线放射治疗系统工作场所设有单独的机房，控制室位于机房外并避开有用线束照射区域，机房净面积为约 32.4m<sup>2</sup>，布局符合《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020) 中“治疗设备控制室应与治疗机房分开设置”、“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”等规定以及《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 中要求，布局合理。

#### (2) 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求：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；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，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进入；监督区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。

对于本项目 X 射线放射治疗系统工作场所，医院拟将浅层放射室划为控制区，在控制区入口处设置电离辐射警告标志，工作期间禁止任何人员进入控制区；将浅层放射室南侧的控制室区域、东墙（含患者通道防护门）外和北墙外 30cm 范围内的区域（在地面画线并标识监督区）划为监督区，工作期间禁止任何无关人员进入监督区。

本项目工作场所分区示意图 10-1，其控制区和监督区划分明显，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020) 中有关辐射工作场所的分区规定，分区合理。

### 10.1.2 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供资料，本项目浅层放射室拟建址为预留 III 类射线装置机房，机房已建成，本项目不改变机房现有的辐射防护屏蔽设施。本项目机房具体屏蔽防护参数见表 10-1，工作场所平面布置见图 10-2。

表 10-1 本项目浅层放射室屏蔽防护参数一览表

| 机房名称  | 屏蔽体                           | 屏蔽材质及厚度                   |
|-------|-------------------------------|---------------------------|
| 浅层放射室 | 东墙、南墙、西墙、北墙                   | 200mm 实心烧结砖+4.5mmPb 硫酸钡涂料 |
|       | 顶板、地板                         | 150mm 混凝土+4.5mmPb 硫酸钡涂料   |
|       | 患者通道防护门（北墙上）、<br>医护通道防护门（南墙上） | 内衬 4.5mm 铅板               |
|       | 观察窗                           | 4mmPb 铅玻璃                 |

注：1）铅的密度为  $11.34\text{g/cm}^3$ ，混凝土密度为  $2.35\text{g/cm}^3$ ，硫酸钡涂料密度为不低于  $3.1\text{g/cm}^3$ ，实心烧结砖密度为不低于  $1.65\text{g/cm}^3$ ，防护门与墙壁之间的缝隙小于  $1\text{cm}$ ，防护门与墙体各侧搭接为缝隙的至少 10 倍，防止射线泄漏；

2）机房地板和地下一层顶板之间为  $1.3\text{m}$  厚的覆土层，地下一层顶板为  $300\text{mm}$  混凝土。

本项目机房电缆线采用地下 U 型管道从南墙下方  $15\text{cm}$  处穿墙，穿墙处电缆沟内铺设  $2\text{mm}$  厚铅皮进行屏蔽补偿，排风管道和新风管道从吊顶上方墙体穿墙，管道外包裹  $2\text{mm}$  厚铅皮进行屏蔽补偿，穿墙管道均避开主射线方向，射线经几次散射后，管道出口处辐射剂量将在控制范围内，能够满足辐射防护要求。机房内电缆管道穿墙布置见图 10-2，通风系统及通风管道穿墙布置见图 10-3。

### 10.1.3 辐射安全措施设计

为保障 X 射线放射治疗系统安全运行，避免在开机期间人员误留或误入机房内而发生误照射事故，本项目工作场所将重新设计相应的辐射安全装置和保护措施。本项目设计的辐射安全措施主要有：

#### （1）设备固有安全联锁装置

X 射线放射治疗系统自带以下安全联锁装置：

- ①限束器联锁：禁止 X 射线操作，除非安装了限束器或 RAD 检查探测器。
- ②冷却液流联锁：如果流入或流出 X 射线管头端的冷却液流速小于  $2.3$  升/每分钟），将禁止 X 射线操作。
- ③冷却液液位联锁：如果冷却液液位太低，设备不能启动，禁止 X 射线操作。
- ④冷却液温度联锁：如果冷却液温度升至  $42^\circ\text{C}$  以上，设备不能启动，禁止 X 射线操作。

#### （2）钥匙开关

治疗系统操作控制台设计有钥匙开关，决定治疗系统产生辐射的主要控制系统用开关钥匙进行控制，钥匙由专人保管。

#### （3）电离辐射警告标志和工作状态指示灯

浅层放射室患者通道和医护通道防护门外拟设置符合 GB18871-2002 规范的电离辐射警告标志，患者通道防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，工作状态指示灯与 X 射线放射治疗系统联锁，防止无关人员逗留和误入。

#### **(4) 门机联锁装置**

浅层放射室的患者通道和医护通道防护门拟设置门机联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束。本项目患者通道防护门为电动门，医护通道防护门为手动门，电动门设置有防夹装置，具备防夹伤功能，电动门开门开关设置于控制室内医护通道防护门旁，在事故状态下控制室内工作人员可通过观察窗、监控及时观察到室内情况，并通过该按钮开启患者通道防护门，实现室内人员紧急逃逸。

#### **(5) 紧急停机按钮**

浅层放射室的操作控制台、主机上均设计有 1 个紧急停机按钮，控制室内防护门旁的墙面、机房内四周墙面合适位置均拟设置 1 个紧急停机按钮（离地约 1.3m），并在醒目处设置标签，标明使用方法，在人员误入机房或遭遇紧急情况时，按下任一处紧急停机按钮能立即切断系统电源停止出束，防止误照射，紧急停机按钮按下后需要手动复位。

#### **(6) 观察窗、监控及对讲系统**

浅层放射室南墙上安装有观察窗，室内拟安装视频监控探头，显示器位于控制室内，在治疗过程中医务人员可以实时观察患者状态、机房内情况；控制室与机房之间拟安装语音对讲装置，以便医务人员和患者之间进行双向交流，防止意外情况的发生。

#### **(7) 安全联锁要求**

本项目安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过操作控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路均须通过医院辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后将及时进行联锁恢复及功能测试。

#### **(8) 个人防护用品**

医院拟为患者配备不低于 0.5mmPb 的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙，成人和儿童各一套，并配备铅橡胶屏蔽，用于保护患者治疗部位周边的正常皮肤组织。

本项目工作场所拟采取的辐射安全措施布置示意图见图 10-5。

本项目浅层放射室拟设置的辐射安全措施能够满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中辐射安全

相关要求和开展本项目的辐射安全需要。

本项目浅层放射室拟采取的辐射安全和防护措施与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中要求对照，能够满足要求，具体对照符合性分析情况见表10-2。

**表 10-2 浅层放射室拟采取的辐射安全和防护措施与相关标准要求对照情况一览表**

| 标准               | 序号 | 标准要求                                                                                    | 本项目设计方案                                                                                                                                      | 对照结论 |
|------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| GBZ/T 201.1-2007 | 1  | 4.2.1 治疗装置控制室应与治疗机房分离。治疗装置辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗装置分离的，应尽可能设置于治疗机房外。                       | 本项目设有单独的治疗机房、控制室，控制室与治疗机房分开设置。                                                                                                               | 符合要求 |
|                  | 2  | 4.2.2 直接与治疗机房相连的宽束治疗装置的控制室和其他居留因子较大的用室，应尽可能避开有用束可直接照射到的区域。                              | 本项目治疗时有用线束只向地面照射，控制室位于治疗机房南侧，避开了有用线束照射；机房下方为车库，有用束可直接照射到的区域无居留因子较大的用室。                                                                       | 符合要求 |
|                  | 3  | 4.2.3 X射线管治疗装置的治疗机房可不设迷路。 $\gamma$ 刀治疗装置的治疗机房，根据场所空间的环境条件，确定是否选用迷路。除此而外，其他治疗机房应设置迷路。    | 本项目为X射线管治疗装置，机房未设置迷路。                                                                                                                        | 符合要求 |
|                  | 4  | 4.2.4 应根据治疗要求给定治疗装置源点的位置（它可能偏离机房的对称中心）或后装治疗源可能应用的源点的位置与范围。                              | 本项目已给定病床的安装位置，已给出X射线放射治疗系统可能应用的范围（病床范围内），具体位置见图7-1。                                                                                          | 符合要求 |
| GBZ 121-2020     | 1  | 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。                  | 本项目机房位于门诊医技楼一层东北部影像科东端，治疗机房与其他辅助设施同时设计和建造，已根据安全、卫生和方便的原则合理布置。                                                                                | 符合要求 |
|                  | 2  | 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。 | 本项目放射治疗工作场所划分为控制区和监督区进行管理，将浅层放射室划为控制区，在控制区入口处设置电离辐射警告标志，工作期间禁止任何人员进入控制区；将浅层放射室南侧的控制室区域、东墙（含患者通道防护门）外和北墙外30cm范围内的区域（在地面画线并标识监督区）划为监督区，工作期间禁止任 | 符合要求 |

|   |                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                  |      |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|   |                                                                                                  |  | 何无关人员进入监督区。                                                                                                                                                                                                      |      |
| 3 | 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。                                    |  | 根据理论预测可知，本项目治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽能够满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽能够满足漏射线及散射线的屏蔽要求。                                                                                                                                            | 符合要求 |
| 4 | 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。                               |  | 本项目设有单独的治疗机房、控制室，控制室与治疗机房分开设置。                                                                                                                                                                                   | 符合要求 |
| 5 | 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。                                |  | 本项目治疗时有用线束只向地面照射，控制室位于治疗机房南侧，避开了有用线束照射；机房下方为车库，有用束可直接照射到的区域无居留因子较大的用室。                                                                                                                                           | 符合要求 |
| 6 | 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。      |  | 本项目为 X 射线管治疗装置，机房未设置迷路。                                                                                                                                                                                          | 符合要求 |
| 7 | 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。                                                        |  | 本项目机房净面积为约 32.4m <sup>2</sup> ，能够满足放射治疗设备的临床应用需要。                                                                                                                                                                | 符合要求 |
| 8 | 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。   |  | 本项目机房设置有机机械通风系统，包括新风系统和排风系统，采取全排全送的通风方式，进风口设置于机房西北部吊顶，室内排风口目前设置于机房东南部吊顶，本次拟将排风口向下延伸至机房东南部下部、距地板上方 30cm，进风口和排风口呈对角线布置，可确保室内空气充分交换。通风系统设计排风量为 1230m <sup>3</sup> /h，机房内有效容积为约 160m <sup>3</sup> ，通风换气次数为约 7.7 次/h。 | 符合要求 |
| 9 | 6.4 安全装置和警示标志要求<br>6.4.2 联锁装置<br>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。<br>6.4.3 标志 |  | 本项目属于 X 射线放射治疗系统，机房设计有满足要求的电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门机联锁装置、紧急停机按钮、监控及对讲系统，具体见 10.1.3 章节中的辐射安全措施设计。                                                                                                                       | 符合要求 |

|                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                        |      |
|-----------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| HJ<br>1198-2021 |    | <p>医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；</p> <p>b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p> <p>6.4.4 急停开关</p> <p>6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。</p> <p>6.4.6 视频监控、对讲交流系统：控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。</p> |                                                                                                                                        |      |
|                 | 10 | <p>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，操作人员不应擅自离开岗位。</p>                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>本项目拟配备3名辐射工作人员，实施治疗期间，有2名及以上辐射工作人员同时在场、协同操作。</p> <p>同时医院拟在管理制度中明确：操作人员应认真做好当班记录，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，操作人员不应擅自离开岗位。</p> | 符合要求 |
|                 | 1  | <p>5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。</p> <p>5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。</p>                                                                                                                                                                                              | <p>本项目机房位于门诊医技楼一层东北部影像科东端，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。机房所处位置相对独立，与周围非辐射工作场所隔开，未设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。</p>                       | 符合要求 |
|                 | 2  | <p>5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线</p>                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>本项目放射治疗工作场所划分为控制区和监督区进行管理，将浅层放射室划为控制区，在控制区入口处设置电离辐射警告标志，工作期间禁止</p>                                                                  | 符合要求 |

|  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                          |      |
|--|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  |   | <p>加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。</p> <p>5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。</p>                                                                                                                                                                                 | <p>任何人员进入控制区；将与浅层放射室相邻的、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（包括南侧的控制室区域、东墙（含患者通道防护门）外和北墙外 30cm 范围内的区域）划为监督区，工作期间禁止任何无关人员进入监督区。</p>                                                                  |      |
|  | 3 | <p>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。</p>                                                                                                                                                                                                                                        | <p>本项目机房电缆线采用地下U型管道从南墙下方15cm处穿墙，穿墙处电缆沟内铺设2mm厚铅皮进行屏蔽补偿，排风管道和新风管道从吊顶上部墙体穿墙，管道外包裹2mm厚铅皮进行屏蔽补偿，穿墙管道均避开主射线方向，射线经几次散射后，管道出口处辐射剂量将在控制范围内，能够满足辐射防护要求。</p> <p>防护门与墙体各侧搭接设计均为至少10cm，防护门与墙壁之间的缝隙设计小于1cm，防止射线泄漏。</p> | 符合要求 |
|  | 4 | <p>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：</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p> <p>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</p> | <p>本项目属于 X 射线放射治疗系统，机房设计有满足要求的电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门机联锁装置、紧急停机按钮、监控及对讲系统，具体见 10.1.3 章节中的辐射安全措施设计。</p>                                                                                                        | 符合要求 |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。</p> <p>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：</p> <p>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。</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p> |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 10.2 三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性三废，产生的均为非放射性三废。

### 1、废气治理措施

项目运行期产生的废气主要为 X 射线放射治疗系统运行时产生的 X 射线与空气发生相互作用产生的微量臭氧和氮氧化物。

本项目浅层放射室设置有机通风系统，包括新风系统和排风系统，采取全排全送的通风方式，进风口设置于机房西北部吊顶，室内排风口目前设置于机房东南部吊顶，本次拟将排风口向下延伸至机房东南部下部、距地板上方 30cm，进风口和排风口呈对角线布置，可确保室内空气充分交换。通风系统设计排风量为 1230m<sup>3</sup>/h，机房

内有效容积为约 160m<sup>3</sup>，通风换气次数为约 7.7 次/h，能够满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求，少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排出机房，弥散在大气环境中。浅层放射室通风系统布置示意图 10-4。

## 2、固体废物治理措施

项目运行期产生的固体废物主要为生活垃圾，生活垃圾由当地环卫部门统一清运。

## 3、废水治理措施

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水。院内生活污水将经院区污水管道进入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网。

## 4、噪声治理措施

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，项目选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时设置有减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装有消声器。

**表 11 环境影响分析**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>11.1 建设阶段对环境的影响</b></p> <p>本项目拟建址现为预留 III 类射线装置机房，机房已建成，机房现有的辐射防护、穿墙电缆通道、穿墙通风管道能满足本项目的需要，本项目施工内容主要包括：机房辐射安全措施的安装、X 射线放射治疗系统及辅助设备的安装，在建设阶段不产生辐射影响，产生的环境影响主要是施工时产生的噪声、固体废物以及废水环境污染。具体建设施工中的防护措施如下：</p> <p><b>(1) 废水：</b></p> <p>施工期的废水主要为施工人员的生活污水，主要包括洗涤废水和冲厕水，生活污水将排入医院污水管网集中处理。</p> <p><b>(2) 噪声：</b></p> <p>施工期的噪声主要是施工过程中使用的运输车辆及施工机械，本项目施工量小，无大功率机械设备，施工期间拟采用低噪声机械设备，对周围环境影响较小。</p> <p><b>(4) 固体废物：</b></p> <p>施工垃圾主要来自施工所产生的包装垃圾和施工队伍的生活垃圾。对施工现场要及时进行清理，生活垃圾要进行专门收集，交由环卫部门收集处置，严禁乱堆乱扔，防止产生二次污染。</p> <p><b>(5) 辐射影响：无。</b></p> <p>医院在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院院区内。本项目施工期较短，施工量较小，施工阶段采取上述污染防治措施后，施工期对医院周围环境影响较小。</p> | <p><b>11.2 运行阶段对环境的影响</b></p> <p><b>11.2.1运行阶段辐射影响分析</b></p> <p>根据污染源项描述章节，本项目浅层放射室地板主要考虑有用线束的辐射影响，其余各侧屏蔽体主要考虑漏射线和散射线的叠加辐射影响，本项目机房外关注点设定见图7-1。</p> <p><b>11.2.1.1 估算模式</b></p> <p><b>1、有用辐射估算公式</b></p> <p>由《辐射防护手册》（第一分册）给出的X射线机有用线束在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.8）进行推导，得到有用线束在关注点处的比释动能率 <math>\dot{H}</math> 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

$$\dot{H} = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：\$H\_0\$—距靶点 1m 处的空气比释动能率，mGy·m<sup>2</sup>·h<sup>-1</sup>，具体取值见表 9-3；

\$d\$—靶点至关注点的距离，m；

\$B\$—给定铅厚度的屏蔽透射因子；参考 GBZ 130-2020 中 C.1.2 a) 给出的计算公式进行计算：

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：\$B\$—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

\$\alpha\$、\$\beta\$、\$\gamma\$—铅对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

\$X\$—不同屏蔽物质的铅当量厚度。

## 2、非有用辐射估算公式

### (1) 泄漏辐射

泄漏辐射剂量率 \$\dot{H}\_L\$ 采用下式计算：

$$\dot{H}_L = \frac{H_l \cdot B}{d^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：\$H\_l\$—距靶点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率（mGy/h），根据表 9 污染源章节，本项目取 1.0mGy/h；

\$d\$—靶点至关注点的距离，m；

\$B\$—屏蔽透射因子，无量纲，计算公式见式（2）。

### (2) 散射辐射

由《辐射防护手册》（第一分册）给出的X射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的比释动能率 \$\dot{H}\_s\$ 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$\dot{H}_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot (S/400) \cdot B_s}{d_0^2 \cdot d_s^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：\$H\_0\$—距靶点 1m 处的空气比释动能率，mGy·m<sup>2</sup>·min<sup>-1</sup>；

\$a\$—人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值；

\$S\$—主束在患者体上的散射面积，根据本项目拟使用的限束器最大尺寸（最大直径 10cm），本项目取 78.54cm<sup>2</sup>；

$d_0$ —源至受照点的距离，本项目取 0.25m；

$d_s$ —受照体至关注点的距离，m；

$B_s$ —屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，计算公式见式（2）。

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 C.2 和 C.3、NCRP147 报告中 TABLE A.1 和 TABLE C.1 查取本项目治疗管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，列于表 11-1：

表 11-1 不同管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

| 管电压       | 屏蔽材料            | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
|-----------|-----------------|----------|---------|----------|
| 50kV      | 铅               | 8.801    | 27.28   | 0.2957   |
|           | 砖 <sup>1)</sup> | 0.05060  | 0.1370  | 0.7150   |
|           | 混凝土             | 0.09030  | 0.1712  | 0.2324   |
| 70kV      | 铅               | 5.369    | 23.49   | 0.5881   |
|           | 砖               | 0.05060  | 0.1370  | 0.7150   |
|           | 混凝土             | 0.05087  | 0.1696  | 0.3847   |
| 100kV（主束） | 铅               | 2.500    | 15.28   | 0.7557   |
|           | 砖               | 0.03520  | 0.0880  | 1.149    |
|           | 混凝土             | 0.03925  | 0.08567 | 0.4273   |
| 100kV（散射） | 铅               | 2.507    | 15.33   | 0.9124   |
|           | 砖 <sup>1)</sup> | 0.03520  | 0.0880  | 1.149    |
|           | 混凝土             | 0.03950  | 0.08440 | 0.5191   |

注：1) GBZ130-2020、NCRP147 中无砖对 50kV、100kV（散射）管电压的拟合参数，分别保守取 70kV、100kV（主束）管电压的拟合参数。

2) 对于 50kV、70kV 管电压，保守假设散射线与主射线能量一致，拟合参数相同。

根据公式（2）和表 11-1，可估算得出本项目治疗管电压工况下机房各侧屏蔽体的屏蔽透射因子，列于表 11-2：

表 11-2 不同管电压工况下机房各侧屏蔽体的屏蔽透射因子计算结果

| 屏蔽体         | 屏蔽材质及厚度                       | 射线类型          | 管电压       | 屏蔽透射因子 B |
|-------------|-------------------------------|---------------|-----------|----------|
| 东墙、南墙、西墙、北墙 | 200mm 实心烧结砖<br>+4.5mmPb 硫酸钡涂料 | 泄漏辐射、<br>散射辐射 | 50kV      | 3.44E-25 |
|             |                               |               | 70kV      | 1.19E-17 |
|             |                               |               | 100kV（主束） | 2.86E-10 |
|             |                               |               | 100kV（散射） | 4.32E-10 |

|                                       |                             |               |           |          |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------|----------|
| 顶板                                    | 150mm 混凝土<br>+4.5mmPb 硫酸钡涂料 | 泄漏辐射、<br>散射辐射 | 50kV      | 8.16E-28 |
|                                       |                             |               | 70kV      | 2.20E-17 |
|                                       |                             |               | 100kV（主束） | 2.05E-10 |
|                                       |                             |               | 100kV（散射） | 4.61E-10 |
| 地板                                    | 150mm 混凝土<br>+4.5mmPb 硫酸钡涂料 | 有用辐射          | 50kV      | 8.16E-28 |
|                                       |                             |               | 70kV      | 2.20E-17 |
|                                       |                             |               | 100kV（主束） | 2.05E-10 |
| 患者通道防护门<br>（北墙上）、<br>医护通道防护门<br>（南墙上） | 内衬 4.5mm 铅板                 | 泄漏辐射、<br>散射辐射 | 50kV      | 5.34E-20 |
|                                       |                             |               | 70kV      | 1.84E-12 |
|                                       |                             |               | 100kV（主束） | 9.70E-07 |
|                                       |                             |               | 100kV（散射） | 1.47E-06 |
| 观察窗                                   | 4mmPb 铅玻璃                   | 泄漏辐射、<br>散射辐射 | 50kV      | 4.35E-18 |
|                                       |                             |               | 70kV      | 2.70E-11 |
|                                       |                             |               | 100kV（主束） | 3.39E-06 |
|                                       |                             |               | 100kV（散射） | 5.14E-06 |

根据公式（1）、（3）、（4）、表 9-3 源强和表 11-2 可知，本项目 100kV 管电压治疗模式下对机房外辐射影响最大，因此，本项目保守选取 100kV 管电压治疗模式进行辐射影响理论估算。

#### 11.2.1.2 估算结果

##### 1、有用辐射估算结果

将有关参数代入公式（1）、（2），计算机房地板外关注点的有用辐射空气比释动能率，计算结果见表 11-3。

表 11-3 浅层放射室外关注点处有用辐射空气比释动能率计算结果

| 关注点位置 |                      | $H_0$<br>(mGy·m <sup>2</sup> ·h <sup>-1</sup> ) | 屏蔽材质及厚度                     | R<br>(m) | B 估算<br>结果 | $\dot{H}$ 估算结果<br>(μGy/h) |
|-------|----------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|----------|------------|---------------------------|
| A     | 地板下方地面<br>1.7m 处（车库） | 8235                                            | 150mm 混凝土<br>+4.5mmPb 硫酸钡涂料 | 4.85     | 2.05E-10   | <b>7.18E-05</b>           |

注：①保守不考虑机房地板和地下一层顶板之间 1.3m 厚覆土层、地下一层 300mm 混凝土顶板的屏蔽效果；

②R=源皮距 0.25m+治疗床与关注点的距离 4.6m=4.85m。

##### 2、非有用辐射估算结果

##### （1）泄漏辐射

将有关参数代入公式（3），计算机房四周屏蔽体、顶板外关注点的泄漏辐射空气比释动能率，计算结果见表 11-4。

表 11-4 浅层放射室外关注点处泄漏辐射空气比释动能率计算结果

| 关注点位置 |                                | $H_I$ (mGy·h <sup>-1</sup> ) | 屏蔽材质及厚度                       | R (m) | B 估算结果   | $\dot{H}_L$ 估算结果 (μGy/h) |
|-------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------|----------|--------------------------|
| B     | 东墙外 30cm (医护通道)                | 1.0                          | 200mm 实心烧结砖<br>+4.5mmPb 硫酸钡涂料 | 2.25  | 2.86E-10 | <b>5.65E-08</b>          |
| C     | 南墙外 30cm (控制室)                 | 1.0                          |                               | 3.53  | 2.86E-10 | <b>2.30E-08</b>          |
| D     | 西墙外 30cm (CT 室)                | 1.0                          |                               | 2.4   | 2.86E-10 | <b>4.97E-08</b>          |
| E     | 北墙外 30cm (走廊)                  | 1.0                          |                               | 3.2   | 2.86E-10 | <b>2.79E-08</b>          |
| F     | 观察窗外 30cm (控制室)                | 1.0                          | 4mmPb 铅玻璃                     | 3.53  | 3.39E-06 | <b>2.72E-04</b>          |
| G     | 医护通道防护门外 30cm (控制室)            | 1.0                          | 4.5mm 铅板                      | 3.666 | 9.70E-07 | <b>7.22E-05</b>          |
| H     | 患者通道防护门外 30cm (走廊)             | 1.0                          | 4.5mm 铅板                      | 3.004 | 9.70E-07 | <b>1.07E-04</b>          |
| I     | 顶板外 30cm (理疗科光动力涂药室、311 全舱光疗室) | 1.0                          | 150mm 混凝土<br>+4.5mmPb 硫酸钡涂料   | 4.35  | 2.05E-10 | <b>1.08E-08</b>          |

注：①保守不考虑斜射的等效屏蔽效果；

②I 点的 R=治疗床与关注点的距离 4.6m-源皮距 0.25m=4.35m，其余关注点的 R 均从图 7-1 中读取。

## （2）散射辐射

将有关参数代入公式（4），计算机房四周屏蔽体、顶板外关注点的泄漏辐射空气比释动能率，计算结果见表 11-5。

表 11-5 浅层放射室外关注点处散射辐射空气比释动能率计算结果

| 关注点位置                 | $H_0$ (mGy·m <sup>2</sup> ·h <sup>-1</sup> ) | $a$    | $S$ (cm <sup>2</sup> ) | $B_s$    | $d_0$ (m) | $ds$ (m) | $\dot{H}_s$ (μGy/h) |
|-----------------------|----------------------------------------------|--------|------------------------|----------|-----------|----------|---------------------|
| B 东墙外 30cm (医护通道)     | 8235                                         | 0.0013 | 78.54                  | 4.32E-10 | 0.25      | 2.25     | <b>1.15E-05</b>     |
| C 南墙外 30cm (控制室)      | 8235                                         | 0.0013 | 78.54                  | 4.32E-10 | 0.25      | 3.53     | <b>4.66E-06</b>     |
| D 西墙外 30cm (CT 室)     | 8235                                         | 0.0013 | 78.54                  | 4.32E-10 | 0.25      | 2.4      | <b>1.01E-05</b>     |
| E 北墙外 30cm (走廊)       | 8235                                         | 0.0013 | 78.54                  | 4.32E-10 | 0.25      | 3.2      | <b>5.68E-06</b>     |
| F 观察窗外 30cm (控制室)     | 8235                                         | 0.0013 | 78.54                  | 5.14E-06 | 0.25      | 3.53     | <b>5.55E-02</b>     |
| G 医护通道防护门外 30cm (控制室) | 8235                                         | 0.0013 | 78.54                  | 1.47E-06 | 0.25      | 3.666    | <b>1.47E-02</b>     |
| H 患者通道防护门外 30cm (走廊)  | 8235                                         | 0.0013 | 78.54                  | 1.47E-06 | 0.25      | 3.004    | <b>2.19E-02</b>     |

|   |                                           |      |        |       |          |      |     |                 |
|---|-------------------------------------------|------|--------|-------|----------|------|-----|-----------------|
| I | 顶板外 30cm<br>(理疗科光动力<br>涂药室、311 全舱<br>光疗室) | 8235 | 0.0013 | 78.54 | 4.61E-10 | 0.25 | 4.6 | <b>2.93E-06</b> |
|---|-------------------------------------------|------|--------|-------|----------|------|-----|-----------------|

注：①保守不考虑斜射的等效屏蔽效果；  
②查《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1，100kV 对应散射角为 90°的 a 查取值为 0.0013；  
③关注点的 R 均从图 7-1 中读取。

### 11.2.1.3 小结

根据表 11-3 至 11-5 估算结果可得出，浅层放射室四周屏蔽体、顶板外、地板下方关注点处的辐射剂量率，计算结果见表 11-6。

**表 11-6 浅层放射室外关注点处泄漏辐射和散射辐射的叠加空气比释动能率计算结果**

|   | 关注点<br>位置                                 | 有用辐射<br>( $\mu\text{Gy/h}$ ) | 泄漏辐射<br>( $\mu\text{Gy/h}$ ) | 散射辐射<br>( $\mu\text{Gy/h}$ ) | 辐射剂量率<br>估算结果<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 剂量率参<br>考控制水<br>平 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 评价<br>结果 |
|---|-------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------|
| A | 东墙外 30cm<br>(医护通道)                        | <b>7.18E-05</b>              | /                            | /                            | <b>7.18E-05</b>                       | <b>10</b>                              | 满足       |
| B | 东墙外 30cm<br>(医护通道)                        | /                            | <b>5.65E-08</b>              | <b>1.15E-05</b>              | <b>1.16E-05</b>                       | <b>10</b>                              | 满足       |
| C | 南墙外 30cm<br>(控制室)                         | /                            | <b>2.30E-08</b>              | <b>4.66E-06</b>              | <b>4.68E-06</b>                       | <b>2.5</b>                             | 满足       |
| D | 西墙外 30cm<br>(CT 室)                        | /                            | <b>4.97E-08</b>              | <b>1.01E-05</b>              | <b>1.01E-05</b>                       | <b>5</b>                               | 满足       |
| E | 北墙外 30cm<br>(走廊)                          | /                            | <b>2.79E-08</b>              | <b>5.68E-06</b>              | <b>5.71E-06</b>                       | <b>10</b>                              | 满足       |
| F | 观察窗外 30cm<br>(控制室)                        | /                            | <b>2.72E-04</b>              | <b>5.55E-02</b>              | <b>5.58E-02</b>                       | <b>2.5</b>                             | 满足       |
| G | 医护通道防护门<br>外 30cm(控制室)                    | /                            | <b>7.22E-05</b>              | <b>1.47E-02</b>              | <b>1.48E-02</b>                       | <b>2.5</b>                             | 满足       |
| H | 患者通道防护门<br>外 30cm (走廊)                    | /                            | <b>1.07E-04</b>              | <b>2.19E-02</b>              | <b>2.20E-02</b>                       | <b>10</b>                              | 满足       |
| I | 顶板外 30cm<br>(理疗科光动力<br>涂药室、311 全舱<br>光疗室) | /                            | <b>1.08E-08</b>              | <b>2.93E-06</b>              | <b>2.94E-06</b>                       | <b>2.5</b>                             | 满足       |

注：简化估算 1Gy 近似为 1Sv。

根据表 11-6 估算结果可知，本项目 X 射线放射治疗系统以 100kV 管电压治疗模式运行时，浅层放射室外辐射剂量率最大为 **5.58E-02 $\mu\text{Sv/h}$** ，能够满足本项目辐射环境剂量率控制水平要求。本项目 100kV 管电压治疗模式下对机房外辐射影响最大，可推测，本项目 50kV、70kV 管电压治疗模式下浅层放射室外辐射剂量率将小于 5.58E-02 $\mu\text{Sv/h}$ ，也能够满足本项目辐射环境剂量率控制水平要求。

### 11.2.1.4 叠加影响

本项目浅层放射室西侧为 CT 室，X 射线放射治疗系统、CT 机同时运行时，可能会

### 11.2.2 保护目标剂量评价

$$E = \dot{H} \cdot U \cdot T \cdot t \quad \dots\dots\dots (5)$$
 $\dot{H}$ —参考点处剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

T-人员在相应关注点驻留的居留因子:

t—照射时间，单位为 h/a。

表 11-7 本项目浅层放射室周围人员的年有效剂量估算一览表

| 关注点位置 |   |                     | 剂量率估算值 (μSv/h) | 居留因子 | 使用因子 | 年剂量估算值 (mSv/a)  | 保护目标   |
|-------|---|---------------------|----------------|------|------|-----------------|--------|
| 浅层放射室 | A | 地板下方地面 1.7m 处 (车库)  | 7.18E-05       | 1/40 | 1    | <b>1.80E-07</b> | 公众     |
|       | B | 东墙外 30cm (医护通道)     | 1.16E-05       | 1/5  | 1    | <b>2.32E-07</b> | 公众     |
|       | C | 南墙外 30cm (控制室)      | 4.68E-06       | 1    | 1    | <b>4.68E-07</b> | 辐射工作人员 |
|       | D | 西墙外 30cm (CT 室)     | 1.01E-05       | 1/2  | 1    | <b>5.05E-07</b> | 公众     |
|       | E | 北墙外 30cm (走廊)       | 5.71E-06       | 1/5  | 1    | <b>1.14E-07</b> | 公众     |
|       | F | 观察窗外 30cm (控制室)     | 5.58E-02       | 1    | 1    | <b>5.58E-03</b> | 辐射工作人员 |
|       | G | 医护通道防护门外 30cm (控制室) | 1.48E-02       | 1    | 1    | <b>1.48E-03</b> | 辐射工作人员 |
|       | H | 患者通道防护门外 30cm (走廊)  | 2.20E-02       | 1/5  | 1    | <b>4.40E-04</b> | 公众     |
|       | I | 顶板外 30cm (理疗科光动力涂药) | 2.94E-06       | 1    | 1    | <b>2.94E-07</b> | 公众     |

|  |  |              |  |  |  |  |  |
|--|--|--------------|--|--|--|--|--|
|  |  | 室、311 全舱光疗室) |  |  |  |  |  |
|--|--|--------------|--|--|--|--|--|

#### 11.2.2.1 辐射工作人员年有效剂量评价

由表 11-7 可知，本项目运行后，X 射线放射治疗系统辐射工作人员在控制室内受到的年有效剂量最大为  $5.58\text{E-}03\text{mSv}$ ；本项目浅层放射室西侧为 CT 室，本项目辐射工作人员在室内从事摆位等工作时，将受到 CT 的辐射影响，根据附件 7，CT 正常运行时，CT 室东墙外 30cm 处辐射剂量率为  $<\text{MDL}$ （MDL 为  $0.04\mu\text{Sv/h}$ ），CT 年运行时间不超过 100h，可估算得出，本项目辐射工作人员在室内从事摆位等工作时受到相邻 CT 机房的年有效剂量最大为  $2.0\text{E-}03\text{mSv}$ （居留因子取 1/2）。

保守假设本项目的辐射工作由 1 名辐射工作人员负责，在考虑了辐射工作人员在控制室内工作、在机房内从事摆位等工作时受到的叠加辐射影响后，本项目辐射工作人员年有效剂量最大为  $7.58\text{E-}03\text{mSv}$ ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ 。

#### 11.2.2.2 公众年有效剂量评价

由表 11-7 可知，本项目运行后，浅层放射室周围公众年有效剂量最大为  $4.40\text{E-}04\text{mSv}$ ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求：公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ 。

根据附件 7，CT 正常运行时，CT 控制室内辐射剂量率最大为  $0.16\mu\text{Sv/h}$ ，CT 室周围公众关注点处辐射剂量率最大为  $0.28\mu\text{Sv/h}$ （北侧患者通道防护门外 30cm，走廊），CT 年运行时间不超过 100h，可估算得出，CT 辐射工作人员在控制室内受到的年有效剂量最大为  $1.6\text{E-}02\text{mSv}$ ，CT 室周围公众受到的年有效剂量最大为  $5.6\text{E-}03\text{mSv}$ （居留因子取 1/5），与表 11-7 估算结果叠加后可知，CT 室辐射工作人员受到的叠加年有效剂量最大为  $1.6\text{E-}02\text{mSv}$ （CT 控制室内  $1.6\text{E-}02\text{mSv}$ +CT 机房内  $5.05\text{E-}07\text{mSv}$ ），CT 室和浅层放射室周围公众受到的叠加年有效剂量最大为  $6.04\text{E-}03\text{mSv}$ （CT 室北侧  $5.6\text{E-}03\text{mSv}$ +浅层放射室北侧  $4.40\text{E-}04\text{mSv}$ ），也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求：公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ 。

#### 11.2.3 非放射性污染源治理措施评价

##### 1、废气治理措施评价

本项目浅层放射室设计有机械通风系统，包括新风系统和排风系统，采取全排全送的通风方式，进风口设置于机房东南部吊顶，室内排风口设置于机房西北部下部、距地板上

方 15cm，进风口和排风口呈对角线布置，可确保室内空气充分交换。通风系统设计排风量为 3000m<sup>3</sup>/h，机房内有效容积为约 165m<sup>3</sup>，通风换气次数为约 8 次/h，能够满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求，少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排出机房，弥散在大气环境中，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

## 2、固体废物治理措施评价

项目运行期产生的固体废物主要为生活垃圾，生活垃圾由当地环卫部门统一清运，对环境影响较小。

## 3、废水治理措施

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水。院内生活污水将经院区污水管道进入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网，对环境影响较小。

## 4、噪声治理措施

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，项目选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时设置有减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装有消声器，项目经采取一系列减震隔声措施及距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

# 11.3 辐射事故影响分析

## 11.3.1 辐射事故风险危害识别分析

本项目 X 射线放射治疗系统属于射线装置，只有当设备开机并处于出束状态时才会产生 X 射线，设备关机时不会产生 X 射线。因此，辐射事故多为人员误留或误入机房产生的误照射事故，主要有：

①辐射设备正常工作时，人员误留机房，导致发生误照射；

②门机联锁发生故障失效的状况下，在防护门未关闭的情况下即开始出束治疗，或者辐射设备正在运行时，人员意外打开防护门或误入机房，给工作人员和周围公众造成不必要的照射；

③操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；

④辐射设备在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到误照射。

## 11.3.2 辐射事故预防措施

①辐射工作场所按要求设置相应的辐射安全与防护设施，定期检查辐射工作场所和设备的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态；

- ②定期对 X 射线放射治疗系统进行维护维修，确保设备始终保持良好的工作状态；
- ③建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行；
- ④加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识。

### 11.3.3 辐射事故应急措施

#### （1）事故报告程序

根据原国家环保总局《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》以及《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》、《福建省生态环境厅关于印发福建省辐射事故应急预案的函》、《福州市辐射事故应急预案》的要求，发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的先期处置措施，并立即拨打当地公安、生态环境、卫健部门应急专用电话进行报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

#### （2）辐射事故应急措施

①一旦发现有人员误入或误留机房等误照射事故，工作人员应立刻切断电源，确保射线装置停止工作；

②误入或误留等非相关人员应在最短的时间内撤离机房。机房外划出警戒范围，设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众人员入内；

③对可能受到超剂量照射的人员，应及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；

④发现上述事故者应立即报告医院辐射事故应急小组，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境部门和公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；

⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计和剂量报警仪。

④应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

⑥医院应定期、具有针对性的对可能发生的放射事故进行演练。

表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中规定：使用 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。

医院已成立了辐射安全与防护管理领导小组（见附件8），指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了管理职责，满足环保相关管理要求。

### 12.2 辐射安全与防护培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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》等法律法规要求，辐射工作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；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，应当通过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，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。

医院现有辐射工作人员已参加医用X射线诊断与介入放射学辐射安全与防护考核，成绩合格且在有效期内，满足环保相关管理要求。本次拟新增3名辐射工作人员负责本项目辐射工作，辐射工作人员上岗前均拟按要求参加放射治疗辐射安全与防护考核，考核合格后持证上岗，落实后能够满足环保相关管理要求。

### 12.3 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

医院已制定了相关的辐射安全管理制度，主要包括《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《辐射设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》及《辐射事故应急预案》。医院制定的辐射安全管理规章制度较完备且具有一定的可行性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。本报告对医院已制定的制度的重点总结如下：

**辐射防护和安全保卫制度：**已根据射线装置具体情况制定了辐射防护和安全保卫制

度，重点有：①明确了环保手续和人员资质要求；②辐射工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护，并建立个人剂量档案；③做好辐射工作场所的安全保卫工作，并定期检查。

**操作规程：**已根据射线装置操作的具体情况制定了相应的操作规程，明确了辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中应采取的具体防护措施及步骤。加强辐射工作人员的管理，严禁无证人员操作射线装置。

**岗位职责：**明确了辐射工作人员的岗位职责，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**辐射设备检修维护制度：**制定了设备检修维护制度，明确辐射安全与防护设施以及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全与防护设施以及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

**人员培训计划：**制定了人员培训计划，明确了培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**监测方案：**制定了监测方案，包括个人剂量、工作场所监测。明确了辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，明确了个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标；明确了日常工作的监测项目和监测频次，监测结果应妥善保存并记录档案，同时应定期上报生态环境主管部门。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，医院应当对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

**事故应急预案：**针对可能产生的辐射事故，制定了事故应急预案，该制度明确了事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附有各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景；演练参与人员等。

医院制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。医院能够按照辐射安全管理制度对医院的辐射活动进行管理，满足环保相关要求。在之后的实际工作中，医院还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

## 12.4 辐射监测

### 12.4.1 监测设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应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。

福州市第一总医院皮肤病防治院南院已为现有核技术利用项目配备 2 台个人剂量报警仪。本次拟新配备 1 台环境辐射巡测仪，用于辐射工作场所及周围人员活动区域的定期自行检测；拟为本项目 X 射线放射治疗系统工作场所配备 2 台个人剂量报警仪，用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警；本项目辐射工作人员均拟按要求配备 1 枚个人剂量计，用于辐射工作过程中累积剂量的监测。

以上监测仪器按要求配备后，能够满足本项目的仪器配备要求。

### 12.4.2 监测方案

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关标准和规范的要求，医院已制定了相应的辐射监测计划，具体包括：

- ① 项目竣工后 3 个月内委托有资质的单位对项目周围环境辐射水平进行验收监测；
  - ② 委托有资质的单位定期对项目周围环境辐射水平进行监测，周期为不少于 1 次/年，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告；
  - ③ 医院定期（1~2 次/季度）自行对全院辐射工作场所周围环境辐射水平进行监测，并作好监测记录；
  - ④ 所有辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案；
  - ⑤ 所有辐射工作人员上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案。
- 本项目运行后，应按照该监测方案进行监测，本项目辐射环境监测计划见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射环境监测计划

| 监测因子     | 监测项目     | 监测频次        | 监测点位                                                                                                                              | 控制要求                                                                                      |
|----------|----------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| X-γ辐射剂量率 | 竣工环保验收监测 | 项目竣工后 3 个月内 | ①机房防护门外 30cm，测门表面和门缝四周；<br>②观察窗外 30cm，测窗表面和接缝处四周；<br>③机房四周墙体、顶板外 30cm，机房地板下方地面 1.7m 处；<br>④控制室内人员操作位、管线洞口、项目评价范围内辐射工作人员和公众经常活动位置。 | 剂量率应满足本项目剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ （ $\dot{H}_c$ 取 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,max}$ 中的较小者） |
|          | 年度监测     | 不少于 1 次/年   |                                                                                                                                   |                                                                                           |
|          | 自主监测     | 1~2 次/季度    |                                                                                                                                   |                                                                                           |

此外，根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收报告，“三同时”验收清单见表 12-2。

表 12-2 “三同时”验收一览表

| 项目   | “三同时”验收内容                                                                                                                 | 验收要求                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 防护措施 | 浅层放射室采取实体屏蔽方式，四侧墙体采用 200mm 实心烧结砖+4.5mmPb 硫酸钡涂料，顶板及地板采用 150mm 混凝土+4.5mmPb 硫酸钡涂料，患者通道防护门、医护通道防护门内衬 4.5mm 铅板，观察窗为 4mmPb 铅玻璃。 | 辐射剂量率满足本项目剂量率参考控制水平要求，人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求。 |
| 安全措施 | （1）设备固有安全联锁装置<br>（2）钥匙开关<br>（3）电离辐射警告标志和工作状态指示灯<br>（4）门机联锁装置<br>（5）紧急停机按钮<br>（6）观察窗、监控及对讲系统<br>（7）安全联锁要求<br>（8）个人防护用品     | 满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。   |
| 通风措施 | 机房内设置机械通风系统，采取全排全送的通风方式，室内排风口距地板高度为 300mm，进风口位于吊顶，进风口和排风口呈对角线布置，通风系统设计排风量为 1230m <sup>3</sup> /h，通风换气次数为约 7.7 次/h。        | 满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中相关通风要求。                  |
| 人员配备 | 所有辐射工作人员均参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，考核合格后上岗。                                                                                 | 满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中人员培训要求。                                                     |
|      | 所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，医院建立个人累积剂量档案。                                                                | 满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《职业性外照射个人监测规范》中个人剂量监测的要求。             |

|           |      |                                                                                                                             |                                                           |
|-----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|           |      | 所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，开展辐射工作后，定期开展职业健康体检（不少于1次/2年），医院建立职业健康监护档案。                                                            | 满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中职业健康体检的要求。                       |
| 监测仪器和防护用品 |      | 配备1台环境辐射巡测仪。                                                                                                                | 满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和本项目对监测仪器和防护用品配备的要求。               |
|           |      | 本项目工作场所配备2台个人剂量报警仪。                                                                                                         |                                                           |
|           |      | 为患者配备不低于0.5mmPb的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护裙，成人和儿童各一套，并配备铅橡胶屏蔽，用于保护患者治疗部位周边的正常皮肤组织。                                                   |                                                           |
| 管理措施      | 管理机构 | 已成立了辐射安全与防护管理领导小组，指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了管理职责。                                                                             | 满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射安全管理的要求。 |
|           | 管理制度 | 已制定辐射安全管理制度，主要包括《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《辐射设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》及《辐射事故应急预案》。其还应在之后的实际工作中不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善。 |                                                           |

## 12.5 辐射事故应急

根据《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》等要求，福州市第一总医院皮肤病防治院制定了辐射事故应急预案，成立了以单位负责人为领导的辐射事故应急领导小组，并明确了小组成员及相关职责；明确了应急报告程序和详细的联络报告电话；针对项目具体情况，制定了应急处置程序和措施；明确了应急物资、设备的型号（名称）、存放地点；明确了预案内部培训的频次、修订间隔、应急演练的频次要求等。

医院制定的应急预案有效可行，能够满足现有核技术利用项目和本项目开展时的应急事故处理要求。在日后的运行管理过程中，医院应根据实际辐射工作情况和管理要求，及时对辐射事故应急预案进行更新完善。医院应根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景，演练参与人员等。此外，该院应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据原国家环保总局《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》以及《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》、《福建省生态环境厅关于印发福建省辐射事故应急预案的

函》的要求，发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的先期处置措施，尽量把影响控制在最小范围，最大限度减少对人员安全和周围环境的影响，并立即拨打当地公安、生态环境、卫健部门应急专用电话进行报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 13 结论与建议

## 13.1 结论

### 13.1.1 可行性分析结论

#### 一、项目概况介绍

为满足患者的就医需求，提升当地和周边区域群众的医疗服务水平，福州市第一总医院皮肤病防治院拟将南院门诊医技楼一层的 1 间预留 III 类射线装置机房改造为浅层放射室，配备 1 台 SRT-100 型 X 射线放射治疗系统，主要用于对皮肤癌及瘢痕疙瘩等进行浅层辐照治疗。

本项目 X 射线放射治疗系统最大管电压为 100kV、最大管电流为 10mA，属于 II 类射线装置。

#### 二、产业政策符合性分析

经对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于国家鼓励类的第十三项“医药”第 4 款中“高端放射治疗设备”，符合国家产业发展政策。

#### 三、代价利益分析

本项目的运行，可为患者提供放射诊疗服务，方便群众就医，具有良好的社会效益和经济效益。本项目总投资 435 万元，其中环保投资 40 万元，占总投资的 9.2%，与同类项目环保投资指标相比，本项目环保投资比例合理、适当，可保证环保措施的落实。根据理论估算和分析，本项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。

因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

#### 四、选址、布局合理性评价

福州市第一总医院皮肤病防治院南院位于福州市仓山区城门洲路 29 号，本项目浅层放射室拟建址位于门诊医技楼一层东北部影像科东端。本项目治疗机房不邻接儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，不邻接人员流动性大的商业活动区域，工作场所位置相对独立，与周围非辐射工作场所隔开。根据理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小。本项目选址满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中相关要求，周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目 X 射线放射治疗系统工作场所设有单独的机房，控制室位于机房外并避开有用线束照射区域，布局符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中相关要求，布局合理。

### **13.1.2 辐射安全与防护结论**

#### **一、辐射防护措施评价**

本项目浅层放射室采取实体屏蔽方式，四侧墙体采用 200mm 实心烧结砖+4.5mmPb 硫酸钡涂料，顶板及地板采用 150mm 混凝土+4.5mmPb 硫酸钡涂料，患者通道防护门、医护通道防护门内衬 4.5mm 铅板，观察窗为 4mmPb 铅玻璃。根据理论估算可知，本项目浅层放射室的辐射防护设计能够满足辐射防护要求。

#### **二、辐射安全措施评价**

为确保辐射安全，保障各项目安全运行，本项目拟设计以下辐射安全措施：①设备固有安全联锁装置，②钥匙开关，③电离辐射警告标志和工作状态指示灯，④门机联锁装置，⑤紧急停机按钮，⑥观察窗、监控及对讲系统，⑦安全联锁要求，⑧个人防护用品。

本项目设计的辐射安全措施能够满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中的辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。

#### **三、辐射安全管理评价**

医院已成立辐射安全与防护管理领导小组，指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了管理职责；已制定辐射安全管理制度及辐射事故应急预案，在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善；医院拟新增 3 名辐射工作人员负责本项目辐射工作，辐射工作人员上岗前均拟按要求参加放射治疗辐射安全与防护考核，考核合格后持证上岗，上岗前均拟进行职业健康体检，体检合格后上岗，上岗后拟定期开展个人剂量监测和职业健康体检，医院建立辐射工作人员档案。

福州市第一总医院皮肤病防治院在切实做好以上措施后，能够符合相关辐射防护及辐射安全管理措施的要求。

#### **四、辐射防护监测仪器**

福州市第一总医院皮肤病防治院拟配备 1 台环境辐射巡测仪，拟为本项目工作场所配备 2 台个人剂量报警仪，本项目辐射工作人员均拟按要求配备 1 枚个人剂量计。

以上监测仪器按要求配备后，能够满足本项目的仪器配备要求。

### 13.1.3 环境影响分析结论

#### 一、辐射环境影响预测

根据理论估算，本项目浅层放射室外辐射剂量率最大为  $5.58\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足本项目辐射环境剂量率控制水平要求。

根据理论估算，本项目对周围公众造成的年有效剂量最大为  $4.40\text{E-}04\text{mSv}$ ；考虑本项目和机房西侧相邻 CT 的叠加辐射影响后，本项目辐射工作人员受到的叠加年有效剂量最大为  $7.58\text{E-}03\text{mSv}$ ，CT 室辐射工作人员受到的叠加年有效剂量最大为  $1.6\text{E-}02\text{mSv}$ ，CT 室和浅层放射室周围公众受到的叠加年有效剂量最大为  $6.04\text{E-}03\text{mSv}$ ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求，项目投入运行后对周围环境辐射影响较小。

#### 二、非放射性污染源处理措施评价

##### ①废气

本项目浅层放射室设计有机机械通风系统，包括新风系统和排风系统，采取全排全送的通风方式，进风口和排风口呈对角线布置，通风系统设计排风量为  $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数为约 8 次/h，能够满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求，少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排出机房，弥散在大气环境中，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

##### ②固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为生活垃圾，生活垃圾由当地环卫部门统一清运，对环境影响较小。

##### ③废水

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水。院内生活污水将经院区污水管道进入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网，对环境影响较小。

##### ④噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，项目选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时设置有减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装有消声器，项目经采取一系列减震隔声措施及距离衰减后，对周围声环境

的影响较小。

综上所述，福州市第一总医院皮肤病防治院 1 台 X 射线放射治疗系统项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

### 13.2 建议与承诺

(1) 项目在建造和运行过程中必须严格落实项目设计及本报告表中提出的安全防护措施和相关管理要求。

(2) 所有设备资料、台帐和监测资料等均应妥善保管，存档备案。

(3) 项目运行过程中，应严格遵循操作规程，加强对医务人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降到最低。

(4) 环境影响评价文件审批完成后，应根据有关规定及时重新申领辐射安全许可证。

(5) 建设项目竣工后，医院应按照国家生态环境行政主管部门规定的程序 and 标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

验收期限是指自建设项目环境保护设施竣工之日起至建设单位向社会公开验收报告之日止的时间。

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