

表 1 项目基本情况

建设项目名称		陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）DSA 核技术利用项目			
建设单位		陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）			
法人代表	杨联昌	联系人		联系电话	
注册地址		西安市莲湖区西华门 4 号			
项目建设地点		西咸新区沣东新城太平路与征和八路交汇处西南角			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	1000	项目环保投资（万元）	33.5	投资比例（环保投资/总投资）	3.35%
项目性质		<input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	约 600m <sup>2</sup>
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

## **1.1 项目概述**

### **1.1.1 项目背景**

#### **1.1.1.1 医院简介**

陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）是一所集科研、医疗、制药为一体的正厅级事业单位。陕西省中医药研究院、陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）是陕西省政府举办的一所综合性科研、医疗、教学中医机构，实行两个机构、一套领导班子、统一管理，位于西安市莲湖区西华门4号，占地23亩，建筑面积8.2万平方米。是国家中医药科研基地和药品临床研究基地、国家中医药文献检索中心和科技创新单位、首批中医药对外教育单位。始建于1956年。自1956年创建以来，两院始终遵循“厚德弘道，济世笃行”的院训，传承精华，守正创新，在几代人的接续努力下，为中医药事业发展作出了突出贡献。全院现有在职职工1700余人，有国医大师1人，全国名中医3人，全国中医药专家学术经验继承工作指导老师12人；省级名（老）中医29人，省级中医药专家学术经验继承工作指导老师25人；“西部之光访问学者”17人，“三秦学者”4人，硕士研究生导师83人。

建设单位于2020在西咸新区沣东新城新建陕西省中医药研究院（陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所））迁建项目。项目东侧为车城西路，南侧为太平河，西侧为太和路，北侧为征和八路。项目建设内容主要包括中医药研究中心和区域优势病种研究中心两部分。中医药研究中心主要建设综合实验楼、动物实验中心、科研楼、动物实验中心、科研楼、多功能厅；区域优势病种研究中心设置床位500张，主要建设内容为门诊医技楼、住院楼，以及其他辅助、配套设施。项目总投资59838.2万元，其中环保投资770万元，约占总投资的1.29%。

建设单位于2020年8月13日取得陕西省西咸新区行政审批与政务服务局关于陕西省中医药研究院迁建项目（一期）环境影响报告报告书的批复，文号“陕西咸审服准（2020）126号”。

#### **1.1.1.2 核技术应用的目的和任务**

心脑血管疾病已成为严重影响居民健康的一个重要因素，而介入手术已成为这类疾病的主要诊治手段。为促进医院各学科发展，提高医院的医疗水平，更好地为患者服务，医院拟将门诊医技住院楼4楼中心手术部OR6手术室设置为DSA手术室，

拟配备一台数字减影血管造影设备（以下简称 DSA），用于介入诊断及辅助治疗。

### **1.1.1.3 项目由来**

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），血管造影用 X 射线装置属于 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）》（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。数字减影血管造影设备（DSA）属于 II 类射线装置，因此，陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）DSA 核技术利用项目应编制环境影响报告表。

西安沐昱清环境科技有限公司（环评单位）接受建设单位委托，承担对该项目的环境影响评价工作。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《陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）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**

使用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，进一步提高了医院的医疗水平，推动医院整体发展。因此，陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）DSA 核技术利用项目（以下简称项目）所带来的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**

根据医院提供的资料，医院拟将门诊医技住院楼 4 楼中心手术部 OR6 手术室备用机房设置为 DSA 手术室并设计相关辅助用房，拟在 DSA 手术室配置 1 台 DSA，属于 II 类医用射线装置（最大管电压 125kV、最大管电流 1250mA）。相关辅助用房包括控制室、设备间、材料库、器械库、麻醉准备、缓冲间、无菌库房、谈话间、药品库等。

本项目投资约 1000 万元，环保投资 33.5 万元，约占总投资的 3.35%

(1) 设备主要技术参数

DSA 机主要技术参数详见表 1-1。

表 1-1 射线装置主要技术参数一览表

设备	型号	主要参数	类别	拟放置位置
DSA	CG0-2100Plus	最大管电压：150kV 最大管电流：1250mA	II 类	门诊医技住院楼 4 楼中心手术部 OR6 手术室 DSA 手术室

(2) 手术室辐射防护屏蔽参数

根据医院提供的资料，项目 DSA 手术室的建设规模见表 1-2，辐射防护屏蔽参数详见表 1-3。

表 1-2 项目 DSA 手术室建设规模参数一览表

位置	建设规模
DSA 手术室	南北宽 7.8m、东西长 9.0m、高 2.8m，有效使用面积 70.2m <sup>2</sup> 。

注：机房装饰吊顶高度为 2.8m，建筑层高为 4.2m。

表 1-3 DSA 手术室的辐射防护屏蔽参数一览表

位置		屏蔽措施	等效铅当量
四周 墙体	北侧墙体	龙骨架+阻燃板+4mm 铅板	4.0mmPb
	南侧墙体	龙骨架+阻燃板+4mm 铅板	4.0mmPb
	西侧墙体	龙骨架+阻燃板+4mm 铅板	4.0mmPb
	东侧墙体	龙骨架+阻燃板+4mm 铅板	4.0mmPb
屋顶		100mm 混凝土 (1.20mmPb) +3mmPb 硫酸钡水泥 (楼顶地面涂抹)	4.2mmPb
地板		100mm 混凝土 (1.20mmPb) +3mmPb 硫酸钡水泥 (楼顶地面涂抹)	4.2mmPb
东侧	观察窗	4mmPb 铅玻璃和窗框	4.0mmPb
	工作人员门	4mmPb 电动单开门	4.0mmPb
	患者门	4mmPb 电动推拉门	4.0mmPb
西侧	污物通道门	4mmPb 手动单开门	4.0mmPb

根据《放射诊断放射防护要求》中表 C.5 中“不同屏蔽物质等效铅当量厚度(2mmPb)”

125kV（有用线束）混凝土厚度为 158mm。表 C.4 中“不同屏蔽物质等效铅当量厚度（1mmPb）”125kV（有用线束）混凝土厚度为 87mm。本项目顶面、地面混凝土厚度为 100mm，经内插法预估为 1.2mmPb。。

根据表 1-3 DSA 手术室的辐射防护屏蔽四周墙体等效铅当量为 4.0mmPb，顶面、地面等效铅当量为 4.2mmPb，防护门及观察窗铅当量为 4.0mmPb。均远大于 2.0mmPb 防护要求。

#### **1.1.3.2 劳动定员及工作负荷**

医院拟为 DSA 手术室共配备 17 名放射工作人员，其中包括介入手术医生 11 名、护士 4 名、放射影像技师 2 名。项目投入使用后，所有人员固定为 DSA 辐射工作人员，不兼职其他放射性设备操作。项目拟配备的 17 名医护人员，参加核技术辐射安全与防护培训，取得“医用 X 射线诊断与介入放射学”类别成绩合格单，进行了个人剂量监测、职业健康检查结果合格。

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 15min，摄影 0.5min。

#### **1.1.4 项目选址及周边环境概况**

##### **1.1.4.1 医院周边环境关系**

医院位于西咸新区沣东新城太平路与征和八路交汇处西南角，地理坐标为东经：东经 108° 47'43.591"，北纬 34° 17'36.643"。医院东侧为宁泰路、太平河和中南上悦城（在建），南侧为荒地、太平河，西侧为康泰路和沣林熙岸二期（在建）、陕西省中医药大学继续教育学院（在建），北侧为沣泰二路和商铺。

医院地理位置见图 1-1，医院周边环境关系图见图 1-2。



图 1-1 医院地理位置示意图



图 1-2 医院周边环境关系图

#### 1.1.4.2 项目所在建筑物周边环境关系

本项目 DSA 手术室位于门诊医技住院楼 4 楼中心手术部 OR6 手术室，门诊医技住院楼东侧为医院入口，南侧为停车位及绿化，西侧为科研楼多功能厅，北侧为院内空地。

医院总平面布置及周围 50m 评价范围详见图 1-3。

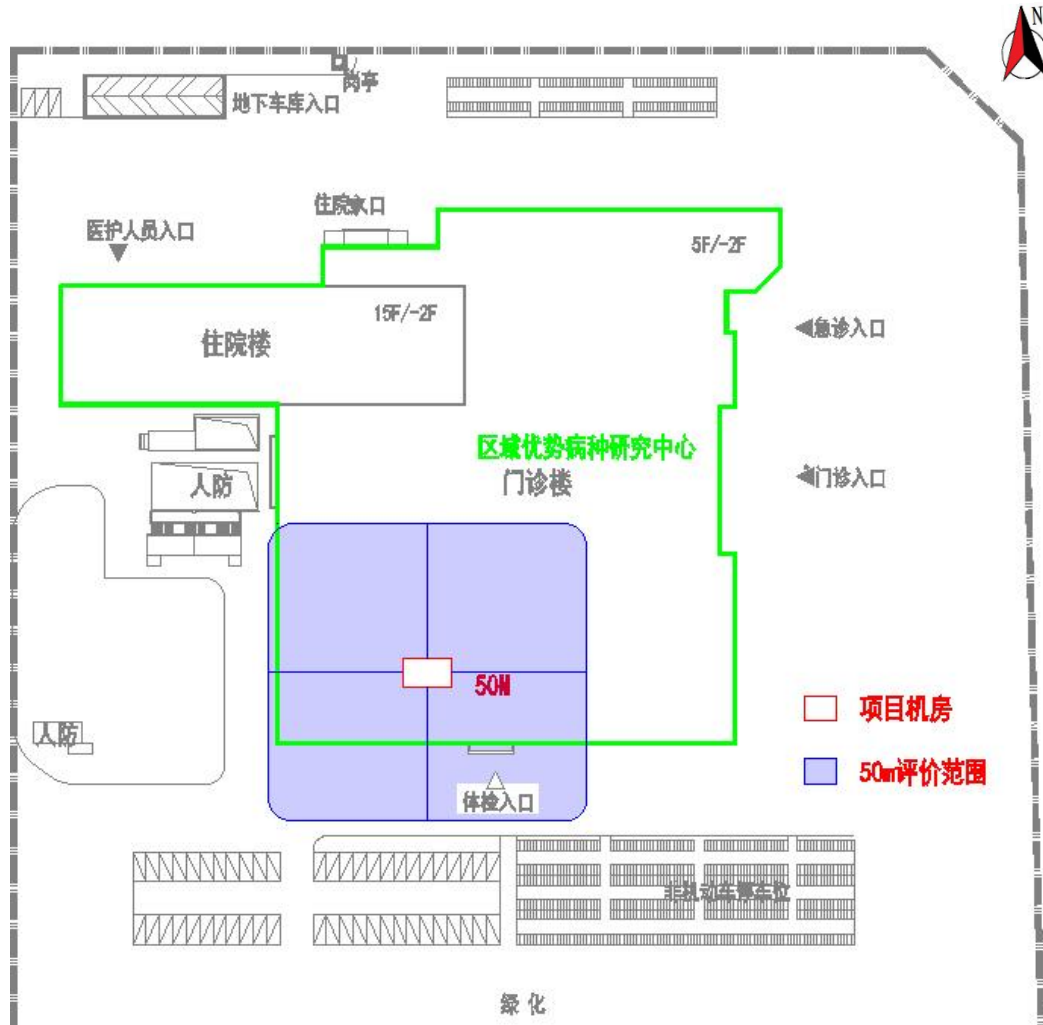


图 1-3 医院总平面布局及周围 50m 评价范围示意图

#### 1.1.4.3 项目场址周边环境关系

根据医院提供的资料，医院拟将门诊医技住院楼 4 楼中心手术部 OR6 手术室设置为 DSA 手术室，拟配备 1 台 DSA，（最大管电压 150kV、最大管电流 1250mA）。DSA 手术室东侧为前室和控制室，南侧为设备间、材料库和器械库设备存放，西侧为污物走廊，北侧为 OR5 手术室，楼上为空调机房，楼下为男科实验室。

DSA 手术室楼层平面布局图见图 1-4，DSA 手术室平布局图见图 1-5。

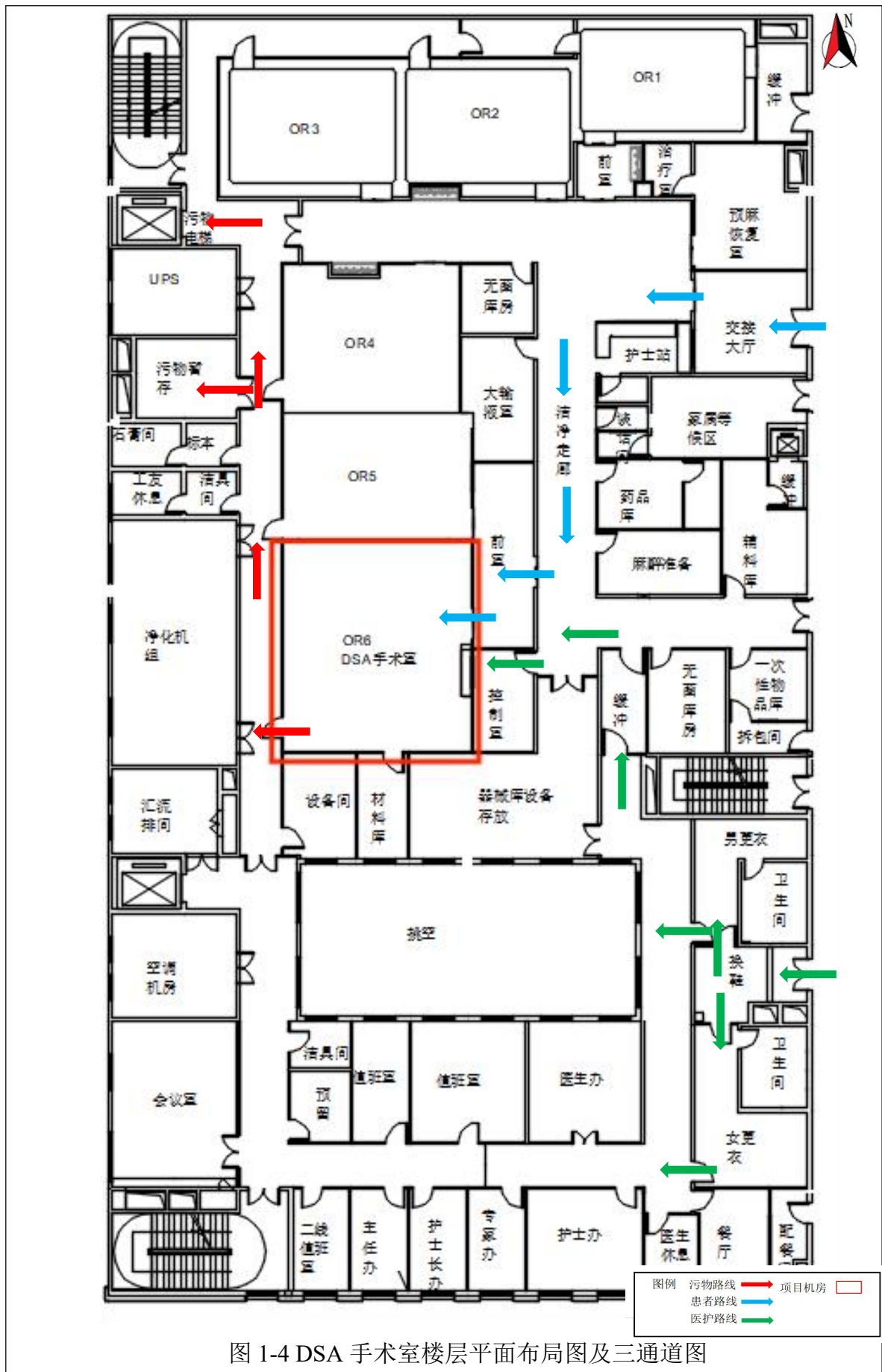


图 1-4 DSA 手术室楼层平面布局图及三通道图

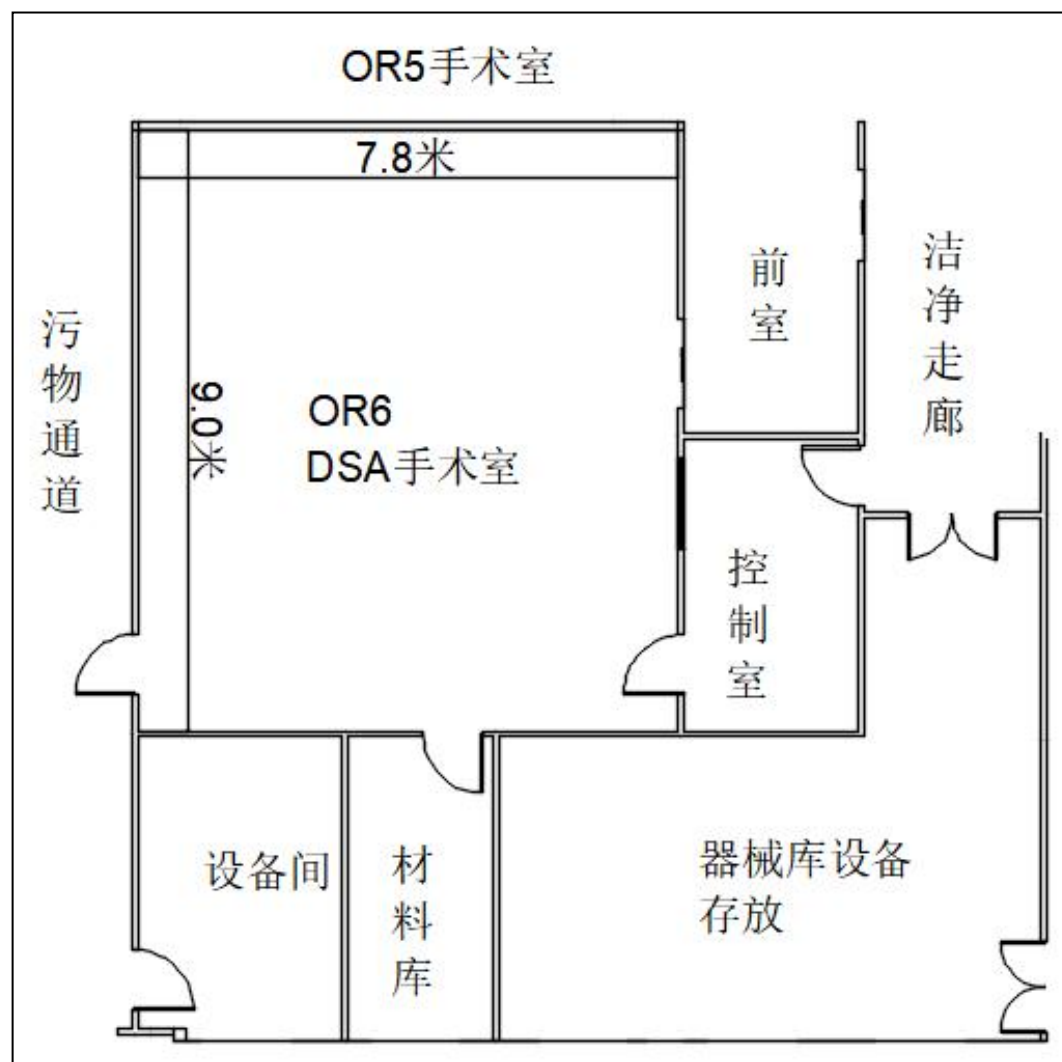


图 1-5 DSA 手术室平面布局图

#### 1.1.4.4 项目选址合理性分析

本项目 DSA 手术室位于门诊医技住院楼 4 楼中心手术部，位置相对独立，进出人员主要为控制室和手术室的医务工作人员与需要手术的患者。从满足安全治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，因此项目选址合理可行。

### 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

医院现有 7 台射线装置，环保手续履行情况见表 1-5。

表 1-5 现有核技术利用项目及其环保手续履行情况

序号	名称	型号	类别	环保手续履行情况	安装位置
1	方舱式 X 射线 电子计算机断层扫描系统	Uct520	III 类	2021.9.6 进行了建设项目环境影响登记，登记号为 202161010400000114。	发热门诊感染性疾病科留观病区
2	三维成像骨科 C 型臂 X 线机	ARCADIS Oribic 3D	III 类	陕环批复(2014)464 号。 验收：陕辐环验字(2016) 第 094 号	住院大楼 B 区 二楼手术室
3	64 排螺旋 CT 机	AQUTION-6 4TSX-101A	III 类		住院大楼 B 区 负一层影像中心 1 号机房
4	64 排 CT	Revolution EVO	III 类		2022.5.19 进行了建设项目环境影响登记，登记号为 202261010400000067。 住院大楼 B 区 负一层影像中心 2 号机房
5	多功能数字胃 肠机	OPERA-FP	III 类	陕环批复(2014)464 号 验收：陕辐环验字(2016) 第 094 号	住院大楼 B 区 负一层影像中心 5 号机房
6	数字拍片机 (双板)	DigitalDiagno st 3	III 类		住院大楼 B 区 负一层影像中心 6 号机房
7	数字减影血管 造影机(DSA)	Axiom Artis FA	II 类		住院大楼 B 区 负一层影像中心 介入手术室

#### 1.2.2 现有辐射安全许可证

2025 年 6 月 5 日，医院进行了法人变更重新取得了由西安市生态环境局核发的辐射安全许可证，证书编号：陕环辐证[00488]，许可种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置。有效期至 2027 年 3 月 8 日。

辐射安全许可证核准的种类和范围见表 1-6。

表 1-6 陕环辐证[00488]核准的种类和范围

序号	装置名称	类别	型号	参数	数量	活动种类
1	方舱式 X 射线电子计算机断层扫描系统	III 类	Uct520	管电压 140 kV 管电流 350 mA	1	使用
2	三维成像骨科 C 型臂 X 线机	III 类	ARCADIS Oribic 3D	管电压 120 kV 管电流 200 mA	1	使用
3	64 排螺旋 CT 机	III 类	AQUTION-6 4TSX-101A	管电压 135 kV 管电流 600 mA	1	使用
4	64 排 CT	III 类	Revolution EVO	管电压 140 kV 管电流 560 mA	1	使用
5	多功能数字胃肠机	III 类	OPERA-FP	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	1	使用
6	数字拍片机(双板)	III 类	DigitalDiagn ost 3	管电压 150 kV 管电流 800 mA	1	使用
7	数字减影血管造影机 (DSA)	II 类	Axiom Artis FA	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	1	使用

### 1.2.3 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，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度建立、落实等方面运行较好。

根据医院提供的资料，医院辐射安全管理现状如下：

#### (1) 辐射安全管理委员会设置情况

《陕西省中医药研究院 陕西省中医药研究院(陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所) 关于调整放射防护与辐射安全管理领导小组的通知》陕中院发(2024)73 号。

组 长:杨联昌

副组长:贾 伟 晁建华 李 晔(常务) 魏德宏

成 员:路 波 屈小元 宁朝晖 曹龙县 赵 容 李 强(质控办)

杨淑彬 李 强(感控办) 刘国庆 李小燕 荣 华

张广平 王 宏 王崇宝 郑 宇 王彦鹏 李 琛

办公室设在设备管理办公室

办公室主任:赵 容

办公室成员:李大河 杜 捷 郭发元 罗 洋 崔 滕

#### (一)组长职责

全面负责医院放射防护与辐射安全管理工作;为医院放射防护与辐射安全的责任人。

#### (二)副组长职责

具体负责医院放射防护与辐射安全组织协调工作。

#### (三)成员职责

1.组织制定和落实放射防护与辐射安全管理制度。

2.制订本单位放射防护与辐射安全事故应急预案，组织放射防护与辐射安全事件应急演练、应急事件响应及上报处理。

3.定期对射线装置工作场所、射线装置、放(辐)射工作人员进行放射防护与辐射安全检查监督。

4.向医院全体职工开展宣传、讲解放射防护与辐射安全知识。

5.应急预案启动时全体人员立即到场，配合总指挥做好应急工作。

6.各涉辐部门指定兼职放射工作专员，配合办公室完成放(辐)射工作人员的培训、健康检查等工作。

建设单位于2024年5月30日编写了《陕西省中医药研究院（陕西省中医医院陕西省中西医结合研究所）辐射事故应急预案》，医院设辐射事故应急处置领导小组，领导小组下设办公室，办公室设在设备办。辐射事故应急处置领导小组下设现场控制组、人员抢救组、通讯联络组、应急检测组、应急保障组和事故调查领导小组，应急预案的启动由辐射事故应急处置领导小组组长指挥，按照预案处置措施及相应的职责开展应急救援工作。

组 长:杨联昌(党委书记)

副组长:晁建华 李 晔(常务) 魏德宏

事故调查领导小组:李 晔(常务) 魏德宏

辐射事故应急处置领导小组办公室:李 晔 赵 容

辐射事故应急处置领导小组办公室设在设备办, 电话:029-87251591

现场控制组:曹龙县 刘国庆 李小燕 荣 华

人员抢救组:路 波 屈小元 杨淑彬

通讯联络组:宁朝晖 曹龙县 赵 容 刘国庆 李小燕 荣 华

应急监测组:赵 容 李强(感控办) 刘国庆 李小燕 荣 华

应急保障组:赵 容 刘国庆 李小燕 荣 华

#### (2) 规章制度建设及落实情况

医院已制定了一系列辐射防护管理规章制度, 包括:《辐射安全管理制度》、《射线装置管理制度》、《医用 X 射线装置操作规程》、《射线装置检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射人员岗位职责》、《人员培训制度》、《放射辐射工作人员职业健康监护制度》、《辐射监测及安全检查计划》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《陕西省中医药研究院(陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所)放射辐射安全事故应急预案》等。

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)的相关规定要求, 医院还需制定《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》等制度, 并在工作中予以贯彻落实。

#### (3) 工作人员培训情况

根据医院提供的辐射工作人员名单, 医院现有辐射工作人员 90 名, 其中 30 人参加了辐射安全与防护培训, 接受辐射防护安全知识和法律法规教育, 并取得“介入治疗和医学诊断”类别成绩合格单。其余 60 人参加自主培训考核合格。

#### (4) 职业健康检查情况

根据医院提供的辐射工作人员名单, 医院现有辐射工作人员 90 名, 其中 74 人于 2024.2.20-2024.9.12 在核工业四一七医院进行了职业健康体检, 1 人体检不合格

已调离辐射岗位，其余 73 体检合格。其中 31 人于 2025.2.20-2025.11.12 在核工业四一七医院进行了职业健康体检，3 人体检不合格已调离辐射岗位，其余 28 人体检合格。建立了职业健康体检报告档案并存档。现有辐射工作人员 90 名均参加了职业健康体检，可以从事放射工作。

(5) 个人剂量检测情况

医院已为辐射工作人员配备了个人剂量计，并委托有资质的单位（陕西经纬科技发展有限公司）对其进行个人剂量监测，根据医院提供的2025年1月~2025年12月的职业性外照射个人剂量监测报告（报告编号：SXJW-[2025]FGJC003、SXJW-[2025]FGJC004、SXJW-[2025]FGJC007、SXJW-[2025]FGJC018）显示，医院辐射工作人员个人连续四个季度的累积剂量最大为0.78mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射年有效剂量不大于5mSv限值要求。

(6) 防护用品配置情况

医院已为DR机房配备了相应的个人防护用品，具体配备情况见表1-7。

表1-7 建设单位现配备个人防护用品

序号	防护用品	铅当量 (mmPb)	数量
1	铅围领	0.50	13
2	铅帽子	0.50	13
3	铅围裙	0.50	11
4	铅屏风	2.00	3
5	铅衣	0.50	18
6	铅手套	0.50	2
7	铅眼镜	0.50	4

(7) 工作场所及辐射环境监测情况

2025年8月11日-8月13日，医院委托陕西经纬科技发展有限公司对7台射线装置工作场所进行了辐射防护检测（报告编号：SXJW-[2025]FWJC022）。根据检测报告可知：

表 1-8 放射工作场所关注点最大 X、γ 辐射剂量率

序号	装置名称	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	方舱式 X 射线电子计算机断层扫描系统	Uct520	120kV、320mAs	0.13	2.5
2	三维成像骨科 C 型臂 X 线机	ARCADIS Oribic 3D	85kV、11.4mA	1.99	2.5
3	64 排螺旋 CT 机	AQUTION-6 4TSX-101A	120kV、220mAs	0.17	2.5
4	64 排 CT	Revolution EVO	120kV、400mA	0.16	2.5
5	多功能数字胃肠机	OPERA-FP	120kV、100mA、0.2s	0.18	2.5
6	数字拍片机(双板)	DigitalDiagnost 3	120kV、100mA、0.2s	0.19	25
7	数字减影血管造影机(DSA)	Axiom Artis FA	70kV、1mA	0.16	2.5

(8) 建设单位已配备相应的辐射监测仪器，具体配备情况见表 1-9。

表 1-9 建设单位配备辐射监测仪器情况一览表

序号	仪器名称	型号	购置日期	检定单位	有效日期	数量
1	辐射剂量率仪	SW88	2014.7.1	暂未检定		1

### 1.2.4 医院现存问题及提出的改进建议

#### 1.2.4.1 医院现存问题

(1) 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)的相关规定要求，医院还需制定《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》等制度。

(2) 现有辐射剂量率仪未进行鉴定。

#### **1.2.4.2 改进建议**

(1) 医院需制定《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》等制度。

(2) 医院需送检辐射剂量率仪，并将检定证书存档。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	放射性活度 (Bq) / 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 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1 台	待定	125	1250	介入诊断/ 辅助治疗	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手术室,满足手术室通风换气要求
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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) 《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>(9) 《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；</p> <p>(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》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行；</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</p>
------	--

	<p>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>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人检测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(8) 《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)。</p>
<p>其他</p>	<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

项目拟配置的数字减影血管造影设备（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“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，结合项目实际选址，确定项目辐射环境影响评价的范围为手术室防护屏蔽墙体外 50m 人员可能达到的区域。项目环境影响评价范围见图 7-1。

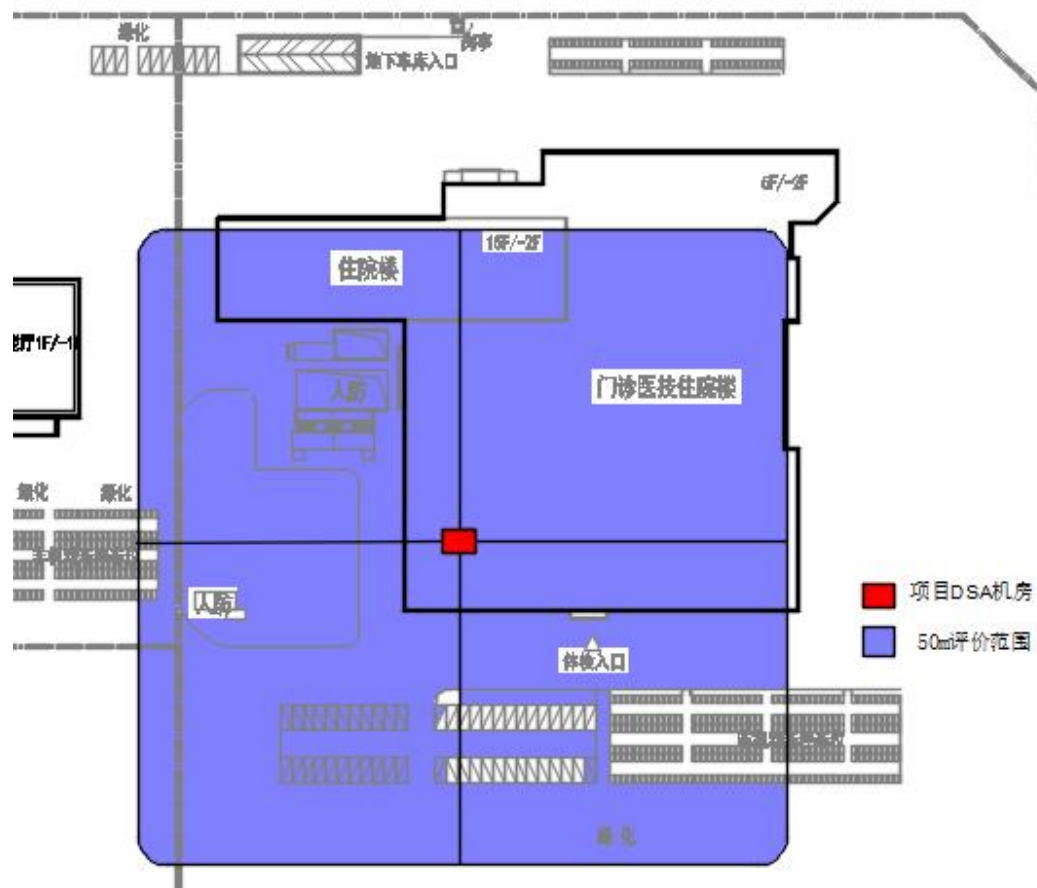


图 7-1 医院总平面布局及周围 50m 评价范围示意图

### 7.2 主要环境保护目标

项目主要环境保护目标为职业人员和公众，其中，职业人员为从事 DSA 机操作的医护人员，公众为手术室实体屏蔽物边界外 50m 范围内的其他工作人员

及公众。结合图，项目四周 50m 范围内为医院用地，北侧、西侧和东侧 50m 为门诊医技住院楼，东侧为门诊医技住院楼和院内空地。项目 DSA 手术室主要环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 DSA 手术室主要环境保护目标一览表

保护目标	方位	场所	主要环境保护目标	距屏蔽体最近距离	人口规模	年剂量管理约束值
<b>门诊医技住院楼 4 楼中心手术部内工作场所</b>						
职业人员	/	DSA 手术室	介入手术医护人员	0.5m*	15 人	≤5mSv
	西侧	控制室	控制室操作人员	0.3m	2 人	
公众	北侧	手术室	其他医务人员、患者	4.6m	15~20人	≤0.1mSv
		家属等候区	患者、家属	6.8m	20 人左右	
		护士站	其他医务人员	7.0m	15 人左右	
		ICU 病区	其他医务人员、患者	20m	50 人左右	
	东侧	口腔科	其他医务人员、患者、家属	30m	50~100 人	
		眼科	其他医务人员、患者、家属	35m	50 人左右	
		耳鼻喉科	其他医务人员、患者、家属	42m	20 人左右	
	南侧	设备间	维修人员	0.3m	2 人左右	
		值班室、办公室、	其他医务人员	8m	15 人左右	
		餐厅、配餐间	其他医务人员、厨师	25m	25 人左右	
		楼梯	其他医务人员、患者、家属	30m	流动人员	
	西侧	空调机房	维修人员	8.5m	5 人左右	
		污物走廊	清洁人员	0.3m	3 人左右	
		净化机组机房	维修人员	2.5m	5 人左右	
洁具间		清洁人员	10m	3 人左右		
<b>门诊医技住院楼 4 楼中心手术部外 50m 范围内</b>						
公众	南侧	空地	其他医务人员、患者、家属	30m	流动人员	≤0.1mSv

		非机动车停车位	其他医务人员、患者、家属	40m	流动人员
西侧		空地	其他医务人员、患者、家属	18m	流动人员
		非机动车停车位	其他医务人员、患者、家属	45m	流动人员
		地下停车位（人防）	其他医务人员、患者、家属	25m	流动人员
*0.5m 为介入手术医护人员距离辐射源点的距离					

## 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）

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）

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 30 cm。

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。

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、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 （含C形臂、乳腺CBCT） <sup>注</sup>	20	3.5
注：单管头、双管头或多管头 X 射线设备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	有用线束方向铅当量 （mmPb）	非有用线束方向铅当量 （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 μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h。

## 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 机房出入门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 7-5 基本种类要求的工作人员、受检者防护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 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（选配）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。用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要。

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		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护用品
介入放射性操作	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	铅悬挂防护屏/铅防护帘/床侧防护屏/床侧防护帘 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、 选配：铅橡胶帽子	—

注：“—”表示不需要。

### 7.3.3 环评要求年剂量约束值及控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“辐射防护安全与最优化原则”。本次评价对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了以下设定：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），个人受照剂量的大小与受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平，根据预测结果，结合医院管理目标值，放射工作人员的年附加剂量约束值取 5mSv/a，周围公众的年附加剂量约束值取 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

项目所在门诊医技住院楼 4 楼平面布局图见图 1-4，DSA 项目机房布局见图 1-5。

### 8.2 辐射环境质量现状

#### 8.2.1 监测方法

为了解项目所在场所的环境 X、 $\gamma$ 辐射本底水平，本次评价引用陕西大秦检测技术有限公司于 2025 年 12 月对项目拟建 DSA 核技术利用项目工作场所及周围区域环境 X、 $\gamma$ 辐射率检测报告中的相关数据（报告编号：2512022-FF-25346）。

监测方法如下：

- (1) 监测因子：环境 X、 $\gamma$ 辐射剂量率。
- (2) 监测点位：监测点位分布情况详见图 8-1。

检测点位选在陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）拟建 DSA 核技术利用项目工作场所及周围区域，检测点位距地面 1m 处，每个点位测量 10 组数据。

- (3) 监测频次：每个点位连续检测 10 次。
- (4) 检测仪器详细信息见表 8-1。

表 8-1 检测仪器信息

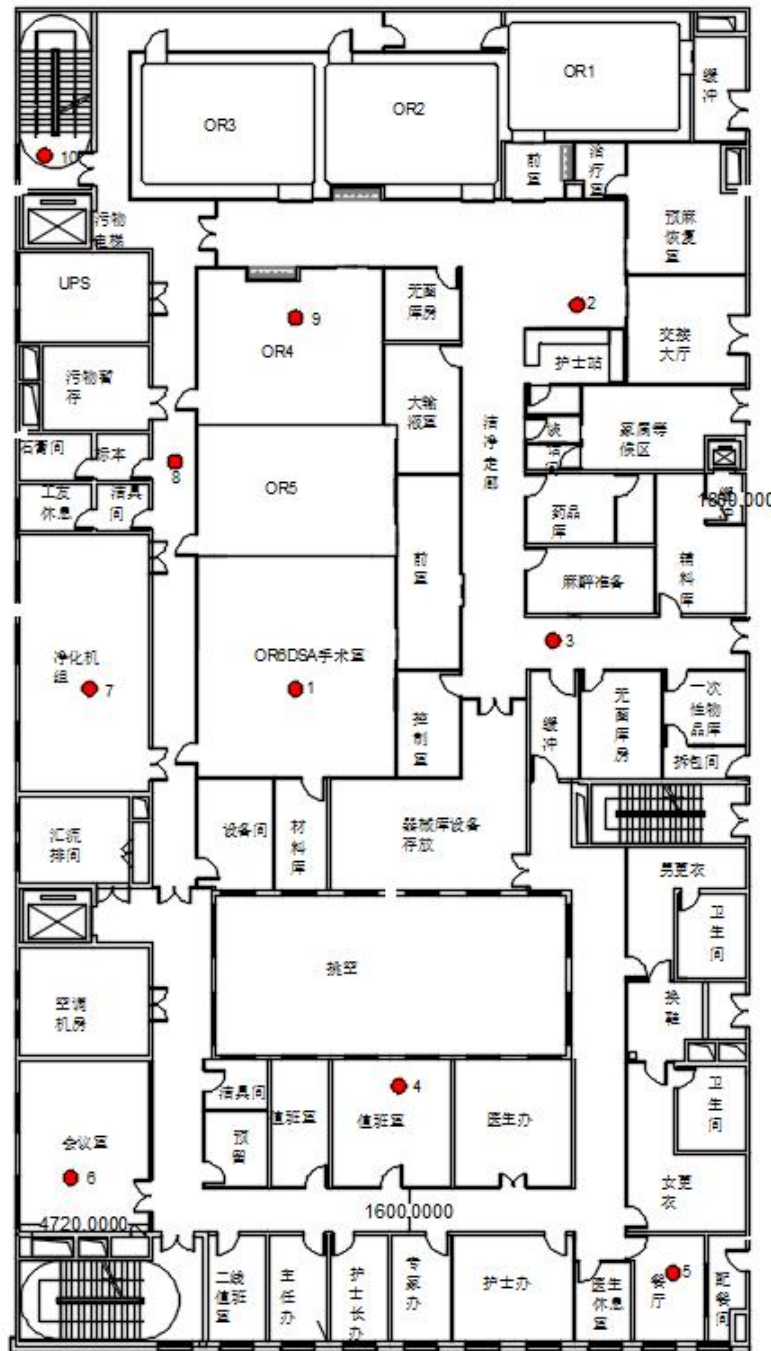
仪器名称	型号/规格	设备编号	量程范围	溯源单位/证书编号	有效期至
辐射巡测仪	RJ38-3602	DQ-E-038	0.01uSv/h~1.5mSv/h	上海市计量测试技术研究院 2025H21-20-6175036001	2026.10.21

(5) 质量保证：

- ①结合现场实际情况及检测点位的可到达性，在项目拟建场地周边环境布设

检测点位，充分考虑检测点位的代表性和可重复性，以保证检测结果的科学性和可比性；

- ②严格按照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）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。



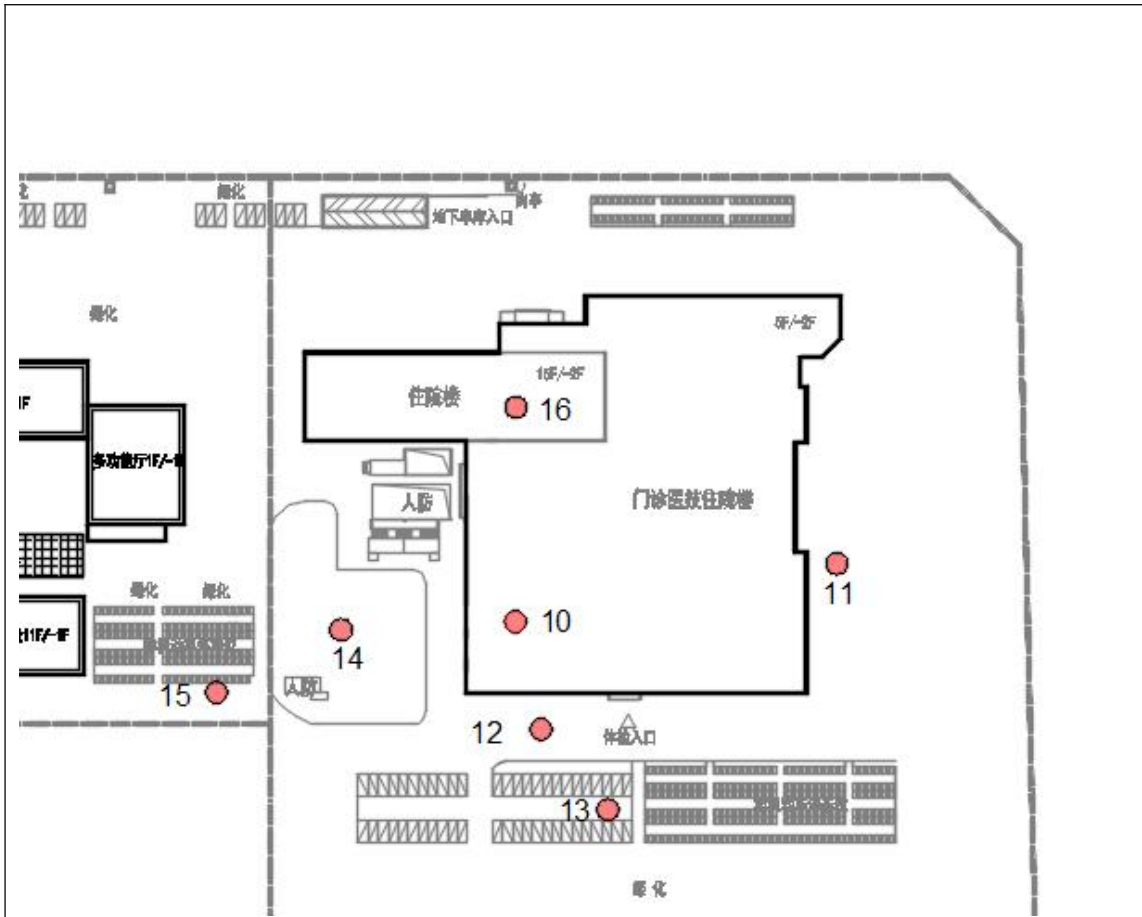


图 8-1 DSA 手术室监测点位布设示意图

### 8.2.2 监测结果及评价

项目 DSA 手术室及周边环境的 X、 $\gamma$  辐射剂量率检测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建 DSA 机房及周围环境  $\gamma$  辐射剂量率检测结果

点位编号	点位描述	检测结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	
		平均值	标准差
1	拟建 DSA 手术室	0.068	0.008
2	拟建 DSA 室东侧护士站	0.075	0.007
3	拟建 DSA 室东侧洁净走廊	0.068	0.009
4	拟建 DSA 室南侧值班室	0.072	0.007
5	拟建 DSA 室南侧餐厅	0.073	0.008
6	拟建 DSA 室南侧会议室	0.076	0.008

7	拟建 DSA 室西侧净化机房	0.068	0.012
8	拟建 DSA 室西侧污物走廊	0.065	0.008
9	拟建 DSA 室北侧 OR4 手术室	0.064	0.012
10	门诊医技住院楼 1 楼	0.073	0.011
11	门诊医技住院楼东侧空地	0.090	0.008
12	门诊医技住院楼南侧空地	0.081	0.009
13	门诊医技住院楼南侧非机动车停车位	0.057	0.008
14	门诊医技住院楼西侧停车位	0.058	0.008
15	门诊医技住院楼西侧非机动车停车位	0.056	0.007
16	门诊医技住院楼北侧 1 楼	0.087	0.009
注：表中数据已扣除宇宙射线响应值，该设备宇宙射线响应值为 0.014 $\mu$ Gy/h，建筑物对宇宙射线的屏蔽因子按楼房取 0.8，按原野道路取 1。			

根据表 8-2，DSA 机房及周边环境的 $\gamma$ 辐射剂量率为 0.064~0.090 $\mu$ Gy/h（已扣除宇宙射线），即 64~90nGy/h，与《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）中“西安市 $\gamma$ 辐射剂量率调查结果（室内：79~130nGy/h，道路：52~121nGy/h）”相当，属于天然辐射本底水平。表明项目所在地空气吸收剂量率处于正常环境本底水平，辐射环境质量现状无异常。

## 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 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。

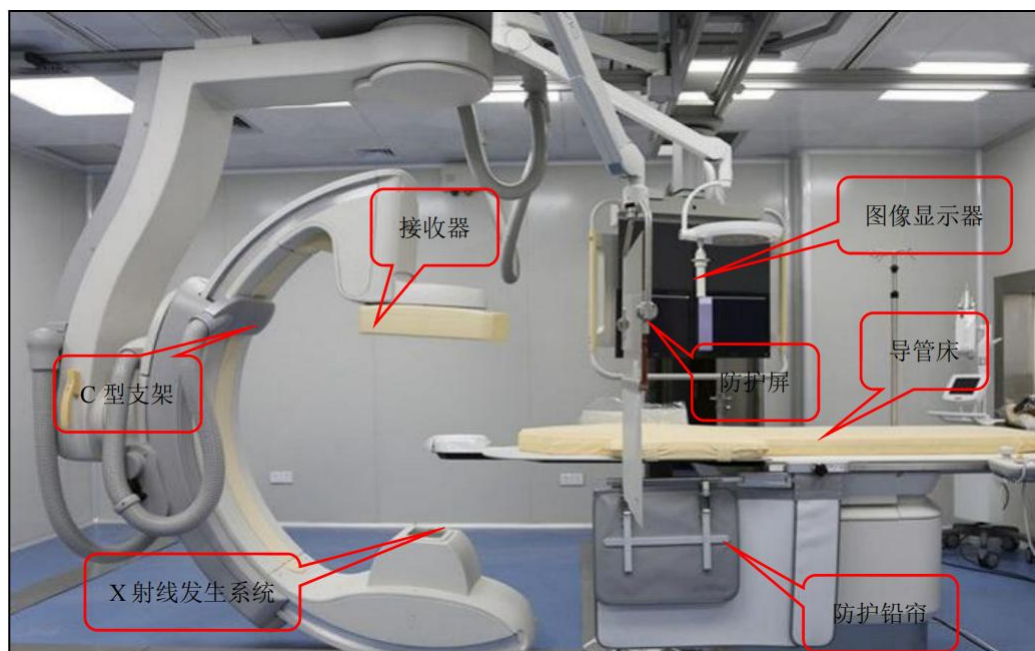


图 9-1 常见数字减影血管造影机外观图

#### 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。

数字减影血管造影设备（DSA）工作示意图见图 9-2。

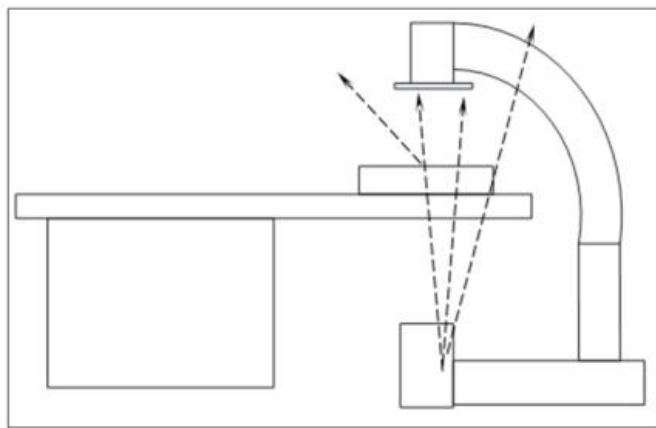


图 9-2 DSA 机工作示意图



图 9-3 常见血管造影机图示

### 9.1.3 操作流程

数字减影血管造影设备（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，摄影造影部位图像。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，然后进入控制室，关好防护门。医师、操作人员通过控制室的电子计算机系统控制的 X 系统曝光，摄影造影部位图像。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

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隙式透视。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，距设备的 X 线管 0.5m 处，位于非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、介入防护手套等），DSA 机的手术床旁设有悬挂铅屏风和床侧防护帘。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 X 线系统进行透视（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 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

数字减影血管造影设备（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。射线装置采用数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

介入手术操作流程及产污环节见图 9-4。



图 9-4 设备操作流程及产污环节示意图

### 9.1.5 医护、患者、污物流动路线

(1) 医护人员流动路线：医护人员换鞋后经走廊进入更衣室，在更衣室更衣，通过洁净走廊进入缓冲间，并经洗手池洗手后进入控制室，再由医护人员防护门进入手术室；

(2) 患者流动路线：患者由候诊区经交接大厅换床后进入洁净走廊，进入前室经受检者防护门进入手术室；

(3) 污物流动路线：DSA 手术室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，手术结束后由西侧污物门运出，暂存污洗间，每日工作结束后经污物通道运出后存放于医院的污物存放间。定期送往医疗废物中心，并委托有资质单位处置。污物转运必须在周边无患者或其他公众情况下，医院应做好院感防控方面的工作。

项目医护人员、患者、污物流动路线详见图 1-4。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 正常工况下污染途径

#### ①X 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，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，采用数字显影技术，无废显影液和定影液产生，项目医护人员产生少量的生活污水依托医院现有污水处理系统统一处理后最终排入市政污水管网。

#### ④固体废物

DSA 手术室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，手术结束后由北侧污物门运出，暂存污洗间，每日工作结束后经污物通道运出后存放于医院的污物存放间。定期送往医疗废物中心，并委托有资质单位处置。

### 9.2.2 事故工况下污染途径

项目 DSA 属于II类射线装置，运行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 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。

辐射安全事故分为四级，具体如下：

特别重大辐射事故：包括 I、II 类放射源丢失、被盗、失控并造成环境辐射污染后果；或放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

重大辐射事故：涉及 I、II 类放射源丢失、被盗、失控；或放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡，或 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故：涉及 III 类放射源丢失、被盗、失控；或放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故：包括 IV、V 类放射源丢失、被盗、失控；或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射；或放射性物质泄漏，造成厂区内局部范围辐射污染后果。

项目 DSA 属于 II 类射线装置，运行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 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。

根据辐射事故分级内容，以上辐射安全事故为一般辐射事故。

表 10 辐射安全与防护

## 10.1 项目安全设施

### 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），辐射工作场所应分为控制区及监督区，以便于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门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

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

根据项目位置平面布局，将 DSA 手术室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚、地板、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区，将 DSA 手术室东侧的前室、控制室，南侧的材料库、设备间、器械库设备存放，西侧的污物通道，北侧的 OR5 手术室等划分为监督区。

DSA 手术室分区示意图见图 10-1。DSA 手术室楼层剖面分区管理示意图见图 10-2。

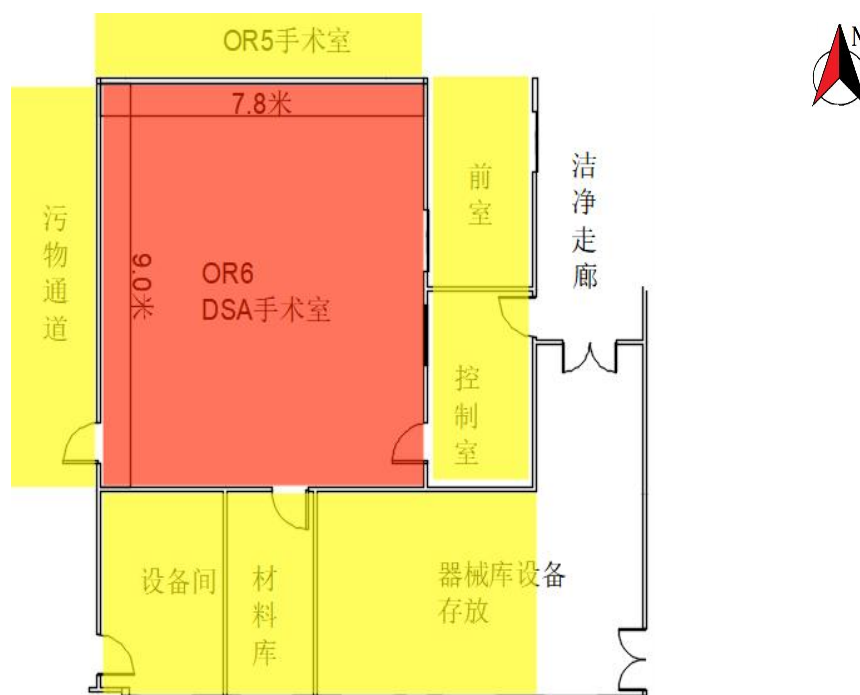
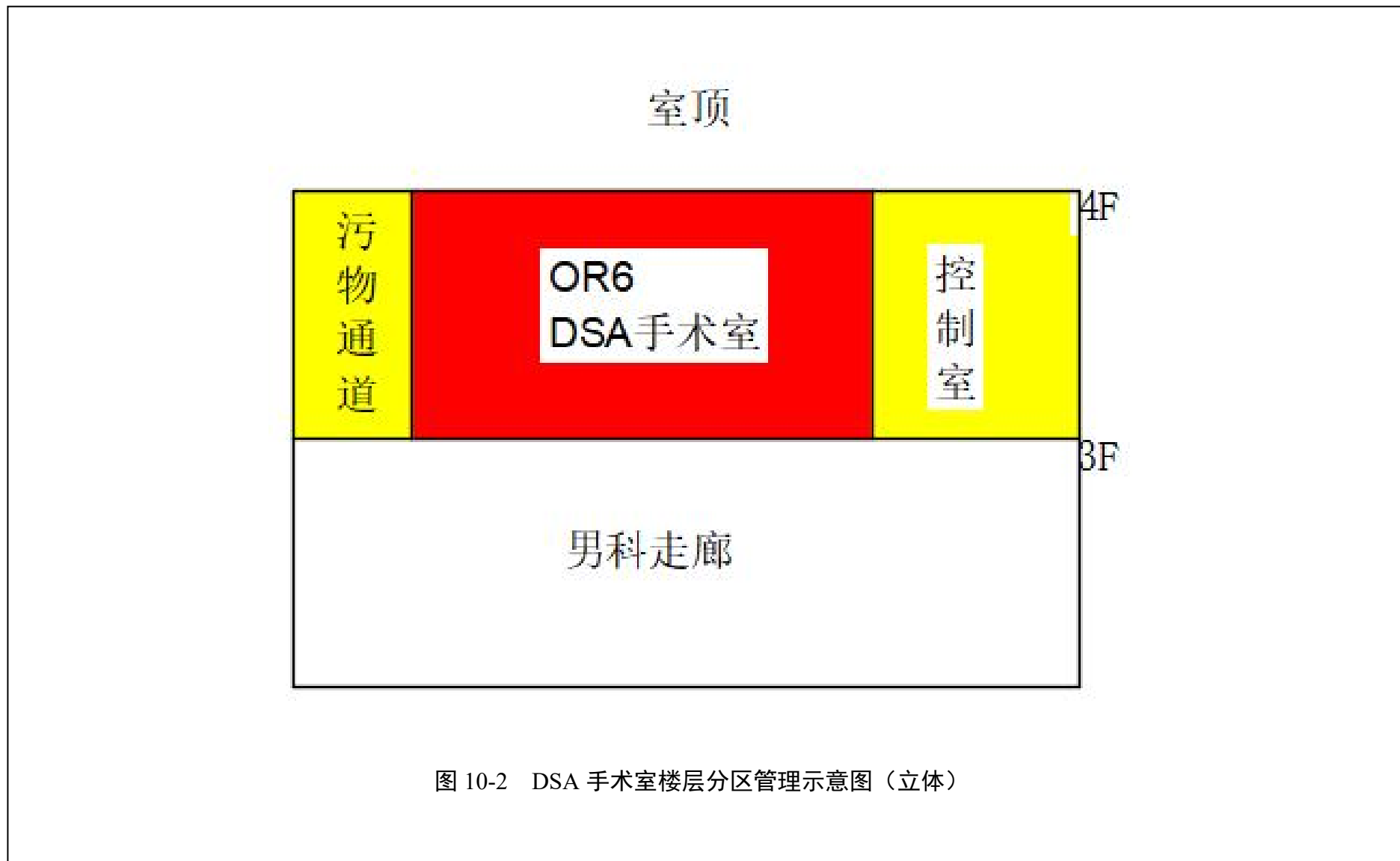


图 10-1 DSA 手术室工作场所分区管理示意图（平面）



## 10.1.2 辐射防护屏蔽设计

### 10.1.2.1 设备固有的主动防护技术

本项目拟配备的 DSA 机应配备但不限于以下先进的主动防护技术：

(1) 配有防散射光栅，以在常规成像期间提高图像质量。具有集成式 X 射线剂量跟踪功能以及室内显示屏。在荧光透视和记录模式下，均提供多种图像和剂量策略选项，可以按照临床方案的要求进行定制。

(2) 采用神经网络技术，编辑高级曝光管理算法，可以动态控制 X 射线技术和光束过滤。可以从图像质量最佳到皮肤剂量最小等系统设置中进行选择。

(3) 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摄影功能的控制键。

(4) 配备有能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

(5) 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。

### 10.1.2.2 工作场所辐射屏蔽设计

医院拟在门诊医技住院楼 4 楼中心手术部 OR6 手术室设置 DSA 手术室并设计相关辅助用房，拟在 DSA 手术室配置 1 台 DSA 机，用于介入诊断及辅助治疗。项目 DSA 手术室的建设规模参数见表 10-1。

表 10-1 DSA 手术室建设规模参数一览表

位置	建设规模
DSA 手术室	南北宽 7.8m、东西长 9.0m、高 2.8m，有效使用面积 70.2m <sup>2</sup> 。

注：机房装饰吊顶高度为 2.8m，建筑层高为 4.2m。

由表 10-1 可知，DSA 手术室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。

DSA 手术室的辐射屏蔽防护相关参数详见表 10-3。150mm 混凝土在 125kV 下的等效铅当量计算根据 GBZ130-2020 附录 C 公式 C.1 和 C.2， $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 取值自 NCRP147 和 GBZ130-2020，见表 10-2。

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

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

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 (主束)	铅	2.219	7.923	0.5386
	混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
	砖	0.02870	0.06700	1.346

计算得，在管电压 125kV 下，120mm 混凝土的等效铅当量约 1.44mmPb，计算得，在管电压 125kV 下，150mm 混凝土的等效铅当量约为 1.80mmPb。

表 10-3 DSA 手术室的辐射屏蔽防护参数一览表

位置		屏蔽措施	等效铅当量	标准要求
四周 墙体	北侧墙体	龙骨架+阻燃板+4mm 铅板	4.0mmPb	2.0mmPb
	南侧墙体	龙骨架+阻燃板+4mm 铅板	4.0mmPb	2.0mmPb
	西侧墙体	龙骨架+阻燃板+4mm 铅板	4.0mmPb	2.0mmPb
	东侧墙体	龙骨架+阻燃板+4mm 铅板	4.0mmPb	2.0mmPb
屋顶		100mm 混凝土 (1.20mmPb) +3mmPb 硫酸钡水泥 (楼顶地面涂抹)	4.2mmPb	2.0mmPb
地板		100mm 混凝土 (1.20mmPb) +3mmPb 硫酸钡水泥 (楼顶地面涂抹)	4.2mmPb	2.0mmPb
东侧	观察窗	4mmPb 铅玻璃和窗框	4.0mmPb	2.0mmPb
	工作人员门	4mmPb 电动单开门	4.0mmPb	2.0mmPb
	患者门	4mmPb 电动推拉门	4.0mmPb	2.0mmPb
西侧	污物通道门	4mmPb 手动单开门	4.0mmPb	2.0mmPb
南侧	材料库门	4mmPb 手动单开门	4.0mmPb	2.0mmPb

根据《放射诊断放射防护要求》中表 C.5 中“不同屏蔽物质等效铅当量厚度 (2mmPb)”

125kV（有用线束）混凝土厚度为 158mm。表 C.4 中“不同屏蔽物质等效铅当量厚度（1mmPb）”125kV（有用线束）混凝土厚度为 87mm。本项目顶面、地面混凝土厚度为 100mm，经内插法预估为 1.2mmPb。

由表 10-3 可知，DSA 手术室四侧墙体等效铅当量为 4.0mmPb，顶棚、地面等效铅当量为 5.8mmPb，观察窗、工作人员门、污物通道门、患者门的等效铅当量均为 4mmPb，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“介入 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。

### 10.1.2.3 安全防护措施

（1）项目 DSA 手术室拟采取以下安全与防护措施：

①手术室患者进出门和工作人员防护门外设置电离辐射警告标志，防护门上方设置醒目的工作状态指示灯，指示灯的灯箱上设有“射线有害，灯亮勿入”的警示语句。指示灯与患者进出防护门有效联动。

②候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

③患者进出门设置为感应式电动推拉门，射线装置工作区域内手动防护门均设置自动闭门装置，电动推拉门建议设置光幕式红外防夹装置。

④控制室设置观察窗，操作人员通过观察窗观察手术室内工作人员及患者状态。

⑤机房内设置摄像监控装置，在控制台设置显示器，可以通过显示器观察到患者门的开闭状态。

⑥在控制室控制台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。

⑦DSA 手术室电缆以地沟形式从南墙由设备间进入 DSA 机房，从东墙进入控制室，并用 4mm 铅板进行覆盖，能够有效防止射线泄漏。

本项目拟建 DSA 手术室安全防护措施示意图见图 10-3，电缆管道穿墙示意图见图 10-4。



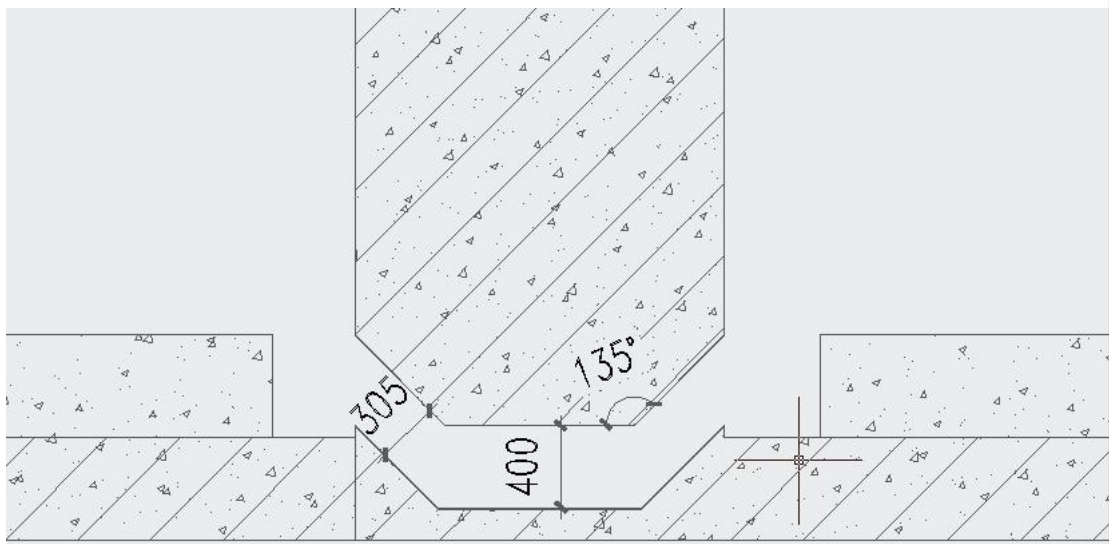


图 10-4 电缆管道穿墙屏蔽示意图

(2) 项目拟采取的其他安全防护措施

①手术室内布局合理，尽量避免了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。手术室内不堆放与诊断工作无关的杂物。

②手术室应设置动力通风装置，设备运行时应打开以保持良好的通风。

③放射工作人员正确佩戴个人剂量计，介入手术工作人员建议佩戴双个剂（在铅围裙内外各佩戴一个剂量计）。

④根据 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》第 6.5 条的规定，建设单位应为 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 选配：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 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 选配：铅橡胶帽子	不需要
<b>DSA 手术室个人防护用品及辅助防护设施配备要求</b>				
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	—	按需配 备
2	铅橡胶颈套	≥0.5	≥1	≥0.5	≥1	≥0.5	
3	铅橡胶围裙	—	—	—	—	≥0.5	
4	铅防护眼镜	—	—	—	—	≥0.25	
5	介入防护手套	—	—	—	—	≥0.025	
6	铅橡胶帽子(选配)	≥0.25	≥1	≥0.5	≥1	≥0.25	
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/ 铅防护吊帘	≥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		

设备配备铅悬挂防护屏或铅防护吊帘、床侧防护吊帘或床侧防护屏等辅助防护设施，铅当量 0.5mmPb。项目计划配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子等工作人员个人防护用品（配备数量如上表所示），其中，铅防护眼镜铅当量 0.25mmPb，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb；计划配备铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套等受检者(成人及儿童)个人防护用品各 1 件，铅当量 0.5mmPb。

⑤放射防护用品使用过程中，每年应至少自行检查一次，防止因老化断裂或损伤而降低防护质量，若发现老化、断裂或损伤应自行及时更换；防护用品宜采用平铺的方式进行存放，不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，防止断裂。

⑥建议建立健全防护用品登记台账，台账中应明确防护用品购置时间、数量、铅当量和使用场所等信息。

## 10.2 “三废”的治理

项目注入的造影剂不含放射性，设备在运行过程中不产生放射性“三废”。项目医护人员产生少量的生活污水及生活垃圾，依托医院现有污水处理系统及生活垃圾清运系统。

### 10.2.1 废水

项目采用数字显影技术，无废显影液和定影液产生。17名工作人员会产生一定量的生活污水，按照《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2020）行政办公及科研院所通用值 $25\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{a})$ ，产污系数为0.8，则生活污水产生量为 $340\text{m}^3/\text{a}$ ，统一纳入医院污水处理系统，不会对周围水环境产生不良影响。

### 10.2.2 废气

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，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。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求：机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

本项目拟在DSA手术室天花板设置2个吸顶式排风口（ $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ ），机房内产生的臭氧、氮氧化物经排风管道由西侧连接至风井排出，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

机房内净化装置通过底部回风口由西侧墙体穿出机房进入净化机组机房置，净化后由顶面层流新风装置送出。通风管道与机房墙体交接处拟采用4mm铅板进行屏蔽。

DSA手术室通风管道路径示意图见图10-5、图10-6，通风管道屏蔽图示见图10-7。

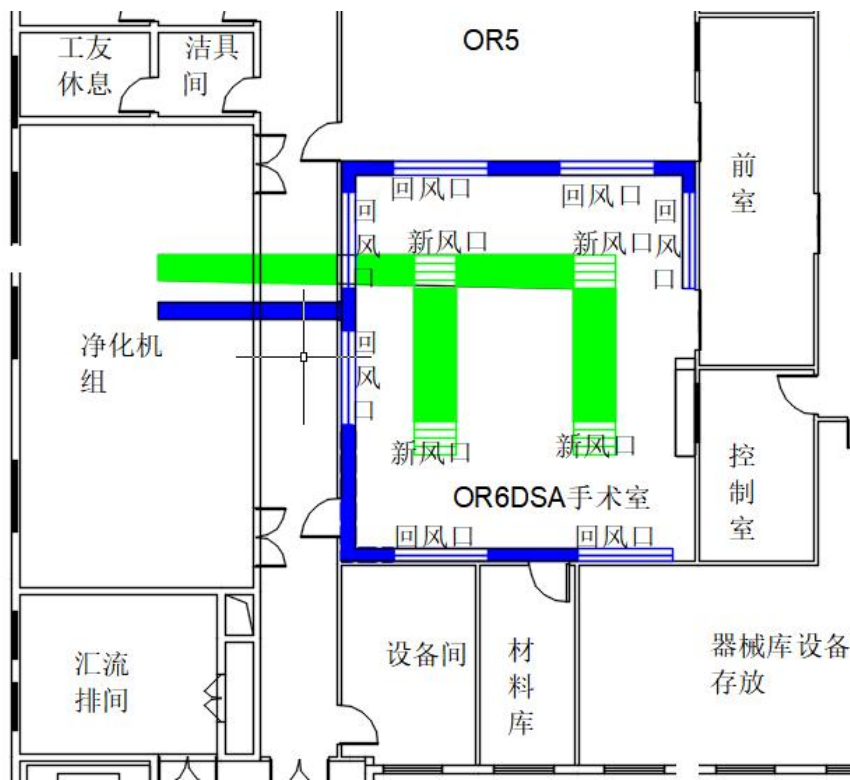


图 10-5 DSA 手术室新风、回风管道设计图

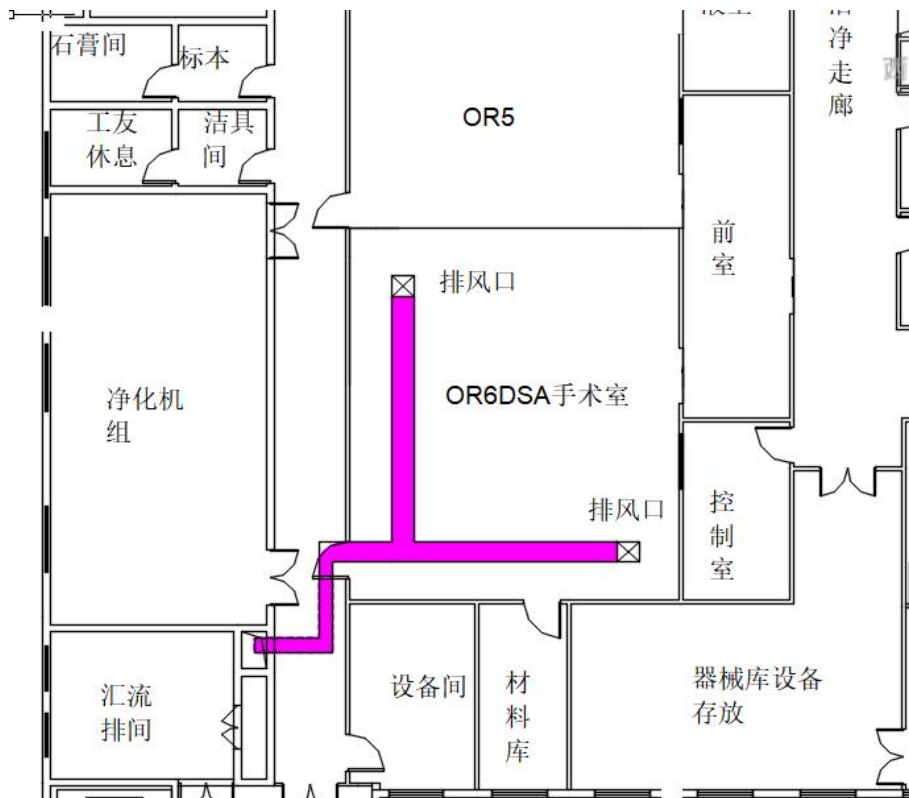


图 10-6 DSA 手术室排风管道示意图

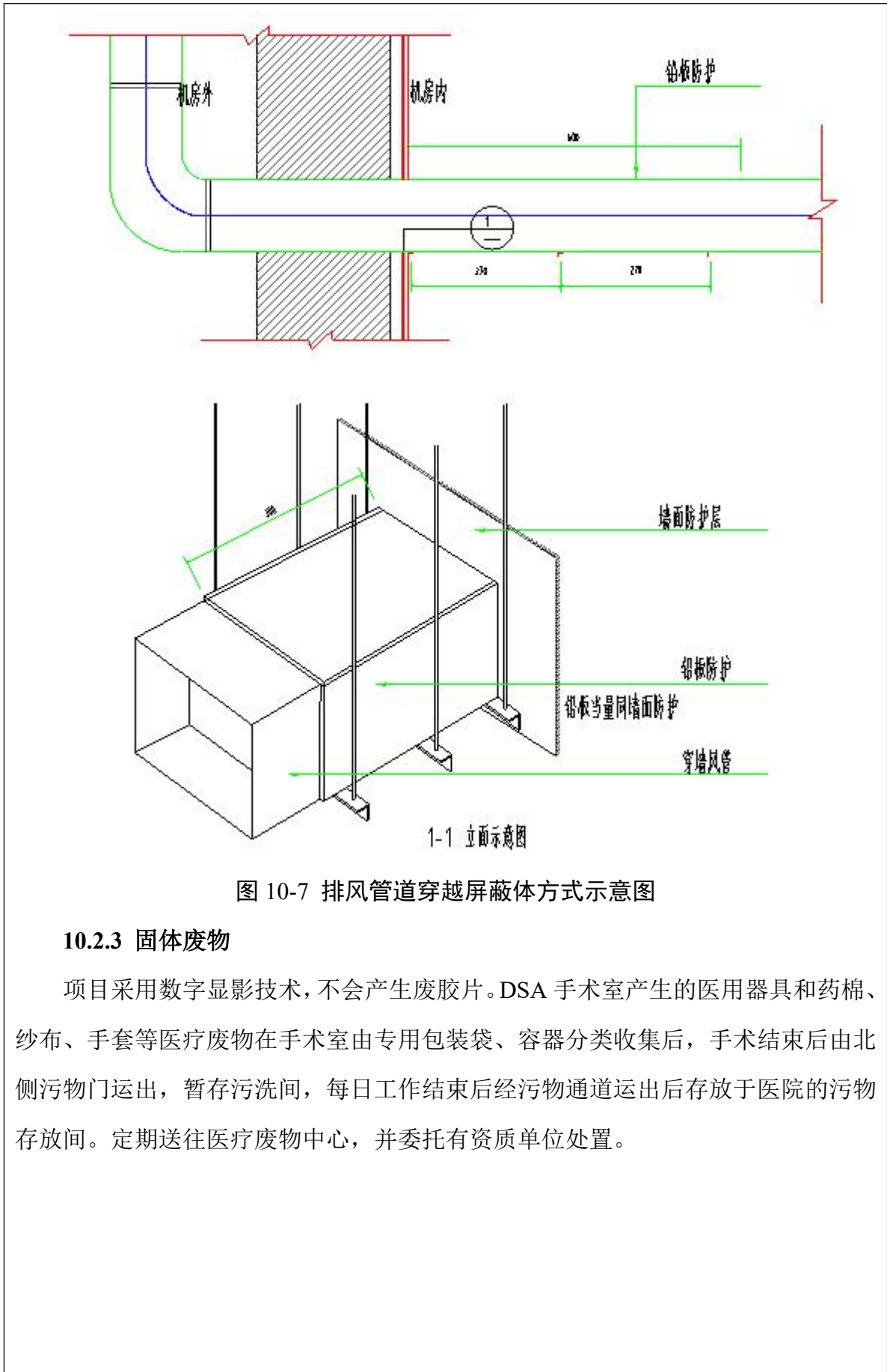


图 10-7 排风管道穿越屏蔽体方式示意图

### 10.2.3 固体废物

项目采用数字显影技术，不会产生废胶片。DSA 手术室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，手术结束后由北侧污物门运出，暂存污洗间，每日工作结束后经污物通道运出后存放于医院的污物存放间。定期送往医疗废物中心，并委托有资质单位处置。

**表 11 环境影响分析**

## **11.1 建设阶段对环境的影响**

### **11.1.1 土建施工阶段**

根据医院提供的资料，医院拟将门诊医技楼 4 楼介入科手术室设置为 DSA 手术室。

本项目施工主要内容包括：辐射屏蔽措施施工、设备安装，电缆走线等。项目施工建设阶段对环境的影响主要为施工过程产生的废气、废水、噪声、建筑垃圾等。

(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) 噪音：施工现场的固定噪声和移动噪声诸如电钻、切割机等，因本次机房位位于大楼，故对于上述施工设备产生的噪声应采取以下减噪措施：

#### ①噪声专人专管及制度落实相关制度

施工现场提倡文明施工，建立健全控制人为噪声的管理制度。尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识。

#### 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，应严格规定排放去向，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。

综上所述，项目施工期短，施工范围小，通过控制作业时间、加强施工现场管理等手段，施工期对周围环境影响较小，且施工期影响均为暂时影响，随着施工期的结束而消除。

### **11.1.2 设备安装调试阶段**

项目设备安装、调试、检测和维修等均由设备供应商的工作人员负责。在安装前设备供应商对机房进行初步的安装验收，在满足相关条件后再进行设备的安装、调试。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，在此过程中应保证机房各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在辐射工作场所外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房应上锁并派人看守。在设备安装、调试过程中，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 辐射环境影响分析

#### 11.2.1.1 理论估算

##### (1) 关注点选取

关注点的选取以 DSA 手术室中心位置作为辐射源点；有用线束向上照射，设备机头距地面 0.5m，治疗床高 1m；防护门窗考虑安装位置角度；关注点位距墙体、门、窗表面 0.3m。屋顶上方（楼上）距屋顶地面 1.0m，机房地面下方（楼下）距楼下地面 1.7m。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，图 11-2。

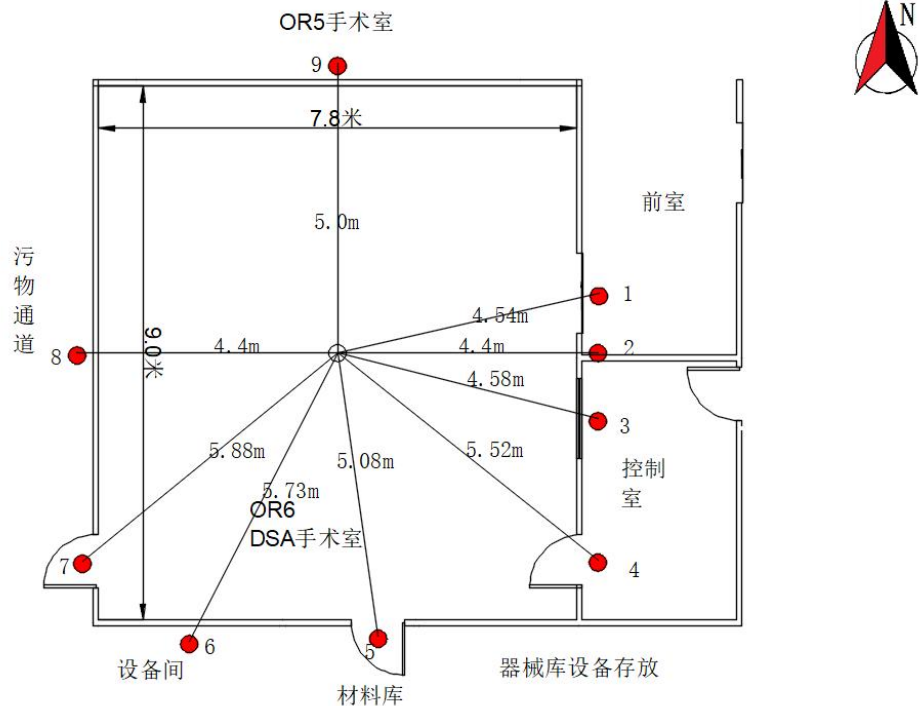
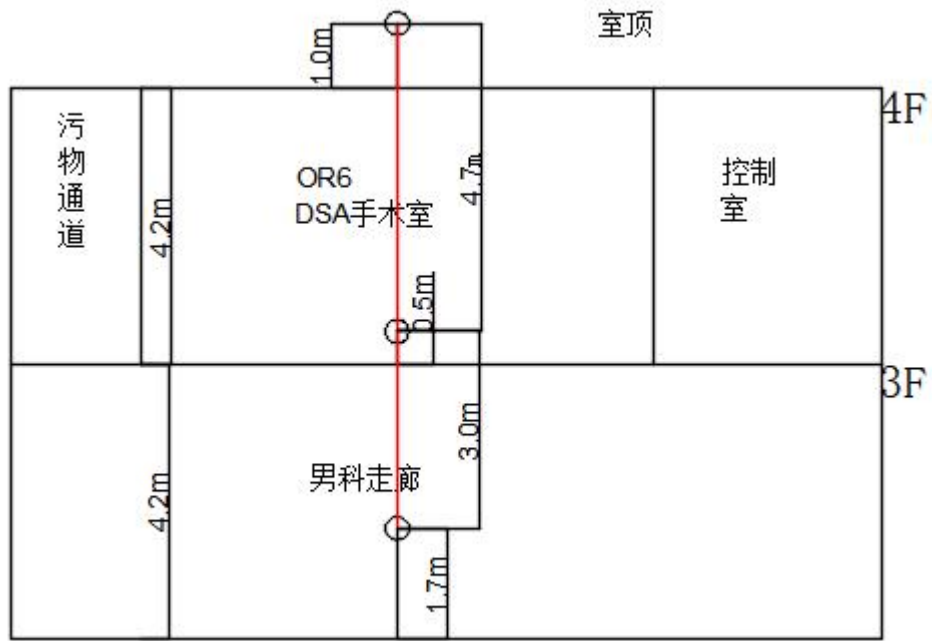
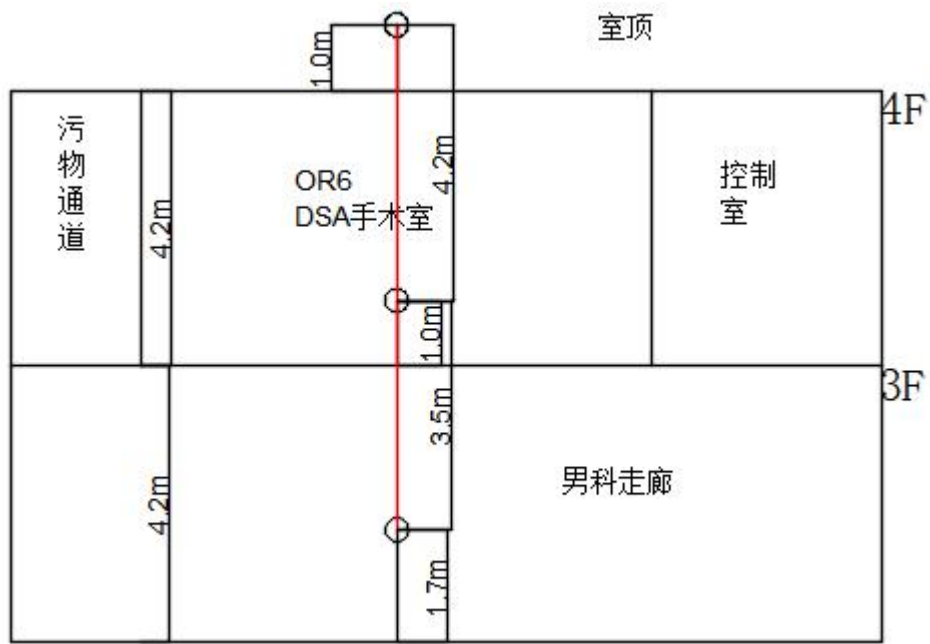


图 11-1 DSA 手术室平面各关注点分布简图



泄漏



散射

图 11-2 DSA 手术室剖面关注点分布简图

## (2) 各关注点剂量率估算

### 设备参数及源强

医院拟在 DSA 手术室配置1台 DSA 机（最大管电压为125kV，最大管电流为1250mA）。

DSA 机包括透视和摄影两种工作模式。根据 ICRP 33《医用外照射源的辐射防护》P55 图 2，不同管电压时，2mmAl 滤过下（有关滤过材料的描述见附件 10），离靶 1m 处的剂量率读值见表 11-1。

表 11-1 不同电压下离靶 1 米处的剂量率

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

类比 DSA 设备最大管电压一般为 125kV，最大管电流为 1250mA。受功率限制 DSA 设备运行时，无法同时达到最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA。参照使用同类型 DSA 设备的运行经验数据，摄影时设备管电压一般为 100kV，管电流一般为 200~500mA，透视时管电压一般为 80~90kV，管电流一般为 3~20mA。本项目从保守角度摄影取管电压 125kV，由功率 100kW 计算得管电流为 800mA；透视时取管电压 125kV，管电流 36mA 进行计算。

表 11-2 DSA 机不同运行条件下的参数取值

设备	运行条件		距靶点 1m 处的剂量率 H <sub>0</sub> (μGy/h)
DSA	透视	125kV, 36mA	2.38×10 <sup>7</sup>
	摄影	125kV, 800mA	5.28×10 <sup>8</sup>

DSA 机主束照向患者，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) 泄漏周围剂量当量率估算

#### ① 估算方法

泄漏周围剂量当量率计算公式参考《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。

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

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

式中：H—关注点处的泄漏周围剂量当量率，μSv/h；周围剂量当量率与空气吸收剂量率换算系数在辐射屏蔽计算时通常取 1Sv/Gy。

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

H<sub>0</sub>—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

R—靶点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

X—铅厚度，mm。

α、β、γ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	α	β	γ
125 kV（主束）	铅	2.219	7.923	0.5386
125 kV（散射）	铅	2.233	7.888	0.7295

注：α、β、γ取值参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C。

②估算结果

评价以 DSA 手术室中央位置作为辐射源点；有用线束向上照射，设备机头距地面 0.5m，治疗床高 1m；取辐射源点与关注点线性正交距离进行预测分析(参考图 11-1 机房各关注点分布简图)。根据 GBZ130-2020（P15）B.2.1 关注点检测的位置要求，关注点位距墙体、门、窗表面 30cm；楼下距顶棚地面 170cm。

不同模式下各关注点的泄露辐射剂量率估算见表 11-4。

表 11-4 DSA 手术室不同模式下各关注点泄漏周围剂量当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 <sub>0</sub> (μSv/h)	B	H (μSv/h)	
透视	东侧	受检者防护门	1	4.0	4.54	2.38×10 <sup>7</sup>	8.42E-06	1.35E-04
		东侧墙面	2	4.0	4.4	2.38×10 <sup>7</sup>	8.42E-06	1.44E-04
		铅玻璃观察窗	3	4.0	4.58	2.38×10 <sup>7</sup>	8.42E-06	1.33E-04
		工作人员防护门	4	4.0	5.52	2.38×10 <sup>7</sup>	8.42E-06	9.13E-05
	南侧	材料库防护门	5	4.0	5.08	2.38×10 <sup>7</sup>	8.42E-06	1.08E-04
		南侧墙面	6	4.0	5.73	2.38×10 <sup>7</sup>	8.42E-06	8.47E-05
	西侧	污物走廊防护门	7	4.0	5.88	2.38×10 <sup>7</sup>	8.42E-06	8.05E-05

		西侧墙面	8	4.0	4.4	$2.38 \times 10^7$	8.42E-06	1.44E-04
	北侧	北侧墙面	9	4.0	5.0	$2.38 \times 10^7$	8.42E-06	1.11E-04
	楼上	室顶	10	4.2	4.7	$2.38 \times 10^7$	5.39E-06	8.06E-05
	楼下	男科走廊	11	4.2	3.0	$2.38 \times 10^7$	5.39E-06	1.98E-04
摄影	东侧	受检者防护门	1	4.0	4.54	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	2.99E-03
		东侧墙面	2	4.0	4.4	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	3.19E-03
		铅玻璃观察窗	3	4.0	4.58	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	2.94E-03
		工作人员防护门	4	4.0	5.52	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	2.03E-03
	南侧	材料库防护门	5	4.0	5.08	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	2.39E-03
		南侧墙面	6	4.0	5.73	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	1.88E-03
	西侧	污物走廊防护门	7	4.0	5.88	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	1.79E-03
		西侧墙面	8	4.0	4.4	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	3.19E-03
	北侧	北侧墙面	9	4.0	5.0	$5.28 \times 10^8$	8.42E-06	2.47E-03
	楼上	室顶	10	4.2	4.2	$5.28 \times 10^8$	5.39E-06	1.79E-03
	楼下	男科走廊	11	4.2	3.5	$5.28 \times 10^8$	5.39E-06	4.39E-03

## 2) 散射周围剂量当量率估算

### ①估算方法

关注点处的散射周围剂量当量率参考《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。

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

式中：H—关注点处的患者散射周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；周围剂量当量率与空气吸收剂量率换算系数在辐射屏蔽计算时通常取  $1\text{Sv/Gy}$ 。

$H_0$ —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 10.1，120kV 下参考 125kV 射线散射与入射 X、 $\gamma$  射线照射量之比值  $\alpha$  为 0.0015（90° 散射，相对于  $400\text{cm}^2$  散射面积）；

S—散射面积，取典型值  $400\text{cm}^2$ ；

$d_0$ —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

不同模式下各关注点的散射辐射剂量率估算见表 11-5。

表 11-5 DSA 手术室不同模式下各关注点散射周围剂量当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)	$d_s$ (m)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	B	H ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
透视	东侧	受检者防护门	1	4.0	4.54	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	1.15E-01
		东侧墙面	2	4.0	4.4	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	1.23E-01
		铅玻璃观察窗	3	4.0	4.58	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	1.13E-01
		工作人员防护门	4	4.0	5.52	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	7.81E-02
	南侧	材料库防护门	5	4.0	5.08	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	9.22E-02
		南侧墙面	6	4.0	5.73	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	7.25E-02
	西侧	污物走廊防护门	7	4.0	5.88	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	6.88E-02
		西侧墙面	8	4.0	4.4	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	1.23E-01
	北侧	北侧墙面	9	4.0	5.0	$2.38 \times 10^7$	1.67E-05	9.52E-02
	楼上	室顶	10	4.2	4.7	$2.38 \times 10^7$	1.07E-05	6.89E-02
	楼下	男科走廊	11	4.2	3.0	$2.38 \times 10^7$	1.07E-05	1.69E-01
摄影	东侧	受检者防护门	1	4.0	4.54	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	2.56E+00
		东侧墙面	2	4.0	4.4	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	2.73E+00
		铅玻璃观察窗	3	4.0	4.58	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	2.52E+00
		工作人员防护门	4	4.0	5.52	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	1.73E+00
	南侧	材料库防护门	5	4.0	5.08	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	2.05E+00
		南侧墙面	6	4.0	5.73	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	1.61E+00
	西侧	污物走廊防护门	7	4.0	5.88	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	1.53E+00
		西侧墙面	8	4.0	4.4	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	2.73E+00
	北侧	北侧墙面	9	4.0	5.0	$5.28 \times 10^8$	1.67E-05	2.11E+00
	楼上	室顶	10	4.2	4.2	$5.28 \times 10^8$	1.07E-05	1.53E+00
	楼下	男科走廊	11	4.2	3.5	$5.28 \times 10^8$	1.07E-05	3.75E+00

3) 各关注点处周围剂量当量率

根据表 11-4~表 11-5, 不同模式下各关注点处总的周围剂量当量率见表 11-6。

表 11-6 DSA 手术室不同工作模式下各关注点总周围剂量当量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述	序号	泄漏	散射	合计	
透视	东侧	受检者防护门	1	1.35E-04	1.15E-01	1.15E-01
		东侧墙面	2	1.44E-04	1.23E-01	1.23E-01
		铅玻璃观察窗	3	1.33E-04	1.13E-01	1.13E-01
		工作人员防护门	4	9.13E-05	7.81E-02	7.82E-02

	南侧	材料库防护门	5	1.08E-04	9.22E-02	9.23E-02
		南侧墙面	6	8.47E-05	7.25E-02	7.26E-02
	西侧	污物走廊防护门	7	8.05E-05	6.88E-02	6.89E-02
		西侧墙面	8	1.44E-04	1.23E-01	1.23E-01
	北侧	北侧墙面	9	1.11E-04	9.52E-02	9.53E-02
	楼上	室顶	10	8.06E-05	6.89E-02	6.90E-02
	楼下	男科走廊	11	1.98E-04	1.69E-01	1.69E-01
摄影	东侧	受检者防护门	1	2.99E-03	2.56E+00	2.56E+00
		东侧墙面	2	3.19E-03	2.73E+00	2.73E+00
		铅玻璃观察窗	3	2.94E-03	2.52E+00	2.52E+00
		工作人员防护门	4	2.03E-03	1.73E+00	1.73E+00
	南侧	材料库防护门	5	2.39E-03	2.05E+00	2.05E+00
		南侧墙面	6	1.88E-03	1.61E+00	1.61E+00
	西侧	污物走廊防护门	7	1.79E-03	1.53E+00	1.53E+00
		西侧墙面	8	3.19E-03	2.73E+00	2.73E+00
	北侧	北侧墙面	9	2.47E-03	2.11E+00	2.11E+00
	楼上	室顶	10	1.79E-03	1.53E+00	1.53E+00
	楼下	男科走廊	11	4.39E-03	3.75E+00	3.75E+00

由表 11-6 可知，在透视状态下，DSA 手术室各屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率最大为 0.169 $\mu$ Sv/h，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 $\mu$ Sv/h”的要求。摄影状态下，周围剂量当量率最大为 3.75 $\mu$ Sv/h，设备摄影状态下的最大管电压为 125kV，最大管电流为 800mA，按照 GBZ130-2020 归一至 100mA 时为 0.47 $\mu$ 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 $\mu$ Sv/h”的要求。

## 11.2.2 个人剂量估算

### 11.2.2.1 工作量

本项目 DSA 运行包括透视和摄影两种模式。项目运行后 DSA 预计每年最多手术 1000 例，平均每台手术透视时间 15min，摄影 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	36	15min	1000	250h
	摄影	125	800	0.5min	1000	8.3h

**11.2.2.2 居留因子的确定**

居留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)

表 11-8 不同场所的居留因子

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	控制室、护士站、ICU 病区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 洁具间、污物走廊、值班室、办公室、手术室 1/5: 口腔科、眼科、耳鼻喉科、餐厅、配餐间
偶然居留	1/20	1/8~1/40	1/20: 空调机房、设备间、净化机组机房、家属等候区 1/40: 楼梯、空地、非机动车停车位、地下停车位(人防)

**11.2.2.3 估算方法**

(1) 相关人员受到的年有效剂量计算公式如下:

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

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 1Sv/Gy;

$t$ —出束时间, h/a;

$T$ —人员居留因子, 参照 GBZT201.1-2007 附录 A 取值。

**11.2.2.4 估算结果**

(1) 职业人员年附加剂量

摄影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，图像摄影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”。一般情况下介入手术医生、护士是在控制室进行摄影，本次环评考虑存在临床需要，保守起见，本次介入手术医生、护士在治疗床旁的摄影模式下的年有效剂量按单次手术拍摄 10 张蒙片(约 0.5s/张，共计 5s)进行估算。则单台手术医护人员退出 DSA 手术室在控制室内停留的时间为 25s，摄影模式下医护人员受照剂量按照控制室处的剂量率(表 11-6)计算。

在摄影模式下，项目 DSA 手术室的控制室配备放射影像技师，采取隔室操作的方式，通过观察窗或操作台上监控装置观察手术室内病人情况；在透视模式下，项目 DSA 手术室内配备介入医生、护士，对患者进行手术。

介入手术时医生和护士穿戴铅衣、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。

①控制室内职业人员年附加有效剂量估算

医院拟为 DSA 手术室共配备 17 名放射工作人员，其中包括介入手术医生 11 名、护士 4 名、放射影像技师 2 名。11 名手术医生轮流进行手术，4 名护士 2 班倒，2 名放射影像技师 2 班倒。

根据表 11-6 计算结果，结合公式 11-4，控制室内职业人员可能受到的年有效剂量见表 11-9。

表 11-9 DSA 控制室内职业人员附加年有效剂量估算结果一览表

控制室工作人员	透视状态		摄影状态		居留因子	年有效剂量估算 (mSv/a)
	总剂量率 (μSv/h)	出束时间 (h/a)	总剂量率 (μSv/h)	出束时间 (h/a)		
关注点位 观察窗	0.113	125	2.73	4.2	1	0.026

由表 11-8 可知，项目运行时，控制室内职业人员放射影像医师受到的附加年有效剂量最大值为 0.026mSv，低于 GB18871-2002 《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）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv）。

②介入手术室医生年附加有效剂量估算

摄影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，摄影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，摄影模式下，介入手术医生和护士退出 DSA 机房在控制室内，摄影模式下医护人员受照剂量按照操作间处的剂量率(表 11-6)计算；

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 $\mu$ Sv/h”，因此本次评价保守按照 X 射线设备在确保铅悬挂防护屏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检测平面上的周围剂量当量率为 400 $\mu$ Sv/h 进行计算。

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。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。

医院拟为 DSA 手术室共配备 17 名放射工作人员，其中包括介入手术医生 11 名、护士 4 名、放射影像技师 2 名。11 名手术医生轮流进行手术，4 名护士 2 班倒，2 名放射影像技师 2 班倒。

根据公式 11-2 计算可知，DSA 手术透视管电压 125kV，手术医护人员穿戴 0.5mmPb 铅衣的辐射透射因子 B 为  $5.57 \times 10^{-2}$ ，估算结果见下表 11-10。

表 11-10 DSA 手术室医生护士附加年有效剂量估算结果一览表

场所	人员	剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	防护铅当量 (mmPb)	透射因子	时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)	
介入科手术室	医生	透视：400	0.5	$5.57 \times 10^{-2}$	22.7	0.51	0.512
		摄影：2.52	/	/	0.75	0.002	
	护士	透视：400	0.5	$5.57 \times 10^{-2}$	125	2.79	2.792
		摄影：2.52	/	/	4.2	0.002	

根据计算，本项目介入手术医护人员年附加有效剂量最大为 2.792mSv。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 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv）。

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 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 11-11。

表 11-11 DSA 手术室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		摄影状态		居留因子	年有效剂量估算 (mSv/a)
		周围剂量当量率 (μSv/h)	出束时间 (h/a)	周围剂量当量率 (μSv/h)	出束时间 (h/a)		
北侧	手术室	9.53E-02	250	2.11E+00	8.3	1/2	2.07E-02
	家属等候区	9.53E-02	250	2.11E+00	8.3	1/20	2.07E-03
	护士站	9.53E-02	250	2.11E+00	8.3	1	4.13E-02
	ICU 病区	9.53E-02	250	2.11E+00	8.3	1	4.13E-02
东侧	口腔科	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/5	1.07E-02
	眼科	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/5	1.07E-02
	耳鼻喉科	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/5	1.07E-02
南侧	设备间	7.26E-02	250	1.61E+00	8.3	1/20	1.58E-03
	值班室、办公室	7.26E-02	250	1.61E+00	8.3	1/2	1.58E-02
	餐厅、配餐间	7.26E-02	250	1.61E+00	8.3	1/5	6.30E-03
	楼梯	7.26E-02	250	1.61E+00	8.3	1/40	7.88E-04
西侧	空调机房	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/20	2.67E-03
	污物走廊	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/2	2.67E-02
	净化机组机房	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/20	2.67E-03
	洁具间	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/2	2.67E-02
南侧	空地	7.26E-02	250	1.61E+00	8.3	1/40	7.88E-04
	非机动车停车位	7.26E-02	250	1.61E+00	8.3	1/40	7.88E-04
西侧	空地	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/40	1.34E-03
	非机动车停车位	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/40	1.34E-03
	地下停车位 (人	1.23E-01	250	2.73E+00	8.3	1/40	1.34E-03

	防)						
--	----	--	--	--	--	--	--

由表11-10可知，DSA正常运行时，DSA手术室周围公众受到的年有效剂量最大值为 $4.13 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众年有效剂量约束值（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）。

### 11.2.3 废气环境影响分析

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，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。

本项目拟在DSA手术室天花板设置2个吸顶式排风口（300mm×300mm），机房内产生的臭氧、氮氧化物经排风管道由西侧连接至风井排出，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

机房内净化装置通过底部回风口由西侧墙体穿出机房进入净化机组机房置，净化后由顶面层流新风装置送出。通风管道与机房墙体交接处拟采用4mm铅板进行屏蔽。

### 11.2.4 废水影响分析

项目采用数字显影技术，无废显影液和定影液产生。17名工作人员会产生一定量的生活污水，按照《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2020）行政办公及科研院所通用值 $25 \text{m}^3/(\text{人} \cdot \text{a})$ ，产污系数为0.8，则生活污水产生量为 $340 \text{m}^3/\text{a}$ ，统一纳入医院污水处理系统，不会对周围水环境产生不良影响。

### 11.2.5 固体废物影响分析

项目采用数字显影技术，不会产生废胶片。

DSA手术室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，手术结束后由北侧污物门运出，暂存污洗间，每日工作结束后经污物通道运出后存放于医院的污物存放间。定期送往医疗废物中心，并委托有资质单位处置。

污物转运必须在周边无患者或其他工种情况下进行，医院应做好院感防控方面

的工作。项目产生的固体废物均得到妥善处置，对环境影响较小。

## 11.3 事故风险评价及应急预案

### 11.3.1 风险识别及评价

结合本项目 DSA 装置工艺流程，项目存在的潜在事故风险因素主要有：

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，使患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) 安全警示装置发生故障时，患者门无法正常关闭，其他医护人员误入正在运行的手术室造成额外照射。

(5) 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。

### 11.3.2 事故情况下剂量分析

#### 11.3.2.1 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辐射事故。

#### 11.3.2.2 事故情况下的剂量分析

若由于疏忽造成人员误入，误入人员距离辐射源点 1m 处的透视状态下泄漏剂量率为  $2.38 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ ，散射剂量率为  $3.57 \times 10^5 \mu\text{Sv/h}$ ，总剂量率为  $3.808 \times 10^5 \mu\text{Sv/h}$ ，本项目 DSA 透视最大时间为 15min，则在透视情况下距离患者 1m 处 15min 受到的剂量为 95.2mSv。

由于 C 型臂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  $2.38 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ ，摄影取  $5.28 \times 10^8 \mu\text{Sv/h}$ ，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 15.12s、摄影约 0.68s。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 0.40Sv，摄影 1 次（约 0.5s）受到的剂量为 0.073Sv。在前述条件下，透视约 0.151s 或摄影约 0.007s 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 3.03s 或摄影约 0.14s 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。

综上所述，当出现人员误入、滞留治疗机房时，相关人员所受剂量较高，会发生一般辐射事故，因此医院应加强管理，杜绝人员误入、误留治疗机房，当出现上述事故时，医院应及时启动应急预案，并根据应急预案的程序及时报告主管部门。

### **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 机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）加强放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。除存在临床不可接受的情况下，图像摄影时工作人员应尽量不在机房内停留；对患者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。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），放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衣、铅眼镜、铅围裙、铅屏风及铅帘等防护用品，按照 GBZ128 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露。

(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。

#### **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和公安部门。

#### **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》（国务院令第 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。

医院已制定的《辐射事故应急预案》，内容包括：可能发生的辐射事故及危害程度分析、应急组织指挥体系和职责分工、应急人员培训和应急物资准备、辐射事故应急相应措施、辐射事故报告和处理程序等，相较于《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》对于辐射事故应急预案的内容要求，医院制定的《辐射事故应急预案》已经具备一定的辐射事故应急处置能力，能够基本满足辐射安全管理要求。医院应针对性对可能发生的事故提出的有效应急措施，对医院辐射事故应急预案不断进行完善修订。并根据今后工作实际情况不断完善，并加强应急演练，做到有备无患。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，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。

#### 辐射环境影响评价

陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）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：陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）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

为了保证项目设备调试和运行期的辐射防护措施落实情况，指导和督促从事放射诊断活动的科室和人员做好辐射安全和放射防护工作，医院应按照《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和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等要求，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手术室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。

根据医院提供的资料，医院辐射安全管理现状如下：

#### 医院辐射安全管理现状如下：

《陕西省中医药研究院 陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）关于调整放射防护与辐射安全管理领导小组的通知》陕中院发(2024)73号。

组 长:杨联昌

副组长:贾 伟 晁建华 李 晔(常务) 魏德宏

成 员:路 波 屈小元 宁朝晖 曹龙县 赵 容 李 强(质控办)

杨淑彬 李 强(感控办) 刘国庆 李小燕 荣 华

张广平 王 宏 王崇宝 郑 宇 王彦鹏 李 琛

办公室设在设备管理办公室

办公室主任:赵 容

办公室成员:李大河 杜 捷 郭发元 罗 洋 崔 滕

### 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）的相关规定要求，核技术利用单位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（辐射安全管理部分）

管理内容	管理要求	有/无
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。	有
制度执行	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。	有
	建立射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立射线装置台账。	有
	建立射线装置的岗位职责、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。	有
	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。	有
	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，保证个人剂量检测档案的连续有效性。	有
	建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期进行辐射工作人员的职业健康体检，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。	有
	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内容，并建立维护、维修记录档案。	有
	建立辐射环境监测制度，定期对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。	有
	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。	需要完善
应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行应急演练。	有
	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。	有

由表12-1可知，医院应按照《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，完善以下几方面内容：

(1) 医院需制定《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》等制度。

(2) 医院需送检辐射剂量率仪，并将检定证书存档。

(3) 医院应加强落实档案管理，制定完善的档案管理制度，落实专人管理，定点存放，确保环保文件归档，并妥善保存。

项目验收投产前，应向辐射安全许可证发证机关重新申领辐射安全许可证。

### **12.2.2 本项目辐射安全管理制度**

医院现有的辐射安全管理制度基本能够满足陕环办发〔2018〕29号相关要求，针对本次新增的 DSA 机，还应符合以下要求：

(1) 针对于本次新增的II类射线装置 DSA 机，项目建成后将纳入医院现有的辐射安全管理制度及射线装置事故应急预案。并在工作中予以贯彻落实。加强应急演练，做到有备无患。

(2) 医院应落实全部新增放射工作人员定期参加辐射安全与防护培训，持证上岗；定期对放射工作人员进行职业健康检查，发现异常时及时进行复查，确保放射工作人员可继续从事放射工作；应正确佩戴个人剂量计，并建立个人剂量档案；介入放射学医护人员建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内外各佩戴一个剂量计）。

(3) 医院应每年将辐射环境自主监测设备委托有资质单位进行检定或校准，并将证书存档。

(4) 项目竣工后应及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格并取得辐射安全许可证后，方可投入生产或使用。

(5) 医院加强落实档案管理，制定完善的档案管理制度，落实专人管理，定点存放，确保环保文件归档，并妥善保存。

## **12.3 辐射监测**

### **12.3.1 现有项目的辐射监测开展情况**

#### **(1) 工作场所监测**

医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括射线装置机房屏蔽体外和防护门等关注点，每年向辐射安全许可证发证机关提交医院射线

装置的安全和防护状况年度评估报告。

(2) 个人剂量监测

医院为现有放射工作人员均配备了个人剂量计，并委托有资质单位每季度对放射工作人员进行个人剂量检测并存档。

(3) 自主监测

医院已配备 1 台环境监测用 X、 $\gamma$  辐射空气比释动能率仪。

**12.3.2 本项目辐射监测计划**

本项目建成投产后，应定期对 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

①委托有资质单位对本次的 DSA 手术室等工作场所进行监测，监测频次不小于 1 次/年，辐射工作场所环境监测结果应详细记录并存档；

②医院应对手术室制定日常监测计划，利用 X- $\gamma$  辐射监测仪定期对 DSA 手术室四周屏蔽体外进行监测，并填写《射线装置工作场所自主检测记录表》，监测点位见表 12-2。若发现异常情况，应立即采取应急措施，停止辐射工作，并查找原因；

③将本次的 DSA 手术室等工作场所的检测结果纳入医院辐射安全和防护状况年度评估报告中，在每年的 1 月 31 日之前上报项目辐射安全许可证发证机关。

(2) 个人剂量监测

①项目放射工作人员从医院现有放射工作岗位上调配，放射工作人员已配置个人剂量计，应委托有资质单位定期对放射工作人员进行个人剂量检测，建立个人剂量检测档案；

②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。

项目具体辐射监测计划见表 12-2。

表 12-2 项目辐射监测计划一览表

序号	监测区域及点位	检测内容	监测频次
1	手术室周围环境巡测	X- $\gamma$ 剂量率	每季度自检 1 次，

2	距四面墙体及门窗表面 0.3m、手术室楼下地面 1.7m、楼上地面 1.0m 操作位、线沟等。门窗缝隙、门把手等局部屏蔽。		每年由有资质单位监测 1 次
3	术者位		每年由有资质单位监测 1 次
4	辐射工作人员个人剂量计	个人剂量	由有资质单位监测，每 3 个月监测一次
备注：介入放射学设备按透视条件进行监测。			

## 12.4 辐射应急事故

为有效防护、及时控制放射事故所致的伤害，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）及其它有关法律、法规和职能部门要求，建设单位应建立辐射事故应急预案。应急预案应包括以下内容：

- （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，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。

### 12.4.1 现有核技术利用项目应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院根据可能发生的辐射事故的风险，已制定了《辐射事故应急预案》，内容包括：应急处理机构及职责、应急处理领导小组职责和一般性辐射事故应急处理程序等。医院应根据《陕西省放射性污染防治条例》和《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，重新制定并细化

《辐射事故应急预案》中各项流程，将本项目可能发生的辐射事故纳入应急预案。

本评价针对项目的辐射事故应急提出以下要求：

(1) 严格落实放射工作各项规章制度和放射安全防护管理制度。

(2) 当发生辐射事故时，应立即启动辐射事故应急预案，采取必要防护措施，并于2小时内填写《辐射事故初始报告表》上报环保主管部门、公安部门及卫生部门。建设单位辐射安全管理机构要初步判断事件等级，发生较大辐射以上事故，在上级环保部门未到场时，要设立临时现场指挥，迅速控制事态和现场，配合环保部门进行事故应急监测核实事故情况，监测并估算受照剂量。

建设单位于2024年5月30日编写了《陕西省中医药研究院（陕西省中医医院陕西省中西医结合研究所）辐射事故应急预案》，医院设辐射事故应急处置领导小组，领导小组下设办公室，办公室设在设备办。辐射事故应急处置领导小组下设现场控制组、人员抢救组、通讯联络组、应急检测组、应急保障组和事故调查领导小组，应急预案的启动由辐射事故应急处置领导小组组长指挥，按照预案处置措施及相应的职责开展应急救援工作。

组 长:杨联昌(党委书记)

副组长:晁建华 李 晔(常务) 魏德宏

事故调查领导小组:李 晔(常务) 魏德宏

辐射事故应急处置领导小组办公室:李 晔 赵 容

辐射事故应急处置领导小组办公室设在设备办，电话:029-87251591

现场控制组:曹龙县 刘国庆 李小燕 荣 华

人员抢救组:路 波 屈小元 杨淑彬

通讯联络组:宁朝晖 曹龙县 赵 容 刘国庆 李小燕 荣 华

应急监测组:赵 容 李强(感控办) 刘国庆 李小燕 荣 华

应急保障组:赵 容 刘国庆 李小燕 荣 华

#### 12.4.2 应急预案执行情况

根据现场调查，医院运行至今尚未发生放射性事故，未启动过《辐射事故应急预案》。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，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部门及省级生态环境部门，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。

本环评要求项目及运行后，还应做好以下工作：

- (1) 医院每年应组织人员进行应急演练，并做好记录；
- (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完善，使其更能符合实际要求。

## 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

项目预计总投资 1000 万元，其中环保投资 33.5 万元，占总投资的 3.35%。项目环保投资主要用于辐射安全防护设施的建设，个人防护用品、辐射监测仪器购置以及工作人员体检费用等。

项目环保投资明细一览表见表 12-3。

表 12-3 项目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	防护门灯连锁装置、红外防夹装置、自动闭门装置	
		电离辐射警告标志、可视警示标志、放射防护注意事项告知栏	
		工作状态指示灯	
		四周墙体、顶棚、地板、防护门、观察窗等防护屏蔽措施	
		动力通风装置等	
20.0			
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（选配）等辅助防护设施	1.2
3	辐射监测仪器	1 台 X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪及检定	0.5
4	职业健康体检	职业健康体检	0.5
5	工作人员培训	辐射安全和防护知识培训	0.4

6	个人剂量监测	个人剂量计	0.3
7	环境监测	工作场所监测	0.6
8	环保咨询	环评、验收费用	10.0
合计		/	33.5

### 12.5.2 竣工环境保护验收

为规范建设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），项目竣工后应及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格并取得辐射安全许可证后，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。

表 12-4 DSA 手术室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	辐射安全防护措施	防护门外应有电离辐射警告标志、防护门上方应有醒目的工作状态指示灯、灯箱上应设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示标志、应设有门灯联锁装置、候诊区设有放射防护注意事项告知栏、手术室内应有动力通风装置、手术室应设有观察窗或摄像监控装置等、电动推拉门应设有红外防夹装置、平开门应设有自动闭门装置。	防护门外有电离辐射警告标志、防护门上方应有醒目的工作状态指示灯、灯箱上应设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示标志、应设有门灯联锁装置、候诊区设有放射防护注意事项告知栏，警告无关人员不要靠近，保护人员免受不必要的辐射；手术室内有动力通风装置保持良好的通风；手术室设有观察窗或摄像监控装置等、电动推拉门应设有红外防夹装置、平开门设有自动闭门装置，确保放射工作人员、患者安全。
2	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）职人员和相关人员职责。	负责整个项目辐射安全与环境管理工作。
3	人员管理	检查放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。	确保放射工作人员安全。
		检查放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。	确保放射工作人员安全，项目年有效剂量管理目标值放射工作人员 5mSv，公众人员 0.1mSv。
		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	为放射工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入手套、铅橡胶帽子。为 DSA 手术室内配备铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辅助防护设施。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。	放射工作人员及受检者防护用品与辅助防护设施的数量应满足开展工作需要，保证放射工作人员及公众安全。
5	监测仪器	配备 1 台 X-γ 辐射剂量率监测仪。	制定辐射监测计划，并委托有资质单位进行检定，并定期对机房周围辐射环境进行监测；每年委托有资质的单位对放射工作场所进行辐射防护检测，并建立辐射监测档案。
		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、放射工作人员培训管理制度、放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。	制订《辐射事故应急预案》《放射工作人员个人剂量管理制度》《放射工作人员培训管理制度及培训计划》《全国核技术辐射安全申报系统运行管理制度》《辐射安全防护设施维护及维修制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《导管室医师职责》《导管室技师职责》和《导管室工作制度》《射线装置管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《DSA 操作规程》《影像诊断质量保证方案》《患者和受检者安全防护制度》《辐射监测计划》《辐射安全防护制度》《射线装置工作场所自主检测记录表》等制度，确保辐射环境管理制度贯彻落实，保障人员安全。
7	剂量率限制要求	按透视条件，介入手术室屏蔽体外进行防护检测，术者位进行剂量监测。	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 2.5μSv/h 的标准限值。术者位满足《医用 X 射线诊断设备质量控制检测》（WS76-2020）透视防护区检测平面上不大于 400μSv/h 的要求。

8	环保文件	项目环评批复	加强落实档案管理，制定完善的档案管理制度，落实专人管理，定点存放，确保环保文件归档，并妥善保存。
---	------	--------	--

表 13 结论与建议

## 13.1 结论

### 13.1.1 项目概况

医院拟在门诊医技住院楼 4 楼中心手术部 OR6 手术室设置为 DSA 手术室，用于介入诊断及辅助治疗。

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）根据项目位置平面布局，将 DSA 手术室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚、地板、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区，将 DSA 手术室东侧的前室、控制室，南侧的材料库、设备间、器械库设备存放，西侧的污物通道，北侧的 OR5 手术室等划分为监督区。

DSA 手术室布局分区符合《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）DSA 手术室长 9.0m、宽 7.8m，约 70.2m<sup>2</sup>。DSA 手术室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”要求。

（3）DSA 手术室四侧墙体等效铅当量为 4.0mmPb，顶棚、地面等效铅当量为 4.2mmPb，观察窗、工作人员门、污物通道门、患者门的等效铅当量均为 4mmPb，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“介入 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）项目在操作台处设置观察窗，工作人员通过观察窗观察手术室内患者状态；手术室防护门外应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。患者进出门应设置为感应式电动推拉门，建议设置光幕式红外防夹装置，本项目 DSA 手术室的工作区域内工作人员门应设置自动闭门装置。

(5) 放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。

(6) 建设单位已配备 1 台 SW88 型 X、 $\gamma$  辐射周围剂量当量率仪。每年委托有资质的单位对放射工作场所进行辐射防护检测，并建立辐射监测档案。

(7) 依据国家有关法规要求，医院制订有《辐射安全管理制度》、《射线装置管理制度》、《医用 X 射线装置操作规程》、《射线装置检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射人员岗位职责》、《人员培训制度》、《放射辐射工作人员职业健康监护制度》、《辐射监测及安全计划》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）放射辐射安全事故应急预案》。

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 环境影响分析结论

透视状态下，DSA 手术室各屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率最大为 0.169 $\mu$ Sv/h，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 $\mu$ Sv/h”的要求。摄影状态下，周围剂量当量率最大为 3.75 $\mu$ Sv/h，设备摄影状态下的最大管电压为 125kV，最大管电流为 800mA，按照 GBZ130-2020 归一至 100mA 时为 0.47 $\mu$ 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  $\mu$  Sv/h”的要求。

项目运行时，控制间内职业人员放射影像医师受到的附加年有效剂量最大值为 0.026mSv，低于 GB18871-2002《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）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv）。

根据计算，本项目介入手术医护人员年附加有效剂量最大为 2.792mSv。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 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv）。

DSA 正常运行时，DSA 手术室周围公众受到的年有效剂量最大值为  $4.13 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众年有效剂量约束值（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，对放射工作人员和公众产生辐射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。

#### **13.1.4 总结论**

陕西省中医药研究院（陕西省中医医院 陕西省中西医结合研究所）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，应按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，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平放，勿折叠。

(5) 定期检查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。

(6) 医院应加强落实档案管理，制定完善的档案管理制度，落实专人管理，定点存放，确保环保文件归档，并妥善保存。

(7) 医院需制定《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》等制度。

(8) 医院需送检辐射剂量率仪，并将检定证书存档。

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

经办人

公 章

年 月 日