

核技术利用建设项目

盐亭县人民医院
新增一台数字减影血管造影机（DSA）
核技术利用项目

环境影响报告表
（公示件）

盐亭县人民医院
二零二四年二月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

盐亭县人民医院
新增一台数字减影血管造影机（DSA）
核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：盐亭县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省绵阳市盐亭县云溪镇弥江路上段208号

邮政编码：621600

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 9: 项目工程分析与源项.....	23
表 10: 辐射安全与防护.....	29
表 11: 环境影响分析.....	39
表 12: 辐射安全管理.....	57
表 13: 结论与建议.....	63

附件

附件 1：委托书

附件 2：盐亭县人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知

附件 3：原四川省环境保护局关于盐亭县人民医院灾后恢复重建项目环境影响报告书的批复（川环审批〔2009〕497 号）

附件 4：盐亭县人民医院辐射安全许可证

附件 5：关于辐射工作人员参加辐射安全与防护培训和考核的承诺

附件 6：本项目辐射环境监测报告

附件 7：技术参数确认说明

附件 8：盐亭县人民医院 2023 年度射线装置安全和防护状况年度评估报告

附图

附图 1：项目地理位置图

附图 2：医院平面布置及项目外环境关系图

附图 3：本项目拟建地所在楼层（3F）现状平面布置图

附图 4：本项目建成后 DSA 机房所在楼层（3F）平面布置图

附图 5：DSA 机房对应楼上区域（4F）平面布置示意图

附图 6：DSA 机房对应楼下区域（2F）平面布置示意图

附图 7：DSA 机房人流、物流路径及两区划分示意图

附图 8：DSA 机房平面设计图及屏蔽示意图

表 1：项目基本情况

项目名称		盐亭县人民医院新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目				
建设单位		盐亭县人民医院				
法人代表		■	联系人	■	联系电话	■
注册地址		四川省绵阳市盐亭县云溪镇弥江路上段208号				
项目建设地点		四川省绵阳市盐亭县云溪镇弥江路上段208号				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		■	项目环保总投资（万元）	52.5	投资比例（环保投资/总投资）	■
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			建筑面积（m ² ）	143
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			
	其它	/				

项目概述

一、概况

（一）建设单位简况

盐亭县人民医院始建于1944年，是一所集医疗、科研、教学、急救、预防保健为一体的国家三级乙等综合医院，目前正积极创建国家三级甲等综合医院。医院现有床位616张，在职职工830人，其中：正高级职称17人、副高级职称90人、中级职称235人、硕士研究生8人，聘任来自四川大学华西医院、川北医学院附属医院的外聘专家4人。医院设31个临床及医技科室、20个职能科室、16个住院病区和1个门诊部，年门诊60万人次，年出院3.1万人次。骨外科、中医肛肠科已通过四川省重点专科初评，眼科是四川省县级医院能力建设重点专科，康复科、护理部、神经内科、神经外科、手术麻醉科、中医骨伤科已通过绵阳市重点专科初评。医院现拥有64排128层多容积CT2台、1.5T MRI、数字化DR摄片系统、美国GE全数字化多功能彩超、全自动生化仪等先进设备。医院与四川大学华西医学院、四川省人民医院建立了网络协作关系，是川北医学院、成都中医药大学附属针灸学校、四川中医药高等专科学校的教学实习基地，是四川中医药高等专科学校非直管附属医院。

目前，盐亭县人民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[00585]），许可种类和范围为：使用II类、III类射线装置。辐射安全许可证有效期至2028年05月17日。

（二）项目由来

盐亭县人民医院原新生儿科位于医院门诊住院综合大楼三楼，于2013年随盐亭县人民医院门诊住院综合大楼同步投用，于2023年10月停用，目前处于空置状态。为更好得满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，盐亭县人民医院拟将原新生儿科改建为公共卫生科，在公共卫生科北侧建设一间数字减影血管造影机（DSA）介入手术室及配套功能用房，手术室内新增一台数字减影血管造影机（DSA），属于II类射线装置。数字减影血管造影机（DSA）介入手术室及配套功能用房的建设依托公共卫生科改建工程同步开展，本项目评价内容仅包括数字减影血管造影机（DSA）介入手术室及配套功能用房的改建和新增一台数字减影血管造影机（DSA），不包括公共卫生科改建工程的其它部分。本项目应用场所为改建，射线装置为新增。

为加强核技术应用医疗设备的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确

保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021版），本项目为使用II类射线装置，应编制环境影响报告表。因此，建设单位委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）开展环境影响评价工作（附件1）。我院接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《盐亭县人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目环境影响报告表》。

二、项目建设内容及规模

（一）项目名称、性质、建设地点

项目名称：盐亭县人民医院新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

建设单位：盐亭县人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省绵阳市盐亭县云溪镇弥江路上段208号，盐亭县人民医院门诊住院综合大楼三楼，项目地理位置见附图1。

（二）项目建设内容及规模

盐亭县人民医院拟将医院门诊住院综合大楼（-1~14F）三楼原新生儿科的儿童输液大厅、护士站和2-4号病房改建成一间数字减影血管造影机（DSA）介入手术室（下文简称“DSA机房”）及配套功能用房。本次拟改建区域建筑面积约143m²，DSA机房有效使用面积64.5m²，净空尺寸11.0m（长）×5.9m（宽）×7.5m（高）；东侧屏蔽体为13cm实心砖+4.0cm硫酸钡水泥（约4.0mm铅当量），西侧、南侧和北侧屏蔽体为4.5cm硫酸钡钡板（约3.0mm铅当量）；顶板为12cm混凝土+3cm硫酸钡水泥（约3.7mm铅当量）；底板为12cm混凝土+3cm硫酸钡水泥（约3.7mm铅当量）。机房屏蔽体选用的硫酸钡水泥密度约为3.2g/cm³。机房配备一扇铅玻璃观察窗和三扇铅钢门，屏蔽厚度均为3mm铅当量。

本次拟在DSA手术室内新增1台AXIOM Artis Zee Ceiling型数字减影血管造影机（下文简称“DSA”），属于II类射线装置，额定管电压为125kV，额定管电流为1000mA；出束方向为从下往上。

DSA 建设内容见表 1-1。

表 1-1 DSA 建设内容一览表

射线装置	装置名称	射线装置类别	射线装置数量	活动种类	工作场所名称	用途
	DSA	II类	1 台	使用	DSA 手术室	介入治疗

(三) 项目组成及主要环境问题

本项目具体组成及主要的环境问题见表 1-2。

表 1-2 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	运营期
主体工程	<p>盐亭县人民医院拟将医院门诊住院综合大楼三楼原新生儿科的儿童输液大厅、护士站和 2-4 号病房改建成一间数字减影血管造影机（DSA）介入手术室及配套功能用房。本次拟改建区域建筑面积约 143m²，DSA 机房有效使用面积 64.5m²，净空尺寸 11.0m（长）×5.9m（宽）×7.5m（高）；东侧屏蔽体为 13cm 实心砖+4.0cm 硫酸钡水泥（约 4.0mm 铅当量），西侧、南侧和北侧屏蔽体为 4.5cm 硫酸钡钡板（约 3.0mm 铅当量）；顶板为 12cm 混凝土+3cm 硫酸钡水泥（约 3.7mm 铅当量）；底板为 12cm 混凝土+3cm 硫酸钡水泥（约 3.7mm 铅当量）。机房屏蔽体选用的硫酸钡水泥密度约为 3.2g/cm³。机房配备一扇铅玻璃观察窗和三扇铅钢门，屏蔽厚度均为 3mm 铅当量。</p> <p>本次拟在 DSA 手术室内新增 1 台 AXIOM Artis Zee Ceiling 型数字减影血管造影机，属于 II 类射线装置，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA；出束方向为从下往上。</p>	施工废水、固体废弃物、噪声、扬尘等	X 射线、臭氧、医疗废物
辅助工程	控制室、导管间、病人缓冲间、设备间、污物暂存间、污洗打包间、一次性物品间。		/
环保工程	<p>DSA 机房设置通排风系统。</p> <p>生活废水依托医院已建化粪池处理后排入市政污水管网。项目产生的医疗废物收集暂存于医疗废物暂存间后，定期交由有资质的医疗废物处置单位收集；项目产生的办公、生活垃圾统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一处理。</p>	施工废水、固体废弃物、噪声、扬尘等	办公、生活垃圾、生活废水
公用工程	配电、供电和通讯系统及污水处理系统等。		/
办公设施	办公室、卫生间、更衣间等。		办公、生活垃圾、生活废水

(四) 主要原辅材料

本项目涉及原辅材料的主要为DSA介入手术时使用的造影剂，既碘佛醇注射液，这是一种新型的含三碘低渗非离子型造影剂，具有含碘量高、粘稠度低、渗透压小理化性质稳定和容易排泄等特点，血管内注射后，能使途经的血管显像清楚直至稀释后为止。

本项目使用的造影剂碘佛醇注射液规格为100ml/瓶，平均每台介入手术使用1瓶，每年250台手术，因此年使用量为25L。药品由公共卫生科每季度按需采购一次，储存于库房的不锈钢药品柜中。

（五）主要设备配置及主要技术参数

本项目 DSA 由公共卫生科进行日常管理和进行介入手术。DSA 主要用于外科介入手术，提供患者的拍片和透视图像，预计年最大手术台数为 250 台，年最大出束时间为 43.1h（拍片 1.4h，透视 41.7h）。本项目主要的设备配置、主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 射线装置主要设备配置、主要技术参数及使用情况

设备参数					
设备名称	规格 (型号)	数量 (台)	额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	过滤片材料及厚度
DSA	AXIOM Artis Zee Ceiling	1	125	1000	0.1+0.2+0.3+0.6+0.9mmCu
DSA 使用情况					
曝光方向	使用科室	拍片常用最大工况		透视常用最大工况	
		管电压 (kV)	管电流 (mA)	管电压 (kV)	管电流 (mA)
从下往上	公共卫生科	85	650	75	12
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	年最大出束时间 (h)	
	拍片	透视		拍片	透视
日间手术室	20s	10min	250 台	1.4	41.7
共计				43.1	

三、工作人员及工作制度

（一）劳动定员

本项目新增辐射工作人员 4 名，包括医生 2 名，护士 1 名，技师 1 名。其中技师负责管在控制室操作 DSA，护士负责介入手术前准备、手术后清理工作，医生负责在 DSA 机房内进行 DSA 介入手术。

（二）工作制度

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

四、产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域应用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 4 条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家产业发展政策。

五、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

（一）医院外环境关系

本项目位于盐亭县人民医院内，医院周边主要为县城道路、商住两用房等，交通便捷，方便市民就医。医院东侧为城市道路，道路对面为商住两用房；医院南侧为城市道路，道路对面为商住两用房；医院北侧和西侧均为居民区。

（二）项目外环境关系

盐亭县人民医院的医院门诊住院综合大楼位于医院西南侧，共 14 层，于 2013 年投运，目前正常使用。门诊住院综合大楼南侧和东侧均为城镇道路，北侧为弥江路上段 54 号居民楼，西侧为医院内部道路。

本项目拟建的 DSA 手术室在门诊住院综合大楼 3 楼东区北侧。项目建成后外环境关系为，以 DSA 机房为中心，北侧 50m 范围内为小区空地、弥江路上段 54 号居民楼；东侧 50m 范围内为楼梯间、污物间、电梯、县城道路、弥江路上段 140 号、弥江路上段 169 号等；南侧 50m 范围内为正负压切换手术室、医院综合门诊住院综合大楼广场；西侧 50m 范围内为公共卫生科公用区域、候梯厅、诊室等；DSA 机房正上方为 4F 心血管内科 65-69 号病房，除此之外 4F 还包括心血管内科病房和内、外科普通病房等共计 18 间病房；DSA 机房正下方为 2F 中药科门诊室，除此之外 2F 还包括妇科、皮肤科、口腔科等 24 个诊室和治疗室；门诊住院综合大楼 1F 主要包括接待大厅、药房、输液大厅、急诊科等科室；门诊住院综合大楼-1F 主要包括地下车库和应急发电间、水电机房等功能间。项目辐射工作场所 50m 范围内不存在自然保护区、风景名胜区、名胜古迹、饮用水源保护区等环境敏感点，周围无明显环境制约因素。

医院平面布置图及项目外环境关系图见附图 2。

（三）选址合理性分析

本项目位于盐亭县人民医院内，医院整体重建项目选址合理性已在《盐亭县人民医院灾后恢复重建项目环境影响报告书》（批复文号：川环审批〔2009〕497 号）中进行

了论述，院区建设符合规划要求和土地利用总体规划。本项目依托现有院区进行建设，不新增用地，项目水、电、气、通讯设施依托医院已建设施妥善解决。

本项目 DSA 机房四邻及楼上、楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室，避开了医院内人流量较大的门诊大厅区域。本项目为专门的辐射工作场所，位置相对独立且人流较少，方便病人治疗和转移，降低了公众受到照射的可能性，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并按照相关规范要求建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。

（四）与周边环境的相容性分析

本项目生活用水依托院区已建的供水系统。本项目工作人员产生的少量生活污水依托院区已建化粪池处理后排入市政污水管网。本项目产生医疗废物收集暂存于医疗废物暂存间，定期交由有资质的医疗废物处置单位收集；生活垃圾和办公垃圾依托院区的垃圾收集系统统一收集后由市政环卫部门清运。项目通风设备声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。运行阶段产生的电离辐射经有效屏蔽后对周围环境影响较小。同时本项目建设不占用医院消防通道和内部公共设施，与医院内部原有布置及周围环境相容。

（五）实践正当性

核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断和治疗效果，是其它诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用。本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊断能力。由于使用 DSA 进行诊断的方法效果显著、病人诊断中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在诊断过程中射线装置的使用可能会造成如下辐射影响问题：

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

建设单位在放射性诊断过程中，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，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小。本项目产生的

辐射给医务人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用的实践具有正当性。

七、原有核技术利用项目许可情况

（一）原有辐射安全许可情况

盐亭县人民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[00585]），许可种类和范围为：使用II类、III类射线装置。辐射安全许可证有效期为至2028年05月17日。具体射线装置清单见表1-4。

表 1-4 盐亭县人民医院被许可使用射线装置辐射工作场所一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所
1	Canon 平板数字化 X 线摄影系统	CXDI-50GSEDECAL CEILING	III	医用诊断 X 射线装置	放射科
2	医用血管造影 X 射线机	Wedic2000	II	血管造影用 X 射线装置	放射科
3	口腔全景 X 射线机	FLANMECA-PROM AX	III	医用诊断 X 射线装置	放射科
4	数字化医用 X 射线摄影系统	BrivoXR575	III	医用诊断 X 射线装置	放射科
5	数字 X 射线摄影系统	HGYX-II-DR	III	医用诊断 X 射线装置	放射科
6	X 射线计算机断层摄影设备	PHILIPS-INGENUIT Y-CT	III	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科
7	数字肠胃机	D-VISONPLUS80S	III	医用诊断 X 射线装置	放射科
8	GE-C 型臂	Brivo-OEC-715	III	医用诊断 X 射线装置	第十手术室
9	X 射线计算机断层摄影设备	NeuViz128	III	医用诊断 X 射线装置	放射科：放射科 CT 室 1
10	X 射线计算机断层摄影设备	NeuViz16	III	医用诊断 X 射线装置	放射科：发热门诊 CT 室

(二) 辐射安全管理现状

1、辐射管理规章制度管理情况

盐亭县人民医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，明确了领导小组的主要职责，全面负责全院辐射安全与环境保护监督管理工作。

医院制定了相关辐射安全管理制度，主要包括辐射安全管理规定、辐射工作人员岗位职责、辐射安全和防护设施维护维修制度、辐射工作设备操作规程、辐射工作场所和环境辐射水平监测方案、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、质量保证大纲和质量控制检测计划等多个管理制度，医院辐射安全管理制度的内容符合《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）中的要求。本部各项管理制度实施情况：建设单位不同的工作场所有相应的操作规程，制度按规定上墙，满足设备运行辐射安全管理的需要，合理可行，并执行较好，建设单位自开展放射诊疗以来，未发生过辐射安全事件或者事故。

2、辐射安全培训情况

盐亭县人民医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。医院现有辐射工作人员共75人，其中有64名Ⅲ类射线装置的操作人员，医院进行了自行考核，考核合格后上岗；其余辐射工作人员均参加了辐射安全与防护培训知识的学习，并取得了合格证书或成绩合格单。

根据（生态环境部公告 2021 年 第 9 号）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》和《四川省生态环境厅关于进一步做好核技术利用单位辐射安全与防护考核的通知》（2021 年 3 月 29 日），医院应根据辐射安全许可要求和实际工作情况，组织安排仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员参加自行考核；从事其他核技术利用活动的辐射工作人员应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上的考试并取得相应的成绩报告单，申请辐射安全许可证时做到持证上岗。医院应根据上述规定落实本项目新增辐射工作人员辐射安全与防护培训工作，此外超过培训合格证或成绩报告单有效期后应进行复训。

(三) 辐射工作人员个人剂量情况

医院现有辐射工作人员75名，每名工作人员均配有个人剂量计，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案。根据医院《放射性同位素与射

线装置安全和防护状况年度评估报告（2023 年度）》，全院辐射工作人员个人剂量最大值为 0.11mSv/季度，均未超过职业人员 1.25mSv/季度的约束值。《2023 年度安全和防护状况年度评估报告》见附件 8。

（四）年度评估及监测

根据盐亭县人民医院编制的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2023 年度）》，目前医院辐射安全管理情况如下：

- 1、本年度医院辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作。
- 2、本年度医院制定和完善了辐射安全和防护制度及措施，各项制度和措施得到了落实。
- 3、本年度医院委托有资质单位开展了对辐射工作场所的辐射环境监测和对辐射工作人员个人剂量的监测，结果表明均满足国家标准要求。
- 4、本年度医院未发生辐射事故。
- 5、本年度医院无新增射线装置和辐射工作场所。

表 2：放射源

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

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

表 3：非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(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/min)	用途	工作场所	备注
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

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	AXIOM Artis Zee Ceiling	125	1000	介入治疗	门诊住院综合大楼 3 楼 DSA 机房	新增

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）

名称		状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
DSA 机房	臭氧	气态	/	/	/	/	极少量	/	经排风系统引至机房所在大楼 3F 东侧排风口排放，臭氧在常温条件下可自动分解为氧气。

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

表 6：评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》（2018 年 12 月 29 日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《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）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日国务院第 449 号令发布，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）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过，2016 年 6 月 1 日实施）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）；</p> <p>(8) 《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）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 第 31 号公布，2017 年 12 月 12 日《环境保护部关于修改部分规章的决定》（部令 第 47 号）对其进行了修改，2019 年 8 月 22 日《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》（生态环境部令 第 7 号）对其进行了修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021 版）（中华人民共和国生态环境部第 16 号令）；</p> <p>(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）；</p> <p>(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）；</p>
------	---

	<p>(13) 《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环函[2016]1400号)。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(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》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(5) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ244-2017)；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(8) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)。</p>
其他	<p>(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)；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》(第一分册、第三分册)，李德平、潘自强主编，原子能出版社；</p> <p>(3) 《辐射防护导论》，方杰主编，原子能出版社；</p> <p>(4) 项目委托书及建设单位提供的其他资料。</p>

表 7：保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）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”，确定本次评价范围为 DSA 机房实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内作为评价范围，本项目外环境关系图见附图 2。

保护目标

本项目周围 50m 评价范围主要有医院公共区域、其它诊室、商住两用楼等环境敏感点。本项目辐射环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患和陪同家属等公众以及院外公众。由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

机房	保护名单	人数	方位	位置	距离辐射源点最近距离（m）	
					水平	垂直
DSA 机房	职业人员	4	/	DSA 机房内	0.3	0
			西侧	控制室、导管间、一次性设备间、仪器设备间、办公室等	4	0
	院内公众	约 60 人	西侧	候梯厅、等候区、诊室等	20	0
		约 8 人	南侧	正负压切换手术室、缓冲室、洁净走廊等	5.6	0
		约 5 人	东南侧	污物走廊、污物暂存间等	8.3	0
		约 5 人	东侧	楼梯间、消防电梯间、前室等	5.5	0
		约 20 人	楼上	4F 心血管内科 65-69 号病房	0	+10.2
		约 30 人	楼下	2F 中医科诊室	0	-11
	院外公众	约 70 人	东侧	弥江路上段 140 号	30	0
		约 80 人	东北侧	弥江路上段 169 号	41	0
		约 40 人	北侧	弥江路上段 54 号	27	0

注：垂直距离中，“+”表示楼上，“-”表示楼下。

评价标准

一、环境质量标准

本项目应执行的环境保护标准如下。

- 1、地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准；
- 2、臭氧执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；
- 3、声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准。

二、污染物排放标准

1、臭氧执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准；

2、生活污水依托医院污水处理设施处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中的预处理标准后排入市政污水管网；

3、施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)相关标准；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类标准。

三、辐射环境影响评价标准

(一) 剂量管理限值

1、职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均)20mSv。四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量不超过500mSv。眼晶体的年当量剂量不超过150mSv。项目对于职业人员，按上述标准中规定的职业照射年有效剂量的1/4执行(即5mSv/a)，作为本项目职业照射年有效剂量管理限值，四肢(手和足)或皮肤的剂量当量管理限值为125mSv/a，眼晶体的年当量剂量管理限值为37.5mSv/a。

2、公众照射：第B1.2.1条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量1mSv。项目管理限值按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的1/10执行，即0.1mSv/a管理限值。

(二) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1，具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv 。

表 8：环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、场所现状

盐亭县人民医院位于四川省绵阳市盐亭县云溪镇弥江路上段 208 号，本项目位于医院综合住院大楼 3F 东区北侧。根据现场踏勘，项目拟建地为盐亭县人民医院原新生儿科的儿童输液大厅、护士站和 2-4 号病房，目前均已停用。医院周围主要为县城道路、商住楼等。本项目拟建地现场及周围环境情况见图 8-1。



图 8-1 项目拟建地及周围环境现状

二、监测对象、监测因子和监测点位

本项目为使用II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，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。

为掌握项目所在地辐射水平，我院对本项目所在位置的辐射环境进行了监测，监测报告见附件 6-1~6-2，监测结果见表 8-3~表 8-5。

1、监测方法与标准

(1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

2、监测点位布设

本项目所依托的综合住院大楼已于 2013 年建设完成并投入使用，根据本项目辐射工作场所布置情况及外环境关系，本次选择在 DSA 机房拟建地周围、正上方和正下方布设监测点位以反映项目区域辐射环境质量现状。本次共布设 8 个监测点位，能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。

3、监测时间及现场环境状况

2023 年 12 月 14 日，我院监测人员对项目拟建地进行了现场监测，监测时环境温度：17.5℃~18.6℃；环境湿度：59.2%~61.3%；天气状况：晴。

4、监测因子、监测方法及监测仪器

监测方法及监测仪器见表 8-1，其它仪器见表 8-2。

表 8-1 监测因子、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）	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：018 能量响应范围：25keV~3MeV 校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：校准字第 202303005298 号 检定日期：2023 年 03 月 16 日 有效日期：2024 年 03 月 15 日

8-2 其它仪器一览表

序号	监测对象	监测仪器
1	环境温度、环境湿度	仪器名称：手持气象站 仪器型号：NK4000 仪器编号：650866 环境温度分辨率：0.1℃

	环境湿度分辨率：0.1% 校准单位：中国检验认证集团四川有限公司 证书编号：CCICSC-（C）202302140167 校准日期：2023年02月14日 有效日期：2024年02月13日
--	--

5、质量保证

本次监测单位为四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心），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（编号：220020341133），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监测前制定监测方案，合理布设监测点位，使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；
- 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检定后使用；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《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），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。

6、监测结果

监测结果见表 8-3。

表 8-3 拟建 DSA 机房周围 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 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	标准差 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	备注
1	DSA 机房拟建地	7.2	0.11	/
2	DSA 机房西南侧病人复苏缓冲室拟建地	7.6	0.15	/

3	DSA 机房西侧控制室拟建地	6.8	0.11	/
4	DSA 机房拟建地楼上 4F 病房	7.2	0.10	
5	DSA 机房拟建地楼下 2F 中医馆	8.9	0.14	
6	DSA 机房北侧居民楼旁	6.2	0.08	

根据表 8-3，本项目 DSA 机房拟建地及周围 X- γ 辐射剂量率范围为 $6.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 8.9 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $62 \text{nGy/h} \sim 89 \text{nGy/h}$ ，处于中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境电离辐射水平（ $61.8 \sim 151.8 \text{nGy/h}$ ）范围，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9：项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期

本项目拟建 DSA 机房所在的门诊住院综合大楼已在《盐亭县人民医院灾后恢复重建项目环境影响报告书》（批复文号：川环审批〔2009〕497 号）中进行了评价，于 2013 年正式投运至今。本次拟将住院综合大楼三楼原新生儿科的儿童输液大厅、护士站和 2-4 号病房改建成一间 DSA 机房及配套功能用房，项目施工期主要包括三个阶段。

1、场地清理阶段

施工单位需要将原新生儿科的儿童输液大厅、护士站和 2-4 号病房内部家具、地砖、吊顶等进行清理和转运，还有墙体拆除、场地平整等工作。

2、土建装修阶段

施工单位按照设计图纸，在施工区域进行垒砖砌墙、水泥浇筑、水电走线、门窗安装等土建工序，以及吊顶铺砖、抹灰粉刷等装修工序。

施工期的场地清理、土建装修阶段主要环境影响因素为扬尘、废水、噪声、固体废物和装修废气等。装修时应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体应有足够的超边量，墙与墙之间须紧密贴合，防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，铅玻璃与窗框间和窗框间与墙体间的缝隙用软铅填实，防止散射线从铅玻璃四周泄漏。本项目装修施工期较短，施工量较小，在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，可使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

3、设备安装调试阶段

本项目 DSA 的安装、调试，应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在 DSA 安装调试阶段，主要污染因素为 X 射线、臭氧、噪声和少量包装废弃物。建设单位应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员

进入设备区域，防止辐射事故发生。施工期施工工序及产污环节图如下：

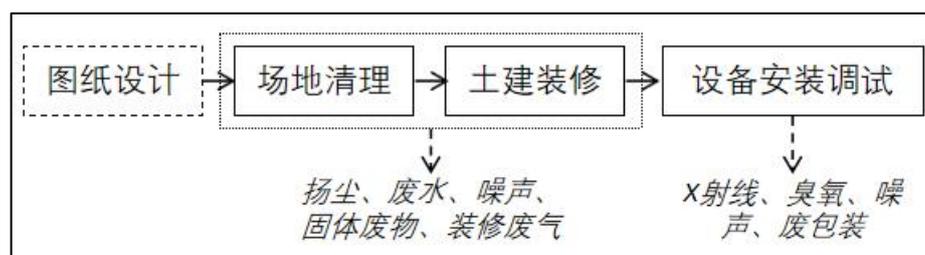


图 9-1 施工期施工工序及产污位置图

二、营运期

(一) 工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过减影处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。本项目拟新增 DSA 外形示意图见图 9-2。

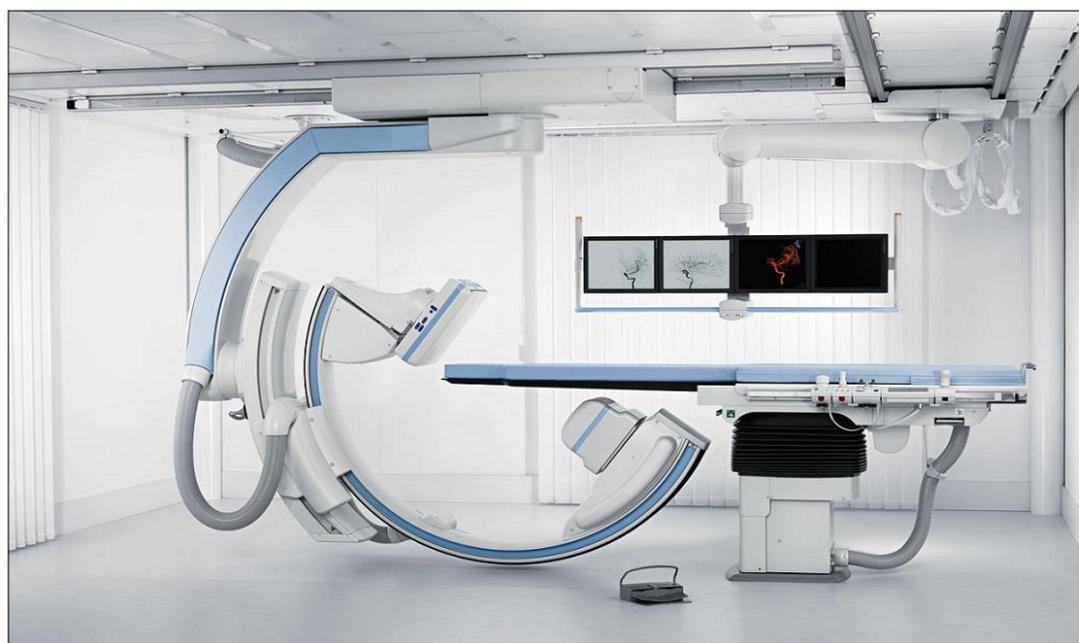


图 9-2 本项目拟新增 DSA 外形示意图

（二）设备组成

DSA 主要由多轴落地式 C 机架、导管床、X 线高压发生器、X 线球管、非晶硅数字化探测器、数字图像采集处理系统、存储系统（含各种分析软件）、控制操作系统、防护设备、连接电缆以及附属设备等组成。

（三）使用工况

根据建设单位提供资料，本项目拟新增的 DSA 型号为 AXIOM Artis Zee Ceiling，由西门子医疗系统有限公司制造，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，主要用于进行传染病科、公共卫生科等科室的手术，在手术期间为医师提供患者的透视和点片图像。DSA 在进行拍片时常用最大管电压为 85kV，常用最大管电流为 650mA；在进行透视时常用最大管电压为 75kV，常用最大管电流为 12mA。医院每年使用 DSA 开展介入手术最多 250 台，年拍片最大出束时间 1.4h，年透视最大出束时间 41.7h。

（四）污染因子及操作流程

DSA 诊治流程和污染因子如下：

- 1、接诊病人后，向病人告知可能受到的辐射危害；
- 2、病人准备完毕进入机房摆位、固定，然后进入机房内对病人进行局部消毒处理和局部防护处理；
- 3、技师退出机房，通过控制室操作台对病人进行拍片；
- 4、医生穿着防护服进入曝光室，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管；
- 5、配合射线装置透视推送导管，并将导管送入指定位置；
- 6、完成后进行导管加压，将造影剂注入病人体内；
- 7、完成造影剂注入后，医生退出机房，技师通过控制室操作台对病人进行拍片，并进行减影处理后，得到最终病人的高清血管影像资料；
- 8、完成减影后，医生再次进入机房内并配合射线装置透视对病人病灶部位进行相应介入治疗。本项目 DSA 进行出束曝光时分为两种情况：

（1）拍片：操作人员一般采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

(2) 透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅防护吊屏和铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室介入手术室操作。

DSA诊治流程及产污环节如图9-3所示。

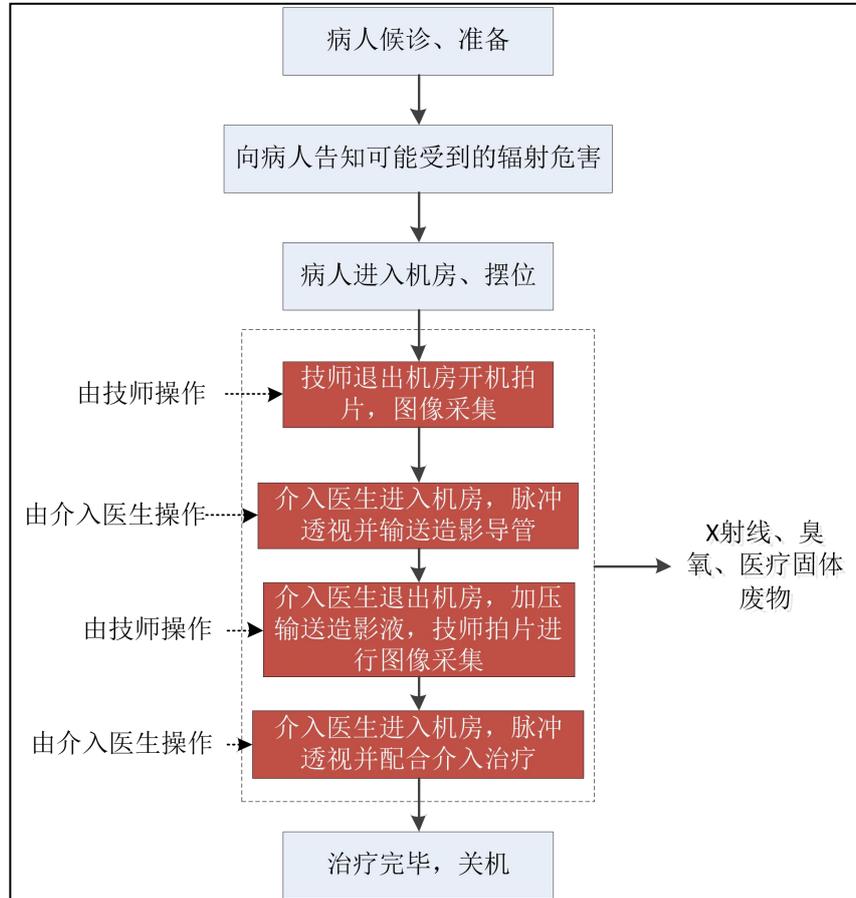


图 9-3 血管造影流程及产污环节示意图

(五) 人流、物流路径

1、患者路径

接受放射治疗的患者经医梯送至三楼后，从换车间进入公共卫生科，先在病人等候区登记，然后通过病人缓冲区由 DSA 机房西南侧大门进入机房就诊，手术完毕后原路返回病房。

2、医护路径

医护人员搭乘医梯抵达三楼，现在换鞋区和更衣室进行准备，随后前往携带手术用品通过控制室由 DSA 机房西侧大门多次进入机房，完成摆位、注射、介入治疗等工作。手术结束后，原路离开机房，可前往办公室、值班室等场所。

3、污物路径

DSA 机房使用过程中产生的污物从机房东南侧大门运出，经污物走廊运送至污物暂存间，定期由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位经由污梯回收集中处理。

本项目DSA机房医患、医废路线不交叉，路径设计合理。

本项目人流、物流路径示意图见附图7。

污染源项分析

一、施工期

本项目施工期可分为场地清理、土建装修和设备安装调试阶段。

(一) 场地清理、土建装修阶段

本项目场地清理、土建装修阶段主要环境影响因素为扬尘、装修废气、废水、噪声和固体废物等。

1、扬尘和装修废气

该阶段会产生扬尘污染，污染因子为 TSP，为无组织排放。施工产生的扬尘主要来自场地清理拆卸扬尘、材料搬运扬尘、墙面装修粉尘以及来往施工人员和运输工具引起的二次扬尘。装修废气主要产生于装修阶段的油漆粉刷工序，会产生少量无组织挥发物。

2、废水

该阶段会产生少量废水主要来自以下几个方面：（1）施工场地降尘废水；（2）施工人员生活污水。

3、固体废物

该阶段产生的固体废弃物主要混凝土块、废砖块、废装饰材料等建筑垃圾，装修材料的废包装物以及施工人员的生活垃圾，由于工程规模小，产生量很少。

4、噪声

主要是墙体拆迁、场地清理、材料搬运过程中产生的噪声，以及使用工程设备过程中产生的噪声。

(二) 设备安装、调试阶段

本项目的射线装置安装调试阶段，主要污染因素为电离辐射、噪声、臭氧和少量包装废弃物。

二、运行期

(一) 电离辐射

X射线装置开机工作时，通过高压发生器和X光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的X射线，本项目DSA常用最大X射线能量为85kV，不开机状态不产生辐射。

(二) 固体废物

本项目 DSA 采用数字成像，诊断及治疗过程中不使用显影液、定影液和胶片，不会产生废显影液、废定影液、废胶片；在进行 DSA 介入手术时会产生一次性不含放射性的医疗用品及器械、废纱布等医疗固体废物。工作人员产生少量办公、生活垃圾，统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一处理。

(三) 废气

本项目所使用的 DSA 在运行过程中产生的有害气体主要是空气中的氧和氮在辐射作用下电离而生成的臭氧和氮氧化物。臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸，但产生量极少；氮氧化物的产生量比臭氧小 10 倍，对环境影响很小，本次主要考虑臭氧。

(四) 废水

本项目工作人员产生少量生活废水，依托医院的污水处理设施处置。

(五) 噪声

本项目 DSA 运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，机房所使用的通排风系统均为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值一般低于 60dB(A)，噪声影响较小。

表 10：辐射安全与防护

项目安全管理

通过污染源项分析可知本项目 DSA 的主要污染物为 X 射线和臭氧等。针对这些污染物，建设单位在设计阶段均制定了相应的污染防治措施。

一、平面布置合理性分析

本项目 DSA 机房位于公共卫生科东区北侧，从北开始顺时针方向依次为高空、消防（污物）梯、前室、污物走廊、设备间、病人缓冲室、洁净走廊、控制室。DSA 机房楼下为 2F 中药科门诊室，楼上为 4F 心血管内科 65-69 号病房。

本项目 DSA 使用地点固定，避开了人群较为集中的门诊区域，所处位置相对独立。医护人员通过医护专梯进入公共卫生科，病人通过侯梯厅进入公共卫生科，通道宽度满足病人手推车辆的通行，治疗室之间的通道畅通无阻，方便治疗。患者由医护人员推入 DSA 机房进行介入手术，机房门宽度满足通行。本项目污物通道和人员通道独立设置，污物统一从 DSA 机房东南侧污物通道转移至暂存间，不与人员通道交叉。

同时，DSA 机房采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的。

综上，本项目 DSA 机房满足工作要求，有利于辐射防护和环境保护，各组成部分功能区明确，既能有机联系，又不互相干扰，最大限度避开了人流量较大的门诊区。在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。从辐射安全的角度考虑，本项目辐射工作场所产生的电离辐射经屏蔽后对周围辐射环境影响是可接受的，平面布置合理。

二、工作区域管理

（一）分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：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。

（二）控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），并结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，两区划分图见附图 7。

表 10-1 本项目工作区域划分一览表

射线装置	控制区	监督区	备注
DSA	DSA 机房	控制室、导管间、设备间、病人缓冲室、污物走廊（部分）	控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

（三）控制区防护手段与安全措施

1、控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-1；

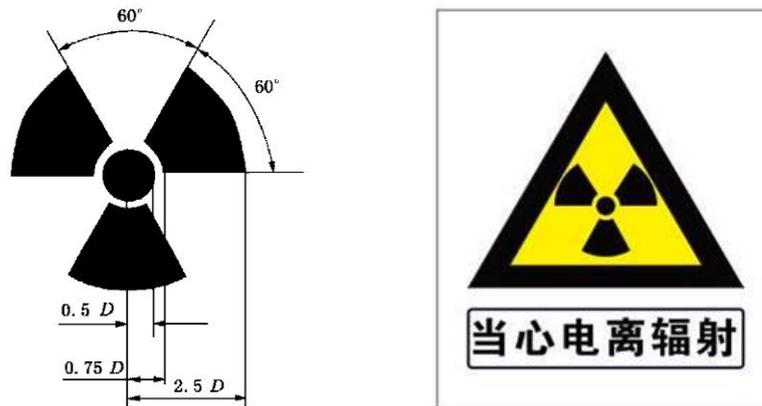


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

2、制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

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

4、在卫生通过区域配备个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜等；

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

（四）监督区防护手段与安全措施

1、以黄线警示监督区为边界；

2、在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

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

三、辐射安全及防护措施

（一）设备固有安全性

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

2、采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。

3、采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度，并能明显地减少透视剂量。

4、采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

5、配备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、配备辅助防护设施：手术床旁配备铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护用品与设施，在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

（二）屏蔽防护

1、主体结构屏蔽设计

本项目 DSA 机房由有相应资质单位进行设计和施工，DSA 机房的主体结构屏蔽设计情况如下：

机房整体采用混凝土浇筑，有效使用面积 64.5m²，净空尺寸 11.0m（长）× 5.9m（宽）× 7.5m（高）；东侧屏蔽体为 13cm 实心砖+4.0cm 硫酸钡水泥（约 4.0mm 铅当量），西侧、南侧和北侧屏蔽体为 4.5cm 硫酸钡钡板（约 3.0mm 铅当量）；顶板为 12cm 混凝土+3cm 硫酸钡水泥（约 3.7mm 铅当量）；底板为 12cm 混凝土+3cm 硫酸钡水泥（约 3.7mm 铅当量）。机房屏蔽体选用的硫酸钡水泥密度约为 3.2g/cm³。机房配备一扇铅玻璃观察窗和三扇铅钢门，屏蔽厚度均为 3mm 铅当量。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X射线装置设备机房屏蔽防护应满足表 10-2 所列要求。

表 10-2 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
单管头 X 射线设备	20	3.5	2	2

本项目 DSA 机房设计状况见表 10-3。

表 10-3 DSA 机房屏蔽设计状况一览表

工作场所	门诊住院综合大楼三楼 DSA 机房
有效使用面积	64.5m ²
机房长×宽	11.0m (长) × 5.9m (宽) × 7.5m (高)
墙体	东侧屏蔽体为 13cm 实心砖+4cm 硫酸钡水泥 (约 4.0mm 铅当量)，西侧、南侧和北侧屏蔽体为 4.5cm 硫酸钡钡板 (约 3.0mm 铅当量)。
顶板	12cm 混凝土+3cm 硫酸钡水泥 (约 3.7mm 铅当量)
底板	12cm 混凝土+3cm 硫酸钡水泥 (约 3.7mm 铅当量)
防护门	3 扇 × 3mm 铅当量
观察窗	1 扇 × 3mm 铅当量

注：（1）本项目 DSA 机房东墙实心砖密度约为 1.8g/cm³，屏蔽体选用的硫酸钡水泥密度约为 3.2g/cm³，顶板及底板的混凝土密度约为 2.2g/cm³；（2）根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量，管电压（有用线束）为 125kV 时，计算得出：13cm 实心砖约相当于 0.7mm 铅，4cm 硫酸钡水泥约相当于 3.3mm 铅，故东侧屏蔽体总量约为 4.0mm 铅当量；12cm 混凝土约相当于 1.2mm 铅，3cm 硫酸钡水泥约相当于 2.5mm 铅，故顶板和底板屏蔽体总量均约为 3.7mm 铅当量；（3）根据生产厂家提供数据，本次选用的 4.5cm 硫酸钡钡板相当于 3.0mm 铅。

根据表10-3，本项目所使用的DSA机房的设计屏蔽状况满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中机房内最小有效使用面积、机房内最小单边长度和屏蔽防护铅当量厚度要求。

2、穿墙及防护门安装设计要求

对于DSA机房的电缆线穿孔和通排风口等应采用与机房墙体设计相同铅当量的铅橡胶进行补偿防护，避免漏射产生；为减少接缝处射线的泄漏，要求防护门两侧铅板搭接宽度大于门缝宽度10倍以上，门的底部与地面之间的重叠宽度大于门缝宽度10倍以上。

3、介入过程屏蔽防护

（1）介入手术过程职业人员进入机房进行透视时，应佩戴好个人防护用具

包括：铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等，其防护铅当量不低于0.5mm。医院拟为本项目配置铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等3套，其防护铅当量均为0.5mm。

(2) 手术医生在进行透视时，应使用床下铅帘及悬吊铅屏进行局部遮挡。本项目DSA由厂家配置床体旁的铅防护吊屏和床下铅帘1套（分别1件），分别具有0.5mm厚的铅当量。

(3) 对病人进行透视时或拍片过程，应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。本项目拟为病人配置铅方巾或铅围裙、铅围脖等1套，其防护铅当量均为0.5mm。

4、源项控制

射线装置装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

5、对医生及患者的辐射防护措施

在介入诊疗中，手术医生必须认真做好自身的防护工作。具体要求如下：

- (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DSA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；

(2) 距离防护：操作人员采取隔室操作方式，控制室与机房之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与手术医生交流。DSA机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且将在机房人员通道门的醒目位置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) 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。

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) 将X线球管尽量远离患者，而将影像增强器尽量靠近患者；

(3) 作好患者非病灶部位的保护工作；

(4) 定期维护介入设备；制定和执行介入诊疗中的质量保证计划。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局第31号令，2021年1月4日经生态环境部令 第20号修改）“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号）中的相关规定，医院必须制订《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：医生必须佩戴个人剂量计、铅防护用品，在介入诊疗中必须认真做好自身的防护工作，同时介入诊疗中必须做好患者的防护工作。

6、机房安全装置设计与布置

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函〔2016〕1400号），本项目DSA机房安全装置具体设计和布置如下：

(1) 门灯联锁：机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。当出束时，指示灯箱为红色并显示“禁止入内”，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯箱灭。

(2) 紧急止动装置：控制台上、床旁均拟设置紧急止动按钮（各按钮分别与X射线系统连接）。X射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X射线系统出束。

(3) 操作警示装置：X射线系统出束时，控制台上的指示鸣器发出声音。

(4) 对讲装置：在DSA机房与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与射线装置机房内的人员联系。

(5) 警告标志：DSA机房防护门外的醒目位置，拟设置明显的电离辐射警告标志。

四、辐射工作场所安全保卫措施

为确保本项目所使用的II类射线装置的辐射安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-4。

表 10-4 辐射工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
射线装置工作场所	防盗、防抢和防破坏	①本项目II类射线装置机房纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； ②工作场所设置红外线监控摄像头实行 24h 实时监控； ③每台射线装置均安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ④射线装置机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防泄漏	①本项目所使用的II类射线装置购置于正规厂家，具有固有安全性，防护性能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； ②本项目所有射线装置工作场所均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况，根据辐射影响分析，机房屏蔽体外 30cm 处剂量率能满足标准要求。

五、辐射安全防护设施对照分析

为保证辐射安全，防止发生辐射事故，根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函[2016]1400号）中对DSA辐射安全防护设施的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析，具体情况见表10-5。

表 10-5 辐射安全防护设施汇总对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
1	场所设施	单独机房	已设计有	/
2		操作部位局部屏蔽防护设施	设备自带	/
3		医护人员的防护	/	拟配置
4		患者防护	/	拟配置
5		机房门窗防护	已设计有	/
6		闭门装置	已设计有	/
7		入口处电离辐射警告标志	/	拟配置
8		入口处机器工作状态显示	/	拟配置
9	其他	监测仪器	/	拟配置
10		个人剂量计	/	拟配置

三废的治理

（一）废水

1、施工期

施工期产生少量用于降尘的废水，且无污染物溶解其中，经自然蒸发后不会对周围水环境造成影响。

2、运营期

本项目 DSA 采用数字成像，运营期无生产废水产生。

施工期和运营期工作人员产生的生活污水产生量较少，依托医院已建成的化粪池处理后排入市政污水管网。

（二）废气

1、施工期

项目施工期会产生一定量的扬尘和装修废气。针对扬尘，在施工区域内采取洒水降尘措施可有效降低施工现场扬尘污染；建设单位承诺在装修时选用“环保型”油漆及涂料，产生装修废气较少，不会对周围大气环境造成影响。

2、运营期

项目运营期产生的废气主要为臭氧，建设单位拟采用空调系统加排风系统将废气排出室外。本项目 DSA 机房采用空调送风，排风机进行机械排风，排风量为 200m³/h，排风口位于 DSA 机房所在的门诊住院综合大楼东侧墙外，距离地面高约 18m，未朝向人群密集处，排风口位置合理。

（三）固体废物

1、施工期

项目施工期固体废物主要是建筑垃圾和废包装物。先对建筑垃圾进行分类，对于有回收价值的部分采取回收再利用处理；其余建筑垃圾收集后统一运送至当地住建部门指定的建筑垃圾堆场。废包装物收集后统一由当地环卫部门处理。

2、运营期

项目运营期会产生一次性不含放射性的医疗用品及器械、废纱布等医疗固体废物，根据国家医疗垃圾管理制度，产生的医疗固体废物先在医疗废物暂存间暂存，然后严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。

本项目施工期和运营期工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾经医院集中收集后交由环卫部门统一处理。

(四) 噪声

1、施工期

在施工期，施工单位及建设单位应合理安排作业时间，并优先选用低噪声设备，以减少施工噪声；对高噪声设备采取隔声、隔振或消声措施，如在声源周围设置掩蔽物、加隔振垫等，可降低噪声源强；日常应注意对施工设备的维修、保养，使各种施工机械保持良好的运行状态；在废物转运、材料运输过程中做到轻拿轻放。

本项目施工期较短，噪声影响随施工期的结束而消失，在落实上述降噪措施后，本项目施工期对周围声环境影响较小。

2、运营期

本项目运营期噪声主要来源于空调和新风系统的风机产生的噪声，其中本项目新风系统拟采用低噪声节能排风机，其噪声值一般低于 60dB(A)，整体噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

(五) 射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》第二十九条“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置去功能化。”因此，DSA 等II类射线装置报废后需确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射。

环保投资估算

本项目总投资 █████ 万元，环保投资 52.5 万，占总投资的 █████。本项目 DSA 机房辐射防护措施及其投资估算见表 10-6。

表 10-6 DSA 机房辐射防护措施及其投资估算一览表

项目	设施（措施）	单位	数量	单价（万元）	费用（万元）	
DSA 机房	辐射屏蔽措施	屏蔽机房（墙体、地板、顶板、门、窗屏蔽）	间	1	35	35
	安全装置	工作状态指示灯（门-灯连锁）	套	1	0.5	0.5
		紧急止动开关	套	1	1	1
		语音对讲装置	套	1	0.2	0.2
		监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识	套	1	0.1	0.1

个人防护用品	个人剂量计	个	4	0.1	0.4
	个人剂量报警仪	个	1	0.2	0.2
	辐射工作人员铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等(0.5mm 铅当量)	套	3	1	3
	病人防护：铅方巾或铅围裙、铅围脖等(0.5mm 铅当量)	套	1	1	1
	铅防护吊屏和床下铅帘	套	1	设备配置	
	X-γ辐射剂量率监测仪	台	1	2	2
通排风系统	通排风系统	套	1	3	3
其它	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	/	/	/	2
	规章制度上墙	/	/	/	0.1
	应急和救助的物资准备(应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练、医疗箱等)	/	/	/	4
合计		/	/	/	52.5

表 11：环境影响分析

施工期对环境的影响

本项目施工期主要评价内容为：场地清理、土建装修阶段及设备安装调试阶段的环境影响。

一、场地清理、土建装修阶段环境影响分析

（一）大气环境影响分析

该阶段主要产生一定量的扬尘和装修废气。施工现场采取洒水降尘等措施抑制扬尘和颗粒物，并采用“环保型”油漆及涂料，工作人员在焊接施工时佩戴相应防护面罩。在施工过程中加强通风或采用室内空气净化措施，全程严格按《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）控制室内环境水平，可将废气对周围环境的影响降至最低。

（二）水环境影响分析

该阶段施工过程中会产生少量用于降尘的施工废水，废水产量较少且无污染物溶解，自然蒸发后对周围水环境影响较小；施工人员日常生活会排放少量的生活污水，依托医院已建成的化粪池处理后排入市政污水管网，不会对周围水环境产生影响。

（三）声环境影响分析

该阶段施工过程中会产生一定噪声，针对噪声影响，本项目拟采取尽量使用低噪音设备、避免夜间施工、在声源附近设置掩蔽物、注意对施工设备的保养、物流运输轻拿轻放等措施，来尽量降低本项目噪声对周围的影响。

（四）固体废物

该阶段产生的固体废弃物主要是建筑垃圾、废包装物和生活垃圾等。建筑垃圾主要为混凝土块、废砖块、废装饰材料等，首先对其中可回收部分进行回收利用处理，剩余部分运送至当地住建部门指定的建筑垃圾场；废包装物和生活垃圾经医院集中收集后交由环卫部门统一处理。

本项目场地清理、土建装修阶段工期较短，施工量小，在院方的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，可使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

二、设备安装调试阶段环境影响分析

本项目所有设备的安装、调试，均由设备厂家专业人员进行，医院方不得自行搬迁、安装及调试设备。在射线装置安装过程中，会产生少量包装废弃物，收集后统一由当地环卫部门处理；在射线装置调试阶段，主要污染因子为 X 射线、臭氧等。医院应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入设备区域，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，调试期间产生的 X 射线、臭氧经过机房墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是电离辐射污染，即射线装置开机曝光时产生的 X 射线。本项目尚未建设，本次环评主要通过理论预测的评价方法进行辐射环境影响分析。

（一）机房外辐射环境影响分析

1、DSA 曝光情况分析

本项目 DSA 进行曝光时分两种情况：

（1）造影拍片过程辐射影响分析

操作人员采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗观察手术室内病人情况，通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内。

（2）脉冲透视过程辐射影响分析

病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况，会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅防护吊屏和铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室介入手术室操作。

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 拍片操作常用最大管电压为 85kV、常用最大管电流为 650mA；DSA 透视操作常用最大管电压 75kV，最大管电流 12mA。

本项目 DSA 投运后，介入手术过程中，DSA 机房外四周和楼下的保护目标均受到 X 射线散射和漏射影响，楼上顶部受到主射影响；DSA 机房内的辐射工作人

员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离DSA机房最近关注点受到的辐射剂量可以代表最大可能受到的辐射有效剂量。

各预测点位见图11-1。

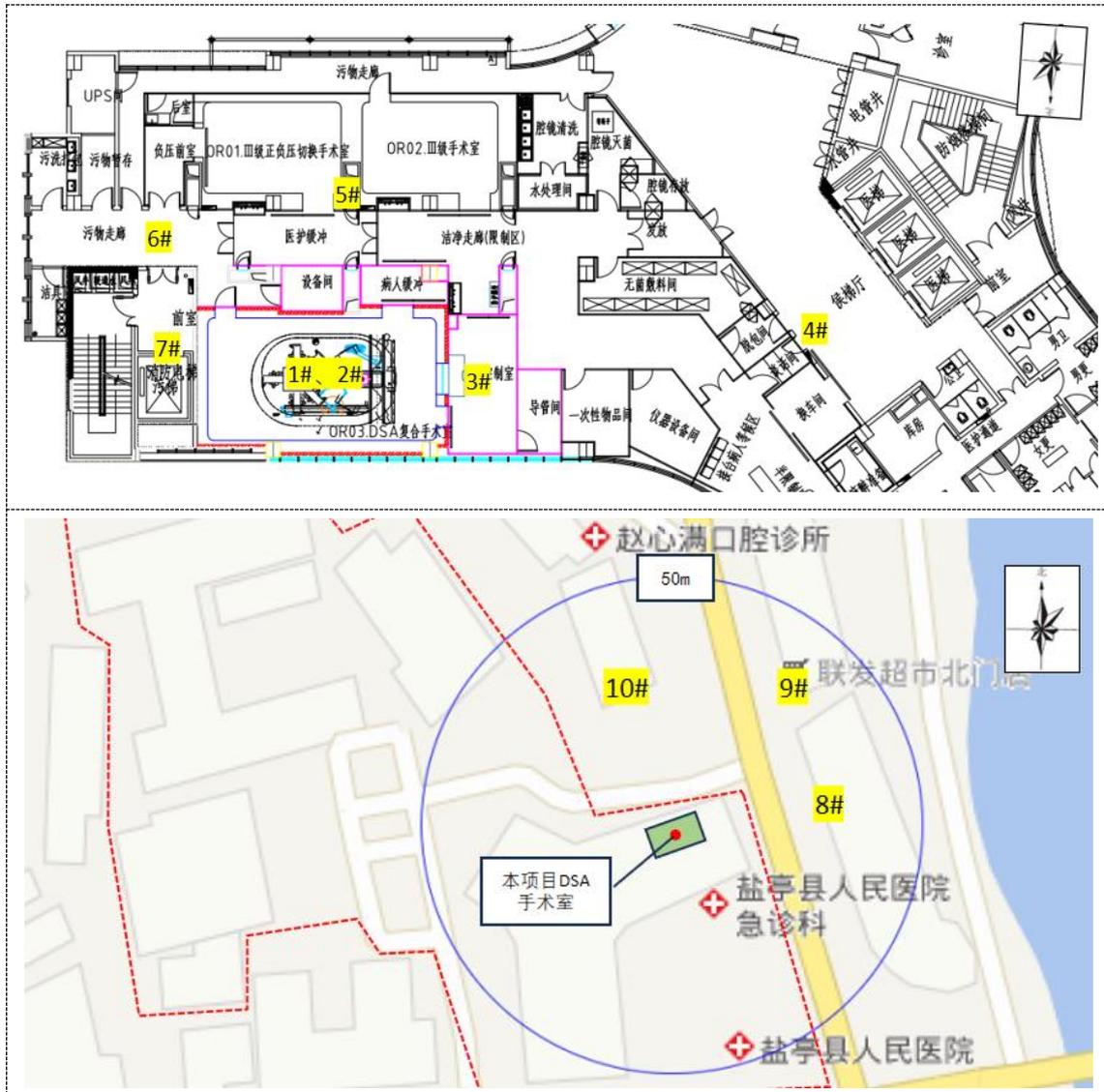


图 11-1 DSA 机房周围关注点人员位置示意图

2、理论预测计算模式

(1) 年附加有效剂量估算

根据辐射安全手册，X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量计算公式如下：

$$E=H \times 10^{-3} \times h \times \eta \times W_T \dots \dots \dots \text{(式11-1)}$$

式中：

H —关注点的剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)；

E —关注点的附加有效剂量 (mSv/a)；

h —工作负荷 (h/a)；根据建设单位提供资料，本项目DSA年最大出束时间

为43.1h（拍片1.4h，透视41.7h）；

η —居留因子；经常有人员停留的地方取1，有部分时间有人员停留的地方取1/4，偶然有人员停留的地方取1/16；

W_T —组织权重因子，取1。

（2）主射线束剂量估算

根据《辐射防护手册》（第一分册）（李德平、潘自强主编），DSA拍片和透视过程对主射方向的公众所造成的辐射剂量可按下式估算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{X}_{1m}}{R^2} \cdot I \cdot \mu \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \dots\dots\dots \text{（式11-2）}$$

式中：

\dot{H} —关注点处的当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{X}_{1m} —每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率， $\text{R/mA}\cdot\text{min}$ ；根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线设备等效总过滤应不小于 2.5mmAl，查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，保守考虑取 X 射线过滤为 2.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率，当拍片管电压为 85kV 时，查得 $\dot{X}_{1m} = 0.80\text{R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；当透视管电压为 75kV 时，查得 $\dot{X}_{1m} = 0.65\text{R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I —管电流，mA；（拍片：650mA，透视：12mA）；

μ —利用因子，取1；

W_R —辐射权重因数，取1；

B —屏蔽透射因子。

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C中，计算屏蔽透射因子 B 的公式为：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots \text{（式11-3）}$$

式中：

B —给定不同屏蔽物质厚度的屏蔽透视因子；

α 、 β 、 γ —不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减有关的拟合参数；本项目DSA常用最大拍片管电压85kV、最大透视管电压75kV，《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表C.2均无85kV和75kV对应的X射线辐射衰减有关的拟合参数，因此用表中90kV对应的X射线辐射衰减有关的拟合参数，且更保守，查得铅对于90kVX射线辐射衰减的拟合参数 $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ 。

X —不同屏蔽物质厚度，mm。本项目顶板为12cm混凝土+3.0cm硫酸钡水泥（相当于3.7mm铅当量）。根据NCRP147报告表4.6，DSA图像接收器及组件对X射线的屏蔽厚度最少相当于0.85mm的铅当量。因此DSA主射方向总铅当量为3.7mm（混凝土+硫酸钡水泥）+0.85mm（DSA图像接收器及组件）=4.55mm铅当量。

根据NCRP147报告，患者对初始线束的减弱倍数为10~100倍，因此主射方向照射量率保守取主射束的10%。

据此将主射方向所受辐射剂量计算结果列于表11-1。

表 11-1 DSA 主射方向所受辐射剂量预测结果表

关注点位	序号	1	
	方位	机房楼上	
	位置	4F 心血管内科 65-69 号病房	
模式	拍片	透视	
辐射源点至关注点的距离 R (m)	6.5		
防护情况	3.7mm（混凝土+硫酸钡水泥）+0.85mm（DSA 图像接收器及组件）=4.55mm 铅当量		
屏蔽透射因子 B	1.08E-07		
剂量率 (μSv/h)	0.0696	0.0010	
h	1.4	41.7	
居留因子η	1	1	
有效剂量 (mSv/a)			
总有效剂量 (mSv/a)			

(3) 泄漏辐射剂量估算

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》（应用篇）第 9 章“辐射防护屏蔽设计”，泄漏辐射不应超过有用线束平均值的 0.1%。因此，计算公式同式 11-1~式 11-3，式中的 $X_{1m} \times 0.1\%$ 。计算结果见下表。

表 11-2 DSA 机房周围各预测点漏射剂量预测结果表

预测点			模式	辐射源点至关注点的距离 R (m)	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 (μSv/h)	居留因子	有效剂量 (mSv/a)
序号	方位	位置							
2	机房下方	2F 中医科诊室	拍片	11	3mm (硫酸钡水泥) +1.2mm (混凝土) =3.7mm 铅当量	■■■■	■■■■	■	■■■■
		透视	11	■■■■			■	■■■■	
3	机房西侧	控制室、导管间、一次性设备间、仪器设备间、办公室等	拍片	4	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)	■■■■	■■■■	■	■■■■
			透视	4			■■■■	■	■■■■
4	机房西侧	候梯厅、等候区、诊室等	拍片	20	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)	■■■■	■■■■	■	■■■■
			透视	20			■■■■	■	■■■■
5	机房南侧	正负压切换手术室、缓冲室、洁净走廊等	拍片	5.6	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)	■■■■	■■■■	■	■■■■
			透视	5.6			■■■■	■	■■■■
6	机房东南	污物走廊、污物	拍片	8.3	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)	■■■■	■■■■	■	■■■■
			透视	8.3			■■■■	■	■■■■

	侧	暂存间等							
7	机房东侧	楼梯间、消防电梯间、前室等	拍片	5.5	4.0cm 硫酸钡水泥+13cm 实心砖(4mm 铅当量)				
		透视	5.5						
8	机房东侧	弥江路上段140号	拍片	30	4.0cm 硫酸钡水泥+13cm 实心砖(4mm 铅当量)				
			透视	30					
9	机房东北侧	弥江路上段169号	拍片	41	4.5cm 钡板(3mm 铅当量)				
			透视	41					
10	机房北侧	弥江路上段54号	拍片	27	4.5cm 钡板(3mm 铅当量)				
			透视	27					

(4) 病人体表散射辐射剂量估算

对于病人体表的散射X射线可以用反照率法估计。可按下式进行预测估算(引用辐射防护手册第一分册, P437):

$$H_s = \frac{\dot{X}_{1m}}{(d_0 \cdot d_s)^2} \cdot I \cdot \mu \cdot \frac{\alpha}{400} \cdot S \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \dots\dots (式11-4)$$

式中:

H_s ——预测点处的散射当量剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

\dot{X}_{1m} ——每mA管电压产生的X射线在1m处的照射量率, $\text{R/mA}\cdot\text{min}$; 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020), X射线设备等效总过滤应不小于2.5mmAl, 故本项目过滤片保守取2.5mmAl; 查《辐射防护手册》(第一分册)图4.4c, 保守考虑取X射线过滤为2.0mmAl的情况下不同管电压对应的X射线照射量率, 当拍片管电压为85kV时, 查得 $\dot{X}_{1m} = 0.80\text{R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, 当透视管电压为75kV时,

查得 $\dot{X}_{1m} = 0.65R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

α ——患者对X射线的散射比，根据《辐射防护手册》（第一分册）表10.1查表取值，本项目DSA拍片最大管电压85kV、透视最大管电压75kV，保守取管电压100kV、散射角30°的散射比 α 为 1.5×10^{-3} ；

S ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——靶点与病人的距离，m，取0.5m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——屏蔽透射因子；

I ——管电流，mA；（拍片：650mA，透视：12mA）；

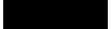
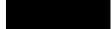
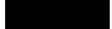
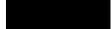
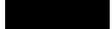
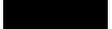
μ ——利用因子，取1；

W_R ——辐射权重因数，取1。

各预测点处散射辐射剂量率计算结果如下：

表 11-3 DSA 机房周围各预测点散射剂量预测结果表

预测点			模式	辐射源点至关注意点的距离 R (m)	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	有效剂量 (mSv/a)
序号	方位	位置							
2	机房下方	2F 中医科诊室	拍片	11	3mm (硫酸钡水泥) +1.2mm (混凝土) =3.7mm 铅当量	■	■	■	■
			透视	11			■	■	■
3	机房西侧	控制室、导管间、一次性设备间、仪器设备间、办公	拍片	4	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)	■	■	■	■
			透视	4			■	■	■

		室等							
4	机房西侧	候梯厅、等候区、诊室等	拍片	20	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)				
			透视	20					
5	机房南侧	正负压切换手术室、缓冲室、洁净走廊等	拍片	5.6	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)				
			透视	5.6					
6	机房东南侧	污物走廊、污物暂存间等	拍片	8.3	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)				
			透视	8.3					
7	机房东侧	楼梯间、消防电梯间、前室等	拍片	5.5	4.0cm 硫酸钡水泥 +13cm 实心砖(4mm 铅当量)				
			透视	5.5					
8	机房东侧	弥江路上段140号	拍片	30	4.0cm 硫酸钡水泥 +13cm 实心砖(4mm 铅当量)				
			透视	30					
9	机房东北侧	弥江路上段169号	拍片	41	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)				
			透视	41					
10	机房北侧	弥江路上段54	拍片	27	4.5cm 钡板 (3mm 铅当量)				
			透视	27					

		号						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

3、预测结果

根据前述计算结果，本项目DSA机房周围各预测点总的辐射剂量率见表11-4。根据表11-4可知，DSA机房周围各预测点的辐射剂量率最大值为 $3.37 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

表 11-4 DSA 机房周围各预测点总剂量率结果表

预测点			模式	主射线束剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)
序号	方位	位置					
1	机房楼上	4F 心血管内科	拍片	■			■
		65-69 号病房	透视	■			■
2	机房下方	2F 中医科诊室	拍片		■	■	■
			透视		■	■	■
3	机房西侧	控制室、导管间、一次性设备间、仪器设备间、办公室等	拍片		■	■	■
			透视		■	■	■
4	机房西侧	侯梯厅、等候区、诊室等	拍片		■	■	■
			透视		■	■	■
5	机房南侧	正负压切换手术室、缓冲室、洁净走廊等	拍片		■	■	■
			透视		■	■	■
6	机房东南侧	污物走廊、污物暂存间等	拍片		■	■	■
			透视		■	■	■

7	机房东侧	楼梯间、消防电梯间、前室等	拍片	█	█	█	█
			透视	█	█	█	█
8	机房东侧	弥江路上段140号	拍片	█	█	█	█
			透视	█	█	█	█
9	机房东北侧	弥江路上段169号	拍片	█	█	█	█
			透视	█	█	█	█
10	机房北侧	弥江路上段54号	拍片	█	█	█	█
			透视	█	█	█	█

根据前述计算结果，本项目 DSA 运行后机房周围各预测点所受总的年受照有效剂量见表 11-5。根据表 11-5 可知，DSA 机房控制室职业人员年有效剂量最大为 $6.84 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价的职业年有效剂量约束值 5mSv/a ；DSA 机房周围公众年有效剂量最大为 $3.49 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价的公众年有效剂量约束值 0.1mSv/a 。本项目已根据设备全年出束时间计算本项目临近保护目标的年有效剂量，由于随着距离的增加剂量随即衰减，本项目评价范围的环境保护目标小于机房相邻区域的辐射剂量。

表 11-5 DSA 机房周围各预测点总年度有效剂量结果表

预测点			模式	主射线束剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)
序号	方位	位置					
1	机房楼上	4F 心血管内科 65-69 号病房	拍片	█	█	█	█
			透视	█	█	█	
2	机房下方	2F 中医科诊室	拍片	█	█	█	█
			透视	█	█	█	
3	机房西	控制室、导管间、一次性	拍片	█	█	█	█

	侧	设备间、仪器设 备间、办 公室等	透视		■	■	
4	机 房 西 侧	侯梯厅、 等候区、 诊室等	拍片		■	■	■
			透视		■	■	
5	机 房 南 侧	正负压 切换手 术室、缓 冲室、洁 净走廊 等	拍片		■	■	■
			透视		■	■	
6	机 房 东 南 侧	污物走 廊、污物 暂存间 等	拍片		■	■	■
			透视		■	■	
7	机 房 东 侧	楼梯间、 消防电 梯间、前 室等	拍片		■	■	■
			透视		■	■	
8	机 房 东 侧	弥江路 上段 140 号	拍片		■	■	■
			透视		■	■	
9	机 房 东 北 侧	弥江路 上段 169 号	拍片		■	■	■
			透视		■	■	
10	机 房 北 侧	弥江路 上段 54 号	拍片		■	■	■
			透视		■	■	

(二) 机房内辐射环境影响分析

根据医院提供资料, DSA机房内仅存在透视操作情况, 对于机房内职业人员, 需考虑透视模式下受到的辐射剂量。参照《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020) 表B.1规定: 透视防护区检测平面上周围剂量当量率应不大于 $400\mu\text{Sv/h}$ 。根据《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020) 中

的图I.3, 透视防护区检测平面为第一、第二术者位所在位置。因此本次评价保守考虑以400 μ Sv/h为源强。

本项目辐射工作人员在DSA机房内操作时身着铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等个人防护用品, 这些防护用品均为0.5mm铅当量。本项目DSA透视最大管电压75kV, 查《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)表C.2无75kV对应的X射线辐射衰减有关的拟合参数, 因此保守采用表中90kV对应的X射线辐射衰减有关的拟合参数, 查得铅对于90kVX射线辐射衰减的拟合参数 $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$, 根据(式11-3)计算可得, 0.5mm铅当量防护用品对应的屏蔽透射因子约为0.0252, 即医生在透视工况下的最大受照剂量率水平为10.08 μ Sv/h。

综合以上分析, 本项目DSA机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果见表11-6。根据表11-6可知, 本项目DSA对机房内辐射工作人员造成的年有效剂量最大为0.42mSv/a, 低于职业年有效剂量约束值5mSv/a。

表 11-6 本项目机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果表

射线装置	科室	年最大透视时间(h)	分组	每组医生照射时间(h)	最大受照剂量率(μ Sv/h)	居留因子	每组医生年附加有效剂量(mSv/a)
DSA	公共卫生科	41.7	1	41.7	10.08	1	0.42

综上, 本项目 DSA 辐射工作人员年有效剂量最大为 0.42mSv/a, 低于职业年有效剂量约束值 5mSv/a。

(三) 医生腕部皮肤及眼晶体受照剂量

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), 有辐射场空气比释动能率信息时, 皮肤吸收剂量用下式进行估算:

$$D_S = C_{KS} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式11-5)}$$

$$\dot{k} = \frac{H^*(10)}{C_{KH^*}} \dots\dots\dots \text{(式11-6)}$$

$$D_T = D_S \cdot W_R \dots\dots\dots \text{(式11-7)}$$

式中:

D_S —皮肤吸收剂量 (mGy) ;

C_{KS} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数，Gy/Gy；根据GBZ/T244-2017表A.4 AP入射方式查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数为1.08mGy/mGy；

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

t —人员累积受照时间，h；

$H^*(10)$ —X、 γ 辐射场的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；参照《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）表B.1和图I.3规定：透视防护区检测平面上周围剂量当量应不大于400 $\mu\text{Sv/h}$ ；

C_{KH^*} —空气比释动能到周围剂量当量的转换系数，Sv/Gy；本项目DSA可近似地视为垂直入射，而且是AP入射方式，根据GBZ/T244-2017表A.9查得空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.49Sv/Gy；

D_T —皮肤当量剂量，mSv；

W_R —辐射权重因子，保守取1。

根据建设单位提供资料，本项目DSA涉及做介入手术的科室为公共卫生（1组人员在机房内进行介入手术），本次评价以DSA年最大透视时间41.7h进行计算。

经计算，DSA对职业人员手、皮肤年当量剂量最大为26.84mSv/a，满足125mSv/a剂量约束限值。

而眼晶体距离辐射源较手部更远，受照剂量小于以上计算结果，因此满足37.5mSv/a当量剂量约束值。

（四）环境保护目标的受照射剂量

针对表 7-1 中 DSA 机房环境保护目标，各环境保护目标处的总附加剂量见表 11-7。

表 11-7 本项目环境保护目标受照射剂量计算结果

机房	保护名单	人数	方位	位置	年最大有效剂量 (mSv/a) 水平
DSA 机房	职业人员	4	/	DSA 机房内	■
			西侧	控制室、导管间、一次性设备间、仪器设备间、	■

				办公室等	
院内 公众	约 60 人	西侧	候梯厅、等候区、诊室等		
	约 8 人	南侧	正负压切换手术室、缓冲室、洁净走廊等		
	约 5 人	东南侧	污物走廊、污物暂存间等		
	约 5 人	东侧	楼梯间、消防电梯间、前室等		
	约 20 人	楼上	4F 心血管内科 65-69 号病房		
	约 30 人	楼下	2F 中医科诊室		
院外 公众	约 70 人	东侧	弥江路上段 140 号		
	约 80 人	东北侧	弥江路上段 169 号		
	约 40 人	北侧	弥江路上段 54 号		

综上，本项目职业人员所受年附加有效剂量最大为 0.42mSv/a，公众所受年附加有效剂量最大为 3.49×10^{-4} mSv/a，均满足本项目要求的职业照射年有效剂量 5mSv/a、公众照射年有效剂量 0.1mSv/a 的标准要求。因此，本项目的建设对 DSA 机房职业人员和周围公众的辐射影响较小。

二、大气环境影响分析

本项目 DSA 的 X 射线能量较小，其臭氧产生量较小，且 DSA 机房设置有独立的通排风系统，产生的臭氧经通排风系统排至室外经自然稀释后对环境影响较小。

三、水环境影响分析

本项目工作人员产生少量生活废水，依托医院已建成的化粪池处理后排入市政污水管网。

四、固体废物环境影响分析

本项目运营期会产生一次性不含放射性的医疗用品及器械、废纱布等医疗固体废物，根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾经医院集中收集后交由环卫部门统一处理。

五、声环境影响分析

本项目运营期噪声主要来源于空调和排风系统的风机产生的噪声，DSA 机

房空调位于机房南侧设备间，排风口位于机房内东南侧吊顶。本项目通排风系统拟采用低噪声节能排风机，其噪声值一般低于 60dB(A)，整体噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

辐射事故影响分析

一、事故等级判断依据

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号），根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故（Ⅰ级）、重大辐射事故（Ⅱ级）、较大辐射事故（Ⅲ级）和一般辐射事故（Ⅳ级）等四级，详见表 11-8。

表 11-8 辐射事故等级划分表

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

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-9。

表 11-9 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	

二、射线装置辐射事故影响分析

（一）可能发生的辐射事故识别

根据污染源分析，DSA 主要环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，DSA 只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。本项目职业人员可能发生的辐射事故为：辐射工作人员还未全部撤出机房，外面人员启动射线装置；医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作受到射线照射等。本项目职业人员可能发生的辐射事故为：安全联锁装置发生故障，DSA 工作时无关人员打开屏蔽门并误入；DSA 检修、维护过程，工作人员误操作，安全联锁装置失效。

（二）事故后果计算

DSA 的 X 射线能量不大，曝光时间都比较短，在计算事故情况下剂量率时，保守取单台手术的透视时间 10min 为单次事故发生时误受照人员的受照时间。

根据计算，在事故状态下环境影响分析结果见表 11-10。

表 11-10 DSA 事故情况下剂量率计算结果表

事故类型	人员	与主射线束之间最近距离	事故状况	事故状态曝光参数	居留位置剂量率 (mSv/10min)
(1)	职业	0.3m (侧向)	职业人员未撤离机房，且无防护	取拍片最大工 况：管电压	21.6
(2)	公众	1m (侧向)	公众误入机房，且无防护	85kV，管电流	2.8
(3)	公众	0.3m (侧向)	检修人员误操作，且无防护	650mA	21.6

根据表 11-10，DSA 在事故状态下可导致公众受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中公众年受照射剂量 1mSv/a 限值，可导致职业人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业人员年受照射剂量 20mSv/a 限值，构成一般辐射事故。

三、事故防范措施

上述辐射事故可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范，将辐射环境风险控制在可以接受的水平。针对在运行过程中可能发生的事故，本次评价提出以下防范措施，以防止事故的发生，主要体现在以下几个方面：

1、定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果

进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

2、建设单位辐射工作人员需严格按射线装置操作规程进行操作，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、建设单位辐射工作人员需参加辐射安全与防护学习，并考核合格后上岗。

5、在诊断过程中应注意对被检者的防护，合理使用 X 射线，实施医疗照射防护最优化的原则，实际操作中可采用“高电压、低电流、重过滤、小视野”的办法，使被检者所受的剂量，达到合理的尽可能的低水平。

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。

目前建设单位已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，由法人作为组长，全面负责全院辐射安全与环境保护监督管理工作，保障辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该文件明确了辐射安全和防护管理领导小组工作职责：

辐射安全与环境保护管理领导小组的职责是：

- 1、全面负责医院内的辐射安全管理工作；
- 2、认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合医院实际制定安全规章制度并检查监督实施；
- 3、负责医院内放射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；
- 4、检查辐射安全设施，监督日常和年度辐射监测的开展；
- 5、实施辐射工作人员的个人剂量检测、健康体检及档案管理，负责安排并监督医院辐射工作场所防护安全检测管理。
- 6、编制辐射事故应急预案，并妥善处理医院有可能发生的辐射事故；
- 7、协调其他的有关放射防护的管理的重要事宜。
- 8、定期召开辐射安全与防护工作会议，对辐射安全控制效果进行评议。定期对领导小组成员进行调整；讨论辐射安全与防护工作计划和总结、放射人员职业危害控制等事宜。
- 9、对突发辐射事故应急预案、各辐射安全与防护制度进行定期修订。
- 10、对全院辐射安全与防护工作的监督检查过程中存在的问题提出整改意见并及时督导落实。领导小组人员设置如下：

表 12-1 辐射安全与环境保护管理领导小组组成表

组长	
副组长	
成员	

辐射工作岗位人员配置和能力分析

本项目拟设置 4 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员，建设单位承诺及时安排辐射工作人员参加辐射安全与防护的学习和考核，并取得合格证书后上岗。

根据《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）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目新增的 4 名辐射工作人员应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线下考核。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。

建设单位应尽快安排医院现有辐射工作人员尽快参加培训学习，取得合格证书后持证上岗。在辐射工作人员上岗前，建设单位应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。建设单位应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

辐射安全管理规章制度

一、档案分类管理

医院应对本项目辐射相关资料分类归档，档案资料应包括以下九大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”“废物处置记录”，并由专人进行管理。

二、规章制度

根据《生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）》和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函〔2016〕1400 号）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 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	检查项目	落实	应增加的措施
----	------	----	--------

		情况	
1	辐射安全管理规定	已制定	将本项目纳入管理
2	辐射工作设备操作规程	已制定	将本项目纳入管理，据本项目设备情况，更新操作规程
3	辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	已制定	将本项目纳入管理
4	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定	将本项目纳入管理
5	监测仪表使用与校验管理制度	已制定	将本项目纳入管理
6	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	本项目辐射工作人员应按制度严格执行
7	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	
8	辐射工作人员岗位职责	已制定	
9	射线装置台帐管理制度	已制定	将本项目纳入管理
11	辐射事故应急预案	已制定	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。

建设单位需在辐射防护安全领导小组组织下及时完善和制定上述各项规章制度，明确各科室人员责任，并严格落实。领导小组需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，并根据具体实践存在的问题及时进行修改和完善。

同时根据《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函〔2016〕1400号），各辐射工作场所职业人员操作室或医生办公室内需将所有制度中关于“辐射工作场所安全管理规定”“操作规程”“辐射工作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于600mm×400mm。

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

辐射监测

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

一、个人剂量监测

项目建成投运后，建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据原四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发〔2010〕49号）做好个人剂量管理的工作。同时根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）个人剂量常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月，同时建设单位应建立个人剂量档案。辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，医院应当将个人剂量档案保存终身。

建设单位辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过5mSv时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关，检测报告及有关调查报告应存档备查；当单年个人剂量超过50mSv时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

二、辐射工作场所监测

（1）监测内容：X- γ 辐射空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

（3）监测频度：对于X- γ 剂量率应自行配备监测设备每1个月监测1次；另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目投运前开展验收监测，并在投运后每年定期开展年度监测，监测报告附到年度评估报告中，于每年1月31日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

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

（5）监测设备：X- γ 辐射剂量率仪。

（6）质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门

的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表 12-3 监测计划一览表

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主监测	射线装置工作场所	X 辐射剂量率	机房楼上、楼下及东、西、南侧屏蔽墙外、防护门外、观察窗外、穿墙孔洞处	每季度一次（记录监测数据存档）	X-γ辐射剂量率仪
委托监测	射线装置工作场所	X 辐射剂量率	机房楼上、楼下及东、西、南侧屏蔽墙外、防护门外、观察窗外、穿墙孔洞处	（1）竣工环保验收监测；（2）年度监测	X-γ辐射剂量率仪
	其它	个人剂量	所有辐射工作人员	一季度一次（需建立个人剂量档案）	个人剂量计

三、年度监测报告情况

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

四、辐射事故应急

为了加强对射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全使用，保障人体健康，保护环境，建设单位需根据最新要求完善现有的《辐射事故应急预案》，其内容应包括：①应急机构和职责分工；②应急人员的组织；③培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；④辐射事故分级及应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序。

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效采取以下应急措施：

(1) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将人员撤出机房，关闭机房门，同时向主管领导报告。

(2) 医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

(3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(4) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

其他要求：（1）辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

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

表 13：结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：盐亭县人民医院新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

建设单位：盐亭县人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省绵阳市盐亭县云溪镇弥江路上段 208 号

本项目建设内容：盐亭县人民医院拟将医院门诊住院综合大楼三楼原新生儿科的儿童输液大厅、护士站和 2-4 号病房改建成一间数字减影血管造影机（DSA）介入手术室及配套功能用房。机房内新增 1 台 AXIOM Artis Zee Ceiling 型数字减影血管造影机，属于 II 类射线装置，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年最大出束时间 43.1h。

二、项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在医学领域应用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 4 条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家产业发展政策。

三、本项目选址及平面布局合理性分析

医院所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；医院周围没有项目建设的制约因素，为专门的辐射工作场所，本项目产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境影响较小，其选址是合理的。本项目辐射工作场所根据工作要求、有利于辐射防护和环境保护来进行布置，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰；在设计阶段，所有辐射工作场所均进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。综上所述，项目总平面布置是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据监测报告，本项目 DSA 机房拟建地及周围各监测点 X- γ 辐射剂量率范围为 $6.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 8.9 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $62 \text{nGy/h} \sim 89 \text{nGy/h}$ ，最大值低于中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境电离辐射水平（ $61.8 \sim 151.8 \text{nGy/h}$ ），属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价结论

1、辐射环境影响分析

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

2、大气的环境影响分析

本项目 DSA 工作时产生的臭氧经通排风系统通风后，不会对周围大气环境产生明显影响。

3、废水的环境影响分析

本项目在运行过程中不产生放射性废水，不会对周围水环境造成影响；医护人员产生的少量生活污水依托医院已建化粪池处理后排入市政污水管网，对周围环境影响较小。

4、固体废物的环境影响分析

本项目在施工期优先对建筑垃圾进行分类回收，其余建筑垃圾收集后统一运送至当地住建部门指定的建筑垃圾堆场；运营期会产生一次性不含放射性的医疗用品及器械、废纱布等医疗固体废物，根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。施工期和运营期产生的生活垃圾和办公垃圾经医院集中收集后交由环卫部门统一处理。

5、声环境影响分析

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机和空调，均选用低噪设备，经墙体隔音和距离衰减后不会对周围的声学环境产生影响。

6、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求补充制定相关安全管理规章制度并完善辐射事故应急预案，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事

故与突发事件。

7、环保设施与保护目标

建设单位需按环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

8、辐射安全管理的综合能力

建设单位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，拟制定辐射事故、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。对在一一落实设计的环保设施和相关的法律法规的要求后，即具备本项目辐射安全管理的综合能力。

9、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，本项目在四川省绵阳市盐亭县云溪镇弥江路上段 208 号盐亭县人民医院内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

建议

1、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。

2、认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

3、不断提高工作人员素质，增强职工环保意识和安全意识，做好辐射防护设施、设备的维护保养，避免发生辐射事故。

承诺

1、建设单位在变更辐射安全许可证前，注册并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、尽快安排未取得成绩报告单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。

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。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 竣工环境保护验收一览表

项目	设施（措施）	数量
辐射屏蔽措施	屏蔽机房（墙体、地板、楼板、门、窗屏蔽）	1 间
安全装置	工作状态指示灯（门-灯连锁）	1 套
	紧急止动开关	1 套
	语音对讲装置	1 套
	监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识	1 套
个人防护用品	个人剂量计	4 个
	辐射工作人员铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等（0.5mm 铅当量）	3 套
	病人防护：铅方巾或铅围裙、铅围脖等（0.5mm 铅当量）	1 套
	铅防护吊屏和床下铅帘	1 套
	X-γ辐射剂量率监测仪	1 台
废气	通排风系统	1 套
人员培训	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	/
台账管理	射线装置台账、个人剂量档案	/
规章制度	辐射安全和防护管理规定、射线装置操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度、监测方案、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员岗位职责、射线装置台帐管理制度、辐射事故/事件应急预案	建设单位制定的所有规章制度中关于“辐射工作场所安全管理制度”、“操作规程”、“辐射工作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需在各辐射工作场所内张贴

		上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于600mm×400mm
应急管理	应急和救助的物资准备（应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练、医疗箱等）	/

