

编号：ZFHK-FB23220123

核技术利用建设项目

金华职业技术学院附属医院（海棠医院）

DSA射线装置建设项目

环境影响报告表

（公示稿）

金华职业技术学院

2024年5月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

金华职业技术学院附属医院（海棠医院）

DSA射线装置建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：金华职业技术学院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省金华市婺城区西关街道海棠西路 888 号

邮政编码：321000

联系人

电子邮箱

联系电话

## 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 表 1 项目基本情况.....         | 1  |
| 表 2 放射源.....            | 9  |
| 表 3 非密封放射性物质.....       | 9  |
| 表 4 射线装置.....           | 10 |
| 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）..... | 11 |
| 表 6 评价依据.....           | 12 |
| 表 7 保护目标与评价标准.....      | 15 |
| 表 8 环境质量和辐射现状.....      | 19 |
| 表 9 项目工程分析与源项.....      | 24 |
| 表 10 辐射安全与防护.....       | 30 |
| 表 11 环境影响分析.....        | 38 |
| 表 12 辐射安全管理.....        | 54 |
| 表 13 结论与建议.....         | 58 |
| 表 14 审批.....            | 62 |

**表 1 项目基本情况**

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                       |                          |                       |      |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|------|
| 建设项目名称      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 金华职业技术学院附属医院（海棠医院）DSA 射线装置建设项目                                                                                             |                                                                                                                                                       |                          |                       |      |
| 建设单位        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 金华职业技术学院                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                          |                       |      |
| 法人代表        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ■                                                                                                                          | 联系人                                                                                                                                                   | ■                        | 联系电话                  | ■    |
| 注册地址        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 浙江省金华市婺城区西关街道海棠西路 888 号                                                                                                    |                                                                                                                                                       |                          |                       |      |
| 项目建设地点      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 金华市海棠西路与金帆街交叉路口东北角医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层东北侧 DSA 机房                                                                             |                                                                                                                                                       |                          |                       |      |
| 立项审批部门      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 金华市发展和改革委员会                                                                                                                | 批准文号                                                                                                                                                  | 2020-330791-47-01-167763 |                       |      |
| 建设项目总投资（万元） |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1000                                                                                                                       | 项目环保投资（万元）                                                                                                                                            | 15                       | 投资比例（环保投资/总投资）        | 1.5% |
| 项目性质        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 |                                                                                                                                                       |                          | 占地面积(m <sup>2</sup> ) | /    |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                       |                          |                       |      |
|             | <p><b>1.1 项目概述</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位概况</b></p> <p>金华职业技术学院是金华市属地方性高职院校，位于浙江省金华市婺城区西关街道海棠西路 888 号。学院创办于 1994 年，1998 年经国家教育部批准成立，是教育部批设的首批高职院校之一，国家“双高计划”建设高校，国家示范性高等职业院校，教育部“卓越医生教育培养计划”试点高校，浙江省重点建设高职院校。</p> <p>学院占地 2216 亩，建筑面积 60 万平方米，固定资产 11.8 亿元；教仪设备总值 98 亿元，各类藏书近 170 万册。现有信息工程学院、机电学院、建筑工程学院、经济管理学院、师范学院、医学院等十三个学院。</p> <p>为满足学院医疗、医学院教学科研工作的需要，同时为周边社区患者及校内外职</p> |                                                                                                                            |                                                                                                                                                       |                          |                       |      |

工健康提供更好的医疗服务，解决居民就医和健康服务问题，经金华市发展和改革委员会批复同意（金发改审批[2020]64 号），拟设立金华职业技术学院附属医院（海棠医院），并于 2021 年委托金华市环科环境技术有限公司编制了《金华职业技术学院附属医院（海棠医院）项目环境影响报告表》，于 2021 年 12 月 27 日取得金华市生态环境局批复（文号：金环建开〔2021〕46 号）。建成后，医院总用地面积约 23140m<sup>2</sup>，总建筑面积约 56683.72m<sup>2</sup>，建成后形成拥有 245 张床位的二级甲等综合性医院规模，建设内容包括医院中部医学综合及科研教学楼（11F/2D）、东部发热门诊楼（2F）及其它附属设施。目前医院尚未建设完成。

金华职业技术学院附属医院（海棠医院）（本报告中简称“医院”）已取得金华市卫生健康委员会《关于同意设置金华职业技术学院附属医院的函复》（金卫〔2021〕38 号），但是医院尚未注册成立，不具备独立法人资格。经与项目委托单位沟通确认，本项目以医院前期建设的负责单位——金华职业技术学院作为本次核技术利用项目的建设单位。在医院建成后，再由具体的运营、管理单位以医院实际名称进行辐射安全许可证的申领。金华职业技术学院事业单位法人证书见附件 2。

金华职业技术学院目前未持有辐射安全许可证。

### 1.1.2 建设目的和任务由来

为满足附近区域日益增加的医疗需求，向人民群众提供更好的医疗服务，医院拟在医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层东北侧新建 1 间 DSA 机房及控制室等辅助用房，并在机房内新增 1 台数字减影（DSA）血管造影装置用于影像诊断和介入治疗。DSA 型号未定，最大管电压 150kV，最大管电流 1250mA。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 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）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

为此，金华职业技术学院委托中辐环境科技有限公司开展“金华职业技术学院附属医院（海棠医院）DSA 射线装置建设项目”（简称“本项目”）的环境影响评价工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，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）等规定要求编制了

本项目环境影响评价报告表。

### 1.1.3 项目建设内容和规模

本项目建设内容为：医院拟在医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层东北侧新建 1 间 DSA 机房及控制室等辅助用房，并在机房内新增 1 台 DSA，用于影像诊断和介入治疗，设备型号未定，主束方向由下朝上，为Ⅱ类射线装置。射线装置主要技术参数信息见表 1-1。本项目 DSA 工作场所包括 1 间 DSA 机房、1 间控制室、1 间设备间、患者准备间等附属配套用房。

表1-1 本项目射线装置主要技术参数

| 设备名称 | 型号 | 类别 | 数量 | 用途        | 主要参数                         | 场所                        |
|------|----|----|----|-----------|------------------------------|---------------------------|
| DSA  | 未定 | Ⅱ类 | 1  | 影像诊断和介入治疗 | 最大管电压 150kV，最大管电流 1250mA，单管头 | 医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层 DSA 机房 |

### 1.1.4 项目工作负荷及人员配置

#### (1) 工作负荷

根据医院提供资料，本项目 DSA 年最大手术量为 300 台，主要开展心内科介入手术、神经介入等手术。因每台手术类型不同，1 台手术中 DSA 的减影时间和透视时间也不尽相同。本项目按照常规手术出束时间考虑，即减影时间按 1min，透视时间按 20min 进行分析。

#### (2) 人员配置

本项目 DSA 总手术台数计划年 300 台，拟配备工作人员 8 名，均为新增辐射工作人员，包括手术医生 4 人，护士 2 人，技师 2 人。DSA 机房配置的工作人员总共分为 2 组，控制室操作位固定配置 2 名技师，每台手术配备 2 名手术医生和 1 名护士。考虑到辐射工作人员可能存在实际工作量不均衡的情况，因此本项目保守考虑每组手术医生年手术台数最大为 200 台。

本项目单名医生及护士年最大手术台数为 200 台，则透视过程年最大受照时间为 66.67h；单名技师年最大手术台数预计为 300 台，则减影过程年最大受照时间为 5h，透视过程年最大受照时间为 100h，DSA 最大运行工况和工作负荷详见表 1-2。

表1-2 本项目DSA最大运行工况和工作负荷

| 设备  | 手术量     | 最大运行工况 |             | 曝光时间  | 年曝光时间 | 每组医护年最大受照时间 | 单个技师年最大受照时间 |
|-----|---------|--------|-------------|-------|-------|-------------|-------------|
| DSA | 300 台/年 | 减影     | 100kV，500mA | 1min  | 5h    | 3.34h       | 5h          |
|     |         | 透视     | 90kV，15mA   | 20min | 100h  | 66.67h      | 100h        |

注：减影时，医护人员退出 DSA 机房进入控制室，由控制室技师隔室进行操作。

根据生态环境部《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）和《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告第2021年第9号），医院应尽快组织本项目辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台相应类别的培训并参加考核，考核合格后方可上岗，并定期复训。

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 项目地理位置

金华职业技术学院附属医院（海棠医院）位于金华市海棠西路与金帆街交叉路口东北角，东侧为理工驾校；南侧为公共停车场和绿地，再南侧为海棠西路，隔路为湖海塘公园；西侧为金帆街，隔路中国火腿博览馆；北侧为丽正路，隔路为金华职业技术学院体育馆和龙川南苑。项目地理位置见附图 1，医院周边环境关系见附图 2。

### 1.2.2 项目周边环境关系

#### 1.2.2.1 项目机房与外部建筑四至环境关系

本项目 DSA 机房所在医学综合及科研教学楼位于医院内中部，建筑形式为下部联通的裙楼，主楼地上共 11 层，设整体连通的地下二层建筑。本项目位于东侧裙楼（地下-2F，地上 4F）1 层东北侧。

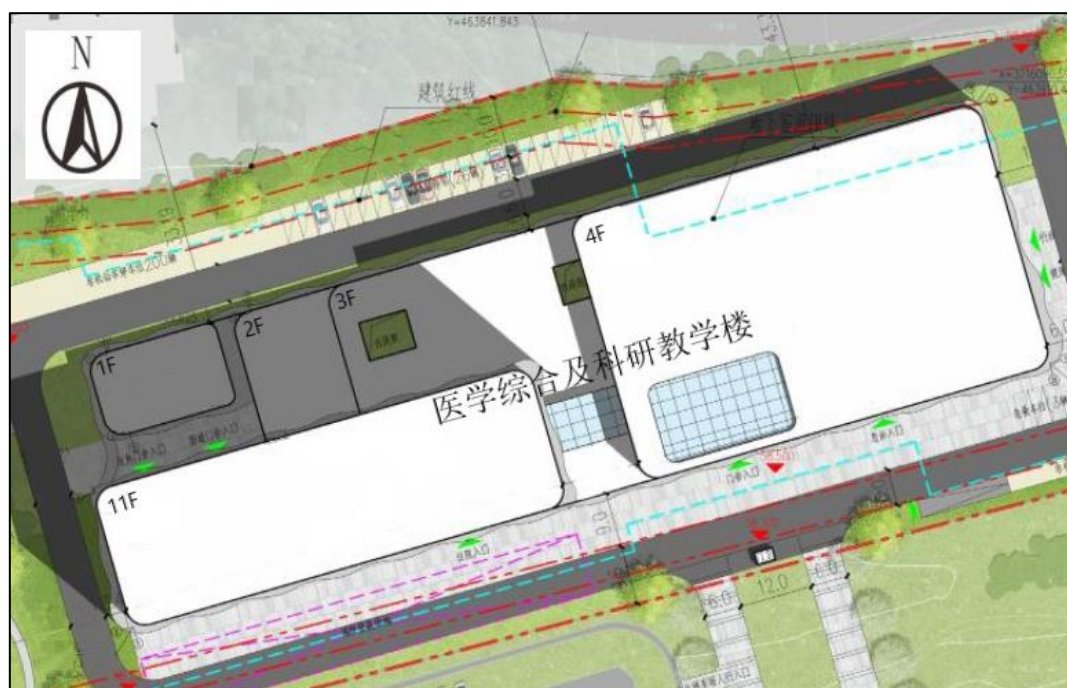


图 1 医院效果图（俯视图）

本项目 DSA 机房所在裙楼东侧为院内道路（距离机房约 8m）、发热门诊（距离机房约 32m）、康复花园（距离机房约 35m）和理工驾校（距离机房约 78m）；东南侧

为非机动车库出入口（距离机房约 25m）和非机动车停车位（距离机房约 41m）；南侧为院内道路（距离机房约 26m）、急救车位（距离机房约 40m）和绿地（距离机房约 46m）；西侧为医学综合及科研教学楼裙楼（距离机房约 53m）；西北侧为停车位（距离机房约 25m）；北侧为院内道路（距离机房约 9m）、丽正路（距离机房约 24m）、绿化（距离机房约 30m）、院外道路（距离机房约 31m）和金华职业技术学院体育馆（距离机房约 48m）。本项目 50m 评价范围内主要为医院内部建筑、道路、停车场和医院外部道路、绿地和北侧金华职业技术学院体育馆。医院平面布置见附图 3。

#### 1.2.2.2 项目机房四至环境关系

DSA 机房东侧紧邻医生办公室、楼梯间、设备间和污物通道；南侧紧邻走廊；西侧紧邻患者准备间和谈话间；北侧紧邻控制室，本项目 DSA 机房平面布局详见附图 4。DSA 机房正下方为地下停车场；正上方为胃镜室和患者通道，DSA 机房正下方位置见附图 5，正上方位置见附图 6。

#### 1.2.2.3 选址合理性分析

本项目为核技术利用项目，拟建 DSA 机房位于医院医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层，不新增土地，项目所在用地属于医院用地，周围无环境制约因素。根据医院平面布局及现场调查，本项目拟 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围内主要为医院内部建筑、道路、停车场和医院外部道路、绿地和北侧金华职业技术学院体育馆。项目运营过程产生的电离辐射，经采取满足标准要求的辐射防护及管理措施后对周围环境辐射影响是可接受的，故本项目的选址合理。

### 1.3 符合性分析

#### 1.3.1 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类 鼓励类、第十三项“医药”中第 4 条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，**高性能医学影像设备**，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

#### 1.3.2 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应

用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用实践具有正当性，符合《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。

### 1.3.3 项目规划符合性分析

本项目建设地点位于金华职业技术学院附属医院（海棠医院）医学综合及科研教学楼，依托原有建筑，不新增用地。根据《金华职业技术学院附属医院（海棠医院）建设项目环境影响报告表》，医院所在地址属于医院用地，已取得金华市建设用地规划条件书。因此本项目符合金华市总体规划要求。

## 1.4 “三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

本项目位于金华市海棠西路与金帆街交叉路口东北角，根据《金华市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在地属于“金华市婺城区中心城镇重点管控单元”，环境管控单元编码为 ZH33070220006。具体符合性分析见下表。

表 1-4 生态环境分区管控方案符合性分析一览表

| 管控要求    |                                                                            | 符合性分析                                                                         | 是否符合 |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 空间布局约束  | 禁止新建、扩建三类工业项目，现有三类工业项目改建不得增加污染物排放总量，鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。                        | 本项目为核技术利用项目，不属于上述一、二、三类工业项目；不涉及畜禽养殖；本项目为医院配套核技术利用项目，项目所在用地属于医院用地，符合金华市总体规划要求。 | 符合   |
|         | 禁止新建涉及一类重金属、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。                                    |                                                                               |      |
|         | 除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目，现有二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。         |                                                                               |      |
|         | 严格执行畜禽养殖禁养区规定。                                                             |                                                                               |      |
|         | 推进城镇绿廊建设，建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。                                             |                                                                               |      |
| 污染物排放管控 | 严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。                                      | 本项目为核技术利用项目，运营过程中只产生少量臭氧及氮氧化物，不产生放射性废水、固废；医院实施雨污分流、清污分流，工作人员产生的生活             | 符合   |
|         | 污水收集管网范围内，禁止新建除城镇污水处理设施外的入河入湖排污口，现有的入河入湖排污口应限期拆除，但相关法律法规和标准规定必须单独设置排污口的除外。 |                                                                               |      |

|          |                                                                                          |                                          |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----|
|          | 加快污水处理设施建设与提标改造,加快完善城乡污水管网,加强对现有雨污合流管网的分流改造,推进生活小区“零直排”区建设加强噪声和臭气异味防治,强化餐饮油烟治理,严格施工扬尘监管。 | 污水经化粪池预处理后纳入金华市秋滨污水处理厂集中处理;本项目不涉及餐饮油烟排放。 |    |
|          | 加强土壤和地下水污染防治与修复。                                                                         |                                          |    |
| 环境风险防控   | 合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块,严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。                                         | 本项目不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目。              | 符合 |
| 资源开发效率要求 | 全面开展节水型社会建设,推进节水产品推广普及,限制高耗水服务业用水,到2020年,县级以上城市公共供水管网漏损率控制在10%以内。                        | 本项目主要开展介入治疗,用水量很少。                       | 符合 |

综上所述,本项目符合金华市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

## 1.5 “三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评[2016]150号)和《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》(环环评[2021]108号),“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”,项目建设应强化“三线一单”约束作用。

### (1) 与“生态保护红线”的相符性

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。根据《浙江省生态保护红线划定方案》(浙江省人民政府,2018年7月20日)规定,本项目评价范围内不涉及生态红线。

### (2) 与“环境质量底线”的相符性

根据环境质量现状监测结果,本项目拟建场址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后,不会对周围环境产生不良影响,能维持周边环境质量现状,满足该区域环境质量功能要求,因此本项目符合环境质量底线要求。

### (3) 与“资源利用上线”的相符性

本项目水、电等公共资源由当地专门部门供应,且整体而言本项目所用资源相对较小,也不占用当地其他自然资源和能源,因此本项目符合资源利用上限的要求。

### (4) 与“生态环境准入清单”的相符性

本项目位于“金华市婺城区中心城镇重点管控单元”ZH33070220006,本项目属于核技术利用项目,不属于高污染、高能耗工业,满足管控措施,不在环境功能区负面清单内,符合生态环境准入清单的要求。

综上所述,本项目不涉及生态保护红线、符合环境质量底线、资源利用上线和生

态环境准入清单的要求，本项目的建设符合“三线一单”要求。

## **1.6 原有核技术利用项目许可情况**

金华职业技术学院附属医院（海棠医院）项目正在建设中，医院尚未正式注册成立，金华职业技术学院无核技术利用项目。

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 |
|----|------|---------------------------|----|------|----|------|---------|----|
|    | 无    |                           |    |      |    |      |         |    |
|    |      |                           |    |      |    |      |         |    |

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

表 3 非密封放射性物质

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

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》（GB18871-2002）。

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）/<br>剂量率（Gy/h） | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------|-----------|------------------------|----|------|----|
|    | 无  |    |    |    |      |           |                        |    |      |    |

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称  | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压<br>（kV） | 最大管电流<br>（mA） | 用途        | 工作场所                      | 备注   |
|----|-----|----|----|----|---------------|---------------|-----------|---------------------------|------|
| 1  | DSA | II | 1  | 未定 | 150           | 1250          | 影像诊断和介入治疗 | 医学综合及科研教学<br>楼 1 层 DSA 机房 | 新增使用 |

（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<br>（kV） | 最大靶电流<br>（μA） | 中子强度<br>（n/s） | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况   |      |    | 备注 |
|----|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|----|------|--------|------|----|----|
|    |    |    |    |    |               |               |               |    |      | 活度（Bq） | 贮存方式 | 数量 |    |
|    | 无  |    |    |    |               |               |               |    |      |        |      |    |    |

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 | 气体 | /    | /  | 微量   | 微量    | /     | 不暂存  | 排放至大气外环境中 |
|         |    |      |    |      |       |       |      |           |
|         |    |      |    |      |       |       |      |           |
|         |    |      |    |      |       |       |      |           |

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）。

表 6 评价依据

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 法<br>规<br>文<br>件 | <p>(1)《中华人民共和国环境保护法》(1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过;2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订),中华人民共和国主席令第 9 号,2015 年 1 月 1 日施行修订版;</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过,自 2003 年 9 月 1 日起施行;2016 年 7 月 2 日第一次修订;2018 年 12 月 29 日第二次修订),中华人民共和国主席令第 48 号,2018 年 12 月 29 日施行修订版;</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过),中华人民共和国主席令第六号,2003 年 10 月 1 日施行;</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》(1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令 253 号发布施行;2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订),自 2017 年 10 月 1 日起施行修订版;</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日经中华人民共和国国务院令 449 号公布,2014 年 7 月 29 日经中华人民共和国国务院令 653 号修订,2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令 709 号修订),自 2019 年 3 月 2 日起施行修订版;</p> <p>(6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布,2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 3 号修正,2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 47 号修正,2019 年 7 月 11 日经生态环境部令 7 号修改,2020 年 12 月 25 日经生态环境部令 20 号修改),2021 年 1 月 4 日施行修改版;</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日环境保护部令 18 号),自 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(8)《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),自 2017 年 12 月 5 日起施行;</p> <p>(9)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(中华人民共</p> |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>（10）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行）；</p> <p>（11）《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），自 2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>（12）《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），自 2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>（13）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行；</p> <p>（14）《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），自 2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>（15）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），自 2017 年 11 月 20 日起施行；</p> <p>（16）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令第 288 号公布，2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令第 321 号第一次修正，2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令第 364 号公布第二次修正，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布第三次修正），自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版；</p> <p>（17）《浙江省辐射环境管理办法》（2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令第 289 号公布，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号修正），自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版；</p> <p>（18）《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248 号），自 2019 年 7 月 18 日起施行；</p> <p>（19）《浙江省生态环境厅关于发布&lt;省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023 年本）&gt;的通知》（浙环发[2023]33 号），自 2023 年 9 月 9 日起实施；</p> <p>（20）《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评[2021]108 号），自 2021 年 11 月 19 日起施行。</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 技<br>术<br>标<br>准 | <p>(1)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(5)《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(6)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p> |
| 其<br>他           | <p>(1) 环境影响评价委托书;</p> <p>(2) 金华职业技术学院提供的其他资料;</p> <p>(3)《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》。</p>                                                                                                                                                                                                       |

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据本项目的特点，结合《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，本次辐射环境评价范围取拟建的 DSA 机房的实体屏蔽物边界外延 50m 为评价范围，评价范围详见附图 3。

### 7.2 保护目标

根据附图 3 可知，本项目 50m 评价范围内主要为医院内部建筑、道路、停车场和医院外部道路、绿地和北侧金华职业技术学院体育馆。本项目评价范围内主要环境保护目标为从事本项目的辐射工作人员及评价范围内活动的公众。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表

| 保护目标      |                | 方位  | 规模        | 与机房边界的距离<br>(m) |    | 年剂量<br>约束值    |
|-----------|----------------|-----|-----------|-----------------|----|---------------|
|           |                |     |           | 水平              | 垂直 |               |
| DSA<br>机房 | 介入医护人员         | 机房内 | 6 人       | 机房内             | /  | 职业：<br>5.0mSv |
|           | 控制室操作人员        | 北侧  | 2 人       | 紧邻              | /  |               |
|           | 医生办公室其他工作人员    | 东侧  | 8 人       | 紧邻              | /  |               |
|           | 楼梯间其他工作人员和公众   | 东侧  | 约 50 人/d  | 紧邻              | /  |               |
|           | 设备间其他工作人员      | 东侧  | 约 1 人/d   | 紧邻              | /  |               |
|           | 污物通道其他工作人员     | 东侧  | 约 5 人/d   | 紧邻              | /  |               |
|           | 走廊其他工作人员和公众    | 南侧  | 约 50 人/d  | 紧邻              |    |               |
|           | 患者准备间其他工作人员和公众 | 西侧  | 约 5 人/d   | 紧邻              | /  |               |
|           | 谈话间其他工作人员和公众   | 西侧  | 约 5 人/d   | 紧邻              | /  |               |
|           | 院内道路公众         | 东侧  | 流动人员      | 8               | /  |               |
|           | 发热门诊其他工作人员和公众  | 东侧  | 约 200 人/d | 32              | /  |               |
|           | 康复花园 公众        | 东侧  | 约 100 人/d | 35              |    |               |
|           | 非机动车库出入口公众     | 东南侧 | 约 300 人/d | 25              | /  |               |
|           | 非机动车停车位公众      | 东南侧 | 约 200 人/d | 41              | /  |               |
|           | 院内道路公众         | 南侧  | 流动人员      | 26              | /  |               |
|           | 急救车位其他工作人员和公众  | 南侧  | 约 50 人/d  | 40              |    |               |
|           | 绿地公众           | 南侧  | 约 5 人/d   | 46              | /  |               |
|           | 停车位公众          | 西北侧 | 约 100 人/d | 25              |    |               |
|           | 院内道路公众         | 北侧  | 流动人员      | 9               | /  |               |
|           | 丽正路公众          | 北侧  | 流动人员      | 24              | /  |               |
|           | 绿化公众           | 北侧  | 约 200 人/d | 30              | /  |               |
|           | 院外道路公众         | 北侧  | 流动人员      | 31              | /  |               |
|           | 金华职业技术学院体育馆公众  | 北侧  | 约 200 人/d | 48              | /  |               |

|  |                   |    |           |   |      |  |
|--|-------------------|----|-----------|---|------|--|
|  | 胃镜室、患者通道其他工作人员和公众 | 上层 | 约 100 人/d | / | +5.2 |  |
|  | 地下停车场公众           | 下层 | 约 600 人/d | / | -5.6 |  |

注：“+”表示建筑 1F 地面或房间地面高于项目用房地面，“-”表示建筑 1F 地面或房间地面低于项目用房地面。

## 7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

**4.3.3.1** 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

#### (1) 剂量限值

##### ①职业人员

**4.3.2.1** 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

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

a) 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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；

##### ②公众人员

**B1.2.1** 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

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

#### (2) 年剂量约束值

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防

护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用的年剂量约束值如下：

①对于职业人员，取连续 5 年的年平均有效剂量限值四分之一，即不超过 5mSv 作为年剂量约束值。

②对于公众，本项目取年有效剂量限值 1mSv 的十分之一，即不超过 0.1mSv 作为年剂量约束值。

### **(3) 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。

### **7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）**

#### **6 X 射线设备机房防护设施的技术要求**

##### **6.1 X 射线设备机房布局**

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和新建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 1 的规定。

##### **6.2 X 射线设备机房屏蔽**

6.2.1 不同类型 X 射线设备(不含床旁摄影设备和便携式 x 射线设备)机房的屏蔽防护应不低于表 2 的规定。

##### **6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平**

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a)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 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周

围剂量当量率应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于  $0.25\mu\text{Sv/h}$ 。

## 6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 3 基本种类要求的工作人员、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橡胶防护服。

6.5.3 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  $0.25\text{mmPb}$ ；介入防护手套铅当量应不小于  $0.025\text{mmPb}$ ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于  $0.5\text{mmPb}$ ；移动铅防护屏风铅当量应不小于  $2\text{mmPb}$ 。

表 1 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

| 设备类型                                                                                                                             | 机房内最小有效使用面积 <sup>d</sup> $\text{m}^2$ | 机房内最小单边长度 <sup>e</sup> $\text{m}$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 单管头 X 射线机 <sup>b</sup> （含 C 形臂，乳腺 CBCT）                                                                                          | 20                                    | 3.5                               |
| <sup>b</sup> 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内；<br><sup>d</sup> 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形面积；<br><sup>e</sup> 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。 |                                       |                                   |

表 2 不同类型 X 射线装置设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

| 机房类型             | 有用线束方向<br>铅当量 $\text{mmPb}$ | 非有用线束方向<br>铅当量 $\text{mmPb}$ |
|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 标称 125kV 以上的摄影机房 | 3.0                         | 2.0                          |

表 3 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：“——”表示不要求。<br>注 2：各类个人防护用品和肤质防护设施，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。 |                                      |                                       |                                    |        |

表 8 环境质量和辐射现状

|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>8.1 项目地理和场所位置</div> <p>金华职业技术学院附属医院（海棠医院）位于金华市海棠西路与金帆街交叉路口东北角。医院地理位置见附图 1。</p> <p>本项目 DSA 机房拟建于医院医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1，医院医学综合及科研教学楼东侧为发热门诊和康复花园；南侧为急救车位、公共停车场和绿地；西侧为康复花园；北侧为丽正路和金华职业技术学院体育馆。本项目辐射工作场所位置见附图 2。</p> |                                                                                                                 |
| <div><p>东侧康复花园和发热门诊</p></div>                                                                                                   | <div><p>南侧公共停车场</p></div>    |
| <div><p>西侧康复花园和西北侧龙川南苑（学生宿舍）</p></div>                                                                                         | <div><p>北侧丽正路和体育馆</p></div> |
| <p>图 8-1 DSA 机房周围环境现状照片</p>                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                 |
| <div>8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位</div> <p>(1) 环境现状评价对象：拟建辐射项目区域及周边环境</p> <p>(2) 监测因子：<math>\gamma</math> 辐射剂量率</p> <p>(3) 监测点位</p>                                                                                    |                                                                                                                 |

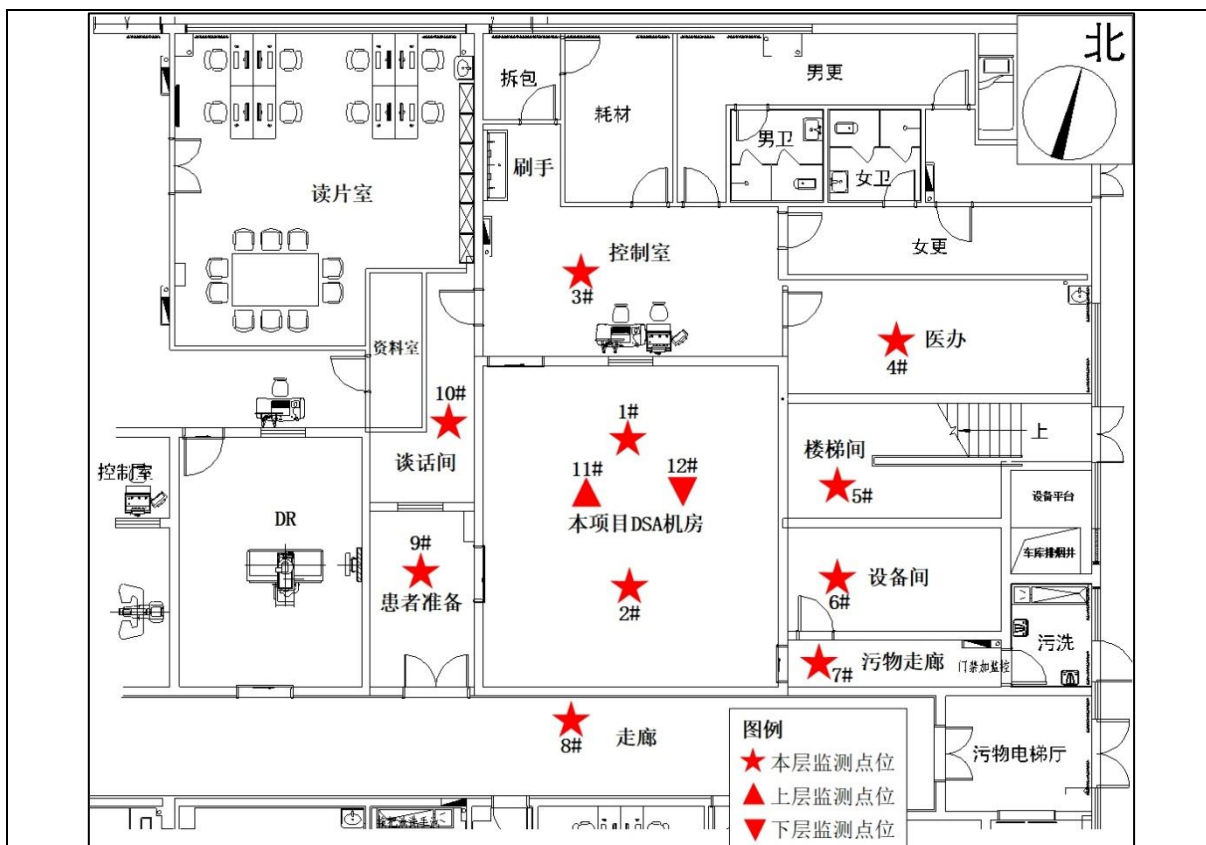


图 8-2 本项目拟建 DSA 机房及四周辐射质量现状监测点位图 1



图 8-3 本项目拟建 DSA 机房及四周辐射质量现状监测点位图 2

本次监测在 DSA 机房拟建址区域及四周布设点位，监测点位见图 8-2、8-3。评价范围及周边共布设了 26 个点位，所布点位能反映本项目评价范围内拟建场所的辐射环境现状水平。因此，监测点位布设是合理的。

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2023 年 11 月 29 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：温度：25℃；相对湿度：56%，晴
- (8) 监测设备

表 8-1 监测设备参数表

|       |                                        |
|-------|----------------------------------------|
| 仪器名称  | 便携式 X、γ 辐射周围剂量当量率仪                     |
| 生产厂家  | Thermo SCIENTIFIC                      |
| 仪器编号  | 05035404                               |
| 能量范围  | 40KeV~4.4MeV                           |
| 测量范围  | 主机：10nSv/h~100mSv/h；探头：1nSv/h~100μSv/h |
| 校准单位  | 上海市计量测试技术研究院                           |
| 校准证书  | 2023H21-10-4416128002                  |
| 校准有效期 | 2023 年 2 月 17 日~2024 年 2 月 16 日        |

8.3.2 质量保证措施

- ①本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。
- ②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- ③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- ④监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

### 8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建 DSA 机房区域及四周 X-γ 辐射剂量率监测点位及结果

| 监测点编号 | 监测点位置         | 监测结果 (nGy/h) |
|-------|---------------|--------------|
| 1#    | DSA 机房点位 1    | 156±1        |
| 2#    | DSA 机房点位 2    | 158±1        |
| 3#    | 北侧控制室         | 150±1        |
| 4#    | 东侧医生办公室       | 148±2        |
| 5#    | 东侧楼梯间         | 155±2        |
| 6#    | 东侧设备间         | 155±3        |
| 7#    | 东侧污物走廊        | 139±2        |
| 8#    | 南侧走廊          | 159±2        |
| 9     | 西侧患者准备间       | 157±3        |
| 10    | 西侧谈话间         | 140±3        |
| 11    | DSA 机房上层点位    | 165±2        |
| 12    | DSA 机房下层点位    | 174±2        |
| 13    | 丽正路           | 114±2        |
| 14    | 东侧院内道路        | 117±2        |
| 15    | 东侧非机动车库出入口    | 145±2        |
| 16    | 东侧康复花园        | 112±1        |
| 17    | 东侧发热门诊        | 165±3        |
| 18    | 南侧院内道路        | 128±1        |
| 19    | 南侧急救车位        | 138±2        |
| 20    | 南侧非机动车停车位     | 113±1        |
| 21    | 南侧绿地          | 119±1        |
| 22    | 西侧裙楼          | 149±1        |
| 23    | 北侧院内道路        | 122±1        |
| 24    | 北侧道路          | 122±1        |
| 25    | 北侧绿地          | 125±1        |
| 26    | 北侧金华职业技术学院体育馆 | 131±1        |

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；

3、环境 X-γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子  $k_1$ ×仪器检验源效率因子  $k_2$ ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子  $k_3$ ×测量点宇宙射线响应值  $D_c$ ，校准因子  $k_1$  为 1.19，仪器使用  $^{137}\text{Cs}$  进行校准，效率因子  $k_2$  取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， $k_3$  楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 9nGy/h。

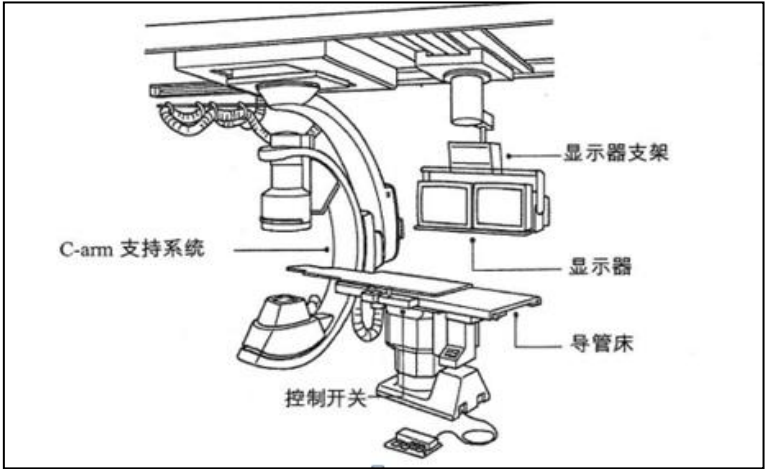
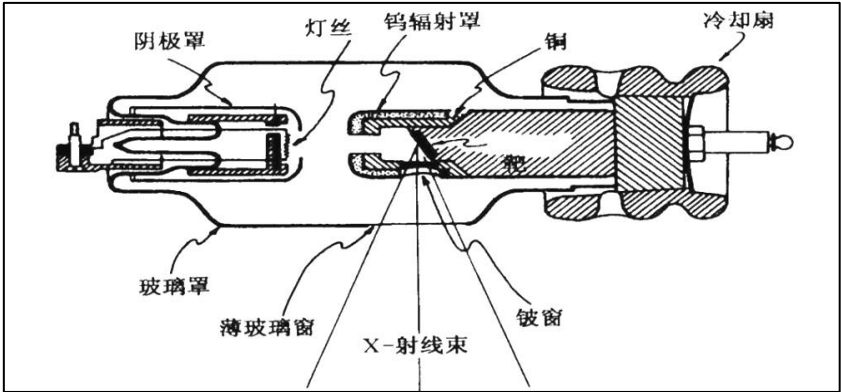
## 8.4 环境现状评价

由监测结果可知，本项目 DSA 机房及四周区域室内  $\gamma$  辐射剂量率范围为 139nGy/h~174nGy/h，即  $13.9 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 17.4 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；DSA 机房四周区域室外道路  $\gamma$

辐射剂量率范围为 112nGy/h~145nGy/h，即  $11.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 14.5 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 。

由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知金华市室内的  $\gamma$  辐射剂量率在  $6.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 46.7 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$  之间；道路的  $\gamma$  辐射剂量率在  $5.9 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 15.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$  之间。可见本项目所在区域的  $\gamma$  辐射水平处于当地天然辐射水平范围之内。

表 9 项目工程分析与源项

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>9.1 工程设备和工艺分析</div> <div>9.1.1 设备组成</div> <p>DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。典型 DSA 装置整体外观示意图如图 9-1 所示。</p> <div></div> <p>图9-1 典型DSA装置整体外观示意图</p> <div>9.1.2 工作原理</div> <p>产生 X 射线的装置（DSA）主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃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。靶体一般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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-2。</p> <div></div> <p>图 9-2 典型 X 射线管结构图</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

### 9.1.3 操作流程及产污环节

#### （1）操作流程

接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 设备，技师在控制室内首次减影初步确认病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制室内再次减影，当确诊病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品后再次进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。DSA 在进行曝光时都分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于铅帘后身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

#### （2）产污环节分析

DSA 为 II 类射线装置，射线装置运行时，主要污染因子为 X 射线，注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。射线装置操作流程及产污环节如图 9-3 所示。

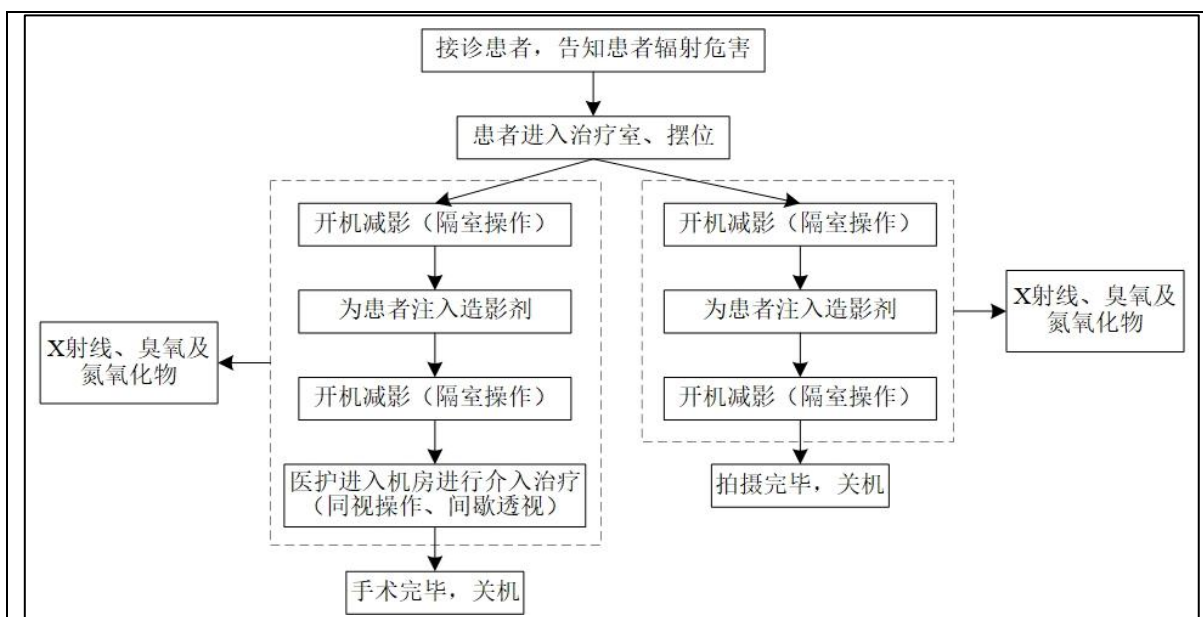


图9-3 DSA操作流程及产污环节图

综上所述，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线，其次为臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

#### 9.1.4 人流、物流路径规划

##### （1）患者路径

患者出主楼患者电梯后，沿走廊向东直行到达放射科，进入患者准备间内准备，从 DSA 机房西侧防护门进入机房。治疗结束后，患者可按原路离开。

##### （2）医护路径

医护人员由裙楼东北角入口进入更衣室，穿好铅衣后进入控制室；介入医护人员从 DSA 北侧防护门进入机房进行手术。治疗结束后，医护人员可按原路离开。

##### （3）污物路径

本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，这些医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后从 DSA 机房东侧防护门经污物通道运至污洗间暂存。

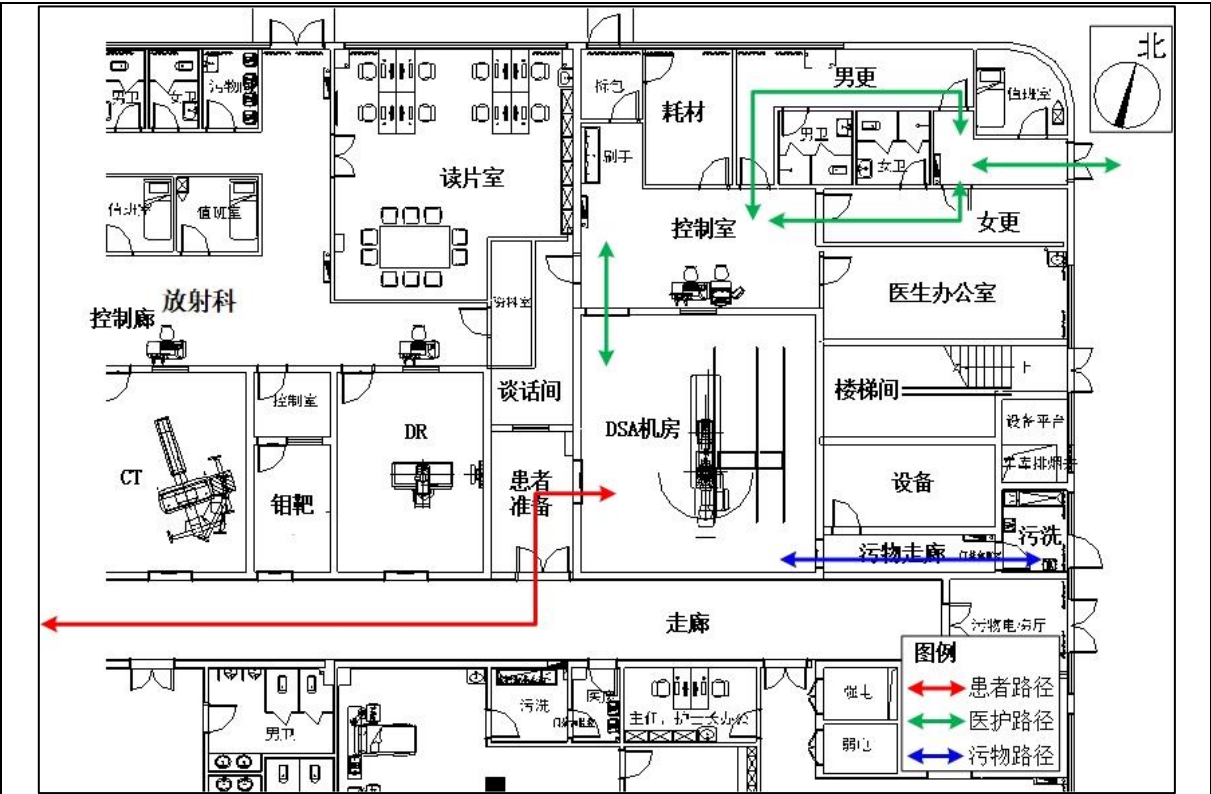


图 9-4 本项目 DSA 人员、物流路径图

9.2 污染源项描述

9.2.1正常工况

(1) 辐射污染因子

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。医院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，评价因子主要为 X 射线。由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染。

根据医院提供的资料，本项目 DSA 的技术参数见表 9-2。

表9-2 本项目DSA设备参数与工况

|        |    |                                                |                                                         |
|--------|----|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 设备     |    | 医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层                             |                                                         |
| 技术参数   |    | 管电压 150kV/管电流 1250mA                           |                                                         |
| 过滤材料   |    | 2.5mmAl                                        |                                                         |
| 最大照射野  |    | 100cm <sup>2</sup>                             |                                                         |
| 工况模式   | 减影 | 工况下，最大常用电压 100kV，<br>最大常用电流 500mA              | 距靶点 1m 处的最大剂量率为 1.62×10 <sup>8</sup> μGy/h <sup>②</sup> |
|        | 透视 | 工况下，最大常用电压 90kV，<br>最大常用电流 15mA                | 距靶点 1m 处的最大剂量率为 4.05×10 <sup>6</sup> μGy/h <sup>②</sup> |
| 泄漏辐射源强 |    | 离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 1mGy/h <sup>③</sup> |                                                         |

注：①根据 DSA 设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目 DSA 设备参数无法同时达到最大管电压 150kV，最大管电流 1250mA，正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，实际使用时管电压通常在 90kV 以下，透视管电流通常为十几毫安，减影时功率较大，管电流通常为几百毫安。根

据目前一些医院的实际值统计，减影模式下，普遍情况下 DSA 设备的管电压和管电流为 60~100kV/300~500mA；透视模式下管电压和管电流为 60~90kV/5~15mA，本环评拟进行保守估算，采用减影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。

②根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1 可知，X 射线过滤材料为 2.5mmAl，100kV 电压下，离靶 1m 空气中的空气比释动能为 0.090mGy/mAs，从而计算得到减影模式下距靶 1m 处的最大剂量率为  $1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ；90kV 电压下，离靶 1m 空气中的空气比释动能为 0.075mGy/mAs，从而计算得到减影模式下距靶 1m 处的最大剂量率为  $4.05 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ 。

③根据《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备辐射防护》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，取本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。

## （2）其他污染物

本项目运营过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

本项目 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术进行打印，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

①废气：本项目 DSA 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，会有少量臭氧和氮氧化物产生。DSA 机房拟设置动力通风装置，以保持机房内良好通风。

②废水：本项目运营过程中产生的废水主要为医疗废水和辐射工作人员的生活污水。本项目 DSA 年最大手术量为 300 台，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，医疗废水产生量为  $25.5\text{m}^3/\text{a}$ ，经医院废水处理设施预处理后纳管排放；本项目辐射工作人员 8 名，每年工作 250 天，辐射工作人员生活用水按 100L/人/天计，排污系数取 0.85，则生活污水产生量约  $170\text{m}^3/\text{a}$ ，经医院化粪池预处理后纳管排放。

③固体废物：本项目运营过程中产生的固体废物主要为医疗废物和辐射工作人员的生活垃圾。医疗废物产生系数取每天 0.2kg/台·次，则产生医疗废物约 0.06t/a，医疗废物集中存放于医院医疗房暂存，定期委托有资质的单位进行妥善安全处置；医护人员生活垃圾按 0.5kg/（人·d）计，则产生生活垃圾约 4t/a，由医院内设置的垃圾桶收集，并由环卫部门定时清运。

④噪声：本项目噪声源主要为 DSA 机房配备的动力通风装置产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 65~70dB。

### 9.2.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置时，可能发生的辐射事故有以下几种：

（1）装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

（2）工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，控制室人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

(3) X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射；

(4) 维修人员在射线装置过程维修中，设备意外出束时，可能造成维修人员受意外照射。

事故工况产生的电离辐射影响与正常工况下的污染因子相同。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 机房拟建于金华职业技术学院附属医院（海棠医院）医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层，本项目所在裙楼共 6 层，地上 4 层，地下 2 层。机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 机房周边场所布局一览表

| 所在区域               | 辐射场所   | 方位 | 周边房间及场所            |
|--------------------|--------|----|--------------------|
| 医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层 | DSA 机房 | 东侧 | 医生办公室、楼梯间、设备间、污物通道 |
|                    |        | 南侧 | 走廊                 |
|                    |        | 西侧 | 患者准备间、谈话间          |
|                    |        | 北侧 | 控制室                |
|                    |        | 楼上 | 胃镜室、患者通道           |
|                    |        | 楼下 | 地下停车场              |

（1）本项目 DSA 机房和配套房间均集中布置，相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素；

（2）医院为 DSA 机房设置了患者通道、工作人员通道，相互不交叉；

（3）本项目的建设不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病人就诊的方便性，所以 DSA 机房的布局是合理可行的。

#### 10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

##### （1）分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，并定期审查控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的

防护手段或安全措施，或是更改该区的边界。

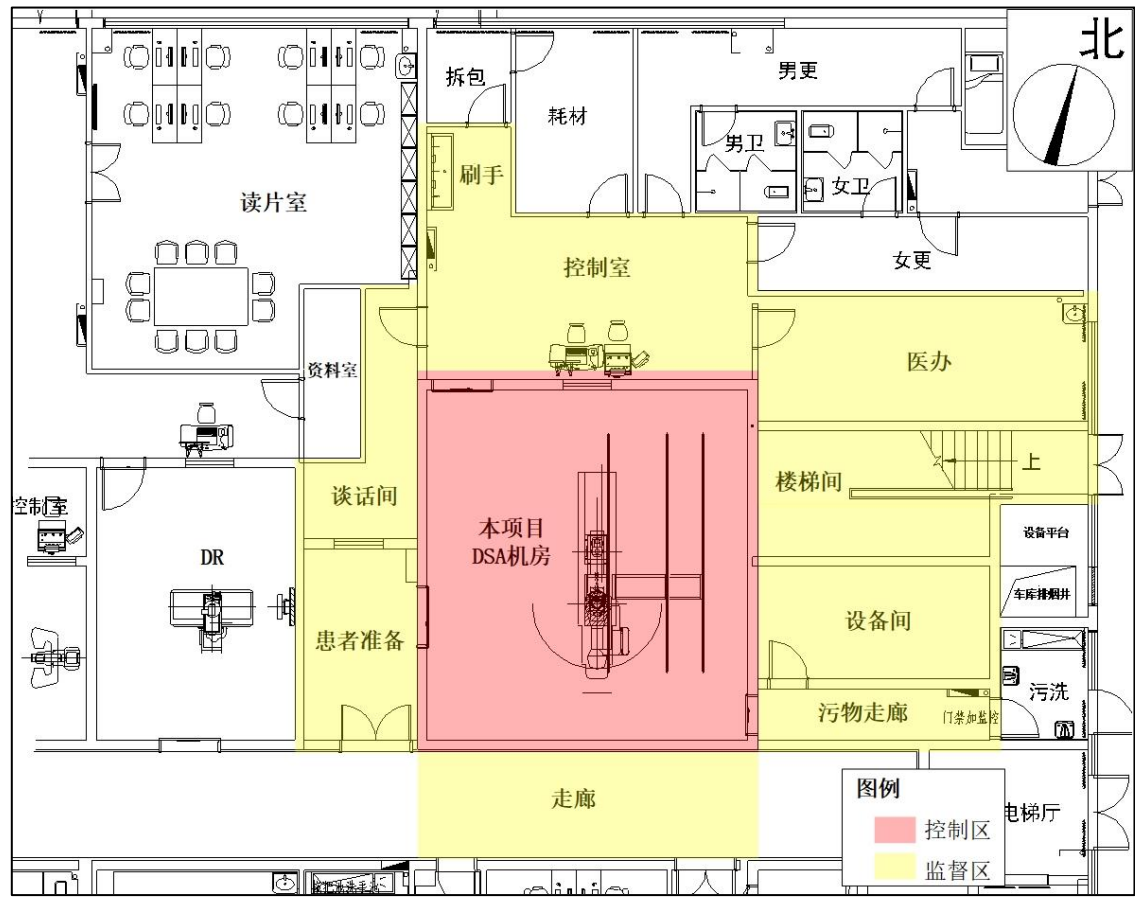
**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴标明监督区的标牌；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

**(2) 本项目分区管理情况**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，本项目辐射工作场所分区情况表 10-2，分区详见图 10-1。

**表 10-2 本项目“两区”划分表**

| 场所名称   | 控制区      | 监督区                                       |
|--------|----------|-------------------------------------------|
| DSA 机房 | DSA 机房内部 | 控制室、医生办公室、楼梯间、设备间、污物通道、患者准备间、谈话间、机房南侧墙外走廊 |



**图 10-1 本项目两区划分图**

控制区通过实体屏蔽措施、电离辐射警告标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除介入治疗的医护人员和患者外，禁止其他人员进入；监督区通过实体隔离或设

置标明监督区的标志提醒人员尽量避开该区域，并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

### 10.1.3 辐射安全及防护措施

本项目 DSA 射线装置污染因子主要为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

#### （1）设备固有安全性

本项目 DSA 射线装置拟买于正规厂家购买，采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，仪器本身具备多种安全防护措施。

- ①设备具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；
- ②采取栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉和余辉，起到消除软 X 射线，提高有用射线品质并减少脉冲宽度；
- ③采取光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；
- ④采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度，可减少透视剂量；
- ⑤采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留在监视器上显示，即称之为图像冻结，此技术可缩短总透视时间，达到减少不必要的照射；
- ⑥配备相应的表征剂量的指示装置：配备有相应的表征剂量的指示装置，当机房内出现超剂量照射时会出现报警提醒。
- ⑦紧急停机开关：介入手术床旁设置急停开关（各开关串联并与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停开关，可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示；
- ⑧介入放射操作设备透视曝光开关为常断式开关，并配有透视限时装置；机房内具有工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

#### （2）本项目 DSA 机房辐射屏蔽设计

依据建设单位提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，对本项目屏蔽措施进行

对照分析，结果见表 10-3、表 10-4。

表 10-3 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

| 机房类型   | 防护设施     | 屏蔽材料及厚度（总铅当量：mmPb）           | 标准要求                                   | 符合性评价 |
|--------|----------|------------------------------|----------------------------------------|-------|
| DSA 机房 | 四周墙体     | 240mm 混凝土砖+40mm 硫酸钡防护涂料(5.0) | 有用线束方向铅当量为 3.0mmPb，非有用线束方向铅当量为 2.0mmPb | 符合    |
|        | 顶棚       | 150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（3.2）  |                                        | 符合    |
|        | 地坪       | 150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（3.2）  |                                        | 符合    |
|        | 防护门（3 扇） | 内衬 4mm 铅板（4.0）               |                                        | 符合    |
|        | 观察窗（1 扇） | 4mmPb 玻璃（4.0）                |                                        | 符合    |

注：①混凝土及混凝土砖密度取 2.35g/cm<sup>3</sup> 核算等效屏蔽厚度，拟合参数取自《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中表 C.2，得 240mm 混凝土砖（150kV 主束）折算为 2.7mmPb，150mm 混凝土（150kV 主束）折算为 1.5mmPb 当量；③硫酸钡防护涂料密度不低于 2.79g/cm<sup>3</sup>，参考《放射防护实用手册》表 6.14，150kV 时，17mm 硫酸钡防护涂料等效 1mmPb 进行铅当量折算，则 40mm 硫酸钡防护涂料折算为 2.3mmPb，30mm 硫酸钡防护涂料折算为 1.7mmPb。

表 10-4 本项目机房规格与标准对照表

| 机房名称   | 拟设置情况     |                         | 标准要求      |                           | 符合性评价 |
|--------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------------|-------|
|        | 最小单边长度（m） | 有效使用面积（m <sup>2</sup> ） | 最小单边长度（m） | 最小有效使用面积（m <sup>2</sup> ） |       |
| DSA 机房 | 7.86      | 67.28                   | 3.5       | 20                        | 符合    |

通过表 10-3、表 10-4 可知，本项目的 DSA 最小单边长度和机房有效使用面积均大于标准要求，其四侧墙体、顶棚、地坪、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上及楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

### （3）机房内布局及屏蔽能力

本项目 DSA 装置为 C 形臂结构，影像探测器始终正对 X 射线球管出束方向，有用线束不会直接照射机房各防护门和观察窗和管线口位置，机房内布局合理，本项目 DSA 机房 12 屏蔽情况详见表 10-3。可见，机房防护能力符合相关标准要求。

### （4）距离防护

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

### （5）时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊疗之前，根据诊疗要求和

病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。另外，对进行介入治疗手术的医生和护士分组，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量超标。当辐射工作人员单个监测周期（3 个月）个人剂量超过 1.25mSv 或年剂量超过 5mSv，医院应进行调查，并出具调查报告，在查明原因之前应限制或暂停该工作人员从事辐射工作。

#### **（6）其他辐射安全防护措施**

①本项目 DSA 机房设有观察窗，并配备视频装置和双向交流对讲系统各 1 套，观察窗和视频监控探头位置能够观察到受检者状态及防护门开闭情况，监视器位于控制室操作位。

②DSA 机房门外设电离辐射警告标志，机房上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱设有“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句；本项目医护防护门、患者防护门和污物防护门均为电动推拉式，设有防夹装置和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；在监督区墙体合适位置设立表明监督区的标志，在控制区其他合适位置设置电离辐射警告标志。

③控制室墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

④DSA 设备配备可升降的含铅挡板或悬挂防护屏，为受检人的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量。床侧配套防护铅帘，以减少对手术医生的受照剂量。

⑤机房患者防护门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入控制区。

⑥本项目所有辐射工作人员必须配备个人剂量计：建议介入医护工作人员采用双剂量计检测方法（分别佩戴于铅橡胶围裙外锁骨对应的领口位置、铅橡胶围裙内躯干上，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反），技师配 1 支个人剂量计；医院拟配置 1 台环境辐射巡测仪可对机房周围辐射水平进行自行监测。

⑦本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置，进风口布设于机房西北侧吊顶处，管道由北侧墙体穿入；排风口分别布置于机房东侧吊顶处和东侧墙距地 30cm 处，管道均由北侧墙体穿出。风管穿墙和管道与吊顶接口处均包裹 5mm 铅板，作为风管穿墙的屏蔽补偿，不影响机房整体屏蔽效果。设备管线等均拟穿行在地面凹槽内穿越墙体至控制室，电缆沟盖板采用 5mm 铅板覆盖，电缆穿墙处采用 5mm 铅板进行屏蔽补

偿不影响机房的整体屏蔽效果。

⑧机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物。

⑨机房候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

⑩DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配置。

**表 10-5 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表**

| 机房名称   | 人员类型   | 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求           |                                        | 本项目拟配置情况                                                               |                                              | 是否符合要求 |
|--------|--------|---------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|
|        |        | 个人防护用品                                | 辅助防护设施                                 | 个人防护用品                                                                 | 辅助防护设施                                       |        |
| DSA 机房 | 工作人员   | 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 | 配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 4 套 | 防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏各 1 件 | 符合     |
|        | 患者和受检者 | 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    | ——                                     | 防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1 套，防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子含儿童、成人尺寸各 1 套        | ——                                           | 符合     |

## 10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目 DSA 运营过程无放射性废气、废水、固废产生，仅在曝光过程产生少量臭氧和氮氧化物以及运营期内介入手术产生的药棉、纱布、手套等医疗废物、医护人员产生的生活污水和生活垃圾等。本项目 DSA 不使用胶片冲洗显影，不产生废显影液、废定影液和废胶片。

### 10.2.1 废气

本项目为医用 X 射线装置的应用，在开机出束状态下产生 X 射线，断开电源后，X 射线随即消失。辐射工作中因 X 射线对空气的电离产生微量非放射性的臭氧和氮氧化物，本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置，以保持机房内良好通风，进风口布设于机房西北侧吊顶处，排放口分别布置于机房东侧吊顶处和东侧墙距地 30cm 处。废气经通风装置排出，最终在机房所在楼楼顶排放，能够保证机房内有效地通风换气，设置情况满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中第 6.4.3 款“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

### 10.2.2 废水

本项目年产生医疗废水约 25.5m<sup>3</sup>，经医院废水处理设施预处理满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准要求后纳管排放；本项目辐射工作人员年产生生活污水约 170m<sup>3</sup>/a，经医院化粪池预处理后纳管排放，医院地埋式污水处理池和污水处理辅房位置见附图 2。

### 10.2.3 固体废物

本项目运营期间会产生药棉、纱布、手套等医疗废物约0.06t/a，医院采用专用容器分类收集暂存于污洗间，定期转移至医院医疗废物房（位于医院西侧，见附图2），并定期委托有资质的单位转运处置；本项目辐射工作人员产生的生活垃圾约4t/a，由医院内设置的垃圾桶收集，并由环卫部门定时清运。

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目 DSA 需要报废处理时，建设单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境主管部门核销。

### 10.2.4 噪声

本项目设备选用低噪声设备，噪声源主要为风机噪声。通过采取设备基础减振，进出风管加装软接、高效消声器、消声弯头等综合降噪措施，经距离衰减后，运行期间医院东侧、南侧和北侧场界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类标准要求，西侧场界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）4 类标准要求。

## 10.3 环保措施及其投资估算

本项目环保投资估算详见表 10-6。

表 10-6 本项目环保投资估算一览表

| 类别     | 环保设施措施                                                                              | 金额（万元） |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 辐射屏蔽措施 | 四侧墙体：240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料；<br>顶棚：150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料；<br>地坪：150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料； | 计入土建工程 |
|        | 铅防护门 3 扇；                                                                           |        |
|        | 铅玻璃观察窗 1 扇；                                                                         |        |
| 安全装置   | 介入手术床旁“急停开关”装置；                                                                     | 设备已配备  |
|        | 辐射工作人员配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 4 套；       | 3.0    |
|        | 患者配备防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1 套，防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子含儿童、成人                        | 1.0    |

|        |                                                    |        |
|--------|----------------------------------------------------|--------|
|        | 尺寸各 1 套；                                           |        |
|        | 设备配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏各 1 件； | 0.5    |
| 废气处理   | 医院拟设置动力通风装置；                                       | 计入土建工程 |
| 监测仪器   | 便携式 X-γ 辐射剂量监测仪 1 台                                | 2      |
| 个人防护用品 | 为每名辐射工作人员配备个人剂量计；                                  | 0.5    |
| 监测     | 委托第三方机构常规监测和自主环境保护竣工验收监测；                          | 5.0    |
| 人员培训   | 辐射工作人员、管理人员上岗培训；                                   | 1.0    |
| 警示标识   | 电离辐射警告标志等；                                         | 0.5    |
| 辐射应急   | 辐射应急物资、人员培训、应急演练；                                  | 1.0    |
| 其他     | 辐射相关规章制度上墙。                                        | 0.5    |
| 合计     |                                                    | 15     |

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

#### 11.1.1 施工期环境影响分析

《金华职业技术学院附属医院（海棠医院）项目环境影响报告表》已于 2021 年 12 月 27 日取得金华市生态环境局批复，批复文号：金环建开〔2021〕46 号。有关主体工程施工期环境影响内容详见《金华职业技术学院附属医院（海棠医院）项目环境影响报告表》有关章节，本次评价不再做相关的环境影响评价。

#### 11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 DSA射线装置辐射环境影响分析

本项目新增 DSA 装置位于医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层，设备尚未购买，本报告对 DSA 机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。

##### （1）设备参数

根据医院提供资料，本项目 DSA 设备参数与工况、机房防护情况如表 11-1。

表 11-1 本项目 DSA 设备参数与工况及防护情况

|          |      |                                   |                       |               |
|----------|------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|
| 机房       |      | 医学综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层 DSA 机房         |                       |               |
| 厂家型号     |      | 未定                                |                       |               |
| 技术参数     |      | 管电压 150kV/管电流 1250mA              |                       |               |
| 过滤材料     |      | 2.5mmAl                           |                       |               |
| 最大照射野    |      | 100cm <sup>2</sup>                |                       |               |
| 工况<br>模式 | 减影   | 最大常用工况 100kV，500mA                | 离靶 1m 处空气中<br>的空气比释动能 | 0.090mGy/mA·s |
|          | 透视   | 最大常用工况 90kV，15mA                  |                       | 0.075mGy/mA·s |
| 泄漏辐射源强   |      | 离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 1mGy/h |                       |               |
| 机房尺寸     |      | 长 8.56m×宽 7.86m×高 5.2m            |                       |               |
| 防护       | 四侧墙体 | 240mm 混凝土砖+40mm 硫酸钡防护涂料           |                       |               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 设施                                                                                                                                                                                                                                                                             | 顶棚       | 150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                | 地坪       | 150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                | 防护门（3 扇） | 内衬 4mm 铅板                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                | 观察窗（1 扇） | 4mmPb 玻璃                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                | 辅助防护设施   | 工作人员配备铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品（0.5mmPb）、介入防护手套（0.025mmPb）；铅悬挂防护屏/铅防护吊帘（0.5mmPb）、床侧防护帘/床侧防护屏（0.5mmPb） |
| 注：①参考《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1，当 2.5mmAl 作为过滤材料时，100kV 电压下，离靶 1m 处空气中的空气比释动能率为 0.090mGy/mA·s，90kV 电压下，离靶 1m 处空气中的空气比释动能率为 0.075mGy/mA·s；<br>②根据《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备辐射防护》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，取本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。 |          |                                                                                             |

根据《辐射防护导论》射线装置距靶1m处的空气比释动能率，按下式计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

$\dot{K}$ —离靶  $r$ （m）处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

$I$ —管电流（mA）；

$\delta_x$ —管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mA·min)；

$r_0=1\text{m}$ ；

$r$ —源至关注点的距离，m。

表 11-2 DSA 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表

| 设备  | 运行模式 | 过滤材料厚度   | 距靶 1m 处的发射率常数（mGy/mA·s） | 最大常用电压（kV） | 最大常用电流（mA） | 距靶 1m 处的空气比释动能率（μGy/h） |
|-----|------|----------|-------------------------|------------|------------|------------------------|
| DSA | 减影   | 2.5mm Al | 0.090                   | 100        | 500        | $1.62 \times 10^8$     |
|     | 透视   | 2.5mm Al | 0.075                   | 90         | 15         | $4.05 \times 10^6$     |

## （2）预测点位

取医生手术位、观察窗外 30cm 处、防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、楼上离地 100cm 处、距楼下地面 170cm 处以及 50m 内关注区域为预测点位，预测点位见图 11-1。

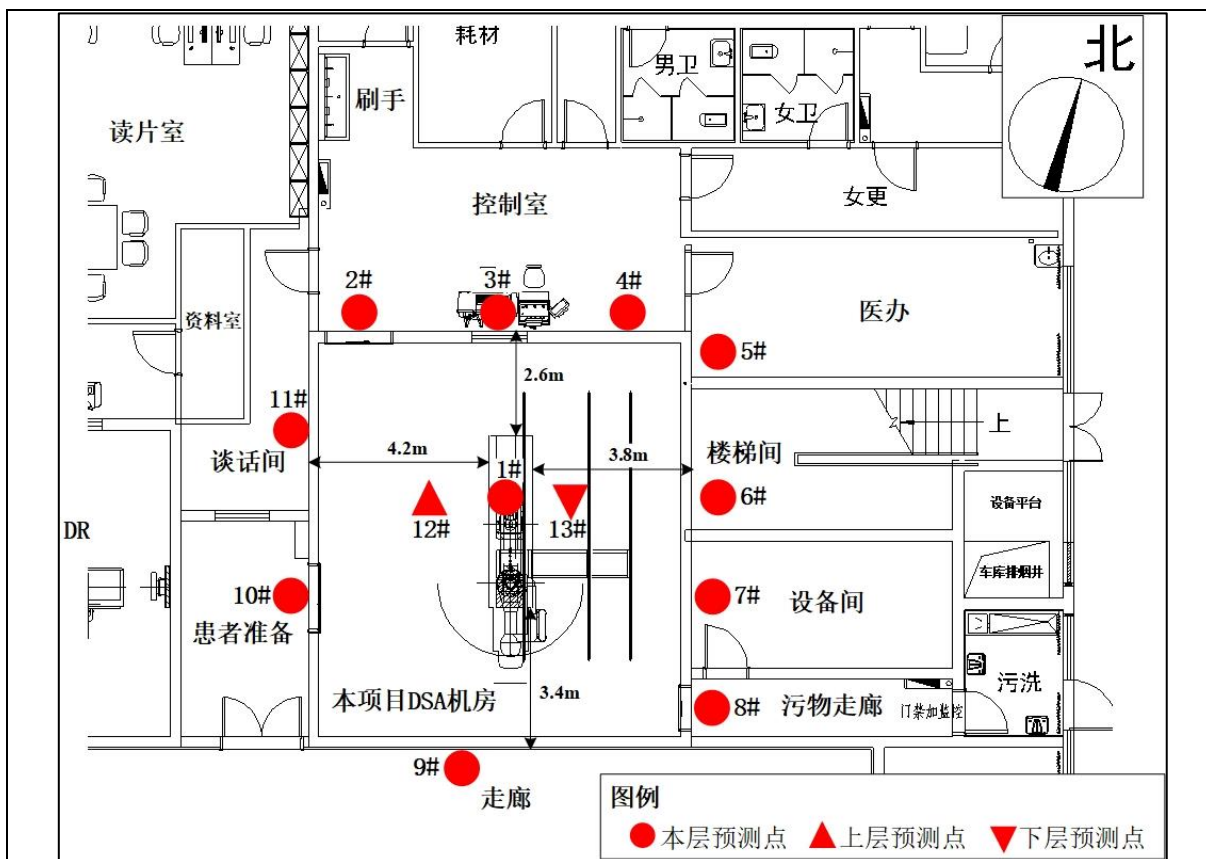


图 11-1 DSA 机房预测关注点位示意图

### (3) 预测模式

DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers，P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography，P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，DSA 设备运行主要是泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

#### ①病人体表散射屏蔽估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

$H_s$ —预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$H_0$ —距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$\alpha$ —患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 中无 90kV 下参数，因此均取 100kV 下数值 0.0013；

$s$ —散射面积， $\text{cm}^2$ ，取  $100\text{cm}^2$ ；

$d$ —源与病人的距离，m，取 0.7m；

$d_s$ —病人与预测点的距离，m；

B—减弱因子，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式（C.1）及表 C.2 的相关参数进行计算。

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

B—给定铅厚度的屏蔽透视因子；

$\beta$ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\alpha$ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度。

表 11-3 不同电压、不同材质下 X 射线衰减的有关的拟合参数

| 管电压 kV  | 铅        |         |          |
|---------|----------|---------|----------|
|         | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
| 100（散射） | 2.507    | 15.33   | 0.9124   |
| 90      | 3.067    | 18.83   | 0.7726   |

各预测点位散射辐射剂量计算参数及结果见下表11-4。

表 11-4 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

| 工作模式 | 关注点位置描述               | $H_0$              | $d_0$ | $d_s$ | 屏蔽材料及厚度<br>(铅当量)           | B                 | $H_s$             |
|------|-----------------------|--------------------|-------|-------|----------------------------|-------------------|-------------------|
|      |                       | $\mu\text{Gy/h}$   | m     | m     | /                          | /                 | $\mu\text{Gy/h}$  |
| 减影   | 2#北侧防护门外30cm处（控制室）    | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 2.6   | 4.0mm铅板（4.0）               | $5.14\text{E-}06$ | $8.17\text{E-}02$ |
|      | 3#北侧观察窗外30cm处（控制室）    | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 2.6   | 4.0mmPb铅玻璃（4.0）            | $5.14\text{E-}06$ | $8.17\text{E-}02$ |
|      | 4#北侧墙体外30cm处（控制室）     | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 2.6   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $6.66\text{E-}03$ |
|      | 5#东侧墙体外30cm处（医生办公室）   | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 3.8   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $3.12\text{E-}03$ |
|      | 6#东侧墙体外30cm处（楼梯间）     | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 3.8   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $3.12\text{E-}03$ |
|      | 7#东侧墙体外30cm处（设备间）     | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 3.8   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $3.12\text{E-}03$ |
|      | 8#东侧防护门外30cm处（污物走廊）   | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 3.8   | 4.0mm铅板（4.0）               | $5.14\text{E-}06$ | $3.83\text{E-}02$ |
|      | 9#南侧墙体外30cm处（走廊）      | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 3.4   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $3.89\text{E-}03$ |
|      | 10#西侧防护门外30cm处（患者准备间） | $1.62 \times 10^8$ | 0.7   | 4.2   | 4.0mm铅板（4.0）               | $5.14\text{E-}06$ | $3.13\text{E-}02$ |

|    |                          |                    |     |      |                            |          |          |
|----|--------------------------|--------------------|-----|------|----------------------------|----------|----------|
| 透视 | 11#西侧墙体外30cm处（谈话间）       | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 4.2  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 2.55E-03 |
|    | 12#上层距地面100cm处（胃镜室、患者通道） | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 5.1  | 150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（3.2）  | 3.82E-05 | 1.58E-01 |
|    | 13#楼下距地面170cm处（地下停车场）    | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 5.0  | 150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（3.2）  | 3.82E-05 | 1.64E-01 |
|    | 14#东侧院内道路                | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 11.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 3.23E-04 |
|    | 15#东侧发热门诊                | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 35.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 3.51E-05 |
|    | 16#东侧康复花园                | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 38.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 2.99E-05 |
|    | 17#东南侧非机动车库出入口           | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 28.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 5.43E-05 |
|    | 18#东南侧非机动车停车位            | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 44.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 2.28E-05 |
|    | 19#南侧院内道路                | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 29.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 5.21E-05 |
|    | 20#南侧急救车位                | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 43.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 2.39E-05 |
|    | 21#南侧绿地                  | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 49.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 1.84E-05 |
|    | 22#西北侧停车位                | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 27.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 5.91E-05 |
|    | 23#北侧院内道路                | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 11.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 3.35E-04 |
|    | 24#北侧丽正路                 | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 26.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 6.36E-05 |
|    | 25#北侧绿化                  | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 32.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 4.24E-05 |
|    | 26#北侧院外道路                | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 33.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 3.99E-05 |
|    | 27#北侧金华职业技术学院体育馆         | $1.62 \times 10^8$ | 0.7 | 50.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 1.76E-05 |
|    | 1#第一术者位（铅衣内）             | $4.05 \times 10^6$ | 0.7 | 0.5  | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb防护帘（1.0）  | 4.08E-03 | 43.80    |
|    | 1#第一术者位（铅衣外）             | $4.05 \times 10^6$ | 0.7 | 0.5  | 0.5mmPb防护帘（0.5）            | 2.52E-02 | 270.28   |
|    | 1#第二术者位（铅衣内）             | $4.05 \times 10^6$ | 0.7 | 1.0  | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb防护帘（1.0）  | 4.08E-03 | 10.95    |
|    | 1#第二术者位（铅衣外）             | $4.05 \times 10^6$ | 0.7 | 1.0  | 0.5mmPb防护帘（0.5）            | 2.52E-02 | 67.57    |
|    | 2#北侧防护门外30cm处（控制室）       | $4.05 \times 10^6$ | 0.7 | 2.6  | 4.0mm铅板（4.0）               | 3.69E-07 | 1.47E-04 |
|    | 3#北侧观察窗外30cm处（控制室）       | $4.05 \times 10^6$ | 0.7 | 2.6  | 4.0mmPb铅玻璃（4.0）            | 3.69E-07 | 1.47E-04 |
|    | 4#北侧墙体外30cm处（控制室）        | $4.05 \times 10^6$ | 0.7 | 2.6  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 6.83E-06 |

|                          |                      |     |      |                            |          |          |
|--------------------------|----------------------|-----|------|----------------------------|----------|----------|
| 5#东侧墙体外30cm处（医生办公室）      | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 3.8  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 3.20E-06 |
| 6#东侧墙体外30cm处（楼梯间）        | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 3.8  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 3.20E-06 |
| 7#东侧墙体外30cm处（设备间）        | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 3.8  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 3.20E-06 |
| 8#东侧防护门外30cm处（污物走廊）      | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 3.8  | 4.0mm铅板（4.0）               | 3.69E-07 | 6.87E-05 |
| 9#南侧墙体外30cm处（走廊）         | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 3.4  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 3.99E-06 |
| 10#西侧防护门外30cm处（患者准备间）    | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 4.2  | 4.0mm铅板（4.0）               | 3.69E-07 | 5.62E-05 |
| 11#西侧墙体外30cm处（谈话间）       | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 4.2  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 2.62E-06 |
| 12#上层距地面100cm处（胃镜室、患者通道） | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 5.1  | 150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（3.2）  | 4.30E-06 | 4.44E-04 |
| 13#楼下距地面170cm处（地下停车场）    | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 5.0  | 150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（3.2）  | 4.30E-06 | 4.62E-04 |
| 14#东侧院内道路                | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 11.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 3.32E-07 |
| 15#东侧发热门诊                | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 35.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 3.60E-08 |
| 16#东侧康复花园                | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 38.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 3.07E-08 |
| 17#东南侧非机动车库出入口           | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 28.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 5.57E-08 |
| 18#东南侧非机动车停车位            | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 44.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 2.34E-08 |
| 19#南侧院内道路                | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 29.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 5.34E-08 |
| 20#南侧急救车位                | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 43.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 2.45E-08 |
| 21#南侧绿地                  | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 49.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.89E-08 |
| 22#西北侧停车位                | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 27.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 6.06E-08 |
| 23#北侧院内道路                | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 11.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 3.43E-07 |
| 24#北侧丽正路                 | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 26.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 6.53E-08 |
| 25#北侧绿化                  | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 32.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 4.35E-08 |
| 26#北侧院外道路                | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 33.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 4.09E-08 |
| 27#北侧金华职业技术学院体育馆         | 4.05×10 <sup>6</sup> | 0.7 | 50.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.80E-08 |

## ②泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下式进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

$H_L$ —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$H_0$ —距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ，本项目取  $1\text{mGy/h}$ ；

$d$ —靶点距关注点的距离，m；

$B$ —屏蔽透射因子，公式计算同式 11-3。

各预测点位泄漏辐射剂量计算参数及结果见下表。

表 11-5 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

| 工作模式 | 关注点位置描述                  | $H_0$             | $d_s$ | 屏蔽材料及厚度<br>(铅当量)           | $B$               | $H_L$             |
|------|--------------------------|-------------------|-------|----------------------------|-------------------|-------------------|
|      |                          | $\mu\text{Gy/h}$  | m     | /                          | /                 | $\mu\text{Gy/h}$  |
| 减影   | 2#北侧防护门外30cm处（控制室）       | $1.0 \times 10^3$ | 2.6   | 4.0mm铅板（4.0）               | $5.14\text{E-}06$ | $7.60\text{E-}04$ |
|      | 3#北侧观察窗外30cm处（控制室）       | $1.0 \times 10^3$ | 2.6   | 4.0mmPb铅玻璃（4.0）            | $5.14\text{E-}06$ | $7.60\text{E-}04$ |
|      | 4#北侧墙体外30cm处（控制室）        | $1.0 \times 10^3$ | 2.6   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $6.20\text{E-}05$ |
|      | 5#东侧墙体外30cm处（医生办公室）      | $1.0 \times 10^3$ | 3.8   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $2.90\text{E-}05$ |
|      | 6#东侧墙体外30cm处（楼梯间）        | $1.0 \times 10^3$ | 3.8   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $2.90\text{E-}05$ |
|      | 7#东侧墙体外30cm处（设备间）        | $1.0 \times 10^3$ | 3.8   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $2.90\text{E-}05$ |
|      | 8#东侧防护门外30cm处（污物走廊）      | $1.0 \times 10^3$ | 3.8   | 4.0mm铅板（4.0）               | $5.14\text{E-}06$ | $3.56\text{E-}04$ |
|      | 9#南侧墙体外30cm处（走廊）         | $1.0 \times 10^3$ | 3.4   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $3.62\text{E-}05$ |
|      | 10#西侧防护门外30cm处（患者准备间）    | $1.0 \times 10^3$ | 4.2   | 4.0mm铅板（4.0）               | $5.14\text{E-}06$ | $2.91\text{E-}04$ |
|      | 11#西侧墙体外30cm处（谈话间）       | $1.0 \times 10^3$ | 4.2   | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $2.38\text{E-}05$ |
|      | 12#上层距地面100cm处（胃镜室、患者通道） | $1.0 \times 10^3$ | 5.8   | 150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（3.2）  | $3.82\text{E-}05$ | $1.14\text{E-}03$ |
|      | 13#楼下距地面170cm处（地下停车场）    | $1.0 \times 10^3$ | 4.3   | 150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（3.2）  | $3.82\text{E-}05$ | $2.07\text{E-}03$ |
|      | 14#东侧院内道路                | $1.0 \times 10^3$ | 11.8  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | $4.19\text{E-}07$ | $3.01\text{E-}06$ |

|    |                     |                   |      |                            |          |          |
|----|---------------------|-------------------|------|----------------------------|----------|----------|
| 透视 | 15#东侧发热门诊           | $1.0 \times 10^3$ | 35.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 3.27E-07 |
|    | 16#东侧康复花园           | $1.0 \times 10^3$ | 38.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 2.78E-07 |
|    | 17#东南侧非机动车库出入口      | $1.0 \times 10^3$ | 28.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 5.05E-07 |
|    | 18#东南侧非机动车停车位       | $1.0 \times 10^3$ | 44.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 2.13E-07 |
|    | 19#南侧院内道路           | $1.0 \times 10^3$ | 29.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 4.85E-07 |
|    | 20#南侧急救车位           | $1.0 \times 10^3$ | 43.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 2.22E-07 |
|    | 21#南侧绿地             | $1.0 \times 10^3$ | 49.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 1.72E-07 |
|    | 22#西北侧停车位           | $1.0 \times 10^3$ | 27.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 5.50E-07 |
|    | 23#北侧院内道路           | $1.0 \times 10^3$ | 11.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 3.11E-06 |
|    | 24#北侧丽正路            | $1.0 \times 10^3$ | 26.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 5.92E-07 |
|    | 25#北侧绿化             | $1.0 \times 10^3$ | 32.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 3.94E-07 |
|    | 26#北侧院外道路           | $1.0 \times 10^3$ | 33.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 3.71E-07 |
|    | 27#北侧金华职业技术学院体育馆    | $1.0 \times 10^3$ | 50.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 4.19E-07 | 1.64E-07 |
|    | 1#第一术者位（铅衣内）        | $1.0 \times 10^3$ | 0.5  | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb防护吊帘（1.0） | 4.08E-03 | 16.30    |
|    | 1#第一术者位（铅衣外）        | $1.0 \times 10^3$ | 0.5  | 0.5mmPb防护吊帘（0.5）           | 2.52E-02 | 100.62   |
|    | 1#第二术者位（铅衣内）        | $1.0 \times 10^3$ | 1.0  | 0.5mmPb铅衣+0.5mmPb防护吊帘（1.0） | 4.08E-03 | 4.08     |
|    | 1#第二术者位（铅衣外）        | $1.0 \times 10^3$ | 1.0  | 0.5mmPb防护吊帘（0.5）           | 2.52E-02 | 25.15    |
|    | 2#北侧防护门外30cm处（控制室）  | $1.0 \times 10^3$ | 2.6  | 4.0mm铅板（4.0）               | 3.69E-07 | 5.46E-05 |
|    | 3#北侧观察窗外30cm处（控制室）  | $1.0 \times 10^3$ | 2.6  | 4.0mmPb铅玻璃（4.0）            | 3.69E-07 | 5.46E-05 |
|    | 4#北侧墙体外30cm处（控制室）   | $1.0 \times 10^3$ | 2.6  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 2.54E-06 |
|    | 5#东侧墙体外30cm处（医生办公室） | $1.0 \times 10^3$ | 3.8  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.19E-06 |
|    | 6#东侧墙体外30cm处（楼梯间）   | $1.0 \times 10^3$ | 3.8  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.19E-06 |
|    | 7#东侧墙体外30cm处（设备间）   | $1.0 \times 10^3$ | 3.8  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.19E-06 |
|    | 8#东侧防护门外30cm处（污物走廊） | $1.0 \times 10^3$ | 3.8  | 4.0mm铅板（4.0）               | 3.69E-07 | 2.56E-05 |
|    | 9#南侧墙体外30cm处（走廊）    | $1.0 \times 10^3$ | 3.4  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.49E-06 |

|                          |                   |      |                            |          |          |
|--------------------------|-------------------|------|----------------------------|----------|----------|
| 10#西侧防护门外30cm处（患者准备间）    | $1.0 \times 10^3$ | 4.2  | 4.0mm铅板（4.0）               | 3.69E-07 | 2.09E-05 |
| 11#西侧墙体外30cm处（谈话间）       | $1.0 \times 10^3$ | 4.2  | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 9.75E-07 |
| 12#上层距地面100cm处（胃镜室、患者通道） | $1.0 \times 10^3$ | 5.8  | 150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（3.2）  | 4.30E-06 | 1.28E-04 |
| 13#楼下距地面170cm处（地下停车场）    | $1.0 \times 10^3$ | 4.3  | 150mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（3.2）  | 4.30E-06 | 2.32E-04 |
| 14#东侧院内道路                | $1.0 \times 10^3$ | 11.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.23E-07 |
| 15#东侧发热门诊                | $1.0 \times 10^3$ | 35.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.34E-08 |
| 16#东侧康复花园                | $1.0 \times 10^3$ | 38.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.14E-08 |
| 17#东南侧非机动车库出入口           | $1.0 \times 10^3$ | 28.8 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 2.07E-08 |
| 18#东南侧非机动车停车位            | $1.0 \times 10^3$ | 44.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 8.72E-09 |
| 19#南侧院内道路                | $1.0 \times 10^3$ | 29.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.99E-08 |
| 20#南侧急救车位                | $1.0 \times 10^3$ | 43.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 9.13E-09 |
| 21#南侧绿地                  | $1.0 \times 10^3$ | 49.4 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 7.04E-09 |
| 22#西北侧停车位                | $1.0 \times 10^3$ | 27.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 2.26E-08 |
| 23#北侧院内道路                | $1.0 \times 10^3$ | 11.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.28E-07 |
| 24#北侧丽正路                 | $1.0 \times 10^3$ | 26.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 2.43E-08 |
| 25#北侧绿化                  | $1.0 \times 10^3$ | 32.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.62E-08 |
| 26#北侧院外道路                | $1.0 \times 10^3$ | 33.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 1.52E-08 |
| 27#北侧金华职业技术学院体育馆         | $1.0 \times 10^3$ | 50.6 | 240mm混凝土砖+40mm硫酸钡防护涂料（5.0） | 1.72E-08 | 6.71E-09 |

### （3）漏射和散射总辐射剂量率估算

根据表 11-4 和表 11-5 的计算结果，将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表。

表11-6 各个预测点的总辐射剂量率

| 场所    | 工作模式 | 关注点位置描述               | 散射辐射剂量率          | 泄漏辐射剂量率          | 总辐射剂量率           |
|-------|------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
|       |      |                       | $\mu\text{Gy/h}$ | $\mu\text{Gy/h}$ | $\mu\text{Gy/h}$ |
| DSA机房 | 减影   | 2#北侧防护门外 30cm 处（控制室）  | 8.17E-02         | 7.60E-04         | 8.25E-02         |
|       |      | 3#北侧观察窗外 30cm 处（控制室）  | 8.17E-02         | 7.60E-04         | 8.25E-02         |
|       |      | 4#北侧墙体外 30cm 处（控制室）   | 6.66E-03         | 6.20E-05         | 6.72E-03         |
|       |      | 5#东侧墙体外 30cm 处（医生办公室） | 3.12E-03         | 2.90E-05         | 3.15E-03         |

|  |    |                            |          |          |          |
|--|----|----------------------------|----------|----------|----------|
|  |    | 6#东侧墙体外 30cm 处（楼梯间）        | 3.12E-03 | 2.90E-05 | 3.15E-03 |
|  |    | 7#东侧墙体外 30cm 处（设备间）        | 3.12E-03 | 2.90E-05 | 3.15E-03 |
|  |    | 8#东侧防护门外 30cm 处（污物走廊）      | 3.83E-02 | 3.56E-04 | 3.86E-02 |
|  |    | 9#南侧墙体外 30cm 处（走廊）         | 3.89E-03 | 3.62E-05 | 3.93E-03 |
|  |    | 10#西侧防护门外 30cm 处（患者准备间）    | 3.13E-02 | 2.91E-04 | 3.16E-02 |
|  |    | 11#西侧墙体外 30cm 处（谈话间）       | 2.55E-03 | 2.38E-05 | 2.58E-03 |
|  |    | 12#上层距地面 100cm 处（胃镜室、患者通道） | 1.58E-01 | 1.14E-03 | 1.59E-01 |
|  |    | 13#楼下距地面 170cm 处（地下停车场）    | 1.64E-01 | 2.07E-03 | 1.66E-01 |
|  |    | 14#东侧院内道路                  | 3.23E-04 | 3.01E-06 | 3.26E-04 |
|  |    | 15#东侧发热门诊                  | 3.51E-05 | 3.27E-07 | 3.55E-05 |
|  |    | 16#东侧康复花园                  | 2.99E-05 | 2.78E-07 | 3.02E-05 |
|  |    | 17#东南侧非机动车库出入口             | 5.43E-05 | 5.05E-07 | 5.48E-05 |
|  |    | 18#东南侧非机动车停车位              | 2.28E-05 | 2.13E-07 | 2.31E-05 |
|  |    | 19#南侧院内道路                  | 5.21E-05 | 4.85E-07 | 5.26E-05 |
|  |    | 20#南侧急救车位                  | 2.39E-05 | 2.22E-07 | 2.41E-05 |
|  |    | 21#南侧绿地                    | 1.84E-05 | 1.72E-07 | 1.86E-05 |
|  |    | 22#西北侧停车位                  | 5.91E-05 | 5.50E-07 | 5.97E-05 |
|  |    | 23#北侧院内道路                  | 3.35E-04 | 3.11E-06 | 3.38E-04 |
|  |    | 24#北侧丽正路                   | 6.36E-05 | 5.92E-07 | 6.42E-05 |
|  |    | 25#北侧绿化                    | 4.24E-05 | 3.94E-07 | 4.28E-05 |
|  |    | 26#北侧院外道路                  | 3.99E-05 | 3.71E-07 | 4.03E-05 |
|  |    | 27#北侧金华职业技术学院体育馆           | 1.76E-05 | 1.64E-07 | 1.77E-05 |
|  | 透视 | 1#第一术者位（铅衣内）               | 43.80    | 16.30    | 60.10    |
|  |    | 1#第一术者位（铅衣外）               | 270.28   | 100.62   | 370.90   |
|  |    | 1#第二术者位（铅衣内）               | 10.95    | 4.08     | 15.03    |
|  |    | 1#第二术者位（铅衣外）               | 67.57    | 25.15    | 92.73    |
|  |    | 2#北侧防护门外 30cm 处（控制室）       | 1.47E-04 | 5.46E-05 | 2.01E-04 |
|  |    | 3#北侧观察窗外 30cm 处（控制室）       | 1.47E-04 | 5.46E-05 | 2.01E-04 |
|  |    | 4#北侧墙体外 30cm 处（控制室）        | 6.83E-06 | 2.54E-06 | 9.37E-06 |
|  |    | 5#东侧墙体外 30cm 处（医生办公室）      | 3.20E-06 | 1.19E-06 | 4.39E-06 |
|  |    | 6#东侧墙体外 30cm 处（楼梯间）        | 3.20E-06 | 1.19E-06 | 4.39E-06 |
|  |    | 7#东侧墙体外 30cm 处（设备间）        | 3.20E-06 | 1.19E-06 | 4.39E-06 |
|  |    | 8#东侧防护门外 30cm 处（污物走廊）      | 6.87E-05 | 2.56E-05 | 9.43E-05 |
|  |    | 9#南侧墙体外 30cm 处（走廊）         | 3.99E-06 | 1.49E-06 | 5.48E-06 |
|  |    | 10#西侧防护门外 30cm 处（患者准备间）    | 5.62E-05 | 2.09E-05 | 7.72E-05 |
|  |    | 11#西侧墙体外 30cm 处（谈话间）       | 2.62E-06 | 9.75E-07 | 3.59E-06 |
|  |    | 12#上层距地面 100cm 处（胃镜室、患者通道） | 4.44E-04 | 1.28E-04 | 5.71E-04 |
|  |    | 13#楼下距地面 170cm 处（地下停车场）    | 4.62E-04 | 2.32E-04 | 6.94E-04 |
|  |    | 14#东侧院内道路                  | 3.32E-07 | 1.23E-07 | 4.55E-07 |

|  |                  |          |          |          |
|--|------------------|----------|----------|----------|
|  | 15#东侧发热门诊        | 3.60E-08 | 1.34E-08 | 4.94E-08 |
|  | 16#东侧康复花园        | 3.07E-08 | 1.14E-08 | 4.21E-08 |
|  | 17#东南侧非机动车库出入口   | 5.57E-08 | 2.07E-08 | 7.64E-08 |
|  | 18#东南侧非机动车停车位    | 2.34E-08 | 8.72E-09 | 3.21E-08 |
|  | 19#南侧院内道路        | 5.34E-08 | 1.99E-08 | 7.33E-08 |
|  | 20#南侧急救车位        | 2.45E-08 | 9.13E-09 | 3.36E-08 |
|  | 21#南侧绿地          | 1.89E-08 | 7.04E-09 | 2.60E-08 |
|  | 22#西北侧停车位        | 6.06E-08 | 2.26E-08 | 8.32E-08 |
|  | 23#北侧院内道路        | 3.43E-07 | 1.28E-07 | 4.71E-07 |
|  | 24#北侧丽正路         | 6.53E-08 | 2.43E-08 | 8.96E-08 |
|  | 25#北侧绿化          | 4.35E-08 | 1.62E-08 | 5.96E-08 |
|  | 26#北侧院外道路        | 4.09E-08 | 1.52E-08 | 5.61E-08 |
|  | 27#北侧金华职业技术学院体育馆 | 1.80E-08 | 6.71E-09 | 2.47E-08 |

由表 11-6 计算结果可知：减影时，北侧控制室操作位辐射剂量率最大为  $8.25 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ ，机房周边辐射剂量率最大为  $1.66 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ ；透视时，北侧控制室操作位辐射剂量率最大为  $2.01 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ ，机房周边辐射剂量率最大为  $6.94 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ 。根据《辐射防护导论》，在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动能与以 Sv 为单位的剂量当量，数值上几乎相等，因此，本项目在屏蔽计算章节，将 Gy 等同于 Sv。

综上，本项目 DSA 在正常运行情况下，机房外控制室操作位、四侧防护墙外、楼上、楼下及防护门、观察窗外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对“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  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于  $25 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

## 2、工作人员及公众个人剂量估算

DSA减影曝光时，除存在临床不可接受的情况外医护人员均回到控制室，由控制室技师进行隔室操作；DSA透视曝光时，技师位于控制室，医护人员在DSA机房内近台操作。

参考联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000年报告附录A公式以及居留因子的选取，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$H_1 = H_0 \cdot T \cdot t \cdot l \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

$H_1$ —X射线外照射有效剂量，mSv；

$H_0$ —X射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$T$ —居留因子；

$t$ —X射线年照射时间，h；

$l$ —剂量换算系数，Sv/Gy 取 1。

本项目的居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，具体数值见表11-7。

**表11-7 居留因子的选取**

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

职业人员及公众年有效剂量计算结果详见表11-8。

**表 11-8 减影和透视下职业人员及公众年有效剂量计算结果**

| 场所    | 工作模式 | 保护目标        | 关注点 | 总辐射剂量率 $H_0$     | 年工作时间 $t$ | 居留因子 $T$ | 年有效剂量 $H_1$ |
|-------|------|-------------|-----|------------------|-----------|----------|-------------|
|       |      |             |     | $\mu\text{Gy/h}$ | h         | /        | mSv         |
| DSA机房 | 减影   | 北侧控制室       | 2#  | 8.25E-02         | 5         | 1        | 4.12E-04    |
|       |      | 北侧控制室       | 2#  | 8.25E-02         | 3.34      | 1        | 2.75E-04    |
|       |      | 东侧医生办公室     | 5#  | 3.15E-03         | 5         | 1        | 1.57E-05    |
|       |      | 东侧楼梯间       | 6#  | 3.15E-03         | 5         | 1/8      | 1.97E-06    |
|       |      | 东侧设备间       | 7#  | 3.15E-03         | 5         | 1/8      | 1.97E-06    |
|       |      | 东侧污物走廊      | 8#  | 3.86E-02         | 5         | 1/8      | 2.41E-05    |
|       |      | 南侧走廊        | 9#  | 3.93E-03         | 5         | 1/4      | 4.91E-06    |
|       |      | 西侧患者准备间     | 10# | 3.16E-02         | 5         | 1/2      | 7.90E-05    |
|       |      | 西侧谈话间       | 11# | 2.58E-03         | 5         | 1/2      | 6.44E-06    |
|       |      | 上层胃镜室、患者通道  | 12# | 1.59E-01         | 5         | 1        | 7.95E-04    |
|       |      | 楼下地下停车场     | 13# | 1.66E-01         | 5         | 1/8      | 1.04E-04    |
|       |      | 东侧院内道路      | 14# | 3.26E-04         | 5         | 1/8      | 2.04E-07    |
|       |      | 东侧发热门诊      | 15# | 3.55E-05         | 5         | 1        | 1.77E-07    |
|       |      | 东侧康复花园      | 16# | 3.02E-05         | 5         | 1/8      | 1.89E-08    |
|       |      | 东南侧非机动车库出入口 | 17# | 5.48E-05         | 5         | 1/8      | 3.29E-08    |
|       |      | 东南侧非机动车停车位  | 18# | 2.31E-05         | 5         | 1/8      | 1.44E-08    |

|  |    |               |     |          |       |      |          |
|--|----|---------------|-----|----------|-------|------|----------|
|  |    | 南侧院内道路        | 19# | 5.26E-05 | 5     | 1/8  | 3.29E-08 |
|  |    | 南侧急救车位        | 20# | 2.41E-05 | 5     | 1/8  | 1.51E-08 |
|  |    | 南侧绿地          | 21# | 1.86E-05 | 5     | 1/16 | 5.82E-09 |
|  |    | 西北侧停车位        | 22# | 5.97E-05 | 5     | 1/8  | 3.73E-08 |
|  |    | 北侧院内道路        | 23# | 3.38E-04 | 5     | 1/8  | 2.11E-07 |
|  |    | 北侧丽正路         | 24# | 6.42E-05 | 5     | 1/8  | 4.01E-08 |
|  |    | 北侧绿化          | 25# | 4.28E-05 | 5     | 1/16 | 1.34E-08 |
|  |    | 北侧院外道路        | 26# | 4.03E-05 | 5     | 1/8  | 2.52E-08 |
|  |    | 北侧金华职业技术学院体育馆 | 27# | 1.77E-05 | 5     | 1    | 8.87E-08 |
|  | 透视 | 1#第一术者位（铅衣内）  | 1#  | 60.10    | 66.67 | 1    | 4.01     |
|  |    | 1#第一术者位（铅衣外）  | 1#  | 370.90   | 66.67 | 1    | 24.73    |
|  |    | 1#第二术者位（铅衣内）  | 1#  | 15.03    | 66.67 | 1    | 1.00     |
|  |    | 1#第二术者位（铅衣外）  | 1#  | 92.73    | 66.67 | 1    | 6.18     |
|  |    | 北侧控制室         | 2#  | 2.01E-04 | 100   | 1    | 2.01E-05 |
|  |    | 东侧医生办公室       | 5#  | 4.39E-06 | 100   | 1    | 4.39E-07 |
|  |    | 东侧楼梯间         | 6#  | 4.39E-06 | 100   | 1/8  | 5.49E-08 |
|  |    | 东侧设备间         | 7#  | 4.39E-06 | 100   | 1/8  | 5.49E-08 |
|  |    | 东侧污物走廊        | 8#  | 9.43E-05 | 100   | 1/8  | 1.18E-06 |
|  |    | 南侧走廊          | 9#  | 5.48E-06 | 100   | 1/4  | 1.37E-07 |
|  |    | 西侧患者准备间       | 10# | 7.72E-05 | 100   | 1/2  | 3.86E-06 |
|  |    | 西侧谈话间         | 11# | 3.59E-06 | 100   | 1/2  | 1.80E-07 |
|  |    | 上层胃镜室、患者通道    | 12# | 5.71E-04 | 100   | 1    | 5.71E-05 |
|  |    | 楼下地下停车场       | 13# | 6.94E-04 | 100   | 1/8  | 8.67E-06 |
|  |    | 东侧院内道路        | 14# | 4.55E-07 | 100   | 1/8  | 5.69E-09 |
|  |    | 东侧发热门诊        | 15# | 4.94E-08 | 100   | 1    | 4.94E-09 |
|  |    | 东侧康复花园        | 16# | 4.21E-08 | 100   | 1/8  | 5.26E-10 |
|  |    | 东南侧非机动车库出入口   | 17# | 7.64E-08 | 100   | 1/8  | 9.55E-10 |
|  |    | 东南侧非机动车停车位    | 18# | 3.21E-08 | 100   | 1/8  | 4.02E-10 |
|  |    | 南侧院内道路        | 19# | 7.33E-08 | 100   | 1/8  | 9.16E-10 |
|  |    | 南侧急救车位        | 20# | 3.36E-08 | 100   | 1/8  | 4.21E-10 |
|  |    | 南侧绿地          | 21# | 2.60E-08 | 100   | 1/16 | 1.62E-10 |
|  |    | 西北侧停车位        | 22# | 8.32E-08 | 100   | 1/8  | 1.04E-09 |
|  |    | 北侧院内道路        | 23# | 4.71E-07 | 100   | 1/8  | 5.89E-09 |
|  |    | 北侧丽正路         | 24# | 8.96E-08 | 100   | 1/8  | 1.12E-09 |
|  |    | 北侧绿化          | 25# | 5.96E-08 | 100   | 1/16 | 3.73E-10 |
|  |    | 北侧院外道路        | 26# | 5.61E-08 | 100   | 1/8  | 7.02E-10 |
|  |    | 北侧金华职业技术学院体育馆 | 27# | 2.47E-08 | 100   | 1    | 2.47E-09 |

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中，对于介入放射学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。当佩戴铅围

裙内、外两个个人剂量计时，采用公式 11-6 进行估算。

$$E=\alpha H_u+\beta H_o \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

$E$ —有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

$\alpha$ —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84，本项目取 **0.79**；

$\beta$ —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100，本项目取 **0.051**；

$H_u$ —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位：mSv；

$H_o$ —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位：mSv。

由式 11-6 计算可知，第一手术位（身体）的受照的有效剂量为 4.43mSv/a，第二手术位（身体）的受照的有效剂量为 1.11mSv/a。

本项目职业人员及公众年有效剂量估算结果汇总于表11-9。

表 11-9 本项目职业人员及公众年有效剂量估算结果

| 场所        | 保护目标        | 关注点 | 减影       | 透视       | 年有效剂量    | 年剂量约束值         |
|-----------|-------------|-----|----------|----------|----------|----------------|
|           |             |     | mSv      | mSv      | mSv      |                |
| DSA<br>机房 | 第一术者位       | 1#  | 2.75E-04 | 4.43     | 4.43     | 职业人员<br>5.0mSv |
|           | 第二术者位       | 1#  | 2.75E-04 | 1.11     | 1.11     |                |
|           | 北侧控制室       | 2#  | 4.12E-04 | 2.01E-05 | 4.33E-04 |                |
|           | 东侧医生办公室     | 5#  | 1.57E-05 | 4.39E-07 | 1.62E-05 | 公众<br>0.1mSv   |
|           | 东侧楼梯间       | 6#  | 1.97E-06 | 5.49E-08 | 2.02E-06 |                |
|           | 东侧设备间       | 7#  | 1.97E-06 | 5.49E-08 | 2.02E-06 |                |
|           | 东侧污物走廊      | 8#  | 2.41E-05 | 1.18E-06 | 2.53E-05 |                |
|           | 南侧走廊        | 9#  | 4.91E-06 | 1.37E-07 | 5.05E-06 |                |
|           | 西侧患者准备间     | 10# | 7.90E-05 | 3.86E-06 | 8.29E-05 |                |
|           | 西侧谈话间       | 11# | 6.44E-06 | 1.80E-07 | 6.62E-06 |                |
|           | 上层胃镜室、患者通道  | 12# | 7.95E-04 | 5.71E-05 | 8.52E-04 |                |
|           | 楼下地下停车场     | 13# | 1.04E-04 | 8.67E-06 | 1.13E-04 |                |
|           | 东侧院内道路      | 14# | 2.04E-07 | 5.69E-09 | 2.10E-07 |                |
|           | 东侧发热门诊      | 15# | 1.77E-07 | 4.94E-09 | 1.82E-07 |                |
|           | 东侧康复花园      | 16# | 1.89E-08 | 5.26E-10 | 1.94E-08 |                |
|           | 东南侧非机动车库出入口 | 17# | 3.29E-08 | 9.55E-10 | 3.52E-08 |                |
|           | 东南侧非机动车停车位  | 18# | 1.44E-08 | 4.02E-10 | 1.48E-08 |                |
|           | 南侧院内道路      | 19# | 3.29E-08 | 9.16E-10 | 3.38E-08 |                |
|           | 南侧急救车位      | 20# | 1.51E-08 | 4.21E-10 | 1.55E-08 |                |
|           | 南侧绿地        | 21# | 5.82E-09 | 1.62E-10 | 5.98E-09 |                |
|           | 西北侧停车位      | 22# | 3.73E-08 | 1.04E-09 | 1.54E-08 |                |
|           | 北侧院内道路      | 23# | 2.11E-07 | 5.89E-09 | 3.87E-08 |                |

|  |               |     |          |          |          |  |
|--|---------------|-----|----------|----------|----------|--|
|  | 北侧丽正路         | 24# | 4.01E-08 | 1.12E-09 | 3.84E-08 |  |
|  | 北侧绿化          | 25# | 1.34E-08 | 3.73E-10 | 2.11E-07 |  |
|  | 北侧院外道路        | 26# | 2.52E-08 | 7.02E-10 | 3.80E-08 |  |
|  | 北侧金华职业技术学院体育馆 | 27# | 8.87E-08 | 2.47E-09 | 2.14E-07 |  |

根据表 11-9 预测结果，本项目 DSA 射线装置在正常运行时，所致机房内职业人员受照的最大年有效剂量为 4.43mSv，控制室内职业人员受照的最大年有效剂量为  $4.33 \times 10^{-4}$  mSv，满足本项目职业人员年剂量约束值 5mSv 的要求；公众人员受照的最大年有效剂量为  $8.52 \times 10^{-4}$  mSv，满足本项目公众年剂量约束值 0.1mSv 的要求。由此说明，本项目 DSA 机房的防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。

上述估算仅是理论推算，实际应用时，工作人员将按要求规范佩戴个人剂量计，以更加准确测量受照情况，切实保护辐射工作人员职业健康。

### 11.3 “三废”影响分析

本项目无放射性废水、固废、废气产生。

本项目 DSA 射线能量低，电离产生的臭氧和氮氧化物额度非常低，且臭氧可自然分解为氧气，DSA 机房拟设置动力通风装置，以保持机房内良好通风，废气经通风系统由机房所在楼楼顶排放，经自然分解，对周围环境的影响极小。

本项目产生的医疗废水经医院废水处理设施预处理后纳管排放，工作人员产生的生活污水经化粪池预处理后纳管排放，对环境影响较小；产生的医疗废物采用专用容器分类收集后，依托污洗间暂存，定期转移至医院医疗废物房暂存，并委托有资质的单位进行妥善安全处置，工作人员产生的生活垃圾由医院内设置的垃圾桶收集，并由环卫部门定时清运。本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

## 11.4 事故影响分析

### 11.4.1 辐射事故情况

(1) 装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

(2) 工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，控制室人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

(3) X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射；

(4) 维修人员在射线装置过程维修中，设备意外出束时，可能造成维修人员受

意外照射。

#### **11.4.2 事故影响防范措施**

(1) 制定经常性自检制度，对门-灯联锁、监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志等防护设施进行经常性检查，如发现这些防护设施不够完善或失灵，立即维护、修复；

(2) 制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，减少意外照射事故的发生；

(3) 医务人员必须严格按照 X 射线装置操作程序进行诊断，确定机房内工作人员及病人家属均离开机房后方可开机，以避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射；

(4) 医护人员进行DSA手术前，一定要配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等防护物品佩戴个人剂量计后方可进行手术作业；

(5) 项目应严格遵循所用辐射设备的安全使用年限，避免机械故障造成辐射事故，严禁超期使用；

(6) 严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如验收监测及年度监测结果表明外墙、防护门缝隙、观察窗、孔洞等处辐射水平偏高时，应立即停机，查明原因并优化屏蔽设计和施工，未整改到位前，设备不得开机；

(7) 制定辐射事故应急预案，并定期进行演练；发现问题，及时进行整改。

#### **11.4.3 事故影响防范措施**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，医院应制定辐射事故应急预案，医院应在以后辐射工作开展过程中定期进行演练，及时进行整改。同时医院应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。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，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

医院在落实本次评价提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

**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**

### **12.1.1 机构设置**

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》相关要求，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。

建设单位应设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责辐射安全管理工作及相关工作，或至少有 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，并明确管理机构组成人员及人员职责。

### **12.1.2 辐射工作人员管理**

#### **（1）职业健康检查**

本项目新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托有相关资质的单位对现有辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

#### **（2）辐射工作人员培训**

本项目新增辐射工作人员，上岗前应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台相应类别的培训，并参加考核，考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

#### **（3）个人剂量检测**

本项目新增辐射工作人员应配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。医院应做到以下几个方面：

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人监测剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

### 12.1.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，辐射工作单位应当对本单位放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前将评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。年度评估报告应当包括：放射性同位素与射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

## 12.2 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》等法律法规要求，使用射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，还应有完善的辐射事故应急措施”。

针对本项目新增的 DSA，在本项目建设后运行中，建设单位应根据本项目核技术利用项目的特点，制定以下方面的管理制度，以保证 DSA 项目放射诊疗工作安全有序开展：

- （1）DSA 操作规程；
- （2）辐射工作人员岗位职责；
- （3）辐射防护和安全保卫制度；
- （4）设备检修维护制度；
- （5）射线装置使用登记制度；
- （6）辐射工作人员培训计划；
- （7）监测方案；
- （8）辐射事故应急预案。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院拟配备 1 台 X- $\gamma$  辐射剂量率巡检仪，并为每名 DSA 辐射工作人员配备个人剂量计，为 DSA 医生配备双剂量计，建立个人剂量档案。

### 12.3.2 监测计划

医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。

表12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

| 监测类别   | 工作场所   | 监测因子    | 监测频度     | 监测设备     | 监测范围                                                                                    | 监测类型 |
|--------|--------|---------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 年度监测   | DSA 机房 | 周围剂量当量率 | 1次/年     | 按照国家规定进行 | DSA 机房墙外30cm处、顶棚上方距地面100cm处，楼下距地面170cm处、周围需要关注的监督区、机房防护门、门缝、观察窗、控制室操作位、手术位、电缆/空调/风管穿墙处等 | 委托监测 |
| 日常监测   | DSA 机房 | 周围剂量当量率 | 1次/季度    | 按照国家规定进行 |                                                                                         | 自行监测 |
| 验收监测   | DSA 机房 | 周围剂量当量率 | 项目完成3个月内 | 按照国家规定进行 |                                                                                         | 委托监测 |
| 个人剂量检测 | /      | 个人剂量当量  | 不超过3个月   | 个人剂量计    | 所有辐射工作人员                                                                                | 委托监测 |

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

### 12.4 环保竣工验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

### 12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，医院应制定辐射事故应急预案。辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （一）应急机构和职责分工；
- （二）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （三）辐射事故分级与应急响应措施；
- （四）辐射事故调查、报告和处理程序。

本项目投入运行前，建设单位应依据本项目情况制定《金华职业技术学院附属医

院（海棠医院）辐射事故应急预案》。同时医院应定期、具有针对性的对可能发生的辐射事故进行演习和辐射安全的法律、法规知识的培训，演习内容包括辐射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，相关演习和培训记录存档。在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

## 13.1 结论

### 13.1.1项目概况

医院拟在医疗综合及科研教学楼东侧裙楼 1 层东北侧新建 1 间 DSA 机房及控制室等辅助用房，并在机房内新增 1 台 DSA 用于影像诊断和介入治疗。DSA 型号未定，最大管电压 150kV，最大管电流 1250mA，属于II类射线装置。

### 13.1.2辐射安全与防护分析结论

#### （1）辐射安全防护措施结论

本项目 DSA 机房四侧墙体：240mm 混凝土砖+40mm 硫酸钡防护涂料(5.0mmPb)，顶棚：150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料(3.2mmPb)，地坪：150mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（3.2mmPb），防护门均为内衬 4mmPb 铅板，观察窗为 4mmPb 玻璃。本项目 DSA 机房平面布局和屏蔽防护设计方案满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

本项目 DSA 机房控制室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。DSA 机房门外拟设电离辐射警告标志、醒目的工作状态指示灯，灯箱处拟设警示语句；DSA 设有急停开关、工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施。

DSA 机房拟配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配置。

#### （2）辐射安全管理结论

医院拟设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责辐射安全管理工作及相关工作。

医院拟安排本项目辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台相应类别的培训，并参加考核，考核合格后上岗。

医院拟安排本项目辐射工作人员进行岗前职业健康检查，满足“符合从事辐射工作”的人员方可上岗。并承诺每两年委托有相关资质的单位为在岗辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

医院拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计。每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。

### 13.1.3 环境影响分析结论

(1) 根据理论预测分析,本项目 DSA 在正常运行情况下,机房外控制室操作位、四侧防护墙外、楼上、楼下及防护门、观察窗外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中对“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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ;具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

(2) 经计算,本项目 DSA 辐射工作人员可能受到的最大年有效剂量满足本项目职业人员年剂量约束值  $5\text{mSv}$  的要求;公众可能受到的最大年有效剂量满足本项目公众年剂量约束值  $0.1\text{mSv}$  的要求。

(3) 本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置,能够保证机房内良好的通风效果,运行过程中产生的臭氧和氮氧化物经动力排风系统排出,最终在机房所在楼楼顶排放,经自然分解后对周围大气环境影响很小。

(4) 本项目产生的医疗废水经医院废水处理设施预处理满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 预处理标准要求后纳管排放;工作人员产生的生活污水经化粪池预处理后纳管排放,对环境影响较小。

(5) 本项目产生的医疗废物采用专用容器分类收集后,依托污洗间暂存,定期转移至医院医疗废物房暂存,并委托有资质的单位进行妥善安全处置;工作人员产生的生活垃圾由医院内设置的垃圾桶收集,并由环卫部门定时清运。本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

(6) 本项目噪声源主要为风机噪声。通过采取设备基础减振,进出风管加装软接、高效消声器、消声弯头等综合降噪措施,经距离衰减后,运行期间医院东侧、南侧和北侧场界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1 类标准要求,西侧场界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)4 类标准要求,对周围环境影响较小。

### 13.1.4 可行性分析结论

#### (1) 产业政策符合性分析结论

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中第一类 鼓励类、第十三项“医药”中第 4 条“高端医疗器械创新发展:新型基因、蛋白和细胞诊断设备,新型医用诊断设备和试剂,高性能医学影像设备,高端放射治

疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

## **（2）实践正当性分析**

医院实施本项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，在项目运行时采取了相应的屏蔽、个人防护和辐射安全管理等措施，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

## **（3）相关规划及选址合理性结论**

本项目拟建于医疗综合及科研教学楼东侧裙楼1层，所在位置为医院用地。本项目评价范围内主要环境保护目标为从事本项目的辐射工作人员及评价范围内活动的公众。项目运营过程产生的电离辐射，在严格执行本项目提出的辐射管理和辐射防护措施后，对周围环境造成的辐射影响是可以接受的，因此本项目的选址是合理的。

## **（4）“三线一单”符合性**

本项目位于“金华市婺城区中心城镇重点管控单元”ZH33070220006，符合金华市“三线一单”生态环境分区管控方案的要求，不涉及生态保护红线、符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求，满足“三线一单”的要求。

## **（5）项目可行性结论**

综上所述，金华职业技术学院附属医院（海棠医院）DSA 射线装置建设项目的建设符合产业政策、实践正当性和“三线一单”的管控要求，选址合理；在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

# **13.2 建议与承诺**

## **13.2.1 建议**

加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

### 13.2.2 承诺

（1）提高辐射安全防护观念和水平，尽快安排落实辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。

（2）本项目取得环评批复后，严格按照已批复的环评文件进行建设，并及时申领辐射安全许可证；项目竣工后，按照国家相关法律法规尽快自主组织竣工环保验收。

（3）按照国家相关法律法规及环评报告的要求制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，保证各种规章制度和操作规程的有效执行，并对应急预案定期进行演练、总结。

（4）医院承诺加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。并接受生态环境主管部门的监督检查。

（5）在实施诊治之前，事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

（6）按要求每年向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。

表 14 审批

|                |    |     |
|----------------|----|-----|
| 下一级生态环境部门预审意见： |    |     |
| 经办人：           | 公章 |     |
|                | 年  | 月 日 |

|       |    |     |
|-------|----|-----|
| 审批意见： |    |     |
| 经办人：  | 公章 |     |
|       | 年  | 月 日 |