

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	12
表 3	非密封放射性物质.....	12
表 4	射线装置.....	13
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	14
表 6	评价依据.....	15
表 7	保护目标与评价标准.....	17
表 8	环境质量和辐射现状.....	24
表 9	项目工程分析与源项.....	28
表 10	辐射安全与防护.....	33
表 11	环境影响分析.....	39
表 12	辐射安全管理.....	53
表 13	结论与建议.....	64
表 14	审批.....	68

附录

附图

- 附图一 项目现场照片
- 附图二 项目所在地理位置图
- 附图三 东院平面布置图
- 附图四 东院医技楼一层平面布置图
- 附图五 东院 DSA 机房平面布置图
- 附图六 西院平面布置图
- 附图七 西院康复住院楼北楼八层平面布置图
- 附图八 西院造影手术室平面布置图

附件

- 附件一 环境影响评价委托函
- 附件二 现状环境资料质量保证单
- 附件三 辐射环境检测报告
- 附件四 辐射安全许可证正、副本
- 附件五 《关于调整医院放射防护安全管理领导小组的通知》
- 附件六 辐射工作人员一览表
- 附件七 辐射工作人员职业健康体检报告
- 附件八 部分辐射安全与防护培训合格证书
- 附件九 辐射工作人员个人剂量检测报告
- 附件十 辐射防护相关管理制度
- 附件十一 项目防护用品拟配备清单
- 附件十二 项目 DSA 机房原有屏蔽及改建方案

附表

- 附表一 建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		郴州市第一人民医院核技术利用改扩建项目			
建设单位		郴州市第一人民医院			
法人代表	雷冬竹	联系人	吴清源	联系电话	15073590798
注册地址		郴州市北湖区罗家井 102 号			
项目建设地点		郴州市苏仙区青年大道与白露塘路交汇处西侧郴州市第一人民医院东院医技楼一层、郴州市北湖区下湄桥铜坑湖村郴州市第一人民医院西院康复住院楼北楼八层			
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)	■	投资比例(环保投资/总投资)	7.2%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	/
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 type="checkbox"/> III 类		
	其它	/			
	项目概述				
1.1 核技术应用的目的和任务:					
<p>本项目主要利用数字减影血管造影 X 射线机 (DSA) 进行全身血管性疾病及胆道疾病的介入治疗。</p>					
1.2 建设单位概述					
<p>郴州市第一人民医院建院于 1907 年, 是一所集医疗急救、科研教学、康复保健、医养结合为一体的国家公立三级甲等综合医院。医院设有中心医院、南院(肿瘤专科)、北院(儿童医院)、西院(康复医院)和东院(在建)五个医疗区, 各医疗区实行同</p>					

续表 1 项目基本情况

质化管理、差异化发展，形成了“一体四轮”的发展格局。

医院占地面积 34.9 万 m²，建筑面积 61.3 万 m²；实际开放床位 4114 张；设 122 个临床科室、11 个医技中心；现有在职职工 3826 人，其中高级职称专家 983 人，博士生导师 1 人，硕士研究生导师 45 人，博士 65 人，硕士 724 人。2019 年全院门诊业务量 257 万人次，出院病人 14.3 万人次。

医院秉承一切为了人民健康的宗旨，把公益性和社会效益放在首位，履行“救死扶伤，促进健康”的使命，坚持“用心做好每一件事，让每一个病人满意”的服务理念，坚持“强、好、优、大”的发展思路，以建设湘南区域省级医疗中心为目标，不断推进医院高质量发展，努力实现“创一流医院，保万众健康”的愿景。

1.3 项目由来

郴州市第一人民医院为了扩大医院的服务范围，为广大患者提供更优质便捷的就诊环境，提高东、西院区的医疗档次和诊疗水平，为医院创造更多的社会和经济效益，拟投资 3600 万元在东院及西院进行核技术利用改扩建项目建设。本次改扩建主要包括将东院医技楼一层 2 间原 CT 预留机房及控制室改建成 2 间 DSA 机房及其附属用房，并新增 2 台 DSA；将西院康复住院楼北楼八层 1 间原普通洁净手术间改建成一间 DSA 机房及其附属用房，并新增 1 台 DSA。根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）可知，DSA 为 II 类射线装置。

为保护环境，保障周围公众健康，根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号），本项目属于“191 使用 II 类射线装置中一血管造影用 X 射线装置”，本项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，郴州市第一人民医院委托北京中企安信环境科技有限公司对拟开展的核技术利用改扩建项目进行环境影响评价。

根据现场踏勘实际情况，本项目机房分别位于郴州市第一人民医院东院医技楼一层和西院康复住院楼北楼八层，目前机房改建尚未开工建设。我公司人员在现场踏勘、收集有关资料的基础上，按照国家对伴有辐射建设项目环境影响评价技术规

续表 1 项目基本情况

范的要求，编制了本项目的辐射环境影响报告表。

1.4 项目概况

(1) 项目名称：郴州市第一人民医院核技术利用改扩建项目

(2) 建设地点：郴州市苏仙区青年大道与白露塘路交汇处西侧郴州市第一人民医院东院医技楼一层、郴州市北湖区下湄桥铜坑湖村郴州市第一人民医院西院康复住院楼八层

(3) 建设性质：改扩建

(4) 建设单位：郴州市第一人民医院

(5) 投资：核技术总投资 █████ 万元，其中环保投资 █████ 万元，占总投资 7.2%。

(6) 建设规模：

本次改扩建项目主要包含将东院医技楼一层原有的 2 间 CT 预留机房改建成 DSA 机房，在其中新增 2 台 DSA；将西院康复住院楼八层原有的 1 间普通洁净手术室改建成 DSA 机房，在其中新增 1 台 DSA。射线装置情况详见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况一览表

序号	装置名称	型号	类别	数量(台)	拟定参数	位置	用途	备注
1	DSA	待定	II 类	2	150kV; 1250mA	东院医技楼 一层	血管造影用 X 射线装置	新购
2	DSA	待定	II 类	1	150kV; 1250mA	西院康复住 院楼北楼八 层	血管造影用 X 射线装置	新购

1.5 劳动定员

本项目拟配备介入工作人员 12 名，其中东院拟配备 8 名，西院拟配备 4 人，均从现有工作人员中调配。从事 DSA 介入手术的工作人员不再从事其他放射工作。

1.6 项目组成情况

根据项目特点，本项目主要由主体工程、公用工程、环保工程三部分组成，本项目组成及现有工程依托关系见下表 1-2：

表 1-2 本项目组成及现有工程依托关系

序号	项目	组成	新建/依托
一		主体工程	

续表 1 项目基本情况

1	DSA 机房	东院	位于门诊综合楼一层，2 间机房内空长×宽×高分别为：6.62m×5.56m×3.8m、7.87m×6.62m×3.8m，有效使用面积分别为 36.8m ² 、52.1m ² ，新增 2 台 DSA	依托，利用东院原 CT 预留机房和西院原普通洁净手术间进行改建
		西院	位于康复住院楼北楼八层，机房内空长×宽×高为 7.8m×5.4m×3.8m，有效使用面积 42.1m ² ，新增 1 台 DSA	
		配套控制室等辅助用房		
二	公用工程			
1	给水	院内供水管网		依托
2	排水	实行雨污分流；医疗废水排放系统，雨水排放系统		依托
3	供配电	院内供配电系统		依托
4	通风	院内新、排风系统		依托
三	环保工程			
1	有害气体	东院拟于上机房吊顶上安装机械排风装置，与原大楼新、排风集中控制；西院依托原手术室层流通风系统，可保证室内有害气体排放满足标准要求		依托
2	废水	无放射性废水，实行雨污分流，项目废水直接排入医院污水处理设施		依托
3	固废	无放射性固体废物产生，无危险废物，一般固体废物用脚踏式开关污桶收集，最后集中处理，设置临时存放和包装场所		依托
四	人员情况			
1	辐射工作人员	本项目辐射工作人员拟配备 12 名，均从现有工作人员中调配。		依托

1.7 改建情况

根据医院提供的资料（详见附件十一）及现场勘查，东院拟建 DSA 机房原为医技楼一层的 2 间 CT 预留机房及控制室，四周原有墙体为 200mm 砼，顶棚为 250mm 砼+50mm 细石砼垫层。项目改建拟在四周墙体新增 2mm 铅板和 20mm 硫酸钡复合板，顶棚新增 20mm 硫酸钡复合板，防护门窗均为 4mm 铅当量。

西院拟建 DSA 机房原为住院楼八层普通洁净手术间，四周原有墙体采用 50mm 彩钢板，顶棚和地板采用 110mm 砼+60mm 回填炉渣+50mm 细石砼垫层。项目改建拟在四周墙体新增 3mm 铅板，顶棚和地板新增 30mm 钡水泥，防护门窗均为 3mm 铅当量。

续表 1 项目基本情况

1.8 保护目标和评价因子

1.8.1 环境保护目标

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护对象为上述 DSA 机房墙体为边界 50m 区域从事放射诊疗的辐射工作人员及机房周围活动的公众成员。

1.8.2 评价因子

根据本次评价的项目特点及项目实际情况，本项目主要影响为 X 射线、臭氧、氮氧化物。本项目评价因子主要为 X 射线。

1.9 医院现有核技术利用项目情况

1.9.1 现有射线装置及密封放射源使用情况

医院现许可使用 2 枚 III 类放射源、8 枚 V 类放射源，详见表 1-5；3 处乙级非密封放射性物质工作场所、1 处丙级非密封放射性物质工作场所，详见表 1-6；11 台 II 类射线装置和 39 台 III 类射线装置，详见表 1-7。

医院已经按照相关规定，进行了环境影响评价，在认真落实各项污染防治措施后，于 2020 年 1 月 20 日重新申领了辐射安全许可证（证书编号：湘环辐证 [00069] 号，种类和范围：使用 III 类、V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，详见附件四）。截至目前为止，医院上述射线装置运行情况良好，未收到环保投诉，无辐射安全事故发生。

医院放射源、非密封放射性物质、射线装置的许可使用情况见表 1-3~表 1-5。

表 1-3 放射源许可使用情况表

序号	核素	类别	总活度 (Bq) /活度*枚数	使用场所	环评 情况	办证 情况	验收 情况
1	⁹⁰ Sr	V 类	3.7×10 ⁹	中心医院外科大楼一楼	已环评	已办证	已验收
2	²² Na	V 类	3.7×10 ⁵ *6	南院 PET/CT 大楼一楼	已环评	已办证	已验收
3	²² Na	V 类	2.22×10 ⁶	南院 PET/CT 大楼一楼	已环评	已办证	已验收
4	¹⁹² Ir	III 类	3.7×10 ¹¹ *2	南院后勤综合楼一楼	已环评	已办证	已验收

续表 1 项目基本情况

序号	工作场所名称	核素	场所等级	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	环评情况	办证情况	验收情况
1	南院 PET/CT 大楼一楼	⁸⁹ Zr	丙级	1.85×10^8	7.4×10^{11}	已环评	已办证	已验收
2		¹⁵ O	丙级	3.7×10^6	7.4×10^{10}	已环评	已办证	已验收
3		¹³ N	丙级	3.7×10^6	7.4×10^{10}	已环评	已办证	已验收
4		¹²⁴ I	乙级	3.7×10^8	7.4×10^{11}	已环评	已办证	已验收
5		⁶⁸ Ga	乙级	7.4×10^7	1.48×10^{11}	已环评	已办证	已验收
6		¹⁸ F	乙级	3.7×10^8	7.4×10^{12}	已环评	已办证	已验收
7		⁶⁴ Cu	乙级	2.0×10^8	4.0×10^{11}	已环评	已办证	已验收
8		¹¹ C	丙级	3.7×10^6	7.4×10^{10}	已环评	已办证	已验收
9	南院 PET/CT 大楼二楼核医学中心	^{99m} Tc	乙级	2.96×10^8	7.4×10^{11}	已环评	已办证	已验收
10		⁸⁹ Sr	乙级	8.88×10^7	2.96×10^9	已环评	已办证	已验收
11	南院门诊楼二楼影像医学中心	¹²⁵ I (粒子源)	丙级	3.7×10^6	3.7×10^{11}	已环评	已办证	未建成
12	中心医院一号楼附楼七楼核医学中心	^{99m} Tc	乙级	2.96×10^7	3.7×10^{12}	已环评	已办证	未建成
13		⁸⁹ Sr	乙级	8.88×10^7	2.96×10^9	已环评	已办证	
14		¹³¹ I	乙级	1.95×10^9	8.05×10^{11}	已环评	已办证	
15		¹²⁵ I	乙级	9.25×10^8	1.184×10^{11}	已环评	已办证	

表 1-5 射线装置许可使用情况表

序号	所在位置	使用科室	装置名称	型号	类型	数量	环评情况	办证情况	验收情况
1	中心医院内科大楼裙楼一楼	影像医学中心	医用数字X射线摄影系统 (DR)	新东方 1000D	III类	2 台	已环评	已办证	已验收
2	中心医院内科大楼裙楼一楼		医用数字X射线摄影系统 (DR)	新东方 1000	III类	1 台	已环评	已办证	已验收
3	中心医院内科大楼裙楼一楼		医用数字X射线摄影系统 (DR)	Hologic RADEX	III类	1 台	已环评	已办证	已验收
4	中心医院内科大楼裙楼一楼		数字化多功能X线透视摄影系统 (数字胃肠机)	SDNIALVS ION SAFIRE17	III类	1 台	已环评	已办证	已验收

续表 1 项目基本情况

5	中心医院 内科大楼 裙楼二楼		全身X射线计算机断层扫描系统(CT)	BrightSpeed Elite	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
6	中心医院 内科大楼 裙楼二楼		X射线计算机断层摄影设备(CT)	LightSpeed Pro16	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
7	中心医院 内科大楼 裙楼二楼		X射线计算机断层摄影设备(CT)	Activion16 TSX-031A	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
8	中心医院 内科大楼 裙楼二楼		全身X射线计算机断层扫描系统(CT)	Discovery CT750 HD	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
9	中心医院 住院部七楼 ICU一区		移动式摄影X射线机(移动DR)	POLYMOB IL Plus	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
10	中心医院 住院部九楼 ICU三区		移动式摄影X射线机(移动DR)	POLYMOB IL Plus	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
11	中心医院 内科大楼 裙楼一楼 影像医学中心		体外冲击波碎石机	Dornier Compact Delta H	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
12	中心医院 三号楼一楼	介入诊疗中心	全数字血管造影系统(DSA)	Innova 2100-IQ	Ⅱ类	1台	已环评	已办证	已验收
13	中心医院 三号楼一楼		X射线血管造影系统(DSA)	Infinix-i INFX-8000 F	Ⅱ类	1台	已环评	已办证	已验收
14	中心医院 三号楼一楼		心血管成像系统(DSA)	Innova 3100-IQ	Ⅱ类	1台	已环评	已办证	已验收
15	中心医院 三号楼一楼		血管造影X线机(DSA)	CGO-2100	Ⅱ类	1台	已环评	已办证	已验收
16	中心医院 一号楼附楼七楼	核医学中心	双能X线骨密度仪	Lunar_iDX A	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
17	中心医院 门诊综合	口腔科	口腔X射线数字化体层摄影	Planmeca ProMax 3D	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收

续表 1 项目基本情况

	科五楼		设备（口腔CT）	Mid					
18	中心医院 内科大楼 裙楼五楼	内镜中心	移动式X射线机(小C臂机)	OEC 9900 Elite	III类	1台	已环评	已办证	已验收
19	中心医院 外科大楼 七楼	手术室	移动式C形臂X射线机（小C臂机）	OEC 9900 Elite	III类	1台	已环评	已办证	已验收
20	中心医院 外科大楼 七楼		移动式C形臂X射线机（小C臂机）	OEC Fluorostar Compact D	III类	1台	已环评	已办证	已验收
21	中心医院 外科大楼 七楼		移动式C形臂X射线机（小C臂机）	OEC Fluorostar Compact D	III类	1台	已环评	已办证	已验收
22	南院后勤 综合楼一 楼	放疗中心	医用直线加速器	Clinac IX	II类	1台	已环评	已办证	已验收
23	南院后勤 综合楼一 楼		医用直线加速器	Eickta Synergy	II类	1台	已环评	已办证	已验收
24	南院后勤 综合楼一 楼		医用直线加速器	Primus	II类	1台	已环评	已办证	已验收
25	南院后勤 综合楼一 楼放疗中 心		X线模拟定位机	LX-40A	III类	1台	已环评	已办证	已验收
26	南院后勤 综合楼一 楼放疗中 心		X射线计算机断层摄影设备（CT）	Brilliance CT Big Bore	III类	1台	已环评	已办证	已验收
27	南院 PET/CT 大楼一楼	PET/CT中心	正电子发射及X射线计算机断层成像系统（PET/CT）	Ingenuity TF	III类	1台	已环评	已办证	已验收
28	南院 PET/CT 大楼四楼	介入中心	医用血管造影X射线机（DSA）	Optima CL323i	II类	1台	已环评	已办证	已验收
29	南院 PET/CT 大楼四楼		血管造影X射线机（DSA）	CGO-2100	II类	1台	已环评	已办证	已验收

续表 1 项目基本情况

30	南院住院楼四楼	体检中心	医用数字X射线摄影设备(DR)	新东方1000	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
31	南院住院楼四楼		X射线骨密度测定仪	OSTEOCORE 2	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
32	南院住院楼四楼		双能量X射线骨密度仪	AKDX-09W-1	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
33	南院门诊楼三楼	口腔科	微焦点牙科X射线机(口内牙片机)	MSD-III	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
34	南院门诊楼三楼		全景X射线机(牙科全景机)	Planmeca ProMax	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
35	南院住院部三楼	乳房保健中心	数字乳腺X射线摄影系统	ASY-01427	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
36	南院PET/CT大楼负一楼	PET/CT中心	回旋加速器系统	HM-10HC	Ⅱ类	1台	已环评	已办证	已验收
37	南院门诊楼二楼	影像医学中心	计算机体层摄影设备(CT)	TSX-101A	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
38	南院门诊楼二楼		医用X射线摄影系统(DR)	新东方1000EC	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	
39	南院门诊楼二楼		医用诊断X射线机(数字胃肠机)	DRF-1B	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	
40	北院门诊大楼三楼	口腔科	口腔X射线数字化体层摄影设备(口腔CT)	CS9000C 3D	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
41	北院康复住院楼六楼NICU	影像医学中心	移动式高频医用诊断X射线机	HM-32A	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
42	北院门诊大楼二楼		医用高频遥控X射线机(数字胃肠机)	新东方2000A	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
43	北院门诊大楼二楼		计算机断层扫描系统(CT)	BrillianceTM CT 6 Slice	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收
44	北院门诊大楼二楼		医用X射线摄影系统(DR)	新东方1000EC	Ⅲ类	1台	已环评	已办证	已验收

续表 1 项目基本情况

45	北院康复住院楼四楼	手术室	医用血管造影 X 射线机 (DSA)	Optima CL323i	II类	1台	已环评	已办证	已验收
46	西院门诊大楼一楼	影像医学中心	医用 X 射线摄影系统 (DR)	新东方 1000EC	III类	1台	已环评	已办证	已验收
47	西院门诊大楼一楼		X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	Optima CT520	III类	1台	已环评	已办证	已验收
48	西院门诊大楼一楼		医用诊断 X 射线机 (数字胃肠机)	DRF-1B	III类	1台	已环评	已办证	
49	西院门诊大楼一楼		X 射线骨密度检测仪	Prodigy Advance	III类	1台	已环评	已办证	
合计			11 台 II 类射线装置, 39 台 III 类射线装置						

1.9.2 现有辐射工作人员情况

郴州市第一人民医院现有辐射工作人员 204 名, 为影像医学中心、放疗中心、核医学科等从事放射诊疗工作, 大部分辐射工作人员已取得《辐射安全与防护培训合格证书》; 均已进行个人剂量监测, 从近 2 个周期的个人剂量检测报告可知 (详见附件八), 现有辐射工作人员个人剂量监测未见异常; 现有辐射工作人员均已于 2019 年 10 月~12 月在湖南省职业病防治院参加了职业健康体检 (检查总结报告见附件六)。

本次环评要求, 在项目正式运营前医院须组织全体辐射工作人员参加辐射安全与防护知识培训, 并取得培训合格证; 为辐射工作人员配备个人剂量计, 并定期检测; 安排新增辐射工作人员进行上岗前职业健康体检, 在排出相关职业禁忌症后方可上岗工作。

1.9.3 辐射防护情况

根据郴州市第一人民医院提供的资料和现场踏勘可知, 医院对现有涉源场所均采取了切实有效的辐射防护措施, 机房等辐射防护效能良好, 未发现突出的环境问题。

1.9.4 放射性废物排放情况

有害气体: 医院目前产生的有害气体, 主要是射线装置机房工作曝光过程中, 电离产生的少量氮氧化物及臭氧。射线装置机房均设置有机机械通风装置, 由 X 射线

续表 1 项目基本情况

电离产生的氮氧化物和臭氧经过机械通风装置排出室外，对环境影响小。

1.10 医院原有核技术利用项目回顾

根据郴州市第一人民医院现有核技术利用项目内容，医院现有辐射防护措施主要有以下几点：

1、各射线装置能够正常运行，防护门上以及醒目位置张贴了辐射警示标识，配备了铅衣、铅围裙等个人防护用品；

2、医院成立了以法人代表为组长的辐射安全与环境保护管理机构，制定了各机房操作规章制度，辐射防护和安全保卫制度以及辐射事故应急预案等；

3、医院辐射工作人员部分已取得了《辐射安全与防护培训合格证书》，每两年组织辐射工作人员进行职业健康体检，每个季度组织辐射工作人员进行个人剂量监测，按照规定，对每一个辐射工作人员建立个人剂量档案，保存职业照射记录，并进行了年度辐射评估报告。

综上所述，医院现有辐射防护措施能够满足当前进行的核技术利用项目辐射防护要求。

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
	无							

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	使用场地	贮存方式与地点
	无									

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
无										

(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类	2台	待定	125	1250	血管造影用X射线装置	东院门诊综合楼一层	新购	
2	DSA	II类	2台	待定	125	1250	血管造影用X射线装置	东院门诊综合楼一层	新购	
以下无										
合计			1台	1台II类射线装置						

(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	
无													

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
无								

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>6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日执行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日修订，2019 年 3 月 18 日施行；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令第 44 号，2018 年 4 月 28 日施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2019 年 7 月 17 日修订，2019 年 8 月 22 日施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(9) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录》，国家发展和改革委员会令第 29 号，2019 年修订；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，国家环境保护总局公告，2017 年第 66 号；</p> <p>(12) 《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》，（环保总局公告 [2006] 第 145 号）。</p>
------	--

续表 6 评价依据

<p>技术 标准</p>	<p>6.2 评价技术规范</p> <p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</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>6.3 评价技术标准</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)；</p> <p>(3) 《放射工作人员健康要求》(GBZ98-2017)；</p> <p>(4) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GBZ16348-2010)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)；</p> <p>(7) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分 化学因素》(GBZ2.1—2019)；</p> <p>(8) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)。</p>
<p>其他</p>	<p>6.4 其他</p> <p>(1) 本项目电离辐射检测报告：湘环院(检)2020-04-020 号(附件三)；</p> <p>(2) 辐射环境影响评价委托书(附件一)；</p> <p>(3) 《辐射防护》第 11 卷 第 2 期 — 湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究(湖南省环境监测中心站) 1991 年 3 月。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目辐射源为能量流污染及其能量流的传播与距离相关的特性，结合《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）的相关规定，并结合项目辐射装置射线传播与距离相关的特性，确定以 DSA 机房为边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

（1）医院周围环境概况

郴州市第一人民医院东院位于郴州市苏仙区青年大道与白露塘路交汇处西侧，东邻青年大道，南侧为空地，南邻北门路，西邻秧溪河，北侧为农田。

郴州市第一人民医院西院位于郴州市北湖区下湄桥铜坑湖村，东邻南岭大道，南邻龙女路，西、北侧为山地。

（2）本项目选址及周围外环境敏感点

东院医技楼位于院区场地南部靠中间区域，项目位于医技楼一层，DSA 机房屏蔽体外 50m 范围内的环境保护目标均在医院用地范围内，详见附图三；西院康复住院楼北楼位于院区场地中部区域，项目位于康复住院楼北楼八层，DSA 机房屏蔽体外 50m 范围内的环境保护目标均在医院用地范围内，详见附图六。

续表 7 保护目标与评价标准

本项目工作场所周围环境情况及敏感目标详见表 7-1。

表 7-1 本项目工作场所周围环境情况及敏感目标一览表

场所名称	机房位置	方位	距离	环境敏感点名称	可能受影响人数	保护人群
DSA 机房	东院 门诊 综合楼一 层	/	紧邻	控制室	约 8 人	放射工作人员
		东	紧邻	走道、卫生间、扩大前室等	约 200 人	放射工作人员、公众成员
		南	紧邻	走道、CT 机房、磁共振机房、设备间等	约 100 人	放射工作人员、公众成员
		西	紧邻	走道、卫生间、楼梯间等	约 200 人	公众成员
		北	紧邻	CT 手术室、手术操作间与器械间、换鞋更衣室等	约 20 人	放射工作人员、公众成员
		楼上	/	膀胱镜室、胸腔镜室	约 50 人	公众成员
		楼下	/	/ (夯实土层)	/	/
	西院 康复 住院 楼北 楼八 层	东南	紧邻	设备间、疏散通道、骨科手术室等	约 50 人	公众成员
		西南	紧邻	污物走廊	约 5 人	公众成员
		西北	紧邻	操作间、避难间、更铅衣室等	约 4 人	放射工作人员
		东北	紧邻	洁净走廊、合用前室、楼梯间等	约 20 人	公众成员
		楼上	/	/ (楼顶)	/	/
		楼下	/	病房	约 10 人	公众成员

项目现场照片见附图一，项目所在地理位置见附图二，DSA 机房所在楼层平面布置图见附图四、附图七。

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

① 剂量限值

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准 7.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B (标准的附录 B) 中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

续表 7 保护目标与评价标准

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 作为职业照射剂量限值。

结合拟使用的医用辐射装置的实际情况，经与医院协商，确定本项目数字减影血管造影机（DSA）的辐射工作人员（介入医生）的年剂量目标管理限值为职业照射的十分之二，即 4mSv/a，DSA 控制室辐射工作人员的辐射剂量约束限值取职业照射的十分之一，即 2mSv/a。

第 B1.2 款 公众照射

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：

年有效剂量，1mSv，

本项目公众成员的年有效剂量目标管理值取公众照射的十分之一，即 0.1mSv/a 作为所有射线装置周边公众成员年有效剂量目标管理限值。

（2）《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学实践。

第 4.7 款 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

4.7.1 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视限时装置。

4.7.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置的情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

4.7.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

4.7.4 X 射线设备的受检者入射体表空气比释动能率应符合 WS 76 的规定。

4.7.5 X 射线设备在确保铅屏风 and 床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，按附录 B 中 B.1.2 的要求，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 μ Gy/h（按标准中附录 C 图 C.3 的要求）。

第 5.1 款 X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护于安全。

第 5.2 款 每台 X 射线机（不含移动式 and 携带式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和改扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 的要求。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)
CT 机 (DSA 参考)	30	4.5

第 5.3 款 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

- a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。
- b) 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 D。

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
介入 X 射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

第 5.4 款 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，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 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

第 5.5 款 机房应设有观察窗或者摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者的状态。

第 5.6 款 机房布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物，机房内设置动力排风装置，并保持良好的通风。

第 5.7 款 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门外应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。

第 5.8 款 患者和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。

第 5.9 款 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于下表基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设备，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品与辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助

续表 7 保护目标与评价标准

防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。				
表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配备要求				
放射检查类型	工作人员		患者与受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜选配、铅橡胶手套	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	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	--
注：“—”表示不要求。				
第 6.7 款 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护安全操作要求				
6.7.1 介入放射学用 X 射线设备应具有可准确记录受检者受照剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后患者受照剂量记录在病历中。				
6.7.2 借助 X 射线透视进行骨科整复、取异物等诊疗活动时，不应连续曝光，并应尽可能缩短累计曝光时间。				
6.7.3 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。				
(3) 《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2017）				
1) 范围				
本标准规定了放射工作人员的基本健康要求和从事放射工作的指征。				
本标准适用于所有从事内、外照射的放射工作人员。				
4) 放射工作人员身心健康的基本原则				
放射工作人员应具备在正常、异常或紧急情况下，都能准确无误地履行其职责的健康条件。				
5) 放射工作人员的健康要求				
5.1 人体外形正常，不影响正常操作。				
5.2 正常的精神状态和稳定的情绪，以及正常的语言表达和书写能力，正常的神经系统功能。				
5.3 内科、外科和皮肤科检查正常，不影响正常操作。				

续表 7 保护目标与评价标准

- 5.4 正常的听觉功能。
- 5.5 正常的视力、矫正视力不应低于 5.0，无红绿色盲。
- 5.6 正常的造血功能，血细胞分析（静脉血仪器检测）各项指标均在参考区间内（见下表）。

表 7-5 放射工作人员血细胞分析参考区间

性别	血红蛋白 g/L	红细胞数 $10^{12}/L$	白细胞总数 $10^9/L$	血小板数 $10^9/L$
男	120~175	4.0~5.8	4.0~9.5	100~350
女	110~150	3.5~5.1	4.0~9.5	100~350

高原地区应参考当地参考区间

- 5.7 甲状腺功能正常。
- 5.8 外周血淋巴细胞染色体畸变率和微核率在本实验室正常参考值范围。

6) 不应从事放射工作的指征

6.1 严重的视觉和（或）听力障碍，例如：伴有明显视力障碍的眼晶体混浊或高度近视、色盲、立体感消失、耳聋等。

6.2 严重和反复发作的疾病，使之丧失部分工作能力，例如：严重造血器官疾病、失代偿功能的慢性肺部疾患、未能控制的糖尿病、未能控制的癫痫和暴露部位的严重皮肤疾病等。

7) 放射工作的适任性评价

7.1 放射工作的适任性评价中授权的医疗机构具有资质的执业医师提出，可按 GBZ235 执行。

7.2 放射工作的适任性判断分为：

- (a) 可以从事放射工作；
- (b) 可继续原放射工作；
- (c) 暂时脱离放射工作；
- (d) 在一定限制条件下可从事放射工作，例如：不可从事需采取呼吸防护措施的放射工作，不可从事涉及非密封源操作的放射工作；
- (e) 不宜从事放射工作而调整做其他非放射工作。

续表 7 保护目标与评价标准

(4) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GB16348-2010)

第 4.1 款医疗卫生机构应制定执业医师与医技人员、辐射防护负责人等培训计划,使其受到相应的辐射防护知识培训并取得放射工作人员证。医技人员还应取得相应的专业技能资质并承担制定的任务。

第 5.5 款应特别加强对育龄妇女和孕妇、婴幼儿 X 射线检查的正当性判断。

第 6.2 款应避免受检者同一部位重复 X 射线检查,以减少受检者受照剂量。

第 7.1.2 款应为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的防护用品,其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。

7.4 结论

根据上述标准,结合本项目拟使用医用辐射装置的实际情况,确定本项目的年剂量目标管理值要求以及污染物排放指标如下:

表 7-6 本项目年剂量目标管理值及污染物排放指标表

一、年剂量管理目标值			
项目	年平均有效剂量限值(mSv/a)	执行对象	本评价年剂量管理目标值(mSv/a)
辐射工作人员	连续 5 年的年平均有效剂量不超过 20mSv,任何一年的有效剂量不超过 50mSv	辐射工作人员	DSA 介入医护人员: ≤4 DSA 控制室工作人员: ≤2
公众成员	1	公众成员	≤0.1
二、机房防护体表面控制值			
X 射线装置机房外辐射工作人员活动及公众成员活动场所	机房防护体表面 30cm 处的周围剂量当量率≤2.5μSv/h		
三、介入医生术者位控制值			
透视防护区测试平面	空气比释动能率≤400μGy/h		
四、机房面积要求			
DSA 机房	≥30m ² ; 最小单边长度≥4.5m (参考)		

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 辐射环境质量现状

1、项目环境辐射监测

受郴州市第一人民医院的委托，湖南省湘环环境研究院有限公司于 2020 年 4 月 28 日对郴州市第一人民医院东院（E：113.071008，N：25.485217）和郴州市第一人民医院西院（E：113.011172，N：25.505897）DSA 拟安装地的周围辐射环境进行了监测。检测结果和监测布点见附件三，湘环院（检）2020-04-49 号。

2、监测方案及质量保证

（1）监测目的

该环境辐射现状监测的目的主要是为了了解项目地点天然辐射水平，为辐射工作场所建成运行后对环境的影响提供依据。

（2）监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002；

《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-93；

《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）。

（3）监测布点及质量保证

监测点位主要考虑机房建成后人员停留较多，和能到达的区域。主要有：机房内、机房控制室及辅助机房、机房四周过道及人员能够达到的位置、机房楼上以及楼下的相关区域等位置。

监测布点图如下所示：

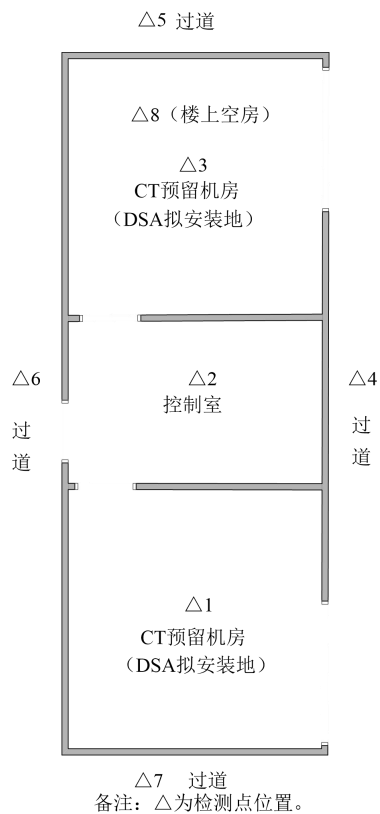


图 8-1 东院 DSA 机房拟建地监测布点示意图



图 8-2 西院 DSA 机房拟建地监测布点示意图

续表8 环境质量和辐射现状

该项目测量所用的仪器性能参数符合国家标准方法的要求，有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-1。

表 8-1 监测仪器及检定

仪器名称	仪器型号	仪器编号	计量检定证书编号	有效期至
环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪	JB4000	17157	hnjln2019100-255	2020.11.11

3、监测结果及评价

监测数据详见下表及监测报告（附件三）。

表 8-2 项目射线装置所在机房本底监测结果

序号	点位描述	地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
东院		
△1	CT 预留机房 (DSA 拟安装地)	123
△2	控制室	125
△3	CT 预留机房 (DSA 拟安装地)	126
△4	过道	122
△5	过道	126
△6	过道	128
△7	过道	125
△8	楼上空房	118
西院		
△1	操作间	117
△2	手术室 (DSA 拟安装地)	122
△3	洁净走廊	120
△4	疏散通道	127
△5	污物走廊	126
△6	楼下病房	124

续表8 环境质量和辐射现状

项目拟建址的地表 γ 辐射剂量率（室内）117~128nGy/h之间，与《辐射防护》第11卷，第2期（1991年3月）—湖南省郴州市天然放射性水平调查研究—室内：108.4~258.8nGy/h相比，项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内，未见有较大的异常。因此可知：本次监测区域内天然贯穿辐射水平处于郴州市天然贯穿辐射水平范围内。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本次郴州市第一人民医院核技术改扩建项目的 DSA 机房主要由东院门诊综合楼一层原 CT 预留机房及西院康复住院楼北楼八层原普通洁净手术间进行改建，经过现场踏勘，机房改建工作尚未进行。本次改扩建项目仅需对上述房间进行改建，因此本项目施工期主要为机房的装修和改造，污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

噪声：主要来自于改造、装修及现场处理等。

废气：主要为机械敲打、钻洞墙体等产生的扬尘。

废水：主要为施工人员产生的少量生活废水，无机械废水。

固体废物：主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员的生活垃圾。

本项目施工期环境影响随着施工期的结束而结束，施工期工程量小，施工期短，且均在院区内施工，对外界环境影响很小，不存在环保遗留问题。

9.2 射线装置营运期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 数字减影血管造影机（DSA）

1、工作原理

数字减影血管造影机（DSA）是采用 X 射线进行数字显像的技术设备，见图 9-1。该设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。

靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。成像装置是用来采集透过人体的 X 线信号的，由于人体各部组织、器官密度不同，对 X 线的衰减程度各不一样，成像装置根据接收到的不同信号，利用平板探测器将透过人体后已衰减的未造影图像的 X 线信号增强，再用高分辨率的摄像机对增强后的图像作一系列扫描。扫描本身就是把整个图像按一定的矩阵分成许多小方块，即像素。所得到的各种不同的信息经模 / 数(A / D)转换成不同值的数字信号，然后存储起来。再把造影图像的数字信息与未造影图像的数字信息相减，所获得的不同数值的差值信号，经数 / 模(D / A)转制成各种不同的灰度等级，在监视器上构成图像。由此，骨骼和软组织的影像被消除，仅留下含有造影剂的血管影像，从而大大提高血管的分辨率。



图 9-1 数字减影血管造影机（示例）

2、系统组成及工作流程

(1) 系统组成

数字减影血管造影机组成：Gantry，俗称“机架”或“C 型臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷机控制温度；图像处理系统。

该项目设备采用平板探测器（FD）技术成像：FD 技术可以即时采集到患者图像，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。

DSA 技术是常规血管造影术和计算机处理技术相结合的产物，其基本原理和技术为：X 线穿过人体各解剖结构形成荧光影像，经影像增强器增强后为电视摄像管采集而形成视频影像。再经对数增幅和模/数转换形成数字影像。这些数字信息输入计算机处理后，再经减影、对比度增强和数/模转换，产生数字减影图像。

(2) 操作流程

DSA 主要操作流程为：介入手术时，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目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员必须在床旁并在 X 线导视进行。

项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

续表 9 项目工程分析与源项

第一种情况，摄影。操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。此种情况实际运行中为个别情况，仅占很小比例。

第二种情况，透视。病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。

DSA 治疗流程及产污环节见下图 9-2 所示：

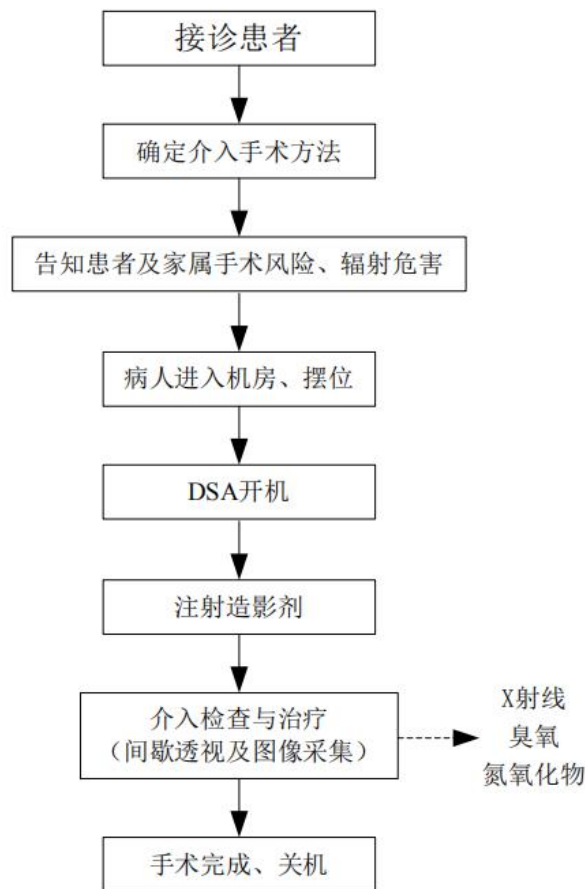


图 9-2 DSA 操作流程及产污环节图

根据图 9-2，本项目污染因子主要为 DSA 工作时产生的 X 射线。

(3) 工作负荷

根据医院提供的资料，本次核技术利用改扩建项目 DSA 投入使用后的预期工作负荷见表 9-1。

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-1 DSA 预期工作负荷情况						
射线装置名称	场所	手术类型	手术台数 (台/年)	平均每台曝光时间 (min)	年总曝光时间 (h)	
DSA	东院	[Redacted]	500	20	166.7	
			400	30	200	
			50	30	25	
			100	20	33.3	
			80	30	40	
		总计		1130	/	425
	西院	[Redacted]	200	20	66.7	
			300	20	100	
			200	20	66.7	
			总计	700	/	233.4

根据检查项目，DSA 使用工作高压 30kV~125kV、工作电流 5mA~1250 mA 不等。DSA 工作主要方式体现为透视和摄影，具体表现为：

- 1) DSA 摄影时，瞬时曝光，一般每次曝光时间短于 1s；
- 2) DSA 透视时，平均每台介入手术透视曝光的时间约 20min；
- 3) DSA 采集时，平均每次采集曝光的时间约 20s。

3、产污分析

(1) 由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，该院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

(2) X 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物有害气体。少量的有害气体直接与大气接触、不累积，自然逸散，对环境的影响可忽略不计。

(3) 医用 X 射线装置属清洁的物理诊断装置，在使用过程中自身不产生液态、固态等放射性废物，不存在放射性三废对环境的污染。

因此，在开机期间，X 射线是污染环境的主要因子。

9.3 本项目产生污染物产生情况汇总

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。所以，医

续表 9 项目工程分析与源项

院使用的 X 射线装置在非诊疗状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。射线装置拍片后采用数字成像技术，联用激光打印机打印激光胶片，不产生洗片废水以及废片等固废。

本项目的门诊病人已经在医院整体门诊量考虑范围内，医院总体废水及固废核算时包含了本项目门诊病人产生的废水及固废。

根据以上分析，本项目介入治疗及放射诊疗项目污染因子见表 9-2。

表 9-2 项目主要污染因子情况表

污染物类型	使用场所	污染因子
辐射	东院医技楼一层 DSA 机房、西院康复住院楼 DSA 机房	X 射线
有害气体		O ₃ 、NO _x

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

根据现场踏勘实际情况，郴州市第一人民医院目前改扩建工程尚未开始。本项目机房位于门急诊大楼三楼。根据现场实际情况，本项目射线装置机房辐射保护及安全措施情况如下：

10.1.1 辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。

该院放射性工作场所分区如下：

控制区： DSA 机房以墙体和防护门为界的治疗和诊断室。在诊断和治疗设备的调试和日常诊疗过程中，当处于诊疗状态时，区内无关人员不得滞留。以辐射安全联锁和警示装置控制及严格的管理制度保障此区的辐射安全。

监督区： 包括 DSA 机房的各辅助用房及其周围临近区域，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

分区原则符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

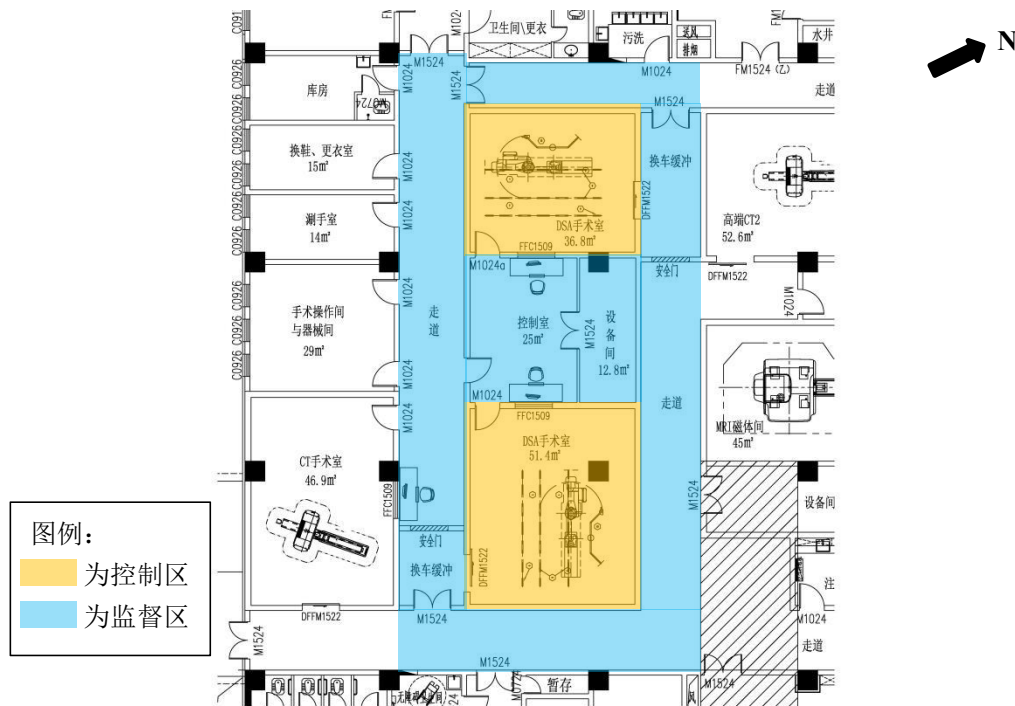


图 10-1 东院 DSA 机房平面分区图

续表 10 辐射安全与防护

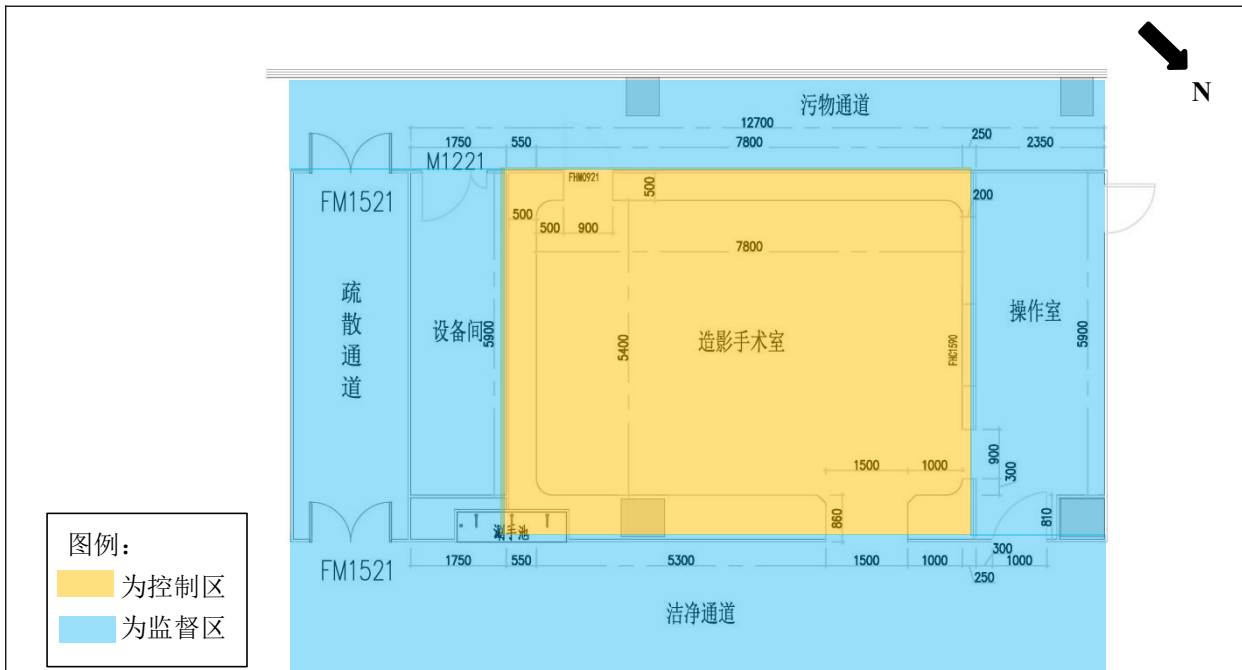


图 10-2 西院 DSA 机房平面分区图

10.1.2 DSA 机房辐射防护与安全措施

10.1.2.1 设备固有措施

本项目 DSA 装置本身拟采取多种固有安全防护措施：

①本项目 DSA 拟设可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。透视曝光开关为常断式开关，并配备透视限时装置。DSA 具备工作人员在不变换操作位置情况下成功切换透视和采集功能的控制键。

②采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

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

续表 10 辐射安全与防护

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 设备拟配备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 设备拟配备防护屏蔽吊架、各种防护屏蔽挂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。

10.1.2.2 机房的防护

(1) 根据医院提供的设计资料可知，本项目拟在东院门诊综合楼一层建设 DSA 机房 2 间、西院康复住院楼北楼建设 DSA 机房 1 间，为 II 类射线装置机房，其设计防护屏蔽参数见下表：

表 10-1 本项目射线装置机房屏蔽参数

机房	DSA 机房	DSA 机房	DSA 机房
位置	东院门诊综合大楼一层 DSA 手术室①	东院门诊综合大楼一层 DSA 手术室②	西院康复住院楼北楼八层 造影手术室
长×宽×高(m)	6.62×5.56×3.6	7.87×6.62×3.6	7.8×5.4×3.6
有效使用面积	36.8m ²	52.1m ²	42.1m ²
四面墙体	200mm 砼+2mm 铅板+20mm 硫酸钡复合板		50mm 彩钢板+3mm 铅板
顶棚	250mm 砼+50mm 细石砼垫层+20mm 硫酸钡复合板		110mm 砼+60mm 回填炉渣+30mm 钡水泥+50mm 细石砼垫层
地面	夯实土层		110mm 砼+60mm 回填炉渣+30mm 钡水泥+50mm 细石砼垫层
防护门	4mm 铅当量		3mm 铅当量
防护窗	4mm 铅当量		3mm 铅当量

备注：硫酸钡复合板密度：4.5g/cm³；钡水泥密度：3.5g/cm³，砼密度：2.35g/cm³；实心砖密度：1.65g/cm³；炉渣密度：0.8g/cm³。

(2) 机房内建设的穿越防护墙的导线、导管等采用“U”型和“Z”型，不影响墙体的屏蔽防护效果。

(3) 机房设置门灯联锁装置；机房门外设置工作指示灯和电离辐射警告标志。

(4) DSA 机房与控制室之间墙体上将安装视野良好的铅玻璃观察窗，以保证在控制室内能观察到机房内的设备或人员活动情况。

续表 10 辐射安全与防护

(5) 机房应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护安全。机房内布局合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置，不得堆放与诊断装置无关的杂物，机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

10.1.2.3 安全操作及管理措施

(1) X 射线设备应有能调节有用线束照射的装置，并应提供可标志照射野的灯光指示装置。

(2) X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标志。

(3) 介入 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

(4) 医院拟配置设备到位调试合格后，应委托有资质的单位对机房外的周围剂量当量率进行监测，保证机房的屏蔽能力满足要求。

(5) 所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期进行测读，建立个人剂量档案。

(6) 应为 DSA 机房制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。

(7) 介入科工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护的有关法律知识培训，满足放射工作人员岗位要求。

(8) X 射线机曝光时，应保证门灯联锁有效。

(9) 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。

(10) X 射线设备机房放射防护安全设施在项目竣工时应进行验收检测，在使用过程中，应按规定进行定期检测。

(11) X 射线设备根据工作内容，现场应配备工作人员、患者和受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作的需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施（铅橡胶，铅围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子）的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有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低于 0.5mmPb。

10.1.3 受检者放射卫生防护

医院对受检者的防护与安全负责，应为受检者提供有效、安全的诊断检查。医院已制定了一下防护措施：

1、医师应根据患者的病史、体格检查、临床化验等判断是否需要采用 X 射线检查，

续表 10 辐射安全与防护

掌握好适应度。应考虑优先选用非 X 射线的检查方法，根据临床指征确认 X 射线检查是最合适的检查方法时方可申请 X 射线检查。

2、应特别加强对育龄妇女和孕妇、婴幼儿 X 射线检查的正当性判断。针对儿童、孕妇和育龄妇女应做检查时的特殊防护要求的做好防护措施。针对孕妇照射检查，要确保射线剂量在有效的范围内尽量降低。

3、应避免受检者同一部位重复 X 射线检查，以减少受检者受照剂量。

4、应选择合适的 X 射线检查方法，制定最佳的检查程序和投照条件，力求在能够获得满意的诊断信息的同时，又使受检者所受照射减少至最低限度。在不影响获得诊断信息的前提下，一般应以“高电压、低电流、厚过滤”为原则进行工作。

10.1.4 防护用品

(1) 射线装置辐射防护防护设施要求见表 7-4。

(2) 由医院提供的资料可知，医院现有部分辐射防护用品，可满足现有放射诊断工作需要。根据相关标准要求医院拟为本项目新增以下辐射防护用品，详见下表 10-2。

表 10-2 项目拟新增辐射防护用品一览表

说明	场所	防护用品名称		单位	数量	
拟新增防护用品	东院介入室	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙	件	8
				铅橡胶帽子	顶	8
				铅橡胶颈套	件	8
				铅防护眼镜	副	8
			双面铅衣		件	8
			辅助防护设施	铅悬挂防护屏	件	2
				铅防护帘	件	2
				床侧防护帘	件	2
		床侧防护屏		件	2	
		患者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	件	2
				铅橡胶颈套	件	2
				铅橡胶帽子	顶	2
阴影屏蔽器具	件			2		
拟新增监测仪器		X、γ 巡测仪		台	1	
拟新增防护用品	西院介入室	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙	件	4
				铅橡胶帽子	顶	4
				铅橡胶颈套	件	4
				铅防护眼镜	副	4

续表 10 辐射安全与防护

		辅助 防护 设施	双面铅衣	件	4
			铅悬挂防护屏	件	1
			铅防护帘	件	1
			床侧防护帘	件	1
			床侧防护屏	件	1
		患者 防护 用品	铅橡胶性腺防护围裙 (方形)或方巾	件	1
			铅橡胶颈套	件	1
			铅橡胶帽子	顶	1
			阴影屏蔽器具	件	1
		拟新增监测仪器	X、 γ 巡测仪		

10.2 三废治理

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生，工作过程中空气的电离将产生少量臭氧和氮氧化物，东院 DSA 机房将于吊顶上安装机械排风装置，西院 DSA 机房依托手术室原有层流通风系统。在此基础上，排放室外有限的有害气体经空气稀释，将很快恢复到原来的空气浓度水平，能满足环境空气质量标准。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响分析

根据前节工程分析介绍，本项目施工期主要是房间的改造和装修。污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。项目建设过程中，医院的医疗服务工作仍将正常进行。施工产生的污染特别是扬尘和噪声可对医院自身环境以及周围的环境带来较大影响。

施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

(1) 扬尘及防治措施

主要为房间的改造时机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应做到以下几点：加强施工现场管理，应进行适当的加湿处理。

(2) 废水及防治措施

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

(3) 噪声及防治措施

主要来自于机房内装修及现场处理等。通过选取噪音低、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) 固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。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。生活垃圾以及装修垃圾经统一收集后交由市政环卫部门处理。

本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

11.2 射线装置运营期环境影响分析

11.2.1 DSA 机房使用面积分析

本项目所涉及主要机房设计面积及单边长度如表 11-1 所示。

续表 11 环境影响分析

序号	位置	房间功能	长×宽 (m)	设计面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	面积标准 (参考) 要求 (m ²)	单边长度标准 (参考) 要求 (m)	是否满足要求
1	东院门诊综合大楼一层 DSA 手术室①	DSA 机房	6.62×5.56	36.8	5.56	≥30	≥4.5	是
2	东院门诊综合大楼一层 DSA 手术室②	DSA 机房	7.87×6.62	52.1	6.62	≥30	≥4.5	是
3	西院康复住院楼北楼造影手术室	DSA 机房	7.8×5.4	42.1	5.4	≥30	≥4.5	是

由表 11-1 可知，该 DSA 机房设计面积及单边长度均满足相关标准的要求。

11.2.2 DSA 机房屏蔽效能核实

(1) 核实建筑物屏蔽效能采用的主要公式

机房辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。

①主射线：

$$\dot{H} = \frac{H \times q \times U}{K \times R^2} \quad (11-1)$$

$$H = 8.73 \times 10^{-3} \times \dot{G} \times I \times 60$$

$$\dot{G} = 1.222 - 5.664 \times 10^{-2} \times kV + 1.227 \times 10^{-3} \times kV^2 - 3.136 \times 10^{-6} \times kV^3$$

式中：K——减弱倍数。

H——额定工作条件下，X 线的输出率 (Gy/h)

I——额定电流 (mA)

\dot{G} ——发射率 (R/mA·min)，

\dot{H} ——屏蔽体外 30cm 处瞬时剂量率 (Sv/h)

R——参考点距离(m)

续表 11 环境影响分析

q——居留因子（取 1）

U——定向因子（取 1）

本次环评选取透视模式下，最高输出功率时 X 射线管电流与 X 射线管电压的组合情况进行核算。即管电压取值为 125kV，管电流取值为 30mA，此时 DSA 的发射率为 7.19mGy /mA · min；根据以往经验，本次环评选取拍片模式下，最大恒定输出功率时，管电压取值为 80kV，电流为 1250mA，此时 DSA 的发射率为 2.94mGy /mA · min。参照 GBZ/T144-2002 附录 B 中给出的自由空气比释动能和周围剂量当量的转换系数，本项目的 Sv/Gy 转换系数取值为 Sv/Gy=1.62。

②散射线

$$\dot{H} = \frac{H \times \alpha \times s}{K \times R^2 \times r^2} \quad (11-2)$$

式中：α——人体散射系数，0.0016/400cm²。

s——散射面积，400cm²。

R——参考点距离(m)

r——焦皮距，1m。

③漏射线

$$\dot{H} = \frac{H_1}{K \times R^2} \quad (11-3)$$

式中：H₁——X 漏射剂量率（<1mGy/h）；

④厚度

$$d = TVL \log K \quad (11-4)$$

式中：TVL——十值层厚度；

d——屏蔽材料厚度

$$\textcircled{5} \quad E_{\gamma'} = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_0 c^2} (1 - \cos \theta)} \quad (11-5)$$

式中：E_{γ'}——散射光子的能量（MeV）；

E₀——入射光子的能量（MeV）；

m₀c²——电子静止能量（MeV）；

续表 11 环境影响分析

θ ——散射角 ($^{\circ}$)。

(2) 核实建筑屏蔽效能采用的有关参数

在考虑正当性及最优化原则的基础上，结合以往验收监测经验，选取工作模式为透视模式下，最高输出功率时 X 射线管电流与 X 射线管电压的组合情况进行核算，即管电压取值为 125kV，管电流取值为 30mA；工作模式为拍片模式时，最大恒定输出功率时，管电压取值为 80kV，电流为 1250mA 两种情况对 DSA 机房的屏蔽防护进行估算。

本评价按照国家标准和地方环保部门要求，确定机房墙体、门和观察窗外表面 0.3m 及楼上 1m 和楼下 1.7m 处空气比周围剂量当量率均按 2.5 μ Sv/h 进行控制。

表 11-2 居留因子 q

全部居留 q=1	工作室、办公室、候诊室、居住区等常有人居留的地方
部分居留 q=1/4	公共走廊、人操纵的电梯、无人看管的停车场等有时有人居留的地方
偶然居留 q=1/16	公共浴室、厕所、少量行人车辆通过的地方

(3) 建筑物屏蔽墙厚的确定原则

由于项目射线装置均带有影像增强系统，不会发生有用线束对四周墙体、顶棚、观察窗等进行直接照射的情况，而主要是散射线、漏射线产生的照射，因此本评价采用式 11-2~式 11-5 对放射设备机房的辐射防护进行估算。

在计算散射和泄漏辐射所需的屏蔽厚度时，如果两者的厚度相差大于一个十分之一值厚度，则其中较厚的一个厚度，即可作为次级防护屏障的厚度。如若两者的厚度相差不到一个十分之一值厚度，那么在其中较厚的一个厚度上再添加一个半值厚度，作为总的次级防护屏障厚度。

(4) 计算参数

该项目 DSA 机房用房独立，DSA 工作模式为透视模式时，90 $^{\circ}$ 散射角的散射线能量为 100 kV，漏射线能量约 125kV，电流为 30mA；工作模式为拍片模式时，90 $^{\circ}$ 散射角的散射线能量为 69kV，漏射线能量约 80kV，电流为 1250mA。人体散射系数：0.0016/400cm 2 ；散射面积 s=400cm 2 ；源皮距：1m。项目机房建筑屏蔽材料包括硫酸钡复合板、钡水泥、混凝土、铅板等，其密度分别为：硫酸钡复合板密度：4.5g/cm 3 ；钡水泥密度：3.5g/cm 3 ，混凝土密度：2.35g/cm 3 ，铅密度 11.34g/cm 3 。计算参数见表 11-3。

续表 11 环境影响分析

工作模式	额定电压 (kV)	电流 (mA)	能量 (kV)		十值层	发射率 (mGy /mA·min)
透视	125	30	主射线 漏射线	125	铅: 0.90mm 混凝土: 6.4cm 页岩砖: 9.12cm 钡水泥: 4.30cm	7.19
			散射线	100	铅: 0.84mm 混凝土: 5.5cm 页岩砖: 7.83cm 钡水泥: 3.69cm	4.69
拍片	80	1250	主射线 漏射线	80	铅: 0.57mm 混凝土: 3.8cm 页岩砖: 5.44cm 钡水泥: 2.56cm	2.94
			散射线	69	铅: 0.43mm 混凝土: 2.92cm 页岩砖: 4.13cm 钡水泥: 1.94cm	2.13

备注：十值层参考《辐射防护概论》，用内插法和密度换算求得。

由于本项目东院 2 间 DSA 机房拟采取的屏蔽措施一致，本次核算选取其中面积较小的机房进行。根据医院提供的项目机房设计图纸，核算参考点与 X 射线球管焦点距离取值如下：

表 11-4 核算参考点与焦点距离计算取值一览表

序号	机房位置	屏蔽体名称	参考点距离 (m)
1	东院门诊综合楼一层 DSA 手术室①	东墙（控制室）	3.93
		南墙（走道）	2.85
		西墙（走道）	2.67
		北墙（换车缓冲间）	4.81
		顶棚（胸腔镜室）	3.62
		控制室防护门	3.93
		防护大门	4.81
		观察窗	3.93
2	西院康复住院楼北楼八层造影手术室	西北墙（操作室）	6.34
		东北墙（洁净通道）	4.01
		东南墙（设备间）	2.76

续表 11 环境影响分析

	西南墙（污物通道）	3.3
	顶棚（楼顶）	3.55
	地板（病房）	3.45
	控制室防护门	6.34
	污物通道防护门	3.3
	防护大门	4.01
	观察窗	6.34

备注：

- 1、东院楼上计算位点为离二楼地板 1m 处，即 $R=3.6-1.3+0.32+1=3.62m$ ；
- 2、西院楼上计算位点为离楼顶地板 1m 处，即 $R=3.6-1.3+0.25+1=3.55m$ ；
- 3、西院楼下计算位点为离七楼地板 1.7m 处，即 $R=3.6-1.7+0.25+1.3=3.45m$ 。

(5) 核算结果

根据计算公式和相关参数，DSA 机房的屏蔽能力核算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 机房屏蔽核算结果

墙体名称	参考点距离 (m)		计算厚度	设计厚度	设计厚度下 瞬时剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满 足标准 要求
东院						
东墙(控制室) 散漏射	3.93	透视	188mm 砼	200mm 砼 +2mmPb+20mm 硫酸钡 复合板	0.003	是
		拍片	158mm 砼		≈ 0	是
南墙（走道） 散漏射	2.85	透视	206mm 砼	200mm 砼 +2mmPb+20mm 硫酸钡 复合板	0.006	是
		拍片	169mm 砼		≈ 0	是
西墙（走道） 散漏射	2.67	透视	210mm 砼	200mm 砼 +2mmPb+20mm 硫酸钡 复合板	0.007	是
		拍片	171mm 砼		≈ 0	是
北墙（换车缓冲 间）散漏射	4.81	透视	177mm 砼	200mm 砼 +2mmPb+20mm 硫酸钡 复合板	0.002	是
		拍片	152mm 砼		≈ 0	是
顶棚(胸腔镜室) 散漏射	3.62	透视	193mm 砼	250mm 砼+50mm 细石 砼垫层+20mm 硫酸钡复 合板	0.018	是
		拍片	161mm 砼		0.001	是
控制室防护门 散漏射	3.93	透视	2.7mmPb	4mmPb	0.078	是
		拍片	2.4mmPb		0.004	是

续表 11 环境影响分析

防护大门（准备间） 散漏射	4.81	透视	2.5mmPb	4mmPb	0.052	是
		拍片	2.3mmPb		0.002	是
观察窗(控制室) 散漏射	3.93	透视	2.7mmPb	4mmPb	0.078	是
		拍片	2.4mmPb		0.004	是
西院						
西北墙（操作室） 散漏射	6.34	透视	2.3mmPb	50mm 彩钢板+3mm 铅板	0.387	是
		拍片	2.2mmPb		0.078	是
东北墙（洁净通道） 散漏射	4.01	透视	2.6mmPb	50mm 彩钢板+3mm 铅板	0.968	是
		拍片	2.4mmPb		0.194	是
东南墙（设备间） 散漏射	2.76	透视	2.9mmPb	50mm 彩钢板+3mm 铅板	2.044	是
		拍片	2.6mmPb		0.409	是
西南墙（污物通道） 散漏射	3.3	透视	2.8mmPb	50mm 彩钢板+3mm 铅板	1.429	是
		拍片	2.5mmPb		0.286	是
顶棚（楼顶）散漏射	3.55	透视	194mm 砼	110mm 砼+60mm 回填炉渣+30mm 钡水泥+50mm 细石砼垫层	0.75	是
		拍片	162mm 砼		0.048	是
地板（病房） 散漏射	3.45	透视	196mm 砼	110mm 砼+60mm 回填炉渣+30mm 钡水泥+50mm 细石砼垫层	0.80	是
		拍片	163mm 砼		0.051	是
控制室防护门 散漏射	6.34	透视	2.3mmPb	3mmPb	0.387	是
		拍片	2.2mmPb		0.078	是
防护大门（准备间） 散漏射	3.3	透视	2.8mmPb	3mmPb	1.429	是
		拍片	2.5mmPb		0.286	是
污物通道防护门 散漏射	4.01	透视	2.6mmPb	3mmPb	0.968	是
		拍片	2.4mmPb		0.194	是
观察窗（控制室） 散漏射	6.34	透视	2.3mmPb	3mmPb	0.387	是
		拍片	2.2mmPb		0.078	是

备注：以上取值条件下，散射和漏射计算得的屏蔽厚度差均小于一个十分之一值厚度，故散射所需的屏蔽厚度即为总屏蔽厚度。

（6）机房屏蔽效能评估

由表 11-4 计算可知，DSA 机房的四周墙体、防护门窗、顶棚及地面设计厚度能够满足要求，核算墙体外的瞬时剂量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，介入室的屏蔽可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。在评价范围内的敏感点受 X 射

续表 11 环境影响分析

线装置运行时的影响很小，环境可接受。

11.2.3 对敏感点的影响分析

根据上述分析，机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足评价标准要求。同时，项目东院 DSA 机房将安装机械排风装置，西院 DSA 机房将采用层流通风系统，可确保机房的有效通风，有害气体的浓度将远远低于国家标准要求，对机房外环境影响很小，因此对医院内其他区域的影响也很小。

本项目的主要环境敏感点为射线装置机房所在的大楼周边约 10m~20m 处的院区建筑，射线装置运行时对其产生的辐射影响很小，且由 DSA 机房屏蔽结果可知，机房周边的周围剂量当量率已低于标准限制要求，则项目对更远的敏感点产生的影响将更小，对环境敏感点的影响可接受。

11.2.5 选址合理性及平面布局合理性分析

11.2.5.1 选址合理性分析

本项目在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，国家有关标准和文件对拟建项目的择址未加明确限值。

(1) 根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好。

(2) 本项目分别位于东院医技楼一层和西院康复住院楼八层，拟配设备和现有设备位置集中使用，方便病人就诊。

(3) 本项目机房均远离医院内及周围环境敏感点，有利于辐射防护。项目营运期产生的电离辐射、有害气体均得到有效治理，达标排放对环境的影响小。

从环境保护角度分析，本项目选址可行。

11.2.5.2 布局合理性分析

本项目辐射工作场所位于东院医技楼一层介入室、西院康复住院楼八层介入室。根据现场踏勘情况，东院介入室位于医技楼一层的西南角，西院介入室位于康复住院楼北楼八层西北角，均相对远离周围环境敏感点。设置了独立机房和控制室，总体用房与其他科室用房分开，放射诊疗区和非放射诊疗区分开，方便病人诊疗和医生办公，且放射诊疗区置于人流不密集角落里，能更好的保护病人及医院工作人员的安全，有利于采取相应的辐射防护措施。

从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

续表 11 环境影响分析

11.2.6 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射防护“实践的正当性”要求,对于一项实践,只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后,其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时,该实践才是正当的。

本项目的建设对保障健康、拯救生命起着十分重要的作用。项目营运以后,将为病人提供一个优越的诊疗环境,具有明显的社会效益,同时将提高医院档次及服务水平,吸引更多的就诊人员,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。此外,通过核算,该项目屏蔽和防护措施符合要求,对环境的影响也在可接受范围内。

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。

11.2.7 产业政策符合性

项目投入使用为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求,不会给所在区域带来环境压力,符合清洁生产和环境保护的总体要求。同时,本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号《产业结构调整指导目录(2019年本)》第一类——鼓励类中新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具(第三代宫内节育器)、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产,数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用。项目符合国家相关法律法规和政策的规定,符合国家产业政策。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险类型

医院拟使用医用X射线装置开展辐射诊疗工作,不同情况将会产生不同的事故。医院应严格按照各种规章制度的要求,严防各种事故的发生。当发生事故后,应严格按照应急预案的要求进行补救,加强应急响应准备和事故应急演练,减少辐射事故对周围环境和人员带来的伤害。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第449号),

续表 11 环境影响分析

辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-6。

表 11-6 国务院令 449 号辐射事故等级分级一览表

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

本项目各射线装置可能发生的辐射事故等级见表 11-7。

表 11-7 本项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

装置名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
DSA-II 类射线装置	X 射线	①有人误入正在运行的射线装置机房；②有人未撤离机房外面人员启动设备；③检修、维护人员误操作造成误照射；④辐射工作人员未穿铅衣进行手术。	导致人员受照射剂量超过年有效剂量限值	一般辐射事故

11.3.2 射线装置潜在危险及辐射事故预防处理措施

本项目所有装置均属 X 射线装置，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素，最大可能的事故主要有以下几种：

(1) 门灯指示灯失效

原因分析：

门灯指示灯失效，X 射线机处于出线状态，人员误进入机房而受到误照射。

预防措施：

按操作规程定期对各个联锁装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在警示灯失效的情况下违规操作。

(2) 人员留在机房内未作防护

续表 11 环境影响分析

原因分析：

工作人员进入机房后，未全部撤离，仍有人员滞留在机房内，且没有采取辐射防护措施，放射设备开始出线后，滞留人员受到不必要的照射。

后果分析：

以 DSA 为例，人员滞留在 DSA 手术室内的预测选用李士骏编著的《电离辐射剂量学》中的估算方法，预测分析 DSA 对手术室内工作人员的辐射剂量，估算模式如下：

$$\dot{X} = I \cdot t \cdot V_{ro} \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 \cdot f$$

$$D = 8.73 \times 10^{-3} \dot{X}$$

$$H = \mu \times D$$

式中：

\dot{X} ：离射线装置 r_m 处产生的照射量，R；

D：离射线装置 r_m 处产生的空气吸收剂量，Gy；

I：管电流（mA）或平均电子束流（ μ A）；

V_{ro} ：在给定的管电压和射线过滤情况下，距射线装置 r_{0m} 处，由单位管电流（1mA）造成的照射量率， $R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；

f：防护材料对 X 射线的减弱因子，无量纲；

t：介入性血管造影的累计出束时间，min；

μ ：转换因子，此处取 1.62；

H：有效剂量，Sv。

预测参数选取：

a. 正常工作状态下，滞留人员距主射束取 2m，无屏蔽防护（减弱因子为 1），事故曝光时间为 1min。DSA 过滤板采用 1mmCu，据此查得 $V_{ro}=0.23R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ （查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）236 页，图 4.4C）。

风险后果预测结果见表 11-8。

表 11-8 滞留人员所受辐射剂量情况表

人员	与射线束侧向之间的距离 (m)	曝光时间 (min)	受到的有效剂量当量 (Gy)
----	--------------------	------------	-------------------

续表 11 环境影响分析

滞留人员	2.0	1	0.015
<p>人员滞留在射线装置室，射线装置正常运行时，单次照射下受到照射剂量约为0.015Gy。根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），受照人员的病变将不明显和不易察觉。</p>			
<p>管理措施：</p> <p>撤离机房时清点人数，必须按程序对机房进行全视角搜寻，对滞留机房内的无关人员强行劝离。有外来人员进入时，工作人员应根据情况，采取急停或相应措施，阻止外来人员受到误照射。</p>			
<p>（3）人员操作失误</p>			
<p>原因分析：</p> <p>由于工作人员缺乏防护知识，安全观念淡薄、无责任心；违反操作规程和有关规定，操作失误；管理不善、领导失察等，是人为造成辐射事故的最大原因。特别是对育龄妇女、孕妇、儿童等敏感人群照射前，没有按照规定告知、说明或者没有对敏感器官进行必要的屏蔽防护，造成辐射事故。</p>			
<p>后果分析：工作人员违反射线装置操作规程和有关规定，在操作不当的情况下，照射工作时出现人员滞留射线装置室、防护门未关闭等现象，对射线装置室内外人员造成误照射，影响不大，症状不明显。</p>			
<p>预防措施：</p> <p>辐射工作人员必须加强防护知识培训，提高防护技能，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感；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。</p>			
<p>（4）未进行质量控制检测</p>			
<p>原因分析：</p> <p>诊疗设备年久或更换部件和维、检修后，未进行质量控制检测，机器性能指标发生变化，有可能在诊疗过程中使患者可能受到较大剂量的照射。</p>			
<p>预防措施：</p> <p>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。</p>			
<p>（5）非辐射公众成员受到超剂量照射</p>			
<p>原因分析：由于工作需要或误进入开机的机房内，长时间停留，造成超剂量照射。</p>			

续表 11 环境影响分析

预防措施：医院警示标志正确张贴，保证门灯连锁的有效性。

11.3.3 本项目辐射事故危害及对敏感点的影响

电离辐射引起生物效应

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。

这类症状存在阈值效应，其严重程度取决于剂量大小，只有在剂量超过一定的阈值时才能发生，我们称之为确定性效应，该效应是高水平辐射照射导致细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果。确定性效应常出现在短时间间隔内的高剂量照射的情况（急性照射）。除了受控制的医学照射外，高剂量照射一般不会出现在工作场所。因此，确定性效应一般也不会出现在常规的工作场所，仅在事故情况下被观察到。

确定性效应定义为通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应，超过阈值时，剂量越高则效应的严重程度越大。同时不同个体不同组织和器官对射线照射的敏感度差异较大。在非正常情况下，急性大量辐射照射可以造成人或者生物的死亡。成人全身受到不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-9 所示。

表 11-9 不同照射剂量对人体损伤的估计

剂量 (Gy)	类型		初期症状和损伤程度
<0.25 0.25~0.5 0.5~1	/		不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化，可能有血液学的变化 机能变化，血液变化，但不伴有临床症状
1.0~2.0 2.0~4.0 4.0~6.0 6.0~10.0	骨髓型急性放射病	轻度 中度 重度 极重度	乏力，不适，食欲减退 头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升 后下降 多次呕吐，可有腹泻，白细胞明显下降
10~50	肠型急性放射病		多次呕吐，腹泻，休克，白细胞急剧下降 频繁呕吐，腹泻严重，腹痛，血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病		频繁呕吐，腹泻，休克，共济失调，肌张力增高，震颤，抽搐，昏睡，定向和判断力减退

备注：来自《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）和《辐射防护导论》P33。

依照《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），本项目

续表 11 环境影响分析

DSA 属于 II 类放射装置。在没有防护情况下，工作人员或患者受到这类射线装置照射，会对身体造成一定的影响。因此，项目应根据不同的风险事故采取不同的处置措施，减少人员受照剂量，保障人群健康。

本项目的机房是按照设备在额定工况下运行和无屏蔽的情况下进行辐射防护屏蔽的，设备发生各种事故时其射线能量不会超过额定能量，因此，发生上述事故时均在机房内，事故发生后对机房外周围环境敏感点的影响与正常工况下相比，无其他附加影响。根据环境影响分析，项目各设备运行对周围环境敏感点的影响满足评价标准的要求，环境敏感点可以接受。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 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，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已经指定了特定人员负责辐射安全工作，成立了辐射防护安全管理小组（附件五），负责整个医院的放射防护与安全管理工作，并明确了领导小组职责，该小组人员应明确个人职责工作，应有高度的责任心，熟悉和掌握有关放射性的基本知识和辐射防护的一系列法规，并严格遵守执行。

表 12-1 辐射安全与环境保护管理机构及专（兼）职管理人员表

机构名称	辐射防护安全管理小组					
管理人员	姓名	性别	学历	职务或职称	工作部门	专/兼职
组长		女	本科	院长	院办	兼职
副组长		男	本科	管委会主任	医技片区	兼职
成员		男	本科	管委会副主任	医技片区	兼职
成员		男	本科	办公室主任	医技片区	专职
成员		男	本科	主任	影像医学中心	兼职
成员		男	本科	主任	PET-CT 中心	兼职
成员		男	本科	主任	核医学中心	兼职
成员		男	本科	主任	介入诊疗中心	兼职
成员		男	本科	技师长	放疗中心	兼职

根据表 12-1 可知，辐射防护安全管理小组设置了 1 名组长，1 名副组长以及 7 名成员。小组各成员均有一定的学历与管理的能力。本项目开展后，医院的辐射安全管理工作能满足配置要求。

12.1.2 辐射工作人员

为满足医院放射工作和安全的需要，医院将根据要求配置相应的辐射工作人员，项目拟调配人员名单尚未确定，医院现有辐射工作人员情况见附件六。

续表 12 辐射安全管理

由附件七可知，医院目前配置了医师、技师等辐射工作人员共 204 人，基本满足现有放射设备的运行要求。项目建成后拟从现有工作人员中调配 12 人从事介入工作。根据调查，现有辐射工作人员中除 8 人尚未取得《辐射安全与防护培训合格证书》外，其余辐射工作人员均已持证上岗。从人员配备上来看，已从事辐射工作的人员具有一定的辐射安全防护基本知识和技能，为预防放射事故的发生有一定的防护意识和应急能力，基本能满足现有射线装置的操作要求。项目正式投入运行前，新增辐射工作人员均须纳入放射工作人员管理，所有辐射工作人员均须进行辐射安全与防护知识培训考试合格后持证上岗。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号）本次环评提出，建设单位应根据上述要求，介入室至少需要增加 2~3 名辐射工作人员，且所有放射工作人员中应至少有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

根据环境保护部令第 3 号第十五条的规定：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。环境保护部令第 18 号第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。辐射安全再培训包括新颁布的相关法律、法规和辐射安全与防护专业标准、技术规范，以及辐射事故案例分析与经验反馈等内容。

因此，本环评要求医院在本项目运营前，组织未进行培训的人员以及新增辐射工作人员进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，考核合格后方可上岗，做到所有从事辐射工作的人员均持证上岗。同时，取得培训合格证的人员，医院应每四年组织一次复训。且医院应将从事介入治疗的工作人员纳入放射工作人员进行管理，每季度（90 天）对辐射工作人员进行个人剂量监测，每 1~2 年组织辐射工作人员进行职业健康体检。

12.2 辐射安全管理规章制度

为保障放射源及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，医院在不断总结完善近年来核技术利用方面的经验，针对辐射设备情况和预期工作情况初步制定了以下管理制度（详见附件九），医院制定了一系列的规章制度，具体制度有：

续表 12 辐射安全管理

- (1) 《放射防护与辐射安全工作制度》；
- (2) 《辐射工作安全与防护管理制度》；
- (3) 《射线装机机房操作管理制度》；
- (4) 《放射安全操作规程》；
- (5) 《介入工作室工作制度》；
- (6) 《辐射环境监测计划》
- (7) 《郴州市第一人民医院辐射事故应急预案》等。

上述管理制度的操作规程只能满足医院目前的辐射工作，国家环境保护部令第 18 号（2011）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等现行要求，医院需补充以下方面的相关制度：

- (1) DSA 操作规程；
- (2) DSA 手术台账制度；
- (3) 辐射工作人员健康管理制度；
- (4) 受检者防护制度等。

医院应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，应根据环境保护管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容加以完善和补充，提高现有制度的可操作性，并确保各项制度的落实。

12.3 辐射环境管理要求

按照《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求，为确保放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，尽可能的避免事故的发生，医院必须培植和保持良好的安全文化素养，减少因人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，提出如下辐射环境管理要求：

(1) 依据《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十八条和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》之规定，该医院必须向生态环境部门重新申领安全许可证等相关环保手续。

(2) 明确放射防护安全管理小组的职责：设立兼职或专职的安全负责人，负责整个医院的放射防护与安全工作。建立放射防护安全防护管理制度，履行放射防护职责，确保放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众成员的权益，尽可能避免事故的发生。

续表 12 辐射安全管理

生。

(3) 医院辐射工作人员必须定期经过辐射工作安全防护培训，培训合格并取得辐射工作安全防护培训合格证方可上岗；操作人员必须遵守各项操作规程，检查仪器安全并做好当班记录，严格执行交接班制度，发现异常及时处理。

(4) 各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；所有的放射工作场所均必须有电离辐射警示标志，各机房门屏蔽门上方还必须要有工作指示灯中文标注放射防护注意事项。警告标志的张贴必须规范。

(5) 每年应至少进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，医院工作人员应持证上岗，定期进行辐射防护知识和法规知识的培训 and 安全教育，检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案。对个人剂量超过或接近管理目标的辐射工作人员应暂离岗位，并在今后的工作中增加监测频率。对辐射工作人员每两年进行职业健康体检并形成制度。记录个人所受的射线剂量。

(6) 制定事故状态下的应急处理计划，其内容包括事故的报告，事故区域的封闭，事故的调查和处理及工作人员的受照剂量估算和医学处理等。

(7) 应当加强对本单位与射线装置安全和防护状况的日常检查，发现问题及时解决；发现安全隐患的，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并报告发放辐射安全许可证的生态环境主管部门

(以下简称“发证机关”)，经发证机关检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

(8) 对医院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。

(9) 按照《建设项目环境保护管理条例》(国务院第 682 号令)第十二条规定，建设项目的规模发生变化，或者建设项目环境影响报告书自批准之日起满 5 年，建设项目方开工建设的，其环境影响报告文件应重新编制，报批。

(10) 安装、维修或者更换与辐射源有关部件的设备，应当向有关部门申请，进行防护监测验收，确定合格后方可启用，以杜绝放射事故的发生。

(11) 建设项目竣工环境保护验收涉及的辐射监测，由使用射线装置的单位委托有相应资质的辐射环境监测机构进行。

(12) 医院在依法被撤销、依法解散、依法破产或者其他原因终止前，应当确保

续表 12 辐射安全管理

环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役完成前所有的安全责任。

12.4 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院第 449 号令）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

医院必须配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对医院使用的各射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所内外环境的监测。

12.4.1 辐射工作人员个人剂量监测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。个人照射累积剂量每 90 天为一监测周期，如发现异常可加密监测频率。

根据环境保护部令第 3 号、环境保护部令第 18 号中对工作人员个人剂量的要求，医院应为每名工作人员配置个人剂量计，定期组织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。医院还应安排专人负责个人剂量监测管理，建立了辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当永久保存。

12.4.2 工作场所内外环境监测

根据国家规定每 1~2 年接受辐射防护管理部门对工作场所周围环境进行常规监测，发现问题及时整改。监测资料存档。

① 验收监测

项目正式运行后，应委托有资质的单位进行验收监测。若发现问题，及时整改，直到合格为止。

② 日常监测（自主检测或委托有资质的单位）

监测频率：每年一次；

监测因子：工作场所剂量当量率。

监测范围：机房防护门及缝隙处，电缆及管道的出入口，控制室，操作台等；以及

续表 12 辐射安全管理

机房屏蔽墙四周。

监测数据作为医院的管理依据。

医院应自行配备 X- γ 剂量率测量仪（定期进行计量检定），对射线装置工作场所四周环境进行监测。发现问题及时整改。监测数据每年年底向市环境保护局和省环境保护厅上报备案。医院自行的日常监测要求如下表 12-3 所示。

表 12-3 医院常规监测内容一览表

监测项目	监测因子（内容）	监测频率	限值要求
个人剂量	外照射剂量	每个季度	根据评价要求
DSA 机房四周及顶棚墙体、防护门外 30cm 处	周围剂量当量率	一年一次	2.5 μ Sv/h
射线装置机房	工作指示灯、警示标识	每月自检	标准要求

12.4.3 医院辐射环境现状监测

（1）工作场所内外环境监测

根据国家规定，每 1~2 年对工作场所周围环境进行常规监测，发现问题及时整改。监测资料存档。

根据医院提供资料，医院年度内总体情况良好，没有发生辐射事故，也没有辐射事故的投诉和举报。

（2）个人剂量监测

医院为辐射工作人员配置了个人剂量计，根据医院提供的资料，目前其建立了以一个季度（90 天）为检测周期的个人剂量监测制度，检测报告由专人负责存档，发现有工作人员超出本评价提出的年剂量约束限制，立即停止辐射工作。由附件七可知，郴州市第一人民医院已委托湖南省职业病防治院对现有辐射工作人员进行了个人剂量监测，从最近检测周期的个人剂量检测报告可知，该周期内辐射工作人员个人剂量当量检测结果均未超出相关标准要求。本次环评要求医院加强对辐射工作人员的辐射防护知识和技能培训，做到持证上岗，并定期进行辐射防护安全教育。

12.4.4 医院辐射防护符合项分析

根据环境保护部令第 3 号、环境保护部令第 18 号对使用射线装置要求及医院目前实际筹备计划，做出如下符合项评价，见表 12-4。

表 12-4 医院从事辐射活动能力评价表

续表 12 辐射安全管理

应具备条件	现有条件	还需落实的工作
使用Ⅱ类射线装置的工作单位，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或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	成立了辐射防护领导机构，并指定具备本科以上学历的专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。	/
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。	现有204名辐射工作人员中除8人尚未取得《辐射安全与防护培训合格证书》外，其余辐射工作人员均已持证上岗。	所有辐射工作人员，需要参加培训并取得合格证后方可上岗，应当每四年接受一次再培训；新增人员也须纳入辐射工作人员管理。
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。	现有射线装置机房门上均设置有工作状态指示灯，并实行门灯联锁。门口显眼位置设置电离辐射警示标识和警示语。	/
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计。	各射线装置机房内配备了相应的铅衣、铅围脖等个人防护用品。现有辐射工作人员均配有个人剂量计。	新增项目机房需增配防护用品。上岗前，所有辐射工作人员应配备个人剂量计。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定了放射防护管理、设备操作制度、放射科管理制度等。	补充制定射线装置机房相关制度。
有辐射安全管理机构，有完善的辐射事故应急措施。	已成立，已制定。	完善辐射事故应急预案，定期开展应急演练工作。

综上所述，郴州市第一人民医院在完善上述要求后从事辐射活动的条件已基本具备。

12.5 职业健康监护

对已经从事放射工作的职业人员进行的经常性医学检查，按照《放射工作人员职业健康管理办法》的规定执行，医院应为辐射工作人员建立个人健康档案，档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见，并妥善长期保存。

现有辐射工作人员均已于2019年10月~12月在湖南省职业病防治院进行了职业健

续表 12 辐射安全管理

康体检，医院已为全体辐射工作人员建立个人健康档案。

12.6 辐射事故应急预案

12.6.1 事故应急培训演习计划

1、事故应急演练：完善的预案、周到的准备和准确的事事故处理必须依靠定期的应急演练来加以巩固和提高，从而真正发生时能够做到沉着应对、科学处置。组织应急演练应注意以下几个方面。

(1) 制定周密的演练方案，明确演练内容、目的、时间、地点、参演人员等。

(2) 进行合理的人员分工。成立演练领导组、工作组、保障组等机构，进行角色分工，明确人员职责。

(3) 做好充分的演练准备，维护仪器设备，配齐物资器材，找好演练场地。

(4) 开展认真的实战演练，按照事先预定的方案和程序，有条不紊的进行，演练过程中除非发生特殊情况，否则尽量不要随意中断。若出现问题，演练完毕后再进行总结。

(5) 做好完整的总结归纳，演练完毕要及时进行归纳总结，对于演练过程中出现的问题要认真分析，并加以改正，成功的经验要继续保持。

2、应急响应准备：包括建立辐射事故应急值班制度、开展人员培训、配备必要的应急物资和器材。

(1) 辐射事故应急办公室应建立完善的辐射事故应急预警机制，及时收集、分析辐射事故相关信息，协调下设小组人员开展辐射事故应急准备工作，定期开展事故应急演练，提高应急处置能力。

(2) 定期就辐射安全理论，辐射事故应急预案、程序和处置措施，以及应急监测技术等内容组织学习，必要时进行考核，以达到培训效果。

(3) 根据医院核技术利用情况，可能发生的事故级别，做好事故应急装备的准备工作。主要包括交通、通讯、污染控制盒安全防护等方面的物资和器材，具体见表 12-5。

表 12-5 辐射事故应急物资和器材

器材或物资类别	名称及数量	维护保养要求
监测仪器	X、 γ 巡测仪一台、个人剂量报警仪若干	定期开展维护保养和计量检定，保证仪器设备完好
通讯工具	手持对讲机或移动手机若干	定期充电、检查，保证完好

续表 12 辐射安全管理

取证工具	数码照相机、摄像机、测距仪等	定期充电、检查，保证完好
警戒设备	电离辐射警告标志、警示灯等	保持干净、完好
人员防护设备	防辐射工作服、防护眼镜、手套（乳胶或纱棉）	保持干净、完好

12.6.2 事故应急处理措施

辐射事故一旦发生，应立即采取以下措施进行处理，并根据事故情况启动应急预案。主要应急处理措施如下：

① DSA 等 X 射线类装置射线无高压输入时即停止发射射线，因此处理此类事故的首要一条就是切断电源，切断电源可以停止照射；

② 立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源，切断一切可能扩大事故范围的环节，防止事故扩大和蔓延；对可能受伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人防护措施的情况下组织人员控制事故现场，并根据需要实施医学检查和医学处理。

③ 如因射线装置输出量异常发生人员受到异常照射的事故，应及时检修射线装置，并进行输出量计量校准。保存控制器上的照射记录，不得随意更改，以便事后对受照人员进行受照剂量估算；

④ 若事故后经检查为机器出现故障，应通知厂家立即派专业技术人员到现场排除故障。医院不能擅自处理；

⑤ 发生辐射事故后，根据受照情况，应迅速安排事故受照人员的医学检查和医学监护。并在 2 小时内向医院领导及有关行政主管部门上报。并配合有关部门进行调查，查找事故原因，做好相关防范措施。

⑥ 医院应根据人员受照剂量，判定事故类型和级别，提出控制措施及救治方案，迅速安排受照人员接受医学检查、救治和医学监护。

12.6.3 应急报告程序

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向州生态环境局报告，再由州生态环境局上报给省生态环境厅，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

辐射安全管理办公室（院办）电话：0735-2343666

市生态环境局电话：12369（24 小时）

续表 12 辐射安全管理

省生态环境厅电话：0731-85698110

郴州市第一人民医院按照上述要求制定的应急预案，内容详实，可操作性较强，能够满足在发生辐射安全事故时的应急处理的需要。同时，建设单位在日常加强事故演习，加强医院人员的安全文化素养培植，使树立较强的安全意识，减少人为因素导致的意外事故的发生率，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。

综上所述，评价认为，郴州市第一人民医院核技术利用改扩建项目的辐射环境管理满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关标准的要求。

表 12-6 环境保护验收一览表

序号	验收内容	验收要求	要求
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告。	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和事故应急预案。	环境保护部令第 3 号
3	人员要求	管理人员和所有辐射工作人员持证上岗，4 年进行 1 次复训，新增辐射工作人员须进行岗前培训。	环境保护部令第 3 号、18 号
4	辐射工作人员组成	本项目拟配备辐射工作人员 8 名，均从现有辐射工作人员和其他科室工作人员中调配。验收要求项目配备相应的介入医生及技师，均纳入辐射工作人员进行管理；辐射工作人员持证上岗，4 年进行 1 次复训。	国家环境保护总局令 第 31 号
5	辐射安全防护措施	1、辐射防护监测设备和个人防护用品按表 10-2 要求进行配置； 2、要求设置门灯连锁装置；机房外醒目处张贴电离辐射警示标志以及工作状态指示灯； 3、射线机房在控制室与机房之前应设观察窗与对讲机； 4、射线机房内设置通风装置，保持良好的通风，机房内不得堆放无关杂物； 5、防护门与墙体搭接长度大于防护门与墙体缝隙 10 倍，有效防止射线泄漏射； 6、制度上墙。	GBZ130-2013 GBZ18871-2002
6	辐射监测	医院应每 90 天对辐射工作人员进行个人剂量监测，每 2 年进行放射人员职业健康体检，并将资料存档管理。	环境保护部令第 3 号、环境保护部令第 18 号
7	机房面积及最小单边长	DSA 机房：≥30m ² ，最小单边长 4.5m（参考）。	GBZ130-2013
8	电离辐射	剂量限制	1、DSA 介入医生年有效剂量≤4mSv； 2、其他放射工作人员年有效剂量≤2mSv； 3、公众成员年有效剂量≤0.1mSv。 GB18871-2002、GBZ130-2013、及环评批复
		墙体外剂量率控制	距离机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率 ≤2.5μSv/h。 GB18871-2002 GBZ130-2013
		介入医生术者位剂量率控制	透视防护区测试平面空气比释动能率 ≤400μGy/h。 GBZ130-2013
9	废气	射线机房内设置机械动力通风装置。	GBZ130-2013

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

郴州市第一人民医院位于郴州市北湖区罗家井 102 号。为了提高医疗档次和诊疗水平，改善广大患者的就诊环境，扩大医院的服务范围，为医院创造更多的社会和经济效益，郴州市第一人民医院拟投资 █████ 万元进行核技术利用改扩建项目建设，本次改扩建主要在东院和西院改建 3 间 DSA 机房，并新增 3 台 DSA，属 II 类射线装置。

根据现场踏勘情况，机房改造尚未开始。

通过开展对本项目的分析、对周围环境质量现状的调查以及项目的主要污染物对环境的影响分析等工作，得出如下结论。

13.1.2 实践正当性分析

医院射线装置对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，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 产业政策符合性分析

项目投入使用的 DSA 为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，本项目属于国家发展和改革委员会令 9 号《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正）第一类——鼓励类中“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”。项目符合国家相关法律法规和政策的规定，符合国家产业政策。

13.1.4 选址可行性及布局合理性分析

1、选址可行性分析

根据现场监测结果，项目拟建址的地表 γ 辐射剂量率在 117~128nGy/h 之间，与湖南省郴州市天然放射性水平调查研究相比，项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内，未见异常，项目拟建址辐射环境质量现状良好。机房选址均远离医院内及周围环境敏感点，有利于辐射防护。项目营运期产生的电离辐射、有害气体等均得到有效治理，

续表 13 结论与建议

达标排放对环境的影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

2、布局合理性分析

本项目辐射工作场所为东院医技楼一层2间DSA机房和西院康复住院楼北楼八层1间DSA机房。根据现场踏勘情况，DSA机房位置均相对远离周围环境敏感点。设置了机房和控制室等辅助用房，总体用房与其他科室用房分开，放射诊疗区和非放射诊疗区分开，方便病人诊疗和医生办公，且放射诊疗区置于人流不密集角落里，能更好的保护病人及医院工作人员的安全，有利于采取相应的辐射防护措施。从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

13.1.5 环境影响分析结论

1、机房使用面积

本项目DSA机房的设计有效使用面积及最小单边长度满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中提出的：有效使用面积不小于30m²，最小单边长度不小于4.5m²的要求。

2、墙体屏蔽的辐射防护

本项目射线装置机房屏蔽厚度按照医院设计值进行建设，通过预测结果，各机房的四周墙体、顶棚、地板、防护门和观察窗的厚度均能满足要求，能有效保证辐射工作场所的安全。

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本环评的剂量约束限值要求介入医生：4mSv/a，其他辐射工作人员：2mSv/a，公众成员：0.1mSv/a符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）和《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）相关标准的要求。

13.1.6 辐射防护与安全措施

①机房各墙体厚度按照环评的要求进行建设，保证施工质量。

②按照本评价提出的要求，设置相应的紧急停机、工作状态指示灯、电离辐射警示标志灯等。

③各机房的过墙电缆线、管线孔、通风管道等均采用U型走向，并保证机房内良好的通风。

续表 13 结论与建议

④根据需要为医生、病人配置铅围裙、铅眼镜等防护用品。

⑤所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期进行测读，建立个人剂量档案。

13.1.7 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射防护安全管理小组，各项规章制度、操作规程、应急处理措施等基本健全、具有可操作性，但仍应加强日常应急响应的准备工作及应急演练。医院应严格执行各项规章制度执行，辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，定期进行检查并安排职业健康体检。医院还应在今后的工作中，按照相关标准要求不断完善相关管理制度，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，郴州市第一人民医院严格按照环评要求进行建设后，医院核技术利用改扩建项目运行时对周围环境产生的辐射影响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；该项目对环境的辐射影响是可接受的。郴州市第一人民医院在落实了本环评提出的各项环境保护及污染防治措施的前提下，从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

13.2 要求

1、根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 B1.1 款的相关规定，医院应每 90 天定期对从事放射诊疗的工作人员进行个人剂量监测。加强工作人员的辐射防护，工作人员必须配戴个人剂量计。

2、在项目运行前，医院必须安排好放射工作人员岗位，并安排放射工作人员参加环保行政主管部门或其他单位举办的辐射防护相关知识的培训学习，培训合格者方可上岗，并进行 4 年一次复训。医院应组织放射工作人员到有职业健康检查资质的医疗机构进行职业健康检查，周期为 1~2 年。医院应为现有及新增放射工作人员配备个人剂量计，并定期进行个人剂量监测。

3、负责 DSA 介入手术的医护人员应按辐射工作人员进行管理，定期开展辐射防护知识培训、个人剂量监测和职业健康体检。

4、DSA 介入手术医护人员中须配备有临床相关专业的医师。

5、医院在项目实施后，需要根据实际情况修改完善各项制度，并组织实施。各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙。所有的放射工作场所均必须有电离辐射警示标志，各机房门屏蔽门上方还必须要有工作指示灯。

续表 13 结论与建议

6、根据医院的实际情况和项目建设进展，医院应进行验收手续。

7、医院应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关规定重新申领辐射安全许可证。

8、对医院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。

9、医院拆除或更改环境保护设施，需得到环境保护部门批准后方可实施。

13.3 建议

1、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、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并自购辐射检测设备，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

2、医院应根据自身实际情况，及时组织全体辐射工作人员参加环保行政主管部门或其他单位举办的辐射防护相关知识的培训。

3、医院应对介入手术医护人员严格执行轮班制度，做好手术量登记，以确保其所受辐射剂量在项目年剂量管理目标值内。

4、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。医院应细化、完善各项管理制度，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

5、医院辐射防护标识应全面、清晰，不留死角。

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