

核技术利用建设项目

仪陇宏济医院有限公司

新增数字减影血管造影装置（DSA）

项目环境影响报告表

（公示本）

仪陇宏济医院有限公司

二〇二二年十二月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

仪陇宏济医院有限公司

新增数字减影血管造影装置（DSA）

项目环境影响报告表

建设单位：仪陇宏济医院有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：***

通讯地址：四川省南充市仪陇县马鞍镇兴安路 88 号

邮政编码：637631

联系人：***

电子邮件：*** 联系电话：***

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	10
表 3 非密封放射性物质	10
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物	12
表 6 评价依据	13
表 7 保护目标与评价标准	15
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	20
表 10 辐射安全与防护	24
表 11 环境影响分析	31
表 12 辐射安全管理	48
表 13 结论与建议	57

表 1 项目基本情况

建设项目名称	仪陇宏济医院有限公司新增数字减影血管造影装置（DSA）项目				
建设单位	仪陇宏济医院有限公司				
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址	四川省南充市仪陇县马鞍镇兴安路 88 号				
项目建设地点	四川省南充市仪陇县马鞍镇兴安路 88 号 仪陇宏济医院住院大楼负 1 层				
立项审批部门	—		批准文号	—	
建设项目总投资（万元）	***	项目环保投资（万元）	***	投资比例	***
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 m ²	41.058
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	无				

项目概述

一、建设单位情况

仪陇宏济医院有限公司（社会信用代码：91511324MA7E8EE03C）（以下统称“仪陇宏济医院”），是一所集医疗、预防、保健为一体的国家二级乙等综合性医院，是仪陇县城乡医疗、城镇职工、交通事故和工伤救治定点医院，位于仪陇县马鞍镇兴安路 88 号，占地一万余平方米，业务用房面积二万余平方米。

医院编制病床 190 张，临床科室设置有内科（含呼吸、消化和心血管专业）、外科（含骨外科、普外科、泌尿外科、胸、脑外科）、妇产科、儿科、急诊科、康复理

疗科、血透室、体检科等诊疗科室；医技科室设置有药剂科、医学影像科、医学检验科、功能检查科等科室。医院目前在岗人员 180 余人，其中主任医师（教授）6 人，副主任医（护）师（副教授）15 人，主治医师 22 人，执业护士 72 人。

医院拥有 1.5T 超导高强核磁共振、16 排螺旋 CT、四维彩超、电子胃镜、电子结肠镜、钬激光、体外振波碎石机、超声刀、等离子前列腺电切仪、腹腔镜、胆道镜、膀胱输尿管镜、椎体关节镜等大型先进设施设备。医院以骨科为龙头，常年开展各种复杂骨折内外固定手术，膝关节、髋关节置换手术和椎间盘微创手术；外科除常规开展了疝气、阑尾、结石、体表各种包块肿瘤手术外，还常年开展胆结石胆囊切除、输尿管镜下钬激光碎石、阑尾切除和小儿无痛疝修补、肝肾囊肿开窗等微创手术，肝癌、肺癌、食管癌、胃癌、结直肠癌、肾癌切除等大型手术。

医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为川环辐证[13157]，有效期至 2023 年 10 月 28 日，许可的种类和范围为：使用Ⅲ类射线装置。

（一）任务由来

为了更好的改善医院医疗服务环境，满足医院的发展需求，提高医疗服务质量，满足患者的治疗需要，医院拟在住院大楼负 1 层预留 DSA 机房内新增使用 1 台数字减影血管造影机（简称“DSA”），用于医学影像科、内科、外科等等病症的放射诊断和介入治疗，属于Ⅱ类射线装置。

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等（原国家环保部令第18号）规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部 部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，应编制环境影响报告表，又按照《四川省生态环境厅关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019年第2号），本项目应报南充市生态环境局审批。故仪陇宏济医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川省中栎环保科技有限公司接受报告表编制工作委托后，进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地周围环境和搜集管理、技术资料，在项目区域环境质量现状监测及评价基础上，对项目环境影响进行了预测分析、评价。同时，就项目对环境可能造

成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评估，提出了合理可行的对策和建议。

(二) 本项目建设内容及规模

1、工程概况

项目名称：仪陇宏济医院有限公司新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：仪陇宏济医院有限公司

建设性质：新建

建设地点：南充市仪陇县马鞍镇兴安路 88 号仪陇宏济医院住院大楼负 1 层

2、工程建设内容及规模

医院拟在住院大楼（已建，B1F/8F）负 1 层预留 DSA 机房内新增使用 1 台 DSA，用于医学影像科、内科、外科等等病症的放射诊断和介入治疗。新增 DSA 型号为 CGO-2100Plus，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下而上，属于 II 类射线装置。医院年诊疗病例约 360 台，年曝光时间累计约 58.47h（拍片 2.47h、透视 56h）。

预留 DSA 机房面积为 41.085m²，长 7.47m、宽 5.5m，其辅助用房包括操作室、设备室、医废暂存间、缓冲区、病人休息室、换鞋室、卫浴室、男/女更衣室、无菌室、器械室和医生办公室。目前机房主体工程已全部建成，四周墙体均为 370mm 实心砖墙（已有）+10mm 硫酸钡水泥砂浆（新增）（>4mmPb）；顶部为 150mm 混凝土（已有）+3mm 铅当量铅板（新增）（>4.5mmPb）；底部为 150mm 混凝土（已有）（>1.5mmPb）；观察窗（1 扇）采用 4mm 铅当量铅玻璃；防护门（3 扇）均采用 4mm 铅当量的防护铅门。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	DSA 机房面积为41.085m ² ，长7.47m、宽5.5m，其辅助用房包括操作室、设备室、医废暂存间、缓冲区、病人休息室、换鞋室、卫浴室、男/女更衣室、无菌室、器械室和医生办公室。目前机房主体工程已全部建成，四周墙体均为370mm 实心砖墙（已有）+10mm 硫酸钡水泥砂浆（新增）（>4mmPb）；顶部为150mm 混凝土（已有）+3mm 铅当量铅板（新增）（>4.5mmPb）；底部为150mm 混凝土（已有）（>1.5mmPb）；观察窗（1扇）采用4mm 铅当量铅玻璃；防护门（3扇）均采用4mm 铅当量的防护铅门。	—	X 射线、 臭氧、噪声、 医疗废物

	拟新增 DSA 型号为 CGO-2100Plus，额定管电压为125kV，额定管电流为1000mA，出束方向由下而上，属于Ⅱ类射线装置。年诊疗病例约360台，年曝光时间累计约58.47h（拍片2.47h、透视56h）。		
辅助用房	操作室、设备室、医废暂存间、缓冲区、病人休息室、换鞋室、卫浴室、男/女更衣室、无菌室、器械室和医生办公室	—	生活污水、医疗废物、办公及生活垃圾
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统等。		
办公及生活设施	医生办公室、卫浴间、男/女更衣室等		
环保工程	①项目产生的废水依托医院既有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准限值后，经场镇污水管网排放至马鞍镇污水处理场处理。②医疗废物依托本项目医废暂存间进行收集，统一交由南充市洁源环保服务有限公司收运处置；③办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理；④本项目在 DSA 机房内设置了新风系统，在机房西北部安装排风管道接至东部过道，顺着过道连接至东北部排风井（排风量约 300m ³ /h，换气次数约 3 次/h）。	—	

（三）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	72L	外购	碘帕醇
能源	煤(T)	—	—	—
	电(kW·h)	1220kW·h/a	市政电网	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水量	地表水	60m ³ /a	市政水网	—
	地下水	—	—	—

本项目拟使用造影剂为碘帕醇注射液，规格为 100mL/瓶，平均每台手术使用 2 瓶，每年手术量约 360 台，年使用量约为 72L。由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

(四) 本项目所涉及的医用射线装置

本项目涉及医用射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置参数表

装置名称	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年总出束时间	出束方向	使用场所	备注
DSA	CGO-2100Plus	万东	125kV 1000mA	II类	年总曝光时间约 58.47h, 其中拍片约 2.47h、透视约 56h	由下 向上	DSA 机 房	拟购

表 1-4 各科室介入手术工作量分配

使用科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数 (台)	年最大出束时间	
	拍片 (min)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
医学影像科	0.3	6.0	160	0.8	16
内科	0.6	8.5	100	1	14.17
外科	0.4	15.5	100	0.67	25.83
合计			360	2.47+56=58.47	

(五) 工作人员配置情况

本项拟配置 5 名辐射工作人员。其中医生 3 名, 技师 1 名, 护士 1 名, 均为医院既有非辐射工作人员。本项目定岗定责, 辐射工作人员不会从事其他辐射类工作, 因此, 不存在剂量叠加。今后医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

表 1-5 工作人员配置情况

序号	所属科室	医生人数	技师人数	护士
1	医学影像科	1	1	1
2	内科	1		
3	外科	1		
合计		3	1	1

工作制度: 本项目辐射工作人员每年工作 260 天, 每天工作 8h。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令, 2020 年 1 月 1 日起施行)、《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录(2019 年本)>的决定》(中

华人民共和国国家发展和改革委员会第 49 号，2021 年 12 月 30 日实施) 相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置 (DSA) 为医院医疗基础建设内容，属于第三十七项“卫生健康”中第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目外环境及选址合理性分析

(一) 本项目外环境关系

本项目位于仪陇宏济医院住院大楼 (已建, B1F/8F) 负 1 层, 根据现场踏勘, 本项目外环境关系如下: 以 DSA 机房四周墙体为边界, **北部**紧邻病人休息室, 约 4~7m 为换鞋室, 约 7~13m 为电梯间/楼梯间, 约 13~26m 为北侧规划用房, 约 26~50m 为北部土壤层; **东北部**紧邻操作室、设备室, 约 3.3~6.9m 为男/女更衣室、无菌室和器械室, 约 6.9~13m 为卫浴间、医生办公室, 约 13~24m 为院内负压机房、值班房、消毒设备机房, 约 24~36m 为院外无名街道, 约 36~50m 为艾琳社区党群服务中心; **东部**紧邻过道, 约 1~30m 为发热门诊, 约 30~50m 为东部土壤层; **东南部**约 27~40m 为兴安路, 约 40m~50m 为居民住宅 5; **西南部**约 6.5~41m 为办公楼, 约 41~50m 为医技楼、居民住宅 1; **西部**紧邻医废暂存间, 约 35~50m 为院内住宿楼 (C 幢); **西北部**紧邻缓冲区, 约 4~29m 为规划候诊大厅, 约 29~36m 为西北部规划用房, 约 36~50m 为西北部土壤层; 机房正上方为住院大楼大厅, 正下方无负 2 层。

医院平面布置和外环境关系见附图 2, 项目平面布置见附图 3。

(二) 本项目选址合理性

仪陇宏济医院位于南充市仪陇县马鞍镇兴安路 88 号, 医院用地取得了原仪陇县住房和城乡建设局颁发的建设工程规划许可证《建地字第 2015-038 号》(附件 8)。本项目 DSA 机房位于医院住院大楼负 1 层, 项目所在大楼已取得原仪陇县环保局审发的《关于仪陇宏济医院住院楼、医技楼建设项目环境影响报告书的批复》(附件 3)。该住院大楼属于医院扩建医技业务用房及配套设施建设工程。项目水、电、气、通讯设施依托医院原有设施妥善解决, 且建设的 DSA 机房为专门的辐射工作场所, 建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施, 产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小, 从辐射安全防护的角度分析, 本项目选址是合理的。

(三) 本项目依托可行性分析

本项目位于医院住院大楼负 1 层, 相对医、患人数较少, 医院设有专用的医生办公

和候诊区域，因此公共和办公设施均能够满足要求；本项目产生的固体废物主要为办公生活垃圾及医疗废物，办公生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理；医疗废物依托本项目医废暂存间及收集系统进行收集，统一交由南充市洁源环保服务有限公司收运处置（可见附件7）；本项目 DSA 机房产生的废水主要为生活污水，产生量较少，通过依托医院既有污水管网进入医院污水处理站处理，医院在设计建设过程中已经考虑所在位置的废水，因此，医院污水处理站具备依托处理本项目废水的能力。

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可证情况

仪陇宏济医院已取得辐射安全许可证（附件2），川环辐证[13157]，有效期至2023年10月28日，许可的种类和范围为：使用III类射线装置。具体情况见表1-6。

表1-6 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	工作场所	装置名称	型号	管理类别	数量(台)	备注
1	CT室1: 放射楼1楼	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	NeuVizDua	III	1	已上证、在用
2	DR室: 放射楼1楼	医用诊断 X 射线装置	NeuStar	III	1	已上证、在用
3	CT室2: 放射楼1楼	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	Optima CT520	III	1	已上证、在用
4	胃肠检查室: 放射楼1楼	医用诊断 X 射线装置	NSX-RF2900pro	III	1	已上证、在用
5	手术室6: 住院楼8楼	医用诊断 X 射线装置	BG9000	III	1	已上证、在用

（二）是否发生过辐射安全事故

据了解，医院自取得《辐射安全许可证》以来，未发生过辐射安全事故，具体情况说明见资料确认单。

（三）辐射工作人员持证情况

仪陇宏济医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。医院现有9名辐射工作人员，均已参加了辐射安全与防护培训并取得了合格证书。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安

全与防护知识的学习，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试；已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再培训。

根据中华人民共和国生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告（公告 2021 年 第 9 号），对于仅从事 III 类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期为五年，有效期届满的，应当有核技术利用单位组织再培训和考核。

（四）年度评估报告

医院于2022年1月，在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2021年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，对2021年度的辐射场所安全和防护状况以及辐射管理情况进行了评估说明。

（五）小结

综上所述，仪陇宏济医院不存在原有辐射环境问题。

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》(GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1	CGO-2100Plus	125	1000	介入治疗	DSA 机房	新增

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	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	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量为 kg。

2. 含有放射性的废物要注明其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部部令第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(7) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016年6月1日起实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院第449号令，2019年3月修订；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部第18号令，2011年5月起实施；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；原环境保护部令第31号，2021年1月4日修订；</p> <p>(11) 《射线装置分类》，原环境保护部公告2017年第66号，2017年12月起实施；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162号，2015年12月实施；</p> <p>(13) 《关于建设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，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006年9月26日；</p> <p>(14) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77号，环境保护部文件，2012年7月3日；</p> <p>(15) 《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，公告2019年第57号。</p>
-------------	--

技术标准	<p>(1) 《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与格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017);</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(8) 《放射工作人员健康要求》(GBZ 98—2017)。</p>
其他	<p>(1)《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽,原子能出版社,1987);</p> <p>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(3) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》生态环境部(国家核安全局);</p> <p>(4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号);</p> <p>(5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号);</p> <p>(6) 环境影响报告表编制委托书。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关要求，结合项目特点和现场监测的实际情况，确定辐射环境影响评价的范围：以本项目 DSA 机房实体屏蔽边界外 50m 区域作为评价范围。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围停留的公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目	相对位置	距辐射源最近距离(m)	人流量(人次/d)	照射类型	剂量约束值(mSv/a)	
DSA	DSA 机房内主刀医生	0.5	≤3	职业	5.0	
	DSA 机房内助手护士	1.0	1	职业	5.0	
	东北部	操作室	2.5	1	职业	5.0
		设备室	2.8	约 3	公众	0.1
		男/女更衣室、无菌室和器械室	3.3	约 5	公众	0.1
		卫浴间、医生办公室	6.9	约 5	公众	0.1
		院内负压机房、值班房、消毒设备机房	13	约 10	公众	0.1
		院外无名街道	24	约 100	公众	0.1
		艾琳社区党群服务中心	36	约 80	公众	0.1
	北部	病人休息室	2.9	约 10	公众	0.1
		换鞋室	4	约 5	公众	0.1
		电梯间/楼梯间	7	约 20	公众	0.1
		北部规划用房	13	约 10	公众	0.1
	东部	过道	1	约 5	公众	0.1
		发热门诊	1	约 80	公众	0.1
	东南部	兴安路	27	约 200	公众	0.1
		居民住宅 5	40	约 100	公众	0.1
	西南部	办公楼	6.5	约 50	公众	0.1
		医技楼、居民住宅 1	41	约 200	公众	0.1
	西部	医废暂存间	2	约 5	公众	0.1
院内住宿楼（C 幢）		35	约 50	公众	0.1	
西北部	缓冲区	2.5	约 10	公众	0.1	

	规划候诊大厅	4	约 20	公众	0.1
	西北部规划用房	29	约 10	公众	0.1
正上方	住院大楼大厅	3	约 200	公众	0.1

评价标准

一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。
- (2) 医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准。
- (3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。
- (4) 固废：《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）、医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

电离辐射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

本项目评价取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员年剂量约束值；取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量的 1/4（即 125mSv/a）作为职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。

本项目评价取上述标准中规定的公众年有效剂量限值的 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

放射工作场所边界周围剂量率控制水平参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，本项目医用射线装置使用场所在距离机房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、本项目地理位置

本项目位于仪陇宏济医院住院大楼（已建，B1F/8F）负 1 层，根据现场踏勘，本项目外环境关系如下：以 DSA 机房四周墙体为边界，**北部**紧邻病人休息室，约 4~7m 为换鞋室，约 7~13m 为电梯间/楼梯间，约 13~26m 为北侧规划用房，约 26~50m 为北部土壤层；**东北部**紧邻操作室、设备室，约 3.3~6.9m 为男/女更衣室、无菌室和器械室，约 6.9~13m 为卫浴间、医生办公室，约 13~24m 为院内负压机房、值班房、消毒设备机房，约 24~36m 为院外无名街道，约 36~50m 为艾琳社区党群服务中心；**东部**紧邻过道，约 1~30m 为发热门诊，约 30~50m 为东部土壤层；**东南部**约 27~40m 为兴安路，约 40m~50m 为居民住宅 5；**西南部**约 6.5~41m 为办公楼，约 41~50m 为医技楼、居民住宅 1；**西部**紧邻医废暂存间，约 35~50m 为院内住宿楼（C 幢）；**西北部**紧邻缓冲区，约 4~29m 为规划候诊大厅，约 29~36m 为西北部规划用房，约 36~50m 为西北部土壤层；机房正上方为住院大楼大厅，正下方无负 2 层。

项目现场情况如下图所示：



本项目 DSA 机房现状图

二、现状监测及评价

1、环境现状评价对象及监测因子

本项目主要的污染因子为 X 射线，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域 X- γ 辐射剂量率进行了监测评价。

2、监测方法及仪器

为掌握项目所在地的辐射环境现状，四川省中栎环保科技有限公司委托四川省永坤环境监测有限公司于 2022 年 11 月 18 日对本次评价的辐射工作场所进行了现场监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
环境 X- γ 辐射剂量率	《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》	HJ 61-2021

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用设备及监测环境表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X-γ 辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 编号: YKJC/YQ-40	测量范围: 1nGy/h~1.2 mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位: 中国测试技术研究院 证书编号: 202210005087 检定/校准有效期: 2022.10.24~2023.10.23 校准因子: 1.06 (使用 ¹³⁷ Cs 校准源)	天气: 阴 温度: 15.4℃ 湿度: 58.5%

3、质量保证

本项目环境现状监测单位四川省永坤环境监测有限公司, 通过了计量认证, 具备完整、有效的质量控制体系。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系:

(1) 计量认证

从事监测的单位四川省永坤环境监测有限公司通过了原四川省质量技术监督局的计量认证 (计量认证号: 182312050067), 有效期至 2024 年 1 月 28 日。

(2) 仪器设备管理

①管理与标准化; ②计量器具的标准化; ③计量器具、仪器设备的检定。

(3) 记录与报告

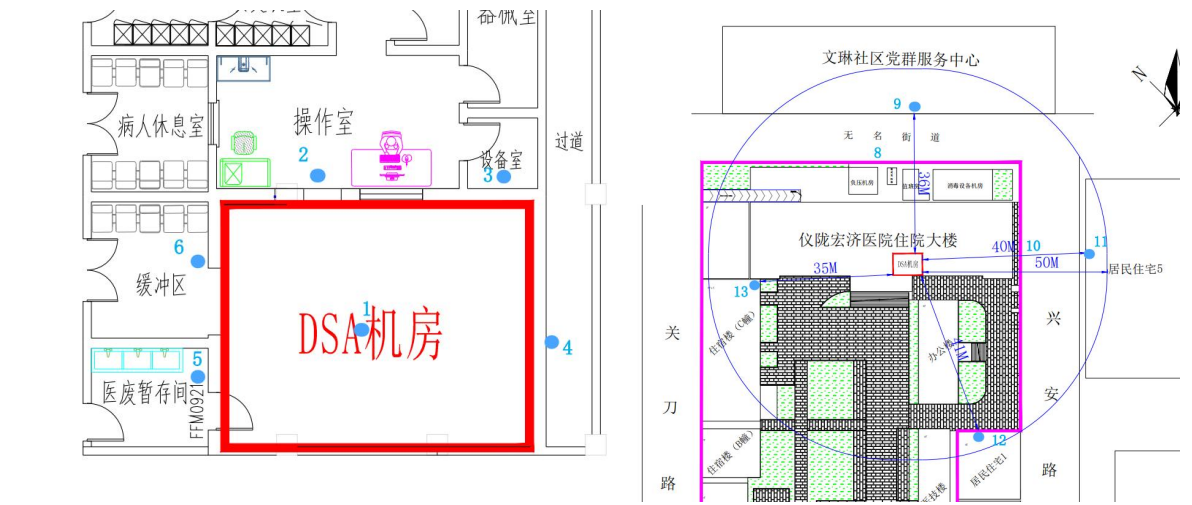
①数据记录制度; ②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训, 考核合格持证上岗。

本项目现状监测所用仪器已由计量部门年检, 且在有效期内; 测量方法按国家相关标准实施; 测量不确定度符合统计学要求。

4、环境现状监测与评价

本项目在正常运行时, 对环境影响的污染因子, 主要为 DSA 曝光时高压射线管发出的 X 射线, 由此确定本项目现状监测因子为 X-γ 辐射剂量率。根据现场实际情况, X-γ 辐射剂量率监测点位主要包括 DSA 机房正中及四周、DSA 机房正上方等, 监测点位均为 DSA 机房周围的区域, 根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律, 以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及点位布设符合技

术规范要求。监测布点示意图如下：



监测布点

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

具体监测结果如下：

表 8-3 辐射工作场所及周围环境 X-γ辐射剂量率 单位：nGy/h

点位	监测位置	环境γ辐射剂量率	
		测量值	标准差
1	DSA 机房正中	114	4.4
2	DSA 机房操作室	120	3.0
3	DSA 机房设备室	113	3.6

4	过道	111	2.1
5	医废暂存间	112	4.7
6	缓冲区	111	3.5
7	住院大楼大厅（正上方）	99	2.8
8	无名街道	92	3.5
9	文琳社区党群服务中心	88	3.2
10	兴安路	99	3.1
11	居民住宅 5	89	3.7
12	居民住宅 1	90	1.7
13	住宿楼（C 幢）	93	4.4

由监测报告得知，本项目 DSA 机房所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 88nGy/h~120nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量报告》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5~121.3nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项分析

1、施工期的环境影响分析

医院拟在住院大楼（已建，B1F/8F）负 1 层预留 DSA 机房内新增使用 1 台 DSA，型号为 CGO-2100Plus，属于 II 类射线装置。目前，机房主体工程已全部建成，还需进行墙体装修，设备安装、管线敷设和铅防护门及其他辐射防护设施的安装，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。其工艺流程及污染物产生环节如下图 9-1 所示。

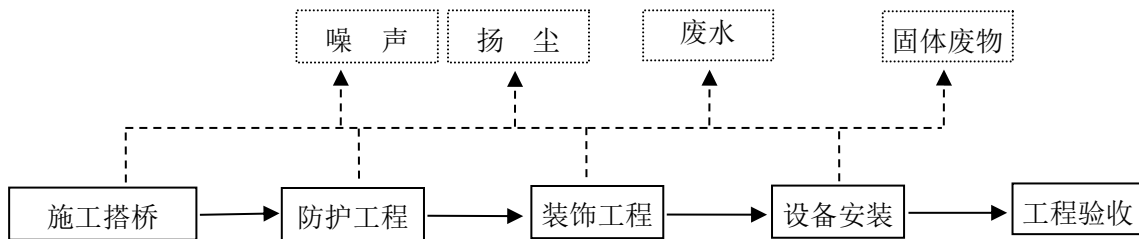


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

在 DSA 机房装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，避免各屏蔽体之间有漏缝产生。

2、施工期主要污染源处理措施：

①扬尘

由于本项目施工期工程量较小，设备安装及管线敷设和环境防护设施安装过程中产生极少量扬尘。

②噪声

施工噪声通过选用低噪声设备，合理安排时间等措施进行控制。设备安装及管线敷设和环境防护设施安装过程中会产生一定噪声。

③废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，可依托医院原有污水处理设施处理达标后，排入马鞍镇污水处理厂。

④废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

⑤固体废物

设备安装及管线敷设和辐射防护设施安装过程中产生的装修垃圾和施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

3、设备安装调试期间的工艺分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时建设单位须加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在 DSA 机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

4、排风管道补偿措施

排风口位置应做好射线防护，增加铅板或者使用环保型辐射防护板，防止射线外漏。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

DSA 是影像增强器技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物，是应用最多的数字化 X 射线透视设备。DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

DSA（数字减影血管造影装置）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。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

2、诊断及治疗流程简述

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

（1）病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

（2）向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。对各种需放置支架的病人，由介入主管医生根据精确测量情况提前预定核实的支架。

（3）设置参数，病人进入介入手术室、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入介入手术室并进行摆位。

（4）根据不同的治疗方案，医师及护师密切配合，完成介入手术或检查；

（5）治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回交病房病历保管。

DSA 在进行曝光时分为两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

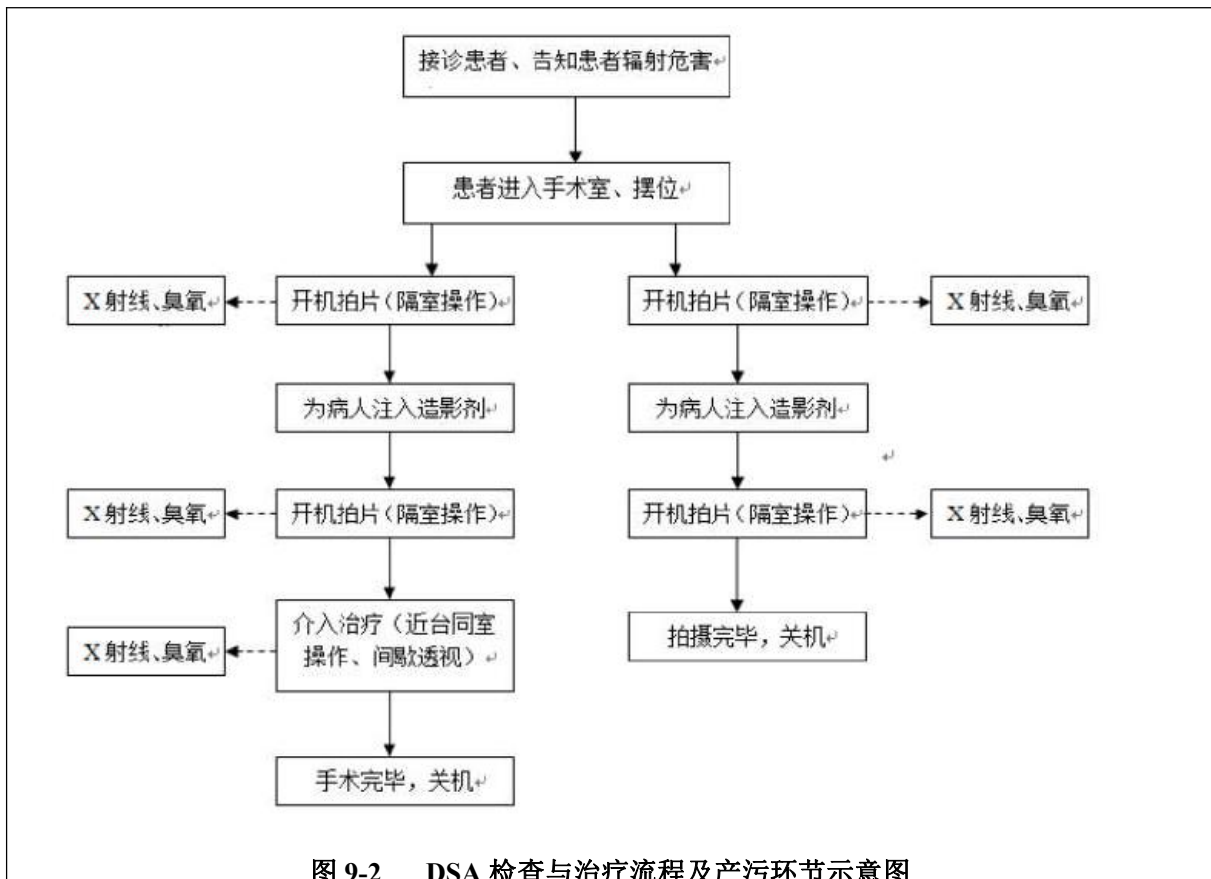


图 9-2 DSA 检查与治疗流程及产污环节示意图

其中 DSA 介入诊疗具体操作流程为：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，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动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员必须在床旁并在 X 线导视下进行。

DSA 在进行曝光时分为拍片和透视两种情况：

(1) 拍片检查

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，然后进入控制室，关好防护门。医师、操作人员通过控制室的计算机系统控制 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) 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者

的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.5~1.0m 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。医生、护士佩戴防护用品。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。介入手术完后关机，病人离开 DSA 机房。

3、产污环节

本项目使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之前拍片产生的 X 射线和臭氧，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧，介入治疗过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧。在手术时，产生医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套等医疗废物。注入的造影剂不含放射性，同时本项目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。

4、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员从换鞋区进入更衣室更换衣服后穿过操作室进出辐射工作场所。

患者路径：患者在陪护人员陪同下穿过缓冲区进出 DSA 机房。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物在医废暂存间打包后运出。

本项目人流、污物路径示意图 9-3。

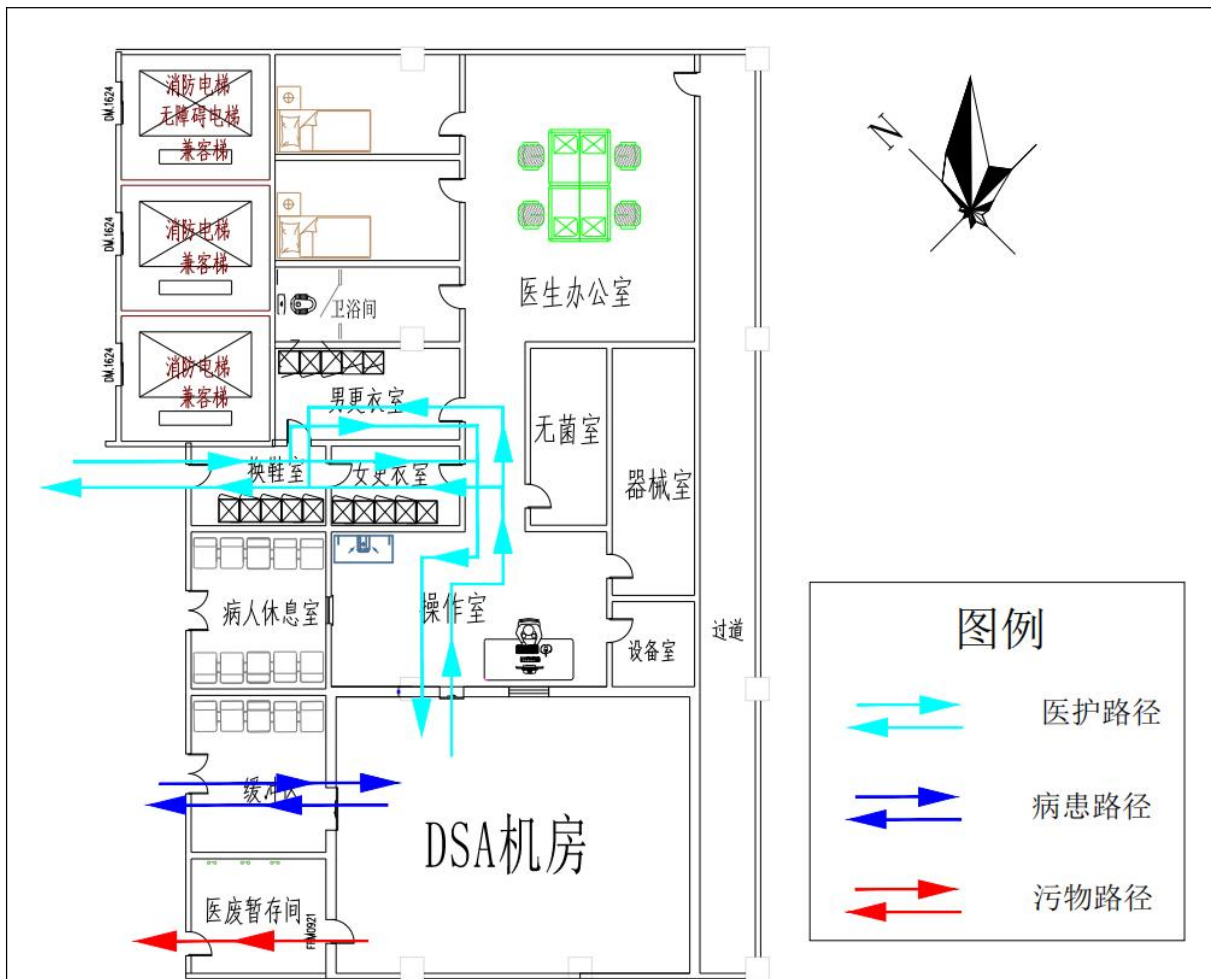


图9-3 本项目人流、物流路径示意图

5、主要污染源物：

(1) 电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。

(2) 废气

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为 DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，产生臭氧浓度很低，医院在机房内设置了新风系统，在 DSA 机房西北部安装排风管道接至东部过道，顺着过道连接至东北部排风井（排风量约 300m³/h，换气次数约 3 次/h），产生臭氧由排风井管道引至楼顶排放（排放口距地约 38m），经自然分解和稀释，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》

（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

(3) 固体废物

①本项目采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 预计手术量为 360 台，则每年固体废物产生量约为 720kg，依托本项目医废暂存间进行收集，最终交由南充市洁源环保服务有限公司收运处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

(4) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水。项目产生的废水依托医院既有污水处理站处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准限值后，经场镇污水管网排放至马鞍镇污水处理场处理。

(5) 噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为空调噪声，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

(6) 造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘帕醇）是介入放射学操作中常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排出体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所平面布局和两区划分

1、项目平面布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于医院住院大楼负 1 层，以 DSA 机房四周墙体为边界，**北部**紧邻病人休息室，约 4~7m 为换鞋室，约 7~13m 为电梯间/楼梯间，约 13~26m 为北侧规划用房，约 26~50m 为北部土壤层；**东北部**紧邻操作室、设备室，约 3.3~6.9m 为男/女更衣室、无菌室和器械室，约 6.9~13m 为卫浴间、医生办公室，约 13~24m 为院内负压机房、值班房、消毒设备机房，约 24~36m 为院外无名街道，约 36~50m 为艾琳社区党群服务中心；**东部**紧邻过道，约 1~30m 为发热门诊，约 30~50m 为东部土壤层；**东南部**约 27~40m 为兴安路，约 40m~50m 为居民住宅 5；**西南部**约 6.5~41m 为办公楼，约 41~50m 为医技楼、居民住宅 1；**西部**紧邻医废暂存间，约 35~50m 为院内住宿楼（C 幢）；**西北部**紧邻缓冲区，约 4~29m 为规划候诊大厅，约 29~36m 为西北部规划用房，约 36~50m 为西北部土壤层；机房正上方为住院大楼大厅，正下方无负 2 层。

本项目医护人员从操作间进出辐射工作场所，医生用房独立成区，病人在陪护人员陪同下从缓冲区进出 DSA 机房，病人、医生互不交叉。手术过程中产生的医疗废物在医废暂存间打包后运出。因此，本评价认为本项目总平面布置是合理。

本项目平面布置图见附图 3。

2、两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将本项目 DSA 机房实体范围内划为控制区，而操作室、设备室、缓冲区、医废暂存间划为监督区。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图 6 中进行了标识。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称及位置	控制区	监督区
DSA	DSA 机房实体范围内	操作室、设备室、缓冲区、医废暂存间

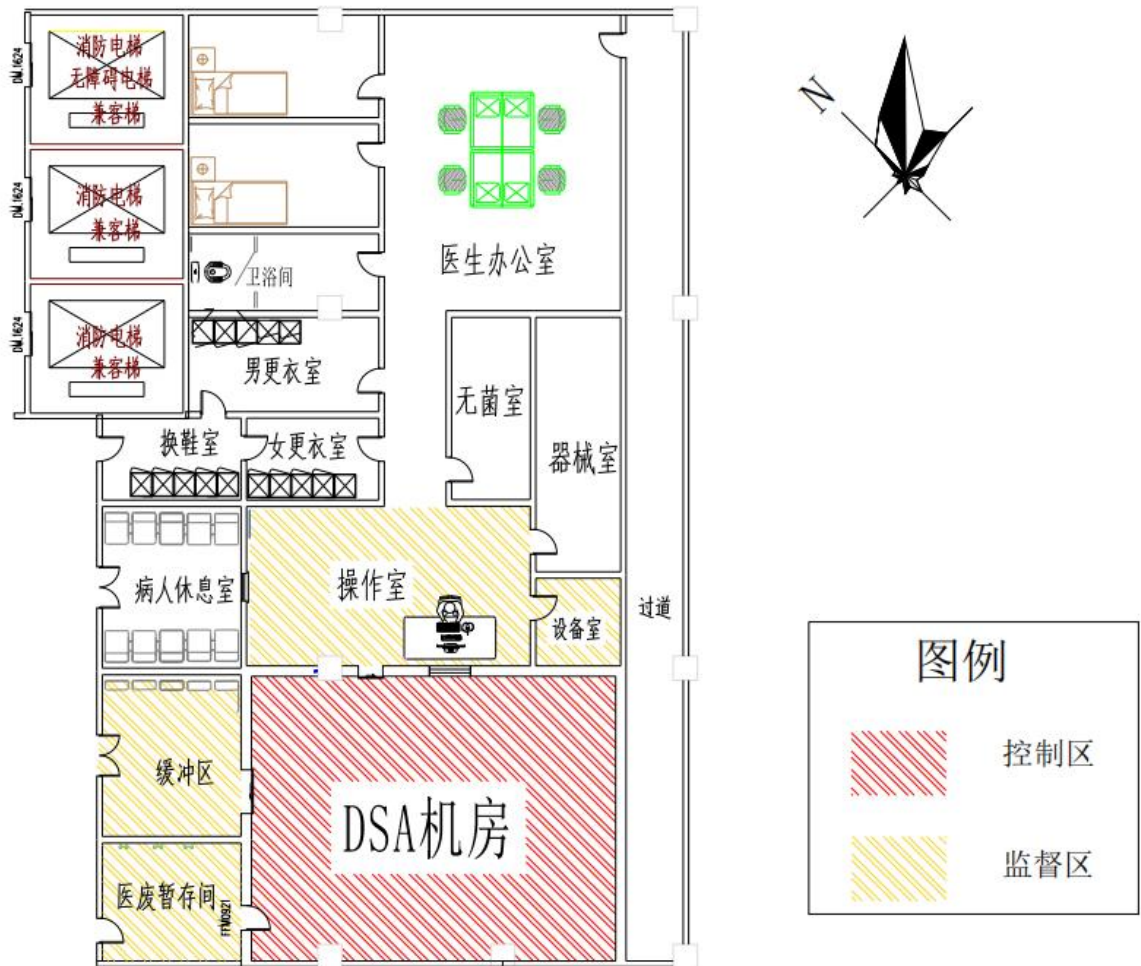


图 10-1 本项目两区划分示意图

3、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志（图 10-1）；

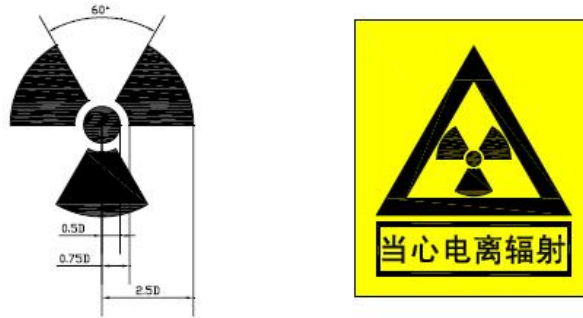


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

④在更衣室备有个人防护用品、工作服和被污染防护衣具的贮存柜；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

4、监督区防护手段与安全措施

①在监督区入口处的张贴电离辐射警示标识；

②定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。

二、辐射安全与防护措施

（一）DSA 辐射安全及防护措施

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施：

①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。

②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铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

③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（如每秒 25 帧、12.5

帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后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（last image hold, LiH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，人次如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mm 铅当量）和悬吊铅帘（0.5mm 铅当量）、铅屏风等辅助防护设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和介入手术床体旁上均设置“紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

2、屏蔽防护措施

根据医院提供防护设计资料，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C查询，机房实体防护设施铅当量折合估算见表10-2，根据机器特性，在实际使用中不会使用到最大管电压125kV，但保守估计，在折合屏蔽体铅当量时，仍按照125kV下辐射衰减拟合参数进行铅当量折算。参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），根据最大工况下管电压和不同屏蔽体材料铅当量厚度，本项目机房与标准屏蔽措施对照，具体见表10-3。

表 10-2 DSA 机房实体防护设施铅当量折合对照表

DSA	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	370mm实心砖墙（已有）+10mm硫酸钡水泥砂浆（新增）	>3mmPb+1mmPb	>4mmPb
防护门（3 扇）	4mm 铅当量铅防护门	4mmPb	4mmPb
观察窗（1 扇）	4mm 铅当量铅玻璃	4mmPb	4mmPb
地面	150mm 混凝土（已有）	>1.5mmPb	>1.5mmPb
屋顶	150mm混凝土（已有）+3mm铅当量铅板（新增）	>1.5mmPb+3mmPb	>4.5mmPb

表 10-3 DSA 机房实体防护设施对照表

机房	机房规格	四周墙体	防护门	观察窗	地面	顶部
----	------	------	-----	-----	----	----

		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
DSA 机房	机房面积 41.085m ² , 最小 单边长度 5.5m	370mm实心砖墙 +10mm硫酸钡水 泥砂浆 (合约4mmPb)	4mm铅 当量铅 门	4mm铅 当量铅 玻璃	150mm 混凝土 (机房正下方为土 壤层, 不考虑地面屏 蔽厚度)	150mm混凝土 +3mm铅当量铅板 (合约4.5mmPb)
GBZ1 30-202 0要求	最小有效使用 面积20m ² , 最 小单边长度 3.5m	非有用线束2mm 铅当量	非有用 线束 2mm 铅 当量	非有用 线束 2mm 铅 当量	非有用线束 2mm 铅当量	有用线束 2mm 铅 当量
备注	满足要求	满足要求	满足要 求	满足要 求	满足要求	满足要求

上表中混凝土密度为 2.35g/cm³, 铅玻璃密度为 3.1g/cm³, 实心砖密度为 1.8g/cm³, 硫酸钡密度为 0.116/mm³。

当屏蔽体结构由多种材料构成, 各材料折合的铅当量之和即为总的铅当量。

3、安全措施

①门灯连锁: DSA机房门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时, 指示灯为红色, 以警示人员注意安全; 当防护门打开时, 指示灯灭。

②有中文标识的紧急止动装置: 控制台上、介入手术床旁拟设置紧急止动按钮(各按钮分别与X线系统连接)。DSA系统的X线系统出束过程中, 一旦出现异常, 按动任一个紧急止动按钮, 均可停止X线系统出束。

③操作警示装置: DSA系统的X线系统出束时, 控制台上的指示灯变色, 同时蜂鸣器发出声音。

④对讲装置: 在DSA机房与操作室之间拟安装对讲装置, 操作室的工作人员通过对讲机与DSA机房内的手术人员联系。

⑤警告标志: DSA机房防护门外的醒目位置, 设置明显的电离辐射警告标志。

⑥防夹装置与自动闭门装置: DSA机房电动推拉门设置防夹装置; DSA机房其余平开门设置自动闭门装置。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

(1) 辐射工作人员

为减少辐射工作人员的照射剂量, 采取防护X射线的主要方法有屏蔽防护、时间防护和距离防护, 三种防护联合运用、合理调节。

①距离防护

DSA机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

②时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过操作间与机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

个人防护用品：辐射工作人员配备个人防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等）。

在介入治疗时，医生须做好自身防护工作，开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测；充分利用各种防护器材，对患者非投照部位做好保护工作，在不影响工作质量的前提下，尽可能加大患者与射线装置的距离。

④个人剂量检测

辐射工作人员均配备有个人剂量计，上班期间必须佩带。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2）受检者或患者的安全防护

医院应配有铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙（防护铅当量应不低于 0.5mm），用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

（3）机房周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在机房门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》生态环境部（国家核安全局）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对II类医用射线装置的要求，根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-4：

表 10-4 本项目医用辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	DSA 机房场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设计已有
		观察窗屏蔽	1 扇铅窗，为 4mm 铅当量铅玻璃	/
		机房防护门	3 扇铅门，为 4mm 铅当量铅门	/
		通风设施	新风系统	/
		紧急停机按钮	设备自带	设计已有
		门灯连锁	/	需配备 1 套
		对讲系统	/	需配备 1 套
		入口处电离辐射警告标志	/	需配备 3 套
		入口处机器工作状态指示灯	/	需配备 3 个
		防夹装置与自动闭门装置	/	需配备 1 套
2	监测设备	便携式辐射剂量监测仪	/	已有 1 台
		个人剂量报警仪	/	需配备 3 台
		个人剂量计	/	需配备 5 套
3	防护器材	医护人员个人防护	/	需配备铅衣 2 套、铅橡胶帽子 2 套、铅橡胶颈套 2 套、铅橡胶围裙 2 套、铅防护眼镜 2 副、介入防护手套 2 双
		患者防护	/	需配备铅衣 1 套、铅橡胶帽子 1 套、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 1 套、铅橡胶围裙 1 套

四、放射性工作场所安防措施

为确保本项目所使用的II类射线装置安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-5。

表 10-5 射线装置工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
------	------	------

DSA 工作场所	防盗和防破坏	①本项目 DSA 机房内及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围,并划为重点区域,加强巡视管理,以防遭到破坏; ②安排有专人进行管理和维护,并进行台账记录,一旦发生盗抢事件,立即关闭设备和防护门,并立即向公安机关报案; ③机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品; ④机房内配置了火灾报警仪及灭火器等。
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置购置于正规厂家,泄漏辐射不会超过《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)规定的限值; ②本项目机房均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计,只要按照设计和环评要求进行落实,机房不存在辐射泄漏的情况。

五、投资估算

本项目总投资***万元,其中环保投资***万元,占总投资约***,具体环保设施及投资见下表 10-6。

表 10-6 辐射防护设施(措施)及投资估算一览表

项目		设施	金额(万元)
DSA 机房	辐射屏蔽措施	铅防护门 3 扇(均为 4mm 铅当量)	***
		铅玻璃观察窗 1 扇(4mm 铅当量)	***
		四周墙体 370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	***
		屋顶 150mm 混凝土+3mm 铅当量铅板	
		地面 150mm 混凝土	
	安全装置	工作状态指示灯 3 个	***
		电离辐射警告标志 3 套	***
		床下铅帘 1 副(0.5mm 铅当量)	
		悬吊铅帘 1 副(0.5mm 铅当量)	
		门灯联锁装置 1 套	***
		有中文标识的紧急制动装置 1 套	
		对讲装置 1 套	
	防夹装置与自动闭门装置 1 套		
监测仪器和个人防	个人剂量计 5 套	***	

护用品	个人剂量报警仪 3 台	***
	便携式辐射剂量监测仪 1 台	***
	职业人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 2 套	***
	患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙 1 套	
合计		***

在今后实践中，医院应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

三废的治理

1、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水，依托医院既有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理排放标准后，经场镇污水管网排放至马鞍镇污水处理场处理。

2、废气

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为 DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，产生臭氧浓度很低，医院在机房内设置了新风系统，在 DSA 机房西北部安装排风管道接至东部过道，顺着过道连接至东北部排风井（排风量约 300m³/h，换气次数约 3 次/h），产生臭氧由排风井管道引至楼顶排放（排放口距地约 38m），经自然分解和稀释，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

3、固体废物

①本项目采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 预计手术量为 360 台，则每年固体废物产生量约为 720kg，依托本项目医废暂存间进行收集，最终交由南充市洁源环保服务有限公司收运处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求

生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

医院拟在住院大楼(已建, B1F/8F)负 1 层预留 DSA 机房内新增使用 1 台 DSA, 型号为 CGO-2100Plus, 属于 II 类射线装置。目前, 机房主体工程已全部建成, 还需进行墙体装修, 设备安装、管线敷设和铅防护门及其他辐射防护设施的安装, 故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。对于施工期将产生的扬尘、噪声、生活污水及固体废物, 针对本项目, 医院拟采取以下措施:

扬尘的防治措施: 项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制;

废水防治措施: 项目生活污水经医院污水处理设施处理;

废气防治措施: 项目施工现场封闭施工, 施工现场及时清理, 通风换气等措施;

噪声防治措施: 选用低噪声设备, 合理安排施工时间;

固废防治措施: 施工垃圾由施工单位集中收集到指定地点进行处理, 生活垃圾依托环卫部门统一清运;

机房施工质量的要求: (1) 在建设过程中严格按照施工规范进行施工, 铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍; (2) 穿过机房墙体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果, 开孔处需做铅屏蔽补充措施, 不得正对工作人员经常停留的地点。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作, 同时加强辐射防护管理, 严格限制无关人员靠近, 防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在 DSA 机房内进行, 经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后, 建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物, 不得随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院拟在住院大楼(已建, B1F/8F)负 1 层预留 DSA 机房内新增使用 1 台 DSA,

用于放射诊断和介入治疗的工作，手术量约 360 台次/年，单次手术累计出束时间最大为 15.9min。拍片时 DSA 的常用管电压 60~100kV，常用管电流为 100~300mA；透视时 DSA 的常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。医院的 DSA 主要用于血管造影，介入手术等。

根据原环境保护部和国家卫生计生委联合发布公告 2017 年第 66 号《射线装置分类》，DSA 属于 II 类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。本机为数字成像设备，不使用显、定影液，其主要环境影响因素为工作时产生的 X 射线，出束方向向上。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过操作间铅玻璃观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于操作间内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外（包括机房楼上）的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 机房进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、戴铅防护眼镜等在机房内对病人进行直接的手术操作。第二种情况是本次评价的重点。

本环评采用理论预测方法对本项目 DSA 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响分析。

（一）本项目关注点的辐射环境影响分析

1、理论预测

本项目 DSA 机房四周墙体均为 370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆（>4mmPb）；顶部为 150mm 混凝土+3mm 铅当量铅板（>4.5mmPb）；底部为 150mm 混凝土（>1.5mmPb）；观察窗（1 扇）采用 4mm 铅当量铅玻璃；防护门（3 扇）均采用 4mm 铅当量的防护铅门。

本项目 DSA 额定电压为 125kV，额定电流为 1000mA；拍片时 DSA 的常用电压 60~100kV，常用电流为 100~300mA；透视时 DSA 常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。本项目 DSA 过滤板采用 2mmAl，按管电压 90kV，根据图 4.4c，查得 $v_{r0}=0.9R\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，当管电压为 100kV 时，查得 $v_{r0}=1.0R\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。经计

算后，在透视时管电压为 90kV、管电流为 20mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_0 为 $157.14\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；在拍片管电压为 100kV、管电流为 300mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_1 为 $2619\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 机房四周的保护目标，均受到漏射线和散射射线的影响，楼顶同时受到散射和主射辐射的影响。DSA 机房内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 机房最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式C.1以及附录表C.2可知。屏蔽透射因子B：

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

式中：

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽透射因子；

β —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—屏蔽材料厚度。

散射线的透射因子将根据实际情况，采用常用工况下散射线拟合参数进行计算；泄漏射线因和主射线能量一样，故采用常用工况下主射线拟合参数计算其透射因子。

表 11-1 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV（透视）						
材料	α		β		γ	
铅	3.067		18.83		0.7726	
管电压100kV（拍片）						
材料	α		β		γ	
	主束	散射	主束	散射	主束	散射
铅	2.500	2.507	15.28	15.33	0.7557	0.9124

根据计算，DSA机房不同防护措施对应的屏蔽透射因子见表11-2。

表 11-2 DSA 机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效约合铅当量	屏蔽透射因子(透视)	屏蔽透射因子(拍片)	
				主束	散射
四周墙体	370mm 实心砖墙 +10mm 硫酸钡水泥 砂浆	>4mmPb 取 4mmPb	3.69E-07	/	5.14E-06
防护门(3扇)	4mmPb	4mmPb	3.69E-07	/	5.14E-06
观察窗(1扇)	4mmPb	4mmPb	3.69E-07	/	5.14E-06
屋顶	150mm 混凝土 +3mm 铅当量铅板	>4.5mmPb 取 4.5mmPb	8.44E-08	9.73E-07	1.47E-06
地面	150mm混凝土	>1.5mmPb	/		
手术医生、护士位	0.5mmpb铅衣 +0.5mmpb铅帘	1mmPb	4.1E-03	7.36E-03	1.05E-02

注：由于机房正下方为土壤层，故不考虑地面屏蔽厚度。

(1) 主射线束方向影响

①计算模式

本项目 DSA 射线由下向上，顶部为主射方向，其他方向为漏射方向。本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \dots\dots\dots (式 2)$$

式中：D_r—预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D₁—X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，mGy/min，本项目 DSA 保守采用 2mmAl 过滤板，根据图 4.4c 查得，透视时 $v_{r0} = 0.9R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，按照透视常用最大管电流 20mA 换算后，距靶 1m 处的剂量率为 157.14mGy/min；拍片时 $v_{r0} = 1.0R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，按照拍片常用最大管电流 300mA 换算后，距靶 1m 处的剂量率为 2619mGy/min；

T—每年工作时间，3508.2min（包含透视 3360min、拍片 148.2min）；

μ—利用因子，主射方向取 1；

η—对防护区的占用因子；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子（屏蔽透射因子）；

r—预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

根据 NCRP147 报告，患者和接收器对初始线束的减弱倍数为 10 到 100 倍，考虑最不利影响，患者和接收器对初始线束的减弱倍数取 10 倍，则主射方向照射量率取主射束的 10%。将相关参数带入（式 1）中，进行各关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-3：

表 11-3 DSA 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点 保护目标	与出束 口直线 距离(m)	屏蔽材料与厚度 及等效铅当量 (mm)	照射 类型	屏蔽透射 因子 (f)	利用 因子 (μ)	占用 因子 (η)	预测点年有效剂 量 (mGy/a)
住院大楼 大厅 (正上方)	3	150mm 混凝土 +3mm 铅当量铅 板 (约合 4.5mm 铅当量)	拍片	9.73E-07	1	1/4	1.05E-02
			透视	8.44E-08			6.96E-04

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

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

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取得，取 2.2E-03；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 1m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B——屏蔽透射因子。

个人年最大有效剂量估算公式如下：

$$E = H \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (式4)$$

式中：

E ——辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

H ——辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——年工作时间，h；

T—居留因子，职业人员取 1，公众保守取 1/4。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-4。

表 11-4 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	病人(散射点)到关注点距离(m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量(mmPb)	居留因子	X射线的散射比	照射类型	透射因子	剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	年散射辐射剂量(mSv/a)
手术室 内科主刀医生	医学影像科(160台)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	1	2.22E-03	透视	4.1E-03	6.50E+01	1.60E+00
	内科(100台)					透视			1.02E+00
	外科(100台)					透视			1.02E-01
手术室内助手 手护士	1.0	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	1	2.22E-03	透视	4.1E-03	2.13E+01	1.19E+00
操作室	2.5	4mm 铅当量 铅玻璃	4	1	2.22E-03	拍片	5.14E-06	7.11E-02	1.76E-04
						透视	3.69E-07	3.06E-04	1.71E-05
设备室	2.8	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	5.67E-02	3.50E-05
						透视	3.69E-07	2.44E-04	3.42E-06
男/女更衣室、 无菌室和器械室	3.3	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	4.08E-02	2.52E-05
						透视	3.69E-07	1.76E-04	2.46E-06
卫浴间、医 生办公室	6.9	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1	2.22E-03	拍片	5.14E-06	9.33E-03	2.30E-05
						透视	3.69E-07	4.02E-05	2.25E-06
院内负压机 房、值班房、 消毒设备机 房	13	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	2.63E-03	1.62E-06
						透视	3.69E-07	1.13E-05	1.59E-07
院外无名街	24	370mm 实心	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	7.71E-04	4.76E-07

道		砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆				透视	3.69E-07	3.32E-06	4.65E-08
艾琳社区党 群服务中心	36	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	3.43E-04	2.12E-07
						透视	3.69E-07	1.48E-06	2.07E-08
病人休息室	2.9	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	5.28E-02	3.26E-05
						透视	3.69E-07	2.28E-04	3.19E-06
换鞋室	4	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	2.78E-02	1.71E-05
						透视	3.69E-07	1.20E-04	1.67E-06
电梯间/楼梯 间	7	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	9.07E-03	5.60E-06
						透视	3.69E-07	3.91E-05	5.47E-07
北部规划用 房	13	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	2.63E-03	1.62E-06
						透视	3.69E-07	1.13E-05	1.59E-07
过道	1	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	4.44E-01	2.74E-04
						透视	3.69E-07	1.91E-03	2.68E-05
发热门诊	1	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	4.44E-01	2.74E-04
						透视	3.69E-07	1.91E-03	2.68E-05
兴安路	27	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	6.09E-04	3.76E-07
						透视	3.69E-07	2.62E-06	3.67E-08
居民住宅 5	40	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1	2.22E-03	拍片	5.14E-06	2.78E-04	6.86E-07
						透视	3.69E-07	1.20E-06	6.70E-08
办公楼	6.5	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1	2.22E-03	拍片	5.14E-06	1.05E-02	2.60E-05
						透视	3.69E-07	4.53E-05	2.54E-06

医技楼、居民住宅 1	41	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1	2.22E-03	拍片	5.14E-06	2.64E-04	6.53E-07
						透视	3.69E-07	1.14E-06	6.37E-08
医废暂存间	2	4mm 铅当量 铅防护门	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	1.11E-01	6.86E-05
						透视	3.69E-07	4.78E-04	6.70E-06
院内住宿楼 (C 幢)	35	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1	2.22E-03	拍片	5.14E-06	3.63E-04	8.96E-07
						透视	3.69E-07	1.56E-06	8.75E-08
缓冲区	2.5	4mm 铅当量 铅防护门	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	7.11E-02	4.39E-05
						透视	3.69E-07	3.06E-04	4.29E-06
规划候诊大 厅	4	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	2.78E-02	1.71E-05
						透视	3.69E-07	1.20E-04	1.67E-06
西北部规划 用房	29	370mm 实心 砖墙+10mm 硫酸钡水泥 砂浆	4	1/4	2.22E-03	拍片	5.14E-06	5.28E-04	3.26E-07
						透视	3.69E-07	2.28E-06	3.19E-08
住院大楼大 厅	3	150mm 混凝 土+3mm 铅 当量铅板	4.5	1/4	2.22E-03	拍片	1.47E-06	1.41E-02	8.72E-06
						透视	8.44E-08	2.29E-03	3.21E-05

(3) 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 1‰计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下(式 4)进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式4)$$

式中：

H —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f —泄漏射线比率，1‰；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率；

R —靶点距关注点的距离，m；

B ——透射因子。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 各预测点的漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	靶点距关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量 (mmPb)	居留因子	照射类型	透射因子	年漏射辐射剂量 (mSv/a)	
手术室内主刀医生	0.5	0.5mmpb 铅衣 +0.5mmpb 铅帘	1	1	透视	4.1E-03	6.66E+00	2.94E+00
								1.86E+00
								1.86E+00
手术室内助手护士	1.0	0.5mmpb 铅衣 +0.5mmpb 铅帘	1	1	透视	4.1E-03	2.17E+00	
操作室	2.5	4mm 铅当量铅玻璃	4	1	拍片	5.14E-06	3.19E-04	
					透视	3.69E-07	3.12E-05	
设备室	2.8	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	6.36E-05	
					透视	3.69E-07	6.21E-06	
男/女更衣室、无菌室和器械室	3.3	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	4.58E-05	
					透视	3.69E-07	4.47E-06	
卫浴间、医生办公室	6.9	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1	拍片	5.14E-06	4.19E-05	
					透视	3.69E-07	4.09E-06	
院内负压机房、值班房、消毒设备机房	13	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	2.95E-06	
					透视	3.69E-07	2.88E-07	
院外无名街道	24	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	8.66E-07	
					透视	3.69E-07	8.46E-08	
艾琳社区党群服务中心	36	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	3.85E-07	
					透视	3.69E-07	3.76E-08	

病人休息室	2.9	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	5.93E-05
					透视	3.69E-07	5.79E-06
换鞋室	4	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	3.12E-05
					透视	3.69E-07	3.04E-06
电梯间/楼梯间	7	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	1.02E-05
					透视	3.69E-07	9.94E-07
北部规划用房	13	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	2.95E-06
					透视	3.69E-07	2.88E-07
过道	1	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	4.99E-04
					透视	3.69E-07	4.87E-05
发热门诊	1	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	4.99E-04
					透视	3.69E-07	4.87E-05
兴安路	27	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	6.84E-07
					透视	3.69E-07	6.68E-08
居民住宅 5	40	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1	拍片	5.14E-06	1.25E-06
					透视	3.69E-07	1.22E-07
办公楼	6.5	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1	拍片	5.14E-06	4.72E-05
					透视	3.69E-07	4.61E-06
医技楼、居民住宅 1	41	370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4	1	拍片	5.14E-06	1.19E-06
					透视	3.69E-07	1.16E-07
医废暂存间	2	4mm 铅当量铅防护门	4	1/4	拍片	5.14E-06	1.25E-04

					透视	3.69E-07	1.22E-05
院内住宿楼 (C幢)	35	370mm 实心砖 墙+10mm 硫酸 钡水泥砂浆	4	1	拍片	5.14E-06	1.63E-06
					透视	3.69E-07	1.59E-07
缓冲区	2.5	4mm 铅当量铅 防护门	4	1/4	拍片	5.14E-06	7.98E-05
					透视	3.69E-07	7.79E-06
规划候诊大 厅	4	370mm 实心砖 墙+10mm 硫酸 钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	3.12E-05
					透视	3.69E-07	3.04E-06
西北部规划 用房	29	370mm 实心砖 墙+10mm 硫酸 钡水泥砂浆	4	1/4	拍片	5.14E-06	5.93E-07
					透视	3.69E-07	5.79E-08

(4) 环境保护目标处剂量估算

本项拟配置5名辐射工作人员。其中医学影像科医生1名、内科医生1名、外科医生1名，技师1名，护士1名。

本项目所致保护目标最大年有效剂量理论预测结果见表11-6：

表11-6 本项目各预测点保护目标理论预测最大受照剂量

保护目 标相对 位置	关注点位描述		照射 类型	年辐射剂量 (mSv/a)			年总辐射剂量 (mSv/a)	备注
				主射	散射	漏射		
DSA机 房内	手术室内 主刀医 生	医学影像科 (1名)	透视	/	1.60E+00	2.94E+00	4.54E+00	职业 照射
		内科 (1名)			1.02E+00	1.86E+00	2.88E+00	
		外科 (1名)			1.02E-01	1.86E+00	2.88E+00	
	手术室内助手护 士 (1名)		透视	/	1.19E+00	2.17E+00	3.36E+00	职业 照射
DSA机 房周围	操作室	拍片	/	1.76E-04	3.19E-04	5.43E-04	职业 照射	
		透视	/	1.71E-05	3.12E-05			
	设备室	拍片	/	3.50E-05	6.36E-05	1.08E-04	公众 照射	
		透视	/	3.42E-06	6.21E-06			
	男/女更衣室、无	拍片	/	2.52E-05	4.58E-05	7.79E-05	公众	

	菌室和器械室	透视	/	2.46E-06	4.47E-06		照射
	卫浴间、医生办公室	拍片	/	2.30E-05	4.19E-05	7.12E-05	公众照射
		透视	/	2.25E-06	4.09E-06		
	院内负压机房、值班房、消毒设备机房	拍片	/	1.62E-06	2.95E-06	5.02E-06	公众照射
		透视	/	1.59E-07	2.88E-07		
	院外无名街道	拍片	/	4.76E-07	8.66E-07	1.47E-06	公众照射
		透视	/	4.65E-08	8.46E-08		
	艾琳社区党群服务中心	拍片	/	2.12E-07	3.85E-07	6.55E-07	公众照射
		透视	/	2.07E-08	3.76E-08		
	病人休息室	拍片	/	3.26E-05	5.93E-05	1.01E-04	公众照射
		透视	/	3.19E-06	5.79E-06		
	换鞋室	拍片	/	1.71E-05	3.12E-05	5.30E-05	公众照射
		透视	/	1.67E-06	3.04E-06		
	电梯间/楼梯间	拍片	/	5.60E-06	1.02E-05	1.73E-05	公众照射
		透视	/	5.47E-07	9.94E-07		
	北部规划用房	拍片	/	1.62E-06	2.95E-06	5.02E-06	公众照射
		透视	/	1.59E-07	2.88E-07		
	过道	拍片	/	2.74E-04	4.99E-04	8.49E-04	公众照射
		透视	/	2.68E-05	4.87E-05		
	发热门诊	拍片	/	2.74E-04	4.99E-04	8.49E-04	公众照射
		透视	/	2.68E-05	4.87E-05		
	兴安路	拍片	/	3.76E-07	6.84E-07	1.16E-06	公众照射
		透视	/	3.67E-08	6.68E-08		
	居民住宅 5	拍片	/	6.86E-07	1.25E-06	2.13E-06	公众照射
		透视	/	6.70E-08	1.22E-07		
	办公楼	拍片	/	2.60E-05	4.72E-05	8.04E-05	公众照射
		透视	/	2.54E-06	4.61E-06		
	医技楼、居民住宅 1	拍片	/	6.53E-07	1.19E-06	2.02E-06	公众照射
		透视	/	6.37E-08	1.16E-07		
	医废暂存间	拍片	/	6.86E-05	1.25E-04	2.13E-04	公众照射
		透视	/	6.70E-06	1.22E-05		
	院内住宿楼（C 幢）	拍片	/	8.96E-07	1.63E-06	2.77E-06	公众照射
		透视	/	8.75E-08	1.59E-07		
	缓冲区	拍片	/	4.39E-05	7.98E-05	1.36E-04	公众照射
		透视	/	4.29E-06	7.79E-06		
	规划候诊大厅	拍片	/	1.71E-05	3.12E-05	5.30E-05	公众照射
		透视	/	1.67E-06	3.04E-06		
	西北部规划用房	拍片	/	3.26E-07	5.93E-07	1.01E-06	公众照射
		透视	/	3.19E-08	5.79E-08		
	住院大楼大厅	拍片	1.05E-02	8.72E-06	/	1.12E-02	公众

		透视	6.96E-04	3.21E-05	/		照射
--	--	----	----------	----------	---	--	----

由上表可知，本项目公众所受剂量最高为 1.12E-02mSv/a，小于本次评价确定的 0.1mSv/a 的约束值。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，手术室外其他保护目标（公众）所受年剂量亦小于本次评价确定的 0.1mSv/a 的约束值；本项目主刀医生所受剂量最大为 4.54mSv/a，助手护士所受剂量最大为 3.36mSv/a，技师所受剂量为 5.43E-04mSv/a，均小于本次评价确定的 5mSv/a 的约束值。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 机房最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在 DSA 运行后，项目运行产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，DSA 机房周围环境保护目标受照剂量低于预测剂量，对机房周围公众影响更小。经预测可知，机房周围 50m 范围内各保护目标的年有效剂量均小于 0.1mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众人员受照剂量限值的要求；辐射工作人员的年有效剂量均小于 5mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关照射剂量限值的要求。

建议：医院应合理安排手术医生的手术量，控制各科室手术医生的手术台数，每个季度对辐射工作人员个人剂量进行严格监督，辐射工作人员个人剂量单季度超过1.25mSv、年超过5mSv事件的发生，若发现辐射工作人员有单季度超过1.25mSv的情况，医院应立即采取有效的管控措施，暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业，同时进行原因调查，调整岗位安排等。

2、医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在手术室内进行介入手术时，会穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖等防护用品，但仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，手术医生腕部距离射线主射方向最近，因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以常用透视管电流工况下，手术医生腕部剂量估算结果核算医护人员皮肤照射年剂量，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算手术室或介入室人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 5)}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^*_{(10)}}{C_{KH}} \dots\dots\dots \text{(式 6)}$$

式中：

D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

\dot{k} —X 辐射场的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

C_{KS} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t —人员累积受照时间，h；

$\dot{H}^*_{(10)}$ —X 辐射场的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

C_{KH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

按照常用最大电流换算后，距靶 1m 处的剂量率为 157.14mGy/min，医生操作时腕部距辐射源（非主射方向）的距离取 0.5m，且考虑受到铅手套（0.025mmPb）屏蔽防护，根据上式，本项目手术时腕部位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 2.36E+04 $\mu\text{Gy/h}$ 。本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。从表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}=1.72\text{Sv/Gy}$ ，由（公式 6）计算出辐射场的空气比释动能为 1.37E+04 $\mu\text{Gy/h}$ 。从表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy/mGy}$ 。根据根据表 1-4 科室介入手术工作量分配情况，外科医生受照时间最长，为 26.5h，核算出外科医生腕部皮肤受到当量剂量为 6.24E+01mSv/a。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

3、介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法，但介入治疗时 X 射线曝光量大，曝光时间长，距球管和散射体近，使介入治疗操作者受到大剂量 X 射线照射。为减少介入治疗时 X 射线影响，医院应从以下几点进行控制：

介入治疗医生自身的辐射防护要求：①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴

个人剂量报警仪；④定期维护 DSA 系统设备，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

患者的辐射防护要求：①严格执行 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平，保证患者的入射体表剂量率不超过 100mGy/min；②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施；③采用剂量控制与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散患者的皮肤剂量，避免单一皮肤区域接受全部剂量；④作好患者非照射部位的保护工作。

4、射线装置报废

射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源和拆解加高压射线管），确保装置无法再次组装通电使用，并按照国有资产和生态环境主管部门的要求，履行相关报废手续。

二、大气环境影响分析

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为 DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，产生臭氧浓度很低，医院在机房内设置了新风系统，在 DSA 机房西北部安装排风管道接至东部过道，顺着过道连接至东北部排风井（排风量约 300m³/h，换气次数约 3 次/h），产生臭氧由排风井管道引至楼顶排放（排放口距地约 38m），经自然分解和稀释，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

三、废水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水。项目产生的废水依托医院既有污水处理站处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准限值后，经场镇污水管网排放至马鞍镇污水处理场处理。

四、固体废物影响分析

①本项目采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 预计手术量为 360 台，则每年固体废物产生量约为 720kg，依托本项目医废暂存间进行收集，最终交由南充市洁源环保服务有限公司收运处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调噪声，所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过65dB（A），均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

本项目使用的 DSA 属于II类射线装置，如果不被安全管理或可靠保护，可能对接触的人员造成放射性损伤和环境污染。DSA 不运行时不会发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当机器运行期间才会产生 X 射线等危害因素，可能的事故风险主要有以下两种：

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射；

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到主射方向的误照射。

三、源项分析及事故等级分析

本项目医用 X 射线装置主要的环境风险因子为工作时产生的 X 射线。按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危

害及可能发生的事故等级列于表 11-8 中。

表 11-8 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

四、最大可能性事故分析

(1) 事故假设

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；由于安全连锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

②设备维护人员在维护 DSA 射线管或测量探测器时，射线管处于出束状态，维修人员处于主射方向。

(2) 剂量估算

①介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作，公众进入机房受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表所示：

表 11-9 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量 (mSv)	总剂量 (mSv)	受照类型
0.5	1.0	3.46E-01	6.29E-01	9.74E-01	职业照射
	5	1.73	3.145	4.87	
	10	3.46	6.29	9.74	
	15.5	5.19	9.435	14.61	
1	1.0	8.64E-02	1.57E-01	2.44E-01	职业照射
	5	4.32E-01	7.85E-01	1.22	
	10	0.864	1.57	2.43	
	15.5	1.30	2.36	3.66	
1.5	1.0	3.84E-02	6.98E-02	1.08E-01	公众照射
	2	1.92E-01	3.49E-01	5.41E-01	

	5	7.68E-01	1.40E-01	9.08E-01	
--	---	----------	----------	----------	--

②事故状态下，维修人员处于主射方向不同时间和距离所受剂量预测结果如下表所示：

11-10 事故状态下主射方向不同停留时间和距离维修人员受照剂量表

剂量 (mSv) 时 间 (s)	距离 m	1	1.5	2
		0.5	1.31	0.58
1		2.62	1.16	0.65
5		13.10	5.82	3.27
30		78.57	34.92	19.64
60		157.14	69.84	39.29

(3) 事故后果

①根据表 11-9 可知，本项目介入手术人员随着时间的推移，非主射方向在距离 0.5m 处 15.5min 时的受照剂量最大，为 14.61mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值；公众误入介入机房，非主射方向在距离 1.5m 处 5min 时的受照剂量最大，为 9.08E-01mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 1mSv/a 的剂量限值。

因此，介入手术人员或误入人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，不构成辐射事故。

②根据表 11-15 可知，维修人员在不同位置随着时间的推移，最大可能受照剂量为 157.14mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，构成一般辐射事故。

综上所述，若本项目发生辐射事故，最大可能为一般辐射事故。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

DSA 属于 II 类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的辐射照射损伤，但由于 DSA 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 射线机的管头组装体

约 1m 左右，距病人很近，介入射线装置主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射，其级别最高为一般辐射事故。

(1) 医院现有的辐射防范措施：

为防范项目运营过程中发生辐射安全事故，医院拟采取以下措施：

①门灯连锁：DSA机房门外顶部设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②有中文标识的紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁设置紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任何一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

③操作警示装置：DSA系统的X线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

④对讲装置：在DSA机房与操作间之间安装对讲装置，操作间的工作人员通过对讲机与DSA机房或手术室内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA机房的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑥造影剂的管理：医院将外购造影剂采用带锁的不锈钢药品柜密封保存；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。

(2) 为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；

②实施介入诊疗的质量保证；

③做好医生的个人防护；

④做好病人非投照部位的防护工作；

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

(3) 对于上述可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

①建立健全全院辐射安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的辐射安全专业知识的学习，考试（核）合格、持证上岗。

③完善岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

④修订完善全院重大事故应急处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

⑤定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，发现安全隐患立即整改。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

仪陇宏济医院已成立了辐射安全与环境保护管理小组，负责全院的辐射安全管理工作。

辐射安全与防护领导小组的人员组成为：

组长：***

副组长：***

成员：***

管理小组主要职责：

严格遵守和执行本院放射防护管理制度，领导并共同做好放射防护各项工作。

补充小组成员及行政主管部门联系电话；若辐射安全与环境保护管理机构人员有调整或变动，应及时更新、修正。每位成员需将各自的职责落到实处。

根据医院机构调整和相关文件要求，医院在以后工作中还需做到：

- ①组织制定安全操作规程，由辐射防护人员负责落实并检查工作。
- ②定期检查、报警系统和防护仪表，发现问题及时解决，不得在没有启动防护装置的情况下强制运行射线装置，以杜绝辐射照射事故发生。
- ③制定事故状态下的应急处理预案。
- ④定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，确保领导小组的实效性；
- ⑤定期检查辐射工作人员执行各项规章制度和技术操作规程情况，保证辐射防护、安全与诊疗质量；
- ⑥落实辐射工作场所安全设施设备的定期维护管理，并严格执行日常维护工作；
- ⑦按照国家对辐射防护的有关规定和标准，定期对辐射工作人员进行上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康体检。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项拟配置 5 名辐射工作人员。其中医生 3 名，技师 1 名，护士 1 名，均为医院既有非辐射工作人员。

②仪陇宏济医院现有 9 名辐射工作人员，目前 9 名辐射工作人员均已参加了辐射安全与防护培训并取得了合格证书。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试；已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再培训。

根据中华人民共和国生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告（公告2021年 第9号），对于仅从事III类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期为五年，有效期届满的，应当有核技术利用单位组织再培训和考核。

三、辐射安全档案资料管理和规章管理制度

1、档案管理分类

医院对相关资料进行了分类归档放置，包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“废物处置记录”，存放在预防保健科办公室。

2、已建立主要规章制度

医院已制定了一系列辐射安全规章制度，具体见表 12-1：

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	为更好地贯彻执行国家有关放射性污染防治的法律法规，落实生态环境部颁布的有关辐射安全管理的文件精神，加强对本单位辐射作业安全管理，强化责任意识，安全意识，经研究决定应成立辐射安全与环境保护管理领导小组。	已制定	医院已成立了辐射安全与防护领导小组，负责全院的辐射安全管理工作。

2	辐射安全管理规定	根据医院具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
3	设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
4	辐射防护设施设备维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施，确保射线装置保持良好的工作状态	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	已制定	需悬挂于本项目辐射工作场所墙上
6	放射源与射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
7	辐射工作场所辐射环境监测方案	/	需完善	增加本项目拟新增的射线装置工作场所
8	监测仪表使用与核验管理制度	/	已制定	/
9	辐射工作人员辐射安全与防护培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员需通过考核后方可上岗	需完善	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，辐射工作人员须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	已制定	/
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故，应制定较为完善的事故应急预案或应急措施，包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容	需完善	将本次新增设备纳入其中
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	需完善	将本次新增设备纳入其中

根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400号）的要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》已悬挂于辐射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实

施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

四、《辐射安全许可证》发放条件对照分析

结合《辐射安全许可证》发放条件、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017年修订，原环保部第31号令），将本项目采用的辐射安全防护措施列于表12-2。

表 12-2 《辐射安全许可证》发放条件与本项目评价结果

序号	环保部第3号令要求	项目实际情况	评价结果
1	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	已按照要求成立辐射安全与环境保护管理领导小组	满足要求
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	组织辐射工作人员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	人员通过考核后，满足要求
3	射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	需配置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等	配置后满足要求
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，包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等。	新增辐射工作人员需配备个人剂量计和便携式辐射监测仪	配备后满足要求
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、人员培训计划、监测方案	需制定《监测方案》和《辐射工作人员个人剂量管理制度》	制定后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	需制定《辐射事故应急预案》	完善后满足要求
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	设计中已具备	按照本报告提出的要求落实后可满足要求
8	使用射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有1名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作	需制定《放射治疗质量保证大纲和质量控制计划》，并由专业人员负责质量保证与质量控制检测工作	制定后满足要求

建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。

五、辐射监测

（一）工作场所监测

自主验收监测：医院在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展 1 次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

（二）个人剂量检测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季。

医院须严格按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求配发个人剂量计，要求辐射工作人员正确配戴个人剂量计，每季度由专人负责回收后交由有资质的检测单位进行检测，按照要求建立个人剂量档案，并将个人剂量档案终生保存。对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累积剂量检测数值超过 5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后通过年度评估报告上报发证机关；当单次个人累积剂量检测数值超过 20mSv，应立即开展调查并报告辐射安全许可证发证机关，启动辐射事故处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

（三）监测内容和要求

（1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台

账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X- γ 空气吸收剂量率	验收监测；委托有资质的单位监测，频率为1次/年；自行定期开展辐射监测。	铅窗、操作室、设备室、缓冲区、医废暂存间等配套房间、机房四周屏蔽墙外、3扇铅门门缝、机房正上方。

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

①落实监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测单位的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；或到有资质的单位对监测仪器进行检定/校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

此外，医院需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

(四) 开展辐射监测的情况

(1) 个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案，医院有专人负责个人剂量管理工作。

仪陇宏济医院委托四川世阳卫生技术服务有限公司对该院个人剂量进行检测。医院提供了近连续四个季度个人剂量检测报告（见附件4），未发现个人剂量超过1.25mSv/季、5.0mSv/年的情况。

(2) 工作场所辐射水平监测

根据原环保部18号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。医用射线装置工作场所监测，主要针对射线装置机房周围（四周墙体、楼上、防护门和观察窗）、操作室等。

医院委托了四川世阳卫生技术服务有限公司开展了 2021 年年度辐射环境现状监测，在监测结果中，未发现屏蔽体外 0.3m 处超过 2.5 μ Sv/h 的情况。

六、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定格式编写《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

七、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

（1）医院现有辐射事故应急预案内容

医院现有辐射事故应急预案内容包括：应急机构人员组成，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

（2）本项目辐射事故应急预案可行性分析

医院现有辐射事故应急预案内容包括了应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话等，仍需补充完善以下内容：

- ①增加应急人员的培训，应急和救助的装备、资金、物资准备和应急演练。
- ②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。
- ③增加应急机构和职责分工，辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话。
- ④增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健委等部门报告。
- ⑤辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态

环境主管部门备案。

⑥在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

项目运行过程中可能存在的环境风险主要为 X 射线泄露造成的放射性污染以及造影剂泄漏产生的环境污染。本项目拟采取的风险防范和应急措施为：

- (1) 设备控制台及介入手术床旁安装带有中文标识的“紧急制动”按钮等措施；
- (2) 设备采取工作状态指示灯与 DSA 机房门联锁等多重安全措施；
- (3) 严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，制定并严格遵守各项管理制度和辐射事故应急预案，定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查；
- (4) 外购的造影剂均采用不锈钢药品柜单独密闭并加锁保存；
- (5) 为使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；
- (6) 在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送；
- (7) 所有从事放射诊疗类的工作人员须加强辐射安全与防护知识的学习并持证上岗；
- (8) 严格执行医院制定的辐射事故应急预案，全面做好医院辐射防护与安全的工作。

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

- (1) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，同时向医院主管领导报告。
- (2) 医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。
- (3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫健委行政部门报告。
- (4) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：仪陇宏济医院有限公司新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：仪陇宏济医院

建设性质：新建

建设地点：南充市仪陇县马鞍镇兴安路 88 号仪陇宏济医院住院大楼负 1 层

本次具体建设内容及规模为：医院拟在住院大楼（已建，B1F/8F）负 1 层预留 DSA 机房内新增使用 1 台 DSA，用于医学影像科、内科、外科等等病症的放射诊断和介入治疗。新增 DSA 型号为 CGO-2100Plus，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下而上，属于 II 类射线装置。医院年诊疗病例约 360 台，年曝光时间累计约 58.47h（拍片 2.47h、透视 56h）。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令，2020 年 1 月 1 日起施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 49 号，2021 年 12 月 30 日实施）相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属于第三十七项“卫生健康”中第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目位于仪陇宏济医院住院大楼负 1 层，项目运营对环境基本无影响。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，项目所在地的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

（二）营运期环境影响分析

DSA 投用后，本项目主刀医生所受剂量最大为 4.54mSv/a，助手护士所受剂量最大为 3.36mSv/a，技师所受剂量为 5.43E-04mSv/a，公众所受剂量最高为 1.12E-02mSv/a。DSA 投入运营后，本项目产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对机房外公众影响更小。

综上所述，本项目工作人员所受的年剂量均低于本次评价中所确定的 5.0mSv 的年剂量约束值，公众所受的年剂量均低于本次评价中所确定的 0.1mSv 的年剂量约束值。从上述预测结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、门窗满足辐射防护的要求。

六、事故风险与防范

医院制定的辐射事故应急预案和安全规章制度经补充和完善后可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

医院落实本报告表提出的环保措施后，可使本次环评中确定的所有保护目标所受年剂量满足相应评价约束值要求。

八、医院辐射安全管理的综合能力

经过医院的不断完善，医院安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，考试（核）合格，持证上岗，有应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为项目在仪陇宏济医院住院大楼负 1 层 DSA 机房内建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。

4、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报四川省生态环境厅，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。

5、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

6、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收。

7、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

二、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表13-1：

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目		设施
DSA	辐射屏蔽	铅防护门3扇（均为4mm铅当量）

机房	措施	铅玻璃观察窗 1 扇 (4mm 铅当量)
		四周墙体 370mm 实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆
		顶部 150mm 混凝土+3mm 铅当量铅板
		地面 150mm 混凝土
	安全装置	工作状态指示灯 3 个
		电离辐射警告标志 3 个
		床下铅帘 1 副 (0.5mm 铅当量)
		悬吊铅帘 1 副 (0.5mm 铅当量)
		门灯联锁装置 1 套
		防夹装置与自动闭门装置 1 套
		有中文标识的紧急制动装置 1 套
		对讲装置 1 套
	监测仪器 和个人防 护用品	个人剂量计 5 套
		个人剂量报警仪 3 台
		便携式辐射剂量监测仪 1 台
		职业人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 2 套
		患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙 1 套

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十七条规定：

(1) 编制环境影响报告表建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

(2) 建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

(3) 除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号）规定：

(1) 建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzb/bzwb/other>）。

(2) 项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的

建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（4）除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：①对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；②验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。