核技术利用建设项目

安宁市第一人民医院连然院区新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

环境影响报告表

(送审稿)

安宁市第一人民医院

2021年12月

生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 14
表 3 非密封放射性物质 14
表 4 射线装置 15
表 5 废弃物（重点是放射性废物） 16
表 6 评价依据 17
表 7 保护目标及评价标准 19
表 8 环境质量和辐射现状 22
表 9 项目工程分析与源项 26
表 10 辐射安全与防护 32
表 11 环境影响分析 41
表 12 辐射安全管理 58
表 13 结论与建议 66
表 14 审批 71

附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 医院总平面布置及外环境关系图

附图 3 本项目 DSA 机房改造前后平面布置图

附图 3 本项目 DSA 手术室所在楼层平面布置图

附图 4 本项目 DSA 上方区域平面布置图

附图 5 本项目 DSA 下方区域平面布置图

附图 6 本项目 DSA 两区划分示意图

附图 7 医护人员、病患、污物在 DSA 手术室内的运行线路图

附图 8 本项目 DSA 机房平面图及剖面图

附图 9 本项目 DSA 机房通排风管道平面图

附图 10 本项目 DSA 电缆沟平面布置图

附图 11 电缆沟穿墙示意图

附图 12 风管穿墙防护示意图

附件

附件 1 委托书

附件 2 事业单位法人证书

附件 3 辐射安全许可证

附件 4 医院主体工程环评批复

附件 5 辐射安全管理委员会

附件 6 辐射安全管理相关制度

附件 7 个人剂量检测报告

附件 8 培训合格证

附件 9 本底监测报告

附件 10 类比监测报告

附件 11 年度监测报告

附件 12 防护方案

附件 13 防护板检测报告

附件 14 参数说明

附件 15 名称变更文件

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">安宁市第一人民医院连然院区新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">安宁市第一人民医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td colspan="2">宋超</td><td>联系人</td><td colspan="3">李伟</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">安宁市金方街道望湖居民委员会钢河南路 2 号、安宁市连然街道金方社区中华路 58 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">安宁市连然街道金方社区中华路 58 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>1200</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>101.1</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">4.81%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">□新建　□改建　☑扩建　□其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□I　□II　□III　□IV　□V</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□I（医疗使用）　□II　□III　□IV　□V</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙　　□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□II　□III</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□II　□III</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II　□III</td></tr>
<tr><td>其它</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述

1 概述

安宁市第一人民医院是安宁市政府举办的公立医院，是集医疗教学、科研、预防、保健、康复、急救和社区卫生服务于一体的三级甲等综合医院，第二名称为“昆明市第四人民医院”。安宁市第一人民医院是由云南昆钢医院更名、并将安宁市人民医院整体划入而来，设有金方、连然两个院区。

金方院区（原云南昆钢医院）始建于 1962 年，是大理大学第七附属医院，楚雄医药高等专科学校非直属附属医院；助理全科医生培训基地。院区占地 100.87 亩，建筑面积 10 万余平方米，编制床位 830 张。

连然院区（原安宁市人民医院）始建于1941年，是安宁市妇女儿童医院、安宁市急救中心、昆明血液中心安宁市储血点。院区占地45亩，建筑面积40601平方米，编制床位499张。

安宁市第一人民医院现有职工1750人，高级职称215人。有24个职能科室、29个临床科室、12个医技医辅科室、1个分院、 1个社区卫生服务中心、5个社区卫生服务站、1个门诊、2个卫生所、1个医务室。有省级临床重点专科7个（医学影像科、疼痛科脊柱源性疼痛专业、急诊医学科、心血管内科、骨科、呼吸内科、消化内科）。

2021年5月“云南昆钢医院”更名为“安宁市第一人民医院”，“安宁市人民医院”划入安宁市第一人民医院。两家医院合并后，实施差异化发展，避免重复投资及无序竞争，更加有利于学科发展与人才引进，各项技术得到长足的进步，脊柱椎间盘介入手术位居省内前列，医学检验科2018年通过ISO15189认可，海扶刀治疗实体良、恶性肿瘤深受患者欢迎。胸腔镜肺癌根治术；脊柱、全髋、膝关节置换术；超声支气管镜检查、内科胸腔镜检查和治疗，硬质气管镜、气管支气管肿瘤消融、气管支气管狭窄介入治疗、气管支气管支架植入等；植物人脑起搏促醒，帕金森、癫痫SCS及Vns治疗；胰十二指肠切除、肝叶切除，胃癌、大肠癌根治术；心血管冠脉造影、支架植入、临时和永久起博器安装、血管栓塞，宫腔镜、腹腔镜、血管及非血管等微创介入手术等技术得到持续提升。感染性疾病科与精神心理卫生科在公共卫生应急处理工作中发挥了重要作用。

为更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，根据医院规划，医院拟将连然院区2号住院楼一楼药房改建为一间DSA机房及其配套用房，新增一台数字减影血管造影机（DSA），属于Ⅱ类射线装置。

为加强核技术应用医疗设备的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保相关医疗设备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》、《放射性同位素与射线装置防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价，编制环境影响评价文件。

根据中华人民共和国生态环境部第16号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目为“使用Ⅱ类射线装置”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）接受安宁市第一人民医院的委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技

术规范要求，编制完成《安宁市第一人民医院连然院区新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目环境影响报告表》。

2、建设项目概况

（1）项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：安宁市第一人民医院连然院区新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

建设地点：安宁市连然街道金方社区中华路 58 号

建设单位：安宁市第一人民医院

建设性质：新建

（2）建设规模

本项目拟将安宁市第一人民医院连然院区 2 号住院楼一楼药房改建为一间 DSA 机房及其配套用房，新增一台数字减影血管造影机（DSA），属于Ⅱ类射线装置。DSA 设备主要由 X 射线球管、高压发生器、探测器、C 型臂、导管床、操作台、影像增强器和电视摄像系统及图像处理系统等组成。目前医院 2 号住院楼一楼投入使用，DSA 手术室已完成设计，尚未进行防护装修。

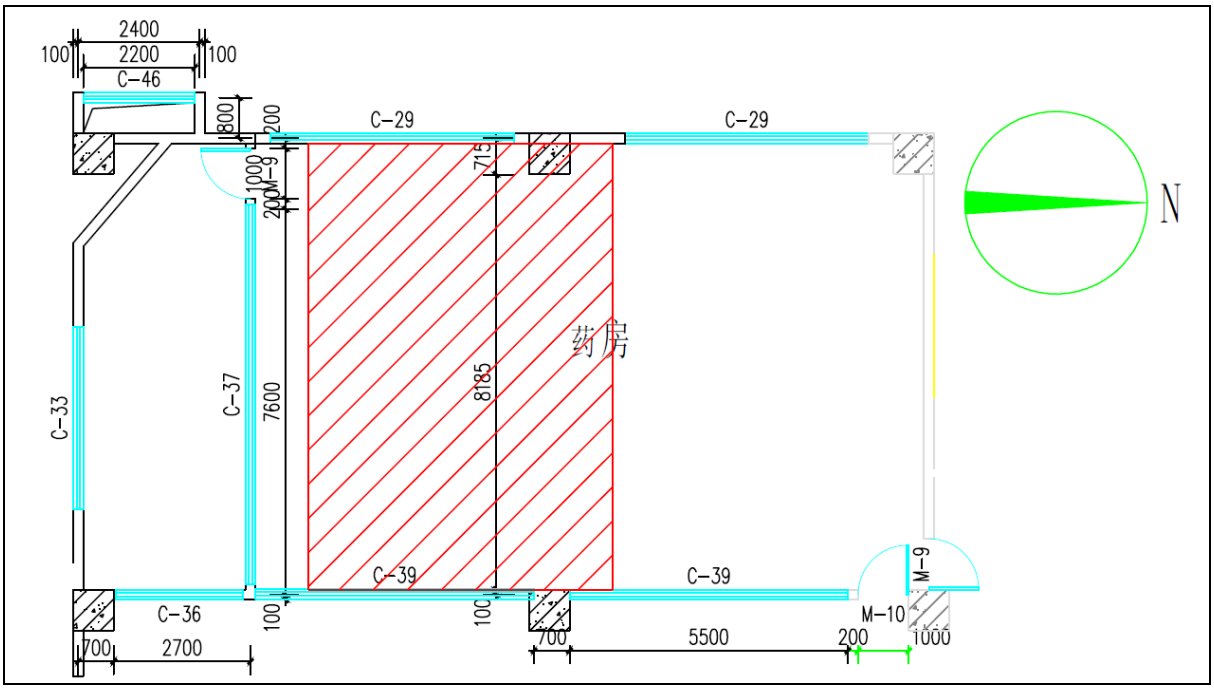


图 1-1DSA 机房拟建地现状图

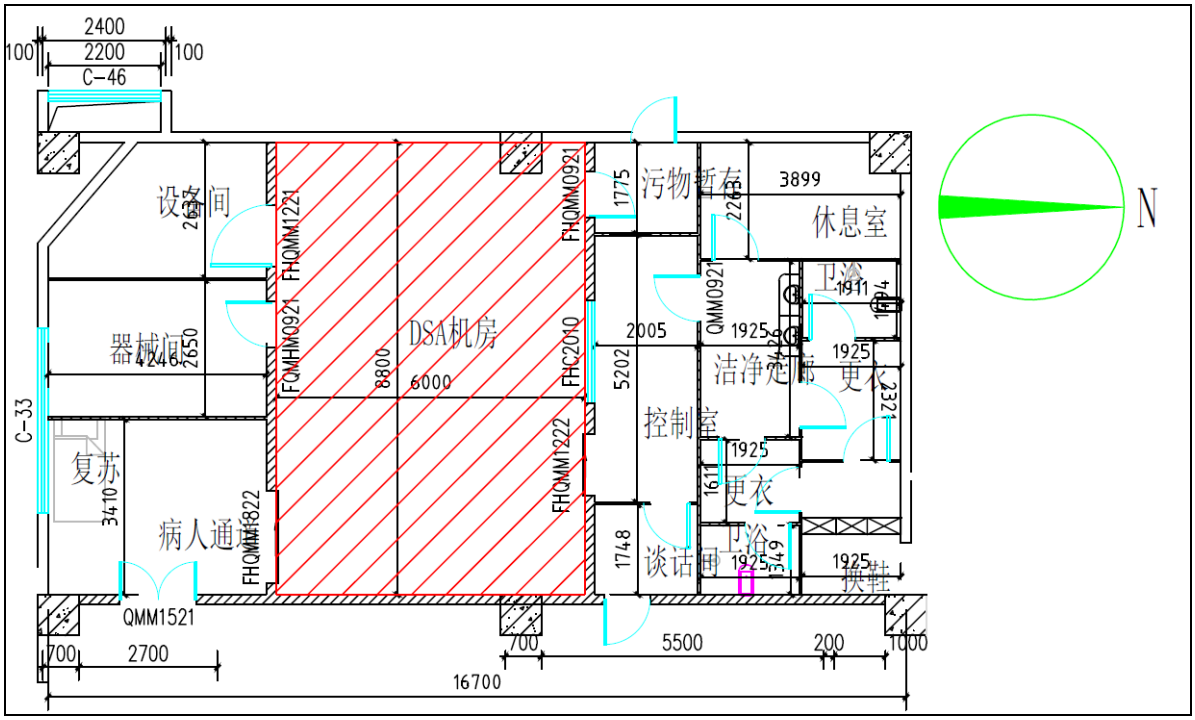


图 1-2 DSA 机房建成后平面图



图 1-3 项目现场图

射线装置工作场所建设内容见表 1-1。

表 1-1　项目射线装置建设内容表

装置名称	射线装置类别	射线装置数量（台）	工作场所名称	活动种类	备注
医用血管造影 X 射线系统（DSA）	II类	1	连然院区 2 号住院楼一楼 DSA 机房	使用	拟购

本项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2　项目组成及主要的环境问题表

名　称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	将安宁市第一人民医院连然院区 2 号住院楼一楼药房改建为一间 DSA 机房及其配套用房，新增一台数字减影血管造影机（DSA），属于Ⅱ类射线装置。 （1）新增 1 台 DSA 设备：由 X 射线球管、高压发生器、探测器、C 型臂、导管床、操作台、影像增强器和电视摄像系统及图像处理系统等组成。 （2）DSA 机房：有效面积为 52.8m^2（6m×8.8m）。 （3）控制室：面积：10.4m^2（5.2 m×2m）。	施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中的 X 射线、臭氧。	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物、医疗废水
辅助工程	更衣换鞋区、谈话间、洁净走廊、污物暂存间、设备间、器械间、病人通道。		/
公用工程	空调机房：通排风系统，排风量 300m^3/h。		/
环保工程	机房内设置医疗废物收集桶。		/
	DSA 机房电离辐射防护措施： 四面墙体：将现有墙体、吊顶及玻璃全部拆除，用金属龙骨焊接支撑架固定 12mm 防护板+3mm 铅板防护，相当于 4.3mm 铅当量；地面：在现 10cm 钢筋混凝土基础上粉刷 4cm 的硫酸钡防护涂料，相当于 4.75mm 铅当量；屋顶：在现 10cm 钢筋混凝土基础上，在楼板下方用金属龙骨焊接支撑架固定 12mm 防护板+2mm 铅板防护，相当于 4.47mm 铅当量；五道防护门均为内衬 4mm 铅板的铅门；观察窗为 20mm 厚铅玻璃，相当于 3.5mm 铅当量；送回风管道均从机房东侧大厅穿屏蔽墙进入机房，距 DSA 机房地板约 3m，穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 30cm；排风管道从西侧屏蔽墙穿墙出机房，距 DSA 机房地板约 3m，排至 2 号住院楼西侧，穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 30cm。DSA 机房内电缆沟从南侧斜向 45°穿过屏蔽墙进入设备间，从北侧斜向 45°穿过屏蔽墙进入进入控制室，电缆沟宽 25cm、深 8cm，电缆沟底部全部铺设一层 2mm 厚铅皮，穿墙位置从 DSA 机房 200mm 处至设备间和控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 2mm 厚铅皮，上方再用 5mm 厚钢板做盖板。		/
依托	依托医院已建成的配电、供电和通□系统等。	/	/

工程	生活污水、生活垃圾、医疗废水、医疗废物依托医院现有收集、处理设施处置。	/	/

（3）设备配置及主要技术参数

本项目设备配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目设备配置及主要技术参数

名称	规格（型号）	数量（台）	生产厂家	主要技术参数		主要曝光方向	年出束时间		用途	备注
				最大管电压（kV）	最大管电流（mA）		减影（h）	透视（h）		
医用血管造影 X 射线系统（DSA）	AZURION 7 M20	1	飞利浦	125	1000	由下向上	32.5	223.33	医疗诊断及介入治疗	拟购

（4）本项目 DSA 使用情况

本项目投入运行后，由放射科负责管理，心内科、放射科、神经外科、神经内科开展介入手术，预计年开展介入手术共约 1300 台，其中心内科年开展介入手术约 800 台，放射科年开展介入手术约 300 台，神经外科年开展介入手术约 100 台，神经内科开展介入手术约 100 台。本项目 DSA 使用情况分别见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 使用情况

科室	单台手术平均时间	单台手术平均曝光时间	年手术台数（台）	年出束时间（h）	
				透视	减影
心内科	40min	减影 1.5min 透视 10min	800	133.33	20
放射科	50 min	减影 1.5min 透视 10min	300	50	7.5
神经外科	60 min	减影 1.5min 透视 12min	100	20	2.5
神经内科	60min	减影 1.5min 透视 12min	100	20	2.5
合计			1300	223.33	32.5

表 1-5 本项目 DSA 实际运行工况一览表

设备型号		实际运行管电压（kV）	实际运行管电流（mA）
AZURION 7 M20 型医用血管造	减影	65-85	200-495

影 X 射线系统（DSA）	透视	60-75	4-12

3、工作人员及工作制度

本项目 DSA 由医院放射科负责管理和控制室操作，心内科、放射科、神经外科、神经内科开展介入手术，共有工作人员 17 人（其中心内科和放射科为原有辐射工作人员，神经外科和神经内科为新增辐射工作人员），人员安排见表 1-6。

表 1-6 本项目各科室工作人员一览表

科室	介入医生	护士	技师	备注
心内科	4	2	/	原有辐射工作人员
放射科	2	1	2	原有辐射工作人员
神经外科	2	1	/	新增辐射工作人员
神经内科	2	1	/	新增辐射工作人员
合计	17			/

根据医院提供的资料， 2 名介入医生和 1 名护士为一组进行介入手术，心内科分两组人员平均分配手术量进行介入手术，其余科室为一组人员进行手术。心内科和放射科人员为医院现有辐射工作人员，现使用连然院区医技楼一楼一台 DSA 进行介入手术，待本项目建成后，医技楼一楼 DSA 将转为备用设备，所有人员仅使用本项目 DSA，神经外科和神经内科人员从医院现有非辐射工作人员调配，为新增辐射工作人员。技师负责控制室操作，不进入机房，技师只操作本项目 DSA，不操作医院其他射线装置；护士仅负责造影剂的准备工作，不参与射线装置的工作，曝光时不在机房内停留；介入医生负责各自介入手术，不参与其他科室的介入手术。

所有辐射工作人员均实行白班单班制，年工作时间 250 天。

4、产业政策符合性

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

5、项目规划符合性

根据昆明市规划局文件，项目位于安宁市连然街道，医院属于公共卫生项目，项目用地属于公共管理与服务用地，且本项目不涉及新增用地，符合安宁市的建设发展规划及连然街道土地利用总体规划。

6、项目选址合理性与平面布置合理性分析

（1）安宁市第一人民医院连然院区北侧为华西路，西侧为华兴巷，南侧为中华路，东侧为人民路。院区建设 1 栋 5 层门诊大楼，1 栋 4 层医技楼，1 栋 13 层 2 号住院楼，1 栋 7 层 1 号住院楼，1 栋 3 层感染性疾病科，本项目位于安宁市第一人民医院连然院区 2 号住院楼一楼西南侧，2 号住院楼北侧为院内道路，南侧为院内道路，西侧为绿化区域，东侧为 1 号住院楼。院区周围无自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，本项目 50m 评价范围均在医院红线范围内，本项目 DSA 机房已进行了相应的辐射屏蔽防护设计，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。项目周边关系图见图 1-4。

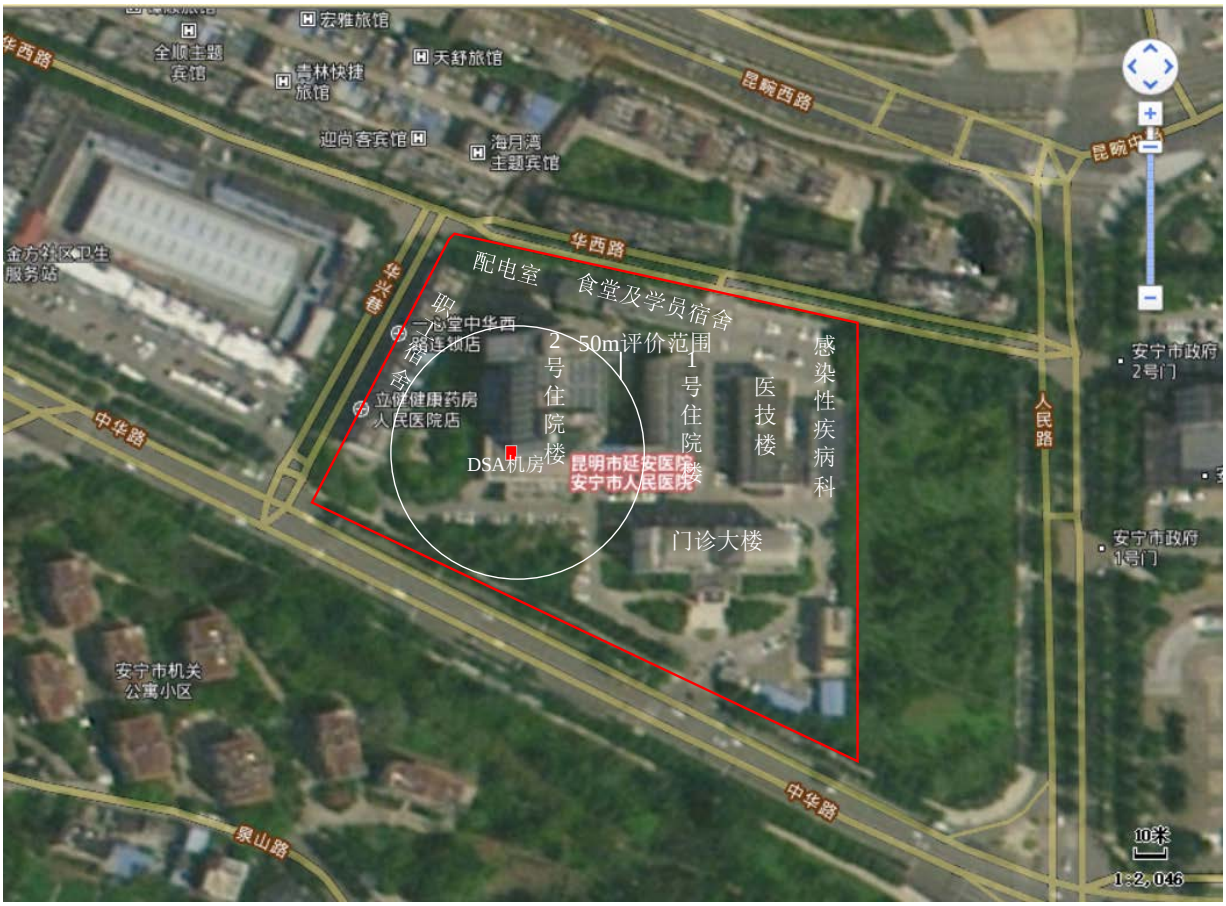


图 1-4 项目周边关系图

（2）平面布局合理性

本项目 DSA 机房位于 2 号住院楼一楼， DSA 机房北侧为谈话间、控制室、污物暂存间，西侧为过道，南侧为设备间、器械间、病人通道，东侧为大厅，机房正上方为 3 号会议室，正下方为库房、排风机房，四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室。

医生换鞋更衣后进入洁净走廊，然后控制室和 DSA 机房，患者通过病人通道缓冲后进入 DSA 机房，手术产生的污物通过污物暂存间运出 DSA 机房，医护通道、病患通道、污物通道单独设置，避免了不同人员交叉影响。同时，机房采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的，平面布置合理。

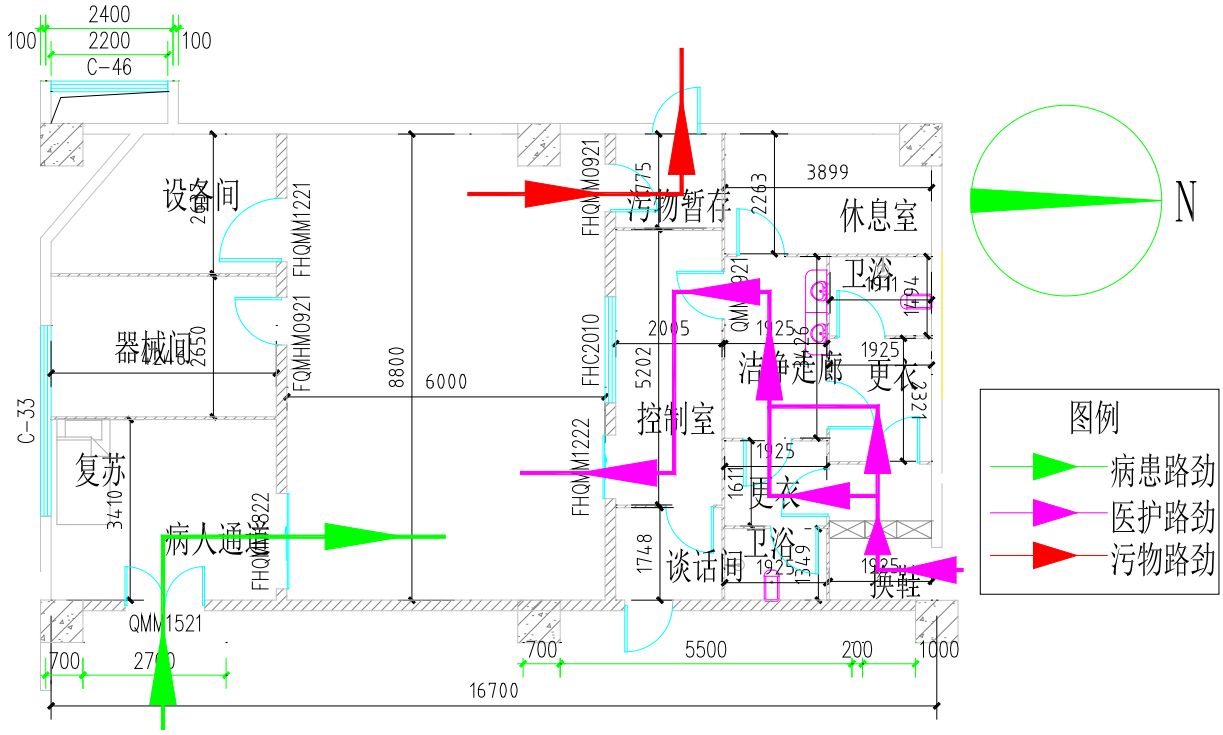


图 1-5 医护人员、患者、污物在 DSA 手术室内的运行线路图

综上所述，本项目总平面布置是合理的。

7、实践正当性分析

本项目在使用时患者、医生及周围的公众可能会受到一定的照射剂量，但是本项目的建设更能满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，而且项目建设采取了满足规范要求的辐射屏蔽措施，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合

实践“正当性”原则。

8、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

（1）辐射安全许可证许可核技术应用项目情况

安宁市人民医院于 2021 年 5 月整体划入云南昆钢医院，并更名为“安宁市第一人民医院”，安宁市第一人民医院下辖金方院区（原云南昆钢医院）和连然院区（原安宁市人民医院）两个院区，目前建设单位暂未对《辐射安全许可证》进行变更。其中金方院区于 2021 年 1 月 6 日取得云南省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（云环辐证[01339]），有效期至 2024 年 2 月 17 日，允许使用种类和范围为：使用碘-125 丙级非密封放射性物质工作场所，使用II类射线装置 2 台，使用III类射线装置 19 台，具体射线装置清单和非密封放射性物质用量详见表 1-7~表 1-8；连然院区于 2021 年 1 月 25 日取得昆明市生态环境局核发的《辐射安全许可证》（云环辐证[01335]），有效期至 2025 年 4 月 23 日，允许使用种类和范围为：使用II射线装置 1 台，使用III类射线装置 9 台，具体射线装置清单详见表 1-6。

表 1-6　连然院区现有射线装置一览表

序号	名称	型号	类别	使用场所	备注
1	东芝 X 射线血管造影系统	INFX-8000C	Ⅱ类	医技楼一楼放射科 DSA 室	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
2	东芝 Activion 16 螺旋 CT 机	TSX-031A	III类	医技楼一楼放射科 CT 二室	
3	X 射线乳腺机	MGU-1000A	III类	医技楼一楼放射科乳腺钼靶室	
4	X 射线数字摄影系统（DR）	Xplorer 1600	III类	医技楼一楼放射科摄片二室	
5	X 射线数字摄影系统（DR）	KD-1500	III类	医技楼一楼放射科摄片一室	
6	东芝数字胃肠机	东芝 600 型	III类	医技楼一楼放射科数字胃肠室	
7	移动式高频医用诊断 X 射线机	HM-32 型	III类	医技楼一楼放射科诊室 1 室	
8	牙科 X 射线机	YOU（M）	III类	门诊 6 楼口腔科诊室□室	
9	移动式 C 型臂 X 射线机	GE OEC 7900	III类	2 号住院楼 12 楼手术室 3 室	
10	东芝 Aquilion PRIME CT 机	Aquilion PRIME TSX-302A	III类	医技楼一楼放射科 CT 一室	

表 1-7　金方院区现有非密封放射性物质一览表

序号	核素	场所等级	工作场所名称	日等效最大操作量（贝克）	年最大用量（贝克）	活动种类	备注
1	I-125（粒子源）	丙级	医技中心一楼放射科	3.7E+6	1.184E+11	使用	已登记在辐射安全许可证上，正常使用

表 1-8　金方院区现有射线装置一览表

序号	名称	型号	类别	使用场所	备注
1	口腔 CT 机	Kavo 3D eXami	III	医技中心一楼放射科口腔摄片室	已登记在辐射安全许可证上，正常使用
2	数字减影 X 线机（DSA）	Axion MP	II	医技中心二楼介入手术室数字减影室一	
3	西门子螺旋 CT 机	Senstation 16	III	医技中心一楼放射科三诊室	
4	飞利浦螺旋 CT 机	Brilliance CT	III	医技中心一楼放射科四诊室	
5	体外冲击波碎石机（定位□）	HK.EFWL-VI	III	门诊楼二楼□尿外科体外震波室	
6	柯达 DR X 线机	DR-3000	III	门诊楼五楼体检中心 524 室	
7	西门子数字化 C 臂 X 线机	SIREMOBIL Compact L	III	医技中心二楼介入手术室 217 室	
8	西门子数字胃肠 X 线机	AXIOM Luminos dRF	III	医技中心一楼放射科一诊室	
9	西门子 DR X 线机	VX	III	医技中心一楼放射科三诊室	
10	乳腺钼靶 X 线机	GE Senographe DMR+	III	医技中心一楼放射科乳腺钼靶摄片室	
11	西门子数字减影 X 线机（DSA）	Artis zee III□Ceiling	II	医技中心二楼介入手术室数字减影室二	
12	骨密度检测仪	GE Prodigy	III	医技中心一楼放射科七诊室	
13	移动 G 型臂 X 射线机	DigiArc 100A	III	医技中心一楼放射科 220 室	
14	移动 C 型臂 X 射线机	SIREMOBIL Compact L	III	门诊楼五楼麻醉科手术室九	
15	体检车	E7252X	III	医技中心一楼放射科车房	
16	体检车	E7252X	III	医技中心一楼放射科车房	
17	移动 DR 机	DRX	III	医技中心一楼放射科	

		Rev□lut□on		104 室	
18	牙片机	ESX	III	医技中心三楼口腔科 329 室	
19	口腔全景 X 线机	Planmeca Proline XC	III	医技中心一楼放射科库房	
20	16 层螺旋 CT 机	Alexion□ TSX-034A	III	医技中心一楼放射科八诊室	
21	移动 C 型臂 X 光机	KD-C5100	III	门诊楼五楼麻醉科手术室九	

医院已有射线装置均履行了相关环保手续，从当地生态环境主管部门了解到，原有许可项目未发生过辐射污染事故，也没有相关环保投诉。

（2）经过对与本项目相关的医院辐射环境现状监测，本项目 DSA 拟建机房及周围环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 6.9×10^{-8}Gy/h ~8.7×10^{-8}Gy/h，与本次监测的医院背景值 9.6×10^{-8}Gy/h~10.4×10^{-8}Gy/h 水平相当，本项目现状水平属医院 X-γ 辐射正常水平。

（3）目前医院已有辐射工作人员 84 人（金方院区 52 人，连然院区 32 人），其中 75 人参加辐射安全与防护知识学习和考核，本项目 17 名辐射工作人员中 11 人为原有辐射工作人员，均参加了辐射安全与防护培训并取得培训合格证。医院应落实好培训计划，医院所有辐射工作人员应参加环保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。

（4）医院现已建成 300m^3/d 的污水处理站，采用 MBR 膜生物反应工艺处理。本项目产生的少量污水依托医院现有的 300m^3/d 的污水处理站处理达到《医疗机构水污染排放标准》（GBl8466-2005）表 2 中预处理标准后排入市政污水管网，最终排入安宁市城市污水处理厂进行处理，医院污水处理站处理污水尚有容量，本项目产生的少量污水能够依托污水处理站进行处理。

（5）医院现产生的各类医疗废物分区存放，委托云南正晓环保投资有限公司统一收集处置，生活垃圾委托环卫部门每天定期清运，项目产生少量生活垃圾和医疗废物可以依托医院主体工程进行处置。

（6）医院 2020 年委托有资质单位对医院在用核技术利用项目进行监测，根据监测结果，连然院区射线装置开机状态机房外围 X-γ 辐射剂量率最大测值为 0.27μGy/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的要求，根据监测报告结论，医院核技术利用项目的正常使用，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），满足环境控制目标

规定的职业照射和公众照射管理限值。建设单位每年 1 月份均对本单位的核技术利用项目的安全和防护状况进行了监测和评估工作，2020 年年度评估报告已提交昆明市生态环境局，评估结果均满足管理要求。

（7）安宁市第一人民医院为从事辐射工作职业人员均配备了个人剂量计，根据医院提供的个人剂量监测报告和年度评估报告，医院辐射工作人员个人剂量计定期送检，检测时没有个人剂量超标情况。

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，对其简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）	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	医用血管造影 X 射线系统（DSA）	II	1	AZURION 7 M20	125	1000	医疗诊断及介入治疗	连然院区 2 号住院楼一楼 DSA 机房	拟购
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废物）

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
--	--	--	--	--	--	--	--	--

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/m^3,；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l,或 Bq/kg，或 Bq/m^3)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

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 日实施）； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修改实施）； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； （4）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令第 709 号）； （5）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）； （6）《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）； （8）《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）； （9）《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）； （10）《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）； （11）《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环境保护部环发[2008]13 号）； （12）《生态环境部（国家核安全局）核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）； （13）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》； （14）《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006] 727 号）； （15）《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（云环通[2018]208 号）。
技术	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

标准	（3）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （4）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128—2019）； （5）（辐射环境监测技术规范）（HJ 61—2021）； （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （7）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）； （8）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； （9）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）； （10）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。
其他	（1）联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告； （2）《电离辐射剂量学》（李士骏 著）； （3）《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）； （4）《X 射线和γ射线防护手册》（苏森龄 著）； （6）建设单位提供资料； （6）《委托书》。

表 7　保护目标及评价标准

评价范围

本表为医院核技术应用的环境影响评价，项目主要影响人员是射线装置所在机房周围的职业工作人员和公众，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围为：DSA 所在机房屏蔽墙体四周向外延伸 50m 的区域。

保护目标

本项目位于连然院区 2 号住院楼一楼， DSA 机房北侧 50m 范围为控制室、污物暂存间、谈话间、休息室、洁净走廊、换鞋更衣区、3#楼梯、办公及后勤用房、供应室等，西侧 50m 范围为过道、绿化区域、院内道路、职工宿舍等，南侧 50m 范围为设备间、器械间、病人通道、复苏间、院内道路、绿化区域等，东侧 50m 范围为大厅、收费室、药房、2#楼梯、卫生间、消防通道、1 号住院楼等，正上方为 3 号会议室，正下方为库房、排风机房。根据该医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，确定本项目主要环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1　主要环境保护目标

保护名单		方位	位置	人数（人）	与射线装置最近距离（m）		保护要求（mSv/a）
					水平	垂直	
DSA 机房	职业人员	机房内	DSA 机房内	17	0.3	0	5
		机房北侧	控制室		3.3	0	
	公众	机房北侧	污物暂存间、谈话间、休息室、洁净走廊、换鞋更衣区、3#楼梯、办公及后勤用房、供应室等	30	3.3	0	0.25
		机房西侧	过道、绿化区域、院内道路、职工宿舍等	20	4.7	0	
		机房南侧	设备间、器械间、病人通道、	10	3.3	0	

			复苏间、院内道路、绿化区域等				
		机房东侧	大厅、收费室、药房、2#楼梯、卫生间、消防通道、1 号住院楼等	15	4.7	0	
		机房上方	3 号会议室	30	0	+4.6	
		机房下方	库房、排风机房	2	0	-4.6	

评价标准

7.1 环境质量标准

（1）环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；

（2）地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准；

（3）声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

7.2 污染物排放标准

（1）废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；

（2）废水：废水《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）（表 2 中预处理标准）及《污水排入城市下水道水质标准》（GB/T31962-2015）（表 1 中 A 级标准）；

（3）噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）各阶段标准限值；运营期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准。

7.3 辐射相关标准

1、管理限值

（1）国家标准限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，任何工作人员的职业照射不超过由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量 20mSv；第 B1.2 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。

（2）行政管理限值

根据《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示>的复函》（云环函[2006]727 号）中的规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一。

本次评价采用行政管理限值，即：

◇职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a；

◇公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

第 6.1.3 点 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；

第 6.1.5 点 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表 7-2 的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机□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 射线设备 b(含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5

备注：本项目射线装置属于单管头 X 射线机。

第 6.2.1 点 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

表 7-3 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（mm）	非有用线束方向铅当量（mm）
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

备注：本项目射线装置机房属于 C 形臂 X 射线设备机房。

第 6.3.1 点 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 μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

表 8　环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目位于昆明市安宁市连然街道金方社区中华路 58 号安宁市第一人民医院连然院区 2 号住院楼内，连然院区 2 号住院楼于 2009 年 10 月 21 日经原安宁市环境保护局行政许可（安环保[2009]232 号），目前项目已投入运行。由于本项目依托于医院主体工程的建设，且项目投运后对环境空气、地表水质量、声环境影响较小，只进行了简单现状调查。

1、地表水环境现状

项目所在地附近主要地表水体为螳螂川，根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》，螳螂川在项目附件水环境功能为工业、景观、农业用水，水质类别为Ⅳ类，地表水环境质量标准执行（GB3838-2002）《地表水环境质量标准》Ⅳ类标准，根据《2020 年度昆明市生态环境状况公报》，螳螂川在本项目附近的温泉大桥、富民大桥断面水质类别均为 Ⅴ 类，与 2019 年相比，水质类别均保持不变。本项目废水经医院污水处理站处理后排入市政污水管网，最终进入安宁市污水处理厂进行处理，不直接排放至水体，对水环境基本无影响。

2、环境空气现状

项目位于昆明市安宁市，环境空气质量功能区划为二类区，所在区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。根据《2020 年度昆明市生态环境状况公报》，2020 年，各县(市)区环境空气质量总体保持良好，全年环境空气质量均达到二级标准，与 2019 年相比，石林县、富民县、寻甸县、嵩明县、安宁市、宜良县和禄劝县环境空气质量均有不同程度改善。本项目区域空气环境质量能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

3、声环境质量现状

根据《2020 年度昆明市生态环境状况公报》，2020 年，安宁市区域环境昼间噪声平均等效声级为 47.3 分贝，与 2019 年相比，区域环境昼间噪声等效声级有所下降。近 5 年区域环境噪声总体保持平稳。

4、辐射现状

（1）监测方案

本次环评在进行现场调查期间，评价人员首先根据建设单位人员介绍，了解了本项目拟建地及周边环境状况，确立了本项目的监测方案。

监测环境：现场监测时，收集环境温度、环境湿度、天气状况等信息。监测对象：DSA手术室拟建地及周边辐射环境本底监测。监测因子： γ辐射空气吸收剂量率。监测布点见图8-1~图8-2。这些点位能够反映项目所在地辐射环境现状水平，监测点位布设合理。

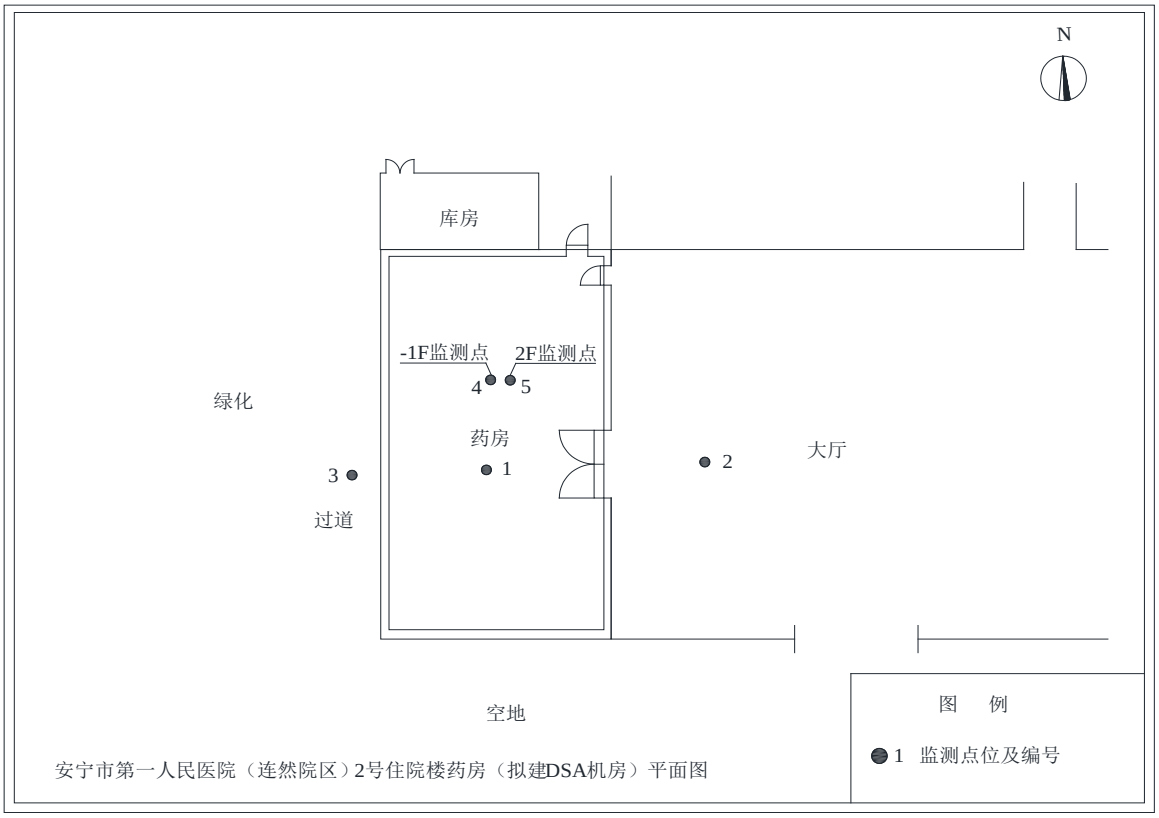


图8-1 拟建DSA手术室及周围γ辐射空气吸收剂量率监测点位图

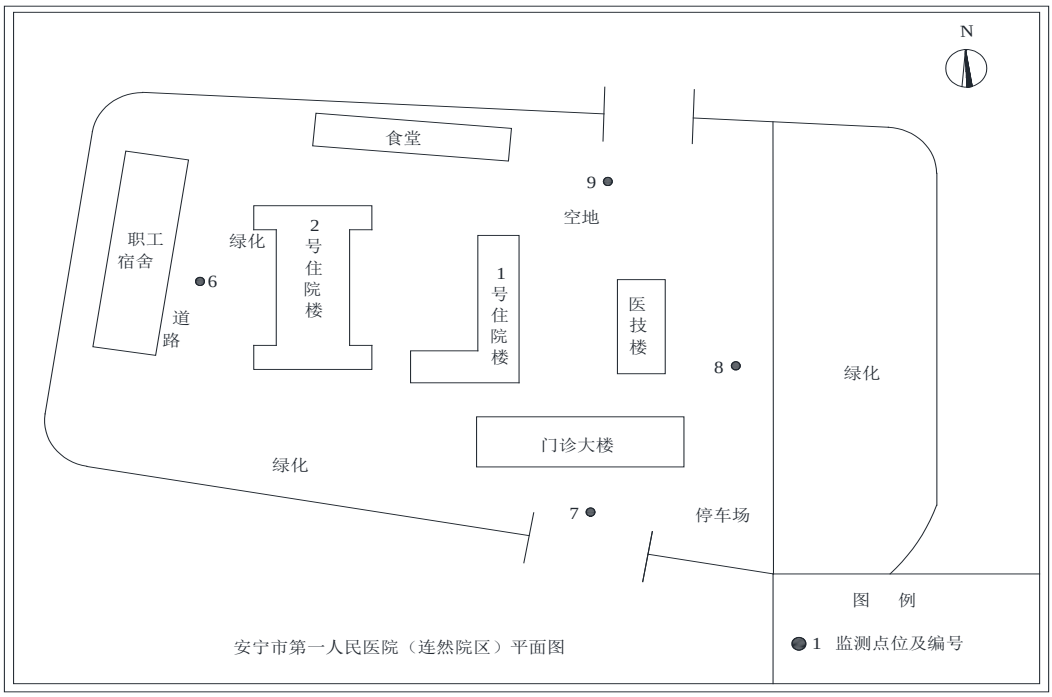


图 8-2 医院四周γ辐射空气吸收剂量率监测点位图

（2）监测质量保证措施

①本项目监测单位为四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心），取得了中国国家认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（CMA 认证），证书编号：160021181133。监测单位具备完整、有效的质量控制体系；

②根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），并参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

④监测仪器每年经计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑥根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性，每个测点连续测量 10 次，取平均值；

⑦建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

（3）辐射环境质量现状监测与评价

为掌握项目所在地 X-γ 辐射环境水平，四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）于 2021 年 11 月 6 日对本项目拟建工作场所及周围辐射环境进行了监测（监测报告见附件）。使用的监测仪器见表 8-1，监测结果列于表 8-2。现场监测时，环境温度：19℃~21℃；环境湿度：58%~60%；天气状况：晴。

表 8-1　γ 辐射空气吸收剂量率监测方法及监测仪器

项目	监测方法	方法来源	监测仪器
γ 辐射辐射剂量率	现场监测	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：97 能量响应范围：25keV ~3MeV 检定证书编号：检定字第 2021-91 号 检定单位：四川省核工业辐射测试防护设备计量检定站 检定日期：2021 年 03 月 26 日 有效日期：2022 年 03 月 25□

表 8-2　安宁市第一人民医院连然院区 DSA 机房拟建地及周围 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

编号	测量点位置	X-γ 辐射剂量率 ($\times10^{-8}$Gy/h)	标准差 ($\times10^{-8}$Gy/h)	备　注
1	药房（拟建 DSA 机房）室内	7.0	0.08	/
2	药房（拟建 DS□机房）东侧大厅	7.2	0.16	/
3	药房（拟建 DSA 机房）西侧过道	8.7	0.20	/
4	药房（拟建 DSA 机房）楼上 2F 3 号会议室	8.3	0.12	/
5	药房（拟建 DSA 机房）楼下-1F 库房	6.9	0□11	/
6	医院西侧院内道路	9.6	0.21□	背景参考点
7	医院南侧院内道路	10.2	0.22	
8	医院东侧院内道路	9.9	0.25	
9	医院北侧院内道路	10.4	0.15	

注：表中在进行环境 γ 辐射剂量率测量时，未扣除仪器对宇宙射线的响应部分。

从表 8-2 得出结论：安宁市第一人民医院 DSA 机房拟建地环境现状 γ 辐射空气吸收剂量率范围 6.9×10^{-8}Gy/h ~8.7×10^{-8}Gy/h，与本次监测的医院背景值 9.6×10^{-8}Gy/h~10.4×10^{-8}Gy/h 水平相当，属于医院正常 X-γ 辐射水平。

表 9　项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、施工期工艺分析

本项目 DSA 机房依托连然院区 2 号住院楼主体工程现有房间进行改建，目前主体工程已投入运行多年，无环境遗留问题。本次环评施工期主要评价内容为机房防护装修施工和设备安装调试。

环评要求：严格按照设计方案进行防护施工，隐蔽工程需留下影像资料，以备后期查验。

（1）装修施工的污染分析

墙体、吊顶及玻璃拆除：将原药房墙体、吊顶及窗户拆除，约产生 15m^3 的建筑垃圾，由施工单位清运至市政部门指定的建筑垃圾堆放场。

DSA 机房：四面墙体采用金属龙骨焊接支撑架固定 12mm 防护板+3mm 铅板防护，相当于 4.3mm 铅当量；地面在现 10cm 钢筋混凝土基础上粉刷 4cm 硫酸钡防护涂料，再找平后用 2mm 厚 PVC 地板胶装饰，相当于 4.75mm 铅当量；屋顶在现 10cm 钢筋混凝土基础上，在楼板下方用金属龙骨焊接支撑架固定 12mm 防护板+2mm 铅板防护，相当于 4.47mm 铅当量；五道防护门均为内衬 4mm 铅板的铅门；观察窗为 20mm 厚铅玻璃，相当于 3.5mm 铅当量。

防护门：所有防护门规格要求宽度=门洞宽度每边加 15cm，高度=门洞高度上加 10cm，病人专用通道防护铅门规格：1800×2200mm，医护人员防护铅门规格：1200×2200mm，污物通道防护铅门规格：900×2200mm，设备间防护铅门规格：1200×2200mm，器械间防护铅门规格：900×2200mm；防护门内部主要结构由钢骨架、大芯板、国标纯铅板材料（4mm 厚铅板）、防护粘合剂、抗氧化剂、不锈钢饰面板等组成，门扇底部采用防护铅胶条处理，密封地面缝隙，机房大移门与墙之间重叠 30cm（两侧各 15cm），高度高于门洞 10cm。

铅玻璃：铅玻璃规格为 1500 mm×950mm，防护铅玻璃厚度为 20mm，先在铅玻璃四周用大芯板保护，再用纯铅板向四周铺贴，并且要求机房内侧纯铅板向四周墙面外延伸不小于 10cm，铅玻璃与窗框间和窗框间与墙体间的缝隙必须用软铅填实，防止散射线从铅玻璃四周泄漏。窗框装饰面层为 1.0mm 厚优质发纹 304 不锈钢板。

本项目在装修施工阶段主要环境影响为扬尘、废水、噪声、废渣和装修废气等。本项目工程量小，时间短，本项目施工期会对周围声环境质量产生一定影响，但本项目工程量小，施工期短，通过作业时间控制，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。施工所产生的少量生活废水经医院污水处理系统排入城市污水处理管网，在建设施工中采取湿法作业，尽量降低扬尘对周围环境的影响。建设施工所产生的少量施工废渣和设备安装产生的包装废物送当地指定的建筑垃圾处置场。

（2）设备安装调试的污染分析

设备安装及调试阶段主要污染物是运输器械产生噪声及包装废弃物、电离辐射和臭氧。本项目设备的安装和调试应请设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。施工工序及产污见图 9-1。

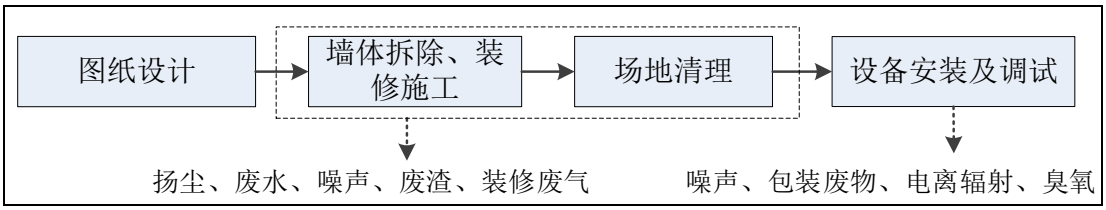


图 9-1　施工期施工工序及产污位置图

（3）工程进度

①墙体拆除、装修施工：2022 年 1 月~2022 年 1 月底，约 1 个月；

②设备安装、调试：2022 年 2 月，约一个星期。

2、运营期工艺分析

（1）工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

（2）设备组成

DSA 主要组成部分：X 射线球管、高压发生器、探测器、C 型臂、导管床、操作台、影像增强器和电视摄像系统及图像处理系统等。

（3）操作流程

本项目 DSA 主要进行介入手术。基本流程为：患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，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动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达（动脉后到达靶血管按规范顺序做好造影检查和治疗并留 X 线片记录）。在 X 射线透视下进行介入手术。手术完成后撤出导管，穿刺部位止血包扎。

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。操作医生在病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会采取脉冲透视方式，形成实时图像（不能自动保存，需进行手动操作进行保存，曝光时自动更新图像），此时操作医生位于铅帘和铅悬挂防护屏后身着铅服、铅帽、铅围脖在机房内对病人进行直接的介入手术操作。在进行介入手术治疗时，医生在 DSA 脉冲透视连续曝光下通过机房内显示屏清楚了解手术过程及病人情况。在手术过程中均会使用此操作，并且实际运行中该情况占绝大多数，因此，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作，操作人员通过铅玻璃观察窗以及电脑显示屏观察机房内病人情况，通过对讲系统与病人交流。

（4）产污流程

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，靶头可进行 180°垂直旋转。本项目 DSA 的主射方向为从下往上。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均用先进的数字减影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 诊治流程及产污环节如图 9-2 所示：

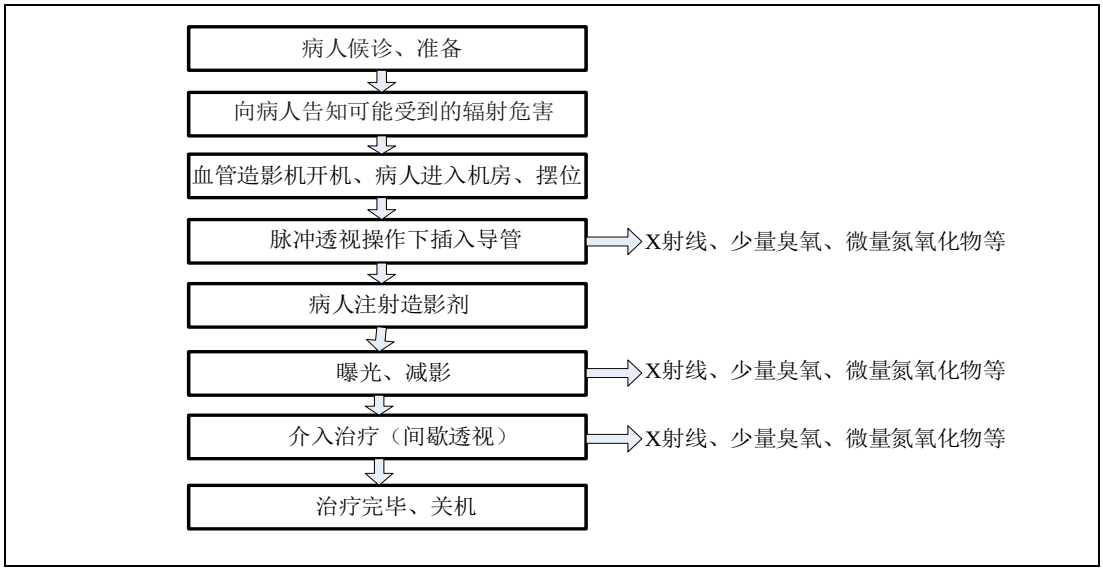


图 9-2　DSA 数字减影介入治疗流程及产污环节示意图

本项目使用的 X 射线装置（DSA）在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，产生微量臭氧、氮氧化物。

污染源项描述

1、正常工况下污染源分析

（1）X 射线：在 X 射线装置开机并曝光时产生 X 射线，X 射线属于非带电粒子，其能量与曝光时 X 射线管的管电压有关，具有较强的穿透性。人体受到 X 射线照射到一定量时会受到辐射损伤。因此 X 射线装置周围需要达到一定的辐射防护，以防止 X 射线泄露对医护人员及其他公众造成伤害。

（2）废气（臭氧、氮氧化物）：在 X 射线装置开机并曝光时，X 射线在穿过空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：

$$3O_2 \xrightarrow{X\text{射线}} 2O_3$$

$$O_2+N_2 \xrightarrow{X\text{射线}} 2NO$$

$$2NO+O_2 \xrightarrow{X\text{射线}} 2NO_2$$

本项目射线装置曝光时间很短，臭氧的产生量很少，氮氧化物的产生量比臭氧还少得多，故本项目只对臭氧进行分析。

（3）噪声：DSA 手术室空调机组运行时会产生噪声，位于设备间，噪声源强为 55dB。

（4）废水：本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生，医务工作人员工作时产生少量生活污水，介入手术、清洗器械产生少

量医疗废水。

（5）固体废弃物：医务工作人员工作时产生少量生活垃圾。介入手术产生少量纱布、手套等医疗废物。

2、事故情况污染源分析

本项目 DSA 装置是将电能转化成 X 射线能的诊疗设备，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，只有当设备开机时才会产生 X 射线，运行中存在着风险和潜在危害及事故隐患。在意外情况下，可能出现的辐射事故有以下几种：

（1）工作人员在防护门关闭前还未撤离机房启动设备曝光，造成相关人员误照。在机房和控制室之间设置有铅玻璃做的观察窗，在开机曝光前观察一下，或者用 DSA 手术室话筒进行提示，便可杜绝此类事故发生。

（2）在防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射，医务人员应严格按照操作程序进行操作，可以杜绝此类事故发生。

（3）铅门开关装置和报警系统发生故障，导致无关人员误入受到照射。

（4）进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射。为了避免此类事故的发生，要求医护人员介入手术室必须做好防护措施。

以上事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

3、项目主要污染物产生及预计排放情况

根据分析，本项目主要污染物的产生及预计排放见表 9-1。

表 9-1 项目主要污染物的产生及预计排放情况

类型 内容	排放源	污染物名称	处理前产生浓度及产生量	处理方式
大气污染物	DSA	臭氧、氮氧化物	微量	净化空调
水污染物	医务工作人员	生活污水	少量	依托医院现有污水处理设施处理
	介入手术、□洗器械	医疗废水	少量	依托医院现有污水处理站处理
固体废弃物	医务工作人员	生活垃圾	少量	统一收集，由当地环卫部门定期清运

	医用器具和药棉、纱布、手套等	医疗废物	□--	依托医院医□废物管理制度统一处置
噪声	空调	噪声	---	经建筑隔噪和距离衰减后，可达标排放
辐射	DSA	X 射线	---	本项目按照设计要求，在正常运行情况下，射线装置工作产生的 X 射线经墙体屏蔽和其他有效防护屏蔽后，所致职业和公众照射剂量当量可达到评价标准。

表 10　辐射安全与防护

项目安全设施

通过污染源分析可知，本项目运行期间产生的主要污染物为 X 射线以及空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物、手术过程中产生的医疗废物、工作人员产生的生活污水和生活垃圾。针对 X 射线污染，医院将采取以下相应的辐射防护措施：

1、工作区域管理

本次环评涉及的 DSA 位于连然院区 2 号住院楼一楼，DSA 机房北侧为谈话间、控制室、污物暂存间，西侧为过道，南侧为设备间、器械间、病人通道，东侧为大厅，机房正上方为 3 号会议室，正下方为库房、排风机房。

为了便于加强管理，切实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》（GB18871—2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制区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的指示。应用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本次环评中结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将DSA曝光室划为控制区，而设备的控制室划为监督区。控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；在监督区设立警告标识和标牌，仅允许患者和相关医生进入，其余无关人员均不得随意进入。本项目控制区和监督区划分情况见表10-1，分区划分示意图见下图10-1。

表 10-1 本项目控制区与和监督区划分情况

工作场所	控制区	监督区	备注

连然院区2号住院楼一楼DSA机房	DSA机房	控制室	控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。监督区范□内应限制无关人员进入。

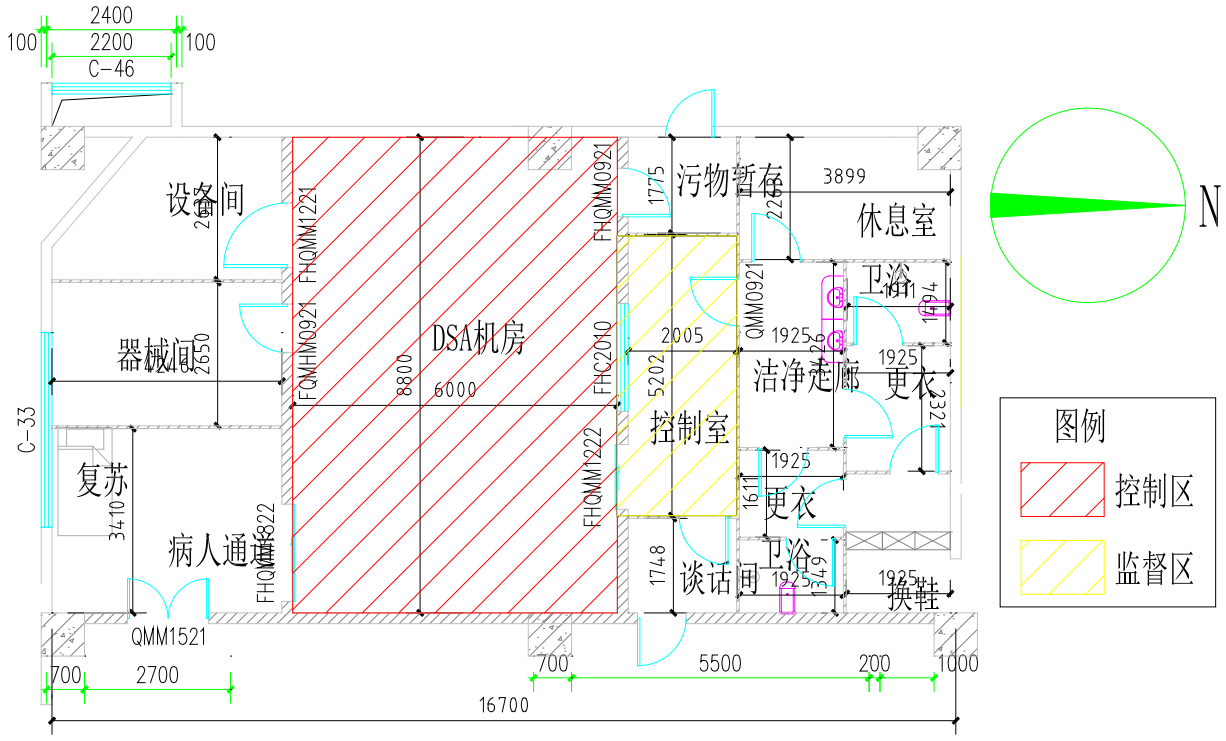


图 10-1　本项目 DSA 手术室两区划分示意图

两区划分采取的防治措施：控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；在监督区设立警告标识和标牌，仅允许患者和相关医生进入，其余无关人员均不得随意进入。

2、辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为X射线，对X射线的基本防护原则是减少照射时间、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。

（1）设备固有措施

本项目DSA从正规厂家购买，仪器本身采取了多种固有安全防护措施：

①本项目DSA装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

②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。

③采用光谱过滤技术：在X射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以多消除软X射线以及减少二次散射，优化有用X射线谱。设备已提供适应DSA不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。影像增强器前面已配置滤线栅，以减少散射影响。

④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。

⑤采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold，LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑥配备相应的表征剂量的指示装置：DSA设备已配备有能在线监测表征输出剂量的指示装置。

⑦配备辅助防护设施：DSA设备配备有铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护用品与设施，在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

（2） 辐射工作场所污染防治措施

1）屏蔽设计

本项目按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 X 射线设备机房屏蔽防护要求进行建设，1#DSA 手术室最小单边长度 6.0m， DSA 机房有效面积 52.8m^2，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积 20m^2，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

根据建设单位提供资料，本项目采取的各种防护材料中混凝土密度为 2.35g/m^3，铅板的密度为 11.3 g/m^3，防护板为 3.2g/cm^3，硫酸钡防护涂料密度为 3.2g/cm^3，本项目 DSA 手术室屏蔽设计情况见表 10-2。

表 10-2 本项目 DSA 手术室屏蔽设计情况

工作场所	墙体	屋顶	地面	防护门	观察窗	机房面积及□积
连然院区 2 号住院楼一楼 DSA 机房	金属龙骨焊接支撑架固定 12mm 防护板+3mm 铅板防护，相当于 4.3mm 铅当量	10cm 钢筋混凝土+12mm 防护板+2mm 铅板，相当于 4.47mm 铅当量	10cm 钢筋混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料，相当于 4.75mm 铅当量	五道防护门均为内衬 4mm 铅板的铅门	20mm 普通铅玻璃，相当于 3.5mm 铅当量	机房内长 6.0m、宽 8.8m，机房内使用面积 52.8m^2

注：根据建设单位和施工单位提供的资料，混凝土密度为 2.35g/m^3，铅板的密度为 11.3 g/m^3，防护板为 3.2g/cm^3，硫酸钡防护涂料密度为 3.2g/cm^3。混凝土根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量计算而来，管电压（有用线束）为 125kV 时，根据三个拟合参数计算得 10cm 混凝土相当于 1.17mm 铅。防护板和铅玻璃根据施工单位提供的检测

报告，32mm 厚防护板相当于 3.5mm 铅当量，则 12mm 厚防护板相当于 1.3mm 铅当量，20mm 厚铅玻璃相当于 3.5mm 铅当量。硫酸钡防护涂料根据《X 射线和γ射线防护手册》第 73 页表 10，保守按 150kV 条件进行铅当量换算，2cm 硫酸钡防护涂料相当于 1.79mm 铅，4 cm 硫酸钡防护涂料相当于 3.58mm 铅。

由表10-2可知，本项目DSA手术室的屏蔽防护及机房内使用面积、单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，机房设计合理。

根据建设单位提供资料，本项目射线装置场所拟采取措施有：①本项目射线装置场所四周及屋顶拟采用相应的屏蔽体对射线进行屏蔽，观察窗安装铅玻璃，机房通道处均安装铅防护门（机房墙体与门缝的的重叠部分大于 10 倍缝隙））。②在 DSA 床旁安装铅防护帘，在机头处安装铅悬挂防护屏，这些屏蔽体具有 0.5mmPb 的防护能力。③医生在手术室内操作时应身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，同时使用铅悬挂防护屏和床侧防护帘进行防护，这些防护用品均具有 0.5mm 铅当量，医生工作时实际受到两次防护，防护能力相当于 1mm 铅当量。④本项目从设备基座下方设置电缆沟（25cm 宽×8cm 深），DSA 机房电缆沟从南侧斜向 45°穿过屏蔽墙进入设备间，从北侧斜向 45°穿过屏蔽墙进入进入控制室，电缆沟宽 25cm、深 8cm，电缆沟底部全部铺设一层 2mm 厚铅皮，穿墙位置从 DSA 机房 200mm 处至设备间和控制室 200mm 处电缆沟顶部铺设一层 2mm 厚铅皮，上方再用 5mm 厚钢板做盖板，能够有效防止射线泄露，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能。⑤排风管道：机房排风管道从西侧屏蔽墙穿墙出机房，距 DSA 机房地板约 3m，排至 2 号住院楼西侧，穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 30cm；送回风管道：机房送回风管道均从机房东侧大厅穿屏蔽墙进入机房，距 DSA 机房地板约 3m，穿防护墙处采用“L”型布设，风管用 4mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm，风管与墙体交接处用 4mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 30cm。经过铅皮等防护措施处理后，能够有效防止射线直接从风管照射出机房。因此穿墙部分不影响墙体整体的防护性能和机房外的辐射水平。电缆沟和风管穿墙部分经铅皮等防护措施处理和多次杂散射后，对机房外的影响较小。

2）工作场所布局

本项目设计一个工作场所：DSA 机房，配套设计辅助用房有换鞋更衣室、洁净走廊、控制室、设备间、器械间、污物暂存间、苏醒间、病人通道等，DSA 机房用于安装 DSA 设备，进行介入手术，控制室为技师隔室操作 DSA 场所、护士短暂停留，设备间用于安装 DSA 辅助设备，器械间用于存放洁净手术器械，医生通换鞋更衣室后进入洁净区域，

病人通过病人通道床后进入洁净区，手术产生的污物暂存于污物暂存间，然后运出 DSA 机房，以免污染洁净区域 ，苏醒间用于麻醉病人术后复苏和观察，本项目 DSA 手术室相邻区域布局及功能详见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 手术室相邻区域布局及功能

工作场所名称	方位	名称	功能	备注
DSA 机房	机房北侧	控制室	技师隔室操作 DSA、护士短暂停留	/
		污物暂存间	暂存手术产生的污物	/
		谈话间	医生和病人家属谈话签字场所	/
	机房西侧	污物走廊	手术产生的废物从污□走廊运出 DSA 手术室，以免污染洁净区域	/
	机房南侧	设备间	安装 DSA 辅助设备	/
		器械间	存放洁净手术器械	
		病人通道	病人进入机房缓冲区	
	机房东侧	大厅	住院部大厅	
	机房正上方	3 号会议室	医院会议室	/
	机房正下方	库房	堆放物品	/
		排风机房	地下室排风机房	/

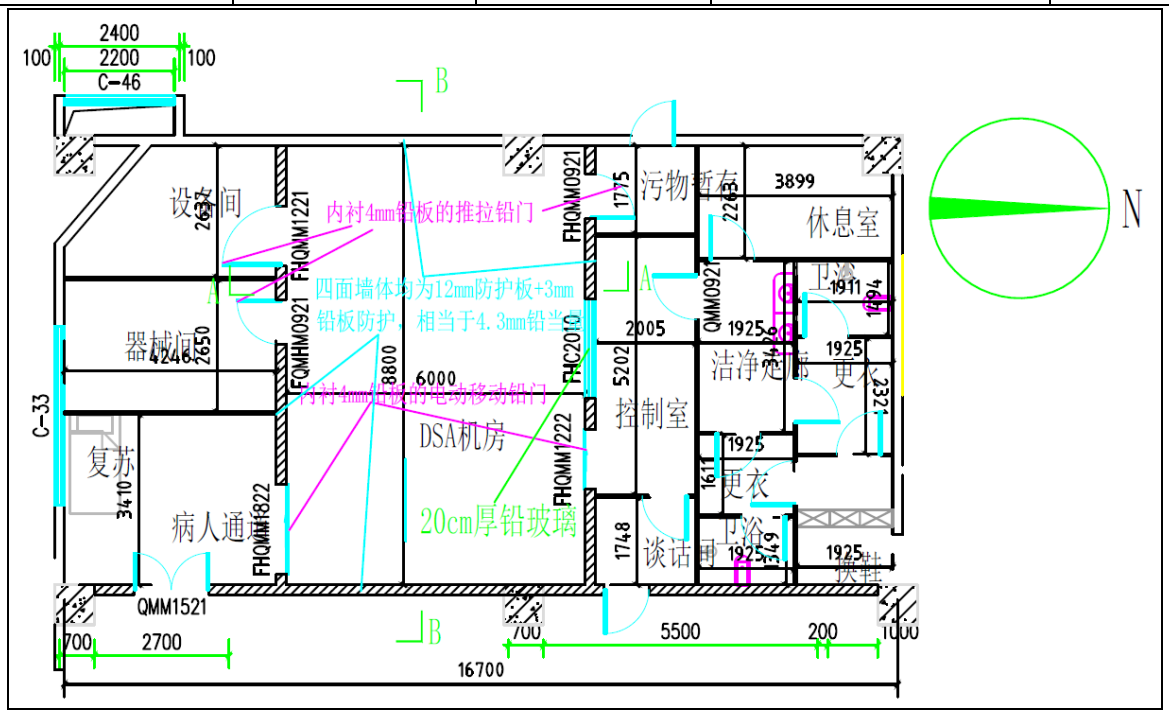


图 10-2 DSA 手术室平面布局图

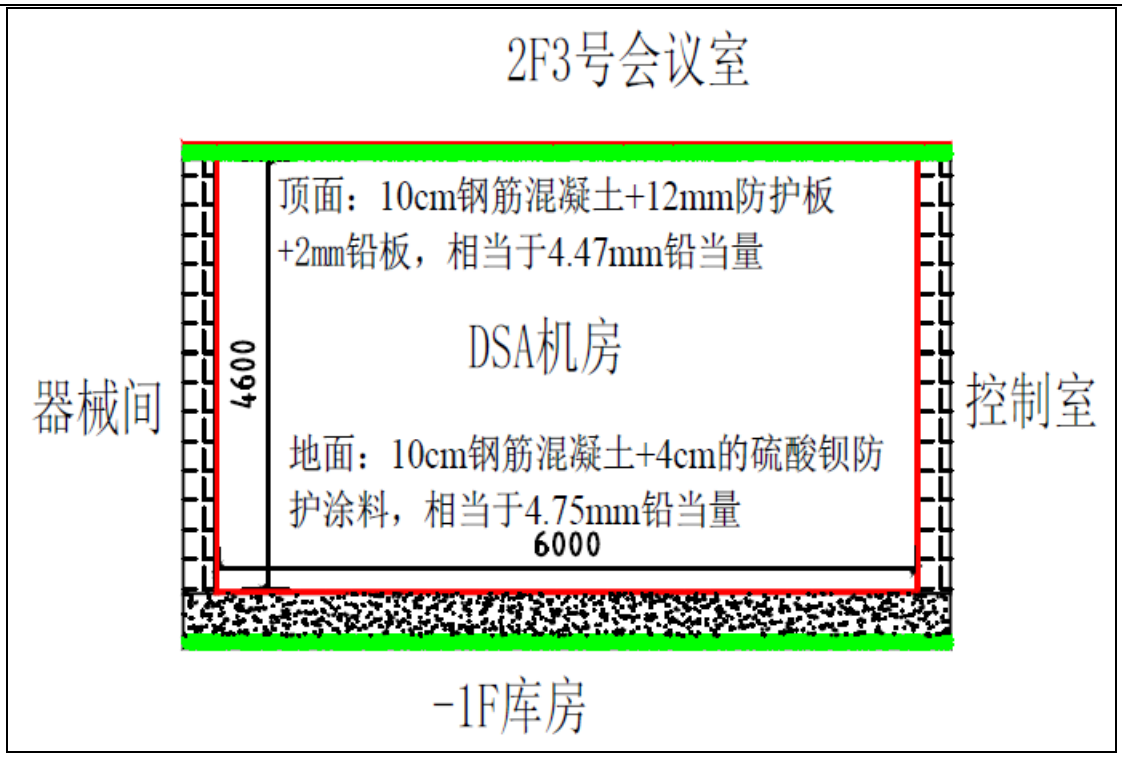


图 10-3 DSA 手术室 A-A 剖面图

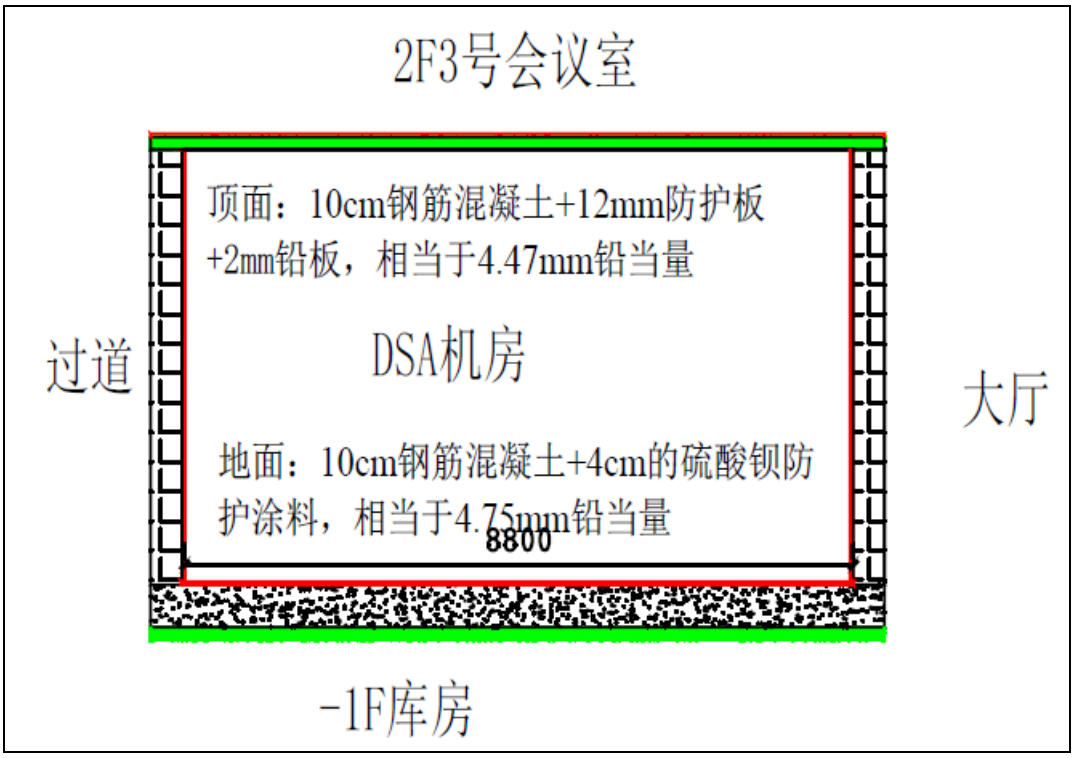


图 10-4DSA 手术室 B-B 剖面图

3）紧急停机按钮

建设单位拟在 DSA 控制台上、机房内诊疗床操作面板上均设置紧急停机按钮（各按钮与 X 线系统连接）。DSA 系统的 X 线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一紧

急停机按钮，均可停止 X 线系统出束。

4）门灯联锁装置、电离辐射警示标志

DSA 手术室入口、屏蔽门中部设置“当心电离辐射”警示标志，警示人们注意可能发生的危险。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，同时，工作状态指示灯能与机房门有效关联。当机房门开启时，警示灯熄灭，机房门关闭时，警示灯开启。

5）个人防护用品、监测仪器

防护用品：本项目拟为辐射工作人员配备铅衣 6 件、铅围脖 6 个、介入防护手套 2 套、铅眼镜 2 幅、铅帽 6 件，详见表 10-3。

表 10-3 个人防护用品配备表

放射检□类型	工作人员个人防护用品		
	GBZ130-2020 要求	拟设措施	是否满足要求
介入放射性工作	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	铅衣 6 件、铅围脖 6 个、介入防护手套 2 套、铅眼镜 2 幅、铅帽 6 件	满足

根据表 10-3，医院拟为工作人员配备的个人防护用品满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

监测仪器：为防止 DSA 操作人员被误照射，医院已配备购买 1 台便携式辐射监测仪和 4 台个人剂量报警仪，为每位辐射工作人员佩戴个人剂量计。

6）时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用 DSA 进行诊疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊疗方案，选择合理可行的射线照射参数，减少照射时间。

介入手术医生穿戴铅防护用品、佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪进入 DSA 手术室进行介入手术，产生紧急情况时，介入医生按下诊疗床上的紧急停机按钮或控制室人员按下控制室紧急停机按钮，停止 X 射线出束，不定期用便携式辐射监测仪对 DSA 手术室周围进行监测，发现异常，及时处理，减少对外围人员的照射。

3、环保设施及投资分析

为了保证医用射线装置应用项目工作安全持续开展，医院应投入一定资金建设必要的环保设施，配置监测仪器和个人防护用品。具体环保设施及投资见下表10-4。

今后在实践中应根据国家发布的法规内容，结合医院实际及时对需要增加的设施、设备作补充，使之更能满足实际需要。

表 10-4 医院环保投资估算一览表

类 别	设备、机房、人员	环保设施		投资金额（万元）	备注
		已有措施	拟设措施		
废气处理	DSA 手术室	--	1 套净化空调（新风量 1000m^3/h，排风量 300m^3/h）	1.5	--
电离辐射防护	辐射防护主体设施工程费用	--	机房墙体、铅门、铅玻璃、防护涂料、铅悬挂防护屏、床侧防护铅帘购买及安装施工	44	--
	专用防护设计	--	工作状态指示灯 1 套（病人铅门门头）、门灯连锁装置 1 套（病人铅门）、电离辐射警示标志 3 套（病人铅门、控制室铅门、污物通道铅门）、两区分划等	1	
	规章制度	已制定全套规章制度	规章制度上墙	0.1	--
	辐射安全与防护培训	11 人参加了辐射安全与防护培训并取得培训合格证	6人辐射工作人员参加辐射安全与防护的培训	--	--
个人防护用品	项目涉及设备	/	铅衣 6 件、铅围脖 6 个、介入防护手套 2 套、铅眼镜 2 幅、铅帽 6 件	6	--
监测仪器	项目涉及设备	便携式辐射监测仪 1 台，个人剂量报警仪 4 台，个人剂量计 11 个	个人剂量计 6 个	1	--
辐射项目竣工环境保护验收	--	--	竣工验收监测	4	--
事故应急	应急物资储备	--	辐射应急药品、监测设备、防护装备等应急物资储备及演练	6	--

合计	63.6	--

本项目总投资约 1200 万元，环保投资约 63.6 万元，占总投资的 5.3%。

三废的治理

1、废气治理措施

本项目介入手术室采用净化空调进行通排风，新风量 1000 m^3/h，排风量 300m^3/h，排风口位于 2 号住院楼西侧墙外， DSA 在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过净化空调排风机排至室外，经自然稀释后对周围环境影响不大。

2、废水治理措施

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院现有污水处理站进行处理。

3、固体废弃物治理措施

本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。

4、噪声治理措施

机房空调工作时将产生一定的噪声，空调机组设置减振垫、排风机设置减振吊架、送、回风均设微孔板消声器，通过距离衰减、墙体隔噪和降噪措施降噪后，对周围环境影响不大。

综上所述，医院针对 DSA 手术室产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1、装修施工的环境影响

本项目涉及的工作场所为安宁市第一人民医院连然院区 2 号住院楼一楼，主体工程已投入运行多年。本项目 DSA 手术室依托医院 2 号住院楼现有房间进行改建，目前尚未进行防护装修。本项目施工期主要是对建筑物内部装修及设备安装，产生污染物主要包括废气、废水、噪声及废弃的装修材料等。

（1）大气环境影响分析

机房在防护装修时，将产生少量的扬尘和废气，但这方面的影响仅局限在医院内部，在装修时采用“环保型”油漆及涂料，改造装修过程中加强通风，装修时保持场所清洁、湿润，将扬尘及废气的影响降至最低，对周围环境产生的影响可接受。

（2）声环境影响分析

DSA 手术室在装饰阶段产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准。尽量用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

（3）水环境影响分析

本项目施工期间，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水，可依托医院污水收集系统收集处理，经处理后污水进入城市污水管网，不会对周围水环境产生大的影响。

（4）固体废物

固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。

①生活垃圾

施工期生活垃圾产生量较小，应妥善处置，保持施工区环境的洁净卫生。生活垃圾采用垃圾箱集中收集后由当地环卫部门统一清运；并且在施工活动中，应严格禁止影响城市生态环境和随意抛洒垃圾的行为。

②建筑垃圾

项目产生建筑垃圾主要是建筑垃圾、一些包装袋、包装箱、碎木块、废水泥等。

首先对其中可回收利用部分进行回收，其次对建筑垃圾要定点堆放，由施工单位或承建单位与市政部门联系外运至指定的建筑垃圾堆放场。

本项目施工期较短，施工量不大，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

2、安装调试阶段环境影响分析

射线装置安装由厂家专业人员完成，医院不得自行拆卸、安装设备。设备安装调试时，确保各项屏蔽措施落实到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，操作人员必须持证上岗并采取足够安全的个人防护措施，人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响可接受。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是电离辐射污染,即 DSA 开机曝光时产生的 X 射线。

该项目 DSA 尚未安装，本次环评通过类比评价和理论预测相结合的评价方法进行辐射环境影响分析。

（1）类比可行性分析

本项目选取通海县人民医院主院区内妇产科儿科住院楼 2 楼 DSA 机房的 1 台飞利浦 UNIQ FD20 型 DSA 正常使用情况下的监测结果作为类比，主要从技术参数、机房屏蔽防护能力、安全防护措施、项目布局、三废排放等方面进行类比可行性分析。

1）DSA 主要技术参数的可行性分析

表 11-1　本项目 DSA 及类比 DSA 主要技术参数

设备名称	出束方向	设备主要技术参数		运行时最大管电压（kV）		运行时最大管电流（mA）		备注
		最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	减影	透视	减影	透视	
本项目 DSA	由下向上	125	1000	85	75	495	12	/
类比 DSA	由下向上	125	1250	85	75	495	12	/

由表 11-1 可知：本项目 DSA 的最大管电压与类比 DSA 相同、最大管电流小于类

比 DSA 相同；实际使用中减影能达到的最大管电压、最大管电流与类比 DSA 相同，透视能达到的最大管电压、最大管电流与类比 DSA 相同；故从技术参数上选取通海县人民医院 DSA 作为类比是可行的。

2）机房屏蔽防护能力及面积的类比可行性分析

表 11-2 本项目 DSA 手术室及类比 DSA 手术室主要技术参数

项目	本项目 DSA 机房室	类比 DSA 手术室	比较结果
机房四周墙体	12mm 防护板+3mm 铅板防护，相当于 4.3mm 铅当量	四面墙体均为20cm加气混凝土砌块+3.5mm铅当量的铅板相当于3.5mm 铅当量。	本项目较强
屋顶	10cm 钢筋混凝土+12mm 防护板+2mm 铅板，相当于 4.47mm 铅当量	屋顶为 12cm 厚混凝土+3cm 厚复合防护板吊顶，相当于 4.0mm 铅当量	本项目较强
地面	10cm 钢筋混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料，相当于 4.75mm 铅当量	地面为 12cm 厚混凝土+2cm 厚硫酸钡防护涂料，相当于 3.5mm 铅当量	本项目较强
防护铅门	五道防护门均为内衬 4mm 铅板的铅门	四扇防护门均为 3.5mm 铅当量的铅防护门	本项目较强
观察窗	20mm 普通铅玻璃，相当于 3.5mm 铅当量	观察窗为 20mm 厚铅玻璃，相当于 3.5mm 铅当量	相当
机房净空尺寸及面积	长 6.0m、宽 8.7m，机房内使用面积 52.8m^2	长 7.5m、宽 5.8m，机房面积 45.2m^2	本项目较大
操作位	铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，铅悬挂防护屏具有 0.5mm 铅当量防护水平。	铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，铅悬挂防护屏具有 0.5mm 铅当量防护水平	相当
三废排放及主要污染	电离辐射、臭氧	电离辐射、臭氧	相同
平面布局	控制室及配套用房紧挨机房布设	控制室及配套用房紧挨机房布设	相同

由表 11-2 可知，本项目 DSA 机房墙体、观察窗、防护铅门、屋顶、地面所具有的铅当量防护水平均大于类比 DSA 手术室，操作位所具有的铅当量防护水平与类比 DSA 手术室相当， DSA 手术室面积大于类比 DSA 手术室面积，平面布局相差不大，三废排放及主要污染相同，故从机房屏蔽情况、面积、平面布局和三废排放及主要污染上看，选取通海县人民医院 DSA 手术室作为类比是可行的。

3）安全防护措施类比可行性分析

表 11-3 本项目 DSA 机房及类比 DSA 安全防护措施一览表

序号	本项目 DSA 机房	类比 DSA 机房	比较结果
1	将控制室等划为监督区；将 DSA 机房划为控制区。	设置有明显的控制区与监督区标识牌及标线。将 DSA 检查室划为控制区，控制室划为监督区。	一致
2	DSA 机房患者通道防护门、控制室防护门外醒目位置拟设置电离辐射警示标志及中文警示说明；机房患者通道防护门、控制室防护门外顶部均安装有工作状态指示灯，防护门顶部安装有联锁装置，将防护门开关情况与工作状态指示灯有效联动，当防护门关闭后，联锁装置联动工作状态指示灯变亮，并灯箱内提示“射线有害，灯亮勿入”等字样，警示非工作人员不得入内，防止无关人员误入机房，导致误照射。	在 DSA 介入检查室各防护门中部设立“当心电离辐射”警示标志、门头安装工作状态警示灯，设置门灯连锁。	
3	建设单位拟在各 DSA 控制台上、机房内机器操作面板上均设置紧急停机按钮（各按钮与 X 线系统连接）。	在诊疗床操作面板和控制室操作台上各设计了 1 个紧急按钮。	一致
4	各 DSA 自带有铅屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘。	DSA 自带有铅玻璃屏蔽吊架、铅防护屏蔽挂帘。	一致
5	建设单位拟在各 DSA 手术室安装视频监控及对讲系统一套。	DSA 机房设置 1 套监视对讲装置，用于手术室的监视及对讲。	
6	拟为辐射工作人员配备铅衣 6 件、铅围脖 6 个、介入防护手套 2 套、铅眼镜 2 幅、铅帽 6 件	配备了 6 套铅防护用品，其中铅衣 6 件，铅围脖 6 个，2 副铅眼镜， 2 套介入防护手套，6 顶铅帽。	一致
7	个人剂量报警仪 4 个，1 台便携式辐射监测仪，每位辐射工作人员佩戴个人剂量计。	医院配备了 2 台个人剂量报警仪及 1 台 X-γ 辐射剂量率仪，每位辐射工作人员佩戴个人剂量计。	一致
8	每间 DSA 手术室各一套净化空调（新风量 1000m^3/h，排风量 300m^3/h）	DSA 机房内采用 1 套空调通排风系统。排风量 300m^3/h。	一致
9	医院已制定一套完整辐射安全管理制度，拟将相关辐射安全管理制度上墙。	一套完整辐射安全管理制度，并上墙。	一致
10	DSA 机房患者通道防护门设计有闭门装置。	DSA 机房患者通道防护门安装有闭门装置。	

由表 11-3 可知，类比 DSA 机房所设置的安全防护措施本项目 DSA 机房均配备，故从安全防护措施上看，选取通海县人民医院 DSA 作为类比是可行的。

4）项目布局类比可行性分析

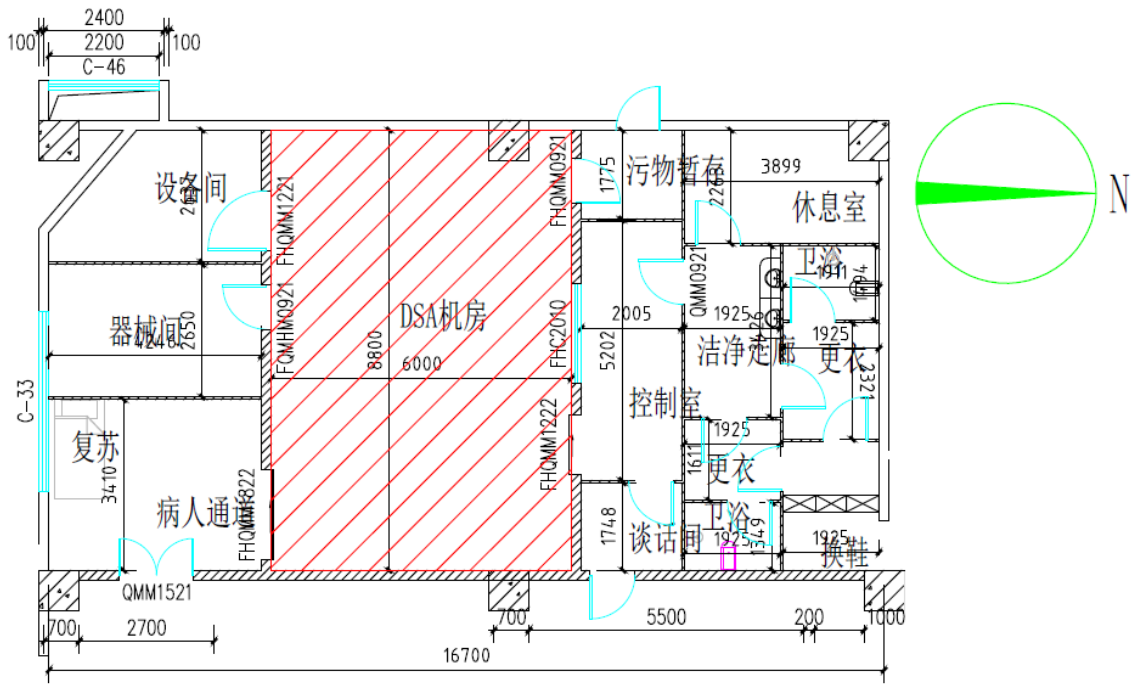


图 11-1 本项目 DSA 机房平面布局示意图

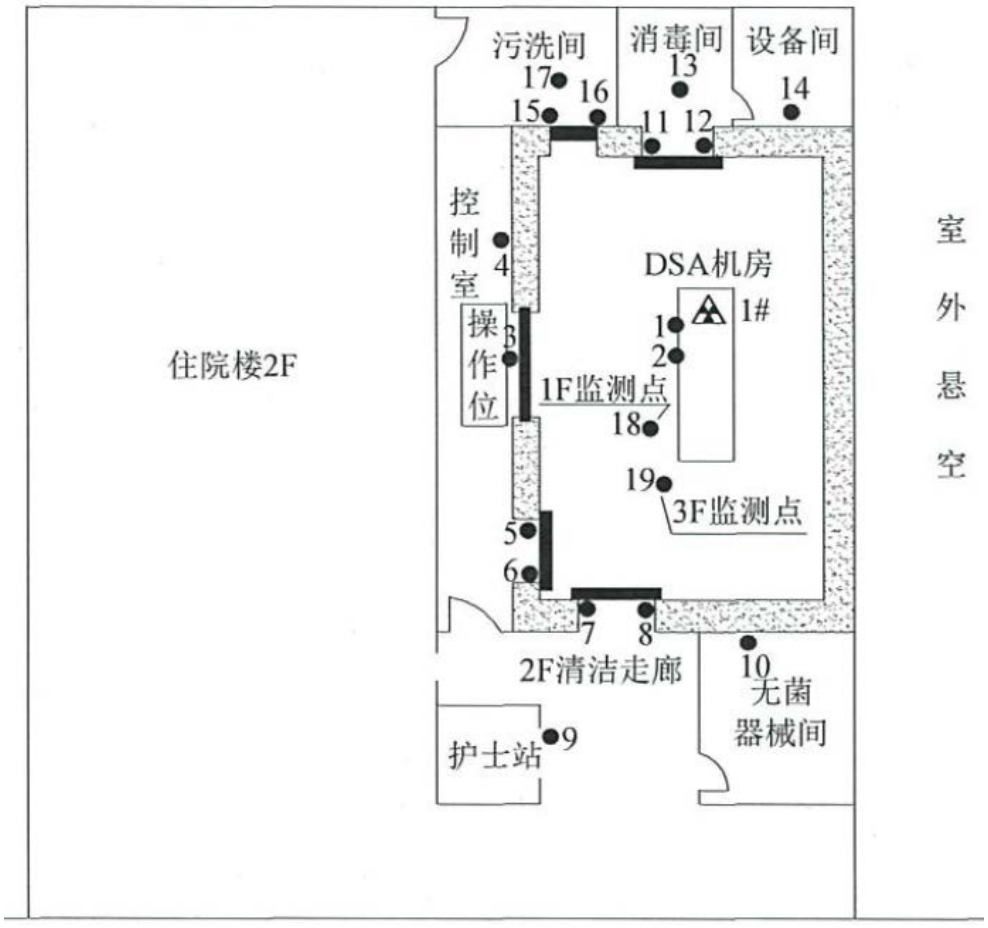


图 11-2 类比 DSA 机房平面布局

由图 11-1、图 11-2 可知，本项目 DSA 与类比 DSA 机房医护通道、病患通道、污物通道单独设置，控制室紧邻 DSA 机房，故从平面布局上来看，选取文山壮族苗族自治州人民医院 DSA 手术室作为类比是可行的。

5）三废排放类比可行性分析

表 11-4　本项目 DSA 及类比 DSA 三废排放情况一览表

污染物排放类型	本项目 DSA 三废排放情况	类比 DSA 三废排放情况	比较结果
废气	本项目 DSA 机房采用净化空调进行通排风，排风口位于门诊医技综合楼西侧墙外，本项目 DSA 工作时产生的臭氧经排风系统排至室外经自然稀释后对环境影响较小。	本项目运营期 DSA 工作时臭氧产生量较小，经机房内的空调系统进行通排风排至室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响很小。	均设置设置动力通风装置
废水	本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生。手术及医护人员产生的污水依托医院污水处理设施处置。	DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生，手术及医护人员产生的污水依托医院污水处理设施处置。	一致
固体废物	本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、一次性手套和废弃造影剂储存瓶等医疗废物，采用专门的收集容积集中收集后，依托医院主体工程的医疗废物处理设施处理收集，由当地医疗废物处理机构定期统一回收处理。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。	本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘内由病人带走，无废胶片产生。介入手术时产生的医用辅料暂存在 DSA 检查室中的垃圾桶，手术结束集中收集后转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物处理。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾由医院已有的垃圾箱集中收集后由环卫部门定期清运。	一致
噪声	本项目声环境影响主要是机房安装的空调工作时会产生一定的噪声，在距离衰减和墙体降噪后，其噪声值较小，医院在购置设备时已选购风量符合工作要求的成品，设备工作时噪声量也符合国家标准要求，因此，本项目不会对周围声环境产生明显影响	项目空调室外机噪声值较小，设备工作时噪声值符合国家标准要求，因此，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。	一致

由表 11-4 可知，本项目 DSA 与类比 DSA 在三废产生及排放一致，故从三废产生及排放上来看，选取通海县人民医院 DSA 作为类比是可行的。

综合考虑，本项目 DSA 对环境辐射影响可参照类比 DSA 正常运行时的监测数据。

（2）类比监测结果分析

2021 年 4 月 20 日，四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）

对通海县人民医院主院区内妇产科儿科住院楼 2 楼 DSA 进行了辐射环境监测，根据监测报告，我单位选取了与本项目有关的监测数据进行分析，监测结果见表 11-5。

表 11-5　类比 DSA 正常工况下机房周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果

测量点号	测量点位置		X-γ 辐射剂量率（nSv/h）	标准差（nSv/h）	备　注
1	机房内第一术者位（距球管 0.3m）	未曝光	79	1.9	透视：铅帘后，铅衣遮挡
		曝光	4300	100	
2	机房内第二术者位（距球管 0.8m）	未曝光	79	1.5	透视，铅衣遮挡
		曝光	3500	50	
3	机房西北墙铅窗外控制室操作位	未曝光	78	2.6	/
		曝光	82	3.0	减影
4	机房西北墙外控制室	未曝光	77	1.1	/
		曝光	90	1.2	减影
5	机房西北墙控制室铅门东北侧门缝	未曝光	81	2.2	/
		曝光	85	3.2	减影
6	机房西北墙控制室铅门西南侧门缝	未曝光	76	2.4	/
		曝光	86	1.5	减影
7	机房西南墙铅门（通 2F 清洁走廊）西北侧门缝	未曝光	81	2.1	/
		曝光	87	3.0	减影
8	机房西南墙铅门（通 2F 清洁走廊）东南侧门缝	未曝光	78	2.3	/
		曝光	90	3.0	减影
9	机房西南侧护士站	未曝光	79	2.6	/
		曝光	79	2.8	减影
10	机房西南墙外无菌器械间	未曝光	80	2.6	/
		曝光	88	2.9	减影
11	机房东北墙消毒间铅门西北侧门缝	未曝光	78	2.6	/
		曝光	94	2.3	减影
12	机房东北墙消毒间铅门东南侧门缝	未曝光	81	2.2	/
		曝光	94	0.5	减影
13	机房东北墙外消毒间	未曝光	80	3.6	/
		曝光	88	2.3	减影
14	机房东北墙外设备间	未曝光	84	3.3	/
		曝光	91	2.9	减影

15	机房东北墙污洗间铅门西北侧门缝	未曝光	80	2.5	/
		曝光	87	2.8	减影
16	机房东北墙污洗间铅门东南侧门缝	未曝光	78	1.7	/
		曝光	90	3.2	减影
17	机房北侧污洗间	未曝光	78	1.5	/
		曝光	83	1.5	减影
18	机房楼下 1F 非机动车停放区	未曝光	85	2.7	/
		曝光	87	0.4	减影
19	机房楼上 3F 接种室	未曝光	74	2.9	/
		曝光	81	2.7	减影

注：监测工况：减影：85kV，495mA，透视 75kV，11.6mA。

由表 11-5 可以看出：

①3#～21#监测点正常工况条件下曝光时 X-γ 辐射剂量率分布在 79nSv/h~94nSv/h 之间，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的要求。

根据“（1）类比可行性分析”，本项目采用通海县人民医院主院区内妇产科儿科住院楼 2 楼 DSA 机房的 1 台飞利浦 UNIQ FD20 型 DSA 进行类比是可行的。因此可根据类比 DSA 监测报告得出的 X-γ 辐射剂量率附加值，并因此可根据类比 DSA 监测报告得出的 X-γ 空气吸收剂量率附加值，并根据《实用辐射安全手册（第二版）》的公式，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$E = D \bullet t \bullet \sum W_T \bullet \sum W_R \quad \text{……（式 11-1）}$$

式中：*E*—人员受到的有效剂量，Sv/a；

D— X-γ 射线空气吸收剂量率附加值，Gy/h，Sv/h 与 Gy/h 换算保守取 1；

t—X-γ 年受照时间，h/a；

W_T—组织权重因数，全身为 1；

W_R—辐射权重因数，本项目 X 射线为 1。

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 由心内科、放射科、神经外科、神经内科使用，心内科使用本项目 DSA 年手术共 800 台，年减影出束时间为 20h，年透视出束时间为 133.33h，年总出束时间为 153.33h，两组人员平均分配手术量进行介入手术，一组人员年透视出束时间为 66.67h；神经内科使用本项目 DSA 年手术量为 100 台，为一

组人员进行介入手术，年减影出束时间为 2.5h，年透视出束时间为 20h，年总出束时间为 22.5h；放射科使用本项目 DSA 年手术量为 300 台，年减影出束时间为 7.5h，年透视出束时间为 50h，年总出束时间为 57.5h，为一组人员进行介入手术；神经外科使用本项目 DSA 年手术量为 100 台，年减影出束时间为 2.5h，年透视出束时间为 20h，年总出束时间为 22.5h，为一组人员进行介入手术。为更好地反应 DSA 运行时，对机房外围人员造成的剂量影响，本次评价保守按所有科室使用 DSA 年出束总时间 255.83h（223.33h+32.5h）来计算，对机房内医生的剂量影响，保守考虑，按单组医生操作 DSA 透视出束时间较长的心内科计算，即 66.67h。

对于居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。按上述条件，并根据类比 DSA 监测结果的 X-γ 辐射剂量率附加值计算得到本项目 DSA 对职业及公众人员所致年有效剂量见表 11-6。

表 11-6　本项目 DSA 所致年有效剂量

测量点号	测量点位置	对应本项目机房各点位	类别	居留因子	X-γ 辐射剂量率附加值（nSv/h）	时间（h）	年有效剂量（mSv/a）
1	机房内第一术者位（距球管 0.3m）	机房内第一术者位	职业人员	1	4221	66.67	2.81×10^{-1}
2	机房内第二术者位（距球管 0.8m）	机房内第二术者位	职业人员	1	3421		2.28×10^{-1}
3	机房西北墙铅窗外控制室操作位	DSA 机房北侧控制室操作位	职业人员	1	4	255.83	1.02×10^{-3}
4	机房西北墙外控制室	DSA 机房北侧控制室	职业人员	1	13		3.33×10^{-3}
5	机房西北墙控制室铅门东北侧门缝	DSA 机房北侧医生铅门西侧门缝	职业人员	1	4		1.02×10^{-3}
6	机房西北墙控制室铅门西南侧门缝	DSA 机房北侧医生铅门东侧门缝	职业人员	1	10		2.56×10^{-3}
7	机房西南墙铅门（通 2F 清洁走廊）西北侧门缝	DSA 机房南侧病人铅门西侧门缝	公众	1/4	6		3.84×10^{-4}
8	机房西南墙铅门（通 2F 清洁走廊）东南侧门缝	DSA 机房南侧病人铅门东侧门缝	公众	1/4	12		7.67×10^{-4}
9	机房西南侧护士站	/	/	/	0		/

10	机房西南墙外无菌器械间	DSA 机房南侧器械间	公众	1/4	8		5.12×10^{-4}
11	机房东北墙消毒间铅门西北侧门缝	DSA 机房南侧设备间西侧门缝	公众	1/4	16		1.02×10^{-3}
12	机房东北墙消毒间铅门东南侧门缝	DSA 机房南侧设备间东侧门缝	公众	1/4	13		8.31×10^{-4}
13	机房东北墙外消毒间	DSA 机房西侧墙外过道	公众	1/4	8		5.12×10^{-4}
14	机房东北墙外设备间	DSA 机房北侧墙外谈话间	公众	1	7		1.79×10^{-3}
15	机房东北墙污洗间铅门西北侧门缝	DSA 机房北侧污物铅门西侧门缝	公众	1/4	7		4.48×10^{-4}
16	机房东北墙污洗间铅门东南侧门缝	DSA 机房北侧污物铅门东侧门缝	公众	1/4	12		7.67×10^{-4}
17	机房北侧污洗间	DSA 机房东侧墙外大厅	公众	1/4	5		3.20×10^{-4}
18	机房楼下 1F 非机动车停放区	DSA 机房下方-1F 库房、排风机房	公众	1/4	2		1.28×10^{-4}
19	机房楼上 3F 接种室	DSA 机房上方 2F3 号会议室	公众	1	7		1.79×10^{-3}

由表 11-6 可知，经计算，DSA 正常工作时，职业人员的年有效剂量最大为 2.81×10^{-1}mSv/a，该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a，公众的年有效剂量最大为 1.79×10^{-3}mSv/a，该值低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。

叠加影响分析：

本项目 50m 评价范围内不涉及其他射线装置，无需考虑其他射线装置的叠加影响。

对主要环境保护目标的影响：

本项目评价范围不涉及其他射线装置；本项目屏蔽体外均设置了类比监测点位，已根据设备全年出束时间计算本项目临近保护目标的年有效剂量，由于随着距离的增加剂量随即衰减，本项目评价范围的环境保护目标小于机房相邻区域的辐射剂量，其年有效剂量估算值见表 11-7。

表 11-7　主要环境保护目标的年有效剂量估算一览表

保 护 名 单		方位	位置	年有效剂量（mSv/a）	保护要求
DSA 机房	职业人员	机房内	1#DSA 手术室内	2.81×10^{-1}	5mSv/a
		机房北侧	控制室	3.33×10^{-3}	
	公众	机房北侧	污物暂存间、谈话间、休息室、洁净走廊、换鞋更衣区、3#楼梯、办公及后勤用房、供应室等	1.79×10^{-3}	0.25 mSv/a
		机房西侧	过道、绿化区域、院内道路、职工宿舍等	5.12×10^{-4}	
		机房南侧	设备间、器械间、病人通道、复苏间、院内道路、绿化区域等	1.02×10^{-3}	
		机房东侧	大厅、收费室、药房、2#楼梯、卫生间、消防通道、1号住院楼等	3.20×10^{-4}	
		机房上方	3 号会议室	1.79×10^{-3}	
		机房下方	库房、排风机房	1.28×10^{-4}	

根据表 11-7 有效剂量估算结果，本项目运行后对机房周围公众造成的最大附加剂量为 1.79×10^{-3}mSv/a，满足公众年有效剂量低于 0.25mSv 的管理限值要求；对职业人员造成的最大附加剂量为 2.81×10^{-1}mSv/a，满足职业人员年有效剂量低于 5mSv 的管理限值要求。

综上，经机房实体屏蔽防护后，本项目投入使用后对评价范围（50m）内环境保护目标环境影响较小。

（2）理论预测本项目 DSA 对介入医生的影响

由于监测数据无法完全反映出介入手术过程中曝光室内辐射环境状况，所以采用模式预测进行脉冲透视情况下辐射环境影响分析。

预测选用李士骏编著的《电离辐射剂量学》中的估算方法预测分析 DSA 对介入手术室内工作人员的辐射剂量，估算模式如下：

$$\dot{X} = I \cdot t \cdot v_{ro} \cdot (\frac{r_o}{r})^2 \cdot f \qquad （式 2）$$

$$D = 8.73\times10^{-3}\dot{X} \qquad （式 3）$$

$$H=\mu\times D \qquad （式 4）$$

式中：

$\dot{X}$：离射线装置 rm 处产生的照射量，R；

D：离射线装置 rm 处产生的空气吸收剂量，Gy；

I ：管电流（mA）或平均电子束流（μA）；

v_{r0} ：在给定的管电压和射线过滤情况下，距射线装置 r_om（r_o＝1m）处，由单位管电流（1mA）造成的照射量率，$R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$；

f ：防护材料对 X 射线的减弱因子，无量纲；

t ：介入性血管造影的累计出束时间，min。

μ：转换因子，此处取 1

H：有效剂量，Sv。

预测参数选取：①根据医院提供资料，透视操作最大管电压为 **75kV**、管电流为 **12mA**，第一术者位医生操作位置距离主射束距离 r 约**为 0.3m**，第二术者位医生操作位置距离主射束距离 r 约**为 1m**。DSA 过滤板采用 3mmAl，据此查得 $\boldsymbol{v_{r0}}$ **= 0.48R·mA^{-1}·min^{-1}**（查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）236 页，图 4.4c）。②第一术者位医生和第二术者位医生在手术室内操作时身穿铅衣、戴铅围脖，同时第一术者位医生使用铅帘加铅玻璃进行防护，这些防护用品均为 0.5mm 铅当量，第一术者位医生工作时实际受到了两次防护，防护能力相当于 **1mm 铅当量**，第二术者位医生工作时实际只受到了一次防护，防护能力相当于 **0.5mm 铅当量**。查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）图 10.5e，75kV 时（本项目保守考虑），1mmPb 对 X 射线的**减弱因子 f = 0.001，0.5mm** Pb 对 X 射线的**减弱因子 f = 0.01**。由于医生处于射线非主射束方向，因此照射量率取**主射束方向的 1‰**。

根据以上公式及参数，经估算，各科室手术医生受到的有效剂量见表 11-8。

表 11-8　本项目 DSA 所致操作医生年有效剂量

科室	年手术量(台)	年透视时间(h)	分组数（组）	第一术者位医生年有效剂量	第二术者位医生年有效剂量

				(mSv/a)	**(mSv/a)**
心内科	800	66.67	2	2.23	2.01
放射科	300	50	1	1.68	1.51
神经外科	100	20	1	0.67	0.60
神经内科	100	20	1	0.67	0.60

根据以上计算结果， 本项目 DSA 脉冲透视对**心内科第一术者位医生**造成的年有效剂量为 2.23mSv/a（2 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为 2.01mSv/a（2 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求；对放射科**第一术者位医生**造成的年有效剂量为 1.68mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为 1.51mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求；对神经外科**第一术者位医生**造成的年有效剂量为 0.67mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为 0.60mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求；对神经内科**第一术者位医生**造成的年有效剂量为 0.67mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为 0.604mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求。

综上，根据类比分析和理论预测结果表明，经采取有效屏蔽措施后，评价范围内公众和职业人员年有效剂量满足管理限值要求。

二、大气环境影响分析

根据设计单位提供资料，本项目DSA手术室采用净化空调进行通排风，新风量1000 m^3/h，排风量300 m^3/h，排风口位于2号住院楼西侧墙外， DSA在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过净化空调排风机排至室外，经自然稀释后对环境影响较小。

三、水环境影响分析

本项目DSA采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院现有污水处理站进行处理。因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

四、声环境影响分析

本项目声环境影响主要是机房安装的空调工作时会产生一定的噪声，在距离衰减和墙体降噪后，其噪声值较小，医院在购置设备时已选购风量符合工作要求的成品，设备工作时噪声量也符合国家标准要求，因此，本项目不会对周围声环境产生明显影响。

五、固体废弃物环境影响分析

本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。固体废弃物主要为医护人员产生的生活垃圾，医生的生活垃圾等依托医院的主体工程进行处理。介入手术产生的医疗废物依托医院现有医疗废物处置设施统一处置。因此，本项目不会对周围产生明显影响。

事故影响分析

本项目新增 1 台 DSA，属于 II 类射线装置，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量的事故，只有当设备开机出束时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 能量不大，曝光时间比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

1 、II 类射线装置（DSA）事故状态分析

II 类射线装置可能发生的四种事故工况：

（1）工作人员在防护门关闭前还未撤离机房启动设备曝光，造成相关人员误照；

（2）在防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；

（3）铅门开关装置和报警系统发生故障，导致无关人员误入受到照射；

（4）进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射。

2、事故情况下环境影响分析

（1）不同事故情况下人员受到的有效剂量当量

根据以上可能发生的事故可以看出，事故情况下人员均处于非主束方向。

根据院方提供的资料，DSA 一台手术累计透视时间最长为 20min，事故情况下一台手术公众误入或未撤离最长受照时间为 2min。按公式（2）、公式（3）及公式（4），本项目一台手术事故情况下工作人员及公众所受到的有效剂量当量见表 11-9。

表 11-9 不同事故情况人员受到的有效剂量当量

事故情况	与射线束之间最近距离	人员	防护情况	曝光方式	曝光时间	DSA 致剂量当量估算（mSv）
公众（误入或未撤离）	0.3m	公众	无防护	透视	2min	1.12
第一术者位	0.3m	职业	设备自带铅玻璃（0.5mm 铅当量）	透视	20min	0.11
	0.3m	职业	未使用铅玻璃防护，无防护	透视	20min	11.17
第二术者位	1.0m	职业	无防护	透视	20min	1.01
说明：以正常工作时透视最大管电压 75kV、最大管电流 12mA 进行计算。						

从表 11-9 估算结果可以看出：①公众误入、未撤离机房而进行曝光或防护门未关闭时即进行曝光时，处于射线侧向 0.3m 时一台手术所致剂量为 1.12mSv，超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值，亦超过公众 1mSv/a 的国家标准限值，造成一般辐射事故；②机房内第一术者位在没有穿防护服有铅玻璃遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 0.11mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，第一术者位医生未穿防护服且无铅玻璃遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 11.17 mSv，超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，未超过职业人员 20 mSv/a 的国家标准限值，不属于辐射事故；；③机房内第二术者位医生在没有穿防护服且无铅玻璃遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 1.01 mSv，低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值。

（2）不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

按公式（2）、公式（3）及公式（4），本项目工作人员和公众在不同事故情况下受到超年剂量限值曝光时间的计算见下表 11-10。

表 11-10 不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

人员	与射线束之间最近距离	防护情况	年剂量限值	曝光时间
公众（误入或未撤离）	0.3m	无防护	1mSv	1.79min

职业	第一术者位	0.3m	医生在设备自带铅玻璃（0.5mm 铅当量）后操作，未穿防护服，减弱因子为 0.01。	20mSv	59.7h
			医生未使用铅玻璃遮挡，无防护。		35.7min
	第二术者位	1.0m	医生不在铅玻璃后，未穿防护服，无防护。		6.62h
说明：以正常工作时透视最大管电压 75kV、最大管电流 12mA 进行计算。					

从表 11-10 估算结果可以看出，①公众误入、未撤离机房或防护门未关闭时即进行曝光，在机房内与射线束侧向之间距离 0.3m，受照射时间达到 1.79min 时所致剂量为 1mSv/a，达到公众年剂量限值，可造成公众超剂量照射；②DSA 室内第一术者位医生在未穿防护服有铅玻璃遮挡情况下，受照射时间达到 59.7h 时所致剂量为 20mSv/a，达到职业年剂量限值，可造成职业人员超剂量照射；在未穿防护服且无铅玻璃遮挡情况下，受照射时间达到 35.7min 时所致剂量为 20mSv/a，达到职业年剂量限值，可造成职业人员超剂量照射；③DSA 第二术者位医生在未穿防护服且无铅玻璃遮挡情况下，受照时间达到 6.62h 时所致剂量为 20mSv/a，达到职业年剂量限值，达到职业年剂量限值，可造成职业人员超剂量照射。

《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（云环通[2018]208 号）第 2 点规定：根据辐射事故的性质、程度、可控性和影响范围等因素，将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

根据其规定，本项目可能发生的事故其中第 2.4 点中“属于放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超年剂量限值的照射”，为一般辐射事故。

3 事故风险防范措施

对前述本项目 X 射线装置可能发生的事故情况，为了防止其发生，应采取多种风险防范措施：

①具有紧急停止按钮，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示；

②机房的防护门外近处有醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯；

③必须按操作规程并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；

④操作台和治疗室机器操作面板上均安装有紧急停机开关；

⑤介入手术时，操作医生需确认机房内无其他闲杂人等、铅防护门正常关闭之后才能开启曝光；

⑥放射工作人员在进行放射工作时必须穿戴防护用品，并佩带个人剂量计和携带个人剂量报警仪，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光。

以上的各种安全装置，体现了国家标准（GB18871-2002）中规定要求。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，即可减少或避免人员误入和超剂量照射事故的发生。

表 12　辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

安宁市第一人民医院连然院区于 2020 年 9 月 29 日发布了《 关于成立核与辐射安全管理领导小组的通知》（安人医[2020]43 号），成立了辐射安全与防护保护管理小组，组长:宋超，执行组长:陈红波，副组长:张清尧、金永明、马会能，成员:黄元雄、何幸余、朱红、彭铭权、周波、唐小玉、何瑞、赵茸、杨萍、杨卫娅、羌艳红、岳闯闯、刁林鹏、王正、周圆、李菊萍、陈洁、代玉，领导小组下设办公室在放射科，负责医院核与辐射安全管理日常工作，并明确了各岗位职责。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关管理要求，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。并根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求，将其与医院管理制度现状列于表 12-1 中进行对照分析。

表 12-1　管理制度汇总对照表

序号	检查项目		落实情况	备注
1	A 综合	辐射防护安全管理制度	已有	《辐射放射防护和安全保卫制度》
2	B 场所设施	操作规程	需制定	/
3		辐射安全和防护设施维护维修制度	已有	《辐射设备检修维护制度》
4	C 监测	监测方案	已有	《辐射监测方案》
5		监测仪表使用与校验管理制度	已有	《监测仪表使用与校验管理制度》
6	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已有	《辐射工作人员培训制度》
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	已有	《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》
8	E 应急	辐射事故应急预案	已有	需完善

根据表 12-1，医院的辐射安全管理规章制度如下：

①制定了放射防护使用（管理）制度、岗位职责管理制度、辐射防护和安全保卫制度，加强对放射工作场所的管理工作，防止出现辐射事故；规定了设备、维护保养工作，使设备处于良好运行状态。医院应加强对辐射工作场所的管理工作，防止辐射事故的发生。

②制定了人员培训制度，对没有参加培训的放射工作人员，尽快安排参加环保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核。

③定了医院设备检修维护制度，严格控制设备安全质量，防止出现安全事故。医院应按《辐射设备维护保养制度》定期对射线装置进行维护及保养，确保设备的正常使用，防止出现安全事故。

④制定了环境辐射监测方案，方案中明确了医院对工作场所进行自助监测和委托有资质单位进行年度监测、个人计检测不超过三个月。医院应补充监测方案内容。如需说明监测时的布点要求、监测时所使用的国家标准、以及监测后的数据处理等 内容。

⑤制定了辐射事故应急预案，规定了应急处理领导小组的职责、具体的处置流程、联系电话、事故上报等内容以应对可能发生的辐射事故。医院应针对可能发生的辐射事故等级，在细化放射事故应急预案，明确放射事故的等级以及每个等级需要的物资、响应时间及发生放射事故后的具体处理流程，确保应急预案具有可操作性，并且定期自查、组织应急演练和监测等措施以应对可能发生的辐射事故。

综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在医院辐射安全管理领导小组领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度各科室人员严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议，制度执行情况较好。此外，医院需进一步完善各项规章制度，并落实专人负责；从事辐射诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射诊疗工作；对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于工作场所墙面醒目处。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X 射线监测仪等。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。医院应建立放射性诊疗项目的日程辐射监测方案，每季度对项目涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境部门开展的辐射监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应请具备有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断射线装置是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境主管部门。

建设方应为医院所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，每季度定期送相关专业单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

1、个人剂量监测

为测量本项目辐射工作人员（医用射线装置操作人员）在一段时间的受照剂量，借以限制辐射工作人员的剂量当量和评价工作场所的安全情况，项目单位为本项目辐射工作人员均配备个人剂量计并进行个人剂量监测（外照射个人剂量监测）。医院设有专人负责个人剂量监测管理（监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建有辐射工作人员个人剂量档案。

2、工作场所监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应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仪、X 射线监测仪等，定期或不定期对项目中涉及的场所四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境主管部门开展的辐射环境监督（监测）检查，监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境行政主管部门。

设备配置：医院配备 1 台便携式辐射监测仪。

监测要求：

（1）监测项目：X-γ 辐射空气吸收剂量率；

（2）监测频率：委托有监测资质单位至少每年监测 1 次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；医院每季度自行监测一次，确保设备正常运行，屏蔽措

施到位和环保措施正常运行；

（3）监测范围：在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、 控制室操作台、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 X-γ 辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测；

（4）监测设备或监测单位：医院所购买的监测仪器需按照国家规定进行计量检定，如果医院不具备监测条件的需委托有监测资质的单位进行监测。

医院针对核技术应用项目已经制定了相应的辐射监测方案，其中列出了监测项目、监测频次、监测范围等，具体的监测计划见下表 12-2。

表 12-2 项目监测计划一览表

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备	监测的位置要求
自主监测	X-γ 辐射空气吸收剂量率	每季度至少 1 次	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、 控制室操作台、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 γ 辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测	X-γ 辐射监测仪	距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。
委托监测	X-γ 辐射空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、 控制室操作台、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区	X-γ 辐射监测仪	距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。
		编制辐射防护年度评估报告（每年 1 次）			

			域等）开展γ辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测		
	职业性外照射个人剂量	最长不应超过 3 个月送有资质的单位监测	本项目辐射工作人员	个人剂量计	应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计

辐射事故应急

为了加强对各放射治疗、诊断设备的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了《安宁市第一人民医院辐射事故应急预案》。

医院成立了辐射事故应急工作领导小组，下设办公室，明确了各小组组长、成员及职责，应急预案规定了应急处理流程，包括应急处理措施、辐射事故处置程序、预防事故措施、事故报告、善后处理等，内容较全，措施得当，便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。

针对应急预案，应完善的措施：明确应急仪器、设备的负责人及存放位置、做好应急和救助的资金、物资准备、加强应急人员的组织培训、制定应急程序等。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（云环通[2018]208 号），本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。一旦发生辐射事故，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，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和公安部门报告，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。

能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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，对建设方建设本项目应具备的能力进行分析并提出完善措施。安宁市第一人民医院辐射防护所采取的技术措施和管理措施进行对照分析见表12-3。

表 12-3　使用II类射线装置能力分析

序号	应具备的条件	规定要求	落实情况	报告要求

1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门、窗）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射、漏射效应。	建设方按照设计单位的设计建设 DSA 机房，并请有资质的单位进行防护门的设计、修建，能满足环评需要。	建设方应按计划认真做好相应的防护工作，做好日常监测。
2	安全联锁	射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	DSA 拟设置工作状态指示灯 1 套（病人铅门门头）、门灯连锁装置 1 套（病人铅门）、电离辐射警示标志 3 套（病人铅门、控制室铅门、污物通道铅门）。	建设方要严格执行相关操作规程、检修、检验工作，定期维护，确保辐射安全。
3	紧急止动装置	在诊断、诊疗室内墙上应安装多个串联并有明显标识的“紧急止动”开关，该开关应与控制台上的“紧急止动”按扭联动。一旦按下按扭，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	在 DSA 机房检查位设有紧急止动按钮，该装置与设备连锁，使误留于室内人员可通过紧急止动按钮使照射终止。	运营时严格按计划执行，定期维护，确保辐射安全。
4	警示标志	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警告标识。	机房工作区域拟设置工作状态指示灯 1 套（病人铅门门头）、门灯连锁装置 1 套（病人铅门）、电离辐射警示标志 3 套（病人铅门、控制室铅门、污物通道铅门）。	落实控制区、监督区的划分，设置警戒线和警示标志。
5	通风系统	放射性诊疗项目机房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	DSA 手术室采用净化空调进行通排风，新风量 1000 m^3/h，排风量 300 m^3/h。	定期维护，满足通排风和防护屏蔽要求。
6	管理人员要求	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，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。	成立了辐射防护领导小组，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展这方面的工作。
7	操作人员要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	项目涉及的辐射工作人员均为新增辐射工作人员，未参加辐射安全与防护培训。	辐射工作人员应参加环保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。

8	辐射安全许可证	必须取得环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	已于 2021 年 1 月 25 日取得了昆明市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》(云环辐证[01335])，许可使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。	本项目审批完成后，应重新申领《辐射安全许可证》。
9	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电设备和监测仪器，特别是安全联锁装置，进行检查、维护。	制定了《放射诊疗设备维修保养制度》，定期对本项目诊疗设备进行检查、及时维护更换部件。	医院应按计划认真做好相应的防护工作，完善相关制度和记录。
10	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备 1 个个人剂量片。个人剂量片应编号并定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	本项目拟为有放射性工作人员佩戴了个人剂量计，并进行了送检，建立了个人剂量档案。	严格要求工作人员正确佩戴个人剂量计上岗，每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因，及时解决，个人剂量档案应终身保存。
11	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	建设方对从事放射工作的工作人员建立个人剂量档案，并定期对其进行个人剂量监测。医院建立了设备运行、维修档案。	医院应及时更新妥善保存相关档案。
12	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	医院拟制定《辐射监测方案》。	项目运行后每年至少委托有资质的单位进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，监测数据定期上报生态环境主管部门备案。

13	辐射防护安全管理制度	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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	目前医院已具备和制定的管理制度:《辐射放射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员资质管理制度》、《监测仪器检验与刻度管理制度》等。	医院需制定《DSA 操作规程》，应根据实际运行情况进一步完善各项规章制度，还，并落实专人负责。从事放射性诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行放射诊疗工作，所有制度应张贴上墙。
14	质量保证	使用放射性同位素和射线装置进行放射诊疗的医疗卫生机构，应当依据国务院卫生主管部门有关规定和国家标准，制定与本单位从事的诊疗项目相适应的质量保证方案。	医院已制定《放射诊疗质量保证方案》。	医院应遵守质量保证监测规范，按照医疗照射正当化和辐射防护最优化的原则，避免一切不必要的照射，并事先告知患者和受检者辐射对健康的潜在影响。
15	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废水、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	固体废弃物和废水依托医院主体工程处理设施处置，对项目运用过程中产生的废气采用净化空调排出。	医疗废物和医疗废水应与普通固废和生活污水分开收集或处理。
16	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了《辐射事故应急预案》，应急预案中包括辐射事故应急的指挥体系、应急处置、应急保障、应急程序等。	应急预案还应补充完善应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备、应急程序等，将事故发生的概率和事故危害控制到最低程度。

根据上表所述，安宁市第一人民医院按照本报告提出的要求进行落实后具备了《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申领许可证应具备的条件，具备了使用本次评价1台DSA（II类射线装置）的能力。

表 13　结论与建议

结论

1、项目概况

本项目拟将连然院区 2 号住院楼一楼药房改建为一间 DSA 机房及其配套用房新增 1 台 AZURION 7 M20 型医用血管造影 X 射线系统（DSA），最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA，属于II类射线装置。项目总投资 1200 万元，其中环保投资 63.6 万元，占项目总投资的 5.3%。

2、产业政策符合性及规划符合性结论

项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

项目位于安宁市连然街道，医院为公共服务设施、市政基础设施工程，项目用地属于公共管理与服务用地，且本项目不涉及新增用地，符合安宁市的建设发展规划及连然街道土地利用总体规划。

3、本项目选址及平面布置合理性分析

（1）选址合理性分析

本项目 DSA 手术室位于 2 号住院楼一楼，避开了流通人群相对较多的门诊区域，且也尽量避开进出人流通道，同时，该医院周围无自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等生态敏感点和环境敏感点，周围没有建设的制约因素，本项目所开展的核技术应用项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此选址是合理的。

（2）平面布置合理性分析

本项目 DSA 手术室位置相对独立，人流较少，降低了公众受到照射的可能性，单独设置了医生通道、病人通道及污物通道，便于治疗和管理。本项目总平面布置是合理的。

4、项目代价利益分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，

提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

5、辐射环境质量现状

经过对与本项目相关的医院辐射环境现状监测，本项目 DSA 拟建机房及周围环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 6.9×10^{-8}Gy/h ~8.7×10^{-8}Gy/h，与本次监测的医院背景值 9.6×10^{-8}Gy/h~10.4×10^{-8}Gy/h 水平相当，本项目现状水平属医院 X-γ 辐射正常水平。

6、环境影响评价结论

（1）辐射防护措施有效性结论

本项目 DSA 所在机房均采取了实体防护和专业辐射防护措施，防护效果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，设备自带有辐射防护设备，建设单位制定了有针对性的操作规程，医务人员工作时穿戴铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品，通过以上各项防护措施的综合使用，可有效的防止 X 射线产生的辐射影响，对公众和职业人员所致剂量低于本次评价的管理限值要求。

（2）辐射环境影响分析结论

①类比监测结果分析本项目 DSA 的影响

根据类比监测结果，机房外围各监测点正常工况条件下曝光时 X-γ 辐射剂量率分布在 79nSv/h~94nSv/h 之间，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的要求。

根据类比监测结果计算，考虑职业人员及公众受评价范围内射线装置同时运行的辐射叠加影响，本项目 DSA 在投入使用后能达到的最大运行工况下，对机房周围公众造成的最大附加剂量为 1.79×10^{-3}mSv/a，该值低于本次评价的公众年剂量管理限值 0.25mSv/a 的要求；对职业人员造成的最大附加剂量为 2.81×10^{-1}mSv/a，该值低于本次评价的职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求。

经机房实体屏蔽防护后，本项目拟建 DSA 运行后对本次评价范围内（机房 50m 范围）环境保护目标的环境影响较小。

②理论预测本项目 DSA 对机房内工作人员的影响

根据预测分析，本项目 DSA 脉冲透视对**心内科第一术者位医生**造成的年有效剂量为 2.23mSv/a（2 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为

2.01mSv/a（2 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求；对放射科**第一术者位医生**造成的年有效剂量为 1.68mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为 1.51mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求；对神经外科**第一术者位医生**造成的年有效剂量为 0.67mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为 0.60mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求；对神经内科**第一术者位医生**造成的年有效剂量为 0.67mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），对第二术者位医生造成的年有效剂量为 0.60mSv/a（1 组人员进行介入手术结果），低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求。

（3）水环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期间，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水，可依托医院现有污水收集系统收集处理，经处理后污水进入城市污水管网，对周围水环境影响较小。

②运营期：本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生，医护人员产生的生活垃圾及生活污水等依托医院的主体工程进行处理。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院现有污水处理站进行处理。对周围水环境影响较小。

（4）大气环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期产生废气的作业主要为施工时产生的扬尘及装修废气等，施工中采取了洒水抑尘等防治措施，对周围大气环境影响较小。

②运营期：本项目运营期 DSA 工作时臭氧产生量较小，经净化空调排风机排至室外，经自然稀释后对周围环境影响可接受。

（5）声环境影响分析结论

①施工期：施工单位通过选取低噪声的施工机械，加强施工管理，合理的安排施工时间等措施后，施工期间施工噪声对周围声环境可接受。

②运营期：本项目运营期主要的噪声源强为净化空调，经噪声经距离衰减、物体阻挡及吸声后，项目对周围声环境影响可接受。

（6）固体废物影响分析结论

（1）施工期：本项目施工期间固体废物主要为生活垃圾、建筑垃圾。施工人员生活

垃圾集中堆放，并委托当地环卫部门定期清运；建筑垃圾首先对其中可回收利用部分进行回收再外运至环保部门指定的建筑垃圾堆放场。采取以上措施后对周围环境影响可接受。

（2）运营期：本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。对周围环境影响可接受。

7、事故情况下辐射环境影响评价结论

根据事故情况估算结果，本项目 DSA 事故情况下可能产生的后果按《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（云环通[2018]208 号）中规定判断，属于一般辐射事故。

医院按评价要求制定完善各操作规程和制度后，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

8、核技术应用医疗设备使用与安全管理的综合能力结论

建设单位拥有专业的辐射工作医务人员和辐射安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；具有使用本项目评价的 1 台II类射线装置（DSA）的综合能力。

9、项目建设的环保可行性总结论

本项目符合国家产业政策，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及云南省生态环境厅对职业人员及公众照射的要求，建设单位在落实本报告提出的措施后具备对本项目评价的 1 台II类射线装置（DSA）的使用和管理能力。只要严格落实本报告提出的环境保护措施，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

建议和承诺

1、承诺

（1）项目应按照国家相关法律法规要求进行验收。

（2）在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

（3）医院应合理分配医生的手术量，尽量做到平均分配，以防因手术量过多造成个人剂量超过管理限值要求。

（4）定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前上报生态环境主管部门。

（5）一旦发生辐射安全事故，立即按医院应急处理预案进行处置，并及时逐级上报生态主管部门。

2、建议

（1）医院每年要将辐射环境保护经费开支列入年度预算中，使辐射环境保护工作有充足的经费保障，才能切实将辐射环境保护工作落到实处。

（2）不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。

（3）定期进行辐射事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断完善辐射事故应急预案。

（4）根据国家及地方最新出台的法律法规，对医院相关制度进行更新完善。

项目竣工验收

建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位不具备验收监测报告能力的，可委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环评单位、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成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

建设单位应公开上述相关信息，向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：   经办人　　单位盖章 年　月　日
审批意见：   签发人　　单位盖章 年　月　日