

核技术利用建设项目

新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表

（公示本）

金阳县人民医院

二〇二六年五月

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（DSA）项目

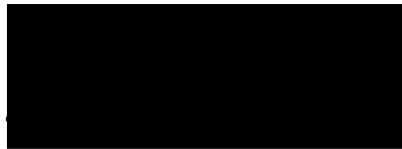
环境影响报告表

建设单位：金阳县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：王嫫

通讯地址：四川省金阳县天地坝镇下南街 52 号

邮政编码：



联系人：



电子邮件：

联系电话：



目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	12
表 3	非密封放射性物质	13
表 4	射线装置	14
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6	评价依据	16
表 7	保护目标与评价标准	18
表 8	环境质量和辐射现状	21
表 9	项目工程分析与源项	28
表 10	辐射安全与防护	36
表 11	环境影响分析	49
表 12	辐射安全管理	72
表 13	结论与建议	82

附件：

附件 1 环评委托书

附件 2 辐射安全许可证扫描件

附件 3 金阳县人民医院基础设施建设项目竣工环境保护验收意见

附件 4 金阳县人民医院关于调整辐射安全领导小组的通知（金医发〔2025〕67号）

附件 5 本项目所在位置辐射环境现状监测报告

附件 6 场所监测及个人剂量情况说明

附件 7 资料确认清单

附图：

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目外环境关系及医院平面布局示意图

附图 3-1 体检科大楼 1 楼改造后平面布置图

附图 3-2 体检科大楼 1 楼改造前平面布置图

附图 4 体检科大楼 2 楼平面布置图

附图 5 介入手术室通排风系统示意图

附图 6 介入手术室人流、物流路径图

附图 7 介入手术室两区划分示意图

附图 8 介入手术室防护结构剖面示意图

附图 9 介入手术室辐射安全装置示意图

附图 10 介入手术室屏蔽体平面结构图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增数字减影血管造影装置（DSA）项目			
建设单位		金阳县人民医院			
法人代表	王嫫	联系人	██████████	联系电话	██████████
注册地址		四川省凉山彝族自治州金阳县天地坝镇下南街 52 号			
项目建设地点		四川省凉山彝族自治州金阳县人民医院体检科楼一楼			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	██████████	项目环保投资（万元）	██████████	投资比例	██████████
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	██████████
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			
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位情况</p> <p>金阳县人民医院（社会信用代码：1251343045284516X8），金阳县人民医院始建于 1953 年，是一所集医疗、保健、康复于一体的综合医院，是全县 120 急救中心、全县产科急救中心、城镇居民和职工医疗保险定点医院。1996 年被评定为二级乙等医院，2015 年被评定为国家二级甲等综合医院，2017 年 9 月，顺利通过数字化医院等级评审。近年来先后荣获“四川省卫生先进单位”、“全省巾帼文明岗”、“凉山州卫生先进单位”等荣誉称号。</p>					

金阳县人民医院占地 1.8 万平方米，建筑面积 1.9 万平方米，业务用房面积 1.5 万平方米，编制床位 300 张，院内下设普外科、骨外科、内科、妇产科、重症医学科、急诊科、儿科、中医科、康复科、感染科等 15 个临床科室，2022 年新增重症医学科、血液透析科，下设检验科、B 超室、心电图室、放射科等医技科室 5 个及职能科室 9 个。医院编制人数 180 人，现有职工 360 人，在编职工 169 人，高级职称 30 人（其中正高 5 人）、中级职称 44 人，初级职称 91 人。

医院配备有 1.43T 核磁共振、双排 CT、62 排螺旋 CT、DR、彩超、腹腔镜、心电监护仪、呼吸机、多功能麻醉机、高频电刀、万能手术床、电子胃镜、电子肠镜、全自动生化分析仪、电解质分析仪、微量元素检测仪、甲状腺功能检测仪等大中型诊疗设备；建有凉山州“东五县”第一个标准化重症监护室（ICU）；建成 HIS 系统、PACS 系统、电子病历系统、远程会诊系统、OA 系统。

（一）任务由来

近年来，医院现有辐射工作场所已不能满足现阶段患者的诊疗需求。医院为克服现有辐射工作场所的限制，给患者提供更便捷的诊疗服务，决定将体检科大楼一楼部分区域进行改造，在其中新建一间介入手术室及配套用房，并拟在介入手术室内新增使用 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，主要用于血管造影、介入治疗等。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 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关于印发《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）》（川环规[2025]1 号），本项目应报凉山彝族自治州生态环境局审查批准。因此，金阳县人民医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件 1）。

四川省中栎环保科技有限公司受医院委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地周围环境和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造

成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

(三) 本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：金阳县人民医院

建设性质：新建

建设地点：四川省凉山彝族自治州金阳县人民医院体检科楼一楼

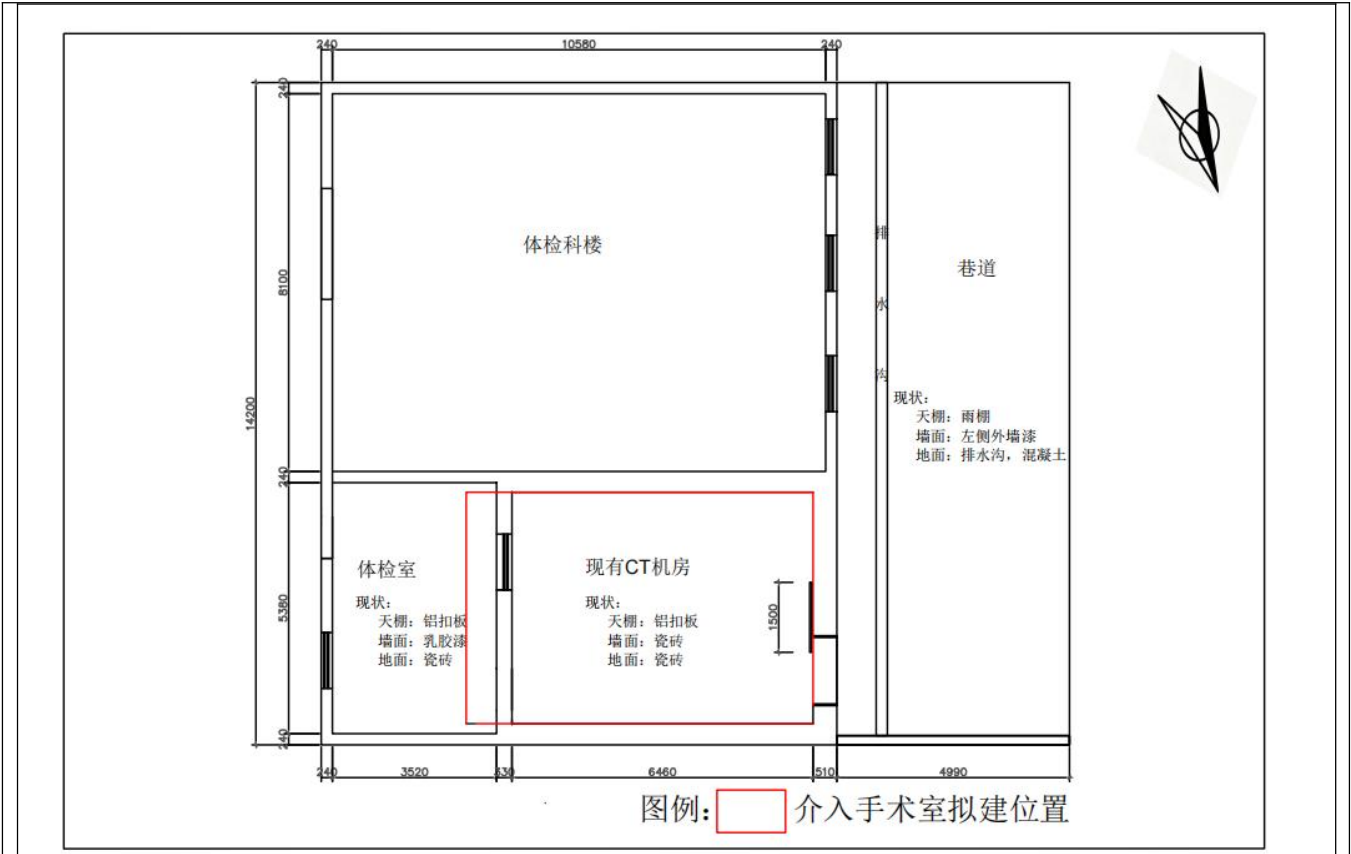
2、工程建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院拟将体检科大楼（2F）一层现有 CT 机房及其操作室、以及体检科楼右侧巷道等区域改扩建为介入手术室、设备机房、病员通道、污物通道、设备控制区、厕所及其淋浴、男女更衣室和换鞋区等本项目用房。在介入手术室内使用 1 台数字减影血管造影装置（*digital subtraction angiography*，简称“DSA”）（型号 NeuAngio 43C），出束方向由下向上，属于 II 类射线装置，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，预计开展年手术台数 100 例，设备年累计最大出束时间约 4.39h（其中拍片 0.22h，透视 4.17h），主要用于血管造影、介入治疗等。

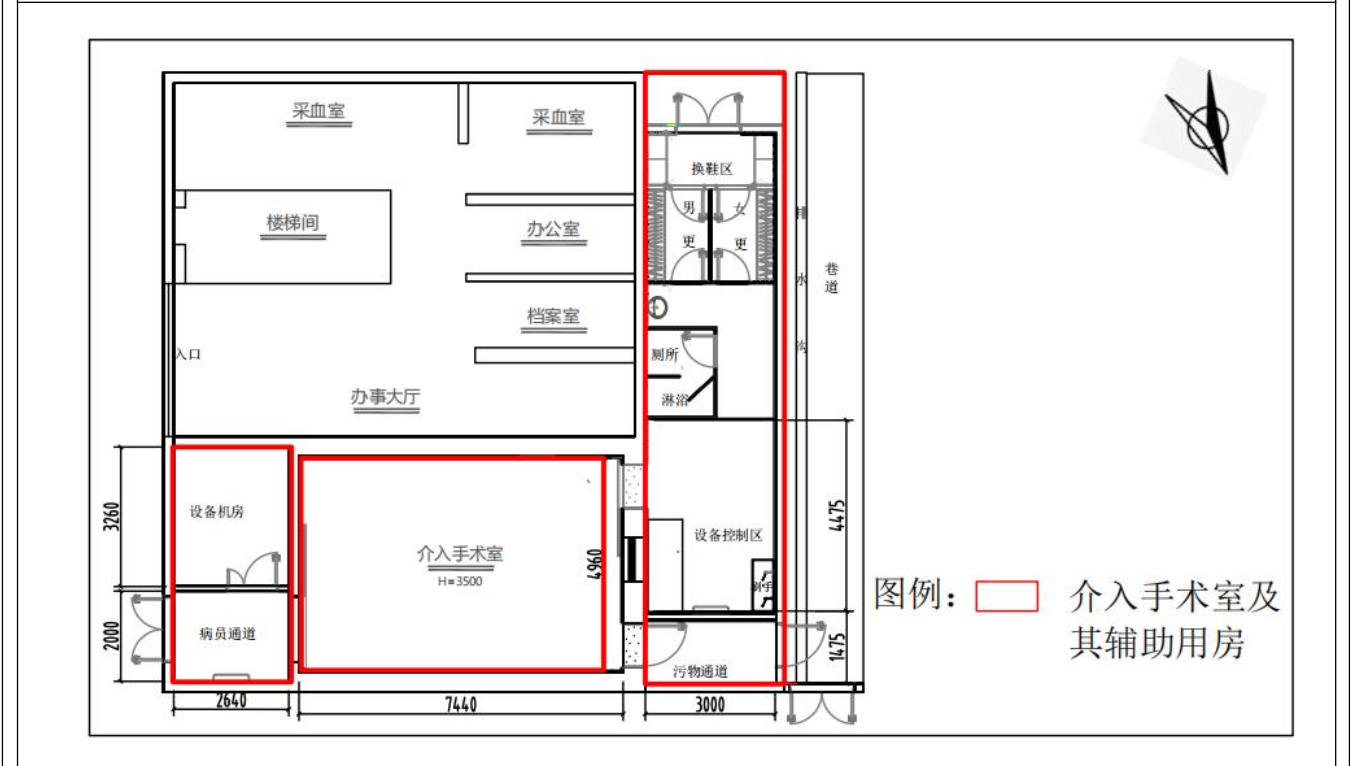
本次将根据防护设计方案对介入手术室进行改建，以达到使用要求。改建方案如下：

表 1-1 本项目介入手术室改建方案

机房	机房规格	四周墙体	防护门	观察窗	屋顶	地面
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
DSA 机房	机房面积 34m ² ，最小 单边长度4.9 6m	设备机房墙（介入 手术室与设备机 房共用墙）:240mm 实心砖墙+50mm 硫酸钡,其他三面 墙:370mm实心砖 墙+40mm硫酸钡	4mm铅当量铅 门	4mm铅当量 铅玻璃	100mm混凝土 +50mm硫酸钡	100mm混凝土， 无地下空间



改建前平面布置图



改建后平面布置图

表 1-2 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	介入手术室净空尺寸为长（7.44 m）×宽（4.96m）×高（3.50m），净空面积约 34.00m ² 。 墙体： 设备机房墙（介入手术室与设备机房共用墙）:240mm实心砖墙+50mm硫酸钡,其他三面墙:370mm实心砖墙+40mm硫酸钡； 屋顶： 100mm 混凝土+50mm 硫酸钡； 观察窗： 1 扇，为 4mm 铅当量的铅玻璃； 防护门： 共 3 扇，介入手术室西侧病员通道和东侧设备控制区均设置 4mmPb 电动推拉式防护门；手术室西北侧污物通道设置 4mmPb 手动平开式防护门。	施工扬尘、 施工噪声、 施工废水、 固体废物	X 射线、 臭氧、 氮氧化物、 噪声、 医疗废物、	
	设备：DSA 型号为 NeuAngio 43C，出束方向由下向上，属于 II 类射线装置，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，年手术台数 100 例，设备年累计最大出束时间约 4.39h（其中拍片 0.22h，透视 4.17h）			
	辅助工程			
公用工程	污水处理站、市政管网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等		生活垃圾、生活污水	
办公及生活设施	办公室、卫生间等			
三废处理	废气处理： 本项目于体检科楼内设置 DSA 机房配套区域通排风系统，含两套独立排风系统及一套补风系统。其中，主排风系统以风量 1000m ³ /h 的管道式离心风机为动力，收集介入手术室及其辅助用房区域污浊空气，经输送后通过预留洞防雨百叶风口排至室外开阔且无人员活动影响区域；厕所区域设风量 200m ³ /h 且自带止回阀的天花板管道换气扇，构成辅助排风系统，独立排出区域异味空气，经预留洞及配套防雨百叶风口排放；补风系统通过单层百叶风口及管道，为 DSA 机房引入室外新鲜空气。	施工扬尘、 施工噪声、 施工废水、 固体废物	废水、废气、 固体废物	新建
	废水处理： 本项目产生的各类废水经分类处理后，统一汇入污水处理站（医院北侧），采用“调节池→厌氧水解池→生物接触氧化池→二氧化氯发生器消毒”的二级处理工艺进行深度处理，处理后出水水质符合《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）相关要求，经市政管网，进入金阳县污水处理厂进行处理。			
	固废处理： 施工期产生的固体废物主要为建筑垃圾、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（位于院内北侧）暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

（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 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	10L	外购	碘克沙醇
能源	电(kW·h)	1000	市政电网	—
水资源	用水量 (t)	136	市政水网	—

（五）本项目主要设备配置及技术参数

本项目使用 DSA 射线装置位于医院体检科楼一楼介入手术室内。根据医院提供的资料，本项目为医院首次开展的II类射线装置相关医疗服务，结合医院现阶段发展规划，本次新增 DSA 诊疗业务，主要用于开展常规血管造影及简易介入治疗。因此，本项目从保守角度考虑，新建介入手术室按年约 100 台手术规模进行配置规划，以此核算出本项目 DSA 设备最大出束时间为 4.39h。本项目设备参数及本项目手术量分配情况见表 1-4。

表 1-5 本项目射线装置相关参数及本项目总手术量分配情况

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	射线方向
DSA	NeuAngio 43C	1 台	125kV	1000mA	由下向上
设备使用情况					
使用场所	管理部门	常用拍片工况		常用透视工况	
		管电压	管电流	管电压	管电流
介入手术室	放射科，为既有科室，统一管理新增介入手术室的辐射安全工作	60~100kV	100 ~500mA	70~90kV	6~20mA
本项目 DSA 介入手术工作量分配情况					
新建介入手术室分配情况	单台手术最长曝光时间		年手术台数 (台)	年最大出束时间	
	拍片 (min)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
心血管内科	8s 左右	2min	50	0.11	1.67
骨外科、普外科、妇科、感染科、卒中中心、胸痛中心	8s 左右	3min	50	0.11	2.5
合计			100	0.22	4.17
总年出束时间				4.39	

（六）工作人员配置情况

1、工作制度：医院实行每年工作250天，每天8小时的工作制度，实行白班单班制。

2、劳动定员：本项目拟配置6名辐射工作人员，包含4名医生、1名护士、1名技师，均为医院新增辐射工作人员；根据医院反馈，本项目建成投运后，现阶段仅规划开展常规血管造影及简易介入治疗，故不配置辅助医师。手术配置人员为医师1名、护士1名、技师1名；诊疗工作根据患者病情由医院对应相关科室派员开展。各科室辐射工作人员工作负荷详见表1-5。护士主要负责介入手术前准备、手术后清理工作，技师需在手术期间全程在操作室内进行跟台。本项目投入使用后，护士和技师进行定岗定责。本项目配备的辐射工作人员均不与其他辐射相关工作，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。

3、工作负荷：根据使用规划，本项目DSA设备年最大手术量100例，年累计最大出束时间4.39h（其中拍片0.22h，透视4.17h）。介入医生分组进行手术操作，拍片模式和透视模式下均在操作室通过铅玻璃窗及墙体屏蔽进行操作，不进入机房近台作业。因此，该项目主要考虑透视模式下近台操作医生的受照剂量。据医院工作规划，本项目各科室工作时间负荷如下表：

表 1-5 本项目科室辐射工作人员工作负荷

新建介入手术室 科室分配情况	科室医生数量	派员情况	年最大透 视时间	本项目每名医生拟分配透 视时间
心血管内科	1	专人专治，仅负责心 血管病内科相关手术	1.67h	1.67h
骨外科、普外科、妇科、 感染科、卒中中心、胸 痛中心	3	3 人轮班	2.5h	0.89h

（七）依托环保设施情况

1、废水：经医院核实，本项目产生的各类废水经分类处理后，统一汇入污水处理站（医院北侧），采用“调节池→厌氧水解池→生物接触氧化池→二氧化氯发生器消毒”的二级处理工艺进行深度处理，处理后出水水质符合《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）相关要求，经市政管网，进入金阳县污水处理厂进行处理。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为建筑垃圾、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（位于院内北侧）暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

3、废气：本项目 DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，依托本项目两套独立排风系统及一套

补风系统进行处理。产生的臭氧通过排风管道引出后，向室外排放。

因此，本项目依托既有环保设施是可行的。

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）相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

（一）本项目外环境关系

金阳县人民医院位于四川省凉山彝族自治州金阳县天地坝镇下南街52号（东经103.2478°、北纬27.6934°），地处县城核心居住商业混杂建成区；东侧紧邻下南街（G356国道城区段），西侧紧邻南街，北侧和南侧均与周边居民住宅、生活商铺相邻。

本项目位于医院南侧体检科楼一楼西北侧，以本项目为参照，北侧24~80m 依次为抗病毒中心和后勤库房（污水处理站和医疗废物暂存间紧邻后勤库房，并分设两侧），东侧10~65m 为停车场和第一住院大楼；西侧5~40m 为行政办公大楼和职工宿舍2栋，南侧23~35m 为职工宿舍5栋，东北侧40~65m 为第二住院大楼医院；西北侧10~15m 为传染科楼；西南侧28~50m 为职工宿舍1栋；东南侧28~50m 为职工宿舍6栋和职工宿舍7栋，医院西北角55~65m 为职工宿舍3栋、职工宿舍4栋。

介入手术室四周拟建规划：西北侧紧邻设备控制区、污物通道等拟建功能用房；西南侧紧邻办事大厅、档案室、办公室、采血室等未改动区域；西侧紧邻厕所、淋浴间、男女更衣室、换鞋区等拟建卫生配套用房；东南侧紧邻设备机房、病员通道等拟建设备用房；本项目设备向上出束，主束方向正对体检科楼二层男女厕所，该楼二层其余区域为体检科常规体检辅助用房，且二层未设置儿童病房、妊娠妇科病房及检查室；介入手术室下方为混凝土地层，无地下建筑空间。

（二）项目选址合理性

本次新建的介入手术室位于体检科大楼一楼，该大楼建成投用至今已十余年。2009年12月6日，凉山彝族自治州发展和改革委员会以凉发改社会[2009]388号文件对医院的基础设施和医疗用房建设可行性研究报告予以了批复，2010年10月，医院编制完成了《金阳县人民医院

基础设施建设项目》的环境影响报告书。同年 11 月 15 日，凉山州环境保护局对该项目的环境影响评价报告书予以了批复，批准文号：凉环建审[2010]152 号，2017 年 7 月，金阳县人民医院开展了该项目竣工环境保护验收工作。按照国家环保总局令第 13 号文《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定和要求，进行了本项目竣工环境保护验收。上述各项环保手续均已对医院建设选址开展了合理性分析论证。

同时，医院周边主要为交通道路，交通便捷，有利于医院与外界联系。项目选址所在地基础设施配套较为完善，给排水等市政管网完备，电力电缆等埋设齐全。介入手术室及其辅助用房的布局设置，充分考虑了医生与患者的需求，病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉影响。本项目仅为医院配套建设项目，新建介入手术室为专门的辐射工作场所，建成后配备良好的实体屏蔽设施与防护措施。产生的辐射经屏蔽和防护处理后，对周围环境影响较小，因此项目总平面布置合理。

（三）与周边环境的兼容性分析

本项目产生的各类废水经分类处理后，统一汇入污水处理站（医院北侧），采用“调节池→厌氧水解池→生物接触氧化池→二氧化氯发生器消毒”的二级处理工艺进行深度处理，处理后出水水质符合《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）相关要求。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套、废造影剂瓶和各类废物采用专门的收集容器集中收集后，先转移至污物暂存间暂存，定期按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质单位定期处置。

本项目产噪设备主要为风机，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境质量。

本项目的建设对周边产生环境污染较小，项目与周边环境相容，符合环境保护要求。

（四）场所功能布局合理性

本项目位于金阳县人民医院体检科大楼一层，总占地面积约 74.9m²，以 34.00m²介入手术室为核心，配套建设设备机房、病员通道、污物通道、设备控制区、厕所淋浴、男女更衣室、换鞋区等辅助用房，形成功能完备的诊疗体系，各区域按“医护、患者、污物三流分离”原则设计独立流线，实现诊疗流程闭环运行；项目选址于医院的既有建筑内，周边市政配套完善，与周边非敏感用房及外部环境保持安全距离，50m 辐射评价范围内无敏感目标直接相邻，外环境相容性良好；内部严格划分控制区与监督区，配套多重防护结构及独立通风系统，介入手术室空间尺度满足规范要求，辅助区域功能适配诊疗需求；项目与医院现有介入诊疗资源形成互补，依托已建环保设施实现资源共享，整体布局既符合辐射防护与医疗操作规范，又与医院整体规

划及周边环境相协调，功能布局合理可行。

（五）实践正当性分析

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

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可情况

目前，金阳县人民医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00212]），许可的种类和范围：III类射线装置；发证日期：2022年07月05日，有效期至2027年07月04日。

医院现有核技术利用项目的许可情况见下表：

表1-6 医院已获许可使用射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	工作场所	已有/闲置/本年度新增
1	双排螺旋 CT 机	SOMATOM--Spirit	III	医用诊断	放射科 CT 室	闲置
2	GE62 排 CT 机	OptimaCT620	III	医用诊断	发热门诊 CT 室	已有
3	DR 医用 X 射线机	BrivoXR575	III	医用诊断	放射科 DR 室	已有
4	口腔曲面 X 射线机	Pax--400C	III	医用诊断	口腔科	已有
5	手术室 X 射线机	PLX112B	III	医用诊断	手术室	闲置
6	C 臂 X 线机	PLX7200	III	医用诊断	手术室	已有
7	牙科 X 线机	RAY68(M)	III	医用诊断	口腔科	闲置

医院目前已获许可使用射线装置共计7台均为III类装置，医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故。

（二）原有辐射工作场所监测情况

据调查，2025年金阳县人民医院委托了四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司对全院辐射工作场所进行了年度监测，根据监测报告，医院所有 III 类射线装置工作场所正常曝光作业时，职业人员区域的 X- γ 辐射剂量率为 0.13 μ Sv/h~0.24 μ Sv/h，其他公众区域的 X- γ 辐射剂量率为 0.12 μ Sv/h~6.87Svh，能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）中 6.1.4 “居留因子大于 1/2 的场所周围关注点处辐射剂量率水平不高于 2.5 μ Sv/h” “居留因子小于 1/2 的场所周围关注点处辐射剂量率水平不高于 10 μ Sv/h” 的规定。”

（三）辐射工作人员个人剂量及培训情况

医院目前登记在册的辐射工作人员共 13 名，医院为每名辐射工作人员配备了个人剂量计并且编号定人佩戴，定期交由有资质的检测部门进行检测，建立有个人剂量档案。

据调查，医院提供了四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司出具的个人剂量检测报告（2024 年第二季度—2025 年第二季度），经统计计算，年最大个人剂量为 3.76mSv，未发现单季度个人有效剂量超过季度限值 1.25mSv 的情况，也未发现个人年剂量值超过 5mSv 的情况，符合管理要求。

医院现有辐射工作人员13人。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告2019年第57号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号）要求，本次调配从事本项目II类射线装置使用活动的辐射工作人员6人，暂未参加辐射安全与防护的学习和考核，医院承诺将尽快安排在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核，成绩合格后持证上岗。

（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“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”，医院对2025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）辐射管理规章制度执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《射线装置台账管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》等。医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。对医院现有场所而言，医院也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应将本次项目内容补充完善，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改。

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)	最大电流 (mA)/剂量 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1 台	NeuAngio 43C	125	1000	血管造影、介入治疗	介入手术室	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (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
臭氧及氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境
介入手术时产生的医疗器具和药棉、纱布、手套等医用辅料	固态	—	—	约 16.7kg	约 200kg	—	暂存在医疗废物暂存间	委托有资质的单位处理

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/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》，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) 《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>(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》，中华人民共和国国务院第 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》，原环保部第 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》；原环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订；</p> <p>(11) 《射线装置分类》，原环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施。</p>
<p>技术标准</p>	<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) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98—2020）；</p>

	<p>(9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》 (HJ 1326-2023) 。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护手册》 (第三分册—辐射安全, 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) 》 ;</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> <p>(7) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》, 环发[2015]162 号, 2015 年 12 月实施;</p> <p>(8) 《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 环发[2006]145 号, 原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件, 2006 年 9 月 26 日;</p> <p>(9) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》, 环发[2012]77 号, 环境保护部文件, 2012 年 7 月 3 日;</p> <p>(10) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告, 公告 2019 年第 57 号。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围								
<p>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手术室边界外 50m 区域。</p>								
保护目标								
<p>根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是本项目辐射工作人员和周围停留的公众，具体环境保护目标见表 7-1。</p>								
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)		人流量 (人次/天)	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
				水平	垂直			
介入手术室内	手术医生		-	0.5		4	职业照射	5.0
	护士		-	1.0		1	职业照射	5.0
介入手术室四周	设备控制区的技师		西北侧	3.8	/	1	公众照射	0.1
	污物通道停留的人员			4.6		约 2		
	办事大厅、档案室、办公室、采血室等区域停留的人员		西南侧	2.5		约 100		
	设备机房停留的人员		东南侧	3.8		约 1		
	病员通道停留的人员			4.6		约 2		
	厕所、淋浴、男女更衣室、换鞋区等区域停留的人员		西侧	1.3		约 10		
	体检科大楼（2F）内的停留人员		上方	/		3.5		
50m 范围内，楼外其他位置	院内	第二住院大楼内的停留人员		北侧	40	/	约 200	
		抗病毒中心的停留人员			24			
		传染科楼的停留人员			10			
		第一住院大楼停留的人员		东侧	10			
		停车场停留人员			10			
		行政办公大楼停留人员		西侧	5			

		职工宿舍 1 栋停留人员	西南侧	28			
		职工宿舍 2 栋停留人员	西北侧	30			
		职工宿舍 5 栋停留人员	南侧	23			
		职工宿舍 6 栋停留人员	东南侧	28			
		职工宿舍 7 栋停留人员		43			
	院外	临街商铺停留人员	南侧	35		/	
		广场舞台停留人员		38			
		南街上的流动人员	西侧	42			

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》（GB 12523-2025）；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。
- (4) 固废：医疗废物暂存时，执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023），医疗废物处理处置时执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB 39707—2020）。

三、电离辐射剂量限值 and 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）。

- (1) 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。

本项目评价取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作

为职业人员年剂量约束值；取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量的 1/4（即 125mSv/a）作为职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值。

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

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

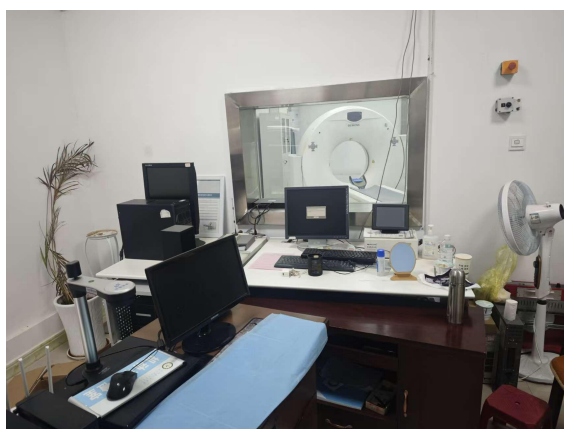
四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，在距离本项目介入手术室屏蔽体外表面30cm处，周围控制目标辐射剂量率应不大于2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

金阳县人民医院位于四川省凉山彝族自治州金阳县天地坝镇下南街 52 号，本项目介入手术室位于医院体检科楼一层。介入手术室四周：西北侧为设备控制区、污物通道；西南侧为办事大厅、档案室、办公室、采血室；西侧为厕所、淋浴、男女更衣室、换鞋区；东南侧为设备机房、病员通道；本项目设备向上出束，主束方向正对体检科楼二层男女厕所，该楼二层其余区域为体检科常规体检辅助用房，且二层未设置儿童病房、妊娠妇科病房及检查室；介入手术室下方为混凝土地层，无地下建筑空间。



介入手术室新建位置现状



介入手术室内正上方（二楼厕所）



50m 评价范围内（行政科楼）



50m 评价范围内（第一住院大楼）



50m 评价范围内（传染科楼）



50m 评价范围内（职工宿舍 7 栋）



50m 评价范围内（职工宿舍 2 栋）



50m 评价范围内（第二住院大楼）

图 8-1 本项目部分现场照片

二、辐射环境质量现状监测

1、监测对象

本项目为使用 II 类射线装置，主要污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水环境、地下水环境及声环境影响较小，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》（HJ 10.1-2016）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为介入手术室及周围环境。

2、监测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为环境 X-γ 辐射剂量率。

3、监测点位及其代表性分析

本次布点依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)中 5.1.1 的要求：“测量点位应依据测量目的布设，并结合源和照射途径以及人群分布和人为活动情况仔细选择”。根据上述布点原则，结合本次介入手术室所在楼层的各功能场所人员数量和居留时间情况以及医院建筑情况，本次共布点 21 个，并对监测点位代表性分析如下：

表 8-1 监测布点一览表

点 位	监测位置	代表性分析
1	介入手术室拟建位置	可反映拟建介入手术室场所现状值
2	现有办事大厅等区域离介入手术室最近的位置	可反映拟建介入手术室西南侧环境保护目标处的现状值
3	拟建污物通道离介入手术室最近的位置	可反映拟建介入手术室西北侧环境保护目标处的现状值
4	拟建设备控制区离介入手术室最近的位置	
5	拟建设备机房离介入手术室最近的位置	可反映拟建介入手术室东南侧环境保护目标处的现状值
6	拟建病员通道离介入手术室最近的位置	
7	拟建介入手术室东北侧墙体外	可反映拟建介入手术室东北侧环境保护目标处的现状值
8	体检科大楼（2F）（介入设备出束方向正上方位置）	可反映拟建介入手术室上方环境保护目标处的现状值
9	第二住院大楼内距离介入手术室最近的位置	可反映本项目评价范围 50m 院内环境保护目标处的现状值
10	抗病毒中心距离介入手术室最近的位置	
11	传染科楼距离介入手术室最近的位置	
12	第一住院大楼距离介入手术室最近的位置	
13	停车场距离介入手术室最近的位置	
14	行政办公大楼距离介入手术室最近的位置	
15	职工宿舍 1 栋距离介入手术室最近的位置	
16	职工宿舍 2 栋距离介入手术室最近的位置	
17	职工宿舍 5 栋距离介入手术室最近的位置	
18	职工宿舍 6 栋距离介入手术室最近的位置	
19	职工宿舍 7 栋距离介入手术室最近的位置	可反映本项目评价范围 50m 院外环境保护目标处的现状值
20	临街商铺距离介入手术室最近的位置	
21	广场舞台距离介入手术室最近的位置	

4、监测布点图

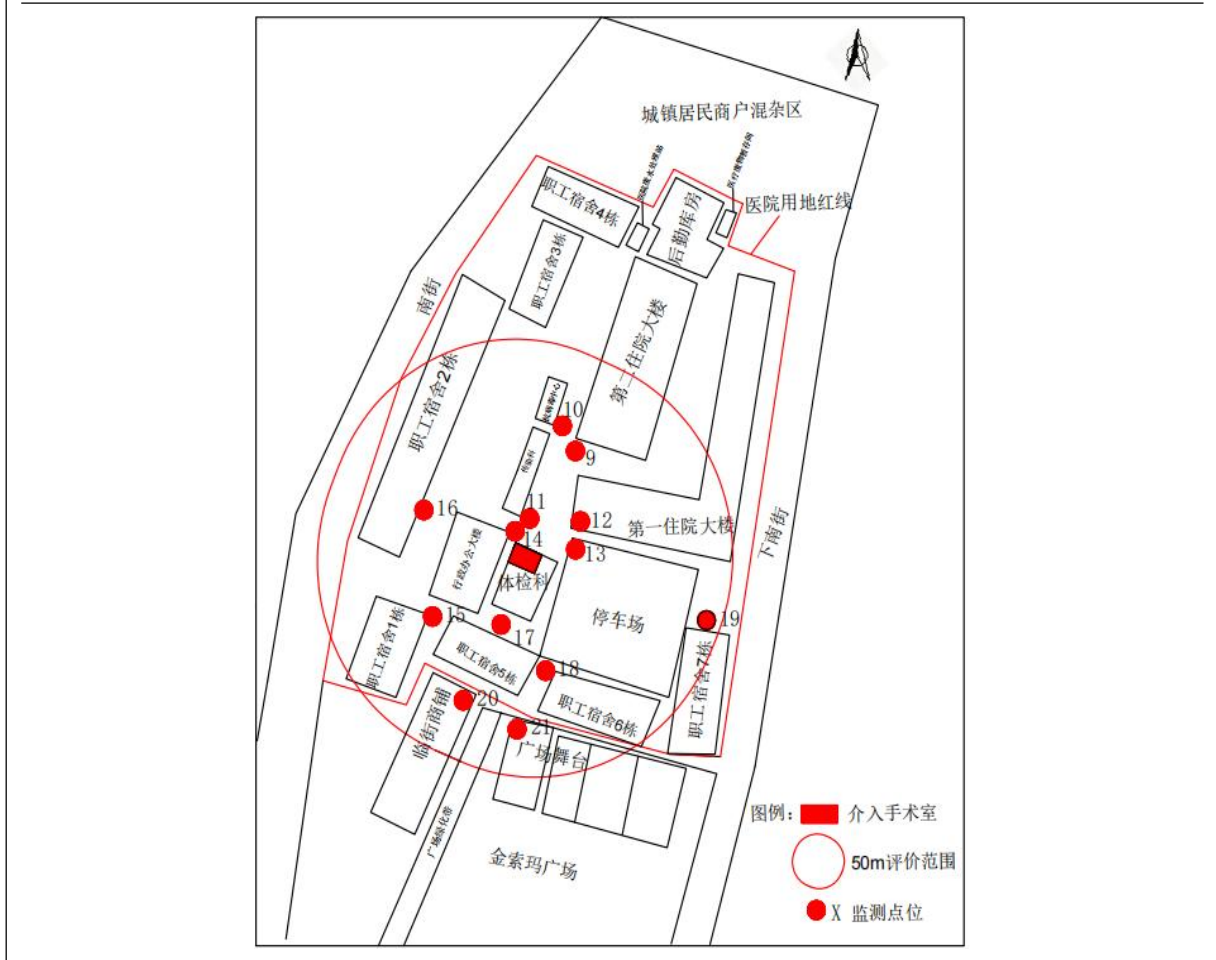
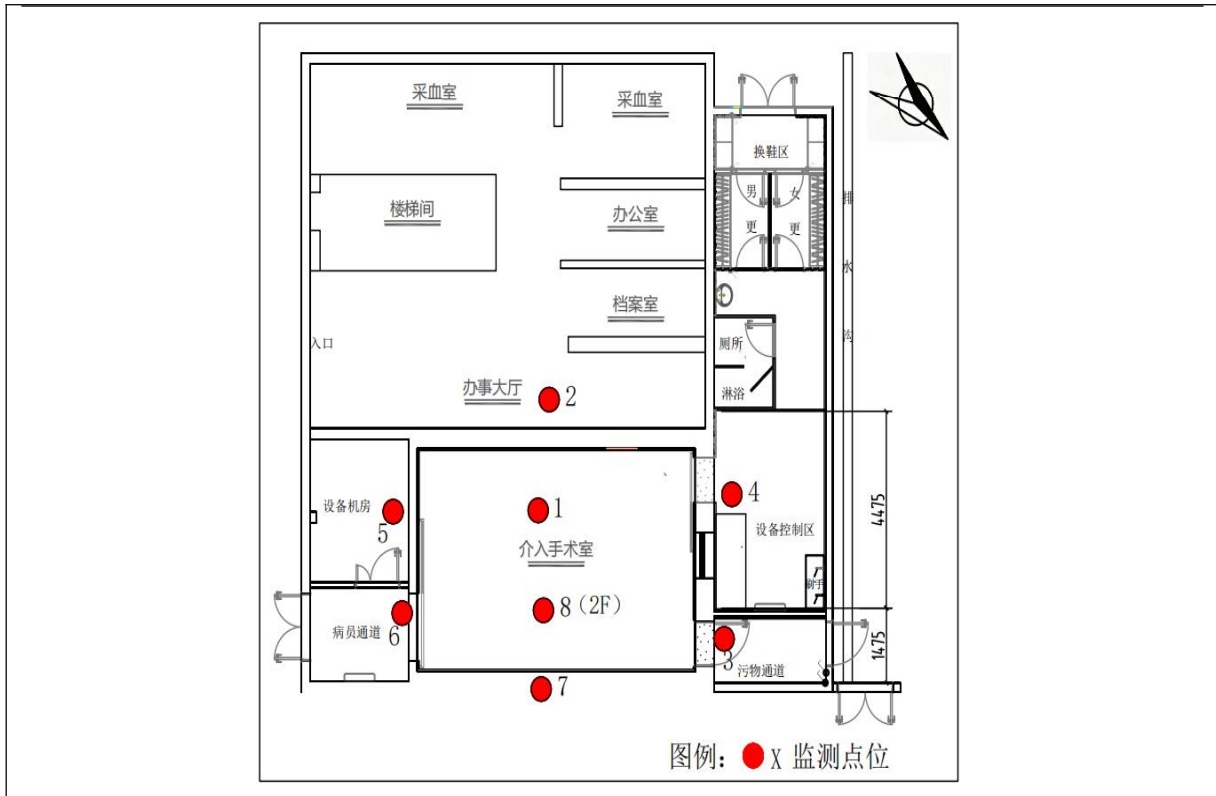


图 8-2 本项目区域现状监测布点示意图

三、监测方案、质量保证措施和监测结果

1、监测方案

- (1) 监测单位：四川省中栎环保科技有限公司
- (2) 监测日期：2026年04月27日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测频次：依据《辐射环境监测技术规范》HJ1157-2021标准予以确定
- (5) 监测工况：辐射环境现状

2、监测方法及监测仪器

本项目监测方法及来源见表8-2。

表8-2 监测项目、方法及方法来源表

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

监测使用仪器及环境条件见表8-3。

表8-3 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X-γ辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 编号：RJ3200008 (ZLHB/YQ-17)	1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位： 中国测试技术研究院 证书编号：校准字第 202601101223 号 检定/校准有效期： 2026.01.09~2027.01.08 校准因子：0.96（校准源： 137Cs）	天气：阴 温度：19℃ 湿度：71%

3、质量保证

从事监测的单位四川省中栎环保科技有限公司通过了四川省市场监督管理局的计量认证（计量认证证书编号：252312050458），有效期至2031年01月24日。并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性，具体质量保证措施如下：

①根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和项目实际情况制定监测方案及实施细则。

②监测仪器每年经计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

③监测人员经考核并持有合格证书上岗。

④根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），布设监测点位置和高度，兼顾监测技术规定和实际情况，监测结果具有代表性和针对性。

⑤监测时获取足够的的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理。

⑥建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

⑦检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

4、监测结果

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）

编号	监测点位置描述	测量值	标准差
1	介入手术室拟建位置	86	1.8
2	现有办事大厅等区域离介入手术室最近的位置	86	2.9
3	拟建污物通道离介入手术室最近的位置	90	2.5
4	拟建设备控制区离介入手术室最近的位置	87	2.3
5	拟建设备机房离介入手术室最近的位置	90	1.7
6	拟建病员通道离介入手术室最近的位置	87	2.6
7	拟建介入手术室东北侧墙体外	87	1.6
8	体检科大楼（2F）（介入设备出束方向正上方位置）	88	1.6
9	第二住院大楼内距离介入手术室最近的位置	91	2.6
10	抗病毒中心距离介入手术室最近的位置	88	2.3
11	传染科楼距离介入手术室最近的位置	90	1.8
12	第一住院大楼距离介入手术室最近的位置	90	2.1
13	停车场距离介入手术室最近的位置	90	1.9
14	行政办公大楼距离介入手术室最近的位置	92	1.4
15	职工宿舍 1 栋距离介入手术室最近的位置	87	1.9
16	职工宿舍 2 栋距离介入手术室最近的位置	88	2.6
17	职工宿舍 5 栋距离介入手术室最近的位置	88	1.6
18	职工宿舍 6 栋距离介入手术室最近的位置	90	2.3
19	职工宿舍 7 栋距离介入手术室最近的位置	87	1.9
20	临街商铺距离介入手术室最近的位置	84	2.6

21	广场舞距离介入手术室最近的位置	86	2.7
注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。			
<p>根据监测报告，本项目所在区域 X-γ辐射剂量率为 84nGy/h~92nGy/h，与四川省生态环境厅发布《2024 年四川省生态环境状况公报》中 2024 年凉山彝族自治州辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率分布示意图范围（100~130nGy/h）基本一致，属于正常天然本底辐射水平。</p>			

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

根据现场勘察，结合施工改造方案，本次改建需将改造前原有区域内所有设备设施进行搬迁，同时对改造区域内原有墙体拆除后重建，并重新布设电缆沟、进行表面装修以及机器安装和调试。因此，本项目在施工期将会产生一定的扬尘、废水、噪声、固体废物以及施工人员的生活垃圾和生活污水。其工艺流程及污染物产生环节如下图 9-1 所示。

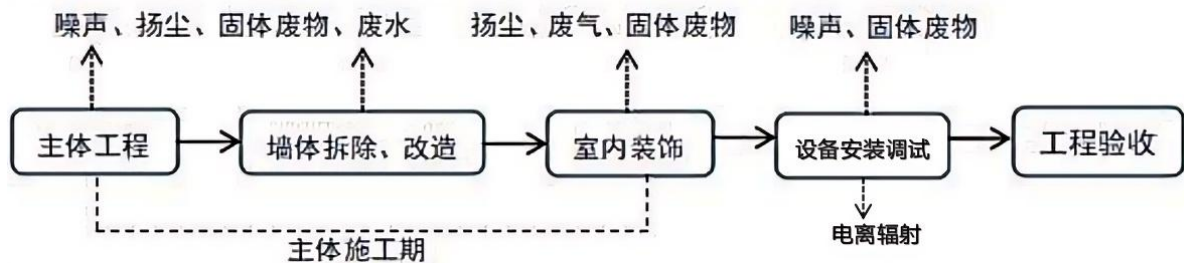


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

1、施工期主要污染源处理措施：

①扬尘

施工过程中产生的扬尘，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，施工废水沉淀处理后回用，生活污水产量较小，依托新建医院污水处理设施处理。

④固体废物

施工工程中固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾、设备安装中产生的废弃材料以及施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾、废弃材料等，

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应统一收集后送城市环卫部门处理。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目射线装置的安装调试阶段会产生 X 射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射防护建设完成后进行。本项目设备的安装由设备厂家的专业人员进行操作，院方不得自行安装及调试设备。安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。在设备安装调试阶段，会产生 X 射线，医院应加强辐射防护管理，在此过程中保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁或派人看守。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

(1) 设备组成

DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

(2) 工作原理

数字减影血管造影技术是常规血造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在 X 射线照射下会显影）后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方块，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经过对数字幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比增强和数/模转换为普通的模拟信号，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有异常通道和血液动力学的改变，因此进行介入手术时更为安

全。

2、诊断及治疗流程简述

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

(1) 术前评估与洁净准备：接诊患者后，由专业临床医师结合患者病史、体征及相关辅助检查结果，进行全面细致的诊断评估，精准判定患者病情符合介入治疗或检查指征，明确需开展放射介入诊疗后，安排患者进行术前专项洁净准备，包括皮肤清洁、术前宣教、基础体征监测等，同步完善术前各项检查，排除手术禁忌，为后续诊疗操作筑牢安全基础。

(2) 辐射危害告知与知情确认：医师秉持知情同意原则，以通俗易懂的方式，向患者及家属详细告知放射介入诊疗过程中可能受到的 X 线辐射危害、潜在风险，同时说明诊疗的必要性、预期效果及配套辐射防护措施，耐心解答患者及家属的疑问，充分保障患者知情权与选择权，待患者及家属理解并确认后，推进后续诊疗流程。

(3) 术前参数设置与患者就位：医护人员提前对介入手术室进行环境清洁与消毒，检查 DSA 设备、辐射防护设施、急救物品等是否处于完好备用状态，根据患者诊疗部位、病情特点及诊疗方案，精准设置 DSA 设备各项运行参数；完成准备工作后，引导患者有序进入介入手术室，协助患者在诊疗床/手术床上完成规范摆位，确保体位贴合诊疗需求，同时做好患者隐私保护与保暖措施。

(4) 介入诊疗实操与分工配合：根据患者具体病情制定的个性化治疗或检查方案，医师、护师、技师各司其职、密切协作，高效规范完成介入手术或检查操作。其中，护士主要负责介入诊疗前的物资准备、患者护理、器械清点，以及诊疗结束后的手术室清理、器械消毒归位、医疗废物处理等工作，手术全程跟台开展实操的时间较少；技师需全程坚守操作室，密切配合诊疗节奏，精准操作 DSA 仪器设备，实时监控设备运行状态，保障诊疗设备稳定运转。本项目 DSA 设备曝光操作分为拍片检查与介入治疗两种场景，具体实施细则如下：

① DSA 拍片检查

DSA 拍片检查全程采用隔室操作模式，严格遵循辐射防护要求，通过远程操控 DSA 的 X 线系统完成曝光，精准采集患者造影部位高清图像。具体操作流程为：受检者平稳躺卧于检查床上，医护人员现场精准调整 X 线球管、受检者诊疗部位、影像增强器三者之间的间距与角度，确保成像视野清晰、成像质量达标；调整完毕后，医

护人员有序撤离至独立操作室，妥善关闭介入手术室防护门，做好辐射屏蔽。随后，医师、操作人员通过操作室的专业计算机操控系统，远程控制 DSA 的 X 线系统规范曝光，清晰采集患者造影部位的影像资料；医师结合采集的图像，细致分析确诊患者病变的范围、严重程度、病变性质，以此为依据科学制定后续针对性治疗方案，保障诊疗精准性。

② DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作模式，医师近距离开展诊疗实操，全程落实全方位辐射防护措施，通过控制 DSA 的 X 线系统，对患者诊疗部位进行间歇式透视，辅助完成介入操作。具体操作流程为：受检者平稳躺卧于专用手术床上，介入手术医师站位于手术床一侧，距离 DSA 的 X 线管 0.5m 处，且处于非主射束方向，提前规范穿戴全套个人防护用品，包括铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等，筑牢个人防护屏障；同时，手术床旁规范架设屏蔽挂帘与移动式防护帘，形成双重辐射屏蔽防护，最大限度减少辐射暴露。介入治疗过程中，医师根据实操进度与诊疗需求，踩动手术床下的脚踏开关，启动 DSA 的 X 线系统进行连续透视，借助悬挂显示屏上实时呈现的连续动态画面，精准开展穿刺、造影、治疗等各项介入操作；参与诊疗的医生、护士均全程规范佩戴防护用品，严格遵守辐射防护规范。每台手术中 DSA 系统 X 线透视的次数、单次透视时长，需结合患者诊疗部位、手术复杂程度、病情实际情况灵活调整，严控辐射剂量。介入手术顺利完成后，及时关闭 DSA 设备电源，医师协助整理患者衣物，引导患者安全离开介入手术室，后续转入术后观察与护理环节。

(5) 治疗完毕关机。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-2:

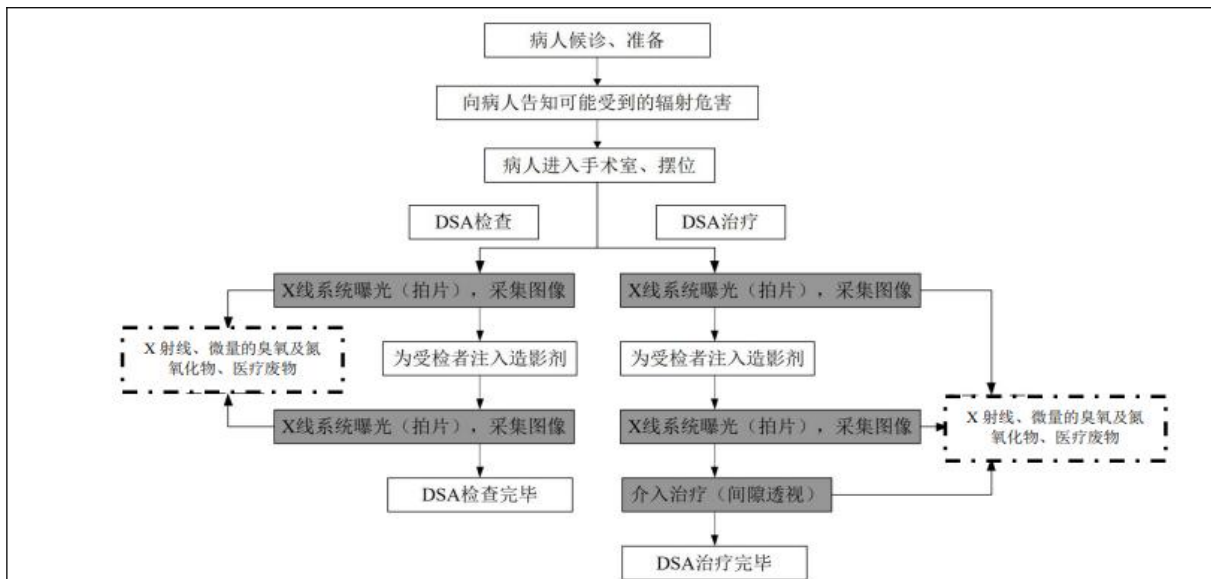


图 9-2 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

3、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员从换鞋区进入男女更衣室，经厕所和淋浴间外侧洁净走道，再通过设备控制区进入介入手术室；技师经上述路径直接抵达设备控制区。

患者路径：患者经过病员通道直接进入介入手术室。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物打包后暂存在污物通道（具有暂存功能），本项目污物通道内的医疗废物日产日清，晚上手术室下班时间，由工作人员统一再转运至医院医废暂存间内暂存，最后统一交由有相应资质的单位收运处置。

本项目人流、污物路径示意图 9-3。

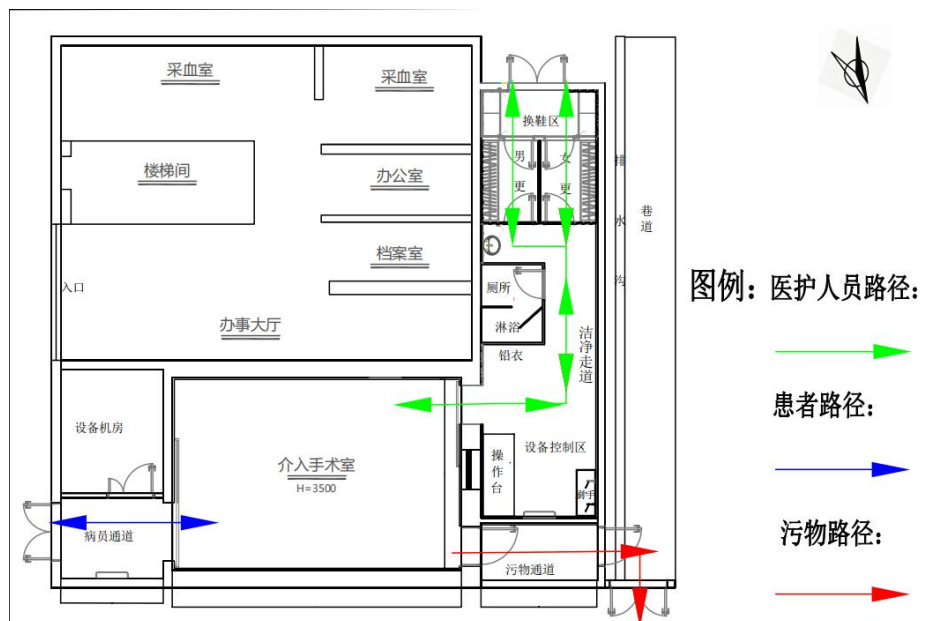


图 9-3 介入手术室人流、物流路径示意图

4、主要污染物

本项目 DSA 用于介入治疗，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、臭氧和氮氧化物，注入造影剂之后拍片产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物，介入治疗过程中间歇透视产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物。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。

(1) 电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，X 射线贯穿机房的屏蔽墙进入外环境，对操作室职业人员及机房周围公众人员产生外照射影响；在介入手术过程中，对手术室内操作的医护人员造成较高剂量的外照射。

本项目数字减影血管造影装置（DSA）的相关参数具体如下表所示：

工作场所	介入手术室
设备名称	数字减影血管造影装置（DSA）
型号	NeuAngio 43C
厂家	东软医疗系统股份有限公司
过滤片	滤过最厚 0.9mm Cu+2.5mm Al
数量	1 台
射线装置分类	II 类射线装置
最大参数	125kV，1000mA
运行参数	拍片：电压≤100kV，电流≤500mA 透视：电压≤90kV，电流≤20mA

(2) 废气

本项目于体检科楼内设置 DSA 机房配套区域通排风系统，含两套独立排风系统及一套补风系统。其中，主排风系统以风量 1000m³/h 的管道式离心风机为动力，收集介入手术室及其辅助用房区域污浊空气，经输送后通过预留洞防雨百叶风口排至室外开阔且无人员活动影响区域；厕所区域设风量 200m³/h 且自带止回阀的天花板管道换气扇，构成辅助排风系统，独立排出区域异味空气，经预留洞及配套防雨百叶风口排放；补风系统通过单层百叶风口及管道，为 DSA 机房引入室外新鲜空气。

(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，本项目新建介入手术室预

计手术量为 100 台，则每年固体废物产生量约为 200kg。项目产生的医疗废物经打包后与医院其他医疗废物一起在院内医疗废物暂存间（医院北侧）暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中 4 名医生，1 名护士，1 名技师。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 0.75t。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院应按照国家当地管理部门要求，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

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。工作人员生活用水按每人每天 100L 计，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 0.51m³/d，127.5m³/a；医疗废水产生量约 0.034m³/d，8.5m³/a。则本项目废水总产生量约 0.54m³/d，136m³/a。

本项目产生的各类废水经分类处理后，统一汇入污水处理站（医院北侧），采用“调节池→厌氧水解池→生物接触氧化池→二氧化氯发生器消毒”的二级处理工艺进行深度处理，处理后出水水质符合《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）相关要求，经市政管网，进入金阳县污水处理厂进行处理。

(5) 噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声源主要为风机，最大源强不超过 60dB(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、泄漏风险

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

碘克沙醇：分子式 C³⁵H₄₄I₆N₆O₁₅，分子量 1550.20，浓度为 320mgI/ml，渗透压 290mosm/kg·H₂O（37°C），粘度为 11.4mPa·s（37°C），pH 值为 6.8-7.6。本品为无色或淡黄色的澄明液体。活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。本项目使用的造影剂碘克沙醇注射液，规格为 50ml/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 100 台手术，年使用量约为 10L。

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。

造影剂（碘克沙醇）是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存，钥匙交专人保管；同时造影剂具有一定毒性，不能被人体吸收也不能被人体分解，参考《关于在医疗机构推进生活垃圾分类管理的通知》（国卫办医发〔2017〕30号）残留有一定造影剂的输液瓶和未使用完以及过期的造影剂均属于《医疗废物分类目录》中的药物性废物（医疗废物），最后都将作为医疗废物进行处理；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流速度注入病人血管内，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，不存在泄漏风险。

表 10 辐射安全与防护

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

金阳县人民医院位于四川省凉山彝族自治州金阳县天地坝镇下南街52号（东经103.2478°、北纬27.6934°），地处县城核心居住商业混杂建成区；东侧紧邻下南街（G356国道城区段），西侧紧邻南街，北侧和南侧均与周边居民住宅、生活商铺相邻。

本项目位于医院南侧体检科楼一楼西北侧，以本项目为参照，北侧24~80m依次为抗病毒中心和后勤库房（污水处理站和医疗废物暂存间紧邻后勤库房，并分设两侧），东侧10~65m为停车场和第一住院大楼；西侧5~40m为行政办公大楼和职工宿舍2栋，南侧23~35m为职工宿舍5栋，东北侧40~65m为第二住院大楼医院；西北侧10~15m为传染科楼；西南侧28~50m为职工宿舍1栋；东南侧28~50m为职工宿舍6栋和职工宿舍7栋，医院西北角55~65m为职工宿舍3栋、职工宿舍4栋。

介入手术室四周拟建规划：西北侧紧邻设备控制区、污物通道等拟建功能用房；西南侧紧邻办事大厅、档案室、办公室、采血室等未改动区域；西侧紧邻厕所、淋浴间、男女更衣室、换鞋区等拟建卫生配套用房；东南侧紧邻设备机房、病员通道等拟建设备用房；本项目设备向上出束，主束方向正对体检科楼二层男女厕所，该楼二层其余区域为体检科常规体检辅助用房，且二层未设置儿童病房、妊娠妇科病房及检查室；介入手术室下方为凝土地层，无地下建筑空间。

医院周围主要为交通道路，交通便捷，有利于医院与外界联系。项目选址所在城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完备，电力电缆等埋设齐全。同时，介入手术室及其辅助用房的布局设置，充分考虑了医生与病人的需求，病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉影响。本项目仅为医院配套建设项目，新建介入手术室为专门的辐射工作场所，建成后配备良好的实体屏蔽设施与防护措施。产生的辐射经屏蔽和防护处理后，对周围环境影响较小，因此总平面布置合理。

2、辐射工作场所两区划分

（1）分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

(2) 控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。

拟将介入手术室划分为控制区；将设备机房、病员通道、设备控制区及其洁净走道、厕所淋浴及其男女更衣室和换鞋区、污物通道划分为监督区，项目控制区和监督区划分情况见表 10-1。

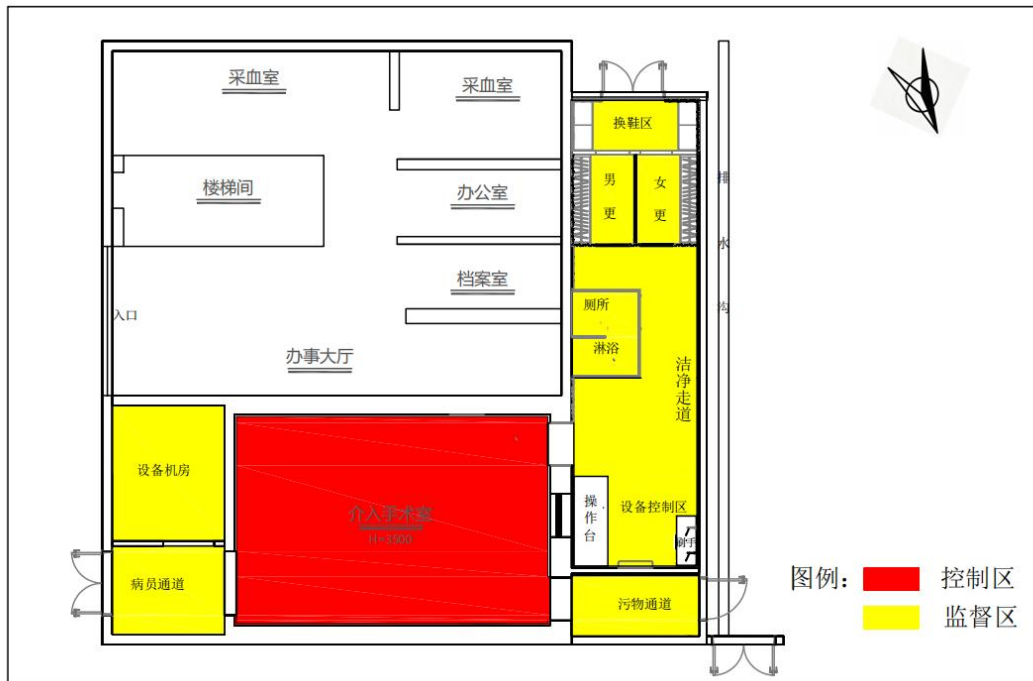


图 10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

场所	控制区	监督区
介入手术室	介入手术室	设备机房、病员通道、设备控制区及其洁净走道、厕所淋浴及其男女更衣室和换鞋区、污物通道

(3) 控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-2；

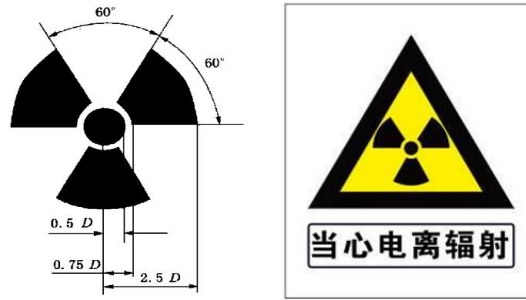


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门禁）限制进出控制区；

④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

（4）监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全与防护措施

（一）设备固有安全性

本项目拟购 DSA 来自正规厂家，满足国家质检要求，装置漏射辐射不会超过国家规定的限值。

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

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

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

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

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

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

（二）工作场所屏蔽防护措施

本项目介入手术室为新建场所，进行防护施工，根据医院提供防护设计资料进行防护施工，本项目数字减影血管造影装置（digital subtraction angiography, 简称“DSA”）最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C医用诊断X射线防护中不同屏蔽物质的铅当量公式C.1、C.2以及附录表C.2、C.3。

①对给定的铅厚度，依据 GBZ130-2020 附录表 C.2、C.3 不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值按式 1 计算辐射透射因子 B：

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

式中：

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；

β —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—屏蔽材料厚度。

②依据 GBZ130-2020 附录表 C.2、C.3 给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值和①中的 B 值，使用公式 11-2 计算出各屏蔽物质的铅当量厚

度 X:

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

式中:

- B——给定材质厚度的屏蔽透射因子;
- X——铅厚度 (mm);
- α ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数;
- β ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数;
- γ ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数。

本项目保守估计, 在墙体防护混凝土和实心砖折合铅当量估算时均采用设备最大管电压125kV (主射) 进行考虑。

表 10-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压125kV (主射)			
材料	α	β	γ
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	1.6974
砖	0.02870	0.06700	1.346

换算铅当量时, DSA 管电压保守取最大电压 125kV, 本项目实体屏蔽折算结果见表 10-3。

表 10-3 介入手术室的实体防护折合铅当量计算表

项目	实体结构	折合铅当量
四周墙体	设备机房墙(介入手术室与设备机房共用墙):240mm 实心砖墙+50mm 硫酸钡防护涂料,其他三面墙:370mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡防护涂料	设备机房墙 (介入手术室与设备机房共用墙) : 2.3mmPb+3mmPb=5.30mmPb 其他三面墙: 3.9mmPb+2.4mmPb=6.30mmPb
屋顶	100mm混凝土+50mm硫酸钡防护涂料	1.0mmPb+3mmPb=4mmPb
防护门	4mm 铅当量	4mm 铅当量
防护窗	4mm 铅当量	4mm 铅当量

③屏蔽材料介绍

1) 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录C, 常用屏蔽物质的密度: 混凝土密度2.35g/cm³, 砖密度1.65g/cm³。

2) 硫酸钡密度为 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ (400目沉淀硫酸钡 (纯度99%)) : 水泥=4:1), 混合后的密度为 $2.88\text{g}/\text{cm}^3$, 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 $2.79\text{g}/\text{cm}^3$, 保守取值管电压为150kV的钡水泥, 由内插法可得, 厚度为40mm和50mm硫酸钡防护涂料保守估计为2.4mmPb和3mmPb。

表 10-4 介入手术室的实体防护设施对照表

场所	介入手术室规格	四周墙体	屏蔽门	观察窗	顶部
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
介入手术室	机房面积 34 m ² , 最小单边长度 4.96m	设备机房墙 (介入手术室与设备机房共用墙):240mm实心砖墙+50mm硫酸钡防护涂料,其他三面墙:370mm实心砖墙+40mm硫酸钡防护涂料	4mm铅当量铅门	4mm铅当量含铅玻璃	100mm混凝土+50mm硫酸钡防护涂料
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积20m ² , 最小单边长度3.5m	非有用线束2mm铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	有用线束 2mm 铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

(三) 通风系统及电缆敷设情况

(1) 通排风系统

本项目于体检科楼内设置 DSA 机房配套区域通排风系统, 含两套独立排风系统及一套补风系统。其中, 主排风系统以风量 1000m³/h 的管道式离心风机为动力, 收集介入手术室及其辅助用房区域污浊空气, 经输送后通过预留洞防雨百叶风口排至室外开阔且无人员活动影响区域; 厕所区域设风量 200m³/h 且自带止回阀的天花板管道换气扇, 构成辅助排风系统, 独立排出区域异味空气, 经预留洞及配套防雨百叶风口排放; 补风系统通过单层百叶风口及管道, 为 DSA 机房引入室外新鲜空气。

通排风管道穿墙方式为直穿式, 管道口拟设置3mm铅板进行防护, 以防止射线漏出, 能够满足辐射防护要求。

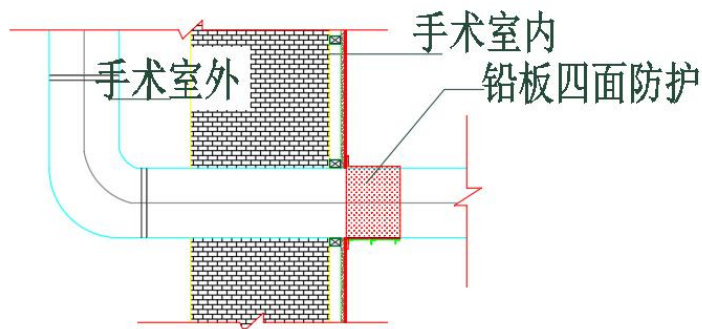


图10-3 通排风管道铅防护补偿示意图

(2) 电缆敷设

本项目穿过介入手术室的控制线缆均通过电缆沟从地坪下方穿越墙体连接至设备机房及设备控制区，电缆沟采用 3mm 以上不锈钢板+3mm 铅板覆盖，地沟线槽穿墙处拟设 3mm 铅板进行防护补偿。

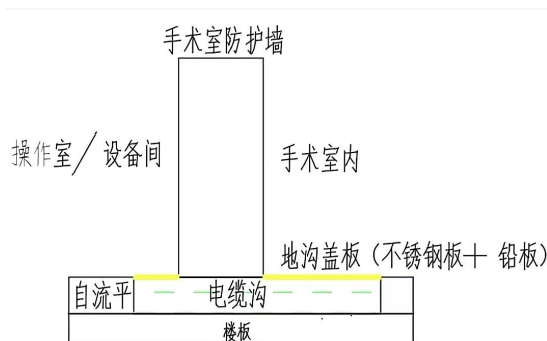


图 10-4 电缆沟铅防护补偿示意图

(四) 安全装置

(1) 警示标识：介入手术室患者进出防护门、医护人员进出防护门、复苏室防护门外要求设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在介入手术室患者通道应设置电离辐射危害告知等提示信息。

(2) 观察窗及对讲装置：介入手术室与操作室内的操作台之间安装铅玻璃观察窗，便于医护人员观察患者和受检者状态及防护门开闭情况；介入手术室与操作室之间设置对讲装置，便于医护人员与患者交流。

(3) 闭门、防夹装置：本项目医生病员通道和设备控制区拟采用 4mmPb 电动平开式门，污物进出门设计为 4mmPb 手动推拉式门。电动平开式防护门拟设置红外线防夹人设备（防止电动门在运行过程中发生挤伤人员），拟安装自动闭门装置。

(4) 门灯联锁及工作状态指示灯：本项目介入手术室患者进出防护门、医护人员

进出防护门、以及污物间应设置有门灯连锁系统，防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。

(5) 紧急止动按钮：本项目设备在床体和操作台各1个紧急止动按钮，在机器故障时可按下，避免意外照射。

(五) 人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

(1) 辐射工作人员

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

①距离防护

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

②时间防护

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

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过操作室与介入手术室之间的墙体、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。

防护用品：对于介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品须满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求：

表 10-5 介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品要求

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	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏选配：移	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套选配：铅橡胶	—

	选配：铅橡胶帽子	动铅防护屏风	帽子	
--	----------	--------	----	--

注：“—”表示不要求。

备注：除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量不小于 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不小于2mmPb，放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置。儿童防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于0.5mmPb。

本项目介入手术室拟配备个人防护用品如表10-6所示。

表 10-6 介入手术室个人防护用品配备一览表

序号	场所	防护名称		数量/件	铅当量 (mmPb)
1	介入手术室	患者	铅橡胶围裙	1	0.5
2			铅橡胶颈套	1	0.5
3		医护人员	铅橡胶颈套	3	0.5
4			铅防护眼镜	3	0.25
5			介入防护手套	3	0.025
6			铅衣	3	0.5

注：铅衣与铅橡胶围裙均为个人防护用品，铅衣为全身式设计，覆盖躯干、四肢等部位，而铅橡胶围裙通常为上半身设计（如围裙状），主要防护胸部及上肢区域；对本项目介入手术的医护人员，选用铅衣作为个人防护用品更符合实际使用情景和防护需求。

本项目介入手术室辅助防护设施配备如表10-7所示。

表 10-7 介入手术室辅助防护设施配备一览表

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

本项目个人防护用品和辅助防护设施配备情况均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关规定。

④个人剂量监测

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

根据表 10-6，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) 介入手术室周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在介入手术室门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

(4) 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。

(5) 管理措施对辐射安防护的要求

介入手术室机房内，禁止堆放无关杂物、设备与耗材，保持机房整洁有序。通过减少机房内散射体数量，降低 X 射线散射影响，提升辐射防护可靠性，保障工作人员与公众辐射安全。

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）》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 10-8：

表 10-8 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施	落实情况	应增加的措施
场所	观察窗屏蔽	1 扇铅窗，为 4mm 铅当量	/

设施	防护门	3扇防护铅门，均为4mm铅当量	设计中已有
	操作位局部屏蔽防护设施	1套设备自带铅帘	设备自带
	通风设施	排风系统、净化空调系统	设计中已有
	紧急停机按钮	设备中自带	设计中已有
	门灯联锁及工作状态指示灯箱	/	需配备2套
	对讲系统	/	需配备1套
	入口处电离辐射警告标志	/	需配备2套
	闭门装置（平开门）	/	需配备2套
	防夹装置（推拉门）	/	需配备1套
监测设备	便携式辐射监测仪	/	需配备1台
	个人剂量计	/	利旧
	个人剂量报警仪	/	利旧
防护器材	医护人员个人防护	/	需配备铅衣3套、铅橡胶颈套3套、铅防护眼镜3副、介入防护手套3双
	患者防护	/	需配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾1套、铅橡胶颈套1套

四、投资估算

本项目核技术应用项目总投资[]，其中环保投资[]，占总投资约[]。具体环保设施及投资见表10-9。

表10-9 环保设施及投资一览表

环保设施		数量	投资 (万元)
场所实体设施	屋顶、地面、墙体的土建工程	1间	[]
	介入手术室防护工程（混凝土、砖墙、硫酸钡防护涂料等）	1间	
	4mmPb防护门	3扇	
	观察窗	1扇	
安全装置	电离辐射警告标志	2个	
	闭门装置（平开门）	2套	
	防夹装置（推拉门）	1套	
	有中文标识的紧急停机按钮（操作台和介入手术床旁）	1套	
	工作状态指示灯箱及门灯联锁装置	2套	
	对讲系统	1套	
	床下铅帘（0.5mm铅当量）	1套	

	悬吊铅帘（0.5mm 铅当量）	1 套	
监测仪器 及个人防 护用品	个人剂量计	6 套	
	个人剂量报警仪	3 台	
	便携式辐射监测仪	1 台	
	铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入 防护手套	3 套	
	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、 铅橡胶颈套	1 套	
其他	通风设施：通排风改造	新增	
灭火器材	/	新增 4 套	
合计			

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

本项目产生的各类废水经分类处理后，统一汇入污水处理站（医院北侧），采用“调节池→厌氧水解池→生物接触氧化池→二氧化氯发生器消毒”的二级处理工艺进行深度处理，处理后出水水质符合《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）相关要求，经市政管网，进入金阳县污水处理厂进行处理。

2、废气

本项目于体检科楼内设置 DSA 机房配套区域通排风系统，含两套独立排风系统及一套补风系统。其中，主排风系统以风量 1000m³/h 的管道式离心风机为动力，收集介入手术室及其辅助用房区域污浊空气，经输送后通过预留洞防雨百叶风口排至室外开阔且无人员活动影响区域；厕所区域设风量 200m³/h 且自带止回阀的天花板管道换气扇，构成辅助排风系统，独立排出区域异味空气，经预留洞及配套防雨百叶风口排放；补风系统通过单层百叶风口及管道，为 DSA 机房引入室外新鲜空气。

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：

①本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中 4 名医生，1 名护士，1 名技师。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 0.75t。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。

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在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。

项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

本项目所在区域在装修装饰过程中施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、施工废水以及施工人员的生活垃圾和生活污水。对于施工期将产生的扬尘、噪声、固体废物、施工污水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：项目废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产量较小，依托医院污水处理设施处理；

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：建筑垃圾由施工单位集中收集到指定地点进行处理，生活垃圾依托环卫部门统一清运。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在介入手术室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，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

医院拟在本次新建介入手术室内使用 1 台 DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约 100 台手术/年，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。本设备为数字成像设备，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，医生通过操作室铅玻璃观察窗介入手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于操作室内，经介入手术室各屏蔽体屏蔽后，对介入手术室外（包括介入手术室楼上）的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入介入手术室，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、戴铅防护眼镜等在介入手术室内对病人进行直接的手术操作。

本次分析采用理论预测方法对本项目 DSA 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响分析。

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

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

根据设备生产厂家东软医疗有限公司提供的资料，医院选用型号为NeuAngio 30F，该设备配备固有过滤当量2.5mm铝，另附加5档过滤器（0.1mm铜、0.2mm铜、0.3mm铜、0.6mm铜、0.9mm铜），为确保最佳成像效果和保障辐射安全，通常叠加不同厚度的滤片使用，设备最低过滤为2.5mm铝+0.1mm铜，因此本项目保守取3.0mm铝过滤条件，根据《辐射防护手册（第三分册）》P58图3.1可知，X射线过滤材料为3mmAl，100kV电压下，发射率常数为 $4.5\text{mGy}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；90kV电压下，发射率常数为 $3.6\text{mGy}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

经计算，在透视时管电压为90kV、管电流为20mA时，距靶1m处的剂量率 H_0 为 $72\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；在透视时管电压为100kV、管电流为500mA时，距靶1m处的剂量率 H_0 为 $2250\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ，见下表：

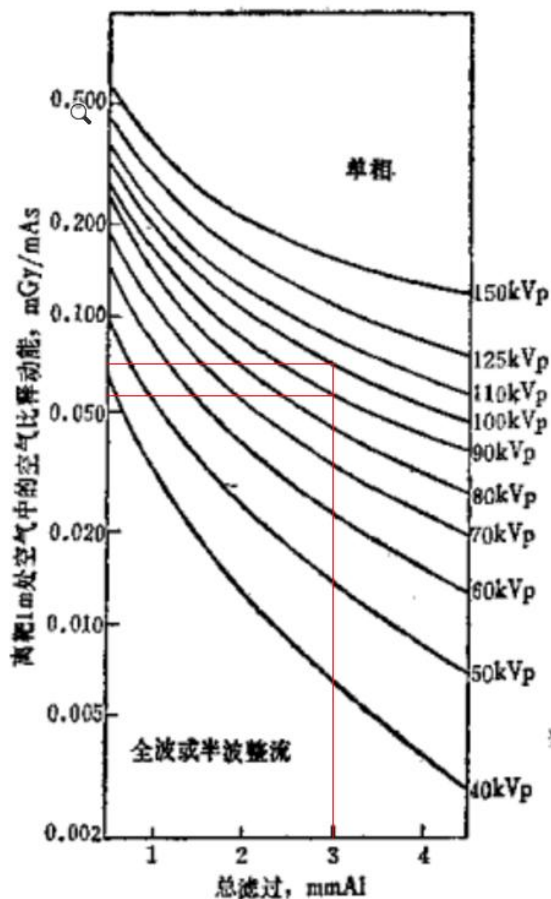


图 11-1 距 X 线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

根据《辐射防护导论》P69，X 射线机产生的 X 射线造成的空气比释动能率，按式 1 计算：

$$H_0 = I \times \partial_x \times \left(\frac{r_0^2}{r^2}\right) \dots\dots\dots(\text{式 1})$$

式中：

H_0 —离靶 r (m) 处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

I —管电流 (mA) ；

∂_x —管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数；

r_0 —取 1m；

r —源至关注点的距离，m，计算 1 米处剂量率时，取 1m。

经计算，在透视时管电压为 90kV、管电流为 20mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_0 为 72mGy·min⁻¹；在拍片时管电压为 100kV、管电流为 500mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_0 为 2250mGy·min⁻¹，见下表：

表 11-1 本项目 DSA 常用工况及源强取值

工作模式	常用管电压	常用管电流	最大使用工况	发射率常数	H_0
透视	70~90kV	6~20mA	90kV、20mA	$3.6\text{mGy}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	$72\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$
拍片	60~100kV	100~500mA	100kV、500mA	$4.5\text{mGy}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	$2250\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$

本项目 DSA 投用后,手术过程中介入手术室四周的保护目标,均受到漏射射线和散射射线的影响,介入手术室正上方受主射辐射的影响,介入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,距离介入手术室最近关注点可以代表最大可能辐射影响。

本项目共布设 25 个预测点位,预测点位见下表,预测点位图见图 11-2。

表 11-2 本项目预测点位、方位及距离

项目位置	编号	预测点描述	距辐射源最近距离 (m)
介入手术室	#1	介入手术室内的医生位	0.5
	#2	介入手术室内的护士位	1.0
介入手术室四周	#3	介入手术室西北侧设备控制区的技师位 (铅防护窗外 30cm 处)	3.8
	#4	介入手术室西北侧设备控制区的技师位 (防护门外 30cm 处)	4.2
	#5	介入手术室西北侧污物通道 (防护门外 30cm 处)	4.6
	#6	介入手术室西南侧办事大厅 (屏蔽墙外 30cm 处)	2.5
	#7	介入手术室东南侧设备机房 (屏蔽墙外 30cm 处)	3.8
	#8	介入手术室东南侧病员通道 (防护门外 30cm 处)	4.6
	#9	介入手术室东北侧墙体外 (屏蔽墙外 30cm 处)	2.5
	#10	厕所、淋浴、男女更衣室、换鞋区等区域离介入手术室最近处	1.3
	#11	介入手术室正上方体检科大楼 (2F)厕所区域	3.5
评价范围 50m 院内其他区域	院内#12	第二住院大楼距离介入手术室最近处	40
	院内#13	抗病毒中心距离介入手术室最近处	24
	院内#14	传染科楼距离介入手术室最近处	10
	院内#15	第一住院大楼距离介入手术室最近处	10

	院内#16	停车场距离介入手术室最近处	10
	院内#17	行政办公大楼距离介入手术室最近处	5
	院内#18	职工宿舍 1 栋距离介入手术室最近处	28
	院内#19	职工宿舍 2 栋距离介入手术室最近处	30
	院内#20	职工宿舍 5 栋距离介入手术室最近处	23
	院内#21	职工宿舍 6 栋距离介入手术室最近处	28
	院内#22	职工宿舍 7 栋距离介入手术室最近处	43
评价范围 50m 院外 其他区域	院外#23	临街商铺距离介入手术室最近处	35
	院外#24	广场舞台距离介入手术室最近处	38
	院外#25	院外南街离介入手术室内最近处	42



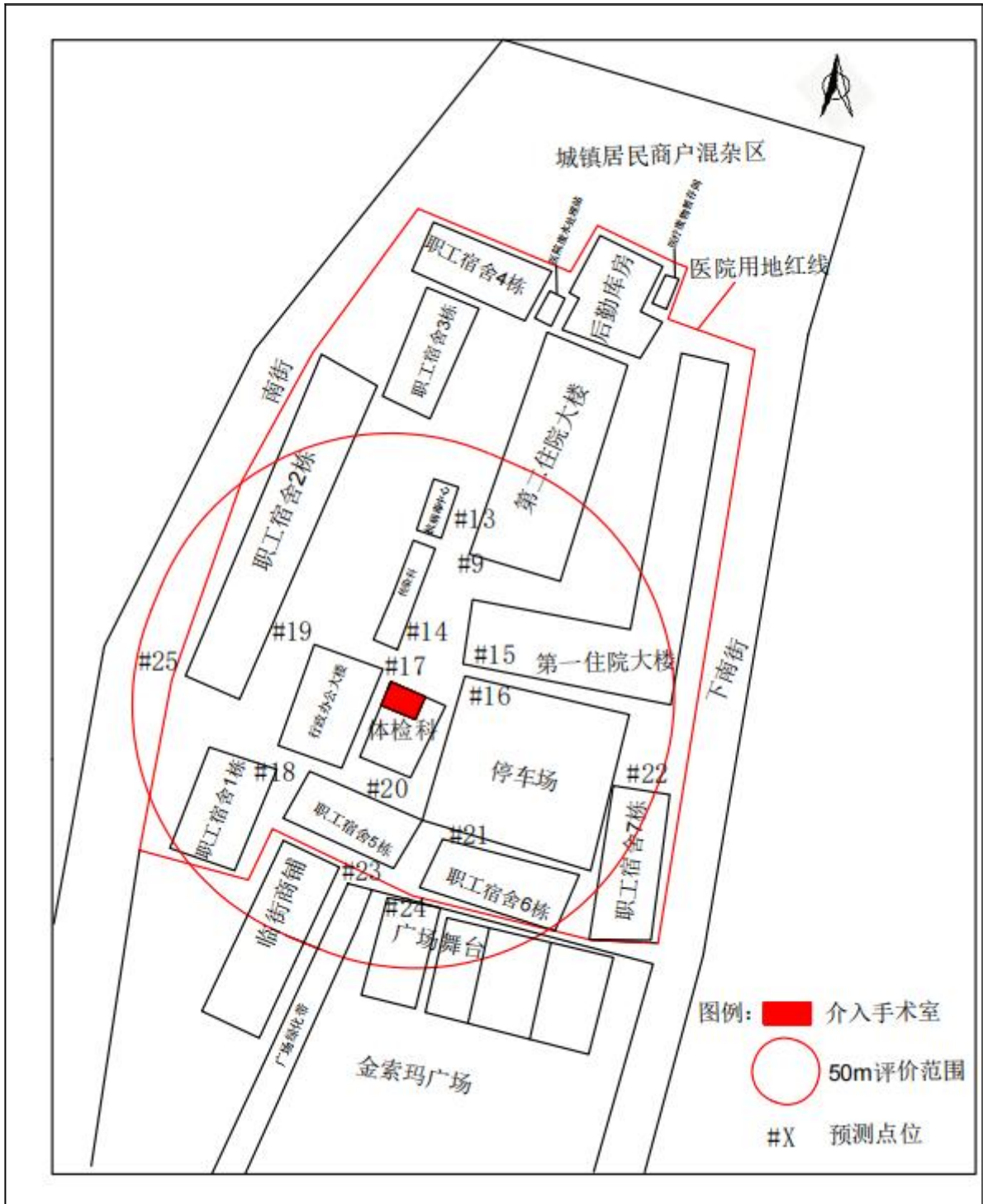


图 11-2 本项目预测关注点位示意图

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、表C.3可知，屏蔽减弱因子B计算如下：

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

式中：

B —给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；

β —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X —屏蔽材料厚度。

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

表 11-3 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV（透视）						
材料	α		β		γ	
铅	3.067		18.83		0.7726	
混凝土	0.04228		0.1137		0.4690	
管电压 100kV（拍片）						
材料	α		β		γ	
	主束	散射	主束	散射	主束	散射
铅	2.500	2.507	15.28	15.33	0.7557	0.9124
混凝土	0.03925	0.03950	0.08567	0.08440	0.4273	0.5191

由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录表C.3中砖没有散射时的拟合参数，故本次计算散射因子时保守按照100kV（有用线束）时的砖拟合参数进行计算。

根据计算，介入手术室不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-4。

表 11-4 介入手术室设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效约合铅当量	屏蔽减弱因子（透视）	屏蔽减弱因子（拍片）	
				主束	散射
设备机房墙（介入手术室与设备机房共用墙）	240mm实心砖墙+50mm硫酸钡	5.3mmPb	6.85E-09	1.31E-07	1.97E-07
其余三面墙	370mm实心砖墙+40mm硫酸钡	6.3mmPb	3.19E-10	1.08E-08	1.61E-08
屏蔽门	4mmPb 铅门	4mmPb	3.69E-07	3.39E-06	5.14E-06
观察窗	4mmPb 铅玻璃窗	4mmPb	3.69E-07	3.39E-06	5.14E-06
屋顶	100mm 混凝土+50mm 硫酸钡	4mmPb	3.69E-07	3.39E-06	/

医生位	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.08E-03	/	/
护士位	0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	2.52E-02	/	/
腕部	0.025mmPb 铅手套	0.025mmPb	6.26E-01	/	/
	0.025mmPb 铅手套+0.5mmPb 铅帘	0.525mmPb	2.27E-02	/	/

(1) 主射线束方向影响分析

①计算模式

主射束的屏蔽防根据下式进行计算：

$$D_r = D_l \cdot B / R^2 \quad (\text{式 3})$$

式中：

D_r —预测点处辐射空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

D_l —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

B —屏蔽材料对 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，进行各关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-5：

表 11-5 介入手术室主射方向预测点年有效剂量率估算

预测点 保护目标	防护材料	屏蔽厚度 (mmPb)	受照体与 关注点的 距离 (m)	照射 类型	屏蔽透 射因子	衰减倍 数	主射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
介入手术室 正上方体检 科大楼 (2F) 厕所区域	100mm 混凝土 +50mm 硫酸钡	4mmPb	5.2	透视	3.69E-07	10	5.90E-03
				拍片	3.39E-06	10	1.69E+00

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_{sr} = \frac{H_{1m} \cdot (s/400) \cdot \alpha \cdot B}{(d_0)^2 \cdot (d_s)^2} \dots\dots\dots (\text{式 4})$$

式中：

H_{sr} ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_{1m} ——距靶 1m 处的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

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 400cm^2 散射面积时, $a=1.3\times 10^{-3}$;

s ——散射面积, cm^2 , 取 100cm^2 ;

d_0 ——源与病人的距离, m, 取 1m;

d_s ——关注点(病人)与预测点的距离, m;

B ——屏蔽透射因子。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

预测点 保护目标	源与 预测点 的距离 (m)	防护材料	屏蔽厚度 (mmPb)	照射类 型	屏蔽透射 因子	散射辐射剂 量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
介入手术室内的医生位	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	2.29E+01
介入手术室内的护士位	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5	透视	2.52E-02	3.54E+01
介入手术室西北侧设备控制区的技师位(铅防护窗外 30cm 处)	3.8	4mmPb 铅玻璃窗	4	透视	3.69E-07	3.59E-05
				拍片	3.39E-06	1.03E-02
介入手术室西北侧设备控制区的技师位(防护门外 30cm 处)	4.2	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	2.54E-08
				拍片	1.08E-08	2.69E-05
介入手术室西北侧污物通道(防护门外 30cm 处)	4.6	4mmPb 铅门	4	透视	3.69E-07	2.45E-05
				拍片	3.39E-06	7.03E-03
介入手术室西南侧办事大厅(屏蔽墙外 30cm 处)	2.5	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	7.17E-08
				拍片	1.08E-08	7.58E-05
介入手术室东南侧设备机房(屏蔽墙外 30cm 处)	3.8	240mm 实心砖墙 +50mm 硫酸钡	5.3	透视	6.85E-09	6.66E-07
				拍片	1.13E-07	3.43E-04
介入手术室东南侧病员通道(防护门外 30cm 处)	4.6	4mmPb 铅门	4	透视	3.69E-07	2.45E-05
				拍片	3.39E-06	7.03E-03
介入手术室东北侧墙体外(屏蔽墙外 30cm 处)	2.5	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	7.17E-08
				拍片	1.08E-08	7.58E-05
厕所、淋浴等区域离介入手术室最近处	1.3	4mmPb 铅门	4	透视	3.69E-07	3.07E-04
				拍片	3.39E-06	8.80E-02
第二住院大楼距离介入手术室最近处	40	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	2.80E-10
				拍片	1.08E-08	2.96E-07
抗病毒中心距离介入手术	24	370mm 实心砖墙	6.3	透视	3.19E-10	7.78E-10

室最近处		+40mm 硫酸钡		拍片	1.08E-08	8.23E-07
传染科楼距离介入手术室最近处	10	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	4.48E-09
				拍片	1.08E-08	4.74E-06
第一住院大楼距离介入手术室最近处	10	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	4.48E-09
				拍片	1.08E-08	4.74E-06
停车场距离介入手术室最近处	10	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	4.48E-09
				拍片	1.08E-08	4.74E-06
行政办公大楼距离介入手术室最近处	5	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	1.79E-08
				拍片	1.08E-08	1.90E-05
职工宿舍1栋距离介入手术室最近处	28	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	5.71E-10
				拍片	1.08E-08	6.04E-07
职工宿舍2栋距离介入手术室最近处	30	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	4.98E-10
				拍片	1.08E-08	5.27E-07
职工宿舍5栋距离介入手术室最近处	23	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	8.47E-10
				拍片	1.08E-08	8.96E-07
职工宿舍6栋距离介入手术室最近处	28	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	5.71E-10
				拍片	1.08E-08	6.04E-07
职工宿舍7栋距离介入手术室最近处	43	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	2.42E-10
				拍片	1.08E-08	2.56E-07
临街商铺距离介入手术室最近处	35	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	3.66E-10
				拍片	1.08E-08	3.87E-07
广场舞台距离介入手术室最近处	38	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	3.10E-10
				拍片	1.08E-08	3.28E-07
院外南街离介入手术室内最近处	42	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	2.54E-10
				拍片	1.08E-08	2.69E-07

(3) 泄漏辐射剂量估算

各预测点的泄漏辐射剂量率可用下(式5)进行计算。

$$H_{LR} = \frac{H_L \cdot B}{r^2} \dots\dots\dots (式5)$$

式中：

H_{LR} —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_L —距靶点 1m 处泄漏射线的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通过要求并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）中 12.4：“X 射线管组件和 X 射线源组件在加载状态下的漏射辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称 X 射线管电压运行时，距焦点 1m 处，1 小时内在任一 100cm^2 区域（主要线性尺寸不大于 20cm）的空气比释动能不应超过 1.0mGy ”，本项目射线装置在 1m 处泄漏射线的空气比释动能率保守取 $1 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ ；

r—靶点距关注点的距离，m；

B——减弱因子，前文表 11-3 计算取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-7。

表 11-7 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

预测点 保护目标	源与预 测点的 距离 (m)	防护材料	屏蔽厚度 (mmPb)	照射 类型	屏蔽透射 因子	漏射辐射 剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
介入手术室内的医生位	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	1.63E+01
介入手术室内的护士位	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5	透视	2.52E-02	2.52E+01
介入手术室西北侧设备控制区的技师位（铅防护窗外 30cm 处）	3.8	4mmPb 铅玻璃窗	4	透视	3.69E-07	2.56E-05
				拍片	3.39E-06	2.35E-04
介入手术室西北侧设备控制区的技师位（防护门外 30cm 处）	4.2	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	1.81E-08
				拍片	1.08E-08	6.12E-07
介入手术室西北侧污物通道（防护门外 30cm 处）	4.6	4mmPb 铅门	4	透视	3.69E-07	1.74E-05
				拍片	3.39E-06	1.60E-04
介入手术室西南侧办事大厅（屏蔽墙外 30cm 处）	2.5	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	5.10E-08
				拍片	1.08E-08	1.73E-06
介入手术室东南侧设备机房（屏蔽墙外 30cm 处）	3.8	240mm 实心砖墙 +50mm 硫酸钡	5.3	透视	6.85E-09	4.74E-07
				拍片	1.13E-07	7.83E-06
介入手术室东南侧病员通道（防护门外 30cm 处）	4.6	4mmPb 铅门	4	透视	3.69E-07	1.74E-05
				拍片	3.39E-06	1.60E-04
介入手术室东北侧墙体外（屏蔽墙外 30cm 处）	2.5	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	5.10E-08
				拍片	1.08E-08	1.73E-06
厕所、淋浴等区域离介入手术室最近处	1.3	4mmPb 铅门	4	透视	3.69E-07	2.18E-04
				拍片	3.39E-06	2.01E-03
第二住院大楼距离介入手术室最近处	40	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	1.99E-10
				拍片	1.08E-08	6.75E-09
抗病毒中心距离介入手术室最近处	24	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	5.54E-10
				拍片	1.08E-08	1.88E-08
传染科楼距离介入手术室最近处	10	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	3.19E-09
				拍片	1.08E-08	1.08E-07
第一住院大楼距离介入手术室最近处	10	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	3.19E-09
				拍片	1.08E-08	1.08E-07
停车场距离介入手术室最近处	10	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	3.19E-09
				拍片	1.08E-08	1.08E-07
行政办公大楼距离介入手	5	370mm 实心砖墙	6.3	透视	3.19E-10	1.28E-08

术室最近处		+40mm 硫酸钡		拍片	1.08E-08	4.32E-07
职工宿舍 1 栋距离介入手术室最近处	28	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	4.07E-10
				拍片	1.08E-08	1.38E-08
职工宿舍 2 栋距离介入手术室最近处	30	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	3.54E-10
				拍片	1.08E-08	1.20E-08
职工宿舍 5 栋距离介入手术室最近处	23	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	6.03E-10
				拍片	1.08E-08	2.04E-08
职工宿舍 6 栋距离介入手术室最近处	28	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	4.07E-10
				拍片	1.08E-08	1.38E-08
职工宿舍 7 栋距离介入手术室最近处	43	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	1.73E-10
				拍片	1.08E-08	5.84E-09
临街商铺距离介入手术室最近处	35	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	2.60E-10
				拍片	1.08E-08	8.82E-09
广场舞台距离介入手术室最近处	38	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	2.21E-10
				拍片	1.08E-08	7.48E-09
院外南街离介入手术室内最近处	42	370mm 实心砖墙 +40mm 硫酸钡	6.3	透视	3.19E-10	1.81E-10
				拍片	1.08E-08	6.12E-09

(4) 关注点辐射剂量率综合分析

根据《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T 830-2024),表 G.1 为 10keV~250keV 单能光子通用转换系数表,适用于常规 X 射线机辐射场剂量换算;表 G.2 为 GB/T 12162.4 规定的过滤 X 射线参考辐射专用表,仅用于仪器校准特定辐射质,不适用于本项目实际 X 射线辐射场评价。本项目 100kV (拍片)转换系数为 1.65,通过 80kV 和 100kV 数据线性插值,得出 90kV (透视)下空气比释动能至周围剂量当量的转换系数为 1.69,本项目各预测点最大辐射剂量率见下表。

表11-8 本项目各预测点最大辐射剂量率表

关注点位置	照射类型	转换前 (μGy/h)			转换后(μSv/h)	备注
		散射	漏射	汇总	综合剂量率	
介入手术室内的医生位	透视	2.29E+01	1.63E+01	3.92E+01	6.62E+01	职业
介入手术室内的护士位	透视	3.54E+01	2.52E+01	6.06E+01	1.02E+02	
介入手术室西北侧设备控制区的技师位(铅防护窗外 30cm 处)	透视	3.59E-05	2.56E-05	6.15E-05	1.04E-04	
	拍片	1.03E-02	2.35E-04	1.05E-02	1.74E-02	
介入手术室西北侧设备控制区的技师位(防护门外 30cm 处)	透视	2.54E-08	1.81E-08	4.35E-08	7.35E-08	
	拍片	2.69E-05	6.12E-07	2.75E-05	4.54E-05	
介入手术室西北侧污物通道(防护门外 30cm 处)	透视	2.45E-05	1.74E-05	4.19E-05	7.08E-05	公众
	拍片	7.03E-03	1.60E-04	7.19E-03	1.19E-02	
介入手术室西南侧办事大厅(屏蔽墙外 30cm 处)	透视	7.17E-08	5.10E-08	1.23E-07	2.07E-07	
	拍片	7.58E-05	1.73E-06	7.75E-05	1.28E-04	

介入手术室东南侧设备机房(屏蔽墙外 30cm 处)	透视	6.66E-07	4.74E-07	1.14E-06	1.93E-06
	拍片	3.43E-04	7.83E-06	3.51E-04	5.79E-04
介入手术室东南侧病员通道(防护门外 30cm 处)	透视	2.45E-05	1.74E-05	4.19E-05	7.08E-05
	拍片	7.03E-03	1.60E-04	7.19E-03	1.19E-02
介入手术室东北侧墙体外(屏蔽墙外 30cm 处)	透视	7.17E-08	5.10E-08	1.23E-07	2.07E-07
	拍片	7.58E-05	1.73E-06	7.75E-05	1.28E-04
厕所、淋浴等区域离介入手术室最近处	透视	3.07E-04	2.18E-04	5.25E-04	8.87E-04
	拍片	8.80E-02	2.01E-03	9.00E-02	1.49E-01
第二住院大楼距离介入手术室最近处	透视	2.80E-10	1.99E-10	4.79E-10	8.10E-10
	拍片	2.96E-07	6.75E-09	3.03E-07	5.00E-07
抗病毒中心距离介入手术室最近处	透视	7.78E-10	5.54E-10	1.33E-09	2.25E-09
	拍片	8.23E-07	1.88E-08	8.42E-07	1.39E-06
传染科楼距离介入手术室最近处	透视	4.48E-09	3.19E-09	7.67E-09	1.30E-08
	拍片	4.74E-06	1.08E-07	4.85E-06	8.00E-06
第一住院大楼距离介入手术室最近处	透视	4.48E-09	3.19E-09	7.67E-09	1.30E-08
	拍片	4.74E-06	1.08E-07	4.85E-06	8.00E-06
停车场距离介入手术室最近处	透视	4.48E-09	3.19E-09	7.67E-09	1.30E-08
	拍片	4.74E-06	1.08E-07	4.85E-06	8.00E-06
行政办公大楼距离介入手术室最近处	透视	1.79E-08	1.28E-08	3.07E-08	5.19E-08
	拍片	1.90E-05	4.32E-07	1.94E-05	3.21E-05
职工宿舍 1 栋距离介入手术室最近处	透视	5.71E-10	4.07E-10	9.78E-10	1.65E-09
	拍片	6.04E-07	1.38E-08	6.18E-07	1.02E-06
职工宿舍 2 栋距离介入手术室最近处	透视	4.98E-10	3.54E-10	8.52E-10	1.44E-09
	拍片	5.27E-07	1.20E-08	5.39E-07	8.89E-07
职工宿舍 5 栋距离介入手术室最近处	透视	8.47E-10	6.03E-10	1.45E-09	2.45E-09
	拍片	8.96E-07	2.04E-08	9.16E-07	1.51E-06
职工宿舍 6 栋距离介入手术室最近处	透视	5.71E-10	4.07E-10	9.78E-10	1.65E-09
	拍片	6.04E-07	1.38E-08	6.18E-07	1.02E-06
职工宿舍 7 栋距离介入手术室最近处	透视	2.42E-10	1.73E-10	4.15E-10	7.01E-10
	拍片	2.56E-07	5.84E-09	2.62E-07	4.32E-07
临街商铺距离介入手术室最近处	透视	3.66E-10	2.60E-10	6.26E-10	1.06E-09
	拍片	3.87E-07	8.82E-09	3.96E-07	6.53E-07
广场舞台距离介入手术室最近处	透视	3.10E-10	2.21E-10	5.31E-10	8.97E-10
	拍片	3.28E-07	7.48E-09	3.35E-07	5.54E-07
院外南街离介入手术室内最近处	透视	2.54E-10	1.81E-10	4.35E-10	7.35E-10
	拍片	2.69E-07	6.12E-09	2.75E-07	4.54E-07

由上述计算可知,本项目介入手术室周围最大辐射剂量率为 $1.49E-01\mu\text{Sv/h}$, 低于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的规定。

(5) 关注点年辐射剂量分析

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，职业人员一般保守取 1，介入手术室东北侧墙体外（屏蔽墙外 30cm 处）为临空道路，偶有居留，此处公众取 1/4，临街商铺距离介入手术室最近处，和院外广场舞台距离介入手术室最近处以及院外南街上的人群，为无法确定的流动人群，此处公众取 1/16，其余院内敏感目标公众保守取 1。

表 11-9 本项目各预测点理论预测最大受照剂量统计表

关注点位保护目标	照射类型	综合剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	本项目年最大受照时间 (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
心血管内科医生	透视	6.62E+01	1.67	1	1.11E-01	1.11E-01	职业
骨外科、普外科、妇科、感染科、卒中中心、胸痛中心医生	透视	6.62E+01	0.89	1	5.89E-02	5.89E-02	
介入手术室内的护士位	透视	1.02E+02	0.834	1	2.13E-02	8.52E-02	
介入手术室西北侧设备控制区的技师位（铅防护窗外 30cm 处）	透视	1.04E-04	4.17	1	4.34E-07	4.26E-06	
	拍片	1.74E-02	0.22	1	3.83E-06		
介入手术室西北侧设备控制区的技师位（防护门外 30cm 处）	透视	7.35E-08	4.17	1	3.06E-10	1.03E-08	
	拍片	4.54E-05	0.22	1	9.99E-09		
介入手术室西北侧污物通道（防护门外 30cm 处）	透视	7.08E-05	4.17	1	2.95E-07	2.92E-06	
	拍片	1.19E-02	0.22	1	2.62E-06		
介入手术室西南侧办事大厅（屏蔽墙外 30cm 处）	透视	2.07E-07	4.17	1	8.63E-10	2.91E-08	公众
	拍片	1.28E-04	0.22	1	2.82E-08		
介入手术室东南侧设备机房（屏蔽墙外 30cm 处）	透视	1.93E-06	4.17	1	8.05E-09	1.35E-07	
	拍片	5.79E-04	0.22	1	1.27E-07		

介入手术室东南侧病员通道（防护门外 30cm 处）	透视	7.08E-05	4.17	1	2.95E-07	2.92E-06
	拍片	1.19E-02	0.22	1	2.62E-06	
介入手术室东北侧墙体外（屏蔽墙外 30cm 处）	透视	2.07E-07	4.17	1/4	2.16E-10	7.26E-09
	拍片	1.28E-04	0.22	1/4	7.04E-09	
厕所、淋浴、男女更衣室、换鞋区等区域离介入手术室最近处	透视	8.87E-04	4.17	1	3.70E-06	3.65E-05
	拍片	1.49E-01	0.22	1	3.28E-05	
第二住院大楼距离介入手术室最近处	透视	8.10E-10	4.17	1	3.38E-12	1.13E-10
	拍片	5.00E-07	0.22	1	1.10E-10	
抗病毒中心距离介入手术室最近处	透视	2.25E-09	4.17	1	9.38E-12	3.15E-10
	拍片	1.39E-06	0.22	1	3.06E-10	
传染科楼距离介入手术室最近处	透视	1.30E-08	4.17	1	5.42E-11	1.81E-09
	拍片	8.00E-06	0.22	1	1.76E-09	
第一住院大楼距离介入手术室最近处	透视	1.30E-08	4.17	1	5.42E-11	1.81E-09
	拍片	8.00E-06	0.22	1	1.76E-09	
停车场距离介入手术室最近处	透视	1.30E-08	4.17	1	5.42E-11	1.81E-09
	拍片	8.00E-06	0.22	1	1.76E-09	
行政办公大楼距离介入手术室最近处	透视	5.19E-08	4.17	1	2.16E-10	7.28E-09
	拍片	3.21E-05	0.22	1	7.06E-09	
职工宿舍 1 栋距离介入手术室最近处	透视	1.65E-09	4.17	1	6.88E-12	2.31E-10
	拍片	1.02E-06	0.22	1	2.24E-10	
职工宿舍 2 栋距离介入手术室最近处	透视	1.44E-09	4.17	1	6.00E-12	2.02E-10
	拍片	8.89E-07	0.22	1	1.96E-10	
职工宿舍 5 栋距离介入手术室最近处	透视	2.45E-09	4.17	1	1.02E-11	3.42E-10
	拍片	1.51E-06	0.22	1	3.32E-10	
职工宿舍 6 栋距离介入手术室最近处	透视	1.65E-09	4.17	1	6.88E-12	2.31E-10
	拍片	1.02E-06	0.22	1	2.24E-10	
职工宿舍 7 栋距离介入手术室最近处	透视	7.01E-10	4.17	1	2.92E-12	9.79E-11
	拍片	4.32E-07	0.22	1	9.50E-11	
临街商铺距离介入手术室最近处	透视	1.06E-09	4.17	1/16	2.76E-13	9.26E-12
	拍片	6.53E-07	0.22	1/16	8.98E-12	
广场舞台距离介入手术室最近处	透视	8.97E-10	4.17	1/16	2.34E-13	7.85E-12
	拍片	5.54E-07	0.22	1/16	7.62E-12	
院外南街离介入手术室内最近处	透视	7.35E-10	4.17	1/16	1.92E-13	6.43E-12
	拍片	4.54E-07	0.22	1/16	6.24E-12	

注：护士负责介入手术前准备、手术后清理工作及根据各手术情况需要在术中配合跟台手术，根据医院反馈，实际手术中护士跟台手术情况较少，本次保守按照 DSA 的年透视总时间的 1/5 即 0.834h 计算年有效剂量。

由表 11-7 可知，本项目医生最大有效剂量 1.11E-01mSv/a，护士最大有效剂量

为 $8.52\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，技师最大有效剂量为 $4.26\text{E-}06\text{mSv}$ 。

(6) 关注点辐射剂量叠加情况

①个人剂量叠加

本项目医生、护士、技师均为医院新增辐射工作人员。本项目投入使用后，手术医生和技师以及护士进行定岗定责，不与其他辐射相关工作，因此不存在个人剂量叠加。

②场所剂量叠加

经调查，目前医院仅开展III类射线装置相关辐射工作，全院III类射线装置机房室内净空面积、最小单边长度及屏蔽防护铅当量厚度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表2、表3等相关要求。根据医院提供的现状监测数据，全院III类射线装置机房四周监测结果接近本底，且与本项目无直接相邻。本次评价认为，经机房墙体、门屏蔽及距离衰减后，相关射线装置运行时对本项目的影响可忽略不计，因此本次不考虑III类射线装置所致贡献剂量值叠加。

(7) 小结

由上述计算可知，医生最大有效剂量 $1.11\text{E-}01\text{mSv/a}$ ，护士最大有效剂量为 $2.13\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，技师最大有效剂量为 $4.26\text{E-}06\text{mSv}$ ，均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的年剂量约束值，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；介入手术室周围的公众最大有效剂量为 $3.65\text{E-}05\text{mSv/a}$ ，低于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的年剂量约束值，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。

医院应合理安排手术医生的人均手术量，控制手术医生的手术台数，每个季度对辐射工作人员个人剂量进行严格监督，辐射工作人员个人剂量单季度超过 1.25mSv 、年超过 5mSv 事件的发生，若发现辐射工作人员有单季度超过 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，距离介入手术室最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在DSA运行后，项目运行产生的X射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，介入手术室周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，

对介入手术室周围公众影响更小。

(8) 医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在介入手术室内进行介入手术时，会穿联体铅衣、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，故以手术医生腕部定向剂量当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人员年皮肤吸收剂量：

$$H^*(0.07,0^\circ) = C_{ks}(\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式 7)$$

式中： $H^*(0.07,0^\circ)$ —X 辐射场的定向剂量当量， μSv ；

\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），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.4 中查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转换系数 $C_{ks}=1.134\text{mGy/mGy}$ ；

t—人员累积受照时间，h；

根据前述分析，医生操作时腕部距辐射源（非主射方向）的距离取 0.5m，按照主刀手术医生理论年最大工作时间 1.67h，其中有 1/5 的时间考虑 0.025mmPb 防护手套屏蔽防护，则该处的空气比释动能率为 6020 $\mu\text{Gy/h}$ ，核算出医生腕部皮肤定向剂量当量为 2.3mSv；有 4/5 的时间考虑 0.025mmPb 防护手套和 0.5mmPb 铅帘屏蔽防护，则该处的空气比释动能率为 218Gy/h，核算出医生腕部皮肤受到定向剂量当量剂量为 13.8mSv；则医生手术位腕部总定向剂量当量为 16.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv 的要求，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

(9) 射线装置报废

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

二、大气环境影响分析

本项目于体检科楼内设置 DSA 机房配套区域通排风系统,含两套独立排风系统及一套补风系统。其中,主排风系统以风量 1000m³/h 的管道式离心风机为动力,收集介入手术室及其辅助用房区域污浊空气,经输送后通过预留洞防雨百叶风口排至室外开阔且无人员活动影响区域;厕所区域设风量 200m³/h 且自带止回阀的天花板管道换气扇,构成辅助排风系统,独立排出区域异味空气,经预留洞及配套防雨百叶风口排放;补风系统通过单层百叶风口及管道,为 DSA 机房引入室外新鲜空气。DSA 曝光过程中臭氧和氮氧化物产生量很小,经空气稀释后,对周围环境影响较小。

三、废水环境影响分析

本项目产生的各类废水经分类处理后,统一汇入污水处理站(医院北侧),采用“调节池→厌氧水解池→生物接触氧化池→二氧化氯发生器消毒”的二级处理工艺进行深度处理,处理后出水水质符合《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)相关要求,经市政管网,进入金阳县污水处理厂进行处理。

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 200kg。这些医疗废物严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间,统一收集后交由有相应资质的单位处置。

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 0.75t/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风机噪声,所有设备选用低噪声设备,最大源强不超过

60dB (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情景主要有两种：

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

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到主射方向的误照射。

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 11-10 中。

表 11-10 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

环境风险因子	潜在危害	事故等级
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 11-11。

表 11-11 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/症状	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	重度	20.0Gy~50.0Gy
脑型急性放射病	出线共济失调现象、定向力和判断力障碍等征象	50Gy~100.0Gy
	意识丧失、死亡	100Gy

四、辐射事故分析

（1）事故分析

本项目 DSA 设备运行时，拍片时间通常仅数秒，时间短于透视，能量远低于满工况，发生误照射的可能性较小。本次按透视工况和满工况进行误照射预测。

1) 装置运行时公众误入介入手术室或未及时撤离，仍进行照射操作而对人员造成不必要照射的情景。本项目手术床旁及操作室内均设有“紧急停止”按钮，按下即可停机，人员反应时间取 30s。

2) 同时按极端工况考虑：事故状态下设备参数不受控制，达到额定工况。根据厂家反馈，设备达到额定工况后，设备负载过大，仅 0.1s 即会自动断电，因此本次额定工况事故分析以 0.1s 为依据。

同时，本项目使用的 DSA 设备采用智能系统控制，可根据手术需求自动调节开机时间，结合本项目单次最长手术时间不超过 3min 的实际情况，本次评价不考虑极端情况下，因无限放任公众滞留、随时间推移造成一般辐射事故的情景。

DSA 设备运行期间可能发生的事故类型及相关参数情况如下表所示：

表 11-12 DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数

序号	事故情景	受照人员	设备参数	距靶1m处剂量率μGy/h	照射类型
1	手术期间误照射、公众滞留	手术医生、公众	90kV/20mA（按透视运行参数）	4.32×10^6	散射
				1×10^3	漏射

2	设备故障	手术医生、公众	额定工况（125kV，1000mA）	3.9×10 ⁸	散射
				1×10 ³	漏射

(2) 剂量估算

介入手术医生在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作，受到非主射方向的照射，则在不同距离，不同曝光时间（按最长透视时间 3min，停机人员反应时间 30s 计算），以及极端情况下，手术医生和公众在介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见表 11-13、11-14。

表 11-13 介入手术过程中事故情景 1 误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间	散射所致剂量 (mSv/次)	漏射所致剂量 (mSv/次)	总剂量 (mSv/次)
0.5	1.0min	9.40E-02	6.67E-02	1.61E-01
	2min	1.87E-01	1.13E-01	3.00E-01
	3min	2.81E-01	2.00E-01	4.81E-01
1	5s	1.94E-03	1.39E-03	3.33E-03
	10s	3.89E-03	2.78E-03	6.67E-03
	20s	7.78E-03	5.56E-03	1.33E-02
	30s	1.17E-02	8.33E-03	2.00E-02
	1.0min	2.30E-02	1.67E-02	3.97E-02
	2min	4.67E-02	3.33E-02	8.00E-02
	3min	7.00E-02	5.00E-02	1.20E-01
2	5s	4.88E-04	3.47E-04	8.35E-04
	10s	9.75E-04	6.95E-04	1.67E-03
	20s	1.95E-03	1.39E-03	3.34E-03
	30s	2.93E-03	2.08E-03	5.01E-03

表 11-14 介入手术过程中事故情景 2 误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间	散射所致剂量 (mSv/次)	漏射所致剂量 (mSv/次)	总剂量 (mSv/次)
0.5	0.1s	1.41E-02	1.12E-04	1.42E-02
1		3.53E-03	2.78E-05	3.56E-03
2		8.81E-04	6.94E-06	8.88E-04

(3) 事故后果

根据表 11-13、11-14 可知，本项目介入手术人员在不同位置随着正常手术时间的推移，以及考虑设备的极端事故发生，非主射方向上最大可能受照剂量为 0.48mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，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 的剂量限值。

综上所述，本项目从剂量计算上，可认为不构成辐射事故。

但根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第三十四条：射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。即使不构成辐射安全事故，仍应该加强辐射防护管理。

因此本项目射线装置一旦发生误照，应立即切断电源，停止射线装置出束。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

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

应对措施：安装两套独立的剂量监测系统，每套皆可单独终止照射；当有人员误入或滞留时，人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出介入手术室。本项目控制台上亦配置有紧急止动按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(2) DSA 设备维护人员在维护 DSA 射线管或测量探测器时，射线管处于出束状态，维修人员处于主射方向。

应对措施：当有人员误入或滞留时，人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出介入手术室。本项目控制台上亦配置有紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(3) 为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；

②实施介入诊疗的质量保证；

③做好医生的个人防护；

④做好病人非投照部位的防护工作；

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

(4) 管理应对措施

医院在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避

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

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。
- ③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。
- ④制定医院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

⑤当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出介入手术室，关闭介入手术室门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

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

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

金阳县人民医院已成立放射防护与辐射安全组织机构（见附件 5）。

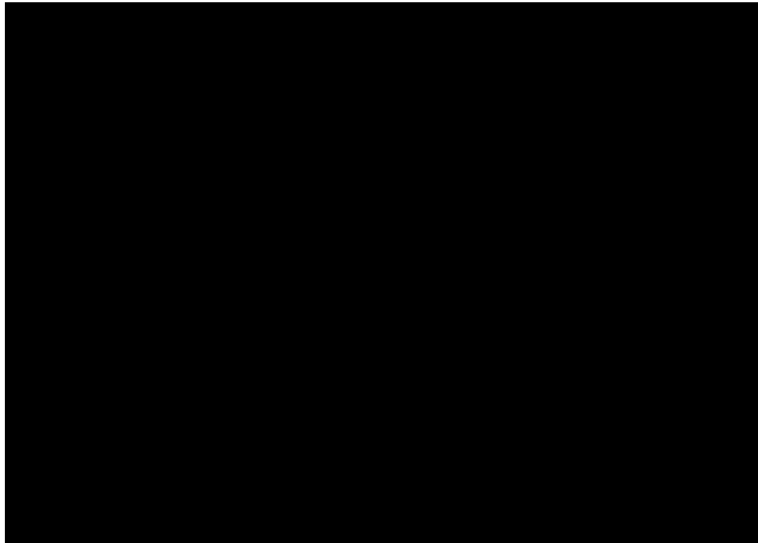
1、文件已包含内容：

（1）领导小组组成人员

组 长：

副组长：

成 员：



领导小组下设办公室于放射科，负责日常管理工作。由余波同志兼任办公室主任。

（2）主要工作职责

1) 领导小组职责

①全面负责医院辐射安全管理的领导工作，贯彻执行国家有关辐射安全与环境保护的法律法规和标准。

②审定医院辐射安全管理制度、操作规程、应急预案及年度工作计划。

③定期召开辐射安全工作会议，研究、协调、解决辐射安全管理中存在的重大问题。

④督促、检查各相关科室辐射安全管理工作的落实情况，确保各项防护措施到位。

⑤组织开展辐射安全事件的风险评估、应急处置和调查处理工作。

⑥保障辐射安全管理所需的人员、设备及经费投入。

2) 领导小组办公室职责

①在领导小组的领导下，具体负责医院辐射安全的日常监督管理工作。

②.组织制定并完善医院辐射安全相关管理制度、应急预案及操作规程。

③负责放射工作人员的职业健康管理，组织安排上岗前、在岗期间和离岗时的健康检查、防护知识培训及个人剂量监测工作。

④定期组织对放射工作场所、设备及防护设施进行检测、检查和维护，建立相关档案。

⑤负责辐射安全许可证的申领、变更、校验等相关工作。

⑥组织开展辐射安全宣传、教育和应急演练。

⑦负责协助与上级生态环境、卫生健康等行政主管部门的沟通协调与信息报送工作。

⑧完成领导小组交办的其他辐射安全管理工作。

3) 工作要求

①提高认识，落实责任。各相关科室要充分认识辐射安全工作的重要性，严格落实“党政同责、一岗双责、齐抓共管、失职追责”的要求，确保各项管理措施落到实处。

②规范管理，加强培训。严格执行各项规章制度和操作规程，加强对放射工作人员的岗前培训和在岗继续教育，确保持证上岗，不断提升安全防护意识和应急处置能力。

③强化监督，持续改进。领导小组办公室要定期开展监督检查，建立隐患排查治理台账，对发现的问题及时整改，持续提升医院辐射安全管理水平。

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补充领导小组日常办公地点、相关联系人电话；

②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；

③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；

④定期维护检查放射工作场所安全设施设备，确保实时有效。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中 4 名医生，1 名护士，1 名技师，均为医院新增辐射工作人员。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，实行白班单班制。

②医院现有辐射工作人员13人。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告2019年第57号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号）要求，本次调配从事本项目II类射线装置使用活动的辐射工作人员6人，暂未参加辐射安全与防护的学习和考核，医院承诺将尽快安排在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核，成绩合格后持证上岗。

③射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

④医院应定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建立辐射工作人员个人剂量档案管理。

三、辐射安全档案资料管理和规章制度

本项目建设单位拟新增 DSA，涉及使用 II 类射线装置，根据《数字减影血管造影 X 射线装置(DSA) 监督检查技术程序》（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）》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	制度名称	具体要求	对照分析
1	辐射安全与环境保护管理机构和岗位职责	明确辐射安全管理职责；设专职辐射安全管理人员的，应当符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》关于学历和专业的要求；已取得辐射安全许可证的单位，应根据项目变化和人员变动等实际情况，针对性修订和完善辐射安全管理领导小组成员及职责，确保与项目运营管理相适应。	已制定
2	辐射工作场所安全管理规定	辐射安全管理规定（生产、使用放射性同位素的单位应包含辐射防护与安全保卫相关内容	已制定

3	辐射工作设备操作规程	内容应包括涉及到的全部辐射活动种类与范围	已制定
4	辐射工作人员岗位职责	明细辐射工作人员岗位职责	已制定
5	辐射安全防护设施维护维修制度	应定期检查辐射安全防护设施的有效性	已制定
6	放射性同位素和射线装置台账管理制度	放射源与射线装置台账管理制度（包括现有实物台账，购买台账、放射性同位素领取使用台账、射线装置去向台账、销售台账等）	已制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	每年委托有资质的单位进行1次场所年度监测；平时应定期开展自我监测，并做好记录；取得《许可证》后3个月内完成验收监测	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
8	监测仪表使用与校验管理制度	需制定并落实监测仪表使用与校验管理制度	已制定
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	已制定并落实
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	个人剂量监测周期为1次/季。当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过5mSv时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关	已制定并落实
11	辐射事故预防措施及应急处理预案	核技术利用单位应根据《辐射事故应急预案》编制《辐射事故应急响应程序》，并将《辐射事故应急响应程序》悬挂于辐射工作场所醒目位置，制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现可操作性和实用性，尺寸大小应不小于400mm×600mm	已制定，工作场所新建后上墙相关制度

12	质量保证大纲和质量控制检测计划	使用射线装置开展诊断和治疗的单位须制定质量保证大纲和质量控制检测计划，利用更精确的诊疗计划减少病患受到不必要的照射	已制定
----	-----------------	---	-----

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》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。

医院应按照相关要求，将《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所，上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

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

四、档案管理

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”，存放在放射科办公室。

五、辐射监测

1、工作场所监测

年度监测：医院每年应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

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

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

2、监测内容和要求

(1) 监测内容：X-γ空气吸收剂量率。

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

账以便核查。

表 12-2 工作场所监测计划建议

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	应自行或委托有能力的监测机构对工作场所运行工况下周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于1次/年；建议每季度对辐射工作场所开展辐射环境自行监测	铅窗及与墙接缝处，操作位，防护门及门缝，管线穿墙孔洞，机房四周，正上方区域，正下方区域，50m评价范围内需要关注的敏感点等。

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

①落实监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测单位的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；或委托有资质的单位对监测仪器进行检定/校核；

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

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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

3、个人剂量检测

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

(1) 当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累计剂量检测数值超过5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后通过年度评估报告上报发证机关；当单次个人累积剂量检测数值超过20mSv，应立即开展调查并报告辐射安全许可证发证机关，启动辐射事故处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成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), 辐射主要来自前方, 剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置, 一般左胸前。

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。医院应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

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

六、项目竣工验收

1、验收依据

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设施验收技术规范 核技术利用》等法律和标准, 对照本项目环境影响报告表验收。

2、环保验收时间

根据《建设项目环境保护管理条例》规定, 建设项目需要配套建设的环保设施, 必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。本项目竣工后, 建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号) 相关规定编制验收调查表。《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号) 相关规定摘录:

第十一条 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) 建设项目配套建设的环境保护设施竣工后, 公开竣工日期;
- (2) 对建设项目配套的环境保护设施进行调试前, 公开调试的起止日期;
- (3) 验收报告编制完成后 5 个工作日内, 公开验收报告, 公示期限不得少于 20 个工作日。

第十二条 本工程环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月; 需要对环境保护设施进行调试或者整改的, 验收期限可以适当延期, 但最长不超过 12 个月。

验收期限是指自建设项目环境保护设施竣工之日起至建设单位向社会公开验收报告之日止的时间。

3、验收内容及要求

由建设单位或其委托的有能力的技术机构编制本工程的竣工环境保护验收调查表，建设单位应当根据调查结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。如存在问题，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。对建设单位的其他要求如下：

(1) 为提高验收有效性，在提出验收意见过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收调查报告表编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。

(2) 建设单位在“其他需要说明的事项”中应当如实记载环境保护设施设计、施工和验收过程简况、环境影响报告表及其审批部门审批决定中提出的除环境保护设施外的其他环境保护对策措施的实施情况，以及整改工作情况等。

(3) 相关地方政府或者政府部门承诺负责实施与环境保护对策措施，建设单位应当积极配合地方政府或部门在所承诺的时限内完成，并在“其他需要说明的事项”中如实记载前述环境保护对策措施的实施情况。

(4) 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。

(5) 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>）。

(6) 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。

(7) 验收报告公示期满 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台（<https://cepc.lem.org.cn/#/login>），填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，环境保护主管部门对上述信息予以公开。建设单位应当将验收报告以及其他档案资料存档备查。

4、验收清单

本工程竣工环境保护验收清单（建议）见表12-3：

表 12-3 项目环保竣工验收清单（建议）

验收内容	验收要求
环保文件	环评批复、验收监测报告等齐全
年有效剂量控制	放射工作人员年有效剂量 $<5\text{mSv}$ ，介入手术室外公众成员年有效剂量 $<0.1\text{mSv}$
人员要求	放射工作人员均持证上岗，且5年进行1次复训
剂量率控制	介入手术室四周墙体外30cm处、防护门外30cm处、观察窗外30cm处、操作台、介入手术室外电缆穿越处，介入手术室正上方距地面1.0m处，周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。
设备数量	1台DSA（最大管电压125kV，最大管电流1000mA）
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 6 套
	个人剂量报警仪 3 台
	便携式辐射剂量监测仪 1 台
	医护：铅衣 3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双、铅橡胶帽子 3 个
	患者：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套、铅橡胶帽子 1 个
辐射安全防护措施	门灯联锁装置及工作状态指示灯箱2套
	电离辐射警告标志2个
	铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副（ 0.5mmPb ）
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副（ 0.5mmPb ）
	对讲系统1台
	紧急制动装置1套
	闭门装置（平开门）2套/防夹装置（推拉门）1套
辐射安全管理	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、年度评估制度等
其他	新风、排风设施各1套

七、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）》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。

八、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：组织机构人员组成与职责，辐射事故应急响应机制与程序，应急保障，培训及演练等。

(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增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。

②增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健等部门报告。

③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。

④在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出介入手术室，关闭防护门，同时向医院主管领导报告。

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

(3) 事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(4) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：金阳县人民医院

建设性质：新建

建设地点：金阳县人民医院体检科大楼一层

本次评价内容及规模为：医院拟将体检科大楼一层现有 CT 机房及其操作室、以及体检科楼右侧巷道等区域改建为介入手术室、设备机房、病员通道、污物通道、设备控制区、厕所及其淋浴、男女更衣室和换鞋区等本项目用房。在介入手术室内使用 1 台数字减影血管造影装置（*digital subtraction angiography*，简称“DSA”）（型号 NeuAngio 43C），出束方向由下向上，属于 II 类射线装置，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，年手术台数 100 例，设备年累计最大出束时间约 4.39h（其中拍片 0.22h，透视 4.17h），主要用于血管造影、介入治疗等。

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《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）相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本次新建的介入手术室位于体检科大楼一楼，该大楼建成投用至今已十余年。2010年10月，医院编制完成了《金阳县人民医院基础设施建设项目》的环境影响报告书。同年11月15日，凉山州环境保护局对该项目的环境影响评价报告书予以了批复，批准文号：凉环建审[2010]152号，2017年7月，金阳县人民医院开展了该项目竣工环境保护验收工作。进行了本项目竣工环境保护验收。上述各项环保手续均已对医院建设选址开展了合理性分析论证。

同时，医院周边主要为交通道路，交通便捷，有利于医院与外界联系。项目选址所在城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完备，电力电缆等埋设齐全。介入手

术室及其辅助用房的布局设置，充分考虑了医生与患者的需求，病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉影响。本项目仅为医院配套建设项目，新建介入手术室为专门的辐射工作场所，建成后配备良好的实体屏蔽设施与防护措施。产生的辐射经屏蔽和防护处理后，对周围环境影响较小，因此项目总平面布置合理。

四、工程所在地区环境质量现状

本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 84nGy/h~92nGy/h，与四川省生态环境厅发布《2024 年四川省生态环境状况公报》中 2024 年凉山彝族自治州辐射环境自动监测站实时连续监测空气吸收剂量率分布示意图范围（100~130nGy/h）基本一致，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

医生最大有效剂量 1.11E-01mSv/a，护士最大有效剂量为 8.52E-02mSv/a，技师最大有效剂量为 4.26E-06mSv，均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的年剂量约束值，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；介入手术室周围的公众最大有效剂量为 3.65E-05mSv/a，低于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的年剂量约束值，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。

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，本评价认为项目在金阳县人民医院第二住院楼1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

- 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。