

报告编号：HP6220240104-002

核技术利用建设项目

临夏市人民医院 新增 1 台血管造影用 X 射线装置(DSA) 应用项目环境影响报告表

(报批稿)

临夏市人民医院

二〇二四年七月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

临夏市人民医院

新增 1 台血管造影用 X 射线装置(DSA)

应用项目环境影响报告表

建设单位名称：临夏市人民医院

建设单位法人代表(签名或签章)：

通讯地址：甘肃省临夏回族自治州临夏市北滨河中路 31 号

邮政编码：731100 联系人：张琼

电子邮箱：lxsyxzbk@163.com 联系电话：13993003454

打印编号: 1718936009000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	o117yb		
建设项目名称	临夏市人民医院新增1台血管造影用X射线装置（DSA）应用项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	临夏市人民医院		
统一社会信用代码	12622901439190955A		
法定代表人（签章）	禄金晶		
主要负责人（签字）	禄金晶		
直接负责的主管人员（签字）	张琼		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	长润安测科技有限公司		
统一社会信用代码	91641100MA76C6WY9X		
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
沈立平	2015035640352014642320000027	BH021803	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
沈立平	环境影响分析与源项、辐射安全管理	BH021803	
马琴	其他章节	BH063684	

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发,它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



编号: HP 00018085
No.



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 201503564035201464233000027
File No.

姓名: 沈立平
Full Name _____
性别: 男
Sex _____
出生年月: 1982年06月
Date of Birth _____
专业类别: _____
Professional Type _____
批准日期: 2015年05月24日
Approval Date _____

签发单位盖章:
Issued by 宁夏回族自治区人力资源和社会保障厅
签发日期: 2015年 05月 24日
Issued on

宁夏回族自治区人力资源和社会保障厅 DSA 项目使用

仅限长润安测科技有限公司临夏市人民医院新增1台DSA设备使用



营业执照

(副本)

统一社会信用代码
91641100MA76C6WY9X



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”，
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

名称 长润安测科技有限公司
类型 有限责任公司(自然人投资或控股的法人独资)
法定代表人 张俊杰
经营范围 许可项目：检验检测服务；放射卫生技术服务；职业卫生技术服务；室内环境检测。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：环境保护监测；环保咨询服务；计量技术服务。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

注册资本 伍仟万圆整
成立日期 2017年10月13日
住所 宁夏银川市金凤区丰登镇阅海湾中央商务区大连路林带北侧力德财富大厦第23层2303号



登记机关 关DSA设备使用
2023年 月 18日

国家企业信用信息公示系统网址：www.gsxt.gov.cn

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6 评价依据	14
表 7 保护目标和评价标准	16
表 8 环境质量和辐射现状	19
表 9 项目工程分析与源项	24
表 10 辐射安全与防护	34
表 11 环境影响分析	46
表 12 辐射安全管理	65
表 13 结论与建议	74
表 14 审批	77
附图	
附图 1：住院楼一楼西侧改建前平面布局	
附图 2：住院楼一楼西侧改建后平面布局及项目所在位置示意图	
附图 3：介入导管室平面布局示意图	
附图 4：介入导管室楼上对应场所（病房）	
附图 5：介入导管室楼下对应场所（地下停车场）	
附图 6：介入导管室机房排风设计图	
附件	
附件 1：本项目环评委托书	
附件 2：医院现有辐射安全许可证	
附件 3：医院现有辐射工作人员上一年度个人剂量监测报告	
附件 4：本项目周围辐射环境现状监测报告	
附件 5：技术评审意见及修改说明	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		临夏市人民医院新增 1 台血管造影用 X 射线装置（DSA）应用项目			
建设单位		临夏市人民医院			
法人代表	禄金晶	联系人	张琼	联系电话	13993003454
注册地址		甘肃省临夏回族自治州临夏市北滨河中路 31 号			
项目建设地点		临夏市人民医院住院楼一楼介入导管室			
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）	85.4	投资比例	8.54%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	约 64.07m ² （机房面积）
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"/> 甲 <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			

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位情况

临夏市人民医院始建于 1954 年，目前已成为全市医疗设备先进、就医环境优雅、医疗技术水平逐年提高、各项服务能力全面提升的综合性二级甲等医院，担负着全市及周边地区 40 余万人民群众的医疗、急救、预防保健工作。

医院占地 92.3 亩，现床位编制数 650 张；全院共有职工 710 人，其中正式职工 264 人（正高 16 人、副高 70 人、中级 72 人）。设有 13 个住院科室、10 个医技辅助科室，医院共设置 13 个住院科室（手术麻醉科、重症医学科、妇产科、儿科、新生儿科、糖

尿病、肾病科、血液透析室、普外科、骨科、神经科、心血管、呼吸科、消化肝病、血液科），10个医技辅助科室。拥有的大型设备有1.5t西门子核磁共振、西门子64排CT、飞利浦数字胃肠机、乳腺X线钼靶机各一台，冷冻切片及全自动数字化切片扫描系统，麻醉智能超声仪、彩色B超、高压氧仓、全院供氧系统、全院呼叫、负压系统、智能信息化系统、钨激光碎石机等大型设备。

1.1.2 任务由来

为了满足人民群众对健康日益增长的需求，提高医院总体的医疗水平，提高疑、难、危症的诊断治疗能力，促进医院结构完善和当地卫生事业发展，为患者提供更为优质的服务及就医体验，医院拟在住院楼一楼西侧改建1间介入导管室，并拟新购1台血管造影用X射线装置(以下简称“DSA”)用于心脏介入手术及神经内科介入手术。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》，本项目所使用的1台DSA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》（2021年版)规定，使用II类射线装置应当组织编制环境影响报告表。

临夏市人民医院委托长润安测科技有限公司进行临夏市人民医院新增1台血管造影用X射线装置（DSA）应用项目环境影响报告表的编制工作，委托书见附件1。评价单位于2024年06月03日对本项目进行了现状调查、检测和资料收集工作，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，根据《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）及《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）编制完成本项目的环境影响评价报告表。

建设单位在取得环评批复后，应严格按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，重新申领辐射安全许可证。

1.1.3 建设内容和规模

（1）项目概况

医院拟将住院楼一楼西侧预留的放射机房改建为介入导管室，介入导管室四周墙体、室顶均保留原位置，**土建变动**：①**受检者防护门、工作人员门及污物门**：在机房东侧墙体开设受检者门洞、工作人员门洞，在机房西侧墙体开设污物门洞；②**防护材料增加**：四周墙体增加3mmPb硫酸钡板，室顶增加3mmPb硫酸钡板，地面增加3mmPb硫

酸防护涂料；③封堵北墙受检者门、南墙采光窗及东墙原有观察窗及部分工作人员防护门：200mm 空心砖加 3mmPb 硫酸钡板对机房北墙受检者门、南墙采光窗及东墙原有观察窗及部分原有工作人员防护门进行封堵（原有工作人员门改建为观察窗）。**场所变动：**机房东侧原预留设备间更变为缓冲区，原预留医生通道、更衣室更变为谈话间、医护通道、更衣室、卫生间，西侧原空房间更变为污物间及设备间。

本项目住院楼一楼西侧改建前布局情况见附图 1，改建后平面布局图见附图 2，介入导管室平面布局图见附图 3，介入导管室正上方对应场所为病房，二楼楼层平面布局图见附图 4，介入导管室正下方对应场所为地下停车场，地下一层平面布局图见附件 5。介入导管室面积约为 64.07m²，控制室面积约为 26.9m²，缓冲区面积约为 22.88m²，设备间面积约为 10.8m²，谈话间面积约为 5.09m²，更衣室面积约为 11.66m²，库房面积约为 6.22m²，本项目组成一览表见表 1-1。

表 1-1 本项目介入导管室建设项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	介入导管室	介入导管室净面积：64.07m ² ，净空尺寸为长 7.24m×宽 8.85m×吊顶高度 2.71m； 辐射防护设计： 四周墙体 ：200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板； 北侧墙体 封堵门、 南侧墙体 封堵采光窗、 东侧墙体 封堵观察窗及部分工作人员门； 200mm 空心砖+3mmPb 硫酸钡板 ； 顶面 ：120mm 厚钢筋混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡板； 地面 ：120mm 厚钢筋混凝土+3mmPb 硫酸钡防护涂料。 受检者进出门 ：采用 4mmPb 电动防护推拉铅门， 工作人员进出门 ：采用 4mmPb 手动平开防护铅门， 污物进出门 ：采用 4mmPb 手动平开防护铅门， 观察窗 ：采用 4mmPb 铅玻璃观察窗。	四周墙体依托原有建筑，增加硫酸钡板进行防护、东墙增设受检者门、工作人员门，封堵北侧墙体门洞、南侧墙体采光窗及东侧墙体原有观察及部分原有工作人员门
	设备	设备型号为西门子医疗系统有限公司的 Artis zee III ceiling 型，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。	新购
辅助工程	控制室	控制室位于机房东侧，尺寸为 5.44m×3.61m+2.59m×2.40m	依托
	设备间	设备间位于机房西侧，尺寸为 4.32m×2.50m	改建
	医护通道	医护通道位于机房东侧，尺寸为 6.75m×1.50m	依托

	污物间	污物间位于机房西侧，尺寸为 4.32m×2.50m	改建
	更衣室（男更衣女更）、卫生间（男卫、女卫）	更衣室及卫生间均位于机房东侧，尺寸为 3.24m×6.0m	改建
公用工程	供配电系统	用电来源于市政供电，依托医院配电。	依托
	给水系统	依托医院住院楼给水管网，供工作人员生活及医疗用水。	依托
	排水系统	依托医院污水排水管网。	依托
环保工程	辐射防护	四侧墙体采用空心砖墙+硫酸钡板进行防护，顶棚采用钢筋混凝土楼板+硫酸钡板，地面采用混凝土+硫酸钡涂料进行防护，防护门、防护窗采取铅防护，保证机房满足辐射防护要求。	新增硫酸钡板及铅防护门
	污水处理	生活污水依托医院污水处理站处理后排至市政污水管网。	依托
	排风系统	介入导管室设置负离子风机为机房进行通风换气。	改建
	固体废物	生活垃圾依托医院生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理，医疗废物统一交由有资质单位统一处理，依托医院原有的医疗废物暂存间，增加医废清运频次。	依托

(2) 设备情况

本项目涉及的医用射线装置见表 1-2。

表 1-2 本项目设备详细信息表

射线装置名称	型号	生产厂家	主要参数	类别	安装位置	用途
DSA	Artis zee III ceiling	西门子医疗系统有限公司	125kV 1000mA	II类	住院楼一楼介入导管室	介入诊断/辅助治疗

(3) 主要环境因素

施工期：噪声、固废、扬尘、废水

运行期：X 射线、O₃、NO_x、废水、固废

(4) 劳动定员

根据建设单位提供资料，本项目为场所改建，医院拟为本次项目配备 8 名工作人员，工作人员名单暂未确定，由 4 名医师、2 名护士、2 名技师组成。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号）的相关要求，本项目日后运行过程中，医院应组织新从事辐射活动的人员，

参加生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并通过考核后方可上岗。

（5）工作负荷

依据建设单位提供资料，介入导管室主要开展心脏介入手术及神经内科介入手术，DSA 包括透视和采集（摄影）两种模式，保守考虑，医院预计年开展各种手术量约为 600 台，各种手术使用 DSA 开展手术的情况见表 1-3。

表 1-3 各种手术使用 DSA 情况

年预计最大手术量（台）	单台手术最长累计曝光时间（min）		年最长出束时间（h）	
	拍片	透视	拍片	透视
心脏介入手术（450 台）	1	30	10	123
神经内科介入手术（150 台）	1	30		

1.1.4 评价目的

（1）贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》及国家相关的法律、法规、规章和标准，积极推进生态环境保护行动。

（2）对新增使用的辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众人员在该项目使用过程中可能受到辐射照射及照射的程度，对外环境产生影响进行评价。

（3）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

（4）为建设单位提出辐射防护的对策和建议，同时为生态环境部门对建设项目环境管理规定的审批提供依据，为建设单位项目建设和辐射安全日常管理提供技术支撑和参考。

1.2 产业政策符合性分析

本项目为核技术在医学领域的运用。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》要求，本项目属鼓励类第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

1.3 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，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社会危害时，该实践才是正当的。

本项目运营以后，将为临夏市人民医院提供一个更加优越的诊断环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院的档次和服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。各屏蔽和防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。因此，该医院射线装置的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其辐射引起的危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“医疗照射的正当性”的原则和要求。

1.4 项目周边保护目标及场址选址

1.4.1 项目位置

临夏市人民医院位于甘肃省临夏回族自治州临夏市北滨河中路 31 号，本项目住院楼位于医院西北侧，该建筑地上 10 层，地下 2 层，介入导管室位于住院楼一楼西侧，医院地理位置图见图 1-1，医院整体布局图及住院楼所在位置图见图 1-2，住院楼一楼西侧平面布局图及介入导管室所在位置见图 1-3。

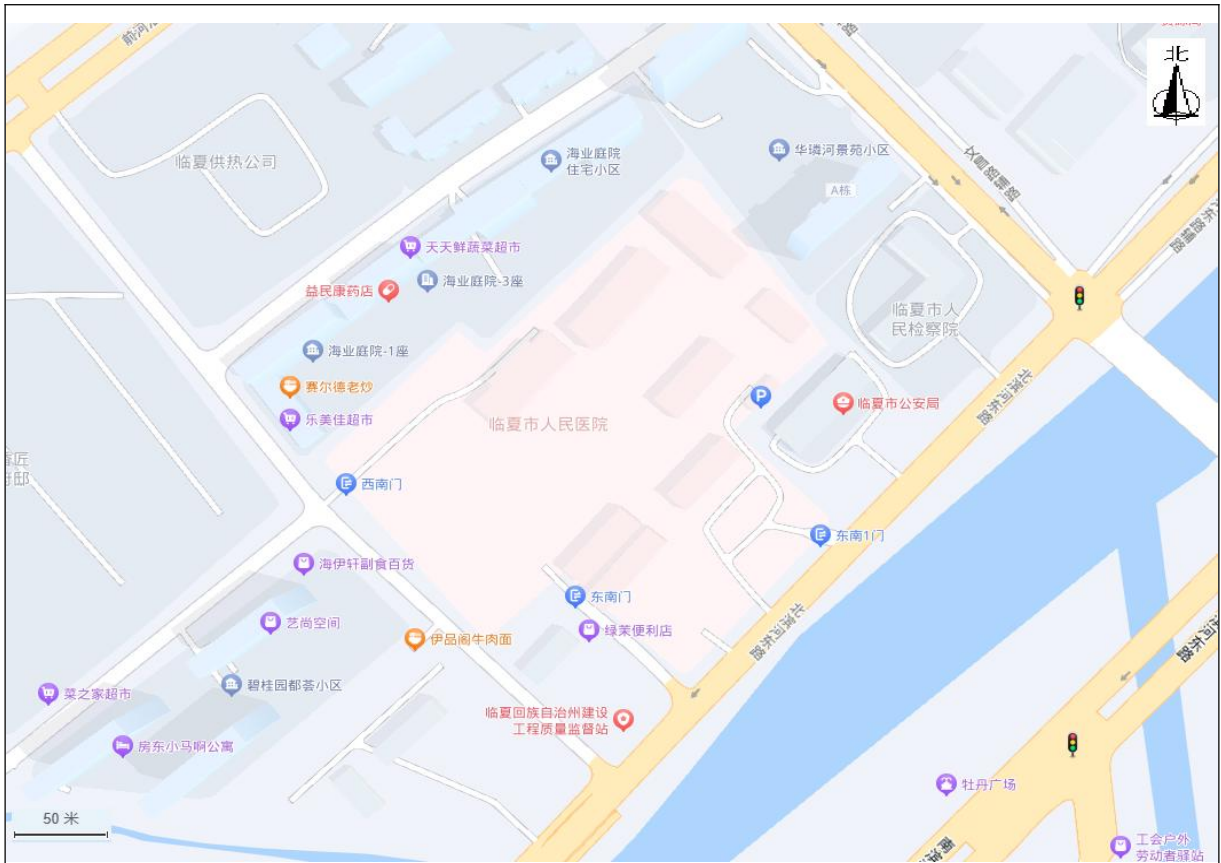


图 1-1 医院地理位置图



医院占地面积
 医院现有建筑
 ★ 本项目评价机房位置
 本项目评价范围

图 1-2 医院整体布局图及住院楼所在位置

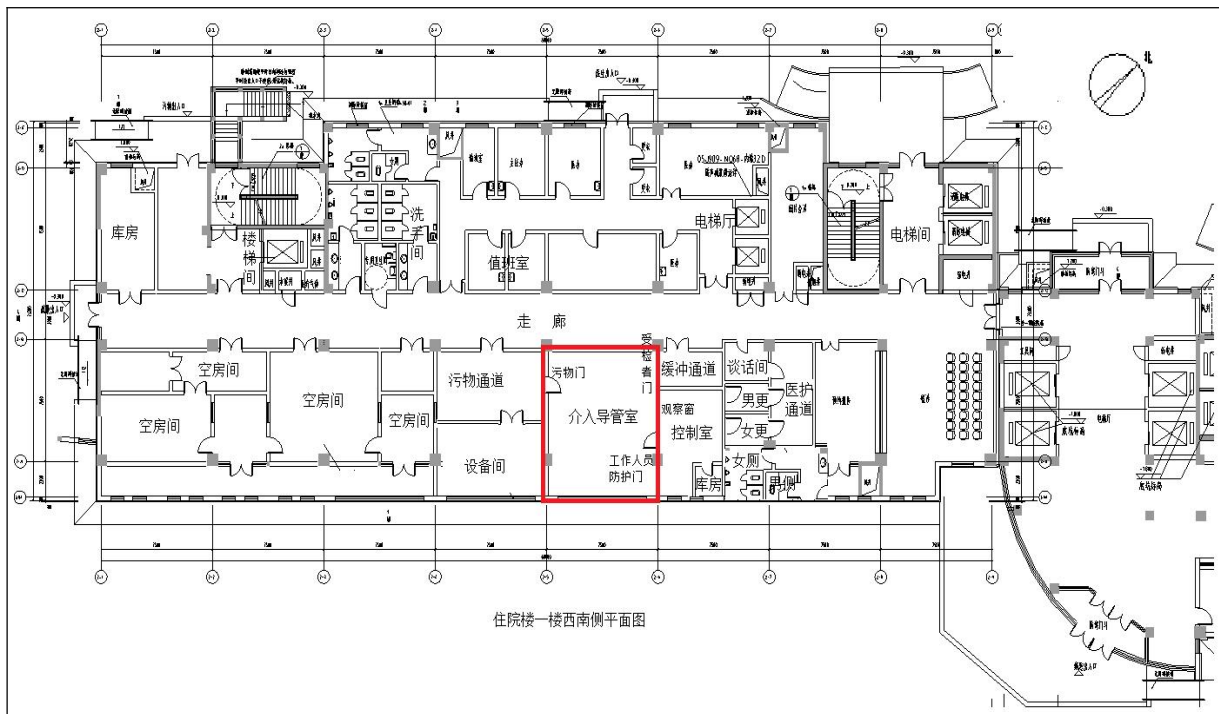


图 1-3 住院楼一楼西侧平面布局图及介入导管室所在位置

1.4.2 周边环境关系

临夏市人民医院北侧为居民楼，南侧为北滨河东路，东侧为公安局、居民楼，西侧为马路、建设工程质量监督站，土地使用性质为医疗用地，见图 1-1。

住院楼位于医院西北侧，住院楼北侧相邻院内道路，西侧相邻院内道路及院内绿化带，南侧相邻院内道路及生活服务楼，东侧相邻院内道路及感染病楼，见图 1-2。

介入导管室位于住院楼一楼西侧，介入导管室东侧紧邻缓冲区、控制室，南侧紧邻院内绿化带，西侧紧邻污物间、设备间，北侧紧邻走廊，见附图 3；介入导管室 50m 范围内建筑为东侧缓冲区、控制室、谈话间、更衣室、卫生间、空房间、大厅，南侧为院内道路及地下停车口，西侧为污物间、设备间、空房间、院内道路，北侧为走廊、值班室、空房间、院内道路，见图 1-2，介入导管室楼下为地下车库，楼上为病房，分别见附图 4、附图 5。

1.4.3 周边保护目标及选址

本项目保护目标主要为介入导管室实体屏蔽物边界外 50m 的范围内的的工作人员及公众。

经与医院核实，该院区评价范围内无自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点，周围没有项目建设的制约因素，本项目通过采取相应

有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此选址是合理的。

1.5 医院原有核技术应用项目情况及辐射管理现状

1.5.1 许可的射线装置

医院原有核技术利用项目包括使用Ⅲ类射线装置，均已取得《辐射安全许可证》（详见附件 2），发证日期为：2024 年 02 月 26 日，证书编号为：甘环辐证[N2899]，许可种类为：使用Ⅲ类射线装置，许可证有效期至 2025 年 12 月 24 日，医院已有Ⅲ类射线装置均按要求登记管理，医院现有核技术项目许可情况见表 1-4。

表 1-4 临夏市人民医院现有射线装置

序号	装置分类名称	规格型号	类别	种类	装置名称	目前使用场所	备注
1	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	SOMATO M go.TOP	Ⅲ类	使用	X 射线计算机体层摄影设备	医技楼一楼 CT 室检查室 1	/
2	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	NeuViz 16	Ⅲ类	使用	X 射线计算机体层摄影设备	医技楼一楼 CT 室检查室 2	
3	医用诊断 X 射线装置	Multix Fusion 奕龙	Ⅲ类	使用	数字化医用 X 射线摄影系统	医技楼一楼放射科 DR 检查室	
4	口腔（牙科）X 射线装置	Pax-400C	Ⅲ类	使用	全景口腔和透露 X 射线成像系统	医技楼一楼放射科牙片检查室	
5	医用诊断 X 射线装置	Senographic Crystal Nova	Ⅲ类	使用	数字化乳腺 X 射线机	医技楼一楼放射科钼靶检查室	
6	医用诊断 X 射线装置	Combi Diagnost R90	Ⅲ类	使用	医用诊断 X 射线系统	医技楼一楼数字胃肠检查室	
7	医用诊断 X 射线装置	PLX118F/b	Ⅲ类	使用	移动式平板 C 形臂 X 射线机	住院楼三楼手术室	
8	医用诊断 X 射线装置	Modulo Easy 30	Ⅲ类	使用	数字化移动式摄影 X 射线机	住院楼四楼重症监护室	

注：“/”表示辐射安全许可证上已登记该设备，医院未提供配备凭证。

1.5.2 辐射安全管理现状

(1) 辐射工作人员个人剂量检测结果

临夏市人民医院已为现有辐射工作人员配备了个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案。根据医院提供的 2023 年剂量监测报告数据，医院辐射工作人员年有效剂量范围为 0.11mSv~1.44mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的职业人员年有效剂量 20mSv 基本限值要求。

(2) 辐射工作场所及外环境监测报告

医院每年委托有资质单位进行工作场所及周边环境年度监测，根据医院制定的射线装置监测制度，临夏市人民医院委托放射卫生技术服务机构对医院原有射线装置工作场所及周围环境进行了监测，同时出具了检测报告。监测结果表明：医院现有的射线装置正常运行工况下，射线装置机房四周屏蔽墙体、防护门、观察窗外表面 30cm 处周围剂量当量率均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)标准中相应限值要求。

(3) 辐射安全管理机构及辐射制度

临夏市人民医院以正式文件成立了辐射安全防护领导小组，由医院院长作为领导小组组长，由设备科、放射科主任为成员，并明确了机构成员以及职责。医院已制定了《环境辐射监测方案》等规章制度，其中较为详细的规定了射线装置许可与申报、放射工作场所防护和设备性能检测、辐射工作人员管理、职业健康监护、个人剂量监测管理、放射防护培训制度、个人防护用品发放的使用及管理、医院放射防护档案管理等具体要求。医院已针对可能发生辐射事故类型，制定了《临夏市人民医院辐射事故应急预案》，截至调查期间，医院未发生过辐射安全事故。

医院沿用原有放射防护管理制度，拟根据新增介入设备制定设备操作规程，拟根据医院人员变动及时更新辐射领导小组成员等。

(5) 防护用品、监测仪器配备情况

医院已根据现有的 8 台射线装置核技术应用规模，配备铅衣、铅围脖、铅围裙等防护设备，用于辐射工作人员、患者或受检者的辐射防护。

(6) 辐射工作人员培训

医院目前有放射工作人员 20 名，根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》第一条规定，若医院仅从事Ⅲ类射线装置，未参加集中考核并取得成绩报告单的及有效期届满的辐射工作人员无需参加集中考核，由医院自行组织考核。根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》第二条及第三条规定，医院可登陆网站或关注微信公众号按考核规则选取题

目，对仅从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员进行考核，并对考核记录留档备查。医院从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员均进行自主培训，经考试成绩合格。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号）的相关要求，本项目日后运行过程中，医院应组织新从事辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，参加生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并通过考核后方可上岗。

（6）新增项目与原有项目依托关系

本次新增项目机房四周墙体、室顶及地面屏蔽体依托原有建筑，并新增相应防护材料（硫酸钡）；辐射工作人员均为医院职工；医院已制定有完善的辐射防护管理制度，医院在依托原有制度的基础上，针对本项目补充完善设备操作规程、新增Ⅱ类射线装置相关制度；项目拟配备便携式 X- γ 辐射监测仪一台，不依托医院原有核技术利用项目监测仪表。

（7）问题

临夏市人民医院已从事辐射诊疗多年，目前未发生过辐射安全事故。因此，不存在原有环境污染和环境遗留问题。

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》(GB 18871-2002)。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	血管造影用 X 射线装置 (DSA)	II	1	西门子医疗系统有限公司产 Artis zee III ceiling 型	125	1000	介入诊断	住院楼一楼介入导管室	新购

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧 (O ₃)	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
氮氧化物 (NO _x)	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
废纱布、废医疗用品	固态	/	/	/	300kg	/	暂存于废物桶	委托有医疗废物处理资质单位处理

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；年排放总量用 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

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，自 2015 年 01 月 01 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，自 2018 年 12 月 29 日修改施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，自 2003 年 10 月 01 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，自 2017 年 10 月 01 日修改施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，自 2019 年 03 月 02 日修改施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，自 2021 年 01 月 04 日修改施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，自 2011 年 05 月 01 日施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)，自 2021 年 01 月 01 日施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，自 2019 年 11 月 01 日起施行；</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，自 2017 年 12 月 05 日施行；</p> <p>(11) 《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》，自 2020 年 01 月 01 日起实施；</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，自 2024 年 02 月 01 日起施行；</p> <p>(13) 《关于建立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，2006 年 09 月 26 日）；</p> <p>(14) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》，（环发[2008]13 号，2008 年 04 月 14 日）；</p> <p>(15) 《辐射安全考核专业分类参考目录（2021 年版）》，2021 年 03 月 03 日发布；</p> <p>(16) 《甘肃省辐射污染防治条例》，自 2021 年 01 月 01 日起施行；</p> <p>(17) 《甘肃省生态环境厅关于委托开展核与辐射类行政许可工作的通知》（甘环核发〔2019〕8 号）；</p>
------------------	---

	<p>(18) 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(2023年本)》的通知(甘环环评发〔2023〕6号)；</p> <p>(19) 《甘肃省人民政府办公厅关于印发甘肃省辐射事故应急预案的通知》，(甘政办发〔2022〕13号，2022年01月28日印发)；</p> <p>(20) 《临夏回族自治州人民政府办公室关于印发《临夏州辐射事故应急预案》的通知》，2022年04月14日发。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《血管造影用X射线装置专用技术条件》(YY/T0740-2009)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(8) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(9) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 临夏市人民医院环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 临夏市人民医院提供的相关图纸；</p> <p>(3) 临夏市人民医院提供的其他技术资料；</p> <p>(4) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽)(李德平、潘自强主编)；</p> <p>(5) 《电离辐射剂量学》(李士骏编著)；</p> <p>(6) 设计依据：NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004；</p> <p>(7) 《X射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》(郝海鹰、刘容、王玉海著，1998.3)；</p> <p>(8) 《X射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》(张大薇著，1989.10)。</p>

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围

本项目使用 DSA 设备，为II类射线装置，DSA 设备开机出束时，会有 X 射线的产生，主要评价因子为 X 射线。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“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，结合本项目实际选址，确定该项目评价范围为介入导管室屏蔽墙体外 50m 区域，介入导管室屏蔽墙体外 50m 区域环境影响评价范围图见图 7-1。

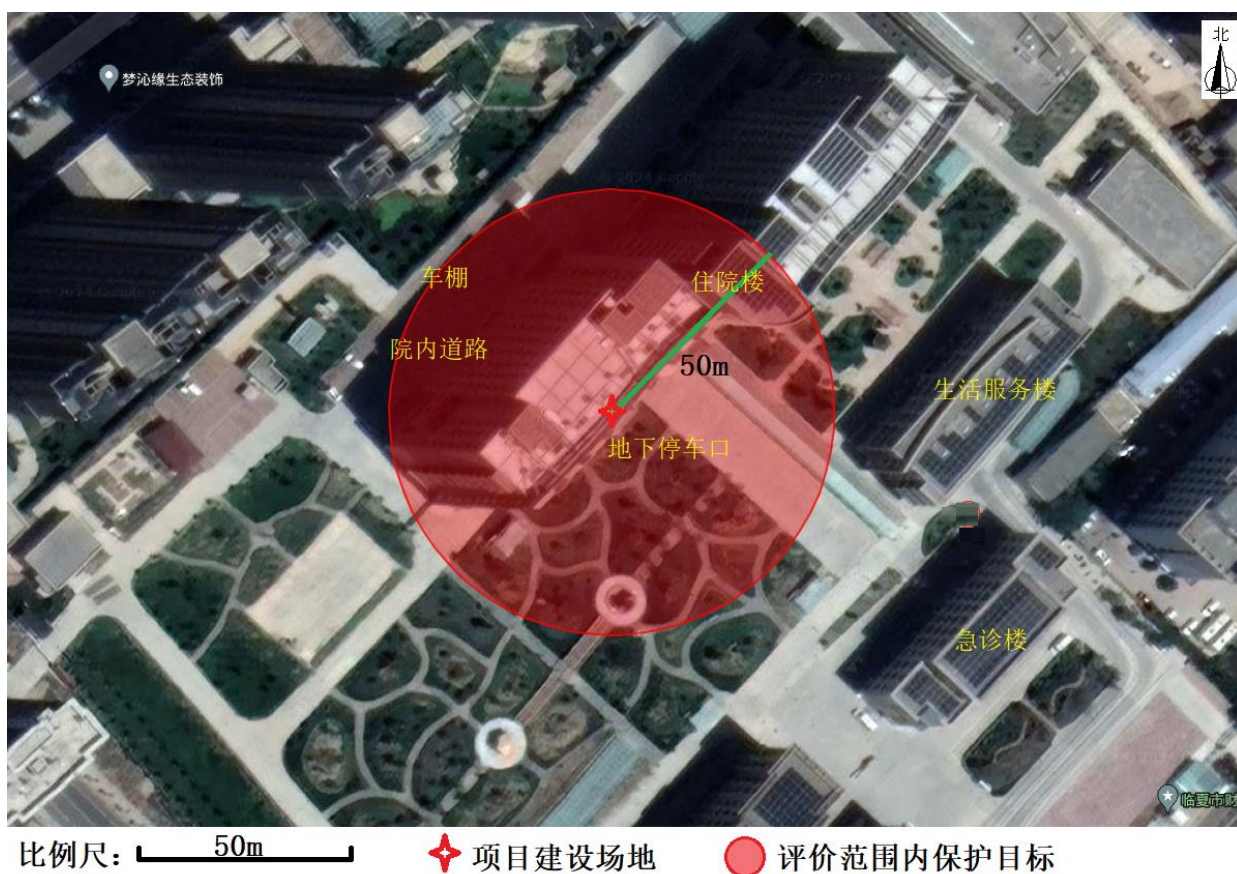


图 7-1 本项目环境影响评价范围示意图

7.2 保护目标

介入导管室实体屏蔽物边界外 50m 区域内不涉及学校等环境保护敏感点，结合本项目评价范围，确定本项目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 范围内活动的公众人员。本项目环境保护目标如表 7-1 所示。

表 7-1 介入导管室主要环境保护目标一览表

保护目标	方位	场所	主要保护目标	与实体屏蔽物边界距离	人口规模	年剂量约束值
职业人员	/	介入导管室	介入手术医护人员	机房内	2~6 人	≤5mSv
	东侧	控制室	控制室内工作人员	相邻	1~2 人	
		库房	医护人员	3m	1~2 人	
		更衣室	医护人员	5.5m	2~6 人	
		卫生间	医护人员	5.7m	2~6 人	
		医护通道	医护人员	8.8m	2~6 人	
	西侧	污物间	医护人员	相邻	1~2 人	
		设备间	医护人员	相邻	1~2 人	
公众	东侧	缓冲区	医护人员及公众	相邻	2~4 人	≤0.1mSv
		空房间	公众	11~25m	流动人员	
		一楼大厅	公众	26~50m		
	南侧	院内道路	公众	3~10m		
		地下停车口	公众	15~18m		
	西侧	空房间	公众	3~35m		
		院内道路	公众	36~43m		
	北侧	走廊	医护人员及公众	相邻	流动人员	
		空房间	医护人员及公众	3.5~18m		
		电梯间	公众	10m		
		院内道路	公众	15m~19m		
		车棚	公众	47m		
	楼上	病房	公众	相邻	2~6 人	
		理疗室	公众	6m	流动人员	
		卫生间	公众	7m		
开水间		公众	12m			
护士站		医护人员及公众	18m			
楼下	地下车库	公众	2m			

7.3 评价标准

7.3.1 个人剂量

1、剂量限值

1.1 职业照射

4.3.2.1 条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)中规定的相应剂量限值。

因此，评价取 5mSv/a 作为项目工作人员个人剂量约束值、取 0.1 mSv/a 作为公众个人剂量约束值。

表 7-2 个人剂量限值

关注人群	标准剂量限值	评价剂量约束值
工作人员	①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; ②任何一年中的有效剂量, 50mSv。	年有效剂量, 5mSv。
公众	①年有效剂量, 1mSv; ②特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。	年有效剂量, 0.1mSv。

7.3.2 工作场所剂量率参考控制水平

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)第 6.3.1 条第 1 款要求, 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 机房周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

因此, 评价取介入导管室实体屏蔽物边界外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 作为透视、减影条件下的参考控制水平。

表 8 环境质量和辐射现状

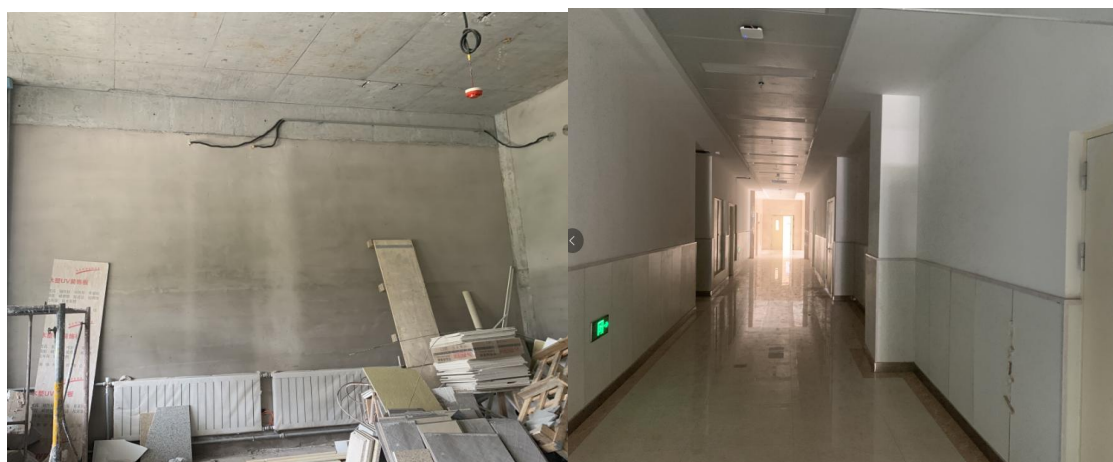
8.1 项目地理位置和场所位置

临夏市人民医院位于甘肃省临夏回族自治州临夏市北滨河中路 31 号，医院地理坐标为东经 103°23′ 93″，北纬 35°59′ 83″，项目地理位置见图 1-1。

医院整体布局图如图 1-2 所示。住院楼位于医院整体布局的西北侧，住院楼北侧相邻院内道路，西侧相邻院内道路及院内绿化带，南侧相邻院内道路及生活服务楼，东侧相邻院内道路及感染病楼。介入导管室位于住院楼一楼西侧，东侧紧邻缓冲区、控制室，南侧紧邻院内绿化带，西侧紧邻污物间、设备间，北侧紧邻走廊，机房正上方对应病房，正下方对应地下车库。周围均为医院相关用房，道路及空地。

8.2 辐射环境现状监测

8.2.1 监测时现状图



8.2.2 检测单位

长润安测科技有限公司

8.2.3 监测因子

本项目拟建地环境 γ 辐射剂量率(检测报告见附件 4)

8.2.4 监测时间及环境条件

监测时间：2024 年 06 月 19 日

环境条件：温度：15~30℃，海拔：1859m，湿度：54%，天气：晴。

8.2.5 监测方法

本次环境辐射剂量率监测严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的相关要求进行监测。

8.2.6 监测仪器

辐射环境检测使用的仪器信息详见表 8-1。

表 8-1 本项目辐射环境检测使用的仪器基本信息

仪器名称	环境级 X- γ 剂量率仪
型号	SCB603E
编号	CR-YQ-088
能量范围	30keV~3Mev
测量范围	0.01 μ Gy/h~3Gy/h
单位	Gy、Sv 可切换
灵敏度	≥ 350 cps/（1 μ Sv/h）
校准因子	1.10（量程：10 μ Sv/h）
检定有效期	北京市计量检测科学研究院（证书编号：DD23J-CA100106） 有效期：2023.04.04-2024.04.03

8.2.7 质量控制

（1）检测实行全过程的质量控制，严格《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

（2）检测仪器符合《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的相关规定，并经过北京市剂量检测科学研院校准，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

（3）现场检测人员、检测报告编制人、检测报告审核人、检测报告授权签字人均持证上岗；

(4) 合理布设检测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性。

8.2.8 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），结合实际情况，主要监测本项目介入导管室及周围的辐射环境本底值，本项目监测布点图见图 8-1 及图 8-2。

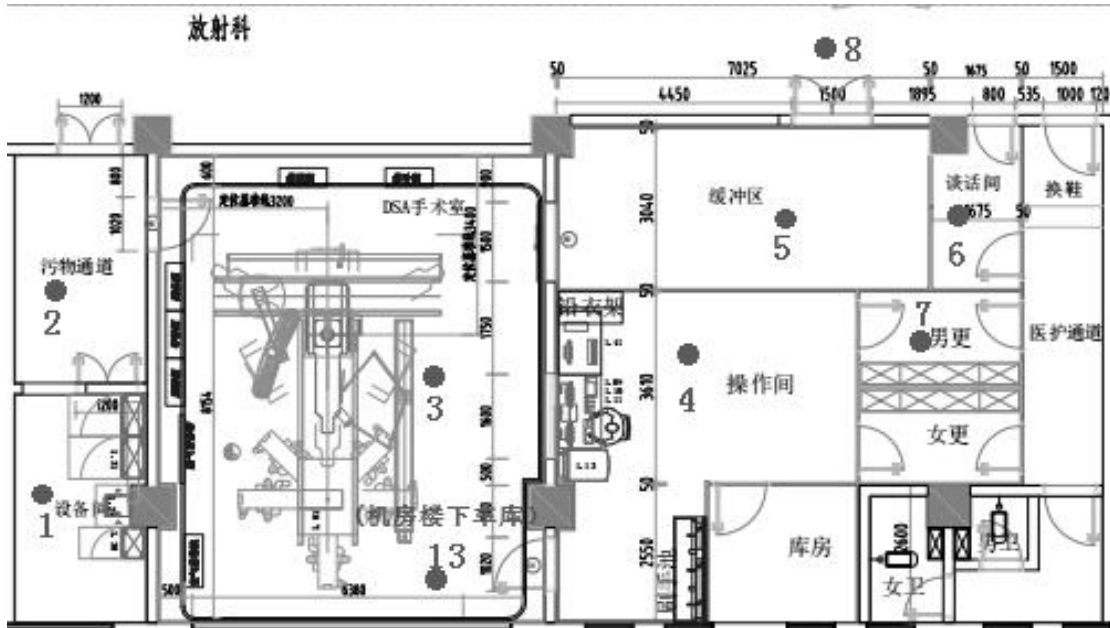


图 8-1 本项目介入导管室室内监测布点图

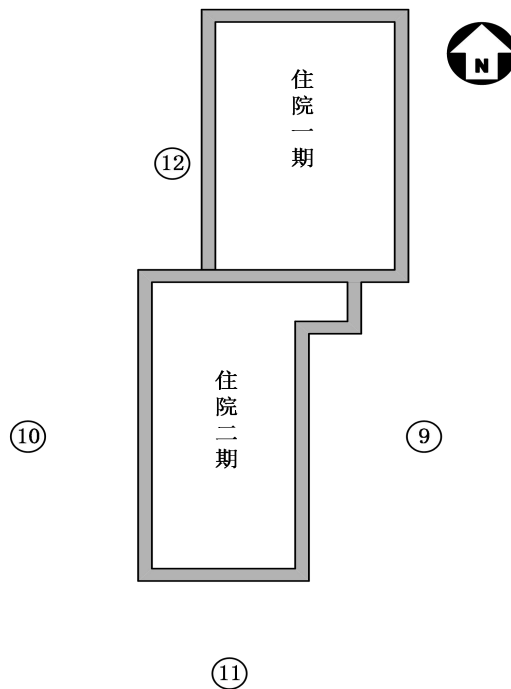


图 8-2 本项目介入导管室室外监测布点图

8.2.9 数据处理

根据 SCB603E 型环境级 X、 γ 辐射测量仪检定证书检定结果，结合项目实际情况，校准因子取 1.1。

SCB603E 型环境级 X、 γ 辐射测量仪无检验源，仪器检验源效率因子取 1。

SCB603E 型环境级 X、 γ 辐射测量仪使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.2 Sv/Gy。

8.2.10 监测结果

拟改建介入导管室及周围辐射环境本底监测结果分布见表8-1。

表8-1 介入导管室及周围辐射环境本底监测结果

检测点位	关注点	监测结果 (nGy/h)	备注
1	设备间	83±1	室内
2	污物通道	87±3	室内
3	DSA 机房	90±4	室内
4	控制室	99±1	室内
5	缓冲区	85±2	室内
6	谈话间	86±1	室内
7	更衣区	83±2	室内
8	走廊	85±1	室内
9	机房所在楼东侧 30m 处	83±3	室外
10	机房所在楼西侧 30m 处	89±1	室外
11	机房所在楼南侧 30m 处	101±1	室外
12	机房所在楼北侧 30m 处	88±1	室外
13	机房楼下车库	78±3	室内
14	大夏河边	79±3	室外
15	机房楼上病房	86±3	室内

注：1、以上检测结果数据均未扣除宇宙射线响应值。

综上：本项目介入导管室周围 1-8 号、13 号、15 号室内监测点位的环境 γ 辐射剂量率

在 (78 ± 3) nGy/h 至 (99 ± 1) nGy/h 之间，9-12 号、14 号室外监测点位的环境 γ 辐射剂量率为 (79 ± 3) μ Gy/h 至 (101 ± 1) μ Gy/h 之间。对比《2023 年甘肃省生态环境状况公报》显示，全省环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常范围为 64.4nGy/h~191nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），对比项目拟建地点及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率，辐射水平未见明显升高。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备与工艺分析

9.1.1 DSA 工程设备与工艺分析

(1) 工作原理

数字减影血管造影技术(Digital Subtraction Angiography) 是血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。其成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂(含有有机化合物，在 X 射线照射下会显影) 后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过数字减影处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血液动力学的改变。典型数字减影血管造影系统结构详见图 9-1。

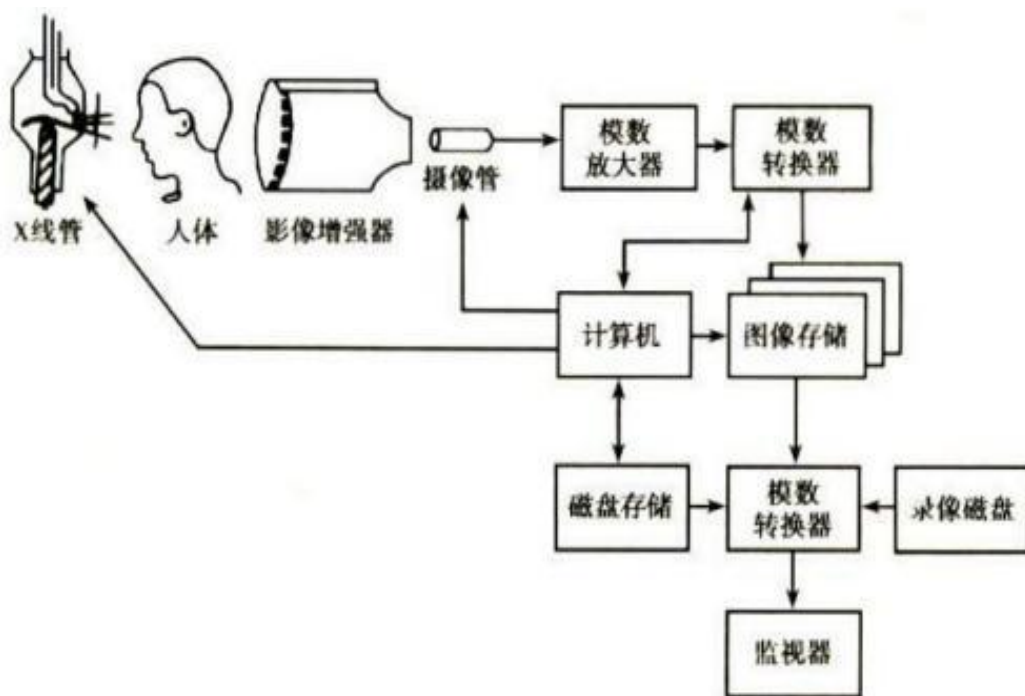


图9-1 典型数字减影血管造影系统结构

(2) 设备组成

血管造影用 X 射线装置 (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、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。

DSA 主要组成部分包括高压发生器、X 射线球管、平板探测器、电子计算机图像处理系统、操作台、干式激光相机、导管床及专用机架组成。DSA 设备外观结构图如图 9-2 所示。

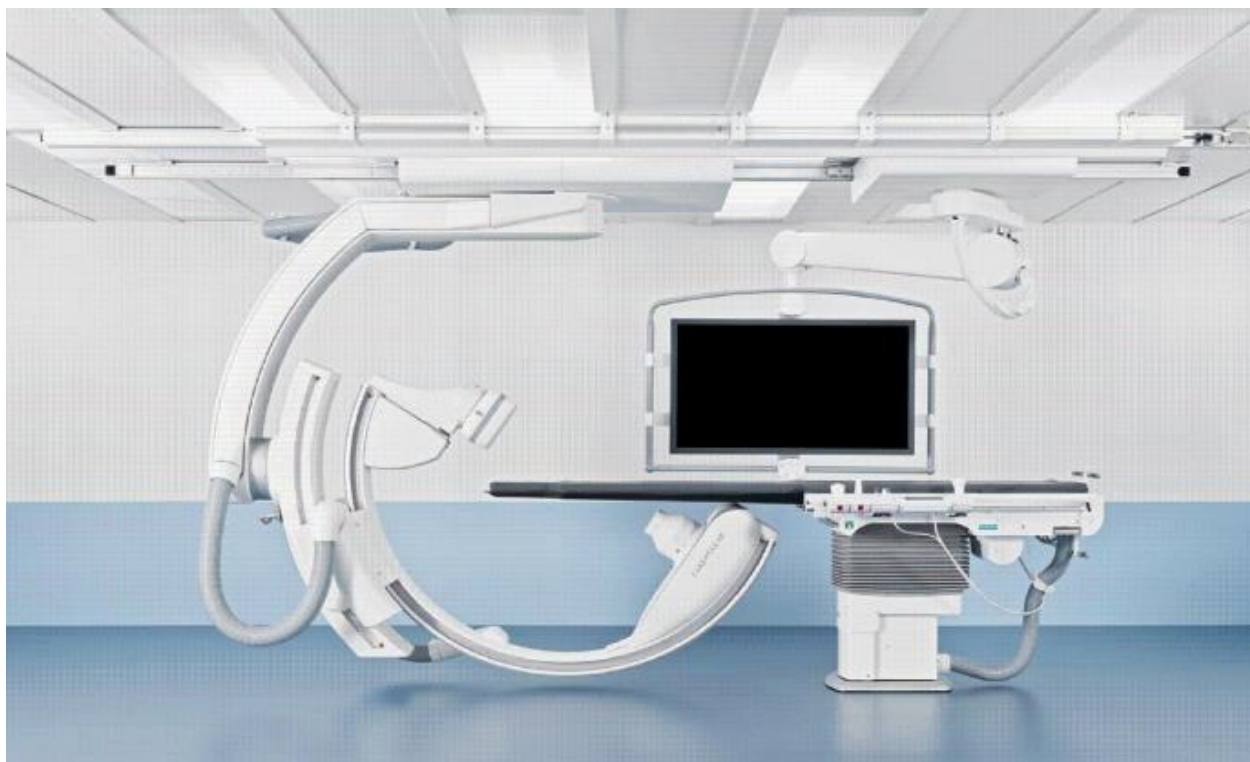


图 9-2 DSA 外观结构图

因本项目 DSA 设备未提供产品说明书等随机文件,评价按照医院提供的部分参数并参考相关文献确定相关技术参数,详见表 9-1。

表 9-1 Artis zee III ceiling 型 DSA 主要技术参数

X 射线管电压 (kV)	≤ 125	X 射线管电流 (mA)	≤ 1000
距焦点 1m 处泄漏剂量率① (mGy/h)	≤ 0.5	透视条件下距焦点 1m 处空气比释动能率② ($\mu\text{Gy/h}$)	$7.33 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$
减影条件下距焦点 1m 处有用线束剂量率③ ($\mu\text{Gy/h}$)	$1.26 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$	/	/

注: ①参考《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-并联标准: 诊断 X 射

线设备的辐射防护》(GB9706.12-1997)第 29.204.3 节内容;②参考《辐射防护手册》(第一分册),取 2.5mmAl 的滤过条件,推算 Artis zee III ceiling 型 DSA 摄影(透视)模式(管电压 90kV、管电流 20mA)下,距焦点 1m 处有用线束剂量率为 $7.33 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$;③参考《辐射防护手册》(第一分册),取 2.5mmAl 的滤过条件,推算 Artis zee III ceiling 型 DSA 摄影(减影)模式(管电压 100kV、管电流 300mA)下,距焦点 1m 处有用线束剂量率为 $1.26 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

(3) 操作流程

项目建成后,主要开展心脏介入、外周介入手术。评价例举心脏介入中的冠状动脉造影术、外周介入中的腹主动脉造影术等工作流程如下:

1) 冠状动脉造影术

① 预约登记

经医师临床诊断、正当性判断后,需要实施介入诊疗的受检者进行预约登记。

② 告知

医师向受检者及其家属介绍介入治疗可能出现的并发症及危害、可预期的诊疗效果、辐射危害等。

③ 术前准备

医师了解受检者既往病史、过敏史,安排受检者进行体格检查、穿刺部位备皮、禁饮食及其他。

④ 穿刺

医护人员对受检者穿刺部位皮肤消毒并局部麻醉后,在穿刺部位做小切,通过鞘管插入带安全导引钢丝的导管,在透视模式下前送导管,经股动脉、髂动脉上行至胸动脉,直至导引钢丝头端达主动脉弓远端至升主动脉。握住导引钢丝,前送导管使管头超出导丝。撤出导引钢丝,抽吸导管,弃去抽吸液,用肝素盐水手推冲洗导管后,连接到充有造影剂的三联三通接头和注射器上。记录导管尖主动脉压力,手推注射器 3~4ml 使导管充满对比剂。操作管道尾端方向柄,缓慢将导管沿着升主动脉内壁前送,到发现导管头端在插送过程中有突然前跳后,推注对比剂 1~2ml 证实进入冠状动脉开口。

期间,手术工作人员穿戴个人防护用品进入机房内,透视模式下在术者位开展近台操作。

⑤ 透视、减影

手术过程中,手术工作人员在术者位采取脉冲透视方式获得透视影像,以了解人体组织生理结构。减影过程中,手术工作人员手推注射对比剂,进行减影(15~30 帧/s),将显影过程记录下来,从显影的结果可以看到含有对比剂的血液流动顺序,以及血管充盈情

况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以对比剂排出的路径及快、慢推断有无异常通道和血液动力学改变等情况。

期间，手术工作人员穿戴个人防护用品进入介入手术室内，透视模式下在术者位开展近台操作；减影模式下工作人员退出介入手术室。

⑥术后处理

结束后，医师撤出导管，加压包扎穿刺点，防止出血。术后应密切观察受检者，预防并及时处理并发症。

⑦结束

医师填写介入记录，技师处理图像、刻录光盘。

2) 腹主动脉造影术

①预约登记

经医师诊断、诊断正当性判断后，需要实施介入治疗的受检者进行预约登记。

②告知

医师向受检者及其家属介绍介入治疗可能出现的并发症及危害、可预期的诊疗效果、辐射危害等。

③术前准备

医师了解受检者既往病史、过敏史，安排受检者进行体格检查、穿刺部位备皮、禁饮食及其他。

④穿刺

医护人员对受检者穿刺部位皮肤消毒并局部麻醉后，在穿刺部位做小切，通过鞘管插入带安全导引钢丝的导管，在透视模式下前送导管，经股动脉、髂动脉上行至腹主动脉。握住导引钢丝，前送导管使管头超出导丝。撤出导引钢丝，抽吸导管，弃去抽吸液，用肝素盐水手推冲洗导管后，连接到充有对比剂的三联三通接头和注射器上。记录导管尖主动脉压力，手推注射器 3~4ml 使导管充满对比剂。操作管道尾端方向柄，缓慢将导管沿着主动脉内壁前送，推注对比剂 1~2ml 证实进入腹主动脉。

期间，手术工作人员穿戴个人防护用品进入介入手术室内，透视模式下在术者位开展近台操作。

⑤透视、减影

手术过程中，手术工作人员在术者位采取脉冲透视方式获得透视影像，以了解人体组织生理结构。减影过程中，手术工作人员手推注射对比剂，进行减影（3~6 帧/s），将显影过程记录下来，从显影的结果可以看到含有对比剂的血液流动顺序，以及血管充盈情况，

从而了解血管的生理和解剖的变化，并以对比剂排出的路径及快、慢推断有无异常通道和血液动力学改变等情况。

期间，手术工作人员穿戴个人防护用品进入介入手术室内，透视模式下在术者位开展近台操作；减影模式下工作人员退出介入手术室。

⑥术后处理

结束后，医师撤出导管，加压包扎穿刺点，防止出血。术后应密切观察受检者，预防并及时处理并发症。

⑦结束

医师填写介入记录，技师处理图像、刻录光盘。

本项目 DSA 进行出束曝光时分为两种情况：

a) 摄影：操作人员一般采取隔室操作的方式（即操作技师或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。

b) 透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室介入导管室操作。

(4) 工作负荷

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 主要用于进行心内科、神经内科和神经外科介入手术，主要用于手术期间提供患者的透视和点片图像，每台手术 DSA 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，年预计最大手术量 600 台，透视模式下年最大出束时间 10h，摄影模式下年最大出束时间 123h。

(5) 污染因子

使用 DSA 手术时，注入的造影剂不含放射性，DSA 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，介入手术中会产生一些医疗废物。DSA 进行摄影、透视时，高压发生器将高电压加在 X 射线管的两极之间，高速运动的电子撞击物质而突然受阻时产生 X 射线。X 射线使空气电离产生臭氧和氮氧化物。DSA 诊治流程及产污环节见图 9-3。

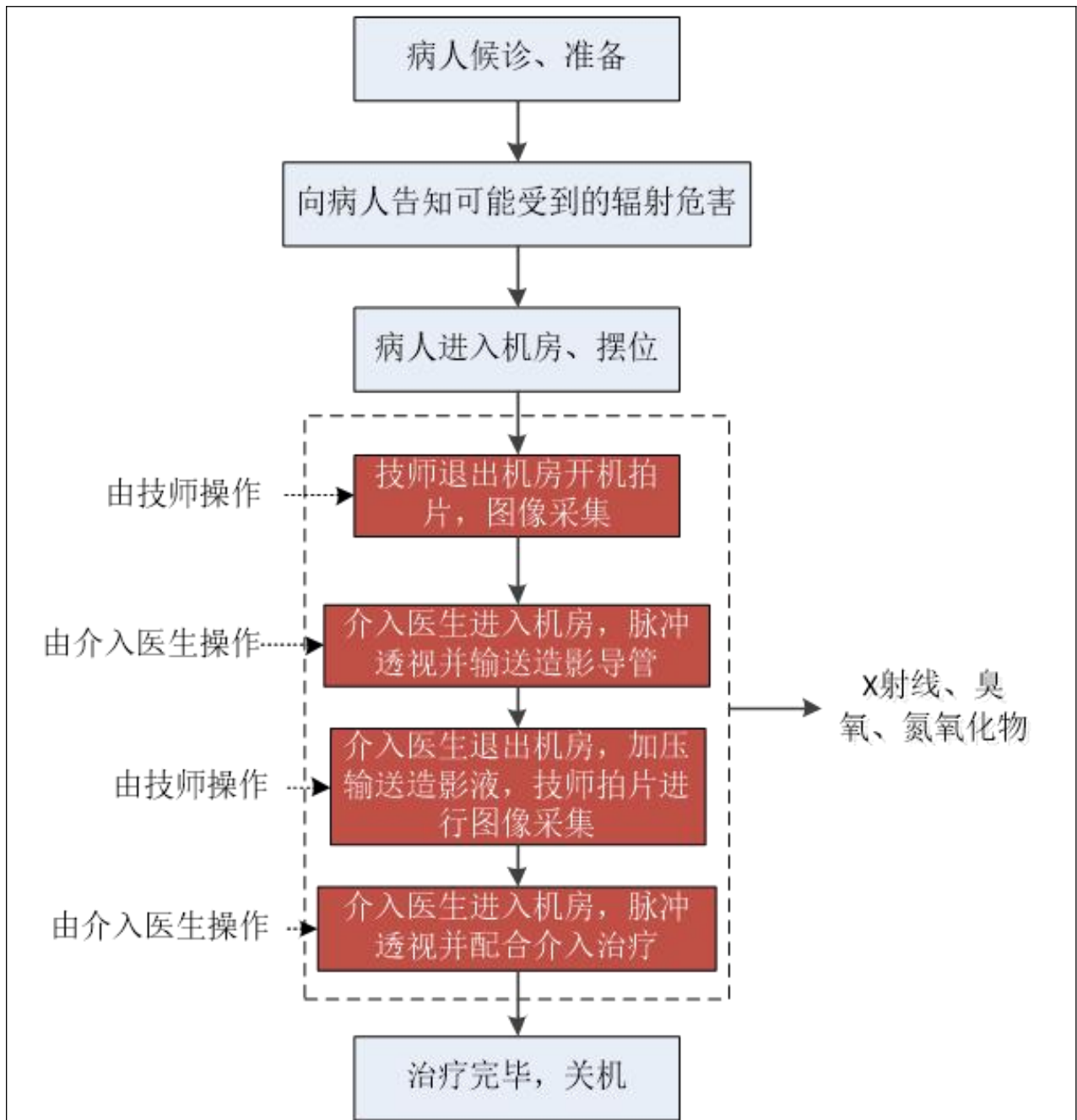


图 9-3 DSA 流程及产污环节示意图

由于 DSA 机架可以带动 X 射线球管和平板探测器一起旋转，考虑到本项目 DSA 装机方向，DSA 有用线束主要朝上进行照射，临床上根据手术检查部位进行旋转。

(6) 人流、物流路径

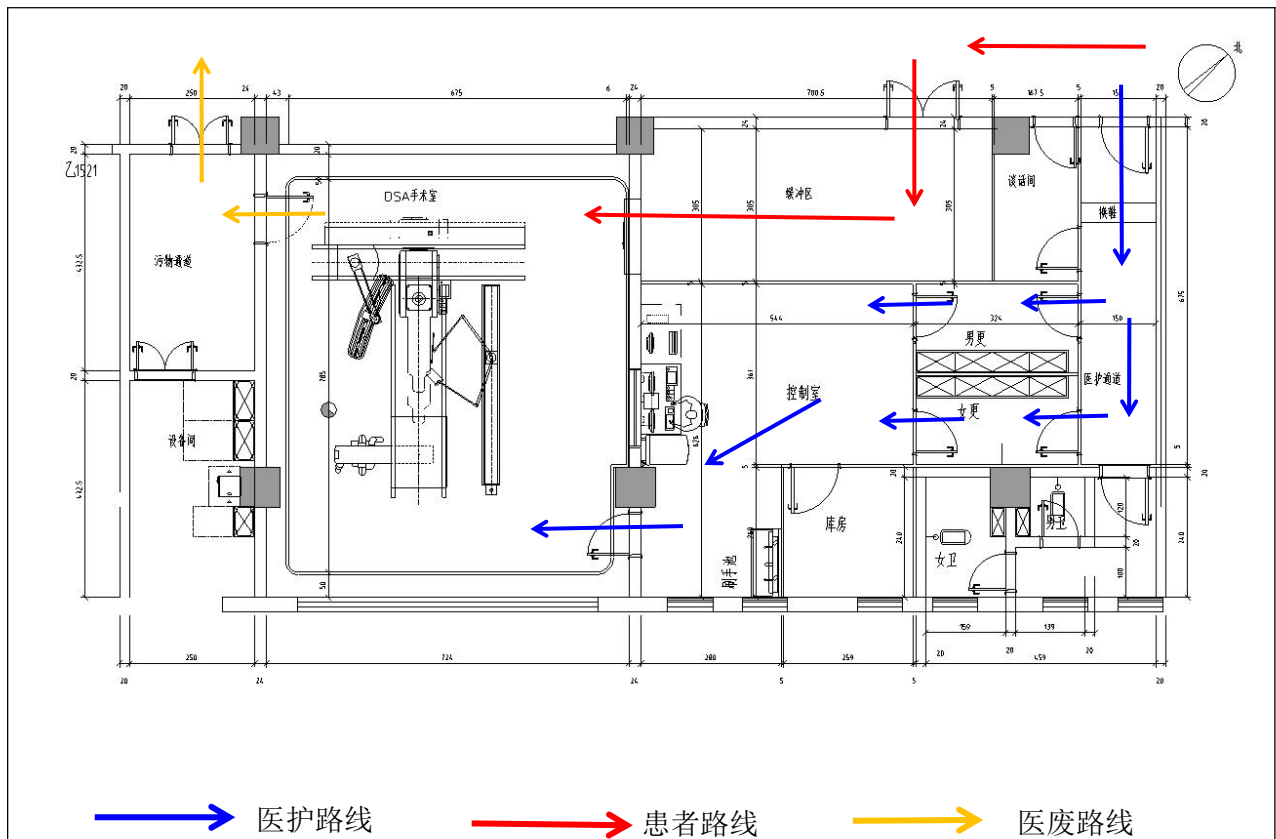


图 9-4 本项目人流、物流路径图

本项目介入导管室位于住院楼一楼西侧，病人家属不得进入。

候诊病人：候诊患者进入缓冲区，通过走廊，经介入导管室受检者防护门进入介入导管室。

医护人员：医护人员经医护通道进入换鞋区换鞋再进入更衣室，更衣后进入控制室，刷手后通过工作人员防护门进入介入导管室。

污物：介入导管室产生的医疗废物均由专人及时收集，每台手术结束后由污物防护门处运出。

综上，本项目介入导管室进出机房为工作人员与污物分别设置独立通道，且机房患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期工艺流程简述

本项目在施工过程中伴有施工噪声、装修垃圾、施工废水和建筑粉尘产生。本项目工程量小，施工安装时间短，施工单位合理安排好施工时间，能够满足施工场界噪声规定限

制要求；施工所产生的少量生活废水和施工废水经本院污水处理站处理后排入管网；在建设施工中采取低噪声工具及湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；建设施工所产生的少量建筑废渣以及设备安装产生的包装废物送院方指定的建筑垃圾储存场，定时定点清运。

9.2.2 运行阶段污染源项

本次项目 DSA 属于 X 射线发射装置，属于使用 X 射线进行放射诊断的设备，X 射线伴随着机器的开、关而产生和消失。其在使用过程中主要污染因子是对放射性工作人员及公众造成外照射的 X 射线，其次本项目运行过程中会因 X 射线与空气发生电离作用产生少量臭氧及氮氧化物废气，另外在介入诊疗过程中会产生少量的医疗废物和医疗废水。本项目使用过程中不产生放射性的废气、放射性废水以及放射性固体废弃物。

（一）正常情况下的污染途径

1. 电离辐射

射线装置运行时，在放射工作人员按照规范操作的条件下，放射工作人员、受检者和公众可能受到射线装置运行时产生包括有用射线、射线和漏射线等 X 射线的外照射。X 射线照射到生物机体时，可使生物细胞受到抑制、破坏甚至坏死，致使机体发生不同程度的生理、病理和生化等方面的改变。介入手术需要在 DSA 设备引导下操作，手术室内的医护人员会暴露于 X 射线有用线束、散射线的环境中，需要穿戴相应的防护用品（如铅围裙、铅帽、铅颈套、铅眼镜、铅橡胶手套等）或借助辅助防护设施（铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等）以减少辐照引起的剂量。同时，穿透屏蔽体的 X 射线会对操作人员和机房周围留居人员造成一定的辐照危害。

2. 废气

X 射线装置在出束过程中会与空气产生电离作用，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧和氮氧化物。由于 DSA 产生的 X 线输出功率低，剂量小，光子能量低，每次曝光时间短，因此，臭氧和氮氧化物产生量极少，根据《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）资料显示，医院射线装置工作场所在开机状态下产生臭氧浓度范围为 $0.010\text{mg}/\text{m}^3\sim 0.137\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物浓度 $0.010\text{mg}/\text{m}^3\sim 0.103\text{mg}/\text{m}^3$ 。通过采取机械通

风、保证换气次数的方式，经过稀释后氮氧化物排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表2新污染源无组织排放单位周界最大浓度 $0.12\text{mg}/\text{m}^3$ 限值要求，同时氮氧化物无组织排放最大落地浓度能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的一级标准（氮氧化物一级标准小时浓度值为 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ ）限值要求。臭氧无组织排放最大落地浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的一级标准（臭氧一级标准小时浓度值为 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求，有害气体能够达标排放同时能够保证环境空气质量达标。

3. 废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。经过本院污水预处理设施消毒处理后排入市政管网。

4. 固体废物

本项目1台DSA采用数字成像，不打印胶片。介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，每台手术约产生 0.5kg 医疗废物，每年约进行600台介入手术，医疗废物年产生量为 $300\text{kg}/\text{a}$ ，工作人员产生少量的生活垃圾。

（二）事故情况下的污染途径

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- （1）曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到X射线照射。
- （2）曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。
- （3）曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。
- （4）因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。
- （5）同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。
- （6）因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- （7）控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。
- （8）紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。
- （9）设备维修过程中，意外出束，造成维修人员受到意外剂量照射。

本项目射线装置在异常或事故状态下的辐射源项与正常运行时是一样的，即中、低能

X 射线，但在异常或事故状态下对人员的伤害可能会超过正常运行状态。

9.3 “三废”组成

(1) 固体废物

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。

本项目介入手术产生的少量医疗废物，集中收集暂存于污物间内，由建设单位委托资质单位处置。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

本项目无洗片废水、废定（显）影液产生，工作人员办公及生活产生少量生活污水，病人诊疗过程中产生少量医疗废水。

(3) 废气

医院射线装置工作场所在开机状态下产生少量的臭氧及氮氧化物，臭氧浓度范围为 $0.010\sim 0.137\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物浓度范围为 $0.010\sim 0.103\text{mg}/\text{m}^3$ ，机房内空气中产生的非放射性有害气体，主要靠机房的通风换气来控制。充足的通风和自然分解会使这些气体降低在非常低的浓度，不会对周围环境造成太大的影响。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目 DSA 拟安装至住院楼一楼改建后介入导管室（长：7.24m，宽：8.85m，高：2.71m）内使用，改建后导管室平面布局图详见图 10-1，工作场所剖面防护示意图详见图 10-2，周围情况详见表 10-1。

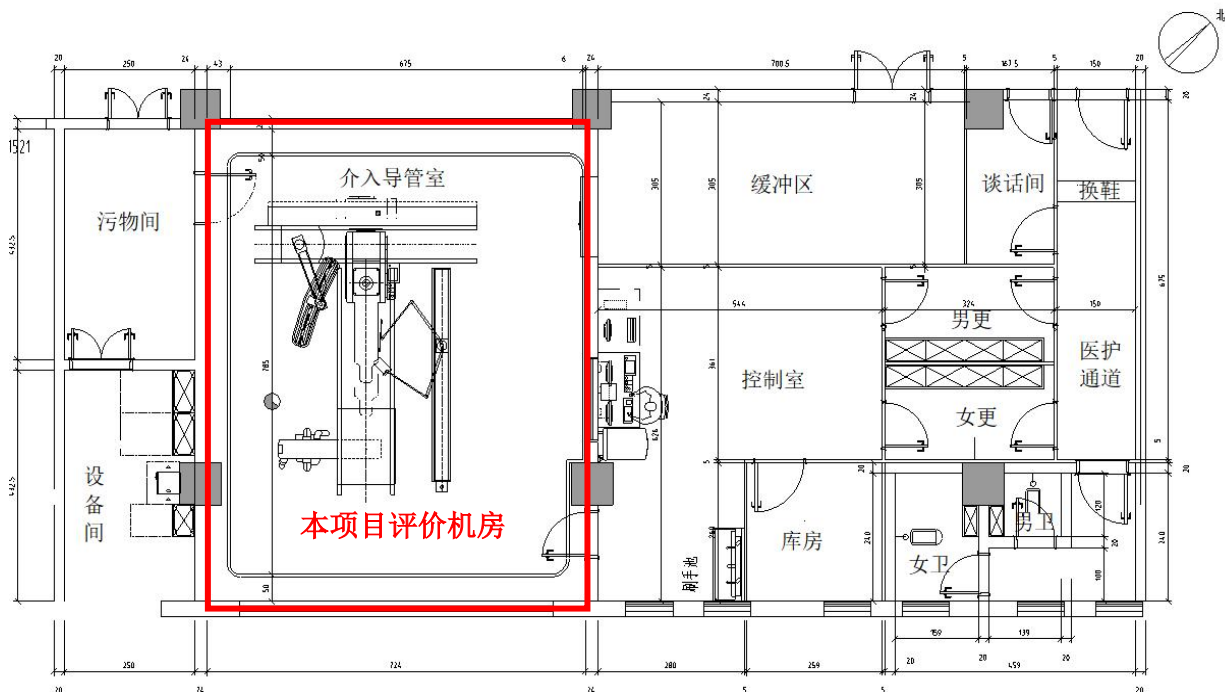


图 10-1 介入导管室平面布局图

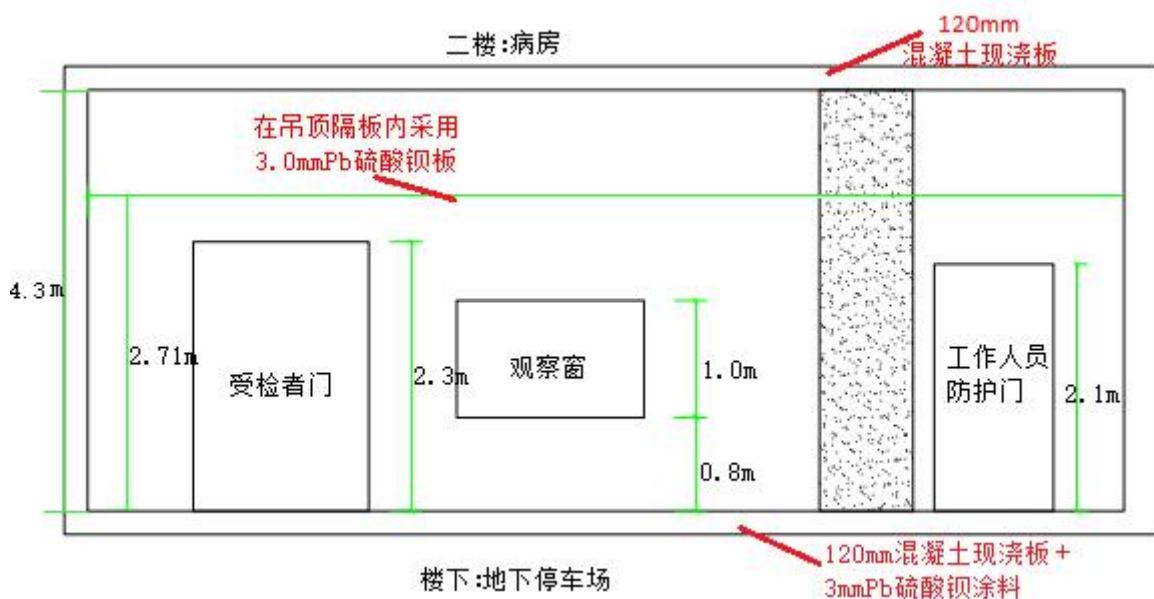


图10-2 工作场所剖面防护示意图

表10-1 本项目介入导管室周围情况表

序号	机房名称	北侧	西侧	南侧	东侧	楼上	楼下
1	介入导管室	走廊	污物间、设备间	院内道路	缓冲区、控制室、库房	病房	地下停车场

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 X 射线设备机房布局的要求，结合本项目的的设计情况，本项目布局评价见表 10-2。

表 10-2 本项目放射诊疗工作场所布局评价表

序号	标准要求		本项目设计情况			评价
1	应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位		本项目介入导管室的门、窗和管线口位置设置合理，DSA 有用线束主要朝上进行照射，未直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。			设计可行
2	X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。		本项目 X 射线机房充分考虑邻室及周围场所的人员防护与安全，无妇产科、儿科等敏感人员。			设计可行
3	每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。		本项目拟配置的 X 射线设备设有独立手术室，满足设备的布局要求。			设计可行
4	机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。		本项目 X 射线机房设有观察窗，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。			设计可行
5	机房名称	最小单边长度要求	最小使用面积要求	设计最小单边长度	设计最小使用面积	设计可行
	介入导管室	3.5m	20m ²	7.24m	64.07m ²	

综上，本项目 DSA 使用地点固定，避开了人群相对集中的区域，所处位置相对独立。同时，在对病人进行诊疗时，医护通道和患者通道独立设置，有利于病人流通，候诊患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。同时，介入导管室采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的。从辐射安全的角度考虑，本项目辐射工作场所产生的电离辐射经屏蔽后，对周围辐射环境影响是可接受的，平面布置合理。

10.1.2 工作场所分区

根据（GB18871-2002）第 6.4 条，放射性工作场所一般应分为控制区和监督区。

本项目介入导管室进行了工作场所分区设计,具体分区设计见表 10-3 及图 10-2 所示。

表 10-3 工作场所分区设计表

序号	场所	控制区	监督区
1	介入导管室	介入导管室内	改建机房周围缓冲区、控制室、走廊、污物间、设备间、院内道路、机房楼上病房及楼下地下停车场等。

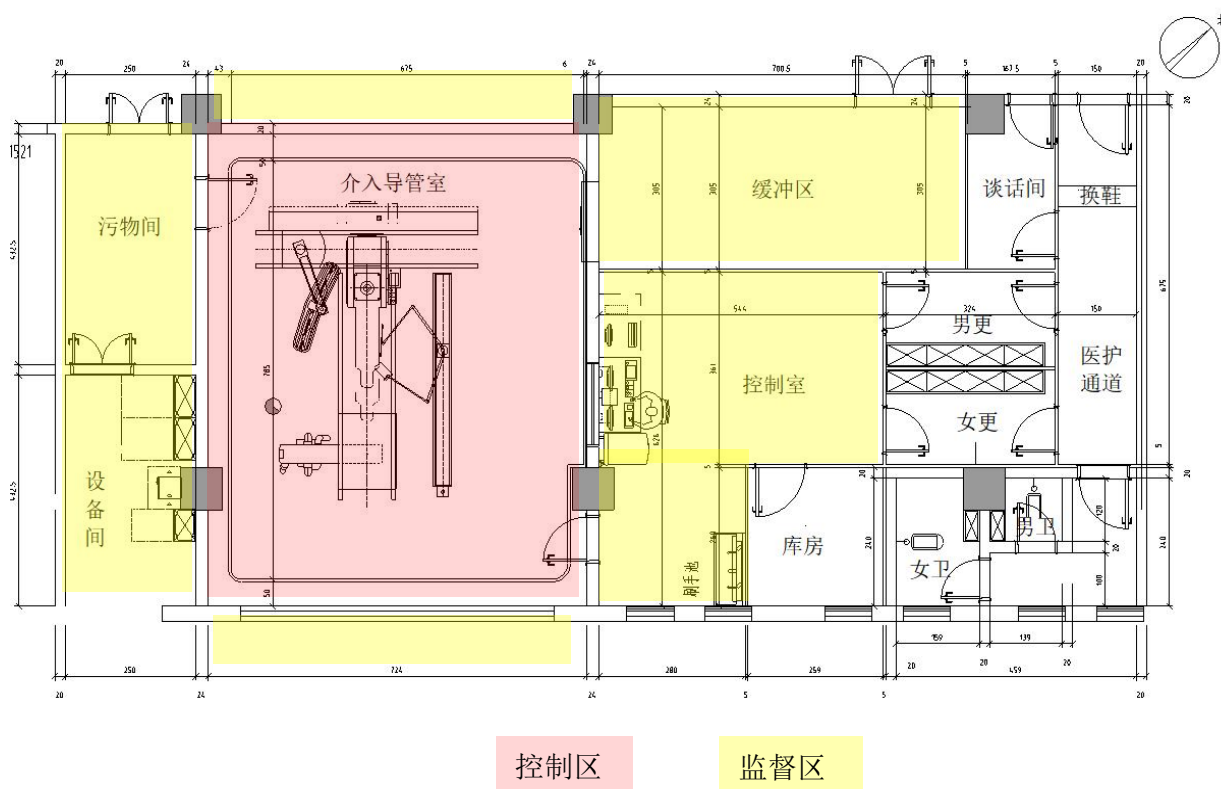


图 10-2 机房分区设计图

根据《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电离辐射警告标志如图 10-3 所示,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(缓冲区管控,进缓冲区的门设置电子门禁)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：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。

本项目中，建设单位拟将介入导管室划分为控制区，与之相邻的控制室、缓冲区、走廊、污物间、设备间、院内道路、机房楼上病房及楼下地下停车场等划分为监督区，本项目控制区与监督区划分合理。

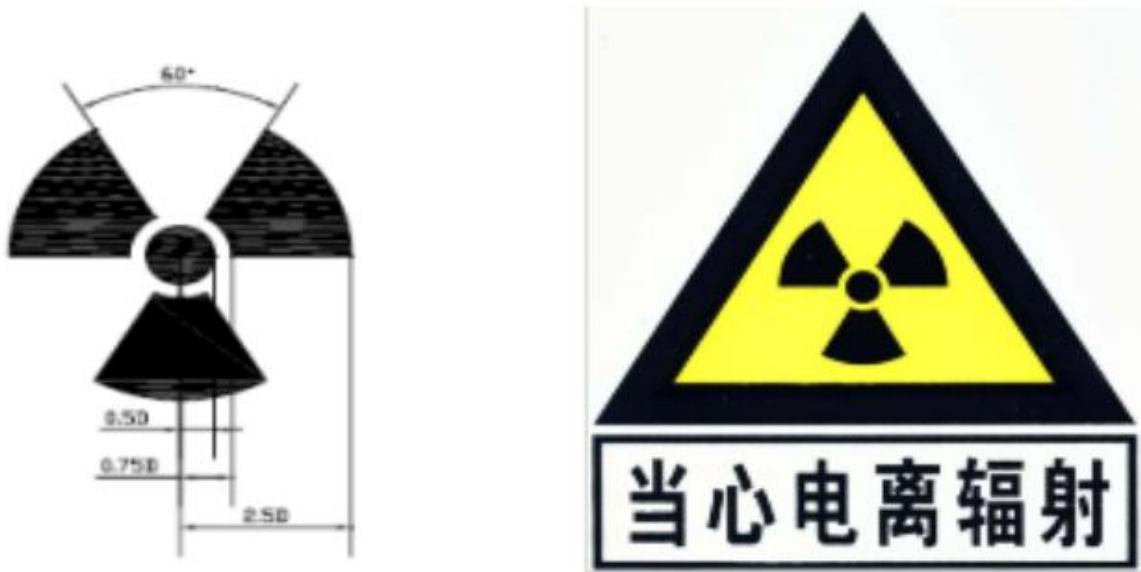


图 10-3 电离辐射警告标志

10.1.3 辐射防护措施

本项目介入导管室设计的屏蔽参数见表 10-4。

表 10-4 本项目拟建介入导管室辐射屏蔽设计方案

机房	防护部位	建设单位设计情况
介入导管室	四侧墙体	200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护
	东墙封堵窗	200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护
	南墙封堵窗	200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护
	北墙封堵门	200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护
	室顶	120mm 钢筋混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护
	地面	120mm 钢筋混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡涂料做屏蔽防护
	观察窗	4mmPb 铅玻璃

	工作人员防护门	4mmPb 手动平开铅防护门
	污物防护门	4mmPb 手动平开铅防护门
	患者出入门	4mmPb 电动推拉铅防护门

①对给定的铅厚度，可根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 的式 C.1（本报告式 10-1）计算得到屏蔽透射因子 B：

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

式中：

B：给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β ：铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ：铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ：铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X：铅厚度。

②在相同透射因子B的情况下，其相当于其他屏蔽材质的厚度核算按以下公式核算：

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

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ ——不同屏蔽材质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数

③根据DSA工作原理及工作方式可知，DSA的主束方向由下朝上照射，故顶棚考虑有用线束的影响，四面墙体考虑90°非有用线束的影响。本项目DSA最大电压为125kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表C.2混凝土拟合参数，对墙体进行核算。

④核算结果

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备最大参数，其机房屏蔽体的铅当量核算结果见表10-5。

表 10-5 介入导管室屏蔽核算厚度与 GBZ130-2020 要求对比表

机房	防护部位	建设单位设计情况		折合铅当量	标准要求	评价
介入导管室 (125kV)	四侧墙体	200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护		3.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	东墙封堵窗	200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护		3.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	南墙封堵窗	200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护		3.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	北墙封堵门	200mm 空心砖墙+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护		3.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	室顶	120mm 钢筋混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡板做屏蔽防护		4.52mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	地面	120mm 钢筋混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡涂料做屏蔽防护		4.52mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	观察窗	4mmPb 铅玻璃		4.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	工作人员防护门	4mmPb 手动平开铅防护门		4.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	污物防护门	4mmPb 手动平开铅防护门		4.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	受检者防护门	4mmPb 电动推拉铅防护门		4.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
拟合参数	125kV 有用线束	铅	α : 2.219	β : 7.923	γ : 0.5386	
		混凝土	α : 0.03502	β : 0.07113	γ : 0.6974	
	125kV 非有用线束	铅	α : 2.233	β : 7.888	γ : 0.7295	
		混凝土	α : 0.003510	β : 0.06600	γ : 0.7832	
注: 1.根据《辐射防护手册 第三分册》中表 3.3 及表 3.4 中数据可知, 125kV (有用射束) 120mm 混凝土约折合铅当量 1.52mmPb。2.混凝土密度不小于 2.35t/m ³ , 硫酸钡密度不小于 2.7t/m ³ , 空心砖不考虑屏蔽效果。						

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 6.2 可知, 标准中规定了 X 射线装置机房的屏蔽防护应不低于标准中表 3 的要求, 即本项目介入导管室屏蔽能力不得低于 2.0mmPb。根据上表核算和对比分析, 本项目介入导管室墙体的屏蔽能力均能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中第 6.2 条的要求。

10.1.4 辐射安全和防护措施

(1) 设备固有安全防护设施

本项目 DSA 装置自身拟采取多种固有安全防护措施：

①本项目 DSA 设有可调限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少泄漏辐射。透视曝光开关为常断式开关，并配备透视限时装置。DSA 具备工作人员在不变换操作位置情况下成功切换透视和采集功能的控制键。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或平板探测器的窗口处设置合适铝过滤板，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 DSA 不同应用时可以选择的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。平板探测器前面可酌情配置各种规格的滤线栅，减少散射影响。

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，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。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配备辅助防护设施：设备采购时配辅助防护设施，包括铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏，铅当量为 0.5mmPb。

⑥急停开关装置：控制台上、床旁均拟设置急停开关按钮（各按钮分别与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

（2）观察及对讲装置

介入导管室与控制室操作台之间拟安装 4mmPb 铅玻璃观察窗，便于医护人员观察患者和受检者状态及防护门开闭情况；介入导管室与控制室之间拟设置双向对讲装置，便于医护人员与患者交流。

（3）闭门、防夹装置

本项目介入导管室拟设置 3 樘防护门，受检者设计为电动推拉式门，工作人员防护门、污物防护门设计为手动平开防护门。平开式防护门拟设计安装自动闭门装置，电动推拉式防护门拟设置红外光幕防夹人装置，并设置曝光时相应的管理措施（设置相应的措施，在设备曝光时，仅允许从机房内打开受检者防护门，不能从外部打开）。

污物间门为单向开门方式，仅允许从机房内部打开，防止无关人员误入。

(4) 警示标识

本项目介入导管室受检者防护门外、工作人员防护门外、污物防护门外醒目位置拟设置电离辐射警告标志；并拟在受检者防护门上方安装醒目的工作状态指示灯，灯箱上拟设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在介入导管室周边走廊设置电离辐射危害告知等提示信息。本项目设置的警示标志样例如图 10-3 所示。

(5) 联锁系统

本项目介入导管室受检者防护铅门上拟设置门灯联锁系统，防护门外上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上拟设置“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。本项目工作状态指示灯及联锁装置设置位置见图 10-4。

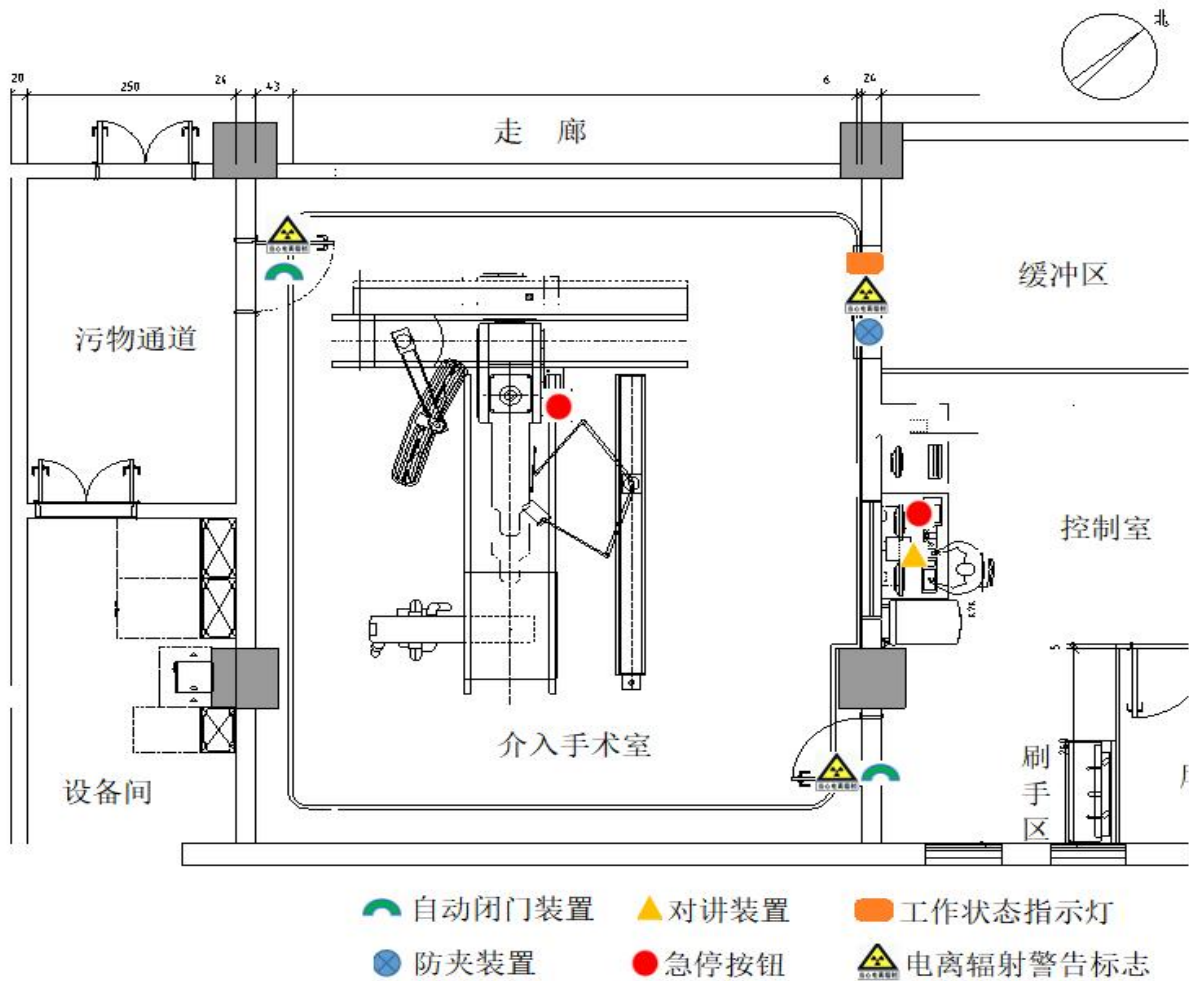


图 10-4 工作状态指示灯及连锁装置示意图

(6) 穿墙管线进出口防护

介入导管室穿墙管线室内部分以楼板对穿方式在楼板下布设，电缆孔穿墙部分采用2mm厚铅皮包裹，上面覆盖3mmPb硫酸钡板做补充防护，不影响墙体的屏蔽防护效果。

采取上述措施后，机房管线穿墙方案对机房墙体屏蔽防护能力削弱甚微，但在施工中应采用先进的施工工艺保证施工质量，并在今后的运行中长期监测关注穿墙管线等薄弱处的辐射剂量。

(7) 通风

根据排风系统设计方案，介入导管室设置负离子风机，流量 $10\text{m}^3/\text{min}$ ，进风口布置于机房上方吊顶南侧，排风管道在吊顶夹层内向南布置，接出建筑外墙外（院内绿化带），最终排入大气，排风管道贯穿介入导管室南墙位置利用4mm铅进行包裹，减少风管贯穿造成的防护减弱影响。排风口高约2.85m，排风口设有3mmPb单层防护铅百叶（ 200×200 ），换气可达9.4次/h，可以保持机房内良好的通风，排风系统布局图见图10-5。

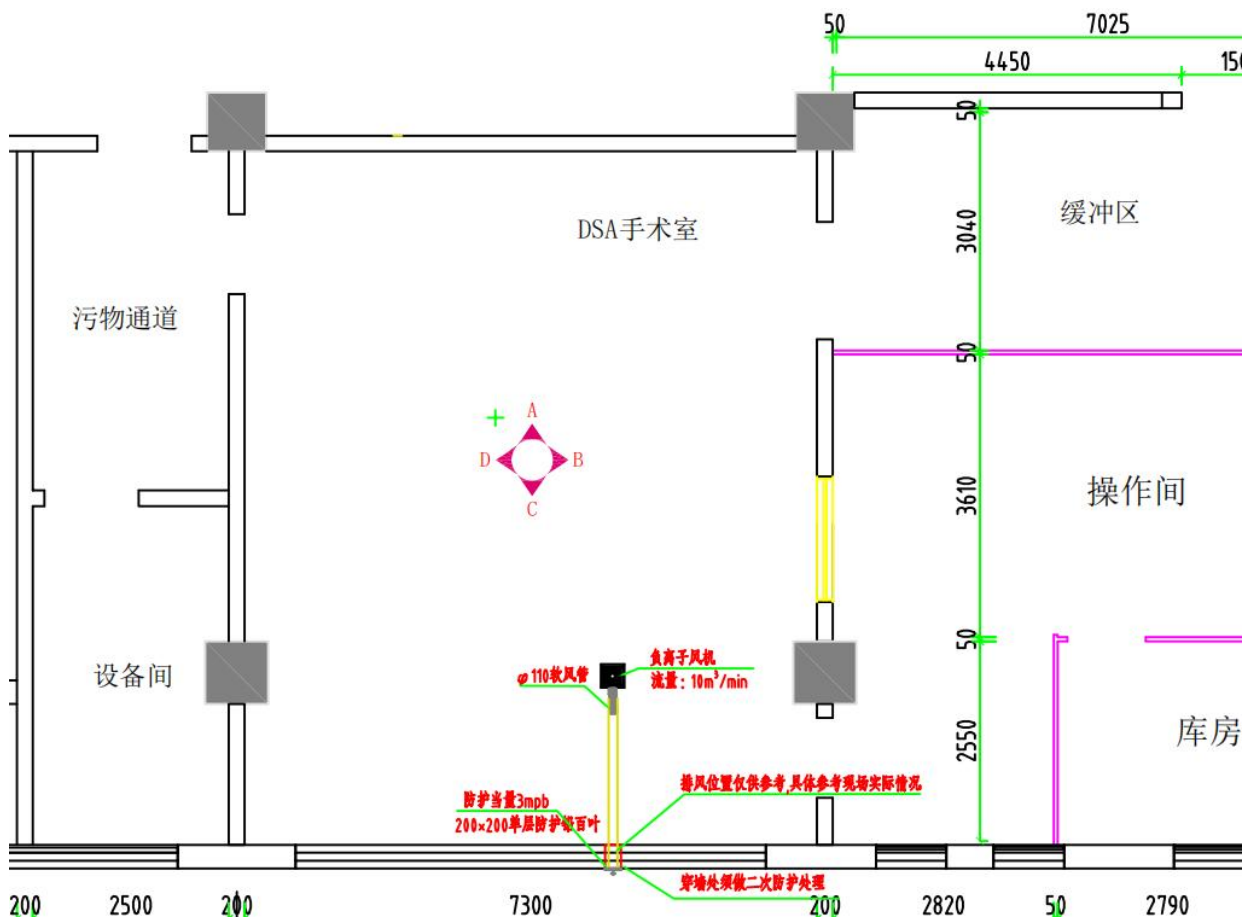


图 10-5 排风系统布局图

(8) 个人剂量监测：医院已制定监测计划，按照要求，为每位放射工作人员申请了

个人剂量计，介入医生和护士每人两枚（铅衣内和铅衣外各 1 枚），操作技师每人 1 枚，在工作期间必须佩戴。医院定期将个人剂量计送有资质的单位进行检测，检测结果存入个人剂量监测档案。

（9）人员培训：本项目已制定《辐射工作人员培训制度》，规定辐射工作人员必须接受辐射安全与防护培训，通过辐射安全与防护考核，取得相应的培训合格证书，持证上岗。在培训合格证书届满前应及时学习、参加考核，确保持证上岗。

（10）监测设备：本项目计划配备 1 台辐射巡测仪，定期对辐射场所周围环境进行监测。

10.1.4.1 个人防护用品及辅助防护设施

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目应按照拟按照表 10-6 配备防护用品和辅助防护设施。

表 10-6 手术室防护用品及辅助防护设施配备一览表

机房	工作人员		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
改建介入导管室	介入防护服、铅橡胶颈套、铅防护眼镜（ $\geq 0.5\text{mmPb}$ ） 介入防护手套（ $\geq 0.025\text{mmPb}$ ） 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏（ $\geq 0.5\text{mmPb}$ ） 选配：移动铅防护屏风 $\geq 2\text{mmPb}$	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套（ $\geq 0.5\text{mmPb}$ ） 选配：铅橡胶帽子	不需要
	数量满足手术人员需求，至少 4 套	至少 1 套	成人儿童尺寸各 1 套	

注：1.防护用品应向专业厂家购买，标签上应注明生产厂家、规格型号、衰减当量、生产日期等信息；2.个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂；3.考虑到防护用品在洁净手术室使用，应定期消毒，降低感染风险。

10.2 环保措施及其投资估算

本项目总投资 1000 万元，环保投资 85.4 万元，占总投资的 8.54%，环保设施（措施）及其投资估算一览表见表 10-7。

表 10-7 环保设施（措施）及其投资估算一览表

环保设施				投资估算	
机房	项目	内容	数量	(万元)	
介入导管室	屏蔽防护	介入导管室满足辐射防护要求的墙体、观察窗、防护门	/	70	
	净化设施	介入导管室及辅助用房的通风设施和消防设施	/	5.4	
	防护用品 消防设施	医护人员的个人防护用品、患者防护用品	5 套	3.8	
		电离辐射警告标志、警示灯、自动闭门装置等	1 套		
		火灾自动报警装置，灭火器材，应急照明设备	1 套		
	监测设备	便携式辐射监测仪器	/	1.2	
		个人剂量计 (介入医师及护士每人 2 枚，操作技师每人 1 枚)	18 枚		
	人员	辐射工作人员培训	辐射工作人员辐射安全与防护培训、再培训，日常培训 (长期投入)	/	2.0
		辐射工作人员健康检查	开展辐射工作人员健康体检 (长期投入)		
	辐射管理	辐射防护管理制度修订、装裱上墙及辐射事故应急演练	应急演练 (长期投入)	/	1
环评、现状监测	项目施工前期进行环境影响评价并进行现状监测		1 次	1	
验收	自主验收		1 次	1	
合计				85.4	

10.3 三废治理

①废气

本项目介入导管室设置负离子风机，产生的臭氧及氮氧化物通过排风口引至室外排放。

②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。生活污水进入医

院污水管网，经医院污水处理设施处理后排入市政管网，进入城市污水处理厂处理。

③固体废物

放射性固废：本项目 DSA 不产生放射性固废。

非放射性固废：本项目固体废物主要为辐射工作人员和患者产生的生活垃圾，以及介入手术过程中的医疗废物，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，医疗废物交有资质的单位处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目在建设和安装阶段无辐射产生，对周围环境没有辐射影响。

本次评价项目涉及到对新门洞的开设、原有门窗封堵、建筑装饰、设备安装等，在项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目建设期主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物和扬尘。

1.声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自场地土建施工、相关设施的安装调试等阶段，但该评价项目的建设工期短，影响期短暂，对周围环境影响小，随施工结束而消除，因此，施工在合理安排施工时间，夜间禁止高噪声机械作业后，对周围的影响不大。

2.环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘来自于材料搬运、装卸和混凝土浇筑等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但土建工程结束后即可恢复。

3.水环境影响分析

本工程施工污水主要来自少量施工废水。施工废水主要包括砂石料加工水。施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染。对此，施工单位应对施工废水进行妥善处理，在工地适当位置设置简易沉砂池对施工废水进行澄清处理，清水外排，淤泥妥善堆放。

4.固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾。施工过程中的建筑垃圾和生活垃圾必须集中处理，严禁随意堆放和倾倒。生活垃圾应置于医院内部垃圾收集箱内，定期由环卫工人送至附近的垃圾中转站。施工期产生的生活垃圾以及装修垃圾均统一收集后交由市政环卫部门处理。

5.设备安装阶段：本项目 DSA 的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。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。设备安装过程中，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。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA 运行阶段对环境的辐射影响

11.2.1.1 介入导管室关注点辐射水平

根据 DSA 操作规程，手术中 DSA 设备运行分为透视和摄影两种模式。因设备无法提供设备说明书，本项目的 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，根据《辐射防护手册》（第一分册）可知，对医用 X 射线机来说，100kV 以上永久性过滤片用 2.5mmAl。在实际使用时，为防止球管烧毁并延长其使用寿命，管电压和功率通常预留 30% 的余量，即管电压控制在 100kV 及以下。摄影时 DSA 的常用管电压 60~100kV，常用管电流为 100~300mA；在 DSA 透视时常用管电压为 70~100kV，常用管电流为 1~20mA。根据《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，距靶 1m 处的照射量率与管电压成正相关，与滤过成负相关。为保守起见，本报告透视时，按照管电压 90kV，滤过按照 2.5mmAl，查得 $v_{r0}=0.7R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，透视工况下按照最大管电流 20mA 换算后，距靶 1m 处的剂量率为 $7.33 \times 10^6 \mu Gy/h$ （ $1R=8.73mGy$ ）；摄影时，管电压按 100kV 进行保守考虑，常用最大管电压 300mA，查得 $v_{r0}=0.8R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，按照最大常用管电流 300mA 换算后，距靶 1m 处的剂量率为 $1.26 \times 10^8 \mu Gy/h$ 。

根据医院提供资料，本项目根据现有病人门诊量及医院实际情况预估，该台 DSA 每年最多能开展 600 台手术，DSA 开展手术的情况见表 11-1。

表 11-1 各种手术使用 DSA 情况

年预计最大手术量（台）	单台手术最长累计曝光时间（min）		年最长出束时间（h）	
	拍片	透视	拍片	透视
600	1	12.3	10	123

关注点的选取：分别选取医生手术位、控制室操作位、各防护墙外 30cm 处、封堵窗外 30cm 处、封堵门外 30cm 处及防护门外 30cm 处，作为本项目的关注点，机房结构高 4.3 米，

吊顶高 2.71 米，取楼上距地面 1 米处，楼下距地面 1.7 米，源点距关注点的距离均考虑屏蔽体的厚度，设备自带小铅屏为 0.5mmPb，购买医生铅衣 0.5mmPb。

本项目涉及的介入导管室关注点所在位置详见图11-1。

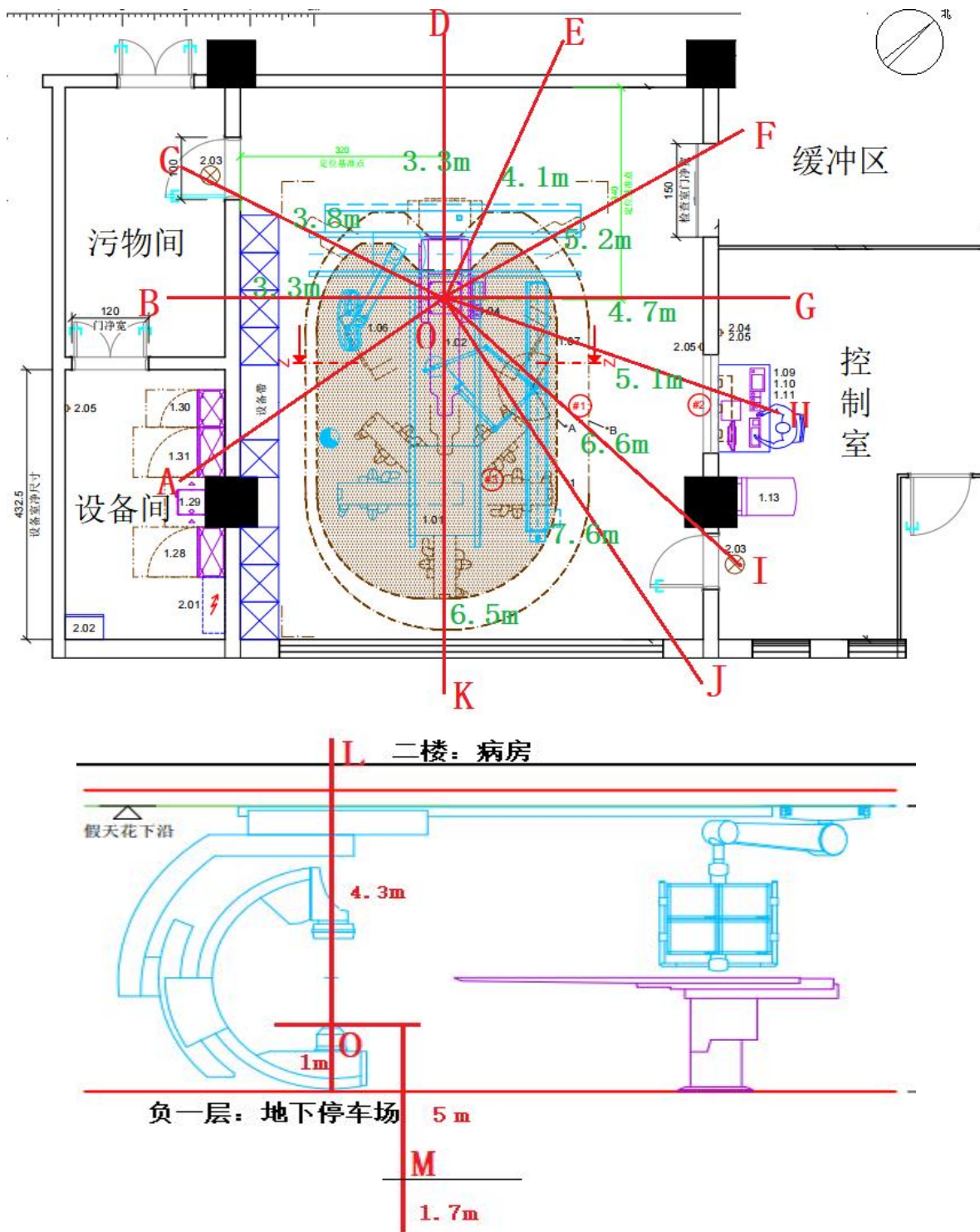


图11-1 介入导管室关注点分布图

根据 NCRP147 号报告 4.1.6 节指出，DSA 估算时不需要考虑主束照射，故本项目重点

考虑泄露辐射和散射辐射。

(1) 散射辐射影响分析

关注点处的散射辐射剂量率参考《辐射防护手册 第一分册》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）中给出的公示计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H—关注点处的患者散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶点 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α —患者对 X 射线的散射比，取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，100kV 射线散射与入射 X、 γ 射线照射量之比值 a 为 0.0013(90°散射，相对于 400cm² 散射面积) $\alpha=a/400$ ，表中未列出 90kV 散射与入射 X、 γ 射线照射量之比值 a，选用邻近电压 100kV 的值；

S—散射面积，取 100cm²；

d_0 —源与患者的距离，取 0.5m；

d_s —患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算如下式

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

式中：

B—给定铅厚度的屏蔽投射因子；

β —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm。

表 11-2 铅在不同管电压 X 射线辐射衰减的有关三个拟合参数

管电压	参数		
	α	β	γ
100kV (散束)	2.507	15.33	0.9124
90kV	3.067	18.83	0.7726

散射辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果列表见表 11-3。

表11-3 DSA所致散射辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果

工作模式	关注点位描述	防护铅当量	α	β	γ	B_1
摄影	西墙外设备间 30cm 处 (A)	3.0mmPb	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05
	西墙外污物间 30cm 处 (B)	3.0mmPb				6.31E-05
	手术室污物门外 30cm 处 (C)	4.0mmPb				5.14E-06
	封堵门外 30cm 处 (D)	3.0mmPb				6.31E-05
	北墙外 30cm 处 (E)	3.0mmPb				6.31E-05
	受检者门外 30cm 处 (F)	4.0mmPb				5.14E-06
	东墙外 30cm 处 (G)	3.0mmPb				6.31E-05
	观察窗外 30cm 处 (H)	4.0mmPb				5.14E-06
	工作人员门外 30cm 处 (I)	4.0mmPb				5.14E-06
	南墙外 30cm 处 (J)	3.0mmPb				6.31E-05
	封堵窗外 30cm 处 (K)	3.0mmPb				6.31E-05
	楼上 1m 处 (L)	4.52mmPb				1.40E-06
	楼下距地面 1.7m 处 (M)	4.52mmPb				1.40E-06
	透视	手术医生操作位处 (1)				1.0mmPb
手术医生操作位处 (2)		0.5mmPb	2.52E-02			
西墙外设备间 30cm 处 (A)		3.0mmPb	7.93E-06			
西墙外污物间 30cm 处 (B)		3.0mmPb	7.93E-06			
手术室污物门外 30cm 处 (C)		4.0mmPb	3.69E-07			
封堵门外 30cm 处 (D)		3.0mmPb	7.93E-06			
北墙外 30cm 处 (E)		3.0mmPb	7.93E-06			
受检者门外 30cm 处 (F)		4.0mmPb	3.69E-07			
东墙外 30cm 处 (G)		3.0mmPb	7.93E-06			

观察窗外 30cm 处 (H)	4.0mmPb				3.69E-07
工作人员门外 30cm 处 (I)	4.0mmPb				3.69E-07
南墙外 30cm 处 (J)	3.0mmPb				7.93E-06
封堵窗外 30cm 处 (K)	3.0mmPb				7.93E-06
楼上 1m 处 (L)	4.52mmPb				7.49E-08
楼下距地面 1.7m 处 (M)	4.52mmPb				7.49E-08

各关注点位散射辐射剂量计算参数及结果见下表 11-4。

表11-4 DSA所致各关注点位散射辐射剂量率计算结果

机房	工作模式	关注点位	H_0	α	s	D_0	ds	B_1	H_1
			$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
介入 导管 室	摄影	西墙外设备间 30cm 处 (A)	1.26E+08	3.25E-06	100	0.5	5.3	6.31E-05	3.68E-01
		西墙外污物间 30cm 处 (B)					3.3	6.31E-05	9.49E-01
		手术室污物门外 30cm 处 (C)					3.8	5.14E-06	5.83E-02
		封堵门外 30cm 处 (D)					3.3	6.31E-05	9.49E-01
		北墙外 30cm 处 (E)					4.1	6.31E-05	6.15E-01
		受检者门外 30cm 处 (F)					5.2	5.14E-06	3.11E-02
		东墙外 30cm 处 (G)					4.7	6.31E-05	4.68E-01
		观察窗外 30cm 处 (H)					5.1	5.14E-06	3.24E-02
		工作人员门外 30cm 处 (I)					6.6	5.14E-06	1.93E-02
		南墙外 30cm 处 (J)					7.6	6.31E-05	1.79E-01
		封堵窗外 30cm 处 (K)					6.5	6.31E-05	2.45E-01
		楼上 1m 处 (L)					4.3	1.40E-06	1.24E-02
	楼下距地面 1.7m 处 (M)	5.0	1.40E-06	9.17E-03					
透视	手术医生操作位 处 (1)	7.33E+06	3.25E-06	100	0.5	0.5	4.08E-03	1.56E+01	
	手术医生操作位 处 (2)					0.5	2.52E-02	9.61E+01	

	西墙外设备间 30cm 处 (A)					5.3	7.93E-06	2.69E-03
	西墙外污物间 30cm 处 (B)					3.3	7.93E-06	6.94E-03
	手术室污物门外 30cm 处 (C)					3.8	3.69E-07	2.44E-04
	封堵门外 30cm 处 (D)					3.3	7.93E-06	6.94E-03
	北墙外 30cm 处 (E)					4.1	7.93E-06	4.95E-03
	受检者门外 30cm 处 (F)					5.2	3.69E-07	1.30E-04
	东墙外 30cm 处 (G)					4.7	7.93E-06	3.42E-03
	观察窗外 30cm 处 (H)					5.1	3.69E-07	1.35E-04
	工作人员门外 30cm 处 (I)					6.6	3.69E-07	8.07E-05
	南墙外 30cm 处 (J)					7.6	7.93E-06	1.31E-03
	封堵窗外 30cm 处 (K)					6.5	7.93E-06	1.79E-03
	楼上 1m 处 (L)					4.3	7.49E-08	3.86E-05
	楼下距地面 1.7m 处 (M)					5.0	7.49E-08	2.85E-05

(2) 泄露辐射影响分析

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，各关注点的泄漏辐射剂量率可用下式（11-3）进行计算。

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

式中：

H：关注点在屏蔽体外关注点的泄露辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ：距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f：泄漏射线比率，0.1%；

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。

DSA 所致泄露辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果列表见表 11-5。

表11-5 DSA所致泄露辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果

机房	工作模式	关注点位置描述	防护铅当量	α	β	γ	B_2
介入导管室	摄影	西墙外设备间 30cm 处 (A)	3.0mmPb	2.500	15.28	0.7557	4.14E-05
		西墙外污物间 30cm 处 (B)	3.0mmPb				4.14E-05
		手术室污物门外 30cm 处 (C)	4.0mmPb				3.39E-06
		封堵门外 30cm 处 (D)	3.0mmPb				4.14E-05
		北墙外 30cm 处 (E)	3.0mmPb				4.14E-05
		受检者门外 30cm 处 (F)	4.0mmPb				3.39E-06
		东墙外 30cm 处 (G)	3.0mmPb				4.14E-05
		观察窗外 30cm 处 (H)	4.0mmPb				3.39E-06
		工作人员门外 30cm 处 (I)	4.0mmPb				3.39E-06
		南墙外 30cm 处 (J)	3.0mmPb				4.14E-05
		封堵窗外 30cm 处 (K)	3.0mmPb				4.14E-05
		楼上 1m 处 (L)	4.52mmPb				9.23E-07
		楼下距地面 1.7m 处 (M)	4.52mmPb				9.23E-07
	透视 透视	手术医生操作位处 (1)	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
		手术医生操作位处 (2)	0.5mmPb				2.52E-02
		西墙外设备间 30cm 处 (A)	3.0mmPb				7.94E-06
		西墙外污物间 30cm 处 (B)	3.0mmPb				7.94E-06
		手术室污物门外 30cm 处 (C)	4.0mmPb				3.69E-07
		封堵门外 30cm 处 (D)	3.0mmPb				7.94E-06
		北墙外 30cm 处 (E)	3.0mmPb				7.94E-06
		受检者门外 30cm 处 (F)	4.0mmPb				3.69E-07
		东墙外 30cm 处 (G)	3.0mmPb				7.94E-06
		观察窗外 30cm 处 (H)	4.0mmPb				3.69E-07
工作人员门外 30cm 处 (I)		4.0mmPb	3.69E-07				
南墙外 30cm 处 (J)		3.0mmPb	7.94E-06				
封堵窗外 30cm 处 (K)	3.0mmPb	7.94E-06					

		楼上 1m 处 (L)	4.52mmPb				7.49E-08
		楼下距地面 1.7m 处 (M)	4.52mmPb				7.49E-06

各关注点位泄露辐射剂量计算参数及结果见表 11-6。

表11-6 DSA所致各关注点位泄露辐射剂量计算参数

机房	工作模式	关注点位	H ₀	f	R	B ₂	H ₂
			μGy/h	/	m	/	μGy/h
介入导管室	摄影	西墙外设备间 30cm 处 (A)	1.26E+08	0.001	5.3	4.14E-05	1.86E-01
		西墙外污物间 30cm 处 (B)			3.3	4.14E-05	4.79E-01
		手术室污物门外 30cm 处 (C)			3.8	3.39E-06	2.96E-02
		封堵门外 30cm 处 (D)			3.3	4.14E-05	4.79E-01
		北墙外 30cm 处 (E)			4.1	4.14E-05	3.10E-01
		受检者门外 30cm 处 (F)			5.2	3.39E-06	1.58E-02
		东墙外 30cm 处 (G)			4.7	4.14E-05	2.36E-01
		观察窗外 30cm 处 (H)			5.1	3.39E-06	1.64E-02
		工作人员门外 30cm 处 (I)			6.6	3.39E-06	9.81E-03
		南墙外 30cm 处 (J)			7.6	4.14E-05	9.03E-02
		封堵窗外 30cm 处 (K)			6.5	4.14E-05	1.23E-01
		楼上 1m 处 (L)			4.3	9.23E-07	6.29E-03
		楼下距地面 1.7m 处 (M)			5.0	9.23E-07	4.65E-03
	透视	手术医生操作位处 (1)	7.33E+06	0.001	0.5	4.08E-03	1.20E+01
		手术医生操作位处 (2)			0.5	2.52E-02	2.89E+02
		西墙外设备间 30cm 处 (A)			5.3	7.94E-06	2.07E-03
		西墙外污物间 30cm 处 (B)			3.3	7.94E-06	5.34E-03
		手术室污物门外 30cm 处 (C)			3.8	3.69E-07	1.87E-04
		封堵门外 30cm 处 (D)			3.3	7.94E-06	5.34E-03
		北墙外 30cm 处 (E)			4.1	7.94E-06	3.46E-03
受检者门外 30cm 处 (F)		5.2			3.69E-07	1.00E-04	
东墙外 30cm 处 (G)		4.7			7.94E-06	2.63E-03	
观察窗外 30cm 处 (H)		5.1			3.69E-07	1.04E-04	

	工作人员门外 30cm 处 (I)		6.6	3.69E-07	6.21E-05
	南墙外 30cm 处 (J)		7.6	7.94E-06	1.01E-03
	封堵窗外 30cm 处 (K)		6.5	7.94E-06	1.38E-03
	楼上 1m 处 (L)		4.3	7.49E-08	2.97E-05
	楼下距地面 1.7m 处 (M)		5.0	7.49E-06	2.20E-05

根据表 11-5、11-6 的计算结果，将各个关注点的总的附加剂量率统计于表 11-7。

表 11-7 各个关注点的总附加剂量率

机房	工作模式	关注点位	散射辐射剂量率 μGy/h	泄露辐射剂量率 μGy/h	附加剂量率 μGy/h
介入 导管 室	摄影	西墙外设备间 30cm 处 (A)	3.68E-01	1.86E-01	5.54E-01
		西墙外污物间 30cm 处 (B)	9.49E-01	4.79E-01	1.43E+00
		手术室污物门外 30cm 处 (C)	5.83E-02	2.96E-02	8.79E-02
		封堵门外 30cm 处 (D)	9.49E-01	4.79E-01	1.43E+00
		北墙外 30cm 处 (E)	6.15E-01	3.10E-01	9.25E-01
		受检者门外 30cm 处 (F)	3.11E-02	1.58E-02	4.69E-02
		东墙外 30cm 处 (G)	4.68E-01	2.36E-01	7.04E-01
		观察窗外 30cm 处 (H)	3.24E-02	1.64E-02	4.88E-02
		工作人员门外 30cm 处 (I)	1.93E-02	9.81E-03	2.91E-02
		南墙外 30cm 处 (J)	1.79E-01	9.03E-02	2.69E-01
		封堵窗外 30cm 处 (K)	2.45E-01	1.23E-01	3.68E-01
		楼上 1m 处 (L)	1.24E-02	6.29E-03	1.87E-02
		楼下距地面 1.7m 处 (M)	9.17E-03	4.65E-03	1.38E-02
	透视	手术医生操作位处 (1)	1.56E+01	1.20E+01	2.76E+01
		手术医生操作位处 (2)	9.61E+01	2.89E+02	3.85E+02
		西墙外设备间 30cm 处 (A)	2.69E-03	2.07E-03	4.76E-03
		西墙外污物间 30cm 处 (B)	6.94E-03	5.34E-03	1.23E-02
		手术室污物门外 30cm 处 (C)	2.44E-04	1.87E-04	4.31E-04
		封堵门外 30cm 处 (D)	6.94E-03	5.34E-03	1.23E-02
		北墙外 30cm 处 (E)	4.95E-03	3.46E-03	8.41E-03
	受检者门外 30cm 处 (F)	1.30E-04	1.00E-04	2.30E-04	

	东墙外 30cm 处 (G)	3.42E-03	2.63E-03	6.05E-03
	观察窗外 30cm 处 (H)	1.35E-04	1.04E-04	2.39E-04
	工作人员门外 30cm 处 (I)	8.07E-05	6.21E-05	1.43E-04
	南墙外 30cm 处 (J)	1.31E-03	1.01E-03	2.32E-03
	封堵窗外 30cm 处 (K)	1.79E-03	1.38E-03	3.17E-03
	楼上 1m 处 (L)	3.86E-05	2.97E-05	6.83E-05
	楼下距地面 1.7m 处 (M)	2.85E-05	2.20E-05	5.05E-05

由表 11-7 计算结果可知,本项目 DSA 在正常运行情况下,透视时机房周围各关注点处的附加剂量率在 $(1.23 \times 10^{-2} \sim 6.83 \times 10^{-5}) \mu\text{Sv/h}$ 之间,摄影时机房周围各关注点处的附加剂量率在 $(1.38 \times 10^{-2} \sim 1.43) \mu\text{Sv/h}$ 之间,本项目 DSA 在两种模式下机房周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中规定的周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

上述计算是偏保守的,忽略了设备材料的衰减作用和人体的吸收作用,实际预计本项目 DSA 在正常运行情况下,机房内操作位的辐射剂量率将比预测值小,机房周围的辐射剂量率将维持在当地的正常本底水平。

11.2.1.2 机房外工作人员及公众年附加有效剂量估算

$$HEr = Dr * t * K * T * 10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

式中:

HEr: 外照射年有效剂量,单位: mSv;

Dr: X 辐射瞬时剂量率,单位: $\mu\text{Gy/h}$;

t: 辐射照射时间,单位: h;

K: 吸收剂量对有效剂量当量的换算系数, Sv/Gy, 为保守估计,该值取 1。

居留因子参考《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)附录 A,详见表 11-8。

表 11-8 不同场所的居留因子

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、评审台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 与屏蔽室相邻的患者检查室

			1/5: 走廊、工作人员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的(共用屏蔽墙)放射诊疗机房 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯

根据表 11-1 该项目 DSA 设备运行曝光时间估算对年附加有效剂量计算结果详见表 11-9。

表 11-9 年附加有效剂量估算结果

机房	工作模式	关注点位	附加剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	年工作时间 h	T	附加年有效剂量 mSv	涉及人员
介入导管室	摄影	西墙外设备间 30cm 处 (A)	5.54E-01	10	1	5.54E-03	职业人员
		西墙外污物间 30cm 处 (B)	1.43E+00		1	1.43E-02	
		手术室污物门外 30cm 处 (C)	8.79E-02		1	8.79E-04	
		封堵门外 30cm 处 (D)	1.43E+00		1	1.43E-02	
		北墙外 30cm 处 (E)	9.25E-01		1/5	1.85E-03	公众人员
		受检者门外 30cm 处 (F)	4.69E-02		1/8	5.86E-05	
		东墙外 30cm 处 (G)	7.04E-01		1	7.04E-03	职业人员
		观察窗外 30cm 处 (H)	4.88E-02		1	4.88E-04	
		工作人员门外 30cm 处 (I)	2.91E-02		1	2.91E-04	公众人员
		南墙外 30cm 处 (J)	2.69E-01		1/40	6.73E-05	
	封堵窗外 30cm 处 (K)	3.68E-01	1/40	9.20E-05			
	楼上 1m 处 (L)	1.87E-02	1/2	9.35E-05			
	楼下距地面 1.7m 处 (M)	1.38E-02	1/40	3.45E-06			
	透视	西墙外设备间 30cm 处 (A)	4.76E-03	123	1	5.84E-04	职业人员
西墙外污物间 30cm 处 (B)		1.23E-02	1		1.51E-03		
手术室污物门外 30cm 处 (C)		4.31E-04	1		5.30E-05		
封堵门外 30cm 处 (D)		1.23E-02	1		1.51E-03		
北墙外 30cm 处 (E)		8.41E-03	1/5		2.07E-04	公众人员	
受检者门外 30cm 处 (F)		2.30E-04	1/8		3.54E-06		

	东墙外 30cm 处 (G)	6.05E-03		1	7.44E-04	职业人员
	观察窗外 30cm 处 (H)	2.39E-04		1	2.94E-05	
	工作人员门外 30cm 处 (I)	1.43E-04		1	1.76E-04	
	南墙外 30cm 处 (J)	2.32E-03		1/40	7.13E-06	公众人员
	封堵窗外 30cm 处 (K)	3.17E-03		1/40	9.75E-06	
	楼上 1m 处 (L)	6.83E-05		1/2	4.20E-06	
	楼下距地面 1.7m 处 (M)	5.05E-05		1/40	1.55E-07	

各关注点位年附加有效剂量估算结果汇总于表 11-10。

表 11-10 年附加有效剂量汇总表

机房	关注点位	摄影年有效剂量 mSv	透视年有效剂量 mSv	附加年有效剂量 mSv	涉及人员
介入导管室	西墙外设备间 30cm 处 (A)	5.54E-03	5.84E-04	6.12E-03	职业人员
	西墙外污物间 30cm 处 (B)	1.43E-02	1.51E-03	1.58E-02	
	手术室污物门外 30cm 处 (C)	8.79E-04	5.30E-05	9.32E-04	
	封堵门外 30cm 处 (D)	1.43E-02	1.51E-03	1.58E-02	
	北墙外 30cm 处 (E)	1.85E-03	2.07E-04	2.06E-03	公众人员
	受检者门外 30cm 处 (F)	5.86E-05	3.54E-06	6.21E-05	
	东墙外 30cm 处 (G)	7.04E-03	7.44E-04	7.78E-03	职业人员
	观察窗外 30cm 处 (H)	4.88E-04	2.94E-05	5.17E-04	
	工作人员门外 30cm 处 (I)	2.91E-04	1.76E-04	4.67E-04	
	南墙外 30cm 处 (J)	6.73E-05	7.13E-06	7.44E-05	公众人员
	封堵窗外 30cm 处 (K)	9.20E-05	9.75E-06	1.02E-04	
	楼上 1m 处 (L)	9.35E-05	4.20E-06	9.77E-05	
	楼下距地面 1.7m 处 (M)	3.45E-06	1.55E-07	3.61E-06	

根据表 11-10，本项目 DSA 正常运行后，介入导管室外职业人员所受最大年有效剂量为 $1.58 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，公众人员所受最大年有效剂量为 $2.06 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。则本项目机房外职业人员及公众成员年有效剂量均低于年职业人员年有效剂量 5mSv 以及公众人员年有效剂量

0.1mSv 的管理目标值，且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的规定。

11.2.1.3 机房内医护人员的辐射影响

本项目医用 DSA 拟配备 8 名手术人员，其中介入医生 4 名，技师 2 名，护士 2 名。根据每台手术至少 4 名工作人员（2 名医生、1 名护士和 1 名技师），8 名工作人员在介入导管室分 2 组开展工作，2 名技师轮岗。根据表 11-1 本项目设备全年透视时间为 123h，根据工作人员分 2 组开展工作，则手术时每组医生及护士人员最大受照时间为 61.5（h）。医生和护士在机房内操作时须穿介入铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖（0.5mmPb），同时手术医生使用铅屏风和铅帘进行防护（0.5mmPb）。

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)，介入工作人员年有效剂量计算公式为：

$$E=\alpha H_u+\beta H_0 \quad (\text{式 11-5})$$

H_u : 铅衣内受照剂量,mSv;

H_0 : 铅衣外受照剂量,mSv。

α : 系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79;

β : 系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051。

手术室内各类手术医生近台同室操作所受到的年有效剂量估算结果如表 11-11 所示。铅衣内及铅衣外数据引用自表 11-7。

表 11-11 机房内医护人员年有效剂量分析

人员类型	\dot{H} (铅衣内) / $\mu\text{Sv/h}$	\dot{H} (铅衣外) / $\mu\text{Sv/h}$	α	β	t (h)	$H_u(\text{mSv})$ 铅衣内	$H_0(\text{mSv})$ 铅衣外	E(mSv)
近台同室 操作人员	27.6	385	0.79	0.051	61.5	1.70	23.68	2.55

因该项目部分工作人员参与放射科射线装置相关工作的工作且都进行个人剂量监测，参考《临夏市人民医院个人剂量检验报告》（2023 年 01 月~2023 年 12 月），拟定介入医生及手术护士年最大个人剂量为 0.25mSv/a。

由以上信息可知：

每位 DSA 治疗医生最大年有效剂量为 $2.55+0.25=2.80\text{mSv}$;

摄影条件下,所有工作人员均在控制室内,仅由技师在控制室内操作设备,结合表 11-10 可知,控制室内工作人员所受年剂量估算值为 $4.60 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。综上可知,医护人员所受照射年剂量累计值为 $2.80 \text{mSv} + 4.60 \times 10^{-4} \text{mSv} = 2.80 \text{mSv}$ 。

根据上表可知,在确保铅衣、铅帽、铅手套等防护用品正常使用的情况下,工作人员受照年有效剂量最大为 2.80mSv/a ,手术室内近台同室操作的各类专业的医生和护士年有效剂量管理均低于医院管理目标值 5mSv/a ,同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

为保障辐射工作人员健康,建议工作人员正确佩戴防护用品,定期组织工作人员参加培训或进修,提高手术熟练度。

11.3 其他环境影响分析

11.3.1 废气环境影响分析

项目介入导管室介入导管室设置负离子风机,流量 $10 \text{m}^3/\text{min}$,进风口布置于机房上方吊顶南侧,排风管道在吊顶夹层内向南布置,排风管道贯穿介入导管室南墙位置利用 4mm 铅进行包裹,排风口设有 3mmPb 单层防护铅百叶,换气可达 9.4 次/h。

参考《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)等资料,医院射线装置工作场所臭氧浓度 $0.010 \text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.137 \text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物浓度 $0.010 \text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.103 \text{mg}/\text{m}^3$,可以满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的一级标准(臭氧为 $0.16 \text{mg}/\text{m}^3$,氮氧化物为 $0.25 \text{mg}/\text{m}^3$)的要求。

本项目介入导管室采用负离子风机进行通风换气,可保持良好通风,满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)“6.4.3 机房应设置动力通风装置,并保持良好的通风。”的标准要求。项目运行后,工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流,对人员和周围环境影响较小。

11.3.2 废水环境影响

(1) 本项目无放射性废水产生。

(2) 非放射性废水本项目不使用显影液和定影液,因此本项目无洗片废水、废定(显)影液产生。故不产生含重金属的医疗废水,工作人员办公及生活产生少量生活污水,依托医

院现有预处理设施预处理最终排入市政管网。

11.3.3 固体废物影响分析

(1) 本项目不产生放射性固体废物。

(2) 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，打印出来的诊断图片由病人带走。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。

(3) 本项目介入手术产生少量的纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物，集中收集暂存于危废暂存间内，委托有资质的单位进行处置。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。

11.4 事故影响分析

11.4.1 可能发生的辐射事故

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

(1) 曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。

(2) 曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。

(3) 曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。

(4) 因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。

(5) 同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。

(6) 因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。

(7) 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。

(8) 紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。

(9) 设备维修过程中，意外出束，造成维修人员受到意外剂量照射。

11.4.2 辐射事故应急处理领导小组

为规范强化应对突发辐射事故的应急处置能力，提高医院职工对辐射事故应急防范的意识，将辐事故造成的损失和污染后果降低到最小程度，最大限度地保障放射工作人员与公众的安全，维护正常和谐的放射诊疗秩序，做到对辐射事故早发现、速报告、快处理，建立快

速反应机制。依据相关法律法规，结合实际情况，临夏市人民医院制定有《临夏市人民医院辐射事故应急预案》。

医院辐射事故应急工作按照《临夏市人民医院辐射事故应急预案》进行，并设置兼职工作人员负责医院放射事件应急处理。

组 长：牟永山 禄金晶

副组长：陈 阳

成 员：陕全林、兰骋、张红霞、王登赢、王海英、马腾、张良、丁红霞、王登赢、马瑾、回新民

11.4.3 辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

（一）特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡；

（二）重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

（三）较大辐射事故，是指 IV 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

（四）一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.4.4 事故情况下受照剂量分析

结合事故风险识别内容，假设事故状态下受照射人员处于主束照射方向且无其他防护措施的情况。事故发生后，手术室内人员按下紧急停机开关，迅速撤离手术室，或控制室工作人员按下紧急停机开关。参考公式（11-1），计算不同居留条件对人员造成的事故照射剂量情况。

表 11-12 不同居留条件下事故照射剂量（Gy）

H (Gy/h)	时间 (s)	1	5	10	15
	距离 (m)				
7.33	1	2.04E-03	1.02E-02	2.04E-02	3.06E-02
	2	5.10E-04	2.55E-03	5.10E-03	7.65E-03
	3	2.27E-04	1.03E-03	2.27E-03	3.09E-03

参考《辐射安全手册精编》第 14.6.2 节关于急性放射病内容，各型急性放射病剂量阈值见表 11-13。

表 11-13 急性放射病剂量阈值

分型		受照剂量阈值 (Gy)
骨髓型	轻度	1.0
	中度	2.0
	重度	4.0
	极重度	6.0
肠型		10.0
脑型		50.0

结合上表内容，对比不同居留条件下事故照射剂量分析，项目事故工况下，不会造成人员产生急性放射病。

综上所述，项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查介入导管室的防护性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的介入导管室。

11.4.4 辐射事故预防措施

为避免辐射事故发生及辐射事故发生时能采取有效防范措施降低辐射事故的危害，该单位需做好以下预防措施：

(1) 定期对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，确认各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

(2) 针对单位使用射线装置制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作室醒目位置）。工作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行；定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。

(4) 加强辐射工作人员的管理，DSA 开机前必须确保无关人员全部撤离后方可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

(6) 介入导管室门外应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

(7) 辐射应急管理机构应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

(8) 调试和维修时，应保证切断辐射源；调试结束后，应及时恢复安全联锁并经确认系统正常

11.4.5 事故应急措施

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(4) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点、所有涉及的事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(5) 对可能发生的放射事故，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境行政主管部门和卫生行政部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地生态环境行政主管部门和公安部门。

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

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全管理领导小组成员及职责

根据《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》《放射诊疗管理规定》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等规定，医疗机构应当配备专(兼)职的辐射安全管理人员或成立辐射防护领导小组，负责医用辐射安全防护。

建设单位于 2024 年 01 月 07 日以正式文件成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，《临夏市人民医院关于成立辐射安全与环境保护领导小组成员的通知》，成立了辐射事故应急工作领导小组，配备了专职和兼职的放射卫生管理人员，负责对医院辐射安全工作进行监督管理。

辐射安全防护领导小组成员：

组 长：禄金晶

成 员：梁永涛 韩学刚 马 腾 张 良 赵晓亮

主要职责为：

- (一)贯彻执行国家辐射安全与环境保护管理小组主要职责；
- (二)负责医院辐射安全与环境保护管理；
- (三)组织制订医院辐射安全与环境保护管理办法，做好管理工作；
- (四)组织人员参加辐射安全与环境保护培训和应急演练。

本项目建设单位辐射防护管理制度已制定并实施，项目建成后若有人员变动等，应按以上要求及院方人员变动等情况进一步完善“临夏市人民医院辐射安全与防护管理领导小组”，并严格落实各项规章制度。

12.1.2 辐射工作人员

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第 16 条第 2 款的要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第 28 条的要求，生产、销售、使

用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

项目计划配备 8 名工作人员，由 4 名医师、2 名护士、2 名技师组成。按照《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》要求，辐射工作人员应参加辐射安全与防护考核（医用 X 射线诊断与介入放射学类别），考核合格后方可上岗。同时按照国家相关规定应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

12.2 辐射安全管理规章制度

（1）制定辐射安全管理规定

本项目 DSA 依法取得生态环境部门相关批复手续并竣工验收后方可正式投入运行。在进行日常使用过程中应严格按照监管部门要求进行辐射安全管理。

（2）根据本项目设备情况制定严格射线装置操作规程，操作人员必须按操作规程进行操作，并做好个人防护。

（3）制定《设备检修维护制度》

医院将定期对辐射安全和防护设施进行检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录，由辐射安全管理负责人组织对本单位所有辐射防护安全工作定期进行自查，发现问题及时整改。

（4）制定监测方案及监测仪表使用与校验管理制度

医院将定期对辐射工作场所进行监测，列出监测计划，对日常巡测的辐射监测仪器进行定期校验。

（5）制定辐射工作人员培训/再培训管理制度

单位定期组织内部辐射安全培训，积极参加辐射安全与防护培训平台考核，取得辐射安全培训合格证，确保持证上岗。

（6）制定辐射工作人员个人剂量管理制度

所有从事手术操作的工作人员应进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。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。个人剂量档案应当终生保存。在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。

(7) 制定辐射事故/事件应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院已制定防范和处置辐射事故应急预案；发生辐射事故后应当立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延。医院应按照《中华人民共和国环境保护法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等规定、更改修订已经建立的一系列基本的辐射防护管理制度。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

建设单位应根据《放射工作人员职业健康管理办法》制定包括《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》等相关制度，安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

- (1) 外照射个人剂量监测周期一般 1 个月，最长不应超过 3 个月；
- (2) 建立并终生保存个人剂量监测档案；
- (3) 允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。
- (4) 委托具有个人剂量监测资质的机构进行检测并领取新的个人剂量计。
- (5) 监测结果应由医院统一进行个人剂量档案管理。

12.3.2 工作场所辐射环境监测

医院拟为项目所在科室配置 1 台 X- γ 辐射剂量率监测仪，定期按照如下要求对工作场所的 X 射线周围剂量当量率进行自主监测。

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度检测报告应作为《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监管系统。

②日常自行监测：定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期至少 1 次/3 个月，若发现剂量明显变化或控制室内工作人员剂量异常时应查找并分析原因。

③监测内容和要求

A、监测内容：X射线周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-1）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1 辐射工作场所监测计划建议

项目	监测内容	监测点位	监测条件	监测周期	
				自行监测	委托监测
DSA	X射线周围剂量当量率	墙体外 30cm 处、封堵窗外 30cm 处、封堵门外 30cm 处、顶部外 30cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、贯穿机房管线位置等。	自动（标准水模+1.5mm 铜板）	1 次/3 个月	1 次/年

C、监测范围：控制区和监督区域及周围环境

D、监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、采用的国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

c、制定辐射环境监测管理制度和方案。此外，建设单位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。监测布点图见图 12-1，点位描述见表 12-2。

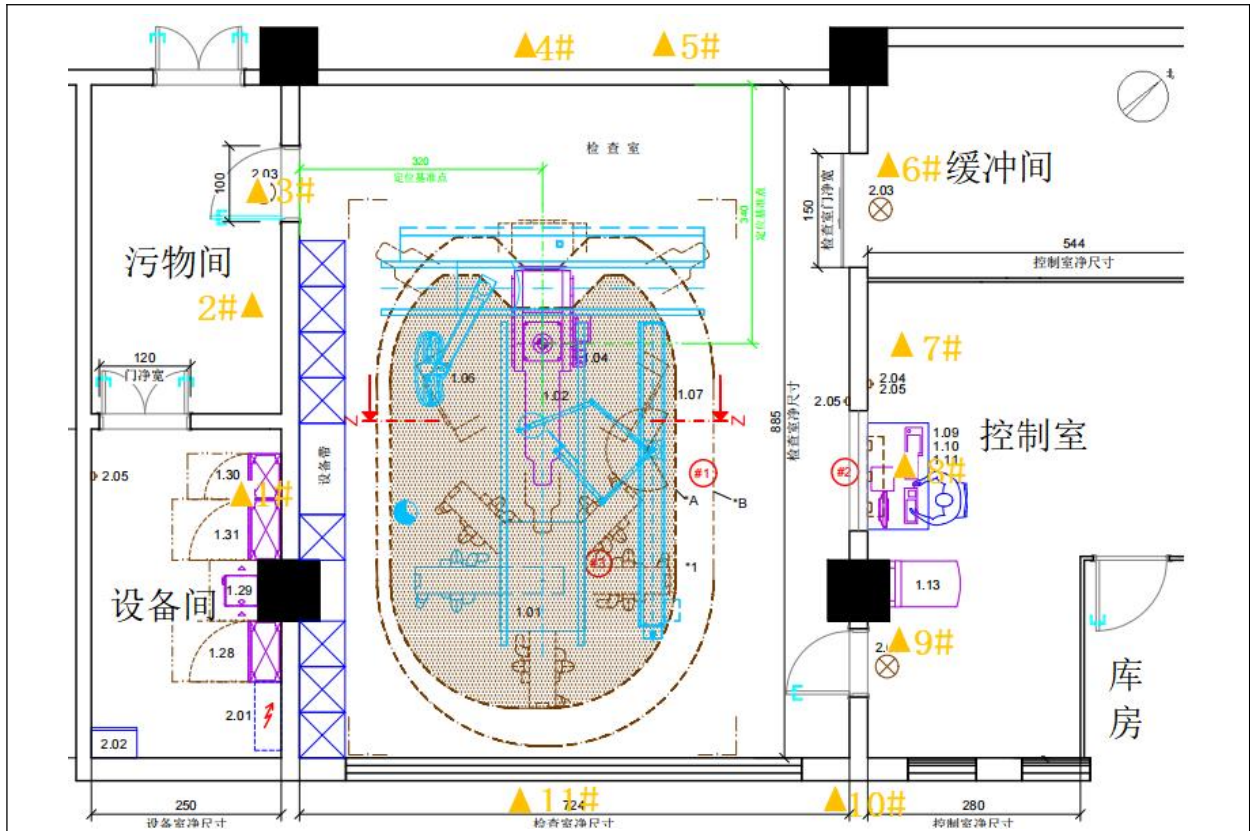


图 12-1 介入导管室自主监测点位布置图

表 12-2 医院验收监测及自主布点方案

机房名称	序号	点位描述	监测频次	评价标准 ($\mu\text{Sv/h}$)
介入导管室	1#	西墙外设备间 30cm 处 (A)	定期监测	≤ 2.5
	2#	西墙外污物间 30cm 处 (B)	定期监测	≤ 2.5
	3#	手术室污物门外 30cm 处 (C)	定期监测	≤ 2.5
	4#	封堵门外 30cm 处 (D)	定期监测	≤ 2.5
	5#	北墙外 30cm 处 (E)	定期监测	≤ 2.5
	6#	受检者门外 30cm 处 (F)	定期监测	≤ 2.5
	7#	东墙外 30cm 处 (G)	定期监测	≤ 2.5
	8#	观察窗外 30cm 处 (H)	定期监测	≤ 2.5
	9#	工作人员门外 30cm 处 (I)	定期监测	≤ 2.5
	10#	南墙外 30cm 处 (J)	定期监测	≤ 2.5
	11#	封堵窗外 30cm 处 (K)	定期监测	≤ 2.5
	12#	楼上 1m 处 (L)	定期监测	≤ 2.5
	13#	楼下距地面 1.7m 处 (M)	定期监测	≤ 2.5

注：此监测点根据建设单位设计图设计，项目建成后可根据实际情况对监测点位进行适当增加或删除。

12.4 辐射事故应急

为了加强对射线装置的安全管理，保障公共健康，保护环境，临夏市人民医院已根

据已开展放射诊疗情况成立辐射事故应急处理领导小组，组织、辐射事故的应急处理救援工作。应急预案中规定辐射事故应急处理机构与职责、辐射事故应急救援原则、辐射事故应急处理程序及措施等，做到内容较全，措施得当，便于操作，在应对放射性事件和突发事件时切实可行，操作性强。

一旦发生辐射事故，立即启动辐射事故应急预案，采取必要应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

建设单位应进一步修订应急预案，应将本项目涉及设备及人员同步更新至应急预案中，列出具体应急联系方式。

12.5 辐射工作人员的管理

(1) 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 类射线装置的单位，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），本项目建成之前，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。

医院应尽快督促并组织新增相关人员及培训已到期人员参加辐射安全与防护培训并承诺保证所有辐射工作人员经过辐射与防护培训合格后方可上岗。

(2) 职业健康检查

按照《放射工作人员职业健康管理办法》要求，放射工作人员在上岗前、在岗期间和离岗后都要进行健康检查，而且在岗期间要每两年进行一次健康体检。参照《放射工作人员健康要求》确定是否适合从事放射性工作，有效保护放射工作人员的身心健康。

医院应根据相关法律法规及标准要求组织该项目原有及新增放射工作人员进行上

岗前职业健康检查，并建立健康档案，待检查结果为“可从事放射性工作”或“可继续原放射工作”后方可从事该项目放射诊疗工作。

12.6 项目竣工环境保护验收管理

本项目取得许可证批复并建成后及时进行竣工验收，根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行管理办法》对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告应当如实查验、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。验收合格后，方可投入生产或使用。本工程竣工环境保护验收的内容见表 12-3。

表 12-3 本项目竣工环境保护验收一览表

序号	项目	设施（措施）	验收要求
1	辐射屏蔽措施	工作场所辐射安全与环境防护	<p>①项目介入导管室实体辐射防护满足表 10-5 要求。</p> <p>②介入导管室与控制台之间设有观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p> <p>③项目介入导管室安装负离子风机，保持良好通风。</p> <p>④介入导管室受检者门上方张贴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，受检者候诊区设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>⑤介入导管室设置 3 樘出入口，分别与缓冲间、污物间、控制室相通。其中，介入导管室与缓冲间的受检者防护门设计为电动门，安装防夹装置。介入导管室与控制室和污物间的防护门设置均为手动平开门，安装自动闭门装置。工作状态指示灯设计与受检者防护门有效关联。</p> <p>⑥配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等工作人员个人防护用品各 4 件。其中，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb。</p> <p>⑦配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等受检者（成人及儿童）个人防护用品各 1 件，铅当量 0.5mmPb。</p> <p>⑧配备铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辅助防护设施，铅当量 0.5mm。</p>
2	人员管理 人员	辐射安全与防护培训考核	操作人员接受安全防护教育和培训。定期参加相关辐射防护知识培训学习，取得合格后方可上岗
		个人剂量检测	应按要求进行个人剂量监测并建立档案

	管理	职业健康检查	辐射工作人员按要求进行职业健康体检并建立档案
3	管理制度	辐射防护管理制度	根据污染防治措施要求, 修改完善医院相关规章制度, 满足《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》以及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等中的相应防护标准的要求
4	防护用品、监测仪器	个人剂量计	介入医生和护士每人两枚(铅衣内和铅衣外各1枚), 操作技师每人1枚
		防护用品和辅助防护设施	应参照表7-4为放射工作人员和受检者配备铅防护用品
5	分区管理	工作场所划分为监督区和控制区	严格按照控制区和监督区相关要求进行管理, 严格医生和病人的分流
6	监测实施	个人剂量监测	工作人员受到的年附加有效受照剂量应低于管理限值5mSv的要求; 公众人员受到的附加年有效剂量应低于管理限值0.1mSv的要求
		工作场所监测	机房外周围剂量当量率应不大于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的2.5μSv/h的要求

项目建成后, 医院应向生态环境部门重新申请辐射安全许可证, 发放条件见表12-4。

表12-4 辐射安全许可证重新申领发放要求

序号	要求
1	使用I类、II类、III类放射源, 使用I类、II类射线装置的, 应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作; 其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作; 依据辐射安全关键岗位名录, 应当设立辐射安全关键岗位的。
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。
4	放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
5	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, 包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性

	同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。
7	有完善的辐射事故应急措施。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

项目名称：临夏市人民医院新增 1 台血管造影用 X 射线装置（DSA）应用项目

建设性质：改建

建设单位：临夏市人民医院

建设项目内容：住院楼一楼西侧改建介入导管室 1 间，并新购一台 DSA，用于医疗诊断及介入治疗，属于使用 II 类射线装置项目。

设备内容：一台 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

13.1.1 辐射实践的正当性

临夏市人民医院拟增加的辐射性医疗设备、设施主要用于诊断和介入治疗，目的在于提升医院的医疗水平，更好地开展放射诊疗工作，救治病人，其产生的社会利益远大于辐射所造成的损害，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“实践正当性”的要求。

13.1.2 产业政策的符合性

本项目为核技术在医学领域的运用。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》要求，本项目属鼓励类第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

13.1.3 选址的合理性

本项目保护目标主要为介入导管室屏蔽体为边界，周围 50m 范围内的工作人员及公众，评价范围内无自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点，周围没有项目建设的制约因素，本项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此选址是合理的。

13.1.4 辐射环境质量现状

监测显示：本项目介入导管室周围 1-8 号、13 号、15 号室内监测点位的环境 γ 辐射剂量率在（78 \pm 3）nGy/h 至（99 \pm 1）nGy/h 之间，9-12 号、14 号室外监测点位的环境 γ

辐射剂量率为 $(79\pm 3)\mu\text{Gy/h}$ 至 $(101\pm 1)\mu\text{Gy/h}$ 之间。对比《2023年甘肃省生态环境状况公报》显示，全省环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常范围为 $64.4\text{nGy/h}\sim 191\text{nGy/h}$ （未扣除宇宙射线响应值），对比项目拟建地点及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率，辐射水平未见明显升高。

13.1.5 辐射防护措施有效性

根据医院提供的防护设计资料，经分析，介入导管室的辐射防护设计方案和辐射安全措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。

13.1.6 辐射环境影响分析

经分析，本项目 DSA 设备正常运行后，对职业人员和公众人员所造成的最大年附加有效剂量均低于本项目规定的管理目标值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv ），且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

13.1.7 可行性结论

综上所述，临夏市人民医院改建介入导管室项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，具备从事相应的辐射工作技术能力，对工作人员、公众人员和周围环境的辐射影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射安全和环境保护的角度论证，本项目建设是可行的。

13.2 承诺及建议

13.2.1 建议

（1）及时完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行，在项目建设和运行过程中，加强内部监督管理，不违规操作、不弄虚作假，并接受生态环境部门的监督检查和及时整改检查中发现问题。

（2）认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，更新完善、补充辐射管理制度。加强和落实放射防护责任制，明确责任和分工，逐级强化责任，安全责任落实到人。

（3）加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝辐射事故的发生。

(4) 建立辐射工作人员健康档案，落实辐射工作人员辐射安全培训、职业健康检查及个人剂量监测等内容。

(5) 定期进行防护安全检查，发现问题及时解决，以防止辐射照射事故发生。

(6) 医院应将辐射事故应急预案装裱上墙，每年至少组织一次预案培训工作，并定期进行应急演练。

(7) 医院应每年对X- γ 辐射剂量率监测仪进行检定校准，定期进行放射工作场所的自主监测；同时购置相应的防护用品，以保障辐射工作人员的身体健

(8) 接受生态环境等主管部门的管理、监督及指导；取得环评报告表批复后，应及时向省生态环境厅申请重新办理《辐射安全许可证》，并开展竣工环保验收。

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