

核技术利用建设项目

血管造影用 X 射线装置应用项目  
环境影响报告表

隆化县隆化镇医院

2024 年 3 月

环境保护部监制

表 1 项目基本情况

|         |  |  |   |                        |     |
|---------|--|--|---|------------------------|-----|
| 建设项目名称  | 血管造影用 X 射线装置应用项目   |  |   |                        |     |
| 建设单位    | 隆化县隆化镇医院   |  |   |                        |     |
| 法定代表人   |  | 联系人                                    |   | 联系电话                   |     |
| 注册地址    | 河北省承德市隆化镇锦和家园商业楼负 1 层-地上 3 层   |  |   |                        |     |
| 项目建设地点  | 河北省承德市隆化镇锦和家园商业楼<br>负 1 层-地上 3 层隆化县隆化镇医院门诊楼一层  |  |   |                        |     |
| 立项审批部门  | /  |  | 批准文号  | /                      |     |
| 总投资(万元) | 500  | 环保投资<br>(万元)                           | 200   | 投资比例(环保投<br>资/总投资)     | 40% |
| 项目性质    | <input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他 |  |   | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) | 296 |
| 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<br>放射性<br>物质   | <input type="checkbox"/> 生产            | <input type="checkbox"/> 制造 PET 用放射性药物  |                        |     |
|         |  | <input type="checkbox"/> 销售            | /   |                        |     |
|         | 射线装<br>置   | <input type="checkbox"/> 使用            | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙   |                        |     |
|         |  | <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  |                        |     |
|         | 其他   | <input checked="" type="checkbox"/> 使用 | <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类   |                        |     |
| 其他      | /  |  |   |                        |     |

项目概述

1、医院概况

隆化县隆化镇医院于 2009 年 9 月正式营业。2018 年 2 月完成迁址新建。是目前承德市范围内最大的一家民营非营利性二级综合医院。医院总面积 3.2 万 m<sup>2</sup>，审批床位 280 张，实际开放床位 460 张，现有职工 340 余人。是城乡居民医疗保险和职工医疗保险的定点医院、承德附属医院医联体成员单位、承德市工伤保险定点医院、隆化县民政局定点优抚医院、隆化县拥军优属定点医院、河北省白求恩精神教育基地、医疗康养示范基地。

医院拥有美国 GE 公司原装进口的 64 排 CT、1.5T 超导核磁、悬吊 DR、移动 DR、口腔 CT、超声诊断仪、自动乳腺容积扫描成像系统 (ABVS) 等影像检查设备；有超声体外碎石机、奥林巴斯、日本富士等多台先进胃肠镜仪器、全自动生化分析仪、宫腹腔镜、呼吸机、麻醉机、血液透析机等可以保障医院业务开展的各种诊疗设备。

多年来，医院始终秉承“厚德博学、行方智圆”的理念，以创新促发展，以党建促进医院文化建设，用全程的优质服务打造“百姓医院”品牌。

2018 年 7 月 16 日承德市环境保护局隆化县分局对《隆化县隆化镇医院装修改造工程环境影响评价报告书》进行了审批，审批文号为：隆环评复 [2018] 05 号。审批文附后。

2018 年 7 月 22 日该院根据《隆化县隆化镇医院装修改造工程环境影响报告表》，并按照《建设项目环境保护管理条例》等国家有关法律法规有关要求进行了验收，验收结果满足竣工环保验收条件。验收意见附后。

2023 年 12 月 13 日取得了由承德市行政审批局换发的排污许可证，有效期至 2028 年 12 月 12 日，许可证编号为：1213082540211182X1001U。排污许可证正本附后。

## 2、现有核技术利用情况

### (1) 辐射安全许可情况

根据调查，隆化县隆化镇医院目前共使用 4 台射线装置，均为 III 射线装置，医院现有医用 X 射线装置见下表 1-1。

表1-1 医院现有辐射装置及环保手续一览表

| 序号 | 放射装置名称           | 类别  | 型号                 | 场所      | 环保手续                      | 验收手续 | 备注 |
|----|------------------|-----|--------------------|---------|---------------------------|------|----|
| 1  | 西门子 16 排 ct 机    | III | somatom emotion 16 | 负一层影像中心 | 备案号<br>201813082500000342 |      | 使用 |
| 2  | X 射线计算机体层摄影设备    | III | DptimaCT660        | 影像中心    | 备案号<br>202213082500000231 |      | 使用 |
| 3  | 口腔颌面锥形束计算机断层摄影设备 | III | Matrix5600         | 影像中心    | 备案号<br>202413082500000009 |      | 使用 |
| 4  | 数字化医用 X 射线摄影系统   | III | Definium 6000      | 影像中心    | 备案号<br>202113082500000273 |      | 使用 |

如表 1-1 所示，以上 4 台射线装置均已按照相关规定，完善了相关环保手续，医院在认真落实各项污染防治措施后，于 2024 年 03 月 20 日取得了承德市行政审批局换发的《辐射安全许可证》，（冀环辐证[H0069]，种类和范围为：使用 III 类射线装置。有效期至 2029 年 03 月 19 日，正副本附后）。

设备运行至今情况良好，无辐射安全事故发生，无遗留环境问题。

### (2) 辐射安全管理情况

#### 1) 辐射防护管理机构基本情况

为了加强辐射安全和防护管理，做好射线装置的使用管理工作，保证设备正常使用，避免发生各类事故，保障各类人员的健康，医院已成立了辐射安全与环境保护管理机构，负责射线装置的使用防护和管理的各项工作。

辐射安全与环境保护管理制度成员具体如下：

组 长：郭柏良（院长）

副组长：冯利民（副院长）

成 员：王 欢（副院长） 韩迎春（CT 室主任） 吕少辉（药剂科主任）

王海侠（院感科主任） 庞 起（后勤主任） 毕瑞军（CT 职员）

## 2) 现有辐射防护管理制度

医院设置辐射安全与环境保护管理机构，负责医院的辐射安全与环境保护工作。制定了相关的辐射安全防护管理制度，以保证使用放射装置过程的辐射安全，主要有：《辐射安全与环境保护管理制度》、《辐射监测仪器使用与校验管理制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《个人剂量计管理制度》等。医院严格按照各项规章制度进行日常操作，无违章操作情况发生。

## 3) 工作人员培训情况

医院从事辐射工作的医护人员，已按照相关要求进行了辐射安全与防护培训。

## 4) 个人剂量监测情况

医院辐射工作人员均佩戴个人剂量计，根据医院提供资料，近四个季度医院辐射工作人员个人剂量监测工作均由有资质的监测单位承担，每季度监测 1 次，个人剂量档案齐全。医院有专人负责个人剂量监测管理工作，发现个人剂量监测结果异常的，将及时调查原因，并将有关情况及时报告医院辐射防护管理机构。

根据隆化县隆化镇医院提供的 2023 年 1 月~2023 年 12 月个人剂量监测数据，辐射工作人员个人剂量范围均在辐射工作人员年剂量约束值 5mSv/a 范围内，未出现个人剂量监测结果异常。

医院制定了相关制度，承诺将严格按照相关规定要求进行工作场所自检、辐射工作人员培训、辐射事故应急培训、应急演练，并记录存档。

## 3、项目由来

由于医院周边地区人民群众日益增长的医疗需求和医院自身发展的需要，隆化县隆化镇医院拟在门诊楼一层将妇科门诊手术室及外科门诊手术室改建成一间导管室机房，并在机房内配置一台医用 X 射线血管造影系统（简称 DSA）（II 类医用 X 射线装置）用于介入

手术辅助。DSA 运行时将会对周围环境产生电离辐射影响。改建前一层平面示意图、导管室设计平面布局示意图见下图：



改建前一层平面示意图



导管室设计平面布局示意图

#### 4、项目概况

##### (1) 设备情况

隆化县隆化镇医院拟新增II类射线装置参数表详见表 1-2。

**表1-2 本项目拟新增II类射线装置参数表**

| 序号 | 装置名称          | 型号                 | 安装位置     | 参数           | 出束方向 | 备注 |
|----|---------------|--------------------|----------|--------------|------|----|
| 1  | 医用 X 射线血管造影系统 | 飞利浦<br>Azurion3M15 | 门诊楼一层导管室 | 1000mA/125kV | 向上   | 新增 |

(2) 根据建设单位提供资料：本项目拟配备 5 名放射工作人员，均为新增放射工作人员从事介入放射工作。5 名放射工作人员取得辐射安全与防护培训合格成绩单后方可上岗。

本项目医生专职服务于本项目 DSA，不再承担其它辐射设备工作，不存在辐射工作人员交叉使用的情况。

##### (3) 机房及屏蔽防护情况

该院拟使用血管造影机安装在门诊楼一层导管室，导管室内南北长 8.88m，东西长 6.85m，顶高 4.5m。具体屏蔽设计见表 1-3。

**表1-3 导管室屏蔽设计施工明细**

| 机房名称 | 机房设计  | 屏蔽防护                |
|------|-------|---------------------|
| 导管室  | 东墙    | 320mm 空心砖+60mm 硫酸钡板 |
|      | 南墙    | 钢结构+60mm 硫酸钡板       |
|      | 西墙    | 320mm 钢结构+60mm 硫酸钡板 |
|      | 北墙    | 钢结构+60mm 硫酸钡板       |
|      | 防护顶   | 100mm 混凝土+60mm 硫酸钡板 |
|      | 地面    | 100mm 混凝土+75mm 硫酸钡沙 |
|      | 医生门   | 3.5mm 铅板            |
|      | 患者通道门 | 3.5mm 铅板            |
|      | 污物通道门 | 3.5mm 铅板            |
|      | 观察窗   | 20mm 厚铅玻璃           |

## 5、项目周边情况

隆化县隆化镇医院位于河北省承德市隆化县隆化镇锦和家园商业楼负 1 层-地上 3 层。东面为室外道路，南面为马路，隔路为商铺，西面为室外道路，隔路为垃圾站、商铺，北面为小区住宅楼。本次评价项目位于该院区门诊楼一层导管室。隆化县隆化镇医院地理位置图详见图 1-1；医院周边关系图详见图 1-2。

该院拟改建导管室位于门诊楼一层。上方为病房；北面为控制室、污物通道；西面为室外过道；南面为设备间、值班室、洁净区；东面为走廊、谈话间、铅衣存放处、高值耗材库、无菌物品暂存处；下方为坡道。该院门诊楼一层导管室设计平面布局示意图详见 1-3；导管室上层平面布局详见图 1-4；导管室下层平面布局详见图 1-5。



图 1-1 医院地理位置图





图 1-2 医院周边关系图





室外过道

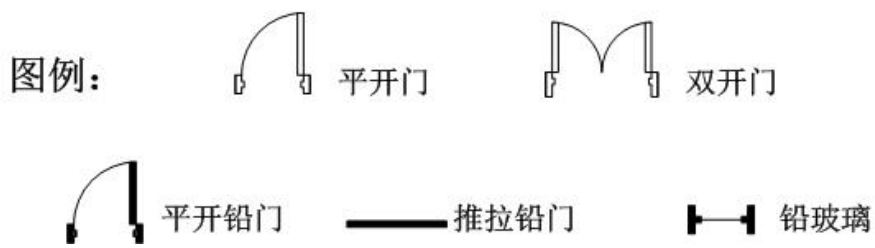
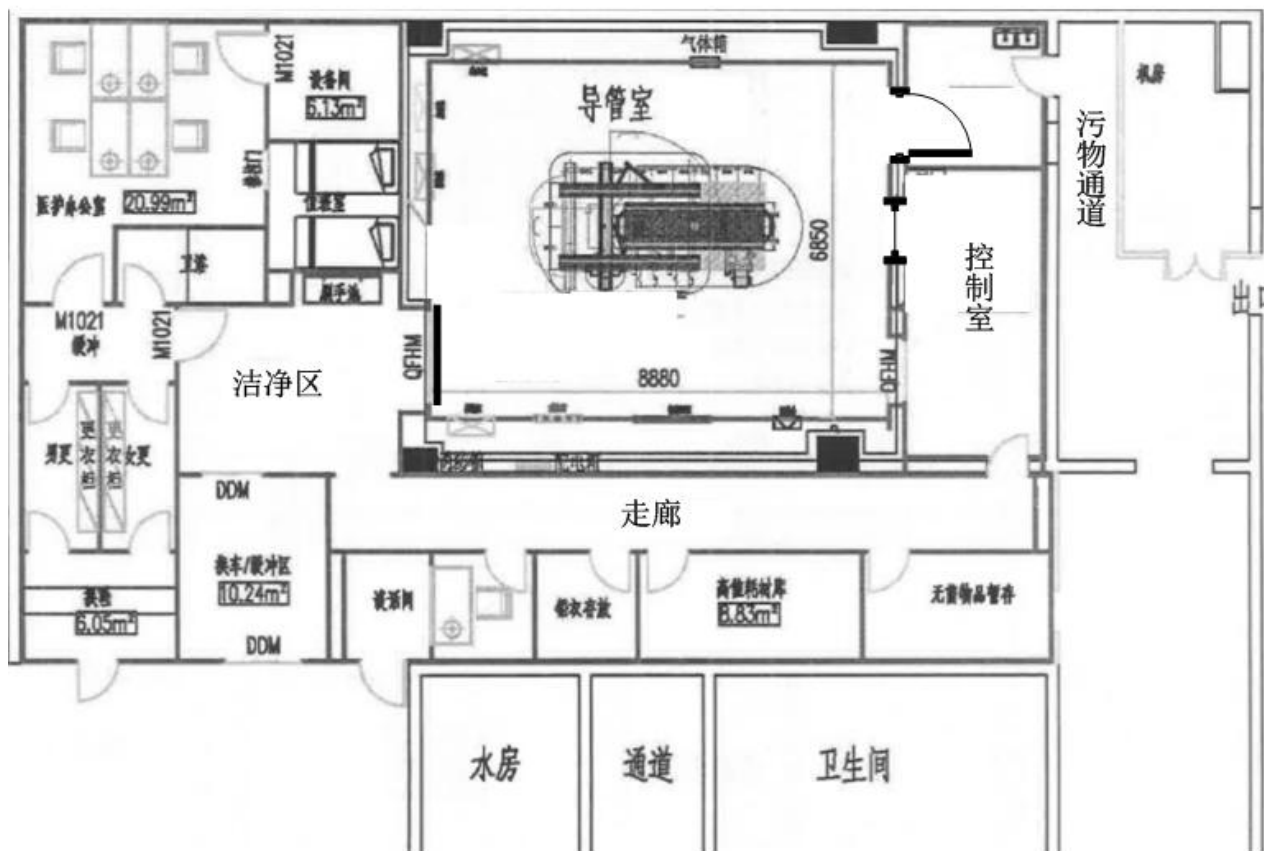


图 1-3 导管室设计平面布局示意图



图 1-4 导管室上层平面布局图

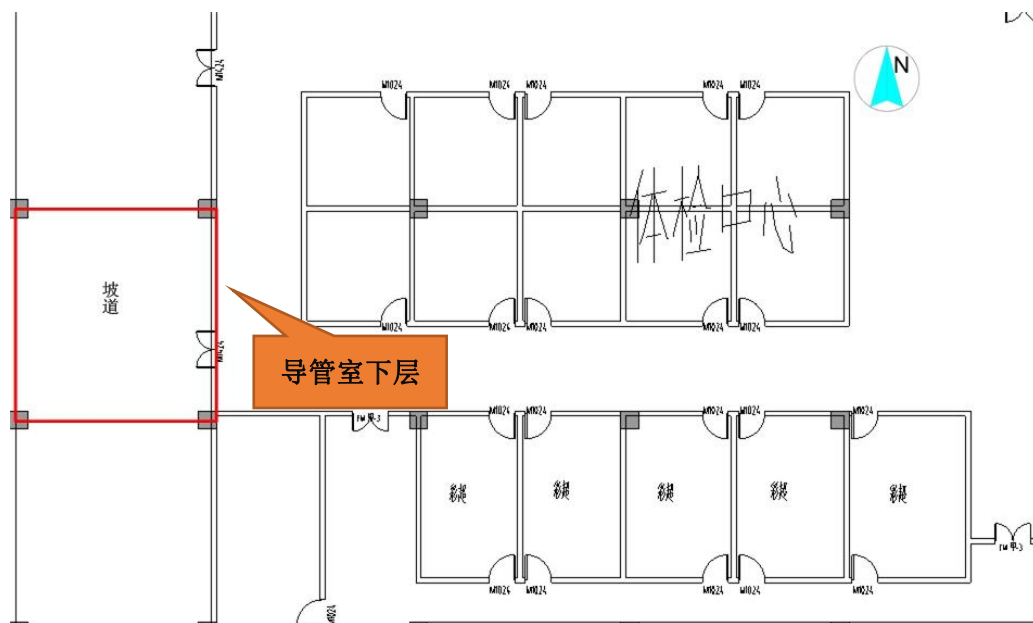


图 1-5 导管室下层平面布局图

## 6、项目实践正当性分析

隆化县隆化镇医院血管造影用 X 射线装置应用项目对提高心脏、颅内动脉及四肢血管的检查及介入治疗有重大意义，在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济利益，具有明显的社会效益，因此隆化县隆化镇医院血管造影用 X 射线装置应用项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的要求。

表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) / 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：1、放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。  
2、本项目为使用 X 射线装置，不涉及放射源。

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) | 年最大操作量 (Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
|----|------|------|------|---------------|---------------|-------------|----|------|------|---------|
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |
|    |      |      |      |               |               |             |    |      |      |         |

注：1、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》（GB18871-2002）  
2、本项目为使用 X 射线装置，不涉及非密封放射性物质。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速<br>粒子 | 最大能量<br>(MeV) | 额定电流 (mA)<br>剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场<br>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                 | 管电压<br>(KV) | 管电流(mA) | 用途   | 工作场所         | 备注 |
|----|-------------------|-----|-----|--------------------|-------------|---------|------|--------------|----|
| 1  | 医用 X 射线血<br>管造影系统 | II类 | 1 台 | 飞利浦<br>Azurion3M15 | 125         | 1000    | 介入治疗 | 门诊楼一层导<br>管室 | 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<br>压 (kV) | 最大靶电流<br>( $\mu$ A) | 中子强度<br>(n/s) | 用途 | 工作<br>场所 | 氚靶情况       |          |    | 备注 |
|----|----|----|----|----|----------------|---------------------|---------------|----|----------|------------|----------|----|----|
|    |    |    |    |    |                |                     |               |    |          | 活度<br>(Bq) | 贮存<br>方式 | 数量 |    |
|    |    |    |    |    |                |                     |               |    |          |            |          |    |    |
|    |    |    |    |    |                |                     |               |    |          |            |          |    |    |
|    |    |    |    |    |                |                     |               |    |          |            |          |    |    |
|    |    |    |    |    |                |                     |               |    |          |            |          |    |    |

表 5 废弃物（重点是放射性废物）

| 名称      | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年排放量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向   |
|---------|----|------|----|------|------|-------|------|--------|
| 臭氧、氮氧化物 | 气体 | /    | /  | 微量   | 微量   | /     | /    | 排放至大气中 |
| /       | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /      |
| /       | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /      |
| /       | /  | /    | /  | /    | /    | /     | /    | /      |

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）

3、本项目为使用 X 射线装置，不涉及放射性废弃物。

表 6 评价依据

|      |   |
|------|---|
| 法律法规 | <ol style="list-style-type: none"><li>1、《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日实施；</li><li>2、《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日；</li><li>3、《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 29 日实施；</li><li>4、《射线装置分类办法》（2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日）；</li><li>5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 2005 年第 449 号）（2014 年 7 月 29 日修订）；2019 年 3 月 2 日（国务院令 第 709 号）修订；</li><li>6、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令 第 31 号，2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令 第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令 第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日生态环境部令 第 20 号第四次修正）；</li><li>7、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部 18 号令）2011 年 5 月 1 日；</li><li>8、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》环发[2006]145 号；</li><li>9、《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；</li><li>10、《河北省辐射污染防治条例》（2020 年 7 月 30 日修订）；</li><li>11、《建设项目环境保护管理若干问题的暂行规定》（冀环办发[2007]65 号）；</li><li>12、《河北省生态环境保护条例》（2020 年 3 月 27 日）；</li><li>13、《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 2019 年第 9 号；</li><li>14、《关于核技术利用辐射安全防护培训和考核有关事项的公告》生态环境部令 2019 年第 57 号；</li><li>15、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》生态环境部令 2021 年第 9 号。</li></ol> |
|------|---|



|      |   |
|------|---|
| 技术标准 | <ol style="list-style-type: none"><li>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</li><li>2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</li><li>3、《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</li><li>4、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128—2019）；</li><li>5、《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</li><li>6、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。</li></ol> |
| 其他   | <ol style="list-style-type: none"><li>1、辐射安全许可证；</li><li>2、射线装置机房防护措施及设计资料；</li><li>3、委托书；</li><li>4、设备技术参数文件。</li></ol>  |

## 表 7 保护目标与评价标准

### 评价范围

按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》HJ10.1-2016 的相关规定，并结合该项目射线装置为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定以导管室边界外 50m 的区域作为本项目辐射环境的评价范围，包括上层、下层区域。

评价范围图如下图 7-1。



图 7-1 评价范围图

### 周边保护目标

本项目主要保护目标为项目辐射工作人员、评价范围内医院其他工作人员、评价范围内逗留或经过的公众成员。

环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标

| 固定建筑   | 相对方位  | 距离 (m) | 人数 (人) | 环境保护目标 |
|--------|-------|--------|--------|--------|
| 导管室    | 中央    | /      | 1-5    | 职业人员   |
| 控制室    | 北     | 紧邻     | 1-3    | 职业人员   |
| 污物通道   | 北     | 紧邻     | 0-2    | 公众人员   |
| 小区住宅楼  | 门诊楼北侧 | 45     | 50-200 | 公众人员   |
| 设备间    | 南     | 紧邻     | 0-5    | 公众人员   |
| 值班室    | 南     | 紧邻     | 1-5    | 公众人员   |
| 洁净区    | 南     | 紧邻     | 1-5    | 公众人员   |
| 马路     | 门诊楼南侧 | 50     | 10-50  | 公众人员   |
| 走廊     | 东     | 紧邻     | 0-3    | 公众人员   |
| 谈话间    | 东     | 3      | 0-2    | 公众人员   |
| 铅衣存放处  | 东     | 3      | 0-2    | 公众人员   |
| 高值耗材库  | 东     | 3      | 0-2    | 公众人员   |
| 无菌物品暂存 | 东     | 3      | 0-2    | 公众人员   |
| 收费处    | 东     | 50     | 1-5    | 公众人员   |
| 室外道路   | 门诊楼西侧 | 紧邻     | 0-5    | 公众人员   |
| 商铺     | 门诊楼西侧 | 20     | 5-30   | 公众人员   |
| 垃圾站    | 门诊楼西侧 | 45     | 1-10   | 公众人员   |
| 病房 (北) | 上层    | 紧邻     | 0-3    | 公众人员   |
| 病房 (南) | 上层    | 紧邻     | 0-3    | 公众人员   |
| 坡道     | 下层    | 紧邻     | 0-10   | 公众人员   |

### 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；

职业工作人员剂量限值及约束值：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)，职业工作人员所受职业照射的剂量限值为连续 5 年内平均年有效剂量不超过 20mSv，根据辐射防护最优化原则，本项目取 5mSv/a 作为本项目职业工作人员的年剂量约束值。

公众人员剂量限值及约束值：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)，公众人员的年有效剂量限值为 1mSv，本项目取 0.1mSv/a 作为本项目公众人员的年剂量约束值。

2、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；

X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平及工作场所防护应满足下列要求：

(1) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

(2) 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

(3) 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(4) 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

(5) 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

(6) 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

(7) 电动推拉门宜设置防夹装置。

(8) 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

(9) 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

(10) 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-2 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

**表 7-2 个人防护用品和辅助防护设施配置要求**

| 放射检查类型   | 工作人员                                 |                                       | 患者和受检者                             |        |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------|
|  | 个人防护用品                               | 辅助防护设施                                | 个人防护用品                             | 辅助防护设施 |
| 介入放射学操作  | 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套<br>选配：铅橡胶帽子 | 铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏<br>选配：移动铅防护屏风 | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套<br>选配：铅橡胶帽子 | —      |
| 注1：“—”表示不做要求。注2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。 |                                      |                                       |                                    |        |
| a 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。<br>b 床旁摄影时的移动铅防护屏风主要用于保护周围病床不易移动的受检者。  |                                      |                                       |                                    |        |

(11) 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

(12) 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

### 3、X 射线设备机房防护设施的技术要求

本项目设备类型为单管头 X 射线设备，根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)，对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度、铅当量防护要求如下。

表 7-3 X 射线机房使用面积及单边长度

| 设备类型       | 机房内最小有效使用面积 m <sup>2</sup> | 机房内最小单边长度 m |
|------------|----------------------------|-------------|
| 单管头 X 射线设备 | 20                         | 3.5         |

表 7-4 X 射线机房屏蔽防护铅当量要求

| 机房类型          | 有用线束方向铅当量 mm | 非有用线束方向铅当量 mm |
|---------------|--------------|---------------|
| C 型臂 X 射线设备机房 | 2            | 2             |

a. 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

b. X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 1、项目地理位置和场所位置

隆化县隆化镇位于河北省承德市隆化县锦和家园商业楼负 1 层-地上 3 层。东面为室外道路，南面为马路，隔路为商铺，西面为室外道路，隔路为垃圾站、商铺，北面为小区住宅楼。

医用 X 射线血管造影系统（DSA）位于门诊楼一层导管室。上方为病房；北面为控制室、污物通道；西面为室外过道；南面为设备间、值班室、洁净区；东面为走廊、谈话间、铅衣存放处、高值耗材库、无菌物品存放处；下层为坡道。

### 2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：医用血管造影 X 射线机所在导管室周围辐射环境现状；

监测因子： $\gamma$  辐射剂量率；

监测点位：本次在导管室周边共布设 20 个监测点位。

监测布点图如下：



图 8-1 导管室 $\gamma$ 辐射剂量率监测布点图



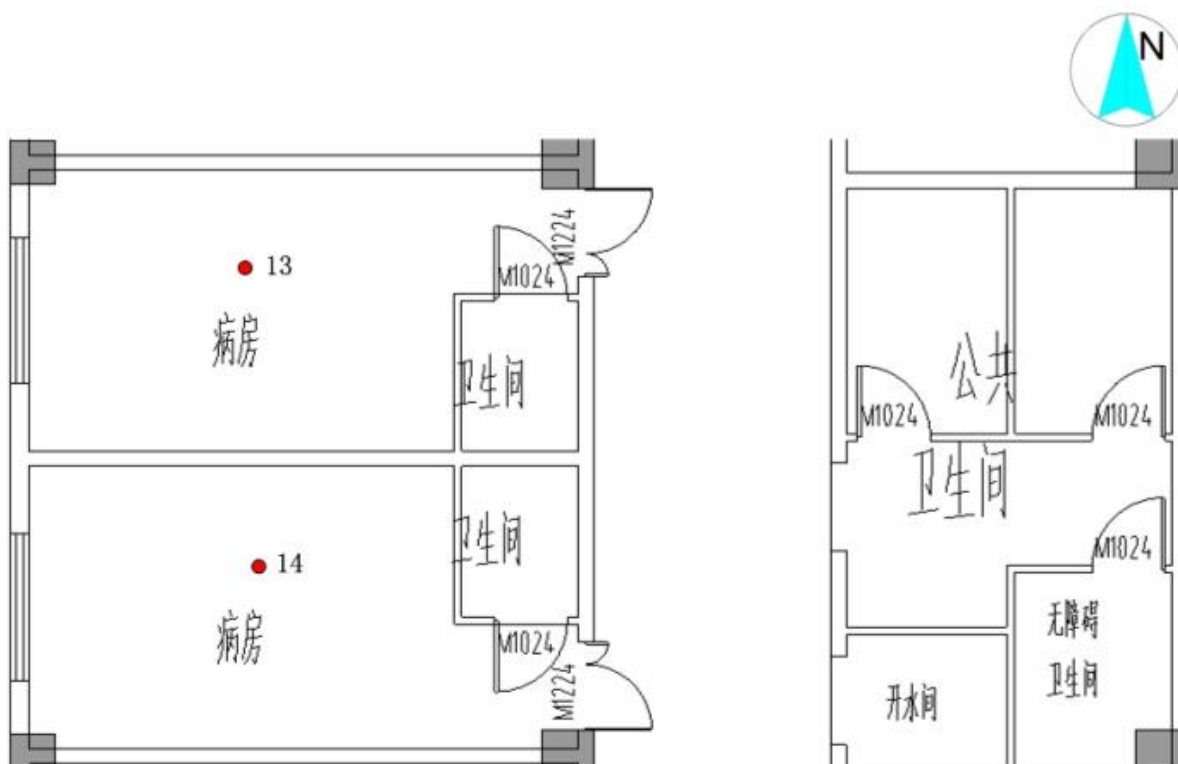


图 8-2 导管室上方 $\gamma$ 辐射剂量率监测布点图

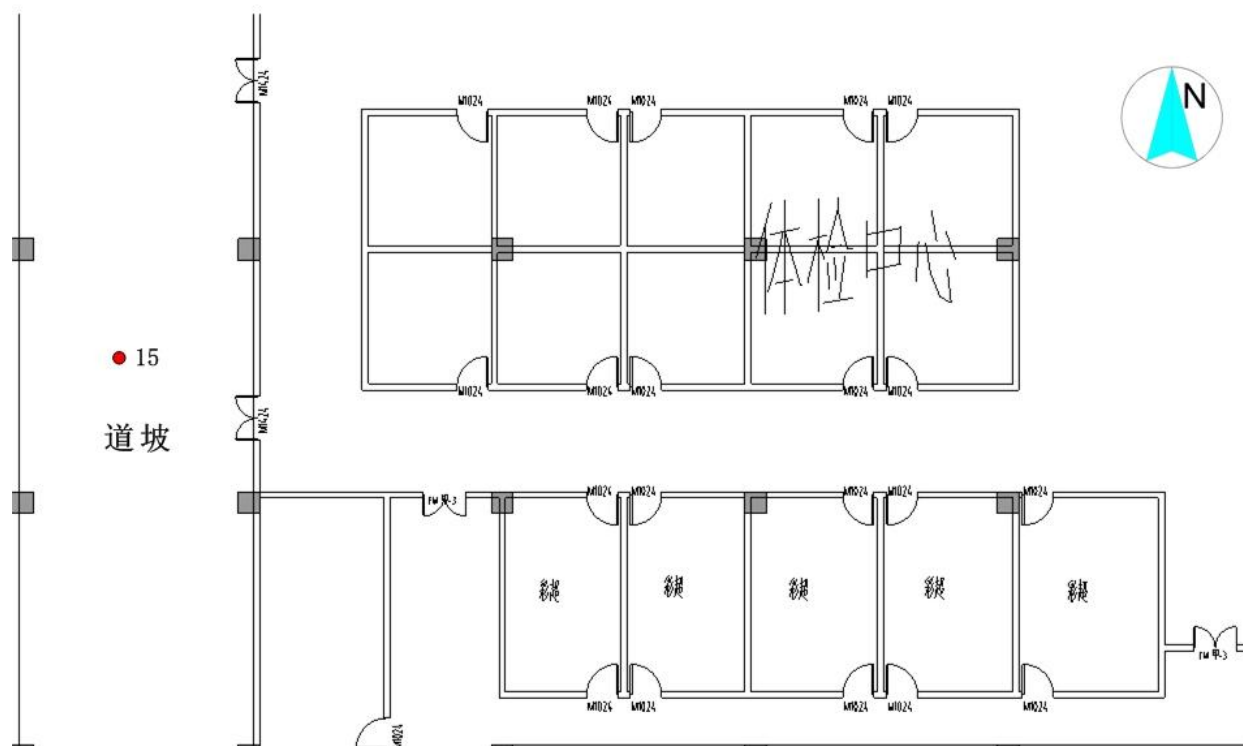


图 8-3 导管室下方 $\gamma$ 辐射剂量率监测布点图



图 8-4 导管室外  $\gamma$  辐射剂量率监测布点图

#### 4、监测仪器

仪器名称：X、 $\gamma$ 剂量率仪

编号：HBJX-0311-106

仪器型号：SC80

测量范围：0.01 $\mu$ Gy/h~100mGy/h

相对固有误差：-3.8%

校准证书号：DLj12023-10080

校准有效期：2023年8月22日-2024年8月1日

校准因子：5.06  $\mu$ Sv/h：1.04

相对扩展不确定度： $U_{rel}=15\%$  ( $k=2$ )

#### 5、监测质量控制措施

本项目于3月16日委托河北九新职业卫生技术服务有限公司进行导管室周围环境质量现状监测，该公司取得了河北省市场监督管理局颁发的资质认定证书，证书编号：230312341330，有效期至2029年9月4日，公司具备完整、有效的质量控制体系；根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)制定监测方案及实施细则；监测仪器适用

于环境 X、 $\gamma$ 射线水平监测，且经过计量认证部门认证资质的单位进行仪器刻度检定；严格按照监测方法中的要求进行；监测人员均经过专业培训，持证上岗；监测数据、报告实行三级审核制度。

## 6、监测结果

监测结果详见表 8-1。

**表 8-1 导管室周围辐射环境现状监测结果**

| 机房名称 | 监测点位     | 监测结果 (nGy/h) |
|------|----------|--------------|
| 导管室  | 导管室      | 98.7±9.5     |
|      | 设备间      | 99.8±9.2     |
|      | 值班室      | 99.2±8.5     |
|      | 洁净区      | 98.5±9.1     |
|      | 走廊       | 95.9±10.2    |
|      | 谈话间      | 98.3±8.7     |
|      | 铅衣存放处    | 96.0±8.9     |
|      | 高值耗材库    | 97.5±6.9     |
|      | 无菌物品暂存处  | 101.8±5.5    |
|      | 控制室      | 98.9±8.6     |
|      | 污物通道     | 98.3±6.4     |
|      | 室外过道     | 93.0±5.3     |
|      | 病房（北）    | 105.2±8.4    |
|      | 病房（南）    | 97.9±6.7     |
|      | 坡道       | 95.7±8.0     |
|      | 小区住宅楼    | 69.3±6.7     |
|      | 垃圾站      | 71.2±7.4     |
|      | 商铺       | 75.0±7.1     |
|      | 马路       | 63.8±9.9     |
| 收费处  | 74.0±6.5 |              |

## 7、监测结果分析

由表 8-1 可知，该院室外场所 $\gamma$ 辐射剂量率  $63.8 \pm 9.9 \sim 93.0 \pm 5.3 \text{ nGy/h}$ ，室内场所 $\gamma$ 辐射剂量率  $63.3 \pm 6.7 \sim 105.2 \pm 8.4 \text{ nGy/h}$ （均扣除宇宙射线）（辐射环境现状监测报告附后）。根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社）中的调查数据，承德市天然 $\gamma$ 辐射本底剂量，原野  $40.6 \sim 103.6 \text{ nGy/h}$ ，道路  $49.5 \sim 132.2 \text{ nGy/h}$ ，室内  $91.4 \sim 122.5 \text{ nGy/h}$ ，本项目室内、室外 $\gamma$ 辐射剂量率和本底调查的水平基本相当。

注：保护目标覆盖整个医院，监测点位选取具有代表性的点位进行监测。

## 表 9 项目工程与污染源项

### 工程设备和工艺分析.

#### 一、施工期

本项目机房主体工程均已建设完成，施工期主要为设备安装、调试，墙体屏蔽处理及简单的墙体拆除、房屋装修，主要污染因子：噪声、扬尘、废水、固体废物。

#### 二、运行期

##### 1、血管造影机基本情况

该项目 1 台血管造影机用于介入治疗，属 II 类射线装置，射线装置参数一览表见表 9-1。

表 9-1 该院拟配备的射线装置参数一览表

| 序号 | 名称            | 类别   | 型号                 | 最大管电压<br>(kV) | 最大管电流<br>(mA) |
|----|---------------|------|--------------------|---------------|---------------|
| 1  | 医用 X 射线血管造影系统 | II 类 | 飞利浦<br>Azurion3M15 | 125           | 1000          |

##### (1) 工作原理

医用 X 射线血管造影系统（DSA）是采用 X 射线进行摄影的技术设备。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。

靶体采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面被靶体突然阻挡从而产生 X 射线。成像装置是用来采集透过人体的 X 线信号的，由于人体各部组织、器官密度不同，对 X 线的衰减程度各不一样，成像装置根据接收到的不同信号，利用影像增强器将透过人体后已衰减的未造影图像的 X 线信号增强，再用高分辨率的摄像机对增强后的图像作一系列扫描。扫描本身就是把整个图像按一定的矩阵分成许多小方块，即像素。所得到的各种不同的信息经数/模转换成不同值的数字信号，然后储存起来。再把造影图像的数字信息与未造影图像的数字信息相减，所获得的不同数值的差值信号，经数/模转制成各种不同的灰度等级，在监视器上构成图像。由此，骨骼和软组织的的影响被消除，仅留下含有造影剂的血管影像。通过 DSA 处理过的图像，血管影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

##### (2) 设备组成

主要由多轴落地式 C 机架、手术床、X 线高压发生器、X 线球管、非晶硅数字图像采集处理系统、存储系统（含各种分析软件）、控制操作系统、防护设备、连接电缆以及附属设备等组成。

### (3) 工作流程

病人候诊，准备→向病人告知可能受到的辐射危害→病人进入机房，摆位→医生退出机房，DSA 开机，拍片→医生进入机房，透视状态下插入导管→所有人退出机房，加压输送造影液，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像→医生进入机房进行手术，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。介入手术医师位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.2~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅手套等）同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。医生、护士佩戴防护用品。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。

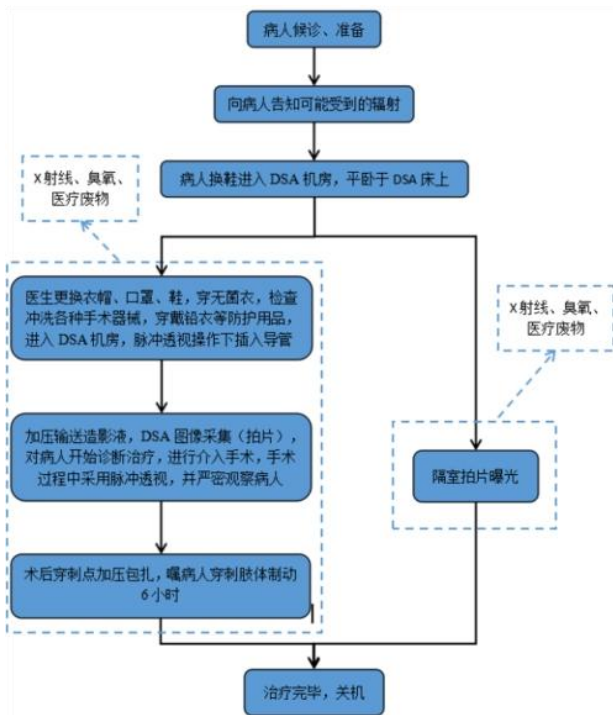


图 9-1 工作流程

### (4) 运行工况

由建设单位提供：项目共一台 DSA 设备，预计每天进行手术 2 例，每周工作 5 天，

年工作时间 50 周，每年共计约进行 500 例手术，每例手术大约出束时间为 5-15min，透视取 13.5min，摄影取 1.5min。年出束时间约为 125h。其中透视年累计出束时间约为 113h，摄影年累计出束时间约为 12h。

由血管造影机开机时从事介入治疗的医务人员在手术室操作。

## 2、主要放射性污染物和污染途径

### (1) 污染因子

医用 X 射线血管造影系统（DSA）为 X 射线装置，由 DSA 的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生、消失。因此，该院使用的 DSA 在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。在诊断过程中由于 X 射线的穿透力很强，对病人进行诊断的同时，射线装置产生的漏射及散射也可能会穿透机房的屏蔽墙、观察窗、防护门等，对手术室外的职业人员和公众产生辐射影响。

X 射线与空气作用，可以使气体分子和原子电离、激发，产生极少量的臭氧及氮氧化物等气体污染工作场所。另外，DSA 运行时均采用实时成像系统，不洗片，无其他废气、废水和固体废弃物产生。因此，在开机期间，X 射线是污染环境的主要因素。

### (2) 正常工况的污染途径

在诊断过程中发出 X 射线，X 射线经杂散辐射对工作场所及其周围环境产生辐射影响。

### (3) 事故工况的污染途径

发生的事故工况主要有以下两种途径：

- ①X 射线装置等其他设备发生控制系统故障或人员疏忽使得工作人员受到误照射；
- ②X 射线装置等其他设备发生控制系统故障使得受检者受到超剂量照射。

## 污染源项描述

### 施工期产生的污染

本项目机房主体工程均已建设完成，施工期主要为设备安装、调试，墙体屏蔽处理及简单的房屋装修，主要污染因子：噪声、扬尘、废水、固体废物。

### 运行期产生的污染

射线装置的污染因子为 X 射线，X 射线是随机器的开、关而产生、消失，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，非诊断状态下不产生射线，对周围环境无影响。



表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

安全防护措施是辐射防护工作中的重要组成部分之一，其作用是确保射线设备运行安全，保障放射工作人员和公众人员的人身安全，能有效的防止放射事故的发生。

拟采取的防护措施

1、工作场所布置

拟改建导管室机房面积约 59.8m<sup>2</sup>，南北长 8.8m，东西长 6.8m。机房满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“最小单边为 3.5m，最小有效面积为 20m<sup>2</sup>”要求。

医院将导管室作为辐射防护控制区，将控制室、污物通道、室外过道、设备间、值班室、洁净区、走廊、上层病房、下层坡道等机房邻近的人员可达相关位置作为辐射防护监督区。对控制区采取专门的防护手段和安全措施以便控制正常照射，并防止潜在照射或限制其程度；对监督区不采取专门的防护手段和措施，但要进行年度周期性检测。在导管室入口处设置电离辐射标识，安装工作指示灯等。本项目血管造影机辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

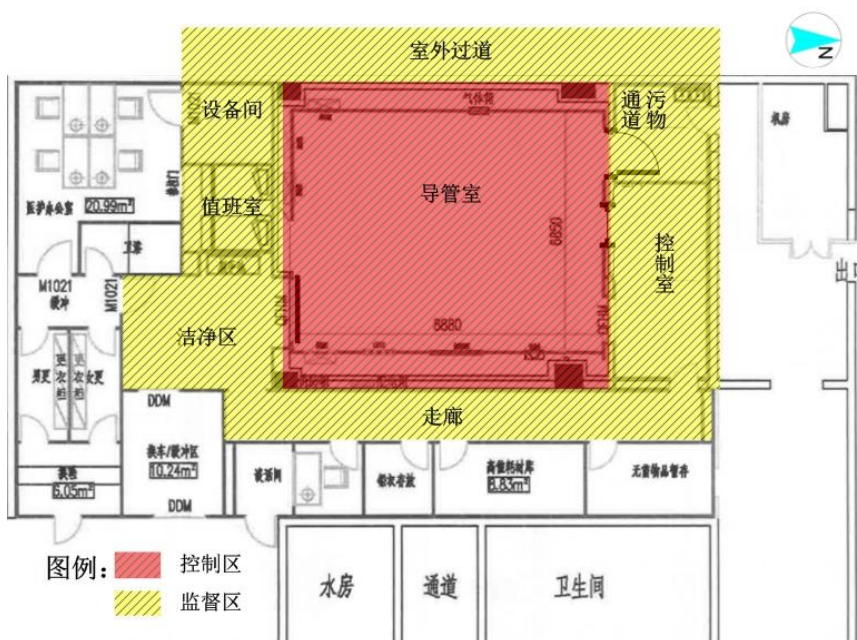


图 10-1 防护分区图

2、辐射屏蔽防护设施

拟改建血管造影机机房辐射屏蔽设计见表 10-1。

**表 10-1 拟改建血管造影机机房屏蔽设计**

| 机房  | 屏蔽体            | 建筑材料及厚度             | 等效防护厚度 (mmPb) | GBZ130 要求 (mmPb) | 达标情况 |
|-----|----------------|---------------------|---------------|------------------|------|
| 导管室 | 东墙             | 空心砖+60mm 硫酸钡板       | 4.7           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 南墙             | 钢结构+60mm 硫酸钡板       | 4.7           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 西墙             | 空心砖+60mm 硫酸钡板       | 4.7           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 北墙             | 钢结构+60mm 硫酸钡板       | 4.7           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 地面             | 100mm 混凝土+75mm 硫酸钡砂 | 5.6           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 防护顶            | 100mm 混凝土+60mm 硫酸钡板 | 5.8           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 医生门            | 3.5mm 铅板            | 3.5           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 患者通道门          | 3.5mm 铅板            | 3.5           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 患者通道门 10cm 搭接处 | 3.5mm 铅板            | 3.5           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 污物通道门          | 3mm 铅板              | 3.5           | ≥2.0             | 达标   |
|     | 观察窗            | 20mm 厚铅玻璃           | 3.5           | ≥2.0             | 达标   |

表 10-1 中, 屏蔽材料密度: 混凝土不小于为 2.35 克/平方厘米, 铅当量以电压条件为 125kV 下参照 GBZ130-2020 附表计算得到的, 根据硫酸钡板检测报告(见附件)计算得出电压条件为 125kV 时, 15mm 硫酸钡板防护铅当量为 1.18mmPb; 四周墙由四层 15mm 硫酸钡板组合而成, 空心砖屏蔽效果忽略不计, 硫酸钡砂按设备在 150kVp 管电压工作条件下根据相关表格计算所得。

血管造影机为单管头, 拟改建机房单边长度及有效使用面积情况见表 10-2。

**表 10-2 拟改建机房单边长度及有效使用面积情况**

| 机房  | 拟建机房单边长度及有效使用面积情况 |                    | GBZ130 要求         | 达标情况 |
|-----|-------------------|--------------------|-------------------|------|
| 导管室 | 机房内最小单边长度         | 6.8m               | ≥3.5m             | 达标   |
|     | 机房有效使用面积          | 59.8m <sup>2</sup> | ≥20m <sup>2</sup> | 达标   |

### 3、其他安全装置

**表 10-3 机房防护设施配置建设情况一览表**

| 机房名称 | GBZ130-2020 防护设施配置要求                                     | 该院建设情况   | 达标情况 |
|------|--|--|------|
| 导管室  | 动力排风装置   | 在机房顶部安装动力排风装置  | 达标   |
|      | 符合标准规定的警告标志  | 在受检者出入门上张贴电离辐射警告标志   | 达标   |
|      | 醒目的工作状态指示灯   | 受检者出入门的上方安装工作状态指示灯   | 达标   |
|      | 放射防护注意事项   | 在走廊墙上设置放射防护注意事项  | 达标   |
|      | 灯箱处应设警示语言  | 灯箱处设置“射线有害 灯亮勿入”   | 达标   |
|      | 平开机房门应有自动闭门装置; 推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施; 工作状态指示灯能与机房门有效关联。 | 医生门有闭门装置; 患者门的工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动, 关门灯亮, 开门灯灭, 并设置自动防夹装置。 | 达标   |

机房设有观察窗, 其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。患者防护门与周围墙体上方 10cm、左右两侧均设置 15cm 的搭接, 减少漏射。电缆孔及通风管道辅以铅板封堵、包裹, 减少漏射。受检者不

应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。现场应配备工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb；儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

#### 4、各项规章制度

该院制定了管理制度，采取了安全环保措施。主要有：《辐射安全与环境保护管理制度》、《辐射监测仪器使用与校验管理制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《个人剂量计管理制度》等。

#### 5、防护用品

该院拟配备相应的辐射防护用品：该院拟配备铅上衣 5 件、铅围裙 5 条、铅帽 5 顶、铅围脖 5 个、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 副、个人剂量计 5 套、悬挂防护屏 1 个，床侧防护帘 1 个，床侧防护屏 1 个，辐射监测仪 1 台。

#### 6、个人剂量配备

该院按照国家相关法律法规和标准，拟配备的 5 名工作人员均佩戴个人剂量计，并送至有资质的机构进行检测，个人剂量监测周期为 3 个月。建立个人剂量计档案，按有关要求存档，医护人员个人剂量数据终生保存。

#### 7、人员培训

根据建设单位提供资料，本项目拟配备 5 名放射工作人员，均为新增放射工作人员从事介入放射工作。从事放射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

### 三废的治理

本项目新增血管造影（DSA）装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，X 射线装置在使用过程中无其它放射性废水、废气和固体废弃物产生。

表 11 环境影响分析

### 建设阶段对环境的影响

本项目机房主体工程均已建设完成，施工期主要为设备安装、调试，墙体屏蔽处理及简单的房屋装修。

施工期主要污染因子：噪声、扬尘、废水、固体废物。

#### （1）扬尘及防治措施

主要为机房内墙体屏蔽、装修时机械敲打，钻动墙体等产生的粉尘。施工时加强施工现场管理，进行适当的加湿处理。

#### （2）废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的排水系统，进入市政污水网管。

#### （3）噪声及防治措施

主要来源于机房装修及现场处理等。通过选取噪音低，振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

#### （4）固体废物及防治措施

主要为装修垃圾及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输到合法场地堆放。生活垃圾及装修垃圾经统一收集后交由市政环卫部门处理。

本项目工程量小，施工期短，对外界影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响较小。

### 运营阶段对环境的影响

#### 一、血管造影机相关情况

##### 1、工作时间

本项目使用血管造影机用于心脏造影、心脏支架、起搏器、脑血管造影等。由建设单位提供：项目共一台 DSA 设备，预计每天进行手术 2 例，每周工作 5 天，工作时间 50 周，每年共计约进行 500 例手术，每例手术大约出束时间为 5-15min，年出束时间约为 125h。其中透视年累计出束时间约为 113h，摄影年累计出束时间约为 12h。

## 2、血管造影机房参数

拟使用的血管造影机安装在北院区综合楼一层导管室。导管室内南北长 8.8m，东西长 6.8m。

导管室防护体结构及厚度详见表 11-1。

表 11-1 导管室防护体结构及厚度

| 防护体                | 东墙                       | 南墙                       | 西墙                       | 北墙                       | 防护顶                               | 地面                                | 防护门           | 观察窗           |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| 结构                 | 空心砖<br>+60mm<br>硫酸钡<br>板 | 钢结构<br>+60mm<br>硫酸钡<br>板 | 空心砖<br>+60mm<br>硫酸钡<br>板 | 钢结构<br>+60mm<br>硫酸钡<br>板 | 10cm 混<br>凝土<br>+60mm<br>硫酸钡<br>板 | 10cm 混<br>凝土<br>+75mm<br>硫酸钡<br>砂 | 3.5mm 铅<br>板  | 20mm 铅<br>玻璃  |
| 125KV<br>等效铅<br>当量 | 4.7mm 铅<br>当量            | 4.7mm 铅<br>当量            | 4.7mm 铅<br>当量            | 4.7mm 铅<br>当量            | 5.8mm 铅<br>当量                     | 5.6mm 铅<br>当量                     | 3.5mm 铅<br>当量 | 3.5mm 铅<br>当量 |

## 二、血管造影机运行时机房周围的辐射影响估算

### 1、预测模式

医用血管造影 X 射线机出束方向向上，诊断过程中，机头射线直接照射病人，血管造影图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，不会直接照射到机房的楼顶、墙壁、防护门、铅玻璃窗和地板。故墙壁、防护门、铅玻璃窗和地板受到泄露辐射和散射的影响。本项目环境敏感保护目标为机房内医护人员、操作间医护人员和周围活动人员。

#### (1) 医用血管造影 X 射线机型号及相关参数

根据医院提供资料预估本项目 DSA 设备运行工况如下：

表 11-2 设备型号及参数

| 机房名称 | 设备名称          | 类别  | 型号                 | 常用管电压<br>(kV) |     | 常用管电流<br>(mA) |     |
|------|---------------|-----|--------------------|---------------|-----|---------------|-----|
|      |               |     |                    | 透视            | 摄影  | 透视            | 摄影  |
| 导管室  | 医用 X 射线血管造影系统 | II类 | 飞利浦<br>Azurion3M15 | 100           | 100 | 10            | 500 |

(2) 距焦点 1m 处的剂量率，按式 (1) 计算：

$$H_0 = I \times \delta_x \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$H_0$ ：距靶 1m 处的有用线束的辐射剂量率；

I：管电流

$\delta$ : 射线机的发射率常数: 设备滤过 2.5mmAl (厂家提供), 由辐射防护导论附图 3 保守按 2mmAl 滤过取值得出:  $7.0\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}\cdot\text{min}$ 。

根据式 (1) 可得出: 导管室设备透视工况下距焦点 1m 处的剂量率为  $4200\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ; 摄影工况下距焦点 1m 处的剂量率为  $210000\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

## 2、预测分析模式

### (1) 泄漏辐射

关注点处的泄漏辐射剂量率参考《辐射防护手册第一分册》(李德平、潘自强主编, 原子能出版社, 1987) 中给出的公示计算。

$$\dot{H}=fH_0\times B/R^2\cdots\cdots\cdots (2)$$

式中:

$\dot{H}$ —关注点处的泄漏辐射剂量率,  $\mu\text{Gy}/\text{h}$

f—泄漏射线比率, 取 0.1%;

$H_0$ —距靶点 1m 处的最大剂量率,  $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ;

R—靶点至关注点的距离, m

B: 屏蔽透射因子, 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 附录 C, 本项目依据《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》(NCRP147) Appendix A 中 (A.2) 公式计算屏蔽物质的辐射透射因子:

屏蔽透射因子按式 (3) 计算,

$$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}\cdots\cdots\cdots (3)$$

式中:

B: 给定铅厚度的屏蔽透射因子;

X: 铅厚度;

$\alpha$ : 铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数, 见《医用 X 射线诊断防护要求》(GBZ130-2020);

$\beta$ : 铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数, 见《医用 X 射线诊断防护要求》(GBZ130-2020);

$\gamma$ : 铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数, 见《医用 X 射线诊断防护要求》(GBZ130-2020);

| 防护体 | 等效屏蔽厚度    | 散射屏蔽透射因子 | 泄露屏蔽透射因子 |
|-----|-----------|----------|----------|
| 东墙  | 4.7mm 铅当量 | 8.8E-7   | 2.7E-4   |
| 南墙  | 4.7mm 铅当量 | 8.8E-7   | 2.7E-4   |
| 西墙  | 4.7mm 铅当量 | 8.8E-7   | 2.7E-4   |
| 北墙  | 4.7mm 铅当量 | 8.8E-7   | 2.7E-4   |
| 防护顶 | 5.8mm 铅当量 | 5.6E-8   | 7.4E-5   |
| 地面  | 5.6mm 铅当量 | 9.3E-8   | 5.9E-4   |
| 防护门 | 3.5mm 铅当量 | 1.8E-5   | 3.1E-3   |
| 观察窗 | 3.5mm 铅当量 | 1.8E-5   | 3.4E-3   |

表 11-3 电压 125kV 下不同屏蔽厚度透射因子一览表

(2) 散射辐射

关注点处的散射辐射剂量率参考《辐射防护手册第一分册》(李德平、潘自强主编, 原子能出版社, 1987) 中给出的公示计算。

机房外空气比释动能率的计算公式:

$$H_S = \frac{H_0 \cdot B \cdot \alpha \cdot s}{400 \times (d \times d_0)^2} \dots \dots \dots (4)$$

式中:

- $H_S$ : 关注点处的散射辐射剂量率,  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ;
- $H_0$ : 距病人 1m 处的散射辐射剂量率,  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ;
- $\alpha$ : 患者对 X 射线的散射比, 取 0.0015;
- $s$ : 散射面积, 取  $100\text{cm}^2$ ;
- $d_0$ : 源与病人的距离, 取 0.5m;
- $d$ : 患者与关注点的距离, m。

(3) 年有效剂量

相关人员所受到的年有效剂量计算公式为:

$$H = 10^{-3} \times \dot{H} \times t \times q \dots \dots \dots (5)$$

式中:

H—年有效剂量, mSv/a;

$H$ —手术室外空气比释动能率,  $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ;

$t$ —工作时间,  $\text{h}/\text{a}$ ;

$q$ —居留因子。

(4) 计算结果

依据上述公式, 可估算出血管造影机工作时在摄影和透视两种工况下对机房周围的辐射影响见表 11-4。

表 11-4-1 导管室外侧空气比释动能率预测结果

| 位置描述          | 导管室   |    |  |  |   |
|---------------|-------|----|--|--|---|
|               | R (m) | 工况 | 泄露辐射<br>( $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ) | 散射辐射<br>( $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ) | 合计 ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ) |
| 东墙外 0.3m 处    | 3.7   | 透视 | 1.54E-4                                      | 2.31E-4                                      | 3.85E-4                                 |
|               |       | 摄影 | 1.35E-2                                      | 2.02E-2                                      | 3.37E-2                                 |
| 南墙外 0.3m 处    | 4.7   | 透视 | 9.56E-5                                      | 1.43E-4                                      | 2.38E-4                                 |
|               |       | 摄影 | 8.37E-3                                      | 1.25E-2                                      | 8.49E-3                                 |
| 西墙外 0.3m 处    | 3.7   | 透视 | 1.54E-4                                      | 2.31E-4                                      | 3.85E-4                                 |
|               |       | 摄影 | 1.35E-2                                      | 2.02E-2                                      | 3.37E-2                                 |
| 北墙外 0.3m 处    | 4.7   | 透视 | 9.56E-5                                      | 1.43E-4                                      | 9.70E-5                                 |
|               |       | 摄影 | 8.37E-3                                      | 1.25E-2                                      | 2.08E-3                                 |
| 观察窗 0.3m 处    | 4.7   | 透视 | 1.96E-3                                      | 2.93E-3                                      | 4.89E-3                                 |
|               |       | 摄影 | 1.71E-1                                      | 2.57E-1                                      | 4.28E-1                                 |
| 患者通道门外 0.3m 处 | 4.9   | 透视 | 1.80E-3                                      | 2.70E-3                                      | 4.50E-3                                 |
|               |       | 摄影 | 1.57E-1                                      | 2.36E-1                                      | 3.93E-1                                 |
| 污物门外 0.3m 处   | 4.9   | 透视 | 1.80E-3                                      | 2.70E-3                                      | 4.50E-3                                 |
|               |       | 摄影 | 1.57E-1                                      | 2.36E-1                                      | 3.93E-1                                 |
| 医生通道门外 0.3m 处 | 4.9   | 透视 | 1.80E-3                                      | 2.70E-3                                      | 4.50E-3                                 |
|               |       | 摄影 | 1.57E-1                                      | 2.36E-1                                      | 3.93E-1                                 |
| 下层 1.7m 处     | 2.6   | 透视 | 1.99E-5                                      | 2.98E-5                                      | 4.97E-5                                 |
|               |       | 摄影 | 1.74E-3                                      | 2.61E-3                                      | 4.35E-3                                 |
| 防护顶 1.0m 处    | 5.8   | 透视 | 6.63E-6                                      | 9.95E-6                                      | 1.66E-5                                 |
|               |       | 摄影 | 5.81E-4                                      | 8.71E-4                                      | 1.45E-3                                 |

表 11-4-2 导管室外侧保护目标空气比释动能率年累计预测结果

| 保护目标  | 工作时间 (h) | 居留因子 | R(m) | 泄露辐射剂<br>量 $\text{mGy}\cdot\text{a}^{-1}$ | 散射辐射剂<br>量 $\text{mGy}\cdot\text{a}^{-1}$ | 合计辐射剂<br>量 $\text{mGy}\cdot\text{a}^{-1}$ | 累计辐射剂<br>量 $\text{mGy}\cdot\text{a}^{-1}$ |
|-------|----------|------|------|---|---|---|---|
| 控制室   | 透视       | 113  | 4.7  | 1.08E-5                                   | 1.62E-5                                   | 2.70E-5                                   | 2.78E-4                                   |
|       | 摄影       | 12   |      | 1.00E-4                                   | 1.51E-4                                   | 2.51E-4                                   |   |
| 患者通道  | 透视       | 113  | 4.9  | 5.08E-5                                   | 7.62E-5                                   | 1.27E-4                                   | 1.31E-3                                   |
|       | 摄影       | 12   |      | 4.72E-4                                   | 7.08E-4                                   | 1.18E-3                                   |   |
| 走廊    | 透视       | 113  | 3.7  | 4.36E-6                                   | 6.54E-6                                   | 1.09E-5                                   | 1.12E-4                                   |
|       | 摄影       | 12   |      | 4.05E-5                                   | 6.07E-5                                   | 1.01E-4                                   |   |
| 谈话间   | 透视       | 113  | 5.7  | 7.35E-6                                   | 1.10E-5                                   | 1.84E-5                                   | 1.89E-4                                   |
|       | 摄影       | 12   |      | 6.83E-5                                   | 1.02E-4                                   | 1.70E-4                                   |   |
| 铅衣存放处 | 透视       | 113  | 5.0  | 2.39E-6                                   | 3.58E-6                                   | 5.97E-6                                   | 6.14E-5                                   |
|       | 摄影       | 12   |      | 2.22E-5                                   | 3.33E-5                                   | 5.55E-5                                   |   |
| 高值耗材库 | 透视       | 113  | 5.0  | 5.97E-7                                   | 8.95E-7                                   | 1.49E-6                                   | 1.54E-5                                   |
|       | 摄影       | 12   |      | 5.54E-6                                   | 8.32E-6                                   | 1.38E-5                                   |   |



表 11-4-2 (续) 导管室外侧保护目标空气比释动能率年累计预测结果

| 保护目标    | 工作时间 (h) |     | 停留因子 | R(m) | 泄露辐射剂量 mGy·a <sup>-1</sup> | 散射辐射剂量 mGy·a <sup>-1</sup> | 合计辐射剂量 mGy·a <sup>-1</sup> | 累计辐射剂量 mGy·a <sup>-1</sup> |
|---------|----------|-----|------|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 无菌物品暂存室 | 透视       | 113 | 1/6  | 5.7  | 2.14E-7                    | 3.21E-7                    | 5.35E-7                    | 3.38E-6                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.14E-6                    | 1.71E-6                    | 2.85E-6                    |                            |
| 污物通道    | 透视       | 113 | 1/4  | 4.9  | 4.35E-7                    | 6.52E-7                    | 1.08E-6                    | 6.86E-6                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 2.31E-6                    | 3.46E-6                    | 5.77E-6                    |                            |
| 室外过道    | 透视       | 113 | 1/16 | 3.7  | 1.91E-7                    | 2.86E-7                    | 4.77E-7                    | 3.01E-6                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.01E-6                    | 1.52E-6                    | 2.53E-6                    |                            |
| 设备间     | 透视       | 113 | 1/8  | 5.8  | 9.88E-8                    | 1.48E-7                    | 2.46E-7                    | 1.56E-6                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 5.24E-7                    | 7.87E-7                    | 1.31E-6                    |                            |
| 值班室     | 透视       | 113 | 1    | 4.7  | 1.89E-5                    | 2.84E-5                    | 4.73E-5                    | 2.98E-4                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.00E-4                    | 1.51E-4                    | 2.51E-4                    |                            |
| 病房(北)   | 透视       | 113 | 1/4  | 5.8  | 1.98E-7                    | 2.96E-7                    | 4.94E-7                    | 3.12E-6                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.06E-5                    | 1.57E-6                    | 1.21E-5                    |                            |
| 病房(南)   | 透视       | 113 | 1/4  | 5.8  | 1.98E-7                    | 2.96E-7                    | 4.94E-7                    | 3.12E-6                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.06E-5                    | 1.57E-6                    | 1.67E-6                    |                            |
| 坡道      | 透视       | 113 | 1/4  | 2.6  | 1.63E-6                    | 2.45E-6                    | 4.08E-6                    | 2.57E-5                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 8.67E-6                    | 1.30E-5                    | 2.16E-5                    |                            |
| 小区住宅楼   | 透视       | 113 | 1    | 45   | 2.06E-7                    | 3.09E-7                    | 5.15E-7                    | 3.25E-6                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.10E-6                    | 1.64E-6                    | 2.74E-6                    |                            |
| 马路      | 透视       | 113 | 1/16 | 50   | 1.04E-8                    | 1.57E-8                    | 2.61E-8                    | 1.65E-7                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 5.54E-8                    | 8.32E-8                    | 1.38E-7                    |                            |
| 收费处     | 透视       | 113 | 1    | 45   | 1.18E-7                    | 1.77E-7                    | 2.95E-7                    | 2.77E-5                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.10E-5                    | 1.64E-5                    | 2.74E-5                    |                            |
| 室外过道    | 透视       | 113 | 1/16 | 3.7  | 1.09E-6                    | 1.63E-6                    | 2.72E-6                    | 2.56E-4                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.01E-4                    | 1.52E-4                    | 2.53E-4                    |                            |
| 商铺      | 透视       | 113 | 1    | 45   | 1.18E-7                    | 1.77E-7                    | 2.95E-7                    | 2.77E-5                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 1.10E-5                    | 1.64E-5                    | 2.74E-5                    |                            |
| 垃圾站     | 透视       | 113 | 1/16 | 50   | 5.97E-9                    | 8.95E-9                    | 1.49E-8                    | 1.40E-6                    |
|         | 摄影       | 12  |      |      | 5.54E-7                    | 8.32E-7                    | 1.39E-6                    |                            |

### (5) 预测结果分析

#### ①机房屏蔽体外 0.3m 处剂量当量率

预测可知, 开机时观察窗 0.3m 处 X-γ剂量当量率最高, 为 0.428μSv/h, 符合《放射诊疗放射防护要求》(GBZ130-2020)中放射机房屏蔽体外表面周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。

#### ②人员受照剂量

预测可知, 介入室医务人员为本项目的职业人员, 导管室血管造影机工作时, 操作室所受剂量为 0.000278mSv/a, 本评价项目血管造影机运行后医院应定期检查医务人员受照剂量, 确保介入科医务人员每年所受剂量符合 5mSv/a 的剂量约束值要求。

本项目介入手术室周围及上层停留的人员为公众成员, 导管室血管造影机工作时, 周围敏感目标公众人员所受附加剂量最高为 0.00131mSv/a; 符合 0.1mSv/a 的剂量约束值要求。

(6) 介入室手术人员剂量分析介入室医务人员在检查室进行手术，手术时，受照剂量主要来源为杂散辐射，本项目用预测法进行预测。

预测法按照联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) --2000 年报告附录 A, X- $\gamma$  射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算:

$$H_{Er} = D_r \times t \times 1 \times 10^{-6} \text{ (mSv)} \dots\dots\dots (6)$$

其中:  $H_{Er}$ :  $\gamma$ 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv;

$D_r$ :  $\gamma$ 射线空气吸收剂量率, nGy/h;

$t$ :  $\gamma$ 射线年照射时间, 小时;

$l$ : 剂量换算系数, Sv/Gy。取 1.0。

根据故城县医院医用血管造影 X 射线机性能和工作场所放射防护监测报告, 可知设备型号: Artis zee III ceiling, 设备容量为 125kV, 1000mA, 监测条件为 93.6kV, 98.7mA, 类比该设备手术位监测结果可知, 手术位医护人员受到 X 射线外照射剂量率最大值为 191.5 $\mu$ Gy/h。手术位医护人员防护服铅当量为 0.5mmPb, 屏蔽透射因子为: 0.0472006, 计算所得 (191.5 $\times$ 0.0472006) 手术位医护人员受到的 X 射线外照射剂量率最大值为 9.039 $\mu$ Gy/h。

本项目年手术约 500 例, 设备年出束时间为 125h, 其中透视 (手术室内操作) 年累计出束时间约为 113h, 摄影 (手术室内或控制室内操作) 年累计出束时间约为 12h。将上述计算参数带入可得, 假设机房内操作人员一年中为同一医生, 则该医院介入手术对医生造成的 X 射线附加有效剂量透视工况为 1.0214mSv/a, 摄影工况 (保守计算采用手术室内手术位最大剂量率) 为 0.1085mSv/a, 合计 1.1299mSv/a。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中对工作人员要求的剂量限值 (20mSv) 要求及本次评价确定的剂量约束值 5mSv/a 要求。

### 三、介入治疗项目对医生及患者的防护要求

#### (1) 医生自身的防护要求

- ①提高安全文化素养, 全面掌握辐射防护法规与技术知识。
- ②结合诊疗项目实际, 综合运用时间、距离与屏蔽防护措施。
- ③佩带好个人防护用具。

④必须开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测。

⑤发现问题及时整改。

(2) 在实施介入治疗时须采取的防护要求

①时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少透视和采集时间。特别避免未操作时仍踩脚闸。

②缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

④充分利用各种防护器材：操作者穿双面铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜或铅面罩。处于生育年龄者还可加穿铅三角裤。

⑤在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

(3) 患者的防护工作

①采用带有剂量测量系统的设备或购置测量仪器，在操作中对放射剂量进行实时监测。

②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施。

③采用剂量控制与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散患者的皮肤剂量，避免单一皮肤区域接受全部剂量。

④将 X 线球管尽量远离患者，而将影像增强器尽量靠近患者。

⑤作好患者非投照部位的保护工作。

⑥定期维护介入设备；制定和执行介入诊疗中的质量保证计划。

评价要求：医院须制订《辐射安全与环境保护管理制度》、《血管造影机操作规程》、《辐射监测仪器使用与校验管理制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《个人剂量计管理制度》等规章制度，并严格按照制度操作。在规程中应当明确规定：医生必须佩戴个人剂量计、铅眼镜、铅衣、铅颈套、介入防护手套，在介入诊疗中必须认真做好自身的防护，同时治疗中必须做好患者的防护。

## 事故影响分析

### 一、事故风险识别

正常情况下 X 射线装置出束时，不存在对误入导管室发生误照射；非正常情况下可能发生的辐射事故包括：

- 1、X 射线装置等其他设备发生控制系统故障或人员疏忽使得工作人员受到误照射；
- 2、X 射线装置等其他设备发生控制系统故障使得受检者受到超剂量照射。

## 二、潜在辐射事故

在放射诊断与治疗过程中，可能发生的辐射事故为射线装置使用过程中发生超剂量照射。应对措施为定期检查，加强管理，如发生超剂量照射事故，立即关闭电源，并撤出相关人员。

## 三、辐射事故的预防措施

为防止意外事故发生，采取以下措施，降低风险事故。

- 1、严格执行各类射线装置的操作规程。
- 2、定期检查屏蔽门外指示灯，使其处于良好的工作状态。
- 3、出束前，确认室内无不相关人员时方可启动出束开关。一旦发生意外受照事故，立即启动应急程序。

## 四、辐射事故应急程序

严格遵守射线装置的操作规程，一但发现控制台上的监视器不能停止、按钮不能复位或其它情况，造成射线装置一直出射线时：

- 1、立即按下应急开关或切断主控电源，保护好事故现场，及时上报；
- 2、医院启动应急预案；
- 3、控制现场，积极主动调查事故原因；
- 4、及时报告当地环保部门和卫生部门、公安部门；
- 5、协助环保、卫生部门、公安部门调查事故原因；
- 6、协助卫生专业人员对受照射人员进行受照剂量估算，并进行身体检查和医学观察；
- 7、及时向公众发布消息，消除公众疑虑。

**表 12 辐射安全管理**

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| <p><b>辐射安全与环境保护管理机构的设置</b></p> <p><b>1、管理机构及人员</b></p> <p>为了做好放射防护的管理工作，确保设备正常运行，避免发生事故，该医院成立了以院长为组长、副院长为副组长、各科室主任为组员的射线装置使用防护管理机构，指导、监督、检查射线装置的使用，制定了管理制度。管理机构职责如下：</p> <p>1) 负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施。</p> <p>2) 做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作。</p> <p>3) 组织实施本院放射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人健康监护档案，做到一人一档。</p> <p>4) 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本院放射工作人员的技术操作情况，指导做好个人以及患者的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。</p> <p><b>2、辐射工作人员配备及培训情况</b></p> <p>本项目拟设置工作人员 5 名，工作人员需在上岗前取得辐射安全与防护培训的合格证书。</p> <p><b>3、从事放射活动能力评估</b></p> <p>《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环保部第 3 号令）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部 18 号令）提出要求与隆化县隆化镇医院达到的条件进行对比，并给出是否符合要求的结论，如下表所示。见表 12-1。</p> |   |             |
| <p><b>表 12-1 从事放射活动能力评估</b></p>   |   |             |
| <p>环保部第 3 号令第十六条提出的八点要求</p>   | <p>落实情况</p>                                 | <p>符合情况</p> |
| <p>使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环</p>  | <p>已设有专门的辐射安全管理机构，由院长郭柏良任组长，副院长冯利民任副组长。</p> | <p>符合要求</p> |

表 12-1 (续) 从事放射活动能力评估

|   |  |      |
|---|--|------|
| 保护管理工作；依据辐射安全关键岗位名录，应当设立辐射安全关键岗位的，该岗位应当由注册核安全工程师担任。   |  | 符合要求 |
| 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。  | 本项目血管造影机工作人员 5 名，以上 5 人需在取得辐射安全和防护培训合格证后上岗。  | 符合要求 |
| 放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施   | 已制定相应的污染防治措施，设机房门闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，在显著位置设置警告标志，并设工作警示灯，设置观察窗安全措施。                                   | 符合要求 |
| 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，包括个人剂量计报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。   | 该院拟配备铅上衣 5 件、铅围裙 5 条、铅帽 5 顶、铅围脖 5 个、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 副、个人剂量计 5 套、铅悬挂防护屏 1 个，床侧防护帘 1 个，床侧防护屏 1 个，辐射监测仪 1 台。 | 符合要求 |
| 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线置装使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。   | 制定了《辐射安全与环境保护管理制度》、《辐射监测仪器使用与校验管理制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《个人剂量计管理制度》等。                   | 符合要求 |
| 有完善的辐射事故应急措施。   | 已成立辐射事故应急小组，并制定相关应急措施。   | 符合要求 |
| 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。   | 本项目不产生放射性的废液、固体废物。产生极少量的臭氧等废气，通过排风装置及时排出机房外。   | 符合要求 |
| 环保部第 18 号令提出的要求   | 落实情况   | 符合情况 |
| 第五条生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作，防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。 | 射线装置入口设置有电离辐射警示标识、安全连锁、报警装置，防止人员受到意外照射。显著位置设置警告标志。   | 符合要求 |
| 第九条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。  | 每年委托有资质的单位对医院辐射工作场所辐射水平进行监测，并出具监测报告。   | 符合要求 |
| 第十七条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的不得上岗。  | 本项目血管造影机工作人员 5 名，项目竣工验收前参加辐射安全培训。  | 符合要求 |

表 12-1 (续) 从事放射活动能力评估

|  |   |             |
|--|---|-------------|
| <p>第二十三条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可发证机关。</p> | <p>为所有从放射工作人员建立个人健康档案，每季度送检个人剂量计一次，每年对从事放射性操作的人员至少进行一次健康体检。</p> | <p>符合要求</p> |
|--|---|-------------|

综上所述，隆化县隆化镇医院从事放射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

### 辐射安全管理规章制度

医院制定了管理制度，采取了安全环保措施。主要有：《辐射安全与环境保护管理制度》、《血管造影机操作规程》、《辐射监测仪器使用与校验管理制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《个人剂量计管理制度》等。

### 辐射监测

1、医院监测方案及监测内容如下：

#### (1) 个人剂量监测

辐射工作人员均佩戴个人剂量计，按每年 4 次的频率进行个人剂量统计，根据不同情况进行定期、强制、预约、应急特殊照射监测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第 55 号）要求建立个人剂量监测档案，定期对工作人员进行健康体检并形成制度。

#### (2) 工作场所监测

常规监测，该医院每季度对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并记录检测结果。应急监测，在出现异常照射情况下随时联系有资质的单位进行辐射防护监测和事故剂量估算。

监测因子：X- $\gamma$  辐射剂量率；

监测点位：导管室中央、控制室、无菌物品暂存处、走廊、高值耗材库、铅衣存放处、谈话间、洁净区、值班室、设备间、污物通道、室外过道、病房、坡道、小区住宅楼、马路、收费处、商铺、垃圾站。

#### (3) 环境监测

每年委托有资质的单位对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并出具监测报告。

## 2、实施

(1) 医院自检，该医院每季度对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并记录检测结果；

(2) 委托有资质的单位外检，并编制监测报告，按规定报生态环境部门。

## 3、开展情况

医院每年对各射线装置机房屏蔽墙外、操作间内进行年度监测，确保 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率达标。

医院每三个月对职业人员进行个人剂量当量检测，确保职业人员的辐照剂量不超标。

## 辐射事故应急

### 1、组织机构

医院成立辐射安全与环境保护管理制度，具体如下。

组 长： 郭柏良

副组长： 冯利民

成 员： 黄海鑫      孙利强      韩迎春      冯 仁  
         于海军      吕少辉      庞 起      毕瑞军

### 2、应急预案

医院制定辐射事故应急预案，规定应急处理领导小组的职责和应急处置程序，并对应急演练及知识培训做出规定。

### 3、应急人员培训

医院应每年定期对相关科室进行一次应急培训工作，培训包括：

- 1) 放射防护基本知识和相关法规、标准；
- 2) 可能发生的放射事故及其医学应急处理措施；
- 3) 国内外典型放射事故及其医学应急处理的经验教训；
- 4) 所涉及的应急预案或程序；
- 5) 急救基本知识和操作技能。

### 4、应急预案演练

为了发现并及时修改应急预案、执行程序等相关工作的缺陷和不足，评估放射事件应



急能力，澄清相关机构、组织和人员的职责，改善不同机构、组织和人员之间的协调问题；检验应急响应人员对应急预案、执行程序的了解程度和实际操作技能，评估应急培训效果，分析培训需求，进一步提高应急响应人员的业务素质和能力，医院每年定期由放射事故应急处理领导小组组织相关科室进行一次应急演练，并记录演练过程中所发生的问题进行记录、总结，吸取经验教训。

## 表 13 结论与建议

### 一、结论

#### 1、单位概况

隆化县隆化镇医于 2009 年 9 月正式营业，是目前承德市范围内最大的一家民营非营利性二级综合医院。医院总面积 3.2 万 m<sup>2</sup>，审批床位 280 张，实际开放床位 460 张，是城乡居民医疗保险和职工医疗保险的定点医院、承德附属医院医联体成员单位、承德市工伤保险定点医院、隆化县民政局定点优抚医院、隆化县拥军优属定点医院、河北省白求恩精神教育基地、医疗康养示范基地。

医院拥有美国 GE 公司原装进口的 64 排 CT、1.5T 超导核磁、悬吊 DR、移动 DR、口腔 CT、超声诊断仪、自动乳腺容积扫描成像系统（ABVS）等影像检查设备。医院设有急诊、内、外、妇、儿、中医等 27 个业务科室和 13 个管理科室。多年来，医院始终秉承“厚德博学、行方智圆”的理念，以创新促发展，以党建促进医院文化建设，用全程的优质服

务打造“百姓医院”品牌。

#### 2、主体项目环保审批

2018 年 7 月 16 日承德市环境保护局隆化县分局对《隆化县隆化镇医院装修改造工程环境影响评价报告书》进行了审批，审批文号为：隆环评复[2018]05 号。

2018 年 7 月 22 日该院根据《隆化县隆化镇医院装修改造工程环境影响报告表》，并

按照《建设项目环境保护管理条例》等国家有关法律法规有关要求进行了验收，验收结果满足竣工环保验收条件。验收意见附后。

2023 年 12 月 13 日取得了由承德市行政审批局换发的排污许可证，有效期至 2028 年 12 月 12 日，许可证编号为：1213082540211182X1001U。排污许可证正本附后。

#### 3、本次评价项目

该医院拟新增一台医用 X 射线血管造影系统，属于 II 类射线装置，用于介入治疗。

表 13-1 本项目拟新增 II 类射线装置型号表

| 机房名称 | 名称            | 类别   | 型号              | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 备注 |
|------|---------------|------|-----------------|------------|------------|----|
| 导管室  | 医用 X 射线血管造影系统 | II 类 | 飞利浦 Azurion3M15 | 125        | 1000       | 新增 |

#### 4、项目的“正当性”

该院开展的血管造影用 X 射线装置应用项目均用于放射诊断和治疗，其使用符合《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

#### 5、辐射安全措施

拟新增的医用 X 射线血管造影系统安装在综合楼一层导管室。屏蔽设计如下：

导管室屏蔽设计明细

| 机房名称 | 机房设计  | 屏蔽防护                                 |
|------|-------|--------------------------------------|
| 导管室  | 东墙    | 空心砖+60mm 硫酸钡板<br>(15mm 硫酸钡板*4)       |
|      | 南墙    | 刚结构+60mm 硫酸钡板<br>(15mm 硫酸钡板*4)       |
|      | 西墙    | 空心砖+60mm 硫酸钡板<br>(15mm 硫酸钡板*4)       |
|      | 北墙    | 刚结构+60mm 硫酸钡板<br>(15mm 硫酸钡板*4)       |
|      | 地面    | 100mm 混凝土+75mm 硫酸钡砂                  |
|      | 防护顶   | 100mm 混凝土+60mm 硫酸钡板<br>(15mm 硫酸钡板*4) |
|      | 医生门   | 3.5mm 厚铅板                            |
|      | 患者通道门 | 3.5mm 厚铅板                            |
|      | 污物通道门 | 3.5mm 厚铅板                            |
|      | 观察窗   | 20mm 厚铅玻璃                            |

防护门与周围墙体左右两侧设置 15cm 的搭接，上方设置 10cm 的搭接，减少漏射；在机房顶部安装动力排风装置。机房防护门外显著位置设置电离辐射标识及中文警示说明，安装工作指示灯等。

#### 6、辐射安全管理措施

按有关法律、法规规定并根据放射设备的使用情况，医院成立了以院长为组长、副院长为副组长、各科室主任为组员的放射性物质及射线装置使用防护管理机构，指导、监督、检查射线装置的使用，制定了管理制度，针对人员受到误照射及超剂量照射等制定了应急预案。

#### 7、环境影响

##### ①机房屏蔽体外 0.3m 处剂量当量率

预测可知，开机时导管室观察窗外 0.3m 处的 X-γ 剂量当量率最高，为 0.428μSv/h；符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中放射机房屏蔽体外表面 0.3m 周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。

## ②人员受照剂量

预测可知，介入室医务人员为本项目的职业人员，导管室血管造影机工作时，操作室所受剂量为 0.000278mSv/a，其所受剂量不超过 5mSv/a 的剂量约束值要求。

假设机房内操作人员一年中为同一医生，则该医院介入手术对医生造成的 X 射线附加有效剂量透视工况为 1.0214mSv/a，摄影工况为 0.1085mSv/a，合计 1.1299mSv/a。符合 5mSv/a 的剂量约束值要求。

本项目介入手术室周围及上层停留的人员为公众成员，导管室血管造影机工作时，周围敏感目标公众人员所受附加剂量最高为 0.00131mSv/a，符合 0.1mSv/a 的剂量约束值要求。

## 8、项目可行性

综上，该院射线装置均用于介入治疗，实践正当，环境影响较小，在切实落实本报告中规定的安全和环保措施及各项规章制度后，从环境保护和辐射安全角度考虑，隆化县隆化镇医院血管造影用 X 射线装置应用项目是可行的。

## 9、“三同时验收”

新建、改建、扩建放射性工作场所的辐射防护设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，建设项目“三同时”验收内容和要求见表 13-1。

表 13-1 建设项目“三同时”验收内容和要求

| 验收项目    | 验收内容及要求   |
|---------|---|
| 剂量约束值   | 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员每年所受到的有效剂量不超过 20mSv，关键人群组的公众成员每年所接受的平均有效剂量不超过 1mSv 作为评价标准。职业人员的剂量约束值为 5mSv/a，公众成员的剂量约束值为 0.1mSv/a。《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中放射机房屏蔽体外表面 0.3m 周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。   |
| 防护与安全措施 | <p>机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯；医生门及患者门应有闭门装置，患者门的工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，关上门则警示灯亮，打开门则警示灯灭；防护门与周围墙体左右两侧均设置 15cm 的搭接，上方设置 10cm 搭接，减少漏射；电缆孔及通风管道辅以铅板封堵、包裹，减少漏射；设置观察窗安全防护措施。</p> <p>拟使用的血管造影机安装在门诊楼一层导管室。四周防护为：南墙、北墙均为钢结构+60mm 硫酸钡板；东墙、西墙为空心砖+60mm 硫酸钡板；楼顶为 10cm 混凝土+60mm 硫酸钡板；地面为 10cm 混凝土+75mm 硫酸钡砂。设有 3.5mm 厚铅板的防护门。设有 20mm 厚的铅玻璃。</p> <p>机房顶部安装动力排风装置，有害气体由管道排往室外。</p> <p>机房防护门外显著位置设置电离辐射标识及中文警示说明，安装工作指示灯。</p> <p>将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。</p> |
| 电离辐射标识  | 显著位置（机房门）设置电离辐射标识及中文警示说明。   |

表 13-1（续） 建设项目“三同时”验收内容和要求

| 验收项目      | 验收内容及要求  |
|-----------|--|
| 规章制度      | 成立辐射防护管理机构，各项管理规章制度得到落实，记录完备，制度成册或上墙。  |
| 应急预案      | 有完善的辐射事故应急预案。  |
| 辐射安全培训和考核 | 本项目拟设置工作人员 5 名，医院承诺组织工作人员参加上岗证的培训。   |
| 个人剂量档案    | 建立个人剂量计档案，按有关要求存档并进行终生保存。  |
| 防护用品      | 该院拟配备铅上衣 5 件、铅围裙 5 条、铅帽 5 顶、铅围脖 5 个、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 副、个人剂量计 5 套、铅悬挂防护屏 1 个，床侧防护帘 1 个，床侧防护屏 1 个，辐射监测仪 1 台。 |

## 二、建议

为了保护环境，确保各机房屏蔽措施良好，公众场所及职业人员场所辐射水平不超过机房外附加辐射剂量率的约束值，本评价提出以下建议，隆化县隆化镇医院应承诺严格按照要求实施：

- 1、定期检查从事放射工作的医务人员的个人剂量检测结果，控制照射时间，使职业人员每年所接受的有效剂量不超过 5mSv 的剂量约束值。
- 2、定期对环境辐射监测仪进行校验，确保仪器工作正常。
- 3、本项目拟设置的 5 名工作人员需在上岗前取得辐射安全与防护培训的合格证书。
- 4、运行阶段，加强设备和作业人员的运行防护。
- 5、严格落实本项目提出的各项防护安全环保措施及各项规章制度。

