

编号：BG-ZFFB24220194

核技术利用建设项目

台州市中心医院（台州学院附属医院）
医技楼一层DSA改扩建项目环境影响报告表

台州市中心医院（台州学院附属医院）

2025年1月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

台州市中心医院（台州学院附属医院） 医技楼一层DSA改扩建项目环境影响报告表

建设单位名称：台州市中心医院（台州学院附属医院）

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：台州市椒江区东海大道 999 号

邮政编码：318000

联系人：***

电子邮箱：*****

联系电话：182*****

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	17
表 3 非密封放射性物质	17
表 4 射线装置	17
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	18
表 6 评价依据	20
表 7 保护目标与评价标准	23
表 8 环境质量和辐射现状	28
表 9 项目工程分析与源项	32
表 10 辐射安全与防护	41
表 11 环境影响分析	49
表 12 辐射安全管理	64
表 13 结论与建议	70
表 14 审批	73

附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 医院周边环境关系示意图
- 附图 3 医院总平面布置图
- 附图 4 机房平面布局及两区划分图
- 附图 5 DSA 机房人员物流路径图
- 附图 6 DSA 机房上方示意图
- 附图 7 台州市区生态环境管控单元图
- 附图 8 台州市区生态保护红线分布

附件

- 附件 1 环评委托书
- 附件 2 事业单位法人证书
- 附件 3 辐射安全许可证
- 附件 4 现有核技术利用项目环评及竣工验收批复
- 附件 5 环境本底检测报告
- 附件 6 医院辐射安全防护小组成立文件
- 附件 7 现有辐射工作人员个人剂量监测报告
- 附件 8 本项目辐射工作人员情况一览表
- 附件 9 辐射安全与防护管理制度
- 附件 10 辐射事故应急预案
- 附件 11 医院《辐射安全和防护状况年度评估报告》封面
- 附件 12 现有 2 台 DSA 机房辐射工作场所检测报告
- 附件 13 专家意见及修改说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		台州市中心医院（台州学院附属医院）医技楼一层 DSA 改扩建项目				
建设单位		台州市中心医院（台州学院附属医院）				
法人代表	***	联系人	***	联系电话	182*****	
注册地址		台州市椒江区东海大道 999 号				
项目建设地点		台州市椒江区东海大道 999 号住院楼医技楼一层				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	1500	项目环保投资（万元）	200	投资比例（环保投资/总投资）	13.33%	
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积(m ²)	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类			
	其他	/				

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位概况

台州市中心医院（台州学院附属医院）（以下简称“医院”）于 2000 年 6 月开诊，是一家集医疗、教学、科研、预防、保健与康复为一体的三级甲等综合性医院。医院目前设有 37 个临床专科、10 个医技科室、28 个病区。心肺疾病诊治中心为省级临床重点专科，医院同时拥有市级临床重点专科 5 个（重症医学科、普外科、肿瘤外科学、骨科、脑科中心），市级中医（中西医结合）重点学科 1 个（中西医结合老年医学）。目前医院共有员工 2054 人，高级职称 287 人，硕博士 378 人。医院配置 256 排 CT、3.0T 及 1.5T 超导磁共振、直线加速器、后装机治疗系统、大孔径定位 CT、

64 排能谱 CT、40 排螺旋 CT、数字减影血管造影机（DSA）、数字 X 线摄影系统（DR）、数字胃肠机、数字乳腺钼靶机、骨密度检测仪、影像存储与数字化管理系统（RIS/PACS）等各类国内外一流医学设备仪器。

1.1.2 建设目的和任务由来

2023 年 4 月，医院委托编制了《台州市中心医院（台州学院附属医院）核医学科搬迁扩建项目环境影响报告表》，并于 2023 年 5 月 8 日取得浙江省生态环境厅批复（浙环辐〔2023〕8 号），批复中同意医院将医技楼一层核医学科搬迁至门诊楼负一层北侧，目前医技楼一层核医学科已停运并搬迁，门诊楼负一层北侧核医学科于 2024 年 10 月 17 日完成自主验收。

2024 年 9 月，医院委托编制了《台州市中心医院（台州学院附属医院）核医学工作场所退役项目》，于 2024 年 11 月 7 日取得台州市生态环境局批复（台环辐〔2024〕18 号），并于 2024 年 11 月 22 日完成自主竣工环境保护验收，详见附件 4。

医院目前共有 3 台 DSA，其中一台位于住院楼 B 楼 2 层 DSA 机房，另外两台位于医技楼一层南侧 2 间 DSA 机房（本报告中命名为 DSA1 机房和 DSA2 机房），近年来患者日益增长，3 台 DSA 已无法满足医疗需求，为提高医疗服务能力，进一步满足患者的就诊需求，医院拟在医技楼一层建设介入导管中心，拟在医技楼一层核医学工作场所退役后部分场地内建设 1 间 DSA 机房（报告中命名为 DSA3 机房）及其配套用房，机房内新增 1 台 DSA。并且医院拟对现有医技楼一层南侧 2 间 DSA 机房及其配套用房进行布局调整，其中 DSA1 机房操作间由东侧调整至北侧（与 DSA3 机房共用操作间），DSA2 机房操作间由西侧调整至北侧，相应对 DSA1 机房和 DSA2 机房墙体和防护门进行改造，机房内 DSA 射线装置不做调整。DSA1 机房和 DSA2 机房设备间、医疗活动区、办公室、无菌物品间、男女更衣室、病人等待区及家属谈话区等配套用房布局或功能进行调整，改造为 DSA2 设备间、通道、男女换鞋更衣室、术前术后区、患者等候区等配套功能用房；改造后 DSA1 机房和 DSA2 机房的墙体位置以及 DSA 射线装置 C 形臂主机的位置均无变化，医技楼一层改造前后平面布局图见图 1-1 和图 1-2。

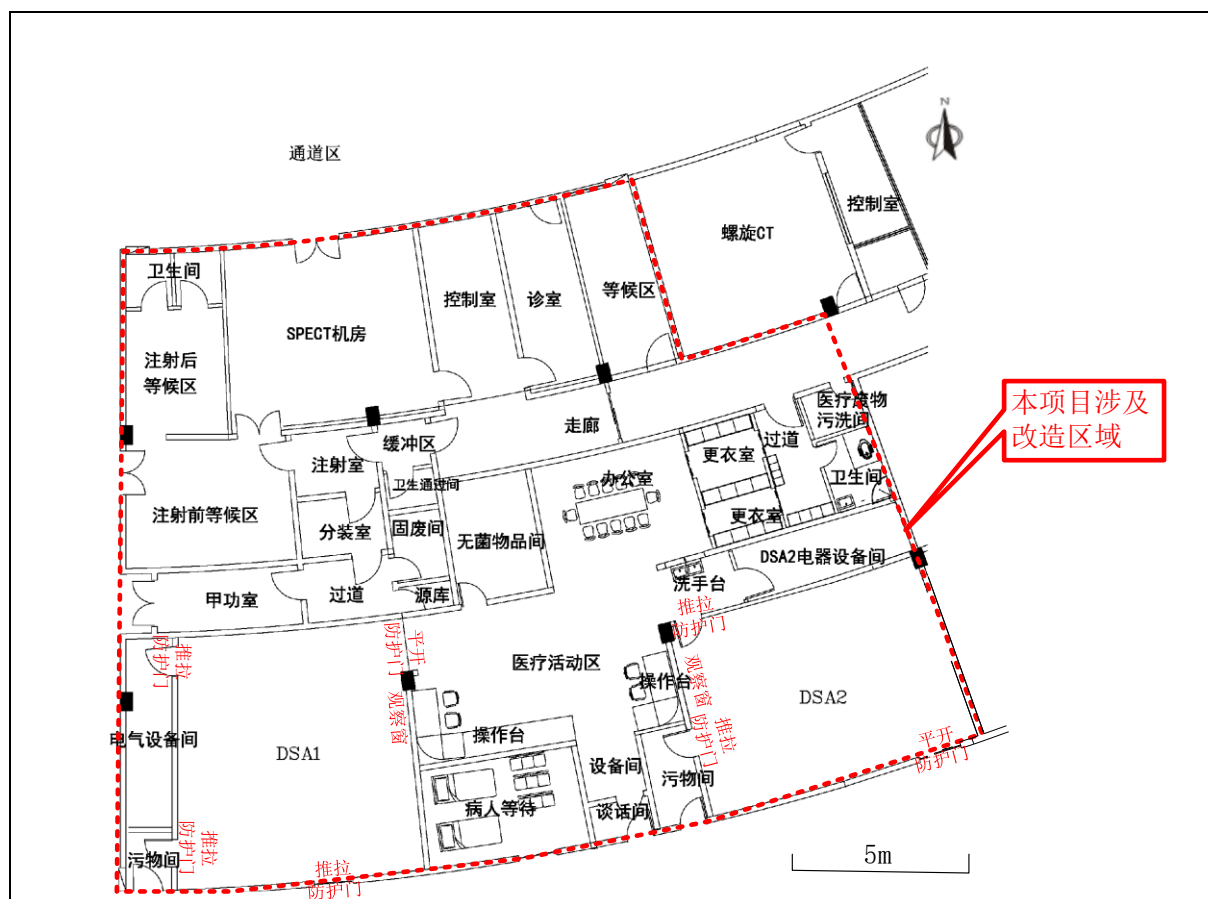


图 1-1 DSA 机房改造前平面图



图 1-2 DSA 机房改造后平面示意图

本项目 DSA1 机房和 DSA2 机房改造前后屏蔽防护见下表。

表1-1 本项目DSA机房改造前后屏蔽防护表

机房名称		改造前屏蔽材料及厚度	改造后屏蔽材料及厚度	备注
D S A 1	东侧	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变
		6mmPb 铅玻璃观察窗		原观察窗拆除，窗洞及缝隙采用实心砖和硫酸钡封堵，封堵后屏蔽与原有墙体屏蔽一致
		内衬6mmPb 铅门	内衬 6mmPb 铅门	原防护门不变
	南侧	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变
		内衬6mmPb 铅门	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	原防护门拆除，门洞及缝隙采用实心砖和硫酸钡封堵，封堵后屏蔽与原有墙体屏蔽一致
	西侧	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变
		内衬 6mmPb 铅门	内衬 6mmPb 铅门	原防护门不变
	北侧	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变
			内衬 6mmPb 铅门	墙体新开门洞，安装防护门
			6mmPb 铅玻璃观察窗	墙体新开窗洞，安装观察窗
	顶棚	150mm 混凝土+3 cm 硫酸钡涂料	150mm 混凝土+3 cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变
D S A 2	东侧	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变
	南侧	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变
		内衬6mmPb 铅门	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	原防护门拆除，门洞及缝隙采用实心砖和硫酸钡封堵，封堵后屏蔽与原有墙体屏蔽一致
	西侧	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变
			内衬6mmPb 铅门	墙体新开门洞，安装防护门
		内衬6mmPb 铅门	内衬6mmPb 铅门	原防护门不变
		6mmPb 铅玻璃观察窗	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	原观察窗拆除，窗洞及缝隙采用实心砖和

				硫酸钡封堵，封堵后屏蔽与原有墙体屏蔽一致
	北侧	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	内衬6mmPb铅门	墙体新开门洞，安装防护门
			6mmPb铅玻璃观察窗	墙体新开窗洞，安装观察窗
		内衬6mmPb铅门	37cm 实心砖+5cm 硫酸钡涂料	原防护门拆除，门洞及缝隙采用实心砖和硫酸钡封堵，封堵后屏蔽与原有墙体屏蔽一致
	顶棚	150mm 混凝土+3cm 硫酸钡涂料	150mm 混凝土+3cm 硫酸钡涂料	墙体厚度不变

由上表可知，改造前后 DSA1 机房和 DSA2 机房屏蔽厚度保持一致，不降低机房原有屏蔽防护效果，且根据上一年度辐射工作场所检测报告（GABG-CF23235628，见附件 12）可知，DSA1 机房和 DSA2 机房内 DSA 设备开机后周围剂量当量率在 $0.16\mu\text{Sv/h}\sim 0.24\mu\text{Sv/h}$ 之间（与本底水平相当），说明机房屏蔽防护效果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。由图 1-1 和图 1-2 可知，医技楼一层布局调整前后，DSA1 机房和 DSA2 机房周边用房功能主要还是为 DSA 机房配套用房，周边保护目标无变化。因此改建后 DSA1 和 DSA2 机房屏蔽防护仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和辐射管理要求，本次主要对本次扩建的 DSA3 进行环境影响评价。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，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）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价类别为编制环境影响报告表。

为此，台州市中心医院（台州学院附属医院）委托中辐环境科技有限公司开展“台州市中心医院（台州学院附属医院）医技楼一层 DSA 改扩建项目”（简称“本项目”）的环境影响评价工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，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》（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟在医技楼一楼建设介入导管中心，拟将医技楼一层核医学工作场所退役后部分场地建设为 1 间 DSA 机房（DSA3 机房）及其配套用房，机房内新增 1 台 DSA，型号为 Artis zee III ceiling，主束方向主要由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。

本项目射线装置主要技术参数详见下表。

表1-2 本项目射线装置主要技术参数

名称	型号	数量	拟安装位置	类别	最大管电压、最大管电流	备注
DSA	Artis zee III ceiling	1 台	医技楼一层 DSA3 机房	II 类	125kV、1000mA	单管头，新购

本项目 DSA3 机房屏蔽设计参数详见下表。

表 1-3 本项目 DSA3 机房拟采取屏蔽防护措施表

机房类型 (数量)	防护设施	屏蔽材料及厚度 (铅当量: mmPb)
DSA3 机房 (1 间)	东侧墙体	12cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料+2mmPb 铅板 (6.0mmPb)
	南侧墙体	24cm 实心砖+4cm 硫酸钡涂料 (6.0mmPb)
	西侧、北侧墙体	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料 (5.0mmPb)
	顶棚	12cm 混凝土+2mmPb 铅板 (3.4mmPb)
	防护门 (3 樘)	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)
	观察窗 (1 扇)	4mmPb 铅玻璃 (4.0mmPb)

注：①实心砖要求质地密实、密度不小于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，参考《放射防护实用手册》表 6.14，保守计算 120mm 实心砖等效 1mmPb 进行铅当量折算。

②混凝土密度取 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 核算等效屏蔽厚度，折算铅当量参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中附录 C 中式（C.1）、式（C.2）及表 C.2，得 120mm 混凝土折算为 1.4mmPb（按主束方向计算）。

③硫酸钡涂料密度不低于 $2.79\text{g}/\text{cm}^3$ ，10mm 硫酸钡涂料等效为 1mmPb。

本项目 DSA3 机房屏蔽设计示意详见下图。

行培训并通过培训，1 人参加了浙江省卫生监督协会组织的“全省医疗卫生机构放射工作人员放射防护网络培训”并通过培训，1 人参加了国家核技术利用辐射防护与安全培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）考核，考核合格并在有效期内。

（2）工作负荷

病人在 DSA3 机房涉及放射诊疗主要有两种情形：血管造影检查或者介入手术治疗。DSA 曝光包括透视和减影两种模式，血管造影检查仅使用 DSA 减影曝光模式，介入手术治疗使用 DSA 透视和减影两种模式。

根据医院提供资料，本项目 DSA3 用于血管造影检查约 2000 人次/年，用于介入手术治疗约 1000 台/年，手术类型有心脏血管、神经介入、外周及综合介入等类型，涉及科室主要有放射科、心内科、介入中心、神经内科、肝胆脾胰血管外科。

因患者各自情况不同，对应 DSA 的减影时间和透视时间也不大相同。本项目按照常规出束时间考虑，血管造影检查时 DSA 减影曝光时间取 0.5min；介入手术治疗时 DSA 减影曝光时间取 0.5min、透视时间曝光取 20min。则本项目 DSA 减影过程年总曝光时间为 25h，透视过程年总曝光时间为 333.34h。

根据医院提供资料，每次血管造影检查或介入手术治疗时均配备 1-2 名医生，1 名护士和 1 名技师。辐射工作人员轮岗安排，其中医生根据检查/手术类型进行调配。辐射工作人员每天工作不超过 8 小时，每年工作不超过 250 天。本项目 DSA 最大工作负荷统计见下表。

表 1-4 本项目拟建 DSA3 最大工作负荷（血管造影检查）

科室	年检查人次/次	人员类型及数量		单个医生年最大受照时间(h)	单个护士年最大受照时间(h)	单个技师年最大受照时间(h)
				减影	减影	减影
心内科	800	医生：4	护士（介入中心）：5；技师（放射科）：2	3.34	3.34	8.34
神经内科	400	医生：2		3.34		
介入中心	400	医生：2		3.34		
肝胆脾胰血管外科	400	医生：2		3.34		
注：根据前文，血管造影检查时 DSA 减影曝光时间取 0.5min。						

表 1-5 本项目拟建 DSA3 最大工作负荷（介入手术治疗）

科室	年手术台数/台	人员类型及数量	单个医生年最大受照时间 (h)	单个护士年最大受照时间 (h)	单个技师年最大受照时间 (h)
----	---------	---------	-----------------	-----------------	-----------------

				减影	透视	减影	透视	减影	透视
心内科	400	医生： 4	护士（介入中心）： 5；技师（放射科）：2	1.67	66.67	1.67	66.67	4.17	166.67
神经内科	200	医生： 2		1.67	66.67				
介入中心	200	医生： 2		1.67	66.67				
肝胆胰脾血管外科	200	医生： 2		1.67	66.67				
注：根据前文，介入手术治疗时 DSA 减影曝光时间取 0.5min、透视时间曝光取 20min。									

表 1-6 本项目拟建 DSA3 最大工作负荷（血管造影检查+介入手术治疗）

科室	年检查人次/次	年手术台数/台	单个医生年最大受照时间（h）		单个护士年最大受照时间（h）		单个技师年最大受照时间（h）	
			减影	透视	减影	透视	减影	透视
心内科	800	400	5.01	66.67	5.01	66.67	12.51	166.67
神经内科	400	200	5.01	66.67				
介入中心	400	200	5.01	66.67				
肝胆胰脾血管外科	400	200	5.01	66.67				

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

台州市中心医院（台州学院附属医院）位于台州市椒江区东海大道 999 号，医院东侧为温州医科大学附属眼视光医院台州院区；南侧为育德路，隔路为商业区和高层住宅区；西侧为葭沚泾，隔河为中心大道，隔路为台州市实验中学和台州设计创意产业园；北侧为东海大道，隔路为商业区和高层住宅区。医院地理位置图见附图 1，医院周边环境关系图详见附图 2。

1.2.2 项目周边环境关系

（1）本项目外环境关系

本项目 DSA3 机房选址于医技楼一层，医技楼地上共 3 层，无地下层。医技楼东侧为院内道路，隔路为住院楼；南侧为院内道路，隔路为住院楼；西侧为院内道路，隔路为急诊楼；北侧紧邻门诊楼。

本项目 DSA3 机房南侧边界距住院楼 B 约 35m；西侧边界距急诊楼约 26m；北侧边界距门诊楼约 7m。详细情况见附图 3。

（2）本项目工作场所四至关系

本项目 DSA3 机房东侧为术前术后区及等候区；南侧为操作区及 DSA3 设备间；西侧为走廊；北侧为走廊。DSA3 机房楼上方为天台，无地下层。机房平面布局及四至关系详见附图 4。

综上所述，本项目 DSA3 机房实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物和道路。

1.2.3 相关规划及选址合理性分析

本项目用地属于医院用地，DSA3 机房选址于医技楼一层，用房性质为医疗用房。辐射工作场所实体屏蔽边界不相邻产科、儿科等敏感人群集中区域，50m 评价范围主要为医院内部建筑物和道路。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

1.3 产业政策符合性

本项目属于《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）中“第一类 鼓励类”第十三项“医药”中第四条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

1.4 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。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。

医院在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.5 台州市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评[2021] 108 号），要求落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”（以下简称“三线一单”）约束，现分析如下：

（1）生态保护红线

本项目属于台州市椒江区中心城区城镇生活重点管控单元（ZH33100220005），不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护区内。本项目不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目工作场所周围环境 γ 辐射剂量率属于正常本底范围。在落实本报告提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小，市政自来水管网有能力为本项目提供水资源保障；本项目主要使用能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网。总体而言，本项目符合能源资源利用上线和水资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单

根据《台州市生态环境局关于印发台州市生态环境分区管控动态更新方案的通知》（台环发〔2024〕31 号），本项目位于台州市椒江区中心城区城镇生活重点管控单元（ZH33100220005），具体见附图 9。本项目的生态环境准入清单符合性分析详见下表。

表 1-7 生态环境准入清单符合性分析表

生态环境准入清单要求		本项目情况	是否 符合
空间布局约束	禁止新建、扩建三类工业项目，现有三类工业项目改建不得增加污染物排放总量，鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。禁止新建涉及一类重金属、重点行业重点重金属污染物、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目。现有二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定。推进	本项目为医院核技术利用项目，不属于本单元限制类产业，符合空间布局约束。	是

	城镇绿廊建设，建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。推进既有建筑绿色化改造，高质量发展零碳低耗绿色建筑。		
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。污水收集管网范围内，禁止新建除城镇污水处理设施外的入河入海排污口，现有的入河入海排污口应限期拆除，但相关法律法规和标准规定必须单独设置排污口的除外。加快污水处理设施建设与提标改造，加快完善城乡污水管网，强化城区截污管网精细化改造，加强对现有雨污合流管网的分流改造，深化城镇“污水零直排区”建设。加强污水收集管网特别是支管网建设，强化城中村、老旧城区和城乡结合部污水截流、纳管及改造。餐饮、宾馆、洗浴（含美容美发、足浴）、修理（洗车）等三产污水，要做到雨、污分离，达标排放，产生油污的行业，污水必须按规范经隔油池预处理后，方可排入市政污水管道，餐饮油烟不得通过下水道排放。全面实施城镇污水纳管许可制度，依法核发排水许可证。加强噪声和臭气异味防治，强化餐饮油烟治理，严格施工扬尘监管，依法严禁秸秆、垃圾等露天焚烧。加强土壤和地下水污染防治与修复。推动能源、工业、建筑、交通、居民生活等重点领域绿色低碳转型。	本项目为医院核技术利用项目，不涉及工业污染物总量排放；项目涉及废水为生活污水和少量医疗废水，废水纳管排放；医院加强施工期噪声和臭气异味防治，严格施工扬尘监管，符合污染物排放管控要求。	是
环境风险防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	本项目为医院核技术利用项目，产生的污染因子主要为X射线、臭氧和氮氧化物，不属于污染排放较大的建设项目，符合环境风险防控要求。	是
资源开发效率要求	全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及，限制高耗水服务业用水。到2025年，推进生活节水降损，实施城市供水管网优化改造，城市公共供水管网漏损率控制在9%以内。	本项目所用能源主要为城市生活用水和电能，资源使用效率高，符合资源开发效率要求。	是

综上所述，本项目符合台州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

1.6.1 医院原有项目辐射安全许可证情况

医院目前持有的辐射安全证书编号为：浙环辐证[J0029]，许可种类和范围：使用Ⅲ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，有效期为：2024年11月5日~2029年6月25日。医院辐射安全许可证件见附件3。

1.6.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

本项目性质为扩建，医院原有核技术利用项目环保履行情况见表1.8~1-10。

表 1-8 医院原有放射源使用情况								
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	环评情况	验收情况
1	¹⁹² Ir	3.7E+11*1	III类	使用	后装治疗机	放射治疗室	浙环辐[2005]78号	浙环辐验[2008]3号

表 1-9 医院原有非密封放射性物质使用情况								
序号	核素	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	活动种类	场所名称	场所等级	环保手续履行情况	
1	¹³¹ I	1.48E+9	7.4E+11	使用	甲癌治疗区	乙级	浙环辐（2022）019号；于2023年2月3日完成自主竣工环境保护验收	
2	⁸⁹ Zr	1.11E+8	2.78E+11	使用	地下一层核医学科	乙级	浙环辐[2023]8号；于2024年10月17日完成自主竣工环境保护验收	
3	¹³¹ I（甲测）	3.7E+6	9.25E+8	使用				
4	¹³¹ I（甲亢）	3.7E+9	9.25E+11	使用				
5	⁶⁷ Ga	1.11E+8	2.78E+11	使用				
6	¹²³ I	1.11E+7	2.78E+11	使用				
7	¹⁸ F	2.22E+7	5.55E+12	使用				
8	¹²⁴ I	1.11E+8	2.78E+11	使用				
9	^{99m} Tc	2.78E+7	6.94E+12	使用				
10	⁶⁸ Ga	2.22E+7	5.55E+12	使用				
11	⁶⁴ Cu	1.11E+8	2.78E+11	使用				
12	⁸⁹ Sr	4.44E+7	1.11E+11	使用				
13	¹²⁵ I（粒子源）	1.85E+6	9.25E+10	使用			备案号：201833100200000120	
14	^{99m} Tc	3.7E+7	9.3E+11	使用	核医学科	乙级	台环建（2004）10号；浙环辐验（2008）3号,于2024年11月7日取得台州市生态环境局批复（台环辐（2024）18号），于2024年11月22日完成自主竣工环境保护验收。	
15	⁸⁹ Sr	2.96E+6	7.4E+10	使用				
16	¹³¹ I	5.92E+7	1.8E+11	使用				

表 1-10 医院原有核技术应用项目射线装置清单						
序号	名称	数量	类别	型号	工作场所	环保手续履行情况
1	SPECT/CT	1	III类	SymbiaintecoBolde	地下一层核医学科	浙环辐[2023]8号；于2024年10月17日完成自主竣工环境保护验收
2	钼靶机	1	III类	GESenographeEssential	放射科1号机房	备案号：202333100200000213

3	移动式 X 光机	1	Ⅲ类	PhilipsPractixl60	放射科	备案号： 201733100500000015	
4	移动 X 光机	1	Ⅲ类	udr 380i	放射科	备案号： 202233100200000072	
5	移动 X 光机	1	Ⅲ类	uDR380ipro10	放射科	备案号： 202333100200000213	
6	胃肠机	1	Ⅲ类	Siemensaxiomiconos R200	放射科 5 室	备案号： 201733100500000015	
7	骨密度仪	1	Ⅲ类	ProdigyPrimo	放射科 2 室	备案号： 201733100500000015	
8	DR	1	Ⅲ类	UDR 780i Pro	放射科 4 室	备案号： 202233100200000072	
9	DR	1	Ⅲ类	NOVE-FA-C	放射科 3 室	备案号： 201733100500000015	
10	DSA	1	Ⅱ类	UNIQ FD20	放射科 DSA2 室	台环建（2004）10 号	于 2022 年 2 月 24 日完成自主竣工环境保护验收
11	DSA	1	Ⅱ类	Innova-3100IQ	放射科 DSA1 室	台环辐（2022）1 号	
12	CT	1	Ⅲ类	DiscoveryCT 750HDFreedom	放射科 CT1 室	备案号： 201733100500000015	
13	CT	1	Ⅲ类	uCT530	放射科发热门诊	备案号： 202233100200000020	
14	CT	1	Ⅲ类	SOMATOM.go.Fit	放射科 CT 检查室 1	备案号： 202333100200000213	
15	CT	1	Ⅲ类	SOMATOM.go.Fit	放射科 CT 检查室 2	备案号： 202333100200000213	
16	CT	1	Ⅲ类	Revolution Apex	放射科拍片室 6	备案号： 202333100200000192	
17	CT	1	Ⅲ类	Brilliance CT BigBore	放射科放射治疗室 CT 室	备案号： 202233100200000020	
18	CT	1	Ⅲ类	SOMATOM Scope	放射科 CT3 室	备案号： 201933100200000151	
19	直线加速器	1	Ⅱ类	VitalBeam	放射治疗室	台环辐（2021）5 号； 于 2022 年 5 月 10 日完成自主竣工环境保护验收	
20	牙片机	1	Ⅲ类	INTR	口腔科	备案号： 201733100500000015	
21	口腔 CT	1	Ⅲ类	Kavo OP 3D Vision	口腔科	备案号： 202333100200000192	
22	C 臂机	1	Ⅲ类	BV Endura	手术室	备案号： 201733100500000015	
23	C 臂机	1	Ⅲ类	BVLibra	手术室	备案号： 201733100500000015	
24	C 臂机	1	Ⅲ类	BVEndura	手术室	备案号： 202033100200000160	
25	DR	1	Ⅲ类	NOVE-FA-C	体检中心	备案号： 201733100500000015	

26	医用血管造影 X 射线系统	1	II 类	Azurion 7M20	手术室	台环辐（2024）11 号；于 2024 年 12 月 15 日完成自主竣工环境保护验收
27	SPECT（ECT 扫描仪）	1	II 类	E.CAM Vaviable	医技楼一层核医学科	台环建（2004）10 号；浙环辐验（2008）3 号，于 2024 年 11 月 7 日取得台州市生态环境局批复（台环辐〔2024〕18 号），于 2024 年 11 月 22 日完成自主竣工环境保护验收

1.6.3 原有核技术利用项目管理情况

（1）医院已成立了辐射防护管理领导小组，制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括电离辐射危害告知制度、辐射工作人员的管理制度、放射诊疗质量保证制度、受检者告知制度、放射防护安全管理制度（包括人员培训计划制度、个人剂量管理制度、辐射监测制度等）、核医学工作场所管理制度、放射性药品的使用管理制度、核医学给药规范流程、放射性粒子使用操作指南、X 线机使用操作规程和辐射事故应急预案等。

医院现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

本项目建成后，可依托医院现有比较健全的管理组织机构。医院目前配置的领导小组人员学历大部分为本科学历，都具有一定的管理能力，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

（2）辐射工作期间，要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，个人剂量计三个月（最长不超过 90 天）送检一次，并建立个人剂量档案，档案应终生保存。医院开展了辐射工作人员剂量监测，现有辐射工作人员个人剂量监测报告见附件 7。由监测报告结果可以看出：医院现有辐射工作人员在 2023.7~2024.7 连续四个检测周期的个人剂量监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员剂量限值要求。

（3）医院现有辐射工作人员均通过相关培训，一部分在台州市卫生监督所组织的台州市放射工作人员放射防护知识培训平台（网址：<https://tzfspx.91cme.com/>）进行培训并通过培训，另一部分参加了浙江省卫生监督协会组织的“全省医疗卫生机构放射

工作人员放射防护网络培训”并通过培训，还有一部分参加了辐射防护与安全培训并考核合格，并在有效期内。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

(4) 医院对现有辐射工作人员开展有健康监护，并建有职业健康档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据医院提供的台州市立医院的职业健康检查报告，在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作。

(5) 医院现有辐射工作场所均实行“两区”管理，划分明确的监督区和控制区；控制区入口设置有电离辐射警示标识；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置机房均按要求设置有门灯联锁和工作状态指示灯等设施，机房防护和个人防护用品满足相关标准。后装治疗机房设置有门-源联锁和工作状态指示灯，治疗室内设有急停开关、视频监控及固定剂量报警装置等；核医学工作场所设置有门灯联锁和工作状态指示灯，设有放射性固废和放射性废水衰变处理设施，产生的放射性固废经暂存满足清洁解控要求后按医疗废物处理，产生的放射性废水经衰变后满足排放标准引至医院污水处理站，经进一步处理后纳入市政污水管网，核医学工作场所设置单独机械排风系统，放射性废气经风机引至医技楼三楼楼顶排放，排放口高于医技楼屋顶。

(6) 医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告（上一年度委托浙江建安检测研究院有限公司），各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

(7) 辐射应急演练和年度评估

医院已制定有《辐射事故应急预案》，具体见附件 10。经医院核实，自核技术利用建设项目开展以来，未发生过辐射事故。

医院执行年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，每年对放射性同位素与射线装置台账、辐射环境管理相关法律法规执行情况、辐射安全和防护设施的配备、运行与维护状况、辐射工作相关人员管理情况等进行年度总结和评估，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。

医院上一年度编制有《台州市中心医院（台州学院附属医院）辐射安全与防护状况评估报告 2023 年度》，已于 2023 年 12 月提交至浙江省生态环境厅。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II 类	1	Artis zee III ceiling	125	1000	影像诊断 和介入治 疗	医技楼一层拟建 DSA3 机房	新购

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (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	
	无												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过; 2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订), 中华人民共和国主席令第 9 号, 2015 年 1 月 1 日施行修订版; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 自 2003 年 9 月 1 日起施行; 2016 年 7 月 2 日第一次修订; 2018 年 12 月 29 日第二次修订), 中华人民共和国主席令第 48 号, 2018 年 12 月 29 日施行修订版; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过), 中华人民共和国主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日施行; (4) 《建设项目环境保护管理条例》(1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号发布施行; 2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订), 自 2017 年 10 月 1 日起施行修订版; (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, (2005 年 9 月 14 日经中华人民共和国国务院令第 449 号公布, 2014 年 7 月 29 日经中华人民共和国国务院令第 653 号修订, 2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令第 709 号修订), 自 2019 年 3 月 2 日起施行修订版; (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布, 2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修正, 2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修正, 2019 年 7 月 11 日经生态环境部令第 7 号修改, 2020 年 12 月 25 日经生态环境部令第 20 号修改), 2021 年 1 月 4 日施行修改版; (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号), 自 2011 年 5 月 1 日起施行; (8) 《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), 自 2017 年 12 月 5 日起施行; (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(中华人民共
------	---

	和国生态环境部令第16号），自2021年1月1日起施行； （10）《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年12月27日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号公布，自2024年2月1日起施行； （11）《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），自2020年1月1日起施行； （12）《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），自2021年3月15日起施行； （13）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），自2017年11月20日起施行； （14）《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），自2006年9月26日起施行； （15）《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅 浙江省卫生健康委员会，浙环函[2019]248号），自2019年7月18日起施行； （16）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2011年10月25日浙江省人民政府令第288号公布，2014年3月13日浙江省人民政府令第321号第一次修正，2018年1月22日浙江省人民政府令第364号公布第二次修正，2021年2月10日浙江省人民政府令第388号公布第三次修正），自2021年2月10日起施行修正版； （17）《浙江省辐射环境管理办法》（2011年12月18日浙江省人民政府令第289号公布，2021年2月10日浙江省人民政府令第388号修正），自2021年2月10日起施行修正版； （18）浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023年本）》的通知（浙环发[2023]33号）； （19）《台州市生态环境局关于印发台州市生态环境分区管控动态更新方案的通知》（台环发〔2024〕31号）。
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； （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》（HJ10.1-2016）；

准	(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)； (5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)； (6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (7) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)； (8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。
其他	(1) 环境影响评价委托书； (2) 《辐射防护手册》(第一分册)，李德平、潘自强主编； (3) 《辐射防护手册》(第三分册)，李德平、潘自强主编； (4) 《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》； (5) 医院提供的其它与本项目有关的技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点，结合《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，本次辐射环境评价范围取拟建 DSA 机房的实体屏蔽物边界外 50m 以内区域作为评价范围，评价范围示意图详见附件 3。

7.2 保护目标

根据前文，本项目评价范围内主要为医院内部建筑物和道路。本项目环境保护目标为本项目辐射工作人员以及评价范围内医院其他工作人员和公众成员。

表7-1 主要环境保护目标

环境保护目标		方位	距离本项目实体屏蔽边界最近距离（m）		规模	人员类别	年剂量约束值
			水平	垂直			
DSA3 机房	操作区辐射工作人员	南侧	紧邻	0	17人+2人（DSA1 机房技师）	职业	5mSv/a
	DSA3机房辐射工作人员	内部	/	/	17人	职业	
	术前术后区及等候区公众	东侧	紧邻	0	50人次/d	公众	0.25mSv/a
	DSA3设备间公众	南侧	紧邻	0	10人次/d	公众	
	西侧走廊公众	西侧	紧邻	0	50人次/d	公众	
	北侧走廊公众	北侧	紧邻	0	50人次/d	公众	
	天台公众	上方	0	+4.2	2人/d（一般无人停留，特殊情况下有人）	公众	
	住院部B（部分）公众	南侧	35	0	500人次/d	公众	
	急诊楼（部分）公众	西侧	26	0	500人次/d	公众	
	门诊楼（部分）公众	北侧	7	0	500人次/d	公众	

注：“+”表示环境保护目标所在建筑物1F地面或房间地面、道路、空地高于本项目机房地面，“-”表示反之。

7.3 评价标准

7.3.1 《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。

4.3.3.1

对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得

在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

(1) 剂量限值

①职业人员

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 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。

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

②公众人员

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

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

(2) 年剂量约束值

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，还应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用的年剂量约束值如下：

①对于职业人员，取年有效剂量限值四分之一，即不超过 5mSv 作为年剂量约束值。

②对于公众，本项目取年有效剂量限值 1mSv 的四分之一，即不超过 0.25mSv 作为年剂量约束值。

(3) 分区

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，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。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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

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

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

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 1 的规定。

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 2 的规定。

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 0.25mSv;

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 机房出入门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 3 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 0.25 mmPb;介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb;甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb;移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mnPb。

表 1 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 射线机 ^b (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5
^b 单管头、双管头或多管头 X 射线机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划出的最大矩形面积; ^e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		

本项目 DSA 属于单管头的 C 型臂 X 射线设备,故机房内有效使用面积、最小单边长度需满足表 1 中“单管头 X 射线机(含 C 形臂, 乳腺 CBCT)”对应要求。

表 2 不同类型 X 射线装置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 型臂 X 射线设备机房	2	2

本项目 DSA 属于单管头的 C 型臂 X 射线设备，故机房的屏蔽防护铅当量厚度需满足表 2 中“C 型臂 X 射线设备机房”对应要求。

表 3 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——

注 1：“——”表示不要求。

注 2：各类个人防护用品和肤质防护设施，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 项目地理和场所位置

台州市中心医院（台州学院附属医院）位于台州市椒江区东海大道 999 号，项目地理位置见附图 1。本项目 DSA 位于医技楼一层，场所位置及周边环境概况详见附图 2 和附图 3。

8.2 辐射环境质量现状评价

为了解项目所在地辐射现状水平，本次评价委托浙江建安检测研究院有限公司对本项目辐射工作场所及周围的辐射环境本底进行了监测。

- （1）环境现状评价对象：拟建项目区域及周边环境
- （2）监测因子： γ 辐射剂量率
- （3）监测点位

根据项目的平面布局和周围环境情况，监测布点位见图 8-1~图 8-2。

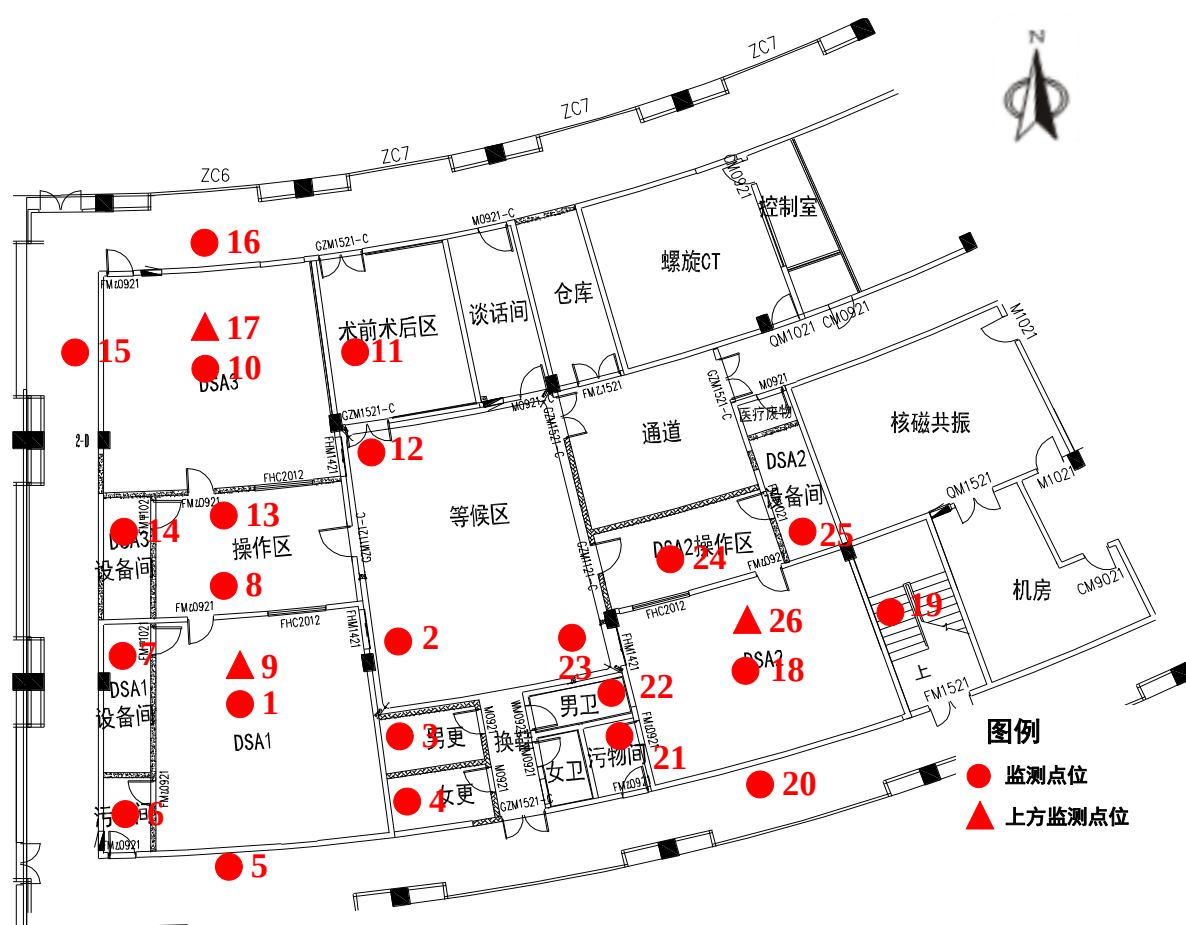


图 8-1 本项目本底监测点位图（1）

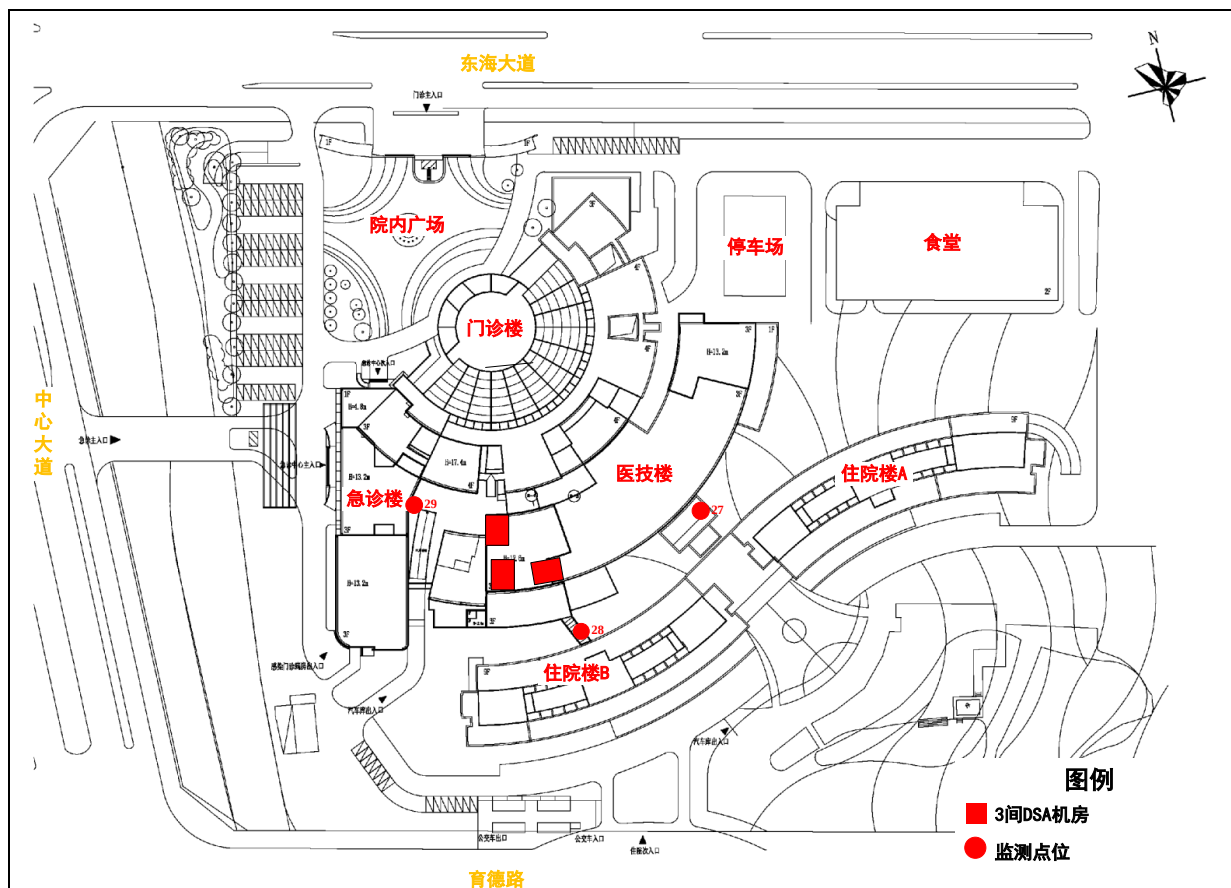


图 8-2 本项目本底监测点位图（2）

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2024 年 10 月 31 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：
 - ① 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
 - ② 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：阴；温度：21℃；相对湿度：68%。
- (8) 监测报告编号：BG-GAHJ24380464R（附件 5）
- (9) 主要监测仪器

表 8-1 X- γ 剂量率仪参数

仪器型号	FH 40G-L10+FHZ 672E-10
------	------------------------

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
仪器编号	05035404
能量范围	40keV~4.4MeV
测量范围	主机：10nSv/h~100mSv/h；探头：1nSv/h~100 μ Sv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院
校准证书	2024H21-10-5119258001
校准有效期	2024 年 3 月 5 日~2025 年 3 月 4 日

8.3.2 质量保证措施

(1) 本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性；

(2) 采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

(4) 监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

(5) 监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建 DSA 机房辐射环境现状监测布点及结果一览表

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	DSA1 机房	147	± 2	室内
2#	等候区 1	133	± 1	室内
3#	男更	122	± 2	室内
4#	女更	126	± 2	室内
5#	南侧走廊 1	130	± 2	室内
6#	DSA1 污物间	123	± 1	室内
7#	DSA1 设备间	133	± 2	室内

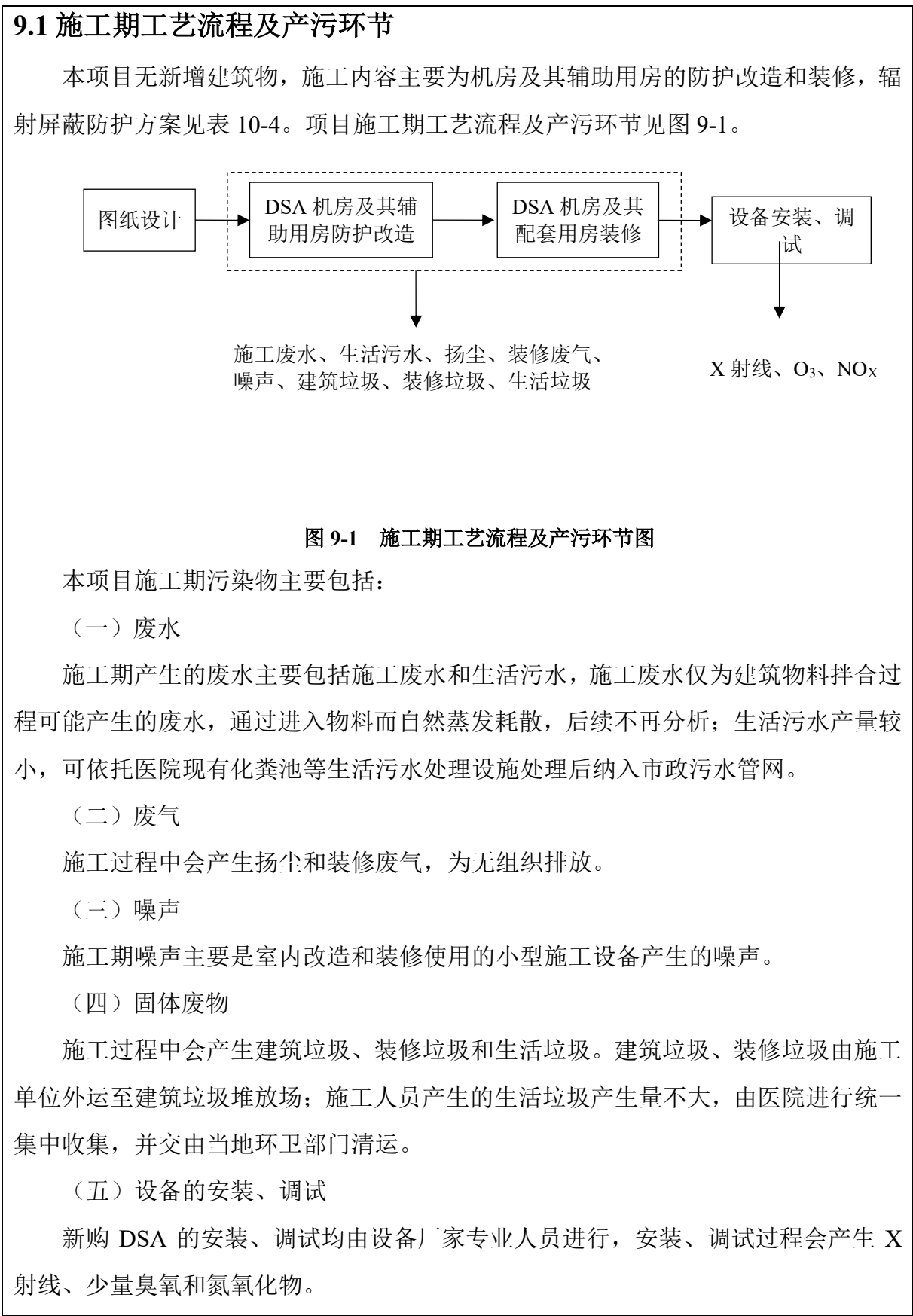
8#	操作区 1	128	±2	室内
9#	DSA1 机房上方	133	±2	室内
10#	DSA3 机房	111	±2	室内
11#	术前术后区	128	±2	室内
12#	等候区 2	131	±2	室内
13#	操作区 2	123	±3	室内
14#	DSA3 设备间	125	±2	室内
15#	西侧走廊	128	±2	室内
16#	北侧走廊	124	±3	室内
17#	DSA3 机房上方	134	±1	室内
18#	DSA2 机房	130	±3	室内
19#	楼梯间	127	±1	室内
20#	南侧走廊 2	130	±2	室内
21#	DSA2 污物间	123	±2	室内
22#	男卫	129	±2	室内
23#	等候区 3	130	±3	室内
24#	DSA2 操作区	142	±3	室内
25#	DSA2 设备间	153	±2	室内
26#	DSA2 机房上方	131	±3	室内
27#	医技楼出入口	128	±1	室外
28#	住院楼 B 出入口	129	±2	室外
29#	急诊楼出入口	127	±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，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值； 3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.19，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 12nGy/h。				

8.4 环境现状调查结果的评价

由表 8-2 监测结果可知，本项目各监测点位室内 γ 辐射剂量率范围为 111nGy/h~153nGy/h，室外道路 γ 辐射剂量率范围为 127nGy/h~129nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，台州市室内 γ 辐射剂量率为 $5.9 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 20.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 即 59nGy/h~200nGy/h，道路上 γ 辐射剂量率为 $5.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 14.2 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 即 50nGy/h~142nGy/h。

综上所述，本项目拟建场所各监测点位 γ 辐射剂量率基本处于台州市天然辐射本底水平。

表 9 项目工程分析与源项



9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 设备组成

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、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。

本项目新增 DSA 为德国西门子股份公司生产，型号为 Artis zee III ceiling，该 DSA 射线装置整体外观模型图见图 9-2，该 DSA 射线装置在其他使用方的现场照片见图 9-3。



图 9-2 Artis zee III ceiling 型 DSA 射线装置整体外观模型图



图 9-3 Artis zee III ceiling 型 DSA 射线装置在其他使用方的现场照片

9.2.2 工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线（为韧致辐射）。典型 X 射线管结构详见图 9-4。

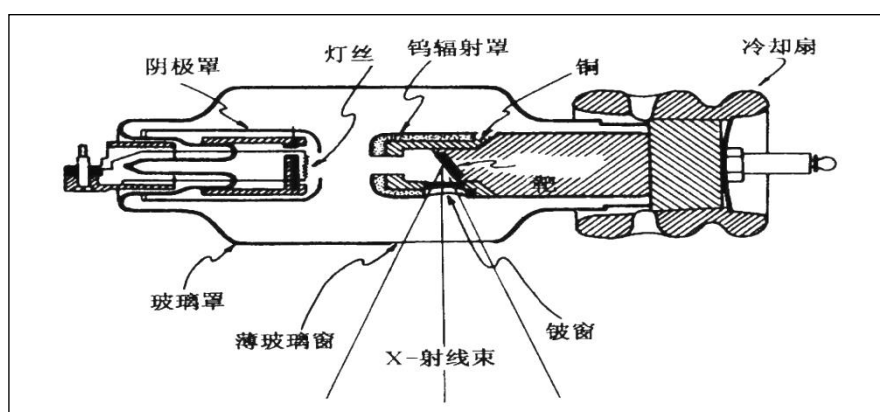


图 9-4 典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

9.2.3 操作流程及产污环节

（1）操作流程

接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 诊疗的辐射危

害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 设备，技师在控制室内首次减影初步确认病灶部位后，医护人员穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制室内再次减影，当确诊病灶部位后，医护人员穿戴好防护用品后再次进入机房进行介入治疗直到治疗结束，关机。DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于铅帘后身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜在曝光室内对病人进行直接的介入手术操作。该种情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在操作间内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

（2）产污环节分析

DSA 为 II 类射线装置，射线装置运行时，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，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。射线装置操作流程及产污环节如图 9-5 所示。

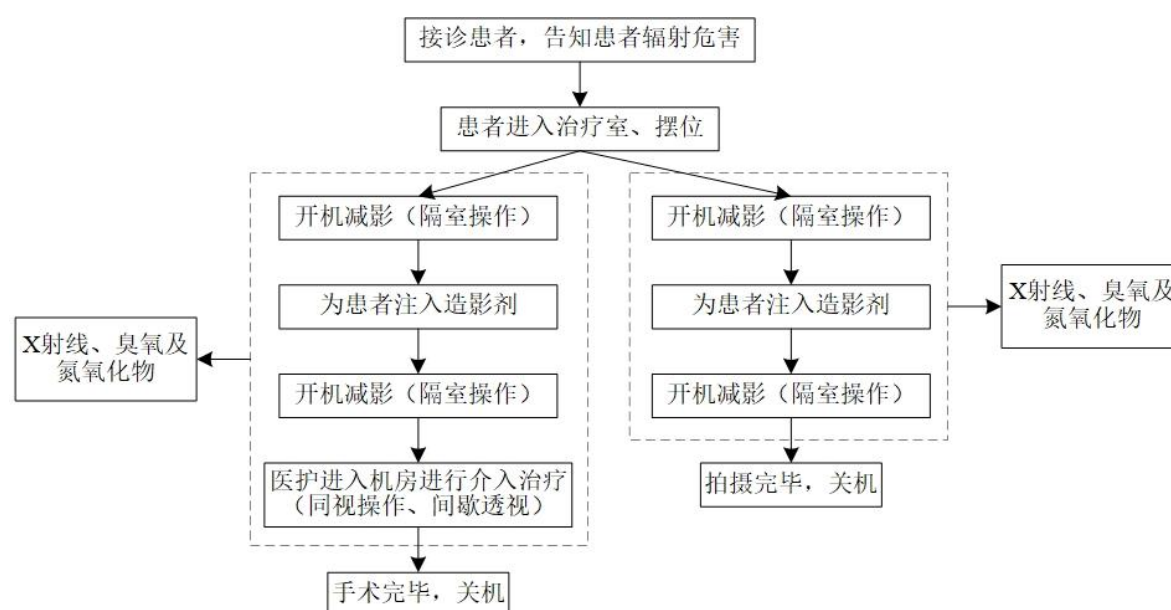


图 9-5 DSA 操作流程及产污环节图

本项目 DSA 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，机房内会有少量臭氧和氮氧化物产生。

综上可知，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线，其次为臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

9.2.4 人员、物流路径规划

(1) 病人路径

病人经通知后从北侧走廊进入术前术后区，经南侧门进入等候区，由 DSA3 机房东侧防护门进入 DSA3 机房，治疗结束后，病人按原路离开。

(2) 辐射工作人员路径

辐射工作人员从南走廊进入换鞋区和男、女更衣室后，向北进入等候区，向西进入操作区，其中技师在操作区进行设备操作，医生和护士通过 DSA3 南侧防护门进入 DSA3 机房内部进行手术或在操作区观察机房内病人情况。治疗结束后，辐射工作人员按原路离开。

(3) 污物路径

本项目介入手术会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，医疗废物采用专用容器收集后，DSA3 机房污物由北侧走廊运出，进入南侧污物间暂存。

本项目人员、物流路径规划示意图具体见附图 5。

9.3 污染源项分析

9.3.1 正常工况污染源项分析

(1) 辐射影响

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 DSA 射线装置非曝光状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，污染因子主要为 X 射线。由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染，DSA 工作时会产生以下几种 X 射线辐射：

① 有用线束

有用线束又称初级辐射，是直接由 X 射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束。本项目 DSA 的主束方向主要为由下朝上，辐射工作人员通过控制 DSA 的 X 线系统，使用减影模式采集造影部位图像或对患者手术部位进行间断式透视。

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（Primary Barriers，P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography，P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。

②非有用线束

非有用线束又称次级辐射，包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

本项目 DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有一定的余量。

本项目 DSA 包括透视和减影两种模式，根据医院提供资料，DSA 正常运行时，透视模式的工况下，最大常用电压为 90kV、最大常用电流 10mA；减影模式的工况下，最大常用电压为 90kV、最大常用电流 500mA。

i. 泄漏辐射

由靶向外从各个方向穿过辐射头泄漏出来的射线称为泄漏射线，泄漏射线遍布机架各处。根据《医用电气设备第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断X射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，取本项目DSA距靶1m处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为1.0mGy/h。

ii. 散射辐射

当有用线束照射检查床上的患者时，会产生散布于各个方向的次级散射辐射，散射辐射能量和剂量率远低于有用线束。散射辐射剂量率大小取决于初级射线能量、散射面积和散射角度等。

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 r （m）处初级 X 射线的空气比释动能率，按公式 9-1 计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 9-1})$$

式中：

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

I —管电流（mA）；

δ_x —距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mAs)；

$r_0=1\text{m}$ ；

r —源至关注点的距离，m。

本项目 DSA 设备参数与工况情况详见下表。

表9-1 本项目DSA设备参数与工况情况

设备		DSA				
技术参数		最大管电压 125kV/最大管电流 1000mA				
过滤材料		2.5mmAl				
照射野		100cm ²				
工况模式	减影	工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 500mA	发射率常数	0.075mGy/mA·s	距靶 1m 处的 空气比释动能率	1.35×10 ⁸ μGy/h
	透视	工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 10mA		0.075mGy/mA·s		2.70×10 ⁶ μGy/h
泄漏辐射源强		离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1mGy/h				

注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“5.1.5 在随机文件中关于滤过的内容，应符合：c）除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl”，故本项目保守考虑 X 射线过滤材料为 2.5mmAl。

②根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1，当 X 射线过滤材料为 2.5mmAl，管电压为 90kV 时，发射率常数取值为 0.075mGy/mAs。

③参考《医用电气设备第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，取本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。

（2）非放射性污染因子

非辐射类污染源主要是废气、固体废物、废水及噪声。

①废气

本项目 DSA3 机房拟采用机械通风，通风换气次数应达到 4 次/h。DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生臭氧，臭氧其产率和浓度可用下面公式分别计算。

$$Q_o=6.5 \times 10^{-3} \times G \times S_o \times R \times g \quad (\text{式 9-1})$$

式中：

Q_o —臭氧产率 mg/h；

G —射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy.m²/h，根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1，当等效总滤过为 2.5mmAl，电压为 90kV，离靶 1m 处空气中的空气比释动能取值为 0.075mGy/mAs；管电流保守取 500mA，本项目 DSA 射线装置 1m 处的剂量率为 135000mGy.m²/h；

S_o —射束在距离源点 1m 处的照射面积 m²，取（最大射野 10×10cm²）0.01m²；

R —射束源点至机房内壁距离，m，取 4.0m；

g —空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O₃ 的分子数，本项目取 10。

经计算，臭氧产率为 $3.51 \times 10^{-1} \text{mg/h}$ 。

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_o \times T_v / V \quad (\text{式 9-2})$$

式中：

C—室内臭氧浓度， mg/m^3 ；

Q_o —臭氧产率 mg/h ；

T_v —臭气有效清除时间，h；

V—治疗室空间体积，本项目 DSA 机房为 251.8m^3 。

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \quad (\text{式 9-3})$$

式中：

t_v —每次换气间，0.25h；

t_a —臭氧分解时间，取值为 0.83h。

本项目 DSA 机房拟安装动力通风系统，保守考虑按每小时换气 4 次计算，DSA 机房内臭气平衡浓度最大为 $2.68 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$ 。满足臭氧室内浓度限值《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019) 中“臭氧最高容许浓度 0.3mg/m^3 ”的要求。

机房内产生的臭氧通过动力通风系统排放，浓度远低于大气环境质量标准中臭氧浓度限值（《环境空气质量标准》(GB3095-2012)，二级浓度限值（1h 平均）为 0.2mg/m^3 ），且在会自行分解，在外界太阳光照射条件下加速分解，基本不会对周围大气环境产生影响。而氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，对周围环境的影响更小。

② 固体废物

本项目血管造影检查和介入手术治疗会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物。根据《医疗废物分类名录》（2021 年版），本项目 DSA 运行阶段产生的医疗废物属于感染性废物和损伤性废物。对照《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部令第 15 号），本项目医疗废物为“HW01 医疗废物/卫生/841-001-01 感染性废物、841-002-01 损伤性废物”，属于危险废物。本项目 DSA 用于血管造影检查约 2000 人次/年，用于介入手术治疗约 1000 台/年，医疗废物产生系数取每天 0.2kg/次 ，合计每年新增医疗废物约 600kg。

本项目 15 名辐射工作人员（医生和护士）均为医院现有辐射工作人员，不新增生

活垃圾。2名技师拟对外新聘，生活垃圾日产生量按0.1kg/人计，每年工作不超过250天，则生活垃圾产生量为50kg/a。

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少量医疗废水。

本项目15名辐射工作人员（医生和护士）均为医院现有辐射工作人员，不新增生活污水。2名技师拟对外新聘，生活用水按每人每天100L计，每年工作不超过250天，排污系数取0.85，则生活污水产生量为42.6m³/a。

本项目DSA用于血管造影检查约2000人次/年，用于介入手术治疗约1000台/年，医疗废水按100L/次进行计算，排污系数取0.85，医疗废水产生量为255m³/a。

④噪声

本项目噪声源主要为 DSA 机房配备的通排风系统产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 65~70dB。

综上所述，本项目 DSA 在正常工作状况下，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水、医疗废水和噪声。

9.2.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置时，可能发生的辐射事故有以下几种：

- （1）装置在运行时，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；
- （2）工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，设备开机，造成滞留人员的误照射；
- （3）DSA 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目介入导管中心选址于医技楼一层，医技楼地上共 3 层，无地下层。DSA3 机房东侧为术前术后区及等候区；南侧为操作区及 DSA3 设备间；西侧为走廊；北侧为走廊。DSA3 机房楼上方为天台，无地下层。

本项目 DSA 机房布局及四至关系见附图 4，DSA 机房上方布局见附图 6。本项目辐射工作场所位置及四周布局见表 10-1。

表 10-1 机房周边场所布局一览表

所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
医技楼一层	DSA3 机房	东	术前术后区及等候区
		南	操作区、DSA3 设备间
		西	西侧走廊
		北	北侧走廊
		楼上	天台

(1) 本项目 DSA 机房和配套功能用房均集中布置，相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。

(2) 医院拟为 DSA 机房设置了患者通道、工作人员通道和污物通道，患者通道的宽度满足患者手推车辆的通行，方便治疗。

(3) 本项目的建设不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

本项目拟建 DSA 机房与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）符合性分析详见表 10-2。

表 10-2 与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）符合性分析表

项目	《放射诊断放射防护要求》 （GBZ130-2020）要求	本项目设置情况	是否满足要求
机房布局	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	本项目拟新增使用的 DSA 机房为单独的机房，机房内有效使用面积及最小单边长均满足标准要求	满足
	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	本项目拟建 DSA 机房四周及上下层均采取了相应屏蔽防护措施，经屏蔽后 DSA 设备不会对邻室(含楼上)及周围场所造成显著不利影响。	满足

	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	本项目 DSA 设备为 C 形臂结构，运行时设备有用线束直接照向患者，并被正对方向的影像接收器及其支撑结构所阻挡，不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	满足
	机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	机房设有观察窗、视频装置和双向交流对讲系统各 1 套，观察窗和视频监控探头位置能够观察到受检者状态及防护门开闭情况，视频装置的监视器位于控制室操作位	满足
	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物	机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物	满足
受检者候诊区	受检者不应在机房内候诊	DSA 项目受检者不在机房内候诊	满足
机房尺寸	最小有效使用面积不小于 20m ² ， 最小单边长不小于 3.5m	DSA3 机房：7.5m×7.8m = 58.5m ²	满足

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病人就诊的方便性，所以 DSA 机房的布局是合理可行的。

10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

（1）分区依据和原则

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本标准》（GB18871-2002）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警告标志，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（包括门锁和门-灯连锁装置）限制进出控制区，并定期审查控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施，或是更改该区的边界。

监督区：未被定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表

明监督区的标牌；并定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

（2）本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，本项目辐射工作场所分区情况表 10-3，分区详见附图 4。

表 10-3 项目“两区”划分表

场所名称	控制区	监督区
DSA3 机房	机房内部	操作区、术前术后区、等候区、DSA3 设备间、部分西侧走廊、部分北侧走廊

注：“部分”指的是与控制区相邻屏蔽体 30cm 的区域，长度一般和相邻控制区范围相同。

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并在门框上方安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

10.1.3 辐射安全及防护措施

本项目 DSA 射线装置的主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

（1）设备固有安全性

本项目 DSA 射线装置拟购买于正规厂家，采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，仪器本身具备多种安全防护措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

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（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），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（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备有相应的表征剂量的指示装置，当机房内出现超剂量照射时会出现报警提醒。

⑥急停开关装置：介入手术床旁设置急停开关（各开关串联并与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停开关，可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

⑦介入放射操作设备透视曝光开关为常断式开关，并配有透视限时装置；机房内具有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。

（2）本项目机房辐射屏蔽设计

依据医院提供的 DSA3 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，对本项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表 10-4、表 10-5。

表 10-4 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房类型 (数量)	防护设施	屏蔽材料及厚度（铅当量：mmPb）	标准要求	符合性评价
DSA3 机房（1 间）	东侧墙体	12cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料+2mmPb 铅板（6.0mmPb）	有用线束方向铅当量为 2mmPb，非有用线束方向铅当量为 2mmPb	符合
	南侧墙体	24cm 实心砖+4cm 硫酸钡涂料（6.0mmPb）		符合
	西侧、北侧墙体	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料（5.0mmPb）		符合
	顶棚	12cm 混凝土+2mmPb 铅板（3.4mmPb）		符合
	防护门（3 樘）	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）		符合
	观察窗（1 扇）	4mmPb 铅玻璃（4.0mmPb）		符合

注：①实心砖要求质地密实、密度不小于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，参考《放射防护实用手册》表 6.14，保守计算 120mm 实心砖等效 1mmPb 进行铅当量折算。

②混凝土密度取 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 核算等效屏蔽厚度，折算铅当量参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中附录 C 中式（C.1）、式（C.2）及表 C.2，得 120mm 混凝土折算为 1.4mmPb（按主束方向计算）。

③硫酸钡涂料密度不低于 $2.79\text{g}/\text{cm}^3$ ，10mm 硫酸钡涂料等效为 1mmPb。

表 10-5 本项目机房规格与标准对照表

机房名称	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	最小有效使用面 积 (m ²)	
DSA3 机房	7.5	58.5	3.5	20	符合

通过表 10-4、表 10-5 可知，本项目的 DSA3 机房面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、地坪、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上及楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

（3）距离防护

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

（4）时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。另外，对进行介入治疗手术的医生和护士分组，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当辐射工作人员单个监测周期（3 个月）个人剂量超过 1.25mSv 或年剂量超过 5mSv，医院应进行调查，并出具调查报告，在查明原因之前应限制或暂停该工作人员工作时间。

（5）其他辐射安全防护措施

①机房门外设电离辐射警告标志，机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；在监督区、控制区墙体合适位置张贴监督区、控制区警示标识；DSA3 机房东侧墙体设防护门供患者进出，防护门为推拉门并设有防夹装置，设备运行时关闭防护门，且防护门上方的工作状态指示灯能与机房门有效关联；DSA3 机房南侧和北侧墙体设防护门分别供医护人员进出和医疗废物运转，防护门为平开门，设有自动闭门装置，且防护门上方的工作状态指示灯能与

②操作区墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

④本项目所有辐射工作人员必须配备个人剂量计：在机房内的辐射工作人员应采用双剂量计检测方法（分别佩戴于铅橡胶围裙外锁骨对应的领口位置、铅橡胶围裙内躯干上）；机房内分别设置视频对讲装置 1 套，监视器位于控制台。在介入手术床旁设置急停开关（各按钮串联并与 X 射线系统连接），一旦出现异常，按动任一个急停开关，均可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

⑥针对本项目拟建机房的实际情况，将电缆管线在地面下布设，避免主射线直接照射，穿墙洞口位置采用与所在墙体相同铅当量的铅盖板进行覆盖，确保管线穿墙口位置与所在墙体具有相同的屏蔽厚度，满足整个机房屏蔽防护要求。

墙体

岩棉封堵

采用与机房穿越墙体屏蔽等效铅板

风管/桥架

附设风管长边边长

46

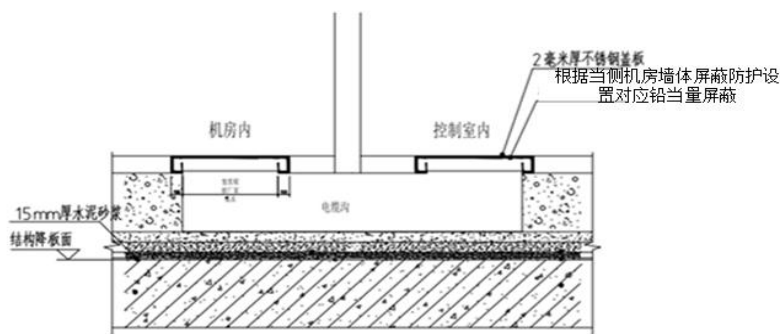


图 10-2 电缆管线穿墙示意图

⑦机房内不堆放与本项目开展工作无关的杂物。

(6) 监测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，开展放射诊疗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，包括个人剂量计、辐射监测等仪器。

医院拟利用放射科现有 1 台辐射剂量率巡检仪（生产厂家上海仁日辐射防护设备有限公司，型号 REN600A，目前设备可正常运行）用于本项目，无需新购。DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配置，具体见下表。

表 10-6 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		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	工作人员	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/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	（新购）防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 4 套	（新购）防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘各 1 件	符合
	患者和受检者	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	——	（新购）防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾、铅橡胶颈，含儿童、成人尺寸各 1 套	——	符合

10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目 DSA 在正常工作状况下，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水、医疗废水和噪声。

①废气

机房设置动力通排风系统，换气次数不低于 4 次/h，能保持机房内良好的通风。DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物经排风管道引至楼上，有利于臭氧和氮氧化物扩散到室外大气环境，臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生量的 1/3，因此本项目 DSA 射线装置产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

②固体废物

项目运行后，固体废物主要为介入手术产生的医疗废物和生活垃圾。

生活垃圾依托医院暂存收集设施和周边环卫部门清运处置。

根据前文，本项目医疗废物为“HW01 医疗废物/卫生/841-001-01 感染性废物、841-002-01 损伤性废物”，属于危险废物。本项目医疗废物按照类别分置于防渗漏、防锐器穿透的专用包装物或者利器盒内，待手术结束后从 DSA3 机房北侧墙体设的防护门运至污物间暂存，和其他医疗废物一起委托有资质单位进行处置并在交接过程中填写转移联单。

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少量医疗废水。生活污水经预处理后和少量医疗废水一起进入医院废水处理站处理后排入市政污水管网。

④噪声

本项目噪声源主要为 DSA 机房配备的通排风系统产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 65~70dB，对周围环境影响很小。

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目 DSA 需要报废处理时，建设单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

医院拟对医院拟将医技楼一层核医学工作场所退役场地，扩建为 1 间 DSA 机房并且命名为 DSA3 机房及配套用房。将医技楼一层原有两间 DSA 机房整合为介入手术区，拟将原有两间 DSA 机房分别命名为 DSA1 机房和 DSA2 机房，并对原有两间 DSA 机房设备间、男女更衣室及卫生间、病人及家属谈话区等进行改造，改造为 DSA2 设备间、DSA2 操作区、通道、男、女更衣室、男、女卫生间及换鞋区等配套功能用房。

（1）水环境影响分析

施工人员产生的生活污水产量较小，经医院现有化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不会对周围水环境产生大的影响。

（2）大气环境影响分析

本项目在施工期会产生扬尘、装修废气。本项目主要为室内改建，施工期产生的扬尘量较小，对项目周围大气环境影响较小；装修废气通过加强通风或室内净化措施，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。

（3）声环境影响分析

本项目施工期噪声源主要有小型施工设备产生的噪声，由于本项目工程量小，施工作业较少，施工方式主要为人工施工，设备的使用较少，同时项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。因此，本项目施工对周围声环境影响时间和强度均较小，但必须重视对施工期噪声的控制。

施工期间，施工设备的噪声时起时停，针对施工期声环境影响，施工期噪声污染防治措施具体有：

（a）合理安排施工进度和作业时间，对主要噪声设备应采取相应的限时作业，避开午休时间，禁止在夜间施工。（b）优先选择低噪音设备，日常应注意对施工机械的维修、保养，使其保持良好的运行状态。经采取上述有效措施后，可大大降低本项目施工过程中噪声对周围的影响。

（4）固体废物影响分析

本项目在施工期会产生建筑垃圾、装修垃圾和生活垃圾。建筑垃圾、装修垃圾应

定点堆放，将可回收利用部分进行回收后，由施工单位外运至建筑垃圾堆放场。生活垃圾产生量不大，由医院进行统一集中收集，并交由当地环卫部门清运。

综上所述，本项目施工范围较小，在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境影响较小，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

本环评要求设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方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，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于各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。设备安装完成后，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。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 本项目 DSA 射线装置辐射环境影响分析

为了分析本项目DSA3运行阶段对周围工作人员所造成的影响，本报告对DSA3机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。本项目取医生手术位、操作区操作位、防护墙外30cm处、铅防护门外30cm处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm处、地面下方（楼下）距楼下地面170cm处为预测点位，预测点位见图11-1和图11-2。

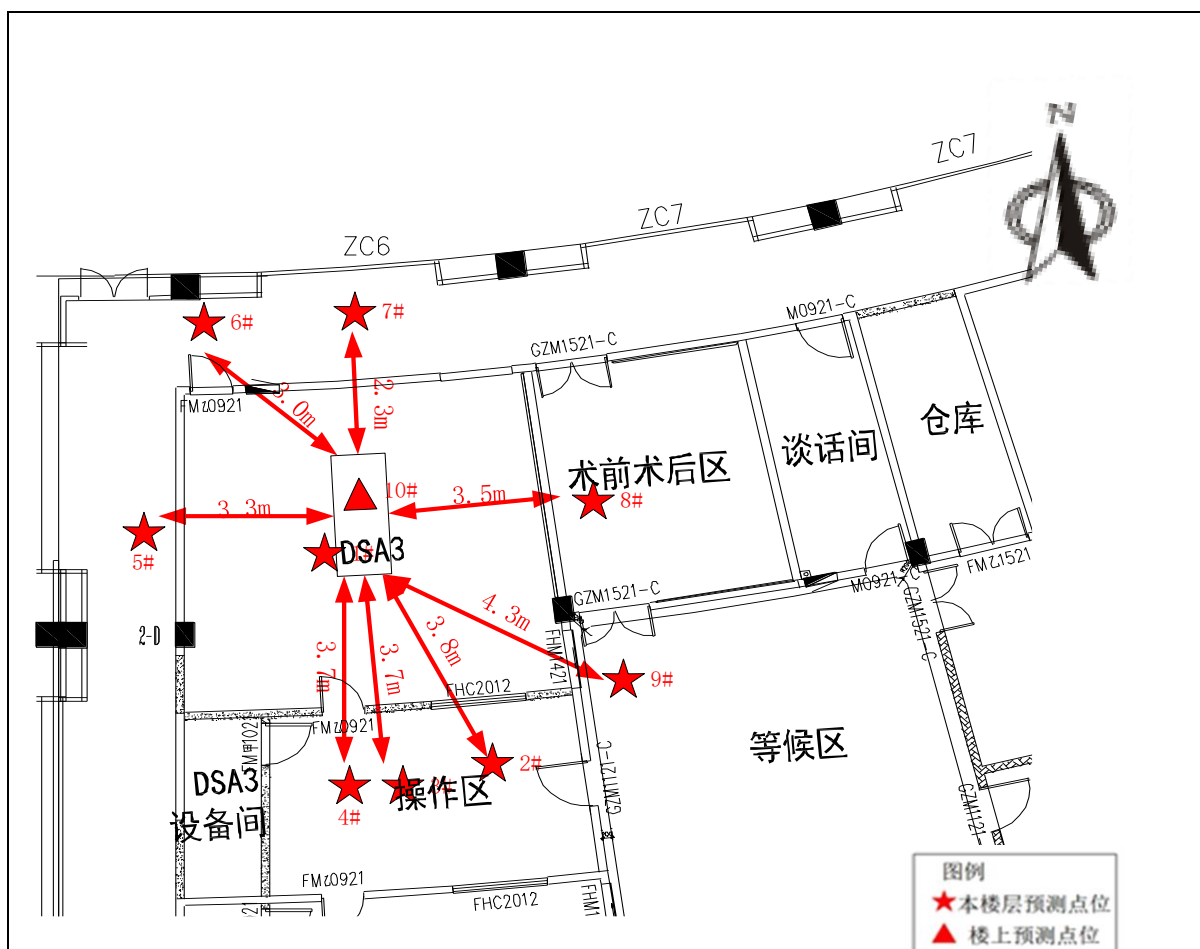


图 11-1 DSA 机房预测关注点位示意图（一）

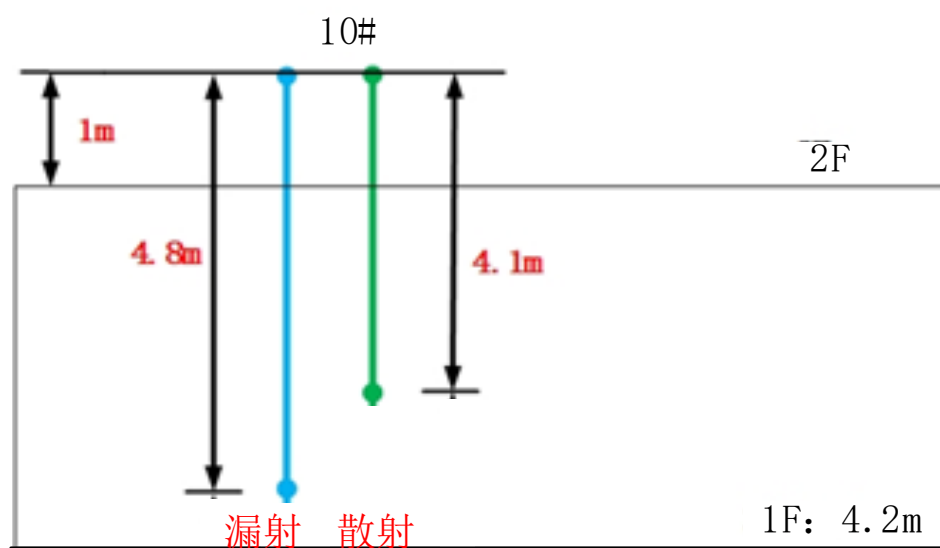


图 11-2 DSA 机房预测关注点位示意图（二）

本项目 DSA3 设备主束方向主要由下朝上，DSA3 设备运行时，机房顶棚会受到主束照射，医生手术位、机房的四侧墙体、地坪、防护门及铅玻璃窗，会受到病人体表散射辐射和泄漏辐射影响。

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 (Primary Barriers, P41~P45) 及 5.1 节 (Cardiac Angiography, P72) 指出, DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此, DSA 设备运行主要是泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时, 会配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护物品, 另外配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施, 其中铅橡胶围裙、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、铅防护吊帘和床侧防护帘的防护铅当量按 0.5mmPb 计算, 介入防护手套按 0.025mmPb 计算。

根据前文 9.2 污染源项描述, 本项目 DSA 设备参数与工况情况详见表 9-1。

①病人体表散射剂量率估算

以下公式根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽) 中公式 (10.8)、(10.9)、(10.10) 等公式演化而来。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中:

H_s ---预测点处的散射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 ---距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

α ---患者对 X 射线的散射比; 根据《辐射防护手册》(第一分册) 表 10.1 查表取 0.0013;

s ---散射面积, cm^2 , 取 100cm^2 ;

d_0 ---源与病人的距离, m, 取 0.7m;

d_s ---病人与预测点的距离, m;

B ---减弱因子, 参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 附录C的C.1.2 中式 (C.1) 及表C.2 的相关参数进行计算。

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

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。

表 11-1 铅对 90kV 的 X 射线衰减的有关的拟合参数

管电压 kV	铅		
	α	β	γ
90	3.067	18.83	0.7726

经计算，各预测点位的散射辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-2 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	源点到散射点距离+散射点到关注点距离 (m)	屏蔽材料及厚度	散射面积 (cm ²)	B	辐射剂量率 (μGy/h)
减影	2#：南侧观察窗外 30cm 处（操作区）	0.7+3.8	4mmPb 铅玻璃（4.0mmPb）	100	3.69E-07	2.29E-03
	3#：南侧防护墙外 30cm 处（操作区）	0.7+3.7	24cm 实心砖+4cm 硫酸钡涂料（6.0mmPb）	100	8.00E-10	5.23E-06
	4#：南侧防护门外 30cm 处（操作区）	0.7+3.7	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	2.41E-03
	5#：西侧防护墙外 30cm 处（西侧走廊）	0.7+3.3	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料（5.0mmPb）	100	1.72E-08	1.41E-04
	6#：北侧防护门外 30cm 处（北侧走廊）	0.7+3.0	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	3.67E-03
	7#：北侧防护墙 30cm 处（走廊）	0.7+2.3	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料（5.0mmPb）	100	1.72E-08	2.91E-04
	8#：东侧防护墙外 30cm 处（术前术后区）	0.7+3.5	12cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料+2mmPb 铅板（6.0mmPb）	100	8.00E-10	5.85E-06
	9#：东侧防护门外 30cm 处（等候区）	0.7+4.3	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	1.79E-03
	10#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（天台）	0.7+4.1	12cm 混凝土+2mmPb 铅板（3.4mmPb）	100	2.33E-06	1.24E-02

透 视	1#：医生手术位（身体铅衣内）	0.7+0.5	0.5mmPb 辅助防护设施（铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘）+0.5mmPb 铅橡胶围裙	100	4.08E-03	29.23
	1#：医生手术位（身体铅衣外）	0.7+0.5	0.5mmPb 铅防护帘	100	2.52E-02	180.51
	2#：南侧观察窗外 30cm 处（操作区）	0.7+3.8	4mmPb 铅玻璃（4.0mmPb）	100	3.69E-07	4.58E-05
	3#：南侧防护墙外 30cm 处（操作区）	0.7+3.7	24cm 实心砖+4cm 硫酸钡涂料（6.0mmPb）	100	8.00E-10	1.05E-07
	4#：南侧防护门外 30cm 处（操作区）	0.7+3.7	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	4.83E-05
	5#：西侧防护墙外 30cm 处（西侧走廊）	0.7+3.3	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料（5.0mmPb）	100	1.72E-08	2.83E-06
	6#：北侧防护门外 30cm 处（北侧走廊）	0.7+3.0	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	7.34E-05
	7#：北侧防护墙 30cm 处（走廊）	0.7+2.3	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料（5.0mmPb）	100	1.72E-08	5.82E-06
	8#：东侧防护墙外 30cm 处（术前术后区）	0.7+3.5	12cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料+2mmPb 铅板（6.0mmPb）	100	8.00E-10	1.17E-07
	9#：东侧防护门外 30cm 处（等候区）	0.7+4.3	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	3.57E-05
	10#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（天台）	0.7+4.1	12cm 混凝土+2mmPb 铅板（3.4mmPb）	100	2.33E-06	2.48E-04

③泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用式 11-3 进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H_L —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$, 本项目取 1mGy/h ;

d —靶点距关注点的距离, m;

B —屏蔽透射因子, 按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 附录 C 中公式和参数计算。

经计算, 各预测点位的泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-3 各预测点位的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	与源距离(m)	屏蔽材料及厚度	B	辐射剂量率($\mu\text{Gy/h}$)
减影	2#: 南侧观察窗外 30cm 处(操作区)	3.8	4mmPb 铅玻璃(4.0mmPb)	3.69E-07	2.56E-05
	3#: 南侧防护墙外 30cm 处(操作区)	3.7	24cm 实心砖+4cm 硫酸钡涂料(6.0mmPb)	8.00E-10	5.84E-08
	4#: 南侧防护门外 30cm 处(操作区)	3.7	内衬 4mm 铅板(4.0mmPb)	3.69E-07	2.70E-05
	5#: 西侧防护墙外 30cm 处(西侧走廊)	3.3	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料(5.0mmPb)	1.72E-08	1.58E-06
	6#: 北侧防护门外 30cm 处(北侧走廊)	3	内衬 4mm 铅板(4.0mmPb)	3.69E-07	4.10E-05
	7#: 北侧防护墙 30cm 处(走廊)	2.3	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料(5.0mmPb)	1.72E-08	3.25E-06
	8#: 东侧防护墙外 30cm 处(术前术后区)	3.5	12cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料+2mmPb 铅板(6.0mmPb)	8.00E-10	6.53E-08
	9#: 东侧防护门外 30cm 处(等候区)	4.3	内衬 4mm 铅板(4.0mmPb)	3.69E-07	2.00E-05
	10#: 顶棚上方距顶棚地面 100cm 处(天台)	4.1	12cm 混凝土+2mmPb 铅板(3.4mmPb)	2.33E-06	1.39E-04
	11#: 医生手术位(身体铅衣内)	0.6	0.5mmPb 辅助防护设施(铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘)+0.5mmPb 铅橡胶围裙	4.08E-03	11.33
透视	1#: 医生手术位(身体铅衣外)	0.6	0.5mmPb 铅防护帘	2.52E-02	70.00
	2#: 南侧观察窗外 30cm 处(操作区)	3.8	4mmPb 铅玻璃(4.0mmPb)	3.69E-07	2.56E-05

3#：南侧防护墙外 30cm 处（操作区）	3.7	24cm 实心砖+4cm 硫酸钡涂料（6.0mmPb）	8.00E-10	5.84E-08
4#：南侧防护门外 30cm 处（操作区）	3.7	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	3.69E-07	2.70E-05
5#：西侧防护墙外 30cm 处（西侧走廊）	3.3	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料（5.0mmPb）	1.72E-08	1.58E-06
6#：北侧防护门外 30cm 处（北侧走廊）	3	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	3.69E-07	4.10E-05
7#：北侧防护墙 30cm 处（走廊）	2.3	24cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料（5.0mmPb）	1.72E-08	3.25E-06
8#：东侧防护墙外 30cm 处（术前术后区）	3.5	12cm 实心砖+3cm 硫酸钡涂料+2mmPb 铅板（6.0mmPb）	8.00E-10	6.53E-08
9#：东侧防护门外 30cm 处（等候区）	4.3	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	3.69E-07	2.00E-05
10#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（天台）	4.1	12cm 混凝土+2mmPb 铅板（3.4mmPb）	2.33E-06	1.39E-04

根据表 11-2 和表 11-3 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于下表。

表 11-4 本项目 DSA 机房各个预测点的总辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率（μGy/h）	泄漏辐射剂量率（μGy/h）	总辐射剂量率（μGy/h）
减影	2#：南侧观察窗外 30cm 处（操作区）	2.29E-03	2.56E-05	2.31E-03
	3#：南侧防护墙外 30cm 处（操作区）	5.23E-06	5.84E-08	5.29E-06
	4#：南侧防护门外 30cm 处（操作区）	2.41E-03	2.70E-05	2.44E-03
	5#：西侧防护墙外 30cm 处（西侧走廊）	1.41E-04	1.58E-06	1.43E-04
	6#：北侧防护门外 30cm 处（北侧走廊）	3.67E-03	4.10E-05	3.71E-03
	7#：北侧防护墙 30cm 处（走廊）	2.91E-04	3.25E-06	2.94E-04
	8#：东侧防护墙外 30cm 处（术前术后区）	5.85E-06	6.53E-08	5.91E-06
	9#：东侧防护门外 30cm 处（等候区）	1.79E-03	2.00E-05	1.81E-03
	10#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（天台）	1.24E-02	1.39E-04	1.25E-02
透视	1#：医生手术位（身体铅衣内）	29.23	11.33	40.56
	1#：医生手术位（身体铅衣外）	180.51	70.00	250.51
	2#：南侧观察窗外 30cm 处（操作区）	4.58E-05	2.56E-05	7.13E-05
	3#：南侧防护墙外 30cm 处（操作区）	1.05E-07	5.84E-08	1.63E-07
	4#：南侧防护门外 30cm 处（操作区）	4.83E-05	2.70E-05	7.52E-05
	5#：西侧防护墙外 30cm 处（西侧走廊）	2.83E-06	1.58E-06	4.41E-06
	6#：北侧防护门外 30cm 处（北侧走廊）	7.34E-05	4.10E-05	1.14E-04

7#：北侧防护墙 30cm 处（走廊）	5.82E-06	3.25E-06	9.07E-06
8#：东侧防护墙外 30cm 处（术前术后区）	1.17E-07	6.53E-08	1.82E-07
9#：东侧防护门外 30cm 处（等候区）	3.57E-05	2.00E-05	5.57E-05
10#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（天台）	2.48E-04	1.39E-04	3.87E-04

由上表计算结果可知：本项目DSA射线装置在减影时机房周围各关注点处的辐射剂量率在 $5.29\text{E-}06\mu\text{Gy/h}\sim 1.25\text{E-}02\mu\text{Gy/h}$ 之间，在透视时机房周围各关注点处的辐射剂量率在 $1.63\text{E-}07\mu\text{Gy/h}\sim 3.87\text{E-}04\mu\text{Gy/h}$ 之间；结合区域辐射环境背景水平，不难得出DSA射线装置在正常运行情况下，机房周围各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的透视条件下屏蔽体外表面30cm处剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值，以及减影条件下屏蔽体外表面30cm处剂量率不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

根据表7-1，本项目环境保护目标为本项目辐射工作人员以及评价范围内医院其他非辐射工作人员和公众成员，故对评价范围内其他环境保护目标处的辐射剂量率进行计算，具体见下表。

表 11-5 本项目 DSA 评价范围内其他环境保护目标处的辐射剂量率

工作模式	保护目标位置描述	参考关注点位	距离（m）	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）		泄漏辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）		总辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
				参考关注点最大值	保护目标处（ $\mu\text{Gy/h}$ ）	参考关注点最大值	保护目标处（ $\mu\text{Gy/h}$ ）	
减影	住院部 B（部分）公众	4#	35	2.41E-03	1.97E-06	2.70E-05	2.20E-08	1.99E-06
	急诊楼（部分）公众	5#	26	1.41E-04	2.09E-07	1.58E-06	2.34E-09	2.11E-07
	门诊楼（部分）公众	6#	7	3.67E-03	7.49E-05	4.10E-05	8.37E-07	7.57E-05
透视	住院部 B（部分）公众	4#	35	4.83E-05	3.94E-08	2.70E-05	2.20E-08	6.15E-08
	急诊楼（部分）公众	5#	26	2.83E-06	4.19E-09	1.58E-06	2.34E-09	6.52E-09
	门诊楼（部分）公众	6#	7	7.34E-05	1.50E-06	4.10E-05	8.37E-07	2.33E-06

11.2.2 人员年有效剂量估算

DSA减影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA透视曝光时，医生和护士在DSA机房内近台操作，技师通常不在手术间内。

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000年报告附录A公式以及

居留因子的选取，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

关注点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$H_I = H_0 \times T \times t \times I \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H_I —X射线外照射有效剂量当量，mSv；

H_0 —X射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

T —居留因子；

t —X射线年照射时间，h/a；

I —剂量换算系数，Sv/Gy 取 1。

本项目的居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，具体数值见下表。

表 11-6 居留因子的选取

场所	居留因子（T）		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、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8：各治疗室门 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：仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

根据前文，本项目DSA减影过程年总曝光时间为25h，透视过程年总曝光时间为333.34h。医生、护士和技师在DSA透视、减影过程中年受照具体见表1-4。根据式11-4进行计算，本项目理论预测环境影响分析下保护目标的年有效剂量估算结果详见下表。

表 11-7 年有效剂量估算结果

场所	工作模式	关注点位置	保护目标	总辐射剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	年工作时间 t (h)	居留因子 T	年有效剂量 H_I (mSv)	涉及人员类型
本项目D	减影	4#	操作区人员	2.44E-03	12.51	1	3.05E-05	职业
			操作区介入医护人员	2.44E-03	5.01	1	1.22E-05	职业
		5#	西侧走廊人员	1.43E-04	25	1/4	8.94E-07	公众

S A 3 机 房		6#	北侧走廊人员	3.71E-03	25	1/4	2.32E-05	公众
		8#	术前术后区人员	5.91E-06	25	1/4	3.69E-08	公众
		9#	等候区人员	1.81E-03	25	1/4	1.13E-05	公众
		10#	天台人员	1.25E-02	25	1/16	1.95E-05	公众
		4#	住院部 B（部分）人员	1.99E-06	25	1	4.98E-08	公众
		5#	急诊楼（部分）人员	2.11E-07	25	1	5.28E-09	公众
		6#	门诊楼（部分）人员	7.57E-05	25	1	1.89E-06	公众
	透视	1#	医生手术位（身体铅衣内）	40.56	66.67	1	2.70	职业
		1#	医生手术位（身体铅衣外）	250.51	66.67	1	16.70	职业
		4#	操作区人员	7.52E-05	166.67	1	1.25E-05	职业
		5#	西侧走廊人员	4.41E-06	333.34	1/4	3.68E-07	公众
		6#	北侧走廊人员	1.14E-04	333.34	1/4	9.50E-06	公众
		8#	术前术后区人员	1.82E-07	333.34	1/4	1.52E-08	公众
		9#	等候区人员	5.57E-05	333.34	1/4	4.64E-06	公众
		10#	天台人员	3.87E-04	333.34	1/16	8.06E-06	公众
		4#	住院部 B（部分）人员	6.15E-08	333.34	1	2.05E-08	公众
		5#	急诊楼（部分）人员	6.52E-09	333.34	1	2.17E-09	公众
		6#	门诊楼（部分）人员	2.33E-06	333.34	1	7.77E-07	公众

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）要求，当介入放射工作人员佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用公式 11-5 估算有效剂量。

$$E=\alpha H_u+\beta H_o \quad (11-5)$$

式中：

E ——有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；本项目为医护人员配备铅橡胶围脖，因此，**本项目取 0.79；**

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；本项目为医护人员配备铅围脖，因此**本项目取 0.051；**

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位：mSv；

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 $H_p(10)$ ，单位：mSv。

本项目根据理论预测计算得医护人员铅衣内外剂量率情况，利用上式估算佩戴双剂量计情况下人员的有效剂量。由表 11-7 可知，术者位（身体铅衣内）年有效剂量为 2.7mSv，术者位（身体铅衣外）年有效剂量为 16.7mSv，则由式 11-6 计算可知，手术位（身体）的受照的有效剂量为 2.99mSv/a。

对上表中保护目标在减影和透视模式的年有效剂量估算结果进行叠加计算，计算结果详见下表。

表 11-8 减影和透视模式下保护目标年有效剂量叠加估算结果

预测点位	工作模式	年有效剂量 (mSv)		涉及人员类型
1#：医生手术位	透视	2.99	2.99	职业
	减影	1.22E-05*		
4#：南侧防护门外 30cm 处（操作区）	减影 +透 视	4.31E-05		职业
5#：西侧防护墙外 30cm 处（西侧走廊）		1.26E-06		公众
6#：北侧防护门外 30cm 处（北侧走廊）		3.27E-05		公众
8#：东侧防护墙外 30cm 处（术前术后区）		5.21E-08		公众
9#：东侧防护门外 30cm 处（等候区）		1.60E-05		公众
10#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（天台）		2.76E-05		公众
住院部 B（部分）公众		7.03E-08		公众
急诊楼（部分）公众		7.45E-09		公众
门诊楼（部分）公众		2.67E-06		公众
注*：减影模式下，手术医护人员退出介入机房，进入控制室，因此减影模式下需考虑手术医护人员在控制室操作位内的受照剂量。				

11.2.3 叠加影响分析

(1) 医护人员

由于本项目辐射工作医护人员有兼职医院 DSA1 和 DSA2 等其他射线装置的情况，考虑到叠加影响，根据附件 8 相关内容，本项目辐射工作人员在 2023.7~2024.7 连续四个检测周期的个人剂量监测结果中，最大年个人剂量监测数据为 0.26mSv。

在手术过程中，医生相较护士距离射线更近，且本项目医生和护士年受照的总时间相同，故以医生年有效剂量估算结果进行核算医护人员年最大有效剂量的估算。根据表 11-8，透视和减影过程中医生最大年有效剂量为 2.99mSv（该有效剂量主要为透视过程在机房内的受照剂量，因此不考虑减影过程医护人员在操作区时，DSA1 机房的叠加影响），考虑本项目医护人员兼职操作医院其他射线装置的叠加影响 0.26mSv/a

(具体见附件 8), 则医护人员所受年有效剂量最大约为 $2.99\text{mSv}+0.26\text{mSv}=3.25\text{mSv}$, 低于本环评要求的 5mSv 年有效剂量约束值。

(2) 技师

本项目 DSA3 机房与 DSA1 机房共用操作区, 因此技师需要考虑 2 间机房的叠加影响。根据现有 DSA1 机房辐射工作场所检测报告显示, DSA1 机房周围最大剂量率为 $0.24\mu\text{Sv/h}$, 本项目 DSA1 射线装置和 DSA3 射线装置的工作负荷相当, 年工作时间保守取 358.34h , 则技师所受年有效剂量最大约为 $0.24\times 10^{-3}\text{mSv/h}\times 358.34\text{h}+4.31\times 10^{-5}\text{mSv}=0.086\text{mSv}$, 低于本环评要求的 5mSv 年有效剂量约束值。

根据表 11-8, DSA3 机房技师年有效剂量为 $4.31\times 10^{-5}\text{mSv}$, 远小于本环评要求的 5mSv 年有效剂量约束值, 因此 DSA1 机房的技师在考虑本项目 DSA3 射线装置叠加后的影响, 仍低于本环评要求的 5mSv 年有效剂量约束值。

(3) 公众

根据医技楼一层介入导管中心平面布局可知, 3 间机房共用等候区, 因此等候区公众需要考虑 3 间机房的叠加影响。根据现有 2 台机房辐射工作场所检测报告显示, DSA1 机房及 DSA2 机房周围最大剂量率均为 $0.24\mu\text{Sv/h}$, 年工作时间保守取 358.34h , 则等候区公众所受年有效剂量最大约为 $0.24\times 10^{-3}\text{mSv/h}\times 358.34\text{h}\times 1/4+0.24\times 10^{-3}\text{mSv/h}\times 358.34\text{h}\times 1/4+1.60\times 10^{-5}\text{mSv}=0.043\text{mSv}$, 低于本环评要求的 0.25mSv 年有效剂量约束值。

综上所述, 医护人员与公众所受的年有效剂量均低于本环评要求的年有效剂量约束值, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中关于“剂量限值”的要求和年剂量约束值的要求。

11.2.4 DSA 运营期其他污染物影响分析

① 废气

本项目 DSA 机房设置动力通排风系统, 能保持机房内良好的通风。DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物经排风管道引至楼上, 有利于臭氧和氮氧化物扩散到室外大气环境, 臭氧可在 50 分钟后自然分解, 氮氧化物只有臭氧产生量的 $1/3$, 因此本项目 DSA 射线装置产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

② 固体废物

项目运行后, 固体废物主要为介入手术产生的医疗废物和生活垃圾。

生活垃圾依托医院暂存收集设施和周边环卫部门清运处置，对周围环境影响很小。

本项目医疗废物为“HW01 医疗废物/卫生/841-001-01 感染性废物、841-002-01 损伤性废物”，属于危险废物。本项目医疗废物按照类别分置于防渗漏、防锐器穿透的专用包装物或者利器盒内，待手术结束后从 DSA3 机房北侧墙体设的防护门运至污物间暂存，和其他医疗废物一起委托有资质单位进行处置并在交接过程中填写转移联单。医疗废物经合理处置后，可将对周围环境的影响降低至最低限度。

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少量医疗废水。生活污水经预处理后和少量医疗废水一起进入医院废水处理站处理后排入市政污水管网。因此废水不外排，对周围水环境没有影响。

④噪声

本项目噪声源主要为 DSA 机房配备的通排风系统产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 65~70dB，对周围环境影响很小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故情况

- (1) 装置在运行时，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；
- (2) 工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，设备开机，造成滞留人员的误照射；
- (3) DSA 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

11.3.2 事故影响防范措施

- (1) 制定经常性自检制度，对门灯联锁、监视器、电离辐射警告标志灯等防护设施进行经常性检查，如发现这些防护设施不够完善或失灵，立即维护、修复；
- (2) 制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，减少意外照射事故的发生；
- (3) 医务人员必须严格按照 X 射线装置操作程序进行诊断，确定机房内工作人员及病人家属均离开机房后方可开机，以避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射；
- (4) 医护人员进行 DSA 手术前，一定要配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护

眼镜、介入防护手套等防护物品，并佩戴个人剂量计后方可进行手术作业；

（5）项目应严格遵循所用辐射设备的安全使用年限，避免机械故障造成辐射事故，严禁超期使用；

（6）严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如验收监测及年度监测结果表明外墙、防护门缝隙、观察窗、孔洞等处辐射水平偏高时，应立即停机，查明原因并优化屏蔽设计和施工，未整改到位前，设备不得开机。

（7）不断对各项辐射事故应急预案进行补充和完善，并每年定期进行一次演练；发现问题，及时进行整改。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

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》相关要求，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，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院成立了辐射安全防护小组，全面负责医院的辐射安全管理工作及相关工作，见附件 6。该辐射安全防护小组的基本组成涵盖放射性同位素的管理与使用等相关部门，明确了组成人员及相关职责，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，故医院辐射安全防护小组的配备能够满足辐射管理工作的要求。

12.1.2 辐射工作人员管理

（1）职业健康检查

本项目配备辐射工作人员 17 名，包括医生 10 人，护士 5 人，技师 2 人。其中 15 名辐射工作人员（医生和护士）均为医院现有辐射工作人员，2 名技师拟对外新聘。医院现有拟参加本项目的 15 名辐射工作人员在岗期间职业健康体检结论均为可继续从事放射岗位工作，具体见附件 8。

对于新增 2 名辐射工作人员，医院将按要求每两年进行在岗期间职业健康体检，并建立职业健康档案。

（2）辐射工作人员培训

医院现有拟参加本项目的 15 名辐射工作人员中 13 人在台州市卫生监督所组织的台州市放射工作人员放射防护知识培训平台（<https://tzfspx.91cme.com/>）进行培训并通过培训，1 人参加了浙江省卫生监督协会组织的“全省医疗卫生机构放射工作人员放射防护网络培训”并通过培训，1 人参加了国家核技术利用辐射防护与安全培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）考核，考核合格并在有效期内，具体见附件 8。

对于新增 2 名辐射工作人员，医院应组织其参加全国核技术利用辐射防护与安全培训平台的辐射防护与安全培训并考核合格，并按时接受再培训。

（3）个人剂量检测

医院现有拟参加本项目的 15 名辐射工作人员中 14 名辐射工作人员在 2023.7~2024.7 连续四个检测周期的个人剂量监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员剂量限值要求，1 人于 2023 年 12 月入职，故无连续四个检测周期的个人剂量数据，具体见附件 8。

对于新增 2 名辐射工作人员，应佩戴个人剂量计，建立剂量健康档案并终生保存，个人剂量计三个月送检一次。

医院将做到以下几个方面：

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量档案三个文件上的人员信息应统一；个人剂量档案应终生保存。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

12.1.3 年度评估

台州市中心医院（台州学院附属医院）已按要求进行了辐射安全与防护状况评估，每年定期上报至发证机关。本项目建成运行后，医院将把本项目纳入年度评估报告，定期上报至发证机关。经与医院核实，医院历年未发生辐射事故。

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》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，完善的辐射应急措施，还应制定质量保证大纲”。

根据医院提供的资料，医院目前制订了一系列的辐射工作管理制度，包括电离辐射危害告知制度、辐射工作人员的管理制度、放射诊疗质量保证制度、受检者告知制度、放射防护安全管理制度（包括人员培训计划制度、个人剂量管理制度、辐射监测制度等）、核医学工作场所管理制度、放射性药品的使用管理制度、核医学给药规范流程、放射性粒子使用操作指南、X 线机使用操作规程和辐射事故应急预案等。

医院目前有 2 台 DSA 投入运行多年，管理制度内容较为全面，基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院应根据本单位项目开展的情况，落实设备检修、维修和保养制度，并落实相关记录和档案的保存工作。在本项目运行前，医院应将辐射工作制度、操作规程、岗位职责等制度张贴上墙。本项目正式运行后，医院应结合设备实际使用情况，进一步完善和细化相关制度，以适应当前环保的管理要求，并在以后的实际工作中严格落实执行。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，项目单位需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目 DSA 属于 II 类射线装置，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》及相关管理要求，医院应配备个人防护用品和监测仪器，同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计、辐射监测等仪器。

医院拟利用放射科现有 1 台辐射剂量率巡检仪（生产厂家上海仁日辐射防护设备有限公司，型号 REN600A）进行本项目运行过程中的自行监测，无需新购。本项目辐射工作人员均配备个人剂量计。

12.3.2 监测计划

参考《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）中“9 环境管理与监测计划”：根据建设项目环境影响特征、影响范围和影响程度，结合环境保护目标分布，制定环境质量定点监测或定期跟踪监测方案。

参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3.3.2 相关内容，本项目监测因子取 X- γ 周围剂量当量率，日常监测的频率定为 1 次/半年。

除日常监测外，医院委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。

表12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA机房	X- γ 周围剂量当量率	1次/年	X- γ 辐射监测仪，按要求检定	防护门外、门缝、观察窗、控制室操作位、各侧屏蔽墙外	委托监测
日常			1次/半年			自行监测

监测					30cm处、顶棚上方距顶棚地面100cm处、机房地面下方距楼下地面170cm处、管线洞口及周围需要关注的区域	
验收监测			项目完成3个月内			委托监测
个人剂量检测	/	个人剂量当量	至少每三个月一次	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托监测

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

12.4 环保竣工验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.5 辐射事故应急

12.5.1 应急预案的要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）辐射事故分级与应急响应措施；
- （4）辐射事故的调查、报告和处理程序。

医院目前制定有《辐射事故应急预案》，包括了辐射事故应急救援领导小组的成立及对应职责、辐射事故分级、应急救援应遵循的原则、辐射事故应急处理程序、放射性事故的调查、救助装备保障、应急人员的培训演习等，该应急预案能够满足相关要求。

12.5.2 辐射事故上报的要求

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射

线装置安全许可管理办法》和《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》等要求，进行报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并根据要求在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门、公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生行政部门报告。

12.6 从事辐射活动能力分析

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于应用射线装置单位使用条件的规定，结合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》中的相关要求，结合项目实际，对建设单位从事辐射活动能力进行分析评估，并就不足之处提出完善要求。

12.6.1 辐射安全管理综合要求

本项目拟使用 DSA 射线装置，参考生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）中的相关规定，建设单位需具备的辐射安全管理综合要求见下表。

表 12-3 辐射安全防护设施汇总对照分析表

序号	检查项目	设计建造	运行状态	备注
1	单独机房	新建 DSA3 机房位于医技楼一层，属于单独机房	/	拟配置
2	操作部位局部屏蔽防护设施	本项目 DSA3 为新购设备，建设单位拟新购防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘各 1 件	/	
3	医护人员的个人防护	拟新购防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 2 套	/	
4	患者防护	拟新购防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾、铅橡胶颈套各 1 套	/	
5	机房门窗防护	本项目 DSA3 机房观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃，防护门（共 3 樘）均为 4.0mmPb 防护门	/	
6	闭门装置	DSA3 机房南侧和北侧墙体设防护门分别供医护人员进出和医疗废物进出，防护门为平开门，设有自动闭门装置	/	
7	入口处电离辐射警告标志	机房门外设电离辐射警告标志	/	
8	入口处机器工作	机房门上方设有醒目的工作状态指示	/	

		状态显示	灯，灯箱上应设“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句		
9	B 其他	监测仪器	医院拟利用放射科现有 1 台辐射剂量率巡检仪用于本项目，无需新购。	正常使用，无异常情况	利旧
10		个人剂量计	本项目配备辐射工作人员17名，15名辐射工作人员为医院现有辐射工作人员，2名技师拟对外新聘。15名现有辐射工作人员，均已配备个人剂量计		利旧
			新增2名辐射工作人员应配备个人剂量计	/	拟配置

12.6.2 结论

建设单位目前具备的能力如下：

- （1）成立了辐射安全防护小组，有领导分管、安全机构健全。
- （2）辐射工作人员配备齐全，专业结构合理，有一定的安全文化素养。
- （3）辐射工作场所拟设置的防护设施符合辐射防护要求。
- （4）事故应急预案可行，辐射安全规章制度较全，基本适应现行辐射工作需要。

通过以上分析，本报告认为建设单位已具有使用本射线装置的综合管理能力。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

医院拟在医技楼一楼建设介入导管中心，拟在医技楼一层核医学工作场所退役后部分场地内建设 1 间 DSA 机房及其配套用房，机房内新增 1 台 DSA，型号为 Artis zee III ceiling，主束方向主要由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。并且医院拟对现有 2 间 DSA 机房及其配套用房进行布局调整。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

DSA3 机房东侧墙体采用实心砖+硫酸钡涂料+铅板，其余三侧墙体均采用实心砖墙+硫酸钡水泥防护涂料，顶棚采用混凝土+铅板，配备防护门和观察窗，布局和屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

辐射防护设施：DSA 机房的控制室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。机房门外设电离辐射警告标志，机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设警示语句；DSA 设有急停开关；DSA 机房推拉防护门设有防夹装置，设备运行时关闭防护门，平开防护门设有自动闭门装置，且防护门上方的工作状态指示灯均能与机房门有效关联。DSA 机房配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求进行配制。

在严格落实以上辐射安全措施，并在实际工作中规范操作后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护的要求。

（2）辐射安全管理结论

医院已成立辐射安全防护小组，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作；医院已对辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测，并建立了个人职业健康监护档案和个人剂量档案，同时也应将本项目新增辐射工作人员纳入管理范围内；医院现有管理制度内容较为全面，基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，医院应根据本单位项目开展的情况，落实设备检修、维修和保养制度，并落实相关记录和档案的保存工作。除此之外，医院应不断对各项管理制度进行补充和完善，以适应当前环保的管理要求，并在以后的实际工作中严格落实执行。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 经理论计算分析, DSA3 机房四周屏蔽墙体、地坪、顶棚、防护门及观察窗外辐射剂量率均能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的透视条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值, 以及减影条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

(2) 经估算, DSA 机房职业人员可能受到的最大年有效剂量满足本次评价提出的 5mSv 的年有效剂量约束值的要求, 周围公众人员可能受到的最大年有效剂量满足本次评价提出的 0.25mSv 的年有效剂量约束值的要求。

13.1.4 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录(2024年本)》, 本项目拟使用的数字减影血管造影装置(DSA)属于医药类项目中的**高性能医学影像设备**, 为鼓励类产业, 符合国家现行产业政策。

(2) 实践正当性分析

医院实施本项目, 目的在于开展放射诊疗工作, 最终是为了治病救人, 在项目运行时采取了相应的屏蔽、个人防护和辐射安全管理等措施, 其获得的利益远大于辐射所造成的损害, 符合《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”的要求。

(3) 台州市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

本项目位于台州市椒江区中心城区城镇生活重点管控单元(ZH33100220005), 符合台州市生态环境分区管控动态更新方案要求, 并且能够符合“三线一单”的管控要求。

(4) 相关规划及选址合理性结论

本项目用地属于医院用地, DSA 机房选址于医技楼一层, 用房性质为医疗用房。辐射工作场所实体屏蔽边界不相邻产科、儿科等敏感人群集中区域, 50m 评价范围主要为医院内部建筑物、内部道路。项目运营过程产生的电离辐射, 经采取一定的辐射防护措施后, 对周围环境与公众造成的影响是可接受的, 故本项目的选址是合理的。

(5) 项目可行性结论

综上所述, 台州市中心医院(台州学院附属医院)医技楼一层 DSA 改扩建项目符合产业政策、实践正当性和“三线一单”的管控要求, 选址合理; 在落实本报告提

出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足辐射环境保护相关标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

（1）辐射监测仪器和其他辐射防护设备要落实专人负责定期检查、维护，确保其状况良好，以确保监测数据的可靠，为单位辐射防护提供可靠依据；

（2）认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，进行核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，医院承诺：

（1）本项目取得环评批复后，严格按照已批复的环评文件进行建设，并及时重新申领辐射安全许可证；项目竣工后，按照国家相关法律法规尽快自主组织竣工环保验收。

（2）根据本单位项目开展的情况，不断对辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案进行补充和完善，以适应当前环保的管理要求，保证各种规章制度和操作规程的有效执行。

（3）医院承诺加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案，并接受生态环境主管部门的监督检查。

（4）在实施诊治之前，事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

（5）按要求每年向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。

（6）在项目建设、运行等过程中不违规操作、不弄虚作假。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人	公章 年月日
审批意见：	
经办人	公章 年月日