

编号：ZFHK-FB22220033

核技术利用建设项目

自贡市第一人民医院

数字减影血管造影机（DSA）建设项目

环境影响报告表

（公示稿）

自贡市第一人民医院

2022年4月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

自贡市第一人民医院

数字减影血管造影机（DSA）建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：自贡市第一人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省自贡市尚义濠一支路 42 号

邮政编码：643000

联系人：■

电子邮箱：■ 联系电话：■

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源（本项目）.....	14
表 3 非密封放射性物质（本项目）.....	14
表 4 射线装置（本项目）.....	14
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	16
表 6 评价依据.....	17
表 7 保护目标与评价标准.....	19
表 8 环境质量和辐射现状.....	22
表 9 工程分析与源项.....	26
表 10 辐射安全与防护.....	32
表 11 环境影响分析.....	42
表 12 辐射安全管理.....	58
表 13 结论与建议.....	64
表 14 审批.....	69

表 1 项目基本情况

建设项目名称	自贡市第一人民医院数字减影血管造影机（DSA）建设项目				
建设单位	自贡市第一人民医院（1251020045090340XX）				
法人代表	■	联系人	■	联系电话	■
注册地址	四川省自贡市尚义灏一支路 42 号				
项目建设地点	四川省自贡市尚义灏一支路 42 号医技楼一楼				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	1000	项目环保投资 (万元)	44	投资比例(环保 投资/总投资)	4.4%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m ²)	67
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位概况

自贡市第一人民医院（统一社会信用代码：1251020045090340XX）位于四川省自贡市自流井区尚义灏一支路 42 号，始建于 1908 年，是一所集预防、医疗、科研、教学于一体的三级甲等综合性医院。医院占地 188 亩，业务用房面积近 15 万余平方米，分设院本部和板仓（自贡市传染病医院）两个院区。现有编制床位 1800 张，实际开放床位 2300 张。设临床科室 33 个，医技科室 10 个。有省级重点学科 1 个、省级重点专科 11 个、市级重点专科 19 个、市级质控中心 23 个。

目前，医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00234]），

许可的种类和范围：使用Ⅲ类、Ⅴ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 2025 年 01 月 09 日。

1.1.2 项目由来

医院现有 2 台数字减影血管造影机（以下简称 DSA），为Ⅱ类射线装置，位于院本部医技楼一楼。其中，DSA 室（一）设备型号为：Innova IGS 530，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA；DSA 室（二）设备型号为：Allura xper FD 20，最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA。随着就诊患者不断增加，现有 DSA 设备已不能满足医院临床需求，因此为提高医疗服务能力，进一步满足患者的就诊需求，医院拟将医技楼一楼 DSA 室（一）旁的辅助用品房改建为 DSA 机房及配套功能用房，改建后的 DSA 机房命名为 DSA 室（三），新购置 1 台 DSA 用于影像诊断和介入治疗，新增 DSA 型号为 Artis Q Ceiling，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，为Ⅱ类射线装置。

为加强射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，本项目应进行环境影响评价。本项目为使用Ⅱ类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，环境影响报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，自贡市第一人民医院委托中辐环境科技有限公司对该项目进行环境影响评价。

在接受委托后，评价单位组织相关技术人员于 2022 年 3 月进行了现场勘察、收集资料等工作，并结合项目特点，按照《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》（HJ10.1-2016）等规定编制了本环评报告表，供生态环境审批部门审查。

1.2 项目概况

1.2.1 项目名称、性质、建设地点

- （1）项目名称：自贡市第一人民医院数字减影血管造影机（DSA）建设项目
- （2）建设单位：自贡市第一人民医院

(3) 建设性质：改建

(4) 建设地点：自贡市第一人民医院医技楼一楼，医院的地理位置见附图1。

1.2.2 项目建设内容与建设规模

自贡市第一人民医院数字减影血管造影机（DSA）建设项目位于该院医技楼一楼（医技楼共 13 层，地上 12 层，地下 1 层），医院拟将原有的辅助用房改建为 DSA 机室（三）及配套功能用房。改建后的 DSA 室（三）东侧与 DSA 室（一）紧邻（为了方便描述，将 DSA 室（一）所在方位定为东侧），南侧为控制室，西侧为医技楼主体外墙，北侧为污物间和设备间。患者防护门、污物门位于 DSA 室（三）北侧墙体，机房外侧为走廊和患者等候区，与 DSA 室（一）共用。

经与医院核实，本项目新购一台 DSA，装置型号为：Artis Q Ceiling，主束方向由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。

DSA 室（三）有效使用面积 33.94m²（7.33m×4.63m），配套功能用房为 1 间控制室（有效使用面积 13.37m²），1 间设备间（有效使用面积 8.48m²）和 1 间污物间（有效使用面积为 7.71m²），设置患者通道、医护通道和污物通道。DSA 室（三）东侧墙体为 37cm 实心砖墙（1.65g/cm³）和 2cm 硫酸钡水泥（2.79 g/cm³），综合防护当量 5mmPb；南侧和北侧墙体为 20cm 实心砖墙和 2cm 硫酸钡水泥，综合防护当量为 4.0 mmPb；西侧墙体为 12cm 实心砖墙和 2cm 硫酸钡水泥，综合防护当量为 3.0 mmPb；顶棚和地坪为 12cm 钢筋混凝土（2.35g/cm³）和 30mm 硫酸钡水泥，综合防护当量分别为 4.44 mmPb、4.59 mmPb，观察窗为 3mmPb 铅玻璃，工作人员防护门、患者防护门及污物防护门均为 3mmPb 防护门。本项目机房墙体屏蔽防护施工如下。



图 1-1 DSA 室（三）东侧墙体屏蔽体材料示意图

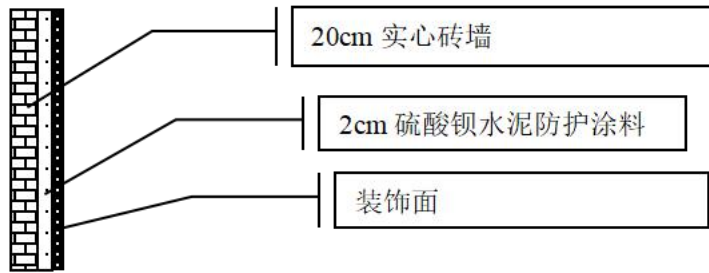


图 1-2DSA 室（三）南侧和北侧墙体屏蔽体材料示意图

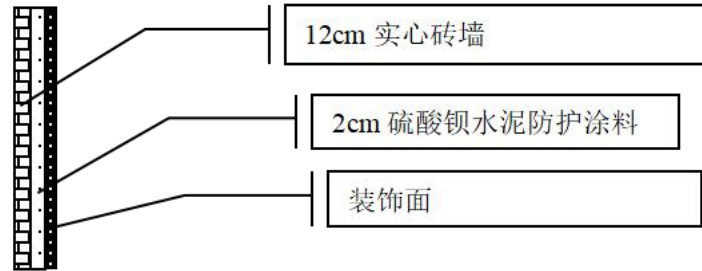


图 1-3DSA 室（三）西侧墙体屏蔽体材料示意图

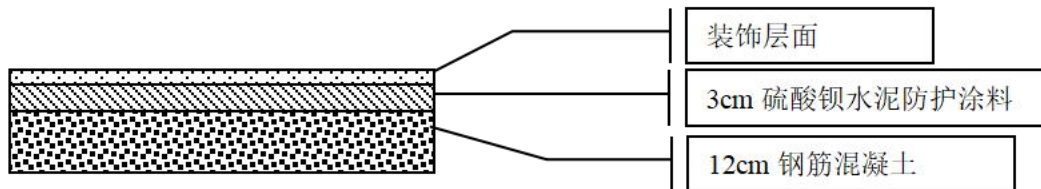


图 1-4DSA 室（三）顶棚和地坪屏蔽体材料示意图

1.2.3 项目组成及主要环境问题

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表1-1 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	
		施工期	运营期
主体工程	<p>拟将自贡市第一人民医院医技楼一楼 DSA 室（一）旁的辅助用房改建为 DSA 室（三）及配套功能用房，新购置一台 DSA，装置型号为：Artis Q Ceiling，主束方向由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。</p> <p>DSA 室（三）东侧墙体为 37cm 实心砖墙（1.65g/cm^3）和 2cm 硫酸钡水泥（2.79g/cm^3），综合防护当量 5mmPb；南侧和北侧墙体为 20cm 实心砖墙和 2cm 硫酸钡水泥，综合防护当量为 4.0 mmPb；西侧墙体为 12cm 实心砖墙和 2cm 硫酸钡水泥，综合防护当量为 3.0 mmPb；顶棚和地坪为 12cm 钢筋混凝土（2.35g/cm^3）和 30mm 硫酸钡水泥，综合防护当量分别为 4.44 mmPb、4.59 mmPb，观察窗为 3mmPb 铅玻璃，工作人员防护门、患者防护门及污物防护门均为 3mmPb 防护门。</p>	<p>施工产生的扬尘、建筑垃圾、噪声、装修废气、生活垃圾等；</p> <p>设备包装废物、射线装置安装调试阶段产生 X 射线、少量臭氧、氮氧化</p>	<p>X射线、臭氧、氮氧化物、噪声、医疗废物、医疗废水</p>

辅助工程	控制室 1 间，有效使用面积合计 13.37m ² ；设备间 1 间，有效使用面积合计 8.48m ² ；污物间 1 间，有效使用面积为 7.71m ² 以及患者通道、医护通道和污物通道。		物等污染物。	生活垃圾
公用工程	给排水、配电、供电和通讯系统依托医院现有设施。			/
环保工程	废水处理	依托本部院区现有污水处理站，位于锅炉房的西南侧，实行专人负责制。根据四川瑞兴环保检测有限公司出具的检测报告，医院废水处理站总排口废水各指标均满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中排放限值要求，废水经医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网。医院污水处理站运行正常。		医疗废水
	废气处理	设置独立的通排风系统，排风量为 800m ³ /h，通风次数不低于 4 次/h。进风管从控制室穿入经 DSA 室（三）南侧墙体进入 DSA 室（三），送风口设置在 DSA 室（三）吊顶上方，风机拟安装在控制室吊顶上方；排风口设置在 DSA 室（三）吊顶北侧，排风管从北侧墙体穿出，经污物间、设备间，最终从设备室西侧墙体穿出，风机拟安装在设备室吊顶上方。废气通过设备室西侧墙体的排放口直接排入大气中。	臭氧、氮氧化物	
	固废处理	医疗固废依托医院位于医技楼负一楼北侧的医疗废物暂存间，本项目介入手术时产生的药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专门的收集容器分类收集后，以每天 1 次的频率转移至医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有医疗固废处置资质的单位处置； 生活垃圾由医院进行统一集中收集后暂存于儿科住院楼北侧的分类垃圾站，并交由当地环卫部门清运。	医疗固废、生活垃圾	

1.2.4 主要原辅材料

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	年最大消耗量	来源	用途	备注
主要原辅材料	造影剂*	600L	外购	DSA 减影	/
能源	电	2×10 ⁴ kW·h	城市电网	DSA 室（三）及辅助用房用电	/
水	生活用水	3600m ³	城市生活用水管网	生活用水	/

*造影剂主要成分为碘帕醇，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。医院按需定期对外采购造影剂，均为瓶装储存（20~50ml/瓶）。

1.2.5 主要设备配置及主要技术参数

本项目射线装置主要技术参数见表1-3。

表1-3 本项目主要设备配置及主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	主要参数	单次平均照射时间	单台设备最大出束时间
DSA	Artis Q Ceiling	II类	1	125kV, 1000mA	减影 10s/台 透视 20min/台	减影 1.39h/a 透视 166.67h/a

1.2.6 定员及工作制度

(1) 劳动定员：医院现有介入工作人员61名，本项目拟沿用医院现有介入工作人员，负责本项目DSA操作。本项目每台手术拟配备2名手术医生，1名护士，1-2名技师，手术医生根据手术类型进行调配，轮岗安排手术，每组手术医生或护士年手术台数不大于125台，透视过程年最大曝光时间为41.67h。

(2) 工作制度：根据医院提供的资料，本项目DSA机房手术室最大手术台数为500台/年，每天工作8小时，每年工作250天。本项目DSA由放射科进行管理，设备维护由设备科统一管理。

1.2.7 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订）中第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

1.3 项目选址、外环境关系、布局合理性及实践正当性分析

1.3.1 项目外环境关系分析

(1) 医院外环境关系

自贡市第一人民医院位于四川省自贡市尚义灏一支路42号，两条主干道交叉处。东北侧为同兴路，隔路为住宅区；东南侧是自由路，商铺密集；西南侧的道路封锁，隔路为住宅区；西北侧聚集众多商铺和住宅区。医院地理位置见附图1，项目周边环境概况见附图2。

(2) 项目外环境关系

本项目机房拟建于医技楼一楼，原辅助用房改建而成。该层主要为放射治疗。医技楼二楼为功能检查科和检验科，负一楼主要是机房、停车场和其他设备间。东北侧距离约70米为门诊楼，距离约200米为住宅区；东南侧约10米为行政楼，距离约40米处为绿地，距离约120

米处为商铺；西南侧约 35 米处为停车场，距离约 315 米处为住宅区；西北侧约 50 米为院内道路，距离约 77 米处为商铺。

DSA 室（三）东侧为 DSA 室（一），南侧为控制室，西侧是医技楼主体外墙，北侧配有功能房污物间和设备间。患者防护门、污物门位于 DSA 室（三）北侧墙体，机房外侧为走廊和患者等候区。DSA 室（三）楼上为输血科，楼下为热水机房。拟建 DSA 室（三）平面布局见附图 4。

1.3.2 项目选址合理性分析

本项目位于四川省自贡市尚义灏一支路42号，医院拟新购一台 DSA，并将医技楼一楼辅助用房改建为 DSA 室（三）。本项利用医院已有主体建筑，不新增用地，用地性质为医疗用地，符合自贡市城市总体规划。医院周围为居民商住区，交通较为便捷，能为周围居民提供方便的就医设施。

本项目辐射工作场所边界外50m 范围主要为医院建筑物和道路，无居民区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点，所开展的核技术应用项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此选址是合理的。

1.3.3 布局合理性分析

（1）DSA 室（三）东侧为 DSA 室（一），南侧为控制室，西侧是医技楼主体外墙，北侧配有功能房污物间和设备间。患者防护门、污物门位于 DSA 室（三）北侧墙体，机房外侧为走廊和患者等候区。DSA 室（三）楼上为输血科，楼下为热水机房。DSA 室（三）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及污物通道，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。

（2）DSA 室（三）设置患者通道、医护通道和污物通道，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。

（3）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，既能有机联系，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。

1.3.4 与周边环境的兼容性分析

废水：依托本部院区现有污水处理站，位于锅炉房的西南侧，实行专人负责制。

根据四川瑞兴环保检测有限公司出具的检测报告，医院废水处理站总排口废水各指标均满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中排放限值要求，废水经医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网。医院污水处理站运行正常。

固体废物：医疗固废依托医院位于医技楼负一楼北侧的医疗废物暂存间，本项目介入手术时产生的药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专门的收集容器分类收集后，以每天1次的频率转移至医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有医疗固废处置资质的单位处置；生活垃圾由医院进行统一集中收集后暂存于儿科住院楼北侧的分类垃圾站，并交由当地环卫部门清运。

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

1.3.5 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，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。

医院在放射诊断和放射治疗过程中，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，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的情况下，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《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.4 原有核技术利用项目许可情况

1.4.1 原有核技术利用许可情况

目前，自贡市第一人民医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00234]），许可的种类和范围：使用Ⅲ类、V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。发证日期：2020年01月10日，有效期至2025年01月09日。

自贡市第一人民医院现有核技术利用项目的环评、许可和验收等情况见表1-4。该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，未发现有环境遗

留问题。同时，经建设单位证实，自贡市第一人民医院开展放射性诊疗多年，目前未发生过辐射安全事故。

表1-4 医院已获许可使用放射源

序号	名称	类别	活动种类	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	工作场所名称	批复情况	验收情况
1	⁹⁰ Sr (⁹⁰ Y)	V类	使用	7.4×10 ⁸ Bq (总活度)	核医学科	川环审批 [2009]413号	川环核验 [2013]22号
2	¹⁹² Ir	III类	使用	3.7×10 ¹¹ Bq	肿瘤科	自环核许 [2018]1号	/

表1-5 医院已获许可使用非密封性放射物质

序号	名称	使用场所	日等效最大操作量 (Bq)	年最大使用量 (Bq)	场所等级	活动种类	批复和验收情况	
1	^{99m} Tc	核医学科	7.4×10 ⁸	4.44×10 ¹²	乙级	使用	川环审批 [2009]413号	川环核验 [2013]22号
2	⁸⁹ Sr		1.48×10 ⁷	2.96×10 ¹⁰		使用	川环审批 [2009]413号	川环核验 [2013]22号
3	¹³¹ I		7.4×10 ⁸	8.88×10 ¹¹		使用	川环审批 [2009]413号	川环核验 [2013]22号

表1-6 医院已获许可使用射线装置

序号	名称	型号	类别	工作场所	批复情况	验收情况	备注
1	移动式 DR	飞利浦 wDR	III类	板仓传染病医院：门诊检查室	已备案，备案号：20205103000100000024		在用
2	乳腺机	Mammo Diagnost	III类	放射科乳腺检查室	已备案，备案号：201751030200000021		在用
3	骨密度仪	Lunar DXA	III类	医技大楼一楼放射科：检查室（七）	已备案，备案号：201851030200000238		在用
4	X射线骨密度仪	MetriScan	III类	门诊楼五楼：健康管理科骨密度检测室	已备案，备案号：202051030200000253		在用
5	X光机	XR600	III类	板仓分院：DR室	川环审批 [2009]413号	川环核验 [2013]22号	在用
6	Trilogy型直线加速器	Trilogy	II类	内科楼放疗室：直线加速器治疗室1	川环审批 [2017]196号	2018年7月自主验收	在用
	TH-600型	TH-600	III类	医技大楼一	川环审批	川环核验	停用，

7	X光机(胃肠机)			楼:检查室(五)	[2009]413号	[2013]22号	待报废
8	R-500 普放X射线机	R-500	III类	医技大楼一楼:检查室(四)	川环审批[2009]413号	川环核验[2013]22号	在用
9	PRIMUS型直线加速器	PRIMUS	II类	内科楼放疗室:直线加速器治疗室1	川环审批[2009]413号	川环核验[2013]22号	在用
10	DR	Optima XR646HD	III类	医技大楼一楼:放射科检查室(三)	已备案,备案号:201951030200000263		在用
11	MJ208A 碎石机	MJ-208A	III类	医技大楼二楼:碎石中心	已备案,备案号:201751030200000035		停用,待报废
12	DSA	Innova IGS 530	II类	医技大楼一楼:DSA室(二)	川环审批[2017]125号批复	川环核验[2017]83号	在用
13	HMD-1 模拟定位机	HMD-IB	III类	内科楼放疗室	川环审批[2009]413号,	川环核验[2013]22号	停用,待报废
14	ECT	Precedence	III类	核医学科ECT室	川环审批[2009]413号	川环核验[2013]22号	在用
15	DigitalDiagnost型DR	双板	III类	医技大楼一楼:检查室(二)	川环审批[2014]144号	/	在用
16	DigitalDiagnost型DR	单板	III类	门诊楼五楼:体检中心DR室	已备案,备案号:201851030200000242		在用
17	DigitalDiagnost型DR	单板	III类	医技大楼一楼:检查室(一)	川环审批[2014]144号	/	在用
18	DF-110A型X光机	DF-110A	III类	医技大楼一楼:检查室(六)	川环审批[2009]413号	川环核验[2013]22号	停用,待报废
19	C臂	Siremobil compact L	III类	医技大楼三楼:手术室25号手术间	已备案,备案号:201851030200000240		在用
20	移动式C型臂X射线机	Ziehm Vision FD Vario 3D	III类	医技大楼三楼:手术室24号手术间	已备案,备案号:202051030200000006		在用
21	64排128层螺旋CT	SOMATOM go.Top	III类	板仓分院:CT室	已备案,备案号:20205103000100000023		在用
22	牙片机	CS2100	III类	门诊楼四楼:口腔科	已备案,备案号:201951030200000270		在用
23	CBCT	CS9300C	III类	门诊楼四楼:口腔科CBCT室	已备案,备案号:202151030200000015		在用
	Briliance	Briliance CT	III类	医技大楼一	川环审批		

24	CT 机	64 Slice		楼：CT 室 (一)	[2014]144 号	/	在用
25	DSA	Allura xper FD 20	II类	医技大楼一 楼：DSA 室 (一)	川环审批 [2009]413 号	川环核验 [2013]22 号	在用
26	AMX-4 移 动式 X 光 机	AMX-4	III类	ICU	已备案，备案号： 201751030200000019		在用
27	256 排 CT	Revolution	III类	医技大楼一 楼：CT 室 (二)	已备案，备案号： 201851030200000239		在用

1.4.2 原有核技术利用项目管理情况

(1) 医院有本部和板仓（自贡市传染病医院）两个院区。医院已获取可使用的射线装置共 27 台。其中，3 台射线装置非在用，待报废。剩余 20 台 III 类射线装置和 4 台 II 类射线装置。核医学科使用 1 枚 V 类放射源用于敷贴治疗和 3 种非密封性放射物质开展显像检查和核素治疗，放疗科使用 1 台后装机（使用 ^{192}Ir ）开展放射治疗。辐射工作场所均设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作状态指示灯，根据不同机房实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，为辐射工作人员配备了个人剂量计，并配备相应的个人防护用品和辅助防护设施。医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，2021 年 9 月医院委托四川省永坤环境监测有限公司对两个院区进行 2021 年度监测，监测结果表明：

① 在射线装置正常工作时，工作人员区域的 X- γ 辐射剂量率范围为 0.095~2.20 $\mu\text{Sv/h}$ ；其他公众区域的环境 X- γ 辐射剂量率范围为 0.086~0.685 $\mu\text{Sv/h}$ ，各射线装置机房外辐射剂量率均小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足屏蔽要求。

② 在核医学科工作时，周围环境的 γ 辐射剂量率范围为 0.121~1.489 $\mu\text{Sv/h}$ ，核医学科各墙体屏蔽满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）相关要求。核医学工作场所监督区内的 β 表面污染放射性活度最大为 0.423 Bq/cm^2 ，控制区内的 β 表面污染放射性活度最大为 8.818 Bq/cm^2 ，均满足《电离辐射防护与射线装置安全基本标准》（GB18871-2002）中对监督区内的 β 表面放射性污染控制水平 4 Bq/cm^2 的限值和对控制区内的 β 表面放射性污染控制水平 40 Bq/cm^2 的限值。

自贡市第一人民医院现有辐射工作人员 277 名，均配备了个人剂量计，根据医院各辐射工作人员 2021 年度的四个季度个人剂量检测结果表明，医院现有辐射工作人员

个人年剂量监测结果均不超过职业人员年剂量 5mSv 的约束限值，符合剂量约束值的要求。

(2) 医院成立了放射防护与质量控制领导小组，领导小组中由院长担任组长，分管医疗副院长担任副组长，组员为本部院区和板仓院区的相关科室负责人，两个院区的管理领导为同一套领导班子，能够有效统筹安排医院的辐射安全事务。领导小组分工明确，制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括设备维护保养制度、放射安全防护管理制度、放射科放射防护和安全保卫制度、放射工作人员健康和个人剂量管理制度、辐射安全管理规定、放射防护检测与评价制度、放射性药品使用核对制度等。

医院现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院严格落实各项规章制度，各放射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

医院目前配置的领导小组人员学历大部分为本科学历，都具有一定的管理能力，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

(3) 自贡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共 277 名，其中 38 名参加了初级辐射安全与防护培训班学习，取得了《辐射安全培训合格证》且在有效期内，剩余人员因为疫情的原因，尚未完成辐射安全与防护培训。

(4) 辐射应急演练和年度评估

医院已制定有《辐射事故应急预案》，医院每年均定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，及时对辐射事故应急预案进行完善和修订。经医院核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。

医院执行有年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有放射源和射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、放射源和射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并及时提交至发证机关。

1.4.3 现有核技术利用存在的问题

建议自贡市第一人民医院加强辐射安全管理和人员培训，根据人员变动及场所变

动情况对现有辐射安全管理制度及时进行修订；医院应严格执行辐射工作人员培训制度，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公告》（生态环境部公告第 2021 年第 9 号），从事使用Ⅱ类射线装置、使用放射源及非密封放射性物质的辐射工作人员应在生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）上报名、培训并进行考核，经考核合格后方可上岗，并定期复训。从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，并建立成绩档案。

表 2 放射源（本项目）

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	储存方式与地点	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（本项目）

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	储存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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（本项目）

(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 能量 (MeV)	额定电流 (mA)/ 剂量率 (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	Artis Q Ceiling	125	1000	影像诊断与介入治疗	医技楼一楼 DSA 室（三）	新购

(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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	排放至大气外环境中

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m³，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第 9 号, 2015 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第 48 号 2016 年修订, 2016 年 9 月 1 日起施行) 及《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》(第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议, 2018 年 12 月 29 日);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第 6 号, 2003 年 10 月 1 日起施行);</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行);</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(中华人民共和国生态环境部令第 16 号), 自 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 709 号修订, 2019 年 3 月 2 日起施行);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环保总局第 31 号令; 根据 2017 年 12 月 20 日环境保护部部务会议通过《环境保护部关于修改部分规章的决定》修正; 根据 2019 年 7 月 11 日生态环境部部务会议审议通过《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》修正; 根据 2021 年 1 月 4 日生态环境部部务会议审议通过《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》修正);</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行);</p> <p>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》(环境保护部国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号);</p> <p>(10) 《四川省辐射污染防治条例》(四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过, 2016 年 6 月 1 日实施)。</p>
	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p>

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128—2019)；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(8) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)。</p>
<p style="text-align: center;">其 他 技 术 资 料</p>	<p>(1) 《放射防护实用手册》(主编：赵兰才、张丹枫)；</p> <p>(2) 《辐射防护导论》(主编：方杰)；</p> <p>(3) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》(第三版)；</p> <p>(4) 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)》的通知(川环函〔2016〕1400号)：《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》(2016)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用II类射线装置，且项目场所有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围确定为DSA室（三）屏蔽体边界外50m的范围。评价范围示意图详见附件2。

7.2 环境保护目标

根据《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发 2018 年 24 号），四川省生态保护红线总面积 14.80 万平方公里，占全省幅员面积的 30.45%。空间分布格局呈“四轴九核”，分为 5 大类 13 个区块，主要分布在川西高原山地、盆周山地的水源涵养、生物多样性维护、水土保持生态功能富集区和金沙江下游水土流失敏感区、川东南石漠化敏感区。本项目不涉及四川省生态保护红线，具体见下图。

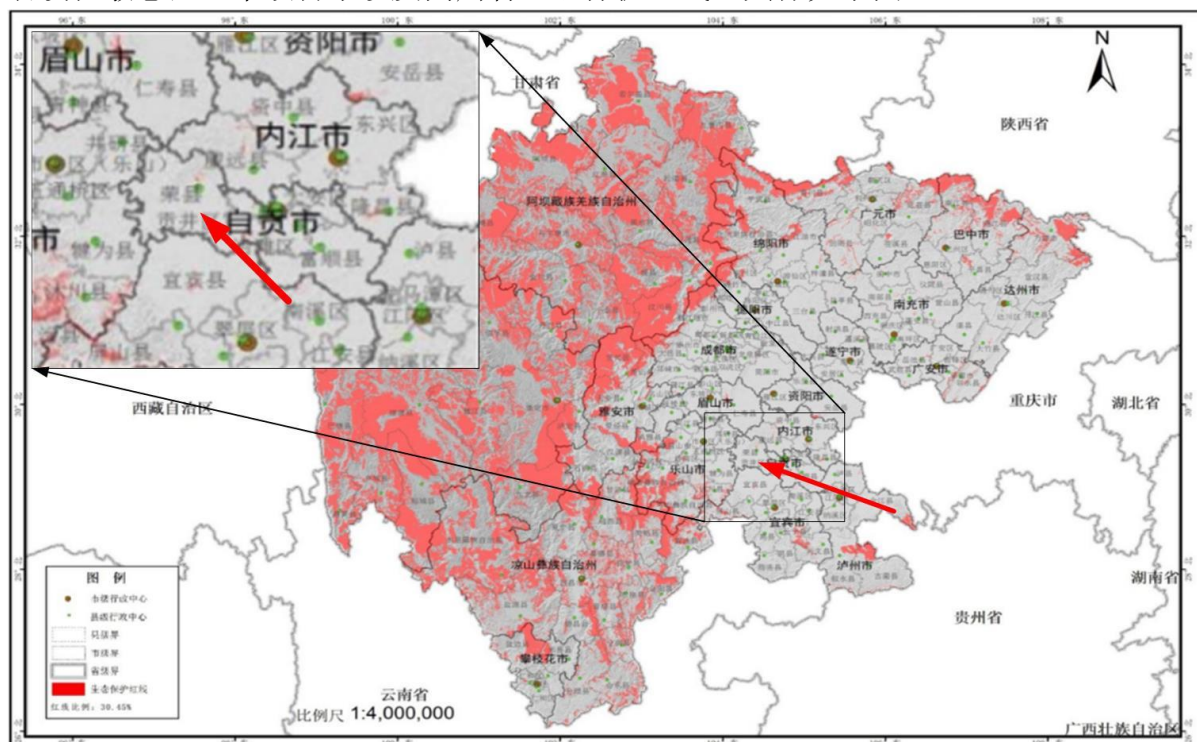


图7-1 四川省生态保护红线判定图

根据本项目DSA工作场所的平面布局和周围的外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为DSA工作场所辐射工作人员以及DSA工作场所周围公众等。

表7-1主要环境保护目标

	保护名单		人数	方位	位置	距离机房最近距离 (m)		年有效剂量管理约束值
						水平	垂直	
辐 射 环 境	职业	DSA室(三)相关辐射工作人员	12人	/	机房	紧邻	0	5mSv
			5人	南侧	控制室	紧邻	0	5mSv
		DSA室(一)辐射工作人员	18人	东侧	DSA室(一)机房	紧邻	0	5mSv
	公众	DSA室(三)附近公众	100人次/d	北侧	候诊区	紧邻	0	0.1mSv
			800人次/d	北侧	走廊	紧邻	0	0.1mSv
			500人次/d	上方	二楼输血科	紧邻	5m	0.1mSv
			100人次/d	下方	负一楼热水机房	紧邻	5m	0.1mSv
			300人次/d	东南侧	行政楼	20m	0	0.1mSv
			400人次/d	西南侧	停车场	50m	0	0.1mSv
			500人次/d	四周	50m范围内其他公众	0	0	0.1mSv

7.3 评价标准

7.3.1 执行标准

1、环境质量标准

(1) 环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单中二级标准;

(2) 地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准;

(3) 声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准。

2、污染物排放标准

(1) 废气: 施工期执行《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB512682-2020)表1要求; 臭氧排放执行《工作场所有害因素职业接触限制 第1部分: 化学有害因素》

(GBZ2.1-2019)中臭氧最高允许浓度0.3mg/m³; 氮氧化物执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准。

(2) 废水: 执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中排放限

值要求。

(3) 噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放限值》（GB12523-2011）各阶段标准限值；运营期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的2类标准。

(4) 固体废物：执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；如有危险废物产生，执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单相关标准。

3、剂量限值和剂量约束值

(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，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过500mSv。

项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的1/4执行，即5mSv/a；四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值为125mSv/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。

项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的1/10执行，即0.1mSv/a。

4、剂量控制水平

放射工作场所边界周围剂量率控制水平参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，本项目 DSA 使用场所在距离 DSA 室（三）屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

自贡市第一人民医院（本部）位于自贡市自流井区五星街道尚义灏一支路 42 号，医院拟将医技楼一楼辅助用房改建为 DSA 室（三）及配套功能用房，并新购一台 DSA。医院周围交通便利，项目地理位置见附图 1。

本项目评价范围内为医院建筑物和道路，主要植被除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。

为掌握项目所在地辐射水平，本次评价委托浙江建安检测研究院有限公司对本项目机房所在位置及周围的辐射环境进行了监测，监测布点见图 8-1，监测结果见表 8-2。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案

8.2.1 环境现状评价对象

DSA 室（三）及周边

8.2.2 监测因子

γ 空气吸收剂量率

8.2.3 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2022 年 3 月 18 日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：
 - ①《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
 - ②《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）。
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：温度：24℃；相对湿度：56%。
- (8) 监测报告编号：GABG-HJ22380038
- (9) 监测设备

表 8-1 监测设备基本情况

仪器名称	环境监测 X- γ 辐射空气吸收剂量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H

生产厂家	automess
仪器编号	05037405
能量范围	20KeV~7MeV 的 X、 γ 射线
量程	10nSv/h~100 μ Sv/h（模拟），1nSv/h~99.9 μ Sv/h（数字）
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书	DLj12021-16347
检定日期	2021年07月30日~2022年07月29日

8.2.4 质量保证措施

①结合现场实际情况及监测点的可到达性，在项目拟建场址内和评价范围内工作人员活动区域、公众人员相对集中的区域及周边建筑布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性。

②根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）采用即时测量方法进行测量。

③监测仪器每年定期经有资质的计量部门检定，检定合格后方可使用。

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑤本次监测委托浙江建安检测研究院有限公司开展，该公司持有浙江省质量技术监督局认定的检验检测机构资质认定证书（证书编号：161101060970），监测实行全过程的质量控制，严格按照公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

⑥监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由技术总负责人审定。

8.3 监测点位及结果

监测点位合理性分析：本项目 DSA 机房及配套功能用房尚未建设，将由医技楼一楼辅助用房改建，本次监测在拟建工作场所及周边布设了监测点，评价范围内共布设了 12 个点位，所布点位能反映本项目评价范围内拟建场所的辐射环境现状水平。因此，监测点位布设是合理的。

辐射环境现状监测结果见表 8-2，监测布点图见图 8-1 和 8-2。

表 8-2 辐射环境现状监测结果一览表

监测点编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
拟建 DSA 室（三）及四周	1 DSA 室（三）中心位置	101	4	室内
	2 楼外绿化带	85	3	室外

3	设备间	97	2	室内
4	污物间	93	2	室内
5	走廊	84	2	室内
6	DSA室（一）	103	2	室内
7	控制室	104	2	室内
8	输血科	84	3	室内
9	热水机房	97	2	室内
10	停车场空地	76	3	室外
11	2号楼行政楼	80	2	室内
12	1号楼东南侧空地	105	3	室外

注：注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已对宇宙射线的响应值修正；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值 \times 校准因子 $k_1 \times$ 仪器检验源效率因子 $k_2 \div$ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 $k_3 \times$ 测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.13，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20 Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 31nGy/h。

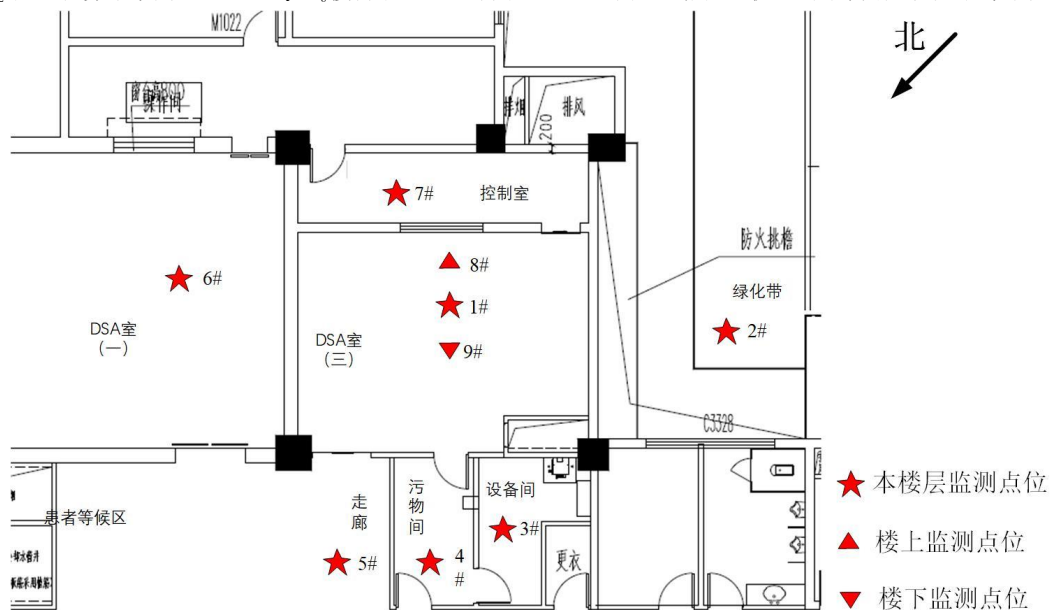




图 8-2 拟建 DSA 室（三）及周边辐射环境现状监测布点图（2）

8.4 环境现状调查结果的评价

本项目 γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 $76\text{nGy/h} \sim 105\text{nGy/h}$ （未扣除仪器对宇宙射线的响应值后为 $107\text{nGy/h} \sim 136\text{nGy/h}$ ），本项目拟建区域内空气吸收剂量率水平与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量公报》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果 $67.5\text{nGy/h} \sim 121.3\text{nGy/h}$ （未扣除仪器对宇宙射线的响应值）处于同一水平，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 施工期施工工序及产污环节

医院拟将医技楼一楼辅助用房改建为 DSA 室（三）及配套功能用房，项目施工期内容主要为墙体改造、防护装修（含铅防护门、铅玻璃窗安装，视频、监控，配套用房装修等），DSA 射线装置的安装调试等内容，整个工期为 1~2 月。

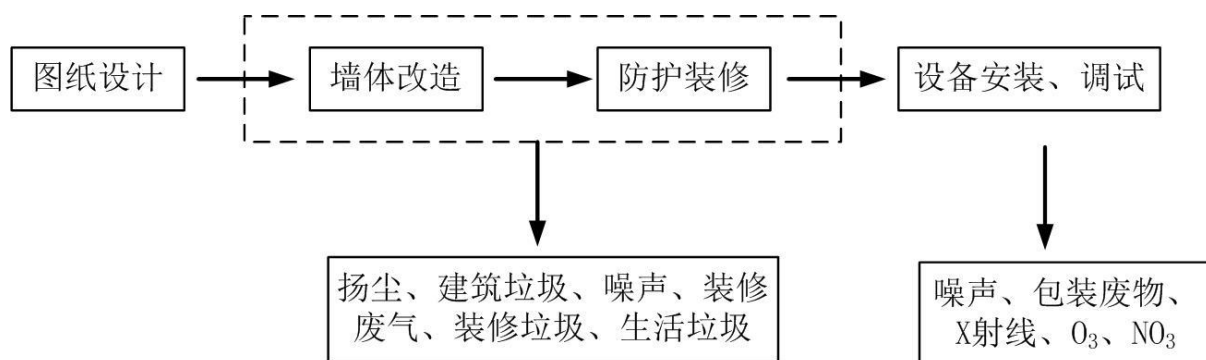


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

(1) 废水

施工人员产生的生活污水产量较小，经医院本部污水处理站处理后纳入市政污水管网。

(2) 废气

改建区域位于医技楼一楼，周围为放射科其他检查室，改建过程中周围其他检查室正常工作。施工过程中会产生扬尘，主要是墙体改造和防护装修过程中产生的扬尘。建设单位应加强施工区域管理，对施工场地采取围挡措施。施工时采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境和公众的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应即使清理，以免对患者和医院工作人员造成不便。

DSA室（三）装修过程会产生装修废气，在加强通风和室内空气净化措施后，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。

(3) 噪声

施工期噪声包括各类机械、运输材料的噪声以及墙体改造产生的噪声，由于施工范围紧邻其他检查室，施工噪声会对医护人员及患者产生一定的影响。应合理制定施工计划，避开午休时间，尽量在人员流动少的时间段进行施工；施工设备应考虑选择低噪声设备，防止噪声超标；合理布局施工场地，避免在同一施工地点安排大量动力机械设备；

适当设置临时声障。

(4) 固废

施工过程中会产生建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾部分回收利用，剩余部分由施工单位外运至建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾产生量不大，由医院进行统一集中收集，并交由当地环卫部门清运。

(5) DSA设备的安装、调试

新购DSA在新建DSA室(三)内的安装和调试均由设备厂家专业人员进行，在对DSA射线装置进行安装调试时，会产生X射线、少量臭氧和氮氧化物，造成一定的辐射影响。

在射线装置安装调试过程中，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，在DSA室(三)门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，防止发生辐射事故。

9.1.2 营运期工程设备与工艺分析

(1) 设备组成和工作原理

DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成，其整体外观示意图如图 9-1 所示。

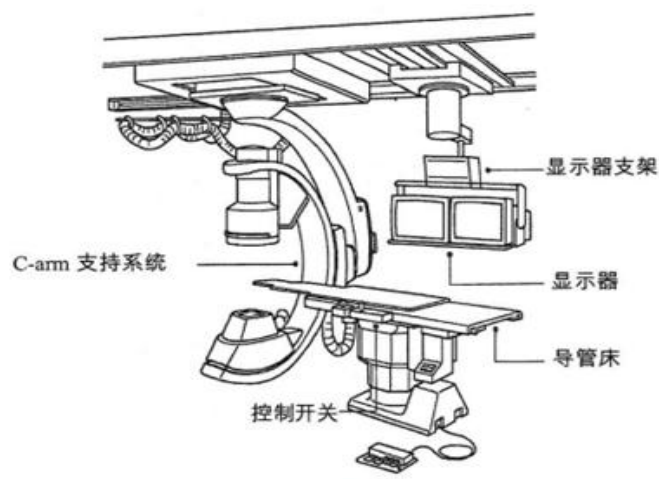


图 9-1 DSA 射线装置整体外观示意图

本项目使用的 DSA 属于 X 射线装置。X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装载聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，二聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管和两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶

面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。X 射线管基本结构如图 9-2 所示。

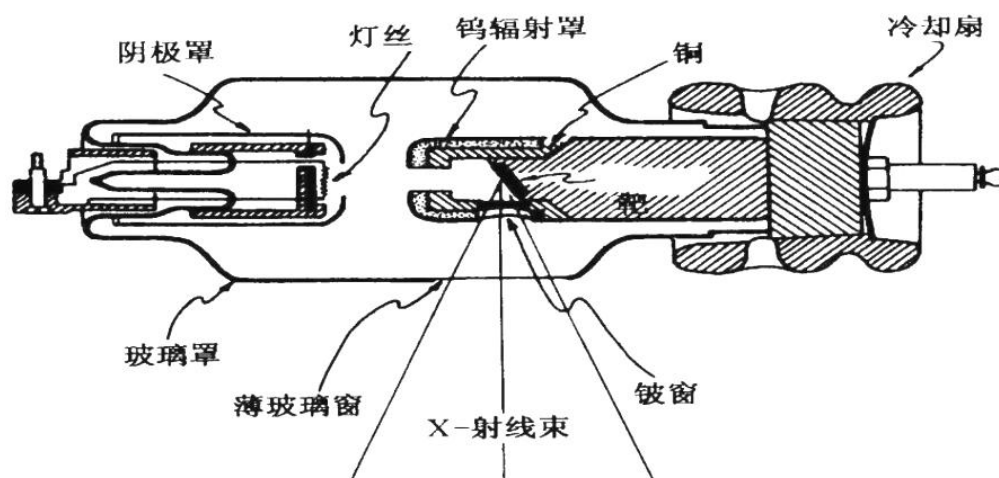


图 9-2 典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知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；节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

(2) DSA 射线装置工作流程及产污环节分析

① DSA 射线装置工艺流程

- A、接诊患者后根据其病情确认诊疗方法；
- B、医生向患者及家属告知采用介入治疗的辐射危害；
- C、患者进入 DSA 室（三）后，技师或护士协助摆位后离开 DSA 室（三）（患者留下）；

D、DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于铅帘后身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在 DSA 室（三）外对病人进行曝光），医生通过操作台的监控观察机房内病人情况。

E、每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，病人离开介入室。

②DSA 射线装置产污环节分析

DSA 诊治流程及产污环节示意图如图 9-3 所示。

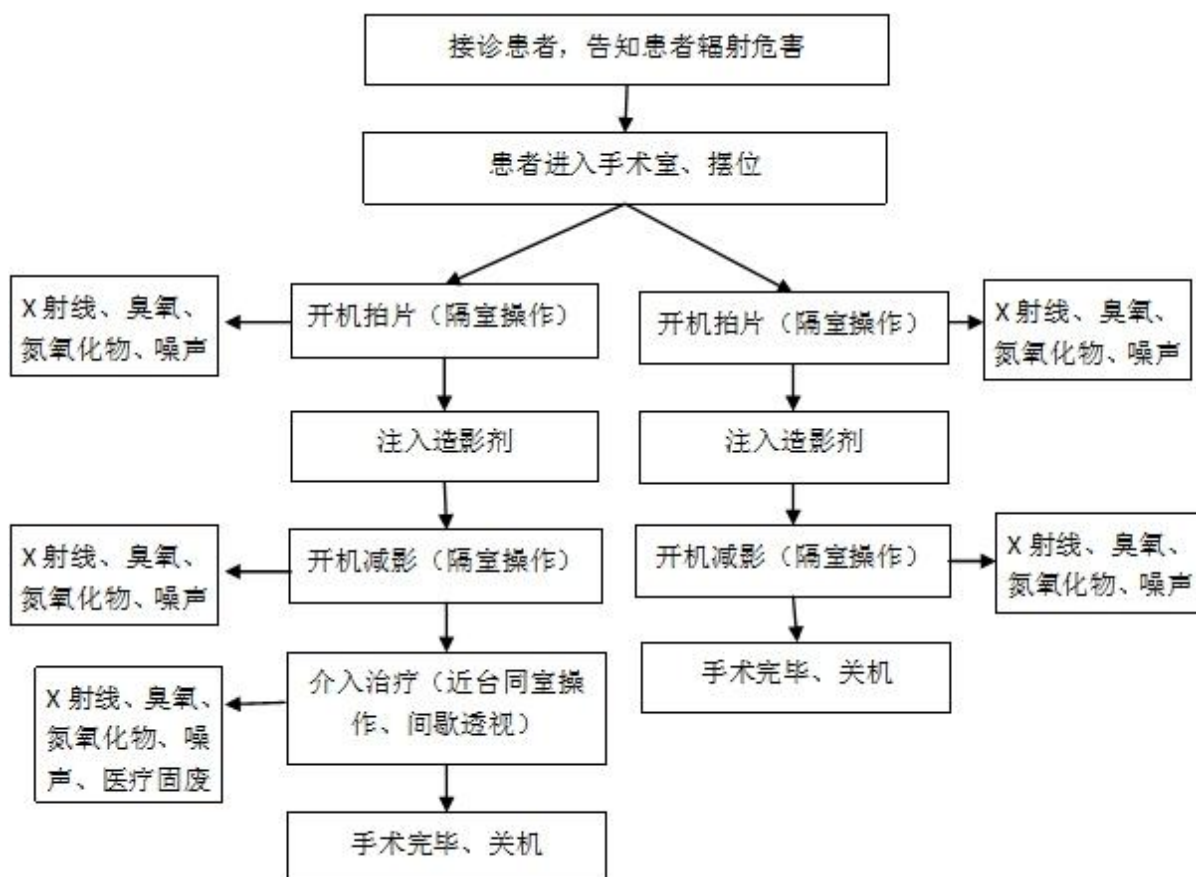


图 9-3 DSA 诊治流程及产污环节示意图

DSA 为 II 类射线装置，射线装置运行时，主要污染因子为 X 射线，注入的造影剂不含放射性，同时 DSA 采用先进的数字显影技术，不使用胶片冲洗显影，不会产生废

显影液、废定影液和废胶片。

综上所述，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物，同时介入手术会产生医疗固废以及通排风噪声，无其他放射性废气、废水及固体废物产生

9.1.3 正常工况污染源项描述

①电离辐射

本项目使用 DSA 为 II 类射线装置，X 射线装置在开机状态下主要辐射为 X 射线，关机状态不产生 X 射线。

②废气

本项目 DSA 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，会有少量臭氧和氮氧化物产生。DSA 室（三）设置独立的通排风系统，排风量 $800\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数不低于 4 次/h，能保持机房内良好通风，废气通过设备室西侧墙体的排放口直接排入大气中。

③废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。本项目辐射工作人员均为医院现有辐射工作人员，因此不考虑生活污水产生量；医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，一年本项目 DSA 室（三）手术室最多 500 台手术，则医疗废水产生量约 $0.17\text{m}^3/\text{d}$ ， $42.5\text{m}^3/\text{a}$ 。

④固体废物

本项目 DSA 运行过程中会产生医疗废物，医疗废物采用专用容器分类收集后，转移至医技楼负一楼的医疗废物暂存间，按医疗废物执行转移联单制度，委托当地有医疗固废处理资质的单位处置。本项目一台介入手术约产生医疗废物药棉 0.1kg，纱布 0.1kg，手套 0.2kg，一年 DSA 室（三）手术室最多 500 台手术，则本项目一年约产生医疗废物药棉 50kg，纱布 50kg，手套 100kg，总共每年约产生医疗废物 200kg。

本项目辐射工作人员均为医院现有辐射工作人员，因此不会产生额外的生活垃圾。现有生活垃圾由医院进行统一集中收集后暂存于儿科住院楼北侧的分类垃圾站，并交由当地环卫部门清运。

⑤噪声

本项目噪声源主要为通排风噪声，设备选用低噪声设备，噪声源强一般小于 60dB (A)，并设置隔声减振措施，经降噪措施及距离衰减作用，运行期间场界噪声可达到

《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

9.1.4 DSA室（三）人流、物流路径规划

（1）患者路径

患者从入口进入患者通道，走到候诊区域，通过 DSA 室（三）北侧的患者防护门进入机房内部。

（2）医护路径

医护人员通过 DSA 室（三）南侧的工作人员防护门进入机房操作设备。

（3）污物路径

本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，医疗废物产生后会被暂存于 DSA 室（三）北侧紧邻的污物间，专人收集后，再转移至医院医技楼负一楼北侧的医疗固废暂存间。

9.1.5 事故工况主要放射性污染物和污染途径

本项目使用 DSA 射线装置主要可能发生的辐射事故有以下几种：

（1）装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

（2）工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

（3）装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；

（4）装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施

10.1.1 工作场所平面布局

本项目机房由本部医院医技楼一楼辅助用房（DSA 室（一）西侧）改建而成，机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 本项目射线装置机房周边布局一览表

序号	所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
1	医技楼一楼 DSA 室（三）（DSA 室（一）西侧）	DSA 机房	北	污物间、设备间、走廊和患者等候区
			东	DSA 室（一）
			南	控制室
			西	楼外绿化带
			楼上	输血科
			楼下	热水机房

本项目辐射工作场所相对集中布置，设置有患者通道和医护通道，并设有患者候诊区，患者不在 DSA 室（三）内候诊，射线装置经过机房实体屏蔽体屏蔽后，屏蔽体外剂量率符合标准要求，对周围辐射环境及人员影响是可以接受的，因此本项目机房平面布局合理可行。

10.1.2 辐射工作场所分区管理

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

（1）“两区”划分原则与依据

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），“两区”划分原则与依据：

①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；

②确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围；

③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。

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（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标记；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。

（2）“两区”划分

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的“两区”划分原则与依据，对 DSA 室（三）进行划分，控制区和监督区划分情况见表 10-2 和附图 4。

表 10-2 DSA 室（三）控制区和监督区划分情况

序号	场所名称	控制区	监督区
1	DSA 室（三）	机房内部	控制室、污物间、设备间、走廊

10.2 辐射安全及防护措施

本项目 DSA 射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

10.2.1 设备安全防护措施

（1）安全防护措施

本项目 DSA 拟购于西门子医疗系统有限公司，型号为：Artis Q Ceiling。设备各项技术指标满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求，设备具备以下安全防护措施：

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

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝或铜过滤板，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所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

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

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

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备有相应的表征剂量的指示装置，当机房内出现超剂量照射时会出现报警提醒。

⑥急停开关装置：控制台上、介入手术床旁设置急停开关（各开关串联并与 X 射线系统连接）。DSA 系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个急停开关，均可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

（2）其它防护措施

①控制室上张贴相应的岗位规章制度、操作规程。上墙制度包括《放射安全防护管理制度》、《放射科工作制度》、《设备操作规程》、《放射事故应急预案》，制度字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

②按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目 DSA 机房内应配置 0.5mm 厚的铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜及不低于 0.025mm 厚的铅当量的介入防护手套，介入手术工作人员应穿戴防护用品，采用铅帘进行必要的遮挡。为受检者或患者配有铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（防护铅当量 0.5mm，儿童、成人尺寸各 1 套）以及铅防护方巾 2 套（防护铅当量 0.5mm），用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。

③DSA 室（三）受检者出入口门外应设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。防护门外的醒目位置设置明显的电离辐射警告标志，电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 要求。

④介入手术医生配备 3 支个人剂量计，包括铅衣内、外双个人剂量计及腕部剂量计；护士配备 2 支个人剂量计，包括铅衣内、外双个人剂量计；技师配 1 支个人剂量计，为铅衣外个人剂量计。其中铅衣内外双个人剂量计分别佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置及铅围裙内躯干位置，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反。

目前现有介入辐射工作人员均配备了内外两个剂量计和腕部剂量计。每个季度及时

对剂量计送检，建立个人剂量健康档案，并长期保存。

⑤本项目 DSA 室(三)拟安装了独立的通排风系统,采用机械通风,通风量 800m³/h,通风次数不低于 4 次/h,能保持机房内良好的通风。

⑥门灯连锁: DSA 室(三)防护门上方设置醒目工作状态指示灯,灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。防护门设有自动闭门装置,工作状态指示灯能与机房门有效关联。患者等候区设置放射防护注意事项告知栏。

⑦对讲装置: DSA 室(三)设置对讲装置,操作台的工作人员可以通过对讲机与机房内的手术人员联系。

10.2.2 屏蔽防护

本项目 DSA 机房由具有相应资质的单位进行设计, DSA 室(三)的四侧墙体、顶棚均修建了相应的屏蔽体对射线进行有效的屏蔽。机房的屏蔽状况见表 10-4, 机房最小单边长及有效使用面积见表 10-5。

参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)附录 C 的 C.1.2 中式(C.1)及式(C.2)进行等效铅当量厚度的计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad \text{式 (10-1)}$$

式中:

B——给定铅厚度的屏蔽透视因子;

β ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

X——铅厚度。

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{式 (10-2)}$$

式中:

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度;

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;

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;

B——给定铅厚度的屏蔽透视因子。

本项目 DSA 的管电压为 125 kV, 查《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

附录 C 表 C.2, 可知铅、混凝土对管电压为 125kV (主束和散射方向) X 射线辐射衰减的有关的拟合参数, 具体见下表。

表 10-3 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 附录 C 表 C.2 中相关拟合参数

管电压 kV	铅			混凝土		
	α	β	γ	α	β	γ
125 (主束)	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974
125 (散射)	2.233	7.888	0.7295	0.03510	0.06600	0.7832

本项目 DSA 主束方向由下朝上, DSA 室 (三) 顶棚和地坪均为 12cm 钢筋混凝土+3cm 硫酸钡水泥, 混凝土密度取 2.35g/cm^3 。根据式 (10-1), 计算得顶棚屏蔽透视因子 B 为 $3.21\text{E}-03$, 地坪屏蔽透视因子 B 为 $3.96\text{E}-03$ 。将 B 代入式 (10-2), 得顶棚混凝土的铅当量厚度 X 约为 1.44mmPb , 地坪混凝土的铅当量厚度 X 约为 1.59mmPb 。

由于《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 附录 C 中未提供硫酸钡水泥在 125kV 有用、非有用线束方向上的拟合参数和实心砖在 125kV 非有用线束方向上的拟合参数, 无法进行等效铅当量厚度的计算。故参考《放射防护实用手册》(主编赵兰才、张丹枫) 表 6.14, 硫酸钡水泥密度取 2.79g/cm^3 核算等效屏蔽厚度, 3cm 硫酸钡水泥折算 3mmPb 当量, 2cm 硫酸钡水泥折算 2mmPb 当量; 实心砖密度取 1.65g/cm^3 核算等效屏蔽厚度, 37cm 实心砖折算 3mmPb 当量, 20cm 实心砖折算 2mmPb 当量, 12cm 实心砖折算 1mmPb 当量。

表 10-4 射线装置机房屏蔽防护情况一览表

机房类型 (数量)	防护设施	屏蔽材料及厚度 (铅当量: mmPb)		GBZ130 表 3 中标准要求	符合性评价
DSA 室 (三)	四侧墙体	东侧	37cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥 (5mmPb)	有用线束方向 $\geq 2\text{mmPb}$ 当量, 非有用线束方向铅当量应 $\geq 2\text{mmPb}$ 当量。	符合
		南侧	20cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥 (4mmPb)		
		西侧	12cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥 (3mmPb)		
		北侧	20cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥 (4mmPb)		
	顶棚	12cm 钢筋混凝土+3cm 硫酸钡水泥 (4.44 mmPb)			符合
	地坪	12cm 钢筋混凝土+3cm 硫酸钡水泥 (4.59 mmPb)			符合
	防护门	内衬 3mm 铅板 (3.0 mmPb)			符合
观察窗	3mmPb 铅玻璃 (3.0 mmPb)		符合		

表 10-5 机房面积及单边长度一览表

序号	机房名称	拟设置情况		GBZ130 表 2 标准要求		符合性评价
		最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	
1	DSA 室 (三)	4.63	33.94	3.5	20	符合

由表 10-4、表 10-5 可知，本项目射线装置工作场所屏蔽防护设计、机房面积及最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。

10.2.3 距离防护

周边公众主要依托放射工作场所的屏蔽墙体、防护门和楼板屏蔽射线，同时 DSA 室（三）将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护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，限制无关人员进入，以增加公众与射线源之间的距离，以免受到不必要的照射。

10.2.4 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时间，也避免病人受到额外剂量的照射。另外，对进行介入治疗手术的医生和护士分组，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当介入治疗医生季度个人剂量超过 1.25mSv 或年剂量超过 5mSv，医院应进行调查，并出具调查报告，在查明原因之前应限制或暂停该工作人员工作时间。

医院应强化管理，加强辐射工作人员的培训和自我保护，严格执行落实《辐射安全管理规定》和《辐射工作人员个人剂量管理制度》等规章制度。个人剂量每个季度及时送检，严格执行个人剂量计收发制度，建立个人剂量收发记录。

10.2.5 通排风管道和电缆沟屏蔽措施

本项目 DSA 机房拟在控制室和机房墙面设置宽 10cm 厚 6cm、天花设置宽 10cm 厚 10cm、地面设置宽 20cm 深 10cm 的电缆槽，以安置电缆。控制室的电缆自地面而悬吊假天花板，隐藏在墙面装饰层，穿过机房南侧墙体进入机房内。机房内的电缆线从天花板的电缆槽经过墙面电缆槽，连接 DSA。电缆槽表面铺设 3mm 不锈钢板，墙孔用硫酸钡封堵。

DSA 室（三）设置独立的通排风系统，排风量 800m³/h，废气由设备室西侧墙体的排放口直接排入大气中。风管穿墙处包裹 3mm 铅皮，作为风管穿墙的辐射屏蔽补偿。

10.2.6 辐射工作场所安防措施

为确保本项目辐射工作场所的使用安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-6。

表 10-6 本项目采取的安全保卫措施

工作场所	措施类别	对应措施
射线装置 工作场所	防盗、防抢和 防破坏	①本项目 DSA 机房将纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； ②工作场所安装监控系统实行 24h 实时监控； ③DSA 射线装置将安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ④射线装置机房和邻近房间不会存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防泄漏	①本项目使用 1 台 DSA，购于西门子医疗系统有限公司，型号为 Artis Q Ceiling，设置有不同的联锁装置确保运行过程中的辐射泄漏； ②本项目射线装置工作场所均将按照有关规范要求进行辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况。

10.3 三废的治理

10.3.1 施工期三废治理

(1) 废水

施工人员产生的生活污水产量较小，经医院本部污水处理站处理后纳入市政污水管网。

(2) 扬尘

改建区域位于医技楼一楼，周围为放射科其他检查室，改建过程中周围其他检查室正常工作。施工过程中会产生扬尘，主要是墙体改建和防护装修过程中产生的扬尘。建设单位应加强施工区域管理，对施工场地采取围挡措施。施工时采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境和公众的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应即使清理，以免对患者和医院工作人员造成不便。

(3) 噪声

施工期噪声包括各类机械、运输材料的噪声以及墙体改造产生的噪声，由于施工范围紧邻其他检查室，施工噪声会对医护人员及患者产生一定的影响。应合理制定施工计划，避开午休时间，尽量在人员流动少的时间段进行施工；施工设备应考虑选择低噪音设备，防止噪声超标；合理布局施工场地，避免在同一施工地点安排大量动力机械设备；

适当设置临时声障。

(4) 固废

施工过程中会产生建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾部分回收利用，剩余部分由施工单位外运至建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾产生量不大，由医院进行统一集中收集，并交由当地环卫部门清运。

10.3.2 运营期三废治理

1、废水

(1) 本项目无放射性废水产生。

(2) 非放射性废水治理措施

非放射性废水主要来自于运行期间 DSA 室（三）的少量医疗废水，该部分废水进入本院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中排放限值要求，再排入市政污水管网。本项目废水产生量较小，约为 0.272m³/d，医院污水处理站设计处理能力为 800m³/d，可容纳本部分医疗废水，因此本项目废水依托医院本部现有污水处理站处理从容量及处理工艺等方面均是可行的。

2、废气

(1) 本项目无放射性废气产生。

(2) 非放射性废气治理措施

本项目射线装置在曝光过程中，会有少量臭氧和氮氧化物产生，DSA 室（三）设置独立的通排风系统，排风量 800m³/h，通风次数不低于 4 次/h，能保持机房内采用良好的通风。项目运行后，DSA 射线装置因每次曝光时间短，臭氧和氮氧化物产生量很少。DSA 室（三）的所内产生的臭氧和氮氧化物最终通过设备室西侧墙体的排放口排放，可达标排放，对周围环境影响较小。

3、固体废物

本项目运营期间产生非放射性医疗废物包括药棉、纱布、手套等医用辅料，采用专用容器分类收集后，转移至医技楼负一楼北侧的医疗废物暂存间，按医疗废物执行转移联单制度，委托当地有医疗固废处理资质的单位处置。本项目医疗固废产生量较少，医院的医疗废物暂存间的容量足以满足本项目医疗固废暂存的需求。

工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中收集并交由环卫部门

统一清运。

4、噪声

本项目噪声源主要为通排风噪声，设备选用低噪声设备，噪声源强一般小于 60dB (A)，并设置隔声减振措施，经降噪措施及距离衰减作用，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

5、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》中对射线装置报废处置相关要求“使用单位应当对射线装置去功能化”。

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

10.4 环保投资估算

本项目环保投资估算详见表 10-7。

表 10-7 辐射防护（措施）及投资估算一览表

场所	类别	环保设施	金额（万元）
DSA室（三）	辐射屏蔽设施	东侧墙体为37cm实心砖墙（1.65g/cm ³ ）和2cm硫酸钡水泥（2.79 g/cm ³ ），综合防护当量5mmPb；南侧和北侧墙体为20cm实心砖墙和2cm硫酸钡水泥，综合防护当量为4.0 mmPb；西侧墙体为12cm实心砖墙和2cm硫酸钡水泥，综合防护当量为3.0 mmPb；顶棚和地坪为12cm钢筋混凝土（2.35g/cm ³ ）和30mm硫酸钡水泥，综合防护当量分别为4.44 mmPb、4.59 mmPb。	20
		观察窗1套（3mmPb），防护门3套（3mmPb）	4
	安全装置	操作台和床体上“急停开关”装置各1套	设备已配置
		对讲机1套	0.2
		门灯连锁及工作状态指示灯1套	0.6
	个人防护用品	辐射工作人员配防护铅当量为0.5mmPb的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各4套，防护铅当量不低于0.025mmPb的介入防护手套4套	4
		患者配铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（防护铅当量0.5mm，儿童、成人尺寸各1套）以及铅防护方巾2套（防护铅当量0.5mm）	1
		铅悬挂防护屏（0.5mmPb）、铅防护吊帘（0.5mmPb）、床侧防护帘（0.5mmPb）、床侧防护屏（0.5mmPb）各1件	1

	监测仪器及警示装置	项目拟沿用医院现有介入工作人员,负责本项目DSA操作。故本项目辐射工作人员均为医院现有工作人员,均已配备铅橡胶围裙内、外双个人剂量计和腕部剂量计	/
		警示标牌若干	0.2
	通排风系统	独立通排风系统1套	1
其他	设施拆除	将原辅助用房设施拆除	3
	监测设备	依托医院现有便携式X-γ剂量监测仪1台	已配置
	人员培训	辐射工作人员、管理人员上岗培训	5
	辐射应急	辐射应急物资、人员培训、应急演练	4
合计			44

本核技术应用项目总投资 1000 万元，环保投资 44 万元，占总投资的 4.4%。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工的环境影响简要分析

本项目辐射工作场所由医技楼一楼原辅助用房（DSA室（一）西侧）改建而成，施工期内容主要为墙体改造，防护装修（含铅防护门、铅玻璃窗安装，视频、监控、对讲以及联锁装置等安全装置安装，配套用房装修等）。

（1）水环境影响分析

施工人员产生的生活污水产量较小，经医院本部污水处理站处理后纳入市政污水管网。

（2）大气环境影响分析

改建区域位于医技楼一楼，周围为放射科其他检查室，改建过程中周围其他检查室正常工作。施工过程中会产生扬尘，主要是墙体改建和防护装修过程中产生的扬尘。建设单位应加强施工区域管理，对施工场地采取围挡措施。施工时采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境和公众的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应即使清理，以免对患者和医院工作人员造成不便。

（3）声环境影响分析

施工期噪声包括各类机械、运输材料的噪声以及墙体改建产生的噪声，由于施工范围紧邻其他检查室，施工噪声会对医护人员及患者产生一定的影响。应合理制定施工计划，避开午休时间，尽量在人员流动少的时间段进行施工；施工设备应考虑选择低噪声设备，防止噪声超标；合理布局施工场地，避免在同一施工地点安排大量动力机械设备；适当设置临时声障。

经上述防治措施后，可大大降低本项目施工过程中噪声对周围的影响，场界噪声可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的要求。

（4）固体废物影响分析

施工过程中会产生建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾部分回收利用，剩余部分由施工单位外运至建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾产生量不大，由医院进行统一集中收集，并交由当地环卫部门清运。

综上所述，本项目施工范围较小，在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境影响较小，施工结束后，项目施工期环境影

响将随之消除。

11.1.2 设备安装调试的环境影响

对新购DSA射线装置进行安装调试后，会产生少量包装废物，要求及时分类收集并妥善处理。射线装置的安装调试应由设备厂家专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。在射线装置调试阶段，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DSA室（三）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DSA室（三）内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA环境影响评价

1、机房屏蔽体合理性分析

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X射线设备机房屏蔽防护应满足表11-1和表11-2的要求。

表 11-1X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积	机房内最小单边长度	备注
单管头 X 射线设备 ^b	20 m ²	3.5m	1 台 DSA
^b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。			

表 11-2X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb	备注
标称 125kV 及以下的摄影机房	2	1	1 台 DSA
C 形臂 X 射线设备机房	2	2	1 台 DSA

本项目 DSA 额定参数为管电压 125kV，管电流 1000mA，主射方向朝上，本项目 DSA 机房实际使用面积、最小单边长度以及实际的屏蔽防护铅当量如表 11-3 所示。

表 11-3 DSA 机房实际设计屏蔽情况评价

机房	最小有效 实际使用 面积	最小单 边实际 长度	墙体屏蔽（折合铅当量）		顶棚和地坪（折 合铅当量）	防护门 （折合铅 当量）	观察窗 （折合铅 当量）
DSA 室 （三 ）	33.94m ²	4.63m	东侧	37cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水 泥（5mmPb）	顶棚：12cm 钢筋 混凝土+3cm 硫 酸钡水泥（4.44 mmPb） 地坪：12cm 钢筋 混凝土+3cm 硫	3mm 铅 板（3.0 mmPb）	3.mmPb 铅玻璃 （3.0 mmPb）
			南侧	20cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水 泥（4mmPb）			

			西侧	12cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水 泥 (3mmPb)	酸钡水泥 (4.59 mmPb)		
			北侧	20cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水 泥 (4mmPb)			
评价	符合	符合	符合		符合	符合	符合

由表 11-3 可知，本项目 DSA 机房的屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的要求，机房屏蔽设计合理。

2、运行期正常工况环境影响分析

医院现有 2 台 DSA，位于院本部医技楼一楼。由于本项目机房从机房有效面积及机房防护当量与现有两台 DSA 机房不具有可类比性，因此本次评价采用理论计算对 DSA 室（三）周围辐射环境影响进行影响分析。

DSA 室（三）内部辐射场所分布图及预测关注点位见图 11-1。

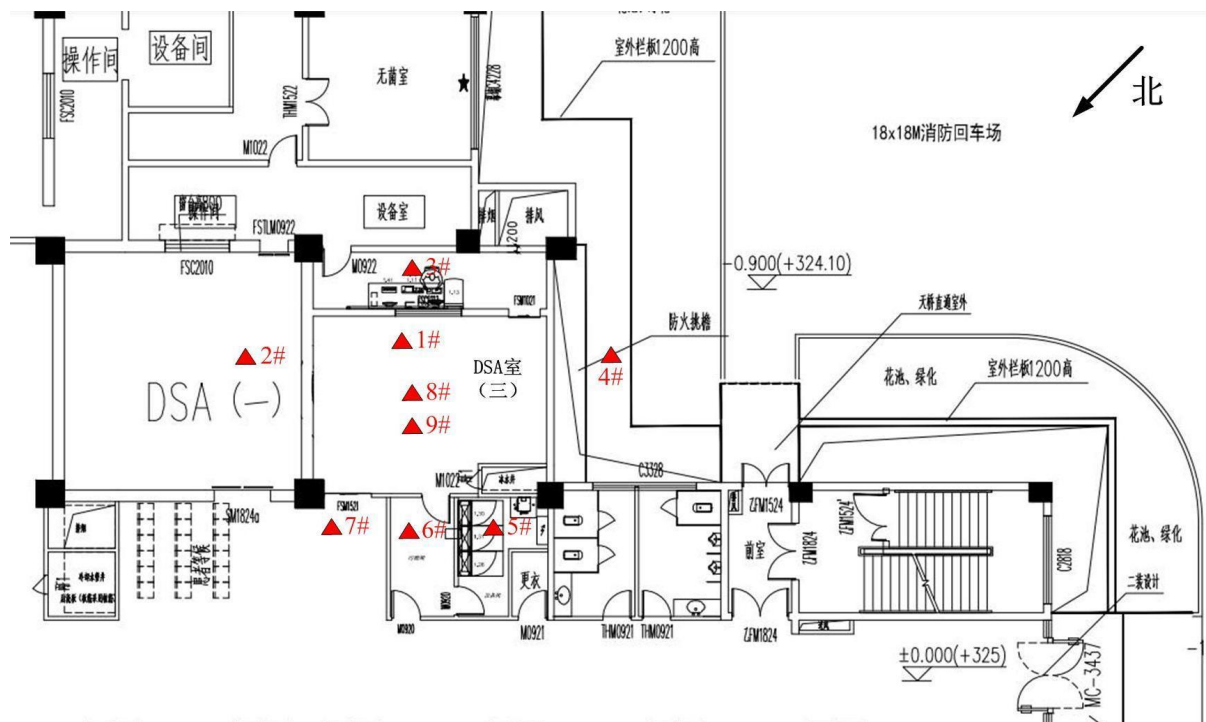


图 11-1 DSA 室（三）预测关注点位示意图

本项目 DSA 设备主射方向向上，介入手术过程中，DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities” 4.1.6 节 (Primary Barriers, P41-45) 及 5.1 节 (Cardiac Angiography, P72) 指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此 DSA 设备运行时，医生操作位、DSA 室（三）的墙壁、地坪、防护门及铅玻璃窗，仅受到病人体表散射辐射和泄漏辐射影响。

医护人员在 DSA 室（三）内操作时，会配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅帘等防护物品，其中铅橡胶围裙防护铅当量按 0.5mmPb 计算，铅帘按 0.5mmPb 计算，介入防护手套按 0.025mmPb 计算。

以下公式参考李德平、潘自强主编《辐射防护手册》（第一分册——辐射源与屏蔽）中公式（10.8）、（10.9）、（10.10）等公式演化而来。

（1）病人体表散射屏蔽估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-1})$$

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， $\mu\text{Gy/h}$ ；

a ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取 0.0013；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100 cm^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，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式（C.1）及表 C.2 的相关参数进行计算。

表 11-4 铅对 100kv 的 X 射线衰减的有关的拟合参数

管电压 kv	铅		
	α	β	γ
100（主束）	2.500	15.28	0.7557
100（散射）	2.507	15.33	0.9124

保守考虑，本项目 DSA 的减影工况取电压为 80kV，电流为 500mA；透视工况取电压为 80kV，电流为 10mA，X 射线过滤材料为 2mmAl，根据《辐射防护导论》附图 3，发射率常数取值为 $9\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，减影工况距靶点 1m 处的最大剂量率为 $2.7 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ，透视工况距靶点 1m 处的最大剂量率为 $5.4 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ 。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	源点到散射点距离+散射点到关注点距离	屏蔽材料及厚度	散射面积 (cm ²)	B(散射)	辐射剂量率 (μGy/h)*
减影	2#: DSA室(三)东侧防护墙外30cm处(DSA(一))	1 m+5.4m	37cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥(5.0 mmPb)	100	4.93E-08	1.48E-04
	3#: DSA室(三)南侧观察窗外30cm处(控制室)	1 m+ 2.8m	3.0mmPb 铅玻璃(3.0 mmPb)	100	6.31E-05	7.06E-01
	4#: DSA室(三)西侧防护墙外30cm处(楼外草坪)	1 m+4.02m	12cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥(3.0 mmPb)	100	8.19E-06	4.45E-02
	5#: DSA室(三)北侧防护墙外30cm处(设备室)	1 m+ 3.48m	20cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥(4.0 mmPb)	100	6.10E-07	4.42E-03
	6#: DSA室(三)北侧医护人员进门处(污物间)	1 m+ 3.48m	3.0mmPb 铅门(3.0 mmPb)	100	6.31E-05	4.57E-01
	7#: DSA室(三)北侧患者进门处(走廊)	1 m+3.48m		100		4.57E-01
	8#: DSA室(三)顶棚上方距地面30cm(二楼输血科)	1 m+ 5.0m	12cm 钢筋混凝土+3cm 硫酸钡水泥(4.0 mmPb)	100	6.84E-08	2.40E-04
	9#DSA室(三)地坪下方距地面30cm(负一楼热水机房)	1 m+3.3m		100		5.51E-04
	透视	1#: 医生手术位(身体)	1 m+0.8m	0.5mmPb 铅帘+0.5mmPb 铅橡胶围裙(1.0mmPb)	100	1.05E-02
1#: 医生手术位(腕部)		1 m+0.7m	0.5mmPb 铅帘+0.025mmPb 介入防护手套(0.525mmPb)	100	4.33E-02	474.95
2#: DSA室(三)东侧防护墙外30cm处(DSA(一))		1 m+5.4m	37cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥(5.0 mmPb)	100	4.93E-08	2.97E-06
3#: DSA室(三)南侧观察窗外30cm处(控制室)		1 m+ 2.8m	3.0mmPb 铅玻璃(3.0 mmPb)	100	6.31E-05	1.41E-02
4#: DSA室(三)西侧防护墙外30cm处(楼外草坪)		1 m+4.02m	12cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥(3.0 mmPb)	100	8.19E-06	8.89E-04
5#: DSA室(三)北侧防护墙外30cm处(设备室)		1 m+ 3.48m	20cm 实心砖墙+2cm 硫酸钡水泥(4.0 mmPb)	100	6.10E-07	8.84E-05

6#: DSA室(三) 北侧医护人员进门 处(污物间)	1 m+ 3.48m	3.0mmPb 铅门 (3.0 mmPb)	100	6.31E-05	9.14E-03
7#: DSA室(三) 北侧患者进门处(走 廊)	1 m+3.48m		100		9.14E-03
8#: DSA室(三) 顶棚上方距地面 30cm(二楼输血科)	1 m+ 5.0m	12cm 钢筋混凝土 +3cm 硫酸钡水 泥(4.0 mmPb)	100	6.84E-08	4.80E-06
9#DSA室(三)地坪 下方距地面 30cm(负 一楼热水机房)	1 m+3.3m		100		1.10E-05

(2) 泄漏辐射剂量估算

各预测点的泄漏辐射剂量率可用下式(11-2)进行计算。

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

式中:

H —预测点处的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 —距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$, 根据《医用电气设备第 1 部分: 安全通用要求三. 并列标准诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》(GB9706.12-1997), 本项目取 1mGy/h ;

R —靶点距关注点的距离, m;

B —减弱因子, 参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 附录 C 的 C.1.2 中式 (C.1) 及表 C.2 的相关参数进行计算。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	与源距离 (m)	屏蔽材料及厚度	B (主束)	辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$) *
减影	2#: DSA室(三)东 侧防护墙外 30cm 处 (DSA (一))	5.4m	37cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水泥 (5.0 mmPb)	2.14E-08	7.32E-07
	3#: DSA室(三)南 侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	2.8m	3.0mmPb 当量铅玻 璃 (3.0 mmPb)	4.14E-05	5.28E-03
	4#: DSA室(三)西 侧防护墙外 30cm 处 (楼外草坪)	4.02m	12cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水泥 (3.0 mmPb)	3.80E-06	2.35E-04

	5#: DSA室(三)北侧防护墙外30cm处(设备室)	3.48m	20cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水泥 (4.0 mmPb)	2.66E-07	2.20E-05	
	6#: DSA室(三)北侧医护人员进门处(污物间)	3.48m	3.0mmPb 当量铅门 (3.0 mmPb)	4.14E-05	3.42E-03	
	7#: DSA室(三)北侧患者进门处(走廊)	3.48m			3.42E-03	
	8#: DSA室(三)顶棚上方距地面30cm(二楼输血科)	5.0m	12cm 钢筋混凝土 +3cm 硫酸钡水泥 (4.0 mmPb)	4.14E-05	1.24E-06	
	9#DSA室(三)地坪下方距地面30cm(负一楼热水机房)	3.3m			2.85E-06	
透视	1#: 医生手术位(身体)	0.8m	0.5mmPb 铅帘 +0.5mmPb 铅橡胶围裙 (1.0mmPb)	3.11E-08	11.50	
	1#: 医生手术位(腕部)	0.7m	0.5mmPb 铅帘 +0.025mmPb 介入防护手套 (0.525mmPb)	3.11E-08	68.07	
	2#: DSA室(三)东侧防护墙外30cm处(DSA(一))	5.4m	37cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水泥 (5.0 mmPb)	7.36E-03	7.32E-07	
	3#: DSA室(三)南侧观察窗外30cm处(控制室)	2.8m	3.0mmPb 当量铅玻璃 (3.0 mmPb)	3.34E-02	5.28E-03	
	4#: DSA室(三)西侧防护墙外30cm处(楼外草坪)	4.02m	12cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水泥 (3.0 mmPb)	2.14E-08	2.35E-04	
	5#: DSA室(三)北侧防护墙外30cm处(设备室)	3.48m	20cm 实心砖墙 +2cm 硫酸钡水泥 (4.0 mmPb)	4.14E-05	2.20E-05	
	6#: DSA室(三)北侧医护人员进门处(污物间)	3.48m	3.0mmPb 当量铅门 (3.0 mmPb)	3.80E-06	3.42E-03	
	7#: DSA室(三)北侧患者进门处(走廊)	3.48m			3.42E-03	
		8#: DSA室(三)顶棚上方距地面30cm(二楼输血科)	5.0m	12cm 钢筋混凝土 +3cm 硫酸钡水泥 (4.0 mmPb)	2.66E-07	1.24E-06
		9#DSA室(三)地坪下方距地面30cm(负一楼热水机房)	3.3m			2.85E-06

根据表 11-5、11-6 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于下表 11-7。

表 11-7 各个预测点的总辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率(μGy/h)	泄漏辐射剂量率(μGy/h)	总辐射剂量率(μGy/h)
------	---------	----------------	----------------	---------------

减影	2#：DSA室（三）东侧防护墙外30cm处（DSA（一））	1.48E-04	7.32E-07	1.49E-04
	3#：DSA室（三）南侧观察窗外30cm处（控制室）	7.06E-01	5.28E-03	7.12E-01
	4#：DSA室（三）西侧防护墙外30cm处（楼外草坪）	4.45E-02	2.35E-04	4.47E-02
	5#：DSA室（三）北侧防护墙外30cm处（设备室）	4.42E-03	2.20E-05	4.44E-03
	6#：DSA室（三）北侧医护人员进门处（污物间）	4.57E-01	3.42E-03	4.61E-01
	7#：DSA室（三）北侧患者进门处（走廊）	4.57E-01	3.42E-03	4.61E-01
	8#：DSA室（三）顶棚上方距地面30cm（二楼输血科）	2.40E-04	1.24E-06	2.41E-04
	9#DSA室（三）地坪下方距地面30cm（负一楼热水机房）	5.51E-04	2.85E-06	5.54E-04
	透视	1#：医生手术位（身体）	28.79	11.50
1#：医生手术位（腕部）		474.95	68.07	223.15
2#：DSA室（三）东侧防护墙外30cm处（DSA（一））		2.97E-06	7.32E-07	3.70E-06
3#：DSA室（三）南侧观察窗外30cm处（控制室）		1.41E-02	5.28E-03	1.94E-02
4#：DSA室（三）西侧防护墙外30cm处（楼外草坪）		8.89E-04	2.35E-04	1.12E-03
5#：DSA室（三）北侧防护墙外30cm处（设备室）		8.84E-05	2.20E-05	1.10E-04
6#：DSA室（三）北侧医护人员进门处（污物间）		9.14E-03	3.42E-03	1.26E-02
7#：DSA室（三）北侧患者进门处（走廊）		9.14E-03	3.42E-03	1.26E-02
8#：DSA室（三）顶棚上方距地面30cm（二楼输血科）		4.80E-06	1.24E-06	6.05E-06
9#DSA室（三）地坪下方距地面30cm（负一楼热水机房）		1.10E-05	2.85E-06	1.39E-05

由表11-7计算结果分析可知：本项目DSA射线装置在减影时，DSA室（三）周围各关注点处的辐射剂量率在 $1.49 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h} \sim 7.12 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ 之间；透视时DSA室（三）周围各关注点处的辐射剂量率在 $3.70 \times 10^{-6} \mu\text{Gy/h} \sim 1.94 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ 之间；结合区域辐射环境背景水平，不难得出DSA射线装置在正常运行情况下，DSA室（三）周围各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面30cm处剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

③年有效剂量估算

A、年有效剂量估算

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000年报告附录A公式以及居

留因子的选取，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$H_1 = H_0 \cdot T \cdot t \cdot l \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H_1 —X射线外照射有效剂量当量，mSv；

H_0 —X射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t —X射线年照射时间，h/a；

l —剂量换算系数，对于光子，Sv/Gy 取 1。

T —居留因子，本项目居留因子取值参考《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121—2020）附录A，具体数值见表11-8。

表 11-8 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

根据式 11-3 与表 11-7、11-8，本项目理论预测环境影响分析下保护目标的年有效剂量估算结果详见表 11-9。

表 11-9 年有效剂量估算结果

预测点位	工作模式	总剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	年工作时间 (h/a)	居留因子	年有效剂量 (mSv)	涉及人员类型
2#: DSA室(三)东侧防护墙外30cm处(DSA(一))	减影	1.49E-04	1.39	1	2.07E-07	职业
3#: DSA室(三)南侧观察窗外30cm处(控制室)		7.12E-01		1	9.89E-04	职业
4#: DSA室(三)西侧防护墙外30cm处(楼外草坪)		4.47E-02		1/16	3.88E-06	公众
5#: DSA室(三)北侧防护墙外30cm处(设备室)		4.44E-03		1/2	3.09E-06	职业
6#: DSA室(三)北侧医护人员进门处(污物间)		4.61E-01		1/2	3.20E-04	职业
7#: DSA室(三)北侧患者进门处(走廊)		4.61E-01		1/4	1.60E-04	公众

8#: DSA室(三)顶棚上方距地面30cm(二楼输血科)		2.41E-04		1/2	1.68E-07	公众
9#DSA室(三)地坪下方距地面30cm(负一楼热水机房)		5.54E-04		1/16	4.81E-08	公众
1#: 医生手术位(身体)	透视	40.29	41.67	1	1.68	职业
2#: DSA室(三)东侧防护墙外30cm处(DSA(一))		3.70E-06		1	6.17E-07	职业
3#: DSA室(三)南侧观察窗外30cm处(控制室)		1.94E-02		1	3.23E-03	职业
4#: DSA室(三)西侧防护墙外30cm处(楼外草坪)		1.12E-03		1/16	1.17E-05	公众
5#: DSA室(三)北侧防护墙外30cm处(设备室)		1.10E-04		1/2	9.20E-06	职业
6#: DSA室(三)北侧医护人员进门处(污物间)		1.26E-02	166.67	1/2	1.05E-03	职业
7#: DSA室(三)北侧患者进门处(走廊)		1.26E-02		1/4	5.23E-04	公众
8#: DSA室(三)顶棚上方距地面30cm(二楼输血科)		6.05E-06		1/2	5.04E-07	公众
9#DSA室(三)地坪下方距地面30cm(负一楼热水机房)		1.39E-05		1/16	1.45E-07	公众
备注: 本报告 $\mu\text{Gy/h}$ 与 $\mu\text{Sv/h}$ 的转化系数为1。						

对表 11-9 保护目标在减影和透视模式的年有效剂量估算结果进行叠加计算, 详见表 11-10。由于会出现两个 DSA 机房同时工作, 导致点位 1#、2#、3#会出现散射辐射叠加的情况, 故将 1#、2#、3#点位进行叠加剂量计算。根据医院 2021 年度安全和防护状况年度评估报告可知, 辐射工作人员的年个人剂量最高为 0.92mSv, 叠加后的年有效剂量如表 11-10 所示。

表 11-10 减影和透视模式下保护目标年有效剂量叠加估算结果

预测点位	工作模式	年有效剂量 (mSv)	涉及人员类型
1#: 医生手术位(身体)	减影+透 视	2.60	职业
2#: DSA室(三)东侧防护墙外30cm处(DSA(一))		9.20E-01	职业
3#: DSA室(三)南侧观察窗外30cm处(控制室)		9.24E-01	职业
4#: DSA室(三)西侧防护墙外30cm处(楼外草坪)		1.56E-05	公众
5#: DSA室(三)北侧防护墙外30cm处(设备室)		1.23E-05	职业
6#: DSA室(三)北侧医护人员进门处(污物间)		1.37E-03	职业

7#: DSA室(三)北侧患者进门处(走廊)		6.84E-04	公众
8#: DSA室(三)顶棚上方距地面30cm(二楼输血科)		6.71E-07	公众
9# DSA室(三)地坪下方距地面30cm(负一楼热水机房)		1.93E-07	公众

叠加减影与透视过程所受到的辐射影响,本项目控制室工作人员最大年有效剂量为 $9.24 \times 10^{-1} \text{mSv}$, 低于本环评要求的 5mSv 年有效剂量管理约束值;对公众人员所造成的最大年有效剂量为 $6.84 \times 10^{-4} \text{mSv}$, 低于本环评要求的 0.1mSv 年有效剂量管理约束值;对手术室医生和护士身体最大年有效剂量为 2.60mSv , 低于本环评要求的 5mSv 年有效剂量管理约束值。

B、医生腕部皮肤年有效剂量估算

手术医生和护士在 DSA 室(三)内进行介入手术时,会穿铅衣、戴铅眼镜、铅围脖等防护用品,但是仍然有部分皮肤暴露在射线受到照射,在手术过程中,手术医生腕部距离射线最近,因 X 射线随距离的增加呈现衰减趋势,故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年有效剂量的估算,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 室(三)手术医生年皮肤当量剂量:

$$D_s = C_{ks} \times \dot{k} \times t \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

$$H = D_s \cdot W_R \quad (\text{式 11-5})$$

式中:

D_s —皮肤吸收剂量, mGy;

\dot{k} —空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

C_{ks} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 (Gy/ Gy) ;

t —人员累积年受照时间, h;

H : 关注点的当量剂量, mSv;

W_R : 辐射权重因数, X 射线取 1。

由表11-7可知, DSA室(三)内手术医生和护士在透视工况下手部所受的最大空气比释动能率为 $233.15 \mu\text{Gy/h}$, 本项目 DSA 可近似视为垂直入射, 而且是 PA 入射方式, 从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)表 A.5 可查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 $C_{ks}=1.144 \text{ mGy/mGy}$, 人员累积年受照时间为 41.67h , 根据式 11-4 和 11-5 可以求得手术医生和护士手术位腕部皮肤受到的年当量剂量最大为

11.11mSv。

将手术医生和护士腕部皮肤受到的年当量剂量进行叠加剂量计算。根据医院2021年度安全和防护状况年度评估报告可知，辐射工作人员腕部的年个人剂量最高为21.13mSv，叠加后手术室医生和护士手部最大年当量剂量为32.24mSv，低于本环评要求的125mSv年当量剂量管理约束值。

综上所述，医生与公众所受的年有效剂量均低于本环评要求的年有效剂量管理约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

（3）DSA 运营期臭氧影响分析

DSA 室（三）设置独立的通排风系统，排风量为 800m³/h，排风次数不低于 4 次/h，产生的臭氧通过设备室西侧墙体的排放口直接排入大气。DSA 室（三）内空气中氧受 X 射线电离而产生臭氧，臭氧其产率和浓度可用下面公式分别计算。

$$Q_o=6.5\times 10^{-3}G\cdot S_o\cdot R\cdot g \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

Q_o—臭氧产率 mg/h；

G—射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy.m²/h，本项目 DSA 取 51；

S_o—射束在距离源点 1m 处的照射面积 m²，取（最大射野 10×10cm²）0.01m²；

R—射束径迹长度 m，取 1m；

g—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O₃ 的分子数，本项目取 10。

经计算，臭氧产率为 3.315×10⁻²mg/h。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C=Q_oT_v/V \quad (\text{式 11-7})$$

式中：

C—室内臭氧浓度，mg/m³；

Q_o—臭氧产率 mg/h；

T_v—臭气有效清除时间，h；

V—治疗室空间体积，DSA 室（三）约为 180m³。

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \quad (\text{式 11-8})$$

式中：

t_v —每次换气间, 0.25h;

t_a —臭氧分解时间, 取值为 0.83h。

DSA 室(三)拟安装独立的通排风系统, 采用机械通风, 排风量为 $800\text{m}^3/\text{h}$, 根据计算每小时换气约 4.4 次, 保守考虑按每小时换气 4 次计算, 计算得 DSA 室(三)内臭气平衡浓度约为 $3.54 \times 10^{-5}\text{mg}/\text{m}^3$, 氮氧化物产生额为臭氧的三分之一, 因此本项目产生的臭氧和氮氧化物经通排风系统收集后直接通过设备室西侧墙体的排放口可达标排放, 对周围环境影响较小。

11.2.2 水环境影响分析

项目运行后, 废水主要为医疗废水, 本项目废水进入本院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 中排放限值后, 再排入市政污水管网。

11.2.3 固体废物环境影响分析

①本项目不会产生放射性固废, 对周围环境无影响。

②本项目一台介入手术约产生医疗废物药棉 0.1kg, 纱布 0.1kg, 手套 0.2kg, 一年 DSA 室(三)最多 500 台手术, 则本项目一年约产生医疗废物药棉 50kg, 纱布 50kg, 手套 100kg, 总共每年约产生医疗废物 200kg。另外本项目一年会产生废造影剂和废造影剂瓶。将以上医疗废物采用专门的收集容器分类收集后, 转移至医院的医疗废物暂存间, 按照医疗废物执行转移联单制度, 委托当地有医疗固废处置资质的单位处置, 不会对周围环境造成影响。

生活垃圾由医院进行统一集中收集, 并交由当地环卫部门清运。

11.2.4 声环境影响分析

本项目噪声源主要为通排风噪声, 设备选用低噪声设备, 噪声源强一般小于 60dB(A), 并设置隔声减振措施, 经降噪措施及距离衰减作用, 运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 风险识别

本项目为“使用 II 类射线装置”核技术应用项目, 营运中存在着风险和潜在危害及事故隐患。

(1) 事故等级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号), 辐射事故

从重到轻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，见表11-11。

表 11-11 国务院令 第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。
重大辐射事故	射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	导致人员受到超过年剂量限值的照射。

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

表 11-12 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率%	辐射剂量/Gy	死亡率%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

（2）源项分析

参考国内外类似项目运营中的资料及国内相关场所的实际考查，现将项目运营中可能出现概率较大或后果较严重的事故分列如表11-13。

表 11-13 本项目射线装置的环境风险因子、潜在危害

装置名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件
DSA—II类射线装置	X 射线	①防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，可能给周围活动的人员造成不必要的照射。 ②人员滞留机房内或未撤离，操作人员误开机。 ③门灯联锁系统失效，人员误入或滞留机房内造成误照射。

11.3.2 事故工况下辐射影响分析

（1）装置在运行时，人员误入机房或尚未撤离机房发生误照射。

事故情景假设：

①装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射。

②假定该人员在距靶1m处停留时间为10min，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：

本项目DSA主束方向向上，因此人员在主束方向直接照射概率极小。在上述条件下，该误入人员所受剂量主要来自病人体表的散射辐射。根据上文式11-1，透视模式下距病人体表1m处的散射辐射剂量率为 $1.76 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ ，得出术中误照人员受照剂量约为0.59mGy/人·次。

事故后果：

在上述事故情景假设条件下，受X射线源误照人员年剂量已超过年剂量限值，属于一般辐射事故。

(2) 维修射线装置时，人员受意外照射。

事故情景假设：

①设备维护人员在维护DSA射线管或测量探测器时，射线管正处于出束状态；DSA上的指示灯和声音装置均失效；

②维护人员位于X射线主射束方向，距靶1m处，停留时间20s，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：

根据上述条件，以DSA的减影工况（电压为100kV，电流为500mA）条件下，减影工况距靶点1m处的最大剂量率为 $2.7 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 估算；得出维护人员受照剂量为1.5Gy/人·次。

事故后果：

在上述事故情景假设条件下，受X射线源误照人员年剂量已超过年剂量限值，属于一般辐射事故。

11.3.3事故预防措施

事故预防措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

(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》，当本项目DSA发生辐射事故时，应立即启动应急预案，采取措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

(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制定全院辐射事故处理预案、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外购的造影剂均采用不锈钢药品柜单独密闭并加锁保存，钥匙交专人保管；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理。

(3) 设备维修辐射事故防范措施

①维修人员进入机房前，必须确认DSA未出束，同时应携带个人剂量报警仪。

②调试和维修时须设置醒目的警示牌。

③设备维修应由维修资格的人员操作，并按其操作规范进行操作。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，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。

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，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据医院提供的资料，医院已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，结合卫生、环保等行政主管部门的规章制度，成立了辐射安全与环境保护工作领导小组，落实安全责任制度，并明确了相关成员名单及职责。

领导小组中由院长担任组长，副院长担任副组长，组员为古城院区、七里院区的相关科室负责人，两个院区的管理领导为同一套领导班子，能够有效统筹安排医院的辐射安全事务。医院目前配置的领导小组成员学历大部分为本科学历，具有一定的管理能力，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

12.2 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人员配置

医院现有介入工作人员61名，本项目拟沿用医院现有介入工作人员，负责本项目DSA操作。本项目每台手术拟配备2名手术医生，1名护士，1-2名技师，手术医生根据手术类型进行调配，轮岗安排手术。

目前现有辐射工作人员均配备了个人剂量计。每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人记录收发记录和个人剂量档案。

②本项目拟配的辐射工作人员中38名已参加了辐射安全与防护培训，取得了《辐射安全培训合格证》且在有效期内，剩余23名因疫情原因尚未完成辐射安全与防护培训。

③医院已委托有资质单位承担辐射工作人员个人剂量的检测工作，由专门部门负责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医院尽快组织本项目所有辐射工作人员在生态环境部培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn/>)上进行报名和培训并进行考核，经考核合格后方可上岗，并定期复训。

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。

12.3 辐射安全档案资料管理和规章管理制度

(1) 档案管理分类

医院应对相关资料进行分类归档放置，包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

(2) 已建立主要规章制度

本项目涉及使用II类射线装置，自贡市第一人民医院现已有较为完善的规章制度。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第3号）“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）的相关要求中的相关规定，将医院现有制度与规定要求的各项制度对照如表12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	项目	规定的制度	落实情况	备注
1	场所	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定	/
2		辐射安全管理规定	已制定	/
3		辐射工作设备操作规程	已制定	需完善
4		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	已制定	需完善
5		放射性同位素与射线装置台账管理制度	已制定	需完善
6	监测	监测方案	已制定	/
7		监测仪表使用与校验管理制度	已制定	/
8	人员	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	/
9		辐射工作人员培训/再培训制度	未制定	需制定
10		辐射相关人员岗位职责	已制定	需完善
11	应急	辐射事故/事件应急预案	已制定	需完善
12	其他	质量保证大纲与质量控制检测计划	已制定	需完善

根据四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，《辐射安全管理规定》、《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。建设单位在按照环评要求对制度、人员、场所、设施等进行补充完善后，项目符合辐射安全及环境保护要求。

12.4 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。

12.4.1 工作场所监测

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

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定工作场所的定期监测制度，1 次/季度，监测数据应存档备案。

12.4.2 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。介入手术医生配备 3 支个人剂量计，包括铅衣内、外双个人剂量计及腕部剂量计；护士配备 2 支个人剂量计，包括铅衣内、外双个人剂量计；技师配 1 支个人剂量计，为铅衣外个人剂量计。

(1) 医院应每一季度将个人剂量计送交有资质的部门进行检测。检测数据超过单位干预水平 1.25mSv 的，单位应组织调查，当事人应在调查报告上签字确认；检测数据超过个人剂量年度管理限值 5.0mSv 的，医院应组织调查，查明原因后采取防范措施，并报告发证机关；检测数据超过国家标准限值 20mSv 的，应立即采取措施，报告发证机关，并开展调查处理。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《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

(3) 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，个人剂量档案需长期保存。

12.4.3 监测内容和要求

(1) 监测内容：周围剂量当量率

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

表 12-2 工作场所监测计划建议

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	射线装置 机房	周围剂量 当量率	1次/年	按照国家规 定进行计量 检定	防护门外、门缝、观 察窗、控制室操作 位、各侧屏蔽墙外 30cm处、顶棚30cm 处，楼下170cm处、 管线洞口及周围需 要关注的监督区	委托有资质 单位监测
日常 监测			1次/季度			自行监测

(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。

12.4.4 环境保护设施竣工验收

本次评价项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应如实查验监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，委托有能力的技术机构编制验收报告，报告编制完成5个工作日内，建设单位应公开验收报告，公示的期限不得少于2个工作日。建设单位在提出验收意见的过程中，可组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或

者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.5 辐射事故应急

为了应对辐射事故和突发事件，医院已经制定了辐射事故应急预案，并成立辐射事故应急处理领导小组，负责医院辐射防护与安全的全面工作。

(1) 医院既有辐射事故应急预案包括了以下内容：①辐射事故分级及应急响应措施；②组织机构及职责分工；③预防事故措施；④辐射事故应急处理程序；⑤应急的人员、技术、物资和资金保障措施；⑥应急预案的解除；⑦应急救援应遵循的原则；

(2) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》相关规定：应急预案中还应补充以下内容：

①增加应急人员的组织、培训计划和实施；

医院应当根据以上要求，完善应急预案相关内容，在今后预案实施过程中，应根据国家新发布的相关法规内容，结合医院实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

安全医疗，重在防范，医院必须严格遵守《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定，严格按照医院的相关规章制度执行，将安全和防范措施落实到工作中的各个细节，防患于未然。

12.6 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用射线装置的单位申请领取许可证，应具备相应的条件，本项目从事辐射活动能力评价详见表 12-3。

表 12-3 本项目从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
(一) 使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	已设辐射安全与环境保护工作领导小组。
(二) 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	本项目拟配的辐射工作人员中38名已参加了辐射安全与防护培训，取得了《辐射安全培训合格证》且在有效期内，剩余23名因疫情原因尚未完成辐射安全与防护培训。
(三) 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备	不涉及。
(四) 放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求	本项目拟按要求建设专用机房，实体屏蔽符合要求，拟设有急停开关和对讲系统，拟设有工作警

的安全措施	示灯及电离辐射警告标志。
(五) 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器, 包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪	医院现配备有1台X-γ 辐射检测仪, 医院根据相关要求及工作实际需要拟配备工作人员使用的铅衣等防护用品和配备患者使用的辅助防护用品。根据要求配备个人剂量计。
(六) 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	已制订或需新增。
(七) 有完善的辐射事故应急措施	已制订, 需完善。
(八) 产生放射性废气、废液、固体废物的, 还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	不涉及。

综上所述, 自贡市第一人民医院在严格执行相关法律法规、标准规范等文件, 严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下, 其从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

项目名称：自贡市第一人民医院数字减影血管造影机（DSA）建设项目

建设单位：自贡市第一人民医院

建设性质：改建

建设地点：自贡市第一人民医院医技楼一楼。

本次评价内容及规模为：医院分设院本部和板仓（自贡市传染病医院）两个院区，自贡市第一人民医院数字减影血管造影机（DSA）建设项目位于该院医技楼一楼。经与医院核实，本项目新购一台 DSA，属于 II 类射线装置。装置型号为：Artis Q Ceiling，主束方向由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。

新增 DSA 位于 DSA 室（三），由原有的辅助用房改建而成。改建后的 DSA 室（三）东侧与 DSA 室（一）紧邻，南侧与控制室相连，西侧是医技楼主体外墙，北侧配有功能房污物间和设备间。患者防护门、污物门位于 DSA 室（三）北侧墙体，机房外侧为走廊和患者等候区，与 DSA 室（一）共用。DSA 室（三）有效使用面积 33.94m²（7.33m×4.63m），配套功能用房为 1 间控制室（有效使用面积 13.37m²），1 间设备间（有效使用面积 8.48m²）和 1 间污物间（有效使用面积为 7.71m²），设置患者通道、医护通道和污物通道。DSA 室（三）东侧墙体为 37cm 实心砖墙（1.65g/cm³）和 2cm 硫酸钡水泥（2.79 g/cm³），综合防护当量 5mmPb；南侧和北侧墙体为 20cm 实心砖墙和 2cm 硫酸钡水泥，综合防护当量为 4.0 mmPb；西侧墙体为 12cm 实心砖墙和 2cm 硫酸钡水泥，综合防护当量为 3.0 mmPb；顶棚和地坪为 12cm 钢筋混凝土（2.35g/cm³）和 30mm 硫酸钡水泥，综合防护当量分别为 4.44 mmPb、4.59 mmPb，观察窗为 3mmPb 铅玻璃，工作人员防护门、患者防护门及污物防护门均为 3mmPb 防护门。

13.1.2 本项目产业政策符合性及实践正当性分析

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2019年本）》中第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于

国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用。医院在放射诊断和放射治疗过程中，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，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的情况下，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《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

13.1.3 本项目选址合理性分析

本项目位于四川省自贡市尚义灏一支路42号，医院拟新购一台 DSA，并将医技楼一楼辅助用房改建为 DSA 室（三）。本项利用医院已有主体建筑，不新增用地，用地性质为医疗用地，符合自贡市城市总体规划。医院周围为居民商住区，交通较为便捷，能为周围居民提供方便的就医设施。

本项目辐射工作场所边界外50m 范围主要为医院建筑物和道路，无居民区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点，所开展的核技术应用项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此选址是合理的。

13.1.4 工程所在地区环境质量现状

由上述监测结果可知，本项目 γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 76nGy/h~105nGy/h（未扣除仪器对宇宙射线的响应值后为 107nGy/h~136nGy/h），本项目拟建区域内空气吸收剂量率水平与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量公报》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果 67.5nGy/h~121.3nGy/h（未扣除仪器对宇宙射线的响应值）处于同一水平，属于当地正常天然本底辐射水平。

13.1.5 环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

经理论计算，在正常工况下，对辐射工作人员造成的有效剂量低于 5mSv 的职业人员年管理剂量约束值；对公众造成的有效剂量低于 0.1mSv 的公众人员年管理剂量约束值；手术室医生和护士身体最大年有效剂量低于 5mSv 的年有效剂量管理约束值；手术医生和护士手术位腕部皮肤受到的最大年当量剂量低于 125mSv 的年有效剂量管理约束

值。。

(2) 大气环境影响分析

本项目 DSA 机房设置独立的通排风系统，排风量为 800m³/h，通风次数不低于 4 次/h，能够保持机房内采用良好的通风；产生的臭氧和氮氧化物经排风系统收集后通过设备间西侧墙体的排放口直接排放，经自然分解，可达标排放，对周围环境影响较小。

(3) 水环境影响分析

本项目产生废水主要为生活污水和医疗废水，废水进入院区污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中排放限值要求后，排入市政污水管网处理。本项目的下水道应进行地面硬化处理等防渗措施，防止污染地下水。

本项目对水环境的影响符合国家标准的要求。

(4) 固体废物环境影响分析

①本项目不会产生放射性固废，对周围环境无影响。

②本项目产生的医疗废物，采用专门的收集容器分类收集后，转移至医技楼负一楼北侧的医疗废物暂存间，按照普通医疗废物执行转移联单制度，委托当地有医疗固废处置资质的单位处置。生活垃圾由医院进行统一集中收集后暂存于医院的分类垃圾站，并交由当地环卫部门清运。

本项目固体废物对环境的影响符合国家标准的要求。

(5) 声环境影响分析

本项目噪声源主要为通排风噪声，设备选用低噪声设备，噪声源强一般小于 60dB (A)，并设置隔声减振措施，经降噪措施及距离衰减作用，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

13.1.6 辐射防护措施符合性分析

DSA室（三）的四侧墙体、顶棚均设计了满足防护要求的屏蔽体厚度。DSA室（三）内拟配置辐射工作人员和患者个人防护用品；机房设置自动闭门装置，防护门上方设置工作状态指示灯，并与机房门连锁；防护门外拟设置电离辐射警告标志。设备及控制室均设置急停开关，设置对讲装置等，辐射安全防护措施配置满足相关要求。

13.1.7 事故风险与防范

医院制订的辐射事故应急预案与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。医院制定的应急预案需按环评提出的要

求进行完善。

13.1.8 环保设施与保护目标

医院拟配套的环保措施与设施齐全,可使本次环评中确定的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。

13.1.9 医院辐射安全管理的综合能力

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,医技人员配置合理,有辐射事故应急预案与辐射安全和防护管理制度;环保设施总体效能良好,可满足防护实际需要。对拟建DSA室(三)而言,医院也已具备辐射安全管理的综合能力。

13.2 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,本项目的建设,从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

13.3 项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》,建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体,应当按照本办法规定的程序和标准,组织对配套建设的环境保护设施进行验收,编制验收报告,公开相关信息,接受社会监督,确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用,并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责,不得在验收过程中弄虚作假。

本工程竣工环境保护验收一览表见表13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

场所	类别	环保设施
DSA室(三)	辐射屏蔽设施	东侧墙体为 37cm 实心砖墙(1.65g/cm ³)和 2cm 硫酸钡水泥(2.79 g/cm ³),综合防护当量 5mmPb;南侧和北侧墙体为 20cm 实心砖墙和 2cm 硫酸钡水泥,综合防护当量为 4.0 mmPb;西侧墙体为 12cm 实心砖墙和 2cm 硫酸钡水泥,综合防护当量为 3.0 mmPb;顶棚和地坪为 12cm 钢筋混凝土(2.35g/cm ³)和 30mm 硫酸钡水泥,综合防护当量分别为 4.44 mmPb、4.59 mmPb。
		观察窗 1 套(3mmPb),防护门 3 套(3mmPb)
	安全装置	操作台和床体上“急停开关”装置各 1 套
		对讲机 1 套
		门灯联锁及工作状态指示灯 1 套

	个人防护用品	辐射工作人员配防护铅当量为0.5mmPb的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各4套，防护铅当量不低于0.025mmPb的介入防护手套4套
		患者配铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（防护铅当量0.5mm，儿童、成人尺寸各1套）以及铅防护方巾2套（防护铅当量0.5mm）
		铅悬挂防护屏（0.5mmPb）、铅防护吊帘（0.5mmPb）、床侧防护帘（0.5mmPb）、床侧防护屏（0.5mmPb）各1件
	监测仪器及警示装置	项目拟沿用医院现有介入工作人员，负责本项目DSA操作。故本项目辐射工作人员均为医院现有工作人员，均已配备铅橡胶围裙内、外双个人剂量计和腕部剂量计 警示标牌若干
	通排风系统	独立通排风系统1套
其他	设施拆除	将原辅助用房设施拆除
	监测设备	依托医院现有便携式X-γ剂量监测仪1台
	人员培训	辐射工作人员、管理人员上岗培训
	辐射应急	辐射应急物资、人员培训、应急演练

13.4建议和承诺

(1) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

(2) 在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

(3) 医院尽快组织本项目所有辐射工作人员在生态环境部培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn/>) 上进行报名和培训并进行考核，经考核合格后方可上岗，并定期复训。

(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日前上报发证机关，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存在的安全隐患及其整改情况；⑦其它有关法律、法规规定的落实情况。

(5) 一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告上级生态环境主管部门和四川省生态环境厅。

(6) 医院在重新申领辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn/>），对医院所用射线装置的相关信息填写。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见

经办人：

公章

年 月 日

审批意见

经办人：

公章

年 月 日

