

核技术利用建设项目

安远县人民医院新院区数字减影血管造影仪（DSA）核技术利用项目

环境影响报告表

（报批稿）

安远县人民医院（盖章）

2024年8月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

安远县人民医院新院区数字减影血管造影仪（DSA）核技术利用项目 环境影响报告表

建设单位名称：安远县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江西省安远县欣山镇青年路 182 号

邮政编码： 342100 联系人：陈德坤

电子邮箱： hsj342100@126.com 联系电话： ****

目录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	11
表 3	非密封放射性物质	11
表 4	射线装置	12
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6	评价依据	13
表 7	保护目标与评价标准	16
表 8	环境质量和辐射现状	21
表 9	项目工程分析与源项	28
表 10	辐射安全与防护	34
表 11	环境影响分析	42
表 12	辐射安全管理	53
表 13	结论与建议	62
表 14	审批	66
附图一	项目所在地理位置图	67
附图二	医院平面布置图及项目周边关系图	68
附图三	DSA 机房所在楼层（门急诊楼四楼）平面布置图	69
附图四	DSA 机房楼上层（门急诊楼四楼 A 层）平面布置图	70
附图五	DSA 机房楼下层（门急诊楼三楼）平面布置图	71
附件 1	项目委托书	错误！未定义书签。
附件 2	原有核技术利用项目环评及自主验收批复	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	监测报告及监测仪器检定证书	错误！未定义书签。
附件 5	辐射防护安全领导小组	错误！未定义书签。
附件 6	辐射安全管理规章制度	错误！未定义书签。
附件 7	辐射安全与防护培训证书（部分）	错误！未定义书签。
附件 8	健康体检报告（部分）	错误！未定义书签。
附件 9	个人剂量报告	错误！未定义书签。
附件 10	安远县环境保护局《关于<安远县新人民医院建设项目环境影响报告书>的批复》	错误！未定义书签。
附件 12	类比项目监测报告	错误！未定义书签。
附件 11	年度评估报告	错误！未定义书签。
附件 13	类比项目监测报告	错误！未定义书签。
附件 14	执法检查整改情况	错误！未定义书签。
附件 15	安远县人民医院核技术利用项目审查意见及修改确认函	错误！未定义书签。
附件 16	安远县人民医院核技术利用项目审查意见及修改确认清单	错误！未定义书签。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		安远县人民医院新院区数字减影血管造影仪（DSA）核技术利用项目			
建设单位		安远县人民医院			
法人代表		赖锦茂	联系人	陈德坤	联系电话 ****
注册地址		江西省赣州市安远县欣山镇青年路 182 号			
项目建设地点		江西省赣州市安远县三中路以东，城南大道以南，石湾大道以西，火焰山大道以北，安远县人民医院新院区门急诊楼四楼介入中心			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		765	项目环保投资（万元）	40	投资比例（环保投资/总投资） 5.23%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ） 330
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	/			
1.项目概述					
1.1 建设单位概况					
<p>安远县人民医院（简称“建设单位”）是一所综合性二级甲等医院，创建于 1937 年 4 月，院现址在安远县欣山镇青年路 96 号。医院占地面积 20058 平方米，建筑面积 12719 平方米，业务用房 6530 平方米。全院在编职工 236 人，其中卫技人员 188 人，副高职称 26 人，中级职称 200 人。编制病床 499 张，设 25 个职能科室，10 个临床科室，8 个医技科室，8 个专业组，矫外科为医院重点专科。</p>					

建设单位为适应后续医疗发展，更好的满足患者多层次、多方位、高质量的就诊需求，建设单位拟建设新院区，建设地址位于安远县三中路以东，城南大道以南，石湾大道以西，火焰山大道以北。建设单位新院区规划占地面积 113.2 亩，总建筑面积 11 万平方米，其中地上建筑面积 9 万平方米，地下建筑面积 2 万平方米，拟建门急诊楼、住院医技综合楼、康复楼、养老楼、国医馆、行政后勤楼、高压氧舱、垃圾站、连廊等部分，拟建门急诊楼地上 4 层，地下 1 层停车场，建有中心供应室、检验科、病理科、急诊手术室、介入中心等，介入中心楼上为屋顶、楼下为口腔科诊室及候诊大厅，无产科儿科等敏感科室。新院区建成后病床数达 1000 张，其中医疗床铺 600 张，医养床位 400 张，

安远县人民医院已委托有资质单位完成了《安远县新人民医院建设项目环境影响报告书》，并已于 2017 年 5 月 2 日取得安远县环境保护局《关于<安远县新人民医院建设项目环境影响报告书>的批复》批复文件（安环审字 [2017]4 号），见附件 10。该项目正在建设中，待项目建设完成试运行后开展自主验收。

1.2 项目建设规模

为进一步满足医院业务发展需要，安远县人民医院拟在安远县人民医院新院区门急诊楼四楼介入中心建设 2 间 DSA 机房，医院拟为此 DSA 机房配置 2 台 DSA。新购一台，单球管设备，带类 CT 功能；另外一台 DSA 由老院区（该 DSA 已委托相关单位完成环评及验收手续，详见附件 2）迁入，不带类 CT 功能，并配备相应的辐射防护设施和相关配套附属设备。目前本项目不涉及“未批先建”情况。此次评价内容包括：DSA 安装及运行期的环境影响评价。

本项目主要新增 2 台 DSA，为 II 类射线装置，详见表 1-1。

表 1-1 医院新增配置射线装置情况一览表

序号	射线装置	厂家/型号	最大管电压	最大管电流	类别	数量	工作场所	备注
1	DSA1	待定	125kV	1000mA	II 类	1 台	门急诊楼四楼介入中心 DSA 机房 1	新增，带类 CT 功能
2	DSA2	Optima CL323i	125kV	1000mA	II 类	1 台	门急诊楼四楼介入中心 DSA 机房 2	搬迁，不带类 CT 功能

本项目拟配置 25 名辐射工作人员，均为原有辐射工作人员，不新增辐射工作人员。具体分工：介入医生 10 人、介入护士 7 人、介入技师 4 人、影像医师 4 人，本项目辐射工作人员仅从事本项目安排的辐射工作。

1.3 评价目的

(1) 对拟建场址周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，以掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状；

(2) 通过环境影响评价，分析建设项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染控制对策，为建设项目的工程设计和环境管理提供科学依据；

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

(4) 给出明确的环评结论，为有关部门的辐射环境监督管理提供科学依据。

1.4 任务的由来

根据《关于发布<射线装置>分类的公告》（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）对射线装置的分类，本项目 DSA 属于血管造影用 X 射线装置，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影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，使用射线装置的单位应当在建设施工前编制环境影响评价文件。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“172-核技术利用建设项目使用 II 类射线装置的”，因此，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。安远县人民医院委托江西辐射剂量检测院有限公司对本项目进行环境影响评价。我公司接受委托后组织人员在现场踏勘、收集有关资料的基础上，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）等规范的要求，编制了本项目的环境影响报告表。

1.5 评价因子及评价重点

本项目拟使用的 DSA 为 II 类射线装置，因此项目的污染因子为射线装置使用时产生的电离辐射、臭氧及氮氧化物。本次评价采用 X- γ 辐射剂量率作为评价因子，重点评价电离辐射对周围环境及周围环境敏感目标的影响。

1.6 评价项目地理位置、周边环境概况及选址合理性分析

(1) 项目地理位置

安远县人民医院新院区位于江西省赣州市安远县三中路以东，城南大道以南，石

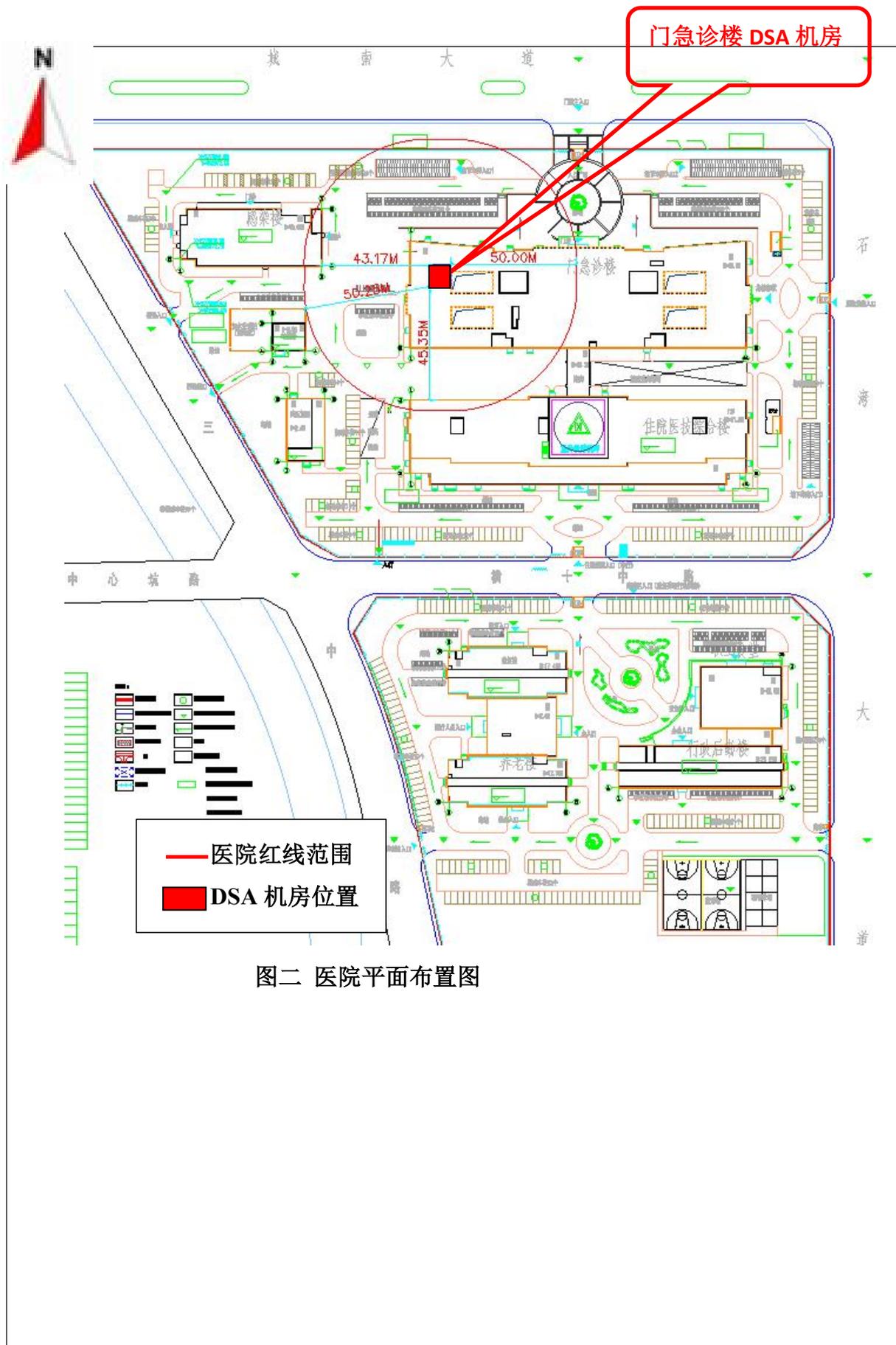
湾大道以西，火焰山大道以北（地理坐标为东经 115 度 40 分 21 秒，北纬 25 度 11 分 43 秒），项目所在地理位置图见图一和附图一。

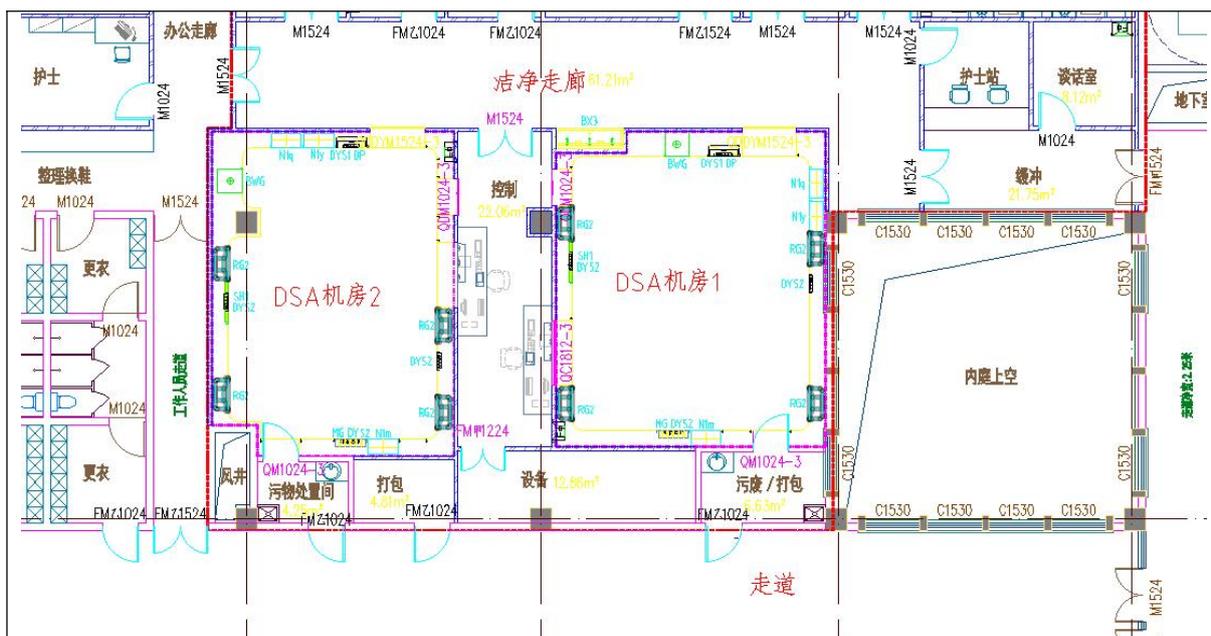


图一 项目所在地理位置图

(2) 周围环境概况

本项目 DSA 机房位于新院区门急诊楼四楼介入中心。新院区东侧为石湾大道，南侧为横十中路，北侧为城南大道，西侧为三中路；门急诊楼位于医院南侧中间区域，介入中心机房屏蔽体外 50 米范围内东侧在门急诊楼内，南侧 45.35 米为住院医技综合楼，西侧 43.17 米为感染楼、西侧 50.25 米为污水处理站，北侧为院区道路及停车场。医院平面布置图见图二和附图二，机房周边关系图见图三和附图三。





图三 机房周边关系图

(3) 选址合理性分析

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)“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”, DSA 机房 1 东侧为内庭上空, 南侧为污物间及设备间, 西侧为操作间, 北侧为洁净走廊, 楼上为屋顶, 楼下为过道和口腔科 VIP 诊室。DSA 机房 2 东侧为操作间, 南侧为污物处置间和打包间, 西侧为工作人员通道, 北侧为洁净走廊, 楼上为屋顶, 楼下为候诊区。根据现场踏勘, 项目屏蔽体外 50 米外环境周围无学校、疗养院、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点等制约因素。

DSA 设有单独固定的机房, 与周围非辐射工作场所隔开。项目满足尽可能的远离学校、疗养院等环境敏感点, 同时远离医院内部生活后勤楼、科教楼和周转房等办公后勤场所。除此之外, DSA 工作场所四周相邻及顶棚上方区域均未毗邻妇产科、儿科门诊等敏感科室及人员密集场所机房。综上所述, 项目选址符合辐射工作场所的选址原则, 本项目选址是合理的。

1.7 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目标为上述 DSA 机房墙体为边界 50m 范围内(包含门诊急诊楼、住院医技综合楼、感染楼)从事辐射工作的职业人员及公众成员, 详见图 7-1、表 7-1。

1.8 医院现有核技术利用项目情况

1.8.1 现有射线装置使用情况

安远县人民医院现有许可 14 台射线装置（1 台 DSA、4 台 CT、1 台乳腺钼靶 X 射线机、1 台移动 DR、3 台 DR、2 台 X 口腔射线机、2 台移动 C 型臂 X 射线机），上述射线装置工作场所均已进行环境影响评价，并于 2024 年 1 月 2 日向江西省生态环境厅重新申领了辐射安全许可证，许可证编号为赣环辐证【B2401】（见附件 3），有效期至 2029 年 1 月 1 日。截至目前为止，医院上述射线装置运行情况良好，无辐射安全事故发生。医院现有射线装置情况见下表 1-2。

表 1-2 医院现有射线装置情况表

序号	射线装置	型号	类别	位置	环评情况	许可情况	验收情况	备注
1	DSA	Optima CL323i	II 类	医技楼	赣环辐射(2020)16 号	赣环辐证【B2401】	已自主验收	本次搬迁
2	DR 机	PLX8500D	III 类	门诊大楼	备案号：202236072600000015		/	
3	移动 DR	M40-1A	III 类	住院部			/	
4	CT 机	SOMATOM go . Up	III 类	医技楼			/	
5	CT 机	SOMATOM go . Top	III 类	医技楼			/	
6	双排螺旋 CT 机	SOMATOM Spirit	III 类	医技楼	备案号：201836072600000026		/	
7	16 排 CT	Optima CT 520pro	III 类	医技楼			/	
8	乳腺钼靶机	ASR-4000B	III 类	医技楼			/	
9	DR 机	Essent DR Compact	III 类	医技楼			/	
10	DR 机	Definium 6000	III 类	医技楼			/	
11	C 臂 X 光机	HMC-160	III 类	住院部			/	
12	C 臂 X 光机	PLX-112	III 类	住院部	/			
13	口腔 X 射线机	RAY68	III 类	住院部	备案号：202036072600000002		/	
14	口腔全景 X 射线	PlanmecaPro Max3D	III 类	住院部			/	

1.8.2 现有辐射安全管理情况

1、辐射安全与环境保护管理机构

安远县人民医院已成立由院长为组长的辐射安全与环境保护管理机构（见附件5），指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责，满足环保相关管理要求。

2、辐射安全管理规章制度

安远县人民医院已针对现有核技术利用项目制定了《辐射安全和放射防护管理制度》《射线装置使用登记》《设备检修维护制度》《放射工作人员培训计划》《辐射监测计划》《患者和受检者防护制度》《CT 操作规程》《DR1/DR2 操作规程》《关于印发医院放射事件应急处理预案的通知》等，具体见附件6。

建设单位制定的辐射安全管理规章制度较完善且具有一定的可行性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求，满足环保相关管理要求。

3、现有辐射工作人员情况

①个人剂量监测与健康体检

安远县人民医院现有辐射工作人员68人，医院已为辐射工作人员建立了个人健康档案，其中60人均已进行职业健康体检，根据职业健康体检报告（附件8）体检结果均可继续原放射工作，剩余8名辐射工作人员未进行体检，医院已安排进行体检。

医院现有辐射工作人员68人均已配备了个人剂量计，定期送有资质部门进行个人剂量监测，建立了个人剂量档案。根据医院提供的辐射工作人员个人剂量检测报告（附件9）可以看出，医院现有辐射工作人员最近一年（2023.1.16~2023.12.23）的受照剂量均未超过职业人员辐射剂量约束值5mSv/a。

②辐射安全和防护知识培训

根据医院提供资料，安远县人民医院现有68名辐射工作人员，全部已进行辐射安全与防护知识培训并考核合格（见附件7）。培训证书均在有效期内，满足环保相关管理要求。

医院拟组织本项目新进辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名，自主学习并报名参加考核，通过考核后，方可上岗。

4、辐射监测和年度评估

医院每年均委托有资质单位对本单位的辐射工作场所进行了监测，监测结果满足相关标准要求。每年对本单位辐射工作场所的安全和防护状况进行了年度评估，并于

每年1月31日前向发证机关提交了上一年度的评估报告（详见附件11），满足环保相关管理要求。

5、运行情况

安远县人民医院开展核技术利用项目至今，未发生过辐射安全事故。

6、执法检查

2023年8月23日，赣州市生态环境局对建设单位进行了执法检查（详见附件14），检查结论主要为：

- （1）部分介入科辐射工作人员（7人）未取得辐射安全培训考核证书
- （2）辐射事故应急预案缺少卫生、环保等部门的联系方式。
- （3）档案管理混乱。
- （4）1台CT机（西门子 Spilit）未见2023年场所检测报告

根据监督检查中存在问题，建设单位组织人力物力对医用射线装置使用、保管、安全防护情况自查和整改落实，落实整改情况如下：

（1）经医院党委会研究决定：由医务科下发管理规定，停止7名辐射工作人员（卢淑芳、郭金彦、钟盛良、郭斌、欧阳振福、廖声有、赖嘉乐）辐射作业上岗，取得辐射培训合格证后申请再上岗；要求新上岗人员必须取得相应证书后，填写申请表经医务科审核后方可上岗并给予申报个人剂量计和岗前体检资格。

- （2）按照要求我院已补充完善相关部门联系方式；
- （3）我院已梳理资料清单，分类存档，已安排专人管理档案；
- （4）CT机（西门子 Spilit）已出具2023年场所检测报告。

以上存在问题均已整改到位，并编制了整改报告。

1.8.3 辐射防护情况

根据安远县人民医院提供的年度评估资料和现场踏勘情况，得出以下结论：

（1）屏蔽防护：现有核技术利用涉及机房屏蔽防护措施满足要求；射线装置机房设置了铅玻璃观察窗，能清楚观察到机房内情况；操作间和机房间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；机房周围辐射环境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）机房机械通风装置：有。

医院核技术利用实践活动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。

存在的问题：医院现有辐射工作人员 68 人，其中有 8 名辐射工作人员未进行体检。

整改方案：安排 8 名辐射工作人员进行专业健康体检，并要求体检后方可从事辐射工作。

1.9 原有核技术项目与本项目的依托关系

本项目涉及II类射线装置（DSA）核技术利用项目，医院此前开展过相关工作，项目建成后将在依托现有管理制度基础上完善辐射安全管理制度。

建议医院应根据本项目运行实际工作需要，并按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等现行要求，修改、完善和建立健全各项规章制度，定期更新修订《辐射事故应急处理预案》。

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	使用场地	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 粒籽	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	DSA1	II 类	1 台	待定	125	1000	医疗诊断/ 介入治疗	门急诊楼四楼介入中心 DSA 机房 1	新增
1	DSA2	II 类	1 台	Optima CL323i	125	1000	医疗诊断/ 介入治疗	门急诊楼四楼介入中心 DSA 机房 2	搬迁

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶 电流 (μ A)	中子 强度 (n/s)	用途	工作场 所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方 式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件

- (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）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订并施行）；
- (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月施行）；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第682号，2017年7月16日修订，2017年10月1日起施行）；
- (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，2014年7月29日修订，2019年3月2日修订）；《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第709号，2019年3月2日）；
- (6) 《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日起施行）；
- (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，2021年1月4日修订并施行）；
- (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）；
- (9) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号）；
- (10) 《关于发布<射线装置>分类的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017年第66号）；
- (11) 《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）；
- (12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019年第57号）；
- (13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021年第9号）；
- (14) 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（环办[2013]103号）；

技 术 标 准	<p>6.2 评价技术规范及标准</p> <p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(7) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)。</p>
其 他	<p>6.3 其他</p> <p>(1) 委托书(附件1)；</p> <p>(2) 项目相关图纸；</p> <p>(3) 《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护局1995年8月)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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）的相关规定，并结合项目射线装置射线的传播与距离相关的特性，确定以 DSA 机房所在场所实体屏蔽边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

本项目位于医院门急诊楼四楼介入中心 DSA 机房，评价范围 50m 内敏感目标包含门急诊楼、住院医技综合楼、感染楼。详见下图 7-1、表 7-1。

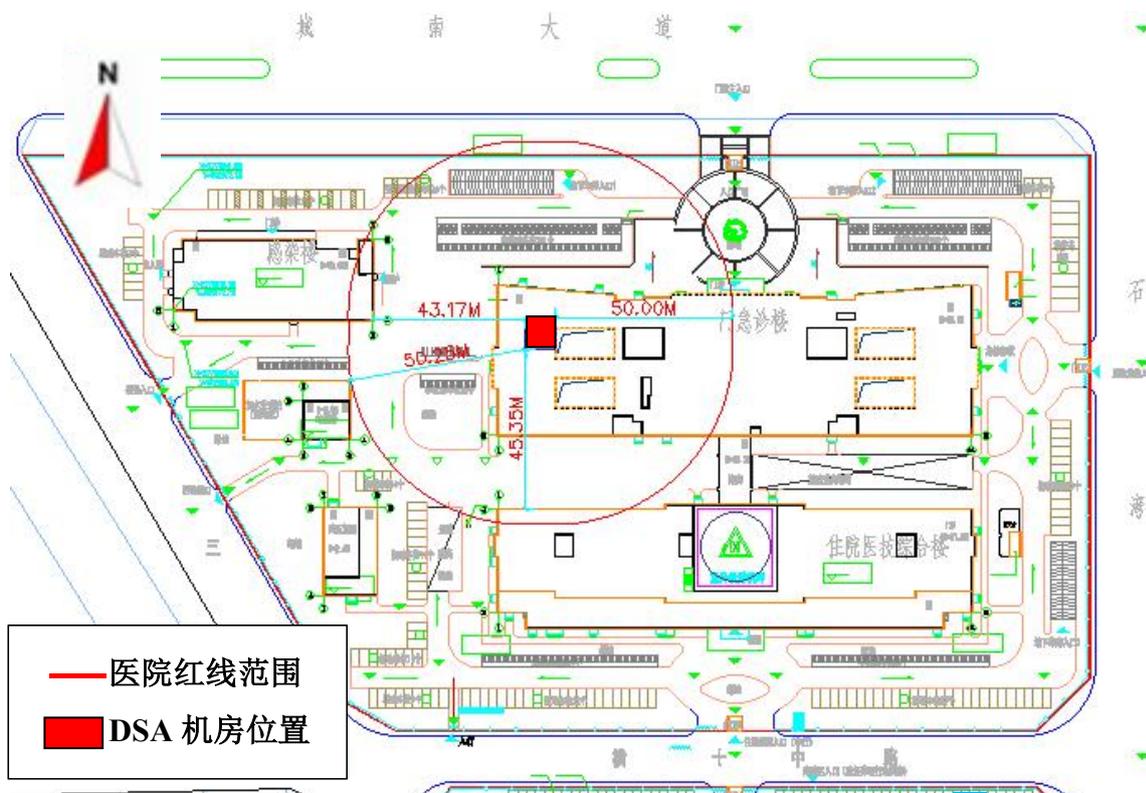


图 7-1 项目评价范围及周边环境保护目标图

表 7-1 本项目工作场所周围环境敏感点一览表

机房名称	机房位置	方位/距离		环境保护目标	环境保护人群	影响人数
DSA 机房	介入中心 DSA 机房 1	机房内		机房内	辐射工作人员	约 7 人
		东	紧邻	内庭上空、走廊	/	/
		南	紧邻	设备间、污物间	公众成员	约 2 人
		西	紧邻	操作间（与机房 2 共用）	辐射工作人员	约 5 人
		北	紧邻	洁净通道	公众成员	约 3 人
		楼上		屋顶	公众成员	约 1 人
		楼下		过道、口腔科 VIP 诊室	公众成员	约 10 人

	DSA 机房 2	机房内		辐射工作人员	约 7 人	
		东	紧邻	操作间（与机房 1 共用）	辐射工作人员	约 5 人
		南	紧邻	污物处置间、打包间	公众成员	约 2 人
		西	紧邻	工作人员通道	公众成员	约 10 人
		北	紧邻	洁净走廊	公众成员	约 10 人
		楼上		屋顶	公众成员	约 1 人
		楼下		候诊区	公众成员	约 30 人
	门急诊 楼	东侧	0 至 50m	门急诊楼	公众成员	约 220 人
		南侧	0 至 50m	院区过道、住院医技综合楼	公众成员	约 150 人
		西侧	0 至 50m	感染楼	公众成员	约 5 人
北侧		0 至 50m	院内道路	公众成员	约 50 人	

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制，以保证除本标准 6.2.2 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职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv 作为职业照射剂量限值；

b) 任何一年中的有效剂量，50 mSv/a；

c) 眼晶体的年当量剂量，150 mSv/a；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500 mSv/a。

本项目辐射工作人员的辐射剂量约束值为职业照射的四分之一，即 5mSv/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。

本项目公众成员的辐射剂量约束值取公众照射的十分之一，即 0.1mSv/a。

(2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

6.1 X 射线设备机房布局

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

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房, 机房应满足使用设备的布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外, 对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房, 其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 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 ^d (m ²)	机房内最小单边长度 ^e (m)
单管头 X 射线设备 ^b (含 C 形臂、乳腺 CBCT)	20	3.5

b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。

d 机房内有效使用面积指机房内可画出的最大矩形的面积。

e 机房内最小单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备(不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备)机房的屏蔽防护应不低于表 7.3 的规定。

表 7-3 不同类型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 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2	2
CT 机房(不含头颅移动 CT)	2.5	

6.2.2 机房的门和窗关闭时应满足表 7.3 的要求。

6.2.3 距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm 时, 机房可不作专门屏蔽防护。

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

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 25 $\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25 mSv；

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。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

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 7.4 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。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和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：“-”表示不要求。

7.4 DSA 工作场所辐射剂量约束值和剂量率控制水平

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）DSA 工作场所辐射剂量约束值和剂量率控制水平如下：

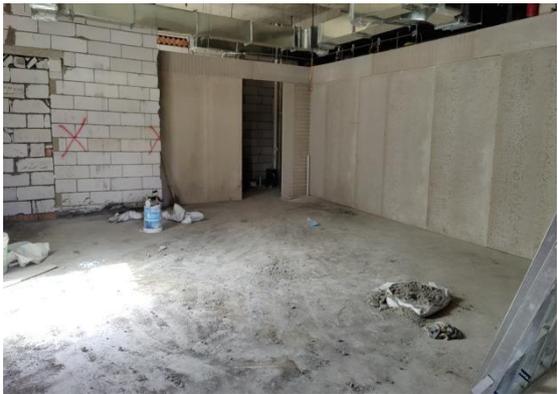
表 7-5 DSA 工作场所辐射剂量约束值和剂量率控制水平一览表

辐射剂量约束值		周围剂量当量率控制水平	
职业照射	公众照射	透视条件下	高剂量率曝光的摄影程序
5mSv/a	0.1 mSv/a	2.5 μSv/h	25 μSv/h

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于江西省赣州市安远县三中路以东，城南大道以南，石湾大道以西，火焰山大道以北，安远县人民医院新院区门急诊楼四楼介入中心。地理位置图见附图一，场所现状图见图 8-1。

	
<p>项目所在门急诊楼</p>	<p>门急诊楼南侧住院医技综合楼</p>
	
<p>门急诊楼西侧感染大楼</p>	<p>门急诊楼西侧污水处理站</p>
	
<p>DSA 1 机房拟建位置</p>	<p>DSA 2 机房拟建位置</p>



DSA 机房 1、机房 2 北侧洁净走廊



DSA 机房 1 南侧污物间



DSA 机房 1 南侧设备间



DSA 机房 2 南侧污物间



DSA 机房 1 西侧、机房 2 东侧操作间



DSA 机房 2 西侧工作人员通道



DSA 机房 1 东侧内庭空



DSA 机房 1 东侧走廊、缓冲区



图 8-1 项目现场照片

8.2 环境质量和辐射现状

为掌握本项目周围辐射现状环境水平，江西辐射剂量检测院有限公司监测人员于 2024 年 7 月 4 日对该项目周围环境进行了监测，监测报告见附件 4。

8.2.1 监测因子

监测评价因子为 γ 辐射剂量率。

8.2.2 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的方法布设监测点，根据本项目周围环境现状，监测点位的选取覆盖项目区域及周围公众人员工作区域。

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 检测方案及质量保证措施

（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本底辐射水平，为辐射工作场所建成运行后对环境的影响提供依据。

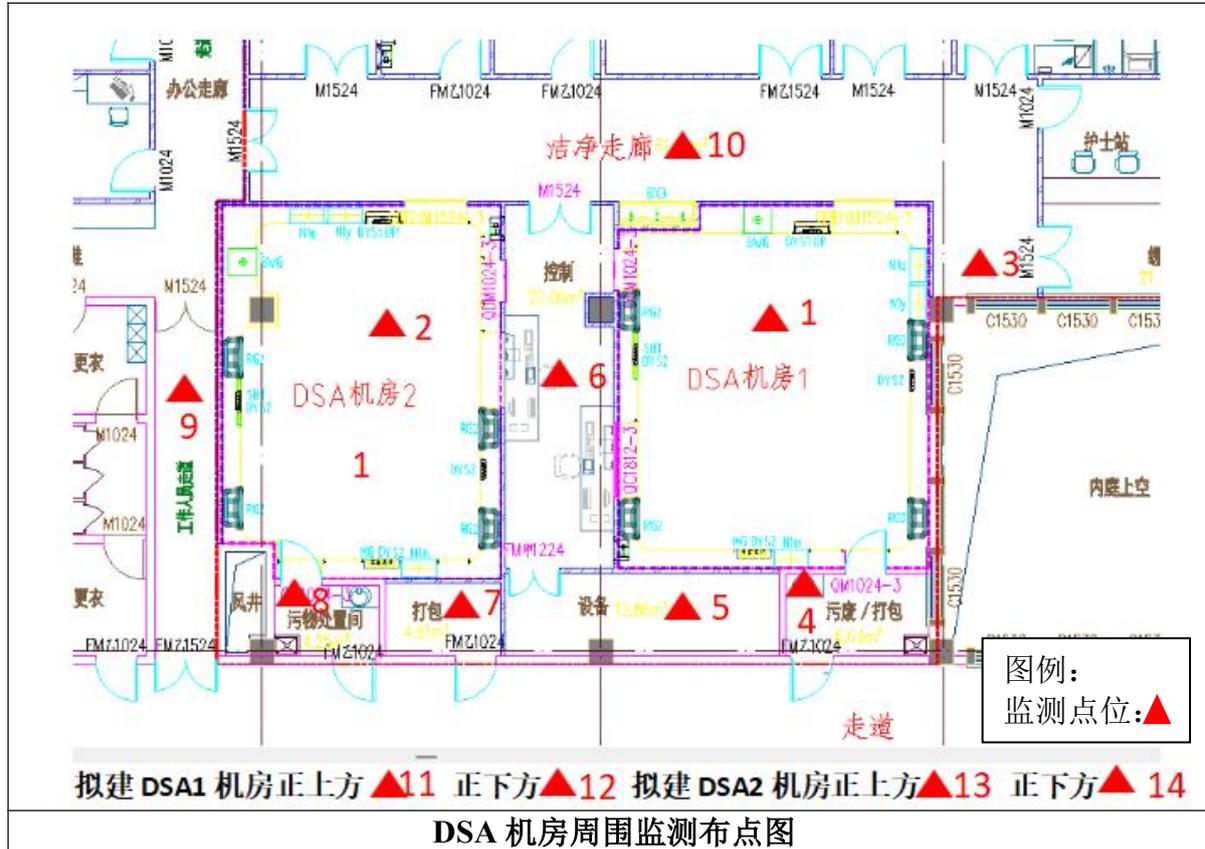
（2）监测依据

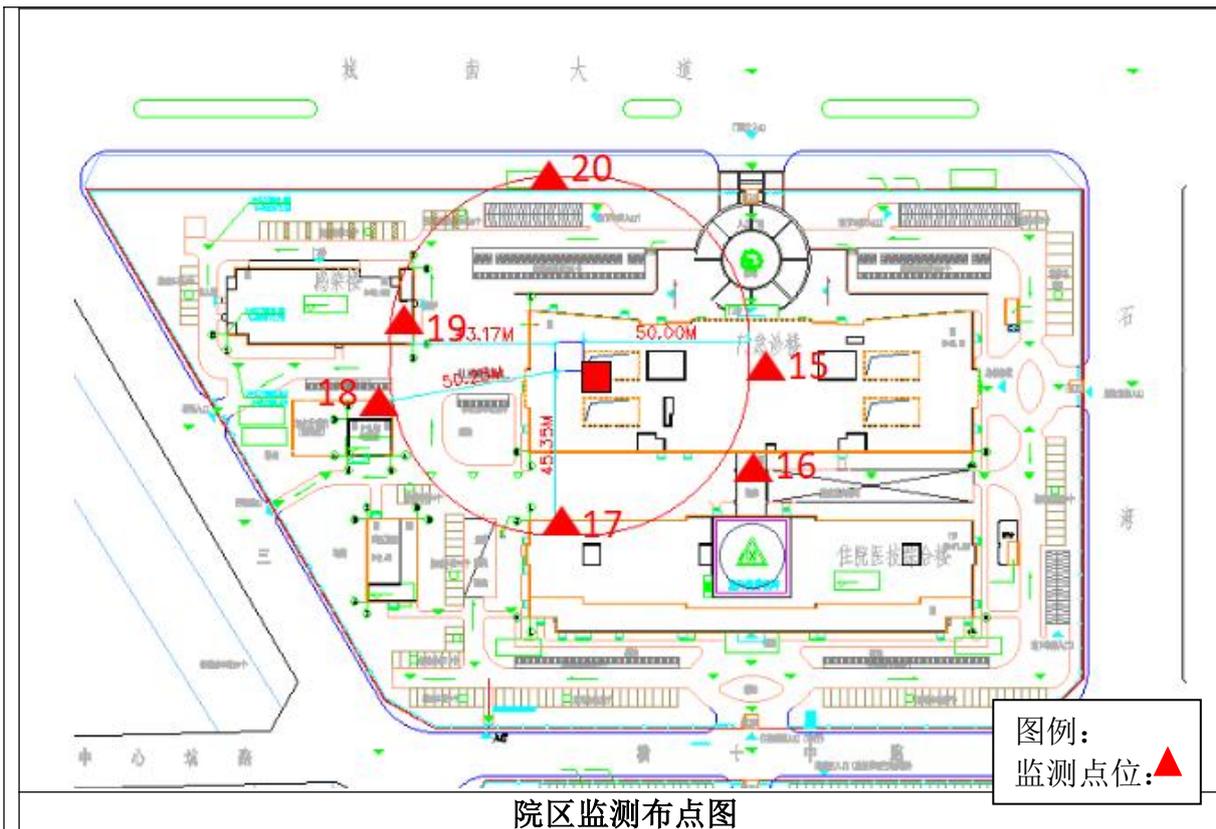
《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

(3) 监测布点

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中的方法布设监测点，根据本项目周围环境现状，监测点位的选取覆盖项目区域及周围公众人员工作区域。详见下图8-2。





院区监测布点图
图 8-2 项目监测布点图

(4) 监测质量保证

本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。监测设备由上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心进行了校准，本次监测所使用的仪器情况见表 8-1。

表 8-1 监测仪器及检定情况一览表

仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
仪器型号	SCK-200-EN
仪器编号	21002
生产厂家	上海钴景环境科技有限公司
测量范围	10nGy/h~200 μ Gy/h
能量响应	48kev~3Mev
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定证书编号	2023H21-20-4913294001
证书有效期至	2024 年 10 月 29 日

8.3.2 监测结果

监测结果根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）进行了宇宙射线响应值的扣除。

$$D_{\gamma} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times D_c$$

式中：

D_{γ} ——测点处环境辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 ——仪器检定/校准因子；本项目取 1.03

k_2 ——仪器检验源效率因子 [$k_2 = A_0/A$ （当 $0.9 \leq k_2 \leq 1.1$ 时，对结果进行修正；当 $k_2 < 0.9$ 或 $k_2 > 1.1$ 时，应对仪器进行检修，并重新检定/校准），其中 A_0 、 A 分别是检定/校准时和测量当天仪器对同一检验源的净响应值（需考虑检验源衰变校正）；如仪器无检验源，该值取 1]；

R_{γ} ——仪器测量读数值均值（空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 HJ 1157-2021，使用 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20 Sv/Gy 和 1.16Sv/Gy），本项目监测数据单位为 nGy/h，无需换算；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

D_c ——测点处宇宙射线响应值，本项目仪器对宇宙射线响应值为 40nGy/h。

监测数据详见下表：

表 8-2 监测结果一览表

监测点编号	监测点位	测量值 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	门急诊楼 DSA 机房 1 拟建位置	168	2	室内（楼房）
2	门急诊楼 DSA 机房 2 拟建位置	178	3	室内（楼房）
3	DSA 机房 1 拟建位置东侧走廊	167	3	室内（楼房）
4	DSA 机房 1 拟建位置南侧污物间	192	3	室内（楼房）
5	DSA 机房 1 拟建位置南侧设备间	177	2	室内（楼房）
6	DSA 机房 1 拟建位置西侧操作间	211	3	室内（楼房）
7	DSA 机房 2 拟建位置南侧打包间	183	3	室内（楼房）
8	DSA 机房 2 拟建位置南侧污物处置间	186	4	室内（楼房）
9	DSA 机房 2 拟建位置西侧工作人员通道	193	4	室内（楼房）
10	DSA 机房 2 拟建位置北侧洁净走廊	164	4	室内（楼房）
11	DSA 机房 1 拟建位置正上方	159	4	室外
12	DSA 机房 1 拟建位置正下方	182	4	室内（楼房）
13	DSA 机房 2 拟建位置正上方	152	4	室外
14	DSA 机房 2 拟建位置正下方	192	3	室内（楼房）
15	门急诊楼	172	4	室内（楼房）

16	门急诊楼和住院医技综合楼连桥	164	4	室外
17	门急诊楼南侧住院医技综合楼	165	2	室外
18	门急诊楼西侧污水处理站	154	4	室外
19	门急诊楼西侧感染楼、	168	4	室外
20	门急诊楼北侧院内道路	141	4	室外

注：监测结果已扣除宇宙射线响应，SCK-200-EN（编号：JXFS/YQ-050）对宇宙射线响应值为40nGy/h，监测地点在庐山西海。

8.4 监测结果及评价

根据表8-2，项目拟建场所评价范围内 γ 辐射剂量率室内现状监测值在164~211nGy/h之间，在赣州地区室内环境天然放射性本底范围内（赣州地区室内本底值为46.3~327.1nGy/h），摘自国家环境保护局1995年8月编制的《中国环境天然放射性水平》）。

项目拟建场所评价范围内 γ 辐射剂量率室外现状监测值在141~168nGy/h之间，在赣州地区室外环境天然放射性本底范围内（赣州地区原野及道路本底值为20.7~287.8nGy/h），摘自国家环境保护局1995年8月编制的《中国环境天然放射性水平》）。

因此，可知本项目场地周围辐射环境质量现状较好，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成及工作方式

DSA 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。

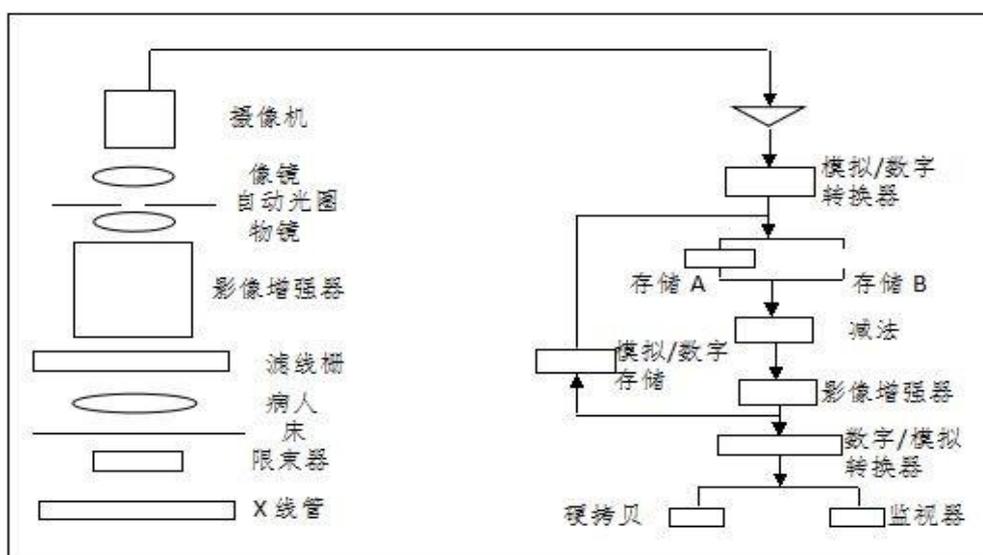


图 9-1 DSA 工作原理示意图

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。

本次项目 DSA 主要用于介入手术治疗，包含心血管介入、外周介入和神经介入三大手术类，心血管介入手术的透视平均时间比其他类型介入手术时间长。DSA 介入手术特点是同时具备透视、普通摄影及类 CT 摄影三种曝光模式。。

透视模式：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、铅眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作，属于同室操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评

价的重点。

摄影模式：操作人员采取隔室操作的方式（即技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。

类 CT 摄影模式：利用 DSA 系统中旋转血管造影采集的图像进行血管造影计算机断层成像；类 CT 旋转采集 500 帧原始数据，因此其获取的图像质量优于三维重建影像，帮助医生更好地了解血管病变的位置、形态和范围，指导临床手术和治疗。

9.1.2 工作原理

DSA 是采用 X 射线进行摄影、透视的技术设备。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，见图 9-1。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。

9.1.3 操作流程

(1) 操作流程

诊疗时，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。

(2) 产污环节

DSA 曝光时，主要污染因子为 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 介入手术的工作流程及产污环节示意图见图 9-2。

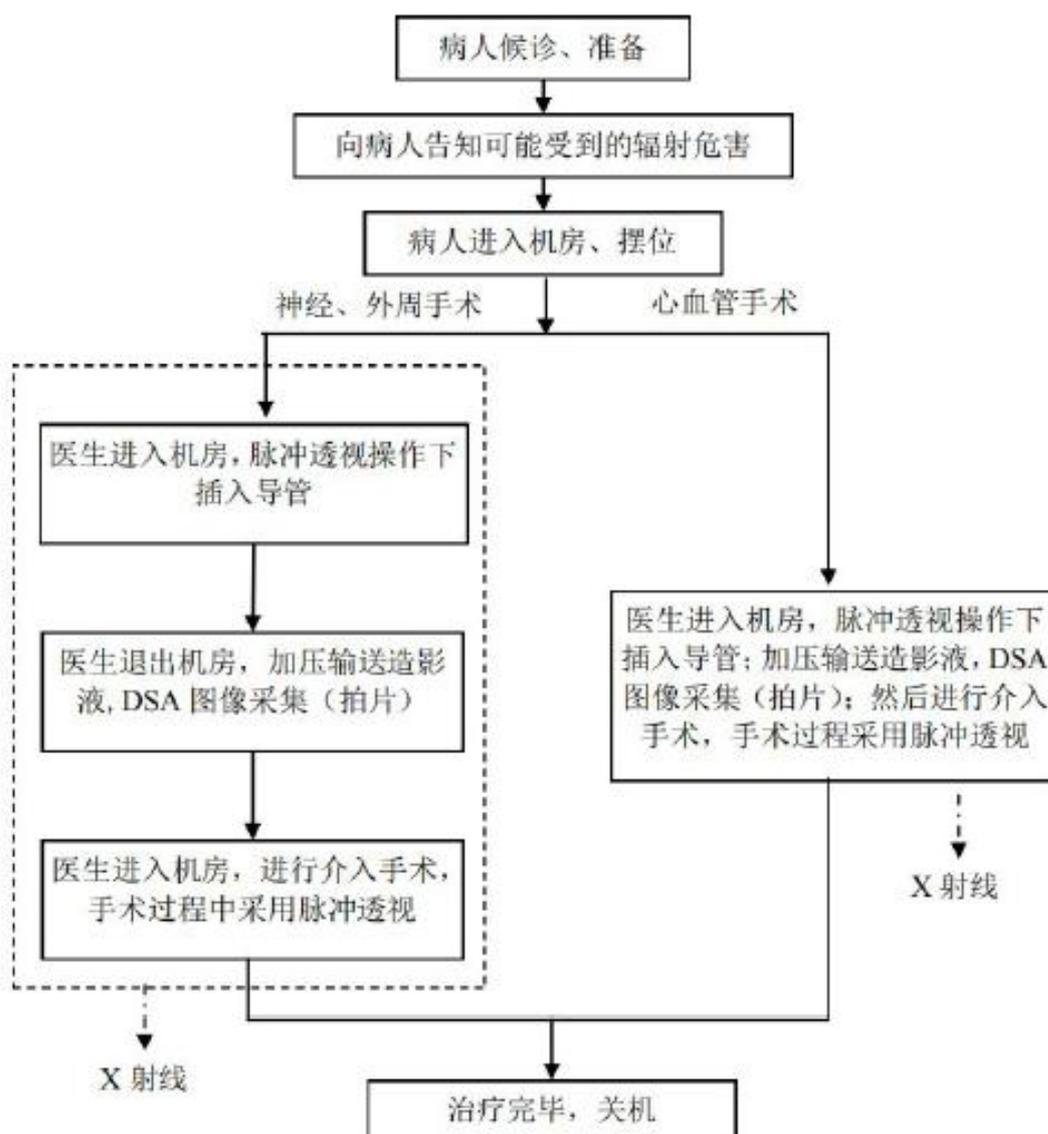


图 9-2 DSA 工作流程及产污环节示意图

(3) DSA 人流和物流路径规划

患者经东侧患者通道左转经缓冲区铅门进入机房，医护人员由东侧往西进入控制室进入机房，污物从机房内南侧通过污物间运走，如图 9-3 所示。

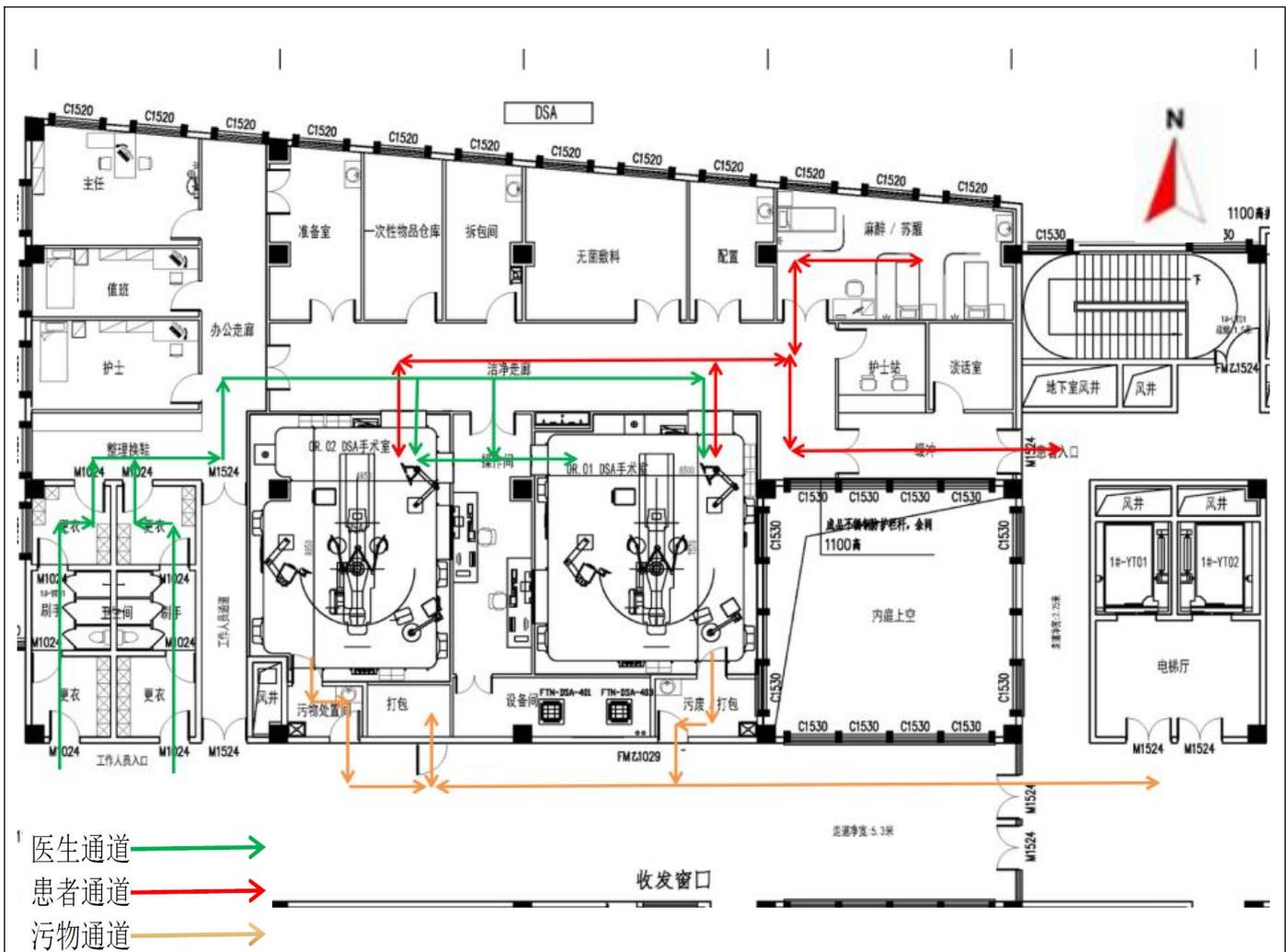


图 9-3 DSA 平面及人流物理示意图

9.1.4 工作负荷

根据医院规划，本次核技术利用项目新增 1 台 DSA，搬迁 1 台 DSA，预计单台 DSA 开展介入手术量约 400 人次/年，每台手术透视时间平均约为 20min，摄影时间平均约为 0.5min，DSA1 类 CT 扫描摄影时间 0.5min。本项目 DSA 机房投入使用后的工作负荷见表 9-1。

表 9-1 射线装置工作负荷情况

机房	设备	单台年开展工作量	每台手术平均透视时间	年透视时间	每台手术平均摄影时间	年摄影时间
DSA 机房 1	DSA1	400 人次	20min	133.3h	1min	6.67h
DSA 机房 2	DSA2	400 人次	20min	133.3h	0.5min	3.3h

9.2 污染源项描述

1、正常工况

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。本项目 DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

②X 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物。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。

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。

2、事故工况

①X 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的辐射照射；

③使用 DSA 的医生或护士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，维修人员受到潜在照射伤害。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于新院区门急诊楼四楼介入中心。DSA 机房 1 东侧为内庭上空，南侧为污物间及设备机房，西侧为操作间，北侧为洁净走廊，楼上为屋顶，楼下为过道和口腔科 VIP 诊室。DSA 机房 2 东侧为操作间，南侧为污物处置间和打包间，西侧为工作人员通道，北侧为洁净走廊，楼上为屋顶，楼下为候诊区。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，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。

10.1.2 辐射工作场所分区

10.1.2.1 工作区域管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基标准》（GB 18871-2002）中的要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制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，要求专门的防护手段和安全措施的限定区域。在控制区域进出口及其他可能行人过往位置处设立醒目的警示标志，运用工作人员工作卡进出和采取门锁及联锁装置等限制进出控制区。

监督区：未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。在监督区入口及人员路过的合适位置处张贴辐射危险警告标志，定期检查工作状况，自行巡测确定时候需要防护及安防措施，或是否需要更改监督区的边界。

本项目结合设备安装地点场地条件，对 DSA 辐射工作场所实行分区管理，将 DSA 机房内划为控制区，DSA 机房屏蔽体外 30cm 范围内及相邻区域划为监督区，包括 DSA 机房 1 南侧污物/打包间及设备间，西侧操作间；DSA 机房 2 东侧操作间，南侧污物处置间和打包间。控制区进出口上悬挂清晰可见的“当心电离辐射”标志，设备工作期间严禁外来人员进入；监督区入口处悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止无关人员进入。本项目控制区与监督区划分示意图见图 10-1。

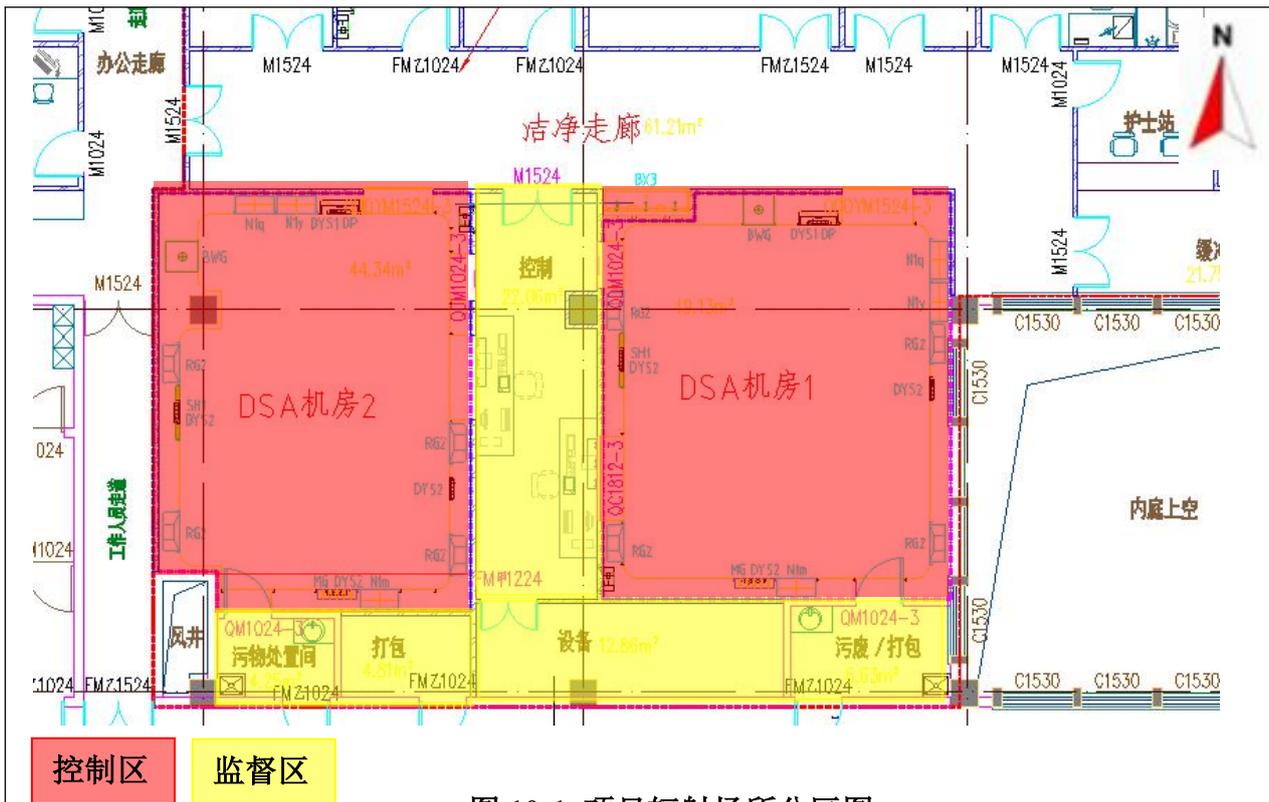


图 10-1 项目辐射场所分区图

10.2.2 辐射防护屏蔽设计

10.2.2.1 DSA 辐射防护屏蔽设计

(1) 主体结构屏蔽设计

DSA 机房 1 四周墙体屏蔽材料采用 50mm 方管龙骨架+4mmPb 铅皮，顶棚屏蔽材料采用 180mm 混凝土+2mmPb 铅皮，地面采用 180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥，观察窗、工作人员防护门、受检者防护门、污物通道防护门屏蔽材料均为 4mmPb；DSA 机房 2 四周墙体屏蔽材料采用 50mm 方管龙骨架+3mmPb 铅皮，顶棚屏蔽材料采用 180mm 混凝土+2mmPb 铅皮，地面采用 180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥，观察窗、工作人员防护门、受检者防护门、污物通道防护门屏蔽材料均为 3mmPb。本次医院核技术利用项目主要包括 2 台 DSA，根据现场实际情况及医院建设情况，本项目 DSA 机房辐射防护设计方案如下表：

表 10-1 本项目 DSA 机房屏蔽参数设计情况一览表

机房位置	DSA 机房 1	DSA 机房 2
机房尺寸 (m)	7.95 × 6.82 (长×宽)	8.10×4.95 (长×宽)
有效面积	54.2 m ²	40.1m ²
四面墙体	50mm 方管龙骨架+4mmPb 铅皮	50mm 方管龙骨架+3mmPb 铅皮

顶棚	180mm 混凝土+2mmPb 铅皮	180mm 混凝土+2mmPb 铅皮
地面	180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥	180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥
工作人员防护门	防护门铅当量为 4mmPb ; 工作人员防护门为电动推拉门 (配置带脚踏开关);	防护门铅当量为 3mmPb ; 工作人员防护门为电动推拉门 (配置带脚踏开关);
受检者防护门	防护门铅当量为 4mmPb ; 受检者防护门为电动推拉门 (配置带脚踏开关);	防护门铅当量为 3mmPb ; 受检者防护门为电动推拉门 (配置带脚踏开关);
污物通道防护门	防护门铅当量为 4mmPb ; 污物通道防护门为手动平开门;	防护门铅当量为 3mmPb ; 污物通道防护门为手动平开门;
防护窗	铅玻璃观察窗铅当量为 4mmPb;	铅玻璃观察窗铅当量为 3mmPb;

注: 混凝土密度 $\rho \geq 2.35\text{g/cm}^3$, 铅密度 $\rho \geq 11.3\text{g/cm}^3$ 。

(2) 防护门、铅玻璃安装设计要求

DSA 机房防护门为减少接缝处射线的泄漏, 要求防护门两侧铅板搭接宽度大于门缝宽度 10 倍以上。铅玻璃是脆性材料, 比重较大, 移置时务必轻拿轻放, 铅玻璃的安装时必须将玻璃四周与墙面防护材料严密切合, 安装时要将窗周围利用铅板、铅橡胶进行密封, 避免周围散漏射线。

(3) 电缆管线屏蔽补偿措施

机房在楼层原有的基础上进行砂浆水泥找平, DSA 机房的地沟线槽为埋地设计, 地沟线槽采用不锈钢盖板覆盖, 机房之间的管线穿墙设计为圆形管道墙面直穿, 在管线穿墙处用 3mmPb 铅板包裹管道 (铅板包裹至墙面, 并与墙面形成有效搭接), 防止射线泄漏。项目 DSA 机房电缆管线穿墙屏蔽补偿措施设计如图 10-2 所示。

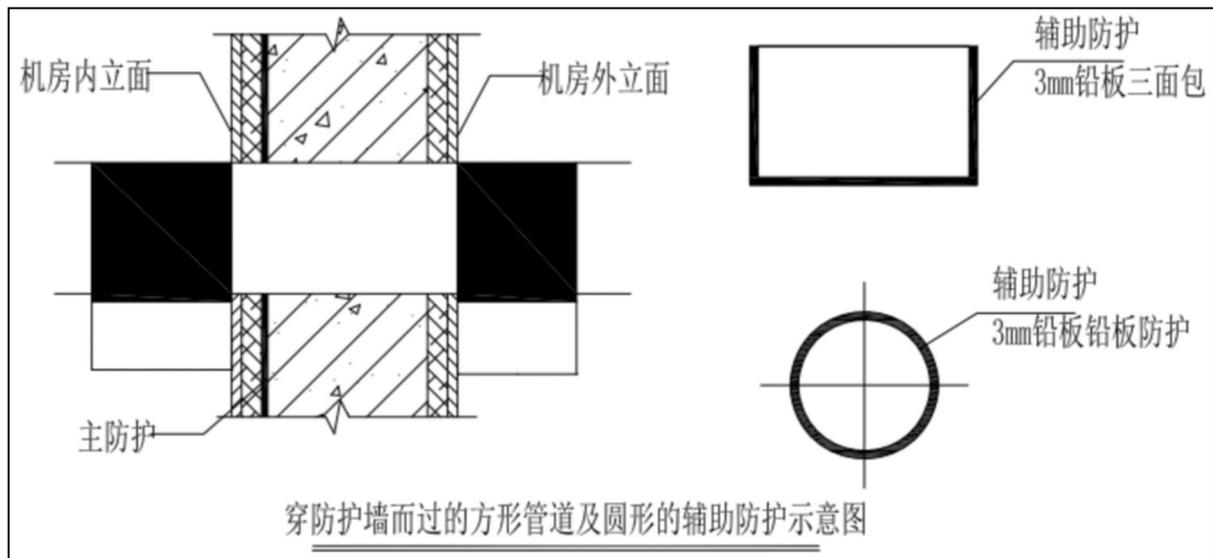


图 10-2 DSA 机房电缆管线穿墙辐射防护施工图

(4) 通风装置

医院拟在 DSA 机房设置动力通风装置，安装吸顶式排气扇，通风管道连接至大楼风井，机房管道穿墙口均采用 3mm 厚铅板无缝包裹（铅板包裹至墙面，并与墙面形成有效搭接）。通风管道穿墙屏蔽补偿措施设计如图 10-3 所示。

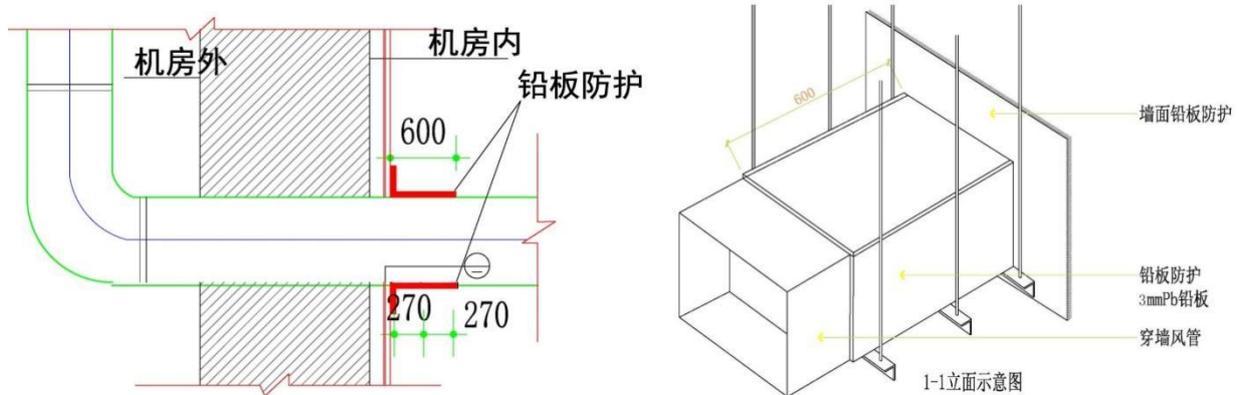


图 10-3 DSA 机房通风管道穿墙辐射屏蔽补偿设计图

(5) 其他防护措施

- (1) 机房拟设观察窗，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。
- (2) 拟在机房门外粘贴电离辐射警告标志，机房门上方设置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，缓冲区应设置放射防护注意事项告知栏。

(3) 平开机房门拟设置自动闭门装置，推拉式机房门拟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。电动推拉门拟设置防夹装置。

(4) 医院已配备 1 台便携式 X- γ 巡测仪，用于项目投入使用后进行 DSA 场所日常监测，同时为 DSA 项目辐射工作人员配备个人剂量计。

(6) 介入过程辐射防护措施

①熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间。特别避免未操作时仍踩脚闸；通过制定最优化的治疗、诊断方案尽量减少射线装置的照射时间。尽量减少人员与设备间的近距离接触时间；

②操作人员采取隔室操作方式，控制室与设备间之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与病人交流；

③在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施，同时在不影响操作的前提下可采取缩小照射野和缩短物片距，尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

④介入手术过程职业人员进入机房进行透视时，应佩戴好个人防护用具包括：铅衣、

铅围裙、铅围脖、铅眼镜、介入防护手套等，并配备个人剂量计。

⑤第一术者位在进行透视时，应使用床下铅帘及悬吊铅帘进行局部遮挡；对于第二术者位应设置辅助铅屏风进行防护；

⑥对病人进行透视时或拍片过程，应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。

⑦、DSA 机房及控制室内各设置 1 个紧急停机按钮，防止人员误闯入或误照。

(7) 个人防护措施

医院应配备相应的个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜以及介入防护手套等。在辐射工作中应做好个人的放射防护，以达到辐射防护的目的。

表 10-2 医院 DSA 机房防护用品一览表

说明	场所	防护用品名称	铅当量 (mmPb)	配置对象	单位	数量			评价情况
						原有	新增	合计	
防护用品	DSA 机房	铅橡胶围裙	0.5	工作人员	件	5	5	10	符合 标准 要求
		铅橡胶颈套	0.5		件	5	5	10	
		铅防护眼镜	0.5		副	5	5	10	
		介入防护手套	0.025		副	5	5	10	
		铅橡胶帽子	0.5		顶	5	5	10	
		铅悬挂防护屏	0.5		个	1	1	2	
		床侧防护帘	0.5		个	1	1	2	
		个人剂量计	/		个	2 个/人	2 个/人	2 个/人	
	患者铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶围裙	0.5	受检者	套	2	2	4		

医院按上表为 DSA 机房配备防护用品后，基本能满足本项目 2 台 DSA 同时使用时的需要。

10.2.3 辐射防护措施符合性分析

由《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的附录 C 的式 C.1、C.2 可算得不同屏蔽物质的铅当量，相关计算公式如下：

a) 对给定的铅厚度，依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值按式（C.1）计算辐射透射因子 B：

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

式中：

B—给定铅厚度的屏蔽透视因子；

β —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —铅厚度。

b) 依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值和 C.1.2 a) 中的 B 值，使用式(C.2)计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X。

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad (C.2)$$

X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α —为屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

β —为屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

γ —为屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

B—给定铅厚度的屏蔽透射因子。

由《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的表 C.2 可知，混凝土的拟合参数取值分别为：管电压 125kV（有用线束）， $\alpha=0.03502$ 、 $\beta=0.07113$ 、 $\gamma=0.6974$ ，铅的拟合参数取值分别为：管电压 125kV（有用线束）， $\alpha=2.219$ 、 $\beta=7.923$ 、 $\gamma=0.5386$ ，实心砖的拟合参数取值分别为：管电压 125kV（有用线束）， $\alpha=0.02870$ 、 $\beta=0.06750$ 、 $\gamma=1.346$ 。代入参数算得：180mm 混凝土相当于 2.3 mmPb。

表 10-3 DSA 机房辐射防护措施符合性分析表

项目	实际情况	标准防护要求	符合性
机房面积	DSA1: 54.2 m ² ; DSA2: 40.1 m ²	单管头 X 射线机：机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，最小单边长度不小于 3.5m。	符合
DSA 最小单边长度	DSA1: 6.82m; DSA2: 4.95m		
四周墙体	DSA1: 50mm 方管龙骨架+4mmPb 铅皮 (4.0mmPb) DSA2: 50mm 方管龙骨架+3mmPb 铅皮 (3.0mmPb)	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。 CT 机房：2.5mmPb	符合
防护门窗	DSA1: 观察窗和防护门铅当量为 4.0mmPb DSA2: 观察窗和防护门铅当量为 3.0mmPb		
地板	180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥 (4.3mmPb)		
顶棚	180mm 混凝土+2mmPb 铅皮 (4.3mmPb)		
工作场所防护	机房操作间侧拟设置观察窗	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
	机房内拟设动力通风装置，并保持良好的通风	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	符合

<p>本项目机房房门为推拉式和平开门，设有自动闭门装置，机房门外拟设计安装醒目的电离辐射标志和工作指示灯，患者使用防护大门上方拟工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动灯箱处拟设置警示语句。DSA 机房及操作间内各设置 1 个紧急停机按钮，防止人员误闯入或误照。</p>	<p>机房门外应有电离辐射标志、机房门上方应有醒目 的工作状态指示灯，灯箱 处应设警示语句；候诊区 应设置放射防护注意事项 告知栏</p>	<p>符合</p>
<p>DSA 主束向上照射，避免了有用线束直接照射门、窗和管线口位置；有用线束未直接照射工作人员操作位；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物</p>	<p>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。</p>	<p>符合</p>
<p>每个机房拟配置 5 件铅衣、5 件铅帽、5 件铅围脖等防护用品，铅当量为 0.5mmPb；5 双介入防护手套，铅当量为 0.025mmPb。</p>	<p>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。机房 内不应堆放与该设备诊断 工作无关的杂物；机房应 设置动力通风装置，并保 持良好的通风。</p> <p>配备铅橡胶围裙、铅橡胶 颈套、铅橡胶帽子、铅防 护眼镜、铅橡胶性腺防护 围裙（方形）或方巾等防 护用品。</p>	<p>符合</p>

由表 10-3 可知，本项目机房的辐射防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。本次环评要求医院新配备 2 台个人剂量报警仪。

10.3 三废的治理

根据本项目的特点，DSA 在运行时不产生放射性三废，但是球管发出的 X 射线与空气相互作用，会产生少量臭氧及氮氧化物等有害气体，将主要考虑臭氧的危害。医院拟在 DSA 机房设置动力通风装置，安装吸顶式排气扇，通风管道连接至大楼风井，能保持机房内良好的通风，有害气体排至室外逸散在空气中。

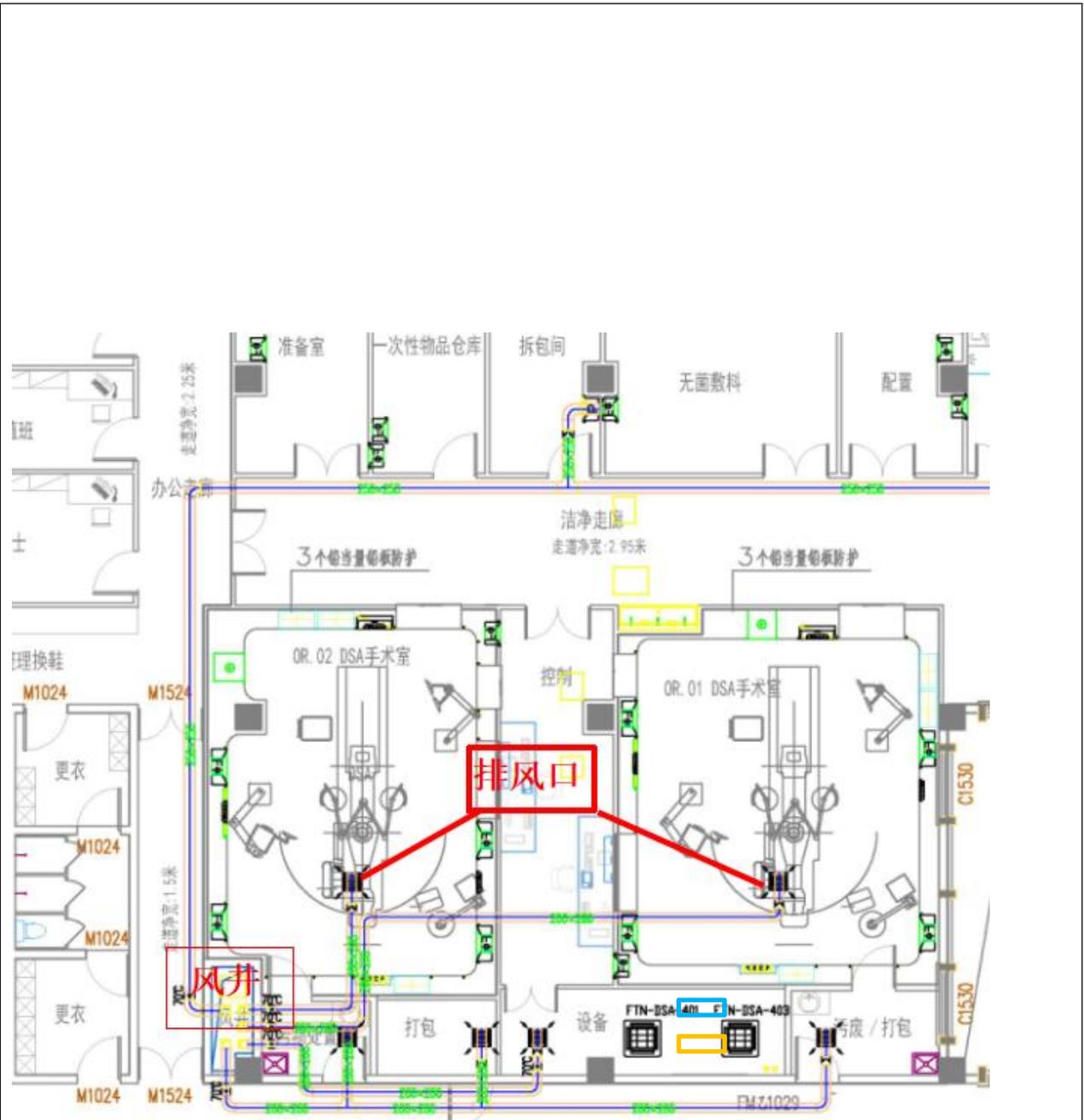


图 10-4 DSA 机房排风管道布局图

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 建设施工阶段对环境的影响

本次评价项目涉及到新墙体的建筑装饰、设备安装等，在项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目建设期主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物和扬尘。

(1) 声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自场地土建施工、相关设施的安装调试等阶段，但该评价项目的建设工期短，影响期短暂，其在现有建筑物内部完成，对周围环境影响小，随施工结束而消除，因此，施工在合理安排施工时间，夜间禁止高噪声机械作业后，对周围的影响不大。

(2) 环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘来自于材料搬运、装卸和混凝土浇筑等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但土建工程结束后即可恢复。

(3) 水环境影响分析

本工程施工污水主要来自微量施工废水。施工废水主要包括砂石料加工水。施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染。对此，施工单位应对施工废水进行妥善处理，对施工废水进行澄清处理，清水外排，淤泥妥善堆放。

(4) 固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾。施工过程中的建筑垃圾和生活垃圾必须集中处理，严禁随意堆放和倾倒。生活垃圾应置于医院内部垃圾收集箱内，定期由环卫工人送至附近的垃圾中转站。施工建筑垃圾委托有资质的渣土运输公司处置，运垃圾的专用车每次装完垃圾后，用苫布盖好，避免途中遗洒和运输过程中造成扬尘。可以使工程产生的垃圾处于可控制状态。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.1.2 设备调试安装阶段对环境的影响

本环评要求设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门（检修门），在主屏蔽体门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时各设备必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入检测区域，防止辐射事故发生。设备安装完成后，建设方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA1 运行阶段对环境的影响

1、机房防护屏蔽分析

由表 10-3 可知，射线装置机房使用面积及单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

2、机房防护能力类比分析

（1）类比可行性分析

根据医院采购计划，DSA1 最大管电压不超过 125kV，最大管电流不超过 1000mA，为了全面了解设备运行后对周围环境及人员影响的范围和程度，本评价采用南昌大学第二附属医院老院区（北院）门诊四楼肿瘤介入科 Allura Xper FD20 型验收监测数据（监测报告编号：环监字 2021-0257 号）来进行类比分析，对本项目的 DSA 工作场所建成后周围剂量当量率来进行类比预测。本项目类比条件见表 11-1。

表 11-1 类比项目一览表

类比项目	DSA1	类比项目	备注
设备名称型号	待定 (含类 CT 功能)	Allura Xper FD20 型 DSA (含类 CT 功能)	/
最大管电压	125kV	125kV	与类比对象相同
最大管电流	1000mA	1250mA	优于类比对象
设备运行工况	减影模式：85kV/360mA 透视模式：80kV/15mA 类 CT 模式：120kV/250mA	减影模式：85kV/368mA 透视模式：80kV/18mA 类 CT 模式： 120kV/254mA	与类比对象相当
墙体厚度	50mm 方管龙骨架+4mmPb 铅皮 (4.0mmPb)	20cm 实心砖+2mmPb 铅板，共计 4mmPb	与类比对象相当
顶棚、地板厚度	顶棚：180mm 混凝土+2mmPb 铅皮 (4.3mmPb) 底板：180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥 (4.3mmPb)	11cm 混凝土+2mmPb 硫酸钡，共计 3.3mmPb	优于类比对象
防护门铅当量	4mmPb 当量	大门：3mm 铅当量； 小门：4mm 铅当量；	优于类比对象

观察窗铅当量	4mmPb 当量	3mmPb 当量	优于类比对象
机房大小	54.2m ²	54m ²	与类比对象相当

由表 11-1 可知，本项目 DSA1 的最大管电压、最大管电流与类比对象相同，仪器运行工况与类比对象相当，项目的屏蔽措施优于类比项目或与类比对象相当，机房面积与类比对象相当，故类比条件充分。

(2) 类比监测结果

类比 DSA 机房周边环境辐射水平采用江西省核工业地质局测试研究中心 2018 年 12 月 31 日监测报告结果，见表 11-2，类比监测报告见附件 12。

表 11-2 DSA 机房及周边环境辐射水平类比监测结果表

序号	设备名称	监测位置	X-γ辐射剂量率 (nSv/h)		
			开/关机	范围值	平均值
1	门诊四楼肿瘤介入科 Allura Xper FD20 型 DSA (检测条件: CT 功能状态下, 型号为 X1-X2, Y1-Y2 的标准水模体被用于扫描, 管电压为 120kV, 管电流为 254mA, 射线朝四周)	观察窗外 30cm 处	关机	128~146	139
			开机	244~287	266
2		控制室操作位	关机	124~135	132*
			开机	152~157	154*
3		控制室防护门外 30cm 处	关机	126~139	132*
			开机	328~411	369*
4		机房大防护门外 30cm 处	关机	139~145	143*
			开机	607~750	685*
5		机房北墙外 30cm (候诊区)	关机	151~156	154
			开机	272~287	280
6	机房东墙外 30cm (过道)	关机	147~152	148	
		开机	153~157	155	
7	机房西墙外 30cm (控制室)	关机	150~156	153	
		开机	154~158	156	
8	机房南墙外 30cm (过道)	关机	154~158	156	
		开机	156~159	157	
9	机房楼上牙科	关机	124~129	126	
		开机	125~129	127	
10	机房楼下 B 超室	关机	128~131	129	
		开机	127~132	129	
11	观察窗外 30cm 处	关机	128~146	139*	
		开机	130~146	140*	
11	控制室操作位	关机	124~135	132*	

2	能状态下, 型号为 X1-X2, Y1-Y2 的标准水模体被用于扫描, 管电压为 80kV, 管电流为 53mAs, 射线朝上)		开机	125~135	132*
1		控制室防护门外 30cm 处	关机	126~139	132*
3			开机	128~140	133*
1		机房大防护门外 30cm 处	关机	139~145	143*
4			开机	220~240	230*
1		机房北墙外 30cm (候诊区)	关机	151~156	154
5			开机	151~156	154
1		机房东墙外 30cm (过道)	关机	147~152	148
6			开机	147~152	148
1		机房西墙外 30cm (控制室)	关机	150~156	153
7			开机	150~156	153
1		机房南墙外 30cm (过道)	关机	154~158	156
8			开机	155~159	157
1		机房楼上牙科	关机	124~129	126
9			开机	136~138	137
2		机房楼下 B 超室	关机	128~131	129
0			开机	127~132	129
2		介入操作位 (铅衣内)	关机	141~145	143*
1			开机	$1.12 \times 10^4 \sim 1.97 \times 10^4$	1.74×10^4 *

注: ①监测结果未扣除本底值。②*值为剂量估算时所用的监测值。

(3) 结论

从表 11-2 类比监测结果表明: 由类比监测结果可知, 在 CT 功能 (摄影) 状态下机房屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率在 (0.125~0.750) $\mu\text{Sv/h}$ 之间; 在透视功能状态下机房屏蔽体外关注点处周围剂量当量率在 (0.125~0.240) $\mu\text{Sv/h}$ 之间。上述监测结果符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 的相关要求, 即满足“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”及“CT 机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目 DSA1 的管电压、管电流与类比对象相同。正常运行时管电压、管电流与类比的 DSA 检测工况水平相当; 本项目机房屏蔽措施优于类比项目, 机房面积与类比对象相当, 故本项目 DSA1 运行后对周边环境影响也能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

射线装置开机时介入室操作位的 X- γ 辐射剂量率较大, 在介入室内操作时, 工作人员必须佩戴好个人剂量计、穿戴好铅衣、铅帽、铅围脖、介入防护手套等辐射防护用品,

且在射线出束方向设置铅挡板，同时合理安排操作人员轮流操作。操作时应尽可能缩短曝光时间、优化曝光条件，减少患者的受照剂量，在不影响诊疗的情况下给病人必要的屏蔽防护如铅衣、铅帽、铅围裙等。

因此，通过类比结果可预测本项目使用的 DSA1，只要按有关辐射防护规定，认真做好机房构筑墙体和防护门的辐射防护设计，落实好有关辐射防护措施，投入使用后对环境产生辐射污染影响很小。

11.1.3 保护目标剂量评价

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中的计算，X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{Er}=H_r \times t \times 10^{-3}(\text{mSv}) \quad \text{公式 (11.1.3-1)}$$

其中： H_{Er} —— X、 γ 射线外照射人均年有效当量剂量，mSv；

H_r —— X、 γ 射线周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t—— 年受照时间，h。

本项目拟配备甲状腺、铅围裙等防护用品，根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），对于 DSA 机房内辐射工作人员穿戴铅围裙和甲状腺屏蔽防护用品的情况，按照以下公式进行估计算机房内辐射工作人员年有效剂量：

$$E_{\text{外}} = 0.79H_U + 0.051H_O(\text{mSv}) \quad \text{公式 (11.1.3-2)}$$

$E_{\text{外}}$ -年有效剂量 E 中的外照射分量，单位为 mSv；

H_U -铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，本项目取理论计算的医生铅衣内年当量剂量，单位为 mSv，年当量剂量计算公式按照 11.1.3-1；

H_O -铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ 。

本项目类比对象无 H_O 值，辐射工作人员经过 0.5mmPb 铅防护用品屏蔽后，屏蔽透射因子为 7.37×10^{-2} ，即 H_O 约为 13.57HU，故保守估计 $E_{\text{外}} \approx 1.5HU$ 。

根据医院提供的资料，本项目 DSA 投入使用后，预计每年进行介入手术约 400 台，由表 9-1 可知，每人次平均 21.0min 计（透视 20min+摄影 1.0min（类 CT 扫描 0.5min+DSA 摄影 0.5min））。周围剂量当量率采用类比监测数据（南昌大学第二附属医院老院区（北院）门诊四楼肿瘤介入科 Allura Xper FD20 型 DSA，详见上表 11-2）。

表 11-3 保护目标年有效剂量核算一览表

保护目标	计算参数			本项目年有效剂量 (mSv/a)	辐射剂量约束值 (mSv/a)	评价是 否符合
	工作 模式	T (h/a)	周围剂量当量率 (nSv/h)			
介入医生	透视	133.3	17400-143=17257	3.45	5	符合
	摄影	6.67	369-132=237			
操作室工作 人员	透视	133.3	132-132=0	2.21E-04	5	符合
	摄影	6.67	154-132=22			
公众	透视	133.3	230-143=87	2.25E-02	0.1	符合
	摄影	6.67	685-143=542			

11.2.2 DSA2 运行阶段对环境的影响

1、机房防护屏蔽分析

由表 10-3 可知，射线装置机房使用面积及单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

2、机房防护能力类比分析

(1) 类比可行性分析

DSA2 由老院区迁入，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，没有类 CT 功能。为了全面了解设备运行后对周围环境及人员影响的范围和程度，本评价采用赣州市人民医院已投入使用的 1 台 Azurion 7 M12 型 DSA 验收监测数据（监测报告编号：环监字 2021-0257 号）来进行类比分析，对本项目的 DSA 工作场所建成后周围剂量当量率来进行类比预测，类比监测报告见附件 13。

本项目类比条件见表 11-4。

表 11-4 类比项目一览表

基本情况	DSA 机房 2	类比对象 DSA 机房	类比情况
设备型号	Optima CL323i	Azurion 7 M12	/
最大管电压	125kV	125kV	一致
最大管电流	1000mA	1000mA	一致
运行工况	摄影模式：75-90kV，80-85mAs 透视模式：50-65kV，25-30mAs	摄影模式：92kV，85mAs 透视模式：69kV，32mAs	基本一致
主束方向	主束向上	主束向上	一致
机房净面积	40.1m ²	40m ² （8m×5m）	相当
四面墙体	50mm 方管龙骨架+3mmPb 铅皮 （3.0mmPb）	3mmPb 铅当量	一致
顶棚	180mm 混凝土+2mmPb 铅皮 （4.3mmPb）	3.44mmPb 铅当量	优于类比
地面	180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥 （4.3mmPb）	3.44mmPb 铅当量	优于类比

防护门	3mmPb 铅当量	3mmPb 铅当量	一致
观察窗	3mmPb 铅当量	3mmPb 铅当量	一致

从上表可知，本项目 DSA2 最大管电压、最大管电流与类比对象相同，仪器运行工况与类比对象相当，本项目 DSA 机房 2 与赣州市人民医院 Azurion 7 M12 型 DSA 机房相比，机房的地板、顶棚屏蔽措施优于类比项目，机房面积与类比对象相当，机房四面墙体、防护门窗屏蔽措施与类比对象一致，射线装置基本用途一致，因此，具有可类比性。

(2) 类比监测结果

类比监测结果见表 11-5。

表 11-5 类比 DSA 机房周围剂量当量率监测结果

序号	设备名称	监测位置	X-γ 辐射剂量率 (nSv/h)		
			开/关机	范围值	平均值
1	南院区住院大楼一楼 西区介入科 3 号机 房 Azurion 7M12 型 DSA(曝光状态:92kV, 85mAs)	观察窗外 30cm	开机	121~126	123
			关机	119~124	122
2		控制室操作位	开机	113~118	116
			关机	110~115	114
3		管线口穿越位置	开机	114~116	115
			关机	110~115	113
4		控制室防护门外 30cm	开机	119~130	125
			关机	119~126	123
5		机房防护门外 30cm	开机	148~150	149
			关机	145~149	147
6		南墙外 30cm(空地)	开机	105~111	108
			关机	103~108	106
7		东墙外 30cm(设备间)	开机	124~130	127
	关机		124~128	126	
8	北墙外 30cm(洁净通道)	开机	129~135	132	
		关机	128~134	131	
9	机房楼上(距顶棚 100cm)	开机	135~139	137	
		关机	134~137	136	
10	机房楼下(距楼下地面 170 cm)	开机	131~134	133	
		关机	129~133	131	
11	肿瘤医学楼门口	开机	126~133	129	
		关机	124~129	127	
12	住院大楼大厅	开机	122~126	124	
		关机	119~124	122	
13	门急诊大楼过道	开机	132~136	134	
		关机	128~133	130	
14	介入操作位	关机	106~112	110	
		开机(铅衣内)	$2.07 \times 10^3 \sim 2.76 \times 10^3$	2.40×10^3	

(3) 结论

从表 11-2 类比监测结果表明：赣州市人民医院 Azurion 7 M12 型 DSA 设备在开机状态下机房屏蔽体外的 X- γ 辐射剂量率为 108~149nSv/h，机房屏蔽墙体、防护门、观察窗处辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的限值要求。

本项目 DSA2 的最大管电流和管电压与类比对象一致，机房的地板、顶棚屏蔽措施优于类比项目，机房面积与类比对象相当，机房四面墙体、防护门窗屏蔽措施与类比对象一致，射线装置基本用途一致，故本项目 DSA2 运行后对周边环境的影响也能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的限值要求。

DSA 开机时介入室操作位的 X- γ 辐射剂量率较大，在介入室内操作时，工作人员必须佩戴好个人剂量计、穿戴好铅衣、铅帽、铅围脖、介入防护手套等辐射防护用品，且在射线出束方向设置铅挡板，同时合理安排操作人员轮流操作。操作时应尽可能缩短曝光时间、优化曝光条件，减少患者的受照剂量，在不影响诊疗的情况下给病人必要的屏蔽防护如铅衣、铅帽、铅围裙等。

因此，通过类比结果可预测本项目使用的 DSA2，只要按有关辐射防护规定，认真做好机房构筑墙体和防护门的辐射防护设计，落实好有关辐射防护措施，投入使用后对环境产生辐射污染影响很小。

3、保护目标剂量评价

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中的计算，X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按公式 11.1.3-1 计算：

本项目拟配备甲状腺、铅围裙等防护用品，根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），对于 DSA 机房内辐射工作人员穿戴铅围裙和甲状腺屏蔽防护用品的情况，按照公式 11.1.3-2 估算机房内辐射工作人员年有效剂量。

HU-铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，本项目取理论计算的医生铅衣内年当量剂量，单位为 mSv，年当量剂量计算公式按照 11.1.3-1；

H0-铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ 。

本项目类比对象无 H0 值，辐射工作人员经过 0.5mmPb 铅防护用品屏蔽后，屏蔽透射因子为 7.37×10^{-2} ，即 H0 约为 13.57HU，故保守估计 E 外 $\approx 1.5HU$ 。

根据医院提供的资料，本项目 DSA2 投入使用后，预计每年进行介入手术约 400 台，每人每次平均 20.5min 计（透视 20min+摄影 0.5min）。周围剂量当量率采用类比

监测数据（赣州市人民医院现有 Azurion 7 M12 型 DSA，详见上表 11-5）。

表 11-6 保护目标年有效剂量核算一览表

保护目标	计算参数			本项目年有效剂量 (mSv/a)	辐射剂量约束值 (mSv/a)	评价是 否符合
	工作 模式	T (h/a)	周围剂量当量率 (nSv/h)			
介入医生	透视	133.3	2400-110=2290	4.65E-01	5	符合
	摄影	3.3	125-123=2			
操作室工作 人员	透视	133.3	116-114=2	4.05E-04	5	符合
	摄影	3.3				
公众	透视	133.3	134-130=4	8.25E-04	0.1	符合
	摄影	3.3				

本项目 DSA 机房相邻，操作室区域为 2 个机房公共区域，因此操作室工作人员和公众年有效剂量叠加计算，叠加后操作室工作人员年有效剂量为 $6.26E-04\text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量 $2.33E-02\text{mSv/a}$ 。

综上所述，公众及职业人员年有效剂量理论预测结果表明，DSA 设备使用后，对辐射工作人员职业照射及公众照射的最大附加年有效剂量值分别为 **3.45mSv**、**2.33E-02mSv**，均低于项目要求的辐射剂量约束值（职业照射剂量限值： 5mSv/a ，公众照射剂量限值 0.1mSv/a ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。本项目要求医院介入手术医生按要求正确佩戴个人剂量计，并定期检测，确保介入手术医生受到的年附加有效剂量低于要求的辐射剂量约束值。

在 DSA 开机并曝光时，X 射线在穿过空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物。本项目 DSA 曝光时间很短，臭氧和氮氧化物的产生量极少，通过 DSA 机房排风系统排至室外，不会对公众及环境造成危害。

所以，本项目在采取相关辐射防护措施后，设备正常运行期间对工作人员、公众及环境的影响较小。

11.3 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治疗环境，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。

11.4 事故影响分析

1、事故风险类别识别

对于 DSA 的使用，当关机时不会产生 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四种：

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

（2）工作人员还未全部撤离机房，外面人员启动设备，造成有关人员被误照。

（3）操作介入手术的医生或护士未按规定穿戴铅围裙、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。

2、风险分析及应急预案

本项目可能发生的辐射事故情形主要为以下几种：

（1）在进行介入手术期间，无关人员误入机房引起误照射。

（2）手术室防护门未关到位的情况下，X 射线曝光，导致手术室外的人员受到意外照射。

（3）进行介入手术的医护人员未穿戴铅衣等个人防护用品而受到不必要的照射，没有为患者穿戴个人防护用品而受到不必要的照射。

（4）维修人员检修时，误开机受到潜在的照射伤害。

本项目可能发生的辐射事故及风险的发生主要是在管理上出问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查机房的性能及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的射线装置手术室。一旦发生辐射事故，处理

的原则是：①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生；②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查；③及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样可缩小事故影响，减少事故损失；④在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射；⑤事故处理后应累积资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时上报生态环境部门、公安部门、卫生部门主管部门报告。不断完善放射性事故应急预案，在射线装置建设和运行过程中的适当时候进行演习。

11.5 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 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》第一类——鼓励类中“三十七、卫生健康：医疗服务设施建设项目”，因此本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。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

(1) 辐射安全与环境保护管理机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》，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，成立了辐射安全与防护管理组织（附件 5），负责整个医院的放射防护与安全管理工作，并明确了放射防护工作领导小组职责，该领导小组成员应认真个人职责工作，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。放射防护工作领导小组基本组成如下：

组长：赖锦茂

副组长：廖新运 廖家龙 李晓阳

成员：刘月秀 黄明香 罗永进 钟金连 谭锦林 古文炎 李焕昌 陈君亮 廖声有 陈晓龙 龚隆辉 曾晓滨 杨峰 陈旭

医院辐射安全与防护管理组织基本满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定的规定。

(2) 辐射工作人员管理

为满足医院辐射工作和安全的需要，医院目前根据要求配置相应的辐射工作人员。医院将本项目相关的人员纳入辐射工作人员进行管理。在本项目建成运行后，辐射工作人员仅从事本项目安排的辐射工作，不另外增加受照时间。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的规定：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。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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过我部培训平台报名并参加考核

(<http://fushe.mee.gov.cn>)；2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号）的规定：仅从事III类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。

根据《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）的规定：放射工作单位应当组织放射工作人员上岗前、上岗后、离岗前进行职业健康检查，为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定：辐射工作单位应为每名辐射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；根据《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）规定，建设单位还应安排专人负责个人剂量监测管理，建立了放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。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 辐射安全管理规章制度

为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，医院在不断总结完善近年来核技术利用方面的经验，针对辐射设备情况已制定以下管理制度（详见附件6）：《辐射安全和放射防护管理制度》《射线装置使用登记》《设备检修维护制度》《放射工作人员培训计划》《辐射监测计划》、《患者和受检者防护制度》《CT操作规程》《DR1/DR2操作规程》《关于印发医院放射事件应急处理预案的通知》等。

医院《关于印发医院放射事件应急处理预案的通知》内容较为详实，具有可行性，基本能满足当前放射事故下的应急处理需要。本环评建议医院应根据本项目运行实际工作需要，并按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院令第449号（2005））、《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，2021年1月4日施行）等现行要求修改，全面完善和健全各项规章制度，定期更新修订辐射事故应急预案。

12.2.2 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，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行辐射防护职责，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，医院必须向生态环境部门重新申领辐射安全许可证等相关环保手续。

（2）明确辐射防护工作领导小组的职责：设立兼职或专职的安全负责人，负责整个医院的辐射防护与安全工作。建立辐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，维护辐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。

（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，取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单方可上岗；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及放射防护注意事项。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，医院工作人员持证上岗，定期进行辐射防护知识和法规知识的培训和安全教育，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辐射剂量约束值的辐射工作人员应暂离岗位，展开相关调查并委托有相关资质单位的监测机构对机房的防护性能进行监测，如监测结果仍然超过或接近参考水平，需及时进行防护整改，直到整改满足要求后，方可重新开展工作，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。进入机房的工作人员佩戴个人剂量计，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）应当加强对本单位射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，

应当立即整改。

(8) 对医院辐射装置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》（国务院令 682 号）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 X 射线有关部件的设备，应当向有关部门申请，进行辐射防护检测验收，确定合格后方可启用，以杜绝放射事故的发生。

(11) 项目竣工后，医院应依法进行竣工环境保护自主验收。

(12) 医院在依法被撤销、依法解散、依法破产或者因其他原因终止前，应当确保环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役前所有的安全责任。

12.3 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，射线装置使用单位必须对辐射工作场所周围环境进行辐射监测、对辐射工作人员进行个人剂量监测。

现有辐射工作人员已配备个人剂量计，医院已委托有资质的单位定期（不少于 1 次/3 个月）对辐射工作人员个人剂量进行监测；现有辐射工作人员已定期（不少于 1 次/两年）开展职业健康体检；医院已定期（不少于 1 次/年）委托有资质单位对现有核技术利用项目工作场所及周围环境辐射水平进行年度监测，已按要求将辐射监测结果连同单位的年度辐射安全评估报告一起，在次年的 1 月 31 日前上报提交。（年度评估报告见附件 11）。

医院现有核技术利用项目已开展的辐射监测能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关标准和规范中的辐射监测要求。

按照辐射监测要求，医院针对本次核技术利用项目制定了相应的监测计划，包括日常监测、验收监测、辐射工作人员个人剂量监测等内容并将每次监测结果记录存档。

12.3.1 日常监测

医院已配备一台 X- γ 辐射剂量率监测仪用于日常自行监测使用，制定了日常监测

计划，定期对辐射工作场所进行监测，并将每次监测结果记录存档备查，监测计划内容见表 12-1。

医院每次监测后保持监测记录并存档，设专人管理辐射设备监测档案，发现监测结果超过参考水平时需停止开展射线装置工作，展开相关调查并委托有相关资质单位的监测机构对机房的防护性能进行监测，如监测结果仍然超过参考水平，需及时进行防护整改，直到整改满足要求后，方可重新开展工作。

12.3.2 验收监测

本次评价项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，组织对配套建设的环境保护设施进行验收。验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

12.3.3 辐射工作人员个人剂量监测

按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）的要求：

1、辐射工作人员配备个人剂量计，常规监测的周期应综合考虑辐射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

2、对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。

3、医院落实个人剂量监测制度，统一管理个人剂量计，避免出现工作人员剂量计丢失等现象，定期将个人剂量计送至委托单位监测。

12.3.4 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。建设单位将严格执行表 12-1 中的辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构进行监测。年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报环

保行政主管部门。

建设单位制定了辐射监测计划，包含竣工验收监测、个人剂量监测、日常监测、年度监测，建立辐射监测的台账管理制度，每次监测记录并存档，设专人管理辐射设备监测档案。监测制度比较完善，内容全面，符合国家法律法规文件的要求，满足本次核技术项目开展的需要。项目开展后，需根据项目实践情况不断完善各项监测制度，确保本项目对周围环境造成的辐射影响处于可接受水平。

医院监测计划要求如下表 12-1 所示。

表 12-1 医院监测计划要求一览表

监测对象		监测点位	监测项目	监测频率	监测单位
DSA 及其他影像诊断装置工作场所	年度监测	① 机房内第一术者位、第二术者位；②机房四周墙体 30cm，顶棚上方（地面上方 1m），底板下方（地面上方 1.7m）；③各防护门外 30cm，测门表面和门缝四周；观察窗外 30cm，测窗表面和边框四周；④控制室内人员操作位、评价范围内人员经常活动的位置。⑤管线洞口。	X-γ辐射剂量率	1 次/年	委托有资质单位
	验收监测		X-γ辐射剂量率	项目竣工后 3 个月内	委托有资质单位
	日常监测		X-γ辐射剂量率	1~2 次/季度	自主监测
辐射工作人员	所佩带个人辐射剂量计	/	受照剂量	操作时，每季度送检 1 次	委托有资质单位

12.4 本项目辐射工作人员的健康监护

对已经从事辐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》（中华人民共和国卫生部令第 55 号）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，并终生保存职业健康监护档案。

12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院根据可能发生的放射事故的风险，制定了《关于印发医院放射事件应急处理预案的通知》（详见附件 6）。辐射事故应急处理预案包括了以下内容：

12.5.1 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。成立演练领导小组、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，演练完后再进行总结。

(5) 做好完整的总结归纳，演练完毕后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，安远县人民医院放射事故应急预案、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、污染控制和安全防护等方面的物资和器材。

12.5.2 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。①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。具体处理方法按《核与放射事故干预及医学处理原则》（GBZ113-2006）和《辐射损伤医学处理规范》（卫生部、国防科委文件卫法监发[2002]133 号）进行。

12.5.3 应急报告程序

一般报告程序为：发现者报告给医院放射防护工作领导小组成员，由领导小组向县、公安部门、市生态环境局部门报告，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：

医院应急处理电话：0797-3721813

市生态环境局电话：12369

安远县生态环境局应急电话：0797-7172819

安远县公安局电话：110

安远县健康委应急电话：0797-3732363

安远县人民医院已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，对可能发生的辐射事故，制定了《辐射事故应急预案》，做好应急准备。医院运行至今，未发生放射性事故，本项目运行后，还应定期修改完善相关规章制度。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，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。

12.6 项目环保投资及辐射环境保护“三同时”验收清单

本项目总投资 765 万元，其中环保投资 40 万元，环保投资占总投资比例的 5.23%。此外，该项目投入运行后，还应按有关要求竣工环境保护验收。具体环保投资清单和竣工环境保护验收清单详见表 12-2。

表 12-2 环境保护验收一览表

序号	验收项目	验收内容	验收要求	环保投资 (万元)
1	防护措施	DSA 机房 1 采取实体屏蔽方式 四周墙体：50mm 方管龙骨架+4mmPb 铅皮； 顶棚：180mm 混凝土+2mmPb 铅皮； 底板：180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥 观察窗、操作间防护门、机房防护大门：	满足《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)及本项目辐射剂量约束值要求。	34

		4mm 铅当量 DSA 机房 2 采取实体屏蔽方式 四周墙体: 50mm 方管龙骨架+3mmPb 铅皮; 顶棚: 180mm 混凝土+2mmPb 铅皮; 底板: 180mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡水泥 观察窗、操作间防护门、机房防护大门: 3mm 铅当量		
2	管理措施	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 配备相应的介入医护人员, 均纳入辐射工作人员进行管理; 进行辐射安全与防护知识考核、上岗前职业健康体检、配备个人剂量计, 在辐射安全与防护知识考核合格和排除职业禁忌症后方可上岗	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射安全管理的要求。	1
3	机房要求	DSA 机房: 最小有效使用面积 $\geq 20\text{m}^2$, 最小单边长度 $\geq 3.5\text{m}$	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)	
4	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, 通道悬挂走向指示牌; ②要求设置门灯联动; DSA 机房在操作间与机房之间应设观察窗与对讲机; ③DSA 机房内设置动力通风装置, 保持良好的通风, 机房内不得堆放无关杂物; ④制度上墙; ⑤DSA 机房防护墙体厚度满足环评要求。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)	2
5	监测仪器和防护用品	医院配备 1 台环境辐射巡测仪、DSA 机房配备 2 台个人剂量报警仪; 个人防护用品、个人剂量计, 详见表 10-2	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中监测仪器和防护用品配备的要求。	1
6	有害气体	DSA 机房内均设置动力通风装置, 并保持良好的通风	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)	2
合计				40

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 可行性分析结论

安远县人民医院新院区位于安远县三中路以东，城南大道以南，石湾大道以西，火焰山大道以北。医院拟在医院新院区门急诊楼四楼介入中心新增 2 台 DSA，1 台型号待定（新增：最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），1 台型号为 Optima CL323i（拟从老院区搬迁：最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），均属 II 类射线装置。

（1）实践正当性分析

医院 DSA 的使用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。

（2）产业政策符合性分析

本项目旨在提高诊断治疗水平，更好的解除病人痛苦，挽救病人的生命，提高医疗质量、改善患者就医环境，符合国家卫生事业发展的产业政策。另外，本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》第一类——鼓励类中“十三、医药、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”及“三十七、卫生健康：医疗服务设施建设项目”，因此，本项目符合国家产业政策。

（3）选址可行性及布局合理性分析

①选址可行性分析

项目拟建场所评价范围内 γ 辐射剂量率室内现状监测值在 164~211nGy/h 之间，在赣州地区室内环境天然放射性本底范围内（赣州地区室内本底值为 46.3~327.1nGy/h）；项目拟建场所评价范围内 γ 辐射剂量率室外现状监测值在 141~168nGy/h 之间，在赣州地区室外环境天然放射性本底范围内（赣州地区原野及道路本底值为 20.7~287.8nGy/h），场地周围辐射环境质量现状较好。

工作场所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、废气均得到有效治理，达标排放对环境影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

②布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于门急诊楼四楼介入中心。DSA 机房 1 东侧为内庭上空，南侧为污物间及设备机房，西侧为操作间，北侧为洁净走廊，楼上为屋顶，楼下为过道和口腔科 VIP 诊室。DSA 机房 2 东侧为操作间，南侧为污物处置间和打包间，西侧为工作人员通道，北侧为洁净走廊，楼上为屋顶，楼下为候诊区。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，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。

(4) 利益代价分析

本项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境。本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，所带来的利益大于其危害。本项目通过对机房设置辐射防护措施，对潜在照射所致危险实施控制，使本项目所引起的个人照射可满足剂量约束值要求，符合辐射防护“剂量约束值”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。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 墙体屏蔽的辐射防护

本项目 DSA 的最大管电流和管电压与类比对象一致，机房面积优于类比对象，四周墙体、顶棚、观察窗、防护门屏蔽能力均优于类比项目，故本项目 DSA 运行后对周边环境影响也能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求”。

(2) 剂量估算

通过评价，从事本项目的辐射工作人员和公众成员的年有效剂量均满足辐射剂量约束值的要求（职业人员小于 5mSv/a ，公众成员小于 0.1mSv/a ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关标准的要求。

13.1.3 辐射防护与安全措施

①DSA 机房各墙体厚度能够满足相关标准要求，防护门和观察窗的生产由厂家承担。

②机房按照要求设置了相应的门灯联锁装置、紧急停机、视频监控系统工作状态指示灯、电离辐射警示标志灯等。

③机房的过墙电缆线、管线孔采用管线采取地埋直穿，电缆管线穿墙并提供屏蔽补偿措施，并保证机房良好的通风。

④根据要求为医生、病人配置相应的防护用品。

⑤所有辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期进行测读，建立个人剂量档案。

13.1.4 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全与防护管理组织，各项规章制度、操作规程、应急处理措施按照要求制定、更新及修改完善后，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。医院应严格按照各项规章制度执行，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，安远县人民医院严格按照环评要求进行建设后，医院核技术利用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。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，医院应定期（最长不超过 90 天）对从事介入放射学的工作人员进行个人剂量监测，加强工作人员的辐射防护，工作人员必须正确配戴个人剂量计。

2、医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所周围辐射环境监测、个人剂量监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并自购辐射巡测仪，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

3、对于医院使用 II 类射线装置的辐射工作人员，应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（培训考核网址：<http://fushe.mee.gov.cn/>）参加线上免费培训和生态环境部考务系统线下集中考核，考核合格方可上岗，到期后按要求进行复训。对于使用 III 类射线装置的辐射工作人员，医院应组织自主考核，考核合格方可上岗，到期后按要求进行复训。医院应组织辐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。

4、医院应根据要求自主开展环保验收。

5、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。

6、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。

7、医院配备充足的辐射工作人员，能满足医院介入中心工作需求。

13.3 建议和结论

1、医院加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。

2、医院在项目期间，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；所有的辐射工作场所均必须有电离辐射警示标志，射线装置机房屏蔽门上方还必须要有工作状态指示灯。警告标志的张贴必须规范。

3、医院辐射防护标识应全面、清晰，不留死角。

4、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

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：

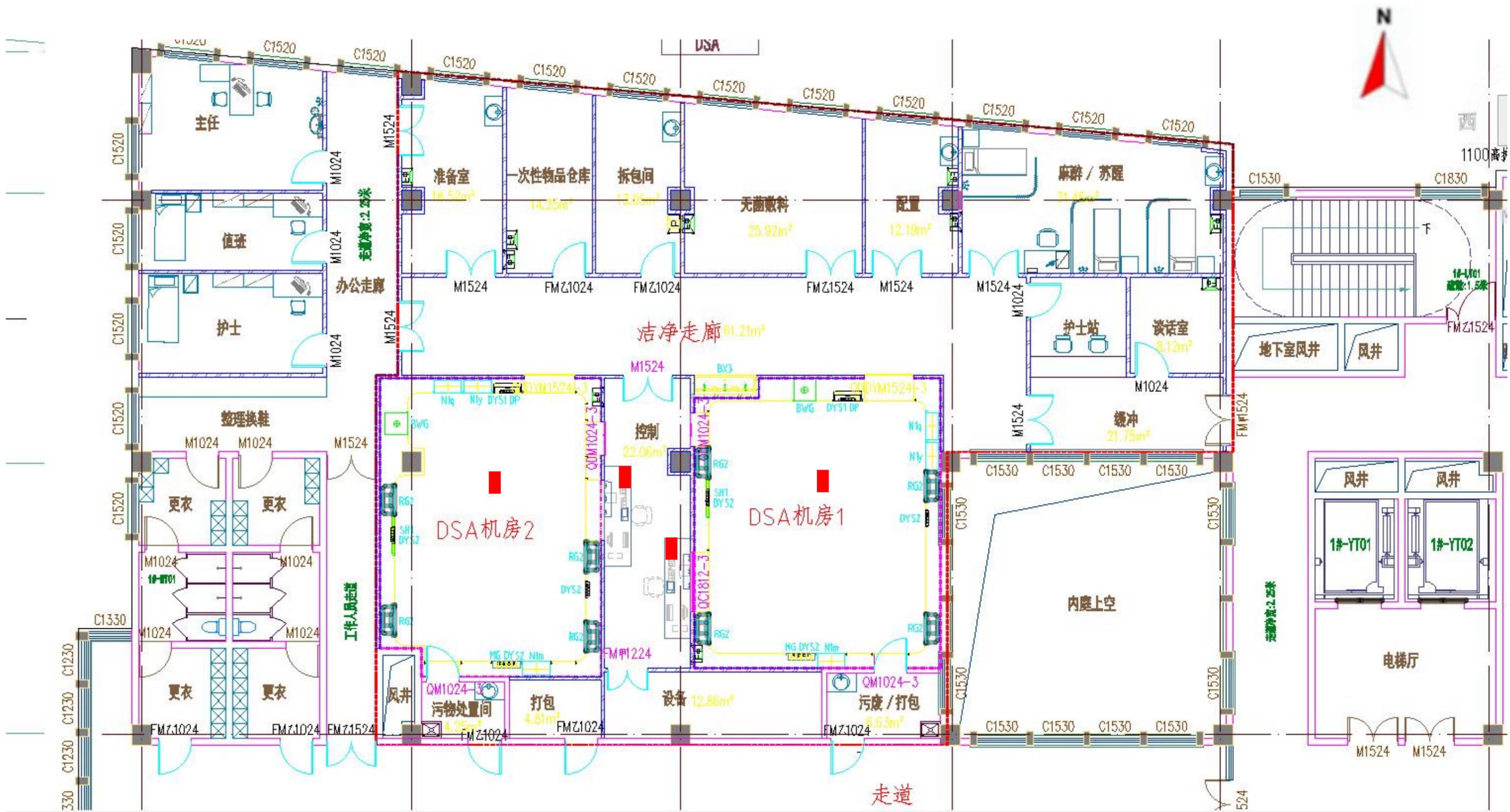
公 章

经办人

年 月 日



附图一 项目所在地理位置图



附图三 DSA 机房所在楼层（门急诊楼四楼）平面布置图



附图四 DSA 机房楼上层（门急诊楼四楼 A 层）平面布置图

