

核技术利用建设项目
河东分部新增数字减影血管造影机
(DSA) 项目环境影响报告表
(脱密公示本)

遂宁市中心医院(公章)

2020 年 10 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
河东分部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: 遂宁市中心医院

建设单位法人代表(签字或盖章): _____

通讯地址: 四川省遂宁市船山区河东新区东平北路 27 号

邮政编码: 629000 联系人: _____

电子邮箱: _____ 联系电话: _____

目录

表1 项目基本情况.....	1
表2 放射源.....	20
表3 非密封放射性物质.....	20
表4 射线装置.....	21
表5 废弃物（重点是放射性废弃物）	25
表6 评价依据.....	26
表7 保护目标与评价标准.....	28
表8 环境质量和辐射现状.....	37
表9 工程分析与源项.....	44
表10 辐射安全与防护.....	52
表11 环境影响分析.....	62
表12 辐射安全管理.....	84
表13 结论与建议.....	91
表 14 审批.....	96

附图:

- 1) 附图 1 遂宁市中心医院河东分部本项目地理位置示意图
- 2) 附图 2 遂宁市中心医院河东分部院区及本项目周边环境概况图
- 3) 附图 3 遂宁市中心医院河东分部院区平面布置图
- 4) 附图 4-1 遂宁市中心医院河东分部本项目所在楼层平面布置图
- 5) 附图 4-2 遂宁市中心医院河东分部本项目人流物流示意图
- 6) 附图 5 遂宁市中心医院河东分部本项目手术室楼上区域平面布置图
- 7) 附图 6 遂宁市中心医院河东分部本项目手术室楼下区域平面布置图
- 8) 附图 7 遂宁市中心医院河东分部本项目平面布置图

附件:

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置使用承诺书
- 3) 附件 3 事业单位法人证书
- 4) 附件 4 辐射安全许可证正副本扫描件
- 5) 附件 5 职业健康体检证明及辐射安全与防护培训合格证
- 6) 附件 6 关于对于遂宁市人民医院河东院区建设项目环境影响报告书的批复
- 7) 附件 7 医疗废物委托处置合同及单位资质
- 8) 附件 8 辐射工作人员辐射安全培训情况及个人剂量监测统计情况
- 9) 附件 9 辐射管理限值承诺书
- 10) 附件 10 本项目辐射环境本底监测报告
- 11) 附件 11 类比监测报告（节选）
- 12) 附件 12 辐射事故应急方案
- 13) 附件 13 关于调整核辐射安全与环境保护管理领导小组成员的通知

表1 项目基本情况

建设项目名称	河东分部新增数字减影血管造影机(DSA)项目				
建设单位	遂市中心医院				
法人代表	[REDACTED]	联系人	[REDACTED]	联系电话 [REDACTED]	
注册地址	遂宁市船山区德胜西路 127 号				
建设项目地点	四川省遂宁市河东新区东平北路 27 号遂市中心医院河东分部第一住院大楼 3 楼				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	[REDACTED]	项目环保投资(万元)	[REDACTED]	投资比例(环保投资/总投资) 8.44%	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m ²) 97.3	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他				

1. 项目概述:

1.1 建设单位基本情况

遂市中心医院源于 1914 年英国基督教公谊会创办的“博济医院”，已逾百年历史，为国家三级甲等综合医院，担负着全市 380 万及川渝邻近地区数千万人民群众的医疗、预防和保健任务。医院曾先后更名为“川北行署第三医院”“遂宁专区人民医院”“绵阳地

区第二人民医院”“遂宁市人民医院”，2008年11月更名为“遂宁市中心医院”。

医院占地面积295亩，其中院本部61亩、河东分部183亩（一期已投入运营，二期正在建设之中）、传染病院51亩。医疗业务用房面积157629m²，辅助用房面积20531m²。皮肤科独立成院区运行，医疗业务用房面积近2000m²。医院目前编制床位2100张，实际开放病床2900张。2018年门诊人次达195万，出院人次10.3万。

医院现设有23个一级临床学科、39个二级学科、50个临床专业组、47个病区、10个一级医技科室、31个二级医技专业组。其中，河东分部以疾病系统分类整合为基础，成立呼吸中心、心血管中心、消化中心、骨科中心、神经中心、肾内科和血液净化室。医院现有15个省级医学重点专科，分别为消化内科、肝胆外科、儿科、呼吸内科、神经外科、泌尿外科、检验科、眼科、骨科中心、口腔科、胃肠外科、皮肤科、护理学、胸外科、肿瘤中心，4个省级医学重点学科，分别是放射影像科、心血管中心、妇产科、神经内科。同时建有遂宁市急救中心、华西远程会诊教学遂宁分中心、遂宁市远程诊断中心。医院以胸痛中心、卒中中心等为代表的学科已具备较大影响力。

遂宁市中心医院河东分部位于遂宁市河东新区东平北路27号，与老城区隔江相望，距院本部约7公里路程。分部占地面积182.79亩，规划建筑面积约25万平方米，编制床位2000张，规划机动车车位1779个、非机动车车位3099个。共包含两期工程，一期工程包括第一住院大楼（已建，最高14F，H=56.5m，地下车库1F）；二期工程包括门诊大楼、医技大楼、第二住院大楼、行政后勤综合楼等，目前二期工程正在建设中。**2014年1月25日**，河东分部一期工程第一住院大楼正式启用，建筑面积约6.2万平方米，核定编制床位1000张。河东分部在学科设置上按疾病种类将内外科相关专业进行整合，设立了呼吸中心、心血管中心、消化中心、骨科中心、神经中心五大中心以及肾内科（含血液净化中心）17个病区；重症医学科和手术室以及放射影像科、超声科、检验科、输血科、内镜中心等配置齐备。

遂宁市中心医院统一社会信用代码为1251080045131317XH，事业单位法人证书见附件3。现已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证【00187】”，种类和范围为“使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至：2023年11月17日。原有辐射安全许可证正副本复印件见附件4。

1.2 项目由来

遂宁市中心医院介入中心介入治疗技术成熟，大部份技术项目达省级先进水平，部分项目达国家级技术水平，各院区合计 2019 年介入治疗手术达到 2000 余台。

目前介入中心常规开展的各种介入治疗包括：

1. 全身各部位良、恶性实体肿瘤的血管介入栓塞治疗、非血管介入治疗（微波消融、冷冻消融、化学消融等）和核素治疗。如：原发性肺癌和肺转移瘤，肝血管瘤和原发性肝癌、肝转移瘤，胰腺癌，食道癌，胆管癌，肾血管平滑肌脂肪瘤和肾癌、膀胱癌，子宫肌瘤和子宫内膜癌、宫颈癌等。

2. 各种血管病变的介入治疗：创伤大出血、产后大出血、大咯血、消化道出血等各种出血性疾病的急诊、急救介入栓塞治疗，血管瘤、血管畸形的介入栓塞治疗，血管狭窄、闭塞的血管内支架植入治疗，血管血栓形成的急诊介入治疗。

3. 外科手术前介入栓塞辅助治疗，以减少外科术中出血，从而减少用血量。如：富血供肿瘤外科切除术前介入栓塞辅助治疗。

4. 各种疼痛的介入治疗。如：癌性疼痛，“腰腿痛”（腰椎间盘突出症、椎体肿瘤、骨质疏松椎体压缩骨折等）。

5. 良、恶性食道狭窄、肠道狭窄、胆管狭窄、气管狭窄的腔道狭窄扩张、内支架植入治疗等。

6. 全身各部位病灶的穿刺活检、血管造影诊断检查。

7. 肝脓肿、肝囊肿、肾囊肿、卵巢囊肿等直接穿刺注药治疗及全身各种积液穿刺引流、造瘘、胃肠道营养管植入等。

8. 体内血管、非血管异物取出。

河东分部的第一住院大楼 3 楼西区北侧已有 1 间 DSA 介入复合手术室在用，据院方统计：19 年全年该手术室介入科共计实施 318 台综合介入，神经内科实施 758 台神经介入，心血管外科实施 170 台外周血管介入和先心介入，消化内科实施 104 台综合介入，零星的心脏临时起搏器和冠脉造影实施了 18 台。为了满足河东分部介入诊疗需求，建设单位计划将同层西区东侧的闲置库房改造成 1 间 DSA 手术室及其辅房，用于开展综合介入、血管外科、消化科、神经内科的放射诊断和介入治疗活动。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放

射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目应编制环境影响报告表。受遂宁市中心医院委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场查勘、现场监测（委托成都中辐环境监测测控技术有限公司，单位在四川省生态环境监测业务公开系统中资质编号为：172312050418）、评价分析，编制该项目环境影响报告表。建设单位委托书见附件 1，射线装置使用承诺书见附件 2。

1.3 项目概况

1.3.1 项目名称、性质、建设地点

（1）项目名称：河东分部新增数字减影血管造影机(DSA)项目

（2）建设单位：遂宁市中心医院

（3）建设性质：扩建

（4）建设地点：四川省遂宁市河东新区东平北路 27 号遂宁市中心医院河东分部第一住院大楼 3 楼

项目地理位置见附图 1。

1.3.2 项目建设内容与建设规模

本项目将对院区中部第一住院大楼（已建，地上最高 14 层，地下 1 层，高 56.5m）3 楼手术层闲置的 1 间库房进行改造，分隔成 DSA 介入手术室、控制室及设备间，并在手术室内安装一台II类射线装置 DSA，其额定管电压为 **125kV**，额定管电流为 **1000mA**，厂家为 Philips，型号为 UNIQ FD20C。考虑到介入手术患者体位都为仰卧在手术台上，机头位于患者正下方，故实际操作中 DSA 主束方向朝上，主要用于综合介入、血管外科、消化科、神经内科相关介入治疗工作。

介入手术室有效使用面积为 **37.4m²**（长 **6.21m**×宽 **6.03m**×高 **4.50m**，吊顶高 **2.9m**），配套功能用房为控制室 1 间，有效使用面积 **15.5m²**（**6.20m**×**2.50m**）；设备间 1 间，有效使用面积 **10.1m²**（**6.70m**×**1.50m**）。

本项目对于已有库房的改造主要为房间内部增加隔断、防护工程及表面装修，增加的隔断墙位置见附图 7。

本项目 DSA 介入手术室防护施工设计为：四周墙体表面采用镀锌方管搭建骨架后贴 **3mm** 铅当量硫酸钡防护板，最后进行表面装饰；楼顶由下至上依次为楼面装饰层、吊顶层、**2mm** 铅当量硫酸钡防护板、**120mm** 混凝土楼面；地面在原有 **120mm** 混凝土

楼面上进行浇筑，填满至 200mm 混凝土；手术室北侧控制室有一扇使用 **3.6mm** 铅当量铅玻璃（18mm）的观察窗（规格：1500mm×1000mm，QC1510G08，离地 0.9m），控制室防护门为手动防辐射单开门（规格：800mm×2100mm，QM0821）内含 **3mm** 铅板；位于机手术室东侧的污物防护门为手动防辐射单开门（规格：800mm×2100mm，QM08212）内含 **3mm** 铅板；位于手术室西侧的手术室门为平开门（规格：1500mm×2200mm，QMAD15LGF）内含 **3mm** 铅板。防护结构示意图、地沟线槽、天顶线槽布局、墙体内预埋穿线方式见附图 7，穿墙部分采用斜穿墙或增设 **3mmPb** 盖板方式进行屏蔽补偿。

以上建筑材料中起到主要辐射屏蔽效果的材料见表 1-1。

表 1-1 本项目屏蔽材料一览表

屏蔽体	屏蔽材料及其厚度
四周墙体	3mm 铅当量硫酸钡防护板
顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅当量硫酸钡防护板
地坪	200mm 混凝土
观察窗（1 扇）	3.6mm 铅当量铅玻璃（18mm）
防护门（3 扇）	内衬 3mm 铅板

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求，参考《电子加速器放射治疗防护要求》（GBZ 126-2011）"6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h"，本项目的手术室吊顶层下方室内体积约为 109m³，达到 4 次/h 的换气要求需要达到通风量 436m³/h。

手术室通风采用净化空调和吸顶空调通风，平均通风量为 4000m³/h，因此能够满足上述通风要求。顶部吊顶层中央为层流送风天花，内设送风风管 4 个，顶部吊顶层东南侧设置 1 个吸顶空调；东墙底设两个回风口，各内设回风立管 3 个；西墙底部设两个回风口，各内设回风立管 4 个。送风口安装于吊顶层，位于混凝土楼面和射线防护层下方，回风口位于表面装修和防护板夹层中，均不会破坏屏蔽体。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几率。废气最终经楼层整体通风系统引至楼顶排放。各风口位置、管道走向及风管参数见附图 7。

1.3.3 项目组成及主要环境影响

项目组成及主要环境影响见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要的环境影响一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境影响	
		施工期	运营期
主体工程	在库房的基础上增加隔断,介入手术室屏蔽设计为:四周墙体为3mm铅当量硫酸钡防护板;楼顶为120mm混凝土楼面和2mm铅当量硫酸钡防护板;地面为200mm混凝土;一扇3.6mm铅当量铅玻璃(18mm)的观察窗,控制室防护门为手动防辐射单开门,内含3mm铅板;污物防护门为手动防辐射单开门,内含3mm铅板;手术室门为平开门,内含3mm铅板。 手术室内新增一台DSA,型号为Philips的UNIQ FD20C,额定管电压125kV,额定管电流1000mA。		X射线、臭氧及氮氧化物、噪声、医疗废物
辅助工程	控制室1间、设备间1间、通风系统(本项目新增)	施工噪声、施工废水、建筑粉尘、建筑废渣以及施工人员产生的生活废水与生活垃圾	生活垃圾 医疗废物
公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统等(依托院区已建成工程)		生活废水
办公及生活设施	医生值班室、护士站等依托手术层工作用房(依托院区已建成工程)		生活垃圾
环保工程	废水处理依托医院现有的污水管道和污水处理系统,医疗废物依托医院现有的医疗固废收集系统进行处理;办公、生活垃圾依托院区生活垃圾收集系统进行处理。(依托院区已建成工程)。本项目工作人员均为院区原有人员。		生活废水、生活垃圾

1.3.4 主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表1-3 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	数量	来源	用途	备注
能源	电	1200kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水	生活用水	100m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水	/
手术耗材	碘克沙醇注射液	100ml/瓶 1000瓶/a 220kg/a(废弃瓶)	每年供应商招标	造影剂	320mg I/ml
手术耗材	手套	70kg/a	每年供应商招标	介入手术	/
手术耗材	纱布	35kg/a	每年供应商招标	介入手术	/

手术耗材	药棉	50kg/a	每年供应商招标	介入手术	/
------	----	--------	---------	------	---

碘克沙醇注射液：分子式 $C_{35}H_{44}I_6N_6O_{15}$ ，分子量 1550.20，浓度为 320mg I/ml，渗透压为 290mosm/kg·H₂O (37°C)，粘度为 11.4mPa · s (37°C)，pH 值为 6.8-7.6。本品为无色或淡黄色的澄明液体。活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。含有废弃造影剂的输液瓶将作为医疗废物处置。

1.3.5 主要设备配置及主要技术参数

参考本项目同层的已有介入手术室 2019 年手术量及比例，本项目投运后每年预计最多能达到 1000 台手术量，其中综合介入、心血管外科、消化科、神经内科的年手术台数比例为 240:130:80:550，同一医师具备操作多科手术的能力。按照 1 台手术平均透视 30min, 平均拍片 15s 计算，则年总照射时间为 504.17h。本项目射线装置主要技术参数见表 1-4，

表 1-4 DSA 主要设备配置及主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	主要技术参数		射线方向	年出束时间 (h)		单次照射最长时间 (min)	备注
				额定电压	额定电流		透视	拍片		
DSA	Philips, UNIQ FD20C	II 类	1 台	125kV	1000mA	由下 往上	500	4.17	40	拟购

由于本项目装置采用微机控制的自动剂量率控制高频 X 射线发生器，实际运行过程中会根据病人的人体参数自动调节工况。结合该机型各竣工验收监测数据，本项目射线装置的常用工况见表 1-5。预计本项目装置拍片常用工况最大为 80kV, 300mA；透视常用工况最大为 80kV, 20mA。

表 1-5 本项目射线装置的常用工况

设备名称	工作模式	工作电流	工作电压
DSA	透视	6-20mA	60-80kV
	拍片	100-300mA	70-80kV

1.3.6 工作人员及工作制度

本项目 DSA 介入手术室配备 12 名辐射工作人员，均为医院介入中心原有辐射工作人

员，包括 6 名医师、4 名护师及 2 名技师。如有麻醉需求，或由医护人员自行完成局部麻醉，或由麻醉师完成麻醉离开手术室后再进行手术。6 名医师分为 3 个医疗小组，2 名技师轮流为 3 个医疗小组手术控制 DSA，4 名护师分 2 组为 3 个医疗小组提供手术辅助。具体医师和护师分组情况尚未确定，本项目辐射工作人员调整后定岗定责，不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

表 1-6 本项目辐射工作人员情况

姓名	年最长照射时间(h)	职称	职业健康体检情况	辐射安全与防护培训证书	2019 年个人剂量监测(2E)结果(mSv)				
					0101-0331	0401-0630	0701-0930	1001-1231	全年
██████████	175	主任医师	可继续从事放射工作	CHO36027	0.7	0.07	0.06	0.09	0.92
██████████	175	副主任医师	可继续从事放射工作	CHO36018	0.13	0.02	0.02	0.03	0.2
██████████	175	主治医师	可继续从事放射工作	CHO36022	0.14	0.02	0.02	0.04	0.22
██████████	175	医师	可继续从事放射工作	CHO17477	0.11	0.25	0.06	0.22	0.64
██████████	175	医师	可继续从事放射工作	CHO36023	0.34	0.07	0.02	0.06	0.49
██████████	175	医师	可继续从事放射工作	CHO36025	0.14	0.06	0.02	0.04	0.26
██████████	252	技师	可继续从事放射工作	CHO36029	0.12	0.02	0.02	0.04	0.2
██████████	252	技师	可继续从事放射工作	CHO36028	0.07	0.02	0.02	0.02	0.13
██████████	250	副主任护师	可继续从事放射工作	CHO36017	0.11	0.01	0.02	0.03	0.17
██████████	250	主管护师	可继续从事放射工作	CHO36020	0.14	0.02	0.02	0.04	0.22
██████████	250	护师	可继续从事放射工作	CHO36024	0.67	0.02	0.02	0.03	0.74

250	护师	可继续从事放射工作	CHO36021	0.05	0.02	0.02	0.03	0.12
-----	----	-----------	----------	------	------	------	------	------

*由于分组尚未确定，则按照护师技师每人每日负责 2 台手术，每年负责 500 台手术考虑年受照时间。医师每日 1-2 台手术不一，则按照每人一年 350 台手术计算年受照时间。

由上表可知，本项目调配的辐射工作人员均已建立职业健康档案以及个人剂量监测档案，且未出现体检不合格或是剂量超标情况，辐射安全与防护培训合格证书均处于有效期内，体检结果及证书见附件 5。届时若有非以上辐射工作人员的医护人员需参与介入手术，同样要求其完成学习后通过考核上岗并为其建立剂量监测档案以及职业健康档案。

1.3.7 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的“鼓励类”第三十七条“卫生健康”第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，其建设符合国家现行产业政策。

1.4 项目选址、外环境关系、布局合理性及实践正当性分析

1.4.1 外环境关系分析

（1）医院外环境关系

本项目所在的遂宁市中心医院河东分部周围均为城市道路包围。院区东侧为东平北路，西侧为德水北路，南侧为慈音路，北侧为旗山路。本项目地理位置示意图件附图 1，遂宁市中心医院河东分部院区及本项目周边环境概况图见附图 2。

（2）项目外环境关系

本项目 DSA 工作场所设置于院区已建的第一住院大楼，该建筑地上最高 14 层，地下 1 层。第一住院大楼东侧为建设中百年历程主题广场；南侧为建设中住院大厅（最高 3F，H=16.5m），隔该区域为建设中第二住院大楼（最高 14F，H=56.5m）；西侧为建设中绿化区域；北侧为建设中门诊大楼（最高 5F，H=24.0m，与第一住院大楼二三层通过空中连廊连接），隔该区域为建设中科教大楼（最高 13F，H=56.7m）。院区平面布置图见附图 3。

本项目 DSA 工作场所位于第一住院大楼 3 楼的西区东侧，场所原为闲置库房。库房改造后手术室东侧为洁净走廊，隔该区域为楼外；南侧为设备间，隔该区域为走廊；西侧为楼梯间前室、楼梯间以及走廊，隔该区域为无菌库；北侧为控制室，隔该区域

为洁净走廊；楼上为药剂科液体库房和走廊；楼下为输血科检验室与走廊。本项目所在 3 楼平面布置图见附图 4-1，手术室楼上区域 4 楼平面布置图见附图 5，手术室楼下区域 2 楼平面布置图见附图 6，本项目 DSA 介入手术室平面布置图见附图 7。

1.4.2 项目选址合理性分析

遂宁市人民医院河东院区建设项目经遂宁市发展和改革委员会遂发改【2007】565 号文同意，符合国家产业政策。院区选址经遂宁市规划局 2006 字第 0055 号建设项目选址意见书同意，符合当地总体规划要求。所在院区已获得原四川省环境保护厅《关于对于遂宁市人民医院河东院区建设项目环境影响报告书的批复》（川环建函【2008】729 号，见附件 6）。

河东分部位于遂宁市河东新区东平路 27 号，院区北侧约 37m 为碧桂园天誉小区；西侧约 22m 为南瑞弗莱明戈小区以及保利江语城二期小区；南侧约 23m 为遂宁市公安局和 6 幢警官公寓；东侧 68m 为煦阳幸福里小区和罐子口农民拆迁安置小区。院区为城市道路包围，交通便捷，有利于医院和外界的联系。项目选址城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。

本项目 DSA 介入手术室设置于院区第一住院楼 3 楼西区东侧，50m 范围集中于第一住院楼。3 楼整层为手术层，仅有手术层医护人员和患者可进入该层，有利于医院管理。1 楼东区为急诊科、药房、超声科、放射影像科、收费室，西区为透析中心；2 楼东区为重症医学科（ICU），西区为检验科、消化内镜室、睡眠监测室、肺功能室、支纤镜室、心脏电生理室、输血科、神经电生理室；4 楼东区为设备转换层、办公区，西区为设备转换层；5 楼至 14 楼均为住院病房。因而本项目距离有病人常驻的病房有一定距离，紧邻的楼上楼下常驻人员较少，医院也将通过采取相应有效治理和屏蔽措施减小对周围的环境影响。

综上而言，院区选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目为医疗设备建设项目，与院区规划相容，且建设的介入手术室为专门的辐射工作场所，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。

1.4.3 布局合理性分析

（1）整个工作场所包括 DSA 介入手术室、控制室、设备间，手术室配套设施完善，充分考虑了医生和病人需求。

（2）整个介入手术室及配套房间设置于手术层，周围毗邻护士站及各库房，因此手术需要的相应器材药物取用方便。用于运输病人的整个通道宽敞，且周围各处均有门禁，减小了公众误入的可能性。

（3）楼上楼下主要为检查室或设备区域，长期停留的人员较少。

（4）本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

（5）从附图 4-2 可知，每日技师由 3 楼中部医梯进入手术区域，在手术室工作用房内穿戴完防护设备后进入控制室做术前装置核查；核查完毕后通知护师将带领病人由中部医梯由手术室大门进入手术室做术前准备；医师由医梯进入手术室区域，在手术室区域工作用房内完成刷手及防护用品穿戴后由手术室大门进入手术室。所有医疗废物将在一整天的手术结束后经手术室东侧污物门运出，经清洁走廊运至 3 楼西北角污物暂存间，随后由隔壁污梯运出手术层，因而从时间和空间上本项目病人、医护人员、物流进出路线不交叉。。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，所以其平面布置是合理的。

1.4.4 与周边环境的兼容性分析

根据已经获得批复（川环建函【2008】729 号）的《遂宁市人民医院河东院区建设项目环境影响报告书》：病区废水和非病区废水实行分流制，病区废水经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 的预处理标准后排放入市政污水管网，送遂宁市河东新区污水厂处理；非病区生活污水经化粪池处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后进入城市污水管网，送污水厂处理。医疗废物严格按照国家《医疗废物管理条例》的要求妥善处理，污水处理站污泥、废活性炭、医疗废物交由有资质的单位处置，生活垃圾由环卫部门统一清运。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套和废造影剂瓶（造影剂为碘克沙醇，分子式 $C_{35}H_{44}I_6N_6O_{15}$ ，分子量 1550.20，浓度为 320mg I/ml，容器为输液瓶。造影剂具有一定毒性，不能被人体吸收也不能被人体分解，参考《关于在医疗机构推进生活垃圾分类管理的通知》（国卫办医发〔2017〕30 号）残留有一定造影剂的输液瓶属于《医疗废物分类目录》中的药物性废物，在《国家危险废物名录》（2016 版）中的危废代码为：HW01 医疗废物）等医疗废物，各类废物采用专门的收集容器集中收集后，先转移至第一住院大楼西北侧污物处置用房暂存，定期按照医疗废物执行转移联单制度，委托

当地有资质单位（遂宁市洁城环境卫生服务有限公司，医疗废物处置委托合同及单位资质见附件7）定期处置。

本项目产噪设备不多（主要为通风系统），声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。且风机等设备均位于设备房内，噪声源通过使用合理布局、使用低噪声设备、安装减震垫、建筑物隔声等措施降噪，对周围环境影响较小。

因此本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容，符合环境保护要求。

1.4.5 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在放射诊疗过程中，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已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，可以将该项目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，该核技术应用实践具有正当性。符合辐射防护“实践的正当性”原则。

1.5 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1.5.1 辐射安全许可证及主体建筑环评审批情况

目前，遂宁市中心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【00187】号），种类和范围为“使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至：2023年11月17日。辐射安全许可证活动种类和范围（二）非密封放射性物质中I125粒子源及I131日等效最大操作量与场所等级不符，Mo99(Tc-99m)误将实际日最大操作量填入日等效最大操作量，台账明细登记部分序号为15、18号的移动式C型臂X射线机用途应更正为“血管造影用X射线装置”，22号CBCT用途应更正为“口腔（牙科）X射线装置”，建设单位待本项目获得批复后重新申领辐射安全许可证时将根据原有环评批复进行修正。

本项目所在的主体建筑所在院区已获得原四川省环境保护厅《关于对于遂宁市人民医院河东院区建设项目环境影响报告书的批复》（川环建函【2008】729号），在已审批的该项目整体环评中，有严格的污染控制措施要求以及完善的处理设施。本项目

将依托院区已建的污染控制处理措施的处理系统。

1.5.2 原有核技术利用项目

遂宁市中心医院许可使用21台III类射线装置，7台II类射线装置，3个乙级非密封放射性物质场所，1个丙级非密封放射性物质场所，2枚V类放射源。经核查《2019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》，未发现有辐射环境遗留问题，不存在辐射安全及辐射环境保护问题。同时，经建设单位证实，医院开展放射诊断工作截止目前未发生过辐射安全事故。医院原有核技术利用情况见表1-7。

表 1-7 遂宁市中心医院辐射安全许可证登记的现有核技术利用项目一览表

放射源									
序号	放射源名称	数量	总活度(Bq)	放射源类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	Sr-90	1	4.6E+8	V	内科楼一楼核医学科治疗区	使用	已环评	已许可	/
2	Cs-137	1	3.02E+6	V	内科楼一楼核医学科治疗区	使用	已环评	已许可	原有放射源已送省辐射站收贮
非密封放射性物质									
序号	工作场所等级	核素名称	日等效最大操作量(Bq)	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注	
1	乙级	Sr-89	1.48E+8	内科楼一楼核医学科治疗区	使用	已环评	已许可	已验收	
2	乙级	I-131	7.4E+9	内科楼一楼核医学科治疗区	使用	已环评	已许可	已验收	
3	乙级	Mo-99(Tc-99m)	2.775E+10	核医学科检查区	使用	已环评	已许可	已验收	
4	丙级	I-125	1.48E+9	核医学科检查区	使用	已环评	已许可	/	
射线装置									

序号	射线装置名称、型号	数量	管电压(kV)	管电流(mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	放射治疗模拟机(山东新华 SL-IE)	1	150	630	III	放射治疗模拟定位室	使用	已环评	已许可	/
2	口腔全景/头颅X射线机(KaVo OC200D)	1	85	16	III	门诊楼三楼口腔全景机照片室	使用	已环评	已许可	闲置
3	医用直线加速器(美国瓦里安Clinac600C)	1	X射线: 6MV		II	医用直线加速器治疗室	使用	已环评	已许可	已验收
4	移动式C臂X射线机(德国奇目Ziehm Vision)	1	110	20	II	河东分部一期住院大楼二楼消化内镜中心ERCP检查室	使用	已环评	已许可	已验收
5	数字血管平板造影机(DSA)(德国西门子Artis Zee Ceiling)	1	125	1000	II	内科楼一楼介入手术室(2)	使用	已环评	已许可	已验收
6	X射线计算机体层摄影设备(CT)(德国西门子SOMATOM Definition AS)	1	140	800	III	门诊楼一楼检查室7	使用	已环评	已许可	/
7	X射线诊断设备(移动DR)(德国西门子MOBILETT XP Digital)	1	133	450	III	门诊楼一楼发热门诊放射检查室	使用	已环评	已许可	/
8	移动式C型臂X射线机(日本岛津WHA-200)	1	110	20	III	外科十三楼手术间	使用	已环评	已许可	/
9	柯达DR7500数字放射成像系统(DR)(美国柯达DR7500)	1	150	1000	III	影像楼一楼检查室1	使用	已环评	已许可	/
10	数字乳腺X射线系统(德国西门子MAMMOMAT Inspiration)	1	35	188	III	影像科一楼检查室2	使用	已环评	已许可	/

11	柯达DR7500数字放射成像系统(DR)(美国柯达DR7500)	1	150	1000	III	影像楼一楼检查室3	使用	已环评	已许可	/
12	数字胃肠机(德国西门子AXIOM Iconos MD)	1	150	800	III	影像科一楼检查室4	使用	已环评	已许可	/
13	X射线诊断设备(DR)(柯达Direct View DR3500)	1	150	640	III	影像楼一楼检查室5	使用	已环评	已许可	闲置
14	X射线血管造影系统(DSA)(德国西门子Artis Zeego)	1	125	1000	II	河东分部一期住院大楼三楼DSA复合手术室	使用	已环评	已许可	已验收
15	移动式C型臂X射线机(德国奇目Ziehm8000)	1	110	20	II	河东分部一期住院大楼三楼手术室手术间(2)	使用	已环评	已许可	已验收
16	X射线诊断系统(数字胃肠机)(德国西门子AXIOM Luminos dRF)	1	150	1000	III	河东分部一期住院大楼一楼胃肠检查室	使用	已环评	已许可	/
17	X射线计算机体层摄影设备(CT)(德国西门子SOMATOM Definition Flash)	1	140	1600	III	河东分部一期住院大楼西侧平房CT检查室	使用	已环评	已许可	/
18	移动式C型臂X射线机(德国奇目Ziehm Vision FD Vario 3D)	1	110	20	II	河东分部一期住院大楼三楼手术室手术间(3)	使用	已环评	已许可	已验收
19	数字化医用X射线摄影系统(DR)(柯达VX3733-SYS)	1	150	800	III	河东分部一期住院大楼一楼Dr检查室(1)	使用	已环评	已许可	/
20	数字化医用X射线摄影系统(DR)(柯达VX3733-SYS)	1	150	800	III	河东分部一期住院大楼一楼Dr检查室(2)	使用	已环评	已许可	/

21	体外冲击波碎石机 (深圳惠康 HK.ESWL-VI)	1	110	5	III	内科楼一楼体外冲击波碎石治疗室	使用	已环评	已许可	/
22	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (CBCT) (Carestream CS9300C)	1	90	5	III	门诊楼三楼口腔颌面 CT 检查室	使用	已环评	已许可	/
23	数字减影血管机 (深圳西门子 Artis One)	1	125	1000	II	河东分部第一住院大楼东区西侧导管室	使用	已环评	已许可	已验收
24	单光子发射及X射线计算场断层成像系统 (美国西门子 Symbia Intevo 16)	1	130	345	III	核医学科检查区	使用	已环评	已许可	/
25	全身X射线计算机断层扫描系统 (美国GE Revolution CT)	1	140	800	III	门诊楼一楼检查室 6	使用	已环评	已许可	/
26	X射线计算机体层摄影设备 (联影 UCT 550)	1	140	420	III	河东分部第一住院大楼东区西侧检查室 1	使用	已环评	已许可	/
27	牙科X射线机 (意大利迈瑞 RX DC Plus/I)	1	70	8	III	门诊楼三楼口腔科牙片机照片室	使用	已环评	已许可	/
28	X射线计算机体层摄影设备 (联影 UCT 550)	1	140	420	III	影像楼 1 楼检查室 5	使用	已环评	已许可	/

*灰色部分为河东分部现有核技术利用项目

1.5.3 原有辐射工作人员职业健康体检及个人剂量监测情况

遂宁市中心医院原有登记在册的辐射工作人员295名。根据遂宁市疾病预防控制中心预防科学门诊部2020年2月29日证明，兹有遂宁市中心医院37人完成岗前体检，249人完成在岗体检，8人完成离职体检，放射诊疗职业健康体检结果均合格。295名辐射工作人员2019年四个季度个人剂量监测结果均无剂量超标情况。部分人员非全年在岗或已离岗，故无部分季度剂量监测。个人剂量统计结果见附件8，职业健康体检证明见附件5。

1.5.4 辐射安全与防护培训证书

遂宁市中心医院目前登记辐射工作人员295人中持证人数243人，部分人员未持证原因及培训计划见附件8。目前院方已要求包括姚祖文、刘晓梅、姚瑶等所有计划2020年领证的辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（官方网站：<http://fushe.mee.gov.cn>）集中学习相关课件与视频课程，并将尽快组织所有未持证人员通过微信小程序“HJSLY”报名并参加机考。

1.5.5 年度评估报告及应急演练

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。遂宁市中心医院已于2020年1月13日编制《2019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》并上交发证机关。2019年9月16日遂宁市中心医院进行了放射治疗科辐射事故应急演练。

现医院辐射安全管理情况如下：

- (1) 现单位名称、地址，法人代表未发生改变；
- (2) 辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；
- (3) 辐射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求。
- (4) 医院自从事放射诊疗工作以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

1.5.6 辐射场所环境监测

根据医院2019年度例行委托有资质单位进行的场所防护检测报告可知，目前院区辐射场所辐射控制水平符合国家标准的剂量率要求，机器符合仪器相关质控评价标准。

1.5.7 监测仪器及防护用品

根据遂宁市中心医院提交的《2019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》，建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关国家法规、国家标准及四川省监督检查要求配备辐射监测仪器和防护用品，清单见图1-2。考虑到河东分部原有5台II类射线装置均需要同室操作，应为原有5间手术室辐射工作人员增配个人剂量报警仪。

遂宁市中心医院监测仪器信息(2019年)



序号	仪器名称	型号	购置日期	仪器状态	数量	备注
1	智能X、Y射线报警系统	F66	2007.01.16	正常	2台	肿瘤放疗室
2	移动式个人剂量仪	FJ-2000	2007.01.16	正常	4个	肿瘤放疗室
3	智能X、Y射线检测仪	TL2806	2007.01.16	正常	1台	肿瘤放疗室
4	$\alpha\beta\gamma$ 多功能射线检测仪	BS9602型	2013.08.08	正常	1台	核医学科
5	智能Y射线污染仪	TL2808	2007.01.16	正常	2台	核医学科
6	智能化伽玛辐射监测仪	FD-3013B	2013.06.24	正常	3台	放射科、核医学科、肿瘤放疗室
7	环境级xy辐射测量仪	FJ1200G	20019.10.	正常	1台	医疗设备维修科

遂宁市中心医院放(辐)射防护用品统计表(2019年)



名称/科室	放射影像科	放射介入中心	肿瘤科	核医学科	消化内科	消化内镜中心	心血管中心	神经中心	骨科中心	呼吸中心	泌尿外科	内分泌科	口腔科	设备维修科	手麻一部	手麻二部	总计
铅围裙(个)	9	3	2			1					2(碎石) 1(C臂)						18
铅手套(副)		5	2			2					4(C臂)						13
帽子(个)	20	7	2	10		6	1	8(神内) 2(神外)	4		1(碎石) 6(C臂)		2(成人) 2(儿童)				71
围脖(个)	2(有舌) 18(无舌)	25(有舌)	2	10(有舌)	3	6	16	8(神内) 2(神外)	4		2(碎石) 6(C臂)		8有舌(成人 4、儿童4)				112
铅衣(件)	5(连体) 4(分体)	18(连体)		10(连体)	3	5	14	8(神内) 3(神外)	4		4(连体C 臂)						78
铅眼镜(个)		7	1	4	1	6	1	8	3		1(碎石) 5(C臂)		2				39
屏风(个)					6		1								1	1	9
铅背心(件)														2			2
铅内裤(条)		2						2	9								13
铅衣架(个)	10	4	2	3			2				1(C臂)						22
床侧铅挂帘(个)		2(血管机自带)				1											3
可移动式铅帘(个)						1											1
个人剂量仪(个)	114	30	28	21	12	32	54	22	31	12	29	2	5	3	36	44	475

图 1-2 遂宁市中心医院辐射监测仪器及防护用品情况统计表

1.6 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。依据国家生态环境部颁布的《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；各级环保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2020年9月29日-10月12日，在医院官方网站上公示了《遂宁市中心医院河东分部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，公示网址为 <http://www.sns120.com/a/n1/202009/11472.html>。

公示截图如下：

The screenshot shows the homepage of Sui Ning Central Hospital. At the top, there is a circular logo with the text '遂宁市中心医院' and 'SUINING CENTRAL HOSPITAL'. Below the logo, the hospital's name is written in both Chinese and English: '遂宁市中心医院' and 'Suining Central Hospital'. It also mentions its affiliation with Chongqing Medical University and North Sichuan Medical College. On the right side of the header, there are links for 'English', '全文检索' (Full Text Search), and '关键词检索' (Key Word Search). Below the header, there is a banner with the text '博爱广济 德诚业精' and 'To be professional, dedicated, humane and integral.' It also lists the hospital's awards: '国家级胸痛中心', '全国文明单位', '国家三级甲等综合医院', '全国500家大型医院', '中国地级城市医院竞争力100强', '川北医学院非直属附属医院', '重庆医科大学非直属附属医院', and '省市消费者满意单位'. The main content area features a large image of a modern hospital corridor. To the right of the image, there is a section titled '国际合作医院' with links to 'Hospital Universitari Mútua Terrassa' and 'Centre Hospitalier Universitaire d'Angers'. Below this, there are sections for '预约挂号' (Appointment Booking) with the number '0825-2292147', '急救热线' (Emergency Hotline) with the numbers '0825-2222995' and '0825-2292611', and a '公示: 河东分部新增数字减影血管造影机（DSA）项目环境影响评价报告' (Notice: Environmental Impact Report for the New DSA Machine in the Heding Branch) in red. At the bottom of the page, there is a section titled '遂宁市中心医院 关于河东分部新增数字减影血管造影机（DSA）项目 环境影响评价报告表的公示' (Notice of the Environmental Impact Report for the New DSA Machine in the Heding Branch) with a detailed text about the report's content and a download link. The page also includes a footer with the hospital's name and the date '2020年9月29日' (September 29, 2020).

公示期间未收到反映情况或意见。

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
1	Sr-90	4.6E+8*1	V	使用	敷贴器	内科楼一楼核医学科治疗区	放射源贮存室	购自北京原子高科
2	Cs-137	3.02E+6*1	V	使用	刻度/校准源	内科楼一楼核医学科治疗区	放射源贮存室	已于 2019 年 4 月 11 日送四川省辐射环境管理监测中心站收贮 川环辐备【2019】5046 号

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	Sr-89	液态、中毒	使用	1.48E+9	1.48E+8	1.184E+10	放射治疗	简单操作	内科楼一楼核医学科治疗区	核医学科检查区放射源贮源室
2	I-131	液态、中毒	使用	7.4E+10	7.4E+9	3.0E+12	放射治疗	简单操作	内科楼一楼核医学科治疗区	核医学科检查区放射源贮源室
3	Mo-99 (Tc-99m)	液态、低毒	使用	2.775E+10	2.775E+7	6.973E+12	放射诊断	很简单操作	核医学科检查区	核医学科检查区放射源贮源室
4	I-125	固态、中毒	使用	1.48E+10	1.48E+9	1.78E+11	放射治疗	很简单操作	核医学科检查区	核医学科检查区放射源贮源室

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（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
1	医用直线加速器	II	1	美国瓦里安 Clinac600C	X 射线	6MV	60	放射治疗	医用直线加速器治疗室	/

（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	放射治疗模拟机	III	1	山东新华 SL-IE	150	630	放射诊断	放射治疗模拟定位室	/
2	口腔全景/头颅 X 射线机	III	1	KaVo OC200D	85	16	放射诊断	门诊楼三楼口腔全景机照片室	闲置
3	移动式 C 臂 X 射线机	II	1	德国奇目 Ziehm Vision	110	20	放射诊断/介入治疗	河东分部一期住院大楼二楼消化内镜中心 ERCP 检查室	/
4	数字血管平板造影机 (DSA)	II	1	德国西门子 Artis Zee Ceiling	125	1000	放射诊断/介入治疗	内科楼一楼介入手术室 (2)	/
5	X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	III	1	德国西门子 SOMATOM Definition A	140	800	放射诊断	门诊楼一楼检查室 7	/
6	X 射线诊断设备 (移动 DR) (德)	III	1	德国西门子 MOBILETT XP Digital	133	450	放射诊断	门诊楼一楼发热门诊放射检查室	/
7	移动式 C 型臂 X 射线机 (日本岛津)	III	1	日本岛津 WHA-200	110	20	放射诊断	外科十三楼手术间	/

8	柯达DR7500数字放射成像系统	III	1	美国柯达 DR7500	150	1000	放射诊断	影像楼一楼检查室 1	/
9	数字乳腺X射线系统（德国西门子	III	1	德国西门子 MAMMOMAT Inspiration	35	188	放射诊断	影像科一楼检查室 2	/
10	柯达DR7500数字放射成像系统	III	1	美国柯达 DR7500	150	1000	放射诊断	影像楼一楼检查室 3	/
11	数字胃肠机	III	1	德国西门子 AXIOM Iconos MD	150	800	放射诊断	影像科一楼检查室 4	/
12	X射线诊断设备（DR）	III	1	柯达 Direct View DR350	150	640	放射诊断	影像楼一楼检查室 5	闲置
13	X射线血管造影系统（DSA）	II	1	德国西门子 Artis Zeego	125	1000	放射诊断/介入治疗	河东分部一期住院大楼三楼 DSA 复合手术室	/
14	移动式C型臂X射线机	II	1	德国奇目 Ziehm8000	110	20	放射诊断/介入治疗	河东分部一期住院大楼三楼手术室手术间（2）	/
15	X射线诊断系统（数字胃肠机）	III	1	德国西门子 AXIOM Luminos dRF	150	1000	放射诊断	河东分部一期住院大楼一楼胃肠检查室	/
16	X射线计算机体层摄影设备（CT）	III	1	德国西门子 SOMATOM Definition Flash	140	1600	放射诊断	河东分部一期住院大楼西侧 平房 CT 检查室	/
17	移动式C型臂X射线机	II	1	德国奇目 Ziehm Vision FD Vario 3D	110	20	放射诊断/介入治疗	河东分部一期住院大楼三楼手术室 手术间（3）	/
18	数字化医用X射线摄影系统（DR）	III	1	柯达 VX3733-SYS	150	800	放射诊断	河东分部一期住院大楼一楼 Dr 检查室（1）	/

19	数字化医用X射线摄影系统（DR）	III	1	柯达 VX3733-SYS	150	800	放射诊断	河东分部一期住院大楼一楼 Dr 检查室（2）	/
20	体外冲击波碎石机	III	1	深圳惠康 HK.ESWL-VI	110	5	放射诊断	内科楼一楼体外冲击波碎石治疗室	/
21	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	III	1	Carestream CS9300C	90	5	放射诊断	门诊楼三楼口腔颌面 CT 检查室	/
22	数字减影血管机	II	1	深圳西门子 Artis One	125	1000	放射诊断/ 介入治疗	河东分部第一住院大楼 东区西侧导管室	/
23	单光子发射及X射线计算场断层成像系统	III	1	美国西门子 Symbia Intevo 16	130	345	放射诊断	核医学科检查区	/
24	全身X射线计算机断层扫描系统	III	1	美国 GE Revolution CT	140	800	放射诊断	门诊楼一楼检查室 6	/
25	X射线计算机体层摄影设备	III	1	联影 UCT 550	140	420	放射诊断	河东分部第一住院大楼 东区西侧检查室 1	/
26	牙科X射线机	III	1	意大利迈瑞 RX DC Plus/I	70	8	放射诊断	门诊楼三楼口腔科牙片机照片室	/
27	X射线计算机体层摄影设备	III	1	联影 UCT 550	140	420	放射诊断	影像楼 1 楼检查室 5	/
28	数字减影血管造影机（DSA）	II	1	Philips UNIQ FD20C	125	1000	放射诊断/ 介入治疗	河东分部第一住院大楼 3 楼西区东侧介入手术室	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 (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、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 20~30 分钟，可自动分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(修订本), 2015年1月1日起实施;</p> <p>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修正本), 2018年12月29日起施行;</p> <p>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003年10月1日起实施;</p> <p>4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 2005年8月31日国务院第104次常务会议通过, 国务院令第449号公布; 根据2014年7月29日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订; 根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》国务院令第709号修订;</p> <p>5) 《建设项目环境保护管理条例》(修订本), 国务院令第682号, 2017年10月1日发布施行;</p> <p>6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2019年修正本), 生态环境部令第7号修正, 2019年8月22日起施行;</p> <p>7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(修订本), 环保部令第44号, 2018年4月28日起实施;</p> <p>8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第18号, 2011年5月1日起施行;</p> <p>9) 《射线装置分类》, 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, 2017年12月5日起实施;</p> <p>10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 原国家环保总局, 环发[2006]145号;</p> <p>11) 《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》, 中华人民共和国环境保护部环办[2013]103号, 2014年1月1日试行;</p> <p>12) 《四川省辐射污染防治条例》, 四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第63号, 2016年6月1日实施;</p> <p>13) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》, 2012年3月发布实施;</p> <p>14) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函【2016】1400号。</p>
------	--

技术标准	<ol style="list-style-type: none"> 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 2) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）； 3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 5) 《职业性外照射放射病诊断标准》（GBZ104-2017）； 6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）； 7) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 8) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 9) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；
其他	<p>参考资料:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编； 2) 《辐射防护导论》，方杰主编； 3) 《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社） 3) 《中华放射医学与防护杂志》（2019 年 4 月第 39 卷第 4 期）； 4) 《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海编著）； 5) 《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张大薇编著）；

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用II类射线装置项目，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“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目拟建的介入手术室边界外50m区域。其50m区域内，包括DSA介入手术室所在的第一住院大楼、目前尚在建设中的空中连廊和门诊大楼，具体50m范围区域见图7-1。

保护目标

本项目DSA介入手术室建设地址周围50m范围内环境保护目标为：

- 1、本项目 DSA 操作及相关的辐射工作人员；
- 2、本项目场所周围50m内第一住院大楼、空中连廊和门诊大楼楼内医患人员。

本项邻近的保护目标、50m内保护目标与项目的相对空间位置关系见图7-1。

表7-1 本项目环境保护目标情况一览表

保护目标	方位与最近距离	规模	类型	剂量约束值 (mSv/a)
手术室内	/	4名	辐射工作人员	5.0
设备间	南侧 最近1.44m	1名	辐射工作人员	5.0
清洁走廊	东侧 最近3.70m	流动人群	周围公众	0.1
控制室	北侧 最近5.55m	1名	辐射工作人员	5.0
楼梯间	西侧 最近3.71m	流动人群	周围公众	0.1
走廊	西侧 最近3.70m	流动人群	周围公众	0.1
药剂科 液体库房和走廊	楼上 最近4.23m	流动人群	周围公众	0.1
输血科 检验室和走廊	楼下 最近1.20m	流动人群	周围公众	0.1
第一住院大楼	/	1栋，最高14层，地下1层，H=56.5m 流动人群	周围公众	0.1
空中连廊 (建设中)	北侧 最近12.0m	2层，H=13m 流动人群	周围公众	0.1
门诊大楼 (建设中)	北侧 最近48.3m	1栋，最高5层，H=24.0m 流动人群	周围公众	0.1

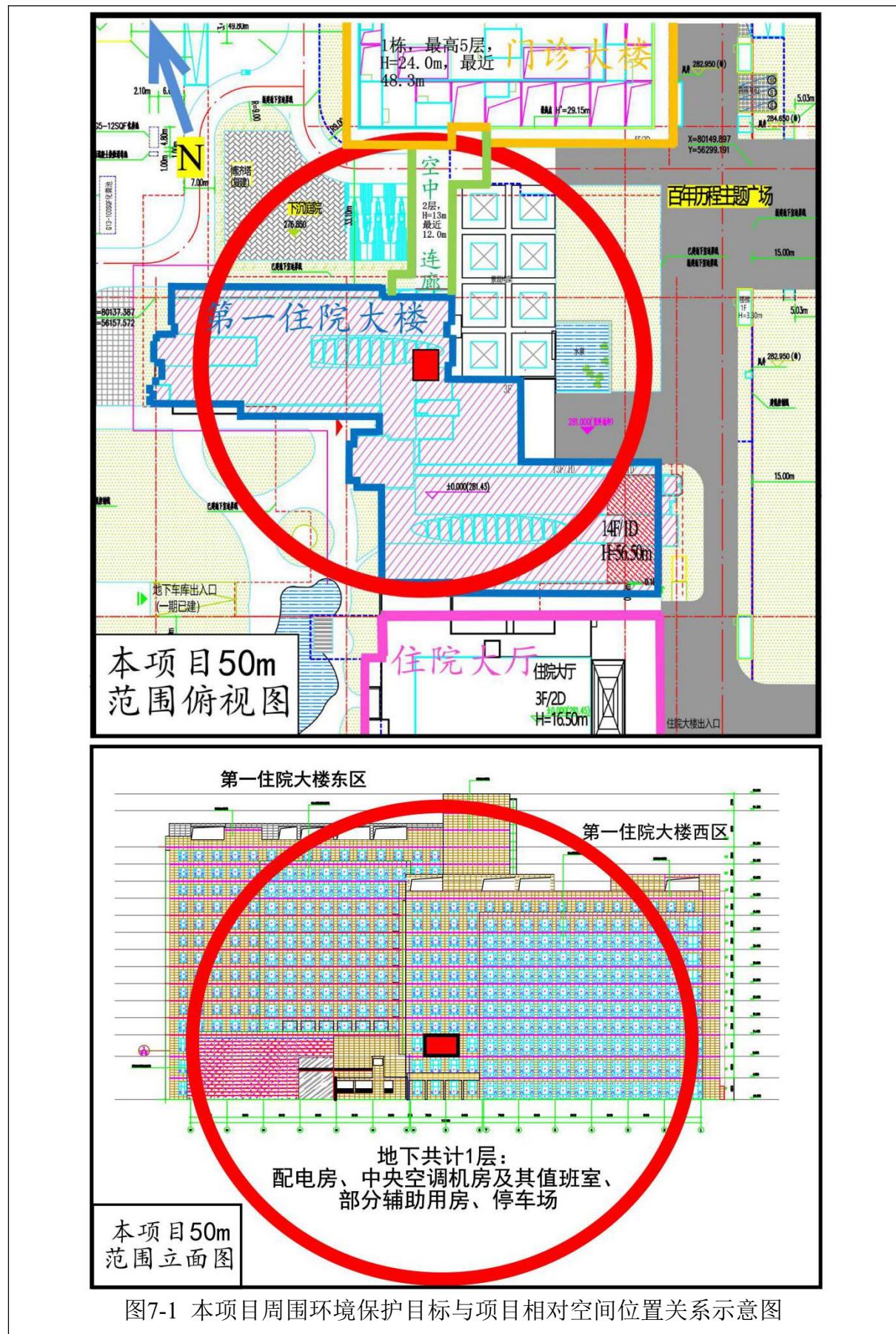


图7-1 本项目周围环境保护目标与项目相对空间位置关系示意图

评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

	剂量限值
职业照射 剂量限	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求

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

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

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

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

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

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

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

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

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效面积、最小单边长度要求见表 7-3。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的使用面积及单边长度要求

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

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。

不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应铅当量厚度要求见表 7-4。

表 7-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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

至少配备铅橡胶防护衣。

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

6.5.4 应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

7.1.1 放射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律知识培训，满足放射工作人员岗位要求。

7.1.2 根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。

7.1.3 合理选择各种操作参数，在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受到的照射剂量最低。

7.1.4 如设备具有儿童检查模式可选项时，对儿童实施检查时应使用该模式；如无儿童检查模式，应适当调整照射参数（如管电压、管电流、照射时间等），并严格限制照射野。

7.1.5 X射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。

7.1.6 放射工作人员应按GBZ 128的要求接受个人剂量监测。

7.1.7 在进行病例示教时，不应随意增加曝光时间和曝光次数。

7.1.8 不应使用加大摄影曝光条件的方法，提高过期胶片的显影效果。

7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。

7.2 透视检查用X射线设备操作的防护安全要求

7.2.1 应尽量避免使用普通荧光透视检查，使用中应避免卧位透视，采用普通荧光屏透视的工作人员在透视前应做好充分的暗适应。

7.2.2 进行消化道造影检查时，应严格控制照射条件和避免重复照射，对工作人员、受检者都应采取有效的防护措施。

7.2.3 借助X射线透视进行骨科整复、取异物等诊疗活动时，不应连续曝光，并应尽可能缩短累积曝光时间。

7.3 摄影检查用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.3.1 应根据使用的不同 X 射线管电压更换附加滤过板。

7.3.2 应严格按所需的投照部位调节照射野，使有用线束限制在临床实际需要的范围内并与成像器件相匹配。

7.3.3 应合理选择胶片以及胶片与增感屏的组合，并重视暗室操作技术的质量控制。

7.7 移动式和便携式 X 射线设备操作的防护安全要求

7.7.1 移动式和便携式 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.7.2 使用移动式 X 射线设备在病房内作 X 射线检查时，应对毗邻床位（2 m 范围内）受检者采取防护措施，不应将有用线束朝向其他受检者。

7.7.3 曝光时，工作人员应做好自身防护，合理选择站立位置，并保证曝光时能观察到受检者的姿态。

7.7.4 需近距离操作检查系统的人员应该穿戴铅橡胶围裙或在移动铅防护屏风后进行操作，防护用品及防护设施配置应满足 6.5 的要求。

7.7.5 在临时的室外操作场所周围应该设置护栏或警告标志，防止无关人员进入。

7.7.6 对非急、危、重症受检者进行床旁操作时，应确定合理的操作时间，例如避开医生集中查房和家属探视等人员集中的时间段。

7.7.7 无论何时使用移动式 X 射线设备进行床旁操作，操作 X 射线设备的工作人员应提前对现场所有人员履行告知义务，并确保控制区内没有无关人员在场。

7.7.8 对协助受检者进行 X 射线检查的人员，应提前履行告知义务并征得其同意，并在陪检者穿着个人防护用品后，才能实施床旁操作。

7.7.9 使用移动式 X 射线设备实施床旁操作时，尽可能采用向下的投照方式。如果采用水平投照方式进行检查时，除接受放射检查的受检者外，应避免有用线束直接朝向临近的其他人，如果无法避免，则应使用移动铅防护屏风进行隔挡或使用防护用品。

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。

7.8.5 移动式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

表 7-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

注：“—”表示不要求。

8.1 X 射线设备机房防护设施和机房周围辐射剂量检测应满足下列要求：

a) X 射线设备机房防护检测指标和要求应符合 6.3 的规定；

b) X 射线设备机房的防护检测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性；

8.2 X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应进行定期检查和检测，定期检测的周期为一年。

8.3 在正常使用中，医疗机构应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。

3) 《2019 年四川省生态环境状况公报》中全省 29 个电离辐射环境监测自动站测得的 γ 辐射空气吸收剂量率方位为 $76.8\text{nGy/h} \sim 163\text{nGy/h}$ ，21 个市（州）累积剂量范围为 $54.5\text{nGy/h} \sim 131\text{nGy/h}$ 。

4) 根据已获得批复（川环建函【2008】729 号）的包括 DSA 所在主体建筑在内的《遂宁市人民医院河东院区建设项目环境影响报告书》，结合现行最新国家标准，本项目应执行的环境保护标准如下。

一、环境质量标准

- (一) 地表水执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准;
- (二) 环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准;
- (三) 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准。

二、污染物排放（控制）标准

- (一) 医疗废水排放执行《医疗机构水污染排放标准》(GB18466-2005)表2中的预处理排放标准;
- (二) 废气排放执行《大气污染综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准;
- (三) 固体废物排放执行《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)(2013年修正)标准和医疗废物相关规定;
- (四) 营运期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类标准。

三、辐射防护标准

执行《电离辐射防护及辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相关标准。

本项目管理目标，

建设单位综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)评价标准，结合开展诊疗项目后预计收治病人量，从而确定本项目的管理目标，职业人员年有效剂量按上述标准中规定的约束限值的1/4执行：职业人员年有效剂量不超过**5mSv**；四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值为**125mSv**。公众年有效剂量约束限值按照上述标准的1/10执行，即不超过**0.1mSv**。根据《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）要求，使用DSA射线装置，应加强医护人员个人剂量的监督检查，对每季度检测数据超过**1.25mSv**的医院要求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，建设单位需进行超标原因调查，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。建设单位遂宁市中心医院辐射管理限值承诺书见附件9。

- **辐射剂量率控制水平：**本项目介入手术室表面外30cm处剂量率不超过**2.5μSv/h**
- **辐射剂量控制水平：**职业人员年有效剂量不超过**5mSv**

职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值为
125mSv；职业人员单季度剂量约束值为**1.25mSv**
公众年有效剂量不超过**0.1mSv**

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

本项目所在的遂宁市中心医院河东分部院区东侧为东平北路，西侧为德水北路，南侧为慈音路，北侧为旗山路。

本项目 DSA 工作场所设置于院区已建的第一住院大楼，该建筑地上最高 14 层，地下 1 层。第一住院大楼东侧为建设中百年历程主题广场；南侧为建设中住院大厅（最高 3F，H=16.5m），隔该区域为建设中第二住院大楼（最高 14F，H=56.5m）；西侧为建设中绿化区域；北侧为建设中门诊大楼（最高 5F，H=24.0m，与第一住院大楼二三层通过空中连廊连接），隔该区域为建设中科教大楼（最高 13F，H=56.7m）。

本项目 DSA 工作场所位于第一住院大楼 3 楼的西区东侧。库房改造后手术室东侧为洁净走廊，隔该区域为楼外；南侧为设备间，隔该区域为走廊；西侧为楼梯间前室、楼梯间和走廊，隔该区域为无菌库；北侧为控制室，隔该区域为洁净走廊；楼上为药剂科液体库房和走廊；楼下为输血科检验室和走廊。







本项目手术室拟建址楼上

本项目手术室拟建址楼下

本项目手术室拟建址

本项目院区效果图

图8-1 本项目建设地址周围环境现状照片

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目 1 台 DSA 介入手术室拟建址周围辐射环境。
- 监测因子：本项目 1 台 DSA 介入手术室拟建址周围天然贯穿辐射剂量率。
- 监测点位：在第一住院大楼 3 楼 DSA 介入手术室拟建址内部、周围及楼上楼下布置监测点位，共计 12 个监测点位。
- 布点原则：原则上应在屏蔽体周围紧邻的房间内距离屏蔽体表面 30m 处距离处

以及机头拟设置位置进行布点，六面墙取距离机头拟设置位置最近的方位进行布点，共计设置 10 个监测点。目前空中连廊和门诊大楼尚未落成，在拟建址进行布点，共设置 2 个监测点。在建筑物内测量，考虑建筑物的类型与层次，在室内中央距地面 1m 高度处进行。

3. 监测方案、质量保证措施

- 监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）及《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）在 DSA 介入手术室周围及手术室内布设监测点位，测量 DSA 介入手术室周围及手术室内天然贯穿辐射剂量率。
- 质量保证措施：委托的检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加省厅组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全城实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测报告实行二级审核。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：成都中辐环境监测测控技术有限公司

四川省生态环境监测业务系统单位资质编号：172312050418

四川省生态环境监测业务系统项目编号：CDZFHJJCCKJSYXGS109-0001

成都中辐环境监测测控技术有限公司是经成都市工商行政管理局注册核准成立具有独立法人地位的民营公司，成立于 2008 年 6 月。在 2014 年 8 月通过了四川省质量技术监督局实验室资质认定评审，取得 CMA 资质证书，2014 年 12 月通过了四川省环境保护厅“社会环境监测机构业务能力认证”。公司主要承接环境辐射检测，涉及医疗机构、石油、化工、煤炭、地质、机械制造、电力、通讯等行业部门的电离、电磁辐射检测和噪声检测等环境检测相关业务。

表8-1 监测仪器及监测环境

监测项目	仪器名称	仪器参数	校准证书编号	校准有效期	校准单位
γ 辐射剂量率	环境 γ 剂量率仪 (型号: MAFC-N2) (编号: 403065500002)	1) 能量响应范围: 30keV~3MeV 2) 测量范围: 0.01 μ Sv/h~100 μ Sv/h 3) 校准系数: $C_F=1.04$ 4) 相对误差: -6.9% 5) 重复性 0.6% 6) 不确定度: $U_{rel}=6.5\%$, ($k=2$)	205042156	2020-6-3 0 至 2021-7-1	深圳市计量质量检测研究院
温湿度	多功能气象仪 (型号: AZ8909) (编号: 915738) 温度监测部分	1) 测量范围: -20°C~50°C 2) 不确定度: $U=0.3\text{ }^\circ\text{C}$, ($k=2$)	205025943	2020-4-1 0 至 2021-4-9	深圳市计量质量检测研究院
	多功能气象仪 (型号: AZ8909) (编号: 915738) 湿度监测部分	1) 测量范围: 5.0%~95.0% 2) 不确定度: $U=1\%$, ($k=2$)	205025943	2020-4-1 0 至 2021-4-9	
	多功能气象仪 (型号: AZ8909) (编号: 915738) 风速监测部分	1) 检出上限: 20m/s 2) 不确定度: $U=0.6\text{m/s}$, ($k=2$)	205025943	2020-4-1 0 至 2021-4-9	
监测环境	日期	天气	温度 (°C)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)
	2020.7.16	阴	25.7~26.4	69.7~73.3	0.0~0.5

监测结果: 本项目 DSA 介入手术室拟建址周围 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 8-2, 监测点位见图 8-2、8-3 (报告见附件 10)。

表 8-2 DSA 介入手术室周围天然贯穿辐射水平 单位: μ Sv/h

编号	监测位置	γ 辐射剂量率		备注
		平均值	标准差	
0	环境背景值	0.08	0.01	
1	DSA 拟建址北侧西	0.08	0.01	
2	DSA 拟建址北侧东	0.10	0.01	
3	DSA 拟建址中部西	0.12	0.01	
4	DSA 拟建址中部东	0.11	0.00	
5	DSA 拟建址南侧西	0.10	0.01	
6	DSA 拟建址南侧东	0.11	0.01	

7	DSA 拟建址西侧楼梯间	0.11	0.01	
8	DSA 拟建址东侧清洁走廊内	0.10	0.01	
9	DSA 拟建址楼上走廊内	0.10	0.01	
10	DSA 拟建址楼下输血科检验室	0.10	0.01	
11	本项目东北侧二期空中连廊拟建址	0.10	0.01	
12	本项目东北侧二期门诊大楼拟建址	0.09	0.01	

*注：以上数据均未扣除辐射环境背景值。

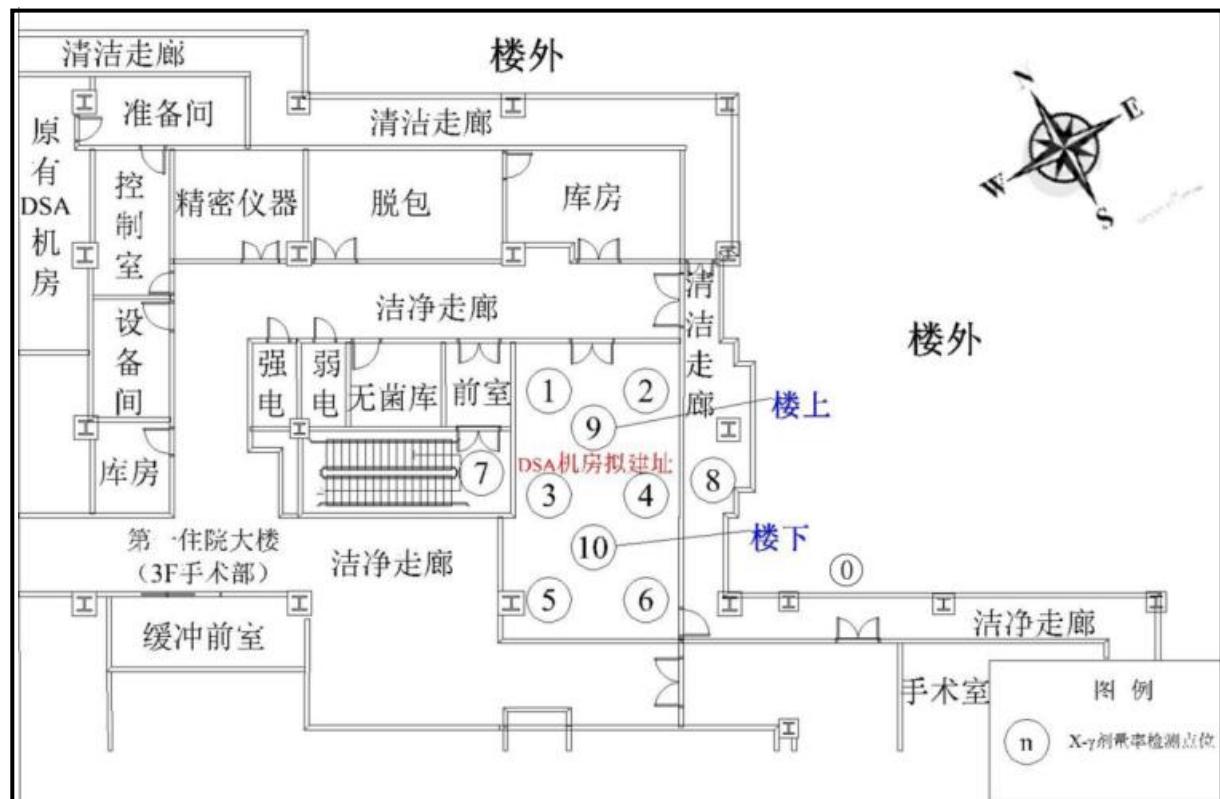


图8-2 本项目DSA介入手术室拟建址地址周围敏感点辐射环境监测点位

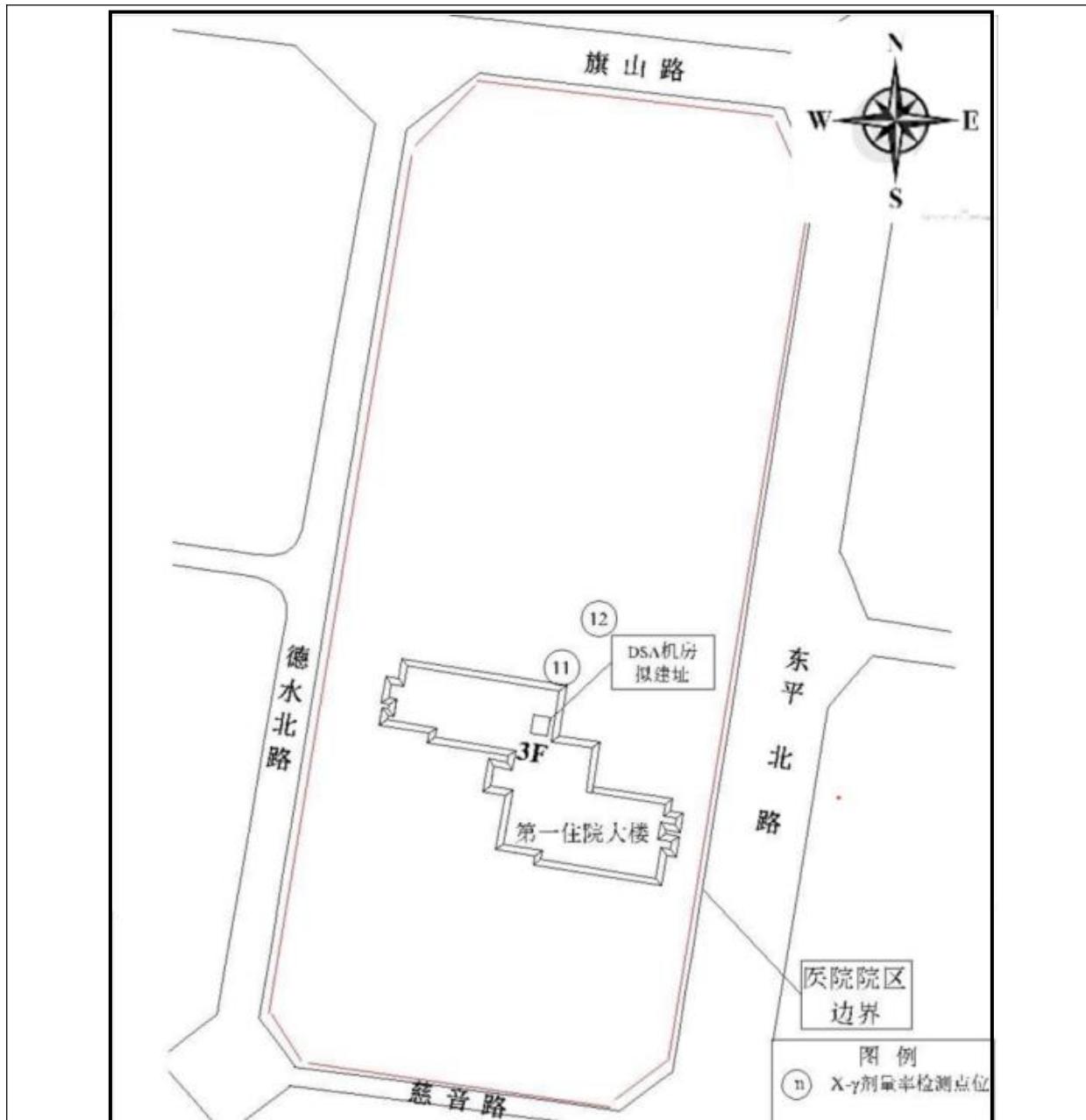


图 8-3 本项目 DSA 介入手术室拟建址周围敏感点辐射环境监测点位

生态环境部《2019 年全国辐射环境质量报告》中四川省 X- γ 辐射空气吸收剂量率范围为 (68.7~179.1) nGy/h。鉴于当量剂量为吸收剂量乘以用以表征给定类型辐射生物效应的辐射权重因子, 而对于 X、 γ 、 β 和电子束的辐射权重因子通常取做 1, 因此测量值与研究报告中辐射剂量率单位换算比值为 1。由表 8-2 监测结果可知: 在当前检测工况下 (本底检测), 遂市中心医院河东分部新增数字减影血管造影机 (DSA) 项目拟建地址周围环境辐射剂量率在 0.08 μ Sv/h~0.12 μ Sv/h 范围内, 处于所在地天然辐射本底水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

本项目DSA辐射工作场所由DSA介入手术室、控制室、设备间构成。

设备组成：本项目DSA由X线发生装置，包括X线球管及其附件、高压发生器、X线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

2. 工艺分析

2.1 施工期工作流程及产污环节分析

通过现场勘查核实可知，本项目所在的第一住院大楼为已有建筑，主体建筑工程在已获得批复的院区环评中已进行分析，本项目施工期仅包括增加房间隔断、防护工程、表面装修、机器安装和调试。因此本次评价对于施工期仅进行简要分析。施工期环境影响示意图见图 9-1。

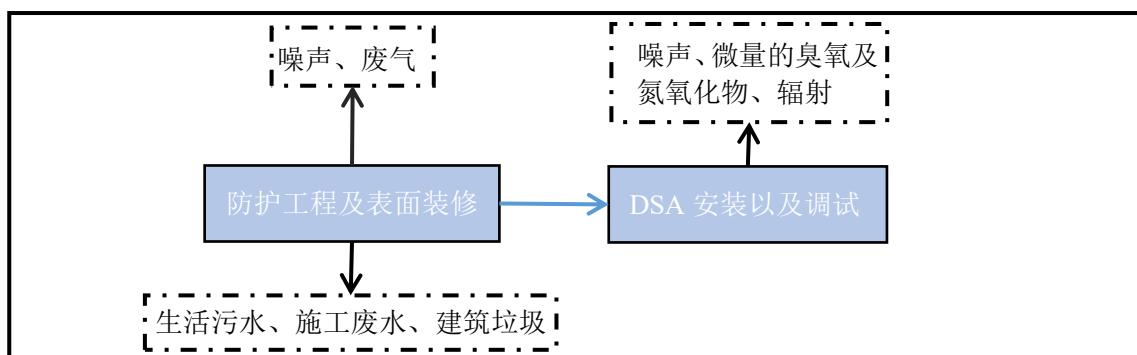


图 9-1 本项目 DSA 施工期环境影响示意图

施工过程以施工机械噪声、装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。以上污染因素将随建设期的结束而消除。

本项目 DSA 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，因此要求本项目的安装和调试在辐射防护建设完成后进行。本项目 DSA 射线装置运输、安装和调试要求由设备厂家专业人员完成。在射线装置运输、安装、调试过程中，院方应加强辐射防护管理。

2.2 营运期工作流程及产污环节分析

2.2.1 DSA 工作原理

数字减影血管造影技术（Digital Subtraction Angiography，简称DSA）是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA的成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在X射线照射下会显影）后的血管造影X射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过DSA处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血流动力学的改变，因此进行介入手术时更为安全。数字X线系统原理图见图9-2。

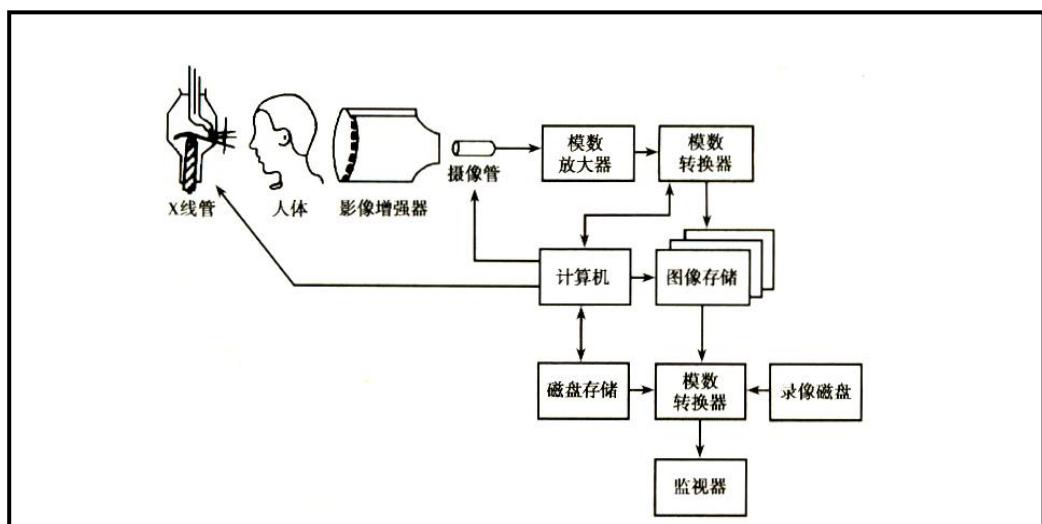


图 9-2 数字 X 线系统原理图

2.2.2 DSA结构

DSA因其整体结构像大写的“C”，因此也称作C型臂X光机。DSA成像系统按功能和结构划分，主要由五部分构成：X线发生系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统。

（1）X线发射装置主要包括X线球管、高压发生器和X线遮光器。

介入治疗需要连续发射X射线，要求有较高的球管热容量和散射率，因此DSA必须具有阳极热容量在1MHU以上、具有大小焦点的X线球管。此外，还需具有一个能产生高千伏、短脉冲和恒定输出的高压发生器、X线遮光器用来限制X线照射

视野，避免患者接受不必要的辐射。

（2）影像检测和显示系统，用于将 X 线信息影像转换成可见影像。

目前数字成像系统共有两种：影像增强器和平板探测器。本项目机型采用平板探测器。平板探测器分为间接转换平板探测器和直接转换平板探测器。间接转换平板探测器由碘化铯等闪烁晶体涂层与非晶硅薄膜晶体管 TFT 构成。间接转换平板探测器的工作过程一般分为两步：闪烁晶体涂层将 X 射线的能量转换为可见光，其次非晶体硅 TFT 将可见光转换为电信号。直接转换平板探测器主要由非晶硒 TFT 构成：入射的 X 射线在硒层产生电子空穴对，在外加偏压电场作用下，电子和空穴向相反的方向移动形成电流，电流在薄膜晶体管中形成电信号。现代大型 DSA 设备普遍使用平板探测器，其转换环节少，减少了噪声，使 X 线光子信号的损失降到了最低限度，大大提高了光电转换效率。不但保证了优质的图像质量，而且降低了射线剂量。

（3）影像处理和系统控制。

DSA 影像被数字化后，则需进行各种算术逻辑运算，并对减影的图像进行各种后处理。计算机系统是 DSA 的关键部件，具有快速处理能力，主要对数字影像进行对数变换处理、时间滤波处理和对比度增强处理。系统控制部分具有多种接口，用于协调 X 线机、机架、计算机处理器和外设联动等。

（4）机架系统和导管床机架有悬吊式和落地式两种，各有利弊，可根据工作特点和手术室情况选择。导管检查床具有手术床和透视诊断床两种功能，多采用高强度、低衰减系统的碳素纤维床面，减少对 X 线的吸收。

（5）影像存储和传输系统（PACS），采用在线存储和近线存储两种存储方式，充分利用网络技术实现影像资料的共享，方便随时调阅，更加高效的交流和管理 DSA 影像信息。

2.2.3 介入治疗

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约1.5-2毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

基于医院特色，本项目运行后主要开展项目为综合介入、心血管外科、消化科、

神经内科相关介入诊疗工作。主要涉及的病人为门诊和住院病人。以下以四个学科的典型手术为例进行简要原理介绍：

综合介入

综合介入诊疗技术是指除神经血管介入、心血管介入和外周血管介入以外其他介入诊疗技术的总称，主要包括对非血管疾病和肿瘤进行诊断和治疗的介入技术。其中，非血管介入疾病诊疗技术是在医学影像设备引导下，经皮穿刺或经体表孔道途径对非血管疾病进行诊断和治疗的技术；肿瘤介入诊疗技术是指在医学影像设备引导下，经血管或非血管途径对肿瘤进行诊断和治疗的技术。以针对恶性肿瘤的血管性介入疗法为例，主要是针对肿瘤的供血动脉，或将抗癌药物注射到肿瘤区，直接杀癌；或栓塞肿瘤供血动脉，阻断肿瘤的营养供应，使瘤体体积缩小；或施行双介入，将抗癌药物和栓塞剂有机结合在一起注入靶动脉，既阻断供血，同时药物停留于肿瘤区起到局部化疗，杀死肿瘤组织的作用。

心血管外科

动脉导管未闭（PDA）是主动脉和肺动脉之间的一种先天性异常通道，多位于主动脉峡部和左肺动脉根部之间，约占先心病的20%左右，采用封堵术进行治疗。术前准备：完善各项术前检查，如心电图、胸片、超声心动图及相关化验监测，必要时配血备用，准备好必要的抢救要求并签署知情同意书。诊断性心导管术：局麻或全麻下穿刺股静脉，静脉推注肝素100U/kg，行右心导管监测。穿刺股动脉行降主动脉造影，通常选择左侧位，测量PDA直径，了解其形体和位置。计算肺循环血流量、肺循环阻力等，合并肺动脉高压者判断其病变程度及行政，必要时行急性血管反应试验及堵闭试验。封堵操作：Amplatzer主动脉导管封堵器及国产类似形状封堵器：将所选封堵器安装于输送钢缆顶端，透视下沿输送鞘管将其送至降主动脉。待封堵器盘面完全张开后，将输送鞘管及输送钢缆一起回撤至PDA主动脉侧。然后固定输送钢丝，仅回撤输送鞘管至PDA肺动脉侧，使封堵器腰部固定于PDA内。5-10min后重复主动脉弓降部造影。若证实封堵位置合适、形状满意，无或仅有微量参与分流，且听诊无心脏杂音时，可操纵旋转柄将封堵器释放。

消化科

经颈静脉肝内门腔静脉分流术（TIPS）是采用特殊的介入治疗器械，在透视导引下，经颈静脉入路，建立肝内的位于肝静脉及门静脉主要分支之间的人工分流通道，

并以金属内支架维持其永久性通畅，达到降低门静脉高压后控制和预防食道胃底静脉曲张破裂出血，促进腹水吸收的作用。

神经内科

神经内科的脑血管狭窄手术是指医生利用DSA透视功能，通过股动脉穿刺，导管放置于狭窄部位，根据狭窄血管不同可预先于狭窄动脉处的远端置入脑保护伞，然后将球囊放置狭窄部位扩张，之后支架植入狭窄动脉内，支撑狭窄部位，使血流畅通，改善脑组织供血。

2.2.4 诊疗流程

本项目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。

（3）设置参数，病人进入手术室、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；引导病人进入手术室并进行摆位。

（4）根据不同的治疗方案，医师及护士密切配合，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；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房病历保管。

本项目 DSA 工作流程及产污环节如图 9-3：

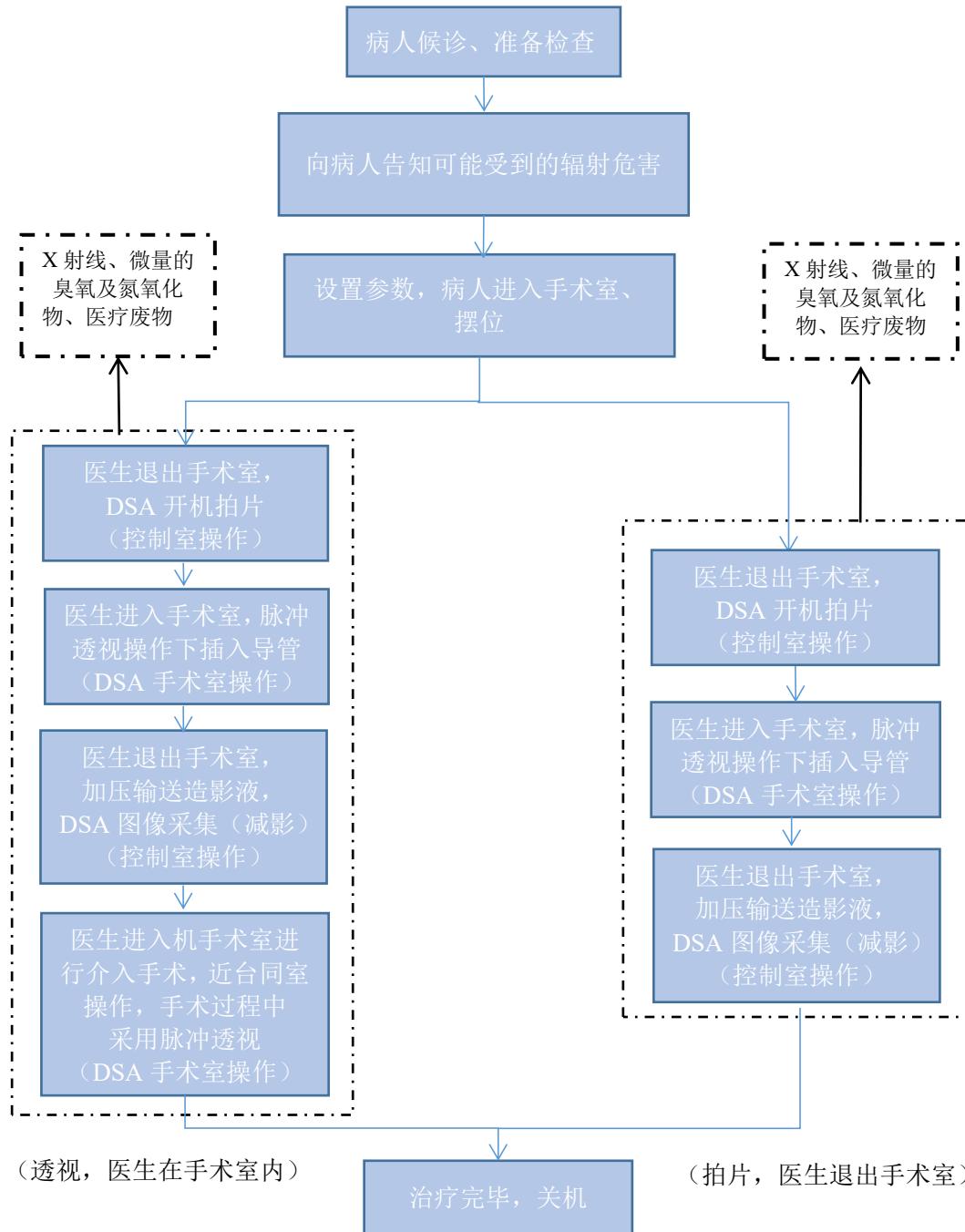


图 9-3 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

其中 DSA 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 在进行曝光时分两种情况：

第一种情况（拍片）：操作人员采取隔室操作的方式（即医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况（透视）：医生需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

污染源项描述

1) 辐射污染源分析

由 DSA 工作原理可知，DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，故 DSA 在开机期间，X 射线是项目主要污染物。利用 X 射线束对病人进行诊断和手术的同时，射线装置产生的主射线、漏射线及散射射线也可能会穿透诊断室的屏蔽墙、观察窗、防护门等对诊断室外的职业人员产生辐射影响。一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小；而介入手术则需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

介入放射学主要辐射危害因素可分为两个类别：初级辐射和次级辐射。次级辐射为两项：散射辐射和泄漏辐射。初级辐射是从X射线管遮光器出射的，是在与受检者、床和影像接收器作用前的辐射，受检者及影像接收器对初级辐射有很大衰减。典型的入射到受检者体表剂量到mGy数量级，及到达影像接收器的剂量为 μ Gy数量级。同时，根据IAEA官网在“**Radiation protection of medical staff in interventional fluoroscopy**”（介入荧光透视领域医护人员的辐射防护）环节的介绍，入射到病人的射线只有1%~5%会穿出人体。散射辐射取决于受检者受照范围、初级辐射能量和受照角度。电子作用于靶向个方向发射X射线，泄漏辐射是从含有铅屏蔽防护的管套透射出的射线。

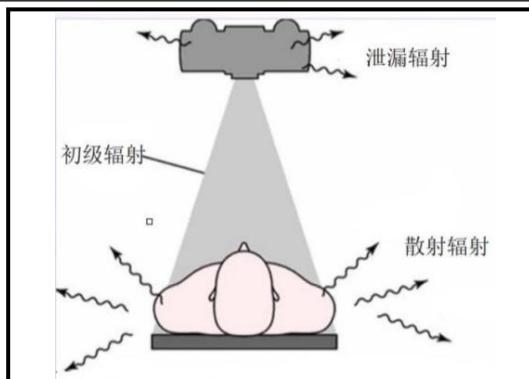


图 9-5 本项目电离辐射污染源构成

2) 非辐射污染源分析

- 废气：DSA 工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。为了避免交叉感染，净化空调系统维持合理的气流流向和气流组织。
- 废水：DSA 装置采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生；含有废弃造影剂的输液瓶集中收集至先转移至第一住院大楼西北侧污物处置用房暂存作为医废暂存；工作人员工作中所产生的生活污水量较小（且均为原有工作人员），少量生活污水进入医院生活污水处理系统。
- 固体废物：本项目涉及的 DSA 装置采用数字成像，它根据病人的需要打印胶片，打印出来的胶片由病人带走自行处理，故无不产生废胶片。本项目介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套以及含有废弃造影剂的输液瓶等作为医疗废物，工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾产生量约 0.5t/a，由院区统一收集后交由环卫部门统一清运。
- 噪声：本项目噪声源主要为空调噪声，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排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

控制区监督区分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作场所的分区原则：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定位**控制区**；将未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为**监督区**。

本项目辐射工作场所由 DSA 介入手术室、控制室、设备间组成。

本项目 DSA 介入手术室边界作为本项目 DSA 的辐射工作场所控制区边界。开展血管造影时，DSA 球管发射的射线被屏蔽在手术室内，手术室属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**控制区**；而控制室、设备间均毗邻手术室且会有辐射工作人员停留的可能性，均属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**监督区**。由于本项目污物运输只会在所有工作结束、医护人员离开辐射工作场所后进行，此时 DSA 处于关闭状态。考虑到东侧和西侧走廊为公共区域，故不便将走廊整体设置为监督区。为起警示作用，在手术室外 1.5m × 1m 范围（门规格为 QMAD15LGF）以及污物门外 0.8m × 1m 范围（门规格为 QM08212）地上划出警戒范围作为**监督区**。在手术室对外各防护门表面上均要求设置有电离辐射警告标志及中文警示说明以及工作状态指示灯，同时应在作为监督区入口的设备间门及控制室人员门朝向走廊的一侧张贴电离辐射警告标志。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。具体控制区和监督区划分表和示意图见表 10-1 和图 10-1。

表 10-1 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
第一住院大楼 3楼介入手术室	DSA 介入手术室	控制室、设备间、手术室外 1.5m × 1m 范围、污物门外 0.8 × 1m 范围	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：在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。

监督区：在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警告标记；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。

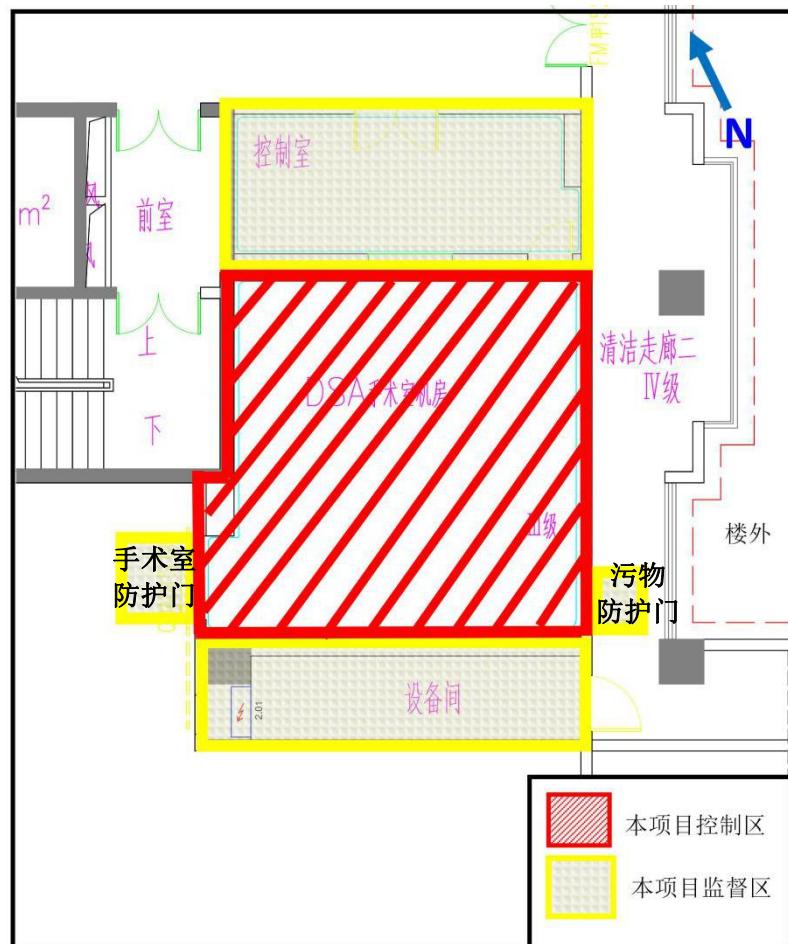


图 10-1 本项目辐射工作场所控制区、监督区示意图

2. 工作场所污染防治措施

（一）设备固有安全防护措施

本项目 DSA 型号为 Philips 的 UNIQ FD20C，设备各项安全措施齐全，仪器本身采取了多种安全防护措施：

①采用栅控技术：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 射线管头或影响增强器的窗口处放置合适过滤板，以消除软 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 DSA 不同应用时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，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），利用此方法可以明显缩短总透视时间，以减少不必要的照射。

⑤配备有相应的表征剂量的指示装置，当曝光室内出现超剂量照射时会出现报警。

⑥设备的手术室内操作台和床体上设有“紧急止动”按钮各一个，在机器故障时可摁下，避免意外照射。

⑦上述 DSA 设备自带第一、第二术者位铅胶帘等防护措施，铅当量为 0.5mmPb。

⑧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。

有用线束主要为从下往上，即使旋转机头，考虑到 DSA 安放位置，也不会直接照射门、窗和管线口位置。同时，也要求建设单位定期按照规章制度对于设备进行维护检修。

（二）DSA 手术室辐射防护屏蔽：

本项目 DSA 介入手术室设计的屏蔽参数见表 1-1。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）附录可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、C.3 可知。

辐射透射因子 B：

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

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（mm）；

α——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

铅当量厚度 X：

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

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子;

X——铅厚度 (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。

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(80kV)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,故采用实际工况(80kV)下主射线拟合参数计算其透射因子。

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 (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ (mm ⁻¹)
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
管电压 80kV			
铅	4.040	21.69	0.7187

表 10-3 铅、混凝土不同管电压的 X 射线(散射)辐射衰减拟合参数

管电压 70kV (无 80kV 数据故使用 70kV 数据)			
材料	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ (mm ⁻¹)
铅	5.369	23.49	0.5883

本项目钡板样品在使用前将送往中国疾病预防控制中心辐射防护与和安全医学所(具有相关 CMA 资质)进行铅当量检测,确保防护板能够达到要求的铅当量。从而可根据公式 1、2 将手术室的屏蔽材料折算成等效屏蔽铅当量,结果见表 10-4。

表 10-4 DSA 手术室当前设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	设计屏蔽材料及 屏蔽厚度	等效屏蔽效果	对散射线的 辐射透射因子	对主/泄漏射线的 辐射透射因子
四周墙体	3mm 铅当量 硫酸钡防护板	3.00mm 铅当量	5.80×10^{-9}	4.15×10^{-7}
顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅当量硫酸钡防护板	1.17+2.00= 3.17mm 铅当量	2.33×10^{-9}	2.09×10^{-7}
地坪	200mm 混凝土	2.57mm 铅当量	5.84×10^{-8}	2.36×10^{-6}
观察窗(1 扇)	3.6mm 铅当量铅玻璃 (18mm)	3.60mm 铅当量	5.80×10^{-10}	3.67×10^{-8}
防护门(3 扇)	内衬 3mm 铅板	3.00mm 铅当量	5.80×10^{-9}	4.15×10^{-7}
0.5mm 铅屏	/	0.50mm 铅当量	5.35×10^{-3}	1.37×10^{-2}
0.5mm 铅衣	/	1.00mm 铅当量	2.84×10^{-4}	1.43×10^{-3}

+0.5mm 铅屏				
0.025mm 铅手套	/	0.025mm 铅当量	0.537	0.580

注：等效铅当量为额定管电压 125kV 下参数，透射因子为实际工况 80kV 电压下参数。

本次评价采用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中给出的不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求，其中对于介入 X 射线设备机房，要求有用束和非有用束方向均为 2mm 铅当量。本项目结合考虑楼顶承重条件和尽量减少未来铅污染的环保需求，对于四周和顶棚使用压制好的钢板进行防护施工，对于主要受到射线背散射的地面进行抹平和表面装饰工程。防护设计为整体屏蔽效果达到 2-4mm 铅当量，在满足防护要求的情况下尽量减少施工。综上所述，本项目防护设计在满足屏蔽要求的情况下未造成过度防护，也考虑到污染防治问题，符合防护最优化原则。

本项目DSA机手术室的四周墙壁、屋顶和地板、防护门窗防护效果均不低于2mm 铅当量，符合上述要求。手术室内开展介入治疗的医护人员将配备4套0.5mm铅当量的防护铅衣、防护铅围脖、铅帽、铅眼镜等；本项目机型自带第一、第二术者位防护铅帘，铅当量为0.5mm；另为患者配备1套0.5mm铅当量的防护设备以及0.025mm铅当量铅手套。防护设备均放置于3楼手术层入口处铅衣衣架上，方便医护人员在进入手术层进行更衣时一起更换。以上屏蔽措施能够有效降低DSA手术室内辐射工作人员的吸收剂量，起到屏蔽防护效果。

（三）对医生及患者的辐射防护措施

在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

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，佩带好个人防护用具。
- 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。

同时，医院在实施介入治疗时还须采取以下防护措施：

- ①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。

②距离防护：操作人员采取隔室操作方式，控制室与手术室之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与病人交流。DSA手术室将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在手术室的各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。

③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。

此外，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缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

③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。

④在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

⑤作好患者非病灶部位的保护工作。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十三条及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第七条，医院需不断完善《射线装置操作规程》，并严格按照该规程操作。在该规程中明确规定：手术室内辐射工作人员必须佩戴个人剂量计并合理使用铅防护用品，在介入诊疗中必须认真做好自身的防护工作，同时也必须做好患者的防护工作。

（四）辐射安全措施

（1）DSA介入手术室所有防护门外拟设置电离辐射警告标志；手术室防护门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏。污物门门外和手术室门门外地面要求画出注醒目的警戒标志并配文字。另在监督区入口的控制室人员门和设备间门外也应设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志。

（2）本项目介入手术室平开防护门拟设置自动闭门装置；推拉式防护门拟制定曝光时关闭防护门的管理措施；工作状态指示灯能与防护门有效关联。所有的电动推拉式不锈钢防护铅门应设置防夹装置。

（3）辐射安全管理制度要求在走廊等手术室外墙悬挂，岗位职责及操作规程等工作制度要求在 DSA 控制室等合适的墙上张贴。

（3）本项目机型自带床旁和操作台的紧急制动装置，院方拟在控制室墙上增设 1 个紧急制动按钮。控制室和手术室内拟设置对讲装置。

（4）根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求，应为介入放射学操作辐射工作人员、患者和受检者配备个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜；应为辐射工作人员配备辐射防护设施，包括铅悬挂防护屏、铅防护调帘、床侧防护帘、床侧防护屏；应为患者配备辐射防护用品；除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mPb；应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5 mPb。本项目拟购所有防护用品和辅助防护设施的铅当量为 0.5mmPb，拟购铅手套的铅当量应在 0.025mm 以上。本项目手术室内常规只会有 4 名医护人员和 1 名患者，故医院目前为辐射工作人员和患者共拟配置 5 套防护用品。建设单位应确保今后如扩展手术类型，应在实施相应诊疗工作前增加足够套数防护用品。

（5）遂宁市中心医院核技术利用项目已配备必要的辐射监测仪器用以进行场所的自行监测（见图 1-1）且已建立自行监测记录，所有辐射工作人员已配备个人剂量计并定期送检，且已定期开展职业健康体检并建立了个人剂量档案和个人职业健康监护档案。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第五条和第九条和第二十三条，院方应增购个人剂量报警仪。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）建议院方考虑为介入中心的辐射工作人员增配腕部或指部剂量计。

（6）遂宁市中心医院已建立以院领导为代表的第一责任人的安全管理机构。

（7）本项目建设单位涉及使用II类X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》“第十六条”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），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-3，目前建设单位已按照要求制定所有制度并下发至全院。

三废的治理

1. 施工期三废治理

1.1 废气

施工过程中产生的废气，属于无组织排放，主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

1.2 噪声

施工期噪声包括铺设电路时机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。且已禁止夜间施工，也已尽可能选用噪音较小的施工设备。

1.3 废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀处理后回用，生活污水产量较小，已依托医院污水处理设施处理。

1.4 固体废物

施工中固体废物主要为建筑废料、装修过程中产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，施工垃圾和生活垃圾均已由医院统一收集并移交环卫部门清运。

2. 运营期三废治理

2.1. 废水

本项目 DSA 装置采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生；含有废造影剂的输液瓶瓶按照流转送至第一住院大楼北侧污物处置用房暂存作为医废暂存后由遂宁市洁城环境卫生服务有限公司统一运出；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。

处理措施：病区废水和非病区废水实行分流制，病区废水经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 的预处理标准后排放入市政污水管网，送遂宁市河东新区污水厂处理；非病区生活污水经化粪池处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后进入城市污水管网，送污水厂处理。

2.2 废气

本项目介入手术室采用净化空调和吸顶空调通风，通风条件良好。手术室通风措施符合《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。本项目 DSA 工作时会使周围空气电离产生极少量

臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过 DSA 手术室通风系统排至楼顶。臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，DSA 运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。且根据《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海编著）及《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张大薇编著）资料显示，医院射线装置工作场所臭氧浓度范围为 0.010~0.137mg/m³、氮氧化物浓度范围为 0.01~0.103mg/m³，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

2.3 固废

本项目运行后不会产生放射性固体废物。本项目涉及的 DSA 装置采用数字成像，它根据病人的需要打印胶片，打印出来的胶片由病人带走自行处理，不产生废胶片。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、含有废弃造影剂的输液瓶等医疗废物，采用专用容器集中收集后转移污物暂存间暂存，按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地遂宁市洁城环境卫生服务有限公司定期处置。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾在医院进行统一集中收集后由当地环卫部门统一清运。

3. 噪声

本项目运行后噪声源主要为空调噪声，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排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

4. 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拆解和去功能化。

环评要求：本项目使用的数字减影血管造影机（DSA）在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，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

本项目总投资 [REDACTED] 万元，其中环保投资 [REDACTED] 万元，占总投资约 8.44%。按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）相应要求：6 名医师建议配备 3 个个人剂量计（1 个腰部、1 个领部和 1 个腕部/指部），应起码配备 2 个个人剂量计（1 个腰部、1 个领部），2 名护师各配备 2 个个人剂量计（1 个腰部和 1 个领部），2

名技师各配备 1 个剂量计（1 个胸部）。所有辐射工作人员原已配备 2 个个人剂量计，因此预计最多需增加 6 个腕部或指部剂量计。手术室内同时操作的手术医护人员预计最多 4 人，因此目前拟为医护人员配备 4 套防护设备以保证手术室内工作人员均能穿戴防护进行手术，另拟为患者配备 1 套防护用品。本项目要求为 3 个第一术者位医师各自配备 1 台个人剂量报警仪。具体环保设施及投资见下表。

表 10-5 本项目环保预算一览表

项目	环保措施	投资（万元）
介入手术室	屏蔽体建设	
	铅防护门 3 扇（手术室防护门、污物防护门、控制室防护门）	
	铅玻璃观察窗 1 扇	
	紧急制动（补充 1 套在墙上）	
	通排风系统（净化空调及吸顶空调）	
	门灯联锁 3 套（手术室防护门、污物防护门、控制室防护门）	
	闭门装置 1 套（手术室防护门）	
	对讲装置 1 套（控制室和手术室内）	
	电离辐射警告标志 5 个（手术室防护门、污物防护门、控制室防护门、控制室人员门、设备间门）、工作状态指示灯 3 套（手术室防护门、污物防护门、控制室防护门）、警戒线 2 套（污物防护门、手术室防护门）	
	0.5mm 铅当量患者防护设备 1 套 (防护裙+铅帽+铅围领+铅眼镜+铅手套+防护裤头 + 防护巾)	
监测	0.5mm 铅当量医护人员防设备 4 套 (防护裙+铅帽+铅围领+铅眼镜+0.025mm 铅手套)	
	射线装置工作场所监测费用	
	个人剂量报警仪 3 台	
其他	个人剂量计	
	辐射工作人员、管理人员及应急人员的考试差旅费	
合计		

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目所在建筑为已使用的院区第一住院大楼，所在院区环评已获得《关于对于遂宁市人民医院河东院区建设项目环境影响报告书的批复》（川环建函【2008】729号）。本项目所在主体建筑的施工期阶段环境影响已在院区环评中详细描述。

施工期主要为房间隔断、防护工程、表面装修、DSA 装置安装和电路铺设，可能的污染因素主要为常规环境要素（施工废水、施工废气、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。

1. 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场附近区域。针对上述大气污染拟采取以下措施：

- a) 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；
- b) 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- c) 施工路面保持清洁、湿润，减少地面废气。

（2）施工期废水环境影响分析

施工期间，有一定量含有泥浆的建筑装修废水产生，项目施工期施工人员为 6 人。施工人员生活污水产生量为 100L/d，污水产生量很少。施工人员产生的少量生活废水将进入建设单位原有的污水处理系统处理后进入城市污水管网，项目施工期废水对外环境影响较小。

（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，声源强度在 65~95dB(A)，会造成局部时段边界噪声超标，因此，项目将加强管理，尽量在医院手术层无人的周末进行施工。且在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）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。目前院方施工均安排在周末。

（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。其中生活垃圾约 5kg/d。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，由建设单位外运至市政部门制定的垃圾堆放场。故项目施工期间产生的固废对周边环境产生影响较小。

2. 安装调试期对环境会产生如下影响：

安装调试期对于环境主要影响为 X 射线辐射、微量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。本项目 DSA 设备的安装与调试均要求在项目辐射防护工程完成后，由设备厂家安排的专业人员进行。在设备安装调试阶段，建设单位应加强辐射防护管理，避免发辐射事故。

由于设备的安装和调试均在手术室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位应及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置。

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

1. DSA 介入手术室防护条件评估

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），评价结果见表11-1。

表 11-1 本项目 DSA 介入手术室拟建屏蔽设计评价结果表

位置	设计厚度	铅当量	屏蔽要求	评价
四侧墙体	3mm 铅当量 硫酸钡防护板	3.00mm 铅当量		满足
顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅当量 硫酸钡防护板	3.17mm 铅当量	介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。	满足
地坪	200mm 混凝土	2.57mm 铅当量		满足
观察窗（1 扇）	3.6mm 铅当量铅玻璃（18mm）	3.60mm 铅当量		满足
防护门（3 扇）	内衬 3mm 铅板	3.00mm 铅当量		满足
机房有效面积	37.4m² ，单边最短长度 6.03m		单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，单边长度不小于 3.5m。	满足

由上表可知本项目 DSA 介入手术室辐射屏蔽措施均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，同时 DSA 介入手术室有效面积和单边最短长度也满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，手术室屏蔽设计合理。

2. 辐射环境影响分析

2.1 DSA手术室外30cm处周围剂量率评估

本项目采用理论计算结合类比监测结果综合评估本项目辐射环境影响。

辐射种类和计算方法

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。工作时除医疗废物外不产生放射性废水或放射性固废，不使用显、定影液，不产生废胶片。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。由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中未对C臂剂量率预估方式给出指导，故采用《辐射防护手册》中X射线机辐射影响的计算方式进行理论评估。《辐射防护手册》由核工业部安全防护卫生局和原子能出版社共同组织编写，涉及范围广泛，主要讨论了环境辐射标准、环境监测、剂量计算和三废治理等，应用于我国核能事业及辐射和放射性同位素在工业、农业及医学等多个领域，能很好地满足从事辐射防护工作的广大科技人员的实际需要。采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于 X 射线机的屏蔽计算方式 10.8 和 10.10 演变可得公式3、4、5：

（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。

$$H_{pr} = \frac{H_0 \cdot B}{r^2} \quad \text{公式3}$$

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

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 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$) ;

B: 屏蔽透射因子;

r: X射线管距离关注点距离, m。

（2）散射线

$$H_{sr} = \frac{H_0 \cdot \mu \cdot s \cdot \alpha \cdot f}{(d_0)^2 (d_s)^2} \quad \text{公式4}$$

H_{sr} : 屏蔽体外30cm处剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

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 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$) ;

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

f: 屏蔽墙对初级X射线束的减弱因子;

α : 相对于 400cm^2 散射面积的受照物对入射X射线的散射比, 根据《辐射防护手册》(第一分册, 李德平、潘自强主编) 中表 10.1 中参数进行插值法, 可知对于 80kV 的 X 射线取 0.0008 (90° 散射角);

s: 散射面积, cm^2 , 此处取 400cm^2 ;

d_0 : 源与受照体的距离, 此处取 $d_0=1\text{m}$;

d_s : 受照体与关注点的距离。

（3）泄漏射线

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:

$$H_{lr} = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{r^2} \quad \text{公式5}$$

H_{lr} : 预测点处的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

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 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$) ;

B: 屏蔽透射因子;

f: 泄漏射线比率, 0.1%;

r: X射线管至关注点的距离, m。

计算时按照 DSA 机头拟放置位置确定距离, 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。另根据NCRP147号报告表4.1 医疗场所居留因子建议值对本项目保护目标所在场所的居留因子进行取值。

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(单位ms), 以(80kV, 300mA)模式运行; 透视模式下持续时间较长(单位min), 以(80kV, 20mA)模式运行。根据本项目DSA用户手册可知, 设计要求X射线管/准直器的最低固有过滤当量是2.5mmAl, 另依靠光束限制设备(BLD)安装有附加过滤器。为进行保守预估, 本项目按照滤过材料当量为1mmCu进行剂量估算。采用《辐射防护手册》(第一分册, 李德平、潘自强主编) P236图4.4c, 查询对应照射量率(照射量和空气比释动能针对10-1500kV的X射线的换算系数针对空气为8.76mGy/R), 结合拍片和透视工况(乘以电流)可得, 透视时距靶1m处空气比释动能为409968 μ Gy/h, 拍片时距靶1m处空气比释动能为6149520 μ Gy/h, 减弱因子见表10-4。根据公式3、4、5计算DSA介入手术室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、散射线和泄漏射线产生的瞬时剂量率, 结果见表11-2和表11-3, 关注点位图见图11-1、11-2、11-3。

表11-2 不同介入诊疗条件下本项目介入手术室周围主射线方向剂量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离(m)	屏蔽材料	减弱因子	利用因子	瞬时剂量率(μ Gy/h)
1	楼上30cm处 (药剂科液体走廊)	透视	4.23	120mm混凝土+2mm 铅当量硫酸钡防护板 +0.85mm铅当量硬件	6.73×10^{-9}	1	1.54×10^{-4}
		拍片					2.31×10^{-3}

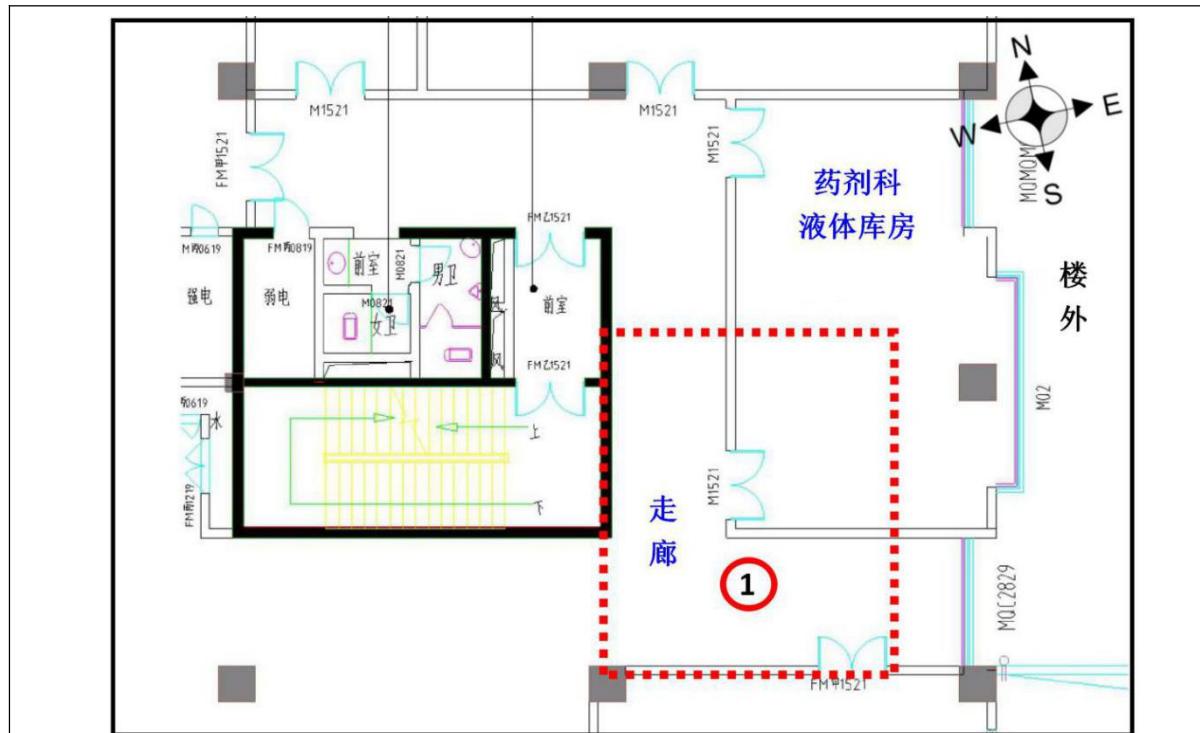


图11-1 本项目DSA手术室楼上关注点位图

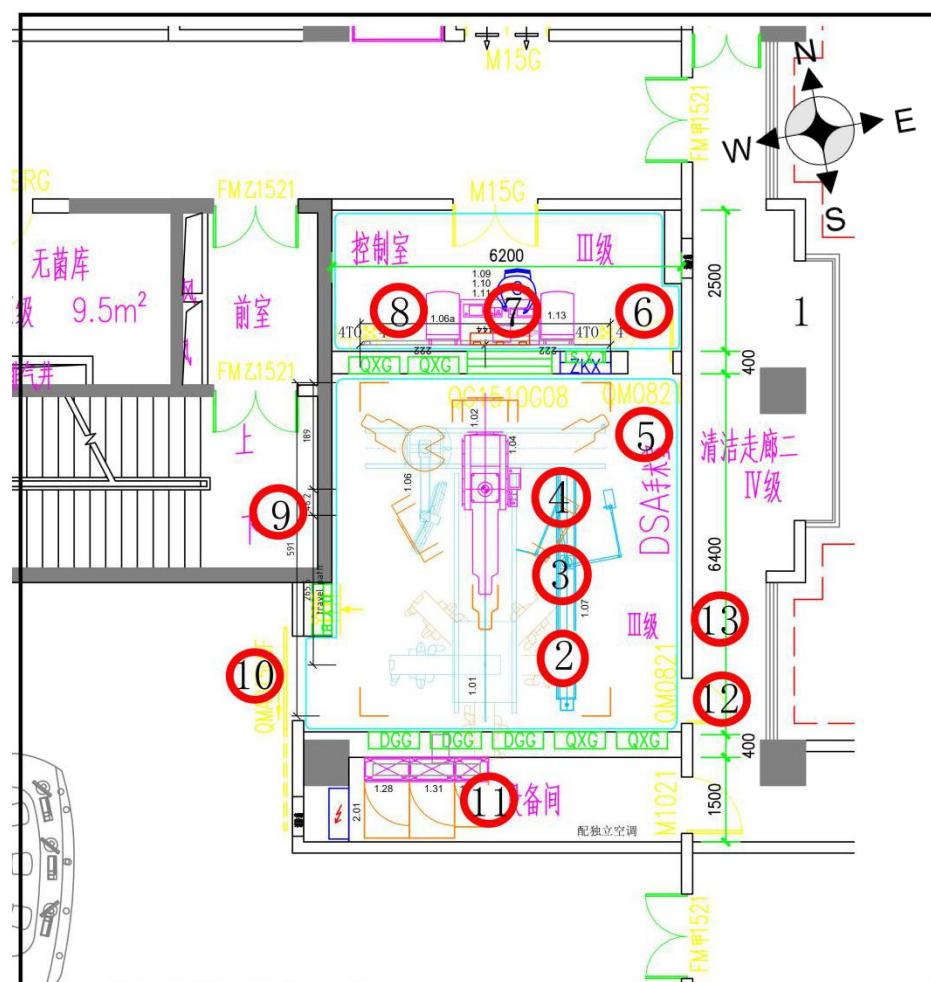


图11-2 本项目DSA手术室内和四周关注点位图

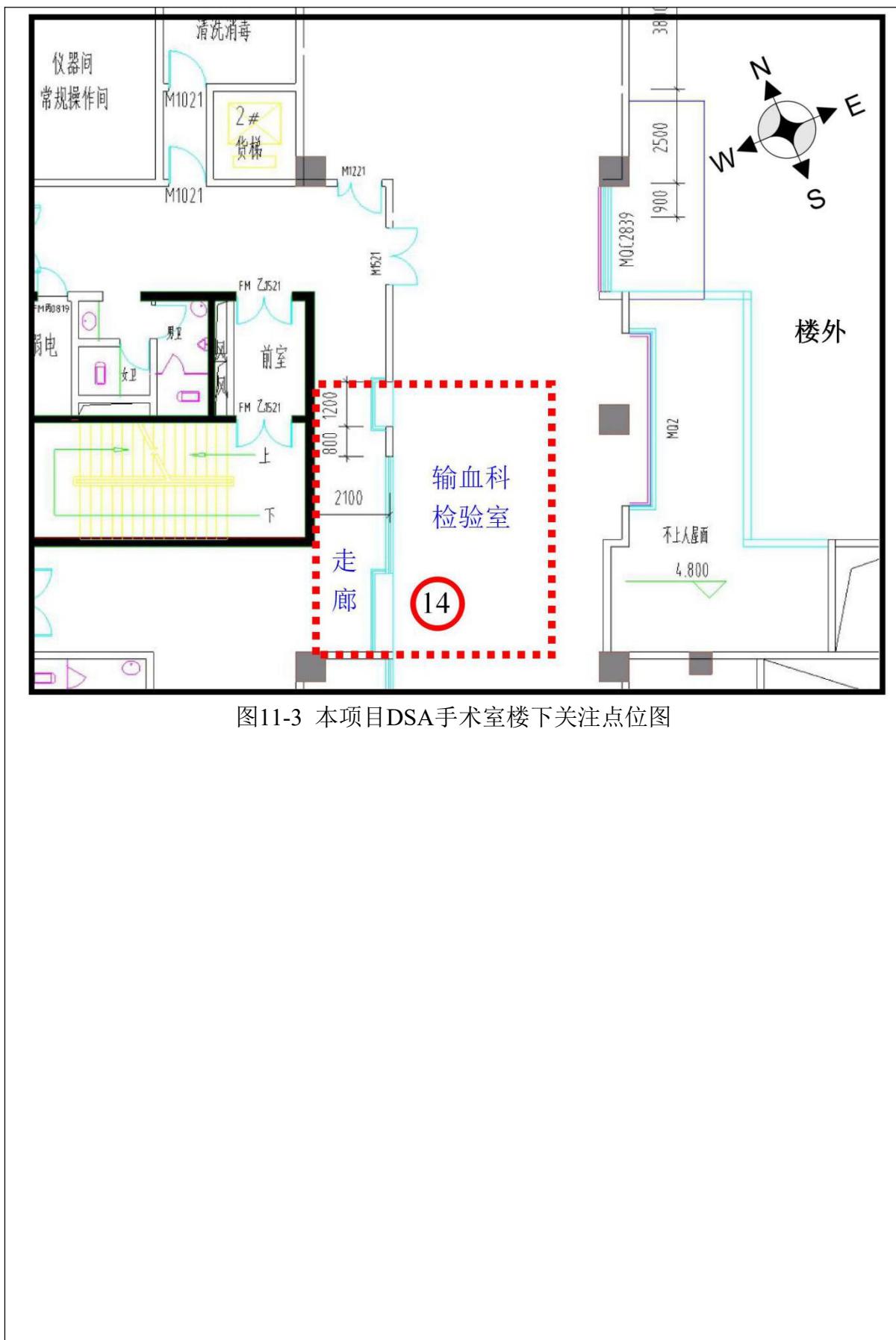


表11-3 不同介入诊疗条件下本项目介入手术室周围非主射线方向剂量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离(m)	屏蔽材料	利用因子	散射线		泄漏射线		合计瞬时剂量率(μGy/h)
						减弱因子	瞬时剂量率(μGy/h)	减弱因子	瞬时剂量率(μGy/h)	
2	第一术者位	透视	0.3	0.5mm铅屏	1	5.35×10^{-3}	0.780	1.37×10^{-2}	62.4	63.2
				0.5mm铅屏+0.5mm铅衣		2.84×10^{-4}	0.0414	1.43×10^{-3}	6.51	6.56
3	第二术者位	透视	0.6	0.5mm铅屏	1	5.35×10^{-3}	0.195	1.37×10^{-2}	15.6	15.8
				0.5mm铅屏+0.5mm铅衣		2.84×10^{-4}	0.0103	1.43×10^{-3}	1.63	1.64
4	护师1号位	透视	0.9	0.5mm铅屏	1	5.35×10^{-3}	0.0867	1.37×10^{-2}	6.93	7.02
				0.5mm铅屏+0.5mm铅衣		2.84×10^{-4}	0.00460	1.43×10^{-3}	0.723	0.728
5	护师2号位	透视	1.2	0.5mm铅屏	1	5.35×10^{-3}	0.0488	1.37×10^{-2}	3.90	3.95
				0.5mm铅屏+0.5mm铅衣		2.84×10^{-4}	0.00259	1.43×10^{-3}	0.407	0.433
6	北侧门外 30cm 处 (控制室防护门)	透视	5.87	内衬3mm铅板	1	5.80×10^{-9}	2.21×10^{-9}	4.15×10^{-7}	4.94×10^{-6}	4.94×10^{-6}
		拍片					3.31×10^{-8}		7.41×10^{-5}	7.41×10^{-5}
7	北侧窗外 30cm 处 (观察窗)	透视	5.55	3.6mm铅当量铅玻璃 (18mm)	1	5.80×10^{-10}	2.47×10^{-10}	3.67×10^{-8}	4.88×10^{-7}	4.89×10^{-7}
		拍片					3.71×10^{-9}		7.33×10^{-6}	7.33×10^{-6}
8	北墙外 30cm 处 (控制室)	透视	5.80	3mm 铅当量 硫酸钡防护板	1	5.80×10^{-9}	2.26×10^{-9}	4.15×10^{-7}	5.06×10^{-6}	5.06×10^{-6}
		拍片					3.39×10^{-8}		7.59×10^{-5}	7.59×10^{-5}
9	西墙外 30cm 处 (楼梯间)	透视	3.71	3mm 铅当量 硫酸钡防护板	1	5.80×10^{-9}	5.53×10^{-9}	4.15×10^{-7}	1.24×10^{-5}	1.24×10^{-5}
		拍片					8.29×10^{-8}		1.85×10^{-4}	1.85×10^{-4}
10	西侧门外 30cm 处 (手术室门)	透视	3.70	内衬3mm铅板	1	5.80×10^{-9}	5.56×10^{-9}	4.15×10^{-7}	1.24×10^{-5}	1.24×10^{-5}
		拍片					8.34×10^{-8}		1.86×10^{-4}	1.87×10^{-4}
11	南墙外 30cm 处	透视	1.44	3mm 铅当量	1	5.80×10^{-9}	3.67×10^{-8}	4.15×10^{-7}	8.20×10^{-5}	8.21×10^{-5}

	(设备间)	拍片		硫酸钡防护板			5.50×10^{-7}		1.23×10^{-3}	1.23×10^{-3}
12	东侧门外 30cm 处 (污物门)	透视	3.80	内衬3mm铅板	1	5.80×10^{-9}	5.27×10^{-9}	4.15×10^{-7}	1.18×10^{-5}	1.18×10^{-5}
		拍片					7.90×10^{-8}		1.77×10^{-4}	1.77×10^{-4}
13	东墙外 30cm 处 (清洁走廊)	透视	3.70	3mm 铅当量 硫酸钡防护板	1	5.80×10^{-9}	5.56×10^{-9}	4.15×10^{-7}	1.24×10^{-5}	1.24×10^{-5}
		拍片					8.34×10^{-8}		1.86×10^{-4}	1.87×10^{-4}
14	楼下 30cm 处 (输血科检验室)	透视	1.20	200mm混凝土	1	5.84×10^{-8}	5.32×10^{-7}	2.36×10^{-6}	6.72×10^{-4}	6.72×10^{-4}
		拍片					7.98×10^{-6}		1.01×10^{-2}	1.01×10^{-2}

根据表11-2和表11-3可知，DSA机手术室四周墙体、铅防护门、观察窗、顶棚和地坪的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，屏蔽体外表面0.3m外的瞬时剂量率均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中5.4的要求。

2.2 辐射工作人员及周围公众年有效剂量评估

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公式计算手术室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 $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

T : 居留因子, 见表11-4;

t : 年照射时间, h;

K : 有效剂量与吸收剂量转换系数。本项目根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.9 进行插值取值, $K=1.72$ 。

医生腕部皮肤受照剂量计算模式参考《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T 244-2017）4.3，用下式进行估算：

$$D_s = C_{KS} \cdot (k \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad \text{公式 7}$$

$$k = \frac{\dot{H}'(0.07, 0^\circ)}{C_{KH'}} \quad \text{公式 8}$$

D_s : 皮肤吸收剂量 (mGy) ;

k : X- γ 辐射场的空气比释动能率 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$) , 取本项目第一术者位处无防护时理论计算值 4700.966 $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

C_{KS} : 空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 (mGy/mGy) , 根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.4 进行取值 (本项目第一术者位医师均为男性) , $C_{KS}=1.134\text{mGy}/\text{mGy}$;

t : 人员累积受照时间, 单位为小时 (h) , 取手术位医师受照的透视时间 175h;

$H'(0.07, 0^\circ)$: 定量剂量当量率 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$) , ;

$C_{KH'}$: 空气比释动能到定量剂量当量率的转换系数 (Sv/Gy) , $C_{KH'}=1.72\text{Sv}/\text{Gy}$ 。

医生操作时腕部距主射束的距离取 0.3m, 且佩戴防护手套 (0.025mm)。本项目

DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。因此算得第一术者位医生腕部所受剂量预计为 **23.6mSv/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，也满足本项目对于辐射工作人员人员四肢(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。

根据公式 6 可得辐射工作人员及周围公众年有效剂量预测结果见表 11-4。C_{kh}*取值 1.72Sv/Gy，楼梯间通往前室的门常闭，仅作为消防通道。

表11-4 本项目辐射工作人员及周围公众年有效剂量一览表

序号	位置	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)		居留因子	年照射时间	保护目标	人员年有效剂量 (mSv/a)
1	东墙外 30cm 处 (清洁走廊)	透视	1.24×10^{-5}	1/5	手术室周围保护目标年照射时间按照 1000 台手术计：即透视 500h，拍片 4.17h。	周围公众	2.68×10^{-7}
		拍片	1.87×10^{-4}			辐射工作人员	3.97×10^{-6}
2	南墙外 30cm 处 (设备间内维修人员)	透视	8.21×10^{-5}	1/20	第一术者位和第二术者位因由于小组之分，故按 350 台手术计：即透视 175h。	周围公众	2.40×10^{-6}
		拍片	1.23×10^{-3}			周围公众	3.00×10^{-7}
3	西墙外 30cm 处 (走廊)	透视	1.24×10^{-5}	1/5	第一术者位和第二术者位因由于小组之分，故按 350 台手术计：即透视 175h。	辐射工作人员	4.73×10^{-7}
		拍片	1.87×10^{-4}			周围公众	2.98×10^{-5}
4	西墙外 30cm 处 (楼梯间)	透视	1.24×10^{-5}	1/40	第一术者位和第二术者位因由于小组之分，故按 350 台手术计：即透视 175h。	周围公众	6.50×10^{-4}
		拍片	1.85×10^{-4}			辐射工作人员	2.54
5	北墙外 30cm 处 (控制室内技师)	透视	4.89×10^{-7}	1	第一术者位和第二术者位因由于小组之分，故按 350 台手术计：即透视 175h。	辐射工作人员	0.287
		拍片	7.33×10^{-6}			辐射工作人员	0.403
6	楼上 30cm 处 (药剂科走廊)	透视	1.54×10^{-4}	1/5	第一术者位和第二术者位因由于小组之分，故按 350 台手术计：即透视 175h。	周围公众	0.433
		拍片	2.31×10^{-3}			辐射工作人员	0.234
7	楼下 30cm 处 (输血科检验室)	透视	6.72×10^{-4}	1	第一术者位和第二术者位因由于小组之分，故按 350 台手术计：即透视 175h。	周围公众	0.728
		拍片	1.01×10^{-2}			辐射工作人员	0.935
8	第一术者位	铅衣外	63.2	1	护师每年负责 500 台手术：即透视 250h	辐射工作人员	0.433
		铅衣内	6.56			辐射工作人员	0.234
9	第二术者位	铅衣外	15.8	1	护师每年负责 500 台手术：即透视 250h	辐射工作人员	0.433
		铅衣内	1.64			辐射工作人员	0.234
10	护师 1 号位	铅衣外	7.02	1	护师每年负责 500 台手术：即透视 250h	辐射工作人员	0.433
		铅衣内	0.728			辐射工作人员	0.234
11	护师 2 号位	铅衣外	3.95	1	护师每年负责 500 台手术：即透视 250h	辐射工作人员	0.433
		铅衣内	0.433			辐射工作人员	0.234

*根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019，介入放射工作人员有效剂量： $E=0.79H_u+0.051H_o$ (H_u : 铅围裙内剂量； H_o : 铅围裙外颈部剂量)，结合公式 7、8 可得第一术者位有效剂量率为 $14.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，第二术者位有效剂量率为 $3.61\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，护师 1 号位有效剂量率为 $1.61\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，护师 2 号位有效剂量率为 $0.935\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

由表 11-4 可以看出，本项目 DSA 辐射工作人员的年有效剂量最大为 **2.54mSv** (不含天然本底)，周围公众的年有效剂量最大为 **$6.50 \times 10^{-4}\text{mSv}$** (不含天然本底)。

2.3 本项目敏感点其他保护目标年有效剂量估算

本项目机手术室边界外 50m 范围内除第一住院大楼外还包括建设中空中连廊和门诊大楼。以北窗外 30cm 处观察窗处剂量率作为空中连廊和门诊大楼剂量率参考点（关注点 5），根据距离衰减可计算出该敏感点年有效剂量，见表 11-5。

表 11-5 本项目 DSA 周围 50m 范围内敏感点年有效剂量一览表

序号	敏感点名称	保护对象	评价目标方位及距离	居留因子	受照时间	参考点辐射剂量率（ $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ）	年有效附加受照剂量（ mSv/a ）
1	空中连廊	周围公众	北侧 最近12.0m	1	500h	透视	4.89×10^{-7}
					4.17h	拍片	7.33×10^{-6}
2	门诊大楼	周围公众	西北侧 最近48.3m	1	500h	透视	4.89×10^{-7}
					4.17h	拍片	7.33×10^{-6}

由表11-5结果可知，DSA手术室周围50m内敏感点保护目标受到的年有效附件剂量均远小于0.1mSv（不含天然本底），能够满足《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，并满足本项目管理目标值：公众年有效剂量不超过0.1mSv。

3. 类比预测环境影响分析

3.1 环境影响类比分析

本次类比选用的是建设单位2018年7月委托四川省地质矿产勘查开发局成都综合岩矿测试中心（四川省生态环境监测业务系统单位资质编号：180021040341）负责编制的该院《遂宁市中心医院新增放射性同位素及医用射线装置应用项目建设项目竣工环境保护验收监测报告》中一台Siemens Artis one数字减影血管造影机（DSA）的验收监测数据。竣工监测报告来自建设单位于2019年3月1日在官网进行的遂宁市中心医院关于新增DSA及核医学科应用项目验收的公示（<http://www.sns120.com/a/ywgk/2019/0301/9043.html>）（节选见附件11）。

本项目与类比项目均位于遂宁市中心医院河东分部。类比项目 DSA 工作场所北侧为绿化用地、西侧为住院大楼西区、南侧为住院大楼东区、东侧为液体库房、CT/MR 检查室。类比项目手术室北侧为半限制区、污物间，南侧为移机备件存放室；西侧为控制室、库房、办公室，东侧为备用间。类比可行性分析见表 11-6，工作场所布局图见图 11-4。

表 11-6 DSA 射线装置类比可行性分析

类比内容	本项目DSA	类比DSA	类比可行性
型号/ 最大管电压/ 管电流	Philips UNIQ FD20/ 125kV、1000mA	Siemens Artis one/ 125kV、1000mA	管电压、管电 流一致
运行工况	透视: 80kV;20mA 拍片: 80kV;300mA	监测工况 拍片: 80kV;800mA	照射量远大 于本项目
机房面积	37.4m ²	38.7m ²	面积相近
机房最小单 边长	6.03m	4.0m	本项目最小 单边长更长
防护 设施	防护 门	3mmPb	防护能力一 致
	观察 窗	3.6mm铅当量	防护能力略 弱于类比项 目
	四周 墙体 及屋 顶和 地面	四周: 3mm 铅当 量硫酸钡防护板 3.00mm 铅当量 顶棚: 120mm 混 凝土+2mm 铅当 量硫酸钡防护板 地坪: 200mm 混 凝土	墙体: 370mm 实心黏土 砖 4.17mm 铅当量 屋顶: 120mm混凝土浇 筑+50mm硫酸钡水泥 地面上: 120mm 混凝土浇 筑+2mm 铅当量复合防 护板 3.00mm 铅当量 4.17mm 铅当量 3.17mm 铅当量

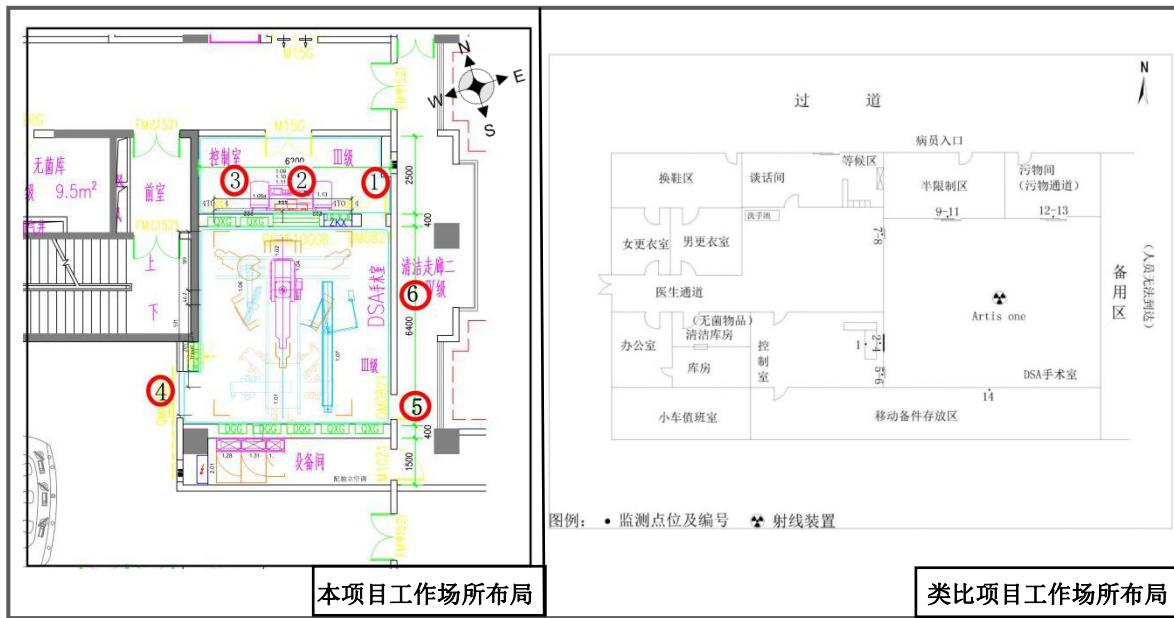


图11-3 本项目及类比 DSA工作场所布局图

由表11-6可知, 本项目与类比项目机型管电流管电压一致, 类比项目验收监测工况远大于本项目常用工况, 两座手术室面积相似, 防护能力相近, 本项目最小单边长更长。由图11-3可知, 本项目与类比项目周围布局类似。本项目手术室的防护厚度、

有效面积均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中规定的要求，在满足屏蔽防护要求的前提下，屏蔽效果相近不会引起手术室外辐射环境产生较大变化，因此采用类比监测数据反映本项目的影响是可行的。

2018年7月23日，四川省地质矿产勘查开发局成都综合岩矿测试中心派出的监测技术人员在建设单位相关负责人的陪同下，对本项目进行了环保竣工验收监测。监测结果见表 11-9。

表11-7 监测所使用的仪器情况

项目	监测方法	方法来源	使用仪器	仪器参数
环境 X- γ 辐射剂量率	高压电离室即时测量法	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 (GB/T14583-1993)	型号: 451P	能量响应: 25keV~2MeV
			编号: H0055	
			检定有效期: 2019.01.24	检出限: 0.01 μ Sv/h
		《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)	校准因子: 1.12	测量范围: 0.01 μ Sv/h~ 50mSv/h
			不确定度 (k=2) : 7.0%	
			溯源编号: 201801013204	

表 11-8 射线装置监测工况表

装置名称	管理类别	规格型号	场所	额定参数	监测参数
DSA	II	Artis one	河东分院住院部大楼东区西侧 DSA 手术间	125kV 1000mA	80kV 800mA

表11-9 类比DSA介入手术室周围X- γ 辐射剂量率检测结果

监测点位号	类比项目 监测位置	对应 点位号	本项目 对应位置	X- γ 辐射剂量率 (μ Sv/h)			
				未开机		开机	
				平均值	标准差	平均值	标准差
1	操作位	/	/	0.06	0.02	0.11	0.02
2	观察窗左缝 (距窗 30cm)	2	北侧窗外 30cm 处 (观察窗)	0.06	0.02	0.11	0.02
3	观察窗下缝 (距窗 30cm)			0.06	0.01	0.11	0.02
4	观察窗右缝 (距窗 30cm)			0.06	0.01	0.10	0.02
5	连接门 1 左缝 (距门 30cm)	3	北墙外 30cm 处 (控制室)	0.07	0.02	0.13	0.02
6	连接门 1 右缝 (距门 30cm)			0.06	0.02	0.12	0.02
7	连接门 2 左缝 (距门 30cm)	1	北侧门外 30cm 处 (控制室门)	0.06	0.01	0.13	0.02
8	连接门 2 右缝			0.06	0.02	0.14	0.01

	(距门 30cm)						
9	防护门左缝 (距门 30cm)	6	东墙外 30cm 处 (清洁走廊)	0.06	0.02	0.12	0.02
10	防护门下缝 (距门 30cm)			0.06	0.02	0.12	0.02
11	防护门右缝 (距门 30cm)			0.06	0.02	0.13	0.02
12	污物通道门左缝 (距门 30cm)	5	东侧门外 30cm 处 (污物门)	0.06	0.02	0.12	0.02
13	污物通道门右缝 (距门 30cm)			0.06	0.02	0.12	0.02
14	备件存放区 (距墙 30cm)	4	西侧门外 30cm 处 (手术室门)	0.06	0.02	0.10	0.01

注：以上监测数据均未扣除环境背景值。

根据表11-9类比监测结果，本项目介入手术室周围职业人员活动区域内监测点位的X- γ 辐射剂量率在 $0.10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ~ $0.14\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；其它公众活动区域和周围环境中监测点位的X- γ 辐射剂量率在 $0.10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ~ $0.13\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。对比未曝光时X- γ 辐射剂量率 $0.06\mu\text{Sv}/\text{h}$ ~ $0.07\mu\text{Sv}/\text{h}$ 两者相差不大。能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中“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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的规定要求。鉴于本项目DSA常用工况比类比监测工况更小，因此本项目实际屏蔽体周围表面剂量率预计能够满足要求。

表11-10 本项目DSA介入手术室周围人员年有效剂量估算

序号	位置	居留因子	X- γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年受照时间	保护目标	人员年有效剂量 (mSv/a)
1	东墙外 30cm 处 (清洁走廊)	1/5	0.13	按照总 照射时 间504h 计算	周围公众	0.0131
2	北墙外 30cm 处 (控制室)	1	0.14		辐射工作人员	0.0706
3	西墙外 30cm 处 (走廊)	1/5	0.10		周围公众	0.0101

由表11-10采用类比手术室监测数据计算结果可知，本项目DSA常用工况下，手术室周围公众的年有效剂量最大为**0.0131mSv** (包含天然本底)。另结合表1-6对于本项目调配的原有介入中心辐射工作人员中介入中心主任在2019年连续四个季度个人剂量监测结果**0.92mSv** (包含天然本底)可知，通过类比监测能够预测到本项目周围

公众和辐射工作人员的年有效剂量将均低于本次评价的管理限值。

综上所述，结合理论计算、实际个人剂量监测类比和竣工验收类比监测结果可得：

根据理论计算：本项目DSA辐射工作人员的年有效剂量最大为2.54mSv（不含天然本底），辐射工作人员腕部剂量预计为23.6mSv/a，周围公众的年有效剂量最大为 6.50×10^{-4} mSv（不含天然本底）。50m范围内其他建筑敏感点周围公众的年附加有效剂量远小于0.1mSv（不含天然本底）。

根据竣工验收结果类比：本项目周围公众的年有效剂量最大为0.0131mSv（包含天然本底）。

根据建设单位介入诊疗工作人员往年个人剂量检测报告结果类比：本项目DSA辐射工作人员的年有效剂量预计为0.92mSv（包含天然本底）。

因此综合来看，本项目运行后，DSA操作及相关的辐射工作人员以及周围公众受到的年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值的要求，并满足本项目管理目标值。本项目新增数字减影血管造影机（DSA），在现有屏蔽条件下，其屏蔽防护能力能够满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）对于DSA介入手术机房“不低于2mm 铅当量”的屏蔽要求，本项目屏蔽体外周围剂量当量率也能够满足要求。

4. 臭氧环境影响分析

DSA介入手术室的通风系统换气频率能够达到4次/h，产生的O₃通过通风系统抽排至楼顶，排入大气环境中，经自然分解和稀释，其排放后浓度远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

5. 水环境影响分析

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。

处理措施：病区废水和非病区废水实行分流制，病区废水经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的预处理标准后排放入市政污水管网，送遂宁市河东新区污水厂处理；非病区生活污水经化粪池处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后进入城市污水管网，送污水厂处理。

6. 固体废物环境影响分析

①本项目不会产生放射性固废，对周围环境无影响。

②本项目预计将产生药棉（约50kg/a）、纱布（约35kg/a）、手套（约70kg/a）、含有废弃造影剂的输液瓶（约220kg/a）等医疗废物共约375kg/a。采用专门的收集容器集中收集后，先转移至第一住院大楼西北侧污物处置用房暂存，按照普通医疗废物执行转移联单制度，定期委托当地有资质单位（遂宁市洁城环境卫生服务有限公司）进行处置，对环境的影响符合国家标准的要求。

7. 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，声源强度为72dB(A)。根据院区施工单位提供的施工图纸：院区所有的空调机房、通风机房均在围护结构上均采取了隔声消声措施、采用了隔声墙体和门窗，对风机设备和空调机组进行基础减震；与噪声要求较高的房间相邻，其房间所有的隔墙和顶板均做吸声、隔声处理。因此本项目噪声源通过降噪措施及距离衰减后，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

1. 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。

2. 风险识别

本项目 DSA 为II类射线装置，在 DSA 操作过程中，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。

主要事故风险：

- 1) DSA 正常工作时，人员误留、误入导管室，导致发生误照射；DSA 控制系统失灵，发生误照射；操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；
- 2) 医用射线装置检修维护等过程中，检修维护人员误操作或系统失灵，造成有关人员误照射；
- 3) 造影剂泄漏产生的环境污染。

3. 源项分析及事故等级分析

本项目医用射线装置主要的环境风险因子为 DSA 工作时产生的 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条对于事故的分级原则，现将使用射线装置项目的风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-11 中。

表 11-11 项目的环境风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
	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	较大辐射事故
	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	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	特别重大辐射事故

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表 1 的骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值 4.0~6.0Gy 界定是否会产生急性重度放射病，另根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）表 2-13 急性效应与剂量关系中以 4Gy 作为重度放射病的阈值，以及表后“对低 LET 辐射，皮肤损伤的阈值量 3-5Gy，低于此剂量不会发生皮肤损伤”的相关描述以及急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（见表 11-12），从而以是否达到 3.5Gy 界定是否会发生较大辐射事故。另按照死亡率 99% 的辐射剂量 5.5Gy 界定是否会发生重大辐射事故和特别重大辐射事故。

表 11-12 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

4. 风险事故情形设定

事故假设：

1) DSA 正常工作时, 人员误留、误入手术室, 导致发生误照射; DSA 控制系统失灵, 发生误照射; 操作人员违反操作规程或误操作, 造成意外超剂量照射。

发生以上情况时, 有未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品的辐射工作人员公众误留手术室。

(2) 维修射线装置时, 人员受意外照射。

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; DSA 上的指示灯和声音装置均失效。此时维护人员位于 X 射线主射束方向, 距靶 1m 的地方, 无任何屏蔽措施。

(3) 造影剂泄漏产生的环境污染。

医护人员操作造影剂过程中发生输液瓶破裂的情况。

剂量估算:

(1)

按照本项目 DSA 在 80kV、20mA 的透视工况下第一术者位处无铅衣铅屏风遮挡的情况下剂量率理论值为 $4701\mu\text{Gy}/\text{h}$:

针对公众而言, 如果停留长达 7.42min, 将构成一般辐射事故; 如果停留 432.8h 将构成较大辐射事故; 如果 1-2 人停留 1170h 将构成重大辐射事故; 如果 3 人及以上停留 1170h, 将构成特别重大辐射事故。考虑到实际情况人员既无法停留上百小时, 设备也无法进行长时间曝光, 针对公众无法构成较大辐射事故甚至更严重事故。

针对职业人员而言, 如果停留长达 2.47h, 将构成一般辐射事故; 如果停留 745h 将构成较大辐射事故; 如果 1-2 人停留 1170h 将构成重大辐射事故; 如果 3 人及以上停留 1170h, 将构成特别重大辐射事故。实际因 DSA 装置的透视曝光开关为常断式开关, 并配有透视计时及限时报警装置, 射线球管也无法进行 1h 以上的曝光, 故针对职业人员无法构成一般辐射事故甚至更严重事故。

按照本项目 DSA 在 80kV、300mA 的拍片工况下第一术者位处无铅衣铅屏风遮挡的情况下剂量率理论值为 $58762\mu\text{Gy}/\text{h}$:

针对公众而言, 如果停留长达约 1min, 将构成一般辐射事故; 如果停留 34.6h 将构成较大辐射事故; 如果 1-2 人停留 94h 将构成重大辐射事故; 如果 3 人及以上停留 94h, 将构成特别重大辐射事故。考虑到实际情况人员既无法停留一天以上, 设备也无法进行长时间曝光, 针对公众无法构成较大辐射事故甚至更严重事故。

针对职业人员而言，如果停留长达12min，将构成一般辐射事故；如果停留60h将构成较大辐射事故；如果1-2人停留94h，将构成重大辐射事故；如果3人及以上停留94h，将构成特别重大辐射事故。但实际因射线球管无法维持5min以上的拍片工况的曝光，故针对职业人员无法构成一般辐射事故甚至更严重事故。

（2）以入射体表剂量率限值 100mGy/min 估算

针对职业人员而言，如果停留长达7s，将构成一般辐射事故；如果停留35min，将构成较大辐射事故；如果1-2人停留长达55min，将构成重大辐射事故；如果3人及以上停留长达55min，将构成特别重大辐射事故。但实际因射线球管无法维持5min以上的拍片工况的曝光，故针对职业人员无法构成较大辐射事故甚至更严重事故。

事故后果：

（1）在上述事故情景假设条件（透视工况）下，针对公众可能发生一般辐射事故。

在上述事故情景假设条件（拍片工况）下，针对公众可能发生一般辐射事故。

（2）在上述事故情景假设条件下，针对维修人员（职业人员）可能发生一般辐射事故。

5. 事故处理方法及预防措施：

事故处理方法

针对以上可能发生的事故风险，该医院已根据可能发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围制定了辐射事故应急方案（附件 12 《辐射事故应急处理预案》《辐射事故应急响应程序》）。

针对可能发生的造影剂泄漏事故在导管室药品柜常备硫酸镁、透明质酸酶、甘露醇和皮肤创面无机诱导活性敷料。由于造影剂结构稳定，常规的活性污泥法不能有效去除，它们进入水环境中会威胁生态环境和人类健康。根据相关文献，可使用放射介入工作剩余的肝素钠加生理盐水稀释后，浸在纱布上擦拭污染面，沾污纱布作为医废处理。

与此同时，医院应加强辐射安全管理，在项目运行时严格遵循已制定的相关操作规程和辐射安全管理制度，并在实际工作中不断对其完善；医院应定期对 DSA 进行检查、维护，发现问题及时维修，并应定期监测 DSA 工作场所周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发<2006>145号）规定，发生辐射事故时，医院应立即启动医院内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内向所在地生态环境部门（遂宁市生态环境局值班电话0825-2391518）和公安部门（遂宁市公安局0825-2510023）报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门（遂宁市卫生和健康委员会应急办0825-2655055）报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

预防措施

医院严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，拟采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

（1）辐射安全管理措施

①医院已成立辐射安全与放射防护管理委员会，负责全院辐射防护监督与检查工作。医院应继续完善各种辐射安全防护制度、防护工作计划、辐射事故应急预案并定期组织演练；全面贯彻落实辐射防护法律法规、行政规章和卫生行业标准，确保临床放射诊疗质量和医疗安全，推进放射诊疗工作的科学化、规范化、标准化、制度化、流程化管理；完善辐射安全和放射防护相关职责、制度、流程、操作技术规范及相关质量控制方案；定期检查各种制度、防护措施的贯彻落实情况；组织实施辐射工作人员和领导小组一起定期在国家培训平台上学习关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识；定期组织对辐射工作场所、射线装置的防护效果检测，检查辐射工作人员是否按照有关规定佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量检测结果存档，组织本院辐射工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，并分别建立辐射工作人员个人剂量检测、职业健康管理、培训管理档案。

②医院需根据法律法规继续完善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医院需根据法律法规继续完善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。本项目的安全管理科室为放射科。

环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

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，完善各项管理制度并严格按要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，

避免事故的发生。

②建设单位已制定辐射工作设备操作规程。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在系统学习后，报名参加国家生态环境部组织的辐射安全与防护考试，均需持证上岗；

⑤项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加医院内部应急领导小组成员电话。

（2）设备固有安全设施本项目 DSA 自身采取了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，如 DSA 采取的栅控技术、光谱过滤技术、“紧急止动”按钮、工作状态指示灯箱与防护门联锁等。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。

6. 其他风险的防范

外购的造影剂均应单独密闭保存，存放于不锈钢药品柜以避免药品受到污染或药品污染周围环境；未使用完和过期的造影剂均作为医废处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送，便于清除手术污染以预防院感。

表 12 辐射安全管理

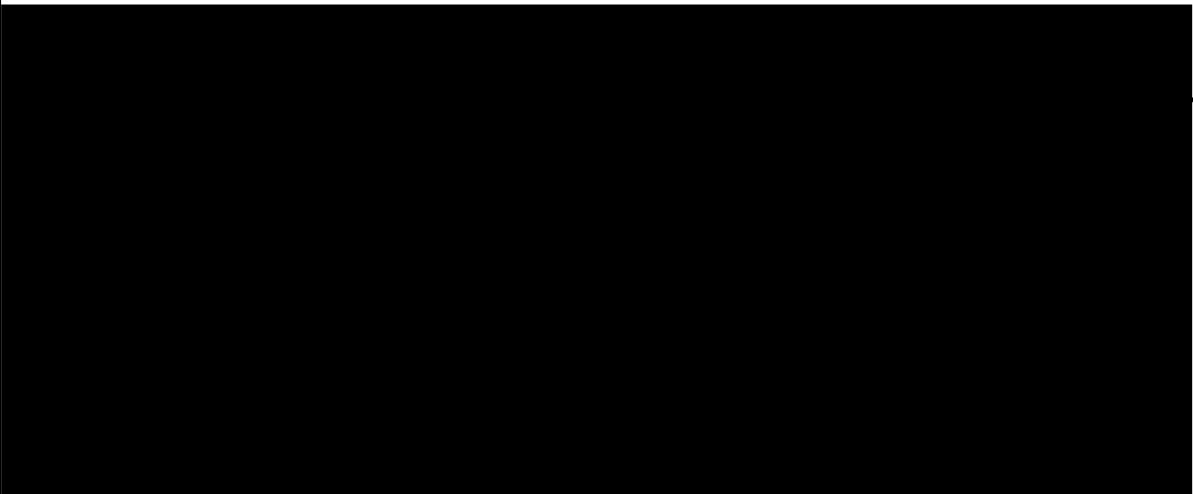
辐射安全与生态环境管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与生态环境管理机构，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生态环境管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

遂宁市中心医院已根据核技术应用现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修正本）的要求成立了辐射安全管理领导小组负责相关辐射安全监督管理工作（附件13），领导小组职责明确，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该领导小组的组成涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门和科室，在框架上基本符合要求。管理领导小组名单如下：

组长：余周（副院长）

副组长：董文娟（预防保健及健康教育科副科长）


辐射安全管理规章制度

- 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修正本）的要求，遂宁市中心医院应制定辐射安全管理制度，制度清单及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求见表12-2，环评要求运行本项目的遂宁市中心医院在日后工作实践中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时更新、完善的制度的可操作性。
- 根据四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲

（2016）》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》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于400mm×600mm。建设单位拟在控制室和DSA介入手术室内墙上显著位置补充张贴大小和字体都足够醒目的以上相应制度，并于走廊墙上张贴《受检者须知》。

本项目建设单位涉及使用II类X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》“第十六条”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），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-3。

按照法律法规中关于应用射线装置单位使用条件的规定，将其与医院防护工作现状列于表12-1和表12-2中进行对照分析。

表 12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
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	已落实，许可证在有效期内，部分台账需要进行修正	待本项目环评工作完成后一并提交发证机关重新申领辐射安全许可证并修正相应台账部分
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	本项目拟配备的辐射工作人员均持证且证书均在有效期内。	如项目开展后有人员变化，无证人员需通过考试后持证上岗
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	已落实	建议增加机构人员岗位
4	需配置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，监测记录应存档备查	已落实	需增购个人剂量报警仪并酌情增加腕部/指部剂量计
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，特别应做好血管造影机的实体保卫及防护措施	原有核技术利用项目已落实	需将本项目装置纳入管辖范围
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已建立	/
7	辐射工作单位应作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	医院原有辐射工作人员已落实	/
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告标志	原有辐射工作场所均已落实	本项目辐射工作场所需落实
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	每年均委托有资质单位完成场所环境检测	需增加核技术利用项目（新建、改建、扩建和退役）情况和

			存在的安全隐患及其整改情况,按照规范格式编制评估报告,并每年按时提交至发证机关
10	辐射信息网络	原有项目已落实	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 http://rr.mep.gov.cn/) 中实施申报登记。申领、延续、变更许可证,新增或注销放射源和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
11	应建立动态的台帐,放射性同位素与射线装置应做到帐物相符,并及时更新。	原有项目已落实	需将本项目装置纳入台账管理范围

表12-2 医院辐射安全防护设施对照分析表

本项目介入手术室				
序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	仪器自带	/
2		医护人员的个人防护	拟购	4套
3		患者防护	拟购	1套
4		手术室防护门	拟设置	3扇铅门
5		通风设施	拟设置	/
6		入口处电离辐射警告标志	拟设置	/
7		门灯联锁	拟设置	/
8		闭门装置	拟设置	/
9		紧急制动装置	机器自带2个,拟增设1个	/
10		对讲装置	拟设置	/
11	监测设备	辐射水平监测仪表和 个人剂量报警仪	有监测仪 无本项目专用报警仪	需增配专用的 个人剂量报警仪
12		个人剂量计	已有	酌情增加腕部剂量计

表12-3 管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	《关于调整核辐射安全与环境保护管理领导小组成员的通知》 (遂中心医发【2020】67号)	细化领导小组成员所在岗位
2	辐射安全管理规定(综合性文件)	已制定	/
3	辐射工作设备操作规程	已制定	/
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	《辐射设备维修维护制度》 《辐射安全及防护设备设施维护巡检记录表》	/

5	辐射工作人员岗位职责	已制定	/
6	放射源与射线装置台账管理制度	《放射源使用台账》《非密封放射性物质使用台账》《射线装置使用台账》（本部及河东分部）	/
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	《辐射工作场所常规监测制度》	/
8	监测仪表使用与校验管理制度	《辐射工作场所自行监测记录表》	需补充仪表校验管理制度
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	已制定	/
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	/
11	辐射事故应急预案	《辐射事故应急处理预案》 《辐射事故应急响应程序》	需补充遂宁市河东新区生态环境局河东新区分局联系方式
12	质量保证大纲和质量控制检测计划（使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位）	已制定	/
13	其他	/	需增加《受检者须知》

辐射监测

1. 监测方案

- 1) 根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）5.3.4 X 射线机的环境监测要求以及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）检测要求，请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，每年 1~2 次；请有资质的单位对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1~2 次。
- 2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019 规定，常规监测周期最长不应超过 3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案；
- 3) 定期自行开展辐射监测，制定定期监测制度，监测数据存档，建议监测周期为 1 次/月。

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用II类射线装置的单位应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，包括个人剂量测量报警仪、辐射监测等仪器。另根据《职业性外照射个人监测规范》：5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外

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

故本项目宜为本项目所有参与手术的医师每人配备3个剂量计（一个佩戴在铅橡胶防护服内的腰部，另一个佩戴在铅防护服的颈部外侧，一个佩戴于腕部或指部），应起码每人配备2个个人剂量计（一个佩戴在铅橡胶防护服内的腰部，另一个佩戴在铅防护服的颈部外侧），手术室内未参与手术的护师要求佩戴2个剂量计（一个佩戴在铅橡胶防护服内的腰部，另一个佩戴在铅防护服的颈部外侧），控制室内技师要求佩戴1个剂量计，用于监控其受到的有效剂量。同时，考虑到介入手术同室操作的特性，要求为本项目手术室内3个第一术者位医生增购3台个人剂量报警仪。项目运行后医院应定期对手术室周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

本报告针对所有参与介入诊疗的人员管理现状提出如下建议：

对于佩戴于不同部位的个人剂量计，请发放剂量计的检测单位提供不同颜色的剂量计用于区分，并用佩戴人的姓名进行文字标签标记。建议医院建立个人剂量计收发档案，第一术者位医生负责监督手术前所有人员佩戴剂量计并签字。根据《职业外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中8.2.2要求，职业照射个人监测档案应终生保存。保证每名辐射工作人员的个人剂量计专人专用，每个季度及时送检。

根据《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）要求，使用DSA射线装置，应加强医护人员个人剂量的监督检查，对每季度检测数据超过1.25mSv的医院要求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，建设单位需进行超标原因调查，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；当连续5年的平均个人剂量超过20mSv或单年个人剂量超过50mSv时，建设单位应展开调查查明原因，确定为辐射安全事故时，应启动辐射事故应急预案。

3. 监测内容和要求

- (1) 监测内容：X-γ 辐射剂量率
- (2) 监测范围：控制区和监督区及楼上
- (3) 监测点位和数据管理：点位包括手术室所有防护门、铅玻璃及缝隙处、控制室、设备间、东侧清洁走廊、南侧设备间、西侧楼梯间、楼上药剂科液体库房和走廊、楼

下输血科检验室和走廊、管线洞口。委托监测每年至少1次，自行监测每月至少1次，本项目监测数据应当存档。

表12-4 定期监测点位

编号	监测位置	备注
1	手术室东墙外 30cm 处（清洁走廊）	使用已有的辐射监测仪进行定期自行监测，以及委托有资质单位进行每年1-2 次监测
2	手术室南墙外 30cm 处（设备间）	
3	手术室西墙外 30cm 处（楼梯间）	
4	手术室北墙外 30cm 处（控制室）	
5	手术室内（机头处）	
6	手术室楼上离地 1m 处（药剂科液体库房）	
7	手术室楼上离地 1m 处（走廊）	
8	手术室楼下离地 1.7m 处（输血科检验室）	
9	手术室楼下离地 1.7m 处（走廊）	
10	控制室防护门	
11	污物防护门	
12	手术室防护门	
13	观察窗	
14	管线洞口	

（4）监测质保：确保执行完善后的《监测仪表使用与校验管理制度》，并利用委托监测获得的监测数据进行比对并建立比对档案。监测须采用国家颁布的标准方法或推荐方法并制定辐射环境监测管理制度。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

在开始运营本项目数字减影血管造影机（DSA）后，应密切注意辐射工作人员个人剂量数值，根据累积剂量及时调整工作量，防止个人剂量超标。

辐射事故应急

遂宁市中心医院针对可能产生的辐射事故情况已制定事故应急预案，应急预案内容包括有：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急演习计划；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

实施本项目的遂宁市中心医院应依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145号文）要求，发生辐射事故时，医院应立即启动医院内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内向所在地生态环境部门（遂宁市生态环境局值班电话0825-2391518）和公安部门（遂宁市公安局0825-2510023）报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门（遂宁市卫生和健康委员会应急办0825-2655055）报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。从而保证一旦发生辐射意外事件时，即能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理辐射事故，保护工作人员和公众的健康与安全。

医院应加强管理，严格执行安全操作规程，并确认经常确认辐射工作场所周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论

1. 实践正当性

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起到了十分重要的作用。遂宁市中心医院数字减影血管造影机（DSA）核技术应用项目符合遂宁市医疗服务需要。因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

2. 产业政策相符性与代价利益分析

遂宁市中心医院为满足患者医疗需求在院区新增数字减影血管造影机（DSA），其建设性质符合《产业结构调整指导目录（2019年本）》中第十三项“医药”中第五条的“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业，符合现行国家产业政策。

3. 选址、布局

项目地理和场所位置

本项目所在的遂宁市中心医院河东分部院区东侧为东平北路，西侧为德水北路，南侧为慈音路，北侧为旗山路。

本项目 DSA 工作场所设置于院区已建的第一住院大楼。大楼东侧为建设中百年历程主题广场；南侧为建设中住院大厅；西侧为建设中绿化区域；北侧为建设中门诊大楼

本项目 DSA 工作场所位于第一住院大楼 3 楼的西区东侧。手术室东侧为洁净走廊；南侧为设备间；西侧为楼梯间前室、楼梯间以及走廊；北侧为控制室；楼上为药剂科液体库房和走廊；楼下为输血科检验室与走廊。

本项目辐射工作场所曝光室与控制室等分开单独设置，区域划分明确，工作场所布局基本合理。本项目的DSA辐射工作场所主要包括手术室、控制室、设备间。拟将 DSA 介入手术室划为控制区，拟将上述辅助房间及手术室防护门外 $1.5m \times 1m$ 范围和

污物门外0.8m×1m划为监督区，本项目DSA布局设计基本合理。

本项目 DSA 手术室有效使用面积为 37.4m²，最小单边长度为 6.03m，能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积不小于 20m²，单边长度不小于 3.5m。”的要求。本项目 DSA 工作场所布局设计基本合理。

4. 辐射屏蔽能力分析

本项目 DSA 介入手术室防护施工设计为：四周墙体采用镀锌方管搭建骨架后贴 3mm 铅当量硫酸钡防护板，最后进行表面装修；楼顶由下至上依次为楼面装饰层、吊顶层、2mm 铅当量硫酸钡防护板、120mm 混凝土楼面；地面为 200mm 混凝土；手术室北侧控制室有一扇使用 3.6mm 铅当量铅玻璃（18mm）的观察窗，控制室防护门为手动防辐射单开门内含 3mm 铅板；位于手术室东侧的污物防护门为手动防辐射单开门，内含 3mm 铅板；位于手术室西侧的手术室门为平开门，内含 3mm 铅板。

根据理论计算预测以及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，DSA 手术室屏蔽墙、屋顶、地面、观察窗及防护门屏蔽厚度满足辐射防护要求。本项目手术室屏蔽设计能够满足辐射防护要求。

5. 保护目标剂量

根据理论计算，本项目辐射工作人员、周围公众及敏感点成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv、腕部皮肤剂量不超过 125mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

6. 辐射安全措施

本项目运行后，辐射工作人员应按国家有关要求佩带个人剂量计并建立个人剂量档案，定期进行职业健康体检并建立职业健康档案。拟增配个人剂量计和个人剂量报警仪。拟在 DSA 各防护门门口设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯，DSA 手术室防护门拟设有闭门装置，且工作状态指示灯和手术室相通的门能有效联动，监督区入口拟设置电离辐射警告标志。控制室和手术室拟设置对讲装置，且机器自带紧急制动按钮。本项目医护人员和患者拟配备铅衣、铅眼镜、铅帽、铅防护围脖、铅手套等辐射防护用品，要求规格符合有关法律法规的规定。

7. 辐射环境管理

- 1) 委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；
- 2) 医院定期使用已有仪表对工作场所辐射水平进行检测；另要求增配个人剂量报警仪；
- 3) 医院已委托有资质的公司开展个人剂量监测，所有在职辐射工作人员已配带个人剂量计，建议为手术室内医师增加腕部个人剂量计。医院应及时跟监测单位核实数据原因，及时发现、解决问题。医院已根据现有核技术应用情况完善辐射环境监测方案。

遂宁市中心医院为本项目配备辐射工作人员共计 12 名，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修正本，生态环境部部令第 7 号修正，2019 年 8 月 22 日起施行）和《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部第 55 号令）的要求，为保护辐射工作人员身体健康，医院已定期委托体检检验中心对 12 名在职辐射工作人员进行职业健康体检。如今后有新增辐射工作人员，医院将尽快安排相关辐射工作人员进行职业健康体检，确认是否适合从事放射性工作。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》以及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》的要求，遂宁市中心医院应不断完善相关管理制度。

8. 辐射安全许可证重新申领

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）“有下列情形之一的，持证单位应当按照原申请程序，重新申请领取许可证：改变所从事活动的种类或者范围的；新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的。前款规定之外的单位的许可证，由省、自治区、直辖市人民政府环境保护主管部门审批颁发。国务院环境保护主管部门向生产放射性同位素的单位颁发许可证前，应当将申请材料印送其行业主管部门征求意见。环境保护主管部门应当将审批颁发许可证的情况通报同级公安部门、卫生主管部门”。

在本项目环境影响评价文件取得遂宁市生态环境局批复后，建设单位需准备相应文件并提交审管部门（遂宁市生态环境局预审，四川省生态环境厅核发），重新申领辐射安全许可证。

办理流程：受理、审查、决定、制证、颁发和送达

9. 项目环保竣工验收检查内容

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	设施
DSA	手术室四周墙体、顶棚、地坪
	防护门 3 扇（控制室门、手术室门、污物门）
	铅玻璃窗 1 扇
	通排风设备
	净化空调和吸顶空调
	设备自带的紧急停机按钮 2 个及新增的 1 个紧急停机按钮
	门灯连锁 3 套
	闭门装置 1 套（手术室门）
	工作状态指示灯 3 个
	电离辐射警告标识 5 个
辐射防护用品	警戒线 2 套
	对讲系统 1 套
	辐射工作人员防护用品（如铅衣、铅眼镜、铅手套、铅围脖等）4 套
监测仪器	患者防护用品 1 套
	铅防护吊帘、床侧防护帘 1 套
其他	个人剂量报警仪 3 台
	已有个人剂量计 24 个，建议增加 6 个
其他	灭火器材 1 套

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应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。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号，生态环境部办公厅 2017 年 11 月 22 日印发），项目投入运行后，建设单位应当按照国务院生态环境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。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

综上所述，遂宁市中心医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目符合实践正当化原则，（已）拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运

行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

- 1) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。
- 2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。
- 3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，如发现监测结果超过管理限值，应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见:	
经办人	公章
	年 月 日
审批意见:	
经办人	公章
	年 月 日