

核技术利用建设项目
平昌县中医院 DSA 新建项目
环境影响报告表
(公示本)

平昌县中医医院
二〇二六年四月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

平昌县中医医院 DSA 新建项目

环境影响报告表

建设单位：平昌县中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：平昌县同州街道新平街西段 122 号

邮政编码：636400

联系人：张鑫

电子邮件：/

联系电话：15*****333

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	- 12 -
表 4	射线装置	- 12 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	- 14 -
表 6	评价依据	- 15 -
表 7	保护目标与评价标准	- 17 -
表 8	环境质量和辐射现状	- 21 -
表 9	项目工程分析与源项	- 27 -
表 10	辐射安全与防护	- 33 -
表 11	环境影响分析	- 47 -
表 12	辐射安全管理	- 66 -
表 13	结论与建议	- 73 -

附图：

附图 1 本项目地理位置图

附图 2 本项目外环境关系图

附图 3 本项目楼上平面布局图

附图 4 本项目一楼平面布局图

附图 5 本项目楼下平面布局图

附图 6 本项目 DSA 机房两区分化图

附图 7 本项目预测点位图

附图 8 人流、物流路线图

附图 9 本项目房间防护剖面管线穿墙示意图

附图 10 本项目机房通排风走向图

附件：

附件 1 环评委托书；

附件 2 医疗机构执业许可证；

附件 3 辐射安全许可证副本；

附件 4 平昌县中医医院新区建设项目环评批复（成环审（评）〔2021〕83号）；

附件 5 个人剂量检测报告；

附件 6 现有项目辐射场所环境监测报告；

附件 7 医院现有辐射工作人员辐射安全与防护考核说明；

附件 8 无辐射安全事故发生的情况说明；

附件 9 关于调整放射性物质安全管理领导小组成员的通知；

附件 10 本项目现状监测报告；

附件 11 确认文件；

附件 12 本项目 DSA 使用说明书；

附件 13 平昌县中医医院住院综合楼建设项目用地预审意见的函。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		平昌县中医医院 DSA 新建项目			
建设单位		平昌县中医医院			
法人代表	曾祥熙	联系人	张鑫	联系电话	157*****333
注册地址		平昌县同州街道新平街西段 122 号			
项目建设地点		平昌县中医医院 2 号住院综合楼一楼放射科 DSA 机房			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	850	项目环保投资（万元）	26.7	投资比例	3.14%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它		占地面积 m ²	72
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	无			

一、项目概述

（一）医院概况及项目由来

平昌县中医医院是一所集中医、医疗、教学、保健康复于一体的国家三级乙等综合性中医医院，系平昌县紧密型医共体"同昌医疗集团"的牵头医院，同时也是全县中医药适宜技术推广培训基地、职工健康体检中心、白内障复明工程及县内残疾鉴定的定点医院。占地面积 6700 平方米。平昌县中医医院创建于 2008 年 3 月，位于四川省巴中市平昌县江口镇新平街西段 122 号。平昌县中医医院为营利性综合医院，现有工程红线内用地面积为 11241.95m²，医院现有建筑面积约 10366m²，开设床位约 108 张。

随着平昌县经济建设迅速发展，不断增加的人口数量以及不断增加的人民收入，

使得人们对城市卫生服务质量和标准提出了更高的要求。

平昌县作为秦巴山区连片特困地区，农村人口占比达 65%，且青壮年劳动力外出务工导致留守老人慢性病高发。当前平昌县及周边地区心脑血管疾病发病率呈上升趋势（根据《四川省慢性病防治中长期规划》数据显示，县域脑卒中患病率年均增长约 5%），但区域内缺乏具备介入治疗能力的医疗机构。传统外科手术创伤大、恢复周期长，难以满足急性心梗、脑卒中等急危重症患者的救治需求。DSA 设备可实现微创介入手术，通过导管精准疏通血管、栓塞病灶，将急性心肌梗死救治时间缩短至 90 分钟内（国际指南标准），显著降低致残率和死亡率。

DSA 项目建成后：将降低就医门槛，让患者在家门口即可接受国家级标准的介入治疗，避免因经济负担放弃治疗；强化预防体系：依托设备开展冠状动脉造影等早期筛查项目，实现“早发现、早干预”，降低因病致贫返贫风险；培养本土人才：通过与成都中医药大学等高校合作，定向培养介入医学专业人才，解决基层医疗人才短缺问题。

平昌县中医医院现已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证〔00646〕”，种类和范围为“使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置”，有效期至：2029 年 4 月 2 日。医院的辐射安全许可证正副本扫描件见附件 3。

建设单位拟在平昌县中医医院 2 号住院综合楼一楼规划一间 DSA 机房（用以开展心血管介入、神经介入、外周血管介入）。根据《关于发布《射线装置分类》的公告》，数字减影血管造影装置（DSA）属于Ⅱ类射线装置。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国生态环境法典》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。因此，平昌县中医医院委托四川鸿环环保科技有限公司编制本项目的的环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川鸿环环保科技有限公司接受本项目编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地周围环境和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，

在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议。

在本项目环境影响报告表编制完成后，建设单位在平昌县中医医院官网对报告表进行了全文公示。公示网址为：http://www.pcxzyyy.cn/ment.aspx?category_id=35

公示网站截图如下：

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

（三）项目建设内容与建设规模

本次评价内容及规模为：医院拟在 2 号住院综合楼（12F/1D，楼高 55.2m）一楼 DSA 机房新增 1 台数字减影血管造影机（II类射线装置，东软医疗 NeuAngio 43C，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），根据院方提供信息，预测进行 500 台手术量，年总照射时间为 107.36h。出束方向由下向上，主要用于介入检查、血管造影等。

DSA 机房占地面积为72m²，但为多边形，其有效使用面积为40m²（层高4.5m），具体布局见附图4，其屏蔽设计为：DSA 机房四周墙体为370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆；地面为260mm 钢筋混凝土+10mm 硫酸钡水泥砂浆；顶部为260mm 钢筋混凝土+内衬3mm 铅板；设计有3扇防护门，控制室防辐射平开门（宽1100mm×高2300mm，内衬3mm 铅板）、污物通道防辐射平开门（宽1100mm×高2300mm、内衬3mm 铅板）、患者通道防辐射电动移门（宽1800mm×高2300mm、内衬3mm 铅板）；控制室墙体设计有1扇铅玻璃窗（长1800mm×宽1200mm，3mm 铅当量），本项目 DSA 机房拟配备有控制室、设备间。DSA 机房的电缆线、管道穿孔采用斜通布线并采用3mm 铅板防护，通排风口采用3mm 铅橡胶罩，避免漏射产生；另外，为防止辐射泄漏，防护移门与墙的重叠宽度应至少为空隙的10倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的10倍。平开防护门底部采用防护胶条处理，密封地面缝隙。

本项目所在楼层一楼为院方所建的2号住院综合楼放射科，该楼层主要布局为放射科室及住院大厅。本项目 DSA 机房平面布置及楼层布置具体见附图4。

（四）项目组成及主要环境影响

项目组成及主要环境影响见表 1-1。

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 机房有效面积为 40m ² （层高 4.5m）。DSA 机房四周墙体为 370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆，地面为 260mm 钢筋混凝土+10mm 硫酸钡水泥砂浆；顶部为 260mm 钢筋混凝土+内衬 3mm 铅板；设计防护门 3 扇，控制室防辐射平开门（宽 1100mm×高 2300mm，内衬 3mm 铅板）、污物暂存防辐射平开门（宽 1100mm×高 2300mm，内衬 3mm 铅板）、患者通道防辐射电动移门（宽 1800mm×高 2300mm，内衬 3mm 铅板）和铅玻璃观察窗（长 1800mm×宽 1200mm，3mm 铅当量）。		噪声、施工人员产生的生活垃圾、生活污水、X 射线、臭氧、氮氧化物	/	依托现有房间框架，补充防护设施
	拟新建 1 台 DSA 在 DSA 机房内使用。拟新建 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA，属于Ⅱ类射线装置，年最大曝光时间为 107.36h（透视“介入治疗引导”105.00h，拍片 2.36h），主要用于介入检查、血管造影等			X 射线、臭氧、噪声、氮氧化物	
辅助用房	控制室、设备间、病人准备间		噪声、施工人员产生的生活垃圾、生活污水、施工粉尘	生活垃圾、生活污水	依托现有房间
办公及生活设施	医护办公室				依托现有房间
公用工程	依托市政水网、市政电网、配电系统			/	依托
环保工程	废水处理设施	施工期、运营期依托医院现有地理式污水处理站采用"调节池+A/O+沉淀+次氯酸钠消毒"处理工艺，设计日废水处理能力 500m ³ /d。	废水、固体废物、施工粉尘	废水、固体废物、废气	该项目依托医院现有废水、固废处理设施
	固废处理设施	施工期依托医院修建的临时建筑垃圾储存点储存后进行处理。办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，日产日清，交由环卫部门清运处理。 运行期医疗废物经分类收集打包好后直接送至污物暂存间（3.85m ² ），医疗废物日产日清，交由资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，日产日清，交由环卫部门清运处理。			
	废气处理设施	项目产生的臭氧、氮氧化物经排风系统（720m ³ /h）引至东侧 2 楼室外排放，高度 4.7m		臭氧、氮氧化物	根据医院整体工程新建

（五）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	用途	备注
----	----	-----	----	----	----

能源	电 (kW·h)	2000 度	市政电网	机房用电	/
水	生活用水	606m ³	市政水网	生活用水	/
手术耗材	碘克沙醇注射液	100ml/瓶 1000 瓶	每年供应商招标	造影剂	320mg 碘/ml
手术耗材	手套	80kg	每年供应商招标	介入手术	/
手术耗材	纱布	80kg	每年供应商招标	介入手术	/
手术耗材	药棉	80kg	每年供应商招标	介入手术	/

碘克沙醇注射液：分子式 C₃₅H₄₄I₆N₆O₁₅，分子量 1550.20，浓度为 320mg I/ml，渗透压为 290mosm/kg H₂O（37℃），黏度为 11.4mPa·s（37℃），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。因此本项目投运后将产生残留有少量造影剂的输液瓶。

（六）本项目主要设备配置及技术参数

本项目使用的 DSA 位于 2 号住院综合楼一楼内，工作人员、辐射安全等由手术室管理。根据医院提供资料，在实际运营过程中，本项目 DSA 主要用以开展心血管介入、神经介入、外周血管介入手术和拍片检查，年最大手术为 500 台 DSA 年曝光时间累计约 107.36h（透视 105.00h，拍片 2.36h），曝光方向由下而上。主要用于介入检查、血管造影等。本项目设备参数及技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置情况清单表

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
数字减影血管造影机	NeuAngio 43C	1 台	125kV	1000mA	DSA 机房
设备使用情况					
曝光方向	管理	常用拍片工况		常用透视工况	
		管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上	手术室	100kV	300mA	90kV	20mA
使用科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数	年最大出束时间	
	拍片 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
心血管内科	20	12	200	1.11	40.00
神经科	15	12	200	0.83	40.00
外周	15	15	100	0.42	25.00
合计	/	/	500	2.36	105.00

（七）工作人员配置情况

劳动定员：涉及新增辐射工作人员 14 名，其中心血管内科 4 名，神经科 4 名，外

周科 3 名，合计 11 名医生（分为心血管内科 2 名主刀医生，2 名助手医生，神经科 2 名主刀医生，2 名助手医生，外周科 2 名主刀医生，1 名助手医生），2 名护士（分为 2 组），1 名技师，人员定岗定责。具体人员分组情况见表 1-4。

表 1-4 本项目人员分组情况表

科室	医生	助手医生	护士	技师	备注
心血管内科	2	2	2	1	每台手术配 1 名主刀医生、1 名助手医生、1 名护士和 1 个技师
神经科	2	2			
外周科	2	1			

手术时 DSA 机房内 1 名主刀医生（第一术者位）、1 名助手医生（第二术者位）、1 名护士，控制室内 1 名技师。技师负责在控制室操作 DSA，护士负责介入手术前准备、手术后清洁工作及术中配合跟台手术（根据各手术情况需要），科室医生负责操作 DSA 介入手术。项目投运后，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 280 天，每天工作 8h，实行白班单班制。

（八）依托环保设施情况

1、废水：施工期和运行期依托医院现有地埋式污水处理站采用"调节池+A/O+沉淀+次氯酸钠消毒"处理工艺，设计日废水处理能力 500m³/d，（医院现有废水量 354.3m³/d），处理后废水达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 的预处理标准后，经市政污水管网进入平昌县第二污水处理厂进行处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后排入巴河。

项目废水依托的可行性分析：

本项目运营期间所产生的废水主要为医疗废水和医护人员及患者的生活污水，不会产生放射性污水。根据平昌县中医医院的污水处理系统建设处理能力分析及整个医院污水产生量，医院污水产生量为 354.3m³/d。故本项目废水依托医院污水处理系统可行。

2、固体废物：施工过程中固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾、包装垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。建筑垃圾由施工单位经收集后运送至指定的建筑垃圾堆放点暂存；装修期间和设备安装期间的产生的包装垃圾经过分类收集，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；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。施工期间无医疗废物产生。

运营期产生的医疗废物经分类收集打包好后暂存于污物暂存间，后转运至医院医

废间暂存，医疗废物日产日清，交由资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，日产日清，交由环卫部门清运处理。

医院设置医疗废物暂存间用于医疗废弃物的暂存，本项目DSA机房投运后预计将产生有少量废造影剂的输液瓶（100kg/a）、废药棉（80kg/a）、废纱布（80kg/a）、废手套（80kg/a）等医疗废物（共约340kg/a），医废产生量较小，医疗废物日产日清，可满足暂存要求。

二、本项目产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，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，属该指导目录中三十七、卫生健康：1、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、本项目规划符合性分析

（一）项目用地规划符合性分析

本项目所在医院位于平昌县同州街道新平街西段 122 号，本项目位于现有 2 号住院综合楼内，不新增用地。根据平昌县自然资源和规划局关于平昌县中医医院住院综合楼建设项目用地预审意见的函（平自然资规函〔2019〕36 号），见附件 13，土地用途为医疗卫生用地，因此项目符合当地规划。

四、本项目选址、外环境关系及总平面布局合理性分析

（一）项目选址合理性分析

本项目位于平昌县同州街道新平街西段 122 号平昌中医院 2 号住院综合楼内。这栋楼选址已经在平昌县中医医院住院综合楼建设项目中进行了论述，该项目于 2019 年 9 月 16 日取得平昌县环境保护局的相关批复（平环建〔2019〕24 号）（见附件 4），院区整体项目的选址合理性已在《平昌县中医医院住院综合楼建设项目环境影响报告表》中进行了论述，该院区项目选址是合理的。

本项目 DSA 机房位于 2 号住院综合楼一楼内，一楼主要分布住院大厅和放射科，一楼平面布局见附图 4。项目辐射工作场所 50m 范围（见附图 2），2 号住院综合楼整体布局于医院用地的东侧。平昌中医院 2 号住院综合楼位于山脚，根据现场调查，评价范围内敏感点与项目存在地形高差。本项目 DSA 机房东南侧距离 31m 为居民楼 1，垂直距离约 17m；东侧距离 46m 为居民楼 2，垂直距离约 18 米；东侧距离 27m 为居

民楼 3，垂直距离约 12 米，**北侧**距离 32m 为居民楼 4，垂直距离约 10 米；本项目**西北侧** 45m 为 1 号住院楼，本项目**西南侧** 33m 为医院家属楼。其余 50 米范围内为道路、医院绿化及山坡植被。本项目 50m 范围内不存在自然保护区、风景名胜区、文物保护单位、饮用水水源保护区等特殊敏感保护目标，周围无环境制约因素。本项目机房及配套房间位于医院已建 2 号住院综合楼一楼，不涉及新增占地，拟建设的辐射工作场所按照相关规范要求建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。**因此，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。**

（二）项目外环境关系分析

本项目 50m 范围内外环境关系

本项目位于平昌县中医医院新建 2 号住院综合楼一楼。一楼主要分布有住院大厅和放射科。项目辐射工作场所 50m 范围（见附图 2），2 号住院综合楼整体布局于医院用地的东侧。本项目 DSA 机房**东南侧**：0-31m 为院区道路及绿化，距离 31-50m 为居民楼 1，垂直距离约 17m；**东侧**：0-46 米为院区道路及绿化，距离 46-50m 为居民楼 2，垂直距离约 18 米；**东侧**：0-27m 为院区道路及绿化，距离 27-50m 为居民楼 3，垂直距离约 12 米，**北侧**：0-32m 为院区道路及绿化，距离 32-50m 为居民楼 4，垂直距离约 10 米；**本项目西北侧**：0-45m 为 2 号住院综合楼内部及院区道路，45-50m 为 1 号住院楼；**本项目西南侧**：0-33m 为 2 号住院综合楼内部及院区道路，33-50m 为医院家属楼。本项目楼下负一楼为消防水池，人员流动相对较少，**DSA 机房楼下**：对应消防水池，有效降低了公众受照的可能性。楼上二楼部分为检验科、血库等，**DSA 机房楼上**：对应发血窗口室以及值班室，减少了公众等无关人员进入该楼层的数量。本项目其余 50 米范围内为道路、医院绿化及山坡植被。其余方位 50 米范围均在 2 号住院综合楼和院区内部。

（三）与周边环境的兼容性分析

本项目运行后，不会产生放射性废水，废水主要为辐射工作人员、患者、患者家属的生活污水以及 DSA 机房内产生的医疗废水。项目运营期医院污水经过现有地埋式污水处理站采用"格栅池+调节池+A/O+沉淀+次氯酸钠消毒"处理工艺，设计日废水处理能力 500m³/d，（医院现有废水量 354.3m³/d），处理后废水达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 的预处理标准后，经市政污水管网进入平昌县第二污水处理厂进行处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中

一级 A 标准后排入巴河。对周围水环境产生的影响较小。

本项目投运后，不会产生放射性固体废物。本项目 DSA 机房投运后预计将产生有少量废造影剂的输液瓶（100kg/a）、废药棉（80kg/a）、废纱布（80kg/a）、废手套 80kg/a）等医疗废物（共约 340kg/a）。本项目 DSA 机房手术过程中产生的医疗废物采用专门的收集容器集中处理后，专业人员直接经过污物门，将医疗废物放置于污物暂存间，再运到医院医疗废物暂存站，定期委托有资质单位外运处置。本项目产生的生活垃圾经院区垃圾收集房分类收集后交由市政环卫部门统一清运。综上，本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。本项目产噪设备不多，噪声源主要为设备噪声和就诊人员流动噪声，其中设备噪声主要来自风机（集成通风系统），风口声源位于室内，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。采取治理措施后能够确保项目噪声排放能够达到《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）规定的 2 类标准。

因此本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容，符合环境保护要求。

（四）实践的正当性分析

本项目开展目的是对病人进行医学诊断，项目的建设将促进区域医疗卫生发展水平，合理分配医疗资源，提高医疗服务效率，改善医疗服务条件，提升区域内的疾病预防控制和医疗救治的服务水平。经辐射防护屏蔽和辐射安全管理后，对辐射工作人员和公众的影响在剂量约束值和剂量限值范围内，其建设和运行对受照患者和社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践正当性”的原则。

五、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目许可证情况

1、辐射安全许可证情况

平昌县中医医院已开展核技术利用项目且已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证（00646）”，种类和范围为“使用II、III类射线装置”，有效期至：2029 年 4 月 2 日，医院的辐射安全许可证正副本扫描件见附件 3。平昌县中医医院原核技术利用项目详见表 1-5。

表 1-5 平昌县中医医院原有核技术利用项目一览表

序号	设备名称及型号	管电压(kV)	管电流(mA)	类别	数量	使用场所	许可情况	备注
1	医用诊断 X 射线装置	150	800	III	1	门诊大楼负一楼 1-12 室	已许可	上证在用
2	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	140	560	III	1	门诊大楼负一楼 1-2 室	已许可	上证在用
3	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	140	400	III	1	门诊大楼负一楼 1-5 室	已许可	上证在用
4	医用诊断 X 射线装置	150	1000	III	1	门诊大楼负一楼 1-6 室	已许可	上证在用
5	医用诊断 X 射线装置	150	640	III	1	门诊大楼负一楼 1-7 室	/	已停用
6	血管造影用 X 射线装置	150	125	II	1	门诊大楼四楼介入室	已许可	上证在用
7	医用诊断 X 射线装置	120	100	III	1	住院大楼 12 楼手术室	已许可	上证在用

2、辐射环境年度监测

医院 2025 年委托了四川世阳卫生技术服务有限公司对医院现有射线装置工作场所进行了年度监测，根据出具的四川世阳(FS)检(2025)3297 号、四川世阳(FS)检(2025)3298 号、四川世阳(FS)检(2025)3299 号、四川世阳(FS)检(2025)3300 号、四川世阳(FS)检(2025)3301 号、四川世阳(FS)检(2025)3302 号报告，X- γ 辐射剂量率变化范围（未扣除环境本底值 0.121~0.131 μ Sv/h）分别为 0.13~0.73 μ Sv/h 之间。详见附件 6。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1 中 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平要求。医院各射线装置工作场所电离辐射符合国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射有效剂量 20mSv/a 的限值和公众照射有效剂量 1mSv/a 的限值；同时也符合职业人员 5mSv/a 的年有效剂量管理约束值和公众人员 0.1mSv/a 的年有效剂量管理约束值。

3、个人剂量

医院委托了四川世阳卫生技术服务有限公司对医院辐射工作人员个人剂量进行监测，提供了 2025 年第一至四季度连续四个季度的个人剂量检测报告，根据检测报告，季度个人剂量检测结果为小于检出限~0.9647mSv。无单季度个人剂量超过 1.25mSv。年度个人剂量检测结果为小于检出限~1.1609mSv，辐射工作人员年剂量值均未超过 5mSv 的情况，符合管理要求。

（二）辐射工作人员培训情况

医院按照《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》对现有Ⅱ、Ⅲ射线装置工作人员进行了辐射安全与防护相关培训，对Ⅲ类射线进行医院自主考核，Ⅱ类射线装置工作人员按照《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》和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》的要求在生态环境部培训平台考试合格后上岗，培训考核合格。本项目新增将使用Ⅱ类射线装置工作人员将按照《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》和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》的要求在生态环境部培训平台考试合格后上岗。

医院应严格按照《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》和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》的要求，组织医院未考核的辐射工作人员进行学习，并通过考核；已取得辐射安全与防护考核证明文件的，在文件到期前，需进行再次考核，辐射安全与防护培训考核合格文件和自主考核成绩记录有效期均为五年。

（三）年度评估报告

医院在全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://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。由医院反馈得知，医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故，出具了无事故情况说明。

（四）辐射管理规章制度执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作人员岗位职责》、《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》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等。医院辐射安全管理机构健全，由领导分管，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。医院应在本项目实施后补充完善相应辐射内容，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）	额定电流(mA)/剂量(Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1 台	东软医疗 NeuAngio 43C	125	1000	介入检查	2 号住院综合楼 一楼 DSA 机房	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、氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	—	不暂存	直接排向大气环境，常温常压的空气中臭氧分解时间为 20-30 分钟，可自动分解为氧气。
医疗废物	固态	—	—	—	药棉（80kg/a）、纱布（80kg/a）、手套（80kg/a）、和少量废弃造影剂和输液瓶（100kg/a）	—	暂存于院区医疗废物暂存间	采用专用容器收集后按照医疗废物执行转移联单制度，委托有资质单位定期处理。
生活垃圾	固态	—	—	少量	少量	—	不暂存	由医院统一收集后由当地环卫部门统一清运。
医疗废水	液态	—	—	少量	少量	—	不暂存	经过院区修建的污水处理池处理满足标准后，经市政污水管网进入平昌县第二污水处理厂进行处理达标后排入巴河。

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国生态环境法典》(2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过)； (2) 《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； (3) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行)； (4) 《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； (5) 《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 2 日实施； (6) 《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 1 日起实施； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修订； (8) 《关于发布《射线装置分类》办法的公告》，原环境保护部公告、国家卫生计生委 2017 年第 66 号； (9) 《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 10 日实施； (10) 《关于进一步深化环境影响评价改革的通知》，环环评〔2024〕65 号，2024 年 9 月 13 日； (11) 《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； (12) 《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)；
技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容与格式》(HJ10.1-2016)； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；

	(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； (6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）； (7) 《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）； (8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (9) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）； (10) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）；
其他	参考资料： (1) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）； (2) 《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）； (3) 《核技术利用监督检查技术程序》生态环境部（国家核安全局）（2020 年发布版）； (4) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引》（2025 年版）； (5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）； (6) 环评委托书； (7) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关要求，结合项目特点和现场监测的实际情况，确定辐射环境影响评价的范围：以 DSA 机房建筑实体为边界，周围 50m 范围区域作为评价范围。

保护目标

本项目的主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目评价范围、医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，本项目 50m 内环境保护目标见表 7-1 所示。

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/天	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
			水平距离	垂直距离			
DSA 机房内	DSA 机房内的主刀医生	/	0.5	0	职业人员 13 人	职业照射	5.0
	DSA 机房内的助手医生	/	0.9	0		职业照射	5.0
	DSA 机房内的护士	/	1.3	0		职业照射	5.0
DSA 机房周围	控制室内的工作人员	南侧	6.6	0	1	职业照射	5.0
	患者通道	西侧	45	0	约 20	公众照射	0.1
	病人准备间	北侧	5.6	0	约 5	公众照射	0.1
	污物暂存间	北侧	5.8	0	约 2	公众照射	0.1
	设备间	北侧	5.4	0	1	公众照射	0.1
	发血窗口	楼上	0	4.8	约 20	公众照射	0.1
项目位置	保护目标	相对方位	机房最近距离 (m)		人流量/天	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
			水平距离	垂直距离			
其他区域	项目所在 2 号住院综合楼	周围	0-50	0-50	约 1000	公众照射	0.1
本项目四周	居民楼 1	东南侧	31-50	17	约 300	公众照射	0.1
	居民楼 2	东侧	46-50	18	约 200	公众照射	0.1
	居民楼 3	东侧	27-50	12	约 200	公众照射	0.1
	居民楼 4	北侧	32-50	10	约 200	公众照射	0.1
	1 号住院楼	西北侧	45-50	0	约 500	公众照射	0.1
	医院家属楼	西南侧	33-50	0	约 200	公众照射	0.1
	院区道路	东侧	5-10	3	约 200	公众照射	0.1

现有辐射源为Ⅱ、Ⅲ类辐射装置，根据现有监测报告，其工作人员辐射剂量最大

为 $5.25 \times 10^{-3} \text{mSv/年}$ ，公众辐射剂量最大为 $1.31 \times 10^{-3} \text{mSv/年}$ 影响较小（见附件 6），由此得出现有辐射源对本项目环境保护目标影响较小。

评价标准

一、环境质量标准

（1）大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段浓度限值二级标准。

（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》（GB15023-2025）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

（4）一般固废：参照执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；营运期医疗固废执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）、还应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）相关要求。

三、电离辐射剂量限值 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）。

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。眼晶状体的年当量剂量不超过 150mSv。

结合医院原有核技术利用项目，医院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。取眼晶状体年当量剂量的 1/4（即 37.5mSv/a）作为职业人员眼晶状体年当量剂量约束值。

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

结合医院原有核技术利用项目，医院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

根据《放射诊断放射防护要求》（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2.5μSv/h。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

机房类型	机房内最小有效使用面积（m ² ）	机房内最小单边长度（m）
单管头 X 射线设备（含 C 形臂， 乳腺 CBCT）	20	3.5

备注：本项目 DSA 属于单管头 X 射线机。

第 6.2.1 点不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 要求。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量（mmPb）	非有用线束方向铅当量（mmPb）
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：本项目 DSA 的最大管电压为 125kV。

第 6.2.3 点 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

第 6.3.1 点 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

第 6.4 点 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目院区位于平昌县同州街道新平街西段 122 号，平昌县中医院 2 号住院综合楼内。平昌县中医院位于平昌县城东部的新城开发区，紧邻主干道，交通便利，是平昌县近年来医疗资源优化布局的重点项目。具体位置见附图 1。

本项目 DSA 机房设置于院区北侧 2 号住院综合楼一楼放射科，本项目评价范围内，平昌中医院 2 号住院综合楼位于山脚，**东南侧**为居民楼 1；**东侧**为居民楼 2；**东侧**为居民楼 3；**北侧**为居民楼 4；本项目**西北侧**为 1 号住院楼，本项目**西南侧**为医院家属楼。其余 50 米范围内为道路、医院绿化及山坡植被。

本项目评价范围内，主要受辐射影响为医院内部人员、东侧居民楼人员、东南侧居民楼人员、北侧居民楼人员以及西南侧医院家属楼人员。

在接受环境影响评价委托后，我公司技术人员对本项目拟建场所进行了踏勘，本项目拟建场所现状见下图。



项目拟建区域现状



2 号住院综合楼北侧

	
2 号住院综合楼北侧	2 号住院综合楼西侧

二、本项目主要环境影响

本项目在 2 号住院综合楼一楼预留 DSA 机房，施工期为防护装修施工、设备安装，本项目工程量较小，施工期较短，施工期的环境影响较小。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。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）要求环境质量和辐射现状只需给出辐射环境质量现状。Ⅱ类射线装置仅需对 X 射线进行现状监测。

三、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

（一）监测方法

受平昌县中医医院的委托，四川鸿源环境检测技术咨询有限公司于 2026 年 3 月 11 日按照要求对平昌县中医医院拟建 DSA 机房场所周围，进行了辐射环境现状布点监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021
	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》	GB 18871-2002

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	仪器名称		仪器参数	校准证书编号	校准有效期	校准单位
环境 X-γ 辐射剂量率	环境监测 X-γ 辐射剂量率仪 (型号: 探测器 6150AD-b/H+主机 6150AD5/H) (编号: HY240)		1) 检测下限: 1nSv/h 2) 测量范围: ($1 \times 10^{-6} \sim 1$) Sv/h 3) 校准因子: CF=1.02 4) 相对误差: -2.4%	校准字第 202505103838 号	2025-5-19 至 2026-5-18	中国测试技术研究院
温度湿度	温湿度计 (型号: TES1360A) (编号: HY543) 温度监测部分		1) 测量范围: 10°C~30°C 2) 不确定度: $U=0.5^{\circ}\text{C}$, ($k=2$) 3) 测量范围: 40%~80.0% 4) 不确定度: $U=1.8\%$, ($k=2$)	第 202408001453 号	2024-8-7 至 2025-8-6	中计计量检测有限公司
	数字风速仪 (型号: QDF-6) (编号: HY320)		不确定度: $U=0.4\%$, ($k=2$)	第 202503009014 号	2025-3-18 至 2026-3-17	中计计量检测有限公司
监测环境	日期	天气	温度 (°C)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)	
	2026.3.11	多云	38	62%	1.6~3.3	

(二) 质量保证

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

四川鸿源环境检测技术咨询有限公司质量管理体系:

1、计量认证

从事监测的单位, 四川鸿源环境检测技术咨询有限公司于 2022 年 7 月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证证书, 证书编号为: 222303051294, 有效期至 2028 年 7 月 7 日。

2、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。

3、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。

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。

（三）环境现状监测与评价

1、监测布点

为了解拟建地环境辐射剂量本底值，在 DSA 机房周围及敏感目标对辐射环境进行了现状布点监测，共布设 15 个监测点位，监测一天。布点图见下图 8-1、下图 8-2。

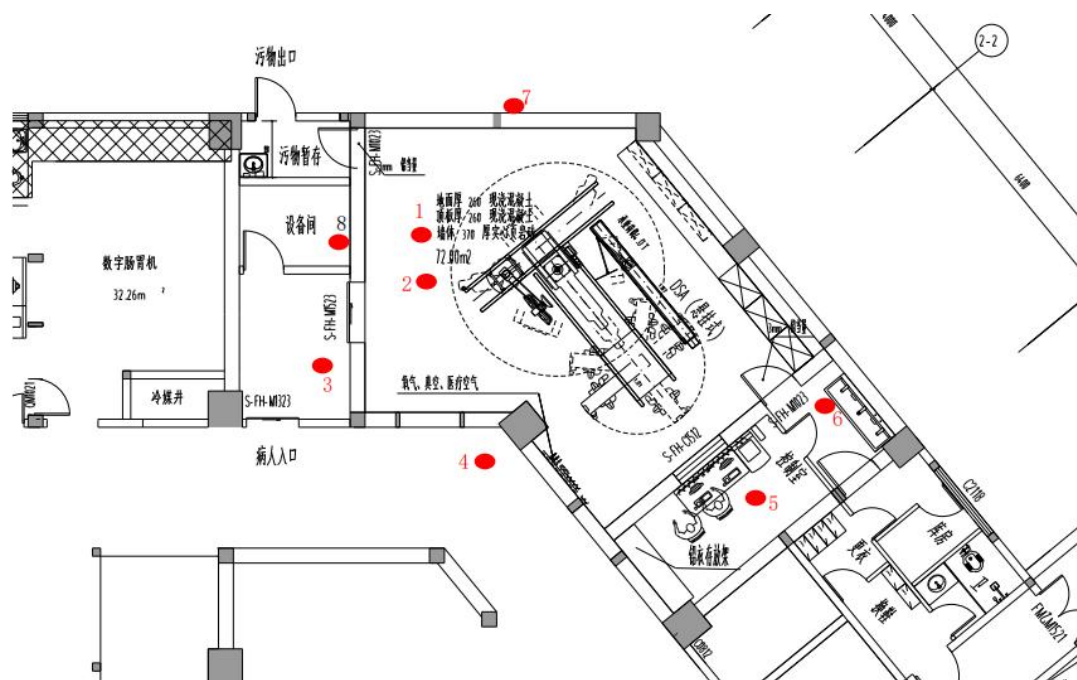


图 8-1 拟建项目环境现状室内监测布点图

注：2号点为楼上。

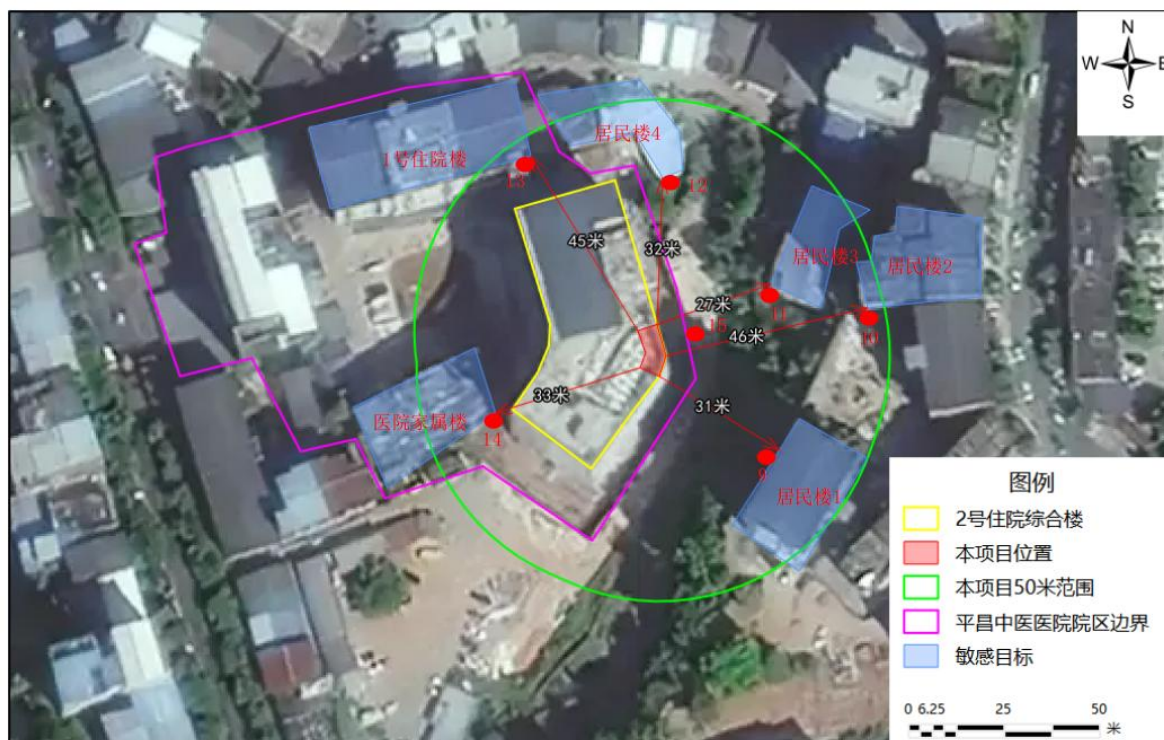


图 8-2 拟建项目环境现状室外监测布点图

2、监测布点的合理性分析

本次选择在拟建 DSA 机房内、四周、楼上区域及评价范围内敏感点进行监测，监测点位涉及室内、室外、道路，本次 X-γ 辐射空气吸收剂量率布设 15 个监测点位，能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。

3、监测结果

表 8-3 拟建项目周围环境 X-γ 辐射剂量率

测点编号	点位描述	监测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准差 ($\mu\text{Sv/h}$)	监测值 ($\mu\text{Gy/h}$)	标准差 ($\mu\text{Gy/h}$)	备注
1	拟建 DSA 机房	0.084	0.003	0.101	0.003	室内
2	正上方二楼值班室	0.088	0.002	0.106	0.002	室内
3	拟建 DSA 机房西北墙外表面 30cm 处 (病人准备间)	0.081	0.002	0.097	0.002	室内
4	拟建 DSA 机房西南墙外表面 30cm 处	0.078	0.001	0.094	0.001	室内
5	拟建 DSA 机房东南墙外表面 30cm 处 (控制室)	0.071	0.002	0.085	0.002	室外
6	拟建 DSA 机房东南墙外表面 30cm 处 (医护洗手间)	0.079	0.002	0.095	0.002	室内
7	拟建 DSA 机房东北墙外表面 30cm 处	0.061	0.002	0.073	0.002	室内
8	拟建 DSA 机房西北墙外表面 30cm 处 (设备间)	0.071	0.003	0.085	0.003	室外

9	东南侧居民楼 1	0.070	0.003	0.084	0.003	室外
10	东侧居民楼 2	0.078	0.003	0.094	0.003	道路
11	东侧居民楼 3	0.071	0.003	0.085	0.003	室外
12	北侧居民楼 4	0.076	0.002	0.091	0.002	室外
13	西北侧住院楼	0.077	0.003	0.092	0.003	室外
14	西南侧家属楼	0.077	0.001	0.092	0.001	室外
15	东侧道路	0.073	0.002	0.088	0.002	室外

注： $\dot{D}_\gamma = K_1 \times K_2 \times R_\gamma - K_3 \times \dot{D}_c$ ，未扣除宇宙射线响应值。

（ $K_1=1.02$ ； $K_2=1$ ； R_γ 为仪器测量读数值均值 Sv/h；

Sv 与 Gy 的转换系数：1.20Sv/Gy（监测仪器校准源为 ^{137}Cs ）

K_1 ：仪器校准因子（1.02）。

K_2 ：仪器检验源校准因子（无检验源，该值取 1）。

K_3 ：建筑物对宇宙射线的屏蔽因子。

$\dot{D}_c$ ：测点处宇宙射线响应值。

由监测报告得知，项目所在区域环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 73~106nGy/h 之间，与四川省生态环境厅发布的《2024 年四川省环境质量公告》中巴中市自动站环境 γ 辐射空气剂量率累积监测结果范围 70~100nGy/h 吸收剂量基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项分析

1、施工期间的环境影响分析

本项目在平昌县中医医院 2 号住院综合楼一楼建设，主要施工期工序主要为防护施工及装修，DSA 设备安装调试。对周围环境影响较小。

在施工过程中，主要为对四周墙体进行防护施工及装修、管线布置、设备安装等内容。本项目在施工期间，主要环境影响为扬尘、废气、噪声、废水、固体废物。因施工期较短施工量较小，对周围环境影响较小。

施工期工艺流程及产污环节见图 9-1。

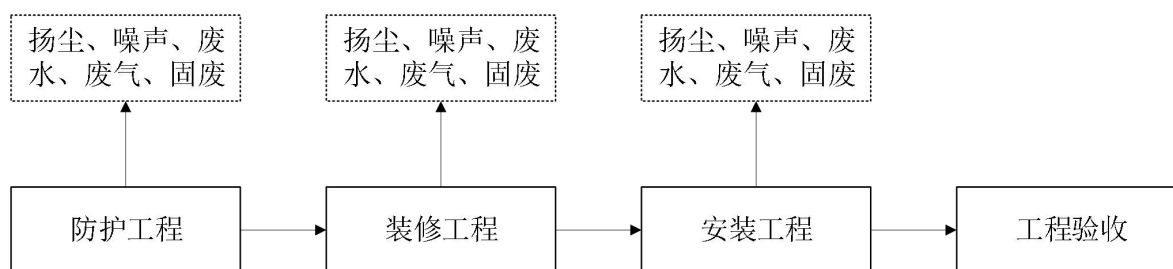


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

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，主要是在对四周墙体进行防护施工及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。

③噪声

施工期噪声包括装修过程中产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理安排施工时间、禁止夜间施工、建筑隔声、选用低噪设备等措施后，在施工时

严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准规定，施工噪声对周围环境的影响较小。

④废水

施工期依托医院现有地埋式污水处理站：采用"调节池+A/O+沉淀+次氯酸钠消毒"处理工艺，设计日废水处理能力 500m³/d，（医院现有废水量 354.3m³/d），处理后废水达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 的预处理标准后，经市政污水管网进入平昌县第二污水处理厂进行处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后排入巴河。

⑤固体废物

施工过程中固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾、包装垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。建筑垃圾由施工单位经收集后运送至指定的建筑垃圾堆放点暂存；装修期间和设备安装期间的产生的包装垃圾经过分类收集，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；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

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。本项目DSA调试阶段，会产生X射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧和氮氧化物。由于设备的安装和调试均在DSA机房内进行，调试过程中产生的X射线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。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

DSA（数字减影血管造影装置）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（数字减影血管造影装置）主要由机架系统、导管床、床旁液晶触摸屏控制系统、高压发生器、X 射线球管、平板探测器、图像显示器、图像系统、检查床、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，尤其是与骨骼重叠的血管能清楚地显示；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、诊断及检查流程简述

DSA（数字减影血管造影装置）在进行曝光时分为拍片和透视两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

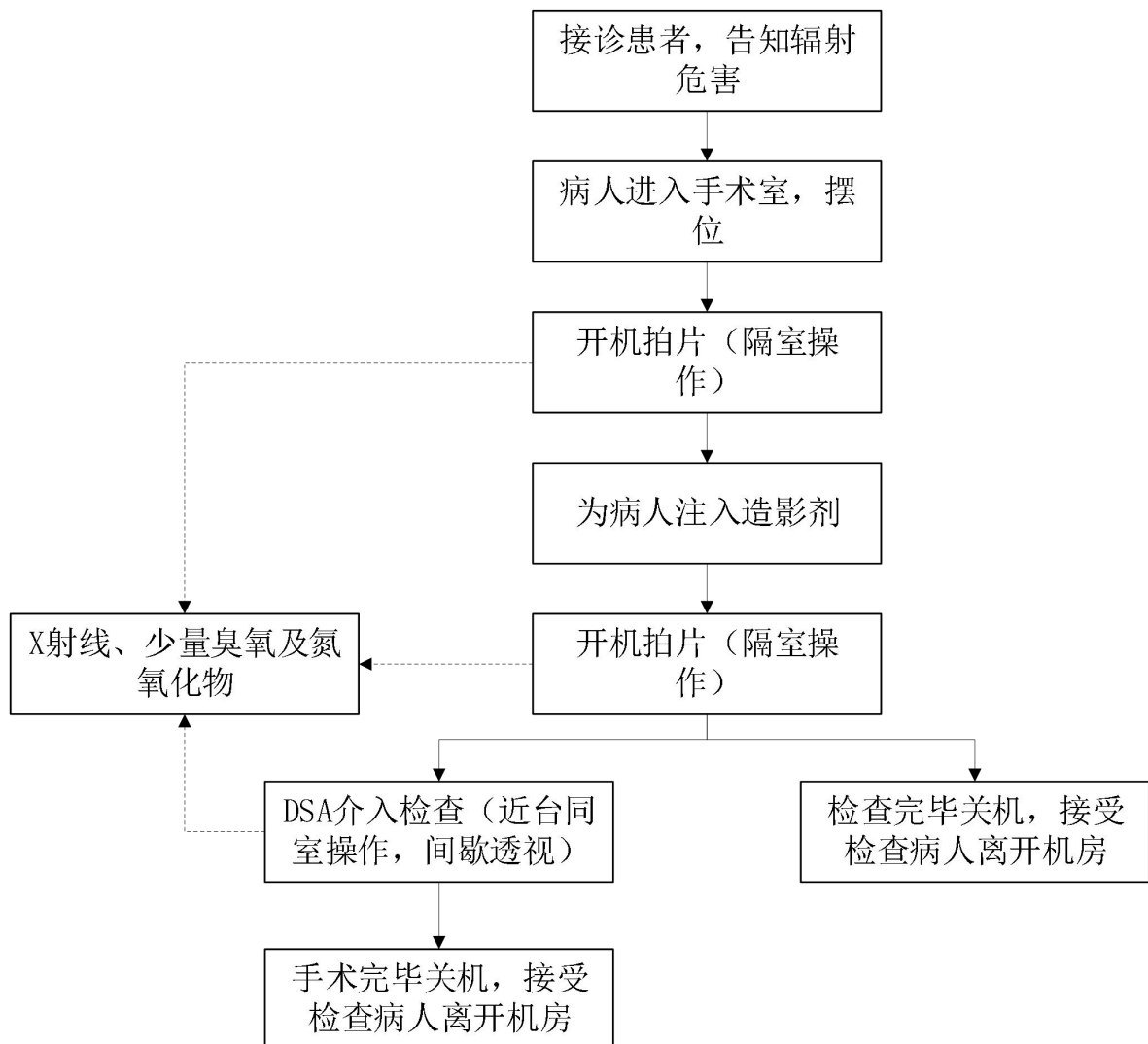


图 9-2 DSA 检查流程及产污环节示意图

本项目放射介入检查诊疗流程如下所示：

- （1）病人经医生诊断、确定需要介入检查的病人进行手术前洁净准备。

(2) 医生向病人告知可能受到的辐射危害。

(3) 设置参数，病人进入 DSA（数字减影血管造影装置）机房、摆位。

(4) 根据不同的治疗方案，医生及护士密切配合，完成介入手术或检查。DSA（数字减影血管造影装置）在进行曝光时分为拍片检查（隔室操作）和介入检查透视（近台同室操作，间歇透视）两种情况：

(1) DSA 拍片检查

DSA（数字减影血管造影装置）检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA（数字减影血管造影装置）的 X 射线系统曝光，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 射线球管、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。操作人员通过控制室的计算机系统控制 DSA（数字减影血管造影装置）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 介入检查

DSA（数字减影血管造影装置）介入检查采用近台同室操作方式，间歇透视。通过控制 DSA（数字减影血管造影装置）的 X 射线系统曝光，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（数字减影血管造影装置）的 X 射线管 0.5~1.3m 处，在非主射束方向。受检者在进入 DSA（数字减影血管造影装置）机房前穿戴个人防护用品（如铅橡胶性腺防护围裙或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等），医护人员在进入 DSA（数字减影血管造影装置）机房前穿戴个人防护用品（如铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等），手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘，介入手术人员位于屏蔽铅帘和移动式防护帘后方。介入检查中，手术医生根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA（数字减影血管造影装置）的 X 射线系统进行透视（DSA 的 X 射线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入手术操作。每台手术 DSA 系统的 X 射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。介入手术完成后关机，病人离开 DSA 机房。

在 DSA 拍片检查和介入检查过程中技师位于控制室内，主要完成以下工作，在手术医生的指导下，做好图像的采集，后处理，透视图像的处理等工作，为手术医生提供优质的操作界面。负责手术病人的登记、归档及电脑存档的工作。操作中发现机

器异常，应停止使用并及时报告及通知维修，做好故障记录及维修记录。

3、产污环节

本项目拟在 DSA 机房内使用 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、氮氧化物，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧、氮氧化物，介入检查过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧、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。

4、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员做好术前消毒后经过医生通道、刷手准备、更衣、控制室进入 DSA 机房开展介入检查手术；手术结束后，按照原路径返回。

患者路径：患者在陪护人员陪同下，从走道进入病人准备间后进入 DSA 机房；手术结束后，按照原路径返回。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经打包后从污物门运出 DSA 机房经过走道运至污物暂存间，再运到医院医疗废物暂存站，最终交由有资质的单位回收处理。

本项目医生、患者、污物路径示意图见附图 8。

5、主要污染源项描述

（1）电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。

（2）废气

DSA 曝光过程中臭氧、氮氧化物产生量很小，项目产生的臭氧、氮氧化物经 DSA 机房排风管道排至 2 号住院综合楼北侧 2 楼室外排放，距地高度 4.7m。

（3）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少量医疗废水。本项目新增工作人员 14 人，患者及陪护人员以每天 5 人计，用水量按 120L/人·天计，废水排放系数为 0.8，则每天产生生活污水 1.44m³/d（432m³/a）。碘克沙醇注射液为 100ml/瓶，1000 瓶，故医疗废水产生量以 0.1m³/a 计。

运行期依托医院现有地理式污水处理站采用"调节池+A/O+沉淀+次氯酸钠消毒"处理工艺，设计日废水处理能力 500m³/d，（医院现有废水量 354.3m³/d），处理后废

水达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 的预处理标准后,经市政污水管网进入平昌县第二污水处理厂进行处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准后排入巴河。

(4) 噪声

本项目所有设备选用低噪声设备,进风口与出风口消声处理,机组加装防震垫圈等。噪声主要为空调噪声和排风机,空调新风为院区中央空调系统,排风为院区通排风系统(机房位于 2 号住院综合楼一楼东侧),风口均在 DSA 机房房间顶部。其噪声源强低于 65dB(A)。故本项目噪声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。

(5) 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 0.68kg 的医疗废物,每年 DSA 机房最大手术台数为 500 台,则每年固体废物产生量约为 0.34t。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。本项目废水处理依托医院污水处理站,医院污水处理站污泥经消毒后与其他医疗废物一同委托有资质单位处置。

③本项目拟配置 14 名辐射工作人员,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。

因此,本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。

(6) 造影剂的存储、泄漏风险

造影剂(碘克沙醇)是介入放射学操作中最常使用的药物之一,医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存,并加锁保存,钥匙交由专人保管;未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理;在进行介入手术时,使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药,医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内,在 X 射线的照射下达到血管造影的目的,最后由泌尿系统排出体外。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、辐射工作场所两区划分

1、总平面布置分析

本项目 DSA 机房设置于院区 2 号住院综合楼的一楼放射科，其辐射场所由 DSA 机房、控制室、设备间构成。DSA 机房北侧为污物暂存间、设备间，西北侧为病人准备间，西侧对应放射科人员通道，南侧为控制室，东侧为 2 号住院综合楼室外通道。楼上 2 楼对应位置为发血窗口及值班室；楼下负一楼对应位置为消防水池。

(1) 本项目 DSA 介入检查区由 DSA 机房室、控制室、设备间、病人准备间构成。介入检查室详细布局的平面布置图见附图 4。

(2) 医院综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，拟将项目设置于 2 号住院综合楼一楼放射科，避开了人流量较大的门诊区域，区域内人流相对较少，有效降低了公众受照的可能性。

(3) 介入检查室有效使用面积 40m²，对于开展手术而言空间足够宽敞。

(4) 从附图 8 来看，本项目介入检查室整体实现了医护人员、患者、医疗废物的路线分流。人流和物流路径不交叉。

(5) 本项目介入检查室的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

综上所述，本项目辐射工作场所外设有专用的候诊区域，就诊通道。且本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足科室诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，所以平面布置是合理的。

2、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（包括门锁和联锁装置）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指定区域。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。

结合项目诊疗、辐射防护和环境情况特点，将本项目 DSA 机房划为控制区，而相邻的控制室、污物暂存间、设备间、病人准备间区域划为监督区。项目控制区和监督区划分情况见下表 10-1，并在下图 10-1 上进行了标识，详见附件 6。

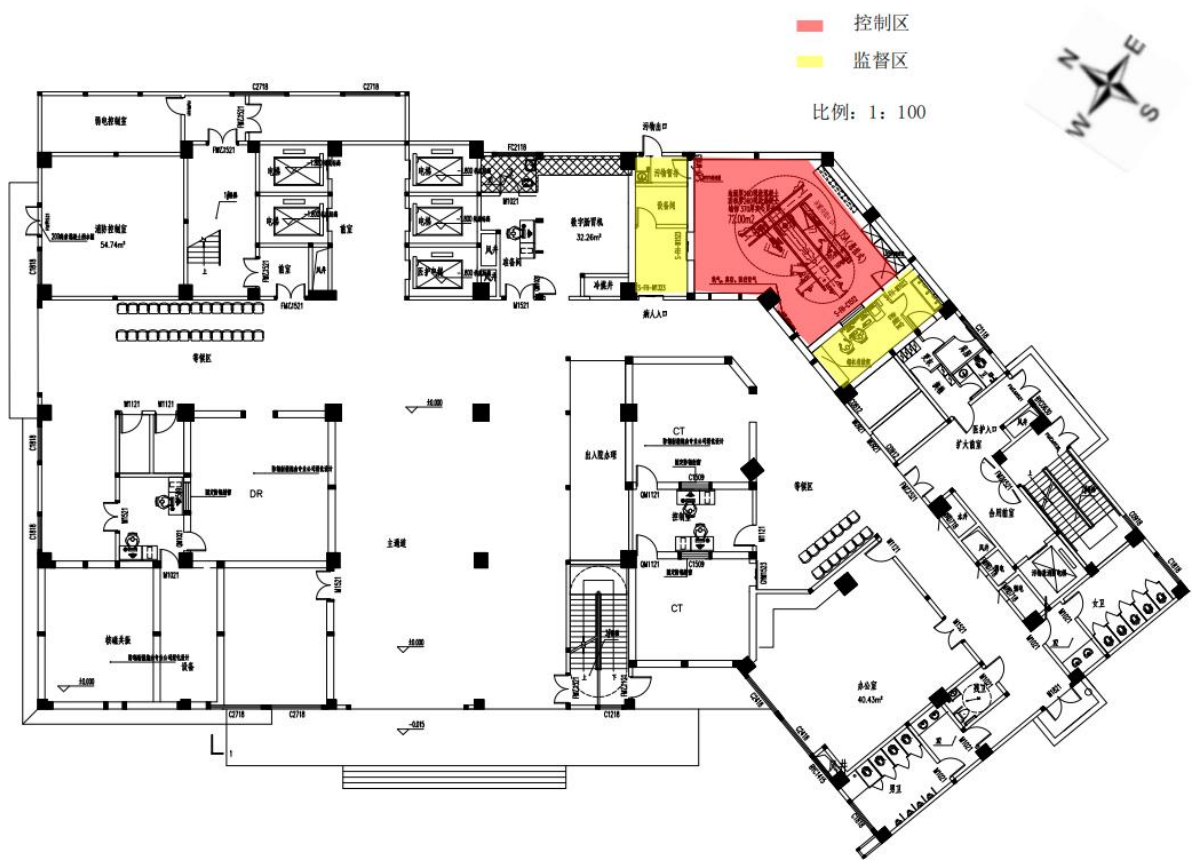


图 10-1 本项目两区划分示意图

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 机房）	DSA 机房	控制室、污物暂存间、设备间、病人准备间

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再在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。在做到上述要求后能减少人员照射影响。

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。

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，见下图 10-2；

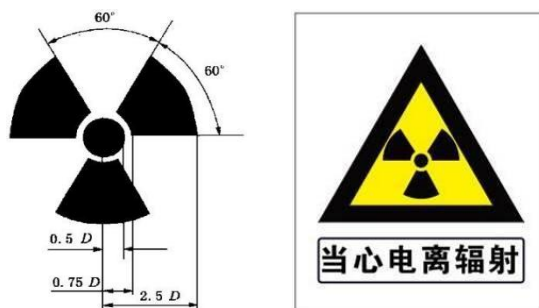


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

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配备个人防护用品、工作服、辐射监测仪和被污染防护衣具的贮存柜等；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施；

⑥灯箱设置可视警句。

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标明监督区的标牌；

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。

5、本机房配套其他区域防护手段与安全措施

①在候诊处应设置放射防护注意事项告知栏；

②明确受检人员不应在机房内候检，非特殊情况陪检人员不得滞留机房；

③陪检人员配备个人防护用品（如铅衣等）。

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检查的同时，在无任何屏蔽设施的情况下，会对辐射源的周围环境及人员造成不应有的危害。为了减少这种辐射危害，以及避免辐

射事故的发生，医院针对 DSA 的特点，采取了相应的辐射安全防护措施。

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 拟采取如下技术措施：

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

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

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

2、屏蔽防护措施

根据医院提供的技术方案，DSA 机房内拟使用 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA。

混凝土的铅当量根据《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。

屏蔽减弱因子 B：

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

式中，B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；

β —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—屏蔽材料厚度。

铅当量厚度 X：

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

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。

虽然根据机器特性，针对 DSA 主要考虑散射线和泄漏射线影响，但保守估计，在折合铅当量时，本项目机房墙体防护铅当量均采用最大管电压 125kV 进行考虑。表 10-2 数据来自 GBZ130-2020 中表 C.2、C.3。

表 10-2 铅、混凝土对 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	0.6974
砖（有用线束）	0.02870	0.06700	1.346
管电压 125kV（散射）			
铅	2.233	7.888	0.7295
混凝土	0.03510	0.06600	0.7832
砖（90° 非有用线束）	/	/	/

本项目机房墙体防护铅当量均采用 125kV，本项目 DSA 机房实体屏蔽与标准进行对照，折算结果见表 10-3。

表 10-3 DSA 机房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	约合铅当量
四周墙体	370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡	4.14mm 铅当量	4.14mm 铅当量

	水泥砂浆		
楼板	260mm 现浇混凝土+3mm 铅板	6.56mm 铅当量	6.56mm 铅当量
地面	260mm 现浇混凝土+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4.53mm 铅当量	4.53mm 铅当量
屏蔽门	3mm 铅门	3mm 铅当量	3mmPb
观察窗	3mmPb 铅玻璃	3mm 铅当量	3mmPb

注：注：①混凝土密度为 2.35g/cm^3 ，铅密度为 11.3g/cm^3 ，砖密度为 1.65g/cm^3 。

①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，当管电压（有用线束）为 125kV 时，拟合得到 125kV 管电压下（有用线束）混凝土厚度对应铅当量的拟合函数计算 260mm 现浇混凝土楼板约折合为 3.56mm 铅当量；拟合得到 125kV 管电压下（非有用线束）混凝土厚度对应铅当量的拟合函数计算 260mm 现浇混凝土楼板约折合为 3.76mm 铅当量。由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 无 125kV 时砖非有用线束方向的等效铅当量的数据，故根据《辐射防护手册》(第三分册，李德平、潘自强主编) P62 表 3.3 不同屏蔽材料在不同管电压的 X 射线下对应的铅当量数据，得到 150kV 管电压下砖厚度对应铅当量的拟合函数，采用密度为 1.6g/cm^3 （无相应密度为 1.65g/cm^3 实心砖数据，故保守采用黄砖 1.6g/cm^3 进行计算）计算得到 370mm 实心砖约折合为 3.37mmPb。

②鉴于实际施工时硫酸钡砂浆若达到标准钡水泥密度（ 3.2g/cm^3 ）将容易在时间长久以后产生墙体开裂情况，针对本项目硫酸钡砂浆拟按照 2.7g/cm^3 进行折算。根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P63 表 3.4 不同屏蔽材料在不同管电压的 X 射线下对应的铅当量数据，得到 150kV 管电压（无 125kV 管电压下数据）下钡水泥厚度对应铅当量的一次函数计算，从而可知钡水泥（密度约为 2.7g/cm^3 ）在不同电压下对应铅当量，10mm 硫酸钡砂浆约折合为 0.77mmPb。

表 10-4 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	楼顶	地板
		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	机房有效面积 40m^2 ，机房内最小单边长度 5m	370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆（4.14mmPb）	3mmPb	3mmPb	260mm 现浇混凝土+3mm 铅板（6.56mmPb）	260mm 现浇混凝土+10mm 硫酸钡水泥砂浆（4.53mmPb）
放射诊断放射防护要	最小有效使用面积 20m^2 ，机房内最小单边	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量

求	长度 3.5m					
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

机房管线穿孔采用穿墙屏蔽设计，排风管道和电缆沟穿墙采用斜穿孔，并采用了3mm 铅板屏蔽补偿。

3、安全措施

①工作状态指示灯（三色灯）及门灯连锁：平开机房门应有自动闭门装置，推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施。DSA机房门外顶部拟设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”可视警示语句，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，防护门关闭，工作时指示灯亮黄色，以警示人员注意安全；亮红灯时表示正在进行照射；亮绿灯时表示防护安全，人员可以进入。

②紧急制动装置：控制台上、介入手术床旁拟设置紧急制动按钮（各按钮分别与X射线系统连接）。DSA系统的X射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急制动按钮，均可停止X射线系统出束。

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

④对讲装置：在DSA机房与操作间之间拟安装对讲装置，操作间的工作人员通过对讲机与放射科DSA机房内的手术人员联系。

⑤警告标志：拟在DSA机房的防护门外的醒目位置，分别设置明显的电离辐射警告标志及中文警示说明。

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机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，结合项目诊疗、辐射防护和环境情况特点，将本项目DSA机房划为控制区，而相邻的控制室、污物暂存间、设备间、病人准备间区域划为监督区。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，门外1m区域画监督区边界线。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，通过操作间与机房之间的墙体、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（铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、介入防护手套等），其中，铅橡胶颈套用于减小甲状腺受照剂量、铅橡胶围裙用于减小人体躯干受照剂量、铅防护眼镜用于减小眼晶体受照剂量、介入防护手套用于减小手部皮肤受照剂量。除介入防护手套外，防护用品铅橡胶围裙和辅助防护设施铅帘的铅当量为 0.50mmPb；介入防护手套铅当量为 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量为 0.5mmPb。

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戴。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

辐射工作人员必须在从事辐射工作时间内正确佩戴个人剂量计（介入辐射应佩戴双剂量计，一个佩戴在铅围裙内左胸前，另一个佩戴在铅围裙外衣领处）。个人剂量计专人专用，不得混用。个人剂量计不佩戴时，由本人保管。禁止放在有人工射线源照射、日晒和紫外照射的地方，同时避免受潮、有机溶剂浸泡和靠近热源。个人剂量计的检测周期最长不超过 3 个月。

（2）受检者或患者的安全防护

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

（3）机房周边公众的安全防护

机房周围公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在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

结合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和《核技术利用监督检查技术程序》（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，根据建设单位拟采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-5：

表 10-5 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	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	/	1 扇
		机房防护门	/	3 扇
		通风设施	/	排风系统
		紧急停机按钮	设备自带	设计中已有
		DSA 机房电动防护移门设置防夹装置，平开门设置闭门装置	/	DSA 机房电动防护移门设置防夹装置，平开门设置闭门装置
		门灯联锁	/	门灯联锁医护进出门、污物门、患者进出门需各配备 1 台
		防盗设施	/	一套
		对讲系统	/	需配备 1 台
		入口处电离辐射警告标志	/	医护进出门、污物门、患者进出门需各配备 1 套
		入口处机器工作状态指示灯箱（三色灯）	/	医护进出门、污物门、患者进出门需各配备 1 台
2	监测设备	便携式辐射水平监测仪	/	需配备 1 台
		个人剂量报警仪	/	需配备 3 台
		个人剂量计	/	新增人员共计配备 14 套
3	防护器材	医护人员个人防护	/	配备 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 0.5mmPb、0.025mmPb 介入防护手套共 3 套、辅助防护配备床下铅帘 0.5mmPb 和悬吊铅帘 0.5mmPb、铅屏风 0.5mmPb
4		患者防护	/	患者配备不小于 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（儿童、成人尺寸各一套，共两套）

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引》（2025 年版）对II医用射线装置的要求与项目对比分析见表 10-6。

表 10-6 辐射安全工作指引对照分析表

辐射安全管理工作指引要求		落实情况	备注
1.设施 维保	建议每季度按照辐射安全管理制度开展辐射安全防护设施设备的日常检查和维护，检查工作状态指示灯、急停开关、门-灯联锁、门-机联锁、固定式剂量报警仪及相关设施设备的完好性，测试联锁装置功能确保正常，并做好记录。发现辐射防护设施设备存在隐患或问题，应及时维修，待功能恢复正常后再开展辐射工作。	建设单位将进行每季度按照辐射安全管理制度开展辐射安全防护设施设备的日常检查和维护，检查工作状态指示灯、急停开关、门-灯联锁、门-机联锁、固定式剂量报警仪及相关设施设备的完好性，测试联锁装置功能确保正常，并做好记录。发现辐射防护设施设备存在隐患或问题，应及时维修，待功能恢复正常后再开展辐射工作。	拟落实
2.监测 仪器	按环评文件要求配置 X-γ辐射监测仪，并每年对监测仪器开展校准或比对，确保仪器正常使用。	建设单位将配置 X-γ辐射监测仪，并每年对监测仪器开展校准或比对，确保仪器正常使用。	拟落实
3.剂量 管理	对于开展 DSA 项目的工作人员，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计；同时，建议采用双剂量计监测方法(在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计)，且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如腕部剂量计和指环剂量计等)。	建设单位将为 DSA 项目的工作人员，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计；同时，建议采用双剂量计监测方法(在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计)，且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如腕部剂量计和指环剂量计等)	拟落实
4.自行 监测	按照标准规范和环评文件要求制定监测方案，开展辐射工作场所和环境辐射水平监测，并做好记录存档。(1)监测频率和方式。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。 (2)监测点位。机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、机房门、管线洞口、观察窗和工作人员操作位置等人员长时间居留场所，具体可参照环评监测和验收监测点位。(3)监测因子。X-y 辐射空气吸收剂量率	建设单位将按照标准规范和环评文件要求制定监测方案，开展辐射工作场所和环境辐射水平监测，并做好记录存档。(1)监测频率和方式。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。(2)监测点位。机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、机房门、管线洞口、观察窗和工作人员操作位置等人员长时间居留场所，具体可参照环评监测和验收监测点位。(3)监测因子。X-y 辐射空气吸收剂量率	拟落实
5.年度 监测	每年至少委托有资质的监测机构进行 1 次年度监测，并将监测结果随年度评估报告报发证机关。	每年至少委托有资质的监测机构进行 1 次年度监测，并将监测结果随年度评估报告报发证机关。	拟落实
辐射安全管理要点		落实情况	备注
6.防护	按照行业和环评要求为医护人员配备	按照行业和环评要求为医护人员配备	拟落

用品	并正确使用必要的个人剂量报警仪和个人剂量计等辐射防护用品。医护人员应配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套(DSA 项目适用), 或配备可调节防护窗口的立位防护屏; 选配铅橡胶帽子。对于 DSA 项目, 工作人员在治疗室内开展辐射工作过程中, 一间治疗室内至少应携带 1 台剂量报警仪。	并正确使用必要的个人剂量报警仪和个人剂量计等辐射防护用品。医护人员应配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套(DSA 项目适用), 或配备可调节防护窗口的立位防护屏; 选配铅橡胶帽子。对于 DSA 项目, 工作人员在治疗室内开展辐射工作过程中, 一间治疗室内至少应携带 1 台剂量报警仪。	实
7.三废管理	产生感生放射性“三废”的, 应按环评文件及批复要求做好放射性“三废”管理, 建立放射性“三废”收集、贮存和排放管理台账, 参照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188)确保放射性“三废”妥善处置, 并做好记录存档。	本项目不产生放射性废物, 非放射性废物按照环评要求处理	拟落实

四、投资估算

本核技术应用项目总投资 850 万元, 其中环保投资 26.7 万元, 占总投资约 3.14%, 具体环保设施及投资见下表 10-7。

表 10-7 辐射防护设施(措施)及投资估算一览表

项目	设施	数量	金额(万元)	备注
DSA 机房	铅防护门 3 扇(3mm 铅当量)	3	3	/
	铅玻璃观察窗 1 扇(3mm 铅当量)	1	1	/
	370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	/	5	新增砂浆
	屋顶为 260mm 现浇混凝土楼板+3mm 铅板 地板为 260mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆	/	5	新增砂浆、铅板
	工作状态指示灯箱(三色灯): 患者进出门、医护进出门、污物门各一个, 共计 3 个	3	0.5	/
	电离辐射警告标志: 患者进出门、医护进出门、污物门各一个, 共计 3 个	3		/
	铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副(0.5mmPb)	1	/	机器自带
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副(0.5mmPb)	1		机器自带
	门灯连锁装置: 患者、医护人员进出门、污物门各设置 1 个, 共计 3 个。	3	1	/
	DSA 机房电动防护移门设置防夹装置, 平开门设置闭门装置	3 套	0.3	/

		紧急制动装置 1 套（操作台及床体上各 1 个）	2	1	/
		防盗设施	1		/
		对讲装置 1 台	1		/
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 14 套	14	/	/
		个人剂量报警仪 3 台	3	3	/
		便携式辐射水平监测仪 1 台	1	1.5	/
		辐射工作人员防护用品（配备 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 0.5mmPb、0.025mmPb 介入防护手套）	3 套	3.4	/
		患者防护用品（患者配备不小于 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子）	2 套		新增配备成人、儿童各一套
	通风装置	排风系统	1 套	/	2 号住院综合楼整体建造
	医废处理	医废收集装置、医废处置协议	1	2	/
合计				26.7	/

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。

污染物的治理

1.施工期三废治理

1.1 废气

施工过程中产生的废气，属于无组织排放，但影响仅局限在施工现场附近区域。拟采取湿法作业控制排放扬尘，通过洒水增湿可以在很大程度上减少粉尘飞扬现象，加强管理。

1.2 噪声

施工期噪声包括铺设电路时机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。且将禁止夜间施工，也将尽可能选用低噪声的施工设备。

1.3 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，不外排。生活污水产量较小，拟依托医院污水处理设施进行处理。

1.4 固体废物

施工中固体废物主要为装修过程中产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。装修垃圾能回收利用的回收利用，不能回收的送建筑垃圾处理厂堆放。施工人员生活垃圾由场地内垃圾桶收集，日产日清，交由市政环卫部门统一收集清运。

2.运营期三废治理

2.1 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。本项目 DSA 机房运营期产生的废水主要包括医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。

运行期依托医院现有地埋式污水处理站采用"调节池+A/O+沉淀+次氯酸钠消毒"处理工艺，设计日废水处理能力 500m³/d，（医院现有废水量 354.3m³/d），处理后废水达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 的预处理标准后，经市政污水管网进入平昌县第二污水处理厂进行处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后排入巴河。不会对周围水环境产生影响。

2.2 废气

本项目 DSA 工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧、氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，DSA 运行过程中产生的少量臭氧、氮氧化物经过排气管道引至 2 号住院综合楼东侧二楼（距地高度 4.7m）排放，对周围环境空气影响较小。

2.3 固体废物

本项目 DSA 机房运营后，不会产生放射性固体废物以及医疗废物，会产生辐射工作者、患者及其家属的生活垃圾，该类垃圾由院区清洁人员分类收集后，由环卫部门统一清运。

本项目 DSA 机房投运后预计将产生有少量废造影剂的输液瓶（100kg/a）、废药棉（80kg/a）、废纱布（80kg/a）、废手套（80kg/a）等医疗废物（共约 340kg/a）。本项目 DSA 机房手术过程中产生的医疗废物采用专门的收集容器集中后，由专业人员运送至位于 DSA 机房北侧的污物暂存间，定期委托有资质单位外运处置。

2.4 噪声

本项目产噪设备不多，噪声源主要为设备噪声和就诊人流动噪声，其中设备噪声主要来自风机；噪声源强低于 65dB（A），由于声源位于室内，且建设单位拟在风机

排风口安装管式消声器，采用减震基础、安装隔声消音箱等措施，同时通过距离的衰减，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。

3.射线装置报废处理

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

环评要求：本项目使用 DSA 在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

因此，本项目产生废物均得到合理处置，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

建设单位拟在 2 号住院综合楼 1 楼放射科新增 1 台 DSA。该楼已获得平昌县环境保护局的相关批复（平环建〔2019〕24 号）（见附件 4）。目前该 2 号住院综合楼已经建成运行。

本项目施工期主要为防护工程、表面装修、射线装置安装和电路铺设，可能的污染因素主要为常规环境要素（施工废水、施工废气、施工噪声及施工固体废弃物）影响；DSA 安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染，但在调试时将产生一定辐射污染，设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

一、施工期的环境影响分析

（1）施工期大气环境影响分析

建设阶段的大气污染源主要为装修阶段产生的废气，但影响仅局限在施工现场附近区域。通过及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度可减少大气对环境的影响。

（2）施工期废水环境影响分析

施工期间，有一定量的建筑装修废水产生，待施工期结束后，建筑废水对环境的影响会随着施工期结束而随之消除；项目施工期施工人员生活污水产生量较小，拟进入建设单位临时污水处理系统处理后进入城市污水管网。

（3）施工期噪声环境影响分析

施工期的噪声污染源主要为电锤、电钻等设备产生，因此，项目将加强管理，采用低噪声设备进行施工。且在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）的标准规定，将噪声降低到最低水平；禁止夜间施工。影响将随着施工期结束消除。

（4）施工期固体废物影响分析

施工期的固体废物主要是建筑垃圾、装修垃圾、包装垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。建筑垃圾由施工单位经收集后运送至指定的建筑垃圾堆放点暂存；装修期间和设备安装期间的产生的包装垃圾经过分类收集，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；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清

运。故项目施工期间产生的固废对周边环境产生影响较小。

二、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。本项目 DSA 调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧、氮氧化物。由于设备的安装和调试均在 DSA 机房内进行，调试过程中产生的 X 射线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

医院拟在医院 2 号住院综合楼放射科一楼 DSA 机房内使用 1 台最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA 的 DSA。拟在 DSA 机房进行介入手术治疗约为 500 台，单次手术累计出束时间为 12~15min，年曝光时间累计约为 107.36h（透视 105.00h，拍片 2.36h），主要用于血管造影，介入手术等。

根据原环境保护部和原国家卫生计生委联合发布公告 2017 年第 66 号《关于发布《射线装置分类》办法的公告》，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，医生通过控制室铅玻璃观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内，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

为更清楚地了解病人情况，医生需进入机房内进行治疗，在介入检查时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅防护衣、戴铅防护眼镜等在机房内铅帘后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方法对本项目数字减影血管造影装置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

根据平昌县中医医院提供的资料，DSA 机房四周墙体为 370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆；机房地面为 260mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆，机房正下方是停车场；机房顶部 260mm 现浇混凝土楼板+3mm 铅板，正上方为发血窗口及值班室；观察窗（1 扇）为 3mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（3 扇）均为 3mm 铅当量。

本项目拟使用 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA。但实际使用时，为防止球管烧毁并延长其使用寿命，管电压和功率通常预留 20%-30%的余量，即管电压控制在 100kV 以下。根据医院提供信息，隔室拍片时 DSA 设备的最大运行拍片时 DSA 的常用管电压 100kV，常用管电流为 300mA；在 DSA 透视时常用管电压为 90kV，常用管电流为 20mA。

本项目根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)“5.1 一般要求c)除牙科摄影和乳腺摄影用X射线设备外，X射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于2.5mmAl”可知，设计要求X射线管/准直器的最低固有过滤当量是2.5mmAl。为进行保守预计，本项目按照过滤材料为2.5mmAl进行剂量估算。

根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P58 图 3.1；见下图。

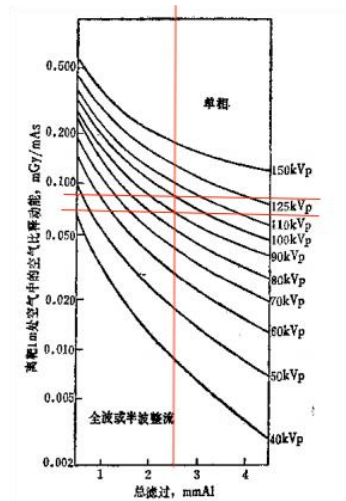


图3.1 距X线源1m处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况
注：对于使用三相电源及恒压电源的设备应将图上的数据乘以1.8^{~1.2}。

查得拍片时 $Vr_0=0.090\text{mGy}/\cdot\text{mA}\cdot\text{s}$ ，透视时 $Vr_0=0.075\text{mGy}/\cdot\text{mA}\cdot\text{s}$ 结合拍片和透视工况（乘以电流）。对于使用三相电源及恒压电源的设备应将图上的数据乘以 1.8。从而可知，DSA 透视时，距离机头 1m 处的剂量率为 162mGy/min；拍片时，距离

机头 1m 处的剂量率为 2916mGy/min。

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

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2 可知，屏蔽透射因子 B：

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

式中：B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度。

表 11-1 铅对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压 90kV			
材料	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726
管电压 100kV（主射）			
铅	2.500	15.28	0.7557
管电压 100kV（散射）			
铅	2.507	15.33	0.9124

注：表 11-1 中数据来自 GBZ130-2020 中表 C.2、C.3。

根据上表参数代入公式计算，DSA 机房不同屏蔽体材料及厚度对应的屏蔽透射因子见表 11-2。

表 11-2 DSA 机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	设计屏蔽材料及屏蔽厚度	屏蔽透射因子（透视）	屏蔽透射因子（拍片）主射	屏蔽透射因子（拍片）散射
四面墙体	370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆/4.14mmPb	2.40E-07	2.39E-06	3.62E-06
楼顶	260mm 现浇混凝土+3mm 铅板/6.56mmPb	1.44E-10	5.63E-09	/
地面	260mm 现浇混凝土+10mm 硫酸钡水泥砂浆/4.53mmPb	7.26E-08	9.00E-07	1.36E-06

防护门	3mm 铅门/3.00mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
防护窗	3mmPb 铅玻璃/3.00mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
医生位	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅屏风 /1.00mmPb	4.08E-03	/	1.05E-02
助手医生 位	0.5mmPb 铅衣/0.50mmPb	2.52E-02	/	4.72E-02
护士位	0.5mm 铅衣/0.50mmPb	2.52E-02	/	4.72E-02

(1) 主射线束方向保护目标的影响

①计算模式

主射束的屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

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

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，6441.6min（透视 6300min，拍片 141.6min）；

μ —利用因子；

η —对防护区的占用因子，各预测点位的占用因子均取 1；

f —屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r —预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

将相关参数代入（式 2）中，进行各关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-3：吸收剂量 D ，单位 Gy（戈瑞）=1J/Kg；当量剂量 H ，单位 Sv（希沃特）=1J/Kg，与吸收剂量的关系为 $H=W_R D$ （ W_R 称为辐射权重因子）。ICRP 对所有低传能线密度（LET）辐射（包括所有能量的 X 射线和 γ 射线）选定辐射权重因子为 1。故 X 射线的辐射权重因子 W_R 为 1，组织权重因子 W_T 为 1。有效剂量 $E=H \times W_T$ 。

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%。

表 11-3 DSA 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点	与源 直线	屏蔽材料 与厚度	屏蔽透射 因子 (f)	利用 因子	占用 因子	照射 时间	预测点 辐射剂	预测点 年有效	预测点年 有效剂量
-----	----------	-------------	----------------	----------	----------	----------	------------	------------	--------------

		距离 (m)	(mm)		(μ)	(η)	(min)	量率 μGy/h	剂量 (mGy/a)	(mGy/a)
楼上 30cm 处 (发 血窗 口)	透 视	4.5	260mm 现 浇混凝土 楼板+3mm 铅板 /6.56mmPb	1.44E-10	1	1	6300	6.91E-06	7.26E-07	1.22E-05
	拍 片			5.63E-09	1	1	141.6	4.86E-03	1.15E-05	

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

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

式中：

H_s —预测点处的散射剂量率，μGy/h；

H_0 —靶 1m 处的剂量率，μGy/h；

α —患者对 X 射线的散射比；对于散射线向机房四侧墙体投射的情况，根据《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中表 10.1 散射与入射线照射量之比值，这些数值是相对于 400cm² 的散射比，因此式 3 中的 $\alpha = \frac{a}{400}$ ，对于 90kV（根据《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中表 10.1 中无数据，保守参考 100kV 情况下 90° 散射角散射比为 0.0013（该取值适用于机房四侧关注点相应预测计算）；对于 100kV（根据《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中表 10.1 中数据进行拟合公式）、90° 散射角散射比为 0.0013（该取值适用于机房四侧关注点相应预测计算）。

s —散射面积，cm²，取 100cm²；

d_0 —源与病人的距离，m，取 1.0m；

d_s —病人与预测点的距离，m；

B —减弱因子。

个人年最大有效剂量估算公式如下：

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

式中：

E —辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

H—辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t—年工作时间，h；

T—居留因子。参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中附录A 给定的参考值。见下表：

表 11-4 不同场所的居留因子

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8：各治疗室门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电机

各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。预测布点图见附图 8。

DSA 机房净空高 4.5m，地面楼板厚度 0.26m，保守按照靶点距地面 0.5m，病人与靶点的距离取 0.5m。负一楼对应位置为消防水池，无人员；故本项目楼下关注点散射辐射无需进行预测。

表 11-5 各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果

序号	关注点位描述	病人(散射点)到关注点距离(m)	屏蔽材料与厚度(mm)	折合铅当量(mmPb)	照射模式	减弱因子	散射辐射剂量率($\mu\text{Gy/h}$)
1	DSA 机房内主刀医生	0.5	0.5mmPb 铅防护衣+0.5mmPb 铅帘	1.00	透视	4.08E-03	51.555
2	DSA 机房内助手医生	0.9	0.5mmPb 铅防护衣	0.50	透视	2.52E-02	98.280
3	DSA 机房内护士	1.3	0.5mmPb 铅防护衣	0.50	透视	2.52E-02	47.105
4	北侧门外 30cm 处（污物暂存）	5.8	3mmPb	3.00	透视	7.93E-06	7.45E-04
					拍片	6.31E-05	1.07E-01
5	北侧墙体外 30cm 处（设备间）	5.4	370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	2.60E-05
					拍片	3.62E-06	7.06E-03
6	西北侧门外 30cm 处（病人准备）	5.6	3mmPb	3.00	透视	7.93E-06	7.99E-04
					拍片	6.31E-05	1.14E-01
7	西侧墙体外	4.5	370mm 红色实心砖	4.14	透视	2.40E-07	3.74E-05

	30cm 处 30cm 处 (通道)		墙+10mm 硫酸钡水 泥砂浆		拍片	3.62E-06	1.02E-02
8	南侧窗外 30cm 处 (控制室)	6.6	3mmPb	3.00	透视 拍片	7.93E-06 6.31E-05	5.75E-04 8.24E-02
9	南侧门外 30cm 处 (控制室)	6.8	3mmPb	3.00	透视 拍片	7.93E-06 6.31E-05	5.42E-04 7.76E-02
10	东侧墙体外 30cm 处 (室外通 道)	4.9	370mm 红色实心砖 墙+10mm 硫酸钡水 泥砂浆	4.14	透视 拍片	2.40E-07 3.62E-06	3.16E-05 8.57E-03

(3) 泄漏辐射剂量估算

根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》(77) 用于诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内, 以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时, 离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1.0mGy/h” (在距离源 1m 处不超过 100cm² 的面积上或者在离管或源壳 5cm 处的 10cm² 面积上进行平均测量), 以及《医用电气设备 第 1-3 部分: 基本安全和基本性能的通用要求——并列标准: 诊断 X 射线设备的辐射防护》(GB 9706.103-2020) 中 29.204.3 的相应要求。故取本项目 DSA 离焦点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率为 1.0mGy/h。

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算, 各预测点的泄漏辐射剂量率可用如下 (式 5) 进行计算。

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

式中:

H —预测点处的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率, 1000 $\mu\text{Gy/h}$;

R —靶点距关注点的距离, m;

B —减弱因子。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。DSA 机房净空高 4.5m, 地面楼板厚度 0.26m, 保守按照靶点距地面 0.5m, 病人与靶点的距离取 1m。

表 11-6 各关注点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

序号	关注点位描述	靶点到 关注点 距离(m)	屏蔽材料与厚度 (mm)	折合铅 当量 (mmPb)	照射 模式	减弱 因子	泄漏辐射 剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
1	DSA 机房内主刀医	0.5	0.5mmPb 铅防护服	1.00	透视	4.08E-03	16.320

	生		+0.5mmPb 铅帘				
2	DSA 机房内助手医生	0.9	0.5mmPb 铅防护衣	0.50	透视	2.52E-02	31.111
3	DSA 机房内护士	1.3	0.5mmPb 铅防护衣	0.50	透视	2.52E-02	14.911
4	北侧门外 30cm 处 (污物暂存)	5.8	3mmPb	3.00	透视	7.93E-06	2.36E-04
					拍片	4.14E-05	1.23E-03
5	北侧墙体外 30cm 处 (设备间)	5.4	370mm 红色实心砖 墙+10mm 硫酸钡水 泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	8.23E-06
					拍片	2.39E-06	8.20E-05
6	西北侧门外 30cm 处 (病人准备)	5.6	3mmPb	3.00	透视	7.93E-06	2.53E-04
					拍片	4.14E-05	1.32E-03
7	西侧墙体外 30cm 处 30cm 处 (通道)	4.5	370mm 红色实心砖 墙+10mm 硫酸钡水 泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	1.19E-05
					拍片	2.39E-06	1.18E-04
8	南侧窗外 30cm 处 (控制室)	6.6	3mmPb	3.00	透视	7.93E-06	1.82E-04
					拍片	4.14E-05	9.50E-04
9	南侧门外 30cm 处 (控制室)	6.8	3mmPb	3.00	透视	7.93E-06	1.71E-04
					拍片	4.14E-05	8.95E-04
10	东侧墙体外 30cm 处 (室外通道)	4.9	370mm 红色实心砖 墙+10mm 硫酸钡水 泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	1.00E-05
					拍片	2.39E-06	9.95E-05

(4) 关注点辐射剂量率综合分析

根据国际放射防护委员会 (ICRP) 第 103 号出版物《Radiological Protection from Low-Dose and Low-Dose-Rate Exposures》(2007 年发布) 文中内容: 吸收剂量 D, 单位 Gy (戈瑞) = 1J/Kg; 当量剂量 H, 单位 Sv (希沃特) = 1J/Kg, 与吸收剂量的关系为 $H = W_R D$ (W_R 称为辐射权重因子)。ICRP 对所有低传能线密度 (LET) 辐射 (包括所有能量的 X 射线和 γ 射线) 选定辐射权重因子为 1。故 X 射线的辐射权重因子为 1。

本项目所致保护目标最大辐射剂量率理论预测结果见表 11-7。

表 11-7 本项目各预测点保护目标最大辐射剂量率表

保护目 标相对 位置	关注点位描述	照射 类型	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)			综合辐射剂 量 ($\mu\text{Sv/h}$)
			主射	散射	漏射	
DSA 周 围	DSA 机房内主刀医生	透视	/	51.555	16.320	67.88
	DSA 机房内助手医生	透视	/	98.280	31.111	129.39
	DSA 机房内护士	透视	/	47.105	14.911	62.02
DSA 机	北侧门外 30cm 处	透视	/	7.45E-04	2.36E-04	9.81E-04

房周围	(污物暂存)	拍片	/	1.07E-01	1.23E-03	1.08E-01
	北侧墙体外 30cm 处 (设备间)	透视	/	2.60E-05	8.23E-06	3.42E-05
		拍片	/	7.06E-03	8.20E-05	7.14E-03
	西北侧门外 30cm 处 (病人准备)	透视	/	7.99E-04	2.53E-04	1.05E-03
		拍片	/	1.14E-01	1.32E-03	1.15E-01
	西侧墙体外 30cm 处 30cm 处(通道)	透视	/	3.74E-05	1.19E-05	4.93E-05
		拍片	/	1.02E-02	1.18E-04	1.03E-02
	南侧窗外 30cm 处 (控制室)	透视	/	5.75E-04	1.82E-04	7.57E-04
		拍片	/	8.24E-02	9.50E-04	8.34E-02
	东侧墙体外 30cm 处 (室外通道)	透视	/	5.42E-04	1.71E-04	7.13E-04
		拍片	/	7.76E-02	8.95E-04	7.85E-02
正上方	发血窗口(公众)	透视	6.91E-06	/	/	6.91E-06
		拍片	4.86E-03	/	/	4.86E-03

由表 11-7 可知, 本项目 DSA 机房周围最大辐射剂量率为 $1.15\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$, 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) 关注点年辐射剂量综合分析

根据医院提供资料, DSA 机房 DSA 年检查治疗病人最多约 500 人, 年最大曝光时间为 107.36h (透视 105.00h, 拍片 2.36h)。每台手术配 1 名主刀医生、1 名助手医生、1 名护士和 1 个技师, 本项目配 1 名技师操作受照时间为年最大曝光时间为 107.36h (透视 105.00h, 拍片 2.36h), 本项目共配置 6 名医生 (分为心血管内科 2 组, 神经科 2 组, 外周科 2 组, 合计 6 组)、2 名护士 (分为 2 组) 和 5 名助手医生 (分为心血管内科 2 组, 神经科 2 组, 外周科 1 组, 合计 5 组)。本项目投运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。医生、护士受照时间见表 11-8。

表 11-8 医生、护士、技师手术操作透视受照时间

使用科室	年接诊病人	单台手术最长透视曝光时间（min）	人数（名）			单组透视受照时间（h）			技师
			主刀医生	助手医生	护士	主刀医生	助手医生	护士	
心血管内科	200	12	2	2	2	22.00	22.00	单名护士受照时间	单名技师受照时间
神经科	200	12	2	2		22.00	22.00		
外周	100	15	2	1		13.75	25		
合计	500	/	6	5	2	/			

注: 多组医护人员受照时间受现场排班影响可能不均匀, 故按照单组平均受照时间的 1.1 倍计算; 外周助手医生为一人, 不进行 1.1 倍计算。

本项目所致保护目标最大年有效剂量理论预测结果见表 11-9。

表 11-9 本项目各预测关注点理论预测最大受照剂量统计表

保护目标相对位置	关注点位描述	照射类型	综合剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大受照时间 (h)	居留因子	辐射剂量 (mSv/a)	年总辐射剂量 (mSv/a)	备注
DSA 机房内	DSA 机房内主刀医生	透视	67.88	22.00	1	1.49	1.49	职业
	DSA 机房内助手医生	透视	129.39	25.00	1	3.23	3.23	职业
	DSA 机房内护士	透视	62.02	57.75	1	3.58	3.58	职业
DSA 机房周围	北侧门外 30cm 处 (污物暂存)	透视	9.81E-04	105.00	1/16	6.44E-06	2.24E-05	公众
		拍片	1.08E-01	2.36	1/16	1.59E-05		
	北侧墙体外 30cm 处 (设备间)	透视	3.42E-05	105.00	1/16	2.24E-07	1.28E-06	公众
		拍片	7.14E-03	2.36	1/16	1.05E-06		
	西北侧门外 30cm 处 (病人准备)	透视	1.05E-03	105.00	1/4	2.76E-05	9.54E-05	公众
		拍片	1.15E-01	2.36	1/4	6.79E-05		
	西侧墙体外 30cm 处 30cm 处 (通道)	透视	4.93E-05	105.00	1/4	1.29E-06	7.37E-06	公众
		拍片	1.03E-02	2.36	1/4	6.08E-06		
	南侧窗外 30cm 处 (控制室)	透视	7.57E-04	105.00	1	7.95E-05	2.76E-04	职业
		拍片	8.34E-02	2.36	1	1.97E-04		
	东侧墙体外 30cm 处 (室外通道)	透视	7.13E-04	105.00	1/4	1.87E-05	6.50E-05	公众
		拍片	7.85E-02	2.36	1/4	4.63E-05		
正上方	发血窗口 (公众)	透视	/	/	/	7.26E-07	1.22E-05	公众
		拍片	/	/	/	1.15E-05		

由上表 11-9 可知,本项目 DSA 机房周围公众所受年剂量最高为 $9.54\text{E-}05\text{mSv/a}$, 小于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的剂量约束值要求; 根据手术医生的配置情况, 单名护士所受年剂量最大为 3.58mSv/a ; 单名助手医生所受年剂量最大为 3.23mSv/a ; 单名主刀医生所受年剂量最大为 1.49mSv/a ; 技师所受年剂量最大为 $2.76\text{E-}04\text{mSv/a}$, 满足本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的剂量约束值要求。

医院应合理安排手术医生的手术量, 每个季度对 DSA 机房辐射工作人员剂量进行严格监督, 杜绝出现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, 若发现单季度超过 1.25mSv 的情况, 医院应立即采取有效的管控措施。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律, 距离 DSA 机房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, DSA 检查时周围环境保护目标受照剂量低于预测剂量, 对

造影室周围公众影响更小。

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，会穿铅防护衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍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照射方向最近，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：

$$D_s = C_{ks} \left(\dot{k} \cdot t \right) \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 6})$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^{*(10)}}{C_{KH}^*} \quad (\text{式 7})$$

式中：

D_s —皮肤吸收剂量，mGy/h；

$\dot{k}$ —X 辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{KS} —空气比释动能到皮肤吸收计量的转化系数（Gy/Gy）；

t —人员累计受照时间，25.00h；

$\dot{H}^{*(10)}$ —X 辐射场周围剂量当量率，μSv/h；

C_{KH}^* —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

按照常用最大电流换算后，距靶 1m 处的剂量率为 162mGy/min，医生操作时腕部距非主射束的距离取 0.4m，预计在透视时有 1/5 时间手术医师在受照位置进行插入导管等操作，此时医师腕部受铅防护手套（0.025mmPb）保护；在剩余透视时的 4/5 时间内手术医师在手术床侧的其他位置，此时腕部未处于受照位置，腕部受到铅防护手套（0.025mmPb）和铅悬挂防护屏（0.5mmPb）的保护。医师腕部受铅防护手套（0.025mmPb）保护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 13363.17μGy/h，腕部受到铅防护手套（0.025mmPb）和铅悬挂防护屏（0.5mmPb）的保护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 1448.04μGy/h。本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式（AP，即

垂直于人体长轴/Z 轴，从人体正面的入射）。从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）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 $CKH^*=1.72Sv/Gy$ ，由（公式 7）计算出辐射场的空气比释动能率。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 $CKS=1.134mGy/mGy$ 。根据科室介入手术工作量，每名医生累计受照时间最长为 25.00h，则核算出手术医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为 63.15mSv/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/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 的要求。

3、医生眼晶体受照剂量估算

手术医生和护士在手术室内进行介入手术时，会穿铅防护衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）中的公式估算手术室或介入室人员年眼晶状体吸收剂量：

$$D_L = C_{KL} \left(\dot{k} \cdot t \right) \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 8})$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^{*(10)}}{C_{KH}^*} \quad (\text{式 9})$$

式中：

D_L —眼晶体吸收剂量，mGy/h；

C_{KL} —空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数（其值参见附录 A 中表 A.4），（Gy/Gy）；

t —人员累计受照时间，25.00h；

$\dot{k}$ —X 辐射场的空气比释动能率， $\mu Gy/h$ ；

$\dot{H}^{*(10)}$ —X 辐射场周围剂量当量率， $\mu Sv/h$ ；

C_{KH}^* —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

按照常用最大电流换算后，距靶 1m 处的剂量率为 162mGy/min，医生操作时眼晶状体距非主射束的距离取 0.7m，且考虑 0.5mmPb 铅防护眼镜屏蔽防护，手术时眼晶状体位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 1162.16 $\mu Gy/h$ 。本

项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式（AP，即垂直于人体长轴/Z 轴，从人体正面的入射）。从《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）表 A.7 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}^*=1.72\text{Sv/Gy}$ ，由（公式 9）计算出辐射场的空气比释动能率为 $675.68\mu\text{Gy/h}$ 。从表 A.4 可查出空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $C_{KL}=1.55\text{mGy/mGy}$ 。根据科室介入手术工作量，每名医生累计受照时间最长为 25.00h，则核算出手术医生手眼晶状体受照当量剂量为 26.18mSv/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，眼晶状体的年当量剂量不超过 150mSv ，也满足本项目对于放射工作人员眼晶状体当量剂量通常管理限值，即不超过 37.5mSv 的要求。

医院应严格落实辐射安全防护的各项规章制度，所有手术过程中造影室内的医护人员均应按辐射工作人员进行管理，手术室医护人员穿戴好防护用品并严格遵守操作规程。对病人病灶进行照射时，应将病人病灶以外部位用铅橡胶布进行遮盖或穿着铅服，以避免病人受到不必要的照射。

4、介入检查对医生和患者的辐射防护要求

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

介入检查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，制定和执行介入检查的质量保证计划。

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做好患者非照射部位的保护工作。

5、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，主要大气污染因子为 DSA 机房内空气中氧和氮受 X 射线电离而产生的臭氧和氮氧化物。本项目 DSA 机房产生的氮氧化物和臭氧量较少，并且臭氧在空气中易氧化，存在时间短。项目废气由排风管道引至二楼室外排放，对周围环境影响较小。

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。本项目 DSA 机房营运期产生的废水主要包括医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。

依托医院现有地埋式污水处理站：采用"调节池+A/O+沉淀+次氯酸钠消毒"处理工艺，设计日废水处理能力 500m³/d，（医院现有废水量 354.3m³/d），处理后废水达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 的预处理标准后，经市政污水管网进入平昌县第二污水处理厂进行处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准后排入巴河。不会对周围水环境产生影响。

四、固体废物影响分析

本项目 DSA 机房投运后预计将产生有少量废造影剂的输液瓶（100kg/a）、废药棉（80kg/a）、废纱布（80kg/a）、废手套（80kg/a）等医疗废物（共约 340kg/a）。本项目 DSA 机房手术过程中产生的医疗废物采用专门的收集容器集中处理后，专业人员通过员工通道将医疗废物转运到污物暂存间，再送至位于院区西侧的医疗废物暂存间，定期委托有资质单位外运处置。

五、声环境影响分析

本项目产噪设备不多，噪声源主要为设备噪声和就诊人流动噪声，其中设备噪声主要来自风机，噪声源强低于 65dB（A），由于声源位于室内，且建设单位拟在风机排风口安装管式消声器，采用减震基础、安装隔声消音箱等措施，同时通过距离的衰减，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。

六、环境影响风险分析

1、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。

2、风险识别

根据《关于发布《射线装置分类》的公告》，本项目使用的 DSA 属于 II 类射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤。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；②由于安全联锁系统失效，手术过程中，公众人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

3、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 11-10 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

项目	环境风险因子	事故等级	潜在危害
DSA	X 射线	特别重大事故	指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
		重大辐射事故	指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
		较大辐射事故	指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

		一般辐射事故	指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。
--	--	--------	---

根据的《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（表 11-11）：

表 11-11 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

急性放射病	分度	初期临床反应	受照剂量范围 参考值
骨髓型急性放射病	轻度	乏力、不适、食欲减退	1.0Gy~2.0Gy
	中度	头昏、乏力、食欲减退、恶心，1h~2h 后呕吐、白细胞数短暂上升后下降	2.0Gy~4.0Gy
	重度	1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞数明显下降	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	1h 内多次呕吐和腹泻、休克、腮腺肿大，白细胞数急剧下降	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	受照射后 1h 内出现严重恶心、呕吐；1d~3d 内出现腹泻稀便、血水便；经 3d~6d，假煎期后上述症状加重为极期开始，可伴有水样便或血水便，发热。	10.0Gy~20.0Gy
	重度	受照射后 1d 内出现频繁呕吐，难以忍受的腹痛，严重血水便脱水，全身衰竭，低体温。继之剧烈呕吐胆汁样或咖啡样物，严重者于第二周在血水便或便中混有脱落的肠黏膜组织，大便失禁，高热。	20.0Gy~50.0Gy
脑型急性放射病	/	受照射后出现站立不稳、步态蹒跚等共济失调现象，定向力和判断力障碍，肢体或眼球震颤，强直抽搐，角弓反张等征象。如受照剂量>100Gy，则受照射后意识丧失，瞳孔散大，大小便失禁，休克，昏迷，很快死亡，病程经过仅为数小时。	50Gy~100Gy
	死亡	/	100Gy

4、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射线装置在运行时，辐射工作人员位于非主射方向，未采取任何防护的情况下与射线束最近距离 0.5m 进行介入手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

②射线装置在运行时，公众未采取任何防护的情况下，误入射线装置机房，位于射线装置非主射方向，与射线束最近距离 1.5m。

（2）剂量估算

①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受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表所示：

表 11-12 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离职业人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mGy)	漏射所致剂量 (mGy)	总剂量 (mGy)	总剂量 (mSv)
0.5	1	0.475	0.380	0.855	0.855
	5	2.376	1.901	4.277	4.277
	10	4.752	3.802	8.554	8.554
	15	7.128	5.702	12.830	12.830
1	1	0.119	0.095	0.214	0.214
	5	0.594	0.475	1.069	1.069
	10	1.188	0.950	2.138	2.138
	15	1.782	1.426	3.208	3.208

注：对于 X 射线，由于它的辐射权重因数为 1，所以 1Gy 等于 1Sv

根据表 11-12 可知，随着不同位置 and 时间的推移，介入手术人员非主射方向上最大可能受照剂量为 12.830mSv/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，因此，介入手术人员位于非主射方向未穿防护服的情况下实施介入手术，未达到辐射事故等级。

②公众误入射线装置机房，未采取任何防护的情况下，受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表所示：

表 11-13 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离公众受照剂量表

误入公众与射线装置的距离 (m)	时间 (s)	散射所致剂量 (mGy)	漏射所致剂量 (mGy)	总剂量 (mGy)	总剂量 (mSv)
1.5	10	8.80E-03	7.04E-03	1.58E-02	1.58E-02
	30	2.64E-02	2.11E-02	4.75E-02	4.75E-02
	60	5.28E-02	4.22E-02	9.50E-02	9.50E-02
2	10	4.95E-03	3.96E-03	8.91E-03	8.91E-03
	30	1.49E-02	1.19E-02	2.67E-02	2.67E-02
	60	2.97E-02	2.38E-02	5.35E-02	5.35E-02

注：对于 X 射线，由于它的辐射权重因数为 1，所以 1Gy 等于 1Sv

根据表 11-13 可知，随着不同位置 and 时间的推移，公众人员误入 DSA 机房，在距离射线装置 1.5m 受照 60s，非主射方向最大可能受照射剂量为 9.50E-02mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众 1mSv/a 的剂量限值，因此，误入人员单次滞留在 DSA 机房内造成非主射方向的误射，未达到辐射事故等级。

综上所述，若本项目发生误照射，职业人员及公众受照剂量小不构成辐射事故。

本项目射线装置一旦发生辐射事故，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，杜绝误照射事故发生。

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，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到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。

(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生态环境主管部门报告。

(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（考核）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

平昌县中医医院已经成立辐射安全管理领导小组，根据文件可知，医院辐射（放射）安全与防护管理委员会由负责人担任组长。

（1）小组组成成员

组长：曾祥熙

副组长：张勇、魏碧昌

成员：沈君华、周荣、徐鸿斌、何峰、杨波、罗辉、靳元强、任财祥、韩毅、丁钊建。

领导小组下设办公室，由任财祥同志负责办公室日常工作。

（2）各级职责

组长的职责：

1.负责指导制定医院辐射安全与防护管理的各项规章制度、应急预案、操作规程以及辐射工作场所日常监测方案等，并确保这些措施得到严格落实。

2.负责指导组织开展射线装置及场所的安全检查活动，以及处理并通报相关事故，包括对放射设备的管理与监测，确保设备的选型、安装、运行安全措施得当，并定期进行监测和维护。

副组长职责：

1.负责开展辐射防护知识的培训和宣传活动，提高操作人员、职工和公众的辐射防护意识和技能。

2.组织辐射工作人员和管理人员参加辐射安全与防护教育培训，确保他们具备必要的辐射安全知识和应急处理能力。

放射安全管理办公小组职责：

1.负责制定辐射事故应急预案，组织相关演练和应急处置工作，确保能够及时有效地应对和处理可能发生的辐射事故。

2.对放射工作人员进行个人剂量监测，记录和管理个人辐射剂量信息，及时发现和处理辐射安全风险。

3.负责放射性废物的管理，严格按照相关规定执行废物管理措施，并对管理质量进行定期评估。

4.对医院的辐射防护工作进行监督和检查，确保防护措施的有效实施和存在的问题得到及时解决。

（3）需要完善的相关内容

根据医院辐射（放射）安全与防护管理委员会机构文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①补充明确发生辐射安全事故后，应按照程序及时向生态环境主管部门、当地派出所和卫生行政主管部门报告；

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组织本单位辐射（放射）诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训；

④定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效；

⑤负责组织本单位辐射（放射）人员开展一年一次的体检。

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本项目拟新增配置 14 名辐射工作人员，其中 11 名医生、2 名护士，1 名技师。

②医院对现有Ⅲ类射线装置辐射工作人员进行了辐射安全与防护相关培训，培训合格。

Ⅲ类射线装置辐射工作人员已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再次考核，辐射安全与防护培训成绩报告单和自主考核成绩记录有效期均为五年。Ⅱ类射线装置 DSA 工作人员将按照《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》和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》的要求在生态环境部培训平台考试合格后上岗。

三、辐射安全档案资料管理和规章制度

1、档案管理分类

医院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”，存放在设备科办公室。

2、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第20号）“第十六条”、《核技术利用监督检查技术程序》生态环境部（国家核安全局）（2020年发布版）及《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引》（2025年版）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表12-1：

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	辐射安全管理规定	新增 DSA 辐射安全管理规定
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	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施
4	辐射工作人员岗位职责	应明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责
5	监测仪表使用与校验管理制度	新建 DSA 管理制度
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	此次设备控制区和监督区分区管理制度
8	质量保证大纲和质量控制检测计划	将本次新增设备纳入其中
9	辐射安全防护设施维护维修制度	新建 DSA 维护维修制度
10	辐射工作人员培训制度	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。考核合格证明超过 5 年的辐射工作人员，需进行再学习和考核”的相关内容
11	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	增加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	预案中完善上报程序及联系方式及时更新

根据原四川省环境保护厅关于《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引》（2025年版）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》应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《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第20号，2021年修订），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	原环保部第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	医院已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	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	此次新增14名辐射工作人员，将安排新增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后上岗	培训考核后满足要求
3	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	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。	医院需配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式X-γ辐射监测仪、铅橡胶帽子、铅橡胶围裙等	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	医院需按照要求完善各项规章制度	完善后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	医院已制定有应急响应程序，需补充本项目辐射事故应急措施	补充后满足要求
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	医院已制定《放射诊疗质量控制制度》，需配备1名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	配置后满足要求

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：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。在进行验收检测时，着重对局部屏蔽和缝隙（如管线洞口及门窗等）进行检测补点。

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 12-3）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	监测类别及周期	监测点位
DSA	X-γ空气吸收剂量率	验收监测 1 次	铅窗，操作位，防护门及门缝、管线穿墙孔洞、机房四周、正上方等。
		委托有资质的单位进行监测，频率为 1 次/年	对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，每年 1 次； 对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1 次。
		自行开展辐射监测，建议监测周期为 1 次/月	制定定期监测制度，监测数据存档。

（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。

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佩戴个人剂量计（DSA 机房内辐射工作人员佩戴双剂量计，铅衣内外各 1 个），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，启动辐射事故应急处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

六、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引》（2025 年版）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。

七、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

（1）医院现有辐射事故应急预案内容

医院现有辐射事故应急预案内容包括：应急机构人员组成，辐射事故现场应急处理程序，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，培训演练，

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增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。

②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。

③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

结论

一、项目概况

项目名称：平昌县中医医院 DSA 新建项目

建设单位：平昌县中医医院

建设性质：新建

建设地点：平昌县同州街道新平街西段 122 号 2 号住院综合楼一楼

本次具体建设内容及规模为：医院拟在 2 号住院综合楼一楼设 1 间 DSA 机房及其他配套用房，拟新建 1 台 DSA 在 DSA 机房内使用。DSA 机房内使用的 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置，年最大曝光时间 107.36h（透视 105.00h，拍片 2.36h），主要用于介入检查、血管造影等。

二、本项目产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，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，属该指导目录中三十七、卫生健康：1、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

本项目位于平昌县中医医院 2 号住院综合楼一楼内，项目运营由本环评分析，该项目对环境基本无影响，本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川鸿源环境检测技术咨询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成都市正常天然本底涨落范围。

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。

（三）营运期环境影响分析

本项目投入运营后，本项目 DSA 机房周围本项目 DSA 机房周围公众所受年剂量最高为 $9.54 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，单名护士所受年剂量最大为 3.58mSv/a ；单名助手医生所受年剂量最大为 3.23mSv/a ；单名主刀医生所受年剂量最大为 1.49mSv/a ；技师所受年剂量

最大为 $2.76\text{E-}04\text{mSv/a}$ ，均满足《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，也均低于职业人员 5mSv/a ，公众 0.1mSv/a 的管理约束值。

本项目 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，对机房外保护目标影响更小。

六、事故风险与防范

医院制定的辐射事故应急预案和安全规章制度经补充和完善后可行，应认真贯彻落实，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

医院落实本报告表提出的环保措施后，可使本次环评中确定的所有保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

经过医院的不断完善，医院安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，考试（核）合格，持证上岗，有应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为在平昌县中医医院 2 号住院综合楼一楼放射科建设本项目，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上学习考核平台（<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、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知识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。
- 5、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。
- 6、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

二、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表 13-1：

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目		设施
DSA 机房	辐射屏蔽措施	铅防护门 3 扇（3mm 铅当量）
		铅玻璃观察窗 1 扇（3mm 铅当量）
		370mm 红色实心砖墙+10mm 硫酸钡水泥砂浆
		屋顶为 260mm 现浇混凝土楼板+3mm 铅板 地板为 260mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆

	安全装置	工作状态指示灯箱：患者进出门、医护进出门、污物门各一个，共计 3 个
		电离辐射警告标志：患者进出门、医护进出门、污物门各一个，共计 3 个
		铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 副（0.5mmPb）
		床侧防护帘/床侧防护屏 1 副（0.5mmPb）
		门灯联锁装置：患者、医护人员进出门、污物门各设置 1 个，共计 3 个。
		DSA 机房电动防护移门设置防夹装置，平开门设置闭门装置
		防盗设施一套
		紧急止动装置 1 套（操作台及床体上各 1 个）
		对讲装置 1 台
	监测仪器和个人防护用品	新增个人剂量计 14 套
		个人剂量报警仪 3 台
		便携式辐射水平监测仪 1 台
		辐射工作人员防护用品（配备 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 0.5mmPb、0.025mmPb 介入防护手套）
		患者防护用品（不小于 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（儿童、成人尺寸各一套）
	其他	/

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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十七条规定：

（1）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；

（2）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（3）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。

（4）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号）规定：

(1)建设单位可登录生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范 (<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other>)。

(2)项目竣工后,建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,编制验收监测(调查)报告。

(3)本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后,方可投入使用,未经验收或者验收不合格的,不得投入生产或者使用。

(4)除按照国家需要保密的情形外,建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式,向社会公开下列信息:①对项目配套建设的环境保护设施进行调试前,公开和项目竣工时间和调试的起止日期;②验收报告编制完成后5个工作日内,公开验收报告,公示的期限不得少于20个工作日。

(5)建设单位公开上述信息的同时,应当在建设项目环境影响评价信息平台(<http://114.251.10.205/#/pub-message>)中备案,且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息,并接受监督检查。