

核技术利用建设项目

湖南医药学院总医院门急诊医技楼
核技术利用改建项目

环境影响报告表

(报批稿)

湖南医药学院总医院

2025 年 12 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

湖南医药学院总医院门急诊医技楼

核技术利用改建项目

环境影响报告表

建设单位名称：湖南医药学院总医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：文建平

通讯地址：湖南省怀化市锦溪南路 144 号

邮政编码：418000

联系人：杨雨琪

电子邮箱：/

联系电话：13974588804



打印编号: 1764061716000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	gg3nh1		
建设项目名称	湖南医药学院总医院门急诊医技楼核技术利用改建项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	湖南医药学院总医院		
统一社会信用代码	12431200448195053Q		
法定代表人（签章）	文建平		
主要负责人（签字）	朱钧		
直接负责的主管人员（签字）	杨雨琪		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	核工业二三〇研究所		
统一社会信用代码	121000004448853130		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
易忠辉	20220503543000000010	BH042594	易忠辉
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
易忠辉	全文本	BH042594	易忠辉

目 录

表 1 项目基本概况	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	16
表 6 评价依据	17
表 7 保护目标与评价标准	19
表 8 环境质量和辐射现状	25
表 9 项目工程分析与源项	31
表 10 辐射安全与防护	40
表 11 环境影响分析	47
表 12 辐射安全管理	73
表 13 结论与建议	82
表 14 审批	86

附 件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 现有辐射安全许可证
- 附件 3 关于调整放射防护安全管理委员会成员的通知
- 附件 4 辐射事故应急预案
- 附件 5 放射防护与辐射安全管理相关制度
- 附件 6 本项目辐射工作人员辐射培训证书
- 附件 7 职业健康体检报告（节选）
- 附件 8 个人剂量检测结果（节选）
- 附件 9 环境现状辐射水平监测报告
- 附件 10 建设项目相关资料
- 附件 11 监督检查存在的问题及整改落实情况报告
- 附件 12 医院年度监测报告
- 附件 13 专家组意见

附 图

- 附图 1 湖南医药学院总医院地理位置图
- 附图 2 门急诊医技楼周围环境现状图
- 附图 3 门急诊医技楼负一层平面布局图
- 附图 4 门急诊医技楼一层平面布局图
- 附图 5 门急诊医技楼二层平面布局图
- 附图 6 DSA-CT 机房辐射防护设计图
- 附图 7 DSA-CT 机房穿墙管线设计图

评审意见修改说明

序号	评审意见	修改说明
1	完善、核实项目组成一览表。细化现有核技术利用项目情况介绍。	已完善项目现有工程基本情况介绍，详见报告的 P3。 已细化现有核技术利用项目情况介绍，详见报告的 P7-P10。
2	核实项目每年开展的手术数量；细化辐射工作人员工作岗位，并根据工作岗位细化其年工作负荷。	已核实项目每年开展的手术数量与辐射工作人员工作岗位，并根据工作岗位细化其年工作负荷，详见报告的 P3-P5。
3	核实计算参数，完善计算结果；辐射环境计算应考虑附近其他射线设备叠加的影响，对工作人员个人剂量应考虑其他放射诊疗活动的叠加影响。	（1）已核实 DSA 设备的源项分析，进一步核实和改善了各关注点的辐射剂量结果及环境影响分析，详见报告的 P55-P70。 （2）辐射环境计算应考虑附近其他射线设备叠加的影响，对工作人员个人剂量应考虑其他放射诊疗活动的叠加影响，详见报告的 P70。
4	完善辐射防护措施；细化事故风险分析，事故处理方法及预防措施。补充相关附件资料。	已完善辐射安全管理相关制度、监测计划、应急预案，详见报告的 P79 和附件 11、附件 12。
5	落实与会代表的其他意见。	已按要求修改，详见报告中下划线标记处。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		湖南医药学院总医院门急诊医技楼核技术利用改建项目			
建设单位		湖南医药学院总医院			
法人代表		联系人	杨雨琪	联系电话	
注册地址		湖南省怀化市鹤城区锦溪南路 144 号			
项目建设地点		湖南医药学院总医院门急诊医技楼			
立项审批部门		-	批准文号	-	
建设项目总投资 (万元)		项目环保投资 (万元)		环保投资 比例	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m²)	/
本项目应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	项目概述				
<p>(一) 建设单位概况</p> <p>湖南医药学院总医院（原怀化市第一人民医院，于2023年4月21日更名），始建于1970年，是湘、黔、鄂、桂、渝五省接边地区集医疗、科研、教学、康复、预防于一体的国家三级甲等综合医院。医院占地面积126亩，业务用房面积18.63万平方米，编制床位1800张。开设50个住院科室、14个医技单元。拥有省级省临床重点专科4个（感染性疾病科、小儿科、骨科和护理学）；市州级省临床重点专科6个（神经外科、急诊科、妇科、康复科、呼吸内科、临床药学）；省级省临床重点专科建设项目9个（呼吸与危重症医学科、神内脑血管科、心血急诊医学科、神经外科、临床药学等），市州级省临</p>					

床重点专科建设项目3个（神经内科、风湿免疫科、耳鼻咽喉科等）。

（二）项目由来

为提升医院医疗服务水平，优化患者诊疗环境，构筑科学规范的创伤救治医疗平台，整体提升湘西地区创伤救治能力及效率，为缓解医院现有的介入诊疗需求压力，同时引进一种“诊断+治疗+实时评估”三位一体的超级手术室。湖南医药学院总医院拟将门急诊医技楼一楼北侧的2间手术室（OR-1#手术室、OR-2#手术室）及配套区域改造为DSA+CT复合手术室（由1间DSA机房和1间CT机房组成）及相关辅助用房，并新增1台DSA（Ⅱ类射线装置）及1台CT（Ⅲ类射线装置）开展放射诊疗业务。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》以及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》等相关法律法规要求，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目——使用Ⅱ类射线装置”，应编制环境影响报告表。

因此，受湖南医药学院总医院委托（委托书见附件1），核工业二三〇研究所开展环境影响评价工作。我所接受委托后，组织技术人员对项目现场进行了踏勘和调查，并收集和分析了相关资料，在完成辐射环境现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）编制完成了本报告表。

（三）项目建设规模

- 1、项目名称：湖南医药学院总医院门急诊医技楼核技术利用改建项目
- 2、建设单位：湖南医药学院总医院
- 3、建设地点：湖南医药学院总医院门急诊医技楼 1F 介入科 DSA+CT 复合手术室
- 4、项目性质：改建
- 5、项目投资：项目总投资 万元，其中环保投 元，占总投 。
- 6、建设内容：

湖南医药学院总医院拟将门急诊医技楼一楼北侧的2间手术室（OR-1#手术室、OR-2#手术室）及配套区域改造为DSA+CT复合手术室（由1间DSA机房和1间CT机房组

成)及相关辅助用房,并新增1台DSA(Ⅱ类射线装置)及1台CT(Ⅲ类射线装置)开展放射诊疗业务。本项目涉及射线装置使用情况分别见表1-1:

表 1-1 本项目射线装置/设备一览表

序号	设备名称	型号	类别	数量	额定参数	拟安装场所	备注
1	DSA	uAngio AVIVA CX	Ⅱ	1 台	125kV, 1000mA	改建后的门急诊医技楼北侧 1F 介入科 DSA+CT 复合手术室	新增
2	CT	uCT830 Hybrid	Ⅲ	1 台	140kV, 833mA		新增

根据项目特点,本项目主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程四部分组成。项目组成见下表 1-2。

表 1-2 项目基本组成情况一览表

序号	类别	项目名称	建设内容	备注
1	主体工程	设备安装场所	拟在门急诊医技楼北侧 1F 原介入科急诊手术室场址建设 1 间 DSA+CT 复合手术室,其中 DSA 室用于介入治疗、机房尺寸 9.3m×7.0m×2.5m(长宽高)、面积约 65.1m ² ; CT 室用于显像诊断、机房尺寸 7.0m×7.0m×2.7m(长宽高)、面积约 49.0m ²	改建+依托现有场所主体结构
		设备	新购置 1 台 uAngio AVIVA CX 型 DSA,最大管电压 125kV;最大管电流 1000mA	新增
			新购置 1 台 uCT830 Hybrid 型 CT,最大管电压 140kV;最大管电流 833mA	新增
2	辅助工程	控制室	2 间,DSA 控制室与 CT 控制室	新建
		其他配套用房	换药室、医护缓冲间、麻醉准备间、手术服发放、更衣、淋浴、无菌物品库房、设备间(DSA 设备间、CT 设备间)、急诊 ICU 病房、洁净库房、污物暂存间、洁净走道、污物走道、医生办公室等	新建
3	公用工程	供配电系统	依托医院供配电系统,医院用电来源于市政供电	依托
		给排水系统	依托医院给排水管网供项目工作人员生活用水	依托
4	环保工程	有害气体	通风系统,机房内良好通风	新建
		生活污水	依托医院污水处理设施	依托
		固体废弃物	依托医院医废暂存处暂存,委托有资质单位处置;生活垃圾分类收集后交由市政环卫部门统一清运	外委

7、辐射工作人员配置:

本项目属于介入科使用,医院拟为本项目配置 18 名辐射工作人员,所有辐射工作人员均从医院现有介入科辐射工作人员中调配,本项目辐射工作人员配置情况见表 1-3。

表 1-3 本项目辐射工作人员配置情况一览表

序号	姓名	性别	辐射培训证书编号	年度个人剂量 mSv	年度个人 剂量 mSv	岗位	职业健康体检 结论
1				-	—	技师	可继续原放射 工作
2				-	—	技师	可继续原放射 工作
3				-	—	医生	可继续原放射 工作
4				-	—	医生	可继续原放射 工作
5				-	—	医生	可继续原放射 工作
6				-	—	医生	可继续原放射 工作
7				-	—	医生	可继续原放射 工作
8				-	—	护士	可继续原放射 工作
9				-	—	技师	可继续原放射 工作
10				-	—	护士	可继续原放射 工作
11				-	—	技师	可继续原放射 工作
12				-	—	护士	可继续原放射 工作
13				-	—	护士	可继续原放射 工作
14				-	—	护士	可继续原放射 工作
15				-	—	技师	可继续原放射 工作
16				-	—	技师	可继续原放射 工作
17				-	—	护士	可继续原放射 工作
18				-	—	护士	可继续原放射 工作

8、工作负荷：

本项目正常开展时，预计每周工作 5 天，全年最多工作 250 天，本项目每年开展手术不超过 800 例，辐射工作人员拟分多班开展工作，预计每班组人员不超过 270 例手术。此外，考虑到后期假如存在新增辐射工作人员情况，新增辐射工作人员需要开展上岗前职业健康体检，取得辐射安全与防护考核合格成绩单后方可上岗。DSA+CT 复合手术室

内开展 DSA/CT 复合手术时，其中 CT 设备年工作量按与 DSA 手术量一致保守考虑。
本项目工作负荷见下表：

表 1-4 本项目介入科工作负荷

机房名称	设备名称	工作模式	单台手术曝光时间 (min/人次)	年最大手术量 (人次/a)	年最大出束时间 (h/a)	
DSA+CT 复合手术室	DSA	透视	<u>20</u>	<u>800</u>	<u>266.67</u>	<u>280</u>
		摄影	1		13.33	
	CT	摄影	5		66.7	

9、环评范围

本次环评仅针对项目核技术利用部分进行评价，对于非核技术利用部分，由建设单位另行履行审批手续。

(四) 周边环境概况

湖南医药学院总医院位于湖南省怀化市锦溪南路 144 号，医院东侧为锦溪南路，南侧为临河道路，西侧为绿化带及临河道路，北侧为市政道路，医院地理位置详见图 1。



图 1-1 湖南医药学院总医院地理位置图



图 1-2 建设单位周边环境关系图

湖南医药学院总医院为梯形布局，由南向北依次为家属区、急救--住院部 B 区、第二住院楼、教学楼、住院部 A 区、第六住院楼、门急诊医技楼、第三住院楼、核医学科、第四住院楼、第五住院楼等，医院平面布局图见图 1-2。

本项目所在的门急诊医技楼位于医院中部，当前门急诊医技楼东侧依次为院内道路与院外居民区，南侧依次为住院部 A 区、教学楼、第二住院楼，西侧依次为院内道路、第三住院楼，北侧依次为核医学科、第五住院楼放疗科。

（五）现有核技术利用项目基本情况

1、现有核技术利用项目许可情况

湖南医药学院总医院现有核技术利用项目均进行了环境影响评价，并于 2025 年 4 月 24 日重新申领了辐射安全许可证（证书编号为：湘环辐证[02407]，有效期至 2029 年 4 月 9 日，详见附件 2），许可种类和范围包括：使用 III、V 类放射源，使用 II、III 类射线装置，生产、使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作。医院射

线装置、放射源、非密封放射性物质许可情况见下表：

表 1-5 医院已许可射线装置一览表

序号	装置名称	类型	设备型号	设备厂家	所在场所	环评	验收
1	DSA	II 类	Artis zee III Celling	Siemmens AG	门急诊医技楼 负一楼介入中 心第二手术室	湘环评辐表 [2015]25 号	湘环评辐 验表 [2017]34 号
2	DSA	II 类	ALLura Xpen FD20	Philips Medical Systems DMC GmbH	门急诊医技楼 负一楼介入中 心第三手术室		
3	DSA	II 类	Innova IGS 520GE	GE 公司	门急诊医技楼 负一楼介入中 心第一手术室		
4	DSA	II 类	NeuAngio 30C	东软医疗系 统股份有限 公司	门急诊医技楼 负一楼介入中 心第四手术室		
5	床旁 X 射 线机	III 类	MOBILETT XP Hybird	西门子股份 公司	住院部 A 区二 楼	备案号： <u>202143120200000046</u>	
6	床旁 X 射 线机	III 类	MOBILETT XP Hybird	西门子股份 公司	住院部 B 区二楼		
7	床旁 X 射 线机	III 类	M40_1A	北京万东医 疗科技股份 有限公司	住院部 A 区二 楼		
8	床旁 X 射 线机	III 类	NeuVision 550M PLUS	东软医疗系 统股份有限 公司	住院部 C 区感染 中心四楼		
9	数字化医 用 X 射线 摄影系统	III 类	CARESTRE AEDRX-Ev oluion	柯达电子（上 海）有限公司	门急诊医技楼 负一楼放射科 X 射线检查 1 室	湘环评辐表 [2015]25 号	湘环评辐 验表 [2017]34 号
10	数字化医 用 X 射线 摄影系统	III 类	uDR 550i	上海联影医 疗科技有限 公司	门急诊医技楼 五楼健康管理 中心		
11	数字化医 用 X 射线 摄影系统	III 类	Q—Rad	锐柯（上海） 医疗器械有 限公司	门急诊医技楼 负一楼放射科 X 射线检查 6 室		
12	数字化多 功能 X 射 线透视摄 影系统	III 类	SONIAL VISON G4	株式会社岛 津制作所	门急诊医技楼 负一楼放射科 X 射线检查 3 室		

13	Discovery 骨密度仪	III 类	Discovery W	美国 Hologic 公司	门急诊医技楼 负一楼放射科 X 射线检查 7 室	湘环评辐表 [2015]25 号	湘环评辐 验表 [2017]34 号
14	数字乳腺 X 射线摄 影系统	III 类	Selenia Dimensions	美国 Hologic,Inc	门急诊医技楼 负一楼放射科 X 射线检查 5 室		
15	全身 X 射 线计算机 断层扫描 系统	III 类	Lightspeed VCT	GE Medical Systems,LLC	门急诊医技楼 负一楼放射科 CT1 室		
16	X 射线计 算机断层 摄影设备	III 类	Optima CT680 Expert	航卫通用电 气医疗系统 有限公司	门急诊医技楼 负一楼放射科 CT5 室		
17	X 射线计 算机断层 摄影设备	III 类	Brilliance iCT	Philips Medical systems(Cleve land)Inc	门急诊医技楼 负一楼放射科 CT4 室	备案号： 202443120200000060	
18	X 射线计 算机断层 摄影设备	III 类	uCT 710	上海联影医 疗科技有限 公司	住院部 C 区感染 科一楼 CT 室	备案号： 202343120200000046	
19	医用直线 加速器	II 类	Elekta Infinity	Elekta Limited	放疗科直线加 速器东机房	湘环评辐表 [2018]55 号	2021 年自 主验收
20	模拟定位 机（新）	III 类	SL-ID	山东新华	放疗科模拟机 房	备案号： 202143120200000034	
21	正电子发 射型计算 机断层显 像/电子计 算机 X 射 线断层扫 描	III 类	Discovery PET/CT 710	GE MEDICAL SYSTEMS,L LC	住院部 C 区感染 病中心大楼负 一层	湘环评辐表 [2018]6 号	2021 年自 主验收
22	医用回旋 加速器	II 类	HM-10HC	住友重机械 工业株式会 社	住院部 C 区感染 病中心大楼负 二层	环审 [2007]36 号	已验收
23	体外冲击 波碎石机	III 类	Dornier Compact Delta II	德国多尼尔 医疗有限公 司	住院部 B 区 1 楼 碎石机房	备案号： 202143120200000034	
24	口腔内成 像 X 射线 机	III 类	Planmeca ProX	普兰梅卡公 司	门诊六楼口腔 放射室	备案号： 202143120200000046	
25	口腔颌面	III	Planmeca	普兰梅卡公	门诊六楼口腔		

	锥形束计算机体层摄影设备	类	ProMAX 3D	司	放射室	备案号： 202143120200000046	
26	大孔径多排螺旋CT模拟定位机	III类	Discovery RT	航卫通用电气医疗系统有限公司	放疗科一楼	备案号： 202143120200000050	
27	移动式C型臂X射线机	III类	Ziehm Vision FD Vario 3D	ZIEHM IMAGING GMBH	住院部A区三层手术间	备案号： 202443120200000060	
28	移动式C型臂X射线系统	III类	PLX118C-F	南京普爱医疗设备股份有限公司	住院部A区三层手术间		
29	移动式C型臂X射线系统	III类	BV Libra	Philips Medical SystemsNederland B.V.	住院部A区三层手术间	备案号： 202143120200000051	
30	X射线计算机体层摄影设备	III类	SOMATOM Force	西门子医疗有限公司	门急诊医技楼负一楼放射科CT6室	备案号： 202243120200000032	
31	移动式C型臂X射线机	III类	BV VECTRA	飞利浦医疗（苏州）有限公司	住院部A区三层手术间（2）	备案号： 202443120200000060	
32	X射线计算机断层摄影设备	III类	uCT 860	上海联影医疗科技有限公司	门急诊医技楼负一楼放射科CT3室	备案号： 202343120200000046	
33	数字化医用X射线摄影系统	III类	NeuVision 680	东软医疗系统股份有限公司	门急诊医技楼负一楼放射科X线4室	备案号： 202443120200000052	
34	移动式X光机设备	III类	NeuVision 550M Plus	东软医疗系统股份有限公司	门急诊医技楼负一楼放射科X线2室		
35	医用直线加速器	II类	Elekta Infinity	Elekta Limited	放疗科直线加速器东机房	湘环评辐表[2023]6号	2024年自主验收

表 1-6 医院已许可放射源一览表

放射源	放射源活度 (Bq)	放射源分类 及数量	使用场所	环评情况	验收情况
¹⁹² Ir	3.7E+11*2	III/2 枚	放疗中心一楼	环审[2007]36 号	已验收
⁹⁰ Sr	7.4E+8*1	V 类	核医学科楼		
⁹⁰ Sr	2.7E+9*1	V 类			

^{68}Ge	$3.7\text{E}+6*1$	V 类	住院部 C 区感染病中心大楼负一楼		
^{68}Ge	$1.85\text{E}+7*1$	V 类			

表 1-7 医院已许可非密封放射性物质一览表

核素名称	日等效最大操作量（Bq）	工作场所分级	使用场所	环评情况	验收情况
¹³¹ I	1.85E+7	丙级	核医学科楼	环审[2007]36号	已验收
²⁵ I	6.0E+8	乙级	核医学科楼	湘环评辐表[2018]6号	2021 年自主验收
⁸⁹ Sr	3.7E+8				
^{99m} Tc	3.7E+9				
¹¹ C	4.88E+7	乙级	住院部 C 区感染病中心大楼负一楼		
¹⁸ F	3.7E+8				
¹³ N	4.1E+7				
¹⁵ O	5.18E+7				

2、医院辐射安全管理现状

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

①医院对现有放射性同位素及射线装置使用严格按照生态环境部门下达的要求，制定了辐射事故应急预案、各射线装置操作规程、辐射防护和安全管理规章制度、设备检修维护制度、放射性同位素管理制度、辐射监测方案等，并严格按照规章制度执行。

②为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了放射安全防护管理委员会，明确辐射防护责任，并加强了对放射性工作场所的监督和管理，定期开展了内部监督检查、辐射应急演练等活动。

③医院（含源）射线装置使用场所按要求设置有电离辐射警示牌、报警装置、工作指示灯和门-灯联锁装置，各机房通风良好。各机房屏蔽防护措施满足要求；设置铅玻璃观察窗或监控系统，能清楚观察到机房内情况；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。核医学辐射工作场所设置醒目的警示标志、路面指引标识，配备了相应的辐射防护用品，产生的放射性废物均可得到有效处置，采取的屏蔽防护措施满足

要求，场所周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

④医院每年均委托有资质的单位对现有射线装置的设备性能和工作场所空气比释动能率进行了监测，监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准规定的要求，详见附件 12。

⑤医院核医学科工作场所进行了放射性表面污染和周围剂量当量率监测，监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准规定的要求。

3、防护措施落实情况

医院在开展核技术项目过程中，基本落实了环评及批复的要求，制定了相关管理制度，采取了必要的防护措施，医院现有辐射防护措施主要有以下几点：

（1）（含源）射线装置

1）屏蔽防护：各机房屏蔽防护措施满足要求，各机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

2）警示标志：防护门上方有工作状态指示灯，防护门上粘贴有电离辐射警示标志等警示标识。

3）机房内通风：各机房均按要求设有通风装置，通风良好。

（2）非密封放射性物质工作场所情况回顾

1）医院现有核医学科所用房独立，布局基本合理，避免与其它科室交叉；

2）辐射工作场所设置醒目的警示标志，病人、医护人员通道用箭头标识进出方向；

3）医院采取了相应的辐射屏蔽措施，为操作放射性同位素的人员配备了相应的辐射防护用品，各核医学用房均具有一定的屏蔽效果；

4）控制区和监督区的地面和工作台面均铺设易清洗的材料，有利于表面污染控制；

5）设置了专用的放射性废水衰变池，放射性废水排放至衰变池存放衰变，经存放达到排放标准后排入医院污水处理系统，核医学科放射性废气通过专用管道引至楼顶排放，放射性固体废物采用先收集在各自相关工作场所的专用污物桶（铅桶）内，再将污物桶内的固体废弃物分期存放到放射性固体废物间内，集中贮存达到清洁解控水平后再处理，并有相关放射性废物处置台账；

6）核医学科放射性药物购买/生产、使用等均有相应登记记录台账。购买的放射性

药品由专人保管，暂存在贮源室内，实行双人双锁；

7) 对注射后病人进行了管理，醒目位置张贴“病人须知”。

(3) 现有辐射工作人员情况：根据医院“全国核技术利用辐射安全申报系统”中相关信息，医院现有辐射工作人员 349 人，均已按要求完成自主培训或取得辐射安全与防护考核合格成绩单，定期开展了个人剂量检测和职业健康体检，建立了辐射工作人员管理档案。在实际工作中存在辐射工作人员个人剂量片丢失的情况，建议医院加强对辐射工作人员的个人剂量片的管理，对丢失的个人剂量片及时补充，提醒辐射工作人员按照规定佩戴个人剂量片。

(4) 近 1 年监督检查存在的问题及整改落实情况

根据“全国核技术利用辐射安全申报系统”中监督检查通知内容，医院近 1 年监督检查存在的问题及整改情况如表 1-8，详见附件 11。

表 1-8 医院近 1 年监督检查存在的问题及整改落实情况

监督检查情况		整改落实情况
检查时间	存在的问题	
2025-07-23	1) 辐射安全防护设施与运行问题：门急诊医技楼负一层放射科 X 线检查 1 室、6 室机房门 M2 下缝瞬时剂量率分别为 65.27/37.68 μ Sv/h，超过国家标准限值，多台 CT 机房门下缝瞬时剂量率接近国家标准限值。 2) 辐射安全防护设施与运行问题：20 名辐射工作人员未在核技术利用系统录入培训考核记录。 3) 管理制度问题：模拟定位器、医用回旋加速器、医用直线加速器（154740）未进行场所监测。辐射工作人员李妖兰未按职业体检建议开展复查。	1) 医院已对门急诊医技楼负一层放射科 X 线检查 1 室、6 室机房门进行了防护整改，经检测，防护效果符合国家标准限值。 2) 医院已将 20 名辐射工作人员的培训考核记录在核技术利用系统。 3) 医院已完成对模拟定位器、医用回旋加速器、医用直线加速器（154740）的场所监测。已安排辐射工作人员李妖兰开展职业体检复查。

4、医疗废物处理情况

（六）实践正当性分析

本项目介入科 DSA 等装置用于医学放射介入治疗，将 DSA、CT 整合为复合手术室则有助于提供更为准确的诊断结论，有效缩减手术时间。本项目的建设对保障人民群众健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目运营以后，将提高医院放射介入诊疗水平，为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

（七）选址可行性分析

本项目拟建于医院现有门急诊医技楼内，项目用地为医疗卫生用地，用地性质符合相关政策，项目场址辐射环境质量现状与怀化市天然本底辐射水平相当，周围无自然保护区、风景名胜区、生态功能保护区等需要特殊保护的地区，且项目工作场所不邻接产科、儿科、食堂等部门，邻近区域无敏感区域及人群稠密区域，有利于辐射防护控制，符合相关标准选址要求。本项目产生的电离辐射、废水、废气、固体废物等均可得到有效治理，做到达标排放，对环境影响小，从环境保护角度分析，项目选址可行。

（八）产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“十三、医药 - 4. 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”。本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	uAngio AVIVA CX	125kV	1000mA	介入治疗	门急诊医技楼北侧 1FDSA+CT 复合手术室	/
2	CT	III	1	uCT830 Hybrid	140kV	833mA	显像诊断		/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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 （ μ A）	中子强度 （n/s）	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废气	气态	臭氧及氮氧化物	/	/	/	/	/	门急诊医技楼二楼屋顶排放
废水	液态	/	/	/	/	/	/	接入医院现有污水管网后排入医院内污水处理站，处理达标后外排市政污水管网
固废	固体	医用器具、药棉、纱布、废造影剂等医用废物、生活垃圾	/	/	/	/	/	暂存于医院医疗废物暂存间，定期委托有资质的单位处置；产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理场处置
以下空白								

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订, 自 2015 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修订);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年颁布, 自 2003 年 10 月 1 日起施行);</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号);</p> <p>(5) 《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)及《国务院关于修改部分行政法规的决定》(国务院令第 709 号);</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(2020 年 11 月 5 日生态环境部部务会议审议通过, 2021 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2017 年 12 月 12 日, 环保部第五次部务会议)及《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》(部令第 7 号, 2019 年 8 月 22 日);</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部令第 18 号);</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》;</p> <p>(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);</p> <p>(11) 《放射工作人员健康管理办法》(卫生部令, 第 55 号);</p> <p>(12) 《核应急管理导则—放射源和辐射技术应用应急准备与响应》(国防委、卫生部);</p> <p>(13) 《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》(环发[2006]145 号);</p> <p>(14) 《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》(2019 年, 第 57 号);</p> <p>(15) 《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);</p>
------	---

	<p>(16) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日）；</p>
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则——总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(7) 《辐射工作人员健康要求及监护规范》（GB Z98-2020）；</p> <p>(8) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(9) 《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ 158-2003）；</p> <p>(10) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分 化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）；</p> <p>(11) 《医用电气设备 第一部分：安全通用要求 三、并列标准 诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》（GB 9706.103-2020）；</p> <p>(12) 《数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序》（文件编码：NNSA/HQ-08-JD-IP-035）。</p>
其他	<p>1. 项目委托书；</p> <p>2. 李德平 潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册第三分册 辐射安全》，原子能出版社，1987 年；</p> <p>3. 《中国环境天然放射性水平》（《中国环境天然放射性水平》编辑委员会，中国原子能出版社，2015 年 7 月）；</p> <p>4. 方杰主编《辐射防护导论》，原子能出版社，1988 年；</p> <p>5. 潘自强主编，《辐射安全手册》，科学出版社，2011 年；</p> <p>6. 医院提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

一、评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中的相关规定，“以项目实体边界为中心，放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围，对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大。”

本项目介入科两间机房涉及使用 II 类、III 类射线装置，评价范围取本项目评价范围为 DSA 机房与 CT 机房屏蔽体外周围 50m 区域。评价范围详见图 7-1。



图 7-1 项目评价范围示意图（门急诊医技楼外）

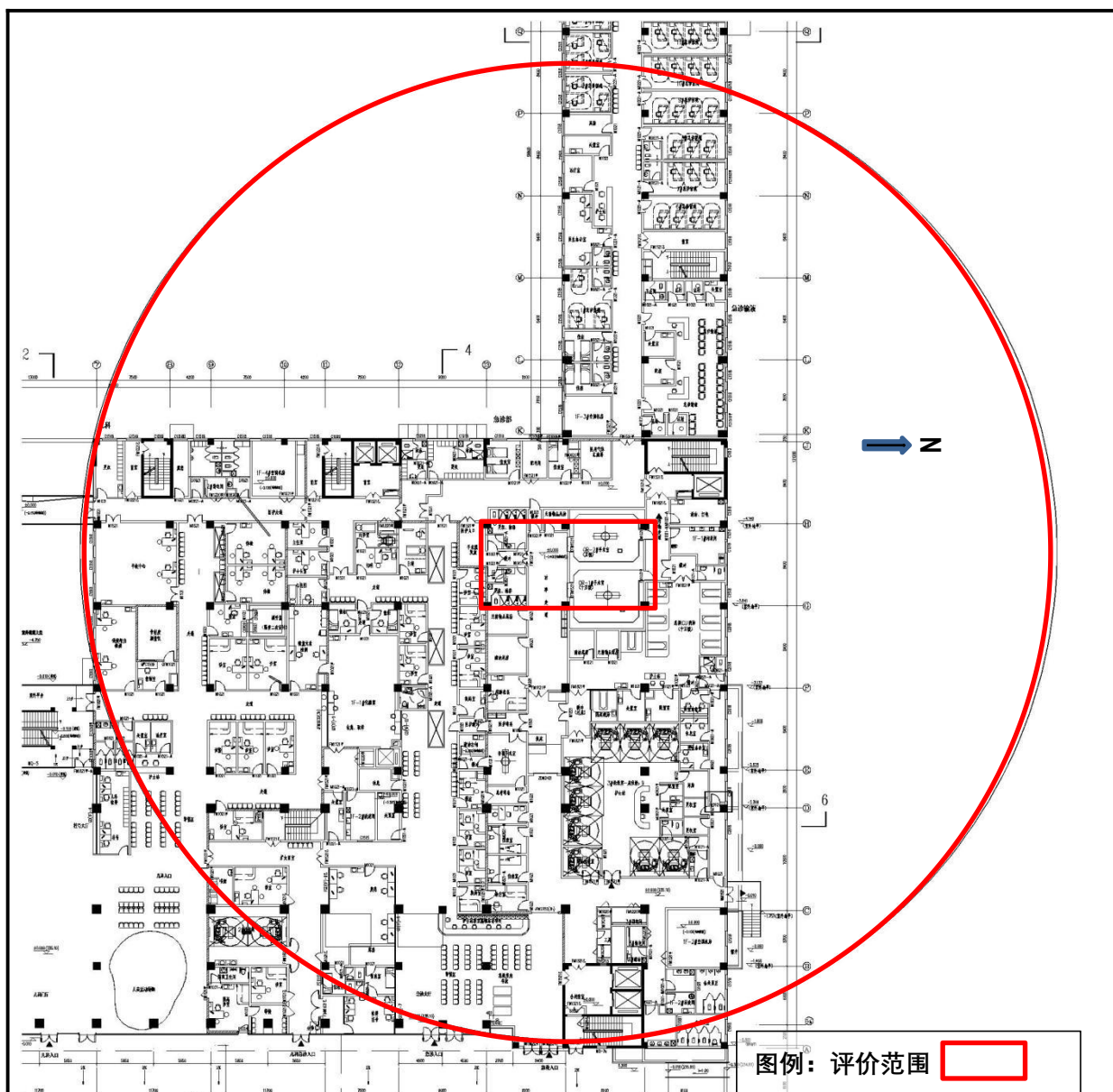


图 7-2 项目评价范围示意图（拟建复合手术室机房所在楼层）

二、保护目标

根据本项目特点，本项目环境保护目标为辐射工作场所的职业工作人员（辐射工作人员）和工作场所评价范围内的其他公众人群（其他非辐射工作人员，受检者、陪护人员以及周边公众等流动人员等），本项目环境保护目标见下表：

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

工作场所	相对方位	相对距离	相对高差	环境情况	对象类别	敏感人数
介入科 DSA+	内部	/	/	DSA+CT 复合手术室	辐射工作人员	18 人
	东	0-2.65m	/	DSA 控制室		
		2.65-50m	/	DSA 设备间、无菌物品库、更衣	公众	医院工作人员

CT 复合手术室				室、淋浴、办公用房、处置室、配置室、护士站、抢救室、卫生间、普通手术室、急诊大厅、辅助用房、诊室、值班室、化验室、库房、电梯厅、病人走道、停车场等		约 50 人+流动人员
	南	0-1.90m	/	CT 控制室、洁净库房	辐射工作人员	18 人
		1.90-50m	/	办公用房、内诊室、体检中心、妇科、病人走道、辅助用房、早教中心、挂号大厅、室外通道等	公众	医院工作人员约 80 人+流动人员
	西	0-50m	/	介入科污物走道、介入科污物暂存间、值班室、辅助用房、更衣室、淋浴、急诊室、急诊留观、办公用房、室外通道等	公众	医院工作人员约 30 人+流动人员
	北	0-8.1m	/	介入科病房、护士站、介入科污物走道、CT 设备间、污洗间、卫生间等	公众	医院工作人员约 18 人+流动人员
		8.1m-50m	/	院内道路、第五住院楼	公众	工作人员约 30 人+流动人员
	上	紧邻	+4.2m	饶以华、刘丽工作室、走道	公众	医院工作人员约 6 人+流动人员
	下	紧邻	-4.2m	女更衣室、男更衣室、X 光机控制室、X 光机机房（属于控制区）	公众	医院工作人员约 8 人+流动人员
注：上表中所指相对高差为分别以本项目介入科工作场所为±0 基础面时环境保护目标与工作场所之间垂直高度差，±0 基础面上方记为“+”、±0 基础面下方记为“-”。						

三、评价标准

（一）剂量限值与剂量管理目标值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B，具体如下：

表 7-2 个人剂量限值及剂量管理目标值

序号	标准名称	标准内容	建设单位剂量管理目标值
1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	<p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</p> <p>a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；</p> <p>b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。</p> <p>B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述限值：</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv；</p> <p>b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；</p>	<p>辐射工作人员：5mSv/a；</p> <p>公众：0.1mSv/a</p>

（二）辐射工作场所分区

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

表 7-3 辐射工作场所分区

序号	标准名称	标准内容
1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	<p>6.4.1 控制区</p> <p>6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围。</p> <p>6.4.1.4 注册者和许可证持有者应：</p> <p>a) 采用实体边界划定控制区；采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段；</p> <p>c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F（标准的附录）规定的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。</p> <p>d) 制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序。</p> <p>e) 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区。</p> <p>f) 按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜；</p> <p>g) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜；</p> <p>h) 定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。</p> <p>6.4.2 监督区</p> <p>6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定位控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对照职业照射条件进行监督和评价。</p> <p>6.4.2.2 注册者和许可证持有者应：</p> <p>a) 采用适当的手段划出监督区的边界；</p> <p>b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；</p> <p>c) 定期审查该区的条件，以确定是否有需要采取防护措施和作出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。</p>

（三）工作场所周围剂量率控制水平

本项目射线装置机房执行《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求，具体见下表：

表 7-4 辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平

序号	标准名称	标准内容	本项目辐射剂量率控制水平
1	《放射诊断放射	<p>6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平</p> <p>6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：</p> <p>a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下</p>	射线装置机房外： ≤2.5μSv/h

	防护要求》 (GBZ130-2020)	检测时,周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h; 测量时,X 射线设备连续出束时间应大于仪器 响应时间; b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片 摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口 腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量 当量率应不大于 2.5μSv/h;	射线装置机房外: ≤2.5μSv/h
--	------------------------	---	-----------------------

(四) X 射线设备机房防护要求

本项目射线装置机房执行《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)标准要求,具体见下表:

表 7-5 X 射线设备机房防护要求

标准名称	本项目执行标准内容		
《放射诊断放射 防护要求》 (GBZ130-2020)	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 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 2（标准的表）的规定。		
	表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求（节选）		
	设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d （m ² ）	机房内最小单边长度 ^e （m）
	CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
	单管头 X 射线设备	20	3.5
	d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。 e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		
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（标准的表）的规定。			
表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求（节选）			
机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb	
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0	
CT 机房（不含头颅移动 CT）	2.5		
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			

《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)	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。 6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。 6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。
-------------------------------	--

(五) 个人防护用品和应急去污用品

本项目射线装置机房执行《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求，具体见下表：

表 7-6 个人防护用品和应急去污用品

标准名称	本项目执行标准内容				
《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)	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（标准的表）基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。				
	表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求（节选）				
	放射检查类型	工作人员		受检者	
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描（隔室） ^a		-	-	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	可调节防护窗口的立位防护屏； 选配：固定特殊受检者体位的各种设备
	介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	-
注“-”表示不做要求。					
^a 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。					
6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。					
6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。					
6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。					

表 8 环境质量和辐射现状

<p>(一) 辐射现状监测方案</p> <p>为了解本项目周围的辐射环境水平，核工业二三 0 研究所工作人员于 2025 年 3 月 21 日对项目场址周围的环境辐射水平进行了监测。</p> <p>监测因子：环境γ辐射剂量率</p> <p>监测日期：2025 年 3 月 21 日</p> <p>监测地点：湖南医药学院总医院门急诊医技楼</p> <p>监测点位：监测点位布置见图 8-1~图 8-4</p> <p>监测依据：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>监测仪器：监测仪器信息见表 8-1：</p>

表 8-1 辐射监测仪器相关信息一览表

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	RED-100+RED-G
制造单位	上海怡星机电设备有限公司
出厂编号	R-0235+G-0179
能量响应范围	20KeV-7MeV
测量范围	lnGy/h~ 10mGy/h
检定证书编号	2024H21-20-5252370001
检定有效期	2024 年 5 月 20 日至 2025 年 5 月 19 日

<p>(二) 辐射现状监测结果</p> <p>项目所在场址环境γ辐射剂量率见表 8-2。</p>
--

表 8-2 环境γ辐射剂量率监测结果一览表

点位 代号	监测点位描述	监测结果（nGy/h）		备注
		监测值	标准差	
1	拟建复合手术室 DSA 房间内 （现为 OR-2 手术室）	62.4	0.9	楼房
2	拟建复合手术室 CT 房间内 （现为缓冲区）	60.6	1.2	楼房
3	拟建复合手术室北侧（拟建污物走道）	61.7	1.3	楼房

	(现为污物走道)			
4	拟建复合手术室东北侧(拟建病床区域)(现为病床区域)	61.9	1.2	楼房
5	拟建复合手术室东北侧(拟建控制室)(现为 OR-1 手术室)	62.5	2.4	楼房
6	拟建复合手术室东侧(拟建洁净走道)(现为洁净走道)	62.6	1.5	楼房
7	拟建复合手术室东南侧(拟建洁净走道)(现为无菌物品库房)	62.8	1.0	楼房
8	拟建复合手术室南侧(拟建控制室)(现为诊室)	62.5	1.3	楼房
9	拟建复合手术室西南侧(拟建洁净库房)(现为手术服发放区)	62.4	1.2	楼房
10	拟建复合手术室西南侧(拟建污物暂存间)(现为走道)	63.6	2.1	楼房
11	拟建复合手术室西侧(拟建污物走道)(现为走道)	62.6	1.7	楼房
12	拟建复合手术室楼上(饶以华、刘丽工作室)	63.7	2.2	楼房
13	拟建复合手术室楼上(走道)	64.7	1.8	楼房
14	拟建复合手术室楼下(女更衣室)	63.6	2.9	楼房
15	拟建复合手术室楼下(男更衣室)	65.1	1.3	楼房
16	拟建复合手术室楼下(X 光机控制室)	65.7	1.3	楼房
17	拟建复合手术室所在门急诊医技楼东侧道路	70.9	1.5	道路
18	拟建复合手术室所在门急诊医技楼南侧道路	73.2	2.7	道路
19	拟建复合手术室所在门急诊医技楼西侧道路	71.9	1.7	道路
20	拟建复合手术室所在门急诊医技楼北侧道路	72.6	2.1	道路
<p>注：1、本次测量时，仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；</p> <p>2、测量结果 $D_{\gamma}=k_1*k_2*R_{\gamma}/1.2$，检定系数 $k_1=1.17$，检验源效率因子 $k_2=1$；R_{γ} 为仪器测量读数均值；以上监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值。</p> <p>3、监测布点详见图 8-1~图 8-4。</p>				

图 8-1 拟建复合手术室机房周围环境监测布点示意图 1

图 8-2 拟建复合手术室机房楼上（二楼）环境监测布点示意图 2

图 8-3 拟建复合手术室机房楼下（负一楼）环境监测布点示意图 3

图 8-4 拟建复合手术室所在办公楼周围环境监测布点示意图

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），核工业二三〇研究所仪器对宇宙射线的响应通过以下方法获得：在湖南省郴州市资兴东江湖（水面）（E：113.348293，N：25.793510. 海拔高度 H（m）：259），使用该环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率

仪进行宇宙射线响应检测，水面上仪器读数的平均值经校准后为 13.8nGy/h，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）：如果测点的海拔、经纬度与湖（库）水面相差不大：海拔差≤200m，经度差别≤5°，纬度差别≤2°，可以不进行修正。因此，本项目所在地湖南医药学院总医院（E：109.992606°，N：27.547455°，海拔为 238m）不进行经纬度、海拔修正，仪器对宇宙射线的响应值为 13.8nGy/h。

故根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中环境γ辐射剂量率测量结果计算公式：

$$D_{\gamma} = k_1 * k_2 * R_{\gamma} - k_3 * D_c \quad (\text{公式 8-1})$$

其中 $k_1 * k_2 * R_{\gamma}$ 为未扣除设备宇宙射线的测量结果，即表 8-2 对应监测点位测量结果；

k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1；仪器对宇宙射线的响应值 D_c 为 13.8nGy/h。

由公式 8-1 计算可知，本项目辐射环境本底扣除宇宙射线响应值后的测量结果如下表所示。

表 8-3 项目所在场址环境γ辐射剂量率监测结果一览表（已扣除设备宇宙射线）

点位 代号	监测点位描述	监测结果（nGy/h）		备注
		监测值	标准差	
1	拟建复合手术室 DSA 房间内 （现为 OR-2 手术室）	51.4	0.9	楼房
2	拟建复合手术室 CT 房间内 （现为缓冲区）	49.5	1.2	楼房
3	拟建复合手术室北侧（拟建污物走道） （现为污物走道）	50.6	1.3	楼房
4	拟建复合手术室东北侧（拟建病床区域）（现 为病床区域）	50.9	1.2	楼房
5	拟建复合手术室东北侧（拟建控制室） （现为 OR-1 手术室）	51.5	2.4	楼房
6	拟建复合手术室东侧（拟建洁净走道） （现为洁净走道）	51.5	1.5	楼房
7	拟建复合手术室东南侧（拟建洁净走道）（现 为无菌物品库房）	51.8	1.0	楼房
8	拟建复合手术室南侧（拟建控制室） （现为诊室）	51.5	1.3	楼房
9	拟建复合手术室西南侧（拟建洁净库房） （现为手术服发放区）	51.4	1.2	楼房

10	拟建复合手术室西南侧（拟建污物暂存间）（现为走道）	52.5	2.1	楼房
11	拟建复合手术室西侧（拟建污物走道）（现为走道）	51.5	1.7	楼房
12	拟建复合手术室楼上（饶以华、刘丽工作室）	52.7	2.2	楼房
13	拟建复合手术室楼上（走道）	53.7	1.8	楼房
14	拟建复合手术室楼下（女更衣室）	52.6	2.9	楼房
15	拟建复合手术室楼下（男更衣室）	54.0	1.3	楼房
16	拟建复合手术室楼下（X 光机控制室）	54.6	1.3	楼房
17	拟建复合手术室所在门急诊医技楼东侧道路	57.1	1.5	道路
18	拟建复合手术室所在门急诊医技楼南侧道路	59.4	2.7	道路
19	拟建复合手术室所在门急诊医技楼西侧道路	58.1	1.7	道路
20	拟建复合手术室所在门急诊医技楼北侧道路	58.8	2.1	道路
注：1、本次测量时，仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据； 2、检测结果 $D_{\gamma}=(k_1 \cdot k_2 \cdot R_{\gamma})/1.20-k_3 \cdot D_c$ ，检定系数 $k_1=1.17$ ，检验源效率因子 $k_2=1$ ； R_{γ} 为仪器测量读数值均值； 3、监测布点详见图 8-1~图 8-4。				

（三）辐射环境现状评价

根据《中国环境天然放射性水平》（《中国环境天然放射性水平》编辑委员会，中国原子能出版社，2015 年 7 月）中湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究结果可知，怀化市 γ 辐射剂量率数据见表 8-3。

表 8-3 湖南省怀化市原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率（单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
γ 辐射剂量率平均值	66.6±17.3	69.3±16.8	72.8±15.3
范围	32.1-128.6	39.6-119.4	45.3-143.5

根据表 8-2 中的监测结果，项目所在场址及周围环境 γ 辐射剂量率在 57.1-59.4nGy/h（道路），49.5-54.6nGy/h（室内）范围内；对比表 8-3 可知，本项目所在场址的辐射水平与怀化市天然本底辐射水平相当（道路：39.6-119.4nGy/h，室内：45.3-143.5nGy/h），无异常。

表 9 项目工程分析与源项

一、工程设备和工艺分析

9.1 项目工程概况

本项目拟将门急诊医技楼一楼北侧的2间手术室（OR-1#手术室、OR-2#手术室）及配套区域改造为DSA+CT复合手术室（由1间DSA机房和1间CT机房组成）及相关配套区域，涉及使用1台DSA（II类射线装置）、1台CT机（III类射线装置）。为满足辐射安全防护要求，拟对本项目相关辐射工作场所屏蔽结构、通风设计等进行改造。根据现场调查及医院提供的资料，本项目工作场所现状及项目涉及的改造工程内容包括：

①拟将现有的OR-1手术室、OR-2手术室、洁净走道以及其余辅助用房（如设备间、缓冲区、更衣淋浴、无菌物品库房等）改为DSA+CT复合手术室，改造前平面布置图见图9-1、改造前平面布置图见图9-2。DSA+CT复合手术室内部拟设置可折叠防护门，门关闭时DSA+CT复合手术室北侧、南侧可分别作为独立的DSA机房和CT机房使用，现在拟对原区域进行防护改造。

②拟在 DSA+CT 复合手术室新增新风系统、排风系统与回风系统，DSA 机房与 CT 机房的排风管经吊顶上方由 CT 机房南墙穿出后通过风机排风，最终于门急诊医技楼二楼屋顶排放。

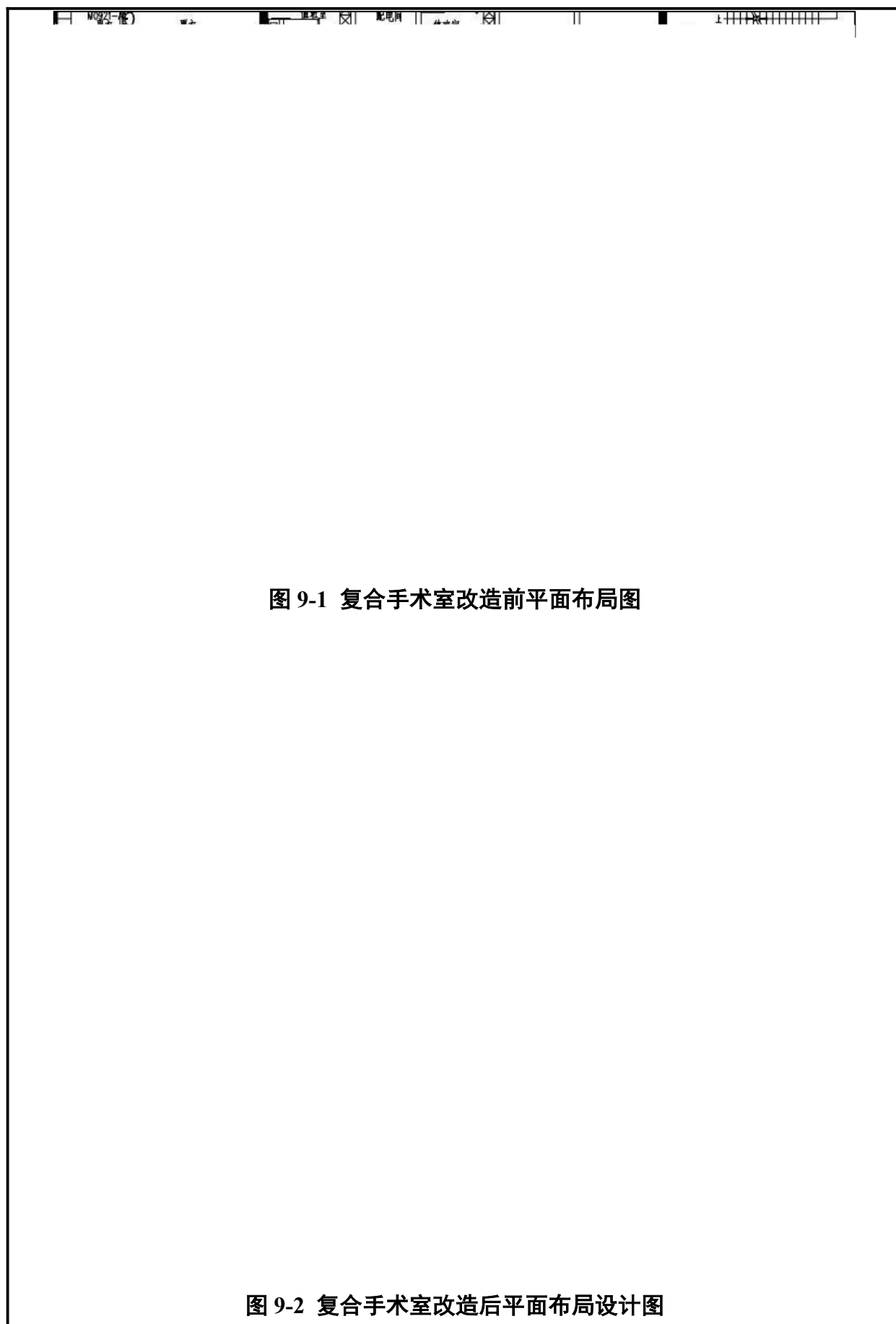


图 9-1 复合手术室改造前平面布局图

图 9-2 复合手术室改造后平面布局设计图

9.2 设备组成及工作原理

9.2.1 设备组成

DSA (Digital subtraction angiography)即数字减影血管造影术，主要应用于心血管、脑血管、主动脉等全身各部位血管的成像，可应用于上述各部位的血管性病变、肿瘤性病变等的诊断检查，同时还可完成全身各部位病变的介入手术，如肝癌的血管栓塞术、肺癌的灌注化疗术等。DSA 设备由 X 线发生装置（包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等）和图像检测系统（包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件）组成，并且在检查床一侧安装铅帘、悬挂铅屏等防护设施。DSA 设备可通过对血管造影的影像进行数字化处理，通过减影、增强和再成像过程把不需要的组织影像去掉，由此获得清晰的纯血管影像。

CT (Computed Tomography) 是计算机断层 X 射线摄影技术的英文简称，主要由 X 线管、探测器、扫描架和图像系统组成，它使用了精确准直的 X 射线从各种不同的离散角度扫描所关注的断层平面，利用探测器记录透射光束的衰减量，并经过数学运算，电子计算机处理相应数据，从而产生一个以检查层的相对衰减系数为依据的躯体横断面的影像。

本项目 DSA+CT 复合手术室是指将 DSA 机房与 CT 机房融合在同一手术室中，两机房中部采用可移动防护门联通，CT 平时在 CT 机房内使用，当需要开展 DSA+CT 复合手术时，通过轨道将 CT 移至 DSA 机房内使用。DSA+CT 复合手术室的设计既不影响两间机房固有功能，又能通过 CT 提供高清影像，旨在把原本需要在不同手术室、分期才能完成的复杂手术，合并在一个手术室中一次完成，实现开放与介入手术一站式诊疗融合的多功能手术室，以减少手术时间、提高手术效率和成功率。

9.2.2 工作原理

DSA 是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物，利用 X 线发生装置产生的 X 射线在人体不同组织间的穿透能力不同，透过人体的 X 射线能使荧光屏、电子暗盒或感光胶片显影，医生可借此来观察内脏形态变化、器官活动情况等，辅助临床诊断。DSA 设备主要由 X 线发生系统（X 线球管、高压发生器、限束系统等）、数字成像系统（摄像机系统、影像增强器/动态平板探测器、A/D 转换系统等）、机械系统

(C形机架、导管床、显示器吊架等)、计算机控制系统、图像处理系统及辅助系统(高压注射器和激光相机)等组成。DSA成像基本原理为:将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影X射线荧光图像,分别经影像增强器增强后,再用高分辨率的电视摄像管扫描,将图像分割成许多的小方格,做成矩阵化,形成由小方格中的像素所组成的视频图像,经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字,形成数字图像并分别存储起来,然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减,获得不同数值的差值信号,再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号,获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织,只留下单纯血管影像的减影图像,通过显示器显示出来。通过数字减影血管造影技术处理的图像,使血管的影像更为清晰,在进行介入手术时更为安全。介入治疗是在医学影像设备的引导下,通过置入体内的各种导管(约1.5-2毫米粗)的体外操作和独特的处理方法,对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点,目前,基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械,介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构(消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等),以及某些特定部位,对许多疾病实施局限性治疗。

目前DSA主要有透视和摄影两种操作模式,其中摄影拍片时DSA球管电流较大,多达数百毫安,但拍片曝光时间很短,为毫秒级,是球管瞬间高功率大电流出射线,不具有可持续性,形成的图像便于诊断和资料存储,但是无法从不同角度观察;透视分为连续透视和脉冲透视两种模式,连续透视(又称为标准透视)是传统成像模式,脚闸接通情况下,球管一直处于发射状态,为避免球管长时间运行热量过大导致损坏,连续透视时球管功率及电流均较小,可实时观察导管在患者介入腔体内的穿插情况,是介入手术中辐射量最高的操作模式。脉冲透视则是利用X射线管栅控技术,采用超短时间、低电压、较大电流连续脉冲式动态采集方式控制X射线的产生,利用视觉暂留效果读取连续脉冲影像,从而达到在减少X射线剂量的同时不影响透视效果,并有效降低术中辐射剂量。

CT则是利用物体对X线吸收作用的差异来进行成像的。在X线发生装置产生的X线穿透人体器官或组织时,由于人体器官或组织组成物质成分多样、密度不同,所以各点对X线的吸收系数是不同的。利用X线束对人体检查部位一定厚度的层面进行扫描,

由探测器接收透过该层面的 X 线，转变为可见光后，由光电转换器转变为电信号，再经模拟/数字转换器转为数字信号，输入计算机处理。图像形成的处理有如将选定层面分成若干个体积相同的长方体，称之为体素。扫描所得信息经计算而获得每个体素的 X 线衰减系数或吸收系数，再排列成数字矩阵，再经数字/模拟转换器把数字矩阵中的每个数字转为由黑到白不等灰度的小方块，即像素，并按矩阵排列，构成 CT 图像。

9.3 工作流程及产污分析

9.3.1 工作流程

本项目介入诊疗工作流程为：

（1）患者术前准备：医护人员核对患者信息，并告知手术目的、流程及可能的辐射危害，并取得患者知情同意，根据病情做好术前准备工作（如常规术前检查、禁食等）。术前，配合手术人员完成消毒和麻醉等准备工作。

（2）医护人员术前准备：每日工作前，手术中心医护人员根据每日手术安排，配置所用药剂、医疗器械等，设备操作人员检查并确认仪器设备性能处于正常状态。术前，手术人员完成洗消，并按要求穿戴好手术服、辐射防护用品后进入 DSA+CT 复合手术室。

（3）介入手术：推送（引导）患者通过相应的患者防护门进入 DSA+CT 复合手术室，并在治疗床上躺好（摆位），手术人员进入手术室，关闭防护门，按照预先制定的手术方案实施介入手术，手术完毕后，关闭射线装置，打开防护门推送患者出手术室，清理手术室及手术台，整理手术过程记录档案，准备迎接下次手术。

介入诊疗时具体操作流程为：患者仰卧并进行经皮静脉穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达检查治疗部位施行探查、治疗（分为摄影和透视两种曝光模式，使用摄影模式时手术室内医护人员需短暂离开手术室，操作人员通过控制室的电子计算机系统控制 DSA 曝光，采集造影部位图像、使用透视模式时，由手术医师根据手术需要，踩动床旁的脚踏开关控制 DSA 曝光），并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

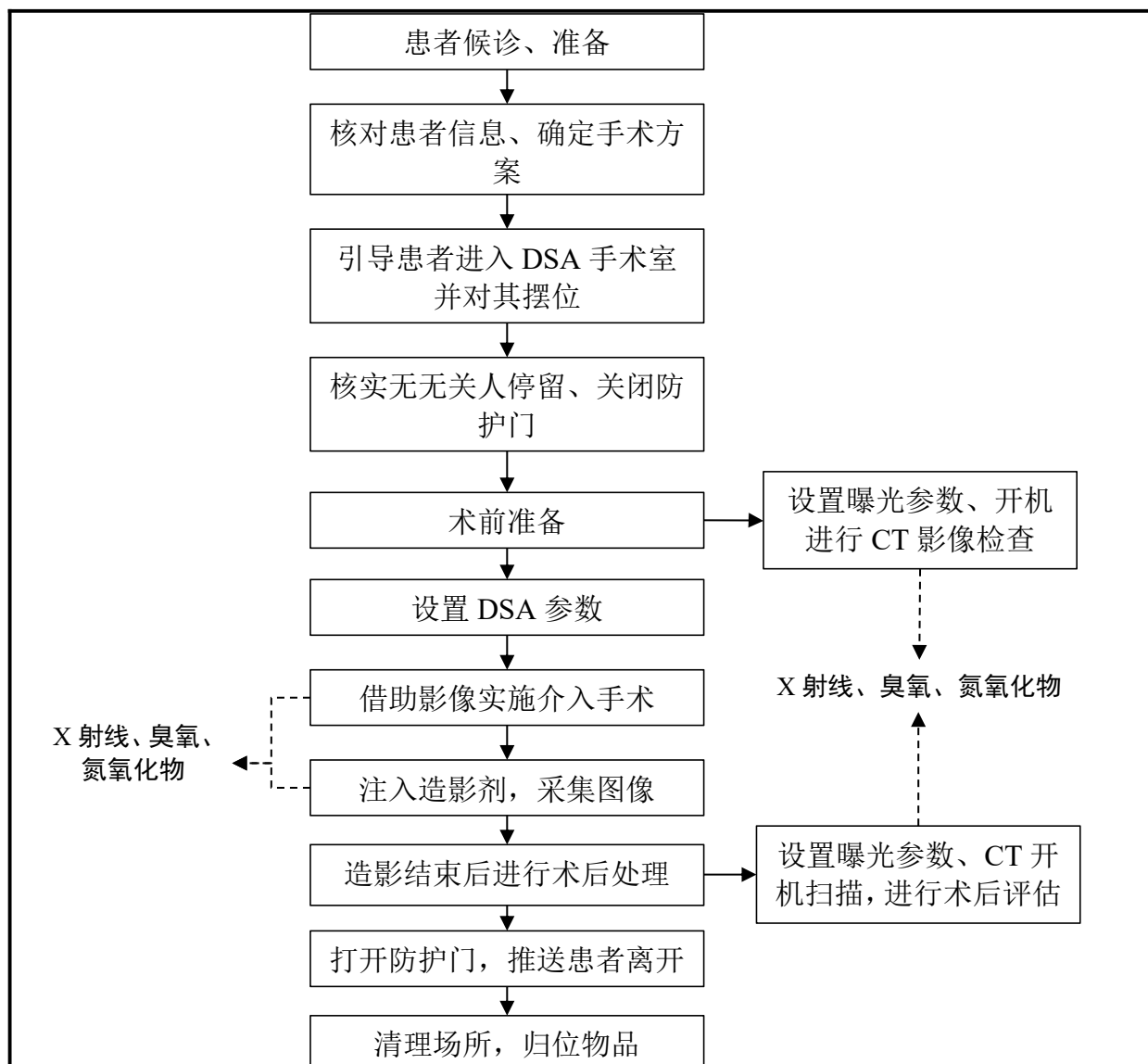


图 9-3 复合手术诊疗工作流程图

本项目 DSA+CT 复合手术室除使用 DSA 进行介入诊疗外，还会使用 CT 进行患者的术前、术后评价。如需进行 CT 成像，需将 CT 设备移动至复合手术室（DSA 机房）内受检者位，调整好照射角度、参数等信息，医护人员退出相应手术室，关闭防护门，确认手术室内无无关人员后开机扫描，扫描结束后打开防护门，推送患者离开。CT 影像检查将根据需求在术前或术后进行，对于在复合手术室使用 CT 时，可通过软硬件实现 DSA 移动和曝光功能禁用，CT 使用结束后，将 CT 移动至复合手术室（CT 机房）存放处停止位并触发信号位置开关时，DSA 系统才可恢复正常使用，即当复合手术室内折叠防护门开启，且 CT 移动至复合手术室内 DSA 设备所在区域时，在任何时候均不会同时开启 DSA、CT 两台射线装置。当复合手术室中间折叠防护门关闭时，复合手术室

两侧可分别作为独立的 CT 机房和 DSA 机房使用。

9.3.2 污染源项分析

本项目采用先进的数字显影技术，电脑成像，不使用显（定）影液，不产生废显影液、废定影液和废胶片，注入的造影剂不含放射性，即本项目 DSA、CT 设备运行时不产生放射性废水、放射性固体废物和放射性废气，主要污染物是 DSA 和 CT 装置出束扫描时产生的 X 射线，以及 X 射线与机房空气相互作用，产生的少量臭氧和氮氧化物等有害气体。此外，本项目运营时预计将产生少量生活污水和生活垃圾，手术过程中还将产生导管、废造影剂的输液瓶、废药棉、纱布、手套、铺垫等非放射性的医疗废物。

9.4 工作负荷

本项目正常开展时，预计每周工作 5 天，全年最多工作 250 天，本项目每年开展手术不超过 800 例，辐射工作人员拟分多班开展工作，预计每班组人员不超过 270 例手术。DSA+CT 复合手术室内开展 DSA/CT 复合手术时，其中 CT 设备年工作量按与 DSA 手术量一致保守考虑。本项目工作负荷见下表：

表 9-2 本项目工作负荷

机房名称	设备名称	工作模式	每人每次曝光时间 (min/人次)	年最大手术量 (人次/a)	年最大出束时间 (h/a)	
DSA+CT 复合 手术室	DSA	透视	20	800	266.67	280
		摄影	1		13.33	
	CT	摄影	5		66.7	

9.5 人流、物流组织

本项目人流、物流组织见图 9-4：

介入诊疗患者（红色路线）：在急诊大厅预约登记并进行候诊，患者根据现场叫号经换药室进入复合手术室内走道，随后根据指示由对应患者防护门进入对应机房，手术结束后，患者被送至急诊 ICU 病房短暂留观，如无异常即可由缓冲区换床后从医护准备、医护缓冲、换药室离开；

辐射工作人员（蓝色路线）：由南侧医护入口依次通过手术服发放、男/女更衣/淋浴后，经缓冲间、洁净走道进入对应控制室，手术室内工作人员则通过洁净走道防护门进出机房，手术结束后由原路离开；

废物（绿色路线）：各机房内拟设置废物桶，手术过程中产生的医疗废物统一收集

后通过机房污物走道防护门送至东南侧污洗间暂存后，统一由西北侧污梯送至医院医疗废物暂存处暂存，并定期送有资质单位处理。

图 例：→ 工作人员路线；→ 患者行走路线；-→ 废物运输路线

图 9-4 本项目人流、物流组织示意图

二、污染源项描述

1. 建设阶段对环境的影响

本项目建设阶段主要是项目的拆改工程、装饰装修工程、设备安装工程等，该过程会产生噪声、废气、固体废物等。

扬尘：主要为机械敲打、地面及墙体钻孔等产生的扬尘，装修过程产生的装修废气。

噪声：主要来自于施工机械设备及人员活动。

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水及施工废水。

固体废物：主要为建筑拆除及建设过程中产生的建筑垃圾、装饰装修过程产生的建筑垃圾、设备拆包过程产生的建筑垃圾、施工人员的生活垃圾。

2. 运行期间对环境的影响

1、正常工况下

本项目在使用 DSA 和 CT 开展扫描或介入治疗时，设备出束期间会产生 X 射线。此外，X 射线可使机房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，可通过机房机械排风装置排出，正常工况下，室内有害气体的量可以被降低到最低，几乎对人体不会造成危害。

2、事故工况下

（1）无关人员误入正在运行的 X 射线机房，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

（2）工作人员还未全部撤离机房，外面人员启动设备，造成有关人员被误照。

（3）操作介入手术的工作人员未按规定穿戴个人防护用具或使用辅助防护设施，而受到超剂量外照射。

（4）检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

表 10 辐射安全与防护

一、辐射安全与防护

10.1 工作场所布局和分区管理

本项目 DSA+CT 复合手术室设置在门急诊医技楼一楼北侧，DSA+CT 复合手术室东侧紧邻门急诊医技楼处置室、配置室、隔离病房、医生办公室、普通手术室，南侧为 B 超室、普通诊室、化验室、妇科诊室，西侧为配电室、医用气流汇排室与值班室，北侧临院内道路，DSA+CT 复合手术室上方为饶以华、刘丽工作室、走道，楼下为 X 光机控制室、X 光机房、男更衣室、女更衣室。机房相邻区域为对应控制室、设备间、洁净走道、洁净库房、急诊 ICU 病床区域、污物走道、污物暂存间，各机房设置有墙体、门等实体屏蔽分隔，位置相对独立，功能区明确。综上所述，本项目 DSA+CT 复合手术室的布局是合理的。

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

（1）控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。本项目拟采取实体屏蔽分隔控制区与监督区，并在控制区出入口设置标明控制区的标牌，在合适位置张贴辐射危险警示标识。

（2）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。本项目拟在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识，并定期检查工作状况，每年委托有资质单位开展辐射环境监测，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。

本项目分区如下：

表 10-1 本项目辐射工作场所分区一览表

控制区	监督区
DSA+CT 复合手术室	控制室及机房周围相邻区域（控制室、设备间、洁净走道、洁净库房、急诊 ICU 病床区域、污物走道、污物暂存间、饶以华、刘丽工作室、走道、X 光机控制室、男更衣室、女更衣室等）

图 10-1 复合手术室辐射工作场所分区示意图

10.2 辐射防护设计

表 10-2 本项目 DSA+CT 复合手术室防护设计情况一览表

机房名称		DSA+CT 复合手术室	
		DSA 机房	CT 机房
机房有效尺寸（m）（长×宽）		9.3m×7.0m	7.0m×7.0m
屏蔽设计	四周墙体	南侧：4mmPb 隔断折叠门 其他：4mmPb 铅板	北侧：4mmPb 隔断折叠门 其他：4mmPb 铅板
	顶板	120mm 砵+4mmPb	120mm 砵+4mmPb
	地板	轨道基坑区域：120mm 砵+50mm 砵+4mmPb 铅板	轨道基坑区域：120mm 砵+50mm 砵+4mmPb 铅板

		非轨道基坑区域：120mm 砼 +100mm 砼+50mm 硫酸钡	非轨道基坑区域：120mm 砼 +100mm 砼+50mm 硫酸钡
	洁净走道防护门	4mmPb，电动推拉门	4mmPb，电动推拉门
	污物走道防护门	4mmPb，手动平开门	4mmPb，手动平开门
	观察窗	4mmPb	4mmPb

10.3 辐射安全与防护措施

(1)分区管理：本项目拟根据 GB18871-2002 的规定将本项目辐射工作场所划分为控制区和监督区，实行分区管理，对于控制区和监督区拟采取实体屏蔽分隔，并在控制区和监督区入口张贴分区标示。

(2)电离辐射警告标志：拟在 DSA+CT 复合手术室各防护门上醒目位置粘贴电离辐射警告标志及中文说明，患者候诊区拟设置“放射防护注意事项告知栏”。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 的相关要求。

(3)工作状态指示灯：拟在 DSA+CT 复合手术室洁净走道防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯应能与防护门有效关联。

(4)闭门装置：本项目 DSA+CT 复合手术室污物走道防护门为手动平开门，拟设置自动闭门装置；DSA+CT 复合手术室洁净走道防护门为电动平开门，拟设置红外感应装置，并制定曝光时关闭机房门的管理措施。

(5)对讲交流系统：DSA+CT 复合手术室拟安装观察窗，便于观察受检者状态和防护门开闭情况，控制室操作台与机房内拟设置对讲系统，便于术中沟通。

(6)通风设计：DSA+CT 复合手术室拟设置新风系统、回风系统和排风系统，拟分别在 DSA+CT 复合手术室东、西两区域分别各设置 4 个回风口，在 DSA 机房内南侧顶部设置 3 个送风口，CT 机房内西侧顶部设置 2 个送风口，拟分别在 DSA 机房、CT 机房南侧各设置 1 个排风口。DSA 机房与 CT 机房的排风管经吊顶上方由 CT 机房南墙穿过后通过风机排风，最终于门诊医技楼二楼屋顶排放，DSA 机房设计排风量为 800m³/h，CT 机房设计排风量为 500m³/h，DSA 机房通风频次约 4.5 次/h，CT 机房通风频次约 3.8 次/h（见图 10-2）。

图 10-2 本项目 DSA+CT 复合手术室通风设计

(7)穿墙管线辐射防护设计: DSA+CT 复合手术室内电缆沟拟以“U”型管穿出机房, 缝隙处拟采用具有与墙体同等屏蔽效果的铅皮封堵; 各通风管道拟沿机房顶部防护吊顶上布设, 各通风管穿墙位置拟采用具有与墙体同等屏蔽效果的铅板包封管道, 且铅皮与墙体搭接长度不小于 5 倍直径防护 (铅皮包裹长度大于风管直径的 5 倍)。

(8)其他辐射安全措施:

- ①医院拟在操作间内张贴相应的操作规程、岗位职责、应急预案等规章制度;
- ②医院需配备符合防护要求的防护用品, 防护用品应妥善存放, 定期检查, 发现老化、断裂和损伤而降低防护质量等情况应及时进行更换;
- ③射线装置机房应合理布局, 避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置; 不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物;
- ④控制室内电源钥匙由专人负责保管, 机房内控制台上设置紧急停机按钮。

10.4 安全操作及管理措施

(1)本项目 DSA、CT 应购置于正规厂家, 装置泄漏辐射满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中相关技术要求, 并且装备可调限束装置, 使装置发射的线束宽

度尽量减小，以减少泄漏辐射。X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标志，介入 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

(2)医院配置设备到位调试合格后，应委托有资质的单位对设备性能及机房外的周围剂量当量率进行验收监测，在使用过程中，应按规定定期进行设备和安全防护措施性能、工作场所防护效果检测。

(3)所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期进行检测，建立个人剂量档案，手术室内医护人员必须佩戴在防护铅衣内、外正确位置各佩戴 1 枚个人剂量计，个人剂量计的佩戴要求参照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。

(4)所有辐射工作人员需定期开展职业健康体检，经岗前职业健康检查合格后方可上岗，在岗期间应按照不少于每 2 年一次频次开展职业健康体检，并建立职业健康监护档案，职业健康体检要求参照《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）。

(5)医院拟制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙、严格执行。工作人员应熟练掌握业务技术，接受辐射安全与防护有关知识培训和考核，满足辐射工作人员岗位要求。

(6)应用 X 射线检查应经过正当性判断。执业医师应掌握好适应症，优先选用非 X 射线的检查方法，必须采取射线装置进行诊断及手术辅助时，均应制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行和尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。介入放射用 X 射线设备应具有可准确记录受检者照射剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后患者受照射剂量记录在病历中。

(7)X 射线机房内需安装火灾自动报警装置，配备灭火设备，火灾报警装置与通风连锁。机房设置必要的应急照明设备和紧急出口标志。

10.5 辐射防护用品及检测仪器

医院应严格规定相关辐射工作人员在辐射工作中做好个人的放射防护，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求配备必要的防护用品、用具以达到辐射防护的目的。本项目 DSA+CT 复合手术室辐射防护用品及检测仪器配置计划见下表：

表 10-3 本项目复合手术室辐射防护用品及检测仪器配置计划一览表

注：医院根据业务情况，及时添加满足儿童受检者要求的防护用品和辅助防护设施。

10.6 三废治理

本项目介入科使用 DSA 和 CT 开展放射诊疗活动时，不产生放射性废水、放射性废气及放射性固体废物，手术过程使用的造影剂不含放射性，同时设备采用数字显影技术，不使用显（定）影液进行洗片，无洗片废水、废显（定）影液和胶片产生，无废显（定）

影液产生。

（1）废气：X射线与空气相互作用，会产生少量臭氧及氮氧化物等有害气体，拟在 DSA+CT 复合手术室新增新风系统、排风系统与回风系统，DSA 机房与 CT 机房的排风管经吊顶上方由 CT 机房南墙穿出后通过风机排风，最终于门急诊医技楼二楼屋顶排放，预期能保持机房内通风良好。

（2）固体废物：手术过程产生的医用器具、药棉、纱布、废造影剂等医用废物，由机房内拟设置的医疗废物桶分类收集，并经污物通道转运至医院医疗废物暂存间，定期委托有资质的单位处置；工作人员生活垃圾产生量少，分类收集于生活垃圾桶，医院设有生活垃圾暂存处，产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理场处置。

（3）废水：工作人员清洗等生活废水接入医院现有污水管网后排入医院内污水处理站，处理达标后外排市政污水管网。

表 11 环境影响分析

一、建设阶段对环境的影响

根据前文工程分析介绍，本项目涉及相关用房的辐射防护改造施工。施工期预计在 2026 年 1 月至 2026 年 3 月，施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物及设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。

1、扬尘、废气等防治措施

主要为项目改造、装修过程中机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘以及装修材料中释放的有机废气。本项目辐射工作场所均位于门急诊医技楼内，防护装修工程施工期间扬尘对外界环境影响较小，施工单位在施工过程中应加强施工现场管理，进行适当的加湿处理。在装修施工中，通过选用合格的、通过国家质量检验的低污染建材，可有效减少有机废气的产生，所产生的少量有机废气经大气扩散后，对当地大气环境质量无明显影响。

2、废水防治措施

施工期间产生的废水主要为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的排水系统，进入市政污水管网。

3、噪声防治措施

施工期间噪声主要来自电钻、电锯等。通过选取噪声低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

4、固体废物防治措施

施工期固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾，以及施工人员产生的少量生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放，施工人员生活垃圾由环卫部门统一处置。

5、设备安装及调试过程可能产生的放射性污染及防治措施

本项目设备的安装和调试均在机房内完成，由厂家专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备，并应保证各屏蔽体屏蔽到位，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，人员离开时必须保证防护门关闭并派人看守。

本项目施工期对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采

室		满足
		满足
DSA+C 合手 (使用 设备		
<p>注：表中换算等效铅当量时，DSA 管电压取 125kV 有用线束、CT 取 140kV 有用线束考虑，DSA+CT 复合手术室机房防护设计按 CT 机房从严要求；2、混凝土、硫酸钡铅当量根据 GBZ 130-2020 附录 C 和《辐射防护手册》（第三分册）表 3.3 计算得出；3、除特别说明外，本项目屏蔽体采用的混凝土（砬）密度不小于 2.35g/cm³，铅密度不小于 11.3g/cm³，硫酸钡密度不小于 3.2g/cm³。</p> <p>根据上表可知，本项目 DSA+CT 复合手术室的使用面积及单边长度、屏蔽防护厚度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相应要求。</p>		

11.3 辐射防护评价

11.3.1 计算公式

1、泄漏辐射剂量率

关注点处的泄漏辐射剂量率参考《辐射防护手册 第一分册》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）要求，以点源辐射按以下公式进行屏蔽计算：

$$H_{og}=H_L \times B / R^2 \quad (\text{式 11.3- 1})$$

式中：

H_{og} —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L —距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R —靶点至关注点的距离，m。

B —屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中给出的参数、公式计算。

$$B= [(1+\beta/\alpha)e^{\alpha\gamma X}-\beta/\alpha]^{-1/\gamma} \quad (\text{式 11.3- 2})$$

式中：

B —— 给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ —— 铅对不同管电压 X 射线辐射衰减有关拟合参数，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中表 C.2 取值；

X —— 铅厚度。

2、散射辐射剂量率

关注点处的散射辐射剂量率参考《辐射防护手册 第一分册》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）中要求，按式 11-3 计算。

$$H_g=\frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11.3- 3})$$

式中：

H_g —关注点处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率；

α —患者对 X 射线的散射比，查《辐射防护手册 第一分册》表 10-1，对于本项目 DSA

使用电压最大为 100kV 时 90°的 a 保守取值为 0.0013, 则 $\alpha=a/400=3.25E-06$;

S —散射面积, cm^2 , 取典型值 400cm^2 ;

d_0 —靶点与患者的距离, 即焦皮距, m 。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) “5.2.1 款” 规定: C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20cm, 其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30cm。因此, d_0 保守取最小值 20cm;

d_s —患者与关注点的距离, m ;

B —屏蔽透射因子。

11.3.2 预测参数选取

1、辐射束选取: 本项目 DSA 设备均为单管头 X 射线设备, 采用平板探测器数字成像系统, 其中 X 射线球管与平板探测器分别设置在 C 形机架的两端, 球管出束口恒定朝向平板探测器, 球管有用线束基本被阻止在平板探测器内, 无法穿透平板探测器, 并且在 X 射线球管出束口的限束系统 (如限束器、光阑等) 的作用下, 球管主射线不会超出平板探测器上照射野的范围。根据 NCRP 147 号报告 “4.1.6 Primary Barriers” 与《辐射防护手册 (第三分册)》 “3.3.3.2 医院放射科的建筑物结构与辐射防护” 章节中有关内容, DSA 球管主射线将被平板探测器完全捕集, 使得 DSA 机房的屏蔽估算无须再考虑主射线, 仅需考虑对球管漏射线及受照人体的散射线进行屏蔽。

2、距靶点 1m 处的最大剂量率 H_0 : 根据医院临床统计及相关研究表明, 实际运行过程中, 为防止球管烧毁并延长使用寿命, 管电压和管电流均留有一定裕度, 通常 DSA 摄影模式下管电压和管电流为 60~100kV/100~500mA; 透视模式下管电压和管电流为 60~100kV/5~20mA。本项目屏蔽估算时, 取**摄影模式下管电压、管电流取: 100kV、500mA; 透视模式下管电压、管电流取: 100kV、20mA**。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) “5.1.5 c) 除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外, X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过应不小于 2.5mmAl ”, 屏蔽计算时总滤过保守取 2.5mmAl , 查《辐射防护手册 (第一分册)》图 4.4c, 采用插值法求得球管在最大管电压 100kV、总滤过 2.5mmAl 的条件下离靶 1m 处空气中的空气比释动能约为 $0.875 \text{ R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, 则**摄影模式 (100kV、500mA) 下 $H_0 = 2.28 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 、透视模式 (100kV、20mA) 下 $H_0 = 9.12 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ 。**

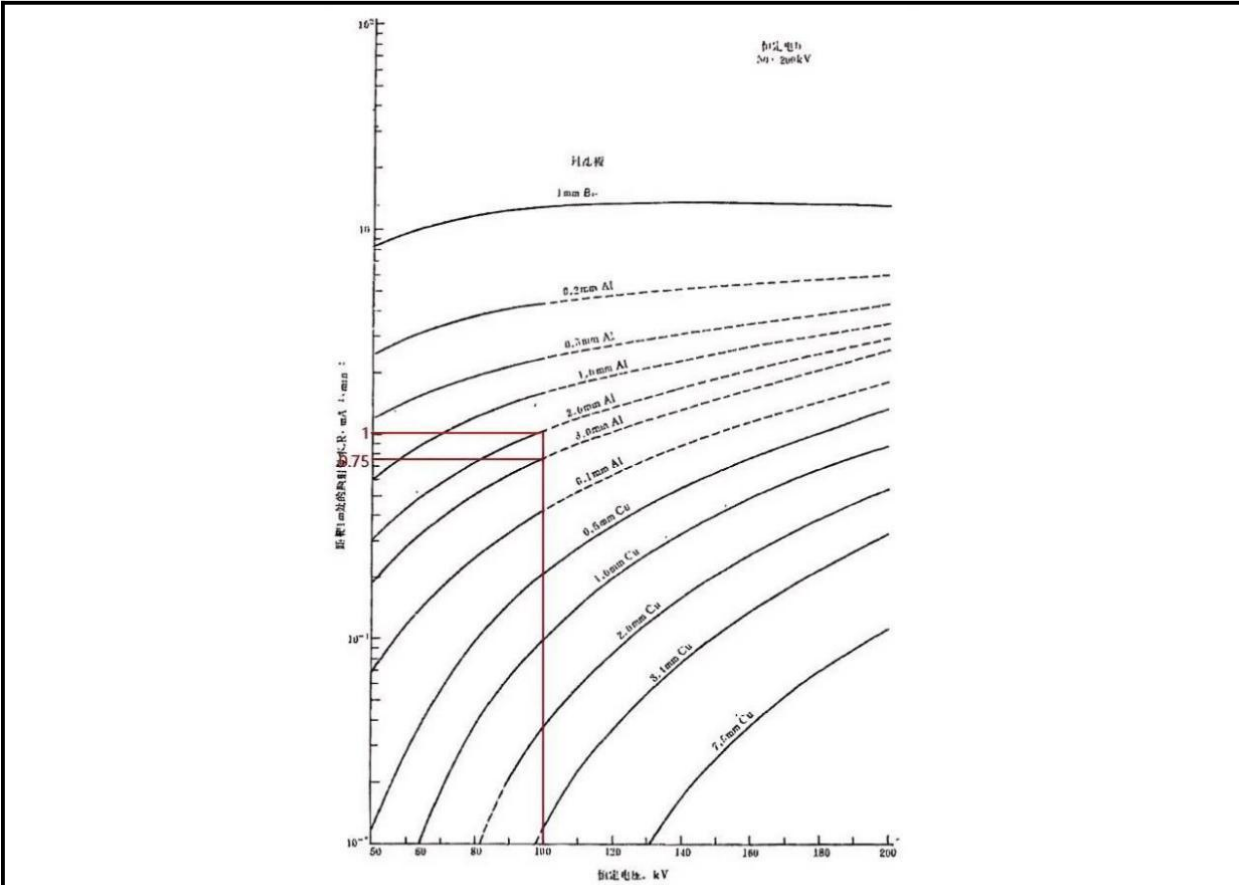


图 11-1 《辐射防护手册（第一分册）》图 4.4c 节选

(1) 距靶点 1m 处的泄漏辐射最大剂量率 H_L ：根据《医用电气设备 第一部分：安全通用要求 三、并列标准 诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》（GB 9706.103-2020）12.4 规定“X 射线管组件和 X 射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，当其在相当于基准加载条件下以标称 X 射线管电压运行时，距焦点 1m 处，1h 内在任一 100cm² 区域（主要线性尺寸不大于 20cm）的空气比释动能不应超过 1.0mGy。专用标准可对不同 X 射线设备的泄漏辐射规定不同的限值”，综上，本项目泄漏辐射在距靶点 1m 处的空气比释动能率保守取值为 1000μGy/h。

(2) 根据《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社 1988 年），在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动能 K 与以 Gy 为单位的吸收剂量指数 DI 以及以 Sv 为单位的剂量当量指数 HI 数值上几乎相等，同时参考 ICRP 第 40 号出版物 Quality Factor in Radiation Protection，本报告在进行屏蔽计算时，取剂量当量 Sv 和吸收剂量 Gy 之间的转换系数为 1。

(3) 屏蔽透射因子 B : 2 间介入室各屏蔽体的等效铅当量见表 11-1, 取等效屏蔽厚度最小值作为源与关注点间的屏蔽厚度。医护人员在机房内操作时, 会配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品以及铅帘及铅屏等辅助防护用品, 其中铅橡胶围裙防护等铅当量按 0.5mmPb 计算, 介入防护手套按 0.025mmPb 计算。

11.3.2 关注点选取

本项目关注点的选取主要考虑可能对工作人员或公众产生影响的区域, 根据 GBZ130-2020 要求。并结合工作场所布局, 关注点选取 DSA+CT 复合手术室工作人员操作位, 机房屏蔽墙外 30cm 处、顶棚上方距地 100cm 处、机房地面下方(楼下)距楼下地面 170 cm 的最短距离进行保守分析, 根据设备方提供的 DSA 设备在使用时球管所能到达机房边界的最近距离所在位置, 保守取设备球管与各屏蔽体外关注点间最短距离作为源与关注点距离, 取等效屏蔽厚度最小处作为源与关注点直接的屏蔽厚度。本项目关注点分布见下图:

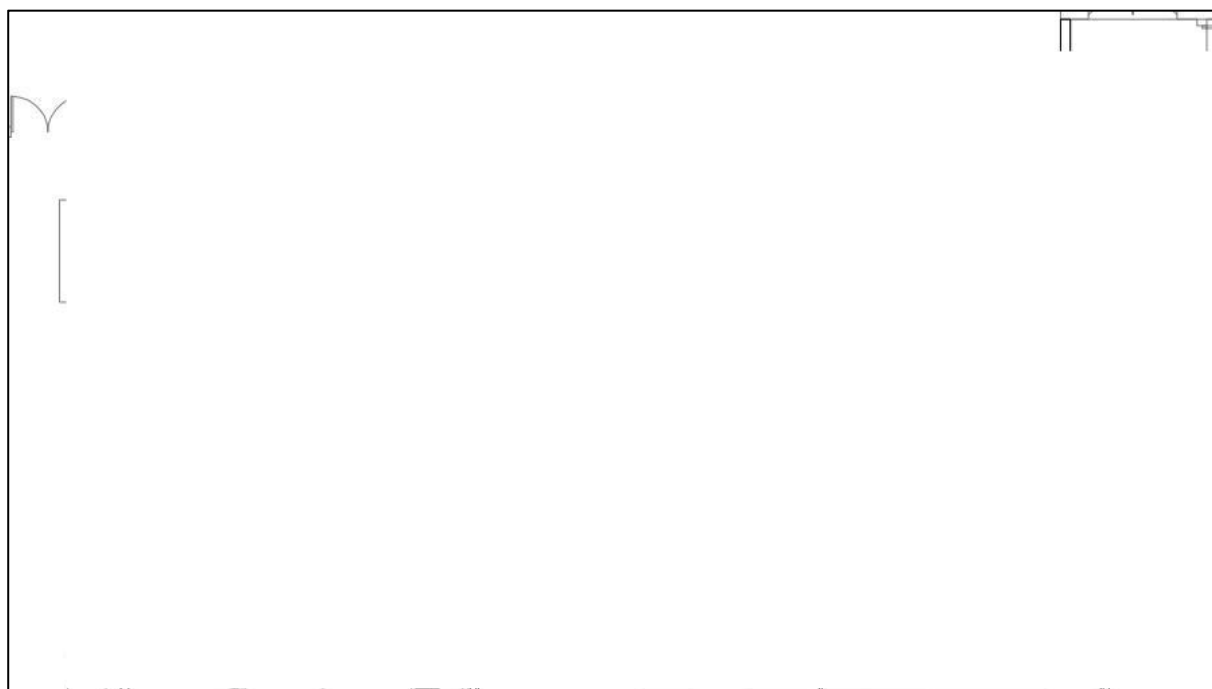


图 11-2 辐射源点至屏蔽体外表面距离示意图 1 (图上标注距离单位为 mm)

图 11-3 辐射源点至屏蔽体外表面距离示意图 2（图上标注距离单位为 mm）

图 11-4 辐射源点至屏蔽体外表面距离示意图 3（图上标注距离单位为 m）

表 11-5 本项目介入科射线装置机房关注点一览表

机房名称	关注点	敏感目标	辐射屏蔽设计 (mmPb)	靶点至关注点的 距离 R (m)	患者与关注点的 距离 d_s (m)
	东墙外 30cm 处 (DSA 控制室)	辐射工作人员	4mmPb	$2.742+0.3=3.042$	$3.903+0.3=4.203$
	南墙外 30cm 处 (CT 机房)	公众	4mmPb	$2.241+0.3=2.541$	$2.241+0.3=2.541$

DSA+C T 复合 手术室 (DSA 机房)	
DSA+C T 复合 手术室 (CT 机 房)	

DSA+CT 复合手术室 (CT 机房)	6
DSA+CT 复合手术室 (推拉门打开, 仅当作 CT 机房使用时)	9
	4
	1
	.3
	4
	2
	7

①DSA 透视工况（100kV、20mA）

根据上述计算公式及参数，本项目 DSA 设备透视工况下泄漏辐射和散射辐射所致相关机房外周围剂量当量率分别见表 11-6 和 11-7。

表 11-6 DSA 透视工况下泄漏辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	
DSA+CT 复合手术 室（DSA 机房）	

注：DSA 透视工况管电压取 100kV，泄漏辐射 α 、 β 、 γ 按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 100kV（主束）取值。

表 11-7 DSA 透视工况下散射辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	关注点	计算参数								计算结果
DSA+CT 复合手术室 (DSA 机房)	东墙外 30cm 处 (DSA 控制室)									
	南墙外 30cm 处 (CT 机房)									
	西侧门外 30cm 处 (污物走道)									
	北墙外 30cm 处 (污物走道)									
	观察窗外 30cm 处 (DSA 控制室)									
	操作位									
	距楼上地面 30cm 处 (饶以华、刘丽工作室等)									
	距机房楼下 30cm 处 (男更衣室、女更衣室等)									
	距楼上地面 100cm 处 (饶以华、刘丽工作室等)									
	机房地面下方距楼下 170 cm 处 (男更衣室、女更衣室等)									
	洁净走道防护门外 30cm 处 (洁净走道)									
	污物走道防护门外 30cm 处 (污物走道)									
注: DSA 透视工况管电压取 100kV, 散射辐射 α 、 β 、 γ 按《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C 表 C.2 中的 100kV (散射) 取值										

②DSA 摄影工况（100kV、500mA）

根据上述计算公式及参数，本项目 DSA 摄影工况下泄漏辐射和散射辐射所致机房外周围剂量当量率分别见表 11-8 和 11-9。

表 11-8 DSA 摄影工况下泄漏辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	
DSA+CT 复合手术 室（DSA 机房）	
	距
	机

注：DSA 摄影工况管电压取 100kV，泄漏辐射 α 、 β 、 γ 按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 100kV（主束）取值。

②DSA 摄影工况（100kV、500mA）

根据上述计算公式及参数，本项目 DSA 摄影工况下泄漏辐射和散射辐射所致机房外周围剂量当量率分别见表 11-8 和 11-9。

表 11-8 DSA 摄影工况下泄漏辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	
DSA+CT 复合手术 室（DSA 机房）	
	距
	机

注：DSA 摄影工况管电压取 100kV，泄漏辐射 α 、 β 、 γ 按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 100kV（主束）取值。

②DSA 摄影工况（100kV、500mA）

根据上述计算公式及参数，本项目 DSA 摄影工况下泄漏辐射和散射辐射所致机房外周围剂量当量率分别见表 11-8 和 11-9。

表 11-8 DSA 摄影工况下泄漏辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	
DSA+CT 复合手术 室（DSA 机房）	
	距
	机

注：DSA 摄影工况管电压取 100kV，泄漏辐射 α 、 β 、 γ 按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 100kV（主束）取值。

②DSA 摄影工况（100kV、500mA）

根据上述计算公式及参数，本项目 DSA 摄影工况下泄漏辐射和散射辐射所致机房外周围剂量当量率分别见表 11-8 和 11-9。

表 11-8 DSA 摄影工况下泄漏辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	
DSA+CT 复合手术 室（DSA 机房）	
	距
	机

注：DSA 摄影工况管电压取 100kV，泄漏辐射 α 、 β 、 γ 按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 100kV（主束）取值。

②DSA 摄影工况（100kV、500mA）

根据上述计算公式及参数，本项目 DSA 摄影工况下泄漏辐射和散射辐射所致机房外周围剂量当量率分别见表 11-8 和 11-9。

表 11-8 DSA 摄影工况下泄漏辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	
DSA+CT 复合手术 室（DSA 机房）	
	距
	机

注：DSA 摄影工况管电压取 100kV，泄漏辐射 α 、 β 、 γ 按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 100kV（主束）取值。

表 11-9 DSA 摄影工况下散射辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	
DSA+C T 复合手 术室 (DSA 机房)	

注：DSA 摄影工况管电压取 100kV，散射辐射 α 、 β 、 γ 按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 100kV（散射）取值。

③复合手术室仅使用 CT 工况

本项目 DSA+CT 复合手术室拟使用 CT 开展复合手术（DSA、CT 同室时不会同时出束），拟购买的 CT 最大管电压为 140kV，由于 CT 自身带有屏蔽系统，机房周围主要受泄漏辐射影响。根据式 11.3-1 与式 11.3- 2，本项目复合手术室使用 CT 时机房外辐射剂量率计算结果如下：

表 11-10 复合手术室仅使用 CT 时屏蔽墙体外辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	计算参数	计算结果
DSA+CT 复合手 术室（CT 机房）		
注：CT 最大管电压为 140kV， α 、 β 、 γ 分别按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 140kV 取值。		

④复合手术室当做 CT 室使用时工况

本项目 DSA+CT 复合手术室中折叠门推开，DSA+CT 复合手术单独当做 CT 室、DSA 室使用时，考虑到 CT 的管电压较大，保守考虑计算 CT 使用时对机房周围辐射的影响。根据式 11.3-1 与式 11.3-2，本项目复合手术室使用 CT 时机房外辐射剂量率计算结果如下：

表 11-10 复合手术室当做 CT 室使用时屏蔽墙体外辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	
DSA+CT 复合手术室（推拉门打开，仅当作 CT 机房使用时）	
注：CT 最大管电压为 140kV， α 、 β 、 γ 分别按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.2 中的 140kV 取值。	

综上，本项目 DSA+CT 复合手术室外的周围剂量当量率计算结果见下表：

表 11-11 复合手术室机房外辐射剂量率计算结果

位置		剂量率 (μSv/h)
复合手术室机房外	东面	0.02
	南面	0.02
	西面	0.02
	北面	0.02
复合手术室机房外		0.02

根据上表计算结果，DSA+CT 复合手术室（DSA 机房）屏蔽体外周围剂量当量率最大值为 $1.53\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ 、DSA+CT 复合手术

室（CT 机房）屏蔽体外周围剂量当量率最大值为 $1.08\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，即本项目正常运行时，DSA+CT 复合手术室四周屏蔽体、顶板、地板外周围剂量当量率均小于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 剂量率限值要求。

(2) DSA+CT 复合手术室内工作人员操作位辐射剂量率估算

根据工作流程，DSA 透视模式下，医护人员须穿戴 0.5mmPb 铅衣/围裙、0.5mmPb 铅围脖等个人防护用品在床旁进行介入操作，设备拟配置 1mmPb 的铅屏和床侧铅帘，临床中除存在不可接受的情况外，摄影工况下进行图像采集时工作人员不在手术室内停留，因此，摄影工况下按医护人员在操作室内周围剂量当量率最大值位置考虑。

根据式 11.3-1~式 11.3-3, 透视工况下工作人员手术位置周围剂量当量率估算结果如下:

表 11-12 DSA 机房术者位周围剂量当量率估算参数及结果一览表

注：本项目采取甲状腺屏蔽，参照 GBZ128-2019 中式（4）， $H=0.79 \times \text{铅衣内剂量率} + 0.051 \times \text{铅衣外剂量率}$ 。

根据上表计算结果，本项目 DSA 术者位周围剂量当量率最大值为 $60.52\mu\text{Sv/h}$ ，满足《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）的“表 B.1X 射线透视设备的检测项目与技术要求”规定的：“非直接荧光屏透视设备，在透视防护区测试平面上周围剂量当量率应不大于 $400\mu\text{Sv/h}$ ”要求。

11.3.3 个人剂量估算

11.3.3.1 剂量估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_d = H \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{式 11.3-4})$$

式中：

H_d —— X、 γ 射线外照射人均有效剂量当量，mSv/a；

H —— 关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —— X、 γ 射线照射时间，h/a；

T —— 居留因子，参考 HJ1198-2021 附录 A。

11.3.3.2 辐射工作人员和公众人员年附加有效剂量估算

本项目正常运行情况下，DSA+CT 复合手术室辐射工作人员和周围公众可能受到的最大年有效剂量见下表：

表 11-13 DSA+CT 复合手术室辐射工作人员及公众年附加有效剂量估算一览表

	年剂量 管理目 标值 (mSv/ a)
DSA 机 房辐射 工作人 员	5.0
DSA 机 房公众	0.1

	0.1
CT 机 房辐射 工作人 员	5.0
CT 机 房公众	0.1

根据计算可知，本项目 DSA+CT 复合手术室控制室内技师所受附加年有效剂量最大值为 $2.32\text{E-}04\text{mSv/a}$ ，机房内医护人员所受附加年有效剂量最大值为 4.15mSv/a ，均低于年剂量管理目标值 5mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对职业人员剂量限值 (20mSv/a) 的要求。机房周边公众可能受到的年附加剂量最大值为 $9.03\text{E-}05\text{mSv/a}$ ，低于年剂量管理目标值为 0.1mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对公众成员剂量限值 (1mSv/a) 的要求。此外，考虑到本项目辐射工作人员需要从事原辐射工作，根据表 1-3 中本项目辐射工作人员年度个人剂

量最大值为 0.44mSv，叠加本项目建成后的个人剂量，预计本项目辐射工作人员年度个人剂量最大值为 1.86E-06mSv，根据医院提供的负一楼放射科 2024 年放射工作人员年度个人剂量最大值为 0.75mSv，叠加本项目建成后的个人剂量，预计负一楼放射科辐射工作人员年度个人剂量最大值为 0.75mSv，均低于年剂量管理目标值 5mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv/a）的要求。

本项目辐射工作人员在开展介入手术时应正确穿戴个人防护用品，尽可能采用小视野，并充分利用配置的防护设施做好自身的防护，同时，介入医生可采取轮岗方式的管理措施，可减少个人的受照剂量。本次估算最大年有效剂量的结果仅供参考，实际应以 DSA 运营后介入工作人员佩戴的个人剂量计检测结果为准，确保每名辐射工作人员的最大年有效剂量应满足医院设定的辐射工作人员年有效剂量管理目标值 5mSv/a 的要求。

11.2.4 其他环境影响分析

本项目介入科 DSA、CT 设备在出束过程中发射的 X 射线可使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物等有害气体，保持机房内良好的通风是排出有害气体的有效途径。本项目拟在 DSA+CT 复合手术室设置有空调新风、回风系统与排风系统，拟分别在 DSA+CT 复合手术室东、西两区域分别各设置 4 个回风口，在 DSA 机房内南侧顶部设置 3 个送风口，CT 机房内西侧顶部设置 2 个送风口。拟分别在 DSA 机房、CT 机房南侧各设置 1 个排风口。排风管经吊顶上方由 CT 机房南墙穿出后汇入总排风管，总管沿吊顶上方布设，最终于门诊医技楼二楼屋顶排放，各机房通风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”要求。本项 DSA+CT 复合手术室内臭氧和氮氧化物通过回风系统排出，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解，且经过大气的稀释和扩散作用后，对周围大气环境影响十分轻微。

此外，本项目运营时预计将产生少量生活污水和生活垃圾，手术过程中还将产生导管、废造影剂的输液瓶、废药棉、纱布、手套、铺垫等非放射性的医疗废物。生活污水拟通过院内污水管网排至院区污水处理站处理，处理达标后排入市政污水管网，生活垃圾经院区分类收集后交由市政环卫部门统一清运，手术过程中产生的医疗废物拟收集于

机房内医疗废物桶，手术结束后由专业人员通过污物通道将医疗废物先运至污物暂存间，再通过污物通道运至医院医废暂存处，定期委托有资质单位处置。

11.2.5 事故影响分析

11.2.5.1 可能发生的事故

1) 机房上方警示灯发生故障状况下，人员误入正在运行的 X 射线机房，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

2) 工作人员或病人家属还未全部撤离手术室，外面人员启动 DSA 或 CT 设备，造成有关人员被误照。

3) 介入手术医生或护士未未按规定穿戴个人防护用具或使用辅助防护设施，而受到超剂量外照射。

4) DSA+CT 复合手术室开展复合手术时，因设备间安全联锁失效导致 DSA 和 CT 设备同时出束，而使介入手术医生或护士受到超剂量外照射。

5) 检修时，射线装置误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

11.2.5.2 预防措施

1) 按操作规程定期对各个联锁装置进行检查和维护，发现故障及时清除，严禁在警示灯失效的情况下进行操作，医院做好设备稳定性检测和状态检测，使设备始终保持在最佳状态下工作。在手术前进行设备检查，确认所有设备处于安全状态。此外，手术过程中，医护人员应密切监控设备的运行状态，一旦发现异常立即采取措施。

2) 撤离机房时清点人数，禁止无关人员滞留机房内。

3) 必须加强对辐射工作人员防护知识培训，提高防护技能，辐射工作人员在岗操作前，佩戴个人剂量计，对病人非检查部分采用防护用品（防护铅衣、铅帽和铅围脖）保护，定期开展个人剂量检测和职业健康体检，妥善保管个人剂量和职业健康体检结果，出现异常情况时，分析原因，并采取相应措施，可有效降低辐射对人员身体造成的危害。严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

4) 严格执行设备的维修保养制度，定期组织辐射工作人员学习专业业务知识，不断提高业务水平。

5) 定期组织应急演练，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，

制定辐射事故应急计划或应急程序，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失。

11.2.5.3 发生人员误入或误照后紧急处置

一旦发生人员误照，立即启动应急预案，并在医院内开始医学观察。如果受照时间较长，受照剂量较大的话，将误照的人员送交专业医疗机构进行诊治。

表 12 辐射安全管理

12.1. 辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全领导小组

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

湖南医药学院总医院已成立了辐射防护安全管理委员会（见附件 3），

具体职责如下：

- 1、组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度；
- 2、定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行防护检测、监测和检查；
- 3、组织本机构放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查；
- 4、制定放射事件应急预案并组织演练；
- 5、记录本机构发生的放射事件并及时报告卫生行政部门。

医院现有放射防护领导小组负责全院的辐射安全与环境保护工作，配置的工作人员有一定的管理能力。本项目开展后，目前医院的辐射防护安全管理委员会也能满足配置要求。

2、辐射工作人员的配置

本项目复合手术室拟配置 18 名辐射工作人员，拟配置的 18 名辐射工作人员均为医院现有介入科辐射工作人员，已取得有效期内的核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩报告单，并按要求定期进行职业健康检查和个人剂量监测，结果无异常。

在后续工作中，医院需要新增本项目放射工作人员时，新上岗人员应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并通过考核取得成绩合格单后方可进行上岗作业（考核成绩合格有效期五年）。同时，新上岗人

员应经上岗前职业健康体检合格。

12.2. 辐射安全管理规章制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的重要措施。为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，湖南医药学院总医院制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，湖南医药学院总医院必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理：

（1）湖南医药学院总医院已制定了《放射诊疗防护安全管理制度》、《湖南医药学院总医院辐射工作安全事件应急预案》、《放射人员管理制度》、《辐射监测计划》、《DSA 室管理制度》、《介入室消毒隔离制度》、《血管造影机操作规程》、《CT 操作流程》等辐射安全管理制度及操作规程，基本可满足本项目辐射安全工作需要。在执行各项制度时，要明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位职责，重点是对核技术利用装置的安全防护和维修要落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

（2）明确操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，避免事故发生。

（3）加强对辐射工作场所的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

（4）为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，湖南医药学院总医院应培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，湖南医药学院总医院应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

（5）湖南医药学院总医院应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。应根据生态环境管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

12.3. 辐射监测

根据医院 2024 年度安全和防护状况年度评估报告，医院已按监测计划委托湖南省职业病防治院开展了辐射工作场所防护监测、辐射工作人员个人剂量监测和职业健康体检，对其中个人剂量异常情况开展了相应调查和上报，其他结果均无异常，相关检测结果均已指定科室存档备查。此外，医院已按照计划每个季度开展了相应的自主监测，并建立了相应的监测数据记录台账，结果均无异常。考虑到医院有核医学科，产生放射性废水，建议医院每年度进行放射性废水监测。

本项目涉及改建辐射工作场所的辐射监测要求如下：

为了及时掌握项目周围的辐射水平，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，应建立必要的监测计划，包括设备运行期及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。本项目辐射监测内容如下：

（1）工作场所和周围环境监测

监测项目：X-γ空气吸收剂量率

监测频次：X-γ空气吸收剂量率每年委托有资质的单位监测一次，平时每季度自主监测一次。应急状况随时监测。

监测点位：X-γ空气吸收剂量率：射线装置机房工作人员操作位，机房各防护门、观察窗、四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚上方距地 100cm 处、机房地面下方(楼下)距楼下地面 170 cm 以及人员经常驻留的位置。

表 12-1 监测计划要求一览表

监测项目	监测内容	监测频次
周围环境及工作场所	X-γ周围剂量当量率	每年委托检测 1 次，每个季度自主检测一次
个人剂量	-	每年委托检测 4 次，每个季度 1 次
职业健康体检	-	上岗前、离岗时、在岗期间每两年 1 次

图 12-1 本项目工作场所监测点位示意图

(2) 个人监测

对辐射工作人员开展个人剂量监测，委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，常规个人剂量监测的周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，监测周期最长不得超过一个季度，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括辐射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

12.4. 辐射工作人员管理

本项目拟配置13名专职辐射工作人员进行操作（所有辐射工作人员均从医院现有介入科辐射工作人员中调配），13名专职辐射工作人员均参与国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并通过考核取得成绩合格（考核成绩合格有效期五年）。

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，医院应对辐射工作人员进

行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关，医院已为本项目辐射工作人员配备了个人剂量计，并且每季度委托有资质的单位进行个人剂量计监测并出具相应的监测报告，个人剂量档案应当终生保存。

医院已为本项目辐射工作人员进行了在岗期间职业健康检查，所有辐射工作人员职业健康结果合格。

在后续工作中如果需要新增放射工作人员需要执行以下管理原则：

（1）辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后医院还应当组织辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，医院应当对其进行离岗前的职业健康检查。

（2）放射工作单位对职业健康检查中发现不宜继续从事放射工作的人员，应当及时调离放射工作岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的辐射工作人员，应当及时予以安排。

（3）对参加应急处理或者受到事故照射的辐射工作人员，医院应当及时组织健康检查或者医疗救治，按照国家有关标准进行医学随访观察。

（4）辐射工作人员上岗前，放射工作单位负责向所在地县级以上地方人民政府卫生行政部门为其申请办理《放射工作人员证》。

（5）辐射工作人员上岗前应当接受放射防护和有关法律知识的培训，考核合格方可参加相应的工作。医院应当定期组织本单位的辐射工作人员接受放射防护和有关法律知识的培训。医院应当建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料。

（6）辐射工作人员进入放射工作场所，应正确佩戴个人剂量计。

（7）医院不得安排怀孕的妇女参与应急处理和有可能造成职业性内照射的工作。哺乳期妇女在哺乳期间应避免接受职业性内照射。

（8）加强对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。医院

还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。辐射工作人员有权查阅、复印本人的职业健康监护档案。放射工作单位应当如实、无偿提供。

12.5. 辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，医院已制定了《辐射事故应急预案》：

（1）医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

（2）医院对辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

（3）发生辐射事故时，医院将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》，并向当地生态环境部门和公安部门报告，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。

（4）医院将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

- ① 全面负责本单位辐射环境和人员安全的管理；
- ② 负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案；
- ③ 加强辐射应急队伍建设，购置必要的辐射应急装备器材；
- ④ 负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；
- ⑤ 负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告；
- ⑥ 对可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；
- ⑦ 负责本单位辐射突发环境事件恢复重建工作，并承担相应的处置经费；
- ⑧ 积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；

⑨ 负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在生态环境部门的指导下或自行组织演练。

(5) 各类事故报警和联系方式

一般报告程序为：发现者立即采取行动阻止事故（件）进一步扩大，并同步报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向当地生态环境主管部门报告，射线装置被盗、被破坏的应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向所在地卫生主管部门报告。各部门联系方式如下：

生态环境热线：12345

湖南省卫生健康委员会：12320

公安局：110

医院总值班:0745-2383838

医务值班电话:13789279717

医院已建立了辐射事故应急预案，应急预案中成立事故应急领导小组，初步明确了基本的事故处理程序、调查程序和报告程序等内容。医院已配置了相应的应急装备和物资，后续运行时应进一步完善应急预案培训和演练频次及相关要求，加强辐射事故应急预案培训和演练，不断总结经验和提高处理应急事故的能力，完善应急预案。

12.6. 环境保护投资及环境保护竣工验收

12.6.1 环境保护投资

本项目总投资 520 万元，环保投资 145 万元，为项目投资额的 27.88%，本项目环保投资见下表：

表 12-1 环保投资一览表

类别	污染源/污染物	环保措施	环保投资 (万元)
屏蔽结构建设	-		
通风系统	-		
环境辐射监测	X-γ辐射剂量率、放射性表面污染		
防护用品及辐射监测设备	-		
人员配置及管理	职业外照射		

辐射安全防护

12.6.2 环境保护竣工验收

表 12-2 环境保护竣工验收一览表

序号	验收内容	验收要求		依据
1	环保文件	本项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告应齐全。		生态环境部公告 2018 年第 9 号
2	环境管理制度、应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度、事故应急预案及相应的操作规程，有关制度上墙，且具有可操作性。		国家环境保护总局令第 31 号
3	人员要求	①本项目辐射工作人员应按要求配备到位，且须具备相应的岗位技能； ②医院应每季度对工作人员进行个人剂量监测，新增辐射工作人员应进行上岗前职业健康体检，在岗期间按照每 2 年进行 1 次放射人员健康体检，体检合格方可上岗，相关资料存档管理； ③辐射工作人员应参加辐射安全知识培训与考核，考核合格后上岗，对于已取得辐射安全培训证书的应按要求参加复训。		国家环境保护总局令第 31 号、生态环境部公告 2018 年第 9 号
4	机房面积及尺寸	DSA+CT 复合手术室中 DSA 机房与 CT 机房的有效面积不小于 30m ² ，且单边长度不小于 4.5m。		GB18871-2002 GBZ130-2020
5	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①辐射屏蔽设计：按环评报告中表 10-2 的要求落实到位； ②辐射警示标识：辐射工作场所设置电离辐射警告标识及中文说明； ③安全设备及系统：射线装置机房设置如“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以及急停按钮等。 ④通风系统：射线装置机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风； ⑤指引标识：地面设有人流、物流等指引标识； ⑥防护用品及检测仪器：按环评报告中表 10-3 的要求落实到位。		GB18871-2002 GBZ130-2020
6	辐射监测	环境监测	①制定环境辐射监测计划，包括自行监测和委托监测，至少每年开展 1 次，有资质单位出具的年度评估报告； ②配备相应的自检设备，防护检查仪器及人员，定时进行自检。 ③辐射检测应建立完整档案。	国务院第 449 号令
		个人剂量监测	每名辐射工作人员配置个人剂量计，委托有资质的单位监测，监测周期不超过 90 天，并建立辐射工作人员个人剂量档案，长期进行信息跟踪、监控。配备一定数量的个人剂量报警仪。	GBZ128-2019
7	电离辐射	剂量管	辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众成	GB18871-2002

		理目标 值	员年有效剂量不超过 0.1mSv。	HJ1188-2021
		屏蔽体 外剂量 率	射线装置机房四周屏蔽体（墙体、门、窗等）外表面 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处的周围剂量当量率满足 GBZ130-2020 中剂量限值要求。	GB18871-2002 GBZ130-2020

表 13 结论与建议

13.1. 辐射安全与防护综合结论

13.1.1. 项目概况

根据发展需要，湖南医药学院总医院拟将门急诊医技楼一楼北侧的2间手术室（OR-1#手术室、OR-2#手术室）及配套区域改造为DSA+CT复合手术室（由1间DSA机房和1间CT机房组成）及相关辅助用房，并新增1台DSA（设备最大管电压为125 kV，最大管电流为1000 mA，属II类射线装置）、1台CT（设备最大管电压为140 kV，最大管电流为833 mA，属III类射线装置）开展放射诊疗工作。

13.1.2. 实践正当性分析

本项目介入科 DSA 等装置用于医学放射介入治疗，将 DSA、CT 整合为复合手术室则有助于提供更为准确的诊断结论，有效缩减手术时间。本项目的建设对保障人民群众健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目运营以后，将提高医院的放射介入诊疗水平，为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.1.3. 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“十三、医药 - 4.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”。本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

13.1.4. 选址可行性分析

湖南医药学院总医院门急诊医技楼位于湖南医药学院总医院院内，项目用地为医疗卫生用地，用地性质符合相关政策，项目场址辐射环境质量现状良好，周围无自然保护区、风景名胜区、生态功能保护区等需要特殊保护的地区，符合相关产业政策要求和城

市规划要求。本项目产生的电离辐射、废水、废气、固体废物等均可得到有效治理，做到达标排放，对环境影响小，项目选址合理。

本项目场址辐射环境质量现状良好，且项目工作场所临近区域无敏感区域及人群稠密区域，有利于辐射防护控制。同时，本项目营运期产生的电离辐射、废水、废气、固体废物等均可得到有效治理，做到达标排放，对环境影响小，从环境保护角度分析，项目选址可行。

13.1.5. 布局合理性分析

本项目在充分发挥核技术利用改扩建项目诊疗疾病优势的前提下，充分考虑工作人员及病人的辐射防护工作及诊疗流程优化需要，按控制区、监督区要求进行了设计布置，从功能分区来看，复合手术室工作场所相对独立布置，机房的选址充分考虑了公众及周围场所的防护和安全，从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

13.1.6. 环境影响分析结论

13.1.6.1. 射线装置机房放射防护设计分析

本项目各射线装置机房的使用面积、最小单边长度、屏蔽设计厚度以及拟采取的辐射防护措施均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中标准要求。

13.1.6.2. 辐射屏蔽设计分析

根据估算结果，本项目 DSA+CT 复合手术室机房内有效使用面积、最小单边长度以及墙体、天花板、地板、防护门、观察窗的屏蔽厚度设计均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求。

13.1.6.3. 剂量估算

通过核算，从事本项目的辐射工作人员和公众成员的年附加有效剂量均满足医院职业人员及公众年剂量管理目标值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）等相关标准的要求。

13.1.6.4. 三废治理

本项目 DSA、CT 设备运行时不产生放射性废水、放射性固体废物和放射性废气，主要污染物是 DSA 和 CT 装置出束扫描时产生的 X 射线，以及 X 射线与机房空气相互作用，产生的少量臭氧和氮氧化物等有害气体。此外，本项目运营时预计将产生少量生

生活污水和生活垃圾，手术过程中还将产生导管、废造影剂的输液瓶、废药棉、纱布、手套、铺垫等非放射性的医疗废物。生活污水通过院内污水管网排至院区污水处理站处理，处理达标后排入市政污水管网，生活垃圾经院区分类收集后交由市政环卫部门统一清运，手术过程中产生的医疗废物拟收集于机房内医疗废物桶，手术结束后由专业人员通过污物通道将医疗废物先运至污物暂存间，再通过污物通道运至医院医废暂存处，定期委托有资质单位处置。

13.1.7. 总结论

湖南医药学院总医院在切实按照本次环评提出的相关要求建设，并贯彻落实本次环评提出的各项辐射防护和污染防治措施后，项目运行时对周围环境产生的辐射影响较小，符合环境保护的要求。该项目的辐射防护安全措施可行、规章制度基本健全、项目对环境的辐射影响是可接受的，从环境保护的角度来看，本环评认为该项目建设是可行的。

13.2. 建议和要求

(1) 建设单位应按照要求进行施工建设并保障施工质量。

(2) 医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测、放射性废水监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，确保周围环境的辐射安全和职工健康。加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

(3) 医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。医院应根据本项目内容修改完善各项辐射安全制度和相应操作规程，及时修订应急预案，要求具有可操作性，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

(4) 应配备必要的防护用品，加强对辐射工作人员的辐射防护。医院应加强管理，确保各防护用品能正常使用，并要求辐射工作人员应按照《职业性外照射个人监测规范》的要求正确佩戴剂量计。

(5) 医院应组织辐射工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，定期开展个人剂量监测，接受放射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事放射工作。建立辐射工作人员个人剂量档案、职

业健康监护档案，并终生保存。辐射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

(6) 明确专门的部门对医院的辐射工作人员统一管理，定期开展辐射安全与防护教育。

(7) 环评取得批复、项目建成且场所达到要求后，及时向相关部门重新申请办理《辐射安全许可证》。项目投入使用后，医院应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》完成环保竣工验收工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
公 章	
经办人	年 月 日

审批意见：	
公 章	
经办人	年 月 日