

# 核技术利用建设项目

## 保靖县人民医院二院核技术利用建设项 目环境影响报告表

(送审稿)

保靖县人民医院

二〇二四年九月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 保靖县人民医院二院核技术利用建设项目 环境影响报告表

(送审稿)

建设单位名称：保靖县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：

邮政编码：

电子邮箱：

打印编号: 1730188948000

全国环境影响评价

### 编制单位和编制人员情况表

项目编号	260n4w	
建设项目名称	保靖县人民医院二院核技术利用建设项目	
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	
<b>一、建设单位情况</b>		
单位名称（盖章）		
统一社会信用代码		
法定代表人（签章）		
主要负责人（签字）		
直接负责的主管人员（签字）		
<b>二、编制单位情况</b>		
单位名称（盖章）		
统一社会信用代码		
<b>三、编制人员情况</b>		
1 编制主持人		
姓名	职业资格	
伍志强	202305035	h
2 主要编制人员		
姓名	主要编	
伍志强	项目基本情况、放射性物质、射线装置、放射性废弃物)、标与评价标准、项目工程分析与防护、环境影响分析与建议	h

# 目 录

表 1 项目基本概况 .....	1
表 2 放射源 .....	10
表 3 非密封放射性物质 .....	12
表 4 射线装置 .....	13
表 5 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 .....	27
表 10 辐射安全与防护 .....	32
表 11 环境影响分析 .....	40
表 12 辐射安全管理 .....	58
表 13 结论与建议 .....	65
表 14 审批 .....	67

附件 2 医院二院大环评批复 .....	错误！未定义书签。
附件 3 辐射安全许可证 .....	错误！未定义书签。
附件 4 关于调整辐射防护安全管理委员会的通知 .....	错误！未定义书签。
附件 5 应急预案及相关制度 .....	错误！未定义书签。
附件 6 辐射工作人员职业健康体检报告 .....	错误！未定义书签。
附件 7 辐射安全与培训证书 .....	错误！未定义书签。
附件 8 个人剂量检测报告（2023 年 1 月~2024 年 1 月） .....	错误！未定义书签。
附件 9 辐射环境本底检测报告 .....	错误！未定义书签。
附件 10 医院放射工作人员剂量约束值确定 .....	错误！未定义书签。
附件 11 医院拟手术负荷情况说明 .....	错误！未定义书签。
附件 12 机房屏蔽参数 .....	错误！未定义书签。
附件 13 防护用品配备情况 .....	错误！未定义书签。
附图一 医院地理位置图 .....	68
附图二 门诊综合大楼 1F 平面布置图 .....	69
附图三 门诊综合大楼 2F 平面布置图 .....	70
附图四 门诊综合大楼 3F 平面布置图 .....	71
附图五 医院拟新建 DSA 机房分区图 .....	错误！未定义书签。
附图六 医院拟新建 DSA 机房楼下分区图 .....	错误！未定义书签。
附图七 医院拟新建 DSA 机房楼上分区图 .....	错误！未定义书签。
附图八 本项目通风设计图 .....	错误！未定义书签。
附图九 本项目人流、物流路线 .....	72
附图十 现场照片 .....	错误！未定义书签。

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		保靖县人民医院二院核技术利用建设项目			
建设单位		保靖县人民医院			
法人代表	田仁松	联系人	李俊		
注册地址		保靖县迁陵镇北街 7 号			
项目建设地点		保靖县迁陵镇腊水村二院综合楼 2 楼 DSA 手术室 1、DSA 手术室 2			
立项审批部门		-	批准文号	-	
建设项目总投资 (万元)					
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他	占地面积 (m <sup>2</sup> )	-	
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		
其他	-				
<p><b>(一) 医院简介</b></p> <p>保靖县人民医院建于 1952 年，其前身系 1939 年成立的保靖县卫生事务所，1995 年被国家评为“二级甲等”综合医院；1996 年被国家授予“爱婴医院”称号；2020 年 1 月通过二级甲等综合医院复评审。医院编制床位 400 张，现有职工总人数 446 人，在编 240 人，临聘 206 人，卫技人员 437 人，副高级职称 42 人，中级职称 120 人。作为一所集医疗、科研、教学、预防、保健、康复于一体的国家二级甲等综合医院，承担着全县及周边地区 40 多万人口的医疗保健服务。是全县“卒中中心、创伤中心、胸痛中心、危重儿童和新生儿救治中心、危重孕产妇抢救中心”、“120”急救中心定点救治医院、传染病定点医院、突发性公共事件定点救治医院。</p> <p>保靖县人民医院二院建设项目一期工程位于保靖县迁陵镇腊水村，一期总建筑面积</p>					

(含地下)52960.61m<sup>2</sup>，设置床位 300 张，一期工程主要建设内容：门诊综合楼及附属配套设施建设，门诊综合楼-2F 至 9F，污水处理站处理规模为 300t/d、垃圾站 1F，高压氧舱-1F 至 1F，液氧站一座，配套建设供热、制冷系统、太阳能光伏发电系统。二院一期工程于 2023 年 4 月 3 日取得湘西自治州生态环境局的批复：州环评（保靖）[2023]4 号。医院整体现已开工建设，现场照片见附图十。

## （二）任务由来

医院现院区有 1 台 DSA，由于手术量日渐增加，现有 DSA 无法满足工作量需求，为了更好服务当地人民群众，方便看病就医问题，故医院拟在二院综合楼二楼新建 2 间 DSA 机房及相关配套用房，机房共用一间控制室，并新购两台 DSA（共两台，最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA。属于 II 类射线装置）。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《建设项目分类管理名录》等相关法律法规的规定，该拟建 DSA 机房应编制环境影响报告表，为此，保靖县人民医院于 2024 年 5 月委托长沙宏伟环保科技有限公司对该项目进行环境影响评价（附件 1）。接到委托后，我单位组织专业技术人员对现场进行了调查、监测和资料收集等工作，编制完成了《保靖县人民医院二院核技术利用建设项目环境影响报告表》。

## （三）项目建设规模

- 1.项目名称：保靖县人民医院二院核技术利用建设项目
- 2.建设单位：保靖县人民医院
- 3.项目性质：扩建。
- 4.建设地点：保靖县迁陵镇腊水村保靖县人民医院二院综合楼二楼
- 5.建设内容：拟在二院综合楼二楼建设两间 DSA 机房以及相关辅助用房，并新增两台 DSA 设备，本项目建设完成后，二院与老院共 3 台 DSA 同时运行。

表 1-1 医院拟新增射线装置情况一览表

序号	装置名称	所在位置	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	型号	类型	数量
1	医用血管造影 X 射线系统 (DSA)	二院综合楼二楼	125	1250	待定	II 类	1 台

		DSA 手术室 1					
2	医用血管造影 X 射线系统 (DSA)	二院综合楼二楼 DSA 手术室 2	125	1250	待定	II 类	1 台

6、项目组成：医院拟在二院综合楼二楼新建 2 间 DSA 机房及相关配套用房。本项目具体建设内容见下表 1-2。

**表 1-2 本项目具体建设内容一览表**

序号	项目	主体工程	备注
1	DSA 手术室 1	机房长×宽×高分别为 8.48m×6.36m×3.0m，使用面积为 53.93m <sup>2</sup>	新建
	设备	配置 1 台医用血管造影 X 射线装置 (DSA，II 类射线装置，单管头)，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，型号：待定。	新购
	辅助用房	控制室、设备间、污物通道等	新建
2	DSA 手术室 2	机房长×宽×高分别为 8.96m×6.36m×3.0m，使用面积为 56.98m <sup>2</sup>	新建
	设备	配置 1 台医用血管造影 X 射线装置 (DSA，II 类射线装置，单管头)，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，型号：待定	新购
	辅助用房	控制室、设备室、污物通道等	新建
二	公用工程		
1	给水	由城市供水管网提供，依托医院供水管网。	依托
2	排水	生活污水经化粪池预处理后排入医院污水管网。	依托
3	供配电	由市政电网供电，依托医院供配电系统。	依托
4	DSA 手术室 1 通风	机房西处离地高度 3m 加装一个双层百叶送风口，机房送风量约 700m <sup>3</sup> /h。机房东处离地高度 3m 加装一个单层百叶排风口，机房排风量约 700m <sup>3</sup> /h。并设置室内回风装置。能使机房保持良好的室内空气流通满足《放射诊断防护要求》(GBZ130-2020) 的标准要求，同时在排风口加装 3mm 铅防雨百叶，防止射线泄露	新建
	DSA 手术室 2 通风	机房西处离地高度 3m 加装一个双层百叶送风口，机房送风量约 700m <sup>3</sup> /h。机房东处离地高度 3m 加装一个单层百叶排风口，机房排风量约 700m <sup>3</sup> /h。并设置室内回风装置。	新建

		能使机房保持良好的室内空气流通满足《放射诊断防护要求》(GBZ130-2020)的标准要求,同时在排风口加装 3mm 铅防雨百叶,防止射线泄露	
三	环保工程		
1	DSA 手术室 1 废气	X 射线与空气作用,产生少量的臭氧和氮氧化物废气,少量的有害气体直接与大气接触、不累积,自然逸散,对环境影响可忽略不计。机房排风经排气扇引至 DSA 手术室 1 东面穿墙后引至排风井排放,能保证机房内通风良好。	新建
	DSA 手术室 2 废气	X 射线与空气作用,产生少量的臭氧和氮氧化物废气,少量的有害气体直接与大气接触、不累积,自然逸散,对环境影响可忽略不计。机房排风经排气扇引至 DSA 手术室 2 东面穿墙后引至排风井排放,能保证机房内通风良好。	新建
2	废水	项目产生的废水依托医院的污水管网收集至医院的污水处理系统处理。	依托
3	固体废物	介入手术过程中产生的医疗废物在每场手术结束后,经打包后运至医院医疗废物间暂存,而后交有资质单位处置。 项目产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集,统一交环卫部门处理。	依托
4	DSA 手术室 1 辐射防护	四周墙体: 240mm 实心灰砂砖墙+2mmpb 的硫酸钡水泥 底板: 200mm 现浇混凝土+2mmpb 硫酸钡水泥 顶板: 200mm 现浇混凝土+2mmpb 的硫酸钡板 防护门,观察窗均为 3mmpb	新建
	DSA 手术室 2 辐射防护	四周墙体: 240mm 实心灰砂砖墙+2mmpb 的硫酸钡水泥 底板: 200mm 现浇混凝土+2mmpb 硫酸钡水泥 顶板: 200mm 现浇混凝土+2mmpb 的硫酸钡板 防护门,观察窗均为 3mmpb	新建

#### (四) 项目选址

医院地理位置:保靖县人民医院二院位于保靖县迁陵镇腊水村,一期工程主要内容:门诊综合及附属配套设施建设,门诊综合楼-2F 至 9F,污水处理站处理规模为 300t/d、垃圾站 1F,高压氧舱-1F 至 1F,液氧站一座,配套建设供热、制冷系统、太阳能光伏发电系统。。本项目 DSA 机房拟设置于综合楼二楼中部,项目所在位置位于医院一期整体规划的中部,其西北侧为砂厂、林地,南侧为二期规划用地,西侧为保靖路,东侧为林地。

本项目位于综合楼二楼中部,拟建 DSA 手术室 1 其东侧为污物通道,南侧为控制室,西侧为过道,北侧为铅衣存放处和设备间,机房楼上为资料室和空调机房、楼下为

DR 机房和控制室；拟建 DSA 手术室 2 其东侧为污物通道，南侧为复苏室和设备间，西侧为过道，北侧为控制室，机房楼上为切片室和细胞制片室、楼下为 CT 机房。项目地理位置见图 1-1，综合楼 2F 平面布局图见图 1-2，拟建 DSA 机房现场情况见附图十。

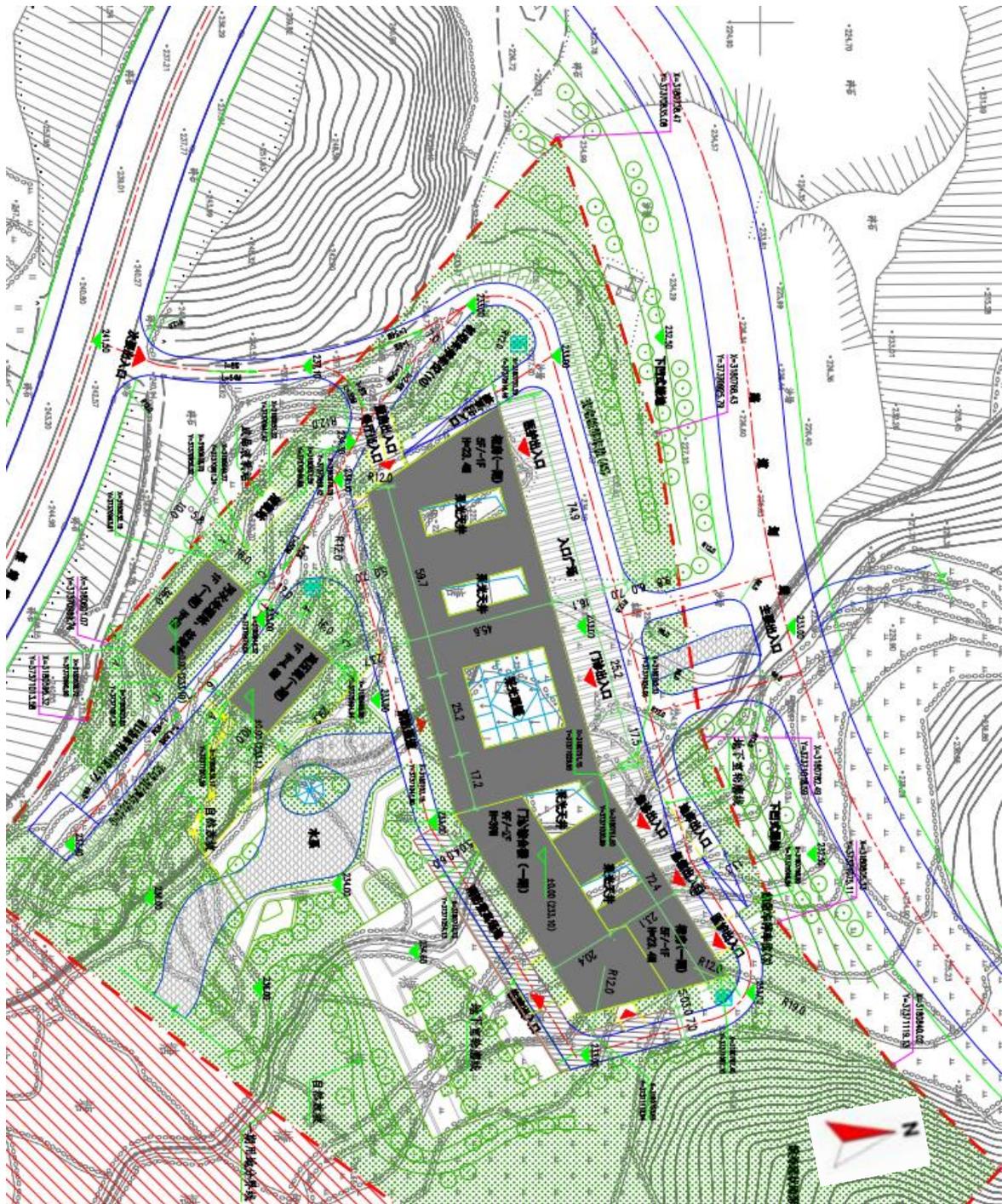
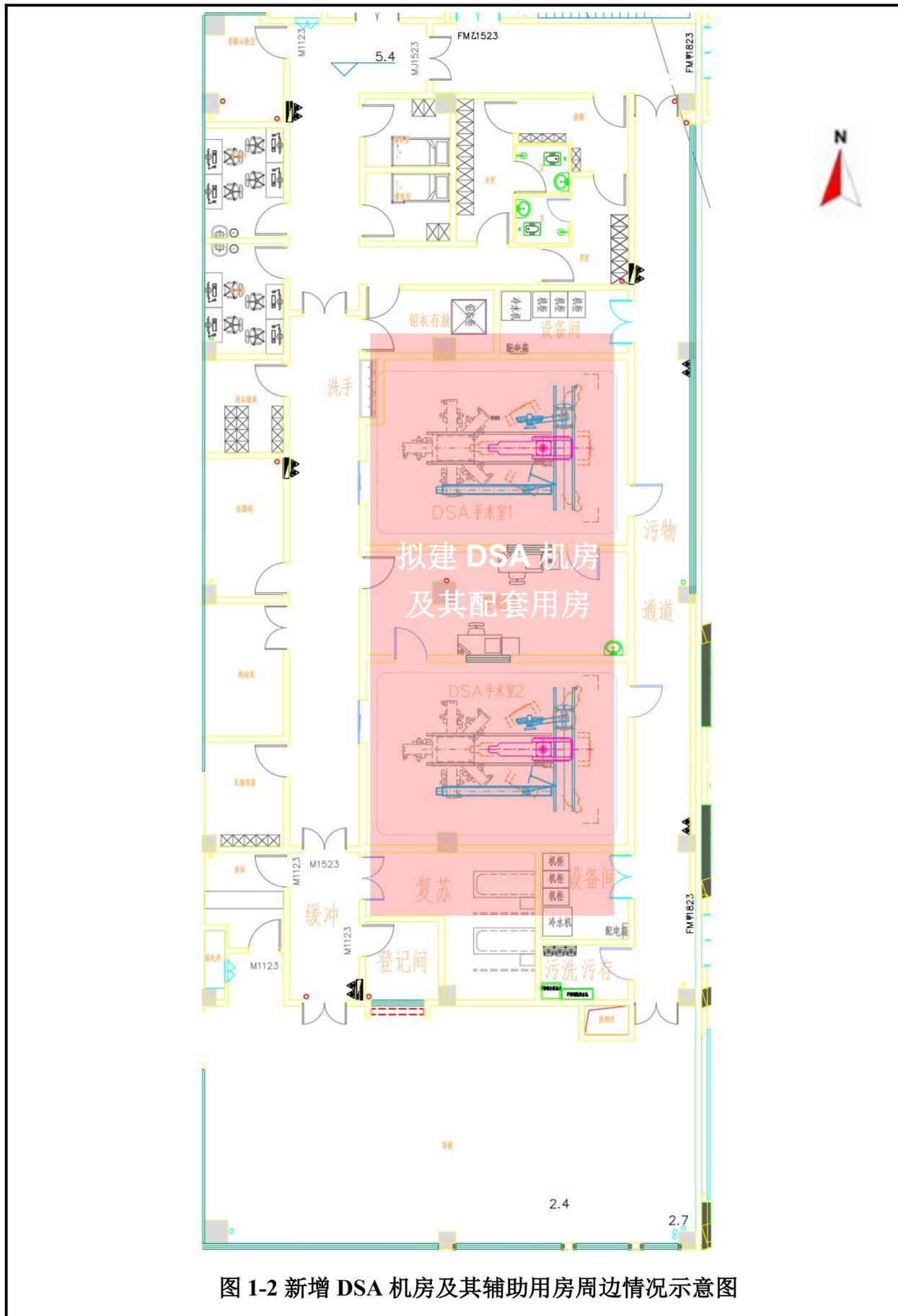


图 1-1 医院平面布局图



### (五) 工作负荷及项目配备的辐射工作人员基本情况

根据医院提供资料（附件 11），本项目两台 DSA 预计年开展介入手术共 1800 台，手术种类为心内、神内、外周，由两台 DSA 均分，拟配备 12 名介入医生，2 名技师，6 名护士。

本评价要求本项目运行前配备的辐射工作人员均应通过医用 X 射线诊断与介入放射学辐射安全与防护考核，上岗前要做好岗前体检，上岗期间做好个人剂量检测，每两年要进行一次职业健康体检，人员符合 II 类射线装置辐射人员的配置要求。

本项目辐射工作人员拟配备情况见表 1-5。

表 1-4 本项目辐射工作人员配备情况表

岗位		拟配备人员数量	人员来源
DSA 介入中心	介入医生	12 名	拟新聘
	技师	2 名	
	护士	6 名	

### (六) 现有核技术利用项目基本情况

老院现有 8 台 III 类、1 台 II 类射线装置，于 2023 年 11 月 23 日取得了辐射安全许可证（证书编号：湘环辐证【02801】），其允许种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置，已进行了环评、备案（附件 3）。医院现有射线装置情况详见表 1-6。

表 1-5 现有放射性装置

序号	射线装置	型号	类别	位置	环评、验收情况
1	X 射线计算机断层摄影设备	NeuViz64i	III 类	CT 室	已备案
2	X 射线计算机体层摄影设备	RevolutionACT	III 类	车载 CT	已备案
3	医用 X 射线摄影系统	KDH4000	III 类	体检中心 DR 室	已备案
4	数字化医用 X 射线摄影系统	tixFusionMax 翔龙 Max	III 类	门诊 R 室	已备案
5	医用血管造影 X 射线机	Optima1Gs330	II 类	介入手术室	已环评、验收
6	移动式平板 C 型臂 X 射线机 (小 C 臂)	PLX118F	III 类	第四手术室	已备案
7	口腔颌面锥形束计算机体层 摄影设备	RCT700-SC	III 类	日腔 X 光室	已备案
8	乳腺数字 X 射线摄影设备 (乳腺 DR)	Senographe Crystal Nova	III 类	钼靶空	已备案

### **（七）现有核技术利用项目防护措施落实情况**

医院成立了放射防护管理小组（附件4），制定了放射事故应急处置预案，制定了相关管理制度（附件5），医院各射线装置机房均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）屏蔽防护：各机房屏蔽防护措施满足要求；机房设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；每个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。

（3）机房内通风：各机房通风良好。

（4）年度评估：根据“全国核技术利用辐射安全申报系统”资料，医院每年均在1月31日之前提交了上一年度的年度评估报告。

### **（八）现有核技术利用项目配备的辐射工作人员基本情况**

医院现院区有辐射工作人员总人数28人，其中II类射线装置为一台DSA，医院老院区现有介入手术室配备2名介入医师4名护士1名技师，已进行辐射安全与防护考核、已做好职业健康体检，已按要求佩戴好个人剂量计，III类射线装置人员已完成自主考核，已做好职业健康体检，已按要求佩戴好个人剂量计。

现有辐射工作人员个人剂量监测报告见附件8、辐射安全与防护考核证书见附件7、职业健康体检结果见附件6。

### **（九）产业政策符合性**

本项目使用的DSA装置属于《产业结构调整指导目录（2024年本）（2024年2月1日施行）中第十三项“医药”中第4款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

表 1-6 医院现有辐射工作人员个人剂量计送检、辐射安全培训及职业健康体检结果（单位：mSv）

序号	姓名	性别	放射工种	2023.1.25	2023.4.26	2023-7.25	2023-10.24	年剂量 (mSv/a)	辐射安全培训考 核证书编号	职业健康体 检(年/月/日)	是否可继续从事 原放射工作
				-	-	-	-				
				2023.4.25	2023.7.24	2023.10.23	2024-1.22				



**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
	本项目不涉及	-	-	-	-	-	-	-

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
本项目不涉及		-	-	-	-	-	-	-	-	-

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
本项目不涉		-	-	-	-	-	-	-	-	-

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

(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	
本项目不涉		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 5 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
本项目不涉	-	-	-	-	-	-	-	-

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</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 日施行修订版；</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 7 月 16 日修订，2017 年 10 月 1 日执行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，国务院令第 653 号修改，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 7 号），2019 年 8 月 22 日施行；2021 年 1 月 4 日经（《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令第 20 号）修改）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号），2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(8) 《产业结构调整指导目录（2024 年版）》（国家发展和改革委员会令第 7 号）；</p> <p>(9) 《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），2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《射线装置分类》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理辦法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）；</p> <p>(12) 《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 145 号，2006 年。</p>
-------------	--

<p style="text-align: center;"><b>技术标准</b></p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(4) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>(8) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(9) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。</p>
<p style="text-align: center;"><b>其他</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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；</li> <li>2. 《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 年）；</li> <li>3. 建设单位提供的其他资料。</li> </ol>

表 7 保护目标与评价标准

### 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》（HJ10.1-2016）中的相关规定，并结合该项目射线装置为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定以该项目 DSA 机房屏蔽体外 50m 区域作为辐射环境的评价范围，评价范围见图 7-1。

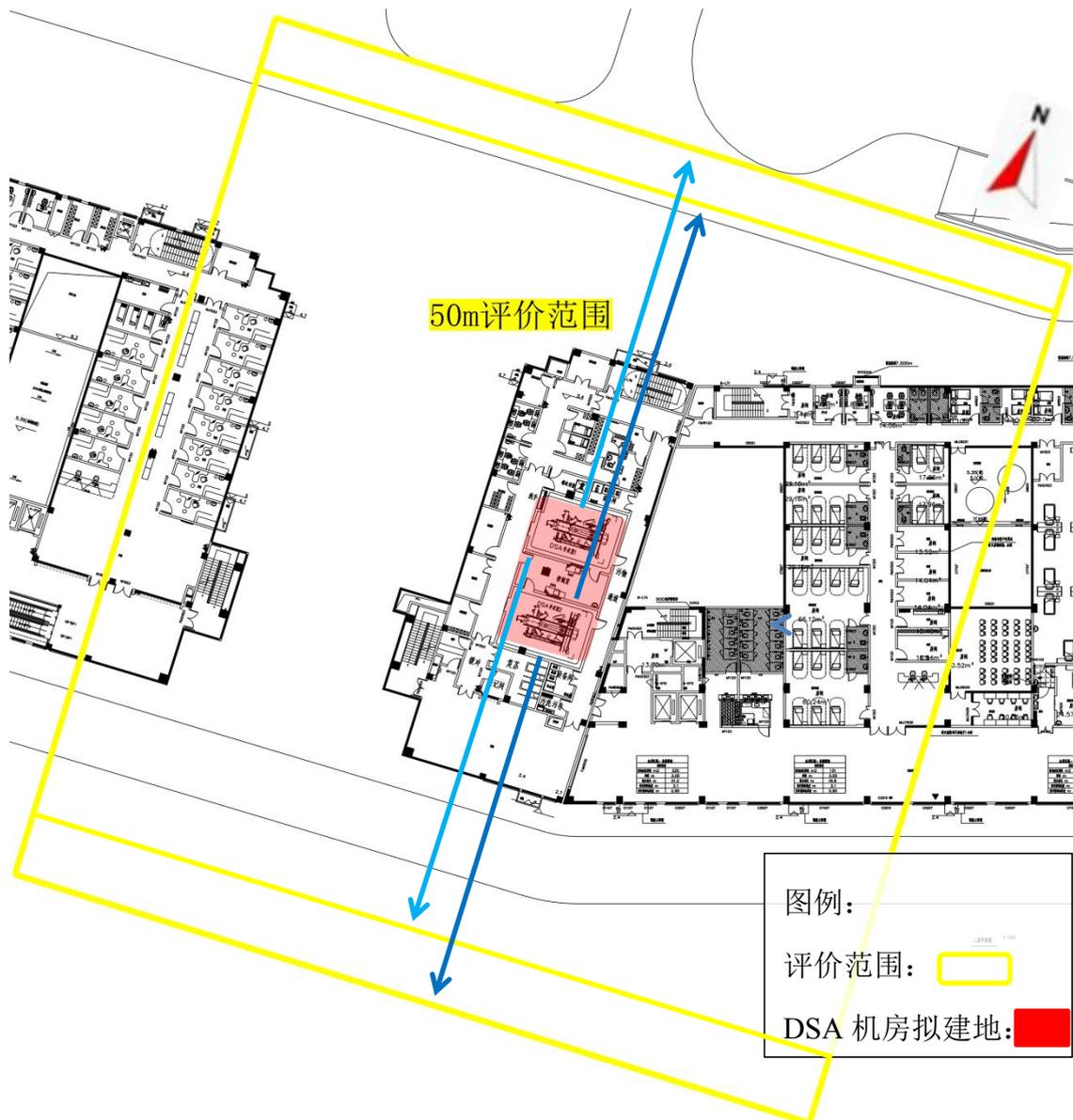


图 7-1 本项目评价范围图

因 DSA 设备位于固定的介入手术室内，且四周墙体有良好的屏蔽作用，因此垂直方向上评价主要关注与介入手术室相邻上下层的项目用房对应区域。

## 保护目标

根据本项目特点，本项目环境保护目标为 DSA 装置所在机房临近的职业工作人员和工作场所周围的公众成员，项目环境保护目标详见图 7-1、表 7-1：

**表 7-1 本项目环境保护目标一览表**

机房名称	机房位置	方位	环境敏感点名称	环境保护人群	影响人数	
DSA 手术室 1	长沙县第二人民医院新院综合楼一楼	北	紧邻-3m	铅衣存放间、设备间	职业人员	20 人
			3-20m	更衣室、卫生间、值班室	职业人员	20 人
			20-50m	凌空 5.4m	/	/
		南	紧邻-5m	本项目控制室	职业人员	20 人
			5-40m	DSA 手术室 2、复苏室、设备间、污洗间、等候大厅	公众人员 职业人员	公众人员:若干 职业人员: 20 人
			40-50m	凌空 5.4m	/	/
		西	紧邻-5m	室内过道、库房	公众人员	若干
			5-30m	凌空 5.4m	/	/
			30-50m	外科诊疗室	公众人员	若干
		东	紧邻-2m	污物通道	公众人员	若干
			2-15m	凌空 5.4m	/	/
			15-50m	急诊留观室、EICU	公众人员	若干
		楼上	库房、档案室	公众人员	若干	
		楼下	DR 机房、值班室、控制室	公众人员	若干	
		DSA 手术室 2	长沙县第二人民医院新院综合楼一楼	北	紧邻-5m	本项目控制室
5-30m	DSA 手术室 1、更衣室、值班室、铅衣存放间、设备间				公众人员	公众人员:若干 职业人员: 20 人
30-50m	凌空 5.4m				公众人员	若干
南	紧邻-5m			复苏室、设备间、污洗间	公众人员	若干
	5-20m			等候大厅	公众人员	若干
	20-50m			凌空 5.4m	/	/
西	紧邻-5m			室内过道、库房	公众人员	若干
	5-30m			凌空 5.4m	/	/
	30-50m			外科等候大厅	公众人员	若干

	东	紧领-3m	污物通道	公众人员	若干
		3-15m	电梯、卫生间	公众人员	若干
		15-50m	母婴室、急诊留观室、EICU	公众人员	若干
		楼上	切片室、制片室	公众人员	若干
		楼下	CT 机房、注射室、MRI	公众人员	若干

## 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。剂量限值：

#### 1) 放射工作人员

B.1.1.1.1 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：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；任何一年中的有效剂量，50mSv。

#### 2) 公众照射

B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

### (2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

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

## 6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、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（即下表 7-2）的规定。

**表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度**

设备类型	机房内最小有效使用面积 m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5

b 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。

备注：项目 DSA 属于单管头 C 形臂，按单管头 X 射线设备执行。

## 6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 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。

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（摘录）

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：DSA 为 C 形臂 X 射线设备。

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（即表 7-3）的要求。

## 6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/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；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；

## 6.5 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（即下表 7-4）基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		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

介入放射性操作	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 1：“—”表示不做要求。				
注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				

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。

### (3) 评价标准及相关参数值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求，放射工作人员年有效剂量不超过 20mSv，公众成员年有效剂量不超过 1mSv；条款 11.4.3.2 规定：剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%-30% (即 0.1mSv/a-0.3mSv/a) 的范围之内。

根据医院提供的资料，医院取 GB18871-2002 中工作人员职业照射剂量限值的四分之一即 5mSv/a 作为介入手术医生和护士的年有效剂量管理目标值；取限值的十分之一即 2mSv/a 作为其他辐射工作人员年有效剂量管理目标值；取其公众照射平均剂量估计值的五分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值，本项目医院的公众照射剂量管理取值在上述取值范围内，满足 GB18871-2002 要求。

综上所述，结合本项目医用射线装置的实际情况，确定本项目的评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 辐射评价标准及相关参数汇总表

年有效剂量控制			执行依据
执行对象	标准限值 (mSv/a)	年有效剂量管理目标 (mSv/a)	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及医院管理要求
放射工作人员	20	介入手术医生和护士：5 其他辐射工作人员：2	
公众人员	1	0.1	
机房屏蔽体外剂量水平			执行依据

机房屏蔽体外周围	机房屏蔽体外周围 X- $\gamma$ 射线剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h		《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)
<b>机房面积控制</b>			<b>执行依据</b>
设备名称	机房内最小有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度 (m)	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)
DSA	20	3.5	

注：本项目 DSA 为单管头，按照单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）确定机房控制面积和单边长度。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### (一) 项目地理和场所位置

保靖县人民医院二院位于湖南省湘西土家族苗族自治州保靖县迁陵镇腊水村，新建门诊综合大楼共 9F，本项目两台 DSA 位于 2F 手术区 DSA 手术室 1 和 DSA 手术室 2。

拟建 DSA 手术室 1 其东侧为污物通道，西侧为室内过道，南侧为控制室，北侧为铅衣存放间、设备间，楼上为库房、档案室，楼下为 DR 机房、值班室。

拟建 DSA 手术室 2 其东侧为污物通道，西侧为室内过道，南侧为复苏室、设备间，北侧为控制廊，楼上为切片室、细胞制片室，楼下为 CT 机房。

### (二) 辐射现状监测方案

为了解项目及其周围的辐射环境背景水平，根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)中有关布点原则，本评价委托长沙市鹏悦环保工程有限公司工作人员于 2024 年 5 月 8 日对项目场址进行了环境 $\gamma$ 辐射本底测量。

监测因子：环境 $\gamma$ 辐射剂量率

监测点位：共设置 5 个监测点位，监测点位布置见图 8-1

监测日期：2024 年 5 月 8 日

监测仪器：X- $\gamma$ 辐射剂量率仪。

监测方法：《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)。

质量保证：该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均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，考试合格持证上岗，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。

表 8-1 监测所使用的仪器基本信息

仪器名称	X- $\gamma$ 辐射剂量率仪	HJ 1157-2021 要求
仪器型号	RM-2030	/
出厂编号	2886	/

湖南省电离辐射计量站 检定证书编号	hnjln2023264-643	/
有效日期至	2024.11.22	使用日期在校准日期内
测量范围	剂量率：0.01uSv/h~200uSv/h	下限 $\leq 0.01\mu\text{Gy/h}$ ；上限按照辐射源的类型和活度进行选择，应急测量时，仪器上限 $\geq 10\text{mGy/h}$ 。
能量响应	48Kev~3Mev	50 keV~3 MeV

图 8-1 辐射环境现状监测布点图



表 8-1 项目所在场址本底监测结果一览表

检测点位	检测点位描述	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
$\triangle 1$	DSA 机房所在大楼拟建位置	0.09
$\triangle 2$	DSA 机房所在拟建大楼北面	0.11
$\triangle 3$	DSA 机房所在拟建大楼东面	0.10
$\triangle 4$	DSA 机房所在拟建大楼南面	0.08
$\triangle 5$	DSA 机房所在拟建大楼西面	0.10

备注	未扣除宇宙射线响应值。
<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）根据 HJ1157-2021：测量值=读数值均值 <math>R_{\gamma}</math>×校准因子 <math>k_1</math>×仪器检验源效率因子 <math>k_2</math>—建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子 <math>K_3</math>×测点处宇宙射线响应值 <math>D_c</math>；RM-2030 型仪器的校准因子 <math>k_1</math> 为 1.16，效率因子 <math>k_2</math> 取 1；</p> <p>（3）以上数据均未扣除宇宙射线响应值。</p> <p>项目场址的地表<math>\gamma</math>辐射剂量率在 0.09-0.11<math>\mu</math>Gy/h（90~110nGy/h）之间，未扣除宇宙射线响应值，与《辐射防护》第二期中湖南省环境天然放射性水平调查研究—属于湘西州天然辐射范围内。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。因此可知：本次监测区域内环境辐射水平处于湘西州天然贯穿辐射水平范围内。</p>	

## 表 9 项目工程分析与源项

### 工程设备和工艺分析

#### (一) 设备基本概况

DSA 属 II 类射线装置。DSA 参考照片见图 9-1:



图 9-1 DSA 参考照片

#### (二) 设备工作原理

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 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、数字平板接收器 CCD、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。数字减影血管造影技术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。是将获取人体某一部位注入造影剂前后的两副 X 线图像，经模数转换输入计算机后进行实时减影以消除骨骼、肌肉及内脏影像，留下单一清晰的血管影像，再经数-模转换在显示器上显示出来的一种血管造影检查方法，同时能实时地显现随时间变化的血管影像。与常规血管造影像相比具有对比度、分辨率高，检查时间短、造影剂用量少、漏诊率低、医生和患者接受的 X 射线辐射量减少，实现了无胶片化数字化、自动化、程序化、能进行网络传输，便于远程会诊和资料的保存等优点。因此在血管病变的诊断及治疗中有着越来越重要的价值。

DSA 能清晰显示血管的形态结构，能反映多种疾病的基本信息，为诊断治疗及疗效评价提供可靠的依据，因此 DSA 在临床上得到广泛的应用，并为其发展提供了技术支持。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。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。

### （三）工作流程及产污环节分析

具体工作流程及产污环节见图 9-2。

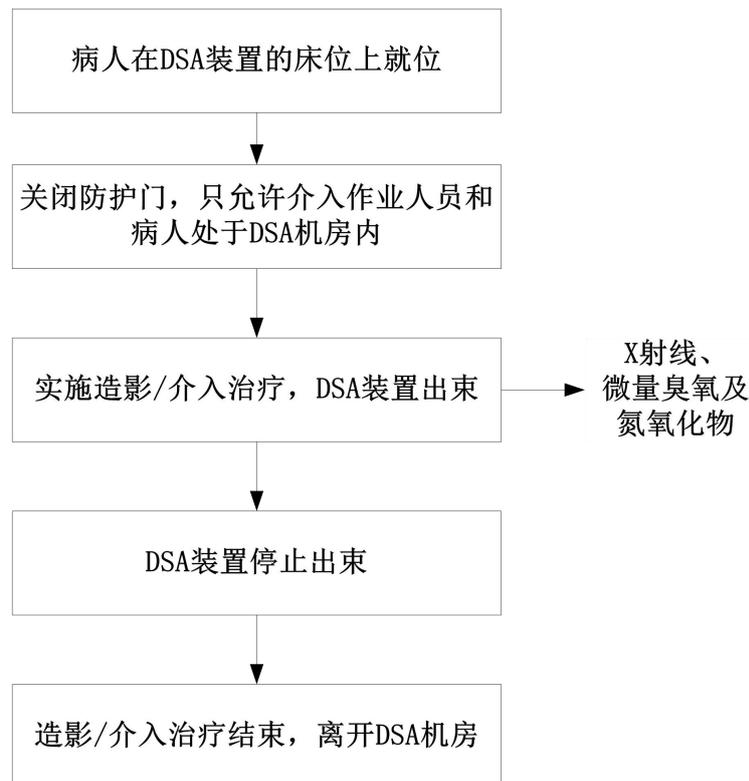


图 9-2 本项目 DSA 设备工作流程及产污环节示意图

诊断时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，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静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。DSA 装置在进行介入作业时，处于 DSA 手术室内

的放射工作人员需穿戴防护服、防护帽，佩戴个人剂量计进行操作。

**(四) 工作负荷**

根据保靖县人民医院提供的资料，本项目 DSA 的工作负荷见表 9-1。

**表 9-1 医用 X 射线装置工作负荷情况**

透视+采集				
使用场所	手术类别	年开展工作量	平均每台手术出束时间	年出束时间
DSA 手术室 1	心内、 神内、外周	约为 900 台	透视约为 20min	透视约 300h
			采集约为 1min	采集约 15h
DSA 手术室 2	心内、 神内、外周	约为 900 台	透视约为 20min	透视约 300h
			采集约为 1min	采集约 15h
年手术约为 900 台，出束时间约 315h（透视 300h+采集 15h）				

**(五) 人流和物流的路径规划**

**DSA 手术室 1:**

医护路径：医护由北侧电梯到二楼后，沿工作人员通道往南到介入手术区，经换鞋、更衣、洗消后经过铅衣存放室门口进入控制室，由控制室防护门进入到 DSA 机房。

患者路径：患者由南侧电梯到二楼后，沿走道往北从患者出入防护门进入 DSA 机房，术后原路返回。

污物路径：DSA 机房内的污物通过东侧污物通道送至处置室暂存，打包后沿东侧污物走廊转运至医疗垃圾暂存间，并定期清理。

**DSA 手术室 2:**

医护路径：医护由北侧电梯到二楼后，沿工作人员通道往南到介入手术区，经换鞋、更衣、洗消后经过铅衣存放室门口进入控制室，由控制室防护门进入到 DSA 机房。

患者路径：患者由南侧电梯到二楼后，沿走道往北从患者出入防护门进入 DSA 机房，术后原路返回。

污物路径：DSA 机房内的污物通过东侧污物通道送至处置室暂存，打包后沿东侧污物走廊转运至医疗垃圾暂存间，并定期清理。

本项目 DSA 路径图见图 9-3、附图 9。

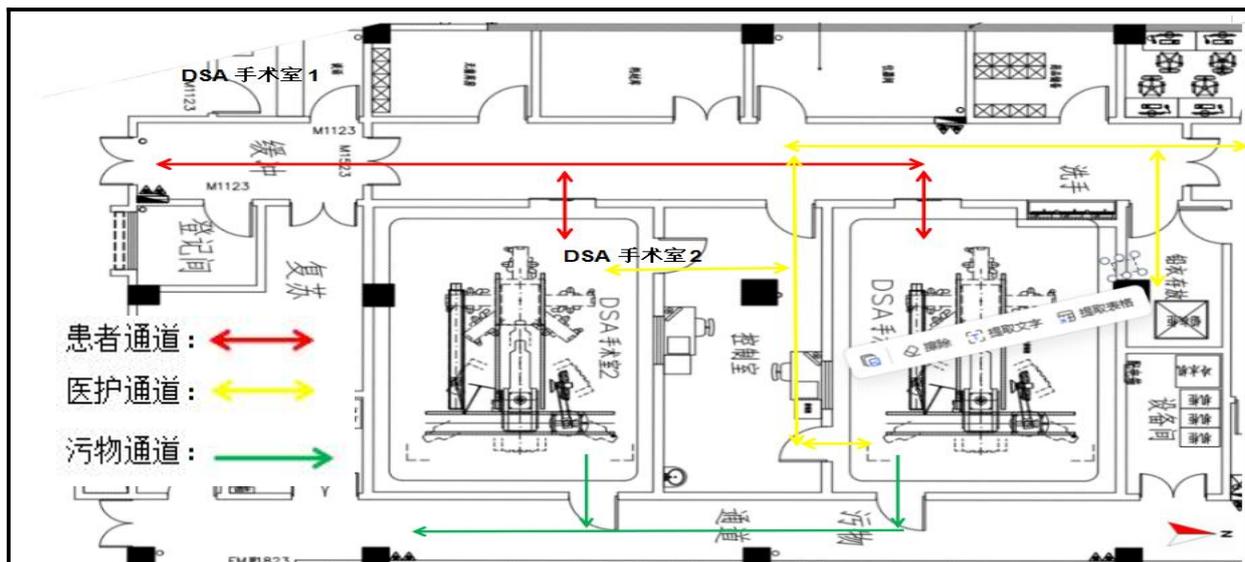


图 9-3 DSA 机房人员和污物路径图

## 污染源项描述

### (一) 放射性污染

DSA 在工作状态下会发出 X 射线。其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，由于在荧光影像与视频影像之间有影像增强器，从而降低了造影所需的 X 射线能量，再加上一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小。而介入放射需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

本项目使用的 DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

### (二) 其他污染

DSA 在工作状态时，会使机房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。少量臭氧和氮氧化物可通过通风排出机房外。正常工况下，DSA 机房通过机械通风，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。

### (三) 运行期事故工况下污染源分析

(1) X 射线装置发生控制系统或安全保护系统故障或人员疏忽，使得受检者或工作人员受到超剂量照射。

(2) 在射线装置出束时人员误入机房受到辐射照射。

(3) 使用 DSA 的医生在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，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**

**项目安全设施**

**(一) 工作场所布局**

本项目拟在二院门诊综合大楼 2F 建设 2 个并联的 DSA 介入手术室。

拟建 DSA 手术室 1 其东侧为污物通道；西侧为室内过道；南侧为控制室；北侧为铅衣存放间、设备间；楼上为库房、档案室；楼下为 DR 机房、值班室。

拟建 DSA 手术室 2 其东侧为污物通道；西侧为室内过道；南侧为复苏室、设备间；北侧为控制廊；楼上为切片室、细胞制片室；楼下为 CT 机房。

**(二) 辐射工作场所分区**

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。该场所的分区如下：

(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。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

(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。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识；并定期检查工作的状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本项目控制区为 DSA 机房，监督区包括 DSA 控制室以及周围临近区域，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。辐射场所分区图（其中红色区域为控制区，黄色区域为监督区）见图 10-1。

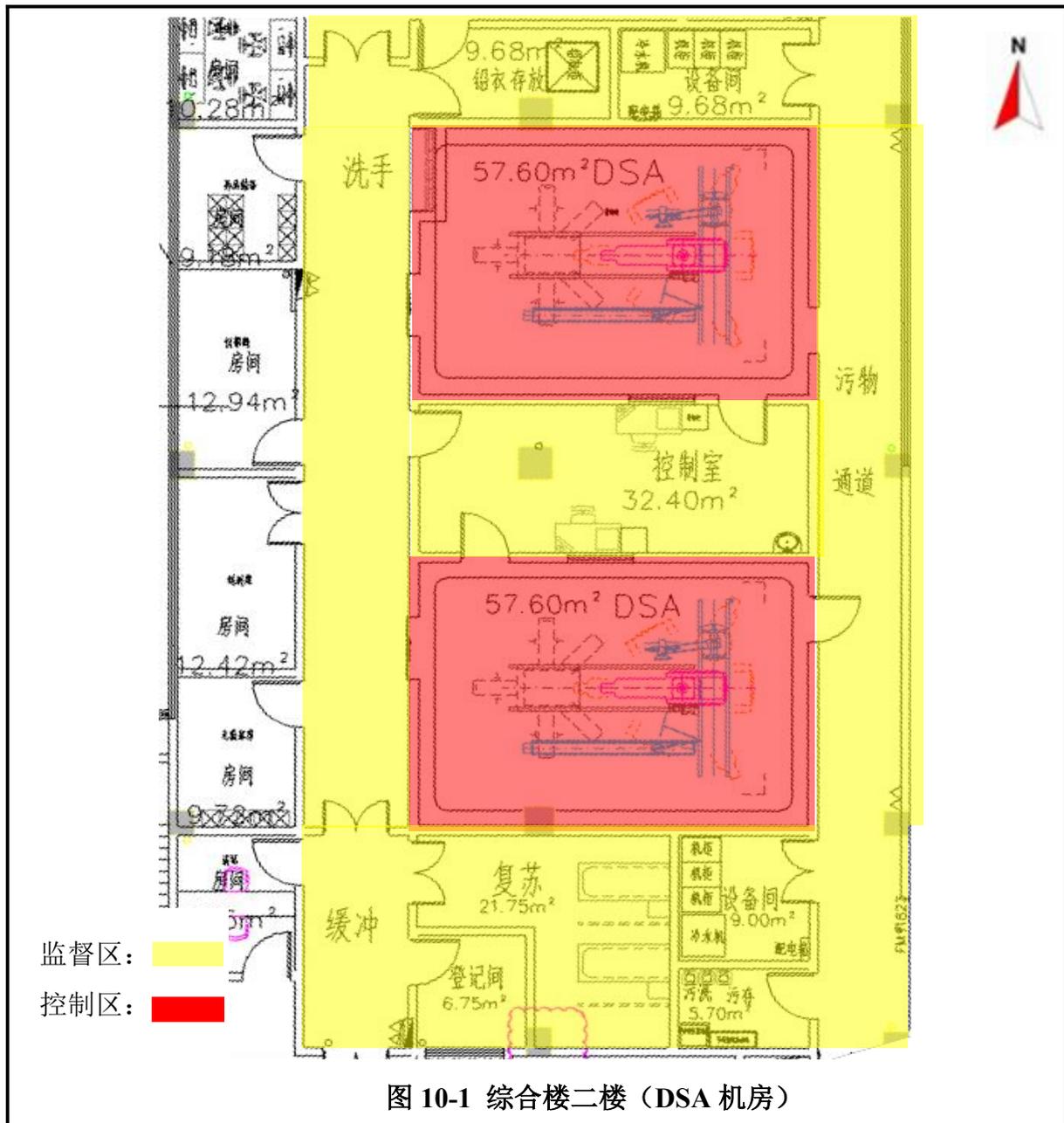


图 10-1 综合楼二楼 (DSA 机房)

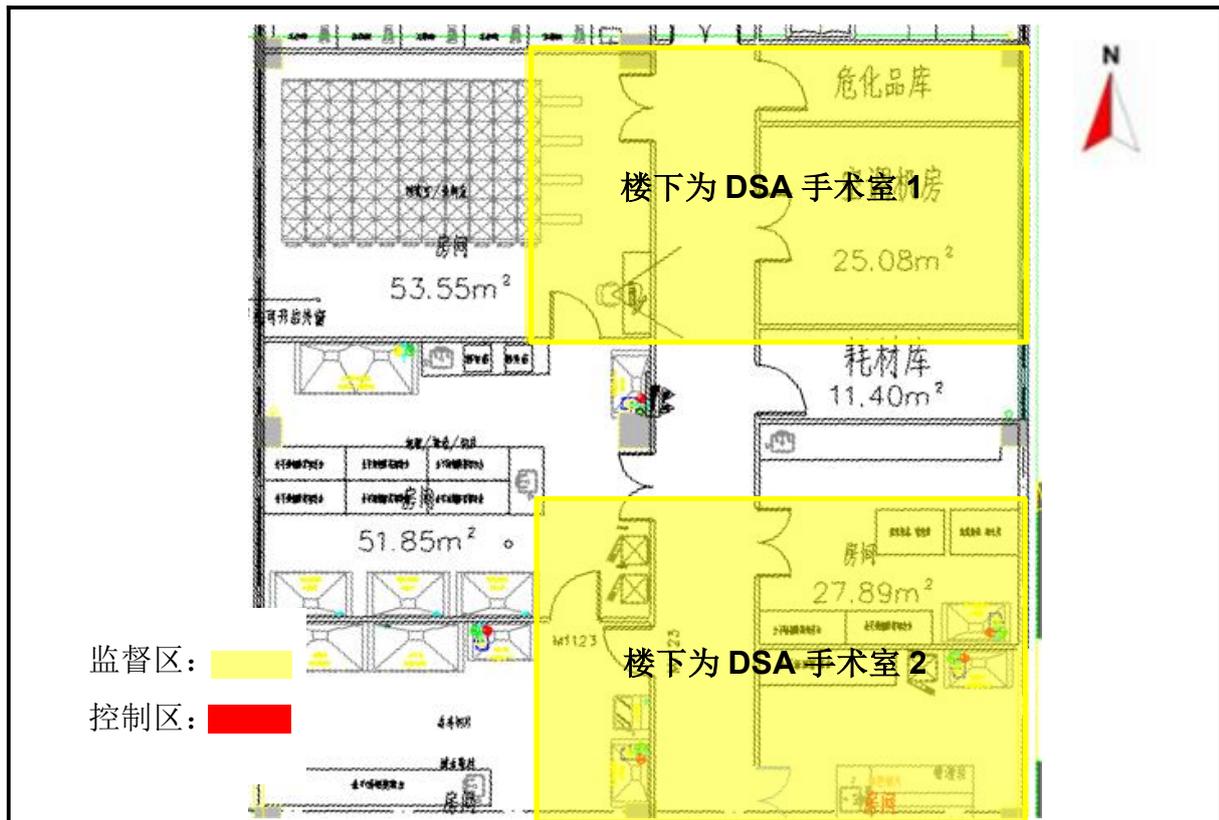


图 10-2 DSA 机房楼上为综合楼三楼（病理科）

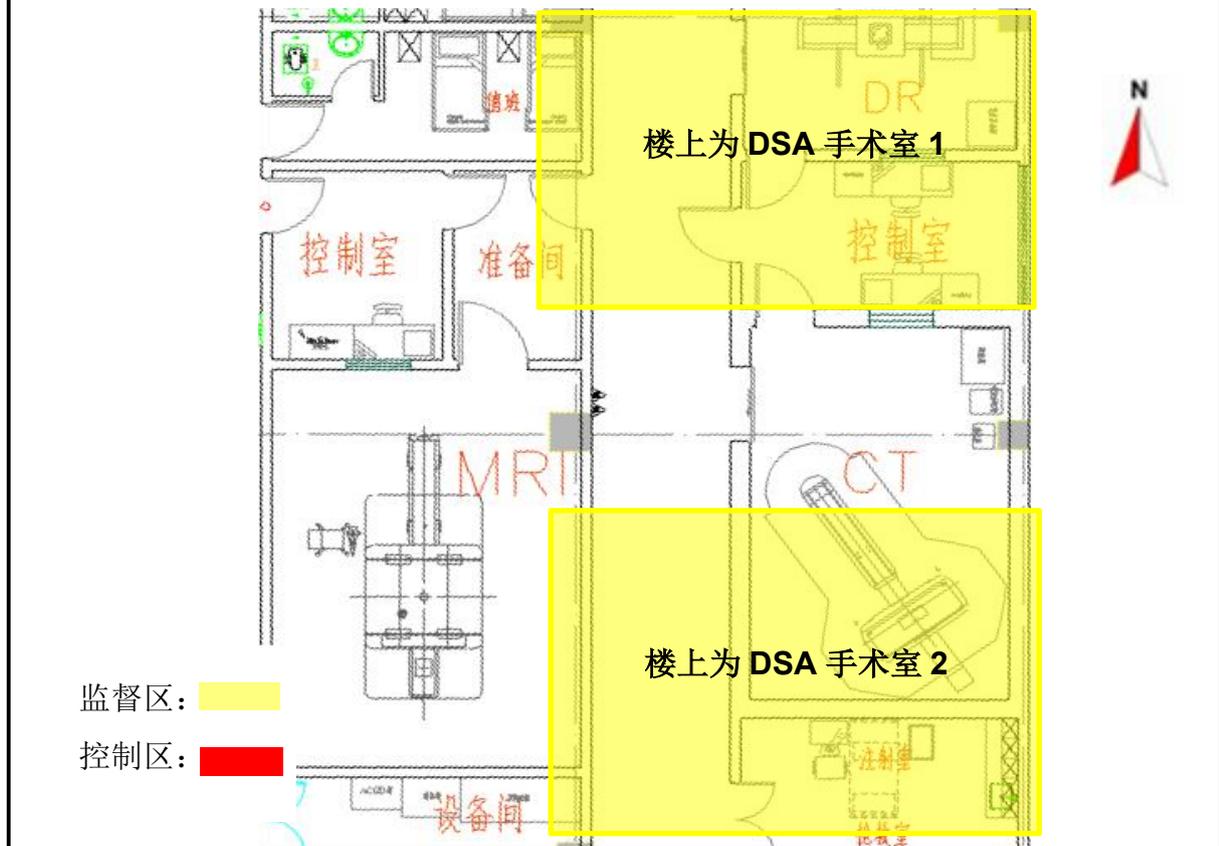


图 10-3 DSA 楼下为综合楼一楼（放射科）

### (三) DSA 机房辐射屏蔽工程

根据医院提供的本项目机房辐射防护工程设计方案（附件 12），具体屏蔽设计方案如下：

DSA 手术室 1 四周墙体为 240mm 厚实心灰砂砖墙体 2mmpb 硫酸钡水泥，机房顶板为 200mm 现浇混凝土+2mmpb 硫酸钡板，地板为 200mm 现浇混凝土+2mmpb 硫酸钡水泥，其中病人通道的为电动推拉门，设有防夹装置，其余两樘为手动平开门，设有闭门装置，观察窗 3mmpb 铅玻璃窗；

DSA 手术室 2 四周墙体为 240mm 厚实心灰砂砖墙体 2mmpb 硫酸钡水泥，机房顶板为 200mm 现浇混凝土+2mmpb 硫酸钡板，地板为 200mm 现浇混凝土+2mmpb 硫酸钡水泥，其中病人通道的为电动推拉门，设有防夹装置，其余两樘为手动平开门，设有闭门装置，观察窗 3mmpb 铅玻璃窗，本项目 DSA 机房设计辐射屏蔽参数情况见表 10-1。

表 10-1 DSA 机房屏蔽参数一览表

机房位置	机房尺寸 (m)	有效使用 面积 (m <sup>2</sup> )	屏蔽体	屏蔽防护数据
门诊综合大楼 1F手术区DSA 手术室 1	长7.55 宽4.80	36.16	东墙	240mm厚实心灰砂砖墙体+2mmpb硫酸钡水泥 (4.28mmpb)
			南墙	240mm厚实心灰砂砖墙体+2mmpb硫酸钡水泥 (4.28mmpb)
			西墙	240mm厚实心灰砂砖墙体+2mmpb硫酸钡水泥 (4.28mmpb)
			北墙	240mm厚实心灰砂砖墙体+2mmpb硫酸钡水泥 (4.28mmpb)
			顶面	200mm现浇混凝土+2mmpb硫酸钡板 (4.63mmpb)
			地面	200mm现浇混凝土+2mmpb硫酸钡水泥 (4.63mmpb)
			铅观察窗	1500mm*900mm (3mmpb)
			单扇平开 铅门	2樘1100mm*2200mm (3mmpb)
			电动 铅门	1樘1500mm*2200mm (3mmpb)
门诊综合大楼 1F手术区DSA	长6.70 宽4.80	31.60	东墙	240mm厚实心灰砂砖墙体+2mmpb硫酸钡水泥 (4.28mmpb)
			南墙	240mm厚实心灰砂砖墙体+2mmpb硫酸钡水泥 (4.28mmpb)

手术室 2	西墙	240mm厚实心灰砂砖墙体+2mmpb硫酸钡水泥 (4.28mmpb)
	北墙	240mm厚实心灰砂砖墙体+2mmpb硫酸钡水泥 (4.28mmpb)
	顶面	200mm现浇混凝土+2mmpb硫酸钡板 (4.63mmpb)
	地面	200mm现浇混凝土+2mmpb硫酸钡水泥 (4.63mmpb)
	铅观察窗	1500mm*900mm (3mmpb)
	单扇平开 铅门	2樯1100mm*2200mm (3mmpb)
	电动 铅门	1樯1500mm*2200mm (3mmpb)

备注：实心砖密度约 1.65g/cm<sup>3</sup>，混凝土密度约 2.35g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡密度约 3.2g/cm<sup>3</sup>，铅板密度约 11.3g/cm<sup>3</sup>，铅玻璃密度 4.2g/cm<sup>3</sup>。

#### (四) 机房通风设计

根据医院提供的资料，DSA 机房所在楼层原始层高为 4.4m，楼板下方采用钢骨架+3mmPb 硫酸钡板作为顶板防护层，装饰吊顶在顶板防护层下方，具体高度根据设备厂家要求确定，通风管道位于顶板防护层与装饰吊顶之间，机房内侧管道穿墙处包裹 3mm 铅板作为补偿屏蔽。

DSA 手术室 1 机房西处离地高度 3m 加装一个双层百叶送风口，机房送风量约 700m<sup>3</sup>/h。机房东处离地高度 3m 加装一个单层百叶排风口，机房排风量约 700m<sup>3</sup>/h。并设置室内回风装置。

DSA 手术室 2 机房西处离地高度 3m 加装一个双层百叶送风口，机房送风量约 700m<sup>3</sup>/h。机房东处离地高度 3m 加装一个单层百叶排风口，机房排风量约 700m<sup>3</sup>/h。并设置室内回风装置。

两间 DSA 手术室能使机房保持良好的室内空气流通，满足《放射诊断防护要求》(GBZ130-2020) 的标准要求，同时在排风口加装 3mm 铅防雨百叶，防止射线泄露，DSA 通风设计见附图 8。

#### (五) 辐射安全和防护措施分析

为保障 DSA 安全运行，该院 DSA 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 要求，采取相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

(1) 在 DSA 机应设计观察窗或摄像装置，应便于观察到受检者状态以及防护大

门开闭情况。

(2) 在 DSA 手术室 1 西北角，东北角各安装 1 个摄像装置，控制室内工作人员通过视频监控系统观察机房东面医护人员进出防护门的开闭情况及保证机房内无监控盲区；在 DSA 手术室 2 东南角，西南角各安装 1 个摄像装置，控制室内工作人员通过视频监控系统观察机房北面医护人员进出防护门的开闭情况及保证机房内无监控盲区

(3) 电离辐射警示标志：机房防护门、控制室机房防护门上及机房内醒目位置粘贴电离辐射警示标志；候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏”。

(4) 工作状态指示灯及灯箱处可视警示：机房门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯应与机房门有效关联，防护门拟设有防夹人装置。

(5) 对讲装置：机房拟设置对讲装置，以便医生和床旁工作人员、病人之间更好的沟通。

(6) 医院拟在控制室内张贴相应的操作规程、岗位职责、应急预案等规章制度。

(7) 防护用品及检测仪器配备情况：

医院拟为本项目配备必要的防护用品，主要包括铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等。配备辅助防护设施，如移动铅防护屏风。

医院拟为本项目配备 1 台辐射剂量巡测仪，用于对辐射工作场所及周边环境辐射水平进行自主监测。医院为本项目辐射工作人员均计划配备个人剂量计，开展个人剂量监测和职业健康体检监护，并建立完整的个人剂量监测和职业健康体检防护档案。

(8) 其他辐射安全管理措施

①加强对介入人员的培训，包括放射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作迅速，以减少病人和介入人员的剂量照射。

②所有在介入放射机房内的工作人员都应开展个人剂量监测，并实行轮岗操作，医院应结合工作人员个人剂量监测的数据及职业健康体检结果采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量。

③加强 DSA 设备的质量保证工作，设备的球管与发生器、透视和数字成像的性能以及其它相关设备应该定期进行检测。

临床介入手术时，介入医生和护士需站在 DSA 床边操作，床下球管机对医务人员的辐射剂量，主要集中在头、颈、胸及腹部，故操作人员除个人防护用品（铅衣、铅围脖、铅帽及铅眼镜等）外，应着重考虑 X 射线机操作侧的屏蔽，该屏蔽要做到既不影响操作者的操作，又能达到防护目的，医院可据此配备辅助防护措施，如铅防护移动屏风。

### （六）辐射防护用品

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，并配备铅围脖、防护帽和防护服等防护用品、用具以达到辐射防护的目的，本项目中医院需配备的防护用品见表 10-2。本项目所需防护用品铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、介入防护手套应需要按照要求存放于控制室内的铅衣柜内，且防护用品需从正规渠道购买以保证防护用品符合要求。

表 10-2 医院拟配备辐射防护用品一览表

序号	防护用品	铅当量 (mm)	数量	备注	配备要求
1	铅橡胶围裙	0.5	8 件	新增	必配
2	铅橡胶颈套	0.5	8 件	新增	
3	铅橡胶帽子	0.5	8 顶	新增	
4	铅防护眼镜	0.5	8 副	新增	
5	床侧铅防护屏	0.5	2 个	设备自带	
6	铅悬挂防护帘	0.5	2 个		
7	介入防护手套	0.025	4 副	新增	
8	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	0.5	4 套	新增，受检者用	
9	个人剂量计	/	按进入机房的工作人员每人配备 2 个、介入医生和护士（铅衣内 1 个、铅衣外 1 个），不进入机房的工作人员每人配备 1 个	新增	
10	辐射剂量巡测仪	/	1 台	新增	
11	个人剂量报警仪	/	6 台（介入医生和护士配备）	新增	
12	移动铅屏风	2	2 个	新增	

### 三废的治理

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，工作过程中空气电离产生的少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）通过通风系统排出机房外，少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境影响较小。

本项目 DSA 机房墙体对外无采光通风窗，DSA 机房将安装通风装置和空气净化装置，能有效的排除机房内的有害气体，保证室内空气质量满足标准要求。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目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、扬尘及防治措施

主要为机房装修时的机械敲打、钻洞等产生的粉尘。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

主要来自于机房装修。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机房周边的影响。

#### 4、固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾。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。

本项目工程量小，施工期短，影响是暂时的，随着机房装修的完成，影响也将消失。通过采取相应的防治措施后，对外界的影响小。

DSA 设备安装及调试由设备厂家专业安装人员完成，设备安装过程中严格限制无关人员停留，以上活动均为室内施工/安装活动，对周围环境影响极小。DSA 设备调试过程产生的放射性污染（主要为 X 射线）经机房屏蔽后对公众和周围环境的影响极小，此处不做详细评价。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 辐射环境影响分析

##### 11.2.1.1 理论估算

##### (1) 关注点选取

DSA 设备在手术中分透视和摄影两种模式。DSA 摄影（拍片）模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于操作室，即为隔室操作方式。DSA 透视模式是指在透视条件下，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下 DSA

机房周围的辐射水平进行预测。在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《StructuralShielding DesignForMedical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

关注点的选取以 DSA 机房中心位置作为辐射源点；有用线束向上照射，设备机头距地面 0.5m，治疗床高 1m；防护门窗考虑安装位置角度；关注点位距墙体、门、窗表面

泄  
源  
点  
1

泄  
源  
图

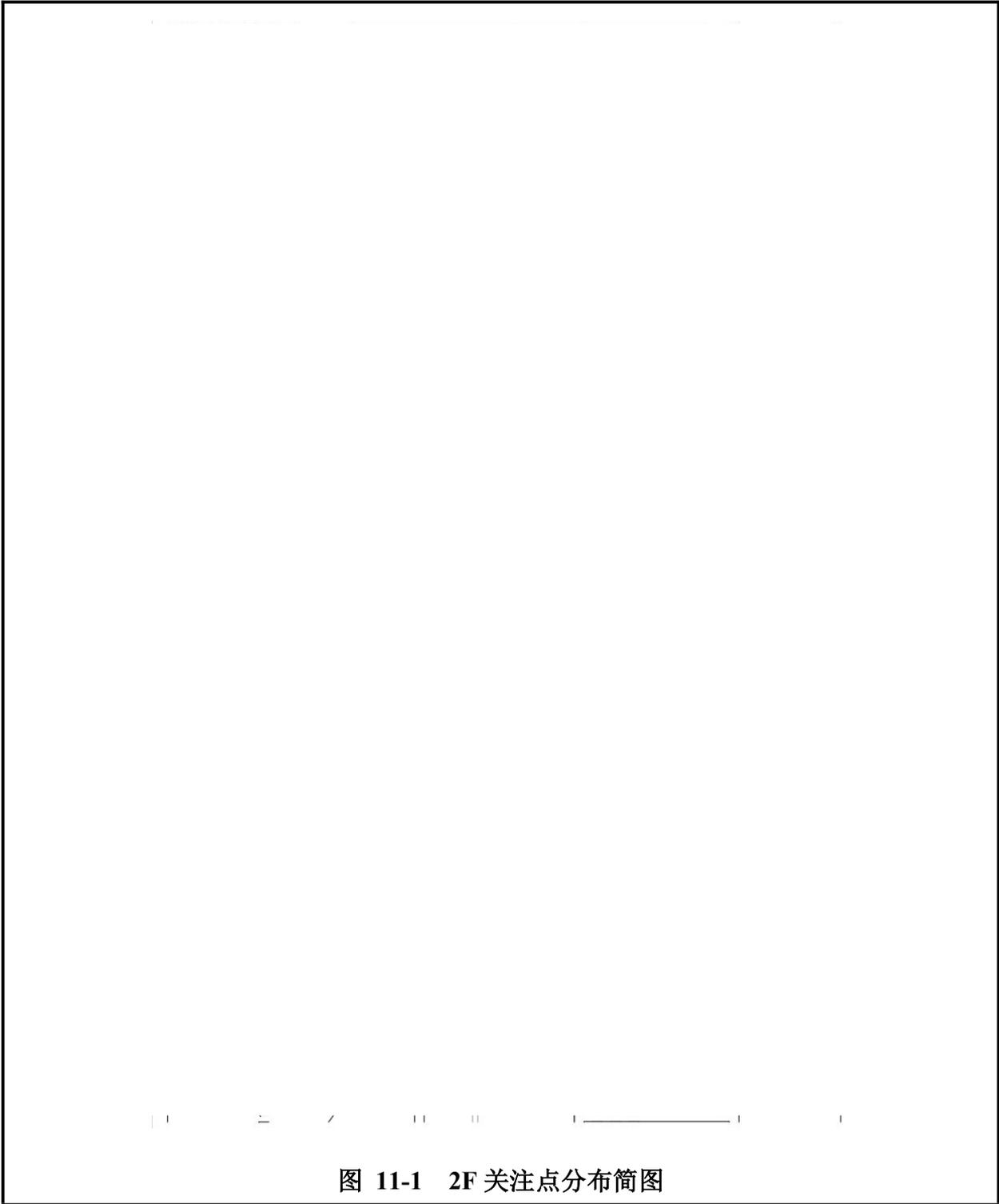


图 11-1 2F 关注点分布简图

图 11-2 楼上 3F 关注点分布简图

⋮

图 11-3 楼下 1F 关注点分布简图

图 11-4 本项目 DSA 机房楼上楼下预测点位示意图

(2) 各关注点剂量率估算

图 11-5 距 x 射线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况  
离靶 1m 处的剂量率读值 (mGy/mA·min) 见表 11-1

表 11-1 不同电压下离靶 1m 处的剂量率

电压	离靶 1m 处的剂量率读值 (mGy/mA·min)
125kV	11

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按公式 11-1 计算：

$$\dot{K} = I \times \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{公式 11-1})$$

式中：

$\dot{K}$  — 离靶  $r$  (m) 处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，  
mGy/min；

$I$  — 管电流，mA；

$\delta_x$ —管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/（mA·min）；

$r_0$ —1m；

$r$ —源至关注点的距离，m。

表 11-2 DSA 不同运行条件下的参数取值

设备	运行条件		距靶 1m 处的剂量率 H0 (μGy/h)
DSA	透视	125KV, 4mA	
	采集	125kV, 800mA	

项目射线装置主束照向患者，各关注点处仅考虑泄漏线和散射线影响，一般射线泄漏率按 0.1%估算。

### 11.2.2 估算方法

#### (1) 泄漏辐射剂量率估算

泄漏周围剂量当量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）。对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots (11-1)$$

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：H—关注点处的泄漏周围剂量当量率，μSv/h；周围剂量当量率与空气吸收剂量率换算系数在辐射屏蔽计算时通常取 1Sv/Gy。

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

H<sub>0</sub>—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

R—靶点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

X—铅厚度，mm。

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数见表 11-3。

表 11-3 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

电压	材料	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
125kV (主束)	铅	2.219	7.923	0.5386
125kV (散射)	铅	2.233	7.888	0.7295
125kV (主束)	砖	0.02870	0.06700	1.346
125kV (散射)	砖	——	——	——

注： $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 取值参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C。

(2) 散射辐射剂量率估算

关注点处的散射周围剂量当量率参考《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）中给出的公式计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (S/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：H—关注点处的患者散射周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；周围剂量当量率与空气吸收剂量率换算系数在辐射屏蔽计算时通常取  $1\text{Sv/Gy}$ 。

$H_0$ —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$\alpha$ —患者对 X 射线的散射比，取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，125kV 射线散射与入射 X、 $\gamma$ 射线照射量之比值为 0.0015（90°散射）；

S—散射面积，取  $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ —源与患者的距离，一般取 0.5m；

$d_s$ —患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

### 11.2.3 估算结果

不同模式下，机房各关注点的泄漏和散射辐射剂量率计算结果见表 11-4 和 11-5。

表 11-4 各关注点泄漏辐射剂量率计算结果一览表

关注点	辐射源	辐射类型	剂量率 (μSv/h)
机房入口	X 射线	散射辐射	0.02
机房出口	X 射线	散射辐射	0.02
机房内	X 射线	散射辐射	0.02
机房顶部	X 射线	散射辐射	0.02
机房底部	X 射线	散射辐射	0.02
机房左侧	X 射线	散射辐射	0.02
机房右侧	X 射线	散射辐射	0.02
机房后方	X 射线	散射辐射	0.02
机房前方	X 射线	散射辐射	0.02

表 11-5 各关注点散射辐射剂量率计算结果一览表

(注：术者位身穿 0.5mmPb 防护用品，在 0.5mmPb 铅防护帘或防护屏后操作。)

(3) 屏蔽体外剂量率

根据表 11-4 和表 11-5 的计算结果，不同模式下各关注点处总的辐射剂量率见表 11-6。

表 11-6 不同状态下各关注点剂量率汇总结果一览表

μSv/h)	
总 剂量率	
	6.71×10 <sup>-1</sup>
	11.23
	12.5
	7.97×10 <sup>-1</sup>
	<b>14</b>
	9.85
	6.71×10 <sup>-1</sup>
	8.72×10 <sup>-1</sup>
	7.97×10 <sup>-1</sup>
	7.97×10 <sup>-1</sup>
	4.29×10 <sup>-1</sup>
	3.90×10 <sup>-1</sup>
	11.01
	6.71×10 <sup>-1</sup>
	8.12×10 <sup>-1</sup>
	8.12×10 <sup>-1</sup>
	6.71×10 <sup>-1</sup>
	12.53
	11.78
	<b>14.33</b>
	8.16×10 <sup>-1</sup>
	4.29×10 <sup>-1</sup>
	3.90×10 <sup>-1</sup>

由表 11-6 可知，在透视状态下，DSA 手术室 1 各屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率最大为 7.00×10<sup>-2</sup>μSv/h，采集状态下周围剂量当量率最大为 14μSv/h；DSA 手术室 2 各屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率最大为 7.16×10<sup>-2</sup>μSv/h，采集状态下周围

剂量当量率最大为 14.44 $\mu$ Sv/h。根据辐射剂量率随距离衰减的原则，本项目 50m 内范围其他关注点收到本项目的辐射环境影响更低。

综上，该项目两台 DSA 在正常运行情况下，机房外操作室、四周防护墙外及防护门外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h。”的要求。

#### 11.2.4 工作人员及公众个人剂量估算

##### (1) DSA 手术室外公众、操作室辐射工作人员年有效剂量估算

DSA 手术室外公众、操作室辐射工作人员年有效剂量计算根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 公式计算：

$$He = D_r \times T \times t \times 10^{-3} \quad (\text{公式 11-5})$$

式中：

$He$  —— X、 $\gamma$ 射线外照射人均年有效剂量值，mSv/a；

$D_r$  —— X、 $\gamma$ 射线周围剂量当量率， $\mu$ Sv/h；

$T$  —— 居留因子，参考《辐射防护手册》第三分册 P80，居留因子按三种情况：①全居留  $T=1$ ，②部分居留  $T=1/4$ ，③偶然居留  $T=1/16$ ；

$t$  —— X、 $\gamma$ 射线照射时间，h/a。

计算结果详见表 11-7 和表 11-8。

表 11-7 DSA 手术室外公众及操作室辐射工作人员年有效剂量估算结果

机房名称	关注点位置	透视状态总剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	采集状态总剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)			人员类型
					透视	采集	总剂量	
							2.77 $\times 10^{-3}$	公众人员

	<b>4.63×10<sup>-2</sup></b>	<b>公众人员</b>
	2.07×10 <sup>-1</sup>	职业人员
	1.32×10 <sup>-2</sup>	职业人员
	<b>2.31×10<sup>-1</sup></b>	<b>职业人员</b>
	4.06×10 <sup>-2</sup>	公众人员
	2.77×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	3.60×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	3.29×10 <sup>-3</sup>	职业人员
	3.29×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	1.77×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	1.61×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	4.54×10 <sup>-2</sup>	公众人员
	2.77×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	3.35×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	3.36×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	2.77×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	<b>5.13×10<sup>-2</sup></b>	<b>公众人员</b>
	1.96×10 <sup>-1</sup>	职业人员
	<b>2.37×10<sup>-1</sup></b>	<b>职业人员</b>
	1.34×10 <sup>-2</sup>	职业人员
	1.77×10 <sup>-3</sup>	公众人员
	1.61×10 <sup>-3</sup>	公众人员

由表 11-8 可知，DSA 手术室 1 外辐射工作人员的年有效剂量为  $2.31 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，公众的年有效剂量最大为  $4.63 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，DSA 手术室 2 外辐射工作人员的年有效剂量为  $2.37 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，公众的年有效剂量最大为  $5.13 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。满足《电离辐射防护与辐射源

安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（职业人员 20mSv，公众人员 1mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5mSv，公众人员 0.1mSv）。根据剂量率与距离成反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，本项目 50m 评价范围内公众受到本项目的辐射影响更低，满足国家标准要求和本项目公众人员年有效剂量约束值。由此说明，本项目 DSA 手术室的防护设计满足要求，其正常运行时产生的辐射影响在国家允许的范围以内。由于剂量估算存在不确定性，应以实际个人剂量监测结果为准。

**(2) DSA 手术室内介入操作人员的外照射辐射年有效剂量估算**

**表 11-8 DSA 手术室医生护士附加年有效剂量估算结果一览表**

机房名称	人员	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	透射 因子	时间	铅当量 (mmPb)	年有效剂量 (mSv)	人员 分组	单组年 剂量
DSA 手术室 1	医生 护士							<b>2.350</b>

DSA 手术室 2	医生 护士	2.352
-----------	----------	-------

事实上，上述估算偏保守，忽略了 DSA 材料的衰减作用，此外项目 DSA 设备床边操作系统、床边剂量控制系统等防护设施可实时显示剂量率、调节运行档位。因此，项目 DSA 在正常运行情况下，医护人员实际受到的年附加剂量率小于理论计算值。介入手术医生和护士受到的附加年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（职业人员 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv）。

### 11.2.5 DSA 机房辐射防护措施符合性分析

医院 DSA 机房辐射措施合理性根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）进行分析，辐射防护措施符合性分析结果见表 11-9。

表 11-9 医院射线装置的辐射防护措施符合性分析表

射线装置类型	标准防护要求	本项目方案	符合性
DSA	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。单管头 X 射线设备（含 C 形臂）机房最小有效使用面积为 20m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 3.5m。	本项目机房为独立机房， DSA 手术室 1 有效使用面积为 53.92m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 6.36m。 DSA 手术室 2 有效使用面积为 56.98m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 6.36m。	符合
	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。	机房与控制室之间设置铅玻璃观察窗，在控制室能观察到受检者状态及各防护门开闭情况。	符合
	介入 X 射线设备机房：有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用线束方向铅当量 2mmPb。	各机房四侧墙体、顶板、各防护门、窗的铅当量≥3mmPb。	符合
	（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。 （2）机房应设置动力排风装置，保持良好的通风。	（1）DSA 有用线束未直接照射门、窗和管线口位置。 （2）机房内设置动力排风装置，能保持良好通风。	符合
	（1）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	（1）DSA 机房门外设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区设置放射防护注意事项	符合

	设置放射防护注意事项告知栏。 (2) 平开机房门应有自动闭门装置；电动推拉门宜设置防夹装置；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	告知栏。 (2) 平开机房门拟设自动闭门装置，电动推拉门拟设置防夹装置，工作状态指示灯和与机房相通的门能有效关联。	
其他	配备适量的符合防护要求的各种辅助防护用品，如铅衣、铅手套、铅围裙等。	医院为 DSA 机房配置数量足够，规格符合标准要求的铅衣、铅眼镜、铅围脖等辐射防护用品。拟配个人剂量报警仪、X、 $\gamma$ 辐射剂量检测仪。	符合

由表 11-9 可知，医院 DSA 机房按相关标准要求进行设计，机房的辐射防护措施可以满足相关规定要求。

### 11.2.6 建设单位从事辐射活动的技术能力评价

通过对医院的现场调查，结合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证所要求的申请条件，医院在各方面的执行情况见表 11-10。

表 11-10 项目安全与辐射防护能力建设情况表

标准要求	单位执行情况	符合情况
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。	医院成立了辐射安全与环境保护管理小组。	符合
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考核。	医院拟在本项目投入使用前安排辐射工作人员参加辐射安全和防护知识培训，取得合格证。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所所有防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	机房门口拟设置电离辐射警告标志及工作状态指示灯。工作状态指示灯与机房门有效关联。	符合
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，包括辐射监测等仪器。	医院拟购置防护铅围裙、铅帽等防护用品，并为每个介入人员配备双个人剂量计。拟配个人剂量报警仪、X、 $\gamma$ 辐射剂量检测仪。	符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院制定了一系列辐射防护管理制度包括《放射安全管理制度》、《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》、《辐射监测方案》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《放射诊疗工作管理制度》、《辐射工作场所及设备检测制度》等。	符合

有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了辐射事故应急处理预案。	符合
---------------	------------------	----

由表 11-10 可知，医院在贯彻执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的过程中做了大量切合实际的工作，医院的辐射防护基本可满足相关要求，辐射管理制度合理可行。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）第四十条，“根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级”，具体见表 11-11。

表 11-11 国务院令第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

#### 11.3.2 可能发生的辐射事故

本项目涉及 II 类射线装置的使用，可能发生的辐射事故等级见表 11-12。

表 11-12 本项目的环境风险因子、潜在危害

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门灯指示失效，有人误入正在运行的射线装置机房； ②无关人员未撤离机房，操作人员启动设备； ③检修、维护人员误操作造成误照射； ④介入工作人员未穿戴铅防护用品进行手术； ⑤未进行质量控制检测。	导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

#### 11.3.3 事故预防措施

①门灯指示失效风险预防措施

按操作规程定期对门灯关联装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在警示灯失效的情况下进行操作。

②无关人员未撤离机房风险预防措施

手术前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进行劝离。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。

③检修、维护人员误操作风险预防措施

严格执行设备的维护保养制度，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。

④介入工作人员未穿戴铅防护用品进行手术风险预防措施

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，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。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。

⑤未进行质量控制检测风险预防措施

建设单位按照规范要求设备安装完成或大修后委托有资质的放射卫生技术服务机构进行验收检测，定期做好设备稳定性检测和状态检测，使设备及各项辐射防护安全措施始终保持在有效状态下工作。

## 表 12 辐射安全管理

### 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 1.辐射安全管理领导机构：

为了做好辐射安全的管理工作，医院成立了以法定代表人田仁松（院长）为组长的辐射安全管理领导小组，管理领导小组负责全院的辐射安全管理、培训、检查、防护设施巡查的管理工作，具体职责分工见附件 4。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修订）》（生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日实施），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”。从长沙县第二人民医院目前配置的辐射领导小组人员信息看，小组成员有一定的管理能力，本项目开展后，目前保靖县人民医院的管理人员也能满足配置要求，具体人员见表 12-1。

保靖县人民医院设置的辐射安全与环境保护管理机构职责包括：对医院放射工作的监督与检查；相关制度的制定、修改与完善；组织辐射工作人员的学习培训；辐射防护知识的宣传教育；辐射事故应急演练，

表 12-1 医院辐射安全管理领导小组成员一览表

姓名	职务	学历	专业

#### 2. 人员培训情况：

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修订）》第十六条要求：“从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核”，以及根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）的相关要求，建设单位应在项目运行前组织本项目从事辐射工作的人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加并通过考核。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求：“辐射安全管理机构成员和辐射工作人员均需参加辐射安全与防护培训并取得培训合格证”。保靖县

人民医院现有辐射工作人员全部已参加了辐射安全与防护培训，并取得了培训合格证。

### 3. 管理制度：

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修订）》第十六条第六点要求使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的要健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。

保靖县人民医院已经制定的相关制度如下：《关于成立辐射安全与环境保护管理小组的通知》《保靖县人民医院辐射安全事故应急预案》《DSA 操作规程》《受检者防护制度》《放射工作人员定期培训制度》《辐射防护制度》《DSA 机房工作人员岗位职责》《医疗设备维护和检修制度》《监测方案》《放射工作人员职业健康管理制度》《辐射防护安全管理制度》。

本项目 DSA 投入运营后，医院招聘的医务人员从事介入手术工作，医院应组织新增医务人员参加生态环境主管部门认可的辐安全与防护知识培训考核，并取得合格证，取得培训合格证的人员，医院应每五年组织一次复训。

此外，医院应对新增医务人员进行个人剂量检测及职业健康体检，经职业健康体检结果合格并取得辐射安全培训合格证后才能上岗，并严格执行相关管理制度，对新增医务人员还应进行 DSA 操作制度及规程等培训，以保证 DSA 项目的正常运行。

### 辐射监测

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）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，应建立必要的监测计划，包括 DSA 设备运行期工作场所及周围环境监测及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。

#### （1）DSA 工作场所及周围环境监测

监测项目：X- $\gamma$ 空气吸收剂量率；

监测频次：自主监测每季度一次；设备初次投入使用、大修及更换关键组件时；

监测点位：距 DSA 机房四周墙体、防护门、窗表面外 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm；

监测标准：《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《辐射环境监测技术规

范》（HJ 61-2021）。

### （2）委托监测

监测项目：X- $\gamma$ 空气吸收剂量率

监测频次：每年进行一次辐射水平监测，委托有资质的单位进行，并保存监测记录；

监测点位：根据规范布点；

监测标准：《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）。

### （3）个人监测

保靖县人民医院需对放射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，外照射个人剂量监测周期一般为30天，最长不应超过90天，医院需配合委托单位及时收发个人剂量计。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。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。保靖县人民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约束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。

辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后保靖县人民医院还应当组织放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。

**表 12-2 监测计划要求一览表**

监测对象	具体内容	周期	备注
辐射工作人员	配放个人剂量计，个人剂量监测	三个月为一周期，一年监测四次	X- $\gamma$
工作场所和周围环境辐射水平	距 DSA 机房四周墙体、防护门、窗表面外 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm	自主监测，每季度一次	X- $\gamma$
委托监测	委托监测单位对距 DSA 机房四周墙体、防护门、窗表面外 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm	每年一次	X- $\gamma$

## 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) 医院对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，遵照国家和地方政府有关规定，制定了辐射事故应急响应与处置程序，并已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》，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主管部门报告。

(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，在生态环境行政主管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：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备被损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当地卫生行政主管部门报告。各部门联系方式如下。

**建设项目环保投资**

保靖县人民医院核技术利用建设项目环保投资一览表见表 12-3。

**表 12-3 DSA 项目建设环保投资一览表**

项目	金额(万元)

## 环境保护竣工验收

保靖县人民医院二院核技术利用项目环保竣工验收要求见表 12-4。

**表 12-4 环境保护验收一览表**

序号	验收项目	验收内容及要求	依据	
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复	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、修改并完善相应的规章制度和事故应急预案	原环境保护部令第 31号	
3	人员要求	配备相应的介入医生、护士、及技师；放射工作人员均持证上岗，按要求进行职业健康检查和个人剂量监测，并按要求定期组织复训	原环境保护部令第 31号、第18 号、生态环境部 7 号令、公告 2019 年第 57 号	
4	机房面积	DSA 机房：最小有效使用面积 $\geq 20\text{m}^2$ ，最小单边长度 $\geq 3.5\text{m}$	GBZ130-2020	
5	辐射安全防护措施	①DSA机房门外张贴醒目电离辐射警示标志、中文标明放射防护注意事项，安装工作状态指示灯，灯箱处设置警示语句； ②平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联； ③在控制室与 DSA 机房之间应设观察窗与对讲机，且观察窗的设置位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况； ④DSA 机房内设置动力通风装置，保持良好的通风； ⑤机房内不得堆放无关杂物； ⑥辐射防护管理制度在控制室内上墙； ⑦DSA 机房防护墙体厚度满足标准要求。	GBZ130-2020 GBZ18871-2002	
6	配套设施、设备	个人防护用品，自主检测仪器，详见表10-2；放射工作人员均配备个人剂量计	GBZ130-2020	
7	电离辐射	剂量限值	介入手术医生和护士年有效剂量 $< 5\text{mSv}$ 其他放射工作人员年有效剂量 $< 2\text{mSv}$ 机房外公众成员年有效剂量 $< 0.1\text{mSv}$	GB18871-2002、环评 批复、关于确定年剂量管理目标值的文件
		墙体剂量率控制	在工作状态下，距DSA机房四周墙体、防护门、窗表面外30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm处的周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$	GB18871-2002 GBZ130-2020
8	有害气体	DSA 机房内设置动力通风装置	GBZ130-2020	

**表 13 结论与建议**

**结论**

**(一) 辐射安全与防护综合结论**

(1) 为满足患者治疗需要，促进医院科室全面协调，保靖县人民医院拟在门诊综合大楼二楼新建两间 DSA 介入手术室及相关配套用房，并新购置两台 DSA，型号待定最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA，属 II 类射线装置，安装至 DSA 手术室 1 和 DSA 手术室 2。根据现场辐射环境现状检测，本项目场址的辐射本底水平属于正常本底范围内。

(2) 本项目所产生的主要污染因子是电离辐射危害因子（X 射线），一般污染因子是臭氧和氮氧化物等有害气体。

(3) DSA 工作场所分为监督区和控制区：DSA 机房为控制区、DSA 操作间以及周围临近区域为监督区。该项目整体布局较合理，分区明确。DSA 机房拟采取相应的屏蔽措施和其它防护措施，辐射屏蔽设计合理，能满足辐射防护要求。

**(二) 环境影响分析综合结论**

(1) 通过估算，从事本项目的辐射工作人员和公众人员的年附加有效剂量均满足本环评的剂量约束限值要求（介入医生和护士：5mSv/a，其他辐射工作人员：2mSv/a，公众人员：0.1mSv/a）符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关标准的要求。

(2) 医院已成立辐射安全管理领导小组，并制定了相关的辐射防护规章制度，其内容基本可行，待本项目投入运行后，还需要进一步完善辐射事故应急预案及 DSA 操作规程等制度。

**(三) 可行性分析结论**

本项目使用的 DSA 装置属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）（2024 年 2 月 1 日施行）中第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

拟新建两间 DSA 机房位于门诊综合大楼二楼，DSA 手术室 1 四周墙体采用 240mm 厚实心灰砂砖墙体+2mmpb 的硫酸钡水泥，顶面为 200mm 现浇混凝土+2mmpb 的硫酸钡板，地板为 200mm 现浇混凝土+2mmpb 的硫酸钡水泥，在机房的南墙上设有铅玻璃观察窗（3mmpb），南墙和东墙各设置了一樘单扇平开铅门（3mmpb），设有防夹装置。西墙设置一樘电动铅门（3mmpb），设有防夹装置；DSA 手术室 2 四周墙体采用 240mm 厚实心灰砂砖墙体+2mmpb 的硫酸钡水泥，顶面为 200mm 现浇混凝土+2mmpb 的硫酸钡板，地板为 200mm 现浇混凝土+2mmpb 的硫酸钡水泥，在机房的北墙上设有铅玻璃观察窗（3mmpb），北墙和东墙各设置了一樘单扇平开铅门（3mmpb），设有防夹装置。西墙设置一樘电动铅门（3mmpb），设有防夹装置。本项目营运期职业人员和公众受照年有效剂量符合本报告提到的年有效剂量管理目标值的要求，更低于 GB18871-2002 规定的剂量限值。故从环境保护角度来看，本环评认为本项目选址建设可行。

综上所述，本项目按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行建设，DSA 设备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；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。

### **建议和要求**

（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辐射环境自主监测、委托监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划。加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查；

（2）保靖县人民医院在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度以及辐射事故应急预案加以完善和补充，并确保各项制度的落实；

（3）项目使用的防护材料密度均应满足表 10-1 中要求。

（4）医院应按要求为介入手术医生和护士配备 2 枚个人剂量计，并要求辐射工作人员按相关要求及时佩戴好个人剂量计，避免出现未带个人剂量计进行辐射工作现象。

（5）环评取得批复后，及时向相关部门申请变更《辐射安全许可证》，并按《建设项目竣工验收暂行办法》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

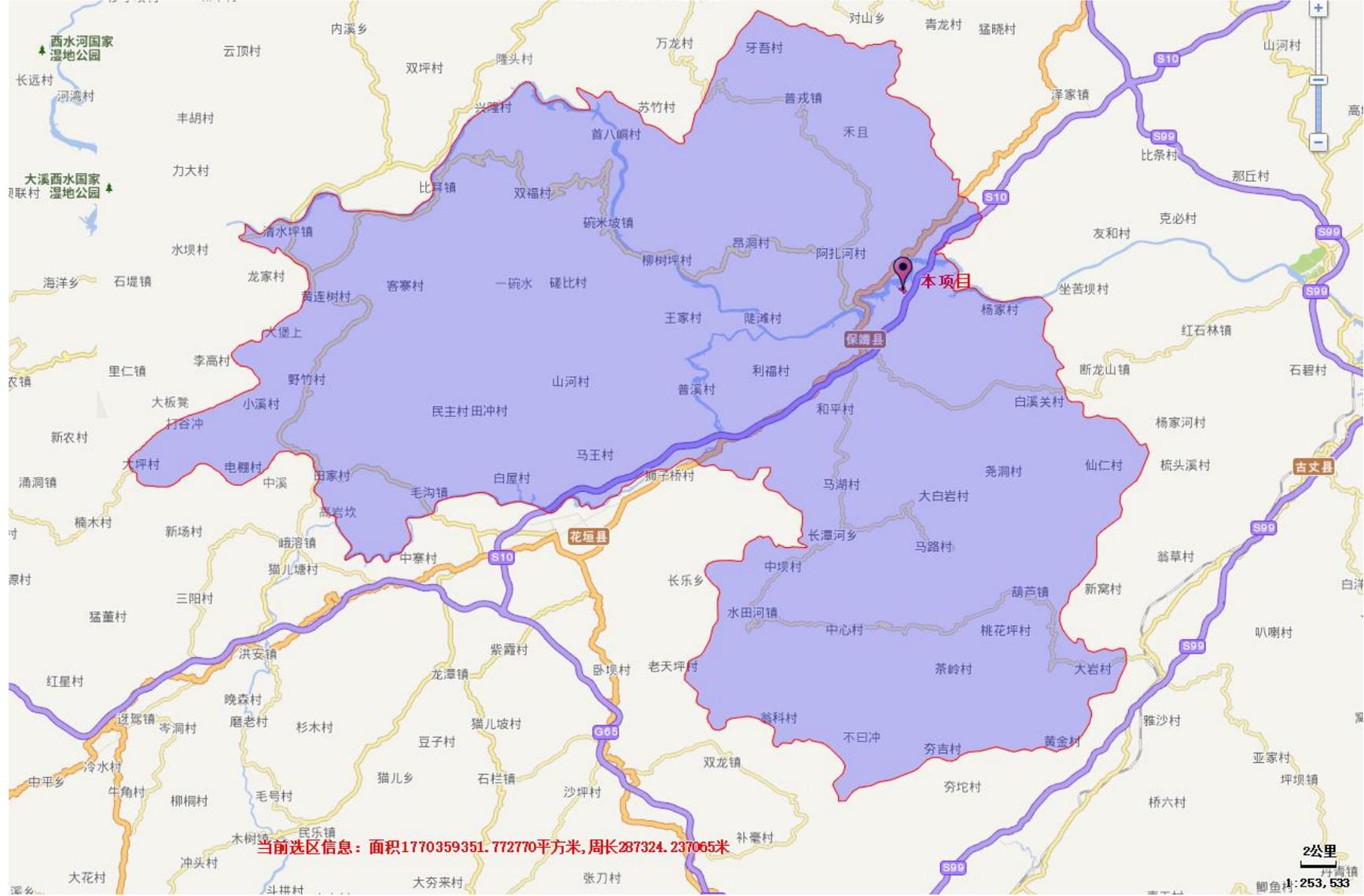
年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日



附图一 医院地理位置图

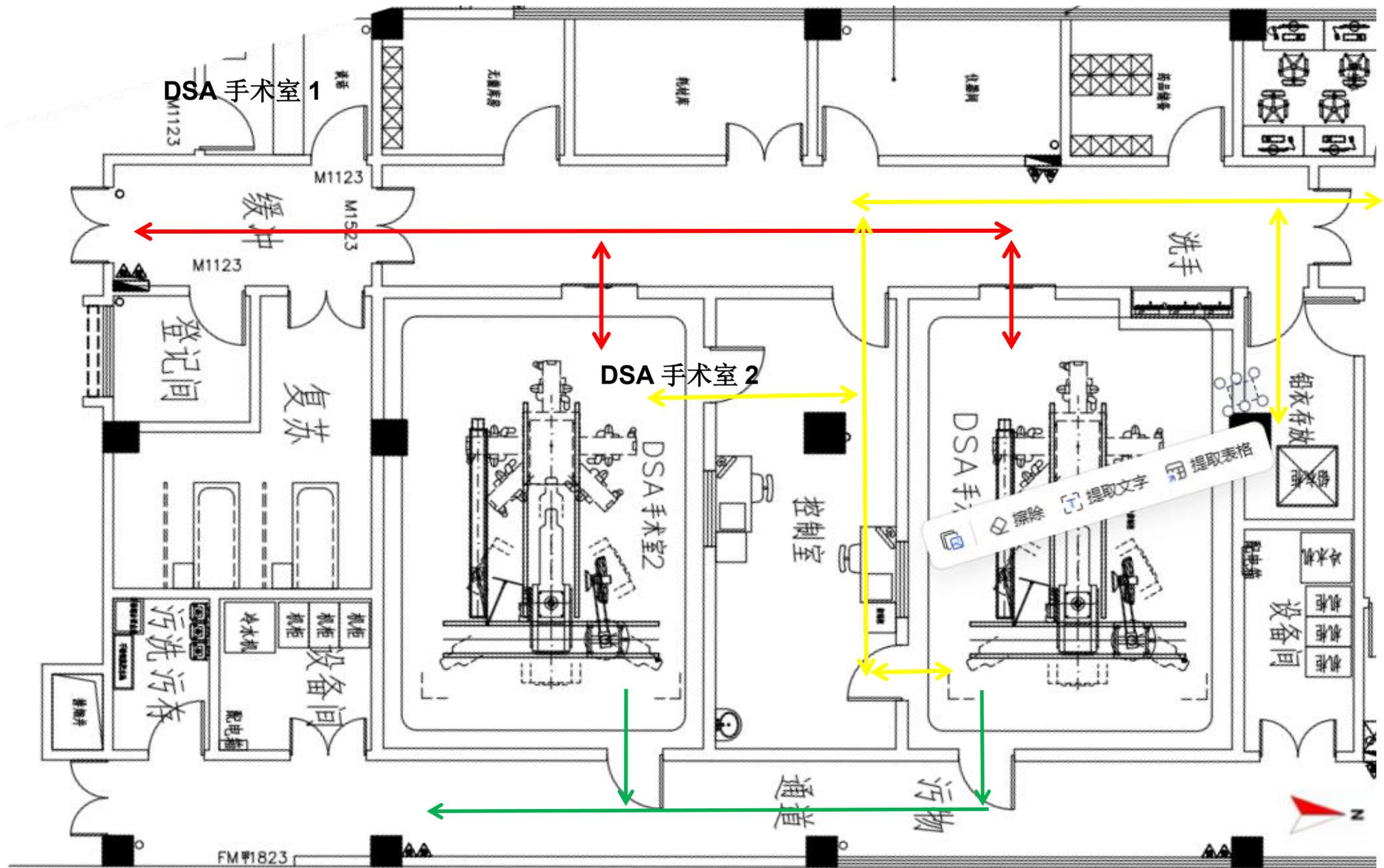




附图三 门诊综合大楼 2F 平面布置图



附图四 门诊综合大楼 3F 平面布置图



- 患者通道: ↔
- 医护通道: ↔
- 污物通道: →

附图九 本项目人流、物流路线

