

核技术利用建设项目

南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机 项目环境影响报告表

（公示版）

南安市医院

二〇二三年七月

核技术利用建设项目

南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机等射线装置项目环境影响报告表

（公示版）

建设单位名称：南安市医院

建设单位法人代表：方向前

通讯地址：南安市溪美街道新华街 330 号

邮政编码：***

联系人：黄**

电子邮箱：***@163.com

联系电话：138***

关于《南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机项目环境影响报告表》
公示的确认函

泉州市荣源水土保持科技咨询有限公司：

收到您单位发来《南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机项目环境影响报告表》，现经我单位确认，报告内容符合我单位实际情况，对报告内容无异议，报告无不可对外公开内容，根据环境保护部办公厅文件环办【2013】103号《关于印发〈建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）〉的通知》，为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，我单位依法同意对《南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机项目环境影响报告表》进行全本公示，对公示的内容没有异议。



南安市医院

2023年7月2日

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	7
表 3 非密封放射性物质.....	7
表 4 射线装置.....	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	9
表 6 评价依据.....	10
表 7 保护目标与评价标准.....	12
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	26
表 10 辐射安全与防护.....	29
表 11 环境影响分析.....	39
表 12 辐射安全管理.....	47
表 13 结论与建议.....	54
附件 1 委托书	
附件 2 检测报告（已删除）	
附件 3 资质证书（已删除）	
附件 4 管理制度（已删除）	
附件 5 辐射安全许可证（已删除）	
附件 6 辐射工作人员个人剂量监测报告及职业体检报告（已删除）	

附件 7 机房设计图纸（已删除）

附件 8 通风系统设计图（已删除）

附件 9 平面布局图（已删除）

表1 项目基本情况

项目名称		南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机等射线装置项目			
建设单位		南安市医院			
法人代表	方向前	联系人	黄**	联系电话	138****
注册地址		南安市溪美街道新华街 330 号			
项目建设地点		南安市柳城街道江北大道与环园西路、学府路交界处			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	1500	项目环保投资（万元）	150	投资比例	10%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	210
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
其他	/				
1.建设单位情况					
<p>南安市医院位于南安市溪美街道新华街 330 号，该院始建于 1938 年，为三级乙等医院，是南安市卫生系统规模最大，集医疗、保健、教学、科研为一体的综合性公立医院。</p> <p>南安市医院新院区位于南安市柳城街道江北大道与环园西路、学府路交界处，分三期建设，目前一期工程已开展环境影响评价工作并已取得批复文件（南环【2017】14 号），项目正在建设中，一期工程建设一座大楼，大楼分为住院 A 楼部分、住院 B 楼部分、医技楼部分及门急诊楼部分，本项目位于医技楼部分，其他期工程建设工作也在有序进行中。</p>					
2.目的和任务由来					
<p>根据医院的发展需要，南安市医院拟在位于南安市柳城街道江北大道与环园西路、学府路交界处的新院区（一期）医技楼一楼急诊科建设一间 DSA 机房及其配套用房，使用 1 台 DSA 机；在三楼手术中心建设复合手术室及其配套用房，使用 1 台 DSA 机和 1 台 CT 机；DSA 机均用于医疗诊治，CT 机用于医疗诊断。</p> <p>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》以及《建设项目环境保护管理条例》等法律法规，南安市医院新院区（一期）2 台 DSA 机</p>					

等射线装置项目应进行环境影响评价；根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会的公告（2017年第66号）《关于发布<射线装置>分类的公告》规定，本项目使用的 DSA 机属于 II 类射线装置，使用的 CT 机属于 III 类射线装置；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号）“使用 II 类射线装置的”应编制环境影响报告表。因此该院于 2023 年 1 月委托泉州市荣源水土保持科技咨询有限公司（以下简称“我公司”）对其核技术利用项目进行环境影响评价工作。

我公司接受委托后，组织技术人员分别于 2023 年 4 月、6 月，对南安市医院新院区（一期）2 台 DSA 机等射线装置项目辐射工作场所防护情况和辐射工作人员的防护情况进行了调查，充分收集了有关资料，在完成现场调查、辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求编制完成了《南安市医院新院区（一期）2 台 DSA 机等射线装置项目环境影响报告表》（送审稿）。

3.项目建设规模

本项目的建设内容包括：拟在新院区（一期）医技楼一楼急诊科建设一间 DSA 机房及其配套用房，使用 1 台 DSA 机；在三楼手术中心建设复合手术室及其配套用房，使用 1 台 DSA 机和 1 台 CT 机；DSA 机均用于医疗诊治，CT 机用于医疗诊断；详细情况见表 1-1。建设内容主要为墙体砌筑、涂抹辐射防护涂料（或设置铅板）、安装铅门和铅玻璃、安装警示灯、设置电离警示标志等辐射防护措施。本项目辐射工作的种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置。

表 1-1 本项目射线装置一览表

序号	射线装置	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	使用场所	备注
1	DSA	待定	II 类	1 台	150	1000	一楼急诊科 DSA 机房	拟购
2	DSA	待定	II 类	1 台	150	1000	三楼手术中心复合手术室	拟购
	CT	待定	III 类	1 台	140	1000		拟购

4.项目选址

本项目辐射工作场所位于新院区（一期）医技楼一楼及三楼，医技楼位于主楼西部，医技楼东侧为门急诊楼院区广场（空地）、及院内道路等，医技楼南侧院内道路、院区广场（空地）及江北大道等；医技楼西侧为住院楼 A 和住院楼 B 等，医技楼北侧为二期工程预留地等。

医技楼一楼拟建 DSA 机房东侧为污物间、患者更衣间、缓冲区、抢救室、医疗街及

门诊楼内科等；南侧为其他手术室、患者通道、护士站及留观室等；西侧为控制室、库房、新风机房、护士站、治疗室等；北侧为患者通道、CT 机房及其控制室、心电图室、药房及核医学科等其他区域；楼上（机房正上方）为标本冷库、资料室及医技楼其他区域等；楼下为地下一层停车场及地下二层内科病房等。

医技楼三楼拟建复合手术室东侧为手术室医疗街及门诊楼内科等；南侧为控制室、走廊、洁净库、楼梯间及手术中心手术室等其他区域；西侧为走廊、拆包间患者通道等；北侧为设备间、库房、手术中心其他手术室等其他区域；楼上（机房正上方）为夹层（其他设备机房等）及顶层等；楼下为 DR 机房等。

本项目在辐射工作场所屏蔽防护有效的条件下，不会对外环境人员造成辐射影响，项目用地主要为医院内部的医疗用地，符合项目用地的规划要求，故项目选址可行。

本项目的周边环保目标为辐射工作场所屏蔽体边界外 50m 范围内的辐射工作人员、医护人员、患者、周边流动的公众人员。拟建辐射工作场所及其周边现状照片见图 1-1，周边环境示意图见图 1-2。



图 1-1 拟建辐射工作场所及其周边环境现状照片



机房所在楼南侧现状

机房所在楼北侧现状

续图 1-1 拟建辐射工作场所及其周边环境现状照片



图 1-2 南安市医院新院区（一期）平面及周边情况示意图

5.原有核技术利用项目许可情况

(1) 许可情况

南安市医院于 2023 年 3 月向福建省生态环境厅重新申请领取了辐射安全许可证，证书编号为闽环辐证[00338]，许可的种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置。证书有效期至 2028 年 3 月。南安市医院原有核技术利用项目详见表 1-2。

(2) 环保手续履行情况

2017 年 2 月医院对原有 4 台 III 类射线装置项目填报了环境影响评价登记表，备案号为 201735058300000011。

2019 年 11 月委托有资质单位对其 1 台 DSA 机项目编制了环境影响报告表并于 2020 年 2 月取得批复文件（闽环辐评〔2020〕11 号）

表 1-2 南安市医院原有在用射线装置一览表

序号	名称	型号	数量 (台)	类别	使用场所	备注
1	DSA	UNIQ FD20	1	II 类	院内放射科 介入室	已取得辐射安全许可
2	X 射线机	Definition As	1	III 类	院内放射科	
3	X 射线机	XR-6000	1	III 类	院内放射科	
4	X 射线机	XR-6000	1	III 类	院内放射科	
5	钨靶 X 线机	MGU-1000D	1	III 类	院内放射科	

(3) 辐射防护管理制度

为保证辐射工作安全开展，南安市医院成立了辐射安全领导小组，全面负责该院的辐射防护管理工作。根据原国家环境保护总局〈2006〉145 号通知《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》的规定，该院制定了《辐射事故应急预案》，一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，并采取必要的应急措施。同时该院依据《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 20 号）、

《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）及《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）相关规定，并结合该院的情况，已制定了较完善的管理制度和操作规程，其中包括《辐射安全和防护管理制度》、《辐射事故/事件应急预案》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射监测计划》、《辐射工作人员培训考核制度》、《个人剂量管理制度》、《职业健康检查制度》等，详见附件 4。

(4) 辐射工作人员培训、个人剂量监测和体检情况

该院现有在岗辐射工作人员共计 29 名，均取得辐射安全与防护考核合格证书，医院使用 III 类射线装置的辐射工作人员已根据《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》及《关于进一步优化辐射安全考核的公告》相关要求开展了自主考核，成绩均合格。

该院现有在岗辐射工作人员均按照规范佩戴个人剂量计，由专人负责收集，并委托有资质单位承担个人剂量监测工作，监测频度为 90 天/次；每季度的个人剂量检测结果和每次个人体检报告均存档备案。

根据医院提供的 2022 年辐射工作人员个人剂量监测报告及最近一次体检报告，2022 年的个人剂量监测结果均正常；最近一次体检结果无异常。

（5）辐射环境监测及年度评估情况

南安市医院已委托有资质单位开展了辐射场所监测，并编制了 2022 年的年度评估报告，在设备正常运行状态下，监测结果均满足相关标准要求；截止 2023 年 6 月，南安市医院使用的射线装置正常运行，未发生辐射事故。

表2 放射源

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

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

表3 非密封放射性物质

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

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

表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1台	待定	150	1000	医疗诊治	医技楼一楼急诊科 DSA 机房	拟购
2	DSA	II类	1台	待定	150	1000	医疗诊治	医技楼三楼手术中心复合手术室	拟购
3	CT	III类	1	待定	140	1000	医疗诊治	医技楼三楼手术中心复合手术室	拟购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月修订), 中华人民共和国主席令第九号, 2015年1月1日起施行;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 根据2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改<中华人民共和国劳动法>等七部法律的决定》修正);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 中华人民共和国主席令第六号, 2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》, 中华人民共和国国务院令 第253号, 2017年10月1日起施行(根据2017年7月16日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019年修订), 国务院令 第449号公布, 2005年12月1日施行;</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》, 中华人民共和国生态环境部令 第16号, 2021年1月1日起施行;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修订), 原国家环保总局令 第31号, 2006年3月1日起施行;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 中华人民共和国环境保护部令 第18号, 2011年5月1日起施行;</p> <p>(9) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》, 环发[2012]98号文;</p> <p>(10)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》, 环发[2012]77号文;</p> <p>(11) 《关于发布《射线装置分类》的公告》, 环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告(公告2017年第66号), 2017年12月6日发布;</p> <p>(12) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》, 国环规环评【2017】4号, 2017年11月20日施行。</p>
------	---

<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)； (2) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)； (3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)； (4) 《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)； (5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (6) 《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>(试行)的通知》(闽环保辐射〔2013〕10号)，2013年3月15日发布。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 本项目委托书； (2) 南安市医院提供的本项目相关资料。</p>

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》(HJ 10.1-2016)中环境影响报告书相关要求,即“放射源和射线装置应用项目的评价范围,通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围(无实体边界项目视具体情况而定,应不低于 100m 的范围)”,结合本项目特点,本项目评价范围为 DSA 机房及复合手术室屏蔽体边界外 50m 范围,示意图见图 7-1。



图 7-1 环境影响评价范围示意图

保护目标

根据对本项目周围环境的调查，结合图 1-2 和图 7-1 至图 7-3，本项目周边环境保护目标为辐射工作场所屏蔽体边界外 50m 范围内的辐射工作人员和公众人员，其中辐射工作人员包括 DSA 机和 CT 机操作人员，公众人员包括医护人员、患者及家属、周边流动的人员等；详见表 7-1。经现场勘察，评价范围内无以文教、行政办公等为主要功能的环境敏感区。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

序号	点位描述	环境保护对象	方位及最近直线距离	人数	剂量约束值			
1	DSA 机房	辐射工作人员	/	4~6 人	5mSv/a			
2	控制室		西侧；紧邻					
3	一层 DSA 机房 污物间、患者更衣间、缓冲区、抢救室、候诊区等其他区以及医疗街、门急诊楼等 其他手术室、患者通道、护士站及留观室等 库房、新风机房、护士站、治疗室等 患者通道、CT 机房及其控制室、心电图室、药房及核医学科等其他区域 标本冷库、资料室及医技楼其他区域等 地下一层停车场及地下二层内科病房等	公众人员	东侧；0~50m	>100 人	0.1mSv/a			
4			南侧；0~24m	>50 人				
5			西侧；3~30m	约 30 人				
6			北侧；0~50m	>150 人				
7			楼上；0~12m	>150 人				
8			楼下；1~9m	流动人群				
9			机房	辐射工作人员		/	4~6 人	5mSv/a
10			控制室			南侧；紧邻	3~5 人	
11	复合手术室 其他手术室、医疗街及门诊楼内科等 走廊、洁净库、楼梯间及手术中心手术室等其他区域 走廊、拆包间患者通道等 设备间、库房、手术中心其他手术室等其他区域 医疗街 门急诊楼 院区道路及广场（含绿化带）等 院区道路及广场（含绿化带）等 住院楼 A	公众人员	东侧；0~50m	>100 人	0.1mSv/a			
12			南侧；3.5~50m	>120 人				
13			西侧；0~19.7	流动人群				
14			北侧；0~50m	>100 人				
15			东侧；9~18m	流动人群				
16			东侧；约 18m	>150 人				
17			南侧；24~50m	流动人群				
18			西侧；19.7~50m	流动人群				
19			复合手术室西南、南侧；约 7m	>250 人				

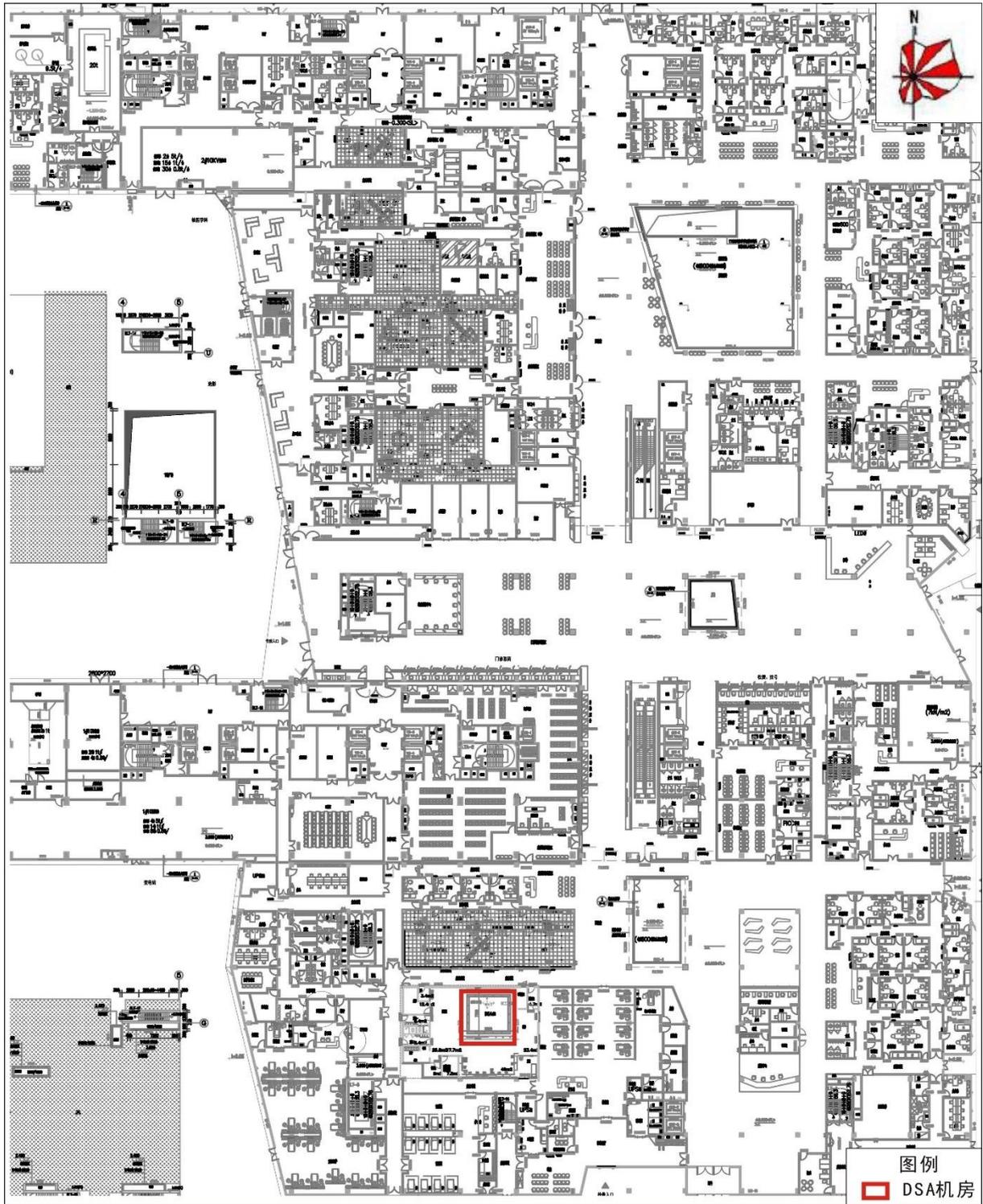


图 7-2 一楼平面布局示意图（住院楼、医技楼部分）

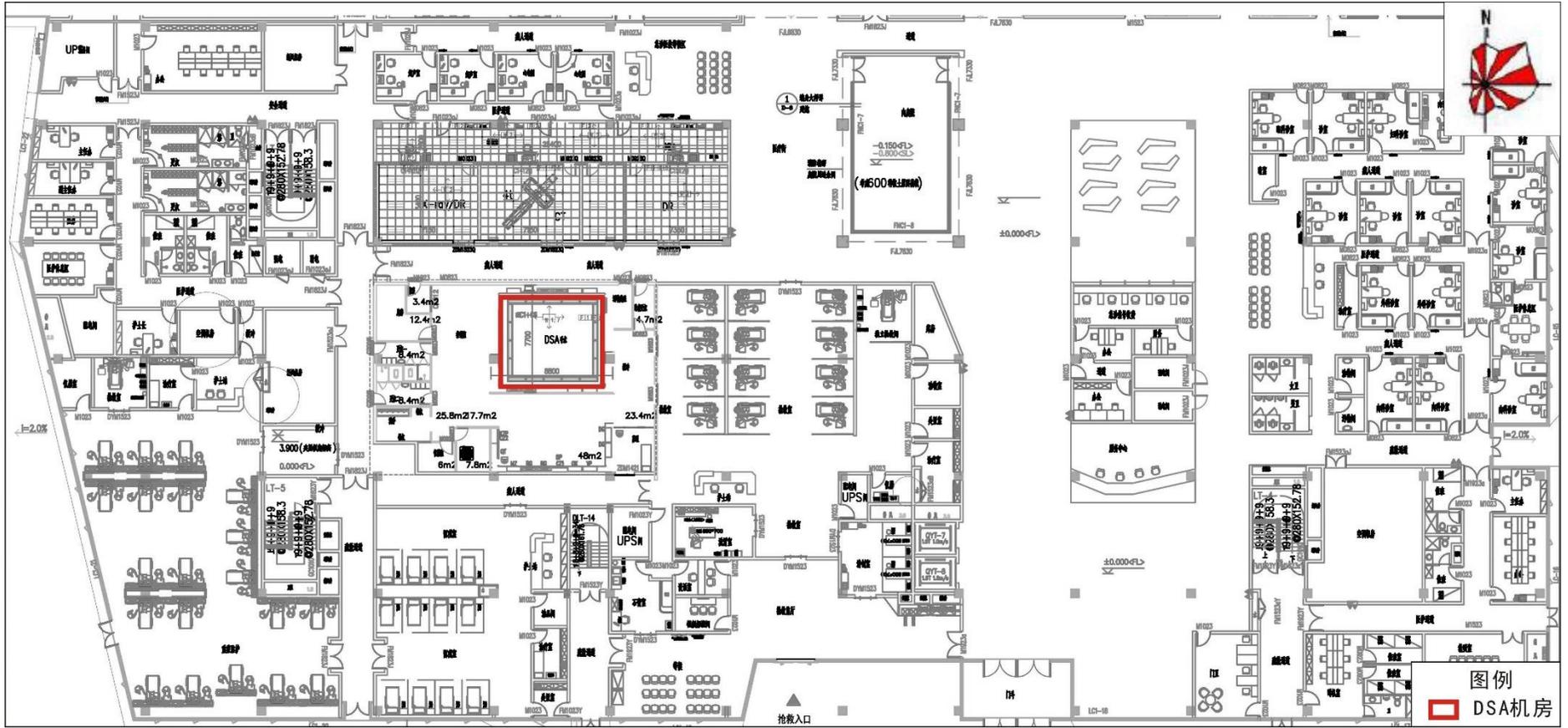


图 7-3 医技楼一楼平面布局示意图（医技楼南部）

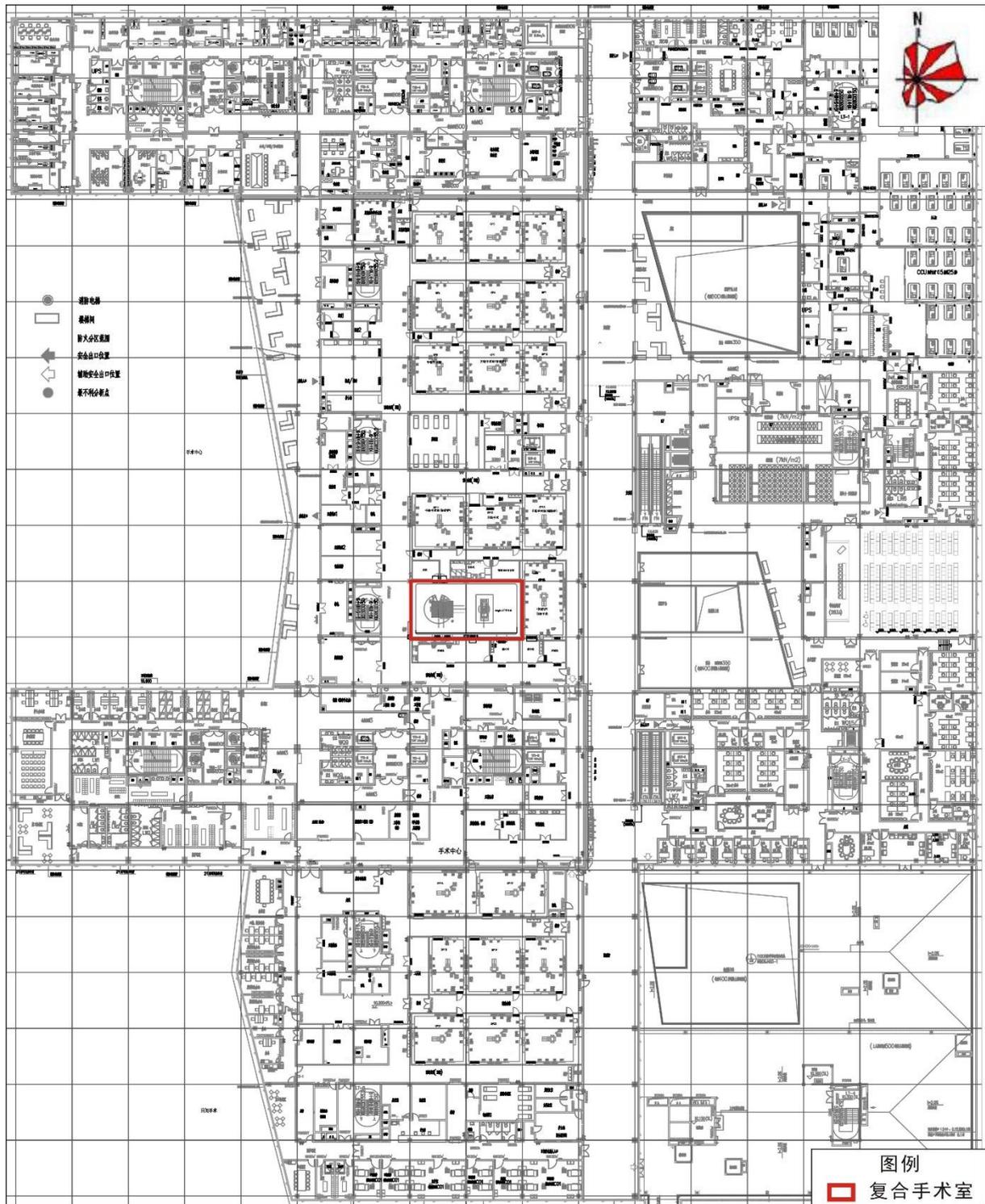


图 7-4 三楼平面布局示意图（住院楼、医技楼部分）

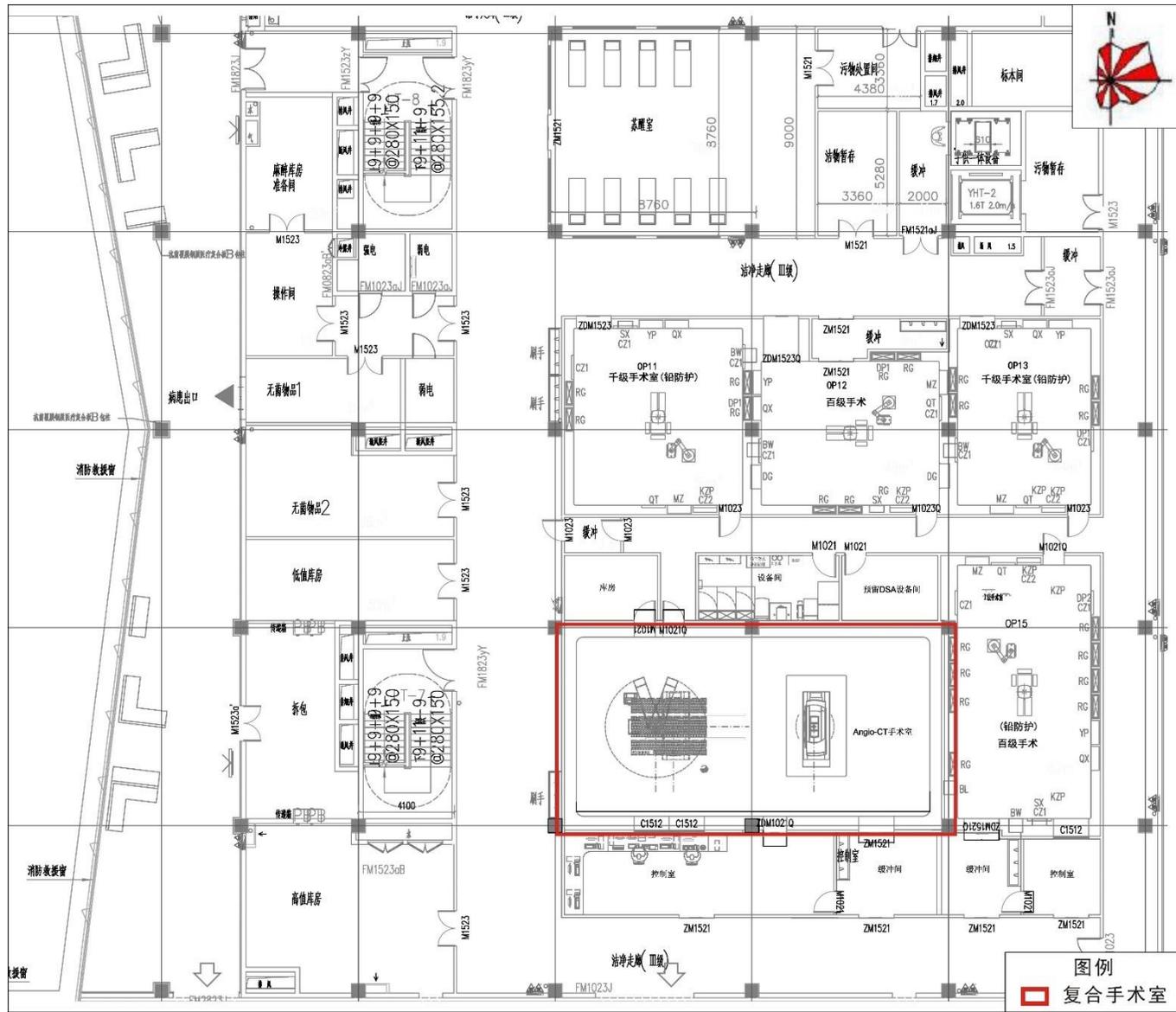


图 7-5 医技楼一楼平面布局示意图 (医技楼中部)

评价标准

(1) 剂量限值和剂量约束值

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求，本项目相关限值采用标准见表 7-2。

表 7-2 本项目相关标准限值

内容	项目	剂量限值	标准名称
连续五年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)
年有效剂量限值	公众成员	1mSv	
剂量约束值	DSA 机房及复合手术室辐射工作人员	5mSv/a	取连续五年平均有效剂量限值的 1/4 作为剂量约束值
	公众成员	0.1mSv/a	公众成员取年有效剂量限值的 1/10 作为剂量约束值

(2) 剂量当量率控制水平

依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的要求，本项目相关剂量当量率控制水平见表 7-3。

表 7-3 本项目相关剂量当量率控制水平

内容	项目	剂量限值	标准名称
周围剂量当量率	具有透视功能的 X 射线机在透视条件下监测时，周围剂量当量率控制目标值	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

重点引用：5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

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

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

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。

6.1.4 移动式 X 射线机（不含床旁摄影机和急救车配备设备）在使用时，机房应满足相应布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-4 的规定。

表 7-4 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

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（不含头颅移动 CT）	30	4.5
单管头 X 射线机（含 C 型臂、乳腺 CBCT）	20	3.5
双管头或多管头 X 射线机（含 C 形臂） ^a	30	4.5

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-5 的规定。

6.2.2 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 C 中表 C.4~表 C.7。

表 7-5 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）
CT 机（不含头颅移动 CT）	2.5	2.5
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
标称 125kV 及以下的摄影机房	2	1

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应不大于仪器响应时间；

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.4 X射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.5 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7-6中的工作人员、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。

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 。

表 7-6 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		患者和受检者	
	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：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	—
注：“—”表示不要求				

表8 环境质量和辐射现状

1.项目的地理和场所位置

本项目位于南安市柳城街道江北大道与环园西路、学府路交界处，本项目辐射工作场所位于医技楼一楼、三楼。项目地理位置示意图见图 8-1。



图 8-1 本项目地理位置示意图

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

(1) 环境现状评价的对象

本次环境现状评价的对象为本项目辐射工作场所区域及周边环境。

(2) 监测因子

监测因子为 γ 射线：环境 γ 辐射剂量率。

(3) 监测点位

本项目按《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中有关布点原则和方法，有关布点原则和方法同时符合的相关要求，结合本项目的实际情况，本项目辐射工作场所周边环境辐射水平背景值检测点位见图 8-2。



图 8-2 本项目拟建辐射工作场所周边背景值监测点位示意图

3.监测方案、质量保证措施和监测结果

(1) 监测方案

①监测单位

湖北君邦检测技术有限公司

②监测时间及环境条件

监测时间：2023年6月29日

天气情况：阴

温度：29℃

相对湿度：71%

③监测方法

本次 γ 辐射空气吸收剂量率现状检测方法依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)提供的方法。节选有关内容见表8-1。

具体测量步骤如下：

a) 开机预热。

b) 手持仪器或将仪器固定在三脚架上。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。

c) 仪器读数稳定后，通常以约10s的间隔(可参考仪器说明书)读取/选取10个数据，记录在测量原始记录表中。

表8-1 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》相关内容

仪器指标	通用要求
量程	量程下限应不高于： 1×10^{-8} Gy/h；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择，应急测量情况下，应确保量程上限符合要求，一般不低于： 1×10^{-2} Gy/h
相对固有误差	$\leq \pm 15\%$
能量响应	50KeV~3MeV，相对响应之差 $\leq \pm 30\%$ （相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源）
角响应	$0^\circ \sim 180^\circ$ 角响应平均值（ \bar{R} ）与刻度方向上的响应值（ R ）的比值应大于等于0.8（对 ^{137}Cs 辐射源）
使用温度	-10~40 $^\circ\text{C}$ （即时测），-25~50 $^\circ\text{C}$ （连续测量）
使用相对湿度	$< 95\%$ （35 $^\circ\text{C}$ ）

④检测仪器

本次检测仪器为X、 γ 辐射空气比释动能率仪，仪器参数见表8-2。

表8-2 环境现状监测仪器及参数一览表

仪器名称	环境X、 γ 辐射剂量仪
仪器型号	PN98（PN-1）
生产厂家	上海何亦仪器仪表有限公司
能量响应	主机能量范围：45KeV-3MeV； 外置探测器能量范围：20KeV-7MeV
量程	主机测量范围：0.1 $\mu\text{Sv/h}$ -10mSv/h 外置探测器测量范围：10nGy/h-100 $\mu\text{Gy/h}$ ，
相对固有误差	不超过 $\pm 15\%$
检定证书编号	2022YD047900610
仪器校准有效期限	2022年7月6日-2023年7月5日
校准单位	湖北省计量测试技术研究院

(2) 质量保证措施

①本项目监测单位已取得了湖北省市场监督管理局的检验检测机构资质认定（CMA认证），具备有完整、有效的质量控制体系；

②根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）制定监测方案及实施细则，布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；

③监测仪器经计量部门检定合格，并在检定有效期内；

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

⑥建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据等全部保留，以备复查；

⑦监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

⑧监测报告严格实行审核制度，经过复核，最后由授权签字人审定。

（3）检测结果

南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机等射线装置项目拟建辐射工作场所及周边监测结果见表 8-3，检测报告见附件 2。

表 8-3 拟建辐射工作场所及周边环境辐射水平背景监测结果

序号	监测地点	测量值（已扣除仪器对宇宙射线的响应值）均值±标准差（nGy/h）	监测工况
1	医技楼一楼拟建 DSA 机房处	109.8 ± 8.8	背景监测
2	医技楼一楼拟建控制室	105.2 ± 9.4	
3	医技楼二楼（DSA 机房楼上）	105.3 ± 8.2	
4	医技楼地下一层（DSA 机房楼下）	100.1 ± 4.5	
5	DSA 机房东侧医疗街（一楼）	115.0 ± 4.6	
6	DSA 机房南侧院区道路（空地）	147.5 ± 7.2	
7	DSA 机房西侧院区道路（空地）	153.1 ± 4.6	
8	医技楼三楼拟建复合手术室处	113.8 ± 6.4	
9	医技楼三楼拟建控制室	115.2 ± 5.4	
10	医技楼楼顶（复合手术室楼上）	159.9 ± 7.6	
11	医技楼二楼（（复合手术室楼下））	110.9 ± 8.3	
12	复合手术室东侧门急诊楼（三楼）	100.2 ± 6.4	
13	复合手术室南侧住院楼 A	101.2 ± 5.4	
14	复合手术室西侧院区道路（空地）	150.6 ± 6.3	
15	复合手术室北侧其他手术室	97.9 ± 4.9	
16	复合手术室东北侧门急诊楼（三楼）	98.2 ± 5.4	

备注：监测结果均已扣除宇宙射线响应值

4.环境现状调查结果评价

由表 8-4 的监测结果可知，南安市医院拟建 DSA 机房处及其周边，室内 γ 空气吸收剂量率为 (97.9~115.2) nGy/h，室外（道路） γ 空气吸收剂量率为 (147.5~159.9) nGy/h，处于《中国环境天然放射性水平》中福建省泉州市室内、道路环境辐射水平正常范围内（室内 (10.2~102.3) nGy/h，道路 (96.6~193.4) nGy/h），因此，本次辐射水平背景监测结果在当地天然本底水平涨落范围内。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.设备参数及工作原理

(1) 设备组成

DSA 为采用 X 射线进行摄影的技术设备，DSA 的主要装置包括带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、机架系统、高压注射器、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机，探测器、电子计算机图象处理系统等。

CT 与普通 X 射线机相同，CT 机由产生 X 线的 X 线管、供给 X 线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置等外围设备组成。

(2) 工作原理

DSA 为数字减影血管造影英文缩写，是通过计算机把血管影像上的骨与软组织影像消除而突出血管的一种成像技术，属介入治疗的一种方式，它成像基本原理是将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 线荧光图像分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

CT 采用 X 射线进行摄影的技术设备。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，与靶核反应从而产生 X 射线。

2.工艺流程及产污环节

(1) DSA 工艺流程及产污环节

- ①患者进入 DSA 室，关闭机房铅门。
- ②患者仰卧，工作人员先对患者进行无菌消毒，局部麻醉。
- ③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。

④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。在此过程主要产生的污染源为 X 射线；

⑤探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

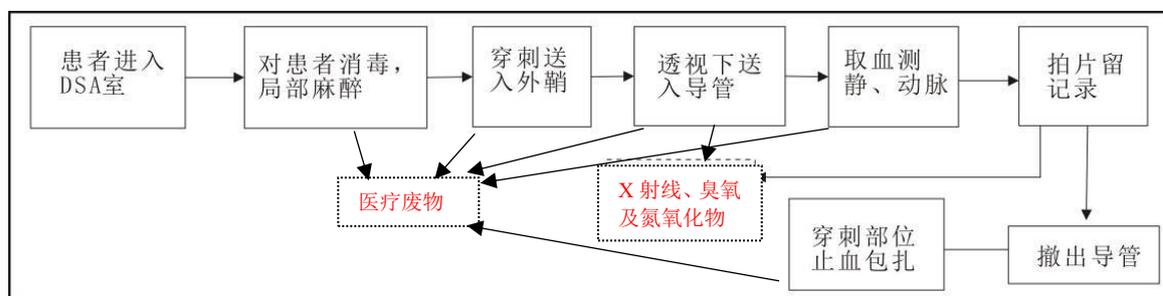


图 9-1 DSA 诊疗工艺流程及产污环节示意图

从图 9-1 可见，DSA 运行时产生 X 射线辐射、臭氧、医疗废物及氮氧化物等。

(2) CT 工艺流程及产污环节

①患者进入检查室，关闭机房铅防护门；

②操作人员输入患者信息，对患者进行摆位，为患者做好必要的防护措施；

③设置曝光参数后进行拍片，在此过程主要产生的污染源为 X 射线；

④最后对拍片结果进行诊断分析，记录结果。

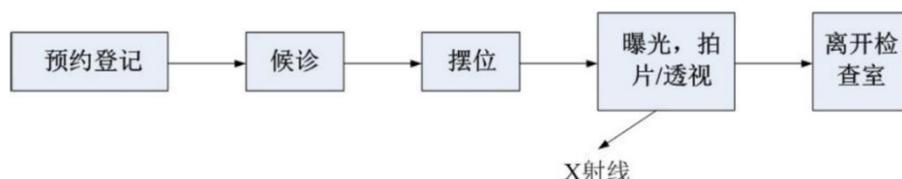


图 9-2 CT 工艺流程及产污环节示意图

本项目 CT 工艺流程较为简单，其运行时产生的主要污染因子为 X 射线，同时还应考虑 CT 运行过程中产生的少量臭氧等废气。

污染源项描述

1.建设阶段的污染源项

本项目辐射工作场所在建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，产生的环境影响主要是建设机房施工时产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工场地安排有序，施工人员较少，有抑尘措施，施工期短，合理安排施工秩序，施工时间，本项目对周围敏感点的影响在可接受的范围内，施工人员生活废水依托医院已有排水系统处置。随着施工期的结

束，这些影响也随即结束。

(1) 环境空气

本项目的环境空气影响主要是扬尘，由散装水泥和建筑材料运输等施工活动将产生。本项目的工程量小，产生的扬尘量很小。

(2) 噪声

本项目产生噪声影响的主要是施工机械、运输、及现场处理等。噪声值一般在65~80dB(A)之间，施工场地的噪声对周围环境有一定的影响，但随着施工的结束而结束。

(3) 地表水

施工期污水主要来自两个方面：一是施工废水，二是施工人员的生活污水。

(4) 固体废弃物

本项目量小，产生的生活垃圾、建筑垃圾。

2.运行阶段污染源项

(1) X射线

根据 DSA 和 CT 的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、废水及废物。因此，在开机曝光期间，X 射线是该项目的主要污染因子。

(2) 其他非放射性污染源

本项目 DSA 和 CT 在工作时，其他非放射性污染源主要为产生少量臭氧、氮氧化物。

表10 辐射安全与防护

项目安全设施

1.工作场所布局和分区

(1) 工作场所布局

本项目辐射工作场所位于医技楼一楼、三楼。

医技楼一楼拟建 DSA 机房东侧为污物间、患者更衣间、缓冲区、抢救室、医疗街及门诊楼内科等；南侧为其他手术室、患者通道、护士站及留观室等；西侧为控制室、库房、新风机房、护士站、治疗室等；北侧为患者通道、CT 机房及其控制室、心电图室、药房及核医学科等其他区域；楼上（机房正上方）为标本冷库、资料室及医技楼其他区域等；楼下为地下一层停车场及地下二层内科病房等。

医技楼三楼拟建复合手术室东侧为手术室医疗街及门诊楼内科等；南侧为控制室、走廊、洁净库、楼梯间及手术中心手术室等其他区域；西侧为走廊、拆包间患者通道等；北侧为设备间、库房、手术中心其他手术室等其他区域；楼上（机房正上方）为夹层（其他设备机房等）及顶层等；楼下为 DR 机房等。

辐射场所通过辐射工作场所屏蔽实体的有效屏蔽，不会对外环境人员造成影响。因此从安全诊断和辐射安全与防护的角度来看，本项目的工作场所布局是合理的。

医生通道：①医技楼一楼辐射工作场所，医生由西侧更衣室进入，在更衣室做术前准备，经控制室进入 DSA 机房；②医技楼三楼辐射工作场所，医生由南侧缓冲区进入手术室。

患者通道：①医技楼一楼辐射工作场所，患者在医护人安排下，由患者通道侧患者入口进入更衣室经缓冲区进入 DSA 机房；②医技楼三楼辐射工作场所，患者在医护人安排下，由患者通道侧患者入口经缓冲区进入手术室。

污物通道：①医技楼一楼辐射工作场所产生的医疗废物进污物门暂存于东侧污物处理间；②医技楼三楼辐射工作场所产生的医疗废物进污物门暂存于北侧库房。

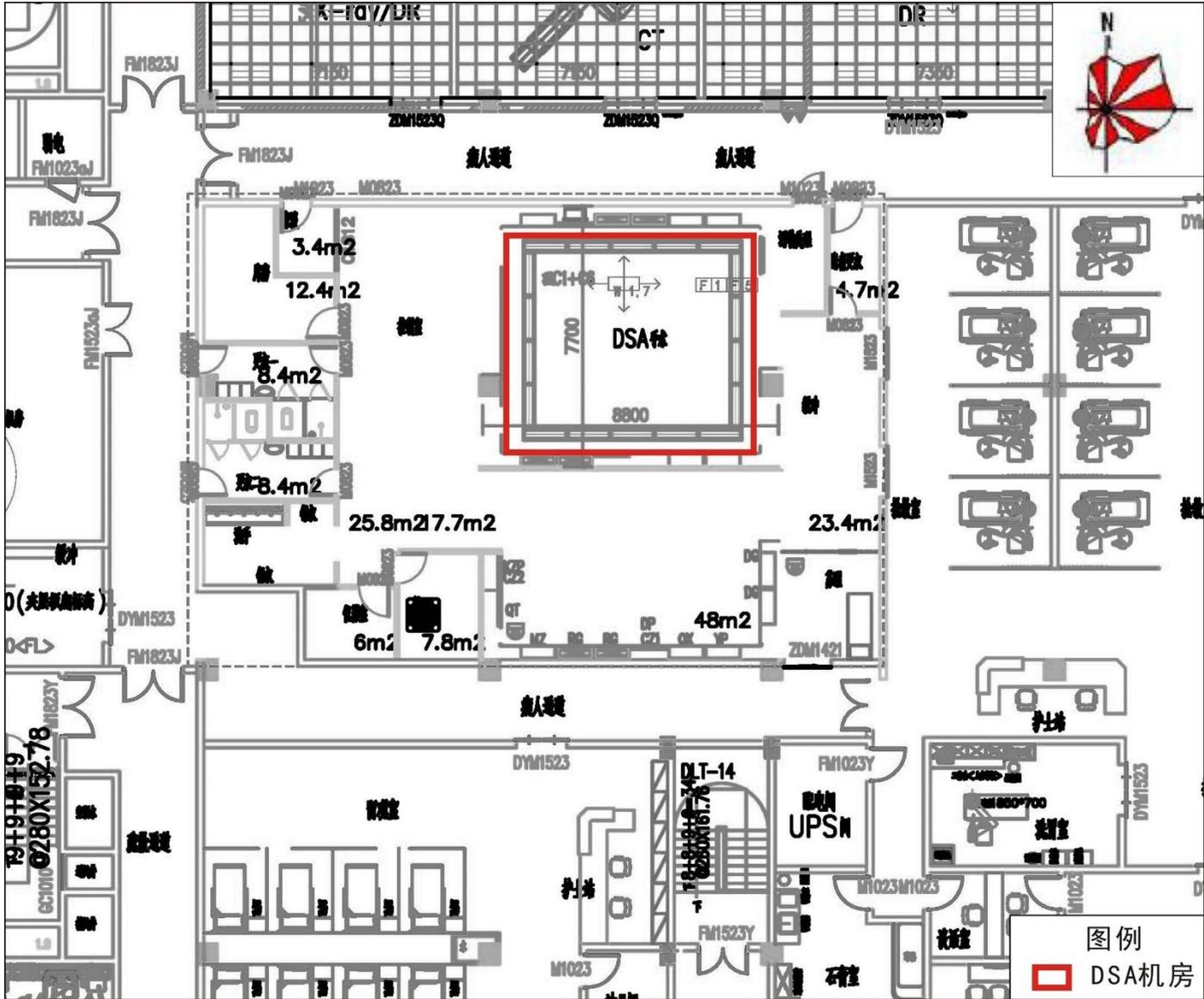


图 10-1 医技楼一楼 DSA 机房平面图

(2) 工作场所分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的要求，对放射性工作场所进行分区管理。结合本项目辐射防护以及环境情况的特点，将需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区；将通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域分为监督区。本项目具体的辐射防护分区划分见表 10-2。

表 10-1 本项目辐射工作场所分区

序号	辐射工作场所	控制区	监督区
1	医技楼一楼 DSA 机房	DSA 机房	控制室、通道（走廊）、苏醒/缓冲间及设备间等 DSA 机房的四周紧邻区域及楼上对应区域
2	医技楼三楼复 合手术室	复合手术室	控制室、缓冲区及设备间等复合手术室的四周紧邻区域及楼上对应区域

2.工作场所辐射安全和防护

(1) 辐射工作场所防护屏蔽设计

本项目辐射工作场所的屏蔽防护设计详见表 10-2。

表 10-2 本项目 DSA 机房的辐射防护屏蔽设计一览表

序号	机房	位置	屏蔽防护设计		尺寸
			材料及厚度		
1	住院楼一楼 DSA 机房	四周墙体	龙骨+4.5mmPb 铅板		机房长约 7.65m、宽约 6.65m，高 4.2m，有效面积约 50.9m ²
2		顶棚	100mm 厚现浇混凝土+4.5mmPb 铅板		
3		底板	100mm 厚现浇混凝土+4.0mmPb 钡水泥防护涂料		
4		观察窗	4.5mmPb（材料：铅玻璃）		
5		防护门	4.5mmPb（材料：铅板）		
6	医技楼三楼复合手术室	四周墙体	龙骨+4.5mmPb 铅板		机房长约 15m、宽约 7.3m，高 4.2m，有效面积约 108.3m ²
7		顶棚	100mm 厚现浇混凝土+4.0mmPb 铅板		
8		底板	100mm 厚现浇混凝土+4.0mmPb 钡水泥防护涂料		
9		观察窗	4.5mmPb（材料：铅玻璃）		
10		防护门	4.5mmPb（材料：铅板）		
11	穿墙设施	消防管道、通风系统（新、排风系统）、开关插座凹槽等	采用 3.0mmPb 的铅板进行补偿		/

说明：
1、根据该院提供屏蔽材料信息得，该院拟用材料密度：混凝土的密度为 2.35g/cm³，铁的密度约为 7.4g/cm³，铅的密度约为 11.3g/cm³，钡水泥的密度约为 2.79g/cm³。

(2) 辐射工作场所采取的辐射安全措施

为确保辐射工作场所内的辐射工作人员工作环境和机房外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，医院对 DSA 机房及复合手术室设置了辐射防护措施，并按照本项目情况进行配置，具体如下：

①观察窗

DSA 机房及复合手术室拟设置观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

②门-灯有效关联

在 DSA 机房及复合手术室患者进出防护门与门外顶部设置工作状态指示灯，灯箱显示“射线有害，灯亮勿入”的提示字样，病人进出门设置为平开门，设置自动闭门装置、防夹装置，与工作状态指示灯有效关联，射线装置处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全，候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏，同时机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

③紧急停机装置

DSA 机房及复合手术室操作位处以及控制室内拟设置紧急停机按钮。

④语音系统

DSA 机房及复合手术室与控制室之间拟安装对讲装置，工作人员通过对讲机与患者联系。

⑤警告标志

DSA 机房及复合手术室防护门外拟设置明显的电离辐射警告标识并附中文说明。

⑥通风设施

在 DSA 机房及复合手术室内均采用中央空调系统、新风系统和排风系统三者相结合的方式对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，管道穿墙处采用铅板（3.0mmPb）进行补偿屏蔽。

⑦视频监控系统

在 DSA 机房及复合手术室拟安装视频监控系统，摄像头位于机房内顶部，显示器位于控制室内操作位。

⑧放射防护检测

X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应定期检查和检测，定期检测的周期为一年。

⑨日常巡检

医院计划每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施进行定期检查，并做好记录。

⑩辐射防护用品

DSA 设备上自带配套设施：铅悬挂屏风（0.5mmPb）1 件、铅防护吊帘（0.5mmPb）1 件、床侧防护帘（0.5mmPb）1 件、移动铅屏风（2mmPb）1 个。

医院为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，拟配备 1 台个人剂量报警仪，且为辐射工作人员拟配备铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、介入防护手套各 12 套，同时拟为患者配备铅围裙、铅帽、大铅颈套各 4 套，其中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。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。

3.工作场所辐射防护设计及符合性分析

(1) 本项目辐射工作场所使用面积及单边长度同《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中的要求对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射工作场所的使用面积及单边长度的符合性分析

序号	射线装置	使用场所	设计面积 (m ²)	标准要求 (m ²)	符合性	最小设计单边长度 (m)	标准要求 (m)	符合性
1	DSA	医技楼一楼 DSA 机房	50.9	30	符合	6.65	4.5	符合
2	DSA+CT	医技楼三楼复合手术室	108.3	30	符合	7.3	4.5	符合

(2) 本项目辐射工作场所屏蔽防护铅当量厚度同《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中的要求对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-4。

表 10-4 本项目辐射工作场所的屏蔽防护铅当量厚度的符合性分析

序号	机房名称	四周墙体及防护门和观察窗	顶棚及底板	标准要求铅当量 (mm)		比较
				有用线束方向	非有用线束方向	
1	医技楼一楼 DSA 机房	四周墙体：龙骨+4.5mmPb 铅板 观察窗：4.5mmPb (材料：铅玻璃) 防护门：4.5mmPb (材料：铅板)	顶棚：100mm 厚现浇混凝土+4.5mmPb 铅板 底板：100mm 混凝土+4.0mmPb 钡水泥防护涂料	3	2	符合
2	医技楼三楼复合手术室	四周墙体：龙骨+4.5mmPb 铅板 观察窗：4.5mmPb (材料：铅玻璃) 防护门：4.5mmPb (材料：铅板)	顶棚：100mm 厚现浇混凝土+4.0mmPb 铅板 底板：100mm 混凝土+4.0mmPb 钡水泥防护涂料	3	2.5	符合

(3) 本项目辐射工作场所配置的辐射防护用品同《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中的要求对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-5。

表 10-5 本项目辐射工作场所辐射防护用品配置的符合性分析

序号	射线装置	工作场所	工作人员		符合性	患者和受检者		符合性
			本项目配置情况	标准要求		本项目配置情况	标准要求	
1	DSA	医技楼一楼 DSA 机房	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等各 6 套；铅悬挂屏风 1 个、铅防护吊帘 1 件、床侧防护帘 1 件、移动铅屏风 1 个	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套；铅悬挂防护屏 / 铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防 / 床侧防护屏；选配：铅橡胶帽子、移动铅防护屏风	符合	铅围裙、铅帽、大铅颈套各 2 套	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	符合
2	DSA+CT	医技楼三楼复合手术室	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等各 6 套；铅悬挂屏风 1 个、铅防护吊帘 1 件、床侧防护帘 1 件、移动铅屏风 1 个	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套；铅悬挂防护屏 / 铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防 / 床侧防护屏；选配：铅橡胶帽子、移动铅防护屏风	符合	铅围裙、铅帽、大铅颈套各 2 套	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	符合

(4) 本项目辐射工作场所设置的辐射防护措施同《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中的要求对比, 均符合该标准要求, 符合性分析情况见表 10-6。

表 10-6 本项目辐射工作场所辐射防护措施设置的符合性分析

序号	本项目设置情况	标准要求	符合性
1	设有观察窗, 位于控制室便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	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	符合
2	建成后不堆放与设备诊断工作无关的杂物	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物	

3	在 DSA 机房及复合手术室内均采用中央空调系统和均采用中央空调系统、新风系统和排风系统三者相结合的方式对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，并在管道穿墙处采用铅板进行补偿屏蔽	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	符合
4	①在 DSA 机房病人进出门和患者进出门外拟设置明显的电离辐射警告标识并附中文说明；②拟在 DSA 机房病人进出门及苏醒/缓冲区进出门与其门外顶部设置工作状态指示灯，病人进出门与工作状态指示灯联锁，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，射线装置处于出束状态时，指示灯亮，以警示人员注意安全。③拟在候诊区设置辐射防护注意事项告知栏	机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	符合
5	①本项目病人进出门防护门开关门方式为电动推拉门方式，开关设置在操作台及机房内部（感应式开关）并设有防夹功能；医生进出门开关门方式为手动推拉式；②拟在病人进出门与门外顶部设置工作状态指示灯，病人进出门与工作状态指示灯联锁	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	符合
6		电动推拉门宜设置防夹装置	符合
7	候诊区均设置在机房外，不在机房内，同时医院建立了相应管理制度	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	符合
9	装置安装于机房中央，装置使用过程中，观察窗均能观察受检者	装置的安放应利于操作者观察受检者	符合
10	DSA 机房进出门分别设置在机房的东侧和西侧，距辐射源距离最大。复合手术室进出门分别设置在机房的南侧和北侧，距辐射源距离最大。	机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置	符合

4.项目环境保护投资

本项目拟投资 1500 万元，其中环保投资 150 万元，环保投资占总投资的 10%，具体环保投资见表 10-7。

表 10-7 环保投资一览表

序号	类别	环保措施	投资金额（万元）
1	墙体屏蔽措施	机房墙体防护及铅门、铅玻璃	140
2	防止人员误照	射线装置机房设置了电离辐射警示标识、工作状态指示灯、门灯联锁装置、紧急停止按钮	4
3	废气处理	设置机械通风装置。	1
4	监控、对讲系统	为射线装置机房与控制室之间配备语音对讲系统。	1
5	人员安全与防护	为每名辐射工作人员配备个人剂量计；并配备了铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜等辐射防	3

		护用品。	
6	辐射环境监测	每年委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告。	0.6
7	辐射防护安全制度	制定了一套完善的辐射管理规章制度文件，并严格实施，并将部分文件张贴上墙。	0.4
合计			140

三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，产生的医疗废物依托医院原有处理措施进行处理。

本项目射线装置在开机过程中，会产生极少量臭氧及氮氧化物等有害气体，本项目射线装置机房拟内均采用中央空调系统和均采用中央空调系统、新风系统和排风系统三者相结合的方式对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，并在管道穿墙处采用铅板进行补偿屏蔽，在机房内排气装置正常运行的情况下，臭氧及氮氧化物气体通过通风设施排至室外，很快被空气对流、扩散作用稀释。

表11 环境影响分析

<p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目建设施工时对环境的影响及应采取的污染防治措施如下：</p> <p>(1) 大气：本项目在墙体砌筑、粉刷硫酸钡水泥防护砂浆、铅防护门窗安装、设备安装时，由于砌砖、现场制备硫酸钡水泥砂浆、钻孔钻墙等将产生扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。通过设置密封围挡隔离，及时清扫施工场地，可以减少扬尘的产生对相邻医疗场所及小区的影响。</p> <p>(2) 噪声：本项目在防护门窗安装、设备安装时，由于搬运、组装、钻孔钻墙等，都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。医院安排设备安装施工时间应尽量避免相邻小区作息时间，以减轻、避免对周围居民造成环境噪声影响。</p> <p>(3) 固体废物：本项目施工期间产生的固体废物主要有施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾应堆放在指定地点并委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落；装修垃圾和生活垃圾由医院环卫部门统一及时清运处理，做到日产日清，并保持工区环境的洁净卫生。</p> <p>(4) 废水：本项目施工期污水主要为施工人员的生活污水，生活污水纳入医院污水处理管网，经统一消毒后，纳入市政污水管网。</p> <p>本项目 DSA 机和 CT 射线装置未通电开机之前，不会对周围环境产生辐射污染。</p> <p>因此，本项目应合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭，避免因本项目建设影响院内正常医疗活动及工作人员办公。由于本项目工程量小，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，本项目施工期对外界的影响较小。</p>
<p>运行阶段对环境的影响</p> <p>1.辐射环境影响分析</p> <p>(1) 辐射工作场所辐射屏蔽预测分析</p> <p>根据建设单位提供的资料，手术类型主要为介入治疗等。根据医院提供信息医技楼一楼 DSA 机房每年最大接诊量为 1000 台手术，三楼复合手术室每年最大接诊量为 800，南安市医院进行介入治疗手术时的出束时间估算结果详见表 11-1。</p>

表 11-1 本项目手术时 DSA 的出束时间估算结果

序号	工作状态	一般工作电压	一般工作电流	场所出束时间/台			场所最大治疗人数/年		累计出束时间 (h)
				DSA 机房	复合手术室		DSA 机房	复合手术室	
					DSA	CT			
1	透视	70kV	3mA	25min	25min	/	1000	800	450
2	摄影	100kV	100mA	2min	1min	1min	1000	800	360

DSA 在运行过程中，存在某些特殊角度需要采集图像，同时在设备安装调试、检修维护等过程中，主射方向均有可能朝向四周、顶棚或底板，因此本次预测分析中，对 DSA 机房及复合手术室四周及顶棚、底板均按有用线束进行估算，在有用线束条件下满足要求时，泄漏辐射、散射辐射也能满足要求；由于本项目中复合手术室使用的 CT 和 DSA 机不存在同时开机的情况，且拟使用的 DSA 管电压大于 CT 管电压，DSA 及运行满足要求则 CT 也能满足要求。DSA 机房及复合手术室周围各关注点的辐射空气吸收剂量率水平可参考《辐射防护技术与管理》（第一卷）（张丹枫 赵兰才编著）中公式（5-16）演化的公式进行计算，计算公式如下：

$$D=D_0 \times B/R^2$$

式中，D—估算点空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

D_0 —据源 1m 处的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

B—衰减因子；依据 GBZ130-2020 附录 C 计算（取电压为 150kV 时的参数， $\alpha = 1.791$ ， $\beta = 5.478$ ， $\gamma = 0.5678$ ；

R—X 射线靶到计算点的距离。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）5.8.3“X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置”的要求，以及表 E.4 中“有影像增强器并有自动亮度控制系统的 X 射线设备（介入放射学中使用）入射体表剂量率 100mGy/min”的要求，得距 X 射线源 0.2m 处的空气比释动能率最大值为 100mGy/min，即 6Gy/h。参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）6.1.2 相关内容“距离平方反比定律”得距 X 射线源 1m 处的空气比释动能率最大值为 0.24Gy/h，即 D_0 取 0.24Gy/h；本次预测在 DSA 电压为最大管电压条件下进行，即使用 DSA 管电压为 150kV 时的参数进行预测；根据公式及本次预测使用的 1m 处的空气比释动能率为根据标准推导出的所允许的最大值，在计算时已做保守条件的选取，射线装置的管电流不再作为计算参数，因此，本次预测结果不受到射线装置的管电流影响，本次预测结果已满足标准要求，本项目 DSA 的其他条件均能满足标准要求，即便是 DSA 管电流达到最大值也能满足要求；估算结果见表 11-1。

取 DSA 机房及复合手术室四周（包含防护门、观察窗、顶棚）屏蔽外 30cm 处为关注点，取射线装置可移动范围内的中心点作为辐射源点（为便于计算本次评价取机房内离地面高 1 m 处平面中心点作为辐射源点）。

表 11-2 DSA 机房及复合手术室周围各关注点的辐射空气吸收剂量率估算结果

工作场所	计算点位置	屏蔽材料及厚度	距离 (m)	衰减因子 B	剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
DSA 机房	东侧墙体	龙骨+4.5mmPb 铅板	4.75	2.72E-05	0.289
	西侧墙体		4.75	2.72E-05	0.289
	南侧墙体		4.20	2.72E-05	0.370
	北侧墙体		4.20	2.72E-05	0.370
	患者进出门	4.5mmPb	4.70	2.72E-05	0.295
	医生进出门		4.78	2.72E-05	0.286
	污物门		4.70	2.72E-05	0.295
	顶棚	100mm 厚现浇混凝土+4.5mmPb 铅板 (约 5.3mmPb)	3.5	6.44E-06	0.126
	观察窗	4.5mmPb	4.75	2.72E-05	0.289
	底板	100mm 厚现浇混凝土+4.5mmPb 钡水泥防护涂料 (约 5.3mmPb)	3.5	6.44E-06	0.126
复合手术室	东侧墙体	龙骨+4.5mmPb 铅板	12.69	2.72E-05	0.041
	西侧墙体		4.39	2.72E-05	0.339
	南侧墙体		4.72	2.72E-05	0.293
	北侧墙体		4.72	2.72E-05	0.293
	患者进出门	4.5mmPb	4.72	2.72E-05	0.293
	医生进出门		10.3	2.72E-05	0.061
	污物门		4.72	2.72E-05	0.293
	顶棚	100mm 厚现浇混凝土+4mmPb 铅板 (约 4.8mmPb)	3.5	1.58E-05	0.310
	观察窗	4.5mmPb	4.72	2.72E-05	0.293
	底板	100mm 厚现浇混凝土+4.0mmPb 钡水泥防护涂料 (约 4.8mmPb)	3.5	1.58E-05	0.310

由表 11-2 的计算结果可知，DSA 机房及复合手术室周围关注点空气比释动能率估算值在 0.041~0.370 $\mu\text{Gy/h}$ 之间，（即 0.041~0.370 $\mu\text{Sv/h}$ ，根据《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 3.10 得 1 $\mu\text{Gy/h}\approx 1\mu\text{Sv/h}$ ）。

因此，DSA 机房及复合手术室周围辐射空气吸收剂量率均不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下监测时，周围剂量当量率的控制目标值不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（2）类比分析

① DSA 机房及复合手术室周边屏蔽分析

为了更全面了解本项目建成后运行的情况，根据医院实际使用情况及通常情况下 DSA 设备使用的电压电流组合相似程度，选用与本项目类似的宁波大学医学院附属医院

1 台飞利浦 Allura xper FD20 型 DSA 机辐射工作场所进行类比分析，类比参数见表 11-3。

表 11-3 类比参数一览表

辐射工作场所	项目	南安市医院	宁波大学医学院附属医院	对比结果
楼医技部一楼 DSA 机房	设备型号及型号	DSA (型号: 待定)	DSA (型号: 飞利浦 Allura xper FD20)	/
	设备参数	150kV; 1000mA	150kV; 1250mA	本项目优
	手术类型	血管造影	血管造影	/
	机房大小	最小单边长度为 5.1m, 最小有效使用面积约为 40.8m ²	最小单边长度为 5.4m, 最小有效使用面积约为 38m ²	基本相似
	屏蔽体	四周墙体: 龙骨+4.5mmPb 铅板; 屋顶: 100mm 厚现浇混凝土 +4.5mmPb 铅板; 防护门为 4.5mmPb; 观察窗采用 5mmPb 的铅玻璃 底板: 100mm 厚现浇混凝土 +4.0mmPb 钡水泥防护涂料。	四周墙体: 240mm 实心砖 +1mm 铅当量硫酸钡涂料; 顶板: 150mm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料; 防护门: 3mmPb; 观察窗: 3mmPb。	本项目优
医技楼三楼复合手术室	设备型号及型号	DSA (型号: 待定)、CT (型号: 待定)	DSA (型号: 飞利浦 Allura xper FD20)	/
	设备参数	DSA: 150kV; 1000mA CT: 140kV;1000mA	150kV; 1250mA	本项目优
	手术类型	血管造影	血管造影	/
	机房大小	最小单边长度为 7.3m, 最小有效使用面积约为 108.3m ²	最小单边长度为 5.4m, 最小有效使用面积约为 38m ²	基本相似
	屏蔽体	四周墙体: 龙骨+4.5mmPb 铅板; 屋顶: 100mm 厚现浇混凝土 +4.5mmPb 铅板; 防护门为 4.5mmPb; 观察窗采用 4.5mmPb 的铅玻璃 底板: 100mm 厚现浇混凝土 +4.5mmPb 钡水泥防护涂料。	四周墙体: 240mm 实心砖 +1mm 铅当量硫酸钡涂料; 顶板: 150mm 混凝土+1mm 铅当量硫酸钡涂料; 防护门: 3mmPb; 观察窗: 3mmPb。	本项目优

根据表 11-3 可得本项目 DSA 机房及复合手术室与宁波大学医学院附属医院 DSA 机房基本相似，可进行类比分析。

宁波大学医学院附属医院于 2016 年 9 月委托浙江中一检测研究院股份有限公司对医院 Allura xper FD20 型 DSA 进行了验收监测，并编制了建设项目竣工环境保护验收监测表，报告编号为：中一辐验字（2016）第（040）号。检测结果见表 11-4。

表 11-4 宁波大学医学院附属医院 Allura xper FD20 型 DSA 监测结果

点号	监测点位置	监测结果 (nSv/h)		备注
		射线装置未运行时	射线装置运行时	
135	工作人员操作位	135	137	开机工况： 透视模式，
136	观察窗（左侧）外表面 30cm	140	143	

137	观察窗（中部）外表面 30cm	139	140	91kV、 53mAs
138	观察窗（右侧）外表面 30cm	141	144	
139	防护门 1（左侧）外表面 30cm	142	144	
140	防护门 1（中部）外表面 30cm	142	140	
141	防护门 1（右侧）外表面 30cm	121	141	
142	防护门 2（左侧）外表面 30cm	140	144	
143	防护门 2（中部）外表面 30cm	140	145	
144	防护门 2（右侧）外表面 30cm	121	141	
145	受检者候诊门（左侧）外表面 30cm	139	144	
146	受检者候诊门（中部）外表面 30cm	142	142	
147	受检者候诊门（右侧）外表面 30cm	137	143	
148	东墙外表面 30cm	145	148	
149	南墙外表面 30cm	147	146	
150	西墙外表面 30cm	143	153	
151	北墙外表面 30cm	147	152	
152	机房楼上（三层）距地坪 30cm	148	147	
153	机房楼下（一层）距地坪 170cm	144	152	
154	术者位铅衣后	146	1.96 μ Sv/h	

由表 11-11 类比监测结果可知，类比 DSA 在正常使用条件时，透视模式下机房周围剂量当量率为 137nSv/h~153nSv/h（0.137 μ Sv/h~0.153 μ Sv/h），符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的屏蔽体外表面各关注点周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。本项目 DSA 实际运行电压、电流与类比项目相近，且机房的屏蔽措施优于或等同于类比项目，故可预测本项目 DSA 正常运行后对项目周边环境影响较小。

（3）手术时机房内辐射工作人员剂量分析

根据 DSA 手术的操作流程和特点，摄影时所有工作人员（包括医师、护士）均撤离手术室，手术期间需边进行手术操作、边透视，透视的时间长、且同室近台操作，透视模式下的工作人员受照剂量率和受照时长远大于摄影模式，因此手术室内辐射工作人员受照剂量估算主要考虑透视的工作状态。

《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）的“表 B.1 X 射线透视设备的检测项目与技术要求”规定：非直接荧光屏透视设备，在透视防护区测试平面上周围剂量当量率应不大于 400 μ Gy/h。本评价取标准要求的上限值保守考虑，医生手术位置的附加剂量率水平为 400 μ Gy/h，居留因子为 1（全部居留）。

根据标准要求的防护用品配置方案，工作人员穿戴的个人躯干防护用品（铅橡胶围裙和铅橡胶颈套）0.5mmPb 加移动铅帘 0.5mmPb，按照 GBZ130-2020《放射诊断放射防护

要求》附录 C 中的方法计算同室操作的术者位剂量，透视时同室操作的术者位取 100kV 主束时参数，详见表 11-5。

表 11-5 正常工况下医生手术位置的辐射空气吸收剂量率估算结果

估算点位	距离 (m)	屏蔽厚度	透射因子 B	透视防护区测试平面上周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽后剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
DSA 机治疗床边	0.5	1mmPb	7.36E-03	400	11.77

(3) 年有效剂量估算

根据医院计划，DSA 机房投入使用后的年最大出束时间约为 450h，其中透视时间约为 417h，摄影时间为 33h；复合手术室投入使用后的年最大出束时间约为 360h，其中透视时间约为 333h，摄影时间为 27；h 对在 DSA 机房或复合手术室周边活动的公众，因为无办公、值班等场所，四周居留因子均取 1/4。

结合类比结果机房内辐射工作人员（手术者）照射剂量率采用估算值 $11.77\mu\text{Sv/h}$ （经铅服屏蔽后）进行估算，机房外辐射工作人员（控制室医护人员）及公众人员照射剂量率采用估算结果与类比结果中的最大值（DSA 机房取 $0.370\mu\text{Sv/h}$ ，复合手术室去 $0.339\mu\text{Sv/h}$ ）进行估算，计算出辐射工作人员及公众成员年有效剂量见表 11-6。

本评价按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 中的公式 $D=TH/1000$ 进行估算；

式中：

D——年受外照的剂量，mSv；

H——照射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T——工作时间，h/a·人。

表 11-6 辐射剂量估算结果

保护目标		吸收剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作时间 (h/a)	居留因子	剂量估算 (mSv/a)
DSA 机房	机房内辐射工作人员	11.77	417	1	4.908
	机房外辐射工作人员	0.370	450	1	0.167
	楼上、楼下公众人员		450	1/4	0.042
	四周公众人员		450	1/4	0.042
复合手术室	机房内辐射工作人员	11.77	333	1	3.919
	机房外辐射工作人员	0.339	360	1	0.122
	楼下公众人员		360	1/4	0.031
	四周公众人员		360	1/4	0.031

根据剂量估算结果，南安市医院 DSA 在正常工况时，辐射工作人员年有效剂量最大

值为 4.908mSv，公众人员年有效剂量为 0.042mSv。因此本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.1mSv/a 的要求。

2.三废治理措施

本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，产生的医疗废物依托医院原有处理措施进行处理，对环境的影响较小。

本项目射线装置在开机过程中，会产生极少量臭氧及氮氧化物等有害气体。根据《放射诊断放射防护要求》中：“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。”，本项目在 DSA 机房及复合手术室内均采用中央空调系统和均采用中央空调系统、新风系统和排风系统三者相结合的方式对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，并在管道穿墙处采用铅板进行补偿屏蔽，在机房内排风系统正常运行的情况下，臭氧及氮氧化物气体通过通风设施排至室外，很快被空气对流、扩散作用稀释，对大气环境影响较小。

退役期环境影响分析

本项目使用的射线装置为医院 II 类、III 类射线装置，根据其工作原理可知，只要在通电时才产生 X 射线，不通电情况下无辐射影响，因此，在射线装置达到使用寿命后，由专业机构或人员或者生产厂家对 X 射线球管进行拆除并按相关要求进行了销毁，射线装置办理注销手续即可，不会对环境造成辐射污染。同时根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》相关要求，本项目射线装置不属于需要办理退役环境影响评价工作的射线装置。

事故影响分析

本项目辐射工作场所可能发生的辐射事故为：

（1）在防护屏蔽达到要求、联锁装置或报警系统失效的情况下，公众、辐射工作人员误入正在运行的射线装置机房，造成额外的照射。

（2）因违章操作，人员未全部撤离机房，射线装置运行给公众、辐射工作人员造成额外的照射。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（原国家环境保护总局环发<2006>145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。针对射线装置机房可能发生的辐射事故，本项目采取的预防措施如表 11-7。

表 11-7 本项目采取预防措施

序号	辐射工作场所	可能产生的辐射事故	拟采取的预防措施
1	DSA 机房及复合手术室	在防护屏蔽达到要求、联锁装置或报警系统失效的情况下，公众、辐射工作人员误入正在运行的射线装置机房，造成额外的照射	机房墙体、防护门及防护窗均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求
			为辐射工作人员配置个人剂量计、个人剂量报警器、铅防护服等辐射防护用品 在机房防护门上张贴电离辐射警示标识，并安装安全联锁装置
2		因违章操作，人员未全部撤离机房，DSA 运行给公众、辐射工作人员造成额外的照射	制定《操作规程》等辐射安全管理相关制度，辐射工作人员经培训后上岗，严格按照操作规程操作

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.辐射安全与环境保护管理机构

南安市医院成立了以分管院长为组长的辐射安全与环境保护管理领导小组，辐射安全与环境保护管理领导小组专职负责辐射安全与环境保护管理工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第31号）中规定的：“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。”

领导小组职责：

- (1) 辐射安全许可证的申请、颁发、续发、换发、变更内容。
- (2) 与射线装置设备的引入和场地的新建、改建、扩建均先上报各行政主管部门，取得相应级别行政许可后，方可购入或施工。
- (3) 组织辐射工作人员参加辐射防护相关培训及考核。
- (4) 组织辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康检查，建立人员职业健康档案。
- (5) 定期组织对辐射工作场所进行日常监测，同时按要求每年委托有资质单位对辐射工作场所开展年度监测，并取得相应的监测报告。
- (6) 领导整个应急工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障，并向当地生态环境、卫生健康、公安等主管部门报告。
- (7) 负责单位辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理，每年12月31日前对单位辐射工作场所进行年度评估，并编制年度评估报告，上交管理部门备案。

2.辐射工作人员配置

本项目拟配备12名辐射工作人员（均为新招人员），待人员到位后组织参加核技术利用辐射安全与防护考核，在辐射工作人员考核通过后，本项目辐射工作人员的配置是满足要求的。

辐射安全管理规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第31号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第17号）及《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）相关规定南安市医院制定了《岗位职责》、《辐

射防护和安全管理规定》、《辐射工作人员培训制度》、《监测计划》、《职业健康管理规定》等辐射安全管理制度，相关制度见表 12-1。

表 12-1 南安市医院管理制度建立情况

序号	医院已建立的管理制度	是否本次修订	内容	原有制度执行情况
1	辐射防护和安全管理规定	本次修订	医院制定了《辐射安全和防护管理制度》对医院辐射工作人员职责、工作程序和个人防护提出要求	已建立并已按要求执行
2	辐射事故应急预案	本次修订	医院制定了《辐射事故应急预案》，规定了发生辐射事故时医院相关人员职责和处理程序，将辐射事故的影响减少到最小	已建立，截止本报告编制时，医院未发生辐射事故，未严格按照要求开展应急演练
3	岗位职责	本次修订	医院制定的《岗位职责》明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任	已建立并已按要求执行
4	监测计划	本次修订	医院制定的《监测计划》中规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对监测结果存档保留	已建立并已按要求执行
5	培训考核计划	本次修订	医院制定的《辐射工作人员培训制度》中规定了辐射工作人员必须参加辐射安全与防护考核，直到考核通过，做到持证上岗，并对内部培训做了要求	已建立并已按要求执行
6	操作规程	本次修订	医院制定的《操作规程》中规定了辐射工作人员操作射线装置的详细流程，能减少辐射事故的发生	已建立并已按要求执行
7	设备检修维护制度	/	医院制定的《设备管理、保养制度》中提出了对机房安全防护设备和射线装置的定期检修和维护要求，能防止因设备损坏造成辐射事故	已建立并已按要求执行
8	职业健康监护制度	/	医院制定的《放射工作人员个人剂量监测管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员职业健康档案管理制度》中提出对辐射工作人员个人剂量监测和体检的要求，并要求辐射工作人员档案终身保存	已建立并已按要求执行
9	辐射工作人员个人剂量档案制度	/		已建立并已按要求执行

医院应严格执行辐射安全管理规章制度，并根据医院的发展，及时对辐射安全管理规章制度进行补充完善，在此基础上医院的辐射安全管理规章制度符合中华人民共和国

环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定。

辐射监测

(1) 环境监测

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)中的相关规定,项目正常运行后,建设单位应该对辐射工作场所周围的环境进行背景监测,不具备自行监测能力的,可以委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。

具体监测方案如下:

①监测内容:对该建设单位辐射工作场所四周环境进行辐射水平背景监测。

②监测频度:项目正常运行后进行监测,以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围:主要对辐射工作场所周围的环境进行监测,重点对辐射工作场所周围的人员流动较多的地方进行监测。

④监测项目:X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(2) 场所辐射防护监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局令第 31 号)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(中华人民共和国环境保护部令第 18 号)中的相关要求,应当按照国家环境监测规范,对相关场所进行辐射监测,并对监测数据的真实性、可靠性负责;不具备自行监测能力的,可以委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。并将监测记录资料统计结果及时上报主管部门,以便了解和监护防护设施的运行情况,为主管部门下一步辐射防护决策提供科学技术依据。

具体监测方案如下:

①检测内容:对该建设单位辐射工作场所四周环境进行常规监测。监测数据每年年底向审批部门上报备案。

②监测频度:在项目建成运行后应进行项目的验收监测,以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围:主要对辐射工作场所及周围进行监测,重点对机房周围、防护门及缝隙处、控制室、操作台等处进行监测。

④监测项目：X-γ 辐射空气吸收剂量率。

(3) 监测仪器情况

监测仪器各参数应满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求，用于杂散辐射防护检测的仪器应具备下列主要性能：

①最小量程：0μSv/h~10μSv/h；

②能量响应：25keV~100keV，±30%；

③应有测量累积剂量档。

(4) 个人剂量监测

建设单位应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，为辐射工作人员配备个人剂量计，并进行个人剂量监测（90 天/次）和职业健康体检（2 年/次），建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为辐射工作人员长期保存职业照射记录。建设单位应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。

表 12-2 本项目辐射监测计划

监测对象	监测点位	监测方案	监测项目	日常监测频率	年度监测频率
机房	机房墙外、防护门及缝隙处、控制室、操作台	实测	辐射空气吸收剂量率	每周 1 次	每年 1 次
外环境	辐射工作场所周围的环境，人员流动较多的地方	实测		每季度 1 次	每年 1 次
辐射工作人员	个人剂量计	实测	累积剂量	每季度 1 次	每年 4 次

(5) 验收监测

建设单位应在建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；对建设项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期，并在调试期间应开展验收监测；验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 12-3 竣工验收一览表

类别	类别	验收内容	验收要求	
机房防护设施	DSA 手术室辐射屏蔽防护	(1) DSA 机房: 四周墙体, 龙骨+4.5mmPb 铅板; 顶棚, 100mm 厚现浇混凝土+4.5mmPb 铅板; 底板, 100mm 厚现浇混凝土+4.0mmPb 钡水泥防护涂料; 观察窗, 4.5mmPb (材料: 铅玻璃); 防护门, 4.5mmPb (材料: 铅板)。 (2) 复合手术室 四周墙体, 龙骨+4.5mmPb 铅板; 顶棚, 100mm 厚现浇混凝土+4.0mmPb 铅板; 底板, 100mm 厚现浇混凝土+4.0mmPb 钡水泥防护涂料; 观察窗, 4.5mmPb (材料: 铅玻璃); 防护门, 4.5mmPb (材料: 铅板)。	屏蔽体外 30cm 处瞬时剂量率不超过 2.5 μ Sv/h	
	联锁装置	控制台有紧急停机按钮	操作位均安装紧急停机开关	按要求配备辐射防护设施并正常运行
		对讲系统	控制室与治疗室之间安装语音对讲装置	
		联锁装置	机房设置门-灯有效关联装置, 在防护门关闭状态下且警示灯亮时才可进行照射, 灯箱上显示“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	
	警示装置	入口电离辐射警告标志	病人进出防护门门外顶部均设置工作状态指示灯, 防护门门外均张贴电离辐射警示标识并附中文说明, 警示人员注意安全	
		工作场所分区	辐射工作场所已分区, 已机房内为控制区, 紧邻四周区域为监督区	
	通风系统	场所安装动力通风系统		
防护用品	机房配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等			
监测	个人剂量计、个人剂量报警仪、辐射环境监测仪	为所有辐射工作人员配备个人剂量计并正常开展监测; 配备 X- γ 辐射环境监测仪、个人剂量报警仪, 并按计划开展场所和人员剂量监测	个人剂量监测每季度一次, 场所日常监测每周 1 次, 场所年度监测 1 年 1 次; 有检测记录和检测报告原件存档; 辐射工作人员剂量约束值 5mSv/a; 公众剂量约束值 0.1mSv/a	
管理制度	辐射安全管理机构	成立辐射安全领导小组并明确职责	根据建设单位实际情况制定并完善规章制度; 按制度执行到位	
	辐射事故应急预案	制定辐射事故应急预案		
	辐射安全与防护培训	全部辐射工作人员均需通过辐射安全和防护专业知识考核, 取得考核成绩单		
	职业健康体检管理	全部辐射工作人员均需进行职业健康体检, 每 2 年 1 次		

监测制度	制定《辐射环境监测计划》并严格执行
年度评估报告制度	每年 1 月 31 日前提交辐射安全年度评估报告
操作规程、岗位职责、检修维护制度	制定完善的操作规程、岗位职责、检修维护制度等

辐射事故应急

辐射事件应急处理机构与职责

(一) 该院成立了辐射事故应急处理领导小组，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作；

(二) 应急处理领导小组职责：

1、定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至中心领导层并落实整改措施；

2、事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

3、负责向医院及时报告事故情况；

4、负责辐射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

5、辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

6、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

辐射事故应急预案和应急人员的培训演习计划

(1) 该院制定的辐射事故应急预案如下：

①发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；应当立即撤离有关工作人员，封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节。并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

②依据应急预案，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

③事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护监测人员的允许不得进入事故区；

④各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取

经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。并编写事故发生的基本情况，原因分析及处理结果的书面报告报环保部门，凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

(2) 应急人员的培训演习计划

① 应急培训

(I) 医院辐射工作人员上岗前应参加核技术利用辐射安全考核并通过。

(II) 医院将积极开展辐射安全防护知识的内部学习，提高辐射工作人员的防护意识，避免辐射事故的发生。同时将定期邀请环境主管部门的专家讲课，主要包括辐射安全的基础知识、核技术应用项目的防护安全、辐射事故与事故应急等内容。

① 应急演练

(I) 辐射安全防护领导小组根据需要，每年至少组织一次辐射事故应急演练，辐射事故演练分为专业性演练和综合性演练，专业性演练由辐射事故应急小组的成员参加，综合性演练除了辐射事故应急小组外，医院其他部门的相关成员也应参加。

(II) 演练过程中应注重人员救助、物资援助的演练。同时应急演练前建设单位应制定相应的方案和程序，演练完成后对演练情况作出总结，发现问题及时整改。

(3) 原有核技术利用项目辐射事故应急演练情况

截止本次报告编制完成时，医院原有核技术利用项目均为发生辐射事故，辐射工作场所辐射防护措施无异常，辐射工作场所辐射环境监测结果均无异常。

根据现场调查，医院原有核技术利用项目辐射工作种类和范围为使用 III 类射线装置，医院已按要求制定辐射事故应急预案，根据现场调查和医院提供信息及资料，该院未按照相关要求开展辐射事故应急演练，医院应严格按照要求制定应急演练计划，并定期开展辐射事故应急演练。

表13 结论与建议

结论

1.项目工程概况结论

南安市医院位于南安市医院位于南安市溪美街道新华街 330 号，南安市医院拟在位于南安市柳城街道江北大道与环园西路、学府路交界处的新院区（一期）医技楼一楼急诊科建设一间 DSA 机房及其配套用房，使用 1 台 DSA 机；在三楼手术中心建设复合手术室及其配套用房，使用 1 台 DSA 机和 1 台 CT 机；DSA 机均用于医疗诊治，型号均为待定，最大管电压均为 150kV，最大管电流均为 1000mA；CT 机用于医疗诊断，型号待定，最大管电压为 140kV，最大管电流为 1000mA；本项目辐射工作的种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置。

2.选址合理性分析结论

本项目辐射工作场所位于新院区（一期）医技楼一楼及三楼，医技楼位于主楼西部，医技楼东侧为门急诊楼院区广场（空地）、及院内道路等，医技楼南侧院内道路、院区广场（空地）及江北大道等；医技楼西侧为住院楼 A 和住院楼 B（距医技楼约 20m）等，医技楼北侧为二期工程预留地等。

本项目在辐射工作场所屏蔽防护有效的条件下，不会对外环境人员造成辐射影响，项目用地主要为医院内部的医疗用地，符合项目用地的规划要求，故项目选址可行。

3.辐射安全与防护分析结论

（1）项目安全设施

本项目辐射工作场所设有相应的辐射安全和防护措施，辐射工作场所设置的各项辐射安全和防护措施符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，本项目辐射工作场所采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽射线装置产生的 X 射线，对辐射工作场所采取的相应辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

（2）三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，DSA 机使用辐射工作场所产生的少量医疗废物依托医院已有的环保设施处理，本项目射线装置在开机过程中，会产生极少量臭氧及氮氧化物等有害气体。根据《医用 X 射线诊断放射防护

要求》中：“5.6 机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”，本项目机房内拟采用中央空调系统和均采用中央空调系统、新风系统和排风系统三者相结合的方式对机房进行通风，新风系统调节通风量，中央空调系统调节通风温湿度，并在管道穿墙处采用铅板进行补偿屏蔽，在机房内排气装置正常运行的情况下，臭氧及氮氧化物气体通过通风设施排至室外，很快被空气对流、扩散作用稀释，对大气环境影响较小。

4.环境影响分析结论

（1）建设阶段对环境的影响

本项目应合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭，避免因本项目建设影响院内正常医疗活动及工作人员办公。由于本项目工程量小，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，本项目施工期对外界的影响较小。

（2）运行阶段对环境的影响

根据计算结果及类比分析结果可知，在开机工况下，DSA 机房周围的辐射空气吸收剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下监测时，周围剂量当量率的控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

根据剂量估算结果，南安市医院 DSA 机房及复合手术室在正常工况时，辐射工作人员年有效剂量最大值为 4.908mSv，公众人员最大年有效剂量为 0.042mSv。因此本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

5.可行性分析结论

（1）实践正当性分析

项目投入运行主要为医疗诊治，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，按照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）》鼓励类中第十三类医药中的“十三、医药”中第 5 点“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技

术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”之规定，本项目属于“假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

(2) 代价利益分析

南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机等射线装置项目建成后，有利于南安市及其周边地区医疗卫生服务水平，提高人民生活水平。该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益和社会效益。

6. 总结论

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，南安市医院新院区（一期）2台 DSA 机等射线装置项目是可行的。

建议

(1) 完善辐射工作人员职业健康监护档案，医院应严格按照要求制定应急演练计划，并定期开展辐射事故应急演练。