

核技术利用建设项目

内江市第一人民医院

内江市第一人民医院（手术室25）改建

DSA项目

环境影响报告表

（送审本）

内江市第一人民医院

二〇二六年一月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

内江市第一人民医院

内江市第一人民医院（手术室25）改建

DSA项目

环境影响报告表

建设单位名称：内江市第一人民医院

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：四川省内江市市中区沱中路41号

邮政编码：641000

联系人：余越

电子邮箱：417103376@qq.com

联系电话：13649003706

目 录

表1	项目基本情况	1
表2	放射源	22
表3	非密封放射性物质	23
表4	射线装置	24
表5	废弃物（重点是放射性废弃物）	25
表6	评价依据	26
表7	保护目标与评价标准	28
表8	环境质量和辐射现状	31
表9	项目工程分析与源项	35
表10	辐射安全与防护	43
表11	环境影响分析	57
表12	辐射安全管理	76
表13	结论与建议	85

附图

附图1 项目地理位置图

附图2 DSA区域改造前后平面布置图

附图3 项目外环境关系图

附图4 监测布点图

附图5 DSA区域四层平面布置图（DSA正上方区域）

附图6 DSA区域二层平面布置图（DSA正下方区域）

附图7-1 DSA机房防护图

附图7-2 项目DSA机房通排风图

附图8 DSA机房人流、物流路径示意图

附图9项目DSA机房两区划分图

附图10 辐射安全与防护设施布置图

附件

附件1 委托书

附件2 法人证书

附件3 辐射安全许可证

附件4 现有医院环评批复及验收、现有移动式平板C型臂X射线机登记表

附件5 辐射工作人员培训证书统计表

附件6 关于落实辐射安全与防护培训和考核的承诺

附件7 辐射装置使用参数确认函

附件8 国土证

附件9 无辐射事故说明

附件10 医废处置服务协议

附件11 环境质量监测报告

附件12 关于印发调整辐射安全与环境保护管理领导小组的通知

附件13 2025年核技术利用单位辐射安全和防护状况年度评估报告

附件14 2025年4个季度个人剂量检测报告

附件15 关于官钰川2025年4季度暂时脱离放射工作岗位的函

表1 项目基本情况

建设项目名称		内江市第一人民医院（手术室25）改建DSA项目			
建设单位		内江市第一人民医院			
法人代表	谢晓阳	联系人	余越	联系电话	13649003706
注册地址		四川省内江市市中区沱中路41号			
项目建设地点		四川省内江市市中区汉安大道西段1866号内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F手术室25			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	500	项目环保投资（万元）	53	投资比例	10.6%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它		占地面积（m ² ）	107
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、医院概况及项目由来 内江市第一人民医院（统一社会信用代码：125109004513657891，自1939年烽火中发轫，于1985年定名，历代一院人秉承“为民、勤学、敬业”之院训，已将医院建设成为集医疗、教学、科研、预防保健和康复于一体的现代化医疗机构。 医院是重庆医科大学附属内江临床教学培训中心、西南医科大学教学医院、成都医学院非直管附属医院，并荣获省级最佳文明单位、国家爱婴医院、国际紧急救援中心网络医院、国家标准版胸痛中心、国家高级卒中中心、四川省老年区域医疗中心等多项荣誉。同时，作为内江市危重孕产妇救治中心和危重新生儿救治中心，承担着区域重症救治职责。院团委曾获“全国五四红旗团委”称号。 医院学科综合实力长期位居全市前列，共设专科门诊40个、专病门诊95个，拥有48个临床科室和10个医技科室。目前，医院拥有7个省级临床重点专科建设项目、12个市级临床重点专科建设项目；泌尿外科、胸心外科、呼吸与危重症医学科成功入选市级“揭				

榜挂帅”一流学科。同时，医院已成功建成“四川省老年区域医疗中心”，标志着老年医学学科体系与综合服务能力实现区域引领。医院现有在岗职工2029人，其中卫生专业技术人员1858人，高级职称341人，博士、硕士395人；累计获评省市级各类人才39人，形成了梯队合理、支撑扎实、持续发展的人才体系。

内江市第一人民医院设有两个病区，开放床位1687张。年门急诊量达到124万余人次，出院人数7.3万余人次，手术（含介入）台次2.5万余台。现已成熟开展支气管镜、胸腔镜、腹腔镜、关节镜等微创手术，神经血管及外周血管等介入手术，ERCP、海扶等医疗技术。在全市乃至全省率先开展冠脉搭桥、心脏瓣膜置换、经皮主动脉瓣置换、左心耳封堵、ECMO等多项高难度手术，并成功实施骶神经调控、内镜下胃转流支架、单孔腹腔镜等100余项新技术，覆盖疑难危重症诊治关键领域。

内江市第一人民医院（城南病区）位于内江市市中区沱中路41号，内江市第一人民医院（新区）位于四川省内江市市中区汉安大道西段1866号内江市第一人民医院（新区）。

本项目位于内江市第一人民医院（新区），整个新区医院设计规划占地面积为366亩，目前一期占地面积为92947.47m²，目前已建设全科医生楼（-1F~5F）、门诊部（-1F~5F）、儿科综合楼（-1F~5F）、第一住院楼（-1F~12F）及其他配套用房。全科医生楼主要分布核医学科(PET/CT SPECT/CT)、健康管理科、药剂科、采购部等办公区域；门诊部分为东区和西区，主要分布有放射科、发热门诊、肠道（腹泻）门诊、门诊药房、急诊药房、介入手术室、核医学科(PET/CT SPECT/CT)、药学门诊、急诊科、门诊综合诊疗室、检验科、消化内科、核医学科、神经内科神经外科、妇科、眼科、耳鼻咽喉头颈外科、皮肤科、肾内科、泌尿外科等科室；儿科综合楼主要分布有儿科急诊 儿科发热门诊、儿科门诊、儿童保健门诊、产科门诊、海扶®聚焦超声消融治疗室、婴幼儿高压氧室、口腔科门诊等；第一住院楼主要分布有重症医学科、呼吸ICU呼吸与危重症医学科、麻醉手术中心(手术室)、麻醉手术中心、病理科、超声医学科、输血科、儿科、儿童重症医学科、新生儿室、新生儿ICU、泌尿外科、妇科、产科、神经内科、神经外科、神经ICU、消化内科、内镜中心、普外科(胃肠)、小儿外科、脊柱、创伤骨科普外科、胸心外科、心血管内科、心脏ICU、眼科、口腔科、耳鼻咽喉头颈外科等。

项目位于四川省内江市市中区汉安大道西段1866号内江市第一人民医院（新区），项目拟将新区院区的第一住院楼3F手术室25及其配套用房（目前为Ⅲ类X射线装置，移

动式平板C形臂X射线机，该设备还在手术室19、23、24使用）改建成1间DSA机房及其配套用房。

内江市第一人民医院已取得了辐射安全许可证，编号川环辐证[00215]，许可种类和范围为“使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至：2029年01月21日，具体范围详见附件3。

（一）任务由来

近年来，随着医学实践的不断深入，医疗发展迅猛，已经成为了介于内、外科之间，集医学影像学和临床治疗学于一体的新兴学科。因其对疾病治疗的便捷、微创和无可替代的优势，成为综合性医院必备的重要学科。为更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，内江市第一人民医院决定利用新区院区第一住院楼3楼手术室25（目前为III类X射线装置，移动式平板C形臂X射线机，该设备还在手术室19、23、24使用）改建成1间DSA机房及其配套用房，并在DSA机房内安装使用1台数字减影血管造影机（digitalsubtractionangiography，简称DSA），属于II类射线装置。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《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《四川省生态环境厅关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019年第2号），本项目应报内江市生态环境局审查批准。

内江市第一人民医院委托四川中环康源卫生技术服务有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。我公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件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，就项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）环境影响评价报告信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，依据国家生态环境部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

（四）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：内江市第一人民医院（手术室25）改建DSA项目

建设单位：内江市第一人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省内江市市中区汉安大道西段1866号内江市第一人民医院（新区）

2、工程建设内容及规模

项目位于四川省内江市市中区汉安大道西段1866号内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F麻醉手术中心（手术室），项目所在楼层均为手术室及其配套用房。

内江市第一人民医院（新区）位于四川省内江市市中区汉安大道西段1866号，医院拟将新区院区（-1F~12F，已建）3楼麻醉手术中心（手术室）的手术室25（目前为Ⅲ类X射线装置，移动式平板C形臂X射线机，该设备还在手术室19、23、24使用）改建为1间DSA机房及其配套用房。在DSA机房内，使用1台数字减影血管造影装置，型号为Azurion7M20，属于Ⅱ类射线装置。其额定管电压为125kV，额定管电流为1000mA，年诊疗病例1660例，DSA年曝光时间累计约465.51h（拍片63.84h，透视401.67h），曝光方向由下而上，主要用于肝胆外科、胸心外科、神经内科、呼吸与危重症医学科、心内科进行介入手术等。

（1）DSA 机房四周墙体、楼顶及地面改造

① DSA 机房四周墙体

项目利用原有机房四周侧墙体（0-3m 已采用 2mm 铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m 新增 1mm 铅当量铅板+3m-4.8m 新增 3mm 铅当量铅板，并在原 0-3m 的铅板搭接 100mm 避免射线泄漏）。

② 顶面

DSA 机房顶部在现有的防护 120mm 混凝+硫酸钡防护涂层（2mm 铅当量）+基础上，楼板下用万能胶粘贴 1mmPb 当量铅板，利用 M8 镀锌膨胀螺栓、50 穿心龙骨固定铅板，最后采用主龙骨吊件、吊杆吊杆、主龙骨、次龙骨制作框架，采用 1.2mm 电解钢板（贴 12mm 石膏板）和玻璃胶进行表面装修。

③ 地面

DSA 机房拆除混凝土和硫酸钡水泥到结构楼板层（现有 120mm 混凝土），新增 20mm 混凝土（密度：2.35g/cm³）+新增 51mm 硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm³），即 DSA 机房地面防护为现有 120mm 混凝土+新增 20mm 混凝土（密度：2.35g/cm³）+51mm 硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm³）。

④ 其他

为防止射线泄漏，铅板拼缝处均搭接 100mm，膨胀螺丝转角均利用铅板进行屏蔽补偿，墙面转角处均利用 L 型铅板进行屏蔽补偿。

（2）DSA 机房门窗改造

① 北侧防护门改造

医院拟在 DSA 机房建设过程中，将北侧现有手动防护门（内衬 2mm 铅板）拆除，新增手动平移防护门（内衬 3mm 铅板）。

② 南侧防护门改造

医院拟在 DSA 机房建设过程中，将南侧现有自动平移防护门（内衬 2mm 铅板）拆除，新增自动平移防护门（内衬 3mm 铅板）。

③ 东侧防护门（新增）

医院拟在 DSA 机房建设过程中，拟在东侧新增手动防护门（内衬 3mm 铅板）。

④ 东侧观察窗改造

医院拟在 DSA 机房建设过程中，将东侧现有观察窗（2mm 铅当量的铅玻璃）拆除，新增观察窗（3mm 铅当量的铅玻璃）。

（3）通排风系统及电缆沟改造

通排风系统及电缆沟：本项目利旧并改造机房内部通排风系统，改造后新风系统（10000m³/h，含回风量，风管 630mm*800mm、630mm*630mm）、排风系统（1000m³/h，风管 200mm*320mm）和回风系统（8500m³/h，风管 400mm*400mm、

500mm*800mm)；电缆线穿孔位置采用3mm铅板包裹地槽进行封堵并加盖3mm不锈钢盖板，避免漏射产生；本项目DSA机房采用新风系统+回风系统+排风系统进行通排风，新风管道位于吊顶与防护层之间，排风管道穿机房北侧墙口并设置有与墙体等效屏蔽厚度的铅板包裹，因此不会破坏DSA机房屏蔽。新风口拟设置在第一住院楼4F东侧（4F，19.1m）；排风口拟设置在第一住院楼4F北侧（4F，19.1m）。

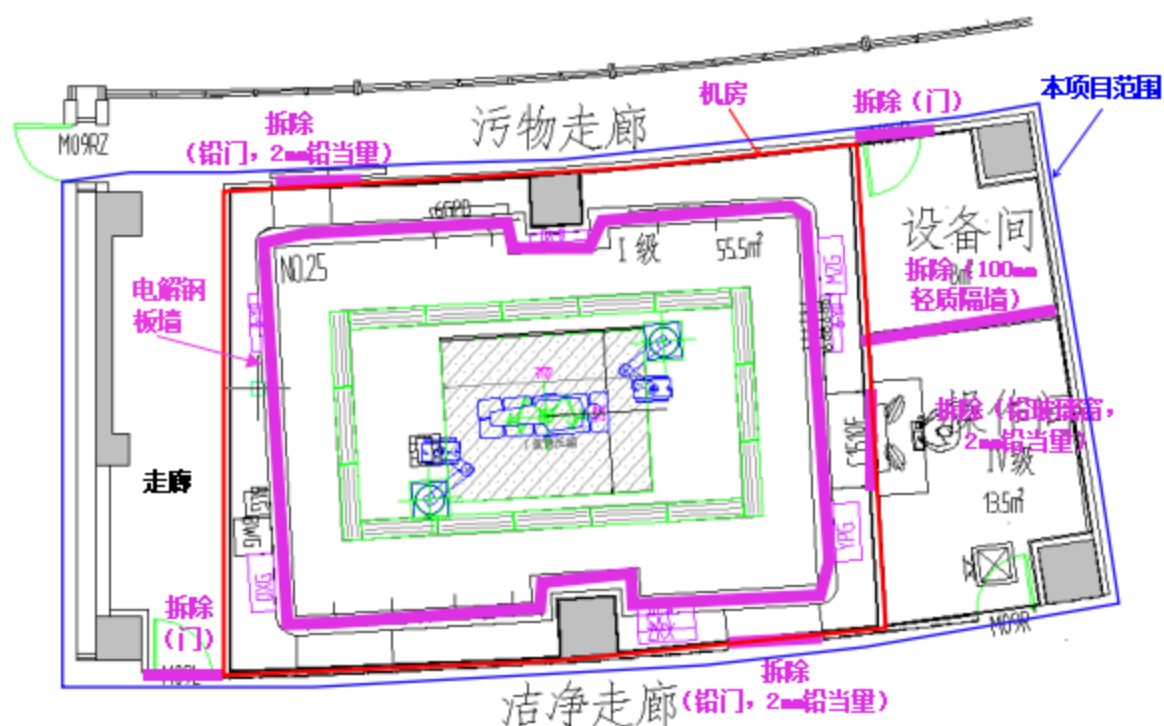
（4）其他改造

其他与防护等无关的拆除改造具体见附图2-2，拆除现有设备间与操作间的轻质隔墙，拆除设备间进出门并封闭，拆除机房西侧走廊进出门；西侧走廊改造为设备间，进行现有装饰等的拆除，另新增相关装饰工程、新增2道甲级防火门；拆除现有机房的电解钢板墙面、顶面及其龙骨，另新增机房的电解钢板墙面、顶面及其龙骨；机房东侧设备间和操作间合并为操作间，进行现有装饰等的拆除，另新增相关装饰工程。

综上所述，DSA机房净空面积为54.5m²，呈长方形布置，净空尺寸长8.8m×宽6.3m（最窄5.6m）×高4.8m，项目利用原有机房四周侧墙体（0-3m已采用2mm铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m新增1mm铅当量铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量铅板，并在原0-3m的铅板搭接100mm避免射线泄漏）；机房地面为DSA机房地面防护为现有120mm混凝土+新增20mm混凝土（密度：2.35g/cm³）+51mm硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm³）；顶部为现有的防护120mm混凝土+硫酸钡防护涂层（2mm铅当量）+新增1mm铅当量铅板；机房观察窗（1扇）为3mm铅当量的铅玻璃，防护铅门（3扇）均为3mm铅当量。项目DSA机房正下方为2F医生办公室和治疗室，楼上正上方为4F层流净化机房。

项目建成后 DSA 机房拟采用的防护条件：DSA 机房利用原有机房四周侧墙体（0-3m 已采用 2mm 铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m 新增 1mm 铅当量铅板+3m-4.8m 新增 3mm 铅当量铅板，并在原 0-3m 的铅板搭接 100mm 避免射线泄漏）；机房地面为 DSA 机房地面防护为现有 120mm 混凝土+新增 20mm 混凝土（密度：2.35g/cm³）+51mm 硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm³）；顶部为现有的防护 120mm 混凝土+硫酸钡防护涂层（2mm 铅当量）+新增 1mm 铅当量铅板；机房观察窗（1 扇）为 3mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（3 扇）均为 3mm 铅当量。

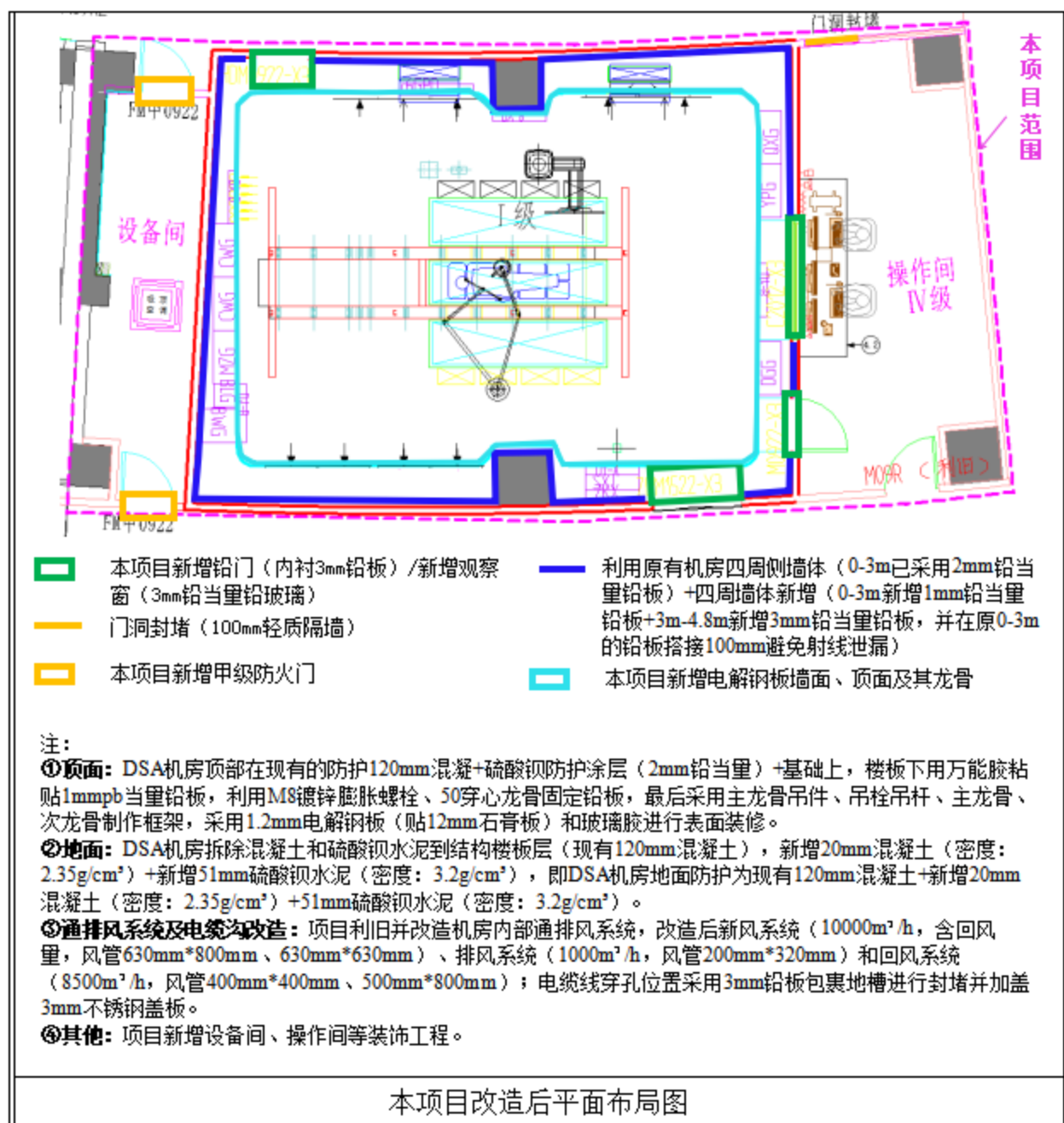
经改造后，DSA 机房有效使用面积为 54.5m²（最小单边长度为 5.6m，总层高 4.8m，扣除吊顶后层高为 2.9m）；操作间使用面积为 21.5m²；设备间有效使用面积为 12m²。



- 机房：机房四周墙体的现有铅防护均为2mm铅板，均保留
- 拆除电解钢板墙面及顶面及其龙骨

注：①机房四周墙体的现有铅防护均为2mm铅板，均保留；拆除电解钢板墙面及顶面及其龙骨；
 ②机房地面拆除：拆除混凝土（混凝土层+硫酸钡水泥层）找平层到结构楼板层；
 ③设备间及操作间地面拆除：拆除地面PVC卷材地板；
 ④装饰拆除：拆除操作间及设备间的装饰面层；
 ⑤其他拆除：保护性拆除顶面吊塔、无影灯、送风天花、照明灯具及其附属监控摄像头、背景音乐喇叭等；保护性拆除墙面嵌入式设施设备（器械柜、麻醉柜、药品柜、观片灯、中控箱、保温柜、保冷柜、电源插座箱、气体终端箱、回风口）；

本项目改造前平面布局图



3、项目组成及主要环境影响

项目组成及主要的环境问题见表 1-1。

表1-1 建设项目建设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	
		施工期	运营期
主体工程	DSA机房净空面积为54.5m²，呈长方形布置，净空尺寸长8.8m×宽6.3m（最窄5.6m）×高4.8m，项目利用原有机房四周侧墙体（0-3m已采用2mm铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m新增1mm铅当量铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量铅板，并在原0-3m的铅板搭接100mm	噪声、扬尘、废水、固体废	X射线、臭氧、氮氧化物、噪声、医疗废物

	避免射线泄漏)；机房地面为DSA机房地面防护为现有120mm混凝土+新增20mm混凝土(密度: 2.35g/cm ³) +51mm硫酸钡水泥(密度: 3.2g/cm ³)；顶部为现有的防护120mm混凝土+硫酸钡防护涂层(2mm铅当量)+新增1mm铅当量铅板；机房观察窗(1扇)为3mm铅当量的铅玻璃，防护铅门(3扇)均为3mm铅当量。 项目DSA机房正下方为2F医生办公室和治疗室，楼上正上方为4F屋流净化机房。 在DSA机房内使用1台DSA，最大管电压为125kV最大管电流为1000mA，型号为Azurion7M20，年诊疗病例1660例，DSA年曝光时间累计约465.51h(拍片63.84h，透视401.67h)。	物	
通排风系统及电缆沟	本项目利旧并改造机房内部通排风系统，改造后新风系统(10000m ³ /h，含回风量，风管630mm*800mm、630mm*630mm)、排风系统(1000m ³ /h，风管200mm*320mm)和回风系统(8500m ³ /h，风管400mm*400mm、500mm*800mm)；电缆线穿孔位置采用3mm铅板包裹地槽进行封堵并加盖3mm不锈钢盖板，避免漏射产生；本项目DSA机房采用新风系统+回风系统+排风系统进行通排风，新风管道位于吊顶与防护层之间，排风管道穿机房北侧墙口并设置有与墙体等效屏蔽厚度的铅板包裹，因此不会破坏DSA机房屏蔽。新风口拟设置在第一住院楼4F东侧(4F，19.1m)；排风口拟设置在第一住院楼4F北侧(4F，19.1m)。		废气、噪声
其他辅助用房	将东侧原有的操作间、设备间改造成本项目操作间，拟将西侧原有的过道改造成设备间，建成后仅供本项目使用。 操作间使用面积为21.5m ² ；设备间有效使用面积为12m ² 。		废水、固体废物
公用工程	市政供水管网、市政排水管网、市政电网、配电系统、通讯系统等，均为依托医院现有设施。		/
办公及生活设施	依托现有医生办公室		生活垃圾、生活污水
环保工程	(1) 项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站； (2) 医疗废物依托医院已建医疗废物暂存间及收集系统进行收集，统一交由医废处理资质单位(内江市城环环保科技有限公司)收运处置，办公、生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运； (3) 项目产生的臭氧、氮氧化物通过机房排风系统引入4F北侧(4F，高19.1m)排放。	/	废水、固体废物
4、依托情况介绍 (1) 依托办公设施：医生办公室依托医院既有办公室，不涉及新建。			

（2）依托环保设施

① **废水：**本项目总辐射工作人员为31人，从现有辐射工作人员调剂10人（不再从事其他辐射工作），新增21名辐射工作人员，根据《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8号）可知，城镇居民生活用水定额（小城市）为160L/（人·d），项目生活用水按照60L/（人·d）计算，则生活用水新增1.26m³/d；生活污水产生量按照用水量的85%计，则项目生活污水产生量为1.071m³/d；项目年手术量为1660台（每天最大手术量为10台），根据《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8号）可知，项目医疗用水按照15L/（人·次）计算，则医疗用水量为0.15m³/d；医疗废水产生量按照用水量的85%计，则项目医疗废水产生量为0.128m³/d。项目医疗废水依托医院已建的污水处理站（处理能力为1000m³/d，处理工艺为“AO生化好氧+单过硫酸氢钾沉淀消毒”），目前医院废水产生量为500m³/d，剩余处理能力500m³/d，本项目新增废水总量为1.199m³/d，故本项目依托医院已建污水处理站可行。

整个医院营运期所产生的医疗废水及生活污水通过院内污水管网排至污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表2预处理标准要求后经市政污水管网排入内江市污水处理厂处理达标后排放。

② **固体废物：**施工期产生的固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾。可运送至建筑垃圾处理厂处理；生活垃圾依托施工现场设置的垃圾桶，生活垃圾经集中收集后，由环卫部门统一清运处理。施工期无医疗废物产生。运营期产生的医疗废物经分类收集打包好后暂存于医院已建的医疗废物暂存间（收集暂存医院内部产生的医疗废物及危险废物），医疗废物日产日清，交由有资质单位（目前交由内江市城环环保科技有限公司）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。

（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	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	332L	外购	碘海醇
	手套	若干	外购	—
	纱布	若干	外购	—
	药棉	若干	外购	—

能源	电	3000度	市政电网	—
水量	自来水	485m ³	市政水网	—

本项目拟使用造影剂为碘海醇注射液，为新型的含三碘低渗非离子型造影剂，具有含碘量高、粘稠度低、渗透压小理化性质稳定和容易排泄等特点，血管内注射后，能使途经的血管显像清楚直至稀释后为止。规格为100mL/瓶，平均每台介入手术使用2瓶，每年约1660台手术，年使用量约为332L。由医院统一采购，常温储存。残留有废弃造影剂的输液瓶将作为医疗废物处置。

（六）本项目主要设备配置及技术参数

本项目射线装置相关参数情况见表1-3，科室手术量情况见表1-4。

表1-3 本项目射线装置清单表

装置名称	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年总出束时间	出束方向	使用场所	备注
DSA	Azurion 7M20	飞利浦医疗(苏州)有限公司	额定管电压125kV 额定管电流1000 mA	II类	465.50h（拍片 63.83h，透视 401.67h）	由下向上	DSA机房	拟购

表1-4 本项目科室手术量分配

DSA使用情况					
曝光方向	使用科室	拍片常用工况		透视常用工况	
		管电压（kV）	管电流（mA）	管电压（kV）	管电流（mA）
由下朝上	肝胆外科	60~100	100~500	70~90	6~20
	胸心外科	60~100	60~500	60~90	8~20
	神经内科	60~100	60~500	60~90	8~20
	呼吸与危重症医学科	60~100	60~500	60~90	8~20
	心内科	60~100	100~500	70~90	10~20
DSA出束情况					
手术科室	单台手术累计最长曝光时间（min）		年手术台数（台）	年最长出束时间（h）	
	拍片	透视		拍片	透视
肝胆外科	3	10	450	22.50	75.00
胸心外科	8	30	10	1.33	5.00
神经内科	2	12	400	13.34	80.00
呼吸与危重症医学科	2	15	300	10.00	75.00
心内科	2	20	500	16.67	166.67
合计	/	/	1660	63.84	401.67

（七）工作人员配置情况

本项目共涉及辐射工作人员31名，其中为11名医生、11名助手医生、7名护士、2名技师。根据本项目年手术数量及每台手术人员分配情况，每台手术配置1名医生、1名助

手医生，1名护士（各科室的医生只参与本科室的手术，护士也是各科室各配置1名，不存在交叉使用的情况），1个技师最多参与固定3个科室手术。

表1-5 本项目辐射工作人员配置情况

职务	辐射工作人员数量	科室	备注
医生	4	肝胆外科	赖良、谢飞、新增2人
	2	胸心外科	王毅、李晓亮
	4	神经内科	周立、李亮、新增2人
	4	呼吸与危重症医学科	李兴明、李云、新增2人
	8	心内科	廖锐、黄乐、新增6人
护士	1	肝胆外科	新增
	1	胸心外科	新增
	2	神经内科	新增
	1	呼吸与危重症医学科	新增
	2	心内科	新增
技师	2	放射科	新增，其中一人配合3个科室进行手术
合计	31	/	/

医院定岗定责，不存在同时操作多台设备，该项目工作人员不再从事其他辐射工作岗位，因此不需要考虑辐射工作人员的个人剂量叠加。今后，医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

工作制度：医院实行每年工作365天，每天24小时的工作制度。根据医院提供资料，项目需要进行拍片或透视最大病人数为10人/天，项目年总手术台数为1660台。

医院应严格执行辐射工作人员培训制度，组织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，并建立职业健康档案和个人剂量监测档案。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础设施建设内容，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

1、选址合理性分析

内江市第一人民医院（新区）位于四川省内江市市中区汉安大道西段1866号。本项目位于内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F，新区院区周围为一般的商业、居住为主的城市环境，交通便捷，能为周围居民提供方便的就医设施。内江市第一人民医院（新区）用地已取得了《国有土地使用证》（内市国用（2014）第009322号），土地性质为医疗慈善用地，用地符合土地利用规划要求。

内江市第一人民医院（新区）于2013年3月7日取得了原四川省环境保护厅《关于内江市第一人民医院新区医院工程(一期)环境影响报告书的批复》（川环审批[2013]150号），2014年5月22日取得了原内江市环境保护局《关于内江市第一人民医院儿科综合楼和全科医生临床培养基地建设项目环境影响报告书的批复》（内市环审批(2014)09号），并于2019年9月7日，完成了《内江市第一人民医院新区医院工程(一期)建设项目》环保竣工验收，具体见附件4；本项目改建前的在手术室25设置了，Ⅲ类X射线装置，移动式平板C形臂X射线机，该设备还在手术室19、23、24使用，已取得了环境影响登记表，具体见附件4。

本项目位于新区院区第一住院楼3F，本项目不新增用地，项目水、电、气、通讯设施依托医院现有设施，本项目位于新区院区第一住院楼3F手术室25，项目所在楼层为手术区域，主要为手术室及其配套设施，人员流通较小，极大减少了公众误入的可能性；通过建筑物屏蔽、距离的衰减以及医院将采取的相应有效治理和屏蔽措施，本项目产生的辐射通过采取相应有效的治理措施和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此本项目选址是合理的。

2、外环境关系分析

（1）第一住院楼外部的环境关系

本项目位于内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F，新区院区周围主要为商业、居住，四周道路为甜城大道、康宁路、汉安大道、健康路，本项目主要涉及医院内环境，不涉及医院外的环境。

根据现场踏勘，第一住院楼（外环境关系距离为目标与DSA机房的距离）四周主要外环境关系如下：

北侧：1.4m~50m院区绿化、道路及停车场；

东侧：33.2m~50m院区绿化及道路；

南侧：16.2m~50m院区道路及空地（绿化）。

(2) 第一住院楼内部的外环境关系

本项目位于内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F，DSA机房第一住院楼内部外环境关系如下：

北侧：污物走廊（紧邻）；

东侧：操作间（紧邻），3.3m~22m手术室24-23，22m~33.2mC臂间、污物暂存间、洁具间和护工室等；

东南侧：3.8m~32.5m一次性物品存放间、电梯楼梯、杂物间及清洗打包间等，7.7m~36.8m手术室17-22；

南侧：洁净走廊（紧邻）、2.2m~16.2m器械及无菌存放室、洁净走廊2、药品库房、m污物走廊等，27.2m~15.2m手术室15-16；

西南侧：8.1m~17.8m手术室14，3.6m~50m库房、换车间、麻醉准备室、复苏室等；

西侧：设备间（紧邻），1.8m~8.8m手术室26，8.8m~35.7m电梯及楼梯，35.7m~50m手术室3-1。

项目DSA机房正下方为2F医生办公室和治疗室，楼上正上方为4F层流净化机房。

本项目机房位置相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性。

项目医院内部及医院第一住院楼内的外环境关系具体见附图3。

3、与周边环境的相容性分析

本项目利用医院内现有完善的水资源供给系统，本项目新增的生活垃圾依托医院已建的生活垃圾收集设施暂存处理，新增的生活污水、医疗废水依托医院已建的污水处理设施处理，医院产生的医疗、生活废水经医院已建的污水处理设施处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中的预处理标准后，排入市政污水管网，最终进入内江市污水处理厂处理达标后排放。介入手术产生的医用器具、药棉、纱布、手套、废造影剂及废造影剂瓶等医疗废物采用专门的收集容器暂存，由专人每天收集到医院医疗废物暂存间内，按照医疗废物执行转移联单制度，定期委托有资质单位（内江市城环环保科技有限公司）统一收集处置；本项目产生的生活垃圾和办公垃圾很少，依托医院现有的垃圾收集设施统一收集交由市政环卫清运；本项目通风设备声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；本项目产生的废气经通排风系统排至室外经自然稀释后对大气环境影响较小。

因此，本项目的建设对周边环境影响较小，项目与周边环境相容。

4、实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足公众多层次、多方位、高质量、便利的诊断需求，提高对疾病的诊断能力。本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊断方法所不能及的效果，是其它诊断项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊疗的方法效果显著，其优势明显，因此，该项目的实践是必要的。本项目在诊断过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小，本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性。符合辐射防护“实践的正当性”原则。

四、总平面布局合理性分析

项目位于第一住院楼3F麻醉手术中心（手术室），项目依托麻醉手术中心的洁具间、器械及无菌存放室、污物暂存间等，根据于第一住院楼3F拟建的手术室25（DSA）平面布局图可知，DSA机房东侧为操作间；西侧为设备间。项目DSA机房正下方为2F医生办公室和治疗室，楼上正上方为4F层流净化机房。DSA机房和配套房间集中布置，相对独立且人流较少，设有专门的患者通道、污物走廊及污物暂存间，降低了公众受到照射的可能性，项目机房的排风管道从DSA机房内导出引至4楼北侧排放，避开了人经常活动的区域。

第一住院楼3F麻醉手术中心（手术室）设置患者通道、医护通道和污物暂存间，相互不交叉，患者通道的宽度满足患者手推车辆的通行，方便治疗。

本项目的建设不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既能有联系，又不互相干扰，且避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了患者就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。

五、原有核技术利用情况

1、辐射安全许可证情况

内江市第一人民医院已取得了辐射安全许可证，编号川环辐证[00215]，许可种类和范围为“使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至：2029年01月21日，具体范围详见附件3。

目前，医院被许可使用V类放射源，II类、III类射线装置，非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质，医院被许可的原有辐射工作场所情况见下表，该医院现有的核利用装置环保措施和设施均运行正常，经现场踏勘，未发现遗留环境问题。同时，经建设单位证实，医院开展介入诊疗、核医学科等治疗至今未发生过辐射安全事故。

表1-6 医院已获取的放射源

序号	活动种类和范围					使用台账						备注
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	
1	核素诊断与治疗工作场所(东区)	Sr-90	V类	使用	7.4E+8*1	RU17SR000515	7.4E+8	2017-07-04	Sr90.24.17	敷贴器	佛山纳峰贸易有限公司	已上证

表1-7 医院已获取的非密封放射性物质

序号	活动种类和范围									备注
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量(贝可)	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	
1	核素诊断与治疗工作场所(东区)	乙级	Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	2.22E+7	2.22E+7	5.55E+12	已上证
2			I-125	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+5	1.85E+5	1.36E+9	已上证
3			F-18	液态	使用	放射性药物诊断	2.96E+6	4.14E+6	3.7E+12	已上证
4			Sr-89	液态	使用	放射性药物治疗	2.96E+7	2.96E+7	7.4E+9	已上证
5			I-131	液态	使用	放射性药物治疗	3.7E+8	3.7E+8	1.85E+11	已上证
6	甲癌治疗工作场所(西区)	乙级	I-131	液态	使用	放射性药物治疗	3.89E+9	3.89E+9	1.94E+12	已上证

表1-8 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	活动种类和范围					使用台账				备注
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	技术参数(最大)	生产厂家	
1	CBCT室(城南病区)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	mDX-13STSPIA	管电压100kV 管电流8mA	合肥美亚光电技术股份有限公司	已上证
2	CBCT室(新区)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	HiRes3D	管电压100kV 管电流10mA	北京朗视仪器股份有限公司	已上证
3	CT室二(城南病区)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	2	X线电子计算机断层扫描装置	AlexionTSX-032A	管电压139kV 管电流300mA	日本东芝	已上证
						移动DR	Udr370i	管电压150kV 管电流400mA	上海联影	已上证
5	CT室二(新区)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	X射线计算机体层摄影设备	uCT780	管电压140kV 管电流833mA	上海联影	已上证
6	CT室一(城南病区)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	X线电子计算机断层扫描装置	SOMATOMDenfitomionAS	管电压140kV 管电流800mA	德国西门子	已上证
7	CT室一(新区)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	X线计算机断层扫描仪	AquilionONETSX-301C	管电压135kV 管电流750mA	日本东芝	已上证
8	ERCP诊疗室(新区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	移动式C型臂X射线机	ZiehmVision	管电压110kV 管电流20mA	德国奇目	已上证
9	ICU病区(城南病区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	移动式X射线摄影机	PLX100	管电压110kV 管电流55mA	南京普爱	已上证
10	ICU病区(新区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	移动式DR	MUX-200D	管电压133kV 管电流400mA	北京岛津	已上证
11	PET/CT机房	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	正电子发射及X射线计算机断层成像扫描系统	uMI780	管电压140kV 管电流833mA	上海联影医疗	已上证
12	SPECT/CT机房	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	单光子发射型电子计算机断层扫描仪	DiscoveryNM/ct670	管电压140kV 管电流380mA	美国GE	已上证
13	X线模拟定位室	放射治疗模拟定位装置	Ⅲ类	使用	1	模拟定位机	SL-ID	管电压120kV 管电流500mA	山东新华	已上证
14	第二摄片室(城南病区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	数字化X射线成像系统	Ysio_	管电压150kV 管电流800mA	德国西门子	已上证

15	第二摄片室(新区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	数字化X线摄影系统	RADspeed D-fit	管电压150kV 管电流500mA	北京岛津	已上证
16	第一摄片室(城南)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	直线X线数字成像DR	AXIOM Aristos VX-PLUS	管电压150kV 管电流800mA	德国西门子	已上证
17	第一摄片室(新区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	数字化X线摄影系统	RADspeed Pro80	管电压150kV 管电流1000mA	日本岛津	已上证
18	骨密度检查室(城南病区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	双能X射线骨密度仪	LunarDRX-NT	管电压76kV管 电流1.5mA	美国GE	已上证
19	健康管理科CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	Ⅲ类	使用	1	X射线计算机体层摄影设备	Revolution AceES M	管电压140kV 管电流600mA	航卫通用电气医疗系统有限公司	已上证
20	介入导管室(城南病区)	血管造影用X射线装置	Ⅱ类	使用	1	800毫安以上数字减影血管造影X线机	Innova3100-IQ	管电压125kV 管电流1000mA	美国GE	已上证
21	介入导管室(新区)	血管造影用X射线装置	Ⅱ类	使用	1	数字减影血管造影机	Artiszee III ceiling	管电压100kV 管电流1000mA	德国西门子	已上证
22	乳腺钼靶室(城南病区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	乳腺钼靶机	MAMMOMAT3000NOVA	管电压35kV 管电流100mA	德国西门子	已上证
23	手术间10、11(城南病区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	移动式C型臂X射线机	Ziehm 8000	管电压110kV 管电流20mA	德国奇目	已上证
24	手术间19、23、24、25(新区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	移动式平板C形臂X射线机	PLX118WF-D	管电压120kV 管电流100mA	南京普爱医疗设备股份有限公司	已上证
25	透视室(城南病区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	X线透视机	F-108-V	管电压110kV 管电流100mA	北京万东医疗装备股份有限公司	已上证
26	胃肠室(新区)	医用诊断X射线装置	Ⅲ类	使用	1	数字胃肠X线机	Uni-Vision	管电压150kV 管电流630mA	北京岛津	已上证
27	牙科全景室(城南病区)	口腔(牙科)X射线装置	Ⅲ类	使用	1	牙科全景X线机	Pax-Uni3D	管电压90kV管 电流10mA	韩国威泰	已上证
28	牙片室(城南病区)	口腔(牙科)X射线装置	Ⅲ类	使用	1	牙片X线机	RAY98	管电压140kV 管电流320mA	宁波蓝野医疗器械有限公司	已上证
29	牙片室(新区)	口腔(牙科)X射线装置	Ⅲ类	使用	1	数字化牙片机	HeliodentplusD3507	管电压70kV 管电流7mA	西诺德	已上证
30	直线加速器机房	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	Ⅱ类	使用	1	医用电子加速器	CLINAC-CX	粒子能量 18MeV	美国瓦里安	已上证

注：①内江市第一人民医院分为城南病区和新区，其中城南病区地址为四川省内江市市中区沱中路41号，新区地址为四川省内江市市中区汉安大道西段1866号；②内江市第一人民医院（新区）门诊部分为东区和西区。③本项目建成后，移动式平板C形臂X射线机不在手术室25使用，仅在手术室19、23、24使用。

2、辐射管理规章制度管理情况

医院以“内一医（2025）121号”文成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，全面负责辐射安全防护与环境保护管理工作。根据相关文件的规定，结合医院实际情况，医院已制定有一套相对完善的管理制度，包括辐射安全管理规定、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员岗位职责、射线装置台账管理制度和辐射事故应急预案等。医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在医院辐射安全与环境保护领导小组的领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度严格落实，定期组织对辐射工作场所和设备进行辐射防护检测、监测和检查，制度执行情况较好。

3、辐射安全培训情况

内江市第一人民医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。医院现有辐射工作人员263人（II类和III类射线装置辐射工作人员分别为98人、165人），有132人（II类射线装置辐射工作人员全部取得合格证书）参加了辐射安全与防护培训班学习并取得《合格证书》，另外131人III类射线装置辐射工作人员院内考核合格，具体见附件5。

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）：“自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。

根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告2021年第9号）的相关规定，仅从事III类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，有核技术利用单位自行组织考核，已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效，自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。

针对本项目新增的II类射线装置辐射工作人员，医院应尽快组织未参加培训的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。医院对此出具了承诺书，承诺“将严格落实中华人民共和国生态环境部2019年第57号公告相关要求，及时组织二类射线工作人员通过核技术利用辐射

安全与防护培训平台进行相关知识学习，并确保所有二类射线辐射工作人员及辐射安全管理人员考核合格后上岗。”。

4、辐射工作人员个人剂量情况

医院有专人负责个人剂量档案管理工作。内江市第一人民医院现有263名辐射工作人员，医院为每一名辐射工作人员配备了个人剂量计，委托了四川蓝瑞鑫卫生检测技术服务有限公司（2025年1、2季度）和四川环亚博通检测技术服务有限公司（2025年3、4季度）开展个人剂量计的检测，提供了佩戴周期为2025全年四个季度的个人剂量年度检测报告（报告编号：SCLR_X（放）放J202510106、SCLR_X（放）放J202520932、FSG202506004-01和FSG202506004-04），监测起止日期：2025.01.01-2025.12.31），经统计计算：

（1）2025年第1季度李伟、梁乾、黄住、代新学、王毅，共5人的个人剂量计遗失；

（2）2025年第2季度黄其、司超，共2人的个人剂量计遗失，陈奕帆单季度个人剂量超过了1.25mSv，医院针对该季度个人剂量超标人员，及时进行了调查核实，经核实陈奕帆2025年2季度佩戴个人剂量计期间工作量无明显增加，未发生个人剂量计被打开、被水浸泡、被留置于工作场所内、被他人混淆佩戴和曾经佩戴个人剂量计接受过放射性检查、扶持接受放射性检查的受检者/患者、维修含源装置的情况。科室同期工作人员本季度均未出现个人剂量计剂量值异常情况，我院两区放射科的射线装置在2025年6月17日进行年度的放射卫生状态检测和辐射环境监测，均符合相关检测要求。故陈奕帆2025年2季度的测量剂量值不能正确反映该工作人员所接受的剂量，考虑为该工作人员的个人剂量计在发放使用前未进行退火处理导致本次测量剂量值异常。后期密切观察陈奕帆个人剂量计佩戴及监测情况；

（3）2025年第3季度官钰川单季度个人剂量为3.637mSv，超过了1.25mSv，医院针对该季度个人剂量超标人员，及时进行了调查核实，经核实官钰川2025年3季度佩戴个人剂量计期间工作量无明显增加，否认发生个人剂量计被打开、被水浸泡、被留置于工作场所内、被他人混淆佩戴和曾经佩戴个人剂量计接受过放射性检查、扶持接受放射性检查的受检者/患者、维修含源装置等情况。科室同期工作人员本季度均未出现个人剂量计剂量值异常情况。我院两区口腔科的射线装置每季度均在进行辐射安全与防护自主监测，2025年1-3季度的监测数据未提示异常，在2025年6月17日进行年度的放射卫生状态检测和辐射环境监测，均符合相关检测要求。经调查，没有发现可能导致超标的原因，考

虑是否因为该工作人员的个人剂量计在发放使用前未进行退火处理导致本次测量剂量值异常；另检测单位论述，该工作人员个人剂量计在使用前经同一批退火处理且监测过程仪器无异常，本次正常出具检测数据，经考虑前3季度剂量之和为3.664mSv，建议2025.10.1~2025.12.31该工作人员暂停从事放射工作，同时使用单位加强个人计量管理。

医院辐射安全与环境保护管理领导小组接到四川环亚博通检测技术有限公司反馈后，出具了《关于官钰川2025年4季度暂时脱离放射工作岗位的函》（具体见附件15）。

（4）2025年第4季度医院全部辐射工作人员单季度个人剂量均未超过1.25mSv，正常，且医院全部辐射工作人员的年度个人剂量均未超过5mSv。

医院应进一步加强个人剂量管理工作，加强辐射工作人员的培训指导，使之正确佩戴，加强防护，并随时对个人剂量进行监控，对遗失个人剂量计的职业人员采取相应的处理措施，使之提高重视。

5、年度评估情况

医院于2026年1月，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”，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。

6、现医院辐射安全管理情况

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》、《辐射工作设备操作规程》、《放射工作人员职业健康检查、个人剂量监测及培训考核管理办法》、《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。

（1）辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变。

（2）辐射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求。

（3）医院按要求委托有资质的单位进行了个人剂量检测，并对发生个人剂量季度超标情况采取了措施，如加强个人剂量管理工作，加强辐射工作人员的培训指导，使之

正确佩戴，加强防护，并随时对个人剂量进行监控，对遗失个人剂量计的职业人员采取相应的处理措施。

(4) 医院自从事辐射工作过程以来，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。

(5) 医务人员自身防护方面：医院要求辐射工作人员在对病人进行检查时，必须做好自我防护，隔室操作，禁止直接暴露在照射野内，辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计，对个人所接受外照射的剂量进行准确监控，并安排辐射工作人员定期进行健康体检。

(6) 病人防护方面：检查时根据情况选择最佳投射条件，在不影响诊断的前提下，严格控制照射野范围。同时，利用铅围裙、铅帽等对非受检的敏感部位进行屏蔽。

医院应本项目内容对各项规章制度进行补充完善，具体完善情况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完善。

7、年度监测情况

内江市第一人民医院已取得了辐射安全许可证，编号川环辐证[00215]，许可种类和范围为“使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至：2029年01月21日，具体范围详见附件3；于2025年12月委托四川中环康源卫生技术服务有限公司对辐射工作场所进行了X-γ射线辐射剂量率监测（见附件11）。根据监测结论，项目机房外环境X-γ射线辐射剂量率最大为0.086μSv/h，满足周围控制目标辐射剂量率不大于2.5μSv/h。

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	Azurion7M20	125	1000	放射诊断/介入治疗	手术室25	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：①内江市第一人民医院分为城南病区和新区，其中城南病区地址为四川省内江市市中区沱中路41号，新区地址为四川省内江市市中区汉安大道西段1866号，本项目位于新区院区。

(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、氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境
医疗废物	固态	/	/	/	医用器具、药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料和手术垃圾，3.32t/a	/	暂存至院区医疗废物暂存间	定期委托有资质单位（内江市城环环保科技有限公司）进行处置
生活垃圾	固态	/	/	/	21kg/d	/	暂存于院区垃圾用房	由院区统一收集后交送内江市垃圾卫生填埋场处置
生活污水	液态	/	/	/	1.071m ³ /d	/	/	依托院区已建的污水处理站
医疗废水	液态	/	/	/	0.128m ³ /d	/	/	依托院区已建的污水处理站

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》，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》，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； (12) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162号，2015年12月实施； (13) 《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006年9月26日； (14) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77号，环境保护部文件，2012年7月3日； (15) 《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。
------	--

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》(HJ1157-2021)； (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (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》(GBZ 98-2020)； (9) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)。
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) 《辐射防护手册》(第三分—册辐射安全)； (3) 医院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料； (4) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》(2012年3月)； (5) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》； (6) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)； (7) 环评委托书。

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：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”，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机房实体屏蔽体边界外50m范围。

保护目标

本项目保护目标主要为以DSA机房的建筑实体为边界，半径50m内的工作人员和公众。根据外环境关系，DSA机房50m范围内环境保护目标见表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		距离DSA机房最近距离(m)		人流量(人次/d)	照射类型	剂量约束值(mSv/年)
			水平	垂直			
DSA机房	辐射工作人员	DSA机房内医生	紧邻	0	≤12	职业	5.0
		DSA机房内护士	紧邻	0	≤6	职业	5.0
		东侧操作间内技师	紧邻	0	≤2	职业	5.0
	第一住院楼内公众	北侧 污物走廊	紧邻	0	≤20	公众	0.1
		东侧 操作间	紧邻	0	≤20	公众	0.1
			22	0	≤30	公众	0.1
		东南侧 一次性物品存放间、电梯楼梯、杂物间及清洗打包间等	3.8	0	≤30	公众	0.1
		南侧 洁净走廊	紧邻	0	≤30	公众	0.1
			2.2	0	≤30	公众	0.1
		西南侧 库房、换车间、麻醉准备室、复苏室等	3.6	0	≤30	公众	0.1
		西侧 设备间	紧邻	0	≤12	公众	0.1
			8.8	0	≤30	公众	0.1
		正下方 2F医生办公室和治疗室	0	4.8	≤30	公众	0.1
		正上方 4F屋流净化机房	0	4.8	≤10	公众	0.1

	院内 公众	北侧	院区绿化、道路及停车场	1.4	9.8	≤800	公众	0.1
		东侧	院区绿化及道路	33.2	9.8	≤500	公众	0.1
		南侧	院区道路及空地（绿化）	16.2	9.8	≤500	公众	0.1

评价标准

1、环境质量标准

- (1) 大气：臭氧执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限制要求。
- (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。

2、污染物排放标准

- (1) 废气：废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。
- (2) 医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中的预处理排放标准。
- (3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；
②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。
- (4) 固废：一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）。

3、辐射防护标准

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

4、电离辐射剂量限值和剂量约束值

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）B1.1.1.1的规定，对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：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；任何一年中有效剂量50mSv；四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量500mSv。

本项目评价取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的1/4（即5mSv/a）作为职业人员年剂量约束值；取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量的1/4（即125mSv/a）作为职业人

员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值。

公众照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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**。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量的**1/10**执行，即**0.1mSv/a**，作为本项目公众照射年有效剂量约束值。

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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

监督区：注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

5、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，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

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

内江市第一人民医院（新区）位于四川省内江市市中区汉安大道西段1866号。本项目拟建DSA机房位于内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F手术室25，项目地理位置图见附图1。

本项目周围为一般的商业、居住为主的城市环境，主要植被为人工种植的花草树木外，无农作物和野生动植物。本项目评价区域范围内尚未发现受保护的文物和古迹。

在接受本项目环境影响评价委托后，我公司技术人员对项目所在区域进行了踏勘，本项目现状见图8-1。

	
手术室25 机房	手术室25 操作间
	
手术室25 铅门	手术室25 北侧污物走廊



图8-1 本项目拟建机房现状图

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

为掌握项目所在地辐射水平，本次评价委托四川中环康源卫生技术服务有限公司对本项目所在位置的辐射环境进行了监测，监测时间为2025年12月18日，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	检出限
X-γ辐射空气吸收剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021	0.01 μSv/h
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021	

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测仪器			备注
	名称及编号	技术参数	检定情况	
X-γ辐射	BH3103B 型便携式 X-γ剂量率仪 编号：YQ19032	测量范围：（1-10000） ×10 ⁻⁸ Gy/h 能响范围： 0.025MeV~3MeV 修正因子：0.93	校准单位：中国测试技术研究院 校准有效期：2025.10.16- 2026.10.15 校准证书：校准字第 202510101314号	-

表8-3 监测时环境状况

环境温度	环境湿度	环境大气压	天气状况
14℃	50%RH	96.2 kPa	阴

四、质量保证

本项目环境现状监测单位四川中环康源卫生技术服务有限公司，通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。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。

1、计量认证

从事监测的单位四川中环康源卫生技术服务有限公司通过了原四川省质量技术监督局的计量认证（计量认证号：212303100255）。

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。

五、环境现状监测与评价

为了解本项目机房附近辐射水平，本项目在拟建机房四周、正上方和评价范围内保护目标处布设了监测点位，以了解项目区域X-γ辐射剂量率背景。

具体监测结果如下：

表8-4 拟建项目周围环境X-γ辐射剂量率 单位：nGy/h

测点编号	X-γ辐射 (nGy/h)		监测点位	备注
	监测值	标准差		
1	78.3	0.1	拟改建后手术室(25)DSA机房内	室内
2	77.7	0.1	拟改建后手术室(25)DSA机房北侧	室内
3	77.8	0.1	拟改建后手术室(25)DSA机房东侧	室内
4	78.9	0.1	拟改建后手术室(25)DSA机房南侧	室内
5	78.9	0.1	拟改建后手术室(25)DSA机房西侧	室内
6	78.3	0.1	拟改建后手术室(25)DSA机房正上方(屋流净化机房)	室内
7	78.1	0.1	拟改建后手术室(25)DSA机房正下方(医生办公室)	室内
8	78.7	0.1	拟改建后手术室(25)DSA机房正下方(治疗室)	室内
9	80.1	0.1	第一住院楼北侧道路	道路
10	80.8	0.1	第一住院楼北侧停车区	道路
11	80.9	0.1	第一住院楼东侧道路	道路
12	84.8	0.1	第一住院楼南侧道路	道路
13	85.9	0.1	第一住院楼南侧空地	道路

注：以上监测数据未扣除仪器宇宙射线响应值。

由表8-4可知，项目所在区域的室内X-γ辐射背景值为77.7 nGy/h~78.9 nGy/h；道路X-γ辐射背景值为80.1 nGy/h~85.9 nGy/h，与内江市生态环境局发布的《2024年内江市生态环境质量公报》中环境γ辐射空气吸收剂量率（未扣除宇宙射线响应值）监测结果（62.8nGy/h~155.1nGy/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

1、施工期间的环境影响分析

本项目利用内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F手术室25及其西侧走廊进行改建和装修。因此，项目施工期主要是对已有建筑物进行改建和装饰施工、设备安装，最后进行竣工验收。本次环评的主要评价内容有：原有墙体拆除、通风系统、防护工程、表面装修、机器安装和调试。

施工期工艺流程及产污环节见图9-1。

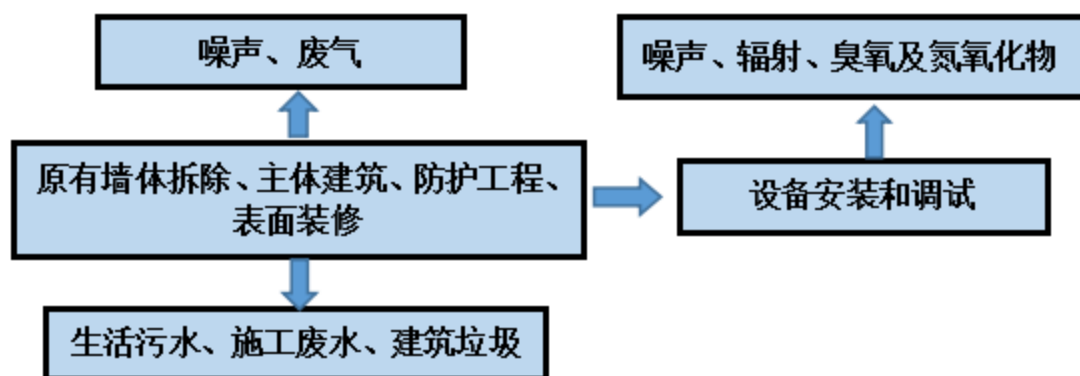


图9-1 施工期工艺流程及产物环节图

严格按照设计方案进行防护施工，隐蔽工程需留下影像资料，以备后期查验。

施工过程以施工机械噪声、装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。以上污染因素将随建设期的结束而消除。

本项目射线装置的安装调试阶段会产生X射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求本项目的安装和调试在辐射防护建设完成后进行。本项目射线装置运输、安装和调试要求由设备厂家专业人员完成。在射线装置运输、安装、调试过程中，院方应加强辐射防护管理。

安装和调试：安装前，建设单位将联系厂家制定安装清单，安装当日院方辐射管理领导小组成员将安排辐射工作人员提前对运输路线进行临时管控，在手术室周围采取拉设警戒线、设立电离辐射警告标志，专人负责安全保卫工作，加强周围巡逻，禁止无关人员靠

近等临时管控措施。待所有零部件到达手术室后，院方工作人员和厂家工作人员将再次核对清单，并在走廊周围两端铺设警戒线并派专人值守，确保安装过程无关人员不得靠近射线装置安装场所，同时要求厂家工作人员佩戴个人剂量报警仪。

二、运营期污染源项分析

1、工作原理

数字减影血管造影技术（**D**igital **S**ubtraction **A**ngiography，简称**DSA**）是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。**DSA**的成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在**X**射线照射下会显影）后的血管造影**X**射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过**DSA**处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血液动力学的改变，因此进行介入手术时更为安全。数字**X**线系统原理图见图9-2。

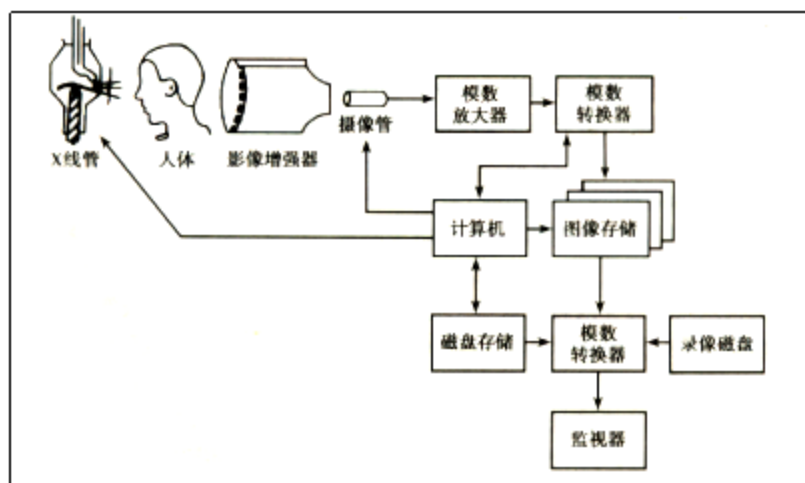


图9-2 数字X线系统原理图

2、结构

DSA因其整体结构像大写的“**C**”，因此也称作**C**型臂**X**光机。**DSA**成像系统按功能和结

构划分，主要由五部分构成：**X**线发生系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统。

(1) **X**线发射装置主要包括**X**线球管、高压发生器和**X**线遮光器。

介入治疗需要连续发射**X**射线，要求有较高的球管热容量和散射率，因此**DSA**必须具有阳极热容量在**1MHU**以上、具有大小焦点的**X**线球管。此外，还需具有一个能产生高千伏、短脉冲和恒定输出的高压发生器、**X**线遮光器用来限制**X**线照射视野，避免患者接受不必要的辐射。

(2) 影像检测和显示系统，用于将**X**线信息影像转换成可见影像。

本项目**DSA**数字成像系统采用平板探测器。平板探测器分为间接转换平板探测器和直接转换平板探测器。间接转换平板探测器由碘化铯等闪烁体晶体涂层与非晶硅薄膜晶体管**TFT**构成。间接转换平板探测器的工作过程一般分为两步：闪烁晶体涂层将**X**射线的能量转换为可见光，其次非晶体硅**TFT**将可见光转换为电信号。直接转换平板探测器主要由非晶硒**TFT**构成：入射的**X**射线是硒层产生电子空穴对，在外加偏压电场作用下，电子和空穴向相反的方向移动形成电流，电流在薄膜晶体管中形成电信号。现代大型**DSA**设备普遍使用平板探测器，其转换环节少，减少了噪声，使**X**线光子信号的损失降到了最低限度，大大提高了光电转换效率。不但保证了优质的图像质量，而且降低了射线剂量。

(3) 影像处理和系统控制。

DSA影像被数字化后，则需进行各种算术逻辑运算，并对减影的图像进行各种后处理。计算机系统是**DSA**的关键部件，具有快速处理能力，主要对数字影像进行对数变换处理、时间滤波处理和对比度增强处理。

系统控制部分具有多种接口，用于协调**X**线机、机架、计算机处理器和外设联动等。

(4) 机架系统和导管床机架有悬吊式和落地式两种，各有利弊，可根据工作特点和机房情况选择。导管检查床具有手术床和透视诊断床两种功能，多采用高强度、低衰减系统的碳素纤维床面，减少对**X**线的吸收。

(5) 影像存储和传输系统(**PACS**)，采用在线存储和近线存储两种存储方式，充分利用网络技术实现影像资料的共享，方便随时调阅，更加高效的交流和管理**DSA**影像信息。

3、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0.5~1.0m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）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘或移动式防护帘。介入治疗中，医生根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动DSA的X线系统进行透视（DSA的X线系统连续发射X射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。每台手术DSA系统的X线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，医生、病人离开DSA机房。

基于医院特色，本项目运行后开展的手术类型涵盖神经内科、肝胆外科、胸心外科、心内科、呼吸与危重症医学科相关介入诊疗工作。主要涉及的病人为门诊和住院病人。以下针对手术进行简要原理介绍：

神经介入医学是指利用血管内导管操作技术，在计算机控制的数字减影血管造影(digital subtractionangiographyDSA)系统的支持下，对累及人体神经系统血管的病变进行诊断和治疗，达到栓塞、溶解、扩张、成形和抗肿瘤等治疗目的的一种临床医学科学。例如神经内科的脑血管狭窄手术是指医生利用DSA透视功能，通过股动脉穿刺，导管放置于狭窄部位，根据狭窄血管不同可预先于狭窄动脉处的远端置入脑保护伞，然后将球囊放置狭窄部位扩张，之后支架植入狭窄动脉内，支撑狭窄部位，使血流畅通，改善脑组织供血。

4、诊疗流程

本项目介入诊疗流程如下所示：

（1）病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医生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：介入主管医生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。

（3）设置参数，病人进入机房、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；引导病人进入机房并进行摆位。

（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；

产污：X射线、臭氧和氮氧化物。

（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，医生应尽快将胶片交给急症病人；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由病人家属取回交病房病历保管。

产污：手术过程中的耗材将转化为医疗废物；医护人员洗手将产生少量的医疗废水。

DSA在进行曝光时分为拍片和透视两种情况，本项目DSA工作流程及产污环节如图9-

3:

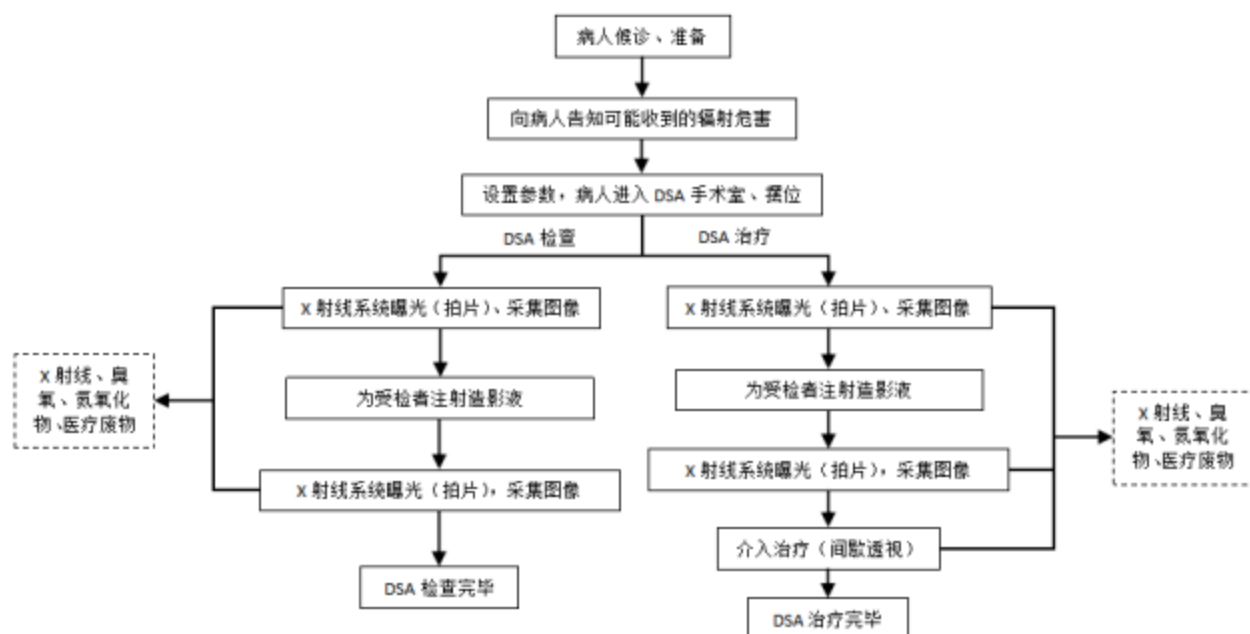


图9-3 DSA治疗流程及产污环节示意图

其中DSA具体操作流程为：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在X线透视下将导管送达目标部位，进行介入诊断，留X线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员根据需要在床旁并在X线导视下进行手术。

DSA在进行曝光时分两种情况：

第一种情况（拍片）：技师采取隔室操作的方式（即技师在操作间内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况（透视）：医生需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医生位于铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

5、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医生、护士、技师经过医护专用走廊、无菌存放室南侧洁净走廊进入操作室、DSA机房，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病员通道、无菌存放室北侧洁净走廊进入DSA机房，病人、医生流互不交叉，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，待当天手术全部做完（医生和病人全部离开后），经过打包密封消毒后先在污物暂存间暂存，最终交由医废处理资质单位（目前交由内江市城环环保科技有限公司处置）处置。

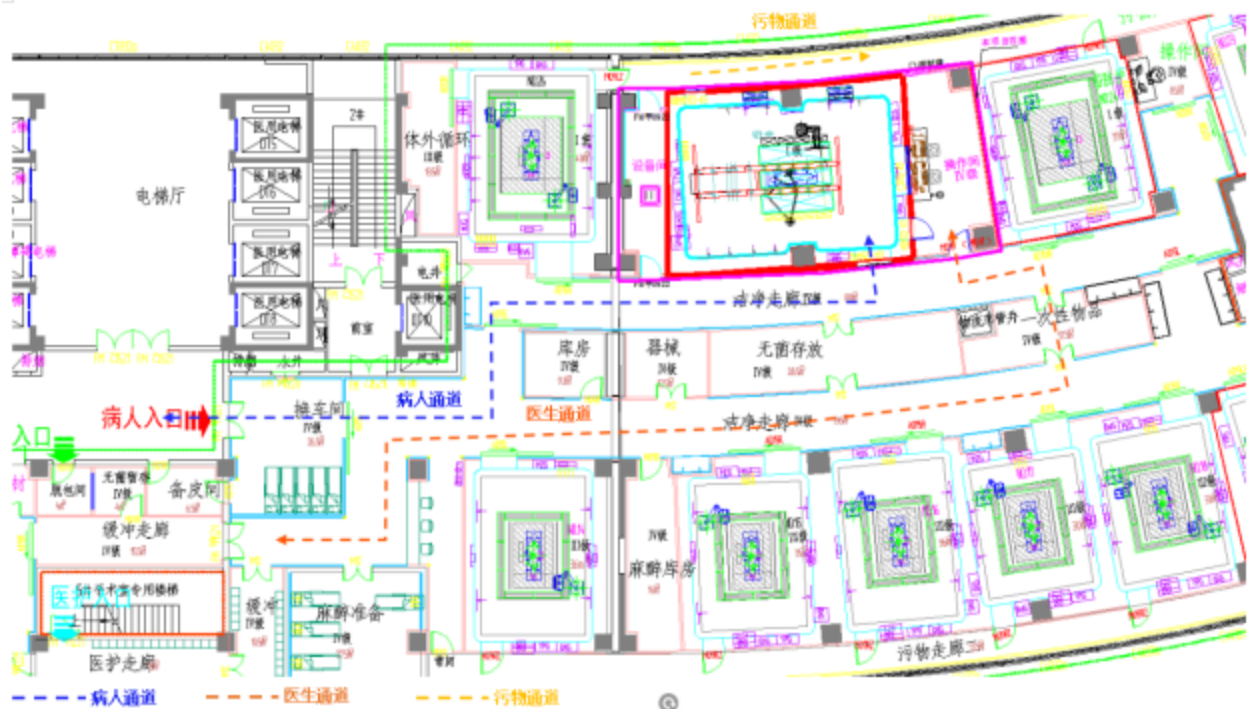


图9-4 项目人流、物流图

本项目医生、患者、污物路径示意图见附图8。

三、污染源项描述

1、电离辐射

DSA在开机状态下主要辐射为X射线，不开机状态不产生X射线。

由DSA工作原理可知，DSA只有在开机并处于出束状态时才会发出X射线。因此，DSA在开机期间，X射线是项目主要污染物。利用X射线束对病人进行诊断和手术的同时，射线装置产生的主射线、泄漏射线及散射射线也可能会穿透DSA机房的屏蔽墙、观察窗、防护门等对DSA机房外的职业人员产生辐射影响。一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小；而介入手术则需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

介入放射学主要辐射危害因素可分为两个类别初级辐射和次级辐射。次级辐射为两

项：散射辐射和泄漏辐射。初级辐射是从X射线管遮光器出射的，是在与受检者、床和影像接收器作用前的辐射，受检者及影像接收器对初级辐射有很大衰减。典型的入射到受检者体表剂量到mGy数量级，及到达影像接收器的剂量为μGy数量级。同时，根据IAEA官网在“Radiation protection of medical staff in interventional fluoroscopy”（介入荧光透视领域医护人员的辐射防护）环节的介绍，入射到病人的射线只有1%~5%会穿出人体。散射辐射取决于受检者受照范围、初级辐射能量和受照角度。电子作用于靶向各方向发射X射线，泄漏辐射是从含有铅屏蔽防护的管套透射出的射线。

2、废气

本项目DSA机房采用新风系统+排风系统进行通排风，本项目利旧并改造机房内部通排风系统，改造后新风系统（10000m³/h，含回风量，风管630mm*800mm、630mm*630mm）、排风系统（1000m³/h，风管200mm*320mm）和回风系统（8500m³/h，风管400mm*400mm、500mm*800mm），新风管道位于吊顶与防护层之间，排风管道穿机房北侧墙口并设置有与墙体等效屏蔽厚度的铅板包裹，因此不会破坏DSA机房屏蔽。新风口拟设置在第一住院楼4F东侧（4F，19.1m），排风口拟设置在项目4F北侧（4F，高19.1m）排放。

DSA在曝光过程中产生量很小，经排风系统引至4F北侧（4F，高19.1m）排放，室外大气扩散条件良好，产生的O₃气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

3、噪声

本项目噪声源主要为空调和风机噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强不大于65dB（A）且均处于室内，通过建筑墙体隔声和距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界噪声标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

4、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。生活污水（1.071m³/d）及医疗废水（0.128m³/d）经医院已建的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表2预处理标准后，排入市政管网，进入内江市污水处理厂处理达标终排放。

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，本次年手术台数为1660台，按每台手术产生约2kg的医疗废物，每年固体废物产生量约为3.32t。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医疗废物暂存间，为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，交有资质单位（目前交由内江市城环环保科技有限公司）处理。

③本项目共涉及新增辐射工作人员21名，每人产生生活垃圾和办公垃圾约1kg/d，则生活垃圾和办公垃圾产生量约为21kg/d。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，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。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、泄露风险

造影剂是介入治疗手术操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在X射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排除体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

--

表10 辐射安全与防护

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

(1) 项目DSA机房位于内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F麻醉手术中心（手术室25），项目依托麻醉手术中心的洁具间、器械及无菌存放室、污物暂存间等，根据于第一住院楼3F拟建的手术室25（DSA）平面布局图可知，DSA机房东侧为操作间；西侧为设备间。项目DSA机房正下方为2F医生办公室和治疗室，楼上正上方为4F屋流净化机房。DSA机房和配套房间集中布置，相对独立且人流较少，设有专门的患者通道、污物走廊及污物暂存间，降低了公众受到照射的可能性，项目机房的排风管道从DSA机房内导出引至4楼北侧排放，避开了人经常活动的区域。

(2) 进出手术区为病人与医生分别设置独立通道，患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。

(3) 本项目污物通道和人员通道独立设置，候诊患者和医生分别通过患者通道和医生通道进入洁净手术区，医生从操作间进入机房，污物从污物走廊进入污物暂存间暂存，不与人员通道交叉。

(4) 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。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。

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，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区。

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证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，辐射工作区与非辐射工作区隔开。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要

不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；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。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

根据控制区和监督区的定义，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将DSA机房划为控制区，将其配套用房（操作间和设备间等）划为监督区。在监督区外张贴电离辐射标志以警示。项目控制区和监督区划分情况见表10-1。

表10-1 本项目控制区和监督区划分情况

项目名称	控制区	监督区
手术室25 (DSA)	DSA机房	操作间、设备间、南侧铅门外0.5m、北侧铅门外0.5m

控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

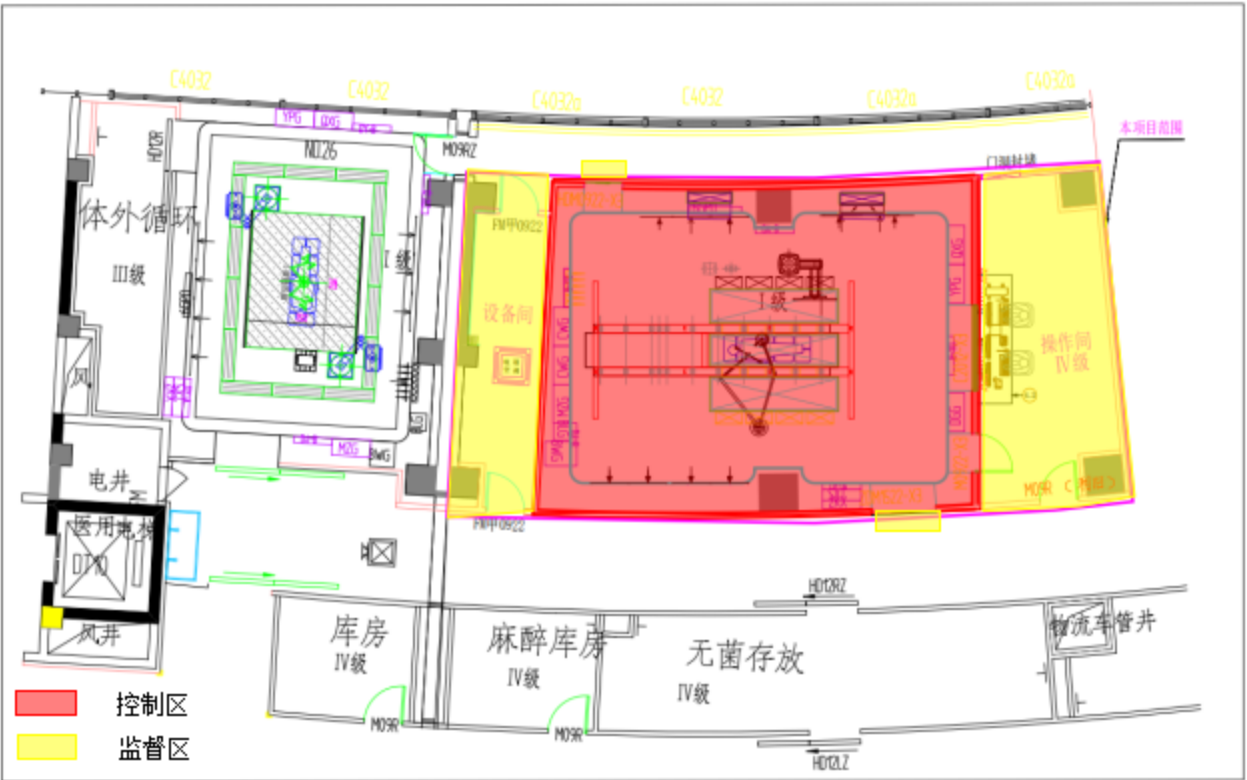


图10-1 项目两区划分图

二、辐射安全与防护措施

（一）辐射屏蔽措施

根据内江市第一人民医院提供的资料，DSA机房净空面积为54.5m²，呈长方形布置，净

空尺寸长8.8m×宽6.3m（最窄5.6m）×高4.8m，项目利用原有机房四周侧墙体（0-3m已采用2mm铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m新增1mm铅当量铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量铅板，并在原0-3m的铅板搭接100mm避免射线泄漏）；机房地面为DSA机房地面防护为现有120mm混凝土+新增20mm混凝土（密度：2.35g/cm³）+51mm硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm³）；顶部为现有的防护120mm混凝土+硫酸钡防护涂层（2mm铅当量）+新增1mm铅当量铅板；机房观察窗（1扇）为3mm铅当量的铅玻璃，防护铅门（3扇）均为3mm铅当量。项目DSA机房正下方为2F医生办公室和治疗室，楼上正上方为4F层流净化机房。

根据建设单位提供资料，本项目DSA机房屏蔽设计情况见表10-3。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表3，DSA机房屏蔽防护铅当量厚度应满足标称电压下等效铅当量要求。

本项目DSA机房设计的屏蔽参数见表1-1。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式C.1、C.2以及附录表C.2、C.3可知。

辐射透射因子B：

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

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（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。

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

铅当量厚度X：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度（mm）；

α——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射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，仍按照主射线管电压（125kV）进行铅当量折算。

表10-2 铅、混凝土对额定管电压的X射线（主束）辐射衰减拟合参数

管电压125kV			
材料	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ (mm ⁻¹)
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974

本项目浇筑的标准混凝土（C20以上）密度为2.35g/cm³，根据公式1、2将各屏蔽材料折算成对应管电压下等效屏蔽铅当量，本项目实体防护折合铅当量计算见表10-3：

表10-3 DSA机房的实体防护折合铅当量计算表

DSA机房	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	利用原有机房四周侧墙体（0-3m已采用2mm铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m新增1mm铅当量铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量铅板，并在原0-3m的铅板搭接100mm避免射线泄漏）	3mmPb	3mmPb
屋顶	现有的防护120mm混凝土+硫酸钡防护涂层（2mm铅当量）+新增1mm铅当量铅板	1.5mmPb+2.0mmPb+1mmPb	4.5mmPb
地面	现有120mm混凝土+新增20mm混凝土（密度：2.35g/cm ³ ）+51mm硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm ³ ）	1.5mmPb+0.2mmPb+3.0mmPb	4.7mmPb
防护铅门（3扇）	3mm铅当量铅门	3mmPb	3mmPb
观察窗（1扇）	3mm铅当量铅玻璃	3mmPb	3mmPb

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，管电压（有用线束）为125kV时，查表 87mm 混凝土（混凝土密度按 2.35t/m³计）相当于 1.0mm 铅当量，158mm 混凝土（混凝土密度按 2.35t/m³计）相当于 2.0mm 铅当量，为了保守起见，本项目 120mm 混凝土（混凝土密度按 2.35t/m³计）相当于 1.5mm 铅当量，20mm 混凝土（混凝土密度按 2.35t/m³计）相当于 0.2mm 铅当量。

②根据《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》查表 3.3，管电压 150kV（无 125kV 数据），15mm 钡水泥（硫酸钡水泥）的密度 3.2g/cm³，相当于 1.0mm 铅当量；33mm 钡水泥（硫酸钡水泥）的密度 3.2g/cm³，相当于 2.0mm 铅当量；51mm 钡水泥（硫酸钡水泥）的密度 3.2g/cm³，相当于 3.0mm 铅当量；故 125kV 下，51mm 钡水泥（硫酸钡水泥），密度 3.2g/cm³，按照 3.0mm 铅当量进行计算。

本项目 DSA 机房实体防护与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照见下表：

表10-4 DSA机房的实体防护设施对照表

房间	面积	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶	地面
DSA机房	54.5m ² (最小单边长度5.6m)	利用原有机房四周侧墙体 (0-3m已采用2mm铅当量里铅板)+四周墙体新增 (0-3m新增1mm铅当量里铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量里铅板,并在原0-3m的铅板搭接100mm避免射线泄漏)	3mm铅当量铅门	3mm铅当量铅玻璃	现有的防护120mm混凝土+硫酸钡防护涂层 (2mm铅当量)+新增1mm铅当量里铅板	现有120mm混凝土+新增20mm混凝土 (密度: 2.35g/cm ³) +51mm硫酸钡水泥 (密度: 3.2g/cm ³)
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积20m ² , 最小单边长度3.5m	2mm铅当量	2mm铅当量	2mm铅当量	2mm铅当量	非有用线束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

(二) 辐射防护措施

1、DSA固有安全性防护措施

本项目配备的DSA已采取如下技术措施:

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

(2) 采用光谱过滤技术: 在X射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板, 以消除软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) 或悬吊铅帘 (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辐射防护与安全措施。

(7) 正常情况下, 必须按规定程序并确认验证设置无误时, 才能由“启动”键启动照射; 同时在操作台和床体上均设置“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、通风措施

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”，针对该要求确认本项目DSA机房通风情况，见表10-4。

表10-5 本项目手术室通风情况一览表

手术室吊顶层下方室内体积	达到4次/h的换气需求需要的通风量	本项目设计新风/排风量		能否满足良好通风要求
158.05m ³	632.2m ³	新风	9次	能
		排风	6次	

新风管道位于吊顶与防护层之间，排风管道穿墙口设置有与墙体等效屏蔽厚度的铅板包裹，因此不会破坏DSA机房屏蔽。为了避免交叉感染，通风空调系统维持合理的气流流向和气流组织。通风空调系统的设置、室内气流组织以及废气的排放都考虑到避免空气在建筑物内反复循环和避免各房间空气相互掺混，从而减少污染物积累和交叉污染的几率。废气最终经4楼北侧排放口排放。

3、辐射工作场所防治措施

(1) DSA机房采取屏蔽措施。

(2) DSA机房防护门外设有电离辐射警示标志和工作指示灯箱。

(3) 配有铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等防护措施。

(4) 门灯联锁：机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。当出束时，指示灯箱为红色并显示“禁止入内”，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯箱灭。

(5) 紧急止动装置：控制台上、床旁均拟设置紧急止动按钮（各按钮分别与X射线系统连接）。X射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X射线系统出束。

(6) 操作警示装置：X射线系统出束时，控制台上的指示鸣器发出声音。

(7) 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射线装置机房内的人员联系。

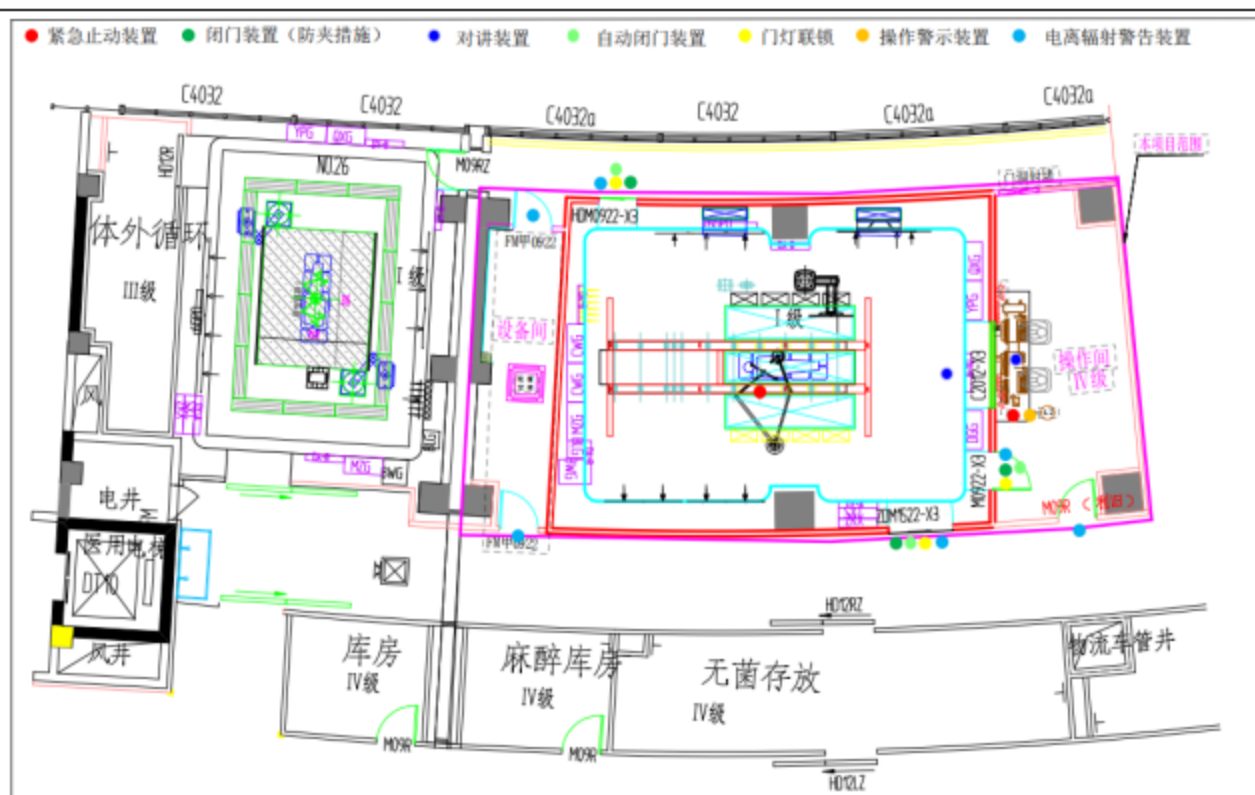


图10-2 辐射安全与防护设施布置图

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，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，且在手术室的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

②时间防护

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

③缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

④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。

⑤充分利用各种防护器材：

a.介入手术中**DSA**机房内操作者穿铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅手套；

b.使用床下铅帘及悬吊铅帘。

⑥在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

⑦屏蔽防护、个人剂量监测、报警

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过操作间与**DSA**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。防护用品：根据《放射诊断放射防护要求》（**GBZ130-2020**）中相关要求，应为介入放射学操作辐射工作人员、患者和受检者配备个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜；应为辐射工作人员配备辐射防护设施，包括铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏；应为患者配备辐射防护用品；应建立相关的操作规程、安全使用制度、人员培训制度和放射事故应急制度。

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》其中的“4、医疗使用Ⅱ类射线装置（直线加速器、**DSA**等）项目辐射安全管理要点”，“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”。

由于每场手术**DSA**机房内至多进入3名辐射工作人员（1名主刀医师，1名助手医师，1名护士），因此医院拟为**DSA**机房配备3套医护人员防护用品。根据建设单位原介入手术室（导管室）并结合《放射诊断放射防护要求》（**GBZ130-2020**）、《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》中的要求，医院拟配备的防护用品当量如下：0.5mm铅当量铅橡胶围裙、0.5mm铅当量铅橡胶颈套、0.5mm铅当量铅防护眼镜、0.025mm铅当量介入防护手套，共计配备3套医护人员防护用品。

同时依据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》，“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”。

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

(2) 受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅围脖（防护铅当量应不低于0.5mm铅当量），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) 手术室周边公众的安全防护

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

三、辐射工作场所安防措施

为确保本项目所使用的Ⅱ类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-6。

表10-6 射线装置工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
DSA工作场所	防破坏	①本项目DSA机房及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏； ②安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生破坏事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ③DSA机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。 ④DSA机房内配置了火灾报警系统及灭火器等。
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置购置于正规厂家，泄漏辐射不会超过《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的约束值； ②本项目DSA机房均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，手术室是不存在辐射泄漏的情况。

四、辐射安全防护设施对照分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（2012版）》和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》对Ⅱ类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分析，具体位置见图10-2。

(1) 警示标志及设施：在所有防护门朝向室外的一面均将张贴电离辐射警告标志，防护门上方将设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语

句，工作状态指示灯能与防护门有效关联。将在监督区入口地面张贴警戒线，另在表 10-1 提及的防护门外地面用划分监督区；洁净通道张贴或悬挂《放射防护注意事项告知栏》。

(2) **门灯联锁(含工作状态指示灯)**：防护门上方将设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯能与防护门有效关联。

(3) **急停按钮**：本项目 DSA 床旁、操作间操作台各自带设置 1 个，建议在操作间墙面增设 1 个，在机器故障时可摁下避免意外照射。射线装置启动软件自带安全登录系统，只能通过账户密码安全身份登录才能开启设备。

(4) **闭门装置及开门按钮**：DSA 机房平开机房门将安装有自动闭门装置；针对推拉式机房门已在制度中的操作规程章节强调曝光时应关闭防护门。DSA 机房防护大门处设置有开门按钮，如有事故发生时，能够按下按钮从内部离开手术室。

(5) **防夹措施**：所有的电动推拉门将设置防夹装置。

(6) **对讲装置**：DSA 机房、操作间内拟设置对讲装置，便于 DSA 机房内的人员与操作室内技师沟通与交流。

(7) **门禁措施**：手术中心进出口均设置有门禁措施，与手术无关人员无法进入手术中心内。

(8) **防护用品**：本项目 DSA 机房内最多有 3 名辐射工作人员及 1 名病人，另外在操作间有 1 名技师，因此本项目为辐射工作人员配备 4 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶帽子及 3 双 0.025mm 铅当量的介入防护手套；拟为病人配备 2 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套及铅橡胶帽子；本项目设备自带 1 块悬挂升降式移动铅帘（铅橡胶制品，0.5mm 铅当量）。

以上措施配备情况满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，因此预计上述措施能够有效降低手术室内辐射工作人员和病人的吸收剂量，起到屏蔽防护效果。

(9) **监测仪器**：医院拟为 DSA 项目第一手术位（医生）、第二手术位（助力医生）、第三手术位（护士）、护师位配备 1 台剂量报警仪。另辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，拟为 DSA 机房内医护人员、技师各配备 1 套个人剂量计，并定期送检，且定期开展职业健康体检，建立个人剂量档案和个人职业健康监护档案。医院应定期（每季度一次）将辐射工作人员的个人剂量计送有资质单位进行检测，并将检测报告存档。医院承诺，在辐射工作人员上岗前，医院应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，在岗期间应按相关规定定期组织健康体检，离岗时进行职业健康体检，并终生存档。

(10) 管理制度：本项目建设单位涉及使用Ⅱ类 X 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《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 10-6，目前建设单位已按照要求制定原有核技术利用项目相应制度并下发至全院，本项目开展前应补充针对本项目涉及的相关章程加以完善。

(11) 制度悬挂：建设单位原有辐射工作场所均已按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》要求张贴符合尺寸的各项制度。本项目开展前将完善后的规章制度在本项目辐射工作场所合适位置进行张贴。

(12) 灭火器材：根根据《核技术利用监督检查技术程序》（生态环境部（国家核安全局））《核技术利用辐射安全和防护监督监测大纲》（生态环境部（国家核安全局））要求，将为 DSA 机房配备灭火器材。

表10-7 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度		落实情况	应增加措施
场所设施	墙体屏蔽	四周墙体	利用原有机房四周侧墙体（0-3m已采用2mm铅当量铅板）	四周墙体新增（0-3m新增1mm铅当量铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量铅板，并在原0-3m的铅板搭接100mm避免射线泄漏）
		地面	现有120mm混凝土	新增20mm混凝土（密度：2.35g/cm³）+51mm硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm³，折算3.0mm铅当量）
		顶部	现有的防护120mm混凝土+硫酸钡防护涂层（2mm铅当量）	1mmPb当量铅板
	观察窗		/	3mm铅当量的铅玻璃
	防护门		/	3扇，内衬3mm铅板（3mm铅当量）
	操作位局部屏蔽防护措施		设备自带铅帘及铅吊屏	/
	通风设施		/	通排风系统
	急停按钮		设备自带	一共2个，设备1个，控制间1个。
	门灯联锁（含工作状态指示灯）		/	3个，3个铅门外
	对讲装置		/	2套，DSA机房与操作间
	控制区、监督区入口处电离辐射警告标志		/	6个（DSA机房3个防护门外个1个、操作间门外1个、设备间南北门外各1个）
	自动闭门装置		/	3个，3个铅门
	闭门装置（防夹措施）		/	3个，3个铅门

	1套灭火器材（无磁灭火器）	/	1套，控制室
	放射防护注意事项告知栏	/	1套，患者等候区
	制度牌	/	1套，操作间内
监测设备	便携式辐射监测仪	/	配备1台剂量报警仪
	个人剂量计	/	为新增的21名辐射工作人员各配备1套
防护用品	医护人员	/	4套医护防护用品（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	/	1套成人防护用品（医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套）； 1套儿童防护用品（医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套）

五、环保设施及投资分析

本项目总投资500万元，其中环保投资53万元，占总投资约10.6%。具体环保设施及投资见表10-8。

表10-8 环保设施及投资一览表

项目		环保设施		数量	投资（万元）
DSA 机房	辐射 屏蔽 措施	观察窗（3mm铅当量）		1扇	3
		铅防护门（3mm铅当量）		3扇	9
		屋顶：现有的防护120mm混凝土+硫酸钡防护涂层（2mm铅当量）+新增1mm铅当量铅板		/	20
		四周墙体	利用原有机房四周侧墙体（0-3m已采用2mm铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m新增1mm铅当量铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量铅板，并在原0-3m的铅板搭接100mm避免射线泄漏）	/	
		地面：现有120mm混凝土+新增20mm混凝土（密度：2.35g/cm ³ ）+51mm硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm ³ ）		/	
	安全 装置	门灯联锁（含工作状态指示灯）		3个	5
		电离辐射警告标志		6套	
		紧急止动装置（紧急停机按钮等）		2套	
		自动闭门装置及开门按钮		3套	
		闭门装置（防夹措施）		3套	
		对讲系统		2套	
		床下铅帘（机器自带、0.5mm铅当量）		1套	机器自带
		悬吊铅帘（机器自带、0.5mm铅当量）		1套	

监测仪器及个人防护用品	个人剂量计（现有人员已配置）	需配备21套	10
	剂量报警仪	1个	
	便携式辐射监测仪	1台	已有
	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	4套（医护人员使用）	5
	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、手术涉及部位的防护衣、帽或其他防护用品	2套（患者使用）	1
其他	通风设施：新排风系统	1套（设计中已有）	—
	医疗废物收集转运：依托医院现有医疗废物暂存间及转运系统	/	—
合计			53

今后在实践中，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。

六、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。生活污水及医疗废水经医院已建的污水处理站（设计处理能力 $1000\text{m}^3/\text{d}$ ），该污水处理站处理工艺为“AO生化好氧+单过硫酸氢钾沉淀消毒”，处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表2预处理标准后排入市政管网，最终进入内江市污水处理厂处理达标后排放。

2、废气

本项目利旧并改造机房内部通排风系统，改造后新风系统（ $10000\text{m}^3/\text{h}$ ，含回风量，风管 $630\text{mm}\times 800\text{mm}$ 、 $630\text{mm}\times 630\text{mm}$ ）、排风系统（ $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，风管 $200\text{mm}\times 320\text{mm}$ ）和回风系统（ $8500\text{m}^3/\text{h}$ ，风管 $400\text{mm}\times 400\text{mm}$ 、 $500\text{mm}\times 800\text{mm}$ ）；本项目DSA机房采用新风系统+回风系统+排风系统进行通排风，新风管道位于吊顶与防护层之间，排风管道穿机房北侧墙口并设置有与墙体等效屏蔽厚度的铅板包裹，因此不会破坏DSA机房屏蔽。新风口拟设置在第一住院楼4F东侧（4F，19.1m）；排风口拟设置在第一住院楼4F北侧（4F，19.1m）。

DSA在曝光过程中氮氧化物、 O_3 产生量很小，经拟设置在第一住院楼4F北侧（4F，19.1m）排风口排放，室外大气扩散条件良好，产生的氮氧化物、 O_3 气体经自然分解和稀释

后，对周围大气环境的影响较小。

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，本次手术台数为**1660**台，按每台手术产生约**2kg**的医疗废物，固体废物产生量约为**3.32t/a**。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医疗废物暂存间，为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，交有资质单位（目前交由内江市城环环保科技有限公司）处理。

③本项目共涉及新增辐射工作人员**21**名，每人产生生活垃圾和办公垃圾约**1kg/d**，则每天生活垃圾和办公垃圾产生量约为**21kg**。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，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。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

本项目在医院已有建筑内进行建设，不新增用地，施工期主要是对第一住院楼3F手术室25及其西侧走廊进行改建和装修，需要将现有部分房间的窗户、门和墙体拆除，也将利用部分原有墙体，然后新增部分机房辐射防护措施，安装防护门和观察窗，在机房墙体和楼板涂刷防护涂料，原有的其他可利用的墙体重新开设门洞，并对机房、操作间等进行装修工程。产生污染物主要包括扬尘、噪声及建筑垃圾等。

本项目施工期主要是射线装置机房装修施工阶段和设备安装、调试阶段。

一、土建、装饰施工的环境影响分析

1、大气环境影响分析

(1) 施工扬尘：建设阶段的大气污染源主要为装修阶段产生的扬尘，但影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染已采取以下措施：

- a) 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；
- b) 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- c) 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 装修废气：装修过程中采用“环保型”油漆及涂料，装修过程中采取湿法作业、加强通风或室内空气净化措施，可尽量降低装修废气对周围环境的影响。

2、水环境影响分析

施工期间，有一定量含有泥浆的建筑装修废水产生，施工废水经隔油沉淀后，回用于施工生产，不外排。项目施工期施工人员污水产生量很少。施工人员产生的少量生活废水进入建设单位原有的污水处理系统处理后进入城市污水管网，项目施工期废水对外环境影响较小。

3、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，声源强度在65~95dB(A)，会造成局部时段边界噪声超标，因此，为减小对周围环境的影响，本项目施工拟采用以下噪声治理措施：

- (1) 选用低噪设备，并采取有效的隔声减振措施；
- (2) 项目施工期间应加强管理，装卸、搬运钢管、模板等严禁抛掷；

(3) 合理安排施工工序，尽量缩短施工周期，尽量在医院人少的周末进行施工。

(4) 加强施工人员的管理和教育，施工中减少不必要的金属敲击声；材料运输等汽车进场安排专人指挥，场内禁止运输车辆鸣笛。

通过上述噪声预防控制措施落实后，项目施工用地噪声可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的要求，实现达标排放。

4、固体废物影响分析

装修过程固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。产生的废弃物如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等应妥善保管，及时回收处理；对不可回收的建筑垃圾，应定点堆放，及时送指定的建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾依托医院生活垃圾收集设施收集后，交由环卫部门统一处理。

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

本项目装修施工期很短，施工量较小，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，可使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目DSA的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，主要污染因素为X射线、臭氧和氮氧化物。建设单位应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入设备区域，防止辐射事故发生。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环境的影响较小。

运行阶段对环境的影响

1. 防护条件评估

由表10-3可知，本项目DSA机房六面防护的等效铅当量、手术室有效使用面积及最小单边长均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，因此各手术室屏蔽预计能够满足防护要求。

2. 辐射环境影响分析

2.1 辐射种类和计算方法

据中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号《射线装置分类》，数字减影血管造影机（DSA）属于Ⅱ类射线装置，这类射线装置工作时主要环境影响因素为工作时产生的X射线，包含主射线、散射线和泄漏射线。考虑到使用方法，数字减影血管造影机（DSA）主射线方向主要为从下往上。

本项目引用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）进行理论预估。《辐射防护手册》由核工业部安全防护卫生局和原子能出版社共同组织编写，涉及范围广泛，主要讨论了环境辐射标准、环境监测、剂量计算和三废治理等，应用于我国核能事业及辐射和放射性同位素在工业、农业及医学等多个领域，能很好地满足从事辐射防护工作的广大科技人员的实际需要。

本项目理论预测采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于X射线机的屏蔽计算方式10.8和10.10演变可得。

2.2 计算条件

2.2.1 评估参数选取

本项目DSA以最大值作为本项目评价工况。

表11-1 本项目DSA评价工况一览表

评估工况					
模式	透视	管电压	90kV	管电流	20mA
	拍片		100kV		500mA

本项目DSA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。根据建设单位提供的设备说明书可知，本项目设备的固有过滤是2.5mmAl，其他过滤材料（光谱滤片）有4档，分别为0，0.1mmCu+1.0mmAl，0.4mmCu+1.0mmAl，0.9mmCu+1.0mmAl，

本次按照最不利情况进行估算，固有过滤（2.5mmAl）进行计量估算。

根据飞利浦厂家提供的 Azurion7M20 检测数据可知，滤过材料 2.5mmAl，X 射线距离辐射源点（靶点）正上方 1m 处输出量，90KV 条件下为 0.039mGy.m²/（mA·min），100KV 条件下为 0.047mGy.m²/（mA·min）；另结 ICRP33 号报告图 2（P55）可知，滤过材料 2.5mmAl，X 射线距离辐射源点（靶点）正上方 1m 处输出量，90KV 条件下为 6.5mGy.m²/（mA·min），100KV 条件下为 7.5mGy.m²/（mA·min），类比其他同类型项目，检测数据偏低，故本项目考虑最不利影响取值，Azurion7M20（DSA）设备滤过材料 2.5mmAl，X 射线距离辐射源点（靶点）正上方 1m 处输出量，90KV 条件下为 6.5mGy.m²/（mA·min），100KV 条件下为 7.5mGy.m²/（mA·min）。



图11-1 飞利浦厂家检测数据（Azurion7M20）

结 ICRP33 号报告图 2（P55）从而可知 DSA 距离机头 1m 处空气比释动能率，见表 11-2。

表11-2 本项目DSA辐射源强

射线装置	主射线、散射线				泄漏射线
	距靶1m处的发射率 (mGy/mA·min)	评价电流 (mA)		空气比释动能率 (μGy/h)	空气比释动能率 (μGy/h)
数字减影血管造影机 (DSA)	6.5	透视	20	7.80E+06	1000
	7.5	拍片	500	2.25E+08	

根据《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“X射线管组件和X射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称X射线管电压运行时，距焦点1m处，1小时内任一100cm²区域（主要线性尺寸不大于20cm）的空气比释动能不应超过1.0mGy。专用标准可对不同X射线设备的泄漏辐射规定不同的限值”。因此综合考虑，本项目射线装置在1m处泄漏射线的空气比释动能率取1.00E+03 μGy/h。

2.2.2 透射因子

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）及 NCRP147 附录文献可得不同管电压下不同材质的拟合参数，见表 11-3。

表11-3 铅、混凝土不同管电压X射线辐射衰减拟合参数

管电压 90kV（主射线/泄漏射线）			
拟合参数	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726
混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
管电压 100kV（主射线/泄漏射线）			
拟合参数	α	β	γ
铅	2.5	15.28	0.7557
混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
管电压 70kV（散射线）			
铅	5.369	23.49	0.5883
混凝土	0.05090	0.1697	0.3849
管电压 100kV（散射线）			
铅	2.507	15.33	0.9124
混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 计算本项目辐射透射因子。
辐射透射因子B：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{-----公式3}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（mm）；

α ——材质对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

β ——材质对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——材质对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数。

由公示 3、10-3 以及表 11-3 中数据可以得出本项目屏蔽体及防护设备的透射因子，见表 11-4。由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中没有散射线 90kV 下对应的 α 、 β 、 γ ，因此先计算出铅和混凝土不同厚度在 70kV、100kV 下的透射因子，再通过插值法计算出铅和混凝土不同厚度在 90kV 下的透射因子。

表11-4 DSA机房屏蔽参数及辐射透射因子一览表

场所	屏蔽方位	实际屏蔽材料及屏蔽厚度	透视（90kV）		拍片（100kV）	
			对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子	对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子
DSA机房	四周墙体	3mm铅当量铅板	4.21E-05	7.93E-06	6.31E-05	4.14E-05
	顶棚	现有的防护120mm混凝土+硫酸钡涂料层（2mm铅当量）+新增1mm铅当量铅板	3.13E-08	3.56E-09	6.84E-08	3.11E-08
	地坪	现有120mm混凝土+新增20mm混凝土+51mm硫酸钡水泥	1.36E-08	1.46E-09	2.99E-08	1.33E-08
	观察窗（1扇）	3mm铅当量的铅玻璃	4.21E-05	7.93E-06	6.31E-05	4.14E-05
	防护门（3扇）	3mm铅板	4.21E-05	7.93E-06	6.31E-05	4.14E-05
防护用品	吊屏/铅帘	0.5mm铅当量	3.32E-02	2.52E-02	4.72E-02	3.66E-02
	铅手套	0.025mm铅当量	6.33E-01	6.26E-01	6.82E-01	6.76E-01
	铅衣	0.5mm铅当量	3.32E-02	2.52E-02	4.72E-02	3.66E-02
	铅衣+吊屏/铅帘	1.0mm铅当量	7.09E-03	4.08E-03	1.05E-02	7.36E-03
DSA设备自带	设备硬件设施	0.85mm铅当量	1.09E-02	6.78E-03	1.60E-02	1.14E-02

注：项目利用原有机房四周侧墙体（0-3m已采用2mm铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m新增1mm铅当量铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量铅板，并在原0-3m的铅板交接100mm避免射线泄漏）。

2.2.4 利用因子和居留因子

计算时按照射线装置机头拟放置位置确定到达关注点距离，根据《放射医学中的辐射防护》（Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010,p300）对于利用因子一律取1。另根据NCRP147号报告P31的表4.1医疗场所居留因子建议值对本项目保护目标所在场所的居留因子进行取值。

2.2.5 计算公式

（1）主射线辐射影响计算公式

本项目手术室上方主要考虑主射线影响，四周主要考虑散射线和泄漏射线影响。采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于X射线机的屏蔽计算公式10.8和10.10进行推导：

$$H_{pr} = \frac{H_{1m} \cdot B}{r_x^2}$$

-----公式4

式中:

H_{pr} : 关注点处的主射线的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_{1m} : 距离靶点1m处空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$,

B: 屏蔽透射因子;

r_x : 离球管1m处至关注点的距离, m。

(2) 散射线辐射影响计算公式

散射线在关注点的造成的空气比释动能率计算, 可参照《辐射防护手册》(第一分册) 公式 10.10 采用以下公式:

$$H_{sr} = \frac{H_{1m} \cdot \mu \cdot (\alpha / 400) \cdot s \cdot B}{(d_0)^2 (d_s)^2} \text{-----公式5}$$

H_{sr} : 关注点处的散射线的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_{1m} : 距靶点1m处空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

μ : 利用因子, 它表示射线被利用的程度, 也就是有用射线束指向有关照射点的工作负荷分数;

B: 屏蔽墙对散射线的屏蔽透射因子;

α : 相对于 400cm^2 散射面积的受照物对入射X射线的散射比, 根据《辐射防护手册》(第一分册, 李德平、潘自强主编) 中表10.1对于, 对于100kV的X射线取 $1.3\text{E}-03$, 70kV的X射线取 $5.00\text{E}-03$; 对于90kV的X射线取 $2.53\text{E}-03$ (散射角为 90° , 由70kV及100kV数据插值获得);

s: 散射面积, 此处保守参考标准水模尺寸取 400cm^2 ;

d_0 : 源与受照体的距离;

d_s : 离球管1m处距离受照点的距离。

(3) 泄漏射线辐射影响参数

泄漏射线对于屏蔽体外关注点的辐射影响计算公式为:

$$H_{LR} = \frac{H_L \cdot B}{r^2} \text{-----公式6}$$

式中:

根据上述公式计算DSA机房周围关注点和术者位在开机时的周围剂量当量率，结果见表11-5、表11-6，关注点位图见图11-2。

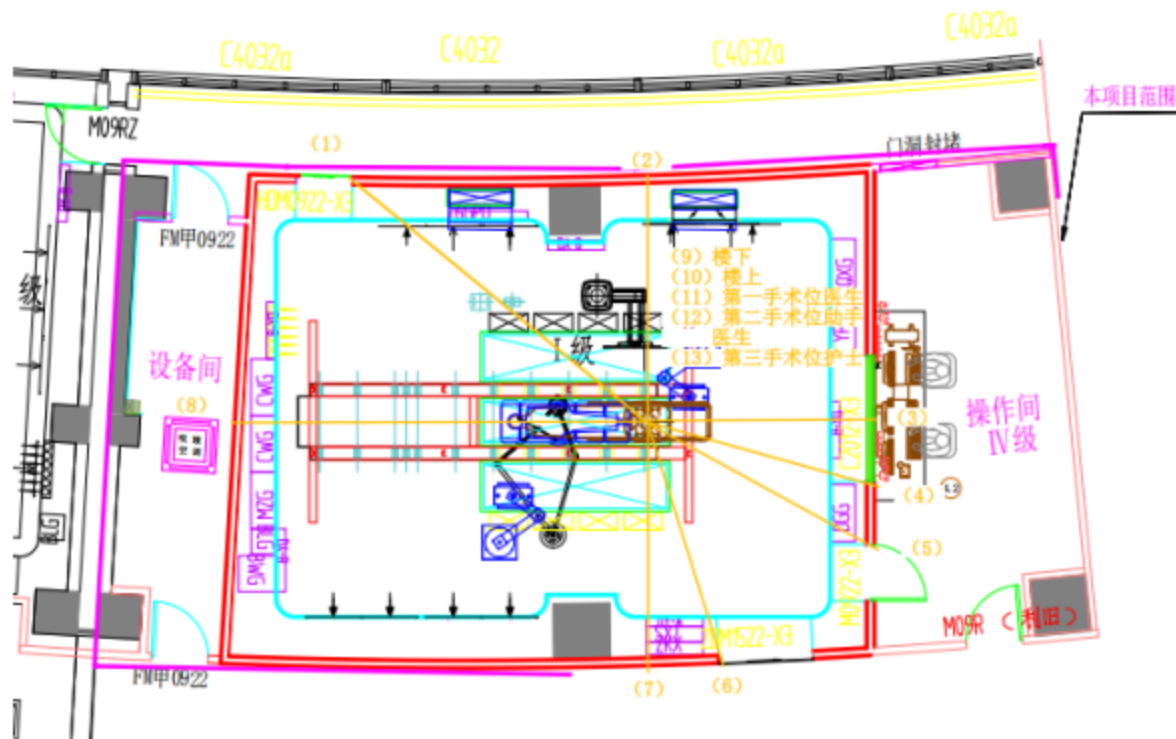


图11-2 本项目DSA机房关注点位图

表11-5 不同介入诊疗条件下主射线方向周围剂量当量率估算结果

[illegible]

表11-6 不同介入诊疗条件下非主射线方向(泄漏射线)周围剂量当量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离(m)	屏蔽材料	利用因子	泄漏射线		是否满足限值
						透射因子	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	
1	北侧门外30cm处 (污物走廊)	透视	6.01	3mm铅当量铅板	1	7.93E-06	3.70E-04	满足
		拍片				4.14E-05	1.89E-03	满足
2	北侧墙外30cm处 (污物走廊)	透视	4.02	3mm铅当量铅板	1	7.93E-06	8.27E-04	满足
		拍片				4.14E-05	4.23E-03	满足
3	东侧窗外30cm处 (操作间)	透视	3.72	3mm铅当量的铅玻璃	1	7.93E-06	9.65E-04	满足
		拍片				4.14E-05	4.93E-03	满足
4	东侧墙外30cm处 (操作间)	透视	3.82	3mm铅当量铅板	1	7.93E-06	9.16E-04	满足
		拍片				4.14E-05	4.68E-03	满足
5	东侧门外30cm处 (操作间)	透视	4.22	3mm铅当量铅板	1	7.93E-06	7.51E-04	满足
		拍片				4.14E-05	3.84E-03	满足
6	南侧门外30cm处 (洁净走廊)	透视	4.12	3mm铅当量铅板	1	7.93E-06	7.88E-04	满足
		拍片				4.14E-05	4.03E-03	满足
7	南侧墙外30cm处 (洁净走廊)	透视	4.02	3mm铅当量铅板	1	7.93E-06	8.27E-04	满足
		拍片				4.14E-05	4.23E-03	满足
8	西侧墙外30cm处 (设备间)	透视	6.71	3mm铅当量铅板	1	7.93E-06	2.97E-04	满足
		拍片				4.14E-05	1.52E-03	满足
9	楼下30cm处	透视	1.36	现有120mm混凝土+新增20mm混凝土+51mm硫酸钡水泥	1	1.46E-09	1.33E-06	满足
		拍片				1.33E-08	1.18E-05	满足

注:①项目墙体、铅玻璃和铅门的铅当量都相等,故C臂间、污物暂存间、洁具间和护士室、一次性物品存放间等公众周围剂量当量率均小于南侧洁净走廊的周围剂量当量率,故本次只进行最近的周围剂量当量率计算;
②由根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)表A.9中100kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65;90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69(由80kV及100kV数据插值获得)。

表11-7 不同介入诊疗条件下非主射线方向(散射线)周围剂量当量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离(m)	屏蔽材料	利用因子	散射线		是否满足限值
						透射因子	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	
1	北侧门外30cm处 (污物走廊)	透视	6.00	3mm铅当量铅板	1	4.21E-05	1.56E-03	满足
		拍片				6.31E-05	3.38E-02	满足
2	北侧墙外30cm处 (污物走廊)	透视	4.00	3mm铅当量铅板	1	4.21E-05	3.50E-03	满足
		拍片				6.31E-05	7.61E-02	满足
3	东侧窗外30cm处 (操作间)	透视	3.70	3mm铅当量的铅玻璃	1	4.21E-05	4.09E-03	满足
		拍片				6.31E-05	8.90E-02	满足
4	东侧墙外30cm处 (操作间)	透视	3.80	3mm铅当量铅板	1	4.21E-05	3.88E-03	满足
		拍片				6.31E-05	8.44E-02	满足
5	东侧门外30cm处 (操作间)	透视	4.20	3mm铅当量铅板	1	4.21E-05	3.18E-03	满足
		拍片				6.31E-05	6.91E-02	满足
6	南侧门外30cm处 (洁净走廊)	透视	4.10	3mm铅当量铅板	1	4.21E-05	3.33E-03	满足
		拍片				6.31E-05	7.25E-02	满足

7	南侧墙外30cm处 (洁净走廊)	透视	4.00	3mm铅当量铅板	1	4.21E-05	3.50E-03	满足
		拍片				6.31E-05	7.61E-02	满足
8	西侧墙外30cm处 (设备间)	透视	6.70	3mm铅当量铅板	1	4.21E-05	1.25E-03	满足
		拍片				6.31E-05	2.71E-02	满足
9	楼下30cm处	透视	1.30	现有120mm混凝土+ 新增20mm混凝土 +51mm硫酸钡水泥	1	1.36E-08	1.07E-05	满足
		拍片				2.99E-08	3.41E-04	满足

注：①项目墙体、铅玻璃和铅门的铅当量都相等，故C臂间、污物暂存间、洁具间和护士室、一次性物品存放间等公众周围剂量当量率均小于南侧洁净走廊的周围剂量当量率，故本次只进行最近的周围剂量当量率计算。
②由根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)表A.9中100kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65；90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69(由80kV及100kV数据插值得)。

表11-8 不同介入诊疗条件下非主射线方向周围剂量当量率估算结果

关注点	预测点	模式	屏蔽材料	散射射线		合计周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足 限值
				周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏射线 周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)		
1	北侧门外 30cm处(污 物走廊)	透视	3mm铅当量铅板	1.56E-03	3.70E-04	1.93E-03	满足
		拍片		3.38E-02	1.89E-03	3.57E-02	满足
2	北侧墙外 30cm处(污 物走廊)	透视	3mm铅当量铅板	3.50E-03	8.27E-04	4.33E-03	满足
		拍片		7.61E-02	4.23E-03	8.04E-02	满足
3	东侧窗外 30cm处(操 作间)	透视	3mm铅当量的铅玻璃	4.09E-03	9.65E-04	5.06E-03	满足
		拍片		8.90E-02	4.93E-03	9.39E-02	满足
4	东侧墙外 30cm处(操 作间)	透视	3mm铅当量铅板	3.88E-03	9.16E-04	4.80E-03	满足
		拍片		8.44E-02	4.68E-03	8.91E-02	满足
5	东侧门外 30cm处(操 作间)	透视	3mm铅当量铅板	3.18E-03	7.51E-04	3.93E-03	满足
		拍片		6.91E-02	3.84E-03	7.29E-02	满足
6	南侧门外 30cm处(洁 净走廊)	透视	3mm铅当量铅板	3.33E-03	7.88E-04	4.12E-03	满足
		拍片		7.25E-02	4.03E-03	7.65E-02	满足
7	南侧墙外 30cm处(洁 净走廊)	透视	3mm铅当量铅板	3.50E-03	8.27E-04	4.33E-03	满足
		拍片		7.61E-02	4.23E-03	8.04E-02	满足
8	西侧墙外 30cm处(设 备间)	透视	3mm铅当量铅板	1.25E-03	2.97E-04	1.55E-03	满足
		拍片		2.71E-02	1.52E-03	2.87E-02	满足
9	楼下30cm处	透视	现有120mm混凝土+新增 20mm混凝土+51mm硫酸钡 水泥	1.07E-05	1.33E-06	1.20E-05	满足
		拍片		3.41E-04	1.18E-05	3.53E-04	满足

注：①项目墙体、铅玻璃和铅门的铅当量都相等，故C臂间、污物暂存间、洁具间和护士室、一次性物品存放间等公众周围剂量当量率均小于南侧洁净走廊的周围剂量当量率，故本次只进行最近的周围剂量当量率计算。
②由根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)表A.9中100kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65；90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69(由80kV及100kV数据插值得)；120kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.55(由100kV及150kV数据插值得)。

表11-9 透视情况下医护人员剂量率估算结果

关注点	预测点	模式	屏蔽材料	利用因子	散射射线			泄漏射线			周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
					距离 (m)	屏蔽透射因子	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	屏蔽透射因子	瞬时剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	
11	第一手术位医生	透视	0.5mmPb 铅屏+0.5mm	1	0.5	7.09E-03	37.75	0.64	4.08E-03	27.55	65.31

			Pb铅衣								
12	第二手术位助手医生	透视	0.5mmPb铅衣	1	1	3.32E-02	44.28	1.08	2.52E-02	42.51	86.79
13	第三手术位护士	透视	0.5mmPb铅衣	1	1.5	3.32E-02	19.68	1.55	2.52E-02	18.89	38.57

根据表11-8可知，DSA机房屏蔽体外表面0.3m外的辐射剂量率均小于2.5μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求。

2.6 辐射工作人员及周围公众年有效剂量评估

（一）计算公式

人员所受年有效剂量估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000年报告附录A公式计算手术室周围各关注点辐射工作人员和公众受到的X射线产生的外照射人均年有效剂量：

$$H_{E\gamma} = D_r \times T \times t \times K \quad \text{-----公式7}$$

$H_{E\gamma}$: X射线外照射人均年剂量，mSv/a；

D_r : 关注点处空气吸收剂量率，μGy/h；

T : 居留因子，见表11-8；

t : 年照射时间，h；

K : 空气比释动能率与吸收剂量转换系数，90kV下， $K=1.69$ ；100kV下， $K=1.65$ 。

术者位腕部剂量估算

医生腕部皮肤受照剂量计算模式参考《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T 244-2017）4.3，用下式进行估算：

$$D_s = C_{KS}(\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad \text{-----公式8}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}'(0.07, 0^\circ)}{C_{KH'}} \quad \text{-----公式9}$$

D_s : 皮肤吸收剂量（mGy）；

$\dot{k}$: X_γ辐射场的空气比释动能率（μGy·h⁻¹）；

C_{KS} : 空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（mGy/mGy），根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表A.4进行取值（本项目保守按照术者位医生均为女

性取值，以 AP（垂直）方式入射），（90kV） $C_{KS}=1.15\text{mGy/mGy}$ ；

t：人员累积受照时间，单位为小时（h），取术者位受照的透视时间；

$H'(0.07, 0^\circ)$ ：定向剂量当量率（ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ），（90kV） $H'(0.07, 0^\circ)=1.18$ ；

C_{KH}' ：空气比释动能到定向剂量当量率的转换系数（Sv/Gy）， $CKH'=1.58$ 。

计算结果

术者位腕部剂量估算

理论计算：根据本项目特点，心内科透视时间最长（已折算至单人，41.67h），医生操作时腕部（手腕面积取 0.01m^2 ）距主射束的距离取 0.35m 且佩戴防护手套（0.025mmPb），腕部在患者体表操作时主要受到散射线和泄漏射线影响，预计在透视时有 1/5 时间在进行插入导管等操作。本项目射线装置可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。因此算得第一术者位使用 DSA 时腕部所受剂量预计最大为 **93.16mSv/a**，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv，也满足本项目对于辐射工作人员四肢（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。

保护目标年有效剂量

根据公式7可得辐射工作人员及公众年有效剂量预测结果见下表。

表11-10 本项目DSA机房辐射工作人员及公众年有效附加剂量一览表

序号	位置	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	年照射时间	保护目标	年有效剂量(mSv/a)
1	北侧门外30cm处 (污物走廊)	透视	1.93E-03	1/4	透视： 401.67h； 拍片： 63.84h	周围公众	7.64E-04
		拍片	3.57E-02	1/4			
2	北侧墙外30cm处 (污物走廊)	透视	4.33E-03	1/4		周围公众	1.72E-03
		拍片	8.04E-02	1/4			
3	东侧窗外30cm处 (操作间)	透视	5.06E-03	1		辐射工作人员	8.03E-03
		拍片	9.39E-02	1			
4	东侧墙外30cm处 (操作间)	透视	4.80E-03	1		辐射工作人员	7.61E-03
		拍片	8.91E-02	1			
5	东侧门外30cm处 (操作间)	透视	3.93E-03	1		辐射工作人员	6.23E-03
		拍片	7.29E-02	1			
6	南侧门外30cm处 (洁净走廊)	透视	4.12E-03	1		周围公众	6.54E-03
		拍片	7.65E-02	1			
7	南侧墙外30cm处 (洁净走廊)	透视	4.33E-03	1		周围公众	6.87E-03
		拍片	8.04E-02	1			
8	西侧墙外30cm处 (设备间)	透视	1.55E-03	1/4		辐射工作人员	6.13E-04
		拍片	2.87E-02	1/4			
9	楼下30cm处	透视	1.20E-05	1		周围公众	2.73E-05
		拍片	3.53E-04	1			

10	楼上30cm处	透视	1.72E-05	1		周围公众	4.63E-04
		拍片	7.14E-03	1			
11	第一手术位医生	透视 (90kV)	6.53E+01	1	透视: 401.67h	辐射工作人员	26.23
12	第二手术位助手医生	透视 (90kV)	8.68E+01	1		辐射工作人员	34.86
13	第三手术位护士	透视 (90kV)	3.86E+01	1		辐射工作人员	15.49

表11-11 本项目DSA机房各科室辐射工作人员年有效附加剂量一览表

科室	位置	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	人数	年照射时间	保护目标	年有效剂量(mSv/a)
肝胆外科	第一手术位医生	透视 (90kV)	6.53E+01	1	2	透视: 75h	辐射工作人员	4.9
	第二手术位助手医生	透视 (90kV)	8.68E+01	1	2		辐射工作人员	6.51
	第三手术位护士	透视 (90kV)	3.86E+01	1	1		辐射工作人员	2.89
胸心外科	第一手术位医生	透视 (90kV)	6.53E+01	1	1	透视: 5h	辐射工作人员	0.33
	第二手术位助手医生	透视 (90kV)	8.68E+01	1	1		辐射工作人员	0.43
	第三手术位护士	透视 (90kV)	3.86E+01	1	1		辐射工作人员	0.19
神经内科	第一手术位医生	透视 (90kV)	6.53E+01	1	2	透视: 80h	辐射工作人员	5.22
	第二手术位助手医生	透视 (90kV)	8.68E+01	1	2		辐射工作人员	6.94
	第三手术位护士	透视 (90kV)	3.86E+01	1	2		辐射工作人员	3.09
呼吸与危重症医学科	第一手术位医生	透视 (90kV)	6.53E+01	1	2	透视: 75h	辐射工作人员	4.9
	第二手术位助手医生	透视 (90kV)	8.68E+01	1	2		辐射工作人员	6.51
	第三手术位护士	透视 (90kV)	3.86E+01	1	1		辐射工作人员	2.89
心内科	第一手术位医生	透视 (90kV)	6.53E+01	1	4	透视: 166.67h	辐射工作人员	10.88
	第二手术位助手医生	透视 (90kV)	8.68E+01	1	4		辐射工作人员	14.47
	第三手术位护士	透视 (90kV)	3.86E+01	1	2		辐射工作人员	6.43

由表 11-8 可以看出, 本项目相关辐射工作人员的年有效剂量最大为 **3.62mSv** (不含天然本底), 周围公众的年有效剂量最大为 **7.88E-05mSv** (不含天然本底), 辐射工作人员手部皮肤当量剂量最大为 **93.16mSv/a** (不含天然本底)。

其他保护目标年有效剂量估算:

本项目DSA机房边界外 50m 范围除院内建筑外, 还包含东侧C臂间、污物暂存间、洁具间和护工室等, 东南侧一次性物品存放间、电梯楼梯、杂物间及清洗打包间等, 南侧器械及无菌存放室、洁净走廊2、药品库房、污物走廊2等, 西南库房、换车间、麻醉准备室、复

苏室等，西侧电梯及楼梯，北侧院区绿化、道路及停车场，东侧院区绿化及道路，南侧院区道路及空地（绿化）。

本项目以东侧窗外30cm处（操作间，关注点3）作为东侧C臂间、污物暂存间、洁具间和护工室等，东侧院区绿化及道路剂量率参考点；以东侧墙外30cm处（操作间，关注点4）作为东南侧一次性物品存放间、电梯楼梯、杂物间及清洗打包间等剂量率参考点；以南侧墙外30cm处（洁净走廊，关注点7）作为南侧器械及无菌存放室、洁净走廊2、药品库房、污物走廊2等，西南库房、换车间、麻醉准备室、复苏室等，南侧院区道路及空地（绿化）剂量率参考点；以西侧墙外30cm处（设备间，关注点8）作为西侧电梯及楼梯剂量率参考点；以北侧墙外30cm处（污物走廊，关注点2）作为北侧院区绿化、道路及停车场剂量率参考点。根据距离衰减可计算出其他保护目标年有效剂量，见下表。

表11-12 本项目DSA周围50m范围内其他保护目标年有效剂量一览表

序号	保护目标名称	保护对象	距离 (m)	居留因子	受照时间(h)	参考点周围剂量当量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		年有效剂量 (mSv/a)
1	东侧C臂间、污物暂存间、洁具间和护工室等	周围公众/流动人口	25.1	1/2	透视： 401.67h ；拍片： 63.84h	透视	5.06E-03	4.01E-03
	1/2			拍片		9.39E-02		
2	东南侧一次性物品存放间、电梯楼梯、杂物间及清洗打包间等		8.9	1/4		透视	4.80E-03	1.90E-03
				1/4		拍片	8.91E-02	
3	南侧器械及无菌存放室、洁净走廊2、药品库房、污物走廊2等		6.2	1/4		透视	4.33E-03	1.72E-03
				1/4		拍片	8.04E-02	
4	西南库房、换车间、麻醉准备室、复苏室等		11.2	1		透视	4.33E-03	6.87E-03
				1		拍片	8.04E-02	
5	西侧电梯及楼梯		18.6	1		透视	1.55E-03	2.45E-03
				1		拍片	2.87E-02	
6	北侧院区绿化、道路及停车场		11.19	1		透视	4.33E-03	6.87E-03
				1		拍片	8.04E-02	
7	东侧院区绿化及道路		38.18	1/4		透视	5.06E-03	2.01E-03
				1/4		拍片	9.39E-02	
8	南侧院区道路及空地（绿化）		22.45	1/4		透视	4.33E-03	1.72E-03
				1/4		拍片	8.04E-02	

由表11-11结果可知，DSA机房周围50m内其他保护目标年有效剂量均远小于0.1mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众人员受照剂量限值的要求，并满足本项目管理目标值：公众年有效剂量不超过0.1mSv。

综上所述，DSA机房的辐射工作人员的年有效剂量最大为3.62mSv（不含天然本

底），周围公众的年有效剂量最大为 $6.87E-03mSv$ （不含天然本底），辐射工作人员手部皮肤当量剂量最大为 $93.16mSv/a$ （不含天然本底）。

因此综合来看本项目运行后，DSA 操作及相关的辐射工作人员以及公众受到的年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值的要求，并满足本项目管理目标值。本项目内江市第一人民医院（手术室 25）改建 DSA 项目，在现有屏蔽条件下，其屏蔽防护能力能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对于 DSA 机房“不低于 2mm 铅当量”的屏蔽要求，本项目屏蔽体外周围剂量当量率也能够满足 6.3.1 要求。

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

二、臭氧及氮氧化物环境影响分析

本项目在运行过程中，主要污染为DSA机房内空气中氧受X射线电离而产生的臭氧、氮氧化物，DSA机房拟采用排风系统进行排风，DSA在出束过程中，产生的臭氧、氮氧化物

引至4F北侧（4F，19.1m）排放，室外大气扩散条件良好，产生的氮氧化物、O₃气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

三、水环境影响分析

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。生活污水及医疗废水经医院已建的污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》

（GB18466-2005）中表2预处理标准后排入市政管网，最终进入内江市污水处理厂处理达标后排放。

四、固体废物环境影响分析

1、本项目DSA采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

2、手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约2kg的医疗废物，每年固体废物产生量约为3.32t。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，交有资质单位（内江市城环环保科技有限公司）处理。

3、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，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调噪声，所有设备选用低噪声设备，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。

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

本项目DSA分别属于II类射线装置在操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对的人员造成放射性损伤和环境污染。

主要事故风险：

- 1) DSA正常工作时，人员误留、误入手术室，导致发生误照射；
- 2) DSA控制系统失灵，发生误照射；

3. 源项分析及事故等级分析

本项目主要的环境风险因子为射线装置工作时产生的 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》对于事故的分级原则，现将事故等级列于下表中。

表11-13 辐射事故等级一览表

潜在危害	事故等级
射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
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
是指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。	重大辐射事故
是指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	特别重大辐射事故

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表1的骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值4.0~6.0Gy界定是否会产生急性重度放射病，另根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）表2-13 急性效应与剂量关系中以4Gy作为重度放射病的阈值，以及表后“对低LET辐射，皮肤损伤的阈值量3-5Gy，低于此剂量不会发生皮肤损伤”的相关描述以及急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（见表11-11），从而以是否达到3.5Gy界定是否会发生较大辐射事故。另按照死亡率99%的辐射剂量5.5Gy界定是否会发生重大辐射事故和特别重大辐射事故。

表11-14 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

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

1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

4. 风险事故情形设定

事故假设：

(1) DSA 正常工作时，人员未穿戴防护用品停留于手术室内；

在手术操作过程中，有未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品的公众误留手术室。

(2) DSA 控制系统失灵，发生误照射；

若 DSA 控制系统失灵持续拍片，而此时手术室内人员未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品。

剂量估算：

(1) 本项目 DSA 在透视工况下（泄露射线+散射线）1m 处无铅衣铅屏风遮挡的情况下周围剂量当量率为 2233.10 μ Sv/h；

表11-15 DSA 透视工况下（泄露射线+散射线）可能发生的辐射事故

距机头距离 (m)	各时段的射线所致辐射剂量 (mSv)					
	3min	6min	9min	12min	15min	20min
0.5	5.45E-01	1.09E+00	1.64E+00	2.18E+00	2.73E+00	5.45E+00
0.8	1.96E-01	3.93E-01	5.89E-01	7.85E-01	9.82E-01	1.96E+00
1.2	1.36E-01	2.73E-01	4.09E-01	5.45E-01	6.82E-01	1.36E+00
1.5	7.67E-02	1.53E-01	2.30E-01	3.07E-01	3.84E-01	7.67E-01
2.0	4.91E-02	9.82E-02	1.47E-01	1.96E-01	2.45E-01	4.91E-01

根据上表可知，本项目透视工况下，人员未穿戴防护用品在不同的位置（0.5m），随着时间的推移（20min），人员受到的剂量为 5.45mSv，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 的剂量限制，高于公众 1mSv/a，因此公众可能会造成一般辐射事故。

(2) 按照本项目 DSA 在拍片工况下（泄露射线+散射线）1m 处无铅衣铅屏风遮挡的情况下空气比释动能率为 18381 μ Gy/h；

表11-16 DSA 拍片工况下（泄露射线+散射线）可能发生的辐射事故预估

距离机头的距离 (m)	各时段的射线所致辐射剂量 (Gy)							
	2s	4s	6s	8s	10s	15s	30s	60s
0.5	4.08E-02	8.17E-02	1.23E-01	1.63E-01	2.04E-01	3.06E-01	6.13E-01	1.23E+00
0.8	1.60E-02	3.19E-02	4.79E-02	6.38E-02	7.98E-02	1.20E-01	2.39E-01	4.79E-01

1.2	7.09E-03	1.42E-02	2.13E-02	2.84E-02	3.55E-02	5.32E-02	1.06E-01	2.13E-01
1.5	4.54E-03	9.08E-03	1.36E-02	1.82E-02	2.27E-02	3.40E-02	6.81E-02	1.36E-01
2.0	2.55E-03	5.11E-03	7.66E-03	1.02E-02	1.28E-02	1.91E-02	3.83E-02	7.66E-02

根据上表可知，本项目透视工况下，人员未穿戴防护用品在不同的位置（0.5m），随着时间的推移（60s），人员受到的剂量为 1.23mSv，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 的剂量限制，高于公众 1mSv/a，因此公众可能会造成一般辐射事故。

事故后果：

本项目DSA在透视或拍片过程中，无铅衣铅屏风遮挡情况下，对职业人员和公众有很小的可能性会造成一般辐射事故。

事故后果：

对于本项目DSA最大可信事故为一般辐射事故。针对一般辐射事故医院应立即启动医院内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内向所在地生态环境部门和所在地公安局报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

5、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

DSA用于介入治疗时属于II类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，但由于DSA的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的几率很小。DSA开机时，医生与病人同处一室，且距X线机的管头组装体约1m左右，距病人很近，介入射线装置主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射，其级别构成一般辐射事故。

（1）为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

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

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

(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 建立全院安全管理领导小组，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 DSA控制台及介入手术床旁安装“紧急止动”按钮，设备采取工作状态指示灯与手术室门联锁等多重安全措施；
- ④ 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；
- ⑤ 制定全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。

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。

6、其他环境风险分析

本项目DSA机房内贮存造影剂碘海醇注射液约60L（每瓶100ml），未使用的药品均密封保存，且储存量很小，未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物统一收集处理。储存造影剂的药品柜为不锈钢药品柜，药品柜均已上锁，钥匙由当班医生保管；进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车对药品进行运送；造影剂的贮存、运输过程均采取了防造影剂泄露的防范与对策措施。

表12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

医院以“内一医〔2025〕121号”文成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，全面负责辐射安全防护与环境保护管理工作。

其具体成员组成详见表12-1。

表12-1 辐射安全与环境保护领导小组成员组成表

组长	李长英
副组长	蒋鸥、钟跃、李先华
成员	李其俊、李铂、吴选飞、甘锐、曾旌城、邹安娜、曹建、谢英、唐静、杨俐、罗玲艳、高健、张秀芳、廖林森、陈希奎、袁权、夏吉凯、孙良丰、杨勇、段莉莉

领导小组下设办公室（公共卫生科），负责全院辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查和指导工作，具体职责如下：

- 1、在领导小组带领下，修订和完善医院辐射安全管理工作制度、流程、应急预案等；
- 2、督促相关科室落实放射工作场所工作人员、受检者、家属及公众人员的辐射安全工作。
- 3、依法依规办理新建、改(扩)建辐射项目的许可、备案、验收、许可证重新申领等手续。
- 4、组织对放射工作人员进行辐射安全与防护培训、职业健康检查和个人剂量监测，建立职业健康监护档案，办理放射工作人员证。
- 5、组织定期对相关科室进行辐射安全管理工作督查、考核，并根据督查结果督促整改落实，负责领导小组决议事项的传达与督办等。
- 6、接受上级主管部门和环保部门的监督检查，配合做好相关工作。

根据医院辐射安全管理领导小组文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

- (1) 负责组织应急准备工作，调度人员，指挥辐射事故应急救援行动，向上级行政主管部门报告辐射安全事故应急救援情况，配合相关行政主管部门的事故调查和监督检查；
- (2) 增加应急处置、上级生态环境主管部门联系电话；
- (3) 落实辐射工作场所安全设施设备的定期维护管理，并严格执行日常维护工作；

(4) 定期对辐射工作人员个人剂量档案进行监督检查，发现个人剂量异常进行调查和处置。

二、辐射工作人员配置

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

(1) 人员配置：医院辐射工作人员配置情况：本项目拟配置辐射工作人员31名，其中21名为新增辐射人员，10名为院区现有辐射人员（该项目建成后，不再从事其他辐射工作），11名医生、11名助手医生、7名护士、2名技师，医院可根据设备数量，承担诊疗、科研任务，开展的项目和工作量等实际情况适当增减人员编制。

(2) 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。

(3) 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，且已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，组织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。

三、报废射线装置处理

医院报废的射线装置在报废前必须做去功能化处理，应采取去功能化的措施（如拆除电源或拆除高压零部件），确保装置无法再次通电使用，并上报到生态环境主管部门作备案登记。

辐射安全档案资料管理和规章制度

一、档案管理分类

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2025年版）》要求，辐射安全管理档案资料可参考以下分类：“单位许可制度执行资料”“项目环保手续履行资料”“台账管理档案”“辐射工作人员管理档案”“工作场所档案管理”“辐射事故应急管理资料”“移动探伤一事一档”“年度评估报告”“整改落实资料”等资料。

二、医院规章制度建立情况

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机房涉及使用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》和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2025年版）》等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-2。

表12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
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	已落实， 许可证在有效期内	待本项目环评工作完成，项目建设完成后向发证机关提交重新申领辐射安全许可证的申请材料。
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	已落实，医院现有辐射工作人员263人（II类和III类射线装置辐射工作人员分别为98人、165人），有132人（II类射线装置辐射工作人员全部取得合格证书）参加了辐射安全与防护培训班学习并取得《合格证书》，另外131人III类射线装置辐射工作人员院内考核合格，具体见附件5。	本项目拟配置辐射工作人员31名，其中21名为新增辐射人员，10名为院区现有辐射人员（该项目建成后，不再从事其他辐射工作），该31名辐射工作人员医院应安排参加与岗位类别相适应的辐射安全与防护培训。辐射安全管理人员应参加辐射安全管理培训，其他辐射工作人员参加相应岗位专业的培训。考核合格成绩单有效期5年，所有辐射工作人员均应在考核合格成绩单有效期满前参加复训。
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	已落实，并设置人员专职管理 各院区核技术利用项目	/
4	需配置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	已落实	需增购医护人员防护用品、病人防护用品，新增的21名辐射工作人员应开展个人剂量监测

	环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查		
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，特别应做好DSA的实体保卫及防护措施	原有核技术利用项目已落实	需将本项目装置纳入管辖范围
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已建立	需将本项目装置纳入管辖范围
7	辐射工作单位应作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	原有辐射工作人员已落实	新增辐射工作人员应在上岗前一并落实
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告标志	原有辐射工作场所均已落实	新增辐射工作场所投运前应落实
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	每年均委托有资质单位完成场所环境检测	需增加核技术利用项目（新建、改建、扩建和退役）情况和存在的安全隐患及其整改情况，按照规范格式编制评估报告，并每年按时提交至发证机关
10	辐射信息网络	原有项目已落实	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 http://rr.mep.gov.cn/)中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和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
11	应建立动态的台账，放射性同位素与射线装置应做到账物相符，并及时更新。	原有项目已落实	需将本项目装置纳入台账管理范围

2、辐射安全管理规章制度及落实情况

表12-3 建设单位辐射安全管理规章制度汇总对照分析表

序号	制度	具体制度要求	医院制定情况	备注
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	满足要求
2	辐射工作场所安全管理规定	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	已制定	满足要求

		安全管理。		
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	需补充本次新购的DSA设备的操作规程。
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	满足要求
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任。	已制定	满足要求
6	射线装置台账管理制度	应记载射线装置台账，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	需补充本次新购的DSA设备的内容
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	已制定	制定本项目辐射工作场所和环境水平监测方案
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	已制定	满足要求
9	放射工作人员职业健康检查、个人剂量监测及培训考核管理办法	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，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。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，在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。	已制定	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善
10	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	满足要求
11	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	已制定	满足要求

根据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执法检查大纲（2025年版）》要求，核技术利用单位应根据《辐射事故应急预案》编制《辐射事故应急响应程序》，并将《辐射事故应急响应程序》悬挂于辐射工作场所醒目位置，制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现可操作性和实用性，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

建设单位应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，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的新的相关法规内容，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，并按照档案管理的要求分类归档放置。

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。

一、工作场所监测

1、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《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传网上申报系统。

2、日常自我监测：定期自行监测（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自行监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为1次/月。

二、个人剂量检测

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，个人剂量检测频率为1次/季度。

医院应按以下要求做好个人剂量档案的管理：

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

2、个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并在每年1月31日前提交给发证机关。

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（如操作）的情况，通常应根据佩戴在铅衣里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量，当受照剂量可能超过调查水平时（如介入操作），则还需要在铅衣外面另外佩戴一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。

4、辐射工作人个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。医院须严格按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)的要求配发个人剂量计,要求辐射工作人员正确配戴个人剂量计,每季度由专人负责回收后交由有资质的检测单位进行检测,按照要求建立个人剂量档案,并将个人剂量档案终生保存。

医院有专人负责个人剂量档案管理工作。内江市第一人民医院现有263名辐射工作人员,医院为每一名辐射工作人员配备了个人剂量计,委托了四川蓝瑞鑫卫生检测技术服务有限公司(2025年1、2季度)和四川环亚博通检测技术服务有限公司(2025年3、4季度)开展个人剂量计的检测,提供了佩戴周期为2025全年四个季度的个人剂量年度检测报告(报告编号:SCLR X(放)放J202510106、SCLR X(放)放J202520932、FSG202506004-01和FSG202506004-04),监测起止日期:2025.01.01-2025.12.31),经统计计算:

(1) 2025年第1季度李伟、梁乾、黄住、代新学、王毅,共5人的个人剂量计遗失;

(2) 2025年第2季度黄其、司超,共2人的个人剂量计遗失,陈奕帆单季度个人剂量超过了1.25mSv,医院针对该季度个人剂量超标人员,及时进行了调查核实,经核实陈奕帆2025年2季度佩戴个人剂量计期间工作量无明显增加,未发生个人剂量计被打开、被水浸泡、被留置于工作场所内、被他人混淆佩戴和曾经佩戴个人剂量计接受过放射性检查、扶持接受放射性检查的受检者/患者、维修含源装置的情况。科室同期工作人员本季度均未出现个人剂量计剂量值异常情况,我院两区放射科的射线装置在2025年6月17日进行年度的放射卫生状态检测和辐射环境监测,均符合相关检测要求。故陈奕帆2025年2季度的测量剂量值不能正确反映该工作人员所接受的剂量,考虑为该工作人员的个人剂量计在发放使用前未进行退火处理导致本次测量剂量值异常。后期密切观察陈奕帆个人剂量计佩戴及监测情况;

(3) 2025年第3季度官钰川单季度个人剂量为3.637mSv,超过了1.25mSv,医院针对该季度个人剂量超标人员,及时进行了调查核实,经核实官钰川2025年3季度佩戴个人剂量计期间工作量无明显增加,否认发生个人剂量计被打开、被水浸泡、被留置于工作场所内、被他人混淆佩戴和曾经佩戴个人剂量计接受过放射性检查、扶持接受放射性检查的受检者/患者、维修含源装置等情况。科室同期工作人员本季度均未出现个人剂量计剂量值异常情况。我院两区口腔科的射线装置每季度均在辐射安全与防护自主监测,2025年1-3季度的监测数据未提示异常,在2025年6月17日进行年度的放射卫生状态检测和辐射环境监测,均符

合相关检测要求。经调查，没有发现可能导致超标的原因，考虑是否因为该工作人员的个人剂量计在发放使用前未进行退火处理导致本次测量剂量值异常；另检测单位论述，该工作人员个人剂量计在使用前经同一批退火处理且监测过程仪器无异常，本次正常出具检测数据，经考虑前3季度剂量之和为3.664mSv，建议2025.10.1~2025.12.31该工作人员暂停从事放射工作，同时使用单位加强个人计量管理。

医院辐射安全与环境保护管理领导小组接到四川环亚博通检测技术有限公司反馈后，出具了《关于官钰川2025年4季度暂时脱离放射工作岗位的函》（具体见附件15）。

（4）2025年第4季度医院全部辐射工作人员单季度个人剂量均未超过1.25mSv，正常，且医院全部辐射工作人员的年度个人剂量均未超过5mSv。

医院应进一步加强个人剂量管理工作，加强辐射工作人员的培训指导，使之正确佩戴，加强防护，并随时对个人剂量进行监控，对遗失个人剂量计的职业人员采取相应的处理措施，使之提高重视。

三、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12-4）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12-4 工作场所监测计划建议

工作场所	监测项目	监测范围	监测频次		备注
			委托检测	自行检测	
DSA机房	X-γ辐射剂量率	拟改建后手术室(25)DSA机房内	委托监测 每年1次	自行监测 每月1次	开关机各监测一次
		拟改建后手术室(25)DSA机房北侧			
		拟改建后手术室(25)DSA机房东侧			
		拟改建后手术室(25)DSA机房南侧			
		拟改建后手术室(25)DSA机房西侧			
		拟改建后手术室(25)DSA机房正上方(屋顶净化机房)			
		拟改建后手术室(25)DSA机房正下方(医生办公室)			
		拟改建后手术室(25)DSA机房正下方(治疗室)			
		第一住院楼北侧道路			
		第一住院楼北侧停车区			
		第一住院楼东侧道路			
		第一住院楼南侧道路			
		第一住院楼南侧空地			

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) 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；

(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) 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。

四、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《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《安全和防护状况年度评估报告》规定的格式编制报告。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。

辐射事故应急

一、应急预案

为了应对辐射工作过程中的事故和突发事件，医院应制订辐射事故应急预案，应包含以下内容。

1、应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，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、应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

3、应急人员的培训；

4、环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

5、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；

6、发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其环境保护、卫生计生等部门报告。

二、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效采取以下应急措施：

1、发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出手术室，关闭手术室门，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》，逐级上报当地生态环境主管部门。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。

三、其他要求

1、辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，由使用放射源或射线装置的单位编制，向所在地设区的市级或省级生态环境主管部门备案。

2、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。

表13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：内江市第一人民医院（手术室25）改建DSA项目

建设单位：内江市第一人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省内江市市中区汉安大道西段1866号内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F手术室25

本次具体建设内容及规模为：内江市第一人民医院（新区）位于四川省内江市市中区汉安大道西段1866号，医院拟将新区院区（-1F~12F，已建）3楼麻醉手术中心（手术室）的手术室25（目前为Ⅲ类X射线装置，移动式平板C形臂X射线机，该设备还在手术室19、23、24使用）改建为1间DSA机房及其配套用房。在DSA机房内，使用1台数字减影血管造影装置，型号为Azurion7M20，属于Ⅱ类射线装置。其额定管电压为125kV，额定管电流为1000mA，年诊疗病例1660例，DSA年曝光时间累计约465.51h（拍片63.84h，透视401.67h），曝光方向由下而上，主要用于肝胆外科、胸心外科、神经内科、呼吸与危重症医学科、心内科进行介入手术等。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》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

本项目所在大楼已进行了环境影响评价并取得批复，已完成竣工环境保护验收；本项目改建前的在手术室25设置了，Ⅲ类X射线装置，移动式平板C形臂X射线机，该设备还在手术室19、23、24使用，已取得了环境影响登记表，具体见附件4。本项目拟建的辐射工作场所所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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目

选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川中环康源卫生技术服务有限公司的监测报告，项目所在区域的室内X- γ 辐射背景值为77.7 nGy/h~78.9 nGy/h；道路X- γ 辐射背景值为80.1 nGy/h~85.9 nGy/h，与内江市生态环境局发布的《2024年内江市生态环境质量公报》中环境 γ 辐射空气吸收剂量率（未扣除宇宙射线响应值）监测结果（62.8nGy/h~155.1nGy/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

1、辐射环境影响分析

本项目DSA投入运行后，职业人员所受照射的年剂量最大值为3.62mSv，小于职业人员年有效剂量约束值5.0mSv；公众所受照射的年剂量最大为 6.87×10^{-3} mSv，小于公众年有效剂量约束值0.1mSv。从上述预测结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、门、窗满足辐射防护的要求。

2、大气的环境影响分析

DSA在曝光过程中臭氧、氮氧化物产生量很小，经排风系统引至4F北侧（4F，19.1m）排放，室外大气扩散条件良好，产生的氮氧化物、O₃气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

3、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调和风机噪声，所有设备选用低噪声设备，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《工业企业厂界噪声标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

4、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病人的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水依托医院已建污水处理站进行处理，整个医院营运期所产生的医疗废水及生活污水通过院内污水管网排至污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》

(GB18466-2005) 中表 2 预处理标准要求后经市政污水管网排入内江市污水处理厂处理达标后排放。

5、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。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，交有资质单位（目前交由内江市城环环保科技有限公司）处理。

(3) 工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾、病人及家属产生的不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。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。

六、事故风险与防范

医院制订的辐射事故应急预案和安全规章制度内容较全面、措施可行，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

医院现有环保设施配置较全，总体效能良好，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

医院严格落实本报告提出的规章制度、环保措施，具备辐射安全管理的综合能力。

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，本评价认为在内江市第一人民医院（新区）第一住院楼3F手术室25改建成1台DSA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生产管理制度。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、按照规定组织辐射工作人员和管理人员在网站<http://fushe.mee.gov.cn/>学习辐射安全与防护知识并进行考核取证，持证上岗，证书到期前在网上复训。
- 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日前上报生态环境主管部门，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培训情况；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（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
DSA 机房	辐射 屏蔽 措施	观察窗1扇（3mm铅当量）
		铅防护门3扇（3mm铅当量）
		屋顶：现有的防护120mm混凝土+硫酸钡防护涂层（2mm铅当量）+新增1mm铅当量铅板
		四周墙体 利用原有机房四周侧墙体（0-3m已采用2mm铅当量铅板）+四周墙体新增（0-3m新增1mm铅当量铅板+3m-4.8m新增3mm铅当量铅板，并在原0-3m的铅板搭接100mm避免射线泄漏）

DSA 手术室		地面：现有120mm混凝土+新增20mm混凝土（密度：2.35g/cm ³ ）+51mm硫酸钡水泥（密度：3.2g/cm ³ ）
	安全 装置	门灯联锁（含工作状态指示灯）3个
		电离辐射警告标志6套
		床下铅帘1副（0.5mm铅当量）
		悬吊铅帘1副（0.5mm铅当量）
		紧急制动装置（紧急停机按钮等）2套
		自动闭门装置及开门按钮3套
		闭门装置（防夹措施）3套
		对讲系统2套
	监测 仪器 和个 人防 护用 品	个人剂量计需配备21套（现有人员已配置）
		剂量报警仪1台
		便携式辐射剂量监测仪1台
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套4套（医护人员使用）
		铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、手术涉及部位的防护衣、帽或其他防护用品2套（患者使用）
其他		新排风系统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》（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）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生态环境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

(<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzb/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本项目配套建设的环境保护设施竣工后,及时更新《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;③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。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。