

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		平利县中医医院新增 DSA 核技术利用建设项目			
建设单位		平利县中医医院			
法人代表	田东	联系人	肖连朵	联系电话	15991192864
注册地址		陕西省安康市平利县城关镇月湖南路			
项目建设地点		陕西省安康市平利县城关镇月湖南路 平利县中医医院住院楼 1 层西北侧			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	800	项目环保投资 (万元)	77	投资比例	9.6%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 m <sup>2</sup>	140
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	无				
<p><b>1.1 建设单位简介</b></p> <p>平利县中医医院成立于 1988 年 6 月，是一所以中医药为主、中西医结合的县级综合性公立医院，医院现有职工 115 人，其中：高级职称 7 人，中级职称 28 人，初级职称 72 人。开设病床 100 张，是城镇职工、城镇居民医疗保险、新型农村合作医疗、农村孕妇免费住院分娩项目、交通事故、人寿保险定点医院，于 2011 年 10 月正式启动了二级甲等中医院创建工作。</p> <p>医院现有 CT、DR、核磁 MR、麻醉呼吸机、奥林巴斯电子胃镜、腹腔镜、宫腔镜、体外碎石机、全自动生化分析仪、血球分析仪、血流变工作站等国内外先进医疗设备 50 余台件。</p>					

## 1.2 任务由来

为满足诊疗需求，提高医疗服务质量，平利县中医医院计划开展介入手术，拟将住院楼一层的医保办公室、2间病房和1间医生办公室改建为1间DSA机房及配套功能用房，并拟新增1台数字减影血管造影装置（简称DSA）。

本项目中使用1台DSA，依据原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号〈关于发布《射线装置分类》的公告〉可判断本次评价的DSA为II类射线装置。按照《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令 第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。

根据国家《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021版）第五十五项172条核技术利用建设项目中使用II类射线装置的规定，本项目应编制环境影响报告表。

为此，平利县中医医院于2024年7月1日委托陕西华大普泰检测技术有限公司编制该项目的环境影响报告表。我公司接受医院委托后，组织技术人员到现场勘探和收集资料，核实建设项目现场的情况，并根据本项目现场辐射环境监测的结果，在进行工程分析的基础上，结合项目的具体情况以及辐射危害特征，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》（HJ 10.1-2016）的要求，编制了本环境影响报告表。

## 1.3 评价目的

（1）对本项目拟建区域进行辐射环境现状监测，掌握评价范围辐射环境现状水平；

（2）评价本项目在运行中对职业人员、公众人员和环境带来的辐射影响；

（3）评价本项目采取辐射防护措施的有效性，为生态环境部门进行辐射环境管理提供科学依据；

（4）对本项目采取的辐射防护措施进行优化、完善，把辐射环境影响控制在“可合理达到的尽量低水平”，并为平利县中医医院保护环境和公众利益安全给予技术支持。

## 1.4 项目概况

### 1.4.1 项目建设内容及规模

#### (1) 新增射线装置

本项目涉及的辐射源项见表 1-1。

表 1-1 数字减影血管造影机（DSA）设备详情

设备名称	数字减影血管造影机（DSA）
厂家	西门子医疗系统有限公司
型号	Artis zee ceiling
主要参数	最大管电压：125kV
	最大管电流：1000mA
安装位置	住院楼 1 层 DSA 机房

#### (2) 机房建设情况

将西侧的医保窗口改建为设备间、苏醒间、换床缓冲间，将东侧的医生办公室和物品室改建为换鞋区、谈话间、污物通道、控制室、浴厕、刷手处、更衣室等辅助用房。除机房外其余辅助用房的改造均采用轻质隔墙。

建设机房内通风系统、强、弱电气系统及辐射安全防护设施。

项目供水、废水、供电、固废的处理依托医院现有给排水管网及系统、供配电系统、医院生活垃圾和医疗废物处理系统。

表 1-2 机房改造组成一览表

类别	建设内容			备注
	屏蔽部位	改造前	改造后	
机房屏蔽	四周墙体	240mm 空心砖墙（封堵部分为 240 实心砖）	240mm 空心砖墙（部分封堵部分为 240 实心砖），墙面涂刷 3mmPb 当量硫酸钡水泥（涂刷高度 3.3m）	补强
	屋顶	120mm 现浇混凝土	120mm 现浇混凝土的基础上，在吊顶层铺设 3mmPb 当量防护板（2 层）	补强
	地板	地下为土层	地下为土层，无需防护处理	—
	患者门	/	4mmPb 电动推拉门和门上观察窗	新建
	污物门	/	4mmPb 平开门和门上观察窗	新建
	工作人员门	/	4mmPb 平开门和门上观察窗	新建
	观察窗	铅玻璃观察窗	4mmPb 铅玻璃观察窗和门上观察窗	新建

	其他	拟拆除两间病房中间原有隔墙，南侧 2 个卫生间隔墙。东侧墙体新开观察窗，污物门和工作人员门门洞。南侧原有子母门门洞采用 240mm 实心砖封堵。西侧新开患者门门洞。北侧原有 2 个采光窗采用 240mm 实心砖封堵。	改造
	DSA 机房(长: 6.46m, 宽: 6.26m, 吊顶高 2.7m), 有效使用面积为 40.4m <sup>2</sup> , 最小单边长度为 6.26m。		
辅助用房	将西侧的医保窗口改建为设备间、苏醒间、换床缓冲间, 将东侧的医生办公室和物品室改建为换鞋区、谈话间、污物通道、控制室、浴厕、刷手处、更衣室等辅助用房。除机房外其余辅助用房的改造均采用轻质隔墙。		改造
通风工程	DSA 机房设置有机械通风装置, 排风量为 500m <sup>3</sup> /h, 换气次数约为 4.6 次。		新建

(3) 项目投资: 本项目拟总投资 800 (万元), 其中主要投资为设备采购、机房的改造、辐射安全设施设置和防护用品购买, 项目环保投资 85 (万元), 占总投资 10.6%。

(4) 工作负荷: 根据平利县中医医院提供的资料 (见附件 2), 本项目设备全年手术最多 500 次。每次手术开机照射时间包括: 摄影 20 秒、透视 10 分钟; 平均每台手术参与人员约 3~5 人, 预计每名医生一年参与手术 200 台, 每名护士一年参与手术 250 台, 每名技师一年参与手术 500 台。

(5) 劳动定员情况: 建设项目暂定 7 名辐射工作人员, 其中 1 名影像医师和 1 名技师为医院现有工作人员, 既操作本项目 DSA 机又操作医院原有放射诊断设备, 均为隔室操作; 其余 3 名内科医师和 2 名护士为新增辐射工作人员, 摄影时为隔室操作, 透视时为同室操作; 预计每名医生一年参与手术 200 台, 每名护士一年参与手术 250 台, 每名技师一年参与手术 500 台。后续根据能开展的手术类型增补辐射工作人员。

表 1-3 DSA 机房工作人员信息表

序号	姓名	性别	职业	备注
1	夏自春	女	临床医师	新配
2	朱珊珊	女	临床医师	新配
3	蔡兴林	男	临床医师	新配
4	肖啸	女	护士	新配
5	吴莹莹	女	护士	新配
6	胡为松	男	影像医师	现有
7	李茂成	男	技师	现有

#### 1.4.2 平利县中医医院的地理位置

平利县中医医院位于陕西省安康市平利县城关镇月湖南路, 地理位置见图 1-1。



场；南侧为院内路，再往南为医废暂存间、配电室、南新街；西侧为放射科楼；北侧为停车场，再往北为门诊楼，月湖南路。

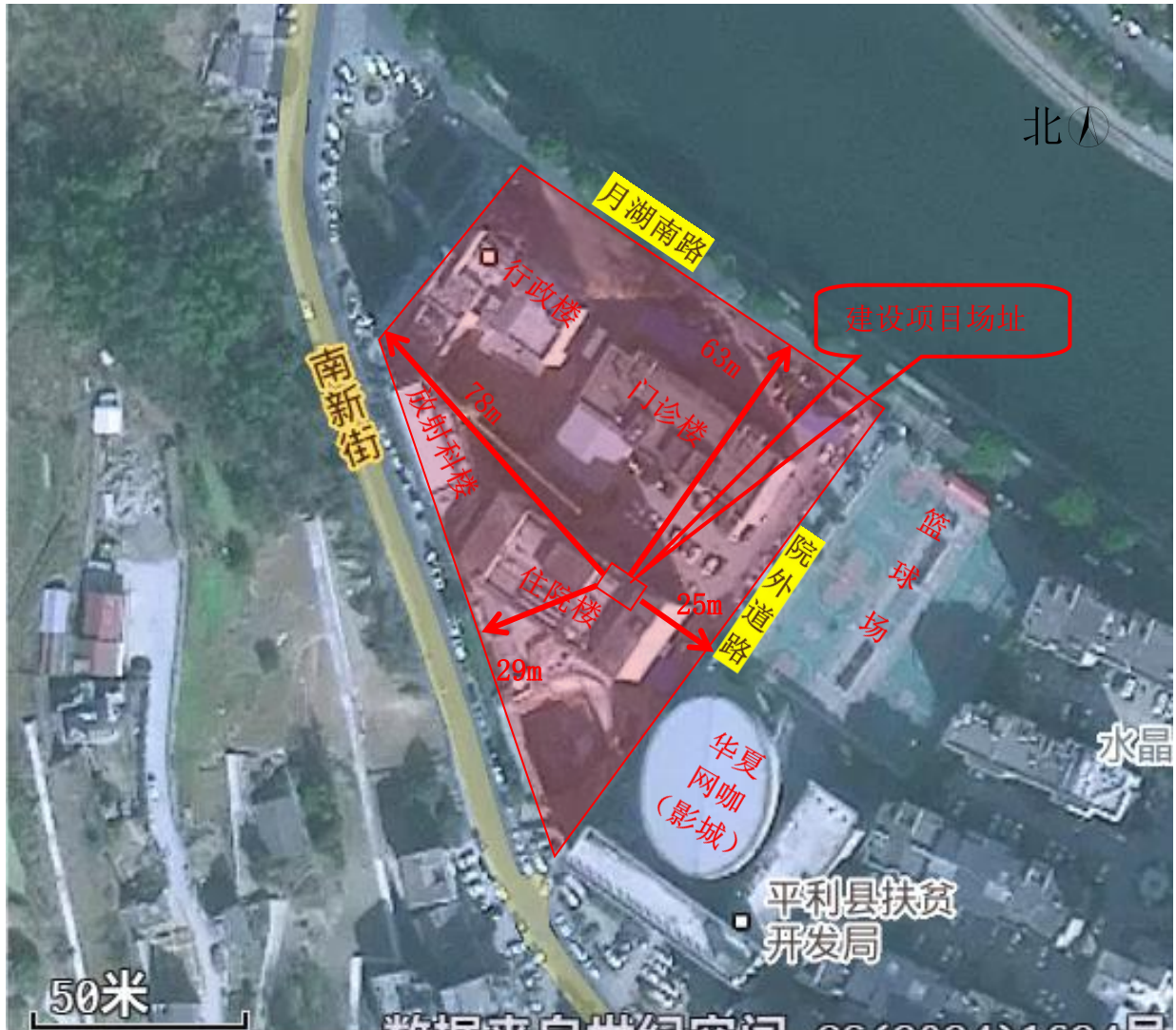


图 1-3 医院周边四邻关系图（红框内为医院范围）

#### 1.4.4 建设项目四邻关系和平面布局

拟建 DSA 机房位于住院楼 1 层东北侧，原为 2 间病房。住院楼一层主要为拟建 DSA 机房、餐厅、药房、医保办、收费室、药械科等区域。

DSA 机房东侧紧邻污物通道、清洗间、控制室、通道；南侧紧邻走廊。西侧紧邻换床、缓冲间、苏醒间、设备间；北侧紧邻停车场。机房楼上为内三科病房；地下为土层。（住院楼一层平面见图 1-4，住院楼二层平面图见图 1-5）。

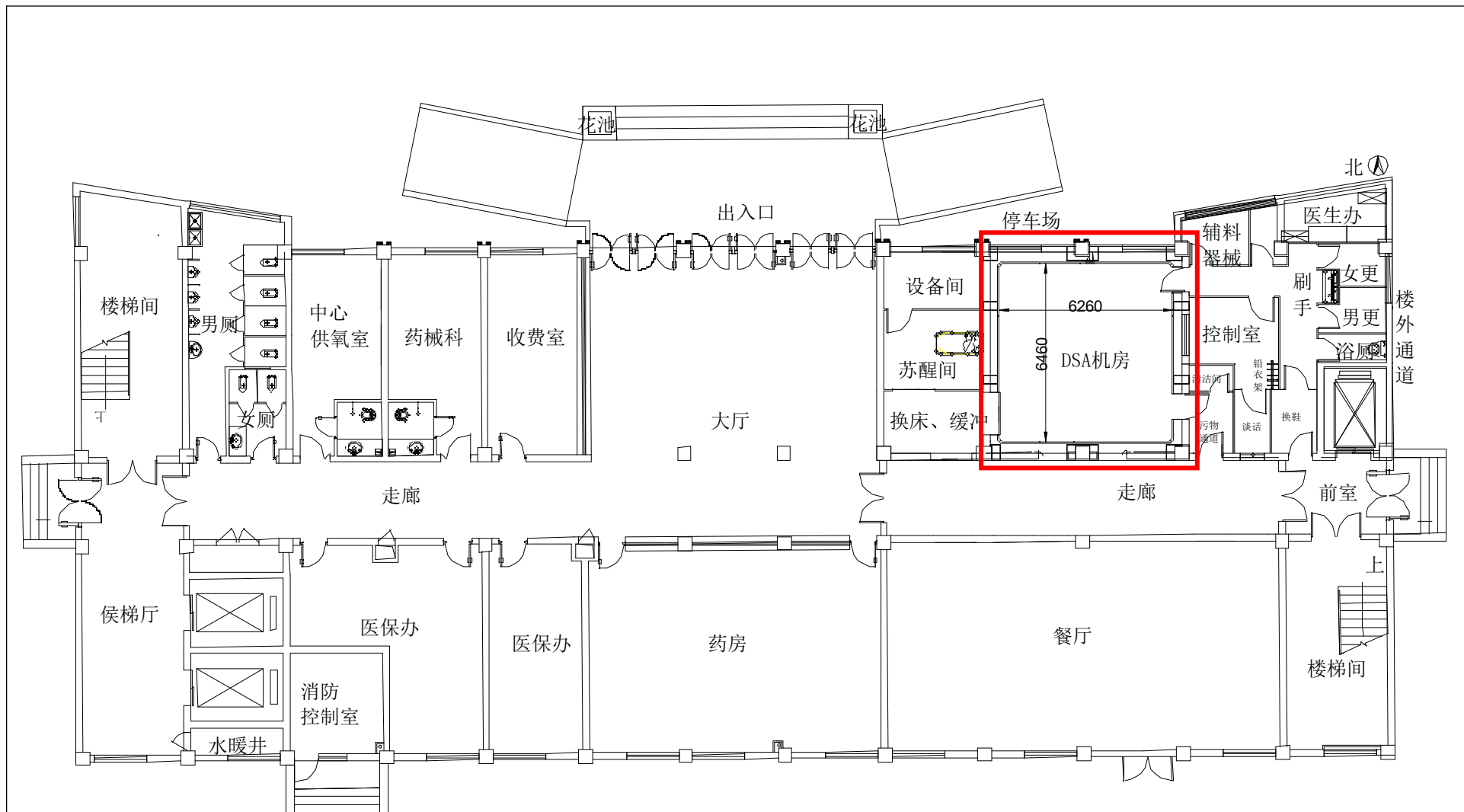


图 1-4 住院楼一层平面布局图

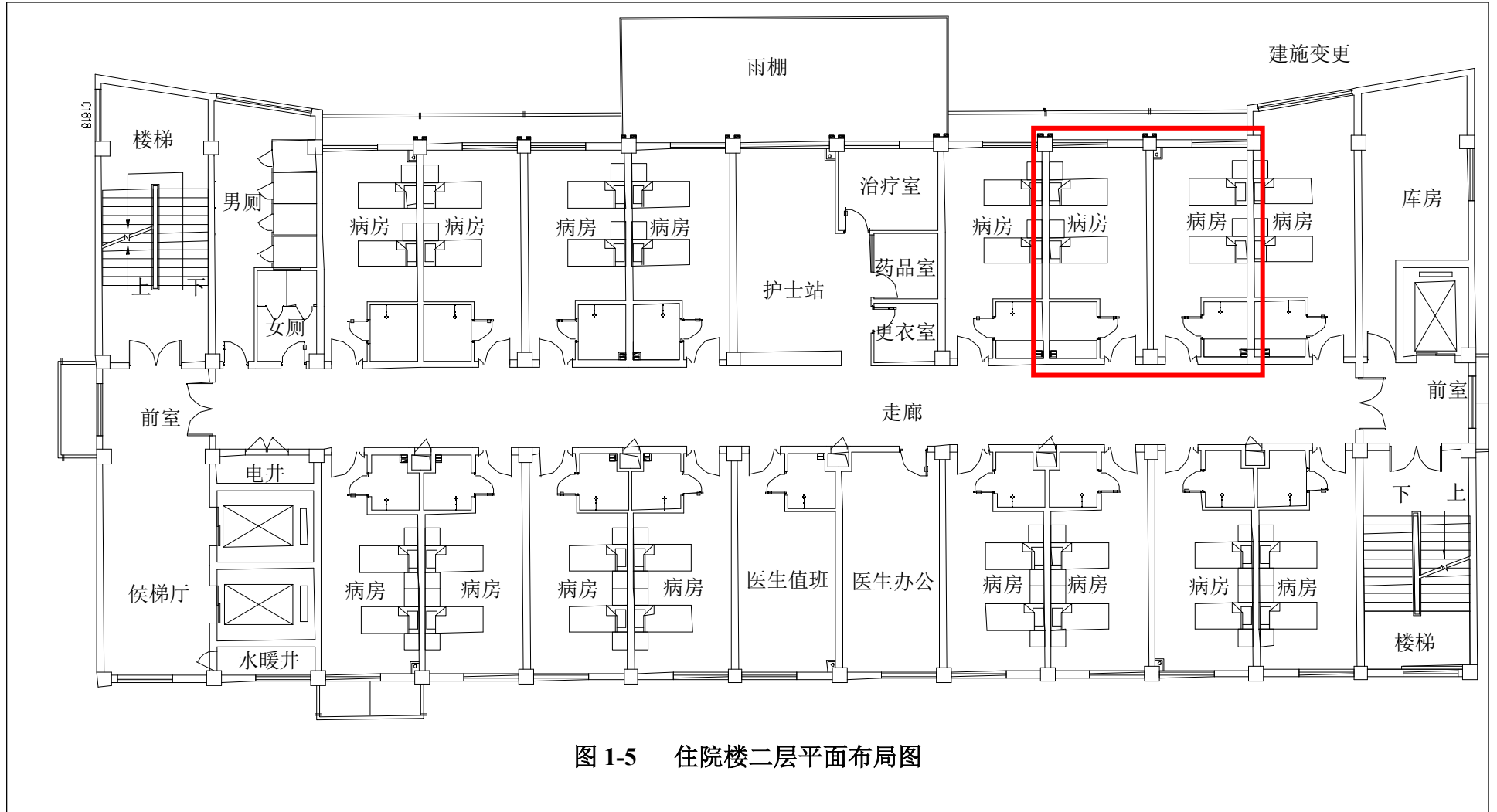


图 1-5 住院楼二层平面布局图

#### 1.4.5 建设项目现状和改造情况

##### 1) 拟建机房现状

拟建 DSA 机房四周墙体均为 240mm 空心砖墙，屋顶为 120mm 现浇混凝土，地下为土层。机房南墙现有 2 个子母门，北墙现有 2 扇采光窗。机房南侧现有两个卫生间，拟改建区域现状见图 1-6。

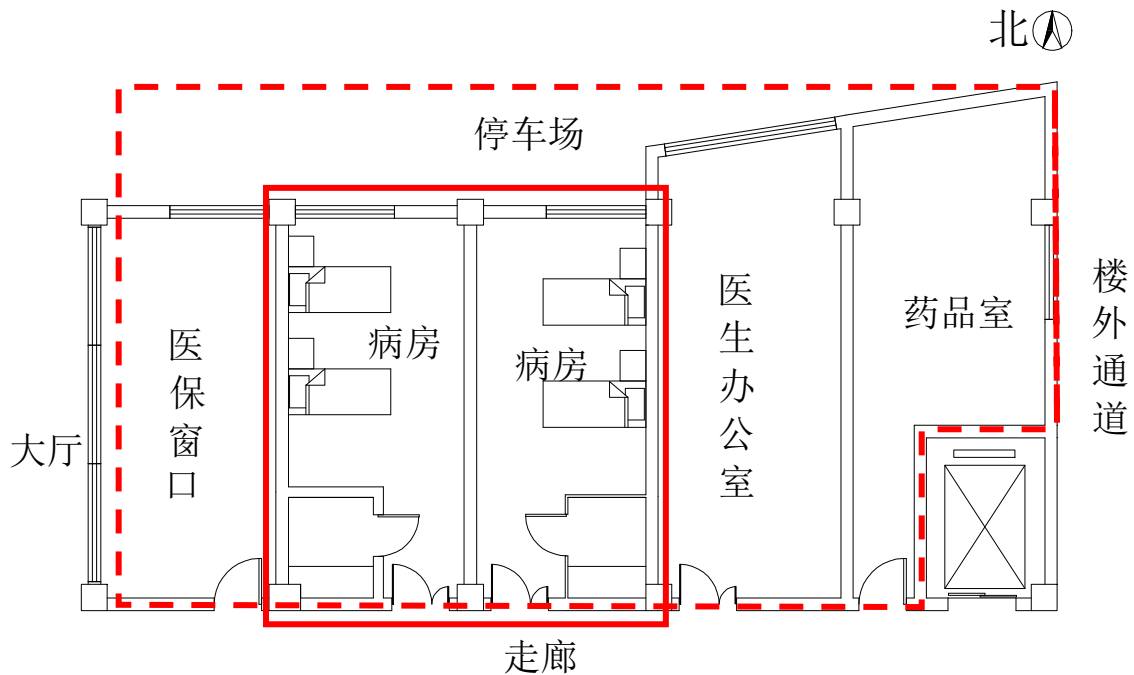
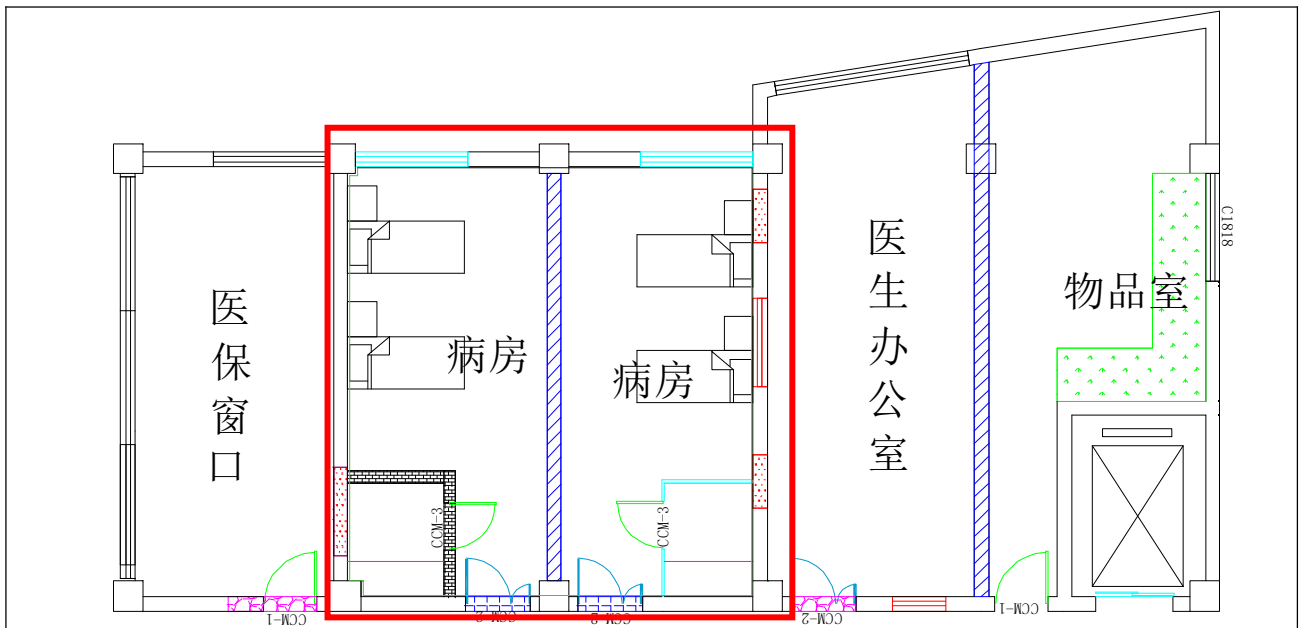


图 1-6 建设项目现状平面图

##### 2) 改造情况

DSA 机房改造情况：拟拆除两间病房中间原有隔墙，拆除南侧 2 个卫生间的墙体（包含蹲便池、洗手池、蹲台等）。南侧 2 个原有子母门门洞采用 240mm 实心砖封堵。北侧原有 2 个采光窗采用 240mm 实心砖封堵。东侧墙体新开观察窗窗洞，污物门和工作人员门洞。西侧新开患者门洞。

其余辅助用房改造情况：拆除药品室地台，查出医生办公室和物品室间隔墙，医生办公室南侧子母门门洞修改为单开门门洞。医保室南侧的单开门门洞修改为电动门门洞。建设项目改造平面图见图 1-7。



图例

- 拆除原有药品室地台
- 拆除原有240mm实心砖墙，梁底高度3.6m
- 新开谈话窗900\*900mm、观察窗1300\*900mm
- 拆除原有卫生间玻璃隔断（包含卫生间蹲便池、洗手池及蹲台）
- 拆除原有卫生间200mm加气块墙体（包含卫生间蹲便池、洗手池及蹲台）
- 拆除原有医保窗口（高度1.45m）及台面（台面高度为900mm，宽500mm）；240mm实心砖墙封堵原有医保窗口
- 原有子母门洞1100\*2100mm修改为单开门洞900\*2100mm
- 封堵原有门洞1100\*2100mm
- 新开单开门洞900\*2100mm、新开电动门洞1500\*2100mm
- 单开门洞900\*2100mm修改为电动门洞1500\*2100mm
- CCM-1、CCM-2、CCM-3 --拆除原有单开门900\*2100mm、子母门1100\*2100mm、卫生间门800\*2100mm
- C1918 --封堵原有窗户1900\*1800mm, 2个（240mm实心砖墙）

图 1-7 建设项目改造平面图

## 2) 改造完成后

DSA 机房改造完成后：DSA 机房四周墙体（包含 240mm 实心砖封堵墙体）在 240mm 空心砖墙的基础上涂刷 3mmPb 当量硫酸钡水泥，涂刷高度 3.3m。顶面在现有 120mm 现浇混凝土的基础上，在吊顶层铺设 3mmPb 当量防护板（2 层）。东侧墙体安装的污物门和工作人员门均拟采用 4mmPb 当量手动单开门，观察窗拟采用 4mmPb 当量铅玻璃，西墙安装的患者门拟采用 4mmPb 当量电动推拉门。机房各防护门上均设计有 4mmPb 当量铅玻璃观察窗。地下为土层，不做防护处理。

设备间、苏醒间、控制室、更衣室等其余辅助用房均采用轻质隔墙改造。

建设项目设计平面图见图 1-8。

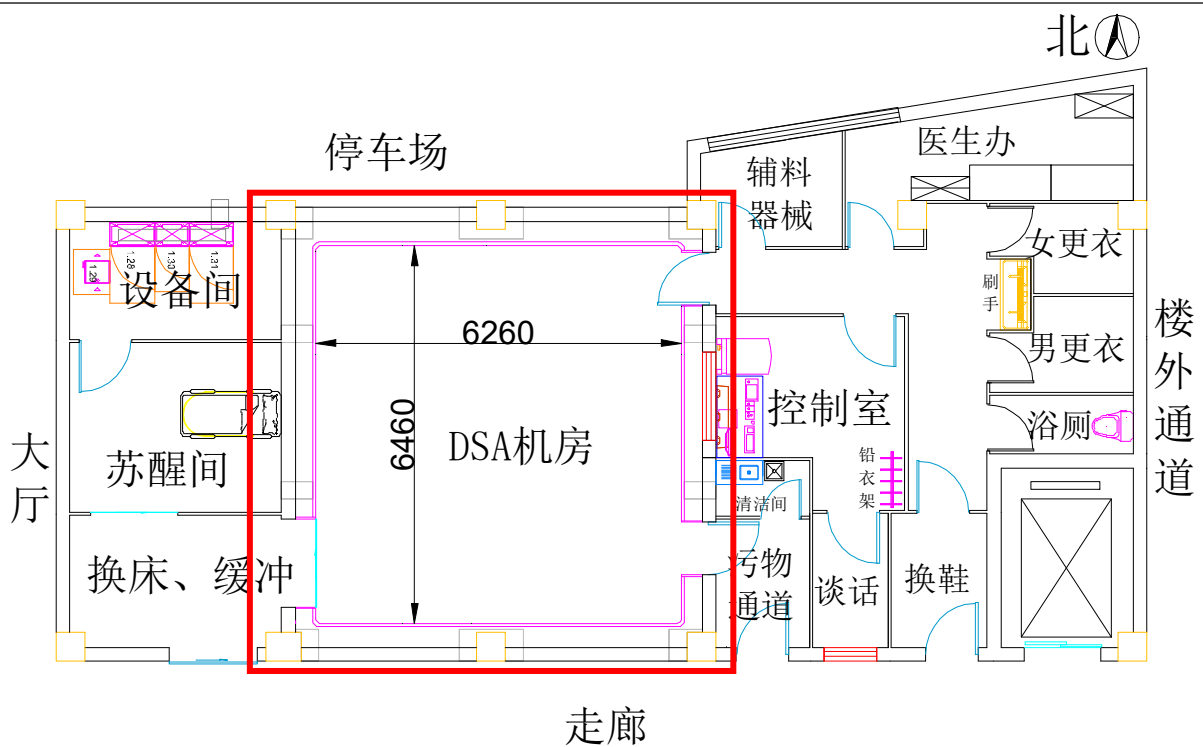


图 1-8 建设项目设计平面图

### 1.5 项目选址分析

本项目位于陕西省安康市平利县城关镇月湖南路平利县中医医院住院楼 1 层西北侧，为建筑物的底层。本项目 DSA 机房相邻用房主要为其辅助用房，楼上为内三科病房，地下为土层，周围墙体及顶棚采取屏蔽防护措施，有利于减少 X 射线对工作人员和公众成员的影响，从辐射安全与防护的角度分析，机房充分考虑了邻室（含楼上）及周围场所人员的防护与安全，符合放射《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

### 1.6 本项目产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，2023 年 12 月 27 日发布，2024 年 2 月 1 日起施行)：“第一类鼓励类”中的“十三、医药”中的“4. 高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，本项目属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

## 1.7 实践正当性分析

随着我国社会经济的迅速发展，人民生活水平逐渐提高，医疗卫生条件也得到了进一步改善。介入治疗在临床上得到广泛应用，人数逐年增加。项目建成后，有利于推动区域介入治疗临床应用的发展，满足区域群众就诊需求，提高区域医疗水平，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用，具有显著的社会效益。因此，项目可以实现经济效益、社会效益的协调发展。

项目建成后，可为周边地区广大群众提供介入治疗，有利于推动区域介入治疗临床应用的发展，满足区域群众就诊需求，提高区域医疗水平，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用，具有显著的社会效益和经济效益。项目在采取一系列辐射安全与环境保护措施的前提下，大大减轻项目对环境造成的不利影响。

综上所述，项目在落实辐射安全与环境保护措施后，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”要求。从利益代价角度分析，项目的建设是可行的。

## 1.8 原有核技术利用情况

### 1.8.1 核技术利用现状及相关手续履行情况

根据医院提供的资料（见附件3），目前医院在用射线装置2台，且均在辐射安全许可证范围内。建设单位于2013年11月20日取得了辐射安全许可证，并于2023年12月27日变更了单位法人，并重新申请了辐射安全许可证，证书编号：陕环辐证〔80018〕，许可种类和范围：III类射线装置，有效期至：2028年12月26日。平利县中医医院许可使用的射线装置见表1-4。

表 1-4 已许可的射线装置情况表

序号	装置名称	规格型号	设备参数		工作场所	类别	活动种类
			最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)			
1	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	MX16-slice	140	400	CT 室	III类	使用
2	医用诊断 X 射线装置	C-50	150	800	DR 室	III类	使用

平利县中医医院现有 2 台 III 类射线装置，均于 2023 年 12 月 8 日在建设项目环境影响登记备案系统进行了备案（备案号：202361092600000108）。

## 1.8.2 辐射安全与管理现状

### 1.8.2.1 辐射安全管理机构及制定的制度

平利县中医医院尚未成立辐射安全与环境保护管理机构，医院已制定的制度主要有：《放射科辐射防护安全管理制度》《患者和受检者安全防护制度》《放射科工作人员健康监护制度》《放射科应急工作制度》《辐射监测计划》《射线装置操作规程》《放射科射线防护安全制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》等一系列规章制度，用于医院核技术利用项目的辐射安全管理。

### 1.8.2.2 现有辐射人员

#### (1) 职业健康检查

根据平利县中医医院提供的资料（见附件7），平利县中医医院2022年和2023年共8人在核工业四一七医院进行了职业健康检查，本轮体检发现了2名人员（邹小玉和胡昆戩）与职业相关的异常者，建议复查血常规；根据医院提供的2024年8月的复查结果，符合要求。其余6名辐射工作人员体检结果显示“可以继续从事放射作业”。

#### (2) 个人剂量监测

平利县中医医院已为医院辐射工作人员配备个人剂量计，辐射工作人员在工作期间佩戴个人剂量计，接受剂量监测，医院建立了个人剂量档案并存档。各辐射设备运行良好，无辐射安全事故发生。

医院委托兵器工业卫生研究所对医院辐射工作人员进行了个人剂量检测，根据提供的2023年7月~2024年6月的个人剂量检测报告（见附件6），医院现有辐射工作人员年有效剂量，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年有效剂量20mSv的剂量限值要求及设置5mSv/a的剂量约束值要求。

(3) 辐射工作人员培训：建设单位5名辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核取得《核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单》，成绩合格。其他人员仅涉及III类射线装置操作的，参加了由平利县中医医院组织的自主培训及考核，取得了合格成绩。

### 1.8.2.3 射线装置工作场所监测与环境监测情况

根据平利县中医医院提供的检测报告编号：思迈奥（FH）字（2023）第300-2号，平利县中医医院委托陕西思迈奥健康科技服务有限公司于2023年9月2日对医院射线装置工作场所及周围环境进行了监测。

检测结论为：该院DR室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周

墙体、顶棚、地板、管线的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。

该院 CT 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、顶棚、管线口、西墙北侧空调口的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。

#### 1.8.2.4 年度评估报告情况

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年的评估报告。

医院已于 2023 年 12 月 18 日向发证机关提交了 2023 的辐射安全与防护状况年度评估报告。

#### 1.8.2.5 医院现存问题及提出的改进建议

##### (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，医院制定的辐射防护管理规章制度不齐全。

##### (2) 改进建议

1) 平利县中医医院应按要求成立辐射安全和环境保护管理委员会，明确委员会成员组成和相关工作职责，设立专职或者兼职辐射安全管理人员，负责委员会日常工作。

医院还需制定《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《放射性同位素与射线装置管理制度》《射线装置岗位职责和操作规程》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《辐射安全防护设施的维护与维修制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》等制度。

2) 医院对于本轮体检结果存在异常的 2 名放射工作人员，应及时组织复查，若复查结果仍存在异常，则应调离放射工作岗位。

3) 建设单位应购 X- $\gamma$  自主检测仪器，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。

## 表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

## 表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (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	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

## 表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量	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	医用血管造影 X 射线机 (DSA)	II类	1 台	Artis zee ceiling	125	1000	诊断、辅助治疗	住院楼 1 层介入手术室	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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
O <sub>3</sub>	气态	—	—	—	—	微量	—	外排
NO <sub>x</sub>	气态	—	—	—	—	微量	—	外排
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>，年排放总量为 kg。

2. 含有放射性的废物要注明其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，2014 年），自 2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 24 号），自 2003 年 9 月 1 日起施行，自 2018 年 12 月 29 日第二次修正；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年），自 2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日国务院令第 253 号发布）；根据 2017 年 7 月 16 日国务院令第 682 号《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订，2017 年 10 月 1 日起施行；</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 449 号，2005 年 12 月 1 日实施 2014 年 7 月 29 日修订，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第 709 号）修订）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年），自 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》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 1 月 18 日）；2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修订；</p> <p>(8) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号），自 2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，自 2021 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号)，2023 年 12 月 27 日发布，2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号），自 2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部 2019 年第 57 号公告，2019 年 12 月 23 日）；</p>
------	--

	<p>(13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 第 9 号，2021 年 3 月 15 日起实施）；</p> <p>(14) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年修正），2019 年 11 月 6 日起施行；</p> <p>(15) 《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号），2018 年 6 月 6 日起执行。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(一) 技术导则</p> <p>《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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(二) 相关标准</p> <p>《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。</p>
<p>其他</p>	<p>环评委托书；</p> <p>医院提供的其他资料；</p> <p>NCRP Report No147 《Structural Shielding Design For Medical X-ray Imaging Facilities》（2004）。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据本项目拟配置 DSA 设备的类别，结合项目实际情况，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》（HJ 10.1-2016）中的要求，确定辐射环境影响评价的范围：以辐射工作场所建筑实体屏蔽物边界外 50m 区域作为评价范围，主要包括住院楼、住院楼东侧、华夏网咖（影城）、篮球场、南侧院内道路、北侧门诊楼等相关区域，评价范围示意图 7-1。



图 7-1 评价范围示意图

### 7.2 保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是拟建 DSA 机房屏蔽体外 50m 范围内的职业工作人员和公众人员，因此选取评价范围内的有代表性的环境保护目

标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

**表 7-1 本项目环境保护目标一览表**

类型	相对方位	保护目标	到机房屏蔽墙的最小距离 m	人员规模	剂量约束值 (mSv/a)
职业人员	/	DSA 机房内的手术人员	0.6 <sup>①</sup>	约 7 人	5
	东	控制室的工作人员	0.3		
		辅料室、清洁间、污物通道内、男、女更衣室、医生办公室内的人员	0.3		
公众	东	电梯厅、前室、楼梯间、楼外通道、院外道路、篮球场内的人员	5.0	流动人员	0.1
		华夏网咖（影城）、图书馆里的人员	28.0	流动人员	
	南	走廊内的人员	0.3	流动人员	
		餐厅内的人员	3.0	流动人员	
		药房、医保办、消防控制室内的人员	9.0	约 6 人	
		院内路、配电间、医废暂存间、南新街上的人员	11.0	流动人员	
	西	设备间、苏醒间、换床、缓冲间内的人员	0.3	流动人员	
		大厅	6.0	流动人员	
		收费室、药械科	16.0	约 4 人	
		中心供氧室、卫生间、楼梯间、电梯厅内的人员	19.0	流动人员	
		放射科楼部分区域内的人员	38.0	约 10 人	
	北侧	停车场内、院内道路上的人员	0.3	流动人员	
		门诊楼、行政楼部分区域内的人员	21.0	约 50 人	
	楼上	内三科病房及以上病房的人员	1m	约 60 人	

注：①表示机房内职业人员为距射线装置等中心的最近距离。

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 款应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

d)四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

#### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:

a) 年有效剂量, 1mSv;

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

#### 7.3.2 分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求, 应把辐射工作场所分为控制区和监督区, 以便于辐射防护管理和职业照射控制。

##### 第 6.4.1 条 控制区

第 6.4.1.1 款 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区, 以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散, 并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

##### 第 6.4.2 条 监督区

第 6.4.2.1 款 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区: 这种区域未被定为控制区, 在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

#### 7.3.3 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求

第 5.2.2 条 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。

第 5.2.3 条 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。

第 5.8 节 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。

第 5.8.1 条 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。

第 5.8.2 条 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。

第 5.8.3 条 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

第 5.8.4 条 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。

## 第 6 章 X 射线设备机房防护设施的技术要求

### 第 6.1 节 X 射线设备机房布局

第 6.1.1 条 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。

第 6.1.2 条 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。

第 6.1.3 条 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。

第 6.1.5 条 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，其最小有效面积、最小单边长度要求见表 7-2。

**表 7-2 单管头 X 射线设备机房的使用面积及单边长度要求**

机房内最小有效使用面积 m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 m
20	3.5

第 6.2.2 条 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

**表 7-3 C 形臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求**

有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
2	2

第 6.3.1 条 机房辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 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；测量时 X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；

第 6.4.1 条 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受检者状态及防护门开闭情况。

第 6.4.2 条 机房内不应堆放与设备诊断无关的杂物。

第 6.4.3 条 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

第 6.4.4 条 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。

第 6.4.5 条 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。

第 6.4.6 条 电动推拉门宜设置防夹装置。

第 6.4.7 条 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。

第 6.4.10 条 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

第 6.5.1 条 每台 X 射线设备根据工作内容，现在应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

第 6.5.3 条 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

第 6.5.4 条 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铅当量应不低于 0.5mmPb。

第 6.5.5 条 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠，以防止断裂。

**表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求**

放射检查类型	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、床侧防护帘/床侧防护屏 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：“—”表示不作要求。

#### 7.3.4 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）要求

第 5.3.2 条 对于如介入放射学、核医学放射性药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

第 5.3.3 条 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

#### 7.3.5 本次评价确定的剂量约束值与机房周围剂量当量率控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），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。结合医院的实际情况，放射工作人员体部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。

DSA 机房屏蔽体外剂量水平：透视条件下周围剂量当量率不超过 2.5 $\mu$ Sv/h；DSA 在短时、高剂量率曝光的摄影程序下机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

平利县中医医院地理位置见图 1-4，医院周边四邻关系图见图 1-6。

拟建 DSA 机房周围环境现状照片如图 8-1 至 8-4。



图 8-1 住院楼外景



图 8-2 住院楼东侧院外路



图 8-3 拟建机房南侧走廊



图 8-4 拟建机房楼上病房

### 8.2 环境现状评价

为掌握项目拟建区域的辐射水平，委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对拟建项目区域辐射环境进行了检测（QNJC-2024-0821-FH）。监测结果列于表 8-2。

#### 8.2.1 监测依据

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）。

《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。

#### 8.2.2 监测日期

2024年7月13日。

### 8.2.3 监测地点

陕西省安康市平利县城关镇月湖南路。

### 8.2.4 监测点位

在拟建 DSA 机房、控制室及机房相邻的房间以及周边环境布设监测点位，具体监测点位布设情况见图 8-5、图 8-6 和图 8-7。

### 8.2.5 检测仪器

检测仪器技术指标及校准情况见表 8-1：

表 8-1 监测项目及使用设备一览表

仪器名称	仪器型号	仪器编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
剂量率仪	FH40G-X+FHZ67 2E-10	QNJC-YQ-010	探头：1nSv/h~ 100μSv/h 主机：10nSv/h~1Sv/h	中国测试技术研究院/校准字第 202403002018 号	2025.03.0 7

### 8.2.6 质量保证

①监测人员持证上岗；

②严格按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）进行监测；

③监测结果经三级审核，保证监测数据的准确；

④监测所用监测仪已经由中国测试技术研究院年检，且在有效期内，测量方法按国家相关标准实施，测量不确定度符合统计学要求，能够反映出拟建工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

### 8.2.7 监测结果

表 8-2 机房四周及住院部一楼区域辐射环境现状监测结果

序号	检测点位描述	检测结果（μGy/h）	
		平均值	标准差
1	拟建 DSA 机房中心	0.116	0.001
2	拟建 DSA 机房东北角	0.096	0.004
3	拟建 DSA 机房西北角	0.097	0.003

4	拟建 DSA 机房西南角	0.093	0.001
5	拟建 DSA 机房东南角	0.098	0.003
6	拟建 DSA 机房西侧 1# (换床、缓冲)	0.116	0.001
7	拟建 DSA 机房西侧 2# (苏醒室)	0.129	0.001
8	拟建 DSA 机房西侧 3# (设备间)	0.128	0.005
9	拟建 DSA 机房东侧 1# (缓冲)	0.117	0.002
10	拟建 DSA 机房东侧 2# (清洁间)	0.118	0.003
11	拟建 DSA 机房东侧 3# (控制室)	0.108	0.001
12	拟建 DSA 机房东侧 4# (谈话间)	0.109	0.004
13	拟建 DSA 机房东侧 5# (走廊)	0.101	0.002
14	拟建 DSA 机房东侧 6# (辅料器械)	0.097	0.001
15	拟建 DSA 机房东侧 7# (医生办公室)	0.113	0.002
16	拟建 DSA 机房东侧 8# (女更衣)	0.108	0.003
17	拟建 DSA 机房东侧 9# (男更衣)	0.116	0.001
18	拟建 DSA 机房东侧 10# (刷手)	0.105	0.001
19	拟建 DSA 机房东侧 11# (走廊)	0.100	0.001
20	拟建 DSA 机房东侧 12# (浴厕)	0.112	0.002
21	拟建 DSA 机房东侧 13# (换鞋)	0.120	0.003
22	住院部一楼东侧电梯口	0.115	0.002
23	住院部一楼东侧楼梯间	0.101	0.001
24	住院部一楼餐厅出入口	0.101	0.002
25	住院部一楼走廊 1#	0.099	0.002
26	住院部一楼走廊 2#	0.099	0.002
27	住院部一楼走廊 3#	0.097	0.001
28	住院部一楼大厅 1#	0.099	0.002
29	住院部一楼大厅 2#	0.099	0.001
30	住院部一楼大厅 3#	0.099	0.002
31	住院部一楼走廊 4#	0.098	0.002
32	住院部一楼走廊 5#	0.097	0.001
33	住院部一楼西侧电梯间	0.098	0.002
34	住院部一楼西侧楼梯间	0.112	0.001
35	住院部一楼出入口	0.106	0.001
注：检测结果已扣除宇宙射线响应值。			

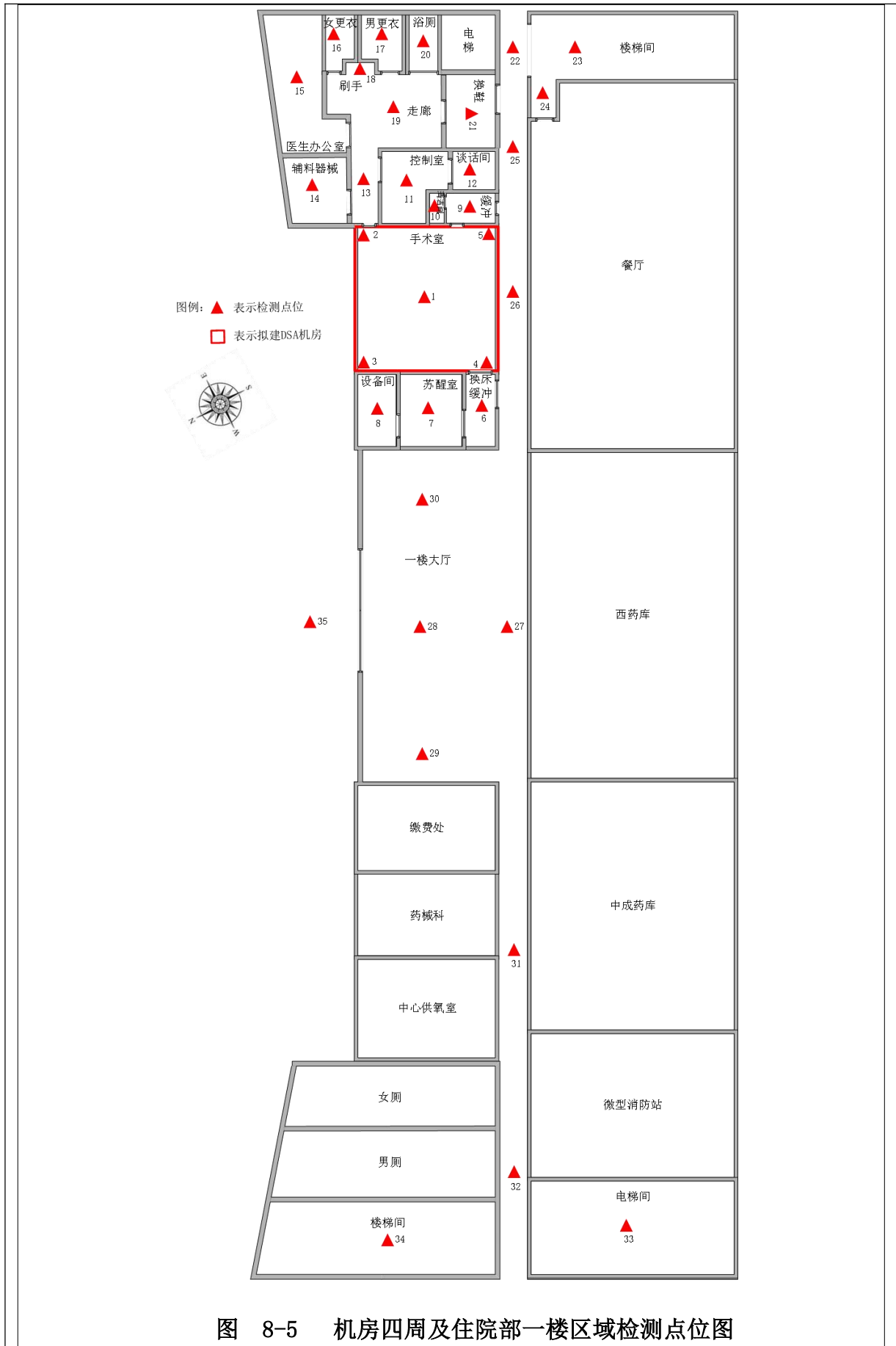


表 8-3 住院部二楼区域辐射环境现状监测结果

序号	检测点位描述	检测结果 (μGy/h)	
		平均值	标准差
1	二楼一病室	0.124	0.001
2	二楼二病室	0.124	0.002
3	二楼三病室	0.121	0.002
4	二楼四病室 (设备间)	0.121	0.001
5	二楼走廊 1#	0.118	0.002
6	二楼走廊 2#	0.119	0.001
7	二楼处置室	0.128	0.002
8	二楼设备间	0.121	0.002
9	二楼配药室	0.119	0.002
10	二楼护士站	0.119	0.003

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值。

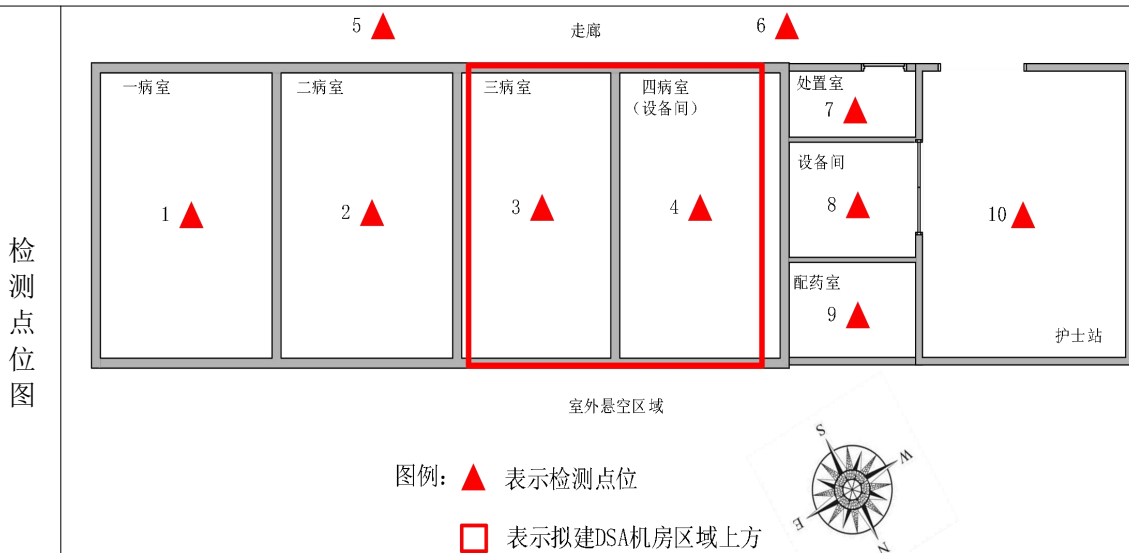


图 8-6 住院部二楼区域检测点位图

表 8-4 机房周边 50 米区域辐射环境现状监测结果

序号	检测点位描述	检测结果 (μGy/h)	
		平均值	标准差
1	医院地上停车场 1#	0.094	0.001
2	医院地上停车场 2#	0.094	0.002
3	放射科出入口	0.122	0.001
4	放射科候诊区	0.103	0.001
5	地上停车场出入口	0.082	0.001

6	住院部东侧出入口	0.087	0.000
7	住院部南侧空地	0.089	0.001
8	住院部内部道路 1#	0.085	0.001
9	住院部西侧道路 1#	0.072	0.000
10	住院部西侧道路 2#	0.070	0.000
11	住院部西侧公交车站	0.081	0.002
12	住院部东侧道路 1#	0.080	0.002
13	住院部东侧道路 2#	0.106	0.002
14	华夏国际影城	0.111	0.001
15	平利县图书馆出入阶梯	0.120	0.001
16	灯光球场	0.113	0.001
17	地下车库出入口	0.122	0.002
18	医院东侧道路 3#	0.089	0.001
19	门诊部出入口 1#	0.101	0.001
20	门诊部出入口 2#	0.087	0.001
21	医院内部道路 2#	0.082	0.001
22	门诊部出入口 3#	0.104	0.001

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值。



图 8-7 机房周边 50 米区域检测点位图

### 8.2.8 项目所在地天然贯穿辐射现状评价

平利县中医院拟建 DSA 机房室外环境本底辐射水平检测值为 (0.070~0.122)  $\mu\text{Gy/h}$ , 室内环境本底辐射水平检测值为 (0.093~0.129)  $\mu\text{Gy/h}$ , 与《中国环境天然放射性水平》(2015) 中安康市环境天然放射性 $\gamma$ 辐射(空气吸收)剂量率(原野: (37.0~149.0)  $\text{nGy/h}$ , 道路: (29.0~160.0)  $\text{nGy/h}$ , 室内: (62.0~141.0)  $\text{nGy/h}$ ) 调查结果基本一致, 处于本底水平。

**表 9 项目工程分析与源项**

### **9.1 施工期污染源项**

本项目施工期内容主要为 DSA 手术室的改造、装修，含门洞、窗洞的开凿和封堵、四周墙面硫酸钡水泥的涂刷和楼顶防护板的铺设，铅防护门和铅玻璃窗的安装，对讲以及联锁装置等安全设施安装，DSA 射线装置的安装调试等内容，DSA 机房施工产污类型如下：

#### (1) 扬尘

DSA 机房及配套功能用房改造和装修过程中产生的少量扬尘，属于无组织排放，本项目在室内施工，可有效减少扬尘的扩散。

#### (2) 废水

本项目 DSA 机房和配套功能用房施工量较少，施工期短，施工人员较少，所产生的废水量很少。污水依托医院现有污水处理设施处理。

#### (3) 固体废弃物

##### ①建筑垃圾

建筑垃圾主要来自手术室改造和装修期间产生的一些建筑垃圾，产生量较少，由施工方按当地环卫部门要求处理。

##### ②生活垃圾

本项目施工量少，施工期短，施工人员数量少，故生活垃圾产生量也很少。生活垃圾经袋装收集后委托环卫部门统一清运。

#### (4) 噪声

施工期噪声包括材料的切割产生的噪声，建设项目在室内施工，施工时应合理安排作业时间，限制夜间进行有强噪声污染的施工作业。

#### (5) 设备安装调试

本项目 DSA 装置安装及调试由设备供货方专业人员进行。安装调试阶段是在辐射防护施工完成后进行。设备安装调试过程中会产生废包装纸/袋、X 射线及微量臭氧等有害气体。因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境影响很小。

### **9.2 运营期污染源项**

### 9.2.1 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，得出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。且对比度分辨率高，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。

### 9.2.2 设备组成

DSA 因整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机。数字减影血管造影（DSA）是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是 70 年代以来用于临床的一种崭新的 X 射线检查技术，是应用计算机程序两次成像完成的，常见 DSA 外观见图 9-1。

DSA 设备主要由以下几部分组成：X 射线发射系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统。

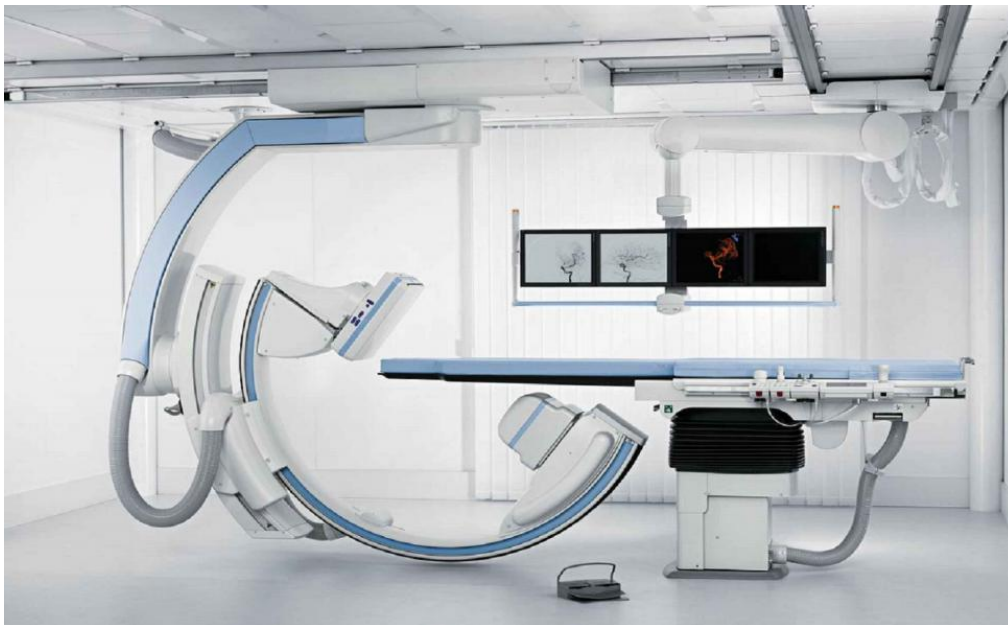


图 9-1 DSA 设备图示

### 9.2.3 操作流程

DSA 在进行曝光时分为检查和介入治疗两种情况。

### (1) DSA 检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，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。医生、操作人员通过控制室的电子计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，摄影造影部位图像。医生根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

### (2) DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行透视。具体方式是受检者位于手术床上进行无菌消毒，局部麻醉，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管。手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘，曝光时医生位于术者位，距 DSA 的 X 线管 0.6~1m 处，护士一般位于控制室或移动屏风后，配备个人防护用品（如铅衣、铅帽、铅围脖、铅围裙等）。医生根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关，启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。每台手术 DSA 的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，病人离开介入手术室。

#### 9.2.4 产污环节与污染因子

本项目产污环节为：在注入造影剂之前和注入造影剂之后进行摄影时产生的 X 射线、臭氧和少量的氮氧化物；介入治疗过程中透视产生的 X 射线、臭氧、少量氮氧化物和医疗废物；术后手术室清洁会产生少量的清洗污水。注入的造影剂不含放射性，无放射性废物产生，同时射线装置均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 诊治流程及产污环节如图 9-2 所示：

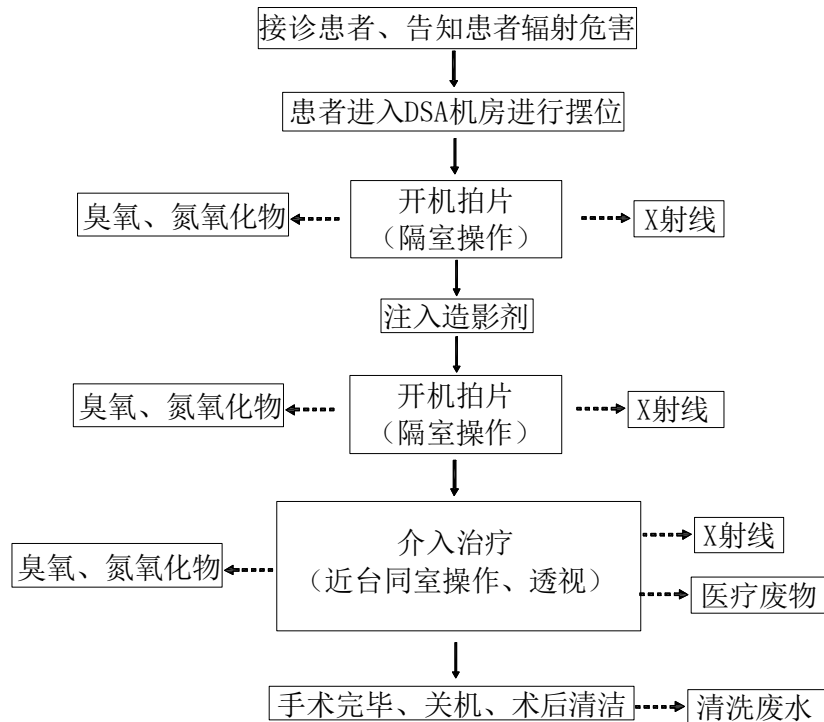


图 9-2 DSA 治疗流程及产污环节示意图

### 9.2.5 污染源项分析

#### (1) 正常工况下污染源项

##### ①放射性污染源

本项目 DSA 设备主要利用 X 射线进行介入诊疗。DSA 设备开机曝光状态下，污染途径为 X 射线贯穿机房的屏蔽墙进入外环境，对射线装置操作人员及附近公众形成放射性外照射。关机状态下，射线装置无 X 射线产生，不会对周边环境产生影响。本项目介入手术需要在数字血管造影装置（DSA）引导下操作，治疗过程中手术医生将受到 DSA 设备产生的 X 射线辐射影响。由于 DSA 机房手术医生直接暴露于 X 射线环境中，其个人受照剂量较大，应加强防护。

##### ②非放射性污染源

X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少，本项目拟在介入手术室设计送风排风系统，保持良好通风。

项目产生废水主要为地面清洁和手术医护人员产生的清洗废水，废水统一由医院现有污水处理设施进行处理。

本项目噪声源主要为空调及通风系统噪声，所有设备均为低噪声设备，均处于

室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间噪声极低。

项目运行后，固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾，每天由保洁人员经袋装收集后，然后由环卫部门统一清运；介入手术产生的医疗废弃物，如医疗包装物、容器和药棉、纱布、手套等，医疗废弃物委托有资质单位统一回收处理。

## （2）事故工况下

本项目 DSA 设备运行过程中可能发生的辐射安全事故，产生的污染与正常工作时相同，均为污染途径为 X 射线贯穿机房的屏蔽墙进入外环境，对射线装置操作人员及附近公众形成放射性外照射及机房内部的 X 射线辐射。事故工况情景如下：

1) 非手术相关人员在防护门关闭后未撤离手术室，射线装置开始运行，对其造成误照射；

2) 连锁、闭门装置发生故障，人员误入正在运行的手术室造成误照射；

3) 介入手术时医护人员在手术室内为患者摆位或进行其他术前准备工作时，控制室操作人员误开机出束，对机房内医护人员造成误照射；

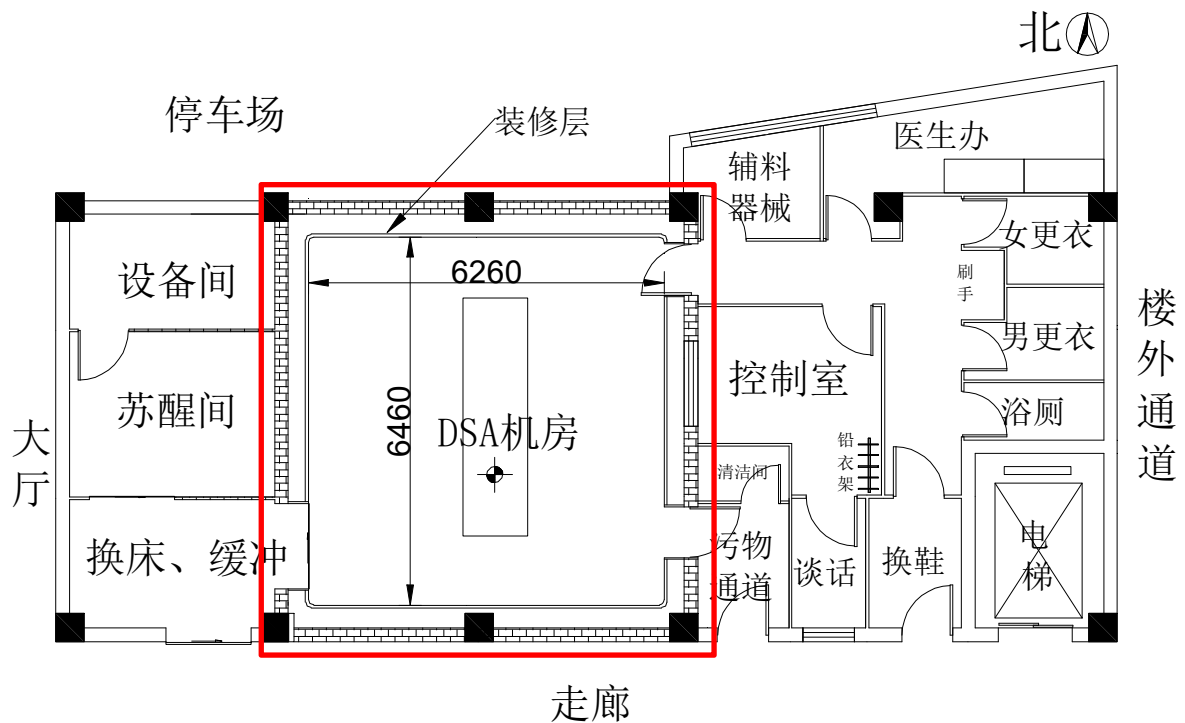
4) 医护人员未穿戴防护用品进入手术室，或未配置合格的防护用品，使得医生、护士受到较高剂量的附加照射。

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1 项目安全设施**

**10.1.1 平面布局**

项目位于住院楼一东北侧，机房东侧设计有辅料间、控制室、清洁间、污物通道，西侧设计有设备间、苏醒间、换床、缓冲间。机房南北长 6.56 米，东西宽 6.26 米，有效使用面积 40.4 平方米，机房东墙设计有工作门、观察窗和污物门，西墙南侧设计有患者门。机房平面布局如图 10-1。对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），该项目 DSA 机房符合性分析见表 10-1。



**图 10-1 机房平面布局图**

**表 10-1 DSA 机房平面布局合理性分析**

《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)	本项目情况	是否满足要求
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。	DSA 设备拟安装在机房中间位置，机房管线采用地槽的形式，患者门位于机房西墙、工作人员门、污物门和观察窗位于机房东墙，球管位于床下，有用线束从下往上照射。介入人员透视状态下，在 DSA 设备旁操作，操作位避开了有用线束照射方向。	满足

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。	机房各面墙体、屋顶及观察窗、防护门的设计满足标准规定的辐射防护屏蔽要求，对周围环境以及工作人员影响满足相关标准要求。	满足
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。	DSA 设计有单独的机房，机房满足使用设备的布局要求。	满足
6.1.5 单管头 X射线机机房最小有效使用面积不小于 20m <sup>2</sup> ，最小单边长度不小于 3.5m。	机房的有效使用面积为 40.4m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 6.26m。	满足

综上，本项目 DSA 机房平面布局符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.1 条 X 射线设备机房布局要求，布局合理。

### 10.1.2 分区管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4 辐射工作场所的分区：应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

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

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点，将 DSA 机房四周屏蔽墙体（防护门、观察窗）、地面和楼顶板以内的区域划为控制区，将四周屏蔽墙体（防护门、观察窗）、地面和楼顶板以外的紧邻区域划为监督区。即 DSA 手术室内为控制区，东侧的洁净走廊、控制室、清洁间、污物通道，南侧的走廊（距离墙面 30cm），西侧的换床、缓冲、苏醒间、设备间，北侧的停车场（距离墙面 30cm），楼上的 2 间病房划为监督区。

本项目控制区和监督区的划分示意图见图 10-2 和图 10-3。

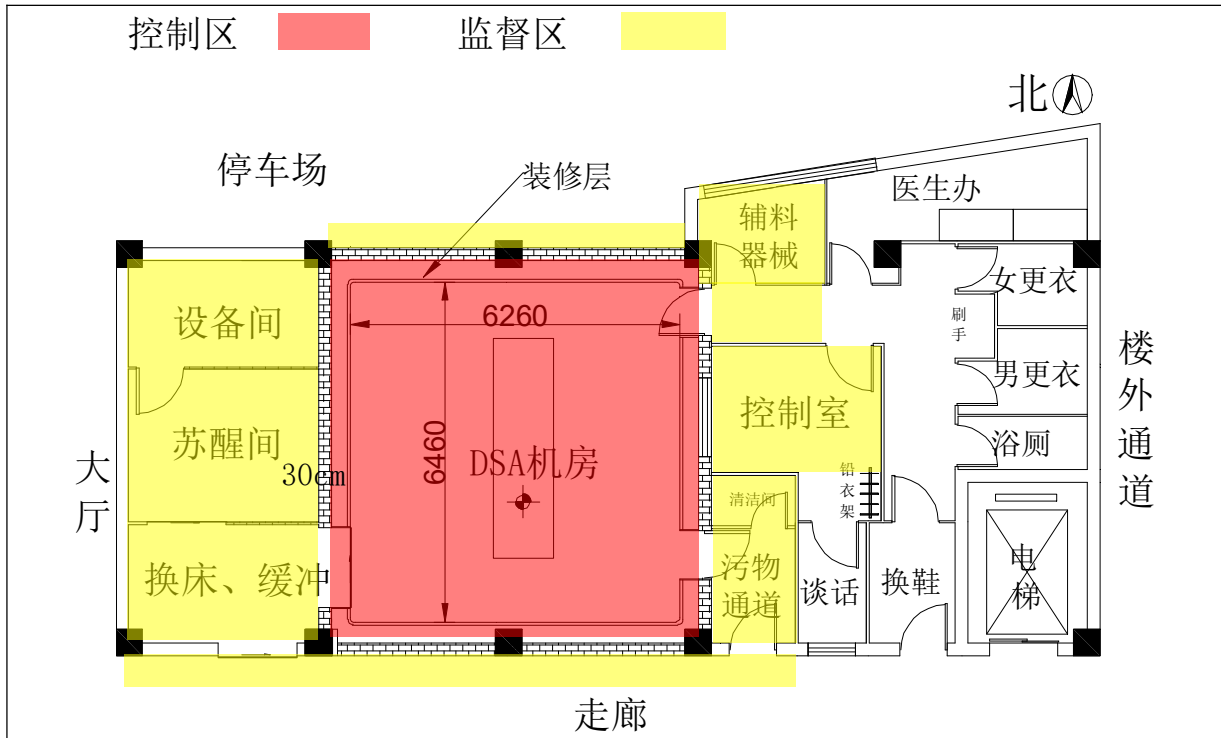


图 10-2 DSA 手术室工作场所分区管理示意图

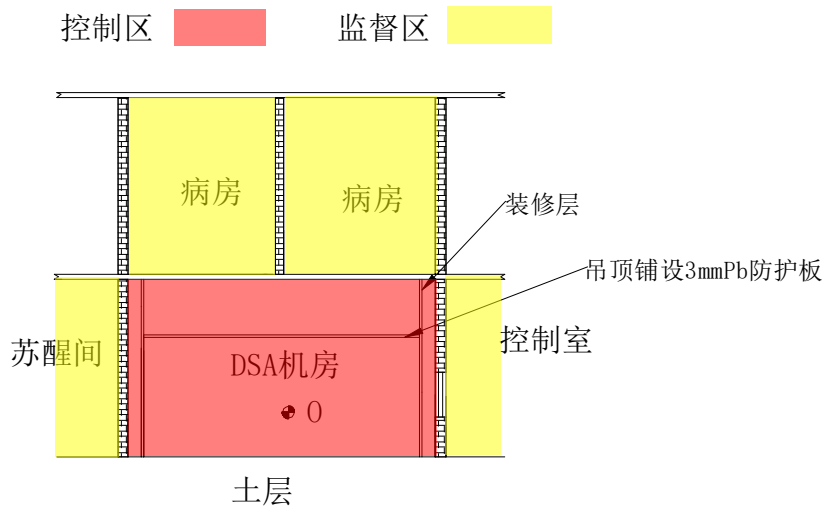


图 10-3 DSA 手术室楼上（二层）场所分区管理示意图

表 10-2 本项目控制区和监督区划分情况

	控制区	监督区
分区范围	DSA 手术室	东侧的洁净走廊、控制室、清洁间、污物通道，南侧的走廊（距离墙面 30cm），西侧的换床、缓冲、苏醒间、设备间，北侧的停车场（距离墙面 30cm），楼上的 2 间病房划为监督区。
管理措施	控制区内禁止无关人员进入，职业工作人员在进行日常工作时，尽量减少在控制区内停留时间，以减少不必要的照射。	监督区范围内应设置标识牌，定期检测监督区的周围当量剂量率。

### 10.1.3 DSA 机房工作人员、患者、污物路线：

(1) 工作人员流动路线：医护人员经换鞋区进入更衣间，更衣后进入控制室，由工作人员防护门进入 DSA 手术室，手术完成后，原路返回。

(2) 患者流动路线：经过换床、缓冲区、经过患者防护门进入 DSA 手术室。

(3) 污物流动路线：DSA 机房西墙设计有污物门，手术结束后，污物打包后经污物通道送到住院楼后的医疗废物存放间存放。

DSA 机房工作人员、患者、污物路线见图 10-4。

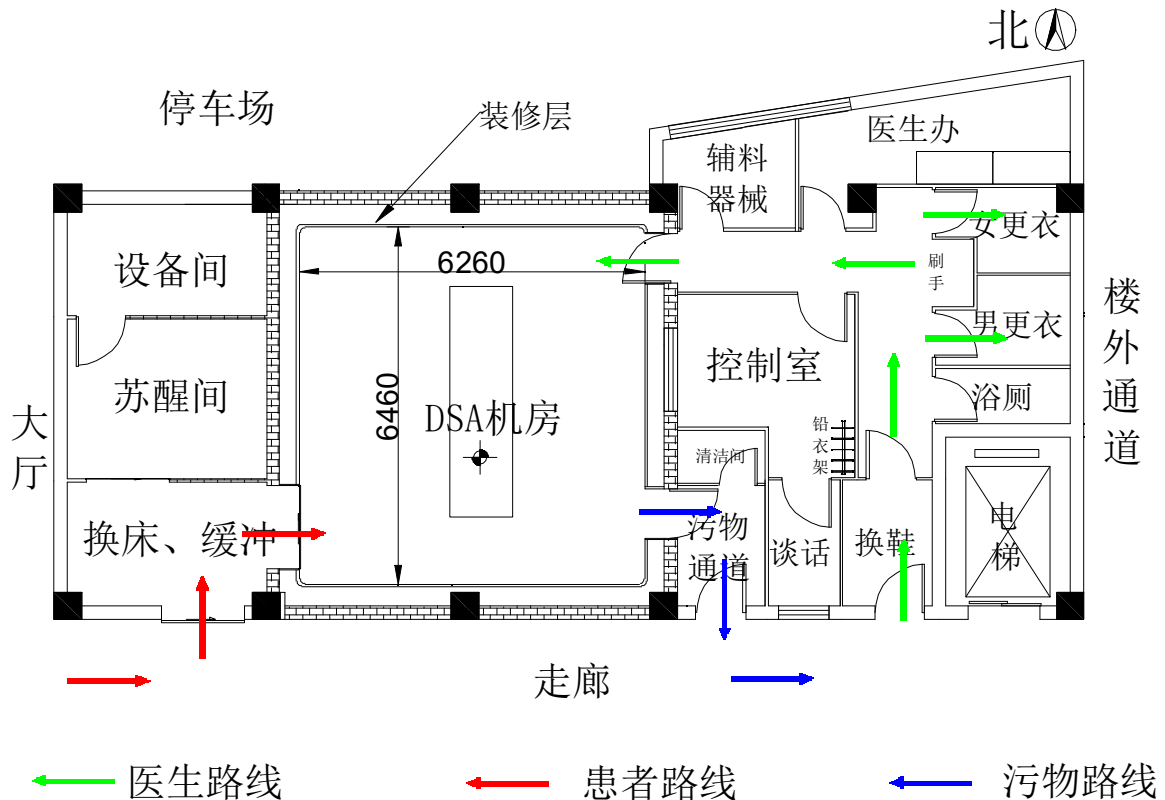


图 10-4 DSA 机房工作人员、患者、污物路线图

### 10.1.4 辐射防护措施（屏蔽设计情况）

四周墙体（包含 240mm 实心砖封堵墙体）在 240mm 空心砖墙的基础上涂刷 3mmPb 当量硫酸钡水泥，涂刷高度 3.3m。顶面在现有 120mm 现浇混凝土的基础上，在吊顶层铺设 3mmPb 当量防护板（2 层）。东侧墙体设计的污物门和工作人员门均拟采用 4mmPb 当量手动单开门，观察窗拟采用 4mmPb 当量铅玻璃，西墙设计的患者门拟采用 4mmPb 当量电动推拉门，各防护门上均设计有 4mmPb 当量铅玻璃观察窗。地下为土层，不做防护处理。依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量，C.1.2，不同屏蔽物质

的铅当量按以下方法给出。

a) 对给定的铅厚度，依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 拟合值（见表 C.2~表 C.3）按式（C.1）计算屏蔽透射因子 B:

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

式中:

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子;

$\beta$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

$\alpha$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

$\gamma$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

X——铅厚度。

b) 依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 拟合值和 C.1.2a) 中的 B 值，使用式（C.2）计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X。

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

式中:

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度;

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

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

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子;

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

## C.2 两种屏蔽物质组合的屏蔽

C.2.1 对于给定两种屏蔽物质的厚度，计算铅当量：查表得到内层屏蔽物质的相当于外部屏蔽物质的当量厚度，加上外部屏蔽物质厚度，得到总的外部屏蔽物质的总当量厚度，查表得到铅当量。

本项目手术室屏蔽等效铅当量折算时均保守按有用束考虑，保守采用最大管电压 125kV。X 射线辐射衰减的混凝土的拟合参数及计算如表 10-3。

**表 10-3 X 射线辐射衰减的混凝土的拟合参数**

管电压	混凝土相关参数				屏蔽透射因子 B	铅相关参数			
	厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	等效厚度 (mm)
125kV (有用线束)	120	0.0350 2	0.071 13	0.697 4	0.003213 833	2.21 9	7.923	0.5386	1.44

注： $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 取值参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 c。混凝土密度取 2.35g/cm<sup>3</sup>。

现将 DSA 机房的主要技术参数列表分析，结果见表 10-4。

**表 10-4 DSA 机房屏蔽设计参数**

屏蔽部位	屏蔽方案	等效铅当量 mmPb	组合总铅当量 mmPb
四周墙体	240mm 空心砖墙（包含 240mm 实心砖封堵墙体）	0	3
	3mmPb 当量硫酸钡水泥	3	
顶部	120mm 现浇混凝土	1.44	4.44
	3mmPb 当量防护板	3	
地板	地下为土层不做防护处理	—	—
患者防护门	4mmPb 的电动推拉门和铅玻璃	4	4
工作人员门	4mmPb 的平开门防护门和铅玻璃	4	4
污物门	4mmPb 的平开门防护门和铅玻璃	4	4
观察窗	4mmPb 铅玻璃和窗框	4	4

注：由于 240mm 空心砖墙无相关屏蔽数据资料，在折合等效铅当量时，保守考虑按 0 考虑；组合屏蔽的总铅当量，将各层折算铅当量直接相加而得。

**表 10-5 DSA 手术室屏蔽防护与《放射诊断放射防护要求》对照一览表**

项 目	GBZ130-2020 的要求	本项目设计	是否符合
有用线束方向铅当量	2mmPb	3mmPb~4.44mmPb	符合
非有用线束方向铅当量			

由表可知，本项目手术室屏蔽设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.2.2 C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量、非有用线束方向铅当量厚度要求。

### 10.1.5 通风装置

本项目 DSA 机房设计有动力通风系统（机械排风），DSA 手术室天花板上方设置有 2 个新风口，设计新风量为 4400m<sup>3</sup>/h。DSA 排风口位于机房天花板北侧吊顶上，排风管道从机房北侧防护墙的穿出，DSA 在工作期间产生的微量臭氧和氮氧化

物等有害气体经换气扇（500m<sup>3</sup>/h）排到室外停车场，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.4.3“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”要求。排风设计图见图 10-5。

表10-6 伽玛刀机房排风情况表

机房名称	机房容积 (m <sup>3</sup> )	排风类型	设计排风口位置	设计排风效率	设计换气次数 (次/h)	标准要求	评价
DSA 机房	109.1	排气扇（机械排风）	天花板北侧吊顶上	500m <sup>3</sup> /h	约4.6次	保持良好的通风	符合

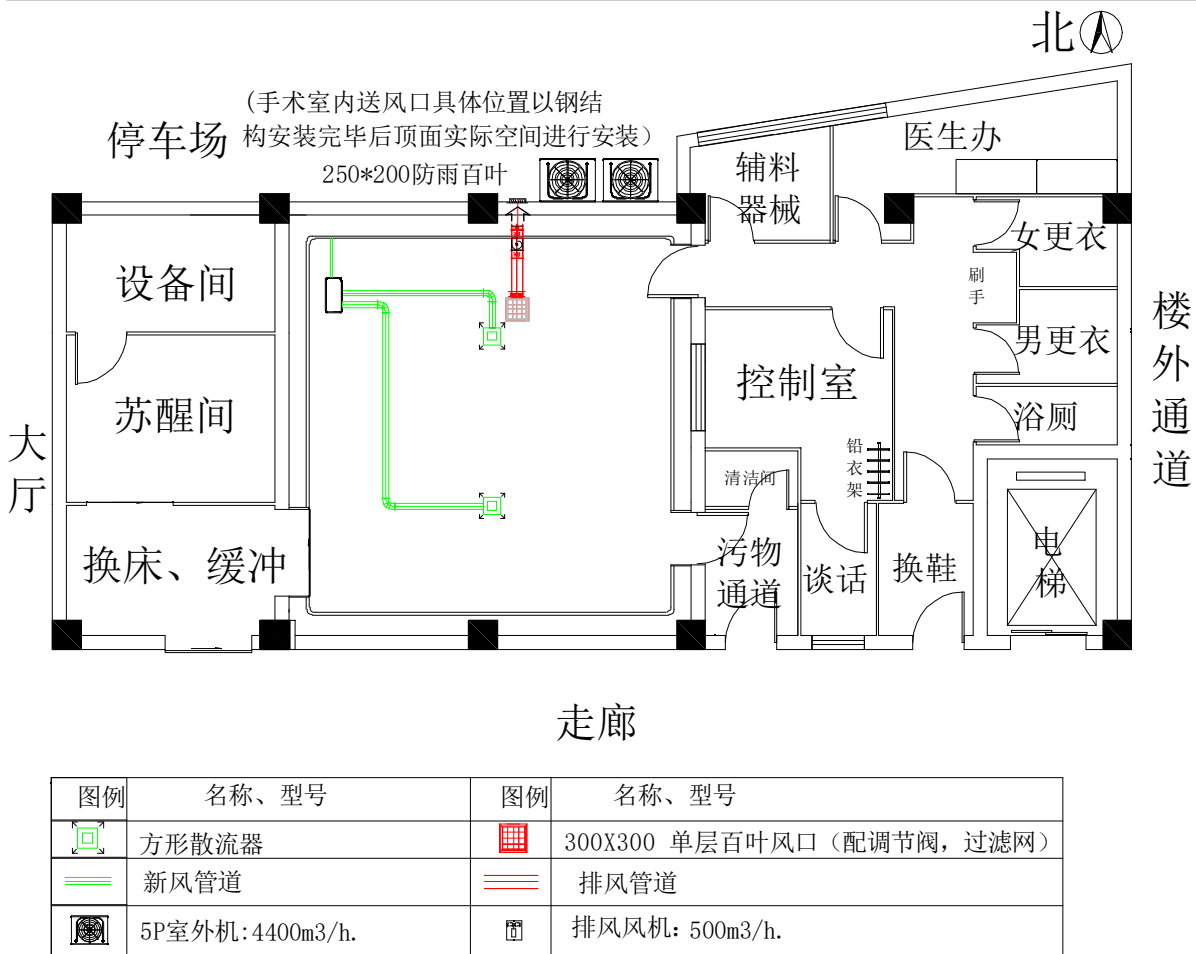


图 10-5 DSA 机房排风系统设计图

### 10.1.6 辐射安全与防护措施

(1) DSA 设备固有的安全与防护措施:

① DSA 设备患者扫描床的一侧设置有红色紧急停止按钮，出现紧急情况时，按下控制模块上的 STOP（停止）所有电动设施都将停止。使用紧急 STOP（停止）按钮停止系统，则必须重新启动系统，然后才能再次使用。

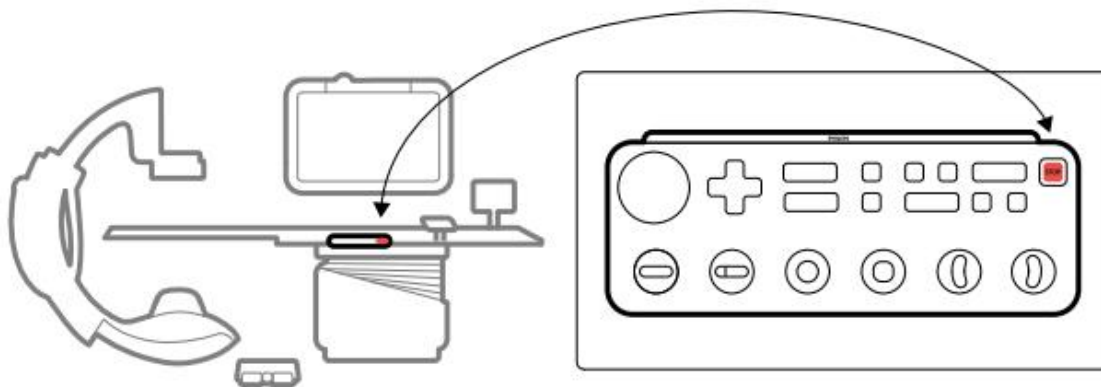


图 10-6 DSA 急停开关示意图

②DSA 装置配备脚踏透视曝光开关，为常断式开关。

单平面脚踏开关

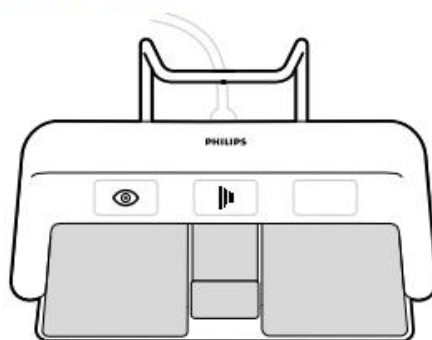


图 10-7 DSA 脚踏透视曝光开关示意图

③配备有 0.5mmPb 的铅防护帘和床侧防护帘。

④具有显示和记录受检者剂量的装置

(2) 本项目拟设计的安全与防护设施：

①机房各个门外拟设置电离辐射警告标志样例（图 10-8）；候诊区设置放射防护注意事项告知栏，告知公众 X 射线对人体有害以及注意事项。机房患者门上方设置醒目的工作状态指示灯，指示灯与患者防护门联锁；灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，用以提醒公众人员灯亮起不能进入机房，加强公众人员对自身的保护意识。

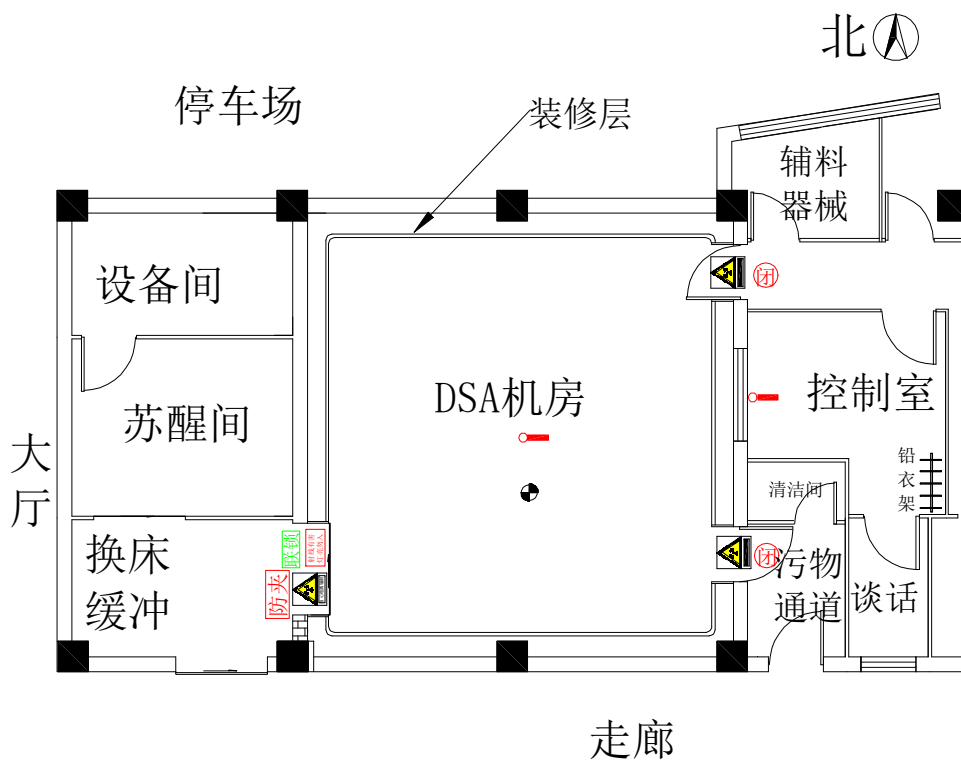
②DSA 机房患者门设计有防夹装置，在关门过程中如果有人经过会停止关门动作，防止夹伤患者。平开门设计有自动闭门装置。

③机房和控制室设计有对讲装置，方便控制室人员和机房内人员沟通。

DSA 机房安全与防护设施布置图见图 10-9。



图 10-8 电离辐射警告标志样例



- 辐射警示灯
  双向对讲机
  自动闭门装置
- 门-灯联锁
  电离辐射警告标志
  红外防夹装置

图 10-9 DSA 机房安全与防护设施布置图

④ DSA 的电缆沟等管线设计采用“地槽”式，地槽平面图（图 10-10）。通风管道在吊顶上方铺设，在吊顶内对出风口百叶及上方管道采用 3mmPb 铅皮包裹进行局部的屏蔽补偿，通风管道补偿剖面图（图 10-11）。

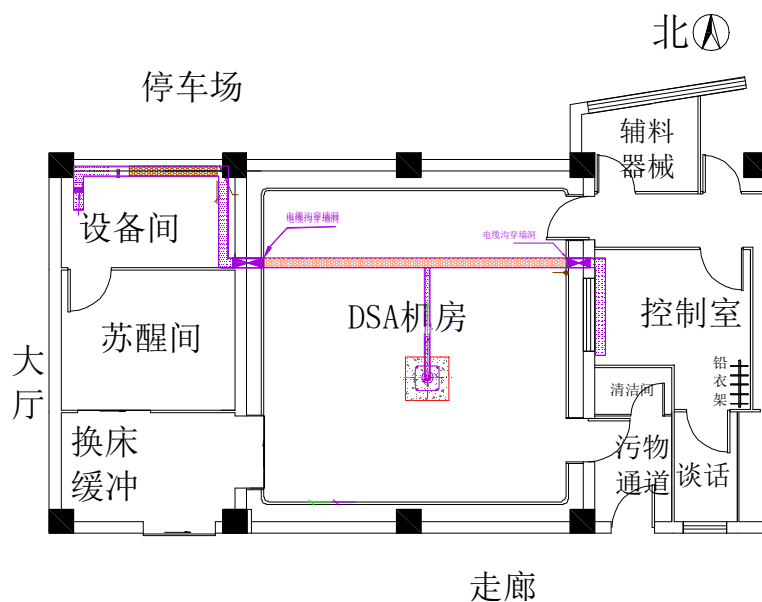


图 10-10 设备电缆穿墙平面图（地槽）

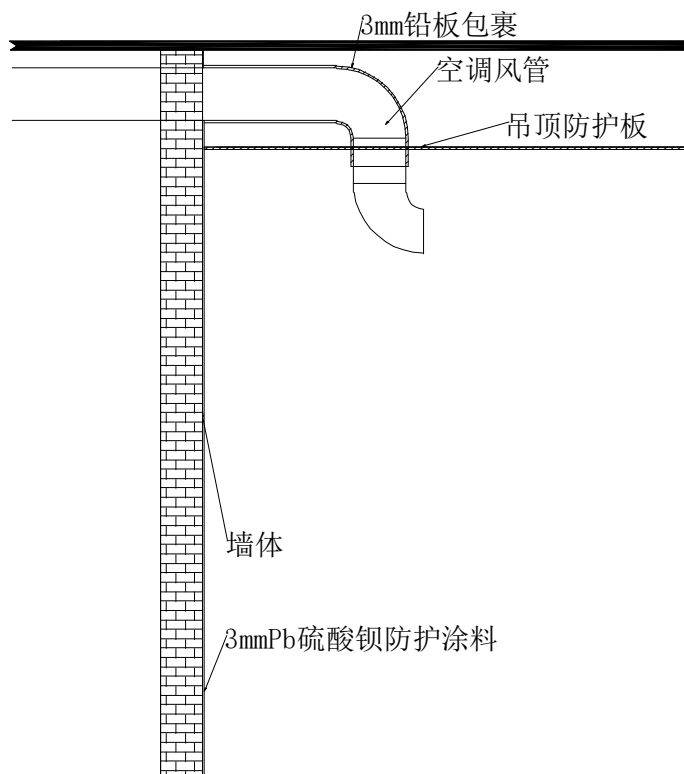


图 10-11 通风管道补偿剖面图

⑥本项目拟为工作人员、患者或受检者配备个人防护用品，具体配备要求见表 10-7。

表 10-7 DSA 机房防护用品配备一览表

《放射诊断放射防护要求》《GBZ 130-2020》标准配置要求			本项目拟配备情况	
名称	铅当量	配置对象	数量	铅当量(mmPb)
铅橡胶围裙	≥0.5mmPb	工作	根据辐射工作	0.5

铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	人员	人员数量及需求配备，至少配备三套。	0.5
铅防护眼镜	≥0.25mmPb			0.25
介入防护手套	≥0.025mmPb			0.025
铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	≥0.25mmPb		设备自带	0.5
床侧防护帘/床侧防护屏	≥0.25mmPb		设备自带	0.5
选配：移动铅屏风	≥2mmPb		1	2
铅橡胶性腺围裙（方形）或方巾	≥0.5mmPb	受检者	1	0.5
铅橡胶颈套	≥0.5mmPb		1	0.5

(3) 在设备运行后拟采取的管理措施或环评管理要求

①机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

②制订《DSA 操作规程》，并严格按照该规程操作。在该规程中明确规定：只有在关闭患者进出防护门后，方可允许 DSA 设备曝光。

③进一步提高安全文化素养，全面掌握辐射防护法规与技术知识。

④结合诊疗项目实际，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施。提高医护人员的技术水平，增加操作熟练程度，最大程度缩短操作时间。

⑤制定并落实辐射安全与防护管理制度，采取合理和有效的措施，将可能出现的故障和失误的后果减至最小。

### 10.1.7 工作场所辐射防护设施符合性分析

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

**表 10-8 DSA 介入手术室辐射防护设施符合性分析表**

辐射防护要求	设计情况	符合性
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	机房设置有观察窗，便于观察到受检者状态及患者门的开闭情况；不便于观察到污物门和工作人员门的开闭状态。	不符合
机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	机房设计有排风装置，能保持良好的通风。	符合
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	机房患者门、污物门和工作门防护门外均拟设置电离辐射警告标志；患者门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；家属等候区拟设置放射防护注意事项告知栏。	符合
平开机房门应有自动闭门装置；工作状态指示灯能与机房门有效关联。电动推拉门宜设置防夹装置	患者门拟设置门一灯联锁系统和防夹装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。	符合

由上表对照标准符合性评价可知，项目工作场所辐射防护设施，基本满足《放

射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中第 6 章关于 X 射线设备机房防护设施的技术要求。

环评要求：建设单位应在机房内安装视频监控系统，以便于观察污物门和工作人员门的开闭状态。

## **10.2 三废的治理**

### **10.2.1 放射性废物**

本项目不产生放射性废气、放射性废液和放射性固体废弃物。

### **10.2.2 常规废物**

#### **10.2.2.1 废气**

本项目射线装置的 X 射线能量较低，产生的臭氧和氮氧化物较少，通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，对人员和空气环境基本无影响。

#### **10.2.2.2 废水**

本项目运营期不产生放射性废水，产生的清洗等废水依托医院现有处理设施处理。

#### **10.2.2.3 固体废物**

项目运行后，固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾每天由保洁人员经袋装收集后，由环卫部门统一清运；介入手术时产生的医疗废弃物，如医疗包装物、容器和药棉、纱布、手套等，手术结束后，污物打包后经过传递窗运送到住院楼南侧的医疗废物存放间存放，后由医院统一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 施工期的环境影响分析

本项目所在建筑为住院楼，施工主要为防护工程、表面装修、DSA 安装和电路铺设。可能的污染因素主要为常规环境要素（施工废水、施工扬尘、施工噪声及施工固体废弃物影响）。DSA 安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染，设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目装修工程量较小，无大型施工机械进出，施工期限短，通过采用管理措施后，对周围环境影响很小，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

#### 11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

本项目 DSA 安装和调试均由生产厂家进行操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，人员离开时上锁并派人看守。

DSA 的安装和调试均在手术室内进行，经过手术室的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的，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

DSA 设备在手术中分透视和摄影两种模式。DSA 摄影（拍片）模式下 X 射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。DSA 透视模式下 X 射线系统曝光时，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用影像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

##### （1）设备参数及源强

###### 1) 设备参数

表 11-1 本项目 DSA 设备技术信息参数

高压发生器	
最大管电压	125kV
最大管电流	1000 mA
球管型号 MEGALIX Cat Plus 125/20/40/80-122GW	
X 线摄影（包括射线活动摄影术）（大焦点）	
最大 X 线球管电压及相应最大电流	125kV 时，640 mA
最大 X 线球管电流及相应标称电压	800 mA 时，100 kV
最大输出功率	80 kW (1000 mA 时，80 kv)
标称输出功率	80 kW (在 800mA，100 ms 时，100 kV)
X 线透视	
连续阳极输入功率	10min:4000W；20min:3000W；30min:2500W

2) 设备源强及其他参数

DSA 包括透视和摄影两种工作模式。

本项目设备摄影模式时，从保守角度取用使用大焦点 F2 时，最大管电压 125kV，管电流最大为 640mA。

在透视检查过程中，一般采用微焦点连续透视，本项目设备连续阳极输入功率最大为 4kW（10min），按最大管电电压 125kV 考虑，故本项目连续透视时使用最大管电流取 32mA。

由于设备厂家技术手册中未提供设备 125kV 运行时的辐射源强相关数据，距靶点 1 米处的发射率采用 NCRP REPORT No.147 《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》附录 B 《Computation of Primary Barrier Thickness》中的图 B.1 《The primary beam air kerma per unit workload at 1 m[Kw(kVp)]》中的 125kV 时 1m 处单位工作负荷的初级束空气比释动能核算本项目的辐射源强。见图 11-1。

经在图上选取 125kV 时，1m 处的每单位工作负荷的初级线束空气比释动能 7.2mGy/(mA•min)。设备在摄影和透视模式下的源强如下表：

表 11-2 本项目 DSA 源强参数

运行模式	管电压 (kV)	管电流 (mA)	1m 处的每单位工作负荷的初级线束空气比释动能 mGy/(mA•min)	运行时 1m 处的最大空气比释动能率 (μGy/h)
摄影	125	640	7.2	2.76×10 <sup>8</sup>
透视	125	32	7.2	1.38×10 <sup>7</sup>

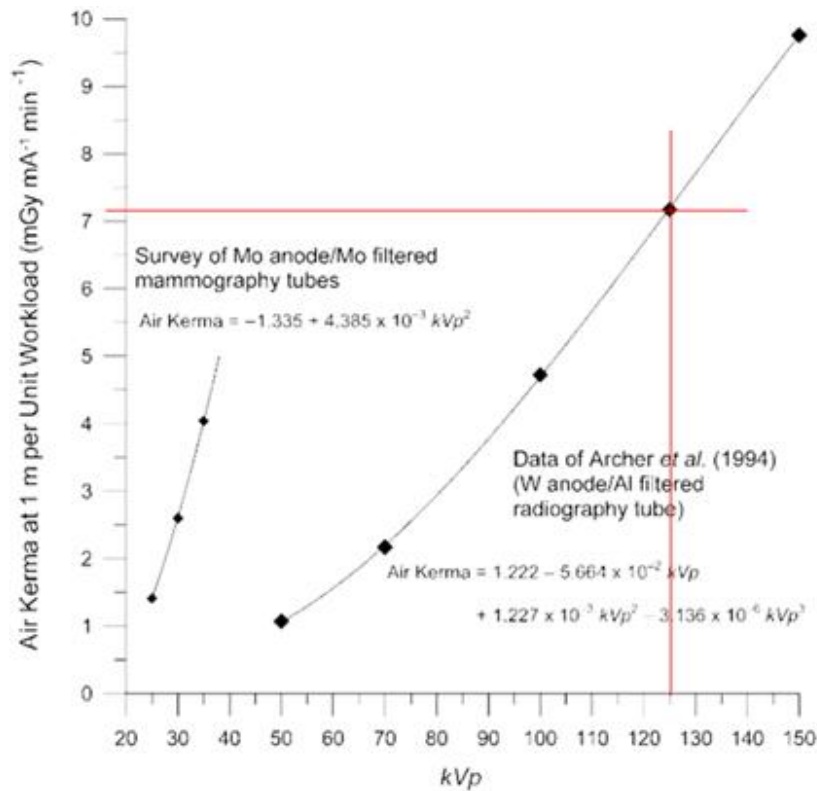


图 11-1 1m 处的每单位工作负荷的初级线束空气比释动能率

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 计算。

照射野的参数选取。DSA 正常运行时，管电压和管电流的参数随不同手术类型和不同患者身体状况自动调整。如果射野大小越小，所需的探测器剂量就要越大，以便对较小的射野中增大的噪声进行补偿。因此，射野大小越小，空气比释动能（率）就会越大，射野越大，空气比释动能（率）相应降低。本项目保守考虑，取设备工作时典型值 400cm<sup>2</sup> 作为环境影响估算时的射野参数。

#### (2) 关注点的选取

根据厂家提供的场地规划图纸，诊疗床南北方向设置。选取距机房屏蔽墙体、门、窗外表面 30cm，顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处作为关注点，楼下为基础土层，不设关注点。计算散射中心到关注点距离时，屏蔽体外的关注点以等中心位置为起点计算，考虑到 DSA 最常用的使用方式是球管从下往上照射，故顶棚关注点距离也按等中心到顶棚 1m 处的距离考虑。DSA 等中心到机房地面的距离为 0.9m~1.1m，本次评价取 1 米考虑。关注点选取及照射路径见图 11-2 和图 11-3。

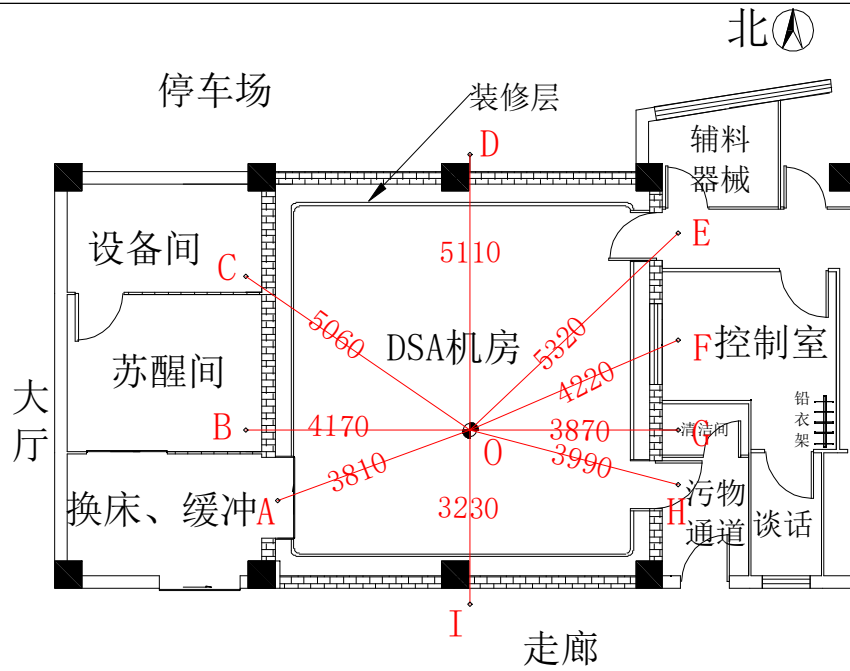


图 11-2 关注点位平面图

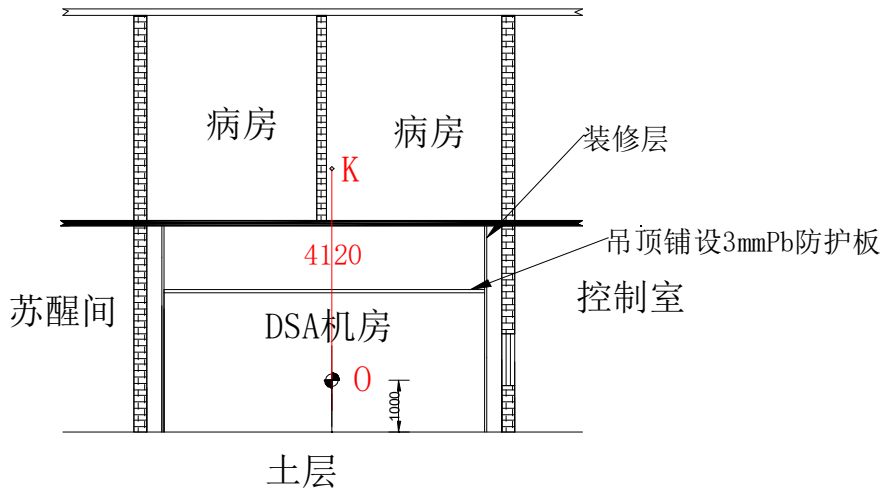


图 11-3 关注点位剖面图

由图 11-2 和图 11-3 可知，各关注点选取汇总情况见表 11-3。

表 11-3 各关注点选取汇总表：

关注点	方位	场所名称	照射路径	距等中心点距离 (m)
A	西	患者门外 30cm 处	O-A	3.81
B	西	苏醒间墙外 30cm 处	O-B	4.17
C	西	设备间墙外 30cm 处	O-C	5.06
D	北	设备间墙外 30cm 处	O-D	5.11
E	东	工作门外 30cm 处	O-E	5.32
F	东	控制室墙外 30cm 处	O-F	4.22

G	东	清洁间墙外 30cm 处	O-G	3.87
H	东	污物门外 30cm 处	O-H	3.99
I	南	走廊墙外 30cm 处	O-I	3.23
K	楼上	病房距地板 100cm 处	O-K	4.12
注：距离是 CAD 图中量取的，精确到 cm。				

介入手术同台操作时，第一手术位距离球管约 0.6m，第二手术位距离球管约 1.0m。

(3) 各防护墙等效铅当量换算（在表 10 章节中如果已进行了等效铅当量的计算，此小节可直接引用表 10 章节的计算结果）。

(4) 环境影响计算：

本项目对环境影响估算采用理论计算的方法：参考《Structural Shielding Design For Medical X-ray Imaging Facilities》NCRP Report No147（2004）附录 C 次级辐射屏蔽物厚度计算章节的相关计算公式转化变形为本项目评价用计算公式。

1) 泄漏辐射环境影响计算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 计算，参考《Structural Shielding Design For Medical X-ray Imaging Facilities》NCRP Report No147（2004）附录 C C.2 泄漏辐射，将原文中公式（C.8）转化为如下计算公式：

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

式中：

H—关注点处的泄漏辐射空气比释动能率，μGy/h；

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

H<sub>0</sub>—距靶点 1m 处的最大空气比释动能率，μGy/h；

R—焦点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。计算公式见式（11-3）和表 11-4 参数计算。

依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C。

对给定的铅厚度，依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α、β、γ 拟合值按式（C.1）计算屏蔽透射因子 B：

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

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

泄漏辐射保守的取用 125kVp（主束）的拟合参数计算屏蔽透射因子 B，患者散射辐射保守的取用 125kVp（散射）的拟合参数计算屏蔽透射因子 B。

表 11-4 铅在 125kV 射线辐射衰减拟合参数

管电压 KV	材料	参数		
		α	β	γ
125kV（主束）	铅	2.219	7.923	0.5386
125kV（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。

本项目摄影时 1m 处的最大空气比释动能率取  $2.76 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ，透视时 1m 处的最大空气比释动能率取  $1.38 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ；

各关注点处泄漏辐射剂量率计算结果一览表 11-5。

表 11-5 各关注点处泄漏辐射空气比释动能率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述	H <sub>0</sub> (μGy/h)	屏蔽材料 等效铅当 量 mmPb	靶点距关 注点距离 (m)	B	空气比释动 能率 (μGy/h)
透视 (125kv)	A: 污物门	1.38×10 <sup>7</sup>	4	3.81	8.42E-06	8.00E-03
	B: 苏醒间		3	4.17	7.97E-05	6.32E-02
	C: 设备间		3	5.06	7.97E-05	4.29E-02
	D: 停车场		3	5.11	7.97E-05	4.21E-02
	E: 工作门		4	5.32	8.42E-06	4.10E-03
	F: 控制室 (观察窗)		4	4.22	8.42E-06	6.52E-03
	G: 清洁间		3	3.87	7.97E-05	7.34E-02
	H: 污物通道		4	3.99	8.42E-06	7.30E-03
	I: 走廊		3	3.23	7.97E-05	1.05E-01
	K: 病房		4.4	4.12	3.45E-06	2.80E-03

摄影 (125kv)	A: 污物门	2.76×10 <sup>8</sup>	4	3.81	8.42E-06	1.60E-01
	B: 苏醒间		3	4.17	7.97E-05	1.26E+00
	C: 设备间		3	5.06	7.97E-05	8.59E-01
	D: 停车场		3	5.11	7.97E-05	8.42E-01
	E: 工作门		4	5.32	8.42E-06	8.21E-02
	F: 控制室 (观察窗)		4	4.22	8.42E-06	1.30E-01
	G: 清洁间		3	3.87	7.97E-05	1.47E+00
	H: 污物通道		4	3.99	8.42E-06	1.46E-01
	I: 走廊		3	3.23	7.97E-05	2.11E+00
	K: 病房		4.4	4.12	3.45E-06	5.61E-02

## 2) 病人体表散射辐射环境影响计算

参考《Structural Shielding Design For Medical X-ray Imaging Facilities》NCRP Report No147 (2004) 附录 C C.1 散射辐射, 将原文中公式 (C.4) 转化为如下计算公式

$$H_{Sr} = \frac{H_1 \cdot F \cdot \alpha \cdot B}{d_0^2 \cdot d_s^2} \quad (11-4)$$

$H_{Sr}$ : 屏蔽体外关注点空气比释动能率,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

$H_1$ : 距靶点 1m 处 X 射线空气比释动能率,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

$\mu$ : 利用因子, 它表示射线被利用的程度, 也就是有用射线束指向有关照射点的工作负荷分数;

$B$ : 屏蔽墙对初级 X 射线束减弱因子 (透射率);

$\alpha$ : 在初级辐射距离为 1m, 面积为  $1\text{cm}^2$  的情况下, 该球管在工作电压 kVp 下受照物对入射 X 射线的散射比; 参考 NCRP No.147 《医用 X 射线成像装置结构屏蔽设计》图 C.1, 即图 11-4。保守取用 125kVp 时 90 度散射角时的散射比, 为  $5.2 \times 10^{-6}$ 。

$F$ : 散射面积  $400\text{cm}^2$ ;

$d_0$ : 源与患者的距离, 本项目保守取 0.5 米;

$d_s$ : 受照体与关注点的距离。

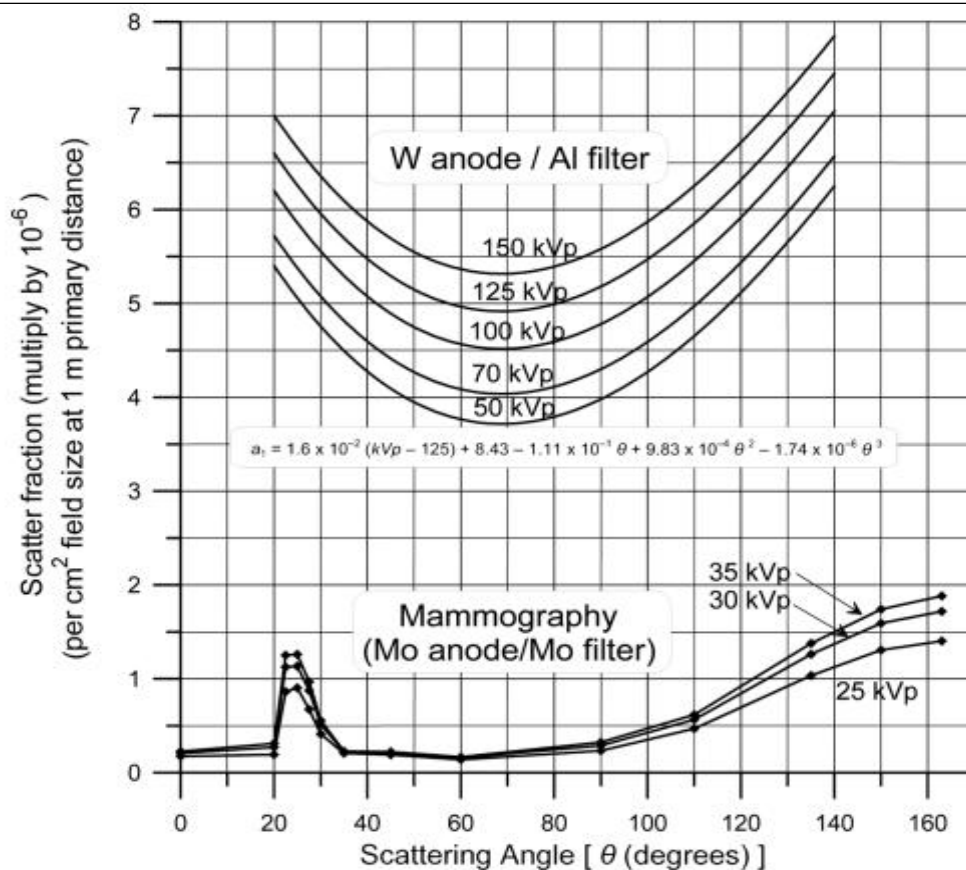


图 11-4 散射比图

各预测点散射辐射剂量率按 125kV 条件下参数进行计算，结果见下表 11-6。

表 11-6 各预测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	屏蔽材料等效铅当量 mmPb	H <sub>1</sub> (μGy/h)	(ds)	B	辐射剂量率 (μGy/h)
透视 (125kV)	A: 污物门	4	1.38×10 <sup>7</sup>	3.81	1.67E-05	1.32E-01
	B: 苏醒间	3		4.17	1.56E-04	1.03E+00
	C: 设备间	3		5.06	1.56E-04	7.02E-01
	D: 停车场	3		5.11	1.56E-04	6.88E-01
	E: 工作门	4		5.32	1.67E-05	6.76E-02
	F: 控制室 (观察窗)	4		4.22	1.67E-05	1.07E-01
	G: 清洁间	3		3.87	1.56E-04	1.20E+00
	H: 污物通道	4		3.99	1.67E-05	1.20E-01
	I: 走廊	3		3.23	1.56E-04	1.72E+00
	K: 病房	4.4		4.12	6.82E-06	4.61E-02
摄影 (125kV)	A: 污物门	4	2.76×10 <sup>8</sup>	3.81	1.67E-05	2.64E+00
	B: 苏醒间	3		4.17	1.56E-04	2.07E+01
	C: 设备间	3		5.06	1.56E-04	1.40E+01

D: 停车场	3	5.11	1.56E-04	1.38E+01
E: 工作门	4	5.32	1.67E-05	1.35E+00
F: 控制室 (观察窗)	4	4.22	1.67E-05	2.15E+00
G: 清洁间	3	3.87	1.56E-04	2.40E+01
H: 污物通道	4	3.99	1.67E-05	2.40E+00
I: 走廊	3	3.23	1.56E-04	3.44E+01
K: 病房	4.4	4.12	6.82E-06	9.22E-01

根据表 11-5 和表 11-6 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于下表 11-7。

表 11-7 各个预测点的总辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	总辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
透视	A: 污物门	8.00E-03	1.32E-01	1.40E-01
	B: 苏醒间	6.32E-02	1.03E+00	1.10E+00
	C: 设备间	4.29E-02	7.02E-01	7.45E-01
	D: 停车场	4.21E-02	6.88E-01	7.30E-01
	E: 工作门	4.10E-03	6.76E-02	7.17E-02
	F: 控制室(观察窗)	6.52E-03	1.07E-01	1.14E-01
	G: 清洁间	7.34E-02	1.20E+00	1.27E+00
	H: 污物通道	7.30E-03	1.20E-01	1.28E-01
	I: 走廊	1.05E-01	1.72E+00	1.83E+00
	K: 病房	2.80E-03	4.61E-02	4.89E-02
摄影	A: 污物门	1.60E-01	2.64E+00	2.80E+00
	B: 苏醒间	1.26E+00	2.07E+01	2.19E+01
	C: 设备间	8.59E-01	1.40E+01	1.49E+01
	D: 停车场	8.42E-01	1.38E+01	1.46E+01
	E: 工作门	8.21E-02	1.35E+00	1.43E+00
	F: 控制室(观察窗)	1.30E-01	2.15E+00	2.28E+00
	G: 清洁间	1.47E+00	2.40E+01	2.55E+01
	H: 污物通道	1.46E-01	2.40E+00	2.55E+00
	I: 走廊	2.11E+00	3.44E+01	3.65E+01
	K: 病房	5.61E-02	9.22E-01	9.78E-01

由上表计算结果可知：本项目 DSA 射线装置在透视模式下，机房周围各关注点处的空气比释动能率为  $4.89 \times 10^{-2} \sim 1.83 \mu\text{Gy/h}$ ；摄影模式下，机房外周围各关注点处的空气比释动能率为  $9.78 \times 10^{-1} \sim 36.5 \times 10^1 \mu\text{Gy/h}$ 。

根据《辐射防护导论》P70 论述：由于在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动能 K 与以 Gy 为单位的吸收剂量指数 D，以及以 Sv 为单位的剂量当量指

数 H 数值上几乎相等。本项目空气比释动能率、有效剂量率与吸收剂量率换算系数均取 1，即 1Sv=1Gy。

因此本项目 DSA 射线装置在透视模式下，机房周围各关注点处的周围剂量当量率最大为 1.83μSv/h，因此本项目 DSA 机房介入手术室的各屏蔽体屏蔽防护均能满足《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 2.5μSv/h”的要求；摄影模式下，机房外周围各关注点处的周围剂量当量率最大为 36.5μSv/h，根据 GBZ130-2020 附录 B 中“摄影机房屏蔽外的周围剂量当量率不大于 25μSv/h 为曝光管电流 100mA 时的限值，若管电流不是 100mA，则应将测量值归一至 100mA”，本项目摄影时管电流取 640mA，摄影状态下将电流值归一至 100mA 时，本项目 DSA 机房介入手术室各屏蔽体外表面 0.3m 处（楼上 1m 处）的最大周围剂量当量率为 5.70μSv/h，其满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h。”的要求。

### 11.2.2 工作人员及公众个人剂量估算

估算机房周围各关注点辐射工作人员和公众受到的 X 射线产生的外照射人均年有效剂量，公式如下：

$$H_{Er} = H_r \times K \times T \times t / 1000 \dots \dots \dots (11-4)$$

式中：

$H_{Er}$ ：X 射线外照射年附加剂量，mSv/a；

$H_r$ ：关注点处周围剂量当量率，μSv/h；

$K$ ：有效剂量与吸收剂量换算系数，取 1；

$t$ ：年照射时间，h；

$T$ ：居留因子，居留因子参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）附录 A 表 A.1 不同场所的居留因子进行取值。

表 11-8 不同场所的居留因子

场所	居留因子(T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：与屏蔽室相邻的患者检查室

			1/5: 走廊、工作人员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的(共用屏蔽墙)放射诊疗机房 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯

(1) 工作人员个人剂量估算

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中 7.8.3 条规定: 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。少部分特殊手术需要在注入造影剂的同时医生会在同室近台曝光, 但是时间非常短, 绝大部分介入手术在曝光时医生、护士会离开机房。故本项目按摄影时隔室操作, 医生、护士到控制室观察窗后观察等待, 摄影时取控制室操作位的剂量进行附加剂量计算。

本项目 DSA 年总手术台数预计为 500 台, 每次手术开机照射时间包括: 摄影 20s、透视 10 分钟。预计每名医生一年参与手术 200 台, 每名护士一年参与手术 250 台, 每名技师一年参与手术 500 台。后续根据能开展的手术类型增补辐射工作人员。预计医生每年受到照射的时间分别为透视时同室操作 33.3h, 隔室摄影时间 1.11h, 预计护士每年受到照射的时间分别为透视时同室操作 41.6h, 隔室摄影时间 1.38h。预计技师每年受到照射的时间为透视时隔室操作 83.3h, 隔室摄影时间 2.77h。

根据设备厂家提供的该型号设备的技术手册(见附件 10), 根据有效工作区(即医生的手术位)的布置图见图 11-5。采用 25cm×25cm×25cm 水模体平置于检查床上, 125kV, 3.2mA, 2.5 mm AL + 0.3 mm Cu 条件下连续透视, 有效工作区测量条件带有便携式的下半身辐射防护装置(铅当量 Pb=0.5)和上半身辐射防护装置(铅当量 Pb=0.5)测量, 测量条件见图 11-6。其剂量曲线如图 11-7 中 FD30×40B(横轴为剂量率, 纵轴为距地板高度)。图 11-7 可知, 距地板高 1.3 米处, 第一术者位剂量, 约为 300 μGy/h。

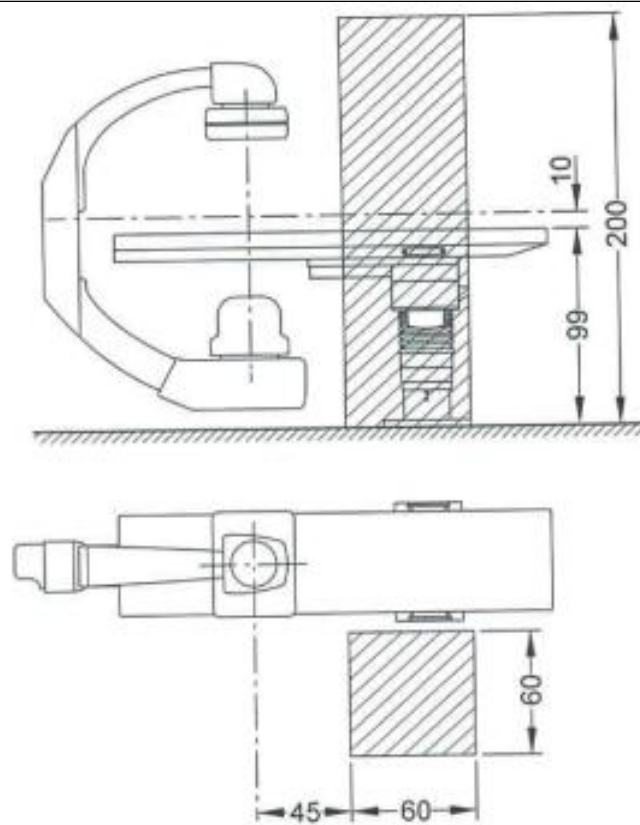


图 11-5 有效工作区布设图

## Measuring conditions

Measuring conditions of scattered radiation in the significant zone of occupancy according to EN / IEC 60601-1-3.

Angulation	Artis zee floor/ Artis zee biplane	Type of examination: Angiocardiology Plane A: 30° RAO and 0° CRAN/CAUD Plane B: 60° RAO and 0° CRAN/CAUD
	Artis zee floor/ Artis zee biplane/ Artis zeego	Type of examination: Angiography using the femoral puncture technique Plane A: 0° RAO/LAO, 0° CRAN/CAUD Plane B: 0° RAO/LAO, 0° CRAN/CAUD
	Artis zee ceiling	0° RAO/LAO and 0° CRAN/CAUD (FD in OT position)
	Artis zee multi-purpose	0° RAO/LAO and 0° CRAN/CAUD (FD in OT position) 180° RAO and 0° CRAN/CAUD (FD in UT position)
	Continuous fluoroscopy	125 kV / 3.2 mA*
	Automatic control	Fluoro CARD
Total beam filtration	>2.5 mm AL + 0.3 mm Cu with continuous fluoroscopy* >2.5 mm AL + 0.6 mm Cu with automatic control (0.2 mm Cu corresponds to 7.1 mm AL)	
Field size on the FD collision protection	FD 20x20: 18 cm x 18 cm largest settable radiation field FD 30x40: 30 cm x 38 cm largest settable radiation field	
Water phantom	25 cm x 25 cm x 15 cm lying on the patient table	
Center of water phantom	in central-ray center	
Tolerance of measured values	± 25%	

\* in "BYPASS FLUORO" mode only

1. Measurement without radiation protection equipment
2. Measurement with mobile lower body radiation protection (lead equivalent value Pb=0.5 mm) and upper body radiation protection (lead equivalent value Pb=0.5 mm)

The lower body radiation protection is located at a 45° angle away from the significant zone of occupancy.

## Measurements

Plane AJOT Plane A for Artis zee floor, Artis zee biplane, Artis zee ceiling, Artis zeego, OT (overtable) for Artis zee multi-purpose with Artis patient table

Artis zeego/Artis zee floor/Artis zee ceiling with  
 Trumpf Surgery Table TRUSystem 7.500 for Artis zee systems

Meas. A	without radiation protection, continuous fluoroscopy*
Meas. B	with radiation protection, continuous fluoroscopy*
Meas. C:	without radiation protection, with automatic control
Meas. D:	with radiation protection, with automatic control

\* in "BYPASS FLUORO" mode only

Plane B/UT Plane B for Artis zee biplane,  
 UT (undertable) for Artis zee multi-purpose

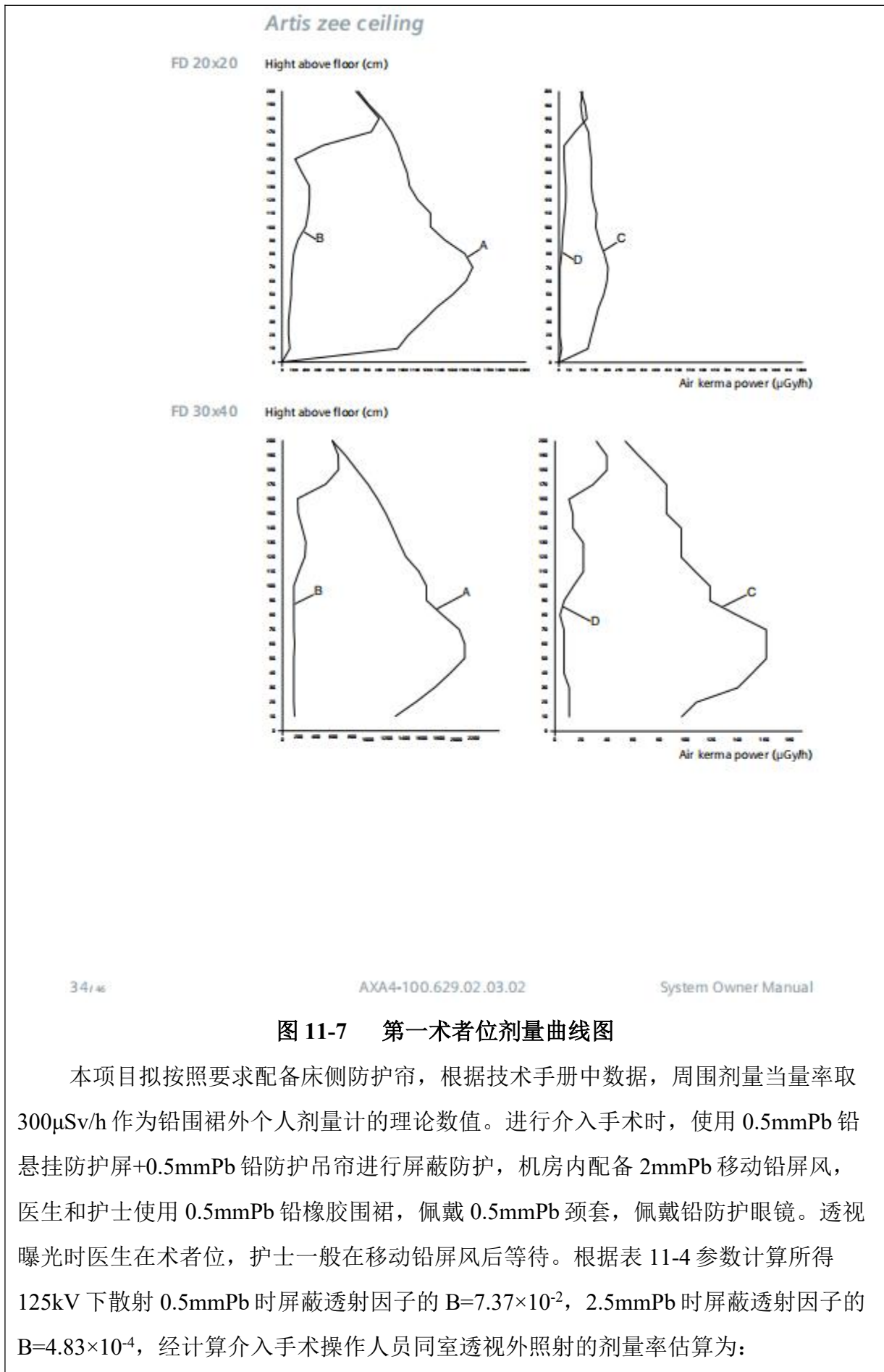
Meas. E	without radiation protection, continuous fluoroscopy*
Meas. F	with radiation protection, continuous fluoroscopy*
Meas. G	without radiation protection, with automatic control
Meas. H	with radiation protection, with automatic control

\* in "BYPASS FLUORO" mode only

Plane A+B Plane A+B for Artis zee biplane

Meas. I	without radiation protection, with automatic control
Meas. J	with radiation protection, with automatic control

图 11-6 技术手册上的测量条件



**图 11-7 第一术者位剂量曲线图**

本项目拟按照要求配备床侧防护帘，根据技术手册中数据，周围剂量当量率取  $300\mu\text{Sv/h}$  作为铅围裙外个人剂量计的理论数值。进行介入手术时，使用  $0.5\text{mmPb}$  铅悬挂防护屏+ $0.5\text{mmPb}$  铅防护吊帘进行屏蔽防护，机房内配备  $2\text{mmPb}$  移动铅屏风，医生和护士使用  $0.5\text{mmPb}$  铅橡胶围裙，佩戴  $0.5\text{mmPb}$  颈套，佩戴铅防护眼镜。透视曝光时医生在术者位，护士一般在移动铅屏风后等待。根据表 11-4 参数计算所得  $125\text{kV}$  下散射  $0.5\text{mmPb}$  时屏蔽透射因子的  $B=7.37\times 10^{-2}$ ， $2.5\text{mmPb}$  时屏蔽透射因子的  $B=4.83\times 10^{-4}$ ，经计算介入手术操作人员同室透视外照射的剂量率估算为：

$$E_{\text{医}}=300 \times 7.37 \times 10^{-2}=22.11 \mu\text{Sv/h}$$

$$E_{\text{护}}=300 \times 4.83 \times 10^{-4}=0.14 \mu\text{Sv/h}$$

辐射工作人员年有效剂量估算结果见表 11-9。

**表 11-9 职业工作人员年附加有效剂量估算结果**

保护对象	项目	场所	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	工作时间 (h)	年有效剂量 (mSv)	
医生	透视	机房内近台	22.11	33.3	0.736	0.738
	摄影	控制室	2.28	1.11	0.002	
护士	透视	机房内近台	0.14	41.6	0.006	0.009
	摄影	控制室	2.28	1.38	0.003	
影像医师和技师	透视	控制室操作位	0.11	83.3	0.009	0.015
	摄影		2.28	2.77	0.006	

建设项目拟配备的 7 名辐射工作人员，其中 1 名影像医师和 1 名技师为医院现有工作人员，即操作本项目 DSA 又操作医院原有 CT 和 DR；其余 3 名内科医师和 2 名护士为新增辐射工作人员，根据平利县中医院提供的 2023 年 4 月~2024 年 3 月的个人剂量检测报告的四期个人剂量监测报告，2 名原有工作人员个人剂量监测情况见表 11-10。

**表 11-10 建设项目拟配备人员个人剂量监测情况**

姓名	2023.4—2024.3 个剂年度剂量(mSv)				职业	本项目预估年有效剂量	叠加后年剂量(mSv)
	2023 第三季度	2023 第四季度	2024 第一季度	2024 第二季度			
胡为松	0.04	0.04	0.04	0.04	影像医师	0.015	≈0.18
李茂成	0.04	0.04	0.04	0.04	技师	0.015	≈0.18

由表 11-7 和表 11-8 可知，建设项目辐射工作人员年有效剂量最大为 0.738mSv/a，符合辐射工作人员的年有效剂量不高于 5mSv/a 剂量约束值的要求。

DSA 射线装置实际运行过程中，透视和摄影工况时管电压会远远低于 125kV，患者散射比将降低，低电压时材料的拟合参数变化，防护墙及防护用品的屏蔽效能会有较大的升高；在计算过程中均未考虑治疗床、机房内其他设施、橱柜及装修材料对射线的衰减效果。不同类型的手术，操作的医生和护士存在轮岗，工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

## (2) 公众有效剂量估算

根据 DSA 机房周围环境保护范围内公众可到达及停留时间，对公众的年受照剂量进行分析，紧邻机房区域的保护对象，据表 11-9 计算结果进行分析，非紧邻机房

的保护对象剂量率取紧邻机房一侧的最大值，各保护目标剂量按到机房等中心的距离按平方反比关系进行距离的衰减。DSA 机房透视年出束时间为 83.3h，摄影年出束时间 2.77h。公众年有效剂量计算结果见表 11-11。

**表 11-11 公众有效剂量计算结果**

方位	保护目标		同侧关注点的剂量率		居留因子	年有效剂量 (mSv)
	目标	到等机房屏蔽体最小距离 m	透视模式	摄影模式		
东	电梯厅、前室、楼梯间、楼外通道、院外道路、篮球场内的人员	5.0	5.75E-02	1.15E+00	1/40	2.00E-04
	华夏网咖（影城）的人员	28.0	1.66E-03	3.32E-02	1	2.30E-04
南	走廊内的人员	0.3	1.83E+00	3.65E+01	1/5	5.07E-02
	餐厅内的人员	3.0	2.51E-01	5.01E+00	1/5	6.96E-03
	药房、医保办、消防控制室内的人员	9.0	2.42E-02	4.82E-01	1	3.35E-03
	院内路、配电间、医废暂存间、南新街上的人员	11.0	1.60E-02	3.19E-01	1/16	1.38E-04
西	设备间、苏醒间、换床、缓冲间内的人员	0.3	1.38E-04	2.19E+01	1/16	3.79E-03
	大厅	6.0	4.25E-06	6.74E-01	1/16	1.17E-04
	收费室、药械科	16.0	5.60E-07	8.88E-02	1	2.46E-04
	中心供氧室、卫生间、楼梯间、电梯厅内的人员	19.0	3.95E-07	6.26E-02	1/40	4.34E-06
	放射科楼部分区域内的人员	38.0	9.71E-08	1.54E-02	1/4	1.07E-05
北	停车场内、院内道路上的人员	0.3	7.30E-01	1.46E+01	1/40	2.53E-03
	门诊楼、行政楼部分区域内的人员	21.0	1.66E-03	3.31E-02	1	2.30E-04
楼上	内三科病房及以上病房的人员	1m	4.89E-02	9.78E-01	1	6.78E-03

由上表可知，本项目机房外 50m 保护范围内公众受照剂量最大约为 0.05mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）小于 1mSv/a 剂量限值和本项目评价确定的公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

### 11.2.3 废气环境影响分析

本项目运行时，DSA 在开机过程中发射的 X 射线接触空气，会产生微量臭氧及氮氧化物等有害气体（主要为臭氧），本项目拟在 DSA 机房设计机械送风和排风系统，可保证机房内良好的通风效果，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的标准要求。

### 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 辐射事故分级

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条对于事故的分级原则，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故（Ⅰ级）、重大辐射事故（Ⅱ级）、较大辐射事故（Ⅲ级）和一般辐射事故（Ⅳ级）等四级，详见表 11-12。本项目辐射事故等级最多为一般辐射事故。

表 11-12 辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故（Ⅰ级）	Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人及以上急性死亡。
重大辐射事故（Ⅱ级）	Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人及以下急性死亡或者 10 人及以上急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故（Ⅲ级）	Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置导致 9 人及以下急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故（Ⅳ级）	Ⅳ类、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。

### 11.3.2 事故类型

根据污染源分析，DSA 射线装置主要环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，射线装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。

本项目可能发生的辐射事故如下：

（1）非手术相关人员在防护门关闭后未撤离手术室，射线装置开始运行，对其造成额外误照射；

（2）联锁、闭门装置发生故障，人员误入正在运行的手术室造成额外误照射；

（3）介入手术时医护人员在手术室内为患者摆位或进行其他术前准备工作时，控制室操作人员误开机出束，对机房内医护人员造成额外误照射；

（4）医护人员未穿戴防护用品进入手术室，或未配置合格的防护用品，使得医生、护士受到较高剂量的附加照射。

### 11.3.3 事故后果计算

假设考虑人员在无其他屏蔽的情况下处于 DSA 机房内，受到透视照射时，计算距离按 1 米距离无屏蔽考虑。根据公式（11-1）和（11-2）计算在正常工况下，透视

时距靶点 1m 处的泄漏辐射最大剂量率为  $1.38E+04\mu\text{Sv/h}$ ，散射辐射最大剂量率为  $3.19E+05\mu\text{Sv/h}$ ；总剂量率为  $3.33E+05\mu\text{Sv/h}$ 。摄影模式先下透视时距靶点 1m 处的泄漏辐射最大剂量率为  $2.76E+05\mu\text{Sv/h}$ ，散射辐射最大剂量率为  $2.30E+06\mu\text{Sv/h}$ ；总剂量率为  $2.57E+06\mu\text{Sv/h}$ 。

在事故状态下环境影响分析结果见表 11-13。

**表 11-13 事故情况下剂量率计算结果表**

事故状况概述	距离 (m)	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	停留时间 (s)	剂量 (mSv)
无防护受照	1	$3.33E+05\mu\text{Sv/h}$	1	0.09
			11	1
			60	5
			600	55.5
	1	$2.57E+06\mu\text{Sv/h}$	0.14	0.1
			1	0.7
			1.4	1.0
			20	14.3

DSA 透视模式下，DSA 机房内有人员滞留或误入，在无任何屏蔽措施条件下距靶点 1m 处，约 1.1s 后，误入人员受到的剂量将高于  $0.1\text{mSv}$  的年剂量管理目标值；约 11s 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》

（GB18871-2002）公众照射年有效剂量限值  $1\text{mSv}$ ；人员误入 10 分钟以后，受照剂量为  $55.5\text{mSv}$ 。

DSA 摄影模式下，DSA 机房内有人员滞留或误入，在无任何屏蔽措施条件下距靶点 1m 处，DSA 出束约 0.14s 后，误入人员受到的剂量将高于  $0.1\text{mSv}$  的年剂量管理目标值；约 1.4s 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》（GB18871-2002）公众照射年有效剂量限值  $1\text{mSv}$ ；人员误入 DSA 机房，DSA 出束约 20s 后，误入人员受照剂量为  $14.3\text{mSv}$ 。

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

#### 11.3.4 辐射事故预防措施

X射线诊疗项目可能发生的辐射事故主要是存在管理问题，平利县中医医院应加强对相关放射防护法规的学习，提高辐射安全防护观念和水平。在项目运营过程中采取以下辐射事故预防措施：

（1）平利县中医医院认真组织辐射工作人员参加辐射防护培训及专业技术知识的学习，使用射线装置的工作人员必须在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗；

（2）为辐射工作人员配备符合标准要求的个人防护用品，并正确穿戴；

（3）定期组织对放射诊疗工作场所及设备的辐射防护检测和检查，如有异常，及时整改；

（4）在辐射工作场所醒目位置设置电离辐射警示标志，防护门设置门-灯连锁；

（5）定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，工作人员职业照射个人剂量监测档案应终生保存；

（6）辐射安全与防护管理委员会应对辐射工作人员的辐射安全管理制度执行情况进行监督、检查。

（7）定期对硬件防护措施（如门-灯连锁装置、工作状态指示灯）的检查。

## 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

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

平利县中医医院应按要求成立辐射安全和环境保护管理机构，明确委员会成员组成和相关工作职责，下设办公室，设立专职或者兼职辐射安全管理人员，负责委员会日常工作，并根据实际人员情况更新辐射安全和环境保护管理委员会人员组成，完善人员职责。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。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

医院已按照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》陕环办发〔2018〕29 号，制定了部分辐射安全管理规章制度（见表 1 中 1.8.2.1 节），用于医院的辐射安全与防护管理，平利县中医医院还应制定《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《放射性同位素与射线装置管理制度》《射线装置岗位职责和操作规程》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《辐射安全防护设施的维护与维修制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》，将本次建设内容纳入医院现有的规章管理制度中。

### 12.3 辐射工作人员管理

(1) 辐射工作人员职业健康检查：建设项目 2 名辐射工作人员在 2022 年进行职业健康检查，检查结果符合要求。其余 5 名辐射工作人员为新增辐射工作人员，

尚未进行职业健康检查。

环评要求：建设项目新增的 5 名辐射工作人员应按要求在有资质的职业健康检查机构进行岗前职业健康检查，检查结果合格的辐射工作人员方可从事辐射工作。

(2) 辐射工作人员培训：建设项目现有 2 名辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上参加了辐射安全与防护知识培训，成绩合格，其余 5 名新配备人员尚未进行辐射安全与防护知识培训。

环评要求：平利县中医医院应尽快安排本项目新配备的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上参加了辐射安全与防护知识培训，取得成绩报告单后，方可从事放射诊疗工作。

## 12.4 辐射监测

(1) 本项目的监测要求：

### 1) 验收监测

项目正式投运前，医院应委托有资质的监测单位对 DSA 机房以及周边环境进行竣工环境保护验收监测，并检查各项辐射安全设施的有效性，确保其处于正常的工作状态。验收通过后，取得辐射安全许可证，方可投入正常使用。

### 2) 日常自主检测

本项目建设完成后，建设单位应配备 X、 $\gamma$ 空气比释动能率仪对项目所在地以及周边环境进行日常监测，并且纳入医院的辐射工作场所日常监测计划中。

监测范围：包括手术室所有防护门、铅玻璃及缝隙处，管线洞口，洁净走廊、控制室、清洁间、污物通道，南侧的走廊（距离墙面 30cm），西侧的换床、缓冲、苏醒间、设备间，北侧的停车场（距离墙面 30cm），楼上的 2 间病房距地面 1m。

监测项目：X- $\gamma$ 辐射剂量率。

监测频度：医院每季度至少监测一次。

监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

医院应对配备的便携式监测仪器每年进行检定或校准，确保仪器处于有效的范围之内。监测方案见表 12-1。

表 12-1 本项目监测方案

工作场所	监测因子	监测点位	监测频次
DSA 机房	X- $\gamma$ 辐射剂量率	防护门、铅玻璃及缝隙处，管线洞口，洁净走廊、控制室、清洁间、污物通道，南侧的走廊	每季度至少监测一次

		(距离墙面 30cm)，西侧的换床、缓冲、苏醒间、设备间，北侧的停车场（距离墙面 30cm），楼上的 2 间病房距地面 1m。	
--	--	---	--

### 3) 年度监测

项目建成投运后，医院每年应委托有 X-γ 辐射剂量率检测资质的单位定期对本项目辐射工作场所进行监测，监测要求如下：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。

### 4) 个人剂量监测：

医院应配备满足工作人员数量的个人剂量计，其中 DSA 机房介入工作人员每人应配备 2 个人剂量计（铅衣内外各配备 1 个），其余工作场所工作人员每人 1 个。

### 5) 年度评估报告

将本项目 DSA 机房以及周边环境进行安全和防护状况评估，与医院其他辐射工作场所的日常监测、年度监测、个人剂量监测、职业健康检查等内容纳入该年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报安康市生态环境局。

## 12.5 辐射事故应急

平利县中医医院应根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《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》《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年修正）《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）的应急管理要求等相关规定，结合本项目 DSA 的设备特性和辐射安全措施编制《平利县中医医院辐射事故应急预案》，并报所在地生态环境局备案。同时平利县中医医院加强应急预案演练，提高事故应急处置能力。

《平利县中医医院辐射事故应急预案》，通常应涵盖以下几个方面：

(1) 应急组织机构与职责：明确医院内部应急指挥体系、各应急小组的组成及其职责分工，确保在事故发生时能够迅速成立应急指挥部和各应急小组，并按照预定程序开展工作。

(2) 预防与预警：制定预防辐射事故发生的措施，包括放射性设备的安全管理、操作人员的培训考核、辐射环境的日常监测等，并建立预警机制，及时发现并消除事故隐患。

(3) 应急响应程序：详细规定辐射事故发生后，从初步处置到事故调查、善后

处理的整个应急响应流程，包括事故报告、现场控制、人员疏散、应急救援、环境监测等环节的具体操作步骤和要求。

(4) 应急处置措施：针对不同类型的辐射事故（如人员超剂量照射等），制定具体的应急处置措施，包括紧急停机、切断事故源、人员防护、医疗救治等，以减轻事故后果。

(5) 应急资源保障：明确应急所需物资、设备、设施、资金及人员的储备和保障措施，确保在事故发生时能够及时调用所需资源。

(6) 应急培训与演练：规定应急人员的培训计划、内容和要求，定期组织应急演练，提高应急队伍的综合素质和应对能力。

(7) 事故调查与总结：明确事故调查的程序和方法，对事故原因、责任进行认真调查和分析，总结经验教训，完善应急预案和管理措施。

## 12.6 辐射安全管理对照评价如下表

根据原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，对核技术利用单位辐射安全管理标准化建设提出要求，具体见表 12-2。

表 12-2 辐射安全管理标准化建设项目表

管理内容		管理要求	是否落实
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。	是
		年初工作安排和年终工作总结，应包含辐射环境安全管理工作内容。	是
		明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责。	是
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	是
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求，并向员工和公众宣传辐射安全相关知识。	是
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。	是
		建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责。	是
		建立辐射安全管理档案。	是
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录。	是
	直接从事放射	岗前进行职业健康体检，结果无异常。	是
		参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗。	是
		了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全作	是

	工作的人员	出承诺。	
		熟悉辐射事故应急预案的内容，发现异常情况后，能有效处理。	是
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安全与环境保护管理机构和负责人。	否
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。	是
		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。	是
		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。	是
		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。	是
		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。	是
		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。	是
		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），并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）。	否
		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。	是
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。	否
		结合本单位实际，制定具有可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练。	否
		应报所在地县级生态环境主管部门备案。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。	否

根据医院提供的资料，通过表 12-2 分析可知，平利县中医医院应按要求成立辐射安全和环境保护管理委员会，明确委员会成员组成和相关工作职责，设立专职或者兼职辐射安全管理人员，负责委员会日常工作。制定《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《放射性同位素与射线装置管理制度》《射线装置岗位职责和操作规程》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《辐射安全防护设施的维护与维修制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》。编制《平利县中医

医院辐射事故应急预案》，并报所在地生态环境局备案。

## 12.7 环保投资和环保验收

本项目总投资 800 万元，计划环保投资 77 万元，占项目总投资的 9.6%。环保投资主要用于机房的改造、辐射安全防护设施的建设、辐射工作人员培训、职业健康体检、个人防护用品和辅助防护设施采购以及个人剂量监测、工作场所监测等。

表 12-3 环保投资情况

项目		建设费用 (万元)	
工程建设	辐射安全防护设施	四周墙体：240mm 空心砖墙（部分封堵部分为 240mm 实心砖），墙面涂刷 3mmPb 当量硫酸钡水泥（涂刷高度 3.3m） 屋顶：120mm 现浇混凝土的基础上，在吊顶层铺设 3mmPb 当量防护板（2 层）	40
		4mmPb 电动推拉门和门上观察窗，2 个 4mmPb 平开门和门上观察窗，4mmPb 铅玻璃观察窗和窗框	9
		门—灯联锁、患者门设置防夹装置、1 个工作状态指示灯、平开门设置自动闭门装置	0.3
		各防护门上各设置 1 个电离辐射警告标志、地面设置警示线	0.2
送排风系统	机械动力风机、管道、风口	3	
安全管理	制度建设	制定《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《放射性同位素与射线装置管理制度》《射线装置岗位职责和操作规程》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《辐射安全防护设施的维护与维修制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》；编制《平利县中医医院辐射事故应急预案》	-
防护用品	根据工作人员数量为工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜和介入防护手套，为病人铅橡胶性腺围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	8	
人员管理	个人剂量监测	1.5	
	人员培训	2	
	职业健康检查	2	
环境监测	购置 X、 $\gamma$ 空气比释动能率仪，定期送检	3	
	验收监测、定期委托进行环境监测	4	
工程咨询服务费用		4	
合计		77	

本项目竣工后，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 22 日），医院应按照国家生态环境主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入使用。

结合《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工作项目表〉的通知》(陕环办发〔2018〕29号)要求,本项目竣工环境保护验收清单见表 12-4。

**表 12-4 环保设施竣工验收要求一览表**

序号	验收内容	验收要求	目标值
1	环保文件	环评批复、验收监测报告等齐全。	齐全
2	辐射安全管理机构	查验辐射安全管理机构或指派辐射管理专(兼)职人员。	文件齐全
3	辐射安全管理制度	制定并完善《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《放射性同位素与射线装置管理制度》《射线装置岗位职责和操作规程》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《辐射安全防护设施的维护与维修制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》。编制《平利县中医医院辐射事故应急预案》。	核对制度及内容
4	设备数量及参数	一台 DSA 设备(最大管电流 $\geq 1000\text{mA}$ , 最大管电压不超过 $125\text{kV}$ )。	核对参数
5	人员要求	医师、技师、护士(暂定 7 人), 后续根据手术类型增补。	核对人数
6	人员培训	辐射工作人员全部通过辐射安全与防护培训, 并取得成绩报告单, 成绩合格。	人员和证件数量对应
7	监测设备	新购 1 台 X、 $\gamma$ 空气比释动能率仪, 定期送检。	核对设备
8	个人剂量配置	同室操作人员每人 2 个, 隔室操作人员每人 1 个。	数量和人员对应相符
9	职业健康检查	辐射工作人员全部进行职业健康检查, 检查结果符合要求。	数量和人员对应相符
10	防护用品	配备铅橡胶围裙( $0.5\text{mmPb}$ )、铅橡胶颈套( $0.5\text{mmPb}$ )、介入防护手套( $\geq 0.025\text{mmPb}$ )、铅防护眼镜( $\geq 0.25\text{mmPb}$ )、铅橡胶帽子( $\geq 0.25\text{mmPb}$ )、铅悬挂防护屏和床侧防护帘( $0.5\text{mmPb}$ )等防护用品, 数量满足临床使用需要。	铅当量相符, 个人防护用品至少配备 3 套
11	机房屏蔽	DSA 机房布局与环评报告表描述一致, 各屏蔽墙体建设不低于评价报告中的标准。	核实是否与报告表一致
12	辐射安全防护措施	①机房各防护门上均设置 1 个电离辐射警告标志, 患者门设置醒目的工作状态指示灯和防夹装置, 工作状态指示灯和患者门能有效联动。平开门设置自动闭门装置。 ②机房设置 1 个观察窗, 其设置的位置便于观察患者和受检者状态。 ③机房设置机械通风系统, 保持良好通风, 机房内不得堆放无关杂物。 ④穿墙管线屏蔽措施。	设置位置、内容与本报告相符, 功能正常
13	剂量率控制	介入手术室四周墙体外 $30\text{cm}$ 处、防护门外 $30\text{cm}$ 处、观察窗外 $30\text{cm}$ 处、操作台、顶棚上、机房外电缆过墙体处等, 周围剂量当量率。	在透视状态下, 不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$

14	年有效剂量控制	放射工作人员和公众的年有效剂量。	放射工作人员不超过 5mSv；公众 年不超过 0.1mSv
----	---------	------------------	--

表 13 结论与建议

## 13.1 结论

### 13.1.1 项目概况

平利县中医医院成立于 1988 年 6 月，是一所以中医药为主、中西医结合的县级综合性公立医院。为满足诊疗需求，提高医疗服务质量，平利县中医医院计划开展介入手术，拟将住院楼一层的医保办公室和 2 间病房和 1 间医生办公室改建为 1 间 DSA 机房及配套功能用房，并拟新增 1 台数字减影血管造影装置（简称 DSA）。

### 13.1.2 选址合理性分析

本项目位于陕西省安康市平利县城关镇月湖南路平利县中医医院住院楼 1 层东北侧，为建筑物的底层。本项目 DSA 机房相邻用房主要为其辅助用房，楼上为内三科病房，地下为土层，周围墙体及顶棚采取屏蔽防护措施，有利于减少 X 射线对工作人员和公众成员的影响，从辐射安全与防护的角度分析，机房充分考虑了邻室（含楼上）及周围场所人员的防护与安全，符合放射《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

### 13.1.3 实践正当性分析

本项目目的在于开展医学放射诊断、治疗，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，项目建设所带来的个人和社会利益远大于可能引起的辐射危害。本项目在认真落实本报告提出的辐射防护措施和建议，确保操作安全的前提下，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”要求。

### 13.1.4 辐射环境现状

项目所在地空气吸收剂量率处于正常环境本底水平，辐射环境现状无异常，项目所在区域辐射环境现状质量良好。

### 13.1.5 辐射安全与防护分析结论

（1）该项目将 DSA 手术室内划分为控制区，将东侧的洁净走廊、控制室、清洁间、污物通道，南侧的走廊（距离墙面 30cm），西侧的换床、缓冲、苏醒间、设备间，北侧的停车场（距离墙面 30cm），楼上的 2 间病房划为监督区，符

合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

（2）DSA 机房患者门设计有电离辐射警告标志、防夹装置和工作状态指示灯，工作状态指示灯和患者门能有效联动，平开门设计有自动闭门装置，DSA 机房与控制室设计有对讲装置。符合放射《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

（3）本项目 DSA 机房设计有动力通风系统（机械排风），排风管道从机房北侧防护墙的穿出，DSA 在工作期间产生的微量臭氧和氮氧化物等有害气体经排风机排到北侧楼外，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

### 13.1.5 环境影响分析结论

（1）本项目 DSA 射线装置在透视模式下，机房周围各关注点处的周围剂量当量率最大为  $1.863\mu\text{Sv/h}$ ；摄影状态下将电流值归一至  $100\text{mA}$  时，本项目 DSA 机房介入手术室各屏蔽体外表面  $0.3\text{m}$  处的最大周围剂量当量率为  $5.70\mu\text{Sv/h}$ ，因此本项目 DSA 机房介入手术室的各屏蔽体屏蔽防护均能满足的要求。

（2）经计算，建设项目辐射工作人员年有效剂量最大为  $0.738\text{mSv/a}$ ，满足辐射工作人员的年有效剂量不高于  $5\text{mSv/a}$  剂量约束值的要求。建设项目机房外  $50\text{m}$  保护范围内公众受照剂量最大约为  $0.05\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）小于  $1\text{mSv/a}$  剂量限值和本项目评价确定的公众剂量约束值不超过  $0.1\text{mSv/a}$  的要求。

### 13.1.6 辐射安全管理

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，医院制定的辐射防护管理制度不齐全，尚未成立辐射安全与环境保护管理机构。

平利县中医医院应按要求成立辐射安全和环境保护管理委员会，明确委员会成员组成和相关工作职责，设立专职或者兼职辐射安全管理人员，负责委员会日常工作。制定《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》《放射性同位素与射线装置管理制度》《射线装置岗位职责和操作规程》《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《辐射安全防护设施的维护与维修制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》。编制《平利县中医医院辐射事故应急预案》，并报

所在地生态环境局备案。

### 13.1.7 项目可行性分析结论

综上所述，项目在落实本报告提出的各项污染防治措施、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运行期对周围环境的辐射影响可达到合理且尽可能低的水平，满足辐射防护最优化原则。项目运行所致放射工作人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准限制要求，符合剂量限值约束原则。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，项目建设可行。

## 13.2 建议和承诺

(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，加强辐射事故应急预案的演练，提高事故应急处置能力。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，医院应按照国家生态环境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) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

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