

表1 项目基本情况

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                        |      |                        |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|--------------|
| 建设项目名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | 汉中职业技术学院附属医院数字减影血管造影设备核技术利用项目                                                                                                         |                                                                                                                                                        |      |                        |              |
| 建设单位                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 汉中职业技术学院附属医院                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |      |                        |              |
| 法人代表                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 严绍明                                                                                                                                   | 联系人                                                                                                                                                    | 张永寿  | 联系电话                   | 0916-2522302 |
| 注册地址                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 陕西省汉中市天汉大道 670 号                                                                                                                      |                                                                                                                                                        |      |                        |              |
| 项目建设地点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | 陕西省汉中市天汉大道 670 号汉中职业技术学院附属医院 1 号住院楼 1 层东侧                                                                                             |                                                                                                                                                        |      |                        |              |
| 立项审批部门                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | /                                                                                                                                     |                                                                                                                                                        | 批准文号 | /                      |              |
| 建设项目总投资 (万元)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          | 760                                                                                                                                   | 项目环保投资 (万元)                                                                                                                                            | 12   | 投资比例 (环保投资/总投资)        | 1.58%        |
| 项目性质                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | <input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 |                                                                                                                                                        |      | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) | 90.91        |
| 应用类型                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 放射源      | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                           | <input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类        |      |                        |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                           | <input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 |      |                        |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 非密封放射性物质 | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                           | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物                                                                                                                 |      |                        |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                           | /                                                                                                                                                      |      |                        |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | <input type="checkbox"/> 使用                                                                                                           | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙                                                                                                  |      |                        |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 射线装置     | <input type="checkbox"/> 生产                                                                                                           | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类                                                                                             |      |                        |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | <input type="checkbox"/> 销售                                                                                                           | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类                                                                                             |      |                        |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | <input checked="" type="checkbox"/> 使用                                                                                                | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类                                                                                  |      |                        |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 其他       | /                                                                                                                                     |                                                                                                                                                        |      |                        |              |
| <b>项目概述</b><br><b>1.1 建设单位概况</b><br><p>汉中职业技术学院附属医院（原汉中医校附属医院）始建于 1962 年，是一所集医疗、教学、预防、科研为一体的二级甲等综合医院和国家爱婴医院。市级医保、合疗定点医院。医院服务范围覆盖全市及周边部分地市县。医院位于汉中市中心城区天汉大道 670 号，占地面积约 40 亩，建筑面积 25000 平米。医院开放病床 300 余张，年门诊量近 15 万人次，年出院患者近 7000 人次，年手术量近 2000 台次。医院现有专业技术人员 300 余人，其中副主任医师、副教授等高级职称 33 人、中级职称 57 人、初级职称近 200 人。</p> <b>1.2 核技术应用的目的是任务的由来</b><br><p>为保障医院介入诊疗的正常开展，汉中职业技术学院附属医院拟对医院 1 号住院楼一层东侧原 DR 机房、走廊、胃肠机房、胃肠机操作室进行改造，将原 DR 机转移至汉中职业技术学院实验楼一楼，原胃肠机转移至 1 号住院楼 1 层西侧，并重新布局，改建后在手术室内安装一台万东医疗 CGO-2100Plus 医用血管造影 X 射线系统（DSA），配</p> |          |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                        |      |                        |              |

备相应的辅助用房，以开展介入诊疗工作。

根据《射线装置分类》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目拟安装的医用血管造影 X 射线机属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）本项目为“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。

本报告在现场踏勘和收集有关资料的基础上，依据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了本项目的辐射环境影响报告表。

### 1.3 项目建设规模

#### 1.3.1 项目简介

项目名称：汉中职业技术学院附属医院数字减影血管造影设备核技术利用项目

建设单位：汉中职业技术学院附属医院

建设地点：汉中职业技术学院附属医院 1 号住院楼 1 层东侧

建设规模：建设 DSA 介入手术室 1 座，安装 1 台医用血管造影 X 射线机（DSA），配备相应的辅助用房

项目性质：改扩建

#### 1.3.2 本次环评建设内容及规模

汉中职业技术学院附属医院拟对医院 1 号住院楼一层东侧 DR 机房、走廊、胃肠机房、胃肠机操作室进行改造，将原 DR 机转移至汉中职业技术学院实验楼一楼，原胃肠机转移至 1 号住院楼 1 层西侧（原 DR、胃肠机已重新办理环境影响登记表，备案文号：202261070200000009）；改建后在手术室内安装一台万东医疗 CGO-2100Plus 医用血管造影 X 射线系统（DSA），配备相应的辅助用房。项目涉及机房屏蔽体及辅助用房的改建。本项目医用血管造影 X 射线系统最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。项目建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

| 类别   | 项目名称      |     | 建设内容                                                                                               | 备注 |
|------|-----------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 主体工程 | DSA 介入手术室 | 改造前 | 本项目 DSA 介入手术室改造前为胃肠机房，尺寸为：长×宽×高：5.76m×5.76m×3.3m，面积为 33.18m <sup>2</sup> 。胃肠机房楼下为实土层，各屏蔽部位及防护情况如下： | /  |
|      |           |     | 东墙、北墙                                                                                              |    |
|      |           |     | 西墙、南墙                                                                                              |    |
|      |           |     | 顶部                                                                                                 |    |
|      |           |     | 360mm 黏土实心砖                                                                                        |    |
|      |           |     | 240mm 黏土实心砖                                                                                        |    |
|      |           |     | 120mm 现浇混凝土                                                                                        |    |

|      |                               |                                                                                  |                                                                                                  |                          |    |
|------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----|
|      |                               | 改造后                                                                              | DSA 介入手术室（长×宽×高：5.74m×5.74m×3.28m）面积为 32.95m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 5.74m。手术室楼下为实土层，各屏蔽部位及防护情况如下： |                          | 改造 |
|      |                               |                                                                                  | 屏蔽部位                                                                                             | 防护情况                     |    |
|      |                               |                                                                                  | 东墙、北墙                                                                                            | 360mm 黏土实心砖              |    |
|      |                               |                                                                                  | 西墙、南墙                                                                                            | 240mm 黏土实心砖+10mm 硫酸钡防护砂浆 |    |
|      |                               |                                                                                  | 顶部                                                                                               | 120mm 现浇混凝土+10mm 硫酸钡防护砂浆 |    |
|      |                               |                                                                                  | 患者出入防护门                                                                                          | 3mmPb 脚踏式电动推拉门           |    |
|      |                               |                                                                                  | 操作间防护门                                                                                           | 3mmPb 脚踏式电动单开门           |    |
|      |                               |                                                                                  | 污洗间防护门                                                                                           | 3mmPb 平开铅门               |    |
|      |                               |                                                                                  | 观察窗                                                                                              | 3mmPb 的铅玻璃               |    |
| 辅助工程 | 操作间                           | 位于手术室南侧，建筑面积 6m <sup>2</sup>                                                     |                                                                                                  | 改造                       |    |
|      | 设备间                           | 位于手术室南侧，建筑面积 2m <sup>2</sup>                                                     |                                                                                                  |                          |    |
|      | 谈话间                           | 位于手术室南侧，建筑面积 2m <sup>2</sup>                                                     |                                                                                                  |                          |    |
|      | 污洗间                           | 位于手术室西侧，建筑面积 3m <sup>2</sup>                                                     |                                                                                                  |                          |    |
|      | 缓冲区                           | 位于手术室西侧，建筑面积 6m <sup>2</sup>                                                     |                                                                                                  |                          |    |
|      | 储物间                           | 位于谈话间南侧，建筑面积 8m <sup>2</sup>                                                     |                                                                                                  |                          |    |
|      | 男更                            | 位于储物间南侧，建筑面积 4m <sup>2</sup>                                                     |                                                                                                  |                          |    |
|      | 女更                            | 位于储物间南侧，建筑面积 4m <sup>2</sup>                                                     |                                                                                                  |                          |    |
|      | 卫生间                           | 位于女更东侧，建筑面积 8m <sup>2</sup>                                                      |                                                                                                  |                          |    |
| 铅衣   | 位于储物间东侧，建筑面积 10m <sup>2</sup> |                                                                                  |                                                                                                  |                          |    |
| 公用工程 | 给水工程                          | 由院内主供水管网接入                                                                       |                                                                                                  | 依托原有                     |    |
|      | 排水工程                          | 排水接入院内主排水管网                                                                      |                                                                                                  |                          |    |
|      | 配供电工程                         | 由配电室接入电源                                                                         |                                                                                                  |                          |    |
|      | 通风工程                          | 介入手术室排风风量约为 500m <sup>3</sup> /h，每小时通风次数为 4 次，可保持良好通风。                           |                                                                                                  | 新建                       |    |
| 环保工程 | 废水                            | 项目产生的生活污水和医疗废水经医院污水处理系统处理后排入市政管网。                                                |                                                                                                  | 依托原有                     |    |
|      | 固废                            | 项目生活垃圾收集后交由环卫部门统一处置，医疗废物依托医院原有的医疗废物暂存间，医疗废物经分类收集至暂存间内，定期交有资质单位（汉中市医疗废物处理中心）进行处置。 |                                                                                                  |                          |    |
|      | 辐射防护                          | 介入手术室周围采用符合要求的混凝土、黏土实心砖、硫酸钡防护砂浆、铅玻璃及铅门进行防护。                                      |                                                                                                  |                          |    |

### 1.3.3 设备情况

本项目涉及的医用射线装置见表 1-2。

表 1-2 医用射线装置参数一览表

| 名称            | 型号            | 生产厂家 | 设备参数                        | 类别  | 安装位置                      |
|---------------|---------------|------|-----------------------------|-----|---------------------------|
| 医用血管造影 X 射线系统 | CGO-2100 Plus | 万东医疗 | 最大管电压 125kV<br>最大管电流 1000mA | II类 | 1 号住院楼 1 层东侧<br>DSA 介入手术室 |

### 1.3.4 劳动定员

根据医院提供资料，本项目 DSA 介入手术室拟配备辐射工作人员共 6 名，介入诊疗医师 2 名，护士 2 名，操作技师 2 名，均为医院新增辐射人员（仅操作本项目的 DSA 设备，不与其他科室人员岗位交叉）。环评要求新增辐射工作人员应参加辐射安全防护培训及考核，并持证上岗，上岗前进行职业健康检查。

### 1.3.5 工作负荷

根据医院提供资料，项目投入使用后，预计每年最多进行手术 200 台，每次手术开机照射时间包括透视 10min、摄影 1min，则本项目射线装置的预计年开机工作时间为透视 33.33h、摄影 3.33h。DSA 工作负荷见表 1-3。

表 1-3 工作负荷情况

| 位置        | 工作人员数量 | 年开展工作量 | 平均每台手术曝光时间         | 年曝光时间                    |
|-----------|--------|--------|--------------------|--------------------------|
| DSA 介入手术室 | 6 人    | 200 台  | 10min（透视）+1min（摄影） | 33.33h（透视）<br>+3.33h（摄影） |

## 1.4 项目地理位置及周边环境概况

### 1.4.1 医院周边环境关系

汉中职业技术学院附属医院位于陕西省汉中市天汉大道 670 号，南侧为伞铺街，东侧为公安巷，北侧为在建钟心城小区，西侧为天汉大道。医院地理位置图见图 1-1。医院平面布置及周边环境关系见图 1-2。

### 1.4.2 项目所在门诊二部周边环境关系

本项目 DSA 介入手术室位于 1 号住院楼 1 层东侧。1 号住院楼东侧为 2 号住院楼、北侧为 3 号住院楼、西侧为住院楼、南侧为药剂楼。医院平面布置及周边环境关系见图 1-2。

### 1.4.3 DSA 介入手术室周边环境关系

本项目 DSA 介入手术室位于 1 号住院楼 1 层东侧，DSA 介入手术室东侧、北侧为室外通道，西侧为污洗间和缓冲区，南侧为设备间、操作间和谈话间，楼上为骨显微外科病房，楼下为实土层。介入手术室位置较为独立，通过砖、混凝土、硫酸钡防护砂浆及铅玻璃、铅防护门等隔离后对周边环境影响较小。

## 1.5 选址合理性分析

本项目位于陕西省汉中市天汉大道 670 号汉中职业技术学院附属医院内，项目周围 50m 范围包括医院、北侧在建钟心城小区等，介入手术室区域内一般出现的人员较少，介入科诊疗区域内人员主要为医院介入科的工作人员和需要手术的患者。根据设备工作特点，有用线束不直接照射防护门、观察窗及管线口位置，操作间与 DSA 介入手术室之间设置观察窗，便于观察患者状态，DSA 介入手术室屏蔽设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求，从满足安全诊疗和辐射安全与防护的角度分析，在装置运行时，可有效减少公众人员的照射剂量，也有利于科室射线装置管理，且本项目监督区和控制区划分明确，布局合理，因此项目选址合理可行。

## 1.6 医院现有射线装置应用回顾

### 1.6.1 现有射线装置情况

汉中职业技术学院附属医院在用 6 台Ⅲ类射线装置，报废 2 台Ⅲ类射线装置，汉中职业技术学院附属医院现行《辐射安全许可证》为陕环辐证[70051]（见附件 2），有效期 2020 年 11 月 25 日至 2025 年 11 月 24 日，许可种类和范围为：使用Ⅲ类射线装置。辐射安全许可证许可了 5 台Ⅲ类射线装置（含已报废 2 台Ⅲ类射线装置），环评要求建设单位重新办理辐射安全许可证。

根据汉中职业技术学院附属医院出具的情况说明（附件 10），医院原有Ⅲ类射线装置环境影响登记表遗失；医院针对原有 DR、胃肠机转移至新场所以及新增口腔 CT、牙片机重新办理了环境影响登记表，见附件 9。

现有射线装置情况见表 1-4。

表 1-4 医院现有的射线装置情况一览表

| 序号 | 射线装置名称              | 型号                  | 设备参数           | 类别 | 数量  | 活动种类 | 安装位置  | 备案时间   | 备案文号                   |
|----|---------------------|---------------------|----------------|----|-----|------|-------|--------|------------------------|
| 1  | X 射线计算机体层摄影设备（CT 机） | SOMATOM Perspective | 130kV<br>345mA | Ⅲ类 | 1 台 | 使用   | 放射科一楼 | /      | /                      |
| 2  | 数字 x 线摄影系统（DR 机）    | HGYX-III-D R        | 120kV<br>630mA | Ⅲ类 | 1 台 | 使用   | 放射科一楼 | /      | /                      |
| 3  | 医用诊断 X 射线机（胃肠机）     | PLD5600             | 150kV<br>500mA | Ⅲ类 | 1 台 | 使用   | 放射科一楼 | 2022 年 | 202261070<br>200000009 |

|   |                         |           |                |    |     |    |               |           |                        |
|---|-------------------------|-----------|----------------|----|-----|----|---------------|-----------|------------------------|
| 4 | 口腔 X 射线数字化体层摄影设备（口腔 CT） | PHT-6500  | 90kV<br>10mA   | Ⅲ类 | 1 台 | 使用 | 口腔科<br>一楼     | 2022<br>年 | 202261070<br>200000009 |
| 5 | 牙科 X 射线机（牙片机）           | RAY680(M) | 70kV<br>7mA    | Ⅲ类 | 1 台 | 使用 | 口腔科<br>一楼     | 2022<br>年 | 202261070<br>200000009 |
| 6 | 高频数字医用诊断 x 射线机（DR 机）    | DR-30     | 120kV<br>500mA | Ⅲ类 | 1 台 | 使用 | 汉中职业技术学院实验楼一楼 | 2022<br>年 | 202261070<br>200000009 |
| 7 | CT 机                    | GE-CT/e   | 130kV<br>380mA | Ⅲ类 | 1 台 | 使用 | 已报废           |           |                        |
| 8 | X 射线机（胃肠机）              | TH-600    | 150kV<br>500mA | Ⅲ类 | 1 台 | 使用 | 已报废           |           |                        |

## 1.6.2 辐射安全与管理现状

### ①管理制度

汉中职业技术学院附属医院已成立辐射安全与防护管理小组，明确机构成员组成、相关工作职责，安排有专人负责医院的辐射安全管理工作。医院辐射工作管理逐步规范，制定了较为完善的规章制度，并制定有辐射事故应急预案。医院已制定的制度主要有：《放射安全事故应急预案》、《放射科辐射监测计划》、《放射安全管理制度》、《64 排 CT 和 DR 操作规程》、《放射工作人员岗位职责》、《患者和受检者安全防护制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员档案管理制度》、《影像诊断质量保证方案》等一系列规章制度，用于医院各类射线装置的辐射安全管理。根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》医院须补充完善《设备检修维护制度》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《DSA 设备操作规程》、《DSA 介入手术室辐射事故应急预案》。

### ②辐射工作人员

医院现有辐射工作人员共 11 人，其中 5 人参加了陕西省核安全局组织的陕西省辐射安全与防护培训，接受辐射防护安全知识与法律法规教育，并取得辐射安全培训证书；其余 6 人均未取得辐射安全培训证书，仅操作Ⅲ类射线装置，因此根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 第 9 号）第一条：仅从事Ⅲ类射线装

置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。环评要求：汉中职业技术学院附属医院应按照国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）中公布的“III类射线装置辐射工作人员试题库及考核规则”选取题目，对本单位仅从事III类射线装置使用的辐射工作人员进行考核。考核通过后方可上岗。（环评要求6人参加汉中职业技术学院附属医院组织的辐射安全与防护培训，考核通过后方可上岗）

本次评价涉及的辐射工作人员共计6人，均为医院新增辐射人员（仅操作本项目的DSA设备，不与其他科室人员岗位交叉）。环评要求新增辐射工作人员应参加辐射安全防护培训及考核，并持证上岗，上岗前进行职业健康检查。

根据医院提供的职业健康检查结果，现有9名辐射工作人员均进行了职业健康体检，体检结果见附件5，其余2人未参加职业健康体检（环评要求需进行职业健康检查）。根据医院提供的职业健康检查结果，9名辐射工作人员职业健康检查结果均为“放射性作业体检未见疑似职业病及职业禁忌证”，可继续从事原放射性工作。

辐射工作人员上岗后应定期对其进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查；离岗前应当对其进行离岗前的职业健康检查。职业健康档案终生保存，档案应包括：1）职业史、既往病史和职业照射接触史；2）历次职业健康检查结果及评价处理意见；3）职业性放射性疾病诊疗、医学随访观察等健康资料。

现有辐射工作人员工作期间佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立了个人剂量健康档案并存档。各辐射设备运行良好，无辐射安全事故发生。根据陕西新高科辐射技术有限公司提供的职业性外照射个人剂量检测报告（见附件4），检测周期为2021年1月1日~2021年12月31日，医院所有相关辐射工作人员个人剂量连续一年的累积剂量在0.1~3.61mSv范围内，均满足辐射工作人员造成的附加有效剂量低于1mSv/a的职业人员剂量管理限值。

表 1-5 连续一年个人剂量统计表

| 序号 | 姓名  | 2021年1月-3月有效剂量(mSv/a) | 2021年4月-6月有效剂量(mSv/a) | 2021年7月-9月有效剂量(mSv/a) | 2021年10月-12月有效剂量(mSv/a) | 2021年1月-2021年12月有效剂量(mSv/a) |
|----|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1  | 张永寿 | 0.1                   | 0.18                  | 0.02                  | 0.02                    | 0.32                        |

|    |     |      |      |      |      |      |
|----|-----|------|------|------|------|------|
| 2  | 王应征 | 0.01 | 0.18 | 0.06 | 0.02 | 0.27 |
| 3  | 沙小辉 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.1  |
| 4  | 张婷  | 0.12 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.17 |
| 5  | 张勇  | 0.01 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.12 |
| 6  | 魏有  | 0.07 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.15 |
| 7  | 卢长旭 | 0.03 | 0.01 | 0.37 | 3.20 | 3.61 |
| 8  | 王振丽 | 0.01 | 0.06 | 0.02 | 0.07 | 0.16 |
| 9  | 王磊  | /    | /    | 0.02 | 0.02 | 0.04 |
| 10 | 卢建军 | /    | /    | 0.02 | 0.02 | 0.04 |
| 11 | 周于钦 | /    | /    | 0.07 | 0.12 | 0.19 |

### ③现有辐射工作场所

根据 2021 年 8 月 2 日陕西美康辐射防护技术服务有限公司出具的汉中职业技术学院附属医院医用 X 射线诊断设备放射工作场所检测（报告编号：MKJC-2021143-C 号，见附件 6）以及 2021 年 10 月 12 日陕西鸿泰检验检测有限公司出具的汉中职业技术学院 X 射线设备机房防护检测（报告编号：HTJC-FH-21122 号，见附件 6）可知，汉中职业技术学院附属医院原有射线装置 2021 年度工作场所防护检测结果均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

### 1.7 项目实践正当性分析

按照《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”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

医用血管造影 X 射线机（DSA）在医疗诊断和手术辅助等方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。项目营运以后，将为病人提供一个优越的就医环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。

因此，该医用血管造影 X 射线机（DSA）的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

### 1.8 产业政策符合性

本项目主要使用医用血管造影 X 射线机（DSA）从事介入手术工作，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类中“十三 5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射诊疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，本项目属于上述“数字化医学影像设备的应用”，属于鼓励类。

综上，本项目医用血管造影 X 射线机（DSA）的使用符合国家的产业政策。

仅限汉中职业技术学院附属医院数字减影血管造影设备核技术利用项目公示



图 1-1 项目地理位置图

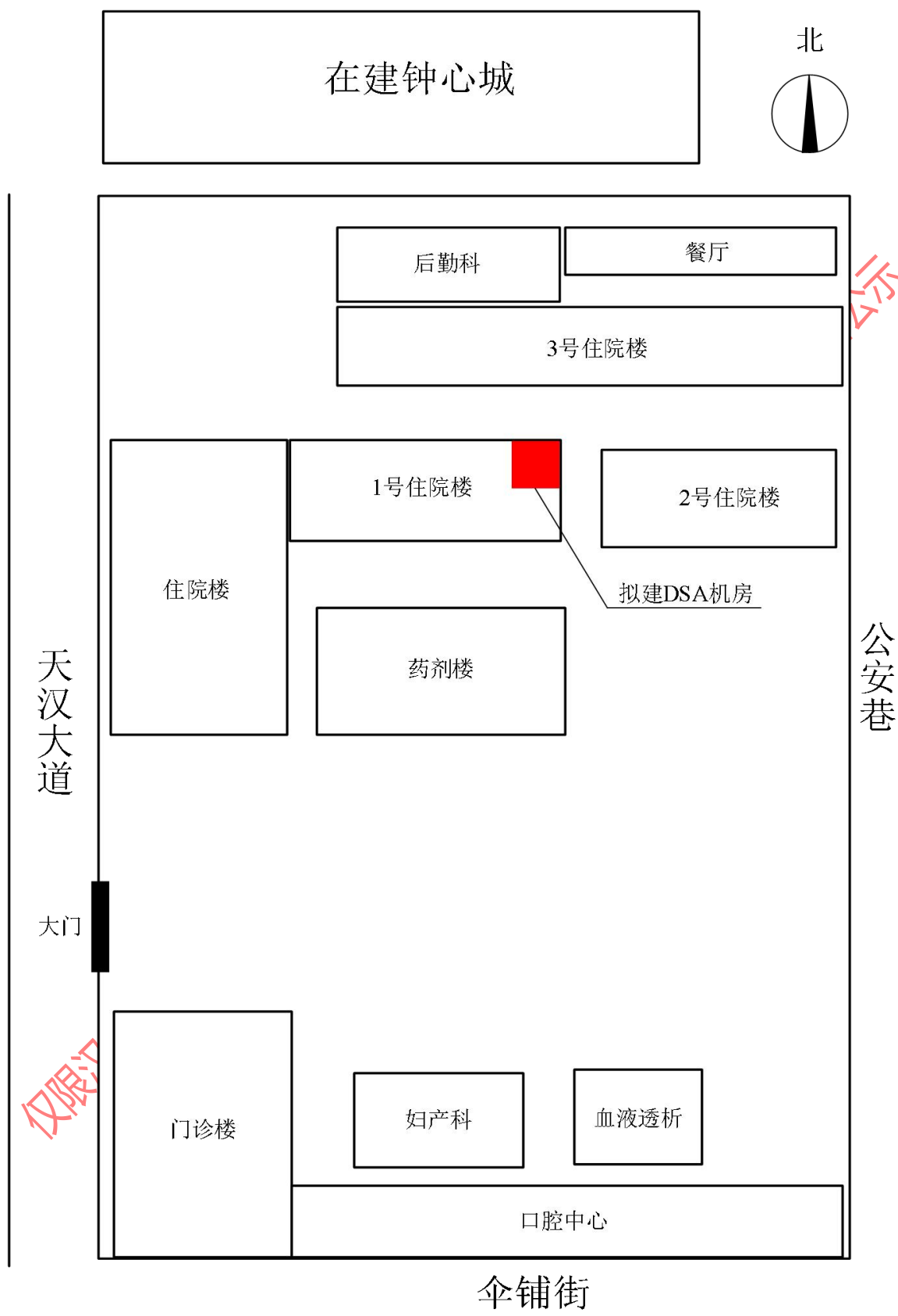


图 1-2 医院平面布置及周边环境关系示意图

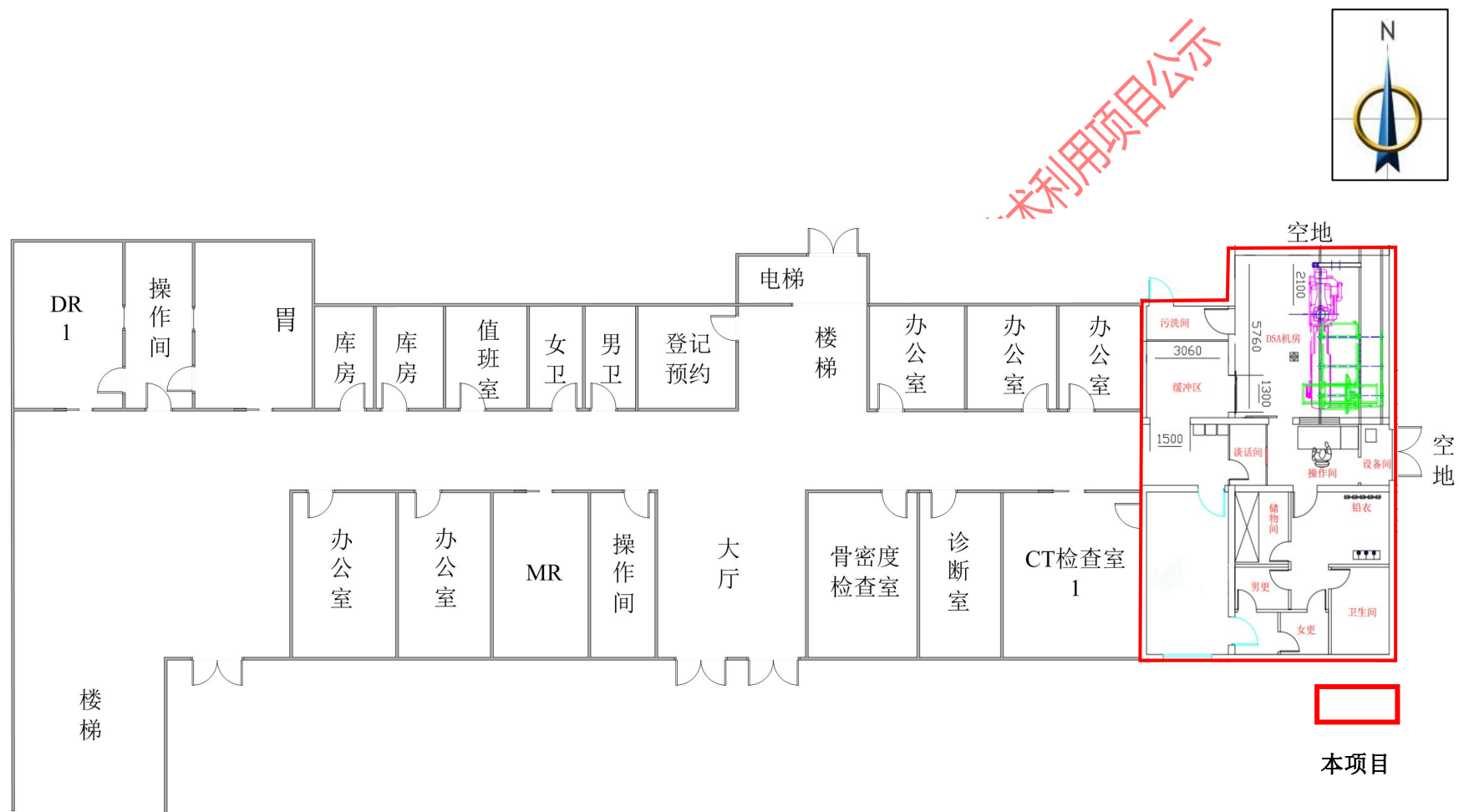


图 1-3 DSA 介入手术室所在楼层平面布置图

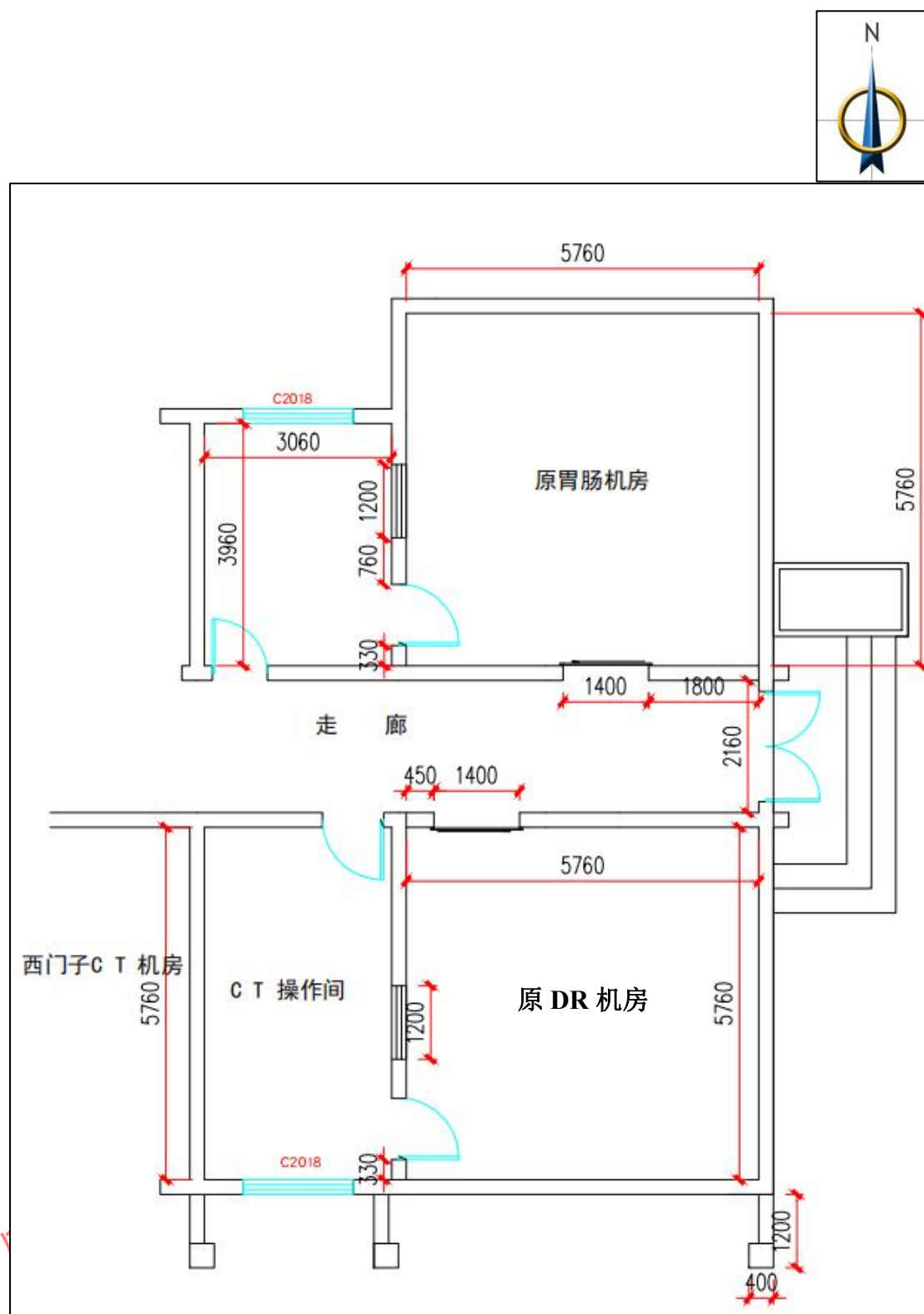


图 1-4 DSA 介入手术室改造前局部图

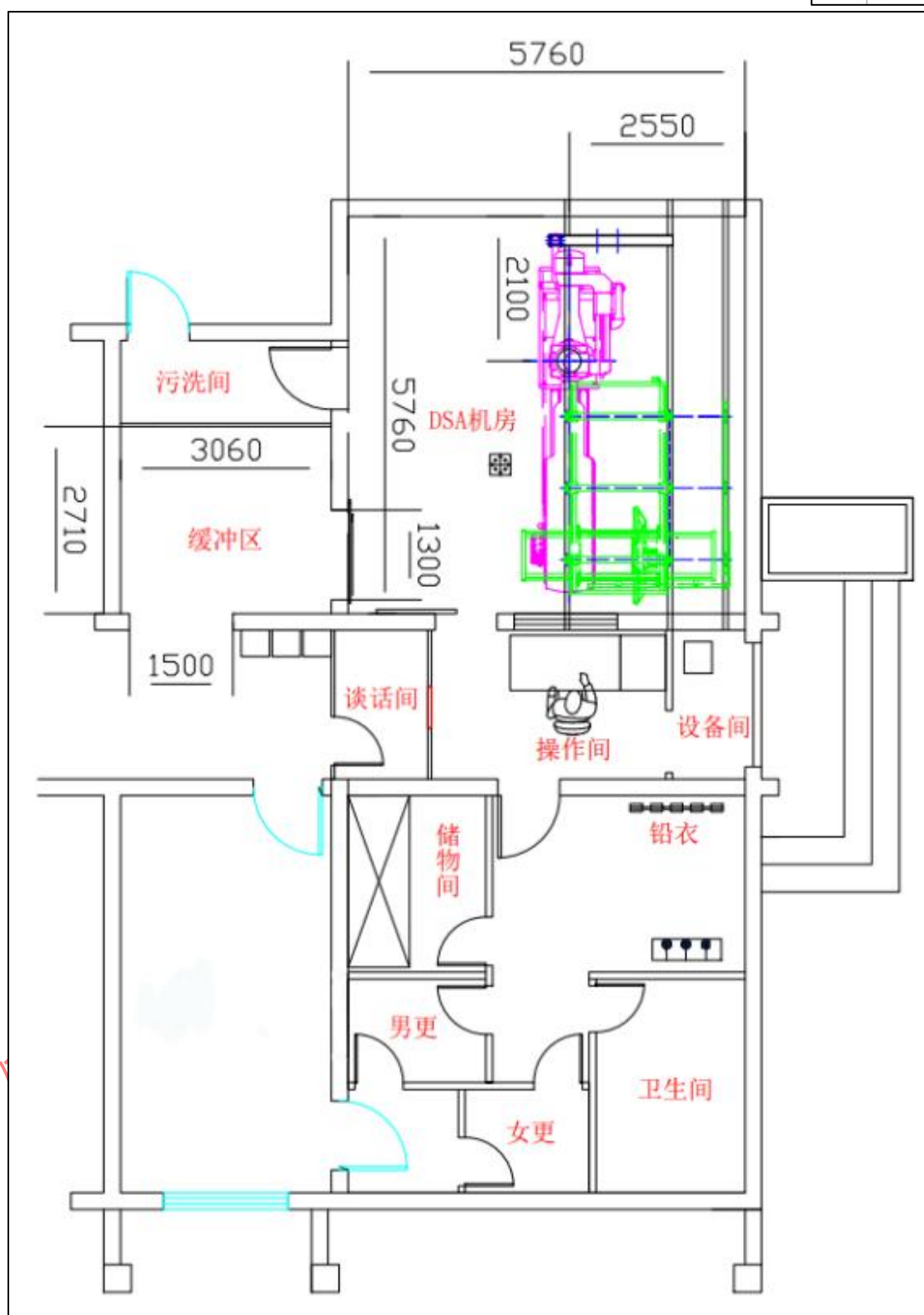
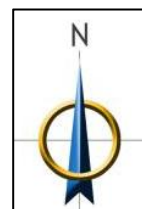


图 1-5 项目 DSA 介入手术室平面布置图

表 2 放射源

[illegible]

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 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<br>(MeV) | 额定电流 (mA) /<br>剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|------|----|----|----|------|---------------|---------------------------|----|------|----|
|    | 以下空白 |    |    |    |      |               |                           |    |      |    |
|    |      |    |    |    |      |               |                           |    |      |    |
|    |      |    |    |    |      |               |                           |    |      |    |

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和诊疗、分析等用途

| 序号 | 名称            | 类别  | 数量  | 型号           | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途   | 工作场所                   | 备注 |
|----|---------------|-----|-----|--------------|------------|------------|------|------------------------|----|
| 1  | 医用血管造影 X 射线系统 | II类 | 1 台 | CGO-2100Plus | 125kV      | 1000mA     | 介入诊疗 | 1 号住院楼 1 层东侧 DSA 介入手术室 |    |
|    | 以下空白          |     |     |              |            |            |      |                        |    |
|    |               |     |     |              |            |            |      |                        |    |
|    |               |     |     |              |            |            |      |                        |    |

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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



表 6 评价依据

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 法规文件 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1、《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；</li> <li>2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；</li> <li>3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日）；</li> <li>4、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日施行，国务院令 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起实施）；</li> <li>5、《建设项目环境保护管理条例》（国务院 682 号令，2017 年 10 月 1 日）；</li> <li>6、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），2021 年 1 月 1 日起施行；</li> <li>7、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部 18 号令，2011 年 5 月 1 日）；</li> <li>8、《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日）；</li> <li>9、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），2021 年 1 月 4 日；</li> <li>10、《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，2006 年 9 月 26 日）；</li> <li>11、《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 第 57 号，2020 年 1 月 1 日起实施）；</li> <li>12、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 第 9 号，2021 年 3 月 15 日起实施）；</li> <li>13、《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修正）》（2019 年 11 月 6 日）；</li> <li>14、《关于印发新修订的&lt;陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表&gt;的通知》（陕环办发〔2018〕29 号文，2018 年 6 月 6 日）；</li> </ol> |
| 技术标准 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1、《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；</li> <li>2、《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</li> <li>3、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</li> <li>4、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</li> <li>5、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</li> <li>6、《职业性外照射个人检测规范》（GBZ128-2019）；</li> <li>7、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 其他   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1、汉中职业技术学院附属医院委托开展环境影响评价的委托书；</li> <li>2、其他与项目有关的资料。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目新增 1 台II类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，结合本项目实际选址，确定该项目评价范围为 DSA 介入手术室屏蔽墙体外 50m 区域，DSA 介入手术室屏蔽墙体外 50m 区域环境影响评价范围见图 7-1。

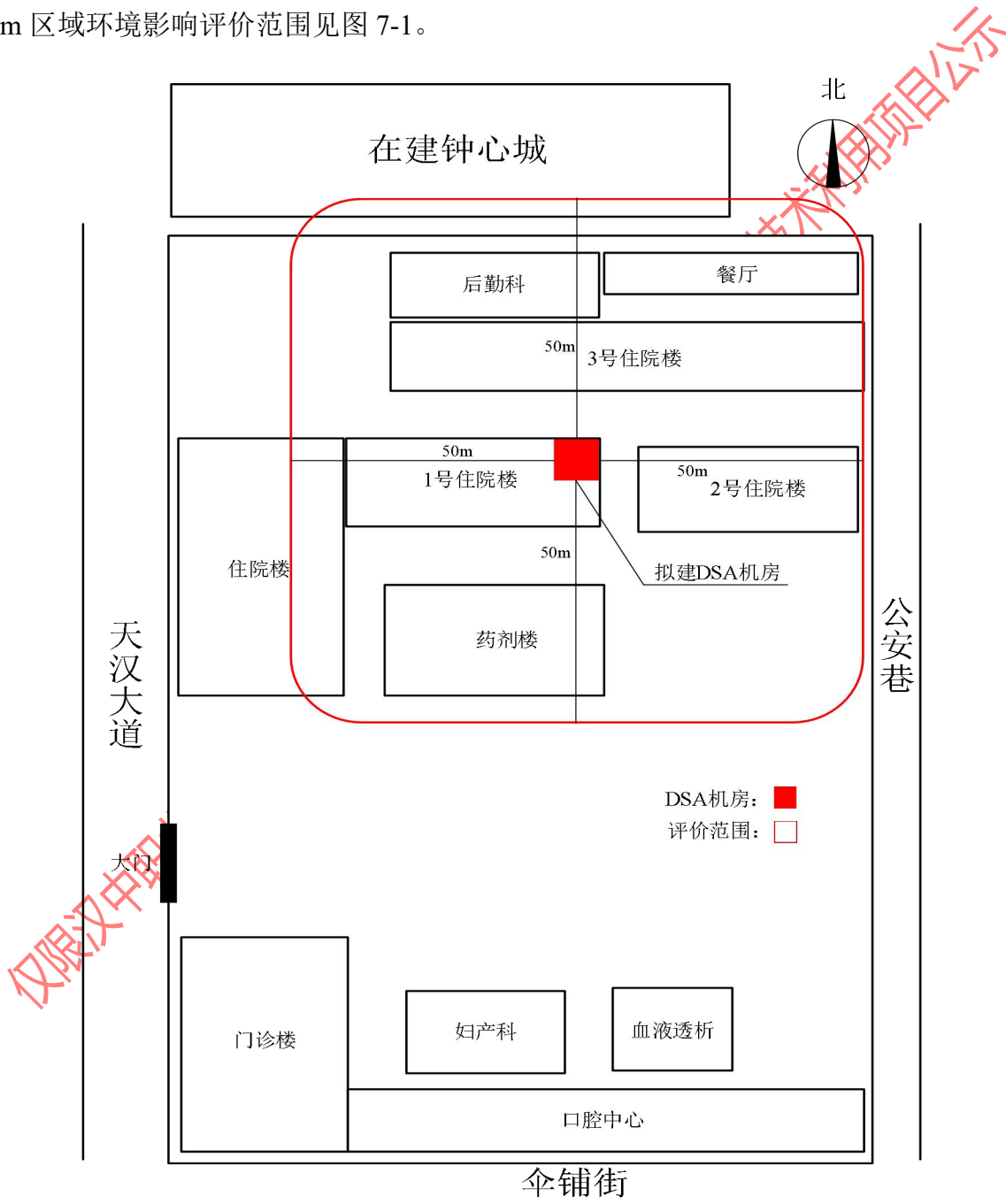


图 7-1 项目评价范围图

## 7.2 保护目标

本项目的保护目标分为职业照射人群及公众人群，职业照射人群为 DSA 射线装置操作人员及医护工作人员，公众人群为 DSA 射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围内其他工作人员及公众。其所接受的年附加有效剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求和本次评价提出的剂量约束值。本项目保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护对象与保护目标一览表

| 保护对象 | 相对位置             | 环境保护目标    | 与 DSA 辐射源点的距离 (m) | 规模   | 保护内容  | 控制目标          |
|------|------------------|-----------|-------------------|------|-------|---------------|
| 职业人员 | DSA 介入手术室        | 介入手术医护人员  | 0.5               | 4 人  | 年有效剂量 | 不大于 1mSv/a    |
|      | 操作间（DSA 介入手术室南侧） | 设备操作人员    | 3.8               | 2 人  |       |               |
| 公众   | 南侧设备间            | 设备检修人员    | 4.3               | 2 人  |       | 不大于 0.05mSv/a |
|      | 南侧谈话间            | 患者和医生     | 4.4               | 2 人  |       |               |
|      | 西侧污洗间            | 医护人员      | 2.9               | 2 人  |       |               |
|      | 西侧缓冲区            | 患者及家属     | 3.4               | 2 人  |       |               |
|      | 南侧储物间            | 流动人员      | 6.7               | 2 人  |       |               |
|      | 南侧男更             | 医护人员      | 8.5               | 1 人  |       |               |
|      | 南侧女更             | 医护人员      | 9.2               | 1 人  |       |               |
|      | 南侧卫生间            | 医护人员      | 9.6               | 1 人  |       |               |
|      | 南侧铅衣             | 医护人员      | 7.6               | 2 人  |       |               |
|      | 楼上骨显微外科病房        | 患者        | 3.3               | 6 人  |       |               |
|      | 西侧 1 号住院楼        | 其他医护人员及患者 | 10                | 50 人 |       |               |
|      | 东侧 2 号住院楼        | 其他医护人员及患者 | 15                | 50 人 |       |               |
|      | 北侧 3 号住院楼        | 其他医护人员及患者 | 18                | 50 人 |       |               |
|      | 西侧住院楼            | 其他医护人员及患者 | 42                | 50 人 |       |               |
|      | 南侧药剂楼            | 其他医护人员    | 20                | 30 人 |       |               |
|      | 北侧在建钟心城小区        | 流动人员      | 45                | 50 人 |       |               |

### 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）

##### 1、标准相关内容

标准附录 B 剂量限值 and 表面污染控制水平

##### B1 剂量限值

##### B1.1 职业照射

##### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对工作人员的\*\*职业照射水平进行控制，使之不超过下述限制：

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。

##### B1.2 公众照射

##### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算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、环评要求年剂量约束值及控制水平

综合考虑医院核技术利用项目的现状，并着眼于长期发展，为其他辐射设施和实践活动留有余地，本着合理尽可能低的原则，本次评估分别对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了设定：

(1) 职业人员的年受照剂量约束值取 1mSv/a；

(2) 公众的年受照剂量约束值取 0.05mSv/a。

#### 7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求。

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备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。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中,设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

## 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

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

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房,机房应满足使用设备的布局要求。

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、改建和扩建项目和技术改造、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 7-2 的规定。

表 7-2 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                   | 介入手术室内最小有效使用面积 m <sup>2</sup> | 介入手术室内最小单边长度 m |
|------------------------|-------------------------------|----------------|
| 单管头 X 射线机 <sup>b</sup> | 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。

### 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 7-3 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

| 介入手术室类型       | 有用线束方向铅当量 mm | 非有用线束方向铅当量 mm |
|---------------|--------------|---------------|
| C 形臂 X 射线设备机房 | 2.0          | 2.0           |
| .....         | .....        | .....         |

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

6.2.4 距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm 时，机房可不作专门屏蔽防护。

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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.4 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

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 7-4 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衣。

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  $2\text{mmPb}$ 。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于  $0.5\text{mmPb}$ 。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

| 放射<br>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<br>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/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏<br>选配：移动铅防护屏风 | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套<br>选配：铅橡胶帽子 | —      |
| 注 1：“—”表示不做要求。<br>注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。 |                                      |                                        |                                    |        |

**表 8 环境质量和辐射现状**

**8.1 环境质量和辐射现状**

为掌握项目所在地辐射环境质量现状，2021 年 11 月 8 日，汉中职业技术学院附属医院委托西安桐梓环保科技有限公司对 DSA 介入手术室建设地及周边环境进行了 $\gamma$ 辐射剂量率监测，监测内容如下：

- (1) 监测项目： $\gamma$ 辐射剂量率；
- (2) 监测仪器：监测仪器基本信息见表 8-1。

**表 8-1 仪器设备基本信息**

| 仪器名称              | 仪器型号    | 仪器编号        | 测量范围                    | 检定证书编号                    | 有效日期                                  |
|-------------------|---------|-------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| X、 $\gamma$ 射线检测仪 | BG9512P | XATZ-YQ-002 | 0.01 $\mu$ Gy/h~30mGy/h | 2021H21-20-320<br>4715001 | 2021 年 04 月 19 日~<br>2022 年 04 月 18 日 |

- (3) 质量保证措施：

监测按照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）等监测方法，实施全过程质量控制。

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- ②监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；
- ③所用监测仪器全部经过剂量部门检定并在有效期内；
- ④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑤监测数据严格实行审核制度。

- (4) 监测结果：监测结果见表 8-2。

**表 8-2 DSA 介入手术室及周边 $\gamma$ 辐射剂量率检测结果**

| 序号                    | 工作场所及设备名称 | 监测点位描述           | $\gamma$ 辐射剂量率<br>( $\mu\text{Gy/h}$ ) | 备注 |
|-----------------------|-----------|------------------|----------------------------------------|----|
|                       |           |                  | 环境本底                                   |    |
| 1                     | /         | 拟建 DSA 介入手术室区域巡测 | 0.078~0.088                            | 室内 |
| 2                     |           | 1 号住院楼 1 层巡测     | 0.080~0.093                            |    |
| 3                     |           | 拟建 DSA 介入手术室楼上   | 0.079~0.091                            |    |
| 4                     |           | 医院院内巡测           | 0.059~0.071                            | 室外 |
| 备注：本次监测结果均已扣除宇宙射线响应值。 |           |                  |                                        |    |

表 8-2 所列监测结果为经校准后的 $\gamma$ 辐射剂量率值，所测地室内 $\gamma$ 辐射剂量率为 0.078~0.093 $\mu$ Gy/h（已扣除宇宙射线），室外 $\gamma$ 辐射剂量率为 0.059~0.071 $\mu$ Gy/h（已扣除

宇宙射线)。根据《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(陕西省环境保护科学研究所, 1988 年 11 月)表 5 中“汉中市道路 $\gamma$ 辐射剂量率范围为 29~128nGy/h, 室内 $\gamma$ 辐射剂量率范围为 62~154nGy/h, 属天然辐射本底波动水平。经对比, 项目拟建地周边环境的 $\gamma$ 辐射剂量率与汉中市天然环境 $\gamma$ 辐射剂量率处于同一水平。

仅限汉中职业技术学院附属医院数字减影血管造影设备核技术利用项目公示

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

医用血管造影 X 射线机（DSA）因整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，医用血管造影 X 射线机（DSA）由五部分组成：X 射线发射系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统。医用血管造影 X 射线机（DSA）是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是 70 年代以来用于临床的一种崭新的 X 射线检查技术，是应用计算机程序两次成像完成的。常见血管造影机外观见图 9-1。

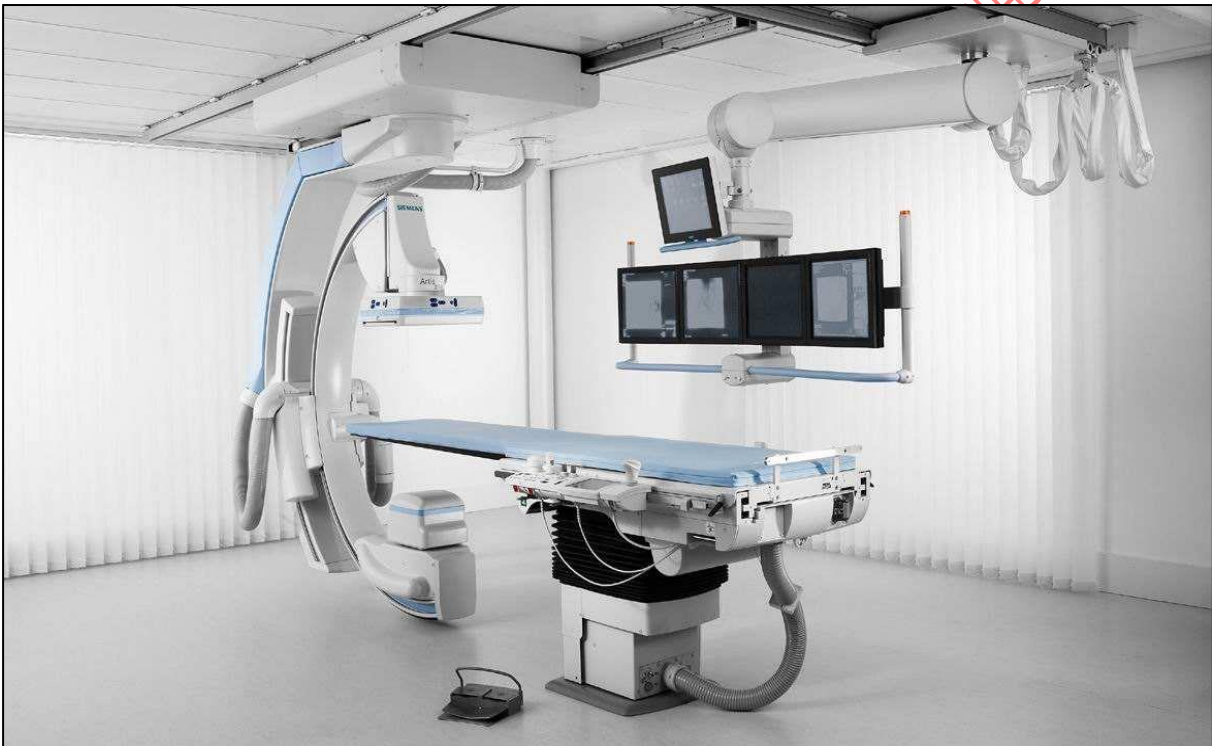


图 9-1 典型数字减影血管造影机外观图

9.1.2 X 射线机工作原理

X 射线机主要是由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。

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，直接射向嵌在金属阳极中的靶体，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到很高的速度，这些高速电子轰击靶物质，与靶物质作用产生致韧辐射，释放出 X 射线。典型的 X 射线管结构图见 9-2。

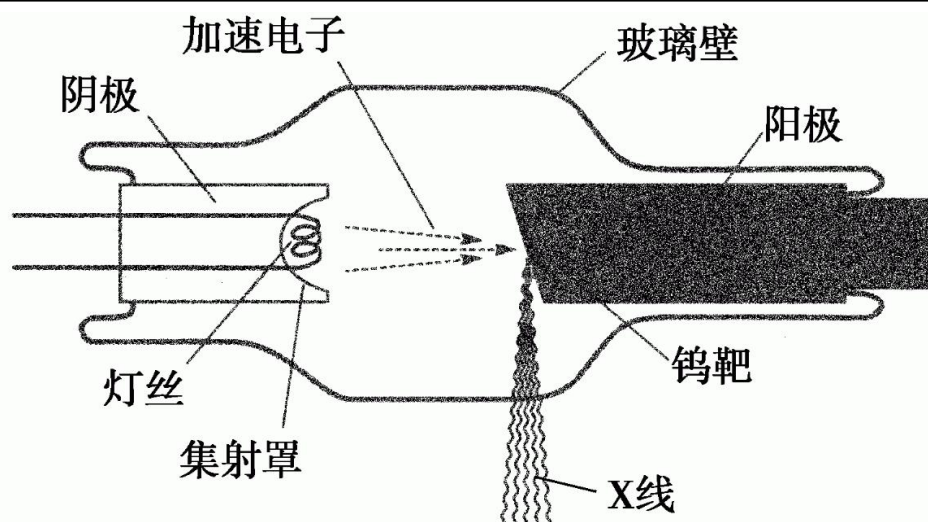


图 9-2 典型 X 射线管结构图

### 9.1.3 工作原理

医用血管造影 X 射线机（DSA）是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数值相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来，对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示。在进行 DSA 介入手术时，医务人员将介入导管经皮下静脉注入血管，通过医用血管造影 X 射线机（DSA）自带的 X 射线成像系统，将导管在血管内的影像显现出来。通过医用血管造影 X 射线机（DSA）处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。医用血管造影 X 射线机（DSA）工作示意图见图 9-3。

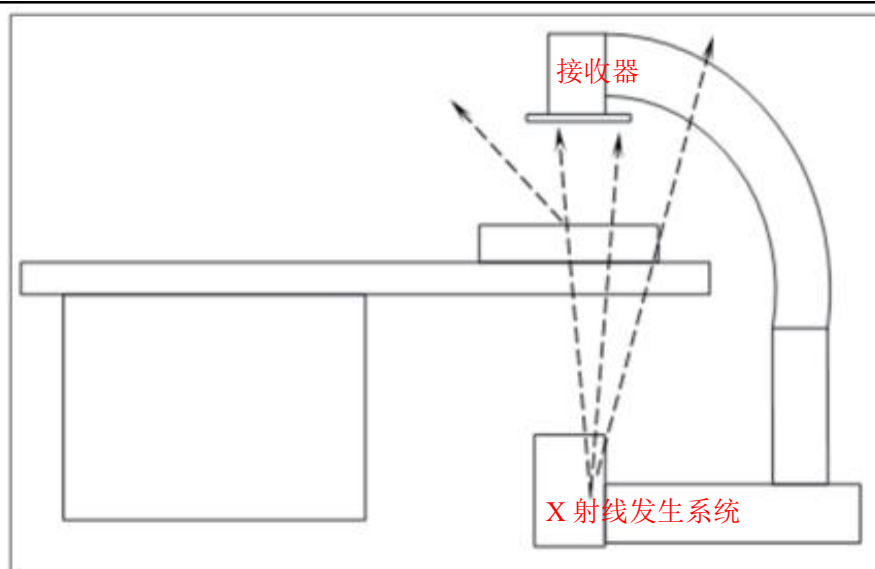


图 9-3 医用血管造影 X 射线机（DSA）工作示意图

#### 9.1.4 操作流程

数字减影血管造影机（DSA）在进行曝光时分为检查和介入治疗两种情况。

##### （1）DSA 检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 射线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入操作间，关好防护门。医生、操作人员通过操作间的电子计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医生根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

##### （2）DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医生、护士位于手术床一旁，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅眼镜、铅颈套、铅围裙等），同时手术床旁设有铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏。介入治疗中，医生、护士佩戴防护用品，医生根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，受检者离开手术室。

#### 9.1.5 污染因子

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，项目污染因子为 DSA 工作时产生的 X 射线，同时，

X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目注入的造影剂不含放射性，同时 DSA 采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。医用血管造影 X 射线机（DSA）诊治流程及产污环节如图 9-4 所示：



图 9-4 DSA 诊疗流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

9.2.1 主要污染物

本项目医用血管造影 X 射线机（DSA）产生的放射性污染物为 X 射线。

9.2.2 正常工况下污染途径

本项目医用血管造影 X 射线机开机时发出 X 射线，X 射线贯穿机房的屏蔽墙进入外环境，对操作间职业人员及机房周围公众人员产生外照射影响；在介入手术过程中，对机房内操作的医护人员造成较高剂量的外照射。

此外，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少，本项目在机房拟安装通风装置，可满足机房通风换气要求。

9.2.3 事故工况下污染途径

本项目射线装置属于 II 类射线装置，运行过程中可能发生的辐射安全事故如下：

①射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误，使受检者或职业人员受到超剂量照射。

②无关人员在防护门关闭后未撤离机房，射线装置开始运行，对其造成额外误照射。

③安全警示装置发生故障，人员误入正在运行的机房造成额外误照射。

④医生在机房内为患者摆位或进行其它术前准备工作时，控制台处操作人员误开机出束，对机房内医生造成额外误照射。

⑤设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，造成额外误照射。

⑥医生未穿戴防护用品进入机房，或未配置合格的防护用品，使得医生受到较高剂量的附加照射。

仅限汉中职业技术学院附属医院数字减影血管造影设备核技术利用项目公示

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。本次环评根据国际放射防护委员会第 103 号出版物对控制区和监督区的定义：

控制区：把需要或可能需要专门防护手段或安全措施的限定区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防或限制潜在照射或潜在照射的范围。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的指示。

监督区：未被确定为控制区、通常不需采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

本项目采取上述分区原则划分控制区和监督区。具体划分见表 10-1，辐射工作场所分区见图 10-1、图 10-2。

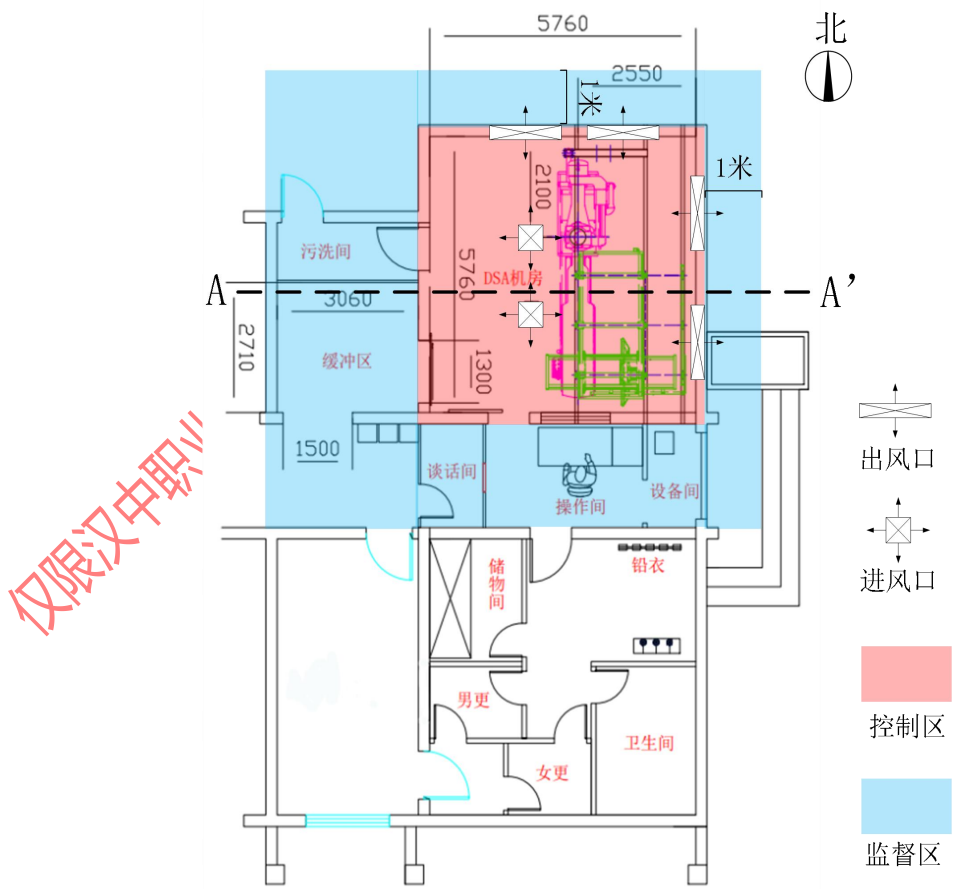


图 10-1 项目分区布置图及通风口示意图（平面）

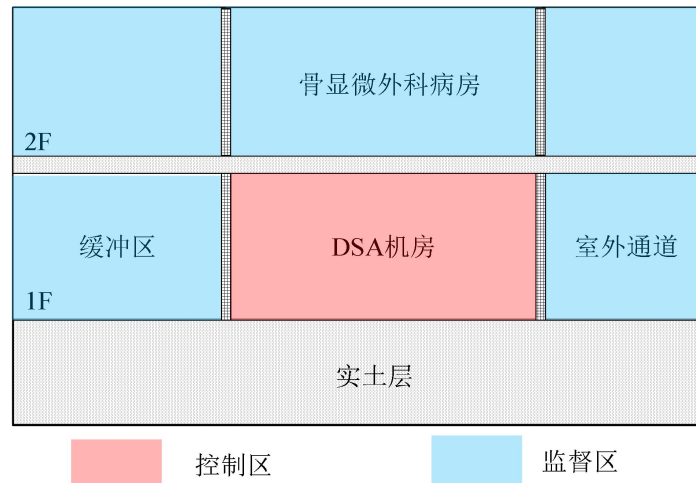


图 10-2 项目分区布置图 (A-A' 剖面)

表 10-1 本项目控制区、监督区划分表

| 分区类型  | 划分区域                                                                                                                                                                                         |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 控制区范围 | DSA 介入手术室屏蔽体内                                                                                                                                                                                |
| 监督区范围 | 本项目将西侧相邻区域（室外通道、污洗间、缓冲区）、南侧相邻区域（谈话间、操作间、设备间）及楼上相邻区域（骨显微外科病房）划分为监督区；根据表 11-2、表 11-3 和表 11-4 可以看出，本项目 DSA 介入手术室防护体四周关注点瞬时剂量率预测值均已到达本底水平，但为了安全起见将 DSA 介入手术室东侧屏蔽体外划分 1m 区域、北侧屏蔽体外划分 1m 区域划分为监督区。 |

根据上述分区，医院须采取必要的措施加强分区管理，主要措施如下：

①控制区：DSA 介入手术室内，以防护门和屏蔽墙为界。针对控制区，医院拟采取一系列的放射防护与安全措施，设置门-灯联锁装置、工作状态指示灯及辐射警示标志等设施，严格限制无关人员随意进入控制区，医用血管造影 X 射线机（DSA）在运行过程中，对控制区进行严格控制，控制区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全。

②监督区：室外通道、污洗间、缓冲区、谈话间、操作间、设备间、骨显微外科病房为医护人员工作场所，禁止无关人员进入。在监督区设置电离辐射警示标识，警告无关人员远离该区域。对该区不采取专门的防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。

③在监督区边界、控制区与监督区之间的穿墙管线等处开展定期监测工作。

评价分析认为项目工作场所控制区、监督区划分满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）分区管理的原则，工作场所分区合理。

### 10.1.2 医生、病人、污物流动路线

本项目的建设考虑了工作人员、病人进出及污物通道的布局，且各通道相对独立，

医护、患者、污物路线图见图 10-3。

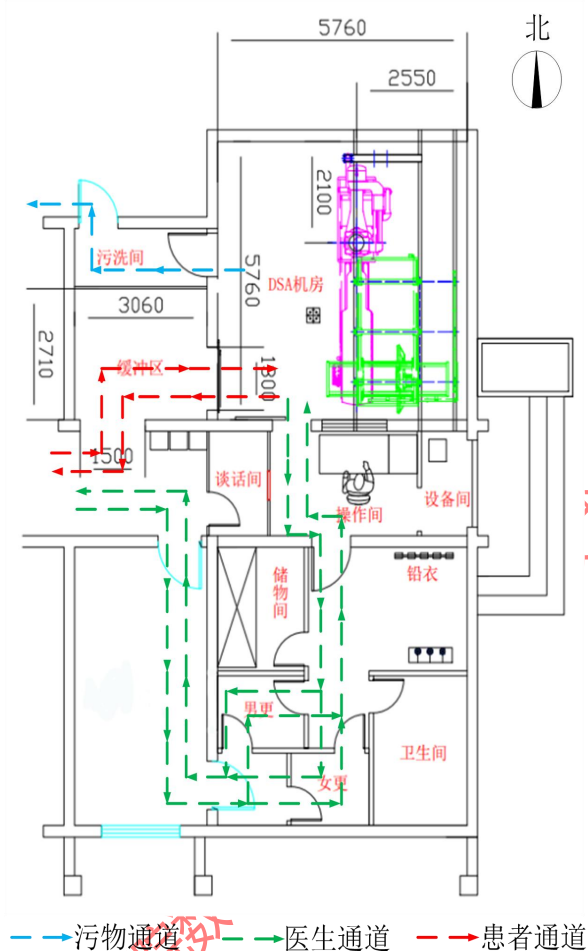


图 10-3 医护、患者、污物路线图

(1) 医护人员：医护人员进入更衣室更换好工作服后，进入刷手池和操作间，刷洗后穿戴好个人防护用品，从医护人员进出防护门进入介入手术室。工作完成后，医护人员原路返回。

(2) 病人：病人经缓冲区从患者进出防护门进入介入手术室接受诊疗。手术完成后原路返回。

(3) 污物：介入诊疗产生的医疗废物暂存于污洗间，诊疗结束后由污洗间送出，转移至医院医疗废物暂存间。

本项目 DSA 介入手术室通过隔离门与其他诊疗区隔离，严禁无关人员进入；介入诊疗室设置有电离辐射警示标识及工作状态指示灯；患者设有专门的出入口，减少了对周围人员的干扰。

### 10.1.3 辐射防护屏蔽设计

本项目医用血管造影 X 射线机(DSA)最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

DSA 介入手术室各面采取实体屏蔽，屏蔽厚度见表 10-2。

依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的计算公式折算等效厚度。

①对给定的铅厚度，依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 拟合值按下式计算屏蔽透射因子 B：

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

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

$\beta$ ——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。

②依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 拟合值和①中的 B 值，使用下式计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X。

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left( \frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right)$$

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

$\alpha$ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子。

根据①及②式计算，本项目 DSA 介入手术室屏蔽等效铅当量厚度折算见下表：

表 10-2 本项目 DSA 机房屏蔽体等效铅当量厚度计算表

| 不同材料 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数 |                |                            |           |
|-------------------------|----------------|----------------------------|-----------|
| 材料                      | 拟合参数（125kV，散射） |                            |           |
|                         | $\alpha$       | $\beta$                    | $\gamma$  |
| 混凝土                     | 0.0351         | 0.066                      | 0.7832    |
| 铅                       | 2.233          | 7.888                      | 0.7295    |
| 屏蔽体材料                   | 屏蔽体材料厚度（mm）    | 屏蔽体材料密度（g/m <sup>3</sup> ） | 等效铅厚度 Xmm |

|         |     |      |      |
|---------|-----|------|------|
| 实心砖墙    | 360 | 1.65 | 3    |
|         | 240 | 1.65 | 2.28 |
| 混凝土     | 120 | 2.35 | 1.59 |
| 硫酸钡防护砂浆 | 10  | 2.7  | 1.0  |

根据《γ射线屏蔽参数手册》P236 表 7-1, 在管电压为 120kV 时, 9.5mm 钡砂混凝土相当于 1mmPb, 本项目最大管电压为 125kV, 本项目设有 10mm 高纯度硫酸钡防护砂浆, 密度为 2.7g/cm<sup>3</sup>, 本次 10mm 硫酸钡保守估算按 1.0mmPb 计; 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 附录 C 中表 C.5、C.7, 125kV 有用线束下, 217mm 砖等效铅厚度为 2mmPb, 298mm 砖等效铅厚度为 3mmPb, 本次采取内插法保守估算 240mm 砖相当于 2.28mmPb, 360mm 砖等效铅厚度按 3mmPb 计算。

DSA 介入手术室各面采取实体屏蔽, 屏蔽状况见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 介入手术室辐射屏蔽措施一览表

| 屏蔽防护体   | 屏蔽防护建设厚度                     | 折算过程                                          | 总铅当量     | 标准要求    | 评价 |
|---------|------------------------------|-----------------------------------------------|----------|---------|----|
| 东墙、北墙   | 360mm 黏土实心砖                  | 360mm 黏土实心砖等效于 3mmPb                          | 3mmPb    | 2.0mmPb | 符合 |
| 西墙、南墙   | 240mm 黏土实心砖<br>+10mm 硫酸钡防护砂浆 | 240mm 黏土实心砖等效于 2.28mmPb+10mm 硫酸钡防护砂浆等效于 1mmPb | 3.28mmPb | 2.0mmPb | 符合 |
| 顶部      | 120mm 现浇混凝土<br>+10mm 硫酸钡防护砂浆 | 120mm 现浇混凝土等效于 1.59mmPb+10mm 硫酸钡防护砂浆等效于 1mmPb | 2.59mmPb | 2.0mmPb | 符合 |
| 患者出入防护门 | 3mmPb 脚踏式电动推拉门               | 3mmPb 脚踏式电动推拉门                                | 3mmPb    | 2.0mmPb | 符合 |
| 操作间防护门  | 3mmPb 脚踏式电动单开门               | 3mmPb 脚踏式电动单开门                                | 3mmPb    | 2.0mmPb | 符合 |
| 污洗间防护门  | 3mmPb 平开铅门                   | 3mmPb 平开铅门                                    | 3mmPb    | 2.0mmPb | 符合 |
| 观察窗     | 3mmPb 的铅玻璃                   | 3mmPb 的铅玻璃                                    | 3mmPb    | 2.0mmPb | 符合 |

由表 10-3 可知, 本项目 DSA 介入手术室采取的辐射防护措施可以满足 GBZ130-2020 中“C 型臂 X 射线设备机房: 有用线束方向铅当量 2mmPb; 非有用线束方向铅当量 2mmPb”的防护要求。

#### 10.1.4 机房面积

本项目医用血管造影 X 射线机 (DSA) 为单管头设备, 介入手术室内空尺寸和标准要求见表 10-4 所示。

表 10-4 射线装置机房建设要求对比表

| 设备名称               | 机房设计      |                          | 标准要求      |                          | 是否满足要求 |
|--------------------|-----------|--------------------------|-----------|--------------------------|--------|
| 医用血管造影 X 射线机 (DSA) | 最小单边长 (m) | 有效使用面积 (m <sup>2</sup> ) | 最小单边长 (m) | 有效使用面积 (m <sup>2</sup> ) | 满足     |
|                    | 5.74      | 32.95                    | ≥3.5      | ≥20                      |        |

由 10-4 可知，本项目射线装置机房的最小单边长度和有效使用面积均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

### 10.1.5 辐射安全与防护措施

#### （1）设备固有措施

本项目 DSA 装置自身拟采取多种固有安全防护措施：

①医用血管造影 X 射线机（DSA）具备工作人员在不变换操作位置情况下成功切换透视和摄影功能的控制键。

②配备辅助防护设施：设备采购时配辅助防护设施，包括铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏，铅当量为 0.5mm。

③应急开关：DSA 设备上及控制台上设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。

#### （2）警示标识

本项目介入手术室患者进出防护门、医护人员进出防护门、污洗间防护门外醒目位置设置电离辐射警告标志，机房门上方安装醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在介入手术室周边走廊设置电离辐射危害告知等提示信息。本项目拟设置的警示灯、警示标志样例如图 10-1 所示。



图 10-4 警示设施样例图

### (3) 观察及对讲装置

DSA 介入手术室与操作间操作台之间安装铅玻璃观察窗, 便于医护人员观察患者和受检者状态及防护门开闭情况; DSA 介入手术室与操作间之间设置双向对讲装置, 便于医护人员与患者交流。

### (4) 闭门、防夹装置

项目 DSA 介入手术室设置 3 个防护门, 患者进出防护门设计为电动推拉式门, 工作人员进出防护门设计为电动单开门, 污洗间防护门手动平开式门。

各平开式防护门设计安装自动闭门装置, 电动推拉式防护门设置防夹装置。

### (5) 联锁系统

本项目介入手术室患者进出口防护铅门应设置有门灯联锁系统, 防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯, 灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句, 在防护门关闭时, 指示灯亮, 警示无关人员远离该区域。

### (6) 通风

本项目 DSA 介入手术室采用空调通风系统进行通风换气，废气引至项目所在住院楼楼顶排放。介入手术室额定排风风量为 500m<sup>3</sup>/h，介入手术室容积为 108.1m<sup>3</sup>，则通风换气次数约 4 次/h。

### (7) 管线进出口防护

电缆、管道等穿过机房防护墙的孔道应避开有用线束及人员经常驻留的区域，并采用 U 型管形式。管线进出口设置在机房底部并敷设钡水泥，管线槽上部同时使用铅板遮挡，不影响墙体的屏蔽防护效果。

本项目 DSA 介入手术室机房电缆管道等穿过机房墙面的孔道穿墙示意图如下。

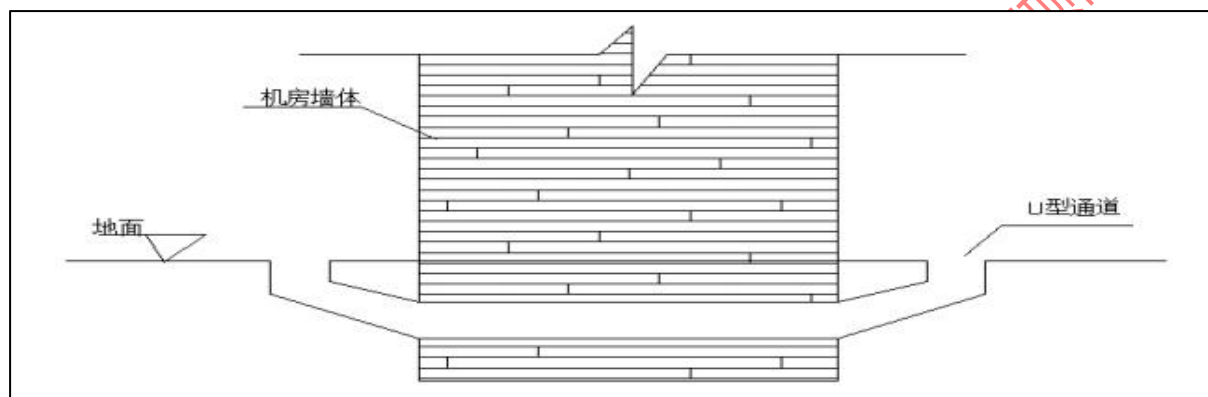


图 10-5 电缆穿墙示意图（U 型管）

### (8) 辐射防护用品

对于介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品须满足表 10-5 的要求。

表 10-5 介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品要求

| 放射<br>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<br>学操作 | 铅橡胶围裙、铅橡胶<br>颈套、铅防护眼镜、<br>介入防护手套<br>选配：铅橡胶帽子 | 铅悬挂防护屏/铅防护<br>帘、床侧防护帘/床侧<br>防护屏<br>选配：移动铅防护屏风 | 铅橡胶性腺防护<br>围裙（方形）或方<br>巾、铅橡胶颈套<br>选配：铅橡胶帽子 | —      |

注：“—”表示不要求。

备注：除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量不小于 2mmPb，放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置。儿童防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于 0.5mmPb。防护用品采用悬挂或平铺方式存放，不折叠。

DSA 介入手术室内应配备铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风（选配）等防护用品，本项目介入手术室防护用品配备如表 10-6 所示。

表 10-6 本项目介入手术室防护用品配备一览表

| 序号 | 机房名称  | 防护名称             | 数量 | 铅当量                   | 医院拟配备情况                                             |
|----|-------|------------------|----|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| 1  | 介入手术室 | 铅悬挂防护屏/<br>铅防护吊帘 | 1  | $\geq 0.5\text{mmPb}$ | 设备采购时自带辅助防护设施, 含铅防护吊帘和床侧防护帘, 铅当量均为 $0.5\text{mmPb}$ |
| 2  |       | 床侧防护帘/<br>床侧防护屏  | 1  |                       |                                                     |
| 3  |       | 移动铅防护屏           | 1  | $\geq 2\text{mmPb}$   | 医院可根据实际情况选配                                         |

辐射工作人员应配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子（选配）、铅橡胶防护衣等防护用品, 本项目介入手术室拟配备个人防护用品如表 10-7 所示。

表 10-7 本项目介入手术室个人防护用品配备一览表

| 序号 | 机房            | 防护名称 | 数量/件             | 铅当量/mmPb                     |
|----|---------------|------|------------------|------------------------------|
| 1  | 介入<br>手术<br>室 | 患者   | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 | 1<br>$\geq 0.5$              |
| 2  |               |      | 铅橡胶颈套            | 1<br>$\geq 0.5$              |
| 3  |               |      | 铅橡胶帽子（选配）        | 可根据实际<br>情况选配<br>$\geq 0.25$ |
| 4  |               |      | 铅橡胶防护衣           | 1<br>$\geq 0.25$             |
| 5  |               | 工作人员 | 铅橡胶围裙            | 2<br>$\geq 0.25$             |
| 6  |               |      | 铅橡胶颈套            | 2<br>$\geq 0.5$              |
| 7  |               |      | 铅防护眼镜            | 2<br>$\geq 0.25$             |
| 8  |               |      | 介入防护手套           | 2<br>$\geq 0.025$            |
| 9  |               |      | 铅橡胶帽子（选配）        | 可根据实际<br>情况选配<br>$\geq 0.25$ |
| 10 |               |      | 铅橡胶防护衣           | 2<br>$\geq 0.5$              |

本项目受检者个人防护用品拟配备铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护衣。工作人员辅助防护设施拟配备铅防护吊帘和床侧防护帘, 个人防护用品拟配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护衣。防护用品数量及铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关规定。

#### （9）其他

①医院在进行介入手术时, 应制定最优化方案, 在满足诊断前提下, 选择合理可行尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间, 减少放射工作人员和相关公众的受照射时间, 避免病人受到额外剂量的照射。

②医院应合理安排医疗废物运出时间, 介入手术室工作时, 严禁医疗废物运出; 待介入手术室停止工作时, 方可进行医疗废物运送。

③辐射工作人员应熟练掌握业务技术，自主学习放射防护和有关法律知 识，参加辐射安全与防护培训并通过考核。

④诊断床及控制台电源钥匙由专人保管，设置出束声音报警。操作间应张贴 DSA 介入手术室应急预案等规章制度。

⑤介入手术室内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

⑥医院应配备便携式辐射剂量监测仪，定期对 DSA 介入手术室进行巡测并建立监测数据档案。

⑦平开机房门应有自动闭门装置，推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施，电动推拉门宜设置防夹装置；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

⑧机房采取实体屏蔽，保证人员全居留场所、机房屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

⑨患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪护人员不应滞留在机房内。

#### 10.1.6 工作场所辐射防护设施符合性分析

依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，DSA 介入手术室辐射防护设施符合性分析表见表 10-8。

表 10-8 DSA 介入手术室辐射防护设施符合性分析表

| 项目     | 辐射防护要求                                                                                                                                  | 设计情况                                                                                                                                              | 符合性 |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 机房布局   | ①应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。②X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。                                  | ①根据设备工作特点，有用线束不直接照射机房门、窗、管线口工作人员操作位。②项目 DSA 介入手术室拟建地点与其他非核技术利用科室相对隔离，并采取了辐射安全与防护措施。                                                               | 相符  |
| 工作场所防护 | ①机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。②机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。③机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。④机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯 | ①机房与操作间之间设有观察窗，工作人员能够方便的观察到患者状态及防护门开闭情况。②机房内不堆放与诊断工作无关的杂物。③项目机房设计单独排风系统，用于排放项目运行产生的臭氧及氮氧化物，能保持良好的通风。④机房门上方设计张贴醒目 的工作状态指示灯，灯箱上设置可视警示语句，受检者候诊区设置放射防 | 相符  |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                               |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|        | 亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。⑤平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。⑥电动推拉门宜设置防夹装置。⑦受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。                                                                                                             | 护注意事项告知栏。⑤机房设置 3 个防护门，患者进出防护门设计为电动推拉式门，工作人员进出防护门设计为电动单开门，污洗间防护门手动平开式门。各平开式防护门设计安装自动闭门装置，电动推拉式防护门设置防夹装置。⑥受检者不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。     |    |
| 个人防护用品 | ①应为介入工作人员配备个人防护用品：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，选配铅橡胶帽子。②应为受检者配备个人防护用品：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套，选配铅橡胶帽子。③应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mm。④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 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb。 | ①项目计划为介入工作人员配备个人防护用品：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶防护衣，选配铅橡胶帽子。②项目计划为受检者配备个人防护用品：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶防护衣，选配铅橡胶帽子。③防护用品和辅助防护设施的铅当量均满足相关要求。 | 相符 |
| 辅助防护设施 | 应为介入工作人员配备辅助防护设施：铅悬挂防护屏或铅防护吊帘、床侧防护吊帘或床侧防护屏，选配移动铅防护屏风。移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。                                                                                                                                                                          | 项目计划配备铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护吊帘/床侧防护屏。                                                                                                              | 相符 |

分析表 10-8 内容可知，项目工作场所辐射防护设计情况，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中第 6 章关于 X 射线设备机房防护设施的技术要求。

## 10.2 三废的治理

### 10.2.1 废水

医用血管造影 X 射线机（DSA）不使用显影液和定影液进行洗片操作，所需胶片由专用打印机打印，无洗片废水、废定（显）影液产生。

### 10.2.2 废气

医用血管造影 X 射线机（DSA）在开机并处于出束状态时，会使介入手术室内空气电离产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体；本项目 DSA 介入手术室顶部设计有送风口和排风口，排风口额定风量为 500m<sup>3</sup>/h，每小时通风 4 次，产生的臭氧、氮氧化物经

过排风口进入排风系统，最后由排风管道排至室外，经室外空气稀释，将很快恢复到原来的空气浓度水平，对周围环境影响极小。项目通风图见图 10-1。

表 10-9 机房通风情况一览表

| 机房内空尺寸(长×宽×高,m) | 有效使用容积 (m <sup>3</sup> ) | 风量 (m <sup>3</sup> /h) | 通风次数 (次/h) |
|-----------------|--------------------------|------------------------|------------|
| 5.74×5.74×3.28  | 108.1                    | 500                    | 4          |

### 10.2.3 固体废物

项目采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集，经污物通道转移至污物处置间，然后就地打包、转移至医疗废物暂存间，定期交有资质单位（汉中市医疗废物处理中心）进行处置；生活垃圾经垃圾桶分类收集后，由环卫部门统一清运。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响简要分析

项目建设和安装阶段，无辐射产生，对周围环境没有辐射影响。

本项目射线装置安装前，需要对介入手术室进行施工装修。介入手术室装修过程中，对周围环境的影响主要是施工噪声影响、粉尘影响、建筑垃圾影响；对于施工期环境影响，建设单位可采取主要污染防治措施如下：

（1）本项目施工过程仅为装修阶段。施工期噪声主要是施工机械设备噪声，装修安装阶段声源数量少，主要噪声源如电钻、电锯等主要在房间内部使用，属于间断性噪声，通过隔音、减震措施，并经过厂界距离衰减，对周围环境影响不大。

（2）施工时，可能会产生少量无组织排放的粉尘，其产生量较少，必要时可采取临时围挡等防尘措施，限制施工粉尘影响范围。

（3）施工期间产生的装修废物、建筑垃圾应分类收集，统一收集后，运至指定的地点，交由环卫部门加以处置。

（4）施工人员产生的生活污水、生活垃圾依托医院已建污水处理设施、生活垃圾贮存设施加以处理。

（5）本项目在汉中职业技术学院附属医院现有院区内建设，本项目施工过程仅为装修阶段，无土建施工作业，因此施工期对生态环境影响较小。

11.2 运行阶段环境影响分析

11.2.1 设计与标准要求

本项目 DSA 介入手术室净尺寸：5.74m（长）×5.74m（宽）×3.28m（高），满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关规定：介入手术室内最小有效使用面积 >20m<sup>2</sup>，介入手术室内最小单边长度 >3.5m。

DSA 介入手术室机房东墙、北墙墙体的防护铅当量为 3mmPb，西墙、南墙墙体的防护铅当量为 3.28mmPb，屋顶的防护铅当量为 2.59mmPb，各防护门的防护铅当量均为 3mmPb，观察窗的防护铅当量为 3mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“C 型臂 X 射线设备机房：有用线束方向铅当量 2mmPb；非有用线束方向铅当量 2mmPb”的要求。DSA 介入手术室具体屏蔽情况见表 10-3。

11.2.2 辐射环境影响分析

（1）预测模式

依据典型数字减影血管造影设备工作原理，设备图像增强器对 X 射线主束有防护作

用。根据 NCRP147 号报告《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》第 4.1.6 节指出，医用血管造影 X 射线机（DSA）防护设计不需要考虑主束照射。因此，评价考虑泄漏辐射和散射辐射造成的辐射影响。

### ①泄漏辐射

泄漏辐射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）中给出的公式计算；对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 计算。

$$H_L = \frac{H_0 \times B \times f}{d^2} \quad (11-1)$$

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (11-2)$$

式中： $H_L$ ——距源点 R（m）处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$f$ ——设备射线泄漏率，取 0.1%；

$H_0$ ——离靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$d$ ——计算点距源点的距离，m；

$B$ ——透射因子；

$X$ ——铅厚度，mm；

### ②散射辐射

对于散射 X 射线可以用反照率法估计。散射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）P437：

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B(S/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (11-3)$$

式中： $H$ ——关注点处的患者散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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

$\alpha$ ——患者对 X 射线的散射比，取 0.0015（90°散射，相对于 400cm<sup>2</sup> 散射面积），取自《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1；

$S$ ——散射面积，100cm<sup>2</sup>；

$d_0$ ——源与患者的距离，一般取 0.3m；

$d_s$ ——患者与关注点的距离，m；

$B$ ——屏蔽透射因子，按式 11-2 计算。

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见表 11-1。

表 11-1 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

| 管电压       | 材料 | 参数       |         |          |
|-----------|----|----------|---------|----------|
|           |    | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
| 125kV（主束） | 铅  | 2.219    | 7.923   | 0.5386   |
| 125kV（散射） | 铅  | 2.233    | 7.888   | 0.7295   |

注： $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  取值参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2

## （2）关注区域选取

评价选取 DSA 介入手术室实体防护外人员活动区域作为关注区域；对于同室近台操作人员，由于人员所处位置不固定，防护水平及距射线源距离均有所不同，评价选取第一术位、第二术位作为中 DSA 介入手术内关注区域。

根据场所布局情况，评价选取东侧室外通道（墙外 30cm 处）（A 点）、南侧设备间（墙外 30cm 处）（B 点）、南侧操作间（观察窗外 30cm 处）（C 点）、南侧操作间（防护门外 30cm 处）（D 点）、南侧谈话间（墙外 30cm 处）（E 点）、西侧缓冲区（防护门外 30cm 处）（F 点）、西侧污洗间（防护门外 30cm 处）（G 点）、西侧污洗间（墙外 30cm 处）（H 点）、西侧室外通道（墙外 30cm 处）（I 点）、北侧室外通道（墙外 30cm 处）（J 点）、楼上骨显微外科病房距地面 1.0m 处（K 点）等，对泄漏辐射和散射辐射做出预测分析。本项目各关注点分布示意简图如图 11-1 所示。同时，根据建设单位提供资料本项目 DSA 介入手术室内固定手术床，因此手术过程中医用血管造影 X 射线机（DSA）固定在手术室中间，距离各个关注点的距离见表 11-2、11-3。

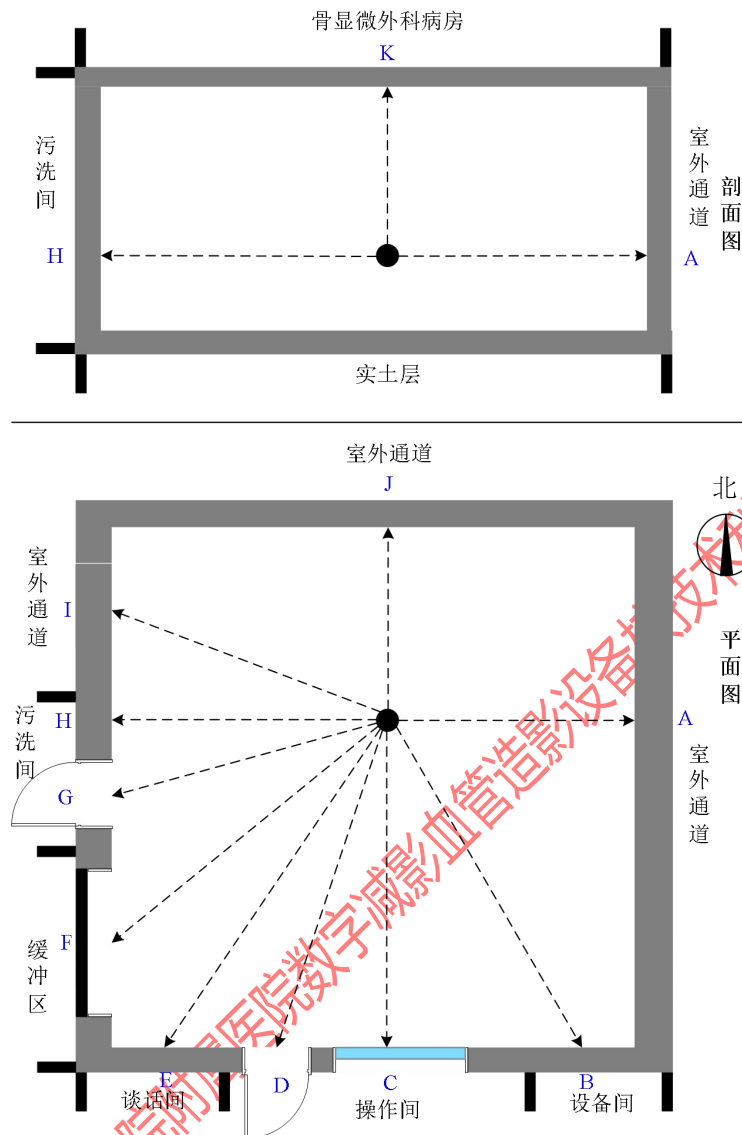


图 11-1 各关注点分布示意简图

### (3) 预测参数选取及预测结果分析

根据设备厂家提供，该设备摄影模式下最高管电压为 125kV 时，最大管电流为 800mA；透视模式下最大管电压为 125kV 时，最大管电流为 60mA。医用血管造影 X 射线机（DSA）的过滤材料采用铜/铝，透视状态下距靶 1m 处的输出剂量率为 22mGy/min（1320000 $\mu$ Gy/h），摄影状态下距靶 1m 处的输出剂量率为 150mGy/min（9000000 $\mu$ Gy/h）。透视和摄影状态下距靶 1m 处的输出剂量率说明详见附件 10。工作人员穿戴个人防护用品、使用辅助防护设施，在术者位开展近台操作。利用公式 11-1，11-2，11-3 计算医用血管造影 X 射线机（DSA）向上照射过程中，工作场所辐射剂量率见表 11-2、表 11-3。

表 11-2 各关注点泄漏辐射剂量率估算结果

| 模式       | 编号 | 关注点位置描述             | 距离<br>R/m | 铅当量<br>X/mm | 透射因子 B   | 剂量率<br>$\mu\text{Gy/h}$ |
|----------|----|---------------------|-----------|-------------|----------|-------------------------|
| 透视<br>模式 | A  | 东侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 3.4       | 3           | 7.97E-05 | 9.10E-03                |
|          | B  | 南侧设备间（墙外 30cm 处）    | 4.8       | 3.28        | 4.23E-05 | 2.42E-03                |
|          | C  | 南侧操作间（观察窗外 30cm 处）  | 4.1       | 3.28        | 4.23E-05 | 3.32E-03                |
|          | D  | 南侧操作间（防护门外 30cm 处）  | 4.3       | 3.28        | 4.23E-05 | 3.02E-03                |
|          | E  | 南侧谈话间（墙外 30cm 处）    | 4.7       | 3.28        | 4.23E-05 | 2.53E-03                |
|          | F  | 西侧缓冲区（防护门外 30cm 处）  | 3.7       | 3.28        | 4.23E-05 | 4.08E-03                |
|          | G  | 西侧污洗间（防护门外 30cm 处）  | 3.5       | 3.28        | 4.23E-05 | 4.56E-03                |
|          | H  | 西侧污洗间（墙外 30cm 处）    | 3.4       | 3.28        | 4.23E-05 | 4.83E-03                |
|          | I  | 西侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 3.6       | 3.28        | 4.23E-05 | 4.31E-03                |
|          | J  | 北侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 2.5       | 3           | 7.97E-05 | 1.68E-02                |
|          | K  | 楼上骨显微外科病房距地面 1.0m 处 | 3.3       | 2.59        | 2.03E-04 | 2.46E-02                |
| 摄影<br>模式 | A  | 东侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 3.4       | 3           | 7.97E-05 | 6.20E-02                |
|          | B  | 南侧设备间（墙外 30cm 处）    | 4.8       | 3.28        | 4.23E-05 | 1.65E-02                |
|          | C  | 南侧操作间（观察窗外 30cm 处）  | 4.1       | 3.28        | 4.23E-05 | 2.26E-02                |
|          | D  | 南侧操作间（防护门外 30cm 处）  | 4.3       | 3.28        | 4.23E-05 | 2.06E-02                |
|          | E  | 南侧谈话间（墙外 30cm 处）    | 4.7       | 3.28        | 4.23E-05 | 1.72E-02                |
|          | F  | 西侧缓冲区（防护门外 30cm 处）  | 3.7       | 3.28        | 4.23E-05 | 2.78E-02                |
|          | G  | 西侧污洗间（防护门外 30cm 处）  | 3.5       | 3.28        | 4.23E-05 | 3.11E-02                |
|          | H  | 西侧污洗间（墙外 30cm 处）    | 3.4       | 3.28        | 4.23E-05 | 3.29E-02                |
|          | I  | 西侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 3.6       | 3.28        | 4.23E-05 | 2.94E-02                |
|          | J  | 北侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 2.5       | 3           | 7.97E-05 | 1.15E-01                |
|          | K  | 楼上骨显微外科病房距地面 1.0m 处 | 3.3       | 2.59        | 2.03E-04 | 1.68E-01                |

表 11-3 各关注点散射辐射剂量率估算结果

| 模式       | 编号 | 关注点位置描述           | 距离<br>R/m | 铅当量<br>X/mm | 透射因子 B   | 剂量率<br>$\mu\text{Gy/h}$ |
|----------|----|-------------------|-----------|-------------|----------|-------------------------|
| 透视<br>模式 | A  | 东侧室外通道（墙外 30cm 处） | 3.4       | 3           | 1.56E-04 | 7.45E-02                |
|          | B  | 南侧设备间（墙外 30cm 处）  | 4.8       | 3.28        | 8.35E-05 | 1.99E-02                |

|      |   |                     |     |      |          |          |
|------|---|---------------------|-----|------|----------|----------|
| 摄影模式 | C | 南侧操作间（观察窗外 30cm 处）  | 4.1 | 3.28 | 8.35E-05 | 2.73E-02 |
|      | D | 南侧操作间（防护门外 30cm 处）  | 4.3 | 3.28 | 8.35E-05 | 2.48E-02 |
|      | E | 南侧谈话间（墙外 30cm 处）    | 4.7 | 3.28 | 8.35E-05 | 2.08E-02 |
|      | F | 西侧缓冲区（防护门外 30cm 处）  | 3.7 | 3.28 | 8.35E-05 | 3.35E-02 |
|      | G | 西侧污洗间（防护门外 30cm 处）  | 3.5 | 3.28 | 8.35E-05 | 3.75E-02 |
|      | H | 西侧污洗间（墙外 30cm 处）    | 3.4 | 3.28 | 8.35E-05 | 3.97E-02 |
|      | I | 西侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 3.6 | 3.28 | 8.35E-05 | 3.54E-02 |
|      | J | 北侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 2.5 | 3    | 1.56E-04 | 1.38E-01 |
|      | K | 楼上骨显微外科病房距地面 1.0m 处 | 3.3 | 2.59 | 3.94E-04 | 1.99E-01 |
|      | A | 东侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 3.4 | 3    | 1.56E-04 | 5.08E-01 |
|      | B | 南侧设备间（墙外 30cm 处）    | 4.8 | 3.28 | 8.35E-05 | 1.36E-01 |
|      | C | 南侧操作间（观察窗外 30cm 处）  | 4.1 | 3.28 | 8.35E-05 | 1.86E-01 |
|      | D | 南侧操作间（防护门外 30cm 处）  | 4.3 | 3.28 | 8.35E-05 | 1.69E-01 |
|      | E | 南侧谈话间（墙外 30cm 处）    | 4.7 | 3.28 | 8.35E-05 | 1.42E-01 |
|      | F | 西侧缓冲区（防护门外 30cm 处）  | 3.7 | 3.28 | 8.35E-05 | 2.29E-01 |
|      | G | 西侧污洗间（防护门外 30cm 处）  | 3.5 | 3.28 | 8.35E-05 | 2.56E-01 |
|      | H | 西侧污洗间（墙外 30cm 处）    | 3.4 | 3.28 | 8.35E-05 | 2.71E-01 |
|      | I | 西侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 3.6 | 3.28 | 8.35E-05 | 2.42E-01 |
|      | J | 北侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 2.5 | 3    | 1.56E-04 | 9.39E-01 |
|      | K | 楼上骨显微外科病房距地面 1.0m 处 | 3.3 | 2.59 | 3.94E-04 | 1.36E+00 |

分析预测结果，项目工作场所各关注区域剂量率见表 11-4。

表 11-4 各关注点辐射剂量率估算结果

| 关注点位置                     | 透视状态              |                   |                  | 摄影状态              |                   |                  |
|---------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 位置                        | 泄漏辐射<br>剂量率 $H_L$ | 散射辐射<br>剂量率 $H_S$ | 总有效剂<br>量率 $H_R$ | 泄漏辐射<br>剂量率 $H_L$ | 散射辐射<br>剂量率 $H_S$ | 总有效剂<br>量率 $H_R$ |
| 单位                        | $\mu\text{Gy/h}$  | $\mu\text{Gy/h}$  | $\mu\text{Gy/h}$ | $\mu\text{Gy/h}$  | $\mu\text{Gy/h}$  | $\mu\text{Gy/h}$ |
| A: 东侧室外通道（墙<br>外 30cm 处）  | 9.10E-03          | 7.45E-02          | 8.35E-02         | 6.20E-02          | 5.08E-01          | 5.70E-01         |
| B: 南侧设备间（墙外<br>30cm 处）    | 2.42E-03          | 1.99E-02          | 2.24E-02         | 1.65E-02          | 1.36E-01          | 1.52E-01         |
| C: 南侧操作间（观察<br>窗外 30cm 处） | 3.32E-03          | 2.73E-02          | 3.06E-02         | 2.26E-02          | 1.86E-01          | 2.09E-01         |

|                        |          |          |          |          |          |          |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| D: 南侧操作间（防护门外 30cm 处）  | 3.02E-03 | 2.48E-02 | 2.79E-02 | 2.06E-02 | 1.69E-01 | 1.90E-01 |
| E: 南侧谈话间（墙外 30cm 处）    | 2.53E-03 | 2.08E-02 | 2.33E-02 | 1.72E-02 | 1.42E-01 | 1.59E-01 |
| F: 西侧缓冲区（防护门外 30cm 处）  | 4.08E-03 | 3.35E-02 | 3.76E-02 | 2.78E-02 | 2.29E-01 | 2.57E-01 |
| G: 西侧污洗间（防护门外 30cm 处）  | 4.56E-03 | 3.75E-02 | 4.20E-02 | 3.11E-02 | 2.56E-01 | 2.87E-01 |
| H: 西侧污洗间（墙外 30cm 处）    | 4.83E-03 | 3.97E-02 | 4.46E-02 | 3.29E-02 | 2.71E-01 | 3.04E-01 |
| I: 西侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 4.31E-03 | 3.54E-02 | 3.97E-02 | 2.94E-02 | 2.42E-01 | 2.71E-01 |
| J: 北侧室外通道（墙外 30cm 处）   | 1.68E-02 | 1.38E-01 | 1.55E-01 | 1.15E-01 | 9.39E-01 | 1.05E+00 |
| K: 楼上骨显微外科病房距地面 1.0m 处 | 2.46E-02 | 1.99E-01 | 2.24E-01 | 1.68E-01 | 1.36E+00 | 1.52E+00 |

由表 11-4 可知，在透视状态下，DSA 介入手术室各屏蔽体表面处 0.3m 处的辐射剂量率估算值为  $2.24 \times 10^{-2} \sim 2.24 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ ；在摄影状态下，DSA 介入手术室各屏蔽体表面处 0.3m 处的附加剂量率估算值为  $1.52 \times 10^{-1} \sim 1.52 \mu\text{Gy/h}$ ；有效剂量率与吸收剂量换算系数，取  $1\text{Sv/Gy}$ ，则本项目 DSA 介入手术室各屏蔽体表面外 0.3m 处的辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。介入手术室各屏蔽面的防护效果较好。

### （3）附加年有效剂量率

①人员受到的附加年有效剂量可由式 11-4 计算得到。

$$H_w = H_R \times K \times T \times t \quad (11-4)$$

式中： $H_w$ ——年受照剂量；

$H_R$ ——计算点附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$K$ ——有效剂量与吸收剂量换算系数，取  $1\text{Sv/Gy}$ ；

$T$ ——人员居留因子；

$t$ ——年曝光时间，h/a。

DSA 设备包括透视和摄影两种工作模式，根据医院提供信息，项目正常运行后，每年最多进行 200 台手术，手术开机照射时间估计为透视 10min，摄影 1min，则本项目射

线装置的预计年开机工作时间如下：

表 11-5 不同工作模式下的预计开机时间

| 工作模式 | 每次照射时间 | 年最大工作量  | 年开机时间  |
|------|--------|---------|--------|
| 透视   | 10min  | 200 台手术 | 33.33h |
| 摄影   | 1min   |         | 3.33h  |

### ①公众年附加有效剂量估算结果

附加年有效剂量率估算见表 11-6。

表 11-6 各关注点附加年有效剂量估算结果表

| 关注点位置                  | 透视状态      |       | 摄影状态      |       | 换算系数 K | 人员留因子 T | 附加年有效剂量率 HW | 年剂量约束限值 |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|--------|---------|-------------|---------|
|                        | 总有效剂量率 HR | 年曝光时间 | 总有效剂量率 HR | 年曝光时间 |        |         |             |         |
| 位置                     | μGy/h     | h/a   | μGy/h     | h/a   | Sv/Gy  |         | mSv/a       | mSv/a   |
| A: 东侧室外通道(墙外 30cm 处)   | 8.35E-02  | 33.33 | 5.70E-01  | 1.11  | 1      | 0.25    | 8.54E-04    | 0.05    |
| B: 南侧设备间(墙外 30cm 处)    | 2.24E-02  | 33.33 | 1.52E-01  | 1.11  | 1      | 0.25    | 2.29E-04    | 0.05    |
| C: 南侧操作间(观察窗外 30cm 处)  | 3.06E-02  | 33.33 | 2.09E-01  | 1.11  | 1      | 1       | 1.25E-03    | 1       |
| D: 南侧操作间(防护门外 30cm 处)  | 2.79E-02  | 33.33 | 1.90E-01  | 1.11  | 1      | 1       | 1.14E-03    | 1       |
| E: 南侧谈话间(墙外 30cm 处)    | 2.33E-02  | 33.33 | 1.59E-01  | 1.11  | 1      | 0.25    | 2.38E-04    | 0.05    |
| F: 西侧缓冲区(防护门外 30cm 处)  | 3.76E-02  | 33.33 | 2.57E-01  | 1.11  | 1      | 0.25    | 3.85E-04    | 0.05    |
| G: 西侧污洗间(防护门外 30cm 处)  | 4.20E-02  | 33.33 | 2.87E-01  | 1.11  | 1      | 0.25    | 4.30E-04    | 0.05    |
| H: 西侧污洗间(墙外 30cm 处)    | 4.46E-02  | 33.33 | 3.04E-01  | 1.11  | 1      | 0.25    | 4.56E-04    | 0.05    |
| I: 西侧室外通道(墙外 30cm 处)   | 3.97E-02  | 33.33 | 2.71E-01  | 1.11  | 1      | 0.25    | 4.06E-04    | 0.05    |
| J: 北侧室外通道(墙外 30cm 处)   | 1.55E-01  | 33.33 | 1.05E+00  | 1.11  | 1      | 0.25    | 1.58E-03    | 0.05    |
| K: 楼上骨显微外科病房距地面 1.0m 处 | 2.24E-01  | 33.33 | 1.52E+00  | 1.11  | 1      | 1       | 9.14E-03    | 0.05    |

DSA 设备正常运行工况下，机房外公众所受的年附加有效剂量范围为  $2.29 \times 10^{-4} \text{mSv/a} \sim 9.14 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）年有效剂量基本限值（公众人员 1mSv）要求。本次环评要求公众年受照剂量约束值为 0.05mSv/a。

## ②职业人员年附加有效剂量

根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）附录 B 中表 B.1X 射线透视设备的检测项目及技术要求“7、非直接荧光屏透视设备透视防护区检测平面上周围剂量当量率不大于  $400\mu\text{Gy/h}$ ”，因此本次评价保守按照 X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，手术医生和护士铅衣外按照在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为  $400\mu\text{Gy/h}$  进行计算。

根据公式 11-2 计算可知，管电压 125kV 时，手术医生、护士穿 0.5mm 厚铅衣的辐射透射因子 B 为  $5.57\times 10^{-2}$ ，项目 DSA 手术透视情况下年累积出束时间 33.3h，则介入手术所致手术室内操作医生、护士年剂量为  $0.742\text{mSv/a}$ ，本项目配备 2 名医生，2 名护士轮流进行手术，轮班后每名医生和护士所受的年附加有效剂量为  $0.371\text{mSv/a}$ ，则介入手术医生和护士受到的附加年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（职业人员  $20\text{mSv}$ ）要求。本次环评要求职业人员年受照剂量约束值为  $1\text{mSv/a}$ 。

事实上，上述估算偏保守，忽略了 DSA 设备材料的衰减作用和人体的吸收作用，此外项目 DSA 设备床边操作系统、床边剂量控制系统等防护设施可实时显示剂量率、调节运行档位。因此，项目 DSA 在正常运行情况下，医护人员实际受到的年附加剂量率小于理论计算值。

### 11.2.2 废气环境影响分析

X 射线与空气作用可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体，消除有害气体对 DSA 介入手术室的影响关键在于加强室内通风。本项目 DSA 介入手术室设计有排风系统，能满足 DSA 介入手术室通风换气需要。

本项目安装新风系统进行通风，介入手术室排风风量约为  $500\text{m}^3/\text{h}$ ，介入手术室容积为  $108.1\text{m}^3$ ，每小时通风次数为 4 次，可保持良好通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的标准要求。

项目运行后，工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流，对人员和周围环境影响较小。

### 11.2.3 废水环境影响分析

本项目 DSA 装置采用先进的数字显影技术，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生；工作人员在工作中所产生的生活污水量较小，污水进入医院生活污水处理站，经处理达标后排入市政污水管网，对地表水环境影响很小。

#### 11.2.4 固体废物影响分析

本项目 DSA 介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，经专用医疗废物桶收集后转移至 DSA 介入手术室西侧污洗间内暂存，污洗间内拟设置感染性废物和损伤性废物收集桶，相应类别的塑料桶旁墙上贴有中文标签，污洗间储存的医疗废物经楼层指定污物线路送至医疗废物暂存间，定期送医疗废物集中处置单位处置。综上 DSA 工作场所的固体废物可以得到合理处置，对环境的影响较小。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 事故工况

DSA 射线装置诊断检查时，可能发生的事故风险主要是医疗设备及其安全装置遭到破坏而产生放射辐射事故，从而对医护人员、患者以及公众造成不利影响。其次是射线装置在管理上出现问题。

#### 11.3.2 事故情况下剂量分析

本次评价假设 DSA 设备发生事故，公众误入介入手术室，在无任何屏蔽措施的情况下，受到透视时的 X 射线照射，1m 处漏射辐射剂量率估算为  $1320\mu\text{Gy/h}$ ，1m 处散射辐射剂量率估算为  $5500\mu\text{Gy/h}$ ，1m 处辐射剂量率估算为  $6820\mu\text{Gy/h}$ ；受到摄影时的 X 射线照射，1m 处漏射辐射剂量率估算为  $9000\mu\text{Gy/h}$ ，1m 处散射辐射剂量率估算为  $37500\mu\text{Gy/h}$ ，1m 处辐射剂量率估算为  $69800\mu\text{Gy/h}$ 。则透视模式距离设备 1m 处 1min 受到的剂量为  $0.11\text{mSv}$ ，摄影模式距离设备 1m 处 1min 照射受到的剂量为  $1.16\text{mSv}$ 。即事故情况下，透视模式照射约 0.45min 后公众受到的剂量率将高于  $0.05\text{mSv}$  的公众年有效剂量约束值，摄影模式照射 0.043min 后公众受到的剂量率低于  $0.05\text{mSv}$  的公众年有效剂量约束值。

因此，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查介入手术室的防护性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的介入手术室。

#### 11.3.3 辐射事故预防措施

为避免辐射事故发生及辐射事故发生时能采取有效防范措施降低辐射事故的危害，

该单位需做好以下预防措施：

(1) 定期对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，确认各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处理。

(2) 针对单位使用射线装置制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作间醒目位置）。工作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行；定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。

(4) 加强辐射工作人员的管理，医用血管造影 X 射线机（DSA）开机前，必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

(6) 介入手术室门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

(7) 辐射应急管理机构应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

(8) DSA 装置不能正常关机，可导致工作人员和误入的公众受到照射。定期检查，对出现故障的 DSA 装置及时进行维修。

(9) 工作状态指示灯、电离辐射警示标志等防护设施不完善或失灵，导致工作人员和公众误入而受到照射。定期巡查，及时更换出现损坏的工作状态指示灯、电离辐射警示标志等防护设施。

#### **11.3.4 事故应急措施**

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处

理。这样，可缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(6) 对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境管理部门和卫生部门。

(7) 配备必要的辐射监测仪器，对工作场所实施必要辐射环境监测，及时发现使用过程中可能存在的射线的泄漏。

(8) 射线装置设计有紧急停机按钮，医院应定期进行射线装置维修和维护，及时发现问题。

(9) 制定规范的操作规程，定期进行门灯联动装置、工作指示灯检查，防止人员误入;定期对工作状态指示灯等进行检修。

(10) 完善 DSA 的安全操作规程，加强人员辐射安全防护知识培训；配备必要的铅衣、铅帘等防护用品。

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 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条“使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作”等有关法律法规及主管部门的要求，医院应成立辐射安全管理机构，负责解决实践中出现的各种辐射安全与防护问题，确保射线机的正常运行。同时，设立专（兼）职辐射安全管理人员，负责对射线装置的常规检查和机房的辐射防护与安全工作，开展业务培训，组织应急演练，接受上级主管部门和卫生部门的检查。

汉中职业技术学院附属医院成立了以周嘉洪为组长的辐射安全与防护管理委员会，见附件 7，具体人员组成如下：

组长：周嘉洪

副组长：张永寿 王应征

组员：郭临平 张婷 沙小辉 周于钦 张勇 魏有 卢长旭 卢建军 王振丽  
王磊

辐射安全管理机构主要职责如下：

- 1、制订辐射安全与防护工作的计划；定期对辐射安全控制效果进行评议；各辐射安全与防护制度进行定期修订。
- 2、定期召开辐射安全与防护工作会议，定期对委员会成员进行调整。以会议纪要的形式下发。
- 3、对全院辐射安全与防护工作的监督检查过程中存在的问题提出整改意见并及时督导落实。
- 4、制定辐射事故的应急预案并组织演练。
- 5、辐射防护委员会办公室负责日常事务性工作并与各部门进行协调。

12.1.2 辐射安全管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的相关要求以及《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管

理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）相关要求，建议建设单位应针对 DSA 设备的操作特点完善制度，使相应制度更具可操作性，同时还应制定的规章制度有：

- （1）《设备检修维护制度》
- （2）《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》
- （3）《DSA 设备操作规程》
- （4）《DSA 介入手术室辐射事故应急预案》

以上规章制度应建立有效的记录档案，跟踪落实各个岗位辐射安全职责。

建设单位在取得环评批复后，应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的相关要求，申领辐射安全许可证。

#### **12.1.3 核技术利用单位辐射安全管理标准化建设**

根据陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发[2018]29号）相关规定，对核技术利用单位辐射安全管理标准化建设提出要求，建设单位应按照文件要求进行建设。

待建设单位全部落实标准中各项要求后进行环保竣工自主验收，申领辐射安全许可证后，方具备从事本项目辐射活动的能力，本项目方可投入正式运行。

#### **12.1.4 人员培训**

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第 16 条第 2 款的要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第 28 条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

医用血管造影 X 射线机（DSA）属于Ⅱ类射线装置，项目计划配备 6 名工作人员，主要由 2 名医师、2 名护士、2 名技师组成，均为医院新增辐射人员（仅操作本项目的 DSA 设备，不与其他科室人员岗位交叉）。环评要求新增辐射工作人员应参加辐射安全防护培训及考核，持证上岗，并每五年再培训。医院应建立放射工作人员培训档案，档案内容包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等。

#### **12.1.5 个人剂量监测及职业健康检查**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修正）》第二十九条规定：

生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

根据医院提供的职业健康检查结果，现有9名辐射工作人员均进行了职业健康体检，体检结果见附件5，其余2人未参加职业健康体检（环评要求需进行职业健康检查）。根据医院提供的职业健康检查结果，9名辐射工作人员职业健康检查结果均为“放射性作业体检未见疑似职业病及职业禁忌证”，可继续从事原放射性工作。此外，评价提出以下要求：

#### （1）监测、检查周期

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第4.3节要求，常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为1个月，最长不得超过3个月。

按照《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）第5.1.4条要求，放射工作人员在岗期间职业健康检查周期按照卫生行政部门的有关规定执行，一般为1a~2a，不得超过2a，必要时，可适当增加检查次数。

#### （2）个人剂量计佩戴

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第5.3节要求，对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

#### （3）记录要求

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第8.1.1条要求，准许工作人员查询本人职业照射记录；职业健康管理人员查询相关职业照射记录及有关资料。

#### （4）档案

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第8.2.2条要求，职业照射个人剂量档案终生保存。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。按照《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）第7.2条要求，放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案。

### 12.1.6 档案管理

本项目放射工作人员到位后，应认真落实相关制度，将放射工作人员的健康体检报

告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。档案信息和保存等按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定执行。

档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”。医院应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

## 12.2 辐射监测

### 12.2.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款，“配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪”、“使用放射性同位素和射线装置开展诊断和诊疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作”。汉中职业技术学院附属医院已配备 1 台 X- $\gamma$ 剂量率测量仪，为辐射工作人员配备个人剂量计。

### 12.2.2 监测方案

根据汉中职业技术学院附属医院诊疗特点，制定辐射环境监测计划如下：

(1) 定期（不少于 1 次/年）委托有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并建立监测技术档案；监测数据纳入年度评估报告，并上报生态环境管理部门备案。医院日常监测计划如表 12-1 所示。

表 12-1 汉中职业技术学院附属医院日常监测计划表

| 监测点位                                        | 监测因子              | 监测频次                   |
|---------------------------------------------|-------------------|------------------------|
| DSA 手术室周围环境巡测                               | X、 $\gamma$ 辐射剂量率 | 每季度自检 1 次，每年由有资质单位监测一次 |
| 距离墙体、门、窗表面 30cm、穿墙管线洞口、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm。 |                   |                        |

(2) 建设单位需利用自备的 X- $\gamma$ 剂量率测量仪对工作场所进行定期监测，并建立监测档案。

### 12.3.3 设备性能监测

根据国家标准要求，医院应委托有资质的技术服务机构对射线装置进行设备性能检验。

医院应制定严格的设备定期检查和安全检查及维修管理制度，并严格执行，以确保设备能正常的运行，其中设备检查维修制度中应包括每天检查控制开关，门灯联动，紧

急停束装置等安全装置；并适时检查其他安全装置，如设备性能，监视和通讯装置等内容。

#### 12.2.4 年度评估报告

每年 1 月 31 日之前，核技术应用单位应向有关生态环境管理部门提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

#### 12.2.5 环保投资估算

本项目总计投资 760 万元，其中环保投资 12 万元，占总投资的 1.58%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，个人防护用品购置等。环保投资估算见表 12-2。

表 12-2 项目环保投资估算表

| 项目            | 设施（措施）                                                                       |                                                      | 金额（万元） |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------|
| 安全装置          | 操作台“紧急制动”装置 1 套、对讲装置 1 套、门灯连锁装置 1 套                                          |                                                      | 2      |
| 监测仪器及警示装置     | X-γ剂量率监测仪 1 台依托原有                                                            |                                                      | 0      |
|               | 4 名新增介入医生和护士分别配备 2 枚个人剂量计（铅衣内、铅衣外），2 名新增操作人员分别配备 1 枚个人剂量计（铅衣外），共计 10 枚个人剂量计； |                                                      | 1.5    |
|               | 警示标牌和工作警示灯 1 套                                                               |                                                      | 0.5    |
| 个人防护用品及辅助防护设施 | 工作人员                                                                         | 个人防护用品<br>铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护服各 2 套 | 2.0    |
|               |                                                                              | 辅助防护设施<br>铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏各 1 套              |        |
|               | 患者和受检者                                                                       | 个人防护用品<br>铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护服各 1 套   | 1.5    |
| 通排风系统         | 通风系统 1 套                                                                     |                                                      | 1.5    |
| 监测            | 射线装置工作场所环境本底监测费用                                                             |                                                      | 1.0    |
| 应急设备          | 应急和救助的物资准备                                                                   |                                                      | 1.0    |
| 其他            | 辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训                                                        |                                                      | 1.0    |
| 合计            |                                                                              |                                                      | 12     |

#### 12.2.6 竣工环境保护验收内容及要求

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》要求，医院是项目竣工环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的程序和标准，及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收报告；验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

验收报告公示期满后 5 个工作日内，医院应当登录全国建设项目竣工环境保护验收

信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。项目建成后，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月。本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-3。

表 12-3 项目竣工环境保护验收清单（建议）

| 验收内容     | 验收要求                                                                                                                                                                                                                                                      |        | 备注                                                                                                                                                          |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 环保文件     | 环评批复、验收监测报告等齐全                                                                                                                                                                                                                                            |        | /                                                                                                                                                           |
| 年有效剂量控制  | 放射工作人员年有效剂量 $<1\text{mSv}$<br>机房外公众成员年有效剂量 $<0.05\text{mSv}$                                                                                                                                                                                              |        | GB18871-2002<br>及医院管理要求                                                                                                                                     |
| 人员要求     | 放射工作人员均持证上岗，且 5 年进行 1 次复训                                                                                                                                                                                                                                 |        | 环境保护部令第 3 号、第 18 号、<br>生态环境部 7 号<br>令                                                                                                                       |
| 剂量率控制    | 介入手术室四周墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、操作台、机房外电缆穿越处，介入手术室正上方距地面 1.0m 处，周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。                                                                                                                                                |        | GBZ130-2020                                                                                                                                                 |
| 设备数量     | 1 台医用血管造影 X 射线机（DSA）（II 类射线装置）最大管电流 125kV，最大管电压 1000mA。                                                                                                                                                                                                   |        | /                                                                                                                                                           |
| 防护用品     | 4 名新增介入医生和护士分别配备 2 枚个人剂量计（铅衣内、铅衣外），2 名新增操作人员分别配备 1 枚个人剂量计（铅衣外），共计 10 枚个人剂量计；                                                                                                                                                                              |        |                                                                                                                                                             |
|          | 工作人员                                                                                                                                                                                                                                                      | 个人防护用品 | 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶防护衣各 2 套；（除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于 $0.25\text{mmPb}$ ；介入防护手套铅当量不小于 $0.025\text{mmPb}$ ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 $0.5\text{mmPb}$ ）。 |
|          |                                                                                                                                                                                                                                                           | 辅助防护设施 | 铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风各 1 套（辅助防护设施的铅当量不小于 $0.5\text{mmPb}$ ；移动铅防护屏风铅当量不小于 $2\text{mmPb}$ ）。                                                        |
|          | 患者和受检者                                                                                                                                                                                                                                                    | 个人防护用品 | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶防护衣各 1 套；（防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于 $0.25\text{mmPb}$ ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 $0.5\text{mmPb}$ ）。                                       |
| 监测设备     | 1 台巡检仪                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                                                                                                                                                             |
| 辐射安全防护措施 | ① 机房各防护门上均设置电离辐射警告标志，醒目的工作状态指示灯，设置门灯连锁装置。<br>② 制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急程序等）。<br>③ 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。<br>④ 机房设置机械通风系统，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。<br>⑤ 设备上自带急停开关；操作间与机房设对讲装置。<br>⑥ 平开机房门应有自动闭门装置，推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施，电动推拉门宜设置防夹装置；工作状态指示灯能与机房门有效关 |        |                                                                                                                                                             |

|        |                                                                            |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|
|        | 联。<br>⑦防护用品与辅助防护设施齐全。<br>⑧机房四周墙体、顶棚、防护门、观察窗有足够的屏蔽防护能力。<br>⑨穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。 |
| 辐射安全管理 | 健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、年度评估制度等。                     |

### 12.3 辐射事故应急

建设单位应根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》。

本次项目建成后，建设单位应及时修改与完善《辐射事故应急预案》并备案，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。该预案包括以下内容：

#### （1）辐射事故应急处理机构与职责

- ①单位成立辐射事故应急处理领导机构，组织开展风险事件的应急处理救援工作。
- ②应急处理领导小组职责
  - a、定期对人员进行辐射防护情况自查和监测，发现事故隐患及时督导整改；
  - b、发生人员超剂量照射事故，应启动辐射事故应急预案；
  - c、事故发生后，立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；
  - d、负责向环保及卫生行政部门及时报告事故情况；
  - e、负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
  - f、人员受照时，要通过个人剂量计或其他方法，迅速估算受照人员的受照剂量；
  - g、负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

#### （2）辐射事故应急救援应遵循的原则

- ①迅速报告原则；
- ②科学施救，控制危险源，防止事故扩大化原则；
- ③保护现场，收集证据原则。

#### （3）辐射事故应急处理程序

- ①事故发生后，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报辐射事故应急处理领导小组。
- ②应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案。
- ③事故处理必须在应急处理领导小组的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人

员的参与下进行。

④各种事故处理后，必须组织相关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故的发生。

#### (4) 辐射事故报告程序

确认发生辐射事故后，现场人员立即通知应急处理领导小组，应急处理领导小组立即启动应急预案，及时组织各部门及各应急专业组开展应急救援工作。应急办公室立即向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地生态环境部门报告。

总之，为减少事故的发生，必须加强辐射安全管理，提高职业工作人员安全和技术水平，严格按照操作规程作业，认真落实应急预案，提高单位应急能力，加强设备检查和维修，减少故障发生，从而确保系统安全。

### 12.4 放射性同位素与射线装置安全许可管理

项目建成后，医院应重新申请辐射安全许可证，《辐射安全许可证》发放条件见表12-4。

表 12-4 《辐射安全许可证》发放条件

| 序号 | 要求                                                                     | 备注                                                 |
|----|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1  | 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。          | 已设有辐射安全与环境保护管理机构。                                  |
| 2  | 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。                                 | 须落实                                                |
| 3  | 射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。                                  | 须落实                                                |
| 4  | 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。 | 须落实                                                |
| 5  | 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。          | 已按要求制定的规章制度具有可操作性，需按相关法律法规和单位实际情况进行完善。             |
| 6  | 有完善的辐射事故应急措施。                                                          | 已制定辐射事故应急预案。此外，结合项目运行特点及事故演练中暴露的问题，医院还应不断完善事故应急预案。 |
| 7  | 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。                | 不涉及                                                |

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

(1) 汉中职业技术学院附属医院数字减影血管造影设备核技术利用项目的建设对于改善医院医疗设施条件,促进医院的整体医疗水平的提高具有积极的意义;经评价分析,医院 DSA 射线装置的工作场所屏蔽措施满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中的相关要求,该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)辐射防护要求的“实践的正当性”要求。

(2) 本项目位于陕西省汉中市天汉大道 670 号,2021 年 11 月 8 日建设单位已委托西安桐梓环保科技有限公司对汉中职业技术学院附属医院 DSA 介入手术室拟建地及周边环境进行了空气吸收剂量率监测,监测结果表明,项目地的 X、 $\gamma$ 空气吸收剂量率处于辐射环境本底涨落范围内,属于正常环境水平。

(3) 经模式预测,本项目在正常工况下,对辐射工作人员造成的附加有效剂量低于 1mSv/a 的职业人员剂量管理限值;对机房外公众造成的附加有效剂量低于 0.05mSv/a 的公众人员剂量管理限值。

(4) 医院已成立放射诊疗安全与防护管理领导小组,明确机构成员组成、相关工作职责,安排有专人负责医院的辐射安全管理工作。医院辐射工作管理逐步规范,制定了较为完善的规章制度和应急预案。医院已制定的制度主要有:《放射安全事故应急预案》、《放射科辐射监测计划》、《放射安全管理制度》、《64 排 CT 和 DR 操作规程》、《放射工作人员岗位职责》、《患者和受检者安全防护制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员档案管理制度》、《影像诊断质量保证方案》等一系列规章制度,用于医院各类射线装置的辐射安全管理。现有的射线装置设立有警示标志和安全装置,本项目在补充、完善本评价提出的防护措施和规章制度后,能满足辐射环境管理要求。

综上所述,汉中职业技术学院附属医院在严格执行国家相关法律、法规及相关标准的要求,切实落实本报告表中提出的污染防治措施和建议后,该项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响可以控制在国家标准允许的范围之内。从环境保护和辐射防护角度分析,该项目是可行的。

### 13.2 建议和承诺

(1) 建设单位应按照国家环境保护行政主管部门规定的标准和程序,所有设备及辅助设备应符合国家相关标准要求,及时对本项目配套建设的环境保护设施进行自主

验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。项目建成后，医院应重新申请辐射安全许可证。

（2）定期开展应急演练，做好演练记录、评价总结，不断完善预案内容，提高应急响应、处置能力，杜绝辐射事故发生。

（3）项目建成运行后，应严格执行辐射环境监测制度，每年应对医院射线装置应用的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证颁发部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。

仅限汉中职业技术学院附属医院数字减影血管造影设备核技术利用项目公示

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年 月 日

审批意见：

仅限汉中职业技术学院附属医院数字减影血管造影设备核心技术利用项目公示

公章

经办人

年 月 日