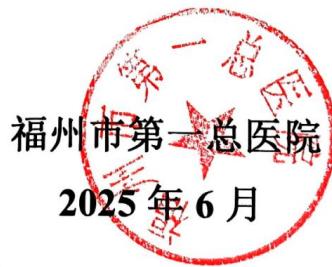


# 核技术利用建设项目

福州市第一总医院1台 DSA机搬迁项目

## 环境影响报告表

(公示稿)





# 核技术利用建设项目

福州市第一总医院1台 DSA机搬迁项目

## 环境影响报告表

建设单位名称：福州市第一总医院

建设单位法人代表（签名或签章）：李卫东

通讯地址：福州市台江区达道路 190 号

邮政编码：350000

联系人：林军

电子邮箱：327372504@qq.com 联系电话：



打印编号：1749781141000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	119225		
建设项目名称	福州市第一总医院1台DSA机搬迁项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	福州市第一总医院		
统一社会信用代码	12350100488099701P		
法定代表人（签章）	李卫东		
主要负责人（签字）	王沣		
直接负责的主管人员（签字）	林军		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	长润安测科技有限公司		
统一社会信用代码	91641100MA76C6WY9X		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
沈立平	2015035640352014642320000027	BH 021803	沈立平
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
沈立平	表1 项目基本情况、表4射线装置、表5废弃物（重点是放射性废弃物）、表6评价依据、表7保护目标与评价标准、表8环境质量和辐射现状表、表11环境影响分析、表12辐射安全管理、附图和附件。	BH 021803	沈立平
肖孔江	表9项目工程分析与源项、表10辐射安全与防护、表13结论与建议、审核。	BH 058012	肖孔江



# 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	22
表 3 非密封放射性物质 .....	22
表 4 射线装置 .....	22
表 5 废弃物（重点是医疗废弃物） .....	23
表 6 评价依据 .....	24
表 7 保护目标和评价标准 .....	26
表 8 环境质量和辐射现状 .....	30
表 9 项目工程分析与源项 .....	35
表 10 辐射安全与防护 .....	41
表 11 环境影响分析 .....	50
表 12 辐射安全管理 .....	67
表 13 结论与建议 .....	73
表 14 审批 .....	77



**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	福州市第一总医院 1 台 DSA 机搬迁项目				
建设单位	福州市第一总医院				
法人代表	李卫东	联系人	林军	联系电话	
注册地址	福州市台江区达道路 190 号；鼓楼区八一七中路 145 号；鼓楼区八一七北路 238 号；晋安区沁园支路 71 号；马尾区琅岐经济区通和路 120 号				
项目建设地点	福州市台江区达道路 190 号急诊楼 1 层 DSA 机房				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	80	项目环保投资（万元）	20	投资比例	25%
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 <sup>2</sup> )	约 180m <sup>2</sup>
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 甲 <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			

**1.1 项目概述**

**1.1.1 建设单位情况**

福州市第一总医院经中共福州市委机构编制委员会批准，福州市第一医院牵头，整合福建省福州儿童医院、福州市皮肤病防治院、福州市第八医院、福州市第七医院等医疗机构资源，组建福州市第一总医院，并加挂“福州市第一医院”牌子。医院前身系 1898 年英国圣公会创办的福州柴井基督医院，是一所具有百年历史和光荣传统的公立医院，是福州市属三级甲等综合医院，同时被省政府命名为福建省福州红十字医院。经多年不懈的努力，医院在

医疗技术、设备、服务、环境、人才培养、医院管理及医院文化建设等方面均取得跨越式的发展，2011年，被卫生部评定为三级甲等综合性医院，先后荣获全国文明单位、全国敬老文明号、全省先进基层党组织、爱婴医院等多项荣誉。

医院编制床位1100张，现有员工909人，卫生技术人员784人，其中高级技术职称127人，硕士18人，硕士生导师1人，享受国务院特殊津贴4人，医院设有20个临床科室、31个医技科室、11个教研室。医院拥有妇科、产科、肛肠科、中西医结合肿瘤科、心血管内科等9个省级重点专科；消化内科、新生儿科、心血管内科、肾内科、中西医结合肿瘤科等16个市级重点专科；院内使用数字减影造影机、64排和256排CT、乳腺钼靶、胃肠机、数字化X射线摄影等医疗射线装置。

### 1.1.2 建设规模

本项目建设单位拟将台江区达道路190号院区急诊楼1层东侧现有儿科门诊相关用房改造为DSA机房及其配套辅助用房，并将原安装于内科楼6层心血管内科的1台DSA机设备搬迁至改造后的DSA机房内，用于开展放射诊断和介入治疗。内科楼6层心血管内科原DSA机房拟用于后续更新设备。

本项目涉及的医用射线装置见表1-1。

表1-1 本项目设备详细信息表

序号	射线装置名称	型号	球管个数	生产厂家	主要参数	类别	安装位置	备注
1	数字减影血管造影机(DSA)	Trinias	1	株式会社岛津制作所	150kV 1000mA	II类	急诊楼1层 DSA机房	搬迁设备， 新建机房

## 1.2 任务由来和评价目的

### 1.2.1 任务由来

为了满足人民群众对健康日益增长的需求，提高医院总体的医疗水平，提高疑、难、危症的诊断治疗能力，促进医院结构完善和当地卫生事业发展，为患者提供更为优质的服务及就医体验，医院将台江区达道路190号院区急诊楼1层东侧现有儿科门诊相关用房改造为DSA机房及其配套辅助用房，并将原安装于内科楼6层心血管内科的1台DSA机设备搬迁至改造后的DSA机房内，用于开展放射诊断和介入治疗。

根据关于发布《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)的分类办法，本项目所使用的1台DSA机为II类射线装置，根据《建设项目环

境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目中内容规定，使用II类射线装置应当组织编制环境影响报告表。

长润安测科技有限公司受福州市第一总医院的委托（详见附件 1），对福州市第一总医院 1 台 DSA 机搬迁项目进行环境影响评价。接到委托后，我单位相关人员对现场进行了调查和资料收集工作，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本项目的环境影响评价报告表。本次环境影响评价重点是对项目在施工和运营过程中可能产生的环境影响进行分析，在此基础上提出相应的环境保护措施，为生态环境主管部门和建设单位提供环境保护管理的依据。

### 1.2.2 评价目的

(1) 贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》及国家相关的法律、法规、规章和标准，积极推进生态环境保护行动。

(2) 对使用的辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众人员在该项目使用过程中可能受到辐射照射及健康影响。

(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) 为建设单位提出辐射防护的对策和建议，同时为生态环境部门对建设项目环境管理规定的审批提供依据，为建设单位项目建设和辐射安全日常管理提供技术支撑和参考。

### 1.3 项目选址及周边环境保护目标

#### 1.3.1 医院外环境关系

本项目位于福州市第一总医院台江区达道路 190 号院区，医院东侧为五一南路，医院南侧为达道路，医院西侧为朝阳街、双丰花园、福澳花园，北侧为大悦中心、打铁垱台胞公寓前道路、打铁垱台胞公寓、福州第十五中学。医院地理位置及其总体平面图见图 1-1 和图 1-2 所示。

#### 1.3.2 本项目周围环境关系

本项目拟建 DSA 机房位于急诊楼（地上 6 层，无地下层）1 层东侧，急诊楼南侧为院内道路及停车场，西侧紧邻急诊楼，北侧为院内道路、宿舍楼和停车场，东侧为院内道路和五一南路。本项目拟建 DSA 机房辐射工作场所内 50m 范围内主要为院内道路、停车场、急诊楼、宿舍楼和五一南路。

DSA 机房东侧为操作室和办公室，南侧为院内道路，西侧为处置室、术前准备和院内道路，北侧为 DSA 设备间和操作室，楼下为土层，楼上为值班、休息就餐区及走廊。本项目辐射工作场所四周毗邻关系见表 1-2，拟建 DSA 机房所在场所现状平面布局及拟改建后 DSA 机房平面布局见图 1-3~图 1-8。

**表 1-2 本项目辐射工作场所四周毗邻关系表**

机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
DSA 机房	操作室和办公室	院内道路	处置室、术前准备和院内道路	DSA 设备间和操作室	值班、休息就餐区及走廊	土层

### 1.3.3 项目选址及合理性分析

本项目位于福州市第一总医院急诊楼 1 层，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素，辐射工作场所周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。本项目辐射工作场所均有相应的屏蔽设计，根据后文环境影响分析可知，经辐射屏蔽措施后，本项目的运行对周围环境的影响是可接受的。

综上所述，本项目选址充分考虑了邻近周围场所的防护和安全。从辐射场所的楼层平面布局可知，辐射工作场所与其配套单元间功能布局分区明确，不相互穿插、干扰，本项目选址合理。

根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）及福州市人民政府办公厅关于印发《福州市生态环境分区管控方案（2023 年更新）》的通知（榕政办规〔2024〕20 号），本项目生态环境分区管控要求符合性判定情况见表 1-3。

**表 1-3 本项目生态环境分区管控要求符合性分析**

生态保护红线	根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）及福州市人民政府办公厅关于印发《福州市生态环境分区管控方案（2023 年更新）》的通知（榕政办规〔2024〕20 号），本项目位于医院急诊楼内，属于为公共服务设施用地，不在生态保护红线范围内，因此，本项目符合生态保护红线要求。
资源利用上线	本项目运营过程中会消耗一定量的水、电资源，主要来自工作人员的日常生活用水和设施用电，但项目规模小，资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
环境质量底线	经现场检测，本项目 DSA 机房拟建址及周围环境的辐射本底水平未见异常。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。项目无放射性废气、废水和固体废弃物产生，DSA 运行时产生的少量氮氧化物和臭氧，通过机械通风可满足相关要求，符合环境质量底线要求。
环境准入清单	本项目为核技术利用建设项目，位于医院急诊楼内，主要为医疗放射诊断和介入治疗，不涉及任何生产和制造内容，不新增二氧化硫、氮氧化物和 VOCs 等污染物排放。符合环境环境

	准入清单要求。
--	---------

## 1.4 实践的正当性

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊疗能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

综上所述，项目在落实辐射安全与环境保护措施后，可以实现经济效益、社会效益的协调发展。因此，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”要求。从利益代价角度分析，项目的建设是可行的。

## 1.5 产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》(2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过，2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行)，本项目属于“第一类 鼓励类”中的“十三、医药”中的“4、……高性能医学影像设备……”以及“三十七、卫生健康”中的“1、……医疗卫生服务设施建设……”的项目，因此本项目 DSA 机建设符合国家产业政策。

## 1.6 医院原有核技术应用项目情况及辐射管理现状

### 1.6.1 原有核技术利用项目辐射安全许可证情况

医院目前持有的《辐射安全许可证》证书编号为：闽环辐证[00154]，许可种类和范围：使用 IV 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，许可有效期至：2026 年 02 月 23 日。医院现有辐射安全许可证见附件 2。医院现有核技术利用情况见表 1-4 至 1-6。

表 1-4 医院射线装置一览表

序号	射线装置名称	数量	管电压(kV)	管电流(mA)	类别	工作场所	活动种类	环评/验收情况	许可情况
1	X 射线计算机体层摄影设备	1	135	300	III 类	CT 室(口腔院区)	使用	已备案 202335010200000092, 2023.11.20	已许可
2	医用 X 射线诊断机(DR)	1	125	500	III 类	DR 机房(老年院区)	使用	已备案 202135011100000016, 2021.4.16	已许可
3	X 射线计算机体层摄影	1	140	825	III 类	大孔径 CT	使用	已备案 202435010300000008,	已许可

	设备							2024.2.22	
4	双能 X 射线骨密度骨龄测定仪	1	42	2	III 类	儿保科 (儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
5	可移动式 X 线系统	1	125	250	III 类	二楼放射科 (口腔院区)	使用	已备案 202335010200000092, 2023.11.20	已许可
6	X 射线计算机体层摄影设备(CT)	1	140	350	III 类	方舱 CT (老年院区)	使用	已备案 202435011100000051, 2024.9.25	已许可
7	数字减影造影机 (DSA)	1	125	1000	II 类	放射介入科	使用	已环评, 2010.11.9 已验收, 2021.6.7	已许可
8	移动式数字摄影 X 线系统	1	133	320	III 类	放射科	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
9	移动床边机 1	1	150	500	III 类	放射科	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
10	乳腺钼靶X线机	1	49	100	III 类	放射科	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
11	CT 断层摄影机 (256 排)	1	140	635	III 类	放射科	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
12	数字胃肠机	1	150	500	III 类	放射科	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
13	数字化医用 X 射线摄像系统	1	150	800	III 类	放射科	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
14	DR 数字化 X 射线摄影系统	1	150	1000	III 类	放射科	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
15	CT 全身 X 射线扫描装置	1	130	345	III 类	影像楼一层	使用	已环评, 闽环辐评 [2015]34 号 已验收, 2020.7.16	已许可
16	CT 断层摄影机 (64)	1	140	800	III 类	影像楼一层	使用	已环评, 闽环辐评 [2015]34 号 已验收, 2020.7.16	已许可
17	双能 x 射线骨密度仪	1	80	0.25	III 类	骨密度机房 (口腔院区)	使用	已备案 202335010200000092, 2023.11.20	已许可

18	ECT 单光子发射计算机断层仪	1	/	/	III类	影像楼一层	使用	已环评, 闽环辐评 [2015]34号 已验收, 2020.7.16	已许可
19	骨密度仪	1	160	2	III类	影像楼二层	使用	已环评, 闽环辐评 [2015]34号 已验收, 2020.7.16	已许可
20	DR 数字化 X 射线摄影机	1	150	800	III类	华南楼一楼	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
21	数字化摄影 X 射线系统 (DR)	1	150	630	III类	华南楼一楼 体检中心 DR 室	使用	已备案 202335010300000013, 2023.4.4	已许可
22	X 线骨密度测定器	1	80	0.25	III类	体检中心骨密度仪室	使用	已备案 202235010300000071, 2022.10.25	已许可
23	X 射线计算机体层摄影设备	1	130	400	III类	华南楼一楼	使用	已备案 202335010300000013, 2023.4.4	已许可
24	口腔 X 射线计算机体层摄影设备	1	120	7	III类	口腔 CT 机房(口腔院区)	使用	已备案 202335010200000092, 2023.11.20	已许可
25	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	1	100	10	III类	口腔 CT 机房(老年院区)	使用	已备案 202135011100000016, 2021.4.16	已许可
26	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	1	90	16	III类	口腔 CT 室 (儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
27	牙科 X 射线机	1	65	7	III类	口腔牙片室(儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
28	牙科 X 射线机	1	70	8	III类	门诊楼五楼 口腔科	使用	已备案 201735010300000008, 2017.3.28	已许可
29	口腔全景 X 射线机	1	90	17	III类	门诊楼五楼 口腔科全景机室	使用	已备案 202135010300000028, 2021.6.1	已许可
30	牙科 CT 机	1	115	2	III类	口腔科	使用	已环评, 闽环辐评 [2015]34号 已验收, 2020.7.16	已许可
31	移动式 C 臂 X 射线机 (C 型臂)	1	125	100	III类	门诊楼五楼 手术室	使用	已备案 202335010300000056, 2023.7.28	已许可
32	移动式 C 形臂 X 射线机	1	120	24	III类	门诊手术室 (儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040,	已许可

								2024.4.16	
33	DR 数字化 X 射线装置摄影机	1	150	630	III类	(琅岐)放射科 DR 室	使用	已备案 201835010500000104, 2018.11.15	已许可
34	移动式数字 X 射线系统	1	133	400	III类	(琅岐)放射科 DR 室	待维修	已备案 201835010500000104, 2018.11.15	已许可
35	牙科X射线机	1	70	700	III类	(琅岐)放射科牙片机室	使用	已备案 201835010500000104, 2018.11.15	已许可
36	CT 断层摄影机 (16 排)	1	140	300	III类	(琅岐)放射科 CT 室	使用	已备案 201835010500000104, 2018.11.15	已许可
37	医用血管造影 X 射线机 DSA)	1	125	1000	II类	内科楼十三楼	使用	已环评, 闽环辐评 [2024]6 号 已验收, 2024.5.19	已许可
38	数字化医用 X 射线摄影系统	1	150	800	III类	拍片室 (口腔院区)	使用	已备案 202335010200000092, 2023.11.20	已许可
39	便携式数字化 X 射线摄影系统(移动 DR)	1	100	25	III类	外科楼三楼	使用	已备案 202335010300000013, 2023.4.4	已许可
40	移动 C 臂 X 射线机	1	125	50	III类	外科楼四层 1 号间、2 号间; 五楼 11 号间、12 号间、13 号间	使用	已备案 202035010300000067, 2020.9.1	已许可
41	移动式 C 形臂射线机 (移动式 C 臂机)	1	110	20	III类	外科楼四层 1 号间、2 号间; 五楼 11 号间、12 号间、13 号间	使用	已备案 202335010300000013, 2023.4.4	已许可
42	DSA	1	150	1000	II类	心血管科	使用	已环评, 闽环辐评 [2018]4 号 已验收, 2018.10.11	已许可
43	牙科 X 光机	1	65	7	III类	牙科 X 光机房(老年院区)	使用	已备案 202135011100000016, 2021.4.16	已许可
44	牙科 X 射线机	1	65	7	III类	牙片机房 (口腔院区)	使用	已备案 202335010200000092,	已许可

								2023.11.20	
45	数字化医用X射线摄影系统	1	150	1000	III类	医学影像科(儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
46	数字化医用X射线摄影系统	1	133	550	III类	医学影像科(儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
47	移动式摄影X摄线机	1	133	450	III类	医学影像科(儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
48	移动式X射线机	1	125	160	III类	医学影像科(儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
49	全身用X射线计算机体层摄像装置	1	140	515	III类	医学影像科(儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
50	医用诊断X射线机(胃肠机)	1	150	800	III类	医学影像科(儿童院区)	使用	已备案 202435010200000040, 2024.4.16	已许可
51	医用电子直线加速器	1	粒子能量 10MeV	/	II类	直线加速器	使用	已环评, 闽环辐评 [2024]33号	已许可
52	便携式数字化X射线摄影系统(移动DR)	1	100	25	III类	住院部三楼 ICU(琅岐)	未启用	已备案 20233501030000018, 2023.4.7	已许可
53	移动式C臂X射线机(C型臂)	1	110	400	III类	(琅岐)手术室2号间	未启用	已备案 201835010500000104, 2018.11.15	已许可

表 1-5 医院现有放射源一览表

序号	核素名称	数量	总活度(Bq) / 活度(Bq) × 枚数	工作场所	活动种类	环评/验收情况	许可情况
1	Sr-90	1	1.48E+9	核医学科	未启用	已备案 202135010300 000056	已许可

表 1-6 医院现有非密封放射性物质一览表

序号	核素名称	数量	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	工作场所名称	场所等级	活动种类	环评/验收情况	许可情况
----	------	----	--------------	-----------	--------	------	------	---------	------

1	P-32	1	3.7E+8	3.6E+10	核医学科	乙级	未启用	已编制辐射安全分析报告, 2022.3.1	已许可
2	I-125(粒子源)	1	3.7E+10	3.7E+12	核医学科	乙级	未启用	已编制辐射安全分析报告, 2022.3.1	已许可
3	Sr-89	1	2.96E+8	1.4E+10	核医学科	乙级	未启用	已编制辐射安全分析报告, 2022.3.1	已许可
4	I-125	1	7.2E+4	8.64E+6	核医学科	乙级	使用	已环评, 闽环辐评[2015]34号	已许可
5	I-131	1	8.88E+8	8.88E+11	核医学科	乙级	使用	已环评, 闽环辐评[2015]34号 已验收, 2020.7.16 已编制辐射安全分析报告, 2022.12.13	已许可
6	Tc-99m	1	1.2E+10	2.5E+12	核医学科	乙级	使用	已环评, 闽环辐评[2015]34号 已验收, 2020.7.16 已编制辐射安全分析报告, 2021.9.18	已许可

## 1.6.2 原有核技术利用项目管理情况

### (1) 辐射安全与环境保护管理机构

医院已成立了由分管院长为组长的放射诊疗安全与防护管理领导小组（见附件 3），指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了各成员管理职责，满足环保相关管理要求。

### (2) 辐射安全管理规章制度

福州市第一医院已针对现有核技术利用项目制定了辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，主要包括《辐射防护和安全保卫制度》、《安全操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《放射性同位素和射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射环境监测方案》和《放射性三废管理制度》。医院已制定的辐射安全管理规章制度见附件 4，辐射事故应急预案见附件 5。该单位制定的辐射安全管理规章制度较完备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。。

### (3) 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监测，根据医院 2024 年度辐射工作场所检测报告，院内各辐射场所监测均未出现超标情况，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，满足环保相关管理要求。

#### **(4) 辐射安全和防护知识培训、个人剂量监测与健康体检**

医院现有辐射工作人员 96 名，均已按要求参加辐射安全与防护网上或自主考核，成绩合格且在有效期内，满足环保相关管理要求。本项目辐射工作人员成绩合格单见附件 6。

辐射工作人员均已配备了个人剂量计，由专人负责收集个人剂量计，已定期（每季度一次）送有资质部门（福建省职业病与化学中毒预防控制中心）进行个人剂量监测，建立了个人剂量档案，根据福建省职业病与化学中毒预防控制中心提供的各季度检测报告（2023 年 10 月 1 日~2024 年 9 月 30 日，见附件 7），2023 年第四季度个人剂量监测结果最大为 3.76mSv（吴迪圣，介入放射学），2024 年第一季度个人剂量监测结果最大为 0.46mSv（吴丽清，诊断放射学），2024 年第二季度个人剂量监测结果最大为 0.61mSv（刘灵燕，诊断放射学），2024 年第三季度个人剂量监测结果最大为 1.67mSv（吴丽清，诊断放射学），四个季度个人剂量监测结果总剂量最大为 3.76mSv（吴迪圣，介入放射学），经分析可知，各辐射工作人员年剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员剂量管理值 5mSv/a 的要求。

医院已定期（不超过 2 年/次）组织现有辐射工作人员进行了职业健康体检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案，根据最近一次职业健康体检报告（福州市第一总医院体检中心），医院现有辐射工作人员均可继续原放射工作，满足环保相关管理要求。本项目辐射工作人员职业健康体检报告见附件 8。

#### **(5) 运行情况**

医院开展核技术利用项目至今，未发生过辐射安全事故。



图 1-1 医院地理位置图



图 1-2 医院总平面图

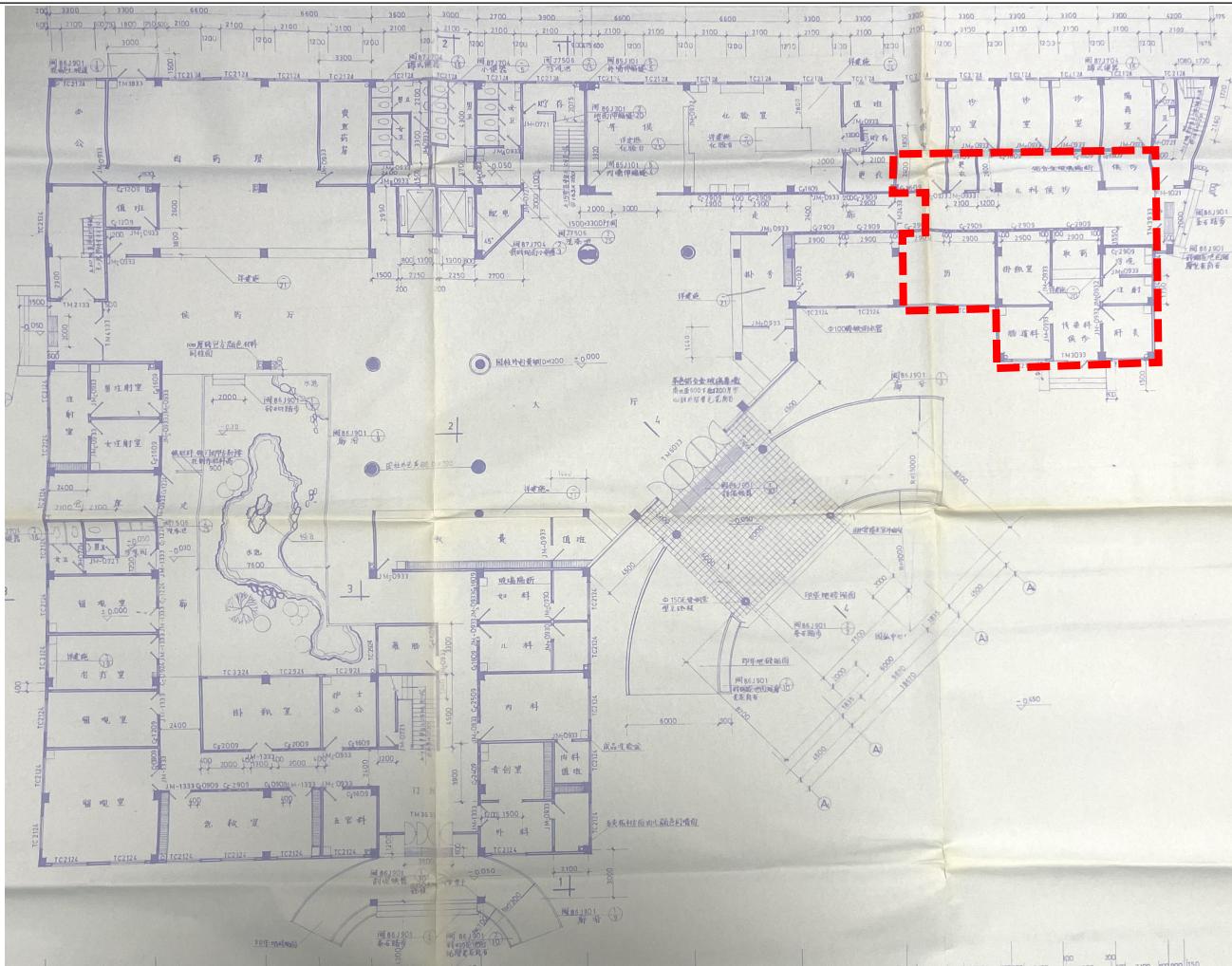


图 1-3 急诊楼 1 层平面布局图（拟改建前）

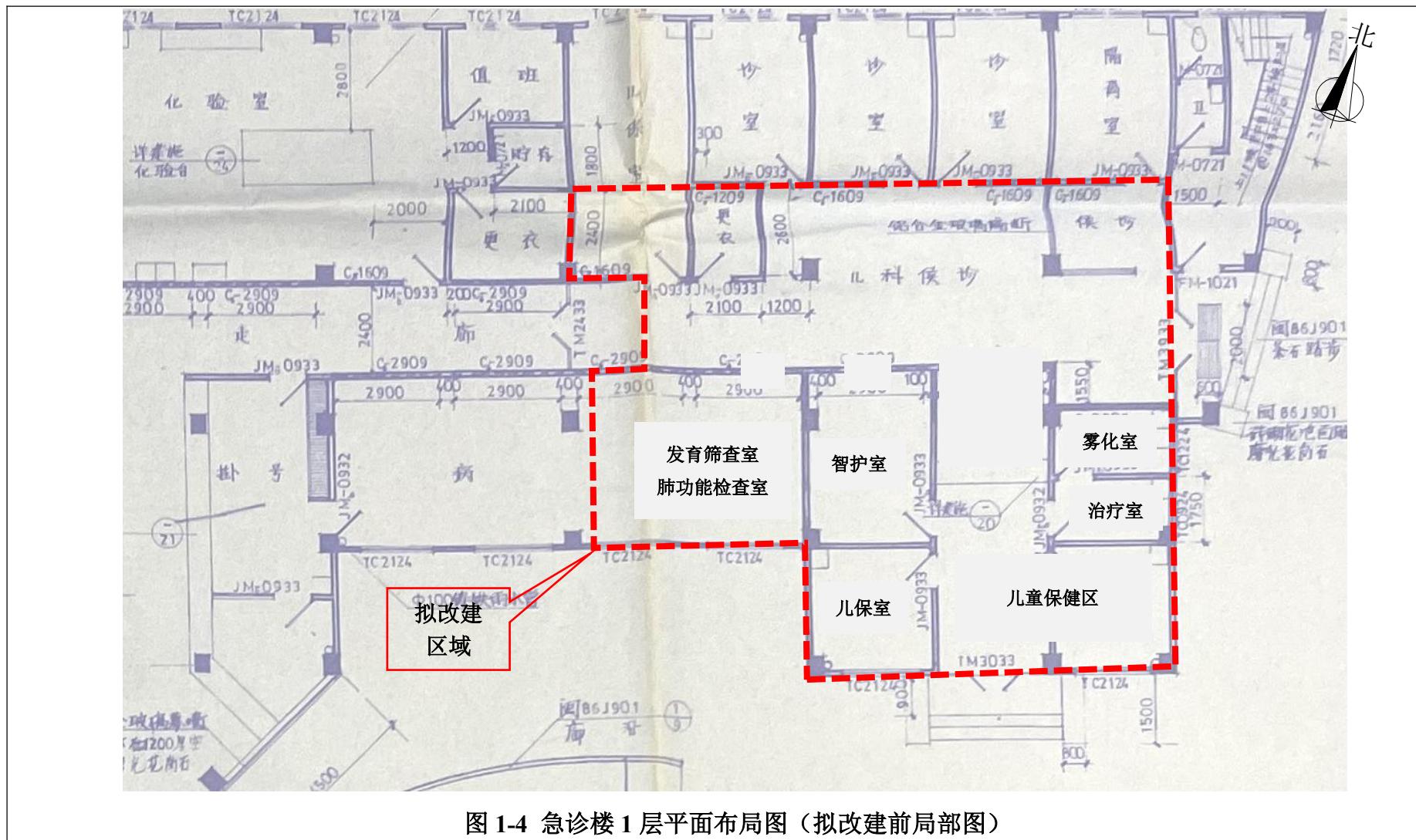
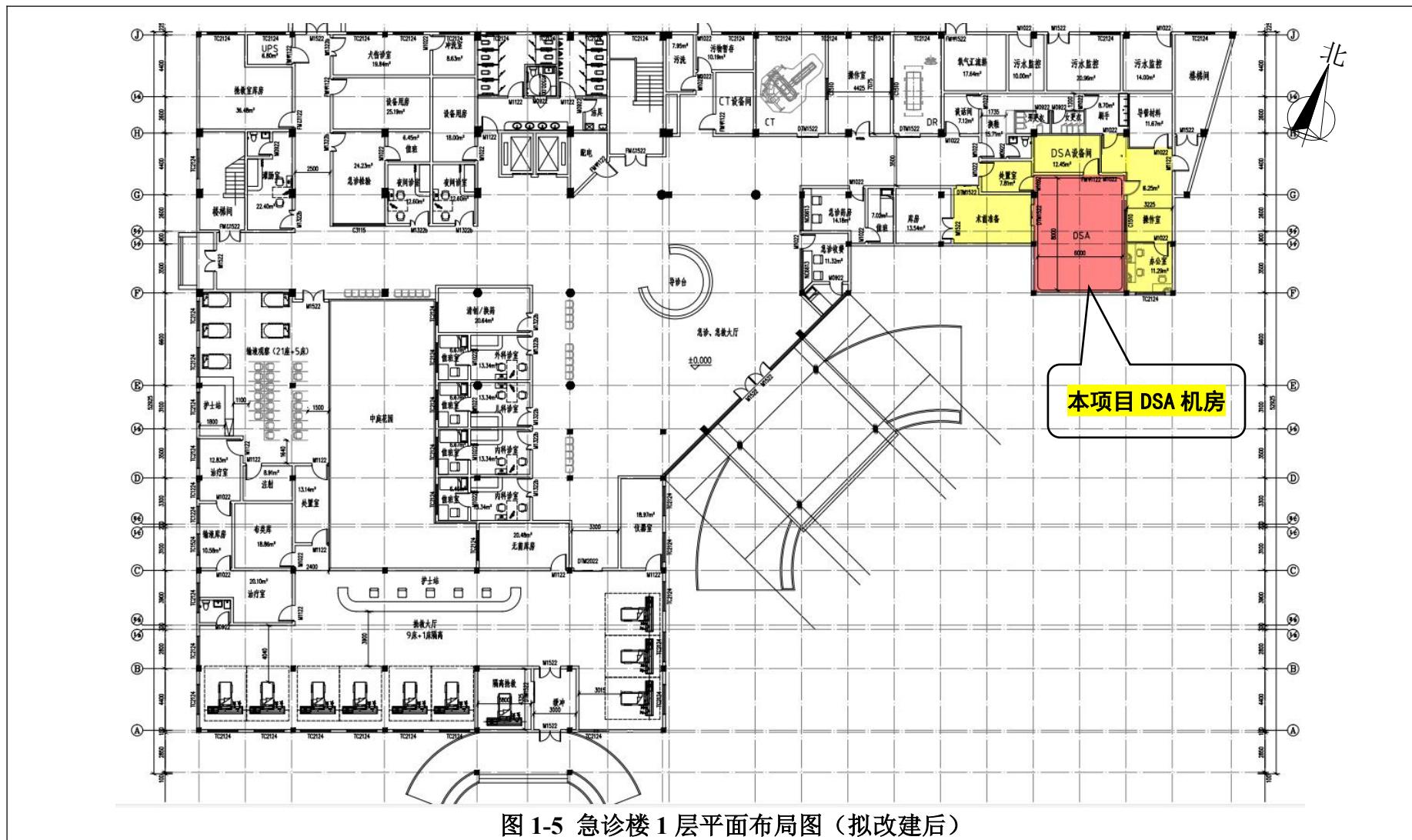


图 1-4 急诊楼 1 层平面布局图 (拟改建前局部图)



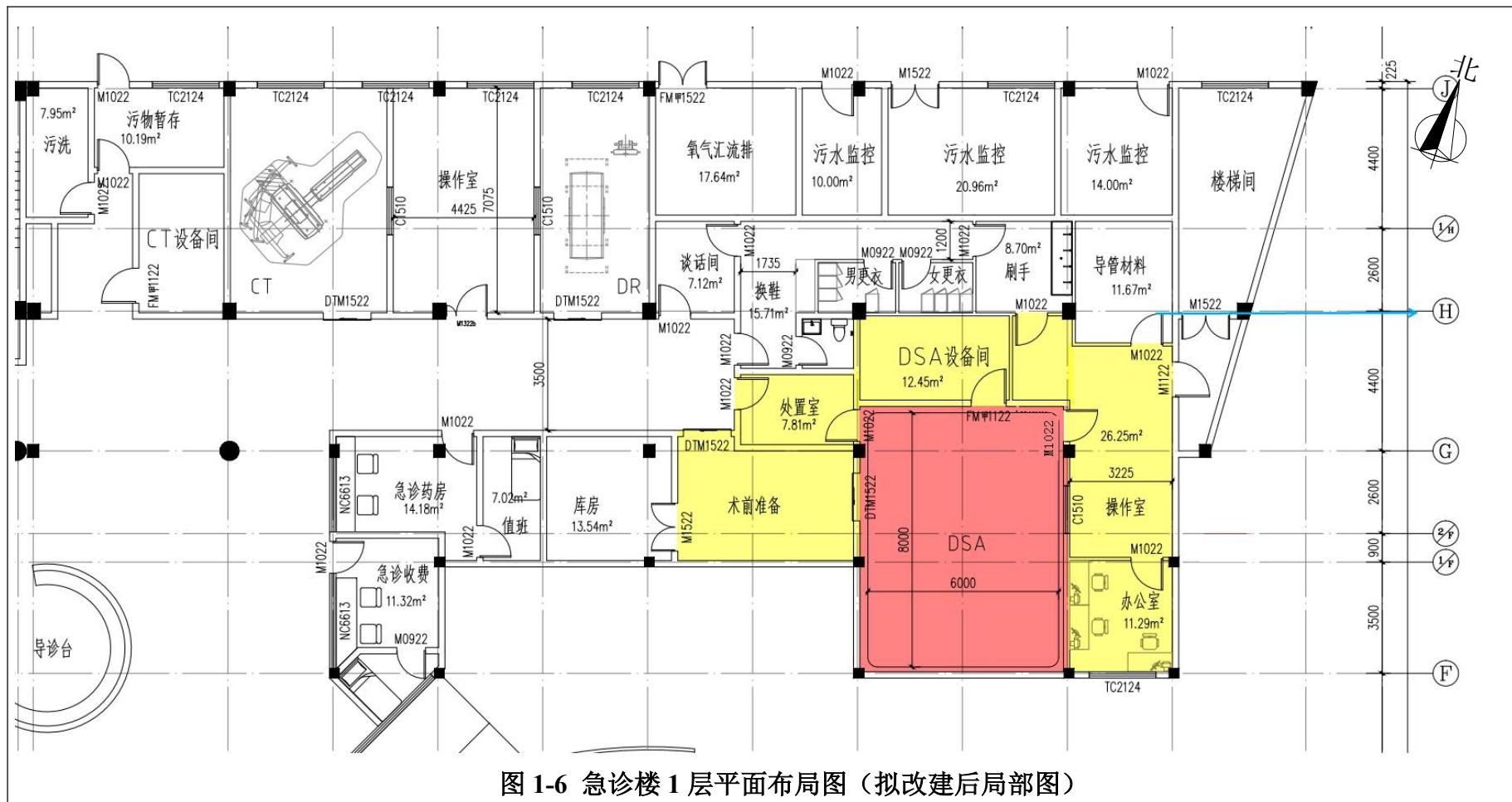


图 1-6 急诊楼 1 层平面布局图 (拟改建后局部图)

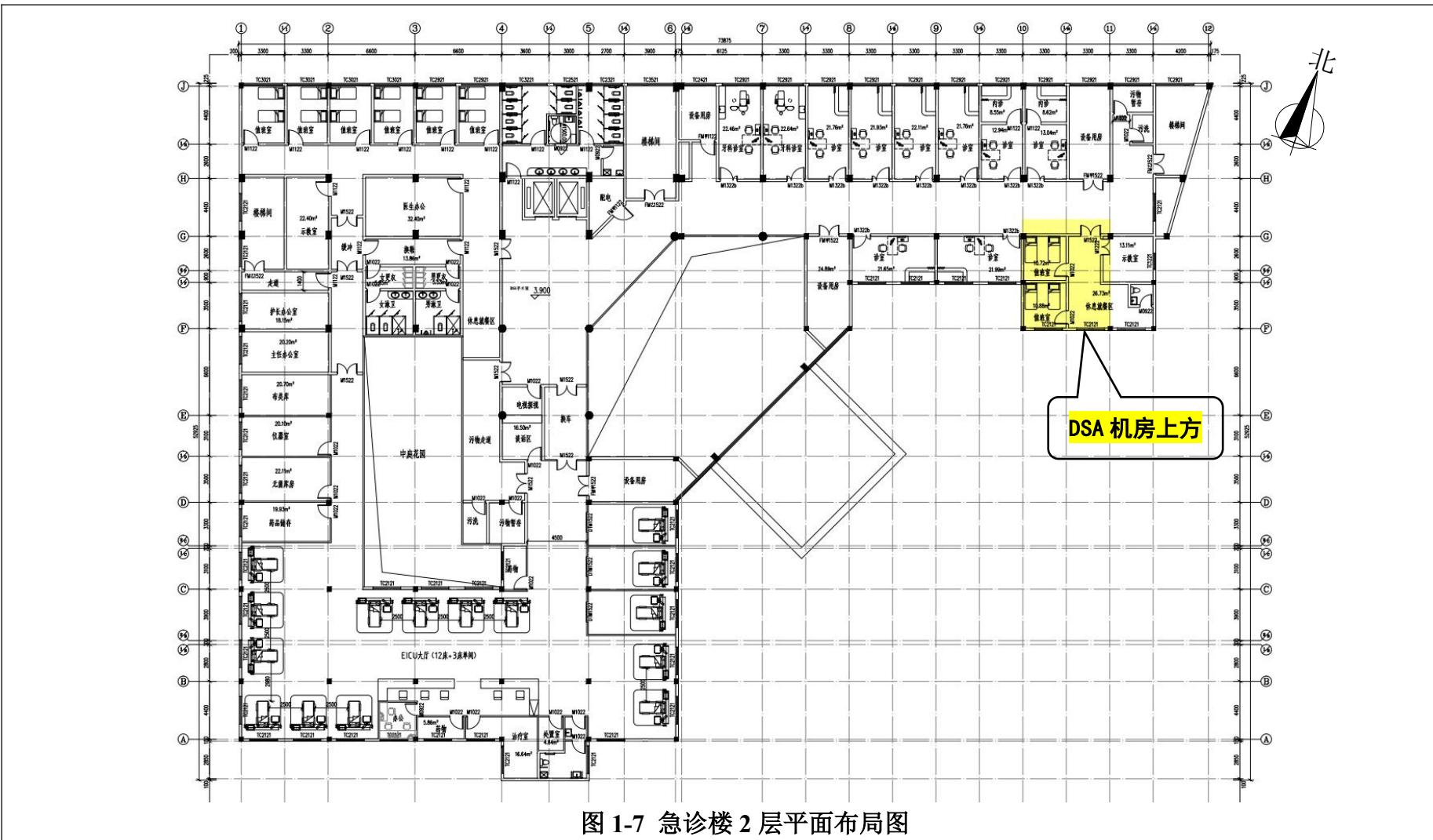


图 1-7 急诊楼 2 层平面布局图

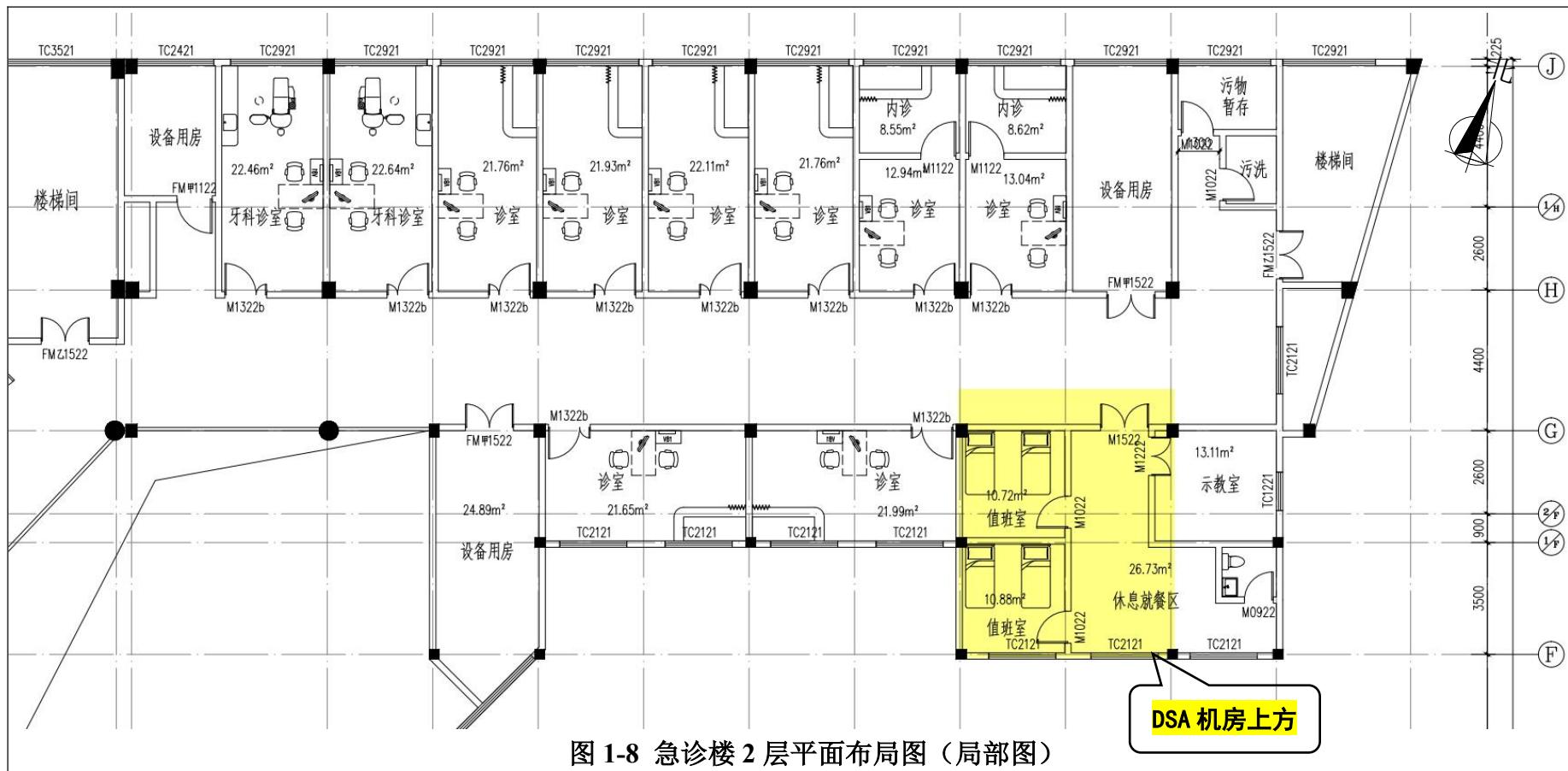


图 1-8 急诊楼 2 层平面布局图（局部图）

拟建 DSA 机房	拟建 DSA 机房东侧
拟建 DSA 机房西侧	拟建 DSA 机房南侧
拟建 DSA 机房北侧	拟建 DSA 机房上方



**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、教学等各种用途的各种类型加速器

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

(二)X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	Trinias	150	1000	放射诊断和介入治疗	急诊楼1层DSA机房	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(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（重点是医疗废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧(O <sub>3</sub> )	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	满足房间通风换气要求后经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
氮氧化物(NO <sub>x</sub> )	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	满足房间通风换气要求后经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
放射性废弃物	/	/	/	无	无	无	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/L或Bq/kg或Bq/m<sup>3</sup>)和活度(Bq)。

## 表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订，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》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018年12月29日起施行）；</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682号，2017年修改，2017年10月1日起施行）；</p> <p>(5)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》（2021年1月1日起施行）；</p> <p>(6)《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，2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第709号）修订，2019年实施）；</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年，国家环境保护总局令第31号，2008年12月6日经环境保护部令第3号修改，2017年12月20日经环境保护部令第47号修改，2019年8月22日经生态环境部令第7号修改，2021年1月4日经生态环境部令第20号修改）；</p> <p>(8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号，2011年5月1日起施行）；</p> <p>(9)《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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，2017年12月5日）；</p> <p>(10)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145号，2006年9月26日）；</p> <p>(11)《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行）；</p> <p>(12)《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日）；</p> <p>(13)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（中华人民共和国环境保</p>
------------------	---

	<p>护部办公厅, 环办辐射函[2016]430号, 2016年3月7日);</p> <p>(14)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部, 公告2019年第57号, 2019年12月23日, 2020年1月1日起施行);</p> <p>(15)《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告2021年第9号);</p> <p>(16)《产业结构调整指导目录(2024年本)》(2023年12月1日经国家发展改革委第6次委务会通过, 2023年12月27日国家发展改革委令第7号公布, 自2024年2月1日起施行);</p> <p>(17)《福建省环境保护条例》(2012年3月31日修订);</p> <p>(18)《福建省环保厅关于印发&lt;核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲&gt;(试行)的通知》(闽环保辐射[2013]10号, 2013年3月15日发布);</p> <p>(19)《福建省生态环境厅关于印发福建省辐射事故应急预案的函》(闽环函[2020]22号, 2020年9月23日发布);</p> <p>(20)《福州市生态环境局关于印发福州市辐射事故应急预案的函》(榕环保函[2020]233号, 2020年9月24日发布)。</p>
技术标准	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ 2.1-2016)</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1—2016);</p> <p>(3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61—2021);</p> <p>(5)《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021);</p> <p>(6)《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);</p> <p>(7)《医用常规X射线诊断设备质量控制检测规范》(WS 76-2020);</p> <p>(8)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)。</p>
其他	<p>(1)福州市第一总医院环境影响评价委托书;</p> <p>(2)福州市第一总医院提供的相关图纸;</p> <p>(3)福州市第一总医院提供的其他技术资料;</p> <p>(4)《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽) (李德平、潘自强主编);</p> <p>(5)《中国环境天然放射性水平》福建省福州市室内室外环境辐射水平。</p>

## 表 7 保护目标和评价标准

### 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)中“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”的要求,结合本项目实际选址,确定该项目评价范围为DSA机房屏蔽墙体外50m区域,DSA机房屏蔽墙体外50m区域环境影响评价范围图见图1-2。

### 7.2 保护目标

根据图1-2可知,本项目DSA机房实体屏蔽物边界外50m区域内主要为急诊楼、急诊楼、院内道路、停车场、宿舍楼、五一南路,不涉及学校等环境保护敏感点,结合本项目评价范围,确定本项目环境保护目标是从事该项目辐射工作人员及辐射工作场所周围50m范围内活动的公众人员。本项目环境保护目标如表7-1所示。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

辐射场所	相对方位	保护目标	距辐射源最近距离	人口规模	年剂量约束值
DSA机房	DSA机房内	介入工作人员	机房内	2~4人	$\leq 5\text{mSv}$
	东侧(操作室)	介入工作人员	相邻	1~4人	
	东侧(办公室)	介入工作人员	相邻	1~4人	
	西侧(术前准备)	介入工作人员	相邻	约1人	
	西侧(处置室)	介入工作人员	相邻	约1人	
	北侧(DSA设备间)	医院工作人员	相邻	约1人	
	北侧(操作室)	医院工作人员	相邻	约1人	
	东侧(院内道路)	医院工作人员和公众	相邻	流动人群	$\leq 0.1\text{mSv}$
	东侧(五一南路)	公众	25m~50m	流动人群	
	南侧(院内道路)	医院工作人员和公众	相邻	流动人群	
	南侧(停车场)	医院工作人员和公众	10m~50m	流动人群	
	西侧(院内道路)	医院工作人员和公众	相邻	流动人群	
	西侧(急诊楼)	医院工作人员和公众	相邻	流动人群	
	北侧(院内道路)	医院工作人员和公众	10m~50m	流动人群	
	北侧(宿舍)	医院工作人员和公众	35m~50m	约100人	
	北侧(停车场)	医院工作人员和公众	25m~50m	流动人群	
	楼上(值班、休息就餐区及走廊)	医院工作人员	相邻	2~6人	

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 职业照射和公众照射剂量约束值

### (1) 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定：

①工作人员的职业照射水平不应超过下述限值：

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;

c) 手部皮肤的年当量剂量, 500mSv。

②实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

年有效剂量, 1mSv。

### (2) 剂量约束值

①工作人员：

本报告取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的职业照射剂量约束值，即本项目的辐射工作人员的年有效受照剂量应不超过 5mSv/a。

②公众：

取公众年平均有效剂量限值的十分之一作为本项目的公众照射剂量约束值，即本项目的公众的年有效受照剂量不超过 0.1mSv/a。

### 7.3.2 周围剂量当量率控制水平

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）“6.3 射线设备机房屏蔽体外剂量水平”：

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  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于  $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。

为了保守评价，在摄影和透视模式下，本项目 DSA 机房的屏蔽墙、防护门、观察窗等实体屏蔽外 0.3m 处，机房上方距离顶棚地面 1m 处，下方距离楼下地面 1.7m 的周围剂量当量率均应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

### 7.3.3 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

#### 5.8 介入放射学用 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 工作场所平面布局和分区

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

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

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

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

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

### 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 3（即表 7-3）的规定。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

## 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。

## 6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4（即表 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。

6.5.5 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 个人防护用品和辅助防护设施配置求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	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 1：“—”表示不做要求。

注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

本项目位于福州市第一总医院台江区达道路 190 号院区，医院东侧为五一南路，医院南侧为达道路，医院西侧为朝阳街、双丰花园、福澳花园，北侧为大悦中心、打铁垱台胞公寓前道路、打铁垱台胞公寓、福州第十五中学。医院地理位置及总平面图见图 1-1 和图 1-2 所示。

本项目拟建 DSA 机房位于急诊楼（地上 6 层，无地下层）1 层东侧，急诊楼南侧为院内道路及停车场，西侧紧邻急诊楼，北侧为院内道路、宿舍楼和停车场，东侧为院内道路和五一南路。本项目拟建 DSA 机房辐射工作场所内 50m 范围内主要为院内道路、停车场、急诊楼、宿舍楼和五一南路。

DSA 机房东侧为操作室和办公室，南侧为院内道路，西侧为处置室、术前准备和院内道路，北侧为 DSA 设备间和操作室，楼下为土层，楼上为值班、休息就餐区及走廊。

### 8.2 辐射环境现状监测

#### 8.2.1 检测单位

长润安测科技有限公司。

#### 8.2.2 监测因子

环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

#### 8.2.3 监测时间及环境条件

监测时间：2025 年 6 月 16 日；

环境条件：温度：30°C，湿度：61%。

#### 8.2.4 监测方法

本次环境辐射剂量率监测严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的相关要求进行监测。

#### 8.2.5 监测仪器

辐射环境检测使用的仪器信息详见表 8-1。

### 表 8-1 本项目辐射环境检测使用的仪器基本信息

仪器名称	环境级 X- $\gamma$ 剂量率仪
型号	SCB603E

编号	CR-YQ-088
能量范围	30keV~3MeV
时间响应	10s
测量范围	0.01μGy/h~3Gy/h
校准因子	1.16 (量程: 10μSv/h)
检定有效期	北京市计量检测科学研究院 (证书编号: DD25J-CA100222) 有效期至: 2026 年 05 月 07 日

#### 8.2.6 质量控制

- (1) 检测实行全过程的质量控制, 严格《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行;
- (2) 检测仪器符合《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》(HJ 1157-2021)中的相关规定, 并经过北京市计量检测科学研究院, 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常;
- (3) 现场检测人员、检测报告编制人、检测报告审核人、检测报告授权签字人均持证上岗;
- (4) 合理布设检测点位, 保证各监测点位布设的科学性和代表性。

#### 8.2.7 布点原则

本项目的环境辐射现状监测的点位主要位于室内和道路, 按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)的辐射环境质量监测布点要求, 开展道路测量时, 点位应设置在道路中心线; 开展室内测量时, 点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。

#### 8.2.8 监测点位

根据以上布点原则, 本项目主要监测 DSA 机房及周围的辐射环境本底值, 共布设 20 个检测点位, 本项目监测布点图见图 8-1~图 8-3。



图 8-1 本项目 DSA 机房及四周监测布点图



图 8-2 本项目 DSA 机房上方监测布点图

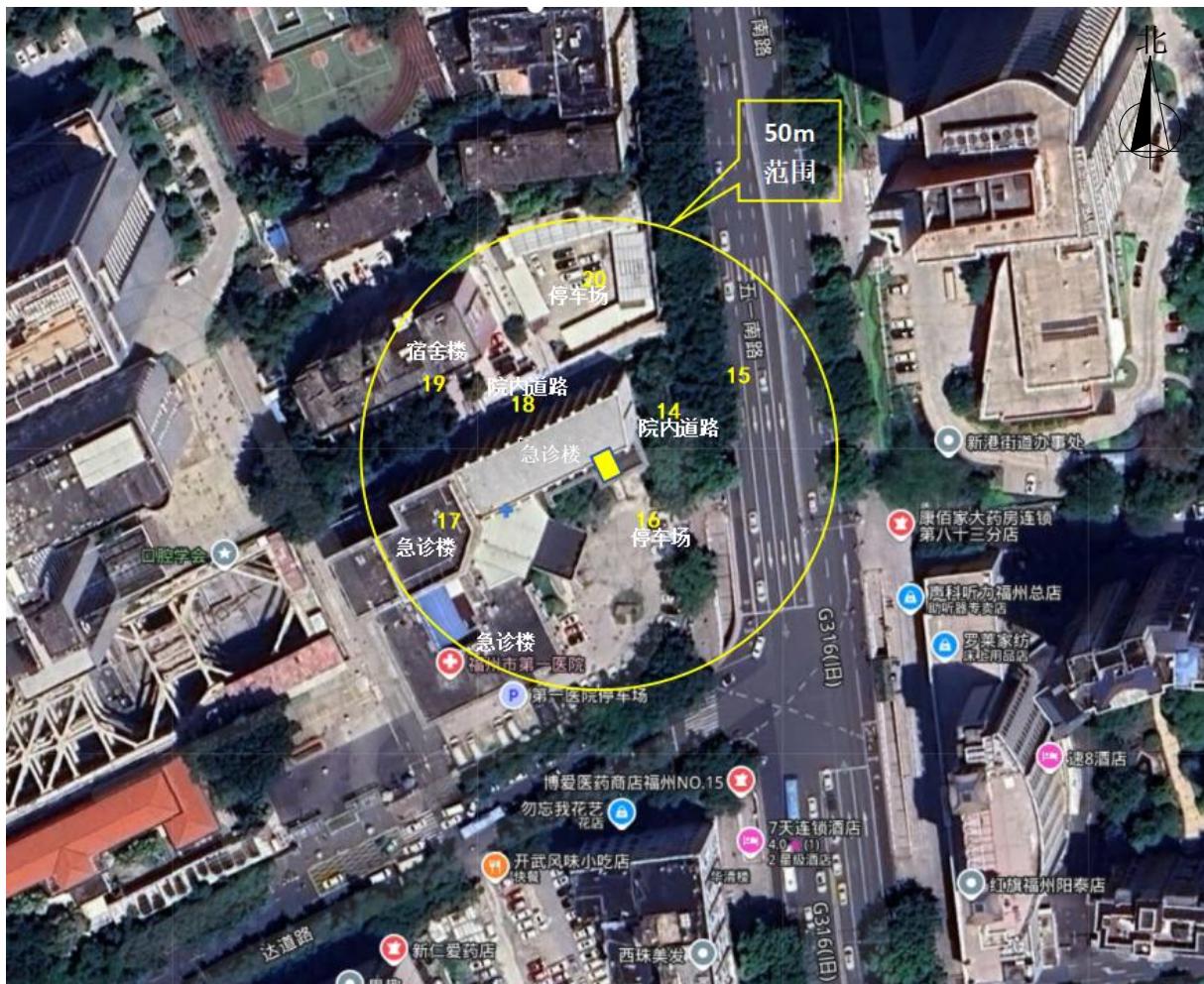


图 8-3 本项目 DSA 机房所在急诊楼四周监测布点图

#### 8.2.9 监测结果

拟建 DSA 机房及周围辐射环境本底监测结果分布见表 8-2，检测报告见附件 9。

表8-2 DSA 机房及周围辐射环境本底监测结果

检测点位	检测位置	检测结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	备注
1	拟建 DSA 机房内	$121.0 \pm 2.0$	室内
2	拟建 DSA 机房东侧（操作室）	$121.1 \pm 1.6$	室内
3	拟建 DSA 机房东侧（办公室）	$109.4 \pm 1.4$	室内
4	拟建 DSA 机房南侧（院内道路）	$122.3 \pm 1.6$	室外
5	拟建 DSA 机房西侧（院内道路）	$122.1 \pm 2.2$	室外
6	拟建 DSA 机房西侧（术前准备）	$120.6 \pm 1.2$	室内
7	拟建 DSA 机房西侧（处置室）	$121.6 \pm 2.0$	室内
8	拟建 DSA 机房北侧（DSA 设备间）	$121.3 \pm 1.8$	室内

9	拟建 DSA 机房北侧（操作室）	$121.2 \pm 1.0$	室内
10	拟建 DSA 机房楼上（值班 1）	$121.3 \pm 2.0$	室内
11	拟建 DSA 机房楼上（值班 2）	$121.1 \pm 1.3$	室内
12	拟建 DSA 机房楼上（休息就餐区）	$121.6 \pm 1.6$	室内
13	拟建 DSA 机房楼上（走廊）	$120.2 \pm 1.2$	室内
14	急诊楼东侧（院内道路）	$120.6 \pm 1.3$	室外
15	急诊楼东侧（五一南路）	$121.0 \pm 1.6$	室外
16	急诊楼南侧（停车场）	$109.6 \pm 1.6$	室外
17	急诊楼西侧（急诊楼）	$121.7 \pm 2.0$	室内
18	急诊楼北侧（院内道路）	$120.3 \pm 2.0$	室外
19	急诊楼北侧（宿舍）	$121.3 \pm 1.8$	室内
20	急诊楼北侧（停车场）	$121.8 \pm 2.2$	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果未扣除宇宙射线；

3、环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k1×仪器检验源效率因子 k2÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数，校准因子 k1 为 1.16，仪器使用  $^{137}\text{Cs}$  进行校准，效率因子 k2 取 1。

综上可知，本项目 DSA 机房周围室内监测点位的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在  $109.4\sim121.7\text{nGy/h}$  之间，室外监测点位的环境 $\gamma$ 辐射剂量率为  $109.6\sim122.3\text{nGy/h}$  之间，处于《中国环境天然放射性水平》中福建省福州市室内环境辐射水平正常范围（ $89.9\sim231.0\text{nGy/h}$ ），室外道路环境辐射水平正常范围（ $45.3\sim161.7\text{nGy/h}$ ）。

表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备与工艺分析

#### (1) 设备组成

数字减影血管造影机（DSA）是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。

DSA 主要组成部分包括高压发生器、X 射线球管、平板探测器、电子计算机图像处理系统、操作台、干式激光相机、导管床及专用机架组成。典型 DSA 设备外观结构图如图 9-1 所示。



图 9-1 典型 DSA 外观结构图

#### (2) DSA 数字减影血管造影机工作原理

DSA 主要采用时间减影法，利用影像增强器将透过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，所得到的各种不同的信息经模拟/数字转换器转换成不同值的数字储存于记忆盘中，称作蒙片。然后将注入造影剂后的造影区的透视影像也转换成数字，并减去蒙片的数字，将剩余的数字经数/模转换成各种不同的灰度级，在显示器上构成图像，即成为除去了注射造影剂前透视图像上所见的骨骼和软

组织影像，剩下的只是清晰地含有造影剂的纯血管影像，具有高精密度和灵敏度。其结构设计工作原理图详见图 9-2。

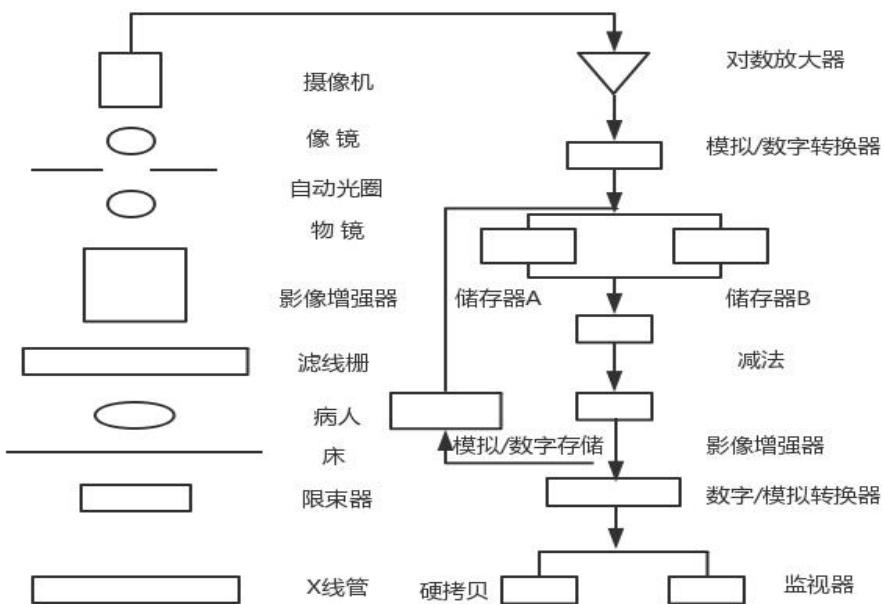


图9-2 DSA结构及工作原理图

### (3) 工作流程

DSA 介入诊疗具体流程如下：

- A. 接诊病人后，向病人告知可能受到的辐射危害；
- B. 病人准备完毕进入机房摆位、固定，然后进入机房内对病人进行局部消毒处理和局部防护处理；
- C. 医生退出机房，通过操作室操作台对病人进行摄影；
- D. 医生穿着防护服进入曝光室，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；
- E. 配合射线装置透视推送导管，并将导管送入指定位置；
- F. 完成后进行导管加压，将造影剂注入病人体内；
- G. 完成造影剂注入后，医生退出机房，通过操作室操作台对病人进行摄影，并进行减影处理后，得到最终病人的高清血管影像资料；
- H. 完成减影后，医生再次进入机房内并配合射线装置透视对病人病灶部位进行相应介入手术。

本项目 DSA 进行出束曝光时分为两种情况：

- a) 摄影：操作人员一般采取隔室操作的方式（即操作技师或医师在操作室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。
- b) 透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室 DSA 机房操作。

#### (4) 产污环节

本项目 DSA 装置为II类射线装置，设备在开机状态下主要辐射为 X 射线，在不开机状态下不产生 X 射线。X 射线使空气电离产生臭氧和氮氧化物。DSA 诊疗流程及产污环节见图 9-3。

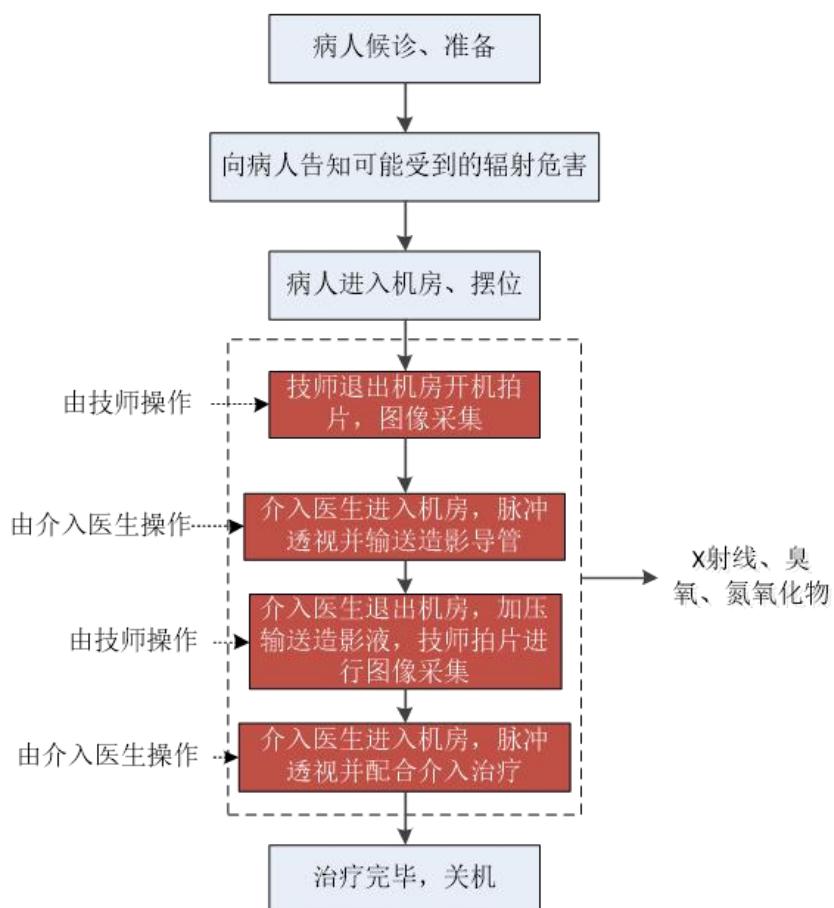


图 9-3 工作流程及产污环节示意图

## 9.2 污染源项描述

### **9.2.1 施工期工艺流程简述**

本项目在施工过程中伴有施工噪声、装修垃圾、施工废水和建筑粉尘产生。本项目工程量小，施工安装时间短，施工单位合理安排好施工时间，能够满足施工场界噪声规定限制要求；施工所产生的少量生活废水和施工废水经本院污水处理站处理后排入管网；在建设施工中采取低噪声工具及湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；建设施工所产生的少量建筑废渣以及设备安装产生的包装废物送院方指定的建筑垃圾储存场，定时定点清运。

### **9.2.2 运行阶段污染源项**

本次项目数字减影血管造影机（DSA）属于 X 射线发射装置，属于使用 X 射线进行放射诊断的设备，X 射线伴随着机器的开、关而产生和消失。其在使用过程中主要污染因子是对放射性工作人员及公众造成外照射的 X 射线，其次本项目运行过程中会因 X 射线与空气发生电离作用产生少量臭氧及氮氧化物废气，另外在介入诊疗过程中会产生少量的医疗废物和医疗废水。本项目使用过程中不产生放射性的废气、放射性废水以及放射性固体废弃物。

#### **（一）正常情况下的污染途径**

##### **1. 电离辐射**

射线装置运行时，在放射工作人员按照规范操作的条件下，放射工作人员、受检者和公众可能受到射线装置运行时产生包括有用射线、散射线和漏射线等 X 射线的外照射。X 射线照射到生物机体时，可使生物细胞受到抑制、破坏甚至坏死，致使机体发生不同程度的生理、病理和生化等方面的改变。介入手术需要在 DSA 设备引导下操作，DSA 机房内的医护人员会暴露于 X 射线有用线束、散射线的环境中，需要穿戴相应的防护用品（如铅围裙、铅帽、铅颈套、铅眼镜、铅橡胶手套等）或借助辅助防护设施（铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等）以减少辐照引起的剂量。同时，穿透屏蔽体的 X 射线会对操作人员和机房周围留居人员造成一定的辐照危害。

##### **2. 废气**

X 射线装置在出束过程中会与空气产生电离作用，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧和氮氧化物。由于 DSA 产生的 X 线输出功率低，剂量小，光子能量低，

每次曝光时间短，因此，臭氧和氮氧化物产生量极少，保持工作场所的良好通风可避免辐射工作场所空气中的有害气体含量增加。

### 3.废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。经过本院污水预处理设施消毒处理后排入市政管网。

### 4.固体废物

本项目DSA采用数字成像，不打印胶片。介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，每台手术约产生0.5kg医疗废物，每年约进行600例介入手术，医疗废物年产生量为300kg/a。工作人员产生少量的生活垃圾。

#### （二）事故情况下的污染途径

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- (1) 曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到X射线照射。
- (2) 曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。
- (3) 曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。
- (4) 因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。
- (5) 同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。
- (6) 因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- (7) 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。
- (8) 紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。
- (9) 曝光时维修人员尚未离开机房，造成维修人员误照射。

本项目射线装置在异常或事故状态下的辐射源项与正常运行时是一样的，即中、低能X射线，但在异常或事故状态下对人员的伤害可能会超过正常运行状态。

## 9.3 “三废”组成

### (1)固体废物

本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，

打印出来的胶片由病人带走。本项目不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片，设备维修更换的废旧 X 射线管，由设备厂家回收处置。

本项目介入手术产生的少量医疗废物，集中收集暂存于危废暂存间内，由建设单位委托资质单位处置。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

#### (2) 废水

本项目无洗片废水、废定（显）影液产生，工作人员办公及生活产生少量生活污水，病人诊疗过程中产生少量医疗废水。

#### (3) 废气

医院射线装置工作场所在运行状态下产生少量的臭氧及氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局

本项目拟建 DSA 机房位于急诊楼 1 层西侧，DSA 机房东侧为操作室和办公室，南侧为院内道路，西侧为处置室、术前准备和院内道路，北侧为 DSA 设备间和操作室，楼下为土层，楼上为值班、休息就餐区及走廊。机房平面布局、分区及路径图详见图 10-1，机房周围情况详见表 10-1。

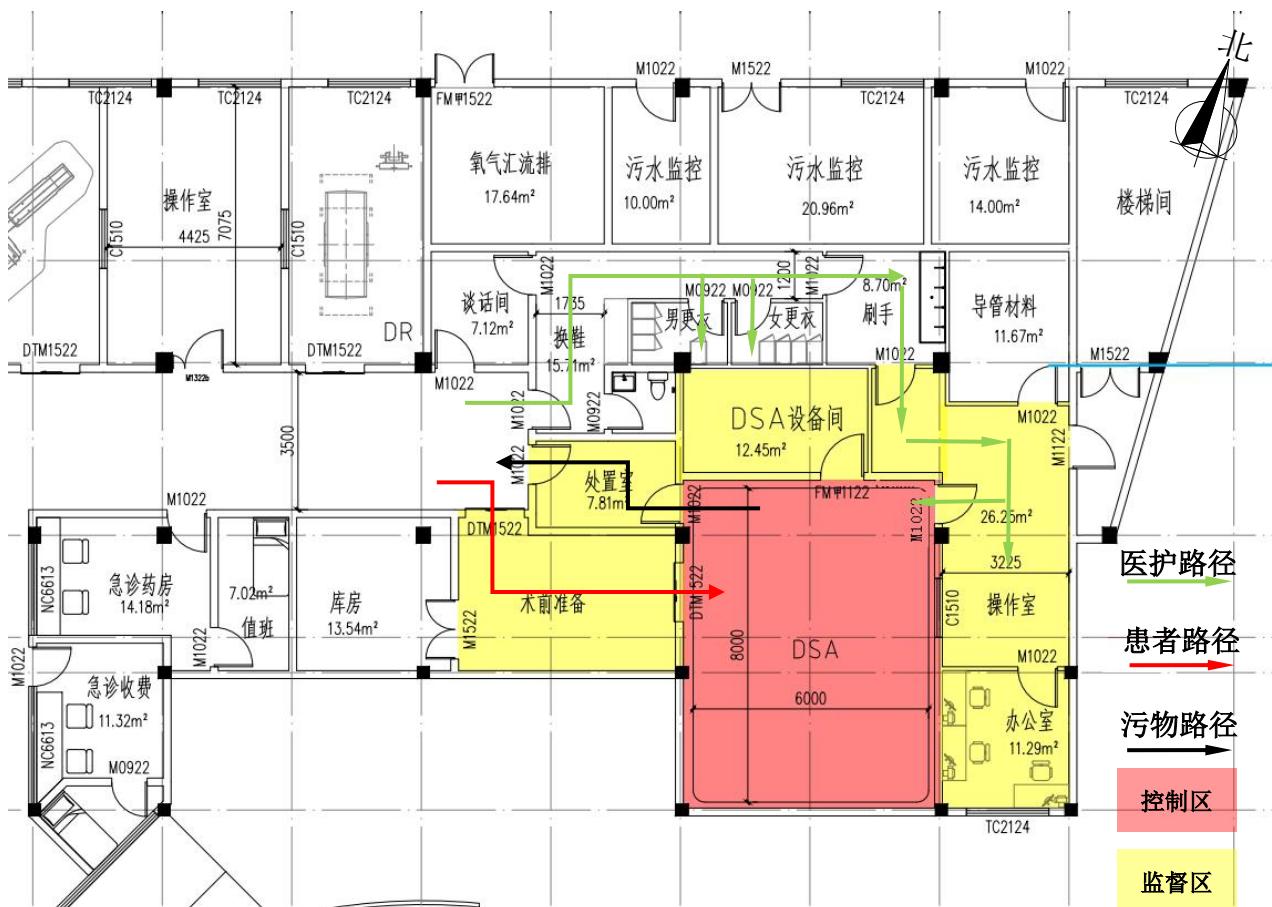


图 10-1 DSA 机房平面布局、分区及路径图

表10-1 本项目DSA机房周围情况表

机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
DSA 机房	操作室和办公室	院内道路	处置室、术前准备和院内道路	DSA 设备间和操作室	值班、休息就餐区及走廊	土层

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中对 X 射线设备机房布局的要求，结合本项目的设计情况，本项目布局评价见表 10-2。

**表 10-2 本项目放射诊疗工作场所布局评价表**

序号	标准要求 (GBZ 130-2020)			本项目设计情况		评价
1	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。			本项 DSA 射线装置有用线束拟朝向机房顶部和墙体，不直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。		符合要求
2	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。			本项目 X 射线机房充分考虑邻室及周围场所的人员防护与安全，无妇产科、儿科等敏感人员。		符合要求
3	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。			本项目 DSA 设备设有单独机房，满足设备的布局要求。		符合要求
4	机房名称	标准最小单边长度要求	标准最小使用面积要求	设计最小单边长度	设计最小使用面积	符合要求
	DSA 机房	3.5m	20m <sup>2</sup>	6.0m	48m <sup>2</sup>	

综上，本项目 DSA 机房避开了人群相对集中的区域，所处位置相对独立。同时，在对病人进行诊疗时，人员通道和污物通道独立设置，有利于病人流通。同时，DSA 机房采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的。从辐射安全的角度考虑，本项目辐射工作场所平面布置合理。

### 10.1.2 工作场所分区

根据 (GB 18871-2002) 第 6.4 条，放射性工作场所一般应分为控制区和监督区。本项目 DSA 机房进行了工作场所分区设计，具体分区设计见表 10-3 及图 10-1 所示。

**表 10-3 工作场所分区设计表**

场所	控制区	监督区
DSA 机房	DSA 机房内部	操作室、办公室、术前准备、处置室、DSA 设备间。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志如图 10-2 所示，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

**监督区：**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，通过当心电离辐射标志提醒一般人员尽量避开该区域。

本项目中，建设单位拟将 DSA 机房划分为控制区，与之相邻场所等划分为监督区，结合日常监测和委托监测工作关注走廊剂量率水平，本项目控制区与监督区划分合理。



图 10-2 电离辐射警告标志

### 10.1.3 辐射防护屏蔽设计

本项目 DSA 机房设计的屏蔽参数见表 10-4。

表 10-4 本项目拟建 DSA 机房辐射屏蔽设计方案

机房	屏蔽体	屏蔽设计方案
DSA 机房	四周墙体	240mm 实心砖墙（原有）+4mmPb 硫酸钡防护涂料
	室顶	120mm 混凝土（原有）+4mmPb 硫酸钡防护涂料
	观察窗	4mmPb 铅玻璃
	工作人员防护门	4mmPb 铅板
	患者防护门	4mmPb 铅板
	DSA 设备防护门	4mmPb 铅板
	处置室防护门	4mmPb 铅板

①对给定的铅厚度，可根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中附录 C 的式 C.1（本报告式 10-1）计算得到屏蔽透射因子 B：

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\lambda}} \quad (\text{式 10-1})$$

式中：

B：给定铅厚度的屏蔽投射因子；

$\beta$ ：铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\alpha$ ：铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ ：铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X：铅厚度。

②在相同透射因子B的情况下，其相当于其他屏蔽材质的厚度核算按以下公式核算：

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left[ \frac{B^{-\gamma} - \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] \quad (\text{式 10-2})$$

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ——不同屏蔽材质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数。

③DSA图像增强器对X射线主束有屏蔽作用，NCRP147号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6节（P62）指出，DSA屏蔽估算时不需要考虑主束照射。本项目DSA最大管电压为150kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表C.2拟合参数，对屏蔽体进行进行核算。

④核算结果

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备最大参数，其机房屏蔽体的铅当量核算结果见表10-5。

表 10-5 DSA 机房屏蔽核算厚度与 GBZ 130-2020 要求对比表

机房	屏蔽体	屏蔽设计方案	折合铅当量	标准要求	评价
DSA 机房	四周墙体	240mm 实心砖墙（原有） +4mmPb 硫酸钡防护涂料	6.0mmPb	$\geq 2.0\text{mmPb}$	符合
	室顶	120mm 混凝土（原有） +4mmPb 硫酸钡防护涂料	5.5mmPb		符合
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4.0mmPb		符合
	工作人员防护门	4mmPb 铅板	4.0mmPb		符合

	患者防护门	4mmPb 铅板	4.0mmPb		符合
	DSA 设备防护门	4mmPb 铅板	4.0mmPb		符合
	处置室防护门	4mmPb 铅板	4.0mmPb		符合
拟合参数	150kV 非有用线束	铅	$\alpha$ : 1.791	$\beta$ : 5.478	$\gamma$ : 0.5678
		砖	—	—	—
		混凝土	$\alpha$ : 0.03240	$\beta$ : 0.07750	$\gamma$ : 1.566

注: 铅密度为  $11.34\text{t/m}^3$ , 混凝土的密度为  $2.35\text{t/m}^3$ , 实心砖密度为  $1.65\text{t/m}^3$ , 硫酸钡涂料密度为  $3.8\text{t/m}^3$ 。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.2 可知, 标准中规定了 X 射线装置机房的屏蔽防护应不低于标准中表 3 的要求, 即本项目 DSA 机房屏蔽能力不得低于  $2.0\text{mmPb}$  当量。根据上表核算和对比分析, 本项目 DSA 机房墙体的屏蔽能力均能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中第 6.2 条的要求。

#### 10.1.4 辐射安全和防护措施

本项目拟建 DSA 机房设置的辐射安全防护措施与《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的对照分析情况如下表 10-6, 辐射安全防护措施布置图见图 10-3。

表 10-6 DSA 机房拟设置的辐射安全防护措施

序号	标准要求 (GBZ 130-2020)	拟设置情况	评价
1	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。	DSA 机房设置有观察窗, 同时拟设置对讲装置, 工作人员在操作室内可及时观察患者情况及防护门开闭情况, 防止意外情况的发生。	符合
2	6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	DSA 机房相邻区域设计有操作室、刷手池、库房、设备间、污洗间等辅助用房, 设备、洁具将存放在相应功能用房内, 不会在机房内放置杂物。	符合
3	6.4.3 机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。	DSA 机房内拟设置动力通风系统, 并保持良好的通风。	符合
4	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。	本项目 DSA 机房工作人员防护门、患者防护门、处置室防护门、DSA 设备间门外均醒目位置设置电离辐射警告标志; 并在各防护门上方安装醒目的工作状态指示灯, 工作指示灯与防护门设置联锁, 灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句, 提醒周围人员尽量远离该区域, 同时在 DSA 机房外患者走廊处设置电离辐射危害告知等提示信息。	符合
5	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	本项目 DSA 机房设置 4 个防护门, 患者防护门设计为电动推拉式门, 工作人员防护门、处置室门、DSA 设备间门为手动平开门, 平开式防护门设置自	符合

	示灯能与机房门有效关联。	动闭门装置。	
6	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	电动推拉式防护门设置红外光幕防夹装置。	符合
7	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。	受检者不在机房内候诊，手术过程中，陪检者在家属等候区等候，不允许在机房内滞留。	符合

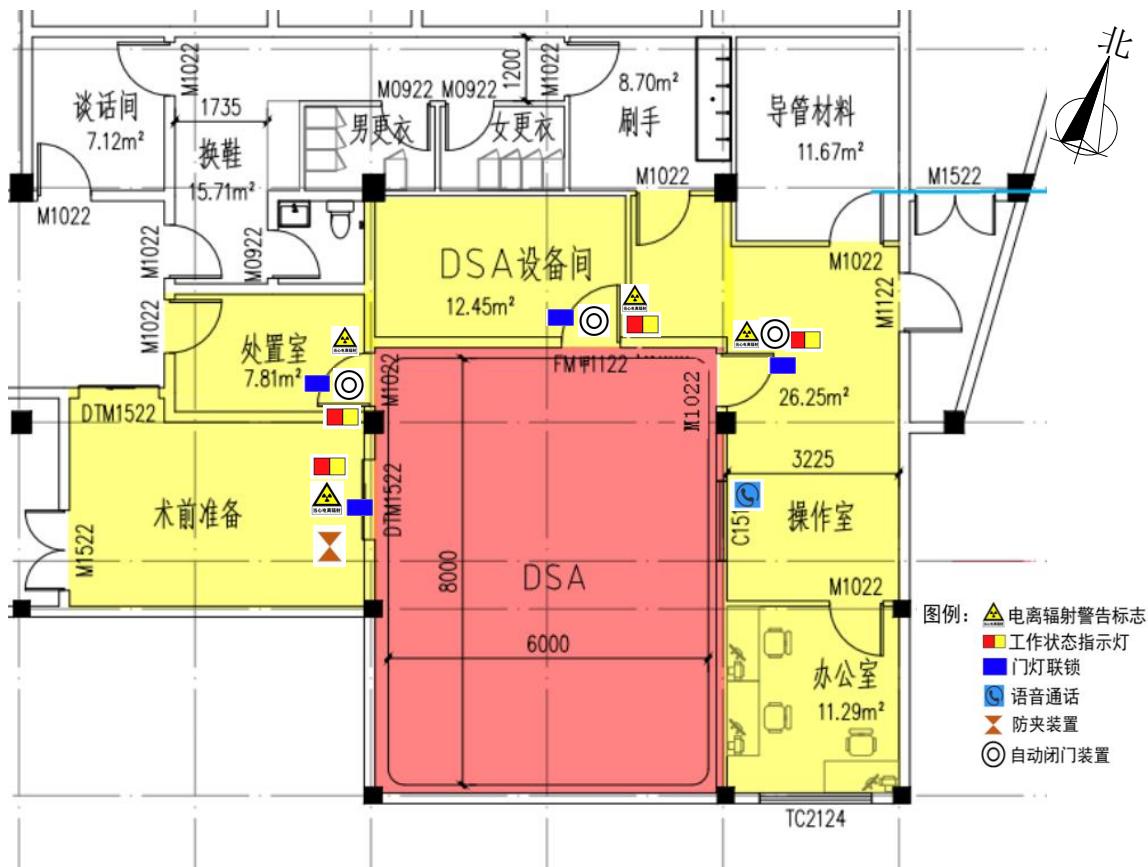


图 10-3 辐射安全和防护措施布置图

除表 10-6 外，本项目 DSA 装置自身拟采取多种固有安全防护措施：

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

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或平板探测器的窗口处设置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。平板探测器前面可酌情配置各种规格的滤线栅，减少散射影响。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度；并

能明显地减少透视剂量。

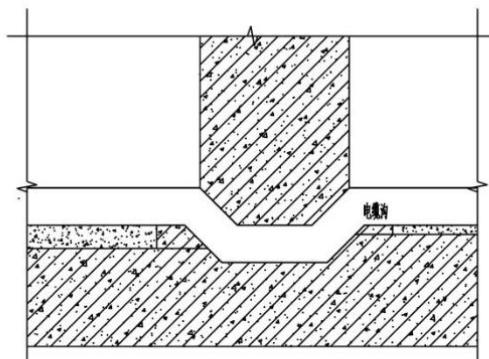
④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结。充分利用此方法可以明显缩短总透视条件下工作时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备辅助防护设施：设备采购时配辅助防护设施，包括铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏，铅当量为 0.5mmPb。

⑥应急开关：DSA 设备床面控制台上及操作室操作台上均设置了急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。

#### 10.1.5 电缆敷设及通风设计

本项目 DSA 机房在 DSA 设备基座下方设置电缆沟，电缆布设在电缆沟内，电缆穿墙已“U”型管穿墙，通过地面下沉电缆沟穿出机房，机房管线穿墙方案对机房墙体屏蔽防护能力削弱甚微，但在施工中应采用完善的施工工艺保证施工质量，并在今后的运行中长期监测关注穿墙管线等薄弱处的辐射剂量。电缆沟穿墙示意图见图 10-4。



① 电缆沟穿防护墙大样图 1:50

图 10-4 电缆沟穿墙示意图

本项目 DSA 机房采用空调新风系统进行通风换气，吊顶中部设置送风口，吊顶南侧设置排风口，排风管道经操作室吊顶通至室外，机房内可以保持良好的通风，穿墙风管及两侧均包裹铅皮。本项目 DSA 机房送排风设计图见图 10-5，管道穿墙设计图见图 10-6。

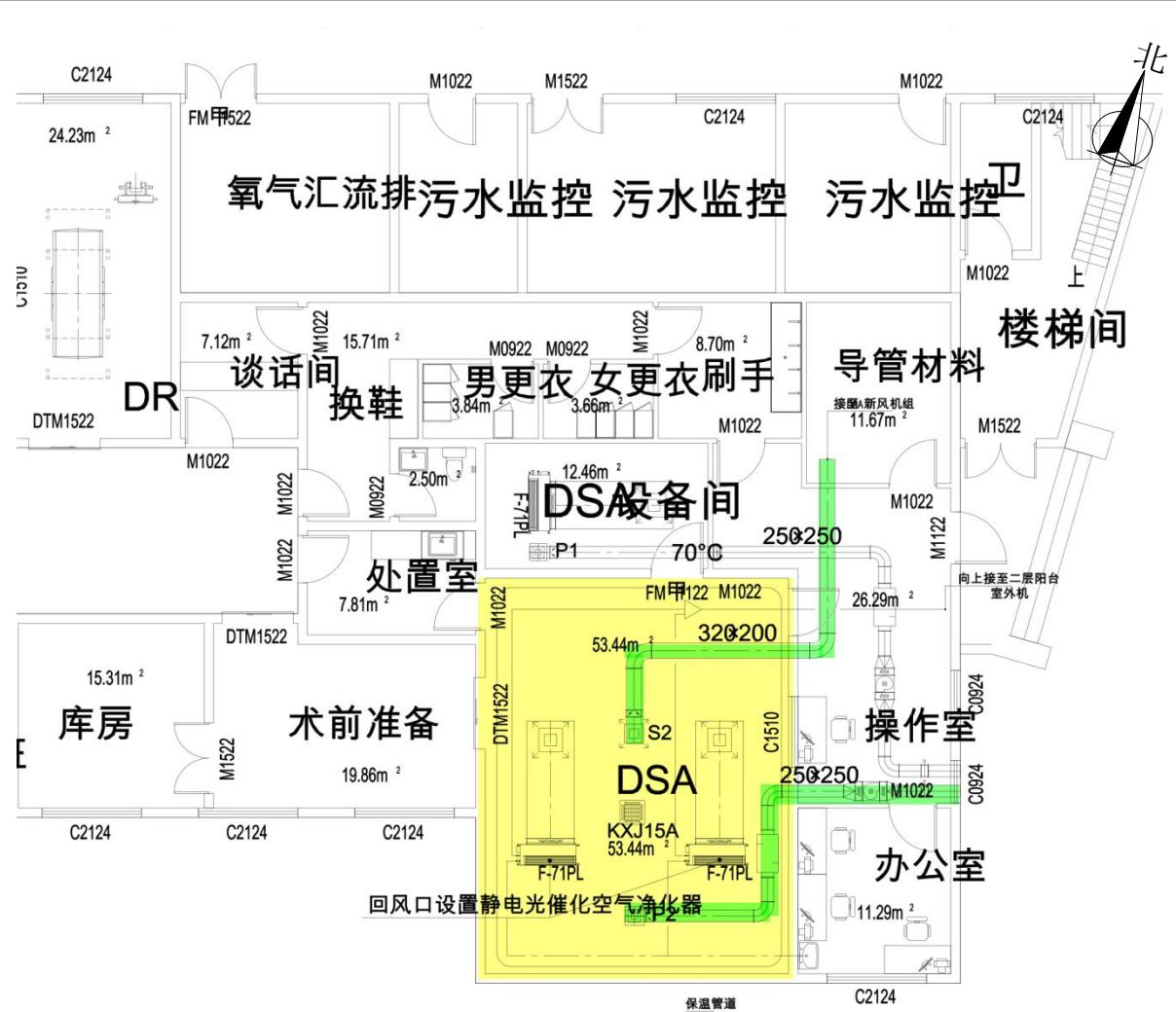


图 10-5 送排风管道设计图

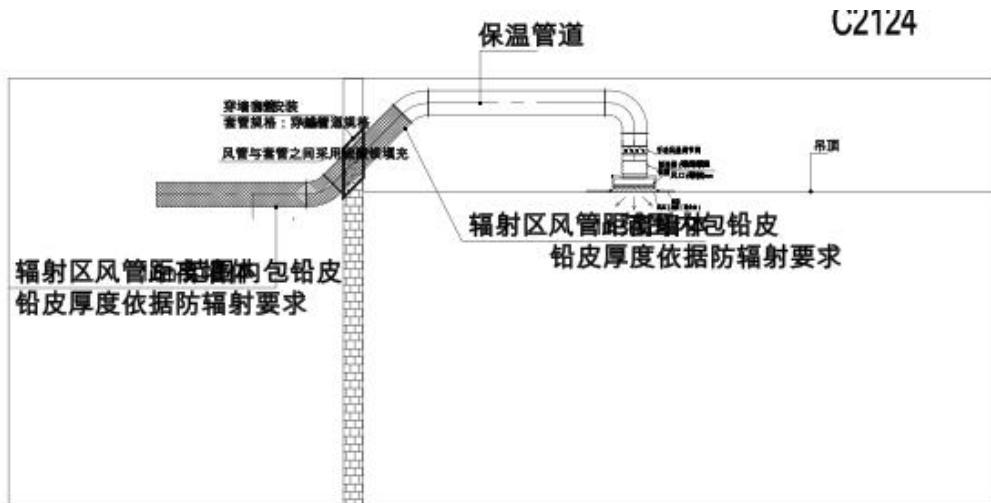


图 10-6 通风管道穿墙设计图

#### 10.1.6 个人防护用品及辅助防护设施

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），本项目拟按照表 10-7 配备防护用品和辅助防护设施。

**表 10-7 DSA 机房防护用品及辅助防护设施配备一览表**

机房		工作人员		受检者	
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
DSA 机房	标准 要求	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅 防护眼镜 ( $\geq 0.5\text{mmPb}$ ) 介入防护手套 ( $\geq 0.025\text{mmPb}$ ) 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护 吊帘、床侧防护帘/床侧 防护屏 ( $\geq 0.5\text{mmPb}$ ) 选配：移动铅防护屏风 $\geq 2\text{mmPb}$	铅橡胶性腺防护围 裙（方形）或方巾、 铅橡胶颈套 ( $\geq 0.5\text{mmPb}$ ) 选配：铅橡胶帽子	—
	拟 配 置 情 况	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套铅橡 胶帽子各 3 件、铅防护眼镜 3 副 ( $\geq 0.5\text{mmPb}$ )，介入防护 手套 2 双 ( $\geq 0.025\text{mmPb}$ )	铅悬挂防护屏/铅防护 吊帘、床侧防护帘/床侧 防护屏 ( $\geq 0.5\text{mmPb}$ )	铅橡胶性腺防护围 裙（方形）或方巾、 铅橡胶颈套、铅橡胶 帽子 ( $\geq 0.5\text{mmPb}$ )， 成人儿童尺寸各 1 套	

## 10.2 三废治理

### （1）废气治理措施

本项目产生的废气主要是微量臭氧和氮氧化物，本项目 DSA 机房均设置动力排风系统，能保持机房内良好的通风，氮氧化物及臭氧通过排风系统经排气管道排放到大气环境，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

### （2）固体废物治理措施

本项目不产生放射性废物，运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，院内医疗废物将委托有资质的单位进行清运处理，生活垃圾由当地环卫部门统一清运。

### （3）废水治理措施

本项目不产生放射性废水，运行期产生医疗废水和生活污水，产生的污水将经院区污水管道进入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网。

**表 11 环境影响分析**

**11.1 建设阶段对环境的影响**

本项目在建设和安装阶段无辐射产生，对周围环境没有辐射影响。

本次评价项目涉及到对新墙体的砌筑、建筑装修、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程，影响期短暂，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少量施工废水。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，在工地适当位置设置简易沉砂池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。施工期产生的生活垃圾以及装修垃圾均统一收集后交由市政环卫部门处理。

**(5) 设备安装阶段**

本项目 DSA 的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，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，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。由于设备的安

装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装过程中，医院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。

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。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 DSA 运行阶段对环境的辐射影响

#### 11.2.1.1 DSA 机房关注点辐射水平

手术中 DSA 设备运行分透视和摄影（采集）两种模式。设备具有自动调强功能，能根据患者条件等差异，自动调节曝光参数和 X 射线辐射剂量。即如果受检者体型偏瘦，管电流（功率）自动降低，反之管电流（功率）自动增强。

为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，DSA 实际使用时，管电压和管电流通常留有一定裕量，本项目 DSA 透视模式通常控制在 90kV 以下，管电流通常控制 25mA 以下，摄影模式通常控制在 100kV 以下，管电流通常控制 630mA 以下。

《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）的“表 B.1 X 射线透视设备的检测项目与技术要求”规定，透视受检者入射体表空气比释动能率最大值  $\leq 176 \text{mGy/min}$ 。DSA 设备靶点至手术床的距离 60cm 左右。由以上两个条件，可得出透视工况下，距离靶点 1m 处的 X 线辐射剂量率最大为 3.80Gy/h。

本项目保守以 3.80Gy/h 为透视工况下最大输出量率进行评价；摄影工况下，管电流最大可达透视工况的 50 倍，摄影采用脉冲模式，按照 15 帧/s 计算，最大输出剂量率约为透视的 7.5 倍 ( $(50 \times 15 \text{帧} \times 10 \text{ms/帧}) / 1\text{s}$ )，为 28.5Gy/h。

DSA 设备运行常用最大工况和相关参数，见表 11-1。

表 11-1 设备运行常用最大工况及相关参数

运行模式	本项目常用最大工况	铅拟合参数			
		照射类型	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
摄影	100kV/630mA	主束	2.5	15.28	0.7557
		散射	2.507	15.33	0.9124

透视	90kV/25mA	主束、散射	3.067	18.83	0.7726
----	-----------	-------	-------	-------	--------

### (1) X 线泄漏辐射

$$H = \frac{H_0}{R^2} B$$

式中： H 为关注点的泄漏辐射剂量率，  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$H_0$  为距 X 射线装置靶点 1m 处的泄漏辐射的最大剂量率，  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ， 保守取初级辐射束的 0.1%。

R 为 X 射线靶点到关注点的距离， m；

B 为屏蔽墙厚度的衰减因子，依据 GBZ130-2020 附录 C 表 C.2 (90kV 或 100kV) 参数求得。

### (2) 患者的散射辐射

$$H = \frac{H_0}{R^2} \frac{F \times \alpha}{400 \bullet R_0^2} B$$

式中： H 为预测点位的散射辐射剂量率，  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$H_0$  为距 DSA 设备靶点 1m 处的剂量率，  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

R 为散射面中心点到关注点的距离， m；

B 为屏蔽体衰减因子，根据 GBZ130-2020 附录 C 中表 C.2 (90kV 或 100kV) 计算得出。

$R_0$  为辐射源点（靶点）至散射体的距离， m； 此处  $R_0$  取最小值 0.60m（设备靶点至接收器最小距离多为 90cm， 距离手术床的距离最小为 60cm， 如图 11-1 所示）；

F 为  $R_0$  处的射野面积，  $\text{m}^2$ （取  $400\text{cm}^2$ ）；

$\alpha$  为散射因子，定义为入射辐射被面积为  $400\text{cm}^2$  水模体散射至 1m 处的相对份额，根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1，90kV X 线  $90^\circ$  散射因子取为  $1.5 \times 10^{-3}$ ，100kV X 线  $90^\circ$  散射因子取为  $1.3 \times 10^{-3}$ 。

由上述公式计算受检者散射辐射可知，1m 处的散射辐射水平约为靶点 1m 处剂量率的 0.41%。

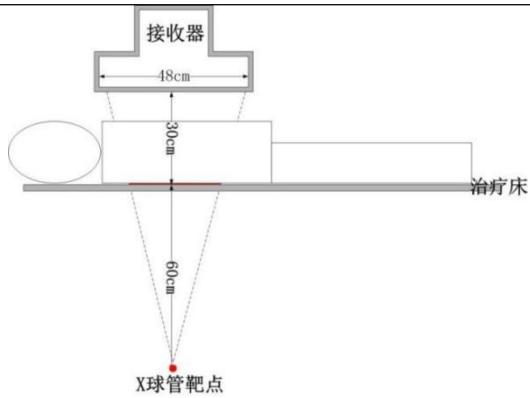


图 11-1 DSA 照射示意图

### (3) 泄漏辐射+散射辐射

DSA 机头的泄漏辐射水平通常低于靶点 1m 处剂量率的 0.1%。

患者散射计算得知，1m 处散射辐射水平约为靶点 1m 处剂量率的 0.41%。

实际上，散射辐射较泄漏辐射能量低，其透射能力低于泄漏辐射。故本项目在估算机房周围附加剂量率水平时，以 1m 处剂量率的 0.51%（散射+泄漏）作为源项，保守估算 DSA 机房周围的附加剂量率水平。

### (4) 场所周围的附加剂量率水平

X 射线靶点视为点源，1m 处输出量率透视保守按 3.80Gy/h，摄影保守按 28.5Gy/h，有效剂量与吸收剂量换算系数，Sv/Gy，本项目取 1.0，根据 GBZ130-2020 附录 C 中相关参数计算混凝土和铅的衰减系数，再结合距离衰减来估算机房周围各关注点的剂量率水平。

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

式中：D-关注点附加剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$D_0$ -距源 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy}/\text{h}$ ；

B-衰减因子， $B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha R} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}}$ ，依据 GBZ130-2020 附录 C.1.2 计算；

R-X 射线靶到关注点的距离，m。

DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（P62）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，故本项目重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

本项目 DSA 机房有效尺寸为：8.0m(南北)×6.0m(东西)×3.9m(高)，DSA 设备使用时，管球会在一定范围内（约 1m×1m）移动，故在屏蔽计算时，保守取设备靶点距离四面墙外 30cm 处距离为：东侧 3.2m，西侧 3.2m，北侧 4.2m，南侧 4.2m，距楼上 0.3m 处距离为 3.5m。

DSA 机房周围附加剂量率估算结果见表 11-2。关注点选取示意图见图 11-2~图 11-3。

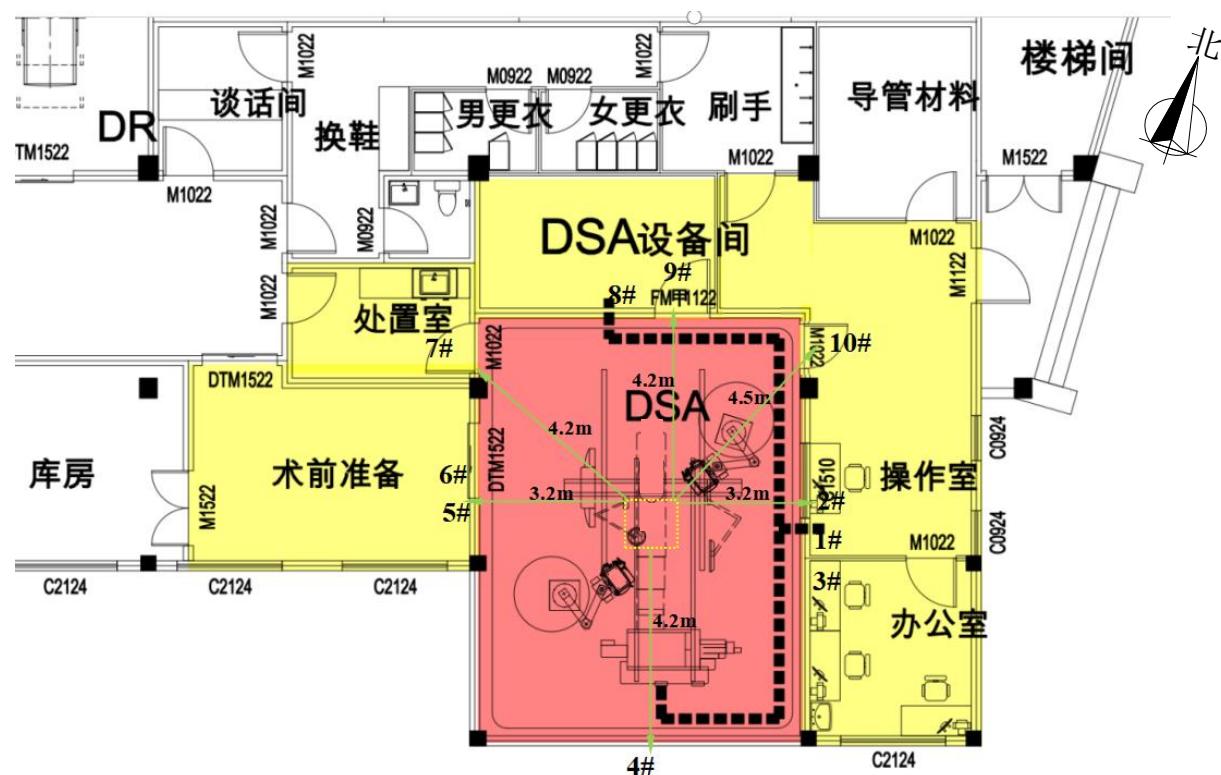


图 11-2 DSA 机房关注点位置示意图

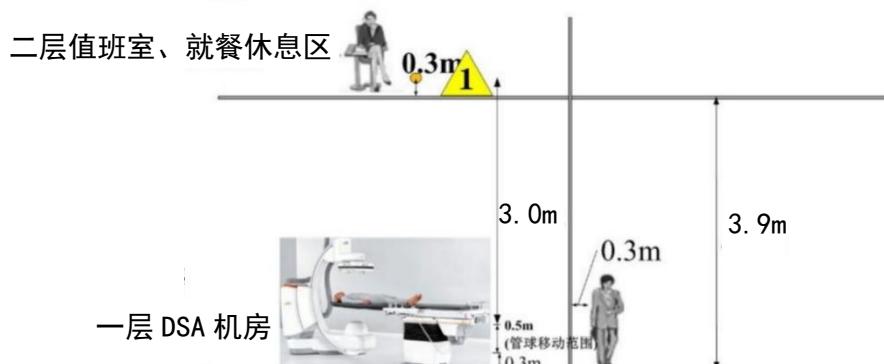


图 11-3 DSA 机房剖面示意图以及关注点位置示意图

表 11-2 DSA 运行时机房周围的附加剂量率估算结果

设备工况	使用工况	编号	关注点位置	铅当量 (mm Pb)	衰减因子(B)		1m 处 剂量率 (Gy/h)	距离 (m )	剂量率估算值*( $\mu$ Sv/h)		
					泄漏辐射	散射辐射			泄漏辐射	散射辐射	泄漏+散射
X 线透视	管电压 90kV	1	东墙外 30cm 处 (操作室)	6.0	8.00E-10	8.00E-10	3.8	3.2	2.97E-07	1.24E-06	1.53E-06
		2	东侧观察窗外 30cm 处 (操作室)	4.0	3.69E-07	3.69E-07		3.2	1.37E-04	5.71E-04	7.08E-04
		3	东墙外 30cm 处 (办公室)	6.0	8.00E-10	8.00E-10		3.2	2.97E-07	1.24E-06	1.53E-06
		4	南墙外 30cm 处 (院内道路)	6.0	8.00E-10	8.00E-10		4.2	1.72E-07	7.18E-07	8.91E-07

		5	西墙外 30cm 处 (术前准备)	6.0	8.00E-10	8.00E-10		3.2	2.97E-07	1.24E-06	1.53E-06
		6	西侧患者防护门(M2)外 30cm 处 (术前准备)	4.0	3.69E-07	3.69E-07		3.2	1.37E-04	5.71E-04	7.08E-04
		7	西侧处置室防护门(M3)外 30cm 处	4.0	3.69E-07	3.69E-07		4.2	7.95E-05	3.31E-04	4.11E-04
		8	北墙外 30cm 处 (DSA 设备间)	6.0	8.00E-10	8.00E-10		4.2	1.72E-07	7.18E-07	8.91E-07
		9	北墙 DSA 设备间防护门(M4)外 30cm 处 (DSA 设备间)	4.0	3.69E-07	3.69E-07		4.2	7.95E-05	3.31E-04	4.11E-04
		10	东墙工作人员防护门(M1)外 30cm 处 (操作室)	4.0	3.69E-07	3.69E-07		4.5	6.93E-05	2.89E-04	3.58E-04
		11	楼上距地板 30cm 处(值班、休息就餐区)	5.5	3.71E-09	3.71E-09		3.5	1.15E-06	4.79E-06	5.94E-06
X 线 摄 影	管电 压 100kV	1	东墙外 30cm 处 (操作室)	6.0	2.28E-08	3.41E-08	28.5	3.2	6.35E-05	3.43E-04	4.07E-04
		2	东侧观察窗外 30cm 处 (操作室)	4.0	3.39E-06	5.14E-06		3.2	9.43E-03	5.17E-02	6.11E-02
		3	东墙外 30cm 处 (办公室)	6.0	2.28E-08	3.41E-08		3.2	6.35E-05	3.43E-04	4.07E-04
		4	南墙外 30cm 处 (院内道路)	6.0	2.28E-08	3.41E-08		4.2	3.69E-05	1.99E-04	2.36E-04
		5	西墙外 30cm 处 (术前准备)	6.0	2.28E-08	3.41E-08		3.2	6.35E-05	3.43E-04	4.07E-04
		6	西侧患者防护门(M2)外 30cm 处 (术前准备)	4.0	3.39E-06	5.14E-06		3.2	9.43E-03	5.17E-02	6.11E-02
		7	西侧处置室防护门(M3)外 30cm 处	4.0	3.39E-06	5.14E-06		4.2	5.47E-03	3.00E-02	3.55E-02
		8	北墙外 30cm 处 (DSA 设备间)	6.0	2.28E-08	3.41E-08		4.2	3.69E-05	1.99E-04	2.36E-04
		9	北墙 DSA 设备间防护门(M4)外 30cm 处 (DSA 设备间)	4.0	3.39E-06	5.14E-06		4.2	5.47E-03	3.00E-02	3.55E-02
		10	东墙工作人员防护门(M1)外 30cm 处 (操作室)	4.0	3.39E-06	5.14E-06		4.5	4.77E-03	2.61E-02	3.09E-02
		11	楼上距地板 30cm 处(值班、休息就餐区)	5.5	7.96E-08	1.20E-07		3.5	1.85E-04	1.00E-03	1.19E-03

注：\*保守以距靶点 1m 处剂量率的 0.51% (散射+泄漏) 作为源项。

从上述估算结果可知，在“透视”和“摄影”模式下，DSA 机房周围附加剂量率最大值约为 6.11E-02 $\mu$ Sv/h，满足本项目所设定的机房屏蔽体外剂量率 2.5 $\mu$ Sv/h 的剂量率控制水平，

满足本项目设定的剂量率控制水平。

### (5) 类比分析

为了解本项目辐射环境影响，本次评价参照阆中市人民医院七里院区医技楼一楼 DSA 机房运行监测数据进行类比分析。项目类比可行性分析见表 11-3。

表 11-3 项目类比可行性分析表

项目	类比项目 DSA	本项目 DSA 机房	差异分析
型号	Allura Xper FD20	Trinias	/
DSA 最大管电压	150kV	150kV	相同
DSA 最大管电流	1000mA	1000mA	相同
屏蔽防护方案	东墙	150mm 龙骨石膏板+3mm 铅 (等效 3.0mmPb)	240mm 实心砖墙+4mmPb 硫酸钡防护涂料 (等效 6.0mmPb)
	南墙	150mm 龙骨石膏板+3mm 铅 (等效 3.0mmPb)	240mm 实心砖墙+4mmPb 硫酸钡防护涂料 (等效 6.0mmPb)
	西墙	150mm 龙骨石膏板+3mm 铅 (等效 3.0mmPb)	240mm 实心砖墙+4mmPb 硫酸钡防护涂料 (等效 6.0mmPb)
	北墙	150mm 龙骨石膏板+3mm 铅 (等效 3.0mmPb)	240mm 实心砖墙+4mmPb 硫酸钡防护涂料 (等效 6.0mmPb)
	顶棚	160mm 混凝土 (等效 2.0mmPb)	120mm 混凝土+4mmPb 硫酸钡防护涂料 (等效 5.5mmPb)
	地面	160mm 混凝土 (等效 2.0mmPb)	无地下
	观察窗	2.0mmPb 铅玻璃	4.0mmPb 铅玻璃
	防护门	2.0mmPb 铅板	4.0mmPb 铅板
机房面积	44m <sup>2</sup>	48m <sup>2</sup>	本项目优

从表 11-3 可以看出，本项目 DSA 最大管电流、最大管电压与类比 DSA 项目一致，防护方案均优于类比 DSA 项目，DSA 机房面积大于类比 DSA 项目；由此可以判断出，本项目的影响低于类比 DSA 项目；因此采用类比 DSA 项目可判断出本项目可能的最大环境影响；由此本项目采用类比 DSA 项目作为类比对象是合理的。类比项目监测点位见图 11-4，监测结果见表 11-4。

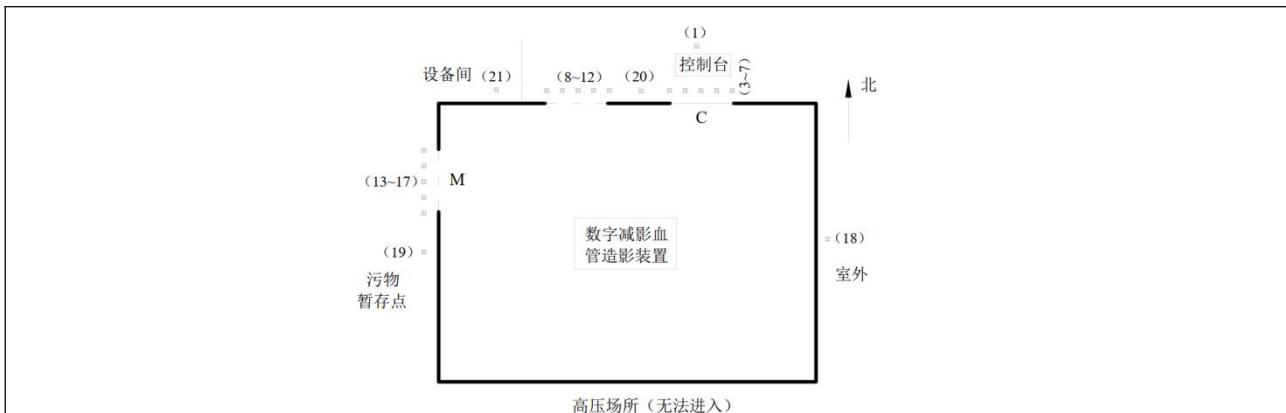


图 11-4 类比 DSA 项目竣工环境保护验收监测点位

表 11-4 类比 DSA 项目竣工环境保护验收辐射空气辐射剂量率监测结果

设备与检测条件	检测点编号	检测点位置	检测结果 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
阆中市人民医院(七里院区)门诊部一楼 DSA 机房 摄影模式下: 85kV、664mA	1	工作人员操作位	0.16
	2	控制室电缆地沟入口处	0.17
	3	铅玻璃观察窗外表面30cm (中部)	0.16
	4	铅玻璃观察窗外表面30cm (上端)	0.17
	5	铅玻璃观察窗外表面30cm (下端)	0.17
	6	铅玻璃观察窗外表面30cm (左侧)	0.19
	7	铅玻璃观察窗外表面30cm (右侧)	0.17
	8	工作人员防护门外表面30cm (中部)	0.19
	9	工作人员防护门外表面30cm (上端)	0.17
	10	工作人员防护门外表面30cm (下端)	0.19
	11	工作人员防护门外表面30cm (左侧)	0.17
	12	工作人员防护门外表面30cm (右侧)	0.19
	13	受检者防护门外表面30cm (中部)	0.17
	14	受检者防护门外表面30cm (上端)	0.19
	15	受检者防护门外表面30cm (下端)	0.17
	16	受检者防护门外表面30cm (左侧)	0.16
	17	受检者防护门外表面30cm (右侧)	0.16
	18	东墙外表面30cm	0.17
	19	西墙外表面30cm	0.17
	20	北墙外表面30cm (控制室)	0.19
	21	北墙外表面30cm (设备间)	0.16
	22	顶棚上方距地面30cm	0.19
	23	顶棚上方距地面100cm	0.17
	24	地面下方距地面170cm	0.19

阆中市人民医院（七里院区）门诊部一楼 DSA机房 透视模式下： 98kV、8.2mA	1	工作人员操作位	0.16
	2	控制室电缆地沟入口处	0.17
	3	铅玻璃观察窗外表面30cm（中部）	0.16
	4	铅玻璃观察窗外表面30cm（上端）	0.17
	5	铅玻璃观察窗外表面30cm（下端）	0.16
	6	铅玻璃观察窗外表面30cm（左侧）	0.17
	7	铅玻璃观察窗外表面30cm（右侧）	0.17
	8	工作人员防护门外表面30cm（中部）	0.18
	9	工作人员防护门外表面30cm（上端）	0.17
	10	工作人员防护门外表面30cm（下端）	0.16
	11	工作人员防护门外表面30cm（左侧）	0.17
	12	工作人员防护门外表面30cm（右侧）	0.16
	13	受检者防护门外表面30cm（中部）	0.16
	14	受检者防护门外表面30cm（上端）	0.17
	15	受检者防护门外表面30cm（下端）	0.16
	16	受检者防护门外表面30cm（左侧）	0.17
	17	受检者防护门外表面30cm（右侧）	0.16
	18	东墙外表面30cm	0.17
	19	西墙外表面30cm	0.17
	20	北墙外表面30cm（控制室）	0.17
	21	北墙外表面30cm（设备间）	0.17
	22	顶棚上方距地面30cm	0.18
	23	顶棚上方距地面100cm	0.17
	24	地面下方距地面170cm	0.16
第一术者位	头	距地面 155 cm	33
	胸	距地面 125 cm	35
	腹	距地面 105 cm	43
	下肢	距地面 80 cm	92
	足	距地面 20 cm	135
	第	头 距地面 155 cm	93
第二术者位	胸	距地面 125 cm	152
	腹	距地面 105 cm	173
	下肢	距地面 80 cm	176
	足	距地面 20 cm	238
本底值	$(<0.16) \sim 0.24$		

注：监测结果未扣除宇宙射线。

从表 11-4 检测结果可知，阆中市人民医院七里院区医技楼一楼 Allura Xper FD20 型 DSA 机在开机监测条件下，DSA 机房周围辐射剂量率在  $(0.16\sim0.19) \mu\text{Sv}/\text{h}$  范围内，能够满足《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  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。根据类比可行性分析可推断，本项目 DSA 机正常工作时，DSA 机房周围环境辐射水平也能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求。

### 11.2.2.2 人员年附加有效剂量估算

本项目 DSA 年手术量约 600 例，具体手术类型、工作量、曝光时间见表 11-5 所示。

**表 11-5 DSA 手术类型、工作量、曝光时间预计**

手术类型	手术量（例/年）	每台手术透视累计曝光时间 (min)	每台手术摄影累计曝光 时间 (min)
冠脉造影/放置支架	500	15	2
先心病介入治疗	30	10	1
起搏器植入、射频消融	30	10	0.5
外周血管介入治疗	20	20	2
脑血管介入治疗	20	10	2

本项目 DSA 透视和摄影工作状态的累积出束时间，见表 11-6 所示。

**表 11-6 DSA 年出束时间**

工作状态	平均出束时间/例	手术量（例/年）	年累计出束时间
透视	14.5min	600	145h
摄影	1.875min	600	18.75h

居留因子参考《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）附录 A，详见表 11-7。

**表 11-7 不同场所的居留因子**

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗操作室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2:与屏蔽室相邻的患者检查室
			1/5:走廊、工作人员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8:各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的（共用屏蔽墙）放射诊疗机房

			1/20:公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40:仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯
--	--	--	---

### (1) 医护人员的辐射影响

本项目依照 GBZ128-2019 评价术者的受照剂量评价模式，考虑裸漏部位和屏蔽部位受照的综合剂量。

本项目配备 4 名辐射工作人员，包括 2 名医师、1 名技师和 1 名护士，每名人员工作量保守按照 600 例/年工作负荷进行估算。辐射工作人员受照射线照射时间如表 11-8 所示。

**表 11-8 DSA 工作人员年受照时间预测**

人员	人数	工作模式	年出束时间(h/a)	居留因子	备注
医师	2	同室透视	145	1	
		同室采集	18.75	1/16	偶尔停留
护士	1	同室透视	145	1/16	偶尔停留
		采集时操作室停留	18.75	1	
技师	1	隔室透视	145	1	
		隔室采集	18.75	1	

#### ①同室操作的术者位剂量率

依相关标准要求，工作人员在同室操作时，应合理穿戴个人防护用品、使用相关防护设施，并在满足诊疗要求的前提下尽量缩短曝光时间，对术者位剂量率的取值如下：

##### a) 透视模式

《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS 76-2020) 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  $400\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

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  $400\mu\text{Gy}/\text{h}$ ，居留因子为 1 (全部居留)。

##### b) 采集模式

只有在临床不可接受的情况下，医护人员在摄影时才在机房内停留。做心脏介入手术时，医生偶尔会在摄影图像采集时在机房内停留，开展其它手术时医生在摄影图像采集时均会离开机房，故居留因子保守取 1/16。

采集模式时，采用脉冲模式，剂量率与帧数成正比。参考帧数较高的心脏模式条件：

15 帧/s、10ms/帧，采集时电流与透视时电流之比取 50，假设采集与透视时 kV 相同，则采

集产生的剂量率与透视产生的剂量率之比为 7.5 (( $50 \times 15$  帧 $\times 10\text{ms}/\text{帧}$ ) / $1\text{s}$ )，故本评价采用标准要求的透视时术者位剂量率上限值保守考虑，即处于同室状态的工作人员在采集时（摄影模式）术者位剂量率为  $3000\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

### c) 防护用品透射因子 B

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）为  $0.5\text{mmPb}$ ，按 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》附录 C 中的方法，计算在  $90\text{kV}$  进行透视和摄影时，衰减系数为 0.025。

### ②年附加剂量计算公式

#### a) 同室操作

根据 GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》中第 6.2.4 条，外照射致有效剂量计算公式为：

$$E_{\text{同室}} = \alpha \cdot H_u + \beta \cdot H_0$$

式中： $E_{\text{同室}}$ ——同室操作外照射致年有效剂量，单位为  $\text{mSv}$ ；

$\alpha$ ——系数，有甲状腺屏蔽时取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

$H_u$ ——铅围裙内佩戴个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为  $\text{mSv}$ 。

$\beta$ ——系数，有甲状腺屏蔽，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

$H_0$ ——铅围裙外锁骨对应衣领位置佩戴个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为  $\text{mSv}$ 。

根据 GBZ130-2020，工作人员采取铅衣 ( $0.5\text{mm}$  铅当量) 屏蔽措施，在  $90\text{kV}$  进行透视和摄影时，衰减系数为 0.025， $H_0$  和  $H_u$  本次均采用剂量率乘以年受照时长计算，其中  $H_0$  对应剂量率为术者位剂量率上限值， $H_u$  对应剂量率为经过个人防护用品屏蔽后的 ( $0.5\text{mmPb}$  铅衣、铅颈套等) 术者位剂量率估算值，即计算  $H_0$  时，透视模式和采集模式对应剂量率为  $400\mu\text{Sv}/\text{h}$  和  $3000\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，计算  $H_u$  时，透视模式和采集模式对应剂量率为  $10\mu\text{Sv}/\text{h}$  和  $75\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

$$E_{\text{透视}} = (0.79 \times 10 + 0.051 \times 400) \times t_{\text{透视}} = 28.3 \times t_{\text{透视}}$$

$$E_{\text{采集}} = (0.79 \times 75 + 0.051 \times 3000) \times t_{\text{采集}} = 212.25 \times t_{\text{采集}}$$

#### b) 隔室操作

操作技师在操作室内隔室操作，取观察窗外  $30\text{cm}$  处剂量率。

### ③职业人员年附加剂量估算结果

附加年有效剂量计算公式： $E = D \times t \times T \times K$

式中：E--年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；D-关注点附加剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；t-DSA 年出束时间， $\text{h/a}$ ；k-有效剂量与吸收剂量换算系数， $\text{Sv/Gy}$ ，本项目取 1.0；T-居留因子。参考《辐射防护手册第三分册 辐射安全》(李德平编)P80，居留因子 T 按三种情况取值：(1)全居留因子 T=1，(2)部分居留 T=1/4，(3)偶然居留 T=1/16。

职业人员附加年有效剂量估算结果见表 11-9。根据估算，介入工作人员的年受照剂量低于本项目设定的 5mSv 的年有效剂量约束值。

**表 11-9 DSA 所致工作人员年附加有效剂量估算结果**

估算对象		最大附加剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	年受照时间 ( $\text{h/a}$ )	居留因子	年附加有效剂量(mSv)
术者 (医师)	透视(同室操作)	10(铅衣内)/400(铅衣外)	145	1	4.353
	摄影(同室操作)	75(铅衣内)/3000(铅衣外)	18.75	1/16	
	摄影(隔室操作)	6.11E-02	18.75	15/16	
辅助人员 (护士)	透视(同室操作)	10(铅衣内)/400(铅衣外)	145	1/16	0.258
	透视(隔室操作)	7.08E-04	145	15/16	
	摄影(隔室操作)	6.11E-02	18.75	1	
设备操作 (技师)	透视(隔室操作)	7.08E-04	145	1	0.002
	摄影(隔室操作)	6.11E-02	31.2	1	

上述剂量估算保守依照 DSA 设备“在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为  $400\mu\text{Gy/h}$  的限值”进行的，实际上，DSA 出束时操作位的剂量率水平多数低于  $300\mu\text{Gy/h}$ ，故介入治疗医师年开展 600 例手术的年受照剂量预计在 3mSv 左右。护士在机房内偶尔会暴露在射线环境中，预计年受照剂量低于 0.258mSv，介入场所的技师仅在操作室内操作设备，年剂量贡献很小，满足本项目设定的 5mSv 的年有效剂量约束要求。

## (2) 公众的年受照剂量

本项目的 DSA 机房位于限制无关人员进入的机房区域，主要是机房楼上及四周的公众会受到一定剂量的辐射照射。

表 11-10 给出了不同位置公众可能受到的最大受照剂量，可见，DSA 机房周围停留公众的最大受照剂量为  $4.91\text{E-}07\mu\text{Sv/a}$ ，楼上(值班室、就餐休息区)公众受照剂量仅为  $2.32\text{E-}05\mu\text{Sv/a}$ ，均满足本项目设定的 0.1mSv (100 $\mu\text{Sv}$ ) 年剂量约束值。

**表 11-10 公众年附加受照剂量估计**

周围环境	最大附加剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	年工作时间 ( $\text{h/a}$ )	居留因子	年附加剂量 ( $\mu\text{Sv}$ )
------	------------------------------	---------------------------	------	-----------------------------

机房南侧（院内道路）	透视	8.91E-07	145	1/16	2.85E-07
	摄影	2.36E-04	18.75	1/16	
机房西侧（院内道路）	透视	1.53E-06	145	1/16	4.91E-07
	摄影	4.07E-04	18.75	1/16	
楼上（设备层）	透视	5.94E-06	145	1	2.32E-05
	摄影	1.19E-03	18.75	1	

## 11.3 其他环境影响分析

### （1）废气环境影响分析

本项目 DSA 机房采用空调新风系统进行通风换气，可保持良好通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。”的标准要求。项目运行后，工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流，对人员和周围环境影响较小。

### （2）废水环境影响

本项目不使用废显影液和定影液，因此本项目无洗片废水、废定（显）影液产生。本项目生活污水依托现有污水处理设施。

### （3）固体废物影响分析

本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，打印出来的胶片由病人带走。本项目不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片。本项目每年约产生医疗废物 300kg/a，采用专门的收集容积集中回收后，转移至医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，由有回收医疗废弃物资质的单位定期统一回收处理；工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

## 11.4 事故影响分析

### 11.4.1 可能发生的辐射事故

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- （1）曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。
- （2）曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。
- （3）曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。
- （4）因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。

- (5) 同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。
- (6) 因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- (7) 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。
- (8) 紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。

#### **11.4.2 辐射事故应急处理领导小组**

为规范强化应对突发辐射事故的应急处置能力，提高医院职工对辐射事故应急防范的意识，将辐事故造成的损失和污染后果降低到最小程度，最大限度地保障放射工作人员与公众的安全，维护正常和谐的放射诊疗秩序，做到对辐射事故早发现、速报告、快处理，建立快速反应机制。依据相关法律法规，结合实际情况，制定《辐射事故应急处置预案》。

医院辐射事故应急工作按照《辐射事故应急处置预案》进行，并设置兼职工作人员负责医院放射事件应急处理。

#### **11.4.3 辐射事故分级**

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

(一) 特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡；

(二) 重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

(三) 较大辐射事故，是指 IV 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

(四) 一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

#### **11.4.4 事故情况下受照剂量分析**

结合事故风险识别内容，假设事故状态下受照射人员处于主束照射方向且无其他防护措施的情况。事故发生后，DSA 机房内人员按下紧急停机开关，迅速撤离 DSA 机房，或操

作室工作人员按下紧急停机开关。项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。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，进行辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查介入DSA机房的防护性能，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DSA机房。

#### 11.4.5 辐射事故预防措施

为避免辐射事故发生及辐射事故发生时能采取有效防范措施降低辐射事故的危害，该单位需做好以下预防措施：

(1) 定期对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，确认各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

(2) 针对单位使用射线装置制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作室醒目位置）。工作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行；定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。

(4) 加强辐射工作人员的管理，DSA开机前必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

(6) DSA机房门外应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

(7) 辐射应急管理机构应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

#### 11.4.6 事故应急措施

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 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) 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。

(4) 事故处理后应累计资料，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、所有涉及的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。

(5) 对可能发生的放射事故，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境行政主管部门和卫生行政部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地生态环境行政主管部门。

## 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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中规定：使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已成立了由分管院长为组长的放射诊疗安全与防护管理领导小组，指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了管理小组的工作职责，满足环保相关管理要求。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

医院已根据现有核技术利用项目和本项目具体情况制定了相关的辐射安全管理制度，主要有《辐射防护和安全保卫制度》、《安全操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《放射性同位素和射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《个人剂量监测和职业健康管理制度》、《辐射环境监测方案》和《放射性三废管理制度》。现对医院已制定的辐射安全管理制度的重点总结如下：

**辐射防护和安全保卫制度：**已根据医院核技术利用项目具体情况制定了辐射防护和安全保卫制度，重点有：①定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全装置、个人剂量报警仪、环境辐射剂量监测仪保持良好工作状态；②辐射工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护，并建立个人剂量档案；③做好辐射工作场所的安全保卫工作，并定期检查。

**操作规程：**已根据医院核技术利用项目的具体情况制定了相应的操作规程，明确了辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中应采取的具体防护措施及步骤。加强辐射工作人员的管理，严禁无证人员操作射线装置。

**岗位职责：**明确了辐射工作人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**设备检修维护制度：**制定了设备检修维护制度，明确辐射安全与防护设施以及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全与防护设施以及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

**人员培训计划：**制定了人员培训计划，明确了培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**个人剂量监测和职业健康管理****制度：**制定了个人剂量监测方案，明确了辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，明确了个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标；明确了辐射工作人员进行职业健康体检的周期，并建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

**辐射环境监测方案：**制定了辐射环境监测方案，并根据辐射监测需要，购置了辐射巡测仪等监测设备，明确了日常工作的监测项目和监测频次，监测结果应妥善保存并记录档案，同时应定期上报生态环境主管部门。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，医院明确了对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

**事故应急预案：**针对可能产生的辐射事故，制定了事故应急预案，该制度明确了事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附有各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景；演练参与人员等。

医院制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。医院能够按照辐射安全管理制度对医院的辐射活动进行管理，满足环保相关要求。在之后的实际工作中，医院还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 监测设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应配备与

辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

建设单位已配备 1 台 R-EGD 型环境辐射巡测仪，用于辐射工作场所及周围人员活动区域的定期自行检测；拟为本项目 DSA 机工作场所配备 2 台个人剂量报警仪，用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警。本项目辐射工作人员均拟按要求配备个人剂量计，用于辐射工作过程中累积剂量的监测。

以上监测仪器按要求配备后，能够满足本项目的仪器配备要求。

### 12.3.2 监测方案

按照《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》等相关标准和规范的要求，医院已制定了相应的辐射监测计划，具体包括：

①项目竣工后 3 个月内委托有资质的单位对项目周围环境辐射水平进行验收监测；

②委托有资质的单位定期对项目周围环境辐射水平进行监测，周期为 1~2 次/年，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告；

③医院定期（1~2 次/季度）自行对全院辐射工作场所周围环境辐射水平进行监测，并作好监测记录；

④所有辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案；

⑤所有辐射工作人员上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案。

根据医院提供资料，医院现有核技术利用项目均已落实以上监测方案，现有辐射工作人员均已配备个人剂量计，定期送有资质部门进行个人剂量监测，部分辐射工作人员个人剂量计曾经被留置于放射工作场所内或佩戴不规范，导致个人剂量监测结果无效，医院已填写登记表并上报至卫生部系统，同时已经采取措施加强个人剂量监测管理，并在后续管理中加大力度。医院已定期组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案，根据最近一次职业健康体检报告，医院现有辐射工作人员均可继续原放射工作。医院已于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安

全申报系统提交了上一年度的评估报告。

本项目运行后，也应按照该监测方案进行监测并进一步加强管理，本项目辐射环境监测计划见表 12-1。

表 12-1 辐射工作场所监测计划

监测因子	监测项目	监测频次	监测点位	监测条件	控制要求
X 射线周围剂量当量率	竣工环保验收监测	项目竣工后 3 个月内	①机房内第一术者位、第二术者位； ②机房四周墙体、顶外 30cm、底板下方距楼下地面 170cm； ③各防护门外 30cm，测门表面和门缝四周； ④观察窗外 30cm，测窗表面和接缝处四周； ⑤控制室内人员操作位、管线洞口； ⑥项目周围人员经常活动的位置。	自动（标准水模 +1.5mm 铜板）	机房外剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。
	年度监测	1~2 次/年			
	自主监测	1~2 次/季度			

本项目应在建成后及时进行竣工验收，根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，在三个月内（最长不超过六个月）对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。验收合格后，方可投入生产或使用。本工程竣工环境保护验收的内容见表 12-2。

表 12-2 本项目竣工环境保护验收一览表

序号	项目	设施（措施）	验收要求
1	辐射屏蔽措施	工作场所辐射安全与环境防护	①项目 DSA 机房实体辐射防护满足表 10-4 要求。 ②DSA 机房与控制台之间设有观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。 ③DSA 机房安装机械通风系统，保持良好通风。 ④DSA 机房受检者门上方张贴醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，受检者候诊区设置放射防护注意事项告知栏。 ⑤DSA 机房设置的平开门安装自动闭门装置；设置的电动式推拉门应安装防夹装置。工作状态指示灯设计与受检者防护门有效关联。 ⑥DSA 机房配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等工作人员个人防护用品各 3 件，铅防护眼镜 3 副，介入防护手套 2 双。其中，介入防护手套铅当量 0.025mm，其他个人防护用品铅当量 0.5mm。

			⑦DSA 机房应配备铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套等受检者(成人及儿童)个人防护用品各 1 件，铅当量 0.5mm。 ⑧DSA 机房应配备铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护吊帘/床侧防护屏等辅助防护设施，铅当量 0.5mm。
2	人员管理	辐射安全与防护培训考核	操作人员接受安全防护教育和培训。定期参加相关辐射防护知识培训学习，取得合格后方可上岗
		个人剂量检测	应按要求进行个人剂量监测并建立档案
		职业健康检查	辐射工作人员按要求进行职业健康体检并建立档案
3	管理制度	辐射防护管理制度	根据污染防治措施要求，修改完善医院相关规章制度，满足《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》以及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等中的相应防护标准的要求
4	防护用品、监测仪器	个人剂量计	介入医生和护士每人两枚（铅衣内和铅衣外各 1 枚），操作技师每人 1 枚
		防护用品和辅助防护设施	应参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）为放射工作人员和受检者配备铅防护用品
5	分区管理	工作场所划分为监督区和控制区	严格按照控制区和监督区相关要求进行管理，严格医生和病人的分流
6	监测实施	个人剂量监测	工作人员受到的年附加有效受照剂量应低于管理限值 5mSv 的要求；公众人员受到的附加年有效剂量应低于管理限值 0.1mSv 的要求
		工作场所监测	机房外周围剂量当量率应不大于《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的要求

## 12.4 辐射事故应急

根据《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》等要求，建设单位制定了辐射事故应急预案，成立了辐射事故应急领导小组，并明确了小组成员及相关职责；明确了应急报告程序和详细的联络报告电话；针对项目具体情况，制定了应急处置程序和措施；明确了应急物资、设备的型号（名称）、存放地点；明确了预案内部培训的频次、修订间隔、应急演练的频次要求等。

医院制定的应急预案有效可行，能够满足现有核技术利用项目和本项目开展时的应急事故处理要求。在日后的运行管理过程中，医院应根据实际辐射工作情况和管理要求，及时对辐射事故应急预案进行更新完善。医院已按照要求每年开展应急演练，本项目运行后，医院还应继续根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练

前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景，演练参与人员等。此外，该院应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据原国家环保总局《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》以及《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》、《福建省生态环境厅关于印发福建省辐射事故应急预案的函》的要求，发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的先期处置措施，尽量把影响控制在最小范围，最大限度减少对人员安全和周围环境的影响，并立即拨打当地公安、生态环境、卫健部门应急专用电话进行报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

**表 13 结论与建议**

**13.1 结论**

**13.1.1 辐射安全与防护分析结论**

**(1) 辐射防护措施评价**

本项目 DSA 机房拟采取实体屏蔽方式，东墙、南墙、西墙、北墙采用 240mm 实心砖 +4mmPb 硫酸钡防护涂料，顶板采用 120mm 混凝土+4mmPb 硫酸钡防护涂料，患者防护门、医护防护门、污物通道防护门和设备间防护门均为 4mmPb，观察窗为 4mm 铅当量铅玻璃。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和理论估算可知，本项目 DSA 机房的辐射防护设计能够满足辐射防护要求。

**(2) 辐射安全措施评价**

为确保辐射安全，保障各项目安全运行，本项目 DSA 机工作场所拟设计以下辐射安全措施：工作状态指示灯、防夹和闭门装置、电离辐射警告标志、观察窗与对讲装置、个人防护用品。

本项目设计的辐射安全措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准的辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。

**(3) 辐射安全管理评价**

医院已成立由分管院长为组长的放射诊疗安全与防护管理领导小组，指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了管理职责；医院已制定辐射安全管理制度及辐射事故应急预案，在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善；本项目拟配备 4 名辐射工作人员，均已按要求参加医用 X 射线诊断与介入放射学辐射安全与防护考核；本项目辐射工作人员均已按要求进行职业健康体检，医院已建立辐射工作人员档案。

建设单位在切实做好以上措施后，能够符合相关辐射防护及辐射安全管理措施的要求。

**(4) 辐射防护监测仪器**

建设单位已配备 1 台环境辐射巡测仪，拟为本项目 DSA 工作场所配备 2 台个人剂量报警仪，本项目辐射工作人员均拟按要求配备个人剂量计，落实后，能够满足本项目的仪器配备要求。

### 13.1.2 环境影响分析结论

#### （1）辐射环境影响预测

根据理论估算，本项目DSA机在透视模式下，DSA机房外辐射剂量率最大为 $7.08E-04\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，在摄影模式下，DSA机房外辐射剂量率最大为 $6.11E-02\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，能够满足本项目辐射剂量率管理限值要求，即机房屏蔽体外表面30cm处及周围人员可居留处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。项目运行后辐射工作人员及项目周围公众的年有效剂量最大分别为 $4.353\text{mSv}$ 、 $2.32E-05\text{mSv}$ ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求，项目投入运行后对周围环境辐射影响较小。

#### （2）非放射性污染源处理措施评价

##### ①废气

本项目DSA机房内拟设计动力排风系统。本项目运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排出机房，弥散在大气环境中，对环境影响较小。

##### ②固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，院内医疗废物将委托有资质单位进行清运处理，生活垃圾由当地环卫部门统一清运，对环境影响较小。

##### ③废水

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水，院内生活污水将经院区污水管道进入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网，对环境影响较小。

### 13.1.3 可行性分析结论

#### （1）项目概况介绍

本项目建设单位拟将台江区达道路190号院区急诊楼1层东侧现有儿科门诊相关用房改造为DSA机房及其配套辅助用房，并将原安装于内科楼6层心血管内科的1台DSA机设备搬迁至改造后的DSA机房内，用于开展放射诊断和介入治疗。本项目DSA机最大管电压为 $150\text{kV}$ 、最大管电流为 $1000\text{mA}$ ，属于II类射线装置。

#### （2）产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年12月1日经国家发展改革委第6次委务会通过，2023年12月27日国家发展改革委令第7号公布，自2024年2月1日起施行），本项目属于“第一类 鼓励类”中的“十三、医药”中的“4、……高性能医学影像设备……”以及“三十七、卫生健康”中的“1、……医疗卫生服务设施建设……”的项目，因此本项目DSA机建设符合国家产业政策。

### （3）代价利益分析

本项目的运行，可为患者提供放射诊疗服务，方便群众就医，具有良好的社会效益和经济效益。本项目总投资80万元，其中环保投资20万元，占总投资的25%，与同类项目环保投资指标相比，本项目环保投资比例合理、适当，可保证环保措施的落实。根据上文分析，本项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

### （4）选址、布局合理性评价

建设单位位于福建省福州市台江区达道路190号，本项目DSA机房拟建址位于医院急诊楼一层东侧。本项目DSA工作场所位置相对独立，DSA设有单独固定的机房，与周围非辐射工作场所隔开。根据理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小，因此，项目选址基本合理。本项目DSA工作场所设有单独的机房，控制室位于机房外，工作场所满足拟用辐射设备的布局要求，布局合理。

综上所述，建设单位1台DSA机项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和安全管理制度后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

## 13.2 建议与承诺

（1）项目在建造和运行过程中必须严格落实项目设计及本报告表中提出的安全防护措施和相关管理要求。

（2）所有设备资料、台帐和监测资料等均应妥善保管，存档备案。

(3) 项目运行过程中，应严格遵循操作规程，加强对医务人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降到最低。

(4) 环境影响评价文件审批完成后，应根据有关规定及时重新申领辐射安全许可证。

(5) 建设项目竣工后，医院应按照国务院生态环境行政主管部门规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的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。

验收期限是指自建设项目环境保护设施竣工之日起至建设单位向社会公开发表验收报告之日止的时间。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人:

公 章

年 月 日

审批意见:

经办人:

公 章

年 月 日