

核技术利用建设项目

镇安县中医医院
新增数字减影血管造影设备（DSA）
核技术利用项目环境影响报告表
（报批稿）

建设单位：镇安县中医医院

环评单位：陕西经纬科技发展有限责任公司

二〇二三年十一月

核技术利用建设项目

镇安县中医医院
新增数字减影血管造影设备（DSA）
核技术利用项目环境影响报告表
（报批稿）

镇安县中医医院
二〇二三年十一月

中华人民共和国生态环境部监制

核技术利用建设项目

镇安县中医医院 新增数字减影血管造影设备（DSA） 核技术利用项目环境影响报告表

医院名称：镇安县中医医院

医院法人代表（签名或签章）：

通讯地址：陕西省商洛市镇安县永乐街道办迎宾路东段

邮政编码：711500

联系人：石洪东

电子邮箱：2224179188@qq.com

联系电话：0914-5360522

目 录

表 1 项目基本情况.....	- 1 -
表 2 放射源.....	- 14 -
表 3 非密封放射性物质.....	- 14 -
表 4 射线装置.....	- 15 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	- 16 -
表 6 评价依据.....	- 17 -
表 7 保护目标和评价标准.....	- 19 -
表 8 环境质量和辐射现状.....	- 23 -
表 9 项目工程分析与源项.....	- 26 -
表 10 辐射安全与防护.....	- 30 -
表 11 环境影响分析.....	- 35 -
表 12 辐射安全管理.....	- 49 -
表 13 结论与建议.....	- 56 -
表 14 审批.....	- 59 -

附件

- 附件1 委托书
- 附件2 医院事业单位法人证书
- 附件3 医院现有辐射安全许可证及其批复文件
- 附件4 医院现有辐射安全与防护管理文件
- 附件5 辐射工作人员个人剂量检测报告（西安华辐检（MT）字2023第0810号）
- 附件6 辐射工作人员职业健康体检结果资料
- 附件7 本项目拟配备人员辐射安全与防护考核合格证书
- 附件8 辐射工作场所防护检测报告（西安华辐检（ZT）字2022第0993号）
- 附件9 辐射环境质量现状监测报告（报告编号：SXYP-2023FH042）

附表

- 附表1 建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		镇安县中医医院新增数字减影血管造影设备（DSA）核技术利用项目			
建设单位		镇安县中医医院			
法人代表	祝娟	联系人	石洪东	联系电话	0914-5360522
注册地址		陕西省商洛市镇安县永乐街道办迎宾路东段			
项目建设地点		镇安县中医医院住院楼一层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目投资（万元）	894	项目环保投资（万元）	64	投资比例（环保投资/总投资）	7.16%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	235 m ²
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 医院简介

镇安县中医医院成立于 1986 年，曾六易院址，于 2008 年 10 月迁入现址（镇安县迎宾路 19 号）。医院占地 6.5 亩，建筑面积 2.7 万 m²，是集中医药医教研、防保和康复于一体的现代化二级甲等中医医院，陕西省公立医院改革示范医院，承担着全县中医及中西医结合诊疗、基层中医药业务指导和传染病集中救治职能。

医院编制床位 140 张，现有职工 434 人，其中专业技术人员 365 人，高级职称 46 人，中级职称 68 人。医院配备有奥泰 1.5T 核磁共振、16 排螺旋 CT、口腔 CBCT、西门子双板 DR、全自动生化分析仪、C 型臂 X 光机、GE 彩超、手术显微镜等大中医疗设备 100 余台件。医院开设有急诊、

心内、儿科、外科、妇产、麻醉等 20 个一级临床科室，检验、放射、功能、药事等 4 个医技功能科室以及其他行政职能科室。年门诊患者 16 万人次，收治住院患者 1.3 万人次。

1.1.2 项目由来

镇安县中医医院为不断推进“三大中心”建设，拓展诊疗项目范围，提高医疗救治水平，更好地满足广大患者日益增长的就诊需求，结合《镇安县中医医院“十四五”建设与发展规划（2021-2025 年）》精神，决定开展介入学和 ICU 重症医学学科建设项目。

根据《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》以及《中华人民共和国放射性污染防治法》等法律法规的规定，辐射工作单位在申请辐射安全许可证前，应当组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。根据原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会总局 2017 年第 66 号关于发布《射线装置分类》的公告及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，项目拟新增的 1 台数字减影血管造影设备（DSA）为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）第“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。

2023 年 2 月，镇安县中医医院委托我公司对该项目进行环境影响评价，接受委托后，我公司组织相关技术人员进行实地踏勘、资料收集等工作，并按照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响报告文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）基本要求，编制《镇安县中医医院新增数字减影血管造影设备（DSA）核技术利用项目环境影响报告表》。

1.1.3 实践正当性分析

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

1.1.4 项目概况

1.1.4.1 建设规模

医院拟拆除原位于住院楼一层中部医生办公室、护士工作站、急诊值班室、住出院资料室等，改建为 1 间 DSA 手术室、控制室、设备间、污物间等相关辅助功能用房。

改造后本项目总占地面积约 235m²。其中 DSA 手术室长 8.3m、宽 5.56m，最小有效使用面积约 46.15m²。项目拟在 DSA 手术室内新增 1 台数字减影血管造影设备（DSA），型号为北京万东

CGO-2100 Plus 型，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，为II类射线装置。

(1) 设备主要技术参数

本项目涉及的 DSA 设备主要技术参数详见表 1-1。

表 1-1 DSA 设备主要技术参数

设备名称	厂家型号	装置分类	数量	最大管电压	最大管电流	拟安装位置
数字减影血管造影机 (DSA)	北京万东 CGO-2100 Plus	II类	1 台	125kV	1000mA	住院楼一楼介入手术室

(2) 项目工程内容

表 1-2 项目工程内容一览表

序号	项目	主要内容	备注
一	主体工程		
1	DSA 介入手术室 (新配设备一台)	医院住院楼一楼原医生办公室、急诊值班室、住出院资料室南部改建为 DSA 手术室。手术室长 8.3m、宽5.56m，设计最小有效使用面积约 46.15m ² 。手术室内拟新增一台北京万东 CGO-2100 Plus 型数字减影血管造影设备 (DSA)。	改建
二	辅助工程		
1	控制室	位于手术室西侧，改建原更衣室与治疗室，占地面积约 19.86m ² 。	改建
2	设备间	位于手术室北侧西部，改建原治疗室，占地面积约 4.71m ² 。	改建
3	污物间	位于手术室北侧东部，改建原住出院资料室 (部分)，占地面积约 5.6m ² 。	改建
4	留观室	位于手术室东南侧，改建原诊室，占地面积约 10.06m ² 。	改建
5	无菌间	位于手术室南侧 (留观室以西)，改建原诊室，占地面积约 8.17m ² 。	改建
6	更衣缓冲区	位于手术室西南侧，改建原抢救室，占地面积约 27.6m ² 。	改建
三	公用工程		
1	给水工程	接入院内供水管网	依托
2	排水工程	接入院内排水管网	依托
3	配供电工程	医院配电室供电	依托
4	通风工程	新建 DSA 介入手术室净化通风系统	新建
四	环保工程		
1	废水	不产生洗片废水，生活污水经院区污水处理系统一处理后排入市政管网	依托
2	废气	机房内设置空气型净化空调系统，机房顶棚手术操作区上方设置了 4 个送风口，下部回风口分别设在北墙、南墙底端各 2 组；手术室排风独立设置，排风口在机房顶棚偏西侧，风机外接排风管道，经手术室南侧无菌间南墙，最终排向室外。	新建
3	固废	生活垃圾收集后交由环卫部门统一处置，医疗垃圾交有资质单位回收处置	依托
4	辐射	机房周围采用符合要求的防护墙体、铅玻璃、铅门等进行防护	新建

(3) DSA 手术室防护参数

根据医院提供的资料及现场调查，项目 DSA 手术室防护参数详见表 1-3。

DSA 手术室防护参数一览表

屏蔽位置	辐射防护措施
东、北墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡涂料+装饰材料 (5mmPb)
西、南墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡涂料+装饰材料+框架结构 (5mmPb)
观察窗	西墙中部, 3mmPb 铅玻璃, 尺寸 1000mm×1500mm
工作人员防护门	西墙南侧, 3mmPb 手动单开铅门, 尺寸 900mm×2100mm
患者进出门	南墙西侧, 3mmPb 电动推拉铅门, 尺寸 1500mm×2100mm
污物门	北墙东侧, 3mmPb 手动单开铅门, 尺寸 900mm×2100mm
顶棚	130mm 混凝土现浇板+3mmPb 铅板 (4.6mmPb)
地板	130mm 混凝土现浇板+30mm 硫酸钡涂料 (4.6mmPb)

1.1.4.2 劳动定员及工作负荷

本项目计划配备 4 名工作人员, 其中 1 名医学影像执业医师及 1 名放射技师从放射科现有工作人员调配, 2 名手术医护人员分别从心内科和脑病科调配, 详见表 1-4。

表 1-4 项目拟配备人员

序号	姓名	职称	科室	个人剂量	辐射培训证书编号	健康体检结论
1	王 杓	主治	放射科	0.03mSv	XH2107035	可继续从事放射性工作
2	李韵尧	技师	放射科	0.03mSv	FS23SN0100729	可继续从事放射性工作
3	胡小哲	副主任医师	脑病科	0.01mSv	FS23HA0100478	可从事放射工作 (岗前)
4	杨 婷	主管护师	心内科	0.01mSv	FS23SN0100222	可继续从事放射性工作

本项目配备的 4 名工作人员全部纳入放射工作人员管理, 并已取得培训合格证明; 且上述人员均已进行了职业健康检查, 检查合格; 建设单位委托有资质单位为 4 名工作人员进行个人剂量检测, 并建立个人剂量档案, 将最新一期的个剂检测结果列入上表。

项目投入使用后, DSA 预计每年最多手术 100 台。

1.2 项目选址及周边环境概况

1.2.1 医院周边环境关系

镇安县中医医院位于陕西省商洛市镇安县永乐街道办迎宾路东段，地理坐标为： $E109.145556^{\circ}$ ， $N33.428333^{\circ}$ 。医院东侧为马路（河堤路和迎宾大道），南侧隔路为镇安客运站，西侧为自建民房，北侧为清院路，隔路为自建住宅楼。

医院地理位置图见图 1-1，项目场址及周边环境现状见图 1-2，医院平面布置、四邻关系示意图及评价范围见图 1-3。

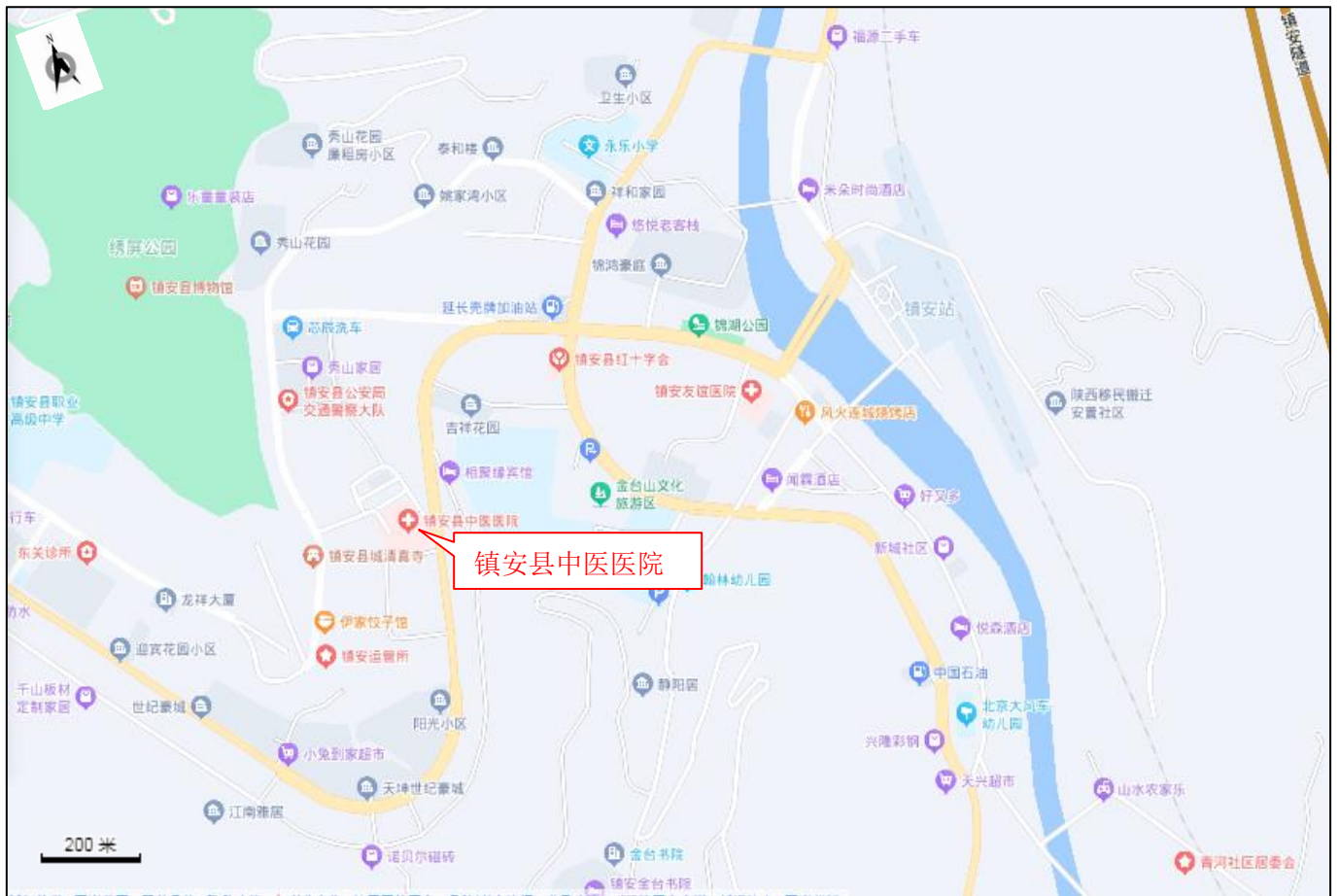


图 1-1 医院地理位置图

1.2.2 项目场址周边环境关系

医院拟拆除原位于住院楼一层中部医生办公室、护士工作室、急诊值班室、住出院资料室等，改建为 1 间 DSA 手术室及相关辅助功能用房。改建前所在楼层局部平面布局图见图 1-4。

本项目建成后，DSA 机房东南侧为医保窗口；东北侧为污物间、设备间和过道；西北侧为控制室；西南侧为洁净通道和换床区。项目楼上为针灸康复科用房，地下为配电机房及地下室走廊。改建后所在楼层局部平面布局图见图 1-5。



手术室现状



控制室现状



手术室东侧现状



手术室南侧现状



手术室西侧 (控制室) 现状



手术室北侧现状

图 1-2 医院项目场址及周边环境现状

1.2.3 项目选址合理性分析

项目位于住院楼一层，是在原医护办公用房原址上改建的，项目建成后介入手术区内一般出现的人员较少，主要为医院手术室的医务工作人员和需要手术的患者。此外，医护人员、患者、污物流动线路相互独立、不交叉。从满足安全治疗和辐射安全与防护的角度来看，在 DSA 设备运行时，可有效减少受照的人群，也有利于科室射线装置管理，故本项目选址合理。

1.3 医院已有核技术利用项目许可情况

1.3.1 现有辐射安全许可证

镇安县中医医院已于 2020 年 1 月 3 日取得了由商洛市生态环境局核发的辐射安全许可证，证书编号：陕环辐证[90086]，因新增Ⅲ类射线装置，建设单位 2023 年进行了重新申领，并于 2023 年 9 月 25 日取得了新的辐射安全许可证，许可使用 8 台Ⅲ类射线装置。

1.3.2 医院射线装置明细

近年来，为提高医疗救治水平，更好地满足广大患者日益增长的就诊需求，镇安县中医医院积极拓展诊疗项目范围，根据建设单位提供的资料，医院现有的射线装置情况见表 1-5。

表 1-5 医院现有射线装置一览表

序号	设备名称	设备型号	出厂编号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	安装位置
1	口腔（牙科）X 射线装置	SS-X9010DPro-3D	6110301805325	90	10	门诊 3 楼
2	医用诊断 X 射线装置	PLX101D	211836478	100	40	放射科 2 楼
3	医用诊断 X 射线装置	Multix Fusion Max	2112012464102317	150	630	放射科 2 楼
4	医用诊断 X 射线装置	QF-1	6110301805325	100	100	放射科 2 楼
5	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	AGFA5.0	CR25.0	100	500	放射科 2 楼
6	医用诊断 X 射线装置	M40-1A	20f155-43	125	40	放射科 2 楼
7	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	Optima CT520	082421310419	140	415	医技楼 1 楼
8	医用诊断 X 射线装置	HMC-100	6460218	100	40	住院部 3 楼

1.3.3 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，配合各级环保部门监督和指导，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、落实以及档案管理等方面运行较好。

根据医院提供的资料，医院辐射安全管理现状如下：

1) 辐射防护管理机构设置情况

医院已成立了放射诊疗安全与防护管理领导小组，由院长祝娟担任组长，副院长艾万军、白宗旭、李金桥和工会主席陈涛担任副组长，陈广琼、齐荣锦等6人为领导小组成员。领导小组下设办公室，设在医务科，齐荣锦任放射防护兼职管理人员。

领导小组相关职责：

(1) 组织制定并落实放射诊疗管理制度，建立完善放射防护管理制度，包括放射防护安全管理制度，放射科、技师岗位职责，放射科操作规程等；

(2) 按规定负责对新、改、扩建辐射项目进行工作场所、设备和人员的放射防护设施竣工验收、检测、检查、校验，每年委托有资质检测机构进行工作场所放射防护检测；

(3) 按照相关标准要求，负责各放射工作场所防护用品及警示标识的配备和检查；

(4) 组织辐射工作人员接受放射防护知识及相关专业技术等培训和健康检查；

(5) 制定放射时间应急预案并组织演练；

(6) 记录放射事件并及时逐级报告至相关部门；

(7) 建立完善《放射工作人员职业健康管理档案》（包括个人健康监测档案、个人剂量档案、放射防护知识培训档案）并保存。

2) 规章制度建设及落实情况

医院已制定了辐射防护管理相关规章制度，包括：《镇安县中医医院放射事故应急预案》《镇安县中医医院放射装置管理制度》《放射科健康管理制度》《镇安县中医医院放射科辐射防护制度》《放射科技术人员防护培训计划》《放射科受检者的防护原则》《放射工作人员职业健康监护管理制度》《放射性废物处理制度》等，并在工作中予以贯彻落实。

3) 工作人员培训情况

目前，医院辐射工作人员 42 人，本项目拟配备的 4 名辐射工作人员均参加了辐射安全与防护培训并取得合格证书，其余辐射工作人员仅操作Ⅲ类设备，医院已计划组织相关辐射工作人员参加符合国家要求的培训和自主考核。

4) 个人剂量检测情况

医院为现有的 42 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，并委托有资质的单位对其个人剂量进

行检测，每季度检测一次，建立了个人剂量档案并存档。

5) 职业健康检查情况

医院于 2022 年 11 月对医院辐射工作人员在临潼四一七核工业医院进行了年度职业性健康体检，胡小哲 2023 年 2 月在河南省职业病医院进行了上岗前职业健康体检，从检查结果可知，手术麻醉室匡娜和董权有职业相关性症状，适任性建议复查，其他人员均无职业相关异常，可从事放射性工作。

6) 工作场所及辐射环境监测情况

2022 年 12 月 19 日，医院委托西安华辐检测技术有限公司对医院进行了辐射工作场所检测（报告编号：西安华辐检（ZT）字 2022 第 0993 号），检测结果如下：

(1) 数字化医用 X 射线摄影系统（Multix Fusion Max 翔龙 Max）

在电压 121kV、电流 200mA 设备正常工作状态下，观察窗、控制室门、机房门、管线口、机房南、西、北三面墙体、机房楼上、楼下 X、 γ 辐射剂量率最大值为 4.47 μ Sv/h（主射束向下，机房门外下侧缝隙处），符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1c“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 μ Sv/h”的要求。

(2) 医用诊断 X 射线机（AGFA 25.0）

在电压 100kV、电流 100mA 设备正常工作状态下，观察窗、控制室门、机房门、管线口、机房东、北两面墙体、机房楼上、楼下的 X、 γ 辐射剂量率最大值为 1.35 μ Sv/h（主射束向下，机房门外下侧缝隙处），符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1c“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 μ Sv/h”的要求。

(3) 移动式摄影 X 射线机（M40-1A）

在电压 80kV、电流 100mA 设备正常工作状态下，观察窗、控制室门、机房门、机房南、西、北三面墙体、机房楼上、楼下的 X、 γ 辐射剂量率最大值为 0.17 μ Sv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1c“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 μ Sv/h”的要求。

(4) 移动式 C 形臂 X 射线机（HMC-100）

在电压 77kV、电流时间积 4.5mAs 设备正常工作状态下，患者门、设备间门、污物间门、机房四面墙体、机房楼上、楼下的 X、 γ 辐射剂量率最大值为 0.81 μ Sv/h（患者门外右侧缝隙处），符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1a“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 μ Sv/h”的要求。

(5) X 射线计算机体层摄影设备 (Optima CT520)

在电压 120kV、电流 220mA 设备正常工作状态下, 观察窗、控制室门、机房门、管线口、机房四面墙体、机房楼上的 X、 γ 辐射剂量率最大值为 2.32 μ Sv/h (机房门外下侧缝隙处), 符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 6.3.1b) “CT 机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h” 的要求。

(6) 口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (SS-X9010DPro-3DE)

在电压 90kV、电流 10mA 设备正常工作状态下, 观察窗、机房门 (西、东)、机房东、西、北三面墙体、机房楼上、楼下的 X、 γ 辐射剂量率最大值为 0.56 μ Sv/h, 符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 6.3.1b) “口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h” 的要求。建设单位每年应委托有资质的技术服务机构对所有正常使用的设备进行工作场所放射防护检测。

建设单位未提供其余 2 台医用诊断 X 射线装置 (型号 PLX101D 和 QF-1) 的辐射工作场所检测资料。

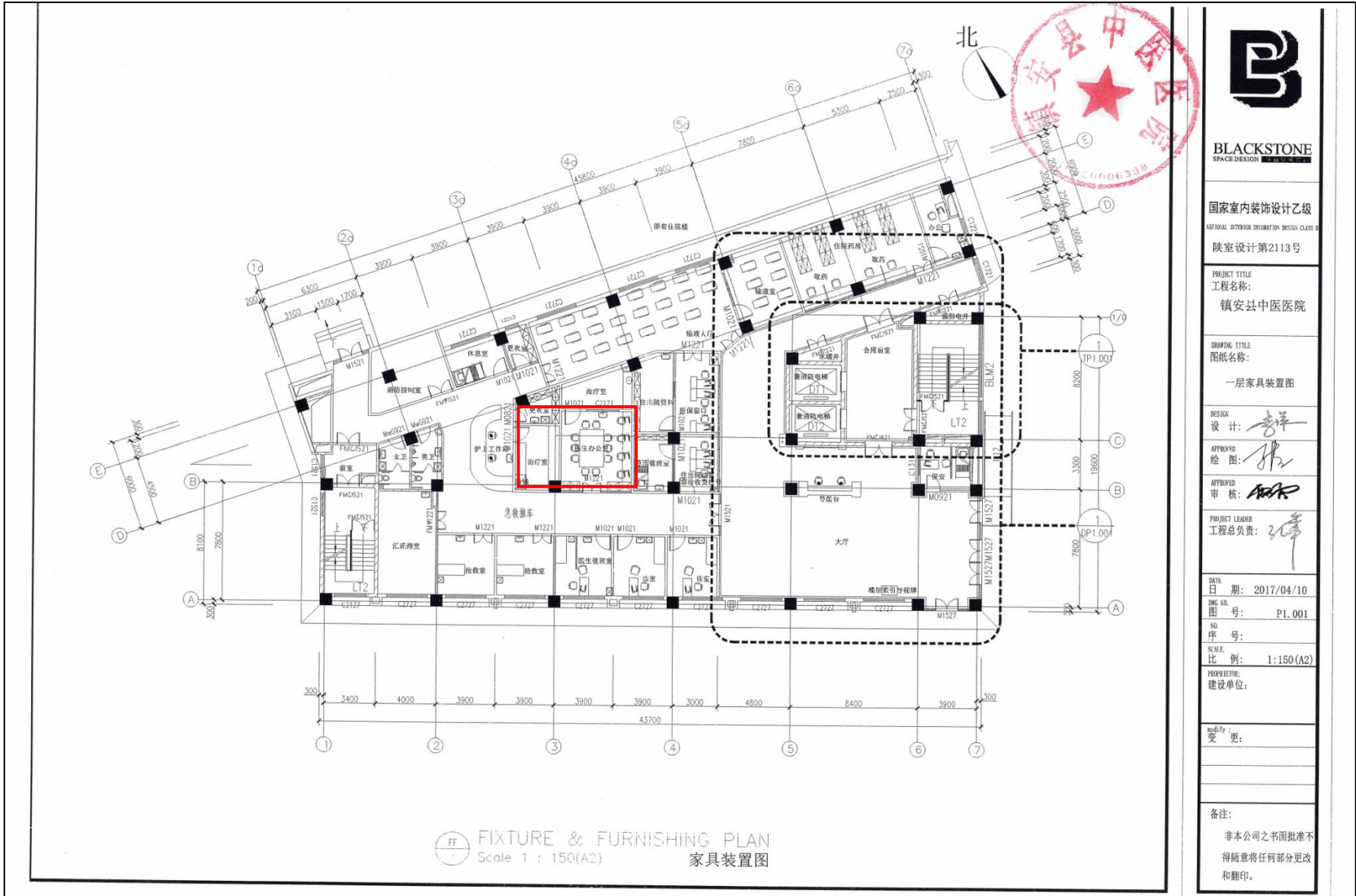
1.3.4 辐射安全管理建议

(1) 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, 指定专人负责系统的使用和维护; 完善射线装置管理制度, 建立射线装置台账; 完善各类射线装置岗位职责、操作规程。医院在今后日常工作中应严格落实各项辐射安全管理, 并根据实际工作对其进行不断完善, 使之更满足辐射安全管理要求。医院应进一步完善辐射事故应急预案, 并加强应急演练。

(2) 医院应及时组织现有全部辐射工作人员参加辐射防护与安全培训, 接受辐射防护安全知识和法律法规教育, 并建立辐射工作人员培训档案, 档案内容包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩。

(3) 医院对现有的辐射工作人员均进行了职业性健康体检, 应按照适任性建议对相关人员进行复查; 本项目拟配备人员均应纳入辐射工作人员管理, 定期进行职业健康体检。

(4) 医院辐射安全许可证许可使用 8 台 III 类射线装置, 每年应落实所有在用设备辐射工作场所防护检测要求, 待本项目取得批复建设完成后, 应及时办理建设项目环保验收及辐射安全许可证增项, 获得许可后方可投入使用。



BLACKSTONE
SPACE DESIGN

国家室内装饰设计乙级
NATIONAL INTERIOR DECORATION DESIGN CLASS B
陕西设计第2113号

PROJECT TITLE
工程名称:
镇安县中医医院

DRAWING TITLE
图纸名称:
一层家具装置图

DESIGN
设计: [Signature]
APPROVED
绘图: [Signature]
APPROVED
审核: [Signature]
PROJECT LEADER
工程总负责: [Signature]

DATE
日期: 2017/04/10
DWG NO.
图号: P1.001
NO.
序号:
SCALE
比例: 1:150(A2)
PROPRIETOR
建设单位:

modify
变更:

备注:
非本公司之书面批准不得随意将任何部分更改和翻印。

图 1-4 医院住院楼一层局部平面布局示意图 (改造前)

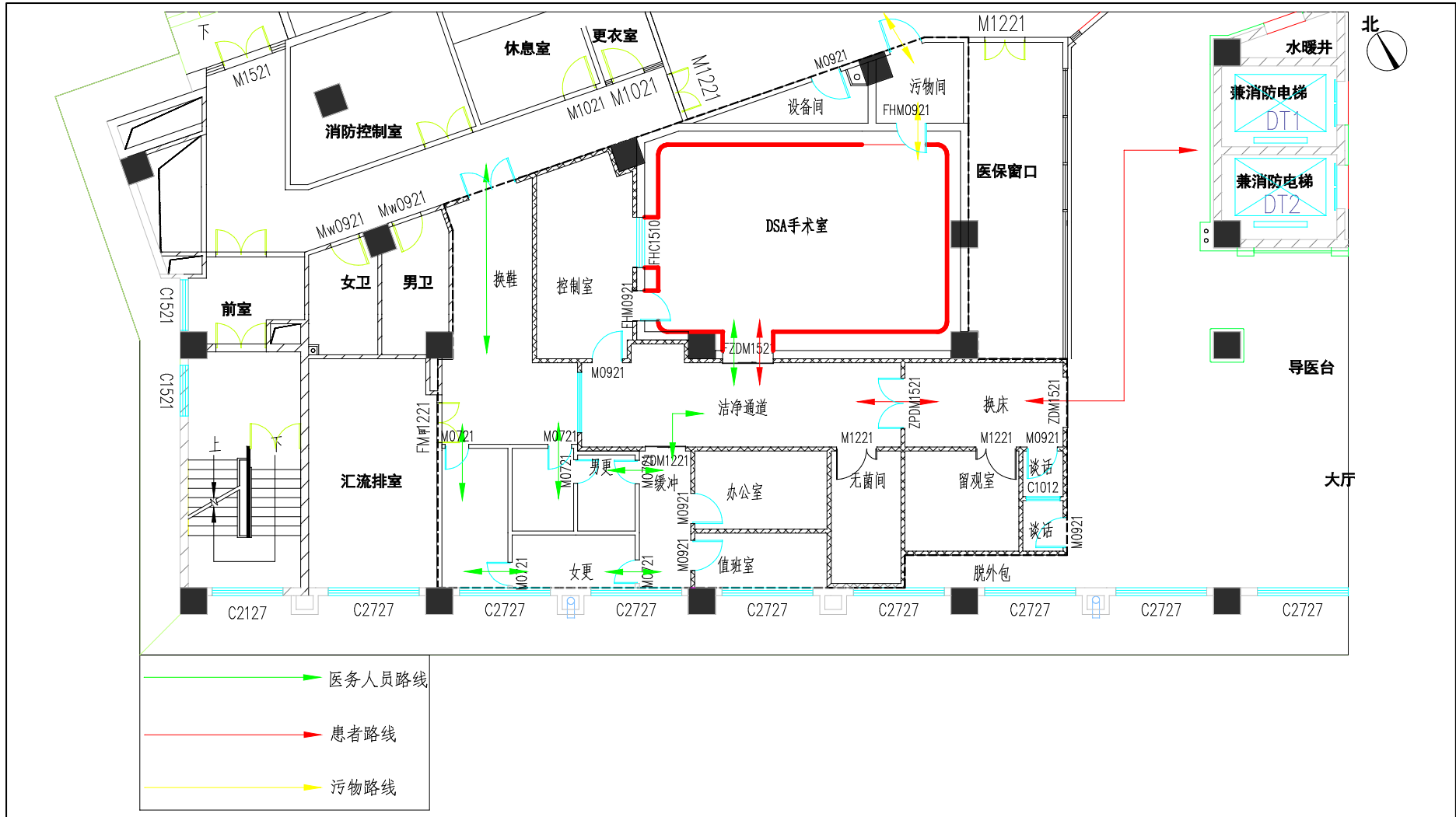


图 1-5 医院住院楼一层局部平面布局示意图及医护、患者、污物流动路线（改造后）

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管造影机 (DSA)	II 类	1 台	CGO-2100 Plus	125	1000	诊断、介入治疗	住院楼一层介入手术间	拟购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m³）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) 《建设项目环境保护管理条例》（修订），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《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>(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) 《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 号修改，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号第四次修订，2021 年 1 月 4 日；</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) 《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修正）》，陕西省人大，2019 年 11 月 6 日起施行；</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）；</p> <p>(13) 陕西省环境保护厅关于印发新修订《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29 号），2018 年 6 月 6 日起施行；</p> <p>(14) 《关于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) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(3) 《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>(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(5) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人检测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 辐射环境质量现状监测报告；</p> <p>(3) 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

项目辐射环境主要保护目标为职业工作人员及公众，其中职业工作人员为从事 DSA 诊疗相关操作的医护工作人员，公众为 DSA 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。项目主要环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护目标		相对方位	保护内容	距离	人口规模	控制目标
职业人员	介入手术医护人员	机房内	介入手术医护人员	/	4 人	年有效剂量不大于 5mSv
	控制室操作人员	机房西北侧	DSA 设备操作人员	约 5m	1 人	
公众人员		机房东北侧	过道、设备间、污物间	约 3m	流动人员	年有效剂量不大于 0.1mSv
		机房东南侧	医保窗口	约 6m	4 人	
		机房西南侧	洁净通道、换床区	约 3m	流动人员	
		机房楼上	针灸康复科	约 3m	4 人	
		机房楼下	配电机房、地下室走廊	约 3m	流动人员	
		50m 范围内其他公众人员	医院医患人员及周边商住户人员等	6~50m	流动人员	

7.2 评价标准

7.2.1 《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职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

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

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效

剂量可提高到 5mSv。

7.2.2 《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。

5.1 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 20cm，其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30cm。

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

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

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

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

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20 cm 的装置。

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

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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

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

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

要求；

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)
双管头或多管头X射线设备 (含C形臂)	30	4.5

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。
(因本项目为手术室，考虑工作实际，参照双管头或多管头X射线设备机房的要求进行评价。)

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

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.4 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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

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

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 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护用品
介入放射性操作	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。

7.2.3 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”。综合考虑，本项目对职业人员的剂量约束值取最小限值的 25%，公众人员的剂量约束值取最小限值的 10%，具体见表 7-5。

表 7-5 本项目剂量约束值

序号	受照射人员类别	年剂量最小限值	本项目年剂量约束值
1	职业人员	20mSv/a	5mSv/a
2	公众	1mSv/a	0.1mSv/a

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 医院地理位置

医院地理位置见图 1-1，医院四邻关系图见图 1-2。

8.1.2 项目场所位置

项目在医院内的位置示意图见图 1-2。

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 γ 辐射本底水平，本次评价采用陕西源平环保科技有限公司对项目 DSA 手术室及周边环境的 γ 辐射剂量当量率检测报告中相关数据。

监测方法如下：

- (1) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率。
- (2) 监测频次：2023 年2 月15日，每个点位连续检测 10 次。
- (3) 监测点位：详见镇安县中医医院环境 γ 辐射剂量率检测点位示意图8-1。

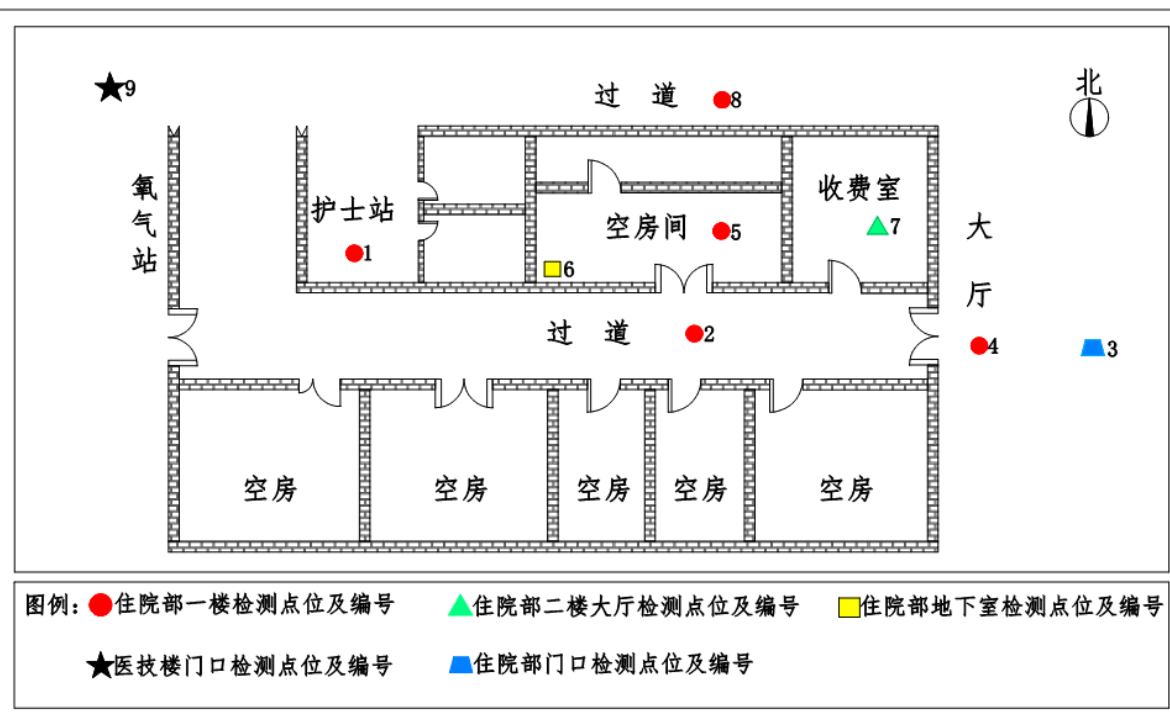


图 8-1 监测点位布设示意图

(4) 监测使用仪器

监测仪器详细信息见表8-1。

表 8-1 监测仪器相关参数一览表

仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
仪器型号/编号	JB4000/19102
仪器生产厂家	上海精博工贸有限公司
测量范围	10nGy/h~600 μ Gy/h (剂量率) 0.2 μ Sv/h~2.5mSv/h (剂量率)
仪器检定/校准单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定/校准证书编号	2022H21-20-3984668001
检定有效期	2022.7.13~2023.7.12

(5) 质量保证措施

本项目监测按照《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》、《辐射环境监测技术规范》的相关要求，以及陕西源平环保科技有限公司的质量体系文件的要求，实施全过程质量控制。

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- ②监测分析方法采用国家及有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；
- ③所用监测仪器全部经过国家认定的计量检定单位检定并在有效期内；
- ④每次监测前后均检查仪器的工作状态，确保正常；

⑤每一个监测点监测（读数）10 次，通过监测仪器校准因子校准计算后，取 10 次监测值的平均值作为该点位的监测值。

8.2.2 监测结果及评价

项目 DSA 手术室及周边环境的 γ 辐射剂量率监测结果见表 8-2。

表 8-2 辐射环境质量现状监测结果一览表

序号	检测点位描述	γ 辐射剂量率 (μ Gy/h)	
		范围值	平均值
1	护士站	0.050~0.101	0.081
2	南侧过道	0.053~0.096	0.069
3	住院部门口	0.020~0.044	0.032
4	住院部大厅	0.017~0.093	0.053
5	住院部一楼空房	0.053~0.115	0.081
6	地下室机房	0.050~0.100	0.072
7	二楼大厅	0.038~0.098	0.065
8	北侧过道	0.041~0.098	0.067
9	医技楼门口	0.032~0.115	0.062

由表 8-2 可知，镇安县中医医院环境 γ 辐射剂量率检测结果范围值为 0.017~0.115 $\mu\text{Gy/h}$ ，平均值为 0.065 $\mu\text{Gy/h}$ 。

根据《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（1994 年 7 月），陕西省商洛市原野 γ 辐射剂量率范围为 25~150nGy/h，道路 γ 辐射剂量率范围为 32~156nGy/h，室内 γ 辐射剂量率范围为 75~169nGy/h，项目辐射工作场所及周边环境的空气吸收剂量率与商洛市天然环境 γ 辐射空气吸收剂量率处于同一水平。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, 数字减影血管造影系统) 因其整体结构像大写的“C”, 因此也称作 C 型臂 X 光机。DSA 设备主要由 X 射线发生系统、影像接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统、防护屏及防护铅帘等构成。

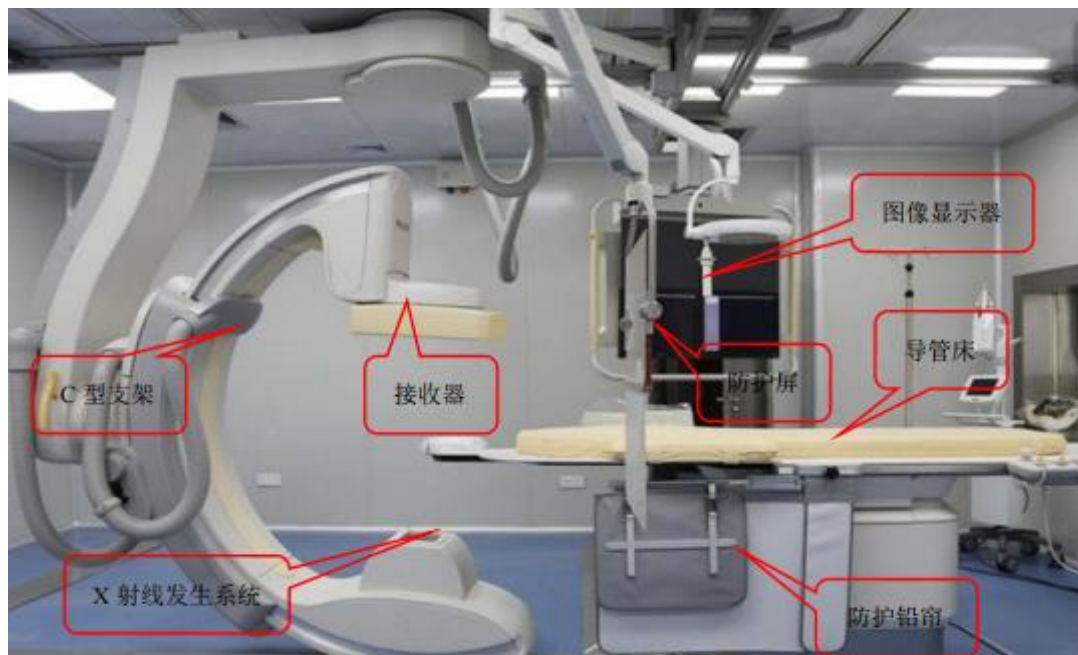


图 9-1 常见数字减影血管造影机外观图

9.1.2 DSA 工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法, 它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前, 首先进行第一次成像, 并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后, 再次成像并转换成数字信号。两次数字相减, 消除相同的信号, 得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观, 一些精细的血管结构亦能显示出来, 对比度分辨率高, 减去了血管以外的背景, 尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示。由于造影剂用量少, 浓度低, 损伤小, 较安全。通过 DSA 处理的图像, 使血管的影像更为清晰, 在进行介入手术时更为安全。在进行 DSA 手术时, 医务人员将介入导管经皮下血管注入, 通过 DSA 自带的 X 射线成像系统, 将导管在血管内的影像显现出来。通过 DSA 处理的图像, 使血管的影像更为清晰, 在进行介入手术时更为安全。DSA 工作示意图见图 9-2。

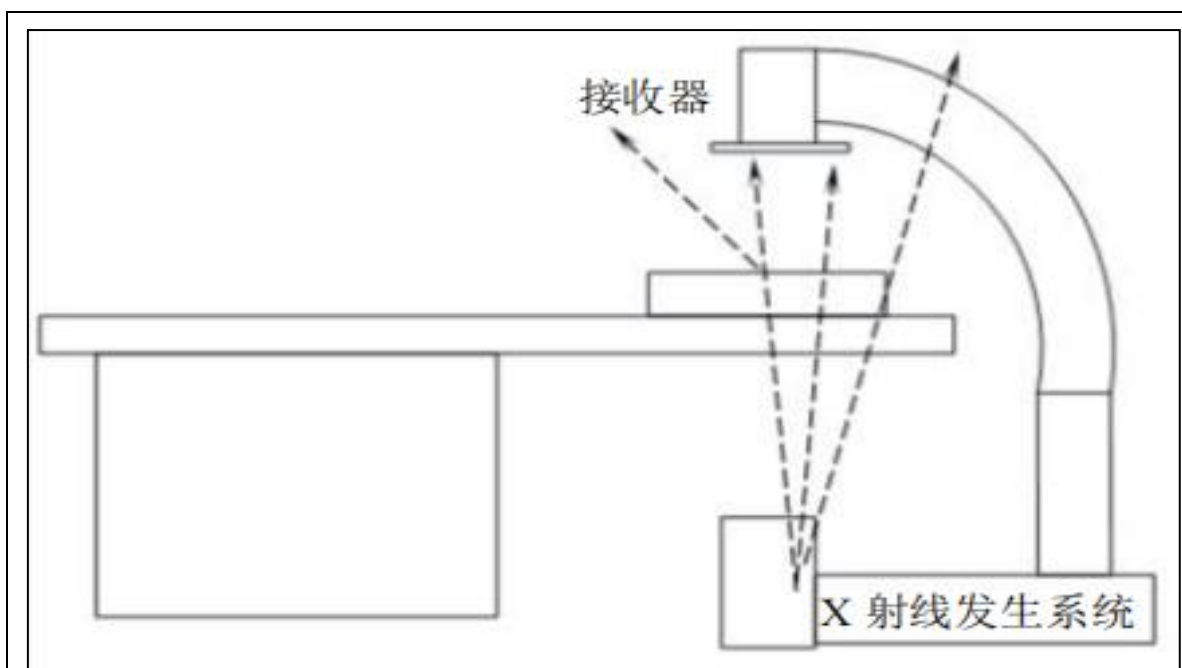


图 9-2 DSA 工作示意图

9.1.3 操作流程

数字减影血管造影系统 (DSA) 在进行曝光时分为 DSA 检查和介入治疗两种情况。

(1) DSA 检查

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

(2) DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间隙式透视。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 DSA 的 X 线管 0.8~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等），同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师、护士佩戴防护用品，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术结束后关机，病人离开介入室。

9.1.4 污染因子

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。因注入的造影剂不含放射性，不会产生放射性废物。射线装置采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 介入治疗流程及产污环节见图 9-3。

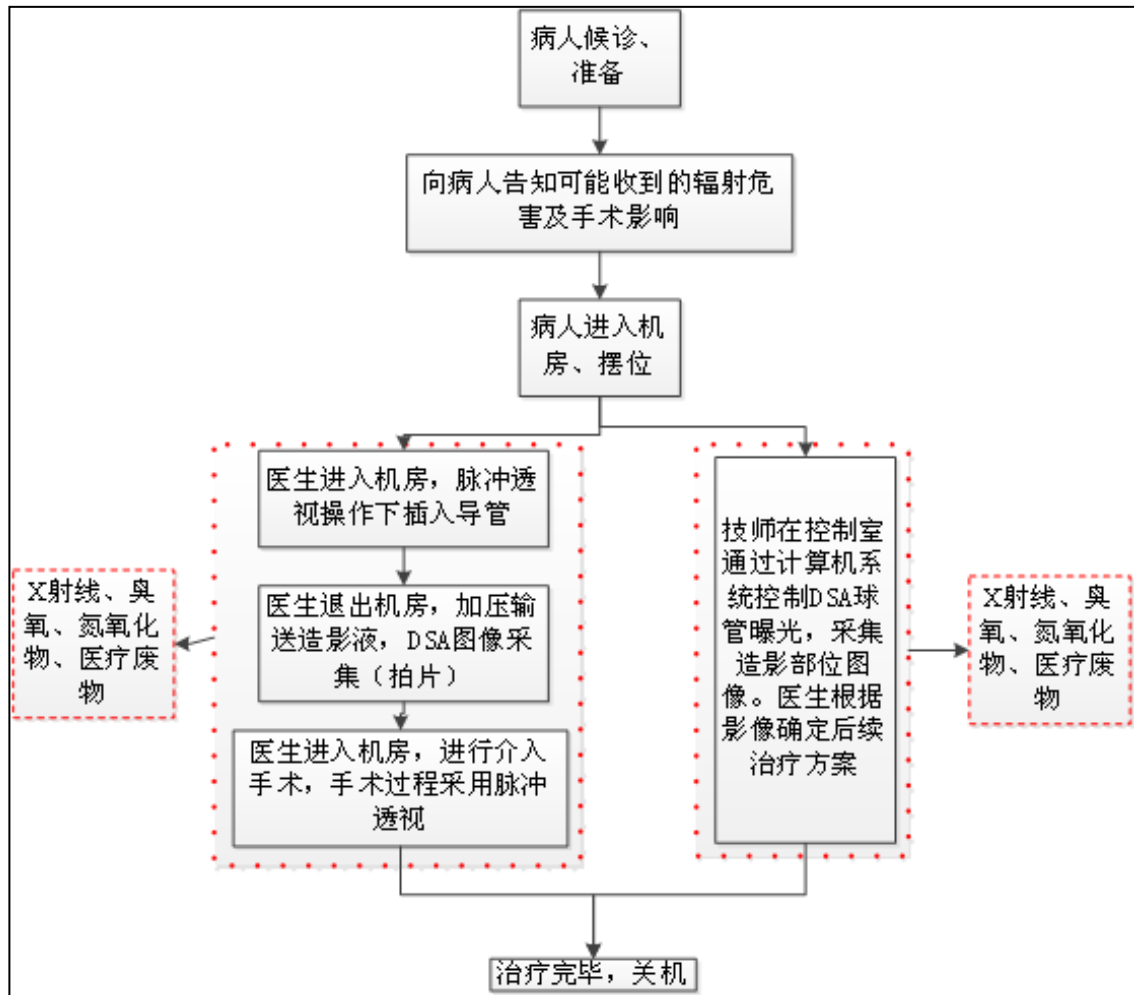


图 9-3 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

9.1.5 医护、患者、污物流动路线

(1) 医护人员流动路线：医护人员进入更衣室，经洁净通道进入控制室，通过患者进出门进入 DSA 手术室。

(2) 患者流动路线：患者经换床区和洁净通道由手术室患者进出门进入 DSA 手术室。

(3) 污物流动路线：污物经 DSA 手术室东北侧的污物门进入污物间，由污物间北侧门运出。

医护、患者、污物流动路线详见图 1-5。

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况下污染途径

数字减影血管造影设备（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，对手术室内操作的医护人员造成较高剂量的外照射。

此外，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目运行时射线装置的管电压、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。

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

项目采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、一次性卫生防护用品等医疗废物，采用专用容器集中收集转移至污物间，然后就地打包、转移至医院医疗废物暂存间，最终委托商洛市商州区医疗废物处置中心处置。辐射工作人员产生的少量生活垃圾采用垃圾桶集中收集后交由环卫部门统一清运。

9.2.2 事故工况下污染途径

项目数字减影血管造影设备（DSA）属于II类射线装置，运行过程中可能发生的辐射安全事故如下：

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

（2）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。

（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）设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，造成误照射。

（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。

（6）开机时透视状态下，造成的 X 射线泄露和散射线影响。

（7）安全警示装置发生故障，医护人员误入正在运行的手术室造成额外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 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。

项目位于医院住院楼 1 层中部的介入手术间，手术间通过隔离门与一层其他功能区隔离，防止无关人员进入。根据项目平面布局，将 DSA 手术间防护屏蔽体（包括屏蔽墙、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区，与控制区相邻的控制室、设备间、污物间、洁净通道、DSA 手术室正上方区域（针灸康复科）、楼下区域（配电机房地下室走廊）等划分为监督区。项目分区图见图 10-1 和图 10-2。

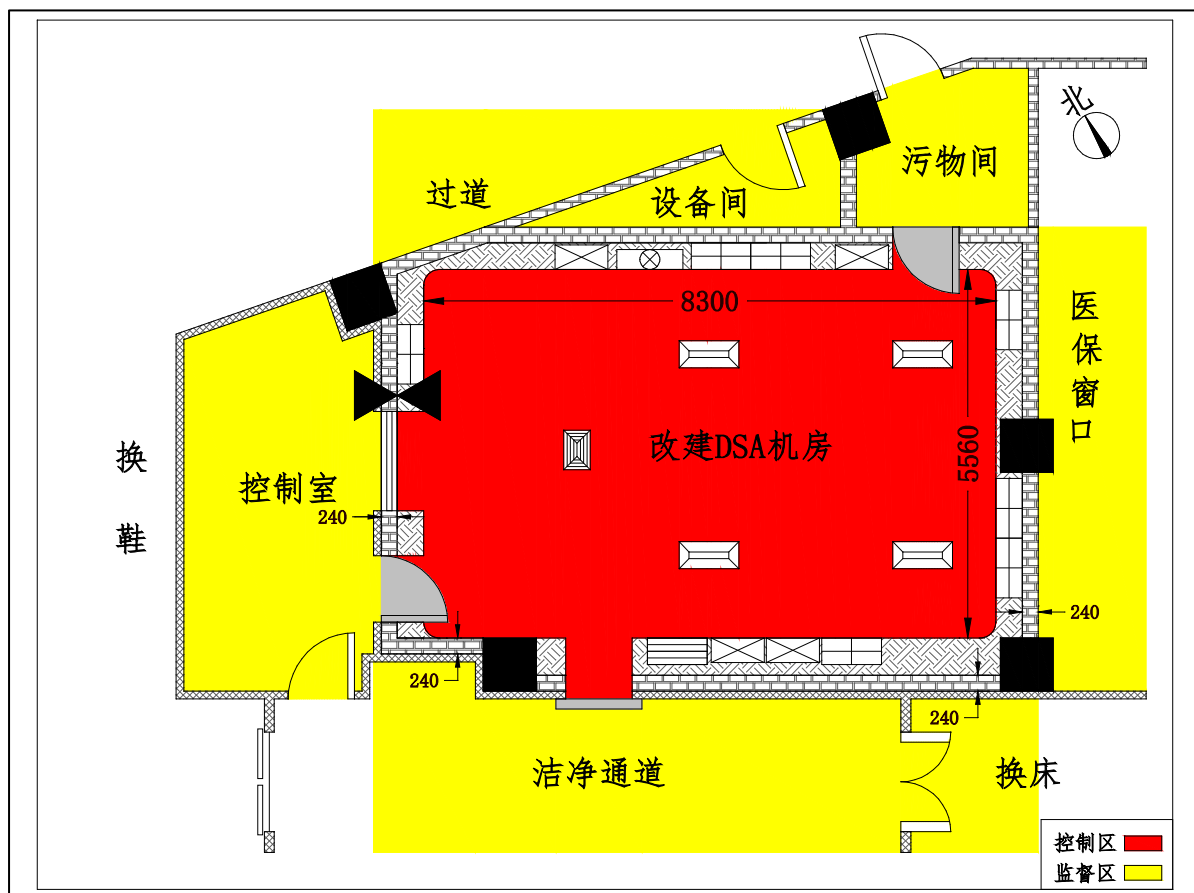


图 10-1 DSA 工作场所平面及分区管理示意图

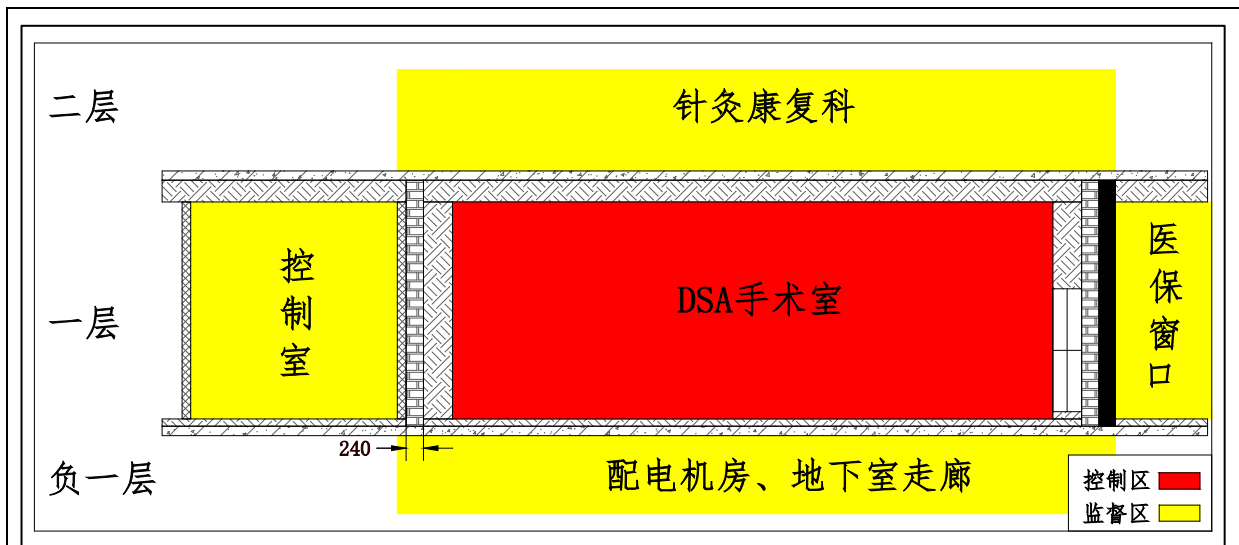


图 10-2 DSA 工作场所剖面及分区管理示意图

10.1.2 辐射防护屏蔽设计

项目拟配置的数字减影血管造影设备（DSA）最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（130-2020）附录 C 公式 C.1 和 C.2，混凝土、铅、砖的 α 、 β 、 γ 取值自附录 C 表 C.2、表 C.3，计算得出在管电压 125kV 条件下，则可推算出 130mm 混凝土防护能力相当于 1.6mm 铅当量，240mm 实心砖防护能力相当于 2.0 mm 铅当量。

项目 DSA 手术室的防护能力见表 10-1。

表 10-1 改建 DSA 机房设计的屏蔽防护措施

内容	设计的屏蔽防护措施	等效铅当量
东、北墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡涂料+装饰材料	5.0 mmPb
西、南墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡涂料+装饰材料+框架结构	5.0 mmPb
天花板 (顶棚)	130mm 混凝土现浇板+3mmPb 铅板	4.6 mmPb
地面	130mm 混凝土现浇板+3mmPb 硫酸钡涂料	4.6 mmPb
工作人员出入口	3mmPb 手动单开铅门	3.0mmPb
受检者出入口	3mmPb 电动推拉铅门	3.0mmPb
污物通道门	3mmPb 手动单开铅门	3.0mmPb
观察窗	3mmPb 铅玻璃	3.0mmPb

10.1.3 拟采取的安全防护措施

(1) DSA 手术室患者进出防护门、工作人员防护门、污物门外应设置电离辐射警告标志，候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

(2) 防护门上方设置醒目的工作状态指示灯，指示灯的灯箱上应设有“射线有害，灯亮勿入”的警告标志。指示灯与患者进出防护门应有效联动。

(3) 患者进出门应设置为感应式电动推拉门，并设置光幕式红外防夹装置。

(4) 控制室应设置有观察窗或摄像监控装置，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) 手术室内布局要合理，应尽量避免有用线束直接照射门、窗和管线口（包括线缆沟、通风管道等）位置和工作人员操作位。不得堆放与 DSA 设备诊断工作无关的杂物。

(6) 手术室应设置动力通风装置，防止手术室空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的累积。

(7) 医院应配备 1 台便携式辐射剂量监测仪，定期巡检并建立监测数据档案。

(8) 介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品须满足表 10-2 的要求。

表 10-2 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查 类型	工作人员		受检者	
	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/铅防护吊帘、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：“—”表示不要求。

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

DSA 介入手术室内工作人员辅助防护设施应配备铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风（选配）等防护用品，本项目介入手术间工作人员辅助防护设施配备如表 10-3 所示。

表 10-3 本项目介入手术间防工作人员辅助防护设施配备一览表

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

辐射工作人员和患者还应配备个人防护用品，本项目介入手术间拟配备如表 10-4 所示。

表 10-4 本项目介入手术间个人防护用品配备一览表

序号	机房	防护名称	数量/件	铅当量/mmPb	
1	介入手术间	患者	铅橡胶性腺防护围裙（方形） 或方巾	≥ 1	≥ 0.50
2			铅橡胶颈套	≥ 1	≥ 0.50
3			铅橡胶帽子（选配）	可根据实际情况选配	≥ 0.25
4		工作人员	铅橡胶围裙	≥ 2	≥ 0.50
5			铅橡胶颈套	≥ 2	≥ 0.50
6			铅防护眼镜	≥ 2	≥ 0.25
7			介入防护手套	≥ 2	≥ 0.025
8			铅橡胶帽子（选配）	可根据实际情况选配	≥ 0.25

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

10.2 “三废”的治理

项目注入的造影剂不含放射性，DSA 设备在运行过程中不产生放射性“三废”。

10.2.1 废水

项目采用先进的数字显影技术，无废显影液和定影液产生。项目拟配备 5 名辐射工作人员，工作人员产生的生活污水进入医院污水处理站，处理达标后排入市政污水管网。

10.2.2 废气

DSA 在开机并处于出束时，X 射线与介入手术间的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。

本项目在 DSA 手术室顶棚中部西侧设置了 1 个排风口，手术室内产生的微量臭氧、氮氧化物等由排风管道汇入主通风管道（无菌间上方）排向建筑主体南侧室外，保证室内良好通风，对周围环境影响极小。项目排风管道走向图见图 10-3。

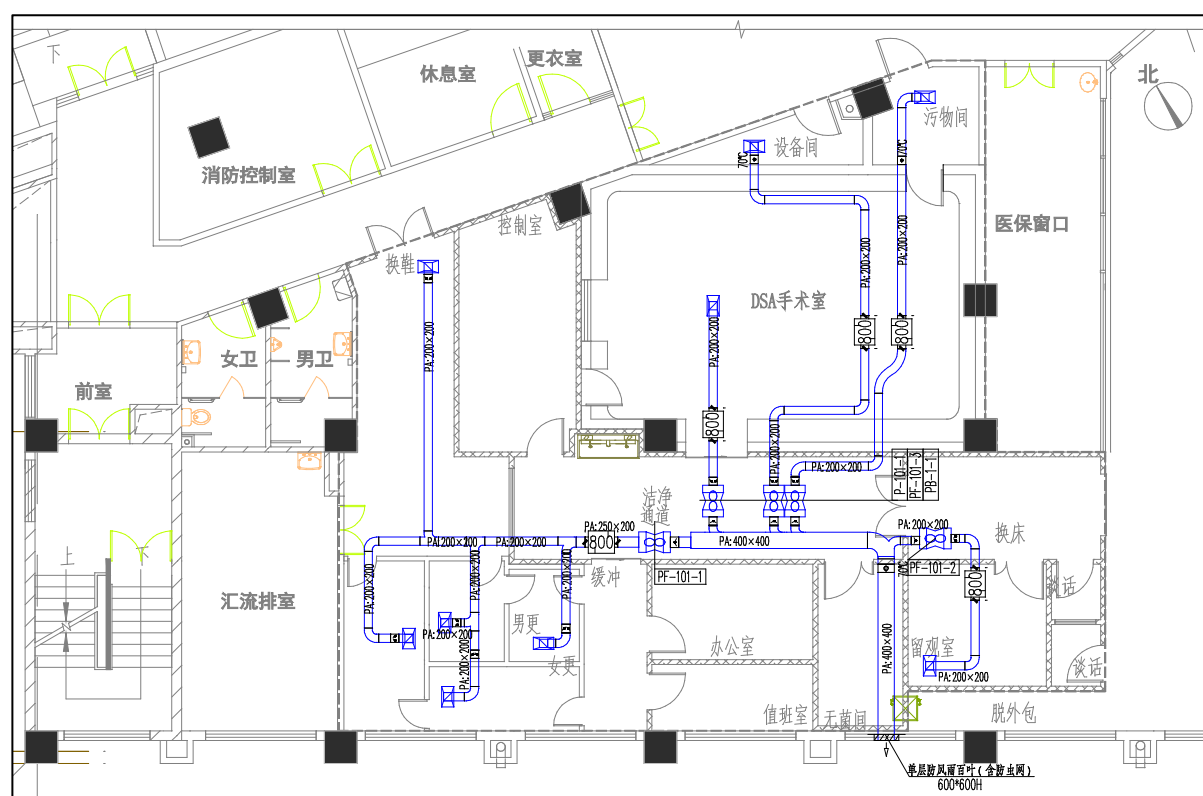


图 10-3 项目排风管道走向图

10.2.3 固体废物

项目采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。项目固体废物主要为运行期间 DSA 手术室辐射工作人员产生的少量生活垃圾及介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、一次性卫生防护用品等医疗废物。

本项目工作人员生活垃圾采用垃圾桶集中收集后交由环卫部门统一清运；介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、一次性卫生防护用品等医疗废物，采用专用容器集中收集转移至污物间，然后就地打包、转移至医院医疗废物暂存间，最终委托商洛市商州区医疗废物处置中心处置。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

医院拟拆除原位于住院楼一层中部医生办公室、护士工作室、急诊值班室、住出院资料室等，并在原址基础上新建 1 间 DSA 手术室、控制室、设备间、污物间等相关辅助功能用房。项目建设阶段对环境的影响主要为为施工扬尘、施工废水、施工噪声、建筑垃圾以及设备调试产生的辐射等。

(1) 施工期料堆应采取防尘措施，拆除建筑物或构筑物时，应当采用隔离、洒水等降噪、降尘措施，并及时清理废弃物，产生的固体废物应及时清运至建筑垃圾填埋场，运建筑物内垃圾应当采用容器或搭设专用封闭式垃圾道的方式清运，严禁凌空抛掷。

(2) 加强施工管理，合理安排施工作业时间，可能产生强噪声的施工作业安排在白天，尽量避免噪声扰民。

(3) 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) 施工期间的建筑垃圾应在指定的地点堆放，并及时清运；废包装材料和生活垃圾产生量少，分类收集于垃圾桶，由环卫部门统一清运。

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

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

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 防护能力符合性分析

11.2.1.1 工作场所辐射屏蔽设计符合性

项目 DSA 手术室的防护能力符合性分析见表 11-1。

表 11-1 DSA 手术室防护能力符合性分析

内容	设计的屏蔽防护措施	等效铅当量	标准要求	评价结果
东、北墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡涂料+装饰材料	5.0 mmPb	2.0 mmPb	符合
西、南墙体	240mm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡涂料+装饰材料+框架结构	5.0 mmPb	2.0 mmPb	符合
天花板 (顶棚)	130mm 混凝土现浇板+3mmPb 铅板	4.6 mmPb	2.0 mmPb	符合
地面	130mm 混凝土现浇板+3mmPb 硫酸钡涂料	4.6 mmPb	2.0 mmPb	符合
工作人员出入口	3mmPb 手动单开铅门	3.0mmPb	2.0 mmPb	符合
受检者出入口	3mmPb 电动推拉铅门	3.0mmPb	2.0 mmPb	符合
污物通道门	3mmPb 手动单开铅门	3.0mmPb	2.0 mmPb	符合
观察窗	3mmPb 铅玻璃	3.0mmPb	2.0 mmPb	符合

由表 11-1 可知，手术室四周墙体、观察窗、防护门、顶棚、地面的等效铅当量在 3.0~5.0mmPb 之间，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

11.2.1.2 手术室面积和最小单边长度符合性

项目 DSA 手术室机房长 8.3m、宽 5.56m，有效使用面积为 46.15m²，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 30m²，机房内最小单边长度 4.5m”的要求。

11.2.2 辐射环境影响分析

11.2.2.1 关注点选取

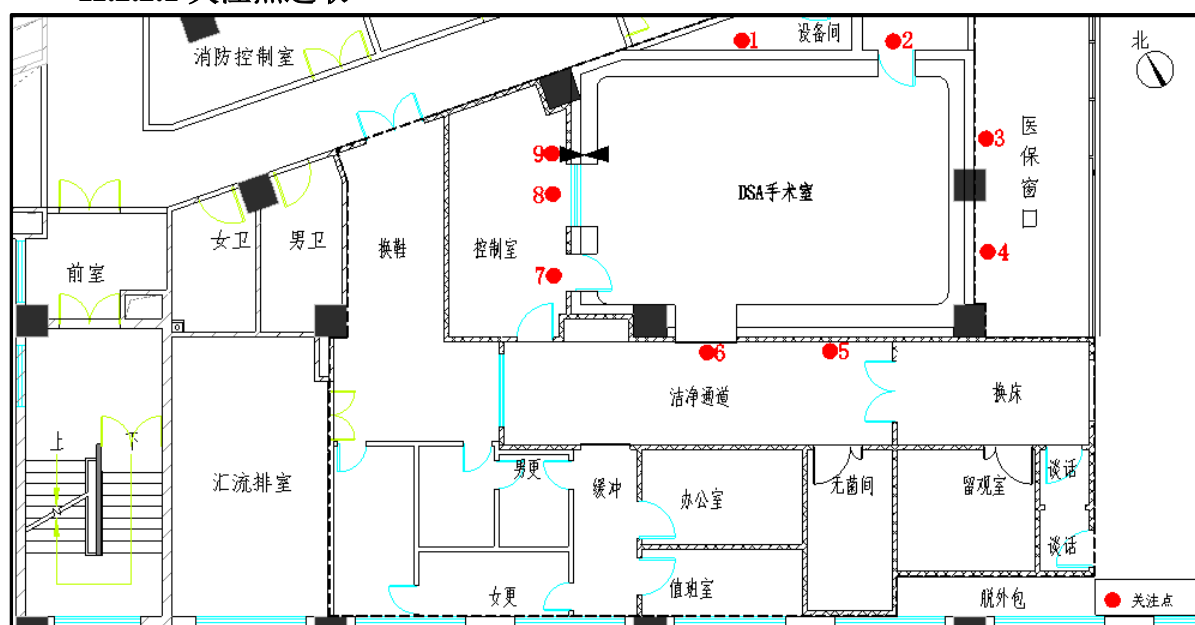


图 11-1 各关注点分布示意图（平面）

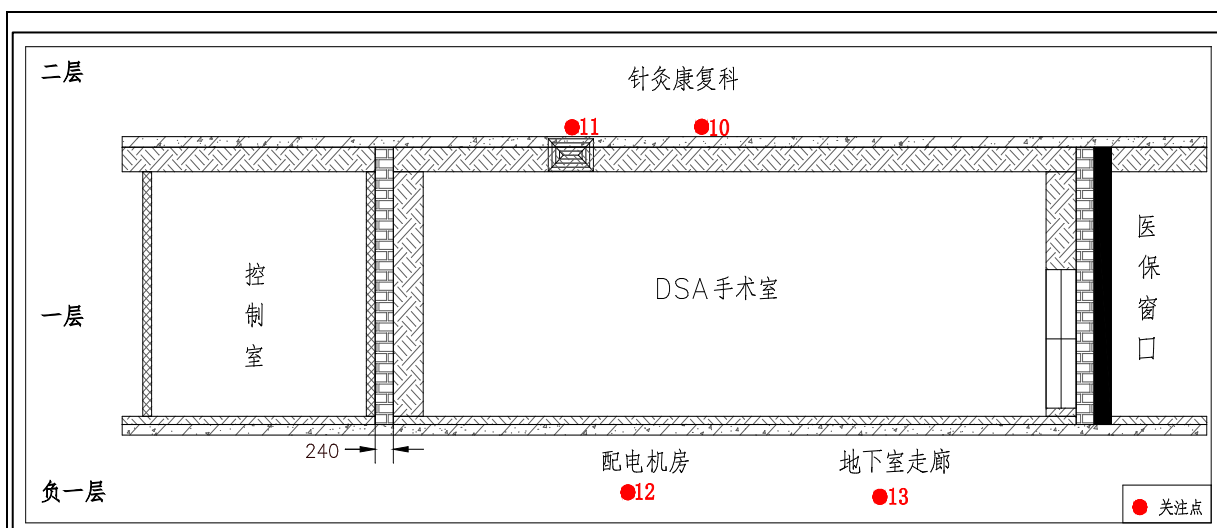


图 11-2 各关注点分布示意图（剖面）

关注点的选取主要考虑可能对辐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图见图 11-1、图 11-2。

11.2.2.2 各关注点剂量率估算

项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。DSA 设备包括透视和采集两种工作模式。根据 ICRP33《医用外照射源的辐射防护》P55 图 2，管电压 125kV 时，2mmAl 滤过下，离靶 1m 处的剂量率约为 11mGy/mA·min。

根据医院提供资料及参考同类型装置运行情况，透视时最大管电压为 125kV，最大管电流取 160mA，距靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.06 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ；采集时最大管电压为 125kV，最大管电流取 520mA，距靶点 1m 处的最大剂量率为 $3.43 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

表 11-2 DSA 不同运行条件下的参数取值

设备	运行条件		距靶点 1m 处的剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)
DSA	透视	125 kV, 160mA	1.06E+08
	采集	125 kV, 520mA	3.43E+08

DSA 设备主束照向患者，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) 泄漏辐射剂量率估算

① 估算方法

泄漏辐射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）。对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 计算。

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
125kV	铅	2.219	7.923	0.5386

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

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

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

式中：H—关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

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

R—靶点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

X—铅厚度，mm。

②估算结果

不同模式下各关注点的泄漏辐射剂量率估算见表 11-4。

表11-4 不同模式下各关注点的泄漏辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述		序号	等效铅当量 (mm)	R (m)	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	B	H ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	东北侧	设备间墙	1	5.0	2.8	1.06E+08	9.07E-07	1.23E-02
		污物间门	2	3.0	4.9	1.06E+08	7.97E-05	3.52E-01
	东南侧	医保窗口墙①	3	5.0	5.5	1.06E+08	9.07E-07	3.18E-03
		医保窗口墙②	4	5.0	5.5	1.06E+08	9.07E-07	3.18E-03
	西南侧	洁净通道	5	5.0	4.2	1.06E+08	9.07E-07	5.45E-03
		患者进出门外	6	3.0	2.8	1.06E+08	7.97E-05	1.08E+00
	西北侧	控制室门	7	3.0	5.2	1.06E+08	7.97E-05	3.12E-01
		控制室观察窗	8	3.0	4.7	1.06E+08	7.97E-05	3.82E-01
		电缆沟	9	5.0	4.8	1.06E+08	9.07E-07	4.17E-03
	楼上	针灸康复科	10	4.6	3.2	1.06E+08	2.21E-06	2.29E-02
		通风口	11	4.6	3.6	1.06E+08	2.21E-06	1.81E-02
	楼下	配电机房	12	4.6	2.8	1.06E+08	2.21E-06	2.99E-02
		地下室走廊	13	4.6	2.8	1.06E+08	2.21E-06	2.99E-02

采集	东北侧	设备间墙	1	5.0	2.8	3.43E+08	9.07E-07	3.97E-02
		污物间门	2	3.0	4.9	3.43E+08	7.97E-05	1.14E+00
	东南侧	医保窗口墙①	3	5.0	5.5	3.43E+08	9.07E-07	1.03E-02
		医保窗口墙②	4	5.0	5.5	3.43E+08	9.07E-07	1.03E-02
	西南侧	洁净通道	5	5.0	4.2	3.43E+08	9.07E-07	1.76E-02
		患者进出门外	6	3.0	2.8	3.43E+08	7.97E-05	3.48E+00
	西北侧	控制室门	7	3.0	5.2	3.43E+08	7.97E-05	1.01E+00
		控制室观察窗	8	3.0	4.7	3.43E+08	7.97E-05	1.24E+00
		电缆沟	9	5.0	4.8	3.43E+08	9.07E-07	1.35E-02
	楼上	针灸康复科	10	4.6	3.2	3.43E+08	2.21E-06	7.40E-02
		通风口	11	4.6	3.6	3.43E+08	2.21E-06	5.85E-02
	楼下	配电机房	12	4.6	2.8	3.43E+08	2.21E-06	9.67E-02
		地下室走廊	13	4.6	2.8	3.43E+08	2.21E-06	9.67E-02

(2) 散射辐射剂量率估算

①估算方法

关注点处的散射辐射剂量率计算公式参考《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）。

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

式中：H—关注点处的患者散射剂量率，μGy/h；

H₀—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

α—患者对 X 射线的散射比，取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，125kV 射线散射与入射 X、γ射线照射量之比值α为 0.0015（90°散射，相对于 400cm² 散射面积）；

S—散射面积，取典型值 400cm²；

d₀—源与患者的距离，一般取0.8m；

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处散射辐射剂量率计算结果见表 11-5。

表11-5 不同模式下各关注点处散射辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述		序号	等效铅当量 (mm)	R (m)	H ₀ (μGy/h)	B	H (μGy/h)
透视	东北侧	设备间墙	1	5.0	2.8	1.06E+08	9.07E-07	4.25E-03
		污物间门	2	3.0	4.9	1.06E+08	7.97E-05	1.22E-01
	东南侧	医保窗口墙①	3	5.0	5.5	1.06E+08	9.07E-07	1.10E-03
		医保窗口墙②	4	5.0	5.5	1.06E+08	9.07E-07	1.10E-03
	西南侧	洁净通道	5	5.0	4.2	1.06E+08	9.07E-07	1.89E-03
		患者进出门外	6	3.0	2.8	1.06E+08	7.97E-05	3.73E-01
	西北侧	控制室门	7	3.0	5.2	1.06E+08	7.97E-05	1.08E-01
		控制室观察窗	8	3.0	4.7	1.06E+08	7.97E-05	1.33E-01
		电缆沟	9	5.0	4.8	1.06E+08	9.07E-07	1.45E-03
	楼上	针灸康复科	10	4.6	3.2	1.06E+08	2.21E-06	7.93E-03
		通风口	11	4.6	3.6	1.06E+08	2.21E-06	6.26E-03
	楼下	配电机房	12	4.6	2.8	1.06E+08	2.21E-06	1.04E-02
		地下室走廊	13	4.6	2.8	1.06E+08	2.21E-06	1.04E-02
采集	东北侧	设备间墙	1	5.0	2.8	3.43E+08	9.07E-07	1.38E-02
		污物间门	2	3.0	4.9	3.43E+08	7.97E-05	3.95E-01
	东南侧	医保窗口墙①	3	5.0	5.5	3.43E+08	9.07E-07	3.57E-03
		医保窗口墙②	4	5.0	5.5	3.43E+08	9.07E-07	3.57E-03
	西南侧	洁净通道	5	5.0	4.2	3.43E+08	9.07E-07	6.12E-03
		患者进出门外	6	3.0	2.8	3.43E+08	7.97E-05	1.21E+00
	西北侧	控制室门	7	3.0	5.2	3.43E+08	7.97E-05	3.50E-01
		控制室观察窗	8	3.0	4.7	3.43E+08	7.97E-05	4.29E-01
		电缆沟	9	5.0	4.8	3.43E+08	9.07E-07	4.68E-03
	楼上	针灸康复科	10	4.6	3.2	3.43E+08	2.21E-06	2.57E-02
		通风口	11	4.6	3.6	3.43E+08	2.21E-06	2.03E-02
	楼下	配电机房	12	4.6	2.8	3.43E+08	2.21E-06	3.35E-02
		地下室走廊	13	4.6	2.8	3.43E+08	2.21E-06	3.35E-02

(3) 总辐射有效剂量率

不同模式下各关注点处总的辐射有效剂量率汇总见表 11-6。

表 11-6 不同工作模式下各关注点处总的剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述		序号	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	东北侧	设备间墙	1	1.23E-02	4.25E-03	1.23E-02
		污物间门	2	3.52E-01	1.22E-01	4.74E-01
	东南侧	医保窗口墙①	3	3.18E-03	1.10E-03	4.28E-03
		医保窗口墙②	4	3.18E-03	1.10E-03	4.28E-03
	西南侧	洁净通道	5	5.45E-03	1.89E-03	7.34E-03
		患者进出门外	6	1.08E+00	3.73E-01	1.45E+00
	西北侧	控制室门	7	3.12E-01	1.08E-01	4.20E-01
		控制室观察窗	8	3.82E-01	1.33E-01	5.15E-01
		电缆沟	9	4.17E-03	1.45E-03	5.62E-03
	楼上	针灸康复科	10	2.29E-02	7.93E-03	3.08E-02
		通风口	11	1.81E-02	6.26E-03	2.44E-02
	楼下	配电机房	12	2.99E-02	1.04E-02	4.03E-02
		地下室走廊	13	2.99E-02	1.04E-02	4.03E-02
采集	东北侧	设备间墙	1	3.97E-02	1.38E-02	5.35E-02
		污物间门	2	1.14E+00	3.95E-01	1.54E+00
	东南侧	医保窗口墙①	3	1.03E-02	3.57E-03	1.39E-02
		医保窗口墙②	4	1.03E-02	3.57E-03	1.39E-02
	西南侧	洁净通道	5	1.76E-02	6.12E-03	2.37E-02
		患者进出门外	6	3.48E+00	1.21E+00	4.69E+00
	西北侧	控制室门	7	1.01E+00	3.50E-01	1.36E+00
		控制室观察窗	8	1.24E+00	4.29E-01	1.67E+00
		电缆沟	9	1.35E-02	4.68E-03	1.82E-02
	楼上	针灸康复科	10	7.40E-02	2.57E-02	9.97E-02
		通风口	11	5.85E-02	2.03E-02	7.88E-02
	楼下	配电机房	12	9.67E-02	3.35E-02	1.30E-01
		地下室走廊	13	9.67E-02	3.35E-02	1.30E-01

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 处的剂量率最大为 1.45 $\mu\text{Gy/h}$ ；在采集状态下，手术室各屏蔽体外表面 0.3m 处的剂量率最大为 4.69 $\mu\text{Gy/h}$ 。在辐射屏蔽计算时有效剂量率与空气吸收剂量率换算系数通常取 1Sv/Gy，则项目 DSA 手术室各屏蔽体外 0.3m 处的剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关限值要求。

11.2.3 辐射环境影响分析

11.2.3.1 工作量

项目 DSA 运行包括透视和采集两种模式，项目运行后预计每年进行手术 100 台，平均每台手术透视时间 15min，采集 1min。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	160	15min	100	25h
	采集	125	520	1min	100	1.67h

11.2.3.2 估算方法

相关人员受到的年有效剂量计算公式如下：

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

式中：H_w—年有效剂量，mSv/a；

HR—手术室外周围剂量当量率，μSv/h；

K—有效剂量与吸收剂量换算系数，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。

11.2.3.3 职业人员年附加剂量估算

在采集模式下，项目拟配备 1 名辐射工作人员，采取隔室操作的方式，通过铅玻璃观察窗和操作台观察手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流；在透视模式下，项目拟配备 1 名介入医生、1 名护士在 DSA 手术室内对患者进行手术。项目 DSA 曝光时第一术者位医生穿戴铅衣、头戴铅帽、铅眼镜等防护用品，位于铅吊屏和床侧铅帘后；第二术者位护士/助手穿戴铅衣等防护用品，位于床侧铅帘和移动铅屏风后。

(1) 操作室内职业人员年附加有效剂量估算

根据表 11-6 计算结果，结合公式 4，控制室内职业人员可能受到的年有效剂量见表 11-8。

表11-8 控制室内职业人员附加年有效剂量估算结果一览表

关注点位置描述	透视状态		采集状态		居留因子	年有效剂量估算 (mSv/a)
	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h/a)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h/a)		
控制室门	4.20E-01	25	1.36E+00	1.67	1	1.28E-02
控制室观察窗	5.15E-01	25	1.67E+00	1.67	1	1.57E-02
电缆沟	5.62E-03	25	1.82E-02	1.67	1	1.71E-04

注：操作室（包括观察窗外、工作人员进出门外）的人员全部以职业工作人员考虑。

由表11-8可知，DSA正常运行时，操作室内职业工作人员受到的附加年有效剂量最大值为0.016mSv；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）介入手术医生年附加有效剂量估算

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

根据公式2计算可知，管电压125kV时，手术医生穿0.5mm厚铅衣的辐射透射因子B为 5.57×10^{-2} ，护士穿0.5mm厚铅衣与采用2mm厚移动铅屏风的辐射透射因子B为 2.50×10^{-4} 。根据表11-8，DSA手术透视情况下年累积出束时间25h，则介入手术所致手术室内操作医生年剂量为0.56mSv，护士年剂量为 2.5×10^{-3} mSv。项目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）。

表11-9 介入手术医护人员附加年有效剂量估算结果一览表

人员	剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	防护铅当量 (mmPb)	透射因子	时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
医生	400	0.5	5.57×10^{-2}	25	0.56
护士	400	2.5	2.50×10^{-4}	25	2.5×10^{-3}

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

综上，项目运行期间，职业工作人员（无论采集还是透视下）所受到的附加年有效剂量均满足《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）。

11.2.3.4 公众年附加剂量估算

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

表 11-10 公众受到的年有效剂量估算结果一览表

关注点位置描述			透视状态		采集状态		居留因子	年有效剂量估算 (mSv/a)
			总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h/a)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h/a)		
东北侧	设备间墙	公众	1.23E-02	25	5.35E-02	1.67	1/20	1.98E-05
	污物间门	公众	4.74E-01	25	1.54E+00	1.67	1/8	1.80E-03
东南侧	医保窗口墙①	公众	4.28E-03	25	1.39E-02	1.67	1	1.30E-04
	医保窗口墙②	公众	4.28E-03	25	1.39E-02	1.67	1	1.30E-04
西南侧	洁净通道	公众	7.34E-03	25	2.37E-02	1.67	1/5	4.46E-05
	患者进出门外	公众	1.45E+00	25	4.69E+00	1.67	1/5	8.82E-03
楼上	针灸康复科	公众	3.08E-02	25	9.97E-02	1.67	1	9.36E-04
	通风口上方	公众	2.44E-02	25	7.88E-02	1.67	1	7.41E-04
楼下	配电机房	公众	4.03E-02	25	1.30E-01	1.67	1/20	6.12E-05
	地下室走廊	公众	4.03E-02	25	1.30E-01	1.67	1/20	6.12E-05

注：根据 GBZT201.1-2007 附录 A，设备间按储藏室考虑，居留因子取1/20；污物门外按各治疗室房门考虑，居留因子取1/8；医保窗口、楼上针灸康复科按驻留区考虑，居留因子取1；洁净通道、患者进出门外按走廊考虑，居留因子取1/5；楼下配电机房、地下室走廊参照储藏室考虑，居留因子取1/20。

由表 11-10 可知，DSA 正常运行时，手术室周围公众受到的年有效剂量最大值为 $8.82 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（公众人员 1mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（公众人员 0.1mSv）。

11.2.4 废气环境影响分析

DSA 在开机并处于出束状态时，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少。本项目在 DSA 手术室内部设置动力通风装置，产生的 O₃ 和 NO_x 通过排风管道排出室外，从而满足《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，对大气环境影响很小。

11.2.5 废水环境影响分析

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

11.2.6 固废环境影响分析

项目采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。项目固体废物主要为运行期间 DSA 手术室辐射工作人员产生的少量生活垃圾及介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、一次性卫生防护用品等医疗废物。

本项目工作人员生活垃圾采用垃圾桶集中收集后交由环卫部门统一清运；介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、一次性卫生防护用品等医疗废物，采用专用容器集中收集转移至污物间，然后就地打包、转移至医院医疗废物暂存间，最终委托商洛市商州区医疗废物处置中心处置。

项目产生的固体废物均得到妥善处置，对环境的影响较小。

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 DSA 装置工艺流程，事故风险主要来自于设备工作状态环节，其潜在的危害因素主要有：

(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，使受检者或职业人员受到超剂量照射。

(2) 陪护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。

(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) 设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，对维修人员造成误照射。

(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。

(6) 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。

11.3.2 风险识别及评价

假设因射线装置发生控制系统或电器系统故障由于人员疏忽误操作，受到 X 射线直接照射，距靶点 1m 处剂量率透视取 $1.06 \times 10^8 \mu\text{Sv/h}$ ，采集取 $3.43 \times 10^8 \mu\text{Sv/h}$ ，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 3.40s、采集约 1.05s。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 1.76Sv，采集下 1min 受到的剂量为 5.72Sv。在前述条件下，透视约 0.03s 或采集约 0.01s 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 0.68s 或采集约 0.21s 后，误入人员受到的剂量将高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中年剂量限值（职业人员 20mSv）。

由此可知，职业人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行放射工作前按要求穿戴好各种个人防护用品，并定期检查手术室的防护性能及有关安全警示标志是否正常，坚决杜绝人员受到有用线束的直接照射，避免无关人员误入正在曝光的手术室。

11.3.3 辐射事故预防措施

针对以上辐射事故，本评价提出以下预防措施以避免辐射事故发生：

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

(2) 加强辐射工作人员的管理与业务培训，确认各项管理制度的执行情况 DSA 开机前，必须确保无关人员全部撤离；针对 DSA 制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在控制室醒目位置），辐射工作人员必须严格按照操作规程进行操作，以避免因误操作造成工作人员和公众受到意外辐射。

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

(4) 介入医生做好个人防护，介入手术前配备必要的铅衣、铅眼镜、铅围裙、铅屏风及铅帘等防护用品。

(5) 手术室门外明显处应设置电离辐射警告标识，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。同时上报环保部门和卫生部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地环保和公安部门。

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，保障辐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》和其它有关法律法规、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。

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

一旦发生辐射事故，医院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》，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。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。

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《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》第十六条第一款的要求，使用放射源的，使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。镇安县中医医院已按照上述要求，已成立了放射诊疗安全与防护管理领导小组，由院长祝娟担任组长，副院长艾万军、白宗旭、李金桥和工会主席陈涛担任副组长，陈广琼、齐荣锦等6人为领导小组成员。领导小组下设办公室，设在医务科，齐荣锦任放射防护兼职管理人员。

辐射安全与环境保护管理小组主要职责为：负责射线装置的安全使用和防护管理工作。建立个人健康档案，监督工作人员持证上岗，建立健全安全和防护管理规章制度，制定辐射事故应急预案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故立即启动应急预案进行相应的处置。

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，建设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
*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。
		年初工作安排的和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容。
		明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责。
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。
	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，向员工和公众宣传辐射安全相关知识。
		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。
		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。
		建立辐射环境安全管理档案。
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录。

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

12.2.2 医院辐射安全管理现状

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，配合各级生态环境主管部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，建立了辐射安全和防护相关制度。

（1）医院制定的辐射防护管理规章制度，包括：《镇安县中医医院放射事故应急预案》《镇安县中医医院放射装置管理制度》《放射科健康管理制度》《镇安县中

医医院放射科辐射防护制度》《放射科技术人员防护培训计划》《放射科受检者的防护原则》《放射工作人员职业健康监护管理制度》《放射性废物处理制度》等，并在工作中予以贯彻落实。

(2) 工作人员培训情况

目前，医院辐射工作人员 42 人，本项目拟配备的 4 名辐射工作人员均参加了辐射安全与防护培训并取得合格证书，其余辐射工作人员仅操作Ⅲ类设备，医院已计划组织相关辐射工作人员参加符合国家要求的培训和自主考核。

(3) 个人剂量检测情况

医院为现有的辐射工作人员均配备了个人剂量计，并委托有资质的单位对其个人剂量进行检测，每季度检测一次，建立了个人剂量档案并存档。根据检测结果，均小于标准要求的剂量管理限值。

(4) 职业健康检查情况

医院于 2022 年 11 月对医院辐射工作人员在临潼四一七核工业医院进行了年度职业性健康体检，胡小哲 2023 年 2 月在河南省职业病医院进行了上岗前职业健康体检，从检查结果可知，手术麻醉室匡娜和董权有职业相关性症状，适任性建议复查，其他人员均无职业相关异常，可从事放射性工作。

(5) 医院重新申领辐射安全许可证，许可使用 8 台Ⅲ类射线装置。

12.2.3 辐射安全管理建议

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，本环评提出以下要求：

(1) 应确保配备的辐射工作人员熟悉操作规程、人员岗位职责等，落实 DSA 的安全使用。在日常工作中应严格落实医院现有的各项辐射安全管理制度，并根据实际情况不断完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，使其具有更强的针对性和可操作。同时，建立医院辐射环境安全管理档案。

(2) 应组织从事Ⅱ类射线装置使用活动的辐射工作人员参加相应的辐射安全与防护考核，经考核合格后方能上岗，并按要求定期复训，建立健全辐射工作人员培训档案，档案内容包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等。

(3) 应为项目配备的辐射工作人员建立完善的个人剂量档案和职业健康档案。辐射工作人员应正确佩戴个人剂量计，监测周期一般为 1 个月，最长不得超过3个月，

个人剂量档案终身保存。个人剂量监测档案包括：1) 历年常规监测的方法和结果等相关资料；2) 应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。若个人剂量当量连续四周期（一年）累积剂量超过5.0mSv 时，医院应第一时间作原因调查，如实填写超标原因调查表。由检测单位按原因情况和有关规定确定调查结果或给出名义剂量。

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

(5) 医院现有射线装置的种类及数量已发生变化，医院应尽快更新射线装置信息，在陕西省建设项目环境影响登记表备案系统进行备案登记，并重新办理辐射安全许证。本项目环评报批后，医院需及时向相关主管部门申请更换辐射安全许可证，并更改副本内容。

(6) 医院应不断完善各种放射防护规章制度及辐射事故应急预案，并加强应急演练。

12.3 辐射监测

12.3.1 现有项目的辐射监测开展情况

(1) 医院现有辐射工作人员均佩戴个人剂量计上岗，并每季度进行检测；

(2) 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，包括射线机房的各面屏蔽墙和防护门等，环评要求医院每年应按时向辐射安全许可证发证机关提交本院的射线装置的安全和防护状况评估报告。

12.3.2 本项目辐射监测计划

本项目正式投运后，应定期对新建的 DSA 手术室进行监测，监测要求如下：

(1) 辐射工作场所环境监测：a、委托有资质单位对本次新建的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；b、利用便携式X、 γ 空气比释动能率仪定期对新建的手术室进行监测，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；c、将本次新建的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：a、配备与辐射工作人员数量匹配的个人剂量计（介入手术医护人员铅衣内外各配1个），应委托有资质单位定期对辐射工作人员进行个人剂量检测，建立个人剂量检测档案；b、在每年的辐射安全和防护状况评估报告中，应包含辐射工作人员个人剂量检测数据及安全评估的内容。

项目辐射监测计划见表12-2。

表 12-2 项目辐射监测计划

序号	监测对象	监测因子	监测地点	监测周期
1	周围环境监测	X-γ 辐射剂量率(透视)	DSA 手术室周围环境巡测	每月或每季度自行监测一次；委托有资质单位每年监测一次
2	辐射防护效果	X-γ 辐射剂量率(透视)	距四面墙体及防护门、观察窗外表面 0.3m、操作位、手术室顶棚距顶棚地面 1.0m、手术室地面下方（楼下）距楼下地面 1.7m、线沟等	每月或每季度自行监测一次；委托有资质单位每年监测一次
3	个人剂量监测	个人剂量	/	每季度送有资质的检测机构检测1次

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，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：应急机构及其职责、辐射事故分级、应急预案的启动和报告、应急准备、应急计划、事故的调查及处理报告。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，完善并细化《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。

本环评要求项正式运行后，还应做好以下工作：

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

使之更能符合实际需要。

12.5 环境保护投资与“三同时”环保验收一览表

12.5.1 项目环保投资

本项目总投资 894 万元，其中环保投资 64 万元，占总投资的 7.16%。项目环保投

资主要用于辐射安全防护设施、个人防护用品和辐射监测仪器购置以及工作人员岗前培训费用和岗前体检等，其投资估算见表 12-3。

表 12-3 项目环保投资一览表

实施时段	类别	污染源	污染防治措施或设施	费用（万元）
运营期	辐射防护措施	X 射线	机房防护	46
			防护门灯联锁装置、红外防夹装置、自动闭门装置	
			电离辐射警告标志、可视警示标志、放射防护注意事项告知栏、摄像监控装置	
			工作状态指示灯	
	NO _x 、O ₃	动力通风装置		
	个人防护用品	X 射线	铅围裙、铅颈套、铅眼镜、介入防护手套等个人防护用品；铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏、移动铅防护屏风等辅助防护设施	8
环境管理	完善的环境管理制度、技术评价			6
职业健康体检	职业健康体检			0.5
个人剂量监测	个人剂量计			0.5
辐射监测仪器	X-γ辐射剂量率监测仪			1
环境监测	工作场所定期监测			2
合计				64

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，强化建设单位环境保护主体责任，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 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	相关要求	
1	DSA 设备	1 台北京万东 CGO-2100 Plus 数字减影血管造影机，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。	
2	手术室	位于住院楼一楼介入手术间，1 间长 8.3m、宽5.56m 的 DSA 手术室，东墙和北墙为 240mm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡涂料+装饰材料，西墙和南墙为 240mm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡涂料+装饰材料+框架结构，顶棚和地板均为 130mm 混凝土现浇板+3mmPb 的防护材料，观察窗和防护门均为 3mmPb 防护材料。防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关要求。	
3	辐射安全管理机构	参照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表-辐射安全管理部分》，设立辐射安全管理机构并明确辐射管理专（兼）职人员，负责整个项目辐射安全与环境管理工作，完善相关制度，并制定全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，加强管理。	
4	辐射安全防护措施	分区	布局合理，划定控制区及监督区，设置明显的分区标识。
		警示标志	防护门上张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。
		工作状态指示灯	患者出入门外上方设置工作状态指示灯，灯箱上设有如“射线有害，灯亮勿入”的警示语句。
		门-灯联锁装置	防护门设置门-灯联锁装置，并保证在防护门关闭后射线装置才能出束，“门关灯亮”。
		电动门红外防夹装置和平开门自动闭门装置	患者进出门为电动推拉门，安装光幕式防夹装置；控制室门和污物间门均为手动单开门，应安装自动闭门装置。
通风装置	手术室设置机械通风装置，排风管道外口避开朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。		
5	防护用品	配备足量的个人剂量计、个人防护用品和辅助防护设施等，手术时按要求佩戴。	
6	监测仪器	配备一台 X-γ 辐射剂量率仪，应定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，详细记录监测数据并归档，并且应定期交由有资质的单位进行检定；配备与辐射工作人员数量匹配的个人剂量计（介入手术医护人员铅衣内外各配 1 个）。	
7	岗前培训	辐射工作人员应定期参加辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格证后方可上岗。	
8	剂量管理限值	项目公众年有效剂量约束值取 0.1mSv，职业工作人员年有效剂量约束值取 5mSv，验收按照以上标准执行。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、《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）中规定的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 400μSv/h 的标准限值。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

医院拟拆除原位于住院楼一层中部医生办公室、护士工作室、急诊值班室、住出院资料室等，并在原址基础上新建 1 间 DSA 手术室、控制室、设备间、污物间等相关辅助功能用房。改造后项目总占地面积约 235m²，其中 DSA 手术室长 8.3m、宽 5.56m，有效使用面积约 46.15m²；项目拟在 DSA 手术室内新增 1 台数字减影血管造影设备（DSA），型号为北京万东 CGO-2100 Plus 型，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，为 II 类射线装置。

本项目的建设对于改善医院医疗设施条件，促进医院整体医疗水平的提高具有积极的意义；经评价分析，医院 DSA 射线装置的工作场所屏蔽措施符合相关标准要求，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护要求的“实践的正当性”要求。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

本项目位于住院楼一层，根据项目平面布局，将 DSA 手术室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区，与控制区相邻的控制室、设备间、污物间、洁净通道、医保窗口、DSA 手术室正上方及正下方区域等划分为监督区。项目分区符合《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。

项目应为辐射工作人员和患者配备足量的个人防护用品，手术室内配备铅悬挂防护屏、床侧防护帘等辅助防护设施。医院应配备 1 台辐射防护用 X、 γ 辐射剂量当量率仪，安排专人定期对辐射工作场所及其周围环境进行自主监测。

在落实以上辐射安全措施后，项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

13.1.3 环境影响分析结论

13.1.3.1 手术室尺寸

DSA 手术室长 8.3m、宽 5.56m，有效使用面积为 46.15m²，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 30m²，机房内最小单边长度 4.5m”的要求。

13.1.3.2 手术室屏蔽防护

(1) DSA 手术室四周墙体的防护铅当量为5mmPb，顶棚和地面防护铅当量为4.6mmPb，各防护门及观察窗的防护铅当量均为3mmPb，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。

(2) 在透视状态下，DSA 手术室各屏蔽体外表面 0.3m 处的剂量率最大为 1.45 μ Gy/h，在辐射屏蔽计算时有效剂量率与空气吸收剂量换算系数通常取 1Sv/Gy，则项目 DSA 手术室各屏蔽体外 0.3m 处的剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

13.1.3.3 敏感人群受照剂量

(1) DSA 正常运行时，控制室内职业工作人员受到的附加年有效剂量最大值为 0.016mSv；介入手术所致手术室内操作医生年剂量为 0.56mSv，护士年剂量为 2.50 $\times 10^{-3}$ mSv，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) DSA 正常运行时，手术室周围公众受到的年有效剂量最大值为 8.82 $\times 10^{-3}$ mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（公众人员 1mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（公众人员 0.1mSv）。

综上所述，项目采取的各项辐射防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对辐射防护、安全操作以及防护检测的要求。

13.1.4 总结论

镇安县中医医院新增数字减影血管造影设备（DSA）核技术利用项目能为患者提供好的医疗服务，符合辐射防护实践正当性原则；项目严格按照国家有关辐射防护规定执行，切实落实本评价提出的辐射防护措施，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 建议和承诺

(1) 项目竣工后医院应按照国家环境保护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，经验收合格后方可投入运行。如新增其他射线装置或使用其他放射源及时向环境保护行政主管部门申报审批；

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

(3) 辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，严禁无证上岗。

(4) 辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，并进行岗前职业健康检查工作；

(5) 医院应加强对工作人员和公众成员辐射防护知识的宣传教育，提高其自身安全防护意识，参加介入手术的医务人员应穿戴好防护用品，加强床旁防护帘及悬吊防护屏的使用，切实保护手术者，防止事故发生。

(6) 定期检查 DSA 工作场所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-机联动装置，确保其处于正常工作状态。

(7) 不断完善各项辐射安全管理规章制度和对事故的预防、处理等措施，定期开展辐射事故应急演练，并总结演练过程中出现的问题，不断细化和完善辐射事故应急预案，确保其具有较好的适用性和可操作性。

(8) 根据陕环办发〔2018〕29号文件要求进行辐射安全管理标准化建设。

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