

核技术利用建设项目

平定县医疗集团（平定县人民医院）
（平定县医疗集团人民医院）
使用Ⅱ类医用射线装置项目
环境影响报告表

（报批本）

平定县医疗集团（平定县人民医院）
（平定县医疗集团人民医院）

2026年04月



核技术利用建设项目

平定县医疗集团（平定县人民医院）
（平定县医疗集团人民医院）
使用Ⅱ类医用射线装置项目
环境影响报告表

建设单位名称：平定县医疗集团（平定县人民医院）

（平定县医疗集团人民医院）

建设单位法人代表（签名或签章）：刘蛟

通讯地址：山西省阳泉市平定县冠山镇城北街一号

邮政编码：045200

联系人：赵欣

电子邮箱：

联系电话：*****



打印编号: 1772439637000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	iwxe kw		
建设项目名称	平定县医疗集团（平定县人民医院）（平定县医疗集团人民医院）使用Ⅱ类医用射线装置项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	平定县医疗集团（平定县人民医院）（平定县医疗集团人民医院） 		
统一社会信用代码	1214032140623064XU1		
法定代表人（签章）	刘蛟 		
主要负责人（签字）	赵志强 		
直接负责的主管人员（签字）	赵欣 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	山西中福检测服务股份有限公司 		
统一社会信用代码	911401056644969692		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
宋梦婷	0352025061400000006	BH031635	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
宋梦婷	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH031635	



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格

姓名:	宋梦婷
证件号码:	140108199504241923
性别:	女
出生年月:	1995年04月
批准日期:	2025年06月15日
管理号:	03520250614000000006



中华人民共和国生态环境部



中华人民共和国人力资源和社会保障部

仅供平定县医疗集团(平定县医疗集团人民医院)使用 II类医用

修改说明

序号	专家意见	修改说明
1	补充介绍平定县人民医院环保手续履行情况，结合本院区实际核技术利用现状及现有辐射安全许可证，细化现有辐射安全防护及监测仪器等设施配置情况、辐射安全管理及规章制度制定及执行情况、人员剂量监测（每年4次）及管理等情况调查，补充医院辐射工作人员岗位证书，进一步梳理是否存在环境问题，必要时提出整改措施。	<p>P1 已补充平定县人民医院环保手续履行情况。</p> <p>P24 表 10-4 已细化本项目利用现有辐射安全防护及监测仪器等设施情况。</p> <p>P38 已细化辐射安全管理及规章制度制定及执行情况。</p> <p>P6-P7 已完善人员剂量监测及管理等情况调查。</p> <p>P4 及附件 7 已补充医院辐射工作人员岗位证书。</p>
2	细化项目工程建设内容及防护方案，规范场所辐射防护分区，核实墙体屏蔽设计要求，细化穿墙孔洞的屏蔽补偿措施。细化机房通风系统介绍，补充通风量，小时通风次数等参数。细化工作状态指示灯、视频监控、对讲系统、防护帘、医护人员及患者防护用品等安装、配置情况及需完善的辐射安全防护措施。	<p>P2-P4 已细化项目工程建设内容及防护方案，已核实墙体屏蔽设计要求，细化了穿墙孔洞的屏蔽补偿措施。</p> <p>P20 已规范场所辐射防护分区，已修改辐射防护分区示意图。</p> <p>P3 已细化机房通风系统介绍，补充了通风量及小时通风次数等参数。</p> <p>P22-24 已细化工作状态指示灯、视频监控、对讲系统、防护帘、医护人员及患者防护用品等安装、配置情况及辐射安全防护措施。</p>
3	补充清晰的环保目标图，完善 50m 评价范围内敏感目标；根据工作制度核实各关注点处剂量率和年剂量当量计算结果；核实手术台数、射线装置出束时间、职业人员受照时间等，进而核实职业人员及公众年有效剂量、手术医师腕部剂量计算结果（补充第二术者位）。	<p>附图2已补充环保目标图。</p> <p>P12表7-1已完善50m评价范围内敏感目标。</p> <p>P4及附件5已核实手术台数、射线装置出束时间、职业人员受照时间等。</p> <p>P27-33已根据工作制度核实了各关注点处剂量率和年剂量当量计算结果，已核实职业人员及公众年有效剂量、手术医师腕部剂量计算结果，已补充第二术者位。</p>
4	核实监督区、控制区划分结果。完善辐射监测方案。完善各区辐射管理和防护要求，明确医护人员、公众人员和受照者的辐射防护措施。	<p>P20 已核实监督区、控制区划分结果，已修改辐射防护分区示意图。</p> <p>P39 已完善辐射监测方案。</p> <p>P22-24 已明确医护人员、公众人员和受照者的辐射防护措施。</p>
5	核实环保投资、竣工环保验收一览表，规范附图、附件。	P41-42 已核实环保投资、竣工环保验收一览表。已规范附图、附件。

已按审查意见修改。

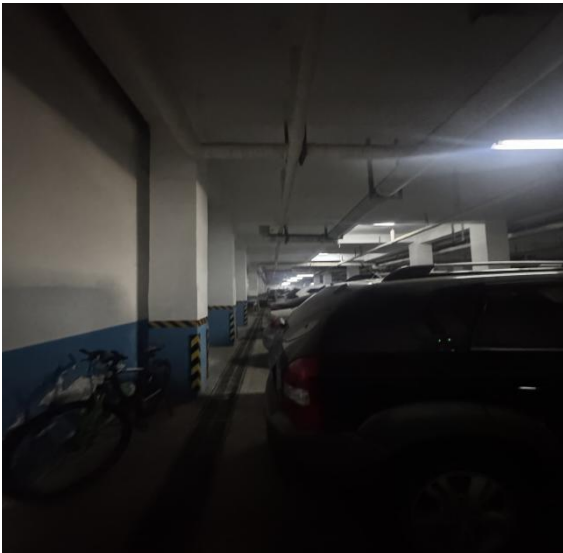
曹霞 李齐柳 王改黄



拟改造 DSA 机房



拟建机房北侧走廊



拟建机房南侧停车场



拟建机房西侧环境（操作室、设备间）



拟建机房东侧环境
(苏醒室、污物处理间、污物通道)



拟建机房上方 CT 室、操作室



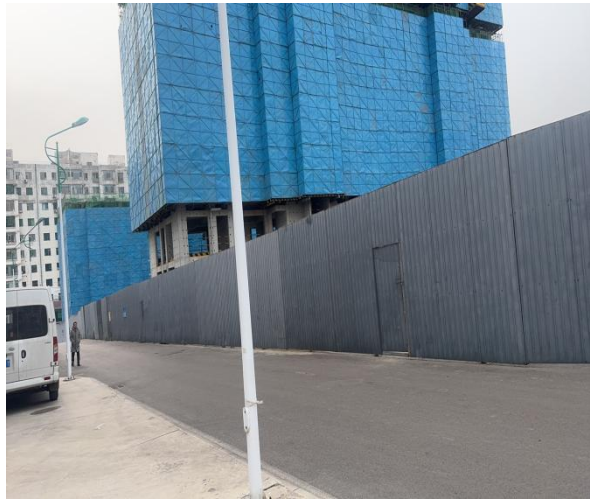
拟改造 DSA 机房所在医技楼



医技楼北侧住院部



医技楼南侧门诊楼



医技楼西侧医院道路



医技楼西北侧职工之家



医技楼东南侧急诊楼

表 1 项目基本情况

建设项目名称	平定县医疗集团（平定县人民医院）（平定县医疗集团人民医院） 使用II类医用射线装置项目				
建设单位	平定县医疗集团（平定县人民医院）（平定县医疗集团人民医院）				
法人代表	刘蛟	联系人	赵欣	联系电话	*****
注册地址	山西省阳泉市平定县冠山镇城北街一号				
项目建设地点	山西省阳泉市平定县冠山镇城北街一号 平定县人民医院医技楼地下一层 DSA 手术室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	770	项目环保投资（万元）	55	投资比例（环保投资/总投资）	7.14%
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 ）	220
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					
<p>平定县医疗集团（平定县人民医院）（平定县医疗集团人民医院），以下简称“平定县人民医院”，始建于 1946 年，占地面积 31762m²，编制床位 200 张，是一所集医疗、教学、科研、急救、预防保健、康复为一体的现代化综合性二级甲等医院，开展的主要科室有神经内科、康复医学科、内科、心血管内科、神经外科、普通外科、骨科、麻醉科、儿科、妇产科、医学检验科、医学影像科、中医科等。阳泉市生态环境局平定分局（原平定县环境保护局）于 2015 年 11 月 10 日以平环函【2015】96 号文对《平定县人民医院门诊大楼建设项目环境影响报告表》进行了批复（见附件 4），根据批复要求，涉及核技术应用的医疗设备应单独进行环境影响评价，平定县人民医院于 2019 年 10 月 16 日对《平定县人民医院医技楼新建机房和新增射线装置项目》进行了备案，备案号：20191403210000047，建设内容包含本项目拟改造使用的预留机房。</p>					
1.2 项目目的和任务由来					
<p>根据平定县人民医院规划，为提高医疗服务水平，医院拟对医技楼地下一层原预留机房、操作室及空置区域进行改造及辐射防护施工，并购置一台上海联影产 uAngio AVIVA CE 型数字减影血管造影机（以下简称“DSA”）安装在改建后的 DSA 手术室内。</p> <p>本次核技术利用项目评价对象为 1 台数字减影血管造影机（DSA），本项目属于《产业结构调</p>					

整指导目录（2024年本）》中第十三项“医药”中第4款“高端医疗器械创新发展”，属于国家鼓励类项目，符合国家产业政策。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》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，本项目须进行辐射环境影响评价，依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）要求，本项目属于“五十五核与辐射-172核技术利用建设项目”中使用II类射线装置项目，需要编制环境影响报告表。平定县人民医院于2025年12月委托我公司对该项目进行辐射环境影响评价，委托书见附件1。接受委托后评价单位组织技术人员进行了实地踏勘，根据现场踏勘情况，目前尚未安装使用DSA设备。评价单位在此基础上编制完成了《平定县人民医院使用II类医用射线装置项目环境影响报告表》。

1.3 项目建设内容

本项目位于平定县人民医院医技楼地下一层西侧。根据建设单位提供的资料，医技楼地下一层原预留机房、操作室及空置区域于2018年建成，建成后一直空置。本次拟将原预留机房改造为DSA手术室；原操作室改造为苏醒室、污物处理间及污物通道；原空置区域改造为设备间、操作室、休息室、刷手池、一次性物品间、男更衣室、女更衣室、办公室；走廊改造为病床转换区、换鞋区、缓冲区、医护通道。

具体建设内容及规模见表1-1。

表1-1 建设项目内容一览表

工程名称	建设内容及规模	备注
主体工程	<p>1、建设内容：将原预留机房改造为DSA手术室，改造后机房有效面积43.66m²（东西长7.40m，南北长5.90m）。</p> <p>2、源项：1台数字减影血管造影机（DSA），最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，设备型号：uAngio AVIVA CE，生产厂家：上海联影医疗科技股份有限公司。</p> <p>3、机房屏蔽措施：</p> <p>①机房改造前屏蔽现状：四面墙体均为240mm实心砖墙内侧涂抹40mm硫酸钡水泥，北墙现有4mmPb手动平开铅防护门，西墙现有4mmPb手动平开铅防护门（高2.10m×宽1.00m）及4mmPb铅玻璃观察窗（长1.60m×宽1.00m），顶部为180mm混凝土楼板。</p> <p>②机房屏蔽改造方案：四面墙体均为在现有240mm实心砖墙内侧涂抹40mm硫酸钡水泥的基础上再在内侧固定1层15mm硫酸钡板。拆除北墙现有4mmPb手动平开铅防护门，将门洞由宽1.20m拓宽至1.50m，内侧加装4mmPb电动推拉铅防护门（高2.25m×宽1.80m）。沿用西墙现有4mmPb手动平开铅防护门（高2.10m×宽1.00m）及4mmPb铅玻璃观察窗（长1.60m×宽1.00m）。东墙新增门洞，加装4mmPb手动平开铅防护门（高2.10m×宽0.80m）。顶部在现有180mm混凝土楼板的基础上再在下方加装1层15mm硫酸钡板。地面下方为土层，不考虑屏蔽防护。接缝处采用硫酸钡砂浆填充密实，确保无裸露缝隙。</p>	改造

表 1-1 建设项目内容一览表（续表）

工程名称	建设内容及规模	备注	
辅助工程	将原操作室改造为苏醒室（7m ² ）、污物暂存间及污物通道（8m ² ）；将原空置区域改造为设备间（14.4m ² ）、操作室（19m ² ）、休息室（15.6m ² ）、刷手池（7.8m ² ）、一次性物品间（13m ² ）、更衣室（36.6m ² ）、办公室（20m ² ）；将走廊改造为病床转换区（8.5m ² ）、缓冲区（11m ² ）、医护通道（15.5m ² ）。	改造	
公用工程	办公及生活设施依托医院主体工程设施；由市政电网供电，依托医院供配电系统；用水采用市政供水，由市政给水管网接入，满足本项目用水需求。	依托	
环保工程	废水	本项目工作人员产生的生活污水经医院污水管网进入医院污水处理站，处理达标后最终排入市政污水管网。	依托
	废气	拟在 DSA 手术室西墙下方距地 0.3m 处加装排风口 1 个（含止逆阀）并设置动力通风装置，排风量约为 800m ³ /h，排放次数大于 4 次/h，排风系统开启后，将室内空气及设备运行过程中产生的少量臭氧、氮氧化物等有害气体沿排风管道向上至顶部后向南从南墙排至南侧停车场，经自由扩散最终排至室外。排风管道南侧穿墙段采用“Z 型”，穿墙孔处采用铅皮紧密包覆，包覆长度≥洞口直径的 2 倍，排风口采用铅百叶防护。	新建
	固废	生活垃圾采用封闭式垃圾箱收集，由环卫部门统一清运；产生的医疗废物经收集后运至医院医疗废物暂存间收集暂存，定期交由阳泉市城利固废处理有限公司医废处置分公司处置。	依托
	电离辐射	DSA 手术室采用辐射屏蔽、安全防护设施、铅门和铅窗等作为防护体，机房门外、DSA 手术室污物门外拟张贴电离辐射警告标志，机房门外地面张贴警示线等。	新建

本项目 DSA 手术室改造前后防护情况见表 1-2。

表 1-2 DSA 手术室改造前后防护情况表

屏蔽体	相邻场所	原有建筑屏蔽情况	改造后拟采取屏蔽情况
北墙	医护通道、缓冲区	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥+1 层 15mm 硫酸钡板
西墙	操作室、设备间	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥+1 层 15mm 硫酸钡板
南墙	停车场	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥+1 层 15mm 硫酸钡板
东墙	苏醒室、污物处理间、病床转换区	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥+1 层 15mm 硫酸钡板
顶部	CT 室、操作室	180mm 混凝土	180mm 混凝土+1 层 15mm 硫酸钡板
地面	土层	地面下方为土层，不考虑屏蔽防护	
机房防护门	缓冲区	4mmPb 手动平开铅防护门	拆除现有防护门，安装 4mmPb 电动推拉铅防护门（高 2.25m×宽 1.80m）
操作室门	操作室	4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 1.00m）	维持现有屏蔽，4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 1.00m）
污物处理间门	污物处理间	—	4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 0.80m）

表 1-2 DSA 手术室改造前后防护情况表（续表）

屏蔽体	相邻场所	原有建筑屏蔽情况	改造后拟采取屏蔽情况
观察窗	操作室	4mmPb 铅玻璃观察窗 (长 1.60m×宽 1.00m)	维持现有屏蔽, 4mmPb 铅玻璃观察窗 (长 1.60m×宽 1.00m)

射线装置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目核技术利用拟配备设备及技术参数一览表

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
数字减影血管造影机 (DSA)	II类	1	uAngio AVIVA CE	125	1000	介入治疗	医技楼地下一层 DSA 手术室	新购

1.4 劳动定员及工作时间

根据医院计划, 本项目 (DSA) 拟配备医护人员 7 名 (分别为 4 名内科医师、2 名放射影像医师、1 名放射影像技师), 其中 3 名从医院现有辐射工作人员中调配, 其余 4 名手术医师均为新增人员。本项目拟配备的 7 名工作人员应通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台” (网址: <http://fushe.mee.gov.cn>) 报名并参加辐射安全防护相关知识培训和考核, 并及时将合格证书编号或辐射安全与防护成绩报告单编号录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”, 考核合格后方可上岗工作。

表 1-4 本项目拟配备医护人员一览表

操作人员	证书编号	有效期	备注
吴钊	FS24SX0100647 (见附件 7)	2024.07.31-2029.07.31	内科医师
备注	本项目拟配备的其余 6 名工作人员预计于 2026 年报名参加考试, 考核合格后方可上岗工作。		

工作制度: 实行 8 小时单班工作制度, 年工作日 250 天。

根据平定县人民医院提供的资料 (见附件 5), 本项目拟进行手术台数最大为 400 台/年, 手术情况及出束时间保守估计见表 1-5。

表 1-5 本项目设备在手术工作模式下计划出束时间一览表

科室	单台手术摄影时间 (min)	单台手术透视时间 (min)	年手术台数 (台)	年出束时间 (h)		
				摄影	透视	小计
心血管内科	3	15	400	20	100	120

由上表可知, 本项目运营后 DSA 年最大出束时间为 120h, 其中摄影时间 20h, 透视时间 100h。

1.5 项目选址及周边情况

平定县人民医院位于山西省阳泉市平定县冠山镇城北街一号, 具体地理位置见附图 1。

本项目位于平定县人民医院医技楼地下一层西侧。医技楼为地上3层，地下1层建筑。医技楼北侧为住院部，南侧为门诊楼，东西侧均为医院道路，东南侧为急诊楼，西北侧为职工之家。本项目 DSA 机房东侧距医院道路 46m，机房北侧距住院部 39m，机房南侧距门诊楼 17m，机房西侧距医院道路 13m，机房东南侧距急诊楼 30m，机房西北侧距职工之家 50m。本项目评价范围及四邻关系见附图 2。

DSA 手术室所在医技楼地下一层改造前后平面布置图见附图 3、附图 4。

本辐射工作场所四周 50m 范围内敏感目标有医院从事本项目辐射工作的工作人员、评价范围内活动的其他工作人员及公众成员。本项目 50m 范围内保护目标分布情况见表 7-1。

本项目 DSA 手术室尽量远离人员密集区域，设计时采取了满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的屏蔽措施和安全防护措施，充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，对外环境造成辐射影响很小，不会对周围环境与公众造成危害。同时本项目各组成部分功能分区明确，通道设置独立，人员进出操作顺畅，不交叉重叠，因此从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目选址可行、平面布局合理。

1.6 核技术利用及辐射安全管理现状

1.6.1 核技术利用现状

平定县人民医院现持有《辐射安全许可证》，有效期至 2028 年 08 月 10 日，编号：晋环辐证【00393】，许可种类和范围：使用Ⅲ类射线装置。

表 1-6 平定县人民医院（不含乡镇卫生院）现使用射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	射线装置类别	用途	工作场所	环保手续
1	数字化 X 射线透视摄影系统	SONIAL VISION G4	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	医技楼一层东侧 DR1 室	备案号：201914032100000047
2	数字化 X 线摄影设备	AXIOM Aristos VX PLUS	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	医技楼一层东侧 DR2 室	备案号：201914032100000047
3	数字化口腔全景 X 光机	X550	Ⅲ类	口腔（牙科）X 射线装置	医技楼一层东侧口腔 CT 室	备案号：201914032100000047
4	数字化乳腺 X 射线摄影系统	Mega600A	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	医技楼一层东侧乳腺钼靶室	备案号：201914032100000047
5	体外冲击波碎石机	JDPN-VC2	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	医技楼一层东侧体外碎石室	备案号：201914032100000047
6	X 射线计算机断层摄影装置	Optima CT680 Quantum	Ⅲ类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	医技楼一层西侧 CT1 室	备案号：201914032100000047

表 1-6 平定县人民医院（不含乡镇卫生院）现使用射线装置一览表（续表）

序号	装置名称	规格型号	射线装置类别	用途	工作场所	环保手续
7	螺旋 CT	Hispeed DX/Y	Ⅲ类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	医技楼一层西侧 CT2 室	备案号： 201914032100000047
8	车载 X 射线机	WD-CZ600A 型	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	平定县人民医院院内	备案号： 202414032100000022
9	移动式平板 C 形臂 X 射线机	PLX118F/b	Ⅲ类	放射治疗模拟定位装置	住院楼 5 层手术室	备案号： 201914032100000047
10	移动 C 形臂透视机	ZEN-3090	Ⅲ类	放射治疗模拟定位装置	住院楼 5 层手术室	拟报废 （正在办理报废手续）
11	移动式 X 射线机	MobiEye 700A	Ⅲ类	医用诊断 X 射线装置	住院楼病房	备案号： 201914032100000047

1.6.2 辐射安全与环境保护管理机构

平定县人民医院已成立辐射防护领导组，全面负责医院的辐射安全与环境保护工作，下设组长、副组长及成员，其中由法定代表人任组长，并配备具有本科以上学历的辐射防护专管人员。

1.6.3 规章制度建设

平定县人民医院已经制定规章制度主要包括：《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《质量控制与安全防护管理制度》、《放射诊疗设备稳定性检测制度》、《放射诊断质量保证大纲》、《放射诊断操作规程》、《个人剂量监测管理制度》、《辐射法律法规与防护培训制度》、《辐射工作人员职业健康管理制制度》、《放射诊疗设备及防护用品维修维护制度》、《辐射事故应急预案》等，并严格按照规章制度执行。

1.6.4 辐射人员培训及上岗

据统计，医院现有辐射工作人员 25 名，均参加了辐射安全防护知识和相关法规的培训，并通过考核。本项目拟配备的 7 名工作人员应通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”（网址：<http://fushe.mec.gov.cn>）报名并参加辐射安全防护相关知识培训和考核，并及时将合格证书编号或辐射安全与防护成绩报告单编号录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”，考核合格后方可上岗工作。

1.6.5 个人剂量监测及场所监测情况

医院按要求每季度对辐射工作人员进行了个人剂量监测，并建立了个人剂量监测档案。现监测单位为山西安弘检测技术有限公司，根据平定县人民医院职业性外照射个人剂量监测报告（2025 年度），全院 25 名辐射工作人员中个人剂量当量 $H_p(10)$ 最大值为 0.60mSv（其中三名工作人员因退休监测日期为 2025 年 1 月 1 日-2025 年 6 月 30 日，一名工作人员因离职监测日期为 2025 年 1 月

1日-2025年3月30日），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

1.6.6 辐射事故应急管理

平定县人民医院已制定《辐射事故应急预案》，于2024年8月20日发布“关于修订《平定县人民医院辐射事故应急预案》的通知”（平医字〔2024〕42号文），预案中明确了应急组织指挥体系与职责、辐射事故分级与应急响应、应急保障、应急培训与演练机制、辐射事故调查总结和信息公开、辐射安全宣传等。在发生辐射事故时能够立即启动《辐射事故应急预案》。

平定县人民医院未发生辐射安全事故。

1.6.7 年度辐射安全评估报告落实情况

医院已于每年年底编制完成年度评估报告，并于次年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统进行填报。

1.6.8 小结

综上，平定县人民医院现有核技术利用设施环保手续基本完善，已取得《辐射安全许可证》并在有效期内，各项管理规章制度较为齐备完善，无超出许可种类和范围的项目，已制定辐射事故应急预案等相关制度，按要求对辐射工作人员进行了个人剂量监测，并建立了个人剂量监测档案，2025年度评估报告已提交，无辐射事故的发生。

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

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》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机

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
数字减影血管造影机 (DSA)	II类	1	uAngio AVIVA CE	125	1000	介入治疗	医技楼地下一层 DSA 手术室	本次评价 内容

(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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	设机械排风排入外环境
废弃医疗器具、药棉、纱布、手套	固态	/	/	8kg	96kg	/	医疗废物暂存间暂存	交由阳泉市城利固废处理有限公司医废处置分公司处置
生活和办公垃圾	固态	/	/	72.9kg	875kg	/	垃圾桶	环卫部门统一处理
生活污水	液态	/	/	13.1m ³	157m ³	/	不暂存	经医院污水处理站处理达标后最终排入市政污水管网
以下空白								

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，气态为 mg/m³；年排放总量用 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/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日起施行）；</p> <p>(2) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 修订）（2019 年 3 月 2 日）；</p> <p>(3) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（部令第 20 号）（2021 年 1 月 4 日）；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施）；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令 第 9 号），2019 年 11 月 1 日实施；</p> <p>(7) 《山西省环境保护条例》（2017 年 3 月 1 日起施行）；</p> <p>(8) 《<山西省环境保护条例>实施办法》（2020 年 3 月 15 日起施行）；</p> <p>(9) 《山西省辐射事故应急预案》（晋政办发[2021]23 号）；</p> <p>(10) 《阳泉市辐射事故应急预案》（阳政办发[2021]84 号）；</p> <p>(11) 《平定县辐射事故应急预案》（平政办发[2022]15 号）。</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》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(6) 《辐射事故应急监测技术规范》（HJ1155-2020）；</p> <p>(7) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>(8) 《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>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书（见附件 1）；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015）；</p> <p>(3) 《平定县人民医院环境现状检测报告》，2026 年 02 月 24 日；</p> <p>(4) 建设单位提供的相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为II类射线装置使用项目，依据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物质边界外 50m 的范围，无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围”，根据本项目的辐射特点，本次评价范围为 DSA 机房实体屏蔽外 50m 范围内区域。

评价范围见附图 2。

7.2 保护目标

环境保护目标为本项目辐射工作场所评价范围内的辐射职业人员、公众。评价范围内保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 评价范围内主要保护目标分布情况一览表

项目	环境敏感点	保护目标	人数 (人)	方位	距射线装置距离 (m)	
					水平距离	垂直距离
医技楼 地下一层 DSA 手术室	DSA 机房内	辐射工作人员	3	/	0	0
	停车场	医院工作人员、公众	20-80	南侧	3.5	0
	苏醒室	医院工作人员、公众	2	东侧	5.5	0
	污物处理间	医院工作人员	1	东侧	5.8	0
	操作室	辐射工作人员	2	西侧	3.4	0
	设备间	医院工作人员	1	西侧	4.3	0
	CT室	辐射工作人员	3	上方	0	4.5
	操作室	辐射工作人员	2	上方	0	4.5
	医技楼	医院工作人员、公众	50-500	/	0	0-15
	住院部	医院工作人员、公众	50-300	北侧	39-50	0-55
	门诊楼	医院工作人员	50-500	南侧	17-33	0-21
	职工之家	医院工作人员	20-100	西北侧	50	0-13
	急诊楼	医院工作人员、公众	50-500	东南侧	30-45	0-9

备注：由于各机房影响范围主要为机房相邻场所，其它场所由于距离衰减及建筑阻隔等不会造成影响，故环境保护目标中公众主要关注各机房各侧邻近场所活动人员。

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）剂量限值：

有效剂量	职业人员	公众
	连续 5 年内平均： $\leq 20\text{mSv/a}$ （任何 1 年不得超过 50mSv/a ）	1mSv/a 连续 5 年未超过 1mSv/a ，可 $\leq 5\text{mSv/a}$
四肢（手和足）/皮肤	500mSv/a	50mSv/a

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），确定本次环评中，从事介入的手术室辐射工作人员职业照射取年有效剂量 20mSv 的四分之一即 5mSv 作为剂量约束值，介入手术医师腕部的当量剂量约束值取四肢或皮肤年当量剂量限值 500mSv 的五分之二即 200mSv 作为剂量约束值；操作室从事放射性操作的辐射工作人员职业照射取年有效剂量 20mSv 的十分之一即 2mSv 作为剂量约束值；公众照射取年有效剂量 1mSv 的十分之一即 0.10mSv 作为剂量约束值。

表 7-2 本项目剂量约束值一览表

评价项目		评价指标	
剂量约束值	职业人员	手术室 （辐射工作人员）	$\leq 5\text{mSv/a}$
		手术室 （介入手术医师腕部）	$\leq 200\text{mSv/a}$
		操作室 （辐射工作人员）	$\leq 2\text{mSv/a}$
	公众人员	$\leq 0.1\text{mSv/a}$	

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准规定：

具有透视功能的X射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。本项目取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为机房屏蔽体外周围剂量当量率控制限值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

平定县人民医院位于山西省阳泉市平定县冠山镇城北街一号，本项目 DSA 手术室位于医技楼地下一层，医技楼为地上 3 层，地下 1 层建筑。医技楼北侧为住院部，南侧为门诊楼，东西侧均为医院道路，东南侧为急诊楼，西北侧为职工之家。本项目 DSA 机房东侧为苏醒室、污物处理间、病床转换区，西侧为操作室、设备间，北侧为缓冲区、医护通道，南侧为停车场，上方为 CT 室、操作室，下方为土层。具体地理位置见附图 1。

8.2 辐射环境现状

山西中福检测服务股份有限公司于 2026 年 02 月 05 日对本次环评对象所在场所及周边区域的环境 γ 辐射剂量率进行了现状监测。

8.2.1 监测内容

环境 γ 辐射剂量率。

8.2.2 监测环境

环境温度：4℃；环境湿度：26%。

8.2.3 监测仪器

仪器名称：环境级 X、 γ 辐射测量仪/FJ1200

仪器编号：ZFJC-YQ-042

能量响应：40keV~3MeV

量程：0.01 μ Gy/h-200 μ Gy/h

检定机构：中国辐射防护研究院放射性计量站

检定证书号：检字第[2025]-R4674

有效期至 2026 年 9 月 25 日

8.2.4 监测布点

拟建 DSA 机房、拟建机房四周、上方及周围 50m 范围内敏感目标。监测点位布置详见附件 8 现状监测报告。

8.2.5 监测方法

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

8.2.6 质量保证措施

①本项目监测单位为山西中福检测服务股份有限公司，具备监测资质。

②监测点位在射线装置拟安装位置及周边敏感点位置布点，布设具有合理性。

③监测方法采用了国家有关部门颁布的标准进行，依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

④监测人员均参加过相关的培训，均持证上岗，现场监测人员具备合理判断数据的能力。

⑤监测所用仪器定期经计量部门检定，检定合格后在有效使用期内使用，且与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，保证获得真实的测量结果。每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。

⑥由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

⑦监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度。

⑧建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

8.2.7 检测结果

表 8-1 辐射环境现状监测结果 单位：μGy/h

序号	检测点位描述	监测结果
1	拟安装 DSA 设备位置（距地面 1m 处）	0.081
2	拟建 DSA 机房北侧走廊（距地面 1m 处）	0.090
3	拟建 DSA 机房南侧停车场（距地面 1m 处）	0.080
4	拟建 DSA 机房西侧操作室（距地面 1m 处）	0.096
5	拟建 DSA 机房西侧设备间（距地面 1m 处）	0.093
6	拟建 DSA 机房东侧苏醒室（距地面 1m 处）	0.092
7	拟建 DSA 机房东侧污物处理间（距地面 1m 处）	0.095
8	拟建 DSA 机房东侧病床转换区（距地面 1m 处）	0.090
9	拟建 DSA 机房上方 CT 室（距地面 1m 处）	0.082
10	拟建 DSA 机房上方操作室（距地面 1m 处）	0.085

备注：测量结果已扣除宇宙射线的响应部分。宇宙射线测量点位于山西省晋中市榆社县云竹湖湖面中心，经度：112.78°E；纬度：37.05°N；海拔：1024m；仪器对宇宙射线的响应值为 0.020μGy/h。依据 HJ 61-2021，海拔高度差别≥200m，经度差别≤5°，纬度差别≤2°，需要进行宇宙射线响应值修正，修正值为 0.023μGy/h。建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8。监测时 CT 机停用未开机，无 CT 机贡献值。

8.2.8 辐射环境现状评价

由表 8-1 监测结果可知，本项目现状环境γ辐射剂量率在 0.080~0.096μGy/h 之间，与阳泉市建筑物室内天然γ辐射剂量率本底水平（60.6~86.2）nGy/h（《中国环境天然放射性水平》，中国原子能出版社，2015）相比无显著差异，表明拟建项目周围辐射环境处于当地正常水平。

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 数字减影血管造影机

(1) 设备工作原理

数字减影血管造影机 (DSA) 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法,是集电视技术、数字平板探测器、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 主要采用时间减影法,即将造影剂未达到欲检部位前摄取的底片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理,仅显示有造影剂充盈的结构,具有高精密度和灵敏度。

(2) 设备组成及技术参数

① 设备组成

DSA 设备结构组成示意图 9-1 所示。

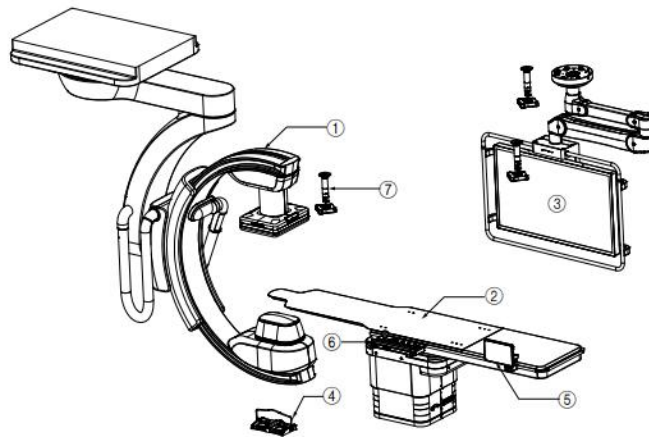


图 9-1 DSA 设备组成示意图

主要组成单元: (1) 机架; (2) 导管床; (3) 监视器; (4) 脚踏开关; (5) 触控平板; (6) 控制模块; (7) uSpace 摄像头。

其典型 X 射线管的结构详见图 9-2。

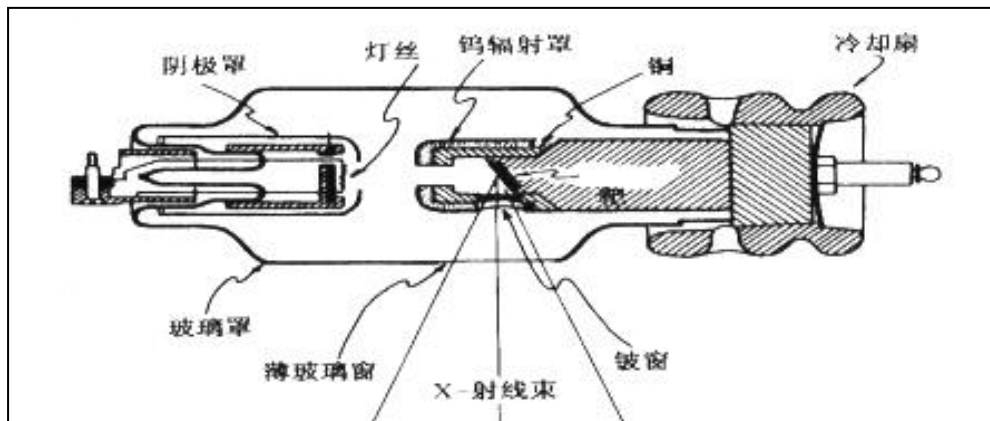


图 9-2 典型 X 射线管结构图

数字减影血管造影机 (DSA) 为采用 X 射线进行成像的技术设备,由 X 射线管和高压电源组

成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极主要是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击，靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成，高电压加在 X 射线管的两级之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子达到靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

②技术参数

本项目数字减影血管造影机最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。摄影模式下管电压调节范围为 50kV~125kV，管电流调节范围为 10mA~1000mA；透视模式下管电压调节范围为 50kV~120kV，管电流调节范围为 10mA~180mA。

(3) 工艺流程

治疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，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，在 X 线透视下将导管送上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 在进行曝光时分摄影（拍片）和透视两种情况：

摄影（拍片）：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在操作室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房中病人情况，并通过对讲系统与病人交流，此种情况实际运行中为个别情况，占比较小。

透视：病人需要进行介入治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时介入手术医生位于铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等辅助防护设施后身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品在介入手术室内对病人进行直接的介入手术操作。

隔室操作时间较短，所占比例较小，而同室操作时间占整台手术 DSA 出束时间比例较大，并且同室操作对医生等职业人员的影响更大，是本次评价关注的重点。

本工程工艺流程及产污环节见图 9-3 所示。

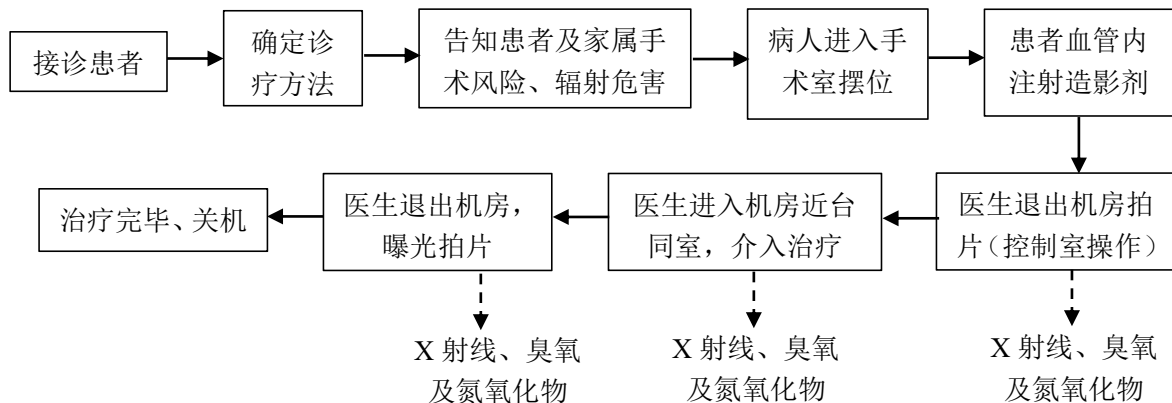


图 9-3 操作流程及产污环节图

9.2 污染源描述

9.2.1 施工期污染工序及产污情况

本项目工作场所位于平定县人民医院现有建筑内，在已建房间内部进行改造并进行设备安装调试等。施工期污染物主要为 DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修等，本项目施工过程工期短、人员少、工程量小，故本报告对施工期的环境影响进行简要分析。

(1) 废气

本项目施工活动对环境空气的主要影响表现为粉尘。DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修等施工过程中，材料的搬运、打磨及场地清理过程中将会产生一定的粉尘污染。

(2) 废水

本项目废水主要为施工人员产生的少量生活污水。

(3) 固体废物

施工期固体废物主要为 DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修等施工过程中产生的建筑垃圾、设备包装物及少量生活垃圾。生活垃圾采用封闭式堆放方式，送至储存集装箱，交由环卫部门统一清运。

(4) 噪声

本项目施工期施工内容主要在室内进行，施工噪声主要为 DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修等过程产生的噪声，这些噪声源的噪声值在 75~80dB(A)之间。

(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。安装调试过程中会产生废包装纸/袋、X 射线及微量臭氧、氮氧化物。

9.2.2 运营期污染工序及产污情况

(1) 放射性污染

DSA 的主要污染因子是 X 射线。

X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，本项目使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会放射 X 射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。在 X 射线装置使用过程中，X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员造成辐射影响。

(2) 非放射性污染

① 废水

本项目 DSA 采用数字成像，不使用显影液、定影液，不产生废显影液、废定影液。

本项目医护人员会产生少量生活污水。本项目拟定医护人员 7 人，根据山西省人民政府办公厅关于印发《山西省用水定额》（DB14/T 1049.4-2025），医务人员用水定额按 100L/（P·d）计算，则最高日用水量为 0.7m³/d，排水量按用水量的 90%计算，最高日排水量为 0.63m³/d。

②废气

本项目数字减影血管造影机在出束过程中产生少量的臭氧和氮氧化物。由于本项目数字减影血管造影机工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

③固废

本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘贮存或病人自行带走。介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物（年产生量约为 96kg/a）；医护人员在工作中会产生生活垃圾，本项目拟定医护人员 7 人，生活垃圾按每人每天 0.5kg 计算，则生活垃圾产生量为 875kg/a，集中收集后送当地环卫部门指定地点处置。

④噪声

机房空调工作时将产生一定的噪声，声压级约为 70~75dB（A）。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区情况

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定：辐射工作场所一般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。

（1）控制区

控制区为需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域，以便控制正常工作条件下照射，预防潜在照射或限制潜在照射的范围。该区在设备工作运行时，进入控制区的工作人员都要做好个人防护并进行个人剂量监测。

（2）监督区

监督区是未被定为控制区，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的区域。

医院拟将本项目 DSA 机房划分为控制区，与机房相邻的毗邻场所划分为监督区。

本项目辐射防护分区情况见图 10-1。

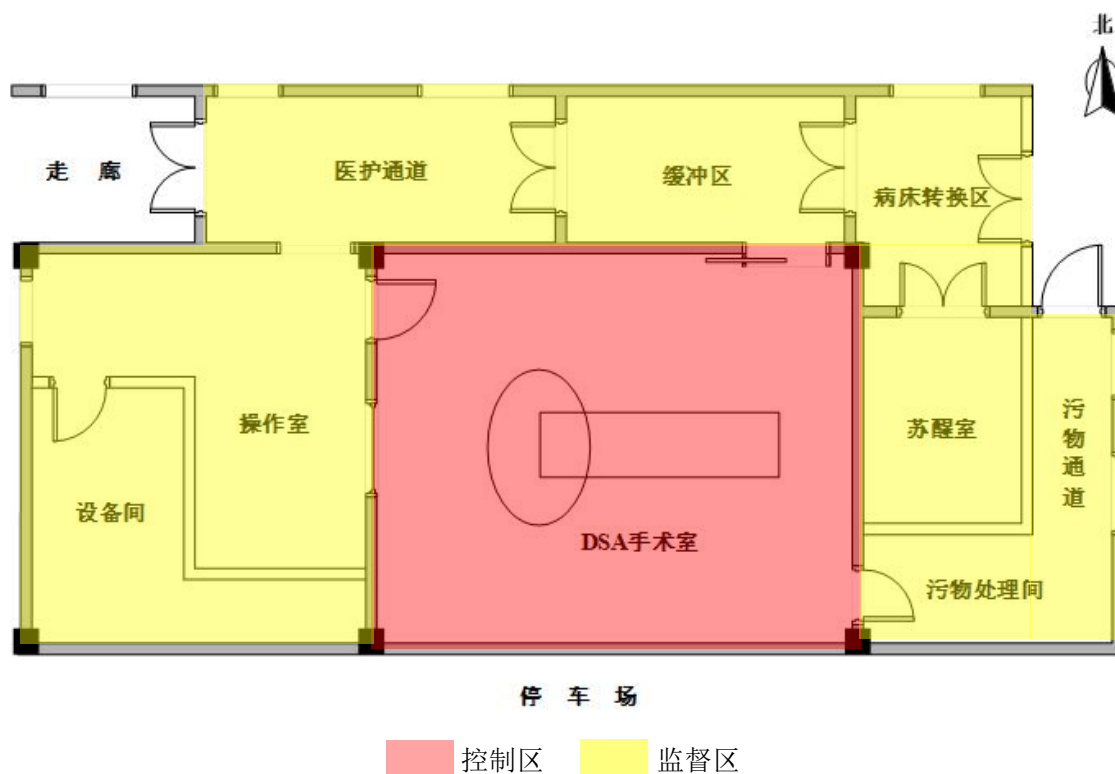


图 10-1 本项目辐射防护分区示意图

本项目 DSA 手术室平面、剖面布局示意图见图 10-2。

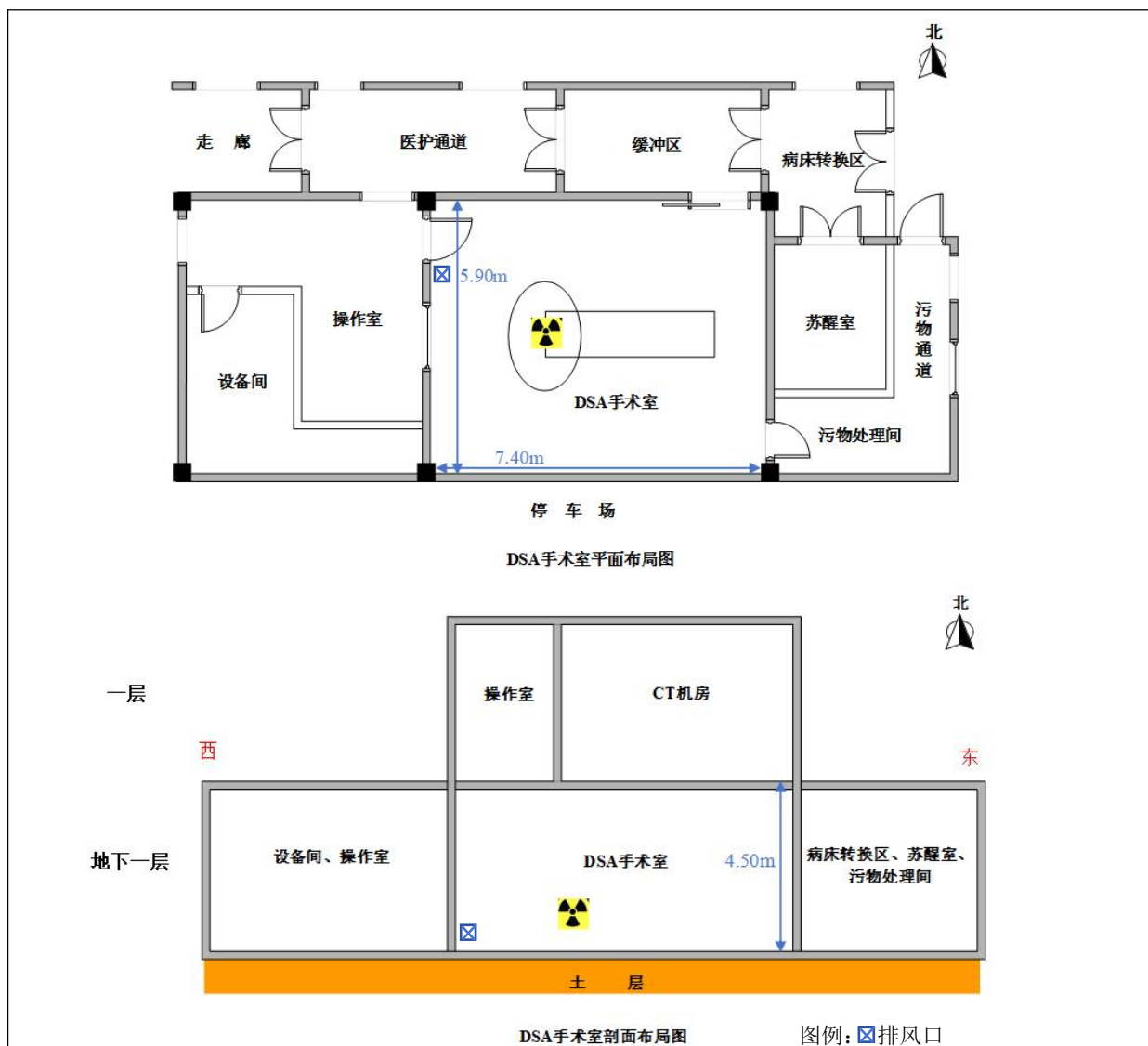


图 10-2 本项目 DSA 手术室平面、剖面布局示意图

10.1.2 工作场所辐射防护屏蔽设计

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 X 射线设备机房屏蔽防护设计要应满足下表所列要求。

表 10-1 X射线设备机房使用面积、单边长度要求

机房类型	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)
单管头X射线设备	20	3.5

本项目 DSA 机房东西长 7.40m，南北长 5.90m，最小单边长度为 5.90m，有效使用面积为 43.66m²。

表 10-2 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型臂X射线设备机房	2	2

DSA 手术室拟采取的屏蔽情况见表 10-3

表 10-3 DSA 手术室拟采取的屏蔽情况

屏蔽体	相邻场所	屏蔽措施	屏蔽防护要求	是否满足要求
		建筑屏蔽设计（等效铅当量mmPb）		
北墙	医护通道、缓冲区	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥+1 层 15mm 硫酸钡板（5mmPb）	2mmPb	满足
西墙	操作室、设备间	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥+1 层 15mm 硫酸钡板（5mmPb）	2mmPb	满足
南墙	停车场	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥+1 层 15mm 硫酸钡板（5mmPb）	2mmPb	满足
东墙	苏醒室、污物处理间、病床转换区	240mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥+1 层 15mm 硫酸钡板（5mmPb）	2mmPb	满足
顶部	CT 室、操作室	180mm 混凝土+1 层 15mm 硫酸钡板（3mmPb）	2mmPb	满足
地面	土层	地面下方为土层，不考虑屏蔽防护		
机房防护门	缓冲区	4mmPb 电动推拉铅防护门（高 2.25m×宽 1.80m）（4mmPb）	2mmPb	满足
操作室门	操作室	4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 1.00m）（4mmPb）	2mmPb	满足
污物处理间门	污物处理间	4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 0.80m）（4mmPb）	2mmPb	满足
观察窗	操作室	4mmPb 铅玻璃观察窗（长 1.60m×宽 1.00m）（4mmPb）	2mmPb	满足

注：①本项目铅当量转换参考密度：硫酸钡水泥配比为 4:1，密度 3.2g/cm³。

②根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，管电压 125kV（90° 非有用线束），80mm 混凝土等效铅当量为 1mmPb，147mm 混凝土等效铅当量为 2mmPb。本项目保守取 180mm 混凝土等效铅当量为 2mmPb，240mm 实心砖等效铅当量为 2mmPb。

③参照《核技术利用与环境管理》（中国环境科学出版社），硫酸钡水泥密度 3.2g/cm³ 时，在管电压 150kV 时，15mm 硫酸钡水泥铅当量为 1mmPb，15mm 硫酸钡板铅当量为 1.0mmPb。本项目保守取 15mm 硫酸钡板铅当量为 1.0mmPb，40mm 硫酸钡水泥铅当量为 2mmPb。

综上所述，本项目 DSA 机房的屏蔽防护、有效使用面积、最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关规定要求。

10.1.3 污染防治措施

（1）设备固有安全设施（数字减影血管造影机本身带有多种固有安全防护措施）：

①装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减小泄漏辐射。

②采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

③采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应设备不同应用时可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。影像增强器前面可酌情配置各种规格的滤线栅，以减少散射影响。

④采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

⑤采用图像冻结技术：每次透视的最好一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，减少不必要的照射。

⑥数字减影血管造影机为手术医师配备有铅观察玻璃及铅防护帘。

(2) 工程拟采取的辐射安全防护设施、管理措施及防护用品：

①辐射安全防护设施

本项目拟采取辐射安全防护设施包括安全联动装置、警示设备、急停设施、监视对讲系统装置及其他安全辅助设备：

A、警示标志：DSA 手术室机房防护入口设置工作指示灯及电离辐射标志牌和电离辐射警告标语。

B、安全联动：DSA 手术室北墙机房门采取电动推拉铅防护门，设置门灯联锁装置、防夹及闭门装置。

C、急停设施：数字减影血管造影机配置用于射线触发的脚闸；当踩下脚闸时可以控制射线开关。数字减影血管造影机用于控制支架、检查床以及成像系统的控制台上配备紧急关闭按钮，使用紧急关闭按钮，系统可以在紧急情况下断电。安装电源总开关，总开关可以切断整个系统的电源（电源断电）。在操作室设置急停按钮。

D、监视对讲系统：DSA 手术室机房西侧操作室设观察窗和语音对讲系统，便于操作人员实时监控及沟通。

E、通风换气设施：DSA 手术室机房设机械通风换气系统，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积。

②管理措施

A、机房不得堆放于该设备诊断工作无关的杂物。

B、门灯联锁装置、防夹及闭门装置应经常维护、检修，确保门、灯正常运行。

C、介入医师应穿戴好防护用品，认真佩戴热释光个人剂量计，严格按照操作规程进行操作，严防超剂量事故发生。

D、曝光时，工作人员应做好自身防护，合理选择站立位置，并保证曝光时能观察到患者和受

检者的姿态。

③防护用品：医院还应为医护人员及患者配置相应的防护用品。配置要求见下表 10-4。

表 10-4 本项目拟配备个人防护用品与辅助防护设施一览表

序号	用品名称	单位	数量	备注
1	辐射巡测仪	台	1	利旧
2	个人剂量报警仪	台	1	利旧
3	个人剂量计	个	3	利旧
		个	4	新增
4	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅帽、铅衣	套	5	新增
5	辅助防护设施：铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏	套	1	设备自带
6	移动铅防护屏风	套	1	选配
备注	上述防护用品均按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）进行配置。除介入防护手套外，医院为DSA机房配备的防护用品和辅助防护设施的铅当量均不小于 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均不小于 0.5mmPb，设备自带的铅防护吊帘和床侧防护帘铅当量不小于 0.5mmPb，移动铅防护屏风铅当量不小于 2mmPb。			

10.2 人流和物流路径规划

10.2.1 工作人员路径

本项目辐射工作人员从东侧入口进入，经过换鞋区后进入更衣室更衣，然后经医护通道进入操作室及设备间，由西侧操作室门进入 DSA 手术室。

10.2.2 患者路径

本项目患者从东侧入口进入，经过病床转换区以及缓冲区后由北侧机房防护门进入 DSA 手术室。

10.2.3 污物流向

本项目产生的医疗废物由东侧废物处理间门进入废物处理间后经废物通道运出。

三废的治理

1、废气治理措施：本项目医用 X 射线装置在出束过程中臭氧和氮氧化物产生量很小，拟在 DSA 手术室西墙下方距地 0.3m 处加装排风口 1 个（含止逆阀）并设置动力通风装置，排风系统开启后，将室内空气及设备运行过程中产生的少量臭氧、氮氧化物等有害气体沿排风管道向上至顶部后向南从南墙排至南侧停车场，经自由扩散最终排至室外，不会对环境造成明显影响。

2、废水治理措施：本项目 DSA 采用数字成像，不使用显影液、定影液，不产生废显影液、废定影液。本项目工作人员产生的生活污水经医院污水管网进入医院污水处理站，处理达标后最终排入市政污水管网。

3、固体废物治理措施

①本项目 DSA 采用数字成像，会根据病人的需要打印胶片，胶片打印出来后由病人带走并自行处理。

②手术时产生的废弃医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，产生的医疗废物经收集后运至医院医疗废物暂存间收集暂存，定期交由阳泉市城利固废处理有限公司医废处置分公司处置。

③医护人员在工作中将产生少量生活垃圾，医院采用封闭式垃圾箱收集，由环卫部门统一清运。

4、噪声治理措施：机房空调工作时将产生一定的噪声，噪声源等级较低，在经过建筑屏蔽及距离衰减后，不会对周围环境造成明显影响。

综上所述，平定县人民医院对本项目 DSA 运行产生的电离辐射和各项污染物均采取了有效的辐射防护和污染防治措施，满足环境管理要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设期环境影响分析

本项目施工活动主要为 DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修、设备安装调试等，项目施工期主要环境影响有废气、废水、固废、噪声等。

(1) 废气

本项目施工期按照设计方案和环评要求进行 DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修和设备安装，在墙体及地面等施工过程中，材料的搬运以及场地清理过程中将会产生少量的粉尘污染。施工过程均在室内封闭施工，主要通过封闭施工措施来进行控制。

(2) 废水

本项目施工期间产生的废水主要为施工人员产生的少量生活污水，排入医院现有污水系统，不得随意泼洒。

(3) 固体废物

本项目施工期产生的固废主要为 DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修等过程产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的少量生活垃圾。

①建筑垃圾主要为 DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修、设备安装等过程中产生的边角料、设备包装废弃物和完工清场的固体废物，统一收集后运至环卫部门指定的建筑垃圾填埋场倾倒，及时清运，以免造成环境污染和影响环境卫生。

②施工人员的生活垃圾集中收集后，由环卫部门统一清运。

(4) 噪声

本项目施工期施工内容主要在室内进行，施工噪声主要为 DSA 手术室及辅助工程的改造建设、屏蔽施工、室内装修等过程产生的噪声，这些噪声源的噪声值在 75~80dB(A)之间，由于主要在室内进行施工，施工噪声对项目周围环境的影响较小。

在此基础上，为减少施工噪声对周围环境的影响，本报告要求建设单位采取如下防治措施：

①按规定操作，尽量减少碰撞声音；

②减少人为噪声，合理安排施工流程、顺序，减少搬运过程中产生的碰撞声；

③合理安排施工时间，施工时间应安排在日间非休息时段。

通过采取以上防治措施，施工期基本不会对周围环境产生影响。

11.2 运营期环境影响分析

11.2.1 辐射环境影响分析

(1) 机房周围各关注点处剂量率估算

本项目运营期的主要环境问题是医用数字减影血管造影机（DSA）运行时产生的 X 射线污染，可能会对工作人员和公众的身体健康造成影响。根据美国 NCRP147 报告，考虑设备平板探测器对 X 射线主束有屏蔽作用，屏蔽估算时不需要考虑主束照射，只需考虑次级辐射的屏蔽设计，因此，本次评价主要对 DSA 运行时泄漏辐射与散射辐射对周围环境的影响进行分析。

①泄漏辐射

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

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

式中：

$H_{\text{泄露}}$ —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f —泄漏射线比率，取 0.1%；

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

R —靶点至关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中给出的公式计算。

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

式中：

B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关三个拟合参数（根据 DSA 运行工况，本次评价取 125kV 时参数， α 为 2.233、 β 为 7.888、 γ 为 0.7295）。

②散射辐射

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

$$H_{\text{散射}} = \frac{H_0 \times \alpha \times B \times (s/400)}{(d_0 \times d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：

$H_{\text{散射}}$ —关注点处的散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率，摄影状态取 10.5Gy/h，透视状态取 0.21Gy/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 射线取 0.0015（90° 散射，相对于 400cm² 散射面积）；

S—散射面积，取典型值 100cm²；

d_0 —源与患者的距离，取 0.3m；

d_s —患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子，按式 11-2 计算。

根据《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》（YY/T0740-2022）要求，在管电压和管电流的任意组合下，透视空气比释动能率应不大于 88mGy/min；《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通知要求 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）规定，X 射线设备在相当于基准加载条件下以标称 X 射线管电压运行时，距焦点 1m 处，1h 内在任一 100cm² 区域（主要线性尺寸不大于 20cm）的空气比释动能率不应超过 1.0mGy，则最小焦皮距 SID 为 20cm。由以上两个条件，可保守计算出距离靶点 1m 处主束透视模式下最大空气比释动能率 H_0 为 0.21Gy/h。

摄影状态下最大空气比释动能率远高于透视，根据 DSA 运行参数可知，摄影状态下管电流参数为透视的 50 倍，在电压相同的情况下，X 射线装置输出剂量率与电流成正比，本次评价摄影状态下源强按照透视状态的 50 倍估算，为 10.5Gy/h。

本评价对正常工况下周围的贯穿辐射水平进行了预测，计算时按射线到达关注点的最小距离计算。预测点位见下图。

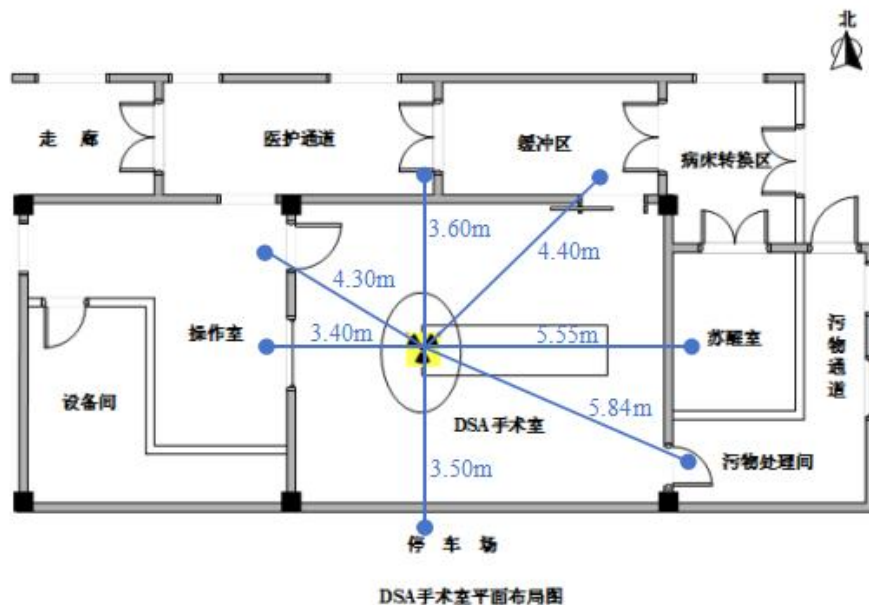




图 11-1 本项目预测点位示意图

表 11-1 DSA 机房周围各关注点处剂量率计算结果一览表

工作状态	关注点位置	等效屏蔽厚度 mmpb	透射因子 (B)	R距离 (m)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
透视 工况	北墙外 30cm	5	1.78×10^{-6}	3.60	2.88×10^{-5}	1.20×10^{-4}	1.49×10^{-4}
	西墙外 30cm	5	1.78×10^{-6}	3.40	3.23×10^{-5}	1.35×10^{-4}	1.67×10^{-4}
	南墙外 30cm	5	1.78×10^{-6}	3.50	3.05×10^{-5}	1.27×10^{-4}	1.58×10^{-4}
	东墙外 30cm	5	1.78×10^{-6}	5.55	1.21×10^{-5}	5.06×10^{-5}	6.27×10^{-5}
	顶部上方距地面 100cm	3	1.56×10^{-4}	4.50	1.62×10^{-3}	6.74×10^{-3}	8.36×10^{-3}
	机房防护门外 30cm	4	1.67×10^{-5}	4.40	1.81×10^{-4}	7.55×10^{-4}	9.36×10^{-4}
	操作室门外 30cm	4	1.67×10^{-5}	4.30	1.90×10^{-4}	7.90×10^{-4}	9.80×10^{-4}
	观察窗外 30cm	4	1.67×10^{-5}	3.40	3.03×10^{-4}	1.26×10^{-3}	1.56×10^{-3}
	污物处理间门外 30cm	4	1.67×10^{-5}	5.84	1.03×10^{-4}	4.28×10^{-4}	5.31×10^{-4}
摄影 工况	北墙外 30cm	5	1.78×10^{-6}	3.60	1.44×10^{-3}	6.01×10^{-3}	7.45×10^{-3}
	西墙外 30cm	5	1.78×10^{-6}	3.40	1.62×10^{-3}	6.74×10^{-3}	8.36×10^{-3}
	南墙外 30cm	5	1.78×10^{-6}	3.50	1.53×10^{-3}	6.36×10^{-3}	7.89×10^{-3}
	东墙外 30cm	5	1.78×10^{-6}	5.55	6.07×10^{-4}	2.53×10^{-3}	3.14×10^{-3}
	顶部上方距地面 100cm	3	1.56×10^{-4}	4.50	0.0809	0.337	0.418
	机房防护门外 30cm	4	1.67×10^{-5}	4.40	9.06×10^{-3}	0.0377	0.0468
	操作室门外 30cm	4	1.67×10^{-5}	4.30	9.48×10^{-3}	0.0395	0.0490

表 11-1 DSA 机房周围各关注点处剂量率计算结果一览表（续表）

工作状态	关注点位置	等效屏蔽厚度 mmpb	透射因子 (B)	R距离 (m)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
摄影工况	观察窗外 30cm	4	1.67×10^{-5}	3.40	0.0152	0.0632	0.0784
	污物处理间门外 30cm	4	1.67×10^{-5}	5.84	5.14×10^{-3}	0.0214	0.0265

由计算结果可知：本项目数字减影血管造影机在正常运行情况下，透视模式下机房周围各关注点处的附加剂量率最大值为 $0.00836\mu\text{Sv/h}$ ，摄影模式下机房周围各关注点处的附加剂量率最大值为 $0.418\mu\text{Sv/h}$ ，最大值均位于顶部上方距地面 100cm 处，本项目数字减影血管造影机在两种模式下机房周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

上述计算是偏保守的，忽略了设备材料的衰减作用和人体的吸收作用，实际预计本项目数字减影血管造影机在正常运行情况下，机房内操作位的辐射剂量率将比预测值小，机房周围的辐射剂量率将维持在当地的正常背景水平。

由以上关注点的辐射剂量率估算结果可以进一步推断：该机房实体屏蔽外 50m 的评价范围内其他区域均可满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的剂量率控制要求。

(2) 年有效剂量估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H = H_0 \times T \times t$$

式中：H—年有效剂量，Sv/a；

H_0 —关注点附加剂量率，Sv/h；

T—居留因子，无量纲；

t—照射时间，h/a。

①职业人员（手术室辐射工作人员）年有效剂量估算：

第一术者位医生距离源强约为 0.6m，第一术者位医生操作时身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，同时在铅悬挂防护屏和床侧防护帘后操作，受到了两次防护，其中铅悬挂防护屏和床侧防护帘铅当量为 0.5mmPb，铅衣铅当量为 0.5mmPb，防护能力按 1mmPb 计；第二术者位医生距离源强约为 1m，第二术者位医生操作时身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，防护能力按 0.5mmPb 计。

本次计算按本项目每年最大治疗量 400 人计，该医院介入手术医师共 4 名，每名医师每年最多进行 200 台手术，单台手术透视时间为 15min，单台手术摄影时间为 3min，即透视模式下工作时间

为 50h，摄影模式下工作时间为 10h。透视模式下职业人员（手术室辐射工作人员）附加剂量率估算按在术者位考虑，摄影模式下附加剂量率估算按在操作室考虑。

职业人员（手术室辐射工作人员）附加剂量率估算见下表 11-2。

表 11-2 职业人员（手术室辐射工作人员）附加剂量率估算结果一览表

工作状态	关注点位置	屏蔽厚度	透射因子 (B)	R距离 (m)		泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
				距源	距患者			
透视工况	第一术者位	1mmPb	0.0170	0.6	0.3	9.92	41.3	51.2
	第二术者位	0.5mmPb	0.0737	1	0.3	19.1	64.5	83.6
摄影工况	机房西侧 (操作室)	5mmPb	1.78×10^{-6}	3.40	0.3	1.62×10^{-3}	6.74×10^{-3}	8.36×10^{-3}

职业人员（手术室辐射工作人员）年有效剂量估算结果见表 11-3。

表 11-3 职业人员（手术室辐射工作人员）年有效剂量估算结果一览表

估算对象		附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
职业人员 (手术室辐射工作人员 第一术者位)	透视	51.2	50	1	2.56
	摄影	8.36×10^{-3}	10	1	8.36×10^{-5}
	合计				2.56
职业人员 (手术室辐射工作人员 第二术者位)	透视	83.6	50	1	4.18
	摄影	8.36×10^{-3}	10	1	8.36×10^{-5}
	合计				4.18

根据上表计算可知，职业人员（手术室辐射工作人员）的年有效剂量最大为 4.18mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员（手术室辐射工作人员）剂量约束值 5mSv/a 的要求。

②职业人员（操作室辐射工作人员）和公众人员年有效剂量估算：

各关注点人员年有效剂量估算见下表 11-4。

表 11-4 职业人员（操作室辐射工作人员）和公众人员年有效剂量估算结果一览表

人员分类	关注点位置	工作状态	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	
职业人员 (操作室辐射工作人员)	西侧 (操作室)	透视	3.23×10^{-5}	1.35×10^{-4}	1.67×10^{-4}	100	1	1.67×10^{-5}	1.84×10^{-4}
		摄影	1.62×10^{-3}	6.74×10^{-3}	8.36×10^{-3}	20	1	1.67×10^{-4}	

表 11-4 职业人员（操作室辐射工作人员）和公众人员年有效剂量估算结果一览表（续表）

人员分类	关注点位置	工作状态	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	
公众	北侧（医护通道）	透视	2.88×10^{-5}	1.20×10^{-4}	1.49×10^{-4}	100	1/5	2.98×10^{-6}	3.28×10^{-5}
		摄影	1.44×10^{-3}	6.01×10^{-3}	7.45×10^{-3}	20	1/5	2.98×10^{-5}	
	北侧（缓冲区）	透视	1.81×10^{-4}	7.55×10^{-4}	9.36×10^{-4}	100	1/5	1.87×10^{-5}	2.06×10^{-4}
		摄影	9.06×10^{-3}	0.0377	0.0468	20	1/5	1.87×10^{-4}	
	南侧（停车场）	透视	3.05×10^{-5}	1.27×10^{-4}	1.58×10^{-4}	100	1/40	3.95×10^{-7}	4.35×10^{-6}
		摄影	1.53×10^{-3}	6.36×10^{-3}	7.89×10^{-3}	20	1/40	3.95×10^{-6}	
	东侧（苏醒室）	透视	1.21×10^{-5}	5.06×10^{-5}	6.27×10^{-5}	100	1	6.27×10^{-6}	6.91×10^{-5}
		摄影	6.07×10^{-4}	2.53×10^{-3}	3.14×10^{-3}	20	1	6.28×10^{-5}	
	东侧（污物处理间）	透视	1.03×10^{-4}	4.28×10^{-4}	5.31×10^{-4}	100	1/5	1.06×10^{-5}	1.17×10^{-4}
		摄影	5.14×10^{-3}	0.0214	0.0265	20	1/5	1.06×10^{-4}	
	上方（CT机房）	透视	1.62×10^{-3}	6.74×10^{-3}	8.36×10^{-3}	100	1	8.36×10^{-4}	9.20×10^{-3}
		摄影	0.0809	0.337	0.418	20	1	8.36×10^{-3}	

由计算结果可知：职业人员（操作室辐射工作人员）受到的年有效剂量最大为 0.000184mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员（操作室辐射工作人员）剂量约束值 2mSv/a 的要求。公众人员受到的年有效剂量最大为 0.00920mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

由于射线能量会随距离的增大而快速衰减，以此预测可知，该机房实体屏蔽外 50m 的评价范围内其他公众人员年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。由此可知，经机房实体屏蔽防护后，本项目 DSA 建成运行后对机房周围工作人员以及公众的辐射影响较小。

③第一术者腕部剂量估算：

本次评价对职业人员（介入手术医师）腕部剂量进行估算，主要考虑介入手术医师在介入治疗期间所受剂量，介入治疗时主要为透视模式，医生在铅悬挂防护屏后操作，防护能力按 0.25mm 铅当量计，距离源 0.4m。本次计算按本项目每年最大治疗量 400 人计，该医院介入手术医师共 4 名，每名医师每年最多进行 200 台手术，单台手术透视时间为 15min，即透视模式下工作时间为 50h。

表 11-5 职业人员（介入手术医师）腕部附加剂量率估算结果一览表

工作状态	估算对象	屏蔽厚度 mmPb	透射因子 (B)	R距离 (m)		泄漏辐射 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
				距源	距患者			
透视 工况	职业人员 (介入手术 医师腕部)	0.25 mmPb	0.196	0.4	0.2	257	2412	2669

表 11-6 职业人员（介入手术医师）腕部年有效剂量估算结果一览表

估算对象		附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
职业人员 (介入手术医师腕部)	透视	2669	50	1	133

由上表可知，本项目职业人员（介入手术医师）腕部年有效剂量为 133mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员（介入手术医师）腕部当量剂量约束值 200mSv/a 的要求。

综上，本项目 DSA 机房的防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。上述估算仅是理论推算，实际应用时，工作人员的受照剂量应以佩戴的个人剂量剂检测结果为准。

11.2.2 非放射性污染物排放的环境影响分析

(1) 废气

X 射线与空气中的氧气电离作用会产生微量的臭氧和氮氧化物，由于本项目医用 X 射线机工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

拟在 DSA 手术室西墙下方距地 0.3m 处加装排风口 1 个（含止逆阀）并设置动力通风装置，排风量约为 800m³/h，排放次数大于 4 次/h，排风系统开启后，将室内空气及设备运行过程中产生的少量臭氧、氮氧化物等有害气体沿排风管道向上至顶部后向南从南墙排至南侧停车场，经自由扩散最终排至室外，不会对环境造成明显影响。排风管道南侧穿墙段采用“Z 型”，穿墙孔处采用铅皮紧密包覆，包覆长度≥洞口直径的 2 倍，排风口采用铅百叶防护。

(2) 废水

本项目 DSA 采用数字成像，不使用显影液、定影液，不产生废显影液、废定影液。

本项目医护人员会产生少量生活污水。本项目拟定医护人员 7 人，根据山西省人民政府办公厅关于印发《山西省用水定额》（DB14/T 1049.4-2025），医务人员用水定额按 100L/（P·d）计算，则最高日用水量为 0.7m³/d，排水量按用水量的 90%计算，最高日排水量为 0.63m³/d。

本项目工作人员产生的生活污水经医院污水管网进入医院污水处理站，处理达标后最终排入市

政污水管网。医院污水处理站位于院区东侧，设计处理规模为 200m³/d，实际处理量约为 150m³/d，处理工艺采用“一级处理+二氧化氯消毒”。本项目排水量为 0.63m³/d，能够满足本项目污水处理需求。

(3) 固体废物

本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘贮存或病人自行带走。

介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物（年产生量约为 96kg/a），产生的医疗废物经收集后运至医院北侧的医疗废物暂存间收集暂存，定期交由阳泉市城利固废处理有限公司医废处置分公司处置。

医护人员在工作中会产生生活垃圾，本项目拟定医护人员 7 人，生活垃圾按每人每天 0.5kg 计算，则生活垃圾产生量为 875kg/a，医院采用封闭式垃圾箱收集，由环卫部门统一清运。

(4) 噪声

机房空调工作时将产生一定的噪声，声压级约为 70~75dB（A），噪声源等级较低，在经过建筑屏蔽及距离衰减后，不会对周围环境造成明显影响。

综上所述，本项目 DSA 产生的各项污染物均采取了有效的污染防治措施，正常运行情况下在大气环境、水环境、声环境以及固体废物等方面均能做到合理处置，对环境造成的影响较小。

11.3 事故影响分析

事故是指引起异常的辐射危害的任何情况，风险评价的目的是分析存在的潜在危险，提出合理可行的防范、应急与减缓措施。射线装置仅在运行时产生 X 射线，停机后射线就会消失，故只有在开机状态下，射线装置产生的 X 射线才会贯穿屏蔽设施进入外环境，从而带来一定的辐射影响。

(1) 事故识别

①辐射工作人员违反辐射操作规程或误操作，造成意外照射；
②操作时其他无关人员滞留介入机房内，受到照射；
③维修调试过程中，因维修人员误操作导致设备出束，可能发生误照射；
④维修调试过程中，虽关闭了设备高压，但未切断电源，由于暗电流而造成的误照射；
⑤警示标志不合理、安全联动失效或射线报警器发生故障而使无关人员进入治疗室造成误照射。

(2) 事故防范措施

要避免误照事故的发生及发生后能立即采取有效防范措施，平定县人民医院需做好以下防范措施：

①定期认真地对医院射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实

各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改避免事故的发生；

②凡涉及对医用射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在放射诊断操作时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护；

③定期检查门灯连锁装置，确保安全连锁装置正常运行；每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换；

④加强放射工作人员的管理，医用射线装置开机前，必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射；

⑤加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留；

⑥检修人员准备进入 DSA 机房时，必须携带个人剂量计和个人剂量报警仪；

⑦检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动辐射源；

⑧调试和维修时，应保证切断辐射源出束状态；

⑨调试和维修必须解除安全联动时，需经负责人同意并通告有关人员。工作结束后，先恢复安全联动并经确认系统正常后再行使用；

⑩机房门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

⑪严格控制出束时间。

（3）应急处理措施

辐射安全必须依靠必要的体制和管理，良好的设施和完整的工作制度等。引起意外（或事故）的不安全因素有两大类：一类是物的不安全因素，另一类是人的不安全行为。从我国多年内所发生的放射事故来看，人为因素造成的责任事故占事故总数的80%以上。责任事故主要由管理不善、领导失职、安全观念淡漠引起。医院应从加强管理和提高安全意识两方面促进辐射防护工作，通过宣传培训等手段，提高安全文化素质，增强辐射防护意识，使辐射工作人员自觉服从管理，主动采取防护措施，控制不安全行为，预防辐射意外（或事故）的发生。平定县人民医院需完善以下辐射事故防范措施：

①各级领导需把辐射防护工作放到重要议事日程，制定严格的管理制度，安排操作人员接受安全防护教育和培训。定期组织相关辐射防护知识培训学习，告知相关人员辐射危害；

②辐射安全工作领导小组应对本医院的应急组织人员、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，并在统一部署下定期组织演练，一旦事故发生时可立即执行；

③操作人员需持证上岗，确保岗位责任制度的落实，严肃查处违规作业；

④必须严格按照操作规程，正确操作仪器，对违规和粗疏管理的行为必须及时纠正；

⑤为有效地控制操作人员接受辐射的累积剂量，确保剂量不超过规定的剂量限值，操作人员在工作时必须佩带个人剂量计和个人剂量报警仪；

⑥加强职工安全和辐射防护知识的教育，并定期进行考核。对操作人员建立健康档案，定期进行体检，并对健康档案进行终身保存；

⑦全体工作人员必须时刻保持高度警惕，认真学习、掌握各项技能，做好随时应对重大事故的思想准备；

⑧每日做好设备运行记录，认真填写设备维护记录表。任何人对设备部件进行更换、升级等操作时，都必须上报主管领导，得到回复后，方可进行，操作后详细填写故障处理联络单；

⑨加强辐射安全管理，严格落实射线装置使用需两人在场管理制度。

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和防护条例》等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，平定县人民医院现已成立了专职辐射安全管理机构--辐射防护工作领导小组，负责射线装置工作场所的安全和防护工作。该领导小组由组长、副组长、成员等组成，并对该机构的人员规定相应的职责。领导小组的职责主要是：贯彻执行国家有关辐射工作的职业安全，负责制定医院辐射防护管理规定并监督执行；负责组织辐射工作人员培训；负责办理有关射线装置及放射性工作场所的手续。医院“辐射防护工作领导小组”组长由医院法定代表人担任，同时设置 1 名具有大学本科学历的专职管理人员。

本项目取得批复后，平定县人民医院应尽快到有关行政主管部门申请办理新的《辐射安全许可证》，尽快完善辐射安全管理机构，安排人员专门负责辐射安全管理，同时还应完善辐射安全管理制度，对使用过程进行监督管理。

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》和生态环境部《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》（公告 2019 年第 57 号）的要求，从事辐射工作的人员必须通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加辐射安全防护相关知识培训和考核，并及时将合格证书编号或辐射安全与防护成绩报告单编号录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”，考核不合格的，不得上岗。取得辐射安全防护成绩报告单的人员，应当每五年接受一次再培训，培训合格后方可继续从事辐射工作。新从事辐射工作的人员以及原辐射安全培训合格证到期的人员，应当在上岗前通过考核，考核不合格的，不得上岗。

平定县人民医院制定有详细的辐射工作人员培训计划。目前，医院现有从事辐射相关工作人员共有 25 人，均参加了辐射安全防护知识和相关法规的培训，并通过了考核。本项目（DSA）拟配备医护人员 7 名，其中 3 名从医院现有辐射工作人员中调配，其余 4 名手术医师为新增人员。本项目拟配备的 7 名工作人员应通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名并参加辐射安全防护相关知识培训和考核，并及时将合格证书编号或辐射安全与防护成绩报告单编号录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”，考核不合格的，不得上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

为了保障辐射工作人员和公众的身体健康，杜绝环境辐射污染事故的发生，平定县人民医院成立了辐射安全防护管理机构，并制订相关的规章制度，并分解到各个涉核部门具体执行，主要包括：《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《质量控制与安全防护管理制度》、《放射诊疗设备稳定性检测制度》、《放射诊断质量保证大纲》、《放射诊断操作规程》、《个人剂量监测管理制度》、《辐射法律法规与防护培训制度》、《辐射工作人员职业健康管理制制度》、《放射诊疗设备及防护用品维修维护制度》、《辐射事故应急预案》等，并在日常工作中得到了较好的落实。

平定县人民医院的辐射管理规章制度具有一定的可行性，建议医院按照《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）等法规的要求，完善本次新增的数字减影血管造影机的相关规章制度，如血管造影机的安全操作规程、设备的维护与维修制度、监测方案等，具体如下：

①完善《辐射安全管理规定》，在原有管理体系内容中增加本项目 DSA 设备；

②《监测方案》中增加本项目工作场所；

③完善《辐射工作人员培训/再培训管理制度》，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并明确培训档案的管理，做到有据可查。区分II类射线装置和III类射线装置辐射工作人员的要求内容；

④完善《辐射工作人员职业健康管理制制度》，补充本项目辐射工作人员个人剂量监测内容；

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定，环评审批后应重新申请领取辐射安全许可证。并在设备投入运行前组织进行项目竣工环境保护验收。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测目的

通过对辐射项目工作场所剂量当量率的监测，了解该项目工作场所是否满足评价标准的要求及对环境的影响程度；通过对个人有效剂量的监测，了解该项目对职业人员外照射剂量的贡献值，为项目的安全管理防护措施的改进及职业评价提供依据。

12.3.2 监测任务的承担单位

医院委托有资质的单位进行监测。

12.3.3 监测方案

应每年制定辐射监测方案，辐射监测方案的内容包括监测项目、监测仪器、点位、频次等。

12.3.4 监测方法及项目

(1) 监测方法：按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术

规范》（HJ 1157-2021）对辐射项目周边环境进行监测；按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）对个人有效剂量进行监测。

（2）监测项目：X-γ射线剂量率及职业性外照射个人剂量。

（3）监测范围：辐射防护控制区、监督区及其周围环境；工作人员个人剂量监测。

12.3.5 监测内容

（1）个人剂量监测：

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测交由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频次：1次/3个月，4次/年。并将监测结果及时填报至“全国核技术利用安全申报系统”。

（2）工作场所监测：

①自主监测

医院已配备1台辐射巡测仪，对DSA手术室周围辐射剂量进行自主监测（一季度一次）。

②委托监测

监测频次：对放射性工作场所开展周期为一年一次的辐射防护监测。

监测点位：DSA机房东西南北侧墙壁外表面30cm处以及门窗外表面30cm处上下左右中5个点位；DSA机房上方CT室、操作室；50m范围内主要关注点；巡测异常点位。

表 12-1 本项目监测方案

类别	监测项目	监测频次	监测点位
自主监测	X-γ射线剂量率	一季度一次	DSA机房东西南北侧墙壁外表面30cm处以及门窗外表面30cm处上下左右中5个点位；DSA机房上方CT室、操作室
委托监测	X-γ射线剂量率	一年一次	DSA机房东西南北侧墙壁外表面30cm处以及门窗外表面30cm处上下左右中5个点位；DSA机房上方CT室、操作室；50m范围内主要关注点；巡测异常点位。
	职业性外照射个人剂量	1次/3个月，4次/年	辐射工作人员

12.4 辐射事故应急

12.4.1 辐射事故应急响应机构的设置

平定县人民医院目前设置有辐射事故应急机构，并成立了以医院法定代表人为组长、副院长等为副组长，各放射科负责人及专职辐射防护与管理相关人员为成员的辐射事故应急组织。明确以法人为应急机构负责人，另外还应设置替代人（事故时，如法人出差等，仍有应急总指挥）。应急机构中设有技术现场处理组后勤保障组等。

明确辐射事故应急机构的职责包括：应急预案的启动、应急响应处置及解除、应急人员的组织和培训、应急物资准备、应急预案演习等。

12.4.2 辐射事故应急预案

医院现有《辐射事故应急预案》中包括编制目的、编制依据、辐射事故分级、预案适应范围、工作原则、辐射事故应急组织机构及职能、预防事故措施、应急处理措施、辐射事故报告、善后处理、预案管理等内容。结合《山西省辐射事故应急预案》，本项目可能发生的事故类型为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。平定县人民医院应结合本项目辐射事故应急管理需要，对《辐射事故应急预案》进行完善。需完善的内容如下：

- (1) 在预案适应范围中增加数字减影血管造影机的情况；
- (2) 在辐射事故应急组织机构及职能中增加相关科室人员及对应职责；
- (3) 在应急处理措施中增加 DSA 可能发生辐射事故的应急处理程序相关内容；
- (4) 增加可能发生辐射事故的意外条件，如 DSA 超剂量照射等造成辐射事故情景的相关应对方案；
- (5) 增加辐射事故应急预案启动、终止的相关条件。
- (6) 严格落实《辐射事故应急预案》，在发生辐射事故时，应当立即电话报告，并在 1 小时内书面向阳泉市生态环境局平定分局报告，同时填报相应事故报表；造成或可能造成人员辐射损伤照射的，应同时向平定县卫生健康和体育局报告，并随时做好应急准备。

12.4.3 应急人员培训演习计划

制定完应急预案后，应开展应急人员的培训演习计划：

- (1) 制定周密的演练方案，明确演练内容、目的、时间、地点、人员等；
- (2) 进行合理的人员分工，成立演练领导组、工作组、保障组等机构，进行角色分工，明确人员职责；
- (3) 做好充分的演练准备，维护仪器设备，配齐物资器材，找好演练场地。
- (4) 认真开展实战演练，按照事先预定的方案和程序进行；
- (5) 演练完毕后及时进行总结归纳。

12.5 年度报告

平定县人民医院应当对医院使用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 日前将上一年度的评估报告提交至生态环境部门，并在全国核技术利用辐射安全申报系统进行填报。

12.6 辐射防护措施及环保投资

本工程主要辐射防护措施及环保投资见表 12-2。

表 12-2 辐射防护措施及环保投资一览表

项目	措施	要求	投资 (万元)
辐射安全和防护措施	屏蔽措施	机房屏蔽改造方案:四面墙体均为在现有 240mm 实心砖墙内侧涂抹 40mm 硫酸钡水泥的基础上再在内侧固定 1 层 15mm 硫酸钡板。拆除北墙现有 4mmPb 手动平开铅防护门,将门洞由宽 1.20m 拓宽至 1.50m,内侧加装 4mmPb 电动推拉铅防护门(高 2.25m×宽 1.80m)。沿用西墙现有 4mmPb 手动平开铅防护门(高 2.10m×宽 1.00m)及 4mmPb 铅玻璃观察窗(长 1.60m×宽 1.00m)。东墙新增门洞,加装 4mmPb 手动平开铅防护门(高 2.10m×宽 0.80m)。顶部在现有 180mm 混凝土楼板的基础上再在下方加装 1 层 15mm 硫酸钡板。地面下方为土层,不考虑屏蔽防护。接缝处采用硫酸钡砂浆填充密实,确保无裸露缝隙。	40
	通风措施	DSA 手术室拟设动力通风装置,排风量约为 800m ³ /h,排放次数大于 4 次/h。	
	安全措施	机房门外设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯;门灯联锁装置、防夹及闭门装置;机房设置对讲系统及视频监控系统;在介入手术床体旁、操作间操作台上均设有紧急止动装置(设备自带)。	
辐射安全管理机构	辐射防护管理	建立以法定代表人为第一责任人的安全管理机构。	/
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员必须通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名并参加辐射安全防护相关知识培训和考核,并及时将合格证书编号或辐射安全与防护成绩报告单编号录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”,考核合格后上岗。	/
	个人剂量监测	放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计,并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测交由具有个人剂量监测资质的单位进行,监测频次为 1 次/3 个月,4 次/年。	2
监测仪器和防护用品	辐射巡测仪(利旧);个人剂量报警仪(利旧);拟配备 5 套铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅帽、铅衣等防护用品;拟配备 7 个人剂量计。		2
辐射安全管理制度	拟制定各项辐射安全管理制度、工作人员培训计划等。包括辐射安全管理规定、运行操作规程、安全防护设施的维护与维修制度、监测方案、检测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急预案等。		1
环境影响评价及竣工环境保护验收			10
合 计			55

12.7 竣工环境保护验收内容建议

平定县医疗集团（平定县人民医院）（平定县医疗集团人民医院）使用II类医用射线装置项目竣工环境保护验收内容见下表 12-3。

表 12-3 项目竣工环境保护验收一览表

验收内容	验收要求
项目建设情况	判断是否发生重大变动，建设内容与环评批复内容是否一致。
辐射安全和防护设施/措施	<p>屏蔽措施：四面墙体均为在现有 240mm 实心砖墙内侧涂抹 40mm 硫酸钡水泥的基础上再在内侧固定 1 层 15mm 硫酸钡板。拆除北墙现有 4mmPb 手动平开铅防护门，将门洞由宽 1.20m 拓宽至 1.50m，内侧加装 4mmPb 电动推拉铅防护门（高 2.25m×宽 1.80m）。沿用西墙现有 4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 1.00m）及 4mmPb 铅玻璃观察窗（长 1.60m×宽 1.00m）。东墙新增门洞，加装 4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 0.80m）。顶部在现有 180mm 混凝土楼板的基础上再在下方加装 1 层 15mm 硫酸钡板。地面下方为土层，不考虑屏蔽防护。接缝处采用硫酸钡砂浆填充密实，确保无裸露缝隙。</p> <p>通风措施：DSA 手术室拟设动力通风装置，排风量约为 800m³/h，排放次数大于 4 次/h。</p> <p>安全措施：机房门外设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯；工作状态指示灯和与机房防护门有效联动；机房设置对讲系统及视频监控系统；在介入手术床体旁、操作间操作台上均设有紧急止动装置（设备自带）。</p> <p>辐射安全管理情况：制定各项辐射安全管理制度、工作人员培训计划等。包括辐射安全管理规定、运行操作规程、安全防护设施的维护与维修制度、监测方案、检测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急预案等。</p>
监测仪器和防护用品	辐射巡测仪、个人剂量报警仪、个人剂量剂、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅帽、铅衣等防护用品。
剂量限值	机房屏蔽体外 30cm 处剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；所致人员剂量限值满足职业人员（手术室辐射工作人员）5mSv/a、职业人员（操作室辐射工作人员）2mSv/a、公众人员 0.1mSv/a 的要求。
个人剂量监测	放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测交由具有个人剂量监测资质的单位进行，监测频次为 1 次/3 个月，4 次/年。
应急预案	辐射事故应急预案应符合工作实际，明确应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。配备必要的应急器材、设备。
人员培训	辐射工作人员必须通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名并参加辐射安全防护相关知识培训和考核，并及时将合格证书编号或辐射安全与防护成绩报告单编号录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”，考核合格后上岗，有效期满前，应重新参加考核，做到持证上岗。

12.8 从事辐射活动能力评价

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定，现对平定县人民医院从事本项目辐射活动能力评价列于表 12-4 和表 12-5。

表 12-4 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

序号	要求	医院拟落实情况
1	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，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立辐射安全工作领导小组，由法定代表人担任组长，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。
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院现有从事辐射相关工作人员共有 25 人，均参加了辐射安全防护知识和相关法规的培训，并通过了考核。本项目拟配备的 7 名工作人员应通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名并参加辐射安全防护相关知识培训和考核，并及时将合格证书编号或辐射安全与防护成绩报告单编号录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”，考核合格后方可上岗工作。
3	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	机房门拟设置门灯联锁装置、防夹及闭门装置，门外设置电离辐射警告标志。
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	医院已配备辐射巡测仪及个人剂量报警仪（利旧）；拟配备个人剂量剂、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅帽、铅衣等防护用品。
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定部分制度及操作规程，拟完善相应的制度及操作规程。
6	有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急预案。拟完善辐射事故应急处理预案的相关内容。

表 12-5 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	要求	医院拟落实情况
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	机房门拟设置门灯联动装置、防夹及闭门装置，门外拟设置电离辐射警告标志。
2	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	已配备 1 台辐射巡测仪，并定期委托有辐射水平监测资质的单位对辐射工作场所及其周围环境进行监督监测。

表 12-5 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表（续表）

序号	要求	医院拟落实情况
3	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度的评估报告。	承诺每年 1 月 31 日前向生态主管部门提交年度评估报告。
4	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	拟委托有资质单位进行个人剂量监测（监测频次为 1 次/3 个月，4 次/年）。
5	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	医院现有从事辐射相关工作人员共有 25 人，均参加了辐射安全防护知识和相关法规的培训，并通过了考核。本项目拟配备的 7 名工作人员应通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名并参加辐射安全防护相关知识培训和考核，并及时将合格证书编号或辐射安全与防护成绩报告单编号录入“全国核技术利用辐射安全申报系统”，考核合格后方可上岗工作。
6	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	拟对所有从事放射性工作的人员配备个人剂量计，并安排专人负责个人剂量监测管理，同时建立辐射工作人员个人剂量档案。

通过以上分析可知，在严格落实环评提出的各项措施后，平定县人民医院从事本项目辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

平定县人民医院位于山西省阳泉市平定县冠山镇城北街一号，医院拟将医技楼地下一层西侧原预留机房改造为 DSA 手术室。本次评价内容为平定县人民医院新增使用 1 台医用数字减影血管造影机（DSA），属于 II 类射线装置，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。建设项目总投资 770 万元，其中辐射防护措施及环保投资约为 55 万元，占工程总投资的 7.14%。

13.1.2 产业政策符合性及实践正当性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展”，属于国家鼓励类项目，符合国家产业政策。

平定县人民医院新增使用 1 台医用数字减影血管造影机（DSA），其目的在于提高诊疗水平，开展放射诊断工作，满足辖区居民的医疗需求，所带来的社会效益远大于其辐射带来的危害，落实本报告提出的各项环保措施和要求后其风险较低，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”的要求。

13.1.3 选址及布局的合理性分析

本项目辐射工作场所位于山西省阳泉市平定县冠山镇城北街一号平定县人民医院医技楼地下一层西侧，本项目 DSA 机房东侧距医院道路 46m，机房北侧距住院部 39m，机房南侧距门诊楼 17m，机房西侧距医院道路 13m，机房东南侧距急诊楼 30m，机房西北侧距职工之家 50m。本项目 DSA 机房尽量远离人员密集区域，设计时采取了满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的屏蔽措施和安全防护措施，充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，对外环境造成辐射影响很小，不会对周围环境与公众造成危害。同时本项目各组成部分功能分区明确，通道设置独立，人员进出操作顺畅，不交叉重叠，因此从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目选址可行、平面布局合理。

13.1.4 辐射安全与防护分析

（1）辐射工作场所功能分区合理性

本项目将 DSA 机房划分为控制区，与机房相邻的毗邻场所划分为监督区，分区明确、合理，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

（2）机房面积和单边长度

本项目 DSA 机房最小单边长度为 5.90m，有效使用面积为 43.66m²，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关规定要求。

(3) 辐射屏蔽措施

本项目机房屏蔽改造方案：四面墙体均为在现有 240mm 实心砖墙内侧涂抹 40mm 硫酸钡水泥的基础上再在内侧固定 1 层 15mm 硫酸钡板。拆除北墙现有 4mmPb 手动平开铅防护门，将门洞由宽 1.20m 拓宽至 1.50m，内侧加装 4mmPb 电动推拉铅防护门（高 2.25m×宽 1.80m）。沿用西墙现有 4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 1.00m）及 4mmPb 铅玻璃观察窗（长 1.60m×宽 1.00m）。东墙新增门洞，加装 4mmPb 手动平开铅防护门（高 2.10m×宽 0.80m）。顶部在现有 180mm 混凝土楼板的基础上再在下方加装 1 层 15mm 硫酸钡板。地面下方为土层，不考虑屏蔽防护。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关规定要求。

(4) 安全防护设施

机房门外设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，门灯联锁装置、防夹及闭门装置，机房设置对讲系统及视频监控系统，已配备辐射巡测仪及个人剂量报警仪（利旧）、拟配备个人剂量剂、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅帽、铅衣等防护用品，满足辐射安全与防护的要求。

13.1.5 环境影响分析

1、辐射环境影响

(1) 辐射剂量率现状评价

本次评价的 X 射线装置安装位置处及周围环境本底 γ 辐射剂量率监测结果范围为 0.080~0.096 μ Gy/h，与阳泉市建筑物室内天然 γ 辐射剂量率本底水平（60.6~86.2）nGy/h（《中国环境天然放射性水平》，中国原子能出版社，2015）相比无显著差异，表明拟建项目周围辐射环境处于当地正常水平。

(2) 辐射剂量率预测评价

通过理论预测，本项目 DSA 机房采用屏蔽措施后，能够使得机房实体屏蔽外 30cm 处的辐射剂量率均小于 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

(3) 剂量估算结果

通过理论预测，数字减影血管造影机所致职业人员（手术室辐射工作人员）最大个人年有效剂量值为 4.18mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员（手术室辐射工作人员）剂量约束值 5mSv/a 的要求；职业人员（介入手术医师）腕部剂量最大为 133mSv/a，低于剂量约束值 200mSv/a 的要求；职业人员（操作室辐射工作人员）最大个人年有效剂量值为 0.000184mSv/a，低于剂量约束值 2mSv/a 的要求；公众人员最大个人年有效剂量值为 0.00920mSv/a，低于剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

综上，在严格落实环评要求的防护措施后，不会对职业人员及公众造成明显的辐射影响。

2、非放射性污染物排放的环境影响

拟在 DSA 手术室西墙下方距地 0.3m 处加装排风口 1 个（含止逆阀）并设置动力通风装置，排风系统开启后，将室内空气及设备运行过程中产生的少量臭氧、氮氧化物等有害气体沿排风管道向上至顶部后向南从南墙排至南侧停车场，经自由扩散最终排至室外；本项目工作人员产生的生活污水经医院污水管网进入医院污水处理站，处理达标后最终排入市政污水管网；生活垃圾采用封闭式垃圾箱收集，由环卫部门统一清运；产生的医疗废物经收集后运至医院医疗废物暂存间收集暂存，定期交由阳泉市城利固废处理有限公司医废处置分公司处置；在严格落实环评要求的防护措施后，不会对周围环境造成明显影响。

13.1.6 环境管理制度

医院已成立辐射安全工作领导小组，全面负责辐射安全管理相关工作，制定了各项辐射防护管理制度及《辐射事故应急预案》，并对执行情况进行监督检查。设有辐射工作专管员，具体负责日常辐射安全与环保工作，组织实施辐射安全防护措施和落实各项管理制度。

本报告针对场所设施、监测、应急、人员等方面提出了相应的制度，医院严格落实后可满足辐射安全管理要求。

13.1.7 从事辐射技术的能力

平定县人民医院应积极组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，培训合格后方可上岗；为辐射工作人员配发个人剂量仪，委托相关资质单位每 3 个月检测一次，建立个人剂量档案；并定期组织辐射工作人员到有资质单位进行职业健康检查，建立个人健康档案。

在充分落实本报告提出的各项措施后，平定县人民医院从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

13.1.8 结论

综上所述，平定县医疗集团（平定县人民医院）（平定县医疗集团人民医院）使用Ⅱ类医用射线装置项目只要严格采取本评价所述的环境管理、环境监测、安全防护措施，认真落实本报告提出的环境保护要求，该医院的辐射防护设施可以达到环保和辐射安全的要求，本项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议

- （1）严格执行操作规程，加强管理。
- （2）医院的辐射管理制度应根据管理部门的相关要求进行完善和更新。

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