

核技术利用建设项目

中江县人民医院（本部院区）

新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表

（送审本）

中江县人民医院

二〇二六年三月

生态环境部监制

# 目 录

表 1	项目基本情况 .....	- 2 -
表 2	放射源 .....	- 14 -
表 3	非密封放射性物质 .....	- 15 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	- 17 -
表 6	评价依据 .....	- 18 -
表 7	保护目标与评价标准 .....	- 20 -
表 8	环境质量和辐射现状 .....	- 25 -
表 9	项目工程分析与源项 .....	- 28 -
表 10	辐射安全与防护 .....	- 35 -
表 11	环境影响分析 .....	- 50 -
表 12	辐射安全管理 .....	- 77 -
表 13	结论与建议 .....	- 87 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中江县人民医院（本部院区） 新增数字减影血管造影装置（DSA）项目			
建设单位		中江县人民医院			
法人代表	**	联系人	**	联系电话	*****
注册地址		中江县凯江镇大北街 96 号			
项目建设地点		中江县凯江镇大北街 96 号中江县人民医院（本部院区）门诊医技楼五层			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	1200	项目环保投资（万元）	104.5	投资比例	8.70%
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 <sup>2</sup> ）	140.0
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	无				
<b>项目概述</b>					
<b>一、建设单位情况</b>					
<p>中江县人民医院（社会信用代码：12510521451164362Y）始建于 1944 年，是国家卫健委首批达到县级医院综合服务能力推荐标准和纳入国家“千县工程”的县级医院。先后获得全国改善医疗服务先进单位、四川省第一批老年友善医疗机构、四川省文明医院、四川省卫生系统先进集体等荣誉称号，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。医院占地面积 82.62 亩，业务用房建筑面积 7.5 万余平方米。现有编制床位 550 张，开放床位 860 张，职工 1290 人，其中高级职称 174 人，中级职称 580 人，初级职称 424 人。设有职能科</p>					

室 23 个、临床科室 28 个、医技科室 11 个。中江县人民医院分设两个院区，本部院区位于中江县凯江镇大北街 96 号（即本项目所在院区），城南院区位于中江县南华镇一环路南段 999 号。分别位于凯江两侧。

医院现有 1.5T 核磁共振成像系统（MRI）、医用直线加速器（位于城南院区）、X 射线血管造影系统（位于本部院区行政综合楼一层介入治疗室）等一大批先进医疗设备约 3760 台（套）。

中江县人民医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为川环辐证[00549]，有效期至 2027 年 11 月 06 日，许可的种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置（具体范围详见附件 2）。

中江县人民医院为改善就医环境，优化流程布局，为患者提供便捷的就医体验，更好地为人民群众健康服务，在本部院区建设中江县人民医院改扩建项目，并于 2022 年 8 月 25 日取得了德阳市生态环境局《关于中江县人民医院改扩建项目环境影响报告书的批复》德环审批【2022】271 号（以下简称：本部院区），现阶段本项目所在大楼主体施工已结束但大楼整体仍在修建阶段，还未取得验收。本项目位于中江县人民医院改扩建项目的门诊医技楼内。

### （一）任务由来

医院为进一步提高医疗服务能力，提升医疗机构的放射诊断技术能力和服务水平，更好的惠及人民群众，满足患者的诊疗需要，医院规划在门诊医技楼五层新建 2 间介入导管室，在新建的 2 间介入导管室内分别安装 1 台 DSA 设备，现处于空置状态。本次评价为本部院区门诊医技楼五层新建 2 间介入导管室及其配套用房，在新建的 2 间介入导管室（介入导管室 1、介入导管室 2）内各新增使用 1 台数字减影血管造影装置（简称 DSA（以下简称 DSA1、DSA2）），属于 II 类射线装置，主要用于介入诊断、血管造影。

### （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 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 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 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《四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2025 年本）》，本项目应报德阳市生态环境局审查批准。因此，中江县人民医院委托四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件 1）。

四川省瑜仁嘉卫生技术服务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，对项目可能对环境造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

### （三）本项目建设内容

#### 1、工程概况

项目名称：中江县人民医院（本部院区）新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：中江县人民医院

建设性质：新建

建设地点：中江县凯江镇大北街 96 号中江县人民医院（本部院区）门诊医技楼五层

#### 2、工程建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院拟在本部院区门诊医技楼（已建-2F~8F，总高约 37.65m）五层新建 2 间介入导管室及其配套用房，在拟建的 2 间介入导管室内各新增使用 1 台 DSA，用于心血管内科、神经内科、老年病科、神经外科、呼吸内科等病症的放射诊断和介入诊断。拟新增的 2 台 DSA 额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下而上，属于 II 类射线装置，每台 DSA 年诊疗病例约 600 台（2 台 DSA 共计 1200 台），每台年曝光时间累计约 123.50h（拍片 2.67h、透视 120.83h）。

新建的 2 间介入导管室面积均为 70.0m<sup>2</sup>，长 10.0m、宽 7.0m、高 4.5m，2 间介入导管室实体屏蔽均为：四面墙体为 370mm 实心砖（新增）+20mm 硫酸钡防护涂料（新增）；机房顶部为 250mm 混凝土（利旧）+2mmPb 无铅辐射防护板（新增）；机房地面为 250mm 混凝土（利旧）+50mm 硫酸钡防护涂料（新增）；观察窗为 4mm 铅当量铅玻璃；屏蔽门为 4mm 铅当量的防护铅门。辅助用房：等候区面积 117.38m<sup>2</sup>，缓冲间面积为 26.65m<sup>2</sup>，谈话间 1 面积为 6.31m<sup>2</sup>，谈话间 2 面积为 6.43m<sup>2</sup>，抢救室面积为 13.01m<sup>2</sup>，恢复间面积为 89.34m<sup>2</sup>，病人走廊面积为 126.60m<sup>2</sup>，男更衣室 2 面积为 16.59m<sup>2</sup>，女更衣室 2 面积为 15.60m<sup>2</sup>，女卫面积为 4.37m<sup>2</sup>，男卫面积为 4.37m<sup>2</sup>，铅衣间面积为 10.86m<sup>2</sup>，控制廊面积为 169.54m<sup>2</sup>，污物走道面积为 47.87m<sup>2</sup>，污物、污洗间面积为 12.05m<sup>2</sup>，设备间 1 面积为 18.21m<sup>2</sup>，设备间 2 面积为 19.31m<sup>2</sup> 等房间。

新建的 2 间介入导管室（介入导管室 1、介入导管室 2）及其配套用房平面布置图如下：

\*

**图 1-1 新建的 2 间介入导管室平面布置图**  
**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	介入导管室 1	新建的介入导管室 1 面积均为 70.0m <sup>2</sup> ,长 10.0m、宽 7.0m、高 4.5m, 实体屏蔽为: 四面墙体为 370mm 实心砖(新增)+20mm 硫酸钡防护涂料(新增); 机房顶部为 250mm 混凝土(利旧)+2mmPb 无铅辐射防护板(新增); 机房地面为 250mm 混凝土(利旧)+50mm 硫酸钡防护涂料(新增); 观察窗为 4mm 铅当量铅玻璃; 屏蔽门为 4mm 铅当量的防护铅门(介入导管室 1 与控制廊的医护人员通道采用平开门、与病人走廊的病人通道采用推拉门)。	噪声、废水、废气、固体废物	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物	新建
	介入导管室 2	新建的介入导管室 2 面积均为 70.0m <sup>2</sup> ,长 10.0m、宽 7.0m、高 4.5m, 实体屏蔽为: 四面墙体为 370mm 实心砖(新增)+20mm 硫酸钡防护涂料(新增); 机房顶部为 250mm 混凝土(利旧)+2mmPb 无铅辐射防护板(新增); 机房地面为 250mm 混凝土(利旧)+50mm 硫酸钡防护涂料(新增); 观察窗为 4mm 铅当量铅玻璃; 屏蔽门为 4mm 铅当量的防护铅门(介入导管室 2 与控制廊的医护人员通道采用平开门、与病人走廊的病人通道采用推拉门)。			
	使用设备	拟新增的 2 台 DSA 额定管电压均为 125kV, 额定管电流均为 1000mA, 属于 II 类射线装置, 每台 DSA 年诊疗病例约 600 台(2 台 DSA 共计 1200 台), 每台年曝光时间累计约 123.50h(拍片 2.67h、透视 120.83h)。			
辅助工程	控制走廊、库房、设备间、更衣室、缓冲间等				
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统等。		—	生活垃圾、	依托
办公及生活设施	办公室、休息室、值班室、卫生间等		—	生活污水	依托
环保工程	<b>废气处理:</b> 本项目拟在介入导管室 1、介入导管室 2 内分别设置排风系统(新建, 排风量均 800m <sup>3</sup> /h)及净化空调系统(新建, 新风量均为 1600m <sup>3</sup> /h), 介入导管室 1 的室内排风口位于北侧吊顶处, 产生臭氧接排风管道经室内预留的排风口引至室外排放口(位于门诊医技楼西侧庭院上空, 离地高约 22.1m)排出; 介入导管室 2 室内排风口位于北侧吊顶处, 产生臭氧接排风管道经室内预留的排风口引至室外排放口(位于门诊医技楼西侧庭院上空, 离地高约 22.1m)排出, 经自然分解和稀释, 能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2026)的二级标准(0.2mg/m <sup>3</sup> )的要求。		施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物	废水、废气、固体废物	依托
	<b>废水处理:</b> 本项目产生的废水依托医院在建的污水管道、预处理池和污水处理站(处理工艺为: 预处理+二级强化+次氯酸钠消毒, 处理规模为: 2400m <sup>3</sup> /d), 处理达《医疗机构水污染物排放				

	标准》(GB 18466-2005)中预处理标准后,通过市政污水管网进入猫儿嘴城市生活污水处理厂处理达标后,排入凯江。			
	<b>固废处理:</b> 医疗废物依托医院在建的医疗废物暂存间(位于住院大楼-1F)及收集系统进行收集,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统一收集。	—		依托

### 3.本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目 DSA1、DSA2 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

所在场所	项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
介入导管室 1	主要原辅材料	造影剂	60L	外购	碘海醇
	能源	煤	—	—	—
		电(kW·h)	3000kW·h/a	市政电网	—
		气(Nm <sup>3</sup> )	—	—	—
水资源	用水量	100m <sup>3</sup> /a	市政水网	—	
介入导管室 2	主要原辅材料	造影剂	60L	外购	碘海醇
	能源	煤	—	—	—
		电(kW·h)	3000kW·h/a	市政电网	—
		气(Nm <sup>3</sup> )	—	—	—
水资源	用水量	100m <sup>3</sup> /a	市政水网	—	

本项目使用的造影剂为碘海醇注射液,规格为 100ml/瓶,平均每台介入手术使用 1 瓶,每台每年约 600 台手术,每台年使用量约为 60L。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。

### 4.本项目主要设备配置及参数

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
DSA1	/	1 台	125kV	1000mA	介入导管室 1
DSA2	/	1 台	125kV	1000mA	介入导管室 2

DSA1 设备使用情况

出束方向	常用透视工况		常用拍片工况	
	管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上	70~90kV	6~15mA	60~100kV	100~320mA

DSA2 设备使用情况

出束方向	常用透视工况		常用拍片工况	
	管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上	70~90kV	6~15mA	60~100kV	100~320mA

DSA1、DSA2 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	年最大出束时间

	拍片 (min)	透视 (min)	(台)	拍片 (h)	透视 (h)	小计(h)
心血管内科	0.3	13	150	0.75	32.50	33.25
神经内科	0.3	12	150	0.75	30.0	30.75
老年病科	0.2	12	100	0.33	20.0	20.33
神经外科	0.2	11	100	0.34	18.33	18.67
呼吸内科	0.3	12	100	0.50	20.0	20.50
合计			600	2.67	120.83	123.50

注：2台 DSA 设备出束时间均一致。

## 5.工作人员配置情况

表 1-4 拟配置辐射工作人员一览表

设备名称	科室	职位	人数/名	备注
DSA1、DSA2	心血管内科	医生	6	新增（后续进行培训）
	神经内科	医生	4	新增（后续进行培训）
	老年病科	医生	4	新增（后续进行培训）
	神经外科	医生	4	新增（后续进行培训）
	呼吸内科	医生	4	新增（后续进行培训）
	/	技师	2	新增（后续进行培训）
	/	护士	5	新增（后续进行培训）

本项目拟配置的 29 名辐射工作人员，可同时操作新增的 2 台 DSA 设备，且均为新增辐射工作人员。拟配置的辐射工作人员专职服务于本项目评价的 2 台 DSA，不再承担医院其他辐射设备工作。拟配置的辐射工作人员分组情况如下：心血管内科 3 组医生、神经内科 2 组医生、老年病科 2 组医生、神经外科 2 组医生、呼吸内科 2 组医生、5 名护士与 2 名技师轮流工作，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。手术时，DSA 机房内医生 2 名、护士 1 名，控制室内 1 名技师。

工作制度：医院实行每年工作 250 天，每天 8 小时的工作制度。

## 6.依托环保设施情况

1、废水：施工期废水依托医院已建的污水管道和污水处理站、运营期医疗废水依托医院在的污水管道和污水处理站（处理工艺为：预处理+二级强化+次氯酸钠消毒，处理规模为：2400m<sup>3</sup>/d），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）中预处理标准后，通过市政污水管网进入猫儿嘴城市生活污水处理厂处理达标后，排入凯江。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为装修垃圾、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。施工过程中产生的装修垃圾，收集统一处理，运往政府指定地点堆存；施工人员产生的生活垃圾统一收集后由环卫部门定期清运。运营期产生的医疗废物经打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间（位于住院大楼-1F）暂存，统一交由有相应

资质的单位收运处置（目前医院已签订的医疗废物处置协议见附件7）；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

#### 1. 辐射工作场所外环境关系

本次评价的2间介入导管室均位于门诊医技楼五层。

以介入导管室1四周墙体为边界：**北侧**：门诊医技楼内区域（紧邻介入导管室2，约11.1-13.2m处为设备间2，约13.2-33.5m处为介入导管室3、介入导管室4、设备间3、护士站、病人走廊，约33.5-50m处为污染区、危化品库、废液暂存间、免疫组化室、库房等北侧门诊医技楼室内的其余功能用房）；**东北侧**：门诊医技楼内区域（紧邻控制廊，约3.5-50m处为女更衣室2、铅衣间、毒麻药库、新风机房、无菌药品库、库房2、仪器间、医护缓冲、库房1、污洗间、预留实验室等东北侧门诊医技楼室内的其余功能用房），门诊医技楼以外区域（约16.5-50m处为院内道路、院外绿化等）；**东侧**：门诊医技楼内区域（紧邻控制廊，约3.5-16.5m处为男卫、男更衣室2、医生办公室、库房3、示教室、办公室），门诊医技楼以外区域（约16.5-50m处为院内道路、院外绿化等）；**东南侧**：门诊医技楼内区域（紧邻控制廊，约3.5-27.6m为拆包间、主任办公室2、档案室、值班室、新风机房、试剂库房、污物走道2等东南侧门诊医技楼室内的其余功能用房），门诊医技楼以外区域（约16.5-50m为院内道路、院外绿化、教具厂和城北中学教师宿舍等）；**南侧**：门诊医技楼内区域（紧邻设备间1，约2.4-21.9m处为医护通道1、血液存储、物资库房、输血相容性实验室），门诊医技楼以外区域（约21.9-38.8m处为院内道路及绿化，约38.8-50m处为2#住院楼）；**西南侧**：门诊医技楼内区域（紧邻缓冲2，约2.9-50m处为医护通道1、输血科女更衣间1、输血科男更衣间2、等候大厅、发血预处理等西南侧门诊医技楼室内的其余功能用房），门诊医技楼以外区域（约21.9-38.8m处为院内道路及绿化，约38.8-50m处为2#住院楼）；**西侧**：门诊医技楼内区域（紧邻病人走廊，约2.9-50m处为库房、UPS间、气瓶间、医护通道、休息室、

值班室1、值班室2、输血科值班室3、皮肤科门诊等西侧门诊医技楼室内的其余功能用房)；**西北侧**：门诊医技楼内区域(紧邻病人走廊，2.9-50m处为缓冲区、恢复间、男更衣室1、女更衣室1、抢救室、等候区等西北侧门诊医技楼室内的其余功能用房)，门诊医技楼以外区域(约43.6-50m处为广场)；**正上方**紧邻洁净通道、配药室、2间库房、走廊、女更衣室、示教室，0-50m范围内分别为门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房；**正下方**紧邻准备/复苏室、病人走道4、消化内镜室1、消化内镜室2、消化内镜室3，0-50m范围内分别为门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能用房。

以介入导管室2四周墙体为边界：**北侧**：门诊医技楼内区域(紧邻设备间2，约2.7-50m处为介入导管室3、介入导管室4、设备间3、护士站、污染区等北侧门诊医技楼室内的其余功能用房)；**东北侧**：门诊医技楼内区域(紧邻控制廊，约3.5-50m处为毒麻药库、新风机房、无菌药品库、库房2、仪器间、医护缓冲、库房1、污洗间、预留实验室等东北侧门诊医技楼室内的其余功能用房)，门诊医技楼以外区域(约16.5-50m处为院内道路、院外绿化等)；**东侧**：门诊医技楼内区域(紧邻控制廊，约3.5-16.5m处为毒麻药库、医护通道、新风机房、铅衣间、女更衣室2、女卫、主任办公室、医生办公室)，门诊医技楼以外区域(约16.5-50m处为院内道路、院外绿化等)；**东南侧**：门诊医技楼内区域(紧邻控制廊，约3.5-38.0m为男卫、男更衣室2、库房3、办公室等东南侧室内其余功能用房及医院内部空地)，门诊医技楼以外区域(约16.5-50m为院内道路、院外绿化等)；**南侧**：门诊医技楼内区域(紧邻介入导管室1，约11.1-33.0m处为设备间1、血液存储、物质库房、输血相容性实验室)，门诊医技楼以外区域(约33.0-50m处为院内道路及绿化)；**西南侧**：门诊医技楼内区域(紧邻病人走廊，约2.9-50m处为气瓶间、休息室、批复科门诊等西南侧门诊医技楼内的其余功能用房)，门诊医技楼以外区域(约33.0-50m处为院内道路及绿化)；**西侧**：门诊医技楼内区域(紧邻病人走廊，约2.9-50m处为恢复间、缓冲区、诊室等西侧门诊医技楼内的其余功能用房)，门诊医技楼以外区域(约41-50m处为广场)；**西北侧**：门诊医技楼内区域(紧邻病人走廊，2.9-50m处为恢复间、等候区、合前用室等西北侧门诊医技楼内的其余功能用房)，门诊医技楼以外区域(约41-50m处为广场)；**正上方**紧邻OT06(非净化)、OT07(非净化)、OT04(非净化)、OT03(非净化)、清洁通道，0-50m范围内分别为门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房；**正下方**紧邻泌尿生殖道内镜室5、泌尿生殖道内镜室6、泌尿生殖道内镜室7、污物通道4、护士站、穿刺准备间、麻醉准备间，0-50m范围内分别为门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能用房。

本项目的2间介入导管室平面布置图见附图7；门诊医技楼四层平面布置图见附图4；门诊医

技楼五层平面布置图见附图5；门诊医技楼六层平面布置图见附图6。

## （二）项目选址合理性

中江县人民医院本部院区位于中江县凯江镇大北街 96 号，已取得了中江县自然资源和规划局颁发的不动产权证书【川（2004）中江县不动产权第 0071046 号】，土地用途为医疗卫生用地，见附件 4。医院外环境比较单一，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。

本项目介入导管室 1、介入导管室 2 位于医院（本部院区）门诊医技楼五层，本部院区于 2022 年 8 月 25 日取得了德阳市生态环境局《关于中江县人民医院改扩建项目环境影响报告书的批复》德环审批【2022】271 号（以下简称：本部院区），详见附件 3。本项目位置最大限度避开了人流量较大的区域，评价范围内无产科和儿科等环境敏感目标。本项目水、电、气、通讯设施均依托医院原有设施妥善解决，且建设的介入导管室 1、介入导管室 2 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。

## （三）实践正当性分析

本项目 DSA 设备用于医学检查和诊断，可提高医院的放射诊断水平，具有良好的社会效益和经济效益，本项目介入导管室 1、介入导管室 2 的辐射屏蔽防护设计、拟采取的防护设施、措施符合国家有关标准要求。预计本项目 DSA 设备运行过程中带来的辐射环境影响符合国家有关标准要求，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证情况

中江县人民医院已取得由四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（附件2），川环辐证[00549]，有效期至2027年11月06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)。具体情况见附件2。

表1-5 中江县人民医院现有射线装置统计表

序号	辐射活动场所名称	装置名称	规格型号	技术参数（最大）	类别	活动种类	生产厂家
1	城南院区门诊住院大楼负二层直线加	医用直线加速器	ElektaSynergy	粒子能量 10MeV	II类	使用	医科达（北京）医疗器械有限公司

	速器机房（一）						
2	城南院区门诊住院大楼六层手术室（三）	移动式C型臂X射线机	Brivo OEC 785	管电压110kV 管电流20mA	III类	使用	北京通用电气华伦医疗设备有限公司
3	城南院区门诊住院大楼六层手术室（四）	移动式C型臂X射线机	Brivo OEC 785	管电压110kV 管电流20mA	III类	使用	北京通用电气华伦医疗设备有限公司
4	城南院区门诊住院大楼六层手术室（五）	移动式C型臂X射线机	Ziehm Vision FD Vario 3D	管电压110kV 管电流20mA	III类	使用	奇目医疗器械贸易（上海）有限公司
5	城南院区门诊住院大楼一层CT机房（一）	X射线计算机体层摄影设备	Optima CT620	管电压120kV 管电流600mA	III类	使用	航卫通用电气医疗系统有限公司
6	城南院区住院楼一层放射室	数字化医用X射线摄影系统	uDR 760i	管电压150kV 管电流1000mA	III类	使用	上海联影医疗科技股份有限公司
7	健康体检车	车载数字X射线机	AKHX-19D-I	管电压150kV 管电流630mA	III类	使用	深圳市艾克瑞电气有限公司
8	院本部发热门诊	X射线计算机体层摄影设备	ScintCare 778Honor	管电压140kV 管电流660mA	III类	使用	四川明峰医疗科技有限公司
9	院本部行政综合楼一层介入治疗室	医用血管造影X射线机	Artis Zee III Floor	管电压125kV 管电流1000mA	II类	使用	德国西门子公司
10	院本部住院大楼二层骨密度检查室	双能X线骨密度仪	DPX-NT	管电压76kV 管电流3mA	III类	使用	美国GE公司
11	院本部住院大楼一层CT机房（二）	X射线计算机体层摄影设备	NeuViz 128	管电压140kV 管电流667mA	III类	使用	沈阳东软医疗系统有限公司
12	院本部住院大楼一层CT室（1）	64排128层螺旋CT	SOMATOM Perspective64排128层	管电压130kV 管电流345mA	III类	使用	上海西门子医疗器械有限公司
13	院本部住院大楼一层摄影室（1）	DR	Definium6000	管电压150kV 管电流630mA	III类	使用	北京通用电气华伦医疗设备有限公司
14	院本部住院大楼一层摄影室（2）	DR	Definium6000	管电压150kV 管电流630mA	III类	使用	北京通用电气华伦医疗设备有限公司
15	院本部住院大楼一层摄影室（3）	DRF	AxiomLuminosDrf	管电压150kV 管电流1000mA	III类	使用	德国西门子公司
16	院本部住院大楼一层摄影室（4）	口腔CT	New Tom VGi	管电压110kV 管电流20mA	III类	使用	意大利QRs.r.1公司

医院目前已获许可使用射线装置共计 16 台，均按照要求履行了环保手续。

医院应定期检查《辐射安全许可证》及全国核技术利用辐射安全申报系统中台账，确保在用种类、台账数量与实际使用射线装置一致。医院应按照相关要求，如有待报废射线装置须进行去功能化，同时及时到相关管理部门办理相关手续。

#### **（二）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。

#### **（三）原有辐射工作人员培训情况**

中江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。建设单位现有辐射工作人员共 147 人，均在医院内进行了相关培训，其中 110 人通过医院的考核、37 人通过国家核技术利用辐射安全与防护考核。现有的辐射工作人员符合管理要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，本项目的辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排本项目相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试；合格证到期前，需进行再培训。

根据中华人民共和国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 第9号），对于仅从事 III 类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加核技术利用辐射安全与防护考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加核技术利用辐射安全与防护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为五年，有效期届满的，应当有核技术利用单位组织再培训和考核。

#### **（四）年度评估报告**

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告”。建设单位已编制《2025年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》并上交发证机关（已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统<http://rr.mee.gov.cn>在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作）。

#### **（五）辐射管理规章制度执行情况**

根据相关文件的规定，结合建设单位实际情况，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。建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，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。

对建设单位现有辐射工作场所而言，建设单位具备辐射安全管理的综合能力。建设单位应根据国家发布新的相关法规内容，结合本项目实际及时对各项规章制度补充、修改和完善。

## （六）开展辐射监测的情况

### 1、个人剂量检测

建设单位对于所有入职、在职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并档案管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。提供了2024年11月01日至2025年10月31日连续四个季度的个人剂量检测报告（报告编号：川鸿(辐)检[2025]第 G0096号-1、川鸿(辐)检[2025]第G0096号-2、川鸿(辐)检[2025]第G0213号、川鸿(辐)检[2025]第G0318号、川鸿(辐)检[2025]第G0461号）可知：医院出现一名辐射工作人员单季度监测结果最高为4.24mSv，其余人员单季度、合计年剂量的个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值情况。部分人员非全年在岗或已离岗或为新增人员，故无部分季度剂量监测。

医院出现一名辐射工作人员单季度监测结果最高为4.24mSv，单季度个人剂量监测结果已超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值情况，但是建设单位对该辐射工作人员的个人剂量检测结果进行了调查，具体调查情况说明详见附件6。

### 2、工作场所辐射水平监测

根据原环保部 18 号令和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025 年版)》的要求，医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。医用射线装置工作场所监测，主要针对射线装置机房周围（四周墙体、楼上/下、防护门和观察窗）、控制室等，从 2025 年度的检测数据分析，医院现有的 16 台射线装置在出束时机房周围 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测值范围为 0.034 $\mu$ Sv/h~0.93 $\mu$ Sv/h，未发现屏蔽体外 30cm 处超过 2.5 $\mu$ Sv/h 的情况。

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	DSA1	II类	1	/	125	1000	介入诊断	介入导管室 1	新增
2	DSA2	II类	1	/	125	1000	介入诊断	介入导管室 2	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
臭氧及氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境
生活污水及医疗废水	液态	—	—	少量	少量	—	不暂存	依托医院在建的污水管道、预处理池和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）中预处理标准后，通过市政污水管网进入猫儿嘴城市生活污水处理厂处理达标后，排入凯江。
介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料	固态	—	—	约 2kg/台	约 2400kg	—	依托医院在建的医疗废物暂存间及收集系统进行收集	委托有资质的单位进行定期处理。

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/m<sup>3</sup>，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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

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) 《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；</p> <p>(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；</p> <p>(6) 《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）；</p> <p>(7) 《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；</p> <p>(8) 《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；</p> <p>(9) 《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；</p> <p>(10) 《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；</p> <p>(11) 《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；</p> <p>(12) 《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；</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，2015 年 12 月实施；</p> <p>(14) 《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>(15) 《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；</p>
-------------	---

	<p>(16) 《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和格式》(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》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(8) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(10) 《环境空气质量标准》(GB3095-2026)；</p> <p>(11) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；</p> <p>(12) 《声环境质量标准》(GB3096-2008)；</p> <p>(13) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)；</p> <p>(14) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)；</p> <p>(15) 《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)；</p> <p>(16) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。</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) 《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))；</p> <p>(4) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025 年版)》(川环函(2025)616 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> <p>(6) 环评委托书。</p>

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：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”。本项目属于II类射线装置的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围为介入导管室 1、介入导管室 2 边界外 50m 区域。

### 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的辐射工作人员和周围停留的公众，本项目2间介入导管室均位于门诊医技楼五层。

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，选取距离本项目辐射工作场所较近、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 辐射工作场所环境保护目标一览表

项目	相对位置	环境保护目标	距辐射源/屏蔽体最近距离(m)		人数	照射类型	剂量约束值 (mSv/a)
			水平距离	垂直距离			
DSA 1	-	①介入导管室 1 内的医生（第一术者位）	0.5 <sup>①</sup>	0	约 27 人/d	职业	5.0
	-	②介入导管室 1 内的医生（第二术者位）	0.8 <sup>①</sup>	0		职业	5.0
	-	③介入导管室 1 内的护士	1.0 <sup>①</sup>	0		职业	5.0
	东侧	④-1 控制廊内的技师(介入导管室 1 外)	5.5 <sup>①</sup>	0	约 2 人/d	职业	5.0
	东北侧	④-2 控制廊内的技师(介入导管室 2 外)	11.3 <sup>①</sup>	0	约 2 人/d	职业	5.0
	东侧	④-3 控制廊、男卫、男更衣室 2、医生办公室、库房 3、示教室、办公室等区域	4.6 <sup>①</sup>	0	约 300 人/d	公众	0.1
	北侧	⑤-1 介入导管室 2、介入导管室 3、介入导管室 4 等区域	5.6 <sup>①</sup>	0	约 50 人/d	职业	5.0
		⑤-2 介入导管室 2、介入导管室 3、介入导管室 4、设备间 3、护士站、病人走廊等区域	5.6 <sup>①</sup>	0	约 200 人/d	公众	0.1
	西侧	⑥病人走廊、库房、UPS 间、气瓶间、医护通道、休息室等区域	4.6 <sup>①</sup>	0	约 300 人/d	公众	0.1

	南侧	⑦设备间 1、医护通道 1、血液存储、物资库房等区域	7.1 <sup>①</sup>	0	约 400 人/d	公众	0.1
		1.2#住院楼区域	38.8 <sup>②</sup>	0	约 400 人/d	公众	0.1
	东南侧	2.教具厂和城北中学教师宿舍等区域	45.2 <sup>②</sup>	0	约 200 人/d	公众	0.1
	楼上	⑧洁净通道、配药室、2 间库房、走廊、女更衣室、示教室、门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房等区域	0	4.5 <sup>①</sup>	约 800 人/d	公众	0.1
	楼下	⑨准备/复苏室、病人走道 4、消化内镜室 1、消化内镜室 2、消化内镜室 3、门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能用房等区域	0	-3.8 <sup>①</sup>	约 800 人/d	公众	0.1
DSA 2	-	A.介入导管室 2 内的医生(第一术者位)	0.5 <sup>①</sup>	0	约 27 人/d	职业	5.0
	-	B.介入导管室 2 内的医生(第二术者位)	0.8 <sup>①</sup>	0		职业	5.0
	-	C.介入导管室 2 内的护士	1.0 <sup>①</sup>	0		职业	5.0
	东侧	D-1.控制廊内的技师(介入导管室 2 外)	5.5 <sup>①</sup>	0	约 2 人/d	职业	5.0
	东南侧	D-2.控制廊内的技师(介入导管室 1 外)	13.1 <sup>①</sup>	0	约 2 人/d	职业	5.0
	东侧	D-3 控制廊、毒麻药库、医护通道、新风机房、铅衣间、女更衣室 2、女卫、医生办公室等区域	4.6 <sup>①</sup>	0	约 300 人/d	公众	0.1
	南侧	E-1.介入导管室 1 等区域	7.5 <sup>①</sup>	0	约 27 人/d	职业	5.0
		E-2.介入导管室 1、设备间 1、血液存储、物质库房、输血相容性实验室等区域	7.5 <sup>①</sup>	0	约 500 人/d	公众	0.1
	西侧	F.病人走廊、恢复间、缓冲区、诊室、广场等区域	4.6 <sup>①</sup>	0	约 500 人/d	公众	0.1
	北侧	G-1.设备间 2、介入导管室 3、介入导管室 4、设备间 3、护士站、污染区等区域	5.1 <sup>①</sup>	0	约 27 人/d	职业	5.0
		G-2.设备间 2、介入导管室 3、介入导管室 4、设备间 3、护士站、污染区等区域	5.1 <sup>①</sup>	0	约 200 人/d	公众	0.1
	楼上	H.OT06(非净化)、OT07(非净化)、OT04(非净化)、OT03(非净化)、清洁通道, 门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房等区域	0	4.5 <sup>①</sup>	约 800 人/d	公众	0.1
	楼下	I.泌尿生殖道内镜室 5、泌尿生殖道内镜室 6、泌尿生殖道内镜室 7、污物通道 4、护士站、穿刺准备间、麻醉准备间, 门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能用房等区域	0	-3.8 <sup>①</sup>	约 800 人/d	公众	0.1

注: <sup>①</sup>距离按照与靶点(辐射源)的距离统计; <sup>②</sup>距离按照与屏蔽体的距离统计。

## 评价标准

### 一、环境质量标准

(1) 大气: 《环境空气质量标准》(GB3095-2026) 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：《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）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：本项目参照执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中的贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；医疗废物：执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020），还应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）相关要求。

## 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，由来自获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过500mSv。眼晶体的年当量剂量不超过150mSv。

本次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）作为医院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，实践使公众中有关的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。

本次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、介入导管室防护设施的技术要求

介入导管室防护设施的技术要求执行《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

有关规定。

### (1) 介入导管室布局要求

①介入导管室应合理设置 DSA 设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

②介入导管室应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

③介入导管室最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 介入导管室使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度(m)
DSA (单管头)	20	3.5

### (2) 介入导管室屏蔽要求

①介入导管室屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

表 7-3 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
介入导管室 1、介入导管室 2	2.0	2.0

②介入导管室门和窗关闭时应符合表 7-3 的规定。

### (3) 介入导管室屏蔽体外剂量水平

具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

### (4) DSA 工作场所防护

①机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

②机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

③机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

④机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

⑤机房平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

⑥机房电动推拉门宜设置防夹装置。

⑦机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

**(5) DSA 工作场所防护用品及防护设施配置要求**

①机房应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应符合开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

②除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb。

③介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

④应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

⑤个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

**表 7-4 个人防护用品和和辅助防护设施配置要求**

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

注 1：“—”表示不做要求。

表 8 环境质量和辐射现状

### 一、项目地理和场所位置

本项目位于中江县人民医院本部院区门诊医技楼（已建-2F~8F，总高约37.65m）五层新建的2间介入导管室（介入导管室1、介入导管室2）区域，根据现场踏勘，本项目周边环境及拟建位置现场情况如下图所示。

*	*
2 间介入导管室拟建位置	项目所在门诊医技楼现状
*	*
项目东侧教具厂和城北中学教师宿舍楼	项目所在大楼门诊医技楼外现状

图8-1 本项目介入导管室及周边现状图

### 二、本项目主要环境影响

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

受中江县人民医院委托，四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司的于 2026 年 03 月 13 日对本次评价的辐射工作场所进行了现场监测，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	主要参数	检定/校准情况	
X/γ辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 SCYRJ-FSWS-033	能量响应： 20keV~3.0MeV 测量范围： 1nGy/h~1.2mGy/h	校准/检定单位： 中国测试技术研究院 校准/检定有效期： 2025.09.12~2026.09.11 校准因子：0.97（校准源： <sup>137</sup> Cs）	天气：阴 温度： 13.2~14.0°C 湿度： 80.2~81.4%

### 四、质量保证

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限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。监测人员均经过培训，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。

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司质量管理体系：

### （一）资质认证

从事监测的单位，四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司于 2023 年 12 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：232303100019，有效期至 2029 年 5 月 3 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。监测人员均经过培训，考核合格持证上岗。

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。根据现场实际情况，X/γ辐射剂量率监测点位主要包括介入导管室的室内正中、室外、正下方、正上方及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。

表 8-3 现状监测布点情况及其相对位置关系

项目	监测点位	备注	
DSA	1	拟建介入导管室 1 中心	可反映拟建介入导管室 1 场地现状值
	2	拟建介入导管室 2 中心	可反映拟建介入导管室 2 场地现状值
	3	拟建介入导管室 2 北侧设备间 2	可反映介入导管室 2 北侧环境保护目标现状值
	4	拟建介入导管室 2 西侧病人走廊	可反映介入导管室 2 西侧环境保护目标现状值
	5	拟建介入导管室 1 西侧病人走廊	可反映介入导管室 1 西侧环境保护目标现状值
	6	拟建介入导管室 1 南侧设备间 1	可反映介入导管室 1 南侧环境保护目标现状值
	7	拟建介入导管室 1 东侧控制廊操作位	可反映介入导管室 1 东侧环境保护目标现状值

8	拟建介入导管室 2 东侧控制廊操作位	可反映介入导管室 2 东侧环境保护目标现状值
9	拟建介入导管室 2 楼上（洁净通道）	可反映介入导管室 2 楼上环境保护目标现状值
10	拟建介入导管室 2 楼下（穿刺准备间）	可反映介入导管室 2 楼下环境保护目标现状值
11	拟建介入导管室 1 楼上（走廊）	可反映介入导管室 1 楼上环境保护目标现状值
12	拟建介入导管室 1 楼下（病人走道 4）	可反映介入导管室 1 楼下环境保护目标现状值
13	项目东南侧教具厂和城北中学教师宿舍外	可反映本项目东南侧及院外环境保护目标现状值
14	项目南侧 2#住院楼外	可反映本项目南侧外环境保护目标现状值

注：本项目现状监测布点主要包括 2 间介入导管室内正中、室外、正下方、正上方及评价范围内的敏感点。

监测布点示意图如下：

\*

图 8-2 本项目监测布点图

## 六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-4 环境 X/γ辐射剂量率监测结果                      单位：nGy/h

\*

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

根据现场监测报告，本项目所在区域 X/γ辐射剂量率为 72~82nGy/h，与四川省生态环境厅《2024 年四川省生态环境状况公报》中德阳市区域范围内的环境γ辐射剂量率连续自动监测年均值范围为(70.0~100)nGy/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

### 1、施工期的工程分析

医院拟在门诊医技楼（已建-2F~8F，总高约 37.65m）五层新建 2 间介入导管室及其配套用房，在 2 间介入导管室内分别新增使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。本项目施工期主要涉及到新建墙体、防护工程、装饰工程以及设备安装，在此过程中将会产生一定扬尘、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。

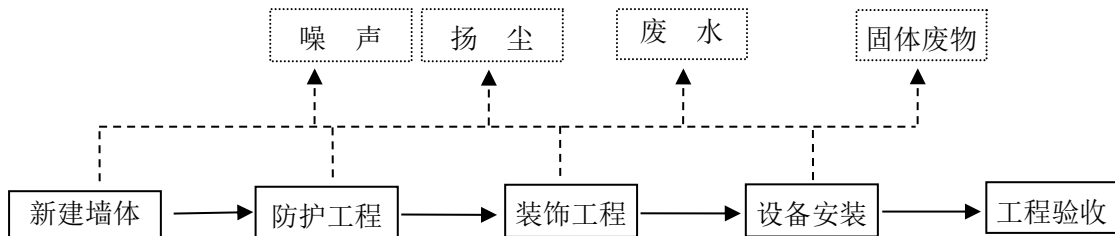


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

根据屏蔽设计情况，需要建造机房防护墙、安装防护门和观察窗。根据建设单位提供的资料，已有建筑结构和基础满足后期介入导管室的建设施工要求。

在介入导管室装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体应有足够的超边量，新建墙体过程中，墙与墙之间须紧密贴合，本项目防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍；机房进出管线位置应做好射线防护，增加防护，防止射线外漏；介入导管室屏蔽墙体表面宜光滑，洁净，颜色均匀一致，无抹纹，灰线平直方正，清渐美观，无裂纹、脱皮、麻面和起砂等现象，待硫酸钡防护层完全达到最终强度后，再施工防水层；本项目观察窗与墙体至少重叠 5cm，且采用硫酸钡涂料灌缝，新建墙体要求砖缝间的水泥须满浆满缝，不得有空隙，避免各屏蔽体之间有漏缝产生，防止辐射泄漏

为防止射线泄漏，辐射防护板拼缝处均采用 2mm 铅皮进行衔接，膨胀螺丝转角均利用 2mm 铅皮进行屏蔽补偿，墙面转角处均利用 L 型铅皮进行屏蔽补偿。

### 2、设备组成及工作原理

#### (1) 设备组成

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

## (2) 工作原理

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

X 射线装置原理见图 9-2。

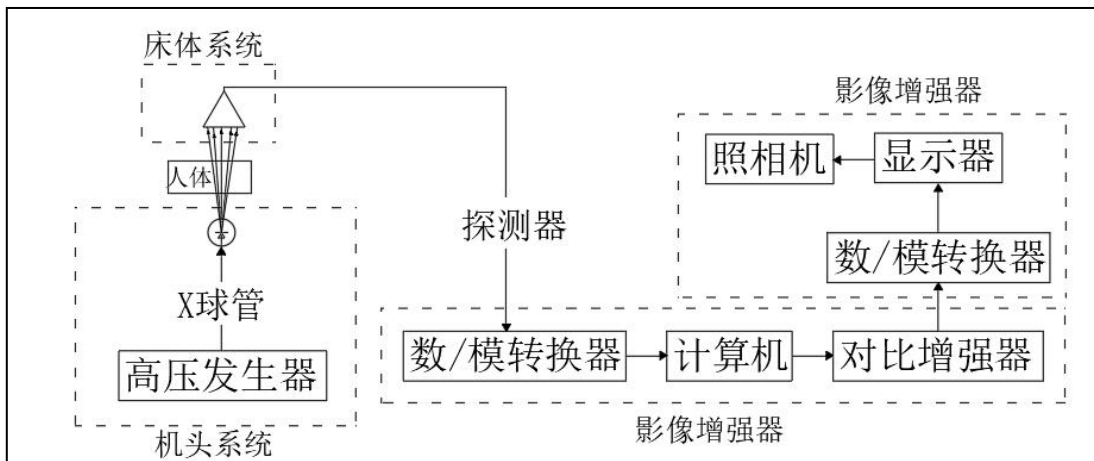


图 9-2 X 射线装置基本原理图

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，形成一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过减影处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

## 3、诊断及治疗流程简述

本项目放射介入诊断流程如下所示：

(1) 病人候诊、准备、检查：由医生写介入诊疗申请单；介入接诊手术医生检查是否有介入诊断的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊断时间。

(2) 向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊断的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。对各种需放置支架的病人，由介入主管医生根据精确测量情况提前预定核实的支架。

(3) 设置参数，病人进入介入导管室、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入介入导管室并进行摆位。

(4) 根据不同的治疗方案，手术医生及技师密切配合，完成介入手术或检查。DSA 在进行曝光时分为检查和诊断两种情况：

#### ①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，然后进入控制室，关好防护门。手术医生、技师通过控制室的计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。手术医生根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

#### ②介入诊断

DSA 介入诊断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，介入手术医生位于手术床一旁，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、铅围裙、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。介入诊断中，手术医生根据操作需求，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，病人离开介入导管室。

(5) 治疗完毕关机：手术医生应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病

人，手术医生应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回交病房病历保管。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-3:

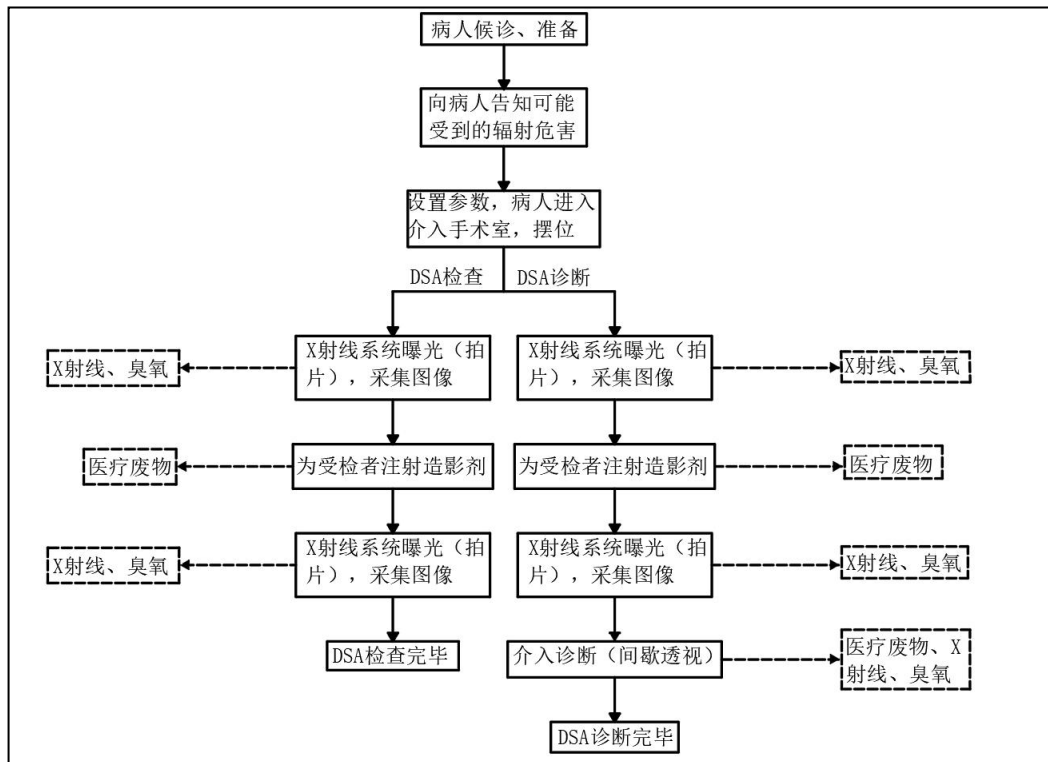


图 9-3 DSA 检查与诊断流程及产污环节示意图

其中 DSA 介入诊断具体操作流程为：诊断时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，医生必须在床旁并在 X 线导视下进行。

#### 4、设备安装调试期间的工艺分析

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导管室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 污染源项描述

#### 一、施工期污染源项分析

本项目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。

## 二、运营期污染源项分析

### 1、产污环节

本项目使用 2 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，介入诊断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，同时本项目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。

### 2、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员由医护通道 2 通过更衣室进出辐射工作场所。

患者路径：患者通过缓冲间 1 经过病人走廊进出介入导管室。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经打包后通过污物走道暂存于污物、污洗间，污物转移过程中为避免人群，应选择夜间（或其他人流量少的时间段）进行转移，最终交由有相应资质的单位回收处理。

本项目人流、污物路径示意图见下图：

\*

图 9-4 本项目人流、污物路径示意图（详见附图 9）

### 3、污染源项描述：

#### （1）电离辐射

DSA 在开机状态下产生 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。本项目的 2 台数字减影血管造影装置（DSA）的相关参数具体如下表所示：

表 9-1 本项目的相关参数

工作场所	介入导管室 1	介入导管室 2
设备名称	数字减影血管造影装置（DSA1）	数字减影血管造影装置（DSA2）
射线装置分类	II 类射线装置	II 类射线装置
额定参数	125kV，1000mA	125kV，1000mA
运行参数	透视：70~90kV，6~15mA；拍片：60~100kV，100~320mA	透视：70~90kV，6~15mA；拍片：60~100kV，100~320mA
射线管过滤材料	0.9mm 铜	0.9mm 铜

## (2) 废气

本项目拟在介入导管室 1、介入导管室 2 内分别设置排风系统（新建，排风量均 800m<sup>3</sup>/h）及净化空调系统（新建，新风量均为 1600m<sup>3</sup>/h），介入导管室 1 的室内排风口位于北侧吊顶处，产生臭氧接排风管道经室内预留的排风口引至室外排放口（位于门诊医技楼西侧庭院上空，离地高约 22.1m）排出；介入导管室 2 室内排风口位于北侧吊顶处，产生臭氧接排风管道经室内预留的排风口引至室外排放口（位于门诊医技楼西侧庭院上空，离地高约 22.1m）排出，经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）的二级标准（0.2mg/m<sup>3</sup>）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，2 台 DSA 设备合计手术量为 1200 台，则每年固体废物产生量约为 2400kg（2.4t）。本项目 2 台 DSA 产生的医疗废物打包后在污物、污洗间暂存，后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 2 台 DSA 拟配置 29 名辐射工作人员，按照每人每天产生生活垃圾约 0.5kg，则每天生活垃圾产生量约 14.5kg（0.0145t），每年生活垃圾产生量约 3.625t。工作人员产生的生活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

本项目产生的废水依托医院在建的污水管道和污水处理站（处理工艺为：预处理+二级强化+次氯酸钠消毒，处理规模为：2400m<sup>3</sup>/d），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）中预处理标准后，通过市政污水管网进入猫儿嘴城市生活污水处理厂处理达标后，排入凯江。

## (5) 噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，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，运行期间场界噪声可达到《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（碘海醇）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，最后由泌尿系统排出体外。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、辐射工作场所平面布局和两区划分

#### 1、项目平面布局合理性分析

本项目2间介入导管室均位于门诊医技楼五层。

以介入导管室1的四周墙体为边界外环境关系如下：**北侧**紧邻介入导管室2，50m范围内均在门诊医技楼内区域；**东侧**紧邻控制廊，50m范围内无其余保护目标；**东南侧**50m范围内有教具厂和城北中学教师宿舍敏感点；**南侧**紧邻设备间1，约38.8m处为2#住院楼；**西侧**紧邻病人走廊，50m范围内均在门诊医技楼内区域；**正上方**紧邻洁净通道、配药室、2间库房、走廊、女更衣室、示教室，0-50m范围内分别为门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房；**正下方**紧邻准备/复苏室、病人走道4、消化内镜室1、消化内镜室2、消化内镜室3，0-50m范围内分别为门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能用房。

以介入导管室2四周墙体为边界外环境关系如下：**北侧**：紧邻设备间2，50m范围内均在门诊医技楼内区域；**东侧**紧邻控制廊，50m范围内无其余保护目标；**南侧**：紧邻介入导管室1，50m范围内无其余保护目标；**西侧**：紧邻病人走廊，50m范围内无其余保护目标；**正上方**紧邻OT06（非净化）、OT07（非净化）、OT04（非净化）、OT03（非净化）、清洁通道，0-50m范围内分别为门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房；**正下方**紧邻泌尿生殖道内镜室5、泌尿生殖道内镜室6、泌尿生殖道内镜室7、污物通道4、护士站、穿刺准备间、麻醉准备间，0-50m范围内分别为门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能用房。

本项目医护人员从医护通道经更衣室更换衣服后，进出医生控制室及辐射工作场所；患者在陪护人员陪同下从缓冲间的病人走廊进出介入导管室。手术过程中产生的医疗废物经打包后进行转移暂存于污物、污洗间。因此，本评价认为本项目总平面布置是合理的。

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

#### 2、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）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。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。

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。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工为了便于加强管理，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）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。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。

控制区：应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。本项目拟将介入导管室 1、介入导管室 2 实体范围内划为控制区。

监督区：未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。本项目拟将病人走廊、控制廊划为监督区。

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1。本项目两区划分示意图见下图。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称及位置	控制区	监督区
DSA1、DSA2	介入导管室 1、介入导管室 2 实体范围内	病人走廊、控制廊

\*

图 10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

### 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（图 10-2），本项目电离辐射警告标识拟设于介入导管室 1 的 2 扇铅门外、介入导管室 2 的 2 扇铅门外；

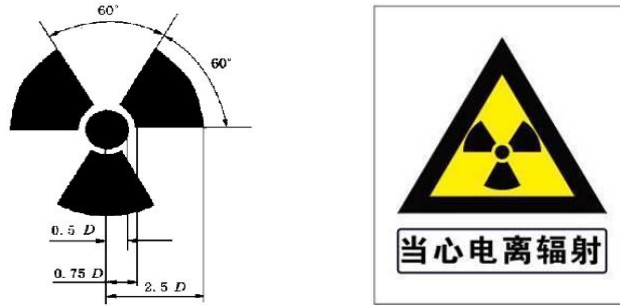


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

②制定职业防护与安全管理措施，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（包括门锁）限制进出控制区；

④在更衣室备有个人防护用品、工作服和被污染防护衣具的贮存柜；

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、安全措施或该区的边界。

#### 4、监督区防护手段与安全措施

①建设单位计划在本项目介入导管室1、介入导管室2设置黄色警示线，以黄线警示本项目监督区的边界；

②医院计划在本项目监督区的入口处的适当地点设立表明本项目监督区的标牌；

③医院计划定期检查本项目监督区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

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

## 二、辐射安全与防护措施

### （一）DSA 辐射安全及防护措施

#### 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。

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，人次如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mm 铅当量）和悬吊铅帘（0.5mm 铅当量）、铅屏风等辅助防护设施，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查询，机房实体防护设施铅当量折合估算见表10-2，根据机器特性，在实际使用中不会使用到最大管电压125kV，但保守估计，在折合屏蔽体铅当量时，仍按照125kV下辐射衰减拟合参数进行铅当量折算。

表 10-2 铅、混凝土、实心砖对管电压（125kV）X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	铅			实心砖			混凝土		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
125 散	2.233	7.888	0.7295	—	—	—	0.0351	0.066	0.7832
125	2.219	7.923	0.5386	0.0287	0.067	1.346	0.03502	0.07113	0.6974

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

式中：

X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

$\alpha$ —不同屏蔽物质对不同的管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ —不同屏蔽物质对不同的管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B—给定铅厚度的屏蔽减弱因子；

$\beta$ —不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 公式 C.1 和 C.2 进行计算，当管电压（有用线束）为 125kV 时，370mm 实心砖（密度为 1.65g/cm<sup>3</sup>）计算结果约为 3.9mmPb；250mm 混凝土（密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>）计算结果约为 3.3mmPb。

本项目 DSA 机房防护施工拟使用硫酸钡密度为 3.2g/cm<sup>3</sup>（400 目沉淀硫酸钡（纯度 99%）：水泥=4:1），混合后的密度为 2.88g/cm<sup>3</sup>，根据《放射防护实用手册》（第六章，表 6.14），本项目硫酸钡防护涂料密度保守取值为 2.79g/cm<sup>3</sup>，保守取值管电压为 150kV 的钡水泥，厚度为 20mm，保守估计折合为 1.1mmPb；厚度为 50mm，保守估计折合为 2.4mmPb。

表 10-3 介入导管室的实体防护折合铅当量计算表

位置		实体结构	折合铅当量	总计
介入导管室 1、 介入导管室 2	四周墙体	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	约 3.9+1.1mmPb	约 5mmPb
	屏蔽门	4mm 铅当量铅门	4mmPb	4mmPb
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃	4mmPb	4mmPb
	屋顶	250mm 混凝土+2mmPb 无铅辐射防护板	约 3.3mmPb+2mmPb	约 5.3mmPb
	地面	250mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料	约 3.3mmPb+2.4mmPb	约 5.7mmPb

表 10-4 介入导管室的实体防护设施对照表

机房	介入导管室 1	介入导管室 2	放射诊断放射防护要求	备注	
机房规格	70.0m <sup>2</sup> （最小单边长度 7.0m）	70.0m <sup>2</sup> （最小单边长度 7.0m）	最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> ，最小单边长度 3.5m	满足要求	
四周墙体	结构及厚度	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料（合约 5mmPb）	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料（合约 5mmPb）	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
屏蔽门		4mm 铅当量铅门	4mm 铅当量铅门	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
观察窗		4mm 铅当量铅玻璃	4mm 铅当量铅玻璃	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
屋顶		250mm 混凝土+2mmPb 无铅辐射防护板（合约 5.3mmPb）	250mm 混凝土+2mmPb 无铅辐射防护板（合约 5.3mmPb）	有用线束 2mm 铅当量	满足要求
地面		250mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料（合约	250mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料（合约	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求

	5.7mmPb)	5.7mmPb)	
<p>表中实心砖密度为 1.65g/cm<sup>3</sup>，混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅玻璃密度为 3.1g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡涂料密度为 2.79g/cm<sup>3</sup>。当屏蔽体结构由多种材料构成，各材料折合的铅当量之和即为总的铅当量。</p> <p><b>穿墙及防护门安装设计：</b></p> <p>为减少缝隙处射线的泄漏，要求防护门两侧铅板搭接宽度大于门缝宽度 10 倍以上，门的底部与地面之间的重叠宽度大于门缝宽度 10 倍以上。穿过介入导管室的管道穿墙部分均采用对应厚度铅板包裹；本项目介入导管室内设备通过电缆连接至设备间和控制室，电缆沟穿墙部分均采用对应厚度铅板包裹，并采用“U”型穿墙。由于管道和电缆穿墙位置不在主射束范围内，且对穿墙处拟进行补偿防护，能够有效防止射线直接从风管或电缆通道照射出手术室，避免漏射产生，穿墙部分不影响手术室整体的防护性能。</p> <p><b>3、安全措施</b></p> <p>①门灯连锁：介入导管室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，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。</p> <p>②有中文标识的紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁拟设置紧急止动按钮（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，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。</p> <p>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。</p> <p>④对讲装置：在介入导管室与控制廊之间拟安装对讲装置，控制廊的工作人员通过对讲机与介入导管室内的手术人员联系。</p> <p>⑤警告标志：介入导管室防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。</p> <p>⑥防夹装置与自动闭门装置：介入导管室的电动推拉门设置防夹装置；介入导管室其余平开门设置自动闭门装置。</p> <p><b>4、人员的安全与防护</b></p> <p>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。</p> <p><b>(1) 辐射工作人员</b></p> <p>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。</p>			

①距离防护

介入导管室严格按照控制区和监督区划分，实行“两区”管理，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，每次使用 DSA 进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

③屏蔽防护

隔室操作：本项目辐射工作人员（放射影像技师）采取隔室操作方式。通过控制廊与介入导管室之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线。

根据建设单位提供的关于本项目个人防护用品和辅助防护设施的配置计划，结合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 4 关于介入放射学操作的个人防护用品和辅助防护设施的要求，可知本项目拟配置的个人防护用品和辅助防护设施配置均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

本项目介入导管室拟配置的个人防护用品和辅助防护设施配置与标准要求对照见表 10-5。

表10-5 介入导管室拟配备的个人防护用品和辅助防护设施与标准要求对照一览表

机房名称	拟配备的个人防护用品和辅助防护设施				标准要求		评价
	种类	使用对象	数量	铅当量	种类	铅量	
介入导管室 1	铅橡胶防护衣	工作人员	3 件	0.5mmPb	/	/	/
	铅橡胶围裙		3 件	0.5mmPb	铅橡胶围裙	≥0.5mmPb	符合
	铅橡胶颈套		3 个	0.5mmPb	铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	符合
	铅防护眼镜		3 副	0.5mmPb	铅防护眼镜	≥0.25mmPb	符合
	介入防护手套		3 双	0.025mmPb	介入防护手套	≥0.025mmPb	符合
	铅悬挂防护屏/铅防护帘		1 个	0.5mmPb	铅悬挂防护屏/铅防护帘	≥0.25mmPb	符合
	床侧防护帘/床侧防护屏		1 个	0.5mmPb	床侧防护帘/床侧防护屏	≥0.25mmPb	符合
	移动铅防护屏风		1 个	2mmPb	/	/	/
	成人铅橡胶性腺防	患者	1 件	0.5mmPb	成人铅橡胶性腺防	≥0.5mmPb	符合

	护围裙				护围裙		
	儿童铅橡胶性腺防护围裙		1 件	0.5mmPb	儿童铅橡胶性腺防护围裙	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合
	成人铅橡胶颈套		1 个	0.5mmPb	成人铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合
	儿童铅橡胶颈套		1 个	0.5mmPb	儿童铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合
介入 导管 室 2	铅橡胶防护衣	工作人员	3 件	0.5mmPb	/	/	/
	铅橡胶围裙		3 件	0.5mmPb	铅橡胶围裙	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合
	铅橡胶颈套		3 个	0.5mmPb	铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合
	铅防护眼镜		3 副	0.5mmPb	铅防护眼镜	$\geq 0.25\text{mmPb}$	符合
	介入防护手套		3 双	0.025mmPb	介入防护手套	$\geq 0.025\text{mmPb}$	符合
	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘		1 个	0.5mmPb	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	$\geq 0.25\text{mmPb}$	符合
	床侧防护帘/床侧防护屏		1 个	0.5mmPb	床侧防护帘/床侧防护屏	$\geq 0.25\text{mmPb}$	符合
	移动铅防护屏风	1 个	2mmPb	/	/	/	
	成人铅橡胶性腺防护围裙	患者	1 件	0.5mmPb	成人铅橡胶性腺防护围裙	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合
	儿童铅橡胶性腺防护围裙		1 件	0.5mmPb	儿童铅橡胶性腺防护围裙	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合
	成人铅橡胶颈套		1 个	0.5mmPb	成人铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合
	儿童铅橡胶颈套		1 个	0.5mmPb	儿童铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	符合

#### ④个人剂量检测

辐射工作人员均应配备个人剂量计：根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)5.3佩戴，就本项目而言，对于工作中穿戴铅衣全身受照不均匀的工作情况，采用双剂量计监测方法（在胸部位置佩戴一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（在颈部位置佩戴一个剂量计）。并且要求上班期间必须佩带。

医院定期（每3个月一次）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。辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。医院应当将个人剂量档案终身保存。

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提交给发证机关。

当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过5mSv时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确

认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

### (2) 受检者或患者的安全防护

医院应配有铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、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) 介入导管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，在介入导管室门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

## 5、与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析

本项目 DSA 与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析见下表：

表 10-6 项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析

放射检查类型	分项		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目拟采取措施	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、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	职业人员配备铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 6 套	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 选配：移动铅防护屏风	设备自带铅悬挂防护屏、床侧防护帘和移动铅防护屏风各 2 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 选配：铅橡胶帽子	医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 4 套、铅橡胶颈套 4 套（成人和儿童各 2 套）	符合
X 射线设备	工作场所防护		6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	本项目的 2 间介入导管室都设有 4mm 铅当量铅玻璃的观察窗，设置的位置便于观察受检者状态及防护门开闭情况。	符合
			6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目的 2 间介入导管室均设有排风系统、净化空调系统。	符合
			6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志：机房门上方应有醒	本项目的 2 间介入导管室门外都设置有电离辐射	符合

		目的工作状态指示灯,灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句:候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	警告标志和工作状态指示灯。	
		6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置:推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施:工作状态指示灯能与机房门有效关联。	本项目的2间介入导管室各设置1扇平开门、1扇推拉门,并设置了相应的闭门装置及防夹装置,每扇门上的工作状态指示灯也与手术室的门能有效的进行关联。	符合
		6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。		符合
		6.4.7 受检者不应在机房内候诊:非特殊情况,检查过程中陪检者不应留在机房内。	本项目的受检者候诊在等候区,一般情况下在检查过程中陪检者不在手术室内。	符合
	操作的防护安全要求	7.1.1 放射工作人员应熟练掌握业务技术,接受放射防护和有关法律培训,满足放射工作人员岗位要求。	本项目的放射工作人员接受了放射防护和有关法律培训,满足放射工作人员岗位要求。	符合
		7.1.3 合理选择各种操作参数,在确保达到预期诊断目标条件下,使受检者所受到的照射剂量最低。	本项目在曝光时会根据受检者的情况合理选择操作参数。	符合
		7.1.5 X射线设备曝光时,应关闭与机房相通的门、窗。	本项目2台DSA设备在曝光时,会各自关闭与机房相通的门和窗。	符合
		7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作,并通过观察窗等密切观察受检者状态。	本项目在曝光时,医护人员会在控制廊内通过观察窗观察受检者的状态。	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《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》(川环函(2025)616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

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	介入导管	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅悬挂防护屏和床侧防护帘、移动铅防护屏风	拟配备

室 1 场所 设施	观察窗屏蔽	已设计 1 扇铅窗, 为 4mm 铅当量铅玻璃	拟配备
	机房防护门	已设计 2 扇铅门, 均为 4mm 铅当量铅门 (介入导管室 1 与控制廊的医护人员通道采用平开门、与病人走廊的病人通道采用推拉门)	拟配备
	通风设施	排风系统、净化空调系统	拟配备 1 套
	紧急停机按钮	设备自带	拟配备
	门灯连锁	/	拟配备
	对讲系统	/	拟配备
	入口处电离辐射警告标志	/	拟配备
	入口处机器工作状态指示灯	/	拟配备
	防夹装置与自动闭门装置	/	拟配备
2 介入 导管 室 2 场所 设施	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅悬挂防护屏和床侧防护帘、移动铅防护屏风	拟配备
	观察窗屏蔽	已设计 1 扇铅窗, 为 4mm 铅当量铅玻璃	拟配备
	机房防护门	已设计 2 扇铅门, 均为 4mm 铅当量铅门 (介入导管室 2 与控制廊的医护人员通道采用平开门、与病人走廊的病人通道采用推拉门)	拟配备
	通风设施	排风系统、净化空调系统	拟配备
	紧急停机按钮	设备自带	拟配备
	门灯连锁	/	拟配备
	对讲系统	/	拟配备
	入口处电离辐射警告标志	/	拟配备
	入口处机器工作状态指示灯	/	拟配备
防夹装置与自动闭门装置	/	拟配备	
3 监测 设备	便携式辐射剂量监测仪	/	已配备 1 台
	个人剂量报警仪	/	需配备 6 台
	个人剂量计	/	拟配备 24 套, 已配备 5 套
4 防护 器材	医护人员个人防护	/	需配备铅衣 6 套、铅橡胶围裙 6 套、铅橡胶颈套 6 套、铅防护眼镜 6 副、介入防护手套 6 双
	患者防护	/	需配备铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾 4 套、铅橡胶颈套 4 套 (成人和儿童各 2 套)

#### 四、投资估算

本核技术应用项目总投资 1200 万元，其中环保投资 104.5 万元，占总投资约 8.70%。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 导管 室 1	铅防护门 2 扇 (均为 4mm 铅当量, 新增)	4	
	铅玻璃观察窗 1 扇 (4mm 铅当量, 新增)	2	
	辐射 屏蔽 措施	四面墙体: 370mm 实心砖(新增)+20mm 硫酸钡防护涂料(新增) (合约 5mmPb)	35
		机房顶部为 250mm 混凝土(利旧)+2mmPb 无铅辐射防护板(新增) (合约 5.3mmPb)	
		机房地面为 250mm 混凝土(利旧)+50mm 硫酸钡防护涂料(新增) (合约 5.7mmPb)	
	安全 装置	工作状态指示灯 2 个 (新增)	1.5
		电离辐射警告标志 2 套 (新增)	
		移动铅防护屏风 1 个(2mm 铅当量)	
		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 2 套 (新增)	1
		紧急止动按钮 2 个 (1 个设备自带、1 个新增) 及标识 (新增)	
		对讲装置 1 套 (新增)	
		防夹装置 1 套与自动闭门装置 1 套 (新增)	
	监测 仪器 和个 人防 护用 品	个人剂量计 29 套 (新增)	0.5
		个人剂量报警仪 3 台 (新增)	1
		便携式辐射剂量监测仪 1 台 (利旧)	/
		职业人员需配备铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套 (新增)	2
		患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾 2 套 (成人和儿童各 1 套) (新增)	
其他	排风设施、净化空调系统 (新增)	6	
	辐射工作人员、管理人员、应急人员的培训		
	辐射工作人员职业健康体检		
介入 导管 室 2	铅防护门 2 扇 (均为 4mm 铅当量, 新增)	4	
	铅玻璃观察窗 1 扇 (4mm 铅当量, 新增)	2	
	辐射 屏蔽 措施	四面墙体: 370mm 实心砖(新增)+20mm 硫酸钡防护涂料(新增) (合约 5mmPb)	35
		机房顶部为 250mm 混凝土(利旧)+2mmPb 无铅辐射防护板(新增) (合约 5.3mmPb)	
		机房地面为 250mm 混凝土(利旧)+50mm 硫酸钡防护涂料(新增) (合约 5.7mmPb)	
	安全	工作状态指示灯 2 个 (新增)	1.5

装置	电离辐射警告标志 2 套（新增）	机器自带
	移动铅防护屏风 1 个(2mm 铅当量)	
	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 2 套（新增）	1
	紧急止动按钮 2 个（1 个设备自带、1 个新增）及标识（新增）	
	对讲装置 1 套（新增）	
	防夹装置 1 套与自动闭门装置 1 套（新增）	
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 29 套（为共用辐射工作人员）	/
	个人剂量报警仪 3 台（新增）	1
	便携式辐射剂量监测仪 1 台（利旧）	/
	职业人员需配备铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套（新增）	2
	患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 2 套（成人和儿童各 1 套）（新增）	
其他	排风设施、净化空调系统（新增）	5
	辐射工作人员、管理人员、应急人员的培训	/
	辐射工作人员职业健康体检	/
合计		104.5

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

本项目施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，可依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达标后排入猫儿嘴城市生活污水处理厂。

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。产生的废水依托医院在建的污水管道和污水处理站（处理工艺为：预处理+二级强化+次氯酸钠消毒，处理规模为：2400m<sup>3</sup>/d），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）中预处理标准后，通过市政污水管网进入猫儿嘴城市生活污水处理厂处理达标后，排入凯江。

#### 2、废气

施工期废气：施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时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。

施工期扬尘：施工过程中产生的扬尘，主要是在主体工程新建过程中新砌墙体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洒水等措施来进行控制。

本项目运营期拟在介入导管室 1、介入导管室 2 内分别设置排风系统（新建，排风量均 800m<sup>3</sup>/h）及净化空调系统（新建，新风量均为 1600m<sup>3</sup>/h），介入导管室 1 的室内排风口位于北侧吊顶处，产生臭氧接排风管道经室内预留的排风口引至室外排放口（位于门诊医技楼西侧庭院上空，离地高约 22.1m）排出；介入导管室 2 室内排风口位于北侧吊顶处，产生臭氧接排风管道经室内预留的排风口引至室外排放口（位于门诊医技楼西侧庭院上空，离地高约 22.1m）排出，经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）的二级标准（0.2mg/m<sup>3</sup>）的要求。

### 3、固体废物

施工期固废：施工过程中固体废物主要为主体工程新建时产生的建筑弃渣、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。因施工量较小，施工周期较短，对周围环境的影响较小。

运营期固废：

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，2 台 DSA 设备合计手术量为 1200 台，则每年固体废物产生量约为 2400kg（2.4t）。本项目 2 台 DSA 产生的医疗废物打包后在污物、污洗间暂存，后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 2 台 DSA 拟配置 29 名辐射工作人员，按照每人每天产生生活垃圾约 0.5kg，则每天生活垃圾产生量约 14.5kg（0.0145t），每年生活垃圾产生量约 3.625t。工作人员产生的生活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、噪声**

施工期噪声包括各类主体施工、装修产生的噪声和设备安装期间产生的噪声，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，通过建筑隔声及选用低噪声设备等措施后，施工噪声对周围环境的影响较小。

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

本项目所在楼栋现整体处于装修阶段。医院拟在门诊医技楼（已建-2F~8F，总高约 37.65m）五层新建 2 间介入导管室及其配套用房，在 2 间介入导管室内分别新增使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。本项目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，针对本项目，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：项目施工期生活污水依托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。

#### 介入导管室施工质量的要求：

①铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍；

②穿过介入导管室的管道穿墙部分均采用对应厚度铅板包裹，采用的平穿方式穿墙；

③穿过介入导管室的电缆沟穿墙部分均采用对应厚度铅板包裹，并采用“U”型穿墙；

穿墙管线与墙体间隙用岩棉封堵填实，能够有效防止射线泄露，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能，因此，控制电缆及管道的布设不会影响屏蔽墙的屏蔽效果。

\*

图11-1 风管穿墙管线示意图

\*

图11-2 电缆沟穿墙管线示意图

### 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导管室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物，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

医院拟在介入导管室 1、介入导管室 2 内各新增使用 1 台 DSA，每台设备进行介入手术治疗的工作负荷均约为 600 人/年，DSA 主要用于介入手术。

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》，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，出束方向由下向上。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：技师采取隔室操作的方式，医生通过控制廊铅玻璃观察窗观察介入导管室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制廊内。经介入导管室各屏蔽体屏蔽后，对介入导管室外（包括介入导管室楼上、楼下）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，医生需进入介入导管室，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、铅帽、戴铅防护眼镜等在介入导管室内对病人进行手术操作。

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 100~320mA；透视时，DSA 常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~15mA。根据医院提供的设备资料本项目 DSA 采用 0.9mmCu 作为过滤板，为保守计算本项目在预测时采用 0.5mmCu 作为过滤板进行预测，根据《辐射防护手册（第一分册）》辐射源

与屏蔽图4.4c可知：当管电压为90kV时，查得0.5mmCu距靶1m处的照射量率取值分别为 $0.15R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，当管电压为100kV时，查得0.5mmCu距靶1m处的照射量率取值分别为 $0.20R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。

$$K_a = X_0 \cdot (W/e) \cdot I \cdot 10^3$$

式中：

$K_a$ —距靶 1m 处的空气比释动能率， $mGy \cdot min^{-1}$ ；

$X_0$ —距靶 1m 处的照射量率， $R(1R=2.58 \times 10^{-4} C \cdot kg^{-1})$ ；

I—管电流，mA；

W/e—在空气中产生一对离子所需要的平均电离能量，取33.85V。

在拍片管电压为100kV、管电流为320mA时，距靶1m处的剂量率 $K_a$ 计算如下：

$$K_a = X_0 \cdot (W/e) \cdot I \cdot 10^3 = *$$

在透视时管电压为90kV、管电流为15mA时，距靶1m处的剂量率 $K_a$ 计算如下：

$$K_a = X_0 \cdot (W/e) \cdot I \cdot 10^3 = *$$

计算结果见下表：

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	$X_0$	$K_a$
拍片	60~100kV	100~320mA	100kV、320mA	*	*
透视	70~90kV	6~15mA	90kV、15mA	*	*

本项目 DSA 投用后，手术过程中介入导管室四周、正下方的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，手术室正上方受主射辐射的影响，手术室内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离介入导管室最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

本项目对介入导管室 1 共布设 15 个预测点位，对介入导管室 2 共布设 14 个预测点位。

介入导管室 1 预测点位说明：

①介入导管室 1 内的医生（第一术者位）距离靶点 0.5m；

②介入导管室 1 内的医生（第二术者位）距离靶点 0.8m；

③介入导管室 1 内的护士距离靶点 1.0m；

④-1 介入导管室 1 东侧保护目标（控制廊内的技师（介入导管室 1 外），屏蔽体外 30cm 处（铅窗外））距离靶点最近距离为 5.5m；

④-2 介入导管室 1 东北侧保护目标（控制廊内的技师（介入导管室 2 外），屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 11.3m；

④-3 介入导管室 1 东侧保护目标（控制廊内的技师（介入导管室 1 外），屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 4.9m；

⑤-1 介入导管室 1 北侧保护目标（介入导管室 2（职业人员），屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 5.9m；

⑤-2 介入导管室 1 北侧保护目标（介入导管室 2（公众），屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 5.9m；

⑥-1 介入导管室 1 西侧保护目标（病人走廊，屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 4.9m；

⑥-2 介入导管室 1 西侧保护目标（病人走廊，屏蔽体外 30cm 处（铅门外））距离靶点最近距离为 5.1m；

⑦介入导管室 1 南侧保护目标（设备间 1，屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 7.4m；

⑧介入导管室 1 正上方保护目标（洁净通道，顶部地面 100cm 处）距离靶点 4.5m 处；

⑨介入导管室 1 正下方保护目标（病人走道 4，楼下地面 170cm 处）距离靶点 3.8m 处；

1. 介入导管室 1 南侧保护目标（2#住院楼）距离导管室 38.8m 处；

2. 介入导管室 1 东南侧保护目标（教具厂和城北中学教师宿舍）距离导管室 45.2m 处。

\*

图 11-3 本项目介入导管室 1 周围预测点位示意图

\*

图 11-4 本项目介入导管室 1 正上方和正下方预测点位示意图

介入导管室 2 预测点位说明：

A.介入导管室 2 内的医生（第一术者位）距离靶点 0.5m；

B.介入导管室 2 内的医生（第二术者位）距离靶点 0.8m；

C.介入导管室 2 内的护士距离靶点 1.0m；

D-1.介入导管室 2 东侧保护目标（控制廊内的技师（介入导管室 2 外），屏蔽体外 30cm 处（铅窗外））距离靶点最近距离为 5.5m；

D-2.介入导管室 2 东南侧保护目标（控制廊内的技师（介入导管室 1 外），屏

蔽体外 30cm 处) 距离靶点最近距离为 13.1m;

D-3.介入导管室 2 东侧保护目标(控制廊内的技师(介入导管室 2 外), 屏蔽体外 30cm 处(墙外)) 距离靶点最近距离为 4.9m;

E-1.介入导管室 2 南侧保护目标(介入导管室 1(职业人员), 屏蔽体外 30cm 处) 距离靶点最近距离为 7.8m;

E-2.介入导管室 2 南侧保护目标(介入导管室 1(公众), 屏蔽体外 30cm 处) 距离靶点最近距离为 7.8m;

F-1.介入导管室 2 西侧保护目标(病人走廊, 屏蔽体外 30cm 处(铅门外)) 距离靶点最近距离为 4.9m;

F-2.介入导管室 2 西侧保护目标(病人走廊, 屏蔽体外 30cm 处(墙外)) 距离靶点最近距离为 5.1m;

G-1.介入导管室 2 北侧保护目标(设备间 2(职业人员), 屏蔽体外 30cm 处) 距离靶点最近距离为 5.4m;

G-2.介入导管室 2 北侧保护目标(设备间 2(公众), 屏蔽体外 30cm 处) 距离靶点最近距离为 5.4m;

H.介入导管室 2 正上方保护目标(清洁通道, 顶部地面 100cm 处) 距离靶点 4.5m 处;

I.介入导管室 2 正下方保护目标(污物通道 4, 楼下地面 170cm 处) 距离靶点 3.8m 处。

\*

图 11-5 本项目介入导管室 2 周围预测点位示意图

\*

图 11-6 本项目介入导管室 2 正上方和正下方预测点位示意图

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:

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha r X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (式 2)$$

式中:

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子;

$\beta$ —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;

$\alpha$ —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;

$\gamma$ —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	$\alpha$		$\beta$		$\gamma$	
铅	3.067		18.83		0.7726	
管电压 100kV（拍片）						
材料	$\alpha$		$\beta$		$\gamma$	
	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，介入导管室不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-3。

表 11-3 介入导管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	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护 涂料	5mmPb	1.72E-08	/	4.19E-07
屏蔽门	4mm 铅当量铅门	4mmPb	3.69E-07	/	5.14E-06
观察窗	4mm 铅当量铅玻璃窗	4mmPb	3.69E-07	/	5.14E-06
屋顶	250mm 混凝土+2mmPb 无铅辐射 防护板	5.3mmPb	6.85E-09	1.31E-07	/
地面	250mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护 涂料	5.7mmPb	2.01E-09	/	7.24E-08
手术医生 位	第一术者位：0.5mmPb铅衣 +0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.08E-03	/	1.05E-02
	第二术者位：0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	2.52E-02	/	4.72E-02
护士位	0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	2.52E-02	/	4.72E-02

### （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：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \dots\dots\dots \text{（式 3）}$$

式中：

$D_r$ —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

$D_1$ —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，拍片时为 558.93mGy/min、透视  
时为 19.65mGy/min；

T—每年工作时间，DSA1 与 DSA2 的工作时间均为 7410min（包括透视 7249.8min 和拍片 160.2min）；

$\mu$ —利用因子，主射方向取 1；

$\eta$ —对防护区的居留因子；

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 3）中，进行主射方向关注点年有效剂量预测，DSA1 预测点年剂量估算结果见表 11-4、DSA2 预测点年剂量估算结果见表 11-5：

表 11-4 DSA1 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 ( $\mu$ )	居留 因子 ( $\eta$ )	预测点辐 射空气吸 收剂量 (mGy/a)	预测点辐 射空气吸 收剂量率 (mSv/a)	主射方向 辐射剂量 率 ( $\mu$ Sv/h)
⑧介入导管室 1 正上方保护 目标（洁净通 道，顶部地面 100cm 处）	4.5	250mm 混凝土 +2mmPb 无铅辐 射防护板（约合 5.3mm 铅当量）	拍片	1.31E-07	1	1	*	*	*
			透视	6.85E-09			*	*	*

表 11-5 DSA2 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 ( $\mu$ )	居留 因子 ( $\eta$ )	预测点辐 射空气吸 收剂量 (mGy/a)	预测点辐 射空气吸 收剂量率 (mSv/a)	主射方向 辐射剂量 率 ( $\mu$ Sv/h)
H.介入导管室 2 正上方保护目 标（清洁通道， 顶部地面 100cm 处）	4.5	250mm 混凝土 +2mmPb 无铅 辐射防护板 （约合 5.3mm 铅当量）	拍片	1.31E-07	1	1	*	*	*
			透视	6.85E-09			*	*	*

由上表 11-4、11-5 可知，两台设备主射方向辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外辐射剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的规定。

### （2）病人体表散射辐射剂量估算

根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》(第一分册)中公式(10.8)、(10.9)、(10.10)

等公示演化而来，病人体表散射屏蔽估算公式如下式4。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (式4)$$

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， $\mu\text{Gy/h}$ ，本项目在拍片时距靶 1m 处的剂量率为  $3.35\text{E}+07\mu\text{Gy/h}$ 、在透视时距靶 1m 处的剂量率为  $1.18\text{E}+06\mu\text{Gy/h}$ ；

$a$ ——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 查表取得当  $400\text{cm}^2$  散射面积时， $a=1.3 \times 10^{-3}$ ；故当  $1\text{cm}^2$  散射面积时， $a=3.25 \times 10^{-6}$ （ $90^\circ$  散射）；

$s$ ——散射面积， $\text{cm}^2$ ，取  $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ ——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。

DSA1 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6，DSA2 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-7。

表 11-6 DSA1 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（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
①介入导管室 1 内的医生（第一术者位）	0.5	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	*
②介入导管室 1 内的医生（第二术者位）	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5		2.52E-02	*
③介入导管室 1 内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5		2.52E-02	*
④-1 控制廊内的技师（介入导管室 1 外），屏蔽体外 30cm 处（铅窗外）	5.5	4mm 铅当量铅玻璃窗	4	拍片	5.14E-06	*
				透视	3.69E-07	*
④-2 控制廊内的技师（介入导管室 2 外），屏蔽体外 30cm 处	11.3	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
④-3 控制廊内的技师（介入导管室 1 外），屏蔽体外 30cm 处（墙外）	4.9	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑤-1 介入导管室 1 北侧保护目标（介入导管室 2（职业人员）	5.9	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*

屏蔽体外 30cm 处)		防护涂料*				
⑤-2 介入导管室 1 北侧保护目标 (介入导管室 2 (公众), 屏蔽体外 30cm 处)	5.9	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑥-1 介入导管室 1 西侧保护目标 (病人走廊, 屏蔽体外 30cm 处 (墙外))	4.9	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑥-2 介入导管室 1 西侧保护目标 (病人走廊, 屏蔽体外 30cm 处 (铅门外))	5.1	4mm 铅当量铅门	4	拍片	5.14E-06	*
				透视	3.69E-07	*
⑦介入导管室 1 南侧保护目标 (设备间 1, 屏蔽体外 30cm 处)	7.4	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑧介入导管室 1 正上方保护目标 (洁净通道, 顶部地面 100cm 处)	3.5	250mm 混凝土 +2mmPb 无铅辐射防护板	5.3	拍片	1.31E-07	*
				透视	6.85E-09	*
⑨介入导管室 1 正下方保护目标 (病人走道 4, 楼下地面 170cm 处)	4.8	250mm 混凝土 +50mm 硫酸钡 防护涂料	5.7	拍片	7.24E-08	*
				透视	2.01E-09	*

注: 散射点与射线源垂直。

表 11-7 DSA2 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 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
A.介入导管室 2 内的医生 (第一术者位)	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1		4.08E-03	*
B.介入导管室 2 内的医生 (第二术者位)	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5	透视	2.52E-02	*
C.介入导管室 2 内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5		2.52E-02	*
D-1.控制廊内的技师 ((介入导管室 2 外), 屏蔽体外 30cm 处 (铅窗外))	5.5	4mm 铅当量铅玻璃窗	4	拍片	5.14E-06	*
				透视	3.69E-07	*
D-2.控制廊内的技师 ((介入导管室 1 外), 屏蔽体外 30cm 处)	13.1	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
D-3.控制廊内的技师 ((介入导管室 2 外), 屏蔽体外 30cm 处 (墙外))	4.9	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
E-1.介入导管室 2 南侧保护目标 (介入导管室 1 (职业人员) 屏蔽体外 30cm 处)	7.8	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
E-2.介入导管室 2 南侧保护目标 (介入导管室 1 (公众), 屏	7.8	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*

蔽体外 30cm 处)		防护涂料				
F-1.介入导管室 2 西侧保护目标 (病人走廊, 屏蔽体外 30cm 处 (铅门外))	4.9	4mm 铅当量铅门	4	拍片	5.14E-06	*
				透视	3.69E-07	*
F-2.介入导管室 2 西侧保护目标 (病人走廊, 屏蔽体外 30cm 处 (墙外))	5.1	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
G-1.介入导管室 2 北侧保护目标 (设备间 2 (职业人员), 屏蔽体外 30cm 处)	5.4	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
G-2.介入导管室 2 北侧保护目标 (设备间 2 (公众), 屏蔽体外 30cm 处)	5.4	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
H.介入导管室 2 正上方保护目标 (清洁通道, 顶部地面 100cm 处)	3.5	250mm 混凝土 +2mmPb 无铅辐射防护板	5.3	拍片	1.31E-07	*
				透视	6.85E-09	*
I.介入导管室 2 正下方保护目标 (污物通道 4, 楼下地面 170cm 处)	4.8	250mm 混凝土 +50mm 硫酸钡 防护涂料	5.7	拍片	7.24E-08	*
				透视	2.01E-09	*

注: 散射点与射线源垂直。

### (3) 泄漏辐射剂量估算

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》(应用篇)第 9 章“辐射防护屏蔽设计”, 泄漏辐射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 5)进行计算。

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

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。

DSA1 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-8, DSA2 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-9。

表 11-8 DSA1 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	射线源(靶点)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	泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )
①介入导管室1内的医生(第一术者位)	0.5	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	*
②介入导管室1内的医生(第二术者位)	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5		2.52E-02	*
③介入导管室1内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5		2.52E-02	*
④-1 控制廊内的技师((介入导管室1外),屏蔽体外30cm处(铅窗外))	5.5	4mm 铅当量铅玻璃窗	4	拍片	5.14E-06	*
				透视	3.69E-07	*
④-2 控制廊内的技师((介入导管室2外),屏蔽体外30cm处)	11.3	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
④-3 控制廊内的技师((介入导管室1外),屏蔽体外30cm处(墙外))	4.9	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑤-1 介入导管室1北侧保护目标(介入导管室2(职业人员),屏蔽体外30cm处)	5.9	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑤-2 介入导管室1北侧保护目标(介入导管室2(公众),屏蔽体外30cm处)	5.9	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑥-1 介入导管室1西侧保护目标(病人走廊,屏蔽体外30cm处(墙外))	4.9	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑥-2 介入导管室1西侧保护目标(病人走廊,屏蔽体外30cm处(铅门外))	5.1	4mm 铅当量铅门	4	拍片	5.14E-06	*
				透视	3.69E-07	*
⑦介入导管室1南侧保护目标(设备间1,屏蔽体外30cm处)	7.4	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
⑧介入导管室1正上方保护目标(洁净通道,顶部地面100cm处)	4.5	250mm 混凝土+2mmPb 无铅辐射防护板	5.3	拍片	1.31E-07	*
				透视	6.85E-09	*
⑨介入导管室1正下方保护目标(病人走道4,楼下地面170cm处)	3.8	250mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料	5.7	拍片	7.24E-08	*
				透视	2.01E-09	*

表 11-9 DSA2 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	射线源(靶点)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	泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )
---------	------------------	---------	-----------------	------	--------	-----------------------------

A.介入导管室2内的医生（第一术者位）	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	*
B.介入导管室2内的医生（第二术者位）	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5		2.52E-02	*
C.介入导管室2内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5		2.52E-02	*
D-1.控制廊内的技师（（介入导管室2外），屏蔽体外30cm处（铅窗外））	5.5	4mm 铅当量铅玻璃窗	4	拍片	5.14E-06	*
				透视	3.69E-07	*
D-2.控制廊内的技师（（介入导管室1外），屏蔽体外30cm处）	13.1	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
D-3.控制廊内的技师（（介入导管室2外），屏蔽体外30cm处（墙外））	4.9	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
E-1.介入导管室2南侧保护目标（介入导管室1（职业人员），屏蔽体外30cm处）	7.8	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
E-2.介入导管室2南侧保护目标（介入导管室1（公众），屏蔽体外30cm处）	7.8	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
F-1.介入导管室2西侧保护目标（病人走廊，屏蔽体外30cm处（铅门外））	4.9	4mm 铅当量铅门	4	拍片	5.14E-06	*
				透视	3.69E-07	*
F-2.介入导管室2西侧保护目标（病人走廊，屏蔽体外30cm处（墙外））	5.1	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
G-1.介入导管室2北侧保护目标（设备间2（职业人员），屏蔽体外30cm处）	5.4	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
G-2.介入导管室2北侧保护目标（设备间2（公众），屏蔽体外30cm处）	5.4	370mm 实心砖 +20mm 硫酸钡 防护涂料	5	拍片	4.19E-07	*
				透视	1.72E-08	*
H.介入导管室2正上方保护目标（清洁通道，顶部地面100cm处）	3.5	250mm 混凝土 +2mmPb 无铅辐射防护板	5.3	拍片	1.31E-07	*
				透视	6.85E-09	*
I.介入导管室2正下方保护目标（污物通道4，楼下地面170cm处）	4.8	250mm 混凝土 +50mm 硫酸钡 防护涂料	5.7	拍片	7.24E-08	*
				透视	2.01E-09	*

(4) 关注点辐射剂量率综合分析\*

表11-10 DSA1各预测点保护目标最大辐射剂量率表

关注点位保护目标	照射类型	辐射剂量率				备注
		主射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	漏射 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	综合剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	

介入导管室1内	①介入导管室1内的医生(第一术者位)	透视	/	*	*	*	职业
	②介入导管室1内的医生(第二术者位)	透视	/	*	*	*	职业
	③介入导管室1内的护士	透视	/	*	*	*	职业
介入导管室1周围	④-1 控制廊内的技师((介入导管室1外), 屏蔽体外30cm处(铅窗外))	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	④-2 控制廊内的技师((介入导管室2外), 屏蔽体外30cm处)	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	④-3 控制廊内的技师((介入导管室1外), 屏蔽体外30cm处(墙外))	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	⑤-1 介入导管室1北侧保护目标(介入导管室2(职业人员), 屏蔽体外30cm处)	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	⑤-2 介入导管室1北侧保护目标(介入导管室2(公众), 屏蔽体外30cm处)	拍片	/	*	*	*	公众
		透视		*	*	*	
	⑥-1 介入导管室1西侧保护目标(病人走廊, 屏蔽体外30cm处(墙外))	拍片	/	*	*	*	公众
		透视		*	*	*	
	⑥-2 介入导管室1西侧保护目标(病人走廊, 屏蔽体外30cm处(铅门外))	拍片	/	*	*	*	公众
		透视		*	*	*	
	⑦介入导管室1南侧保护目标(设备间1, 屏蔽体外30cm处)	拍片	/	*	*	*	公众
透视		*		*	*		
⑧介入导管室1正上方保护目标(洁净通道, 顶部地面100cm处)	拍片	*	*	*	*	公众	
	透视	*	*	*	*		
⑨介入导管室1正下方保护目标(病人走道4, 楼下地面170cm处)	拍片	/	*	*	*	公众	
	透视		*	*	*		

注:根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录J(J4.7), 本项目的辐射权重因数取1。

表11-11 DSA2各预测点保护目标最大辐射剂量率表

关注点位保护目标		照射类型	辐射剂量率(μSv/h)				备注
			主射(μSv/h)	散射(μGy/h)	漏射(μGy/h)	综合剂量率(μSv/h)	
介入导管室2内	A.介入导管室2内的医生(第一术者位)	透视	/	*	*	*	职业
	B.介入导管室2内的医生(第二术者位)	透视	/	*	*	*	职业
	C.介入导管室2内的护士	透视	/	*	*	*	职业

介入导管室2周围	D-1.控制廊内的技师（（介入导管室2外），屏蔽体外30cm处（铅窗外））	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	D-2.控制廊内的技师（（介入导管室1外），屏蔽体外30cm处）	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	D-3.控制廊内的技师（（介入导管室2外），屏蔽体外30cm处（墙外））	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	E-1.介入导管室2南侧保护目标（介入导管室1（职业人员），屏蔽体外30cm处）	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	E-2.介入导管室2南侧保护目标（介入导管室1（公众），屏蔽体外30cm处）	拍片	/	*	*	*	公众
		透视		*	*	*	
	F-1.介入导管室2西侧保护目标（病人走廊，屏蔽体外30cm处（铅门外））	拍片	/	*	*	*	公众
		透视		*	*	*	
	F-2.介入导管室2西侧保护目标（病人走廊，屏蔽体外30cm处（墙外））	拍片	/	*	*	*	公众
		透视		*	*	*	
	G-1.介入导管室2北侧保护目标（设备间2（职业人员），屏蔽体外30cm处）	拍片	/	*	*	*	职业
		透视		*	*	*	
	G-2.介入导管室2北侧保护目标（设备间2（公众），屏蔽体外30cm处）	拍片	/	*	*	*	公众
		透视		*	*	*	
H.介入导管室2正上方保护目标（清洁通道，顶部地面100cm处）	拍片	*	*	*	*	公众	
	透视	*	*	*	*		
I.介入导管室2正下方保护目标（污物通道4，楼下地面170cm处）	拍片	/	*	*	*	公众	
	透视		*	*	*		

注:根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录J（J4.7），本项目的辐射权重因数取1。

由表 11-10 可知，介入导管室 1 周围最大辐射剂量率为 2.17E-02 $\mu$ Sv/h（出现在⑧介入导管室 1 正上方保护目标（洁净通道，顶部地面 100cm 处））；由表 11-11 可知，介入导管室 2 周围最大辐射剂量率为 2.17E-02 $\mu$ Sv/h（出现在 H.介入导管室 2 正上方保护目标（清洁通道，顶部地面 100cm 处））；均低于《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 2.5 $\mu$ Sv/h 的规定。

(5) 关注点位保护目标年辐射剂量分析

个人年最大有效剂量估算公式如下：

$$E = H \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (\text{式6})$$

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，经常有人员停留的地方取 1，部分时间有人员驻留的地方取 1/4。

表 11-12 DSA1 各预测点理论预测最大受照剂量统计表（公众）

保护目标相对位置	关注点位保护目标	照射类型	综合剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	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
介入导管室 1 周围	④-3 控制廊、男卫、男更衣室 2、医生办公室、库房 3、示教室、办公室等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	⑤-2 介入导管室 1 北侧的介入导管室 2、介入导管室 3、介入导管室 4、设备间 3、护士站、病人走廊等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	⑥介入导管室 1 西侧的病人走廊、库房、UPS 间、气瓶间、医护通道、休息室等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	⑦介入导管室 1 南侧的设备间 1、医护通道 1、血液存储、物资库房等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	⑧介入导管室 1 正上方的洁净通道、配药室、2 间库房、走廊、女更衣室、示教室、门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	⑨介入导管室 1 正下方的准备/复苏室、病人走道 4、消化内镜室 1、消化内镜室 2、消化内镜室 3、门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能用房等区	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	1.介入导管室 1 南侧的 2#住院楼区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		

2.介入导管室1东南侧的教具厂和城北中学教师宿舍等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
	透视	*	120.83	1	*		

注：1、本项目DSA年最大出束时间为123.50h（拍片2.67h，透视120.83h）。2、④-3控制廊、男卫、男更衣室2、医生办公室、库房3、示教室、办公室等区域的保护目标综合剂量率取最大值，即为关注点（④-1控制廊内的技师（介入导管室1外），屏蔽体外30cm处（铅窗外））；⑥介入导管室1西侧的病人走廊、库房、UPS间、气瓶间、医护通道、休息室等区域的保护目标综合剂量率取最大值，即为铅门外：拍片为8.77E-03μSv/h、透视2.21E-05μSv/h。3、以下两个保护目标均通过该关注点（⑦介入导管室1南侧保护目标（设备间1，屏蔽体外30cm处））进行距离衰减：1.介入导管室1南侧的2#住院楼区域距离屏蔽体的距离为38.8m，通过距离衰减得到综合剂量率为：拍片2.29E-07μSv/h、透视3.31E-10μSv/h；2.介入导管室1东南侧的教具厂和城北中学教师宿舍等区域距离屏蔽体的距离为45.2m，通过距离衰减得到综合剂量率为：拍片1.68E-07μSv/h、透视2.44E-10μSv/h。

表 11-13 DSA2 各预测点理论预测最大受照剂量统计表（公众）

保护目标相对位置	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
介入导管室2周围	D-3.介入导管室2东侧的控制廊、毒麻药库、医护通道、新风机房、铅衣间、女更衣室2、女卫、医生办公室等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	E-2.介入导管室2南侧的介入导管室1、设备间1、血液存储、物质库房、输血相容性实验室等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	F.介入导管室2西侧的病人走廊、恢复间、缓冲区、诊室、广场等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	G-2.介入导管室2北侧的设备间2、介入导管室3、介入导管室4、设备间3、护士站、污染区等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	H.介入导管室2正上方的 OT06（非净化）、OT07（非净化）、OT04（非净化）、OT03（非净化）、清洁通道，门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房等区域	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		
	I.介入导管室2正下方的泌尿生殖道内镜室5、泌尿生殖道内镜室6、泌尿生殖道内镜室7、污物通道4、护士站、穿刺准备间、麻醉准备间，门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能	拍片	*	2.67	1	*	*	公众
		透视	*	120.83	1	*		

用房等区域

注：1、本项目DSA年最大出束时间为123.50h（拍片2.67h，透视120.83h）。2、F.介入导管室2西侧的病人走廊、恢复间、缓冲区、诊室、广场等区域的保护目标综合剂量率取最大值，即为关注点（F-1.介入导管室2西侧保护目标（病人走廊，屏蔽体外30cm处（铅门外）））；D-3.介入导管室2东侧的控制廊、毒麻药库、医护通道、新风机房、铅衣间、女更衣室2、女卫、医生办公室等区域的保护目标综合剂量率取最大值，即为关注点（D-1.控制廊内的技师（介入导管室2外），屏蔽体外30cm处（铅窗外）））。

表 11-14 剂量叠加后各预测点理论预测最大受照剂量统计表（公众）

保护目标相对位置	关注点位保护目标	DSA1年总辐射剂量贡献值 (mSv/a)	DSA2年总辐射剂量贡献值 (mSv/a)	原计划上的2台DSA年总辐射剂量贡献值 (mSv/a)	叠加后年总辐射剂量 (mSv/a)	备注
介入导管室1、介入导管室2周围	介入导管室1/介入导管室2东侧的控制廊、毒麻药库、医护通道、新风机房、铅衣间、女更衣室2、女卫、医生办公室等区域	*	*		*	公众
	介入导管室1/介入导管室2南侧的设备间1、血液存储、物质库房、输血相容性实验室等区域	*	*		*	公众
	介入导管室1/介入导管室2西侧的病人走廊、恢复间、缓冲区、诊室、广场等区域	*	*		*	公众
	介入导管室1/介入导管室2北侧的设备间2、介入导管室3、介入导管室4、设备间3、护士站、污染区等区域	*	*	*	*	公众
	介入导管室1/介入导管室2正上方的门诊医技楼六层、七层、八层的其余功能用房等区域	*	*		*	公众
	介入导管室1/介入导管室2正下方的门诊医技楼一层、二层、三层、四层的其余功能用房等区域	*	*		*	公众
	介入导管室1/介入导管室2南侧的2#住院楼区域	*	*		*	公众
	介入导管室1/介入导管室2东南侧的教具厂和城北中学教师宿舍等区域	*	*		*	公众

注：①介入导管室1/介入导管室2南侧的2#住院楼区域及介入导管室1/介入导管室2东南侧的教具厂和城北中学教师宿舍等区域的保护目标通过距离衰减和墙体屏蔽后DSA2对其的影响几乎可以忽略不计。②根据四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司2025年9月编制的《中江县人民医院（本部院区）2025年数字减影血管造影装置（DSA）项目环境影响报告表》可知，原有两间DSA机房计划上的设备对周围公众所受年剂量最高为4.32E-04mSv/a。

由上表11-14可知，本项目公众所受年剂量最高为5.58E-04mSv/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。

手术时，介入导管室内医生 2 名、护士 1 名，控制廊内 1 名技师。两台 DSA 设备共配置 29 名医护人员，拟配置的辐射工作人员专职服务于本项目评价的 2 台 DSA，不再承担医院其他辐射设备工作。拟配置的辐射工作人员分组情况如下：心血管内科 3 组医生、神经内科 2 组医生、老年病科 2 组医生、神经外科 2 组医生、呼吸内科 2 组医生、5 名护士与 2 名技师轮流工作，由于时间很难均匀分配，本次预测取医生、护士、技师工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍保守估计。

各科室每名医生及护士技师的年剂量核算见下表 11-15。

表11-15 本项目每名职业人员年剂量核算表

科室	职务/人数	介入手术时位置	DSA1综合剂量率 (μSv/h)	DSA2 综合剂量率 (μSv/h)	DSA1 运行时对 DSA2 内的职业人员的影响 (μSv/h)	DSA2 运行时对 DSA1 内的职业人员的影响 (μSv/h)	每名职业人员最大年剂量 (mSv/a)
心血管内科	医生 6 名	第一术者位	*	*	*	*	*
		第二术者位	*	*	*	*	*
神经内科	医生 4 名	第一术者位	*	*	*	*	*
		第二术者位	*	*	*	*	*
老年病科	医生 4 名	第一术者位	*	*	*	*	*
		第二术者位	*	*	*	*	*
神经外科	医生 4 名	第一术者位	*	*	*	*	*
		第二术者位	*	*	*	*	*
呼吸内科	医生 4 名	第一术者位	*	*	*	*	*
		第二术者位	*	*	*	*	*
-	护士 5 名	介入导管室内	*	*	*	*	*
-	技师 2 名	控制廊内	*	*	*	*	*
			*	*	*	*	

注：①本项目 DSA 年最大出束时间为 123.50h（拍片 2.67h，透视 120.83h）。各科室医生位于介入导管室内进行介入手术时，只存在透视工况，以 DSA 年透视时间心血管内科 32.50h、神经内科 30.0h、老年病科 20.0h、神经外科 18.33h、呼吸内科 20.0h 计算。②根据不同病人手术情况的需要，护士进入手术室内，在术中配合跟台手术，在距离主射线束最近为 1m 的位置，保守按照 DSA 的年透视总时间 120.83h 计算年有效剂量。③原有两间 DSA 机房计划上的设备通过距离衰减和墙体屏蔽后对本次评价的职业人员影响几乎可以忽略不计

由表 11-15 可知，手术医生最大有效剂量为 4.44mSv/a，护士最大有效剂量为 4.57mSv/a，技师最大有效剂量为 5.47E-05mSv/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。

**建议：**医院每三个月对辐射工作人员个人剂量进行核查，辐射工作人员个人剂量超过1.25mSv、年超过5mSv事件的发生，若发现辐射工作人员有超过1.25mSv的情况，医院应立即采取有效的管控措施，暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业，同时进行原因调查，调整岗位安排等。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离介入导管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，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，介入导管室周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对介入导管室周围公众影响更小。

#### （6）医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在手术室内进行介入手术时，会穿铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，手术医生腕部距离辐射源（非主射束方向）最近，因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算皮肤照射年剂量。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预计在透视时有 4/5 时间医生在手术床侧其他位置，此时医生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《放射诊断防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2，则手术医生腕部所受的最大辐射剂量见下表：

表 11-16 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)
医生腕部	0.5	0.025mmPb 手套	0.025	6.26E-01	9.60E+02	2.95E+03	3.91E+03
		0.025mmPb 手套 +0.5mmPb 铅悬挂防	0.525	2.27E-02	3.48E+01	1.07E+02	1.42E+02

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算介入导管室或介入导管室人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 7)}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}} \dots\dots\dots \text{(式 8)}$$

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，  $\mu\text{Gy/h}$ ；

$C_{ks}$ —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；

$\dot{H}_{(10)}^*$ —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）。

根据各科室介入手术工作量分配情况，保守预测本项目神经内科手术医生人均受照时间最长，即人均受照时间最长为 36.0h，根据上述分析有如下两种情况：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，此时受照时间为 7.2h（36.0h×1/5），根据表 11-16 分析，腕部位置处，腕部位置处的剂量当量率为 3.91E+03 $\mu\text{Gy/h}$ ；②预计在透视时有 4/5 时间医生处于未受照位置，此时受照时间为 28.8h（36.0h×4/5），根据表 11-16 分析，腕部位置处，腕部位置处的剂量当量率为 1.42E+02 $\mu\text{Gy/h}$ 。

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 8）计算出手术医生在上述两种受照情况下辐射场的空气比释动能分别为 2.27E+03 $\mu\text{Gy/h}$ 、8.26E+01 $\mu\text{Gy/h}$ 。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  $C_{ks}=1.134\text{mGy/mGy}$ 。根据式 7，手术医生在受照位置进行插入导管等操作

时，医生手术时腕部皮肤受照当量剂量为：18.53mGy/a；手术医生在非受照位置进行手术操作时，医生手术时腕部皮肤受照当量剂量为：2.70mGy/a；则手术医生腕部皮肤受照当量剂量叠加共为 21.23mGy/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。

#### **（7）介入诊断对医生和患者的辐射防护要求**

介入诊断是一种解决临床疑难病的新方法，但介入诊断时 X 射线曝光量大，曝光时间长，距球管和散射体近，使介入诊断操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入诊断时 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：

介入诊断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，制定和执行介入诊断的质量保证计划。

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。

#### **（8）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导管室内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，本项目拟在介入导管室 1、介入导管室 2 内分别设置排风系统（新建，排风量均 800m<sup>3</sup>/h）及净化空调系统（新建，新风量均为 1600m<sup>3</sup>/h），介入导管室 1 的室内排风口位于北侧吊顶处，产生臭氧接排风管道经室内预留的排风口引至室外排放口（位于门诊医技楼西侧庭院上空，

离地高约 22.1m) 排出; 介入导管室 2 室内排风口位于北侧吊顶处, 产生臭氧接排风管道经室内预留的排风口引至室外排放口 (位于门诊医技楼西侧庭院上空, 离地高约 22.1m) 排出, 经自然分解和稀释, 能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2026) 的二级标准 ( $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ) 的要求。

### 三、废水环境影响分析

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。产生的废水依托医院在建的污水管道和污水处理站 (处理工艺为: 预处理+二级强化+次氯酸钠消毒, 处理规模为:  $2400\text{m}^3/\text{d}$ ), 处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005) 中预处理标准后, 通过市政污水管网进入猫儿嘴城市生活污水处理厂处理达标后, 排入凯江。

### 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, 2 台 DSA 设备合计手术量为 1200 台, 则每年固体废物产生量约为 2400kg (2.4t)。本项目 2 台 DSA 产生的医疗废物打包后在污物、污洗间暂存, 后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存, 统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 2 台 DSA 拟配置 29 名辐射工作人员, 按照每人每天产生生活垃圾约 0.5kg, 则每天生活垃圾产生量约 14.5kg (0.0145t), 每年生活垃圾产生量约 3.625t。工作人员产生的生活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

本项目所有设备选用低噪声设备, 噪声主要为空调和风机噪声, 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, 运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准要求。

## 辐射事故影响分析

### 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，而且最大可能的事故如下：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导管室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

本项目医用 X 射线装置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 11-17 中。

表 11-17 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 11-18。

表 11-18 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
	急重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	急重度	/
	死亡	
脑型急性放射病	轻度	>50.0Gy
	中度	
	重度	
	急重度	
	死亡	

#### 四、最大可能性事故分析

##### (1) 事故假设

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；由于安全连锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

##### (2) 剂量估算

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，公众进入机房受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表 11-19 所示：

表 11-19 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

射线源与关注点的距离 (m)	散射点与关注点的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量 (mSv)	总剂量 (mSv)	受照类型
0.5	0.5	1.0	2.56E-02	7.87E-02	1.04E-01	职业照射
		5	1.28E-01	3.93E-01	5.21E-01	
		10	2.56E-01	7.87E-01	1.04	
		13	3.32E-01	1.02	1.35	
1	1	1.0	6.39E-03	1.97E-02	2.61E-02	职业照射
		5	3.20E-02	9.83E-02	1.30E-01	
		10	6.39E-02	1.97E-01	2.61E-01	
		13	8.31E-02	2.56E-01	3.39E-01	
2	2	1.0	1.60E-03	4.92E-03	6.52E-03	职业照射 /公众照射
		5	7.99E-03	2.46E-02	3.26E-02	
		10	1.60E-02	4.92E-02	6.52E-02	
		13	2.08E-02	6.39E-02	8.47E-02	
3	3	1.0	7.10E-04	2.19E-03	2.90E-03	职业照射 /公众照射
		5	3.55E-03	1.09E-02	1.45E-02	
		10	7.10E-03	2.19E-02	2.90E-02	
		13	9.23E-03	2.84E-02	3.76E-02	
4	4	1.0	3.99E-04	1.23E-03	1.63E-03	

		5	2.00E-03	6.15E-03	8.15E-03
		10	3.99E-03	1.23E-02	1.63E-02
		13	5.19E-03	1.60E-02	2.12E-02
5	5	1.0	2.56E-04	7.87E-04	1.04E-03
		5	1.28E-03	3.93E-03	5.21E-03
		10	2.56E-03	7.87E-03	1.04E-02
		13	3.32E-03	1.02E-02	1.35E-02
6	6	1.0	1.78E-04	5.46E-04	7.24E-04
		5	8.88E-04	2.73E-03	3.62E-03
		10	1.78E-03	5.46E-03	7.24E-03
		13	2.31E-03	7.10E-03	9.41E-03
7	7	1.0	1.30E-04	4.01E-04	5.31E-04
		5	6.52E-04	2.01E-03	2.66E-03
		10	1.30E-03	4.01E-03	5.31E-03
		13	1.70E-03	5.22E-03	6.92E-03

注：散射点与射线源垂直。

### (3) 事故后果

根据表 11-19 可知，在未采取任何防护情况下，本项目介入手术人员随着时间的推移，非主射方向在距离 0.5m 处 13min 时的受照剂量最大，为 1.35mSv/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；公众误入介入机房，非主射方向在距离 1m 处 13min 时的受照剂量最大，3.39E-01mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的公众 1mSv/a 的剂量限值。

因此，介入手术人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，不构成辐射事故；而误入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、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

DSA 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辐射照射损伤，但由于 DSA 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射时的死亡几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 射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。

### (1) 医院现有的辐射防范措施：

为防范项目运营过程中发生辐射安全事故，医院拟采取以下措施：

①门灯连锁：介入导管室门外顶部设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时，指

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有中文标识的紧急制动装置：控制台上、介入手术床旁设置紧急制动按钮（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，按动任何一个紧急制动按钮，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：在介入导管室与控制廊之间安装对讲装置，控制廊的工作人员通过对讲机与介入导管室内的手术人员联系。

⑤警告标志：介入导管室的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑥造影剂的管理：医院将外购造影剂采用带锁的不锈钢药品柜密封保存；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。

**(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。

(3) 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建立健全全院辐射安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的辐射安全专业知识的学习，考试（核）合格、持证上岗。

③完善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修订完善全院重大事故应急处理预案、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定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，发现安全隐患立即整改。

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。

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

中江县人民医院已成立辐射安全管理领导小组，负责全院的辐射安全管理工作。  
(附件 5)

#### (1) 领导小组文件已包含内容:

##### 一、组织机构

组 长：王铸

副组长：艾小华、房波

成 员：李艳梅、胡博、黄臻、谢红英、罗文、顾霞、刘天丽、伍剑、羊翀、沈俊如、罗孝成、常继辉、王霞、肖文斌

领导小组办公室设在放射科诊断室，由肖文斌任办公室主任。

##### 二、工作职责

(一) 负责对全院辐射防护工作的监督与检查，并经常检查各种制度、防护措施落实情况。

(二) 组织相关人员学习、落实辐射防护法律法规。

(三) 组织辐射安全知识的宣传，并对相关人员进行防护知识的教育培训。

(四) 会同上级有关部门按有关规定调查和处理辐射事故，并对有关人员提出处理意见。

(五) 负责组织本院放射工作人员的职业健康体检。

#### (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完善辐射安全管理小组职责和机构成员职能分工；

②完善领导小组日常办公地点、相关联系人电话；

③定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，确保领导小组的实效性；

④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；

⑤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 2 台 DSA 拟配置 29 名辐射工作人员，其中手术医生 22 名，技师 2 名，护士 5 名，医生护士技师均为医院新增 II 类射线装置操作辐射工作人员，拟配置的辐射工作人员专职服务于本项目评价的 2 台 DSA，不再承担医院其他辐射设备工作。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 250 天，每天 8 小时的工作制度。

②医院现有辐射工作人员共 147 人，均在医院内进行了相关培训，其中 110 人通过医院的考核、37 人通过国家核技术利用辐射安全与防护考核。现有的辐射工作人员符合管理要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试。

根据中华人民共和国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 第 9 号），对于仅从事 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为五年，有效期届满的，应当有核技术利用单位组织再培训和考核。

## 三、辐射安全档案资料管理和规章制度

### 1、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位拟新增 2 台 DSA 设备，涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025 年版)》（川环函〔2025〕616 号）等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
----	----------	------	----

1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	拟重新办理辐射安全许可证增项	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目辐射工作人员,医院应安排其参加辐射安全与防护相关学习和考核,确保持证上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员	医院已成立“辐射安全管理领导小组”,有专人负责辐射安全管理工作	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》等相关规定要求
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测,监测记录应存档备案	医院按照表 10-5 进行辐射防护设施的配备,制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》等相关规定要求
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险,制定相应辐射事故应急预案	根据本项目实际情况补充完善《辐射事故应急预案》	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》等相关规定要求
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	需对现有辐射安全和防护管理规章制度等进行完善	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量检测和职业健康检查,建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	拟在介入导管室辐射工作人员进出口、患者进出口等醒目位置粘贴电离辐射警告标志	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案,开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测,辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告,该监测报告应作为《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	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》等相关规定要求
10	年度评估	建设单位已将 2025 年度安全和防护状况评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》等相关规定要求

## 2、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第20号）“第十六条”、《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））及《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》（川环函〔2025〕616号）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表12-2：

表 12-2 辐射安全管理规章制度汇总对照表

序号	《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》（川环函〔2025〕616号）		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	/	已制定	将本项目拟新增的射线装置纳入管理
2	辐射安全管理规定	根据医院具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需完善	需补充本项目管理规定
3	设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	需完善	需补充本项目操作规程
4	辐射防护设施设备维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施，确保射线装置保持良好的工作状态	需完善	补充本项目维修维护制度
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需完善	辐射工作人员应包含本次新增或调配人员
6	放射源与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	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
7	辐射工作场所辐射环境监测方案	/	需完善	增加本项目拟新增的射线装置工作场所
8	监测仪表使用与核验管理制度	/	需完善	/
9	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	需完善	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善

10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，辐射工作人员须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	需完善	辐射工作人员应包含本次新增人员
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故，应制定较为完善的事故应急预案或应急措施，包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容	需完善	将本次新增设备纳入其中
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	需完善	将本次新增设备纳入其中

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》(川环函〔2025〕616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《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》(川环函〔2025〕616号)的要求，将《辐射事故应急响应程序》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、《辐射安全许可证》发放条件对照分析

结合《辐射安全许可证》发放条件、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2017年修订，原环保部第31号令)，将本项目采用的辐射安全防护措施列于表12-3。

表 12-3 《辐射安全许可证》发放条件与本项目评价结果

序号	环保部第3号令要求	项目实际情况	评价结果
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	已按照要求成立辐射安全管理领导小组	满足要求
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	组织辐射工作人员通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	人员通过考核后，满足要求
3	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	需配置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等	配置后满足要求

4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等。	新增辐射工作人员需配备个人剂量计和便携式辐射监测仪	配备后满足要求
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案	需制定《监测方案》和《辐射工作人员个人剂量管理制度》	制定后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	需制定《辐射事故应急预案》	完善后满足要求
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	设计中已具备	按照本报告提出的要求落实后可满足要求
8	使用射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有1名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作	需制定《放射治疗质量保证大纲和质量控制计划》，并由专业人员负责质量保证与质量控制检测工作	制定后满足要求

建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到生态环境主管部门申请办理相关业务。

## 五、辐射监测

### （一）工作场所监测

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。

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《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。

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自行监测），监测周期为1次/月，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

### （二）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3个月。

①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，每三个月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。对于每三个月检测数值超过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；若全年个人累积剂量检测数值超过 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》的重要组成部分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），5.3 佩戴，就本项目而言，对于工作中穿戴铅衣全身受照不均匀的工作情况，采用双剂量计监测方法（在胸部位置佩戴一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（在颈部位置佩戴一个剂量计）。并且要求上班期间必须佩带。并且要求上班期间必须佩带。

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。

### （三）监测内容和要求

（1）监测内容：X- $\gamma$ 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 12-4）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 12-4 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
DSA	X- $\gamma$ 空气吸收剂量率	自行委托有资质的单位定期开展辐射监测，频率为 1 次/年；定期自行开展辐射监测，频率为 1 次/月。	铅窗、医生操作位、设备间等配套房间、机房四周屏蔽墙外、铅门门缝、机房正上方、机房正下方。

（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

自行开展辐射监测质量保证：

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；或到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。

#### **委托三方公司开展辐射监测质量保证：**

委托的第三方公司要求如下：具有计量认证，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。监测人员均经过培训，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）开展辐射监测的情况**

#### **（1）个人剂量检测**

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每三个月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管理工作。

中江县人民医院委托有资质的公司对该院个人剂量进行检测。医院提供了连续四个季度个人剂量检测报告（见附件6），从检测报告可知：医院在此期间，出现一名辐射工作人员单季度监测结果最高为4.24mSv，其余人员单季度、合计年剂量的个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值情况。通过对超过限制的该名辐射工作人员的个人剂量检测结果进行了调查，具体调查情况说明详见附件6。

#### **（2）工作场所辐射水平监测**

根据原环保部 18 号令和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025 年版)》

(川环函〔2025〕616号)的要求,医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。医用射线装置工作场所监测,主要针对射线装置机房周围(四周墙体、楼上/下、防护门和观察窗)、操作间等。

## 六、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《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》(川环函〔2025〕616号)规定格式编写《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。

## 七、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、卫健委等部门报告。

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生态

环境主管部门备案。

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

项目运行过程中可能存在的环境风险主要为 X 射线泄露造成的放射性污染以及造影剂泄漏产生的环境污染。本项目拟采取的风险防范和应急措施为：

(1) 设备控制台及介入手术床旁安装带有中文标识的“紧急止动”按钮等措施；  
(2) 设备采取工作状态指示灯与介入导管室门联锁等多重安全措施；  
(3) 严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，制定并严格遵守各项管理制度和辐射事故应急预案，定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查；

(4) 外购的造影剂均采用不锈钢药品柜单独密闭并加锁保存；  
(5) 为使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；  
(6) 在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送；  
(7) 从事放射诊疗类的工作人员须加强辐射安全与防护知识的学习并持证上岗；  
(8) 严格执行医院制定的辐射事故应急预案，做好医院辐射防护与安全的工作。

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，将病人撤出机房，关闭机房门，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，还应同时向当地卫健委行政部门报告。

(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：中江县人民医院（本部院区）新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：中江县人民医院

建设性质：新建

建设地点：中江县凯江镇大北街 96 号中江县人民医院（本部院区）门诊医技楼五层

本次评价内容及规模为：医院拟在本部院区门诊医技楼（已建-2F~8F，总高约 37.65m）五层新建 2 间介入导管室及其配套用房，在拟建的 2 间介入导管室内各新增使用 1 台 DSA，用于心血管内科、神经内科、老年病科、神经外科、呼吸内科等病症的放射诊断和介入诊断。拟新增的 2 台 DSA 额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下而上，属于 II 类射线装置，每台 DSA 年诊疗病例约 600 台（2 台 DSA 共计 1200 台），每台年曝光时间累计约 123.50h（拍片 2.67h、透视 120.83h）。

### 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

本项目位于中江县凯江镇大北街 96 号中江县人民医院（本部院区）门诊医技楼五层，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

根据四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司的监测报告，本项目所在区域 X/γ 辐射剂量率为 72~82nGy/h，与四川省生态环境厅《2024 年四川省生态环境状况公报》中德阳市区域范围内的环境 γ 辐射剂量率连续自动监测年均值范围为 (70.0~100)nGy/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

DSA 投用后，手术医生最大有效剂量为 4.44mSv/a，护士最大有效剂量为 4.57mSv/a，技师最大有效剂量为 5.47E-05mSv/a，公众所受剂量最高为 5.58E-04mSv/a。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，对介入导管室外公众影响更小。

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，应认真贯彻实施，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，本评价认为项目在中江县凯江镇大北街 96 号中江县人民医院（本部院区）门诊医技楼五层建设，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、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
介入 导管 室 1	辐射屏蔽措施	铅防护门 2 扇（均为 4mm 铅当量）
		铅玻璃观察窗 1 扇（4mm 铅当量）
		四面墙体：370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料（合约 5mmPb）
		机房顶部为 250mm 混凝土+2mmPb 无铅辐射防护板（合约 5.3mmPb）
	机房地面为 250mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料（合约 5.7mmPb）	
	安全装置	工作状态指示灯 2 个
		电离辐射警告标志 2 套
		移动铅防护屏风 1 个(2mm 铅当量)
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 2 套	
		紧急止动按钮 2 个及标识	
		对讲装置 1 套	
		防夹装置 1 套与自动闭门装置 1 套	
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 29 套	
		个人剂量报警仪 3 台	
		便携式辐射剂量监测仪 1 台	
		职业人员需配备铅衣、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 (方形) 或方巾 2 套 (成人和儿童各 1 套)	
	其他	排风设施、净化空调系统	
		辐射工作人员、管理人员、应急人员的培训	
		辐射工作人员职业健康体检	
	介入导管室 2	辐射屏蔽措施	铅防护门 2 扇 (均为 4mm 铅当量)
			铅玻璃观察窗 1 扇 (4mm 铅当量)
四面墙体: 370mm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料 (合约 5mmPb)			
机房顶部为 250mm 混凝土+2mmPb 无铅辐射防护板 (合约 5.3mmPb)			
安全装置		机房地面为 250mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料 (合约 5.7mmPb)	
		工作状态指示灯 2 个	
		电离辐射警告标志 2 套	
		移动铅防护屏风 1 个(2mm 铅当量)	
		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 2 套	
		紧急止动按钮 2 个及标识	
对讲装置 1 套			
监测仪器和个人防护用品		防夹装置 1 套与自动闭门装置 1 套	
		个人剂量计 29 套 (为共用辐射工作人员)	
	个人剂量报警仪 3 台		
	便携式辐射剂量监测仪 1 台		
	职业人员需配备铅衣、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	患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾 2 套 (成人和儿童各 1 套)		
	排风设施、净化空调系统		
	辐射工作人员、管理人员、应急人员的培训		
		辐射工作人员职业健康体检	
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 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》（中华人民共和国国务院令第 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（<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（<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。