

核技术利用建设项目

三台县人民医院

新建数字减影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表

（公示本）

三台县人民医院

二〇二五年三月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

三台县人民医院

新建数字减影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表

建设单位：三台县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：***

通讯地址：四川省绵阳市三台县潼川镇解放下街 139 号

邮政编码：***

联系人：***

电子邮件：*** 联系电话：***

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	- 11 -
表 3	非密封放射性物质	- 11 -
表 4	射线装置	- 12 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	- 13 -
表 6	评价依据	- 13 -
表 7	保护目标与评价标准	- 16 -
表 8	环境质量和辐射现状	- 18 -
表 9	项目工程分析与源项	- 22 -
表 10	辐射安全与防护	- 28 -
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	- 63 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建数字减影血管造影装置（DSA）项目			
建设单位		三台县人民医院			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址		四川省绵阳市三台县潼川镇解放下街 139 号			
项目建设地点		四川省绵阳市三台县潼川镇解放下街 139 号三台县人民医院医疗 3 号楼 1 层介入诊疗室 1			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	***	项目环保投资（万元）	***	投资比例	***
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它		占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	无			
	项目概述 一、建设单位情况 三台县人民人民医院（社会信用代码：12510625451226244E）始建于 1902 年英国教会开办的“仁慈医院”，这今已有 120 余年历史，是一所集临床医疗、预防保健、科研教学为一体的国家三级甲等综合医院，是国家卫生健康委国际紧急救援中				

心网络医院、四川大学华西医院及四川省人民医院远程会诊中心、川北医学院非直管附属医院、西南医科大学教学医院。先后荣获全国文明单位、全国医院文化建设先进单位、中国县级医院竞争力百强医院、全国高效管理百佳优质品牌医院、四川省十佳县级医院。医院建筑面积 14.5 万平方米业务用房 12 万平方米,开放床位 1260 张,设有临床一级科室 23 个二级专业 76 个,拥有核磁共振、螺旋 CT、直线加速器、数字减影血管造影机等现代化医疗设备。已建成县域影像、检验、病理、内镜、心电、超声诊断中心和肿瘤、卒中、胸痛、创伤、危重孕产妇、危重儿童和新生儿救治中心,正在建设创伤中心、减重代谢中心、睡眠医学中心、心理卫生中心。年总诊疗人次 90 余万人次,出院 5 万余人次,住院手术 2 万余人次,建成四川省首批国家级胸痛中心和卒中中心,建成省级医学重点专科 2 个,省卫健委县级医院临床重点专科 2 个,建成市级重点专科 16 个。

（一）任务由来

为了更好的改善医院医疗服务环境,满足医院的发展需求,提高医疗服务质量,满足患者的治疗需要,医院目前正进行医疗 3 号楼的整体改建,本项目拟建介入诊疗室 1 位于医疗 3 号楼一层原西药房区域。医院拟将原西药房改造成介入诊疗室 1,在诊疗室内安装使用 1 台单管数字减影血管造影机(简称“DSA”),型号待定,最大管电压为 125kV,最大管电流为 1000mA,出束方向固定,由下而上,属于 II 类射线装置,主要用于血管造影、介入治疗等。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》(中华人民共和国国务院令第449号)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环保部令第18号)的规定和要求,本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(生态环境部令第16号,2021年1月1日起施行),本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置”,本项目应编制环境影响报告表。根据四川省生态环境厅发布的《关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》(2023年第7号),本项目应报绵阳市生态环境局审查批准。因此,三台县人民医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目的的环境影响报告表(委托书见附件1)。

四川省中栎环保科技有限公司接受本项目编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地周围环境和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：新建数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：三台县人民医院

建设性质：扩建

建设地点：四川省绵阳市三台县潼川镇解放下街 139 号三台县人民医院医疗 3 号楼 1 层拟建介入诊疗室 1 内

2、工程建设内容及规模

医院拟将医疗 3 号楼（已建，12F/-1F，高约 47.95m）1 层原西药房改造成介入诊疗室 1，拟在诊疗室内安装使用 1 台单管数字减影血管造影机（简称“DSA”）型号待定，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，出束方向固定，由下而上，属于 II 类射线装置，年诊疗病例约 1600 例，年累计最大出束时间为 362.67h（其中拍片 6.93h，透视 355.74h），主要用于血管造影、介入治疗等。诊疗室改造前后对比图见图 1-1。

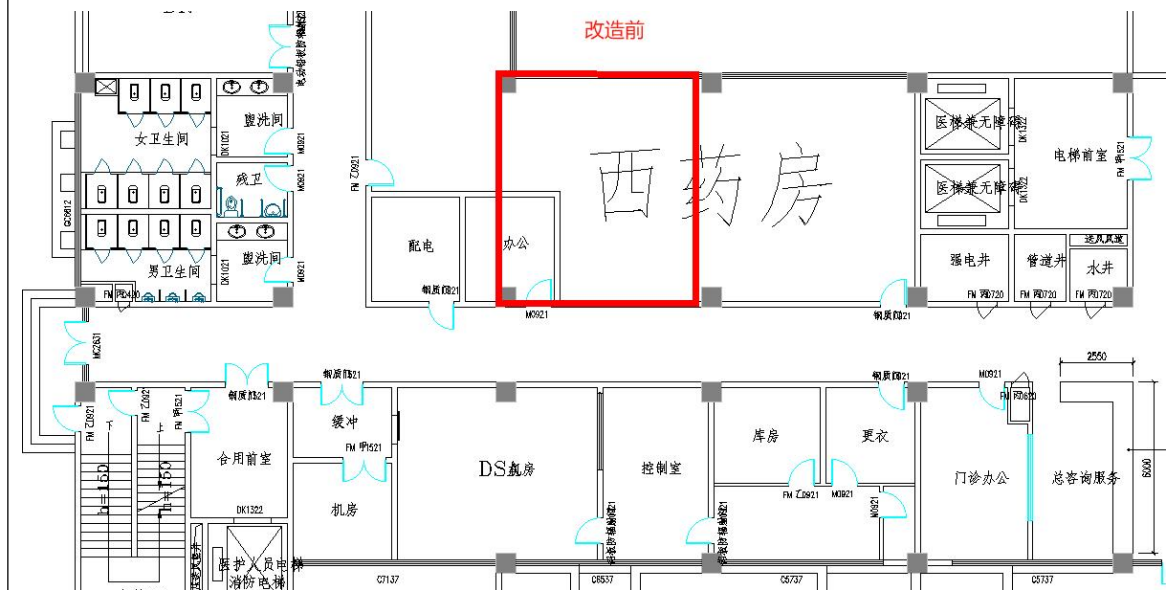




图 1-1 诊疗室改造前后对比图

拟改造介入诊疗室 1 面积为 48.61m²（长 6.28m×宽 7.74m×高 3.5m），实体屏蔽为：四周墙体均为 200mm 加气混凝土隔墙（新增）+3mm 铅当量铅板（新增）；顶部为 120mm 混凝土（原有）+45mm 硫酸钡水泥砂浆（新增）；地面为 200mm 混凝土（原有）+20mm 硫酸钡水泥砂浆（新增）；观察窗（1 扇）采用 3mm 铅当量铅玻璃（新增）；防护门（3 扇）均采用 3mm 铅当量的防护铅门（新增）。

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		备注
		施工期	运营期	
主体工程	拟改造介入诊疗室 1 面积为 48.61m²（长 6.28m×宽 7.74m×高 3.5m），实体屏蔽为：四周墙体均为 200mm 加气混凝土隔墙（新增）+3mm 铅当量铅板（新增）；顶部为 120mm 混凝土（原有）+45mm 硫酸钡水泥砂浆（新增）；地面为 200mm 混凝土（原有）+20mm 硫酸钡水泥砂浆（新增）；观察窗（1 扇）采用 3mm 铅当量铅玻璃（新增）；防护门（3 扇）均采用 3mm 铅当量的防护铅门（新增）。 拟在改造后的介入诊疗室 1 内新增使用 1 台单管 DSA，型号待定，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，出束方向固定，由下而上，属于 II 类射线装置，年诊疗病例约 1600 例，年累计最大出束时间为 362.67h（其中拍片 6.93h，透视 355.74h）。	施工扬尘、废水、施工噪声、固体废物	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物	/
辅助工程	控制室、无菌间、配电室等		生活垃圾、生	依托
公用工程	污水处理站、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	多功能室、更衣室等	—	活污水	依托
环保工程	废气处理： 介入诊疗室 1 采用机械排风，产生废气由排风管引至医疗 3 号楼顶排放（距地面约 47m）。经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m ³ ）的要求。	施工扬尘、施工噪声、固体废物	废水、废气、固体废物	/
	废水处理： 本项目医疗废水依托医院既有污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，经市政污水管网排入三台县城市生活污水处理厂处理。	—		依托
	固废处理： 医疗废物在污物暂存间暂存，后统一交由有相应资质的单位收运处置；办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶经统一收集后由环卫部门定期清运。	—		

（四）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	160L	外购	碘克沙醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	1440	市政电网	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水资源	用水量	150m ³ /a	市政水网	—

本项目使用的造影剂主要成分为碘克沙醇，是为增强影像观察效果而注入（或服用）到人体组织或器官的化学制品，具有粘稠度低、渗透压小、物化性质稳定和容易排泄等特点。

碘克沙醇：活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。规格为 50ml/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年 1600 台手术，年使用量约为 160L。由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

（五）本项目主要设备配置及技术参数

根据医院提供资料，本项目 DSA 主要用于介入治疗、血管造影，医院年最大手术台数为 1600 台，年最大出束时间为 362.67h。本项目设备参数及技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置相关参数

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
------	----	----	-------	-------	------

DSA	待定	1 台	125kV	1000mA	介入诊疗室 1
设备使用情况					
出束方向	所在科室	常用拍片工况		常用透视工况	
		管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上	放射科	60~100kV	100 ~500mA	70~90kV	6~20mA
设备出束时间					
使用科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数 (台)	年最大出束时间	
	拍片 (min)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
神经内科	0.3	12	80	0.4	16
心血管内科	0.2	15	1034	3.45	258.75
医学影像科	0.4	10	440	2.93	73.33
消化内科	0.2	10	29	0.09	4.83
肾病科	0.2	10	17	0.06	2.83
合计			1600	6.93	355.74
				362.67	

(六) 工作人员配置情况

本项目拟配置33名辐射工作人员，主刀医生13名、助手医生10名、护士7名、技师3名；手术时，手术室内1名主刀医生，1名助手医生，1名护士。本项目辐射工作人员均为医院原有辐射工作人员，还将兼任原有辐射类工作，故而存在剂量叠加。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作260天，每天8小时的工作制度。

表1-4 本项目工作人员配置表

序号	手术医生				技师	护士	备注
	职能	所属科室	医生人数				
			主刀	助手			
1	手术医生	神经内科	2	2	3	7	均为原有辐 射工作人员
		心血管内科	4	3			
		医学影像科	3	3			
		消化内科	2	1			
		肾病科	2	1			
合计			13	10	3	7	
			23				

(七) 依托环保设施情况

废水：施工期施工人员产生的生活污水、运营期医疗废水依托医院既有污水管道和污水处理站，采用“一级强化处理+ClO₂消毒”工艺，处理达《医疗机构水污

染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，经市政污水管网排入三台县城市生活污水处理厂处理。医院既有污水处理站日处理能力为 450m³，医院现每日处理约 423.1m³，满足本项目需求。

固体废物：施工期产生的固体废物主要为施工过程中产生的建筑弃渣、装修过程中产生的装修垃圾、设备安装过程中产生的包装垃圾以及施工人员产生的生活垃圾等。建筑弃渣由施工单位集中收集，运送到指定的建筑垃圾堆放场；装修垃圾，经收集统一处理，运往政府指定地点堆存；生活垃圾统一收集后由环卫部门定期清运。运营期产生的医疗废物在污物暂存间（1.9m×4.0m）暂存，后统一交由有相应资质的单位收运处置；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

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《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日施行）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）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 1 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

（一）本项目外环境关系

本项目位于医疗 3 号楼 1 层。根据大楼设计图纸及现场勘察，本项目外环境关系如下：以介入诊疗室 1 四周墙体为边界：**北部**紧邻大厅中庭，约 14m~21m 为 CT 室区域，约 21m~24m 为放射科通道，约 24m~30m 为影响室、学习室、值班室，约 30m~33m 为北侧院内道路，约 33m~50m 为放射中心；**西部**紧邻设备间、配电室、污物暂存间，约 4m~7m 为西侧走道，约 7m~14m 为男/女/残卫生间、照片室区域，约 14m~22m 为西侧院内道路，约 22m~50m 为潼川二小；**南部**紧邻患者入口走道，约 2.8m~9m 为 DSA 机房区域、楼梯间、医护人员/消防电梯，约 9m~32m 为南侧集中绿地，约 32m~50m 为院内道路、绿化带；**东部**紧邻控制室，约 2.8m~7.6m 为无菌间、多功能室、谈话间，约 7.6m~15m 为医梯、强电井、管道井、电梯前室、水井，约 15m~21m 为东侧走道，约 21m~50m 为中医科区域、DR/MRI 区域；**正下方**为变配电室（-1F）；**正上方**为团队心理治疗室（2F）。

（二）项目选址合理性

三台县人民医院位于绵阳市三台县潼川镇解放下街 139 号，医院用地取得了三台县自然资源局颁发的不动产权证书【川（2023）三台县不动产权第 0021555 号】，土地用途为医疗卫生用地。医院外环境主要为城居环境，交通便利，有利于医院和外界联系。项目选址城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。

本项目位于医院医疗 3 号楼 1 层，1 层为放射科区域，便于医院统一管理。医疗 3 号楼位于医院西部，大楼西侧为潼川二小，南侧为院内集中绿地，东侧为医疗 1 号楼。该大楼已于 2004 年 9 月 23 日取得了原三台县环境保护局同意建设项目的环评手续，并于 2011 年 8 月 29 日通过了竣工环境保护验收。本项目水、电、气、通讯设施均依托医院原有设施妥善解决，且建设的介入诊疗室 1 为专门的辐射工作场所，建成后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）实践正当性分析

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

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可情况

医院已取得辐射安全许可证，川环辐证【00459】，有效期至 2029 年 12 月 31 日，许可的种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置(具体范围详见副本)。具体情况见表 1-5。

表 1-5 医院已获许可使用射线装置

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注
1	X 射线骨密度检测仪	ProdigyPro	III	1	2 照片室	上证在用
2	乳腺 x 线摄影系用	GIOTTOIMAGE3 D	III	1	4 照片室	
3	数字化医用 X 射线摄影系统	DigitalDiagnost65E N	III	1	5 照片室	

4	数字化透视摄影 X 射线系统	DTP577	III	1	6 照片室
5	X 射线计算机断层摄影设备	IngenuityCore 128	III	1	CT 检查室 1
6	X 线电子计算机断层扫描系统 (CT)	OptimaCT660	III	1	CT 检查室 2
7	数字减影血管造影 (DSA)	Innova3 100-IQ	II	1	导管室
8	CT	联影 uCT530	III	1	第 3CT 室
9	双能量 x 射线骨密度仪	AKDX.09W-I.	III	1	骨密度检测室
10	X 射线计算机体层摄影设备	uCT 768	III	1	急诊 CT 室
11	数字化医用 X 射线摄影系统	DRX-Compass A	III	1	急诊 DR 室
12	直线加速器(LA)	Clinac cx	II	1	加速治疗室
13	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	PlanmecaProMax 3D Mid	III	1	口腔 CT 室
14	模拟定位机	SL-IE	III	1	模拟定位室
15	移动式 C 形臂 X 射线机	ZiehmSolo FD	III	1	手术间 1
16	移动式 C 型臂 X 射线机	Ziehm8000	III	1	手术间 12
17	数字化医用 X 射线摄影系统	FS-500DDR-I	III	1	体检车(川 B91077)X 射线室
18	移动式 X 射线机	MobiEye700	III	1	医学影像科
19	移动式数字化医用 x 射线摄影系统	MobileDiagnostwD R	III	1	医学影像科

经调查医院辐射工作场所年度监测报告得知，屏蔽体外30cm处，没有超过2.5μSv/h的情况，所有射线装置运行正常；由医院反馈得知，医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故。

（二）辐射工作人员持证情况

三台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41名辐射工作人员。从事II类射线装置使用活动的辐射工作人员，均已参加辐射安全防护知识考核，成绩均为合格；仅从事III类射线装置使用活动的辐射工作人员均已通过了自主考核。

根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告2021年9号）的相关规定，仅从事Ⅲ类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核，已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效，自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。

（三）年度评估报告

医院在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2024年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，医院对2024年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了评估说明。

（四）辐射管理规章制度执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》、《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》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等。医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。对医院现有场所而言，医院也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应将本次项目内容补充完善，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。

（五）小结

综上所述，医院不存在原有辐射环境问题。

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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 (MeV)	额定电流 (mA)/剂量 (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	待定	125	1000	血管造影、介入治疗	介入诊疗室 1	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
臭氧	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日实施； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (7) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日起实施； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院第 449 号令，2019 年 3 月修订； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部第 18 号令，2011 年 5 月起实施； (10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；原环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订； (11) 《射线装置分类》，原环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施；
技术标准	(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）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (3) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； (6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2020）； (7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (8) 《放射工作人员健康要求》（GBZ 98—2017）。

其他	(1) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987); (2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料; (3) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》(生态环境部(国家核安全局)); (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); (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); (6) 环评委托书。 (7) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》, 环发[2015]162 号, 2015 年 12 月实施; (8) 《关于建设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; (9) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》, 环发[2012]77 号, 环境保护部文件, 2012 年 7 月 3 日; (10) 《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。
----	---

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关要求，结合项目特点和现场实际情况，确定辐射环境影响评价的范围：以本项目介入诊疗室 1 屏蔽边界外 50m 区域作为评价范围。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围停留的公众，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

评价标准

一、环境质量标准

- （1）大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。
- （2）地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。
- （3）声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

二、污染物排放标准

- （1）废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。
- （2）医疗废水排放执行《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。
- （3）噪声：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。
- （4）固废：医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

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。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

结合医院原有核技术利用项目情况，确定本项目评价取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员年剂量约束值；取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量的 1/4（即 125mSv/a）作为职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值。

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

本项目评价取上述标准中规定的公众年有效剂量限值的 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

四、辐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，在距离本项目介入诊疗室1屏蔽体外表面30cm处，周围控制目标辐射剂量率应不大于2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

三台县人民医院位于绵阳市三台县潼川镇解放下街 139 号，本项目位于医院医疗 3 号楼 1 层，拟将 1 层原中药房改造成介入诊疗室 1，诊疗室正下方为变配电室（-1F）；正上方为团队心理治疗室（2F）。

现场情况如下图所示：



图8-1 本项目介入诊疗室1现状图

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

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，四川省永坤环境监测有限公司于 2025 年 3 月 11 日对三台县人民医院新建数字减影血管造影装置（DSA）核技术利用项目场所周围，进行了辐射环境现状布点监测，其监测项目、分析及来源见表 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
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021
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	检定/校准情况	
环境 X-γ辐射 剂量率	RJ32-3602 型分体式 多功能辐射剂量率 仪 编号: YKJC/YQ-40	1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位: 中国测试技术研究院 证书编号: 202412102810 检定/校准有效期: 2024.12.13~2025.12.12 校准因子: 0.96 (校准源: 137Cs)	天气: 晴 温度: 19.6℃~20.2℃ 湿度: 46.1%~47.3%

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检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（一）资质认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于 2024 年 3 月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证证书，证书编号为：242312051074，有效期至 2030 年 3 月 12 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。

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《HJ 61-2021 辐射环境监测技术规范》结合现场实际情况及医院提供的设计图纸，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括介入诊疗室 1 所在位置、正上、下方，四周评价范围内的敏感点。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学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，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：

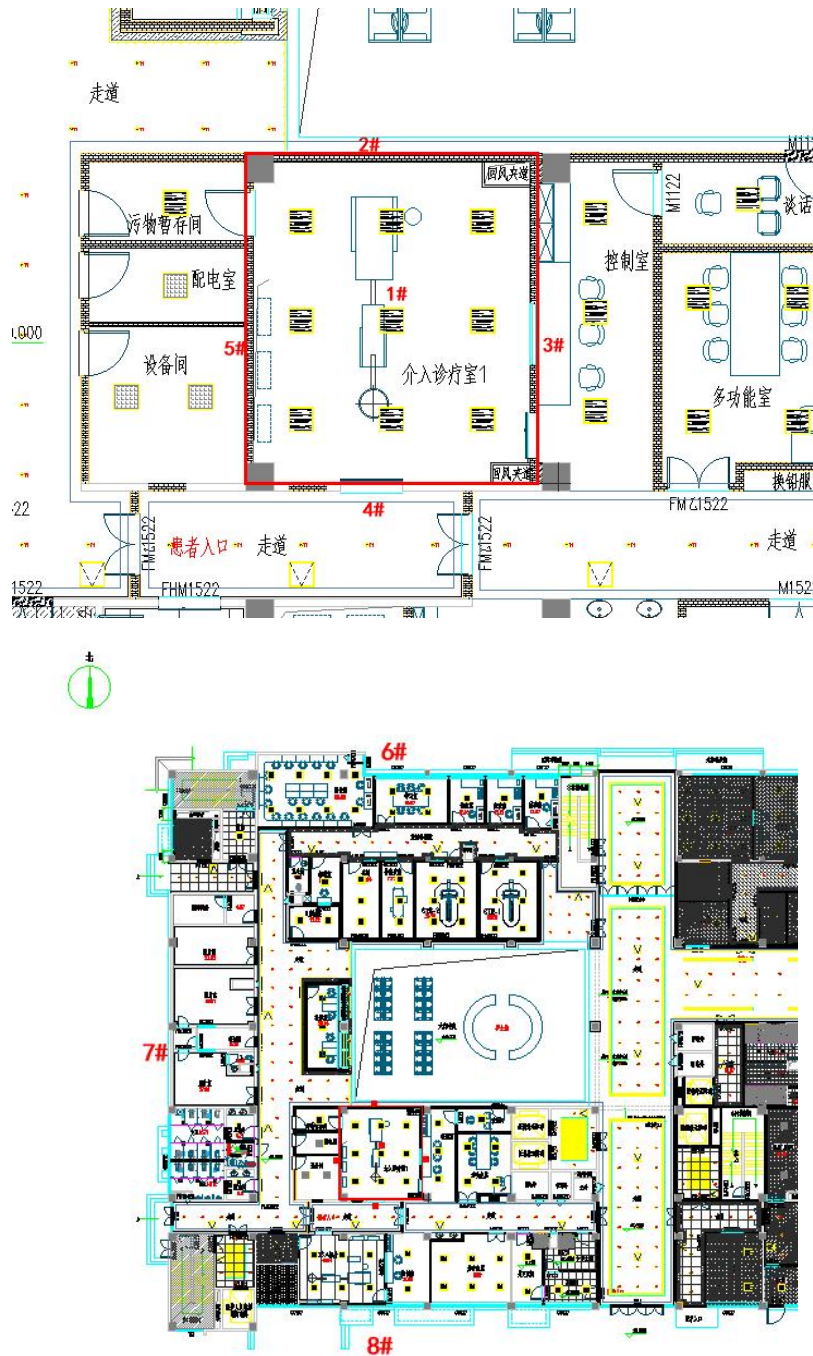


图8-2 本项目监测布点示意图

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 环境 X-γ辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	监测位置	环境 X-γ辐射剂量率(nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1	拟建辐射工作场所正中	69	2.3	无
2	拟建辐射工作场所北侧	81	2.3	
3	拟建辐射工作场所东侧	78	1.3	
4	拟建辐射工作场所南侧	80	1.6	
5	拟建辐射工作场所西侧	79	1.8	
6	放疗中心	76	2.3	
7	潼川二小	79	1.4	
8	院内道路	78	2.2	
9	变配电室（正下方）	71	2.1	
10	团队心理治疗室（正上方）	75	2.2	

根据现场监测报告，本项目所在区域 X-γ辐射剂量率为 69nGy/h~81nGy/h，与四川省生态环境厅《2023 年四川省生态环境状态公报》中绵阳市区域环境 γ 辐射剂量率自动监测结果（70~100nGy/h）基本一致，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、施工期污染源项分析

医院拟将医疗 3 号楼（已建，12F/-1F，高约 47.95m）1 层原西药房改造成介入诊疗室 1，在调整、改造、拆除的过程中，需重装和新建部分墙体，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。其工艺流程及污染物产生环节如下图 9-1 所示。

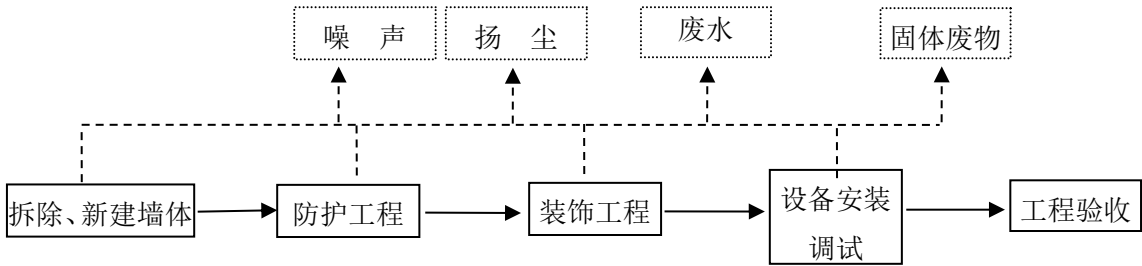


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

1、施工期主要污染源处理措施

①扬尘

施工过程中产生的扬尘，主要是在主体工程新砌墙和装修过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取及时洒水等措施来进行控制。

②噪声

施工期噪声包括各类主体施工、装修产生的噪声，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。

③废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产量较小，依托医院污水处理设施处理。

④固体废物

施工过程中固体废物主要为主体工程改造产生的建筑弃渣、装修过程中产生的装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾，施工过程中产生的建筑弃渣、装修垃圾等，由施工单位集中收集，运送到指定的建筑垃圾堆放场；生活垃圾依托市政垃圾收运系统收集处理，包装垃圾通过集中分类收集，由废品回收站进行处理。

⑤设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时建设单位须加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在介入诊疗室1内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

⑥介入诊疗室1施工质量要求

①本项目介入诊疗室1铅防护门与其所在墙体重叠部分不小于铅防护门与墙体缝隙宽度的10倍；②穿过介入诊疗室1的电缆沟及通排风管道穿墙部分均采用铅皮包裹，并采用“U”型穿墙及45度斜穿方式，以避免电缆沟及通排风管道布设方式影响到屏蔽墙体的屏蔽效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

（1）设备组成

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。

（2）工作原理

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。两次数相减，消除相同的信号，得到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

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

（1）病人经医生诊断、确定需要介入治疗的病人进行手术前洁净准备。

（2）医生向病人告知可能受到的辐射危害。

(3) 设置参数，病人进入介入诊疗室、摆位。

(4) 根据不同的治疗方案，医师及护师密切配合，完成介入手术或检查。DSA 在进行曝光时分为拍片和透视两种情况：

①DSA 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，然后进入控制间，关好防护门。医师、操作人员通过控制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。

②DSA 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、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，医生、病人离开介入诊疗室 1。

(5) 治疗完毕关机。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-2:

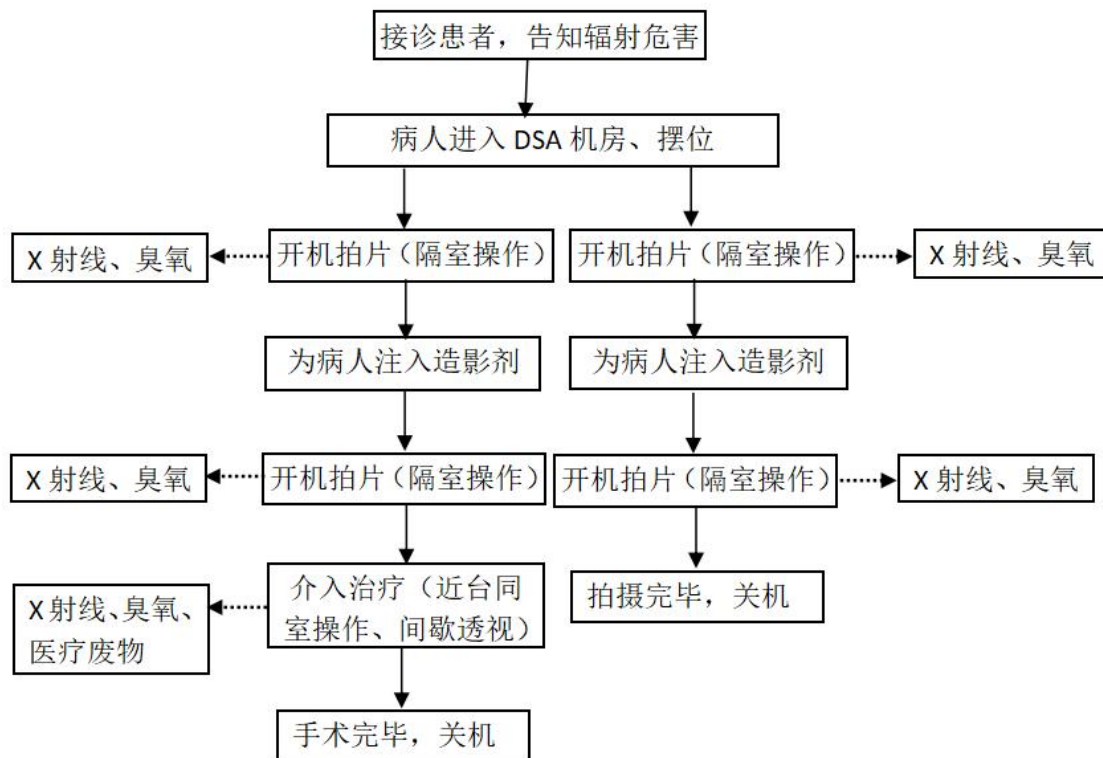


图 9-2 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

3、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。

4、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员由换鞋间进入更衣室，在更衣室更换衣物后通过走道进出辐射工作场所。

患者路径：患者从患者入口走道进出诊疗室。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物在污物暂存间暂存，后交由有相应资质的单位回收处理。

本项目人流、污物路径示意图 9-3。

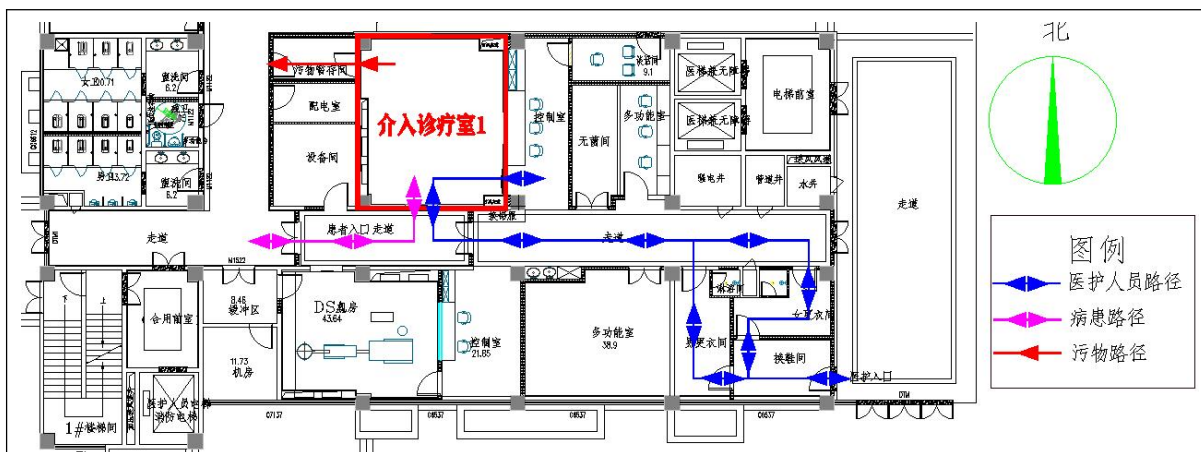


图9-3 本项目人流、物流路径示意图

5、污染源项描述：

(1) 电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。本项目数字减影血管造影机（DSA）的相关参数具体如下表所示：

工作场所	介入诊疗室 1
设备名称	数字减影血管造影机（DSA）
射线装置分类	II类射线装置
最大参数	125kV，1000mA
运行参数	拍片：电压≤100kV，电流≤500mA 透视：电压≤90kV，电流≤20mA

(2) 废气

DSA 曝光过程中将产生少量氮氧化物和臭氧，介入诊疗室 1 采用机械通风，产生废气由排风管引至医疗 3 号楼楼顶排放（距地面约 47m）。经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

(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 2kg 的医疗废物，医院年最大手术台数为 1600 台，则每年固体废物产生量约为 3.2t。项目产生的医疗废物在污物暂存间暂存，后统一交由有相应资质的单位收运处置。

③项目拟配置 33 名辐射工作人员，均为医院原有辐射工作人员。每人每天产生

办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 4.29t。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，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。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。

(4) 废水

本项目废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水，本项目辐射工作人员均为原有辐射工作人员，不新增生活污水。医疗废水按每台手术 0.1m³ 计，则医疗废水产量为 160m³/a。产生废水依托医院既有污水管道和污水处理站，采用“一级强化处理+ClO₂消毒”工艺，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，经市政污水管网排入三台县城市生活污水处理厂处理。医院既有污水处理站日处理能力为 450m³，医院现每日处理约 423.1m³，满足本项目需求。

(5) 噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为空调噪声，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，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。

(6) 造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘克沙醇）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，钥匙交专人保管；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

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

本项目位于医疗 3 号楼 1 层。根据大楼设计图纸及现场勘察，本项目外环境关系如下：以介入诊疗室 1 四周墙体为边界：**北部**紧邻大厅中庭，约 14m~21m 为 CT 室区域，约 21m~24m 为放射科通道，约 24m~30m 为影响室、学习室、值班室，约 30m~33m 为北侧院内道路，约 33m~50m 为放射中心；**西部**紧邻设备间、配电室、污物暂存间，约 4m~7m 为西侧走道，约 7m~14m 为男/女/残卫生间、照片室区域，约 14m~22m 为西侧院内道路，约 22m~50m 为潼川二小；**南部**紧邻患者入口走道，约 2.8m~9m 为 DSA 机房区域、楼梯间、医护人员/消防电梯，约 9m~32m 为南侧集中绿地，约 32m~50m 为院内道路、绿化带；**东部**紧邻控制室，约 2.8m~7.6m 为无菌间、多功能室、谈话间，约 7.6m~15m 为医梯、强电井、管道井、电梯前室、水井，约 15m~21m 为东侧走道，约 21m~50m 为中医科区域、DR/MRI 区域；**正下方**为变配电室（-1F）；**正上方**为团队心理治疗室（2F）。

本项目医护人员由换鞋间进入更衣室，在更衣室更换衣物后通过走道进出辐射工作场所，医生用房独立成区。患者在陪护人员陪同下从患者入口走道进出诊疗室；手术过程中产生的医疗废物在污物暂存间暂存，后交由有相应资质的单位回收处理。因此，本评价认为本项目总平面布置是合理。

2、辐射工作场所两区划分

（1）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。

（2）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，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。拟将介入诊疗室 1 实体范围内划分为控制区；将控制室、污物暂存间、患者入口走道诊疗室门口 1m 处划分为监督区，项目控制区和监督区划分情况见表 10-1。



图 10-1 本项目两区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

场所	控制区	监督区
介入诊疗室 1	介入诊疗室 1 实体范围	控制室、污物暂存间、患者入口走道诊疗室门口 1m 处

(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；

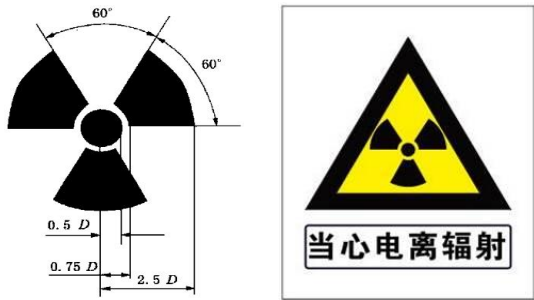


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

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。

(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

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。

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施：

- ①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。
- ②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。
- ③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。
- ④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LiH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。
- ⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。
- ⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘(0.5mmPb)、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。
- ⑦正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启

动”键启动照射；同时在操作台和介入手术床体旁上均设置“紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

2、屏蔽防护措施

根据医院提供防护设计资料，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C、《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》表3.4查询，诊疗室实体防护设施铅当量折合估算见表10-2。参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），根据最大工况下管电压和不同屏蔽体材料铅当量厚度，本项目诊疗室与标准屏蔽措施对照，具体见表10-3。

表 10-2 介入诊疗室 1 实体防护折合铅当量计算表

介入诊疗室 1	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	200mm 加气混凝土隔墙+3mm 铅当量铅板	3mmPb	3mmPb
屏蔽门	3mm 铅当量铅门	3mmPb	3mmPb
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3mmPb	3mmPb
屋顶	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥砂浆	1.46mmPb+2.45mmPb	3.91mmPb
地面	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥砂浆	2.75mmPb+1.09mmPb	3.84mmPb

注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，常用屏蔽物质的密度：混凝土密度 2.35g/cm³，则医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量如下：当管电压为 125kV 时，查表 C.4、C.5 可知：87mm 厚混凝土折合为 1mmPb，158mm 厚混凝土折合为 2mmPb，则本项目 120mm 厚混凝土折合为 1.46mmPb；查表 C.6、C.7 可知：179mm 厚混凝土折合为 2.5mmPb，221mm 厚混凝土折合为 3mmPb，则本项目 200mm 混凝土折合为 2.75mmPb。②根据《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》，查表 3.4，管电压 150kV（无 125kV 数据），密度为 2.7g/cm³ 的钡水泥，厚度为 17mm 折合为 1mmPb，厚度为 38mm 折合为 2mmPb，则本项目 45mm 厚硫酸钡水泥砂浆折合为 2.45mmPb，20mm 厚硫酸钡水泥砂浆折合为 1.09mmPb。③加气混凝土材料保守不考虑屏蔽厚度。

表 10-3 介入诊疗室 1 实体防护设施对照表

诊疗室	诊疗室规格	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶	地面
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
介入诊疗室 1	48.61m ² （最小单边长度 6.28m）	200mm 加气混凝土隔墙+3mm 铅当量铅板（约合 3mmPb）	3mm 铅当量的铅钢防护门	3mm 铅当量的铅玻璃	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥砂浆（约合 3.91mmPb）	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥砂浆（约合 3.84mmPb）

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	非有用线束 2mm铅当量	非有用线束 2mm 铅当 量	非有用线束 2mm 铅当 量	有用线束 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

3、安全措施

①门灯连锁：介入诊疗室1门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②有中文标识的紧急停机装置：控制台上、介入手术床旁拟设置紧急停机按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急停机按钮，均可停止X线系统出束。

③操作警示装置：DSA系统的X线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

④对讲装置：在诊疗室与控制间之间拟安装对讲装置，控制间的工作人员通过对讲机与诊疗室内的手术人员联系。

⑤警告标志：介入诊疗室1防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑥防夹装置与自动闭门装置：介入诊疗室1电动推拉门设置防夹装置；其余平开门设置自动闭门装置。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

（1）辐射工作人员

为减少辐射工作人员的照射剂量，采取防护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

本项目工作场所严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在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。

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。

③屏蔽防护

1) 隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与介入诊疗室 1 之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

2) 防护用品：对于介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品须满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求。本项目介入诊疗室1内配备铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风等防护用品，本项目介入诊疗室1防护用品配备如表10-4所示。

表 10-4 介入诊疗室 1 防护用品配备一览表

序号	场所	防护名称	数量	铅当量	医院拟配备情况
1	介入诊疗室1	铅悬挂防护屏/ 铅防护吊帘	1	$\geq 0.5\text{mmPb}$	设备采购时自带辅助防护设施，含铅防护吊帘和床侧防护帘，铅当量均为0.5mmPb
2		床侧防护帘/ 床侧防护屏	1	$\geq 0.5\text{mmPb}$	

辐射工作人员应配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶防护衣等防护用品，本项目拟配备个人防护用品如表10-5所示。

表 10-5 本项目个人防护用品配备一览表

序号	场所	防护名称		数量/件	铅当量（mmPb）
1	介入诊疗室1	患者	铅橡胶围裙	1	0.5
2			铅橡胶颈套	1	0.5
4		工作人员	铅橡胶颈套	3	0.5
5			铅防护眼镜	3	0.5
6			介入防护手套	3	0.025
8			铅衣	3	0.5

本项目受检者个人防护用品配备铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶围裙。工作人员辅助防护设施配备铅防护吊帘和床侧防护帘，个人防护用品配备铅橡胶颈套、介入防护手套、铅橡胶帽子、铅衣、铅防护眼镜。防护用品数量及铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关规定。

④个人剂量监测

医院拟为本项目医师位（主刀、助手）配备2套个人剂量报警仪、护士位配备1套个人剂量报警仪，共计3套个人剂量报警仪。

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩带。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2）受检者或患者的安全防护

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

（3）介入诊疗室1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，在介入诊疗室1门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

5、与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析

本项目涉及的个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析见下表 10-6：

表 10-6 项目涉及个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析表

放 射 检 查 类 型	分 项		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目已采取措施	符 合 性 分 析
介入 放射 学操 作	工作人 员	个人防 护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、 介入防护手套	医院配备铅衣 2 套、铅橡胶 颈套 2 套、 铅防护眼镜 2 副、介入防护手套 2 双	符合
		辅助防 护设施	铅悬挂防护屏/铅防护吊 帘、床侧防护帘/床侧防护 屏	医院配备铅悬挂防护屏和 床侧防护帘 1 套	符合
	患者和 受检者	个人防 护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方 形）或方巾、铅橡胶颈套	医院配备铅橡胶性腺防护 围裙（方形）或方巾 1 套、 铅橡胶颈套 1 套	符合

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全

局)) 和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函[2016]1400号)对II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 10-7:

表 10-7 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 3mm 铅当量	/
	介入诊疗室1防护门	3 扇防护铅门,均为 3mm 铅当量	/
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	新增
	通风设施	机械排风系统	/
	紧急停机按钮	设备自带	新增
	门灯连锁	/	需配备
	对讲系统	/	需配备
	入口处电离辐射警告标志	/	需配备
	入口处机器工作状态指示灯箱	/	需配备
	闭门装置(平开门)	/	需配备
监测设备	防夹装置(推拉门)	/	需配备
	便携式辐射监测仪	/	需配备 1 台
	个人剂量计	/	新增 12 套
防护器材	个人剂量报警仪	/	需配备 2 台
	医护人员个人防护	/	需配备铅衣 2 套、铅橡胶颈套 2 套、铅防护眼镜 2 副、介入防护手套 2 双
	患者防护	/	需配备铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套

四、投资估算

本项目总投资 811 万元,其中环保投资 43.0 万元,占总投资约 5.30%。具体环保设施及投资见表 10-8。

表 10-8 环保设施及投资一览表

项目		设施	金额(万元)
介入诊疗室 1	辐射屏蔽措施	铅防护门 3 扇(均为 3mm 铅当量)	3.0
		铅玻璃观察窗 1 扇(为 3mm 铅当量)	1.0
		四周墙体 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥砂浆	22

		屋顶 160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥砂浆	
		地面 160mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥砂浆	
	安全装置	工作状态指示灯 3 个	0.4
		电离辐射警告标志 3 套	
		床下铅帘 1 副 (0.5mm 铅当量)	机器自带
		悬吊铅帘 1 副 (0.5mm 铅当量)	
		门灯联锁装置 3 套	3.0
		有中文标识的紧急停机装置 1 套	
		对讲装置 1 套	
		防夹装 1 套	
		自动闭门装置 2 套	
	监测仪器 和个人防 护用品	个人剂量计 33 套	利旧
		个人剂量报警仪 3 台	
		便携式辐射剂量监测仪 1 台	
		职业人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套	4.0
		患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙 1 套	
	污染物处 置费用	施工期产生的建筑垃圾、生活垃圾、装修垃圾、包装垃圾等；运营期产生的医疗包装物和容器、药棉、纱布、手套等医疗废物	2.8
	辐射监测 费用	个人剂量检测、工作场所监测	6.8
	合计		43.0

在今后实践中，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

本项目废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水，本项目辐射工作人员均为原有辐射工作人员，不新增生活污水。医疗废水按每台手术 0.1m³ 计，则医疗废水产量为 160m³/a。产生废水依托医院既有污水管道和污水处理站，采用“一级强化处理+ClO₂ 消毒”工艺，处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)

表 2 中预处理标准后，经市政污水管网排入三台县城市生活污水处理厂处理。医院既有污水处理站日处理能力为 450m^3 ，医院现每日处理约 423.1m^3 ，满足本项目需求。

2、废气

DSA 曝光过程中将产生少量氮氧化物和臭氧，介入诊疗室 1 采用机械排风，产生废气由排风管引至医疗 3 号楼楼顶排放（距地面约 47m ）。经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（ $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求。

3、固体废物

固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废弃物，如医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套、废造影剂等。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废物由有相应资质的单位统一回收处理：①项目拟配置 33 名辐射工作人员，均为医院原有辐射工作人员。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg ，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 4.29t 。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，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。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。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，经专用容器统一收集打包后在污物暂存间暂存，后统一交由有相应资质的单位收运处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

医院拟将医疗 3 号楼（已建，12F/-1F，高约 47.95m）1 层原西药房改造成介入诊疗室 1，在调整、改造、拆除的过程中，需重装和新建部分墙体，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。医院拟采取以下措施：

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：项目生活污水经医院污水处理设施处理；

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到指定地点进行处理，生活垃圾依托环卫部门统一清运。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

设备安装、调试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，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在介入诊疗室1内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物，作为一般固体废物进行处置，不随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院拟在介入诊疗室 1 内使用 1 台 DSA，医院年最大手术台数为 1600 台，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，其主要环境影响因素为工作时产生的 X 射线，出束方向向上。

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，医生通过开放式控制间铅玻璃观察窗手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制间内，经诊疗室各屏蔽体屏蔽后，对室外（包括介入诊疗室1楼上、楼下）的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入介入诊疗室1，进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、戴铅防护眼镜等在诊疗室内对病人进行直接的手术操作。

本次分析采用理论预测方法对本项目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分析。

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

根据医院实际诊疗情况，拍片时，DSA的常用电压60~100kV，常用电流为100~500mA；透视时，DSA常用管电压为70~90kV，常用管电流为6~20mA。

本项目射线管过滤材料为0.9mm铜+1mm铝（详见附件9），保守取0.9mm铜过滤条件，通过查《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》图4.4C，对于管电压为90kV，0.9mm铜作为过滤板的条件下，当管电压为90kV时（透视最大工况），视差方式取得 v_{r0} 约为 $0.08R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；当管电压为100kV时（拍片最大工况）， v_{r0} 约为 $0.12R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。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 $13.97mGy \cdot min^{-1}$ ；在拍片管电压为100kV、管电流为500mA时，距靶1m处的剂量率 H_1 为 $523.80mGy \cdot min^{-1}$ 。见下表：

表11-1 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	最大使用工况	距靶1m处的照射量率 v_{r0}	距靶1m处的空气比释动能率
拍片	60~100kV	100~300mA	100kV、500mA	$0.12R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$	$523.80mGy \cdot min^{-1}$
透视	70~90kV	6~20mA	90kV、20mA	$0.08R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$	$13.97mGy \cdot min^{-1}$

本项目DSA投用后，手术过程介入诊疗室1四周及正下方的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，介入诊疗室1正上方受主射辐射的影响，介入诊疗室1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，距离介入诊疗室1最近关注点可以代表最大可能辐射影响。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式C.1以及附录表C.2可知。

屏蔽减弱因子B:

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

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。

散射线的减弱因子将根据实际情况,采用常用工况下散射线拟合参数进行计算;
泄漏射线因和主射线能量一样,故采用常用工况下主射线拟合参数计算其减弱因子。

表 11-2 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,介入诊疗室1不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-3。

表 11-3 本项目介入诊疗室 1 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	等效约合 铅当量	屏蔽减弱因 子（透视）	屏蔽减弱因子（拍片）	
				主束	散射
四周墙体	200mm 加气混凝土隔墙 +3mm 铅当量铅板	3mmPb	***	***	***
屋顶	120mm 混凝土+40mm 硫酸 钡水泥砂浆	3.91mmPb	***	***	***
地面	200mm 混凝土+20mm 硫酸 钡水泥砂浆	3.84mmPb	***	***	***
屏蔽门	3mm 铅当量铅门	3mmPb	***	***	***
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃窗	3mmPb	***	***	***

手术医生位	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1mmPb	***	***	***
护士位	0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	***	***	***

注：考虑到手术时实际站位情况，护士位不考虑铅帘的屏蔽防护。

(1) 主射线束方向影响分析

①计算模式

本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

$$D_r = D_i \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \dots\dots\dots \text{(式 2)}$$

式中：

D_r —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_i —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，mGy/min；

T —每年工作时间；

μ —利用因子，主射方向取 1；

η —对防护区的占用因子，本项目保守取 1；

f —屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r —预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

根据 NCRP147 报告，患者和接收器对初始线束的减弱倍数为 10 到 100 倍，考虑最不利影响，患者和接收器对初始线束的减弱倍数取 10 倍，则主射方向照射量率取主射线束的 10%。

将相关参数带入（式 2）中，进行各关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-4：

表 11-4 介入诊疗室 1 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点 保护目标	与出束 口直线 距离 (m)	屏蔽材料与厚度及 等效铅当量 (mm)	照射 类型	屏蔽透 射因子 (f)	利用 因子 (μ)	占用 因子 (η)	主射辐射剂 量率 (μ Gy/h)	预测点年 有效剂量 (mGy/a)
***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***

2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{(式3)}$$

式中：

- H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；
- H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；
- α ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取得当 400cm^2 散射面积时， $\alpha=1.3 \times 10^{-3}$ ；故当 1cm^2 散射面积时， $\alpha=3.25 \times 10^{-6}$ （ 90° 散射）；
- s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；
- d_0 ——源与病人的距离，m，取 1m；
- d_s ——病人与预测点的距离，m；
- B ——减弱因子。

个人年最大有效剂量估算公式如下：

$$E = H \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式4)}$$

式中：

- E —辐射外照射人均年有效剂量，mSv；
- H —辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；
- t —年工作时间，h；
- T —居留因子，职业人员保守取 1，正上方、正下方诊室保守取 1，其余公众保守取 1/4。

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

关注点保护目标	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	照射类型	屏蔽减弱因子	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***

[illegible]

(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 4)进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式}5)$$

式中:

H—预测点处的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

f—泄漏射线比率, 1‰;

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

R—靶点距关注点的距离, m;

B——减弱因子，前文表 11-3 计算取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	病人(散射点)到关注点距离	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量	照射类型	屏蔽减弱因子	漏射辐射剂量率($\mu\text{Gy/h}$)
---------	---------------	---------	-----------	------	--------	-----------------------------

*** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** *** ***	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***	***

由表 11-7 可知,本项目介入诊疗室 1 周围最大辐射剂量率为*** μSv/h, 低于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的规定。

(5) 关注点年辐射剂量分析

表 11-8 本项目各预测点理论预测最大受照剂量统计表

关注点位保护目标		照射类型	综合剂量率 (μSv/h)	年最大受照时间 (h)	居留因子	透视/拍片 总辐射剂量 (mSv/a)	年总辐射剂量 (mSv/a)	备注
***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***
***		***	***	***	***	***	***	***
***		***	***	***	***	***	***	***

[illegible]

本项目拟配置 33 名辐射工作人员，其中 23 名手术医生（主刀 13 名，助手 10 名），7 名护士，3 名技师；根据实际情况医护人员工作时间很难人均分配，本次预测取辐射工作人员工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍保守考虑。各科室每名医生及护士技师的年剂量核算见下表 11-9。

表11-9 本项目每名职业人员年剂量核算表

[illegible]

***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***

由表 11-8、11-9 可知，本项目手术医生所受年附加叠加有效剂量最大为***mSv/a；护士所受年附加叠加有效剂量最大为***mSv/a；技师所受年附加叠加有效剂量最大为***mSv/a，均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的管理约束值，也均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 剂量限值；诊疗室周围的公众所受年附加叠加有效剂量最大为***mSv/a，低于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的管理约束值，也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众 1mSv/a 剂量限值。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离介入诊疗室1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，实际工作中，常用管电压和管电流远低于预测工况，且项目运行产生的X射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，介入诊疗室1内周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对介入诊疗室1内周围公众影响更小。

（6）医生腕部皮肤受照剂量

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

本项目采用理论预测分析介入医生腕部皮肤所受到的剂量，减弱因子参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2，则手术时医生腕部所受的最大辐射剂量见下表：

表11-10 本项目介入手术医生腕部最大辐射剂量率表

关注点 部位	射线源距 关注点的 距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折 合铅当量 （mmPb）	减弱因子	散射辐射剂 量率 （μGy/h）	漏射辐射剂 量率 （μGy/h）	综合剂量 率（μGy/h）
-----------	-----------------------	---------	-------------------------	------	------------------------	------------------------	------------------

***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算诊疗室人员年皮肤吸收剂量：

$$D_S = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 6）}$$

$$H_S = D_S \cdot W_R \dots\dots\dots \text{（式 7）}$$

式中： D_S —皮肤吸收剂量，mGy；

$\dot{k}$ —X 辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{KS} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t—人员累积受照时间，h；

H_S —关注点的当量剂量，mSv；

W_R —辐射权重因数，X 射线取 1。

据各科室介入手术工作量分配情况，神经内科手术医生人均受照时间最长，为 13.34h，根据上述分析有如下两种情况：①手术医生在透视时预计有 1/5 时间在受照位置进行插入导管等操作，此时受照时间为 2.668h（13.34h×1/5），根据表 11-11 分析，腕部位置处的剂量当量率为 7.73E+03μGy/h；②手术医生在透视时预计有 4/5 时间在非受照位置进行手术操作时，此时受照时间为 10.672h（13.34h×4/5），根据表 11-11 分析，腕部位置处的剂量当量率为 2.80E+02μGy/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 $C_{KH}=1.72\text{Sv/Gy}$ ，从表 A.4/A5 中查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转换系数 $C_{KS}=1.156\text{mGy/mGy}$ 。根据式 6，手术医生在受照位置进行插入导管等操作时，医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为：9.36mGy/a，手术医生在非受照位置进行手术操作时，医生手术位腕部皮肤受照当量

剂量为：1.36mGy/a，则手术医生腕部皮肤受照当量剂量叠加共为 10.72mGy/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 的要求，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。

综上所述，本项目公众、职业、皮肤剂量均满足要求。

（8）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 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。

（9）射线装置报废

射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源和拆解加高压射线管），确保装置无法再次组装通电使用，并按照国有资产和生态环境主管部门的要求，履行相关报废手续。

二、大气环境影响分析

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为介入诊疗室 1 内空气中氧受 X 射线电离而产生的氢氧化物和臭氧。DSA 曝光过程中的氢氧化物和臭氧产生量很小，介入诊疗室 1 采用机械排风，产生废气由排风管引至医疗 3 号楼顶排放（距地面约 47m）。经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级

标准（0.2mg/m³）的要求。

三、废水环境影响分析

本项目废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水，本项目辐射工作人员均为原有辐射工作人员，不新增生活污水。医疗废水按每台手术 0.1m³ 计，则医疗废水产量为 160m³/a。产生废水依托医院既有污水管道和污水处理站，采用“一级强化处理+ClO₂消毒”工艺，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，经市政污水管网排入三台县城市生活污水处理厂处理。医院既有污水处理站日处理能力为 450m³，医院现每日处理约 423.1m³，满足本项目需求。

四、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 2kg 的医疗废物，医院年最大手术台数为 1600 台，则每年固体废物产生量约为 3.2t。项目产生的医疗废物在污物暂存间暂存，后统一交由有相应资质的单位收运处置。

③项目拟配置 33 名辐射工作人员，均为医院原有辐射工作人员。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 4.29t。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，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。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风机噪声，所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过 65dB（A），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

本项目使用的 DSA 属于 II 类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当机器运行期间才会产生 X 射线等危害因素，所以最大可能的事故情景为：装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；手术过程中，人员误入或滞留在介入诊疗室 1 内而造成非主射方向的误照射。

三、源项分析及事故等级分析

本项目 DSA 主要的环境风险因子为工作时产生的 X 射线。按照中华人民共和国国务院 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 11-11 中。

表 11-11 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

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 11-12。

表 11-12 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	/

脑型急性放射病	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
	轻度	10.0Gy~100.0Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

四、辐射事故分析

(1) 事故分析

本项目涉及II类射线装置，运营期间存在的风险和潜在危害及事故隐患如下：

表 11-13 项目环境风险和可能发生的事故情景

设备名称	类型	风险因子	可能发生的辐射事故
DSA	II类射线装置	X射线	①介入手术操作过程中，介入手术人员未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作。②在装置运行时，公众误入诊疗室或者未撤离介入诊疗室1，造成不必要的照射。

DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数情况如下表所示：

表 11-14 DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数

序号	事故情景	受照人员	设备参数	距靶1m处剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	射束方向
1	手术期间误照射	手术医生	90kV/20mA（按透视运行参数）	8.38×10^5	散射、漏射
2	公众误入介入诊疗室1或未撤离	误入人员	90kV/20mA（按透视运行参数）	8.38×10^5	散射、漏射

(2) 剂量估算

①手术期间可能发生的辐射事故情景

本项目射线装置出束方向固定向上，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作，受到非主射方向的照射。

则在不同距离，不同曝光时间（最大按 20min 手术时间计算），介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见表 11-15。

表 11-15 介入手术过程中误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离（m）	时间（min）	散射所致剂量（mSv/次）	漏射所致剂量（mSv/次）	总剂量（mSv/次）
0.5	1.0	1.85E-02	5.700E-02	7.55E-02
	5.0	9.04E-02	2.783E-01	3.69E-01
	10.0	1.82E-01	5.599E-01	7.42E-01

	20.0	3.63E-01	1.116E+00	1.48E+00
--	------	----------	-----------	----------

②公众误入介入诊疗室 1 或未撤离介入诊疗室 1 的辐射事故情景

在装置运行时，公众误入介入诊疗室 1 或未撤离介入诊疗室 1 的情况下进行照射操作，对人员造成不必要的照射。

则在不同距离，不同曝光时间（本项目手术床旁及操作室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 15s），人员误入所受辐射剂量估算详见表 11-16。

表 11-16 误入介入诊疗室 1 误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置 的距离（m）	时间（s）	散射所致剂量 （mSv/次）	漏射所致剂量 （mSv/次）	总剂量 （mSv/次）
1	5	7.09E-04	2.18E-03	2.89E-03
	10	1.42E-03	4.36E-03	5.78E-03
	15	2.13E-03	6.54E-03	8.67E-03
2	5	1.77E-04	5.46E-04	7.23E-04
	10	3.54E-04	1.09E-03	1.45E-03
	15	5.31E-04	1.64E-03	2.17E-03

（3）事故后果

①根据表 11-16 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 1.48mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故。

②根据表 11-17 可知，公众误入介入诊疗室 1 或未撤离介入诊疗室 1，在不同位置随着时间推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 8.67E-03mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 1mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故。

综上所述，本项目不会构成辐射事故。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理。

五、辐射事件下环境影响分析与防范应对措施

（1）装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；手术过程中，人员误入或滞留在介入诊疗室 1 内而造成非主射方向的误照射。

应对措施：介入手术人员佩戴剂量报警仪进行手术；安装两套独立的剂量监测系统，每套皆可单独终止照射；当有人员误入或滞留时，人员可立即按动设备自带

紧急停机按钮逃出介入诊疗室 1。本项目控制台上亦配置有紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

（2）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》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出介入诊疗室 1，关闭诊疗室机门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

（4）管理应对措施

医院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，避免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于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。
- ③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。
- ④制定医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。

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出介入诊疗室 1，关闭诊疗室机门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生，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。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

医院已成立辐射安全与防护管理领导小组。

(1) 文件已包含内容：

①人员组成

组长：陈锐、王泽琛

副组长：喻成平、赵发伦、郭金凤、文兵、夏颖

成员：牟小玲、罗虹、李现聪、刘国平等

②辐射安全领导小组职责

领导小组主要职责是严格遵守和执行本院放射防护管理制度，领导并共同做好放射防护各项工作。

(2) 需要完善的相关内容

根据医院辐射安全与环境保护管理领导小组机构文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，持续确保领导小组的实效性；

②发生放射事故事件和和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并按照程序向生态环境主管部门报告；

③定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项目拟配置 33 名辐射工作人员，主刀医生 13 名、助手医生 10 名、护士 7 名、技师 3 名；手术时，手术室内 1 名主刀医生，1 名助手医生，1 名护士。本项目辐射工作人员均为医院原有辐射工作人员，还将兼任原有辐射类工作，故而存在剂量叠加。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作 260 天，每天 8 小时的工作制度。

②医院现有62名辐射工作人员，均为Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员，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）和《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），医院仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员均已通过了自主考核；从事Ⅱ类射线装置使用活动的辐射工作人员，均为本次项目新增，暂未参加辐射安全与防护的学习和考核，医院承诺将尽快安排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。

④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（在铅衣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。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，穿戴铅衣时，应戴在铅衣里面。

三、辐射安全档案资料管理和规章制度

1、档案管理分类

医院将来运营时可对相关资料进行分类归档，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”，存放在医院相关办公室。

2、建立主要规章制度

医院可根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》等要求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	国家生态环境部	省生态环境厅	具体要求	对照分析
----	---------	--------	------	------

	制度名称	制度名称		
1	辐射安全与环境保护管理机构和岗位职责	辐射安全与环境保护管理机构和岗位职责	应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员，落实了部门和人员全面负责辐射安全管理的具体工作	已制定，需将本项目拟新增的射线装置纳入管理
2	辐射工作场所安全管理规定	辐射工作场所安全管理规定	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	本次新增工作场所应新增管理制度上墙
3	辐射安全防护设施维护维修制度	辐射安全防护设施维护维修制度	应定期检查辐射安全防护设施的有效性	已制定
4	场所分区管理制度	场所分区管理制度	按要求划分控制区和监督区，实行分区管理，应有明确的标识	即有场所已划定，需按要求划定新增场所的两区
5	设备操作规程	辐射工作设备操作规程	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	应补充本次新增设备操作规程并上墙
6	场所及环境监测方案	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	每年委托有资质的单位进行 1 次场所年度监测；平时应定期开展自我监测，并做好记录；取得《许可证》后 3 个月内完成验收监测。	应补充本项目相关场所的监测方案，并按要求实施
7	监测仪表使用与校验管理制度	监测仪表使用与校验管理制度	需制定并落实监测仪表使用与校验管理制度	已制定
8	辐射工作人员培训/再培训制度	辐射工作人员辐射安全与防护培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员需通过考核后方可上岗。	已制定并落实
9	辐射工作人员个人剂量管理制度	辐射工作人员个人剂量管理制度	个人剂量监测周期为 1 次/季。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。	已制定并落实

10	工作人员岗位职责	辐射工作人员岗位职责	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	本次新增项目应补充制定工作人员岗位职责并上墙
11	辐射事故/事件应急预案	辐射事故预防措施及应急处理预案	辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划。应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	已制定并落实，需根据新增项目更新补充应急预案内容，并在新增工作场所墙上悬挂应急预案内容
12	放射源台账管理	放射性同位素和射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度	既有射线装置已建立管理台账，本项目新增射线装置应按要求建立台账，做到帐物相符，并及时更新
13	/	质量保证大纲和质量控制检测计划	使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位须制定质量保证大纲和质量控制检测计划，利用更精确的诊疗计划减少病患受到不必要的照射	已制定，需将本次新增设备纳入其中

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函 [2016]1400 号）的要求，建设单位应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

医院应按照《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函 [2016]1400 号）的要求，将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

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

四、辐射监测

1、工作场所监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第九条的规定，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府生态环境主管部门认定的环境监测机构进行监测。

年度监测：医院每年应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置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。

自主验收监测：医院在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展1次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

2、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。根据《HJ 61-2021 辐射环境监测技术规范》结合现场实际情况及医院提供的设计图纸，确定表 12-3 工作场所监测计划建议：

表 12-3 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位	备注
DSA	X- γ 空气吸收剂量率	验收监测1次；委托有资质的单位进行监测，频率为1次/年；自行开展辐射监测	铅窗、控制室、诊疗室1四周屏蔽墙外、诊疗室1正/下方、防护门缝等环境敏感点	检测结果不大于2.5 μ Sv/h

（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落实监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测单位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；或委托有资质的单位对监测仪器进行检定/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完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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。

3、个人剂量检测

个人剂量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，监测周期为1次/季。

(1) 当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累计剂量检测数值超过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，经本人签字确认后通过年度评估报告上报发证机关；当单次个人累积剂量检测数值超过20mSv，应立即开展调查并报告辐射安全许可证发证机关，启动辐射事故处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

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

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），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。

(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、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。医院应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

(5) 医院须严格按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求配发个人剂量计，要求辐射工作人员正确配戴个人剂量计，每季度由专人负责回收后交由有资质的检测单位进行检测，按照要求建立个人剂量档案，并将个人剂量档案终生保存。

据调查，医院委托了四川鸿进达卫生技术服务有限公司进行个人剂量计的检测，本次提供了2024年整年度个人剂量监测报告汇总表，由汇总表可知，未发现单季度个人有效剂量超过季度限值1.25mSv的情况，也未发现个人年剂量值超过5mSv的情况，符合管理要求。

五、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《放射性同位素与射线装置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《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/>)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。

六、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

（1）医院现有辐射事故应急预案内容

医院现有辐射事故应急预案内容包括：应急机构人员组成，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）本项目辐射事故应急预案可行性分析

医院现有辐射事故应急预案内容包括了应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话等，仍需补充完善以下内容：

- ①增加应急人员的培训，应急和救助的装备、资金、物资准备和应急演练。
- ②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。
- ③增加应急机构和职责分工，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。
- ④增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健等部门报告。
- ⑤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环境保护主管部门备案。
- ⑥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。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

（1）发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出介入诊疗室 1，关闭诊疗室机门，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》，向生态环境主管部门公安部门报告。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。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新建数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：三台县人民医院

建设性质：扩建

建设地点：四川省绵阳市三台县潼川镇解放下街 139 号三台县人民医院医疗 3 号楼 1 层拟建介入诊疗室 1 内

2、工程建设内容及规模

医院拟将医疗 3 号楼（已建，12F/-1F，高约 47.95m）1 层原西药房改造成介入诊疗室 1，拟在诊疗室内安装使用 1 台单管数字减影血管造影机（简称“DSA”）型号待定，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，出束方向固定，由下而上，属于 II 类射线装置，年诊疗病例约 1600 例，年累计最大出束时间为 362.67h（其中拍片 6.93h，透视 355.74h），主要用于血管造影、介入治疗等。

拟改造介入诊疗室 1 面积为 48.61m²（长 6.28m×宽 7.74m×高 3.5m），实体屏蔽为：四周墙体均为 200mm 加气混凝土隔墙（新增）+3mm 铅当量铅板（新增）；顶部为 120mm 混凝土（原有）+45mm 硫酸钡水泥砂浆（新增）；地面为 200mm 混凝土（原有）+20mm 硫酸钡水泥砂浆（新增）；观察窗（1 扇）采用 3mm 铅当量铅玻璃（新增）；防护门（3 扇）均采用 3mm 铅当量的防护铅门（新增）。

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《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日施行）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）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 1 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

本项目位于三台县人民医院医疗 3 号楼 1 层，经分析项目运营对环境基本无影响。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 69nGy/h~81nGy/h，与四川省生态环境厅《2023 年四川省生态环境状态公报》中绵阳市区域环境 γ 辐射剂量率自动监测结果（70~100nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（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

本项目投入运营后，本项目手术医生所受年附加叠加有效剂量最大为***mSv/a；护士所受年附加叠加有效剂量最大为 8.34mSv/a；技师所受年附加叠加有效剂量最大为***mSv/a，均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的管理约束值，也均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 剂量限值；手术室周围的公众所受年附加叠加有效剂量最大为***mSv/a，低于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的管理约束值，也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众 1mSv/a 剂量限值。

DSA 投入运营后，本项目产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对介入诊疗室 1 外公众影响更小。

综上所述，本项目工作人员所受的年剂量低于本次评价中所确定的 5.0mSv 的年剂量约束值，公众所受的年剂量低于本次评价中所确定的 0.1mSv 的年剂量约束值。从上述结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、防护门窗满足辐射防护的要求。

六、事故风险与防范

医院制定的辐射事故应急预案和安全规章制度经补充和完善后可行，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

医院落实本报告表提出的环保措施后，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

经过医院的不断完善，医院安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，考试（核）合格，持证上岗，有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。

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后，本评价认为从环境保护和辐射防护角度看项目在三台县人民医院医疗3号楼1层建设是可行的。

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

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

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

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

7、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	设施
辐射屏蔽措施	铅防护门 3 扇（均为 3mm 铅当量）
	铅玻璃观察窗 1 扇（为 3mm 铅当量）
	四周墙体 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥砂浆
	屋顶 160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥砂浆
	地面 160mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥砂浆
安全装置	工作状态指示灯 3 个
	电离辐射警告标志 3 套
	床下铅帘 1 副（0.5mm 铅当量）
	悬吊铅帘 1 副（0.5mm 铅当量）
	门灯联锁装置 3 套
	有中文标识的紧急停机装置 1 套
	对讲装置 1 套
	防夹装 1 套
	自动闭门装置 2 套
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 33 套
	个人剂量报警仪 3 台
	便携式辐射剂量监测仪 1 台
	职业人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套
	患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙 1 套

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》（中华人民共和国国务院令 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》（中华人民共和国国务院令 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，建设单位应当按照中华人民共和国

国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

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

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《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（<https://www.mee.gov.cn/>）。

（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；②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。

（5）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（<https://eia.lem.org.cn>）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。