

编号：ZFHK-FB20220008

核技术利用建设项目

兰州大学第二医院新增 DSA 装置应用项目

环境影响报告表



兰州大学第二医院
二〇二〇年八月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

兰州大学第二医院新增 DSA 装置应用项目 环境影响报告表



建设单位名称：兰州大学第二医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

A handwritten signature in blue ink, appearing to be '刘一凡' (Liu Yifan).

通讯地址：甘肃省兰州市城关区萃英门 82 号

邮政编码：730030 联系人：刘一凡

电子邮箱：617151522@qq.com

联系电话：13008755275

打印编号: 1590632281000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	mfc8q4		
建议项目名称	兰州大学第二医院新增DSA装置应用项目		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目 (不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置)		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)			
统一社会信用代码	126200004888824659		
法定代表人 (签章)	王琛		
主要负责人 (签字)	刘一凡		
直接负责的主管人员 (签字)	刘一凡		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)			
统一社会信用代码	91330003MA27L8414T		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
黄雪琴	2013035610350000003510610194	BH006533	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
黄雪琴	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH006533	

目 录

表1项目基本情况	- 1 -
表2放射源	- 14 -
表3非密封放射性物质	- 14 -
表4射线装置	- 15 -
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	- 25 -
表9工程分析与源项	- 29 -
表10辐射安全与防护	- 34 -
表11环境影响分析.....	- 43 -
表12辐射安全管理	- 58 -
表13结论与建议	- 65 -
表14审批.....	- 68 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		兰州大学第二医院新增 DSA 装置应用项目			
建设单位		兰州大学第二医院			
法人代表	王琛	联系人	刘一凡	联系电话	13008755275
注册地址		甘肃省兰州市城关区萃英门 82 号			
项目建设地点		兰州大学第二医院住院部 2 号楼 4 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)	90	投资比例 (环保投资/总投资)	9%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	55.8
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	/			
	<h3>1.1 项目概述</h3> <h4>1.1.1 建设单位简介</h4> <p>兰州大学第二医院 (简称兰大二院) 是一所集医疗、急救、教学、科研、预防、保健、康复、健康于一体的大型综合性三级甲等医院, 是“全国百姓放心示范医院”、“全国百姓放心百佳示范医院”, 拥有甘肃省儿童医院。</p>				

医院本部占地 155 亩，总建筑面积约 40.1 万平方米。现有职工 5300 余人（含离退休人员）。开放床位 3500 张，2019 全年门诊量 201.18 万人次，急诊量 7.61 万人次，住院人数 12.78 万人次，手术量 7.93 万台次，医院本部设有 24 个党政后勤职能处室、89 个临床医技科室，1 个直属机构、3 个直属单位，49 个学科。

医院拥有总价值达 10.66 亿余元的大型高精尖检测、诊断、治疗设备，包括 Pet-CT，容积旋转调强(VMAT-Elekta Synergy™)医用直线加速器，飞利浦放疗专用大孔径 4D-CT 模拟定位机(Brilliance CT Big Bore)，铱-192 高剂量率近距离治疗机,医科达-Monaco 和飞利浦-Pinnacle3 治疗计划系统，医科达肿瘤信息网络系统(Mosaiq),德国激光定位灯 LAP(DORADO4)以及德国 PTW 三维水箱、瑞典 ScandiDos 公司实时剂量四维验证系统 (Delta4)、二维矩阵验证系统，3.0T 核磁共振、128 排螺旋 CT、宝石 CT、移动 CT、ECT、直线加速器、数字胃肠机、体外震波碎石机、3D 腹腔镜、数字减影血管造影机、彩色多普勒超声检查仪、大型自动化生化仪、一体化手术间、流式细胞仪、基因测序仪、全自动质谱分析仪、全自动片剂摆药机、神经外科立体定向系统、椎间孔镜、超声内镜、数字乳腺机、准分子激光仪等国际一流医疗设备。雄厚的技术力量和先进的诊疗手段，促进医院诊疗水平。

医院另设有定西医院和西固医院两个分院区。本项目拟设置于医院本部院区。

1.1.2 核技术应用的目的和由来

为满足群众日益提高的就医需求和医院进一步发展的需要，提升医院服务水平，扩展医疗服务项目，兰大二院拟在院本部住院部 2 号楼 4 楼原预留的 DSA 机房（配套有控制室和设备间）新增 DSA 装置（125kV，1250mA）1 台，该设备属于 II 类射线装置。**本项目中 DSA 装置的应用目的和任务是：用于全身血管疾病检查，可消除其余影像，清晰地显示血管的精细解剖结构并辅助介入治疗。**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，项目建设单位在申请《辐射安全许可证》前，应组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。

对照《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 公告 2017 年第 66 号），该设备属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，应为 II 类射线装

置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第44号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第1号），本项目属于“五十、核与辐射”中“191、核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。因此，建设单位委托中辐环境科技有限公司开展兰大二院新增DSA装置应用项目环境影响报告表的编制工作，委托书见附件1。

在接受委托后，评价单位对本项目进行现场调查，同时委托浙江建安检测研究院有限公司对本项目所处场所进行了X- γ 辐射剂量率监测，继而在查阅设计资料的基础上，结合本项目的辐射危害特征，从辐射防护的角度论证项目的可行性，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》（HJ 10.1-2016）的要求，编制完成了本环境影响报告表。

1.1.3项目目前建设情况

目前，该项目DSA装置机房已建好（为预留机房），DSA装置尚未购买，尚未投入使用。

1.2项目概况

1.2.1项目建设内容及规模

本项目建设内容包括：兰大二院拟在院本部住院部2号楼4楼原预留的DSA机房（配套有控制室和设备间）新增1台DSA装置，额定管电压125kV，额定管电流1250mA，用于医疗诊断及介入治疗。其中：

配套辅助用房：控制室1间，建筑面积26.0m²；设备间1间，建筑面积11.0m²；

DSA机房面积55.8m²，净空尺寸：长9.30m×宽6.0m×高4.2m。

DSA机房屏蔽防护情况：

- 1) 四周墙体：龙骨结构+3mm铅板，折算后总铅当量是3mmPb；
- 2) 顶棚：20cm厚混凝土，折算后铅当量是2.5mmPb；
- 3) 地坪：20cm厚混凝土，折算后铅当量是2.5mmPb；
- 4) 观察窗：3mmPb铅玻璃，折算后铅当量是3.0mmPb；
- 5) 防护门（3扇）：内衬3.0mm厚铅板，折算后铅当量是3.0mmPb。

本项目主要设备配置及主要技术参数见表1.2.1-1。

表 1.2.1-1 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	单台手术平均照射时间	单台设备最大出束时间
DSA	飞利浦, UNIQ FD20	II类	1	125kV, 1250mA	摄影 2min/台 透视 8min/台	摄影 20h/a 透视 80h/a

备注：根据医院提供资料，手术量最多 600 台/年。

1.2.2 项目组成及主要环境问题

项目组成及主要环境问题见表 1.2.2-1。

表1.2.2-1 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	拟在院本部住院部 2 号楼 4 楼原预留的 DSA 机房新增 1 台 DSA 装置，额定管电压 125kV，额定管电流 1250mA，属于 II 类射线装置。 DSA 机房有效使用面积 55.8m ² ，机房四周墙体采用龙骨结构+3mm 铅板，顶棚和地坪采用 20cm 混凝土，观察窗采用 3mmPb 铅玻璃，3 扇防护门均内衬 3mm 铅板。	利用既有设施，无施工期遗留问题。设备安装调试期间，设备包装固废、射线装置安装调试阶段产生 X 射线等污染物。	X射线、臭氧、噪声、医疗废物
辅助工程	DSA 装置配套房间：控制室 1 间，设备间 1 间。		/
公用工程	排水、配电、供电和通讯系统等	生活污水、生活垃圾、电力、通讯依托	/
办公及生活设施	医生办公室等	医院原有设施，无施工期遗留问题	生活废水、生活垃圾

1.3 劳动定员及工作制度

(1) 劳动定员：本项目 DSA 装置辐射安全管理职能部门为医院放射科，放射科为本项目拟配备 5 名工作人员，均从现有辐射工作人员内部进行调配，在本项目投入运行之后停止其原有辐射工作内容，因此不涉及叠加剂量。

项目辐射工作人员基本情况汇总详见表 1.3-1。

表1.3-1 本项目辐射工作人员基本情况一览表

序号	姓名	性别	职称/职位	所属科室	职业健康检查结论	个人剂量监测情况	辐射防护培训证书编号
1	林欣	男	副主任医师	放射科	2018年11月，可继续原放射工作，甘肃省疾病预防控制中心	个人剂量正常	2017006100
2	卢昌宏	男	主治医师	放射科		个人剂量正常	2017006128
3	秦立军	男	副主任医师	放射科		个人剂量正常	2017006120
4	马蔓娟	女	主管护士	放射科		个人剂量正常	2017006104
5	任学谦	男	护士	放射科		个人剂量正常	2017006110

(2) 工作制度：每天工作8小时，每年工作按250天计。

1.4项目地理位置和周边保护目标关系

1.4.1地理位置及项目周边环境

(1) 兰大二院院本部

兰大二院院本部位于甘肃省兰州市城关区萃英门82号，东经103°48'45.10"，北纬36°3'40.33"。医院的北侧临南滨河东路，隔路为黄河；医院的西侧为萃英门路，隔路为白云观、甘肃省交通工程质量监督管理局；医院的南侧为萃英门路，隔路为建筑空地；医院的东侧为地税大楼（项目屏蔽体外约29m处）、住宅楼（其中金城名苑住宅区位于项目北侧机房屏蔽体外约25m处）、兰州民族中学（项目屏蔽体外约154m处）。

地理位置详见图1.4.1-1，项目外环境关系及评价范围示意图见图1.4.1-2。



图 1.4.1-1 项目地理位置图

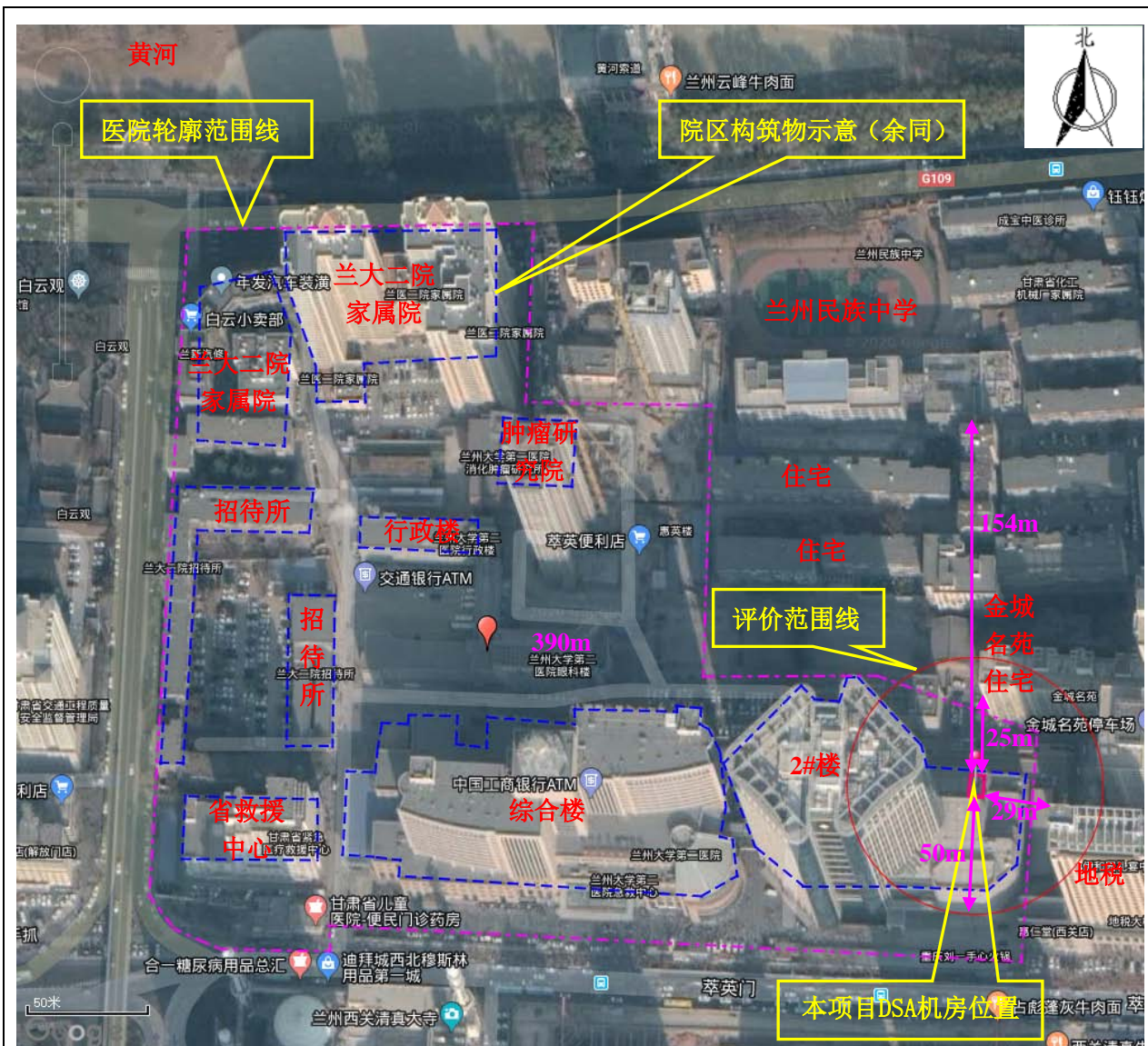


图 1.4.1-2 项目外环境关系及评价范围示意图

(2) 本项目DSA机房

本项目拟新增的DSA装置拟设置于院本部住院部2号楼4楼原预留的DSA机房(配套有控制室和设备间)，整个外环境关系为：住院部2号楼的北侧为金城名苑住宅区(项目屏蔽体外约25m处)，东侧为地税大楼(项目屏蔽体外约29m处)，南侧为萃英门路，西侧为医院综合楼。项目50m评价范围内的环境情况详见图1.4.1-2。

本项目DSA装置具体拟建于住院部2号楼4楼裙楼的东南角，机房的北侧、东侧为污物通道，南侧为洁净走廊、西侧为控制室和设备间，楼上为病房，楼下为门诊诊室。

本项目DSA机房平面布置图详见图1.4.1-3。

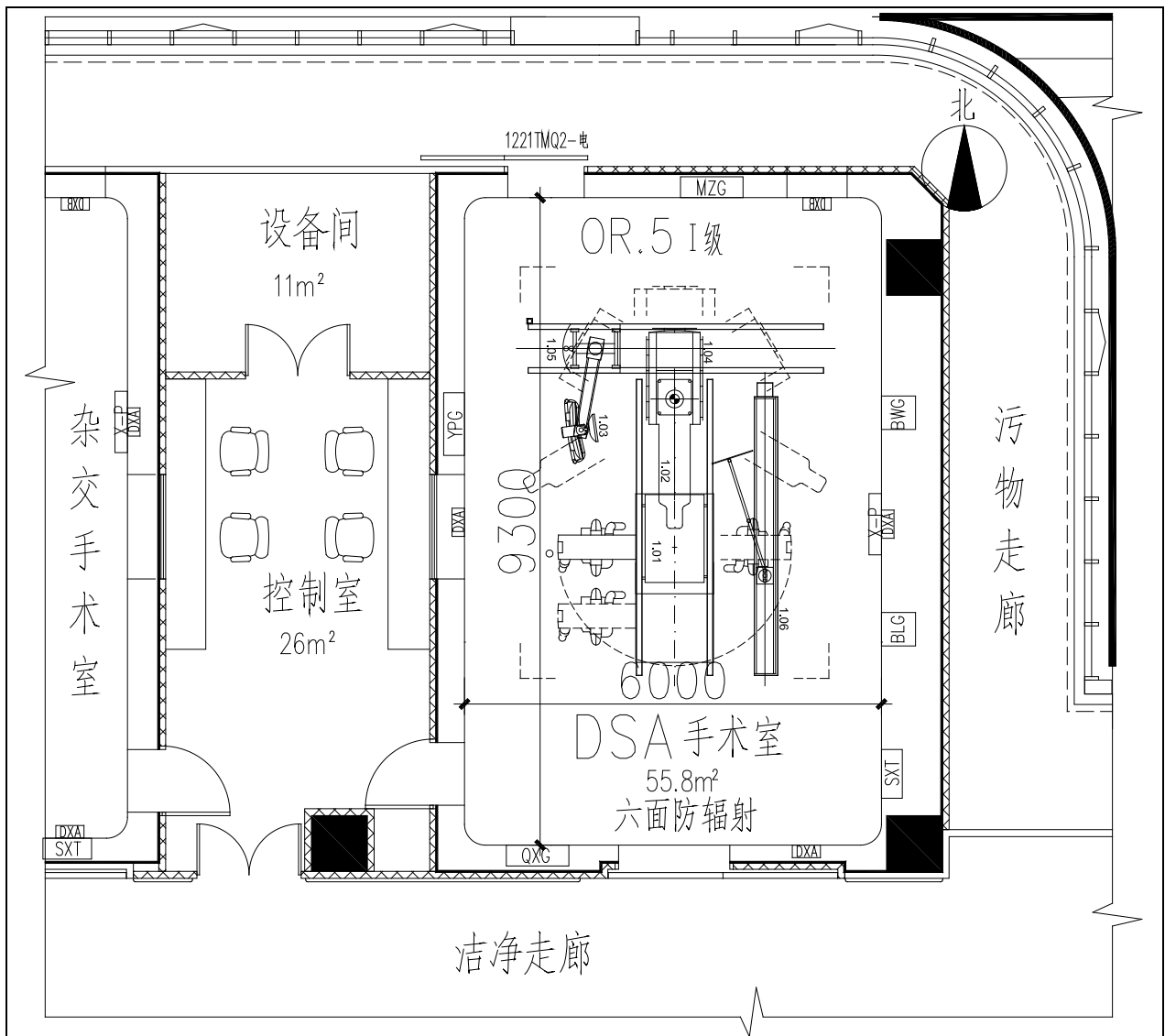


图 1.4.1-3 本项目 DSA 机房平面布置图

1.5 选址、布局合理性分析

本辐射项目位于医院内部，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，辐射机房具体拟建于医院住院部2号楼裙楼的四楼，如图1.4.1-2。机房平面布局和建设时充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，采取的屏蔽措施和安全防护措施满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求，对周围环境的影响较小，因此，本项目的选址合理。

本项目DSA机房位于住院部2号楼裙楼四楼的东北角，该区域相对独立。如图1.4.1-3，机房的北侧、东侧为污物通道，南侧为洁净走廊、西侧为控制室和设备间，楼上为病房，楼下为门诊诊室。DSA机房采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且保证相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局基本合理。

1.6产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号修改，2020年1月1日起施行）：“一、鼓励类十三、医药5、新型医用诊断设备和试剂、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”之规定，本项目属于“介入设备的应用”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

1.7医疗照射正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“4.3辐射防护要求”，“4.3.1实践的正当性 4.3.1.1对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。”

兰大二院地理位置优越，病人能够就近治疗；DSA装置的应用，有其他技术无法替代的特点，在延缓病情、保证病人健康、挽救病人生命方面能起到十分重要的作用。本项目的应用将为病人提供一个优越的诊疗环境，提高人民生活质量，具有明显的社会效益；同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，在保证病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的应用对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“医疗照射正当性”的要求。

1.8评价目的

- （1）对于本项目周围区域辐射环境现状进行监测，掌握区域辐射环境现状水平。
- （2）分析项目在运行过程中对工作人员和公众以及环境造成的辐射影响。
- （3）评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为生态环境行政主管部门管理提供依据。
- （4）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射影响减少到“可合理达到的尽

量低水平”。

(5) 通过项目环境影响评价，为建设单位环境保护和公众利益给予技术支持。

(6) 为建设单位的辐射管理提供科学依据。

1.9 环保投资一览表

本项目总投资为1000万元，环保投资90万元，投资比例9%。

表 1.9-1 环保投资一览表

辐射安全措施		内容	投资金额（万元）
辐射 防护 措施	辐射屏蔽措施	屏蔽墙、屏蔽门、铅玻璃、通风系统、安全联锁等	62
	辐射安全培训	工作人员辐射安全培训，每五年参加复训(已有)	2
	个人剂量监测	对工作人员个人剂量计进行定期监测（已进行）	1
	个人防护用品	铅防护服、铅背心、铅眼镜等个人防护用品 5套（拟购）	9
		0.5mm 铅当量铅屏风 1套（拟购）	5
		个人剂量计（已有，建议手术医生配置 2台/人）	5
	场所监测	自主监测、年度监测、竣工环保验收监测（拟进行）	3
警示标志	机房外设置有限的警示标志和工作状态指示灯（拟设置）	2	
监测设备	环境 X-γ 辐射监测仪（拟购）1台		1
环保投资合计			90
本项目总投资			1000
环保投资占总投资比例			9%

1.10 建设单位原核技术利用项目许可情况

(1) 原有核技术项目回顾

甘肃省生态环境厅于 2018 年 12 月 27 日为兰大二院颁发了辐射安全许可证，证书编号为：甘环辐证[A0104]。辐射安全许可证种类和范围为：使用 III 类、V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，使用乙级非密封放射性物质工作场所。辐射安全许可证有效期至 2023 年 12 月 26 日。

医院现有核技术利用项目许可情况详见表 1.10-1、1.10-2、1.10-3。

表 1.10-1 现辐射安全许可证上已许可的放射源一览表

序号	核素	类别	总活度 (贝可) /活度 (贝可) ×枚数	活动种类	备注
1	Ir-192	III类	1.85E+12	使用	已许可
2	Sr-90	V类	3.33E+8	使用	
3	Sr-90	V类	1.74E+9	使用	
4	Ge-68	V类	1.85E+7	使用	
5	Ge-68	V类	3.5E+6	使用	

表 1.10-2 现辐射安全许可证上已许可的非密封放射性物质一览表

序号	名称	场所等级	年最大用量 (贝可)	活动种类	备注
1	Tc-99m	乙级	1.11E+11	使用	已许可
2	I-125	乙级	4.63E+9	使用	
3	I-131	乙级	2.78E+11	使用	
4	P-32	乙级	9.25E+9	使用	
5	Sr-89	乙级	1.48E+10	使用	
6	C-14	乙级	2.5E+8	使用	
7	Ga-68	乙级	1.88E+10	使用	
8	Cu-64	乙级	1.88E+10	使用	
9	Sm-153	乙级	9.25E+9	使用	
10	Lu-177	乙级	9.25E+9	使用	
11	F-18	乙级	2.04E+12	生产/使用	
12	C-11	乙级	3.75E+11	生产/使用	
13	N-13	乙级	3.75E+11	生产/使用	

表 1.10-3 现辐射安全许可证上已许可的射线装置一览表

序号	装置名称	类别	装置数量	活动类别	目前项目情况	备注
1	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II	1	使用	使用	已许可
2	制备正电子发射计算机断层显像装置 (PET) 放射性药物的加速器	II	1	使用	使用	
3	血管造影用 X 射线装置	II	3	使用	使用	
4	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III	7	使用	使用	
5	放射治疗模拟定位装置	III	1	使用	使用	
6	医用诊断 X 射线装置	III	15	使用	使用	
7	口腔 (牙科) X 射线装置	III	6	使用	使用	

(2) 医院辐射安全管理现状

兰大二院严格遵守《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》等相关辐射防护法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施的运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

①医院已成立辐射安全与环境保护管理机构（机构内设立了领导小组），并建立了一系列辐射安全管理制度，并严格执行。

医院现有辐射安全与防护管理制度适用于医院对维持辐射安全与环境保护的日常运行，本环评建议医院修订辐射安全与防护管理制度，将卫生和环保制度分别列为两项制度，并增加辐射工作岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、射线装置设备检修维护制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作场所监测制度等内容。

②该医院目前辐射工作人员均已参加过由甘肃省核与辐射安全中心组织的辐射安全与防护培训班，并取得合格证明；

③医院为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，辐射工作期间，辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每3个月送检一次，建立了完善的剂量健康档案。

建设单位委托甘肃省疾病预防控制中心开展辐射工作人员个人剂量检测工作。根据医院提供的本项目拟安排辐射工作人员的最新连续4个季度（2018年12月~2019年12月）的个人剂量监测结果可知，项目拟安排辐射工作人员的个人剂量均未出现异常，年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对工作人员要求的剂量限值20mSv和管理剂量约束值5mSv的要求。

④医院为每位辐射工作人员建立了职业健康体检档案，医院提供的最新的职业健康体检报告为2018年11月的，根据体检报告显示，未检出疑似放射病例。

本环评要求：医院应按照环保等相关法规的要求，及时对辐射工作人员进行职业健康体检，并建立档案存档；一旦发现有工作人员已不适合继续从事辐射工作，应该尽快给予相应的措施。医院应及时组织新增辐射工作人员与原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

⑤医院辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、工作指示灯等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

⑥据医院介绍，自原有核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。

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	储存方式与地点	备注
	本次环评 不涉及							

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	储存方式 与地点
	本次环评 不涉及									

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	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	本次环评不涉及									

(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	1	飞利浦, UNIQ FD20	125	1250	影像诊断和介入治疗	住院部 2 号楼 4 楼	新增
	以下空白								

(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			储存方式与地点
										活度 (Bq)	储存方式	数量	
	本次环评不涉及												

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
O ₃	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	/	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
NO _x	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	/	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
药棉、纱布、手套等医疗废物（无放射性普通废物）	固体	/	/	约 20kg（600 台手术/年计）	约 240kg（600 台手术/年计）	极低浓度	/	采用专门的收集容积集中回收后，转移至医疗废物暂存库，按照医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一处理。

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

法 规 文 件	<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九号，2014 年修订，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二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行）；</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六号，2003 年，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 682 号，2017 年修改，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》，（环境保护部令部令 44 号，2017 年，2017 年 9 月 1 日起施行，2018 年生态环境部部令 1 号修改）；</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 449 号，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 709 号）修订，（2019 年实施）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布；根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》第一次修正；根据 2017 年 12 月 12 日环境保护部第五次部务会议通过的环境保护部令 47 号《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正；2019 年 8 月 22 日生态环境部令 7 号《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正）；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号，2011 年，2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部令 55 号，2007 年）；</p>
------------------	--

	<p>(11) 《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公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施）；</p> <p>(12) 《甘肃省辐射污染防治条例》（甘肃省人民代表大会常务委员会公告第 19 号，2014 年 11 月 28 日，2015 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(13) 《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，2019 年 12 月 23 日，2020 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(14) 甘肃省生态环境厅关于印发《甘肃省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2020 年本）的通知》（甘环发【2020】45 号，2020 年 5 月 14 日印发）。</p>
<p>技术标准</p>	<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和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(6) 《医疗照射防护基本要求》（GB179-2006）；</p> <p>(7) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）。</p>
<p>其他技术资料</p>	<p>(1) 兰大二院环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 《辐射安全许可证》，证书编号：甘环辐证[A0104]</p> <p>(3) 其它技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1评价范围

本次环境影响评价仅针对兰大二院新增DSA装置应用项目进行评价。

DSA装置应用项目属于II类射线装置使用项目，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“1.5评价范围和保护目标：放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物质边界外50m的范围”，根据本项目的辐射特点，运行过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小，且主要影响人员是射线装置工作场所临近的职业工作人员及公众，因此，确定本项目评价范围为DSA机房实体屏蔽边界外50m区域内的周围环境（包络范围见图1.4.1-2）。

7.2评价因子

本项目评价因子为X射线。

7.3保护目标

本项目拟新增的DSA装置拟设置于院本部住院部2号楼4楼裙楼的东北角，机房的北侧、东侧为污物通道，南侧为洁净走廊、西侧为控制室和设备间，楼上为病房，楼下为门诊诊室。DSA机房平面布置图详见图1.4.1-3。结合本项目的评价范围，确定本评价项目的环境保护目标是从事该项目辐射工作的医务人员及辐射工作场所周围50m范围内活动的非本项目工作人员和公众人员。

本项目环境保护目标详见表7.3-1。

表7.3-1 本项目环境保护目标信息

分类	位置描述	方位	保护目标	最近距离 (m)	备注	剂量约束值 (mSv/a)
职业人员	DSA 机房	机房内	手术医生、护士、工作人员	0.5	5 人	5
	控制室	机房西侧		3.3		
公众人员	污物通道	机房北侧	非辐射工作人员及公众	4.9	流动人员	0.25
	污物通道	机房东侧		3.3		
	金域名苑住宅区	机房北侧		25	500 人	
	地税大楼	机房东侧		29	200 人	
	洁净走廊	机房南侧		4.9	流动人员	
	设备间	机房西侧		3.3		
	病房	楼上		3.5		
	门诊诊室	楼下		2.5		
	项目所在楼其他楼层、评价范围内院内空地等	/		/		

7.4 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

剂量限值

第4.3.2.1款应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准6.2.2规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B（标准的附录B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

附录B

B1.1 职业照射

第B1.1.1.1款 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；

本项目取其四分之一，即不超过5mSv作为辐射工作人员的年照射管理剂量约束值；四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过125mSv。

第B1.2款公众照射

实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

本项目取其四分之一，即不超过**0.25mSv**作为公众的年照射管理剂量约束值。

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1控制区

6.4.1.1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。

6.4.2监督区

6.4.2.1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。

7.3.2 《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

本标准规定了医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、X射线诊断操作的通用防护安全要求及其相关检测要求。本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学实践。

5、X射线设备机房防护设施的技术要求

5.1 X射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

5.2 每台X射线机（不含移动式 and 便携式床旁摄影机与车载 X射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的X射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表7.3.2-1要求。

表 7.3.2-1 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机	20	3.5

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7.3.2-2 要求。

表 7.3.2-2 不同类型射线装置设备机房的屏蔽防护应要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

5.4在距机房屏蔽体外表面0.3m处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的X射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

5.5机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

5.6机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

5.7机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

5.8患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

5.9每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表7.3.2-3基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb ；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb 。

5.10机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

表 7.3.2-3 个人防护用品好辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护屏、床侧防护帘 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	——

注：“——”表示不要求。

7.3.3 《医用 X 射线个人防护材料及用品标准》(GBZ 176-2006)

第13.2款应用中的检查

使用中的个人防护材料及用品每年应至少自行检查2次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量。

第13.3款使用年限的要求

个人防护材料及用品的正常使用年限为 5 年，经检查并符合防护要求时可延至 6 年。

7.3.4 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为1个月，最长不得超过3个月。

5.2.3 对于强贯穿辐射和弱贯穿辐射的混合辐射场，弱贯穿辐射的剂量贡献 $\leq 10\%$ 时，一般可只监测Hp(10)；弱贯穿辐射的剂量贡献 $> 10\%$ 时，宜使用能识别两者的鉴别式个人剂量计，或用躯体剂量计和局部剂量计分别测量Hp(10)和Hp(0.07)。

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

5.3.3对于5.3.2所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所描述

8.1.1 地理位置

兰州，甘肃省省会，西北地区重要的工业基地和综合交通枢纽，西部地区重要的中心城市之一，丝绸之路经济带的重要节点城市。

兰大二院位于甘肃省兰州市城关区萃英门82号，东经103°48'45.10"，北纬36°3'40.33"。医院的北侧临南滨河东路，隔路为黄河；医院的西侧为萃英门路，隔路为白云观、甘肃省交通工程质量监督管理局；医院的南侧为萃英门路，隔路为建筑空地；医院的东侧为地税大楼（项目屏蔽体外约29m处）、住宅楼（其中金域名苑住宅区位于项目北侧机房屏蔽体外约25m处）、兰州民族中学（项目屏蔽体外约154m处）。医院的地理位置详见图1.4.1-1。

8.1.2 项目场所描述

本项目新增的DSA装置拟建于兰大二院住院部2号楼裙楼的四楼，整个外环境关系为：住院部2#楼的北侧为金域名苑住宅区（项目屏蔽体外约25m处），东侧为地税大楼（项目屏蔽体外约29m处），南侧为萃英门路，西侧医院综合楼。项目50m评价范围内的环境情况详见图1.4.1-2。

本项目DSA装置具体拟建于住院部2号楼4楼裙楼的东北角，机房的北侧、东侧为污物通道，南侧为洁净走廊、西侧为控制室和设备间，楼上为病房，楼下为门诊诊室。DSA机房平面布置图详见图1.4.1-3。

8.2 辐射环境质量现状监测

受兰大二院委托，中辐环境科技有限公司承担了本项目的环境影响评价工作。中辐环境科技有限公司委托具有辐射监测资质的浙江建安检测研究院有限公司对本项目 X 射线装置应用场所及周边环境进行辐射环境现状监测。

8.2.1 监测项目以及监测点位布置图

(1) 监测项目

环境 X- γ 空气吸收剂量率。

(2) 监测点位

根据项目的平面布置和周围环境情况布设监测点。

具体监测点位详见图 8.2.1-1。

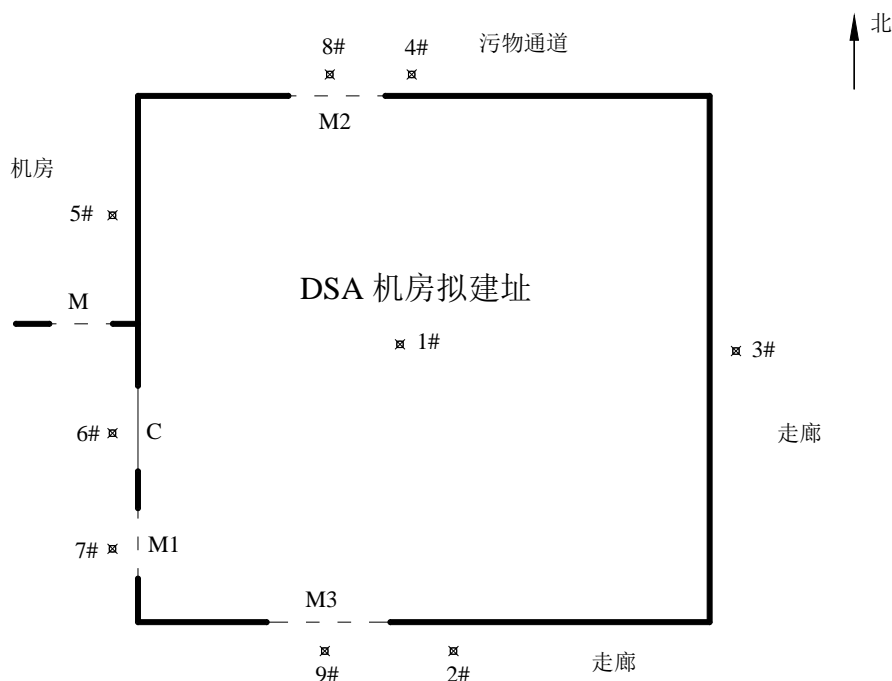


图 8.2.1-1 X-γ 辐射空气吸收剂量率现状监测布点图

8.2.2 监测时间与条件

监测时间：2020 年 04 月 11 日

环境条件：天气：晴；温度 18°C，相对湿度 45%。

8.2.3 监测使用仪器及测量方法

监测仪器详见表 8.2.3-1。

表 8.2.3-1 X-γ 辐射监测仪器参数表

仪器型号	XH-2020 环境级 X-γ 剂量仪
生产厂家	西安西核彩桥实业科技有限公司
仪器编号	05033018
能量范围	45keV~3MeV(±30%)
量程 (校准)	0.001~1000 μ Gy/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院
校准证书	2020H21-20-2370076003-01

8.2.4 监测质量保证

根据《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和实验室的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

- ①监测机构通过了计量认证；
- ②监测前制定了详细的监测方案及实施细则；
- ③合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- ④监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；
- ⑤监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- ⑥每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；
- ⑦现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和监测数据；
- ⑧建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；
- ⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.2.5 环境质量现状监测结果

本项目X- γ 辐射剂量率现状监测数据见表8.2.5-1，监测布点图见图8.2.1-1。

表 8.2.5-1 环境背景 X-γ 空气吸收剂量率监测结果

检测点编号	检测点位置	检测结果 (nSv/h)	
		平均值	标准差
1#	机房内部	70	9
2#	机房南走廊	76	9
3#	机房东走廊	70	6
4#	机房北走廊	74	5
5#	机房西控制室及机房	73	7
6#	观察窗 C	72	6
7#	M1	74	6
8#	M2	68	9
9#	M3	71	7
10#	机房上方病房	72	7
11#	机房下方门诊诊室	79	13
12#	距机房所在建筑以北 50m 住宅区	73	8
13#	距机房所在建筑以东 50m 住宅区	71	6

注：1、测量时探头距离地面约 1m；2、所有测量值均未扣除宇宙射线，每个监测点测量 5 个数据取平均；3、测量值经校准因子修正。

8.3 环境质量现状监测结果分析

从表 8.2.5-1 中的监测结果可知：本项目拟建 DSA 装置机房周围监测的 X-γ 辐射剂量率监测结果在 68~79nSv/h 之间，经换算后 X-γ 辐射空气吸收剂量率在 68~79nGy/h 之间，与《甘肃省环境天然贯穿辐射水平调查研究》中甘肃省建筑物室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围值约为 (33.5~166.6) nGy/h 相比，无显著差异，表明拟建项目周围辐射环境处于当地正常水平，无异常现象。

表 9 工程分析与源项

9.1 施工期工艺分析

本项目DSA装置拟设置于原有的已装修好的房间内，土建及装修施工不在本次环评的范围内。DSA装置只有在开机曝光过程中才会产生X射线，并随着机器的开、关而产生和消失。DSA装置在建设期末通电运行，因此，不会对周围环境造成辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 工作原理

介入治疗是利用现代高科技手段进行的一种微创性治疗，其应用数字技术，扩大医生视野，借助导管、导丝延长了医生的双手，它的切口（穿刺点）仅有米粒大小，不用切开人体组织，就可治疗许多过去无法治疗、必须手术治疗或内科疗效不佳的疾病，如肿瘤、血管瘤、各种出血等。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。DSA常应用于介入治疗，其能指导介入手术时医生快速、精确地操作；医生在DSA 医学影像学设备的引导下，利用特殊的穿刺针、导管、导丝、支架和栓塞剂等器械代替传统的手术刀，对疾病进行诊断和局部治疗。

血管造影用X射线装置（DSA）技术是计算机与常规X 射线血管造影相结合的一种新的检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

DSA装置中产生X射线的装置主要由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的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而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射线管的两极之间，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。

典型 X 射线管结构详见图 9.2.1-1。

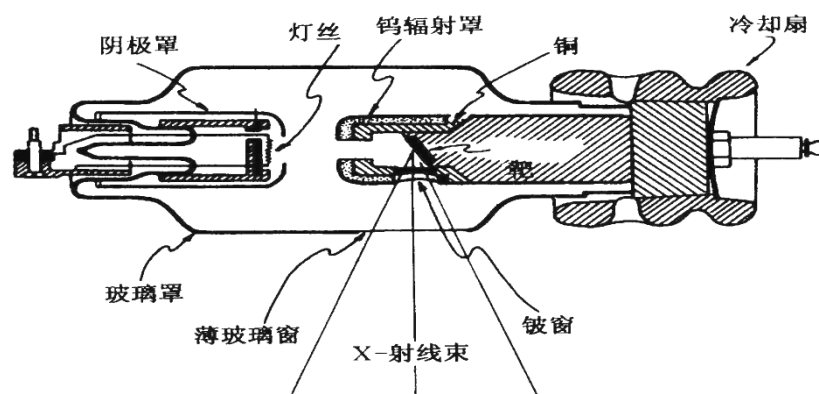


图 9.2.1-1 典型 X 射线管结构图

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成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前和注入造影剂后的血管造影X射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

9.2.2设备组成

DSA是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。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9.2.2-1所示。

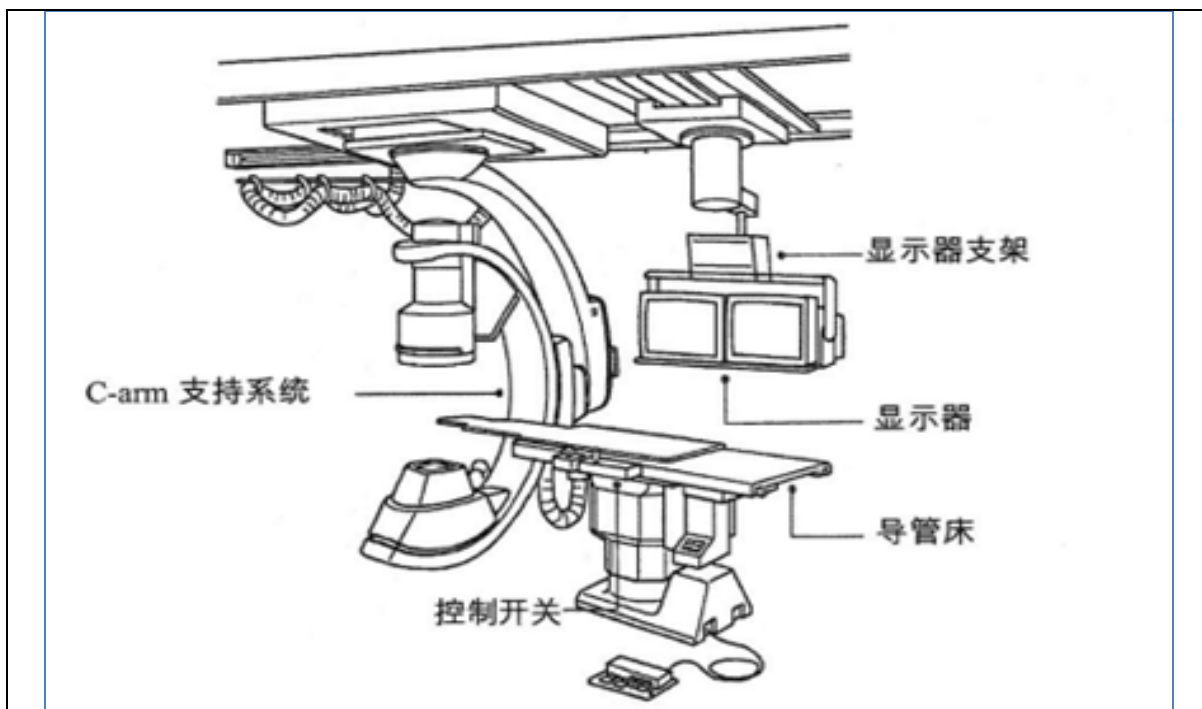


图 9.2.2-1 DSA 射线装置整体外观示意图

9.2.3操作流程

诊疗时，受检者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在X射线透视下将导管送上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留X射线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况，医生需进行手术治疗时，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，此时操作医师位于铅屏风后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

9.2.4污染因子

DSA的X射线诊断机曝光时，主要污染因子为X射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均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。DSA操作流程及产污环节如图9.2.4-1所示。

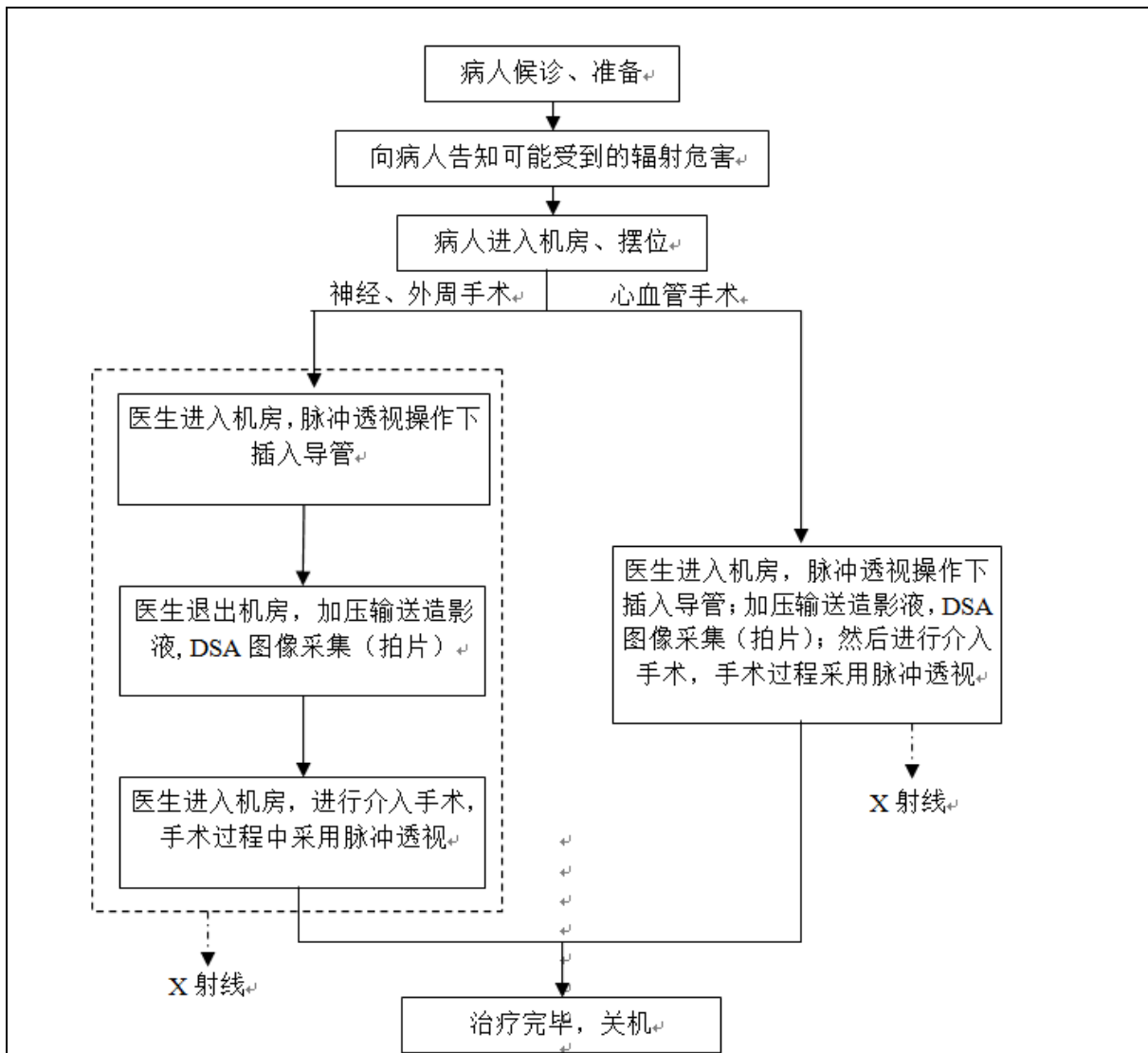


图 9.2.4-1 DSA 操作流程及产污环节示意图

综上所述，DSA在开机状态下，产生的污染因子主要为X射线，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

9.3污染源项描述

X射线装置在辐射场中产生的射线通常分为二类：一类为有用线束（又称初级辐射），是直接由X射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束；另一类为非有用线束（又称次级辐射），包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

有用线束能量相对较高，剂量较大，而散射线和漏射线的辐射剂量相对较小。X射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

9.3.1正常工况

(1) 采取隔室操作，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，射线装置机房外的工作人员及公众基本上不会受到X射线的照射。

(2) 进行介入手术治疗时，机房内进行手术操作的医生和医护人员会受到一定程度的X射线外照射。

本项目DSA运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术机打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。

X射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

9.3.2事故工况

(1) 工作人员或病人家属尚未撤离DSA机房时误开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的X射线照射；

(2) 在射线装置出束时有人员误入机房，引起误照射；

(3) 联锁装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，对门外人员造成的误照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目拟新增的 DSA 装置拟设置于院本部住院部 2 号楼 4 楼原预留的 DSA 机房，所在机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10.1.1-1 所示，工作场所布局详见图 10.1.1-1。

表10.1.1-1 DSA工作场所周边布局一览表

序号	所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
1	院本部住院部 2 号楼 4 楼	DSA 机房	东	污物通道
			南	洁净走廊
			西	控制室和设备间
			北	污物通道
			楼上	病房
			楼下	门诊诊室

本项目 DSA 机房布局与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中与平面布局相关的要求进行对照分析，详见下表 10.1.1-2。

表 10.1.1-2 DSA 机房设置与标准对照分析

项目	《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求	设置情况	是否满足要求
机房位置	X 射线设备机房(照射室)应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。	机房采取了相应的屏蔽防护措施。	满足
机房布局	要合理，不得堆放与诊断工作无关的杂物；机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。	布局合理，不堆放杂物，机房与控制室间设有观察窗，能够方便地观察到患者和受检者状态。	满足
机房通风	机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风	拟设置机械通风系统，保持良好的通风	满足
标志、指示灯	机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	在机房门口设置有电离辐射警告标志，醒目指示灯，放射防护注意事项等，并且机房门有闭门装置，且工作状态指示灯和机房屏蔽门能有效联动	满足
受检者候诊区	要选择恰当，并有相应的防护措施	候诊区设置恰当	满足

经对照分析可知，DSA机房的设置能满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）平面布局的要求，采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，

并且保证相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局基本合理。

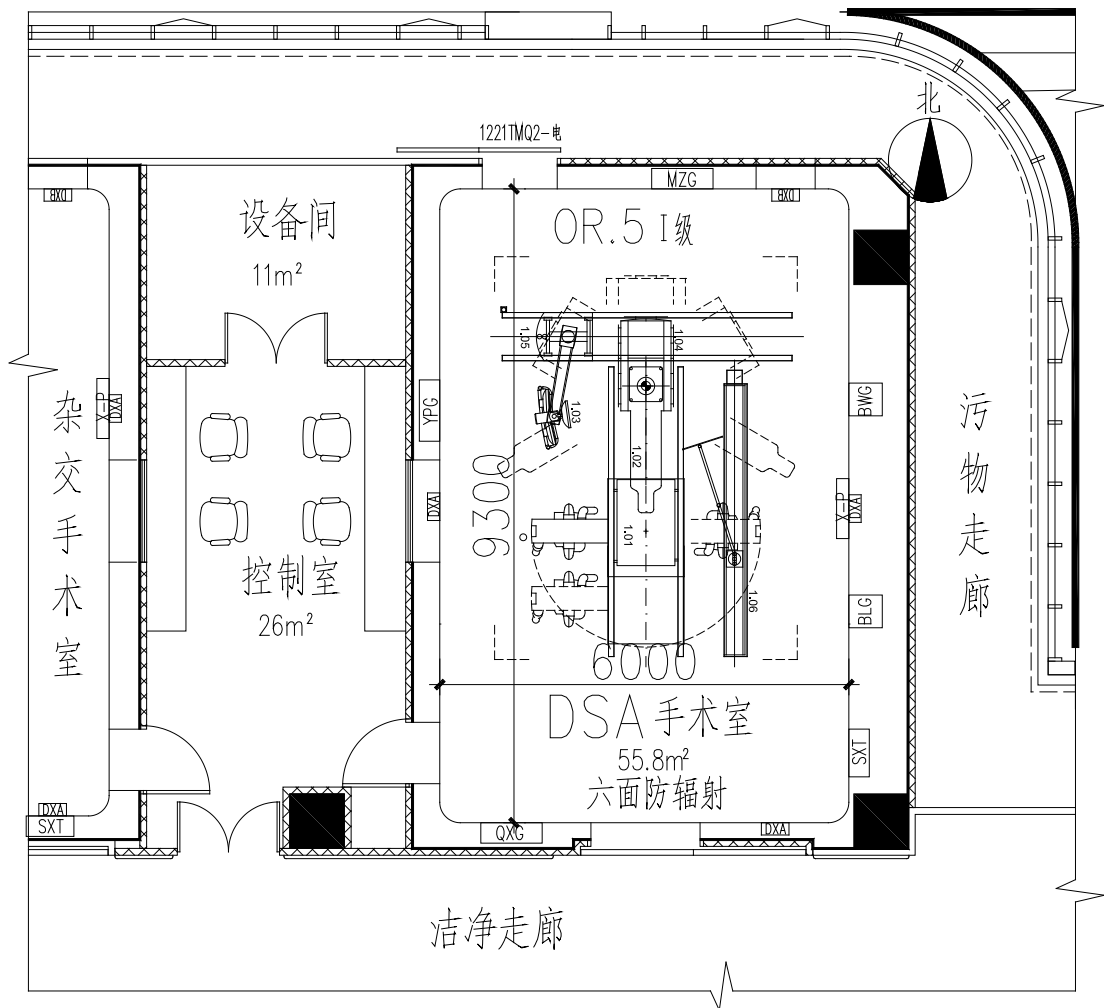


图 10.1.1-1 本项目 DSA 机房平面布局图

10.1.2 辐射工作场所分区管理

10.1.2.1 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

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指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，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，

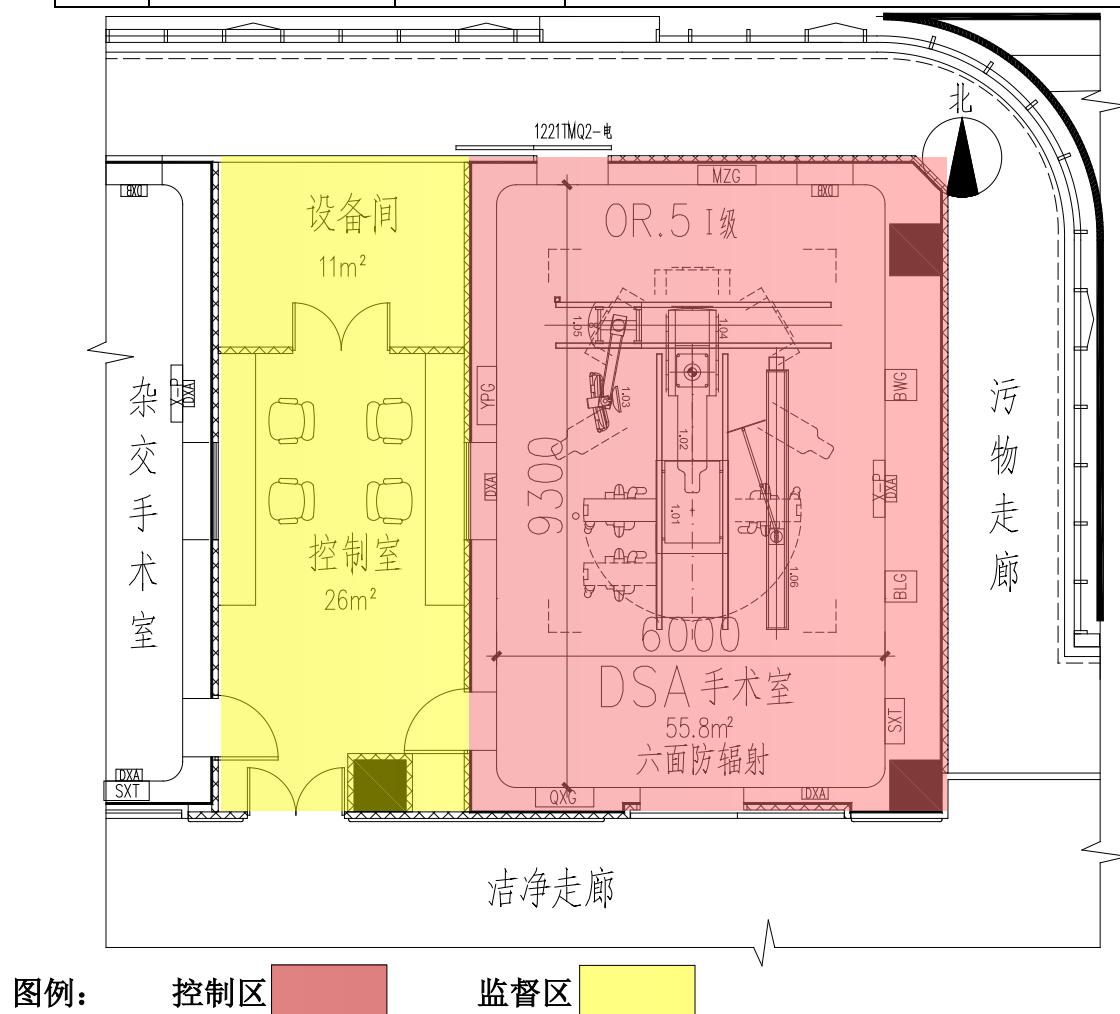
但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

10.1.2.2 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将DSA所在机房划为控制区，DSA机房周边场所如控制室划为监督区。DSA机房控制区和监督区划分情况见表10.1.2.2-1和图10.1.2.2-1。

表10.1.2.2-1 DSA机房控制区和监督区的划分情况

序号	场所名称	控制区	监督区
1	DSA 机房	机房内部	机房西侧控制室、设备间



图例： 控制区 监督区

图 10.1.2.2-1 辐射场所分区示意图

管理要求：控制区通过实体屏蔽措施、警示标志等进行控制管理，在射线装置使

用时，除介入治疗的医护人员和患者外，禁止其他人员进入；监督区通过辐射警示标志提醒人员尽量避开该区域，并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

10.1.3 DSA机房辐射屏蔽设计

依据建设单位提供的DSA机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中对X射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度要求，对本评价项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表10.1.3-1、表10.1.3-2。

表 10.1.3-1 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房名称	屏蔽体	屏蔽防护设计厚度	总铅当量	标准要求	是否符合要求
DSA 机房	四周墙体	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mmPb	2.0mmPb	符合
	顶棚	20cm 厚混凝土	2.5mmPb	2.0mmPb	符合
	底板	20cm 厚混凝土	2.5mmPb	2.0mmPb	符合
	防护门（3 扇）	内衬 3.0mm 厚铅板	3.0mmPb	2.0mmPb	符合
	观察窗	3.0mmPb 铅玻璃	3.0mmPb	2.0mmPb	符合

注：医院未能提供相应材料密度，本报告中按照混凝土不低于 2.35g/cm³，8cm 等效 1mmPb，进行折算，【数据来源见《放射防护实用手册》（赵兰才张丹枫主编）】。

表 10.1.3-2 本项目机房规格与标准对照表

机房名称	机房尺寸	最小有效使用面积/最小单边长	标准要求		是否符合要求
			最小有效使用面积	最小单边长	
DSA 机房	长 9.30m×宽 6.00m×高 4.20m	55.80m ² /6.00m	20m ²	3.5m	符合

通过表10.1.3-1、表10.1.3-2可知，本项目的DSA机房面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从X射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本评价项目各机房的防护设施满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的相关防护设施的技术要求。

10.1.4 设备固有安全性

(1) 本项目使用的数字减影血管造影机购置于正规厂家，装置泄漏辐射满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中相关技术要求，并且装可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

(2) 具有安全系统，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

(3) 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，才能启动照射。

(4) 设备配备紧急制动按钮。

(5) DSA 设备配备床下铅帘、悬吊铅帘、铅屏风等辅助防护用品与设施。

10.1.5 其他防护措施

(1) 对讲装置：机房已安装观察窗，设置对讲系统，便于观察患者和受检者状态。

(2) 紧急制动装置：在介入手术床体旁、控制室操作台上均设有“紧急制动”按钮，在 DSA 系统出束过程中，一旦发现异常情况，按任何一个紧急制动按钮，均可停止 DSA 系统出束。

(3) 安全联锁：机房门有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房防护门能有效联动。

(4) 警示标志：设备处于工作状态时，机房门外顶部的工作状态指示灯变为红色，警示非工作人员不得入内；机房受检者出入口门外设置有黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。

机房受检者防护门外设有电离辐射标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处设警示语句。

(5) 通排风系统：采用机械通风，通风量约 5600m³/h，换气频率远大于 4 次/h，可以满足良好的通风。

(6) 设备控制台上仅有授权人专用的钥匙，只有经过授权的医务人员才能使用钥匙开关开启控制台；控制室墙上张贴相应的放射工作制度、操作规程、岗位职责等。

(7) 拟配备与工作人员数量匹配的个人剂量计，DSA手术医生佩戴双剂量计。

(8) 机房内已安装火灾自动报警装置，配备灭火器材。

10.1.6 个人防护用品

医院拟新购置一批个人防护用品，供DSA工作人员、受检者、患者和陪检者使用，具体个人防护用品如表10.1.6-1所示。

表 10.1.6-1 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜；选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏；选配：移动铅防护屏风	每名工作人员均配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜各 1 件	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 件	符合
	患者和受检者	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	——	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各 2 件	——	符合

注：个人防护用品和辅助防护设施的铅当量均不低于 0.5mmPb。

10.1.7 介入治疗过程的防护要求

介入手术需要工作人员近距离同室操作，其受照剂量大小与设备曝光时间、患者病情状况等均密切相关，同时也与手术操作人员的工作习惯、技术水平有关。因此，在DSA介入工作开展过程中医院还应严格落实以下要求：

(1) 手术医生的要求

①提高辐射防护和诊疗技术水平，全面掌握辐射防护法规与技术知识；

②结合诊疗项目实际情况，治疗前应制定和优化治疗方案，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；

③必须佩带2枚个人剂量计，1枚佩戴于防护用品内，1枚佩带于防护用品外，并且将内、外剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），防止内、外剂量计反戴的情况发生；

④严格开展介入手术医生的个人剂量监测，发现问题及时调查、整改。

(2) 介入治疗时的防护要求

①时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间。特别避免未操作时仍踩脚闸；

②缩小照射野：在满足影像采集质量和诊疗需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；

③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜或铅面罩；处于生育年龄者还可加穿铅三角裤；使用床下铅帘及悬吊铅帘；重大手术需要技师、护师或其他人员在机房内时，除佩戴上述物品，最好配有铅屏风，让上述人员在屏风后待命，并做好其他个人防护。

10.1.8环评要求

(1) 医院应按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 F 的相关要求制作安装电离警示标识，且与机房相通的门均设置电离警示标识；

(2) 机房需配备满足操作设备人员数量的个人剂量检测仪，和环境X-γ辐射监测仪；

(3) 医院应严格按照《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)的防护要求做好辐射防护措施，定期检查射线装置的屏蔽性能，保证辐射安全防护系统的可靠性。

综上，本项目通过工作场所布局、分区；设备自身的辐射防护屏蔽设计；设备固有安全性、安全联锁装置、紧急止动开关、安全警示标志、警示系统等辐射防护措施进行辐射安全防护，能够满足辐射防护需求。

10.2 三废的治理

10.2.1 施工期三废的治理

本项目为射线装置应用，设备机房利用已建成的预留DSA机房，仅需进行细节装修，施工量较小，且均在室内进行，对外环境影响很小，随着工程的结束影响也随之消失，无环境遗留问题。

10.2.2 运营期三废的治理

(1) 固体废弃物

本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，打印出来的胶片由病人带走。本项目不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片，设备维修更换的废旧 X 射线管，由设备厂家回收处置。

本项目一台介入手术约产生医疗废物药棉 0.1kg，纱布 0.1 kg，手套 0.2 kg，一年最多 600 台手术，则一年约产生医疗废物药棉 60kg，纱布 60 kg，手套 100 kg，总共每年约产生医疗废物 240kg，采用专门的收集容积集中回收后，转移至医疗废物暂存库，按照医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一回收处理。

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

(2) 废水

本项目不使用废显影液和定影液，因此本项目无洗片废水、废定（显）影液产生。本项目工作人员为内部调剂，工作人员产生的生活污水依托现有处理设施。

(3) 废气

DSA 机房内会产生少量的臭氧和氮氧化物，根据文献《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海编著）及《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张大薇编著）可知，医院 X 射线工作场所臭氧浓度范围为 0.010~0.137mg/m³，氮氧化物浓度范围为 0.010~0.103mg/m³，能满足臭氧室内浓度限值《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）控制 MAC（最高容许浓度）为 0.30mg/m³ 的要求，也能满足臭氧室内浓度限值《室内空气质量标准》

（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值≤0.16mg/m³ 的标准限值要求。

本项目在 DSA 机房内设置有机械通风系统，通风量约 $5600\text{m}^3/\text{h}$ ，换气频率远大于 4 次/h，可保证机房内良好的通风效果，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）关于通风的要求，产生的 O_3 通过中央空调通风系统在楼顶排放，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值 $\leq 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值，对机房周围的大气环境影响很小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目为射线装置应用，设备机房利用已建成的预留DSA机房，仅需进行细节装修，施工量较小，且均在室内进行，对外环境影响很小，随着工程的结束影响也随之消失，无环境遗留问题。

射线装置只有在项目建成、开机使用过程才会产生射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试；由于设备在安装和调试时，机房各屏蔽防护措施已建设完成，经过墙体屏蔽和距离衰减后对环境的辐射影响能够达标。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物，并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 机房屏蔽防护合理性分析

根据表10.1.3-1、表10.1.3-2对该项目DSA机房的实际建设屏蔽方案的说明，该项目DSA机房的建设方案、防护措施等均满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求，机房屏蔽设计合理。

11.2.2 机房内外辐射屏蔽估算

本项目新增的DSA装置拟建于兰大二院住院部2号楼裙楼的四楼预留的DSA手术室内，设备尚未投入使用，本报告对DSA机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。

根据医院提供资料，DSA设备参数与工况、机房防护情况如表11.2.2-1。

表11.2.2-1 本项目DSA设备参数与工况及防护情况

厂家型号	飞利浦, UNIQ FD20	
技术参数	125kV, 1250mA	
工况模式	摄影: 100kV、500mA 透视: 100kV、3mA	
机房尺寸	长 9.30m×宽 6.00m×高 4.20m	
防护设施	四周墙体	龙骨结构+3mm 铅板, 折算总铅当量 3.0mm
	防护门 (共 3 个, 分别为至控制室、至洁净走廊、至污物走廊)	内衬 3.0mmPb 铅板 (折算值: 3.0mm 铅当量)
	观察窗	3.0mm铅当量
	顶棚	20cm厚混凝土, 折算总铅当量2.5mm
	地坪	20cm厚混凝土, 折算总铅当量2.5mm
	铅屏风	0.5mmPb
	医生	0.5mm 铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品 (0.5mmPb)
备注: 手术中 DSA 设备运行分透视和摄影 (采集) 两种模式。设备具有自动调强功能, 摄影时, 如果受检者体型偏瘦, 功率自动降低。如果受检者体型较胖, 功率自动增强。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命, 实际使用时, 管电压和功率通常留有约 30%的裕量, 即管电压控制在 100kV 以下。本项目保守取透射和摄影最大运行工况的参数进行估算。		

取医生手术位、控制室操作位、各防护墙外30cm处、铅防护门外30cm处、楼上离地30cm处、楼下离地100cm处为预测点位。

以下公式根据李德平、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, $\mu\text{Gy/h}$; 根据《辐射防护手册》(第一分册)中图 4.4c 可知, 管电压 100kV 时, 摄影工况取 $1.05 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$, 透视工况取 $6.28 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$;

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 500 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 ——屏蔽透射因子, 按照《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013)

附录D中公式和参数计算, 公式计算如下式:

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中:

B ----屏蔽透射因子;

X ----屏蔽材料厚度, mm ;

α 、 β 、 γ ----屏蔽材料对100kV管电压X射线散射辐射衰减的有关三个拟合参数。

散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果列表见表11.2.2-2。

表 11.2.2-2 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

预测点位	防护情况	铅当量厚度	α	β	γ	B
医生手术位	0.5mmPb 铅衣+0.5mm 铅屏风	1.0mm	2.507	15.33	0.9124	1.05E-02
控制室操作位	3.0mmPb 铅玻璃	3.0mm				6.31E-05
西侧防护墙外30cm处(控制室、设备间)	龙骨结构+3mm 铅板	3.0 mm				6.31E-05
西侧防护门外30cm处(控制室)	内衬 3.0mmPb 铅板	3.0mm				6.31E-05
北侧铅防护门外30cm处(污物走廊)	内衬 3.0mmPb 铅板	3.0mm				6.31E-05
北侧防护墙外30cm处(污物走廊)	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm				6.31E-05
东侧防护墙外30cm处(污物走廊)	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm				6.31E-05

南侧防护墙外 30cm 处（洁净 通道）	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm					6.31E-05
南侧铅防护门 外 30cm 处（洁 净通道）	内衬 3.0mmPb 铅板	3.0mm					6.31E-05
楼上离地 30cm 处（病房）	20cm 厚混凝土	2.5mm					2.22E-04
楼下离地 100cm 处（门诊诊室）	20cm 厚混凝土	2.5mm					2.22E-04
机房北侧金城 名苑住宅区	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm					6.31E-05
机房东侧地税 大楼	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm					6.31E-05

散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果列表见表11.2.2-3。

表 11.2.2-3 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	H_0	α	s	d_0	d_s	B	H
		$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
摄影	控制室操作位	1.05×10^7	0.0013	500	1	3.3	6.31E-05	9.87E-02
	西侧防护墙外 30cm 处（控制室、 设备间）					3.3	6.31E-05	9.87E-02
	西侧防护门外 30cm 处（控制室）					3.3	6.31E-05	9.87E-02
	北侧铅防护门外 30cm 处（污物走 廊）					4.9	6.31E-05	4.48E-02
	北侧防护墙外 30cm 处（污物走 廊）					4.9	6.31E-05	4.48E-02
	东侧防护墙外 30cm 处（污物走 廊）					3.3	6.31E-05	9.87E-02
	南侧防护墙外 30cm 处（洁净通 道）					4.9	6.31E-05	4.48E-02
	南侧铅防护门外 30cm 处（洁净通 道）					4.9	6.31E-05	4.48E-02

	楼上离地 30cm 处 (病房)					3.5	2.22E-04	0.31
	楼下离地 100cm 处 (门诊诊室)					3.5	2.22E-04	0.31
	机房北侧金域名 苑住宅区					25	6.31E-05	1.72E-03
	机房东侧地税大 楼					29	6.31E-05	1.28E-03
透视	医生手术位	6.28×10 ⁴	0.0013	500	1	0.5	1.05E-02	4.29
	控制室操作位					3.3	6.31E-05	5.92E-04
	西侧防护墙外 30cm 处 (控制室、 设备间)					3.3	6.31E-05	5.92E-04
	西侧防护门外 30cm 处 (控制室)					3.3	6.31E-05	5.92E-04
	北侧铅防护门外 30cm 处 (污物走 廊)					4.9	6.31E-05	2.69E-04
	北侧防护墙外 30cm 处 (污物走 廊)					4.9	6.31E-05	2.69E-04
	东侧防护墙外 30cm 处 (污物走 廊)					3.3	6.31E-05	5.92E-04
	南侧防护墙外 30cm 处 (洁净通 道)					4.9	6.31E-05	2.69E-04
	南侧铅防护门外 30cm 处 (洁净通 道)					4.9	6.31E-05	2.69E-04
	楼上离地 30cm 处 (病房)					3.5	2.22E-04	1.85E-03
	楼下离地 100cm 处 (门诊诊室)					3.5	2.22E-04	1.85E-03
	机房北侧金域名 苑住宅区					25	6.31E-05	1.03E-05
	机房东侧地税大 楼					29	6.31E-05	7.67E-06

② 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 计算，利用点源辐射进行计算，各预测点

的泄漏辐射剂量率可用式 11-3 进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f —泄漏射线比率，0.1%；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据《辐射防护手册》（第一分册）中图 4.4c 可知，管电压 100kV 时，摄影工况取 $1.05 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ，透视工况取 $6.28 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ ；

R —靶点距关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按照式（11-2）计算。其中： α 、 β 、 γ ——屏蔽材料对 100kV 管电压 X 射线泄露辐射衰减的有关的三个拟合参数。

泄露辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11.2.2-4。

表 11.2.2-4 泄露辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况	铅当量厚度	α	β	γ	B
医生手术位	0.5mmPb 铅衣 +0.5mm 铅屏风	1.0mm	2.5	15.28	0.7557	7.36E-03
控制室操作位	3.0mmPb 铅玻璃	3.0mm				4.14E-05
西侧防护墙外 30cm 处 (控制室、设备间)	龙骨结构+3mm 铅板	3.0 mm				4.14E-05
西侧防护门外 30cm 处 (控制室)	内衬 3.0mmPb 铅板	3.0mm				4.14E-05
北侧铅防护门外 30cm 处(污物走廊)	内衬 3.0mmPb 铅板	3.0mm				4.14E-05
北侧防护墙外 30cm 处 (污物走廊)	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm				4.14E-05
东侧防护墙外 30cm 处 (污物走廊)	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm				4.14E-05
南侧防护墙外 30cm 处 (洁净通道)	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm				4.14E-05
南侧铅防护门外 30cm 处(洁净通道)	内衬 3.0mmPb 铅板	3.0mm				4.14E-05
楼上离地 30cm 处(病房)	20cm 厚混凝土	2.5mm				1.45E-04
楼下离地 100cm 处门	20cm 厚混凝土	2.5mm				1.45E-04

诊诊室)						
机房北侧金城名苑住宅区	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm				4.14E-05
机房东侧地税大楼	龙骨结构+3mm 铅板	3.0mm				4.14E-05

各预测点位泄漏辐射剂量计算参数及结果见下表11.2.3-5。

表 11.2.2-5 泄漏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	R	f	H ₀	B	H
		m	/	μGy/h	/	μGy/h
摄影	控制室操作位	3.3	0.001	1.05×10 ⁷	4.14E-05	3.98E-02
	西侧防护墙外 30cm 处（控制室、设备间）	3.3			4.14E-05	3.98E-02
	西侧防护门外 30cm 处（控制室）	3.3			4.14E-05	3.98E-02
	北侧铅防护门外 30cm 处（污物走廊）	4.9			4.14E-05	3.98E-02
	北侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	4.9			4.14E-05	3.98E-02
	东侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	3.3			4.14E-05	3.98E-02
	南侧防护墙外 30cm 处（洁净通道）	4.9			4.14E-05	3.98E-02
	南侧铅防护门外 30cm 处（洁净通道）	4.9			4.14E-05	3.98E-02
	楼上离地 30cm 处（病房）	3.5			1.45E-04	0.12
	楼下离地 100cm 处（门诊诊室）	3.5			1.45E-04	0.12
	机房北侧金城名苑住宅区	25			4.14E-05	6.94E-04
	机房东侧地税大楼	29			4.14E-05	6.94E-04
透视	医生手术位	0.5	0.001	6.28×10 ⁴	7.36E-03	1.85
	控制室操作位	3.3			4.14E-05	2.39E-04
	西侧防护墙外 30cm 处（控制室、设备间）	3.3			4.14E-05	2.39E-04
	西侧防护门外 30cm 处（控制室）	3.3			4.14E-05	2.39E-04
	北侧铅防护门外 30cm 处（污物走廊）	4.9			4.14E-05	1.84E-04
	北侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	4.9			4.14E-05	1.84E-04

东侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	3.3			4.14E-05	2.39E-04
南侧防护墙外 30cm 处（洁净通道）	4.9			4.14E-05	1.84E-04
南侧铅防护门外 30cm 处（洁净通道）	4.9			4.14E-05	1.84E-04
楼上离地 30cm 处（病房）	3.5			1.45E-04	7.46E-04
楼下离地 100cm 处（门诊诊室）	3.5			1.45E-04	7.46E-04
机房北侧金城名苑住宅区	25			4.14E-05	4.16E-06
机房东侧地税大楼	29			4.14E-05	3.10E-06

③总附加剂量率估算

根据表11.2.3-3和表11.2.3-5的计算结果，将各个预测点的总的附加剂量率统计于下表11.2.3-6。

表11.2.2-6 各个预测点的总附加剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	总附加剂量率
		μGy/h	μGy/h	μGy/h
摄影	控制室操作位	9.87E-02	3.98E-02	0.14
	西侧防护墙外 30cm 处（控制室、设备间）	9.87E-02	3.98E-02	0.14
	西侧防护门外 30cm 处（控制室）	9.87E-02	3.98E-02	0.14
	北侧铅防护门外 30cm 处（污物走廊）	4.48E-02	3.98E-02	8.46E-02
	北侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	4.48E-02	3.98E-02	8.46E-02
	东侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	9.87E-02	3.98E-02	0.14
	南侧防护墙外 30cm 处（洁净通道）	4.48E-02	3.98E-02	8.46E-02
	南侧铅防护门外 30cm 处（洁净通道）	4.48E-02	3.98E-02	8.46E-02
	楼上离地 30cm 处（病房）	0.31	0.12	0.43
	楼下离地 100cm 处（门诊诊室）	0.31	0.12	0.43
	机房北侧金城名苑住宅区	1.72E-03	6.94E-04	2.41E-03
	机房东侧地税大楼	1.28E-03	6.94E-04	1.97E-03
透视	医生手术位	4.29	1.85	6.14

控制室操作位	5.92E-04	2.39E-04	8.31E-04
西侧防护墙外 30cm 处（控制室、设备间）	5.92E-04	2.39E-04	8.31E-04
西侧防护门外 30cm 处（控制室）	5.92E-04	2.39E-04	8.31E-04
北侧铅防护门外 30cm 处（污物走廊）	2.69E-04	1.84E-04	4.53E-04
北侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	2.69E-04	1.84E-04	4.53E-04
东侧防护墙外 30cm 处（污物走廊）	5.92E-04	2.39E-04	8.31E-04
南侧防护墙外 30cm 处（洁净通道）	2.69E-04	1.84E-04	4.53E-04
南侧铅防护门外 30cm 处（洁净通道）	2.69E-04	1.84E-04	4.53E-04
楼上离地 30cm 处（病房）	1.85E-03	7.46E-04	2.60E-03
楼下离地 100cm 处（门诊诊室）	1.85E-03	7.46E-04	2.60E-03
机房北侧金城名苑住宅区	1.03E-05	4.16E-06	1.45E-05
机房东侧地税大楼	7.67E-06	3.10E-06	1.08E-05

由表11.2.3-6计算结果可知：

透视时，医生手术位总附加剂量率均为 $6.14\mu\text{Sv/h}$ 。

摄影时，控制室操作位的附加剂量率为 $0.14\mu\text{Sv/h}$ ，四周防护墙外30cm处及楼上、楼下的附加剂量率最大为 $0.43\mu\text{Sv/h}$ ，3扇铅防护门外30cm处的最大附加剂量率为 $0.14\mu\text{Sv/h}$ ；透视时，控制室操作位的附加剂量率为 $8.31\times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$ ，四周防护墙外30cm处及楼上、楼下的附加剂量率最大为 $2.60\times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$ ，3扇铅防护门外30cm处的最大附加剂量率为 $8.31\times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$ 。

综上，该项目DSA在正常运行情况下，机房外控制室、四周防护墙外、楼上、楼下及防护门外的辐射剂量率均能够满足《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013)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。

11.2.3工作人员及公众个人剂量估算

本项目 DSA 包括透视和摄影两种模式，根据建设单位提供的信息并留有发展余

量，本项目正常运行后，保守预计每年最大工作量为 600 台手术，每次手术 DSA 的最大出束时间包括透视 8 分钟、摄影 2 分钟，全年工作天数按最多 250 天（每周工作 5 天）考虑，本项目 DSA 的预计年开机时间如下表 11.2.3-1。

表 11.2.3-1 不同工作模式下预计开机时间一览表

工作模式	单台手术 开机时间	年最大工作量	年工作天数	年开机时间
透视	8 分钟	600 台手术	250 天	80 小时
摄影	2 分钟		250 天	20 小时

项目共计安排 5 名工作人员操作。DSA 摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA 透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师通常不在手术间内（或位于移动铅防护屏风后），因此，该项目主要考虑透视模式下近台操作医师的受照剂量（不考虑摄影模式下近台操作医师的受照剂量，摄影状态下医生的剂量按照控制室的剂量估算）。

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

$$H_1 = H_0 \cdot T \cdot t \cdot l \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

式中： H_1 —X 射线外照射人均有效剂量当量，mSv；

H_0 —X 射线空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

T —居留因子；参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，居留因子 T 按三种情况取值：①全居留因子 $T=1$ ，②部分居留 $T=1/4$ ，③偶然居留 $T=1/16$ ；

t —X 射线年照射时间，h/a；

l —剂量换算系数，Sv/Gy，保守取 1。

计算结果详见表 11.2.3-2。

表 11.2.3-2 职业人员及公众年附加有效剂量估算结果

工作模式	关注点位置描述	总附加剂量率 H_0	年工作 时间 t	居留因 子 T	年附加有效 剂量 H_1	涉及人员 类型

		$\mu\text{Gy/h}$	h/a	/	mSv/a	
摄影	控制室操作位	0.14	20	1	$2.80\text{E-}03$	职业人员
	西侧防护门、防护墙外 30cm 处(控制室)	0.14	20	1	$2.80\text{E-}03$	职业人员
	西侧防护墙外 30cm 处(设备间)	0.14	20	1/4	$7.00\text{E-}04$	职业人员
	北侧铅防护门外 30cm 处(污物走廊)	$8.46\text{E-}02$	20	1/4	$4.24\text{E-}04$	公众人员
	北侧防护墙外 30cm 处(污物走廊)	$8.46\text{E-}02$	20	1/4	$4.24\text{E-}04$	公众人员
	东侧防护墙外 30cm 处(污物走廊)	0.14	20	1/4	$7.00\text{E-}04$	公众人员
	南侧防护墙外 30cm 处(洁净通道)	$8.46\text{E-}02$	20	1/4	$4.24\text{E-}04$	公众人员
	南侧铅防护门外 30cm 处(洁净通道)	$8.46\text{E-}02$	20	1/4	$4.24\text{E-}04$	公众人员
	楼上离地 30cm 处(病房)	0.43	20	1	$8.60\text{E-}03$	公众人员
	楼下离地 100cm 处(门诊诊室)	0.43	20	1	$8.60\text{E-}03$	公众人员
	机房北侧金域名苑住宅区	$2.41\text{E-}03$	20	1	$4.82\text{E-}05$	公众人员
	机房东侧地税大楼	$1.97\text{E-}03$	20	1	$3.94\text{E-}05$	公众人员
透视	医生手术位	6.14	80	1	0.492	职业人员
	控制室操作位	$8.31\text{E-}04$	80	1	$6.64\text{E-}05$	职业人员
	西侧防护门、防护墙外 30cm 处(控制室)	$8.31\text{E-}04$	80	1	$6.64\text{E-}05$	职业人员
	西侧防护墙外 30cm 处(设备间)	$8.31\text{E-}04$	80	1/4	$1.66\text{E-}05$	公众人员
	北侧铅防护门外 30cm 处(污物走廊)	$4.53\text{E-}04$	80	1/4	$9.06\text{E-}06$	公众人员
	北侧防护墙外 30cm 处(污物走廊)	$4.53\text{E-}04$	80	1/4	$9.06\text{E-}06$	公众人员
	东侧防护墙外 30cm 处(污物走廊)	$8.31\text{E-}04$	80	1/4	$1.66\text{E-}05$	公众人员
	南侧防护墙外 30cm 处(洁净通道)	$4.53\text{E-}04$	80	1/4	$9.06\text{E-}06$	公众人员
	南侧铅防护门外 30cm 处(洁净通道)	$4.53\text{E-}04$	80	1/4	$9.06\text{E-}06$	公众人员

	楼上离地 30cm 处 (病房)	2.60E-03	80	1	2.08E-04	公众人员
	楼下离地 100cm 处 (门诊诊室)	2.60E-03	80	1	2.08E-04	公众人员
	机房北侧金域名苑 住宅区	1.45E-05	80	1	1.16E-06	公众人员
	机房东侧地税大楼	1.08E-05	80	1	8.64E-07	公众人员

各预测点位年附加有效剂量估算结果汇总于表11.2.3-3。

表11.2.3-3 职业人员及公众年附加有效剂量估算结果

关注点位置描述	摄影	透视	年附加有效剂量	人员类型
	mSv/a	mSv/a	mSv/a	
医生手术位	/	0.492	0.492	职业人员
控制室操作位	2.80E-03	6.64E-05	2.87E-03	职业人员
西侧防护门、防护墙外 30cm 处控 制室)	2.80E-03	6.64E-05	2.87E-03	职业人员
西侧防护墙外 30cm 处(设备间)	7.00E-04	1.66E-05	7.17E-04	公众人员
北侧铅防护门外 30cm 处(污物走 廊)	4.24E-04	9.06E-06	4.33E-04	公众人员
北侧防护墙外 30cm 处(污物走廊)	4.24E-04	9.06E-06	4.33E-04	公众人员
东侧防护墙外 30cm 处(污物走廊)	7.00E-04	1.66E-05	7.17E-04	公众人员
南侧防护墙外 30cm 处(洁净通道)	4.24E-04	9.06E-06	4.33E-04	公众人员
南侧铅防护门外 30cm 处(洁净通 道)	4.24E-04	9.06E-06	4.33E-04	公众人员
楼上离地 30cm 处(病房)	8.60E-03	2.08E-04	8.81E-03	公众人员
楼下离地 100cm 处(门诊诊室)	8.60E-03	2.08E-04	8.81E-03	公众人员
机房北侧金域名苑住宅区	4.82E-05	1.16E-06	4.94E-05	公众人员
机房东侧地税大楼	3.94E-05	8.64E-07	4.03E-05	公众人员

由表11.2.3-3计算结果可知：本项目血管造影用X射线装置在正常运行时，机房内职业人员受到的附加年有效剂量为0.492mSv/a，控制室内职业人员受到的附加年有效剂量为 2.87×10^{-3} mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)对职业人员要求的剂量限值20mSv/a和本环评要求的管理剂量约束值5mSv/a的要求。公众人员受到的附加年有效剂量最大为 8.81×10^{-3} mSv/a，低于《电离辐射防护与辐

射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众要求的剂量限值1mSv和本环评要求的
管理剂量约束值0.25mSv的要求。由此说明，本项目血管造影用X射线装置机房的防
护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。

上述估算仅是理论推算，实际应用时，工作人员的受照剂量应以佩戴的个人剂量
剂检测结果为准。

11.2.4其它影响因素

本项目运行时，DSA机房内会产生少量的臭氧和氮氧化物，根据文献《X射线工
作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海编著）及《X射线工作场所空
气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张大薇编著）可知，医院X射线工作场所臭氧浓度范围
为0.010~0.137mg/m³，氮氧化物浓度范围为0.010~0.103mg/m³，能满足臭氧室内浓
度限值《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）控制MAC
（最高容许浓度）为0.30mg/m³的要求，也能满足臭氧室内浓度限值《室内空气质量
标准》（GB/T18883-2002）中臭氧1小时均值≤0.16mg/m³的标准限值要求。

本项目在DSA机房内设置有机机械通风系统，通风量约5600m³/h，换气频率远大于
4次/h，可保证机房内良好的通风效果，满足《医用X射线诊断放射防护要求》（
GBZ130-2013）关于通风的要求，产生的O₃通过中央空调通风系统在机房外空旷地方
排放，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标
准中1小时均值≤0.2 mg/m³的标准限值，对机房周围的大气环境影响很小。

11.3辐射事故分析

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11.3.1-1。

表 11.3.1-1 国务院令 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11.3.1-2。

表 11.3.1-2 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11.3.1-3。

表 11.3.1-3 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医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作受到超剂量限值的射线照射。

11.3.2事故工况下辐射影响分析

DSA装置用X光机关机时不会产生X射线，不存在影响辐射环境质量事故，只

有当设备开机时才会产生X 射线等危害因素。DSA装置用X光机X射线能量不大，曝光时间都比较短，事故情况下，医生未着防护服以及无关人员误入后，在职业人员和公众受照射时间足够长的情况下可能会构成一般辐射事故。

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) 加强辐射安全管理

医院成立了“核与辐射安全防护领导小组”，统一管理医院内的辐射安全防护工作，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。

(2) 制定了各辐射工作场所严格的工作制度

医院制定了各科室的工作制度，包括安全管理制度、工作人员培训制度和放射防护等规章制度。各辐射工作场所日常工作中应严格按照工作制度执行，防止辐射事故的发生。

(3) 制定了辐射工作场所安全操作规程

本项目射线装置工作场所制定了详细的安全操作规程，医护人员在日常工作中严格按照操作规程进行操作，避免因误操作发生的辐射事故。

(4) 加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。

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《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》（2019年修正版）等有关法律法规要求，使用放射性同位素与射线装置的单位应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；辐射工作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。

建设单位已成立了兰大二院辐射安全与环境保护管理机构，并成立了核与辐射安全防护领导小组。

核与辐射安全防护领导小组人员：

组 长：王琛 杨建文

副组长：张连生 邢耀荣 王检勤 白锋 童明辉 焦作义 潘亚文 张文芳
马春莹 常鹏 白赟

成 员：党委办公室主任、院长办公室主任、医务处处长、护理部主任、后勤保障处处长、基建处处长、设备处处长、保卫处处长

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。辐射安全与环境保护管理机构明确了相关职责，故项目单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足环保管理工作的要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修正版）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）的相关管理要求，使用放射性同位素与射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

本项目为核技术利用扩建项目，建设单位在原有核技术利用项目运行中已制定了

《放射性事故应急预案》、《放射工作人员职业病教育培训制度》、《个人剂量计监测管理制度》、《放射工作人员职业健康监护和管理制度》、《辐射危害告知制度》、《辐射监测计划》、《放射诊断受检者防护制度》、《辐射防护制度》、《档案管理制度》等内容，针对本次拟开展的核技术利用项目，医院已制定了设备操作规程。医院在核技术利用项目运行过程中遵守《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》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指示，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好。

医院现有辐射安全与防护管理制度适用于医院对维持辐射安全与环境保护的日常运行，本环评建议医院修订辐射安全与防护管理制度，将卫生和环保制度分别列为两项制度，并增加射线装置保养维护制度、辐射工作岗位职责、辐射防护和安全保卫制度辐射工作场所监测制度等内容。

12.3辐射工作人员的培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）第三章——人员安全和防护，使用II射线装置的单位，其辐射工作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；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《关于做好2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853号）和《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》（2019年，第57号）精神，医院应及时组织新增辐射工作人员与原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

该医院目前辐射工作人员（含本项目拟安排的5名辐射工作人员）均已参加过由甘肃省核与辐射安全中心组织的辐射安全与防护培训班，并取得合格证明。

12.4年度评估情况

本次评价的核技术利用项目正式开展后，建设单位将对本项目的射线装置安全和防护状况进行年度评估，纳入原有年度评估系统中，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。

12.5 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修正，2019年8月22日起施行）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X- γ 辐射监测仪等。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。医院应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案，定期或不定期对项目中涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境保护部门开展的辐射环境监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应请具有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断辐射影响是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报发证机关。

12.5.1 辐射工作人员个人剂量监测

建设单位已开展辐射工作的辐射工作人员均佩戴个人剂量计上岗，并定期送有相应资质的单位进行检测。根据医院提供的最新连续4个季度（2018年12月~2019年12月）的个人剂量监测结果可知，辐射工作人员个人剂量均未出现异常，年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对工作人员要求的剂量限值20mSv和管理剂量约束值5mSv的要求。

医院将为本项目的辐射工作人员配备个人剂量计，为参与介入治疗的医生配备双剂量计，并严格规定其必须佩带个人剂量计上岗，同时医院将在院内组织所有辐射工作人员加强相关辐射安全与防护方面的学习，加强辐射工作人员的安全意识，保证所

有辐射工作人员均能够严格执行个人剂量监测的相关规定和方法，正确使用个人剂量计。定期（最长不得超过3个月）送检，建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应终身保存。建设单位已按照相关要求，对本单位内辐射工作人员个人剂量档案保存，辐射工作人员可查看本人个人剂量档案。

环评要求：所有辐射工作人员应正确佩戴个人剂量计，建设单位应定期送检，所有辐射工作人员个人剂量计佩戴及送检时间不得超过90天。个人剂量计的佩戴要求参照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），具体要求如下：对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间；对于如介入放射学等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

12.5.2 日常监测

建设单位拟配备1台 γ 辐射剂量率巡检仪，用于辐射工作场所的常规辐射水平自行检测。当测量值高于参考控制水平时，建设单位将立即终止相关辐射工作并向辐射防护负责人报告，及时查找原因、整改到位后方可运行。

12.5.3 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府生态环境主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位原有核技术利用项目均委托有资质的监测机构，每年进行一次辐射防护性能监测，并记录存档。

本项目运行后，建设单位将及时将本项目DSA机房纳入监测范围内，严格执行年度监测计划。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部

分，定期上报生态环境行政主管部门。

12.5.4 竣工环境保护验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环保部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，自行或委托有能力的技术机构开展竣工验收监测，编制验收报告，并组织专家采取现场检查、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。

本次评价项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，组织对配套建设的环境保护设施进行验收。

本项目竣工验收监测监测对象为DSA项目，监测因子为X- γ 空气吸收剂量率。

本工程竣工环境保护验收的内容见表12.5.4-1。

表 12.5.4-1 环境保护设施验收一览表

项目		设施（措施）
DSA 机房	环保手续完善	环评手续齐备，取得辐射安全许可证。
	项目建设情况	实际建设内容及规模与环评一致。
	剂量限值达标	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求，亦满足职业人员5mSv/a、公众人员0.25mSv/a的年剂量管理限值。
	辐射屏蔽措施	DSA机房墙体厚度核实。
		铅防护门铅当量核实。
		铅玻璃观察窗铅当量核实。
		屏蔽墙和防护门、观察窗外30cm处的辐射剂量率满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）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。
	通排风系统	能够保持良好的通风，换气频率不小于4次/h，通排风系统各1套。
	辐射安全防护装置	操作台和床体上“紧急止动”装置各1套；
		对讲装置1套； 门灯连锁装置。
设置警示标识	防护门外醒目位置张贴电离辐射警示标识和中文警示说明。	
监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪2台；	
	个人剂量计配备：控制室内操作人员每人1个，机房内操作人员每人2个；	

		警示标牌 2 个，工作指示灯 1 套；
	个人防护用品	铅防护服、铅背心、铅眼镜等个人防护用品 5 套（根据实际手术医生数量调整）；铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 2 件，铅防护眼镜 2 件。 铅屏风 1 套。
	辐射安全管理机构	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。
	管理规章制度	结合项目实际情况，制定和完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度，使用登记、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等，并张贴于控制室内墙上。
	事故应急预案	制定详细完整、合理可行的辐射事故应急处理预案。
	落实监测计划	建立职业健康检查和个人剂量检测档案，落实日常环境监测，并有详细记录。
	人员持证情况	职业人员均参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书或合格证明。
	监测	X-γ 辐射剂量率巡检仪 1 台。

12.5.5 本项目监测计划

针对本项目，医院制定了如下辐射监测计划（表12.5.5-1），并计划将每次监测结果记录存档备查。

表12.5.5-1 工作场所监测计划一览表

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	DSA机房	X-γ射线空气吸收剂量率	1次/年	按照国家规定进行	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外30cm处及周围需要关注的监督区	委托有资质单位监测
日常监测	DSA机房	X-γ射线空气吸收剂量率	1次/季度	按照国家规定进行	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外30cm处及周围需要关注的监督区	自行监测
验收监测	DSA机房	X-γ射线空气吸收剂量率	/	按照国家规定进行	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外30cm处及周围需要关注的监督区	委托有资质单位监测

环评要求：委托有资质监测单位进行监测时，其仪器必须在检定有效期内，监测工作人员必须持证上岗；对监测中出现辐射超标问题，应及时向院方提出，并提出整改意见，在院方整改完成后，进行复测，直至符合要求，提供满足要求的监测报告。医院自主监测时，所用仪器须按国家规定进行剂量检定，检测时须按《医用 X 射线诊

断放射防护要求》（GBZ 130-2013）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）和《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）制定检测方案及实施细则执行。

12.6 辐射事故应急

根据国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）辐射事故分级与应急响应措施；
- （4）辐射事故的调查、报告和处理程序。

根据建设单位提供的资料可知，建设单位已经制定了《放射事件应急预案》，医院从开展核技术利用项目以来未发生过辐射事故，原有辐射事故应急预案未曾启动。但现有预案中没有“应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备”，因此建设单位应对现有应急预案进行完善。

12.7 从事辐射活动能力评价

综上所述，本项目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符合相应法律法规的要求，具备从事辐射活动的的能力。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 选址、布局合理性

兰大二院拟在院本部住院部 2 号楼 4 楼原预留的 DSA 机房（配套有控制室和设备间）新增 DSA 装置（125kV，1250mA）1 台，该设备属于 II 类射线装置。该设备主要用于介入治疗。项目位于医院内部，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，机房平面布局和建设时充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，采取的屏蔽措施和安全防护措施满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求，对周围环境的影响较小，因此，本项目的选址和布局合理。

(2) 辐射安全措施

辐射防护设计：四周墙体采用龙骨结构+3mm铅板，地坪及顶棚采用20cm厚混凝土，门采用内衬3.0mm厚铅板的铅防护门，观察窗采用3mmPb铅玻璃，均符合屏蔽防护要求。

辐射防护设施：机房防护门上方设置有工作状态指示灯，且门灯连锁；拟设置电离辐射警告标识和文字说明。控制室设对讲系统、紧急停机按钮等一系列安全连锁装置。配备相应的铅衣、铅围脖等个人防护用品并拟配置铅屏风，为辐射工作人员配备了个人剂量计等；定期对辐射工作人员开展个人剂量监测和职业健康检查监护。

在严格落实以上辐射安全措施，并在实际工作中规范操作后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护的要求。

(3) 辐射安全管理

管理机构：医院已成立了核与辐射安全防护领导小组、明确了相关职责，并将加强监督管理。

医院已制定了包括《放射性事故应急预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。医院应根据本单位核技术利用项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行；医院按要求安排辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，考核合格后方能上岗，并且按时安排人员参加复训。

13.1.2环境影响分析结论

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设均已采取了针对电离辐射有效的防护措施。经预测，设备正常运行所致工作人员最大有效剂量值为0.492mSv/a，满足工作人员剂量约束值不大于5mSv/a的要求；公众人员受到的附加年有效剂量最大为 8.8×10^{-3} mSv/a，满足本环评要求的剂量约束值0.25mSv的要求。

机房内拟设置机械通风系统，通风量约5600m³/h，换气频率远大于4次/h，可保证机房内良好的通风效果，产生的O₃通过中央空调通风系统在楼顶排放，不会改变当地空气环境质量等级，对环境的影响较小。

13.1.3可行性分析结论

(1) 医疗照射实践正当性

本项目新增1台DSA，目的在于开展放射诊疗工作、治病救人，实践过程中采取了可能的辐射防护措施，在患者得到诊疗预期效果的同时，对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“医疗照射实践正当性”的要求。

(2) 产业政策符合性

按照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令29号修改，2020年1月1日起施行）：“一、鼓励类十三、医药5、新型医用诊断设备和试剂、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”之规定，本项目属于“介入设备的应用”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

(3) 项目可行性

综上所述，兰州大学第二医院新增DSA装置应用项目在落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射环境管理制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议

(1) 辐射监测仪器、报警仪器和其他辐射防护设备要落实专人负责定期检查、维护，确保其状况良好，以确保监测数据的可靠，为单位辐射防护提供可靠依据；

(2) 医院内部定期组织培训，认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，进行核与辐射安全知识宣传，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。

(3) 修订辐射安全与防护管理制度，增加辐射工作岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、射线装置设备检修维护制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作场所监测制度等内容，将卫生和环保制度分别列为两项制度，即卫生行政部门要求的制度和生态环境行政部门要求的制度分开保存相应制度文档。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年月日

审批意见：

经办人

公章

年月日