

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）

宜宾罗氏骨科医院有限责任公司

二〇二五年五月

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：宜宾罗氏骨科医院有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街 261 号

邮政编码：***

联系人：***

电子邮件：*****@qq.com

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	- 24 -
表 10	辐射安全与防护	- 31 -
表 11	环境影响分析	- 41 -
表 12	辐射安全管理	- 61 -
表 13	结论与建议	- 69 -

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		宜宾罗氏骨科医院有限责任公司			
法人代表		**	联系人	**	联系电话
注册地址		四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街 261 号			
项目建设地点		四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街 261 号宜宾和康白花骨科医院			
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		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
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			
	项目概述 一、建设单位情况 （一）医院发展历程及简介 宜宾罗氏骨科医院有限责任公司（曾用名：宜宾县骨科医院；统一社会信用代码：915115214520860953，后文均简称“医院”）始建于1992年，位于宜宾市白花镇，是宜宾市唯一建在乡镇的县级骨科专科医院，属于营利性医疗机构，以骨伤、骨病诊治为特色，同时开设内儿科、外科、针灸理疗科等疾病的诊治，是宜宾市被评为省重点专科单位的医院之一。医院现有医疗业务用房10000余平方米，编制床位100张，开放床位266张，现有在职职工160人，骨伤、骨病是本院的优势和特色。医院2001年被四川省中医药管理局评为				

“四川省骨髓炎重点专科（专病）单位”；1999年，医院改制为股份制医院，并更名为“宜宾和康白花骨科医院”，但仍保留“宜宾县骨科医院”作为曾用名；2022年，宜宾罗氏骨科医院有限责任公司通过控股及合作方式参与宜宾和康白花骨科医院的运营，医院营业执照以宜宾罗氏骨科医院有限责任公司为名。宜宾罗氏骨科医院有限责任公司与宜宾和康白花骨科医院是同一家医疗机构，本项目以宜宾罗氏骨科医院有限责任公司作为业主单位，负责宜宾和康白花骨科医院DSA项目的建设。

（二）任务由来

1、项目背景

医院为进一步改善医疗环境，2021年10月在毗邻宜宾和康白花骨科医院取得11亩土地，拟投资8000万元按二级甲等标准规划扩建医院，修建23820平方米的医疗综合楼，项目建设主要诊疗科目有透析中心、检验科、放射科、内镜中心、急诊科等。该项目于2024年8月正式开工建设，预计2026年底建成投入使用，以最大限度满足百姓日益增长的多层次卫生保健服务需求。

2、项目缘由

医院在建的综合楼预计2026年底建成，新建综合楼内规划有放射科（包含有DSA、CT、DR、MRI等），因大楼整体建设完工投运至少需要2年时间，在此期间医院为推动介入医学及相关学科的进一步发展，更好地满足患者就诊需求，拟将院内一层建筑会议室改建为DSA机房及配套用房（控制室、库房、医生办公室、男女更衣室、患者缓冲间、设备间等），并在DSA机房内新增使用1台数字减影血管造影装置（digital subtraction angiography，简称DSA），型号：**，属于II类射线装置，额定管电压125kV、额定管电流1000mA，主要用于血管造影、介入治疗等。

本项目新建场所仅作为医院综合楼投运前期阶段的过渡场所，待新建综合楼内的DSA机房建成后，再将该场所的DSA设备搬迁至综合楼，并对该过渡阶段场所进行拆除。本项目辐射工作场所作为临时过渡最多使用2年，根据医院现阶段医疗团队配置及人员培训学习情况，在过渡期间DSA设备仅涉及到心血管科室使用，不涉及骨科等；未来医院综合楼建设投运后，随着医院医疗团队的壮大，搬迁后的DSA会涉及到多种不同科室使用；本项目仅针对过渡期间DSA设备的使用情况进行分析评价。

（三）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

《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）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。根据四川省生态环境厅发布的《关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023年第7号），本项目应报宜宾市生态环境局审查批准。

为此，宜宾罗氏骨科医院有限责任公司委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。四川省中栎环保科技有限公司接受本项目编制工作的委托后，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，编制完成本报告表。

二、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：宜宾罗氏骨科医院有限责任公司

建设性质：新建

建设地点：四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街 261 号宜宾和康白花骨科医院

（一）建设内容及规模

医院拟将院内西侧一层独立建筑会议室改建为DSA机房及配套用房控制室、库房、医生办公室、男女更衣室、患者缓冲间、设备间等，并在DSA机房内新增使用1台DSA，型号为**，出束方向固定，由下而上，额定管电压125kV、额定管电流1000mA，属于II类射线装置，年诊疗病例约300例，年累计最大出束时间为102.5h（其中拍片2.5h，透视100h）。本项目拟新建的辐射工作场所仅作为医院综合楼投运前期阶段的过渡场所，根据医院现阶段医疗团队配置及人员培训学习情况，在过渡期间DSA设备仅涉及到心血管科室使用，主要用于血管造影和介入治疗等。

本项目会议室四周墙体利旧不拆除，顶部的彩钢棚顶拆除，在会议室内新建墙体进行房间隔断布局，顶部新建龙骨钢架作为防护材料的支撑结构，其中 DSA 机房东北侧墙体

利旧，其余三面均新建实心砖墙。改建后的 DSA 机房有效使用面积为 52m²（长 8.0m×宽 6.5m×高 3.0m），实体屏蔽为：四周墙体均为 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥砂浆；顶部为龙骨钢架+3 层 15mm 硫酸钡板；地面为 150mm 混凝土；西南侧设置 1 扇 3mm 铅当量铅玻璃观察窗（规格为：宽 1500mm×高 900mm×20mm 厚）和 1 扇 3mm 铅当量防护门（医护人员进出，电动推拉结构，规格为：宽 1200mm×高 2250mm），西北侧设置 1 扇 3mm 铅当量防护门（患者进出，电动推拉结构，规格为：宽 1800mm×高 2250mm），东北侧设置 1 扇 3mm 铅当量污物传递窗（手动平开、单向传递，规格为：宽 800mm×高 600mm）。

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	医院拟将院内一层建筑会议室改建为 DSA 机房及配套用房，并在 DSA 机房内新增使用 1 台 DSA，型号为**，出束方向固定，由下而上，额定管电压 125kV、额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置，年诊疗病例约 300 例，年累计最大出束时间为 102.5h（其中拍片 2.5h，透视 100h）。本项目新建场所仅作为医院综合楼投运前期阶段的过渡场所，根据医院现阶段医疗团队配置及人员培训学习情况，在过渡期间 DSA 设备仅涉及到心血管科室使用，主要用于血管造影和介入治疗等。 改建后的 DSA 机房有效使用面积为 52m²，实体屏蔽为：四周墙体均为 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥砂浆；顶部为龙骨钢架+3 层 15mm 硫酸钡板；地面为 150mm 混凝土；西南侧设置 1 扇 3mm 铅当量铅玻璃观察窗（规格为：宽 1500mm×高 900mm×20mm 厚）和 1 扇 3mm 铅当量防护门（医护人员进出，电动推拉结构，规格为：宽 1200mm×高 2250mm），西北侧设置 1 扇 3mm 铅当量防护门（患者进出，电动推拉结构，规格为：宽 1800mm×高 2250mm），东北侧设置 1 扇 3mm 铅当量污物传递窗（手动平开、单向传递，规格为：宽 800mm×高 600mm）。	改建施工及装修时的施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物等	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物	新建
配套工程	控制室（35m ² ）、设备间（2.6m ² ）、男更衣室（7.1m ² ）、女更衣室（4.7m ² ）、库房（14.9m ² ）、医生办公室（17.9m ² ）、患者缓冲间（9.7m ² ）、换鞋区（5.8m ² ）		生活垃圾、生活污水	
公用工程	污水处理站、市政水网、电网、配电系统、通讯系统	—		依托
办公及生活设施	办公室、卫生间等	—		依托

环保工程	废气处理: DSA 曝光过程中臭氧产生量很小, DSA 机房内采用风机机械排风, 排风口置于机房吊顶上方中部位置, 设计排风量为 1000m ³ /h, 产生的臭氧通过排风管道从 DSA 机房内引出, 风管沿机房东北侧外墙引至屋顶上方排放(风管穿墙处采用铅罩进行屏蔽补偿, 屋面排气筒位置拟设置在东北侧位置, 远离东南侧紧邻医技楼, 排气筒距离地面约 4m)。	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: 项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站, 处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)表 2 中预处理标准后, 排入市政污水管网。	—		依托
	固废处理: DSA 手术过程中产生的医疗废物分类收集打包后工作人员经污物传递窗运出机房, 再转运至医院住院楼负一层医疗废物暂存间内暂存, 最后统一交由有资质的单位收运处置; 办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶经统一收集。	—		依托

(二) 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	60L	外购	碘克沙醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	1000	市政电网	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水资源	用水量	500m ³ /a	市政水网	—

注: *造影剂主要成分为碘克沙醇, 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。

本项目使用的造影剂为碘克沙醇注射液, 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°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。规格为 100ml/瓶, 平均每台介入手术使用 2 瓶, 每年约 300 台手术, 年使用量约为 60L。由医院统一采购, 常温储存, 使用后的废包装物按医疗废物处置。

(三) 本项目主要设备配置及技术参数

本项目 DSA 机房紧邻医院医技楼西南侧独立布置, 由放射科进行日常管理。根据医院提供资料, 本项目 DSA 使用科室为心血管内科, 主要用于介入治疗、血管造影, 年最大手术台数为 300 台, 年最大出束时间为 102.5h。本项目设备参数及技术参数见表 1-4。

表 1-4 本项目单台射线装置相关参数

设备名称	型号	数量	额定管电压	额定管电流	使用场所
DSA	**	1 台	125kV	1000mA	DSA 机房
设备使用情况					
出束方向	管理科室	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	放射科	60~100kV	100~500mA	70~90kV	6~20mA
设备出束情况					
使用科室	单台手术累计最长出束时间		年手术台数 (台)	年最长出束时间	
	拍片 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
心血管内科	**	**	**	**	**
年合计				102.5	

(四) 工作人员配置情况

1、工作制度：年工作日250d，每周工作5d，每天工作8h。

2、劳动定员：本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中手术医生 4 名（主刀医生 2 名、助手医生 1 名）、护士 2 名、技师 1 名，均为医院新增 II 类射线装置辐射工作人员，项目开展后，辐射工作人员定岗定责，不存在剂量叠加。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、人员分配：本项目 DSA 手术典型由 1 名主刀医生、1 名助手医生和 1 名护士、1 名技师配合完成，根据介入手术人员分配，不同人员职责如下：护士负责术前准备、术中配合和术后清洁工作，主要辐射影响为术中进入机房传递导管、导丝、支架等介入耗材（机房内传递完耗材后会离开机房位于控制室等辅助用房区域内）；手术医生透视模式运行时位于 DSA 机房内，拍片模式运行时位于控制室内，其中助手医生在第二手术位全程参与并配合主刀医生完成介入手术；技师一直位于控制室内进行隔室操作。

(五) 依托环保设施情况

1、废水：施工期废水经沉淀后循环使用；运营期医疗废水及生活污水依托医院现有污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网处理达标后排放。

2、固体废物：本项目 DSA 手术过程中产生的医疗废物分类收集打包后工作人员经污物传递窗运出机房，再转运至医院医疗废物暂存间内暂存，最后统一交由有相应资质的单位收运处置。本项目医疗废物产生量相对较少，根据计算，本项目 300 台手术，医疗废物产生量约为 600kg/a；医疗废物暂存间位于医院住院大楼负一层，内部均有较为充足的暂

存空间，根据医院目前已签订的医疗废物处置协议可知（医院目前已与宜宾康润医疗废弃物集中处理有限公司签订了医疗废物处置协议，有效期至 2025 年 12 月 31 日），本项目依托的医院总医疗废物暂存间有剩余足够的使用面积，因此本项目医疗废物暂存依托医院原有的医废暂存间可行。生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

三、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 1 月 1 日施行）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第 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。

四、项目周边保护目标以及场址选址情况

（一）外环境合理性分析

医院拟将院内西侧 1 层独立建筑会议室改建为 DSA 机房及配套用房，以 DSA 机房四周墙体为边界，50m 评价范围内，**北侧** 0~50m 依次为院内道路、住院大楼（7m）、综合楼施工场地（30m）、院外独立 1 栋居民住宅（45m）；**东北侧** 0~50m 依次为医技楼楼梯（紧邻）、院内道路、食堂（12m）、职工宿舍（17m）；**东侧** 0~50m 依次为医技楼（紧邻）、院内道路及花坛绿化、行政楼（28m）、院外华新街道（42m）、华新街居民楼（48m）；**东南侧** 0~50m 范围内依次为库房（紧邻）、医生办公室（2.5m）、内科楼（15m）、院内道路、MRI 机房（36m）；**南侧** 0~50m 范围内依次为后院（4.0m）、厕所（5.5m）、职工宿舍（11m）、院外邓泥路（25m）、邓泥路侧居民住宅（35m）；**西南侧** 0~50m 范围内依次为控制室（紧邻）、新屋街居民住宅（最近距离约 5.5m）、院外新屋街（29m）；**西侧** 0~50m 范围内依次为设备间（紧邻）、男女更衣室（紧邻）、发电房（4m）、浆洗房（8m）、污水处理站（15m）、院外新屋街（22m）、新屋街医院独立职工宿舍（30m）、院外新屋街居民住宅（33m）；**西北侧** 紧邻患者缓冲间和医护换鞋区、院内道路、住院大楼；新建 DSA 机房为一层独立建筑，正上方为不可上人屋面，正下方为土层。DSA 机房平面布置图见附图 3，医院总平面布局及外环境图见附图 2。

（二）布局合理性分析

（1）新建的 DSA 机房独立成区，配套设置有控制室、库房、医生办公室、男女更衣

室、患者缓冲间、设备间，所在区域配套设施完善，充分考虑了手术医生和病人的需求。

(2) DSA 机房有效使用面积最少达到 52m²，对于开展手术而言空间十分宽敞；紧邻医院医技楼布置，使得患者就诊区域紧密，便于患者就诊和日常管理。

(3) 本项目人员与污物流出路线不交叉、医护和患者路径不交叉。医护和患者进出门处均设有门禁装置，患者通过患者缓冲间进入 DSA 机房内；医护人员经过换鞋区、更衣室进入控制室，经控制室进入机房，技师同医护一样换鞋更衣后进入控制室；手术结束后清洁人员将打包好的污物经污物传递窗运出机房外转运至医院医疗废物暂存间。本项目整体实现了人流和医疗废物的路线分流。

(4) 本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等公共安全设施。

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

(三) 项目选址合理性分析

本项目位于四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街261号宜宾和康白花骨科医院内部西侧会议室，用地区域位于医院红线范围内，本项目所在地为医院购买宜宾市邮政局的房屋（房屋买卖合同见附件5），用地性质初始用途为办公居住，医院购买后宜宾市自然资源和规划局翠屏区分局重新根据现状进行了规划（见附件6），将该区域用地性质划为医疗卫生用地，产权归医院所有。本项目拟建DSA机房及配套用房为医院配套建设项目，不新增用地，且新建的DSA机房为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小。本项目拟新建的DSA机房及配套用房仅作为医院综合楼投运前期阶段的过渡场所，该辐射工作场所使用期限较短（预计2年），对周围的环境影响是有限的。综合考虑医院将本项目选址于院内西侧原会议室区域，从辐射防护安全和环境保护角度分析，本项目选址是合理的。

(四) 与周边环境的兼容性分析

本项目运营期产生的生活污水经医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套和废造影剂瓶。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属于《医疗废物分类目录》中的药物性废物（医疗废物），各类废物采用专门的收集容器集中收集后在医院医疗废物暂存间暂存，定期按照医疗废物执行转移联单制度，委托有资质单位（宜宾康润医疗废弃物集中处理有

限公司）处置。

本项目产噪设备主要为通排风系统，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境质量。运行阶段产生的电离辐射经机房墙体有效屏蔽后对周围环境影响较小，与周围环境相容。

（五）实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。DSA 核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，是其它项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在开展诊疗过程中，对射线装置使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术应用的实践具有正当性。

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

（1）目前，医院已取得宜宾市生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证【14533】），许可的种类和范围：使用Ⅲ类射线装置。发证日期：2025年02月25日，有效期至2026年09月06日。

（2）医院现有核技术利用项目环保措施和设施均运行正常；经现场踏勘，未发现环境遗留问题。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	活动种类	工作场所	备注
1	**	**	Ⅲ	使用	行政楼 1 楼	已有
2	**	**	Ⅲ	使用	医技楼 1 楼	已有
3	**	**	Ⅲ	使用	住院楼 5 楼手术 1 室	已有
4	**	**	Ⅲ	使用	住院楼 5 楼手术 2 室	已有

（二）原有核技术利用情况

根据医院《2024 年度安全和防护状况年度评估报告》可知，全院在用Ⅲ类射线装置均已完成了建设项目环境影响登记备案，目前均已上证，医院无未经辐射安全许可就投运的辐射设备或辐射场所，实际使用医用射线装置与辐射安全许可证一致；医院辐射安全和

防护设施运行良好，定期开展了维护工作，定期检查防护情况，发现的隐患及时处理；医院自从事放射诊疗工作以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

医院应定期检查《辐射安全许可证》及全国核技术利用辐射安全申报系统中台账，确保在用种类、台账数量与实际使用的射线装置一致。医院应按照相关要求，当有射线装置报废时，应对待报废射线装置去功能化，及时在全国核技术利用辐射安全申报系统中更新。

（三）原有辐射工作场所监测情况

医院委托了四川蓝瑞鑫卫生检测技术服务有限公司于对全院射线装置使用场所开展了2024年度辐射环境现状监测，根据2024年度监测报告【报告编号：SCLRX2024(放)1501】数据结论可知：医院现有III类射线装置辐射工作场所屏蔽体外30cm处监测数值均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准6.3.1中规定的不同类型机房外周围剂量当量率的限值要求。

（四）个人剂量检测情况

医院现有辐射工作人员共26名，医院对于所有入职、在职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并建档管理；医院为每名辐射工作人员配备有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；目前在岗的辐射工作人员个人剂量检测结果均合格。

医院委托四川蓝瑞鑫卫生检测技术服务有限公司对全院辐射工作人员个人剂量进行监测，提供了2024年度的个人剂量检测报告【报告编号：SCLRX(放)J202401671】，根据2024年度个人剂量检测报告可知，该年度辐射工作人员单季度个人剂量最大值为0.722mSv，年剂量值最大为0.827mSv，均未超过单季度个人剂量1.25mSv和年剂量5mSv的剂量约束值。

（五）辐射工作人员培训情况

医院现有辐射工作人员26名，均为III类射线装置使用活动的辐射工作人员，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），III类射线装置使用活动的辐射工作人员均由医院自行组织参加了培训考核，成绩均为合格，持证上岗；拟从事II类射线装置使用活动的辐射工作人员，均为本项目新增，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。

（六）年度评估报告

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告”。医院已编制《2024年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》并上交发证机关（已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统 <http://rr.mee.gov.cn> 在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作）。

（七）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)	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	额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1 台	**	**	**	诊断治疗	DSA 机房内	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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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；
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) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (8) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）；

	(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) ； (10) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》 (WS/T830-2024)。
其他	(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) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料； (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)) ； (4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲 (2016) 》 (川环函 [2016]1400 号； (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) 《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； (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； (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； (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。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《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）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：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”。本次评价范围选取 DSA 机房实体屏蔽墙体外周边 50m 以内范围。

保护目标

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

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	相对方位	距辐射源最近距离(m)		人流量(人次/天)	照射类型
			水平距离	垂直距离		
DSA 机房内	主刀手术医生	\	**	**	**	职业照射
	助手手术医生	\	**	**	**	职业照射
	护士（传递介入耗材）	\	**	**	**	职业照射
本项目周围	控制室内技师等职业人员	西南侧	**	**	**	职业照射
	院外新屋街居民住宅		**	**	**	公众照射
	设备间、男女更衣室	西侧	**	**	**	公众照射
	发电房、浆洗房		**	**	**	公众照射
	污水处理站		**	**	**	公众照射
	新屋街医院独立职工宿舍		**	**	**	公众照射
	院外新屋街居民住宅	北侧	**	**	**	公众照射
	院外新屋街		**	**	**	公众照射
	住院大楼		**	**	**	公众照射
	综合楼施工场地		**	**	**	公众照射
	居民住宅（独立 1 栋）	东北侧	**	**	**	公众照射
	食堂		**	**	**	公众照射
	职工宿舍	东侧	**	**	**	公众照射
	医技楼（包含楼外楼梯）		**	**	**	公众照射
	行政楼		**	**	**	公众照射
	院外华新街道及华新街居民楼	东南侧	**	**	**	公众照射
	库房		**	**	**	公众照射
	医生办公室		**	**	**	公众照射
	内科楼		**	**	**	公众照射

	MRI 机房		**	**	**	公众照射
	后院及厕所		**	**	**	公众照射
	职工宿舍	南侧	**	**	**	公众照射
	院外邓泥路		**	**	**	公众照射
	邓泥路侧居民住宅		**	**	**	公众照射
	患者缓冲间和医护换鞋区	西北侧	**	**	**	公众照射

注：由于地势原因，本项目拟建地址西侧为斜坡地势，DSA 机房地基与西侧、西南侧约有-2~3m 的水平高差。

评价标准

一、环境质量标准

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

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。
- (2) 废水：生活污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准。
- (3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。
- (4) 固废：医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）。

三、辐射环境评价标准

（一）个人剂量约束值

(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。医院按照上述标准中规定的职业照射年有效剂量的 1/4 执行，即辐射工作人员个人年有效剂量约束值为 5mSv/a。

(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。医院按照上述标准中规定的公众照

射年有效剂量的 1/10 执行，即公众个人年有效剂量约束值为 0.1mSv/a。

（二）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 DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处，周围控制目标辐射剂量率应不大于 2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

医院位于四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街 261 号，周边主要为住宅区、街边商铺，北侧为医院新扩建的场所（综合楼施工场地），西侧紧邻新屋街居民住宅，南侧紧邻邓泥路，东侧紧邻华新街。

本项目 DSA 机房及配套用房位于院内西侧紧邻医技楼布置，为独立一层建筑，正上方为不可上人屋面，正下方为土层，以 DSA 机房四周墙体为边界，50m 评价范围内，**北侧**依次为院内道路、住院大楼、综合楼施工场地、院外独立 1 栋居民住宅；**南侧**依次为医院后院、厕所、职工宿舍、院外邓泥路及邓泥路侧居民住宅；**西侧或西南侧**依次为院外新屋街居民住宅、发电房、浆洗房、污水处理站、院外新屋街、新屋街医院独立职工宿舍；**东侧或东北侧**依次为医技楼（包含步梯）、院内道路及花坛绿化、食堂、职工宿舍、行政楼、院外华新街道及华新街居民楼。

本项目现状见图8-1。

图8-1 DSA机房拟改建区域现状

二、本项目主要环境影响

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

三、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

为掌握项目所在地的辐射环境现状，本次评价过程中，委托四川省永坤环境监测有限公司于 2025 年 4 月 23 日对“新增数字减影血管造影装置（DSA）项目”辐射场所及周边进行了 X-γ辐射环境剂量率的布点监测，具体可见附件 9。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

项目	检测方法	备注
X-γ 辐射 剂量率	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）	/
	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测项目及使用设备一览表				
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： YKJC/YQ-40	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：202412102810 检定/校准有效期： 2024.12.13~2025.12.12 校准因子：0.96（校准源： ^{137}Cs ）	天气：晴 温度： 17.4℃~25.8℃ 湿度 49.7%~55.3%

四、质量保证

四川省永坤环境监测有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经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。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（一）资质认证

从事监测的单位四川省永坤环境监测有限公司通过了四川省市场监督管理局的计量认证（计量认证号：242312051074），有效期至 2030 年 03 月 12 日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

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

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

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 曝光时高压射线管

发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- γ 辐射剂量率。根据现场实际情况结合医院提供的设计图纸，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括 DSA 机房拟改建场所及四周评价范围内的环境敏感点。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：

**

图8-2 本项目监测布点示意图

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 环境 X- γ 辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	DSA 机房改建位置（原会议室）	**	**	室内
2	东侧医技楼	**	**	室外
3	南侧医院职工宿舍	**	**	
4	北侧住院大楼	**	**	
5	东北侧职工宿舍	**	**	
6	东侧行政楼	**	**	
7	东南侧内科楼	**	**	
8	西侧院外居民住宅（新屋街 12 号）	**	**	
9	西侧新屋街医院独立职工宿舍	**	**	
10	南侧邓泥路中国移动营业厅	**	**	
11	西侧洗浆房	**	**	

注：①以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值；

由监测报告得知，项目场所周围 X- γ 辐射剂量率背景值为 98nGy/h~116nGy/h，该值与四川省生态环境厅《2023 年四川省生态环境状态公报》中宜宾市区域环境 γ 辐射剂量率自动监测结果（70~100nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项分析

医院拟将院内西侧一层独立建筑会议室改建为 DSA 机房及配套用房，拟建 DSA 机房及配套用房未开工建设，DSA 设备未购买安装，故在之后建设施工过程中会产生一定的扬尘、噪声、固体废物以及施工人员产生的生活垃圾和生活废水。

施工期工艺流程及产污环节见图9-1。

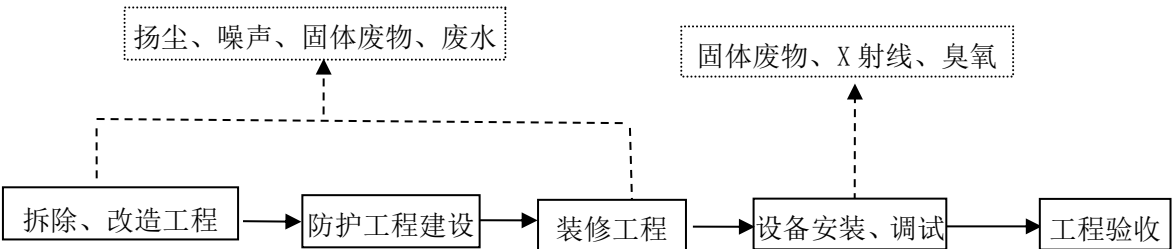


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

1、施工期主要污染源处理措施

(1) 废气

施工过程中产生的扬尘，主要是在原有建筑拆除、新建墙体和房屋施工装修过程中产生的扬尘，属于无组织排放，项目施工为围墙内小范围施工，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。

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。本项目施工量较小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

(2) 噪声

施工期噪声包括墙体拆除施工、新建墙体及装修产生的噪声，针对噪声影响，本项目拟尽量采取使用低噪音设备、避免夜间施工、在声源附近设置掩蔽物、注意对施工设备的保养以及使施工设备保持良好运行状态等措施，来尽量降低本项目噪声对周围的影响。

(3) 废水

本项目建设施工废水经沉淀后循环使用；生活污水经医院已建的污水处理站处

理，施工人员生活污水经预处理后，再通过市政管网进入南充市污水处理厂进一步处理后达标排放。

(4) 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。

2、辐射防护施工要求

①电缆：穿过DSA机房墙体的电缆需采用地埋式穿墙，以避免电缆沟布设方式影响到手术室墙体的屏蔽效果，建议在电缆、风管穿墙出入口处采用与机房设计相同铅当量的铅橡胶进行补偿防护。

②铅窗：观察窗需采用高性能防辐射铅玻璃+相应铅当量窗框，窗框四周需安装防护铅板并作相应的外装饰面。安装防护窗前，应先核对窗洞口尺寸，窗框距洞口间隙需在5mm左右，窗框安装完毕，需对其进行掩口处理。

③硫酸钡板搭接施工要求：在使用硫酸钡板防护时，将硫酸钡板裁好合适的尺寸放置在龙骨钢架上方，在每块硫酸钡板搭接缝隙处，需压边重叠覆盖2cm左右，防止射线在缝隙处外漏。

④为防止辐射泄漏，密封地面缝隙机房大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。

⑤硫酸钡水泥砂浆产品质量要求：后续施工时需严格按工艺配比拌料，选用优质合格的硫酸钡产品，随配随用，且硫酸钡水泥砂浆重量配合比严格按照环评阶段拟定的进行配置。

3、安装调试期环境影响

本项目射线装置在安装调试阶段会产生 X 射线，造成一定辐射影响。在设备安装调试完后，现场会有少量的废包装材料产生。

本项目拟购射线装置的运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行，安装和调试均在辐射防护设施建设完成后进行。

在设备安装调试阶段，医院应配合设备厂家加强安装调试现场的辐射安全管理，

在此过程中保证各类辐射安全防护设施正常运行。在设备调试期间关闭防护门，在防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对周边的辐射影响是可接受的。设备安装完成后，医院方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

本项目拟在 DSA 机房内安装使用 1 台单管头 DSA，其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

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，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

**

图 9-2 X 射线装置基本原理示意图

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）病人候诊、准备、检查：由主管医师写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

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

实的支架。

(3) 设置参数, 病人进入 DSA 机房、摆位: 根据不同手术及检查方案, 设置 DSA 系统的相关技术参数, 以及其他监护仪器的设定; 护士核对患者信息、过敏史及术前用药情况, 引导病人进入 DSA 机房协助摆位, 并协助医生穿戴无菌手术衣、手套, 并管理无菌操作区域。

(4) 根据不同的治疗方案, 医生及护士、技师密切配合, 完成介入手术或检查。DSA 在进行曝光时分为拍片和透视两种情况:

①DSA 拍片检查

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

②DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光, 对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上, 介入手术医生位于手术床一旁, 距 DSA 的 X 线管 0.5~0.8m 处, 在非主射束方向, 配备个人防护用品 (如铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等), 同时手术床旁设有铅悬挂防护屏和床侧防护帘。介入治疗中, 手术医生佩戴防护用品, 根据操作需求, 踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视 (DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线), 通过悬挂显示屏上显示的连续画面, 完成介入操作。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机, 医生、病人离开 DSA 机房。

(5) 治疗完毕关机: 手术医生应及时书写手术记录; 技师应及时处理图像、刻录光盘或照片, 急症病人应尽快将胶片交给病人; 护士应对手术室内物品进行清点与处理、及时清理房间, 将物品归原处, 做好房间消毒并负责患者的交接和护送。对单纯接受介入造影检查的病人, 手术医生应在 24 小时内将诊断报告写出并由病人家属取回交病房病历保管。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-3:

**

图 9-3 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

3、产污环节

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

4、工作负荷

本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中手术医生 4 名（主刀医生 2 名、助手医生 1 名）、护士 2 名、技师 1 名；年诊疗病例约 300 例，年累计最大出束时间为 102.5h（其中拍片 2.5h，透视 100h）。

DSA 介入手术典型由 1 名主刀医生、1 名助手医生和 1 名护士、1 名技师配合完成，根据介入手术人员配置，不同人员职责如下：护士负责术前准备、术中配合和术后清洁工作，主要辐射影响为术中在机房内配合主刀医生传递导管、导丝、支架等介入耗材，距离射线源约 1m，护士传递完耗材后会离开机房位于控制室等辅助用房区域内，术中不会一直居留在机房内，因此术中透视状态下护士位于机房内受照时间保守取年透视总时间的 1/4，其余时间均位于控制室等辅助用房区域内。手术医生在介入手术透视模式运行时一直位于 DSA 机房内近台操作，其中主刀医生位于第一手术位、助手医生位于第二手术位全程参与并配合主刀医生完成介入手术，手术医生距离射线源约 0.5~0.8m，在介入手术位床侧配备有 2 副防护帘，满足主刀和助手医生操作时辐射防护。介入手术透视或拍片模式下，技师一直位于控制室内隔铅玻璃观察窗进行操作。

根据实际情况医护人员工作时间很难人均分配，本次预测取辐射工作人员工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍保守考虑。本项目职业人员受照时间见下表 9-1。

表9-1 本项目每名职业人员年剂量核算表

**

5、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员经换鞋区换鞋后分别进入男/女更衣室，更换衣服

后到控制室内，在控制室内佩戴铅防护用品，穿戴完成后经控制室进入 DSA 机房内；技师经过更衣室换衣后进入控制室，进行机器的预热；手术结束后，医生、技师原路返回离开。

患者路径：患者经患者缓冲间经患者进出门进入 DSA 机房内。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经分类收集打包后经污物传递窗运出机房，再转运至医院医疗废物暂存间内暂存，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 9-4。

**

图 9-4 本项目人流、物流路径示意图

6、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。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：

表 9-2 本项目 DSA 相关参数表

工作场所	DSA 机房
设备名称	**
型号	**
生产厂家	**
过滤片	**
额定管电压	**
额定管电流	**
射线管数量	**
射线装置分类	**
运行参数	**

（2）废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，DSA 机房采用风机机械排风，排风口均置于手术室吊顶上方中部位置，设计排风量为 1000m³/h，通风换气次数约为 5 次/h，能够保证良好通风，产生的臭氧通过排风管道从 DSA 机房内引出，为防止 X 射线泄露，排风管道口拟设置 3mmPb 铅板进行防护，最终风管沿机房东北侧外墙引至屋顶上方排放（风管穿墙处采用铅罩进行屏蔽补偿，屋面排气筒位置拟设置在东北侧位置，远离东南侧紧邻 2 层建筑医技楼，排气筒距离地面约 4m），经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

（3）固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 手术室预计手术量为 300 台，则每年固体废物产生量约为 600kg。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住院楼负一层医疗废物暂存间内暂存，最终统一交由有相应资质的单位收运处置（医院目前已与宜宾康润医疗废弃物集中处理有限公司签订了医疗废物处置协议）。

③本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中 3 名医生，2 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。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

（4）废水

本项目废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水，依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，排入市政污水管网。本项目运营期间产生的医疗废水较少，医院污水处理站现有处理能力能够满足现有生活污水产生量和排放量的排放需求。

（5）噪声

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

（6）造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘克沙醇）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；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，不存在泄露风险。

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

医院拟将院内西侧 1 层独立建筑会议室改建为 DSA 机房及配套用房，以 DSA 机房四周墙体为边界，50m 评价范围内，**北侧** 0~50m 依次为院内道路、住院大楼（7m）、综合楼施工场地（30m）、院外独立 1 栋居民住宅（45m）；**东北侧** 0~50m 依次为医技楼楼梯（紧邻）、院内道路、食堂（12m）、职工宿舍（17m）；**东侧** 0~50m 依次为医技楼（紧邻）、院内道路及花坛绿化、行政楼（28m）、院外华新街道（42m）、华新街居民楼（48m）；**东南侧** 0~50m 范围内依次为库房（紧邻）、医生办公室（2.5m）、内科楼（15m）、院内道路、MRI 机房（36m）；**南侧** 0~50m 范围内依次为后院（4.0m）、厕所（5.5m）、职工宿舍（11m）、院外邓泥路（25m）、邓泥路侧居民住宅（35m）；**西南侧** 0~50m 范围内依次为控制室（紧邻）、新屋街居民住宅（最近距离约 5.5m）、院外新屋街（29m）；**西侧** 0~50m 范围内依次为设备间（紧邻）、男女更衣室（紧邻）、发电房（4m）、浆洗房（8m）、污水处理站（15m）、院外新屋街（22m）、新屋街医院独立职工宿舍（30m）、院外新屋街居民住宅（33m）；**西北侧** 紧邻患者缓冲间和医护换鞋区、院内道路、住院大楼；新建 DSA 机房为一层独立建筑，正上方为不可上人屋面，正下方为土层。

合理性分析：本项目 DSA 机房及其配套用房的布局设置充分考虑了医生和病人需求，病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不影响；新建 DSA 机房紧邻医院医技楼布置，使得患者就诊区域紧密，便于患者就诊和日常管理；DSA 机房及配套用房为独立区域，周围临近院内道路，一旦发生事故，周围公众便能很快得到疏散；本项目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，所以总平面布置是合理的。

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 DSA 机房实体范围内划为控制区；将配套用房医生办公室、库房、控制室、设备间、男女更衣室、换鞋区、患者缓冲间划为监督区，项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图上进行了标识。

**

图 10-1 DSA 机房两区划分示意图

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
DSA 机房	DSA 机房实体范围内	医生办公室、库房、控制室、设备间、男女更衣室、换鞋区、患者缓冲间

(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；

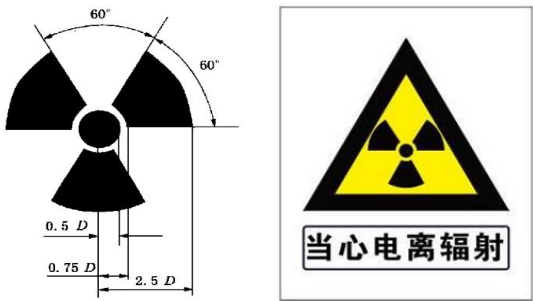


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

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定期检查该区域的条件，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

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

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施：

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

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铜过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时，可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铜过滤板。

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)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、工作场所屏蔽防护措施

本项目 DSA 机房屏蔽设计见表 10-2。

表 10-2 DSA 机房屏蔽防护设计一览表

场所	实体结构	屏蔽防护设计方案	对标“GBZ130-
----	------	----------	------------

			2020”屏蔽防护要求
DSA 机房	四周墙体	**	满足
	屏蔽门	**	满足
	观察窗	**	满足
	污物传递窗	**	满足
	屋顶	**	满足

注：①由于本项目DSA手术室正下方无建筑，所以地面的防护不予考虑。

②本项目 DSA 机房使用的粘土实心砖的密度是 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅密度为 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ 。

③根据表11-2、表11-3可知，DSA机房屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130- 2020）中C形臂X射线设备机房主束方向、非有用线束方向屏蔽体的铅当量均应不小于 2.0mmPb 的要求。

3、电缆布设及风管穿墙补偿措施

本项目 DSA 机房内的各种电缆管线布设均由设备厂家提供设计图纸，根据建设单位提供的设备厂家设计资料，本项目 DSA 机房内的电缆拟采用地沟形式在地坪以下布设，电源电缆与控制电缆采用屏蔽隔板分开铺设，治疗床下方的电缆沟拟采用：宽 $200\text{mm}\times$ 深 100mm ，地沟盖板均采用 3mm 以上的不锈钢板覆盖。电缆穿墙均采用“U”型路径设计，下沉后穿越墙体分别到达控制室和设备间，与控制系统连接。通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加了射线的散射和衰减次数，从而保证墙体的屏蔽效果。本项目 DSA 机房在东北侧墙体处设置有排风管穿墙，拟在风管与墙体交接位置处设置 3mm 铅板进行防护补偿。本项目 DSA 机房电缆沟剖面及风管穿墙防护补偿示意图见图 10-3。

**

图 10-3 DSA 机房电缆沟剖面及风管穿墙防护补偿示意图

4、辐射安全装置

（1）警示标识：DSA 机房患者进出门、医护人员进出防护门、污物传递窗外均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 DSA 机房患者缓冲区应设置放射防护注意事项告知栏。

（2）观察及对讲装置：DSA 机房与控制室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；DSA 机房与控制室之间设置对讲装置，便于医护人员与患者交流。

（3）防夹人安全装置：本项目 DSA 机房患者及医护人员进出防护门均设计为电

动推拉式门，设置有电气、机械、红外线三种保护装置，以确保使用安全可靠，红外线保护装置可防止电动门在运行过程中发生挤伤人员；采用遥控器遥控操作开、关门或脚踏式控制开关，停电后可手动开、关门。

（4）联锁装置（门灯联锁）：本项目 DSA 机房患者、医护进出防护门均应设置有门灯联锁系统，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，指示灯亮红色，警示无关人员远离该区域。

（5）有中文标识的紧急停机按钮：本项目拟在治疗床侧和操作台上方各设置1个紧急停机按钮（带中文标识）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任何一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

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

（7）污物传递窗双门互锁机制：DSA机房内污物传递窗仅能从机房内部向外部污染区单向传递，设计有互锁机制，两侧门无法同时开启，即一侧门未完全关闭时，另一侧门无法打开，避免手术过程中机房外部人员误开启传递窗。

（8）污物窗联锁装置（与X射线联锁）：DSA机房内污物传递窗拟设置机械联锁系统，当污物窗开启时，自动切断X射线发射，防止手术操作中意外辐射暴漏。

**

图 10-4 DSA 机房辐射安全与防护措施安装示意图

5、人员的安全与防护

（1）介入过程屏蔽防护措施

①介入手术过程手术医生进入机房进行透视时，应佩戴好个人防护用具包括：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等；医院拟为本项目DSA机房配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等2套，其介入防护手套不小于0.025mmPb，其余防护铅当量不低于0.5mmPb。

②手术医生在进行透视时，应使用床侧防护帘/床侧防护屏及铅悬挂防护屏/铅防护吊帘进行局部遮挡。本项目 DSA 由厂家配置床体旁的铅防护屏风，具有 0.5mmPb。

③对病人进行透视时或拍片过程，应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。本项目每间 DSA 机房拟为病人配置铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶

颈套 2 套，其防护铅当量不低于 0.5mmPb。

(2) 源项控制

射线装置装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

(3) 对医生及患者的污染防治措施

在介入诊疗中，手术医生必须认真做好自身的防护工作。具体要求如下：

- ①进一步提高安全文化素养，全面掌握辐射防护法规与技术知识；
- ②结合诊疗项目实际，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；
- ③介入手术中，佩带好个人防护用具；
- ④必须开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测；
- ⑤发现问题及时整改。

同时，医院在实施介入治疗时还须采取以下防护措施：

①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；

②距离防护：技师采取隔室操作方式，控制室与 DSA 机房之间以墙体隔开，通过铅玻璃观察窗观察病人情况，通过对讲机与手术医生交流。DSA 机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在 DSA 机房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；

③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

此外，在介入诊疗中必须做好患者的防护工作：

①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；

②将 X 线球管尽量远离患者，而将影像增强器尽量靠近患者；

③作好患者非病灶部位的保护工作；

④定期维护介入设备；制定和执行介入诊疗中的质量保证计划。

根据《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)“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号)中的相关规定,医院必须制订《射线装置操作规程》,并严格按照该规程操作。在该规程中明确规定:医生必须佩戴个人剂量计、铅防护用品,在介入诊疗中必须认真做好自身的防护工作,同时介入诊疗中必须做好患者的防护工作。

(4) DSA 机房周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗屏蔽射线。同时,辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理,在 DSA 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。

6、监测仪器和防护用品

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020),本项目 DSA 涉及医用射线装置的个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析见下表 10-3:

表 10-3 项目涉及个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析表

放射检查类型	分项		《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 要求	本项目已采取措施	符合性分析
介入放射学操作	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、介入防护手套	医院拟配备铅橡胶围裙 3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副均为 0.5mmPb; 介入防护手套 3 双, 为 0.025mmPb	符合
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏	设备采购时自带辅助防护设施, 含铅悬挂防护屏 1 副和床侧防护帘 2 副, 铅当量均为 0.5mmPb	符合
	患者和受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套	医院拟配备铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套均为 0.5mmPb	符合

三、工作场所辐射安全防护设施符合性分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函[2016]1400 号)对II医用射线装置的要求,本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析,具体情况见表 10-4。

表 10-4 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 要求	拟设置情况	备注
----	-------------------------------	-------	----

屏蔽防护措施	有用线束方向铅当量不小于 2mm铅当量	**	满足
	非有用线束方向铅当量不小于 2mm 铅当量	**	
		**	
		**	
		**	
机房面积	单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，单边长度不小于 3.5m	**	满足
X 射线设备工作场所防护	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。	**	满足
	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	**	满足
	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	**	满足
	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	**	满足
	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	**	满足
	电动推拉门宜设置防夹装置	**	满足
	受检者不应在机房内候诊；非特殊情况检查过程中陪检者不应滞留在机房内	**	满足

四、投资估算

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

表 10-5 环保设施及投资一览表

项目		环保设施	数量	投资 (万元)
场所 实体 屏蔽		拆除改建及机房防护施工（含防护材料采购）	\	30
		铅防护门屏蔽（均为3mm铅当量）	**	**
		污物传递窗（3mm铅当量）	**	**
		观察窗屏蔽（3mm铅当量）	**	**
安全 装置		电离辐射警告标志	**	**
		防夹装置（电动推拉门）	**	**

		中文标识的紧急停机按钮（操作台和手术床侧）	**	**
		污物窗联锁装置（与X射线联锁）	**	**
		污物传递窗双门互锁机制	**	**
		门灯联锁装置及工作状态指示灯箱	**	**
		对讲系统	**	**
		铅悬挂防护屏（0.5mmPb）	**	**
		床侧防护帘（0.5mmPb）	**	
	监测仪器及个人防护用品	个人剂量计	**	**
		个人剂量报警仪	**	**
		便携式辐射监测仪	**	**
		医护人员防护：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	**	**
		患者防护：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	**	**
	其他	通风设施：新风系统、排风系统	**	**
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

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水，依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，排入市政污水管网。

2、废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，DSA 机房采用风机机械排风，排风口均置于手术室吊顶上方中部位置，设计排风量为 1000m³/h，通风换气次数约为 5 次/h，能够保证良好通风，产生的臭氧通过排风管道从 DSA 机房内引出，为防止 X 射线泄露，排风管道口拟设置 3mmPb 铅板进行防护，最终风管沿机房东侧外墙引至屋顶上方排放（风管穿墙处采用铅罩进行屏蔽补偿，屋面排气筒位置拟设置在东北侧位置，远离东南侧紧邻 2 层建筑医技楼，排气筒距离地面约 4m），经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

3、固体废物

本项目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，经打包后与医院其他医疗废物一起在住院楼负一层医疗废物暂存间内暂存，最终统一交由有相应资质的单位收运处置（医院目前已与宜宾康润医疗废弃物集中处理有限公司签订了医疗废物处置协议）。

②本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中 3 名医生，2 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。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 DSA 机房及配套用房在改造施工、装修装饰过程中将会产生一定扬尘、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，医院拟采取以下措施：

1、施工期的大气污染防治对策措施

①项目施工为室内小范围施工，主要通过施工场地适时洒水，最大程度地减少粉尘污染；及时清运施工废弃物，暂时不能清运的应采取覆盖等措施，工程完毕后及时清理施工场地。

②严格落实大气污染防治措施。施工期，通过加强施工管理，减少施工扬尘对周围环境的影响；装修阶段采用绿色环保装修材料，防止装修废气影响。

2、施工期的噪声污染防治对策措施

①选用低噪声的机械设备和工法，按规范操作机械设备，尽量减少碰撞噪声，在施工现场装卸建筑材料的，应当采取减轻噪声的作业方式，对工人进行环保方面的教育。尽量少用哨子、钟、笛等指挥作业。在装卸进程中，禁止野蛮作业。

②施工场界搭建彩钢板围墙，降低施工噪声影响。

③严格落实噪声污染防治措施。施工期，通过合理布局，合理安排施工时间，避免午间和夜间施工，文明施工及选用低噪声设备等措施，减轻施工噪声对周围环境的影响。

3、施工期地表水污染防治措施

严格落实水污染防治措施。施工废水经沉淀后循环使用；生活污水依托医院已建的污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中预处理标准后排入市政污水管网。

4、施工期固体废物处置及管理

严格落实固体废物防治措施。建筑固废、弃渣分类利用，不可回收部分由施工单位集中收集到指定地点进行处理；生活垃圾由环卫部门统一收集处理。施工期间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、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目射线装置在安装调试阶段会产生X射线，造成一定辐射影响。在设备安装调试完后，现场会有少量的废包装材料产生。

本项目拟购射线装置的运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行，安装和调试均在辐射防护设施建设完成后进行。

在设备安装调试阶段，医院应配合设备厂家加强安装调试现场的辐射安全管理，在此过程中保证各类辐射安全防护设施正常运行。在设备调试期间关闭防护门，在防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对周边的辐射影响是可接受的。设备安装完成后，医院方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。

运行阶段对环境的影响

一、屏蔽体厚度合理性分析

1、DSA 机房屏蔽防护与标准要符合性分析

(1) 评价标准

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表 3 规定，主束方向、非有用线束方向屏蔽体的铅当量均应不小于 2.0mmPb。

(2) DSA 机房屏蔽体铅当量厚度核算

本项目**型号 DSA 额定管电压为 125kV，额定管电流为 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 拟合值按公式 11-1 计算辐射透射因子 B：

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

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：

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln\left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}}\right) \dots\dots\dots \text{(式11-2)}$$

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，在墙体防护实心砖墙折合铅当量估算时均采用设备额定管电压**125kV**进行考虑；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拟合参数的数据，故本项目砖拟合参数均保守取125kV有用线束砖对应的衰减拟合参数进行计算。

表 11-1 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
砖	0.02870	0.06700	1.346
管电压 125kV（散射）			
材料	α	β	γ
铅	2.233	7.888	0.7295

根据公式 11-1、公式 11-2 及表 11-1 中不同屏蔽物质的辐射衰减拟合参数，本项目 DSA 机房实体屏蔽折算结果见表 11-2。

表 11-2 DSA 机房实体防护设施折合铅当量折合对照表

位置	实体结构	折合计算	折合铅当量
四周墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥砂浆	**	4.11mmPb

防护门	3mm 铅当量铅门	**	3mmPb
污物传递窗	3mm 铅当量铅窗	**	3mmPb
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	**	3mmPb
屋顶	龙骨钢架+3 层 15mm 硫酸钡板	**	3.204mmPb

注: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)砖厚度对应铅当量的拟合函数,经拟合计算 240mm 实心砖约折合为 2.28mm 铅当量。

②本项目 DSA 机房四周墙体拟使用密度为 3.2g/cm³ 的硫酸钡水泥砂浆。根据《辐射防护手册(第三分册)辐射安全》,查表 3.3,不同屏蔽材料的近似铅当量厚度(无 125kV 的数据,采用 150kV 的数据),密度为 3.2g/cm³ 的钡水泥,在 150kV 下,15mm 厚钡水泥折合 1mm 铅当量,33mm 厚钡水泥折合 2mm 铅当量,根据插值法计算得到 30mm 厚钡水泥约折合 1.83mm 铅当量。

③DSA 机房顶部拟使用硫酸钡板防护,产品规格(铅含量检测情况)参照施工防护单位提供的硫酸钡板产品检测报告(详见附件 7,在设备 120kV 下 15mm 厚的硫酸钡板检测结果为 1.068mmPb),本项目 DSA 额定工况为 125kV、常用工况最大为 100kV,而参照的硫酸钡板检测报告检测工况为 120kV,大于常用最大工况,因此本项目拟使用的 3 层 15mm 厚硫酸钡板保守约折合 3.204mmPb(1.068×3)。

2、DSA 机房屏蔽防护设计合理性分析

本项目 DSA 机房设计屏蔽情况与《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中 C 形臂 X 射线设备机房屏蔽防护要求对比见表 11-3。

表 11-3 DSA 机房实体防护设施对照表

DSA 机房	DSA 机房规格	四周墙体	防护门	污物传递窗	观察窗	屋顶
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
DSA 机房	52m ² (最小单边长度 6.5m)	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥砂浆(约合 4.11mmPb)	3mm 铅当量铅门	3mm 铅当量铅门	3mm 铅当量铅玻璃	龙骨钢架+3 层 15mm 硫酸钡板(约合 3.204mmPb)
放射诊断放射防护要求	单管头 DSA 机房最小有效使用面积 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	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	满足要求

由表 11-3 对比可知,本项目 DSA 机房屏蔽设计满足《放射诊断放射防护要求》

(GBZ130-2020)的要求, DSA 机房屏蔽设计合理。

二、辐射环境影响分析

1、操作模式

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

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, 医生通过控制室铅窗观察 DSA 机房内病人情况, 并通过对讲系统与机房内手术医生交流。在拍片过程中, 医生位于控制室内, 经 DSA 机房各屏蔽体屏蔽后, 对 DSA 机房外公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况, 医生需进入 DSA 机房, 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 DSA 机房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。

2、运行时间

根据医院规划, 本项目 DSA 设备年工作量约 300 台, 主要用于心血管内科使用, 年累计最大出束时间为 102.5h (其中拍 2.5h, 透视 100h), 本项目职业人员对应受照时间参照表 9-1。

3、运行工况及源强分析

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。根据医院提供的资料, 本项目**型 DSA 过滤材质为 2.5mm 铝滤片加 0~0.5mm 铜滤片复合材料, 本项目预测时保守取 0.5mm 铜, 查《辐射防护手册 (第一分册) 辐射源与屏蔽》图 4.4c, 对于管电压为 90kV, 在 0.5mmCu 作为过滤板的条件下, 当管电压为 90kV 时 (透视最大工况), 查得 $v_{r0}=0.15R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$; 当管电压为 100kV 时 (拍片最大工况), 查得 $v_{r0}=0.21R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。经

计算后，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26.19mGy·min⁻¹；在拍片管电压为100kV、管电流为500mA时，距靶1m处的剂量率 H_1 为916.65mGy·min⁻¹。见下表10-4：

表 11-4 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	v_{r0}	H_0
透视	70~90kV	6~20mA	90kV、20mA	0.15R·mA ⁻¹ ·min ⁻¹	26.19mGy·min ⁻¹
拍片	60~100kV	100~500mA	100kV、500mA	0.21R·mA ⁻¹ ·min ⁻¹	916.65mGy·min ⁻¹

4、关注点辐射环境影响分析

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 机房四周保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，DSA 机房正上方受主射辐射的影响，DSA 机房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影响。

参照GBZ130-2020，在环境影响分析部分，散射线的屏蔽透射因子将根据实际情况，采用实际工况下散射线拟合参数进行计算；泄露射线因和主射线能量一样，故采用实际常用工况下主射线拟合参数计算其漏射的屏蔽透射因子。

表 11-5 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	
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

根据公式11-1计算，DSA机房不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-6。

表 11-6 DSA 机房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、漏射	散射
四周墙体	240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11mmPb	2.63E-07	2.57E-06	3.90E-06
防护门	3mm 铅当量铅门	3mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
污物传递窗	3mm 铅当量铅窗	3mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
屋顶	龙骨钢架+3 层 15mm 硫酸钡板	3.204mmPb	4.24E-06	2.48E-05	3.78E-05

手术医师（主刀/助手）	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.08E-03	/	/
护士	0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	2.52E-02	/	/

（1）主射线束方向影响分析

①计算模式

本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \dots\dots\dots \text{（式 11-3）}$$

式中：

D_r —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_1 —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，mGy/min；

T —每年工作时间，6150min（包括透视 6000min 和拍片 150min）；

μ —利用因子，主射方向取 1；

η —对防护区的占用因子；

f —屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r —预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

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%。本项目 DSA 机房为独立一层建筑，屋顶最终装修为脊背形不可上人屋面，居留因子取 1/16。

将相关参数带入（式 11-3）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 11-7：

表 11-7 DSA 机房主射方向预测点年有效剂量估算

预测点 保护目标	与出束 口直线 距离 (m)	屏蔽材料与厚度 及等效铅当量 (mm)	照射 类型	屏蔽减弱因 子 (f)	衰减倍 数	利用 因子 (μ)	占用 因子 (η)	预测点辐射剂 量率 (μ Gy/h)
正上方屋面 (不上人)	4.0	龙骨钢架+3 层 15mm 硫酸钡板 (3.204mmPb)	透视	4.24E-06	10	1	1/16	2.60E-03
			拍片	2.48E-05	10			5.33E-01

（2）病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{(式11-4)}$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取得当 400cm^2 散射面积时， $\alpha=1.3 \times 10^{-3}$ ；故当 1cm^2 散射面积时， $\alpha=3.25 \times 10^{-6}$ （ 90° 散射）；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 1m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——减弱因子。

个人年最大有效剂量估算公式如下：

$$E = H \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式11-5)}$$

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。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-8。

表 11-8 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	靶点距关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量 (mmPb)	照射类型	屏蔽减弱因子	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
第一手术位（主刀医生）	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	8.33E+00
第二手术位（助手医生）	0.8	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	3.25E+00
机房内传递耗材的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	1	透视	2.52E-02	1.29E+01
西南侧控制室内技师等职业人员	3.5	3mm 铅当量铅玻璃	3	透视	7.93E-06	3.30E-04
				拍片	6.31E-05	9.21E-02
西侧设备间、男女更衣室	4.8	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	5.82E-06
				拍片	3.90E-06	3.03E-03

东南侧库房、医生办公室、内科楼	4.5	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥 砂浆	4.11	透视	2.63E-07	6.63E-06
				拍片	3.90E-06	3.44E-03
东北侧污物传递窗外绿化区域	4.5	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	2.00E-04
				拍片	6.31E-05	5.57E-02
西北侧患者缓冲间和医护换鞋区	4.5	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	2.00E-04
				拍片	6.31E-05	5.57E-02
西南侧院外院新屋街居民住宅	9.0	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥 砂浆	4.11	透视	2.63E-07	1.66E-06
				拍片	3.90E-06	8.61E-04
西侧发电房、浆洗房、污水处理站、新屋街医院独立职工宿舍	8.5	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥 砂浆	4.11	透视	2.63E-07	1.86E-06
				拍片	3.90E-06	9.65E-04
南侧后院、厕所、职工宿舍区域、院外邓泥路侧居民住宅	8.5	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥 砂浆	4.11	透视	2.63E-07	1.86E-06
				拍片	3.90E-06	9.65E-04
东北侧食堂、职工宿舍	16.0	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥 砂浆	4.11	透视	2.63E-07	5.24E-07
				拍片	3.90E-06	2.72E-04
东侧医技楼、行政楼、院外华新街居民楼	5.0	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥 砂浆	4.11	透视	2.63E-07	5.37E-06
				拍片	3.90E-06	2.79E-03
北侧住院大楼、综合楼施工场地和居民住宅（独立1栋）	12.0	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥 砂浆	4.11	透视	2.63E-07	9.32E-07
				拍片	3.90E-06	4.84E-04

（3）泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 1‰计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下(式 4)进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{（式11-6）}$$

式中：

H—预测点处的泄漏辐射剂量率，μGy/h；

f—泄漏射线比率，1‰；

H₀—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

R—靶点距关注点的距离，m；

B——减弱因子，前文表 11-7 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 11-9。

表 11-9 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果						
关注点保护目标	靶点距关注点的距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	照射类型	屏蔽减弱因子	漏射辐射剂量率（μGy/h）
第一手术位（主刀医生）	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	2.56E+01
第二手术位（助手医生）	0.8	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	1.00E+01
机房内传递耗材的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	1	透视	2.52E-02	3.96E+01
西南侧控制室内技师等职业人员	3.5	3mm 铅当量铅玻璃	3	透视	7.93E-06	1.02E-03
				拍片	4.14E-05	1.86E-01
西侧设备间、男女更衣室	4.8	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	1.79E-05
				拍片	2.57E-06	6.13E-03
东南侧库房、医生办公室、内科楼	4.5	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	2.04E-05
				拍片	2.57E-06	6.98E-03
东北侧污物传递窗外绿化区域	4.5	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	6.15E-04
				拍片	4.14E-05	1.12E-01
西北侧患者缓冲间和医护换鞋区	4.5	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	6.15E-04
				拍片	4.14E-05	1.12E-01
西南侧院外院新屋街居民住宅	9.0	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	5.10E-06
				拍片	2.57E-06	1.75E-03
西侧发电房、浆洗房、污水处理站、新屋街医院独立职工宿舍	8.5	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	5.72E-06
				拍片	2.57E-06	1.96E-03
南侧后院、厕所、职工宿舍区域、院外邓泥路侧居民住宅	8.5	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	5.72E-06
				拍片	2.57E-06	1.96E-03
东北侧食堂、职工宿舍	16.0	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	1.61E-06
				拍片	2.57E-06	5.52E-04
东侧医技楼、行政楼、院外华新街居民楼	5.0	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	1.65E-05
				拍片	2.57E-06	5.65E-03
北侧住院大楼、综合楼施工场地和居民住宅（独立1栋）	12.0	240mm 实心砖墙 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	4.11	透视	2.63E-07	2.87E-06
				拍片	2.57E-06	9.82E-04

(4) 关注点周围剂量当量率综合分析

根据《外照射放射防护剂里转换系教标准》（WSI830-2024）表G.1中100kV（拍片）

下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65；由于表格中无90kV（透视）管电压下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数相关数据，因此根据表格中对应80kV和100kV下的转换系数，插值法计算出90kV（透视）下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.685。经过转换后本项目保护目标周围剂量当量率估算结果表见下表11-10。

表11-10 本项目保护目标周围剂量当量率估算结果表

关注点位保护目标	照射类型	辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）				备注
		主射	散射	漏射	综合剂量率	
第一手术位（主刀医生）	透视	/	1.40E+01	4.32E+01	5.72E+01	职业
第二手术位（助手医生）	透视	/	5.48E+00	1.69E+01	2.23E+01	职业
机房内传递耗材的护士	透视	/	2.17E+01	6.67E+01	8.83E+01	职业
西南侧控制室内技师等职业人员	透视	/	5.57E-04	1.71E-03	2.27E-03	职业
	拍片	/	1.52E-01	3.07E-01	4.59E-01	
西侧设备间、男女更衣室	透视	/	9.81E-06	3.02E-05	4.00E-05	公众
	拍片	/	4.99E-03	1.01E-02	1.51E-02	
东南侧库房、医生办公室、内科楼	透视	/	1.12E-05	3.44E-05	4.55E-05	公众
	拍片	/	5.68E-03	1.15E-02	1.72E-02	
东北侧污物传递窗外绿化区域	透视	/	3.37E-04	1.04E-03	1.37E-03	公众
	拍片	/	9.19E-02	1.86E-01	2.77E-01	
西北侧患者缓冲间和医护换鞋区	透视	/	3.37E-04	1.04E-03	1.37E-03	公众
	拍片	/	9.19E-02	1.86E-01	2.77E-01	
西南侧院外院新屋街居民住宅	透视	/	2.79E-06	8.59E-06	1.14E-05	公众
	拍片	/	1.42E-03	2.88E-03	4.30E-03	
西侧发电房、浆洗房、污水处理站、新屋街医院独立职工宿舍	透视	/	3.13E-06	9.63E-06	1.28E-05	公众
	拍片	/	1.59E-03	3.23E-03	4.82E-03	
南侧后院、厕所、职工宿舍区域、院外邓泥路侧居民住宅	透视	/	3.13E-06	9.63E-06	1.28E-05	公众
	拍片	/	1.59E-03	3.23E-03	4.82E-03	
东北侧食堂、职工宿舍	透视	/	8.83E-07	2.72E-06	3.60E-06	公众
	拍片	/	4.49E-04	9.11E-04	1.36E-03	
东侧医技楼、行政楼、院外华新街居民楼	透视	/	9.04E-06	2.78E-05	3.69E-05	公众
	拍片	/	4.60E-03	9.33E-03	1.39E-02	
北侧住院大楼、综合楼施工场地和居民住宅（独立1栋）	透视	/	1.57E-06	4.83E-06	6.40E-06	公众
	拍片	/	7.99E-04	1.62E-03	2.42E-03	
正上方屋面（不上人）	透视	4.39E-03	/	/	4.39E-03	公众
	拍片	8.79E-01	/	/	8.79E-01	

由表 11-10 计算结果可知：本项目 DAS 机房四周最大辐射剂量率为 $8.79\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“在距离 DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处，周围控制目标辐射剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(5) 关注点年辐射剂量分析

本项目辐射工作人员及公众年最大受照时间见上述表9-1分析。

表 11-11 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	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
第一手术位 (主刀医生)	透视	5.72E+01	60	1	3.43E+00	3.43E+00	职业
	拍片	4.59E-01	1.5		6.89E-04		
第二手术位 (助手医生)	透视	2.23E+01	100	1	2.23E+00	2.23E+00	职业
	拍片	4.59E-01	2.5		1.15E-03		
机房内传递耗材的护士	透视	8.83E+01	15	1	1.32E+00	1.33	职业
控制室内的护士	透视	2.27E-03	45		1.02E-04		
西南侧控制室内技师等职业人员	透视	2.27E-03	100	1	2.27E-04	1.37E-03	职业
	拍片	4.59E-01	2.5		1.15E-03		
西侧设备间、男女更衣室	透视	4.00E-05	100	1/4	1.00E-06	1.04E-05	公众
	拍片	1.51E-02	2.5		9.44E-06		
东南侧库房、医生办公室、内科楼	透视	4.55E-05	100	1	4.55E-06	4.76E-05	公众
	拍片	1.72E-02	2.5		4.30E-05		
东北侧污物传递窗外绿化区域	透视	1.37E-03	100	1/16	8.56E-06	5.18E-05	公众
	拍片	2.77E-01	2.5		4.33E-05		
西北侧患者缓冲间和医护换鞋区	透视	1.37E-03	100	1/4	3.43E-05	2.07E-04	公众
	拍片	2.77E-01	2.5		1.73E-04		
西南侧院外院新屋街居民住宅	透视	1.14E-05	100	1	1.14E-06	1.19E-05	公众
	拍片	4.30E-03	2.5		1.08E-05		
西侧发电房、浆洗房、污水处理站、新屋街医院独立职工宿舍	透视	1.28E-05	100	1	1.28E-06	1.33E-05	公众
	拍片	4.82E-03	2.5		1.21E-05		
南侧后院、厕所、职工宿舍区域、院外邓泥路侧居民住宅	透视	1.28E-05	100	1	1.28E-06	1.33E-05	公众
	拍片	4.82E-03	2.5		1.21E-05		
东北侧食堂、职工宿舍	透视	3.60E-06	100	1	3.60E-07	3.76E-06	公众
	拍片	1.36E-03	2.5		3.40E-06		
东侧医技楼、行政楼、院外华新街居民楼	透视	3.69E-05	100	1	3.69E-06	3.84E-05	公众
	拍片	1.39E-02	2.5		3.48E-05		
北侧住院大楼、综合楼施工场地和居民住宅 (独立 1 栋)	透视	6.40E-06	100	1	6.40E-07	6.69E-06	公众
	拍片	2.42E-03	2.5		6.05E-06		
正上方屋面 (不上人)	透视	4.39E-03	100	1/16	2.74E-05	1.65E-04	公众
	拍片	8.79E-01	2.5		1.37E-04		

由表 11-11 可知, DSA 运营期间第一手术位主刀医生最大有效剂量为 3.43mSv/a, 第二手术位助手医生最大有效剂量为 2.23mSv/a, 护士最大有效剂量为 1.33mSv/a, 控制室

内隔室操作的技师最大有效剂量均为 $1.37\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，周围公众最大有效剂量为 $2.07\text{E-}04\text{mSv/a}$ ，均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a 、公众 0.1mSv/a 的剂量约束值，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 、公众 1mSv/a 的剂量限值。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离DSA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，实际工作中，常用管电压和管电流远低于预测工况，且项目运行产生的X射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，DSA机房周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对DSA机房周围公众影响更小。

（6）医生腕部皮肤受照剂量

医生介入手术操作时，会穿连体铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射和漏射线束照射，由于手术过程中手术医生随时在活动，其腕部不会一直处于受照射位置不动，因此保守考虑，分以下两种情况预测：①预计在透视时有 $1/5$ 时间主刀医生在受照位置进行插入导管等操作，此时主刀医生腕部受铅防护手套（ 0.025mmPb ）保护；②预计在剩余透视时的 $4/5$ 时间内主刀医生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。

本项目采用理论预测分析介入手术医生腕部所受到的皮肤剂量，减弱因子参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2，则手术时医生腕部所受的最大辐射剂量见下表：

表11-12 本项目手术医生腕部最大辐射剂量率表

关注点部位	射线源距关注点的距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	减弱因子	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）	漏射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）	综合剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
手术医生腕部	0.5	0.025mmPb 铅手套	0.025	6.26E-01	1.28E+03	3.93E+03	5.21E+03
		0.025mmPb 铅手套 +0.5mmPb 铅悬挂防护屏	0.525mmPb	2.27E-02	4.63E+01	1.43E+02	1.89E+02

腕部皮肤受照剂量：

手术医生在 DSA 机房内进行介入手术时，第一手术位主刀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，故以第一手术位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 DSA 机房内人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式 11-7)$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}} \dots\dots\dots (式 11-8)$$

式中： D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

$\dot{k}$ —X 辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{ks} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t—人员累积受照时间，h；

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

C_{KH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

理论计算：根据主刀手术医生的工作量分配情况，人均保守受照时间最长为 60h，根据上述分析有如下两种情况：①手术医生在透视时预计有 1/5 时间在受照位置进行插入导管等操作，此时受照时间为 12h（60h×1/5），根据表 11-12 分析，腕部位置处的剂量当量率为 5.21E+03μGy/h；②手术医生在透视时预计有 4/5 时间在非受照位置进行手术操作时，此时受照时间为 48h（60h×4/5），根据表 11-12 分析，腕部位置处的剂量当量率为 1.89E+02μGy/h。

本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。从表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}=1.72\text{Sv/Gy}$ ，由（公式 11-8）计算出手术医生在上述两种受照情况下辐射场的空气比释动能分别为 3.03E+03μGy/h、1.10E+02μGy/h。从表 A.4/A5 中查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转换系数 $C_{ks}=1.156\text{mGy/mGy}$ 。根据式 11-7，手术医生在受照位置进行插入导管等操作时，医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为：**42.03mGy/a**，手术医生在非受照位置进行手术操作时，医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为：**6.10mGy/a**，则手术医生腕部皮肤受照当量剂量叠加共为 **48.13mGy/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。

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 DSA 机房内的职业人员均应按辐射工作人员进行管理，介入手术时手术医生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，应将病人病灶以外的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。

（7）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。

（8）射线装置报废

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

二、大气环境影响分析

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，DSA 机房采用风机机械排风，排风口均置于手术室吊顶上方中部位置，设计排风量为 1000m³/h，通风换气次数约为 5 次/h，能够保证良好通风，产生的臭氧通过排风管道从 DSA 机房内引出，为防止 X 射线泄露，排风管道口拟设置 3mmPb 铅板进行防护，最终风管沿机房东北侧外墙引至屋顶上方排放（风管穿墙处

采用铅罩进行屏蔽补偿，屋面排气筒位置拟设置在东北侧位置，远离东南侧紧邻 2 层建筑医技楼，排气筒距离地面约 4m），经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

三、废水环境影响分析

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水，依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后排入市政污水管网。

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 DSA 手术室预计手术量为 300 台，则每年固体废物产生量约为 600kg。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住院楼负一层医疗废物暂存间内暂存，最终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 3 名医生，2 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。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 65dB(A)，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出

合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

本项目使用的 DSA 属于 II 类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当机器运行期间才会产生 X 射线等危害因素，所以最大可能的事故情景为：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 DSA 机房内而造成非主射方向的误照射。

三、源项分析及事故等级分析

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-13。

表 11-13 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

项目名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
DSA	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
		X 射线装置失控导致 2 人以上（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-14。

表 11-14 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	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	\	50.0Gy~100.0Gy
	死亡	>100Gy

四、最大可能性辐射事故分析

(1) 事故分析

本项目涉及II类射线装置，运营期间存在的风险和潜在危害及事故隐患如下：

表 11-15 项目环境风险和可能发生的事故情景

设备名称	类型	风险因子	可能发生的辐射事故
DSA	II类射线装置	X射线	①介入手术操作过程中，介入手术人员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。②在装置运行时，公众误入机房或者未撤离DSA机房，造成不必要的照射。

DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数情况如下表所示：

表 11-16 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 $\mu\text{Sv/h}$	射束方向
1	手术期间误照射	手术医生	90kV/20mA（按透视运行参数）	1.57E+06	散射、漏射
2	公众误入DSA机房内或未撤离	误入人员	90kV/20mA（按透视运行参数）	1.57E+06	散射、漏射

(2) 剂量估算

①手术期间可能发生的辐射事故情景

本项目射线装置出束方向固定向上，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（最大按 20min 手术时间计算），介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见表 11-17。

表 11-17 介入手术过程中误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离（m）	时间（min）	散射所致剂量（mSv/次）	漏射所致剂量（mSv/次）	总剂量（mSv/次）
0.5	1.0	3.40E-02	1.05E-01	1.39E-01
	5.0	1.70E-01	5.23E-01	6.93E-01
	10.0	3.40E-01	1.05E+00	1.39E+00
	20.0	6.80E-01	2.09E+00	2.77E+00

②公众误入 DSA 机房或未及时撤离辐射事故情景

在装置运行时，公众误入 DSA 机房或未及时撤离的情况下进行照射操作，对人员造成不必要的照射。

则在不同距离，不同曝光时间（本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮，

只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 30s），人员误入所受辐射剂量估算详见表 11-20。

表 11-18 公众误入 DSA 机房误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置 的距离 (m)	时间 (s)	散射所致剂量 (mSv/次)	漏射所致剂量 (mSv/次)	总剂量 (mSv/次)
1	5	7.09E-04	2.18E-03	2.89E-03
	10	1.42E-03	4.36E-03	5.78E-03
	15	2.13E-03	6.54E-03	8.67E-03
	30	4.25E-03	1.31E-02	1.73E-02
2	5	1.77E-04	5.45E-04	7.22E-04
	10	3.54E-04	1.09E-03	1.44E-03
	15	5.32E-04	1.64E-03	2.17E-03
	30	1.06E-03	3.27E-03	4.33E-03

(3) 事故后果

①根据表 11-17 可知，本项目介入手术人员在距离射线束最近距离随着时间的推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 2.77mSv/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，不构成辐射事故。

②根据表 11-18 可知，公众误入或未及时撤离机房，在不同位置随着时间推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 1.73E-02mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 1mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故，但在极端情况下，随着误照时间的持续增加，可能会造成一般辐射事故。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

(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 DSA 机房内而造成非主射方向的误照射。

应对措施：介入手术人员佩戴剂量报警仪进行手术；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 DSA 机房。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。

(2) 公众误入机房或未撤离机房导致误照射

应对措施：加强辐射防护管理，每次手术前确保 DSA 机房内没有无关人员，并保证防护门处于关闭状态下方可开展工作。

(3) 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：检修人员必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪；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机房。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。

（4）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。

（5）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门机联锁等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。

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

1、组织机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门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，并以文件形式明确管理人员职责。

医院已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责（见附件 4），其中组长为医院法人主管院长罗敏；副组长为张雄、张晓冬、张绍芳；成员为谷家权、廖川、魏波、陈洁。

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补充辐射安全管理与防护领导小组职责和机构成员职能分工；
- ②补充领导小组日常办公地点、相关联系人电话；
- ③定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，确保领导小组的实效性；
- ④发生放射事故事件和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并按照程序向生态环境主管部门报告；
- ⑤定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中手术医生 4 名（主刀医生 2 名、助手医生 1 名）、护士 2 名、技师 1 名，均为医院新增Ⅱ类射线装置辐射工作人员，项目开展后，辐射工作人员定岗定责，不存在剂量叠加。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共 26 名，均为Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员，

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），仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员均由医院自行组织参加了培训考核，成绩均为合格，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。

2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，拟从事Ⅱ类射线装置使用活动的辐射工作人员，均为本项目新增，医院应组织其辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

②个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

③正确佩戴个人剂量计，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（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外，穿戴铅围裙时，应戴在铅围裙里面。

辐射安全档案资料管理和规章制度

一、档案管理分类

医院应将相关资料进行分类归档妥善放置，包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”和“废物处置记录”。

二、辐射安全档案资料管理和规章制度

1、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位拟新增 DSA，涉及使用Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	拟重新办理辐射安全许可证增项	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目新增辐射工作人员,医院应安排其参加辐射安全与防护相关学习和考核,确保持证上岗	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员	医院已成立“辐射安全防护领导小组”,有专人负责辐射安全管理工作,按照环评要求要求进行补充完善	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测,监测记录应存档备案	医院按照表 10-5 进行辐射防护设施的配备,制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险,制定相应辐射事故应急预案	根据本项目实际情况补充完善《辐射事故应急预案》	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	需对现有辐射安全和防护管理规章制度等进行完善	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查,建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	拟在 DSA 机房辐射工作人员进出口、患者进出口、污物口等醒目位置粘贴电离辐射警告标志	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案,开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测,辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告,该监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分,一并提交给发证机关	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
10	年度评估	建设单位已将 2024 年度安全和防护状况评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求

2、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400号）的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，见下表 12-2：

表 12-2 本项目辐射管理制度汇总对照分析表

序号	《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责,全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作	已制定	将本项目射线装置纳入其中
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	已制定	将本项目射线装置纳入其中
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	已制定	将本项目射线装置纳入其中
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态	已制定	将本项目射线装置纳入其中
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	已制定	将对应职责悬挂于工作场所墙上
6	射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度	已制定	将本项目射线装置纳入其中
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	已制定	将本项目射线装置纳入其中
8	监测仪表使用与校验管理制度	/	已制定	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	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	根据最新辐射工作人员培训要求进行完善
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	已制定	辐射工作人员已包含本项目辐射工作人员

11	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	已制定	/
12	辐射事故应急预案	针对医用射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施	已制定	将本项目射线装置纳入其中

根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》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。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

1、工作场所监测

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

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

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测频次根据医院的实际工作量自行确定。

2、个人剂量监测

个人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。

医院应按以下要求做好个人剂量档案的管理：

（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；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查；

(2) 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），就本项目而言，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；对于工作中穿戴铅衣的情况，通常应根据佩带在铅衣里面躯干上的剂量计估算工作人员有效剂量；

(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、剂量监测结果等材料。医院应当将个人剂量档案终身保存。

3、医院自我监测

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

4、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，建立监测数据台账。

表 12-3 本项目监测布点方案表

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	验收监测 1 次；委托有资质的单位进行监测，频率为 1 次/年；自行开展辐射监测	控制室操作位；防护门外 30cm 距地面高度 1m 处，以及防护门或传递窗门缝；观察窗、各侧屏蔽墙外 30cm 处，50m 评价范围内需要关注的敏感点

(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

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门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；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、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；

c、制定辐射环境监测管理制度。

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。

5、年度评估报告情况

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。医院应根据《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告格式》的要求，每年根据实际工作情况编制《安全和防护状况年度评估报告》并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)。

辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

（1）医院现有辐射事故应急预案内容

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

（2）本项目辐射事故应急预案可行性分析

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

- ①增加应急人员的培训，应急和救助的装备、资金、物资准备和应急演练。
- ②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。
- ③增加应急机构和职责分工，辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话。
- ④增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健等部门报告。
- ⑤辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府环境

保护主管部门备案。

⑥在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效采取以下应急措施：

（1）一旦发现误照射事故时，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》，向当地生态环境和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫健行政部门报告。

（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：宜宾罗氏骨科医院有限责任公司

建设性质：新建

建设地点：四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街 261 号宜宾和康白花骨科医院会议室

本次评价内容及规模为：医院拟将院内西侧一层独立建筑会议室改建为DSA机房及配套用房控制室、库房、医生办公室、男女更衣室、患者缓冲间、设备间等，并在DSA机房内新增使用1台DSA，型号为**，出束方向固定，由下而上，额定管电压125kV、额定管电流1000mA，属于II类射线装置，年诊疗病例约300例，年累计最大出束时间为102.5h（其中拍片2.5h，透视100h）。本项目拟新建的辐射工作场所仅作为医院综合楼投运前期阶段的过渡场所，根据医院现阶段医疗团队配置及人员培训学习情况，在过渡期间DSA设备仅涉及到心血管科室使用，主要用于血管造影和介入治疗等。

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，2024年1月1日施行）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第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

本项目位于四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街261号宜宾和康白花骨科医院内部西侧会议室，用地区域位于医院红线范围内，本项目所在地为医院购买宜宾市邮政局的房屋（房屋买卖合同见附件5），用地性质初始用途为办公居住，医院购买后宜宾市自然资源和规划局翠屏区分局重新根据现状进行了规划（见附件6），将该区域用地性质划为医疗卫生用地，产权归医院所有。本项目拟建DSA机房及配套用房为医院配套建设项目，不新增用地，且新建的DSA机房为专门的辐射工作场所，建成后有良好的

实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小。本项目拟新建的DSA机房及配套用房仅作为医院综合楼投运前期阶段的过渡场所，该辐射工作场所使用期限较短（预计2年），对周围的环境影响是有限的。综合考虑医院将本项目选址于院内西侧原会议室区域，从辐射防护安全和环境保护角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 98nGy/h~116nGy/h，与四川省生态环境厅《2023 年四川省生态环境状态公报》中宜宾市区域环境 γ 辐射剂量率自动监测结果（70~100nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

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

（二）营运期环境影响分析

本项目投入运营后，第一手术位主刀医生最大有效剂量为 3.43mSv/a，第二手术位助手医生最大有效剂量为 2.23mSv/a，护士最大有效剂量为 1.33mSv/a，控制室内隔室操作的技师最大有效剂量均为 1.37E-03mSv/a，周围公众最大有效剂量为 2.07E-04mSv/a。DSA 投入运营后，产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对 DSA 手术室外公众影响更小。

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

六、事故风险与防范

医院制定的辐射事故应急预案和安全规章制度经补充和完善后可行，应认真贯彻落实，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，本评价认为项目在四川省宜宾市翠屏区白花镇华新街 261 号宜宾和康白花骨科医院会议室区域建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。

4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》增项，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收。

5、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前在核安全申报系统中进行报送，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。

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

7、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及

单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

二、项目竣工验收检查内容

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

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	设施
辐射屏蔽措施	铅防护门 2 扇（均为 3mm 铅当量）
	铅玻璃观察窗 1 扇（为 3mm 铅当量）
	污物传递窗 1 扇（为 3mm 铅当量）
	四周墙体 240mm 实心砖墙+30mm 硫酸钡水泥砂浆
	龙骨钢架+3 层 15mm 硫酸钡板
安全装置	电离辐射警告标志 1 套
	防夹装置（电动推拉门）1 套（2 个）
	中文标识的紧急停机按钮（操作台和手术床侧）2 个
	污物窗联锁装置（与 X 射线联锁）1 套
	污物传递窗双门互锁机制 1 套
	门灯联锁装置及工作状态指示灯箱 2 套
	对讲系统 1 套
	铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副（0.5mmPb）
	床侧防护帘/床侧防护屏 2 副（0.5mmPb）
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
	便携式辐射监测仪 1 台
	医护人员防护：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套
	患者防护：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 1 套
其他	新风、排风设施 1 套

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

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

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照中华人民共和国国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验

收，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

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

（1）建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<https://www.mee.gov.cn/>）。

（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（<https://eia.lem.org.cn>）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。