

核技术利用建设项目

乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）

新增数字减影血管造影机（DSA）项目

环境影响报告表

（公示本）

乐山苏稽新区投资建设（集团）有限公司

2025 年 3 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）

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：乐山苏稽新区投资建设（集团）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：乐山市市中区老泉路一段 1111 号

邮政编码：614013

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.....	11
表 3	非密封放射性物质.....	11
表 4	射线装置.....	12
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	13
表 6	评价依据.....	14
表 7	保护目标与评价标准.....	16
表 8	环境质量和辐射现状.....	20
表 9	项目工程分析与源项.....	25
表 10	辐射安全与防护.....	31
表 11	环境影响分析.....	42
表 12	辐射安全管理.....	60
表 13	结论与建议.....	67

附件：

附件 1 委托书

附件 2 营业执照

附件 3 设备参数确认函

附件 4 工况说明

附件 5 中华人民共和国国有土地使用证

附件 6 关于乐山市苏稽新区医院建设（一期）项目环境影响报告表的批复

附件 7 本项目辐射环境监测报告

附件 8 环评工程师现场踏勘照片

附图：

附图 1 本项目地理位置图

附图 2 项目院区平面布置及外环境关系图

附图 3 本项目 DSA 手术室所在楼层平面布局图

附图 4 本项目 DSA 手术室平面布局图

附图 5 本项目对应楼下整层平面布局示意图

附图 6 本项目对应楼上整层平面布局示意图

附图 7 本项目两区划分示意图

附图 8 本项目人流物流示意图

附图 9 本项目 DSA 手术室辐射安全防护措施示意图

附图 10 本项目通排风管道示意图

附图 11 本项目防护大样示意图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		乐山市苏稽新区医院建设项目（一期） 新增数字减影血管造影机（DSA）项目			
建设单位		乐山苏稽新区投资建设（集团）有限公司			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	*****
注册地址		乐山市市中区老泉路一段 1111 号			
项目建设地点		乐山市市中区苏稽镇双红村乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）门急诊医技住院综合楼 1 楼 DSA 手术室			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	***	项目环保投资（万元）	***	投资比例	***
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它		占地面积（m ² ）	122
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	无			
	项目概述 一、建设单位情况 随着改革开放的不断深入，加快建设全面体现新发展理念的国家中心城市的总体要求，乐山市的经济和社会面貌发生了深刻变化，城市建设日新月异，国民经济和社会保持较快发展速度。发展卫生事业，建立健全完善卫生服务体系和医疗保健体系，是促进				

社会发展，实现全面建设小康社会目标的重要内容，医疗卫生工作担负着治病救人，保护和促进人民群众身体健康的光荣使命，肩负着保护和发展生产力，促进经济建设和社会发展的重任，只有大力发展卫生事业，完善医疗卫生条件，提高医疗技术水平，才能满足广大人民群众的根本愿望和保障人民群众的切身利益，因此为改善乐山苏稽医疗卫生环境，对促进乐山市社会和卫生事业发展，乐山苏稽新区投资建设（集团）有限公司投资建设乐山市苏稽新区医院建设项目。

乐山市苏稽新区医院建设项目分为两期进行建设，一期建设内容为：门急诊医技住院综合楼（待建设，地上 12F，地下 1F，H=57m）、发热门诊（待建设，地上 2F，地下 1F，H=10.9m）；二期建设内容为：医疗综合楼（设计中，地上 10F，地下 1F，H=48.6m）、行政综合楼（设计中，地上 6F，地下 1F，H=24m）。

乐山市苏稽新区医院目前正在建设当中，目前未办理事业单位法人证书，且尚未开展核技术利用项目。

二、项目由来和编制目的

（一）任务由来

建设单位为进一步保证乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）的基础设施建设，提高乐山市市中区苏稽镇的医疗服务能力，因此建设单位拟在乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）内建设 DSA 手术室及其辅房，并拟在 DSA 手术室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA）。建设单位拟为 DSA 手术室配备 7 名辐射工作人员，主要用于开展心血管内科的介入手术。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据《四川省生态环境厅关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023年第7号），本项目应报乐山市生态环境局审查批准。

乐山苏稽新区投资建设（集团）有限公司委托四川中环康源卫生技术服务有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。四川中环康源卫生技术服务有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，就项目对环境可能造成的影响、建设单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

三、环境影响评价报告信息公开

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生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，参照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》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

根据以上要求，医院于2025年03月11日在环境影响评价信息公示平台上对《乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）新增数字减影血管造影机（DSA）项目》的环境影响报告表进行了全文公示。

公示网址：

<https://www.js-eia.cn/project/detail?type=3&proid=ef56cf38391c039388e9349fcbe7fa5b>

公示截图：



环境影响评价信息公示平台
Environmental Impact Assessment Information Publicity Platform

个人中心

首页

项目公示

其他公示

报告资料

供需对接

应急管理评估

关于我们

乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）新增数字减影血管造影机（DSA）项目环境影响评价全本公示

[序号：小中大]

发布日期：2025年03月11日

浏览次数：79次

乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）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

根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。因此，我单位决定将《乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）新增数字减影血管造影机（DSA）项目环境影响评价报告表》环境影响评价文件的公开版本进行全本公示。公开版本没有涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私以及涉及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容。公示内容见附件。

公示日期为2025年3月11日~2025年3月19日（5个工作日）。任何公民、法人或者其他组织知对本项目事项持有异议，请在公示期内向我单位反映或提出书面意见。

联系人：余工 联系电话：

特此公示！

附件：[【公示本】乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）新增数字减影血管造影机（DSA）项目.pdf](#)

乐山市苏稽新区投资建设（集团）有限公司

乐山

2025年3月11日

项目公示情况

信息公开

状态：无

日期：无

公众公示

状态：无

日期：无

全本公示

状态：已发布

日期：2025年3月11日

竣工公示

状态：无

日期：无

调试公示

状态：无

日期：无

验收公示

状态：无

日期：无

图1-1 公示截图

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

四、项目建设内容及规模

（一）工程概况

项目名称：乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）新增数字减影血管造影机（DSA）项目

建设单位：乐山苏稽新区投资建设（集团）有限公司

建设性质：新建

建设地点：乐山市市中区苏稽镇双红村乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）门急诊医技住院综合楼1楼 DSA 手术室

（二）工程建设内容及规模

建设单位拟在乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）门急诊医技住院综合楼（待建设，地上12F，地下1F，H=57m）新建1间DSA手术室，并在并在DSA手术室内安装使用1台数字减影血管造影机（DSA，型号未定，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，设备参数确认的函见附件3）。

根据建设单位预计，本项目DSA主要用于进行心血管内科的介入手术，预计年手术量为400台，年累计最大出束时间为83.33h（透视：80h；拍片：3.33h）。

本项目DSA手术室净空面积约为56.64m²（最大净空尺寸：长9.6m×宽5.9m，层高：5.7m，吊顶高度：2.8m），其配套功能用房有：DSA控制间（21.34m²）、医护更衣室（9.89m²）、DSA设备间（30.89m²）、污物暂存间（5.55m²）、患者更衣换床间（13.61m²）。

本项目DSA手术室的屏蔽墙体将随乐山市苏稽新区医院建设项目（一期，待建设）的主体工程同时建成，屏蔽墙体的建设内容属于乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）环境影响报告表（批复文号：乐市环审市字〔2024〕19号）内建设内容：DSA手术室四周墙体拟采用370mm实心砖墙；顶部、地面均采用260mm现浇混凝土。

DSA手术室防护门、窗均属于本项目的辐射屏蔽设施工程，属于本项目建设内容。其拟采用的防护条件：观察窗采用15mm厚铅玻璃（规格：长3000mm×高1200mm，约3mm铅当量）；4扇防护门均内衬3mm铅板；患者更衣换床间推拉门规格为长1500mm×高2300mm、设备间图拉门规格为长1100mm×高2300mm、DSA控制间平开门规格为长1100mm×高2300mm、污物暂存间平开门规格为长1100mm×高2300mm。为提高门窗的屏蔽效果，建设单位门窗缝隙采用均硫酸钡水泥填缝并固定。

电缆线穿孔位置采用铅橡胶套进行封堵并加盖不锈钢盖板，避免漏射产生；通风管道穿墙口利用铅板包裹管道四周，因此通排风管道的设置不会影响屏蔽墙体的屏蔽效果。

(三) 项目组成内容及主要环境问题

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	医院拟在门急诊医技住院综合楼（待建设，地上 12F，地下 1F，H=57m）1 楼新建 1 间 DSA 手术室，并在并在 DSA 手术室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA，型号未定，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）。 根据院方预计，本项目 DSA 主要用于进行心血管内科的介入手术，预计年手术量为 400 台，年累计最大出束时间为 83.33h（透视：80h；拍片：3.33h）。 本项目拟采用的屏蔽条件为：DSA 手术室四周墙体拟采用 370mm 实心砖墙；顶部、地面均采用 260mm 现浇混凝土；观察窗采用 15mm 厚铅玻璃（约 3mm 铅当量）；4 扇防护门均内衬 3mm 铅板	噪声、扬尘、废水、固体废物	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物
辅助工程	本项目拟配套的辅助用房：DSA 控制间、医护更衣室、DSA 设备间、污物暂存间、患者更衣换床间。		
公用工程	乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）内拟建设垃圾房、污水处理站等； 市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统已建成，依托已有工程。		废水、固体废物
办公及生活设施	依托门急诊医技住院综合楼拟建的办公室、卫生间、值班室。		生活垃圾
环保工程	废水：本项目工作人员和病人产生的医疗废水及生活污水经预处理后进入拟建污水处理站（处理工艺：预处理+格栅+调节池+接触氧化池+沉淀池+消毒池工艺，处理能力为 460m³/d）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）后，通过市政管网进入乐山市第三污水处理厂处理后达标排放入大渡河。	/	废水
	固体废物：本项目的医疗废物暂存于 DSA 手术室东侧的污物暂存间，一天手术结束后转移至发热门诊地下一层的医疗废物暂存间暂存后，拟委托有资质单位进行回收处理。 办公、生活垃圾各楼层设垃圾桶，每天由清洁人员收集至生活垃圾暂存间，最后统一收集由市政环卫部门每日统一清运处置。		固体废物
	本项目 DSA 手术室采用新风系统+排风系统进行通排风（新建），建设单位拟设置 2 个新风口，位于吊顶西南部、东北部；拟设置 1 个排风口，位于吊顶东部，排风量为 300m³/h，换气次数为每小时 1 次。DSA 手术室的臭氧经通排风系统引至门急诊医技住院综合楼 3 楼裙楼屋面排放，排口距地 16.5m，经自然稀释后对环境的影响较小。	噪声、废水、固体废物	噪声

(四) 主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	数量	来源	用途	备注
主要原辅材料	造影剂	100ml*400 瓶	外购	造影使用	320mg I/ml
能源	电	500kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水资源	生活用水	100m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水	/

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℃)，粘度为 11.4mPa·s(37℃)，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。残留有废弃造影剂的输液瓶将作为医疗废物处置。

(五) 主要设备配置及技术参数

本项目 DSA 拟安置在乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）门急诊医技住院综合楼 1 楼 DSA 手术室。根据院方预计，本项目 DSA 主要用于进行心血管内科的介入手术室，预计年手术量为 400 台，预计每台手术室人均透视 15min、拍片 30s，则本项目 DSA 年曝光时间累积约为 83.33h（透视：80h，拍片：3.33h），曝光方向由下而上。

本项目设备参数及技术参数表见表 1-3，使用参数确认的函见附件 10。

表 1-3 本项目主要设备配置及主要技术参数

设备参数					
设备名称		DSA			
厂家及型号		型号未定			
额定管电流		125kV			
额定管电压		1000mA			
使用场所		DSA 手术室			
出束方向		定向向上			
所在科室		心血管内科			
常用拍片工况		电压：60kV~100kV，电流：100~500mA			
常用透视工况		电压：55kV~80kV，电流：6mA~15mA			
DSA 出束情况					
手术科室	单台手术累计最长曝光时间		年手术台数 (台)	年最长出束时间 (h)	
	拍片	透视		拍片	透视
心血管内科	30s	12min	400	3.33	80

(六) 劳动定员

建设单位拟为 DSA 手术室配备 7 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员，

包含 4 名医生、1 名护师、2 名技师。建设单位医师分为 2 组，每组为 1 名主刀医师和 1 名助手医师，通常手术过程中，由 1 组医师组完成手术，在极少数复杂手术时，由 1 组医师组和 1 名护师进行手术（预计年台数不超过 40 台）；手术过程中，2 名技师均位于控制室内对设备进行操作。

结合实际情况及院方描述，每组医师组的手术量并非完全均匀分配，因此本项目在平均时间上取 20% 时间余量。本项目各手术室辐射工作人员预计受影响时间见表 1-4。

表 1-4 本项目辐射工作人员受影响情况一览表

位置	岗位	数量 (人)	科室	单人年最大手术台数(台)	年透视时间(h)	年拍片时间(h)
第一手术位/ 第二手术位	主刀医师/助手 医师	2+2	心血管内科	400/2×1.2=240	48	2
第三手术位	护师	1	心血管内科	40	8	0.33
控制室	技师	2	放射科	400	80	3.33

本项目投入运营前，针对所有新增辐射工作人员，医院承诺要求其在上岗前通过辐射安全与防护考核，并为其建立职业健康档案以及个人剂量监测档案。本项目投入运营后，若新增辐射工作人员的其他科室医生需参与介入手术，同样要求其取得辐射安全与防护考核合格证明，并为其建立剂量监测档案以及职业健康档案。本项目 DSA 手术室医师、护师、技师均不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗的情况。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

（七）依托环保设施情况

本项目工作人员和病人产生的医疗废水及生活废水经预处理后进入拟建污水处理站（处理工艺：预处理+格栅+调节池+接触氧化池+沉淀池+消毒池工艺，处理能力为 460m³/d）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）后，通过市政管网进入乐山市第三污水处理厂处理后达标排放入大渡河。

DSA 手术室投运后预计将产生有少量废造影剂的输液瓶、废药棉、废纱布、废手套等医疗废物。治疗过程或手术过程中产生的医疗废物采用专门的收集容器集中处理后，先转运至 DSA 手术室东侧的污物暂存间，待一天手术结束后，统一由专门的清洁人员清运，定期委托有资质单位有资质单位进行回收处置。生活

垃圾经院区垃圾收集房分类收集后交由市政环卫部门统一清运。综上，本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

本项目产噪设备主要为通排风系统，排风系统声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。

五、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年第7号令）相关规定，本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础建设内容，属于该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

六、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

（一）外环境关系分析

（1）医院外环境关系

本项目 DSA 手术室位于门急诊医技住院综合楼 1 楼，其机房屏蔽体外 50m 范围：东侧 0~50m 均为门急诊医技住院综合楼（0~3m：污物暂存间、患者更衣间；3~15.8m：扩大前室；15.8m~50m：急救中心；南侧 0~33m 为院区道路及绿化、33~50m 为医疗综合楼（二期建设内容，设计中）；西侧 0~50m 为门急诊医技住院综合楼（0~4.7m 影像科（设备间）、4.7m~28.8m 影像科（办公室、楼梯间、阅片室）、28.8m~50m 食堂厨房（主厨房、冰冻库、主食库、副食库、走道、男更、女更、办公室））；北侧 0~46.2m 为门急诊医技住院综合楼（0~2.9m：DSA 控制间；2.9~5.1m：走道；5.1~21.3m：电梯厅、预留机房；21.3m~46.2m 为门诊大厅；29.3m~46.2m 为中药房）、46.2m~50m 为院区道路及绿化。DSA 手术室楼下为负压真空机房、强电井、备餐间、走道、餐厅；DSA 手术室楼上正上方为中医诊疗（熏蒸、推拿、针灸）、净化空调机房。

医院外环境关系见附图 2；本项目所在楼层平面布置图见附图 4；本项目 DSA 手术室楼下平面布置图见附图 5；DSA 手术室楼上平面布置图见附图 6。

（二）选址合理性分析

医院已获得建设用地规划许可证（批准用地文号：乐中府函〔2022〕94号，附件6），根据建设用地规划许可证可知本项目用地属于医疗卫生用地，本用地符

合城市规划要求。本项目所在的门急诊医技住院综合楼已获得乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）环境影响报告表（批复文号：乐市环审市字〔2024〕19号）。院区四周紧邻道路，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。

本项目拟建设在门急诊医技住院综合楼1楼南侧，本项目设置于此能够有效地将保护目标控制在院区范围内，DSA手术室位于放射科范围内，且东侧毗邻急诊科，在便于放射科统一管理的同时，也便于急诊科进行手术；本项目DSA手术室南侧毗邻院区道路及门急诊医技住院综合楼南侧入口，有利于病人转运，能够节约心内科病人黄金抢救时间，一旦发生事故，周围公众也能够很快得到疏散。

（三）实践正当性分析

本项目 DSA 主要用于医学诊断和治疗，可提高医院的放射治疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，且 DSA 运行过程中带来的辐射环境影响可以满足国家有关标准要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”的要求。

七、原有核技术利用项目许可情况

（一）辐射安全许可证情况

目前，乐山市苏稽新区医院尚未开展核技术利用项目。

（二）辐射工作人员情况

乐山市苏稽新区医院目前尚未有登记在册的辐射工作人员。根据 2019 年 12 月 18 日生态环境部发布《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》，操作Ⅱ类射线装置的辐射工作人员及核技术利用项目管理负责人，建设单位将组织其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，尽快组织新增辐射工作人员通过微信小程序“HJSLY”报名并参加机考，持证上岗。建设单位拟组织新增辐射工作人员进行职业健康体检及与有资质单位签订个人剂量监测协议。

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	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—

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	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
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器, 包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (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	数字减影血管造影机 (DSA)	II类	1 台	型号未定	125	1000	介入治疗	DSA 手术室	本次评价
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	O ₃ 、NO _x	/	少量	少量	少量	不暂存	环境大气
医疗废水、生活废水	液态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	依托医院拟建的污水处理站处理达标后排放
医疗废物	固态	/	/	16kg	800kg	/	/	暂存于污物暂间,待一天手术结束后,由专人打包收集后,拟委托有资质单位回收处置
生活垃圾	固态	/	/	4kg	200kg	/	/	依托原有垃圾收集系统收集后,由环卫部门统一清运
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 01 月 01 日(修订)实施)； (2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订)； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日实施)； (4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》(国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行)； (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年，国家环境保护总局令 第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改)； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日国务院令 第 449 号发布，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)对其进行了修改)； (7) 《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 第 18 号)； (8) 《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)； (9) 《四川省辐射污染防治条例》(四川省第十二届人大常委会通过，2016 年 6 月 1 日起实施)； (10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号)； (11) 《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，2020 年 1 月 1 日施行)； (12) 《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)。
------	--

技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)； (2) 《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)； (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)； (4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)； (5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； (6) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)； (7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)； (8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157—2021)；
其他	(1) 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)； (2) 《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)； (3) 《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)； (4) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987)； (5) 《委托书》； (6) 医院提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

表 7 保护目标与评价标准

一、评价范围

根据本项目的特点并参照《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）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：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”；确定本项目所在 DSA 手术室实体屏蔽墙体外 50m 范围内为评价范围，详见附图 2。

二、保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和其他医护人员、病患、陪同家属，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

手术室周围及内部						
保护目标	方位及位置		距离辐射源最近距离	规模	照射类型	剂量约束值
职业人员	DSA手术室（医生、护师）	第一手术位	0.3m	7名	职业	5.0mSv/a
		第二手术位	0.6			
		护师位	1.0			
	西侧 DSA设备间	7.5m				
	北侧 DSA控制间	3.7m				
	北侧 医护更衣室	4.7m				
其他医护人员、病患、陪同家属及公众	东侧 污物暂存间	4.7m	2名	公众	0.1mSv/a	
	东侧 患者更衣换床间	4.6m	10名/d			
	南侧 院区道路及绿化	4.8m	流动人群			
	楼上 中医诊疗（熏蒸、推拿、针灸）、净化空调机房	5.7m	约10人/d			
	楼下 负压真空机房、强电井、备餐间、走道、餐厅	0.9m	约3人/d			
项目所在的门急诊医技住院综合楼及中医综合大楼周围						
保护目标	方位及位置		距离屏蔽体最近距离	规模	照射类型	剂量约束值
其他医护人员、病患、陪同家属及公众	门急诊医技住院综合楼	西侧 DSA设备间	毗邻	6名	职业	5.0mSv/a
		北侧 DSA控制间	毗邻	6名		
		北侧 医护更衣室	毗邻	6名		
		东侧 污物暂存间	毗邻	2名	公众	0.1mSv/a
		东侧 患者更衣换床间	毗邻	10名/d		
		东侧 扩大前室	最近3m	流动人群		

	东侧 急救中心 (会议室、办公室、值班室、UPS 配电间、空调机 房、医生工作站 等)	最近15.8m	30名/d
	南侧 院区道路 及绿化	毗邻	流动人群
	南侧 医疗综合 楼(二期建设内 容,设计中)	最近33m	100名/d
	西侧 影像科 (办公室、楼梯 间、阅片室)	最近 4.7m	20名/d
	西侧 食堂厨房 (主厨房、冰冻 库、主食库、副 食库、走道、男 更、女更、办公 室)	最近28.8m	流动人群
	北侧 走道	最近 2.9m	流动人群
	北侧 电梯厅、预 留机房	最近 5.1m	流动人群
	北侧 门诊大厅	最近21.3m	流动人群
	北侧 中药房	最近 29.3m	5名/d
	北侧院区道路及 绿化	最近46.2m	流动人群
	楼上 中医诊疗 (熏蒸、推拉、 针灸)、净化空 调机房)	毗邻	约10人/d
	楼下 负压真空 机房、强电井、 备餐间、走道、 餐厅	毗邻	约3人/d
	南侧 院区道路及绿化	毗邻	约50人
	南侧 医疗综合楼(二期建设 内容,设计中)	34m	约200人
	北侧 院区道路及绿化	46.2m	约50人

三、评价标准

本项目应执行的环境保护标准如下:

(一) 环境质量标准

1、大气:《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准;

2、地表水:地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》(GB/3838-2002)

中Ⅲ类水域功能标准;

3、声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（二）污染物排放标准

1、废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）及其修改单；《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 3“污水处理站周边大气污染物最高允许浓度”规定；

2、噪声：施工期执行《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB122523-2011）标准；运营期《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类；

3、废水：《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中“表 2”预处理标准要求；

4、固废：危险固废执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；医疗废物执行《医疗卫生机构医疗废物管理办法》（卫生部令第 36 号）规定的标准；污水处理设施污泥执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 4 综合医疗机构和其他医疗机构污泥控制标准。

（三）剂量约束值

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

职业照射：

结合本项目所在地审管部门的要求和医院开展诊疗项目的病人收治情况等，从而确定乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）周围的职业照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）职业照射剂量限值 20mSv 的四分之一执行，即 5mSv/a。对四肢（手和足）或皮肤的年管理约束值取年当量剂量 500mSv 的四分之一执行，即 125mSv/a，眼晶体的年当量剂量约束值为 37.5mSv。

公众照射：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B 剂量限值：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下述限值：年有效剂量 1mSv。

结合本项目所在地审管部门的要求，乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）的公众照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）公众照射剂量限值的十分之一执行，即 0.1mSv/a。

（四）工作场所周围剂量率

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，在距离本项目DSA手术室屏蔽体外表面30cm处，周围控制目标辐射剂量率应不大于2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

一、环境质量和辐射现状

本项目所在的乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）项目位于乐山市市中区苏稽镇双红村，东侧为规划道路；南侧为苏东南路；西侧为苏稽大道；北侧为乐峨路东路。

本项目 DSA 手术室位于门急诊医技住院综合楼楼内，门急诊医技住院综合楼四周为院区道路及绿化所包围，隔院区道路及绿化：东侧为规划道路、西侧为苏稽大道、北侧为乐峨路东路；南侧为发热门诊与规划二期（医疗综合楼、行政综合楼）。本项目院区平面布置图及外环境关系图见附图 2。

本项目 DSA 手术室位于门急诊医技住院综合楼一楼，DSA 手术室东侧为污物暂存间、病人更衣换床间；南侧为院区道路及绿化；西侧为 DSA 设备间；北侧为医护人员更衣换鞋区、DSA 控制间；楼上为中医诊疗（熏蒸、推拿、针灸）、净化空调机房；楼下为负压真空机房、强电井、备餐间、走道、餐厅。本项目现状见图 8-1，本项目 DSA 手术室所在楼层平面布置图见附图 4、本项目 DSA 手术室楼上整层楼平面布局图见附图 6、本项目 DSA 手术室楼下整层楼平面布局图见附图 5。



图 8-1 现场照片

二、本项目主要环境影响

本项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 DSA 在曝光过程中，产生的 X 射线。

三、本项目所在地 X-γ 辐射空气吸收剂量现状监测

本项目为使用 II 类射线装置，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下

水环境质量进行监测评价，重点对评价区域的辐射环境现状进行了评价。

为掌握项目所在地辐射水平，本次由四川中环康源卫生技术服务有限公司对本项目所在位置及周围的辐射环境进行了监测。监测报告见附件9，监测结果见表8-2。

四、布点原则及监测点位

布点原则：由于本项目所在的门急诊医技住院综合楼尚未开工建设，因此本项目在门急诊医技住院综合楼拟建址均匀布置监测点位，另在本项目 50m 范围内环境保护目标处设置监测点位。

监测点位：在急诊医技住院综合楼拟建址均匀布置监测点位，共布置 4 个监测点位，在 50m 范围的保护目标布置关注点位，共计 3 个监测点位。

表 8-1 检测布点方案表

DSA 手术室周围					
序号	检测点位	备注	检测因子	读数 值	监测 频次
1	门急诊医技住院综合楼拟建址西北部	可反映 DSA 手术室拟 建址及机房周围环境保 护目标现状值	X-γ周 围剂 量当 量率	X-γ 周围 剂量 当量 率	每点 10 次
2	门急诊医技住院综合楼拟建址东北部				
3	门急诊医技住院综合楼拟建址西南部				
4	门急诊医技住院综合楼拟建址东南部				
50m 范围					
序号	检测点位	备注	检测因子	读数 值	监测 频次
5	门急诊医技住院综合楼拟建址南侧 院区道路及绿化	可反映拟建 DSA 手术 室屏蔽体外 50m 范围 内的环境保护目标现状值	X-γ周 围剂 量当 量率	X-γ 周围 剂量 当量 率	每点 10 次
6	门急诊医技住院综合楼拟建址南侧 医疗综合楼拟建址				
7	门急诊医技住院综合楼拟建址北侧 院区道路及绿化				

四、监测时间

监测日期：2025 年 3 月 4 日。

五、监测外环境条件

环境温度：13℃；气压：95.2 kPa；空气湿度：67%RH；天气状况：多云。

六、监测方法及监测仪器

表 8-2 监测方法及监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
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》(HJ61-2021)	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：YQ19032 测量范围：(1~10000)×10 ⁻⁸ Gy/h 能量响应范围：0.025MeV~3MeV 校准证书编号：校准字第 202410101592 号 校准单位：中国测试技术研究院 校准日期：2024 年 10 月 12 日 有效日期：2025 年 10 月 11 日

七、监测质量保证

本次监测单位为四川中环康源卫生技术服务有限公司，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书，并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

①根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)和项目实际情况制定监测方案及实施细则；

②严格按照监测单位《质保手册》《作业指导书》开展现场工作；

③监测仪器每年经过计量部门校准后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

④监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑤根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)，布设监测点位置和高度，兼顾监测技术规定和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

⑥监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

⑦建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

八、监测布点原则及监测点布置

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

图 8-2。

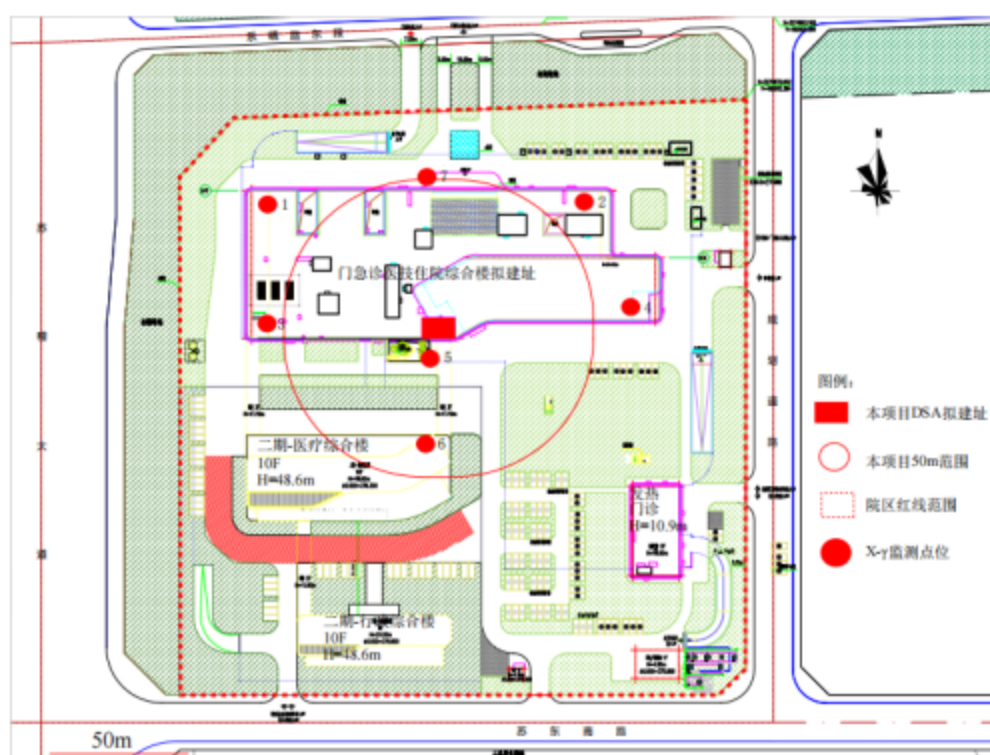


图8-2 本项目辐射环境监测点位

本项目的监测结果列于表 8-3。

表 8-3 本项目 X-γ辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置	X-γ辐射剂量率 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	门急诊医技住院综合楼拟建址西北部	****	***	室内
2	门急诊医技住院综合楼拟建址东北部	****	***	室外
3	门急诊医技住院综合楼拟建址西南部	****	***	室外
4	门急诊医技住院综合楼拟建址东南部	****	***	室内
5	门急诊医技住院综合楼拟建址南侧院区道路及绿化	****	***	室内
6	门急诊医技住院综合楼拟建址南侧医疗综合楼拟建址	****	***	室内
7	门急诊医技住院综合楼拟建址北侧院区道路及绿化	****	***	室外

注：以上监测数据未扣除仪器宇宙射线响应值。

根据表 8-3：本由监测报告得知，项目所在区域的 X-γ辐射背景值为 108.64 nGy/h ~114.88 nGy/h，处于《2023 年四川省生态环境状况公报》中全省辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率监测结果 (≤ 160 nGy/h) 涨落范围内，属于当地正常天然本底辐射水平。

九、小结

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

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项分析

(一) 施工期间的环境影响分析

本项目 DSA 手术室位于门急诊医技住院综合楼 1 楼。DSA 手术室墙体屏蔽与门急诊医技住院综合楼同步建设，主体建筑工程施工期间的环境影响已在获得乐山市生态环境局批复的《乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）环境影响报告表》（批复文号：乐市环审市字〔2024〕19 号）中进行了分析。

本项目施工期主要为**防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修、射线装置安装、电路铺设。**

1.防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修

防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修过程中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。

施工期间主要的污染源处理措施

①噪声

防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境影响较小。

②废水

防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修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，依托医院已建的污水处理设施处理。

③固体废物

防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修工程中固体废物主要为装修垃圾和产生的废弃材料以及施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的装修垃圾、废弃材料等，收集统一处理，运往政府指定地点堆存；施工人员产生的生活垃圾应统一收集后送城、市环卫部门处理。

2.设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时建设单位须加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在 DSA 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接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

施工期和安装调试期环境影响示意图见图 9-1。

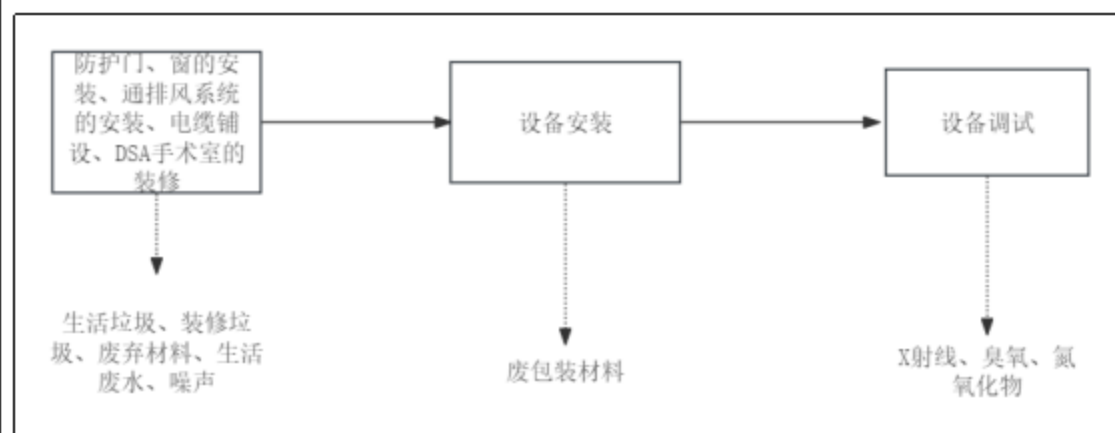


图9-1 本项目施工期环境影响示意图

二、营运期污染源项分析

（一）设备组成

本项目辐射工作场所由 DSA 手术室、DSA 控制间、医护更衣室、DSA 设备间、污物暂存间、患者更衣换床间组成，控制室与 DSA 手术室之间拟设置观察窗。

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，图像检测系统，包括光栅、影像增强器或平板探测器、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

（二）工作原理

X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。本项目主要污染因子为：

高速电子轰击靶体产生 X 射线。

X 射线装置原理见图 9-2。

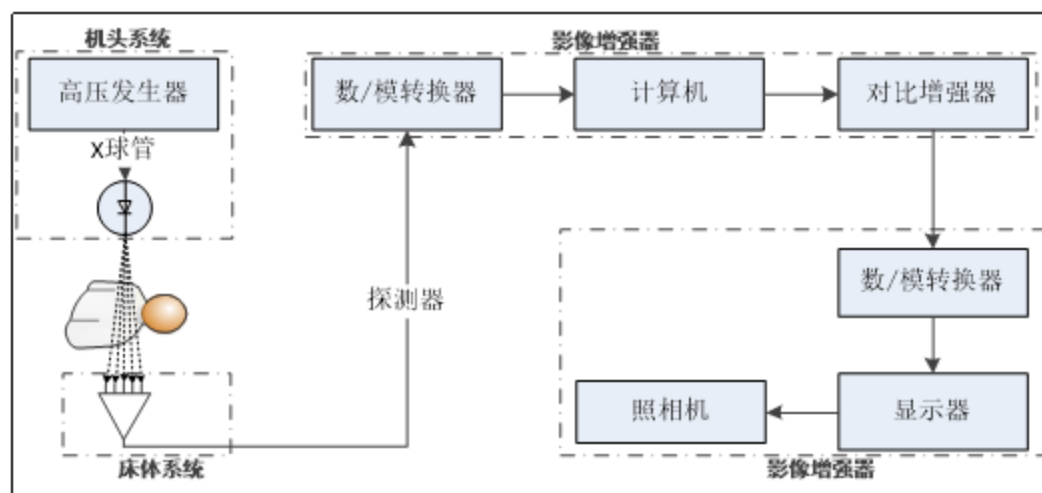


图 9-2 X 射线装置基本原理图

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，形成一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过减影处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

（三）操作流程

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，病人进入机房、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；引导病人进入机房并进行摆位。

(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;

产污: X射线、臭氧、氮氧化物。

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

产污: 手术过程中的耗材将转化为医疗废物。

本项目 DSA 工作流程及产污环节如图 9-3:

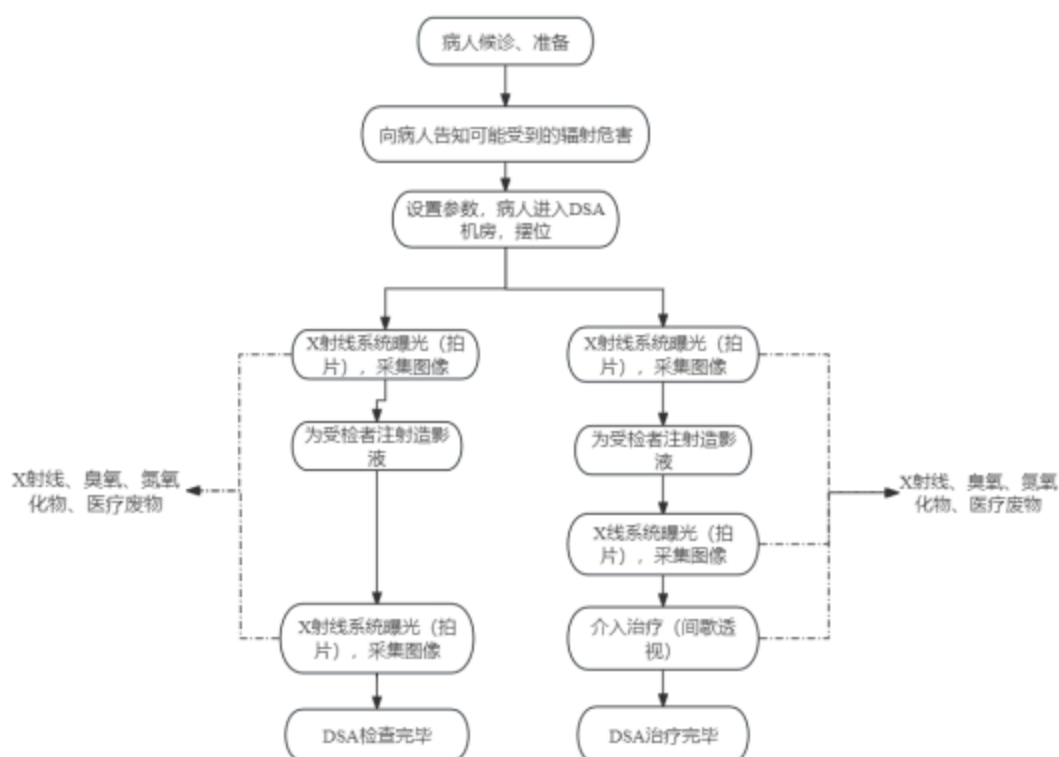


图 9-3 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

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 射线导视下进行。

DSA 在进行曝光时分两种情况:

第一种情况 (拍片): 技师采取隔室操作的方式 (即技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机房内病人情况, 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。

（四）人流、物流路径

人流：

医护人员：

医护人员由办公室进入进入到医护更衣室，随后进入控制室内，技师前往控制台进行设备的开机，医生和护师进入 DSA 手术室内进行手术。待手术结束后，病人离开后，医护人员原路返回。

患者：

患者由门诊医技住院综合楼南侧进入门急诊医技住院综合楼内，随后经患者更衣换床间消毒更衣，随后进入 DSA 手术室进行手术。手术结束后，患者原路返回或经北侧患者电梯进入到住院楼层。

物流：

每场手术结束后，所有医疗废物由医护人员打包后放至污物暂存间，待每日手术工作结束后，由专门的清洁人员从门诊医技住院综合楼南侧运至院区医疗废物暂存间，并委托有资质单位定期进行处置。

本项目人流、物流路径合理，具体人流物流路径示意图见附图 10。

污染源项描述

一、施工期污染源分析

（一）废水

施工期废水主要为建筑施工产生的生产废水及施工人员生活污水。

（二）废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气。

（三）噪声

施工期的噪声主要来源于施工现场的各类机械设备噪声。

（四）固体废物

施工期产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装

饰材料等建筑垃圾。

（五）扬尘

施工产生的扬尘主要来自装修材料及设备的现场搬运及堆放扬尘；施工垃圾的清理及堆放扬尘；人来车往造成的现场道路扬尘。

二、运营期污染源分析

（一）电离辐射

DSA 在开机出束状态下产生 **X** 射线，主要辐射污染途径为外照射，设备未开机状态不产生 **X** 射线。

（二）废水

本项目辐射工作人员及患者会产生少量生活污水及医疗废水。

（三）废气

在 **DSA** 设备开机出束过程中，手术室内的空气在电离辐射作用下产生臭氧及氮氧化物等有害气体。

（四）废物

本项目介入手术时会产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂及废造影剂瓶等医疗废物；辐射工作人员工作中会产生的少量的生活垃圾和办公垃圾。

（五）噪声

本项目噪声主要来源于手术室通排风系统的室外机以及屋面的通排风系统的风机，经建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后，运行期间工作场所周围噪声可达到相关标准要求。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布置及布局合理性分析

(一) 工作场所布置

本项目 DSA 手术室净空面积约为 56.64m^2 (最大净空尺寸: 长 9.6m × 宽 5.9m , 层高: 5.7m , 吊顶高度: 2.8m), 其配套功能用房有: DSA 控制间 (21.34m^2)、医护更衣室 (9.89m^2)、DSA 设备间 (30.89m^2)、污物暂存间 (5.55m^2)、患者更衣换床间 (13.61m^2)。

本项目 DSA 手术室位于门急诊医技住院综合楼一楼, DSA 手术室东侧为污物暂存间、病人更衣换床间; 南侧为院区道路及绿化; 西侧为 DSA 设备间; 北侧为医护人员更衣换鞋区、DSA 控制间; 楼上为中医诊疗 (熏蒸、推拉、针灸)、净化空调机房; 楼下为负压真空机房、强电井、备餐间、走道、餐厅。

(二) 平面布置合理性分析

本项目辐射工作场所设置了 DSA 控制间、医护更衣室、DSA 设备间、污物暂存间、患者更衣换床间, 充分考虑了医护人员及病人的需求。病人进入 DSA 手术室的入口毗邻门急诊医技住院综合楼入口, 且毗邻急诊科、住院电梯, 充分考虑了急诊病人的运输, 及住院病人手术的需求; 同时 DSA 手术室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。DSA 手术室设置 4 扇防护门, 医护人员更衣后、污物运出时均与患者无交叉情况。因此, 本项目辐射工作场所平面布置设置合理。

二、工作区域管理

(一) 两区划分

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 DSA 手术室为本项目辐射工作场所的控制区, 出束时 X 射线管球管发射的射线被手术室屏蔽体屏蔽, DSA 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 DSA 控制间、医护更衣室、DSA 设备间、污物暂存间、患者更衣换床间均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**,同时由于患者防护大门朝向公共通道,为警示周围公众,拟将患者防护大门门口门宽×1m 区域划为监督区。

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附图 8。

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
辐射工作场所	DSA 手术室	DSA 控制间、医护更衣室、DSA 设备间、污物暂存间、患者更衣换床间	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小在控制区内居留时间,且介入手术医护人员必须穿戴防护用品进行手术,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。

(二) 控制区防护手段与安全措施

①在患者防护大门外、控制室防护门外、污物暂存间防护门外醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 F 要求,如图 10-2 所示。

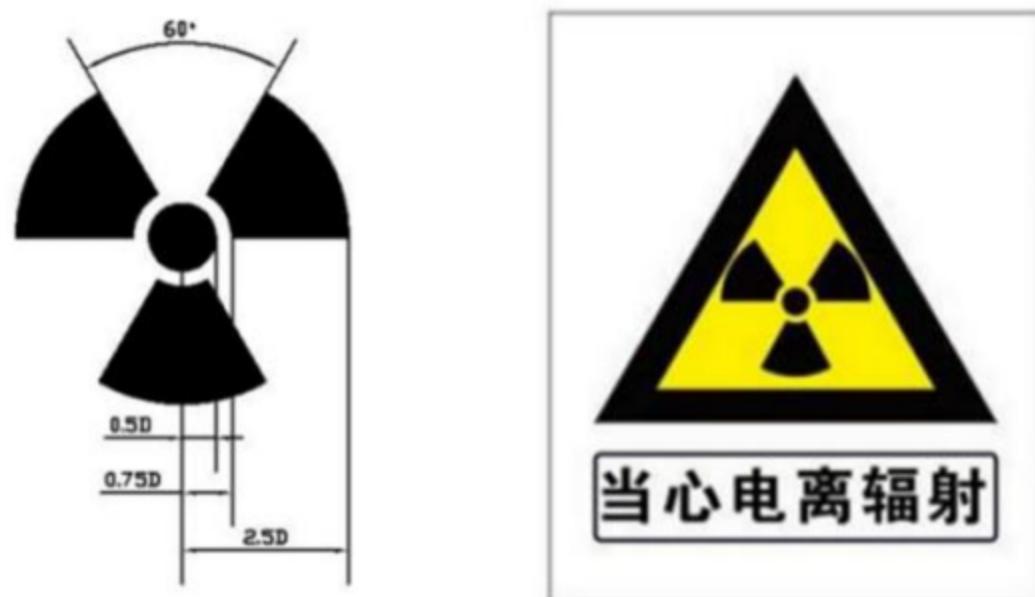


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

- ②制定职业防护与安全措施,包括适用于控制区的规则与程序;
- ③运用行政管理程序(如进入控制区的工作许可制度)和实体屏障(包括门锁)限制人员进、出控制区;
- ④定期审查控制区的实际状况,以确定是否有必要改变该区的防护手段或安

全措施或该区的边界。

(三) 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门口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。

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

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 DSA 拟购买正规厂家，满足国家质检要求，仪器本身采取了多种安全防护措施：

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 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

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，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表征剂量的指示装置：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：配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘（0.5mmPb）、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和床体上均设置有“急停按钮”按钮，一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

(2) 辐射安全防护措施

①门灯联锁(含工作状态指示灯)：在所有防护门朝向室外的一面均将张贴电离辐射警告标志，防护门上方将设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯能与防护门有效关联，当防护门关闭良好时，工作状态指示灯亮，停止出束时，指示灯熄灭，机房防护门打开。

②警示标志：将在控制区、监督区入口地面张贴警戒线，患者防护门外张贴或悬挂《放射防护注意事项告知栏》。

③急停按钮：本项目 DSA 床旁、控制室操作台各设置 1 个，在机器故障时可摁下避免意外照射。射线装置启动软件自带安全登录系统，只能通过账户密码安全身份登录才能开启设备。

④闭门装置：DSA 手术室平开机房门将安装自动闭门装置；针对推拉式机房门已在制度中的操作规程章节强调曝光时应关闭防护门。

⑤防夹措施：所有的电动推拉门将设置防夹装置。

⑥对讲装置：DSA 手术室、控制室内拟设置对讲装置，便于 DSA 手术室内的人员与控制室内技师沟通与交流。

⑥灭火器材：根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》《核技术利用辐射安全和防护监督监测大纲》(NNSA/HQ-08-JD-PP-020)《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》(川环函[2016]1400 号)要求，将为各手术室配备灭火器材。

(3) 屏蔽设计

机房屏蔽设计

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)表3，手术室屏蔽防护铅当量厚度应满足标称电压下等效铅当量要求。

本项目 DSA 手术室设计的屏蔽参数见表 1-1。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, 针对 DSA 主要考虑散射线和泄漏射线影响, 但保守估计, 在折合铅当量时, 仍按照主射线管电压 (125kV) 进行铅当量折算。

表 10-2 铅、混凝土对额定管电压的 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

本项目浇筑的标准混凝土 (C20 以上) 密度为 2.35g/cm³, 使用的 B 级混凝土实心砖密度为 1.80g/cm³ (370mm 实心砖根据密度折合为 283mm 准混凝土)。从而可根据公式 1、2 将各屏蔽材料折算成对应管电压下等效屏蔽铅当量, 结果见表 10-3。

表 10-3 本项目手术室屏蔽、尺寸参数及防护措施铅当量合规评价

屏蔽方位	设计屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果	屏蔽要求	评价
四周墙体	370mm 实心砖墙	3.90mm 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
顶棚、地坪	260mm 混凝土	3.54mm 铅当量		满足
观察窗（1 扇）	15mm 厚铅玻璃	3mm 铅当量		满足
防护门（4 扇）	3mm 铅板	3mm 铅当量	机房内最小有效使用面积为 20m ² ，机房内最小单边长度为 3.5m	满足
手术室尺寸	55.68m ² （最小单边长度为 6.4m）			

本次评价采用的《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）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。对于 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；要求机房内最小有效使用面积为 20m²，机房内最小单边长度为 3.5m。本项目 DSA 手术室的屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度的要求。

屏蔽补偿措施

本项目电缆采用 U 型穿墙方式，同时电缆线穿孔位置采用 3mm 铅当量的铅橡胶套进行封堵并加盖不锈钢盖板，避免漏射产生；本项目排风管道采用直穿方式，穿墙口外侧使用 3mm 铅当量的铅皮包裹。

（4）人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

①辐射工作人员

距离防护

DSA 手术室严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在 DSA 手术室控制区入口处张贴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。

时间防护

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

血管造影等。

屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与 DSA 手术室之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。防护用品：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、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏；应为患者配备辐射防护用品；应建立相关的操作规程、安全使用制度、人员培训制度和放射事故应急制度。

由于每场手术 DSA 手术室内至多进入 3 名辐射工作人员（1 名主刀医师，1 名助手医师，1 名护师）及 1 名患者，医院拟为辐射工作人员配备 3 套医护人员防护用品（医院配备 0.5mm 铅当量铅橡胶围裙、0.5mm 铅当量铅橡胶颈套、0.5mm 铅当量铅防护眼镜、0.025mm 铅当量介入防护手套），1 套患者防护用品（医院配备 0.5mm 铅当量铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、0.5mm 铅当量铅橡胶颈套）。

个人剂量监测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩戴。辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，手术医师佩戴 1 套个人剂量计（颈部剂量计 1 个、腰部剂量计 1 个，建议腕部增设 1 个）；控制室内技师要求佩戴 1 套个人剂量计（胸部剂量计），并定期送检。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。手术过程中，至多有 3 名辐射工作人员进入本项目 DSA 手术室内，因此医院拟为 DSA 手术室配备 3 套个人剂量报警仪。

②受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅橡胶颈套，用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

③DSA 手术室周边公众的安全防护

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

四、辐射工作场辐射安全防护设施

根据《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对Ⅱ类医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，本项目 DSA 手术室辐射安全防护措施示意图见附图 9，具体情况见表 10-4：

表 10-4 医院辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度		落实情况	应增加措施
场所设施	墙体屏蔽	四周墙体	已设计 370mm 实心砖墙	/
		楼顶、地坪	已设计 260mm 混凝土	/
	观察窗		/	1 扇铅窗，15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）
	防护门		/	4 扇，内衬 3mm 铅板
	操作位局部屏蔽防护措施		设备自带铅帘及铅吊屏	/
	通风设施		/	通排风系统
	急停按钮		设备自带（手术室床旁和控制室内各 1 个）	/
	门灯连锁（含工作状态指示灯）		/	4 个，DSA 控制间防护门外、污物暂存间防护门外、患者更衣换床间防护门外、设备间防护门外
	对讲装置		/	1 套，DSA 手术室内与 DSA 控制间内
	入口处电离辐射警告标志		/	4 个，DSA 控制间防护门外、污物暂存间防护门外、患者更衣换床间防护门外、设备间防护门外
	闭门装置		/	3 个，DSA 控制间防护门、污物暂存间防护门、设备间防护门
	防夹装置		/	1 个，患者更衣换床间防护门
	1 套灭火器材（无磁灭火器）		/	1 套
	放射防护注意事项告知栏和制度牌		/	1 套，患者更衣换床间

监测设备	便携式辐射监测仪	/	拟配备 1 台
	个人剂量计	/	7 套
	个人剂量报警仪	/	3 个
防护用品	医护人员	/	3 套医护防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套）
	患者防护	/	1 套防护用品（医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套）

三、废物的治理

一、废气治理措施

本项目 DSA 采用新风系统+排风系统进行通排风，穿墙口采用 3mm 铅百叶窗进行屏蔽补偿。本项目 DSA 手术室采用新风系统+排风系统进行通排风（新建），建设单位拟设置 2 个新风口，位于吊顶西南部、东北部；拟设置 1 个排风口，位于吊顶东部，排风量为 300m³/h，换气次数为每小时 1 次。DSA 手术室的臭氧经通排风系统引至门诊急诊医技住院综合楼 3 楼裙楼屋面排放，排口距地 16.5m，经自然稀释后对环境影响较小。

二、废水治理措施

废水：本项目工作人员和病人产生的医疗废水及生活废水经预处理后进入拟建污水处理站（处理工艺：预处理+格栅+调节池+接触氧化池+沉淀池+消毒池工艺，处理能力为 460m³/d）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）后，通过市政管网进入乐山市第三污水处理厂处理后达标排放入大渡河。

三、固体废弃物治理措施

本项目 DSA 不产生放射性固废，DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。但手术过程中将产生一定量的医疗废物，工作人员办公过程中将产生一定量的生活垃圾和办公垃圾。

①手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 800kg。产生的医疗废物暂存于 DSA 手术室东侧的污物暂存间，待一天手术结束后，运往院区的医疗废物暂存间统一清运。为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，医院委托乐山市净源垃圾处理有限公司进行处理。

②工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，年产量约为200kg/a。医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾依托原有垃圾收集系统，由环卫部门统一清运处理，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾日产日清。

本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小。

四、噪声

本项目噪声源主要为通排风系统的风机噪声，所有设备选用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及距离衰减后，运行期间工作场所周围噪声可达到相关标准要求。

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拆解和去功能化。

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。

六、环保措施及其投资估算

本项目总投资***万元，环保投资***万元，占总投资的***%。项目环保投资估算见表 10-5。

表 10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施（措施）	金额 (万元)	备注
辐射屏蔽措施	防护工程	**	属于乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）建设内容
	防护门 4 扇	**	此次新建
	铅防护窗 1 扇	**	此次新建
通排风系统	通风系统+排风系统	**	此次新建
安全措施	门灯连锁（含工作状态指示灯）3 套	**	拟设置
	急停按钮 2 个（床旁、控制室操作台）	**	设备自带
	闭门装置 2 个	**	拟设置
	防夹装置 1 个	**	拟设置
	对讲系统 1 套	**	拟设置
	电离辐射警告标志 3 个	**	拟设置
	放射防护注意事项告知栏和制度牌 1 套	**	
	灭火器材（无磁灭火器）1 套	**	拟设置
个人防护用品	辐射工作人员防护用品 3 套	**	拟设置
	病人防护用品 1 套	**	拟设置

	0.5mmPb 铅防护吊屏+床下铅帘 1 套	**	设备自带
监测	便携式 X-γ 监测仪 1 台	**	拟配置
	个人剂量计 7 套	**	定期投入
	个人剂量报警仪 3 个	**	拟设置
	射线装置工作场所年度监测、验收监测费用	**	定期投入
其他	应急和救助的物资准备（警示牌、警戒线、通讯设施、医疗箱等）	**	定期投入
	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	**	定期投入
合计		**	**

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

表 11 环境影响分析

施工期环境影响

本项目 DSA 手术室位于门急诊医技住院综合楼 1 楼。DSA 手术室墙体屏蔽与门急诊医技住院综合楼同步建设，主体建筑工程施工期间的环境影响已在获得乐山市生态环境局批复的《乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）环境影响报告表》（批复文号：乐市环审市字〔2024〕19 号）中进行了分析。

本项目施工期主要为**防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修**、射线装置安装、电路铺设。

1.防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修

防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修过程中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。

施工期间主要的污染源处理措施

①噪声

防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境影响较小。

②废水

防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修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，依托医院已建的污水处理设施处理。

③固体废物

防护门、窗的安装、电缆沟的铺设、通排风及电缆沟等屏蔽补偿措施、DSA 手术室的装修工程中固体废物主要为装修垃圾和产生的废弃材料以及施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的装修垃圾、废弃材料等，收集统一处理，运往政府指定地点堆存；施工人员产生的生活垃圾应统一收集后送城、市环卫部门处理。

设备安装调试期间的环境影响分析

安装调试期对于环境主要影响为 X 射线辐射、微量的臭氧以及包装材料等

固废。本项目射线装置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，避免发生辐射事故。

由于设备的安装和调试均在 DSA 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. 防护条件评估

由表 10-3 可知，本项目 DSA 手术室六面防护的等效铅当量、有效使用面积及最小单边长均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，因此各手术室屏蔽预计能够满足防护要求。

2. 辐射环境影响分析

2.1 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，这类射线装置工作时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。考虑到使用方法，数字减影血管造影机（DSA）主射线方向主要为从下往上。

本项目引用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）进行理论预估。《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。

本项目理论预测采用《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。

2.2 计算条件

2.2.1 评估参数选取

本项目DSA以表1-3中最大值作为本项目评价工况。

表11-1 本项目DSA评价工况一览表

评估工况					
模式	透视	管电压	80kV	管电流	15mA
	拍片		100kV		500mA

本项目 DSA 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“5.1 一般要求 c)除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl”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。为进行保守估计，本项目按照过滤材料为 2.5mmAl 进行计量估算。结 ICRP33 号报告 P32 图 2 从而可知 DSA 距离机头 1m 处空气比释动能率，见表 11-2。

根据《医用电气设备 第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断X射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）中“X射线管组件和X射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称X射线管电压运行时，距焦点1m处，1小时内任一100cm²区域（主要线性尺寸不大于20cm）的空气比释动能不应超过1.0mGy。专用标准可对不同X射线设备的泄漏辐射规定不同的限值”。因此综合考虑，本项目射线装置在1m处泄漏射线的空气比释动能率保守取1.00E+03μGy/h。

表11-2 本项目DSA辐射源强

射线装置	主射线、散射线			泄漏射线	
	距靶1m处的发射率 (mGy/mA·min)	评价电流 (mA)	空气比释动能 率(μGy/h)	空气比释动能 率(μGy/h)	
数字减影血管造影机（DSA）	5	透视	15	4.50E+06	1000
	7.5	拍片	500	2.25E+08	

2.2.3 透射因子

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录文献可得不同管电压下不同材质的拟合参数，见表 11-3。

表11-3 铅、混凝土不同管电压X射线辐射衰减拟合参数

管电压 80kV（主射线/泄漏射线）			
拟合参数	α	β	γ
铅	4.040	21.69	0.7187
混凝土	0.04583	0.1549	0.4926
管电压 100kV（主射线/泄漏射线）			
拟合参数	α	β	γ
铅	2.5	15.28	0.7557
混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
管电压 70kV（散射线）			
铅	5.369	23.49	0.5883
混凝土	0.05090	0.1697	0.3849
管电压 100kV（散射线）			
铅	2.507	15.33	0.9124
混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 计算本项目辐射透射因子。

辐射透射因子 B:

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式 3})$$

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。

根据表 10-3 以及表 11-3 中数据可以得出本项目屏蔽体及防护设备的透射因子，见表 11-4。由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中没有散射线 80kV 下对应的 α 、 β 、 γ ，因此先计算出铅和混凝土不同厚度在 70kV、100kV 下的透射因子，再通过插值法计算出铅和混凝土不同厚度在 80kV 下的透射因子。

表11-4 DSA手术室屏蔽参数及辐射透射因子一览表

场所	屏蔽方位	实际屏蔽材料及屏蔽厚度	透视（80kV）		拍片（100kV）	
			对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子	对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子
DSA 手术室	四周墙体	370mm 实心砖墙	1.31E-06	2.51E-06	3.86E-06	3.35E-07
	顶棚、地坪	260mm 混凝土	5.25E-07	1.01E-06	1.55E-06	1.16E-07
	观察窗（1扇）	15mm厚铅玻璃（约3mm铅当量）	2.10E-05	4.15E-07	6.31E-05	4.14E-05

	防护门 (3扇)	3mm 铅板	2.10E-05	4.15E-07	6.31E-05	4.14E-05
防护用品	吊屏/铅帘	0.5mm 铅当量	1.93E-02	1.37E-02	4.72E-02	3.66E-02
	铅手套	0.025mm 铅当量	5.85E-01	5.80E-01	6.82E-01	6.76E-01
	铅衣	0.5mm 铅当量	1.93E-02	1.37E-02	4.72E-02	3.66E-02
设备 自带	设备硬件 设施	0.85mm 铅当量	5.76E-03	2.72E-03	1.60E-02	1.14E-02

2.2.4 利用因子和居留因子

计算时按照射线装置机头拟放置位置确定到达关注点距离,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P31的表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。

2.2.5 计算公式

(1) 主射线辐射影响计算公式

本项目手术室上方主要考虑主射线影响,四周主要考虑散射线和泄漏射线影响。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射线的屏蔽计算公式10.8和10.10进行推导:

$$H_{pr} = \frac{H_{1m} \cdot B}{r_x^2} \quad (\text{公式4})$$

式中:

H_{pr} : 关注点处的主射线的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_{1m} : 距离靶点1m处空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$,

B : 屏蔽透射因子;

r_x : 离球管 1m 处至关注点的距离, m。

(2) 散射线辐射影响计算公式

散射线在关注点的造成的空气比释动能率计算,可参照《辐射防护手册》(第一分册)公式 10.10 采用以下公式:

$$H_{sr} = \frac{H_{1m} \cdot \mu \cdot (s/400) \cdot \alpha \cdot B}{(d_0)^2 (d_s)^2} \quad (\text{公式5})$$

H_{sr} : 关注点处的散射线的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_{1m} : 距靶点1m处空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

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;

B: 屏蔽墙对散射线的屏蔽透射因子;

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 对于, 对于 80kV 的 X 射线取 $7.66\text{E-}04$ (散射角为 90° , 均由 70kV 及 100kV 数据插值获得), 对于 100kV 的 X 射线取 $1.30\text{E-}03$;

s: 散射面积, 此处保守取 100cm^2 ;

d_0 : 源与受照体的距离;

d_s : 离球管 1m 处距离受照点的距离。

(3) 泄漏射线辐射影响参数

泄漏射线对于屏蔽体外关注点的辐射影响计算公式为:

$$H_{LR} = \frac{H_L \bullet B}{r^2} \quad (\text{公式6})$$

式中:

H_{LR}: 关注点处的泄漏辐射空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_L: 距靶点 1m 处泄漏射线的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

B: 屏蔽透射因子;

r: 离球管 1m 处至关注点的距离, m。

根据上述公式计算 DSA 手术室周围关注点和术者位在开机时的周围剂量当量率, 结果见表 11-5、表 11-6, 关注点位图见图 11-1。

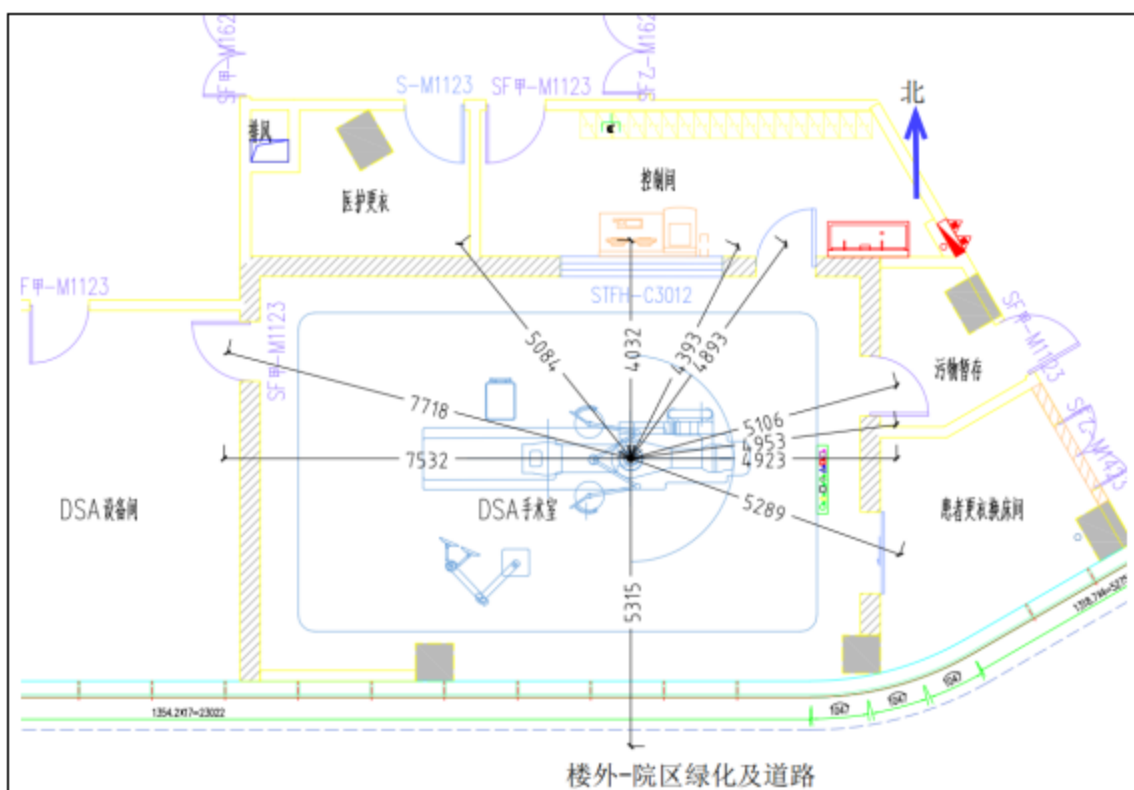


图11-1 本项目DSA手术室计算点位图

表11-5 不同介入诊疗条件下主射线方向周围剂量当量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离(m)	屏蔽材料	透射因子	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足限值
12	楼上30cm处	透视	5.7	260mm现浇混凝土+0.85mm设备硬件设施	1.16E-07*2.72E-03	7.52E-05	满足
		拍片			1.01E-06*1.14E-02	1.32E-01	满足

注：由根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)表A.9中100kV下空气比释动能到周围剂量当量率的转换系数为1.65;80kV下空气比释动能到周围剂量当量率的转换系数为1.72。

表11-6 不同介入诊疗条件下非主射线方向周围剂量当量率估算结果

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		合计周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足限值
						透射因子	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	透射因子	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)		
1	东侧门外 30cm 处 (污物暂存间)	透视	5.1	370mm实心砖墙	1	1.31E-06	7.47E-05	2.51E-06	1.66E-04	2.41E-04	满足
		拍片				3.86E-06	1.79E-02	3.35E-07	2.13E-05	1.79E-02	满足
2	东侧墙外 30cm 处 (污物暂存间)	透视	4.9	3mm铅板	1	2.10E-05	1.30E-03	4.15E-07	2.97E-05	1.33E-03	满足
		拍片				6.31E-05	3.17E-01	4.14E-05	2.85E-03	3.20E-01	满足
3	东侧墙外 30cm 处 (患者更衣换床间)	透视	4.9	370mm 实心砖墙	1	1.31E-06	8.09E-05	2.51E-06	1.80E-04	2.61E-04	满足
		拍片				3.86E-06	1.94E-02	3.35E-07	2.30E-05	1.94E-02	满足
4	东侧门外 30cm 处 (患者更衣换床间)	透视	5.2	3mm 铅板	1	2.10E-05	1.15E-03	4.15E-07	2.64E-05	1.18E-03	满足
		拍片				6.31E-05	2.82E-01	4.14E-05	2.53E-03	2.84E-01	满足
5	南侧墙外 30cm 处 (院区道路及绿化)	透视	5.3	370mm实心砖墙	1	1.31E-06	6.91E-05	2.51E-06	1.54E-04	2.23E-04	满足
		拍片				3.86E-06	1.66E-02	3.35E-07	1.97E-05	1.66E-02	满足
6	西侧墙外 30cm 处 (设备间)	透视	7.5	370mm实心砖墙	1	1.31E-06	3.45E-05	2.51E-06	7.68E-05	1.11E-04	满足
		拍片				3.86E-06	8.28E-03	3.35E-07	9.83E-06	8.29E-03	满足
7	西侧门外 30cm 处 (设备间)	透视	7.7	3mm铅板	1	2.10E-05	5.25E-04	4.15E-07	1.20E-05	5.37E-04	满足
		拍片				6.31E-05	1.28E-01	4.14E-05	1.15E-03	1.30E-01	满足

8	北侧墙外 30cm 处 (医护更衣室)	透视	5.0	370mm实心砖墙	1	1.31E-06	7.77E-05	2.51E-06	1.73E-04	2.50E-04	满足
		拍片				3.86E-06	1.86E-02	3.35E-07	2.21E-05	1.87E-02	满足
9	北侧窗外 30cm 处 (DSA 控制间)	透视	4.0	15mm厚铅玻璃(3mm 铅当量)	1	2.10E-05	1.95E-03	4.15E-07	4.46E-05	1.99E-03	满足
		拍片				6.31E-05	4.76E-01	4.14E-05	4.27E-03	4.80E-01	满足
10	北侧墙外 30cm 处 (DSA 控制间)	透视	4.3	370mm实心砖墙	1	1.31E-06	1.05E-04	2.51E-06	2.33E-04	3.39E-04	满足
		拍片				3.86E-06	2.52E-02	3.35E-07	2.99E-05	2.52E-02	满足
11	北侧门外 30cm 处 (DSA 控制间)	透视	4.8	3mm铅板	1	2.10E-05	1.35E-03	4.15E-07	3.10E-05	1.38E-03	满足
		拍片				6.31E-05	3.30E-01	4.14E-05	2.96E-03	3.33E-01	满足
13	楼下 30cm 处	透视	0.9	260mm混凝土	1	5.25E-07	9.61E-04	1.01E-06	2.14E-03	3.11E-03	满足
		拍片				1.55E-06	2.31E-01	1.16E-07	2.36E-04	2.31E-01	满足

注：由根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表A.9中100kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65；80kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.72。

表11-7 透视情况下医护人员剂量率估算结果

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		周围剂量 当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
						屏蔽透射因子	周围剂量当 量率($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽透射因 子	瞬时剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	
14	第一手术位 (主刀医师)	透视	0.3	0.5mmPb铅屏 +0.5mmPb铅衣	1	3.69E-03	6.13	1.43E-03	3.59	9.72
15	第二手术位 (助手医师)	透视	0.8	0.5mmPb铅衣	1	1.93E-02	44.70	1.37E-02	36.82	81.52
16	护士位	透视	1.2	0.5mmPb铅衣	1	1.93E-02	19.86	1.37E-02	16.37	36.23

注：由根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表A.9中100kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65；80kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.72。

根据表11-5、表11-6可知，DSA手术室屏蔽体外表面0.3m外的辐射剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求。

2.6 术者位腕部剂量估算、辐射工作人员及周围公众年有效剂量评估

术者位腕部剂量估算

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/T244-2017) 4.3, 用下式进行估算:

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

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

D_s : 皮肤吸收剂量 (mGy);

k : X- γ 辐射场的空气比释动能率 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$);

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 (本项目保守按照术者位医师均为女性取值, 以 AP (垂直) 方式入射), (80kV)

$C_{KS}=1.156\text{mGy/mGy}$;

t : 人员累积受照时间, 单位为小时 (h), 取术者位受照的透视时间;

$H'(0.07, 0^\circ)$: 定向剂量当量率 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$), (80kV) $\dot{H}'(0.07, 0^\circ) = 1.61$;

C_{KH} : 空气比释动能到定向剂量当量率的转换系数 (Sv/Gy), $C_{KH}=1.19$ 。

理论计算: 医生介入手术操作时, 会穿铅橡胶防护衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品, 通常站立于介入治疗病床侧面, 面对病患, 受到散射和漏射线束照射, 由于手术过程中医生随时在活动, 其腕部不会一直处于受照射位置不动, 因此保守考虑, 分以下两种情况预测: ①预计在透视时有 1/5 时间医生在受照位置进行插入导管等操作, 此时医生腕部受铅防护手套 (0.025mmPb) 保护; ②预计在剩余透视时的 4/5 时间内医生在手术床侧的其他位置, 此时腕部未处于受照位置, 腕部同时受到铅防护手套 (0.025mmPb) 和铅悬挂防护屏 (0.5mmPb) 的保护。

本项目射线装置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使用 DSA 时手部皮肤当量剂量预计最大为 **102.97mSv/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。

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：

$$H_{\text{E}} = D_r \times T \times t \times K \quad (\text{公式9})$$

H_{E} : 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, $\mu\text{Gy/h}$;

T : 居留因子, 见表11-8;

t : 年照射时间, h;

K : 空气比释动能率与吸收剂量转换系数。

根据公式 9 可得辐射工作人员及公众年有效剂量预测结果见下表。

表11-8 本项目DSA手术室辐射工作人员及公众年有效附加剂量一览表

序号	位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		居留 因子	年照射 时间	保护目 标	年有效剂量 (mSv/a)
1	东侧 污物暂存间	透视	1.33E-03	1/5	透视： 80h；拍 片3.33h		2.34E-04
		拍片	3.20E-01				
2	东侧 患者更衣换床 间	透视	1.18E-03	1/5			2.08E-04
		拍片	2.84E-01				
3	南侧 院区道路及绿 化	透视	2.23E-04	1/5			1.46E-05
		拍片	1.66E-02				
4	西侧 设备间	透视	5.37E-04	1/20			2.38E-05
		拍片	1.30E-01				
5	北侧 医护更衣室	透视	2.50E-04	1/5			1.65E-05
		拍片	1.87E-02				
6	北侧 DSA控制间(技 师位)	透视	1.99E-03	1		1.76E-03	
		拍片	4.80E-01				
7	楼上 中医诊疗（熏 蒸、推拉、针灸）、 净化空调机房	透视	7.52E-05	1		4.46E-04	
		拍片	1.32E-01				
8	楼下 负压真空机房、 强电井、备餐间、走 道、餐厅	透视	3.11E-03	1/5		2.04E-04	
		拍片	2.31E-01				
9	第一手术位（主刀医 师）	透视 （铅 衣+	9.72	1	透视： 48h	辐射工 作人员	0.67

		铅屏)					
10	第二手术位 (助手医师)	透视 (铅衣)	81.52	1	透视: 48h		3.91
11	护师位	透视 (铅衣)	36.23	1	透视: 8		0.29

其他保护目标年有效剂量估算:

本项目 DSA 手术室边界外 50m 范围除项目所在的门急诊医技住院综合楼、毗邻的院区道路及绿化外, 还包括医疗综合楼、北侧的院区道路及绿化。本项目针对保护目标的年有效剂量估算保守按照 DSA 手术室屏蔽体外六周最大的周围剂量当量率 (DSA 手术室北侧污物暂存门外: 透视 $1.99\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ 、拍片 $1.32\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$) 计算, 不考虑距离衰减影响, 居留因子保守取 1, 透视时间 80h, 拍片时间 3.33h, 在此条件下保守计算得出保护目标最大年有效剂量为 $1.76\text{E-}03\text{mSv}$ 。

综上所述, 本项目相关辐射工作人员的年有效剂量最大为 3.91mSv (不含天然本底); 周围公众的年有效剂量最大为 $1.76\text{E-}03\text{mSv}$ (不含天然本底), 辐射工作人员腕部年有效剂量最大为 102.97mSv (不含天然本底)。

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。本项目乐山市苏稽新区医院建设项目 (一期) 新增数字减影血管造影机 (DSA) 项目, 在现有屏蔽条件下, 其屏蔽防护能力能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 对于 DSA 手术室“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 6.3.1 要求。

3. 臭氧环境影响分析

本项目 DSA 手术室采用新风系统+排风系统进行通排风, 本项目排风管道采用直穿方式, 穿墙口外侧使用 3mm 铅当量的铅百叶窗进行屏蔽补偿。建设单位拟设置 1 个新风口, 位于吊顶东北部; 拟设置 1 个排风口, 位于吊顶东南部。排风量为 $300\text{m}^3/\text{h}$, 换气次数约为每小时 1 次。因此 DSA 手术室所采用的通排风措施符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中“机房应设置动力排风装置, 并保持良好的通风”的要求。DSA 手术室的臭氧经通排风系统引至门急诊

医技住院综合楼 3 楼裙楼屋面排放，排口距地 16.5m，经自然稀释后对环境的影响较小。

4. 水环境影响分析

废水：本项目工作人员和病人产生的医疗废水及生活废水经预处理后进入拟建污水处理站（处理工艺：预处理+格栅+调节池+接触氧化池+沉淀池+消毒池工艺，处理能力为 460m³/d）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）后，通过市政管网进入乐山市第三污水处理厂处理后达标排放入大渡河。

5 固体废物环境影响分析

本项目 DSA 不产生放射性固废，DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。但手术过程中将产生一定量的医疗废物，工作人员办公过程中将产生一定量的生活垃圾和办公垃圾。

①手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 800kg。产生的医疗废物暂存于 DSA 手术室东侧的污物暂存间，待一天手术结束后，运往院区的医疗废物暂存间统一清运。为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，医院委托乐山市净源垃圾处理有限公司进行处理。

②工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，年产量约为 200kg/a。医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾依托原有垃圾收集系统，由环卫部门统一清运处理，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾日产日清。

本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

6. 声环境影响分析

本项目产噪设备主要为通排风系统，排风系统声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。

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 属于 II 类射线装置，其在操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对人员造成放射性损伤和环境污染。

主要事故风险：

1) 介入手术操作过程中，辐射工作人员未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作。

2) 在装置运行时，公众误入 DSA 手术室或者未撤离 DSA 手术室，造成不必要的照射。

3. 源项分析及事故等级分析

本项目主要的环境风险因子为射线装置工作时产生的 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》对于事故的分级原则，现将事故等级列于表 11-10 中。

表11-9 辐射事故等级一览表

潜在危害	事故等级
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

表11-10 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射性病	分度	受照剂量范围
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

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）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。

4. 辐射事故分析

DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数情况如下表所示：

表11-11 DSA设备运行期间可能发生事故类型及相关参数

序号	事故情景	受照人员	设备参数	距靶1m处剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	射束方向
1	手术期间误照射	手术医生	80kV/15mA(按透视运行参数)	3146.36	散射、漏射
2	公众误入介入手术室或未撤离	误入人员	80kV/15mA(按透视运行参数)	3146.36	散射、漏射

5. 风险事故情形设定

事故假设：

手术期间可能发生的辐射事件

对于辐射工作人员：在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作，受到非主射方向的照射。

则在不同距离（0.5m、1.0m、1.5m、2.0m），不同曝光时间（最大按 12min 手术时间计算）。

对于公众：在装置运行时，公众误入介入手术室或未撤离 DSA 手术室的情况下进行照射操作，对人员造成不必要的照射。

则在不同距离（1.5m、2.0m），不同曝光时间（本项目手术床旁及操作室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 15s）。

表11-12 DSA透视工况下（泄露射线+散射线）可能发生的辐射事故

距机头 距离(m)	各时段的射线所致辐射剂量 (mSv)						
	5s	10s	15s	3min	6min	9min	12min
0.5	1.75E-02	3.50E-02	5.24E-02	6.29E-01	1.26E+00	1.89E+00	2.52E+00
1.0	4.37E-03	8.74E-03	1.31E-02	1.57E-01	3.15E-01	4.72E-01	6.29E-01
1.5	1.94E-03	3.88E-03	5.83E-03	6.99E-02	1.40E-01	2.10E-01	2.80E-01
2.0	1.09E-03	2.18E-03	3.28E-03	3.93E-02	7.87E-02	1.18E-01	1.57E-01

6. 事故后果

根据表 11-12 可知，本项目辐射工作人员在不同位置（位于 0.5m、1.0m、1.5m、1.5m、2.0m 处）随着时间（至多 12min）的推移，所受到的最大可能受照剂量为 2.52mSv/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，不构成辐射事故。

公众误入 DSA 手术室或未撤离 DSA 手术室，在不同位置（位于 1.5m、2.0m 处）随着时间（至多 15s）推移，所受到的最大可能受照剂量为 5.24E-02mSv/次，

低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的公众 1mSv/a 的剂量限值,不构成辐射事故。

综上所述,本项目不会构成辐射事故。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。

7. 预防措施:

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。

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“紧急停机”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。

8. 应急措施

假若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效的采取以下应急措施：

1、一旦发生人员误照射等辐射事故时，操作人员应立即利用最近的急停按钮切断设备电源。同时，事故第一发现者应及时向医院的辐射防护和应急救援领导小组及上级领导报告。辐射安全事故应急处理小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件(紧急救援需要除外)。

2、对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地生态环境主管部门、卫生健康等主管部门。

3、迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

4、事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当

地卫生健康行政部门报告。

9.其他风险的防范

外购的造影剂均采用不锈钢药品柜单独密闭并加锁保存，钥匙交由专人保管；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

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

乐山市苏稽新区医院建成后拟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》的要求成立辐射安全与环境保护委员会负责相关辐射安全监督管理工作，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。

辐射安全管理规章制度

辐射安全管理是电离辐射正常运营的必要条件，根据中华人民共和国国务院第449号令《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》（原环境保护部第18号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环境保护部第3号令）以及《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序》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》，乐山苏稽新区医院建成后，应按照下述要求，规范完善各项制度。

一、需建立的主要规章制度

根据《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序》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）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表 12-1。

表 12-1 建设单位管理制度汇总对照表

序号	制度	具体制度要求	医院制定情况	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责，全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作。	/	拟制定
2	辐射工作场所安全管理规定	根据单位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。	/	拟制定
3	辐射工作设备操作规程	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。	/	拟制定

4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	/	拟制定
5	辐射工作人员岗位职责	/	/	拟制定
6	射线装置台账管理制度	应记载射线装置台账，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。	/	拟制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	/	拟制定
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	/	拟制定
9	辐射工作人员培训制度	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，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	/	拟制定
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。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，在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。	/	拟制定
11	辐射事故应急预案	针对医用射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施。	/	拟制定
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	/	拟制定

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）的要求，项目建成后，乐山市苏稽新区医院应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

乐山市苏稽新区医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且根据国家发布的新的相关法律法规内容，结合医院实际情况及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

二、档案资料

乐山市苏稽新区医院应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

- （1）生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况；
- （2）设备使用期间射线装置异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，档案资料应按以下几大类分类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查纪录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”和“废物处置记录”等。

三、需上墙的规章制度

本项目建设完成后，应当按照相关要求落实制度上墙，具体要求如下，医院应依照《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）的要求，将《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。

四、与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于辐射安全管理相关规定对照分析

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》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。

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	/	首次申领辐射安全许可证（申领所需材料清单见表 13-5）
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	/	所有辐射工作人员以及管理人员应尽快自主学习并报名国家考试，新增辐射工作人员需持证才允许上岗
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	/	拟制定
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	/	拟按要求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，监测记录存档备查
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	/	拟制定

	事故应急预案，特别应做好 DSA 的实体保卫及防护措施		
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	/	拟制定
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	/	拟制定
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	/	需要在控制区入口处设置电离辐射警告标志及中文警示说明；在监督区入口处设置警戒线和中文警示标志；在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	/	本项目辐射工作场所投入运营后应落实
10	辐射信息网络	/	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.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp) 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	应建立动态的台账，放射性同位素与射线装置应做到账物相符，并及时更新。	/	拟建立

辐射监测

1. 监测方案

1) 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 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 次。

2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，个人剂量计定期（根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）规定，常规监测周期为 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）。

故本项目为本项目所有参与手术的医师每人配备1套个人剂量计（1个佩戴在铅橡胶防护服内的腰部，1个佩戴在铅防护服的领部外侧，建议佩戴1个在腕部），控制室内技师要求佩戴1套个人剂量计（胸部），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，且手术过程中，至多有3名辐射工作人员进入本项目DSA手术室内，因此要求建设单位为本项目DSA手术室增配3个个人剂量报警仪。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《职业性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：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、防护门、观察窗、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性。

(3) 监测仪器：便携式 X- γ 辐射监测仪

应具备以下主要性能：

a) 量程：量程下限应不高于 $1 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择，应急测量情况下，应确保量程上限符合要求，一般不低于 $1 \times 10^{-2} \text{Gy/h}$ ；

b) 相对固有误差： $< \pm 15\%$ ；

c) 能量响应：50 keV~3MeV，相对响应之差 $< \pm 30\%$ （相对 ^{137}Cs 参考辐射源）；

d) 角响应：0~180°角响应平均值（ $\bar{R}$ ）与刻度方向上的响应值（R）的比值应大于等于 0.8（对 ^{137}Cs 辐射源）；

e) 使用温度： $-10 \sim 40^\circ\text{C}$ （即时测量）， $-25 \sim 50^\circ\text{C}$ （连续测量）；

f) 使用相对湿度： $< 95\%$ （35°C）

(4) 监测点位和数据管理：选择距墙体、门、窗表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm，手术室地面下方（楼下）距楼下地面170cm。委托监测为每年1次，自行监测每月1次，本项目监测数据应当存档。建议监测点位见表 12-4。

表 12-3 定期监测点位

工作场所	监测项目	监测范围		监测频次		备注
				委托检测	自行检测	
DSA手术室	X- γ 辐射剂量率	1	东侧 污物暂存间	委托监测 每年1次	自行监测 每月1次	开关机各监测一次
		2	东侧 患者更衣换床间			
		3	南侧 院区道路及绿化			
		4	西侧 设备间			
		5	北侧 医护更衣室			
		6	北侧 DSA控制间			
		7	楼上 中医诊疗（熏蒸、推拉、针灸）、净化空调机房			
		8	楼下 负压真空机房、强			

			电井、备餐间、走道、 餐厅			
		9	管线洞口			
		10	控制室技师操作位			

(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 DSA 手术室后，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

一、医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，全面负责医院的辐射事故应急工作。

二、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《辐射事故应急预案》。该应急预案包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故的应急响应工作程序（事故处理程序，事故处置措施，现场调查和监测，监测分析与诊断鉴定，应急联络电话）、事故调查等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。医院应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，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。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。

三、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》，由辐射事故应急处理领导小组逐级上报当地生态环境主管部门，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。

表 13 结论与建议

结论 一、项目概况 项目名称：乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）新增数字减影血管造影机（DSA）项目 建设单位：乐山苏稽新区投资建设（集团）有限公司 建设性质：新建 建设地点：乐山市市中区苏稽镇双红村乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）门急诊医技住院综合楼 1 楼 DSA 手术室 建设单位拟在乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）门急诊医技住院综合楼（待建设，地上 12F，地下 1F，H=57m）新建 1 间 DSA 手术室，并在并在 DSA 手术室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA，型号未定，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，设备参数确认的函见附件 3）。 根据院方预计，本项目 DSA 主要用于进行心血管内科的介入手术，预计年手术量为 400 台，年累计最大出束时间为 83.33h（透视：80h；拍片：3.33h）。 本项目 DSA 手术室净空面积约为 56.64m²（最大净空尺寸：长 9.6m×宽 5.9m，层高：5.7m，吊顶高度：2.8m），其配套功能用房有：DSA 控制间（21.34m²）、医护更衣室（9.89m²）、DSA 设备间（30.89m²）、污物暂存间（5.55m²）、患者更衣换床间（13.61m²）。 本项目建成后，DSA 手术室四周墙体拟采用 370mm 实心砖墙；顶部、地面均采用 260mm 现浇混凝土。1 扇观察窗采用 15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）、4 扇防护门（内嵌 3mm 铅板）。 二、产业政策符合性 根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年第 7 号令）相关规定，本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础建设内容，属于该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第 1 款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址及平面布局合理性分析

（一）布局

本项目DSA手术室位于门急诊医技住院综合楼一楼，DSA手术室东侧为污物暂存间、病人更衣换床间；南侧为院区道路及绿化；西侧为DSA设备间；北侧为医护人员更衣换鞋区、DSA控制间；楼上为中医诊疗（熏蒸、推拿、针灸）、净化空调机房；楼下为负压真空机房、强电井、备餐间、走道、餐厅。

本项目DSA手术室划为控制区，DSA控制间、医护更衣室、DSA设备间、污物暂存间、患者更衣换床间划为监督区。

项目辐射工作场所设置了 DSA 控制间、医护更衣室、DSA 设备间、污物暂存间、患者更衣换床间，充分考虑了医护人员及病人的需求。病人进入 DSA 手术室的入口毗邻门急诊医技住院综合楼入口，且毗邻急诊科、住院电梯，充分考虑了急诊病人的运输，及住院病人手术的需求；同时 DSA 手术室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。DSA 手术室设置 4 扇防护门，医护人员更衣后、污物运出时均与患者无交叉情况。因此，本项目辐射工作场所平面布置设置合理。

（二）选址

本项目 DSA 手术室位于门急诊医技住院综合楼 1 楼，其机房屏蔽体外 50m 范围：东侧 0~50m 均为门急诊医技住院综合楼（0~3m：污物暂存间、患者更衣间；3~15.8m：扩大前室；15.8m~50m：急救中心；南侧 0~33m 为院区道路及绿化、33~50m 为医疗综合楼（二期建设内容，设计中）；西侧 0~50m 为门急诊医技住院综合楼（0~4.7m 影像科（设备间）、4.7m~28.8m 影像科（办公室、楼梯间、阅片室）、28.8m~50m 食堂厨房（主厨房、冰冻库、主食库、副食库、走道、男更、女更、办公室））；北侧 0~46.2m 为门急诊医技住院综合楼（0~2.9m：DSA 控制间；2.9~5.1m：走道；5.1~21.3m：电梯厅、预留机房；21.3m~46.2m 为门诊大厅；29.3m~46.2m 为中药房）、46.2m~50m 为院区道路及绿化。DSA 手术室楼下为负压真空机房、强电井、备餐间、走道、餐厅；DSA 手术室楼上正上方为中医诊疗（熏蒸、推拿、针灸）、净化空调机房。

医院已获得建设用地规划许可证（批准用地文号：乐中府函〔2022〕94号，

附件6），根据建设用地规划许可证可知本项目用地属于医疗卫生用地，本用地符合城市规划要求。本项目所在的门急诊医技住院综合楼已获得乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）环境影响报告表（批复文号：乐市环审市字〔2024〕19号）。院区四周紧邻道路，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。

本项目拟建设在门急诊医技住院综合楼1楼南侧，本项目设置于此能够有效地将保护目标控制在院区范围内，DSA手术室位于放射科范围内，且东侧毗邻急诊科，在便于放射科统一管理的同时，也便于急诊科进行手术；本项目DSA手术室南侧毗邻院区道路及门急诊医技住院综合楼南侧入口，有利于病人转运，能够节约心内科病人黄金抢救时间，一旦发生事故，周围公众也能够很快得到疏散。

四、工程所在地区环境质量现状

根据本项目监测数据，项目所在区域的X- γ 辐射背景值处于《2023年四川省生态环境状况公报》中全省辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率监测结果（ $\leq 160\text{nGy/h}$ ）涨落范围内，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

根据理论计算，DSA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或已有的防护条件下，屏蔽体外表面0.3m外的周围剂量当量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。本项目辐射工作人员、周围公众年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；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）。

六、事故风险与防范

医院制订的安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。医院制定的应急预案需按环评提出的要求进行完善。

七、环保设施与保护目标

医院现有和设计的环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的保护目标所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理综合能力

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，辐射工作人员配置合理，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对本次 DSA 医用辐射设备和场所而言，医院在——落实设计的环保设施和相关法律法规要求后，医院具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

建设单位在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目乐山市市中区苏稽镇双红村乐山市苏稽新区医院建设项目（一期）门急诊医技住院综合楼 1 楼 DSA 手术室进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

建议

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

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

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

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

6、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位

应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

7、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修订）“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依照本章规定取得许可证”；

在本项目环境影响评价文件取得四川省生态环境厅批复后，建设单位需准备以下文件并提交审管部门（四川省生态环境厅），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

表 13-1 辐射安全许可证初次申领材料

序号	材料名称	材料形式		材料类型	纸质材料规格	材料必要性	来源渠道	来源渠道说明	受理标准	填报须知
		纸质	电子							
1	《辐射安全许可证申请表》1份	1份	1份	原件和复印件	—	必要	申请人自备	—	签字处盖章	—
2	企业法人营业执照正、副本或事业单位法人证书正、副本及法定代表人身份证原件及其复印件，机构代码证复印件，营业执照（统一社会信用代码）复印件，审验后留存复印件	1份	1份	复印件	—	必要	申请人自备	—	签字处盖章，逐页盖章	—
3	满足《射线同位素与射线装置安全许可管理办法》第十四条和第二十三条相应规定的证明材料： 1、使用II类射线装置的设立专门辐射安全与环境保护管理机构文件； 2、辐射工作的人员通过省环保厅认可的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的合格证； 3、辐射相关管理制度，包括： ①辐射工作设备操作规程②辐射设备维护、维	1份	1份	复印件	—	必要	申请人自备	—	签字处盖章	—

	修制度③辐射防护和安全保卫制度								
--	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--

承诺

(1) 建设单位在变更辐射安全许可证前，登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

(2) 尽快安排本项目辐射工作人员

尽快安排本项目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（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核，在办理辐射安全许可证前应获得辐射安全与防护考核证明。

(3) 项目应按照国家相关法律法规尽快进行验收。

(4) 接受生态环境主管部门的监督检查。

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，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。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-2。

表 13-2 环境保护设施验收一览表

项目	设施（措施）
辐射屏蔽措施	防护工程
	防护门 4 扇
	铅防护窗 1 扇
通排风系统	通风系统+排风系统
安全措施	门灯连锁（含工作状态指示灯）4 套
	急停按钮 2 个（床旁、控制室操作台）
	闭门装置 3 个
	防夹装置 1 个
	对讲系统 1 套

	电离辐射警告标志 4 个
	灭火器材（无磁灭火器）1 套
	放射防护注意事项告知栏和制度牌 1 套
个人防护用品	辐射工作人员防护用品 3 套
	病人防护用品 1 套
	0.5mmPb 铅防护吊屏+床下铅帘 1 套
监测	便携式 X-γ 监测仪 1 台
	个人剂量计 7 套
	个人剂量报警仪 3 个