

核技术利用建设项目

新增医用血管造影 X 射线系统使用项目
环境影响报告表

2019 年 3 月

邻水县中医医院

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增医用血管造影 X 射线系统使用项目

环境影响报告表

建设单位名称：邻水县中医医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：邻水县鼎屏镇瑞彩路 4 号

邮政编码：648500

联系人：陈龙中

电子邮箱：2529093171@qq.com 联系电话：17790290321

《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价资质的单位编制。

1.项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过30个字（两个英文字段作一个汉字）；

2.建设地点——指项目所在地详细地址，公路、铁路应填写起止地点；

3.行业类别——按国标填写；

4.总投资——指项目投资总额；

5.主要环境保护目标——指项目周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等；

6.结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结构，确定污染防治措施的有效性，说明本项目对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其他建议；

7.预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门项目，可不填；

8.审批意见——由负责审批该项目的环境保护行政主管部门批复。

目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 7 -
表 3 非密封放射性物质	- 7 -
表 4 射线装置	- 7 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 8 -
表 6 评价依据	- 9 -
表 7 保护目标与评价标准	- 11 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 15 -
表 9 项目工程分析与源项	- 17 -
表 10 辐射安全与防护	- 22 -
表 11 环境影响分析	- 30 -
表 12 辐射安全管理	- 45 -
表 13 结论与建议	- 49 -
表 14 审批	- 54 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增医用血管造影 X 射线系统使用项目			
建设单位		邻水县中医医院			
法人代表姓名	余永超	联系人	陈龙中	联系电话	17790290321
注册地址		邻水县鼎屏镇瑞彩路 4 号			
项目建设地点		邻水县鼎屏镇瑞彩路 4 号医院院内住院大楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	800	项目环保总投资 (万元)	58.4	投资比例(环保 投资/总投资)	7.3%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封 放射性 物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装 置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

项目概述

一、建设单位简介

邻水县中医医院（企业统一社会信用代码：12511323452511266Q）于 2012 年成功创建二级甲等综合性中医医院，2017 年启动三级中医医院创建工作，2018 年进行三级中医医院验收，计划在十三五期间创建三级甲等综合性中医医院。是重庆医科大学附属一院、大坪医院技术指导医院及华西医科大学远程教学医院。医院现有编制床位 400 张，实际开放床位 450 张，年门诊流量约 25 万人次，年住院人次 2 万余人。现有

在岗职工 538 人，其中卫生技术人员 500 人，占 92.94%。医院科室设置齐全，院内骨伤科、脑病科、妇产科、心内科是市重点专科；康复科、老年病科是省重点专科，康复科已申报国家重点专科项目建设。

二、任务由来

邻水县中医医院为了满足医疗需求及医院的发展，提高医疗服务质量，满足患者的治疗需求，拟在医院住院大楼一层放射科新建 1 座医用血管造影 X 射线系统（以下简称“DSA”）机房，配备 1 台 DSA，属 II 类射线装置。

三、编制目的

为加强射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《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》和《放射性同位素与射线装置防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价。根据国家环境保护部第 44 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》、生态环境部令第 1 号《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》的规定，本项目应编制环境影响报告表，同时申请辐射安全许可证。为此，邻水县中医医院委托江苏润天环境科技有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 1）。我公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

四、项目概况

项目名称：新增医用血管造影 X 射线系统使用项目

建设单位：邻水县中医医院

项目性质：本项目 DSA 为新增设备。根据现场踏勘，本项目设备使用场所为原有医院办公室改建而成，项目新增 DSA 尚未安装使用。

1、建设内容与规模

本项目位于邻水县鼎屏镇瑞彩路 4 号邻水县中医医院院内，在住院大楼一楼北侧 DSA 机房内新增 1 台 DSA（属 II 类射线装置），其主要参数为：最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，其主射方向朝向上，用于起搏器介入手术、射频消融介入治疗与冠脉介入治疗。

本次使用的 DSA 机房室内面积约为 40m²，机房净空尺寸为长 6.7m×宽 6m×高 3.6m。机房东、南、西、北墙均为 240mm 实心砖墙体+50mm 厚硫酸钡防辐射涂层（约

4mm 铅当量)；屋顶为 120mm 厚混凝土顶板+50mm 厚瓷砖层+50mm 厚硫酸钡防辐射涂层(约 4mm 铅当量)；观察窗采用 4mm 铅当量厚的铅玻璃；防护门共 4 扇，分别为控制室至手术室防辐射门(M1)、病人进入手术室防辐射门(M2)、污物间至手术室防辐射门(M3)、导管室至手术室防辐射门(M4)，厚度均为 4mm 铅当量。机房防护措施详见表 1-1。

表 1-1 邻水县中医医院 DSA 机房防护屏蔽设计一览表

屏蔽防护设计	屏蔽设计参数(厚度及材质)	防护当量
东墙	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
南墙	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
西墙	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
北墙	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
屋顶	120mm 现浇楼板+50mm 瓷砖层+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
观察窗	4mmPb	
防护门	4mmPb(4 扇)	

本项目 DSA 机房由大楼预留房间改造完成，只涉及部分墙体改造及装潢，医院委托给有资质且有放射防护施工经验的施工单位进行施工。本次拟申请新增辐射项目内容见表 1-2。

表 1-2 新增使用 DSA 项目情况一览表

射线装置									
序号	射线装置名称	数量	管电压 kV	管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	备注
1	DSA	1	125	1000	II	DSA 机房	拟购	本次环评	/

2、项目组成内容及环境问题

本项目主要组成内容及可能产生的环境问题见表 1-3。

表 1-3 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	新增 1 台 DSA 机房室内面积约为 40m ² ，机房净空尺寸为长 6.7m×宽 6m×高 3.6m。机房东、南、西、北墙均为 240mm 实心砖墙体+50mm 厚硫酸钡防辐射涂层(约 4mm 铅当量)；屋顶为 120mm 厚混凝土顶板+50mm 厚瓷砖层+50mm 厚硫酸钡防辐射涂层(约 4mm 铅当量)；观察窗采用 4mm 铅当量厚的铅玻璃；防护门共 4 扇，厚度均为 4mm 铅当量。	施工扬尘、施工噪声、施工废水、建筑废渣等	X 射线 臭氧 噪声 生活污水 生活垃圾
辅助工程	控制室、设备间、医生办公室等。	\	\

环保设施	依托医院污水处理站、废物处理设施。	\	\
公用工程	依托医院给水、供电、通风等配套设施。	\	\
办公生活设施	医生办公室	\	生活垃圾

3、主要原辅材料及能耗

本项目所用 DSA 采用数字成像，不使用显、定影液和胶片，因此本项目不产生废显、定影液和废胶片。不涉及原辅材料的使用。项目用电依托既有供电设施，用电引自市政供电网。本项目能耗见表 1-4。

表 1-4 主要能耗情况表

类别	年耗量	来源	用途
电	20000 度/a	城市电网	设备用电

4、工作制度及人员配置

工作制度：本项目辐射工作人员年工作天数为 250 天。

人员配置：本项目拟配置辐射工作人员 6 人，均为医院原有辐射工作人员，配置至本项目后，不再从事其他辐射工作。辐射工作人员分为 2 组，各组的辐射工作人员互不交叉。

5、项目依托设施

①依托办公设施：医生办公室依托医院既有医生办公室。

②依托环保设施：医院建有地理式污水处理站，设计处理能力为 900m³/d，现有处理规模为 500m³/d。医院废水经地理式污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的排放标准后，排入市政污水管网。本项目不涉及新增工作人员，不新增生活污水产生量和排放量。

院区内设有生活垃圾暂存间，产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。医院设有医疗废物暂存间，产生的医疗废物在此集中暂存，由有资质的医疗废物处置单位进行统一收集、清运和处理。

五、产业政策符合性

本项目利用射线装置用于放射诊疗，系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会 2013 年第 21 号令《产业结构调整指导目录(2011 年本)(2013 年修正)》（2013 年 5 月实施），属于鼓励类中“十三、医药”的第 6 条“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术

的开发与应用”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。

六、本项目外环境及总图布置合理性分析

1、选址合理性分析

(1) 邻水县中医医院外环境关系

邻水县中医医院位于邻水县鼎屏镇瑞彩路4号（项目地理位置见附图1）。医院东侧依次为瑞彩路、商铺、古邻大道；南侧为东临路；西侧依次为院外道路、奥嘉香榭里舍居民区；北侧依次为丽锦苑居民区、时达路。医院外环境关系图见附图2。

(2) 住院大楼外环境关系

住院大楼东侧为院内停车场，南侧为门诊部，西侧为院外道路，北侧为丽锦苑居民区。医院平面布置图见附图2、3。

(3) 辐射工作场所外环境关系

本项目 DSA 机房位于住院大楼一层，该楼总共三层，其机房东侧为室外，南侧为控制室及诊断室，西侧为走廊，北侧为消毒供应室，上方为病房，下方为土层。DSA 机房外环境关系图见附图4。

2、总平面布局合理性分析

本项目辐射工作场所设有专用的就诊通道。医院综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，该项目建设在放射科，通过墙体的屏蔽后，项目运营对周围环境影响较小。综上所述，本项目总平面布置总体合理。

七、实践的正当性

邻水县中医医院新增 DSA 的目的是为了对病人进行医学诊断及治疗。在采取了相应的辐射防护措施后，项目射线装置使用所致的辐射危害可得到有效控制，项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的辐射防护“实践的正当性”原则。

八、项目单位核技术应用现状

1、辐射安全许可证的许可种类和范围

邻水县中医医院现持有广安市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（证书编号川环辐证[15014]，有效期至2019年10月15日，许可种类和范围为：使用 III 类射线装置）。许可使用 III 类射线装置共 3（台/套），见表 1-5。

表 1-5 邻水县中医医院医疗设备登记表

序号	工作场所	设备名称	型号	类别	数量(台)	用途
1	放射科	C形臂X光机	SMC-1	III	1	医用诊断X射线装置
2	放射科	CT	GE	III	1	医用诊断X射线装置
3	放射科	DR	AxiomAr tosVxplus	III	1	医用诊断X射线装置

2、辐射安全管理现状情况

该院 2018 年对在用的医疗射线装置安全与防护状况进行了评估，其年自查评估报告已经由广安市生态环境局审核，报告结论如下：

1、本年度我单位辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作。

2、本年度我单位制定和完善了辐射安全和防护制度及措施，各项制度和措施得到了落实。

3、本年度我单位辐射工作人员新增 10 名，目前共有 30 名辐射工作人员，还有 19 名未完成培训。

4、本年度我单位委托有资质单位开展了辐射工作场所的辐射环境监测和对辐射工作人员的个人剂量，结果表明均满足国家标准要求。

6、本年度我单位未发生辐射事故。

7、本年度我单位未新增、改建、扩建和退役辐射工作场所。

8、本年度我单位 2 台 X 光机已按相关程序进行去功能化报废处理并报环保部门备案。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数	类别	活度种类	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	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA)/剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	飞利浦 UNIQFD20	125	1000	介入诊断治疗	DSA 机房	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。
 2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日发布施行；2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起施行；2014年修正，国务院令653号，2014年7月29日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（2017年修正本），中华人民共和国环境保护部令第47号，2017年12月20日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（2018年修正本），生态环境部第1号公布，自2018年4月28日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(9) 《射线装置分类办法》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(10) 《四川省辐射污染防治条例》，2016年6月1日起实施；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》原国家环保总局，环发[2006]145号。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；</p> <p>(3) 《医用 X 射线治疗放射防护要求》（GBZ131-2017）；</p> <p>(4) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；</p> <p>(5) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；</p> <p>(6) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；</p> <p>(7) 《医用机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p> <p>(8) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；</p>

	<p>(9) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)；</p> <p>(10) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(12) 《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>(13) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)；</p> <p>(14) 《核辐射环境质量评价的一般规定》(GB11215-1989)；</p> <p>(15) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)。</p>
其他	<p>(1) 环保部辐射安全与防护监督检查技术程序；</p> <p>(2) 工程设计图纸及相关技术资料；</p> <p>(3) 《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>(4) 四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》的通知, 川环函[2016]1400号。</p>

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）的要求，以及根据本项目的特点，本项目的评价范围确定为 DSA 机房建筑实体为边界，半径 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。

保护目标

本次新增使用 DSA 项目周围 50m 范围除西侧及北侧部分位于医院围墙外，其余方向均位于医院院区内。50m 范围内除西侧 40m 处和北侧 30m 处有商铺及部分居民楼外，无学校等其他环境敏感点。本项目环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属及院内外公众，详见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内敏感保护目标情况一览表

保护目标名称		方位	最小距离	规模
DSA 机房	辐射工作人员	控制室内（南侧）	约 2m	约 4~8 人
	医护人员、患者、患者家属、四周公众	机房四周	约 5m	约 20 人
		机房上方	约 6m	约 5 人
		机房下方（土层）	/	/
		机房西侧 40m 居民楼	约 40m	约 15 人
		机房北侧 30m 居民楼	约 30m	约 20 人

评价标准

一、本项目执行环境保护标准如下：

1、环境质量标准

地表水:执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；

大气环境:执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；

声环境:执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

2、污染物排放标准

废水：执行《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）表 2 排放标准。医院排污口与城市污水管网碰管并纳入城市污水处理厂处理时执行《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准。

废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。

3、辐射防护标准

执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）中的相关规定。

二、相关标准内容

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。

剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

辐射工作场所的分区

应把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：

注册者和许可证持有者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。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，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。

2、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）：

5.2 每台 X 射线机（不含移动式 and 携带式床边摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2 要求。

表 2X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积，m ²	机房内最小单边长度，m
CT 机	30	4.5
双管头或多管头 X 射线机	30	4.5
单管头 X 射线机	20	3.5
碎石机房	15	3
全身骨密度仪	10	2.5
乳腺机	10	2.5
口腔 CT（坐/站位）扫描	5	2

口腔牙片机	3	1.5
-------	---	-----

5.3X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3 要求。

表 3 不同类型 X 射线设备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 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
标称 125kV 及以下的摄影机房、口腔 CT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房、无头颅摄影）、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2（一般工作量） ^a 2.5（较大工作量） ^a	

^a按 GBZ/T180 的要求

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应不大于仪器响应时间。

b) CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv；测量时，仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

表 4 个人防护用品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
介入放射操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床边防护帘、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、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	—

注：“—”表示不要求。

3、《医用机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；

4、《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）：

4 环境噪声排放限值

4.1 建筑施工过程中场界环境噪声不得超过表 1 规定的排放限值。

表 1 建筑施工场界环境噪声排放限值单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

4.2 夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。

4.3 当场界距噪声敏感建筑物较近，其室外不满足测量条件时，可在噪声敏感建筑物室内测量，并将表 1 中相应的限值减 10dB（A）作为评价依据。

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）确定本项目的管理目标值：辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值为 125mSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv；机房屏蔽体外 0.3m 处剂量率目标控制值小于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、监测项目和监测方法

1、本项目所在地辐射环境现状监测

为掌握项目所在地的辐射环境现状,四川瑞迪森检测技术有限公司(计量认证号:172312050082)于 2019 年 01 月 29 日按照规范要求对新增使用 DSA 项目现场及周边环境进行了 γ 辐射剂量率的布点监测。其监测项目、分析方法及来源见表 8-1 (监测报告见附件 5)。

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	探测限	备注
γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》	GB/T14583-1993	10nSv/h	探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标

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		
	名称及编号	监测范围	检定情况
γ 辐射剂量率	FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 辐射剂量当量率仪 编号: SCRDS-004	10nSv/h-100 μ Sv/h	检定单位: 中国测试技术研究院 检定有效期: 2018.11.21-2019.11.20

2、质量保证措施

人员培训: 监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度: 监测仪器定期经计量部门检定, 每次监测必须在有效期内。

自检: 每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录: 现场监测过程, 专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。

数据处理与复核: 监测报告实行二级审核制度, 经校对审核, 最后由授权签字人审定签发。

3、比较标准

项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考《四川省环境天然放射性水平调查研究报告》(四川省环境保护科研监测所, 1989.06), 表 8-3 给出 1989 年达县地区天然贯穿辐射水平调查结果。

表 8-3 达县地区天然贯穿辐射水平

监测场所	γ 辐射剂量率范围 (nGy/h)
原野	38.1~136.2
室内	48.0~141.8

4、环境现状监测与评价

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

具体监测结果如下:

表 8-4 γ 辐射剂量率监测结果单位: nSv/h

测点编号	点位描述	γ 辐射剂量率 (nSv/h)	备注
1	拟建 DSA 机房东侧停车场	115	本底检测
2	拟建 DSA 机房南侧操作室	133	
3	拟建 DSA 机房西侧走廊	141	
4	拟建 DSA 机房北侧消毒供应室	141	
5	拟建 DSA 机房内	121	
6	拟建 DSA 机房上方病房	121	
7	拟建 DSA 机房北侧居民区	139	

由表 8-4 中监测结果可知,本次监测测得新增使用 DSA 项目现场及周边环境的 γ 辐射剂量率为 (115~141) nSv/h。监测结果与达县地区天然贯穿辐射水平处在同一水平。综上所述,本项目区域辐射环境质量现状属于正常本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、施工期工艺分析

1、土建装修施工阶段

拟建 DSA 机房为原住院大楼预留，本项目只涉及部分墙体改造及装潢，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物以及施工人员的生活垃圾和生活污水。

施工期工艺流程及产污环节如图 9-1 所示

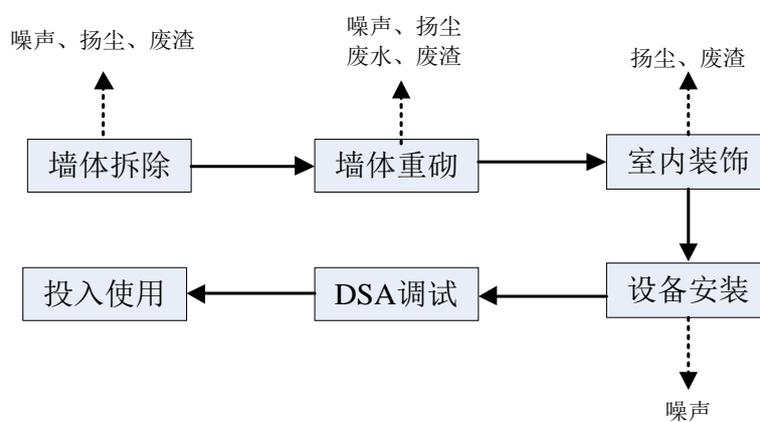


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节示意图

1、扬尘

施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

2、噪声

施工期噪声包括黏土砖的切割、施工机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，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包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水循环使用，生活污水产量较小，可依托医院已有污水处理设施处理。

4、固体废物

施工中固体废物主要为隔断产生的废砖头、装修过程中产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，废砖头可回收利用，施工垃圾和生活垃圾均依托医院环保设施进行处理。

2、设备安装调试阶段

本项目 DSA 的安装调试阶段会产生 X 射线，造成一定的辐射影响。另外设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。DSA 安装和调试均由销售单位专业人员进行操作。在安装和调试阶段，医院应配合销售单位加强现场的辐射防护管理。调试时应保证各屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立电离辐射警告标示，禁止无关人员靠近。

二、营运期工艺分析

数字减影血管造影（digitalsubtractionangiography，DSA）是 20 世纪 80 年代继 CT 之后出现的一项医学影像学新技术，是电子计算机图像处理技术与传统 X 线血管造影技术相结合的一种新的检查方法。可以满足心血管、外周血管的介入检查和治疗，以及各部位非血管介入检查与治疗。介入诊断与治疗是指医生在 DSA 图像的引导下，通过皮穿刺途径或通过人体原有孔道将导管或器械插入病变部位或注射造影剂，进行诊断和治疗。

1、工作原理

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

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

2、设备组成

DSA 主要由带有影响增强器电视系统的 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。

3、操作流程

DSA 在进行曝光时分为 DSA 检查和介入治疗两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2:

①DSA 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。医师、操作人员通过控制室的电子计算机系统控制 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 治疗

医师采取近台同室操作方式，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 0.3~1.2m 处。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，通过显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。介入手术室内配备个人防护用品（如铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等），同时手术床旁设有床下铅帘和悬吊铅屏风。

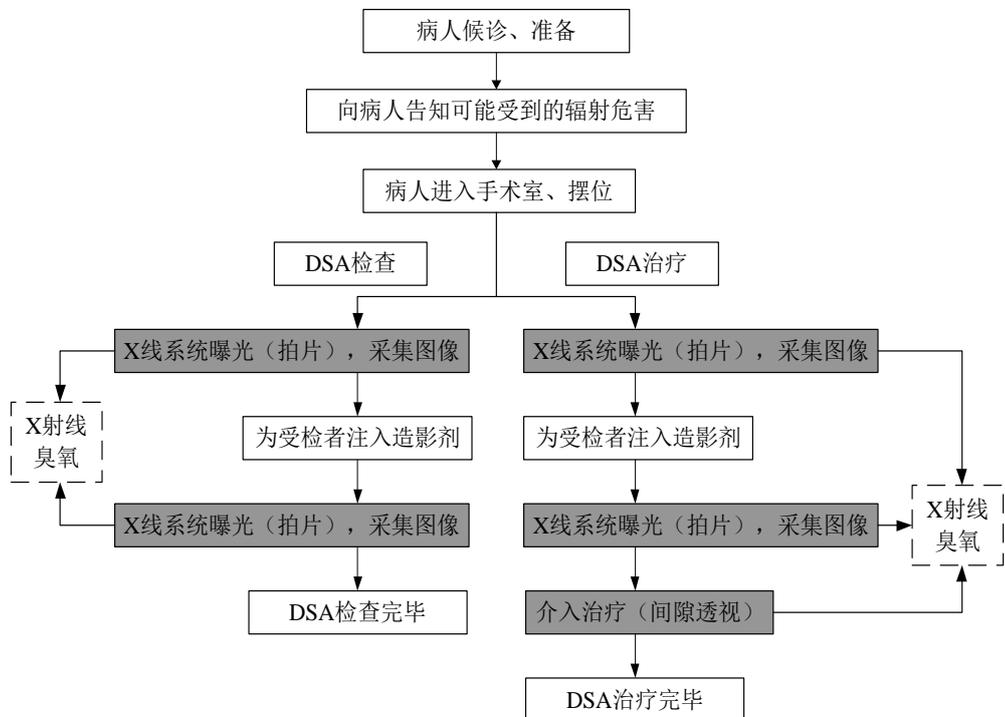


图 9-2 DSA 检查与治疗流程及产污环节示意图

4、产污环节

本项目采用先进的数字显影技术，电脑成像，不使用显（定）影液，不产生废显影液、废定影液和废胶片。注入的造影剂不含放射性。设备运行过程中产生的污染物主要为 X 射线、臭氧、介入手术室通风系统机组运行所产生的噪声，以及手术过程中产生的医疗废物。

污染源项描述

一、施工期污染源

1、废水

施工期少量废水主要来自以下几个方面：

- ①施工场地废水；
- ②施工人员生活污水。

2、扬尘

施工期的大气污染物主要是地面扬尘污染，污染因子为 TSP，为无组织排放。施工产生的地面扬尘主要来自三个方面，一是墙体装修扬尘；二是来自建筑材料包括水泥、沙子等搬运扬尘；三是来自来往运输车辆引起的二次扬尘。

3、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要包括施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装饰材料等建筑垃圾，由于工程规模小，产生量较少。

4、噪声

主要是使用施工机械和装修设备产生的噪声。

二、运营期污染源描述

1、电离辐射

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

2、废气

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

3、固体废物

本项目固体废物主要为介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，约 10kg/月。

4、噪声

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机，本项目所使用的通排风系统为低噪声节能排风机，其噪声值低于 60dB(A)，噪声较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作区域管理

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

（1）区域划分

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，见表 10-1 和附图 4。

表 10-1 项目控制区和监督区的划分情况

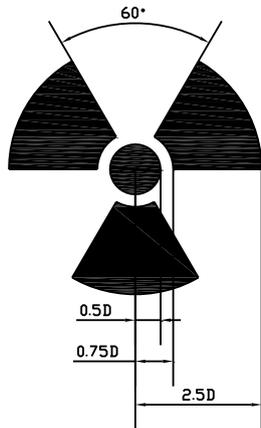
辐射工作场所	控制区	监督区
DSA 手术室	DSA 机房	控制室及与介入检查室相邻的室内走廊
备注	控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。介入手术医生和护士进行介入手术室必须穿戴个人防护用品，以降低辐照剂量。	监督区范围内应限制无关人员进入。

(2) 环评要求

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，项目单位应做到：

1) 控制区的防护手段与安全措施：

①控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志（如图 10-1）。



a. 电离辐射标志



b. 电离辐射警告标志

图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；

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

④定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

2) 监督区的防护手段与安全措施：

①以黄线警示监督区的边界；

②在监督区的入口处的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、辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要污染源项为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

(一) 设备固有安全性

本项目 DSA 购置于正规厂家，满足国家质检要求，装置泄露辐射不会超过《医

用 X 射线治疗放射防护要求》（GBZ131-2017）规定的限值。此外设备自身采取以下安全防护措施：

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

2、采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影响增强器的窗口处放置铜过滤板，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场所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

3、采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度，并能明显地减少透视剂量。

4、采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂时并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结。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：项目拟购 DSA 配有悬吊铅帘和床下铅帘（两者的防护铅当量均不低于 0.25mm 铅当量），在设备运行中可加强对医护人员的辐射防护。

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

（二）屏蔽防护

本项目 DSA 机房屏蔽设计见表 10-2。

表 10-2 DSA 机房防护屏蔽设计一览表

屏蔽防护设计	屏蔽设计参数（厚度及材质）	防护当量
东墙	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
南墙	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
西墙	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
北墙	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
屋顶	120mm 现浇楼板+50mm 瓷砖层+50mm 硫酸钡防辐射涂层	4mmPb
观察窗	4mmPb	
防护门	4mmPb（4 扇）	

(三) 安全装置

1、门灯联锁：

介入检查室病人出入防护门顶部设工作状态指示灯，并与防护门联锁。防护门关闭时，工作状态指示灯亮，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯熄灭。

2、紧急止动装置：

在控制台上、手术床旁、介入手术室内的墙上均设紧急止动按钮（各按钮分别与 X 射线系统连接）。在射线装置出束过程中，一旦发现紧急情况，按下任一急停开关均可停止 X 射线系统出束。

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

4、对讲装置：在介入检查室与控制室之间设置对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与检查室内的人员交流。

5、警告标识：在介入手术区入口和介入手术病员出入防护门外的醒目位置设置电离辐射警告标志。

6、辐射监测设备：医院已配备一台便携式 X- γ 剂量监测仪，用于场所的剂量水平监测。

环评要求：医院应每月对射线装置、安全联锁装置、机电设备等辐射防护设施设备进行检查，发现问题应及时维护、更换。

(四) 人员的安全防护

人员主要指本项目辐射工作人员、患者和本次评价范围内的公众。

1、辐射工作人员的安全防护

为减少辐射工作人员的照射剂量，采取的主要方法有源项控制、屏蔽防护、时间防护和距离防护，多种防护联合运用、合理调节：

①源项控制

在满足治疗要求的前提下，针对不同病人制定最优化的治疗方案，选择能达到治疗要求最低的射线照射参数，使射线强度最小化，并通过设备的可调限束装置进行参数设置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射，避免不必要的照射。

②屏蔽防护

隔室操作：放射技师采取隔室操作方式，通过控制室与机房之间的墙体、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。

个人防护用品：从事介入治疗的医生、护士均配有铅围裙、铅围脖、铅衣和铅眼镜等个人防护用品，这些防护用品的防护能力应至少为 0.5mm 防护铅当量。

③时间防护

在满足治疗要求的前提下，在每次使用射线装置进行治疗之前，根据治疗要求和患者实际情况制定最优化的治疗方案，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，减少工作人员的受照时间，也避免患者受到额外剂量的照射。另外，对从事介入治疗手术的医生和护士应采取分组制，以避免某一工作人员因长时间操作所致剂量超标。

④个人剂量监测

从事介入治疗的医生和护士均应配备个人剂量计（介入治疗医生和护士应将个人剂量计佩戴于胸前且在铅衣内），并要求上班期间必须佩戴。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、患者和陪检者的安全防护

医院应为患者配有防护围裙或方巾等防护用品（其防护铅当量应不低于 0.5mm），用于患者非照射部位的防护。为陪检者至少配备铅衣，以避免受检者受到不必要的照射。此外，在不影响治疗效果的前提下，保持患者与射线装置靶源尽可能远的距离。

3、介入检查室周边公众的安全防护

周边公众主要依托放射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和楼板等实体屏蔽设施屏蔽射线。同时，放射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在手术间门外设置工作状态指示灯，张贴醒目的电离辐射警告标志，禁止无关人员进入控制区，以增加公众与射线源之间的距离，避免受到不必要的照射。

4、与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求符合性分析

对照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中人员安全防护的要求，本项目针对介入操作采取的人员安全防护措施的符合性分析见表 10-3。

表 10-3 项目采取的介入操作人员安全防护措施符合性

设别名称	分项		《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求	本项目采取措施
DSA	辐射工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜。 选配：铅橡胶手套。	铅围裙、铅围脖、铅衣和铅眼镜（防护铅当量不低于 0.5mm）。

	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。	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘（防护铅当量不低于 0.25mm）。
患者和陪检者	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、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具。	铅三角巾。

由表 10-3 可知，医院拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）相关要求。

三、射线装置工作场所安防措施

为确保本项目射线装置的使用和储存安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-4。

表 10-4 DSA 工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
DSA 工作场所	防盗和防破坏	① DSA 机房及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围，并划入重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏； ②工作场所根据需要设置监控摄像头实行 24h 实时监控； ③安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗窃事件，并立即向公安机关报案； ④机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防射线泄漏	① 本项目所使用的 DSA 购置于正规厂家，出厂时 DSA 的杂散辐射和泄漏辐射不会超过《医用 X 射线治疗放射防护要求》（GBZ131-2017）规定的限值； ②本项目机房已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和标准要求进行建设，DSA 在使用过程产生的泄露辐射较少，对周围环境影响较小，机房具体屏蔽情况见表 10-1。

三废治理

一、施工期

1、施工扬尘

本项目施工期短，拟采取扬尘治理措施包括：①安排人员在干燥天气洒水降尘；②及时清运施工场地建筑废渣，避免二次起尘；③对施工车辆进出口路面进行清扫。

2、废水

施工期间产生废水主要为施工人员生活污水，产生量为 0.4m³/d。施工人员生活污水利用医院内既有污水处理设施处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准后排入城市污水管网。

3、施工噪声

项目施工期拟采取降噪措施如下：①合理安排施工时间，夜间禁止施工；②选用低噪施工设备；③运输车辆必须限速、严禁鸣笛。

4、固体废物

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材，施工人员产生的生活垃圾及设备安装后产生的废包装材料，产生量约 2t。由施工单位安排车辆运至政府部门指定地点堆放。

5、电离辐射

DSA 出束调试时必须确保各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在进出口门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

二、营运期

1、废气治理

DSA 在开机出束期间，产生的 X 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧 (O₃)。检查室设有独立的通风系统，通风量设计满足辐射工作场所换气次数不少于 4 次/h 要求。在介入检查室东西两侧墙角处设送风口，产生的废气引至检查室外排放。从保护患者、医护人员的健康安全角度来看，本项目辐射场所换气次数及通风系统进、排风口位置的设置均是合理可行的。

2、医疗废物

介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，产生量为 10kg/月，采用专门的容器收集后转移至医院已建的医疗废物暂存间，并委托资质单位定期清运处置。

3、噪声

项目噪声源为介入检查室通风系统机组，设备运行噪声值不超过 60dB(A)，属低噪声设备，再加上建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减，噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

4、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目使用的 DSA 在进行报废处理时，应将该射线装置的高压射线管进行拆卸并破碎处理。

三、环保投资估算

本项目环保投资主要用于辐射防护屏蔽工程建设、场所和人员的安全防护措施建设等。项目总投资 800 万元，环保投资 58.4 万元，占总投资的 7.3%。本项目环保投资估算见表 10-5。

表 10-5 项目环保设施（措施）与投资一览表

内容	环保设施名称		投资 (万元)	备注	
辐射 防护 及 安 全 措 施	屏蔽体	本项目位于邻水县鼎屏镇瑞彩路 4 号邻水县中医医院院内，在住院大楼一楼北侧 DSA 机房内新增 1 台 DSA(属 II 类射线装置)，本次使用的 DSA 机房室内面积约为 40m ² ，机房净空尺寸为长 6.7m×宽 6m×高 3.6m。机房东、南、西、北墙均为 240mm 实心砖墙体+50mm 厚硫酸钡防辐射涂层（约 4mm 铅当量）；屋顶为 120mm 厚混凝土顶板+50mm 厚瓷砖层+50mm 厚硫酸钡防辐射涂层（约 4mm 铅当量）；观察窗采用 4mm 铅当量厚的铅玻璃；防护门共 4 扇，分别为控制室至手术室防辐射门、病人进入手术室防辐射们、污物间至手术室防辐射门、导管室至手术室防辐射门，厚度均为 4mm 铅当量。	50	改建 (含 原有 墙体)	
		DSA 机配有铅防护吊屏、手术床下设铅帘(防护铅当量不低于 0.25mm)。	设备自 带	新建	
	安全装置	门机联锁 1 套		0.5	新建
		紧急停机按钮 3 套	控制台 1 台、手术床边 1 套	设备自 带	新建
			手术室内墙壁上 1 套	0.2	新建
	对讲装置	在控制室设 1 套对讲装置		0.5	新建
	警示措施	病员出入防护门外顶部设工作状态指示灯 1 套。		0.5	新建
		病员出入防护门外、介入手术治疗区入口处设电离辐射警告标志。			新建
	辐射监测	便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台。		/	已有
	个人防护 用品	介入手术医生和护士配铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人用品，共 6 套。		1.2	新建
		患者配备铅三角巾，至少 1 套。		0.2	新建
		介入手术医生和护士、放射技师每人配个人剂量计，共 12 个（每人 2 个）。		0.3	已有
	通风系统	手术间设 1 套通风系统，设计换气次数不低于 4 次/小时。		5	新建
合计			58.4		

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

项目施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑废渣及施工废水产生。另外，本项目 DSA 机由销售单位安排专业人员调试，设备调试阶段会产生 X 射线。

(1) 施工扬尘

项目施工期间扬尘主要源于道路运输起尘和墙体凿补起尘，通过湿法作业，保持路面清洁，限速行驶和洒水降尘等措施可有效降低扬尘影响。本项目工程量小，采取上述措施后，项目施工对大气环境影响轻微。

(2) 施工废水

施工期产生废水主要为施工人员生活污水，经医院既有污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）相关标准后排入市政污水管网，最终经城市污水处理厂处理达标后排放。因此，施工期产生废水对环境的影响轻微。

(3) 施工噪声

项目施工期产噪设备包括电钻、电锤和角磨机等。在不考虑噪声源叠加影响情况下，施工期噪声昼间影响范围约为 50m，夜间影响范围超过 200m。为有效降低施工噪声对周边环境敏感目标的影响，拟采取以下降噪措施：

- ① 合理安排施工时间，禁止夜间施工；
- ② 选用低噪设备，加强设备维护保养；
- ③ 轻型载重车必须限速行驶并严禁鸣笛。

采取上述措施后，能够明显降低施工阶段的噪声影响。环评要求：建设单位应加强施工管理，加快投资和建设进度，尽量缩短工期，降低对周边环境的影响时间和程度。

(4) 施工固废

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材，施工人员产生的生活垃圾及设备安装后产生的废包装材料，产生量约 2t。由施工单位安排车辆运至政府部门指定地点堆放。通过采取上述措施后，施工固废对周边环境的影响较小。

(5) 调试阶段辐射影响分析

数字减影血管造影系统调试工作由销售单位安排人员负责，调试阶段介入治疗手术室工程屏蔽措施、辐射安全防护措施（出入口控制措施、门灯联锁装置、紧急停机装置等）均应安装或配置到位，禁止无关人员进入介入治疗区。由于调试时间短且调试人员均在介入治疗手术室外，产生的辐射剂量微小，远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的工作人员职业照射剂量限值 20mSv。

由于施工期短，施工量小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消失。

运行阶段对环境的影响

一、机房屏蔽体厚度合理性分析

本项目介入手术间设计屏蔽情况与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入 X 射线设备机房屏蔽防护要求对比见表 11-1。

表 11-1 介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求

防护要求	GBZ130-2013 要求	本项目设计	备注
X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度			
设备类型	单管头 X 射线机	DSA	/
机房内最小有效使用面积（m ² ）	不小于 20m ²	手术室内有效使用面积约为 40m ²	满足
机房内最小单边长度（m）	不小于 3.5m	6m	满足
不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求			
机房类型	介入 X 射线设备机房	手术室	/
有用线束方向铅当量（mm）	不小于 2mm	主射线向上，屋顶为 120mm 厚混凝土顶板+50mm 厚瓷砖层+50mm 厚硫酸钡防辐射涂层（约 4mm 铅当量）	满足
非有用线束方向铅当量（mm）	不小于 2mm	机房东、南、西、北墙均为 240mm 实心砖墙体+50mm 厚硫酸钡防辐射涂层（约 4mm 铅当量）；观察窗采用 4mm 铅当量厚的铅玻璃；防护门共 4 扇，分别为控制室至手术室防辐射门、病人进入手术室防辐射门、污物间至手术室防辐射门、导管室至手术室防辐射门，厚度均为 4mm 铅当量。	满足
备注：			
①换算铅当量时，DSA 机管电压保守取额定电压最大值 125kV；			
②混凝土对应铅当量厚度根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的附录 D。			

由表 11-1 对比可知，本项目介入手术间屏蔽设计满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求，手术间屏蔽设计合理。

二、项目正常运行阶段辐射环境影响分析

本项目拟购 DSA 尚未采购到位，故对介入检查室周围辐射环境影响采用类比分析，结合理论预测的方法进行影响分析。

（一）理论预测分析

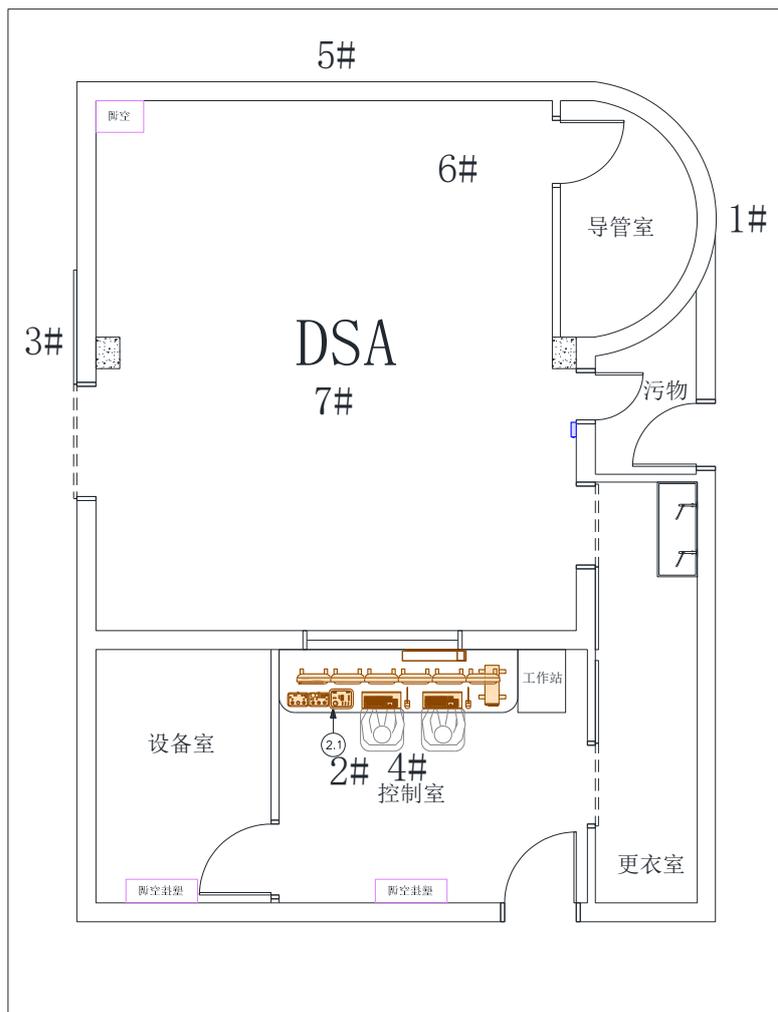
对 DSA 系统的辐射影响进行预测时，主要考虑脉冲透视过程。为更清楚的了解病人情况，医生需进入介入导管室。在进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师身着铅衣、戴铅眼镜等在机房内对病人进行直接的手术操作。

1、DSA 介入导管室预测点选取

DSA 介入导管室预测点选取：

- 1#-东侧屏蔽墙外 30cm 处，室外；
- 2#-南侧屏蔽墙外 30cm 处，控制室；
- 3#-西侧屏蔽墙外 30cm 处，病人走廊；
- 4#-南侧铅玻璃外 30cm 处，DSA 控制室；
- 5#-北侧屏蔽墙外 30cm 处，消毒供应室；
- 6#-楼顶上 30cm 处，病房；
- 7#-DSA 手术位。

共布设 7 个预测点，预测点布设见附图 11-1 所示。



2、运行工况

DSA 的 X 线系统在自动透视模式下间隙性运行，运行管电压低于额定电压的 20%~30%。

有用射线出束方向：

DSA 的 X 线系统在运行中，向介入导管室顶上（病房）出束时间约占 3/4、其他方向出束时间约占 1/4。

3、运行时间

DSA 系统用于介入治疗每年约有 1350 台次。以单台次手术累计曝光时间 6min 计算，则 DSA 系统的 X 线装置年累计出束时间约 135h/a。

4、操作方式

DSA 治疗：在透视条件下，医务人员为近台同室介入手术操作。

5、计算模式

采用理论计算方法，估算介入手术期间，X 线系统在正常透视照射模式下，所致 DSA 手术操作人员、控制室工作人员和机房外公众的辐射剂量。

(1) 主射束

主射束的屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \dots\dots\dots \text{ (式 11-1)}$$

式中：D_r—预测点处辐射空气吸收剂量，Gy/a；

D₁—X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，Gy/min；

T—每年工作时间；

μ—利用因子；

η—对防护区的占用因子；

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) 散射线

依据《辐射防护手册》第一分册，采用反照率法估算预测点的辐射空气吸收剂量率：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot \alpha \cdot s \cdot f \cdot T / (d_0)^2 (d_s)^2 \dots\dots\dots \text{ (式 11-2)}$$

式中：D_r—预测点的辐射空气吸收剂量，Gy/a；

α—受照物体对入射 X 射线的散射比，α=a/400；

a—相对于 400cm² 散射面积的受照物体对入射 X 射线的散射比，保守取 0.0015（90°散射角）；

s—散射面积，cm²，此处取 400cm²；

d₀—源与受照体的距离，m，此处取 d₀=1.0m；

d_s—受照体与预测点的距离；

D₁—X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，Gy/min；

T—每年工作时间；

μ—利用因子；

η—对防护区的占用因子；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子。

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013），有：

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

其中：X—屏蔽材料厚度；

α, β, γ —拟合参数，详见《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）

附录 D。

(3) 泄漏射线：

泄漏辐射比率为 10^{-3} 。

(4) 介入操作人员手部的皮肤吸收剂量估算

预测模式：

依据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T 244-2017），估算 X 射线所致手部皮肤吸收剂量公式如下：

$$D_s = C_{ks} (k \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 11-4)}$$

式中：D_s——皮肤吸收剂量，mGy；

k——X 射线场的空气比释动能率，μGy/h；

t——人员累积受照时间，h；

C_{ks}——空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数，Gy/ Gy。

6、预测参数选取

(1) 有屏蔽的预测点的预测参数选取

DSA 手术，X 线系统以透视照射模式运行（最大电压 100kV）。距靶 1m 处的剂量率取 100mGy/min（来源 GB18871-2002，表 G1.4 中限值）。各预测点 X 射线辐射剂量所依据的空间位置距离和屏蔽体厚度等相关预测参数见表 11-2。

表 11-2 DSA 介入导管室预测点相关预测参数

预测点	与源直线 距离(m)	屏蔽材料与厚度 (mm)	减弱因子 (f)	利用因子 (μ)	占用因子 (η)
1#	5.3	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	5.14×10^{-6}	1 (散射、漏射)	1
2#	3.8	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	5.14×10^{-6}	1 (散射、漏射)	1
3#	4.3	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	5.14×10^{-6}	1 (散射、漏射)	1

4#		3.8	铅玻璃 4mmPb	5.14×10^{-6}	1 (散射、漏射)	1
5#		4.3	240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	5.14×10^{-6}	1 (散射、漏射)	1
6#		4.2	120mm 现浇楼板+50mm 瓷砖层+50mm 硫酸钡防 辐射涂层	3.38×10^{-6}	3/4 (有用线束)	1
7#-DSA 手术位	全身	1	铅衣 1mm+铅帘 0.5mm 铅 当量	2.80×10^{-3}	1 (散射、漏射)	1

(2) 医生手部的预测参数选取:

从(GBZ/T 244-2017)中的附录 A 表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{ks}=1.128 \text{ Gy/Gy}$ (介入操作人员为男性。X 射线的平均能量为 90keV,近似地视为垂直入射,是 AP 入射方式。), $k=400\mu\text{Gy/h}$ (来源 GBZ130-2013, 4.7.5), 年累积受照射时间为 135h。

7、预测结果

(1) 有屏蔽的预测点的预测结果

根据前面给出的计算公式、预测参数和 DSA X 线系统累计出束照射时间 135h/a, 在不考虑床板、人体等吸收射线的情况下, 保守计算各预测点的年有效剂量, 计算结果列入表 11-3 中。

表 11-3 DSA 介入导管室预测点有效剂量预测结果

保护目标		X 射线剂量率 (mGy/h)	年有效剂量 (mSv/a)	照射对象
预测点	所属场所			
1#	东侧屏蔽墙外 30cm 处, 室外	4.63×10^{-8}	3.71×10^{-6}	公众
2#	南侧屏蔽墙外 30cm 处, 控制室	9.01×10^{-8}	7.21×10^{-6}	工作人员
3#	西侧屏蔽墙外 30cm 处, 病人走廊	7.04×10^{-8}	5.63×10^{-6}	公众
4#	南侧铅玻璃外 30cm 处, DSA 控制室	9.01×10^{-8}	7.21×10^{-6}	工作人员
5#	北侧屏蔽墙外 30cm 处, 消毒供应室	7.04×10^{-5}	5.63×10^{-6}	公众
6#	楼顶上 30cm 处, 病房	2.43×10^{-5}	1.94×10^{-3}	公众
7#	DSA 手术位	7.09×10^{-4}	5.67×10^{-2}	5.66 DSA 手术 操作人员

(2) 医生手部的预测结果:

单套 DSA 设备在全年正常运行工况下, 致使介入操作人员的操作手部当量剂量为 54 mSv/a, 手部的皮肤吸收剂量为 61.0mGy/a。

8、结果分析

辐射工作人员、公众照射剂量：

从表 11-3 中的预测结果可见：在确保铅屏风 and 床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，DSA 全年正常运行，介入手术人员年剂量为 5.66mSv/a。介入手术人员共分 2 组，则每组平均有效剂量为 2.33mSv/a，低于职业照射剂量约束值 5mSv/a；医生手部当量剂量年最大值为 54mSv/a，每组平均有效剂量为 27mSv/a，低于《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值（500mSv）和本报告执行的剂量约束值（125mSv/a）；公众受照剂量最大为 2.32×10^{-4} mSv/a，低于公众剂量约束值 0.1mSv/a。

环评要求：项目单位应加强对介入手术人员个人剂量的监测与管理，若发现季度监测数据超过 1.25mSv，应及时采取相应干预管理措施。

（二）DSA 系统辐射影响类比分析

本次评价选择通江县人民医院 DSA 设备在正常运行工况下的监测结果进行类比分析。

1、类比条件分析

通江县人民医院 DSA 设备与本项目 DSA 设备相关参数的相似性比较见表 11-4。

表 11-4 类比设备与本项目设备的相似性比较

比较项目	通江县人民医院 DSA 设备		本项目 DSA 设备	
设备参数	125kV、1000mA		125kV、1000mA	
常见运行参数	84kV、200mA		70kV、200mA	
DSA 手术间屏蔽体厚度	东、南、北墙均为 37cm 厚实心砖，西墙为 3mm 铅板。		四周墙体均 240mm 实心红砖+50mm 硫酸钡防辐射涂层	
	观察窗	3mmPb	观察窗	铅玻璃 4mmPb
	防护门	3mmPb	防护门	铅板 4mmPb
	顶板	18cm 厚混凝土	顶板	120mm 现浇楼板+50mm 瓷砖层+50mm 硫酸钡防辐射涂层
DSA 手术位	个人防护用品	不低于 0.25mmPb	个人防护用品	不低于 0.5mmPb
	辅助防护设施		辅助防护设施	

由表 11-4 可见，类比的通江县人民医院 DSA 设备与本项目 DSA 设备参数及常见运行参数接近，DSA 手术间屏蔽体材料大于类比机房；本项目 DSA 介入导管室的顶板厚度大于类比 DSA 手术间。因此，用通江县人民医院 DSA 设备对周围辐射环境的影响来类比本项目 DSA 设备对周围辐射环境的影响，其结果更保守，类比是可行的。

2、监测单位、监测内容和监测条件

通江县人民医院 DSA 设备防护检测单位为四川中环康源卫生技术服务有限公司。2017 年 7 月 4 日（DSA 机调试期间），对 DSA 设备所在场所进行了 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测。DSA 设备监测工况见表 11-5。

表 11-5 DSA 机调试期间监测工况

设备名称	额定参数	监测时运行参数	焦皮距	散射体	主射方向
DSA 机	125kV/1000mA	84kV/199.5mA	50cm	水模	向上

注：DSA 机监测安排在装机调试期间。

3、监测结果

介入导管室监测布点图见图 11-2，监测结果见表 11-6。

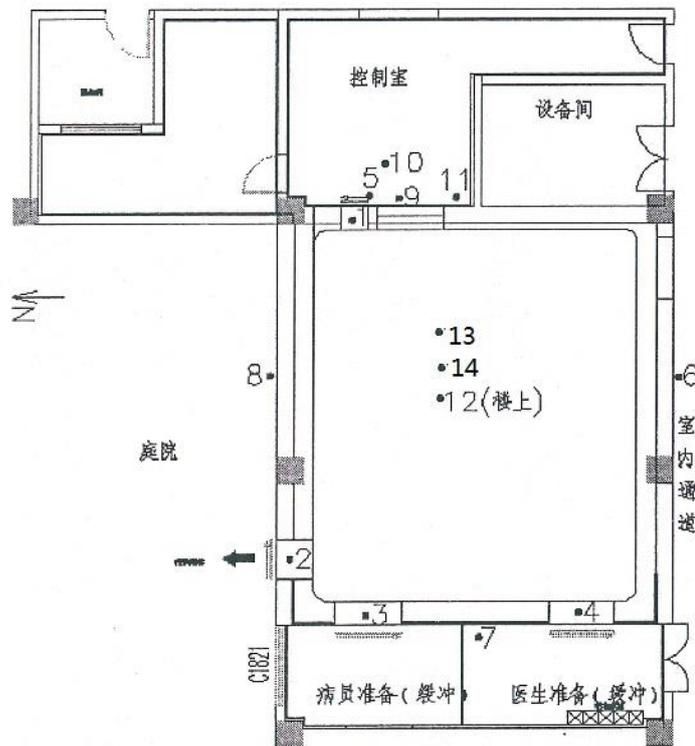


图 11-2 介入导管室 X- γ 辐射剂量监测布点图

表 11-6 介入导管室 X- γ 辐射环境空气吸收剂量率监测结果（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

点位编号	辐射剂量率	监测点位
1	0.11~0.14	控制室门表面 30cm
2	0.14~0.18	污物门表面 30cm
3	0.12~0.15	病人通道门表面 30cm
4	0.11~0.16	医生通道门表面 30cm
5	0.12	东墙（控制室）表面 30cm
6	0.13	南墙表面 30cm

7	0.12	西墙表面 30cm
8	0.18	北墙表面 30cm
9	0.10~0.11	控制室铅玻璃观察窗表面 30cm
10	0.10	控制室操作位
11	0.12	电缆孔
12	0.14	楼上（胃镜室）
13	8.8~23.5	第一手术者位（有铅屏、铅帘和铅衣）
14	5.0~31.0	第二手术者位（无铅屏，有铅帘和铅衣）

备注：以上数据均未扣除辐射本底值。

由表 11-6 可知，DSA 机曝光时，机房外 X-γ 辐射剂量率范围为（0.10~0.18）μSv/h，低于《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）规定的屏蔽体外剂量控制限值 2.5μSv/h；说明介入导管室采用的墙体厚度、顶板厚度、铅门厚度和铅玻璃观察窗厚度等满足辐射防护要求。室内手术者位 X-γ 辐射剂量率为（5.0~31.0）μSv/h（考虑铅帘和铅衣防护后结果）。

4、辐射影响分析

采用类比监测结果计算辐射工作人员和公众的年照射剂量。以操作位监测数据 31μSv/h 计算，得出辐射工作人员照射剂量为 4.19mSv/a，介入手术人员分 2 组，则每组平均有效剂量为 2.08mSv/a，低于职业照射剂量约束值 5mSv/a。

以室外最大监测数据 0.18μSv/h 计算，得出室外公众照射剂量为 2.43×10⁻²mSv/a，低于公众照射剂量约束值 0.1mSv/a。职业照射剂量与公众照射剂量均满足本次评价标准要求。

二、非放射性环境影响分析

本项目采用先进的数字成像技术，不使用显影液、定影液和胶片，因此不产生废显影液、废定影液和废胶片。设备运行过程中产生的污染物主要为 X 射线、臭氧、介入检查室通风系统机组运行噪声，以及手术过程中产生的医疗废物。

1、大气环境影响分析

DSA 治疗室内空气中氧受 X 射线电离而产生臭氧，其产率和浓度可用下面两个公式分别计算。

$$Q_o = 6.5 \times 10^{-3} \cdot G \cdot S_o \cdot R \cdot g \quad \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

式中：Q_o—臭氧产率 mg/h；

G—射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy/h，本项目 DSA 取 4.2；

So—射束在距离源点 1m 处的照射面积 m²，取 1m²；

R—射束径迹长度 m，取 1m；

g—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O₃ 的分子数，本项目取 10。

经计算，臭氧产率为 0.27mg/h。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_0 T_v / V \quad \dots\dots\dots \text{(式 11-6)}$$

式中：

C—室内臭氧浓度，mg/m³；

Q₀—臭氧产额 mg/h；

T_v—臭气有效清除时间，h；

V—治疗室空间体积，70m³；

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \quad \dots\dots\dots \text{(公式 11-7)}$$

t_v—每次换气时间，0.25h；

t_a—臭氧分解时间，取值为 0.83h。

DSA 治疗室设置通排风系统，每小时换气 4 次，每次换气时间均为 5min，则 DSA 治疗室内臭气平衡浓度为 7.41×10⁻⁴mg/m³。

本项目产生的臭氧排入大气环境后，经自然分解和稀释，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

2、声环境影响分析

项目噪声源为介入手术检查室通风系统机组，设备运行噪声值不超过 60dB(A)，属低噪声设备，再加上建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减，噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

3、固体废物影响分析

项目固体废物主要为介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，产生量约 10kg/月。采用专门的容器收集后转移至医院已建的医疗废物暂存间，定期委托有资质单位进行清运处置。

三、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：

1、介入治疗医生护士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与技术知识。

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，并佩戴个人剂量计。

④定期维护 DSA 机，制订和执行介入治疗的质量保证计划。

2、患者的辐射防护要求

①采用带有剂量测量系统的设备或购置测量仪器，在操作中对辐射剂量进行实时监测；严格执行国家标准 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平，保证患者的入射体表剂量率不超过 100mGy/min。

②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施。

③采用剂量控制与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散患者的皮肤剂量，避免单一皮肤区域接受全部剂量。

④将 X 线球管尽量远离患者，而将影像增强器尽量靠近患者。

⑤作好患者非投照部位的保护工作。

四、射线装置报废

本项目数字减影血管造影系统报废时，必须进行去功能化（如拆解或者拆卸球管，把球管电线插头或接头剪断），确保装置无法再次通电使用，并将设备处理去向记录备案。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-7。

表 11-7 辐射事故等级划分表

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

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-8。

表 11-8 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

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

二、辐射事故识别

1、可能发生的辐射事故

本项目DSA属II类射线装置，在运行时会产生X射线，项目环境风险因子为X射线，根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

①装置在运行时，由于安全连锁系统失效，人员误入或滞留在治疗机房内而造成误照射。

②医务人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射。

③装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

④医务人员由于缺乏操作经验和防护知识，安全观念淡薄等，违反操作规程和有

关规定，在从事介入手术期间未采取穿戴个人防护用品等必要的防护措施，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

2、事故工况辐射影响分析

根据X射线机的工作原理可知，当设备关机时不会产生X射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生X射线等危害因素。本项目数字减影血管造影系统属于II类射线装置，其X射线能量不大，曝光时间都比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表11-9。

表 11-9 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	主要环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
DSA	X 射线	超剂量照射	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和 射线装置失控 导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

根据分析，本项目DSA可能发生的事故为一般辐射事故

三、事故防范措施

为了防止事故的发生，要求医院严格执行以下风险预防措施：

①制定DSA机操作规程和安全规章制度，并严格落实操作规程等制度的“制度上墙”要求（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在放射诊断操作时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员须按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

②每月检查门灯连锁装置，确保安全连锁装置正常运行；每月对DSA机的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

③定期对DSA机采取的安全防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

④实施介入诊疗的质量保证。做好医生的个人防护，做好病人非投照部位的防护工作。

⑤加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

⑥制定事故应急预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

5、应急措施

假若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 一旦发现有其他无关人员误入介入手术间内，操作人员应立即利用最近的紧急停止开关切断设备电源。误入人员应在最短的时间内撤离机房，尽量缩短受照时间。同时，事故第一发现者应及时向医院的辐射安全管理领导小组及上级领导报告。辐射安全管理领导小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

(2) 对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地环境保护主管部门、卫生等主管部门。

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

(4) 事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

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

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、组织机构

邻水县中医医院成立有辐射防护领导小组（邻中医〔2018〕117号，见附件），组长由余永超担任，副组长由甘文锋和张建华担任，成员由科室主任担任。辐射防护领导小组下设日常值班机构，日常值班机构设在后勤保障科。辐射防护领导小组负责全院辐射安全管理工作，日常值班机构负责处理日常事务工作。

2、职责

邻水县中医医院辐射防护领导小组的主要职责涉及以下几方面：

①负责对全院放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；

②组织有关人员学习、实施放射防护法规；

③组织放射防护知识的宣传，并对有关人员进行防护知识的教育；

④会同上级有关部门按有关规定调查和处理放射事故，并对有关人员提出处理意见；

⑤负责本院放射人员的健康体检。

环评要求：辐射防护领导小组应定期开会，总结医院辐射防护管理方面的经验，并根据国家相关法规、标准，改进管理规章制度。

3、DSA 管理

本项目建成投运后，辐射安全管理职能部门为放射科，辐射安全管控措施包括：

定期对介入检查室屏蔽门及其控制室观察窗屏蔽效能、门灯联锁的有效性等进行检查，对辐射工作人员剂量进行档案管理，组织辐射工作人员辐射防护上岗培训，监督辐射工作人员执行相关操纵规程等。

辐射安全管理规章制度

1、规章制度

（1）根据《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）要求，辐射安全管理规章制度落实情况见下表：

表 12-1 管理制度汇总对照表

序号	项目	规定的制度	落实情况
1	场所设施	辐射安全管理规定	拟制定
2		射线装置操作规程	拟制定
3		辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	拟制定
4		安保管理制度	拟制定
5		档案管理制度	拟制定
6	监测	监测方案	拟制定
7		监测仪表使用与校验管理制度	拟制定
8	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	拟制定
9		辐射工作人员个人剂量管理制度	拟制定
10		辐射相关人员岗位职责	拟制定
11	应急	辐射事故应急预案	拟制定
12	其他	质量保证大纲和质量控制检测计划	拟制定

由表 12-1 可知，医院需补充《辐射工作场所安全管理规定》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》和《质量保证大纲和质量控制检测计划》。

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，《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》等应悬挂于辐射工作场所，并且上墙制度的内容应字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

2、档案管理

邻水县中医医院应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

- （1）环保部门现场检查记录及整改要求落实情况。
- （2）放射诊疗期间射线装置异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

环评要求：根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，档案资料应按以下八大类分类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查纪录”、“个人剂量档案”、“培训档案”和“辐射应急资料”。

3、年度辐射安全评估制度

邻水县中医医院建立有年度辐射安全评估制度，并根据《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格式》的要求，每年根据实际工作情况编制自查评估报告和上报相关环保主管部门。

环评要求：

①医院应每年按时（每年1月31日前）向四川省生态环境厅和广安市生态环境局提供辐射安全与防护状况年度自查评估报告；

②年度自查评估若发现安全隐患的，应当立即整改；

③辐射工作人员年度剂量监测报告和辐射工作场所辐射环境质量监测报告应作为评估报告的附件。

4、核技术利用辐射安全申报系统要求

根据环保部信息化管理要求，辐射工作单位办理辐射安全许可证审批环保手续时需在全国核技术利用辐射安全申报系统（以下简称“申报系统”）进行网上申报（申报系统网址：zwfw.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp）凡是不进行网上申报的，纸质材料一律不予受理。用户可在该申报系统中办理如下事项：

（1）许可证相关申请：许可证申请（及重新申请）、延续、变更、注销；

（2）放射源相关申请：转让、异地使用、进口、出口；

（3）非密封放射性物质相关申请：转让、异地使用、进口、出口；

（4）射线装置相关申请：转让、异地使用、进口、出口。

辐射工作单位网上申请提交成功后，应通过网上在线打印业务表单，并盖章确认，再按相关程序提交到环保部门办理。

辐射监测

本项目辐射防护监测包括个人剂量监测和工作场所监测：

1、个人剂量监测

辐射工作人员均配有个人剂量计，并要求在开展放射性诊疗工作期间必须佩戴（介入治疗医生和护士应将个人剂量计佩戴于胸前且在铅衣内，放射技师应将个人剂量计佩戴于胸前）。

医院按每季度1次（一年4次）的频率组织辐射工作人员进行个人剂量检测，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）和《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环保部18号令）的要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，将监测结果记录到个人剂量档案中。

个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

环评要求：①个人剂量档案应终身保存；②对于某一季度个人剂量检测数据超过1.25mSv的辐射工作人员，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人

在情况调查报告上签字确认。对于年度内个人剂量检测数值累计超过 5mSv 的，要开展调查，查明原因，撰写调查报告，并要求采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，同时上报辐射安全许可证发证机关；③在每年的 1 月 31 日前上报的辐射安全和防护状况自查评估报告中，应包含辐射工作人员剂量监测数据及安全评估的内容。

2、工作场所监测

医院应定期对介入手术治疗区进行监测。监测设备：医院自行监测应配备便携式 X-γ 辐射监测仪，并保证仪器的准确性和可靠性。该设备购置后主要用于医院既有辐射工作场所屏蔽墙体、防护门和观察窗等屏蔽效果巡测。

环评要求：为确保建设单位自行监测数据的准确有效，医院可选择以下两种措施之一：①在接受有资质单位监测时，医院在同一地点比对自配的辐射剂量监测仪监测结果；②委托有资质单位对辐射剂量监测仪进行检定校准。

监测质量保证：①医院应安排专人负责自行监测任务；②制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用有资质监测单位的监测数据与医院自有监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；③制定辐射环境监测管理制度。

环评要求：①辐射工作场所环境监测结果应记录，并存档备案。②若发现异常情况，立即采取应急措施，停止辐射工作，查找原因。③自查监测结果和工作场所监测结果应作为年度自查评估报告的附件。④从事自我监测的人员应具有辐射安全及环境监测的相关知识。

辐射事故应急

1、辐射事故应急响应机构

邻水县中医医院成立有放射事故应急救援领导小组，负责监督检查放射安全工作及组织协调、安排辐射事故处理等方面的管理。

2、辐射事故应急预案

医院已制定有《**放射事件应急预案**》，内容包括应急组织机构和职责，应急处置程序和事故应急响应程序。环评对应急预案的内容分析如下：

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增医用血管造影 X 射线系统使用项目

建设单位：邻水县中医医院

建设地点：邻水县鼎屏镇瑞彩路 4 号邻水县中医医院院内

建设性质：新建

建设内容及规模：拟于邻水县中医医院院内住院大楼一楼北侧 DSA 机房内新增 1 台 DSA（型号：飞利浦 UNIQFD20），进行心血管、外周血管、神经、肿瘤等介入检查和治疗。

拟购 DSA 额定管电压为 125kV、额定管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。

项目总投资 800 万元，其中环保投资 54.8 万元，占总投资 7.3%。

二、项目产业政策符合性

本项目是利用射线装置用于放射诊疗，系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会第 21 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》（2013 年 5 月实施），本项目属于鼓励类中“十三、医药”的第 6 条“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的应用”项目。因此，本项符合国家当前产业政策。

三、项目选址及平面布局合理性

本项目辐射工作场所设有专用的候诊区域，就诊通道。医院综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，该项目建设在放射科，通过墙体的屏蔽后，项目运营对周围环境影响较小。综上所述，本项目总平面布置总体合理。

四、区域环境质量现状评价结论

根据监测结果，本项目拟建场址 γ 辐射剂量率为（115~141）nGy/h。与《中国环境天然放射性水平》（国家环保总局编）中的达县（1995 年）的背景资料相比较（达县地区室内的 γ 辐射空气吸收剂量率范围为（48~141.8）nGy/h），无显著性差异，属正

常环境本底水平；

五、环境影响评价分析结论

1、正常工况下辐射环境影响评价结论

(1) 辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的辐射剂量限值，也低于本报告提出的照射剂量约束值（职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

(2) 非放环境影响分析结论

本项目采用先进的数字显影技术，电脑成像，不使用显（定）影液，不产生废显影液、废定影液和废胶片。

开机出束期间产生的 X 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O₃)。臭氧经空调系统抽取后排放，由于治疗过程中每次曝光时间短，产生的臭氧量较少，且臭氧极不稳定，再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。

2、事故工况下环境影响评价结论

经分析，本项目可能发生的辐射事故的事故等级为一般辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，邻水县中医医院按相关规定和本环评要求对已制定的《放射事件应急预案》进行补充完善后，能够有效控制并消除事故影响。

六、射线装置使用与安全管理的综合能力分析

邻水县中医医院拥有专业的放射性医护人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在补充《辐射安全管理规定》、《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度并时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对数字减影血管造影系统（II类射线装置）的使用和管理能力。

七、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有

关规定，辐射工作人员和公众照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量管理约束值。评价认为，本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。

八、射线装置申请活动的种类和范围

表 13-1 本项目申请活动的种类和范围

设备名称	数量 (台)	主要技术参数	射线装 置种类	活动 种类	工作场所	备注
DSA	1	125kV/1000mA	II类	使用	住院楼一层的介入检查室	新增

九、项目竣工环境保护验收检查内容

本项目建成后，应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

建设单位是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关文件规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施和辐射防护措施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

建设单位应在项目竣工后3个月内组织竣工环保验收，委托有资质单位进行现场监测，并编制竣工验收监测报告。验收监测应当在确保主体工程调试工况稳定、辐射防护措施安全到位的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。建设项目配套建设的环境保护设施和辐射防护措施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。危险废物相关竣工环保验收参照四川省生态环境厅其他规范要求实施。

“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”已于2017年12月1日上线试运行，网址为<http://114.251.10.205>。建设单位可以登陆环境保护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/hjbhzbz/bzwb/other/hbysjsgf/>），并在项目建成后，及时开展竣工环境保护验收工作。

建议和承诺

1、要求

(1) 项目在运行过程中必须严格落实项目设计及本报告表提出的安全防护措施和相关管理要求。

(2) 定期对安全联锁系统和安全设施进行检查、维护，定期对机房防护门闭合处进行检查，防止产生缝隙，导致射线从缝隙泄漏。

(3) 在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

(4) 邻水县中医医院现有辐射工作人员 30 人，其中 11 人取得了辐射安全与防护培训合格证书，其余 19 人须参加环保主管部门组织的辐射安全与防护培训，考试合格并持证上岗。

2、建议

(1) 对病人开展诊疗时，严格操作规程，严格控制受照剂量。对临近敏感器官和组织进行屏蔽防护。

(2) 定期严格检查维修各类辐射安全设施，确保始终处于正常工作状态。

(3) 不断提高辐射工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。定期进行事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断的完善应急预案。

(4) 根据国家及地方最新出台的法规和规章制度等，对辐射相关制度进行更新和完善。

(5) 项目建成后及时开展自行验收工作。

3、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。本工程竣工环境保护验收一览表见表 13-2。

表 13-2 环境保护设施验收一览表

项目		设施（措施）
医用直线加速器	辐射屏蔽措施	DSA 机房 1 座
	安全装置	治疗室门与束流联锁（门-机联锁）装置 1 套

		对讲装置 1 套
		工作状态指示灯（门-灯联锁） 1 套
		紧急停止按钮 1 套
		入口电离辐射警告标志 1 套
	个人防护用品	个人剂量计 12 个
		个人剂量报警仪 2 台
		辐射巡测仪 1 台
	通排风系统	通进风系统 1 套

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人年月日

审批意见

公章

经办人年月日