

核技术利用建设项目

新增数字减影血管造影机
(DSA) 项目

环境影响报告表

(公示本)

广元市利州区中医医院

2023年6月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增数字减影血管造影机
(DSA) 项目
环境影响报告表

建设单位名称：广元市利州区中医医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：广元市利州区宝轮镇水电路 212 号

邮政编码：628000

联系人：**

电子邮箱：6100****@qq.com

联系电话：188*****

目录

表 1：项目基本情况.....	6
表 2：放射源.....	22
表 3：非密封放射性物质.....	22
表 4：射线装置.....	23
表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）.....	24
表 6：评价依据.....	25
表 7：保护目标与评价标准.....	27
表 8：环境质量和辐射现状.....	30
表 9：项目工程分析与源项.....	35
表 10：辐射安全与防护.....	42
表 11：环境影响分析.....	56
表 12：辐射安全管理.....	84
表 13：结论与建议.....	93

附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 广元市利州区中医医院总平面图布置、本项目外环境关系及监测布点图

附图 3 本项目所在医技综合楼 2 层（项目所在楼层）平面布置、本项目监测布点图

附图 4 本项目所在医技综合楼 1 层（本项目楼下）平面布置、本项目监测布点图

附图 5 本项目所在医技综合楼 3 层（本项目楼上）平面布置、本项目监测布点图

附图 6 本项目平面布置图

附图 7 本项目新风、排风平面布置图

附图 8 本项目机房剖面结构示意图（墙体及上下楼板结构）

附件

- 附件 1 环境影响评价委托书；
- 附件 2 广元市利州区中医医院 辐射安全许可证 川环辐证[00696]；
- 附件 3 广元市利州区环境保护局 关于《广元市利州区中医医院医技综合楼建设项目环境影响报告表》的批复 广利环审批〔2019〕7 号
- 附件 4 广元市利州区中医医院 关于调整放射防护管理委员会成员的通知 广利中医院发〔2022〕37 号；
- 附件 5 广元市利州区中医医院 事业单位法人证书 ；
- 附件 6 医院医废处置协议；
- 附件 7 建设单位关于辐射安全防护培训的承诺；
- 附件 8 建设单位未发生辐射安全事故的说明；
- 附件 9 本次新增射线装置参数明细及使用工况确认书；
- 附件 10 医院 2022 年四个季度个人剂量检测报告；
- 附件 11 四川同佳检测有限责任公司 新增数字减影血管造影机（DSA）项目辐射环境环评本底检测报告 同环（辐）检字（2023）第 0154 号

表 1：项目基本情况

建设项目名称	新增数字减影血管造影机（DSA）项目				
建设单位	广元市利州区中医医院				
法人代表	冯俊峰	联系人	何飞	联系电话	188*****
注册地址	广元市利州区宝轮镇水电路 212 号				
项目建设地点	广元市利州区宝轮镇水电路 212 号中医院医技综合楼 2 楼				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	800	项目环保投资（万元）	35.6	投资比例	4.45%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	300
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	/		/		

项目概述

一、概述

（一）建设单位简介

广元市利州区中医医院（统一社会信用代码：125107016653866066）是一所国家二级甲等中医医院。现占地面积 38 亩，建筑面积 5 万平方米，编制床位 500 张，服务半径 40 余公里，服务人口 50 余万人。现为全国医保异地联网结算定点医院，四川省骨科医院定点指导医院、爱婴医院，成都上锦南府医院（四川大学华西医院上锦医院）医联体成员单位，陆军军医大学附属第二医院（新桥医院）

神经内科专科联盟单位，成都中医药大学附属医院肛肠科、康复科、脾胃科联盟、西部中医重症联盟单位，遂宁市中医院对口支援单位，广元市文明单位。

医院现有职工 400 余人，其中专业技术人员 365 人，其中高级职称 40 人，中级职称 90 人，初级职称 225 人，专业技术人员占全院职工的 84.88%。现有国家级基层名中医 1 人，省级名中医 2 人，省中医骨伤学科学术技术带头人 1 人，四川省拔尖中青年中医师 1 名，市级名医 5 人，区级名医 3 人，区科级拔尖人才 3 人，市级学术技术带头人后备人选 4 人，区利州英才 3 人。

医院现有德国西门子 1.5T 超导核磁共振、GE 全新一代 64 排 128 层 Revolution Ace CT、美国 GE 四维彩超、日本奥林巴斯电子胃肠镜、DR 系统、经颅多普勒、德国宫腹腔镜、移动式 C 形臂 X 射线机、全自动生化仪、全自动血凝仪、免疫化学发光仪、麻醉呼吸机、血液透析过滤装置、进口眼科显微镜、光干涉断层扫描仪、体外高频热疗机、毫米波治疗机、冷极射频肿瘤治疗机、放射性粒子治疗计划系统、超乳手术系统等一大批现代化设备，硬件设施和技术水平在当地处于领先水平。

医院现已建成省级中医重点专科 2 个，市级中医重点专科 1 个；在建国家级中医重点专科 1 个，在建省级中医重点专科 1 个，在建市级中医重点专科 5 个，有中医专病门诊 16 个，二级专业组 17 个。拥有 10 个标准净化手术间和 50 余名外科医师，能同时开展多台急诊手术，具有全天候 24 小时急诊、急救和处置突发公共卫生事件的能力。

目前，广元市利州区中医医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00696]），见附件 2，许可种类和范围为：使用 II、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2024 年 10 月 20 日。

（二）项目由来

医院为进一步提高全区医疗服务能力，提高医疗机构的放射诊断技术能力和服务水平，更好地惠及周边人民群众，满足患者的诊疗需要，减轻患者外出就医的负担，医院决定对医技综合楼 2 楼相关规划区域建设 1 间 DSA 机房及其配套用房，并在 DSA 机房内新增使用 1 台型号为 CGO-2100Plus 的数字减影血管造影装置（digital subtraction angiography，简称 DSA），用于心、脑、血管疾病的介入诊

断及治疗。按照《射线装置分类办法》的规定，本项目涉及的 DSA 为II类射线装置。

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订）、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年3月2日修订）、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）和《中华人民共和国放射性污染防治法》（2020年4月29日修订）等相关法律法规要求，建设单位须对本次核技术利用项目进行环境影响评价。同时，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号，2021年1月13日起施行），本项目属于“第五十五项—172 核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。因此，广元市利州区中医医院委托四川嘉盛裕环保技术有限公司开展环境影响评价工作（委托书见附件1）。

我公司接受委托后，随即组织专业人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析、调研有关法规等工作，并与广元市利州区中医医院进行多方咨询交流，反复核实，在进行工程分析的基础上，结合工程的具体情况以及辐射影响特征，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的要求，编制了本环境影响报告表。

（三）环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据原国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息；各级环境保护主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

根据以上要求，建设单位于2023年4月26日在本单位官方网站上公示了《新增数字减影血管造影机（DSA）项目环境影响报告表》全本信息，以征求公众意

见。截至目前，建设单位及评价单位未收到任何信息反馈。

公示网址为：

<http://gylzqzyy.com/xinwendongtai/tongzhigonggao/20230426/8615.html>，公示界面截图如下：



图 1-1 环境影响报告表全本公示截图

(四) 产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于医学领域, 属高新技术。根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录(2019年本)》(2021年修订)相关规定, 本项目属于该指导目录中鼓励类第三十七项“卫生健康”中第5款“医疗卫生服务设施建设”, 因此, 本项目符合国家当前的产业政策, 符合辐射防护的正当性。

二、建设概况

(一) 项目名称、建设单位、性质、建设地点

项目名称: 新增数字减影血管造影机(DSA)项目

建设单位：广元市利州区中医医院

性质：新建

建设地点：广元市利州区宝轮镇水电路 212 号中医院医技综合楼 2 楼。

广元市利州区中医医院已建/在建内容介绍：医院占地面积 25 亩（约 16711.85m²），包括一栋老住院楼（6F），一栋住院大楼（11F）、门诊综合楼（7F），医院在建一栋医技综合楼（16F）。

医技综合楼介绍：项目所在的医技综合楼为地上 15 层，地下 1 层，建筑面积为 20093.26 平方米，高 52.5m，其环境影响评价在《广元市利州区中医医院医技综合楼建设项目环境影响报告表》中进行，并取得了广元市利州区环境保护局出具的环评批复（广利环审批〔2019〕7 号），该楼目前处于施工中。

（二）建设内容与规模

1、工程建设内容及规模

广元市利州区中医医院拟在院内医技综合楼2楼东北侧区域新建1间 DSA 机房及配套功能用房，在机房中使用1台数字减影血管造影机（简称“DSA”），用于心、脑、血管疾病的介入诊断及治疗。DSA 型号为 CGO-2100Plus，其额定管电压为 125kV、额定管电流为1000mA，出束方向由下向上，属于II类射线装置。年诊疗病例预计200例，单台手术最长透视30min^注，最长拍片2min，年累计最大出束时间约 106.7h（其中透视100h，拍片6.7h）。

DSA 机房使用面积58.75m²，净空尺寸长9.05m×宽6.4m(局部宽6.7m)×高4.5m，机房配套设置医生通道门、病人通道门、污物通道门、无菌间门各一道，另设置了一道用于观察的铅窗。机房四周墙体结构为200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆+方钢龙骨+50mm 厚玻镁板，地面为230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥，上楼板为150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥+方钢龙骨+50mm 厚玻镁板。观察窗为4mm 铅当量含铅玻璃，四道防护门内均有4mm 厚的铅板。

在机房西侧布置设备间、操作间；在机房北侧布置无菌间、污物通道；在机房南侧布置洁净走廊、病人等待间、苏醒间、无菌间、一次性物品库、铅衣存放间、器械间、缓冲间、更衣间、换鞋间、办公室、值班室等配套用房。

注：参考《正确使用数字减影血管造影机减少介入手术中的辐射吸收剂量》（中国医学装备，2012，June Vol.9NO.6），该文献通过对 1200 例各类介入手术分析了介入手术中各种情

况的平均透视时间。综合考虑各科手术时长，院方预计 1 台手术最长透视 30min，最长拍片 120s。

项目组成及主要环境问题见下表。

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			可能产生环境问题		备注		
				施工期	营运期			
主体工程	DSA 机房	使用面积	机房58.75m ²		/	/		
		净空尺寸	长9.05m×宽6.4m（局部宽6.7m）×高4.5m			/		
		屏蔽体（仅考虑辐射防护部分）	四周墙体	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆		/	随医技综合楼建设土建部分	
			地面	230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥				
			上楼板	150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥				
			屏蔽门	配置医生通道门、病人通道门、污物通道门、无菌间门各一道，各门内含4mm厚铅板，约为4mm 铅当量				
		观察窗	一扇，为20mm 厚铅玻璃，约为4mm 铅当量			噪声、扬尘、废水、废气、固体废物	未建	
	DSA 设备	型号	CGO-2100Plus					
		参数	125kV、1000mA					
		出束时间	年透视100h，年拍片6.7h					
辅助工程	设备间、操作间、无菌间、污物通道、洁净走廊、病人等待间、苏醒间、一次性物品库、铅衣存放间、器械间、缓冲间、更衣间、换鞋间、办公室、值班室等配套用房			清洗废水、生活废水、生活垃圾、医疗废物	随医技综合楼建设土建部分			
公用工程	依托院区已建的给排水、配电、供电和通信系统等			/	/			
环保工程	废气处理设施	射线装置产生的臭氧经通排风系统到楼顶统一排放到大气中，避免朝向人口集中区域，排风口设置在人员不能到达的楼顶区域			臭氧	新建		
	污水处理设施	地面清洁和手术医护人员产生的清洗废水、医护人员及病员的生活污水，通过排污管道收集进入医院污水处理站，处理达标后外排市政污水管网后进入污水处理厂处理			/	清洗废水、生活废水 依托		

固废处理设施	生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废物由四川环能生态科技有限公司统一回收处理	/	生活垃圾、医疗废物	依托
--------	---	---	-----------	----

本项目依托设施、可行性及有效性介绍：

广元市利州区中医医院医技综合楼：

医技综合楼为地上 15 层，地下 1 层，其中地下一层布置有直线加速器治疗室、消防控制室、消防水池、变配电间、空调机房、设备间及地下停车位，1 层为食堂和餐厅、放射科用房，2 层主要为介入手术服务，3 层为医院消毒供应中心，4 层为内窥镜检查区，5 层为血液透析区，6 层为 ICU，7 层为病案、档案区，8 层~14 层为病房区，15 层为教研区。广元市利州区中医医院于 2019 年委托有资质单位医技综合楼建设项目进行了环境影响评价，并取得了广元市利州区环境保护局审批意见，见附件，该楼目前处于施工中。

废水处理设施：

DSA 运行过程中项目产生废水主要为地面清洁和手术医护人员产生的清洗废水、医护人员及病员的生活污水，废水依托医院已建污水处理站处理后排入市政污水管网。广元市利州区中医医院已建污水处理站位于医院医技综合楼西侧，处理规模为 15m³/h（360m³/d），处理工艺为：调节池→曝气池→沉淀池→絮凝沉淀池→消毒池→排入市政污水管网。工艺处理达到《医疗机构水污染物排放标准》

（GB18466-2005）中表 2 中的预处理标准排入市政污水管网后排入宝轮镇污水处理厂达《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后汇入清江河。**污水处理可行性及有效性分析：**医院医技综合楼建成后，全院每天最大污水量为 257.04m³/d，项目运行过程中产生的地面清洁和手术医护人员产生的清洗废水、医护人员及病员的生活污水均已纳入《广元市利州区中医医院医技综合楼建设项目环境影响报告表》进行评价，医院医技综合楼处理该废水完全可行，并有效。

固废处理设施

本项目产生的固体废物包括生活垃圾、医疗废物。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废物由四川环能生态科技有限公司统一回收处理。广元市利州区中医医院已在医院西北侧建设有医疗废物暂存间，采取了防蚊蝇、防漏措施，有明确的标识牌。医疗废物暂存间地面采用环

氧树脂防渗处理，并设置有排水沟。**医疗废物依托处理可行及有效性分析：**暂存间面积为 10m²，设计容纳能力为 0.5t/d，医技综合楼建成投运后，预计医疗废物产生量为 0.295t/d，本项目医疗废物产生量仅为 2kg/d，广元市利州区中医医院已建的医疗废物暂存间完全可以满足本项目医疗废物处置的要求。

(三) 主要技术参数及设备使用情况

本项目射线装置主要技术参数见下表。

表 1-2 本项目 DSA 相关参数

名称	数量	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	使用场所
DSA	1 台	CGO-2100Plus	北京万东	125kV 1000mA	II类	医技综合楼 2 层 DSA 机房

本项目射线装置使用情况见下两表。

表 1-3 本项目设备使用情况

出束方向	常用拍片工况		常用透视工况	
	管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上照射	60~100kV	100~300mA	70~90kV	6~20mA

表 1-4 设备出束时间

使用科室	管理科室	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)
内一科(心血管、内分泌)	放射科	2	30	110	3.7	55
内二科(脑病科)		2	30	90	3	45
合计				200	6.7	100

(四) 主要原辅材料

本项目营运期主要原辅材料消耗情况见下表。

表 1-5 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原材料	造影剂	40L	采购	碘帕醇
能源	电 (kW·h)	15000 度	供电公司	/
水资源	水	100m ³	自来水公司	/

本项目使用的造影剂为碘海醇注射液，规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 200 台手术，年使用量约为 40L。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。

（五）劳动定员及工作制度

1、工作制度

本项目辐射工作人员每年工作 50 周，每周工作 5 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

2、人员配置

本项目拟配置8名辐射工作人员，均为医院新增II类射线装置辐射工作人员，其中4名医生，2名护士，2名技师。手术时 DSA 机房内2名医生、1名护士，操作间内1名技师。技师负责在操作间操作 DSA，护士负责介入手术前准备、手术后清洁工作及术中配合跟台手术（根据各手术情况需要），科室医生负责操作 DSA 介入手术。

根据院内工作安排，减少工作人员工作时长，控制工作人员工作时所受剂量影响，将工作人员按照2名医生、1名护士、1名技师分成两个治疗小组。

本项目工作人员专职从事本项目辐射工作，与其他科室无工作交叉，不存在剂量叠加情况。本项目具体人员配置情况见下表。

表 1-6 辐射工作人员配置情况表

辐射工作场所	拟配备人员人数	构成	备注
DSA 机房	8	医生 4 名、护士 2 名、技师 2 名	均为新增

注 1：按照 2 名医生、1 名护士、1 名技师分成两个治疗小组，两个治疗小组对应的科室分别为内一科（心血管、内分泌）、内二科（脑病科）。

注 2：本项目 DSA 工作人员专职从事 DSA 辐射治疗项目，不参与医院其他射线装置应用项目

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）：

①广元市利州区中医医院本次新增的II类射线装置工作人员需在生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习，并报名参加考核，持合格成绩报告单上岗。

②医院应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，定期组织辐射工作人员进行个人剂量检测和职业健康体检，并为其建立职业健康监护档案。

③根据工作需要，医院应定期安排辐射工作人员的再培训，以保证工作人员达到所需要的技能水平。

(六) 项目外环境关系、选址合理性及实践正当性分析

1、项目外环境关系

(1) 医院外环境关系

广元市利州区中医医院位于广元市利州区宝轮镇水电路212号，医院东侧外自北向南依次布置先科公司商业楼（医院东侧紧邻）、紫金盛世商业楼（医院东侧紧邻），隔前述商业楼东侧为水电路（距离医院东侧12m）；医院南侧紧邻大地街居民楼，隔大地街居民楼南侧为大地街（距离医院东侧18m）；医院西侧紧邻万信水岸小区；医院北侧紧邻三江大道居民区。

本项目实体防护屏蔽为边界的50m评价范围内，上述医院外环境中除先科公司商业楼、紫金盛世商业楼外，其余50m评价范围均在院内。医院外环境比较单一，主要为城居及商业环境。本项目地理位置示意图见附图，医院外环境关系图见附图2。

(2) DSA 机房外环境关系

本项目拟建机房位于在建的医技综合楼2楼内东北侧。医技综合楼位于院内东南侧位置，医技综合楼北侧15m为老住院楼（6F、H=28.2m），北侧39m为门诊综合楼（7F、H=32.9m），西侧20m为住院大楼（11F、H=49.8m）。项目所在的医技综合楼内的布置情况为：医技综合楼为地上15层，地下1层，其中地下一层布置有直线加速器治疗室、消防控制室、消防水池、变配电间、空调机房、设备间及地下停车位，1层为食堂和餐厅、放射科用房，2层主要为介入手术服务（即本项目所在楼层），3层为医院消毒供应中心，4层为内窥镜检查区，5层为血液透析区，6层为ICU，7层为病案、档案区，8层~14层为病房区，15层为教研区。

以机房实体屏蔽边界起算（50m范围内），东侧0~29m为医技综合楼东侧广场及院内道路，东侧29~41m为先科公司商业楼，东侧41~50m为水电路人行道；东南侧0~42m为医技综合楼东侧广场及院内道路，42~50m处为紫金盛世商业楼；南侧0~42m范围内位于医技综合楼内，主要为医技综合楼内本项目的配套用房区、

其他各诊疗及办公功能区,南侧 42~50m 为医技综合楼南侧院内道路;西侧 0~19m 范围内位于医技综合楼内,主要为医技综合楼内 CT 室及其他功能区,西侧 23~26m 为医技综合楼西侧绿化带,西侧 26~39m 内为住院大楼东侧平地及院内道路,西侧 39~50m 范围内为住院大楼;北侧 0~3m 范围内位于医技综合楼内,为本项目的配套用房区(无菌间及污物通道),北侧 3~8m 范围内为医技综合楼北侧绿化带,北侧 8~17m 为医院老住院楼南侧平地及院内道路,北侧 17~30m 为医院老住院楼,北侧 30m~42m 为老住院楼北侧院内道路,北侧 42~50m 范围内为医院门诊综合楼。本项目所在医技综合楼的 2 楼平面布置见附图 3,本项目楼下的医技综合楼 1 层平面布置见附图 4,本项目楼上的医技综合楼 3 层平面布置见附图 5。

2、选址合理性

本项目新增辐射工作场所位于医院已建的功能区内,本次建设不新增占地。医院周边以居民住宅、商业设施为主,周边无自然保护区、保护文物、风景名胜区等特殊环境保护目标。

本项目生活污水依托医院已有的污水处理设施处理达标后排放,不会对当地水质产生明显影响;本项目产噪设备为排风系统等换气设备,声级较小,噪声影响不大,不会改变区域声环境功能区规划;本项目生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点,后由环卫部门定期清运;医疗废物由有资质的单位统一回收处理;DSA 机房的废气通过排风管道引至综合楼楼顶排风口排放,排风高度高出楼顶 2m,距地面约 54m,排风口避免了向人口集中区域排放,臭氧排放浓度很低,对环境的影响很小。本项目拟建设的辐射工作场所,按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施,电离辐射对工作人员和公众的照射剂量低于《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002)的限值要求和本报告提出的剂量约束值。

医院将 DSA 机房设置在医技综合楼,最大限度避开了人流量较大的门诊区或其他人员集中活动区域,并同时兼顾了病员就诊的方便性。本项目的建设不占用医院消防通道,可实现本项目与院区其他功能单元的相容。

综上,本项目选址位于广元市利州区中医医院院内,不新增占地,医院用地为医疗用地,符合广元市总体规划。本项目与周边环境相容,不占用医院消防通道,选址符合《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于

辐射源选址的要求，符合《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和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）等法规的要求。因此本项目选址合理。

3、实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病（特别是心脑血管疾病）的诊断和治疗能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断和治疗效果，是其他诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊断和治疗的方法效果显著、病人治疗中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的。

但是，由于在诊断和治疗过程中射线装置的应用可能会造成如下放射性环境问题：

- （1）给周围环境造成一定的辐射影响。
- （2）给医务人员及周围公众造成一定的辐射影响，给病人造成一定的负面影响
- （3）射线装置的使用及管理的失误会造成一般辐射安全事故。

该医院在放射诊断和治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

三、原有核技术利用情况

（一）辐射安全许可证的许可种类和范围

广元市利州区中医医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00696]），见附件2，许可种类和范围为：使用II、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2024年10月20日。医院现有审批许可射线装置7台，其中1台为II类射线装置，6台为III类射线装置。医院现有的射线装置均已登记在《辐射安全许可证》副本上。具体许可项目见下表。

表1-8 辐射安全许可证已许可的项目

射线装置						
序号	射线装置名称	数量 (台)	型号	类别	使用场所	许可情况
1	全景口腔摄影系统	1	GS8100	III	放射科	已许可上证
2	移动式C形臂X射线机	1	OEC 9900 Elite	II	住院大楼十层一号手术室	已许可上证
3	计算机体层摄影设备（东芝4层螺旋CT）	1	TXS-021B	III	放射科	已许可上证
4	双排数字计算机摄影系统	1	X2200	III	放射科	已许可上证
5	医用诊断X射线机	1	PLD6600B	III	放射科	已许可上证
6	医用诊断X射线装置计算机体层摄影设备（CT）	1	Revolution Ace	III	放射科	已许可上证
7	数字化医用诊断X射线成像系统（DR）	1	EX50-DDR	III	7米金旅考拉斯特	已许可上证
非密封放射性工作场						
序号	工作场所名称	类别	使用核素	日等效使用量（Bq）	许可情况	
1	放射科	丙级	I-125粒子源	5.92×10 ⁶	已许可上证	

（二）辐射安全管理现状情况

1、辐射防护管理机构

为了加强对辐射安全和防护管理工作，进一步强化法律意识、服务意识和责任意识，医院于2022年7月对既有放射防护管理委员会成员进行了调整，主任：冯俊峰，副主任：樊晓林、彭建华、严肃、张煜、杨治，委员为：李怀静、孟丽、曹昕、梁廷刚、耿慧军、罗明伟、刘德华、王敏、王茂兰、陈杨、何顺亮、张晓东、安永泉、焦德勇、江垒、宋阳、郑晓蓉、郭双、丁兵、李波、赵君、黄娟、蒲晓波、何飞。

广元市利州区中医医院《关于调整放射防护管理委会成员的通知》（广利中医院发〔2022〕37号）明确了放射防护管理委员职责。医院在以后工作中还需对放射防护管理委员会的机构职能设置情况进行如下完善：

- ①补充辐射安全管理机构成员职能分工；

②增加日常工作中对辐射安全和环境保护的主管责任部门、辐射安全与防护管理委员会办公地点和联系电话；

③定期检查医院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；

④按照国家对辐射防护的有关规定和标准，定期对医院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。

2、辐射安全管理制度建立和执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，广元市利州区中医医院已制定有一套相对完善的管理制度和操作规程，包括《辐射工作场所安全管理规定》《辐射工作人员岗位职责》《辐射安全和防护设施维护与维修制度》《辐射工作设备操作规程》《放射源及射线装置台账管理制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与核验管理制度》《辐射工作人员培训制度（或培训计划）》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》《质量保证大纲和质量控制检测计划》等。医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。对医院现有场所而言，医院也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应结合本次项目内容补充完善相关辐射安全管理制度，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。

3、辐射安全与防护培训

截至2023年4月，广元市利州区中医医院有20名辐射工作人员，目前医院从事II类射线装置使用的4名辐射工作人员取得了国家核技术利用辐射安全培训合格证书（或合格成绩报告单），且均在有效期内。根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号），针对仅从事III类射线装置使用的辐射工作人员，医院已组织人员集中学习相关课件与视频课程，并从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考题编写试卷，组织从事III类射线装置使用的辐射工作人员进行闭卷考核，考核结果存档。

参与本项目DSA介入诊断与治疗的8名新增辐射工作人员，仍须通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或者微信小程序“HJSLY”报名并参加定期组织的考核（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>），取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩

合格报告单，方允许上岗。院方承诺将要求本次新增II射线装置辐射工作人员在生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习，并报名参加考核，持成绩合格证明上岗，承诺书见附件。

国家核技术利用辐射安全与防护培训的合格证书（或合格成绩报告单），以及医院自行考核结果的有效期均为5年，有效期届满的，应视其参与使用的射线装置类别从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或自主考核通道分别进行再培训和考核。

4、年度评估报告

医院已向四川省生态环境厅提交了《2022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》，对医院2022年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明。

5、开展辐射监测的情况

（1）个人剂量监测

医院辐射工作人员佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，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》（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检测管理工作。医院提供了最近连续四个季度（2022年第一季度~2022年第四季度）的个人剂量监测报告，监测单位为四川世阳卫生技术服务有限公司，监测报告见附件10。经统计计算，未发现单季度个人有效剂量超过季度限值1.25mSv的情况，也未发现个人年剂量值超过5mSv的情况。

（2）工作场所监测

医院2022年对射线装置工作场所进行了监测。

2022年广元市利州区中医医院委托四川佳士特环境检测有限公司对医院现有射线装置及非密封放射性物质工作场所进行了2022年度检测，检测结果显示射线装置及非密封放射性物质工作场所所致辐射工作人员和公众人员剂量低于评价限值。

6、是否发生辐射安全事故

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，具体情况见附件8。

（三）既有核技术项目许可制度落实情况

综合以上现状情况分析，医院已落实了《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《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）、生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）及其他相关法规对医院核技术利用项目的辐射防护要求。

表 2：放射源

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

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

表 3：非密封放射性物质

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

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

表 4：射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	医用血管造影X射线系统 (DSA)	II	1	CGO-2100PLUS	125	1000	诊断	医技综合楼2楼	本次新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (mA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	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；年排放总量用 kg。

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

表 6：评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，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>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告，公告 2019 年第 57 号；</p> <p>(15) 《关于印发〈四川省生态环境厅（四川省核安全管理局）辐射事故应急预案（2020 版）〉的通知》（川环发〔2020〕2 号）。</p> <p>(16) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9</p>
------------------	--

	号)
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》(HJ1157-2021);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</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>
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) 《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>(4) 生态环境部(国家核安全局)《核技术利用监督检查技术程序》(2020年发布版);</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) 环评委托书;</p>

表 7：保护目标与评价标准

评价范围

本项目产生的电离辐射经屏蔽和距离衰减后，对公众的影响较小。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》（HJ 10.1-2016）中的要求，确定本项目辐射评价范围取各辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围以内的区域。

保护目标

本项目辐射工作场所位于广元市利州区宝轮镇水电路 212 号中医院医技综合楼 2 楼。

本项目的�主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目评价范围、医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，本项目重点关注的环境保护目标如下表所示。

表 7-1 主要环境保护目标

目标	类别	位置	方位	距离辐射源最近距离 (m) ^注		规模	限值 mSv/a
				水平	垂直		
DSA 机房 医护人员	职业	设备间	西	5.1	0	8 人	5
		操作间	西	3.9	0		5
		无菌间	北	5.7	0		5
		机房	/	0.3	0		5
DSA 机房 周围 流动 人员	公众	机房下方医技楼 1 层医生办公室	下方	/	4.5	预计 2 人/天	0.1
		机房下方医技楼 1 层门厅, 及机房楼下其他的办公、诊疗区域	下方	/	4.7	预计 100 人/天	0.1
		机房北侧污物通道	北	5.7	0	预计 2 人/天	0.1
		机房南侧墙外 (洁净走廊)	南	5.4	0	预计 30 人/天	0.1
		机房南侧病人等待间	南	8.2	0	预计 2 人/天	0.1
		机房南侧苏醒间	东	12.1	0	预计 2 人/天	0.1
		住院大楼	西	45	0	预计 300 人/天	0.1
		老住院楼	北	23	0	预计 200 人/天	0.1
门诊综合楼	北	48	0	预计 500 人/天	0.1		

		先科公司商业楼	东	37	0	预计 100 人/天	0.1
		紫金盛世商业楼	东南	47	0	预计 100 人/天	0.1
		机房上方医技楼 3 层消毒供应中心去污区, 及机房楼上其他的办公、住院、诊疗区域	上方	0	4.5	预计 200 人/天	0.1
	有流动人群的其他区域	医技综合楼北侧院内道路	北	12	4.5	预计 100 人/天	0.1
		医技综合楼东侧广场	东	6	4.5	预计 400 人/天	0.1
		医技综合楼东侧院内道路	东	21	4.5	预计 100 人/天	0.1
		医技综合楼南侧院内道路	南	52	4.5	预计 50 人/天	0.1
		医技综合楼西侧道路	西	28	4.5	预计 100 人/天	0.1
		水电路人行道	东	52	4.5	预计 2000 人/天	0.1
注: 表中距离均为保护目标与辐射源的距离 (非与实体屏蔽边界的距离), 以上保护目标均在本项目辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围以内							

评价标准

根据本项目所在位置结合项目特点, 本项目应执行的环境保护标准如下。

一、辐射剂量管理限值

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。眼晶体的年当量剂量不超过150mSv。四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量不超过500mSv。项目对于职业人员, 要求按上述标准限值的1/4执行, 即本项目职业照射年有效剂量约束值5mSv/a, 眼晶体的剂量当量约束值为37.5mSv/a, 四肢 (手和足) 或皮肤的剂量当量约束值为125mSv/a。

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。

二、机房屏蔽体外剂量水平

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 有关规定: 具有透视功能

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

三、其他非放射性环境执行标准

(1) 环境空气质量：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

(2) 地表水环境质量：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

(3) 声环境质量：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准。

(4) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

(5) 废水：执行《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）表2预处理标准。

(6) 噪声：施工期执行《建设施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类功能区标准。

(7) 固废：医疗废物执行《医疗废物管理条例》（国务院令第380号）相关规定。

表 8：环境质量和辐射现状

一、项目场所及地理位置

广元市利州区中医医院位于广元市利州区宝轮镇水电路212号，医院东侧自北向南依次布置先科公司商业楼、紫金盛世商业楼，隔前述商业楼东侧为水电路；医院南侧紧邻大地街居民楼，隔大地街居民楼南侧为大地街；医院西侧紧邻万信水岸小区；医院北侧紧邻三江大道居民区。

本项目拟建机房位于在建的医技综合楼2楼内东北侧。医技综合楼位于院内东南侧位置，医技综合楼北侧15m为老住院楼（6F、H=28.2m），北侧39m为门诊综合楼（7F、H=32.9m），西侧20m为住院大楼（11F、H=49.8m）。

项目地理位置见附图1，项目外环境关系见附图及附图。

项目所在建设区域现状见下图。

	
拟建 DSA 机房内现状	拟建 DSA 机房所在的医技综合楼
	
北侧老住院楼（黄色）及门诊综合楼（蓝色）	西侧的住院大楼



图 8-1 项目场所及周围现状图

二、辐射环境现状

(一) 辐射环境现状的对象、监测项目

评价对象：本项目拟建地内部及周围的辐射环境

监测项目：X- γ 辐射剂量率

受广元市利州区中医医院，四川同佳检测有限责任公司技术人员于 2023 年 2 月 24 日按照要求对广元市利州区中医医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目拟建场所及周边进行了 X- γ 辐射环境剂量率的布点监测，其监测项目、分析方法见下表。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法
X- γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

使用的仪器及环境条件见下表：

表 8-2 监测项目及使用设备一览表

监测项目	使用仪器			环境条件	
	名称及编号	技术指标			校准情况
X- γ 辐射剂量率	名称： 环境监测用 X- γ 辐射空气比释动能率仪 型号： NT6101 编号：	①能量响应：48KeV~3.0MeV ②测量范围：10nGy/h~200 μ Gy/h ③能量相应： 能量响应 空气比释动能率（mGy/h） X 管电压（kV） 校准因子（ C_f ） 0.06 60 0.94		校准单位： 上海市计量测试技术研究院 证书编号： 2022H21-20-402 8522001 校准日期：2022 年 07 月 28 日	天气： 多云 温度： 15.2 $^{\circ}$ C 湿度： 62%

	TJHJ2021-49		80	0.79	有效期至：2023年07月27日	
			100	1.13		
			150	0.88		
			200	0.94		
		④剂量响应				
		剂量响应（使用 ¹³⁷ CS 辐射源）				
		空气比释动能率 (mGy/h)	校准因子 (C _f)			
		0.13	1.00			
		0.06	1.00			
		0.01	0.97			
0.002	0.95					
温湿度	名称： 数显温湿度表 型号：HTC-1 编 号： TJHJ2022-01	温度测量范围：-30~+70（℃） 湿度测量范围：20%RH~99%RH 分辨率：0.1℃/1%RH 温度不确定度：U=0.5℃（k=2） 湿度不确定度：U=2.3%RH（k=2）	校准单位： 德阳市计量测试所 校准字号： 20220308141 校准日期：2022年04月02日 有效期至：2023年04月01日			

（二）质量保证

本项目辐射环境现状监测实施的公司为四川同佳检测有限责任公司，该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

（三）监测布点原则及监测点布置

根据现场实际情况，X-γ辐射剂量率监测点位主要包括 DSA 机房内、DSA 机房四周配套用房区域、机房正上方及正下方楼层、院内老住院楼、门诊综合楼、住院大楼、院外先科公司商业楼、紫金盛世商业楼，监测点位涵盖了拟建机房内及四周、楼上楼下的区域及评价范围内的院内及院外主要敏感点，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地反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。监测布

点示意图如下：



图 8-2 本项目监测布点示意图

(四) 监测结果

本次监测项目在四川省生态环境监测业务系统的项目编号为：SCTJJCYXZRGSG4208-0001，本项目所在地环境本底 X- γ 辐射剂量率监测结果见表下表。

表 8-3 项目所在地环境本底 X- γ 辐射剂量率监测结果 nGy/h

序号	监测位置	测量值	标准差
1	拟建 DSA 机房内部	91	2
2	拟建 DSA 机房北侧污物通道区域	96	1
3	拟建 DSA 机房西侧操作间区域	94	2
4	拟建 DSA 机房南侧走廊区域	89	2
5	拟建 DSA 机房上方医技综合楼 3 层区域	88	2
6	拟建 DSA 机房下方医技综合楼 1 层区域	96	1
7	医技综合楼西侧住院大楼	98	2
8	医技综合楼北侧老住院楼	100	2
9	医技综合楼北侧门诊综合楼	95	2
10	医技综合楼东侧商业楼	91	1

11	医技综合楼东南侧商业楼	96	2
----	-------------	----	---

(五) 项目所在地天然贯穿辐射现状评价:

广元市利州区中医医院新增数字减影血管造影机(DSA)项目新建场所及周围敏感目标处 X- γ 辐射剂量率范围值为 88nGy/h~100nGy/h, 与《2021 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果 67.0~120.2nGy/h 无显著差异, 属正常环境本底水平。

综上, 可得出以下结论, 本项目所在地辐射环境处于本底状态。

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

1、土建、装修施工的工艺分析

项目施工期主要是在医技综合楼内部进行少量改造和装饰、设备安装等，施工期对外环境的影响很小。

2、设备安装调试期间的工艺分析

本项目 DSA 安装调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

二、营运期工艺分析

1、设备组成及工作原理

(1) DSA 射线装置设备组成

DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成，其整体外观示意图如图 9-2 所示。

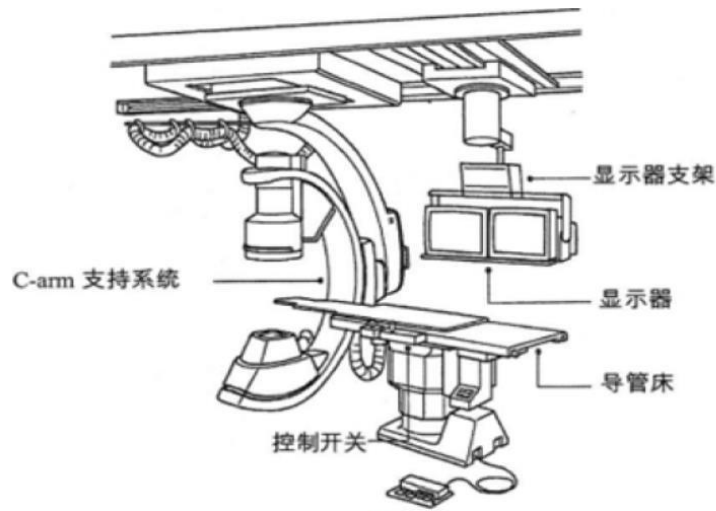


图 9-1 DSA 射线装置整体外观示意图

(2) DSA 射线装置工作方式

设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管是 X 射线检查的辐射源。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，高电压加在 X 射线管的两极之间，高速电子轰击靶体产生 X 射线。典型的 X 射线管的基本结构如下图所示。

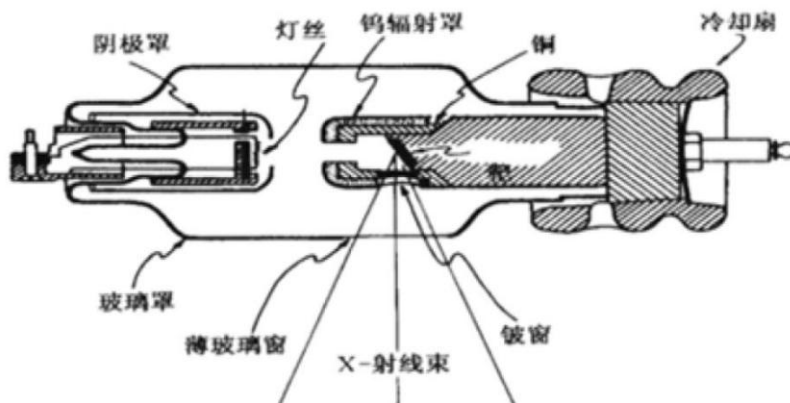


图 9-2 典型 X 射线管结构图

(3) DSA 射线装置工作原理

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 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，得知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、工作流程

①DSA 射线装置的工作流程

A.病人经医生诊断、确定需要介入治疗的病人进行手术前洁净准备；

B.医生向别人告知可能受到的辐射危害；

C.病人进入 DSA 机房，摆位；

D.DSA 在进行曝光时分为两种情况：

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

b.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 0.3~1.0m 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，病人离开介入室。

DSA 诊治流程及产污环节示意图如下图所示。

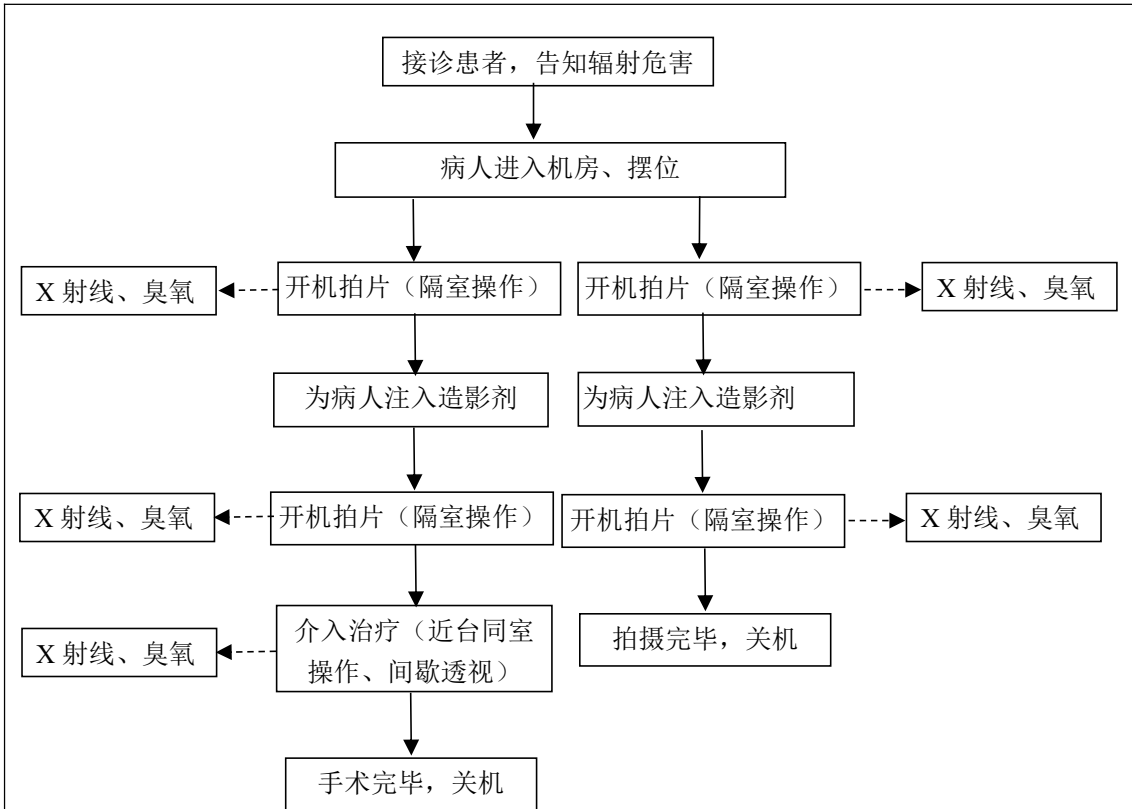


图 9-3 DSA 工作流程及产污环节示意图

3、本项目射线装置主要参数及工况

射线类型：X 射线

额定管电流：125kV

额定管电压：1000mA

过滤片材料及厚度：Al, 2mm

出束方向：由下向上

拍片工况：60~100kV, 100~300mA, 年出束 6.7h

透视工况：70~90kV, 6~20mA, 年出束 100h

4、本项目 DSA 机房医护、技师、患者、污物路径

人流：

表 9-1 本项目机房人流路径一览表

人员类别	路径情况
医生	医生在确认过当日手术流程并与病人家属进行术前沟通后，通过医技综合楼客梯进入医技综合楼二楼，通过缓冲间→换鞋区→更衣区→洁净走廊→操作间最终进入 DSA 机房，手术结束后，医生从按原路线离开
护士	护士通过医技综合楼客梯进入医技综合楼二楼，通过缓冲间→换鞋区→更衣

	区→洁净走廊→操作间最终进入 DSA 机房，在此路径上完成术前准备工作和协助医生手术工作，手术结束后，护士将协作病人通过病人等待间→苏醒间后，病人回到病区
技师	技师通过医技综合楼客梯进入医技综合楼二楼，通过缓冲间→换鞋区→更衣区→洁净走廊→操作间，进入控制室进行机器预热和调试；手术结束后，确认射线装置及配套设备关闭后按原路线返回
患者	手术开展前，护士带领病人通过医技综合楼客梯进入医技综合楼二楼，经过候梯厅进入病人等待间，后通过洁净走廊经 DSA 机房的病人通道门进入机房内；手术结束后，护士将协作病人通过病人等待间→苏醒间后，病人回到病区

污物：在手术结束、病人离开后，技师确认关机后通知清洁人员，清洁人员对医疗废物进行分类收集，不得与其他医疗废物和生活垃圾混堆混装，严格按照医疗废物收集要求，规范使用医疗废物收集袋封装后，清洁人员将所有医疗废物经 DSA 机房北侧污物通道门后，经污物通道将医疗废物送到污物打包登记间并贴上标识。在一天工作结束后放射科无公众时，清洁人员检查污物打包登记间内医疗废物标识、标签以及封口是否符合要求，医疗废物在转移过程中不得打开包装袋，如接收时发现有破损，应立即重新包装、标识。确认无误后将医疗废物由污物打包登记间按照规定路线运至医院西北侧医疗废物暂存间放入专用包装容器中，在运送时应当防止造成包装物或容器损坏和医疗废物的流失、泄漏和扩散，并防止医疗废物直接接触身体，本项目医疗废物由四川环能生态科技有限公司统一回收处理。

本项目医生、护士、技师及病患有专门的路径，医生用房独立成区，

患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，通道畅通无阻，方便治疗，满足医疗诊治的需求，相关路径规划合理。

本项目人流、污物路径示意图如下。

图 9-3 本项目人流、物流路径示意图²

5、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。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

污染源项描述

一、电离辐射

X 射线装置机开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线，本项目 DSA 产生的最大 X 射线能量 125kV，不开机状态不产生辐射。

二、废气

DSA 曝光过程中，空气在强辐射照射下，会使氧分子重新组合而产生臭氧，臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸。

三、固体废物

项目运行后，固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废物，如医疗包装物、容器和药棉、纱布、手套等。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废物由四川环能生态科技有限公司统一回收处理。

四、废水

DSA 运行过程中项目产生废水主要为地面清洁和手术医护人员产生的清洗废水、医护人员及病员的生活污水，废水处理措施：通过排污管道收集进入医院污水处理站，处理达标后外排市政污水管网后进入污水处理厂处理。

四、噪声

本项目噪声源主要为排风系统噪声，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

五、造影剂的存储、泄露风险

造影剂是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将造影剂作为普通药物一起存储管理。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、平面布置及布置合理性分析

本项目总体呈长条形布置，DSA 机房位于项目东北侧区域，机房南侧由北向南依次布置洁净走廊、病人等待间、苏醒间、无菌间、一次性物品库、铅衣存放间、器械间、缓冲间、更衣间、换鞋间、办公室、值班室等配套用房；在机房西侧布置设备间、操作间；在机房北侧布置无菌间、污物通道。

医院按照规定将本项目所涉及的辐射工作场所分为控制区和监督区管理。两区划分见本报告表 10-1 及图 10-1。两区分区合理，符合辐射防护要求。

本项目 DSA 机房及其辅助用房的布局设置充分考虑了医生和病人需求，病人通道、医生通道和污物通道分开布置，相互不交叉，病人通道的宽度满足病人手推车辆的通行，方便治疗。由辐射工作场所平面布局可见，本项目辐射工作场所及配套辅助用房整体布局紧凑，既便于医疗工作，又利于辐射防护。辐射工作场所用房之间采用墙体分隔措施，墙体、防护门的屏蔽防护厚度充分考虑了电离辐射效应，能够有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响。

综上分析，本项目辐射工作场所两区划分明确，平面布局既满足放射诊疗工作要求，又利于对本项目辐射工作人员、周围公众辐射防护。综上，从环境保护及辐射防护角度分析，本项目平面布局合理。

二、工作区域管理

（一）两区划分

1、分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照《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：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，要求有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并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括

门锁和联锁装置)限制进出控制区。放射性工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区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识；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。

2、控制区和监督区的划分

环评根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点，将 DSA 机房、无菌间列为控制区，将配套的设备间、操作间、病人通道门及污物通道门外各 1m 范围内划为监督区。本项目控制区及监督区的划分情况见下表，两区划分示意图见图 10-1。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

工作场所	控制区	监督区	备注
DSA	DSA 机房、无菌间	配套的设备间、操作间、病人通道门及污物通道门外各 1m 范围内	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候尽量减少在控制区内居留时间，以减少不必要的照射。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

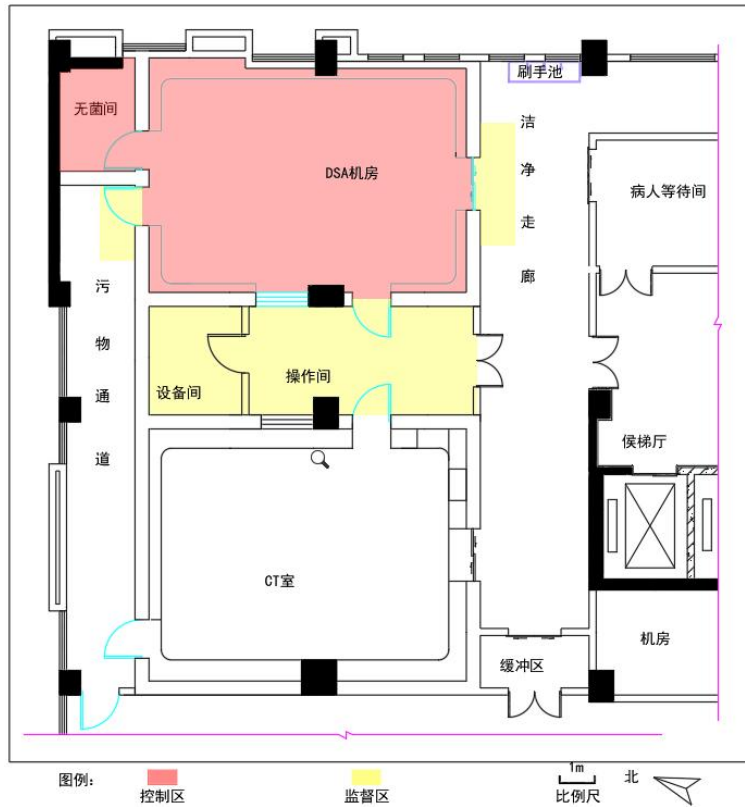


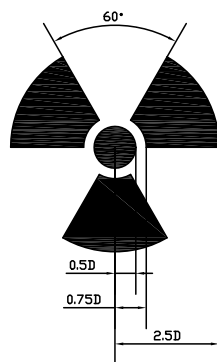
图 10-1 本项目两区划分示意图

3、控制区与监督区的防护手段与安全措施

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，项目建设单位应做到：

(1) 控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志（见下图）。



a. 电离辐射的标志



b. 电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

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

门禁)限制进出控制区;

④在更衣室备有个人防护用品、工作服、污染监测仪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。

(2) 监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区的边界;

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌;

③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。

三、辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为 X 射线,对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

1、设备固有安全性

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,例如剂量面积乘积(DAP)仪等。

⑥配备辅助防护设施：DSA 配备床下铅帘和悬吊铅帘、铅屏风（防护厚度均为 0.5mm 铅当量）等辅助防护用品与设施，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、工作场所实体防护情况

(1) 主体结构屏蔽设计

机房四周墙体结构为 200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆+方钢龙骨+50mm 厚玻镁板，地面为 230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥，上楼板为 150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥+方钢龙骨+50mm 厚玻镁板。观察窗为 4mm 铅当量含铅玻璃，四道防护门内均有 4mm 厚的铅板。

本项目 DSA 管电压不超过 125kV。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C1.2 可知，可根据 NCRP147 号报告计算不同管电压下不同材料厚度等同的铅当量。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1、C.2 以及附录表 C.2 可知。

辐射透射因子 B：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{公式 10-1}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（mm）；

α ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

铅当量厚度 X：

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} - \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{公式 10-2}$$

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

X ——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

折合屏蔽体铅当量时，保守按照 125kV 下主射线辐射衰减拟合参数进行铅当量折算。其辐射衰减拟合参数见下表。

表 10-2 铅、混凝土对不同管电压的 X 射线（主束）辐射衰减拟合参数

管电压 125kV			
材料	α	β	γ
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974

表 10-3 铅、混凝土对不同管电压的 X 射线（散束）辐射衰减拟合参数

管电压 125kV			
材料	α	β	γ
铅	2.233	7.888	0.7925
混凝土	0.03510	0.06600	0.7832

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 计算及查询，机房实体防护设施铅当量折合估算见下表。

表 10-4 DSA 机房的实体防护折合铅当量计算表

DSA 机房	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体 ^{注1}	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	1.8mm 铅当量 +2.4mm 铅当量	4.2mm 铅当量
屏蔽门	内均有 4mm 厚的铅板	4mm 铅当量	4mm 铅当量
观察窗	4mm 铅当量含铅玻璃	4mm 铅当量	4mm 铅当量
上楼板 ^{注1}	150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	1.9mm 铅当量 +2.4mm 铅当量	4.3mm 铅当量
地面	230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	3.1mm 铅当量 +2.4mm 铅当量	4.6mm 铅当量
个人防护器材	医生 0.5mm 铅当量铅衣+0.5mm 铅当量铅屏	1mm 铅当量	1mm 铅当量
	护士 0.5mm 铅当量铅衣	0.5mm 铅当量	0.5mm 铅当量

注 1：四周墙体及顶面除混凝土及硫酸钡水泥砂浆结构外，还设计有方钢龙骨及 50mm 厚玻镁板，考虑到方钢龙骨及 50mm 厚玻镁板为装修材料，无设计辐射防护功能，本表中未将该设计列出

注 2: 根据《辐射防护手册(第三分册)辐射安全》, 查表 3.3, 管电压 150kV (无 125kV 数据), 密度为 3.2g/cm³ 的钡水泥 (无密度为 3.8g/cm³ 的钡水泥数据), 厚度为 33mm 折合为 2.0mm 铅当量; 本项目防护采用的硫酸钡砂浆密度为 3.8g/cm³, 施工的硫酸钡砂浆厚度为 40mm, 保守估计折合为 2.4mmPb

(2) 机房通风措施

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中要求“6.4.3 机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风”, 针对该要求确认, 本项目机房吊顶层下方室内体积为 260m³, 达到 4 次/h 的换气需求需要的通风量为 1040m³, 本项目机房排风口设计风量为 3060m³/h, 与旁边 CT 机房(室内体积亦为 260m³) 共用排风机, 废气经共用的排风管道穿墙引至楼顶排放, 风管水平穿过机房墙壁且均用 4mm 厚铅板做屏蔽补偿, 能满足良好通风要求。

新风口、排风口安装于吊顶层, 位于混凝土楼面下方, 均不会破坏屏蔽体。新风由洁净空调机房通过风管引入, 设计风量为 4500m³/h, 将风通过管道穿墙送入 DSA 机房。为了避免交叉感染, 通风空调系统维持合理的气流流向和气流组织。通风空调系统的设置、室内气流组织以及废气的排放都考虑到避免空气在建筑物内反复循环和避免各房间空气相互掺混, 从而减少污染物积累和交叉污染的概率。

本项目新风、排风平面布置情况见附图 7。

3、介入手术过程中的屏蔽防护

(1) 在介入诊疗中, 手术医生必须认真做好自身的防护工作。具体要求是:

- ①进一步提高安全文化素养, 全面掌握辐射防护法规与技术知识;
- ②结合诊疗项目实际, 综合运用时间、距离与屏蔽防护措施;
- ③介入手术中, 佩戴好个人防护用品;
- ④必须开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测;
- ⑤发现问题及时整改。

(2) 同时, 医院在实施介入治疗时还须采取以下防护措施:

①熟悉机器性能和介入操作技术, 尽量减少照射和采集时间。特别避免未操作时仍踩脚闸; 通过制定最优化的治疗、诊断方案尽量减少射线装置的照射时间。尽量减少人员与设备间的近距离接触时间。

②操作人员采取隔室操作方式, 控制室与设备间之间以墙体隔开, 通过观

察窗观察病人情况，通过对讲机与病人交流。

③缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野；

④缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

⑤充分利用各种防护器材：

a.介入手术中机房内操作者穿铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅手套（防护厚度均为0.5mm铅当量）；

b.使用床下铅帘及悬吊铅帘（防护厚度均为0.5mm铅当量）。

⑥在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

（3）同时，在介入诊疗中必须做好患者的防护工作。

①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。

②将X线球管尽量远离患者，而将影像增强器尽量靠近患者。

③做好患者非投照部位的保护工作。

④定期维护介入设备；制定和执行介入诊疗中的质量保证计划。

⑤对病人非投照敏感部位，如甲状腺、性腺应进行重点防护，在不影响手术野的基础上甲状腺、乳腺、生殖器官对应体表部位防护范围应完整；投照前应根据病人体重、投照部位进行合理的参数设置，在不影响图像清晰度情况下，将病人非投照敏感部位辐射剂量降至最低；应在造影剂充盈目标血管时激发射线，从而达到目标血管完整显影，若目标血管不能完整显影，需增加投照次数，同时也增加了非投照敏感部位的辐射剂量；手术期间避免因操作失误、造影剂管路不通等因素空发射线，以免病人非投照敏感部位增加额外的辐射剂量。

4、源项控制

该射线装置购置于正规厂家，泄漏辐射不会超过《医用X射线治疗放射防护要求》（GBZ131-2017）规定的限值。且X射线装置装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

5、距离防护与时间防护

各区域将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在设备间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。

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊疗之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的治疗方案，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。

6、其他辐射防护装置及措施

①操作台控制

控制室操作台设置防止非工作人员操作的锁定开关。

②紧急止动装置

控制台上、介入手术床旁设置紧急止动按钮（两个紧急止动装置，各装置按钮分别与 X 射线系统连接）。DSA 系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

③视频监控、对讲装置

DSA 设备间和操作室之间拟安装电视监控，控制室能通过电视监视机房内患者治疗的情况。

在 DSA 设备间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 设备间内的手术人员联系。

④工作状态显示

机房防护门（医生通道门、病员通道门、污物通道门、无菌间门）外顶部拟设置工作状态指示灯箱。射线装置处于出束状态时，指示灯箱为红色，且处于闪烁状态，并启动声音报警装置，以警示人员注意安全；当射线装置处于非出束状态，指示灯箱为绿色。

⑤警告标志：DSA 设备间的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

7、与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析

本项目 DSA 涉及医用射线装置的个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析见下表：

表 10-5 项目涉及个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析表

放射检查类型	分项	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目已采取措施	符合性分析

介入放射学操作	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、介入防护手套选配：铅橡胶帽子	医院配备铅橡胶围裙（铅衣）3套、铅橡胶颈套3套、铅防护眼镜3副、介入防护手套3双	符合
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏选配：移动铅防护屏风	医院配备铅悬挂防护屏和床侧防护帘1套	符合
	患者和受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套选配：铅橡胶帽子	医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾1套、铅橡胶颈套1套	符合

由上表可知，本项目 DSA 涉及医用射线装置的个人防护用品和辅助防护设施配置符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

三、辐射安全措施与川环函〔2016〕1400 号的对照

为防止发生辐射事故，根据《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）和《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》（川环办发〔2016〕1400 号）中对本项目辐射防护安全装置的要求，本次评价根据建设单位拟采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析，具体情况见下表。

表 10-6 本项目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
1	场所设施	四周墙体+屋顶+地面实体防护	四周墙体结构为 200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆，地面为 230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥，上楼板为 150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥
2		机房门窗屏蔽	设置 4 扇 4mm 铅当量屏蔽门，设置 1 扇 4mm 铅当量观察窗
3		操作位局部屏蔽防护设施	医院配备铅悬挂防护屏和床侧防护帘 1 套
4		入口处电离辐射警告标志	需配备
5		入口处机器工作状态指示灯箱	机房防护门（医生通道门、病员通道门、污物通道门、无菌间门）外顶部拟设置工作状态指示灯箱，并具有声音报警装置，以警示人员注意安全
6		机房防护门外应设置出声光警示一套	
7		分区管理	对工作场所进行两区划分，运用实体屏障（屏蔽门）限制进出控制区，以黄线警示监督区的边界

8		辐射设备自带安全措施	设备自带
9		操作台控制	操作台设置有防止非工作人员操作的锁定开关
10		安全连锁	门灯连锁系统 4 套
11		紧急停止开关	设备自带，操作台及床体上各一个
12		门内紧急开门按钮（指示、说明）	门内紧急开门按钮（指示、说明）4 套
13		电视监控及对讲装置	拟设置 1 套
14		室内通风	拟设置通排风系统 1 套
15	监测设备	便携式辐射监测仪	1 台
16		个人剂量计	8 人×2 个
17	防护用品	医护人员个人防护	医院配备铅橡胶围裙（铅衣）3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双
18		患者防护	医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套
19	应急物资	警戒、公告用品、救护用品、通讯工具、灭火器材若干	拟设置

根据上表分析，本项目拟按照《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）和《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》（川环办发〔2016〕1400 号）中对本项目辐射防护安全装置的要求，落实辐射安全防护设施，以满足辐射安全防护的需要。

四、辐射工作场所安全保卫措施

为确保本项目所使用的 II 类射线装置的辐射安全，本项目采取的安全保卫措施见下表。

表 10-7 辐射工作场所安防措施一览表

场所类别	措施类别	对应措施
射线装置	防盗、防抢和防破坏	①本项目射线装置机房纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； ②工作场均设置有红外线监控摄像头实行 24h 实时监控； ③射线装置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； ④射线装置机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置和均购置于正规厂家，出厂时 X 射线漏射不会超过《医用 X 射线治疗卫生防护标准》（GBZ131-2017）； ②本项目射线装置工作场所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提出的措施进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况，根据辐射影响分析，机房屏蔽体外 30cm 处剂量率能满足 2.5 μ Sv/h 标准要求
--	--	--

三废的治理

一、废气

本项目DSA工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。

本项目DSA机房采用新风、排风系统通风，通风条件良好。本项目DSA射线装置正上方设置送风天花板，排风口设置于机房内吊顶西北侧，机房通风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”要求。为了避免交叉感染，通排风系统维持合理的气流流向和气流组织。DSA机房的废气通过排风管道引至综合楼楼顶排风口排放，DSA运行过程中产生的极少量臭氧对周围环境空气影响较小。

二、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水和医疗废水依托医院现有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 中的预处理标准排入市政污水管网后排入宝轮镇污水处理厂达《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后汇入清江河。

三、噪声

运营期噪声主要来源于排风系统等换气设备，其噪声值低于 60dB（A），噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

四、固体废物

项目运行后，固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾（年产生量约 1.5t）和介入手术时产生的医疗废物，如医疗包装物、容器和药棉、纱布、手套等（年产生量约0.5t）。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废物采用专门的容积收集后转移至医疗废物暂存间，按照普通医疗废物执行转移联单制度，医疗废物由四川环能生态科技有限公司统一回收处理。

五、射线装置报废处理

根据《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去功能化”。本项目使用的射线装置在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆卸，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

环保设施及投资分析

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，医院将投入一定资金建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品。本项目环保措施及其投资估算见下表。

表 10-8 环保设施（措施）及投资估算一览表

项目		设施（措施）	数量	金额 （万元）	备注	
施工期	扬尘防治	及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度	/	0.5	/	
	废水治理	生活污水产生量较小，进入建设单位污水处理系统处理后进入城市污水管网	/	0.5	/	
	噪声防治	采用低噪声工具，合理安排施工时间	/	1	/	
	固废防治	设置临时垃圾桶，生活垃圾经统一收集后由环卫部门统一清运处理；建筑材料可回收利用部分重新利用后剩余的建筑垃圾集中收集	/	1.2	/	
运行期	辐射防护	场所辐射屏蔽设施	屏蔽机房（DSA 机房），机房四周墙体结构为 200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆，地面为 230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥，上楼板为 150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	1 间	/	纳入主体工程
		DSA 机房防护铅门（铅当量 4mm）	4 扇	4	/	
		铅玻璃观察窗（铅当量 4mm）	1 扇	1	/	
	监测设备	便携式X-γ辐射监测仪	1 台	1	/	
		个人剂量计	8 人×2 个	0.8	/	
		防护用品	医护人员个人防护：医院配备铅橡胶围裙（铅衣）、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	各 3 套（双/副）	1.29	/
医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	各 1 套		0.5	/		

		床体旁的铅防护吊屏和床下铅帘	1 套	/	机器配置
	通风设施	排风系统 1 套	/	/	纳入主体工程
	安 全 及 应 急 装 置	紧急止动装置（操作台及床体上各一个）	1 套	/	机器配置
		门灯连锁系统	4 套	/	
		视频监控及对讲系统	1 套	1	/
		门内紧急开门按钮（指示、说明）	4 套	0.1	/
		固定的电离辐射警告标志	1 套	0.1	/
		防护门外设置出束声光警示	1 套	1	/
		警戒、公告用品、救护用品、通讯工具、灭火器材若干	若干	5	/
	分区管理	场所控制区、监督区划分标识	/	0.1	/
	制度	规章制度上墙	/	0.01	/
	人员培训	辐射工作人员辐射安全防护培训及再培训	/	0	/
	固废处置	医疗废物委托有资质单位处置，生活垃圾由环卫部门定期清运	/	2	/
	废水处置	地面清洁和手术医护人员产生的清洗废水、医护人员及病员的生活污水通过排污管道收集进入医院生活污水生化处理系统，预处理达标后外排市政污水管网后进入污水处理厂处理	/	1	/
	噪声处置	建筑墙体隔声、距离衰减、基础减震	/	1	/
	监测	射线装置年度监测费	/	12.5	/
合计			/	35.6	/

本项目总投资 800 万元，环保投资 35.6 万元，占总投资的 4.45%。今后在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合医院实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。同时医院应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

本次评价认为，本项目拟购进和建设的辐射安全防护设施是合理的，可满足日常辐射工作的要求。

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 DSA 机房所在医技综合楼已进行环评，并获得了广元市利州区环境保护局出具的关于《广元市利州区中医医院医技综合楼建设项目环境影响报告表》的批复（广利环审批〔2019〕7号）。目前该建设项目工程在建中。本项目主体建筑的施工期阶段环境影响已在医技综合楼环评中详细描述，故本项目仅进行简要分析。本项目施工期主要为通风系统、防护工程、表面装修、射线装置安装和调试，可能的污染因素主要为常规环境要素（施工废水、施工废气、施工噪声及施工固体废弃物影响）。DSA 安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染，但在调试时将产生一定辐射污染，设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

一、施工期对环境产生如下影响：

（1）施工期大气环境影响分析

建设阶段的大气污染源主要为装修阶段产生的废气，但影响仅局限在施工现场附近区域。通过及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度可减少大气对环境的影响。

（2）施工期废水环境影响分析

施工期间，项目施工期施工人员生活污水产生量较小，进入建设单位污水处理系统处理后进入城市污水管网。

（3）施工期噪声环境影响分析

施工期的噪声污染源主要为电锤、电钻等设备产生，因此，项目将加强管理。且在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准规定，将噪声降低到最低水平；禁止夜间施工。影响将随着施工期结束消除。

（4）施工期固体废物影响分析

施工期的固体废物主要是装修垃圾和生活垃圾。建设单位拟在施工场地出入口设置临时垃圾桶，生活垃圾经统一收集后由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。建筑材料可回收利用部

分重新利用后剩余的建筑垃圾集中收集，由建设单位外运至垃圾堆放场。故项目施工期间产生的固废对周边环境产生影响较小。

二、安装调试期对环境会产生如下影响：

本项目射线装置的安装调试阶段会产生 X 射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射防护建设完成后进行。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和 DSA 机房门外设立辐射电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，人员离开时，运输设备的车辆和 DSA 机房上锁并派人看守。在设备的调试过程中，应在 DSA 机房入口等处设置醒目的警示牌，工作结束后，确认各安全联锁装置正常后才能启用射线装置。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其他固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

总之，建设项目施工期和安装调试期对环境产生的上述影响均为短期的，建设项目建成后，影响即自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中应切实落实对施工产生的三废及噪声的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制，建设项目施工期对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、机房屏蔽厚度合理性分析

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线设备间使用面积、单边长度及屏蔽防护当量厚度应满足下表所列要求。

表 11-1 机房使用面积、单边长度及屏蔽防护当量厚度要求

设备类型	设备机房最小有效使用面积 (m ²) ^{注1}	设备机房最小单边长度 (m) ^{注1}	有用线束方向铅当量 (mm) ^{注2}	非有用线束方向铅当量 (mm) ^{注2}
单管头 X 射线设备 (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5	/	/
C 形臂 X 射线设备机房	/	/	2.0	2.0

注 1：根据 GBZ130-2020 表 2；注 2：根据 GBZ130-2020 表 3

本项目机房有效使用面积分别为 58.75m²，最小单边长度为 6.4m，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 2 中关于单管头 X 射线设备（含 C

形臂,乳腺 CBCT)设备机房最小有效使用面积 20m² 和最小单边长度 3.5m 要求。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C1.2 可知,可根据 NCRP147 号报告计算不同管电压下不同材料厚度等同的铅当量,最终将机房的屏蔽材料折算成等效屏蔽铅当量,见表 10-2。由表 10-2 对比表 11-1 可知,本项目 DSA 机房的屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)表 3 中关于 C 形臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求,屏蔽设计合理。

二、理论预测环境影响分析

1、各屏蔽体对主射线、散射线、漏射线的辐射透射因子

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C1.2 可知,可根据 NCRP147 号报告计算不同管电压下不同材料厚度等同的铅当量。虽然根据机器特性,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。在环境影响分析部分,散射线的透射因子将根据实际情况,采用实际工况(常用最大 100kV)下散射线拟合参数进行计算;泄露射线因和主射线能量一样,故采用实际工况(常用最大 100kV)下主射线拟合参数计算其透射因子,最终各射线的辐射透射因子计算结果见下表。

表 11-2 DSA 机房当前设计对主射线、散射线、漏射线的辐射透射因子

屏蔽体	设计屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果	对主/漏射线的辐射透射因子	对散射线的辐射透射因子
四周墙体	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	4.2mm 铅当量	2.06E-06	3.13E-06
屏蔽门	内均有 4mm 厚的铅板	4mm 铅当量	3.39E-06	5.17E-06
观察窗	4mm 铅当量含铅玻璃	4mm 铅当量	3.39E-06	5.17E-06
上楼板	150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	4.3mm 铅当量	1.60E-06	2.44E-06
地面	230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	4.6mm 铅当量	7.56-e07	1.15e-06
个人防护器材	0.5mm 铅当量铅衣+0.5mm 铅当量铅屏	1mm 铅当量	7.36E-03	1.05E-02
	0.5m 铅当量铅衣	0.5mm 铅当量	3.66E-02	4.73E-02

2、DSA 室周围剂量率预测

根据中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年

第 66 号《射线装置分类》，数字减影血管造影机（DSA）属于 II 类射线装置。工作时不产生废水和固体废物，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，包含主射线、散射线和泄漏射线。

（1）主射线

根据 NCRP 于 1968 年出版的第 33 号报告《能量在 10MeV 以下医用 X 射线和 γ 射线的防护——设备的设计和使用》中 3.1 章节“荧光检查装置的设计要求”下 3.1.1（d）介绍可知：当设备正常使用时，有用线束的整个横截面应该被一个永久安装在设备上的基本保护屏障减弱，如果屏障被去除照射将自动停止。

另根据 NCRP 于 2004 年出版的第 147 号报告《针对医用 X 射线影像设备的结构防护设计》4.1.6（p42）指出，因（FDA,2003c）规定在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线。4.1.6.2（p43-44）：事实上，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱...通常，保守起见，会忽略病人起到的显著削弱作用，只考虑成像硬件对于 X 射线的削弱。Dixon 在 1994 年，Dixon 和 Simpkin 在 1998 年的年度 AAPM TG 系列报告中给出了硬件设施的等效铅当量。由文中表 4.6 可得，影像接收器等硬件设施的等效铅当量为 0.85mm。

预测点处主射线的辐射剂量率计算公式如下：

$$H_{pr} = \frac{H_0 \cdot B}{r^2} \quad \text{公式 11-1}$$

H_{pr} ：预测点处的主射线辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ：血管造影系统在额定工作条件下，距靶点 1m 处 X 射线的剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）；

B ：屏蔽透射因子；

r ：X 射线管距离关注点距离 m。

（2）散射线

$$H_{sr} = \frac{H_0 \cdot \mu \cdot s \cdot \alpha \cdot \eta \cdot f}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad \text{公式 11-2}$$

H_{sr} ：屏蔽体外 30cm 处剂量率， uGy/h ；

H_0 : 血管造影系统在额定工作条件下, 距靶点 1m 处 X 射线输出量(uGy/h);

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

η : 对防护区的居留因子, 它表示人员在防护区停留或居住时间;

f : 屏蔽墙对初级 X 射线束减弱因子;

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 1.1×10^{-3} ;

s : 散射面积, cm^2 , 此处取 100cm^2 ;

d_0 : 源与病人的距离, 此处取 1m;

d_s : 受照体与关注点的距离 m。

(3) 泄露射线

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 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进行计算:

$$H_{lr} = \frac{H_0 \cdot f \cdot B \cdot \eta}{r^2} \quad \text{公式 11-3}$$

H_{lr} : 预测点处的泄漏辐射剂量率, uGy/h;

H_0 : 血管造影系统在额定工作条件下, 距靶点 1m 处 X 射线的输出量 (uGy/h);

B : 屏蔽透射因子;

f : 泄漏射线比率, 0.1%;

η : 对防护区的居留因子, 它表示人员在防护区停留或居住的时间;

r : X 射线机至关注点, 距离 m。

根据《放射医学中的辐射防护》(Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010, p300) 对于利用因子一律取 1。居留因子根据 NCRP147 号报告表 4.1 进行取值。

根据射线装置的工作原理和实际工作状态可知，DSA 用于采集时额定电压 125kV，额定电流为 1000mA。根据本项目机型实际使用的较大工况进行保守预估，预计拍片模式下持续时间很短，以 100kV，300mA 模式运行；透视模式下持续时间较长，以 90kV，20mA 模式运行。

根据辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽图 4.4c，当管电压为 90kV 时，查得 $v_{r0}=0.9R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；当管电压为 100kV 时，查得 $v_{r0}=1.0R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。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 $157.14mGy \cdot min^{-1}$ ；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 $2619mGy \cdot min^{-1}$ 。

根据公式 11-1、11-2、11-3 计算 DSA 机房周围关注点在开机时在屏蔽厚度下的各个关注点的主射线、散射线和泄露射线产生的瞬时剂量率，结果见表 11-3，关注点位图见图 11-1~11-4。

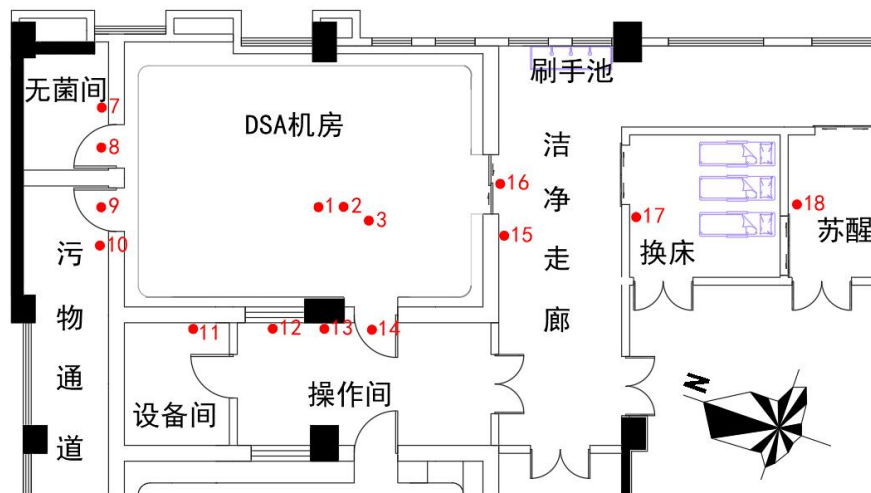


图 11-1 本项目 DSA 机房内和四周关注点位图

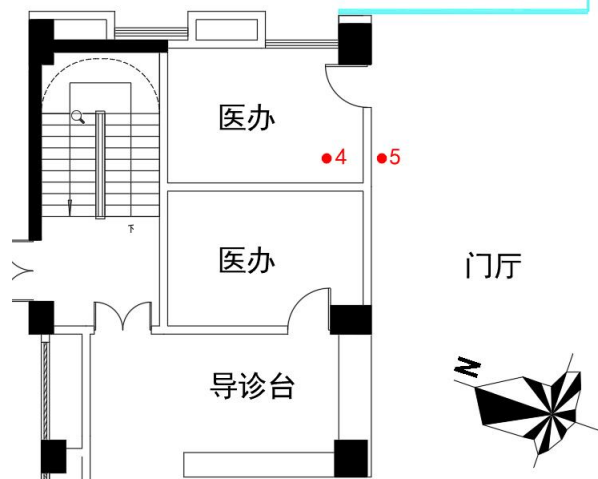


图 11-2 本项目 DSA 机房楼下关注点位图

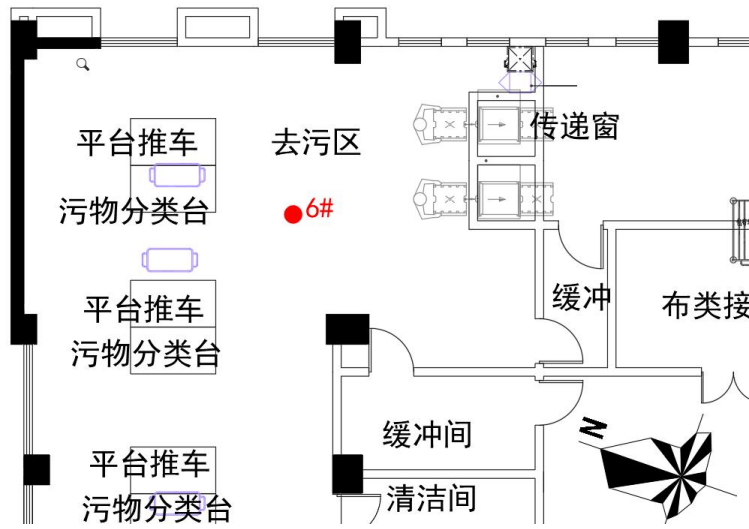


图 11-3 本项目 DSA 机房楼上关注点位图

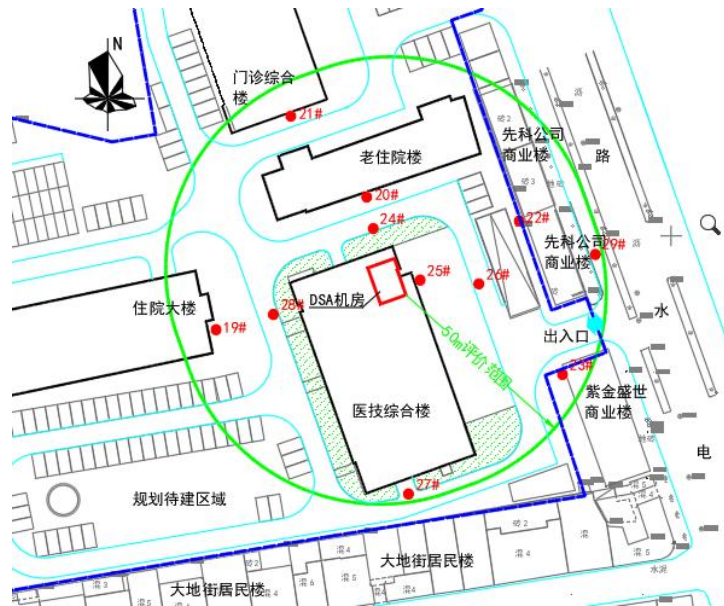


图 11-4 本项目 DSA 机房所在医技综合楼外关注点位图

表 11-3 不同介入诊疗条件下 DSA 室内及周围剂量率估算结果

(a) DSA 室周围关注点主射线剂量率水平预测结果

关注点	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	减弱因子 ^注	瞬时剂量率 (uGy/h)
6	机房上方医技楼 3 层消毒供应中心去污区	透视	4.5	150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	1.91E-07	2.47E-05
		拍片			1.91E-07	4.12E-04

注：主射方向减弱因子考虑了影像接收器等硬件设施的 0.85mm 等效铅当量

(b) DSA 室周围关注点散射线剂量率水平预测结果

关注点编号	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	减弱因子	利用因子	居留因子	距靶点 1m 处 X 射线,输出量 (uGy/h)	瞬时剂量率 (uGy/h)
1	机房内第一术者位	透视	0.3	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅屏	1.05E-02	1	1	2619	14.98
2	机房内第二术者位	透视	0.75		1.05E-02	1	1	2619	5.39
3	护士位	透视	1.0	0.5mmPb 铅衣	4.73E-02	1	1	2619	13.64
4	机房下方医技楼 1 层医生办公室	透视	4.5	230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	1.15E-06	1	1	2619	1.63E-05
		拍片			1.15E-06	1	1	43650	2.72E-04
5	机房下方医技楼 1 层门诊厅	透视	4.7	230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	1.15E-06	1	0.25	2619	3.74E-06
		拍片			1.15E-06	1	0.25	43650	6.24E-05
7	机房北侧墙	透视	5.9	200mm 实心砖墙	3.13E-06	1	0.25	2619	6.48E-06

	体外(无菌间)	拍片		+40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	0.25	43650	1.08E-04
8	机房北侧无菌间通道门外(无菌间)	透视	5.7	屏蔽门内含有 4mm 厚的铅板	5.17E-06	1	0.25	2619	1.15E-05
		拍片			5.17E-06	1	0.25	43650	1.91E-04
9	机房北侧污物通道门外(污物通道间)	透视	5.7	屏蔽门内含有 4mm 厚的铅板	5.17E-06	1	0.25	2619	1.15E-05
		拍片			5.17E-06	1	0.25	43650	1.91E-04
10	机房北侧墙体(污物通道间)	透视	5.9	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	0.25	2619	6.48E-06
		拍片			3.13E-06	1	0.25	43650	1.08E-04
11	机房西侧墙外(设备间)	透视	5.1	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	0.25	2619	8.67E-06
		拍片			3.13E-06	1	0.25	43650	1.44E-04
12	机房西侧观察窗外(操作间)	透视	4.0	4mm 铅当量含铅玻璃	5.17E-06	1	1	2619	9.30E-05
		拍片			5.17E-06	1	1	43650	1.55E-03
13	机房西侧墙外(操作间)	透视	3.9	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	1	2619	5.93E-05
		拍片			3.13E-06	1	1	43650	9.88E-04
14	机房西侧医生通道门外(操作间)	透视	4.2	屏蔽门内含有 4mm 厚的铅板	5.17E-06	1	1	2619	8.44E-05
		拍片			5.17E-06	1	1	43650	1.41E-03
15	机房南侧墙	透视	5.0	200mm 实心砖墙	3.13E-06	1	0.25	2619	9.02E-06

	外（洁净走廊）	拍片		+40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	0.25	43650	1.50E-04
16	机房南侧病员通道门外（洁净走廊）	透视	4.6	屏蔽门内含有 4mm 厚的铅板	5.17E-06	1	0.25	2619	1.76E-05
		拍片			5.17E-06	1	0.25	43650	2.93E-04
17	机房南侧病人等待间	透视	8.2	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	1	2619	1.34E-05
		拍片			3.13E-06	1	1	43650	2.23E-04
18	机房南侧苏醒间	透视	12.1	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	1	2619	6.16E-06
		拍片			3.13E-06	1	1	43650	1.03E-04
19	住院大楼	透视	45	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	1	2619	4.30E-07
		拍片			3.13E-06	1	1	43650	7.16E-06
20	老住院楼	透视	23	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	1	2619	1.66E-06
		拍片			3.13E-06	1	1	43650	2.77E-05
21	门诊综合楼	透视	48	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	1	2619	3.88E-07
		拍片			3.13E-06	1	1	43650	6.47E-06
22	先科公司商业楼	透视	37	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	1	2619	6.55E-07
		拍片			3.13E-06	1	1	43650	1.09E-05
23	紫金盛世商业楼	透视	47	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.13E-06	1	1	2619	4.06E-07
		拍片			3.13E-06	1	1	43650	6.77E-06

24	医技综合楼 北侧院内道 路	透视	12	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥 砂浆	3.13E-06	1	0.025	2619	1.57E-07
		拍片			3.13E-06	1	0.025	43650	2.61E-06
25	医技综合楼 东侧广场	透视	6	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥 砂浆	3.13E-06	1	0.025	2619	6.26E-07
		拍片			3.13E-06	1	0.025	43650	1.04E-05
26	医技综合楼 东侧院内道 路	透视	21	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥 砂浆	3.13E-06	1	0.025	2619	5.11E-08
		拍片			3.13E-06	1	0.025	43650	8.52E-07
27	医技综合楼 南侧院内道 路	透视	52	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥 砂浆	3.13E-06	1	0.025	2619	8.34E-09
		拍片			3.13E-06	1	0.025	43650	1.39E-07
28	医技综合楼 西侧道路	透视	28	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥 砂浆	3.13E-06	1	0.025	2619	2.88E-08
		拍片			3.13E-06	1	0.025	43650	4.79E-07
29	水电路人行 道	透视	52	200mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡水泥 砂浆	3.13E-06	1	0.025	2619	8.34E-09
		拍片			3.13E-06	1	0.025	43650	1.39E-07

注：机房东侧墙体外为医技综合楼 2 层的外墙，不可到人，因此机房东侧墙外未设置关注点

(c) DSA 室周围关注点泄露辐射剂量率水平预测结果

关注点 编号	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	减弱因子	居留因子	距靶点 1m 处 X 射线, 输出量 (uGy/h)	瞬时剂量率 (uGy/h)
1	机房内第一 术者位	透视	0.3	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏	7.36E-03	1	2619	0.10
2	机房内第二	透视	0.75		7.36E-03	1	2619	0.03

	术者位							
3	护士位	透视	1.0	0.5mmPb 铅衣	3.66E-02	1	2619	0.10
4	机房下方医技楼 1 层医生办公室	透视	4.5	230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	7.56E-07	1	2619	9.78E-08
		拍片			7.56E-07	1	43650	1.63E-06
5	机房下方医技楼 1 层门诊	透视	4.7	230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	7.56E-07	0.25	2619	2.24E-08
		拍片			7.56E-07	0.25	43650	3.74E-07
7	机房北侧墙体外（无菌间）	透视	5.9	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.25	2619	3.87E-08
		拍片			2.06E-06	0.25	43650	6.45E-07
8	机房北侧无菌间通道门外（无菌间）	透视	5.7	屏蔽门内含有 4mm 厚的铅板	3.39E-06	0.25	2619	6.83E-08
		拍片			3.39E-06	0.25	43650	1.14E-06
9	机房北侧污物通道门外（污物通道间）	透视	5.7	屏蔽门内含有 4mm 厚的铅板	3.39E-06	0.25	2619	6.83E-08
		拍片			3.39E-06	0.25	43650	1.14E-06
10	机房北侧墙体外（污物通道间）	透视	5.9	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.25	2619	3.87E-08
		拍片			2.06E-06	0.25	43650	6.45E-07
11	机房西侧墙体外（设备间）	透视	5.1	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.25	2619	5.18E-08
		拍片			2.06E-06	0.25	43650	8.63E-07
12	机房西侧观	透视	4.0	4mm 铅当量含铅玻璃	3.39E-06	1	2619	5.55E-07

	察窗外（操作间）	拍片			3.39E-06	1	43650	9.25E-06
13	机房西侧墙外（操作间）	透视	3.9	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	1	2619	3.54E-07
		拍片			2.06E-06	1	43650	5.90E-06
14	机房西侧医生通道门外（操作间）	透视	4.2	屏蔽门内含有4mm厚的铅板	3.39E-06	1	2619	5.03E-07
		拍片			3.39E-06	1	43650	8.39E-06
15	机房南侧墙外（洁净走廊）	透视	5.0	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.25	2619	5.39E-08
		拍片			2.06E-06	0.25	43650	8.98E-07
16	机房南侧病员通道门外（洁净走廊）	透视	4.6	屏蔽门内含有4mm厚的铅板	3.39E-06	0.25	2619	1.05E-07
		拍片			3.39E-06	0.25	43650	1.75E-06
17	机房南侧病人等待间	透视	8.2	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	1	2619	8.01E-08
		拍片			2.06E-06	1	43650	1.34E-06
18	机房南侧苏醒间	透视	12.1	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	1	2619	3.68E-08
		拍片			2.06E-06	1	43650	6.13E-07
19	住院大楼	透视	45	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	1	2619	2.66E-09
		拍片			2.06E-06	1	43650	4.43E-08
20	老住院楼	透视	23	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	1	2619	1.02E-08
		拍片			2.06E-06	1	43650	1.70E-07

21	门诊综合楼	透视	48	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	1	2619	2.34E-09
		拍片			2.06E-06	1	43650	3.90E-08
22	先科公司商业楼	透视	37	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	1	2619	3.93E-09
		拍片			2.06E-06	1	43650	6.56E-08
23	紫金盛世商业楼	透视	47	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	1	2619	2.44E-09
		拍片			2.06E-06	1	43650	4.06E-08
24	医技综合楼 北侧院内道路	透视	12	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.025	2619	9.35E-10
		拍片			2.06E-06	0.025	43650	1.56E-08
25	医技综合楼 东侧广场	透视	6	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.025	2619	3.74E-09
		拍片			2.06E-06	0.025	43650	6.23E-08
26	医技综合楼 东侧院内道路	透视	21	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.025	2619	3.05E-10
		拍片			2.06E-06	0.025	43650	5.09E-09
27	医技综合楼 南侧院内道路	透视	52	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.025	2619	4.98E-11
		拍片			2.06E-06	0.025	43650	8.30E-10
28	医技综合楼 西侧道路	透视	28	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.025	2619	1.72E-10
		拍片			2.06E-06	0.025	43650	2.86E-09
29	水电路人行道	透视	52	200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.06E-06	0.025	2619	4.98E-11
		拍片			2.06E-06	0.025	43650	8.30E-10
注：机房东侧墙体为医技综合楼 2 层的外墙，不可到人，因此机房东侧墙外未设置关注点								

(d) DSA 室内及周围的剂量率水平合计预测结果

关注点编号	预测点	模式	主射线剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	散射线剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	泄露射线剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	合计瞬时剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$) ($\mu\text{Gy/h}$)
1	机房内第一术者位	透视	/	14.98	0.10	15.07
2	机房内第二术者位	透视	/	5.39	0.03	5.43
3	护士位	透视	/	13.64	0.02	13.66
4	机房下方医技楼 1 层 医生办公室	透视	/	1.63E-05	9.78E-08	1.64E-05
		拍片	/	2.72E-04	1.63E-06	2.74E-04
5	机房下方医技楼 1 层 门厅	透视	/	3.74E-06	2.24E-08	3.77E-06
		拍片	/	6.24E-05	3.74E-07	6.28E-05
7	机房北侧墙体外 (无 菌间)	透视	/	6.48E-06	3.87E-08	6.51E-06
		拍片	/	1.08E-04	6.45E-07	1.09E-04
8	机房北侧无菌间通道 门外 (无菌间)	透视	/	1.15E-05	6.83E-08	1.15E-05
		拍片	/	1.91E-04	1.14E-06	1.92E-04
9	机房北侧污物通道门 外 (污物通道间)	透视	/	1.15E-05	6.83E-08	1.15E-05
		拍片	/	1.91E-04	1.14E-06	1.92E-04
10	机房北侧墙体外 (污 物通道间)	透视	/	6.48E-06	3.87E-08	6.51E-06
		拍片	/	1.08E-04	6.45E-07	1.09E-04
11	机房西侧墙外 (设备 间)	透视	/	8.67E-06	5.18E-08	8.72E-06
		拍片	/	1.44E-04	8.63E-07	1.45E-04

12	机房西侧观察窗外 (操作间)	透视	/	9.30E-05	5.55E-07	9.36E-05
		拍片	/	1.55E-03	9.25E-06	1.56E-03
13	机房西侧墙外(操作 间)	透视	/	5.93E-05	3.54E-07	5.96E-05
		拍片	/	9.88E-04	5.90E-06	9.94E-04
14	机房西侧医生通道门 外(操作间)	透视	/	8.44E-05	5.03E-07	8.49E-05
		拍片	/	1.41E-03	8.39E-06	1.41E-03
15	机房南侧墙外(洁净 走廊)	透视	/	9.02E-06	5.39E-08	9.07E-06
		拍片	/	1.50E-04	8.98E-07	1.51E-04
16	机房南侧病员通道门 外(洁净走廊)	透视	/	1.76E-05	1.05E-07	1.77E-05
		拍片	/	2.93E-04	1.75E-06	2.95E-04
17	机房南侧病人等待间	透视	/	1.34E-05	8.01E-08	1.35E-05
		拍片	/	2.23E-04	1.34E-06	2.25E-04
18	机房南侧苏醒间	透视	/	6.16E-06	3.68E-08	6.19E-06
		拍片	/	1.03E-04	6.13E-07	1.03E-04
19	住院大楼	透视	/	4.45E-07	2.66E-09	4.48E-07
		拍片	/	7.42E-06	4.43E-08	7.47E-06
20	老住院楼	透视	/	1.70E-06	1.02E-08	1.71E-06
		拍片	/	2.84E-05	1.70E-07	2.86E-05
21	门诊综合楼	透视	/	3.91E-07	2.34E-09	3.94E-07
		拍片	/	6.52E-06	3.90E-08	6.56E-06

22	先科公司商业楼	透视	/	6.59E-07	3.93E-09	6.63E-07
		拍片	/	1.10E-05	6.56E-08	1.10E-05
23	紫金盛世商业楼	透视	/	4.08E-07	2.44E-09	4.11E-07
		拍片	/	6.80E-06	4.06E-08	6.84E-06
24	医技综合楼北侧院内道路	透视	/	1.57E-07	9.35E-10	1.57E-07
		拍片	/	2.61E-06	1.56E-08	2.62E-06
25	医技综合楼东侧广场	透视	/	6.26E-07	3.74E-09	6.30E-07
		拍片	/	1.04E-05	6.23E-08	1.05E-05
26	医技综合楼东侧院内道路	透视	/	5.11E-08	3.05E-10	5.14E-08
		拍片	/	8.52E-07	5.09E-09	8.57E-07
27	医技综合楼南侧院内道路	透视	/	8.34E-09	4.98E-11	8.39E-09
		拍片	/	1.39E-07	8.30E-10	1.40E-07
28	医技综合楼西侧道路	透视	/	2.88E-08	1.72E-10	2.89E-08
		拍片	/	4.79E-07	2.86E-09	4.82E-07
29	水电路人行道	透视	/	8.34E-09	4.98E-11	8.39E-09
		拍片	/	1.39E-07	8.30E-10	1.40E-07
6	机房上方医技楼3层消毒供应中心去污区	透视	2.47E-05	/	/	2.47E-05
		拍片	4.12E-04	/	/	4.12E-04

根据上表可知，DSA 室四周墙体、各屏蔽门、观察窗、上楼板、地面屏蔽条件均能满足辐射屏蔽的要求，即透视和拍片时在设计的防护条件下，屏蔽体外的瞬时剂量率均小于 2.5μGy/h，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中 6.3 的要求。

2、辐射工作人员及周围公众年有效剂量预测

(1) 医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时，会穿联体铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，在过程手术中，手术医生腕部距离辐射源（非主射束方向）最近，因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行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 DSA 机房或 DSA 机房人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks}(\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad \text{公式 11-4}$$

$$\dot{k} = \frac{H^*(10)}{C_{KH^*}} \quad \text{公式 11-5}$$

式中：

D_s — 皮肤吸收剂量 (mGy)；

\dot{k} — X、γ辐射场的空气比释动能率 (μGy·h⁻¹)；

C_{ks} — 空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 (Gy/Gy)

t — 人员累积受照时间，单位为小时 (h)；

$H^*(10)$ — X、γ辐射场的周围剂量当量率 (μSv·h⁻¹)；

C_{KH^*} — 空气比释动能到周围剂量当量的转换系数 (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（非主射束方向）的距离取 0.3m，且考虑 0.025mmPb 防护手套屏蔽防护，则该处的剂量当量率为 2.36×10⁴μGy/h。本项目 DSA 可近似的视为

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 11-5）计算出辐射场的空气比释动能为 $1.37\times 10^4\mu\text{Gy/h}$ 。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 $C_{ks}=1.134\text{mGy/mGy}$ 。根据介入手术工作量分配情况，医生的保守估计受照时间最长为 55h，医生手术位腕部皮肤约 1/5 的时间处于受照位置，核算出每名医生腕部皮肤受到当量剂量为 55.93mSv/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。

（2）术者位眼晶体年当量剂量估算

本项目参考《直读式剂量计用于介入职业人员眼晶状体剂量实时监测方法的研究》（中华放射医学与防护杂志，2016 年 12 月第 36 卷第 12 期，黄卓、范瑶华、李文炎、欧向明、岳保荣、徐辉，中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所辐射防护与核应急中国疾病预防控制中心重点实验室；基金项目：国家科技支撑计划项目（2014BAI12B04））中测量的眼晶体数据进行类比预测。

该文献中剂量计选择：采用美国 Fuke 公司生产的型号为 RaySafei2 的直读式电子剂量计。该剂量计是半导体个人剂量计。该研究涉及的大多数病例的曝光参数（70~100kV）范围内，本项目常用工况恰好属于该范围内。作为比较研究的 TLD 探测元件为 LF（Mg，Cu，P）。

剂量计刻度：根据国际辐射单位与测量委员会（ICRU）的建议， $\text{Hp}(3)$ 是最适合评价眼晶状体受照剂量的实用量。因此，该研究中采用欧盟辐射防护最优化项目（Optimization of Radiation Protection for Medical Staff, ORAMED）推荐的刻度方法结合 $\text{Hp}(3)$ 与空气比释动能的转换系数，对选用的直读式电子剂量计进行 $\text{Hp}(3)$ 刻度。刻度在中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所国家二级标准剂量学实验室进行。作为比较研究的热释光剂量计（TLD）采用相同的刻度方法对其进行 $\text{Hp}(3)$ 刻度。

剂量计佩戴和数据测读：将直读式电子剂量计固定在弹性可伸缩绷带上佩戴于介入手术职业人员的头部左侧，TLD 同样悬挂在介入手术职业人员头部左

侧，两种剂量计相互紧贴。在不影响术者操作的情况下，将剂量计尽可能靠近术者左眼。为每例介入手术的第一术者和第二术者佩戴剂量计。个别手术类型由唯一术者完成，则只记录第一术者剂量。一些手术病例需要 3 名术者共同完成，则也为第三术者佩戴剂量计。

将直读式电子剂量计与电子显示屏通过蓝牙配对连接，在手术过程中通过电子显示屏实时观察和读取术者的瞬时剂量率，在手术结束后读取该例手术的术者累积剂量。

介入手术设备选择：该研究选取了临床使用较多的 2 台单 X 射线管和 3 台双 X 射线管 DSA 设备。所有设备均配备悬吊式铅防护屏和床侧铅防护帘。

介入手术类型选择：临床上介入手术应用较多的为心血管系统和脑血管系统疾病的诊断和治疗。该研究选取了冠状动脉造影术、冠状动脉支架植入术、脑部血管支架植入术、脑部血管栓塞术、神经系统血管造影 5 类介入术类型。以上手术类型与本项目数量最多的手术类型相似。

表 11-4 5 种介入手术类型测得介入职业人员眼晶状体个人剂量当量 $H_p(3)$ (μSv)

介入手术类型	介入职业人员	例数	直读式剂量计	每例手术个人剂量当量	热释光剂量计	每例手术个人剂量当量
冠状动脉造影	第一术者位	29	10.82	0.3731	11.04	0.3807
	第二术者位	21	7.39	0.3519	10.39	0.4948
神经系统血管造影	第一术者位	54	12.36	0.2289	13.90	0.2574
	第二术者位	22	16.03	0.7286	23.21	1.055
脑部血管栓塞术	第一术者位	21	13.73	0.6538	15.20	0.7238
	第二术者位	16	23.04	1.440	24.26	1.516
脑部支架植入术	第一术者位	19	31.76	1.672	32.09	1.689
	第二术者位	9	14.74	1.638	22.79	2.532
冠状动脉支架植入术	第一术者位	12	23.55	1.963	22.10	1.842
	第二术者位	13	10.78	0.8292	17.35	1.335

参考上表中每例手术个人剂量当量 $H_p(3)$ 最大值 $2.532\mu\text{Sv}/\text{例}$ ，结合本项目医师年最大手术量，预计本项目辐射工作人员眼晶体年度个人剂量当量约为 0.207mSv （已根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128—2019）乘以转换系数）。满足本项目职业人员眼晶体的年当量剂量约束值 37.5mSv 要求。

(3) 人员所受年有效剂量估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A 公

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

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times K \quad \text{公式 11-6}$$

H_{Er} ：X 射线外照射人均年剂量，mSv/a；

D_r ：关注点处空气吸收剂量率 uGy/h；

T ：居留因子；

t ：年照射时间，h；

K ：有效剂量与吸收剂量转换系数。

根据公式 11-6 可得辐射工作人员及周围公众年有效剂量预测结果见下表。

表 11-5 本项目 DSA 室辐射工作人员及周围公众年有效剂量一览表

关注点编号	预测点	模式	合计瞬时剂量率 (uGy/h)	年照射时间 (h)	居留因子	目标类型	年有效剂量 (mSv/a)
1	机房内第一术者位	透视	15.07	55	1	职业	1.40
2	机房内第二术者位	透视	5.43	55	1	职业	0.50
3	护士位	透视	13.66	55	1	职业	1.27
4	机房下方医技楼 1 层医生办公室	透视	1.64E-05	100	1	公众	2.78E-06
		拍片	2.74E-04	6.7	1	公众	3.10E-06
5	机房下方医技楼 1 层门厅	透视	3.77E-06	100	0.25	公众	1.59E-07
		拍片	6.28E-05	6.7	0.25	公众	1.78E-07
7	机房北侧墙体外 (无菌间)	透视	6.51E-06	55	0.25	职业	2.94E-07
		拍片	1.09E-04	3.7	0.25	职业	4.89E-06
8	机房北侧无菌间通道门外 (无菌间)	透视	1.15E-05	55	0.25	职业	5.19E-07
		拍片	1.92E-04	3.7	0.25	职业	8.66E-06
9	机房北侧污物通道门外 (污物通道间)	透视	1.15E-05	100	0.25	公众	4.87E-07
		拍片	1.92E-04	6.7	0.25	公众	5.44E-07
10	机房北侧墙体外 (污物通道间)	透视	6.51E-06	100	0.25	公众	2.75E-07
		拍片	1.09E-04	6.7	0.25	公众	3.07E-07
11	机房西侧墙外 (设备间)	透视	8.72E-06	55	0.25	职业	3.93E-07
		拍片	1.45E-04	3.7	0.25	职业	6.55E-06
12	机房西侧观察	透视	9.36E-05	55	1	职业	1.69E-05

	窗外(操作间)	拍片	1.56E-03	3.7	1	职业	2.81E-04
13	机房西侧墙外 (操作间)	透视	5.96E-05	55	1	职业	1.08E-05
		拍片	9.94E-04	3.7	1	职业	1.79E-04
14	机房西侧医生 通道门外(操 作间)	透视	8.49E-05	55	1	职业	1.53E-05
		拍片	1.41E-03	3.7	1	职业	2.55E-04
15	机房南侧墙外 (洁净走廊)	透视	9.07E-06	100	0.25	公众	3.83E-07
		拍片	1.51E-04	6.7	0.25	公众	4.28E-07
16	机房南侧病员 通道门外(洁 净走廊)	透视	1.77E-05	100	0.25	公众	7.47E-07
		拍片	2.95E-04	6.7	0.25	公众	8.35E-07
17	机房南侧病人 等待间	透视	3.37E-06	100	1	公众	2.28E-06
		拍片	5.62E-05	6.7	1	公众	2.55E-06
18	机房南侧苏醒 间	透视	6.19E-06	100	1	公众	1.05E-06
		拍片	1.03E-04	6.7	1	公众	1.17E-06
19	住院大楼	透视	4.32E-07	100	1	公众	7.57E-08
		拍片	7.21E-06	6.7	1	公众	8.45E-08
20	老住院楼	透视	1.67E-06	100	1	公众	2.90E-07
		拍片	2.78E-05	6.7	1	公众	3.24E-07
21	门诊综合楼	透视	3.90E-07	100	1	公众	6.65E-08
		拍片	6.51E-06	6.7	1	公众	7.43E-08
22	先科公司商业 楼	透视	6.59E-07	100	1	公众	1.12E-07
		拍片	1.10E-05	6.7	1	公众	1.25E-07
23	紫金盛世商业 楼	透视	4.09E-07	100	1	公众	6.94E-08
		拍片	6.81E-06	6.7	1	公众	7.75E-08
24	医技综合楼北 侧院内道路	透视	1.57E-07	100	0.025	公众	6.65E-10
		拍片	2.62E-06	6.7	0.025	公众	7.43E-10
25	医技综合楼东 侧广场	透视	6.30E-07	100	0.025	公众	2.66E-09
		拍片	1.05E-05	6.7	0.025	公众	2.97E-09
26	医技综合楼东 侧院内道路	透视	5.14E-08	100	0.025	公众	2.17E-10
		拍片	8.57E-07	6.7	0.025	公众	2.43E-10
27	医技综合楼南 侧院内道路	透视	8.39E-09	100	0.025	公众	3.54E-11
		拍片	1.40E-07	6.7	0.025	公众	3.96E-11
28	医技综合楼西 侧道路	透视	2.89E-08	100	0.025	公众	1.22E-10
		拍片	4.82E-07	6.7	0.025	公众	1.36E-10
29	水电路人行道	透视	8.39E-09	100	0.025	公众	3.54E-11
		拍片	1.40E-07	6.7	0.025	公众	3.96E-11
6	机房上方医技 楼3层消毒供 应中心去污区	透视	2.47E-05	100	1	公众	4.18E-06
		拍片	4.12E-04	6.7	1	公众	4.67E-06
注：表中全年照射时间公众按本项目 DSA 全年照射时间考虑，职业按单组工作人员最长工 作时间（拍片 55h，透视 3.7h）考虑，其工作时间计算结果见表 1-4							

因此由上表可以看出，本项目 DSA 辐射工作人员的年有效剂量最大为 1.4mSv，周围公众的年有效剂量最大为 1.05×10^{-6} mSv。

本项目 DSA 工作人员专职从事 DSA 辐射治疗项目，不参与医院其他射线装置应用项目，因此本项目辐射工作人员不存在剂量叠加影响。

射线装置产生的 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，因此本次评价以每个方向上距辐射工作场所最近的职业人员或公众作为主要保护目标进行了年剂量估算，同一方向上更远处的保护目标比近处保护目标所受年剂量更低，因此本项目周边 50m 范围外公众年最大附加有效剂量均远低于 1.05×10^{-6} mSv/a，满足公众人员 0.1mSv/a 的管理限值要求。

三、非辐射环境影响分析

（一）大气环境影响分析

本项目 DSA 机房采用新风、排风系统通风，通风条件良好。本项目 DSA 射线装置正上方设置送风天花板，排风口设置于机房内吊顶西北侧，机房通风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”要求。为了避免交叉感染，通排风系统维持合理的气流流向和气流组织。DSA 机房的废气通过排风管道引至综合楼楼顶排风口排放，排风高度高出楼顶 2m，距地面约 54m。本项目 DSA 工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，DSA 运行过程中产生的极少量臭氧对周围环境空气影响较小。

（二）水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水和医疗废水依托医院现有污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 中的预处理标准排入市政污水管网后排入宝轮镇污水处理厂达《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后汇入清江河，对周围环境的影响较小。

（三）固体废物影响分析

项目运行后，固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾（年产生量约 1.5t）和介入手术时产生的医疗废物，如医疗包装物、容器和药棉、纱布、手套等（年产生量约 0.5t）。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环

卫部门定期清运；医疗废物采用专门的容积收集后转移至医疗废物暂存间，按照普通医疗废物执行转移联单制度，医疗废物由四川环能生态科技有限公司统一回收处理。

本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。

(四) 声环境影响分析

本项目噪声源主要为风机噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强不大于 65dB (A) 且均处于室内，通过建筑墙体隔声和距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-2008) 2 类标准要求，对周围产生影响较小。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第449号)，辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见下表。

表11-6 国务院令第449号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	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	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	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	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)，急性放射病发生参考剂量见下表。

表11-7 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/

	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

二、风险识别

本项目使用的 DSA 属于 II 类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，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，而且最大可能的事故主要有两种：

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；手术过程中，人员误入或滞留在 DSA 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、最大可能性事故分析

1、介入手术过程中，发生介入手术人员超剂量照射

(1) 事故假设

①在介入手术操作过程中，DSA 控制系统失灵，人员误入或滞留在 DSA 机房内而造成非主射方向的误照射；

②DSA 的 X 射线源处于“曝光”状态，介入手术人员在距 X 射线管非主射束方向进行介入手术操作；

③假定该名手术人员未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品，而进行介入手术操作，直至手术完成后才发现。

(2) 剂量估算

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，受到非主射方向的照射。本项目手术床旁及操作间内设置有“紧急停止”按钮，只要按下此按钮就可以停机，从人员误入到辐射工作人员按下“紧急停止”按钮最

长反应时间取 30 秒，则事故工况下介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见下表。

表 11-8 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 (s)	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量 (mSv)	总剂量 (mSv)	备注
0.5	30	1.03E-01	3.15E-01	4.18E-01	职业照射
1.5	30	1.14E-02	3.50E-02	4.64E-02	公众照射

事故后果：根据上表可知，本项目介入手术人员在随着时间的推移，在距离射线装置 0.5m 受照 30 秒，非主射方向上最大可能受照剂量为 0.418mSv/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，在距离射线装置 1.5m 受照 30 秒，非主射方向上最大可能受照剂量为 0.0464mSv，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、维修射线装置时，人员受意外照射

（1）事故假设

① DSA 上的指示灯和声音装置均失效，在维修过程中射线装置误开，而未报警提示，造成维修人员受到主射束方向的照射；

② 设备维护人员在维护 DSA 射线管或测量探测器时，射线管正处于出束状态。

（2）剂量估算

假设考虑该名维护人员在无其他任何屏蔽的情况下处于 X 射线管主射束方向，假设维修时，DSA 以拍片模式运行。本项目手术床旁及操作间内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取到 30 秒，则事故情况下人员在 DSA 机房内距 DSA 不同距离处受到的辐射剂量估算详见下表。

表 11-9 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

时间 (s) 剂量 (mSv) 距离 m	1	1.5	2
0.5	1.31	0.58	0.33
1	2.62	1.16	0.65
5	13.10	5.82	3.27
30	78.57	34.92	19.64

事故后果：

根据上表可知，检修人员在不同位置随着时间的推移，在距离射线源 1m 受照 30 秒，最大可能受照剂量为 78.57mSv/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。因此，维修人员单次滞留在 DSA 机房内而造成主射方向的误照射，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，停止射线装置出束。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。

四、事故防范措施

（一）全院辐射安全管理措施

- ①医院成立了放射防护管理委员会，负责全院辐射防护监督与检查工作。
- ②医院制定了辐射事故预防措施及应急处理预案，包括应急机构的设置与职责及联系电话、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等。
- ③医院制定了辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。

（二）风险防范措施

- ①定期认真地对本单位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者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。
- ②凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，并做好个人的防护，

并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

③定期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定期更换，并建立射线装置维护、维修台账；

④建设单位所有辐射工作人员需参加辐射安全与防护学习，并考核合格后上岗。

⑤设备具有固有安全设施

本项目射线装置自身采取了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，栅控技术、光谱过滤技术、“紧急止动”按钮、工作状态指示灯等。

（三）事故应急措施

如果出现人员误入射线装置机房或射线装置失控，应立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源（如立即启动“紧急止动开关”），停止 X 射线的产生，保护好事故现场，立即启动应急预案，并对受误照射人员进行医学诊断和观察。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

五、其他环境风险分析

本项目 DSA 机房内贮存造影剂碘佛醇注射液约 300L（30 盒，每盒 10 瓶，每瓶 100ml），未使用的药品均密封保存，且储存量很小。储存造影剂的药品柜为不锈钢药品柜，药品柜均上锁，钥匙由当班医生保管；进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车对药品进行运送；造影剂的贮存、运输过程均采取防造影剂泄露的防范与对策措施。同时，本项目 DSA 机房及辅助用房采取防渗混凝土等防渗措施，满足等效黏土防渗层 $Mb \geq 6.0m$ ， $K \leq 1.0 \times 10^{-7} cm/s$ 的防渗要求，因此本项目可能产生的造影剂泄漏事故不会对项目区域的地下水环境造成影响。

表 12：辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

1、建设单位目前已成立了“放射防护管理委员会”

为了加强对辐射安全和防护管理工作，进一步强化法律意识、服务意识和责任意识，医院于 2022 年 7 月对既有放射防护管理委员会成员进行了调整。

放射防护管理委员会人员设置如下：

表 12-1 医院放射防护管理委员会人员设置表

职务	人员
主任	冯俊峰
副主任	樊晓林、彭建华、严肃、张煜、杨治
委员	李怀静、孟丽、曹昕、梁廷刚、耿慧军、罗明伟、刘德华、王敏、王茂兰、陈杨、何顺亮、张晓东、安永泉、焦德勇、江垒、宋阳、郑晓蓉、郭双、丁兵、李波、赵君、黄娟、蒲晓波、何飞

放射防护管理委员职责包括：

放射防护管理委员会应建立健全各项规章制度和质量保证制度，定期组织召开例会，对放射工作的立项、设备的引进以及防护的配置等进行论证，提出实施方案与计划，为医院决策提供科学依据。

- ①评估辐射防护措施计划。
- ②审核辐射工作人员之操作能力及资格。
- ③放射性物质及可发生游离辐射设备之辐射安全管制。
- ④定期检讨及修订辐射防护措施计划。
- ⑤规划并办理辐射防护教育训练。
- ⑥定期（至少每半年一次）稽查各使用放射性物质及可发生游离辐射设备场所之辐射防护措施，如有违反规定者，应即停止其作业，并限期改善。
- ⑦定期（至少每年一次）召开辐射防护委员会，检讨全院辐射安全作业。
- ⑧制定辐射防护训练计划，并督导实施。

2、根据医院放射（辐射）防护管理领导机构文件，医院在以后工作中还需做到：

- ①补充辐射安全管理机构成员职能分工；

②增加日常工作中对辐射安全和环境保护的主管责任部门、辐射安全与防护管理委员会办公地点和联系电话；

③定期检查医院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；

④按照国家对辐射防护的有关规定和标准，定期对医院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本项目拟配置 8 名辐射工作人员，其中 4 名医生，2 名护士，2 名技师，均为医院新增Ⅱ类射线装置辐射工作人员，本项目投运后，技师不从事其他射线装置的辐射工作。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作 250 天，每天 8 小时的工作制度，实行白班单班制。

②射线装置操作人员均须取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

③医院应定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建立辐射工作人员个人剂量档案管理。

2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织本次新增的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，取得成绩合格证明后方可上岗。

②个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

辐射安全管理规章制度

一、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位拟新增 DSA，涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令 第 3 号）“第十六条”、生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）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）的相关要求中的相关规定，建设单位需具备的辐射安全管理要求见下表。

表 12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	建设单位就本次新增的射线装置拟办理辐射安全许可证增项
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目拟配置 8 名辐射工作人员，均为新增，建设单位出具了安排本次新增辐射工作人员在生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习，并报名参加考核，持成绩合格证明上岗的承诺，见附件
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	医院已成立“放射防护管理委员会”，有专人负责辐射安全管理工作
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备案	医院现已制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与校验管理制度》等制度，医院拟就本次新增的射线装置完善上述的方案制度的修改修订，并严格执行监测计划
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案	医院应根据本项目实际情况补充完善《辐射事故应急预案》
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	医院拟就本次新增的射线装置完善现已制定的辐射安全和防护管理规章制度进行修改修订，健全相关基础档案
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	拟在 DSA 机房辐射工作人员进出口、患者进出口等醒目位置粘贴电离辐射警告标志
9	年度评估	医院已将 2022 年度安全和防护状况评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，并按照要求在每年 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

二、辐射安全管理规章制度要求及落实情况

根据《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的相关规定，建设单位需制定的规章制度见下表。

表 12-3 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

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	需完善的情况及其他情况
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	/	已制定	见附件
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	该规定为综合性文件，包含的“辐射工作场所安全管理要求”部分应悬挂于本次新增的辐射工作场所
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，完善维修机构人员，维护的频度内容，重大问题管理措施、重新运行审批级别等
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	需完善	辐射工作人员应包含本次新增或调配人员
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	/	需完善	/

	验管理制度			
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
9	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	需完善	辐射工作人员应包含本次新增人员
10	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
11	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

医院同时应认真组织学习《核安全文化宣贯推进专项行动教材——核安全文化培训手册》（国家核安全局 2014 年 11 月），重视并加强核安全文化建设。

在制定规章制度时，需注意以下问题：

（1）《辐射监测方案》中应包含：公司应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；公司定期（监测周期为 1 次/月）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。

（2）《辐射工作人员个人剂量管理制度》中应包含：对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，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。

（3）《辐射工作人员培训制度》中应包括：除Ⅲ类射线装置使用外的辐射工作人员应自觉参加生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方可上岗。针对仅从事Ⅲ类射线装置使用的辐射工作人员，医院应组织人员集中学习相关课件与视频课程，并从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考题编写试卷，组织从事Ⅲ类射线装置使用的辐射工作人员进行闭卷考核，考核合格者方可上岗，考核结果存档。

根据《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》

(川环办发〔2016〕1400号)要求:医院应将《辐射工作场所安全管理规定》内的“辐射工作场所安全管理要求”部分、《辐射工作人员岗位职责》《射线装置操作规程》和《辐射事故应急预案》内的“辐射事故应急响应程序”悬挂于本次新增的辐射工作场所。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的新的相关法规内容,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。建设单位在对制度、人员、场所、设施等进行补充完善后,项目符合辐射安全及环境保护要求。

三、档案资料

辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可分以下九大类:“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“放射源和射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”和“废物处置记录”。建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

建设单位应按《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)》的通知》内要求,落实辐射安全档案资料归档工作。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度,组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测,并建立相应档案”。为了保证本项目运行过程的安全,为控制和评价辐射危害,设置相应的辐射剂量监测手段,使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)中的相关规定,本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下:

一、个人剂量监测

广元市利州区中医医院需将个人剂量计定期(每季度一次)送有资质的单位进行检定,并根据四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”(川环办发〔2010〕49号)及《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)》的通知》(川环函〔2016〕1400号)做好个人剂量管理

的工作。

(1) 当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关；对于单年剂量超过 50mSv 或连续 5 年年剂量超过 20mSv 标准的，立即暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，同时进行原因调查，若构成辐射事故，医院应当立即启动辐射事故应急预案。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

(3) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。医院应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

(4) 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佩戴个人剂量计，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。

据调查，医院 2022 年度委托了四川世阳卫生技术服务有限公司进行个人剂量计的检测，提供了最新连续四个季度个人剂量监测报告（见附件），经统计计算，未发现单季度个人有效剂量超过季度限值 1.25mSv 的情况，也未发现个人年剂量值超过 5mSv 的情况，符合管理要求。

二、辐射工作场所及周围环境辐射监测

1、监测项目：

X-γ辐射剂量率；

2、监测频度：

自行监测：建设单位每季度自行监测一次 X-γ射线空气吸收剂量率，在射线装置每次检修后监测一次 X-γ射线空气吸收剂量率。

委托监测：建设单位委托有监测资质单位至少每年监测 1 次 X-γ射线空气吸收剂量率。监测报告附录到年度自查评估报告中；并于每年 1 月 31 日前通过全国核技术

利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>）提交。建设单位委托有监测资质的单位在项目正式投运前开展验收监测。

3、监测范围：射线装置工作场所主要监测屏蔽墙、防护门、观察窗外以及楼上楼下区域和穿线孔洞外 X-γ辐射剂量率。

4、监测设备：X-γ辐射监测仪。

5、监测质量保证

a.制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门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；

b.监测必须采用国家颁布的标准方法或推荐方法；

c.制定辐射环境监测管理制度。

项目正式投运前，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，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。

三、监测计划

本项目监测计划列于下表。

表 12-4 监测计划一览表

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主监测	射线装置工作场所	X-γ辐射剂量率	机房四周屏蔽体外、防护门外、观察窗外、穿线孔洞处、楼上楼下	每月 1 次(记录监测数据存档)	X-γ辐射监测仪
委托监测	射线装置工作场所	X-γ辐射剂量率	机房四周屏蔽体外、防护门外、观察窗外、穿线孔洞处、楼上楼下	1、竣工环保验收监测 1 次； 2、委托有资质单位每年监测 1 次	X-γ辐射监测仪
	其他	个人剂量	所有辐射工作人员	每季度 1 次(建立计量档案)	个人剂量计

四、年度评估

根据《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）》的通知》，核技术利用单位应于每年 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》。

辐射事故应急

1、医院成立了放射防护管理委员会，全面负责医院的辐射事故应急工作。

2、为了加强对辐射工作场所的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了较为完善的辐射事故预防措施及应急处理预案。该应急预案包括：事故预防措施、应急机构的设置与职责、医院内部应急领导小组成员电话、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行。本项目所涉及的射线装置应纳入应急适用范围，并做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。

3、一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由放射防护管理委员会上报当地生态环境主管部门及省生态环境厅，各环保部门电话（四川省生态环境厅：028-80589003〈白天〉028-80589100〈夜间、假期〉、广元市生态环境局：0839-3310888），同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

医院应当在今后预案实施过程中，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进行补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射安全与环境保护管理结论

医院通过辐射安全与防护管理委员会的完善、细化，辐射安全与防护培训和个人剂量管理的加强，辐射工作场所的日常监测和委托第三方机构监测的落实，射线装置、放射源、工作场所的规范防护，辐射事故应急预案的完善后，医院能够满足辐射安全及环境保护要求。

表 13：结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增数字减影血管造影机（DSA）项目

建设单位：广元市利州区中医医院

性质：新建

建设地点：广元市利州区宝轮镇水电路 212 号中医院医技综合楼 2 楼。

本项目建设内容：

广元市利州区中医医院拟在院内医技综合楼2楼东北侧区域新建1间 DSA 机房及配套功能用房，在机房中使用1台数字减影血管造影机（简称“DSA”），用于心、脑、血管疾病的介入诊断及治疗。DSA 型号为 CGO-2100Plus，其额定管电压为125kV、额定管电流为1000mA，出束方向由下向上，属于II类射线装置。年诊疗病例预计200例，单台手术最长透视30min，最长拍片2min，年累计最大出束时间约106.7h（其中透视100h，拍片6.7h）。

项目总投资 1200 万元，环保投资 35.6 万元，占总投资的 4.45%。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十七项“卫生健康”中第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，因此，本项目符合国家当前的产业政策，符合辐射防护的正当性。

三、本项目选址合理性及辐射工作场所布置合理性分析

项目选址位于广元市利州区中医医院院内，不新增占地，医院用地为医疗用地，符合广元市总体规划。本项目与周边环境相容，不占用医院消防通道，选址符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射源选址的要求，符合《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和防护管理办法》等法规的要求。因此本项目选址合理。

本项目辐射工作场所根据工作要求、有利于辐射防护和环境保护来进行布置，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量

较大的门诊区或其他人流活动区；在设计阶段，所有辐射工作场所均进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。综上所述，项目总平面布置是合理的。

四、项目所在地区环境质量现状

本项目运营期对所在区域的大气、地表水、声学环境质量基本无影响，因此本次评价不对项目所在地的大气、地表水、声学环境质量现状进行详细调查评价。

广元市利州区中医医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目新建场所及周围敏感目标处 X- γ 辐射剂量率范围值为 88nGy/h~100nGy/h，与《2021 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果 67.0~120.2nGy/h 无显著差异，属正常环境本底水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期

本项目施工期较短，通过采取相应的防治措施，对周围环境影响较小。

（二）营运期

（1）辐射环境影响分析

经现场监测和模式预测，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

（2）大气的环境影响分析

本项目 DSA 工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。DSA 机房的废气通过排风管道引至综合楼楼顶排风口排放，外排的极少量臭氧对周围环境空气影响较小。

（3）废水的环境影响分析

本项目 DSA 运行过程中项目产生废水主要为地面清洁和手术医护人员产生的清洗废水、医护人员及病员的生活污水，废水通过排污管道收集进入医院生活污水生化处理系统，预处理达标后外排市政污水管网后进入污水处理厂处理，对周围环境影响较小。

（4）固体废物的环境影响分析

项目运行后，固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废物，如医疗包装物、容器和药棉、纱布、手套等。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废物由有资质的单位统一回收处理，本项目固体废弃物的处置对周围环境影响较小。

六、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求完善相关安全管理规章制度、辐射事故应急预案，项目建成投运后，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、辐射安全管理的综合能力

医院通过辐射安全与防护管理委员会的完善、细化，辐射安全与防护培训和个人剂量管理的加强，辐射工作场所的日常监测和委托第三方机构监测的落实，射线装置工作场所的规范防护，辐射事故应急预案的完善后，医院能够满足辐射安全及环境保护要求，医院具备辐射安全管理的综合能力。

八、项目环保可行性结论

本评价认为：在坚持“三同时”原则，采取切实可行的环保措施，特别是认真落实设计单位及本报告提出的各项防治措施后，本项目建设在辐射安全和环境保护角度是可行的。

建议和承诺

1、认真学习国家环保法规政策，提高安全文化素养，增强辐射防护意识；要求职工严格执行各项安全管理规章制度和安全技术操作规程；将相关安全操作规程和应急预案等张贴于操作室墙上，提醒工作人员及其公众。操作人员必须持有主管部门、专业部门颁发的操作证，按规定参加辐射安全与防护培训考核。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）及四川省生态环境厅办公室《关于贯彻落实 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（川环办函〔2019〕507 号），2020 年 1 月 1 日起，四川省生态环境厅不再对从事辐射安全培训的单位进行评估和推荐。

参与本项目 DSA 介入诊断与治疗的 8 名新增辐射工作人员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>），点击“报名/考核”栏查看“考核公告”信息，须扫描国家核技术利用辐射安全与防护培训平台首页二维码或通过微信搜索 HJSLY 小程序进行报名。

2、要做好防火防盗工作。

3、每年对射线装置及非密封物质工作场所使用情况进行安全和防护状况年度评估，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 日前上报省环保厅，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培训情况；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。

4、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（<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、新增非密封放射性物质以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均

应及时在系统中申报。

5、加强全院新建项目的环境保护工作，保证全院新建项目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，及时推进新建项目的竣工环境保护验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。

项目竣工验收检查内容

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院682号令），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。项目投入运行前，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，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

场所 辐射 屏蔽 设施	屏蔽机房（DSA 机房），机房四周墙体结构为 200mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥砂浆，地面为 230mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥，上楼板为 150mm 混凝土楼板+40mm 硫酸钡水泥	1 间
	DSA 机房防护铅门（铅当量 4mm）	4 扇
	铅玻璃观察窗（铅当量 4mm）	1 扇
监测 设备	便携式X-γ辐射监测仪	1 台
	个人剂量计	8 人×2 个
防护 用品	医护人员个人防护：医院配备铅橡胶围裙（铅衣）、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	各 3 套（双/副）
	医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	各 1 套
	床体旁的铅防护吊屏和床下铅帘	1 套
通风 设施	排风系统 1 套	/
安 全 及 应 急 装 置	紧急制动装置（操作台及床体上各一个）	1 套
	门灯连锁系统	4 套
	视频监控及对讲系统	1 套
	门内紧急开门按钮（指示、说明）	4 套
	固定的电离辐射警告标志	1 套

	防护门外设置出束声光警示	1 套
	警戒、公告用品、救护用品、通讯工具、灭火器材若干	若干
分区管理	场所控制区、监督区划分标识	/
制度	规章制度上墙	/
人员培训	辐射工作人员辐射安全防护培训及再培训	/
制度	《辐射安全管理规定》《辐射工作场所安全管理要求》 《射线装置操作规程》《辐射安全和防护设施维护维修制度》 《场所分区管理规定（含人流、物流路线图）》 《X 射线诊断中受检者防护规定》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》 《监测仪表使用与校验管理制度》 《辐射工人员培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》 《辐射工作人员岗位职责制度》《辐射事故应急预案》 《质量保证大纲和质量控制检测计划》《放射源与射线装置台账管理制度》	《辐射工作场所安全管理要求》 《辐射工作人员岗位职责》 《射线装置操作规程》和《辐射事故应急响应程序》 上墙

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

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的建设项目竣工后，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、根据原环境保护部《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）建设单位可登陆网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范

(<https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzfb/>)。

(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。

