

核技术利用建设项目

攀钢集团总医院门诊及住院综合楼新增数字减影血管造影机（DSA 机房）项目

环境影响报告表

（公示本）

攀钢集团总医院

二〇二六年一月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

攀钢集团总医院门诊及住院综合楼新增数 字减影血管造影机（DSA 机房）项目 环境影响报告表

建设单位：攀钢集团总医院

建设单位法人代表（签名或签章）：李荣

通讯地址：攀枝花市东区隆庆路 279 号

邮政编码：617023

联系人：王姣

电子邮件：/

联系电话：18008292315

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	16
表 3	非密封放射性物质	16
表 4	射线装置	16
表 5	废弃物	18
表 6	评价依据	19
表 7	保护目标与评价标准	21
表 8	环境质量和辐射现状	24
表 9	项目工程分析与源项	30
表 10	辐射安全与防护	36
表 11	环境影响分析	46
表 12	辐射安全管理	68
表 13	结论与建议	78
表 14	审批.....	83

附件：

- 附件 1 环评委托书；
- 附件 2 关于调整辐射安全与环境保护管理领导小组成员和部分管理职能的通知；
- 附件 3 医院原有《辐射安全许可证》；
- 附件 4 医院不动产权证；
- 附件 5 关于攀钢集团总医院门诊及住院综合楼项目环境影响报告书的批复（攀环审批[2024]17 号）；
- 附件 6 个人剂量报告；
- 附件 7 医院辐射安全培训证书一览表
- 附件 8 医院 2024 年度常规辐射工作场所环境监测报告；
- 附件 9 本项目所在位置辐射环境现状监测报告；
- 附件 10 DSA 最大运行工况承诺书；
- 附件 11 相关资料确认文件；

附图：

- 附图 1 本项目地理位置图；
- 附图 2 医院总平面布置及外环境关系图；
- 附图 3 门诊及住院综合楼地下一层平面布置图（DSA 机房所在楼层）；
- 附图 4 门诊及住院综合楼地下二层平面布置图（DSA 机房楼下）；
- 附图 5 门诊及住院综合楼一层平面布置图（DSA 机房楼上）；
- 附图 6 DSA 机房平面布置图；
- 附图 7 DSA 机房人流、物流路径图；
- 附图 8 DSA 机房两区划分示意图；
- 附图 9 DSA 机房辐射防护设施布局示意图；
- 附图 10 DSA 机房监测布点示意图；
- 附图 11 DSA 机房穿线管等大样图；
- 附图 12 DSA 机房通风管道图；
- 附图 13 DSA 机房剖面示意图。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		攀钢集团总医院门诊及住院综合楼新增数字减影血管造影机（DSA 机房）项目			
建设单位		攀钢集团总医院			
法人代表	李荣	联系人	王姣	联系电话	18008292315
注册地址		攀枝花市东区隆庆路 279 号密地院区			
项目建设地点		攀枝花市东区隆庆路 279 号密地院区攀钢集团总医院门诊及住院综合楼地下一层			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）		项目环保投资（万元）		投资比例	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	约 60
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	/			
	<p>项目概述</p> <p>一、建设单位简介及项目由来</p> <p>（一）建设单位简介</p> <p>攀钢集团总医院（统一社会信用代码：12510300MB1042974D）始建于 1970 年 5 月，1993 年晋升为国家“二级甲等”综合医院，1999 年晋升为国家“三级乙等”综合医院，2003 年晋升为国家“三级甲等”综合医院；2019 年 4 月纳入通用技术环球医疗管理。医院总建筑面积 15 万平方米，下辖长寿路院区和密地院区。是西南医科大学、昆明理工大学医学院、三峡医专、攀枝花学院教学医院等多所高校临床教学基地，是四川大学</p>				

华西医院远程会诊教学医院、四川省住院医师、专科医师、护士规范化培训基地、四川大学华西医院首家区域联盟中心医院、四川省第二家取得职业健康体检资质的三甲医院，2015 年成为昆明理工大学非直属附属医院，2016 年顺利通过国家“三甲”等级医院复审。

密地院区占地面积 23900 平方米，建筑总面积 20541 平方米，编制床位 373 张，实际开放床位 520 张。医院设外科、儿科、骨科、妇产科麻醉科、急诊科、五官科、口腔科、中医科、门诊部等临床诊疗科室。医院具有诊治常见病、多发病、部分危重症诊治、现场急救、全区急救出诊及基层业务指导的能力。

密地院区现设有 7 栋功能性建筑：门诊及住院综合楼（本项目所在楼，已建，1 栋，地下 3 层，地上主楼含机房层最高 16 层，楼高 72.9m，裙楼最高 4 层，楼高 21m）、住院楼（已建，1 栋，地上最高 4 层）、门诊楼（已建，1 栋，地上最高 4 层）、放射科大楼（已建，1 栋，地上最高 5 层）、联系楼（已建，1 栋，地上最高 4 层）、办公楼（已建，1 栋，地上最高 6 层）和消毒供应中心（已建，1 栋，地上最高 3 层），另外密地院区已建一间医疗废物暂存间和配电房。

（二）任务由来

目前，攀钢集团总医院已有 3 台数字减影血管造影机（长寿路院区 2 台，密地院区 1 台）正在使用中，长寿路院区放射科大楼二楼 DSA 手术室 1 现有 DSA 于 2014 年 12 月 9 日取得《四川省环境保护厅关于攀钢集团总医院 II、III 类医用射线装置使用环境报告表的批复》（川环审批[2014]652 号）；长寿路院区放射科大楼二楼 DSA 手术室 2 现有 DSA 于 2020 年 12 月 9 日取得《四川省环境保护厅关于攀钢集团总医院 II、III 类医用射线装置使用环境报告表的批复》（川环审批[2020]652 号）；密地院区住院综合楼五楼 DSA 机房现有 DSA 于 2024 年 9 月 20 日取得《攀枝花市生态环境局关于攀钢集团总医院密地院区新增血管造影机使用项目环境影响报告表的批复》（攀环函[2024]136 号）。

目前因医院规划原因，拟将长寿院区放射科大楼二楼 DSA 手术室 2 中所使用的 DSA 设备搬迁至密地院区门诊及住院综合楼地下一层 DSA 机房，长寿院区放射科大楼二楼 DSA 手术室 2 空置中，属于设备利旧。本项目机房属于新建建筑，本次新增辐射防护屏蔽体为重新设计。为满足医院的日益激增的手术量，医院拟在密地院区门诊及住院综合楼地下一层规划一间 DSA 机房，并在 DSA 机房内安装使用一台数字减影血管造影机（Innova IGS 5，简称 DSA，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），DSA 属于 II 类

射线装置，主要用于心血管内科、神经内科及外周血管的介入手术。目前密地院区门诊及住院综合楼主体已修建完工，本项目 DSA 机房隔墙框架随主体工程一同修建，目前除观察窗防护门等专用防护工程未完工，主体框架已基本完工。

（三）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 449 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令 18 号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行），本项目属于“第五十五项—172 条核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据《四川省生态环境厅关于印发〈四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2025 年本）〉的通知》（川环规〔2025〕1 号），本项目应报攀枝花市生态环境局审查批准。因此，攀钢集团总医院委托四川同佳检测有限责任公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件 1）。

四川同佳检测有限责任公司接受本项目编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地周围环境和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：攀钢集团总医院门诊及住院综合楼新增数字减影血管造影机（DSA 机房）项目

建设单位：攀钢集团总医院

建设性质：新建

建设地点：攀枝花市东区隆庆路 279 号密地院区攀钢集团总医院密地院区门诊及住院综合楼地下一层

2、工程建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院拟在密地院区门诊及住院综合楼地下一层放射科区域修建 DSA 机房，并拟在 DSA 机房内安装 1 台数字减影血管造影机（型号 Innova IGS 5，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），DSA 属于 II 类射线装置，出束方向由下向上，主要用于心血管内科、神经内科及外周血管的介入手术。DSA 年手术量约 1000 台，累计最大出束时间约 516.67h（其中透视 500h，拍片 16.67h）。

本项目 DSA 机房净空面积约 56.4m²（净空尺寸为：8.00m(长)×7.05m（宽），层高 4.8m，吊顶高 2.8m），DSA 机房机房实体屏蔽结构为：机房四周墙体均为 370mm 厚实心砖；顶部及地面均为 250mm 混凝土楼板；机房设有 1 扇 15mm 厚铅玻璃(3mmPb)的观察窗；设有 3 扇铅防护门，均内嵌 3mm 铅板。辅助用室墙体材料为加气混凝土切块，采用手术室快装模块结构墙板进行表面装修工作。DSA 机房所在区域布局情况见图 1-1。

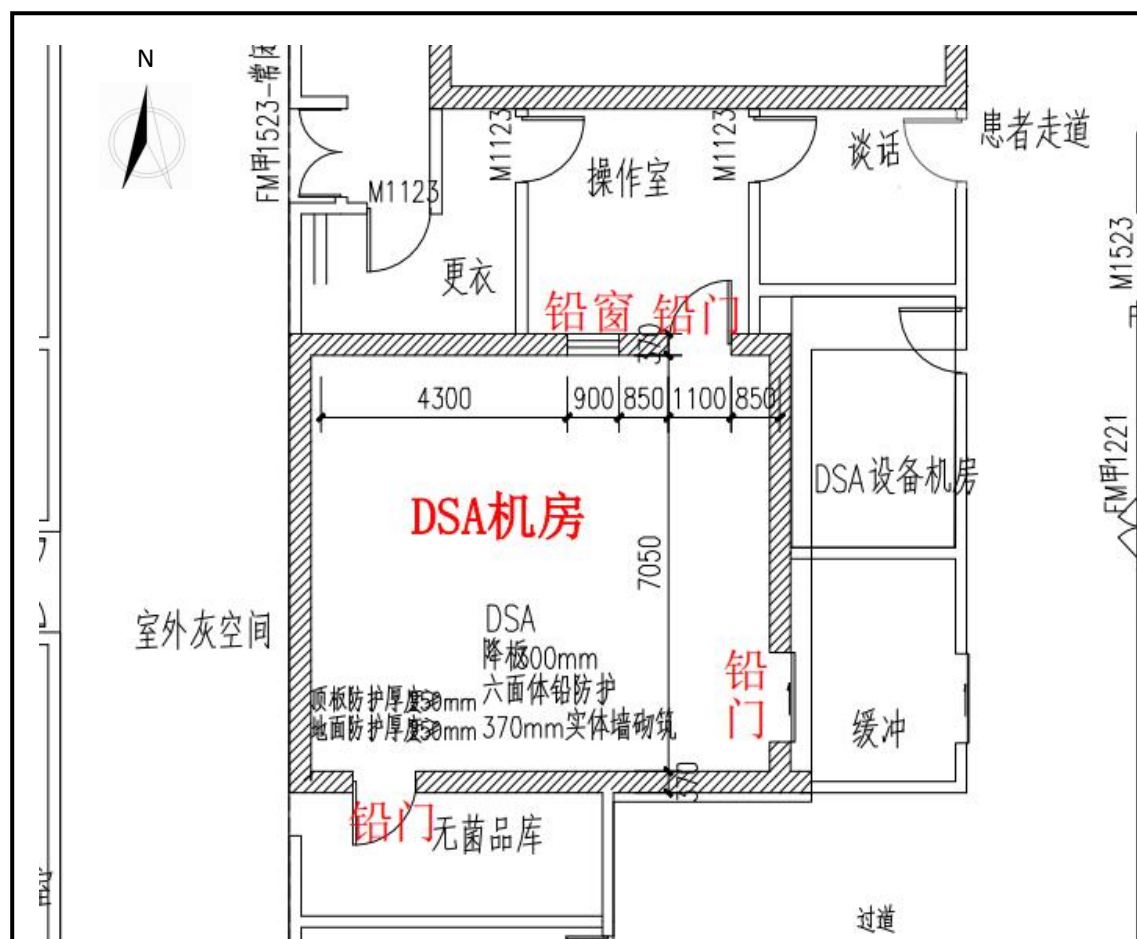


图 1-1 DSA 机房所在区域布局图

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	<p>医院拟在门诊及住院综合楼地下一层放射科区域修建 DSA 机房，并拟在 DSA 机房内安装 1 台数字减影血管造影机(型号 Innova IGS 5，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA)，DSA 属于 II 类射线装置，出束方向由下向上，主要用于心血管内科、神经内科及外周血管的介入手术。DSA 年手术量约 1000 台，累计最大出束时间约 516.67h（其中透视 500h，拍片 16.67h）。</p> <p>本项目 DSA 机房净空面积约 56.4m²（净空尺寸为：8.00m(长)×7.05m（宽），层高 4.8m，吊顶高 2.8m），DSA 机房机房实体屏蔽结构为：机房四周墙体均为 370mm 厚实心砖；顶部及地面均为 250mm 混凝土楼板，最后采用手术室快装模块结构墙板进行表面装修工作；顶部及地面均为 250mm 混凝土楼板；机房设有 1 扇 15mm 厚铅玻璃（3mmPb）的观察窗；设有 3 扇铅防护门，均内嵌 3mm 铅板。</p>	噪声、扬尘、施工废水、生活污水、建筑垃圾、生活垃圾	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物
辅助工程	配套房间包括：操作室和 DSA 设备机房等		
公用工程	过道、污水处理站、市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等		生活垃圾、生活污水
办公及生活设施	依靠地下一层区域拟建的更衣室、办公室、值班室、卫生间等等配套用房		
环保工程	<p>①项目产生的废水依托医院密地院区的污水管道和污水处理站，该污水处理站处理规模 500m³/d,经“二级生化(MBR)+消毒工艺”处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)预处理标准后排入市政管网，最终进入马坎污水处理厂进行深度处理，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级 A 标准后，尾水排入金沙江；</p> <p>②医疗废物依托医院密地院区已有的医废暂存间及收集系统进行收集，该医疗废物暂存间位于门诊及住院综合楼西侧，占地面积约为 25m²，医院将委托当地有资质单位定期处置医疗废物；</p> <p>③办公、生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运；</p> <p>④本项目 DSA 机房设有新风系统、常规排风系统和事故排风系统，项目产生的臭氧通过排风系统排出。其中新风口位于机房中部，新风机位于门诊及住院综合楼地下一层西北侧的消防补风机房，新风由室外灰空间引入，经通风管道向东南穿过胃肠室和钼靶室后向南沿放射科走廊，向西穿过 DSA 机房东墙将新风引入 DSA 机房内；常规排风口位于机房中部，经通风管道向东穿过 DSA 机房东墙后，沿放射科走廊向北一直引至位于东北侧的排风机房，由排风机排入排风井，该排风井最终排放位置位于 1 楼室外；事故排风口 DSA 机房东角，由通风管道引至吊顶后，向东穿过东墙，沿放射科走廊向南引至南侧的空调机房，由排风机排出室外。</p>		废水、废气、固体废物

（四）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	120L	外购	碘克沙醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	600kW·h/a	市政电网	—
	气(Nm³)	—	—	—
水资源	用水量	500m³/a	市政水网	—

本项目使用的造影剂为碘克沙醇注射液，规格为 100ml/瓶，浓度为 320mg I/ml，平均每台介入手术使用 1 瓶（1 名病人使用 1 瓶，未使用完的余液按医疗废物处置），每年 DSA 共约 1000 台手术，年使用量为 120L，由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

（五）本项目主要设备配置及技术参数

本项目使用的 DSA 位于医院门诊及住院综合楼地下一层 DSA 机房内，由心内科负责日常管理。根据医院提供的资料，在实际运营过程中，本项目 DSA 主要由心内科、神内科、消化科、普外科及肾内科手术医生实施介入手术，本项目设备参数及技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置相关参数

设备名称	型号	生产厂家	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
DSA	Innova IGS 5	GE	1 台	125kV	1000mA	DSA 机房
设备使用情况						
出束方向	使用科室	常用拍片工况		常用透视工况		
		管电压	管电流	管电压	管电流	
由下向上	心内科、神内科、消化科、普外科及肾内科	60~100kV	100~500mA	70~90kV	6~20mA	

（六）工作人员配置情况及手术时间情况

本项目拟配置 11 名辐射工作人员，其中 6 名医生，3 名护士，2 名技师。部分员工新招，部分员工从已有工作人员中调岗。本项目投运后，辐射工作人员不再从事其他辐射类工作，定岗定责，不存在剂量叠加，今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作250天，每天8小时的工作制度，实行白班单班制。

手术安排：医院根据情况，将手术人员分为3组，按照2名医生搭配1名护士进行分配，技师按照排班分为2组在 DSA 机房控制室内操作设备。手术量及手术时间安排见表 1-4。

表1-4 本项目手术量及手术时间情况

单台手术曝光时间		年手术台数 (台)	人员配置情况		
透视 (min)	拍片 (s)		医生	护士	技师
15~30	10~60	1200	6名 (3组)	3名 (3组)	2名 (2组)

本项目透视过程中，实行同室操作，手术主刀医生（第一术者位）和助手医生（第二术者位）均位于 DSA 机房内，护士离开 DSA 机房到操作室内；本项目在拍片过程中，实行隔室操作，手术主刀医生（第一术者位）和助手医生（第二术者位）均离开 DSA 机房到操作室内。因实际工作过程中，医生和护士根据当天手术排班从而决定当天的手术人员安排，且不同级别的手术，其曝光时间均不同，无法准确预估不同科室的工作人员受照时间，因此本项目按不同类型手术最大曝光时间考虑，则 DSA 机房年透视总时长 $1000 \text{ 台} \times 30\text{min} = 500\text{h}$ ，年拍片总时长 $1000 \text{ 台} \times 60\text{s} = 16.67\text{h}$ 。由于临床科室及手术复杂程度不同，在手术安排上可能出现交叉情况，因此本项目在平均手术量基础上，取 20%的时间余量，则本项目曝光时间情况见表 1-5。

表1-5 本项目曝光时间情况

年手术台数 (台)	年曝光时间 (h)	岗位	人数/分组	每名人员年平均受照时间 (h)	取20%余量后 每名人员平均 受照时间 (h)
1000	500h (透视) +16.67h (拍片)	医生	6人 (3组)	166.67h (透 视)+5.56h (拍 片)	200h (透视) +6.67h (拍片)
		护士	3人 (3组)		
		技师	2人 (2组)	250h (透视) +8.34h (拍片)	300h (透视) +10h (拍片)

综上，单名医生年曝光总时长最大不超过200h（透视）+6.67h（拍片），单名护士年曝光总时长最大不超过200h（透视）+6.67h（拍片），单名技师年曝光总时长最大不超过300h（透视）+10h（拍片）。

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。

（七）依托环保设施情况

1、本项目依托环保设施情况见表1-6

表1-6 本项目依托环保设施情况

污水处理设施	依托医院密地院区的污水处理站
废气处理设施	依托DSA机房内的新风系统
固废处理设施	生活垃圾依托市政垃圾收运系统收集处理；医疗废物依托医院密地院区新建的医废暂存间暂存。

2、依托工程可行性分析

（1）废水：本项目运行后，不会产生放射性废水，废水主要为辐射工作人员、患者、患者家属的生活污水以及 DSA 机房内产生的医疗废水。根据已经获得批复（攀环审批（2024）17 号）的《攀钢集团总医院门诊及住院综合楼项目环境影响报告书》：医疗废水、生活污水经管道收集后进入污水处理站（处理规模 500m³/d，采用“二级生化(MBR)+消毒工艺”工艺），医院预计产生废水 481.301m³/d，本项目预计新增废水约 2m³/d，因此该污水处理站有余力处理本项目新增废水，依托可行。经污水处理站处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）预处理标准后排入市政管网，最终进入马坎污水处理厂进行深度处理，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级 A 标准后，尾水排入金沙江。

（2）废气：本项目 DSA 机房设有新风系统、常规排风系统和事故排风系统，项目产生的臭氧通过排风系统排出。其中新风口位于机房中部，新风机位于门诊及住院综合楼地下一层西北侧的消防补风机房，新风由室外灰空间引入，经通风管道向东南穿过胃肠室和钼靶室后向南沿放射科走廊，向西穿过 DSA 机房东墙将新风引入 DSA 机房内；常规排风口位于机房中部，经通风管道向东穿过 DSA 机房东墙后，沿放射科走廊向北一直引至位于东北侧的排风机房，由排风机排入排风井，该排风井最终排放位置位于 1 楼室外；事故排风口 DSA 机房东角，由通风管道引至吊顶后，向东穿过东墙，沿放射科走廊向南引至南侧的空调机房，由排风机排出室外。

（3）固体废物：介入手术时产生的药棉、纱布、手套和废造影剂瓶等各类废物采用专门的收集容器集中收集后，转移至门诊及住院综合楼西侧的医疗废物暂存间，医疗废物间占地面积约为 25m²，本项目产生的医疗废物量小，能够在其内暂存，依托可行。医疗废物统一交将由当地有资质单位的定期收运处置；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

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改革委令第7号《产业结构调整指导目录(2024年本)》(2024年2月1日施行)的相关规定,本项目使用的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

(一) 医院外环境及总平面布置情况

攀钢集团总医院(密地院区)位于攀枝花市东区隆庆路279号。密地院区东侧依次为隆庆路281号居民楼、隆庆路、瓜子坪房区和金联御都小区,南侧依次为瓜子坪公园和永康社区,西侧依次为马兰山房区,北侧依次为马兰山房区和隆庆路。本项目地理位置图见附图1。

密地院区内,门诊及住院综合楼位于院区北侧,办公楼(1栋,地上最高6F)位于院区南侧,消毒中心(1栋,地上最高3F)和住院楼(1栋,地上最高4F)位于院区西侧,联系楼(1栋,地上最高4F)、放射大楼(1栋,地上最高5F)和门诊楼(1栋,地上最高4F)位于院区中央。本项目DSA机房位于门诊及住院综合楼地下一层手术室区域。本项目总平面布置及外环境关系见附图2。

(二) 项目平面布局合理性

DSA机房位于门诊及住院综合楼地下一层手术室区域,除手术室区域外,其余部分为放射科业务用房。在本项目建设位置处,DSA机房东侧0-50m范围内依次为院区道路(考虑高差后最近为33m)、46m-50m范围内为隆庆路281号居民楼(考虑高差后最近为46m);南侧0-50m范围内为院区道路(考虑高差后最近为24m);西南侧0-50m范围内为门诊楼(考虑高差后最近为35m);西侧0-50m范围内为院区道路(考虑高差后最近为36m)、营业食堂(考虑高差后最近为46m);北侧0-50m范围内为院内道路(考虑高差后最近为45m)。DSA机房楼上为B超室、值班室和取药排队室,楼下为地下停车场。

综述,以上50m范围内保护目标距离均取的距离最近辐射工作场所的距离,根据外环境分析本项目选址所在地交通便利,50m范围内无重大环境制约因素。

(三) 项目选址合理性

本项目位于攀枝花市东区隆庆路 279 号攀钢集团总医院密地院区。密地院区周围为常见城镇商住交通环境。项目拟建场所门诊及住院综合楼位于密地院区北侧，DSA 机房位于门诊及住院综合楼地下一层手术室区域，地下一层为专用的放射楼层，手术所需设备药品等齐全，非医护人员和病患等其他无关人员不得入内，人员流动相对较少，有效降低了公众受照的可能性。

(1) DSA 机房选址合理性：本项目所在位置位于门诊及住院综合楼地下一层，其余部分为放射科业务用房，整个辐射场所相对集中，便于管理。手术室区域通过电梯间与住院楼层紧密联系，提升效率。DSA 机房外围均紧邻污物通道，便于术后污物的运输，实现了人员与污物流出路线不交叉。DSA 机房为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，综上所述，选址合理。

(2) 用地合理性：本项目所在门诊及住院综合楼用地取得了攀枝花市自然资源和规划局颁发的《不动产权证书》（川（2023）攀枝花市不动产权第 0018921 号）（具体见附件 4），用地用途为“医疗卫生用地”，本项目建设均位于医院许可用地范围内，不新增用地。

(3) 履行的环保手续：本项目所在建筑于 2024 年 03 月 21 日取得了攀枝花市生态环境局“关于攀钢集团总医院门诊及住院综合楼项目环境影响报告书的批复（攀环审批[2024]17 号）”（具体见附件 5）。

(4) 综述：攀钢集团总医院所在位置为城市建成区，项目选址周围基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。拟建各辐射工作场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。综上所述，从辐射防护安全和环境保护角度分析，本项目选址是合理的。

（四）实践正当性分析

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

四、原有核技术利用情况

(一) 医院原有项目辐射安全许可情况

(1) 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[00184]），许可的种类和范围：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。发证日期：2025 年 12 月 15 日，有效期至 2030 年 11 月 25 日。

(2) 攀钢集团总医院现有核技术利用项目的许可情况见表 1-7、表 1-8 和表 1-9。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。

表 1-7 攀钢集团总医院已获许可使用放射源表

序号	核素名称	类别	总活度 (Bq)	数量	环评情况	使用场所	备注
1	Sr-90	V	3.7E+07	1	已备案登记	长寿路院区核医学科敷贴治疗室	已上证，在用
2	Sr-90	V	7.40E+08	1	已备案登记		

表 1-8 攀钢集团总医院已获许可使用非密封放射性物质表

序号	核素名称	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所等级	环评情况	使用场所	备注
1	Tc-99m	1.11E+10	1.11E+08	3.70E+11	乙级	川环建函[2008]715号	长寿路院区核医学科活性室	已上证，在用
2	I-131	3.7E+09	3.7E+08	2.2E+10				
3	P-32	9.25E+08	9.25E+07	3.70E+09				
4	Mo-99 (Tc-99m)	1.11E+10	1.11E+07	3.70E+11				
5	Sr-89	7.40E+08	7.40E+07	2.96E+10				
6	I-125	7.40E+04	7.40E+03	3.7E+07				
7	I-131	1.85E+08	1.85E+07	4.40E+09				

表 1-9 攀钢集团总医院已获许可使用射线装置表

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	环评情况	使用场所	备注
1	医用电子直线加速器	uRT-linac306	II	1	川环审批[2022]112号	长寿路院区放疗中心	已上证，在用
2	DSA	Allrui CV20	II	1	川环审批[2014]652号	长寿路院区 DSA 检查室（二楼）	

3	医用数字化减影血管造影机	Innova IGS 5	II	1	攀环发 [2020]47 号	长寿路院区 DSA 检查室（二楼）
4	医用血管造影 X 射线系统 DSA	Azurion 5 M20	II	1	攀环函 [2024]136 号	密地院区 DSA 室
5	数字 X 射线摄 影系统	DX-D 300	III	1	已备案登记	密地院区放射科 4 号机房
6	医用诊断 X 射 线机	BSX-50ACPAS	III	1		密地院区放射科 5 号机房
7	口腔颌面锥形 计算机体层摄 影设备	Smart3 D-X	III	1		密地院区 CBCT 室
8	X 射线计算机体 层摄影设备	Revolutio n CT	III	1		密地院区 CT（1） 室
9	X 射线计算机断 层摄影设备	Ingenuity Core128	III	1		密地院区 CT（2） 室
10	X 射线计算机体 层摄影设备	Incisive Power	III	1		长寿路院区 CT 检查室
11	X 射线计算机体 层摄影设备	SOMATON Definition	III	1		长寿路院区 CT 室
12	数字化医用 X 射线摄影设备	NeuVision 650	III	1		长寿路院区 DR 室
13	高频移动式医 X 射线摄影机	PLX101D	III	1		长寿路院区骨科 病房
14	X 光骨密度测定 仪	MEDIX 90	III	1		长寿路院区核医 学科敷贴治疗室
15	口腔颌面锥形 束计算机体层 摄影设备	CS9300C Select	III	1		长寿院区口腔 CT 室
16	移动 X 射线机	PXP-40HP	III	1		密地院区骨科病 房
17	C 型臂 X 射线机	Cios Select S1	III	1		密地院区手术室
18	移动式平板 C 形臂 X 射线机	PLX118F/a	III	1		密地院区手术室
19	数字化透视摄 影 X 射线系统	DTP573	III	1		长寿院区数字胃 肠室
20	体外冲击冲击 碎石机	HB-ESWL-V	III	1		密地院区碎石机 室
21	数字化透视摄 影 X 射线机	PLD8700	III	1		长寿院区胃肠室
22	牙科 X 射线机	HP-I	III	1		长寿院区牙片机 室
23	数字化乳腺 X	Senograph	III	1		长寿院区钼靶检

	射线机	e CrystalNova				查室	
--	-----	---------------	--	--	--	----	--

建设单位许可使用V类放射源，乙级非密封源场所，4台Ⅱ类射线装置（1台医用电子直线加速器，3台DSA），19台Ⅲ类射线装置，该医用电子直线加速器于2022年09月21日取得相应环评批复，3台DSA分别于2014年12月09日、2020年06月09日和2024年09月20日取得相应环评批复。

（二）辐射工作人员培训情况

医院应严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。截止2025年11月，医院现有辐射工作人员143人，其中从事核医学放射工作人员7人，从事Ⅱ类射线装置操作人员37人，44名工作人员均持有有效期内的辐射安全与防护培训证书（见附件7）。剩余从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员建设单位均已进行自主考核，且考核结果均已存档。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，本项目所使用射线装置属于Ⅱ类射线装置，其所涉及的辐射工作人员中，未取得合格证或合格证已超过有效期的辐射工作人员应当应当通过国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

（三）个人剂量检测情况

医院在2024年07月-2025年03月期间委托四川鸿源环境检测技术咨询有限公司和在2025年04月委托黑龙江省原子能研究院对全院辐射工作人员个人剂量进行监测，根据医院提供的2024.07.01~2025.06.30连续四个季度个人剂量检测结果报告：川鸿源放检字[2024]第G904号、川鸿源放检字[2024]第G1229号、川鸿源放检字[2025]第G185号、HYFJ-GR-2025-0857A-1，经统计整理，单季度最大为0.67mSv（曾 ），年剂量最大为1.60mSv（卢 ）。未发现单季度个人有效剂量超过季度限值1.25mSv的情况，也未发现个人年剂量值超过5mSv的情况。

（四）原有辐射工作场所监测

2024年度，医院已委托了四川鸿源环境检测技术咨询有限公司对全院辐射工作场所进行了年度监测，根据医院提供的全院年度监测报告川鸿源环监字[2024]第F326号：2024年度全院辐射工作场所屏蔽体外30cm处辐射环境监测结果范围为0.021μSv/h~1.797μSv/h（扣除本底值），核医学工作场所X-γ辐射剂量率监测结果范围为

0.040 μ Sv/h \sim 1.174 μ Sv/h（扣除本底值），年剂量监测结果范围为 $2.00\times 10^{-5}\sim 2.348$ mSv，低于（GB18871-2002）规定的职业照射有效剂量20mSv的限值和5mSv的剂量管理约束值及公众照射有效剂量1mSv的限值和0.1mSv的剂量管理约束值。2024年度核医学工作场所控制区 β 表面污染水平最大值5.833Bq/cm²，核医学工作场所监督区 β 表面污染水平最大值0.098Bq/cm²，表面污染均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于工作场所控制区和监督区B表面污染不超过40Bg/cm²和4Bg/cm²的要求。

（五）年度评估报告

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

现医院辐射安全管理情况如下：

- （1）现单位名称、地址，法人代表未发生改变；
- （2）辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；
- （3）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；
- （4）医院自从事放射诊疗和放射治疗工作以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故；

（六）辐射管理规章制度执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射安全管理规定》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《放射源与射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》、《质量保证大纲和质量控制检测计划》等。医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。对医院现有场所而言，医院也已具备辐射

安全管理的综合能力。医院应根据本项目内容补充完善，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改。

（七）小结

综上所述，医院按照上述要求落实到位后，不存在辐射环境问题。

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	数字减影血管造影机	Ⅱ类	1 台	Innova IGS 5	125	1000	介入治疗	DSA 机房	本次 新建
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 化物	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量为 kg。
 2. 含有放射性的废物要注明其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(7) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日起实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院第 449 号令，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月起实施；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；原环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订；</p> <p>(11) 《射线装置分类》，原环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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》，</p>
------	--

	<p>生态环境部公告，公告 2019 年第 57 号。</p> <p>（16）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》生态环境部公告 公告2021年9号。</p>
技术标准	<p>（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容与格式》（HJ10.1—2016）；</p> <p>（2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（3）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>（4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>（5）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>（6）《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）；</p> <p>（7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>（8）《放射工作人员健康要求》（GBZ98—2020）。</p>
其他	<p>（1）《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）；</p> <p>（2）《辐射防护手册》（第三分册—辐射安全，原子能出版社，1987）；</p> <p>（3）院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料；</p> <p>（4）《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））；</p> <p>（5）《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》；</p> <p>（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）；</p> <p>（7）环评委托书；</p> <p>（8）关于攀钢集团总医院门诊及住院综合楼建设项目环境影响报告书的批复（攀环审批[2024]17 号）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关要求，结合项目特点和现场监测的实际情况，确定辐射环境影响评价的范围：以 DSA 机房实体屏蔽体边界外 50m 范围。

保护目标

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

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	相对方位与距辐射源最近距离(m)		人流量 (人次/天)	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
DSA 机房区域	DSA 机房内的主刀医生	-	0.5（水平）	3	职业照射	5.0
	DSA 机房内的助手医生	-	0.8（水平）	3	职业照射	5.0
	控制室内的护士	北侧	5.0（水平）	3	职业照射	5.0
	控制室内的技师	北侧	5.0（水平）	5	职业照射	5.0
本项目周围	室外灰空间的医护人员	西侧	3.3（水平）	10	公众照射	0.1
	B 超室、值班室和取药排队室的医护人员和公众	楼上	5.8（垂直）	约 100	公众照射	0.1
	地下停车场的公众	楼下	5.1（垂直）	约 50	公众照射	0.1
	更衣室、操作室的医护人员	北侧	4.0（水平）	约 5	职业照射	5.0
	无菌品库、过道的医护人员和公众	南侧	4.3（水平）	约 30	公众照射	0.1
	DSA 设备机房、缓冲室的医护人员和公众	东侧	6.1（水平）	约 50	公众照射	0.1
50m 范围内	门诊及住院综合楼的医护人员和公众	/	/	约 1000	公众照射	0.1
	院区内道路的医护人员和公众	东侧、南侧、西侧、北侧（南侧最近）	24.0（考虑高差后）	约 50	公众照射	0.1
	隆庆路 281 号居民楼的公众	东侧	46.0（考虑高差后）	约 100	公众照射	0.1
	门诊楼的医护人员和公众	西南侧	35.0（考虑高差后）	约 300	公众照射	0.1
	营养食堂的医护人员和公众	南侧	46.0（考虑高差后）	约 200	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

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

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。
- (2) 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：《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）、医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）。

三、电离辐射剂量限值 and 剂量约束值

电离辐射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

本项目评价取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员年剂量约束值；取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量的 1/4（即 125mSv/a）作为职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值。

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

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

四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，在距离本项目 DSA

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

五、臭氧浓度限值

根据《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)室内臭氧符合最高允许浓度 0.30mg/m³ 的要求； 根据《环境空气质量标准》(GB3095-2012)室外臭氧小时平均浓度符合二级标准 (0.20mg/m³) 的要求。

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

攀钢集团总医院分为长寿院区与密地院区，密地院区位于攀枝花市东区隆庆路 279 号。密地院区东侧依次为隆庆路 281 号居民楼、隆庆路、瓜子坪房区和金联御都小区，南侧依次为瓜子坪公园和永康社区，西侧依次为马兰山房区，北侧依次为马兰山房区和隆庆路。本项目地理位置图见附图 1。

密地院区内，门诊及住院综合楼位于院区北侧，办公楼（1 栋，地上最高 6F）位于院区南侧，消毒中心（1 栋，地上最高 3F）和住院楼（1 栋，地上最高 4F）位于院区西侧，联系楼（1 栋，地上最高 4F）、放射大楼（1 栋，地上最高 5F）和门诊楼（1 栋，地上最高 4F）位于院区中央。本项目 DSA 机房位于门诊及住院综合楼地下一层手术室区域。

在接受本项目环境影响评价委托后，编制单位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。

项目拟建场所现状	项目拟建场所现状
项目拟建场所现状	门诊及住院综合楼地下一层现状

门诊及住院综合楼外	隆庆路281号居民楼

图8-1 拟建场所周围现状图

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 在出束过程中，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

受攀钢集团总医院的委托，四川同佳检测有限责任公司于 2025 年 12 月 11 日对攀钢集团总医院门诊及住院综合楼新增 DSA 机房项目工作场所，进行了辐射环境现状布点监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021

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	监测设备				使用环境	
	名称及编号	技术指标		校准情况		
X-γ 辐射 剂量率	名称:环境监 测用 X-γ 辐 射空气比释 动能率仪 型号:NT6101 编号: TJHJ2021-49	①能量响应: 48KeV~3MeV		校准单位:深圳市计 量质量检测研究院 证书编号: JL2519263701 校准日期: 2025 年 11 月 7 日 有效期至: 2026 年 11 月 6 日	天气:阴 温 度:16.2℃ 湿度:55%	
		②测量范围: 10nGy/h~200 μ Gy/h				
		③校准结果:				
		量程 (μ Gy/h)	校准因子			不确定度 $U_{rel}(k=2)$
		1~10	1.019			5.9%
	10~30	1.077	5.3%			
	30~100	1.015	5.3%			

四、质量保证

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

四川同佳检测有限责任公司质量管理体系：

（一）资质认证

从事检测的单位四川同佳检测有限责任公司通过了四川省市场监督管理局的计量认证（计量认证号：222312051472），有效期至 2028 年 11 月 21 日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

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

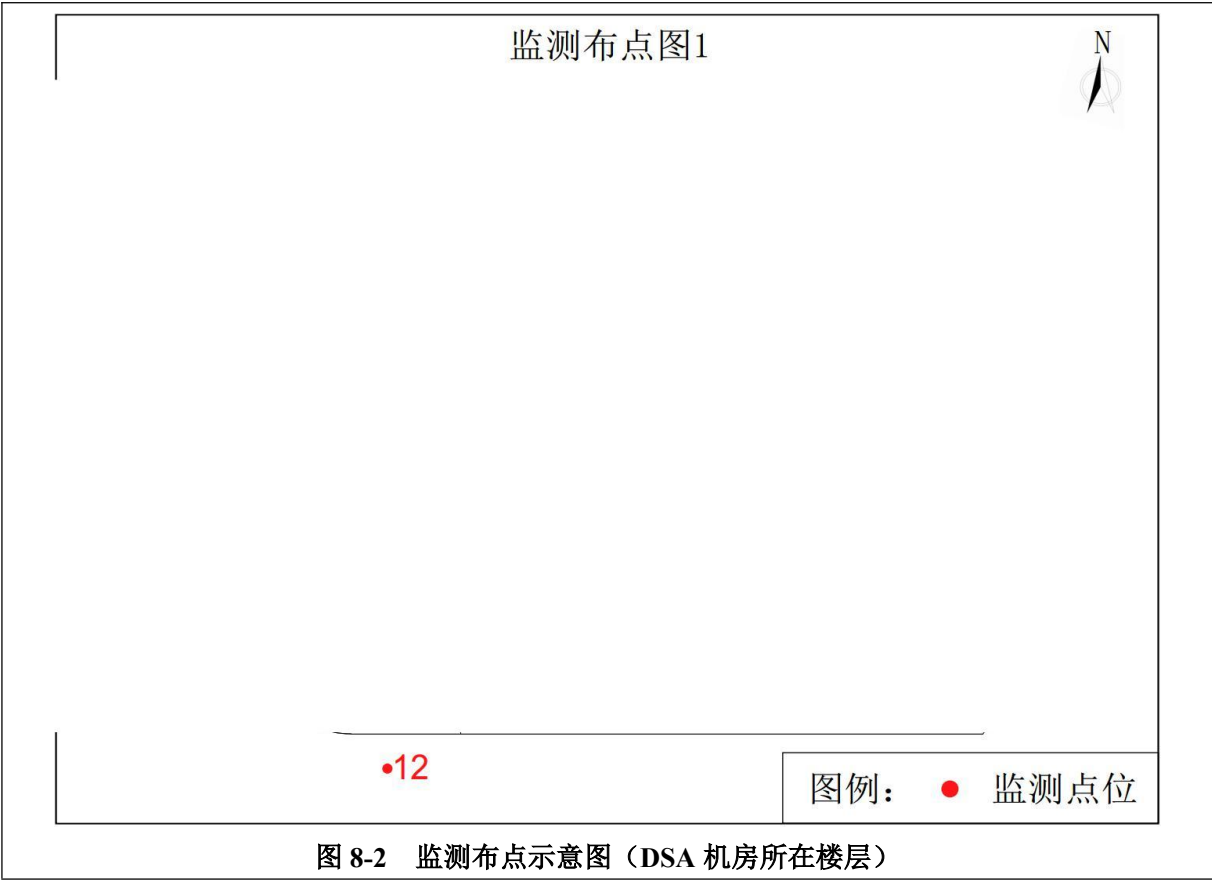
监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 出束时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- γ 辐射剂量率。

监测点位：根据现场实际情况，在 DSA 机房拟建位置及周围均匀布置监测点位，共计 11 个监测点位。在 50m 范围内建筑周围布置监测点位，共计 5 个监测点位。

布点原则：由于本项目 DSA 机房主体框架已完工，因此在机房内布点，再在其周围房间位置布点，最后在 50m 范围内各方向布点，由近及远；在建筑物内测量，考虑建筑物类型与层次，在室内中央地面 1m 高度处进行监测，以便反应机房所在位置及周围敏感点所在位置的辐射环境现状，其监测点位布设合理。监测布点示意图如下：



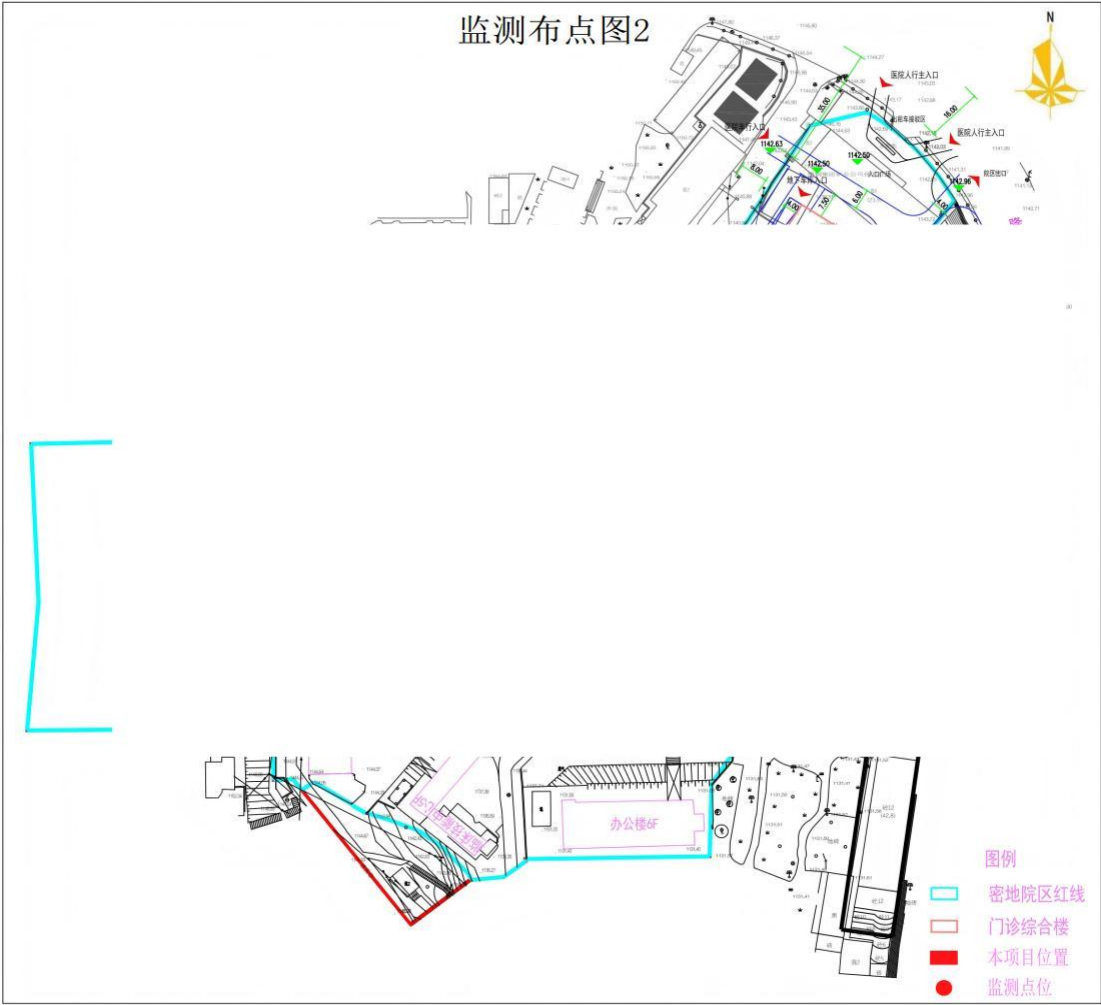


图 8-3 监测布点示意图（门诊及住院综合楼外）

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 环境 X-γ辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	检测位置	测量值	标准差	室内/外	备注
1	拟建 DSA 机房内	105	3	室内	/
2	拟建 DSA 机房北侧更衣室内	98	3	室内	
3	拟建 DSA 机房北侧操作室内	101	3	室内	
4	拟建 DSA 机房东侧 DSA 设备机房内	97	2	室内	
5	拟建 DSA 机房东侧缓冲区	93	4	室内	
6	拟建 DSA 机房东侧走廊	87	3	室内	
7	拟建 DSA 机房南侧过道	83	3	室内	
8	拟建 DSA 机房南侧无菌品库	106	4	室内	
9	拟建 DSA 机房西侧通道	92	3	室内	

10	拟建 DSA 机房上方门诊综合楼一层候诊区	87	3	室内	
11	拟建 DSA 机房下方门诊综合楼负二层地下停车场通道	78	3	室内	
12	门诊综合楼南侧院区道路	96	2	室外	
13	门诊综合楼西侧住院北楼外	90	3	室外	
14	门诊综合楼西侧营养食堂外	98	3	室外	
15	门诊综合楼东侧隆庆路 281 号楼外	92	3	室外	
16	门诊综合楼东侧隆庆路 273 号楼外	102	3	室外	

根据现场监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 78~106nGy/h，与四川省生态环境厅发布的《2024 年四川省生态环境状况公报》中攀枝花市空气吸收剂量率年均值范围（70nGy/h~100nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项分析

医院拟在门诊及住院综合楼地下一层手术室区域新建 DSA 机房，项目所在的门诊及住院综合楼已取得攀枝花市生态环境局“关于攀钢集团总医院门诊及住院综合楼项目环境影响报告书的批复（攀环审批[2024]17 号）”，目前门诊及住院综合楼已建，本项目 DSA 机房主体框架已基本完工，辐射防护工程尚未修建。本项目施工期主要为机房主体防护工程、装饰施工、设备安装、管线敷设和其他辐射防护设施安装，最后进行竣工验收。其工艺流程及产污环节：

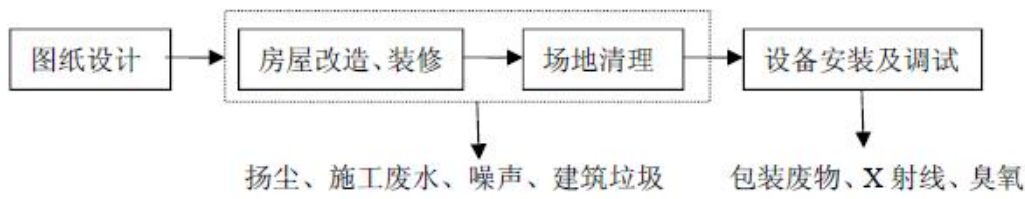


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

1、施工改造方案

四周墙体：本项目 DSA 机房四周墙体均采用 370mm 实心砖进行防护。最后采用手术室快装模块结构墙板进行表面装修工作。

顶部：DSA 机房顶部为 250mm 混凝土楼板，最后均采用铝扣天花板进行表面装修工作。（混凝土密度达 2.35g/cm³）

地面：DSA 机房地面为 250mm 混凝土楼板，均采用 3mm 自流平加 2mm 医用洁净同质透心 PVC 卷材做表面装修工作。（混凝土密度达 2.35g/cm³）

本项目电缆布设于电缆沟内，电缆沟采取 U 型穿墙方式，因此电缆沟的布设方式不影响屏蔽墙体的屏蔽效果。排风口在穿实体屏蔽墙位置采用 3mm 铅当量作为屏蔽补偿。电缆沟及排风口穿孔处大样图见附图 11。另外，为防止辐射泄漏，防护门与墙的重叠宽度应至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍。所有防护门窗均在施工单位处定制组装完成后送现场安装至预留门洞和窗洞。

2、施工期主要污染源处理措施

（1）扬尘

施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取及时洒水等措施来进行控制。

(2) 噪声

施工期噪声包括是装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理布局，合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境的影响较小。

(3) 废水

本项目工程量小，施工周期短，产生的少量施工废水经沉淀后循环使用；生活污水经医院已建的污水处理站处理后，再通过市政管网进入马坎污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标后排入金沙江。

(4) 废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

(5) 固体废物

施工过程中固体废物主要为废弃材料、装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑材料、装修垃圾等进行分类收集，统一处理；施工人员产生的生活垃圾应统一收集后送城市环卫部门处理。

本项目施工期对环境最主要的影响因素是噪声和扬尘，采取有效的防治措施后，对环境的影响较小。施工期对环境的影响是短期、暂时的，将随施工的结束而消失。

3、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目 DSA 调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

用于介入治疗的 DSA 是影像增强器技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物，是应用最多的数字化 X 射线透视设备。DSA 主要由带有影像增强器电视系统

的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

用于介入治疗的 DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规心脑血管及外周血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

2、诊断及治疗流程简述

DSA 在进行曝光时分为拍片和透视两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

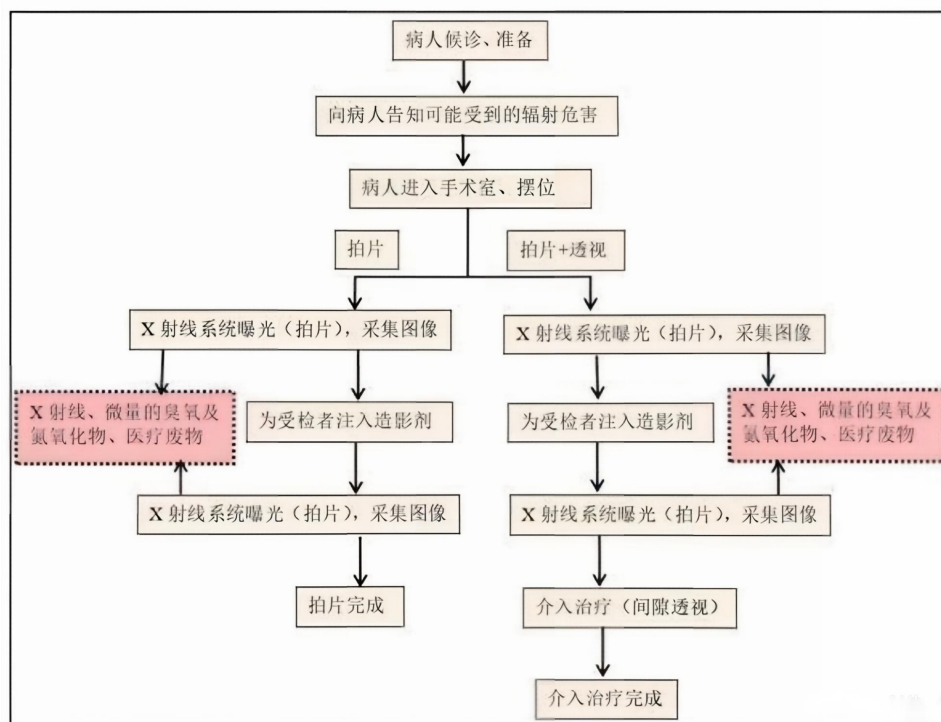


图 9-2 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

(1) DSA 拍片检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入控制室，关好防护门。医师、操作人员通过控制室的计算机

系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

(2) DSA 介入治疗

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，介入手术医师位于手术床一旁，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和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，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、病人离开机房。

3、产污环节

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

4、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：每日手术前医护人员由门诊及住院综合楼西北侧医生电梯进入门诊及住院综合楼地下一层，技师经北侧的换鞋区进入更衣室，更衣完成后进入操作室，进行机器的预热；医师、护士经北侧的换鞋区进入更衣室，更衣完成后进入操作室，在操作室内佩戴防护用品，穿戴完成后最后经操作室进入 DSA 机房。手术结束后，护士和护工将协作送病人回到住院病房，医师、技师原路返回离开。

患者路径：手术开展前，患者由门诊及住院综合楼东北侧住院电梯厅进入地下一层，护士和护工带领病人在缓冲区换床后，通过缓冲区进入 DSA 机房。手术结束后，患者由护士和护工协作送回到住院病房。

污物路径：每台手术结束后，所有的医疗废物将由护士经缓冲区送至 DSA 机房南侧的污物间，一天的手术结束后，暂存间内的医疗废物由清洁人员通过 DSA 机房

西北侧的污物电梯运送至门诊及住院综合楼西侧的医废暂存间内暂存，定期委托有资质单位外运处置。

本项目 DSA 机房人流、物流路径示意图见附图 7。

5、主要污染源物

（1）电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。

（2）废气

DSA 在工作过程中会使周围空气电离并产生极少的臭氧和氮氧化物。

（3）固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，本项目 DSA 预计手术量为 1000 台，所以一年 DSA 固体废物的产生量共计 2000kg。

③本项目拟配置 11 名辐射工作人员，其中 6 名医生，3 名护士，2 名技师。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年新增办公垃圾和生活垃圾产生量约 1.375t，工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。

项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

（4）废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水。项目产生的废水依托医院密地院区的污水管道和污水处理站，该污水处理站处理规模 500m³/d,经“二级生化(MBR)+消毒工艺”处理达到《医疗机构水污染物排放标准》

（GB18466-2005）预处理标准后排入市政管网，最终进入马坎污水处理厂进行深度处理，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级A标准后，尾水排入金沙江。

（5）噪声

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

(6) 造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘海醇）是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存；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

攀钢集团总医院密地院区位于攀枝花市东区隆庆路279号。DSA机房位于密地院区门诊及住院综合楼地下一层放射科区域，除DSA机房外，其余部分为放射科业务用房。在本项目建设位置处，DSA机房东侧为DSA设备机房和缓冲室；南侧为无菌品库和过道；西侧为室外灰空间；北侧为更衣室和操作室。DSA机房楼上为B超室、值班室和取药排队室，楼下为地下停车场。

本项目位于门诊及住院综合楼地下一层放射科区域，地下一层为专用的放射楼层，手术所需设备药品等齐全，非医护人员和病患等其他无关人员不得入内，人员流动相对较少，有效降低了公众受照的可能性。同时本项目患者/医护通道与污物通道分开布置，路线分流，互不交叉影响。DSA机房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，项目总平面布局是合理可行的。

2、辐射工作场所两区划分

(1) 分区原则

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

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

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

(2) 控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。将 DSA 机房划分为控制区，操作室、更衣室、无菌品库、DSA 设备机房以及缓冲室划分为监督区。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图 8 上进行了标识。



图 10-1 本项目两区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称	控制区	监督区
DSA	DSA 机房	操作室、更衣室、无菌品库、DSA 设备机房以及缓冲室

(3) 控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-2；

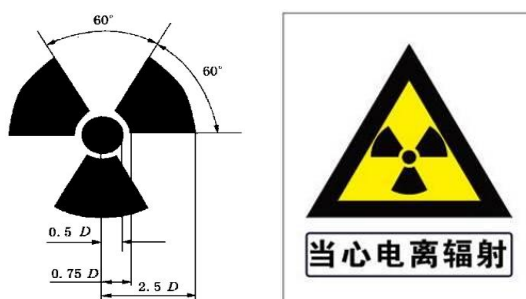


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

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

④在卫生通过区域配备个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜等；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

（4）监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

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

二、辐射安全与防护措施

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

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施：

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

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，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的指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，

例如剂量面积乘积（DAP）仪等。

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

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

2、屏蔽防护措施

根据医院提供的资料，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式C.1、公式C.2以及附录表C.2，DSA机房实体防护设施铅当量折合估算见表10-2。

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

式中：

- B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；
- β—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- α—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- γ—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- X—屏蔽材料厚度。

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

式中：

- X—给定屏蔽材料的铅当量厚度；
- β—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- α—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- γ—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子。

根据医院采购意向，本项目DSA管电压不超过125kV。参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），根据射线装置额定管电压与不同防护材料相当于多少铅当量的关系，本项目机房与标准屏蔽措施对照，具体见表10-3。

表 10-2 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	370mm 实心砖	3mmPb	3mmPb
屏蔽门	3mmPb 铅当量铅门	3mmPb	3mmPb
观察窗	3mm 铅当量含铅玻璃	3mmPb	3mmPb
屋顶	250mm 混凝土楼板	约 3.4mmPb	3.4mmPb
地面	250mm 混凝土楼板	约 3.4mmPb	3.4mmPb

注：1、混凝土楼板密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。

2、本项目采用混凝土楼板密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，参照《放射诊断放射防护》（GBZ 130-2020）附录 C 中式 C.1、式 C.2（本报告式 1 及式 2）及表 C.2 铅、混凝土、铁对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关三个拟合参数，本项目保守取 125kV 条件下，主束方向的拟合参数（即混凝土： α 为 0.03502， β 为 0.07113， γ 为 0.6974；铅： α 为 2.219， β 为 7.923， γ 为 0.5386），代入本报告式 1 及式 2，计算得出 250mm 厚混凝土约折合 3.4mm 铅当量。

表 10-3 DSA 机房的实体防护设施对照表

机房	机房规格	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶	地面
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
DSA 机房	56.4m ² （最小单边长度 7.05m）	370mm 实心砖（3mm 铅当量）	3mmPb 铅当量铅门	3mm 铅当量含铅玻璃	250mm 混凝土楼板（约 3.4mm 铅当量）	250mm 混凝土楼板（约 3.4mm 铅当量）
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积 20m ² ，最小单边长度 3.5m	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	有用线束 2mm 铅当量	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

备注：表中楼板使用材料为混凝土（密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ）

3、安全措施

①门灯连锁：本项目 DSA 机房医护人员进出防护门、患者进出门、无菌品库进出门均应设置有门灯连锁系统，防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。

②紧急止动装置：操作室内控制台上、DSA 机房设备床旁设置紧急止动按钮（各按钮分别与 X 线系统连接）。DSA 系统的 X 线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任何一个紧急止动按钮，均可停止 X 线系统出束。

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

器发出声音。

④对讲装置：在DSA机房与操作室之间拟安装对讲装置，操作室的工作人员通过对讲机与机房内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA机房机房防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑥闭门、防夹装置：本项目DSA机房设置有防护铅门，其中患者进出防护门设计为电动推拉式门，操作室内医护人员进出门和无菌品库进出防护门设计均为手动平开式单扇门。电动推拉式防护门设置有红外线防夹人设备（防止电动门在运行过程中发生挤伤人员）；平开式单扇防护门设计安装有闭门装置。

⑦门禁装置：本项目所在的手术区域单独管理，在该区域工作人员进出通道处设置有门禁装置，除医护人员外，其余公众不能随意进入。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

（1）辐射工作人员

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

①距离防护

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

②时间防护

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

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过操作室与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。

个人防护用品和辅助防护设施：辐射工作人员配备个人防护用品（铅橡胶颈套、铅衣、铅防护眼镜、介入防护手套等），除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设

施的铅当量应不小于 0.25mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；本项目拟配铅防护衣等防护用品厚度均为 0.5mm 铅当量。

④个人剂量监测

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

(2) 受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅橡胶颈套，用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

(3) DSA 机房周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗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，在机房门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

5、通风系统

本项目 DSA 机房设有新风系统、常规排风系统和事故排风系统，项目产生的臭氧通过排风系统排出。其中新风口位于机房中部，新风机位于门诊及住院综合楼地下一层西北侧的消防补风机房，新风由室外灰空间引入，经通风管道向东南穿过胃肠室和钼靶室后向南沿放射科走廊，向西穿过 DSA 机房东墙将新风引入 DSA 机房内；常规排风口位于机房中部，经通风管道向东穿过 DSA 机房东墙后，沿放射科走廊向北一直引至位于东北侧的排风机房，由排风机排入排风井，该排风井最终排放位置位于 1 楼室外；事故排风口 DSA 机房东北角，由通风管道引至吊顶后，向东穿过东墙，沿放射科走廊向南引至南侧的空调机房，由排风机排出室外。

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》对II医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-4：

表 10-4 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
----	----------	------	--------

场所设施	四周墙体+屋顶+地面实体防护	四周墙体：370mm 实心砖 屋顶：250mm混凝土楼板 地面：250mm 混凝土楼板	设计中已有
	观察窗屏蔽	1 扇，均位于控制室内，均为 3mm 铅当量	设计中已有
	机房防护门	3 扇防护铅门，均为 3mm 铅当量	设计中已有
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设计中已有
	通风设施	新风系统	设计中已有
	紧急停机按钮	床旁和操作室控制台各自带 1 个，拟在手术室墙面上新增 1 个	设计中已有
	门灯连锁	/	拟配备 3 套
	对讲系统	/	拟配备 1 套
	入口处电离辐射警告标志	/	拟配备 3 套
	入口处机器工作状态指示灯箱	/	拟配备 3 套
监测设备	便携式辐射监测仪	/	拟配备 1 台
	个人剂量计	/	拟配备 11 套
	个人剂量报警仪	/	拟配备 3 台
防护器材	医护人员个人防护	/	拟配备医护人员防护用品 3 套（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	/	拟配备患者防护用品 1 套（铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套）
其他	灭火器材	/	拟配备 2 套

四、投资估算

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

表 10-5 环保设施及投资一览表

项目		设施	数量	投资金额（万元）	
				利旧	本次新增
DSA 机房	辐射屏蔽措施	铅玻璃观察窗（3mm 铅当量）	1 扇	—	—
		铅防护门（3mm 铅当量）	3 扇	—	—
		四周墙体+屋顶+地面实体防护	1 间	—	—
	安全装置	工作状态指示灯箱	3 个	—	—
		电离辐射警告标志	3 个		
		铅悬挂防护屏（0.5mmPb）	1 副	机器自带	
		床侧防护帘（0.5mmPb）	1 副		

		对讲系统	1 台	—	
		紧急止动装置	1 套	—	
		门灯连锁装置	3 套	—	
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计	11 套	—	
		个人剂量报警仪	3 台	—	
		便携式辐射监测仪	1 台	—	
		医护人员防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套）	3 套（医护人员使用）	—	
		患者防护用品（铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套）	1 套（患者使用）	—	
	其他	通风设施	3 套	—	
		灭火器材	1 套	—	
合计					

在今后实践中，医院应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

三废的治理

1、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水。项目产生的废水依托医院密地院区的污水管道和污水处理站，该污水处理站处理规模500m³/d,经“二级生化(MBR)+消毒工艺”处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理标准后排入市政管网，最终进入马坎污水处理厂进行深度处理，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级A标准后，尾水排入金沙江。

2、废气

本项目 DSA 机房设有新风系统、常规排风系统和事故排风系统，项目产生的臭氧通过排风系统排出。其中新风口位于机房中部，新风机位于门诊及住院综合楼地下一层西北侧的消防补风机房，新风由室外灰空间引入，经通风管道向东南穿过胃肠室和钼靶室后向南沿放射科走廊，向西穿过 DSA 机房东墙将新风引入 DSA 机房内；常规排风口位于机房中部，经通风管道向东穿过 DSA 机房东墙后，沿放射科走廊向北一直引至位于东北侧的排风机房，由排风机排入排风井，该排风井最终排放位置位于 1 楼室外；事故排风口 DSA 机房东北角，由通风管道引至吊顶后，向东穿过东墙，沿放射科走廊向南引至南侧的空调机房，由排风机排出室外。

3、固体废物

固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废弃物，如医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套、废造影剂等。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废弃物由当地有资质的单位统一回收处理。

4、射线装置退役报废处理

建设单位在射线装置在退役及报废处置时，拟对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，报废后需确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射，因此退役期对环境的影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

本项目在攀钢集团总医院密地院区门诊及住院综合楼地下一层手术室区域建设，项目所在的门诊及住院综合楼已取得攀枝花市生态环境局“关于攀钢集团总医院门诊及住院综合楼项目环境影响报告书的批复（攀环审批[2024]17号）”，目前门诊及住院综合楼主体已修建完工，本项目 DSA 机房基本框架已完工。本项目施工期主要是防护工程、表面装修、射线装置安装和电路铺设，最后进行竣工验收，故在之后建设施工过程中会产生一定的扬尘、噪声、固体废物、以及施工人员产生的生活垃圾和生活废水。针对本项目施工期，医院拟采取以下措施：

1、施工期的大气污染防治对策措施

装修过程中产生的废气污染物相对较少，施工现场采用“环保型”油漆及涂料，工作人员在焊接施工时佩戴相应防护面罩，并采取洒水降尘等措施抑制扬尘和颗粒物。在施工过程中加强通风或采用室内空气净化措施，全程严格按《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）控制室内环境水平，可将废气对周围环境的影响降至最低。

2、施工期的噪声污染防治对策措施

严格落实噪声污染防治措施。施工期，通过合理布局，合理安排施工时间，优化运输路线，文明施工及选用低噪声设备等措施，减轻施工噪声对周围环境的影响。

3、施工期地表水污染防治措施

严格落实水污染防治措施。施工废水经沉淀后循环使用；生活污水依托医院西南侧院区原有污水处理站，经处理后达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入马坎污水处理厂处理达标后排放。

4、施工期固体废物处置及管理

严格落实固体废物防治措施。建筑固废、弃渣、弃土分类利用，不可回收部分及

时清运至建筑垃圾填埋场；生活垃圾由环卫部门统一收集处理。

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。

5、检查室施工质量的要求

①在建设过程中严格按照施工规范进行施工，墙与墙之间须紧密贴合，防止射线泄露；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；
②穿过DSA机房的电缆沟采用“U”型穿墙，通风管穿墙处采用3mm铅板包封，以避免电缆沟及通排风管道布设方式影响到屏蔽墙体的屏蔽效果，且不得正对工作人员经常停留的地点。

6、施工期作业时间

合理安排作业时间，施工期作业时间为早上6：00-中午12：00，下午14：00-晚上22：00，禁止夜间（22：00-6：00）施工作业。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本环评要求设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物，包装材料可外售，其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院拟在 DSA 机房内安装使用 1 台 DSA, DSA 介入手术治疗的工作负荷约 1000 人次/年，单次手术累计出束时间 10~30min（拍片和透视合计）。拍片时 DSA 的常用管电压 60~100kV，常用管电流为 100~500mA；在 DSA 透视时常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。本项目每台 DSA 年出束时间为 516.67h（其中透视 500h，拍片 16.67h），主要用于心内科、神内科及普外科的介入手术等。

根据原环境保护部和原国家卫生计生委联合发布公告 2017 年第 66 号《射线装置

分类办法》，DSA 属于II类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。本机为数字成像设备，不使用显、定影液，其主要环境影响因素为工作时产生的 X 射线，出束方向向上。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过操作室铅玻璃观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于操作室内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入机房进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、戴铅防护眼镜等在机房内铅帘后对病人进行直接的手术操作。第二种情况是本次评价的重点。

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

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

本项目 DSA 机房净空面积均约为 56.4m²，DSA 机房实体屏蔽结构为：370mm 实心砖；顶部为 250mm 混凝土楼板；地面为 250mm 混凝土楼板；机房设有 1 扇铅玻璃观察窗，均为 3mm 铅当量；机房设有 3 扇防护门，均为 3mm 铅当量。

拍片时，DSA的常用电压60~100kV，常用电流为100~500mA；透视时，DSA常用管电压为70~90kV，常用管电流为6~20mA。本项目DSA过滤板选取0.5mmCu，根据《医用外照射源的辐射防护》（国际放射防护委员会ICRP33号报告，人民卫生出版社）附录P55图2，当管电压为90kV时，查得 $v_{r0}=1.25\text{mGy}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；当管电压为100kV时，查得 $v_{r0}=1.70\text{mGy}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。经计算后，在透视时管电压为90kV、管电流为20mA时，距靶1m处的剂量率 H_0 为25mGy·min⁻¹；在拍片管电压为100kV、管电流为500mA时，距靶1m处的剂量率 H_I 为850mGy·min⁻¹。见下表：

表 11-1 本项目 DSA 常用工况及源强取值表

工作模式	常用管电压	常用管电流	最大工况	v_{r0}	H_0
透视	70~90kV	10~20mA	90kV、20mA	$1.25\text{mGy}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	$25\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$
拍片	60~100kV	100~500mA	100kV、500mA	$1.70\text{mGy}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	$850\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$

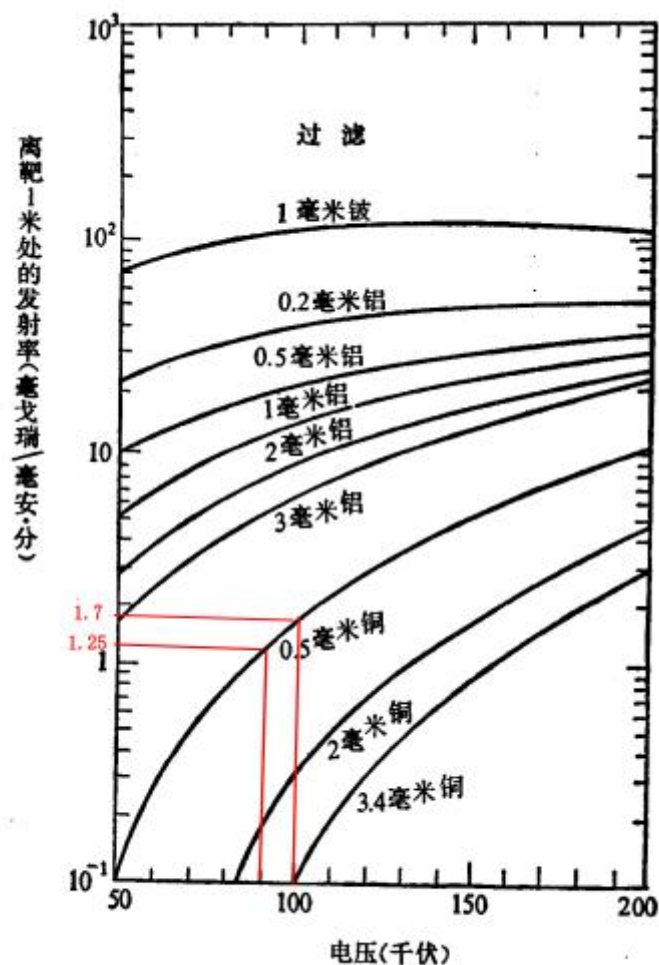


图 2 在各种线束过滤和钨反射靶情况下恒电位 X 线发生器
在离靶 1 米处的发射率

图 11-1 本项目离靶 1m 处发射率取值曲线图

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 机房四周的保护目标，均受到漏射线和散射射线的影响。DSA 机房内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 机房最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。根据平方反比定律，若较近的关注点满足要求的话，则其余较远的环境保护目标亦能满足要求。

本项目 DSA 机房辐射场所分布图及预测关注点位见图 11-2 和图 11-3。

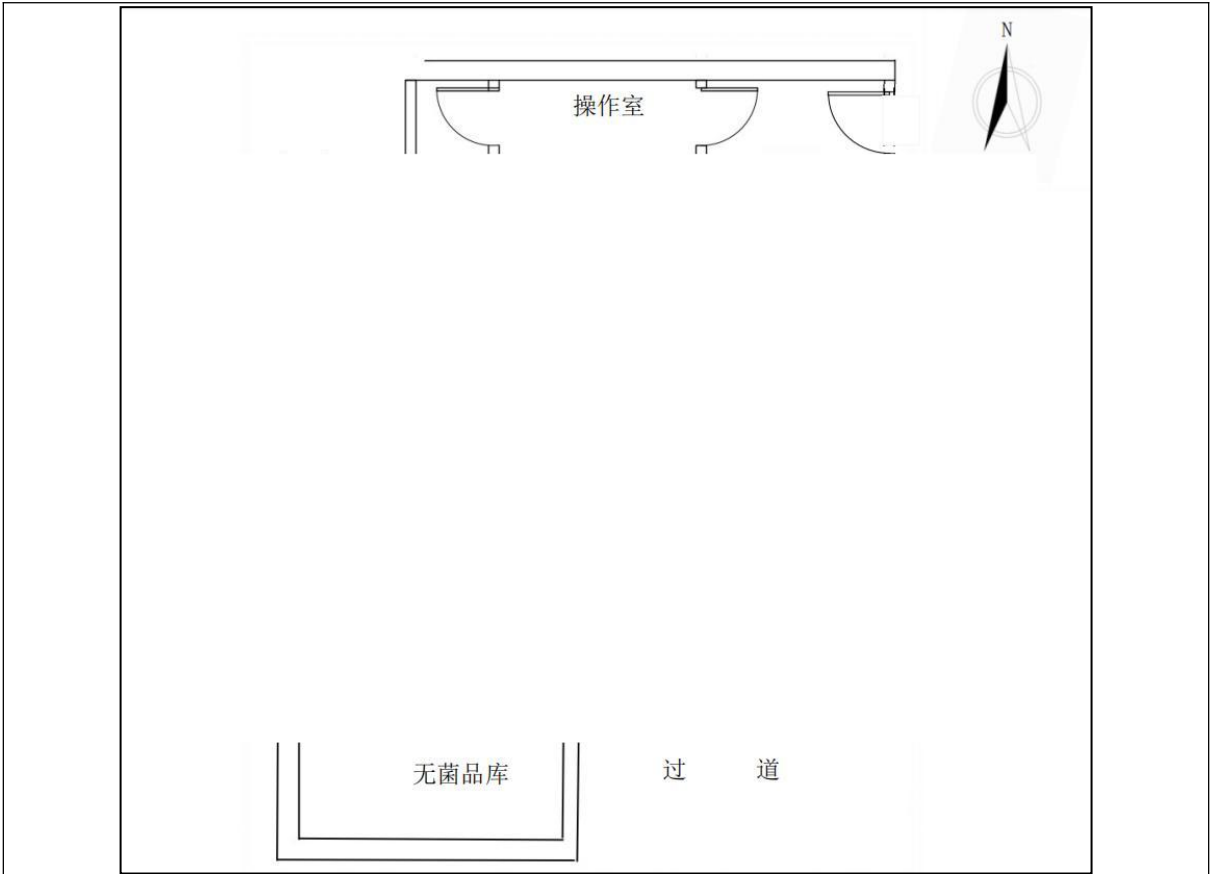


图 11-2 本项目预测关注点位示意图（一）

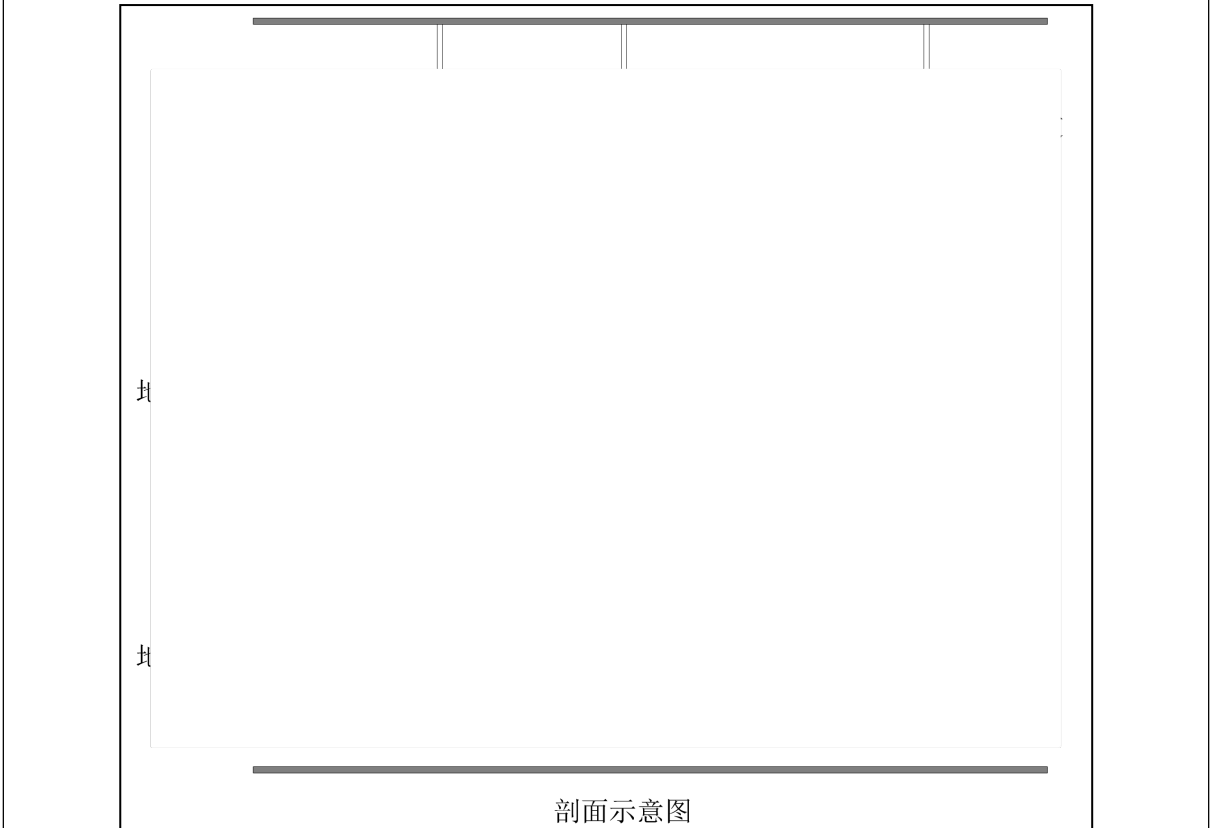


图 11-3 本项目预测关注点位示意图（二）

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2 可知。
屏蔽减弱因子 B:

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

式中:

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子;

β —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

α —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

γ —给定屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

X—屏蔽材料厚度。

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

表 11-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数表

管电压90kV（透视）			
材料	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726
管电压 100kV（拍片）			
材料	α	β	γ
铅	2.507	15.33	0.9124

根据计算, DSA机房不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-3。

表 11-3 DSA 机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效约合 铅当量	屏蔽减弱因子 （透视）	屏蔽减弱因子（拍片）	
				主束	散射
四周墙体	370mm 实心砖	3mmPb	7.	4.1	6
屏蔽门	3mmPb 铅当量铅门	3mmPb	7.	4.1	6
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃窗	3mmPb	7.	4.1	6
屋顶	250mm 混凝土楼板+设备硬件设施	4.25mmPb	1.	1.8	2
地面	250mm 混凝土楼板	3.4mmPb	2.	1.5	2
手术医生	0.5mmPb铅衣 +0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.	7.3	1

注: 1、护士在手术透视过程中, 不在手术室内, 会退至控制室内, 待透视完成后进入手术室。

2、根据NCRP于2004年出版的第147号报告《针对医用X射线影像设备的结构防护设计》P44:

Dixon在1994年，Dixon和Simpkin在1998年的年度AAPM TG系列报告中给出了硬件设施的等效铅当量。由文中表4.6可得，影像接收器等硬件设施的等效铅当量为0.85mm。

(1) 主射线束方向影响分析

本项目 DSA 射线束由下向上，主射方向向上，其他为散射和漏射方向。本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

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

式中：

D_r —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_i —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，mGy/min；

T —每台 DSA 每年工作时间，31000.2min(包括透视 30000min 和拍片 1000.2min)；

μ —利用因子，主射方向取 1；

η —对防护区的占用因子，本项目 DSA 机房楼上为药物配置室、过道，保守取 1；

f —屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r —预测点距 X 射线源的距离，m。

各预测点主束方向辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-4。

表 11-4 DSA 机房主射方向预测点年有效剂量估算表

关注点	预测点 保护目标	与出束 口直线 距离 (m)	屏蔽材料与 厚度及等效 铅当量 (mm)	工作 模式	屏蔽减弱 因子 (f)	利用 因子 (μ)	占用 因子 (η)	预测点辐 射剂量率 (μ Gy/h)	预测点年 有效剂量 (mGy/a)
14	B 超室、值班室、取药排队室的医护人员和公众 (DSA 机房正上方)	6.5	250mm 混凝土楼板+设备 硬件设施 (4.25mmPb)	透视	1.	1	1	6.0	3.0
				拍片	1.				3.6

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{（式3）}$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， μ Gy/h；

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， μ Gy/h；

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

取得；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离， m ，取 1m ；

d_s ——病人与预测点的距离， m ；

B ——减弱因子。

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表

关注点	关注点保护目标	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	X 射线的散射比	工作模式	屏蔽减弱因子	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
1	主刀医生（第一术者位）	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	1.30E-03	透视	4.	—
2	助手医生（第二术者位）	0.8	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	1.30E-03	透视	4.	—
3	北侧操作室的护士	5.0	3mm 铅当量 铅玻璃窗	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-04 -02
4	北侧操作室内的技师	5.0	3mm 铅当量 铅玻璃窗	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-04 -02
5	西侧室外灰空 间的医护人员 和公众	3.3	370mm 实心砖	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-04 -02
6	北侧更衣室内的 医护人员	4.0	370mm 实心砖	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-04 -02
7	北侧操作室进 出门外的医 护人员	5.6	3mmPb 铅当量 铅门	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-04 -02
8	东侧 DSA 设 备机房内的工 作人员	6.1	370mm 实心砖	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-04 -02
9	东侧缓冲室内 的医护人员和 公众	6.1	370mm 实心砖	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-04 -02
10	东侧患者进出 门外的医 护人员和公众	6.4	3mmPb 铅当量 铅门	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-05 -02
11	南侧过道内的 医护人员和公 众	5.3	370mm 实心砖	3	1.30E-03	透视 拍片	7. 6.	-04 -02

12	南侧无菌品库内的医护人员	4.3	370mm 实心砖	3	1.30E-03	透视	7.9	04
						拍片	6.3	02
13	南侧无菌品库进出门外的医护人员	4.4	3mmPb 铅当量铅门	3	1.30E-03	透视	7.9	04
						拍片	6.3	02
15	地下停车场的公众 (DSA 机房正下方)	5.1	250mm 混凝土楼板	3.4	1.30E-03	透视	2.3	05
						拍片	2.3	02

注：楼上关注点取距地面 1m 处，楼下关注点取距地面 1.7m 处。

3) 泄漏辐射剂量估算

根据国际放射防护委员会 ICRP33 号报告《医用外照射源的辐射防护》“(77) 用于诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy/h”，以及根据《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 12.4 加载状态下的泄漏辐射：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，在任意 100cm² 区域范围内平均空气比释动能，应不超过 1.0mGy/h。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保守取 1.00E+03μGy/h。利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下(式 4)进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式4)$$

式中：

H—预测点处的泄漏辐射剂量率，μGy/h；

H₀—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

R—靶点距关注点的距离，m；

B——减弱因子，前文表 11-3 计算取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果表

关注点	关注点保护目标	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	工作模式	屏蔽减弱因子	泄漏辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
1	主刀医生（第一术者位）	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.0	
2	助手医生（第二术者位）	0.8	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.0	
3	北侧操作室的护士	5.0	3mm 铅当量 铅玻璃窗	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
4	北侧操作室内的技师	5.0	3mm 铅当量 铅玻璃窗	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
5	西侧室外灰空间的医护人员和公众	3.3	370mm 实心砖	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
6	北侧更衣室内的医护人员	4.0	370mm 实心砖	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
7	北侧操作室进出门外的医护人员	5.6	3mmPb 铅当量铅门	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
8	东侧 DSA 设备机房内的工作人员	6.1	370mm 实心砖	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
9	东侧缓冲室内的医护人员和公众	6.1	370mm 实心砖	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
10	东侧患者进出门外的医护人员和公众	6.4	3mmPb 铅当量铅门	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
11	南侧过道内的医护人员和公众	5.3	370mm 实心砖	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
12	南侧无菌品库内的医护人员	4.3	370mm 实心砖	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
13	南侧无菌品库进出门外的医护人员	4.4	3mmPb 铅当量铅门	3	透视	7.9	04
					拍片	4.1	03
15	地下停车场的公众（DSA 机房正下方）	5.1	250mm 混凝土楼板	3.4	透视	2.3	05
					拍片	1.5	04

4) 关注点辐射剂量率综合分析

表11-7 本项目各预测点保护目标最大剂量率表

保护目标 相对位置	关注 点	关注点位描述	工作 模式	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)			
				主射	散射	漏射	综合剂量率
DSA机房 内	1	主刀医生（第一术者位）	透视	/			24.26
	2	助手医生（第二术者位）	透视	/			9.49
机房周围	3	北侧操作室的护士	透视	/		4	4.72E-04
			拍片	/		3	4.35E-02
	4	北侧操作室内的技师	透视	/		4	4.72E-04
			拍片	/		3	4.35E-02
	5	西侧室外灰空间的医护人员和公众	透视	/		4	1.08E-03
			拍片	/		3	9.98E-02
	6	北侧更衣室内的医护人员	透视	/		4	7.38E-04
			拍片	/		3	6.80E-02
	7	北侧操作室进出门外的医护人员	透视	/		4	3.76E-04
			拍片	/		3	3.47E-02
	8	东侧 DSA 设备机房内的工作人员	透视	/		4	3.17E-04
			拍片	/		3	2.92E-02
	9	东侧缓冲室内的医护人员和公众	透视	/		4	3.17E-04
			拍片	/		3	2.92E-02
	10	东侧患者进出门外的医护人员和公众	透视	/		4	2.88E-04
			拍片	/		3	2.65E-02
	11	南侧过道内的医护人员和公众	透视	/		4	4.20E-04
			拍片	/		3	3.87E-02
	12	南侧无菌品库内的医护人员	透视	/		4	6.38E-04
			拍片	/		3	5.88E-02
	13	南侧无菌品库进出门外的医护人员	透视	/		4	6.10E-04
			拍片	/		3	5.61E-02
	14	B 超室、值班室、取药排队室的医护人员和公众（DSA 机房正上方）	透视	6.36E-03			6.36E-03
			拍片	2.18			2.18
	15	地下停车场的公众（DSA 机房正下方）	透视	/		5	1.33E-04
			拍片	/		4	1.53E-02

注：参照 GBZ/T 201.1-2007 的第 4.8.3 款，为了手术室屏蔽剂量估算和评价的方便及统一，在辐射屏蔽及其设计范畴内，不进行诸物理量（周围剂量当量 Sv、空气比释动能 Gy、有效剂量 Sv）之间的转换系数修正，因此本报告按 Sv/Gy 系数为 1 进行转换。

由表 11-7 可知：本项目透视工况，操作室操作位的辐射剂量率最大为

4.72E-04 μ Sv/h，机房周围辐射剂量率最大为 6.36E-03 μ Sv/h（上层 B 超室、值班室、取药排队室）；拍片工况，操作室操作位的辐射剂量率最大为 4.35E-02 μ Sv/h，机房周边辐射剂量率最大为 2.18 μ Sv/h（上层 B 超室、值班室、取药排队室）。

综上，本项目 DSA 在正常运行情况下，机房外控制室、四周防护墙外、楼上、楼下、防护门外、观察窗外的辐射剂量率均能够满足《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 μ Sv/h 的标准限值。

5) 其他辐射的剂量叠加分析

本项目离 DSA 机房的北侧最近的机房为 CT 机房，与操作室紧邻且位于同层，因门诊及住院综合楼刚完工，放射科 CT 机房无既往辐射监测数据，因此考虑既有墙体对射线的屏蔽作用，CT 机房屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率保守按照 2.5 μ Sv/h 进行考虑，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的规律，取距离 CT 机房最近的操作室（R=1m）做分析，操作室工作人员受 CT 机房叠加剂量为 0.225 μ Sv/h，CT 机房年曝光时间按 100h 考虑，则南侧操作室处受 CT 机房叠加年剂量为 0.02mSv。故本项目操作室内技师受照剂量应考虑 CT 机房的辐射影响。

6) 对关注点年辐射剂量分析

本项目透视过程中，实行同室操作，手术主刀医生（第一术者位）和助手医生（第二术者位）均位于 DSA 机房内，护士离开介入手术室到控制室内；本项目在拍片过程中，实行隔室操作，手术主刀医生（第一术者位）和助手医生（第二术者位）均离开 DSA 机房到控制室内，因此，手术主刀医生和助手医生每年受到辐射环境影响为 DSA 机房内和控制室内的叠加值。本项目共配置 11 名辐射工作人员（其中 6 名医生，3 名护士，1 名技师），部分员工新招，部分员工从已有工作人员中调岗。另根据表 1-5 分析得知，每名医生、护士年透视时长最多不超过 200h，年拍片时长最多不超过 6.67h，技师年透视时长最多不超过 300h，年拍片时长最多不超过 10h。本项目投运后，辐射工作人员不再从事其他辐射类工作，因此，不存在剂量叠加，今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

表11-8 本项目各预测关注点理论预测最大受照剂量统计表

保护目标相对位置	关注点	关注点位描述	工作模式	综合辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大受照时间(h)	居留因子	年总辐射剂量 (mSv/a)	照射类型
DSA 机房内	1	主刀医生(第一术者位)	透视	2		1	4.	职业照射
			拍片	4.3		1	2.9	
	2	助手医生(第二术者位)	透视	9		1	1.	职业照射
			拍片	4.3		1	2.9	
DSA 机房周围	3	北侧操作室的护士	透视	4.7		1	9.4	04 职业照射
			拍片	4.3		1	2.9	
	4	北侧操作室内的技师	透视	4.7		1	1.4	04 职业照射
			拍片	4.3		1	4.3	
	5	西侧室外灰空间的医护人员和公众	透视	1.0		1/4	1.3	04 公众照射
			拍片	9.9	7	1/4	4.1	
	6	北侧更衣室内的医护人员	透视	7.3		1	3.6	03 职业照射
			拍片	6.8	7	1	1.1	
	7	北侧操作室进出门外的医护人员	透视	3.7		1	1.8	04 职业照射
			拍片	3.4	7	1	5.7	
	8	东侧 DSA 设备机房内的工作人员	透视	3.1		1/4	3.9	04 公众照射
			拍片	2.9	7	1/4	1.2	
	9	东侧缓冲室内的医护人员和公众	透视	3.1		1/4	3.9	04 公众照射
			拍片	2.9	7	1/4	1.2	
	10	东侧患者进出门外的医护人员和公众	透视	2.8		1/4	3.6	04 公众照射
			拍片	2.6	7	1/4	1.1	
	11	南侧过道内的医护人员和公众	透视	4.2		1/4	5.2	04 公众照射
			拍片	3.8	7	1/4	1.6	
	12	南侧无菌品库内的医护人员	透视	6.3		1/4	7.9	04 公众照射
			拍片	5.8	7	1/4	2.4	
	13	南侧无菌品库进出门外的医护人员	透视	6.1		1/4	7.6	04 公众照射
			拍片	5.6	7	1/4	2.3	
	14	B 超室、值班室、取药排队室的医护人员和公众(DSA 机房正上方)	透视	6.0		1	3.0	02 公众照射
			拍片	2.18	7	1	3.6	
	15	地下停车场的公众(DSA 机房正下方)	透视	1.3		1/4	1.6	05 公众照射
			拍片	1.5	7	1/4	6.3	

注：以上不同场所关注点位居留因子取值参照“HJ 1198-2021”附录A表A.1。

由表 11-8 可知，DSA 机房内主刀医生（第一术者位）最大附加有效剂量为

4.85mSv/a，助手医生（第二术者位）最大附加有效剂量为 1.90mSv/a，护士最大附加有效剂量为 3.84E-04mSv/a，在操作室内技师最大附加有效剂量为 2.00E-02mSv/a（受 CT 机房的辐射影响，剂量叠加），DSA 机房周围的公众最大附加有效剂量为 3.93E-02mSv/a（DSA 机房正上方），均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a、公众 0.1mSv/a 的管理约束值，也均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a、公众 1mSv/a 的剂量限值。

环评建议：医院应制定相应规章制度，每个季度对辐射工作人员个人剂量进行严格监督，若发现辐射工作人员有单季度超过1.25mSv的情况，医院应立即采取有效的管控措施，暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业，同时进行原因调查，调整岗位安排等，并及时上报主管部门。

7) 医生腕部皮肤受照剂量

医师介入手术操作时，会穿连体铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射和漏射线束照射，由于手术过程中手术医师随时在活动，其腕部不会处于主束方向干扰成像结果，通常情况下是在受照位置附近进行插管等手术操作，因此保守考虑，分以下两种情况预测：①预计在透视时有 1/5 时间手术医师在受照位置附近进行插入导管等操作，此时医师腕部受铅防护手套（0.025mmPb）保护；②预计在剩余透视时的 4/5 时间内手术医师在手术床侧的其他位置，此时腕部未处于受照位置，腕部受到铅防护手套（0.025mmPb）和铅悬挂防护屏（0.5mmPb）的保护。

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

表11-9 本项目介入手术医师腕部最大辐射剂量率表

关注点部位	射线源距关注点的距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	减弱因子	散射辐射剂量率（μSv/h）	漏射辐射剂量率（μSv/h）	综合剂量率（μSv/h）
医师腕部	0.5	0.025mmPb 铅手套	0.025	6.2			3.72E+03
		0.025mmPb 铅手套+0.5mmPb 铅悬挂防护屏	0.525	2.2			1.35E+02

手术医师和护士在 DSA 机房内进行介入手术时，手术医师腕部距离辐射源（非

主射束方向)最近,因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势,故以手术医师腕部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年剂量,根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)中的公式估算 DSA 机房内人员年皮肤吸收剂量:

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式 5)$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}} \dots\dots\dots (式 6)$$

式中: D_s —皮肤吸收剂量, mGy;

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

C_{ks} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 (Gy/Gy);

t —人员累积受照时间, h;

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

C_{KH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 (Sv/Gy)。

理论计算: 根据手术医师的工作量分配情况,受照时间最长为 200h,根据上述分析有如下两种情况:①手术医师在透视时预计有 1/5 时间在受照位置附近进行插入导管等操作,此时受照时间为 40h (200h×1/5),根据表 11-11 分析,腕部位置处的剂量当量率为 3.72E+03 $\mu\text{Sv/h}$;②手术医师在透视时预计有 4/5 时间在非受照位置进行手术操作时,此时受照时间为 160h (175h×4/5),根据表 11-11 分析,腕部位置处的剂量当量率为 1.35E+02 $\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目 DSA 可近似地视为垂直入射,而且是 AP 入射方式。从表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}=1.72\text{Sv/Gy}$ 从表 A.4/A5 中查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转换系数 $C_{ks}=1.156\text{mGy/mGy}$ 。根据 (式 5),手术医师在受照位置附近进行插入导管等操作时,医师手术位腕部皮肤受照当量剂量为: 100.0mGy/a,手术医师在非受照位置进行手术操作时,医师手术位腕部皮肤受照当量剂量为: 14.5mGy/a,则手术医师腕部皮肤受照当量剂量叠加共为 114.5mGy/a,

满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv 的要求，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

2、介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法，但介入治疗时 X 射线曝光量大，曝光时间长，距球管和散射体近，使介入治疗操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入治疗时 X 射线对操作者和其他人员的影响，本评价提出以下几点要求：

介入治疗医生自身的辐射防护要求：①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量报警仪；④定期维护 DSA 系统设备，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

患者的辐射防护要求：①严格执行 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平，保证患者的入射体表剂量率不超过 100mGy/min；②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施；③采用剂量控制与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散患者的皮肤剂量，避免单一皮肤区域接受全部剂量；④做好患者非照射部位的保护工作。

3、射线装置报废

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

二、大气环境影响分析

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为 DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧。本项目 DSA 机房设有新风系统、常规排风系统和事故排风系统，项目产生的臭氧通过排风系统排出。其中新风口位于机房中部，新风机位于门诊及住院综合楼地下一层西北侧的消防补风机房，新风由室外灰空间引入，经通风管道向东南穿过胃肠室和钨靶室后向南沿放射科走廊，向西穿过 DSA 机房东墙将新风引入 DSA 机房内；常规排风口位于机房中部，经通风管道向东穿过 DSA 机房东墙后，沿放射

科走廊向北一直引至位于东北侧的排风机房，由排风机排入排风井，该排风井最终排放位置位于1楼室外；事故排风口DSA机房东北角，由通风管道引至吊顶后，向东穿过东墙，沿放射科走廊向南引至南侧的空调机房，由排风机排出室外。本项目产生臭氧经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

三、废水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水。项目产生的废水依托医院密地院区的污水管道和污水处理站，该污水处理站处理规模500m³/d，经“二级生化(MBR)+消毒工艺”处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)预处理标准后排入市政管网，最终进入马坎污水处理厂进行深度处理，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级A标准后，尾水排入金沙江。

四、固体废物影响分析

①本项目DSA采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约2kg的医疗废物，每年固体废物产生量约为2000kg。这些医疗废物严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医废暂存间，统一收集后交由当地有资质的单位处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公垃圾和生活垃圾产生量约1.375t/a，医院按照当地管理部门要求，由市政环卫部门收集清运处置。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目产噪设备不多，噪声源主要为设备、新风系统噪声和人员流动噪声，其中设备噪声主要来自风机，噪声值不超过65dB(A)。由于声源均处于室内，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(昼间60dB(A)、夜间50dB(A))标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

本项目使用的 DSA 属于 II 类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当机器运行期间才会产生 X 射线等危害因素，而且最大可能的事故主要有两种：

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；

②手术过程中，人员误入或滞留在 DSA 机房内而造成非主射方向的误照射；

三、源项分析及事故等级分析

本项目医用 X 射线装置主要的环境风险因子为工作时产生的 X 射线。按照中华人民共和国国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-10 中。

表 11-10 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

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

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）给出的放射病的受照剂量范围参考值，如下表 11-11：

表 11-11 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy

	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50.0Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

1、介入手术过程中，发生介入手术人员超剂量照射

(1) 事故假设

①在介入手术操作过程中，DSA 控制系统失灵，手术人员误入或滞留在 DSA 机房内而造成非主射方向的误照射；

②DSA 的 X 射线源处于“曝光”状态，此时设备以工况：90kV/20mA（按透视运行参数）在曝光，介入手术人员在距 X 射线管非主射束方向进行介入手术操作；

③假定该名手术人员未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品，而进行介入手术操作，直至手术完成后才发现（最长手术时间 30min）。

(2) 剂量估算

本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下此按钮就可以停机，则事故工况下误入或滞留在机房的人员所受辐射剂量估算详见表 11-12。

表 11-12 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置 的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量(mSv/ 次)	漏射所致剂量(mSv/ 次)	总剂量 (mSv/次)
0.5	1.00	3.	02	9.92E-02
	5.00	1.	01	4.96E-01
	10.00	3.	01	9.92E-01
	15.00	4.		1.49
	30.00	9.		2.98
1	1.00	8.	02	2.48E-02
	5.00	4.	02	1.24E-01

	10.00	8.	01	2.48E-01
	15.00	1.	01	3.72E-01
	30.0	2.	01	7.44E-01
2	1.00	2.	03	6.20E-03
	5.00	1.	02	3.10E-02
	10.00	2.	02	6.20E-02
	15.00	3.	02	9.30E-02
	30.	6.	01	1.86E-01

事故后果：

根据表 11-12 可知，本项目介入手术人员在不同位置随着时间的推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 2.98mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故，随着时间的推移，受照剂量不断增加，可能造成一般事故。

2、公众误入机房或未撤离机房受意外照射

（1）事故假设

①在介入手术操作过程中，公众人员误入或滞留在 DSA 机房内而造成非主射方向的误照射；

②DSA 的 X 射线源处于“曝光”状态，此时设备以工况：90kV/20mA（按透视运行参数）在曝光

③假定该名公众人员未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品，本项目手术床旁及控制室内均设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 15s。

（2）剂量估算

在不同距离，不同曝光时间，人员误入所受辐射剂量估算详见表 11-13。

表 11-13 公众误入 DSA 机房误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离（m）	时间（s）	散射所致剂量（mSv/次）	漏射所致剂量（mSv/次）	总剂量（mSv/次）
1	5	6	03	2.07E-03
	10	1	03	4.13E-03
	15	2	03	6.20E-03

2	5	1.	04	5.16E-04
	10	3.	04	1.03E-03
	15	5.	03	1.55E-03

事故后果：

根据表 11-13 可知，公众误入或未撤离 DSA 机房，在不同位置随着时间推移，非主射方向 1m 处 15s 的辐射影响，其有效剂量为 $6.20 \times 10^{-3} \text{mSv/次}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 1mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故，随着时间的推移，受照剂量不断增加，可能造成一般事故。

综上所述，若本项目发生辐射事故，最大可能为一般辐射事故。本项目一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

（1）装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

应对措施：介入手术人员佩戴个人剂量计和剂量报警仪进行手术；治疗手术床侧及操作台上方各安装 1 套紧急止动装置，每套皆可单独终止照射；当有人员误入或滞留时，人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出机房。

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

应对措施：检修人员必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪；治疗手术床侧及操作台上方各安装 1 套紧急止动装置，每套皆可单独终止照射；本项目控制台上亦配置有紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

（3）为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

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

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

（4）管理应对措施

医院在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

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

①建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。

③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

④制定医院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

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

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

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

攀钢集团总医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，并于 2024 年 08 月 26 日修订了领导小组内容。

1、领导小组文件包含内容

（一）人员组成

组长

副组长

成员

放射防护小组下设办公室在医学装备部，负责辐射防护的日常管理工作。

（二）制定了工作制度与岗位职责

具体内容见附件2。

2、需要完善的相关内容

根据医院放射（辐射）防护管理领导机构文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①定期修订、检查辐射安全管理领导机构成员名单，确保领导机构的实效性；

②发生放射事故事件和和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并按照程序向生态环境主管部门报告；

③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，负责向上级行政主管部门报告辐射污染事件应急救援情况。

④定期检查医院辐射工作人员执行各项规章制度和技术操作规程情况，保证辐射防护、安全与诊疗质量；

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项目共配置 11 名辐射工作人员，其中 6 名医生，3 名护士，2 名技师，部分员工新招，部分员工从已有工作人员中调岗。

②医院现有辐射工作人员143人，其中从事核医学放射工作人员7人，从事Ⅱ类射线装置操作人员37人，44名工作人员均持有有效期内的辐射安全与防护培训证书（见附件7）。剩余从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员建设单位均已进行自主考核，且考核结果均已存档。

③射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

④医院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，且建立了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。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，本项目辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试；已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再培训。

三、辐射安全档案资料管理和规章制度

1、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位拟新增 DSA，涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	拟办理辐射安全许可证增项	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	医院现有辐射工作人员143人，其中从事核医学放射工作人员7人，从事II类射线装置操作人员37人，44名工作人员均持有有效期内的辐射安全与防护培训证书（见附件7）。剩余从事III类射线装置的辐射工作人员建设单位均已进行自主考核，且考核结果均已存档。未取得合格证或合格证已超过有效期的辐射工作人员中从事III类射线装置使用活动的可由医院自行组织其参加考核，从事II类射线装置使用活动的自行参加环保部组织的网上学习及考试	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	医院已成立“辐射安全与环境保护管理领导小组”，有专人负责辐射安全管理工作	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等相关规定要求
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备案	医院按照表 10-5 进行辐射防护设施的配备，制定《辐射工作场所辐射环境水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等相关规定要求
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案	根据本项目实际情况补充完善《辐射事故应急预案》	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等相关规定要求
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	需对现有辐射安全和防护管理规章制度等进行完善	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求

7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	拟在 DSA 机房辐射工作人员进出口、患者进出口等醒目位置粘贴电离辐射警告标志	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告，该监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分，一并提交给发证机关	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等相关规定要求
10	年度评估	建设单位已将 2024 年度安全和防护状况评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	满足《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等相关规定要求

2、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第20号）“第十六条”、《核技术利用监督检查技术程序》（生态环境部（国家核安全局），2020发布版）及《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表12-2：

表 12-2 辐射安全管理规章制度汇总对照表

序号	国家生态环境部要求		省生态环境厅要求	具体要求	对照分析
	项目	制度名称	制度名称		
1	A 综合	辐射安全与环境保护管理机构和岗位职责	辐射安全与环境保护管理机构和岗位职责	应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员，落实了部门和人员全面负责辐射安全管理的具体工作	已制定，需将本项目新增射线装置辐射工作场所相关负责人和人员加入管理机构，并明确人员职责
2		辐射工作场所安全管理规定	辐射工作场所安全管理规定	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	本次新增工作场所应新增管理制度上墙
3		放疗设备的安全性能检查维护记录	辐射安全防护设施维护维修制度	应定期检查辐射安全防护设施的有效性	已制定
4		辐射安全防护设施维护维修制度			

5	B 场所	场所分区管理制度	场所分区管理制度	按要求划分控制区和监督区，实行分区管理，应有明确的标识	即有场所已划定，需按要求划定新增场所的两区
6		设备操作规程	辐射工作设备操作规程	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	应补充本次新增设备操作规程并在新增的辐射工作场所上墙
7	C 监测	场所及环境监测方案	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	每年委托有资质的单位进行 1 次场所年度监测；平时应定期开展自我监测，并做好记录；取得《许可证》后 3 个月内完成验收监测。	已制定相关制度并按要求实施
8		监测仪表使用与校验管理制度	监测仪表使用与校验管理制度	需制定并落实监测仪表使用与校验管理制度	已制定
9	D 人员	辐射工作人员培训/再培训制度	辐射工作人员培训制度	辐射工作人员和辐射防护负责人均应登录国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址： http://fushe.mec.gov.cn ）学习辐射安全与防护知识并通过考核；已取得辐射安全培训合格证满五年需再培训并考核合格	已制定并落实
10		辐射工作人员个人剂量管理制度	辐射工作人员个人剂量管理制度	个人剂量监测周期为 1 次/季。当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。	已制定并落实
11		工作人员岗位职责	辐射工作人员岗位职责	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	本次新增项目应补充制定工作人员岗位职责并上墙
12		辐射事故/事件应急预案	辐射事故预防措施及应急处理预案	辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划。应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体	已制定并落实，需在新增工作场所墙上悬挂应急预案内容

				醒目，尺寸应不小于 400×600mm	
13	F 其他	/	质量保证大纲和质量控制检测计划	使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位须制定质量保证大纲和质量控制检测计划，利用更精确的诊疗计划减少病患受到不必要的照射	已制定并落实

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》的要求，建设单位应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

医院应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》的要求，将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

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

四、档案管理

医院对相关资料进行了分类归档放置，包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“废物处置记录”，存放在医学装备科。

五、辐射监测

1、工作场所监测

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

据调查，2024年度，医院已委托了四川鸿源环境检测技术咨询有限公司对全院辐射工作场所进行了年度监测，根据医院提供的全院年度监测报告川鸿源环监字[2024]

第F326号：2024年度全院辐射工作场所屏蔽体外30cm处辐射环境监测结果范围为0.021μSv/h~1.797μSv/h（扣除本底值），核医学工作场所X-γ辐射剂量率监测结果范围为0.040μSv/h~1.174μSv/h（扣除本底值），年剂量监测结果范围为2.00×10⁻⁵~2.348mSv，低于（GB18871-2002）规定的职业照射有效剂量20mSv的限值和5mSv的剂量管理约束值及公众照射有效剂量1mSv的限值和0.1mSv的剂量管理约束值。2024年度核医学工作场所控制区β表面污染水平最大值5.833Bq/cm²，核医学工作场所监督区β表面污染水平最大值0.098Bq/cm²，表面污染均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于工作场所控制区和监督区B表面污染不超过40Bg/cm²和4Bg/cm²的要求。

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

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。医院根据DSA的实际使用情况，确定监测频次。

2、监测内容和要求

（1）监测内容：X-γ辐射剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-3）或验收监测布点方案，监测布点示意图见附图10。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议表

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X-γ辐射剂量率	验收监测1次；委托有资质的单位进行监测，频率为1次/年；自行开展辐射监测	操作室等配套房间、机房四周屏蔽墙外、铅窗外、防护门缝、机房正下方、机房正上方等工作场所

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）监测质量保证

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

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构

出具的监测报告中的方法；

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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

3、个人剂量检测

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

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

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

（3）根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

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

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

据调查，医院在2024年07月-2025年03月期间委托四川鸿源环境检测技术咨询有限公司和在2025年04月委托黑龙江省原子能研究院对全院辐射工作人员个人剂量进行监测，根据医院提供的2024.07.01~2025.06.30连续四个季度个人剂量检测结果报告：川鸿源放检字[2024]第G904号、川鸿源放检字[2024]第G1229号、川鸿源放检字[2025]

第G185号、HYFJ-GR-2025-0857A-1，经统计整理，单季度最大为0.67mSv（曾 ），年剂量最大为1.60mSv（卢 ，未发现单季度个人有效剂量超过季度限值1.25mSv的情况，也未发现个人年剂量值超过5mSv的情况。

五、年度监测报告情况

医院应于每年1月31日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》规定的格式编写《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址<http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

六、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对放射诊疗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生态环境、公安、卫健等部门报告。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

（1）发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出 DSA 机房，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》，向生态环境主管部门公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

3、其他要求

（1）辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案；

（2）医院应结合本次新增 DSA 项目，及时补充应急预案内容并演练。

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

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：攀钢集团总医院门诊及住院综合楼新增数字减影血管造影机

（DSA 机房）项目

建设单位：攀钢集团总医院

建设性质：新建

建设地点：攀枝花市东区隆庆路 279 号密地院区攀钢集团总医院门诊及住院综合楼地下一层

本次评价内容及规模为：医院拟在门诊及住院综合楼地下一层放射科区域修建 DSA 机房，并拟在 DSA 机房内安装 1 台数字减影血管造影机（型号 Innova IGS 5，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），DSA 属于 II 类射线装置，出束方向由下向上，主要用于心内科、神内科、普外科及外周血管的介入手术。DSA 年手术量约 1000 台，累计最大出束时间约 516.67h（其中透视 500h，拍片 16.67h）。

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改革委令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2024年2月1日施行）的相关规定，本项目使用的数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗卫生服务建设”，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

本项目所在的门诊及住院综合楼位于攀钢集团总医院密地院区用地范围内，用地取得了攀枝花市自然资源和规划局颁发的《不动产权证书》（川（2023）攀枝花市不动产权第 0018921 号）（具体见附件 4），用地用途为医疗卫生用地；医院于 2024 年 03 月 21 日取得了攀枝花市生态环境局“关于攀钢集团总医院门诊及住院综合楼项目环境影响报告书的批复（攀环审批[2024]17 号）”（具体见附件 5），目前门诊及住院综合楼主体已经修建完工，本项目 DSA 机房基本框架已完工。本项目仅为医院配套建设项目，不新增用地，且拟建的 DSA 机房为专门的辐射工作场所，建成后有良好的

实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，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

根据四川同佳检测有限责任公司的监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 78~106nGy/h，与四川省生态环境厅发布的《2024 年四川省生态环境状况公报》中攀枝花市空气吸收剂量率年均值范围（70nGy/h~100nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

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

（二）营运期环境影响分析

本项目投入运营后，机房内主刀医生（第一术者位）最大年有效剂量为4.85mSv/a，助手医生（第二术者位）最大有效剂量为1.90mSv/a，手术室内护士最大年有效剂量为3.84E-04mSv/a，在控制室内技师最大年有效剂量为2.00E-02mSv/a，机房周围的公众最大有效剂量为3.93E-02mSv/a（DSA机房正上方）。DSA投入运营后，本项目产生的X射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对DSA机房外公众影响更小。

综上所述，本项目工作人员所受的年剂量低于本次评价中所确定的 5.0mSv 的年剂量约束值，公众所受的年剂量低于本次评价中所确定的 0.1mSv 的年剂量约束值。同时满足满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 的剂量限值的规定。从上述结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、防护门窗满足辐射防护的要求。

六、事故风险与防范

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

七、环保设施与保护目标

医院落实本报告表提出的环保措施后，可使本次环评中确定的所有保护目标，所

受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理综合能力

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

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为项目在攀枝花市东区隆庆路 279 号密地院区攀钢集团总医院门诊及住院综合楼手术室区域建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。
- 4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收。
- 5、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前在核安全申报系统中进行报送，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。
- 6、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

7、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

二、项目竣工验收检查内容

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

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	设施	数量
辐射屏蔽措施	铅防护门扇（均为 3mm 铅当量）	3 扇
	铅玻璃观察窗扇（3mm 铅当量）	1 扇
	屋顶：250mm 混凝土楼板	1 间
	四周墙体：370mm 实心砖	
	地面：250mm 混凝土楼板	
安全装置	工作状态指示灯箱	3 个
	电离辐射警告标志	3 个
	铅悬挂防护屏（0.5mmPb）	1 副
	床侧防护帘（0.5mmPb）	1 副
	对讲系统	1 台
	紧急制动装置	1 套
	门灯连锁装置	3 套
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计	11 套
	个人剂量报警仪	3 台
	便携式辐射剂量监测仪	1 台
	医护：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	3 套
	患者：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	1 套
其他	通风设施	3 套
	灭火器材	1 套

在今后实践中，医院应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂

行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第 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，建设单位应当按照中华人民共和国国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

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

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

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

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

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

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

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

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

表 14 审批

<div>下一级环保部门预审意见</div> <div><div>经办人</div><div>公</div><div>章</div></div> <div><div>年</div><div>月</div><div>日</div></div>
<div>审批意见</div> <div><div>经办人公</div><div>章</div></div> <div><div>年</div><div>月</div><div>日</div></div>