

核技术利用建设项目

云南大学附属医院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

（公示本）

云南大学附属医院（云南省第二人民医院、云南省眼科医院）

2025年8月

生态环境部监制

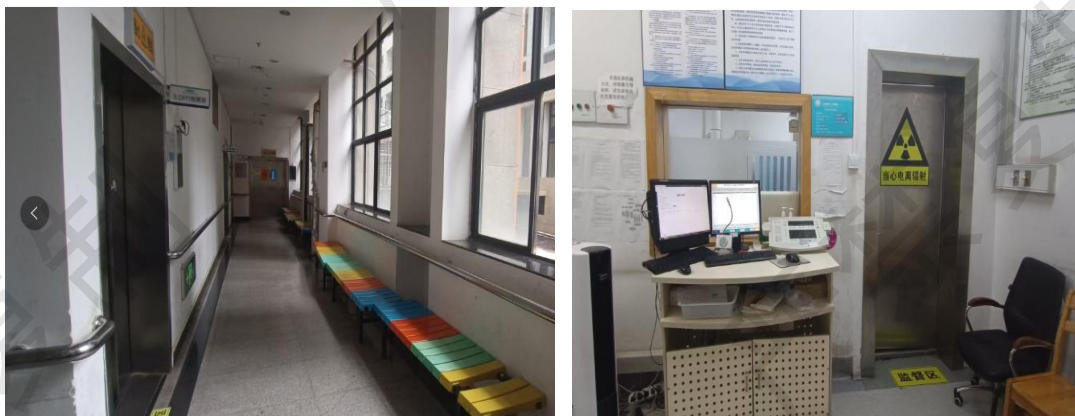
现场照片



拟建 DSA 机房区域现状



拟建 DSA 机房楼上四楼现状



拟建 DSA 机房楼下放射科 DR1 室现状

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	22
表 3 非密封放射性物质	22
表 4 射线装置	23
表 5 废弃物（重点是放射性废物）	24
表 6 评价依据	25
表 7 保护目标及评价标准	28
表 8 环境质量和辐射现状	32
表 9 项目工程分析与源项	37
表 10 辐射安全与防护	43
表 11 环境影响分析	55
表 12 辐射安全管理	76
表 13 结论与建议	86
表 14 审批	91

表 1 项目基本情况

建设项目名称		云南大学附属医院新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目			
建设单位		云南大学附属医院（云南省第二人民医院、云南省眼科医院）			
法人代表		彭云珠	联系人	余峥	
注册地址		云南省昆明市五华区青年路 176 号			
项目建设地点		云南省昆明市五华区青年路 176 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		800	项目环保投资（万元）	63.1	投资比例（环保投资/总投资）7.89%
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 ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V		
		☐ 使用	☐ I（医疗使用） ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V		
	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 ☐ III		
		☐ 销售	☐ II ☐ III		
		☒ 使用	☒ II ☐ III		
	其它	/			
	项目概述 1、概述 云南大学附属医院始建于 1928 年，原名万国红十字会昆明分会医院，1938 年抗战期间作为南迁来昆的上海同济大学医学部教学医院，1945 年春，改建为昆明市红十字医院，1962 年更名为昆明市第三人民医院，1969 年，医院整体搬迁至曲靖，更名为 8511 医院，1973 年，在昆明重建昆明市第三人民医院，1975 年，更名为云南省肿瘤医院（筹备组），1979 年更名为云南省红十字会医院，1996 年经云南省卫生厅批准更名为云南省第二人民医院，2020 年经中共云南省委机构编制委员会办公室批准，划归云南大学管理，为云南大学直属附属医院，				

更名为云南大学附属医院（云南省第二人民医院、云南省眼科医院）。

医院占地面积 52 亩，编制病床 1158 张，现有教医护职工 2200 余人，高级卫生技术人员 200 余人；学科设置齐全，共有 47 个临床医技科室、30 个行政职能科室。

医院秉承“人道、博爱、奉献”的传统，以“关爱生命，患者至上”为医院的宗旨和核心价值追求，定位于“服务优质、特色鲜明、专长突出、综合全面”，历经 90 年的风雨历程，现已成为一所集医疗、教学、科研、健康保健为一体的省级现代化三级甲等综合医院。

医院已取得云南省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（云环辐证[01348]），有效期至 2028 年 4 月 16 日，使用种类和范围为：使用 V 类放射源；使用 II、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。

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，医院将医技楼三楼视教室和一间医生办公室改造为一间 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，防止辐射事故和意外事故的发生，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安全和防护条例》《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。四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）接受云南大学附属医院（云南省第二人民医院、云南省眼科医院）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《云南大学附属医院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：云南大学附属医院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：云南大学附属医院医技楼三楼

建设单位：云南大学附属医院（云南省第二人民医院、云南省眼科医院）

建设性质：新建

(2) 建设内容及规模

本项目拟将医技楼三楼视教室和一间医生办公室改造为一间 DSA 机房及其配套用房，包含：DSA 机房（净空尺寸：7.86m×5.805m×2.65m）、控制室、设备间、缓冲间，其余公共服务房间（医护人员更衣、污物暂存等）与三楼其余两台 DSA 已有区域共同使用。目前医院医技楼已投入使用，DSA 机房已完成设计，尚未进行改造施工，拟建地现状照片见下图 1-3。改造前后平面布局见图 1-1、图 1-2。

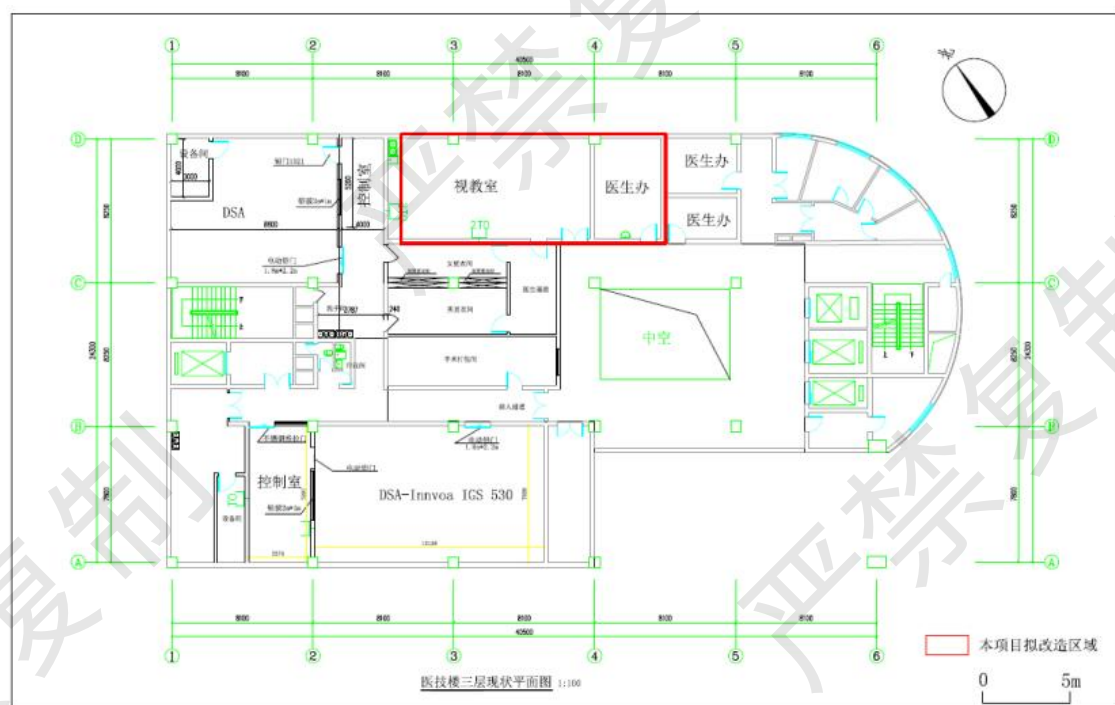


图 1-1 DSA 机房拟建地现状图

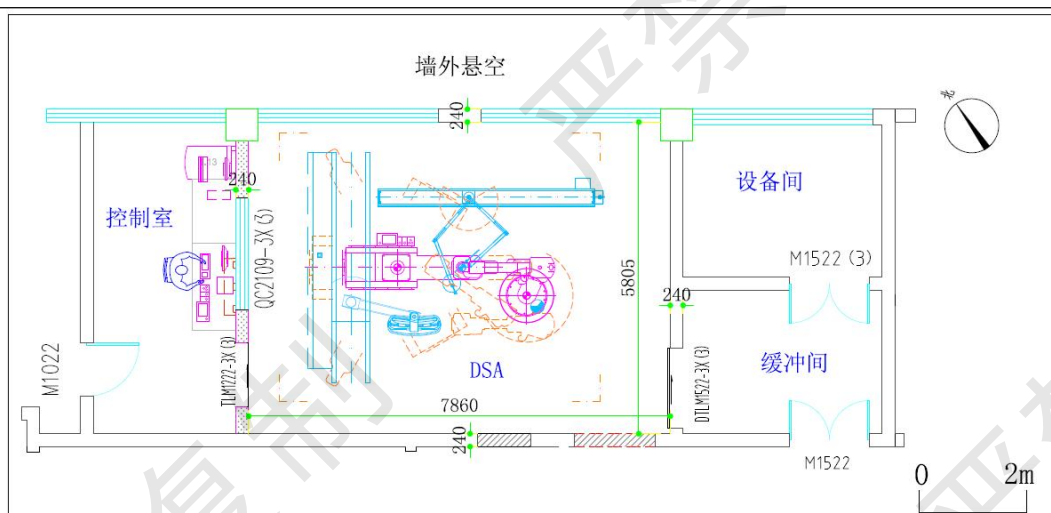


图 1-2 DSA 机房建成后平面图

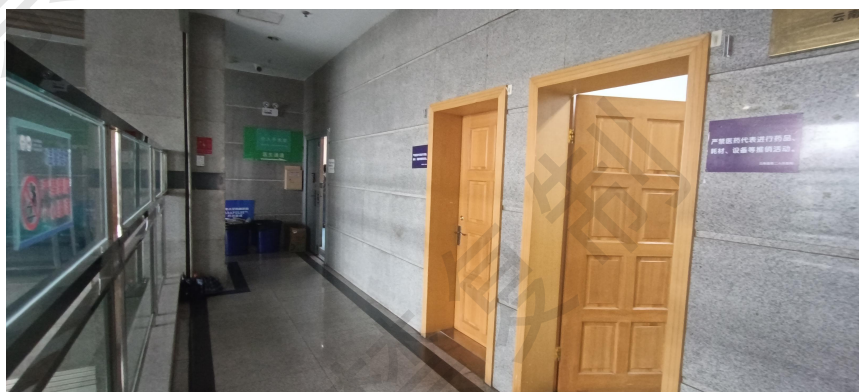


图 1-3 拟建地现状照片

本项目新增一台 DSA 装置，型号为西门子 Artis Q floor 型（额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA），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。

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	医技楼三楼 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	本项目拟将云南大学附属医院医技楼三楼视教室和一间医生办公室改造为一间 DSA 机房及其配套用房，新增一台 DSA 装置。 (1) DSA 型号为西门子 Artis Q floor 型医用血管造影 X 射线系统 (DSA)，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，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。 (2) 拟建 DSA 机房：有效面积为 45.6m²（净空尺寸：7.86m×5.805m×2.65m）。	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	拟建控制室 1 间，位于 DSA 机房西侧，建筑面积约 15.4m²，长×宽×高=5.805m×2.65m×2.65m。 拟建设备间 1 间，位于 DSA 机房东北侧，建筑面积 10.36m²，长×宽×高=3.7m×2.8m×2.65m。 拟建缓冲间 1 间，位于 DSA 机房东南侧，建筑面积约 9.88m²，长×宽×高=3.7m×2.67m×2.65m。 其他辅助用房：污物暂存间、医护人员更衣、医生办公等区域为整个介入手术区共用。		/
公用工程	配电、供水和通讯系统等依托医院设施。		/
环保工程	(1) 机房内设置医疗废物收集桶。 (2) 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) 通排风系统，新风量 800m³/h，排风量 800m³/h。		/

	电离辐射防护措施：拟建 DSA 机房屏蔽参数如下：①墙体：东、南、西、北侧墙体均为 240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，铅当量约 5.28mm；②屋顶：120mm 混凝土+3mm 铅板，铅当量约 4.5mm；③地面：120mm 混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，铅当量约 3.33mm；④观察窗：西侧墙体设置观察窗 1 个，3mm 铅当量的铅玻璃；⑤铅门：机房共设 2 道铅门（西侧医护人员铅门 1 道、东侧病人进出铅门 1 道），均为内衬 3mm 铅板的防护门，铅当量 3.0mmPb。 通排风：在 DSA 机房分别安装 1 套排风系统和送风系统。机房排风管道从西侧屏蔽墙穿出机房，从控制室北侧医技楼北墙穿墙排出，距机房地面约 2.6m，穿防护墙处采用直穿的方式，风管用 3.5mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm，风管与墙体交接处用 3.5mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 50cm；机房送风管道从机房东侧屏蔽墙穿屏蔽墙进入机房，距机房地面约 2.6m，穿防护墙处采用直穿的方式，风管用 3.5mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm，风管与墙体交接处用 3.5mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 50cm。 电缆：DSA 机房内设备基座下方设置电缆沟，分别从东侧穿防护墙进入设备间，从西侧穿防护墙进入控制室，穿防护墙处采用直穿的方式，电缆沟宽 20cm、深 10cm，穿墙位置缝隙采用 3.5 厚铅板覆盖防护，覆盖超过缝边不小于 50mm，并与防护铅板紧密贴合。		噪声
依托工程	依托医院已建成的配电、供电和通信系统等。	/	/
	生活污水、生活垃圾、医疗废水、医疗废物依托医院已建设施收集处置。	/	/

(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)	Artis Q floor 型	1	西门子	125	1000	由下向上	115	383.3	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，心内科和神经外科开展介入手术，

预计年开展介入手术共约 2300 台，其中心内科开展介入手术约 1500 台，神经外科开展介入手术约 800 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	60min	减影 3min 透视 10min	1500	250	75
神经外科	60min	减影 3min 透视 10min	800	133.3	40
合计			2300	498.3	

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)
Artis Q floor 型医用血管造影 X 射线系统 (DSA)	减影	65-95	200-650
	透视	60-75	4-12

3、依托工程

本项目依托医技楼改造建设，该大楼已建成，于 2005 年 10 月取得了原昆明市环境保护局批复（批复文号为：昆环保复〔2005〕148 号），于 2008 年 3 月进行了竣工环保验收。本项目拟建地原为医技楼三楼视教室和医生办公室，本次建设需要对房间进行改造，主要改造内容为对墙体进行改造，按照设计机房进行改造，防护装修施工以及 DSA 机房独立送排风系统等。

（1）给水：医技楼给水工程已建好，本项目 DSA 医护人员办公用水依托医技楼给水系统。

（2）废水：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。经调查，医院已建成污水处理站，处理规模 2000m³/d，目前实际处理水量约 800m³/d，污水处理站处理的综合废水各污染物达到《医疗机构水污染排放标准》(GB18466 -2005) 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值标准外排，外排尾水排入市政污水管网。

（3）固废：本项目产生的办公、生活垃圾依托医院生活垃圾收集系统收集后交环卫部门统一处理；介入手术产生的医疗废物依托医院医疗废物暂存间进行

暂存后，定期交由有资质单位进行清运和处置。目前，医院已与云南正晓环保投资有限公司签订了医疗废物处理合同（附件 10）。

4、工作人员及工作制度

本项目 DSA 由医院放射科负责管理，放射科负责控制室操作，心内科和神经外科开展介入手术，共有工作人员 27 人，工作人员均为原有工作人员，人员安排见表 1-6。

表 1-6 本项目各科室辐射工作人员一览表

科室	介入医生	护士	技师	备注
心内科	8	8	/	原有工作人员
神经外科	6	3	/	
放射科	/	/	2	
合计	27			/

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。技师负责控制室操作，不进入机房；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；介入医生负责介入手术。

本项目医生、护士除从事本项目射线装置辐射工作外，还从事医院另外两台 DSA 操作；操作技师除操作本项目 DSA 外，不操作医院其他射线装置。

所有辐射工作人员均实行白班单班制，年工作时间 250 天。

5、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，**高端植入介入产品**，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

6、项目规划符合性

项目位于云南大学附属医院医技楼三楼，不涉及新增用地，医院用地已取得不动产权证书，用地性质为医疗卫生用地，项目用地属于昆明市总体规划的医疗

用地，且不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线，符合昆明市的建设发展规划及土地利用总体规划。

7、项目与《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》的符合性分析

本项目位于昆明市主城区，通过查询“云南省生态环境分区管控公共服务查询平台”，本项目位于五华区城区生活污染重点管控单元（环境管控单元编码：ZH53010220003）。

对照“动态更新方案”，本项目与“三线一单”相关管控要求符合性分析如下表 1-7，在云南省生态环境管控单元图中位置关系见图 1-4。

表 1-7 本项目与生态环境准入清单符合性分析表

管控单元	管控单元准入要求	项目建设符合性分析	是否符合要求
五华区城区生活污染重点管控单元	（一）空间布局约束 —— （二）污染物排放管控 1.加强施工工地的扬尘控制和移动源大气环境污染管理；加强对汽车尾气综合处理，减轻汽车尾气污染和光化学污染。 2.城市污水管网尚未配套的地区，房地产开发项目应自行建设污水处理设施，污水处理后达标排放。 3.完善生活污水收集处理系统，改造截污干管，杜绝生活污水直接进入城区河道及湖库。 4.生活污水集中处理率达 95%以上。 5.按国家、省、市相关标准要求建设、改造、提升满足实际需求的环卫基础设施。 （三）环境风险防控 1.禁止新建、改扩建涉及有毒有害气体排放的项目。 2.禁止建设《环境保护综合名录》（2021 年版）中“高污染、高环境风险”产品与工艺装备，禁止在居民区、学校、医疗和养老机构等周边新建有色金属冶炼、焦化等行业企业。 （四）资源开发效率要求 严格城市新区用地管控，除因中心城区功能过度叠加、人口密度过高或规避自然灾害等原因外，不得设立城市新区；确需设立城市新区的，	本项目为医院核技术利用项目，拟建 DSA 位于医院内部，所在土地已取得建设用地规划许可证，且用地性质为医疗卫生用地，符合昆明市城市总体规划； 本项目施工期在医院主体建筑内部进行改造装修，施工扬尘影响较小；项目污水进入医院污水处理站处理后排入的青年路市政污水管网，最终进入昆明市第三污水处理厂，符合污染物排放管控要求；本项目不涉及有毒有害气体产生，符合环境风险防控要求；不涉及新增占地，符合资源开发效率要求。	符合

	必须以人口密度、用地产出强度和资源环境承载能力为基准，以符合国土空间规划为前提。按照《城市新区设立审核办法》，严格审核城市新区规划建设用地规模和布局。	
--	---	--



图 1-4 本项目与云南省生态环境管控单元位置关系图

综上，本项目符合《云南省生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》要求。

8、项目选址合理性与平面布置合理性分析

（1）外环境关系

云南大学附属医院位于昆明市五华区青年路 176 号，北面为居民住宅楼和圆通街，东面为青年路，南面为省计划生育研究所、居民住宅楼和节孝巷，西面为螺峰小学、平政街和昆明医科大学（平政校区），周围为商业、住宅混合区，交通便利，方便患者治疗。

本项目 DSA 位于医技楼三楼（地上共二十一层，地下两层），医技楼西侧紧邻二号住院楼，西侧 50m 范围为医技楼其余部分和二号住院楼；北侧为多功能综合楼（新建暂未投入使用），50m 评价范围内为多功能综合楼和院内道路，

以及院外马家巷小区最南侧住宅楼少部分区域；东北侧 50m 评价范围内为发热门诊楼、院内道路；东侧 50m 评价范围内为医技楼其余部分、院内道路、门诊综合大楼西北侧少部分区域；南侧 50m 评价范围内为院内道路、一号住院楼东北角少部分区域。本项目楼上医技楼四楼为消化内科病房，DSA 机房正对楼上为病房；楼下医技楼二层为 X 射线摄片室和患者通道。医院儿科和产科位于门急诊综合大楼四层，均不与本项目紧邻，在本项目评价范围外。

本项目周围无自然保护区、风景名胜区、学校、名胜古迹等环境敏感点，不毗邻产科、儿科等科室（产科、儿科位于门急诊综合大楼四层），同时避开了医院内人流量较大的住院区域、门诊大厅区域，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并有实体屏蔽措施，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 1-5。

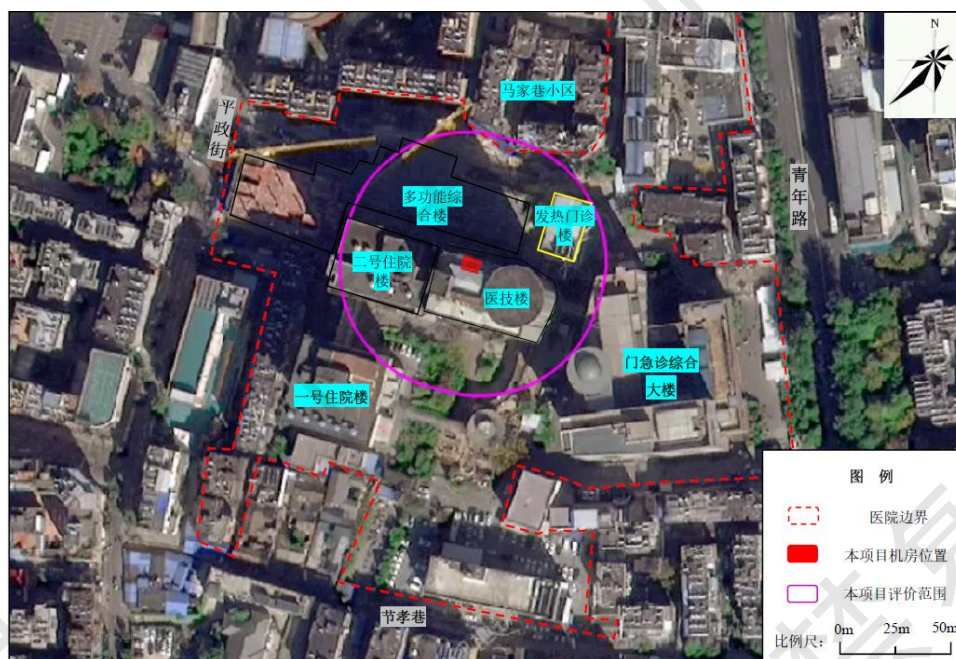


图 1-5 项目周边关系图

(2) 平面布局合理性

本项目 DSA 机房位于医技楼三楼，DSA 机房东北侧为设备间，东南侧为缓冲间（换床缓冲区同时用于麻醉病人术后复苏和观察），西侧为控制室；北侧为楼外悬空区域；南侧为女更衣室、医生通道和通道；西侧和西北侧为医务通道，机房正上方为消化内科病房，正下方为 X 射线摄片室和患者通道，四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科室。

本项目所在的医技楼三楼已有两台在用的 DSA，本项目 DSA 涉及的医护人员更衣室、污物暂存间等公共设施，与三楼介入手术室共用。医生换鞋更衣后经医护通道进入控制室和 DSA 机房，患者通过缓冲间后进入 DSA 机房，手术产生的污物于下班时候经缓冲间转运至三楼东北侧污物暂存间暂存，于治疗结束下班期间运出，医护通道、病患通道单独设置，病患和污物通过时间隔离控制，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。

本项目平面布置及人流物流运行线路图见图 1-6。

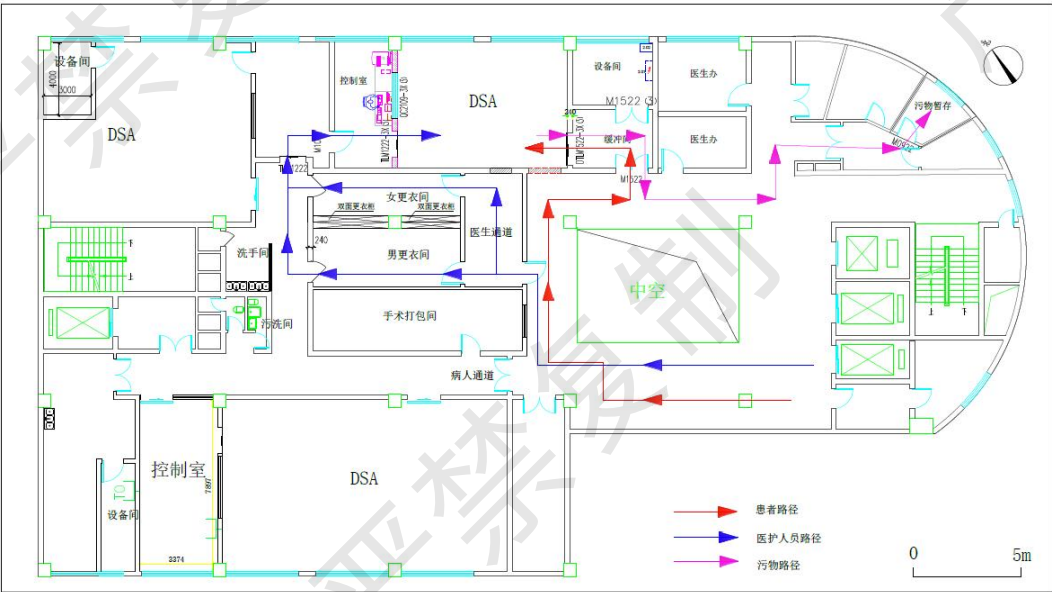


图 1-6 医护人员、患者、污物在 DSA 机房内的运行线路图

综上所述，本项目总平面布置是合理的。

9、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。

10、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

医院已取得云南省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（云环辐证[01348]），有效期至 2028 年 4 月 16 日，使用种类和范围为：使用 V 类放射源；使用 II、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。

医院现有 45 台射线装置，包括 5 台 II 类射线装置（其中一台医用直线加速器已停用，待报废），40 台 III 类射线装置；医院使用核素 Tc-99m、Sr-89、P-32、I-131、I-125（粒籽源）、I-125，目前医院老核医学科已退役，辐射安全许可变更手续正在办理；现有 3 枚 V 类放射源 Sr-90，已封存停用。医院现有核技术应用项目具体情况见表 1-8~表 1-10。其中，INNOVA IGS530 型 DSA 于 2016 年 10 月编制辐射安全分析报告，并登记至辐射安全许可证上；上证的 ARTIST ZEE CEILING 型 DSA 于 2016 年 12 月取得原云南省环境保护厅的验收批复（云环辐验〔2016〕18 号）；上证的 Versa HD 型医用电子直线加速器已进行竣工环保验收，于 2021 年 11 月在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统上完成备案；上证的 OEC Elite CFDx 移动式 C 形臂 X 射线机已进行竣工环保验收，于 2023 年 1 月在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统上完成备案。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。

表 1-8 医院现有放射源一览表

序号	核素	编码	类别	出厂活度（贝可）	工作场所	用途	备注
1	Sr-90	0195SR869215	V 类	1.11E+09	院内核医学科	敷贴器	已登记在辐射安全许可证上，此三枚源封存停用，保管于原门诊楼 1 楼临时贮存场所。
2	Sr-90	0195SR869225	V 类	1.11E+09	院内核医学科	敷贴器	
3	Sr-90	0195SR873825	V 类	1.11E+09	院内核医学科	敷贴器	

表 1-9 医院现有非密封放射性物质一览表

序号	核素	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	工作场所	场所等级	备注
	I-125（粒籽源）	1.78E+6	4.27E+11	院内核医学科	丙级	已登记在辐射

	I-125	2.78E+6	6.95E+10	院内核医学科	乙级	安全许可证上，核医学科已退役，辐射安全许可变更手续正在办理
1	Tc-99m	1.11E+8	2.775E+13	院内核医学科	乙级	
2	Sr-89	4.44E+7	1.11E+11	院内核医学科	乙级	
3	P-32	5.55E+7	1.387E+11	院内核医学科	乙级	
4	I-131	1.11E+9	2.775E+12	院内核医学科	乙级	

表 1-10 医院现有已登记在辐射安全许可证上的射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	管电压	管电流	工作场所	装置状态
1	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC One	Ⅲ类	110kV	25mA	1 号住院楼	在用
2	移动式 C 形臂 X 射线机	OEC Elite CFDx	Ⅱ类	120kV	150mA	门急诊综合大楼六层消化内镜中心	在用
3	体外冲击波碎石机	Dornier Compact Delta II	Ⅲ类	110kV	4mA	门急诊综合大楼六层消化内镜中心	在用
4	医用诊断 X 射线机 (DR 机)	MUL TIX TOP IX TOP	Ⅲ类	125 kV	500 mA	院内放射科	在用
5	医用诊断 X 射线机 (DR 机)	DX781B	Ⅲ类	150 kV	800 mA	院内放射科	在用
6	数字减影血管造影装置 (DSA 机)	ARTIST ZEE CEILING	Ⅱ类	125 kV	1000 mA	院内放射科：放射科	在用
7	移动式 C 型臂 X 射线机	BVLIBRA	Ⅲ类	110 kV	3 mA	2 号住院楼	在用
8	口腔全景机	ORTHOPHOS XG5 DS Ceph	Ⅲ类	90 kV	120 mA	院内口腔放射科：口腔放射科	在用
9	移动式 C 型臂 X 射线机	WHA-200	Ⅲ类	110 kV	8 mA	1 号住院楼：骨与创伤外科	在用

10	螺旋 CT 机	AQUILI ONE 640	Ⅲ 类	135 kV	580 mA	院内放射 科：放射 科	在用
11	数字 X 射线摄影系 统（DR 机）	TH+VS	Ⅲ 类	125 kV	500 mA	院内放射 科：放射 科	在用
12	数字 X 射线摄影系 统（DR 机）	AXIOM ARISTOS	Ⅲ 类	150 kV	500 mA	院内体检 中心：体 检中心	在用
13	数字 X 射线摄影系 统（DR 机）	ESSENTA	Ⅲ 类	150 kV	630 mA	院内体检 中心：体 检中心	在用
14	X 射线骨密度计	PRODIGY	Ⅲ 类	76 kV	3 mA	院内放射 科：放射 科	在用
15	数字 X 射线摄影系 统（DR 机）	DX-D600	Ⅲ 类	90 kV	640 mA	院内放射 科：放射 科	在用
16	口腔 CT 机	NEW TOM VGI	Ⅲ 类	110 kV	20 mA	院内口腔 放射科： 口腔放射 科	在用
17	口腔放射数字化系 统（牙片机）	ENDOGRAPH DC	Ⅲ 类	70 kV	6 mA	院内口腔 放射科： 口腔放射 科	在用
18	数字减影血管造影 装置（DSA 机）	INNOVA IGS530	Ⅱ 类	125 kV	1000 mA	院内放射 科：放射 科	在用
19	移动式 X 线机	DX-D100	Ⅲ 类	70 kV	200 mA	院内放射 科：放射 科	在用
20	计算机断层扫描成 像系统	Ingenuity Flex 16	Ⅲ 类	140 kV	500 mA	院内放射 科：发热 门诊	在用
21	体外震波碎石机	HK.ESW L-VM	Ⅲ 类	100 kV	50 mA	体外震波 碎石机 房：泌尿 外科	在用
22	医用诊断 X 射线机 （DR 机）	Multix select DR	Ⅲ 类	133 kV	800 mA	院内放射 科：体检 中心	在用

23	医用诊断 X 射线机 (移动式 DR 机)	Udr370i	Ⅲ类	150 kV	320 mA	院内放射科：医技楼 2 楼	在用
24	全数字化遥控倾斜床断 X 线机	Luminos Fusion	Ⅲ类	150 kV	800 mA	院内放射科：院内放射科	在用
25	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm SoLo	Ⅲ类	110 kV	20 mA	2 号住院楼	在用
26	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm SoLo	Ⅲ类	110 kV	20 mA	2 号住院楼	在用
27	移动式摄影 X 射线机	Mobilett Mira Max	Ⅲ类	133 kV	450 mA	院内放射科	在用
28	移动式摄影 X 射线机	Mobilett Mira Max	Ⅲ类	133 kV	450 mA	院内放射科	在用
29	数字乳腺 X 射线机	MAMMOMAT Revelation	Ⅲ类	49 kV	715 mA	院内放射科：医技楼 2 楼	在用
30	放射治疗模拟机	山东新华 SL-IE	Ⅲ类	125 kV	630 mA	院内肿瘤科：医技楼	在用
31	车载 CT	SCINTCARE 778HONOR	Ⅲ类	140 kV	660 mA	院内放射科	在用
32	CT 机	SOMATOM Definition Edge	Ⅲ类	140 kV	666 mA	院内放射科	在用
33	口腔放射数字化系统 (牙片机)	eXpert DC	Ⅲ类	65kV	7mA	金安门诊部口腔门诊	在用
34	移动 X 线机	PRACTIX 100 PLUS	Ⅲ类	125 kV	140 mA	院内放射科	待报废
35	医用诊断 X 射线机 (DR 机)	MUL TIX TOP	Ⅲ类	125 kV	500 mA	院内放射科	待报废
36	立体定向放射治疗系统	Mevasim 77200	Ⅲ类	120 kV	500 mA	院内肿瘤科：院内肿瘤科	待报废

37	SPECT/CT	Infinia 型	Ⅲ类	140 kV	2.5 mA	院内核医学科：院内核医学科	封存停用
38	移动式 C 型臂 X 射线机	HMC-50G	Ⅲ类	120 kV	4 mA	2 号住院楼：骨与创伤外科	待报废
39	数字乳腺机	SELENIA	Ⅲ类	39 kV	400 mA	院内放射科：放射科	待报废
40	X 射线遥控透视摄影系统	SHIMAVISION UX	Ⅲ类	150 kV	800 mA	院内放射科	待报废
41	移动 X 线机	岛津 MUX-10J	Ⅲ类	125 kV	125 mA	院内放射科	待报废
42	移动 X 线机	PRACTIX 300	Ⅲ类	125 kV	300 mA	院内放射科	待报废
43	移动式 C 型臂 X 射线机	HMC-36	Ⅲ类	120 kV	4 mA	介入治疗室：疼痛科	待报废
44	医用电子直线加速器	MEVATRON-MX	Ⅱ类	6 MV		院内肿瘤科	待报废
45	医用电子直线加速器	Versa HD	Ⅱ类	10MV		院内肿瘤科	在用

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事故，也没有相关环保投诉。

（2）辐射安全管理现状

1) 辐射安全管理机构及规章制度

根据辐射安全管理需求，医院成立了“医院辐射安全管理委员会”，并于 2022 年以“院发 [2022] 31 号”对委员会成员进行了更新调整（见附件 5），明确了委员会成员。建设单位目前制定的规章制度包括：《放射性同位素与射线装

置放射突发事件处理应急预案》《云南大学附属医院放射诊疗建设项目管理制度》《辐射工作职责》《辐射防护、安全管理与处理制度》《辐射与消防安全管理细则》《放射工作场所辐射防护管理制度》《核医学工作场所辐射防护管理制度》《射线装置管理制度》《辐射装置维修制度》《放射设备维修保养管理制度》《放射设备质量管理制度》《放射装置质量保证制度》《放射设备定期检修制度》《仪器校验制度》《监测仪器检验与刻度管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员资质管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射工作人员健康管理制度》《辐射工作人员岗位职责管理制度》《非密封放射性物质管理制度》《放射源使用管理制度》《辐射安全监测方案》《放射治疗应急处理的规范与流程》《闲置（废弃）放射源及其他放射性废物处置管理制度》《云南大学附属医院场所设施退役（报废）管理制度》等。已有管理制度能够满足原有辐射防护管理需要。

医院辐射安全管理委员会定期组织相关科室进行辐射事故应急演练和应急培训，运行期间未发生过辐射安全事故，也没有收到相关环保投诉。

相关规章制度见附件 6。

2) 辐射安全与防护学习考核

目前，医院共有 169 名辐射工作人员，其中 63 名从事Ⅲ类射线装置操作的辐射工作人员均已通过医院自主培训并通过考试；106 名工作人员取得国家核技术利用辐射与安全防护平台考试成绩报告单。本项目设定 27 名辐射工作人员，均为原有工作人员，其中放射科 2 名技师，其中 1 名原为从事Ⅲ类射线装置工作人员，参加了医院自主培训，1 名原来未从事辐射工作，均未取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单；其余 25 名工作人员均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，培训证书在有效期内（见附件 7）。按照《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（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的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），本项目 2 名放射科技师应参加生态环境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；原有取得辐射安全与防护培训合格证书的辐射工作人员应在证书到期前在生态环境部辐射与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）报名学习，并参加云南省生

态环境厅组织的现场考核。

3) 年度评估报告

建设单位编制了《核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2024 年度）》，并于 2025 年 1 月 31 日前提交给发证机关（云南省生态环境厅），2024 年建设单位未发生过辐射安全事故。

4) 开展监测情况

A、个人剂量监测

建设单位辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案，根据查阅医院辐射工作人员个人剂量档案，最近四个季度医院辐射工作人员个人剂量监测结果为 0.09~1.03mSv，满足 5mSv 要求，未出现个人剂量超标情况。

本项目定员 27 人，其中 1 人原来未从事辐射工作，未开展个人剂量检测，其余 26 名辐射工作人员最近四个季度个人剂量监测结果最大值为 0.86mSv，相关职业人员个人剂量满足 5mSv 管理限值。个人剂量检测结果如表 1-10 所示。

表 1-10 本项目辐射工作人员个人剂量监测结果（单位：mSv）

序号	姓名	2024-03-26 开始佩戴 (89 天)	2024-06-25 开始佩戴 (89 天)	2024-09-24 开始佩戴 (89 天)	2024-12-24 开始佩戴 (89 天)	佩戴 总天 数	合计 (mSv)
1	陶四明	0.27	0.29	0.14	0.16	356	0.86
2	杨志刚	0.24	0.26	0.15	0.12		0.77
3	代华磊	0.25	0.27	0.15	0.10		0.77
4	张新金	0.24	0.28	0.16	0.12		0.80
5	魏巍	0.20	0.26	0.16	0.13		0.75
6	宋丽娟	0.20	0.29	0.12	0.17		0.78
7	殷实	0.17	0.27	0.12	0.15		0.71
8	张仪坚	0.18	0.26	0.15	0.15		0.74
9	普顺华	0.22	0.27	0.13	0.14		0.76
10	普永芬	0.22	0.26	0.12	0.15		0.75
11	刘源畅	0.24	0.11	0.12	0.16		0.63
12	陈苗	/	0.08	0.18	0.15		0.41
13	谷玲丽	0.25	0.09	0.14	0.12		0.60
14	贾吉	0.24	0.10	0.14	0.15		0.63

15	关英霞	/	0.09	0.15	0.15	0.39
16	陆梅	/	/	0.18	0.16	0.34
17	谷震	0.14	0.08	0.15	0.13	0.50
18	陈昱云	0.12	0.08	0.1	0.15	0.45
19	李亚捷	0.16	0.07	0.12	0.18	0.53
20	陈红	0.17	0.08	0.12	0.16	0.53
21	张晋珍	0.14	0.08	0.12	0.15	0.49
22	陈旭	0.12	0.08	0.12	0.18	0.50
23	龙云霞	0.15	0.08	0.13	0.15	0.51
24	曾平	0.15	0.08	0.12	0.19	0.54
25	徐红令	0.13	0.08	0.1	0.14	0.45
26	王瑾	0.16	0.29	0.11	0.15	0.71

注：“/”表示该季度未从事辐射工作。

B、辐射工作场所辐射水平监测

2024 年医院已委托云南卓淮检测技术有限公司对在用的射线装置相关辐射工作场所进行了年度监测（报告编号：YNZH-BG-FSHJ-[2024]-第 1221 号）。根据监测报告可得：

①直线加速机房外辐射剂量率监测最大值为 $0.091\mu\text{Sv/h}$ （最大值出现在西侧墙体外），满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中控制水平要求；②两台 DSA 机房外辐射剂量率监测最大值为 $1.398\mu\text{Sv/h}$ （最大值位于 ARTIST ZEE CEILING 机房防护门下方），满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)“ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”要求；③移动式 C 形臂 X 射线机 OEC Elite CFDx 机房外辐射剂量率监测最大值为 $0.295\mu\text{Sv/h}$ （最大值位于机房防护门下方），满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)“ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”要求；④对具有摄影程序的 DR 机房外在摄影模式下周围 X- γ 辐射剂量率最大值为 $2.51\mu\text{Sv/h}$ （最大值位于医技楼十四层 DR 室 Multix Select DR 型数字化多功能 X 线透视摄影系统机房防护大门下），符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的要求；⑤其余 III 类射线装置机房外辐射剂量率监测最大值为 $1.011\mu\text{Sv/h}$ （最大值位于门诊楼一层第四检查室 SOMATOM Definition Edge 型 CT 机房防护门外下方），满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)“ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”要求；⑥Sr-90（Y-90）放射源临时储源场所辐射剂量率在 $0.077\sim 0.090\mu\text{Gy/h}$ 之间，满足《核医

学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求， β 表面污染最大值为 $0.02\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 表面污染满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“监督区： $<4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；控制区： $<40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ”的要求。⑦根据年工作时间估算工作人员年有效剂量最大值为 $1.541\text{mSv}/\text{a}$ ，符合“职业人员年有效剂量约束值不超过 5mSv ”管理要求。

本环评摘取了其中与本项目相关的 DSA 辐射工作环境监测报告，见附件 9。

经医院核实，至 2024 年未发生过辐射安全事故，无环境污染事故，也无公众投诉。

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	Artis Q floor 型	125	1000	医疗诊 断及介 入治疗	医技楼三楼 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/m³；年排放总量用 kg。
2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l 或 Bq/kg，或 Bq/m³)，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 年修订）》，2018 年 12 月 29 日起施行； (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》（国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行）（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) 《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号，自 2012 年 3 月 1 日起施行）； (8) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》（环境保护部工业和信息化部国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号）； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日施行）； (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）； (11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部第 16 号令）； (12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号）； (13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）； (14) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订版）》； (15) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年国家发展和改革委员会）
------	---

	员会令第7号)； (16) 《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)； (17) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430号文)； (18) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日施行)； (19) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告2021年第9号)； (20) 《云南省生态环境厅关于印发<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲>(2021年版)和<云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序>(2021年版)的通知》(云环通[2021]227号)； (21) 《云南省生态环境保护条例》(2024年11月1日起施行)。
技术标准	(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)； (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)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)； (8) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)； (9) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)； (10) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)； (11) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。
其他	(1) 《实用辐射安全手册(第二版)》； (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）； (5) 建设单位提供资料； (6) 《环评委托书》。
--	---

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

本项目位于医技楼三楼（地上共二十一层，地下两层），医技楼西侧紧邻二号住院楼，西侧 50m 范围为医技楼其余部分和二号住院楼；北侧为多功能综合楼（新建暂未投入使用），50m 评价范围内为多功能综合楼和院内道路，以及院外马家巷小区最南侧住宅楼少部分区域；东北侧 50m 评价范围内为发热门诊楼、院内道路；东侧 50m 评价范围内为医技楼其余部分、院内道路、门诊综合大楼西北侧少部分区域；南侧 50m 评价范围内为院内道路、一号住院楼东北角少部分区域。本项目楼上医技楼四楼为消化内科，DSA 机房正对楼上为病房；楼下医技楼二层为 X 射线摄片室和患者通道。

本项目 DSA 机房东侧（DSA 设备间、缓冲间）、西侧配套房间（控制室）、西南侧（医护人员更衣室）为 DSA 洁净管理区域，DSA 运行过程中公众无法进入，均为职业人员场所。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)	与屏蔽墙体最近距离 (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	27	0.3	0	5
		机房东侧	DSA 设备间、缓冲间		0.3	0	
		西侧	控制室		0.3	0	
		西南侧	医护人员更衣室		0.3	0	
	院内公众	机房北侧	院内道路	流动人群	0.3	-9.6	0.25
			多功能综合楼	约 100 人	9.0	0	

		机房东侧	医技楼其余区域（医生办公室、过道）	约 20 人	3.9	0	
			门诊综合大楼西北侧少部分区域	约 20 人	32.0	0	
			院内道路	流动人群	20.0	-9.6	
		机房东北侧	发热门诊楼、院内道路	约 10 人	25.0	0	
			院内道路	流动人群	39.0	-9.6	
		机房西侧	医技楼其余区域（医生办公室、过道）	约 20 人	3.0	0	
			二号住院楼	约 80 人	17.0	0	
		机房南侧	医技楼其余区域（病人通道、过道）	约 20 人	0.3	0	
			院内道路	流动人群	18.5	-9.6	
			一号住院楼东北角少部分区域	约 50 人	46.0	0	
		机房上方	医技楼四楼消化内科病房	约 30 人	0	+3.3	
		机房下方	医技楼二楼 X 射线摄影室和患者通道等区域	约 30 人	0	-4.8	
	院外公众	北侧	马家巷小区最南侧住宅楼少部分区域（6F）	约 80 人	48	0	0.25

评价标准

7.1 非辐射相关评价标准

结合本项目主体工程的常规环评，本项目非辐射相关标准执行标准如下。

（1）环境质量标准

- ①环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
- ②地表水环境：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准；
- ③声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

（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：医疗废水执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中的预处

理标准，其中氨氮、总磷执行《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表 1 中 B 等级标准；

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

7.2 辐射相关评价标准

7.2.1 年受照剂量约束限值

（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）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。

综上，本次评价采用如下标准剂量约束限值：

职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

公众照射的剂量约束值不超过 0.25mSv/a。

7.2.2 《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。机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。机房内单边

长度指机房内有效使用面积的最小边长。

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 $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目位于云南省昆明市五华区青年路 176 号云南大学附属医院医技楼内，拟将医技楼三楼视教室和医生办公室改造为 DSA 机房，目前机房已完成设计，未开始施工改造。本次新增使用一台数字减影血管造影机（DSA），属于 II 类射线装置，主要污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水、声环境等影响较小，本次评价的环境空气质量、地表水环境质量、声环境质量等引用《2024 年度昆明市生态环境状况公报》进行评价，本次重点针对评价区域开展了辐射环境的现状监测评价。

8.1 地表水环境现状

本项目区域地表水体为本项目东侧的盘龙江，盘龙江汇入滇池。根据《云南省水功能区划》（2014 年 5 月），本项目所在区域水功能区位于滇池昆明开发利用区的盘龙江昆明景观、农业用水区二级水功能区内；河段起点为松华坝水库坝址，止点为入滇池口，2030 年水质目标为 III 类。

根据《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，滇池主要入湖河道 35 条滇池主要入湖河道中，2 条河道断流，27 条河道水质类别为 II~I 类，6 条河道水质类别为 IV~V 类，无劣 V 类河道，达标率 96.97%，较 2023 年提高 3 个百分点。

本项目废水经医院污水处理站处理后排入市政污水管网，最终进入昆明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。

8.2 环境空气现状

本项目位于昆明市主城区，根据《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，主城区环境空气质量全市主城区环境空气优良率 99.7%，其中优 221 天、良 144 天、轻度污染 1 天。各项污染物浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，空气质量保持良好水平。

因此，本项目所在昆明市符合国家空气质量二级标准（GB3095-2012）。

8.3 声环境质量现状

本项目位于昆明市县城区，声环境功能区为 2 类区。根据《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，2024 年全市主城区昼间区域环境噪声平均值为 52.6 分贝(A)，总体水平达二级(较好)。

8.4 辐射现状

8.4.1 场所现状

本项目位于云南大学附属医院医技楼内，拟改造房间现状为视教室和医生办公室，拟建地现状如下图：



图 8-1 本项目拟建地监测期间现状照片

8.4.2 监测对象、监测因子和监测点位

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。根据本项目平面布置和外环境关系，本次选择在项目拟改造房间、四周及周围敏感目标处布设监测点位以反映区域辐射环境质量状况。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及项目产污分析，本项目主要监测因子为：X- γ 辐射剂量率。

共布设 12 个监测点，能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。具体监测点位布设见表 8-1、图 8-2、图 8-3。

表 8-1 X- γ 辐射剂量率监测布点一览表

序号	布点位置	监测因子	备注
1	医技楼 3 楼视教室内（拟建 DSA 机房）	X- γ 辐射剂量率	/
2	医技楼 3 楼视教室东侧医生办公室内	X- γ 辐射剂量率	/
3	医技楼 3 楼视教室南侧更衣间内	X- γ 辐射剂量率	/
4	医技楼 3 楼视教室南侧医生通道内	X- γ 辐射剂量率	/
5	医技楼 3 楼视教室南侧通道	X- γ 辐射剂量率	/
6	拟建 DSA 机房楼上 4F 消化内科病房内	X- γ 辐射剂量率	/
7	拟建 DSA 机房楼下 3F 通道	X- γ 辐射剂量率	/

8	本项目北侧多功能综合楼南侧	X-γ辐射剂量率	/
9	云南大学附属医院东侧院内道路	X-γ辐射剂量率	本底对照点
10	云南大学附属医院南侧院内道路	X-γ辐射剂量率	
11	云南大学附属医院西侧院内道路	X-γ辐射剂量率	
12	云南大学附属医院北侧院内道路	X-γ辐射剂量率	
13	云南大学附属医院北侧院外马家巷小区南侧	X-γ辐射剂量率	敏感点

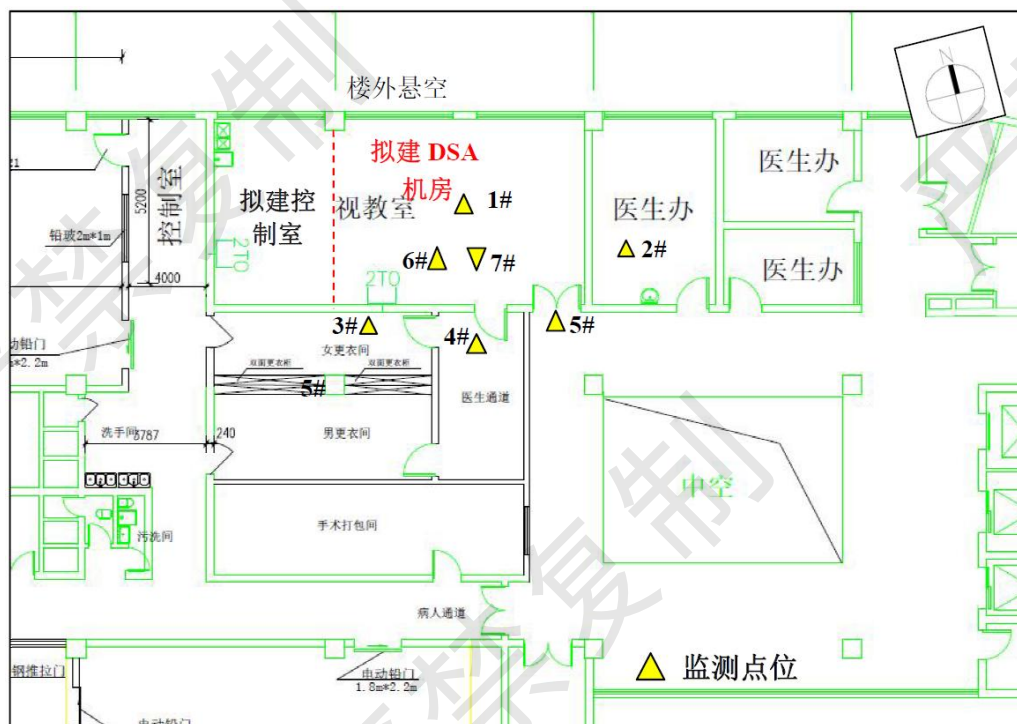


图 8-2 拟建 DSA 机房及周围 X-γ 辐射剂量率监测点位图

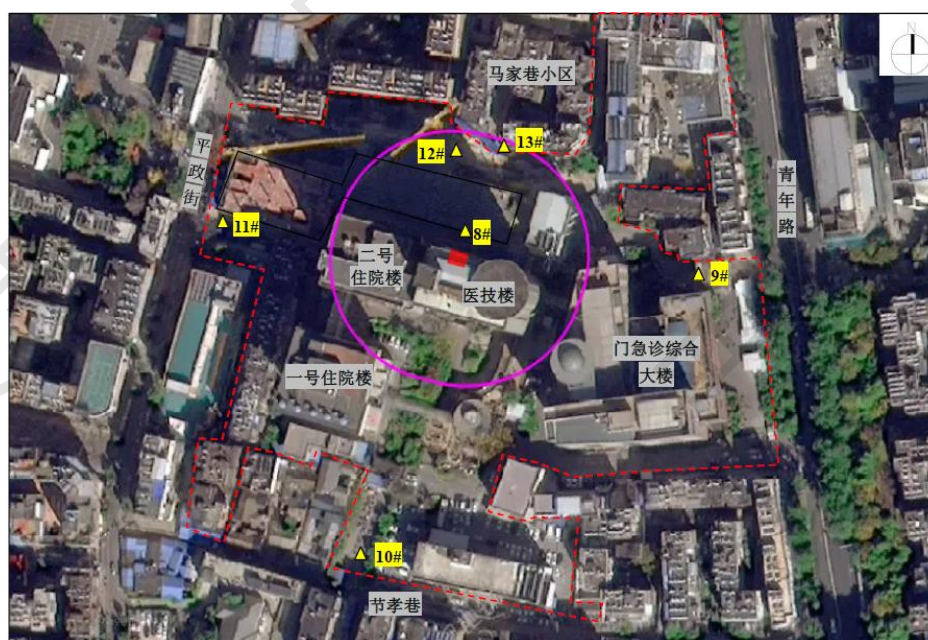


图 8-3 医院四周 X-γ 辐射剂量率监测点位图

8.2.3 监测时间及测试条件说明

监测日期：2025 年 06 月 29 日；环境温度：15.9℃-18.5℃；环境湿度：54.2%-58.6%；天气状况：晴。

8.2.4 监测方法和仪器

本项目采用的监测方法和监测仪器见表 8-2。

表 8-2 监测方法及监测仪器

项目	监测方法	方法来源	监测仪器
X-γ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：环境监测用 X、γ辐射空气比释动能率仪 仪器型号：RJ32-2102 仪器编号：RJ3200143 能量响应：20keV~7.0MeV 测量范围：10nGy/h~100μGy/h 校准因子：0.98 校准证书编号：JL2400649932 校准单位：深圳市计量质量检测研究院 校准日期：2024 年 07 月 03 日 有效日期：2025 年 07 月 02 日

8.2.5 质量保证

- ①本项目监测单位为四川省核工业辐射测试防护院宜宾检测中心有限公司，取得四川省市场监督管理局（CMA 认证），证书编号：222312051293。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。

8.2.6 监测结果与评价

各监测点位监测结果见表 8-3 和附件 10。

表 8-3 云南大学附属医院 DSA 机房拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

点位	监测位置	X-γ辐射剂量率 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1#	医技楼 3 楼视教室内（拟建 DSA 机房）	31	4.2	/
2#	医技楼 3 楼视教室东侧医生办公室内	35	3.9	
3#	医技楼 3 楼视教室南侧更衣间内	32	2.7	
4#	医技楼 3 楼视教室南侧医生通道内	30	2.9	
5#	医技楼 3 楼视教室南侧通道	33	3.7	
6#	拟建 DSA 机房楼上 4F 消化内科病房内	39	3.1	
7#	拟建 DSA 机房楼下 3F 通道	31	3.8	
8#	本项目北侧多功能综合楼南侧	41	6.3	
9#	云南大学附属医院东侧院内道路	47	4.9	
10#	云南大学附属医院南侧院内道路	41	6.3	
11#	云南大学附属医院西侧院内道路	49	5.8	
12#	云南大学附属医院北侧院内道路	43	6.6	
13#	云南大学附属医院北侧院外马家巷小区南侧	41	3.9	

注：表中 X-γ辐射剂量率监测结果均已扣除宇宙射线响应值。

根据现场监测报告，本项目拟建 DSA 工作场所及周围 X-γ辐射剂量率范围为 30nGy/h~39nGy/h，医院周围环境本底 X-γ辐射剂量率为 41nGy/h~49nGy/h。根据《云南省环境天然放射性水平调查研究》（云南科技出版社，1992 年 11 月出版），昆明市原野 γ 辐射剂量率在 2.73×10^{-8} Gy/h~ 11.36×10^{-8} Gy/h 之间，昆明市道路 γ 辐射剂量率在 3.51×10^{-8} Gy/h~ 7.52×10^{-8} Gy/h 之间，昆明市房屋室内 γ 辐射剂量率在 6.41×10^{-8} Gy/h~ 12.66×10^{-8} Gy/h 之间。可见，本项目拟建 DSA 工作场所及周围各监测点位 X-γ 辐射剂量率未见异常，处于当地天然辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 施工期工艺分析

本项目 DSA 机房依托医技楼主体工程现有房间进行改造，目前医技楼主体工程建成，本次环评施工期主要评价内容为 DSA 机房防护装修施工和设备安装调试、配套房间隔断建设施工装修等。

环评要求：严格按照设计方案进行防护施工，严格施工全过程管理，隐蔽工程需留下影像资料；施工期严格做好施工档案资料管理，做好隐蔽工程设计图、施工影像、施工图片、施工监理等施工资料存档，以备后期查验。

(1) 装修施工的污染分析

DSA 机房：①墙体：东、南、西、北侧墙体均为 240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板；②屋顶：120mm 混凝土+3mm 铅板，在现有 120mm 钢筋混凝土基础上，在机房内顶用 40×60mm 镀锌方管龙骨焊接支撑架，间距 1000×1500，上面铺设 3mm 铅板；③地面：120mm 混凝土+30mm 厚硫酸钡涂料，在现有 120mm 钢筋混凝土基础上粉刷不低于 30mm 硫酸钡涂料防护，防护涂料外考虑沙灰保护层，确保防护涂料不易被破坏，不得出现龟裂、分层等质量问题；④观察窗：西侧墙体设置观察窗 1 个，3mm 铅当量的铅玻璃；⑤铅门：机房共设 2 道铅门（西侧医护人员铅门 1 道、东侧病人进出铅门 1 道），均为内衬 3mm 铅板的防护门。

防护门：所有防护门规格要求宽度=门洞宽度每边加 15cm（门与墙缝隙<1.5cm），高度=门洞高度加 10cm（门与墙缝隙<1.5cm）。

铅玻璃：3mm 铅当量防护铅玻璃，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。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在设备安装调试期间，医院应配合设备厂家专业人员加强安装调试现场的辐射安全管理，保证在此期间内放射工作场所设置的各类辐射安全防护措施正常运行，具体措施要求如下：

①医用射线装置的安装调试、维修的技术服务单位，必须是持有辐射安全许可证的单位；调试人员应取得辐射安全与防护培训考核合格证。

②在医用射线装置出束调试前，应确保机房四周墙体、顶板、防护门等实体屏蔽设施防护到位，方可启动装置出束。

③在医用射线装置的安装调试期间，应关闭机房防护门，在机房防护门外醒目位置张贴电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

④安装调试人员离开机房期间，机房和控制室必须关闭上锁，钥匙交由专人看管或安排专人看守。

9.2 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，为更清楚地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（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），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 360°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 9-1 所示：

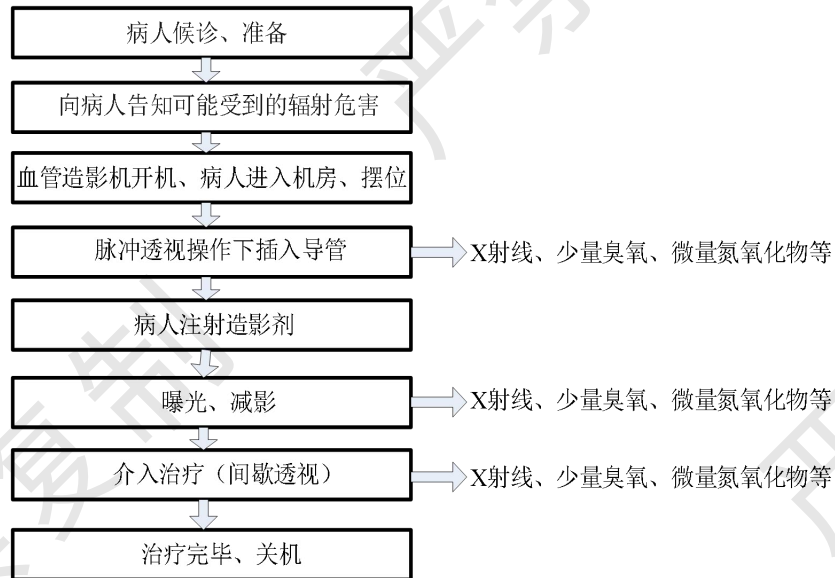


图 9-1 DSA 数字减影介入治疗流程及产污环节示意图

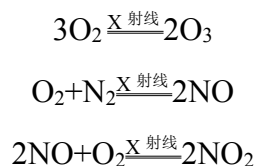
本项目使用的 X 射线装置（DSA）在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，产生微量臭氧、氮氧化物。

污染源项描述

9.3 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 射线泄漏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：



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 机房通排风系统运行时会产生噪声。

（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。

9.4 事故情况污染源分析

本项目射线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，或者用对讲装置进行提示，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。

9.5 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

内容 类型	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	排风系统
水污染物	医务工作人员	生活污水	少量	依托医院污水处理站处理
	介入手术、清洗器械	医疗废水	少量	
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	---	依托医院医疗废物管理制度统一处置
噪声	通排风系统	噪声	---	经建筑隔噪和距离衰减后，影响较小

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：

10.1 工作区域管理

1、分区原则

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（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的指定区域。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。

2、控制区与监督区的划分

本次环评中结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将 DSA 机房划为控制区，而控制室、设备间、缓冲间划为监督区。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 本项目控制区与监督区划分情况

工作场所	控制区	监督区	备注
医技楼三楼 DSA 机房	DSA 机房	控制室、设备间、缓冲间	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。监督区内应限制无关人员进入。

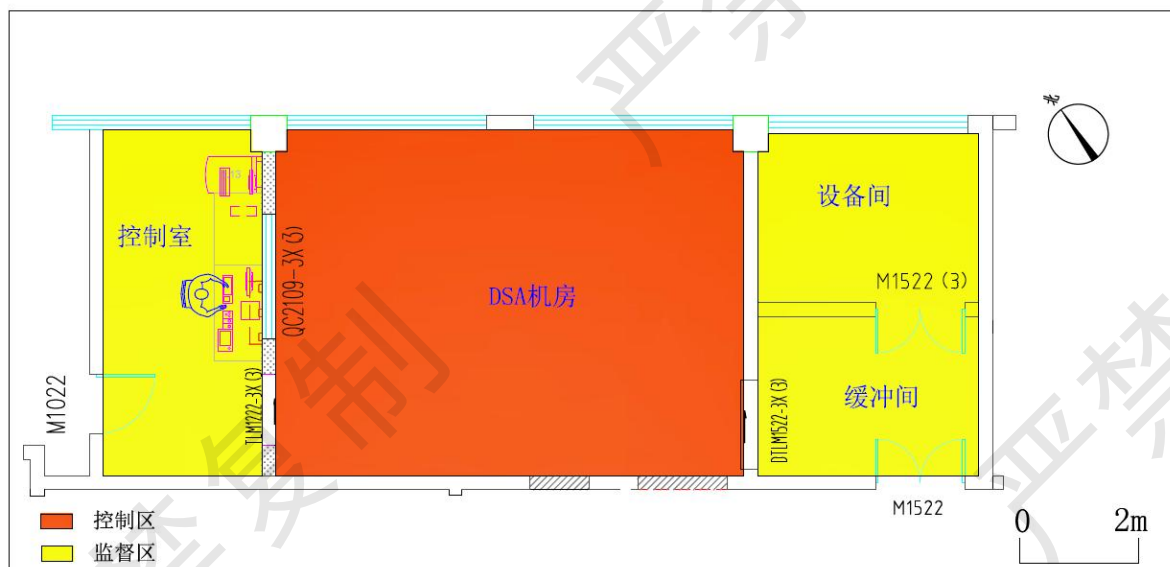


图 10-1 本项目 DSA 机房两区划分示意图

3、控制区防护手段与安全措施

- ①控制区进出口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；
- ②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门禁）限制进出控制区；
- ④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

4、监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区为边界；
- ②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌和警告标识；
- ③定期检查该区的条件，以确定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。

10.2 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此多消除软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、辐射工作场所防护措施

1) 屏蔽设计

本项目设备为单管头 C 形臂 X 射线设备，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，DSA 机房最小单边长度 5.805m，DSA 机房有效面积 45.6m²，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 20m²，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。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	楼顶	地面	防护门	观察窗	机房面积
医技楼三楼 DSA 机房	四侧墙体均为 240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，铅当量约 5.28mm	12cm 钢筋混凝土+3mm 铅板，相当于 4.5mm 铅当量	12cm 钢筋混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料，相当于 3.33mm 铅当量	两道防护门均为内衬 3mm 铅板的防护铅门	3mm 铅当量的铅玻璃	机房内长 7.86m、宽 5.805m，机房内有效使用面积 45.6m 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/cm³，实心砖的密度为 1.65g/cm³，铅板的密度为 11.3

g/m³，硫酸钡防护涂料密度为 3.2g/cm³。混凝土、实心砖根据《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，混凝土对于 125kV（主束）X 射线辐射衰减的拟合参数为 $\alpha = 0.03502$ 、 $\beta = 0.07113$ 、 $\gamma = 0.6974$ ，实心砖对于 125kV（有用线束）X 射线辐射衰减的拟合参数为 $\alpha = 0.02870$ 、 $\beta = 0.06700$ 、 $\gamma = 1.346$ ，根据 C.1 和 C.2 计算得：12cm 混凝土相当于 1.5mm 铅，240mm 实心砖相当于 2.28mm 铅。硫酸钡防护涂料根据《辐射安全手册（第三分册）》P62 表 3.3，无 125kV，保守按 150kV 条件下通过内插法计算，30mm 硫酸钡防护涂料相当于 1.83mm 铅。

由表10-2可知，本项目DSA机房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，本项目射线装置工作场所拟采取措施有：

①本项目射线装置场所四周及地面、屋顶拟采用相应的屏蔽体对射线进行屏蔽，观察窗安装防护铅玻璃，机房通道处均安装铅防护门（机房墙体与门缝的重叠部分大于 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（20cm 宽×10cm 深），DSA 机房电缆从分别从东侧穿防护墙进入设备间，从西侧穿防护墙进入控制室，穿防护墙处采用直穿的方式，电缆沟宽 20cm、深 10cm，穿墙位置缝隙采用 3.5 厚铅板覆盖防护，覆盖超过缝边不小于 50mm，并与防护铅板紧密贴合，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通排风系统：在 DSA 机房分别安装 1 套排风系统和送风系统。机房排风管道从西侧屏蔽墙穿出机房，从控制室北侧医技楼北墙穿墙排出，距机房地板约 2.6m，穿防护墙处采用直穿的方式，风管用 3.5mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm，风管与墙体交接处用 3.5mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 50cm；机房送风管道从机房东侧屏蔽墙穿屏蔽墙进入机房，距机房地板约 2.6m，穿防护墙处采用直穿的方式，风管用 3.5mm 厚铅皮包裹，长度为穿墙前后各 50cm，风管与墙体交接处用 3.5mm 厚铅皮搭接，搭接长度为 50cm。

本项目 DSA 主射方向向上，机头有用线束直接照向患者，不会直射到机房四周墙体、楼顶、防护门、铅窗以及管线口。由于送排风管道和电缆沟穿墙位置不在主射束方向，

且对穿墙处敷设铅皮进行补偿防护，能够有效防止射线直接从风管或电缆沟照射出机房，且避免漏射产生。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

本项目涉及一个工作场所：DSA 机房，配套设计辅助用房有控制室、设备间、缓冲间，其余辅助区域污物暂存、医护人员更衣室、卫生间、洁净区等区域由三楼介入手术区共用，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，医生通过换鞋更衣室后进入控制室、DSA 机房，病人通过缓冲间后进入 DSA 机房，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，缓冲间同时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	机房西侧	控制室	技师隔室操作 DSA、护士停留	/
	机房东侧	设备间	安装 DSA 辅助设备	/
		缓冲间	病人进入机房前的缓冲区、病人术后恢复苏醒	/
	机房南侧	医护人员更衣室、 医护通道	医护人员通道	
		患者通道	患者通道	
	机房正上方	消化内科病房	普通病房	/
	机房正下方	摄片室和患者通道	摄片室和患者通道	/

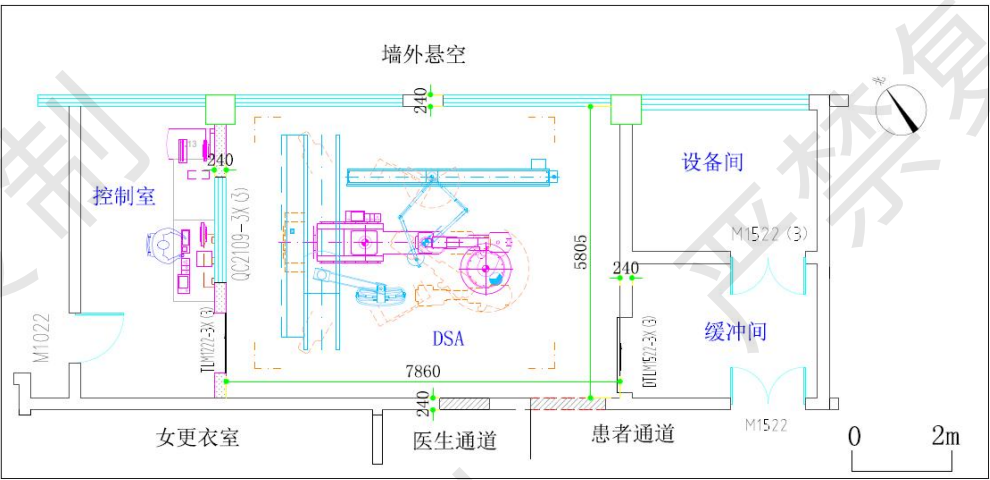


图 10-3 DSA 机房平面布局图

3) 机房安全装置设计与布置

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目 DSA 机房安全装置具体设计和布置如下：

①紧急制动装置：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。

②门灯联锁装置：在射线装置机房入口、屏蔽门中部拟设置“当心电离辐射”警示标志。射线装置机房门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“当心射线”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。

③操作警示装置：X 射线系统出束时，控制台上的指示鸣器发出声音。

④对讲装置：在 DSA 机房与控制室之间拟设置观察窗，安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与射线装置机房内的人员联系。

⑤警告标志：DSA 机房防护门外的醒目位置，拟设置明显的电离辐射警告标志，在候诊区适当位置设置放射防护注意事项告知栏。

⑥动力通风装置：DSA 机房设置排风系统，拟设置动力通风装置，排风量 1500m³/h，保持机房内良好通风。

⑦防夹装置、自动闭门装置：对 DSA 机房 2 道推拉门拟设置防夹人装置，2 道平开门设置自动闭门装置。

4) 介入过程屏蔽防护

①介入手术过程职业人员进入机房进行透视时，应佩戴好个人防护用具包括：铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等，其防护铅当量不低于 0.5mm。医院拟为本项目配置铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等防护用品，配置 3 套，其中铅橡胶手套铅当量不低于 0.025mm，其余防护用品铅当量不低于 0.5mm。

②手术医生在进行透视时，应使用床下铅帘及悬吊铅屏进行局部遮挡。本项目 DSA 由厂家配置床体旁的铅防护吊屏和床下铅帘 1 套（分别 1 件），分别具有 0.5mm 厚的铅当量。

③对患者进行透视时或拍片过程，应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。本项目拟为患者配置配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等 2 套（成

人和儿童分别 1 套），其防护铅当量不低于 0.5mm。

本项目个人防护用品配置情况详见表 10-4。

表 10-4 个人防护用品配备表

放射类型	工作人员个人防护用品		患者或受检者个人防护用品	
	GBZ130-2020 要求	拟设防护用品	GBZ130-2020 要求	拟设防护用品
介入放射性工作	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、 铅橡胶颈套、铅橡胶 手套、铅防护眼镜	铅橡胶围裙、铅 橡胶帽子、铅橡 胶颈套、铅橡胶 手套、铅防护眼 镜，2 套	铅橡胶性腺防护围 裙(方形)或方巾、 铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	铅橡胶性腺防护围 裙（方形）或方巾、 铅橡胶颈套，2 套 （成人和儿童各 1 套）

根据表 10-4，医院拟为工作人员和患者（受检者）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。个人防护用品不使用时，不应折叠放置，以防止断裂。

④监测仪器：为防止 DSA 操作人员被误照射，医院已配备 1 台便携式辐射监测仪，拟配备 2 台个人剂量报警仪，并为每位辐射工作人员佩戴个人剂量计。

5) 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。

本项目辐射工作人员须配备双剂量计。DSA 项目介入工作人员应在铅围裙外锁骨对应的领口位置及铅围裙内躯干上各佩戴一个剂量计，剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反，每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量健康档案。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 机房进行介入手术，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 机房周围进行监测，发现异常，及时处理，减少对外围人员的照射。

本项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求相符性对比分析如下表 10-5。

表 10-5 与（GBZ130-2020）对照分析表

标准中序号	项目	标准中要求描述	本项目情况	符合性
4.1	管理要求	a)放射诊断设备工作场所的布局、机房的设计和建造；	1)本项目 DSA 机房四邻及楼上楼下区域不涉及产科、儿科等敏感科	符合

	b) 配备与检查工作相适应的结构合理的专业人员; c) 对工作人员所受的职业照射应加以限制, 职业照射剂量限值应符合 GB18871 的规定, 个人剂量监测应符合 GBZ128 的要求; d) 对放射诊疗工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的健康检查, 定期进行专业及防护知识培训, 并分别建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案; e) 制定人员培训准则和计划, 对人员的专业技能、放射防护知识和有关法律进行培训, 使之满足放射工作人员的工作岗位要求; f) 配置与 X 射线检查工作相适应的诊断设备、检测仪器及防护设施, 采取一切合理措施以预防设备故障和人为失误; g) 制定并落实放射防护管理制度、实施放射防护质量保证大纲, 采取合理和有效的措施, 将可能出现的故障和失误的后果减至最小; h) 制定相应的放射事件应急计划, 应对可能发生的事件, 宣传该计划并定期进行实际演练; i) 对受检者出现的放射损伤应及时报告卫生行政部门。	室, 布局符合要求; 根据要求进行屏蔽设计和建设, 根据后文预测计算, 屏蔽措施符合要求; 2) DSA 配备了专业介入医生、护士和 DSA 操作技师, 人员配备合理。 3) 医院建立了个人健康管理制度, 成立了辐射安全与防护管理工作小组负责相关管理工作, 对辐射工作人员实行岗前、岗中和离岗健康检查, 建立了个人剂量、职业健康管理和教育培训档案。 4) 制定了《辐射工作人员培训制度》, 定期组织辐射安全防护知识培训。 5) 本项目配备了便携式辐射监测仪 1 台, 已为工作人员每人配备了个人剂量计(其中介入医生为双剂量计), 拟配个人剂量报警仪 2 台。 6) 目前医院制定了《放射性同位素与射线装置放射突发事件处理应急预案》《云南大学附属医院放射诊疗建设项目管理制度》《辐射工作职责》《辐射防护、安全管理与处理制度》《辐射与消防安全管理细则》《放射工作场所辐射防护管理制度》《核医学工作场所辐射防护管理制度》《射线装置管理制度》《辐射装置维修制度》《放射设备维修保养管理制度》《放射设备质量管理体系》《放射装置质量保证制度》《放射设备定期检修制度》《仪器校验制度》《监测仪器检验与刻度管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员资质管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射工作人员健康管理制度》《辐射工作人员岗位职责管理制度》《非密封放射性物质管理制度》《放射源使用管理制度》《辐射安全监测方案》《放射治疗应急处理的规范与流程》《闲置(废弃)放射源及其他放射性废
--	---	--

			物处置管理制度》《云南大学附属医院场所设施退役（报废）管理制度》。 7) 制定了辐射事故应急预案，成立了辐射安全管理委员会。	
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。 6.1.5 新建 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：“单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积 20m²，机房内最小单边长度 3.5m”	本项目 DSA 有用线束由下向上，DSA 机房的防护门、观察窗、管线穿墙位置以及工作人员操作位均不在有用线束直射方向。 机房屏蔽设计充分考虑了四周及楼上楼下人员防护要求，经后文预测计算，机房外职业人员和公众所受年附加有效剂量满足要求（职业人员低于 5mSv/a、公众低于 0.25mSv/a）。 DSA 机房为独立机房，机房最小单边长度 5.805m，DSA 机房有效面积 45.6m²，最小有效使用面积、最小单边长度符合表 2 的规定。	符合
6.2	X 射线设备机房屏蔽	6.2.1 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 3 的规定：C 形臂 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2.0mmPb，非有用线束方向铅当量 2.0mmPb。	DSA 机房有用线束朝上，机房楼顶综合铅当量约为 4.5mm；非有用线束各方向包括四面墙和地面，最小综合铅当量约为 3mm，机房的屏蔽防护符合“有用线束方向铅当量 2.0mmPb，非有用线束方向铅当量 2.0mmPb”	符合
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 μSv/h；	根据后文预测计算，DSA 机房周围各预测点的辐射剂量率最大值为 0.953μSv/h，满足“周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h 的要求”	符合
6.4	X 射线设备工作场所防护	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。 6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。 6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。 6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示	1) 机房西侧控制室墙体设置有观察窗，机房内拟安装摄像装置。 2) 机房内不堆放与诊断工作无关的杂物。 3) 机房设置 1 套新风系统和 1 套排风系统，设置动力通风装置，新风量 800m³/h，排风量 800m³/h。 4) DSA 机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯箱，灯箱上设置如	符合

		灯, 灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句; 候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。 6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置; 推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施; 工作状态指示灯能与机房门有效关联。 6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。 6.4.7 受检者不应在机房内候诊; 非特殊情况, 检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句, 工作状态指示灯能与机房门有效关联; 机房防护门外的醒目位置, 拟设置明显的电离辐射警告标志, 在候诊区适当位置设置放射防护注意事项告知栏。 5) 拟对 DSA 机房 2 道推拉门拟设置防夹人装置。 6) 机房内不允许受检者候诊, 非特殊情况不允许陪检者进入机房。	
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服。 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 0.25 mmPb; 介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb; 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 2 mmPb。 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。	1) 拟为本项目配置铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等防护用品, 配置 3 套, 其中铅橡胶手套铅当量不低于 0.025mm, 其余防护用品铅当量不低于 0.5mm。 2) 拟为患者配置配备铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套等 2 套(成人和儿童分别 1 套), 其防护铅当量不低于 0.5mm。 3) 安排专人负责管理个人防护用品, 妥善存放, 不得折叠放置。	符合
7.8	介入放射学 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 GBZ 128 的规定。	医院拟制定 DSA 安全操作规程, 由专业人员负责安全操作设备。 DSA 设备具有记录受检者剂量的装置, 在每次诊疗后受检者受照剂量记录于病历中。 DSA 设备工作时, 除介入医生, 其余人员均不在机房内。 本项目辐射工作人员(医生)拟配备双剂量计, 在铅围裙外锁骨对应的领口位置及铅围裙内躯干上各佩戴一个剂量计。	符合

综上，本项目 DSA 机房符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。

10.3 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10-6。

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 10-6 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)
废气处理	DSA 机房	采用新风系统送风，送风量 800m ³ /h；1 套排风系统，排风量 800m ³ /h	3.0
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等	40.0
	专用防护设计	工作状态指示灯 2 套（病人铅门门头、医护人员铅门门头）、门灯连锁装置 2 套（病人铅门门头、医护人员铅门门头）、电离辐射警示标志 2 套（病人铅门门头、医护人员铅门门头）、两区分划等	1.5
	规章制度	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	2 人辐射工作人员参加辐射安全与防护的培训	--
个人防护措施	辐射工作人员个人剂量监测和职业健康监护	辐射工作人员定期进行健康检查、个人剂量监测，医院建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。	5.0
	项目涉及辐射工作人员防护用品	拟为辐射工作人员配备 2 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜等个人防护用品。	4.5
	受检、治疗病人防护用品	拟为患者配备 2 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套等个人防护用品，成人和儿童分别 1 套。	
监测仪器	项目涉及设备	便携式辐射监测仪 1 台、个人剂量计 27 套（介入医生为双剂量计），均为利旧；新增个人剂量报警仪 2 台	0.5
辐射竣工环境保护验收	--	竣工验收监测	5.0
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	3.5
合计			63.1

本项目总投资约 800 万元，环保投资约 63.1 万元，占总投资的 7.89%。

三废的治理

1、废气治理措施

本项目 DSA 运营过程会产生少量的臭氧及氮氧化物，项目 DSA 机房设置了 1 套新风系统送风，送风管道自北侧大楼外引入新风，经东侧缓冲间上方从 DSA 机房东侧穿墙引入机房内，新风系统风机采用静音风机并安置于患者通道吊顶上方，DSA 机房送风量 $800\text{m}^3/\text{h}$ ；DSA 机房设置有 1 套排风系统，排风管道从机房西侧控制室上方穿墙出机房，在吊顶上方靠墙布置管道，从控制室北侧穿墙排出，排风量 $800\text{m}^3/\text{h}$ ，排风系统风机采用静音风机并安置于控制室吊顶上方。DSA 机房采用排风机机械通风，机房通风良好，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。”的要求。

DSA 在曝光过程中产生的少量臭氧和微量氮氧化物，经过排风管引至楼外排放，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。本项目产生的非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套和造影剂瓶等医用辅料，采用专门的收集容器收集后，工作结束后由专人转移至医院的医疗废物暂存间内暂存，依托医院医疗废物管理制度统一处置，按照医疗废物执行转移联单制度，由具备医疗废物回收处理资质的专业单位集中处理。医护人员产生的生活垃圾纳入医院生活垃圾清运系统处置。

4、噪声治理措施

机房通排风系统的风机工作时将产生一定的噪声，通排风系统选用静音风机，设置减振垫，通过距离衰减、墙体隔噪等降噪措施降噪后，对周围环境影响不大。

综上所述，医院针对本项目 DSA 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

建设施工阶段对环境的影响

11.1 装修施工的环境影响

本项目涉及的工作场所为云南大学附属医院新院区医技楼三楼，改造建设，该大楼已建成，于 2005 年 10 月取得了原昆明市环境保护局批复（批复文号为：昆环保复〔2005〕148 号），于 2008 年 3 月进行了竣工环保验收。本项目 DSA 手术室依托医院医技楼房间进行改建，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。尽量使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少，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撒垃圾的行为。

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。

11.2 安装调试阶段环境影响分析

本项目射线装置的安装调试由厂家专业人员完成，医院不得自行拆卸、安装设备。本项目设备安装和调试均在机房屏蔽措施已落实到位、防护门关闭的机房内完成，由设备厂家具有相应能力且通过辐射安全考核的专业人员在机房内完成。同时应加强辐射防护管理，在此过程中医院应保证各屏蔽体屏蔽到位，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。人员离开时机房必须上锁并派人看守。调试期间产生的 X 射线经过机房墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。另外，设备试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。

运行阶段对环境的影响

11.3 辐射环境影响分析

11.3.1 机房外辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是电离辐射，即射线装置开机曝光时产生的 X 射线。本项目 DSA 尚未安装，本次环评主要通过理论预测的评价方法进行辐射环境影响分析。

本项目 DSA 主射方向向上，机头有用线束直接照向患者，不会直射到机房四周墙体、楼顶、防护门、铅窗以及管线口，且 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，参照 NCRP147 报告《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，本项目重点考虑手术过程中泄漏辐射和散射辐射对机房外周围环境的辐射影响。

(1) 运行工况及参数选择

为防止烧毁球管、延长设备使用寿命，实际工作时，DSA 管电压和管电流通常都留有较大的余量。根据建设单位提供资料，本项目 DSA 通常透射模式下管电压在 60~75kV、管电流在 5~12mA，拍片模式下管电压在 60~95kV、管电流在 100~650mA。

保守起见，本项目按透射模式（75kV、12mA）、拍片模式（95kV、650mA）进行预测。

DSA 进行曝光时分两种情况：

①减影拍片过程辐射影响分析

操作人员采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗观察手术室内患者情况，通过对讲系统与患者交流。在减影拍片过程中，医生位于控制室内。

②脉冲透视过程辐射影响分析

患者需进行介入手术治疗时，为更清楚地了解患者情况，会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视。该手术操作过程共需两名医生，此时第一手术操作位医师位于铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对患者进行直接的手术操作，距离主射线束距离为 0.5m；第二手术位的医师身着铅服、戴铅眼镜，距离主射线束为 1m。

本项目 DSA 投运后，DSA 机房内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 机房最近关注点受到的辐射剂量可以代表最大可能受到的辐射有效剂量。

各预测点位见图 11-1。

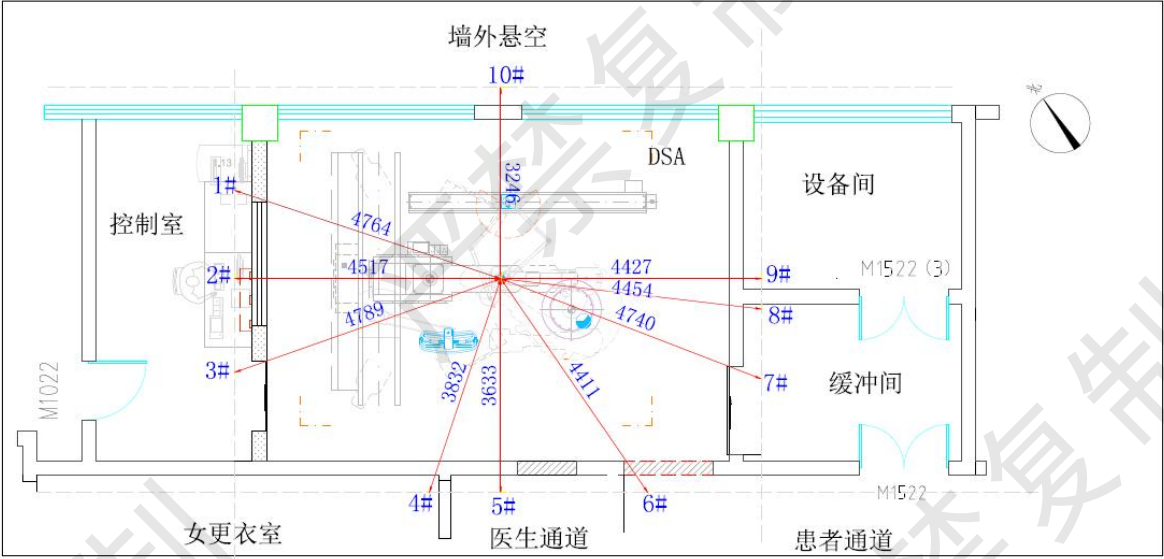


图 11-1 DSA 机房周围关注点示意图

出束总时间 498.3h（透视 383.3h+减影 115h）。

②泄漏辐射

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》（应用篇）第 9 章“辐射防护屏蔽设计”，泄漏辐射不应超过有用线束平均值的 0.1%。根据《辐射防护手册》（第一分册）（李德平、潘自强主编），DSA 减影拍片和脉冲透视过程所造成的辐射剂量可按下式估算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{X}_{1m} \times 0.1\%}{R^2} \cdot I \cdot \mu \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \dots\dots\dots \text{(式 11-2)}$$

式中：

$\dot{H}$ —关注点处的当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{X}_{1m}$ —每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率， $\text{R/mA} \cdot \text{min}$ ；根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线设备等效总过滤应不小于 2.5mmAl，查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，保守考虑取 X 射线过滤为 2.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率，当减影管电压为 95kV 时，查得 $=1.0\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，当透视管电压为 75kV 时，查得 $=0.65\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I —管电流，mA；（减影：650mA，透视：12mA）；

μ —利用因子，取 1；

W_R —辐射权重因数，取 1；

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，计算屏蔽透射因子 B 的公式为：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots \text{(式 11-3)}$$

式中：

B —给定不同屏蔽物质厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ —不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减有关的拟合参数；本项目 DSA 常用最大透视管电压 75kV、最大拍片管电压 95kV，《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 均无 75kV 和 95kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因

此保守采用表中 90kV、100kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 90kV X 射线辐射衰减的拟合参数（铅） $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ；泄漏射线因和主射线能量一样，故采用常用工况下主射线拟合参数计算其透射因子，100kV（主射）X 射线辐射衰减的拟合参数（铅） $\alpha=2.500$ 、 $\beta=15.28$ 、 $\gamma=0.7557$ 。

X—不同屏蔽物质厚度，mm。

本项目 DSA 机房四周各关注点的泄漏辐射计算结果见表 11-1。

③散射辐射

对于患者体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。可按下式进行预测估算（引用辐射防护手册第一分册，P437）：

$$H_s = \frac{\dot{X}_{1m}}{(d_0 \cdot d_s)^2} \cdot I \cdot \mu \cdot \frac{\alpha}{400} \cdot S \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \dots\dots\dots \text{（式 11-4）}$$

式中： H_s ——预测点处的散射当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{X}_{1m}$ ——每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率， $\text{R/mA} \cdot \text{min}$ ；根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线设备等总过滤应不小于 2.5mmAl，查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，保守考虑取 X 射线过滤为 2.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率，当减影管电压为 95kV 时，查得 $=1.0\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，当透视管电压为 75kV 时，查得 $=0.65\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

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 查表取值，本项目 DSA 透视最大管电压 75kV、减影最大管电压 95kV，保守取管电压 100kV、散射角 30° 的散射比 α 为 1.5×10^{-3} ；

S——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——靶点与患者的距离，m，取 0.5m；

d_s ——患者与预测点的距离，m；

B——屏蔽透射因子；本项目 DSA 透视最大管电压 75kV、减影最大管电压 95kV，根据式（11-3）计算，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV、95kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV、100kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 90kV X 射线辐射衰减的拟合参数 $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ，100kV（散射）X 射线辐射衰减的拟合参数 $\alpha=2.507$ 、 $\beta=15.33$ 、 $\gamma=0.9124$ ；

I——管电流，mA；（减影：650mA，透视：12mA）；

μ —利用因子，设备运行时，X 射线散射情况下职业及公众人员位于设备一侧的某一点位， μ 取 1/4；

W_R —辐射权重因数，取 1。

各预测点处散射辐射剂量率计算结果见表 11-2，DSA 机房周围各预测点总的附加剂量率结果表 11-3，各预测点年受照总附加剂量率结果见表 11-4。

表 11-1 DSA 机房及周围各预测点漏射辐射预测结果表

预测点			模式	辐射源点至关注点的距离 R（m）	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 H（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	减影	4.76	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	1.38E-07	1.97E-03
			透视	4.76		7.28E-09	1.24E-06
2		西侧观察窗外 30cm 处（控制室操作位）	减影	4.51	铅玻璃（3mm 铅当量）	4.14E-05	5.57E-01
			透视	4.51		7.93E-06	1.28E-03
3		西侧铅门外 30cm 处（控制室）	减影	4.78	铅门（3mm 铅当量）	1.38E-07	1.20E-03
			透视	4.78		7.28E-09	7.62E-07
4	机房南侧	南侧墙体外 30cm 处（女更衣室）	减影	3.83	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	1.38E-07	1.27E-03
			透视	3.83		7.28E-09	8.05E-07
5		南侧墙外 30cm 处（医生通道）	减影	3.63	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	1.38E-07	1.32E-03
			透视	3.63		7.28E-09	8.37E-07
6		南侧墙体外 30cm 处（患者通道）	减影	4.41	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	4.14E-05	6.41E-01
			透视	4.41		7.93E-06	1.47E-03
7	机房东侧	东侧铅门外 30cm 处（缓冲间）	减影	4.74	铅门（3mm 铅当量）	1.38E-07	1.72E-03
			透视	4.74		7.28E-09	1.09E-06
8		东侧墙体外 30cm 处（缓冲间）	减影	4.45	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	1.38E-07	1.49E-03
			透视	4.45		7.28E-09	9.45E-07
9		东侧墙体外 30cm 处（设备间）	减影	4.42	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	1.38E-07	1.78E-03
			透视	4.42		7.28E-09	1.13E-06
10	机房北侧	北侧墙体外 30cm 处（楼外	减影	3.24	240mm 厚实心砖墙+3mm	9.70E-07	1.14E-02

预测点			模式	辐射源点至关注点	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)
		悬空区域)	透视	3.24	铅板, (5.28mm 铅当量)	7.96E-08	1.12E-05
11	机房楼上正上方	楼上楼顶外 1m 处 (消化内科病房)	减影	3.30	12cm 钢筋混凝土+3mm 铅板, (4.5mm 铅当量)	9.70E-07	1.83E-02
			透视	3.30		7.96E-08	1.80E-05
12	机房楼下正下方	楼下距离地面 1.7m 处 (DR1 检查室)	减影	4.11	12cm 钢筋混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料, (3.33mm 铅当量)	1.81E-05	3.05E-01
			透视	4.11		2.88E-06	5.82E-04
13	*北侧马家巷小区住宅楼	北侧 48m 处院外马家巷小区住宅楼	减影	51.20	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板, (5.28mm 铅当量)	1.38E-07	2.32E-03
			透视	51.20		7.28E-09	1.47E-06

注: ①辐射源点与关注点的距离保守取小数点后两位且不考虑上进位。下同。

表 11-2 DSA 机房周围各预测点散射辐射预测结果表

预测点			模式	辐射源点至关注点的距离 R（m）	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 Hs（μSv/h）
序号	方位	位置					
1	机房西侧	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	减影	4.76	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	2.08E-07	1.17E-03
			透视	4.76		7.28E-09	4.92E-07
2		西侧观察窗外 30cm 处（控制室操作位）	减影	4.51	铅玻璃（3mm 铅当量）	6.31E-05	3.96E-01
			透视	4.51		7.93E-06	5.98E-04
3		西侧铅门外 30cm 处（控制室）	减影	4.78	铅门（3mm 铅当量）	6.31E-05	3.53E-01
			透视	4.78		7.93E-06	5.32E-04
4	机房南侧	南侧墙体外 30cm 处（女更衣室）	减影	3.83	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	2.08E-07	1.81E-03
			透视	3.83		7.28E-09	7.61E-07
5			南侧墙外 30cm 处（医生	减影	3.63	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅	2.08E-07

预测点			模式	辐射源点至关注点的距离 R（m）	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 Hs（μSv/h）
序号	方位	位置					
6		通道）	透视	3.63	板，（5.28mm 铅当量）	7.28E-09	8.47E-07
		南侧墙体外 30cm 处（患者通道）	减影	4.41	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	2.08E-07	1.36E-03
			透视	4.41		7.28E-09	5.74E-07
7	机房东侧	东侧铅门外 30cm 处（缓冲间）	减影	4.74	铅门（3mm 铅当量）	6.31E-05	3.59E-01
			透视	4.74		7.93E-06	5.41E-04
东侧墙体外 30cm 处（缓冲间）		减影	4.45	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	2.08E-07	1.34E-03	
		透视	4.45		7.28E-09	5.63E-07	
9		东侧墙体外 30cm 处（设备间）	减影	4.42	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	2.08E-07	1.36E-03
			透视	4.42		7.28E-09	5.71E-07
10	机房北侧	北侧墙体外 30cm 处（楼外悬空区域）	减影	3.24	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	2.08E-07	2.53E-03
			透视	3.24		7.28E-09	1.06E-06
11	机房楼上正上方	楼上楼顶外 1m 处（消化内科病房）	减影	3.30	12cm 钢筋混凝土+3mm 铅板，（4.5mm 铅当量）	1.47E-06	1.72E-02
			透视	3.30		7.96E-08	1.12E-05
12	机房楼下正下方	楼下距离地面 1.7m 处（DR1 检查室）	减影	4.11	12cm 钢筋混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料,（3.33mm 铅当量）	2.76E-05	2.08E-01
			透视	4.11		2.88E-06	2.61E-04
13	北侧马家巷小区住宅楼	北侧 48m 处院外马家巷小区住宅楼	减影	51.20	240mm 厚实心砖墙+3mm 铅板，（5.28mm 铅当量）	2.08E-07	1.01E-05
			透视	51.20		7.28E-09	4.26E-09

表 11-3 DSA 机房周围各预测点总的附加剂量率结果表

预测点			模式	漏射辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	合计 (μSv/h)	标准值 (μSv/h)
序号	方位	位置					
1	机房西侧	西侧墙体外 30cm 处（控制室）	减影	1.97E-03	1.17E-03	3.14E-03	2.5
			透视	1.24E-06	4.92E-07	1.74E-06	2.5
2		西侧观察窗外 30cm 处（控制室操作位）	减影	5.57E-01	3.96E-01	9.53E-01	2.5
			透视	1.28E-03	5.98E-04	1.88E-03	2.5
3		西侧铅门外 30cm 处（控制室）	减影	1.20E-03	3.53E-01	3.54E-01	2.5
			透视	7.62E-07	5.32E-04	5.33E-04	2.5
4	机房南侧	南侧墙体外 30cm 处（女更衣室）	减影	1.27E-03	1.81E-03	3.08E-03	2.5
			透视	8.05E-07	7.61E-07	1.57E-06	2.5
5		南侧墙外 30cm 处（医生通道）	减影	1.32E-03	2.01E-03	3.33E-03	2.5
			透视	8.37E-07	8.47E-07	1.68E-06	2.5
6		南侧墙体外 30cm 处（患者通道）	减影	6.41E-01	1.36E-03	6.42E-01	2.5
			透视	1.47E-03	5.74E-07	1.47E-03	2.5
7	机房东侧	东侧铅门外 30cm 处（缓冲间）	减影	1.72E-03	3.59E-01	3.60E-01	2.5
			透视	1.09E-06	5.41E-04	5.42E-04	2.5
8		东侧墙体外 30cm 处（缓冲间）	减影	1.49E-03	1.34E-03	2.83E-03	2.5
			透视	9.45E-07	5.63E-07	1.51E-06	2.5
9		东侧墙体外 30cm 处（设备间）	减影	1.78E-03	1.36E-03	3.14E-03	2.5
			透视	1.13E-06	5.71E-07	1.70E-06	2.5
10	机房北侧	北侧墙体外 30cm 处（楼外悬空区）	减影	1.14E-02	2.53E-03	1.39E-02	2.5

预测点			模式	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准值 ($\mu\text{Sv/h}$)
序号	方位	位置					
		域)	透视	1.12E-05	1.06E-06	1.23E-05	2.5
11	机房楼上 正上方	楼上楼顶外 1m 处(消化内科病房)	减影	1.83E-02	1.72E-02	3.55E-02	2.5
			透视	1.80E-05	1.12E-05	2.92E-05	2.5
12	机房楼下 正下方	楼下距离地面 1.7m 处 (DR1 检查 室)	减影	3.05E-01	2.08E-01	5.13E-01	2.5
			透视	5.82E-04	2.61E-04	8.43E-04	2.5
13	北侧马家 巷小区住 宅楼	北侧 48m 处院外马家巷小区住宅 楼	减影	2.32E-03	1.01E-05	2.33E-03	2.5
			透视	1.47E-06	4.26E-09	1.47E-06	2.5

表 11-4 DSA 机房周围各预测点年附加剂量率结果表

预测点			模式	漏射辐射 剂量率	散射辐射 剂量率	合计 (μSv/h)	年最大出 束时间(h)	居留 因子η	有效剂量 E (mSv/a)	合计 (mSv/a)	标准值 (mSv/a)	保护 类型
序号	方位	位置		(μSv/h)	(μSv/h)							
1	机房 西侧	西侧墙体外 30cm 处(控制 室)	减影	1.97E-03	1.17E-03	3.14E-03	115	1	3.61E-04	3.61E-04	5	职业
			透视	1.24E-06	4.92E-07	1.74E-06	383.3	1	6.66E-07			
2		西侧观察窗外 30cm 处(控制 室操作位)	减影	5.57E-01	3.96E-01	9.53E-01	115	1	1.10E-01	1.10E-01	5	职业
			透视	1.28E-03	5.98E-04	1.88E-03	383.3	1	7.20E-04			
3		西侧铅门外 30cm 处(控制 室)	减影	1.20E-03	3.53E-01	3.54E-01	115	1	4.07E-02	4.09E-02	5	职业
			透视	7.62E-07	5.32E-04	5.33E-04	383.3	1	2.04E-04			
4	机房 南侧	南侧墙体外 30cm 处(女更 衣室)	减影	1.27E-03	1.81E-03	3.08E-03	115	0.25	8.85E-05	8.86E-05	0.25	公众
			透视	8.05E-07	7.61E-07	1.57E-06	383.3	0.25	1.50E-07			

预测点			模式	漏射辐射 剂量率	散射辐射 剂量率	合计 (μSv/h)	年最大出 束时间(h)	居留 因子η	有效剂量 E (mSv/a)	合计 (mSv/a)	标准值 (mSv/a)	保护 类型
序号	方位	位置		(μSv/h)	(μSv/h)							
5		南侧墙外 30cm 处（医生 通道）	减影	1.32E-03	2.01E-03	3.33E-03	115	1/4	9.59E-05	9.60E-05	0.25	公众
			透视	8.37E-07	8.47E-07	1.68E-06	383.3	1/4	1.61E-07			
6		南侧墙体外 30cm 处（患者 通道）	减影	6.41E-01	1.36E-03	6.42E-01	115	1/4	1.85E-02	1.86E-02	0.25	公众
			透视	1.47E-03	5.74E-07	1.47E-03	383.3	1/4	1.41E-04			
7	机房 东侧	东侧铅门外 30cm 处（缓冲 间）	减影	1.72E-03	3.59E-01	3.60E-01	115	1/4	1.04E-02	1.04E-02	0.25	公众
			透视	1.09E-06	5.41E-04	5.42E-04	383.3	1/4	5.20E-05			
8		东侧墙体外 30cm 处（缓冲 间）	减影	1.49E-03	1.34E-03	2.83E-03	115	1/4	8.14E-05	8.16E-05	0.25	公众
			透视	9.45E-07	5.63E-07	1.51E-06	383.3	1/4	1.45E-07			
9		东侧墙体外 30cm 处（设备 间）	减影	1.78E-03	1.36E-03	3.14E-03	115	1/9	2.25E-05	2.26E-05	0.25	公众
			透视	1.13E-06	5.71E-07	1.70E-06	383.3	1/9	4.07E-08			
10	机房 北侧	北侧墙体外 30cm 处（楼外 悬空区域）	减影	1.14E-02	2.53E-03	1.39E-02	115	1/9	1.00E-04	1.00E-04	0.25	公众
			透视	1.12E-05	1.06E-06	1.23E-05	383.3	1/9	2.95E-07			
11	机房 楼上 正上 方	楼上楼顶外 1m 处（消化内 科病房）	减影	1.83E-02	1.72E-02	3.55E-02	115	1	4.08E-03	4.09E-03	0.25	公众
			透视	1.80E-05	1.12E-05	2.92E-05	383.3	1	1.12E-05			
12	机房 楼下 正下	楼下距离地面 1.7m 处（DR1 检查室）	减影	3.05E-01	2.08E-01	5.13E-01	115	1/2	2.95E-02	2.97E-02	0.25	公众
			透视	5.82E-04	2.61E-04	8.43E-04	383.3	1/2	1.62E-04			

预测点			模式	漏射辐射 剂量率	散射辐射 剂量率	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大出 束时间(h)	居留 因子 η	有效剂量 E (mSv/a)	合计 (mSv/a)	标准值 (mSv/a)	保护 类型
序号	方位	位置		($\mu\text{Sv/h}$)	($\mu\text{Sv/h}$)							
	方											
13	*北侧 马家 巷小 区住 宅楼	北侧 48m 处院 外马家巷小区 住宅楼	减影	2.32E-03	1.01E-05	2.33E-03	115	1	2.68E-04	2.69E-04	0.25	公众
			透视	1.47E-06	4.26E-09	1.47E-06	383.3	1	5.65E-07			

注：①机房北侧为悬空区域，机房东侧设备间 DSA 运行期间无人员停留，保守考虑这两个关注点居留因子取 1/16 进行估算；机房楼下为 DR 检查室，居留因子取 1/2 进行估算；
②*医院外保护目标按照距离 DSA 机房最近的马家巷小区居民房最近一侧最小距离预测。

(3) 预测结果

根据前述计算结果，本项目 DSA 机房周围各预测点总的辐射剂量率见表 11-3。根据表 11-3 可知，DSA 机房周围各预测点的辐射剂量率最大值为 $0.953\mu\text{Sv/h}$ （位于西侧控制室观察窗外），均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中具有透视功能的 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

根据前述计算结果，本项目 DSA 机房周围各预测点总的年受照有效剂量见表 11-4。根据表 11-4 可知，本项目所致机房外职业人员（表 11-4 中 2#点）受到的附加有效剂量最大为 0.11mSv/a ，公众（表 11-4 中 12#号点）受到的附加有效剂量最大为 $2.97\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，对评价范围内的院外保护目标（北侧院外马家巷小区最南侧居民楼部分居民住宅）附加有效剂量为 $2.69\text{E-}04\text{mSv/a}$ 。另外，本项目 2 个科室共用 2 名操作技师，操作技师位于控制室，共两组，根据表 11-21 可知，控制室的有效剂量最大值为 0.11mSv/a ，则 DSA 操作技师年受照有效剂量最大约为 0.055mSv/a ($0.11\text{mSv/a}\div 2$)，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a 。

本项目已根据设备全年出束时间计算 DSA 机房外公众的年有效剂量，根据剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，则在 DSA 机房周围 50m 评价范围内的环境保护目标的剂量率小于机房相邻区域的辐射剂量。

11.3.2 机房内辐射环境影响分析

根据医院提供资料，DSA 机房内仅存在透视操作情况，对于机房内职业人员，需考虑透视模式下受到的辐射剂量。参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）表 B.1 和图 I.3 规定：透视防护区检测平面上周围剂量当量率应不大于 $400\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目辐射工作人员在机房内操作时身穿铅衣、戴铅围脖等，这些防护用品均为 0.5mm 铅当量。本项目 DSA 透视最大管电压 75kV ，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中 90kV 对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于 90kV X 射线辐射衰减的拟合参数 $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ，根据（式 11-3）计算可得， 0.5mm 铅当量防护用品对应的屏蔽透射因子约为 0.0252 ，即医生在透视工况下的最大受照剂量率水平为 $10.08\mu\text{Sv/h}$ 。

综合以上分析，本项目机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果见表 11-5。

表 11-5 本项目机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果表

射线装置	科室	年最大透视时间(h)	分组	医生最大受照时间 (h)	最大受照剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	医生年附加有效剂量 (mSv/a)
DSA	心内科	250	4	62.5	10.08	1	0.63
	神经外科	133.3	3	44.4	10.08	1	0.45

注：医生在机房内操作时身穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖，这些防护用品均相当于 0.5mm 铅当量。

根据表 11-5 可知，本项目 DSA 对心内科医生造成的年有效剂量最大为 0.63mSv/a，对神经外科医生造成的年有效剂量最大为 0.45mSv/a，均低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。因此，本项目 DSA 实际运行时对机房内工作人员的累积剂量应更小，更能够满足评价标准要求。

综上所述，根据预测结果表明，本项目 DSA 运行后，对机房内职业人员造成的年有效剂量最大为 0.63mSv/a，对机房外职业人员造成的年有效剂量最大为 0.11mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；周围公众年有效剂量最大为 2.97E-02mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。评价范围内公众和辐射工作人员年有效剂量满足管理限值要求。

11.3.3 叠加影响分析

根据医院提供的平面布局，本项目新增的 DSA 介入手术室屏蔽墙体外 50m 范围内三楼分布有 2 台 DSA；楼下为放射科，距本项目最近的射线装置为 DSA 机房正下方 DR1 室的 TH+VS 型 X 射线机(DR)，各机房屏蔽满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求。保守考虑，对距离本项目最近的射线装置（正下方 DR 室 DR 机）对周围人员最大附加剂量进行叠加计算；对医技楼三楼两台 DSA 对周围人员最大附加剂量进行叠加计算，进而得到对周围公众最大年有效剂量值。根据医院年度监测报告中监测数据，医技楼三楼 1 号介入室 DSA 对职业人员全年累计受照剂量最大为 0.019mSv/a，对公众全年累计受照剂量最大为 0.005mSv/a；医技楼三楼 2 号介入室 DSA 在曝光状态下对职业人员全年累计受照剂量最大为 0.291mSv/a，对公众全年累计受照剂量最大为 0.073mSv/a；楼下 TH+VS 型 X 射线机（DR）对职业人员全年累计受照剂量最大为 0.333mSv/a，对周围公众全年累计受照剂量最大为 0.083mSv/a。而本项目 DSA 对对机房内职业人员造成的年有效剂量最大为 0.63mSv/a，对机房外职业人员造成的年有效剂量最大为 0.11mSv/a，对周边公众有效剂量最大值为 0.0297 mSv/a。

叠加计算结果见下表 11-6。

表 11-6 本项目叠加评价范围内射线装置影响后年附加有效剂量估算结果表

序号	射线装置	对职业人员最大年受照剂量 (mSv/a)	对公众最大年受照剂量 (mSv/a)
1	本项目新增 DSA（位于医技楼三楼 3 号介入室）	0.63	0.0297
2	医技楼三楼 1 号介入室 DSA	0.019	0.005
3	医技楼三楼 2 号介入室 DSA	0.291	0.073
4	医技楼二楼 DR1 室 DR 机	0.333	0.083
合计		1.273	0.191

根据表 11-6，叠加周围射线装置影响后，本项目 DSA 机房职业人员年有效剂量最大为 1.273mSv/a 低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；叠加周围射线装置后，对周围公众全年累计受照剂量最大为 0.191mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。

本项目医生、护士除从事本项目射线装置辐射工作外，可能还会从事医院另外两台 DSA 操作；操作技师除操作本项目 DSA 外，不操作医院其他射线装置。保守考虑取现有工作人员最近四个季度个人剂量监测结果最大值进行叠加。最近四个季度个人剂量监测结果最大的为心内科介入医生（陶四明），四个季度合计值为 0.86mSv，心内科医生还受到本项目 DSA 操作人员（机房内职业人员）年有效剂量最大值为 0.63mSv/a，叠加后个人剂量最大值为 1.49mSv/a（0.63mSv/a+0.86mSv/a），低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。

综上，考虑周围射线装置叠加影响，本项目职业人员所受年附加有效剂量最大为 1.49mSv/a，公众所受年附加有效剂量最大为 0.191mSv/a，均满足本项目要求的职业照射年有效剂量 5mSv/a、公众照射年有效剂量 0.25mSv/a 的标准要求。因此，本项目的建设对 DSA 机房职业人员和周围公众的辐射影响较小。

11.4 大气环境影响分析

本项目 DSA 机房设置通排风系统，送风量 800m³/h，排风量为 800m³/h，排风口位于医技楼三楼楼外，DSA 在曝光过程中产生的少量臭氧及氮氧化物经楼内排风管道引致楼外排放，常温下臭氧自行分解为氧气，废气再经稀释扩散后对环境影响很小。

11.5 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

院污水处理站进行处理。

云南大学附属医院污水处理站处理规模 2000m³/d，目前实际处理水量约 800m³/d，污水处理站处理的综合废水各污染物达到《医疗机构水污染排放标准》(GB18466 -2005)综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值标准外排，外排尾水排入青年路市政污水管网，最终进入昆明市第三污水处理厂。因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

11.6 声环境影响分析

本项目声环境影响主要是机房通排风系统风机工作时会产生一定的噪声，本项目新风系统风机采用静音风机并安置于缓冲间吊顶上方，排风系统风机采用静音风机并安置于控制室吊顶上方，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，拟对空调机组设置减振垫、排风机设置减振吊架，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。因此，本项目不会对周围声环境产生明显影响。

11.7 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。介入手术产生的医疗废物，采用专门的收集容器收集后，由专人转移至医院的医疗废物暂存间内暂存，按照医疗废物执行转移联单制度，由具备医疗废物回收处理资质的专业单位回收集中处理。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。因此，本项目不会对周围产生明显影响。

11.8 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，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，人员误入且被误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.8.1 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。

11.8.2 事故情况下环境影响分析

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。其中事故工况（1）~（3），保守按公众误入或未撤离或防护门未关闭、与射线束之间最近距离为 0.5m、无防护来考虑事故情况下人员受到的有效剂量当量；事故工况（4），保守按职业人员未穿防护服且无铅玻璃及床侧防护帘遮挡、与射线束之间最近距离为 0.3m 来考虑事故情况下人员受到的有效剂量当量。

事故状态下，由于机房内 DSA 床旁和控制台均拟设置“紧急止动”按钮，只要人员按下此按钮就可以停机。DSA 一台手术累计透视时间最长为 12min，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。根据计算，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 11-7。

表 11-7 不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

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（侧向）	公众	无防护	透视	2min	9.59E-01
第一术者位	0.3m（侧向）	职业	医生在设备自带铅帘（0.5mm 铅当量）后操作，未穿铅衣	透视	12min	1.45E-01
	0.3m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护	透视	12min	5.76E+00
第二术者位	0.8m（侧向）	职业	未使用铅帘遮挡，未穿铅衣，无防护	透视	12min	8.09E-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 11-7 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 9.59E-1mSv，超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值，可造成公众超剂量照射；②机房内第一术者位在没有穿防护服有铅帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 1.45E-1mSv，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帘遮挡情况下，一台手术致医生所受剂量为 5.76mSv，超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值，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》（2022 年修订）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属于其中第 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。

综上所述，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。

11.8.3 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控制室操作台和机房内诊疗床操作面板上均安装有紧急停机按钮，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；

⑤辐射工作人员在进行辐射工作时必须穿戴防护用品，并佩戴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。

⑥定期认真地对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

⑦辐射工作人员需严格按射线装置操作规程进行操作，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

⑧定期对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，并建立射线装置维护、维修台账。

⑨在诊断过程中应注意对被检者的防护，合理使用 X 射线，实施医疗照射防护最优化的原则，实际操作中可采用“高电压、低电流、重过滤、小视野”的办法，使被检者所受的剂量，达到合理的尽可能的低水平。

11.8.4 辐射事故应急措施

如果出现人员误入射线装置机房或射线装置失控，应立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源（如立即启动“紧急止动开关”），停止 X 射线的产生，保护好事故现场，立即启动应急预案，并对受误照射人员进行医学诊断和观察。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1 辐射安全管理机构

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Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

云南大学附属医院根据辐射安全管理需求，成立了“医院辐射安全管理委员会”，并于 2022 年以“院发 [2022] 31 号”对委员会成员进行了更新调整，明确了委员会成员，由刘海任委员会主任，办公室设在医务部，医务部汪睿兼任办公室主任，核医学科贾莉兼任委员会秘书。

委员会人员设置如下：

表 12-1 辐射防护管理委员会人员设置表

职务	人员
主任	刘 海
副主任	凌 斌、张 荣、李 波、李 晖
委员	汪 睿、倪忠云、钱 丽、车美华、范丽梅、曹兰芳、艾 萍、杨 吕、庄 锦、卢德玮、张文祖、肖跃辉、李素琼、张 文、杨 蕾、何 琳、王兰玉、李俊峰、胡竹林、韩明华、陈 仲、戴成国、杨 镛、陈 涌、魏向群、苏国宁、李洪波、王 婧、李 新、贾 莉、麻琳瑜、汪建平、熊志宏、余福兵、和红春、苏 伟、张万福、李洪喜、岳梨蓉

12.2 辐射工作人员考核学习

本项目设定 27 名辐射工作人员，均为原有工作人员，其中放射科 2 名技师，其中 1 名原为从事Ⅲ类射线装置工作人员，参加了医院自主培训，1 名原来未从事辐射工作，均未取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单；其余 25 名工作人员均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，培训证书在有效期内。按照《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（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的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），本项目 2 名放射科技师应参加生态环境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；原有取得辐射安全与防护培训合格证书的辐

射工作人员应在证书到期前在生态环境部辐射与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）报名学习，并参加云南省生态环境厅组织的现场考核。

辐射安全管理规章制度

12.3 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 12-2 中进行对照分析。

表 12-2 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	已制定《辐射防护和安全保卫制度》	已制定
2	B 场所设施	操作规程	已制定《射线装置安全操作规程》	已制定
3		辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定《设备检修维护制度》	已制定
4	C 监测	监测方案	已制定《辐射工作场所现场监测制度、方案》	已制定
5		监测仪表使用与校验管理制度	已制定《监测仪器校验与刻度管理制度》	已制定
6	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定《辐射工作人员培训制度》	完善制度，本项目辐射工作人员应按制度严格执行
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》	
8	E 应急	辐射事故应急预案	已制定《放射性同位素与射线装置放射突发事件处理应急预案》	应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。

根据表 12-2，医院的辐射安全管理规章制度如下：

①制定了岗位职责管理制度、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，对本项目辐射工作人员，尽快安排参加生态环境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制定了《医用辐射制度》包括医院设备检修维护制度内容，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、个人剂量检测不超过三个月。

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，进一步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，医院需根据制度实际运行情况，不断调整完善各项规章制度，完善辐射事故应急预案，将本项目新建DSA相关管理制度纳入管理，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

12.4 监测要求

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》及相关管理要求，建设单位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。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。医院应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案，定期或不定期对项目中涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境部门开展的辐射环境监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应请具有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断辐射影响是否处于有效屏蔽状态，防

止意外发生。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报发证机关。

辐射工作人员应按照国家规定配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人剂量监测、工作场所及周围环境监测要求如下：

12.5 个人剂量监测

建设单位辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，个人剂量计应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。

每个季度每名辐射工作人员的个人剂量计需送有资质单位进行检测，并建立个人剂量档案，信息包括：个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，建设单位应当将个人剂量档案终身保存。当出现个人剂量异常情况，核与辐射安全领导应及时组织调查，并进行相应的整改。

评价要求：工作人员应正确佩戴个人剂量计，建设单位应定期送检，所有辐射工作人员个人剂量计佩戴及送检时间不得超过 90 天。

12.6 辐射工作场所自我监测要求

- （1）监测项目：X- γ 辐射剂量率；
- （2）监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。
- （3）监测频次：对于 X- γ 辐射剂量率应自行配备监测设备每季度监测 1 次；
- （4）监测布点、监测频次和监测点位及范围见表 12-3；
- （5）监测设备：X- γ 辐射剂量率仪；
- （6）监测质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监

测数据与单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；制定辐射环境监测管理制度。

12.7 年度监测要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；年度监测委托有资质的第三方环境监测机构进行监测。

医院将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对医院的辐射工作场所进行年度监测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前提交给发证机关。

12.8 竣工环境保护验收监测

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）、《建设项目竣工环境保护验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，自行或委托有能力的技术机构开展竣工验收监测，编制验收报告，并组织专家采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作，建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

综上所述，本项目监测计划见下表 12-3。

表 12-3 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 辐射剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量率进行巡测，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；楼顶上方（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 辐射剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量率进行巡测，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、机房内第二手术位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上区域等）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
	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及铅围裙内躯干上各佩戴一个剂量计

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《放射性同位素与射线装置放射突发事件处理应急预案》《核医学应急管理制度》。

医院成立了辐射事故应急处理领导小组，由副院长担任组长，其他涉及辐射设备科室负责人担任成员。成立了各应急工作小组，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。

该应急预案包括：1、适用范围；2、组织机构及职责；3、应急响应；4、应急保障；5、附则。因此，医院应急预案编制满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）有关规定，在本项目完成后，医院应根据本项目建设特点，补充完善应急预案的相关内容。

为使事故发生时能有效应对，医院每年至少须进行一次应急人员的演习培训，模拟事故发生时应进行的流程和应采取的措施，当辐射事故发生时能熟练、沉着、有效应对，将事故的危害降到最低。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年修订），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预案，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，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。云南大学附属医院（云南省第二人民医院、云南省眼科医院）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12-4。

表 12-4 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 机房拟设置工作状态指示灯、门灯联锁装置、电离辐射警示标志、监控和对讲系统。	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”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	拟在 DSA 控制室操作台上和机房内诊疗床操作面板上设置紧急停机按钮，该装置与设备联锁，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。	工作状态指示灯 2 套（病人铅门门头、医护人员铅门门头）、门灯连锁装置 2 套（病人铅门门头、医护人员铅门门头）、电离辐射警示标志 2 套（病人铅门门头、医护人员铅门门头）。	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 手术室采用空调新风系统及排风机进行通排风,送风量 800m ³ /h,排风量 800m 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。	成立了辐射安全管理委员会,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。	医院原有 III 类射线装置辐射工作人员均参加了医院相关培训;本项目新增 II 类射线装置,所有辐射工作人员均未参加辐射安全与防护培训,待本项目建成,本项目辐射工作人员到位后拟组织参加生态环境部相关培训考核。	辐射工作人员应参加生态环境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。	于 2025 年 4 月 1 日重新办理了辐射安全许可证,证书编号:云环辐证[01348],有效期至 2028 年 4 月 16 日,使用种类和范围为:使用 V 类放射源;使用 II、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。	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《放射设备维修保养管理制度》,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 个人剂量片。个人剂量片应编号并定人佩戴,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。	本项目为每名辐射工作人员佩戴了个人剂量计,并进行送检,建立个人剂量档案。	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。	医院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。	医院已制定《辐射安全监测方案》。	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，监测数据定期上报全国核技术利用辐射安全申报系统。
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：《放射性同位素与射线装置放射突发事件处理应急预案》《云南大学附属医院放射诊疗建设项目管理制度》《辐射工作职责》《辐射防护、安全管理与处理制度》《辐射与消防安全管理细则》《放射工作场所辐射防护管理制度》《核医学工作场所辐射防护管理制度》《射线装置管理制度》《辐射装置维修制度》《放射设备维修保养管理制度》《放射设备质量管理体系》《放射装置质量保证制度》《放射设备定期检修制度》《仪器校验制度》《监测仪器检验与刻度管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员资质管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射工作人员健康管理制度》《辐射工作人员岗位职责管理制度》《非密封放射性物质管理制度》《放射源使用管理制度》《辐射安全监测方案》《放射治疗应急处理的规范与流程》《闲置（废弃）放射源及其他放射性废物处置管理制度》《云南大学附属医院场所设施退役（报废）管理制度》等。	医院应根据实际运行情况进一步完善各项规章制度，。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《放射设备质量管理体系》《放射装置质量保证制度》。	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排风机排出经管道引至医技楼楼外排放。	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《放射性同位素与射线装置放射突发事件处理应急预案》《核医学应急管理制度》，应急预案规定了应急处理流程，包括预测与预警、应急信息处置及报告、应急响应、后期处置、应急物资与装备保障、预案管理等。	医院应结合Ⅱ类射线装置DSA更新完善医院辐射事故应急预案，并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，云南大学附属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

本项目拟将医技楼三楼视教室和医生办公室优化改造为一间 DSA 机房及其配套用房，在 DSA 机房内新增 1 台西门子 Artis Q floor 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 800 万元，其中环保投资 63.1 万元，占项目总投资的 7.89%。

2、产业政策符合性及规划符合性结论

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

项目位于云南大学附属医院院内医技楼，不涉及新增用地，项目用地属于昆明市总体规划的医疗用地，且不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线，符合昆明市的建设发展规划及土地利用总体规划。

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 手术室位于医技楼三楼，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，本项目拟建 DSA 工作场所及周围 X- γ 辐射剂量率范围为 30nGy/h~39nGy/h，医院周围环境本底 X- γ 辐射剂量率为 41nGy/h~49nGy/h。根据《云南省环境天然放射性水平调查研究》（云南科技出版社，1992 年 11 月出版），昆明市原野 γ 辐射剂量率在 2.73×10^{-8} Gy/h~ 11.36×10^{-8} Gy/h 之间，昆明市道路 γ 辐射剂量率在 3.51×10^{-8} Gy/h~ 7.52×10^{-8} Gy/h 之间，昆明市房屋室内 γ 辐射剂量率在 6.41×10^{-8} Gy/h~ 12.66×10^{-8} Gy/h 之间。可见，本项目拟建 DSA 工作场所及周围各监测点位 X- γ 辐射剂量率未见异常，处于当地天然辐射水平范围内。

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，可有效地防止 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

在采取屏蔽防护措施后，经模式预测和类比分析，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.25mSv 的公众人员年剂量约束值。

（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，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，经排风系统引至医技楼楼顶排放，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，合理地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风机，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政府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纳入医院生活垃圾清运系统。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》（2022 年修订）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、制度及应急预案后，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 日前上报全国核技术利用辐射安全申报系统。
- （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。
- （6）对本项目辐射工作人员安排参加生态环境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，对医院原有 III 类射线装置培训合格期满人员按要求组织院内培训，考核合格后方可上岗，为所有辐射工作人员配备个人计量计，并督促其正确佩戴，定期送检，检测超标人员进行换岗。

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

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设项目竣工后，按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ 1326-2023）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况（辐射防护及环境保护设施（设备）验收一览表见附表），编制验收监测报告。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。

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