

核技术利用建设项目

新增数字减影血管造影装置项目
环境影响报告表

(公示本)

德昌县中医医院

二〇二〇年九月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增数字减影血管造影装置项目 环境影响报告表

建设单位：德昌县中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：罗 XX

通讯地址：四川省凉山州德昌县德州镇西宁街东段 130 号

邮政编码：61XXX

联系人：邹 XX

电子邮件：4XXX@qq.com

联系电话：1XXX

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增数字减影血管造影装置项目				
建设单位		德昌县中医医院				
法人代表	罗 XX	联系人	邹 XX	联系电话	1XXX	
注册地址		四川省凉山州德昌县德州镇西宁街东段 130 号				
项目建设地点		凉山彝族自治州德昌县德州镇昌平路德昌县中医医院住院医技楼				
立项审批部门		—		批准文号	—	
建设项目总投资 (万元)	XX	项目环保投资 (万元)	XX	投资比例	XX%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 m ²	110.2
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	无				
项目概述						
一、 建设单位情况						
<p>德昌县中医医院（1XXX）始建于 1984 年，而今已发展成为一所以“中医药为特色中西医结合，集医疗、教学、科研、急救、预防保健和康复”为一体的综合性国家二级甲等非盈利性中医医院。医院先后荣获四川省中医发展先进单位、四川省重点中医专科骨科、四川省重点中医专科针灸康复科、四川省重点中医专科肺病科建设单位等荣誉称号。</p> <p>为满足日益增长的医患需求，医院决定对全院整体搬迁工程，医院搬迁后新</p>						

址位于德州镇昌平路西侧，新院区按“国家三级甲等医院”标准规划设计，总投资 2.5 亿，占地面积 35837.46m²，建筑面积 50377.83m²，医护人员 600 余人，设门诊部、住院部、康复养老中心及辅助用房等，床位 800 张，新建医院将成为凉山州县级中医院唯一集医疗、教学、科研、预防、保健、康复、急救为一体的综合性中西医结合医院。

（一）任务由来

德昌县中医医院是一家综合型公立医疗机构，医院迁址后位于凉山彝族自治州德昌县德州镇昌平路，2014 年 3 月 26 日取得了由原四川省环境保护厅“关于德昌县中医院整体搬迁工程环境影响报告书的批复（川环审批[2014]132 号）”。近年来，随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，为提高医院的服务范围，满足各类心脑血管病患者就近就诊的需求，拟在德昌县中医医院住院医技楼二层内放射科新建一个 DSA 检查室，并在 DSA 检查室内使用 1 台数字减影血管造影装置（digital subtraction angiography，简称 DSA），属于 II 类射线装置。

（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》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据国家《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第44号）和《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》（生态环境部1号部令）第五十项191条核技术利用建设项目中使用 II 类射线装置的规定，本项目应编制环境影响报告表。根据《四川省生态环境厅关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019年第2号），本项目应报凉山州生态环境局审查批准。因此，德昌县中医医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川省中栎环保科技有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，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，对环境的影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、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。

(三) 本项目建设内容

1、工程建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院拟在住院医技楼二层新建 DSA 检查室、控制室、设备间等其他配套用房，DSA 检查室净空尺寸为 5.28m(长)×6.32m(宽)×4.0m(高)，拟在 DSA 检查室内使用 1 台 DSA，型号待定，属于 II 类射线装置，最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA，年最大曝光时间约 100h（其中透视 90h，拍片 10h），主要用于介入治疗、血管造影等。

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	DSA 检查室净空面积为33.4m ² ，机房室内净空尺寸为 5.28m(长)×6.32m(宽)×4.0m(高)。手术室四周墙体 240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡涂层；屋顶为120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板；地面为200mm 混凝土+3mm 铅板；观察窗为1扇4mm 铅当量的铅玻璃，3扇防护铅门均为 4mm 铅当量。在 DSA 检查室内使用1台 DSA 最大管电压为150kV，最大管电流为1000mA，年最大曝光时间约 100h，其中透视90h，拍片10h。	噪声、废水、废气、固体废物	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物	新建
辅助用房	控制室、设备间、更衣室、缓冲区、无菌仓库、病人等待区、污物间、换鞋区、手术准备区等		生活垃圾、生活污水	新建
公用工程	过道	—	—	已建
	市政水网、市政电网、配电系统		—	已建
办公及生活设施	办公室、卫生间	—	生活垃圾、生活污水	依托
环保工程	医疗废物暂存间、污水处理站、专用排风管道等	—	废水、固体废物、废气	依托

依托情况介绍：

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处理后排入城市污水管网；运营期医疗废水及生活污水依托现有污水处理站进行处理后排入德昌县污水处理厂处理后达标排放。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为建筑垃圾，由施工单位集中收集，运送到指定的建筑垃圾堆放场进行处理；生活垃圾依托市政垃圾收运系统收集处理；装修和设备安装期间的垃圾经过分类收集，能回收利用部分回收处理，不能回收部分，作为建筑垃圾进行处理。运营期产生的医疗废物与医院其他医疗废物一起交由有资质

的单位收运处置；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

(四) 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	120L	外购	碘帕醇
能源	煤(T)	—	—	—
	电(KW·h)	2500 度	市政电网	—
	气(NM ³)	—	—	—
水量	地表水	1000m ³	市政水网	—
	地下水	—	—	—

本项目拟使用造影剂为碘帕醇注射液，规格为 100mL/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 600 台手术，年使用量约为 120L。由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

(五) 本项目所涉及的医用射线装置

本项目涉及医用射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置清单表

序号	装置名称	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年出束时间	出束方向	使用场所	备注
1	数字减影血管造影机	待定	待定	150kV 1000mA	II 类	年总曝光时间约 100h，其中拍片约 10h、透视约 90h；单台手术平均出束时间 10min	由下向上	DSA 检查室	拟购

(六) 工作人员配置情况

劳动定员：本项目 DSA 拟配置 8 名辐射工作人员，其中手术医生 3 名，技师 2 名，护士 3 名。技师为放射科原有辐射工作人员，其他辐射工作人员为新增。今后，医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8h，实行白班单班制。

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令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 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 5 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目运营后可为青白江区病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康社会的重要内容，本项目具有放射性实践的正当性。

三、本项目外环境及总图布置合理性分析

（一）外环境及选址的合理性

德昌县中医医院新址位于四川省凉山彝族自治州德昌县德州镇昌平路。根据现场踏勘，医院北侧为市政道路二（在建）；西侧紧邻客运西路南段；南侧紧邻市政道路一（在建）；东侧紧邻客运东路南段。医院外环境关系见附图 2。

本项目所在医院新址取得了德昌县城乡规划建设和住房保障局颁发的《建设用地规划许可证》（德规建地字第（2018）004 号），见附件 4。德昌县中医医院门诊医技楼于 2014 年 3 月 26 日取得了原四川省环境保护厅关于对德昌县中医院整体搬迁工程环境影响报告书的审查批复（川环评审[2014]132 号），见附件 5，医院外环境及选址合理性已在环评报告中进行了论述，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且建设的 DSA 检查室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。

（二）总平面布局合理性分析

德昌县中医医院门诊医技楼（在建）为集门诊、急诊、体检、医技为一体的综合型功能的 5 层建筑（高约 21m），有一层地下室，在急诊和门诊中心和门诊中心西侧为高约 36m 的 9 层的住院楼（在建）。本项目位于医院西北侧门诊医技楼（在建）二层。以本项目拟建 DSA 检查室机房边界为中心，项目拟建机房 50m 范围内，西北侧约 22m 外为医院食堂及业务用房（拟建）；西南侧 45m 外为 9 层的医院康养中心（拟建）；其余均为空地。医院平面布置图见附图 2。

在住院医技楼二层内，口腔科门诊位于大楼的中心；西侧为放射科区域；北侧为功能检查科区域；东南侧由北向南依次为耳鼻口科区域、中医科区域。本项目 DSA 检查室位于放射科区域内。在放射科区域内，中间为放射科设备区，周围为办公和辅助用房区域。患者通道将设备区域，划分为两个部分，患者通道北侧乳腺室(或备用)、DR2 室、数字胃肠室、DR1 室及配套用房自西向东“一”字排开；患者通道南侧 DSA

检查室、CT2室、CT1室西向东“一”字排开。在放射科设备区域周围，西南侧自北向南依次为办公室、值班室，休息室和污物暂存间；东南侧自西向东依次为讨论室、办公室、登记存片室；东北侧为候诊区；西北侧为医生通道（兼控制室）。

在 DSA 检查室西侧为病人缓冲区；南侧为污物通道；东南侧为医生通道；东侧为设备间；北侧为控制室；西北侧为患者通道；正下方为采血室；正下方为更衣间和资料室。

住院医技楼二层平面布局见附图 3，门诊医技楼一层平面布局见图 4，门诊医技楼三层见附图 5。

本项目医护人员从医生通道进出 DSA 检查室，医生用房独立成区，病人在陪护人员陪同下从患者通道经病人缓冲区进出 DSA 检查室，病人、医生流互不交叉。手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过专用的污物通道运出后在污物暂存间暂存。因此，本评价认为本项目总平面布置是合理。本项目医生、患者、污物路径示意图见图 6。

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

德昌县中医医院已取得凉山州生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[23076]）（见附件 3），许可的种类和范围为：使用 III 类射线装置；发证日期：2017 年 4 月 23 日，有效期至 2022 年 4 月 22 日，在有效期内。具体情况见表 1-4。

表 1-4 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	工作场所	装置名称	型号	类别	数量（台）	备注
1	CT 室	CT 机	sptomspitir	III类	1	已上证、在用
2	放射科	胃肠机	PLD5000	III类	1	
3	放射科	牙片机	BRT-A	III类	1	
4	放射科	DR	DRX-1system	III类	1	
5	手术室	移动 C 臂 X 线机	HHMC-50	III类	1	
6	放射科	移动 X 线机	MULTIMOBIL-10	III类	1	

（二）辐射工作人员培训情况

医院现有 9 名辐射工作人员，目前共有 6 名辐射工作人员已经取得了辐射安全与

防护培训合格证，本项目的2名技师已取得辐射安全与防护培训合格证（附件10）。

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；已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再培训。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

（三）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，每季度对个人剂量进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（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。

德昌县中医医院提供了年连续四个季度个人剂量检测报告（见附件6），通过检查发现，德昌县中医医院2019年第三季度“瑜放个人剂量监字（2019）第384号”报告中，陈XX个人剂量数据异常，超过1.25mSv/季的相关规定，医院出具了当事人本人签字的调查报告和医院的处理意见。经统计计算（见表1-5），未发现个人剂量超过5.0mSv/年的情况。

表1-5 医院连续四个季度个人剂量统计表

序号	姓名	性别	个人剂量检测结果（mSv）				合计	备注
			2019年 2季度	2019年 3季度	2019年 4季度	2020年 1季度		
1	何XX	男	0.02	0.11	0.02	0.02	0.17	/
2	蒋XX	男	0.06	0.17	0.02	0.02	0.27	/
3	毛XX	男	0.02	0.12	0.02	0.02	0.18	/
4	陈XX	女	0.02	4.42 (0.18)	0.06	0.02	4.52 (0.28)	已调查
5	唐XX	男	0.07	0.14	0.07	0.02	0.3	/
6	崔XX	女	0.02	0.16	0.02	0.02	0.22	/
7	赵XX	男	0.02	0.11	0.02	0.02	0.17	/
8	徐XX	女	0.02	0.18	0.02	0.02	0.24	/
9	杨XX	女	0.02	0.12	0.02	0.02	0.18	/

注：表 1-5 中“(*)”为名义剂量。

由医院提供的职业性外照射个人监测剂量核查登记表（调查报告）得知，陈仁芬个人剂量数据超标为维修工程师将个人剂量计遗忘在射线装置机房内所致，非本人真实受照剂量。本次评价按照统计年度最大个人剂量数据作为陈仁芬同志的名义剂量。

2、工作场所辐射水平监测

根据原环保部 18 号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，德昌县中医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、楼上和楼下、防护门和观察窗）、控制室等。德昌县中医医院委托了成都华亚科技有限公司开展了 2019 年年度辐射环境现状监测（附件 7），在监测结果中，未发现屏蔽体外 0.3m 处超过 2.5 μ Sv/h 的情况。

（四）年度评估报告

医院在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2019年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，医院对2019年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了评估说明。

（五）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，具体情况见附件2。

（六）小结

综上所述，德昌县中医医院不存在原有辐射环境问题。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能 (MeV)	额定电流 (mA)/剂量 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	CT机	III类	1	spmatompitir	130	650	医用诊断	放射科	已有
2	胃肠机	III类	1	PLD5000	125	500	医用诊断	放射科	已有
3	牙片机	III类	1	BRT-A	70	11	医用诊断	手术室	已有
4	DR	III类	1	DRX-1system	150	630	医用诊断	放射科	已有
5	移动C臂X线机	III类	1	HHMC-50	120	100	医用诊断	放射科	已有
6	移动X线机	III类	1	MULTIMOBIL-10	125	160	医用诊断	手术室	已有
7	数字减影血管造影机	II类	1	待定	150	1000	介入治疗	DSA检查室	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境

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

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

表 6 评价依据

<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》，国务院令第682号，2017年10月1日实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国生态环境部令 部令 第 1 号，2018 年 4 月 28 日起实行；</p> <p>(7) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日起实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月修订；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部第 18 号令，2011 年 5 月起实施；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环保部第 31 号令，2019 年 8 月修订；</p> <p>(11) 《射线装置分类办法》，环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施；</p> <p>(12) 《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>(13) 《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(14) 《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>
-------------	--

技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容与格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</p> <p>(5) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(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) 《放射工作人员健康要求》(GBZ 98—2017);</p> <p>(9) 《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002)。</p>
其他	<p>(1)《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽,原子能出版社,1987);</p> <p>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(3)《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》(2012年3月);</p> <p>(4)《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号);</p> <p>(5)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《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》（HJ10.1-2006）中的相关要求，结合项目特点和现场监测的实际情况，确定辐射环境影响评价的范围：以辐射工作场所建筑实体为边界，半径 50m 内区域作为评价范围。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围停留的公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	相对方位	距辐射源最近距离(m)	人数/天	照射类型	剂量约束值(mSv/年)
DSA 检查室机房周围	手术室内的医生	-	0.5	≤3	职业照射	5.0
	手术室内的护士	-	1	≤3	职业照射	5.0
	控制室内的医护人员	北侧	2.6	8	职业照射	5.0
	设备间内的医护人员	东侧	3.3	≤8	职业照射	0.1
	病人缓冲区的患者及陪护人员	西侧	2.6	不定	公众照射	0.1
	污物通道内的工作人员	南侧	2.9	<5	公众照射	0.1
	医生通道上的工作人员	东南侧	3.1	≤5	公众照射	0.1
	患者通道上的工作人员、患者和陪护人员	西北侧	3.2	不定	公众照射	0.1
	讨论室内的医护人员	东南侧	5.7	≤20	公众照射	0.1
	办公室内的医护人员	东侧	6.6	≤20	公众照射	0.1
	候诊区内的患者及陪护人员	东北侧	27	不定	公众照射	0.1
	放射科的其他人员	-	4.9	不定	公众照射	0.1
	采血室内的医护人员	正下方	4	<10	公众照射	0.1
	更衣间和资料室	正上方	4	<20	公众照射	0.1
本项目周围	功能检查科内的医护人员及病人	东北侧	39	不定	公众照射	0.1
	五层其他区域的人员	周围	39	不定	公众照射	0.1

围	负 1 层及一层的其他人员	下方	4	不定	公众照射	0.1
	3-5 层的工作人员、病人和陪护人员	上方	4	不定	公众照射	0.1
	食堂及业务用房内的工作人员及医护人员和病人	西北侧	22	不定	公众照射	0.1
	评价范围内医院建筑物外的人员	周围	9.6	流动	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

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

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。
- (2) 医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准。
- (3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。
- (4) 固废：《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及原环保部公告【2013】第 36 号修改单。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

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

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

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

本评价按上述标准中规定的职业照射年平均有效剂量的 1/4 执行，即 5mSv/a，

四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束限值为 125mSv；公众照射按照标准中规定的年有效剂量的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，本项目医用射线装置使用场所在距离机房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、本项目主要环境影响

本项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 DSA 在曝光过程中，产生的 X 射线。

二、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，成都华亚科技有限公司于 2020 年 07 月 21 日按照委托单位要求对德昌县中医医院新增数字减影血管造影装置项目拟建场所周围，进行了辐射环境现状布点监测，其监测项目、分析及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》	GB/T14583-93
	《辐射环境监测技术规范》	HJ/T61-2001

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	技术指标	校准情况	
环境 X-γ辐射剂量率	AT1121 型辐射检测仪 编号：44991	0.01μSv/h-200μSv/h 60keV~3.0MeV	校准单位： 中国测试技术研究院 校准有效期： 2020.04.13~2021.04.22	符合仪器使用条件

三、质量保证

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

成都华亚科技有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

从事监测的单位，成都华亚科技有限公司于 2016 年 8 月取得了原四川省质量技

术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：162315340439，有效期至2022年8月28日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

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

四、环境现状监测与评价

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

具体监测结果如下：

表 8-3 拟建项目周围环境 X-γ辐射剂量率 单位：μSv/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	拟建 DSA 检查室内	0.11	0.007	无
2	拟建控制室内	0.10	0.008	
3	拟建 DSA 检查室北侧患者通道	0.13	0.007	
4	拟建 DSA 检查室西侧病人缓冲区	0.11	0.011	
5	拟建 DSA 检查室南侧污物通道	0.10	0.005	
6	拟建 DSA 检查室东侧医生通道	0.10	0.007	
7	拟建 DSA 检查室正上方（3F）	0.10	0.005	
8	拟建 DSA 检查室正下方（1F）	0.11	0.011	
9	食堂及业务用房旁（在建）	0.10	0.008	
10	康养中心旁边（在建）	0.10	0.011	

由监测报告得知，项目所在区域的 X-γ辐射空气吸收剂量率背景值为 0.10~0.13μSv/h。在普通生活环境状态下，辐射环境权重因子按 1 进行考虑，则拟建场所内 γ辐射剂量率背景值为 100~130nGy/h，根据四川省生态环境厅发布《2019 年四川省生态环境状况公报》（2020 年 6 月），本项目拟建区域内空气吸收剂量率水平与全省 29 个电离辐射环境监测自动站测得的 γ辐射空气吸收剂量率范围（76.8~163nGy/h）基本一致，属于正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项分析

1、施工期间的环境影响分析

本项目在已建的住院医技楼内进行建设，医院取得了原四川省环境厅“关于德昌县中医院整体搬迁工程环境影响报告书的批复（川环审批[2014]132号）”。目前医院整体搬迁工程项目正在建设中，本项目涉及的 DSA 在医院住院医技楼 2 层 DSA 检查室内使用，目前该楼主体已修建完毕，DSA 检查室正在隔断装修改造过程中。在施工过程中，会产生一定的扬尘、噪声、固体废物、以及施工人员产生的生活垃圾和生活废水。

施工期工艺流程及产污环节见图9-1。

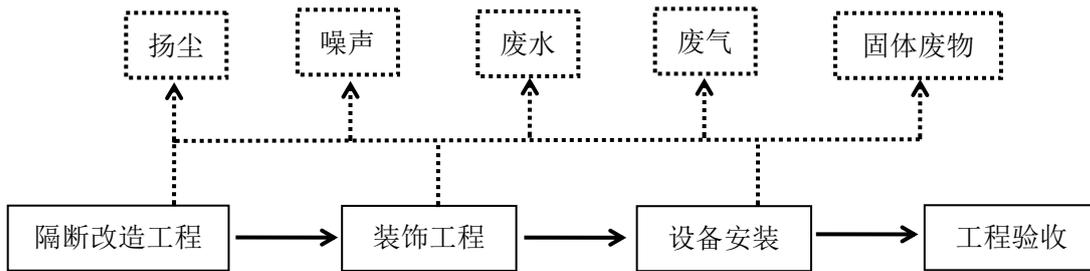


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

2、施工期主要污染源处理措施

①扬尘

施工过程中产生的扬尘，主要是在隔断装修过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取及时洒水等措施来进行控制。

②噪声

施工期噪声包括主体施工、装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境的影响较小。

③废水

本项目建设与大楼主体装修建设同时进行，施工废水经沉淀后循环使用；生活污水经医院已建的地理式污水处理站处理，施工人员生活污水经预处理后，再通过市

政管网进入德昌县污水处理厂进一步处理后，进行达标排放。

④废气

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

⑤固体废物

施工过程中固体废物主要为主体工程隔断改造墙体产生的废弃材料、装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑材料、装修垃圾等，可与大楼施工垃圾一起分类收集，统一处理；施工人员产生的生活垃圾应统一收集后送城市环卫部门处理。

3、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时建设单位须加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在 DSA 机房内进行，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。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

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

DSA(数字减影血管造影装置)是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能

显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

2、诊断及治疗流程简述

DSA 在进行曝光时分为两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

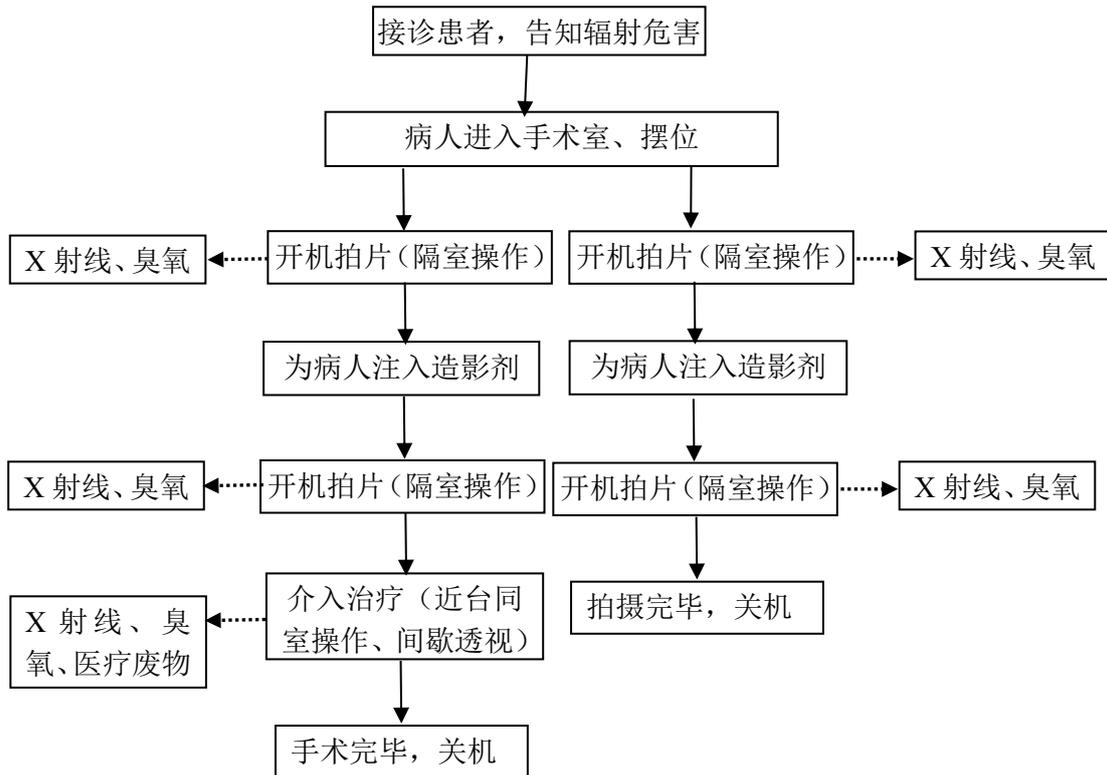


图 9-2 DSA 治疗流程及产污环节示意图

(1) DSA 拍片检查

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

(2) DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床

一旁，距 DSA 的 X 线管 0.5~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。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 DSA 检查室。

3、产污环节

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

4、主要污染源物：

（1）电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。

（2）废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，建设单位拟在 DSA 检查室北侧安装专用排风机（通风量为 400m³/h），通过排风管道进入排烟井，高于楼顶排放，经自然分解和稀释后对环境影响较小。

（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，每年 DSA 检查室预计手术量为 600 台，则每年固体废物产生量约为 1200kg。项目产生的医疗废物经打包后与医院医疗废物一起交由有资质的单位收运处置；

③本项目拟新增辐射工作人员 6 名，2 名辐射工作人员利旧，每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 1.0t，工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后

由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

(4) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水。项目辐射工作人员和患者产生的生活废水和医疗废水，依托医院新建的污水处理站通过“混凝沉淀+二氧化氯消毒”工艺进行处理，项目产生的废水经过污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表2中预处理标准后，外排市政污水管网进入德昌县污水处理厂处理后达标排放。

(5) 噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为空调噪声，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

(6) 造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘帕醇）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；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排除体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

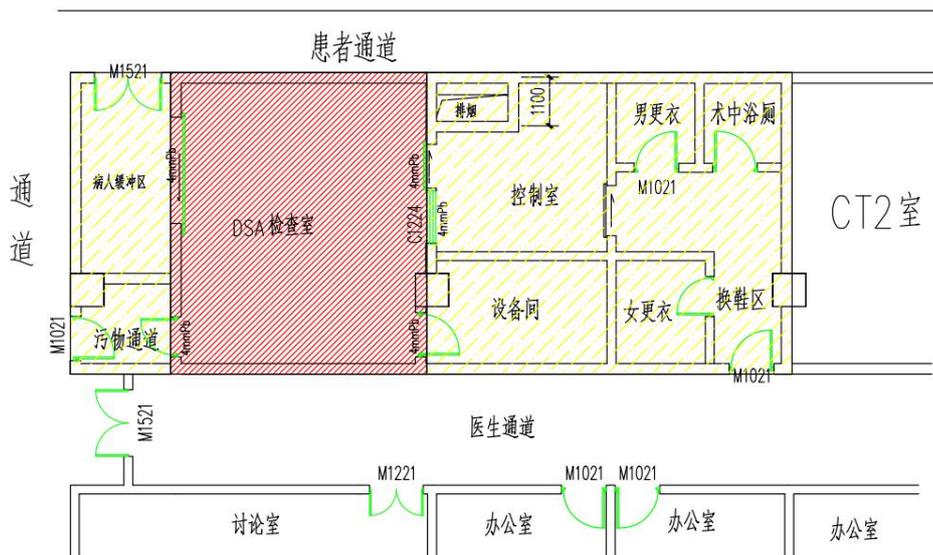
一、辐射工作场所两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将 DSA 检查室划为控制区，而控制室、设备间、病人缓冲区、污物通道、更衣室、换鞋区、术中浴厕划为监督区。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图上进行了标识。



图例： 控制区 监督区

图 10-1 本项目两区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称及位置	控制区	监督区
DSA (DSA 检查室)	DSA 检查室	控制室、设备间、病人缓冲区、污物通道、更衣室、换鞋区等

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。

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

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

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

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

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

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

⑥配备辅助防护设施：DSA 配备床下铅帘（0.5mm）和悬吊铅帘（0.5mm）、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和介入手术床体旁上均设置“紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

2、屏蔽防护措施

医院邀请第三方单位对DSA检查室进行了辐射防护设计，根据防护设计图，结合防护设计公司提供的硫酸钡钡板的检测报告（见附件11），对照《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录表D.7和表D.5，机房实体防护设施铅当量折合估算见表10-2；参照《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），根据最大工况下管电压和不同屏蔽体材料铅当量厚度，本项目机房与标准屏蔽措施对照，具体见表10-3。

表 10-2 DSA 检查室的实体防护设施铅当量折合对照表

位置	实体结构	折合铅当量
四周墙体	240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡涂层	3mmPb
屏蔽门	4mmPb	4mmPb
观察窗	4mmPb	4mmPb
屋顶	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板	约合 4mmPb
地面	200mm 混凝土+3mm 铅板	约合 5mmPb

表 10-3 机房的实体防护设施对照表

机房	机房规格	四周墙体	屏蔽门	观察窗	地面	楼顶
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
DSA检查室	机房净空面积33.4m ² ，机房内最小单边长度5.28m	四周墙体240mm实心砖墙+40mm硫酸钡涂层（约合3mmPb）	铅门4mm铅当量	铅玻璃4mm铅当量	200mm混凝土+3mm铅板（约合5mmPb）	120mm混凝土+3mm铅板（约合4mmPb）
医用X射线诊断放射防护的要求	最小有效使用面积20m ² ，机房内最小单边长度3.5m	非有用线束2mm铅当量	非有用线束2mm铅当量	非有用线束2mm铅当量	非有用线束2mm铅当量	有用线束3mm铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

注：表中楼板使用材料为混凝土（密度为2.35t/m³）。

3、安全措施

①门灯连锁：DSA检查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，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

② 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，按下任何一个紧急止动按钮，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DSA检查室与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与DSA检查室或手术室内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA检查室的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

（1）辐射工作人员

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

①距离防护

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

②时间防护

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

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，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。

个人防护用品和辅助防护设施：辐射工作人员配备个人防护用品（铅围脖、铅衣、铅眼镜、铅手套等），防护厚度为 0.5mm 铅当量。

④个人剂量监测

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

(2) 受检者或患者的安全防护

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

(3) 机房周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在机房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。

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对II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10-4：

表 10-4 医用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	现有情况	应增加的措施
1	DSA 检查室场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	/
		观察窗屏蔽	设计中位于控制室与 DSA 检查室之间	设计中已有
		机房防护门	设计中已有 4 扇铅门	设计中已有
		通风设施	设计专用排风机(通风量 400m ³ /h)	设计中已有
		紧急停机按钮	设备自带	增加中文标识
		门灯连锁	/	需配备
		对讲系统	/	需配备
		入口处电离辐射警告标志	/	需配备
2	监测设备	便携式辐射剂量监测仪	/	需配备
		个人剂量报警仪	/	需配备 6 台
		个人剂量计	/	需配备 8 套
3	防护器	医护人员个人防护	/	需配备铅衣 3 套、铅帽 3 套、铅围脖

	材			3套、铅围裙3套、铅眼镜3副、铅手套3双
4		患者防护	/	需配备铅衣1套、铅帽1套、三角巾1套、铅围脖1套、铅围裙1套

四、投资估算

本核技术应用项目总投资 XX 万元，其中环保投资 XX 万元，占总投资约 XX%，具体环保设施及投资见下表 10-5。

表 10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目		设施	金额(万元)
DSA 检查室	辐射屏蔽措施	铅防护门 4 扇（均为 4mm 铅当量）	XX
		铅玻璃观察窗 1 扇（4mm 铅当量）	XX
		手术室四周墙体 240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡涂层	XX
		楼顶 120mm 混凝土+3mm 铅板	XX
		地面 200mm 混凝土+3mm 铅板	XX
	安全装置	工作状态指示灯箱 3 个	XX
		电离辐射警告标志 5 个	
		床下铅帘 1 副	机器自带
		悬吊铅帘 1 副	
		门灯联锁装置 1 套	XX
		紧急制动装置 1 套	XX
	监测仪器和个人防护用品	对讲装置 1 套	XX
		个人剂量计 8 套	XX
		个人剂量报警仪 6 台	XX
		便携式辐射剂量监测仪 1 台	XX
医生：铅衣 3 套、铅帽 3 套、铅围脖 3 套、铅围裙 3 套、铅眼镜 3 副、铅手套 3 双		XX	
护士：铅衣 1 套、铅帽 1 套、三角巾 1 套、铅围脖 1 套、铅围裙 1 套	XX		
合计			XX

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

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活污水和少量医疗废水先进入医院污水处理站预处理达标后，再外排市政污水管网进入德昌县污水处理厂处理后达标排放。

2、废气

因DSA每次曝光时间短，臭氧产生量很少。在项目设计方案中，拟设置专用排风机，通风量400m³/h，通过排风管道进入排烟井，高于楼顶排放。经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）要求。

3、固体废物

固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废弃物，如医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套、废造影剂等。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废弃物由有资质单位统一回收处理：

①本项目新增辐射工作人员，辐射工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响；

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，经专用容器统一收集，打包后与医院其他医疗废物一起交由有资质的单位收运处理。

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

本项目在整体搬迁后的德昌县中医医院门诊医技楼内进行建设，德昌县中医医院已就整体搬迁工程进行了环境影响环评，取得了由原四川省环境保护厅出具的“关于德昌县中医医院整体搬迁工程环境影响报告书的审查批复（川环审批[2014]132号）”，本项目 DSA 检查室机房还需进行防护工程隔断及装饰施工，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水，在施工期应重点做好以下工作：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制；

废水防治措施：施工废水经沉淀后循环使用；生活污水经医院已建的地理式污水处理站处理，再通过市政管网进入德昌县污水处理厂进一步处理后再达标排放。

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分类收集后，送到指定地点进行处理，生活垃圾依托环卫部门统一清运。

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

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本环评要求设备安装、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 DSA 检查室内进行，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

医院拟新建 1 个 DSA 检查室，在 DSA 检查室内使用 1 台 DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约 600 人次/年，单次手术累计出束时间为 5~10min。拍片时 DSA 的常用管电压 60~80kV，常用管电流为 100~500mA；在 DSA 透视时常用管电压为 70-80kV，常用管电流为 6~10mA。医院的 DSA 主要用于血管造影，介入手术等。

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

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过操作间铅玻璃观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于操作间内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外（包括机房楼上）的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 检查室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。第二种情况是本次评价的重点。

本环评采用理论预测和类比方法对本项目 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

(1) 理论预测

本项目 DSA 检查室机房室内净空尺寸为 5.28m(长)×6.32m(宽)×4.0m(高)。手术室四周墙体 240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡涂层；屋顶为 120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板；地面为 200mm 混凝土+3mm 铅板；观察窗为 1 扇 4mm 铅当量的铅玻璃，3 扇防护铅门均为 4mm 铅当量。

拍片时 DSA 的常用电压 60~80kV，常用电流为 100~500mA；透视时 DSA 常用管

电压为70~80kV，常用管电流为6~10mA。保守考虑，本次评价按照DSA的最大管电压150kV，最大管电流1000mA进行预测。本项目DSA过滤板采用2mmAl，根据图4.4c，查得 $v_{r0}=1.05R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，经计算后，距靶1m处的剂量率为 $9.167mGy \cdot min^{-1}$ 。

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 检查室四周、DSA 检查室上下的保护目标，均受到漏射线和散射射线的影响，楼顶同时受到散射和主射辐射的影响。DSA 检查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 DSA 检查室最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

1) 主射线束方向保护目标的影响

①计算模式

本项目 DSA 射线束由下向上，主射方向为楼顶，其他为漏射方向。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：

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

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，mGy/min；

T—每年工作时间，6000min（包括透视和拍片的时间）；

μ —利用因子，主射方向取 1；

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预测结果分析

查《辐射防护手册》（第一分册）图 10.5e 可得铅对 X 射线的减弱因子。将相关参数带入（式 1）中，进行各关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-1：

表 11-1 DSA 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点	与源直线距离 (m)	屏蔽材料与厚度 及等效铅当量 (mm)	减弱因子 (f)	利用 因子 (μ)	占用 因子 (η)	主射方向预测 点年有效剂量 (mGy/a)
正上方更衣间和资料室	4	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板（约合 4mm 铅当量）	6.0×10^{-6}	1	1/4	5.2×10^{-3}

2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (式2)$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取得；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 1m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——减弱因子，查《辐射防护手册》（第一分册）中图 10.5e 取得；

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-2。

表 11-2 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点位描述	源点到病人（散射点）的距离（m）	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）	X 射线的散射比	减弱因子	散射面积（ cm^2 ）	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）	年散射辐射剂量（ mGy/a ）
介入室内手术医生位	1	0.5	0.5mm 铅衣	0.5	1.6×10^{-3}	3.5×10^{-2}	100	28.9	2.89
介入室内护士位	1	1	0.5mm 铅衣	0.5	1.6×10^{-3}	3.5×10^{-2}	100	12.0	1.20
北侧控制室	1	2.9	4mm 铅当量 铅玻璃窗	4	1.6×10^{-3}	6.0×10^{-6}	100	1.47E-04	1.47E-05
东侧设备间	1	3.6	4mm 铅当量 铅门	4	1.6×10^{-3}	6.0×10^{-6}	100	9.55E-05	9.55E-06
南侧污物通道	1	3.2	4mm 铅当量 铅门	4	1.6×10^{-3}	6.0×10^{-6}	100	1.21E-04	1.21E-05
西侧病人缓冲区	1	2.9	4mm 铅当量 铅门	4	1.6×10^{-3}	6.0×10^{-6}	100	1.47E-04	1.47E-05
东南侧医生通	1	3.5	240mm 实心 砖墙+40mm	3	1.6×10^{-3}	6.5×10^{-5}	100	1.09E-03	1.09E-04

道			硫酸钡涂层						
西北侧患者通道	1	3.5	240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡涂层	3	1.6×10^{-3}	6.5×10^{-5}	100	1.09E-03	1.09E-04
正下方采血室	1	4	200mm 混凝土+3mm 铅板	5	1.6×10^{-3}	6.0×10^{-7}	100	7.73E-06	7.73E-07
正上方更衣间和资料室	1	4	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板	4	1.6×10^{-3}	6.0×10^{-6}	100	7.73E-05	7.73E-06

3) 泄漏辐射剂量估算

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

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式3)$$

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，查《辐射防护手册》（第一分册）中图 10.5e 取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-3。

表 11-3 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点位描述	靶点距关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量 (mmPb)	减弱因子	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	漏射年辐射剂量 (mGy/a)
介入室内手术医生位	0.5	0.5mm 铅衣	0.5	3.5×10^{-2}	77.0	7.70
介入室内护士位	1	0.5mm 铅衣	0.5	3.5×10^{-2}	19.3	1.93
北侧控制室	2.9	4mm 铅当量铅玻璃窗	4	6.0×10^{-6}	2.06E-04	2.06E-05
东侧设备间	3.6	4mm 铅当量铅门	4	6.0×10^{-6}	1.37E-04	1.37E-05
南侧污物通道	3.2	4mm 铅当量铅门	4	6.0×10^{-6}	1.56E-04	1.56E-05

西侧病人缓冲区	2.9	4mm 铅当量 铅门	4	6.0×10^{-6}	1.96E-04	1.96E-05
东南侧医生通道	3.5	240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡涂层	3	6.5×10^{-5}	2.03E-03	2.03E-04
西北侧患者通道	3.5	240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡涂层	3	6.5×10^{-5}	2.35E-03	2.35E-04
正下方采血室	4	200mm 混凝土+3mm 铅板	5	6.0×10^{-7}	1.49E-05	1.49E-06

4) 小结

本项目所致保护目标最大年有效剂量理论预测结果见表11-4:

表11-4 本项目各预测点保护目标理论预测最大受照剂量

保护目标相对位置	关注点位描述	年辐射剂量 (mSv/a)			年总辐射剂量 (mSv/a)	照射类型
		主射	散射	漏射		
DSA检查室	介入室内手术医生位	/	2.89	7.70	10.6	职业照射
	介入室内护士位	/	1.20	1.93	3.13	职业照射
DSA检查室周围	北侧控制室	/	1.47E-05	2.06E-05	3.53E-05	职业照射
	东侧设备间	/	9.55E-06	1.37E-05	2.33E-05	公众照射
	南侧污物通道	/	1.21E-05	1.56E-05	2.77E-05	公众照射
	西侧病人缓冲区	/	1.47E-05	1.96E-05	3.43E-05	公众照射
	东南侧医生通道	/	1.09E-04	2.03E-04	3.12E-04	公众照射
	西北侧患者通道	/	1.09E-04	2.35E-04	3.44E-04	公众照射
正下方	正下方采血室	/	7.73E-07	1.49E-06	2.26E-06	公众照射
正上方	正上方更衣间和资料室	5.2×10^{-3}	7.73E-06	/	5.21E-03	公众照射

由表 11-4 可知, 在 DSA 检查室内手术医生最大有效剂量为 10.6mSv/a, 护士最大有效剂量为 3.53mSv/a, 在 DSA 检查室北侧技师最大有效剂量为 3.53×10^{-5} mSv/a。

本项目将手术医生和护士分为 3 组, 技师分为 2 组, 则每名手术医生年最大受照剂量为 3.53mSv/a, 每名护士年最大剂量为 1.04mSv/a, 在 DSA 检查室外技师最大有效剂量为 1.77×10^{-5} mSv/a, 机房周围的公众最大有效剂量为 5.21×10^{-3} mSv/a, 均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a, 公众 0.1mSv/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 和公众 1mSv/a 剂量限值。

(2) 类比分析

参考类比监测数据，对应本项目各相关点位，可以得出本项目所致年受照剂量，见表 11-9。

表 11-9 本项目 DSA 所致关注点保护目标年有效剂量

序号	本项目机房关注点位	类比监测点位	贡献空气吸收剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年工作时间 (h)	照射类型	年有效剂量 (mSv)	备注
1	手术室内医生	医生操作位	9.62	1	100	职业照射	9.62E-01	连续拍片
2	手术室内的护士	护士位	1.81	1	100	职业照射	1.81E-01	
3	北侧控制室	控制室操作位	0.06	1	100	职业照射	6.00E-03	
4	东侧设备间	控制室铅门	0.10	1	100	职业照射	1.00E-02	
5	南侧污物通道	污物通道铅门	0.13	1/4	100	公众照射	3.25E-03	
6	西侧病人缓冲区	缓冲区铅门	0.50	1/4	100	公众照射	1.25E-02	
7	东南侧医生通道	机房南侧墙外	0.06	1/4	100	公众照射	1.50E-03	
8	西北侧患者通道	术后苏醒室	0.07	1/4	100	公众照射	1.75E-03	
9	正下方采血室	-1F 车库	0.03	1/4	100	职业照射	7.50E-04	
10	正上方更衣间和资料室	2F 去污区	0.04	1/4	100	公众照射	1.00E-03	

由表 11-9 可知，本项目机房的各个关注点中，医生年最大个人剂量为 $9.62 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，护士年最大剂量为 $1.81 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，技师年最大剂量为 $6.00 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

本项目拟将职业人员手术医生和护士分为 3 组，技师分为 2 组，则手术医生最年有效剂量为 $4.81 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，护士最大年有效剂量为 $9.05 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，技师最大年有效剂量为 $3.00 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ；机房周围公众最大年有效剂量为 $1.25 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，职业照射剂量与公众照射剂量均满足本次评价标准要求。

(4) 保护目标受照剂量综合分析

因本项目医院整体搬迁后，医院原有 III 类射线装置将全部搬迁到本项目所在的放射科，本项目机房周围的辐射工作人员将同时受到医院其他 III 类射线装置引起的剂量叠加。医院 III 类射线装置按照年最大曝光 50h，不考虑现有墙体对射线的屏蔽作用，距离 DSA 检查室最近的射线装置机房屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率按照 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 进行考虑。

根据辐射剂量率与距离的平方成反比的规律，通过计算可以得到 III 类射线装置所致年最大贡献剂量率和年最大贡献剂量。偏保守估算，理论预测值和类比分析值

比较得到较大值与III类射线装置引起的贡献剂量值叠加，作为本次评价年最大辐射照射评价价值。则各关注点外贡献剂量率见表11-10。

表 11-10 DSA 机房外保护目标受到 III 类射线装置剂量叠加后年有效剂量

III类射线装置贡献剂量估算						DSA贡献剂量		年最大辐射剂量照射评价价值 (mSv/a)	照射类型
预测点	最近的射线装置机房屏蔽体外距离	最大贡献剂量率 (uSv/h)	年最大曝光时间 (h)	居留因子	年最大贡献剂量 (mSv/a)	理论预测年最大贡献剂量 (mSv/a)	类比分析年最大贡献剂量 (mSv/a)		
手术室内医生	/	/	/	/	/	3.53	9.62E-01	3.53	职业照射
手术室内的护士	/	/	/	/	/	1.04	1.81E-01	1.04	职业照射
北侧控制室	2.5m	3.6×10 ⁻²	50	1	1.8×10 ⁻³	3.53E-05	6.00E-03	9.60E-03	职业照射
东侧设备间	4.1m	1.3×10 ⁻²	50	1	6.5×10 ⁻⁴	2.33E-05	1.00E-02	1.14E-02	职业照射
南侧污物通道	7.5m	4.0×10 ⁻³	50	1/4	5.0×10 ⁻⁵	2.77E-05	3.25E-03	3.35E-03	公众照射
西侧病人缓冲区	2.5m	3.6×10 ⁻²	50	1/4	4.5×10 ⁻⁴	3.43E-05	1.25E-02	1.35E-02	公众照射
东南侧医生通道	8m	3.5×10 ⁻³	50	1/4	4.4×10 ⁻⁵	3.12E-04	1.50E-03	1.58E-03	公众照射
西北侧患者通道	2m	5.6×10 ⁻²	50	1/4	7.0×10 ⁻⁴	3.44E-04	1.75E-03	3.15E-03	公众照射
正下方采血室	4.5m	1.1×10 ⁻²	50	1/4	1.4×10 ⁻⁴	2.26E-06	7.50E-04	1.03E-03	公众照射
正上方更衣间和资料室	4.5m	1.1×10 ⁻²	50	1/4	1.4×10 ⁻⁴	5.21E-03	1.00E-03	5.49E-03	公众照射

由表 11-10 可知，手术医生每年最大有效剂量为 3.53mSv/a，护士最大年受照射剂量为 1.04mSv/a，控制室内技师最大年受照射剂量为 9.60×10⁻³mSv/a，公众受照射剂量最大为 1.35×10⁻²mSv/a，均低于职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a 的管理约束值，且均低于《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 和公众 1mSv/a 剂量限值。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 检查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，DSA 检查室周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对机房周围公众影响更小。

2、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，会穿联体铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，在过程手术中，手术医生腕部距离射线主射方向最近，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医护人员皮肤照射年剂量，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算手术室或介入室人员年皮肤吸收剂量：

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

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}} \dots\dots\dots \text{(式 5)}$$

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）。

医生操作时腕部距主射束的距离取 0.3m，且不考虑任何防护，手术时腕部位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 $6.11 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ 。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 $C_{KH}^* = 1.49\text{Sv/Gy}$ ，由（公式 5）计算出辐射场的空气比释动能 $4.10 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ 。从表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS} = 1.080\text{mGy/mGy}$ 。手术医生手术位腕部皮肤受到最大有效剂量为 44.3mSv/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。

（5）介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

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

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

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

（6）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保护主管部门的要求，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，主要污染为 DSA 治疗间内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，其产生率和浓度可用下面两个公式分别计算。

$$Q_o = 6.5 \times 10^{-3} \cdot G \cdot S_o \cdot R \cdot g \quad \dots\dots\dots \text{(式 6)}$$

式中:

Q_o—臭氧产率 mg/h;

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

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

R—射束径迹长度 m, 取 1m;

g—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O₃ 的分子数, 本项目取 10。

经计算, 臭氧产率为 3.37mg/h。

本项目 DSA 检查室采用专用排风机, 通风量为 400m³/h, DSA 检查室体积按照 132.4m³ 进行计算, 则 DSA 机房每小时换气时间为 3 次, 每次换气时间为 0.331h。

室内臭氧饱和浓度由下式计算:

$$C = Q_o \cdot T_v / V \quad \dots\dots\dots \text{(式 7)}$$

式中:

C—室内臭氧浓度, mg/m³;

Q_o—臭氧产额 mg/h;

T_v—臭气有效清除时间, h;

V—DSA 检查室空间体积, 132.4m³;

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \quad \dots\dots\dots \text{(式 8)}$$

t_v—每次换气时间, 0.521h;

t_a—臭氧分解时间, 取值为 0.83h。

经计算, DSA 检查室内臭气平衡浓度为 8.15×10⁻³mg/m³, 因此, 机房内的臭氧浓度能够满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002) 规定的臭氧浓度 0.16mg/m³ 的标准值。

DSA 检查室设有专用通排风装置, DSA 在出束过程中, 产生的臭氧通过 DSA 检查室北侧安装的专用排风机, 通过排风管道进入排烟井, 高于楼顶排放, 经自然分解和稀释, 能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的二级标准 (0.2mg/m³) 的要求。

三、废水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和少量医疗废水。处理措施：生活污水和少量医疗废水先经医院现有污水处理站处理，在医院污水处理站预处理达标后，外排市政污水管网后进入德昌县污水处理厂处理后达标排放，能够满足相关要求。

四、固体废物影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 1200kg。这些医疗废物应严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由有资质的单位处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公垃圾和生活垃圾产生量约 1.0t/a，医院按照当地管理部门要求，由市政环卫部门收集清运处置。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调和新风系统噪声，所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过 65dB（A），均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

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

二、风险识别

本项目使用的 DSA 属于 II 类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人

员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当机器运行期间才会产生 X 射线等危害因素，而且最大可能的事故主要有三种：

- ① DSA 运行时相关人员未做好防护工作，导致受超剂量照射或额外照射；
- ② 医务人员误操作，导致病人受超剂量照射或受其它的额外照射；
- ③ 医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

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

表 11-11 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

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

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（表 11-12）：

表 11-12 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60

1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

四、最大可能性事故分析

1、介入手术过程中，发生介入手术人员超剂量照射

(1) 事故假设

①在介入手术操作中，DSA 的控制系统失灵；

②DSA 的 X 射线源处于“曝光”状态下，介入手术人员在距 X 射线管主射束方向 0.5m 处进行介入手术操作；

③假定该名手术人员在此停留时间为 10min，未穿戴铅衣等个人防护用品。

(2) 剂量估算

在上述条件下，将以上参数带入式 (1) 计算可得手术中误照人员受照剂量约为 366.7mGy/次。

(3) 事故后果

在上述事故情景假设条件下，被 DSA X 射线源误照人员已受到超过年剂量限值的照射，参照表 11-12，急性放射病的发生率以及死亡率均不足 1%，属于一般辐射事故。

2、维修射线装置时，人员受意外照射

(1) 事故情景假设

①设备维护人员在维护 DSA X 线机射线管或测量探测器时，突然发现射线管正处于出束状态，便立即离开中断电源；

②假若维护时，DSA 以透视模式运行，距离 1m 处的照射量率为 $1.05R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；

③DSA 上的指示灯和声音装置均失效；

④维护人员位于 X 射线主射束方向，距靶 1m 的地方，停留时间 2min，无任何屏蔽措施。

(2) 剂量估算

根据上述条件，计算得出维护人员受照剂量为 18.3mGy/人·次。

(3) 事故后果

在上述事故情景下，维护人员已受到超过年剂量限值的照射，参照表 11-11，属于一般辐射事故。

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甚至导致死亡的几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 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，其级别最高为一般辐射事故。

(1) 为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

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

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，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环境保护主管部门报告。

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

- ①建立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

德昌县中医医院已调整医院各种委员会成员名单（德中医办发[2020]02号）（见附件8），根据德昌县中医医院文件可知，医院核与辐射安全管理委员会成员由院长担任组长，设备科兼职具体负责全院放射防护相关工作。

（1）领导小组文件已包含内容：

①小组组成成员

组 长：罗 XX（院长）

副组长：尹毅文、何祥飞

组 员：何朝斌、陈仁芬

②领导小组具体职责：

- 1) 组织贯彻落实和地方政府、医院有关辐射安全与环境保护工作的方针、政策；
- 2) 定期召开会议，听取辐射安全与环境保护工作情况汇报，讨论决定辐射安全与环境保护工作中的重大问题和采取的措施；
- 3) 组织开展射线装置安全检查活动，组织处理、通报事故；
- 4) 制定和完善射线装置管理制度和操作规程。
- 5) 记录本机构发生的放射事件并及时报告卫生行政部门。

（2）根据医院放射诊疗安全与防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调整放射诊疗安全与防护管理领导小组名单，细化医院辐射管理领导小组成员职能分工；

②补充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落实辐射工作场所安全设施的定期维护管理，并严格执行日常维护工作。

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本项目共涉及辐射工作人员8名，其中2名技师为医院原有辐射工作人员，其余均为医院新增加辐射工作人员。

②目前医院共有辐射工作人员9名，共计6名辐射工作人员已经参加了辐射安全与防护培训，涉及本项目的2名技师已取得辐射安全与防护培训合格证，其他辐射工作人员均未参加培训。

医院应尽快安排相关辐射工作人员在核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并参加考试；已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再考核，辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

三、辐射安全档案资料管理和规章管理制度

1、档案管理分类

医院对相关资料进行了分类归档放置，包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“废物处置记录”，存放在医务科办公室。

2、已建立主要规章制度

医院已制定了一系列辐射安全规章制度，具体见表 12-1：

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称	备注
1	辐射工作场所安全管理要求	已制定，需上墙
2	辐射工作人员个人剂量管理制度	应增加“个人剂量档案终生保存”，明确介入工作人员个人剂量计佩戴位置
3	辐射工作设备操作规程	需制定，需悬挂于辐射工作场所墙上
4	辐射工作人员岗位职责	应增加“辐射工作人员应参加辐射安全专业知识的学习、持证上岗”，需悬挂于辐射工作场所墙上
5	监测仪表使用与校验管理制度	应增加“监测仪表定期送检定或者比对”的相关内容
6	射线装置台账管理制度	应增加“新增射线装置和报废射线装置的台账模板”
7	分区管理制度	需完善
8	质量保证大纲和质量控制检测计划	需完善 应明确“受检者非照射部位所采取的辐射防护措施”

9	辐射安全防护设施维护维修制度	需完善	应明确维修后验收使用审批流程
10	辐射工作人员培训制度	需完善	应明确“所有从事放射诊疗类的工作人员和管理人员，自觉进行辐射安全与防护专业知识的学习。培训合格证书超过4年的辐射工作人员，需进行再进行学习和考核”的相关内容
11	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需完善	监测方案应包含既有辐射工作场所本项目新增场所的监测因子、监测内容、监测频次及布点方案，参考本章辐射监测方案
12	辐射事故预防措施及应急处理预案	需完善	预案中应明确“应急物资的准备和应急责任人员、环保主管部门应急电话及射线装置发生事故时的辐射事故处理”的内容，“辐射安全事故应急响应程序”需悬挂于辐射工作场所墙上

根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（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》已悬挂于辐射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

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

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，环保部第31号令），将本项目采取的辐射安全防护措施列于表12-2。

表 12-2 《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	医院需设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，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	按照要求设立后满足要求
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	医院需尽快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	医院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。	医院需配备便携式 X-γ辐射监测仪、个人剂量报警仪、铅衣、铅帽、铅围裙等	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	医院需按照要求制定各项规章制度	制定后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	有完善的辐射事故应急措施	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	/	/
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	医院需制定《放射治疗质量保证大纲和质量控制计划》,设有医用物理人员负责质量保证与质量控制工作。《质量保证大纲和质量控制检测计划》中应包含“受检者非照射部位所采取的辐射防护措施”内容	制定后满足要求

建设单位完成上述内容后,具备《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用 II 类射线装置的许可条件。**建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后,及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。**

五、辐射监测

1、工作场所监测

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

2、个人剂量检测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测,每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计,监测周期为 1 次/季。

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。

对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人剂量检测数值超过 5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后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。

3、监测内容和要求

(1) 监测内容：X-γ空气吸收剂量率。

(2) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）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 12-3 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X-γ空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；自行开展辐射监测，频率为 1 次/月	铅窗，操作位，控制室铅门、病人缓冲区、污物通道、设备间、患者通道、采血室（一层）、更衣间和资料室（三层）

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

①落实监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测单位的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；或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。

五、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安

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

六、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

（1）医院现有辐射事故应急预案内容

医院现有辐射事故应急预案内容包括：应急机构人员组成，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

（2）本项目辐射事故应急预案可行性分析

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

- ①增加应急人员的培训，应急和救助的装备、资金、物资准备和应急演练。
- ②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。
- ③增加应急机构和职责分工，辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话。
- ④增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫生计生等部门报告。
- ⑤辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府环境保护主管部门备案。
- ⑥在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，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公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(4) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

一、项目概况

项目名称：新增数字减影血管造影装置项目

建设单位：德昌县中医医院

建设性质：新建

建设地点：凉山彝族自治州德昌县德州镇昌平路德昌县中医医院住院医技楼二层

本次具体建设内容及规模为：拟在住院医技楼二层新建 DSA 检查室、控制室、设备间等其他配套用房各一间，拟在 DSA 检查室内使用 1 台 DSA，型号待定，属于 II 类射线装置，最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA，年最大曝光时间约 100h（其中透视 90h，拍片 10h），主要用于介入治疗、血管造影等。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 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 5 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目位于德昌县中医医院院门诊医技楼内，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

根据成都华亚科技有限公司的监测报告，项目所在地的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值属于正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

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

（二）营运期环境影响分析

DSA 检查室内 DSA 投入运营后，在 DSA 检查室内平均每名手术医生最大有效剂量为 3.53mSv/a，平均每名护士最大有效剂量为 1.04mSv/a，DSA 检查室外技师最大有效剂量为 9.60×10^{-3} mSv/a，机房周围的公众最大有效剂量为 1.35×10^{-2} mSv/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，对机房外公众影响更小。

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

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，本评价认为项目在德昌县中医医院住院医技楼二层建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。