

编号：ZFHK-FB22220022

核技术利用建设项目

昌吉回族自治州人民医院
新增数字减影血管造影机（DSA）项目
环境影响报告表
（公示稿）

昌吉回族自治州人民医院

2023年3月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

昌吉回族自治州人民医院
新增数字减影血管造影机（DSA）项目
环境影响报告表

建设单位名称：昌吉回族自治州人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：昌吉市延安北路 303 号

邮政编码：831199

联系人

电子邮箱

联系电话

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	23
表 9 项目工程分析与源项	27
表 10 辐射安全与防护	34
表 11 环境影响分析.....	43
表 12 辐射安全管理	58
表 13 结论与建议	63
表 14 审批	67

表 1 项目基本情况

建设项目名称		昌吉回族自治州人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目				
建设单位		昌吉回族自治州人民医院				
法人代表		■■■■■	联系人	■■■■■	联系电话	■■■■■
注册地址		昌吉市延安北路 303 号				
项目建设地点		昌吉回族自治州昌吉市延安北路 303 号 昌吉回族自治州人民医院医技楼二层				
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）	60	投资比例（环保投资/总投资）	6%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			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 项目概述 1.1.1 建设单位概况 昌吉回族自治州人民医院（统一社会信用代码：12652300457751947X，以下简称“医院”）注册地址为昌吉市延安北路 303 号，始建于 1955 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复、急救为一体的三级甲等综合性医院。医院现有本部（位于昌吉市延安北路 303 号）、南院（位于昌吉市延安南路 163 号）和北院（位于昌吉市净化路西北明珠小区）三个院区。医院占地面积 85797 平方米，业务用房面积 64003 平方米，设有 35 个临床科室和 8 个医技科室，编制床位 800 张，实际开放床位 1100 张，现有在职职工 1114 人，其中卫生技术人员 948 人。 医院现拥有 3.0T 核磁共振、256 排螺旋 CT、SPECT/CT、彩超、多人高压氧舱、大 C 臂、直线加速器、全自动生化分析仪等大中型医疗设备。					

医院现持有新疆维吾尔自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：新环辐证[00061]；发证日期：2022年11月26日，有效期至2027年11月25日；许可的种类和范围为：使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

1.1.2 任务由来

随着医疗服务对象的扩大和人民群众对医疗服务质量要求的提高，昌吉回族自治州人民医院现有 DSA 射线装置已无法满足日益增长的影像诊断和介入治疗需求，为进一步提高医院的收治能力和整体医疗水平，更好地满足患者的诊疗需要，医院拟将医技楼二层预留的胃肠机房改建为 1 间 DSA 机房及配套功能用房（改建后的场所名称拟定为 DSA 机房三），并新购 1 台数字减影血管造影机（以下简称 DSA）用于影像诊断和介入治疗。对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为Ⅱ类射线装置。

为加强射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，本项目应进行环境影响评价。对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，环评类别为环境影响报告表。为此，昌吉回族自治州人民医院委托中辐环境科技有限公司开展“昌吉回族自治州人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目（以下简称‘本项目’）”的环境影响评价工作。

在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集、委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定编制了本环境影响报告表。

1.1.3 目的和任务

（1）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射线装置使用过程中可能受到辐射照射及照射的程度；

（2）对不利环境影响和存在的环境问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到

“可合理达到的尽量低水平”；

(3) 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。

1.1.4 项目建设内容和规模

医院拟将医技楼（地上 5 层，地下 1 层）二层预留的胃肠机房改建为 DSA 机房三及配套功能用房，并新购 1 台 DSA 用于放射诊断和介入治疗。

预留的胃肠机房现有屏蔽方案为：东侧墙体为 240mm 混凝土，南、西、北三侧墙体均为 240mm 实心砖墙，顶棚和地坪均为 120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料，机房西侧设有 1 扇观察窗（2.0mmPb）及 1 扇防护门（2.0mmPb），机房北侧设有 1 扇防护门（2.0mmPb）。

本项目改建后，南侧、西侧、北侧墙体在原有屏蔽基础上新增 20mm 硫酸钡防护涂料作为屏蔽材料，在机房西侧新开 1 扇观察窗，将观察窗（2 扇）及防护门（2 扇）均改为 4.0mmPb。预留胃肠机房作为本项目 DSA 机房三，有效使用面积为 39.91m²（5.35m×7.46m）；缩小原有暗室面积，作为本项目设备间；扩大原有操作室面积作为本项目控制室。东侧墙体、顶棚和地坪防护仍保持不变。改建前与改建后的机房屏蔽设计对比见表 1.1-1。

表 1.1-1 改建前与改建后的机房屏蔽设计一览表

名称	预留胃肠机房	改造内容	改建后的 DSA 机房
东侧墙体	240mm 混凝土	/	240mm 混凝土
南侧墙体	240mm 实心砖墙	20mm 硫酸钡防护涂料	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护涂料
西侧墙体	240mm 实心砖墙	20mm 硫酸钡防护涂料	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护涂料
北侧墙体	240mm 实心砖墙	20mm 硫酸钡防护涂料	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护涂料
顶棚	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	/	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料
地坪	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	/	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料
观察窗	2.0mmPb 铅玻璃（1 扇）	4.0mmPb 铅玻璃（2 扇）	4.0mmPb 铅玻璃
防护门	2.0mmPb 防护门（2 扇）	4.0mmPb 防护门（2 扇）	4.0mmPb 防护门

本项目拟购 DSA 型号为 Artis zee III ceiling，主束方向由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。本项目射线装置主要技术参数见表 1.1-2。

表1.1-2 本项目DSA射线装置主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	用途	主要技术参数	场所	备注
DSA	Artis zee III ceiling	II类	1	放射诊断和介入治疗	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	医技楼二层 DSA 机房三	新增

1.1.5 项目工作负荷及人员配置

(1) 工作负荷：

根据医院提供的资料，本项目 DSA 机房每年最大手术台数预计为 300 台。因每台手术患者和手术要求不同，1 台手术中 DSA 的减影时间和透视时间有较大差别，运行工况也不完全相同。评价按每台手术减影曝光时间 0.5min，透视时间 20min 作为本项目射线装置出束时间进行保守考虑。根据本项目设备参数情况及年计划最大手术台数，则本项目 DSA 减影过程年总曝光时间为 2.5h，透视过程年总曝光时间为 100h。本项目 DSA 常用最大运行工况和工作负荷见表 1.1-3。

表 1.1-3 本项目 DSA 常用最大运行工况和工作负荷一览表

设备名称	最大工作量	常用最大运行工况		平均照射时间	设备出束时间
DSA	300 台/年	减影	90kV, 500mA	0.5min/台	2.5h/a
		透视	90kV, 15mA	20min/台	100h/a

注：根据医院提供的资料，90kV, 500mA 和 90kV, 15mA 分别为本项目 DSA 正常运行时减影模式和透视模式下的最大运行工况。

(2) 人员配置：

本项目拟配置辐射工作人员 5 名，包括介入医师 2 人，护士 1 人，技师 2 人。本项目 DSA 透视过程介入医护人员年受照最大时间为 100h。本项目拟配置的辐射工作人员情况见表 1.1-4。

表1.1-4 本项目辐射工作人员情况表

岗位	人数	减影 年受照时间 (h)	透视 年受照时间 (h)
医生	2	/	100
护士	1	/	100
技师	2	2.5	100

参与本次 DSA 项目均为新增辐射工作人员，由医院非辐射工作人员经培训后转岗或新聘，工作人员相对固定，不从事其他射线装置的操作和使用，不存在兼岗情况。工作人员每天工作 8 小时，每年工作 250 天。

根据生态环境部《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），医院尽快组织本项目辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上进行报名和培训

并进行相应类别的考核，取得考核合格成绩单后方可上岗，并定期再培训。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 医院地理位置

昌吉回族自治州人民医院位于昌吉市延安北路 303 号，东侧为延安北路，隔路为昌吉职业技术学院和昌吉州疾病预防控制中心；南侧为昌吉州人民医院家属楼；西南侧为中立小区；西侧为清华书苑小区；北侧为八音合小区。

1.2.2 项目周边环境关系

（1）本项目外环境关系

医技楼东侧为急救外科楼，南侧为停车场，西南侧为门诊内科楼，西侧为 120 急救中心和院内道路，北侧为八音合小区。

本项目 DSA 机房位于医技楼二层（医技楼地上 5 层，地下 1 层）。DSA 机房边界东侧距离急救外科楼约 4m，距离延安北路约 83m；南侧距离停车场约 8m；西南侧距离门诊内科楼约 32m；西侧距离 120 急救中心约 23m，距离西侧院内道路约 55m；北侧距离八音合小区约 58m。

（2）本项目工作场所四至关系

DSA 机房东侧和南侧临空，西侧为本项目 DSA 机房控制室和设备间，北侧为缓冲走廊和患者通道，上方为重症医学科示教室，下方为摄片室。

综上所述，本项目辐射工作场所边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑、道路及内部停车场，无居民区、学校、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。昌吉回族自治州人民医院地理位置见附图 1，周边环境关系和医院平面布置图见附图 2。

1.2.3 相关规划及选址合理性分析

本项目 DSA 拟安装于医院医技楼二层，不新增用地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。根据医院平面布置图及现场调查，本项目拟建 DSA 机房实体边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑、道路及内部停车场，主要环境保护目标为从事本项目辐射工作的职业人员及上述区域内活动的其他医患人员等公众，评价范围内无居民区、学校、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。项目运营过程产生的电离辐射，经采取满足标准要求的辐射防护及管理措施后对周围环境辐射影响是可接受的，故本项目的选址合理。

1.3 产业政策符合性分析

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

1.4 实践正当性分析

本项目的建设目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人。医院购买正规设备，对射线装置的使用场所采取满足相关标准要求的辐射安全防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的操作规程和辐射安全规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将本项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.5 “三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

本项目位于昌吉回族自治州昌吉市延安北路 303 号，根据《昌吉回族自治州“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“昌吉市建成区重点管控单元”，环境管控单元编码为 ZH65230120001，昌吉回族自治州“三线一单”环境管控单元分类图（见附图 7）。

表 1.5-1 昌吉市建成区重点管控单元准入清单符合性分析一览表

管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	1、执行自治区、乌昌石片区总体准入要求中关于重点管控单元空间布局约束的准入要求（表 2-3 A6.1、表 3.4-2 B1）。	本项目为医院核技术利用建设项目，不产生恶臭气体，不涉及燃煤锅炉建造。	符合
	2、城市建成区禁止新建每小时 65 蒸吨以下燃煤锅炉。		
	3、在居民住宅区等人口密集区域和机关、医院、学校、幼儿园、养老院等其他需要特殊保护的区域及其周边，不得新建和扩建易产生恶臭气体的生产项目，或者从事其他产生恶臭气体的生产经营活动。已建成的，应当逐步搬迁或者升级改造。		
	4、在集中供热管网覆盖地区，禁止新建、扩建分散燃煤供热锅炉。		
污染物	1、执行自治区、乌昌石片区总体准入要求中关于重点管控单元污染物排放管控的准入要求（表 2-3 A6.2、表 3.4-2 B2）。	本项目为射线装置医用项目，不涉及管	符合
	2、新（改、扩）建项目应执行最严格的大气污染物排放标准。		

排放管 控	3、PM _{2.5} 年均浓度不达标城市，禁止新（改、扩）建未落实 SO ₂ 、NO _x 、烟粉尘、挥发性有机物（VOCs）等四项大气污染物总量指标昌吉州区域内倍量替代的项目。 4、向城镇污水集中处理设施排放水污染物，应当达到《污水排入城镇下水道标准》（GB/T31962-2015）要求。 5、施工工地全面落实“六个百分之百”（施工工地周边围挡、物料堆放覆盖、出入车辆冲洗、施工现场地面硬化、拆迁工地湿法作业、渣土车辆密闭运输）。	控的相关污染物排放。	
环境风 险防 控	1、执行自治区、乌昌石片区总体准入要求中关于重点管控单元环境风险防控的准入要求（表 2-3 A6.3、表 3.4-2 B3）。 2、到 2022 年，城镇人口密集区现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业就地改造达标、搬迁进入规范工业（化工）园区或关闭退出。城市建成区重污染企业和危险化学品企业搬迁改造。 3、搬迁改造企业拆除危化品生产装置、建筑物和防污染设施，事先制定废弃危险化学品、残留污染物清理和安全处置方案，采取切实有效措施，防范拆除活动造成人员伤亡和环境污染。加强腾退土地污染风险管控和治理修复，确保腾退土地符合规划用地土壤环境质量标准。	本项目不涉及危险化学品。	符合
资源利 用效 率	1、执行自治区、乌昌石片区总体准入要求中关于重点管控单元资源利用效率的准入要求（表 2-3 A6.4、表 3.4-2 B4）。 2、禁燃区内禁止销售、燃用原煤、粉煤、各种可燃废物等高污染燃料；禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施，已建设成的，应当在规定的期限内改用清洁能源；严格控制引进高载能项目，禁止建设不符合国家和自治区环境保护标准的项目。	本项目不涉及销售、燃用原煤、粉煤。	符合

1.6 “三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150 号）和《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评[2021]108 号），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

（1）与“生态保护红线”的相符性

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。本项目拟建 DSA 机房实体边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑、道路及内部停车场，不涉及自然保护区、风景名胜区、居民区等环境敏感区，不在饮用水源保护区范围内，不涉及新疆维吾尔自治区生态保护红线。

（2）与“环境质量底线”的相符性

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址周围环境 γ 辐射剂量属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环

境质量底线要求。

(3) 与“资源利用上线”的相符性

本项目水、电等公共资源由当地专门部门供应，且整体而言本项目所用资源相对较小，也不占用当地其他自然资源和能源，因此本项目符合资源利用上限的要求。

(4) 与“生态环境准入清单”的相符性

本项目位于“昌吉市建成区重点管控单元”（ZH65230120001），本项目属于核技术利用项目，不属于高污染、高能耗工业，满足管控措施，不属于环境管控单元限制的内容，符合生态环境准入清单的要求。

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求，本项目的建设符合“三线一单”要求。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

1.7.1 原有核技术利用项目许可情况

医院现持有新疆维吾尔自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：新环辐证[00061]（见附件3），有效期至2027年11月25日，许可的种类和范围为：使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

1.7.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

医院现有放射源情况见表1.7-1，现有非密封放射性物质情况见表1.7-2，射线装置情况见表1.7-3。

表 1.7-1 医院现有放射源及许可情况一览表

序号	核素	类别	总活度（贝可）/活度（贝可）×枚数	用途	场所	许可情况
1	Sr-90（Y-90）	V类	1.17E+9×1	敷贴器	行政楼一层西侧	已上证 新环辐证[00061]

表 1.7-2 医院现有非密封放射性物质及许可情况一览表

序号	核素	场所等级	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	工作场所	许可情况
1	Tc-99m	乙级	2.96E+8	2.96E+9	行政楼一层西侧	已上证 新环辐证[00061]
2	Sr-89	丙级	4.44E+6	5.328E+7	行政楼一层西侧	
3	P-32	丙级	1.85E+6	5.55E+6	行政楼一层西侧	
4	I-131	乙级	1.7205E+9	7.1928E+10	行政楼一层西侧	
5	I-125	乙级	2.96E+9	2.96E+11	行政楼一层西侧	

表 1.7-1 医院原有射线装置使用及许可情况一览表

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	工作场所	许可情况
1	放射治疗模拟机	III类	SL-1	1	医技楼负一层：2 室	已上证 新环辐证 [00061]
2	牙片机	III类	MSD-III	1	儿科综合病房楼负一层：3 室	
3	口腔全颌曲面体层 X 射线机	III类	OC200	1	儿科综合病房楼负一层：4 室	
4	医用直线加速器	II类	ELEKTA SYNERGY	1	医技楼负一层：1 室	
5	计算机断层扫描成像系统（螺旋 CT）	III类	Brilliance iCT	1	CT 核磁楼负一层：3 室	
6	单光子发射极计算机断层扫描系统（SPECT/CT）	III类	Symbia T16	1	行政楼一层西侧	
7	双能 X 线骨密度仪	III类	Discovery Ci	1	行政楼一层西侧	
8	体外碎石机	III类	XY.S.SUI-6C	1	外科楼八层：碎石机室	
9	移动式 C 型臂 X 射线成像系统	III类	PigiArc100A	1	外科楼十层：9 室	
10	移动式 C 型臂 X 射线成像系统	III类	Zichm Vision RFD 3D	1	外科楼十层：12 室	
11	数字减影血管造影系统（DSA）	II类	Allura Xper FD20	1	医技楼二层：1 室	
12	数字减影血管造影系统（DSA）	II类	AXIOMArtisFA	1	医技楼二层：2 室	
13	数字 X 线摄影系统（DR）	III类	MULTIXMP	1	门诊内科楼一层：5 室	
14	数字 X 线摄影系统（DR）	III类	System Artis YISO	1	门诊内科楼一层：1 室	
15	动态平板数字化胃肠机	III类	OPERA FP	1	外科楼一层：2 室	
16	数字乳腺 X 射线摄影系统	III类	Mammomat Inspiration	1	门诊内科楼一层：4 室	
17	计算机断层扫描成像系统（16 排 CT）	III类	SOMATOM Scope	1	传染病分院一层	
18	PLD5600 型 DR	III类	PLD5600	1	儿科综合病房楼一层（DR 检查室）：02 室	
19	64 排 CT	III类	SOMATOM go Top	1	医技楼一层：CT 机房	
20	移动 DR	III类	MobiEye 700	1	门诊内科楼一层：放射科	
21	移动 DR	III类	IDR5500A	1	发热门诊一层：一层	
22	牙片机	III类	MSG-7.0mA	1	儿科综合病房楼负一层：2 室	
23	口腔 CT	III类	3D eXami	1	儿科综合病房楼负一层：1 室	
24	方舱 CT	III类	Scintcare CT16	1	儿科综合病房楼发热门诊一层：一层	
25	方舱 CT	III类	UCT530	1	发热门诊一层：一层	
26	数字化摄影 X 射线	III类	DuraDdignost 650p	1	门诊内科楼一层：134	

	机（双板双立柱 DR）				室	
--	----------------	--	--	--	---	--

1.8 原有核技术利用项目运行情况、辐射防护和监测情况

医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

医院辐射工作场所设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯，各机房通风良好，屏蔽防护措施满足要求；各机房设置铅玻璃观察窗或视频监控系统，工作人员在控制室能清楚观察到机房内情况；控制室和机房之间设有双向对讲交流系统，方便医务人员和受检者沟通；各机房周围辐射水平符合相关标准的要求。由现场调查情况可知，医院已采取相应的辐射防护措施，本次环评认为医院辐射防护措施以及管理制度满足目前辐射防护要求。

另外，医院为受检者配备了相应的放射防护用品，如铅橡胶围裙、铅橡胶颈套等。医院现有射线装置已委托有资质的单位进行年度监测，并编制监测报告，现有射线装置未对辐射工作场所周围环境造成放射性影响，机房周边辐射剂量率符合满足相关标准要求。

1.9 医院现有辐射安全管理情况

（1）辐射安全防护管理机构

根据相关法律、法规的要求，医院已成立辐射安全质量管理委员会，并明确了成员职责。

（2）辐射工作制度

医院已制定了《辐射事故应急预案》、《血管造影机（DSA）操作规程》、《电离辐射危害告知制度》、《自行检查制度》、《医疗照射质量保证方案及监测规范》、《放射人员培训制度》、《放射防护检测与评价制度》、《个人剂量监测制度》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《X光机操作规程》、《设备检修维护制度》、《放射防护监测计划》等综合规章管理制度。医院现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有管理制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射防护管理的要求。

(3) 辐射安全与防护培训情况

医院现有辐射工作人员共 79 人，其中从事使用Ⅱ类射线装置、Ⅴ类放射源、乙级、丙级非密封放射性物质工作场所的辐射工作人员均持有辐射安全培训合格证书或在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训后经考核合格取得合格成绩单，合格证书和成绩单均在有效期内；从事使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员均取得由医院自行组织的辐射安全与防护培训合格成绩，考核合格后上岗，并建立成绩档案。

医院应严格执行辐射工作人员培训制度，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告第 2021 年第 9 号），医院从事使用Ⅱ类射线装置、Ⅴ类放射源、乙级、丙级非密封放射性物质工作场所的辐射工作人员应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格，并按时接受再培训。从事使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员可由医院自行组织辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，并建立成绩档案。

(4) 个人剂量监测及职业健康检查情况

医院现有 79 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托新疆昌吉州疾病预防控制中心每三个月进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。根据医院提供的最近一个年度的辐射工作人员个人剂量监测报告，现有辐射工作人员年度的个人剂量监测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值。

医院已组织现有辐射工作人员进行了职业健康检查，体检结果表明，现有辐射工作人员可继续原辐射工作。

(5) 年度评估制度

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

经与医院核实，医院历年均未发生辐射事故。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作 方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	Artis zee III ceiling	125	1000	影像诊断与介入治疗	医技楼二层 DSA 机房三	新增

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	/	排放至大气外环境中，臭氧 50 分钟后 可自然分解为氧气。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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、含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日起施行）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 48 号 2016 年修订，2016 年 9 月 1 日起施行）及《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议，2018 年 12 月 29 日）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行）； (4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）； (5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 709 号修订，2019 年 3 月 2 日）； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环保总局第 31 号令；根据 2017 年 12 月 20 日环境保护部部务会议通过《环境保护部关于修改部分规章的决定》修正；根据 2019 年 7 月 11 日生态环境部部务会议审议通过《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》修正；根据 2020 年 12 月 25 日生态环境部部务会议审议通过《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》修正，2021 年 1 月 4 日起施行）； (8) 《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 9 月 26 日）； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日实施）； (10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日起施行； (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》（中华人民共和国生态环境部，2019 年第 57 号）；
------------------	---

	(12) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第9号, 2019年11月1日施行); (13) 《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》(生态环境部公告2019年第38号, 2019年10月24日); (14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》(生态环境部公告2019年第39号, 2019年10月25日); (15) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》(政府令第192号, 2015年)。
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ 2.1-2016); (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); (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021); (4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021); (5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020); (7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021); (8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019); (9) 《放射工作人员的健康标准》(GBZ98-2017)。
其他	(1) 环境影响评价委托书; (2) 《放射防护实用手册》(济南出版社, 主编赵兰才、张丹枫); (3) 《辐射防护手册》(第三分册), 李德平、潘自强主编; (4) 《新疆环境天然贯穿辐射水平调查研究》; (5) 昌吉回族自治州人民医院提供的其它资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用Ⅱ类射线装置，且项目场所有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）规定及本项目的实际情况，本次环境影响评价范围为 DSA 机房屏蔽体边界外 50m 区域。本项目评价范围见附图 2。

7.2 评价因子

本项目评价因子为 X 射线以及少量臭氧和氮氧化物。

7.3 保护目标

根据现场踏勘，本项目 DSA 机房屏蔽体外 50m 范围内主要为医院内部建筑、道路及内部停车场，无居民区、学校、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，不涉及昌吉回族自治州生态保护红线。

本项目环境保护目标为评价范围内从事本项目的辐射工作人员、其他工作人员和公众成员。具体见表 7.3-1。

表 7.3-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标		方位	与 DSA 机房边界的最近距离（m）		规模	年剂量约束值
			水平	垂直		
DSA 机房三	控制室辐射工作人员	西侧	紧邻	0	2 人	职业人员 5.0mSv
	介入医护人员	内部	/	0	3 人	
	缓冲、患者走廊工作人员及公众	北侧	0	0	约 50 人/d	公众人员 0.1mSv
	示教室工作人员	上层	0	3.5	约 50 人/d	
	摄片室工作人员及公众	下层	0	3.5	约 300 人/d	
	急救外科楼工作人员及公众	东侧	4	0	约 600 人/d	
	停车场公众	南侧	8	0	约 200 人/d	
	门诊内科楼工作人员及公众	西南侧	32	0	约 600 人/d	
	120 急救中心工作人员及公众	西侧	23	0	约 300 人/d	

注：DSA配套设施只为开展介入手术服务，在手术期间其他无关人员是不能进入的，介入医务人员术前术后在上述区域活动，手术期间各司其职；因此，本项目设备间不作为保护目标。

7.4 评价标准

7.4.1 环境质量标准

- （1）地下水：执行《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。
- （2）声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

(3) 空气环境：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单二类标准。

7.4.2 污染物排放标准

(1) 废水：医疗废水执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中预处理标准。

(2) 噪声：运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。

(3) 固体废物：一般固体废物参考执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；医疗废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单相关标准。

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

(1) 剂量限值

①职业照射

4.3.2.1 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和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B（标准的附录B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；

②公众照射

B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

对于职业人员，本项目取年有效剂量限值的四分之一，即不超过 5mSv作为年剂量约束值，手部取四肢年当量剂量限值的四分之一，即不超过 125mSv作为手部年当

量剂量约束值；对于公众，本项目取年有效剂量限值的十分之一，即不超过 0.1mSv 作为年剂量约束值。

(2) 分区

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

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

7.4.4 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

1 范围

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括X射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及其相关防护检测要求。

本标准适用于X射线影像诊断和介入放射学。

6 X射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X射线设备机房布局

6.1.1 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。

6.1.2 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。

6.1.3 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；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

6.1.5 除床旁减影设备、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表 2 的规定。

6.2 X射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

6.2.1 不同类型X射线设备（不含床旁减影设备和便携式X射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录C中表 C.4～表C.7。

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.2.4 距X射线设备表面 100cm处的周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时且X射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm时，机房可不作专门屏蔽防护。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m^2	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机 ^b (含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5
^b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。		

表 3 不同类型 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
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

c) 具有短时、高剂量率曝光的减影程序（如 DR、CR、屏片减影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv ；

6.3.2 机房的辐射屏蔽防护检测方法及检测条件按第 8 章和附录 B 的要求。

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达

不到响应时间要求，则应对其读数进行响应时间修正，修正方法参见附录 D。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 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。

6.5.3 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。

6.5.4 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。

6.5.5 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。

表 4 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		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射 学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、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	——

7.8 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

7.8.1 介入放射学、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。

7.8.2 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。

7.8.3 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。

7.8.4 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。

7.4.5 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

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

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

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

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

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置 昌吉回族自治州人民医院位于昌吉市延安北路 303 号。本项目 DSA 机房位于医技楼二层（医技楼地上 5 层，地下 1 层）。医技楼东侧为急救外科楼，南侧为停车场，西南侧为门诊内科楼，西侧为 120 急救中心，北侧八音合小区。 DSA 机房东侧和南侧临空，西侧为控制室和设备间，北侧为缓冲走廊和患者走廊，上方为重症医学科示教室，下方为摄片室。
8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位 8.2.1 监测目的 掌握拟建工作场所的辐射环境本底水平，为本项目运行后对环境产生的辐射影响提供基础数据。 8.2.2 辐射现状评价对象 DSA 机房及周边环境。 8.2.3 监测因子 γ 辐射剂量率。 8.2.4 监测点位 根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）并考虑监测点位现状可到达性，本次监测在 DSA 机房及周围布设点位。上述点位能够反映本项目辐射环境现状水平，因此，监测点位布设合理。具体监测点位布置见图 8.2-1 和图 8.2-2。

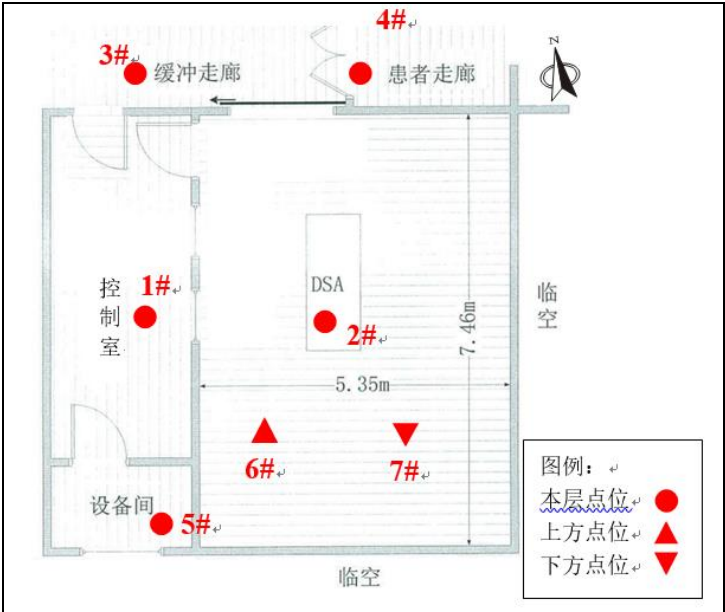


图8. 2-1 辐射环境现状监测布点图

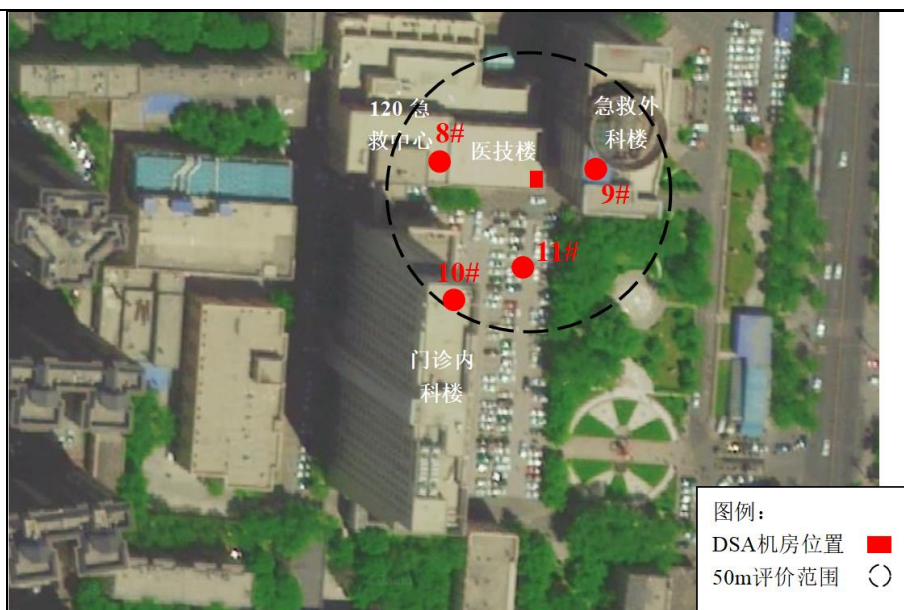


图 8.2-2 辐射环境现状监测布点图

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2022 年 04 月 24 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：19℃；相对湿度：38%。
- (8) 监测设备

表 8.3-1 监测设备参数表

仪器名称	X、 γ 辐射剂量当量率仪
仪器型号	AT1123
生产厂家	ATOMTEX
仪器编号	05036254
能量范围	15keV~10MeV（ $\pm 15\%$ ）
量 程	50nSv/h~10Sv/h, 10nSv~10Sv
检定单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心
检定证书	2021H21-20-3511646001
检定有效期	2021 年 09 月 06 日~2022 年 09 月 05 日

8.3.2 质量保证措施

①本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性；

②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由技术总负责人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8.3-2

表 8.3-2 辐射环境现状监测布点及结果一览表

监测点编号	监测点位置描述	监测结果 (nGy/h)	备注
1#	控制室	65 ±1	楼房
2#	DSA 机房内部	49 ±1	楼房
3#	缓冲走廊	94 ±1	楼房
4#	患者走廊	96 ±1	楼房
5#	设备间	60 ±1	楼房
6#	DSA 机房上方重症医学科示教室	65 ±1	楼房
7#	DSA 机房下方摄片室	62 ±1	楼房
8#	120 急救中心一层	60 ±1	楼房
9#	急救外科楼一层	63 ±1	楼房
10#	急诊内科楼一层	87 ±1	楼房
11#	停车场	71 ±1	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

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

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.00，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 45nGy/h。

8.4 环境现状调查结果的评价

由上述监测结果可知，本项目 DSA 机房及周围室内监测点位的 γ 辐射剂量率范围在 49nGy/h~96nGy/h 之间，即 $4.9\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 9.6\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，室外监测点位的 γ 辐射剂量率为 71nGy/h，即 $7.1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；根据《新疆环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，昌吉回族自治州室内 γ 辐射剂量率在 $8.69\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 15.37\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，室外 γ 辐射剂量率在 $6.29\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 11.6\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，可见本项目所在区域的 γ 辐射水平处于当地本底水平范围之内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析 本项目拟将医院医技楼二层预留胃肠机室改建为 DSA 机房，施工内容主要为 DSA 机房及其配套功能用房的防护改造和装修，射线装置的安装及调试等内容。项目施工期工艺流程及产污环节见图 9.1-1。 <pre>graph LR; A[图纸设计] --> B[DSA 机房及配套功能用房改造]; B --> C[DSA 机房及配套功能用房装修]; C --> D[设备安装、调试]; B --> E[施工废水、生活污水、扬尘、建筑垃圾、噪声、废水、生活垃圾]; D --> F[X 射线、O3、NOx];</pre> 图 9.1-1 施工期工艺流程及产污环节图 本项目施工期污染物主要包括： (1) 废水 施工期产生的废水主要包括施工废水和生活污水，施工废水仅为建筑物料拌合过程可能产生的废水，通过进入物料自然蒸发耗散，后续不再分析；施工人员产生的生活污水产量较小，经医院污水处理站预处理后纳入市政污水管网。 (2) 废气 本项目施工过程中会产生扬尘，主要是装修过程中产生的扬尘。医院应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。 (3) 噪声 施工期噪声主要包括少量运输车辆的噪声以及改造、装修使用的小型施工设备产生的噪声，应合理制定施工计划，避开午休时间，禁止在夜间施工；施工设备应考虑选择低噪音设备，防止噪声超标。 (4) 固废 施工过程中会产生建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾部分回收利用，剩余部分由施工单位外运至建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾产生量不大，由医院分类收集后，交当地环卫部门清运。 (5) 设备的安装、调试 设备安装调试过程中主要污染包括设备的包装废物和调试时产生的 X 射线。安

装过程中产生的包装废物由环卫部门运走统一清运，设备的安装调试在已建成的 DSA 室内完成，届时屏蔽墙等屏蔽措施已建成，具有足够的辐射屏蔽能力，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响能够满足辐射防护标准要求。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 DSA 射线装置设备组成

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像接收器、X 线管头、显示器、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成，其整体外观示意图如图 9.2-1 所示。

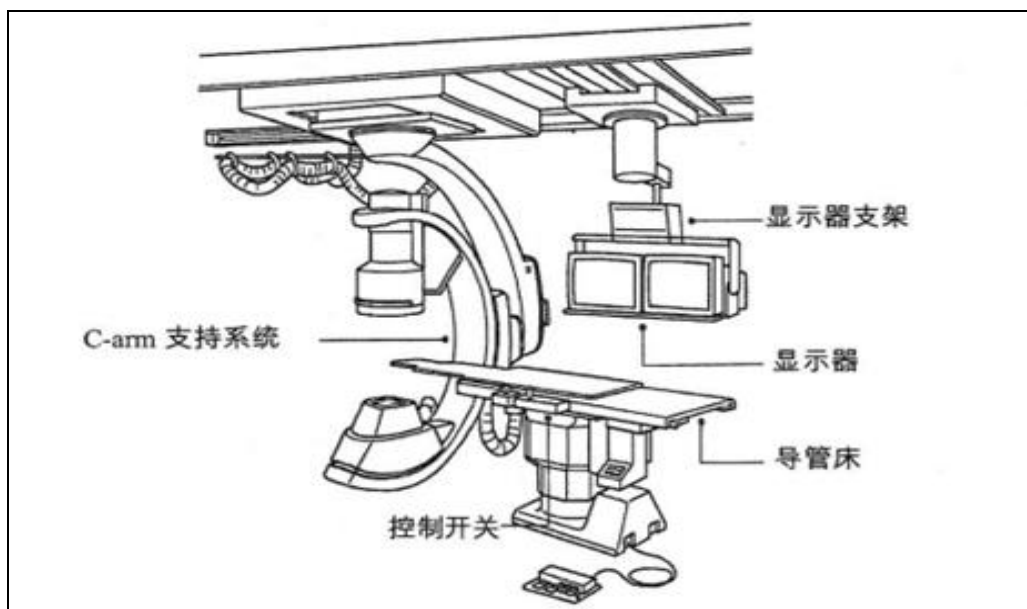


图 9.2-1 DSA 射线装置外观示意图

9.2.2 DSA 射线装置工作原理

DSA 产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构如图 9.2-2 所示。

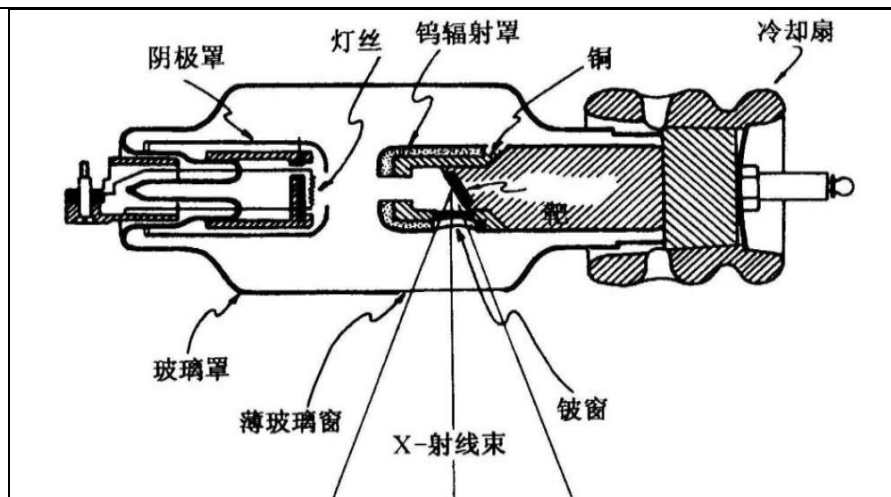


图 9.2-2 典型 X 射线管结构图

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

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

9.2.3 DSA 操作流程及产污环节

(1) 操作流程

医生接诊患者后根据其病情确定诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。技师开启 DSA 设备，在控制室内首次减影初步确认病灶部位。然后手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房。技师在控制室内再次减影，确定病灶部位后，手术医生再次穿戴好防护用品进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，减影模式。操作人员采取隔室操作的方式，通过控制 DSA 的 X 线系统进行曝光，采集减影部位图像。具体方式是将患者麻醉后摆位于检查床上，操

作人员调整 X 线球管、患者、影像接收器三者之间的距离，然后进入控制室，关闭防护门。操作人员通过控制室的电子计算机控制 DSA 的 X 线系统曝光，进而采集减影部位图像。

第二种情况，透视模式。操作人员采取近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的手术部位进行连续脉冲透视。具体方式是将患者麻醉后摆位于检查床上，操作人员位于非主射束方向的手术床旁，并配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜等）。介入手术中，操作人员根据需要，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发出 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。

(2) 产污环节

本项目拟配置的 DSA 为II类射线装置，曝光时主要污染因子为 X 射线，非曝光状态下不产生 X 射线；注射的造影剂不含有放射性，DSA 射线装置采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。另外，DSA 曝光时空气被电离会产生少量臭氧和氮氧化物。DSA 操作流程及产污环节如图 9.2-3 所示。

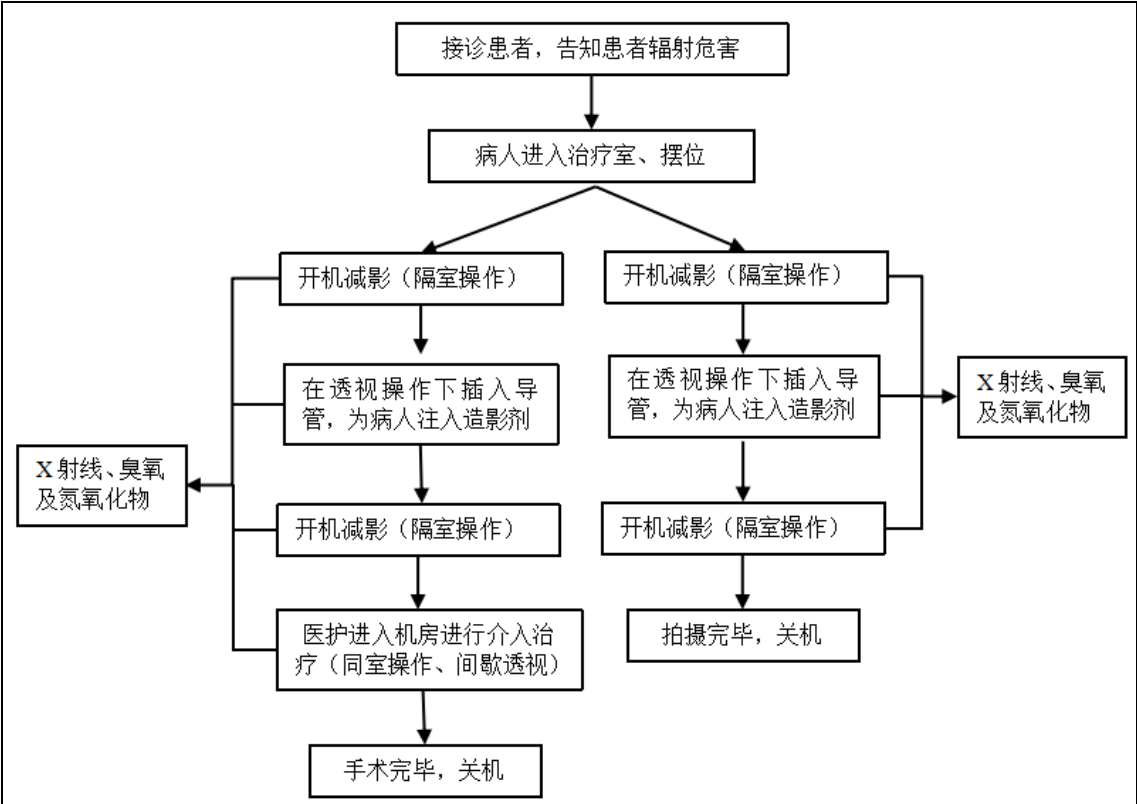


图 9.2-3 DSA 操作流程及产污环节示意图

9.2.4 工作负荷

根据医院提供的资料，本项目拟配置的 DSA 最大工作负荷见表 9.2-1。

表 9.2-1 本项目拟配置的 DSA 最大工作负荷一览表

射线装置	工作模式	平均每台手术最长出束时间 (min)	全年开展手术量 (台)	设备年总出束时间 (h)	单个手术医生年最大受照时间 (h)	单个护士年最大受照时间 (h)	单个技师年最大受照时间 (h)
DSA	减影	0.5	300	2.5	2.5	2.5	2.5
	透视	20		100	100	100	100

9.2.5 DSA 机房人流、物流路径规划

(1) 患者路径

患者由东侧楼梯到达医技楼二层，沿患者走廊、缓冲走廊，由 DSA 机房北侧防护门进入机房。治疗结束后，患者可按原路离开。

(2) 医护路径

辐射工作人员沿缓冲走廊，由控制室北侧门进入控制室；介入医护人员从 DSA 机房西侧防护门进入机房进行手术。治疗结束后，医护人员可按原路离开。

(3) 污物路径

本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，这些医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后从 DSA 机房北侧防护门运出机房，转运暂存于医院的医疗废物暂存间。

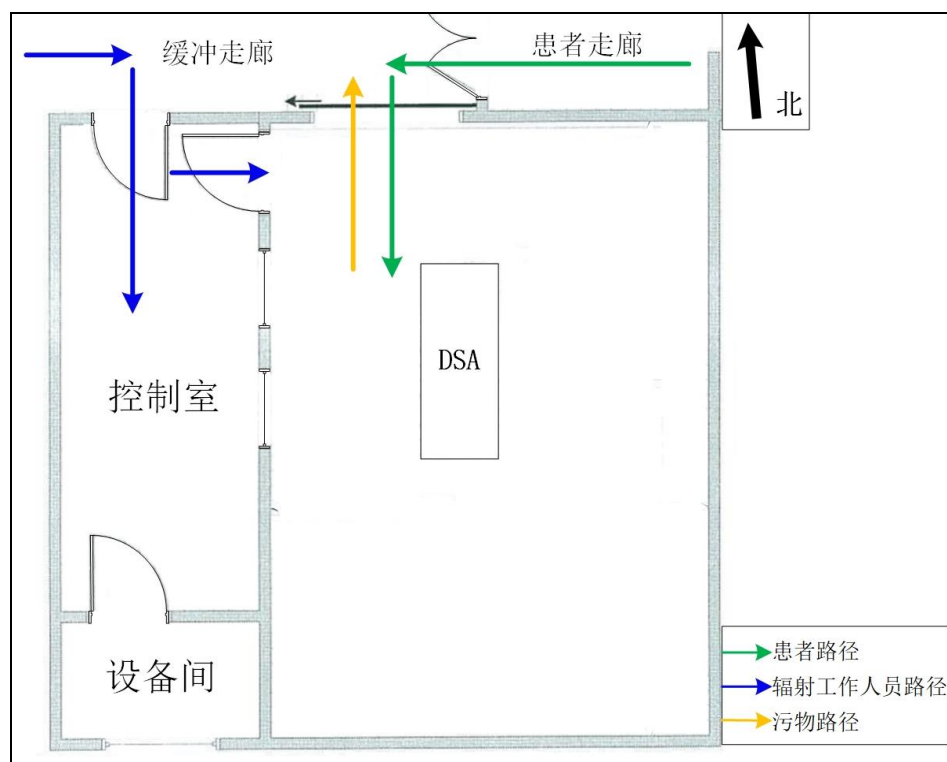


图 9.2-4 本项目 DSA 人流、物流路径图

9.3 污染源项分析

9.3.1 正常工况污染源项分析

(1) 辐射污染因子

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 DSA 射线装置非曝光状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，污染因子主要为 X 射线。由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染。

根据医院提供的资料，本项目拟配置的 DSA 技术参数见表 9.3-1。

表9.3-1 本项目拟配置的DSA技术参数

工作场所	医技楼二层 DSA 机房三	
技术参数	最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA	
过滤材料	2.5mmAl	
最大照射野	100cm ²	
常用最大运行工况	减影	常用最大管电压 90kV，常用最大管电流 500mA 此工况下距靶点 1m 处的空气比释动能率为 $1.35 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}^{①}$
	透视	常用最大管电压 90kV，常用最大管电流 15mA 此工况下距靶点 1m 处的空气比释动能率为 $4.05 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}^{①}$
泄漏辐射源强	离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 $1\text{mGy/h}^{②}$	

注：①DSA 出束分减影和透视两种模式。本项目拟配置的 DSA 具有自动调强功能，减影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低。如果受检者体型偏胖，功率自动增强。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留不小于 30% 的裕量，即管电压控制在 100kV 以下。本项目保守取医院减影和透视常用最大运行工况的参数进行计算。根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1，当 X 射线过滤材料为 2.5mmAl，管电压为 90kV 时，发射率常数取值为 0.075mGy/mAs 。

②参考国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy/h ”。

9.3.2 其他污染源项分析

(1) 废气

DSA 射线装置在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，会有少量臭氧和氮氧化物产生。DSA 机房拟安装通排风系统，采用机械通风，能保持机房内良好通风。

(2) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。

本项目拟配置辐射工作人员共 5 人，生活用水按每人每天 100L 计，则生活污水产生量约为 $125\text{m}^3/\text{a}$ ；医疗废水按每台手术 100L 计，DSA 机房一年最多 300 台手术，则医疗废水产生量约为 $30\text{m}^3/\text{a}$ 。

(3) 固体废物

本项目 DSA 运营期会产生医疗废物，医疗废物采用专用容器分类收集后，转移至医院医疗废物暂存间暂存，按医疗废物执行转移联单制度，委托具有相关资质的单位处置。

本项目一台介入手术约产生药棉 0.1kg，纱布 0.1kg，手套 0.2kg，DSA 机房一年最多 300 台手术，则本项目一年约产生医疗废物药棉 30kg，纱布 30kg，手套 60kg，每年总共约产生医疗废物 120kg。

工作人员会产生生活垃圾，工作人员共 5 人，产生量约 0.5kg/人，则生活垃圾产生量为 625kg/a。

(4) 噪声

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

9.3.3 事故工况

本项目使用 DSA 射线装置主要可能发生的辐射事故有以下几种：

（1）DSA 射线装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在治疗机房内而造成误照射；

（2）DSA 射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；

（3）DSA 射线装置工作状态下，没有关闭防护门造成人员误照射。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于医技楼二层，其六面情况（东、南、西、北、上、下）见表 10.1-1。

表 10.1-1 本项目 DSA 机房周边布局一览表

医技楼二层 DSA机房三					
东侧	南侧	西侧	北侧	上层	下层
临空	临空	控制室和设备间	缓冲走廊和患者走廊	重症医学科示教室	摄片室

（1）本项目 DSA 机房和配套功能用房集中布置，设置有缓冲走廊和患者走廊，机房位置相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，周围无明显环境制约因素。

（2）本项目的建设不影响消防通道，也不占用消防设施等任何公共安全设施。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的活动区域，所以，本项目 DSA 机房平面布局是合理可行的。

10.1.2 辐射工作场所分区

（1）分区依据和原则

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

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和门-灯联锁装置）限制进出控制区，并定期审查控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施，或是更改该区的边界。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌；并定期审查该区工作状况，确认是否需要采取防护措施

和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

（2）本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，本项目辐射工作场所分区情况表 10.1-2，分区详见图 10.1-1。

表 10.1-2 本项目控制区和监督区划分情况一览表

场所名称	控制区	监督区
医技楼二层 DSA 机房三	DSA 机房内部	控制室、设备间、DSA 北侧防护门外 30cm

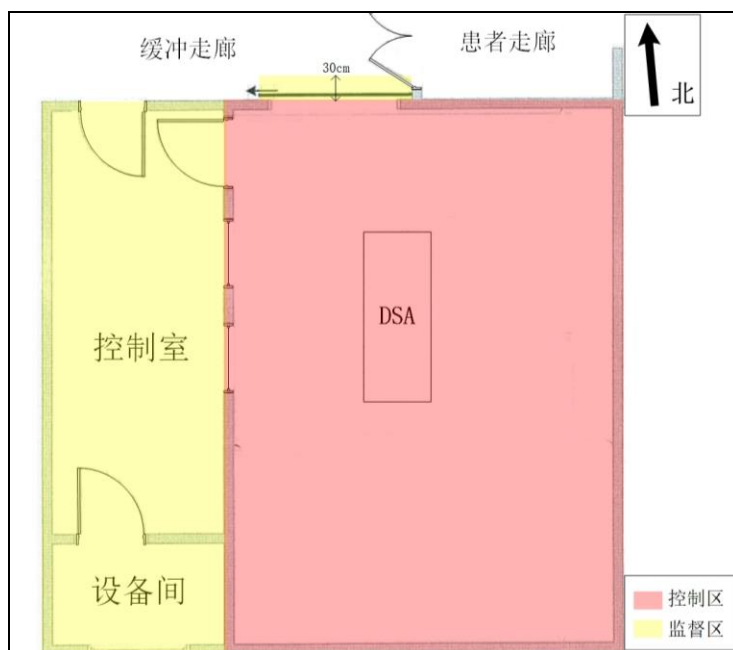


图10.1-1 本项目两区划分图

控制区通过实体屏蔽措施、电离辐射警告标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除工作人员和患者外，禁止其他人员进入；监督区通过设置标明监督区的标志提醒无关人员尽量避开该区域，并委托有资质的单位定期对监督区的周围剂量当量率进行监测。如果发现异常，医院应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

综上，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，医院将辐射工作场所进行分区，同时对控制区和监督区采取相应的措施，可以有效避免人员误闯入而造成的误照射。

10.2 辐射安全及防护措施

本项目 DSA 射线装置辐射源项为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少受照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有

以下几方面。

10.2.1 设备固有安全防护措施

本项目拟购买的 DSA 型号为 Artis zee III ceiling，根据厂家提供的设备说明书，该 DSA 采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，仪器本身具备多种安全防护措施。

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

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。

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

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

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

⑥本项目 DSA 透视脚踏开关为常断式，并配有透视限时装置；机房内具有工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和减影功能的控制键。

⑦急停开关装置：介入手术床旁设置急停开关（各急停开关串联并与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停开关，可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

10.2.2 工作场所防护屏蔽设计

根据医院提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，对本项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表 10.2-2 和表 10.2-3。

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式（C.1）及式（C.2）进行等效铅当量厚度的计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 } 10.2-1)$$

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透视因子；

β ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad (\text{式 } 10.2-2)$$

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B——给定铅厚度的屏蔽透视因子。

本项目拟购买的 DSA 最大管电压为 125kV，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2，查得铅和混凝土对管电压为 125kV（主束）和 125kV（散射）X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，具体见表 10.2-1。

表 10.2-1 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中相关拟合参数

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

根据表 10.2-1，式 10.2-1 和式 10.2-2，不同厚度的屏蔽材料透射因子和等效铅当量计算结果见表 10.2-2。

表 10.2-2 不同厚度混凝土和实心砖墙蔽透射因子和等效铅当量计算结果

屏蔽材料	屏蔽材料厚度	管电压	射线类型	屏蔽透射因子	等效铅当量
混凝土	120mm	125KV	主束	3.21×10^{-3}	1.44mmPb
混凝土	120mm		散射	3.96×10^{-3}	1.59mmPb
混凝土	240mm		散射	5.69×10^{-5}	3.45mmPb
实心砖墙	240mm		/	/	2.0mmPb ^①
硫酸钡防护涂料	20mm		/	/	2.0mmPb ^②

注：①由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中未提供实心砖在 125kV（散射）下的拟合参数，无法进行等效铅当量厚度的计算，故参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 6.14，实心砖密度取 1.65g/cm^3 核算等效屏蔽厚度，240mm 实心砖折算为 2.0mmPb 当量。

②硫酸钡防护涂料密度不低 3.8g/cm^3 ，10mm 硫酸钡防护涂料折算为 1mmPb。

根据表 10.2-2 的计算结果，本项目 DSA 机房屏蔽防护计算与《放射诊断放射防

护要求》（GBZ130-2020）符合性分析见表 10.2-3。

表 10.2-3 本项目辐射工作场所屏蔽防护情况一览表

机房名称	屏蔽体位置	屏蔽材料及厚度	折算后铅当量 (mmPb)	GBZ130-2020 表 3 标准要求	符合性 评价
DSA 机房三	东侧墙体	240mm 混凝土	3.45	有用线束方向应 ≥2mmPb 当量， 非有用线束方向铅 当量应≥2mmPb 当 量。	符合
	南侧、西侧、 北侧墙体	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护涂料	4.00		符合
	顶棚	120mm 混凝土+20mm 硫 酸钡防护涂料	3.44		符合
	地坪	120mm 混凝土+20mm 硫 酸钡防护涂料	3.59		符合
	防护门	内衬 4mm 铅板	4.00		符合
	观察窗	4.0mmPb 铅玻璃	4.00		符合

注：混凝土密度不低于 2.35g/cm³，实心砖密度不低于 1.65g/cm³；硫酸钡防护涂料密度不低于 3.8g/cm³。

本项目 DSA 机房有效使用面积和最小单边长度与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）符合性分析见表 10.2-4。

表 10.2-4 本项目辐射工作场所尺寸一览表

机房名称	拟设置情况		GBZ130-2020 表 2 标准要求		符合性 评价
	最小单边长度 m	有效使用面积 m ²	最小单边长度 m	最小有效使用面积 m ²	
DSA 机房三	5.35	39.91	3.5	20	符合

由表 10.2-3 和表 10.2-4 可知，本项目 DSA 机房有效使用面积、最小单边长度均大于标准要求，其四侧墙体、顶棚、地坪、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

10.2.3 距离防护

医院将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免公众受到不必要的照射。

10.2.4 时间防护

在满足诊断要求的前提下，选择合理可行尽量低的照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。另外，合理安排进行工作人员的手术台数，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当介入手术工作人员季度个人剂量超过 1.25mSv 或年剂量超过 5mSv，医院应进行调查，并出具调查报告，在查

明原因之前应限制或暂停该工作人员工作。

10.2.5 管线穿墙补偿措施

本项目 DSA 机房所有电缆均拟采用斜开式穿墙，通过地面下沉电缆沟穿出机房，电缆沟表面铺设 3mm 不锈钢板，墙孔用硫酸钡防护涂料封堵。本项目 DSA 机房通排风系统风管穿墙处包裹 3mm 铅皮，作为风管穿墙的辐射屏蔽补偿。

10.2.6 其它防护措施

①机房操作室上张贴相应的岗位规章制度、操作规程。上墙制度包括《放射诊疗安全防护管理制度》、《血管造影机（DSA）操作规程》和《辐射事故应急预案》，制度应字体醒目，尺寸应不小于 400mm×600mm。

②按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目 DSA 机房内应配置 0.5mmPb 当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜及不低于 0.025mmPb 当量的介入防护手套，介入手术工作人员应穿戴防护用品，采用铅帘进行必要的遮挡。

③机房受检者出入口门外应设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。使用射线装置时，禁止无关人员进入监督区和控制区。

④技师配备 1 支个人剂量计。建议手术医生和护士配备 2 支个人剂量计，包括铅衣内外双个人剂量计。其中铅衣内外双个人剂量计分别佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置及铅围裙内躯干位置，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反。

⑤门灯联锁：DSA 机房西侧的工作人员防护门为平开式机房门，设置有自动闭门装置；北侧受检者出入口防护门为推拉式机房门，机房门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏，并装有防夹装置，同时设置有曝光时关闭机房门的管理措施，包括工作状态指示灯（术中灯和射线装置工作指示灯）与机房门联锁等安全设施，可以保证开门状态设备扫描停止，防止无照射。DSA 机房门外设电离辐射警告标志，机房上方设有醒目工作状态指示灯，灯箱设有“射线有害，灯亮勿入”的可视警示语句，警示非工作人员不得入内。DSA 机房外候诊区域设置放射防护注意事项告知栏。

⑥DSA 机房设通排风系统，进风口位于机房吊顶处，排风口位于机房距地 30cm，上进风下出风，对角设置，以保持机房内有良好的通风。

⑦对讲装置：在机房内设置对讲装置，控制室的工作人员可以通过对讲机与机房内的手术人员联系。

⑧DSA 设备配备可升降的含铅悬挂防护屏，床侧配套防护铅帘，以减少对手术医生的受照剂量。

本项目拟配备的个人防护用品和辅助防护设施与标准对照情况见表 10.2-5。

表 10.2-5 本项目拟配备的个人防护用品与标准对照表

工作场所	人员类型	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房三	工作人员	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、铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏； 选配：移动铅防护屏风	DSA 机房配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套	DSA 机房配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏各 1 件	符合
	患者和受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——	DSA 机房配备方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（含儿童、成人尺寸）各 1 套	——	符合

注：除介入防护手套为 0.025mmPb，其余个人防护用品和辅助防护设施的铅当量均不低于 0.5mmPb。

由表 10.2-5 可知，本项目拟配置的个人防护用品和辅助防护设施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 4 的要求。

本项目 DSA 机房其他辐射防护措施符合性分析见表 10.2-6。

表 10.2-6 本项目机房其他辐射防护措施分析

项目	标准要求	本项目设计方案	是否符合
机房通风	机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。	机房设计了通排风系统，保证通风状况良好。	符合
机房内布局	机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	DSA 机房设计避免有用线束直接照射管线口；DSA 设备出束方向由下往上，不直接照射门、窗；机房内未设置与诊断工作无关的设施，保持机房内整洁、不堆放杂物。	符合
警示系统	机房门外应有电离辐射标志、辐射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句。	医院拟在 DSA 机房外墙上张贴辐射防护注意事项，机房门外设置电离辐射标志，在机房门上方设置工作状态指示灯、灯箱设置警示语句。	符合
安全联锁装置	机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	DSA 机房受检者防护门设门灯联锁装置，保证工作状态指示灯与防护门实现联锁功能。	符合
候诊区	不应在机房内候诊。	DSA 候诊区未设置在 DSA 机房内。	符合

10.2.7 辐射工作场所安防措施

为确保本项目辐射工作场所的安全，本项目拟采取的安全保卫措施见表 10.2-7。

表 10.2-7 本项目拟采取的安全保卫措施

工作场所	措施类别	对应措施
DSA 机房三	防盗、防抢和防破坏	①本项目 DSA 机房将纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； ②DSA 机房安装监控系统实行 24h 实时监控； ③DSA 射线装置将安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ④射线装置机房和邻近房间不存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防泄漏	①本项目使用的 DSA 拟购置于正规厂家，设置有不同的联锁装置确保运行过程中不出现辐射泄漏； ②本项目射线装置工作场所按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房不存在辐射泄漏的情况。

10.3 “三废”治理措施

（1）废水

①本项目无放射性废水产生。

②非放射性废水治理措施

非放射性废水主要来自于运行期间 DSA 辐射工作人员的生活废水和少量医疗废水，该部分废水进入医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入昌吉市污水处理厂处理。

（2）废气

①本项目无放射性废气产生。

②非放射性废气治理措施

本项目 DSA 射线装置在曝光过程中机房内会有少量臭氧和氮氧化物产生。项目运行后，因射线装置每次曝光时间短，臭氧和氮氧化物产生量很少。

本项目 DSA 机房设有通排风系统，能保持机房内良好的通风。DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物经通排风系统排入到大气环境后，臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物产生额只有臭氧的 1/3，废气排出机房后对周围环境影响很小。

（3）固体废物

①本项目无放射性固废产生。

②非放射性固废治理措施

本项目运营期会产生药棉、纱布、手套等医疗废物，医院采用专门的收集容器集中收集后，转移至医院医疗垃圾暂存间暂存，按医疗废物执行转移联单制度，委托具有相关资质的单位处置。

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院分类收集后交环卫部门清运。

(4) 噪声

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

10.4 环保投资概算

本核技术利用项目总投资 1000 万元，其中环保投资 60 万元，占总投资的 6%。本项目环保投资估算详见表 10.4-1。

表 10.4-1 本项目环保投资估算一览表

类别	环保设施措施	金额（万元）
辐射屏蔽措施	DSA 机房改建（含屏蔽墙体加厚）	35
	铅防护门 2 套；	5.0
	铅玻璃观察窗 2 套；	2.0
安全装置	操作台和介入手术床旁“急停开关”装置；	设备已配备
	对讲装置 1 套	0.2
	门灯联锁及工作状态指示灯 1 套	0.8
防护用品	辐射工作人员配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 3 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 3 套；	4.0
	铅悬挂防护屏（0.5mmPb）、铅防护吊帘（0.5mmPb）、床侧防护帘（0.5mmPb）/床侧防护屏（0.5mmPb）各 1 件	1.0
	为每名辐射工作人配备个人剂量计	1.0
废气处理	独立通排风系统 1 套；	3.0
废水处理	依托医院现有污水处理设施；	/
固废处理	依托医院现有生活垃圾收集设施；	/
监测仪器	拟配置 1 台便携式 X- γ 辐射剂量监测仪；	1.0
监测	委托第三方机构常规监测和自主环境保护竣工验收监测；	5.0
人员培训	辐射工作人员、管理人员上岗培训；	1.0
辐射应急	辐射应急物资、人员应急培训、应急演练；	1.0
合计		60

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

医院拟将医技楼二层预留的胃肠机房改建为 1 间 DSA 机房及配套功能用房。本项目不新增用地，施工内容主要为 DSA 机房及其配套功能用房的防护改造和装修。

（1）水环境影响分析

本项目施工期会产生施工废水和生活污水。施工废水循环使用，不再进行分析。施工人员产生的生活污水产量较小，经医院污水处理站预处理后纳入市政污水管网，不会对周围水环境产生较大影响。

（2）大气环境影响分析

本项目施工过程中会产生扬尘，主要是装修过程中产生的扬尘。通过湿法作业，外围设置围挡，能尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，对项目周围大气环境影响较小。

（3）声环境影响分析

本项目施工期噪声源主要有施工机械和设备，由于本项目工程量小，施工作业较少，施工方式主要为人工施工，机械设备的使用较少，同时项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。因此，本项目施工对周围声环境影响时间和强度均较小，但必须重视对施工期噪声的控制，特别是应减小噪声对急救外科楼和 120 急救中心的不利影响。

施工期间，施工机械、设备的噪声时起时停，针对施工期声环境影响，施工期噪声污染防治措施具体有：

a 合理安排施工进度和作业时间，对主要噪声设备应采取相应的限时作业，避开午休时间，禁止在夜间施工。

b 优先选择低噪音设备，日常应注意对施工机械的维修、保养，使其保持良好的运行状态。

经采取上述有效措施后，可大大降低本项目施工过程中噪声对周围的影响。

（4）固体废物影响分析

本项目施工期会产生建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾定点堆放，将可回收利用部分进行回收后，由施工单位外运至建筑垃圾堆放场。生活垃圾产生量不大，医院分类

收集后，交当地环卫部门清运。

综上所述，本项目施工期较短，施工范围和工程量较小，在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做好各项环保措施，施工期对周围环境影响较小，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，医院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，并在各个机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试过程中，不允许无关人员进入机房所在区域，以防止发生辐射事故。由于设备的安装和调试均在机房内进行，安装调试时间短，各污染物产生量很少，并且调试结束关机后，X 射线将即时消除。因此，本项目设备安装调试造成的环境影响很小。

11.2 营运期环境影响分析

11.2.1 工作场所周围环境辐射影响分析

(1) 理论预测环境影响分析

本项目拟新增的 DSA 射线装置位于昌吉回族自治州人民医院医技楼二层 DSA 机房三，本报告对 DSA 对机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。

根据医院提供的资料，本项目拟配置的 DSA 设备参数、运行工况和机房防护情况如表 11.2-1 所示。

表 11.2-1 本项目 DSA 设备参数、运行工况及防护情况一览表

设备名称及场所		DSA 机房三
技术参数		最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA
过滤材料		2.5mmAl
最大照射野		100cm ²
常用最大运行工况	减影	常用最大电压 90kV，常用最大电流 500mA 此工况下距靶点 1m 处的空气比释动能率为 $1.35 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$
	透视	常用最大电压 90kV，常用最大电流 15mA 此工况下距靶点 1m 处的空气比释动能率为 $4.05 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$
泄漏辐射源强		离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 1mGy/h
机房尺寸		长 7.46m×宽 5.35m×高 3.5m
防护设施	四侧墙体	东侧墙体：240mm 混凝土 南侧、西侧、北侧墙体：240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护涂料
	顶棚	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料

地坪	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料
防护门	内衬 4.0mm 铅板
观察窗	4.0mmPb铅玻璃
铅屏风/铅防护挂帘	0.5mmPb
个人防护用品	铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品（0.5mmPb）、介入防护手套（0.025mmPb）

本次评价取医生手术位、铅玻璃窗外 30cm 处（控制室操作位）、各防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处，预测点位见图 11.2-1。

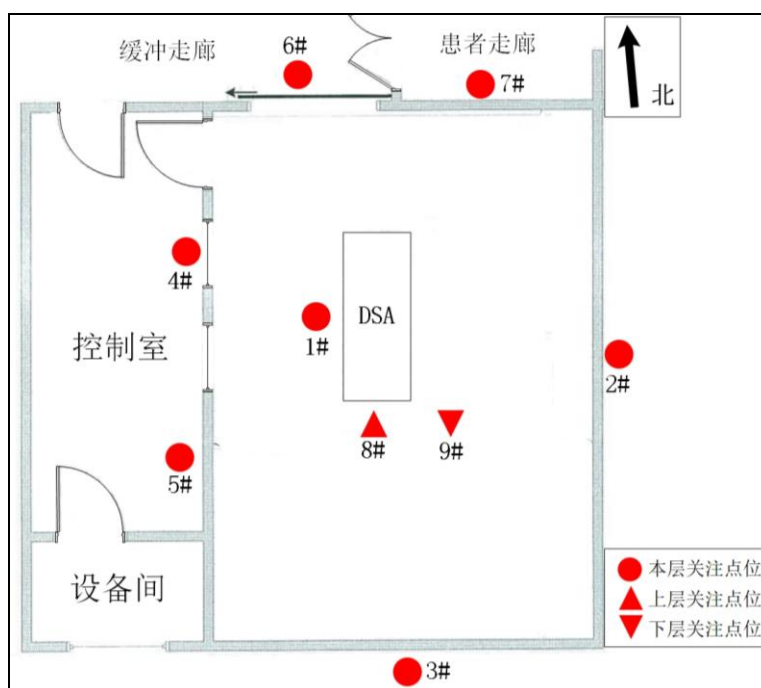


图 11.2-1 本项目 DSA 机房（三）预测关注点位示意图

本项目 DSA 射线装置主束方向由下朝上，介入手术过程中，介入床、患者和 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用。且 NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers, P41-45）及 5.1 节（Cardiac Angiography, P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，DSA 设备运行主要是泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

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

①病人体表散射屏蔽估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11.2-1})$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 0.8m；

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》（GBZ130-2020）附录C中公式和参数计算，公式计算同式10.2-1。其中： α 、 β 、 γ 为不同屏蔽材料对90kV管电压下X射线辐射衰减有关的三个拟合参数，具体见表11.2-2。

表 11.2-2 铅、混凝土和实心砖对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	铅			混凝土			实心砖		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
90kV	3.067	18.83	0.7726	0.4228	0.1137	0.4690	0.03750	0.08200	0.8920

各预测点屏蔽透射因子计算结果见表11.2-3。

表 11.2-3 各预测点屏蔽透射因子计算结果

场所	预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
DSA 机房 三	1#第一术者位 (铅衣内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅防 护吊帘	1.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
	1#第一术者位 (铅衣外)	0.5mmPb 铅防 护吊帘	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
	1#第一术者位 (手部)	0.025mmPb 介 入防护手套 +0.5mmPb 铅防 护吊帘	0.525 mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.27E-02
	1#第二术者位 (铅衣内)	0.5mm 铅衣	0.5mmPb	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
	2#东侧防护墙外 30cm 处	240mm 混凝土	240mm 混凝土	0.4228	0.1137	0.4690	2.46E-06
	3#南侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖 墙+20mm 硫酸 钡防护涂料	240mm 实心砖 墙	0.0375	0.0820	0.8920	5.79E-09
			2.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	
	4#西侧观察窗外 30cm 处	4.0mmPb 铅玻 璃	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	5#西侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖 墙+20mm 硫酸 钡防护涂料	240mm 实心砖 墙	0.0375	0.0820	0.8920	5.79E-09
			2.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	

6#北侧防护门外 30cm 处	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
7#北侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护涂料	240mm 实心砖墙	0.0375	0.0820	0.8920	5.79E-09
		2.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	
8#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	120mm 混凝土	0.4228	0.1137	0.4690	7.72E-08
		2.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	
9#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	120mm 混凝土	0.4228	0.1137	0.4690	7.72E-08
		2.0mmPb	3.067	18.83	0.7726	

根据式11.2-1和表11.2-3，各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见表11.2-4。

表 11.2-4 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

场所	工作模式	关注点位置描述	H_0	α	s	d_0	d_s	B	H_s
			$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
DSA 机房 三	减影	2#东侧防护墙外 30cm 处	1.35×10^8	0.0013	100	0.8	3.21	$2.46\text{E-}06$	$1.64\text{E-}02$
		3#南侧防护墙外 30cm 处	1.35×10^8	0.0013	100	0.8	4.29	$5.79\text{E-}09$	$2.16\text{E-}05$
		4#西侧观察窗外 30cm 处	1.35×10^8	0.0013	100	0.8	2.97	$3.69\text{E-}07$	$2.87\text{E-}03$
		5#西侧防护墙外 30cm 处	1.35×10^8	0.0013	100	0.8	3.23	$5.79\text{E-}09$	$3.80\text{E-}05$
		6#北侧防护门外 30cm 处	1.35×10^8	0.0013	100	0.8	4.03	$3.69\text{E-}07$	$1.56\text{E-}03$
		7#北侧防护墙外 30cm 处	1.35×10^8	0.0013	100	0.8	4.29	$5.79\text{E-}09$	$2.16\text{E-}05$
		8#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	1.35×10^8	0.0013	100	0.8	3.64	$7.72\text{E-}08$	$3.99\text{E-}04$
		9#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	1.35×10^8	0.0013	100	0.8	2.94	$7.72\text{E-}08$	$6.12\text{E-}04$
	透视	1#第一术者位 (铅衣内)	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	0.8	$4.08\text{E-}03$	13.1
		1#第一术者位 (铅衣外)	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	0.8	$2.52\text{E-}02$	81.0
		1#第一术者位 (手部)	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	0.4	$2.27\text{E-}02$	291.8
		1#第二术者位 (铅衣内)	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	1.5	$2.52\text{E-}02$	23.0
		2#东侧防护墙外 30cm 处	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	3.21	$2.46\text{E-}06$	$4.91\text{E-}04$
		3#南侧防护墙外 30cm 处	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	4.29	$5.79\text{E-}09$	$6.47\text{E-}07$
		4#西侧观察窗外 30cm 处	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	2.97	$3.69\text{E-}07$	$8.60\text{E-}05$
		5#西侧防护墙外 30cm 处	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	3.23	$5.79\text{E-}09$	$1.14\text{E-}06$

	6#北侧防护门外 30cm 处	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	4.03	3.69E-07	4.67E-05
	7#北侧防护墙外 30cm 处	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	4.29	5.79E-09	6.47E-07
	8#顶棚上方距顶棚 地面 100cm 处	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	3.64	7.72E-08	1.20E-05
	9#机房地面下方距 楼下地面 170cm 处	4.05×10^6	0.0013	100	0.8	2.94	7.72E-08	1.84E-05

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 11.2-2 进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11.2-2})$$

式中：

H_L ——预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ，本项目取 1mGy/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》（GBZ130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算同式 10.2-1，计算结果同表 11.2-6。

根据式11.2-2和表11.2-3，各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表11.2-5。

表 11.2-5 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

场所	工作模式	关注点位置描述	H_0	d	B	H_L
			$\mu\text{Gy/h}$	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
DSA 机房 三	减影	2#东侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	3.21	2.46E-06	2.39E-04
		3#南侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	4.29	5.79E-09	3.15E-07
		4#西侧观察窗外 30cm 处	1×10^3	2.97	3.69E-07	4.18E-05
		5#西侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	3.23	5.79E-09	5.55E-07
		6#北侧防护门外 30cm 处	1×10^3	4.03	3.69E-07	2.27E-05
		7#北侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	4.29	5.79E-09	3.15E-07
		8#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	1×10^3	3.64	7.72E-08	5.83E-06
		9#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	1×10^3	2.94	7.72E-08	8.93E-06
	透视	1#第一术者位（铅衣内）	1×10^3	0.8	4.08E-03	6.4

		1#第一术者位（铅衣外）	1×10^3	0.8	2.52E-02	39.4
		1#第一术者位（手部）	1×10^3	0.4	2.27E-02	141.9
		1#第二术者位（铅衣内）	1×10^3	1.5	2.52E-02	11.2
		2#东侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	3.21	2.46E-06	2.39E-04
		3#南侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	4.29	5.79E-09	3.15E-07
		4#西侧观察窗外 30cm 处	1×10^3	2.97	3.69E-07	4.18E-05
		5#西侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	3.23	5.79E-09	5.55E-07
		6#北侧防护门外 30cm 处	1×10^3	4.03	3.69E-07	2.27E-05
		7#北侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	4.29	5.79E-09	3.15E-07
		8#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	1×10^3	3.64	7.72E-08	5.83E-06
		9#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	1×10^3	2.94	7.72E-08	8.93E-06

③总辐射剂量率估算

根据表 11.2-4、11.2-5 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于表 11.2-6。

表11.2-6 各个预测点的总辐射剂量率

场所	工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	总辐射剂量率
			$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$
DSA 机房 三	减影	2#东侧防护墙外 30cm 处	1.64E-02	2.39E-04	1.66E-02
		3#南侧防护墙外 30cm 处	2.16E-05	3.15E-07	2.19E-05
		4#西侧观察窗外 30cm 处	2.87E-03	4.18E-05	2.91E-03
		5#西侧防护墙外 30cm 处	3.80E-05	5.55E-07	3.86E-05
		6#北侧防护门外 30cm 处	1.56E-03	2.27E-05	1.58E-03
		7#北侧防护墙外 30cm 处	2.16E-05	3.15E-07	2.19E-05
		8#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	3.99E-04	5.83E-06	4.05E-04
		9#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	6.12E-04	8.93E-06	6.21E-04
	透视	1#第一术者位（铅衣内）	13.1	6.4	19.5
		1#第一术者位（铅衣外）	81.0	39.4	120.4
		1#第一术者位（手部）	291.8	141.9	433.7
		1#第二术者位（铅衣内）	23.0	11.2	34.2
		2#东侧防护墙外 30cm 处	4.91E-04	2.39E-04	7.30E-04
		3#南侧防护墙外 30cm 处	6.47E-07	3.15E-07	9.62E-07
		4#西侧观察窗外 30cm 处	8.60E-05	4.18E-05	1.28E-04
		5#西侧防护墙外 30cm 处	1.14E-06	5.55E-07	1.70E-06
		6#北侧防护门外 30cm 处	4.67E-05	2.27E-05	6.94E-05

	7#北侧防护墙外 30cm 处	6.47E-07	3.15E-07	9.62E-07
	8#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	1.20E-05	5.83E-06	1.78E-05
	9#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	1.84E-05	8.93E-06	2.73E-05

由表 11.2-6 计算结果可知：透视工况下，第一术者位（铅衣内）总辐射剂量率为 19.5 μ Gy/h，第一术者位（铅衣外）总辐射剂量率为 120.4 μ Gy/h，第一术者位（手部）总辐射剂量率为 433.7 μ Gy/h，第二术者位（铅衣内）总辐射剂量率为 34.2 μ Gy/h。

减影工况下，控制室操作位的辐射剂量率为 2.91 $\times 10^{-3}$ μ Gy/h，机房外辐射剂量率最大为 1.66 $\times 10^{-2}$ μ Gy/h；透视工况下，控制室操作位的辐射剂量率为 1.28 $\times 10^{-4}$ μ Gy/h，机房外辐射剂量率最大 7.3 $\times 10^{-4}$ μ Gy/h。

结合区域辐射环境背景水平，可以得出本项目 DSA 射线装置在正常运行情况下，机房外控制室、四周防护墙外、楼上、楼下及防护门外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的标准限值（剂量换算系数，Sv/Gy，取 1）。

（2）工作人员及公众个人剂量估算

根据医院预计最大工作量保守假设，每间 DSA 机房每年最大手术量为 300 台，每台手术减影曝光时间取 0.5min，透视过程最大曝光时间取 20min，工作人员介入操作过程穿戴铅防护用品。本项目拟配置辐射工作人员 5 名，包括介入医师 2 人，护士 1 人，技师 2 人。

DSA 减影曝光时，技师位于控制台处操作，介入医护人员均回到控制室进行操作；DSA 透视曝光时，技师位于控制台处操作，介入医护人员在机房内近台同室操作。因此，本项目主要考虑透视模式下近台操作医生的受照剂量。

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 公式以及居留因子的选取，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$H_1 = H_0 \cdot T \cdot t \cdot l \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11.2-3})$$

式中：

H_1 —X 射线外照射有效剂量当量，mSv；

H_0 —X 射线束造成的空气比释动能率， μ Gy/h；

t —X 射线年照射时间，h/a；

l —剂量换算系数，对于光子，Sv/Gy 取 1。

T—居留因子，本项目居留因子取值参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198—2021）附录A，具体数值见表11.2-7。

表 11.2-7 不同场所的居留因子

场所	居留因子（T）		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、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2-1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8：各治疗室门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

本项目保护目标年有效剂量估算详见表11.2-8。

表11.2-8 本项目保护目标年有效剂量估算

场所	工作模式	保护目标	对应点位	对应点位辐射剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	年照射时间 h	居留因子	对应点位距离 m	年有效剂量 mSv
DSA 机房 三	减影	西侧控制室辐射工作人员	4#	2.91E-03	2.5	1	/	7.28E-06
		东侧急救外科楼工作人员及公众	2#	1.66E-02	2.5	1	4	2.59E-06
		南侧停车场公众	3#	2.19E-05	2.5	1/8	8	1.07E-10
		西南侧门诊内科楼工作人员及公众	4#	2.91E-03	2.5	1	32	7.10E-09
		西侧 120 急救中心工作人员及公众	4#	2.91E-03	2.5	1	23	1.38E-08
		北侧缓冲、患者走廊工作人员及公众	6#	2.19E-05	2.5	1/4	/	1.37E-08
		上层示教室工作人员	8#	4.05E-04	2.5	1/4	/	2.53E-07
		下层摄影室工作人员及公众	9#	6.21E-04	2.5	1	3	1.55E-06
	透视	第一术者位（铅衣内）	1#	19.5	100	1	/	1.95
		第一术者位（铅衣外）	1#	120.4	100	1	/	12.04
		第二术者位（铅衣内）	2#	34.2	100	1	/	3.42
		西侧控制室辐射工作人员	4#	1.28E-04	100	1	/	1.28E-05
		东侧急救外科楼工作人员及公众	2#	7.30E-04	100	1	4	4.56E-06
		南侧停车场公众	3#	9.62E-07	100	1/8	8	1.88E-10
		西南侧门诊内科楼工作人员及公众	4#	1.28E-04	100	1	32	1.25E-08
		西侧 120 急救中心工作人员及公众	4#	1.28E-04	100	1	23	2.42E-08
		北侧缓冲、患者走廊工作人员及公众	6#	6.94E-05	100	1/4	/	1.74E-06
		上层示教室工作人员	8#	1.78E-05	100	1/4	/	4.45E-07
		下层摄影室工作人员及公众	9#	2.73E-05	100	1	/	2.73E-06

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中对于介入放射工作人员穿戴铅围裙估算有效剂量的计算方法，采用公式 11.2-4 进行估算。

$$E=\alpha H_u+\beta H_o \quad (\text{式 } 11.2-4)$$

式中：

E ——有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 **0.84**；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 **0.100**；

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位：mSv；

H_o ——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位：mSv。

则第一手术位（身体）的受照的有效剂量为 2.85mSv/a。

各预测点位年有效剂量估算结果汇总于表11.2-9。

表11.2-9 职业人员及公众年有效剂量估算结果

场所	保护目标	减影 mSv/a	透视 mSv/a	年有效剂量 mSv	年剂量约束值 mSv
DSA 机房 三	介入医生*	7.28E-06	2.85	2.85	职业人员 5.0
	介入护士	7.28E-06	3.42	3.42	
	控制室辐射工作人员	7.28E-06	1.28E-05	2.01E-05	
	东侧急救外科楼工作人员及公众	2.59E-06	4.56E-06	7.16E-06	公众 0.1
	南侧停车场公众	1.07E-10	1.88E-10	2.95E-10	
	西南侧门诊内科楼工作人员及公众	7.10E-09	1.25E-08	1.96E-08	
	西侧 120 急救中心工作人员及公众	1.38E-08	2.42E-08	3.79E-08	
	北侧缓冲、患者走廊工作人员及公众	1.37E-08	1.74E-06	1.75E-06	
	上层示教室工作人员	2.53E-07	4.45E-07	6.98E-07	
	下层摄片室工作人员及公众	1.55E-06	2.73E-06	4.28E-06	
注：*DSA 在减影过程中，介入医护人员退回到控制室内，因此介入医护人员在减影模式下所受剂量与控制室人员相同。					

(3) 医生手部年当量剂量估算

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算DSA机房手术医生年皮肤当量剂量：

$$D_s = C_{ks} \times \dot{k} \times t \times 10^{-3} \quad (\text{式 } 11.2-5)$$

$$H = D_s W_R \quad (\text{式 } 11.2-6)$$

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化系数（Gy/ Gy）；

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

t ——人员累积年受照时间， h ；

H ——关注点的当量剂量， mSv ；

W_R ——辐射权重因子，X 射线取 1。

由表 11.2-6 可知，DSA 机房内手术医生在透视工况下手部所受的最大空气比释动能率为 $433.7\mu\text{Gy/h}$ ，本项目 DSA 可近似视为垂直入射，而且是 AP 入射方式，从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.5 可查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 $C_{ks}=1.156\text{mGy/mGy}$ ，人员累积年受照时间为 100h ，根据式 11.2-5 和 11.2-6 可以求得医生手术位手部皮肤受到的年当量剂量最大为 50.1mSv ，低于本环评要求的 125mSv 年当量剂量约束值。

（4）总结

由上述计算结果可知：本项目 DSA 射线装置在正常运行时，所致机房内职业人员年受照最大有效剂量为 3.42mSv ，控制室内职业人员年受照的最大有效剂量为 $2.01\times 10^{-5}\text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员要求的剂量限值 20mSv/a 和年剂量约束值 5mSv/a 的要求；医生手部受照的年当量剂量为 50.1mSv ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员四肢要求的剂量限值 500mSv/a 和当量剂量约束值 125mSv/a 的要求。公众人员受照的有效剂量最大为 $7.16\times 10^{-6}\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众要求的剂量限值 1mSv/a 和年剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。由此说明，本项目 DSA 装置机房的防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。

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

11.2.2 运营期水环境、固体废弃物、废气影响分析

（1）水环境影响分析

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水（ $125\text{m}^3/\text{a}$ ）和医疗废水（ $30\text{m}^3/\text{a}$ ）。产生的废水进入医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入昌吉市污水处理厂进行深度处理，对区域水体环境影响较小。

（2）大气环境影响分析

本项目 DSA 射线能量低，电离产生的臭氧和氮氧化物非常少，DSA 机房设置有通排风系统，以保持机房内良好的通风。机房内产生的臭氧和氮氧化物最终从医技楼楼顶排放，臭氧在 50 分钟后可自然分解，氮氧化物产生额只有臭氧的 1/3，本项目产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

（3）固体废弃物环境影响分析

①本项目开展介入手术每年总共产生医疗废物约 120kg。医疗废物采用专用容器分类收集后，转移至医院医疗垃圾暂存间暂存，按医疗废物执行转移联单制度，委托具有相关资质的单位处置。

②辐射工作人员会产生生活垃圾和办公垃圾约为 625kg/a。生活垃圾和办公垃圾由医院分类集中收集后，由当地环卫部门清运。

因此，本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

（4）声环境影响分析

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

11.3 辐射事故分析和防范措施

11.3.1 环境风险评价的目的

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

11.3.2 风险识别

本项目 DSA 属Ⅱ类射线装置，在运行时会产生 X 射线。根据 X 射线管工作原理，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）DSA 射线装置在运行时，由于安全连锁系统失效，人员误入或滞留在治疗机房内而造成误照射；

（2）DSA 射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关

人员误照射；

(3) DSA 射线装置工作状态下，没有关闭防护门造成人员误照射。

11.3.3 事故等级分析

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

(1) 事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号），辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11.3-1。

表 11.3-1 国务院令第 449 号辐射事故等级分级一览表

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

11.3.4 事故工况下辐射影响分析

(1) DSA 射线装置运行时，人员误入机房或尚未撤离机房发生误照射。

事故情景假设：

①装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入机房造成误照射；工作人员还未全部撤离治疗机房，控制室人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

②假定该人员在距靶 1m 处停留时间为 20min，未穿戴铅衣、铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品。

剂量估算：

根据前文分析，本项目 DSA 主束方向有成像板阻挡，因此人员在主束方向直接照射概率极小。在上述条件下，该误入人员所受剂量主要来自病人体表的散射辐射和设备泄漏辐射。根据上文式 11.2-1，透视模式下距病人体表 1m 处的散射辐射剂量率为 $2.06 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ ，DSA 距靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 $1.0 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ ，故距靶 1m 处的剂量率为 $3.06 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ 。计算得出术中误照人员受照剂量约为 1.02mGy/人次。

事故后果：

在上述事故情景假设条件下，受射线装置误照射人员年剂量已超过剂量限值，属于一般辐射事故。

(2) DSA 射线装置维修时，人员受意外照射。

事故情景假设：

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

②假定维护人员位于 X 射线主射束方向，距靶 1m 处，停留时间 20s，未穿戴铅衣、铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品。

剂量估算：

根据上述条件，以 DSA 的减影工况（电压为 90kV，电流为 500mA）条件下，距靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.35 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 估算，计算得出维护人员受照剂量为 0.75Gy/人次。

事故后果：

在上述事故情景假设条件下，受射线装置误照射人员年剂量已超过剂量限值，属于一般辐射事故。

11.3.5 事故预防措施

(1) 为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

- ①购置工作性能和防护条件均较好的 DSA 射线装置；
- ②工作中做好工作人员的个人防护；
- ③设备的维修由设备厂家专业人员进行，医院不得自行操作。维修人员进行操作时应做好个人防护工作并佩戴剂量报警装置。

(2) 对于上述可能发生的各种事故，医院除配齐、完善硬件外，也制定、补充和完善了相关制度，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立辐射安全质量管理委员会，组织管理医院的辐射安全工作。
- ②建立射线装置操作规程和安全规章制度，认真贯彻实施，并定期检查考核。
- ③制定辐射事故应急预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与应对措施，可减少放射性事故的发生率，从而保障项目正常运营和工作人员、公众的健康与安全。

11.3.6 事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，医院已制定辐射事故应急预案，并在辐射工作开展过程中定期进行演练，发现不足及时整改。同时医院已配置必要的应急装备、器材和应急资金。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

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

12.1.1 机构设置

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》相关要求，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，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与环境保护管理工作。

昌吉回族自治州人民医院已按要求成立了辐射安全质量管理委员会，全面负责医院的辐射安全管理及相关工作。该委员会明确了人员组成及相关职责并且涵盖了射线装置管理与使用等相关部门，故建设单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足环保管理工作的要求。

12.1.2 辐射工作人员管理

（1）职业健康检查情况

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

建设单位拟组织本项目新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并建立职业健康档案。

（2）辐射工作人员培训

建设单位拟组织本项目新增的辐射工作人员，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台，报名参加相应类别的核技术利用辐射安全与防护培训学习，并报名参加相应类别的考核，在取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格报告单后方可从事辐射工作。考核成绩单有效期为 5 年，届时应及时参加再培训。

（3）个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员配置个人剂量计。个人剂量计常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理。

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人监测档案应终生保存。建设单位

应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料应按年度进行整理、规范保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

12.1.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用射线装置的单位，应当对本单位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。年度评估报告应当包括：射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

昌吉回族自治州人民医院已按要求进行了辐射安全与防护状况评估，编制了《辐射安全与防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前上报至发证机关。本项目正式开展后，医院应将本项目射线装置纳入《辐射安全与防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前上报至发证机关。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，还应有完善的辐射应急措施”。

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和辐射防护的最优化，规范工作人员的操作规程，根据相关法律、法规、规范的要求，昌吉回族自治州人民医院已制定了《辐射事故应急预案》、《血管造影机（DSA）操作规程》、《电离辐射危害告知制度》、《自行检查制度》、《医疗照射质量保证方案及监测规范》、《放射人员培训制度》、《放射防护检测与评价制度》、《个人剂量监测制度》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理》、《X 光机操作规程》、《设备检修维护制度》、《放射防护监测计划》等综合规章管理制度。

昌吉回族自治州人民医院已制定的辐射防护相关管理办法与制度，内容较为全

面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院应认真落实各项规章制度，并根据本项目特点，对已制定的相关规章制度进行更新和完善。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院已配备 1 台 X-γ 辐射剂量率巡检仪，每个辐射工作人员均配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

12.3.2 监测计划

医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。

表12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA 机房	周围剂量当量率	1次/年	按照国家规定进行	DSA机房屏蔽墙外30cm处、顶棚上方距地面100cm处，楼下距地面170cm处、周围需要关注的监督区、防护门、门缝、观察窗、控制室操作位、手术位、电缆/空调/风管穿墙处等	委托监测
日常监测	DSA 机房	周围剂量当量率	1次/季度	按照国家规定进行		自行监测
验收监测	DSA 机房	周围剂量当量率	项目完成3个月内	按照国家规定进行		委托监测
个人剂量检测	/	个人剂量当量	不超过3个月	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托监测

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

12.4 竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）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。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为

提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过 12 个月。

12.5 辐射事故应急

12.5.1 应急预案的要求

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

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

12.5.2 医院现有应急预案存在的问题与不足

为了应对突发辐射事故，医院已按要求制定了《辐射事故应急预案》，并成立了辐射事故应急处理领导小组，负责医院辐射安全与防护的全面工作。

（1）医院既有辐射事故应急预案包括了下列内容：①应急机构和岗位职责；②适用范围；③事故分级；④事故处理；⑤事故报告。

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

- ①应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ②辐射事故应急响应措施；
- ③辐射事故的调查。

医院应当根据以上要求，完善事故应急预案相关内容，并及时在生态环境主管部门进行备案，在今后实施过程中，医院应根据国家新发布的相关法规内容，结合医院实际情况及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

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，使用放射

性同位素、射线装置单位应具备相应的条件，本项目建设单位从事辐射活动能力评价详见表 12.6-1。

表 12.6-1 本项目建设单位从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用I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	已成立辐射安全质量管理委员会
（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	医院拟安排本项目新增辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识培训及考核，取得合格成绩单后方可上岗
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备	不涉及
（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施	本项目拟按要求建设专用机房，实体屏蔽符合要求，拟设有急停开关和对讲系统，拟设有工作警示灯及电离辐射警告标志
（五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪	医院已配备 1 台 X-γ 辐射检测仪，并根据相关要求及工作需要配备工作人员使用的铅防护用品，根据要求为每名辐射工作人员配备个人剂量计
（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	已制订相关制度，需完善
（七）有完善的辐射事故应急措施	已制订辐射事故应急预案，需完善
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	不涉及

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

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

医院拟将医技楼二层（医技楼地上 5 层，地下 1 层）预留的胃肠机房改建为 1 间 DSA 机房及配套功能用房（DSA 机房三），并新购 1 台数字减影血管造影机（DSA）用于影像诊断和介入治疗。本项目拟购 DSA 型号为 Artis zee III ceiling，主束方向由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于Ⅱ类射线装置。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

本项目 DSA 机房东侧墙体采用 240mm 混凝土作为屏蔽材料，南侧、西侧、北侧墙体均采用 240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡防护涂料作为屏蔽材料，顶棚和地坪均采用 120mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料作为屏蔽材料，防护门均内衬 4mm 铅板，观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃，并拟配备个人防护用品。本项目 DSA 机房屏蔽防护及个人防护用品配置均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

本项目 DSA 机房控制室均拟张贴相应的规章制度和操作规程。DSA 机房门外均拟设电离辐射警告标志和醒目的工作状态指示灯，灯箱处均拟设警示语句；DSA 射线装置均设有急停开关，工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施。

医院在满足实际工作需要的基础上对工作人员及公众进行了必要的防护，减少了不必要的照射，根据理论计算分析结果，本项目拟采取的辐射防护措施符合辐射防护要求。

（2）辐射安全管理结论

医院已成立了辐射安全质量管理委员会，全面负责辐射安全与环境保护管理工作。医院制订的辐射事故应急预案与其他规章制度内容较全面、措施可行。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

医院现有从事使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员均取得由医院自行组织的辐射安全与防护培训合格成绩，并建立成绩档案；医院现有其他辐射工作人员均持有辐射安全培训合格证书或在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训后经考核合格取得合格成绩单，合格证书和成绩单均在有效期内。医院应组织辐射工作人员定

期复训。

医院对现有辐射工作人员进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托有相关资质的单位进行职业健康检查，建立职业健康档案。医院已经组织辐射工作人员进行身体健康检查，并建立了职业健康档案。医院应严格执行辐射工作人员健康管理制度，及时组织在岗辐射工作人员进行职业健康体检，完善职业健康档案。

医院现有辐射工作人员均配备了个人剂量计。每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，全院辐射工作人员年累积受照剂量均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 根据理论计算分析，本项目 DSA 机房四侧屏蔽墙体、防护门、观察窗外 30cm，顶棚上方距地面 100cm 处和楼下距地面 170cm 处辐射剂量率均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

(2) 经计算，本项目 DSA 职业人员和周围公众人员可能受到的最大年有效剂量均满足本次评价提出的 5mSv 和 0.1mSv 的年剂量约束值的要求；本项目介入医生手部可能受到的最大年当量剂量满足本环评提出的 125mSv 年当量剂量约束值的要求。

(3) 本项目电离产生的臭氧和氮氧化物额度非常低，废气经通排风系统排出机房外，臭氧 50 分钟后可自然分解为氧气，氮氧化物产生额只有臭氧的 1/3，DSA 产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

(4) 本项目辐射工作人员的生活污水和医疗废水进入医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入昌吉市污水处理厂进行深度处理。本项目对区域水体环境影响较小。

(5) 本项目产生的生活垃圾和办公垃圾由医院分类收集后，交当地环卫部门清运；医疗废物采用专用容器分类收集后，转移至医院医疗垃圾暂存间暂存，按医疗废物执行转移联单制度，委托具有相关资质的单位处置。本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

(6) 本项目噪声源主要为通排风噪声，设备选用低噪声设备，噪声源强一般小于 60dB（A），运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》

（GB12348-2008）2 类标准要求，对周围环境影响较小。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

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

（2）实践正当性分析结论

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。

（3）相关规划及选址合理性分析结论

本项目 DSA 选址于医技楼二层，DSA 机房及配套用房集中设置。拟建 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑、道路及内部停车场，无居民区、学校、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。根据环境影响预测分析结果，项目运营过程产生的电离辐射，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施后，对周围环境造成的辐射影响是可以接受的，因此本项目的选址是合理的。

（4）“三线一单”符合性结论

本项目位于“昌吉市建成区重点管控单元”，环境管控单元编码为 ZH65230120001，项目建设符合《昌吉回族自治州“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

（5）项目可行性结论

综上所述，昌吉回族自治州人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目的建设符合产业政策、实践正当性和“三线一单”的管控要求，选址合理合法；项目符合产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施

后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

医院应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。

13.2.2 承诺

（1）医院承诺按照相关法律法规要求严格履行环评制度、环保验收制度、辐射安全许可制度，加强环保档案管理，由专人或兼职人员负责。

（2）医院承诺严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。

（3）医院承诺加强辐射工作人员的管理，监督辐射工作人员防护用品的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、职业健康检查，并按要求建立和保管辐射工作人员档案。

（4）医院承诺制定完善各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。按照辐射事故应急预案处理和上报辐射事故，并及时将应急预案向生态环境主管部门备案。

（5）医院承诺严格执行辐射工作场所监测计划，发现问题及时整改。

（6）医院承诺本项目环评审批后，及时重新申领辐射安全许可证。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：		
经办人：	公章	
	年	月 日

审批意见：		
经办人：	公章	
	年	月 日