

**表 1 项目基本情况**

|              |          |  |   |      |                        |    |
|--------------|----------|--|---|------|------------------------|----|
| 建设项目名称       |          | 合阳县中医医院 DSA 核技术利用项目  |   |      |                        |    |
| 建设单位         |          | 合阳县中医医院  |   |      |                        |    |
| 法人代表         | 宋小军      | 联系人  | ██████  | 联系电话 | ██████                 |    |
| 注册地址         |          | 陕西省渭南市合阳县东新街 69 号  |   |      |                        |    |
| 项目建设地点       |          | 合阳县东新街 69 号合阳县中医医院门诊楼东南侧   |   |      |                        |    |
| 立项审批部门       |          | /  |   | 批准文号 | /                      |    |
| 建设项目总投资 (万元) |          | 1136.8   | 项目环保投资 (万元)   | 52.2 | 投资比例 (环保投资/总投资)        |    |
| 项目性质         |          | <input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他 |   |      | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) | 67 |
| 应用类型         | 放射源      | <input type="checkbox"/> 销售  | <input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类        |      |                        |    |
|              |          | <input type="checkbox"/> 使用  | <input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类 |      |                        |    |
|              | 非密封放射性物质 | <input type="checkbox"/> 生产  | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物  |      |                        |    |
|              |          | <input type="checkbox"/> 销售  | /   |      |                        |    |
|              |          | <input type="checkbox"/> 使用  | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙   |      |                        |    |
|              | 射线装置     | <input type="checkbox"/> 生产  | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类  |      |                        |    |
|              |          | <input type="checkbox"/> 销售  | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类  |      |                        |    |
|              |          | <input checked="" type="checkbox"/> 使用   | <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类   |      |                        |    |
| 其他           | /        |  |   |      |                        |    |

**1.1 项目概述**

**1.1.1 项目背景**

**1.1.1.1 医院简介**

合阳县中医医院位于陕西省渭南市合阳县东新街 69 号，始建于 1979 年，是一所以中医为主、中西医结合，集医疗、教学、康复、保健、预防为一体的二级甲等中医医院。现有职工 395 人，中高级职称以上 132 人，专业技术人员占总人数的 85% 以上。开设病床 400 张，床位使用率达 90% 以上，每年承担着约 18 万人次的门诊量和 1.6 万人次的住院诊疗任务。医院现有射线装置 3 台，分别为 1 台 CT 机、1 台 DR 机和 1 台胃肠机。

### **1.1.1.2 核技术应用的目的是任务**

心脑血管疾病已成为严重影响居民健康的一个重要因素，而介入手术成为诊疗这类疾病的主要手段。为完善医院发展需求，促进医院各学科发展，提高医院的医疗水平，推动医院整体发展，更好地为患者服务，合阳县中医医院（以下简称“医院”）在门诊楼东南侧新建 1 间 DSA 手术室，手术室配备 1 台数字减影血管造影设备（DSA），用于介入诊断及辅助治疗。

### **1.1.1.3 工作过程概述**

根据原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告 2017 年第 66 号），项目拟新增的 1 台数字减影血管造影设备（DSA）为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号）中“五十五、核与辐射，172 核技术利用建设项目”中“.....生产、使用 II 类射线装置的.....”应编制环境影响报告表。

西安旭奥环境科技有限公司接受医院委托，承担对本项目的环境影响评价工作。接受委托后，我公司按照《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的基本要求，编制了《合阳县中医医院 DSA 核技术利用项目环境影响报告表》。

### **1.1.2 实践正当性分析**

数字减影血管造影设备(DSA)对提高心脑血管疾病治疗水平具有重大意义，在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，合阳县中医医院 DSA 核技术利用项目的建设所带来的社会、经济利益远大于可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“实践正当性”要求。

### **1.1.3 项目概况**

#### **1.1.3.1 建设规模**

据医院提供的资料，本项目在医院门诊楼东南侧新建一间 DSA 手术室，一间洗消间和及一间设备间，主体为混凝土结构，总建筑面积约 67m<sup>2</sup>；与手术室相接处的门诊楼内部改建相关辅助功能用房，包括等候区、换鞋间、更衣室、缓冲间及控制室。DSA 手术室配备一台型号为 Optima IGS Plus 的 DSA。DSA 手术室为单层建筑物，无楼上和地下建筑，东侧为和院墙间夹道，南侧为洗消间和设备间，西侧为门诊大楼前院，北侧为 DSA 控制室和缓冲间。

(1) 设备主要技术参数

DSA 主要技术参数详见表 1-1。

表 1-1 DSA 设备主要技术参数一览表

| 设备  | 型号              | 主要参数                        | 类别   | 放置位置     |
|-----|-----------------|-----------------------------|------|----------|
| DSA | Optima IGS Plus | 最大管电压：125kV<br>最大管电流：1000mA | II 类 | DSA 手术室内 |

(2) 手术室建设规模及辐射防护屏蔽参数

根据医院提供的资料，DSA 手术室建设规模及辐射防护屏蔽参数见表 1-2。

表 1-2 项目 DSA 手术室建设规模及辐射防护屏蔽参数一览表

| 位置      | 建设规模  |
|---------|---|
| DSA 手术室 | 装修后南北长 6.4m，东西宽 6.0m，高 3.7m，有效使用面积：38.4m <sup>2</sup> |
| 屏蔽防护体名称 | 辐射防护设计方案  |
| 四周墙体    | 200mm 加气混凝土砌块墙+镀锌方管钢架+3mmPb 铅板                        |
| 屋顶      | 70mm 混凝土+镀锌方管钢架+1mm 铅当量防护板+2mm 铅当量铅板                  |
| 地板      | 70mm 混凝土+3mm 铅当量 硫酸钡防护涂料                              |
| 观察窗     | 3mm 铅当量 玻璃窗，距地高度 800mm                                |
| 患者进出门   | 3mm 铅当量 铅防护电动平移门                                      |
| 设备间门    | 3mm 铅当量 铅防护子母门  |
| 洗消间门    | 3mm 铅当量 铅防护单开门  |

1.1.3.2 劳动定员和工作负荷

本项目配备 9 名放射工作人员，4 名手术医师从相关临床科室调配，2 名控制室操作人员从放射科调配（兼职操作现有放射性设备），3 名护士从医院内部调配。

本项目配备的辐射工作人员需满足《放射诊疗管理规定》第七条要求：“开展介入放射学工作的，应当具有：1、大学本科以上学历或中级以上专业技术职务任职资格的放射影像医师；2、放射影像技师；3、相关内、外科的专业技术人员”的要求。

项目投入使用后，DSA 预计每年最多手术 1000 例，平均每台手术透视时间 10min，采集 0.5min，则透视年累积出束时间 166.7h，采集年累积出束时间 8.33h。

#### **1.1.4 项目选址及周边环境概况**

##### **1.1.4.1 医院地理位置及周边环境关系**

合阳县中医医院位于渭南市合阳县城东东街 69 号，地理坐标为：E110.147500°，N35.231389°。医院东侧隔路为农技小区，南侧为东东街，隔路为东东街邮政支局及合阳县邮政局职工住宅区，西侧为水利队小区，北侧为南厢巷居民区。

医院地理位置图见图 1-1，医院周边环境关系见图 1-2。

##### **1.1.4.2 医院总平面布置**

根据现场踏勘，合阳县中医医院建设有综合楼（3F）、制剂楼（拟拆除）、综合楼（3F）、食堂（3F）、家属楼（6F）、消毒供应综合楼（3F）、锅炉房、综合住院楼（5F）、妇科住院楼（4F）、化粪池（地埋）、门诊楼（10F）等建筑，本次 DSA 项目建设位置位于门诊楼东南侧。

医院总平面布置示意图见图 1-3。

##### **1.1.4.3 项目场址周边环境关系**

本项目 DSA 机房东侧隔院墙为农技小区，东北侧为南厢巷；南侧为东东街，隔路为中国邮政合阳县分局，西侧及北侧均为医院内部建筑。

本项目建成后，东侧为院墙间夹道，南侧为洗消间和设备间，西侧为门诊楼前院，北侧为 DSA 控制室和缓冲间，无楼上和地下建筑，平面布局见图 1-4。

##### **1.1.4.4 项目选址合理性**

项目位于医院门诊楼东南侧，手术区内出入的人员只有医务工作人员和需要手术的患者，手术医护人员、患者、污物流动线路相互独立、不交叉。手术室四周人员往来较少，从满足安全治疗和辐射安全与防护的角度来看，在 DSA 设备运行时，可有效减少受照的人群，故本项目选址合理。





图 1-2 医院周边环境关系图

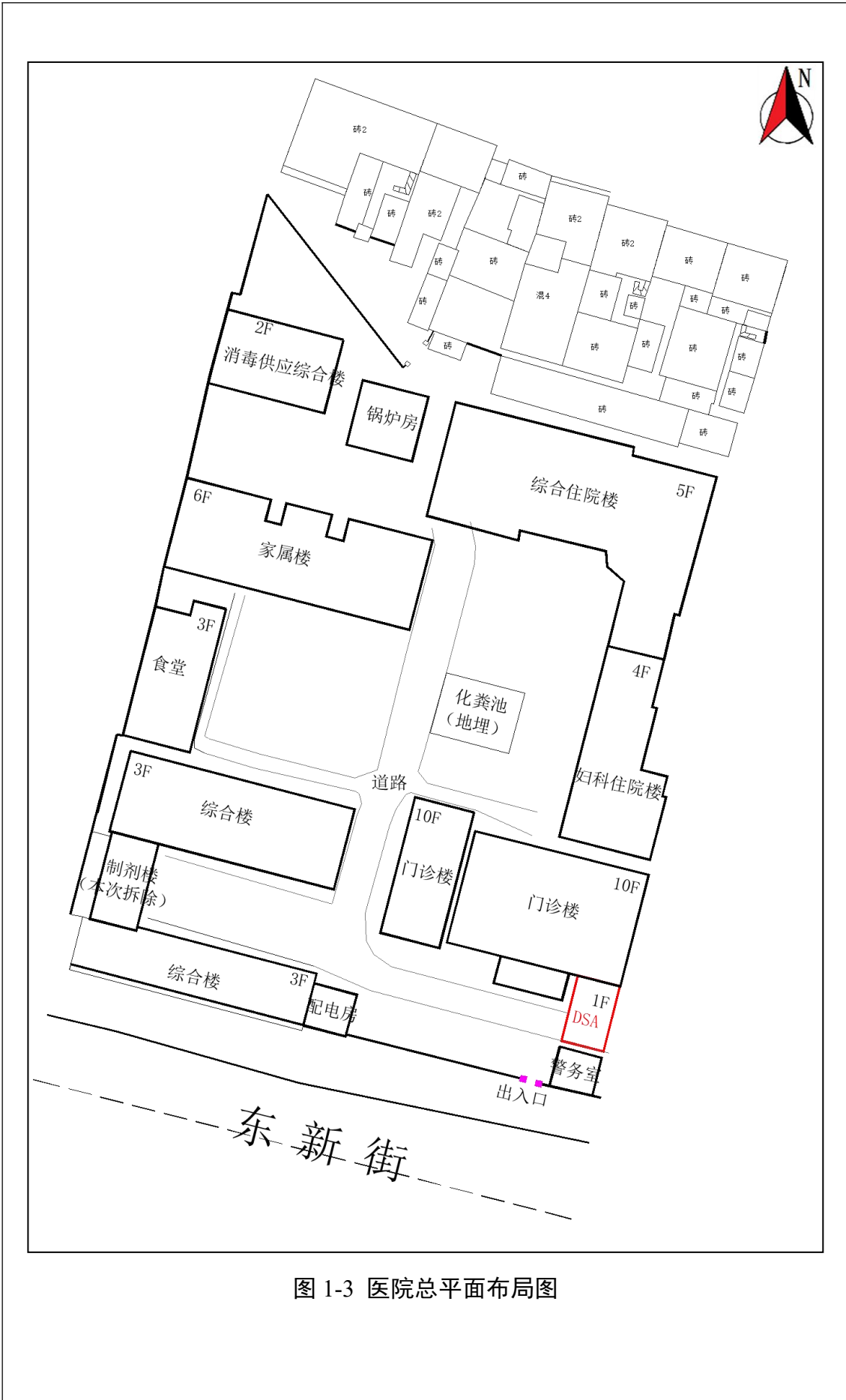


图 1-3 医院总平面布局图

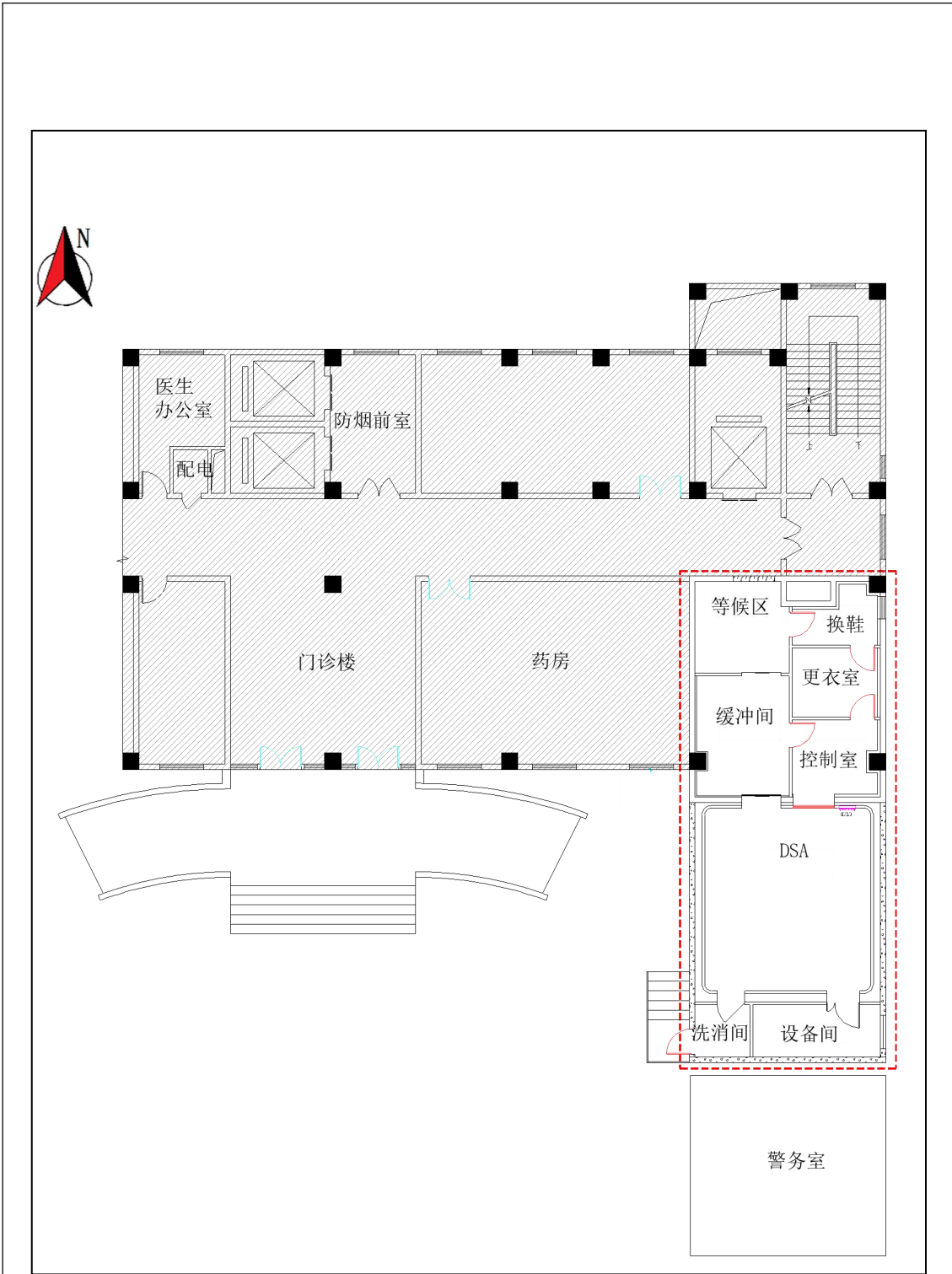


图 1-4 项目平面布局图



## 1.2 医院已有核技术利用项目许可情况

### 1.2.1 环保手续履行情况

合阳县中医医院于 2010 年报送了医院 3 台射线装置的环境影响登记表，于 2010 年 6 月 29 日取得了渭南市环境保护局《关于合阳县中医医院 X 射线装置项目环境影响登记表的批复》（渭环核批复〔2010〕28 号），以及渭南市环境保护局《关于合阳县中医医院申请辐射安全许可证的批复》（渭环核批复〔2010〕30 号），证书由原陕西省环境保护厅核发，证书编号：陕环辐证[40066]。许可的种类和范围：使用 III 类射线装置，有效期至 2015 年 6 月 28 日。

2020 年医院向渭南市环境保护局提交了《关于合阳县中医医院申请变更辐射安全许可证的请示》，以及《辐射安全许可证延续申请表》，2021 年 6 月 11 日医院取得了渭南市生态环境局《关于合阳县中医医院变更及延续辐射安全许可证的批复》（渭环辐批复〔2021〕37 号），许可有效期至 2026 年 6 月 10 日。即医院当前持有的辐射安全许可证，核准的种类和范围见表 1-3。

表 1-3 医院辐射安全许可证陕环辐证[40066]许可现状

| 序号 | 设备名称              | 最大管电压,管电流     | 类别    | 数量 | 活动种类 | 状态 |
|----|-------------------|---------------|-------|----|------|----|
| 1  | MX16-SLICE 型 CT 机 | 140kV, 415mA  | III 类 | 1  | 医疗诊断 | 在用 |
| 2  | EXAVISTA 型胃肠机     | 150kV, 1000mA | III 类 | 1  | 医疗诊断 | 在用 |
| 3  | XPLORER 型 DR 机    | 150kV, 630mA  | III 类 | 1  | 医疗诊断 | 在用 |

### 1.2.2 辐射安全管理现状

医院遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《陕西省放射性污染防治条例》等法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，在辐射安全和防护制度建立、辐射防护设施运行、维护、检测等方面运行较好，但在辐射人员的体检、培训方面的工作需加强落实。

根据医院提供的资料，医院辐射安全管理现状如下：

#### （1）辐射防护管理机构设置及制度情况

医院已成立了辐射安全防护领导小组，副院长杨建平为组长，副组长车向前，成员为党晓江、党存斌、赵根仓、吕云芳等人组成。领导小组负责医院辐射防护管理，领导并共同做好医院辐射防护各项工作。

医院制定了《放射科各项规章制度》，其中包括：放射科辐射防护制度、放射科受检者防护原则、放射科安全保卫管理制度、放射科设备管理和保养制度、放射科设备使用制度、放射科设备维修制度、CT 机的维护及保养、设备基本技术规范（普通透视操作规范、DR 摄影操作规范、胃肠及造影检查操作规范、螺旋 CT 机操作规范、X 线机操作规范）、放射科辐射防护应急预案、放射工作人员职业健康管理制度、人员培训制度、台账制度管理、监测方案等，并在工作中予以贯彻落实，保证日常工作的辐射安全和防护。

### （2）放射工作人员管理情况

根据医院提供的放射工作人员名单，医院现有的射线装置均为 III 类射线装置，现有的 7 名放射工作人员均参加了医院自行组织的**辐射安全与防护培训**。

医院委托陕西新高科辐射技术有限公司对放射工作人员（9 人，何红侠、曹冰洁 2 人退休）进行了**个人剂量监测**，每三个月检测一次，建立了个人剂量档案并存档。根据 2021 年 11 月~2022 年 10 月四期个人剂量检测报告，在岗放射工作人员连续四个季度的累积剂量最大为 0.36mSv，均满足不大于 5mSv/a 的剂量管理目标值。

医院 7 名放射工作人员分别于 2020 年 8 月（5 人）和 2021 年 6 月（2 人）进行了**职业健康检查**，建立了职业健康检查档案并存档。7 人体检结果显示均显示“可继续原放射工作”。2020 年 8 月的 5 名放射工作人员体检时间超过 2 年，体检发现的其他临床异常，建议及时复查。

表 1-4 医院放射工作人员体检、个剂、培训情况汇总

| 姓名  | 个人剂量监测         |               |               |                |      | 体检                            | 培训   | 备注 |
|-----|----------------|---------------|---------------|----------------|------|-------------------------------|------|----|
|     | 2021.11-2022.1 | 2022.2-2022.4 | 2022.5-2022.7 | 2022.8-2022.10 | 合计   |                               |      |    |
| 赵根仓 | 0.02           | 0.01          | 0.02          | 0.04           | 0.09 | 2021 年 6 月，可继续原放射工作           | 自主培训 | 在岗 |
| 吕云芳 | 0.02           | 0.02          | 0.05          | 0.02           | 0.11 | 2020 年 8 月，可继续原放射工作，复查心电图、尿常规 |      | 在岗 |
| 同斯平 | 0.05           | 0.01          | 0.02          | 0.02           | 0.10 | 2020 年 8 月，可继续原放射工作，复查血常规     |      | 在岗 |

|     |      |      |      |      |      |                        |   |    |
|-----|------|------|------|------|------|------------------------|---|----|
| 王佳  | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.07 | 2020年8月,可继续原放射工作       |   | 在岗 |
| 张永斌 | 0.24 | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 0.36 | 2020年8月,可继续原放射工作,复查尿常规 |   | 在岗 |
| 王萍  | 0.02 | 0.19 | 0.02 | 0.02 | 0.25 | 2020年8月,可继续原放射工作,查甲功   |   | 在岗 |
| 吴华松 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.10 | 2021年6月,可继续原放射工作       |   | 在岗 |
| 何红侠 | 0.02 | 0.10 | 0.02 | 0.02 | 0.16 | /                      | / | 退休 |
| 曹冰洁 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.11 | /                      | / | 退休 |

### (3) 工作场所辐射环境监测情况

医院现有3台医用X射线诊断设备。2022年4月,医院委托陕西思迈奥健康科技服务有限公司对医院射线装置工作场所进行了放射防护检测(报告编号:思迈奥(FH)字(2022)第067-2号),检测结果汇总见表1-5。

表1-5 放射工作场所关注点最大X、γ辐射剂量率

| 序号 | 设备名称 | 规格型号        | 检测条件               | 关注点最大X、γ辐射剂量率(μSv/h) | 标准限值(μSv/h) |
|----|------|-------------|--------------------|----------------------|-------------|
| 1  | DR   | Xprover1600 | 120kV, 100mA, 0.2s | 0.19                 | 25          |
| 2  | CT   | MX 16-slice | 120kV, 259mAs      | 0.52                 | 2.5         |
| 3  | 胃肠机  | EXAVISTA    | 71kV, 3.2mA, 10s   | 0.15                 | 2.5         |

根据检测报告结果,DR机房检测点位周围剂量当量率均小于25μSv/h,CT机房和胃肠机房各检测点的周围剂量当量率低于2.5μSv/h,符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。

### (4) 辐射环境监测设备配备及检定情况

医院尚未配备辐射环境自主监测设备,本项目DSA为II类射线装置,根据相关要求,医院应配备1台X-γ空气比释动能率仪,每年将X-γ空气比释动能率仪送至计量站进行检定或校准,并将检定或校准证书存档。

### 1.2.3 针对医院现存问题提出的改进建议

(1) 医院现有的射线装置均为III类射线装置,现有的7名辐射工作人员均参加了医院自行组织的辐射安全与防护培训。医院应按照相关规定对7名辐射工

工作人员的自主考核档案进行存档，培训档案内容应包括作答试卷原件和考核成绩、参考人员和监考人员信息等，档案保存时间不低于 5 年。

本次 DSA 项目从现有辐射工作人员中调配 2 人，调岗后从事本次 DSA 项目（II 类射线装置）使用活动的 9 名辐射工作人员（调岗 2 人和新增 7 名医护人员）应及时组织参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的考核（专业-介入放射学）并获取辐射安全培训合格成绩单。

（2）2020 年 8 月的 5 名辐射工作人员体检时间超过 2 年，医院应及时组织在岗职业健康体检，对体检发现甲功异常 1 人，医院应及时组织复查，必要时进一步检查、诊治，确保检查结果可继续原放射工作；其他临床异常医院应及时组织临床复查。

从放射科调入本项目的 2 名辐射工作人员按要求进行职业健康检查。对调入本项目新从事放射工作的手术医生和护士（7 人），上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。

（3）医院应配备 1 台 X- $\gamma$ 空气比释动能率仪，每年应将 X- $\gamma$ 空气比释动能率仪送至计量站进行检定或校准，并将检定或校准证书存档。

**表 2 放射源**

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

注：1.放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及生产的中子流强度（n/s）。

**表 3 非密封放射性物质**

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

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

**表 4 射线装置**

**(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器**

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速粒子 | 最大能量 | 额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------|------|------------------------|----|------|----|
| /  |    | /  | /  | /  | /    | /    | /                      | /  | /    | /  |
|    |    |    |    |    |      |      |                        |    |      |    |
|    |    |    |    |    |      |      |                        |    |      |    |

**(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途**

| 序号 | 名称  | 类别   | 数量  | 型号              | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途   | 工作场所    | 备注 |
|----|-----|------|-----|-----------------|------------|------------|------|---------|----|
| 1  | DSA | II 类 | 1 台 | Optima IGS Plus | 125        | 1000       | 介入手术 | DSA 手术室 | 新增 |
|    |     |      |     |                 |            |            |      |         |    |
|    |     |      |     |                 |            |            |      |         |    |

**(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源**

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称      | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年排放总量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向                   |
|---------|----|------|----|------|-------|-------|------|------------------------|
| 臭氧、氮氧化物 | 气态 | /    | /  | 少量   | /     | /     | /    | 通过动力通风装置排出<br>手术室进入外环境 |
| /       | /  | /    | /  | /    | /     | /     | /    | /                      |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |
|         |    |      |    |      |       |       |      |                        |

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，气态单位为 mg/kg；年排放总量用 kg。  
 2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度年排放总量分别用比活度（Bq/L，或 Bq/kg，或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

|          |  |
|----------|--|
| 法规<br>文件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（修订）》，2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（修订）》，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号修改，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（修订）》，生态环境部令第 20 号第四次修改，2021 年 1 月 4 日；</p> <p>(8) 《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；</p> <p>(9) 《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 日起施行；</p> <p>(10) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(12) 《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修正）》，陕西省人大，2019 年 7 月 31 日起施行；</p> <p>(13) 陕西省环境保护厅关于印发新修订《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），2018 年 6 月 6 日起施行；</p> <p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），自 2020 年 1 月 1 日起施行；</p> |
|----------|--|



|      |   |
|------|---|
|      | <p>(15) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行。</p>   |
| 技术标准 | <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(6) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。</p> <p>(7) 《职业性外照射个人检测规范》（GBZ128-2019）。</p> |
| 其他   | <p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 医院提供的其他相关资料。</p>   |

## 表 7 保护目标和评价标准

### 7.1 评价范围

项目拟配置的 DSA 为 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“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，参考《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)对放射性同位素与射线装置应用的辐射监测技术要求，结合项目实际选址，确定项目辐射环境影响评价的范围为 DSA 手术室防护屏蔽墙体外 50m。项目环境影响评价范围见图 1-2。

### 7.2 环境保护目标

项目环境保护目标主要为评价范围内的放射工作人员、医院内活动的其他医护人员、患者、患者家属以及周边公众。

项目环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 项目环境保护目标一览表

| 保护对象   | 方位 | 场所              | 环境保护目标         | 屏蔽体外最近距离 | 人口规模  | 年剂量管理约束值 |
|--------|----|-----------------|----------------|----------|-------|----------|
| 放射工作人员 | /  | DSA 机房          | 介入手术医护人员       | 距机头 0.5m | 7 人   | ≤5mSv    |
|        | 北侧 | 控制室             | 控制室操作人员        | 0.3m     | 2 人   |          |
| 公众     | 东侧 | 室外夹道、南厢巷道路      | 其他人员、行人        | 0.3m     | 流动人员  | ≤0.1mSv  |
|        |    | 农技小区            | 居民             | 约 5m     | 200 人 |          |
|        | 南侧 | 警务室             | 值班人员           | 3.0m     | 2 人   |          |
|        |    | 东新街             | 行人             | 约 12m    | 流动人员  |          |
|        |    | 中国邮政合阳县分局、商铺    | 居民             | 约 40m    | 50 人  |          |
|        | 西侧 | 综合楼             | 其他医务人员、患者及陪同家属 | 约 40m    | 50 人  |          |
|        | 北侧 | 门诊楼、妇科住院楼、综合住院楼 | 其他医务人员、患者及陪同家属 | 相邻       | 200 人 |          |
|        |    | 南厢巷             | 居民             | 约 30m    | 10 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）相关内容

根据标准附录 B1.1 职业照射和 B1.2 公众照射，对人员受照剂量限值规定如下：

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

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。

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

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。

### 7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关内容

本标准适用于X射线影像诊断和介入放射学。

5 X射线设备防护性能的技术要求：

5.1.1 X射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。

5.1.2 X射线管组件上应有清晰的焦点位置标志。

5.1.3 X射线管组件上应标明固有滤过，所有附加滤过片均应标明其材料和厚度。

5.2 透视用X射线设备防护性能的专用要求

5.2.1 C形臂X射线设备的最小焦皮距应不小于20 cm，其余透视用X射线设备的最小焦皮距应不小于30cm。

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

5.2.3 用于介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）的X射线透视设备防护性能专用要求见5.8。

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20 cm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；每台牙椅……。

6.1.4 移动式X射线机……。

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）使用面积及单边长度的要求

| 设备类型                      | 机房内最小有效使用面（m <sup>2</sup> ） | 机房内最小单边长（m） |
|---------------------------|-----------------------------|-------------|
| 单管头X射线设备<br>（含C形臂、乳腺CBCT） | 20                          | 3.5         |

注：单管头、双管头多管头X射线机每个管球各安装在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小于表7-3规定。

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

| 机房类型        | 有用线束方向铅当（mmPb） | 非有用线束方向铅当量<br>（mmPb） |
|-------------|----------------|----------------------|
| C形臂 X射线设备机房 | 2.0            | 2.0                  |

### 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。

#### 6.5 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。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

| 放射检查类型      | 工作人员                                 |                                       | 受检者和受检者                            |        |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------|
|             | 个人防护用品                               | 辅助防护设施                                | 个人防护用品                             | 辅助防护用品 |
| 介入放射学操作     | 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套<br>选配：铅橡胶帽子 | 铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏<br>选配：移动铅防护屏风 | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套<br>选配：铅橡胶帽子 | —      |
| 注：“—”表示不需要。 |                                      |                                       |                                    |        |

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

## 7.4 小结

本评价根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等标准，本次评价对职业照射、公众照射的年附加剂量约束值分别进行了以下设定：

- （1）放射工作人员的年附加剂量约束值：5mSv/a；
- （2）周围公众的年附加剂量约束值：0.1mSv/a。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置及场所位置

#### 8.1.1 医院地理位置

医院地理位置见图 1-1，医院总平面布置见图 1-3。

#### 8.1.2 项目场所位置

医院拟在门诊楼东南侧建设 DSA 手术室，DSA 手术室平面布局图见图 1-4。

### 8.2 辐射环境质量现状评价

#### 8.2.1 监测方法

为了解项目场地及周边环境  $\gamma$  辐射本底水平，本次评价采用陕西新高科辐射技术有限公司于 2023 年 1 月 6 日对项目场地周边环境  $\gamma$  辐射剂量率检测报告中相关数据（检测报告编号：FHJC-SXGK-032023001）。监测方案见表 8-1。

表 8-1 辐射环境质量现状监测方案

| 监测因子            | 监测点位               | 监测频次                         |
|-----------------|--------------------|------------------------------|
| X- $\gamma$ 剂量率 | DSA 机房及周围区域 1#~13# | 2023 年 1 月 6 日，每个点位连续监测 10 次 |

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

#### 8.2.2 监测点位

环境  $\gamma$  辐射剂量率监测点位布设情况详见图 8-1。

#### 8.2.3 监测使用仪器

监测仪器相关情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器相关参数一览表

| 检测仪器名称、型号、编号                               | 测量范围                           | 检定单位            | 证书编号            | 证书有效期               |
|--|--------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪 FD-3013H-5877 | 0.01 $\mu$ Sv/h~200 $\mu$ Sv/h | 中国辐射防护研究院放射性计量站 | 检字第 [2022]-L040 | 2022.2.17~2023.2.16 |

#### 8.2.4 质量保证措施

①结合现场实际情况及检测点位的可达性，在项目场地周边环境布设检测点位，充分考虑检测点位的代表性和可重复性，以保证检测结果的客观性和公正性；

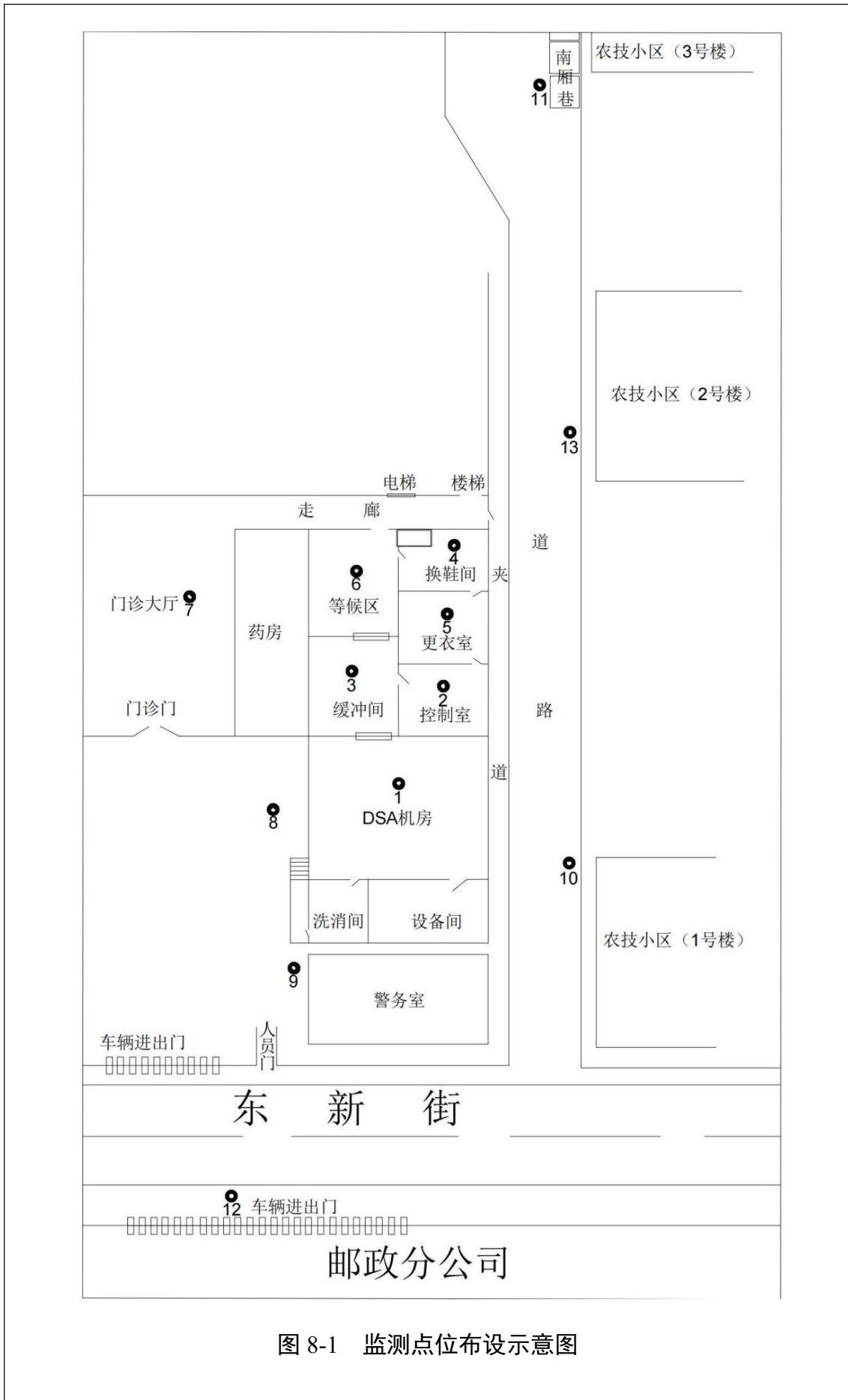


图 8-1 监测点位布设示意图



②严格按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）进行检测；

③检测仪器每年定期经有资质的计量部门检定、校准，检定合格后方可使用；

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑤检测人员持证上岗；

⑥检测结果经三级审核，保证检测数据的准确。

### 8.2.5 监测结果及评价

项目所在场地周边环境γ辐射剂量率监测结果见表 8-3。

表 8-3 环境γ辐射剂量率监测结果

| 点位编号 | 点位描述                   | 检测结果（μGy/h） |      |
|------|------------------------|-------------|------|
|      |                        | 范围          | 平均值  |
| 1    | 拟建 DSA 机房（平房）          | 0.06~0.10   | 0.08 |
| 2    | 控制室（楼房）                | 0.06~0.10   | 0.08 |
| 3    | 缓冲间（楼房）                | 0.08~0.11   | 0.09 |
| 4    | 换鞋间（楼房）                | 0.08~0.10   | 0.09 |
| 5    | 更衣室（楼房）                | 0.07~0.11   | 0.09 |
| 6    | 等候区（楼房）                | 0.06~0.09   | 0.07 |
| 7    | 门诊楼大厅（楼房）              | 0.06~0.09   | 0.07 |
| 8    | 门诊楼楼前（DSA 机房西侧）        | 0.05~0.07   | 0.06 |
| 9    | 拟建 DSA 机房南侧（警务室）       | 0.08~0.12   | 0.10 |
| 10   | 拟建 DSA 机房东侧（农技小区 1 号楼） | 0.03~0.06   | 0.05 |
| 11   | 东新街南厢巷（道路）             | 0.09~0.12   | 0.10 |
| 12   | 邮政分公司                  | 0.05~0.14   | 0.09 |
| 13   | 拟建 DSA 机房东侧（农技小区 2 号楼） | 0.06~0.10   | 0.08 |

注：1.表中数据已扣除宇宙射线响应值，此处宇宙射线响应值为 0.012μGy/h，建筑物对宇宙射线的屏蔽因子按楼房取 0.8，平房 0.9，道路 1；  
2.因检测仪器 FD-3013H-5877 使用 <sup>137</sup>Cs 放射源进行检定，根据 HJ1157-2021，换算系数取 1.20Sv/Gy。

由表 8-2 可知，DSA 机房及周边的环境γ辐射剂量率为 50~100nGy/h（已扣除宇宙射线），与《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）中“渭南市γ辐射剂量率调查结果（原野：49~113nGy/h，道路：35~104nGy/h，室内：77~160nGy/h）”相当，表明项目所在地辐射剂量率处于正常环境本底水平，辐射环境质量现状无异常，项目所在区域辐射环境质量现状良好。

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

DSA（Digital Substraction Angiography，数字减影血管造影设备）因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机。DSA 设备主要由 X 射线发生系统、影像接收器和显示系统、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、防护屏及防护铅帘等构成。

常见数字减影血管造影机外观见图 9-1。

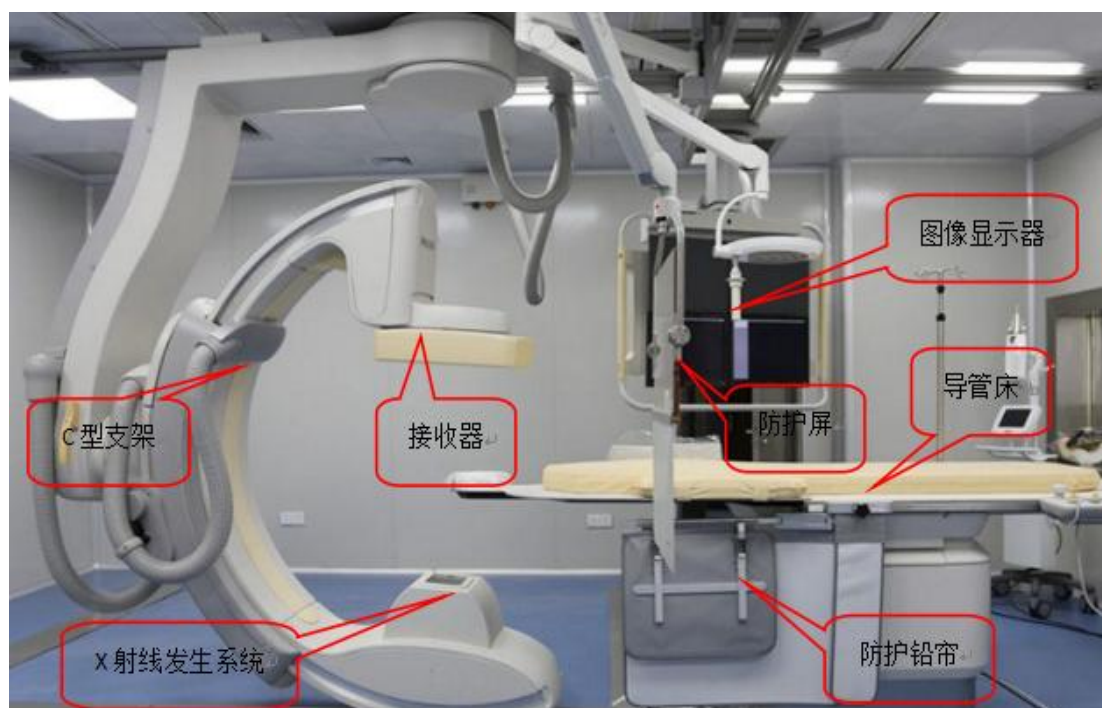


图 9-1 数字减影血管造影机外观图

### 9.1.2 工作原理

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。两次数字相减，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。由于造影剂用量少，浓度低，损伤小，较安全。通过 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。在进行 DSA 手术时，医务人员将介入导管经皮下血管注入，通过 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 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。DSA 工作示意图见图 9-2。

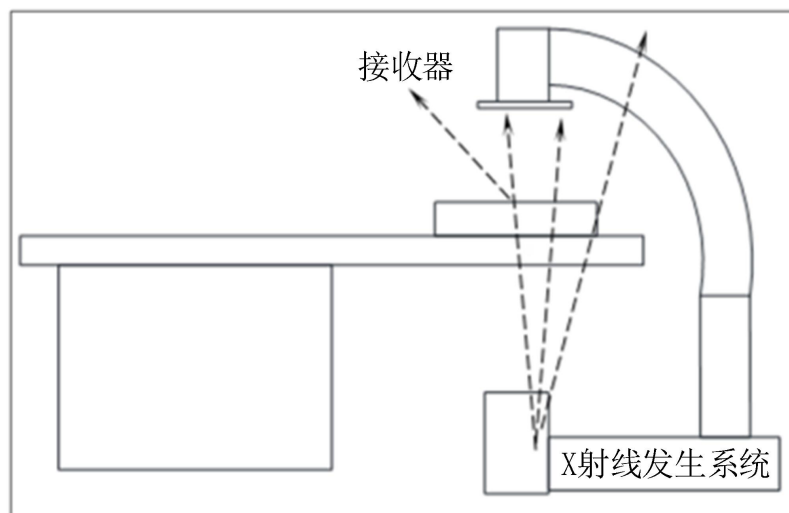


图 9-2 DSA 工作示意图

### 9.1.3 操作流程

DSA 在进行曝光时分为诊断和介入治疗两种情况。

#### (1) 诊断

诊断采用隔室操作方式，通过控制 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 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。医师、操作人员通过操作间的电子计算机系统控制的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

#### (2) 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。具体方法是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床旁，距 DSA 的 X 线管 0.5m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、介入防护手套等），同时手术床旁设有屏蔽挂帘和铅防护帘。介入治疗中，医师、护士佩戴防护用品，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。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。介入手术结束后关机，病人离开介入室。

#### 9.1.4 污染因子

DSA 在正常曝光期间主要的污染因子为 X 射线、臭氧、氮氧化物等。由于项目注入的造影剂不含放射性，不会产生放射性废物。射线装置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。

DSA操作流程及产污环节见图9-3。

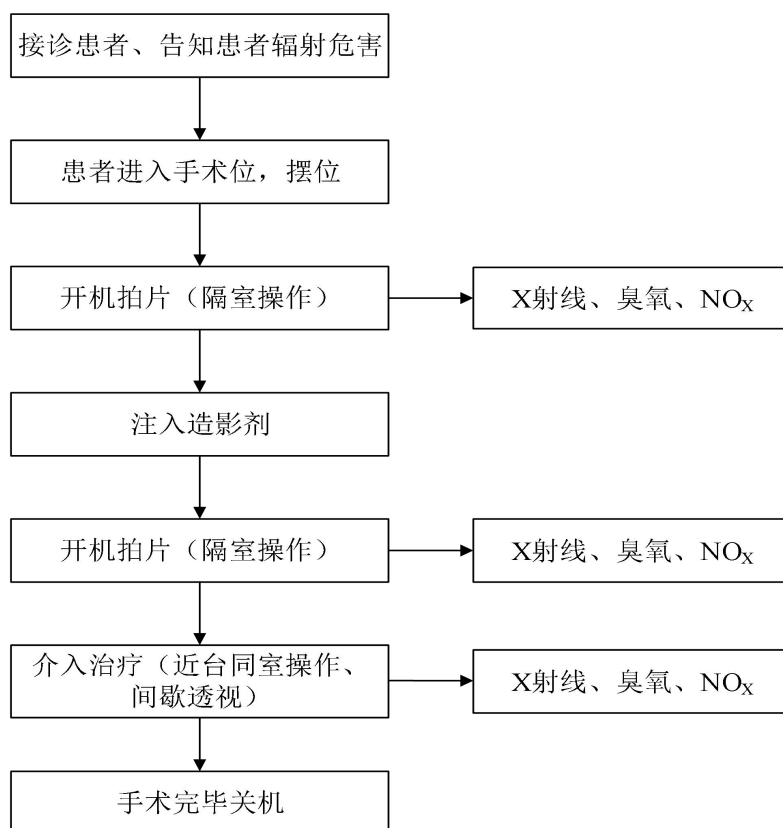


图 9-3 DSA 操作流程及产污环节示意图

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 正常工况下污染途径

① X 射线：DSA 开机时发出 X 射线，X 射线贯穿手术室的屏蔽墙进入外环境，对控制室内职业工作人员及手术室周围公众产生外照射影响；在介入手术过程中，对手术室内医护人员造成较高剂量的外照射。

② 废气：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，由于 DSA 的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少，通过在手术室内安装动力通风装置，可满足手术室通风换气要求。

③ 废水：项目注入的造影剂不含放射性，采用先进的数字显影技术，无废显影液和定影液产生。工作人员产生的生活污水量较小，污水进入医院污水处理站，处理达标后排入市政污水管网。

④ 固体废物：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DSA机房南侧的洗消间门进入洗消间打包，最终委托有资质的单位处置。工作人员产生的少量的生活垃圾经垃圾桶分类收集后由环卫部门统一处理。

### 9.2.2 事故工况下污染途径

项目数字减影血管造影设备（DSA）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 与诊疗无关的人员在未撤离手术室，射线装置开始运行，对其造成额外误照射。

③ 医生在手术室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，对手术室内医生造成误照射。

④ 介入治疗时，医生未穿戴防护用品进入手术室，或未配置合格的防护用品，使医生受到较高剂量的附加照射。

⑤ 安全警示装置发生故障，医护人员误入正在运行的手术室造成额外照射。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 辐射安全防护措施和设施

#### 10.1.1 工作场所分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），辐射工作场所应分为控制区及监督区，以便辐射防护管理和职业照射控制。

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

监督区：未被定为控制区，在其中通常不需要专职的防护手段或安全措施，但要经常对职业照射条件进行监督和评价。

根据项目平面布局，将 DSA 手术室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、屋顶、地板、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区，与 DSA 手术室相邻的控制室、缓冲间、洗消间、设备间、东侧和院墙间夹道、西侧门诊楼前院（考虑手术室墙外楼梯宽 1.25m，监督区按 1.25m 宽）划分为监督区。项目分区示意图见图 10-1。

#### 10.1.2 辐射防护屏蔽设计

##### 1、设备固有的主动防护技术

项目 DSA 设备采取的先进主动防护技术如下：

① 在手术室内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采集功能的控制键。

② X 射线设备配备有能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

③ 透视曝光开关为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

④ 介入操作中，设备控制台和手术室内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光记录。

##### 2、工作场所辐射屏蔽设计

DSA 机房的建设规模见表 10-1。

表 10-1 机房设计建设规模情况表

| 机房     | 参数     | 设计值                | 标准要求              | 评价 |
|--------|--------|--------------------|-------------------|----|
| DSA 机房 | 有效使用面积 | 38.4m <sup>2</sup> | ≥20m <sup>2</sup> | 符合 |
|        | 最小单边长度 | 6.0m               | 3.5m              | 符合 |

DSA 机房装修后机房南北长 6.4m，东西宽 6.0m，有效使用面积 38.4m<sup>2</sup>，机房的有效使用面积和最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房内最小有效使用面积 20m<sup>2</sup>，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

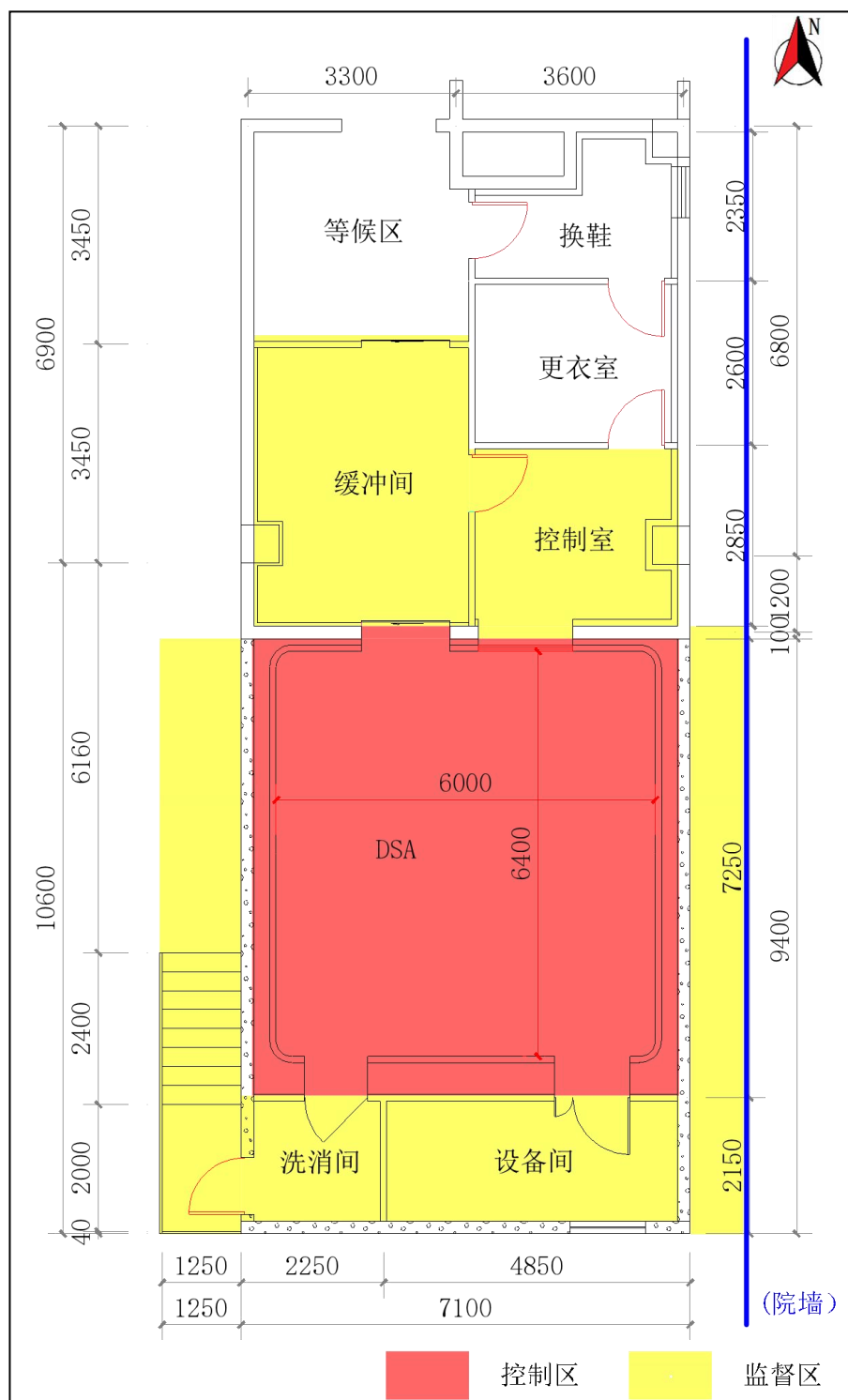


图 10-1 项目平面布局分区管理示意图

根据医院提供的图纸，DSA 机房的辐射防护屏蔽参数详见表 10-3。

根据 GBZ130-2020 附录 C 公式 C.1 和 C.2，和表 C.2 中 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 取值，计算得 70mm 混凝土在 125kV 下的等效铅当量约为 0.77mmPb。

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

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln\left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}}\right) \dots\dots\dots (C.2)$$

表 10-2 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

| 电压    | 材料  | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
|-------|-----|----------|---------|----------|
| 125kV | 混凝土 | 0.03502  | 0.07113 | 0.6974   |
|       | 铅   | 2.219    | 7.923   | 0.5386   |

注： $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 取值自 GBZ130-2020。

表 10-3 项目 DSA 手术室的辐射防护屏蔽参数一览表

| 屏蔽防护体名称 | 辐射防护措施                                       | 等效铅当量    | 标准要求    |
|---------|--|----------|---------|
| 四周墙体    | 200mm 加气混凝土砌块墙 <sup>注</sup> +镀锌方管钢架+3mmPb 铅板 | 3.0mmPb  | 2.0mmPb |
| 屋顶      | 70mm 混凝土+镀锌方管钢架+1mmPb 防护板+2mmPb 铅板           | 3.77mmPb | 2.0mmPb |
| 地板      | 70mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡防护涂料                       | 3.77mmPb | 2.0mmPb |
| 观察窗     | 3mmPb 防护窗，距地高度 800mm                         | 3.0mmPb  | 2.0mmPb |
| 患者进出门   | 3mmPb 当量 铅防护电动平移门                            | 3.0mmPb  | 2.0mmPb |
| 设备间门    | 3mmPb 当量 铅防护子母门                              | 3.0mmPb  | 2.0mmPb |
| 洗消间门    | 3mmPb 当量 铅防护单开门                              | 3.0mmPb  | 2.0mmPb |

注：四周墙体为 200mm 加气混凝土砌块墙，考虑加气混凝土砌块墙密度不均匀，因此屏蔽计算时不考虑其铅当量。

由表 10-3 可知，DSA 机房四周墙体的等效铅当量为 3.0mmPb；顶棚和地板的等效铅当量为 3.77mmPb；患者进出门、设备间门、洗消间门和观察窗的等效铅当量均为 3.0mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。



### 3、安全与防护措施

#### (1) DSA 手术室拟采取的安全防护措施

① DSA 手术室患者进出门、洗消间门和设备间门外设置电离辐射警告标志，患者进出门、洗消间门上方设置醒目的工作状态指示灯，指示灯灯箱上设“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，指示灯与患者进出防护门和洗消间门有效联动，确保门灯联锁装置正常运行，防止人员误入，并定期检查。

② 患者进出门设置为电动平移门并设置有两组双点状式红外安全光线。洗消间门和设备间门设置自动闭门装置。

③ 候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

④ 控制室设置有观察窗，观察窗的位置便于操作人员观察手术室内工作人员、患者状态，无法看到患者防护门开闭情况，医院在手术室内安装摄像监控系统以便观察防护门开闭情况。

⑤ 在控制室和手术室治疗床旁各设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

DSA 手术室辐射安全防护设施位置示意图 10-2。

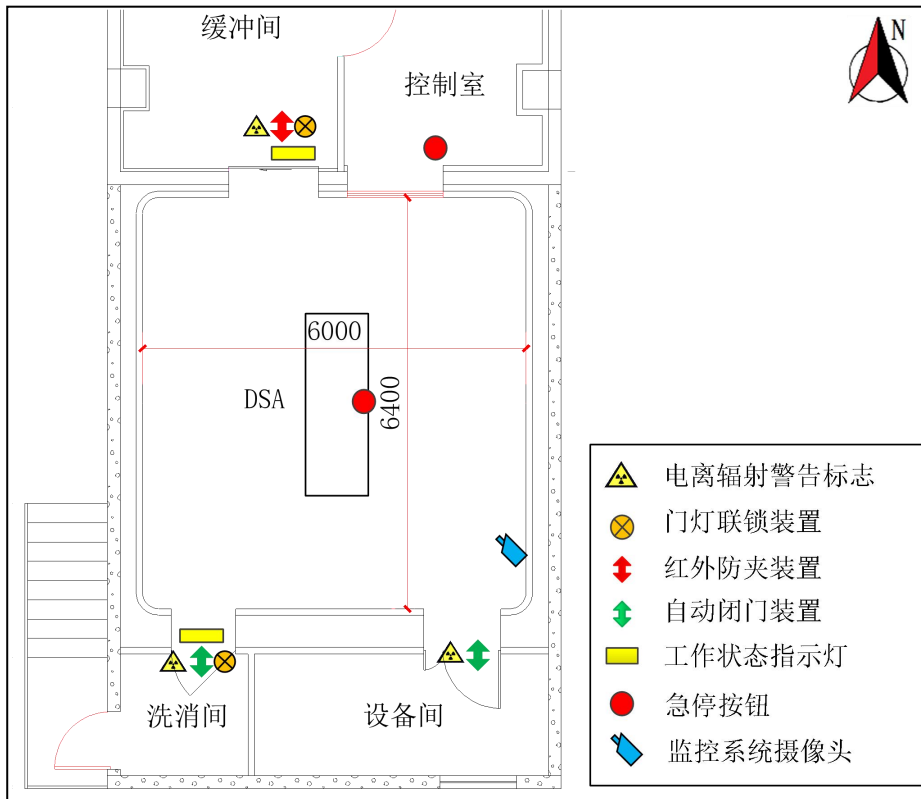


图 10-2 DSA 手术室辐射安全防护设施位置示意图

## (2) 项目拟采取的其他安全防护措施

①手术室内布局要合理，尽量避免有用线束直接照射门、窗和管线口（包括线缆沟、通风管道等）位置和工作人员操作位。

机房通风管道在机房防护墙上方采用“S”弯管过度穿越防护墙体，穿墙部分管道采用 3mm 铅皮包裹。

机房电缆均通过电缆地沟走线，从安装设备的地坑出线后沿着电缆沟走线，在出口处采用“S”弯管过度穿越防护墙体，穿墙电缆地沟部分采用 3mm 厚铅板/防护涂料包裹，地沟盖板上覆 3mm 厚铅板。

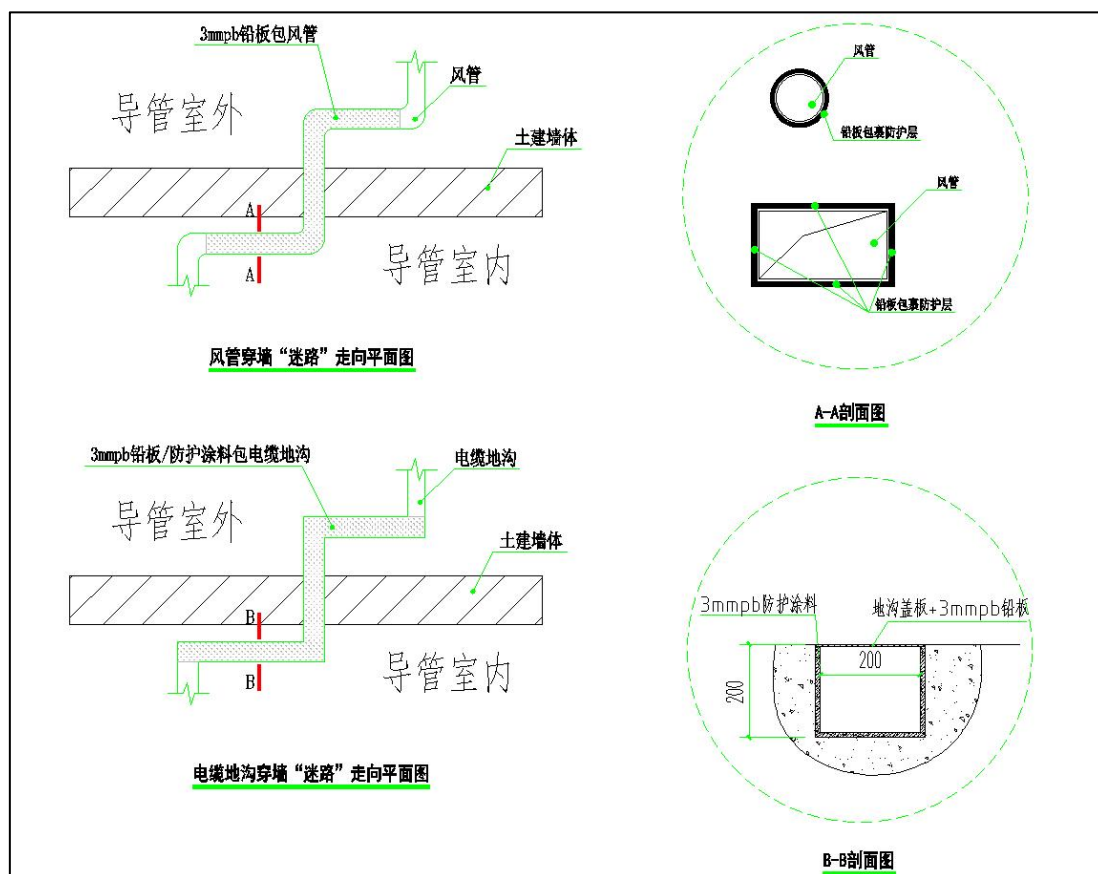


图 10-3 DSA 机房风管、电缆地沟穿墙示意图

②手术室设置有动力通风装置，设备运行时应打开以保持良好的通风。

③医院应配备 1 台便携式 X、 $\gamma$ 辐射监测仪，定期巡检并建立自行监测数据档案。

④放射工作人员正确佩戴个人剂量计，介入手术医生和护士建议佩戴双个剂（在铅围裙内外各佩戴一个剂量计）。

⑤根据 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》第 6.5 条的规定，医院应为

DSA 手术室患者和工作人员配备相应的个人防护用品和辅助防护设施，配置要求见表 10-4。

表 10-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

| 放射检查类型                   | 工作人员                              |                                       | 患者和受检者                       |            |        |            |        |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------|--------|------------|--------|
|                          | 个人防护用品                            | 辅助防护设施                                | 个人防护用品                       | 辅助防护设施     |        |            |        |
| 介入放射学操作                  | 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套<br>铅橡胶帽子 | 铅悬挂防护屏/铅防护帘/床侧防护屏/床侧防护帘<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、铅橡胶帽子 | 不需要        |        |            |        |
| DSA 手术室个人防护用品及辅助防护设施配备要求 |                                   |                                       |                              |            |        |            |        |
| 序号                       | 个人防护用品                            | 防护对象                                  |                              |            |        |            |        |
|                          |                                   | 成人受检者                                 |                              | 儿童受检者      |        | 工作人员       |        |
|                          |                                   | 铅当量 (mmPb)                            | 数量 (件)                       | 铅当量 (mmPb) | 数量 (件) | 铅当量 (mmPb) | 数量 (件) |
| 1                        | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾                  | ≥0.5                                  | ≥1                           | ≥0.5       | ≥1     | —          | —      |
| 2                        | 铅橡胶颈套                             | ≥0.5                                  | ≥1                           | ≥0.5       | ≥1     | ≥0.5       | ≥2     |
| 3                        | 铅橡胶围裙                             | —                                     | —                            | —          | —      | ≥0.5       | ≥2     |
| 4                        | 铅防护眼镜                             | —                                     | —                            | —          | —      | ≥0.25      | ≥2     |
| 5                        | 介入防护手套                            | —                                     | —                            | —          | —      | ≥0.025     | ≥2     |
| 6                        | 铅橡胶帽子（选配）                         | ≥0.25                                 | ≥1                           | ≥0.5       | ≥1     | ≥0.25      | （选配）   |
| 序号                       | 辅助防护设施                            | 工作人员                                  |                              |            |        |            |        |
|                          |                                   | 铅当量 (mmPb)                            |                              |            | 数量 (件) |            |        |
| 1                        | 铅悬挂防护屏/铅防护帘                       | ≥0.25                                 |                              |            | ≥1     |            |        |
| 2                        | 床侧防护帘/床侧防护屏                       | ≥0.25                                 |                              |            | ≥1     |            |        |
| 3                        | 移动铅防护屏风（选配）                       | ≥2.0                                  |                              |            | 选配     |            |        |

手术室内配备铅当量不小于 0.25mmPb 的铅悬挂防护屏/铅防护帘、0.25mmPb 床侧防护帘/床侧防护屏、2mmPb 移动铅防护屏风等辅助防护设施（选配）。为手术室内医护人员配备铅当量不小于 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、0.5mmPb

的铅橡胶颈套、0.025mmPb 介入防护手套、0.25mmPb 铅防护眼镜、0.25mmPb 铅橡胶帽子等个人防护用品（至少满足手术医生、护士各一套）。对病人病灶进行照射时，将病人病灶以外的部位用防护用品（其中儿童铅当量不小于 0.5mmPb）进行遮盖，以避免病人受到不必要的照射。

## 10.2. “三废”治理

项目注入的造影剂不含放射性，DSA 设备在运行过程中不产生放射性“三废”。项目拟配备 9 名辐射工作人员，均从医院现有工作人员中调配，产生少量生活污水及生活垃圾，统一纳入医院污水处理系统及生活垃圾清运系统。

### (1) 固废

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 DSA 机房南侧的洗消间门进入洗消间打包，最终委托有资质的单位处置。

### (2) 废水

项目采用先进的数字显影技术，无废显影液和定影液产生。

### (3) 废气

DSA 设备在开机并处于出束状态时，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，DSA 的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少。

DSA 手术室天花板顶部设置 4 个 300mm×300mm 的送风口，东西两侧墙体下沿共设 4 个 400mm×350mm 回风口，天花板顶部靠近控制室一侧设置一个 400mm×400mm 排风口，排风管道从机房北墙观察窗上方墙体穿出，从缓冲间西墙排风口将手术室内产生的废气排出室外。

DSA 手术室送风、回风、排风管道路径见图 10-4。

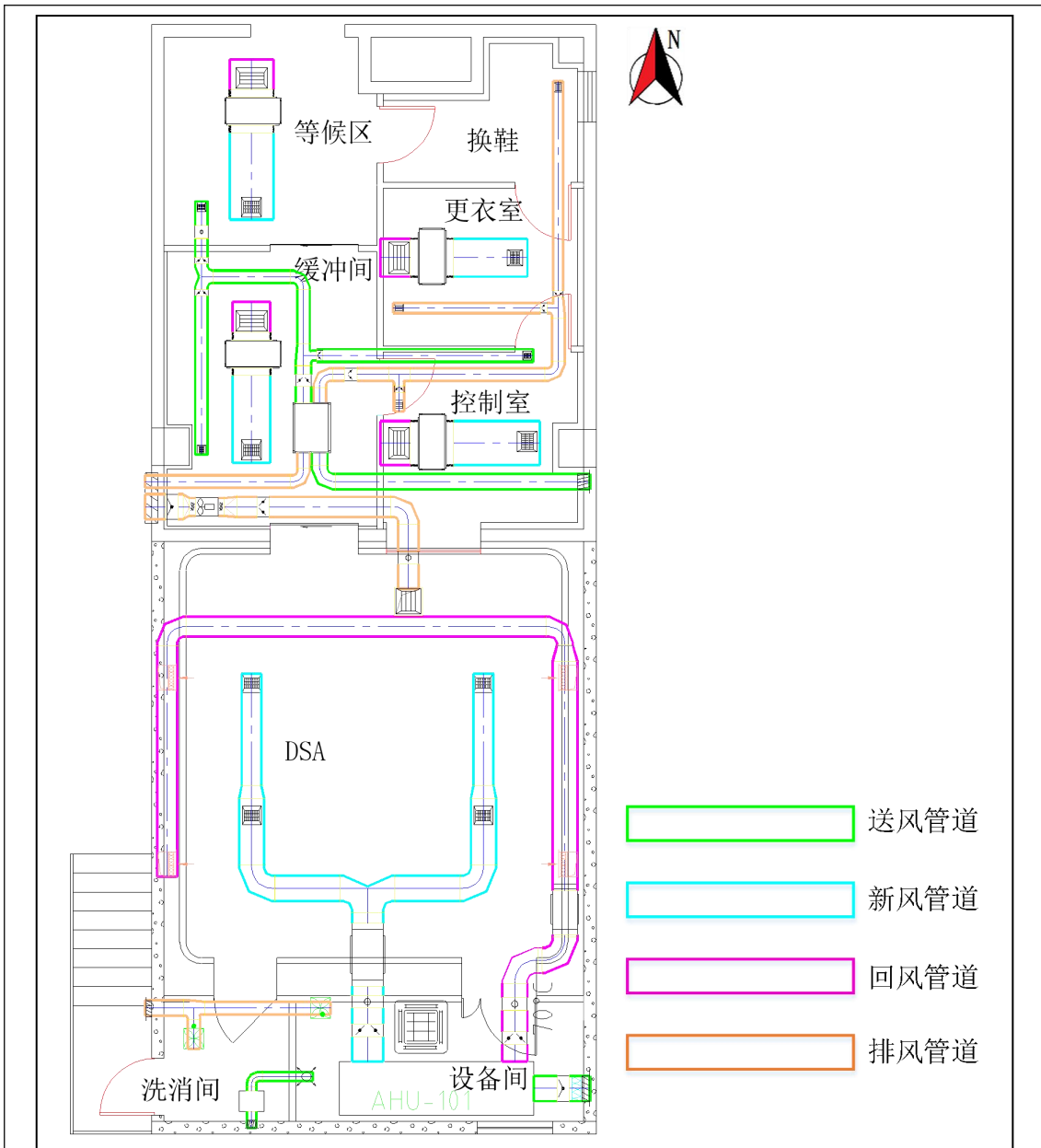


图 10-4 DSA 手术室通排风管道示意图

表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目在医院门诊楼东南侧新建一间 DSA 手术室，一间洗消间和及一间设备间，主体为混凝土结构，总建筑面积约 67m<sup>2</sup>；在门诊楼内部改建相关辅助功能用房，包括等候区、换鞋间、更衣室、缓冲间及控制室。

手术室及其辅助用房建设阶段对环境的影响主要为施工过程中产生的少量废气、施工噪声、废水、固体废物以及设备调试产生的辐射等。

(1) 废气：施工期料堆应采取防尘措施，清扫过程做到先洒水再清扫，固体废物及时清运，运输物料车采取覆盖等防止散落的措施。

(2) 噪声：施工现场如电钻、切割机等产生的噪声。治理措施为：①噪声专人专管：施工现场提倡文明施工。②降噪措施落实：施工设备相对集中，对施工设备可以屏蔽降噪，使用隔声性能好的隔声构件将施工机械噪声源与周围环境隔离，以减少环境污染范围与污染程度，尽量缩小噪声干扰范围，合理安排作业时间，限制夜间进行有强噪声污染的施工作业。

(3) 废水：施工期间的生活污水、机械洗刷污水。治理措施为：严格规定排放去向，严禁将施工泥浆排入下水道，以免引起排水不畅而导致周围积水内涝。生活污水依托医院污水处理站，处理达标后排入市政污水管网。

(4) 固体废物：施工期间建筑垃圾以及建材包装的废包装材料和施工人员产生的生活垃圾等。治理措施为：施工期间的建筑垃圾应在指定的地点堆放，并及时清运；废包装材料和生活垃圾产生量少，分类收集于垃圾桶，由环卫部门统一清运。

(5) 辐射：设备调试产生的辐射污染。治理措施为：项目设备安装、调试、检测和维修等均由设备供应商的放射工作人员进行。在设备安装、调试阶段，医院及设备供应商应加强辐射防护管理，保证手术室各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在手术室防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时手术室必须上锁并派人看守。在设备安装、调试阶段，不允许其他无关人员进入手术室所在区域，防止辐射事故发生。

综上所述，在施工阶段采取上述污染防治措施后，施工期的影响可控制在医院内局部区域，对周围环境影响较小。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 辐射环境影响分析

#### 1、关注点选取

关注点的选取主要考虑可能对放射工作人员或公众产生影响的区域，项目各关注点分布示意简图见图 11-1。计算时以机房中心为起点，考虑门窗安装位置角度，关注点距离取屏蔽墙体和门窗最近处外表面外 30cm。

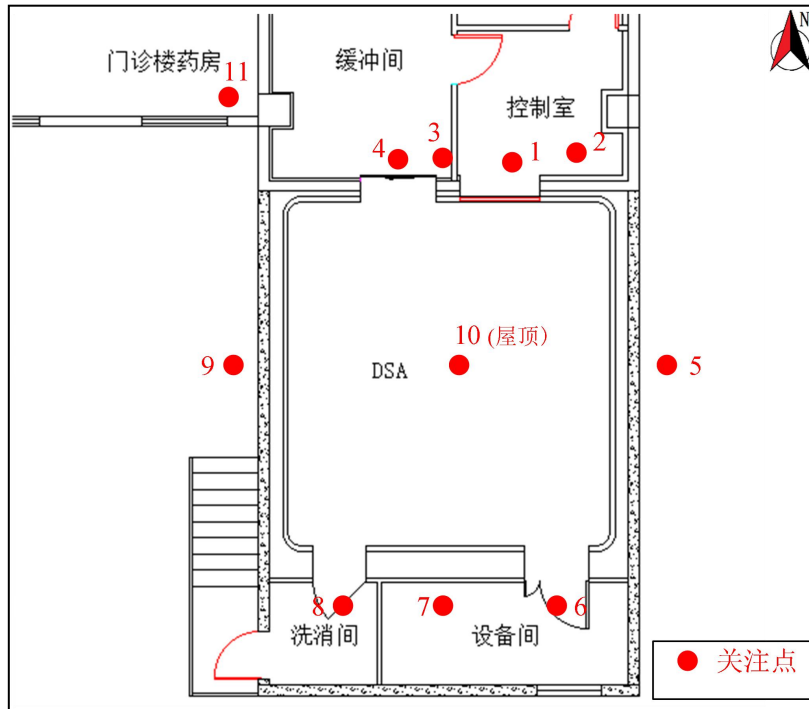


图 11-1 DSA 手术室关注点设定示意图

#### 2、各关注点剂量率估算

医院拟配置的 DSA 型号 Optima IGS Plus，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。根据设备厂家说明书，透视时最大管电压为 120kV（保守按 125kV 计算），管电流平均为 26.7mA；采集时最大管电压为 125kV，管电流为 640mA。

DSA 包括透视和采集两种工作模式。根据 ICRP33《医用外照射源的辐射防护》P55 图 2，管电压 125kV 时，2mmAl 滤过下，离靶 1m 处的剂量率读值见表 11-1。

表 11-1 不同电压下离靶 1m 处的剂量率

| 电压    | 离靶 1m 处的剂量率读值 (mGy/mA·min) |
|-------|----------------------------|
| 125kV | 11                         |

距靶点 1m 处的剂量率  $H_0$  ( $\mu\text{Gy/h}$ ) 为以  $\text{mGy/mA}\cdot\text{min}$  为单位的剂量率读值乘以  $6\times 10^4$ , 再乘以工作电压下对应电流 (mA) 得出。则透视状态下  $H_0=11\times 6\times 10^4\times 26.7=1.76\times 10^7\mu\text{Gy/h}$ , 采集状态下  $H_0=11\times 6\times 10^4\times 640=4.22\times 10^8\mu\text{Gy/h}$ 。

表 11-2 DSA 不同运行条件下的参数取值

| 设备  | 运行条件 |               | 距靶 1m 处的剂量率 $H_0$ ( $\mu\text{Gy/h}$ ) |
|-----|------|---------------|--|
| DSA | 透视   | 120kV, 26.7mA | $1.76\times 10^7$ (保守按 125kV 计算)       |
|     | 采集   | 125kV, 640mA  | $4.22\times 10^8$                      |

项目射线装置主束照向患者, 各关注点处仅考虑泄漏线和散射线影响, 一般射线泄漏率按 0.1% 估算。

(1) 估算方法

① 泄漏辐射剂量率估

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》(李德平、潘自强主编, 原子能出版社, 1987)。对于给定的屏蔽物质, 屏蔽透射因子依据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 附录 C 计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

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

式中:  $H$ —关注点处的泄漏辐射剂率,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

$f$ —泄漏射线比率, 取 0.1%;

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

$R$ —靶点至关注点的距离, m;

$B$ —屏蔽透射因子;

$X$ —铅厚度, mm;

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数见表 11-3。

表 11-3 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

| 电压         | 材料 | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
|------------|----|----------|---------|----------|
| 125kV (主束) | 铅  | 2.219    | 7.923   | 0.5386   |

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



按 125kV 下的拟合参数计算得 3mmPb 的透射因子 B 为  $7.97 \times 10^{-5}$ , 3.77mmPb 的透射因子 B 为  $1.41 \times 10^{-5}$ 。

② 散射辐射剂量率估算

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

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

式中：H—关注点处的患者散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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

$\alpha$ —患者对 X 射线的散射比，取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，125kV 射线散射与入射 X、 $\gamma$  射线照射量之比值 a 为 0.0015（90° 散射，相对于 400cm<sup>2</sup> 散射面积）；

S—散射面积，取典型值 400cm<sup>2</sup>；

$d_0$ —源与患者的距离，一般取 0.5m；

$d_s$ —患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

(2) 估算结果

不同模式下，机房各关注点处泄漏和散射辐射剂量率计算结果见表 11-4 和表 11-5。

表 11-4 DSA 机房不同模式下各关注点泄漏辐射剂量率计算结果一览表

| 工作模式 | 关注点位置描述 | 序号    | 铅当量 (mm) | R (m) | $H_0$ ( $\mu\text{Gy/h}$ ) | B                  | H ( $\mu\text{Gy/h}$ ) |                       |
|------|---------|-------|----------|-------|----------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|
| 透视   | 北侧      | 观察窗   | 1        | 3     | 3.9                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $9.23 \times 10^{-2}$ |
|      |         | 控制室墙面 | 2        | 3     | 4.6                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $6.63 \times 10^{-2}$ |
|      |         | 缓冲间墙面 | 3        | 3     | 4.1                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $8.35 \times 10^{-2}$ |
|      |         | 患者进出门 | 4        | 3     | 4.2                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $7.96 \times 10^{-2}$ |
|      | 东侧      | 室外夹道  | 5        | 3     | 3.8                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $9.72 \times 10^{-2}$ |
|      | 南侧      | 设备间门  | 6        | 3     | 4.3                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $7.59 \times 10^{-2}$ |
|      |         | 南侧墙面  | 7        | 3     | 4.0                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $8.77 \times 10^{-2}$ |
|      |         | 洗消间门  | 8        | 3     | 4.4                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $7.25 \times 10^{-2}$ |

|    |    |       |    |      |     |                    |                       |                       |
|----|----|-------|----|------|-----|--------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | 西侧 | 门诊楼前院 | 9  | 3    | 3.8 | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | $9.72 \times 10^{-2}$ |
|    | 楼上 | 不上人屋面 | 10 | 3.77 | 3.9 | $1.76 \times 10^7$ | $1.41 \times 10^{-5}$ | $1.63 \times 10^{-2}$ |
|    | 西北 | 门诊楼药房 | 11 | 3    | 7.2 | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | $2.71 \times 10^{-2}$ |
| 采集 | 北侧 | 观察窗   | 1  | 3    | 3.9 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 2.21                  |
|    |    | 控制室墙面 | 2  | 3    | 4.6 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 1.59                  |
|    |    | 缓冲间墙面 | 3  | 3    | 4.1 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 2.00                  |
|    |    | 患者进出门 | 4  | 3    | 4.2 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 1.91                  |
|    | 东侧 | 室外夹道  | 5  | 3    | 3.8 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 2.33                  |
|    | 南侧 | 设备间门  | 6  | 3    | 4.3 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 1.82                  |
|    |    | 南侧墙面  | 7  | 3    | 4.0 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 2.10                  |
|    |    | 洗消间门  | 8  | 3    | 4.4 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 1.74                  |
|    | 西侧 | 门诊楼前院 | 9  | 3    | 3.8 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 2.33                  |
|    | 楼上 | 不上人屋面 | 10 | 3.77 | 3.9 | $4.22 \times 10^8$ | $1.41 \times 10^{-5}$ | $3.91 \times 10^{-1}$ |
|    | 西北 | 门诊楼药房 | 11 | 3    | 7.2 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | $6.49 \times 10^{-1}$ |

表 11-5 DSA 机房不同模式下各关注点散射辐射剂量率计算结果一览表

| 工作模式 | 关注点位置描述 | 序号    | 铅当量 (mm) | R (m) | $H_0$ ( $\mu\text{Gy/h}$ ) | B                  | H ( $\mu\text{Gy/h}$ ) |                       |
|------|---------|-------|----------|-------|----------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|
| 透视   | 北侧      | 观察窗   | 1        | 3     | 3.9                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $5.54 \times 10^{-1}$ |
|      |         | 控制室墙面 | 2        | 3     | 4.6                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $3.98 \times 10^{-1}$ |
|      |         | 缓冲间墙面 | 3        | 3     | 4.1                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $5.01 \times 10^{-1}$ |
|      |         | 患者进出门 | 4        | 3     | 4.2                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $4.77 \times 10^{-1}$ |
|      | 东侧      | 室外夹道  | 5        | 3     | 3.8                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $5.83 \times 10^{-1}$ |
|      | 南侧      | 设备间门  | 6        | 3     | 4.3                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $4.56 \times 10^{-1}$ |
|      |         | 南侧墙面  | 7        | 3     | 4.0                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $5.26 \times 10^{-1}$ |
|      |         | 洗消间门  | 8        | 3     | 4.4                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $4.35 \times 10^{-1}$ |
|      | 西侧      | 门诊楼前院 | 9        | 3     | 3.8                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $5.83 \times 10^{-1}$ |
|      | 楼上      | 不上人屋面 | 10       | 3.77  | 3.9                        | $1.76 \times 10^7$ | $1.41 \times 10^{-5}$  | $9.79 \times 10^{-2}$ |
|      | 西北      | 门诊楼药房 | 11       | 3     | 7.2                        | $1.76 \times 10^7$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | $1.62 \times 10^{-1}$ |
| 采集   | 北侧      | 观察窗   | 1        | 3     | 3.9                        | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | 13.3                  |
|      |         | 控制室墙面 | 2        | 3     | 4.6                        | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$  | 9.54                  |

|  |    |       |    |      |     |                    |                       |      |
|--|----|-------|----|------|-----|--------------------|-----------------------|------|
|  |    | 缓冲间墙面 | 3  | 3    | 4.1 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 12.0 |
|  |    | 患者进出门 | 4  | 3    | 4.2 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 11.4 |
|  | 东侧 | 室外夹道  | 5  | 3    | 3.8 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 14.0 |
|  | 南侧 | 设备间门  | 6  | 3    | 4.3 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 10.9 |
|  |    | 南侧墙面  | 7  | 3    | 4.0 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 12.6 |
|  |    | 洗消间门  | 8  | 3    | 4.4 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 10.4 |
|  | 西侧 | 门诊楼前院 | 9  | 3    | 3.8 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 14.0 |
|  | 楼上 | 不上人屋面 | 10 | 3.77 | 3.9 | $4.22 \times 10^8$ | $1.41 \times 10^{-5}$ | 2.35 |
|  | 西北 | 门诊楼药房 | 11 | 3    | 7.2 | $4.22 \times 10^8$ | $7.97 \times 10^{-5}$ | 3.89 |

(3) 屏蔽体外剂量率

根据表 11-4 和表 11-5, 不同模式下各关注点处总的辐射剂量率见表 11-6。

表 11-6 DSA 机房不同工作模式下各关注点总的剂量率计算结果一览表

| 工作模式 | 关注点位置描述 |       | 序号 | 泄漏辐射剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 散射辐射剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 总剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ )            |
|------|---------|-------|----|---------------------------------|---------------------------------|---|
| 透视   | 北侧      | 观察窗   | 1  | $9.23 \times 10^{-2}$           | $5.54 \times 10^{-1}$           | $6.46 \times 10^{-1}$                   |
|      |         | 控制室墙面 | 2  | $6.63 \times 10^{-2}$           | $3.98 \times 10^{-1}$           | $4.64 \times 10^{-1}$                   |
|      |         | 缓冲间墙面 | 3  | $8.35 \times 10^{-2}$           | $5.01 \times 10^{-1}$           | $5.85 \times 10^{-1}$                   |
|      |         | 患者进出门 | 4  | $7.96 \times 10^{-2}$           | $4.77 \times 10^{-1}$           | $5.57 \times 10^{-1}$                   |
|      | 东侧      | 室外夹道  | 5  | $9.72 \times 10^{-2}$           | $5.83 \times 10^{-1}$           | <b><math>6.80 \times 10^{-1}</math></b> |
|      | 南侧      | 设备间门  | 6  | $7.59 \times 10^{-2}$           | $4.56 \times 10^{-1}$           | $5.31 \times 10^{-1}$                   |
|      |         | 南侧墙面  | 7  | $8.77 \times 10^{-2}$           | $5.26 \times 10^{-1}$           | $6.14 \times 10^{-1}$                   |
|      |         | 洗消间门  | 8  | $7.25 \times 10^{-2}$           | $4.35 \times 10^{-1}$           | $5.08 \times 10^{-1}$                   |
|      | 西侧      | 门诊楼前院 | 9  | $9.72 \times 10^{-2}$           | $5.83 \times 10^{-1}$           | <b><math>6.80 \times 10^{-1}</math></b> |
|      | 楼上      | 不上人屋面 | 10 | $1.63 \times 10^{-2}$           | $9.79 \times 10^{-2}$           | $1.14 \times 10^{-1}$                   |
|      | 西北      | 门诊楼药房 | 11 | $2.71 \times 10^{-2}$           | $1.62 \times 10^{-1}$           | $1.90 \times 10^{-1}$                   |
| 采集   | 北侧      | 观察窗   | 1  | 2.21                            | 13.3                            | 15.5                                    |
|      |         | 控制室墙面 | 2  | 1.59                            | 9.54                            | 11.1                                    |
|      |         | 缓冲间墙面 | 3  | 2.00                            | 12.0                            | 14.0                                    |
|      |         | 患者进出门 | 4  | 1.91                            | 11.4                            | 13.3                                    |
|      | 东侧      | 室外夹道  | 5  | 2.33                            | 14.0                            | <b>16.3</b>                             |
|      | 南侧      | 设备间门  | 6  | 1.82                            | 10.9                            | 12.7                                    |

|  |    |       |    |                       |      |             |
|--|----|-------|----|-----------------------|------|-------------|
|  |    | 南侧墙面  | 7  | 2.10                  | 12.6 | 14.7        |
|  |    | 洗消间门  | 8  | 1.74                  | 10.4 | 12.1        |
|  | 西侧 | 门诊楼前院 | 9  | 2.33                  | 14.0 | <b>16.3</b> |
|  | 楼上 | 不上人屋面 | 10 | $3.91 \times 10^{-1}$ | 2.35 | 2.74        |
|  | 西北 | 门诊楼药房 | 11 | $6.49 \times 10^{-1}$ | 3.89 | 4.54        |

由表 11-6 可知，在透视状态下，DSA 机房各屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率最大为  $6.80 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《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；采集状态下周围剂量当量率最大为  $16.3 \mu\text{Sv/h}$ ，估算条件为 640mA，按照 GBZ130-2020 归一至 100mA 时为  $2.55 \mu\text{Sv/h}$ ，满足“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于  $25 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

### 11.2.2 个人剂量估算

#### 1、工作量

项目 DSA 运行包括透视和采集两种模式，项目运行后预计每台 DSA 每年最多手术 1000 例，平均每台手术透视时间 10min，采集 0.5min。

项目在不同工作模式下年开机时间见表 11-7。

表 11-7 不同工作模式下的开机时间一览表

| 设备名称 | 工作模式 | 管电压 (kV) | 管电流 (mA) | 单台手术平均出束时间 | 年预计手术次数(台) | 年累积出束时间 |
|------|------|----------|----------|------------|------------|---------|
| DSA  | 透视   | 125      | 26.7     | 10min      | 1000       | 166.7h  |
|      | 采集   | 125      | 640      | 0.5min     | 1000       | 8.33h   |

#### 2、估算方法

相关人员受到的年有效剂量计算公式如下：

$$H_w = H_R \cdot K \cdot t \cdot T \times 10^{-3} \quad (11-4)$$

式中： $H_w$ —年有效剂量，mSv/a；

$H_R$ —手术室外周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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

$t$ —出束时间，h/a；

$T$ —人员居留因子，参照 HJ1198-2021 附录 A 取值。

### 3、估算结果

#### ①职业人员年附加剂量

##### A.控制室内操作人员年附加有效剂量估算

根据表 11-6 的计算结果，结合公式 11-4，控制室内放射工作人员可能受到的年有效剂量见表 11-8。

表 11-8 控制室职业人员附加年有效剂量估算结果一览表

| 关注点<br>位置描述 | 透视状态                        |               | 采集状态                        |               | 居留<br>因子 | 年有效剂量估算<br>(mSv/a) |
|-------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|----------|--------------------|
|             | 剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 出束时间<br>(h/a) | 剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 出束时间<br>(h/a) |          |                    |
| 观察窗外        | $6.46 \times 10^{-1}$       | 166.7         | 15.5                        | 8.33          | 1        | 0.237              |
| 控制室墙面       | $4.64 \times 10^{-1}$       | 166.7         | 11.1                        | 8.33          | 1        | 0.170              |

由表 11-8 可知，控制室内放射工作人员受到的附加年有效剂量最大值为 0.237mSv，因本项目控制室操作人员拟从医院放射科现有工作人员调配，本项目运行后还参与其他岗位的放射工作，因此叠加现有放射工作人员最近一年的个人剂量检测数据最大值（0.36mSv），得出附加职业人员年有效剂量最大值为 0.597mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中要求的工作人员连续 5 年年平均有效剂量（20mSv），也满足本次环评提出的剂量约束限值（5mSv/a）。

##### B.手术室医护人员年附加有效剂量估算

在采集模式下，控制室放射工作人员采取隔室操作的方式，通过观察窗和操作台上监控系统观察手术室内病人情况；在透视模式下，手术医生和护士在 DSA 手术室内对患者进行手术。

采集模式是为了给减影状态提供蒙片，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 7.8.3 “除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留”。因此，采集模式下，介入手术医生和护士退出 DSA 机房在控制室内，采集模式下医护人员受照剂量按照控制室观察窗处的剂量率计算。

介入手术时医生、护士穿戴铅衣、铅帽、铅眼镜（医生佩戴介入防护手套）等防护用品，位于铅悬吊屏和床侧铅帘后。

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.1 X 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 $\mu$ Sv/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在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 400 $\mu$ Sv/h 进行计算。

根据公式 11-2 计算可知，DSA 手术透视状态下管电压 125kV 时，手术医生、护士穿 0.5mmPb 厚铅衣的辐射透射因子 B 为 0.0557，DSA 透视情况下年累积出束时间 166.7h，则介入手术所致手术室内医生、护士年剂量为 3.843mSv。

表 11-9 DSA 手术室医生护士附加年有效剂量估算结果一览表

| 人员    | 剂量率 ( $\mu$ Sv/h) | 防护铅当量 (mmPb) | 透射因子   | 时间 (h) | 年有效剂量 (mSv) |       |
|-------|-------------------|--------------|--------|--------|-------------|-------|
| 医生、护士 | 透视: 400           | 0.5          | 0.0557 | 166.7  | 3.714       | 3.843 |
|       | 采集: 15.5          | /            | /      | 8.33   | 0.129       |       |

事实上，上述估算偏保守，忽略了 DSA 材料的衰减作用，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。

### ②公众年附加剂量估算

根据表 11-6 计算结果，结合公式 11-4，项目正常运行时，公众受到的年有效剂量见表 11-10。

表 11-10 DSA 手术室周边公众受到的年有效剂量估算结果一览表

| 关注点位置描述 |       | 透视状态                  |            | 采集状态                  |            | 居留因子 | 年有效剂量估算 (mSv/a)       |
|---------|-------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|------|-----------------------|
|         |       | 周围剂量当量率 ( $\mu$ Sv/h) | 出束时间 (h/a) | 周围剂量当量率 ( $\mu$ Sv/h) | 出束时间 (h/a) |      |                       |
| 北侧      | 缓冲间墙面 | $5.85 \times 10^{-1}$ | 166.7      | 14.0                  | 8.33       | 1/20 | $1.07 \times 10^{-2}$ |
|         | 患者进出门 | $5.57 \times 10^{-1}$ | 166.7      | 13.3                  | 8.33       | 1/8  | $2.55 \times 10^{-2}$ |
| 东侧      | 室外夹道  | $6.80 \times 10^{-1}$ | 166.7      | <b>16.3</b>           | 8.33       | 1/20 | $1.25 \times 10^{-2}$ |
| 南侧      | 设备间门  | $5.31 \times 10^{-1}$ | 166.7      | 12.7                  | 8.33       | 1/8  | $2.43 \times 10^{-2}$ |
|         | 南侧墙面  | $6.14 \times 10^{-1}$ | 166.7      | 14.7                  | 8.33       | 1/20 | $1.12 \times 10^{-2}$ |
|         | 洗消间门  | $5.08 \times 10^{-1}$ | 166.7      | 12.1                  | 8.33       | 1/8  | $2.32 \times 10^{-2}$ |
| 西侧      | 门诊楼前院 | $6.80 \times 10^{-1}$ | 166.7      | <b>16.3</b>           | 8.33       | 1/20 | $1.25 \times 10^{-2}$ |
| 西北      | 门诊楼药房 | $1.90 \times 10^{-1}$ | 166.7      | 4.54                  | 8.33       | 1    | $6.95 \times 10^{-2}$ |

由表11-10可知，DSA正常运行时，手术室周围公众受到的年有效剂量最大值为  $6.95 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（公众人员1mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（公众人员0.1mSv）。

#### 4、本项目其他环境保护目标剂量分析

表 11-10 对 DSA 手术室工作场所四周关注点的年有效剂量进行了计算，对于表 7-1 所列的其他环境保护目标，本次保守按前文计算得出的工作场所相对于保护目标方向上的周围剂量当量率，根据保护目标与 DSA 机房的相对距离，忽略直线距离上其他屏蔽体，对评价范围内其他环境保护目标受照剂量进行估算。

表 11-11 其他环境保护目标年有效剂量估算结果一览表

| 其他环境保护目标                  |  | 机房周边最大剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) *   | 与机房最近距离<br>(m) | 保护目标处剂量率<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 照射时间<br>(h)           | 年附加剂量 (mSv)           |                       |  |
|---------------------------|--|---|----------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| 东侧                        | 农技小区、农技中心  | 透视 0.680 (3.8m)   | 5m             | 0.127                            | 166.7                 | $2.12 \times 10^{-2}$ | $4.65 \times 10^{-2}$ |  |
|                           |  | 采集 16.3 (3.8m)  |                | 3.04                             | 8.33                  | $2.53 \times 10^{-2}$ |                       |  |
| 南侧                        | 警务室  | 透视 0.614 (4.0m)   | 3m             | 0.2                              | 166.7                 | $3.33 \times 10^{-2}$ | $7.33 \times 10^{-2}$ |  |
|                           |  | 采集 14.7 (4.0m)  |                | 4.8                              | 8.33                  | $4.00 \times 10^{-2}$ |                       |  |
|                           | 东新街  | 透视 0.614 (4.0m)   | 12m            | $3.84 \times 10^{-2}$            | 166.7                 | $6.40 \times 10^{-3}$ | $1.41 \times 10^{-2}$ |  |
|                           |  | 采集 14.7 (4.0m)  |                | 0.919                            | 8.33                  | $7.66 \times 10^{-3}$ |                       |  |
|                           | 东新街行人路过时仅短暂停留，受照时间远小于 DSA 开机出束时间，因此行人受到的照射剂量远小于计算结果。 |   |                |                                  |                       |                       |                       |  |
|                           | 中国邮政合阳县分局、商铺   | 透视 0.614 (4.0m)   | 40m            | $5.07 \times 10^{-3}$            | 166.7                 | $8.45 \times 10^{-4}$ | $1.86 \times 10^{-3}$ |  |
| 采集 14.7 (4.0m)            |  | 0.121   |                | 8.33                             | $1.01 \times 10^{-3}$ |                       |                       |  |
| 西侧                        | 综合楼  | 透视 0.680 (3.8m)   | 40m            | $5.12 \times 10^{-3}$            | 166.7                 | $8.54 \times 10^{-4}$ | $1.87 \times 10^{-3}$ |  |
|                           |  | 采集 16.3 (3.8m)  |                | 0.123                            | 8.33                  | $1.02 \times 10^{-3}$ |                       |  |
| 北侧                        | 门诊楼、妇科住院楼、综合住院楼                                      | 门诊楼药房距手术室最近，公众受照剂量为代表 $6.95 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，妇科住院楼和综合住院楼离手术室更远，经过多道墙体屏蔽和距离衰减，公众受到的剂量将更小。 |                |                                  |                       |                       | $6.95 \times 10^{-2}$ |  |
|                           | 南厢巷  | 透视 0.585 (4.1m)   | 30m            | $8.46 \times 10^{-3}$            | 166.7                 | $1.41 \times 10^{-3}$ | $3.09 \times 10^{-3}$ |  |
|                           |  | 采集 14.0 (4.1m)  |                | 0.202                            | 8.33                  | $1.68 \times 10^{-3}$ |                       |  |
| *括号内距离为屏蔽防护墙外关注点距辐射源点的距离。 |  |   |                |                                  |                       |                       |                       |  |

根据表 11-11，其他保护目标处公众受到的年有效剂量最大值为  $7.33 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（公众人员1mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（公众人员

0.1mSv)。实际工作中评价范围内其他环境保护目标，由于距本项目距离更远，考虑其他功能房间多道墙体的屏蔽，人员停留位置处剂量率将更低。

### 11.2.3 废气环境影响分析

DSA在开机并处于出束状态时，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，由于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。手术室内设置动力通风装置（详见10.2.2小节），产生的O<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>通过排风管道排出室外，满足《放射放射防护要求》(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，对大气环境影响很小。

### 11.2.4 废水影响分析

DSA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，非放射性废水主要来自于运行期间DSA机房辐射工作人员产生的少量生活污水，可依托医院现有污水处理站收集处理，经处理后污水进入市政污水管网，对周围水环境影响较小。

### 11.2.5 固体废物影响分析

DSA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，在手术室由专用包装袋、容器分类收集后，经DSA手术室南侧的洗消间防护门进入洗消间打包，最终委托有资质的单位处置。项目产生的固体废物得到妥善处置，对环境的影响较小。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 风险识别及评价

(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) 人员在防护门关闭后未撤离手术室，射线装置开始运行，造成额外照射。

(3) 医生在手术室内为患者摆位或进行其它术前准备工作时，控制室操作台处操作人员误开机出束，对手术室内医生造成误照射。

(4) 介入治疗时，医生未穿戴防护用品进入手术室，或未配置合格的防护用品，使医生受到较高剂量的附加照射。

(5) 安全警示装置发生故障，医护人员误入正在运行手术室造成额外照射。



### 11.3.2 事故情况下剂量分析

#### 1、事故工况

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

#### 2、事故情况下的剂量分析

若由于疏忽造成人员误入，误入人员透视状态下距离辐射源点 1m 处的泄漏剂量率为  $1.76 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ ，距患者（散射体）1m 处散射剂量率为  $1.06 \times 10^5 \mu\text{Sv/h}$ ，总剂量率为  $1.24 \times 10^5 \mu\text{Sv/h}$ ，本项目 DSA 透视最大时间为 10min，则在透视情况下距离患者 1m 处 10min 受到的剂量为 20.67mSv。

由于 DSA 的 C 型臂支架可以切换到水平照射方式，存在 X 射线直接照射的可能，若误入人员受到 X 射线直接照射，距靶点 1m 处剂量率透视取  $1.76 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ ，采集取  $4.22 \times 10^8 \mu\text{Sv/h}$ ，则距靶点 1m 处达到确定性效应阈值下限（0.1Sv）的时间分别为透视约 20.45s、采集约 0.85s。若设备曝光时，手术室内有人员滞留或误入，在无任何屏蔽措施条件下受到 X 射线照射，则在透视情况下距离设备 1m 处 1min 受到的剂量为 0.29Sv，采集下 1min 受到的剂量为 7.03Sv。在前述条件下，透视约 0.20s 或采集约 0.0085s 后，误入人员受到的剂量将高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中年剂量限值（公众人员 1mSv）；在透视约 4.09s 或采集约 0.17s 后，误入人员受到的剂量将高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中年剂量限值（职业人员 20mSv）。

由此可知，职业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，进行放射工作前按要求穿戴好各种个人防护用品，并定期检查手术室的防护性能及有关安全警示标志是否正常，坚决杜绝人员受到有用线束的直接照射，避免无关人员误入正在曝光的手术室。

#### 11.3.3 辐射事故预防措施

针对以上辐射事故，本评价提出以下预防措施以避免辐射事故发生：

（1）定期对 DSA 设备的安全和防护措施进行检查，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

（2）加强辐射工作人员的管理与业务培训，确认各项管理制度的执行情况。

DSA 开机前，必须确保无关人员全部撤离；针对 DSA 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控制室醒目位置），辐射工作人员必须严格按照操作规程进行操作，以避免因误操作造成工作人员和公众受到意外辐射。

（3）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。

（4）介入医生做好个人防护，介入手术前配备必要的铅围裙、铅颈套、铅眼睛、介入防护手套、铅悬挂防护屏或铅防护帘、床侧防护帘或床侧防护屏等防护用品。同时按照 GBZ128-2019 规定正确佩戴个人剂量计。

（5）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。定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行，防止人员误入。

（6）定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。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。

（7）辐射应急管理机构应对本项目的应急组织人员、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）医院应不断完善辐射事故应急预案，并定期组织医护人员加强应急演练。

#### **11.3.4 辐射事故应急处理措施**

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

（1）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，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）事故处理后应收集资料，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，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境主管部门和卫生部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地生态环境主管部门。

### 11.3.5 辐射事故应急预案

为有效防护、及时控制辐射事故所致的伤害，加强射线装置安全监测和控制等管理工作，保障放射相关工作人员以及射线装置周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）、《陕西省放射性污染防治条例》和其他有关法律法规、职能管理部门要求，医院应制定《辐射事故应急预案》。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工作项目表〉的通知》要求，医院制定的应急预案中应包括下列内容：

- (1) 可能发生的辐射事故及危害程度分析；
- (2) 应急组织指挥体系和职责分工；
- (3) 应急人员培训和应急物资准备；
- (4) 辐射事故应急响应措施；
- (5) 辐射事故报告和处理程序。

依照《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）有关要求，针对可能发生的风险事故，医院应根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围，执行辐射事故应急预案。

一旦发生辐射事故，现场当事人应立即切断 DSA 射线电源，并报告医院启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门，同时上报公安部门；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生行政部门报告。及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

## 11.4 辐射环境影响评价

合阳县中医医院本次 DSA 核技术利用项目正常运行时，工作场所采取相应辐射屏蔽措施后，项目对周边的辐射环境影响满足相关标准限值要求；项目正常运行所致工作人员、公众年附加有效剂量分别满足本次评价 5mSv、0.1mSv 剂量

约束值要求；项目选址可行、平面布置基本合理；项目拟配备的辐射安全防护设施及个人防护用品满足标准要求。评价认为：合阳县中医医院 DSA 核技术利用项目对周围环境的辐射影响在可接受范围之内，满足辐射安全防护要求。

## 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

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款：

(一) 使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；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。

医院已成立了辐射安全防护领导小组，副院长杨建平为组长，副组长车向前，成员为党晓江、党存斌、赵根仓、吕云芳等人组成。领导小组负责医院辐射防护管理，领导并共同做好医院辐射防护各项工作。

医院现有的辐射安全防护领导小组职责比较宽泛不具体，医院应细化领导小组机构职责，明确领导小组各成员的职责，方便实施管理。建议医院辐射安全防护领导小组职责如下：

(一)负责辐射安全与环境保护管理工作的组织、协调、管理，指定专人（杨振彪）负责全国核技术利用辐射安全申报系统的运行管理。

(二)组织制定辐射安全与环境保护各项制度和辐射事故应急预案，并定期检查各项制度、防护措施落实情况，在实际工作中勤于总结，组织修订和完善各项制度。

(三)组织制定辐射安全与环境保护年度工作计划、培训计划和检测计划等并督促、检查各项计划的实施落实情况。

(四)负责对辐射防护和环境保护工作进行监督检查、考核。督促整改检查中发现的辐射事故隐患。

(五)负责辐射工作人员个人剂量监测、职业健康体检，及射线装置工作场所辐射环境监测等工作的执行和检查。

(六)组织对辐射工作人员进行辐射安全知识培训。

(七)建立辐射安全管理档案。

(八)负责定期对射线装置的工作情况和辐射防护设施进行检查，确保正常运行，发现故障及时停机并联系设备厂家及时维修。

(九)负责管理辐射监测仪器，建立仪器档案，定期检定。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

### 12.2.1 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）的相关要求，医院应对制定的管理规章制度的执行情况及应急管理按表12-1的要求，逐项落实完善。

表12-1 辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

| 管理内容                       | 管理要求   |
|----------------------------|--|
| 机构建设                       | 设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人。  |
| 制度建立与执行                    | 建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整。  |
|                            | 建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账。  |
|                            | 建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案。  |
|                            | 建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案。   |
|                            | 建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量监测档案的连续有效性。   |
|                            | 建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性。   |
|                            | 建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等），建立维护与维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）。   |
|                            | 建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案。   |
| *应急管理                      | 建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案。   |
|                            | 结合单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行应急演练。<br>辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。 |
| 注：表中标注有“*”内容为关键项，为强制性规范要求。 |  |

医院制定了《放射科各项规章制度》，其中包括：放射科辐射防护制度、放射科受检者防护原则、放射科安全保卫管理制度、放射科设备管理和保养制度、

放射科设备使用制度、放射科设备维修制度、CT 机的维护及保养、设备基本技术操作规范（普通透视操作规范、DR 摄影操作规范、胃肠及造影检查操作规范、螺旋 CT 机操作规范、X 线机操作规范）、辐射事故应急预案、放射工作人员职业健康管理制、人员培训制度、台账制度管理、监测方案等，并在工作中予以贯彻落实，保证日常工作的辐射安全和防护。

根据本项目的建设内容，医院还应制定 DSA 手术室的相关规章制度，包括《DSA 操作规程》《DSA 放射工作人员岗位职责》《DSA 工作场所监测制度》等，确保配备的辐射工作人员熟悉操作规程、人员岗位职责等，落实 DSA 的安全使用。

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）相关要求，医院应完善各类岗职责、操作规程，补充《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》，根据射线装置实际使用情况，不断完善操作规程、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，使其具有更强的针对性和可操作性。

### 12.2.2 人员管理

#### （1）辐射安全与防护培训

根据医院提供的辐射工作人员名单，7 名辐射工作人员（使用 III 类射线装置）均参加了医院自行组织的**辐射安全与防护培训**。

本次 DSA 项目从现有辐射工作人员中调配 2 人，从其他科室调配手术医生 4 人、护士 3 人。

辐射工作人员调岗后，从事本次 DSA 项目（II 类射线装置）使用活动的 9 人（调岗 2 人，医护人员 7 人）应及时组织参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的考核（专业-介入放射学）并获取辐射安全培训合格成绩单。项目运行期若新增人员，同样需要参加辐射安全培训并取得合格证书。

#### （2）职业健康检查

根据医院提供的职业健康检查结果，7 名辐射工作人员分别于 2020 年 8 月（5 人）和 2021 年 6 月（2 人）进行了**职业健康检查**，建立了职业健康检查档案并存档。7 人体检结果显示均显示“可继续原放射工作”。2020 年 8 月的参加体

检的 5 名辐射工作人员体检时间超过 2 年，体检结果中存在临床异常的，医院未提供复查结果。

医院所有在岗辐射工作人员应定期进行职业健康检查，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。

从放射科调入本项目的辐射工作人员（2 人）按要求进行职业健康检查。对调入本项目新从事放射工作的手术医生和护士（7 人），上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。放射工作人员脱离放射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查。工作人员职业健康检查工作应由职业健康检查机构承担。

### （3）个人剂量监测

根据医院提供的个人剂量检测报告，所有辐射工作人员均进行了个人剂量监测，连续四个季度的累积剂量均满足不大于 5mSv/a 的剂量管理目标值。

从放射科调入本项目的辐射工作人员（2 人）按要求进行个人剂量监测；对调入本项目新从事放射工作的手术医生和护士（7 人），应进行个人剂量监测（建议佩戴两个剂量计，在防护服内的左胸前和防护服外的衣领上分别佩戴），并纳入放射工作人员管理；工作人员个人剂量监测工作应委托具有相关资质的个人剂量监测技术服务机构进行。

（4）医院应建立辐射工作人员培训档案、个人剂量监测档案和职业健康监护档案，其中培训档案应包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩单等资料；个人剂量监测档案应包括：1）历年常规监测的方法和结果等相关资料；2）应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料；职业健康监护档案应包括：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。

## 12.3 辐射监测

### 1、现有项目的辐射监测开展情况

（1）医院已委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括射线机房的各面屏蔽墙和防护门等，环评要求医院辐射防护检测结果正常，并按时间向辐射安全许可证发证机关提交本院的射线装置的安全和防护状况评估报告；

（2）医院尚未配备 X- $\gamma$ 辐射监测仪等监测仪器，环评要求医院尽快配备 1



台便携式 X、 $\gamma$ 空气比释动能率仪，定期巡检并建立监测数据档案。

## 2、本项目辐射监测计划

项目建成后，医院应定期对新建的DSA手术室进行监测，监测要求如下：

(1) 辐射工作场所环境监测：a、项目建成后委托有资质的单位对其进行竣工环境保护验收监测，及时组织竣工环境保护验收工作；b、委托有资质单位对本项目辐射工作场所进行监测，监测频次不小于1次/年，监测结果应详细记录并存档；c、利用自主检测设备定期对机房周边环境进行巡检，若发现异常情况，应立即采取应急措施，停止放射工作，并查找原因。

(2) 个人剂量监测：a、项目涉及的放射工作人员应配备个人剂量计，每季度委托具有资质的个人剂量监测技术服务机构进行监测，建立个人剂量检测档案；b、在每年的辐射安全和防护状况评估报告中，应包含放射工作人员个人剂量检测数据及安全评估的内容。

项目辐射监测计划见表12-2。

表 12-2 项目辐射监测计划

| 位置               | 监测内容   | 监测点位                      | 监测因子              | 监测频次                        |
|------------------|--------|---------------------------|-------------------|-----------------------------|
| DSA<br>手术室       | 防护检测   | 距机房四面墙体及门窗表面 0.3m、操作位、线沟等 | X- $\gamma$ 辐射剂量率 | 每月或每季度自检 1 次<br>每年由资质单位监测1次 |
|                  | 个人剂量监测 | 放射工作人员个人剂量计               | 个人累积剂量            | 委托有资质单位<br>每季度监测一次          |
| 注：在DSA设备透视条件下监测。 |        |                           |                   |                             |

### (3) 年度评估

医院每年应委托有 X- $\gamma$  辐射剂量率检测资质的单位对辐射工作场所进行年度管理监测，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。

## 12.4 辐射事故应急

根据《放射性核素与射线装置安全与防护条例》、《放射性核素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规规定，医院制定有《辐射事故应急预案》，本项目运行后，医院应对现有的《辐射事故应急预案》进行修订，将本项目可能发生的辐射事故纳入应急预案，修订后的辐射事故应急预案应符合《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）的应急管理要求。

一旦发生辐射事故，现场当事人应立即切断 DSA 射线电源，并报告医院启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

本项目环评要求项目正式运行后，还应做好以下工作：

- (1) 医院每年应组织人员进行应急演练，并记录；
- (2) 根据国家最新法律法规，结合医院实际情况，及时对应急预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

## 12.5 环境保护投资与“三同时”环保验收一览表

### 12.5.1 环保投资

项目总投资 1136.8 万元，其中环保投资 52.2 万元，占总投资的 4.59%。环保投资主要用于辐射安全防护设施的建设、放射工作人员培训、职业健康体检、个人防护用品采购以及个人剂量监测、工作场所监测等。

表 12-3 环保投资明细一览表

| 序号 | 项目       |   | 投资金额（万元） |
|----|----------|---|----------|
| 1  | 辐射安全防护设施 | 墙体铅防护、顶棚、地板、防护门、观察窗等防护屏蔽措施                    | 40       |
|    |          | 防护门工作状态指示灯、门灯联锁装置、红外防夹装置、自动闭门装置               |          |
|    |          | 电离辐射警告标志、放射防护注意事项告知栏                          |          |
|    |          | 动力通风装置  |          |
| 2  | 个人防护用品   | 铅衣、铅颈套、铅眼镜等个人防护用品；铅悬挂防护屏、床侧防护帘、移动铅防护屏风等辅助防护设施 | 1.0      |
| 3  | 职业健康体检   | 职业健康体检  | 1.0      |
| 4  | 工作人员培训   | 辐射安全和防护知识培训                                   | /        |
| 5  | 个人剂量监测   | 个人剂量计   | 0.2      |
| 6  | 辐射监测仪器   | 1 台 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪                    | 1.0      |
| 7  | 环境监测     | 工作场所定期监测                                      | 1.0      |
| 8  | 环保咨询     | 环评、验收费用                                       | 8.0      |
| 合计 |          | /   | 52.2     |

### 12.5.2 竣工环境保护验收

为规范项目竣工环境保护验收的程序和标准，强化医院环境保护主体责任，根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施）以及《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定，项目竣工后应及时进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，并取得新的辐射安全许可证后，方可投入生产或使用。项目竣工环境保护验收清单见表 12-4。

项目竣工环境保护验收清单见表 12-4。

表 12-4 项目竣工环境保护验收清单

| 序号 | 项目       | 验收内容  | 效果和环境预期目标                                   |
|----|----------|---|---|
| 1  | 辐射安全管理机构 | 设立辐射安全管理机构并明确辐射管理专（兼）职人员  | 负责整个项目辐射安全与环境管理工作                           |
| 2  | 辐射安全防护措施 | 电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门灯联锁装置、红外防夹装置、自动闭门装置、动力排风装置  | 警告无关人员不要靠近，保护人员免受不必要的辐射；手术室设有动力排风装置，保持良好的通风 |
| 3  | 人员管理     | 检查辐射工作人员职业健康档案，疑似放射性疾病人员的调查、复检及处置结果   | 确保辐射工作人员可从事放射性工作                            |
|    |          | 检查辐射工作人员个人剂量档案是否完整、连续，个人剂量超标人员的调查、复检及处置结果   | 确保辐射工作人员安全，项目年有效剂量管理目标值放射工作人员 5mSv          |
|    |          | 参加辐射安全和防护知识培训，考核合格方能上岗  | 确保工作人员持证上岗                                  |
| 4  | 防护用品     | 为辐射工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、介入手套等。为 DSA 手术室内配备铅悬挂防护屏、铅防护帘等辅助防护设施。为患者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等防护用品。 | 根据辐射工作人员数量配备相应的防护用品，保证辐射工作人员及公众尽可能减少受照剂量    |
| 5  | 监测仪器     | 配备 1 台辐射剂量率监测仪  | 定期对辐射工作场所及周围环境进行监测                          |
|    |          | 个人剂量计   | 配备与工作人员数量匹配的个人剂量计（建议介入手术医护人员铅衣内外各配 1 个）     |
| 6  | 辐射环境管理   | 辐射事故应急预案、射线装置管理制度、工作人员岗位职责、辐射工作人员培训管理制度、辐射工作人员剂量管理制度、辐射安全设施维护与维修制度、辐射环境监测制度、环境监测                              | 确保辐射环境管理制度贯彻落实，保障人员安全                       |

|   |             |   |  |
|---|-------------|---|--|
|   |             | 设备使用与检定管理制度、全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度、DSA 操作规程、DSA 工作人员岗位职责 |  |
| 7 | 剂量率<br>限值要求 | 按透视条件，对 DSA 手术室屏蔽体外、术者位进行检测                             | 满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的标准限值、《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）中规定的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 $\mu$ Sv/h 的标准限值。 |
| 8 | 环评批复        | /   | /  |

表 13 结论与建议

## 13.1 结论

### 13.1.1 项目概况

医院在门诊楼东南侧新建一间 DSA 手术室，一间洗消间和及一间设备间，主体为混凝土结构；在门诊楼内部改建相关辅助功能用房，包括等候区、换鞋间、更衣室、缓冲间及控制室。DSA 手术室配备一台型号为 Optima IGS Plus 的 DSA，为 II 类射线装置。

本项目的建设对于改善医院医疗设施条件，促进医院整体医疗水平的的提高具有积极的意义，符合《放射诊断放射防护要求》（GB130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践正当性”的要求。

### 13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）本项目位于门诊楼东南侧，根据项目平面布局，将 DSA 手术室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、屋顶、地板、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区，与 DSA 手术室相邻的控制室、缓冲间、洗消间、设备间、东侧和院墙间夹道、西侧门诊楼前院等划分为监督区。项目布局分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。

（2）项目 DSA 手术室装修后南北长 6.4m、东西宽 6.0m，有效使用面积约为 38.4m<sup>2</sup>，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房内最小有效使用面积 20m<sup>2</sup>，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

（3）DSA 手术室四周墙体的等效铅当量为 3.0mmPb；顶棚和地板的等效铅当量为 3.77mmPb；患者进出门、设备间门、洗消间门和观察窗的等效铅当量均为 3.0mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

（4）机房设置有观察窗，观察窗的位置便于操作人员观察手术室内工作人员、患者状态，在手术室内安装有摄像监控系统。手术室防护门外设电离辐射警告标志、辐射安全注意事项和工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；指示灯与患者进出门设置有效的联动装置，患者进出门设有两组双点状式红外安全光线。

（5）辐射工作人员和患者应配备足量的个人防护用品，手术室内配备铅悬挂防护屏、铅防护帘等辅助防护设施。医院应配备 1 台 X-γ辐射剂量率仪，安

排专人定期对辐射工作场所及其周围环境进行自主监测。

在落实以上辐射安全措施后，项目辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对辐射防护和安全操作的要求。

### 13.1.3 辐射环境影响分析

在透视状态下，DSA机房各屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率最大为 $6.80 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《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；采集状态下周围剂量当量率最大为 $16.3 \mu\text{Sv/h}$ ，估算条件为640mA，按照GBZ130-2020归一至100mA时为 $2.55 \mu\text{Sv/h}$ ，满足“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

项目DSA运行时，控制室内放射工作人员受到的附加年有效剂量最大值为 $0.597 \text{mSv}$ （已叠加近一年个人剂量当量最大值 $0.36 \text{mSv}$ ），介入手术所致手术室内医生、护士年剂量为 $3.843 \text{mSv}$ ，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 $20 \text{mSv}$ ）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 $5 \text{mSv}$ ）。

项目DSA运行时，手术室周围环境保护目标处公众受到的年有效剂量最大值为 $7.33 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，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（公众人员 $1 \text{mSv}$ ）及本次评价所取的年剂量约束限值（公众人员 $0.1 \text{mSv}$ ）。

综上所述，项目在采取的各项辐射防护措施后，对辐射工作人员和公众产生辐射剂量较小，满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则。。

### 13.1.4 总结论

合阳县中医医院DSA核技术利用项目能为患者提供更好的医疗服务，符合实践正当性原则；项目严格按照国家有关辐射防护规定执行，切实落实辐射防护措施，能够使其对周边环境的辐射影响降到尽可能合理且低的水平，满足辐射防护最优化原则；项目运行所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则；从辐射环境保护角度，在严格落实各项辐射防护措施情况下，项目对环境的影响是可以接受的。

## 13.2 建议与承诺

(1) 项目建设期间，医院应严格按照《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）相关要求，建立健全各项辐射防护管理规章制度，规范管理与操作，认真开展自查自评工作，发现问题及时整改，竣工验收前须达到辐射安全管理标准化要求。

(2) 项目竣工后，对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，经验收合格并取得辐射安全许可证后方可投入运行。

(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发证机关报送上一年度辐射安全年度评估报告。

(4) 医院应根据相关规定配备工作人员和患者的个人防护用品，强调在介入手术室时，医护人员必须穿戴防护用品。对于铅衣等防护用品建议悬挂或平放，勿折叠。

(5) 医院应加强对工作人员和公众成员辐射防护知识的宣传教育，提高其自身安全防护意识，防止事故发生。

(6) 定期检查 DSA 手术室的电离辐射警告标志是否脱落，检查工作状态指示灯和门灯联动装置，确保其处于正常工作状态。

(7) 结合本项目放射源和射线装置应用情况，完善辐射事故应急预案，使之具有针对性、可操作性，加强日常演练，做到有备无患，确保发生事故时，能够及时有效启动辐射事故应急预案。

表 14 审批

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