

核技术利用建设项目

剑阁县中医医院
新增数字减影血管造影装置（DSA）
环境影响报告表

（公示件）

剑阁县中医医院
二〇二三年五月



生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	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.....	19
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.....	38
表 12 辐射安全管理.....	55
表 13 结论与建议.....	62

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增数字减影血管造影装置（DSA）			
建设单位		剑阁县中医医院			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址		剑阁县普安镇闻溪路 6 号			
项目建设地点		剑阁县普安镇闻溪路 6 号门诊楼 5 楼内介入手术室			
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	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	44.208
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	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				

一、项目概述

1、医院概况

剑阁县中医医院系本辖区集医疗、预防、保健、康复、教学于一体的国家三级甲等中医医院。多年来，医院践行“廉医、精技、诚信、为民”的院训，以精湛的医疗技术、热情周到的服务、舒适优美的就医环境、合理的收费取信于民，回报社会，先后荣获四川省文明单位、文明医院、四川省放心药房、全国卫生系统先进集体等殊荣，连续多次被评为广元市医德医风先进集体。是本县交通事故、各种医疗保险、残疾鉴定定点医院和中医住院医师规范化培训基地，是全县中医工作龙头，为创建全国农村中医工作先进县、首个全省农村中医工作先进市做出了积极贡献。

医院设普安和下寺 2 个院区，普安院区业务用房近 30000 平方米，下寺院区业务用房 23452 平方米。现有职工 560 余人，其中高级职称 54 人，中级职称 123 人，全国及四川省老中医药专家学术经验继承工作指导老师 3 人，四川省拔尖中医师 3 人，省、市、县名医 13 人。医院定编床位 570 张，实际开放 710 张，拥有 1.5T 超导磁共振、16 排螺旋 CT、进口 DR、C 臂、四维彩超、1600 测试全自动生化分析仪、电视腹腔镜、奥林巴斯前列腺等离子电切镜等先进诊疗设备，开设有急诊、内、外、妇、儿、骨伤脑病、眼、耳鼻喉、口腔、肛肠、皮肤、肿瘤、针灸理疗康复、ICU、新生儿重症监护室等临床科室及放射科（磁共振、CT、DR）、功能科（超声、心电、胃肠镜、病理）、检验科、输血科等医技科室。其中针灸康复科、骨伤脑病科、眼科为四川省重点中医专科，肛肠科为市重点中医专科，中西医结合治疗内科、儿科、妇产科、外科及肿瘤疾病有独特疗效，已日益凸显出其优势和特色，针灸理疗及康复训练对肢体障碍病人的康复效果显著。在本地区率先开展了食道癌及胃癌根治术、肺叶切除术、外科及妇科电视腹腔镜微创手术、前列腺等离子电切术、人工关节置换术、人工晶体植入等手术，医院核心指标连续多年居全县医疗机构之首。

本项目所在院区为普安院区，普安院区门诊楼共 6 层，1 层为挂号收费室、骨伤科、外科、内科、儿科门诊、针灸科门诊、急诊科；2 层为妇产科、皮肤科、耳鼻喉科、眼科、肛肠科、口腔科、胃镜室；3 层为针灸康复科、病理科、针灸科诊疗室；4 层为妇产科病区；5 层为本项目介入手术室；6 层为信息科、学术会议厅。

2、项目由来

为了满足病人的临床需要，能使更多的病人获益，根据医院的设备配置和临床

工作的实际情况，剑阁县中医医院拟在普安院区门诊楼5楼内介入手术室新增1台数字减影血管造影装置（Digital Subtraction Angiography，简称DSA），用作介入治疗，主要用于外周血管介入、肝动脉造影、血管栓塞手术等介入操作。

根据《中华人民共和国环境保护法》和《放射性同位素与射线装置防护条例》等相关法律法规要求，建设方应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名录》（2021年版）中“172项核技术利用建设项目中使用II类射线装置”应编制环境影响报告表，从环境保护和辐射安全角度论证本项目的可行性。

3、项目概况

3.1 工程概况

项目名称：新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：剑阁县中医医院

建设性质：新建

建设地点：剑阁县中医医院普安院区门诊楼5楼内介入手术室

3.2 工程建设内容及规模

剑阁县中医医院普安院区门诊楼共6楼，高约30m，本次拟在门诊楼5楼内介入手术室内建设1间手术室及其配套用房，在手术室内，使用1台DSA，属于II类射线装置。其额定管电压为125kV，额定管电流为1000mA，年诊疗病例约200例，按照每台手术人均透视9min，拍片0.6min计算，手术室年曝光时间累计约32h（拍片2h，透视30h），曝光方向由下而上。主要用于介入治疗、血管造影等。

手术室净空面积为44.208m²，净空尺寸长8m×宽5.526m×高4.0m，四周墙体为370mm厚实心砖墙；机房地面为180mm厚混凝土；顶部为180mm厚混凝土，混凝土密度为2.35g/cm³；楼上（6楼）为分子生物学实验室；楼下（4楼）为妇产科待产科；机房观察窗（1扇）为4mm铅当量的铅玻璃，防护铅门（4扇）均为4mm铅当量。本次仅涉及设备安装和辐射防护设施安装，不涉及新建墙体。

3.3 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，建设单位于2023年2月3日在环境影响评价信息公示平台上对剑阁县中医医院《新增数字减影血管造影装置（DSA）项目》的环境影响报告表进行了全文公示。公示网址及截图如下：

公示证明

【剑阁县中医医院新增数字减影血管造影装置 (DSA)】公示情况说明

公示有效期 2023年02月03日-2023年02月17日

公示时长 14天

公示截图如下:



扫码查看公示详情



公示后, 未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

3.4 建设项目组成及主要的环境问题

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

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	运营期
主体工程	剑阁县中医医院拟在普安院区门诊楼 5 楼内介入手术室内建设 1 间手术室及其配套用房, 在手术室内, 使用 1 台 DSA, 属于 II 类射线装置。其额定管电压为 125kV, 额定管电流为 1000mA, 年诊疗病例 200 例, 按照每台手术人均透视 9min, 拍片 0.6min 计算, 手术室年曝光时间累计约 32h (拍片 2h, 透视 30h), 曝光方向由下而上。主要用于介入治疗、血管造影等。	噪声、扬尘、废水、固体废物	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物

	手术室净空面积为 44.208m ² ，净空尺寸长 8m×宽 5.526m×高 4.0m，四周墙体为 370mm 厚实心砖墙；机房地面为 180mm 厚混凝土；顶部为 180mm 厚混凝土，混凝土密度为 2.35g/cm ³ ；楼上（6 楼）为分子生物学实验室；楼下（4 楼）为妇产科待产科；机房观察窗（1 扇）为 4mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（4 扇）均为 4mm 铅当量。本次仅涉及设备安装和辐射防护设施安装，不涉及新建墙体。		
辅助工程	操作间、设备间、处置室、办公室（利旧）、库房（利旧）、更衣室（利旧）、术前准备室。		废水、固体废物
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等。		
办公及生活设施	办公室、走廊等		生活垃圾
环保工程	废水处理依托医院的污水管道和污水处理站，医疗废物依托医院医废暂存间及收集系统进行回收处理，办公、生活垃圾依托医院收集系统进行回收处理。	噪声、废水、固体废物	废水、固体废物

3.5 环保措施依托可行性分析

（1）废水

施工期废水：剑阁县中医医院为既有医院，本次仅防护工程及装修施工，建设工程量较小；施工人员产生的生活污水依托医院现有污水处理设施处理后排入普安镇污水处理厂，依托可行。

运营期废水：医院已设置污水处理站一座，该设施采用“预处理+一级强化处理+消毒”处理工艺，医疗废水经预处理后进入医院污水处理站处理，处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，经市政污水管网进入普安镇污水处理厂，该污水处理设施处理能力能够满足生活污水及医疗废水产生量和排放量的排放需求。

（2）固体废物

施工期产生的固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾。生活垃圾依托施工现场设置的垃圾桶，生活垃圾经集中收集后，由环卫部门统一清运处理。施工期无医疗废物产生。

医院已设置生活垃圾暂存间，本项目产生的生活垃圾在此分类集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

医院已设置医疗废物暂存间，本项目产生的医疗废物集中暂存于医疗废物暂存间，由有资质单位定期统一收集、处置。

运营期产生的医疗废物经分类收集打包好后暂存于医疗废物暂存间，交由有资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，交由环卫部门清运处理，依托可行。

4、项目外环境关系

剑阁县中医医院位于普安镇闻溪路6号，西侧为居民房屋，东侧为闻溪河，南侧为居民房屋，北侧为居民房屋，拟新增DSA装置位于门诊楼5楼内介入手术室内，介入手术室北侧为术前准备间、卫生间，东侧为医院外墙，南侧为设备间、处置室、办公室，西侧为操作间，楼上（6楼）为分子生物学实验室；楼下（4楼）为妇产科待产科。地理位置见附图1，周边环境关系图见图2。新增设备上下楼平面布置图见附图7~9。

5、本项目设备装置及使用情况一览表

本项目射线装置相关参数情况见表1-3，科室手术量情况见表1-4。

表1-3 本项目射线装置相关参数

名称	型号	生产厂家	管理类别	年出束时间 (h)	曝光方向	使用场所	备注
DSA	Optima IGS Venus	GE	II类	拍片1h, 透视15h	由下而上	手术室	
最大电压		最大电流		功率	平板材质		
125kV		1000mA		100kW	非晶硅		

表1-4 本项目内科手术量分配

科室名称	年手术量	平均每人手术曝光时间	
		拍片 (min)	透视 (min)
手术室	200	0.6	9

介入手术的时间因手术类型、手术难度、患者情况等因素而异，因此很难给出一个确定的时间范围。一些简单的介入手术，如置入导管、注射造影剂等，可能只需要几分钟时间就能完成，而一些复杂的介入手术，如血管栓塞、动脉瘤栓塞等，可能需要几个小时的手术时间。按照平均一台手术15min估算，每台手术透视时间约9min/台，拍片时间约0.6min/台，DSA年出束时间32h（透视模式30h，拍片模式2h）按照1名医生，1名护士，1名技师分组，DSA每周工作约35min。

6、工作人员配置情况

本项目共涉及辐射工作人员5名，其中为2名医生，2名护士，1名技师，均为原有辐射工作人员，辐射工作人员除承担本项目辐射工作外，还将承担原有的辐射工作。今后，医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

工作制度：医院实行每年工作260天，每天8小时的工作制度。

医院应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护平台上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

二、本项目产业政策符合性分析

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

三、本项目选址、外环境及总图布置合理性分析

1、项目外环境及选址合理性

根据现场踏勘，医院内手术室四周主要外环境关系如下：

手术室北方为病人通道、等候走廊、术前准备室以及卫生间，手术室东侧为门诊楼外墙，手术室南侧为设备间、处置室，手术室西侧为操作间、值班室、库房、办公室、更衣室。楼上（6楼）为分子生物学实验室；楼下（4楼）为妇产科待产科。

医院外环境关系如下：

剑阁县中医医院位于普安镇闻溪路6号，介入手术室西侧20m至50m为居民房屋，东侧为闻溪河，南侧10m至50m为居民房屋，东侧与北侧50m范围内均为医院院区，拟新增 DSA 装置位于门诊楼5楼内介入手术室内。

项目选址位于既有剑阁县中医医院内，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。

本项目所在剑阁县中医医院最早于1984年5月，在原龙泉区卫生院的基础上宣告成立；1986年9月，2330平方米的医院门诊大楼竣工并投入使用；2000年7月，4900平方米的住院综合楼竣工并投入使用。医院建设时间较早，无相关环评手续。本项目在既有医院建筑内建设，不新增用地，且拟建的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要

求并满足报告表确定的剂量管理约束值（职业人员所受照射约束值 5.0mSv/a；公众所受照射约束值 0.1mSv/a）的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

2、平面布局合理性分析

剑阁县中医医院位于普安镇闻溪路 6 号，西侧为居民房屋，东侧为闻溪河，南侧为居民房屋，北侧为居民房屋，拟新增 DSA 装置位于门诊楼 5 楼内介入手术室内，项目建设楼层高，辐射影响小，布置位置远离居民区，布置合理。

手术室北侧为术前准备间、卫生间，东侧为医院外墙，南侧为设备间、处置室、办公室，西侧为操作间，主要出束方向为自下而上，楼上（6 楼）为分子生物学实验室；楼下（4 楼）为妇产科待产科，受辐射影响较小。本项目走廊、物流通道分开布置，互不交叉影响。在采取辐射防护措施后，对楼上和楼下辐射影响满足标准要求，布局合理。

综上所述，本项目设置在门诊楼 5 楼内介入手术室内，最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。

3、医院原有污染情况及主要环境问题

根据本次监测结果，剑阁县中医医院辐射水平较低，环境质量较好。根据收资，医院运行期未发生环境污染事件。因此，本项目不存在原有环境污染问题。

四、原有核技术利用情况

1、医院原有项目辐射安全许可证情况

目前，剑阁县中医医院已取得广元市生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证〔09093〕），许可的种类和范围：使用Ⅲ类射线装置。发证日期：2022 年 1 月 21 日，有效期至 2027 年 1 月 21 日。医院现有核技术利用情况见表 1-5。

表 1-5 医院现有核技术利用情况

序号	装置名称	规格型号	类别	电压 kV	电流 mA	功率/能量	用途	工作场所
1	数字化 X 射线摄影系统	RAD SPEED M	Ⅲ	125	650	50	X 射线诊断	住院楼 2 楼
2	全身 X 射线计算机体层摄影装置	BRIVOCT385	Ⅲ	150	200	40	X 射线诊断	住院楼 2 楼

3	牙科 x 射线机	YKY-G、RS500	III	60	8		X 射线诊断	门诊楼 2 楼
4	移动式平板 C 型臂 X 射线机	PX118F/b	III	120	4		X 射线诊断	住院楼 2 楼
5	全身 X 射线计算机体层摄影装置	Neuviz Glory	III	140	833		X 射线诊断	住院楼 2 楼
6	医用诊断 X 射线机	DRF-4	III	100	800	80	X 射线诊断	住院楼 2 楼

2、是否发生过辐射安全事故

据了解，医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故。医院已制定和完善了相应辐射安全和防护制度及措施，各项制度和措施得到了落实。2021 年度医院已委托有资质单位开展了辐射工作场所的辐射安全与防护年度监测及辐射工作人员的个人剂量监测，监测结果均符合国家相关标准要求。

3、辐射工作人员培训情况

剑阁县中医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。医院本项目介入治疗拟安排5名辐射工作人员，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”。本项目辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。辐射安全培训合格证书到期的人员仍需通过生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”进行再学习考核。

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	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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	DSA	II类	1台	Optima IGS Venus	125	1000	介入治疗	门诊楼 5 楼介入手术室	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
O ₃	气态	O ₃	/	少量	少量	少量	不暂存	环境大气
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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）

3.本项目为使用 X 射线装置，不涉及新增其他排污，不涉及放射性废弃物

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 8 月 31 日国务院第 104 次常务会议通过，自 2005 年 12 月 1 日起施行，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部 16 号部令，2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局第 31 号令，2021 年 1 月 4 日修订）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(10) 《射线装置分类》，原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号令；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号；</p> <p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 公告 2019 年第 57 号）。</p>
-------------	---

技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容与格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987);</p> <p>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(3) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》(2012年3月);</p> <p>(4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号);</p> <p>(5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目医用射线装置的特点和应用内容，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）要求，确定辐射环境影响评价的范围：以介入手术室建筑实体边界外 50m 区域作为评价范围。

保护目标

本项目保护目标主要有：以介入手术室的建筑实体为边界，半径 50m 内辐射工作人员和公众。主要包括：介入手术室的四周配套房间内工作人员、门诊楼工作人员及公众、评价范围内居民和楼外流动公众等。

由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此在进行预测时选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	与射线装置最近距离(m)	人流量(人次/d)	照射类型	剂量约束值(mSv/年)	
介入手术室	机房内	介入手术室内的医生	0.5	≤2	职业	5.0
		介入手术室内的护士	1.0	≤2	职业	5.0
	机房四周	控制室内的技师	3.0	≤1	职业	5.0
		术前准备室、卫生间、病人通道（西侧）	3.5	≤2	公众	0.1
		医生更衣室（西南侧）	4.0	≤5	公众	0.1
		办公室、库房（东南侧）	4.0	≤5	公众	0.1
		值班室、卫生间（南侧）	6.0	≤5	公众	0.1
		楼上（6楼）为分子生物学实验室（正上方）工作人员	4.0	≤20	公众	0.1
		楼下（4楼）为妇产科待产科（正下方）工作人员	4.0	≤20	公众	0.1
		门诊楼外	门诊楼南侧居民房	10	≤20	公众
	门诊楼西侧商铺 1		20	≤20	公众	0.1
	门诊楼西侧商铺 2		20	≤20	公众	0.1

评价标准

1、环境质量标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；
地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准；

声环境质量执行国家《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准。

2、污染物排放标准

废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中二级标准；
废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中的预处理排放标准；

噪声执行 ①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准；

一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)，医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB39707-2020)。

3、剂量约束值

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

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均)20mSv。眼晶体的年当量剂量不超过150mSv。四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量不超过500mSv。

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

本评价按上述标准中规定的职业照射年平均有效剂量的1/4执行，即5mSv/a，眼晶体的年当量剂量约束限值为37.5mSv，四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量约束限值为125mSv；公众照射按照标准中规定的年有效剂量的1/10执行，即0.1mSv/a。

4、放射工作场所边界周围剂量率控制水平

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

5、臭氧的排放标准

根据《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）室内臭氧符合最高允许浓度 0.30mg/m³ 的要求。根据《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（0.20mg/m³）的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目选址位于广元市剑阁县普安镇闻溪路 6 号剑阁县中医医院普安院区门诊楼 5 楼内介入手术室。根据现场踏勘，介入手术室的外环境关系由近到 50m 评价范围依次为：北侧为术前准备间、卫生间、医院院区，东侧为门诊楼外墙、医院院区，南侧为设备间、处置室、办公室、医院院区、居民房，西侧为操作间、值班室、卫生间、医院院区、居民房。

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

受剑阁县中医医院的委托，西弗测试技术成都有限公司于 2022 年 9 月 29 日按照委托单位要求对剑阁县中医医院项目场所周围，进行了辐射环境现状布点监测。2023 年 4 月 13 日对剑阁县中医医院项目外环境敏感目标进行了补充监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

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

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	校准情况	
X-γ辐射剂量率	YD-1105 型 X 射线防护仪 编号：1704	测量范围： 10nGy/h~100Gy/h	检定/校准单位： 中国测试技术研究院 检定/校准有效期： 2022.07.06~2023.07.06 校准因子：1.06	2022-9-29 天气：晴 温度：23°C 湿度：59%
X-γ辐射剂量率	AT1123 型 X 射线防护仪	测量范围： 10nGy/h~100Gy/h	检定/校准单位： 中国测试技术研究院	2023-4-13 天气：晴

	编号：55537		检定/校准有效期： 2022.08.06~2023.08.06 校准因子：1.05	温度：24℃ 湿度：58%
--	----------	--	---	------------------

四、质量保证

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

西弗测试技术成都有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

从事监测的单位，西弗测试技术成都有限公司于 2018 年 1 月取得了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：182312050019，有效期至 2024 年 1 月 9 日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

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

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 曝光时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- γ 辐射剂量率。根据现场实际情况，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括介入手术室、介入手术室四周、介入手术室正上方，监测点位均为介入手术室周围的区域、外环境敏感目标，每个点位测量 5 次，根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况。由于居民敏感目标处辐射水平总体较低，医院存在其他辐射设备，故采用在门诊大楼外最近处布设监测点位，以反应该方向上最不利辐射现状水平。点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：

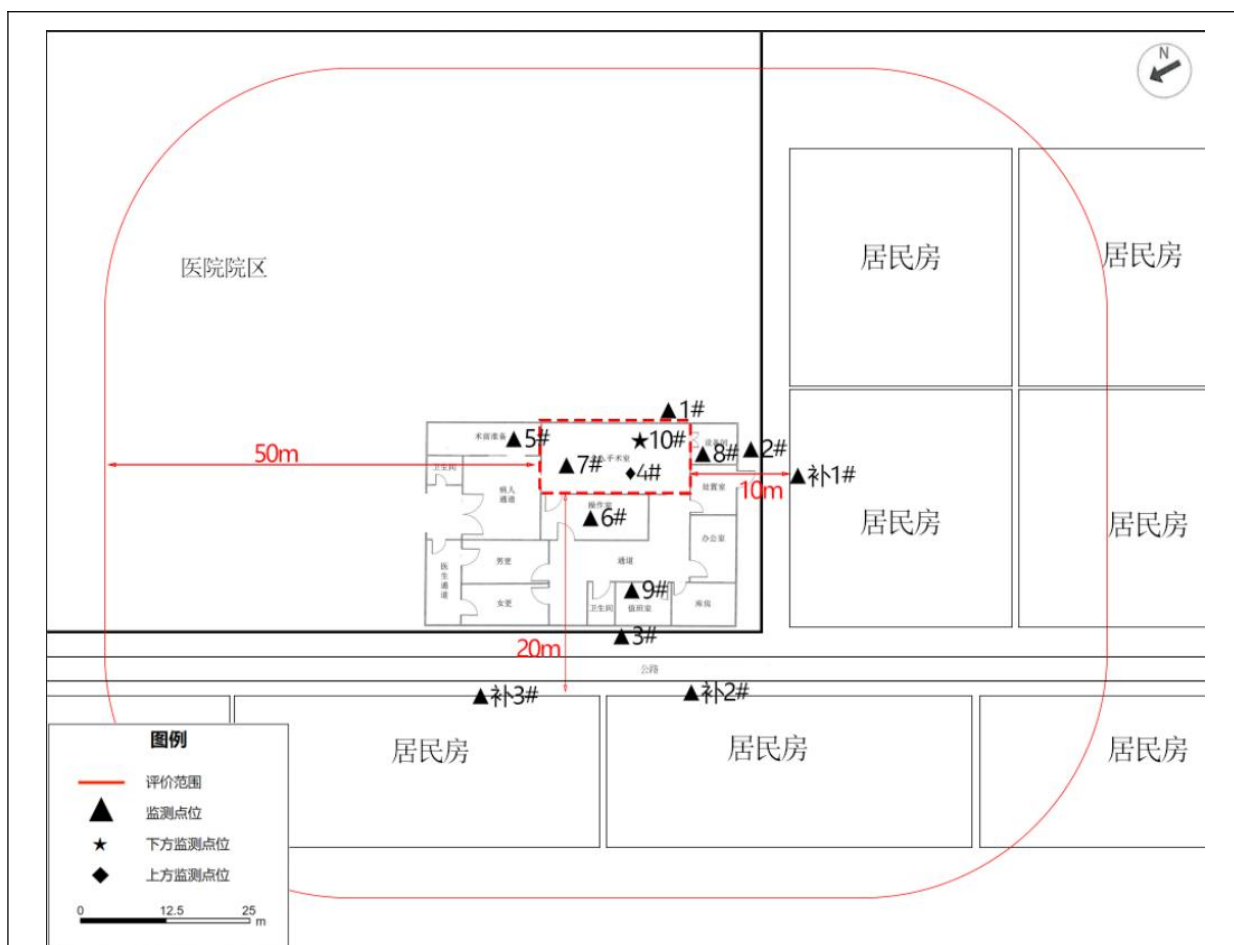


图 8-1 监测布点示意图

六、环境现状监测与评价

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

具体监测结果如下：

表 8-3 拟建项目周围环境 X-γ辐射剂量率 单位：μSy/h

点位	监测位置	测量值	标准差
1	门诊大楼东侧	0.081	0.010
2	门诊大楼南侧	0.090	0.011
3	门诊大楼西侧	0.076	0.011
4	介入手术室下方 (待产科)	0.082	0.012
5	术前准备室	0.088	0.010
6	操作间	0.075	0.012

7	介入手术室	0.092	0.011
8	设备间	0.087	0.011
9	值班室	0.089	0.009
10	介入手术室上方 (分子生物学实验室)	0.084	0.011
11	门诊楼南侧居民房	0.085	0.012
12	门诊楼西侧商铺 1	0.089	0.013
13	门诊楼西侧商铺 2	0.084	0.012

由监测报告得知，项目所在区域的 X- γ 辐射剂量率测量值为 0.075~0.092 μ Sv/h，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)中 5.5 计算结果：使用 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy 和 1.16Sv/Gy，由监测单位提供资料，本项目监测仪器使用的检定/校准参考辐射源为 ^{137}Cs ，因此监测报告中的辐射剂量率单位换算比值为 1.20Sv/Gy，可得本项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 62.5~76.7nGy/h，与生态环境部《2021 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境 γ 辐射剂量率自动监测结果 67.0~120.2nGy/h。属于当地正常天然辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项

1、土建、装修施工的工艺分析

剑阁县中医医院拟在门诊楼 5 楼新建 1 间 DSA 手术室和配套用房，在介入手术室内，使用 1 台 DSA 射线机，型号 Optima IGS Venus，属于 II 类射线装置。本项目机房及其辅助用房主体工程需进行装修施工、水泥砂浆抹面、设备安装、管线敷设和其他辐射防护设施的安装，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。

施工期工艺流程及污染物产生环节见图 9-1。

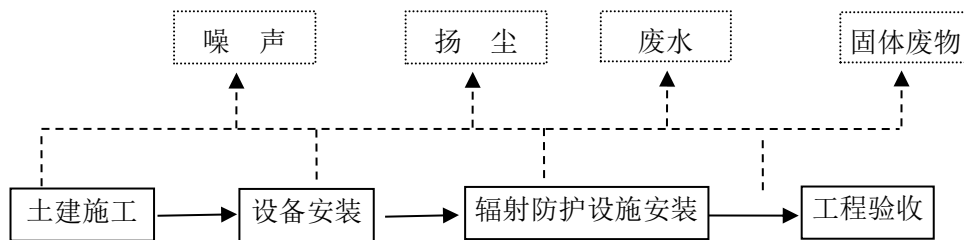


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

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

2、施工期主要污染源处理措施：

(1) 扬尘

本项目属于新建工程，不涉及墙体施工，仅涉及辐射防护设施安装，在施工过程产生少量的施工扬尘。施工现场扬尘的主要来源：

- ①材料的现场搬运及堆放扬尘；
- ②施工垃圾的清理及堆放扬尘；
- ③房屋装修过程中产生的扬尘；

施工场地扬尘防治措施：

①及时清运施工废弃物，暂时不能清运的应采取覆盖等措施，工程完毕后及时清理施工场地；

②装修过程采取措施，装修完成后及时清理施工现场。

(2) 噪声

施工期噪声包括是装修产生的噪声，本项目不涉及墙体施工，仅进行设备安装。由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理布局，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的影响较小。

施工场地噪声防治措施：

①在施工招投标时，将施工噪声控制列入承包内容，在合同中予以明确，并确保各项控制措施的落实。

②施工单位按照环境噪声污染防治管理法律、法规的规定防止施工噪声污染，噪声排放不得超过国家、省、市建筑施工场界环境噪声排放标准。

③施工尽量安排在白天，并应采取降噪措施，以免对医院内部公众以及患者造成影响。

(3) 废水

本项目工程量小，施工周期短，不涉及墙体施工，仅进行设备安装；生活污水经医院既有的污水处理设施处理，再通过市政管网进入普安镇污水处理厂进一步处理后，进行达标排放。

(4) 废气

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

(5) 固体废物

施工过程中固体废物主要为废弃材料、装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑材料、装修垃圾等进行分类收集，统一处理；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。

本项目施工期对环境最主要的影响因素是噪声和扬尘，采取有效的防治措施后，对环境的影响较小。施工期对环境的影响是短期、暂时的，将随施工结束而消失。

3、设备安装调试期间的工艺分析

本项目 DSA 调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧。

二、运营期污染源项

1、设备组成及工作原理

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

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

2、诊断及治疗流程简述

DSA 在进行曝光时分为两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

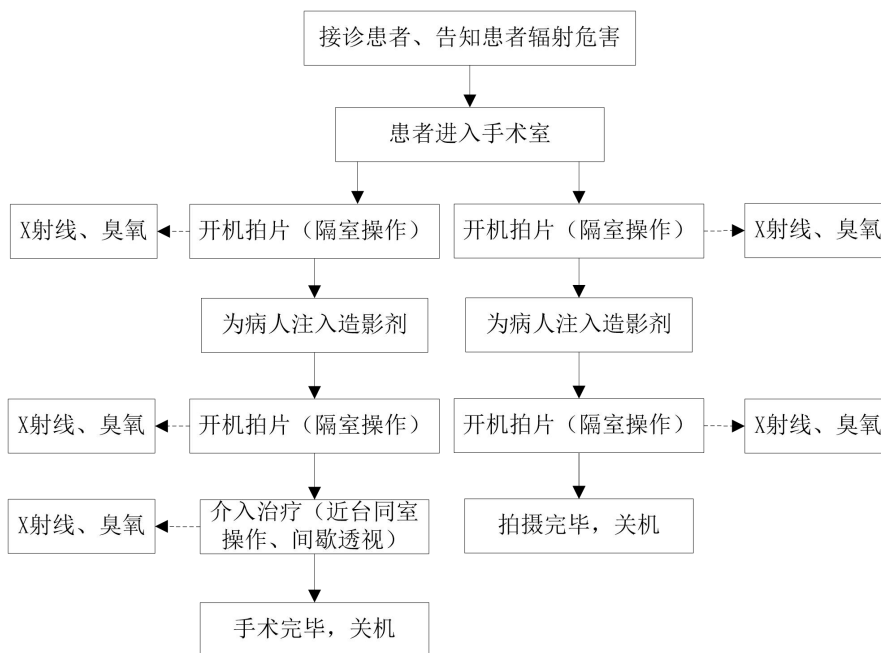


图 9-2 DSA 检查与治疗流程及产污环节示意图

(1) DSA 拍片检查

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

(2) DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.5~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。根据每台手术 DSA 装置的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同，一般每台手术配置 1 名医生、1 名护士、1 名技师。介入手术完后关机，病人离开介入手术室。

3、通排风系统介绍

介入手术室采用排风扇换气，机房内产生的臭氧由排风扇经排风管排于门诊楼楼顶（6 楼楼顶，距地面约 35m 处），通排风图见附图 6。



图 9-3 医院楼顶通风口

4、产污环节

本项目使用 1 台 DSA，属于II类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之前拍片产生的 X 射线和臭氧，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧，介入治疗过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧。在手术时，产生医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套等医疗废物。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

5、本项目医护人员、患者、污物路径分析

本项目人流物流、通道分开布置，手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过污物通道，暂存于医疗废物暂存间。患者通过介入手术室北侧病人通道进入介入手术室，医生通过操作室进入介入手术室，放射技师在操作室内对 DSA 设备进行隔室操作。本项目产生的医疗废物，经介入手术室西南侧污物门及污物走廊至处理室暂存。

本项目人流、物流图见图 9-4。

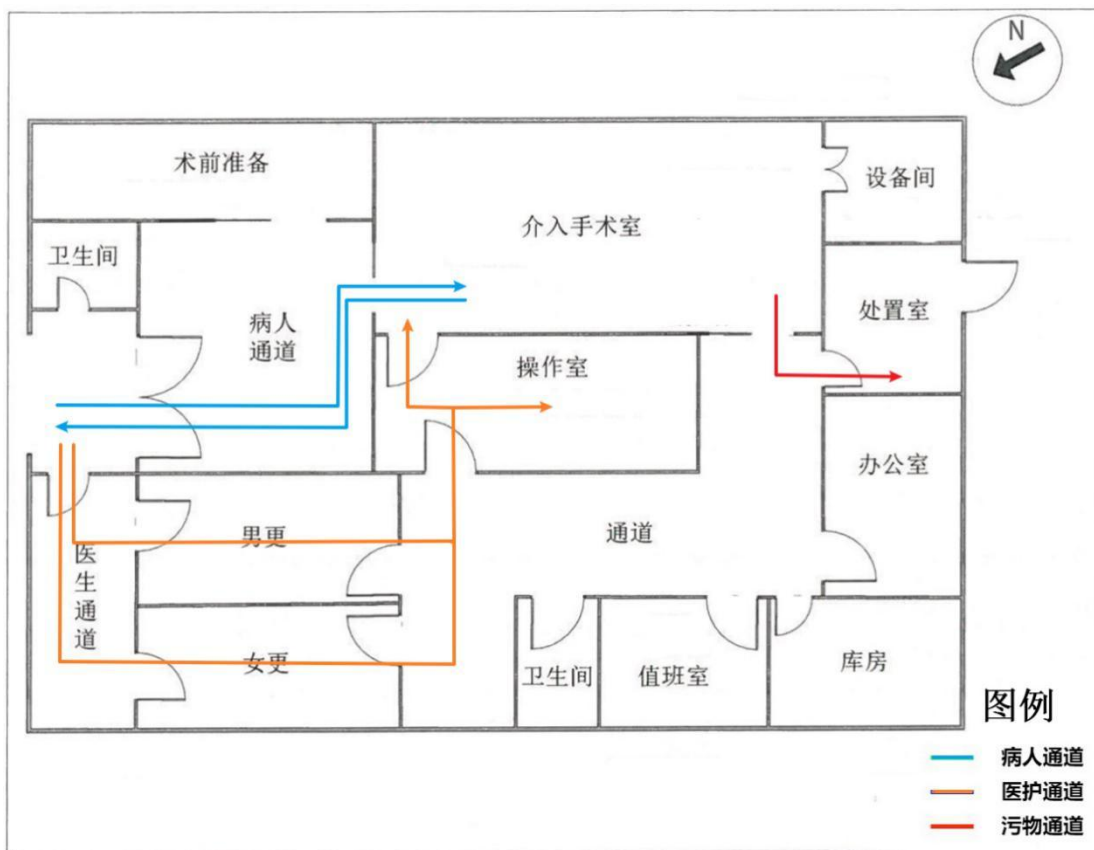


图 9-4 项目人流、物流图

6、主要污染物

(1) 电离辐射

DSA 在开机状态下主要辐射为 X 射线，不开机状态不产生 X 射线。

(2) 废气

DSA 在曝光过程中臭氧产生量很小，由排风扇经排风管排于门诊楼顶层排放，对环境影响较小。

(3) 噪声

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

(4) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中表 2 预处理标准后，经市政污水管网排入普安镇污水处理厂处理，对环境产生影响较小。

(5) 固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 1kg 的医疗废物，每年按 200 例计算，固体废物产生量约为 200kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，交由资质单位处理。

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

(6) 造影剂的存储、泄露风险

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

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

本项目介入手术室位于门诊楼5层手术室。布置于医院内侧远离居民区处，远离人流量较大区域，且布置楼层较高，DSA出线方向向上，对周围环境辐射影响总体较小。

本项目病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉影响，候诊病人从病员通道进入介入手术室，医护人员从医护通道进入控制室和机房，污物通道独立设置，手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过污物通道，暂存于医疗废物暂存间。项目涉及穿墙管沟布置于DSA设备下方，连入操作室。由于本项目DSA出束方向为自下到上，受辐射影响较小，将穿墙管沟布置在下方能有效降低辐射影响。通风设施布置在介入手术室北侧正上方，距出束方向较远，能有效降低辐射影响。

综上，本项目总平面布置是合理。

2、辐射工作场所两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，辐射工作区与非辐射工作区隔开。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

根据控制区和监督区的定义，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将介入手术室划为控制区，将手术室外 1m 区域划为监督区。在监督区外张贴电离辐射标志以警

示。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图 5 上进行了标识。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

项目名称	控制区	监督区
DSA	介入手术室	操作间、设备间、处置室、术前准备室、病人通道。

控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

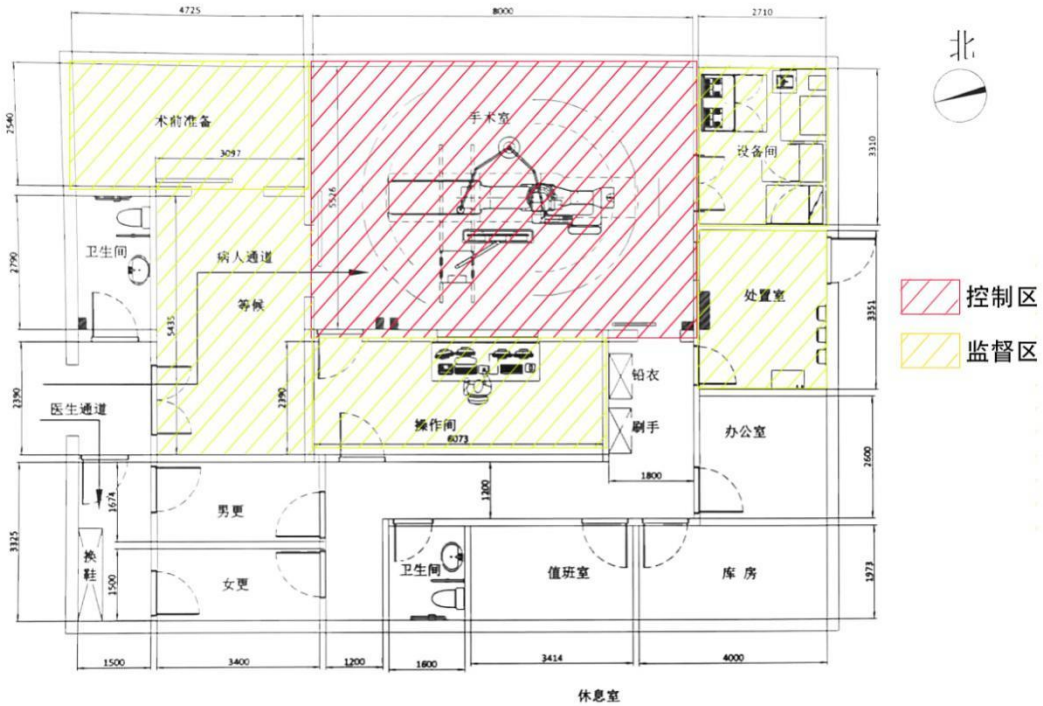


图 10-1 本项目 DSA 两区划分示意图

3、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-2；

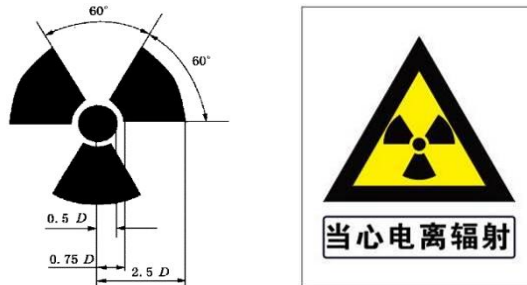


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门禁）限

制进出控制区；

- ④在卫生通过区域配备个人防护用品、工作服、便携式辐射检测仪的贮存柜等；
- 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。

4、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。

二、辐射安全与防护措施

(一) 辐射屏蔽措施

在利用 X 射线进行放射检查和介入治疗的同时，在无任何屏蔽设施的情况下，会对辐射源的周围环境及人员造成不应有的危害。为了减少这种辐射危害，以及避免辐射事故的发生，医院针对 DSA 的特点，采取了相应的辐射安全防护措施。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C，对给定的铅厚度，依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值按式 (C.1) 计算屏蔽透射因子 B：本项目实体防护折合铅当量计算见表 10-2：

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

式中：

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；

β —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—屏蔽材料厚度。

依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值和 a) 中的 B 值，使用式 (C.2) 计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X。

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

式中：

X—给定屏蔽材料的铅当量厚度；

β —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），根据射线装置额定管电压 125kV 与不同防护材料相当于多少铅当量的关系，本项目机房与标准屏蔽措施对照见表 10-2。

表 10-2 介入手术室的实体防护折合铅当量计算表

介入手术室	射束类型	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	有用线束方向	四周墙体均为 370mm 厚实心砖墙	3.56mmPb	3.56mmPb
屏蔽门		4mmPb	4mmPb	4mmPb
观察窗		4mmPb	4mmPb	4mmPb
屋顶		180mm 厚混凝土	2.33mmPb	2.33mmPb
地面		180mm 厚混凝土	2.33mmPb	2.33mmPb

注：混凝土密度为 2.35g/cm³。

换算铅当量时，DSA 管电压保守取最大电压 125kV，根据公式 C.1、公式 C.2 及《辐射防护手册》（第三分册）表 3.3 内容计算本项目不同屏蔽物质的铅当量，计算结果如下，与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 DSA 射线设备机房屏蔽防护要求对比见表 10-3：

表 10-3 介入手术室的实体防护设施对照表

房间	面积	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶	地板
介入手术室	36.4m ² （最小单边长度5.81m）	四周墙体均为370mm厚实心砖墙（3.56mm铅当量）	4mm铅当量	4mm铅当量	180mm厚混凝土（2.33mm铅当量）	180mm厚混凝土（2.33mm铅当量）
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积20m ² ，最小单边长度3.5m	2mm铅当量	2mm铅当量	2mm铅当量	2mm铅当量	非有用线束2mm铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

（二）辐射防治措施

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

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

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

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

⑥配备辅助防护设施：DSA 配备床下铅帘（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“紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

2、辐射工作场所防治措施

①介入手术室采取屏蔽措施。

②介入手术室防护门外设有电离辐射警示标志和工作指示灯箱。

③配有铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等防护措施。

④门灯联锁：介入手术室防护门外顶部设置工作状态指示灯箱。防护灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

⑤紧急止动装置：控制台上、手术床旁设置紧急止动按钮。DSA 系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按下任意一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

⑥在穿墙管沟和通排风管道处应增加补偿屏蔽措施，如在穿墙管沟和通排风管道处增加铅板。

⑦穿过介入手术室墙体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

3、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

(1) 辐射工作人员

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

①距离防护

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

②时间防护

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

③缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

④缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

⑤充分利用各种防护器材：

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

b.使用床下铅帘及悬吊铅帘（防护厚度均为 0.5mm 铅当量）。

⑥在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

⑦个人剂量监测

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）“5.3 佩戴 5.3.2”中要求“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”和“5.3 佩戴 5.3.3”中“对于 5.3.2 所述工作的情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部”剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂

量计等)。

(2) 受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅围脖(防护铅当量应不低于 0.5mm),用于患者非照射部位进行防护,以避免病人受到不必要的照射。另外,在不影响工作质量的前提下,保持与射线装置尽可能大的距离。

(3) 介入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,在介入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。

三、放射性工作场所安防措施

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

表 10-4 射线装置工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
DSA 工作场所	防盗和防破坏	①本项目介入手术室及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围,并划为重点区域,加强巡视管理,以防遭到破坏; ②安排有专人进行管理和维护,并进行台账记录,一旦发生盗抢事件,立即关闭设备和防护门,并立即向公安机关报案; ③介入手术室和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。 ④介入手术室内配置了火灾报警系统及灭火器等。
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置购置于正规厂家,泄漏辐射不会超过《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)规定的约束值; ②本项目介入手术室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措施进行落实,介入手术室是不存在辐射泄漏的情况。

四、辐射安全防护设施对照分析

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)》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,具体情况见表 10-5:

表 10-5 本项目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	应增加的措施
场所设施	观察窗屏蔽	1 扇铅窗，为 4mm 铅当量	设计中已有
	介入手术室防护门	4 扇铅门，均为 4mm 铅当量	设计中已有
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设计中已有
	通风设施	通风系统 1 套	设计中已有
	紧急停机按钮	设备自带	设计中已有
	门灯连锁	/	需配备
	对讲系统	/	需配备
	电离辐射警告标志	/	需配备
监测设备	机器工作状态指示灯箱	/	需配备
	便携式辐射监测仪	/	需配备 1 台
	个人剂量计	/	需购买 2 个
防护器材	个人剂量报警仪	/	需购买 2 个
	医护人员个人防护	/	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套
其他	患者防护	/	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 1 套
	灭火器材	/	需配备 2 个

五、环保设施及投资分析

本项目总投资 889 万元，其中环保投资 18 万元，占总投资约 2%。具体环保设施及投资见表 10-6。

表 10-6 环保设施及投资一览表

项目	环保设施	数量	投资（万元）	
介入手术室	观察窗（4mm 铅当量）	1 扇	***	
	铅防护门（4mm 铅当量）	4 扇	***	
	四周墙体：370mm 实心砖墙	/	***	
	屋顶：180mm 厚混凝土	/	***	
	地面：180mm 厚混凝土	/	***	
	安全装置	工作状态指示灯箱	2 个	***
		电离辐射警告标志	2 个	
		紧急制动装置	1 套	
		门灯连锁装置	1 套	
		对讲系统	1 套	
		床下铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套	***
		悬吊铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套	***
	监测仪器及个人防护用	个人剂量计	2 个	***
		个人剂量报警仪	2 个	***
便携式辐射监测仪		1 台	***	
铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套		3 套（医护人员使用）	***	

品	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	1套（患者使用）	***
其他	通风设施	1套	***
	医疗废物处置	200kg/a	***
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。

三废的治理

1、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表2预处理标准后经市政污水管网排入普安镇污水处理厂。

2、废气

DSA在曝光过程中臭氧产生量很小，经新风系统处理后，通过通排风管道引至门诊楼楼顶排放，室外大气扩散条件良好，产生的O₃气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小对环境影响较小，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）要求。

3、固体废物

①本项目DSA采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约1kg的医疗废物，每年固体废物产生量约为200kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、土建、装饰施工的环境影响分析

剑阁县中医医院拟在门诊楼 5 楼新建 1 间介入手术室和配套用房，在介入手术室内，使用 1 台 DSA 射线机，型号 Optima IGS Venus，属于 II 类射线装置。本项目机房及其辅助用房主体工程需进行土建施工、水泥砂浆抹面、设备安装、管线敷设和其他辐射防护设施的安裝，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。在施工期应重点做好以下工作：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制；

废水防治措施：施工废水、生活污水依托原有项目废水处理系统进行预处理，施工人员生活污水经过原有污水管网排入普安镇污水处理厂；

废气防治措施：项目施工现场封闭施工，施工现场及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

固废防治措施：施工垃圾由施工单位集中收集后运送至建筑垃圾处理厂处理，生活垃圾依托环卫部门统一清运。

介入手术室施工质量的要求：1.在建设过程中严格按照施工规范进行施工，在 DSA 配套工程新建墙体过程中，墙与墙之间须紧密贴合，防止射线泄露；使用符合要求的水泥，铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍；2.穿过介入手术室墙体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

设备安装、调试须由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止发生辐射事故。由于设备的安装和调试均在介入手术室内进行，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，医院方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。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

(一) DSA 的辐射环境影响分析

本项目涉及 1 台 DSA，DSA 的年工作量最大约为 200 台手术，DSA 主要用于血管造影、介入手术等。

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

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过操作间铅玻璃观察窗介入手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内，经介入手术室各屏蔽体屏蔽后，对介入手术室外（包括介入手术室楼上）的公众和工作人员影响较小。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入介入手术室进行手术治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师身着铅衣、戴铅眼镜等在介入手术室内对病人进行直接的手术操作。

本环评采用预测方法分析本项目 DSA 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响。

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

剑阁县中医医院拟在普安院区门诊楼 5 楼内介入手术室，手术室净空面积为 44.208m²，净空尺寸长 8m×宽 5.526m×高 4.0m，四周墙体为 370mm 厚实心砖墙；地面为 180mm 厚混凝土；顶部为 180mm 厚混凝土；楼上（6 楼）为分子生物学实验室；楼下（4 楼）为妇产科待产科；手术室观察窗（1 扇）为 4mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（4 扇）均为 4mm 铅当量。

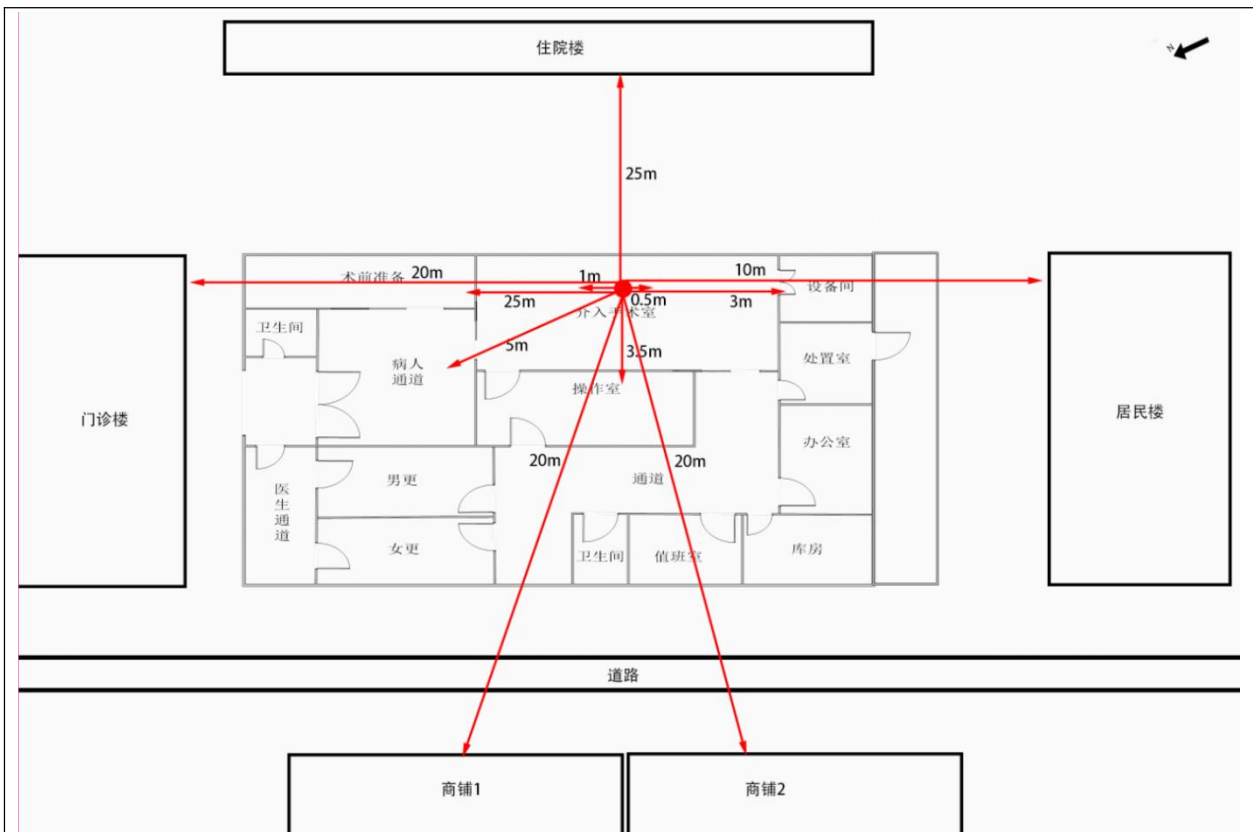


图 11-1 关注点位及距离示意图

表 11-1 关注点位距离及屏蔽材料

序号	关注点位描述	病人（散射点）到关注点 距离（m）	屏蔽材料及厚度	折合铅当量 （mmPb）
1	机房内医生	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1
2	机房内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5
3	控制室内的技师	3.5	4mm 铅当量铅玻璃窗	4
4	设备间、处置室 （南侧）	3.0	370mm 厚实心砖墙	3.56
5	术前准备室（北 侧）	3.0	370mm 厚实心砖墙	3.56
6	等候通道	5.0	370mm 厚实心砖墙	3.56
7	住院楼（东侧）	25.0	370mm 厚实心砖墙	4
8	门诊楼（北侧）	20.0	370mm 厚实心砖墙	4
9	居民楼（南侧）	10.0	370mm 厚实心砖墙	4
10	商铺 1（西侧）	20.0	370mm 厚实心砖墙	4
11	商铺 2（西侧）	20.0	370mm 厚实心砖墙	4

本项目设备拍片时，DSA 的常用电压 60~100kV，常用电流为 100~300mA；透视时，DSA 常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。本项目 DSA 过滤板采用 2.5mmAl，保守估算，当管电压为 90kV 时，查得 $v_{r0}=0.9R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$ ；当管电压为 100kV 时，查得 $v_{r0}=1.0R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$ 。经计算后，在透视时管电压为 90kV、管电流为 20mA 时，距靶

1m 处的剂量率 H_0 为 $117.86\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；在拍片管电压为 100kV、管电流为 300mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_1 为 $2619\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ 。见下表：

表 11-2 本项目 DSA 常用工况及源强取值

工作模式	常用管电压	常用管电流	ν_{r0}	H_0
透视	70~90kV	10~20mA	$0.9R\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	$157.14\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$
拍片	60~100kV	100~300mA	$1.0R\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	$2619\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$

本项目 DSA 投用后，手术过程中机房四周、机房上方的保护目标，均受到漏射线和散射射线的影响，机房上方同时受到散射和主射辐射的影响。机房内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。

1) 主射线束方向保护目标的影响

①计算模式

由《辐射防护手册（第一分册）》给出的 X 射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式进行推导，得到有用线束在关注点处的辐射剂量率 H_s 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$H_s = \frac{H_0 \times I \times B}{d^2} \times K \quad (\text{式1})$$

式中： H_s —关注点处有用线束辐射有效剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —X 射线机发射率常数（当管电流为 1mA 时，距离阳极靶 1m 处由主束产生的比释动能率）， $\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；本次评价按照常用工况进行预测（管电压 90kV（透视）和管电压 100kV（拍片）），见表 11-2；

I —管电流，mA（透视取 20mA，拍片取 300mA）

d —关注点至 X 射线源的距离；

B —屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲；计算方法详见式 1，90kV 和 100kV 时相应的 α 、 β 、 γ 数值，具体见表 11-3。

K —有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy。

表 11-3 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压 90kV（透视）						
材料	α		β		γ	
铅	3.067		18.83		0.7726	
管电压 100kV（拍片）						
材料	α		β		γ	
	主束	散射	主束	散射	主束	散射

铅	2.500	2.507	15.28	15.33	0.7557	0.9124
---	-------	-------	-------	-------	--------	--------

根据计算，介入手术室不同防护措施对应的屏蔽透射因子见表11-4。

表 11-4 介入手术室设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效铅当量	屏蔽减弱因子（透视）	屏蔽透射因子（拍片）	
				有用线束	散射
四周墙体	四周墙体均为 370mm 厚实心砖墙	3.56mmPb	1.42×10^{-6}	1.02×10^{-5}	1.55×10^{-5}
顶部	180mm 厚混凝土	2.33mmPb	6.22×10^{-5}	2.23×10^{-4}	3.40×10^{-4}
防护门	4mm 铅当量铅门	4mmPb	3.69×10^{-7}	3.39×10^{-6}	5.14×10^{-6}
防护窗	4mm 铅当量的铅玻璃	4mmPb	3.69×10^{-7}	3.39×10^{-6}	5.14×10^{-6}
手术医生	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	1mmPb	4.08×10^{-3}	7.36×10^{-3}	1.05×10^{-2}
护士位	0.5mmPb 铅衣	0.5mmPb	2.52×10^{-2}	3.66×10^{-2}	4.72×10^{-2}
地面	180mm 厚混凝土	2.33mmPb	6.22×10^{-5}	2.23×10^{-4}	3.40×10^{-4}

②预测结果分析

将相关参数带入（式 1）中，进行主射线方向关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-5：

表 11-5 DSA 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点		与源直线距离 (m)	屏蔽材料与厚度及等效铅当量 (mm)	屏蔽减弱因子 (f)	利用因子 (μ)	占用因子 (η)	预测点年有效剂量 (mSv/a)
6楼分子生物学实验室（正上方）	透视	4	180mm 厚混凝土（等效铅当量 2.33mmPb）	6.22×10^{-5}	1	1	2.66×10^{-3}
	拍片			2.23×10^{-4}	1	1	1.58×10^{-2}

2) 关注点处散射辐射剂量估算

由《辐射防护手册（第一分册）》（李德平 潘自强著）给出的 X 射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的辐射剂量率 H_s 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$H_s = \frac{H_0 \times I \times a \times (s/400) \times B_s}{d_0^2 \times d_s^2} \times K \dots \dots \dots \text{ (式2)}$$

式中：

H_s ——关注点处散射辐射有效剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ——X 射线机发射率常数（当管电流为 1mA 时，距离阳极靶 1m 处由主束产生的比释动能率）， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

I ——管电流，mA；本项目透视、拍片模式下正常使用的最大管电流分取 20mA、300mA；

a ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取得， 2.2×10^{-3} ；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源至受照点的距离，根据设备参数确定，取 1m ；

d_s ——受照体至关注点的距离， m ；

B_s ——屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲；

K ——有效剂量与空气比释动能转换系数， Sv/Gy 。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点位描述	病人(散射点)到关注点距离(m)	屏蔽材料及厚度	折合铅当量(mmPb)	照射类型	透射因子	散射辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	年散射辐射剂量(mSv/a)
机房内医生	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08×10^{-3}	1.02×10^2	3.06×10^{-1}
机房内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5	透视	8.16×10^{-3}	5.09×10^1	1.53×10^{-1}
控制室内的技师	3.5	4mm 铅当量 铅玻璃窗	4	透视	3.69×10^{-7}	1.87×10^{-4}	5.62×10^{-6}
				拍片	5.14×10^{-6}	4.36×10^{-2}	8.71×10^{-5}
设备间、处置室(南侧)	3.0	370mm 厚 实心砖墙	3.56	透视	1.42×10^{-6}	9.82×10^{-4}	2.94×10^{-5}
				拍片	1.55×10^{-5}	1.79×10^{-1}	3.58×10^{-4}
术前准备室(北侧)	3.0	370mm 厚 实心砖墙	3.56	透视	1.42×10^{-6}	9.82×10^{-4}	1.06×10^{-5}
				拍片	1.55×10^{-5}	1.79×10^{-1}	3.58×10^{-4}
等候通道	5.0	370mm 厚 实心砖墙	3.56	透视	1.42×10^{-6}	3.54×10^{-4}	1.06×10^{-6}
				拍片	1.55×10^{-5}	6.43×10^{-2}	1.29×10^{-4}
住院楼(东侧)	25.0	370mm 厚 实心砖墙	4	透视	1.42×10^{-6}	1.42×10^{-5}	4.25×10^{-7}
				拍片	1.55×10^{-5}	2.57×10^{-3}	5.14×10^{-6}
门诊楼(北侧)	20.0	370mm 厚 实心砖墙	4	透视	1.42×10^{-6}	2.21×10^{-5}	6.62×10^{-7}
				拍片	1.55×10^{-5}	4.02×10^{-3}	8.04×10^{-6}
居民楼(南侧)	10.0	370mm 厚 实心砖墙	4	透视	1.42×10^{-6}	8.83×10^{-5}	2.65×10^{-6}
				拍片	1.55×10^{-5}	1.61×10^{-2}	3.22×10^{-5}
商铺 1(西侧)	20.0	370mm 厚 实心砖墙	4	透视	1.42×10^{-6}	2.21×10^{-5}	6.62×10^{-7}
				拍片	1.55×10^{-5}	4.02×10^{-3}	8.04×10^{-6}
商铺 2(西	20.0	370mm 厚	4	透视	1.42×10^{-6}	2.21×10^{-5}	6.62×10^{-7}

例)		实心砖墙		拍片	1.55×10^{-5}	4.02×10^{-3}	8.04×10^{-6}
----	--	------	--	----	-----------------------	-----------------------	-----------------------

3) 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 1‰ 计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下(式 3)进行计算。

$$H_L = \frac{H_i \times B}{r^2} \times K \dots \dots \dots \text{(式3)}$$

式中：

H_i —距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率，mGy/h；本项目 1m 处泄漏射线的空气比释动能率取 1.0mGy/h。

B —DSA 机房各屏蔽体的泄漏射线屏蔽透射因子，本项目取分别取管电压 90kV（透视）和管电压 100kV（拍片）工况下 DSA 机房四周屏蔽墙及地面的泄漏射线屏蔽透射因子；

r —受照体至关注点的距离；

K —有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy。

表 11-6 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点位描述	靶点距关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	照射类型	减弱因子	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	漏射年辐射剂量率 (mSv/a)
机房内医生	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	透视	4.08×10^{-3}	3.70×10	1.11
机房内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	透视	9.16×10^{-3}	4.62×10	1.39
控制室内的技师	3.5	4mm 铅当量 铅玻璃窗	透视	3.69×10^{-7}	3.41×10^{-4}	1.02×10^{-6}
			拍片	5.14×10^{-6}	7.91×10^{-2}	1.58×10^{-4}
设备间、处置室 (南侧)	3.0	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	1.79×10^{-3}	5.36×10^{-5}
			拍片	1.55×10^{-5}	3.25×10^{-1}	6.50×10^{-3}
术前准备室 (北侧)	3.0	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	6.43×10^{-3}	1.93×10^{-4}
			拍片	1.55×10^{-5}	1.17×10^{-1}	2.34×10^{-3}
等候通道	5.0	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	6.43×10^{-4}	1.93×10^{-5}
			拍片	1.55×10^{-5}	1.17×10^{-2}	2.34×10^{-4}
机房墙外 30cm	5.3	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	2.57×10^{-4}	7.70×10^{-6}
			拍片	1.55×10^{-5}	4.68×10^{-2}	9.36×10^{-5}
住院楼 (东侧)	25.0	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	4.02×10^{-5}	1.21×10^{-7}
			拍片	1.55×10^{-5}	7.31×10^{-3}	1.46×10^{-5}
门诊楼 (北侧)	20.0	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	1.61×10^{-5}	4.82×10^{-7}
			拍片	1.55×10^{-5}	2.93×10^{-3}	5.86×10^{-6}
居民楼 (南侧)	10.0	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	4.02×10^{-4}	1.21×10^{-5}
			拍片	1.55×10^{-5}	7.31×10^{-2}	1.46×10^{-4}

商铺 1 (西侧)	20.0	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	4.02×10^{-5}	1.21×10^{-6}
			拍片	1.55×10^{-5}	7.31×10^{-3}	1.46×10^{-5}
商铺 2 (西侧)	20.0	370mm 厚实心砖墙	透视	1.42×10^{-6}	4.02×10^{-5}	1.21×10^{-6}
			拍片	1.55×10^{-5}	7.31×10^{-3}	1.46×10^{-5}

4) 辐射工作人员及公众年有效剂量分析

DSA 机房周围公众、控制室辐射工作人员年有效剂量计算采用联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 2000 年报告附录 A 中的计算公式进行估算:

$$H_{Er} = H_r \times T \times t \dots \dots \dots \text{(式 4)}$$

式中: H_{Er} —X 射线外照射年有效剂量, mSv/a;

H_r —关注点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

T—居留因子;

t—年照射时间, h。

本项目辐射工作人员及公众年有效剂量计算结果见表 11-6。

表11-7 本项目各预测点保护目标理论预测最大受照剂量

保护目标相对位置	关注点位描述	照射类型	年辐射剂量 (mSv/a)			年有效剂量合计 (mSv/a)	备注	
			主射	散射	漏射			
介入手术室内	机房内医生	透视	/	3.06×10^{-1}	1.11	1.42	职业	
	机房内的护士	透视	/	1.53×10^{-1}	1.39	1.54	职业	
介入手术室周围	控制室内的技师	透视	/	5.62×10^{-6}	1.02×10^{-6}	6.64×10^{-6}	2.52×10^{-4}	职业
		拍片	/	8.71×10^{-5}	1.58×10^{-4}	2.45×10^{-4}		
	设备间、污物间 (西南侧)	透视	/	2.94×10^{-5}	5.36×10^{-5}	8.30×10^{-5}	6.94×10^{-3}	职业
		拍片	/	3.58×10^{-4}	6.50×10^{-3}	6.86×10^{-3}		
	术前准备室 (北侧)	透视	/	1.06×10^{-5}	1.93×10^{-4}	2.04×10^{-4}	2.90×10^{-3}	职业
		拍片	/	3.58×10^{-4}	2.34×10^{-3}	2.70×10^{-3}		
	等候通道	透视	/	1.06×10^{-6}	1.93×10^{-5}	2.04×10^{-5}	3.83×10^{-4}	公众
		拍片	/	1.29×10^{-4}	2.34×10^{-4}	3.63×10^{-4}		
	机房外 30cm	透视	/	4.25×10^{-7}	7.70×10^{-6}	8.13×10^{-6}	1.07×10^{-4}	公众
		拍片	/	5.14×10^{-6}	9.36×10^{-5}	9.87×10^{-5}		
	住院楼 (东侧)	透视	/	6.62×10^{-7}	1.21×10^{-7}	7.83×10^{-7}	2.34×10^{-5}	公众
		拍片	/	8.04×10^{-6}	1.46×10^{-5}	2.26×10^{-5}		
	门诊楼 (北侧)	透视	/	2.65×10^{-6}	4.82×10^{-7}	3.13×10^{-7}	4.12×10^{-5}	公众
		拍片	/	3.22×10^{-5}	5.86×10^{-6}	3.81×10^{-6}		
居民楼 (南侧)	透视	/	6.62×10^{-7}	1.21×10^{-5}	1.28×10^{-5}	1.46×10^{-4}	公众	
	拍片	/	8.04×10^{-6}	1.46×10^{-4}	1.46×10^{-4}			
商铺 1 (西侧)	透视	/	6.62×10^{-7}	1.21×10^{-6}	1.87×10^{-6}	2.45×10^{-5}	公众	

	商铺 2（西侧）	拍片	/	8.04×10^{-6}	1.46×10^{-5}	2.26×10^{-5}	2.45×10^{-5}	公众
		透视	/	6.62×10^{-7}	1.21×10^{-6}	1.87×10^{-6}		
		拍片	/	8.04×10^{-6}	1.46×10^{-5}	2.26×10^{-5}		
正上方	6 楼分子生物学实验室（正上方）	透视	2.66×10^{-3}	/	/	2.66×10^{-3}	1.85×10^{-2}	公众
		拍片	1.58×10^{-2}	/	/	1.58×10^{-2}		

由上表结果可知，本项目 DSA 机房隔室操作辐射工作人员及机房周围公众所受到的最大年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值，均低于本报告执行的照射剂量约束值（职业人员所受照射约束值 5.0mSv/a；公众所受照射约束值 0.1mSv/a）。

根据本项目人员配置数量及手术科室分配情况，每位医生、护士和技师的年剂量核算见下表。

表11-8 本项目辐射工作人员年有效剂量计算结果

职务	科室	职业人员数量	年总辐射剂量 (mSv/a)	每名职业人员最大年有效剂量 (mSv/a)
医生	内科	2	1.42	0.85
护士	手术中心	2	1.54	0.92
技师	放射科	1	2.52×10^{-4}	2.52×10^{-4}

从上表可知，根据手术医生的配置及手术分配情况，可能存在手术分配不均情况，为考虑不利影响，按照年手术台数额外增加20%作保守估计，即每名医生和护士每年进行120台手术。本项目每名医生所受年剂量最大为0.85mSv/a；每名护士所受年剂量最大为0.92mSv/a；技师所受年剂量最大为 2.52×10^{-4} mSv/a，均低于5.0mSv/a的剂量约束值。

由于本项目辐射工作人员均为医院现有辐射工作人员，除承担本项目辐射工作外，还需承担原有辐射工作，因此需考虑剂量叠加；在最近连续4个季度的个人剂量统计表中，辐射工作人员连续4个季度最大个人剂量之和为0.77mSv/a，因此本项目每名医生所受年剂量最大为1.62mSv/a；每名护士所受年剂量最大为0.92mSv/a；技师所受年剂量最大为1.69mSv/a，仍低于5.0mSv/a的剂量约束值。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离介入手术室最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在 DSA 运行后，项目运行产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，介入手术室周围环境保护目标受照剂量低于预测剂量，对机房周围公众影响更小。

（4）医生腕部皮肤受照剂量

介入治疗时，医生通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射射束照射的几何条件为前后入射（AP，即垂直于人体长轴/Z轴，从人体正面的入射），本项目采用理论预测分析介入手术医生所受到的皮肤剂量。

预测模式：计算模式采用《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017），X射线所致皮肤损伤的辐射剂量可按下式估算：

$$D_s = C_{KS} (k \cdot t) \times 10^{-3} \quad (\text{式5})$$

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

式中： 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（Gy/Gy）；

$C_{KS}=1.121\text{mGy/mGy}$ ；

t ：人员累积受照时间，单位为小时（h）；

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

C_{KH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

按照常用最大电流换算后，距靶1m处的剂量率为157.14mGy/min，医生操作时腕部距主射束的距离取0.3m，且不考虑任何防护，手术时腕部位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 $1.45 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ 。

本项目DSA可近似地视为垂直入射，而且是AP入射方式。从表A.9可查得X辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}^*=1.72\text{Sv/Gy}$ ，由（公式6）计算出辐射场的空气比释动能为 $8.43 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ 。从表A.4可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy/mGy}$ 。针对医生腕部皮肤受照剂量的计算，根据不同情况有不同的组织权重因子。一般情况下，医生在进行介入手术时，需要佩戴防护手套，手套的厚度和材质会对组织权重因子产生影响。根据国际放射防护委员会（ICRP）的建议，对于佩戴了防护手套的医生腕部皮肤受照剂量，可以采用组织权重因子0.01进行计算，则手术医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为77.87mSv/a，根据各科室介入手术工作量分配情

况，核算出医生腕部皮肤受到当量剂量为 38.94 mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

医院应严格落实辐射安全防护的各项规章制度，所有手术过程中机房内的医护人员均应按辐射工作人员进行管理，手术时医护人员穿戴好防护用品并严格遵守操作规程。对病人病灶进行照射时，应将病人病灶以外的部位用铅橡胶布进行遮盖或穿着铅服，以避免病人受到不必要的照射。

3、介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法，但介入治疗时 X 射线曝光量大，曝光时间长，距球管和散射体近，使介入治疗操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入治疗时 X 射线对操作者和其他人员的影响，本评价提出以下几点要求：

介入治疗医生自身的辐射防护要求：①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量报警仪；④定期维护 DSA 系统设备，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

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

二、臭氧环境影响分析

本项目在运行过程中，主要污染为介入手术室内空气受 X 射线电离而产生的臭氧，其产率和浓度可用下面两个公式分别计算。

$$Q_o = 6.5 \times 10^{-3} \cdot G \cdot S_o \cdot R \cdot g \dots\dots\dots \text{式 (7)}$$

式中：

Q_o—臭氧产率 mg/h；

G—射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy·m²/h，本项目 DSA 取 324；

S_o—射束在距离源点 1m 处的照射面积 m²，取（最大射野 40×40cm²）0.16m²；

R—射束径迹长度 m，取 1m；

g—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O₃ 的分子数，本项目取 10。

经计算，臭氧产率为 3.37mg/h。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_o \cdot T_v / V \quad (\text{式 8})$$

式中：

C—室内臭氧浓度，mg/m³；

Q_o—臭氧产额 mg/h；

T_v—臭气有效清除时间，h；

V—机房空间体积，介入手术室体积为 176.8m³；

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \quad (\text{式 9})$$

t_v—每次换气时间；

t_a—臭氧分解时间，取值为 0.83h。

介入手术室拟采用排风扇进行排风，通风量 250m³/h，则 DSA 介入手术室内臭气平衡浓度为 7.28×10⁻³mg/m³，DSA 在出束过程中，产生的臭氧通过排风扇和排风管道抽至医院顶楼排入大气环境后，经自然分解和稀释，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

三、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入市政管网，进入普安镇污水处理厂。

四、固体废物环境影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②本项目产生的固体废物主要为介入手术时产生的医用器具、药棉、纱布、废造影剂及废造影剂瓶等医疗废物，产生量约为 1kg/台（年产生量约为 200kg）。介入手术产生的医疗废物采用专用的收集容器暂存至处置室，由专人每天到科室收集到院内医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，定期由有资质的医疗废物处置单

位统一收集处置。根据医院既有医疗废物暂存间设置情况及管理要求，能够满足本项目管理要求。

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

五、声环境影响分析

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

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

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

二、风险识别

根据原国家环境保护总局公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》规定，本项目 DSA 属 II 类射线装置，在运行时会产生 X 射线。本项目环境风险因子为 X 射线，根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下进行介入手术操作；由于安全连锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在介入手术室内而造成误照射；

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员在未佩戴个人剂量报警仪或报警仪剂量阈值设置错误的情况下，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到误照射。

三、源项分析及事故等级分析

本项目新建的 DSA，其风险因子为 X 射线。按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-8

中。

表 11-9 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

项目名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
DSA	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 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
		X 射线装置失控导致 2 人以上（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
		X 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

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系见表 11-9：

表 11-10 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

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

四、最大可能性事故分析

（一）DSA 事故的后果计算

1、手术过程中，发生手术人员超剂量照射

（1）事故假设

①装置在运行时，手术人员在未采取任何防护的情况下进行手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在介入手术室内而造成误照射；

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员在未佩戴个人剂量报警仪或报警仪剂量阈值设置错误的情况下，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到误照射。

(2) 剂量估算

①手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行手术操作，受到非主射方向的照射事故后果计算结果如下表所示：

表 11-11 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量(mSv)	总剂量 (mSv)
0.5	0.5	1.73×10^{-1}	3.14×10^{-1}	4.87×10^{-1}
	1	3.46×10^{-1}	6.29×10^{-1}	9.74×10^{-1}
	5	1.73	3.14	4.87
1	0.5	4.32×10^{-2}	7.86×10^{-2}	1.22×10^{-1}
	1	8.64×10^{-2}	1.57×10^{-1}	2.44×10^{-1}
	5	4.32×10^{-1}	7.86×10^{-1}	1.22
2	0.5	1.08×10^{-3}	1.96×10^{-2}	3.05×10^{-2}
	1	2.16×10^{-2}	3.93×10^{-2}	6.09×10^{-2}
	5	1.08×10^{-2}	1.96×10^{-1}	3.05×10^{-1}

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

表 11-12 事故状态下主射方向不同停留时间和距离维修人员受照剂量表剂量 单位：mSv

时间 (s)	距离 (m)		
	1	1.5	2
1	1.31	0.58	0.33
5	2.62	1.16	0.65
10	13.10	5.82	3.27
30	78.57	34.92	19.64
60	157.14	69.84	39.29

①根据表 11-10 可知，本项目介入手术人员在不同位置随着时间的推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 4.87mSv/次，不高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业 20mSv/a 的剂量限值，因此，误入介入手术室人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，不构成一般辐射事故。

②根据表 11-11 可知，维修人员在不同位置随着时间的推移，最大可能受照剂量为 157.14mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，因此，维修人员单次滞留在介入手术室内而造成主射方向的误照射构成一般辐射事故。

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

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

DSA 用于介入治疗时属于II类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，但由于 DSA 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 线机的管头组装体约 1m 左右，距病人很近，介入射线装置主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射，其级别为一般辐射事故。

(1) 为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

- ①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；
- ②实施介入诊疗的质量保证；
- ③做好医生的个人防护；
- ④做好病人非投照部位的防护工作；

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

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

- ①建立全院安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作；
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗；
- ③DSA 控制台及介入手术床旁安装“紧急止动”按钮，设备采取工作状态指示灯与机房门联锁等多重安全措施；
- ④建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施；
- ⑤制定全院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

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，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

六、其他环境风险分析

本项目介入手术室内不贮存造影剂碘海醇注射液。储存造影剂的药品柜在介入手术室外，为不锈钢药品柜，药品柜均已上锁，钥匙由当班医生保管；进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车对药品进行运送；造影剂的贮存、运输过程均采取了防造影剂泄露的防范与对策措施。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

为了更好地贯彻执行国家有关放射性污染防治的法律法规，落实国家及省、市、县环保部门颁布的有关辐射安全管理的文件精神，加强对本院辐射安全管理，强化责任意识、安全意识，剑阁县中医医院于 2018 年 6 月调整了辐射安全与环境保护管理领导小组。本项目使用科室为内科，由辐射安全管理科室负责 DSA 的日常管理和维护。

（一）调整后辐射安全管理领导小组的人员组成为：

组长：窦炎章

副组长：王国道 李建成 伏子强

成员：温炳全 李剑平 徐兴培 杜光甫 王祝 附雁林 廖宗宇 王春燕 杨学斌 王安道 荀于祥 罗丽 罗晓燕 李红 苟维杰 李莉（护理部） 王少秀 何殊 严君益

辐射安全与环境保护管理领导小组办公室设在设备科，具体负责医院辐射安全与环境保护管理的日常事务工作。

（二）领导小组职责及分工

1、职责

（1）放射工作人员应熟练掌握本岗位使用的设备的性能，了解设备的使用操作方法，严格按照操作规程进行。

（2）认真执行各项规章制度和技术操作，按规定时间和要求完成检查。

（3）辐射工作人员应遵守岗位职责，明确责任，一旦发生设备故障、放射事故应及时报告上一级医师、科主任，不得带故障运行。

（4）配合维修人员搞好机器维护保养。

（5）发现问题及时向上级报告。

2、分工

组长：窦炎章，为医院辐射安全（包括放射源安全使用）的第一责任人，负责领导小组全面工作。

副组长：王国道 李建成 伏子强，协助组长完成医院辐射安全管理工作（包

括放射源安全使用), 负责领导小组办公室日常事务工作。

成员: 负责辐射管理中各科室间的业务管理、医疗救治等工作。

根据医院辐射安全管理领导小组文件, 医院还需在以下几个方面对文件进行完善:

- ①补充辐射安全管理小组成员职能分工;
- ②补充领导小组日常办公地点及相关联系人联系方式;
- ③落实辐射工作场所安全设施设备的定期维护管理, 并严格执行日常维护工作。

二、辐射工作人员配置

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①人员配置: 医院辐射工作人员配置情况: 本项目拟配置辐射工作人员5名, 2名医生、2名护士、1名技师, 医院可根据设备数量, 承担诊疗、科研任务, 开展的项目和工作量等实际情况适当增减人员编制。

②射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书, 熟悉专业技术。

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

2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度, 组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核, 考核通过后方可上岗。

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

③正确佩戴个人剂量计, 采用双剂量计监测方法 (在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计), 且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计 (如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面, 并将有标签的一面朝外, 穿戴铅围裙时, 应戴在铅围裙里面。

三、报废射线装置处理

医院报废的射线装置在报废前必须做去功能化处理, 应采取去功能化的措施

(如拆除电源或拆除高压零部件), 确保装置无法再次通电使用, 并上报到生态环境主管部门作备案登记。

辐射安全档案资料管理和规章制度

一、档案管理分类

医院应对相关资料进行分类归档放置, 包括以下八大类: “制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

二、医院规章制度建立情况

医院需制定一系列辐射安全规章制度, 具体见表 12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定
2	辐射工作场所安全管理规定	需制定, 辐射工作场所安全管理要求需悬挂于辐射工作场所墙上
3	辐射工作设备操作规程	需制定, 内容挂于辐射工作场所墙上, 应分别对应每种射线装置的操作规程
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需完善并将本项目纳入
5	辐射工作人员岗位职责	需制定, 需悬挂于辐射工作场所墙上
6	放射源与射线装置台账管理制度	需完善并将本项目纳入
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定, 监测方案参考本章辐射监测内容
8	监测仪表的使用与校验管理制度	已制定
9	辐射工作人员培训制度(或培训计划)	已制定, 内容应至少包括参加生态环境部关于辐射安全防护培训学习和考核, 到期前再考核的内容
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定, 包含“个人剂量档案终生保存”的内容
11	辐射事故应急预案	需制定, 预案中“辐射事故应急响应程序”应悬挂于辐射工作场所墙上
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	已制定, 应包含但不限于人流、物流图, 患者管理规定

根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》要求, 《辐射工作场所安全管理规定》、《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。

医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

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

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

一、工作场所监测

1、年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《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。

2、日常自我监测：定期自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期自行监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为 1 次/月。

二、个人剂量检测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，个人剂量检测频率为 1 次/季度。

医院应按以下要求做好个人剂量档案的管理：

（1）医院应于每季度将个人剂量计交由有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人剂量检测数值超过 5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后上报《辐射安全许可证》发证机关；当单年个人累积剂量检测数值超过 50mSv，应立即采取措施，开展调查处理并报告辐射安全许可证发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为

《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并在每年1月31日前提交给发证机关。

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019), 就本项目而言, 辐射主要来自前方, 剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置, 一般左胸前; 对于工作中穿戴铅衣(如放射科操作)的情况, 通常应根据佩带在铅衣里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量, 当受照剂量可能超过调查水平时(如介入操作), 则还需要在铅衣外面另外佩带一个剂量计, 以估算人体未被屏蔽部分的剂量;

(4) 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。医院应当将辐射工作人员的个人剂量档案终生保存。

三、监测内容和要求

(1) 监测内容: X- γ 空气吸收剂量率。

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

表 12-2 工作场所监测计划建议

场所名称	监测项目	监测周期	监测点位
介入手术室	X- γ 空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测, 频率为1次/年; 定期自行开展辐射监测	铅窗、控制室等配套房间、介入手术室四周屏蔽墙外、门缝等。

(3) 监测范围: 控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度, 并利用监测部门的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对, 建立监测仪器比对档案; 也可到有资质的单位对监测仪器进行校核;

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

③制定辐射环境监测管理制度。

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

报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《安全和防护状况年度评估报告》规定的格式编制报告。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/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

4、开展辐射监测的情况

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

剑阁县中医医院委托四川世阳卫生技术服务有限公司完成个人剂量检测工作，医院辐射工作人员最近连续四个季度的个人剂量检测结果统计附件 6。结果表明：医院按要求对辐射工作人员进行个人剂量检测，在最近连续 4 个季度的个人剂量统计表中，本项目涉及辐射工作人员连续 4 个季度最大个人剂量之和为 0.77mSv，不存在单季度超过 1.25mSv 的情况。

辐射事故应急

1、应急预案

为了应对放射诊疗中的事故和突发事件，医院应制订辐射事故应急预案，应包含以下内容。

(1) 应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

(2) 应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

(3) 应急人员的培训；

(4) 环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

(5) 辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话；

(6) 发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其环境保护、公安、卫生计生等部门报告。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、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，将病人撤出介入手术室，关闭介入手术室门，同时向医院主管领导报告。

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

(3) 事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护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。

3、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：新增数字减影血管造影装置（DSA）

建设单位：剑阁县中医医院

建设性质：新建

建设地点：剑阁县普安镇闻溪路 6 号门诊楼 5 楼内介入手术室

本次具体建设内容及规模为：拟在医院门诊楼 5 楼建设 1 间介入手术室及其配套用房，在介入手术室内，使用 1 台 DSA，型号 Optima IGS Venus，属于 II 类射线装置。其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年诊疗病例 200 例，DSA 年曝光时间累计约 32h（拍片 2h，透视 30h），曝光方向由下至上。主要用于介入治疗、血管造影等。

二、本项目产业政策符合性分析

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

三、本项目选址合理性分析

本项目所在大楼为医院既有门诊楼内。本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且拟建的辐射工作场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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值（职业人员所受照射约束值 5.0mSv/a；公众所受照射约束值 0.1mSv/a）的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据西弗测试技术成都有限公司的监测报告，项目所在地的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值属于正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

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

（二）营运期环境影响分析

1、辐射环境影响分析

本项目 DSA 投入运行后，职业人员所受照射的年剂量最大值小于职业人员年有效剂量约束值 5.0mSv/a；公众所受照射的年剂量最大小于公众年有效剂量约束值 0.1mSv/a。从上述预测结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、门、窗满足辐射防护的要求。

2、大气的环境影响分析

DSA 在曝光过程中臭氧产生量很小，经通风系统处理后，通过通排风管道抽至门诊楼楼顶排放，对环境影响较小。

3、声环境影响分析

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

4、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入市政管网，进入普安镇污水处理厂处理达标后排放。

5、固体废物影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 1kg 的医疗废物，每年固体废物产生量

约为 200kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

六、事故风险与防范

医院制订的辐射事故应急预案和安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻落实，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

医院现有环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的所有保护目标，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、医院辐射安全管理的综合能力

医院严格落实本报告提出的规章制度、环保措施，具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为在剑阁县中医医院门诊楼 5 楼新增 1 台 DSA 项目，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

3、按照规定组织辐射工作人员和管理人员在网站 <http://fushe.mee.gov.cn/> 学习辐射安全与防护知识并进行考核取证，持证上岗，证书到期前在网上复训。

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

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

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

二、项目竣工验收检查内容

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

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目		环保设施	数量
介入手术室	辐射屏蔽措施	观察窗（4mm 铅当量）	1 扇
		铅防护门（4mm 铅当量）	4 扇
		四周墙体：370mm 厚实心砖墙	/
		屋顶：180mm 厚混凝土	/
		地面：180mm 厚混凝土	/

安全装置	工作状态指示灯箱	2 个
	电离辐射警告标志	2 个
	紧急制动装置	1 套
	门灯联锁装置	1 套
	对讲系统	1 套
	床下铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套
	悬吊铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套
监测仪器及个人防护用品	个人剂量计	2 套
	个人剂量报警仪	2 套
	便携式辐射监测仪	1 台
	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	5 套（医护人员使用）
铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	1 套（患者使用）	
其他	通风设施：通风系统	1 套（设计中已有）
相关规章制度	辐射安全与环境保护管理机构文件	/
	辐射工作场所安全管理规定	需制定完善并上墙
	辐射工作设备操作规程	需制定完善并上墙
	辐射安全和防护设施维护维修制度	需完善并将本设备纳入
	辐射工作人员岗位职责	需制定完善并上墙
	放射源与射线装置台账管理制度	需完善并将本设备纳入
	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定
	监测仪表的使用与校验管理制度	/
	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	/
	辐射工作人员个人剂量管理制度	/
	辐射事故应急预案	需制定完善并上墙
	质量保证大纲和质量控制检测计划	/

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

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

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院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设施进行验收，编制验收报告。

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

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

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

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

(2) 项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

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

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时更新《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；②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；③验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。