

核技术利用建设项目

昌吉州人民医院准东分院 DSA 工作场所 建设项目环境影响报告表



新疆准东经济技术开发区工程建设项目管理中心

2025年11月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

昌吉州人民医院准东分院 DSA 工作场所 建设项目环境影响报告表

建设单位名称：新疆准东经济技术开发区工程建设项目管理中心

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：昌吉州吉木萨尔县准东开发区五彩湾新城五彩西路 51 号

邮政编码：831599

联系人：张毅

电子邮箱：1641037929@qq.com

联系电话：13899998705



打印编号: 1761819184000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	9r4vpp		
建设项目名称	昌吉州人民医院准东分院DSA工作场所建设项目		
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)	新疆准东经济技术开发区工程建设项目管理中心		
统一社会信用代码	12652300MB1Q32913A		
法定代表人 (签章)	张永忠		
主要负责人 (签字)	张毅 张毅		
直接负责的主管人员 (签字)	张毅 张毅		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	乌鲁木齐星辰汇峰环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91650102091944073Y		
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
刘怡	06356623506660014	BH053017	刘怡
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
刘怡	辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH053017	刘怡
罗萍	项目基本信息、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项	BH061513	罗萍

目录

表 1 项目基本情况1

表 2 放射源10

表 3 非密封放射性物质10

表 4 射线装置11

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）12

表 6 评价依据13

表 7 保护目标与评价标准16

表 8 环境质量和辐射现状21

表 9 工程分析与源项25

表 10 辐射安全与防护31

表 11 环境影响分析41

表 12 辐射安全管理60

表 13 结论与建议66

表 14 审批68

附件：

- 附件1 环评委托书
- 附件2 项目依托大楼环保手续
- 附件3 培训合格证
- 附件4 拟建项目辐射环境本底监测报告
- 附图1 项目总平面图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		昌吉州人民医院准东分院 DSA 工作场所建设项目			
建设单位		新疆准东经济技术开发区工程建设项目管理中心			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		昌吉州吉木萨尔县准东开发区五彩湾新城五彩西路51号			
项目建设地点		准东经济技术开发区五彩湾新城昌吉州人民医院准东分院医疗综合楼三层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		980	项目环保投资（万元）	90	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备PET用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			

1.1建设单位简介

昌吉州人民医院准东分院位于准东经济技术开发区五彩湾新城，总占地面积84667平方米，建筑总面积3.95万平方米。项目建设方案以集中式布局为特征，设置床位200张，以二级综合医院标准建设，设计突出急诊急救、心脑血管、骨科创伤、中医康复、健康体检为主要医疗学科，本着建设具有准东特色的“强专科、小综合、大门诊、小住院”理念。

1.2本项目内容及规模

1.2.1项目背景

为改善医疗卫生条件和医疗环境设施，促进医院结构完善和当地卫生事业发展，昌吉州人民医院准东分院拟在医疗综合楼三楼新建1处DSA工作场所，拟购置1台数字减影血管造影机（DSA）用于影像诊断和介入治疗。

根据《射线装置分类》（环境保护部公告2017年第66号）规定，血管造影用X射线装置，属于II类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年9月14日中华人民共和国国务院令449号公布，根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）、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（环保部令3号）以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）的规定，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目——使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表。昌吉州人民医院准东分院特委托乌鲁木齐星辰汇峰环保科技有限公司对该项目进行环境影响评价。接受委托后，评价单位技术人员详细开展了现场踏勘，并收集有关资料，结合现状监测结果，通过对该项目拟建场址辐射环境现状和可能造成的辐射影响进行分析后，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）等规定要求，编制完成本项目的辐射环境影响报告表，委托书见附件1。

1.2.2项目建设内容

昌吉州人民医院准东分院拟在医疗综合楼三楼新建1处DSA工作场所，拟购置1台数字减影血管造影机（DSA）用于影像诊断和介入治疗，项目建设内容详见表1-1。

表1-1 本项目建设内容

序号	射线装置	厂家/型号	主要参数	类别	机房面积	拟安装位置
1	血管造影用X射线装置（DSA）	/	125kV 1000mA	II类	11.40× 7.04=80.26m ²	医疗综合楼 三楼DSA室

备注：DSA室面积约80.26m²，医护更衣室面积约18.59m²，控制室面积约17.27m²，设备间面积约7.36m²，患者更衣室面积约10.18m²，缓冲室面积约8.92m²，项目总占地约126.5m²。

1.3评价目的和任务

(1) 对辐射活动场所周边进行辐射环境背景水平监测，以掌握辐射活动场所的辐射环境背景水平；

(2) 对拟增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；

(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) 满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

1.4地理位置和周边保护目标关系

1.4.1地理位置

昌吉州人民医院准东分院位于昌吉回族自治州准东经济技术开发区五彩湾新城，地理位置如图 1-1。



图1-1 本项目地理位置图

1.4.2工作场所布局及周围外环境关系

本项目工作场所位于昌吉州人民医院准东分院医疗综合楼三楼，DSA室实体屏蔽以外50m的周围环境关系如下图1-2所示。DSA室拟建于昌吉州人民医院准东分院医疗综合楼三楼，项目50m评价范围包含：机房东侧：缓冲间9及缓冲间10；机房南侧：洁净走廊；机房西侧：控制室及设备间；机房北侧：办公室，机房上方：发药房、患者等候区、药库及物流机房，机房下方：质控室、缓冲间、洁具间、打包灭菌区、分类清洗区及水处理间。DSA室平面图如图1-3所示，拟建DSA室与楼下位置关系立面布局图如图1-4所示。

DSA室内根据机房内的卫生等级分为手术区和非手术区，两者之间通过缓冲区连接。患者通过患者通道进入手术室，医护人员通过医护通道进入手术室。产生的医疗废物通过污物通道送至污物间，定时由专人清运至医疗废物暂存间，未使用的医疗器械物品通过医护通道进入洁净物品间。

根据现场踏勘情况，昌吉州人民医院准东分院在医疗综合楼三楼新建一处DSA工作场所，DSA室面积约80.26m²，医护更衣室面积约18.59m²，控制室面积约17.27m²，设备间面积约7.36m²，患者更衣室面积约10.18m²，缓冲室面积约8.92m²，项目总占地约126.5m²。DSA室内部净高3m，已预留铅防护门、铅玻璃观察窗、电缆沟。



图1-2 昌吉州人民医院准东分院周围环境关系示意图

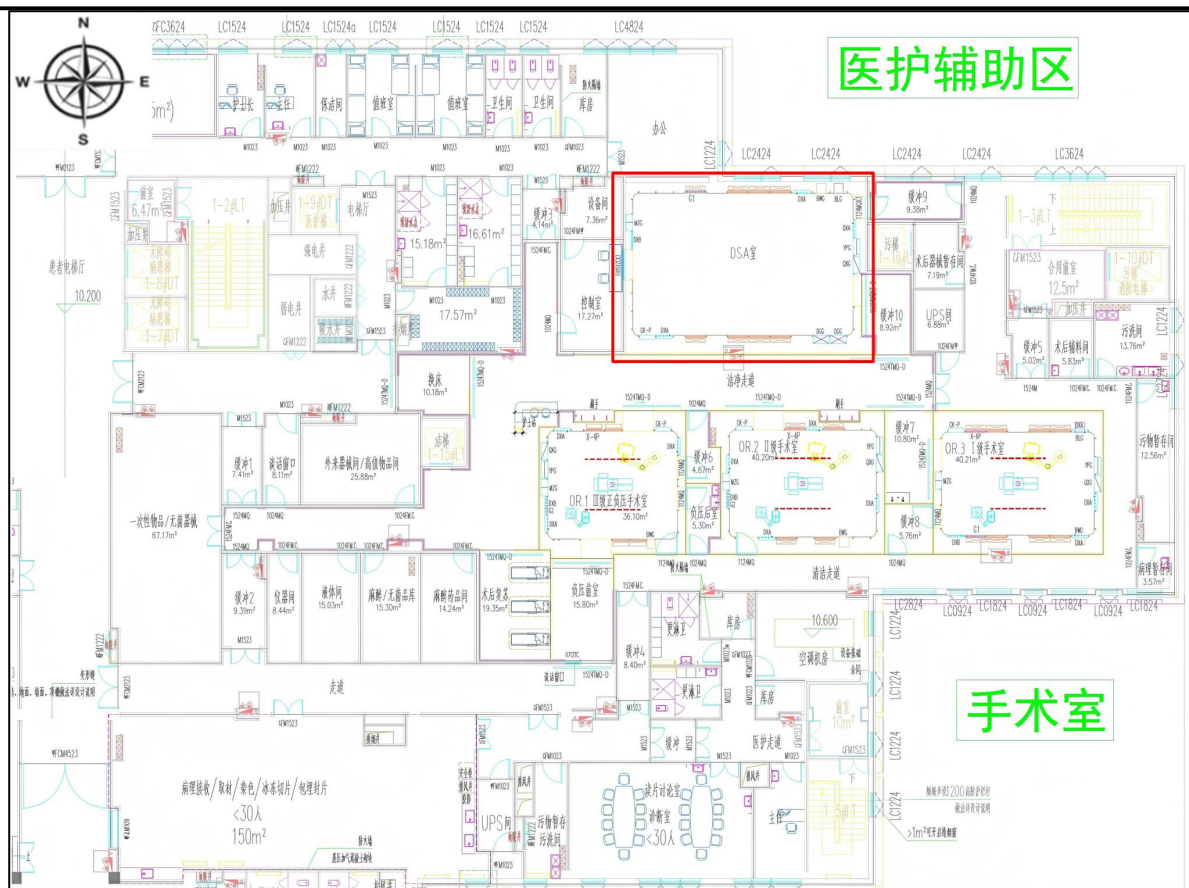


图1-3 拟建DSA室平面布置示意图

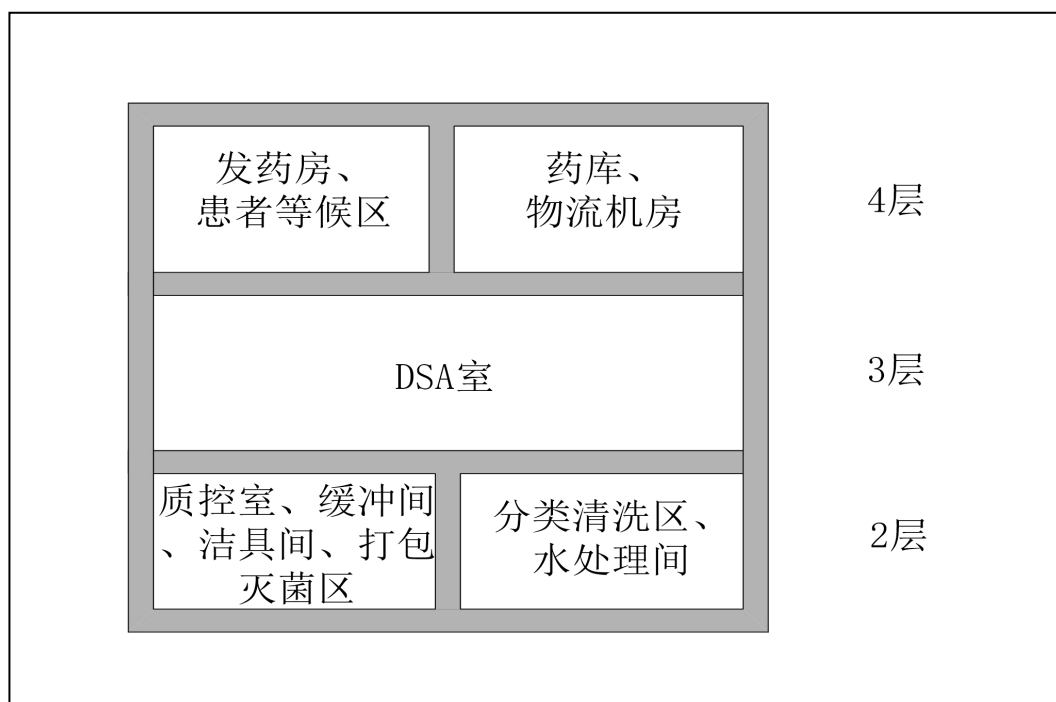


图1-4 拟建DSA室剖面示意图

1.5选址合理性分析

本项目位于昌吉回族自治州准东经济技术开发区五彩湾新城，项目用地属于医疗卫生用地。拟建DSA项目选址在昌吉州人民医院准东分院医疗综合楼三楼，机房东侧：缓冲间9及缓冲间10；机房南侧：洁净走廊；机房西侧：控制室及设备间；机房北侧：办公室，机房上方：发药房、患者等候区、药库及物流机房，机房下方：质控室、缓冲间、洁具间、打包灭菌区、分类清洗区及水处理间。拟建DSA室周围50m范围内有15个环境保护目标（详见表7-1），但经机房防护屏蔽后DSA设备出线对周边外环境的影响较小，在可接受范围内。本项目范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、文物古迹、水源保护等需要保护的特殊环境敏感区域。项目建设区域基础设施完善，水、电等配套齐全，可以满足本项目运营期需要，故本项目选址可行。

1.6核技术利用及辐射安全管理现状

1.6.1核技术利用现状

本项目属于新建项目，无原有核技术利用许可。医院目前无辐射安全许可证，使用射线装置前需获得许可，备案登记。

1.6.2原有环保手续履行情况

本项目依托的医疗综合楼于2024年7月4日取得关于《昌吉州人民医院准东分院建设项目环境影响报告表》的批复，批复文号：新准环评〔2024〕21号。医院大楼于2024年7月开工，截至2025年10月，昌吉州人民医院准东分院主体建设未完工。项目依托大楼环保手续附件2。

1.6.3辐射安全管理现状

（1）辐射环境安全管理机构

为了加强辐射安全和防护管理，做好射线装置的使用管理工作，保证设备正常使用，避免发生各类事故，保障各类人员的健康，昌吉州人民医院准东分院建成后应成立辐射安全与防护管理领导小组。

（2）拟建立的辐射安全管理规章制度及执行情况

昌吉州人民医院准东分院建成后应制定《辐射事故应急预案》、《关于成立辐射安全管理领导小组的通知》、《辐射防护制度》、《射线装置操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》等规章制度，并有效落实。

（3）工作人员培训

本项目计划从昌吉州人民医院调配6名辐射工作人员，6名辐射工作人员参加了核技

术利用辐射安全与防护考核，并取得培训合格证。医院应积极组织未取得辐射安全与防护合格证的人员参加生态环境部门网上组织的辐射安全和防护专业知识培训，并且严格落实《辐射工作人员培训制度》，辐射工作人员未取得考核合格证书前不得上岗。医院规定各类辐射工作人员在岗期间按有关规定时间内接受再培训，放射人员培训合格证见附件3。

（4）个人剂量监测和职业健康体检

医院建成后应委托有资质单位定期对辐射工作人员佩戴的个人剂量计进行监测并出具检测报告。

医院建成后应委托有资质单位对部分辐射工作人员进行职业健康检查，对新上岗工作人员，应尽快做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗。

（5）辐射事故应急管理

昌吉州人民医院准东分院建成后应依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》。同时该预案中应明确规定了医院有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等，其内容能够满足医院实际辐射工作的需要。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，事故发生后一小时内口头报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。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。医院将加强日常环境安全管理，加强应急培训、应急演练及评估、应急预案修订等。

（6）辐射环境监测

昌吉州人民医院准东分院建成后应依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求，每年委托有资质单位对现有辐射工作场所进行监测，保证辐射工作场所的人员安全。同时建设单位自行开展辐射监测，频率为1次/3个月。

1.6.4项目人员配备

（1）劳动定员

本项目计划从昌吉州人民医院调配6名辐射工作人员，其中医师2人，技师2人，护师2人。2组人员轮转使用1台DSA。全部从昌吉州人民医院调配。辐射工作人员基本情况见表1-3。

表1-3 本项目辐射工作人员基本情况一览表

序号	姓名	性别	岗位	职业健康检查结论	个人剂量监测情况	放射防护培训情况
1	李伟	男	医师	拟进行职业健康检查	拟进行个人剂量监测	2022年12月30日~2027年12月30日
2	杨萍	女	医师	拟进行职业健康检查	拟进行个人剂量监测	2023年02月28日~2028年02月28日
3	朱殷	女	技师	拟进行职业健康检查	拟进行个人剂量监测	2022年12月23日~2027年12月23日
4	关磊	男	技师	拟进行职业健康检查	拟进行个人剂量监测	2022年12月19日~2027年12月19日
5	李晓梅	女	护师	拟进行职业健康检查	拟进行个人剂量监测	2022年12月30日~2027年12月30日
6	石伟	女	护师	拟进行职业健康检查	拟进行个人剂量监测	2022年12月26日~2027年12月26日

(2) 工作制度

本项目医护工作人员每年工作250天，每天工作8小时，实行白班单班制。

根据医院提供资料，本项目DSA投入运行后预计年最大手术量为250台。

1.7 产业政策的相符性

按照《产业结构调整指导目录（2024年本）》：“一、鼓励类十三、医药 4 、高端医疗器械创新发展”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

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	血管造影用X 射线装置 (DSA)	II	1	/	125	1000	介入治疗	医疗综合楼三楼 DSA室	/

（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。
废水	液态	/	/	/	152.5m ³	/	/	污水经污水处理站处理满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准后排入市政下水管网，最终排入新疆准东金盆湾水林有限公司污水处理厂处理
医疗废物	固态	/	/	/	750kg	/	设有医疗废物暂存间	医疗废物进行分类、收集、消毒和生活垃圾分开存放，移交有资质的单位做好无害化处置
生活垃圾	固态	/	/	/	3000kg	/	/	生活垃圾分类收集后，和医疗垃圾分开存放，由当地环卫部门及时清理，统一清运处理

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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015年1月1日修订施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月29日修订并施行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003年10月1日施行； (4) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令第682号，2017年10月1日施行； (5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》2021年1月1日施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年9月14日中华人民共和国国务院令第449号公布，根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》生态环境部令第20号，2021年1月4日修订并施行； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011年5月1日施行； (9) 《关于印发<突发事件应急预案管理办法>的通知》（国办发〔2024〕5号）； (10) 《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）>的通知》（环发〔2015〕4号）； (11) 《关于发布<射线装置分类>的公告》2017年12月6日施行； (12) 《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》2006年9月26日施行； (13) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》2015年7月1日施行； (14) 《新疆维吾尔自治区环境保护条例》新疆维吾尔自治区第十三届人民代表大会常务委员会公告第11号2018年9月21日修订并施行； (15) 《中华人民共和国职业病防治法》2018年12月29日修订并施行； (16) 《放射工作人员职业健康管理辦法》卫生部令第55号，2007年11月1日施行； (17) 《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，2020年1月1日起施行； (18) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》2017年11月
------------------	--

	20日施行。
技 术 标 准	(19) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016)； (20) 《放射工作人员职业健康要求及监护规范》(GBZ98-2020) (21) 《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)； (22) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (23) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)； (24) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)； (25) 《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2022)； (26) 《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996) (27) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； (28) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021)； (29) 《辐射事故应急监测技术规范》(HJ1155-2020)； (30) 《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》(WS 76-2020)； (31) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)； (32) 《医用电气设备第1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断X射线设备的辐射防护》(GB 9706.103-2020)； (33) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。

其他	(1) 昌吉州人民医院准东分院环境影响评价委托书; (2) 昌吉州人民医院准东分院机房设计图纸; (3) 昌吉州人民医院准东分院提供的其它技术资料; (4) 《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告 (1989年)》 (5) 《辐射防护手册》(第一分册), 李德平、潘自强主编; (6) 《辐射防护手册》(第三分册), 李德平、潘自强主编。
----	--

表 7 保护目标与评价标准

7.1评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中规定的“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，确定本项目评价范围为DSA室实体屏蔽物边界外50m区域。

7.2保护目标

项目与其周围环境关系如图1-2所示，结合本项目的的评价范围，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如表7-1所示。

表7-1 本项目环境保护目标信息

序号	保护目标	类型	位置描述	方位	人员数量	距离(m)	年剂量限值
1	辐射工作人员	职业	DSA室	机房内	6	1	5mSv/a
2			DSA控制室	北侧		5.5	
3	非本项目工作人员、公众	公众	机房楼上发药房	上方	流动人员	2~50	0.1mSv/a
4			机房楼上药库	上方		2~50	
5			机房楼上患者等候区	上方		2~50	
6			机房楼上物流机房	上方		2~50	
7			机房楼下质控室	下方		2~50	
8			机房楼下缓冲间	下方		2~50	
9			机房楼下洁具间	下方		2~50	
10			机房楼下打包灭菌区	下方		2~50	
11			机房楼下分类清理区	下方		2~50	
12			机房楼下水处理间	下方		2~50	
13			机房东侧缓冲间9	东		6.1~50	
14			机房东侧缓冲间10	东		6.0~50	
15			机房南侧洁净走廊	南		4.5~50	
16			机房西侧设备间	西		5.6~50	
17			机房北侧办公室	南		4.7~50	

7.3评价标准

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

工作人员的照射和公众照射的剂量限值如下：

（1）职业照射：应对任何工作人员职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：审管部门决定连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

（2）公众照射：实践时公众中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：年有效剂量，1mSv。

剂量约束值：根据辐射防护最优化原则，应尽量降低人员受照剂量。本报告表对于辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为年有效剂量约束值，本项目职业工作人员的照射年剂量约束值取5mSv/a；眼晶体的年剂量约束值取37.5mSv/a；周围公众本项目取0.1mSv/a作为公众剂量约束值。

辐射工作场所的分区：

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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

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

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）摘录

1、除床旁摄影设备、便携式X射线设备和车载式诊断X射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的X射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合下表的规定。

表7-2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边边长

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

注：单管头、双管头或多管头X射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

2、X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求

表7-3 X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量mmPb	非有用线束方向铅当量mmPb
C 形臂X射线设备机房	2.0	2.0

3、X射线设备机房屏蔽体外剂量水平

机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

4、X射线设备工作场所防护

- (1) 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受检者状态及防护门开闭情况。
- (2) 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。
- (3) 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。
- (4) 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。
- (5) 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。
- (6) 电动推拉门宜设置防夹装置。
- (7) 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留在机房内。
- (8) 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。
- (9) 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表7-5基本种类要求的工作人员、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橡胶防护衣。
- (10) 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb；介入铅防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。
- (11) 应为儿童的X射线检查配备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小于0.5mmPb。
- (12) 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、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橡胶防护衣。

表7-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者		陪检者	
	个人防护用	辅助防护设备	个人防护用	辅助防护设备	个人防护用	辅助防护设备
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 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 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 选配：铅橡胶帽子	——	铅橡胶防护衣	——

注：“——”表示不要求。

5、介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备操作的防护安全要求

（1）介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

（2）介入放射学用X射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

（3）除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

（4）穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合GBZ128的规定。

（5）移动式C形臂X射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

7.3.3 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）

（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。

（2）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）。

（3）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。

（4）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。

对于（4）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）。

7.3.4 《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）中规定：

表1 室内空气质量指标及要求中规定：臭氧1小时浓度 $\leq 0.16\text{mg/m}^3$ 。

7.3.5 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中规定：

表2 新污染源大气污染物排放限值中的氮氧化物无组织排放监控浓度限值为0.12mg/m³。

7.3.6 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中规定：

4 环境噪声排放限值

4.1 建筑施工过程中场界环境噪声不得超过表 1 规定的排放限值。

表 1 建筑施工场界环境噪声排放限值

昼间	夜间
70	55

表 8 环境质量和辐射现状

8.1项目地理位置和场所描述

昌吉州人民医院准东分院位于昌吉回族自治州准东经济技术开发区五彩湾新城，地理位置详见图1-1。拟建DSA室位于医院医疗综合楼三楼，机房东侧：缓冲间9及缓冲间10；机房南侧：洁净走廊；机房西侧：控制室及设备间；机房北侧：办公室，机房上方：发药房、患者等候区、药库及物流机房，机房下方：质控室、缓冲间、洁具间、打包灭菌区、分类清洗区及水处理间。项目中心坐标东经88°53'17.8715"，北纬44°47'25.7464"。周围环境关系如图1-2所示。拟建DSA室平面图如图1-3所示，拟建DSA室剖面示意图如图1-4所示。

8.2辐射环境监测

1、监测目的

本次监测目的为了解项目拟建地周围辐射环境水平。

2、监测因子

环境γ辐射致空气吸收剂量率。

3、监测依据及方法

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）。

4、监测仪器

监测仪器的参数详见表8-1。

表8-1 X-γ剂量当量率仪

仪器名称	便携式X、γ辐射周围计量当量率仪
仪器型号	RJ32-3602P
仪器编号	XCJC-YQ-023
能量范围	能量响应：20KeV～3.0MeV
量程	探头剂量率：1nSv/h～150mSv/h
检定单位	广东六零二计量检测有限公司
检定证书	GC602072505204102
检定有效期	2025.04.03～2026.04.02
校准因子	1.31

5、监测单位

乌鲁木齐星辰汇峰环保科技有限公司。

6、监测时间及条件

时间：2025年10月16日；气象条件：天气阴，温度1.6℃，空气湿度59.2%。

7、质量保证措施

根据《电离辐射质量保证一般规定》（GB8999-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）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已满足以下内容有：

（1）建有健全的辐射监测和质量保证机构；

（2）对监测（包括采样）依据的技术性文件和有关资料进行控制，确保所使用的文件资料均为现行有效；

（3）持续监控人员的选择、培训、监督、能力；

（4）仪器和装备的质量及其维护和校准的频率有所保障；

（5）标准方法、标准器具和标准物质的应用与保持；

（6）监测过程中有质量保证措施；

（7）对监测过程中出现的不符合工作进行识别、评价、控制和改进的程序；

（8）可以证明监测结果与客观实际符合的程度已经达到和保持所要求的质量。

（9）监测点位及方案

在拟建DSA室四面屏蔽墙外及机房楼上，监测点位共7个，监测点位见图 8-1。

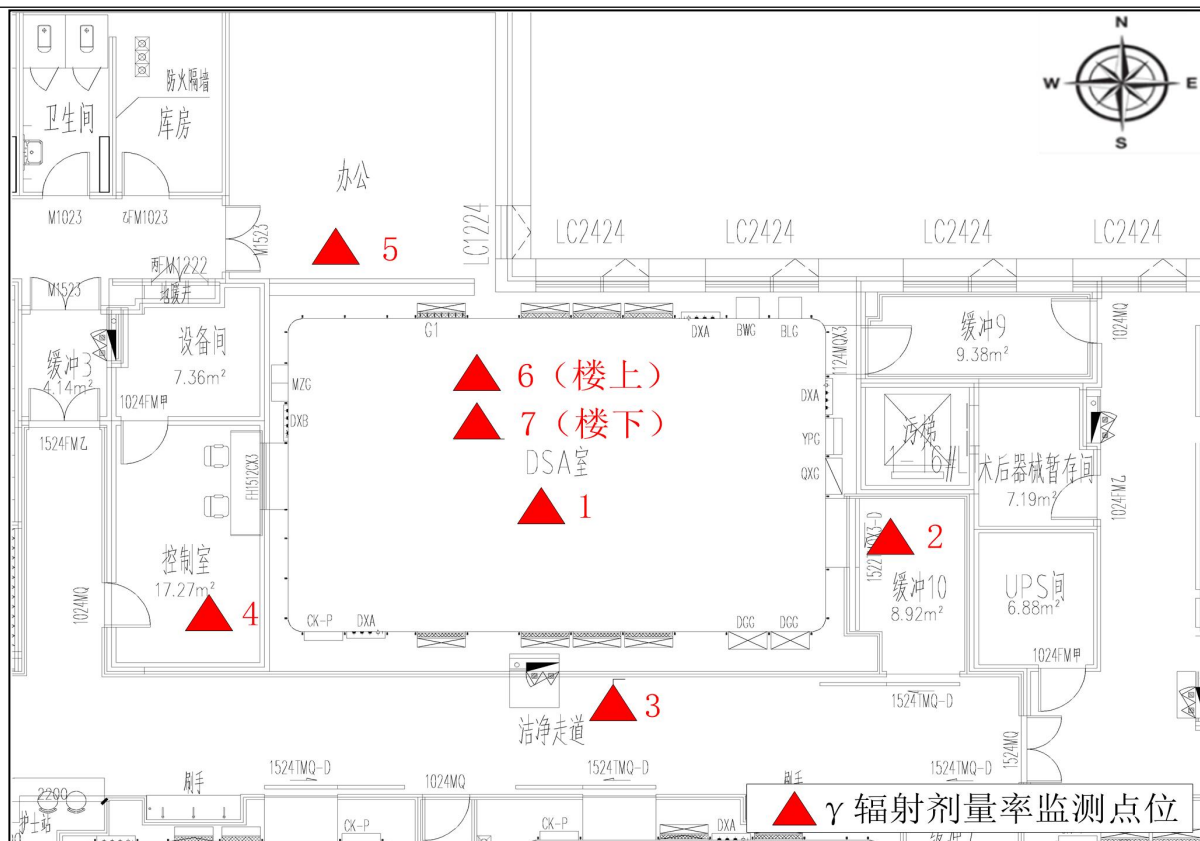


图8-1 γ辐射致空气吸收剂量率监测布点图

(9) 监测结果

对机房周围辐射环境监测结果详见表8-2，监测报告见附件5。

表8-2 环境γ辐射致空气吸收剂量率监测结果^{[1][2]}

序号	测点位置	检测结果 (μSv/h)	备注
1	拟建项目中心	0.095	/
2	拟建项目东侧	0.107	
3	拟建项目南侧	0.089	
4	拟建项目西侧	0.099	
5	拟建项目北侧	0.09	
6	拟建项目楼上	0.094	
7	拟建项目楼下	0.100	

注：[1]监测结果未扣除宇宙射线响应值。

[2]监测结果与校准因子相乘。

（10）评价结论

由表 8-2 所列的监测结果可知：各监测点位的环境本底X- γ 辐射空气吸收剂量率为0.089~0.107 μ Sv/h，由《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告（1989年）》可知，昌吉回族自治州天然贯穿辐射室内剂量率为86.9~153.7nGy/h（0.09~0.15 μ Sv/h）；同时根据《2024新疆维吾尔自治区生态环境状况公报》，昌吉回族自治州2024年环境 γ 剂量率自动监测结果在80~120nGy/h之间，监测结果属于天然本底水平，未发现辐射异常情况。

表 9 工程分析与源项

9.1施工期工艺分析

本项目计划开工时间为2025年11月，竣工时间为2025年12月，项目总工期为1个月，施工期施工人员约9人。本项目建设的DSA工作场所施工期较短、规模较小，施工期的环境影响主要为生活废水、固体废弃物和噪声。施工人员生活用水量约为0.02m³/（人·d），生活污水排放系数取0.8。则施工期1个月产生的生活废水约4.32m³，产生的生活污水经污水处理站处理满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后，排入市政污水管网。施工扬尘主要通过洒水抑尘的方法缓解。施工人员生活垃圾产生量约为1kg/（人·d），则施工期1个月产生的生活垃圾约0.27t。施工产生的生活垃圾纳入医院生活垃圾收储运系统统一收集，由施工垃圾清运车及时拉运。施工期的噪声主要为设备安装产生的机械噪声，执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）表1建筑施工场界环境噪声排放限值。在施工时尽量使用低噪声施工机械，同时注意设备维护，避免产生设备故障噪声，午休时间及夜间禁止施工。采取以上措施后，施工期对周围环境产生的影响较小。

9.2设备和工艺分析

（1）设备组成

数字减影血管造影（DSA）因其整体结构像大写的“C”，因此也称作C型臂X光机（大C），DSA设备主要由X射线发生系统、影像增强接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统、防护屏及防护铅帘等构成。DSA是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序两次成像完成的。常见数字减影血管造影机外观见图9-1。

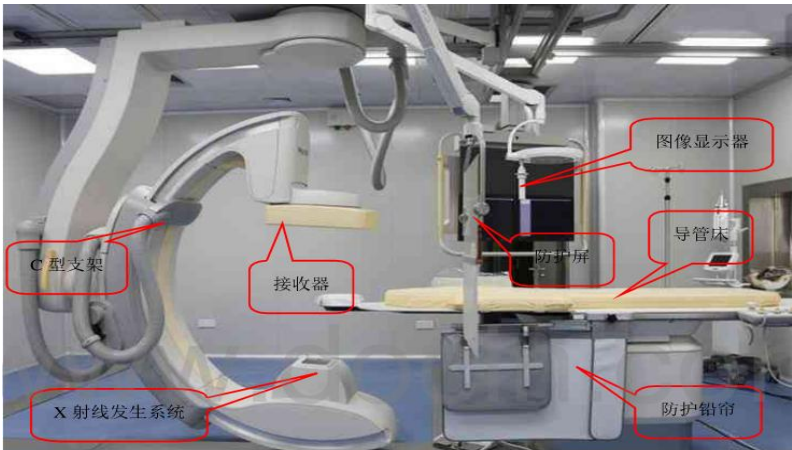


图9-1 数字减影血管造影机外观图

（2）工作原理

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阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装载聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，二聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管和两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-2 所示。

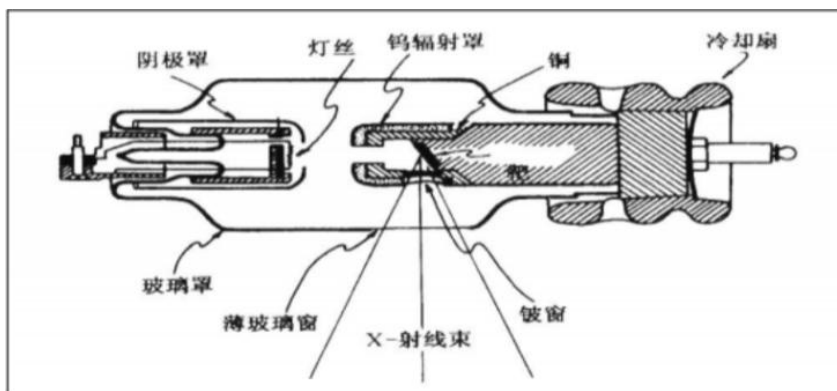


图9-2 典型 X 射线管结构图

介入诊疗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。数字减影血管造影机（DSA）主要采用时间减影法，即将造影剂未达到预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。利用计算机系统将注射造影剂前的透视影像转换成数字形式贮存于记忆盘中，称作蒙片。然后将注入造影剂后的造影区的透视影像也转换成数字，并减去蒙片的数字，将剩余数字再转换成图像，即成为除去了注射造影剂前透视图像上所见到的骨骼和软组织影像，剩下的只是清晰的纯血管造影像。

在血管造影时，X射线照射人体后产生的影像，经影像增强器强化，由摄像机接收并把它变成模拟信号输入模一数转换器，把模拟信号转变成数字信号，然后把数字信号存入存储器。同时电子计算机图像处理系统把图像分成许多像素，并通过数-模转换器把数字信号变成模拟信号，再输入监视器，从监视器屏幕上就可见到实时纯血管的图像。

（3）工艺流程

拍片时，患者平躺在治疗床上，护士对患者进行摆位。一切就绪后，医护人员离开机房，在确认机房内没有其他无关人员的情况下，开机拍片。透视诊疗时，患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，主治医师佩戴铅衣、铅围脖和铅帽在操作位在X射线透视下将导管送达上腔静脉，护士在护士位辅助手术。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（摄影）：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手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况（透视）：医生需进行手术治疗时，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。

9.3污染源项描述

（1）放射性污染源分析

根据 NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers，P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography，P72），DSA 影像增强接收器对 X 射线主束有屏蔽作用。DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。本项目DSA最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，球管滤过为2mm厚过滤铝片，机头输出量约为1.3R/mA.min，则根据下11-1公式计算，距靶 1m 处的空气比释动能率即源强为6.81E+08μGy/h。

DSA运行期间放射性污染源主要是X射线，这种X射线是随机器的开、关而产生和消失，在非诊疗状态下不产生射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射X射线会对周围环境造成辐射污染。介入手术治疗过程中工作人员将暴露于X射线机附近，工作人员受照剂量较高。X射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员生产造成辐射影响。

（2）非放射性污染分析

废气：DSA在开机状态下，空气在X射线的作用下，分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。DSA室设有新风装置进行通风换气，将室内空气排到室外，进风口设在机房上部，排风口设在机房下部。DSA室新风装置通风换气次数4次/h，每次运行10分钟，风机风量为3000m³。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中有关通风的要求：“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。”产生的臭氧和氮氧化物排放到室外会在两个小时内会自动分解，对机房内外环境影响较小。产生的臭氧可满足《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）中表1室内空气质量指标及要求（≤

0.16mg/m³，1小时平均）；产生的氮氧化物可满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2新污染源大气污染物排放限值中的无组织排放监控浓度限值（0.12mg/m³）。

废水：DSA运行期间，手术室产生的废水主要分为生活污水和医疗废水。生活污水主要由DSA手术室的清洁以及医患人员产生，医疗废水主要由清洗手术器械产生。根据《综合医院建筑设计规范》（GB51039-2014）中门/急诊病人用水定额按 10L/人次·d～15L/人次·d，医务人员每人最高日用水量为 150～250L/人·d。该机房建成后用于进行手术。本项目接受DSA手术患者用水量按10L/人次·d计，医务人员用水量按200L/人次·d计。医院年最大手术量为250台。则本项目接受DSA手术患者一年产生废水约2.5m³。1台手术通常需要3名医护人员共同完成，则本项目医务人员一年产生废水约150m³。本项目年产生废水约152.5m³。参考类似项目，本项目医疗废水按总废水的1/10计算，则医疗废水一年共产生15.25m³，生活污水一年共产生137.25m³。医疗废水、生活污水经污水处理站处理满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准后排入市政下水管网，最终排入新疆准东金盆湾水林有限公司污水处理厂处理。

固体废物：该机房建成后用于进行手术，在手术过程中产生医疗废物（危废代码HW01），主要为废注射器、废纱布、废安剖瓶等。参考类似项目，本项目单台手术产生的医疗废物按3kg计，则全年产生750kg医疗废物，医疗废物进行分类、收集、消毒和生活垃圾分开存放，移交有资质的单位做好无害化处置，基本不会对周围环境带来不利影响。医护人员及患者，产生的生活垃圾较少，本项目按每人生活垃圾产生量约为3kg计，则全年产生的生活垃圾为3000kg。生活垃圾纳入医院现有生活垃圾收储系统经垃圾桶收集后，交由环卫部门统一处置，不会对周边环境造成影响。

DSA工艺流程及产污环节如图9-3所示。

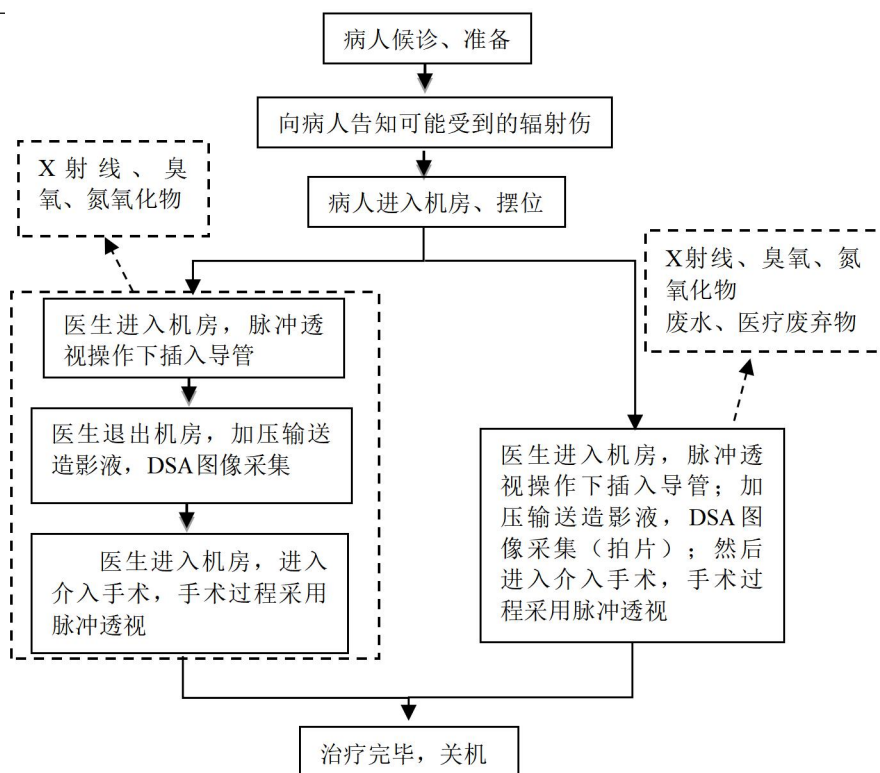


图9-3 DSA工艺流程及产污环节图

9.4 事故工况主要放射性污染物和污染途径

（1）工作人员或医护人员操作异常或病人家属在防护门关闭后尚未离开机房，受到超剂量照射，产生危害；

（2）由于操作人员失误，机房的防护门未关好即开机诊断，造成防护门外活动人员受到照射；

（3）在射线装置工作状态下，门-灯联锁失效，无关人员误入机房，使其受到额外的照射。

（4）未正确使用个人防护用品以及辅助防护用品，或者防护用品防护效果显著降低（失效）所致个人受照剂量超管理目标值、剂量限值；

（5）机房屏蔽由于使用年限以及天气等因素影响，所产生的变形和下坠，导致局部屏蔽不足而产生的辐射泄漏，对周边环境和人员造成的影响。

（6）事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

9.5 项目涉及的人流和物流的路径规划

本项目位于医疗综合楼三楼，医护人员、患者经电梯（楼梯）进入介入诊疗区域。

①医护人员通过清洁走廊进入更衣室更衣，洗消后通过医护通道进入DSA控制室和机房，由西侧控制室进入手术室进行工作，工作完成后原路返回。②患者经预约、检查

后，通过洁净走廊进入DSA室进行介入治疗，手术完成后沿患者通道向东南离开介入诊疗区域。③手术产生的医疗废物由护工收集打包后沿污物通道放至污物间暂存。项目涉及的人流和物流的路径规划见图 9-3。手术产生的医疗废物由保洁人员收集打包后，送至医疗废物暂存处。

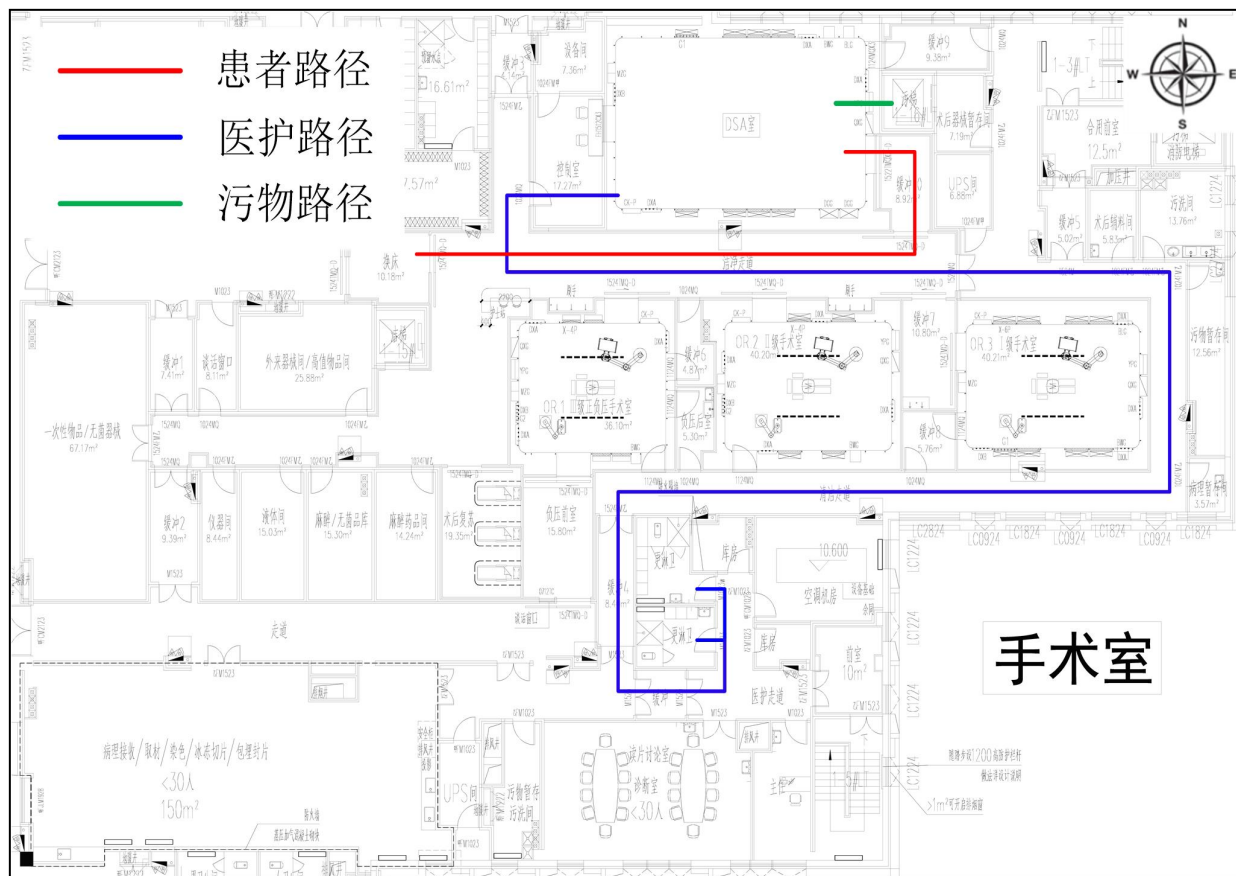


图9-3 人流和物流的路径规划示意图

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位于昌吉州人民医院准东分院医疗综合楼三楼，机房内应合理设置 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。辐射工作场所所在区域及六面布局情况见表10-1，平面图见图10-1、剖面图见图10-2。

表10-1 辐射工作场所位置及六面布局一览表

所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
医疗综合楼三 DSA室	DSA室	东	缓冲间9、缓冲间10
		南	洁净走廊
		西	控制室、设备间
		北	办公室
		上方	发药房、患者等候区、药库、物流机房
		下方	质控室、缓冲间、洁具间、打包灭菌区、分类清洗区、水处理间

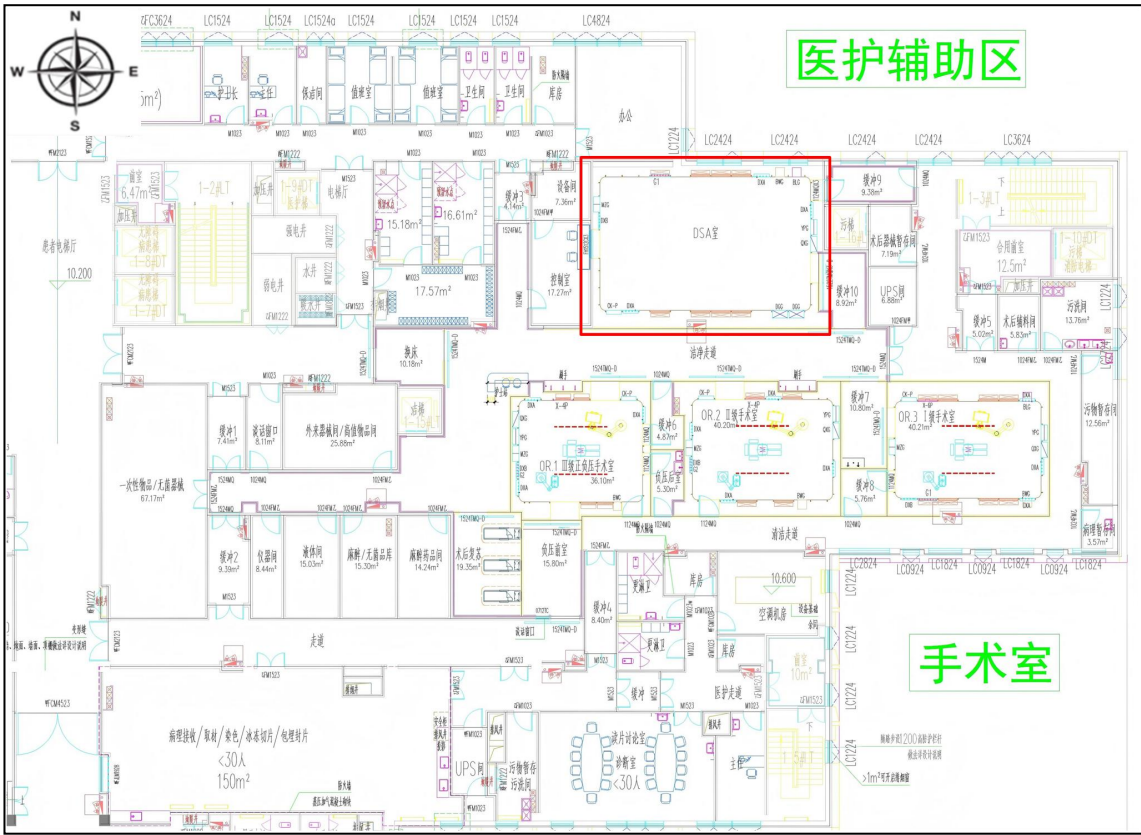


图10-1 拟建 DSA室平面布置示意图

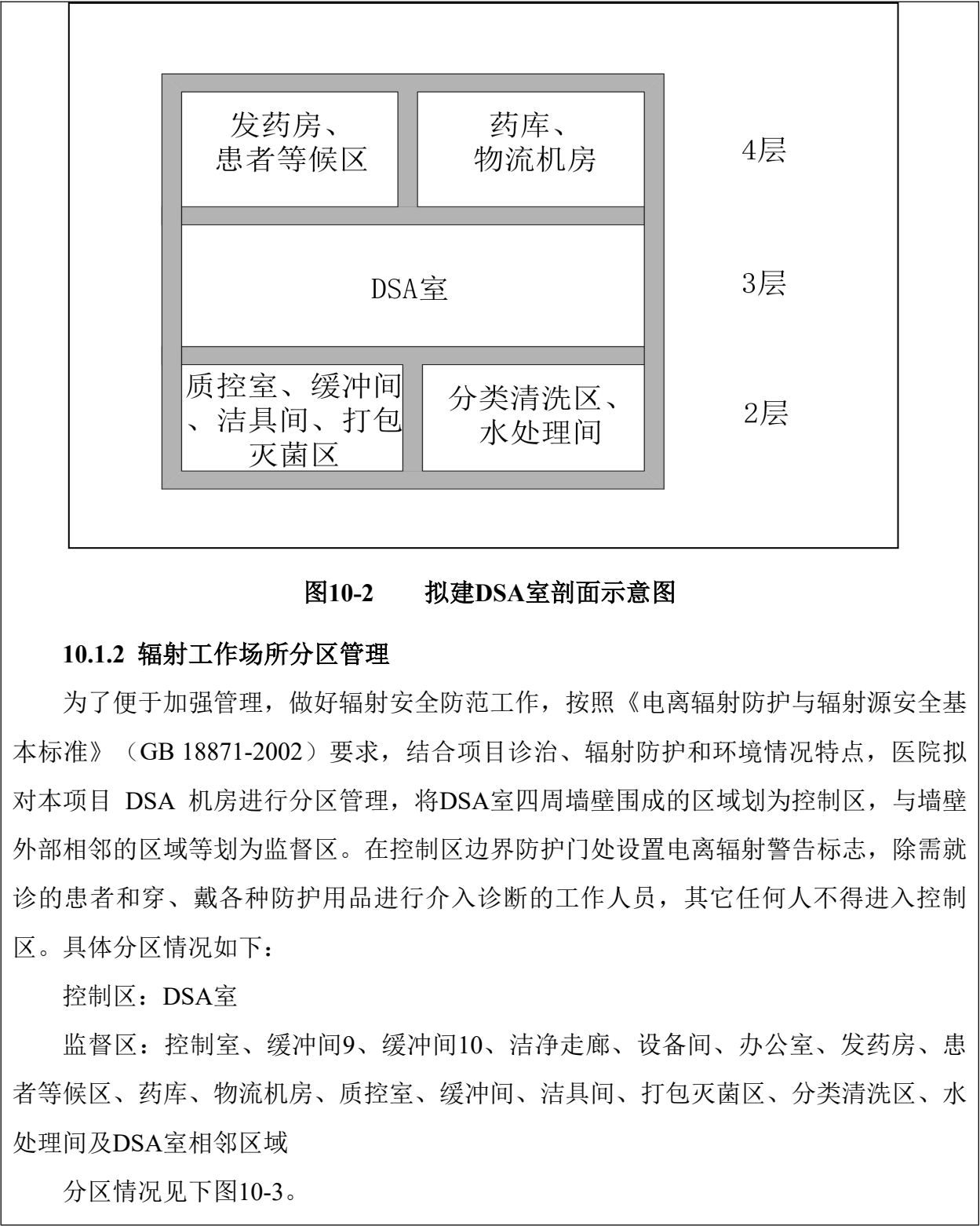


图10-2 拟建DSA室剖面示意图

10.1.2 辐射工作场所分区管理

为了便于加强管理，做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，医院拟对本项目 DSA 机房进行分区管理，将DSA室四周墙壁围成的区域划为控制区，与墙壁外部相邻的区域等划为监督区。在控制区边界防护门处设置电离辐射警告标志，除需就诊的患者和穿、戴各种防护用品进行介入诊断的工作人员，其它任何人不得进入控制区。具体分区情况如下：

控制区：DSA室

监督区：控制室、缓冲间9、缓冲间10、洁净走廊、设备间、办公室、发药房、患者等候区、药库、物流机房、质控室、缓冲间、洁具间、打包灭菌区、分类清洗区、水处理间及DSA室相邻区域

分区情况见下图10-3。

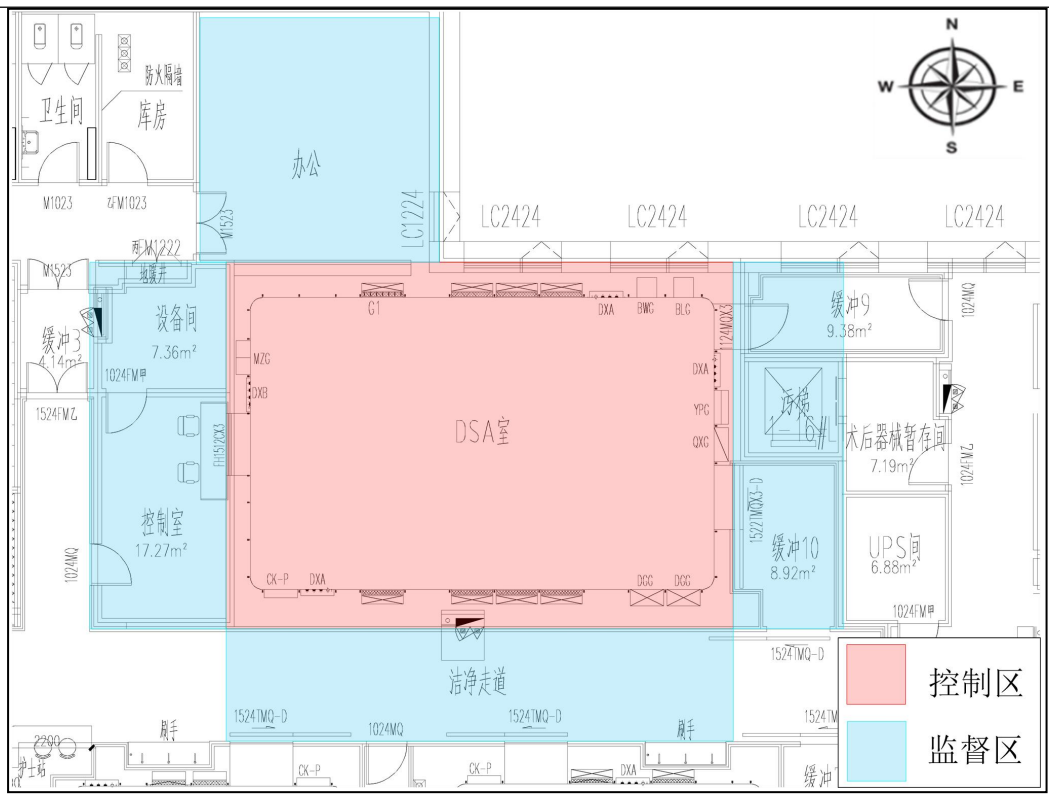


图10-3-1 辐射场所分区示意图（三层）

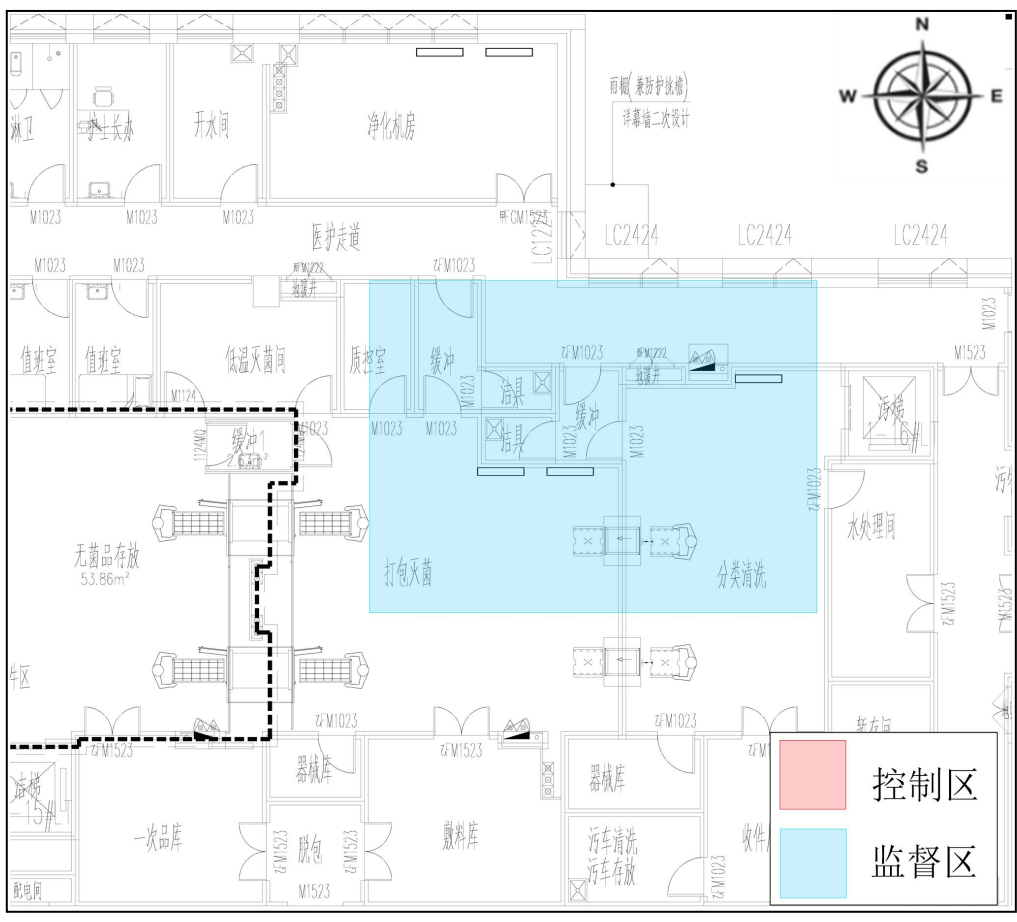


图10-3-2 辐射场所分区示意图（二层）

DSA室	东墙、西墙、北墙	300mm黏土实心砖+3mm铅板	2.65+3	2	是
	南墙	3mm铅板	3	2	是
	防护门	3mmPb铅门	3	2	是
	观察窗	3mmPb铅玻璃	3	2	是
	顶棚	300mm混凝土+45mm钡水泥	3.6+2.6	2	是
	地坪	300mm混凝土+45mm钡水泥	3.6+2.6	2	是

因GBZ 130—2020中没有提供硫酸钡的近似铅当量厚度换算关系，等效铅当量换算根据《辐射防护手册（第三分册）》表3.3 宽束情况下各种材料的近似铅当量厚度：宽束150kV条件下，340mm混凝土=3mm Pb；51mm钡水泥=3mm Pb；340mm黏土实心砖=3mm Pb。

由表10-2可知，DSA手术室四周墙体屏蔽防护的等效铅当量满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

10.1.4机房面积符合性

为保障工作人员和公众的辐射安全，DSA室面积按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的有关规定进行设计，机房尺寸设计方案如表 10-3 所示。

表10-3 DSA室面积设计方案

机房名称	机房尺寸	单管头X射线机标准要求	是否符合
DSA室	最小单边长度：7.04m	最小单边长度≥3.5m	是
	最小有效使用面积：80.26m ²	最小有效使用面积≥20m ²	是

DSA室为标准长方形，面积 $11.40 \times 7.04 = 80.26\text{m}^2$

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对机房的尺寸、面积和防护的要求，单管头X射线机机房内最小有效使用面积为 20m²，机房内最小单边长度为 3.5m，介入X射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm，根据上述表 10-2、10-3 的内容分析，机房防护设计均符合该标准的相关要求。

10.1.5 安全防护措施

（1）DSA 手术室拟采取的安全防护措施

1、DSA 手术室患者进出门、工作人员门和设备间门外设置电离辐射警告标志，患者进出门上方设置醒目的工作状态指示灯，指示灯灯箱上设“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，指示灯与患者进出防护门有效联动，确保门灯联锁装置正常运行，防止人员误入，并定期检查。

2、患者进出门设置为电动推拉门并设置红外防夹装置，工作人员门设置自动闭门装置。

3、候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

4、控制室设置有观察窗及对讲系统，便于操作人员与手术室内工作人员、患者沟通，并观察手术室内工作人员、患者状态和患者防护门开闭情况。

(2) 其他防护措施

1、医院拟为辐射工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪。

2、DSA室所在的手术室工作区采用封闭式管理，入口单一且设有门禁，未经允许无关人员无法进入；DSA室分区管理，DSA室作为“控制区”管理，机房外其他相邻区域按“监督区”管理，并分别设置“辐射控制区”“辐射监督区”标牌，严格限制无关人员随意进出上述区域。

3、机房内安装火灾自动报警装置，配备灭火器材，设置必要的应急照明设备和紧急出口标志。

4、根据诊断要求和受检者实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数和短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免受检者受到额外剂量的照射。

5、机房有电缆沟穿过的地方应通过采取斜穿或U形穿线，或用增加局部辐射防护的方式，来加强局部防护性能较弱的部位。

6、DSA室设置有动力通风装置，设备运行时应打开以保持良好的通风。

7、DSA设备应设有固有安全防护措施，主要包含：①自动剂量控制，根据患者体型和成像部位自动调节X射线剂量，以最小化辐射暴露。②准直器和光束限制，精确限制X射线束范围，避免不必要的区域受照。③固有铅屏蔽设计，包含铅悬挂防护屏，床侧防护屏等辅助防护设施，其铅当量应不小于 0.25 mmPb。

表10-4 本项目机房其他辐射防护措施符合性分析

《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求	本项目拟配置情况	符合情况
6.4.1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受检者状态及防护门开闭情况。	本项目DSA室拟设有铅玻璃观察窗，其位置能够观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
6.4.2机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	本项目机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合
6.4.3机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目DSA室拟采用动力通风装置进行通风，进、排风口均位于机房吊顶处，可以保证机房内通风良好。	符合
6.4.4机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿	本项目DSA室入口处拟设电离辐射警告标志；防护门上方拟设有醒目的工作状态指示灯，灯箱拟设有“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句；候	符合

入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	诊区应设置放射防护注意事项告知栏；在监督区墙体合适位置设立表明监督区的标志，在控制区其他合适位置设置电离辐射警告标志。	
6.4.5平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。 6.4.6电动推拉门宜设置防夹装置。	机房患者进出防护门应为电动推拉式门，工作人员、污物进出机房防护门应为平开式门，机房门墙间均应进行有效搭接，防止射线的泄漏；平开式机房门拟设有自动闭门装置；电动推拉式机房门拟设有防夹装置，同时拟设置有曝光时关闭机房门的管理措施，可以保证开门状态设备停止出束，防止无关照射；拟设有门-灯联锁装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。	符合
6.4.7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。	本项目受检者不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。	符合

10.2辐射安全防护管理措施

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用射线装置的单位应具备的条件与法规的符合情况见表 10-5。对照结果表明，该项目承诺采取的安全措施和辐射安全管理能够满足管理办法的要求。

表 10-5 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	18 号令要求	项目单位情况	是否符合
1	应当按国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	DSA室门外拟设置电离辐射警示标志，房门上设置工作状态指示灯，并设置门-机-灯联锁。	符合
2	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。	医院建成后应每年对院内辐射场所进行自行监测，同时每年应委托有资质的单位对全院辐射工作场所进行年度监测。	符合
3	建设项目竣工环境保护验收涉及的辐射监测，应委托经省级以上人民政府生态环境主管部门批准的有相应资质的辐射环境监测机构进行。	医院建成后应委托具有CMA资质的检测机构进行辐射验收监测，并完成自主验收工作。	符合
4	应当加强对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况的日常检查。	昌吉州人民医院准东分院建成后应制定《辐射事故应急预案》、《关于成立辐射安全管理领导小组的通知》、《辐射防护制度》、《射线装置操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》等规章制度，并有效落实。	符合

5	射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	医院每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度辐射安全防护评估报告。	符合
6	应进行辐射安全培训，并进行考核。	医院建成后应制定了辐射工作人员培训计划。本项目计划从昌吉州人民医院调配6名辐射工作人员，6名辐射工作人员参加了核技术利用辐射安全与防护考核，并取得培训合格证。	符合
7	应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测。	医院建成后应委托有资质单位定期对辐射工作人员佩戴的个人剂量计进行监测并出具检测报告，频度为每季度一次。	符合

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应具备的条件与法规的符合情况见表 10-6。对照结果表明，医院能够满足管理办法的要求。

表 10-6 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

序号	原环保部令第 31 号	项目单位情况	是否符合
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。	医院建成后应成立辐射安全与防护管理领导小组，全面负责医院的辐射防护监督和管理工作。	符合
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。	本项目计划从昌吉州人民医院调配6名辐射工作人员，6名辐射工作人员均参加了辐射工作人员放射防护知识培训班，完成全部课程，并取得培训合格证。应积极组织人员参加生态环境部门网上组织的辐射安全和防护专业知识培训，并且严格落实《辐射工作人员培训制度》，辐射工作人员未取得考核合格证书前不得上岗，拟每隔5年参加复训。	符合
3	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机房拟采取有效屏蔽；机房门外拟设置工作状态指示灯和电离辐射警告标志，指示灯箱上拟设有“射线有害，灯亮误入”的警示语句，指示灯开关与控制室门及设备连接，工作状态指示灯不设独立控制开关。	符合
4	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。	本项目拟设置适量的配备便携式辐射剂量巡测仪、个人剂量测量报警器、铅衣、铅围裙、铅眼镜、介入铅橡胶手套等。	符合

5	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。	昌吉州人民医院准东分院建成后应制定《辐射事故应急预案》、《关于成立辐射安全管理领导小组的通知》、《辐射防护制度》、《射线装置操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》等规章制度，并有效落实。	符合
6	有完善的辐射事故应急措施	医院建成后应制定《辐射事故应急预案》，并定期组织相关人员学习、演练，确保事故应急预案有效执行。	符合

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求，对于介入诊疗操作时工作人员和受检者的个人配备防护用品，在施行 X 射线诊断检查时，除受检者以外其他人员不应滞留在机房内。当受检者需要人员协助时，应对陪检者采取必要的防护措施。防护用品配备情况见表 10-7。

表10-7 拟配置个人防护用品一览表

辐射检查类型	配备要求			拟配备情况			符合性
	工作人员	患者和受检者	陪检者	工作人员	患者和受检者	陪检者	
DSA室	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	至少配备铅橡胶防护衣	铅橡胶围裙6件 铅橡胶颈套6件 铅防护眼镜6副 介入防护手套6副 铅橡胶帽子6个 移动铅屏风6套 防护铅屏、铅帘1套	铅橡胶性腺防护围裙1件 铅橡胶颈套1件 铅橡胶帽子1个	铅橡胶防护衣1件	符合

表10-8 拟配置监测仪器一览表

场所	仪器名称	数量/个
DSA室	个人剂量报警仪	12
	便携式X、γ 辐射周围剂量当量（率）仪	1

综上所述，本项目新建DSA工作场所布局合理，辐射安全防护管理措施满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，此外医院还应严格按照本报告提出的辐射防护设施建设及辐射工作场所分区管理才能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求。

10.3辐射工作场所运行期三废治理措施

10.3.1运行期废气治理措施

DSA运行期间，空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，DSA室设有新风装置，对环境影响较小。

产生的臭氧应满足《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2022）表1室内空气质量指标及要求（ $\leq 0.16\text{mg/m}^3$ ，1小时平均）；产生的氮氧化物应满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2新污染源大气污染物排放限值中的无组织排放监控浓度限值（ 0.12 mg/m^3 ）。

10.3.2运行期废水治理措施

DSA运行期间，产生的废水主要分为生活污水和医疗废水。生活污水主要由DSA手术室的清洁以及医患人员产生，医疗废水主要由清洗手术器械产生。以上污水均不含放射性。

生活污水和医疗废水经污水处理站处理满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准后排入市政下水管网，最终排入新疆准东金盆湾水林有限公司污水处理厂处理。

10.3.3运行期固体废物治理措施

DSA运行期间，产生的固体废物主要为医疗废物（危废代码HW01），医疗废物进行分类、收集、消毒和生活垃圾分开存放，移交有资质的单位做好无害化处置，基本不会对周围环境带来不利影响。生活垃圾分类收集后，和医疗垃圾分开存放，由当地环卫部门及时清理，统一清运处理，对周围环境影响较小。

10.3.4运行期噪声治理措施

本项目运营期主要的噪声源强为空调外机。空调出厂时噪声值符合国家标准要求，因此，空调工作时产生的噪声经距离衰减、物体阻挡及吸声后，项目对周围声环境影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1建设阶段对环境的影响

本项目建设期主要产生装修材料运输、施工、DSA的装配等行为产生扬尘、噪声、弃渣、废水等方面的污染问题，在该时段内将会对周围区域的环境质量产生不利的影响，但施工期的环境影响是短期行为，施工结束即会消失。施工期对环境的影响以及可采取主要污染防治措施如下：

(1) 废水

施工期间的污水主要来自施工人员的生活污水，经医院污水处理站处理满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后，排入疏附县政污水管网。本项目施工人员生活污水产生量很少，基本不对周围水环境造成影响。

(2) 废气

装修过程中建筑材料的运输、现场搬运及堆放，以及人员来往产生少量扬尘，由于装修施工主要在机房室内，对外环境影响较小，装修施工中存在少量机械设备废气，由于机房通风排出，施工扬尘和废气对环境的影响是短期的，随施工的结束而结束。

(3) 固废

主要为装修垃圾和施工人员生活垃圾，装修垃圾在施工完毕后，由施工人员清运至当地指定垃圾收集点处置。施工人员生活垃圾依托医院现有垃圾收集系统，通过集中存放垃圾桶，并定期由当地市政环卫部门清运、处置。采取以上措施，固体废物能妥善处理，不会对环境产生影响。

(4) 噪声

施工期的噪声主要为设备安装产生的机械噪声，执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）表1建筑施工场界环境噪声排放限值。在施工时尽量使用低噪声施工机械，同时注意设备维护，避免产生设备故障噪声，午休时间及夜间禁止施工。采取以上措施后，施工期对周围环境产生的影响较小。

11.2运行阶段对环境的影响

11.2.1理论预测

根据DSA设备说明书及医院提供资料，DSA设备参数与机房防护情况如下表11-1：

表11-1 本项目DSA参数及防护一览表

DSA室		
厂家/型号		/
技术参数		125kV，1000mA
机房尺寸		11.40m×7.04m
防护设施	东墙、西墙、北墙	300mm黏土实心砖+3mm铅板
	南墙	3mm铅板
	防护门	3mmPb铅门
	观察窗	3mmPb铅玻璃
	顶棚	300mm混凝土+45mm钡水泥
	地坪	300mm混凝土+45mm钡水泥

表11-2 各种材料的密度

材料	密度（g/cm ³ ）
铅	11.3
混凝土	2.35
钡水泥	3.2
黏土实心砖	1.8
铅玻璃	4.5

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处为预测点位。根据医院提供的数据，项目运行后每年每台DSA工作量为250台手术，具体情况如表11-3。

表11-3 不同工作模式下的年工作时间情况

设备	每台手术曝光时间	医院计划使用的最大工况	年最大工作量	年累计出束时间
DSA	12min（透视）	90kV，15mA	250台手术	50h

	3min（摄影）	100kV，500mA		12.5h
合计				62.5h

根据院方实际工作要求，手术时：透视状态下，医生，护士在手术间近距离操作；摄影状态下，医生，护士均离开手术室，技师在控制室内进行操作。

医院拟配备辐射工作人员2组，共6人。其中医师2人，技师2人，护士2人。2组人员轮转使用1台DSA。根据实际工作要求轮流在DSA手术室进行手术。

（1）病人体表散射辐射预测点分析

对于病人体表的散射X射线可以用反照率法估计。反照率法根据李德平、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）公式演化而来：

$$D_s = \frac{D_0 \bullet s \bullet B \bullet (a / 400)}{(d_0 \bullet d_s)^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

D_s ----预测点处的空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

D_0 ----距靶1m处的空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

其中： $D_0 = X_0 \cdot I \cdot 60 \cdot (8.73E+3)$

I 为工作电流，1000mA，60为单位时间h对min的转换系数，0.87为通常情况下照射量1R在空气中产生的吸收剂量（8.73E+3） μGy ， X_0 为距离靶1m处的输出照射量率（根据《辐射防护手册》第一分册中图4.4c可知，管电压125kV时，取通常情况下2mm厚过滤铝片，机头输出量约为1.3R/mA.min）。

a ----入射射线被面积400cm²散射体散射至1m处的散射照射量与入射照射量的比值；根据《辐射防护手册》（第一分册）表10.1查表取0.0015；

s ----散射面积cm²，参考GBZ130-2013附录B.1.2取值25cm×20cm=500cm²；

d_0 ----源与病人的距离，m；

d_s ----病人与预测点的距离，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X射线散射衰减有关的三个拟合参数。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录C，医用诊断X射线防护中不同屏蔽物质的铅当量：本项目所使混凝土的密度约2.35g/cm³；根据《辐射防护手册》（第三分册）中表3.5，钡水泥防护涂料密度为3.2g/cm³。由于附录C中没有关于钡水泥和铅玻璃对不同管电压X射线辐射衰减有关的三个拟合参数，根据辐射射线吸收量与屏蔽材料密度质量成正比的原理，将机房的屏蔽材料换算出对应的铅厚度，在理论计算中选取铅所对应的拟合参数对机房设计方案进行预测分析，如果预测结果能满足防护要求，则预测本项目所使用的钡水泥及砖能够达到防护要求。

（2）泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率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11-5进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：

H_L —预测点处的透射辐射剂量率，μGy/h；

H_0 —距靶1m处的泄露辐射在空气中的比释动能率，μGy/h，根据《医用电气设备第1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断X射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020），本项目使用合格的产品，距离焦点1m处的泄漏辐射剂量不超过1.0 mGy/h（1000μGy/h）；

d —靶点距关注点的距离，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，公式计算见式11-2。

11.2.2 辐射环境影响分析

对于本项目DSA室，对四周墙体及防护门按泄漏辐射进行计算。本项目在DSA

室四侧墙体、防护门外、顶棚上方、地坪下方设置关注点。各关注点分布情况见图 11-1。

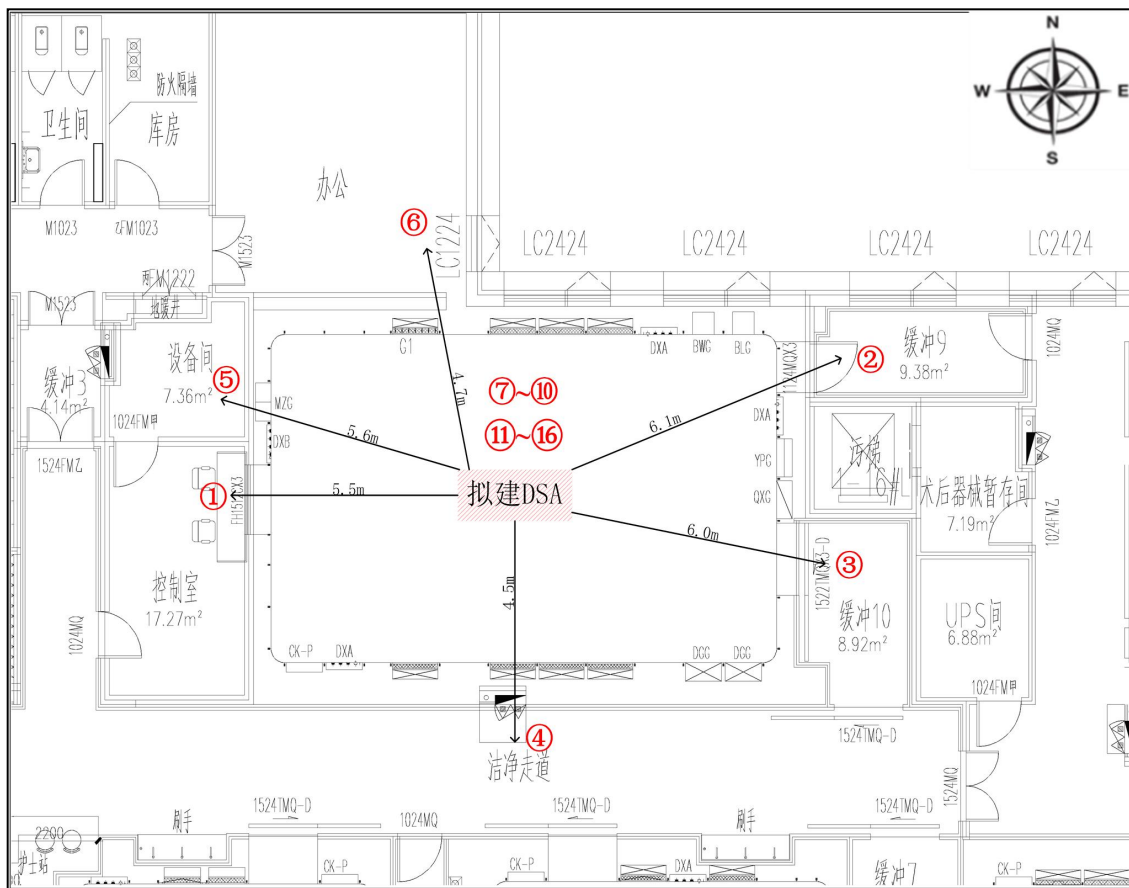


图11-1 DSA室周边关注点选取示意图

因此散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果列表见表11-4、11-5。

表11-4 100kV摄影散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

序号	预测点位	防护情况	组合屏蔽层总 铅当量厚度	X射线衰减拟合参数			B
				α	β	γ	
1	DSA控制室操作位	3mmPb铅玻璃	3mmPb	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05
2	机房东侧缓冲间9 墙外30cm	300mm黏土实心砖 +3mm铅板	5.65mmPb	2.507	15.33	0.9124	8.21E-08
3	机房东侧缓冲间10 墙外30cm	300mm黏土实心砖 +3mm铅板	5.65mmPb	2.507	15.33	0.9124	8.21E-08
4	机房南侧洁净走廊 墙外30cm	3mm铅板	3mmPb	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05
5	机房西侧设备间墙 外30cm	300mm黏土实心砖 +3mm铅板	5.65mmPb	2.507	15.33	0.9124	8.21E-08
6	机房北侧办公室墙 外30cm	300mm黏土实心砖 +3mm铅板	5.65mmPb	2.507	15.33	0.9124	8.21E-08
7	机房楼上发药房距 地面100cm处	300mm混凝土 +45mm钨水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08
8	机房楼上药库距地 面100cm处	300mm混凝土 +45mm钨水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08

9	机房楼上患者等候区距地面100cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08
10	机房楼上物流机房距地面100cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08
11	机房楼下质控室距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08
12	机房楼下缓冲间距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08
13	机房楼下洁具间距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08
14	机房楼下打包灭菌区距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08
15	机房楼下分类清理区距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08
16	机房楼下水处理间距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	2.507	15.33	0.9124	2.07E-08

表11-5 90kV透视散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

序号	预测点位	防护情况	组合屏蔽层总铅当量厚度	X射线衰减拟合参数			B
				α	β	γ	
1	DSA控制室操作位	3mmPb铅玻璃	3mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
2	机房东侧缓冲间9墙外30cm	300mm黏土实心砖+3mm铅板	3mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.34E-09
3	机房东侧缓冲间10墙外30cm	300mm黏土实心砖+3mm铅板	3mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.34E-09
4	机房南侧洁净走廊墙外30cm	3mm铅板	3mmPb	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
5	机房西侧设备间墙外30cm	300mm黏土实心砖+3mm铅板	3mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.34E-09
6	机房北侧办公室墙外30cm	300mm黏土实心砖+3mm铅板	3mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.34E-09
7	机房楼上发药房距地面100cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
8	机房楼上药库距地面100cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
9	机房楼上患者等候区距地面100cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
10	机房楼上物流机房距地面100cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
11	机房楼下质控室距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
12	机房楼下缓冲间距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
13	机房楼下洁具间距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
14	机房楼下打包灭菌区距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
15	机房楼下分类清理区距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
16	机房楼下水处理间距地面170cm处	300mm混凝土+45mm钡水泥	6.2mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.33E-10
A	第一术者位	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅屏风	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03

B	第二术者位	0.5mmPb铅衣 +0.5mmPb铅屏风	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
---	-------	--------------------------	---------	-------	-------	--------	----------

各预测点位散射辐射剂量计算参数及结果见下表11-6、11-7。

表11-6 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果（摄影）

机房名称	点位	关注点位置描述	1X_0	I	s	2a	d_0	d_s	B	3D_0	D_s
			$R/mA.min$	mA	m^2	/	m	m	/	$\mu Gy/h$	$\mu Gy/h$
DSA室	1	DSA控制室操作位	1.3	1000	0.05	0.0015	0.5	5.5	6.31E-05	6.81E+08	1.07E-03
	2	机房东侧缓冲间9墙外30cm						6.1	8.21E-08	6.81E+08	1.13E-06
	3	机房东侧缓冲间10墙外30cm						6.0	8.21E-08	6.81E+08	1.16E-06
	4	机房南侧洁净走廊墙外30cm						4.5	6.31E-05	6.81E+08	1.59E-03
	5	机房西侧设备间墙外30cm						5.6	8.21E-08	6.81E+08	1.34E-06
	6	机房北侧办公室墙外30cm						4.7	8.21E-08	6.81E+08	1.90E-06
	7	机房楼上发药房距地面100cm处						4.5	2.07E-08	6.81E+08	5.22E-07
	8	机房楼上药库距地面100cm处						4.5	2.07E-08	6.81E+08	5.22E-07
	9	机房楼上患者等候区距地面100cm处						4.5	2.07E-08	6.81E+08	5.22E-07
	10	机房楼上物流机房距地面100cm处						4.5	2.07E-08	6.81E+08	5.22E-07
	11	机房楼下质控室距地面170cm处						3.8	2.07E-08	6.81E+08	7.32E-07
	12	机房楼下缓冲间距地面170cm处						3.8	2.07E-08	6.81E+08	7.32E-07
	13	机房楼下洁具间距地面170cm处						3.8	2.07E-08	6.81E+08	7.32E-07
	14	机房楼下打包灭菌区距地面170cm处						3.8	2.07E-08	6.81E+08	7.32E-07
	15	机房楼下分类清理区距地面170cm处						3.8	2.07E-08	6.81E+08	7.32E-07
	16	机房楼下水处理间距地面170cm处						3.8	2.07E-08	6.81E+08	7.32E-07

注1：根据《辐射防护手册》（第一分册）中图4.4c，管电压125kV，2mm厚过滤铝片。

注2：根据《辐射防护手册》（第一分册）中表10-1。

注3：预测时摄影工况下D₀按最大工况计。

表11-7 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果（透视）											
机房名称	点位	关注点位置描述	¹ X ₀	I	s	² α	d ₀	d _s	B	D ₀	D _s
			R/mA.min	mA	m ²	/	m	m	/	μGy/h	μGy/h
DSA室	1	DSA控制室操作位	1.3	15	0.05	0.0015	0.5	5.5	7.93E-06	1.02E+07	9.72E-06
	2	机房东侧缓冲间9墙外30cm						6.1	2.34E-09	1.02E+07	1.46E-09
	3	机房东侧缓冲间10墙外30cm						6.0	2.34E-09	1.02E+07	2.87E-09
	4	机房南侧洁净走廊墙外30cm						4.5	7.93E-06	1.02E+07	9.72E-06
	5	机房西侧设备间墙外30cm						5.6	2.34E-09	1.02E+07	1.46E-09
	6	机房北侧办公室墙外30cm						4.7	2.34E-09	1.02E+07	1.46E-09
	7	机房楼上发药房距地面100cm处						4.5	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	8	机房楼上药库距地面100cm处						4.5	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	9	机房楼上患者等候区距地面100cm处						4.5	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	10	机房楼上物流机房距地面100cm处						4.5	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	11	机房楼下质控室距地面170cm处						3.8	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	12	机房楼下缓冲间距地面170cm处						3.8	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	13	机房楼下洁具间距地面170cm处						3.8	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	14	机房楼下打包灭菌区距地面170cm处						3.8	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	15	机房楼下分类清理区距地面170cm处						3.8	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	16	机房楼下水处理间距地面170cm处						3.8	4.33E-10	1.02E+07	3.32E-09
	A	第一术者位						0.3	4.08E-03	1.02E+07	3.47E-01
	B	第二术者位						0.9	4.08E-03	1.02E+07	3.86E-02
注1：根据《辐射防护手册》（第一分册）中图4.4c，管电压125kV，2mm厚过滤铝片。											
注2：根据《辐射防护手册》（第一分册）中表10-1。											

11-8 各预测点漏射辐射剂量率计算参数及结果（摄影）

序号	预测点位	H ₀ (μGy/h)	d (m)	B	H _L (μGy/h)
1	DSA控制室操作位	1.00E+03	5.5	6.31E-05	2.09E-03
2	机房东侧缓冲间9墙外30cm	1.00E+03	6.1	8.21E-08	2.21E-06
3	机房东侧缓冲间10墙外30cm	1.00E+03	6.0	8.21E-08	2.28E-06
4	机房南侧洁净走廊墙外30cm	1.00E+03	4.5	6.31E-05	3.12E-03
5	机房西侧设备间墙外30cm	1.00E+03	5.6	8.21E-08	2.62E-06
6	机房北侧办公室墙外30cm	1.00E+03	4.7	8.21E-08	3.72E-06
7	机房楼上发药房距地面100cm处	1.00E+03	4.5	2.07E-08	1.02E-06
8	机房楼上药库距地面100cm处	1.00E+03	4.5	2.07E-08	1.02E-06
9	机房楼上患者等候区距地面100cm处	1.00E+03	4.5	2.07E-08	1.02E-06
10	机房楼上物流机房距地面100cm处	1.00E+03	4.5	2.07E-08	1.02E-06
11	机房楼下质控室距地面170cm处	1.00E+03	3.8	2.07E-08	1.43E-06
12	机房楼下缓冲间距地面170cm处	1.00E+03	3.8	2.07E-08	1.43E-06
13	机房楼下洁具间距地面170cm处	1.00E+03	3.8	2.07E-08	1.43E-06
14	机房楼下打包灭菌区距地面170cm处	1.00E+03	3.8	2.07E-08	1.43E-06
15	机房楼下分类清理区距地面170cm处	1.00E+03	3.8	2.07E-08	1.43E-06
16	机房楼下水处理间距地面170cm处	1.00E+03	3.8	2.07E-08	1.43E-06

11-9 各预测点漏射辐射剂量率计算参数及结果（透视）

序号	预测点位	H ₀ (μGy/h)	d (m)	B	H _L (μGy/h)
1	DSA控制室操作位	1.00E+03	5.5	7.93E-06	2.62E-04
2	机房东侧缓冲间9墙外30cm	1.00E+03	6.1	2.34E-09	6.29E-08
3	机房东侧缓冲间10墙外30cm	1.00E+03	6.0	2.34E-09	6.50E-08
4	机房南侧洁净走廊墙外30cm	1.00E+03	4.5	7.93E-06	3.92E-04
5	机房西侧设备间墙外30cm	1.00E+03	5.6	2.34E-09	7.46E-08
6	机房北侧办公室墙外30cm	1.00E+03	4.7	2.34E-09	1.06E-07
7	机房楼上发药房距地面100cm处	1.00E+03	4.5	4.33E-10	2.14E-08
8	机房楼上药库距地面100cm处	1.00E+03	4.5	4.33E-10	2.14E-08

9	机房楼上患者等候区距地面100cm处	1.00E+03	4.5	4.33E-10	2.14E-08
10	机房楼上物流机房距地面100cm处	1.00E+03	4.5	4.33E-10	2.14E-08
11	机房楼下质控室距地面170cm处	1.00E+03	3.8	4.33E-10	3.00E-08
12	机房楼下缓冲间距地面170cm处	1.00E+03	3.8	4.33E-10	3.00E-08
13	机房楼下洁具间距地面170cm处	1.00E+03	3.8	4.33E-10	3.00E-08
14	机房楼下打包灭菌区距地面170cm处	1.00E+03	3.8	4.33E-10	3.00E-08
15	机房楼下分类清理区距地面170cm处	1.00E+03	3.8	4.33E-10	3.00E-08
16	机房楼下水处理间距地面170cm处	1.00E+03	3.8	4.33E-10	3.00E-08
A	第一术者位	1.00E+03	0.3	4.08E-03	4.53E+01
B	第二术者位	1.00E+03	0.9	4.08E-03	5.04E+00

根据上表的计算结果，将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表11-10、11-11。

11-10 各预测点辐射剂量率计算参数及结果（摄影） 单位 $\mu\text{Gy/h}$

序号	预测点位	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	总辐射剂量率	评价标准
1	DSA控制室操作位	1.07E-03	2.09E-03	3.16E-03	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）：具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$
2	机房东侧缓冲间9墙外30cm	1.13E-06	2.21E-06	3.34E-06	
3	机房东侧缓冲间10墙外30cm	1.16E-06	2.28E-06	3.44E-06	
4	机房南侧洁净走廊墙外30cm	1.59E-03	3.12E-03	4.71E-03	
5	机房西侧设备间墙外30cm	1.34E-06	2.62E-06	3.96E-06	
6	机房北侧办公室墙外30cm	1.90E-06	3.72E-06	5.62E-06	
7	机房楼上发药房距地面100cm处	5.22E-07	1.02E-06	1.54E-06	
8	机房楼上药库距地面100cm处	5.22E-07	1.02E-06	1.54E-06	
9	机房楼上患者等候区距地面100cm处	5.22E-07	1.02E-06	1.54E-06	
10	机房楼上物流机房距地面100cm处	5.22E-07	1.02E-06	1.54E-06	
11	机房楼下质控室距地面170cm处	7.32E-07	1.43E-06	2.16E-06	
12	机房楼下缓冲间距地面170cm处	7.32E-07	1.43E-06	2.16E-06	
13	机房楼下洁具间距地面170cm处	7.32E-07	1.43E-06	2.16E-06	

14	机房楼下打包灭菌区 距地面170cm处	7.32E-07	1.43E-06	2.16E-06	
15	机房楼下分类清理区 距地面170cm处	7.32E-07	1.43E-06	2.16E-06	
16	机房楼下水处理间距 地面170cm处	7.32E-07	1.43E-06	2.16E-06	

11-11 各预测点辐射剂量率计算参数及结果（透视） 单位 $\mu\text{Gy/h}$

序号	预测点位	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	总辐射剂量率	评价标准
1	DSA控制室操作位	9.72E-06	2.62E-04	2.72E-04	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）：具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$
2	机房东侧缓冲间9墙外 30cm	1.46E-09	6.29E-08	6.44E-08	
3	机房东侧缓冲间10墙 外30cm	2.87E-09	6.50E-08	6.79E-08	
4	机房南侧洁净走廊墙 外30cm	9.72E-06	3.92E-04	4.02E-04	
5	机房西侧设备间墙外 30cm	1.46E-09	7.46E-08	7.61E-08	
6	机房北侧办公室墙外 30cm	1.46E-09	1.06E-07	1.07E-07	
7	机房楼上发药房距地 面100cm处	3.32E-09	2.14E-08	2.47E-08	
8	机房楼上药库距地面 100cm处	3.32E-09	2.14E-08	2.47E-08	
9	机房楼上患者等候区 距地面100cm处	3.32E-09	2.14E-08	2.47E-08	
10	机房楼上物流机房距 地面100cm处	3.32E-09	2.14E-08	2.47E-08	
11	机房楼下质控室距地 面170cm处	3.32E-09	3.00E-08	3.33E-08	
12	机房楼下缓冲间距地 面170cm处	3.32E-09	3.00E-08	3.33E-08	
13	机房楼下洁具间距地 面170cm处	3.32E-09	3.00E-08	3.33E-08	
14	机房楼下打包灭菌区 距地面170cm处	3.32E-09	3.00E-08	3.33E-08	
15	机房楼下分类清理区 距地面170cm处	3.32E-09	3.00E-08	3.33E-08	
16	机房楼下水处理间距 地面170cm处	3.32E-09	3.00E-08	3.33E-08	
A	第一术者位	3.47E-01	4.53E+01	4.56E+01	/
B	第二术者位	3.86E-02	5.04E+00	5.08E+00	/

经估算可得出，该项目DSA在正常运行情况下，各预测点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（剂量换算系数， Sv/Gy 取1）。

从表11-10、11-11中数据可知，该医院使用的辐射医疗设备在正常工作情况下，

X-γ致空气吸收剂量率检测结果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中机房周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h的标准要求。

（3） 年附加有效剂量估算

医院拟配备辐射工作人员2组，共6人。其中医师2人，技师2人，护士2人。2组人员轮转使用1台DSA，单台DSA年手术量按250例进行剂量估算，控制室工作人员按本项目DSA的最大出束时间进行估算。

保守假设并依据《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）中，X射线非直接荧光屏透视设备，透视工况时，医生手术室全居留；摄影工况时，医生均离开手术室，在控制室内。

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）—2000年报告附录A公式演变计算：

$$E_T = D_s \bullet W_R \bullet W_T \bullet t \bullet T \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

E_T —X射线照射人体产生的年有效剂量当量，mSv；

D_s — X射线空气吸收剂量率，μGy/h；

W_R —辐射权重因子，取1； W_T —组织权重因子，全身取1。

T —居留因子；

t —X射线年照射时间，h/a； 根据表11-2可知，职业人员平均年受照射时间约为62.5h。

计算结果详见表11-12、11-13。

表11-12 职业人员及公众年有效剂量估算结果

机房名称	序号	预测点位	附加剂量率 D_s	年工作时间 t	居留因子 T	年有效剂量 E_T	涉及人员类型
			μGy/h	h/a	/	mSv/a	
DSA室	透视	第一术者位	4.56E+01	50	1	2.28E+00	职业人员（医师、护士）
		第二术者位	5.08E+00	50	1	2.54E-01	
		DSA控制室操作位	2.72E-04	50	1	1.36E-05	职业人员（技师）
		机房东侧缓冲间9 墙外30cm	6.44E-08	50	1/16	2.01E-10	公众
		机房东侧缓冲间10 墙外30cm	6.79E-08	50	1/16	2.12E-10	
		机房南侧洁净走廊 墙外30cm	4.02E-04	50	1/16	1.26E-06	
		机房西侧设备间墙 外30cm	7.61E-08	50	1/16	2.38E-10	

		机房北侧办公室墙外30cm	1.07E-07	50	1/16	3.34E-10	
		机房楼上发药房距地面100cm处	2.47E-08	50	1/16	7.72E-11	
		机房楼上药库距地面100cm处	2.47E-08	50	1/16	7.72E-11	
		机房楼上患者等候区距地面100cm处	2.47E-08	50	1/16	7.72E-11	
		机房楼上物流机房距地面100cm处	2.47E-08	50	1/16	7.72E-11	
		机房楼下质控室距地面170cm处	3.33E-08	50	1/16	1.04E-10	
		机房楼下缓冲间距地面170cm处	3.33E-08	50	1/16	1.04E-10	
		机房楼下洁具间距地面170cm处	3.33E-08	50	1/16	1.04E-10	
		机房楼下打包灭菌区距地面170cm处	3.33E-08	50	1/16	1.04E-10	
		机房楼下分类清理区距地面170cm处	3.33E-08	50	1/16	1.04E-10	
		机房楼下水处理间距地面170cm处	3.33E-08	50	1/16	1.04E-10	
	摄影	DSA控制室操作位	3.16E-03	12.5	1	3.95E-05	职业人员（医师、护士、技师）
		机房东侧缓冲间9墙外30cm	3.34E-06	12.5	1/16	2.61E-09	公众
		机房东侧缓冲间10墙外30cm	3.44E-06	12.5	1/16	2.69E-09	
		机房南侧洁净走廊墙外30cm	4.71E-03	12.5	1/16	3.68E-06	
		机房西侧设备间墙外30cm	3.96E-06	12.5	1/16	3.09E-09	
		机房北侧办公室墙外30cm	5.62E-06	12.5	1/16	4.39E-09	
		机房楼上发药房距地面100cm处	1.54E-06	12.5	1/16	1.20E-09	
		机房楼上药库距地面100cm处	1.54E-06	12.5	1/16	1.20E-09	
		机房楼上患者等候区距地面100cm处	1.54E-06	12.5	1/16	1.20E-09	
		机房楼上物流机房距地面100cm处	1.54E-06	12.5	1/16	1.20E-09	
		机房楼下质控室距地面170cm处	2.16E-06	12.5	1/16	1.69E-09	
		机房楼下缓冲间距地面170cm处	2.16E-06	12.5	1/16	1.69E-09	
		机房楼下洁具间距地面170cm处	2.16E-06	12.5	1/16	1.69E-09	
		机房楼下打包灭菌区距地面170cm处	2.16E-06	12.5	1/16	1.69E-09	
		机房楼下分类清理区距地面170cm处	2.16E-06	12.5	1/16	1.69E-09	
		机房楼下水处理间距地面170cm处	2.16E-06	12.5	1/16	1.69E-09	

表11-13 职业人员及公众年附加有效剂量估算结果合计

机房名称	预测点位	摄影	透视	年附加有效剂量 E_T	涉及人员类型
		mSv/a	mSv/a	mSv/a	
DSA室	第一术者位	/	2.28E+00	2.28E+00	职业人员 (医师、护士)
	第二术者位	/	2.54E-01	2.54E-01	
	DSA控制室操作位	3.95E-05	/	3.95E-05	
	DSA控制室操作位	3.95E-05	1.36E-05	5.31E-05	
	机房东侧缓冲间9墙外30cm	2.61E-09	2.01E-10	2.81E-09	公众
	机房东侧缓冲间10墙外30cm	2.69E-09	2.12E-10	2.90E-09	
	机房南侧洁净走廊墙外30cm	3.68E-06	1.26E-06	4.94E-06	
	机房西侧设备间墙外30cm	3.09E-09	2.38E-10	3.33E-09	
	机房北侧办公室墙外30cm	4.39E-09	3.34E-10	4.72E-09	
	机房楼上发药房距地面100cm处	1.20E-09	7.72E-11	1.28E-09	
	机房楼上药库距地面100cm处	1.20E-09	7.72E-11	1.28E-09	
	机房楼上患者等候区距地面100cm处	1.20E-09	7.72E-11	1.28E-09	
	机房楼上物流机房距地面100cm处	1.20E-09	7.72E-11	1.28E-09	
	机房楼下质控室距地面170cm处	1.69E-09	1.04E-10	1.79E-09	
	机房楼下缓冲间距地面170cm处	1.69E-09	1.04E-10	1.79E-09	
	机房楼下洁具间距地面170cm处	1.69E-09	1.04E-10	1.79E-09	
	机房楼下打包灭菌区距地面170cm处	1.69E-09	1.04E-10	1.79E-09	
	机房楼下分类清理区距地面170cm处	1.69E-09	1.04E-10	1.79E-09	
	机房楼下水处理间距地面170cm处	1.69E-09	1.04E-10	1.79E-09	

经估算可得出，两组人均摊后职业人员受到的附加年有效剂量最大为 $(2.28E+00+3.95E-05)/2=1.14E+00\text{mSv/a}$ ，低于本项目职业人员的剂量约束值 5mSv/a ；公众人员受到的附加年有效剂量最大约 $4.94E-06\text{mSv/a}$ ，低于本项目公众人员的剂量约束值 0.1mSv/a 的限值，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

（4）近台同室辐射工作人员眼晶体、四肢年当量剂量估算

根据医院提供的资料，近台同室操作，单次手术透视常用工况（90kV，15mA）出束12min，全年250台手术共出束3000min。

参照《辐射防护导论》P69，X射线的剂量计算为：

2. X射线的剂量计算

(1) X射线机的发射率常数 δ_x

X射线机的发射率常数 δ_x 定义为：当管电流为1mA时，距离阳极靶1m处，由初级射线束产生的空气比释动能率，其单位是 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(2) X射线剂量率的计算

根据上述定义，在距离靶 $r(\text{m})$ 处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率 $\dot{K}_0$ 可近似按下式计算：

$$\dot{K}_0 = I \delta_x (r_0/r)^2 \quad (3.1)$$

$\dot{K}$ —离靶 $r(\text{m})$ 处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率， mGy/min ；

I —管电流(mA)，血管造影用X射线装置的透视管电流取15mA；

δ_x —管电流为1mA，距靶1m处的发射率常数， $\text{mGy}/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。通过查《辐射防护导论》中的附图3 恒定电压为50~200kV时X射线机的发射率常数 δ_x ，本项目球管滤过为2mm铝片，透视工况90kV，则查图可得 $\delta_x = 7.8 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

$r_0 = 1\text{m}$ ；

r —源至关注点的距离(m)，取0.6m；

则 $\dot{K} = 15 \times 7.8 \times (1/0.6)^2 = 325 \text{mGy/min}$ ；

透视时医师手部防护为0.025mmPb介入铅橡胶手套+0.5mmPb悬挂铅屏风，合计铅厚为0.525mmPb。根据上式(11-2)，则此处手部的屏蔽透射因子 B 为 $2.27\text{E}-02$ 。

根据《辐射防护导论》可得公式 $\dot{k} = \dot{K} \cdot f \cdot B$ (11-5)

$\dot{k}$ —关注点泄漏辐射空气比释动能率， mGy/min ；

$\dot{K}$ —离靶 $r(\text{m})$ 处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率， mGy/min ；本项目 $\dot{K} = 325 \text{mGy/min}$ ；

f —泄漏辐射比率，本项目按0.1%计；

B —屏蔽透射因子，本项目 $B=2.27E-02$

则 $\dot{k}=325 \times 0.1\% \times 2.27E-02=7.38E-03 \text{ mGy/min}$ 。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），有辐射场空气比释动能率信息时，皮肤吸收剂量用下式进行估算：

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \quad (11-6)$$

$$H = D_s \cdot W_R \quad (11-7)$$

式中：

D_s ：皮肤吸收剂量（mGy）；

C_{ks} ：空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（Gy/Gy），从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表A.5查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{ks}=1.156\text{mGy/mGy}$ ；

$\dot{k}$ ：X、 γ 辐射场的空气比释动能率（mGy/min），为 $7.38E-03\text{mGy/min}$ 。

t ：人员累积受照时间，min，手术医师同室操作年受照时间 $=250 \text{ 台} \times 12\text{min}=3000\text{min}$ 。

H ：关注点的当量剂量（mSv）；

W_R ：辐射权重因数，X射线取1。

根据公式11-6计算得 $D_s=16.78\text{mGy}$ ，根据11-7计算，介入手术时，医生年手部皮肤年当量剂量为 15.19mSv ，小于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中要求的职业照射剂量限值：四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量， 500mSv 。本项目职业人员手部皮肤当量剂量为 15.19mSv ，远低于 500mSv 的限值，故其他四肢或皮肤也能满足 500mSv 的限值。

同理，透视时医师眼部防护为 0.5mmPb 铅眼镜+ 0.5mmPb 悬挂铅屏风，合计铅厚为 1mmPb 。根据上式（11-2），则此处眼部的屏蔽透射因子 B 为 $4.08E-03$ 。

根据前文所述，空气比释动能率 $=325\text{mGy/min}$ ，由公式11-5可得 $\dot{k}=1.33E-$

03mGy/min。

根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），有辐射场空气比释动能率信息时，眼晶状体吸收剂量用下式进行估算：

$$D_L = C_{KL} (\dot{k} \cdot t) \quad (11-8)$$

$$H = D_L \cdot W_R \quad (11-9)$$

式中：

D_L ：眼晶状体吸收剂量（mGy）；

C_{KL} ：空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数（mGy/mGy），从《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）表A.5查空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $C_{KL}=1.55\text{mGy/mGy}$ ；

$\dot{k}$ ：X、 γ 辐射场的空气比释动能率（mGy/min），为 $1.33\text{E-}03\text{mGy/min}$ ；

t ：人员累积受照时间，min，手术医师同室操作年受照时间=250台 $\times$ 12min=3000min；

H ：关注点的当量剂量，mSv；

W_R ：辐射权重因数，X射线取1。

根据公式11-8计算得 $D_L=6.18\text{mGy}$ ，根据公式11-9计算，介入手术时，医生眼晶体年当量剂量为 6.18mSv ，小于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中要求的职业照射剂量限值：眼晶体的年当量剂量， 50mSv 。

综上所述，本项目职业人员四肢(手和足)或皮肤以及眼晶状均可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的限值要求。

11.3 辐射事故分析

11.3.1 辐射事故风险识别

（1）工作人员或病人家属等人员误入或滞留在射线装置机房内，发生剂量照射事故。

（2）控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。

- (3) 辐射工作人员不按要求穿戴个人防护用品，造成附加剂量照射。
- (4) 设备维修调试过程中，因检修人员误操作导致曝光。
- (5) 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对附近流动人员误照射。
- (6) 因防护设施、用品损坏、失效而产生的误照射。

11.3.2辐射事故等级分析

本项目为医院核技术应用项目，使用的是 II 类医用射线装置，X 射线能量较低，曝光时间比较短，为一般辐射事故。

11.3.3辐射事故防范措施

- (1) 建立健全辐射安全管理机构，加强管理

医院成立了辐射安全与防护管理领导小组，负责制定辐射防护管理相关制度与预案，拟定工作计划组织实施；对全院辐射管理工作进行监督、检查，定期对辐射安全事件进行演练，针对演练不足进行持续改进。

- (2) 完善各项管理制度

医院制定了一系列辐射管理制度，要求医院对已有制度修订更新，将本项目所涉及的射线装置纳入辐射防护管理，各辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

- (3) 定期对设备进行维护保养，使设备处于保持良好的工作状态。

(4) 机房应当设置信号指示灯和门机联锁装置，划分警戒控制区，如果职业人员或患者家属在防护门关闭后未撤离机房，则可利用机房防护门内与控制室设置的人工紧急停机、开门按钮，避免事故发生。防护门与设备之间设置门机联锁装置，防护门上设置警示信号灯。每当打开防护门时，立即断电并停机，不致出现误照射。

(5) 对辐射工作场所定期开展巡查工作，主动询问辐射工作人员，及时发现问题，定期联系有资质部门做好防护检测工作及机器性能检测。

(6) 应定时对机房内防护设施、防护用品的状态进行检查，如有损坏及时更换。

11.3.4风险应急预案

为有效预防、及时控制和减小辐射事故所致的危害，加强医院辐射安全管理工作，保障受检者以及辐射工作场所周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，医院已编制《辐射事故应急预案》。医院应结合自身情况，每年定期举行放射事件应急

演练，确保应急预案的可行性，以此保证应急预案的技师启动、快速实施。

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》的要求，使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全管理机构，且至少有、1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。医院建成后应成立辐射安全与防护管理领导小组。

12.2辐射安全管理规章制度

（1）辐射防护管理制度

为了保护辐射工作人员、公众及环境的安全，促进辐射实践的正当性，辐射防护的最优化，规范工作人员的操作规程，根据相关法律、法规、规范的要求，医院建成后应制定相关辐射安全管理制度，具体包括：《辐射事故应急预案》、《关于成立辐射安全管理领导小组的通知》、《辐射防护制度》、《射线装置操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》等规章制度，并得到有效落实。医院需严格执行以上管理制度，责任到人，将放射事故和危害降低到最低限度。

本项目建成后需纳入医院现有的放射防护管理体系，要求医院在工作过程中补充完善相应管理制度并张贴上墙，由放射防护委员会负责对规章制度的实施情况进行检查。

（2）辐射安全与防护培训

医院建成后应建立辐射工作人员培训制度，对辐射工作人员的教育培训、资格考核评定做出规定，确保在岗人员符合岗位的要求。医院计划从昌吉州人民医院调配6名辐射工作人员，6名辐射工作人员参加了核技术利用辐射安全与防护考核，并取得培训合格证。如果医院新增辐射工作人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应及时组织辐射工作人员到生态环境部培训平台报名、参加考核，并取得合格证书，持证上岗。培训具体内容应包含：辐射有关法律法规与标准、辐射防护原理与基础知识、辐射防护技术与方法、医院辐射设备操作与安全、辐射监测与剂量管理、辐射事故应急处理。此外，辐射工作人员取得合格的《核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单》后，应每两年培训一次，每次培训总课时不少于40学时。辐射工作人员应牢记《核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单》的有效期限，在成绩报告单到期前，在生态环境部指定地点做好复训复训并取得合格证后，方可继续从事辐射工作。

（3）职业健康检查

医院应严格按照国家关于健康管理的规定，建立、健全职业病防治责任制，为工作人员配备个人剂量计和辐射防护成套铅服。医院不得安排未经上岗前职业健康检查的劳动者从事接触职业病危害的作业；不得安排有职业禁忌的劳动者从事其所禁忌的作业；对在职业健康检查中发现有与所从事的职业相关的健康损害的劳动者，应当调离原工作岗位，并妥善安置；对未进行离岗前职业健康检查的劳动者不得解除或者终止与其订立的劳动合同。具体应做好以下几个方面：对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗，新增放射工作人员纳入已有工作人员管理体系，及时组织放射工作人员进行职业健康检查；同时，医院应为放射工作人员终生保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；在本单位从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也将进行健康体检。发生或者可能发生急性职业病危害事故时，用人单位应当立即采取应急救援和控制措施，并及时报告所在地卫生行政部门和有关部门。

12.3辐射监测

本项目辐射监测分为工作场所及环境辐射监测、个人剂量监测。

(1) 工作场所及环境辐射监测：

医院须委托有资质的单位定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存，监测数据每年年底向当地生态环境局上报告案。射线装置进行维修前后，应分别进行一次监测；事故发生后，在事故处理前后对周围环境分别进行一次监测。监测时设备应处于正常运行中，监测点位应包括机房四周墙外30cm、工作人员通道门及患者入口门外、线缆孔洞等易泄露射线位置。同时医院日常定期自行开展辐射监测，频率为1次/3个月。监测计划建议见表12-1。

表12-1 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X-γ辐射剂量率	委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；医院日常自行开展辐射监测，频率为1次/3个月	机房四周墙外30cm、工作人员通道门及患者入口门外、线缆孔洞等易泄露射线位置

(2) 个人剂量监测：

辐射工作人员工作时要求佩戴个人剂量计，且按每季度 1 次的频度送其个人剂量计至有资质的部门进行个人剂量监测，医院应严格按照国家法规和相关标准进行个人剂量监测和相关的防护管理工作。建立了个人剂量档案并妥善保管。个人剂量监测档案包括辐射操作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

12.4辐射事故应急预案

(1) 医院现有辐射事故应急预案内容

根据国家《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和生态环境主管部门的要求昌吉州人民医院准东分院建成后应制定《辐射事故应急预案》，对应急措施、事故后续处理等作出要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。

12.5应急预案分析评价

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，医院建成后应制定《辐射事故应急预案》，对可能发生的辐射事故提出了有针对性的应急响应措施，具有可操作性，在发生辐射事故时能将辐射事故影响减小到最低。本项目投运前，医院应将本项目使用II类射线装置纳入《辐射事故应急预案》中。

另外，根据《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）>的通知》（环发〔2015〕4号）的规定，企业根据有关要求，结合实际情况，开展环境应急预案的培训、宣传和必要的应急演练，发生或者可能发生突发环境事件时及时启动环境应急预案。

企业结合环境应急预案实施情况，至少每三年对环境应急预案进行一次回顾性评估。有下列情形之一的，及时修订：

- （一）面临的环境风险发生重大变化，需要重新进行环境风险评估的；
- （二）应急管理组织指挥体系与职责发生重大变化的；
- （三）环境应急监测预警及报告机制、应对流程和措施、应急保障措施发生重大变化的；
- （四）重要应急资源发生重大变化的；
- （五）在突发事件实际应对和应急演练中发现问题，需要对环境应急预案作出重大调整的；
- （六）其他需要修订的情况。

12.6从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用辐射装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表12-2。

表12-2 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用Ⅱ类放射源，使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院建成后应设置辐射安全与防护管理领导小组，并设有符合要求的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目计划从昌吉州人民医院调配6名辐射工作人员，6名辐射工作人员参加了核技术利用辐射安全与防护考核，并取得培训合格证。医院应积极组织人员参加生态环境部门网上组织的辐射安全和防护专业知识培训，并且严格落实《辐射工作人员培训制度》，辐射工作人员未取得考核合格证书前不得上岗。如新增人员将按要求落实。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。
（四）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要求的安全措施。	医院建成后应制定相应的操作规程，按要求建设专用机房，实体屏蔽，设有急停开关、监视和对讲系统，设有工作警示灯及电离辐射警告标志。本项目将按要求执行。
（六）有健全操作规程、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。	建成后应制订比较健全的操作规程，辐射防护和安全保卫制度、人员培训、监测等制度，本项目将及时修订和完善。
（七）有完善的辐射事故应急措施。	医院建成后应制定有完善的辐射事故应急预案和应急措施。
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	不涉及放射性废气、废液和固体废物。

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。

12.7 竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等

相关规定，本项目试运行三个月内，建设单位应当按照生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，并编制验收报告，建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测（调查）报告结论负责。环评建议本项目竣工环境保护验收内容如下：

表12-3 竣工环境保护验收内容

序号	验收项目	主要内容及要求
1	环保手续完善	环评手续齐备，取得辐射安全许可证。
2	项目建设情况	实际建设内容及规模与环评（昌吉州人民医院准东分院医疗综合楼三楼新建1处DSA工作场所）一致。
3	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0.1mSv/a的年剂量管理目标值。
4	屏蔽能力达标	屏蔽墙和防护门外30cm处的辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面30cm处剂量率不大于2.5μSv/h的标准限值。
5	安全防护设施	防护门上方安装工作状态指示灯，安装门-灯（机）联锁；控制室内电源钥匙由专人保管，机房内控制台上设置紧急停机按钮，控制室与机房间安装对讲系统；机房内设置防护门紧急开门按钮。
6	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。
7	管理规章制度	制定各项管理规章制度和操作规程，并张贴于控制室内墙上。
8	事故应急预案	制定详细完整、合理可行的《辐射事故预案》。
9	落实监测计划	每两年一次职业健康检查、每季度一次个人剂量检测，落实日常自行环境监测，并有详细记录。在项目竣工验收时，进行一次机房验收监测，监测点位包含机房6面及防护门、操作位、观察窗、线缆孔等容易泄漏射线位置
10	人员持证情况	本项目计划从昌吉州人民医院调配6名辐射工作人员，6名辐射工作人员参加了核技术利用辐射安全与防护考核，并取得培训合格证。

11	配置防护用品	配置X-γ辐射监测仪、个人剂量报警仪、个人剂量计。每个介入手术室都应配备数量足够的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅悬挂防护帘、铅橡胶性腺防护围裙或方巾以保证介入人员及患者的安全。
12	年度评估	射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收报告结论，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，改完成后方可提出验收意见。

12.8环保投资

本项目总投资980万元，其中环保投资90万元，占总投资的9.18%，本项目环保投资一览表见表12-4。

表12-4 环保投资一览表

序号	治理项目	环保措施	投资（万元）
施工期			
1	噪声	合理安排工期	7
2	固体废物	垃圾清运	10
运营期			
1	辐射防护	机房辐射屏蔽装修	25
2	臭氧，氮氧化物	排风装置、引风机、通风管	20
3	辐射防护、辐射环境监测、个人剂量监测	购置辐射防护、监测设备用品、委托有资质的单位监测个人剂量	18
4	环评、监测及验收	环评、现场监测及验收	10
合计			90

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

本项目拟建 DSA 机房的屏蔽防护设计方案能达到《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准的要求。本项目辐射工作场所拟采取的屏蔽措施均能够满足辐射防护的要求，并符合机房的辐射屏蔽规范。

13.1.2环境影响分析结论

经预测可知，职业人员受到的附加年有效剂量最大为 $1.14\text{E}+00\text{mSv/a}$ ，低于本项目职业人员的剂量约束值 5mSv/a 。公众人员受到的附加年有效剂量最大约 $4.94\text{E}-06\text{mSv/a}$ ，低于本项目公众人员的剂量约束值 0.1mSv/a 的限值。介入手术时，医生年手部皮肤年当量剂量为 15.19mSv ，眼晶体年当量剂量为 6.18mSv ，职业人员四肢(手和足)或皮肤以及眼晶状均可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的限值要求。

13.1.3可行性分析结论

（1）产业政策符合性

按照《产业结构调整指导目录（2024年本）》：“一、鼓励类十三、医药 4、高端医疗器械创新发展”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

（2）实践的正当性

昌吉州人民医院准东分院DSA工作场所建设项目，目的在于提升医院的硬件水平，更好的开展放射诊疗工作，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。

（3）选址合理性

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。选址在医疗综合楼三楼，项目中心坐标东经 $88^{\circ}53'17.8715''$ ，北纬 $44^{\circ}47'25.7464''$ ，机房东侧：缓冲间9及缓冲间10；机房南侧：洁净走廊；机房西侧：控制室及设备间；机房北侧：办公室，机房上方：发药房、患者等候区、药库及物流机房，机房下方：质控室、缓冲间、洁具间、打包灭菌区、分类清洗区及水处理间，人口密度很小。

拟建DSA室周围 50m范围内有15个环境保护目标（详见表7-1），但经机房防护

屏蔽后DSA设备对周边外环境的影响较小，在可接受范围内，故本项目选址可行。

（4）代价利益分析结论

医院实施本项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，在项目运行时采取了相应的屏蔽、个人防护和辐射安全管理等措施，其获得的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“实践的正当性”的要求。

综上所述，昌吉州人民医院准东分院DSA工作场所建设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安全管理制度后，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建议与承诺

13.2.1建议

(1) 认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，完善管理制度。

(2) 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。辐射工作人员加强防护意识，辐射工作人员通过生态环境部门组织的辐射安全和防护专业知识培训考核并取证，杜绝无证上岗。

(3) 定期进行一系列的检查：工作警示灯、安全联锁装置、报警系统和防护仪表、定位装置等，发现问题及时解决。不得在没有启动安全防护装置的情况下强制运行射线装置，以防止辐射照射事故发生。

(4) 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。

(5) 医院辐射工作人员应取得辐射安全与防护培训证书，新上岗人员应参加岗前辐射安全与防护知识的培训。

(6) 本项目试运行三个月内，医院应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的内容和要求，对本项目开展竣工环保验收工作。

(7) 机房内的通风管道、电缆管道要穿越屏蔽墙，这些管道的敷设方向应避开主束线方向。为防止辐射经这些管道泄漏，机房有电缆沟穿过的地方应通过采取斜穿或U形穿线。在管道入口和出口，还应设有一定厚度的屏蔽盖板。

(8) 结合医院实际情况，不断完善辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案，使之更具有实操性和针对性。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，昌吉州人民医院准东分院承诺：

(1) 及时制定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，并接受环保部门的监督检查和及时整改检查中发现的问题；

(2) 按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》要求开展个人剂量监测、工作场所监测和环境监测工作；

(3) 本报告表系按医院提供的资料编制，今后如实际使用的辐射设备有较大变化，如出现射线装置位置变更、能量改变、机房屏蔽状况发生变更、区域居留因子发生变动等情况，应另作相应的环境影响评价，办理相应手续。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见 公章 经办人：年月日
审批意见 公章 经办人：年月日