

检索号	2022-HP-0024
商密级别	普通商密

核技术利用建设项目

常州市武进人民医院扩建放射诊疗项目

环境影响报告表

(公开本)



常州市武进人民医院

2022年3月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常州市武进人民医院扩建放射诊疗项目 环境影响报告表



建设单位名称： 常州市武进人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）： 金建

通讯地址： 江苏省常州市天宁区永宁北路2号

邮政编码： 213000 联系人： /

电子邮箱： / 联系电话： /

打印编号: 1645584413000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	7xmmic		
建设项目名称	常州市武进人民医院扩建放射诊疗项目		
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		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	常州市武进人民医院		
统一社会信用代码	12320483467365016C		
法定代表人 (签章)	金建华		
主要负责人 (签字)	胡维英		
直接负责的主管人员 (签字)	徐阳		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	江苏辐环环境科技有限公司		
统一社会信用代码	913201003393926218		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
杨振涛	11353243508320628	BH005889	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨振涛	全文编制	BH005889	



姓名: 杨振涛
 Full Name
 性别: 男
 Sex
 出生年月: 1984年11月
 Date of Birth
 专业类别:
 Professional Type
 批准日期: 2011年05月
 Approval Date

持证人签名:
 Signature of the Bearer

签发单位盖章:
 Issued by

签发日期: 2011年10月08日
 Issued on

管理号: 11353243508320628
 File No.:



编制主持人环境影响评价工程师职业资格证书 (复印件)

江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)



参保单位全称: 江苏福环环境科技有限公司
 统一社会信用代码: 913201003393926218

现参保地: 南京市市本级
 查询时间: 202112-202212

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数	00	00		
序号	姓名	公民身份号码 (社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	杨振涛	32010519841108003	202112 - 202202	3

- 说明:
1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
 2. 本权益单为打印时参保情况。
 3. 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
 4. 本权益单记录单出具后有效期内 (6个月), 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证 (可多次验证)。



编制人员社保证明

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	6
表 3 非密封放射性物质	6
表 4 射线装置	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 6 评价依据	9
表 7 保护目标与评价标准	11
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	25
表 10 辐射安全与防护	34
表 11 环境影响分析	42
表 12 辐射安全管理	64
表 13 结论与建议	69
表 14 审批	73

附图

- 附图 1：常州市武进人民医院地理位置图
- 附图 2：常州市武进人民医院本部平面布局及周围环境示意图
- 附图 3：常州市武进人民医院南院平面布局及周围环境示意图
- 附图 4：常州市武进人民医院本部综合病房楼三楼平面布局示意图
- 附图 5：常州市武进人民医院本部综合病房楼四楼平面布局示意图
- 附图 6：常州市武进人民医院本部综合病房楼二楼平面布局示意图
- 附图 7：常州市武进人民医院本部外科综合大楼二楼平面布局示意图
- 附图 8：常州市武进人民医院本部外科综合大楼三楼平面布局示意图
- 附图 9：常州市武进人民医院本部外科综合大楼一楼平面布局示意图
- 附图 10：常州市武进人民医院南院门急诊病房楼四楼平面布局示意图
- 附图 11：常州市武进人民医院南院门急诊病房楼五楼平面布局示意图
- 附图 12：常州市武进人民医院南院门急诊病房楼三楼平面布局示意图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		常州市武进人民医院扩建放射诊疗项目				
建设单位		常州市武进人民医院				
法人代表	金建华	联系人	/	联系电话	/	
注册地址		江苏省常州市天宁区永宁北路 2 号				
项目建设地点		江苏省常州市天宁区永宁北路 2 号本部综合病房楼三楼 DSA 机房 3、本部外科综合大楼二楼 ERCP 机房，江苏省常州市武进区滆湖东路 85 号南院门急诊病房楼四楼 DSA 机房				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1400	项目环保投资 (万元)	60	投资比例(环保投资/总投资) 4.29%	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其他	/				

项目概述

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

1、建设单位基本情况

常州市武进人民医院是集医疗、教学、科研、预防于一体的三级乙等综合医院，是常州市第八人民医院、国家级爱婴医院、江苏省首批基本现代化医院、江苏大学附属武进医院、江苏省博士后创新实践基地、徐州医科大学武进临床学院、江苏大学硕士点和上海同济大学医学院教学医院。先后获全国巾帼文明示范岗、江苏省卫生系统先进集体、江苏省患者安全目标合格单位、全国改善医疗服务示范医院等荣誉称号。

医院现有本部、南院两个院区，总占地面积约 12 万平方米，总建筑面积 16.3 万平

方米，核定床位 1310 张。拥有职工 2200 名，其中享受国务院特殊津贴专家 1 名，国家级有突出贡献中青年专家 1 名，省级有突出贡献中青年专家 1 名，高级职称专家 463 名，博士、硕士 365 名，初步形成了知名专家领衔，中青年技术骨干挑大梁的复合型人才队伍。医院科室设置齐全，共有临床医技科室 45 个，有内、外、妇产、儿、急诊、重症医学、麻醉等 20 个临床一级诊疗科目，3 个医技一级诊疗科目。

2015 年 1 月，经武进区人民政府研究决定，常州市武进人民医院对武进高新区人民医院（含庙桥分院）实行一体化管理。

2、项目由来及建设规模

为满足患者的就医需求，提升当地和周边区域群众的医疗服务水平，常州市武进人民医院开展以下核技术利用项目：

（1）在医院本部综合病房楼三楼的导管室扩建一间 DSA 机房（DSA 机房 3），配备 1 台 Artis zee III ceiling 型 DSA；

（2）在医院本部外科综合大楼二楼的内镜中心建设一间 ERCP 机房，将高新区院区的 1 台 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 搬迁至该 ERCP 机房；

（3）将医院南院门急诊病房楼四楼手术中心的 14#手术室改建为 DSA 机房，将 13#手术室改建为该 DSA 的控制室，并在该 DSA 机房配备 1 台 Allura Centron 型 DSA。

本项目 DSA 主要用于神经外科、心内科以及胸心血管外科等血管的介入诊断与治疗，ERCP 主要用于胃肠、肝、胰等非血管的介入诊断与治疗。本项目核技术利用具体情况见表 1-1。

表 1-1 本项目核技术利用情况一览表

射线装置								
序号	射线装置名称	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类别	工作场所名称	环评情况	备注
1	Artis zee III Ceiling 型 DSA	1	150	1250	II	本部综合病房楼三楼导管室 DSA 机房 3	扩建项目 本次环评	/
2	Essy Diagnost Eleva 型 ERCP	1	150	640	II	本部外科综合大楼二楼内镜中心 ERCP 机房		/
3	Allura Centron 型 DSA	1	125	1250	II	南院门急诊病房楼四楼手术中心 DSA 机房		/

本项目 DSA 和 ERCP 机房均已建成，设备已安装。2022 年 1 月 12 日，常州市生态环境局对该 3 台射线装置进行了现场检查，并出具了不予行政处罚决定书（常环不罚〔2022〕1 号），具体详见附件 7。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中

华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规的规定以及常州市生态环境局出具的不予行政处罚决定书，医院应办理核技术利用项目环境影响评价手续。

根据《射线装置分类》（2017年修订版），本项目 DSA、ERCP 属于 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），应编制环境影响报告表。受常州市武进人民医院的委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该医院扩建放射诊疗项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托江苏核众环境监测技术有限公司对项目建设场址及周围环境进行了辐射环境现状检测，在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

3、项目劳动定员及年工作时间

本项目综合病房楼 DSA 机房共配备 9 名辐射工作人员，门急诊病房楼 DSA 机房共配备 5 名辐射工作人员，外科综合大楼 ERCP 机房共配备 4 名辐射工作人员，年工作时间 250 天。

二、项目周边保护目标及项目选址情况

常州市武进人民医院本部位于常州市天宁区永宁北路 2 号，南院位于常州市武进区滆湖东路 85 号，医院地理位置示意图见附图 1。医院本部东侧为竹林西路，南侧为永宁北路，西侧为沪宁铁路，北侧为北塘河路，医院本部平面布局及周围环境情况见附图 2。医院南院东侧为道路，南侧为拆迁空地，西侧为夏城南路，北侧为滆湖东路，医院南院平面布局及周围环境情况见附图 3。

医院综合病房楼位于医院本部的西北部，其主楼为地下 1 层和地上 24 层、裙楼为地下 1 层和地上 3 层，其东侧为外科综合大楼，南侧、西侧、北侧均为医院道路和绿化。本项目 DSA 机房 3 位于综合病房楼的三楼，DSA 机房 3 东侧依次为设备间 3、卫生间和医生通道，南侧为患者走道，西侧为控制室 3、缓冲间，北侧为大楼外墙，楼上为示教室及备用产科病房，楼下为主任办公室及医生办公室。医院综合病房楼三楼平面布局见附图 4，四楼平面布局见附图 5，二楼平面布局见附图 6。

医院外科综合大楼位于医院本部的东北部，其主楼为地下 1 层和地上 19 层、裙楼为地下 1 层和地上 6 层，其东侧、南侧、北侧均为医院道路和绿化，西侧为综合病房楼。本项目 ERCP 机房位于外科综合大楼的二楼，ERCP 机房东侧为走廊，南侧为电子支气管镜室，西侧为控制室，北侧为内镜中心的走廊和候诊室，楼上为静配中心的脱包间、耗材库、洗衣洁具间，楼下为出入院办理大厅。医院外科综合大楼二楼平面布局见附图

7, 三楼平面布局见附图 8, 一楼平面布局见附图 9。

医院门急诊病房楼位于医院南院的西北部, 其主楼为地上 12 层、裙楼为地上 4 层, 其四周均为医院道路和绿化。本项目 DSA 机房位于门急诊病房楼的四楼, DSA 机房东侧为苏醒室, 南侧为污物走廊、设备间及耗材间, 西侧为控制室, 北侧为走廊, 楼上为设备用房及热交换间, 楼下为库房、走廊及胃镜清洗间。医院门急诊病房楼四楼平面布局见附图 10, 五楼平面布局见附图 11, 三楼平面布局见附图 12。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标, 且不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、医院内的其他工作人员、病患及陪同家属等流动人员以及医院本部北侧北塘河路上的行人。本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。并根据现场监测与环评预测, 项目建设满足环境质量底线要求, 不会造成区域环境质量下降; 本项目对资源消耗极少, 不涉及违背生态环境准入清单的问题, 本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

综上所述, 本项目周围无环境制约因素, 项目选址合理。

三、产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录》(2021 年修订), 本项目 DSA、ERCPC 属于国家鼓励类的第十三项“医药”中第 5 款中“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备, 人工智能辅助医疗设备, 高端放射治疗设备, 电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备, 新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用”, 符合国家产业发展政策。根据《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录(2012 年本)》(苏政办发[2013]9 号文)及其修改条目, 本项目属于该指导目录中鼓励类“十一、医药”中“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”。

四、实践正当性评价

本项目投入使用能够更好的满足患者的就诊需求, 在做好辐射防护的基础上, 本项目的建设运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害, 该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“实践的正当性”的原则。

五、原有核技术利用项目许可情况

常州市武进人民医院目前持有的辐射安全许可证书编号为: 苏环辐证[00407], 许可种类和范围: 使用 II 类、III 类射线装置; 使用非密封放射性物质, 丙级非密封放射性物

质工作场所。许可有效期为 2021 年 06 月 21 日至 2023 年 07 月 19 日。医院辐射安全许可证复印件见附件 3。医院现有核技术利用项目见表 1-4。

除本项目外，医院现有核技术利用项目均已履行了相关环保手续，无遗留环保问题。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	Artis zee III Ceiling	150	1250	医疗诊断/介入治疗	本部综合病房楼三楼导管室 DSA 机房 3	/
2	ERCP	II	1	Essy Diagnost Eleva	150	640	医疗诊断/介入治疗	本部外科综合大楼二楼内镜中心 ERCP 机房	/
3	DSA	II	1	Allura Centron	125	1250	医疗诊断/介入治疗	南院门急诊病房楼四楼手术中心 DSA 机房	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗固体废物	固体	/	/	17kg	200kg	/	暂存在机房的垃圾桶中	手术结束集中收集后作为普通医疗废物处理
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	经排风系统排出室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境的影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 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》(2018 年修正版), 自 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》, 2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修正版), 国务院令 第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 生态环境部令 第 20 号, 自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部令 第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(9) 《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》, 国家环境保护总局文件, 环发[2006] 145 号文</p> <p>(10) 《射线装置分类》(2017 年修订版), 环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年公告第 66 号公布, 自 2017 年 12 月 5 日起施行</p> <p>(11) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知, 环办[2013]103 号, 2014 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部部令 第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 38 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《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 日生成</p> <p>(15) 《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, 2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2021 年修订), 发改委令 第 49 号, 自 2021 年 12 月 30 日起施行</p>
-------------	---

	<p>(17)《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录(2012年本)》，苏政办发[2013]9号，2013年1月29日发布</p> <p>(18)关于修改《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录(2012年本)》部分条目的通知，苏经信产业[2013]183号，2013年3月15日发布</p> <p>(19)《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修订版)，江苏省人大常委会公告第2号，2018年3月28日修改，2018年5月1日起施行</p> <p>(20)《江苏省辐射事故应急预案》(2020年修订版)，江苏省人民政府(苏政办函[2020]26号)，2020年2月19日起施行</p> <p>(21)《江苏省国家级生态保护红线规划》，江苏省人民政府(苏政发[2018]74号)，2018年6月9日发布</p> <p>(22)《江苏省生态空间管控区域规划》，江苏省人民政府(苏政发[2020]1号)，2020年1月8日发布</p> <p>(23)《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》江苏省人民政府(苏政发[2020]49号)，2020年6月21日发布</p> <p>(24)《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》，苏环办[2021]187号，2021年5月31日发布</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)</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》(HJ10.1-2016)</p> <p>(3)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)</p> <p>(4)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)</p> <p>(5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(6)《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)</p>
<p>其他</p>	<p>报告附件：</p> <p>(1)项目委托书(附件1)</p> <p>(2)射线装置使用承诺书(附件2)</p> <p>(3)医院辐射安全许可证复印件(附件3)</p> <p>(4)本项目辐射环境现状检测报告及检测单位资质(附件4)</p> <p>(5)医院辐射工作人员个人剂量检测报告(附件5)</p> <p>(6)本项目辐射工作人员辐射防护培训证书复印件(附件6)</p> <p>(7)本项目不予行政处罚决定书(附件7)</p> <p>(8)项目编制主持人现场踏勘照片(附件8)</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>本项目为使用 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。本项目评价范围分别以 DSA 和 ERCP 机房的屏蔽墙为边界，外延 50m 的区域。本项目评价范围见附图 2 和附图 3。</p>					
保护目标					
<p>根据附图 2~附图 12，本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、医院内的其他工作人员、病患及陪同家属等流动人员以及医院本部北侧北塘河路上的行人。本项目环境保护目标分别见表 7-1、表 7-2 和表 7-3。</p>					
<p>表 7-1 医院本部综合病房楼 DSA 机房 3 环境保护目标分布</p>					
名称	场所	环境保护目标	方位	距机房最近距离	规模
DSA 辐射工作人员	DSA 机房 3	介入手术人员	机房内	/	共 9 名工作人员
	控制室 3	操作人员、护士	机房西侧	0m	
评价范围内公众	卫生间、医生通道等	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房东侧	0m	流动人员
	外扩产科	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		5m	约 20 名工作人员，其余为病患及陪同家属等流动人员
	外科综合大楼	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		19m	约 50 名工作人员，其余为病患及陪同家属等流动人员
	患者走道、医生通道、楼梯间	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房南侧	0m	流动人员
	产科	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		2.5m	约 20 名工作人员，其余为病患及陪同家属等流动人员
	医院道路及绿化	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		27m	流动人员

	导管室其他工作场所	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房西侧	0m	约 20 名工作人员，其余为病患及陪同家属等流动人员
	病房区	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		14m	约 10 名工作人员，其余为病患及陪同家属等流动人员
	医院道路及绿化	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		24m	流动人员
	锅炉房	医院工作人员		40m	约 2 名工作人员
	医院道路及绿化	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房北侧	0m	流动人员
	北塘河路	路上行人		20m	流动人员
	示教室、备用产房	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房楼上	0m	流动人员
	医生办公室、主任办公室	医院工作人员	机房楼下	0m	约 5 名工作人员

表 7-2 医院本部外科综合大楼 ERCP 机房环境保护目标分布

名称	场所	环境保护目标	方位	距机房最近距离	规模
ERCP 辐射工作人员	ERCP 机房	介入手术人员	机房内	/	共 4 名工作人员
	控制室	操作人员	机房西侧	0m	
评价范围内公众	走廊、电梯厅、楼梯间	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房东侧	0m	流动人员
	儿科	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		37m	约 15 名工作人员，其余为病患及陪同家属等流动人员
	内镜中心其他工作场所	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房南侧	0m	约 20 名工作人员，其余为病患及陪同家属等流动人员
	走廊、楼梯间	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		7m	流动人员
	医院道路及绿化	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		15m	流动人员
	门诊楼	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		27m	约 30 名工作人员，其余为病患及陪同家属等流动人员

	内镜中心其他工作场所	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房西侧	2.7m	约 20 名工作人员, 其余为病患及陪同家属等流动人员
	外扩病房区及综合病房大楼	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		11m	约 60 名工作人员, 其余为病患及陪同家属等流动人员
	内镜中心其他工作场所	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房北侧	0m	约 10 名工作人员, 其余为病患及陪同家属等流动人员
	医院道路及绿化	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		31m	流动人员
	北塘河路	路上行人		45m	流动人员
	静配中心	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房楼上	0m	约 10 名工作人员
	出入院办理大厅	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房楼下	0m	约 15 名工作人员, 其余为病患及陪同家属等流动人员

表 7-3 医院南院门急诊病房楼 DSA 机房环境保护目标分布

名称	场所	环境保护目标	方位	距机房最近距离	规模
DSA 辐射工作人员	DSA 机房	介入手术人员	机房内	/	共 5 名工作人员
	控制室	操作人员、护士	机房西侧	0m	
评价范围内公众	手术中心其他工作场所	医院工作人员、病患等流动人员	机房东侧	0m	约 30 名工作人员, 其余为病患等流动人员
	污物通道、耗材间	医院工作人员	机房南侧	0m	流动人员
	医院道路及绿化	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		4.5m	流动人员
	行政办公楼	医院工作人员		46m	约 5 名工作人员
	手术中心手术区	医院工作人员、病患等流动人员		机房西侧	7m
	洁净走廊、电梯厅、楼梯间	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员	机房北侧	0m	流动人员

	手术中心其他工作场所	医院工作人员、病患及陪同家属等流动人员		17m	约 10 名工作人员, 其余为病患及陪同家属等流动人员
	设备用房、热交换间	医院工作人员	机房楼上	0m	约 2 名工作人员
	库房、走廊、胃镜清洗间	医院工作人员	机房楼下	0m	约 5 名工作人员, 其余为流动人员

评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

①剂量限值

本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值, 见表 7-4:

表 7-4 照射剂量限值

	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值: ①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; ②任何一年中的有效剂量, 50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: ①年有效剂量, 1mSv; ②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。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3mSv/a) 的范围之内。

②辐射管理分区

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。

(2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

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

要求

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

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

5.8.3 X射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于20 cm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。

6.1 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。

6.1.5 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7-5）的规定。

表 7-5 X射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d (m ²)	机房内最小单边长度 ^e (m)
单管头X射线设备 ^b （含C形臂）	20	3.5

^b单管头、双管头或多管头X射线设备的每个管球各安装在1个房间内。
^d机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。
^e机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

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7-6）的规定。

表 7-6 不同类型X射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

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

μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

b) CT机、乳腺摄影、乳腺CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于2.5 μSv/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 μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于0.25 mSv。

6.4 X射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

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

表7-7 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

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

注 1：“—”表示不做要求。

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

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；

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

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

(3) 辐射剂量管理限值

综合考虑 GB 18871-2002 与 GBZ 130-2020，本项目管理目标为：

①**辐射剂量率管理限值**：DSA 和 ERCP 机房四周墙体、顶部、防护门、观察窗外表面 30cm 处以及底部下方人员可达处辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h；

②**年受照剂量管理限值**：职业人员年受照剂量不超过 5mSv，公众年受照剂量不超过 0.1mSv。

(4) 参考资料

① 《辐射防护导论》，方杰主编

② 《辐射防护手册》（第一分册），李德平 潘自强 主编

③ 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月。

江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

类别	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时，以“均值 \pm 3s”作为参考值：原野为 (50.4 \pm 21.0) nGy/h；道路为 (47.1 \pm 36.9) nGy/h；室内为 (89.2 \pm 42.0) nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

常州市武进人民医院本部位于常州市天宁区永宁北路 2 号，南院位于常州市武进区滆湖东路 85 号，医院地理位置示意图见附图 1。医院本部东侧为竹林西路，南侧为永宁北路，西侧为沪宁铁路，北侧为北塘河路，医院本部平面布局及周围环境情况见附图 2。医院南院东侧为道路，南侧为拆迁空地，西侧为夏城南路，北侧为滆湖东路，医院南院平面布局及周围环境情况见附图 3。

医院综合病房楼位于医院本部的西北部，其主楼为地下 1 层和地上 24 层、裙楼为地下 1 层和地上 3 层，其东侧为外科综合大楼，南侧、西侧、北侧均为医院道路和绿化。本项目 DSA 机房 3 位于综合病房楼的三楼，DSA 机房 3 东侧依次为设备间 3、卫生间和医生通道，南侧为患者走道，西侧为控制室 3、缓冲间，北侧为大楼外墙，楼上为示教室及备用产科病房，楼下为主任办公室及医生办公室。医院综合病房楼三楼平面布局见附图 4，四楼平面布局见附图 5，二楼平面布局见附图 6。

医院外科综合大楼位于医院本部的东北部，其主楼为地下 1 层和地上 19 层、裙楼为地下 1 层和地上 6 层，其东侧、南侧、北侧均为医院道路和绿化，西侧为综合病房楼。本项目 ERCP 机房位于外科综合大楼的二楼，ERCP 机房东侧为走廊，南侧为电子支气管镜室，西侧为控制室，北侧为内镜中心的走廊和候诊室，楼上为静配中心的脱包间、耗材库、洗衣洁具间，楼下为出入院办理大厅。医院外科综合大楼二楼平面布局见附图 7，三楼平面布局见附图 8，一楼平面布局见附图 9。

医院门急诊病房楼位于医院南院的西北部，其主楼为地上 12 层、裙楼为地上 4 层，其四周均为医院道路和绿化。本项目 DSA 机房位于门急诊病房楼的四楼，DSAP 机房东侧为苏醒室，南侧为污物走廊、设备间及耗材间，西侧为控制室，北侧为走廊，楼上为设备用房及热交换间，楼下为库房、走廊及胃镜清洗间。医院门急诊病房楼四楼平面布局见附图 10，五楼平面布局见附图 11，三楼平面布局见附图 12。

本项目 DSA 和 ERCP 机房周围环境现状见图 8-1。



综合病房楼 DSA 机房 3 南侧患者走道



综合病房楼 DSA 机房 3 楼上备用产科病房



综合病房楼 DSA 机房 3 楼上示教室



综合病房楼 DSA 机房 3 楼下医生办公室



外科综合大楼 ERCP 机房东侧走廊



外科综合大楼 ERCP 机房南侧电子支气管镜室



外科综合大楼 ERCP 工作场所西侧走廊



外科综合大楼 ERCP 机房北侧走廊



图 8-1 本项目 DSA 和 ERCP 机房周围环境现状图

二、环境现状检测

本项目运行期间主要的环境污染物为射线装置开机时产生的 X 射线等电离辐射污染。项目在进行现状调查时，主要调查本项目 DSA 和 ERCP 机房建设场址及周围环境的辐射水平。

1、检测因子、检测方法

检测因子：X- γ 辐射剂量率

检测方法：按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《辐射环境监

测技术规范》(HJ61-2021)中的要求进行,检测时仪器探头中心距离地面 1m,仪器读数稳定后,以约 10s 间隔每组读 10 个数据,取算术平均值计算结果。

2、检测点位布设

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)有关布点原则进行布点,在 DSA 和 ERCP 机房的建设场址及周围环境进行布点,共计布点 23 个,具体点位见图 8-2~图 8-4。

3、检测单位、检测时间和检测仪器

检测单位:江苏核众环境监测技术有限公司(CMA 资质认定证书编号:171012050259)

检测报告编号:(2022)苏核环监(综)字第(0135)号

检测时间:2022 年 1 月 13 日

检测天气:晴

检测仪器:FH40G+FHZ672E-10 型辐射巡测仪

仪器编号:030360+11395

能量响应范围:40keV~4.4MeV

量程范围:1nSv/h~100μSv/h

检定单位:江苏省计量科学研究院

检测证书编号:Y2021-0030101

检定有效期:2021.4.13~2022.4.12

4、质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证,具备有相应的检测资质和检测能力,其计量认证证书及检测能力证书见附件 4;

②委托的检测机构制定有质量体系文件,所有活动均按照质量体系文件要求进行,实施全过程质量控制;

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定,并在检定有效期内;

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核;

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查;

⑥检测报告实行三级审核。

5、检测结果及评价

本项目 DSA 和 ERCP 机房建设场址及周围环境的辐射水平检测结果见表 8-1~表 8-3,检测点位见图 8-2~图 8-4,详细检测结果见附件 4。

表 8-1 医院本部综合病房楼 DSA 机房 3 建设场址及周围环境辐射剂量率检测结果

序号	检测点位描述	检测结果 nSv/h	备注
1	DSA 机房 3 建设场址	80	设备未开机
2	DSA 控制室 3 建设场址	82	
3	DSA 设备间 3 建设场址	79	
4	DSA 缓冲间建设场址	78	
5	DSA 机房 3 东侧医生通道	83	
6	DSA 机房 3 南侧患者走道	78	
7	DSA 机房 3 楼上（四楼）示教室	84	
8	DSA 机房 3 楼下（二楼）医生办公室	96	

注：上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值。

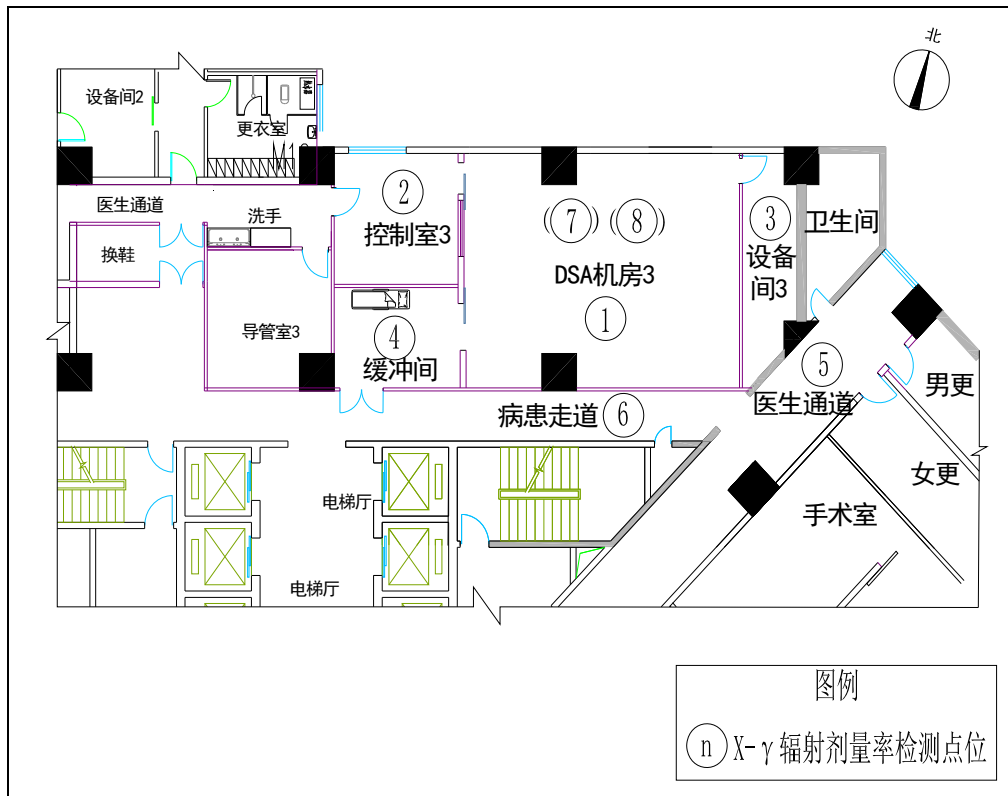


图 8-2 医院本部综合病房楼 DSA 机房 3 建设场址及周围辐射环境现状检测点位示意图

表 8-2 医院本部外科综合大楼 ERCP 机房建设场址及周围环境辐射剂量率检测结果

序号	检测点位描述	检测结果 nSv/h	备注
1	ERCP 机房建设场址	79	设备未开机
2	ERCP 控制室建设场址	83	

3	ERCp 机房东侧走廊	108
4	ERCp 机房南侧电子支气管镜室	109
5	ERCp 机房北侧走廊	107
6	ERCp 机房楼上（三楼）静配中心内走廊	109
7	ERCp 机房楼下（一楼）出入院办理大厅	81

注：上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值。

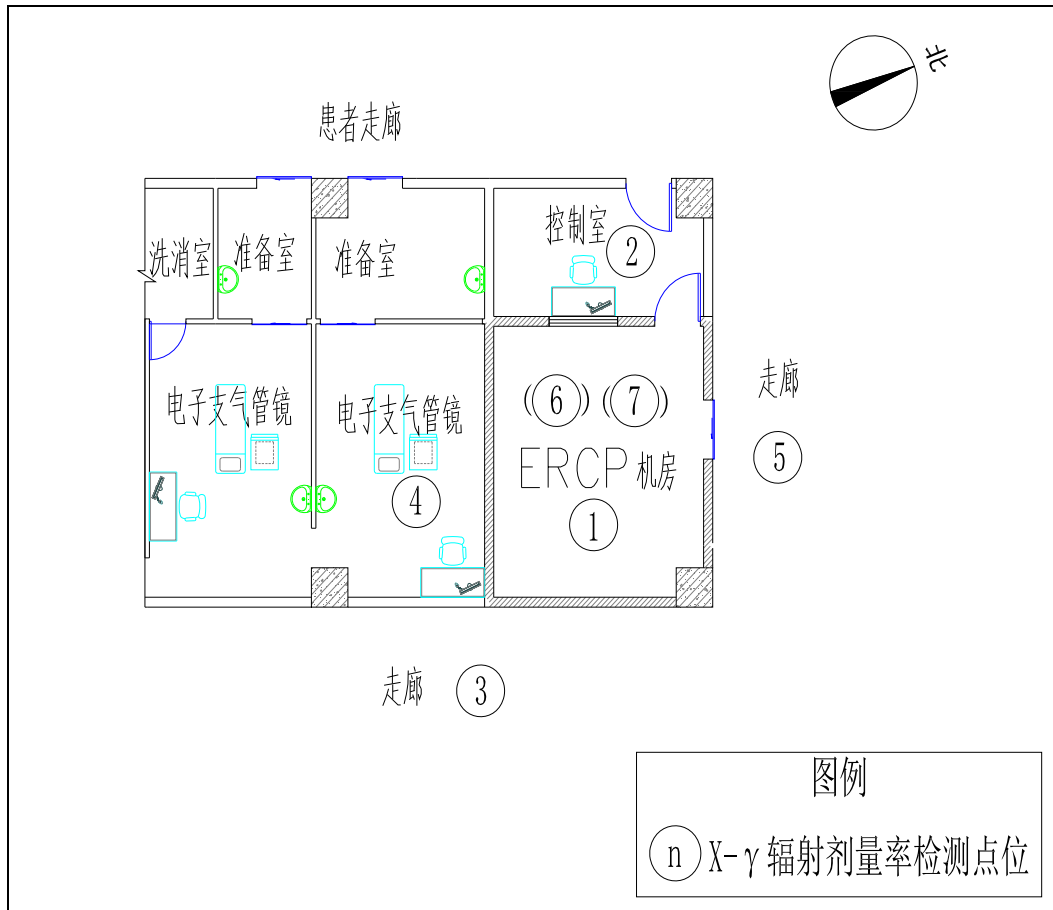


图 8-3 医院本部外科综合大楼 ERCp 机房建设场址及周围辐射环境现状检测点位示意图

表 8-3 医院南院门急诊病房楼 DSA 机房建设场址及周围环境辐射剂量率检测结果

序号	检测点位描述	检测结果 nSv/h	备注
1	DSA 机房建设场址	95	设备未开机
2	DSA 控制室建设场址	100	
3	DSA 设备间建设场址	95	
4	DSA 机房东侧苏醒室	104	
5	DSA 机房南侧污物走廊	95	
6	DSA 机房北侧洁净走廊	97	

7	DSA 机房楼上（五楼）设备用房	120	
8	DSA 机房楼下（三楼）走廊	116	

注：上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值。

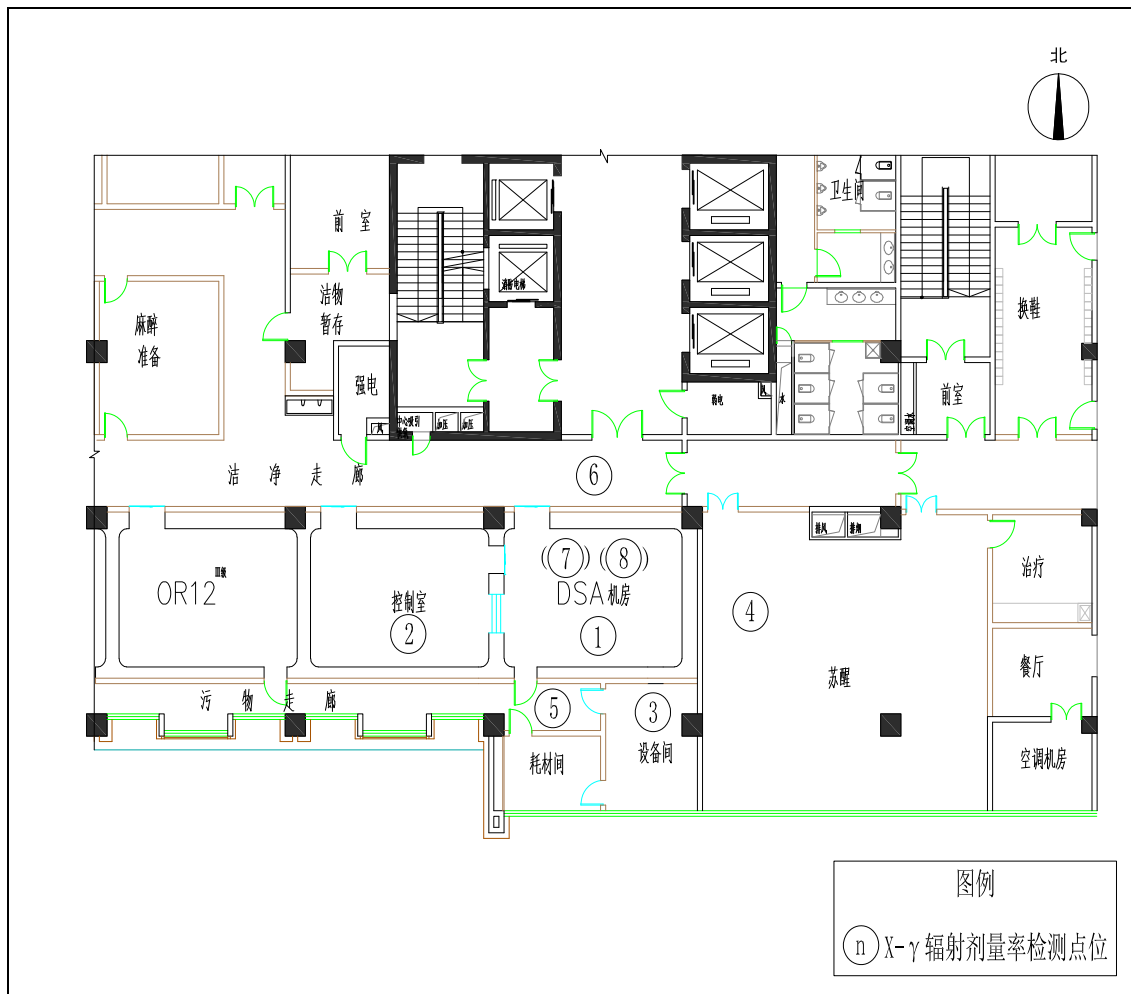


图 8-4 医院南院门急诊病房楼 DSA 机房建设场址及周围辐射环境现状检测点位示意图

根据检测结果，常州市武进人民医院本部综合病房楼 DSA 机房 3 建设场址及周围环境的 X-γ 辐射剂量率为 (78~96) nSv/h，即 (65~80) nGy/h（本项目检测仪器使用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)，Sv/Gy 换算系数取 1.20，下同)；本部外科综合大楼 ERCP 机房建设场址及周围环境的 X-γ 辐射剂量率为 (79~109) nSv/h，即 (66~91) nGy/h；南院门急诊病房楼 DSA 机房建设场址及周围环境的 X-γ 辐射剂量率为 (95~120) nSv/h，即 (79~100) nGy/h。对照江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果，本项目 DSA 和 ERCP 机房的建设场址及周围环境均处于江苏省环境天然 γ 辐射剂量率统计涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、设备组成及工作方式

1、设备组成

(1) DSA

DSA因其整体结构像大写的“C”，因此也称作C型臂X光机。DSA成像系统按功能和结构划分，主要由五部分构成：X线发生装置、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和检查床、影像存储和传输系统。

① X线发生装置

X线发生装置主要包括X线球管、高压发生器和X线遮光器。介入治疗需要连续发射X射线，要求有较高的球管热容量和散射率，因此DSA必须具有阳极热容量在1MHU以上、具有大小焦点的X线球管。此外，还需具有一个能产生高千伏、短脉冲和恒定输出的高压发生器、X线遮光器用来限制X线照射视野，避免患者接受不必要的辐射。

② 影像检测和显示系统

影像检测和显示系统用于将X线信息影像转换成可见影像。目前数字成像系统共有两种：影像增强器和平板探测器。影像增强器接收穿过人体的X线并转换为亮度增强数千倍的输出图像后，经摄像机转换为电子图像，再经A/D转换成数字图像；而平板探测器是直接接收穿过人体的X线信息后转换成数字图像。现代大型DSA设备普遍使用平板探测器，其转换环节少，减少了噪声，使X线光子信号的损失降到了最低限度，大大提高了光电转换效率。不但保证了优质的图像质量，而且降低了射线剂量。

③ 影像处理和系统控制部分

DSA影像被数字化后，则需进行各种算术逻辑运算，并对减影的图像进行各种后处理。计算机系统是DSA的关键部件，具有快速处理能力，主要对数字影像进行对数变换处理、时间滤波处理和对比度增强处理。系统控制部分具有多种接口，用于协调X线机、机架、计算机处理器和外设联动等。

④ 机架系统和检查床

机架系统有悬吊式和落地式两种，各有利弊，可根据工作特点和机房情况选择。检查床具有手术床和透视诊断床两种功能，多采用高强度、低衰减系统的碳素纤维床面，减少对X线的吸收。

⑤ 影像存储和传输系统

影像存储和传输系统采用在线存储和近线存储两种存储方式，充分利用网络技术实

现影像资料的共享，方便随时调阅，更加高效的交流和管理DSA影像信息。

DSA 在工作时，能够实现曝光采集及透视功能。目前主流的 DSA 多采用脉冲透视功能，能够实现短时间、低电压、大电流连续脉冲式动态采集。同时还能自动根据成像区衰减状态调整 kV、mA 等参数，使 X 射线管保持最佳负荷状态，在安全辐射剂量范围内获取最佳图像质量。

常州市武进人民医院本部综合病房楼 DSA 机房 3 配备的为飞利浦的 Artis zee III Ceiling 型 DSA，其为单 X 射线球管，且为下球管，最大管电压为 150kV、最大管电流为 1250mA。本项目 Artis zee III Ceiling 型 DSA 外观见图 9-1。

医院南院门急诊病房楼 DSA 机房配备的为飞利浦的 Allura Centron 型 DSA，其为单 X 射线球管，且为下球管，最大管电压为 125kV、最大管电流为 1250mA。本项目 Allura Centron 型 DSA 外观见图 9-2。

本项目 DSA 主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 DSA 主要技术参数一览表

指标	技术参数	
型号	Artis zee III Ceiling 型	Allura Centron 型
额定管电压	150kV	125kV
额定管电流	1250mA	1250mA
滤过条件	0.5mmCu 固有滤过+附加过滤器	1.0mmCu 固有滤过+附加过滤器
最大照射视野	30cm×40cm	26cm×29cm
焦皮距	0.38m	0.38m

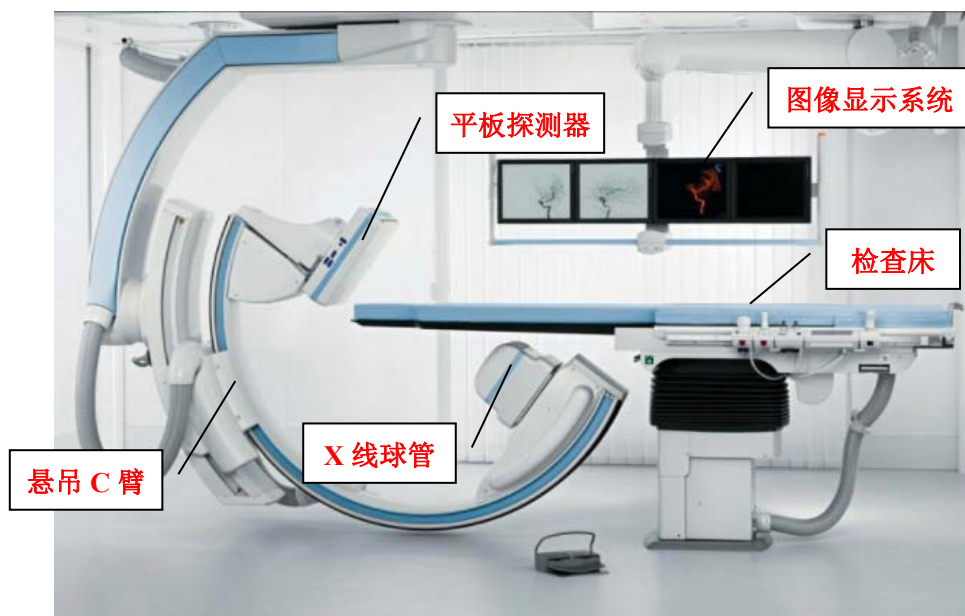


图 9-1 Artis zee III Ceiling 型 DSA 外观示意图



图 9-2 Allura Centron 型 DSA 外观示意图

(2) ERCP

ERCP 是经内镜逆行胰胆管造影的英文首写字母 (Encoscopic Retrograde Cholangio-Pancreatography, ERCP), 是指将十二指肠镜插至十二指肠降部, 找到十二指肠乳头, 由活检管道内插入造影导管至乳头开口部, 注入造影剂后进行 X 线摄片, 以显示胰胆管的技术。在 ERCP 的基础上, 可以进行十二指肠乳头括约肌切开术 (EST)、内镜下鼻胆汁引流术 (ENBD)、内镜下胆汁内引流术 (ERBD) 等介入治疗。开展 ERCP 需要配备诸如电子十二指肠镜、ERCP 用 X 光机、造影导管及其附件、(非) 离子造影剂、生命体征监护设备以及患者与操作医生的防护设备等, ERCP 用 X 射线机一般为大型数字减影血管造影机或移动式 C 形臂 X 射线机, 其设备组成及功能与 DSA 基本相同。

本项目 ERCP 使用的是飞利浦的 Essy Diagnost Eleva 型胃肠机, 其为下球管, X 射线向上照射, 最大管电压为 150kV、最大管电流为 640mA。本项目 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 外观见图 9-3,

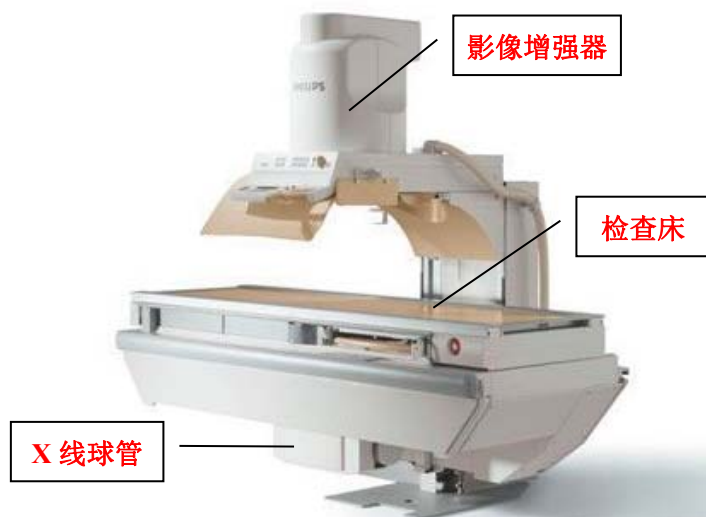


图 9-3 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 外观示意图

本项目 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 采用下球管设计，球管安装在检查床下面，球管的四周用铅皮包裹，减小球管处 X 射线的泄漏剂量，同时，影像增强器下方悬挂 8 块铅帘，可有效降低手术操作位处的剂量。本项目 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 主要技术参数见表 9-2。

表 9-2 本项目 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 主要技术参数一览表

指标	技术参数
型号	Essy Diagnost Eleva 型
额定管电压	150kV
额定管电流	640mA
滤过条件	0.5mmCu 固有滤过+附加过滤器
焦皮距	0.3m

2、工作方式

本项目 DSA 和 ERCP 在进行曝光时可分为减影和透视两种情况：

①减影检查：减影是操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内患者情况，并通过对讲系统与患者交流，曝光并通过电子计算机处理后得到最终的减影图像，医生根据减影图像对患者的病情进行诊断；

②介入治疗：透视是患者需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用脉冲透视，此时介入医生位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对患者进行直接的介入手术操作。

二、工作原理、工艺流程及产污环节

1、工作原理

(1) DSA

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影X射线荧光图像，经电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，最终获得去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过DSA处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

本项目配备的DSA属于平板探测器型，其成像原理为：①曝光前对非晶硒两面的偏置电极板预先施加1~5000V正向电压形成偏执电场，像素矩阵处于预置初始状态；②X线曝光时在偏执电场作用下形成电流→垂直运动→电荷采集电极→给储存电容充电；③读

取TFT储存电容内的电荷→放大→A/D转换成数字信号→计算机运算→形成数字图像；④消除残存电荷，其系统结构示意图见图9-4。

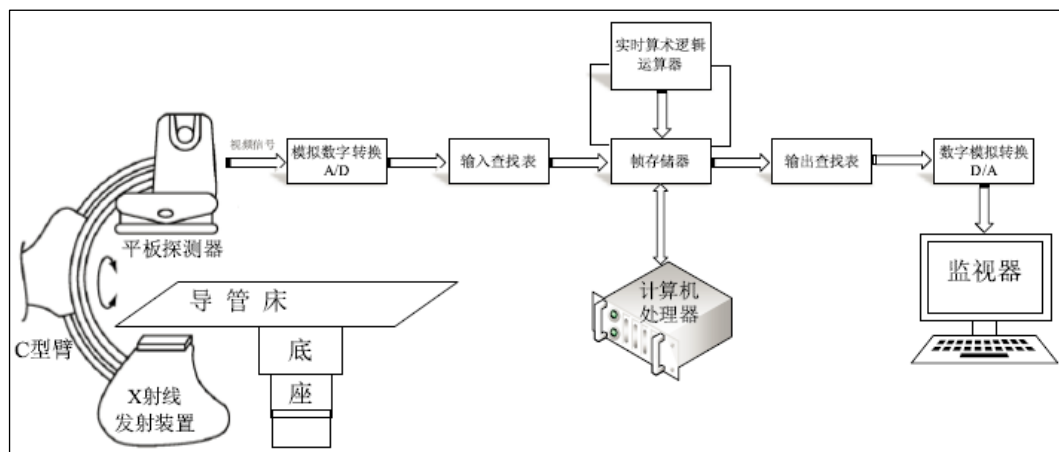


图 9-4 平板探测器型 DSA 系统结构图

(2) ERCP

ERCP 的核心部件为 X 射线发生器，成像基本原理是：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的胆管或胰管造影 X 射线荧光图像，经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯胆管或胰管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 ERCP 处理的图像，使胆管或胰管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。ERCP 系统结构示意图见图 9-5。

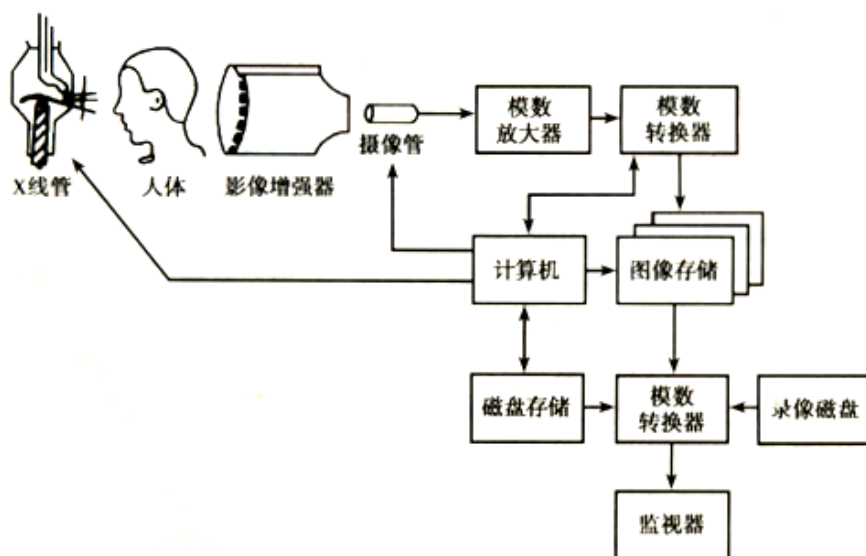


图 9-5 ERCP 系统结构图

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管的体外操作和独特

的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。

2、工艺流程及产污环节

本项目 DSA 和 ERCP 工艺流程及产污环节如下：

(1) 医生穿戴铅衣等个人防护用品，做好准备工作后进入机房，按工作程序完成所有准备工作，包括给患者摆位；

(2) 为患者病变部位拍摄普通片，并在脉冲透视下插入导管至目标部位，此过程会产生 X 射线和微量的臭氧、氮氧化物；

(3) 然后通过导管加压输送造影剂，并拍摄造影片，拍片过程会产生 X 射线和微量的臭氧、氮氧化物；

(4) 医护人员根据减影图像进行诊断，无需介入治疗的患者离开机房，需要介入治疗的患者进行介入手术；

(5) 医护人员在 DSA 或 ERCP 引导下为患者进行介入手术，手术结束后，患者离开机房，此过程会产生 X 射线和微量的臭氧、氮氧化物。

本项目 DSA 与医院现有 DSA 工艺流程及产污环节一致，ERCP 搬迁前后的工艺流程及产污环节一致。本项目 DSA 和 ERCP 工艺流程及产污环节具体见图 9-6。

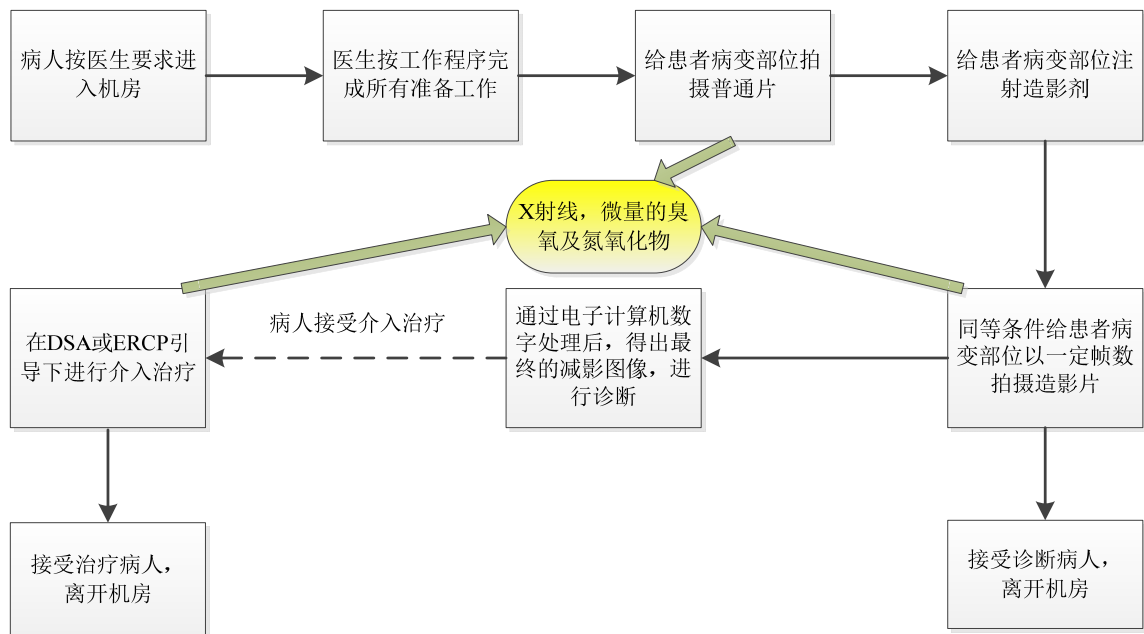


图 9-6 本项目 DSA 和 ERCP 工艺流程及产污环节示意图

污染源项描述

1、放射性污染源分析

根据 DSA、ERCP 的工作原理可知，X 射线是随机器的开关而产生和消失。因此，

在非诊疗状态下不产生 X 射线，只有在开机处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子。本项目 Artis zee III Ceiling 型 DSA 最大管电压为 150kV、最大管电流为 1250mA，Allura Centron 型 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1250mA，Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 最大管电压为 150kV、最大管电流为 640mA，各射线装置技术参数详见表 1-1。辐射场中的 X 射线包括有用线束（主束）、漏射线和散射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

(1) 有用线束

本项目 DSA、ERCP 均为下球管，有用线束投射方向为由下至上。有用线束的射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。DSA、ERCP 具有自动照射量控制调节功能（AEC），摄影时，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裕量。根据医院提供资料，本项目 DSA、ERCP 设备的主要操作模式为透视及拍片，DSA 正常运行时，拍片模式的工况为 60kV~80kV/100mA~500mA、透视模式的工况为 60kV~80kV/5mA~20mA，ERCP 正常运行时，拍片模式的工况为 60kV~80kV/100mA~500mA、透视模式的工况为 60kV~80kV/1mA~5mA，具体见表 9-3。

表 9-3 本项目 DSA 和 ERCP 实际运行工况一览表

设备型号	实际运行时最大管电压 (kV)		实际运行时最大管电流 (mA)	
	拍片	透视	拍片	透视
DSA	60~80	60~80	100~500	5~20
ERCP	60~80	60~80	100~500	1~5

本项目 Artis zee III Ceiling 型 DSA 和 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 过滤装置采用束光器自带 0.5mmCu 固有过滤+附加过滤，本项目保守按过滤材料为 0.5mmCu 进行剂量预测，根据《辐射防护导论》（方杰著）附图 3，在管电压为 80kV、过滤材料为 0.5mmCu 的条件下，离靶 1 米处的发射率约为 0.8mGy·m²/mA·min。

本项目 Allura Centron 型 DSA 过滤装置采用束光器自带 1.0mmCu 固有过滤+附加过滤，本项目保守按过滤材料为 1.0mmCu 进行剂量预测，根据《辐射防护手册（第一分册）》（P236）图 4.4c，在管电压为 80kV、过滤材料为 1.0mmCu 的条件下，离靶 1 米处的发射率约为 0.39mGy·m²/mA·min。

(2) 泄漏射线

根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于

诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy/h”（在距离源 1m 处不超过 100cm² 的面积上或者在离管或源壳 5cm 处的 10cm² 面积上进行平均测量），以及《医用电气设备 第一部分：安全通用要求 三、并列标准诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》（GB 9706.12-1997）中 29.204.3 的相应要求，取本项目 DSA、ERCP 离焦点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率为 1.0mGy/h。

（3）散射线

本项目 DSA、ERCP 的散射线主要考虑有用线束照射到受检者人体产生的侧向散射线，其强度与有用线束的 X 射线散射线能量、X 射线机的输出量、散射面积和距离等有关。

工作负荷：

根据医院提供的资料，本项目 DSA 和 ERCP 工作负荷见表 9-4 和表 9-5。

表 9-4 本项目 DSA 和 ERCP 工作时间一览表

场所名称	手术类型	单台手术曝光间		年手术台数	年出束时间		总计
		拍片	透视		拍片	透视	
本部综合病房楼 DSA 机房 3	神经介入	1min	20min	150 台	2.5h	50h	拍片：20h 透视：300h
	心脏介入	1.5min	25min	300 台	7.5h	125h	
	胸心血管综合介入	2min	25min	300 台	10h	125h	
南院门急诊病房楼 DSA 机房	胸心血管综合介入	2min	25min	300 台	10h	125h	拍片：10h 透视：125h
本部外科综合大楼 ERCP 机房	胃肠、肝、胰等非血管的介入	2min	10min	300 台	10h	50h	拍片：10h 透视：50h

表 9-5 本项目 DSA 和 ERCP 劳动定员

场所名称	介入手术人员 (人)	操作技师 (人)	护士 (人)	备注
本部综合病房楼 DSA 机房 3	6	2	1	6 名介入手术人员平均分成 3 组，分别负责本部神经外科、心内科、胸心血管外科的介入手术。
南院门急诊病房楼 DSA 机房	2	2	1	负责南院胸心血管外科的介入手术。
本部外科综合大楼 ERCP 机房	2	2	/	负责本部胃肠、肝、胰等非血管的介入手术。

本项目 2 台 DSA 和 1 台 ERCP，劳动定员共 18 人，均由医院内部调配，不新增医院总劳动定员，辐射工作人员年工作 250 天。手术期间，控制室操作技师在控制室负责 DSA

或 ERCP 的运行；DSA 护士负责造影剂的准备工作，DSA 出束时不进入机房内；介入手术人员负责介入手术，透视时在机房内进行介入手术，拍片时在控制室内观察患者情况。

2、非放射性污染源分析

(1) 废气：DSA、ERCP 运行期产生的废气主要为 DSA、ERCP 运行时产生的 X 射线与空气发生相互作用产生的微量臭氧和氮氧化物。

(2) 固体废物：项目运行期产生的固体废物主要为手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物和生活垃圾。

(3) 废水：项目运行期不产生医疗废水，废水主要为工作人员产生的生活污水。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所布局与分区

1、工作场所布局

本项目综合病房楼 DSA 工作场所设有单独的机房、控制室、设备间、缓冲间、导管室，并与导管室的其他 DSA 机房共用换鞋间、更衣室等，机房与控制室、设备间、缓冲间、导管室等辅房分开单独设置，区域划分明确，布局基本合理。

本项目外科综合大楼 ERCP 工作场所设有单独的机房、控制室，机房与控制室分开单独设置，区域划分明确，布局基本合理。

本项目门急诊病房楼 DSA 工作场所设有单独的机房、控制室、设备间、耗材间，机房与控制室、设备间、耗材间等辅房分开单独设置，区域划分明确，布局基本合理。

根据图 10.4~图 10.6，本项目综合病房楼 DSA 机房 3、外科综合大楼 ERCP 机房、门急诊病房楼 DSA 机房内最小有效使用面积、最小单边长度见表 10-1。

表 10-1 本项目 DSA、ERCP 机房使用面积、单边长度一览表

机房名称	使用设备	机房内最小有效使用面积 m ²		机房内最小单边长度 m		评价
		本项目	标准要求	本项目	标准要求	
综合病房楼 DSA 机房 3	DSA	51.6	20	5.4	3.5	符合要求
外科综合大楼 ERCP 机房	ERCP	22	20	4	3.5	符合要求
门急诊病房楼 DSA 机房	DSA	41	20	5.4	3.5	符合要求

从表 10-1 可知，本项目综合病房楼 DSA 机房 3、外科综合大楼 ERCP 机房、门急诊病房楼 DSA 机房的最小有效使用面积、最小单边长度能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“单管头 X 射线设备机房最小有效使用面积应不小于 20m²、最小单边长度应不小于 3.5m”的要求。

2、工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求：应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制；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，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进入；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。

本项目对综合病房楼 DSA 工作场所、外科综合大楼 ERCP 工作场所、门急诊病房楼 DSA 工作场所进行分区管理，在控制区入口处设置电离辐射警告标志，工作期间禁止除介入手术人员和患者外的其他人员进入控制区，工作期间禁止任何无关人员进入监督区。本项目 DSA 和 ERCP 工作场所的两区划分见表 10-2 和图 10-1~图 10-3。

表 10-2 本项目 DSA 和 ERCP 工作场所的控制区和监督区划分一览表

场所名称	控制区	监督区
综合病房楼 DSA 工作场所	DSA 机房 3、设备间 3	控制室 3、缓冲间、导管室 3
外科综合大楼 ERCP 工作场所	ERCP 机房	控制室
门急诊病房楼 DSA 工作场所	DSA 机房	控制室、设备间、耗材间、机房和耗材间之间的走廊

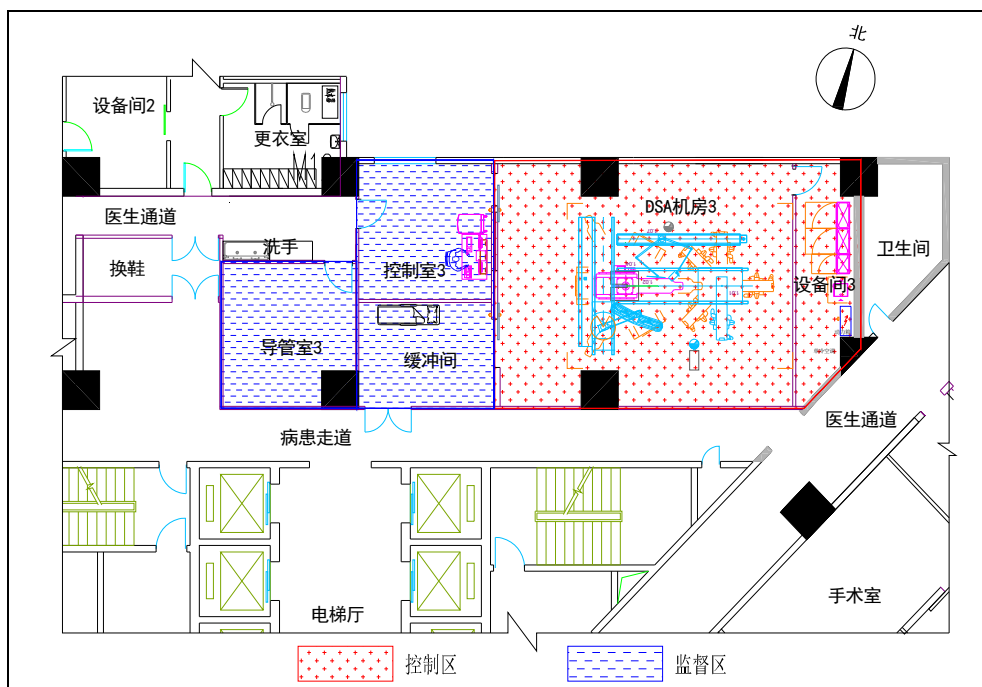


图 10-1 本项目综合病房楼 DSA 工作场所控制区与监督区的划分示意图

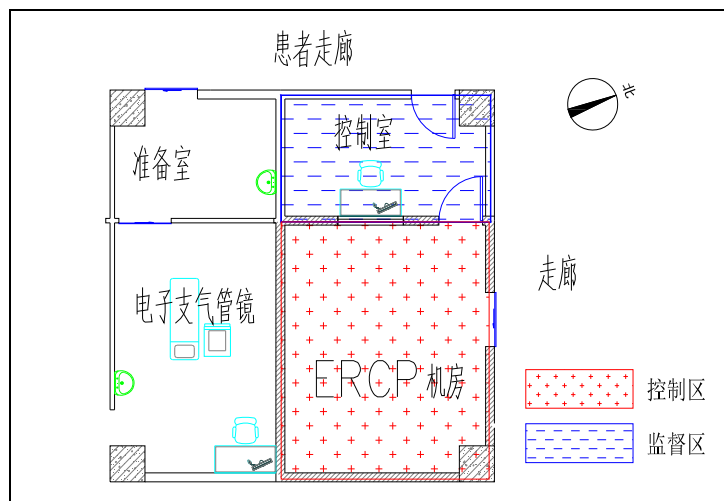


图 10-2 本项目外科综合大楼 ERCP 工作场所控制区与监督区的划分示意图

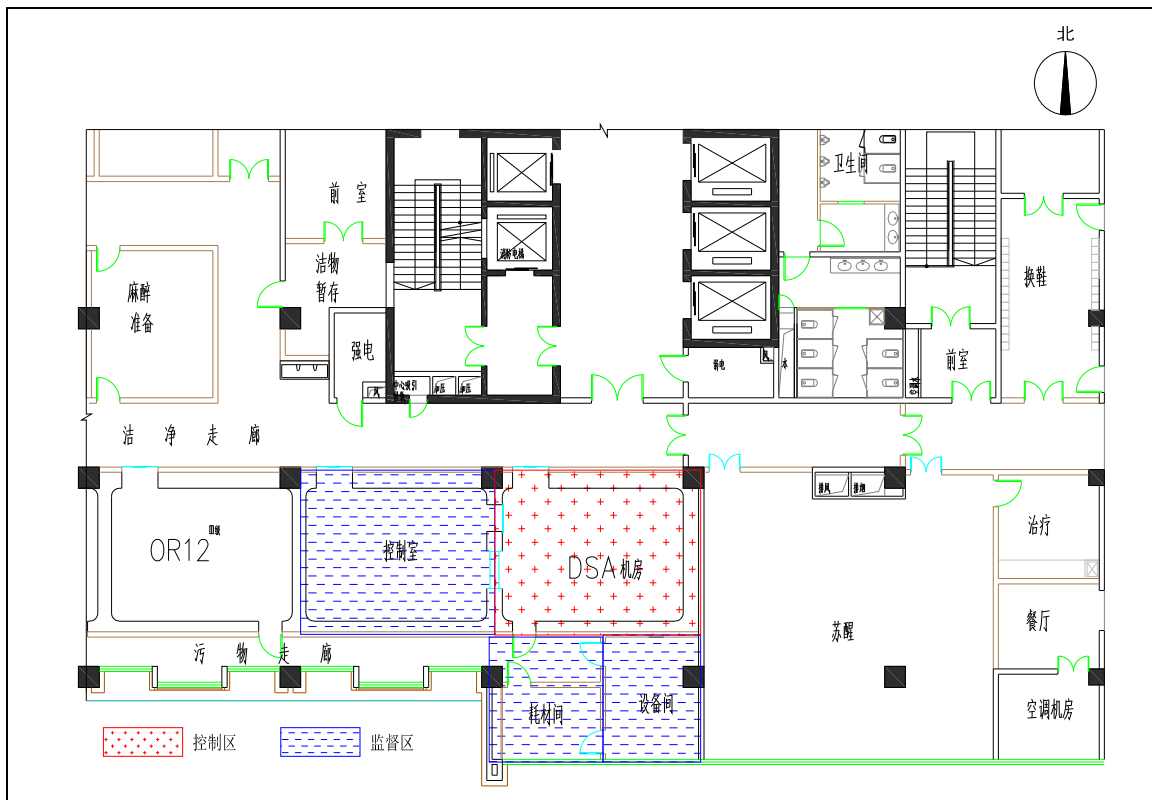


图 10-3 本项目门急诊病房楼 DSA 工作场所控制区与监督区的划分示意图

根据表 10-2 以及图 10-1~图 10-3，本项目的辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

二、辐射防护设计

本项目 DSA 和 ERCP 机房的屏蔽防护参数见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 和 ERCP 机房的屏蔽防护参数一览表

机房名称	四周墙壁	顶部	底板	防护门	观察窗
综合病房楼 DSA 机房 3	24cm 实心砖 +3mm 铅板	12cm 混凝土 +2mm 铅板	12cm 混凝土 +5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	内衬 3mm 铅板	3mm 铅当量 铅玻璃
门急诊病房楼 DSA 机房	24cm 实心砖 +3mm 铅板	12cm 混凝土 +2mm 铅板	12cm 混凝土 +5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	内衬 3mm 铅板	3mm 铅当量 铅玻璃
外科综合大楼 ERCP 机房	24cm 实心砖 +2mm 铅当量硫酸钡防护涂料	12cm 混凝土 +2mm 铅板	12cm 混凝土 +2mm 铅当量硫酸钡防护涂料	内衬 3mm 铅板	3mm 铅当量 铅玻璃

注：根据建设单位提供资料，铅的密度为 $11.342.35\text{g/cm}^3$ ，混凝土密度为 2.35g/cm^3 ，硫酸钡涂料密度约为 3.8g/cm^3 ，实心砖密度不低于 1.65g/cm^3 。

为避免辐射泄漏过大，机房防护门与墙体各侧搭接均不少于 10cm，防护门与墙壁之间的缝隙均小于 1cm，铅板安装时铅板密拼，门、窗与墙搭接处采用相同厚度的铅板包裹，铅板用螺丝等固定时，固定处采用相同厚度的铅板包裹进行屏蔽补偿。本项目 DSA

和 ERCP 机房的屏蔽防护参数见图 10-4~图 10-6。

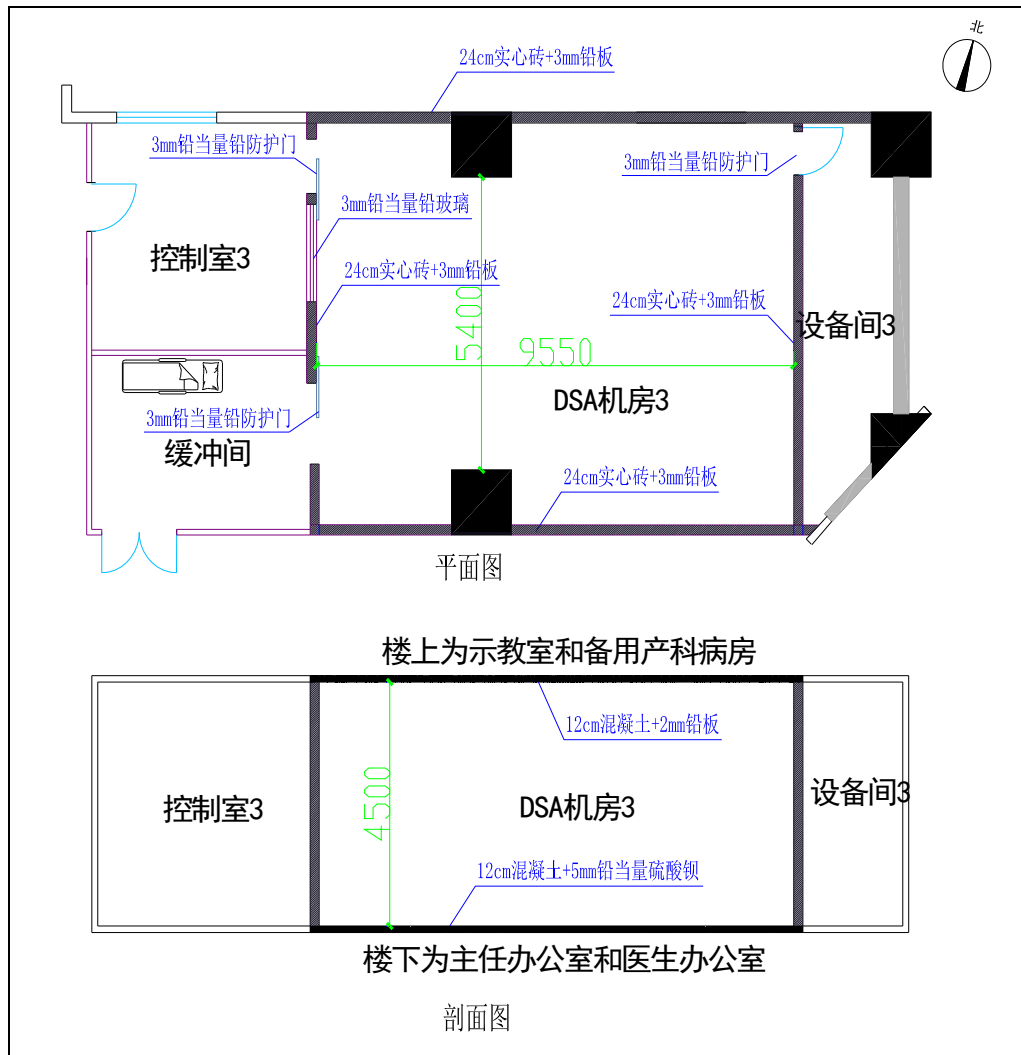


图 10-4 本项目综合病房楼 DSA 机房 3 屏蔽防护参数示意图（单位：mm）

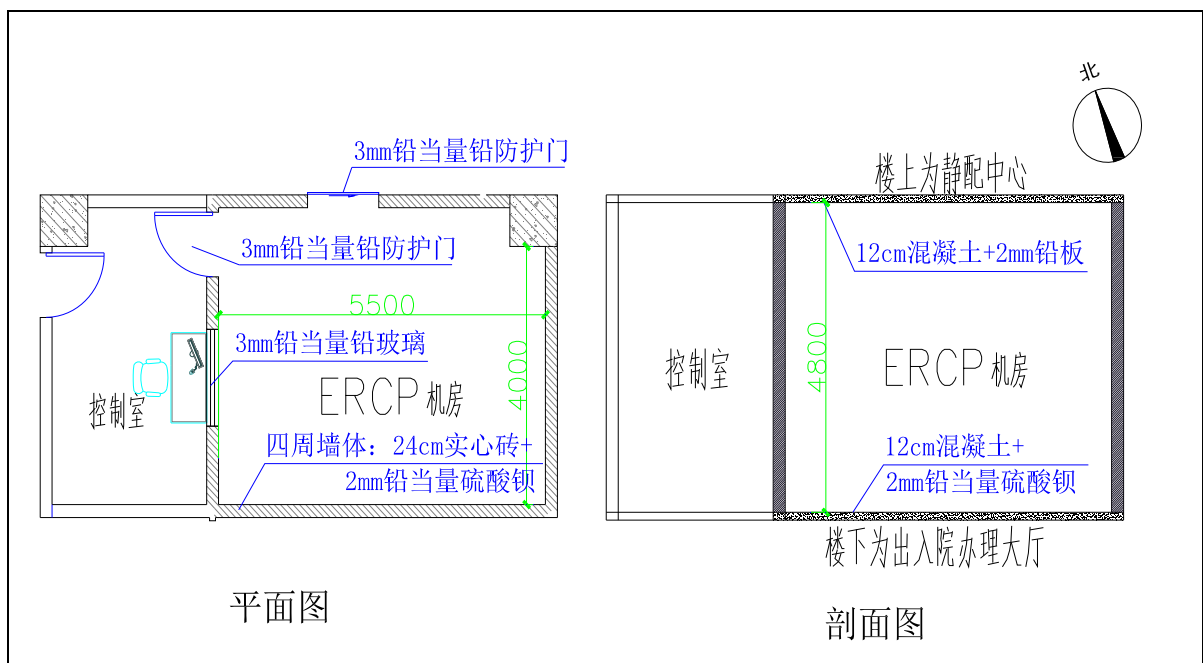


图 10-5 本项目外科综合大楼 ERCP 机房屏蔽防护参数示意图（单位：mm）

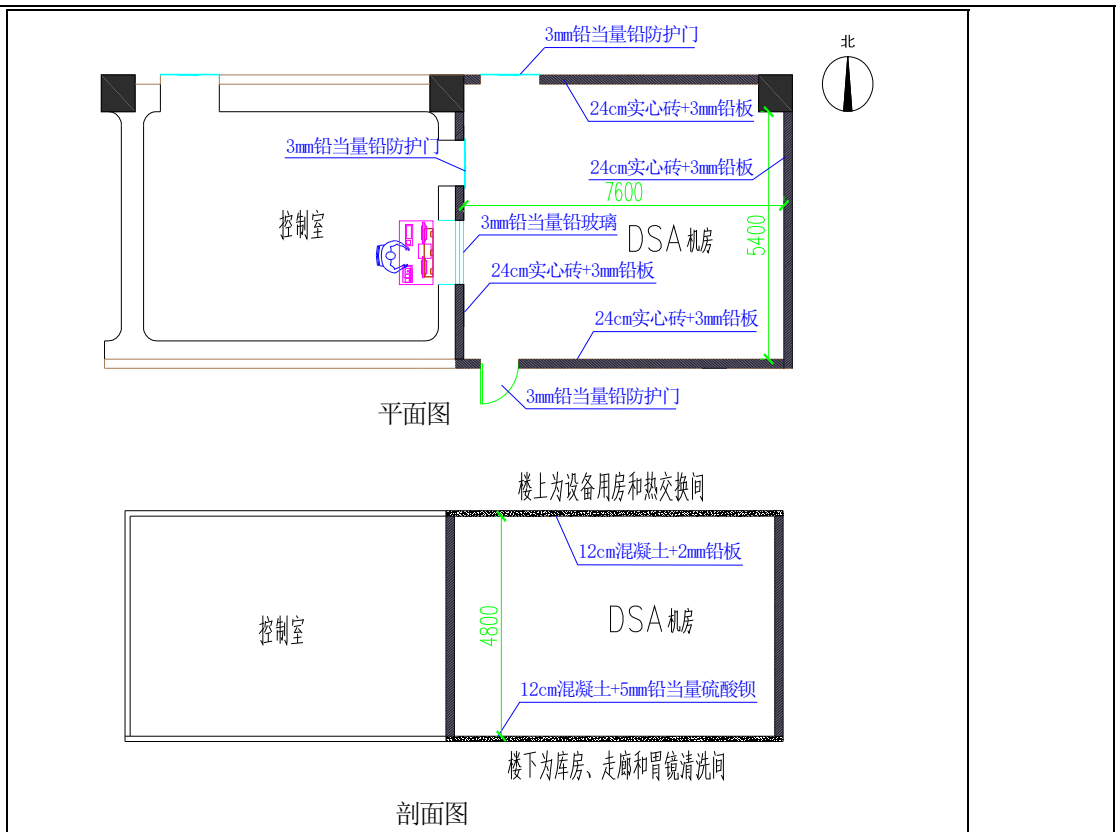


图 10-6 本项目门急诊病房楼 DSA 机房屏蔽防护参数示意图（单位：mm）

三、辐射安全和防护措施

为保障 DSA、ERCPC 安全运行，避免在开机期间人员误留或误入机房内而发生误照射事故，本项目 DSA、ERCPC 工作场所设置有相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

(1) 工作状态指示灯

DSA 和 ERCPC 机房患者通道防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，工作状态指示灯与患者通道防护门设置门灯联锁装置。

(2) 防夹和闭门装置

DSA 和 ERCPC 机房的平开门设置有自动闭门装置，电动推拉门设置有防夹装置并设置曝光时关闭的管理措施。

(3) 电离辐射警告标志

DSA 和 ERCPC 机房各防护门外表面均设置电离辐射警告标志，提醒无关人员勿靠近机房或在附近逗留。

(4) 监控与对讲装置

DSA 和 ERCPC 机房设置有观察窗和实时监控装置与对讲装置，工作人员在控制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。

(5) 个人防护用品

医院为本项目每间 DSA 机房配备了 4 套、ERCPC 机房配备了 2 套 0.5mmPb 的铅橡胶

围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜和 0.025mmPb 的介入防护手套个人防护用品以及 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、床侧防护帘辅助防护设施，并为受检者配备 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套个人防护用品。

(6) 其他辐射安全措施

由于 DSA、ERCP 介入治疗需要长时间的透视和大量的摄片，X 射线球管工作时产生的散射线对机房内介入手术人员有较大影响，根据辐射防护“三原则”，医院还应在以下方面加强对介入治疗的防护工作：

◆引入的辐射设备及配套设备必须符合国际的或者国家的标准，满足各种特殊操作的要求，其性能必须与操作性质相符合；设备应该常规调节到满足低剂量的有效范围内，并尽可能提高图像质量；

◆临床介入手术时，采用床侧立地防护屏、防护手术手套、床侧竖屏及床上防护屏、床下吊帘、床侧吊帘等屏蔽防护措施，能够有效降低介入手术人员的吸收剂量；

◆一般说来，降低患者的剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强对介入手术人员的培训，包括辐射防护的培训，参与介入手术的工作人员应该技术熟练、动作迅速，以减少患者和介入手术人员的剂量；

◆操作中减少透视时间和减少照相的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，介入手术人员在操作时应尽量远离检查床。

综上所述，本项目 DSA、ERCP 工作场所采用以上辐射安全和防护措施后，能够满足开展本项目所需要的环保要求。

本项目 DSA、ERCP 工作场所的部分辐射安全措施布置示意图分别见图 10-7~图 10-9。

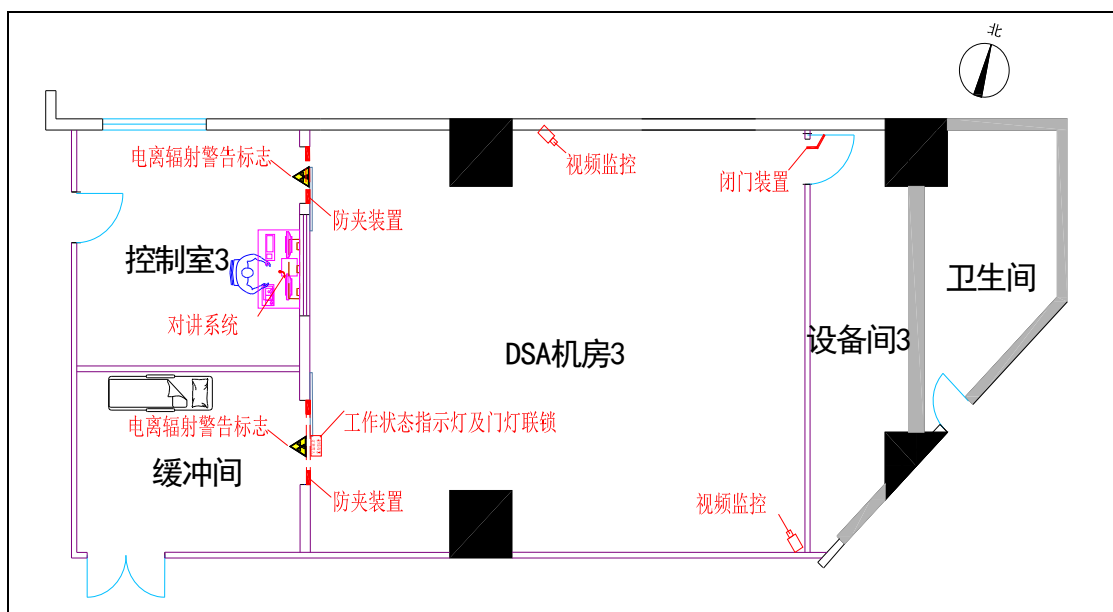


图 10-7 本项目综合病房楼 DSA 工作场所部分辐射安全措施布置示意图

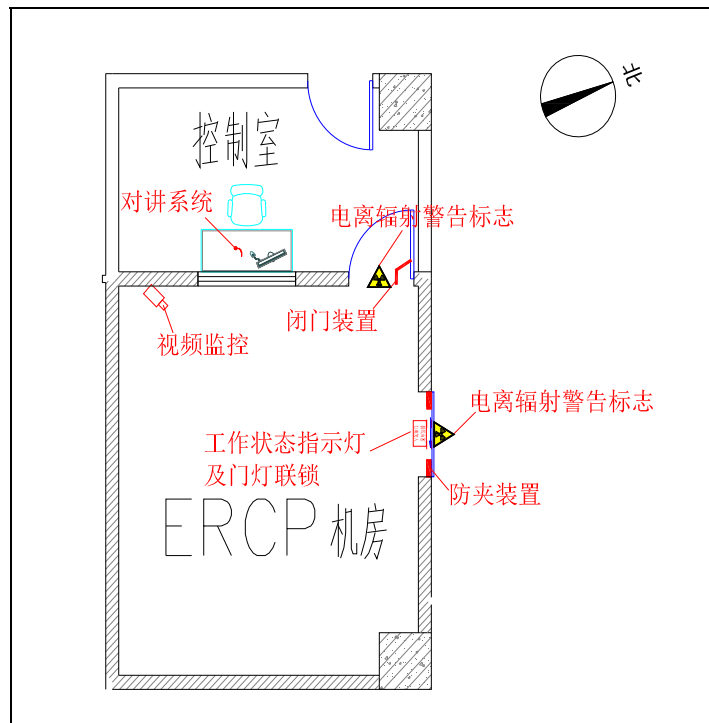


图 10-8 本项目外科综合大楼 ERCP 工作场所部分辐射安全措施布置示意图

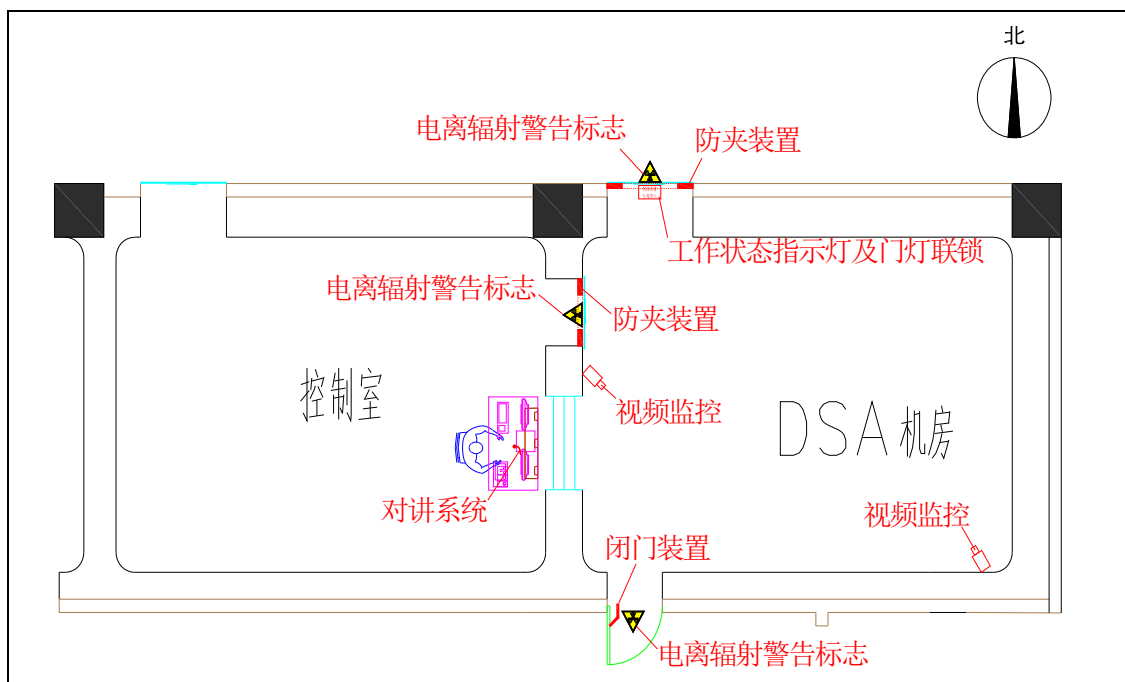


图 10-9 本项目门急诊病房楼 DSA 工作场所部分辐射安全措施布置示意图

四、电缆布设

本项目 DSA 和 ERCP 机房的控制电缆通过电缆沟连接至控制室，电缆沟深 100mm、宽 200mm，X 线球管一般由下往上照射，X 射线至少经过 2 次散射才能通过电缆沟散射至机房外，且电缆沟用 3mm 厚铅板+2mm 钢板进行覆盖，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的屏蔽防护要求，故电缆沟不会破坏机房的整体屏蔽防护效果。电缆沟示意图见图 10-10。

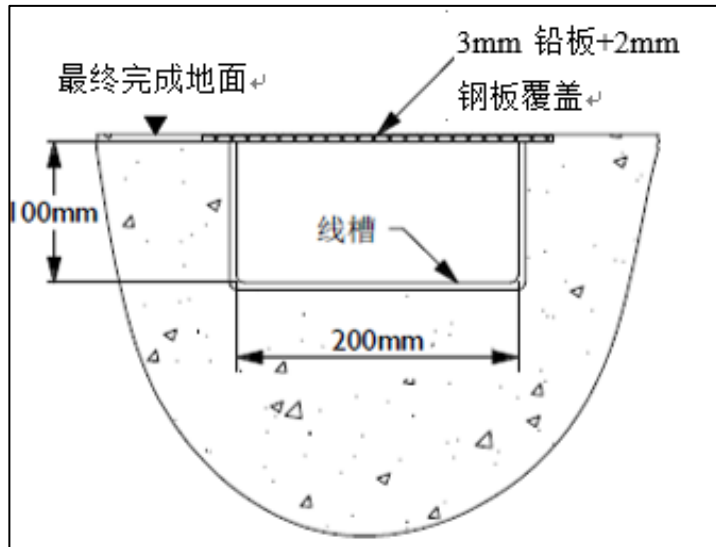


图 10-10 电缆沟示意图

非放射性污染源的治理

1、废气治理措施

项目运行期产生的废气主要为 DSA、ERCPC 运行时产生的 X 射线与空气发生相互作用产生的微量臭氧和氮氧化物。本项目 DSA 和 ERCPC 机房内安装有净化通风系统，产生的臭氧和氮氧化物可通过净化通风系统排出机房外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响很小。

2、固体废物治理措施

项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的垃圾桶中，手术结束集中收集后作为普通医疗废物处理；工作人员工作中产生的少量生活垃圾，依托医院的保洁措施，统一收集后交由环卫部门统一处理。

3、废水治理措施

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水，生活污水先排入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前环保管理的要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目综合病房楼的 DSA 机房 3 和外科综合大楼的 ERCP 机房为预留场所，门急诊病房楼的 DSA 机房是在原手术室的基础上改造而来，机房均已完成土建施工和辐射防护的装修，且设备已安装并已完成调试。本项目综合病房楼 DSA 于 2020 年 10 月投入运行，外科综合大楼 ERCP 于 2021 年 3 月投入运行，门急诊病房楼 DSA 于 2020 年 4 月投入运行。

现场勘查时，本项目 DSA 和 ERCP 机房均已建成，无施工期环境遗留问题。

运行阶段对环境的影响

一、运行期辐射环境影响分析

1、DSA 和 ERCP 机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性分析评价

(1) 评价标准

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)表 3 规定，有用线束方向、非有用线束方向屏蔽体的铅当量均不小于 2.0mmPb。

(2) 本项目 DSA 和 ERCP 机房各屏蔽部位的铅当量厚度核算

本项目 DSA、ERCP 的有用线束投射方向为由下至上，顶部为有用线束投射方向，其余均为非有用线束投射方向。

本项目 DSA 和 ERCP 机房使用的屏蔽材料有实心砖、铅板、混凝土、硫酸钡防护涂料，具体情况详见表 10-3。本项目 Artis zee III Ceiling 型 DSA 和 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP 按额定管电压 150kV 的极端条件核算其机房各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度，Allura Centron 型 DSA 按额定管电压 125kV 的极端条件核算其机房各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度。

1) 混凝土、实心砖的等效铅当量厚度核算

按照 GBZ 130-2020 中 C.1.2 b)给出的计算公式进行计算：

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \dots\dots\dots \text{公式 11-1}$$

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α 、 β 、 γ ——相应屏蔽物质对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B ——给定铅厚度的屏蔽透射因子；给定铅厚度的屏蔽透射因子 B 值对照 GBZ 130-2020 中 C.1.2 a) 相应要求采用给出的计算公式进行计算：

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

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ ——铅对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——铅厚度。

因 GBZ 130-2020 中表 C.3 未给出砖对不同管电压下 90° 非有用线束 X 射线辐射衰减的拟合参数值，故本项目 DSA 和 ERCP 机房的四周、顶部、地板均保守按有用线束进行核算铅当量。根据 GBZ 130-2020 中表 C.2 和表 C.3，分别查取管电压 125kV 和 150kV 主束工况下的辐射衰减有关的拟合参数，具体详见表 11-1。

表 11-1 不同管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	屏蔽材料	α	β	γ
125kV (主束)	铅	2.219	7.923	0.5386
	混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
	砖	0.02870	0.06700	1.346
150kV (主束)	铅	1.757	5.177	0.3156
	混凝土	0.03243	0.08599	1.467
	砖*	0.01975	0.0177	1.6691

注：*管电压 150kV 对应砖的各拟合参数由 70kV~125kV 对应砖的 α 、 β 、 γ 拟合曲线外推得出。

本项目 DSA 和 ERCP 机房屏蔽体采用的是 120mm 混凝土、240mm 实心砖屏蔽防护材料，根据公式 11-2、公式 11-1 计算其屏蔽透射因子及铅当量厚度，计算结果见表 11-2。

表 11-2 机房屏蔽防护材料的屏蔽透射因子 B、铅当量厚度计算结果

屏蔽体	125kV		150kV	
	屏蔽透射因子 B	铅当量厚度 (mm)	屏蔽透射因子 B	铅当量厚度 (mm)
120mm 混凝土	3.21×10^{-3}	1.4	8.46×10^{-3}	1.2
240mm 实心砖	4.17×10^{-4}	2.3	5.96×10^{-3}	1.3

2) 硫酸钡防护材料的等效铅当量厚度

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 机房底板采用的硫酸钡防护涂料均为 5mm 铅当量；ERCP 机房四周墙体采用的硫酸钡防护涂料为 2mm 铅当量，底板采用的硫酸钡防护涂料为 2mm 铅当量。

3) DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性

根据前述等效铅当量厚度核算情况，可对本项目 DSA 和 ERCP 机房屏蔽体等效铅当

量进行汇总，结果见表 11-3~表 11-5。

表 11-3 本项目门急诊病房楼 DSA 机房屏蔽符合性分析（管电压 125kV）

屏蔽体	屏蔽设计参数	等效铅当量 (mm)	标准要求铅当量 (mm)	评价结果
四周墙体	24cm 实心砖+3mm 铅板	2.3+3.0=5.3	2.0	满足要求
顶部	12cm 混凝土+2mm 铅板	1.4+2.0=3.4	2.0	满足要求
底板	12cm 混凝土+ 5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	1.4+5.0=6.4	2.0	满足要求
防护门	3mm 铅板	3.0	2.0	满足要求
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0	满足要求

表 11-4 本项目综合病房楼 DSA 机房 3 屏蔽符合性分析（管电压 150kV）

屏蔽体	屏蔽设计参数	等效铅当量 (mm)	标准要求铅当量 (mm)	评价结果
四周墙体	24cm 实心砖+3mm 铅板	1.3+3.0=4.3	2.0	满足要求
顶部	12cm 混凝土+2mm 铅板	1.2+2.0=3.2	2.0	满足要求
底板	12cm 混凝土+ 5mm 铅当量硫酸钡防护涂料	1.2+5.0=6.2	2.0	满足要求
防护门	3mm 铅板	3.0	2.0	满足要求
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0	满足要求

表 11-5 本项目外科综合大楼 ERCP 机房屏蔽符合性分析（管电压 150kV）

屏蔽体	屏蔽设计参数	等效铅当量 (mm)	标准要求铅当量 (mm)	评价结果
四周墙体	24cm 实心砖+ 2mm 铅当量硫酸钡防护涂料	1.3+2.0=3.3	2.0	满足要求
顶部	12cm 混凝土+2mm 铅板	1.2+2.0=3.2	2.0	满足要求
底板	12cm 混凝土+ 2mm 铅当量硫酸钡防护涂料	1.2+2.0=3.2	2.0	满足要求
防护门	3mm 铅板	3.0	2.0	满足要求
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0	满足要求

根据表 11-3~表 11-5 可知，本项目 DSA 和 ERCP 机房的屏蔽防护措施能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 C 型臂 X 射线设备机房有用线束方向、非有用线束方向屏蔽防护铅当量厚度不小于 2.0mm 铅当量的要求。

2、DSA 和 ERCP 运行阶段分析

为进一步评价本项目 DSA 和 ERCP 机房的屏蔽防护效果，本项目采用理论预测的方法进行环境影响分析。本项目为保守考虑，机房顶部既考虑有用线束的辐射影响，也考虑非有用线束的辐射影响，且不考虑平板探测器和影像增强器的屏蔽作用；机房四周及底部只

考虑非有用线束的辐射影响。

(1) 估算模式

1) 有用线束辐射空气比释动能率计算公式

由《辐射防护手册（第一分册）》（李德平 潘自强著）给出的 X 射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.8）进行推导，得到有用线束在关注点处的比释动能率 H 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$H = \frac{H_0 \cdot I \cdot B}{d^2} \dots\dots\dots \text{公式 11-3}$$

式中：

H_0 —X 射线机发射率常数（当管电流为 1mA 时，距离阳极靶 1m 处由主束产生的比释动能率）， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，本项目 DSA 和 ERCP 正常使用时的最大管电压 80kV，过滤条件为 0.5mmCu 的 H_0 取值为 $0.8 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，过滤条件为 1.0mmCu 的 H_0 取值为 $0.39 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

I —管电流，mA；本项目 DSA 透视、拍片模式下正常使用的最大管电流分别为 20mA、500mA，ERCP 透视、拍片模式下正常使用的最大管电流分别为 5mA、500mA；

d —源至关注点的距离；

B —给定铅厚度的屏蔽透射因子，无量纲，计算公式见公式 11-4（原公式见 GBZ130-2020.公式 C.1）：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha x} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots \text{公式 11-4}$$

式中：

X ——铅厚度，本项目 DSA 和 ERCP 机房屏蔽体的铅厚度见表 11-3~表 11-5；

α 、 β 、 γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，根据 GBZ 130-2020 表C.2 所列 70kV~100kV 区间的 X 射线在铅中衰减的拟合参数 α 、 β 、 γ 值，分别绘制 α -管电压拟合曲线、 β -管电压拟合曲线、 γ -管电压拟合曲线，由拟合曲线查取管电压为 80kV（本项目正常运行最大管电压）时相应的 α 、 β 、 γ 数值，具体见表11-6。

表 11-6 铅对管电压 80kV 的 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	α	β	γ
80kV	3.722	21.356	0.699

2) 关注点处非有用线束辐射空气比释动能率计算公式

① 泄漏辐射空气比释动能率计算公式：

泄漏辐射空气比释动能率 \dot{H}_L 采用下式计算：

$$\dot{H}_L = \frac{H_i \cdot B}{d^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 11-5}$$

式中，d、B 意义同上：

H_i ——距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率，mGy/h；本项目 1m 处泄漏射线的空气比释动能率取 1.0mGy/h。

②散射辐射空气比释动能率计算公式

由《辐射防护手册（第一分册）》给出的 X 射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的比释动能率 H_s 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot I \cdot a \cdot (s / 400) \cdot B_s}{d_0^2 \cdot d_s^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 11-6}$$

式中， H_0 、I 意义同上：

a ——人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值，查《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1，对于本项目 DSA 和 ERCP 正常工作使用电压最大为 80kV 时的 a 查取值为 0.0008（根据《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中管电压为 70kV、100kV、125kV 对应散射角为 90°的 a 值绘制拟合曲线，从曲线查取 80kV 对应的 a 值，底部散射角为 180°，底部对应 a 的值保守取 90°方向的值）；

S ——主束在受照患者身体上的散射面积，考虑手术需要的最大照射面积，本项目取 100cm²；

d_0 ——源至受照点的距离，取值见表 9-1 和表 9-2；

d_s ——受照体至关注点的距离，m；

B_s ——屏蔽材料对散射线的透射因子，按公式 11-2 计算。此处的散射线指本项目最大常用管电压（80kV，即 0.08MV）下有用线束（初级 X 射线）的散射线，其能量偏保守取有用线束侧向（散射角 $\theta=90^\circ$ ）的一次散射线能量，可借鉴康普顿散射定律计算一次散射线能量 E 与入射的初级 X 射线能量 E_0 之比值为 $E/E_0=1/[1+E_0(1-\cos\theta)/0.511]=1/[1+0.08 \cdot (1-\cos 90^\circ)/0.511]=0.865$ ，继而计算一次散射线能量 E 对应的 kV 值为 $80\text{kV} \times 0.865=69.2\text{kV}$ ，近似取为 70kV，再从 GBZ 130-2020 表 C.2 中查取对应于 70kV 的 α 、 β 、 γ 数值（具体见表 11-7），将其代入公式 11-2 计算散射辐射屏蔽透射因子 B_s 。

表 11-7 铅对管电压 70kV 的 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	α	β	γ
70kV	5.369	23.49	0.5881

(2) 计算结果

本项目 DSA 和 ERCP 的辐射影响构成情况见表 11-8。

表 11-8 本项目 DSA 和 ERCP 的辐射影响构成情况

设备名称	操作模式	正常运行时最大工况	辐射影响对象
DSA	拍片模式	80kV/500mA	机房外公众、控制室操作技师
	透视模式	80kV/20mA	机房外公众、控制室操作技师；机房内介入手术人员
ERCP	拍片模式	80kV/500mA	机房外公众、控制室操作技师
	透视模式	80kV/5mA	机房外公众、控制室操作技师；机房内介入手术人员

1) 南院门急诊病房楼 DSA 机房计算结果 (DSA 型号: Allura Centron, 管电压 125kV)

本项目门急诊病房楼 DSA 机房内辐射源点至机房各侧屏蔽体的距离见图 11-1, 机房内辐射源点至机房外关注点的距离见表 11-9。

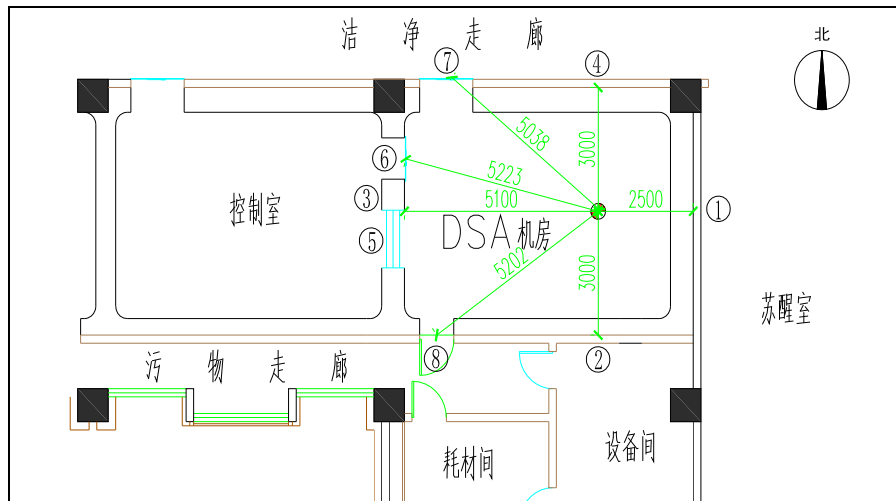


图11-1 门急诊病房楼 DSA 机房内辐射源点至机房各侧屏蔽体的距离 (单位: mm)

表 11-9 门急诊病房楼 DSA 机房内辐射源点至机房外关注点的距离

	编号	关注点位置	辐射源点至关注点的距离 d (m)
DSA 机房外	①	机房东侧屏蔽墙外 30cm (苏醒室)	3.0
	②	机房南侧屏蔽墙外 30cm (设备间和污物走廊)	3.5
	③	机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	5.6
	④	机房北侧屏蔽墙外 30cm (洁净走廊)	3.5
	⑤	观察窗表面 30cm (控制室)	5.6
	⑥	医护人员通道防护门表面外 30cm (控制室)	5.5
	⑦	患者通道防护门表面外 30cm (洁净走廊)	5.3
	⑧	污物通道防护门表面外 30cm (污物走廊)	5.5
	/		DSA 机房正上方 (设备用房、热交换间地面 0.3m)

	/	DSA 机房正下方 (库房、走廊、胃镜清洗间地面 1.7m)	2.7
DSA 机房内	/	第一术者位置	0.5
	/	第二术者位置	1.0

注：三楼楼层间距为 4.1m，四楼楼层间距为 4.8m。

①机房顶部外有用线束辐射空气比释动能率计算

将相关参数代入公式 11-3 和公式 11-4，计算透视、拍片模式下 DSA 机房上方公众处有用线束辐射空气比释动能率，计算结果见表 11-10。

表 11-10 关注点处有用线束辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	I (mA)	B	d (m)	H ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
DSA 机房正上方 (设备用房、热交 换间)	透视	23400	20	2.08×10^{-7}	4.8	4.23×10^{-3}
	拍片	23400	500	2.08×10^{-7}	4.8	0.106

②机房外各关注点及机房内手术位处泄漏辐射空气比释动能率计算

将相关参数代入公式 11-5，计算 DSA 机房外各关注点、机房内手术位处的泄漏辐射空气比释动能率，计算结果见表 11-11。

表 11-11 关注点处泄漏辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	H_i ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	R (m)	B	\dot{H}_L 估算结果 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	
机房东侧屏蔽墙外 30cm (苏醒室)	1000	3.0	1.77×10^{-10}	1.96×10^{-8}	
机房南侧屏蔽墙外 30cm(设备间和污物走廊)	1000	3.5	1.77×10^{-10}	1.44×10^{-8}	
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	1000	5.6	1.77×10^{-10}	5.64×10^{-9}	
机房北侧屏蔽墙外 30cm (洁净走廊)	1000	3.5	1.77×10^{-10}	1.44×10^{-8}	
观察窗表面 30cm (控制室)	1000	5.6	9.24×10^{-7}	2.95×10^{-5}	
医护人员通道防护门表面外 30cm (控制室)	1000	5.5	9.24×10^{-7}	3.05×10^{-5}	
患者通道防护门表面外 30cm (洁净走廊)	1000	5.3	9.24×10^{-7}	3.29×10^{-5}	
污物通道防护门表面外 30cm (污物走廊)	1000	5.5	9.24×10^{-7}	3.05×10^{-5}	
DSA 机房正上方 (设备用房、热交换间)	1000	4.8	2.08×10^{-7}	9.04×10^{-6}	
DSA 机房正下方 (库房、走廊、胃镜清洗间)	1000	2.7	2.95×10^{-12}	4.04×10^{-10}	
第一术者	铅衣内	1000	0.5	1.73×10^{-3}	6.93
	铅衣外	1000	0.5	1.48×10^{-2}	59.2
第二术者	铅衣内	1000	1.0	1.73×10^{-3}	1.73
	铅衣外	1000	1.0	1.48×10^{-2}	14.8

③机房外各关注点及机房内手术位处散射辐射空气比释动能率计算

将相关参数代入公式 11-6，计算 DSA 机房外各关注点、机房内手术位处的散射辐射空气比释动能率，计算结果见表 11-12。

表 11-12 关注点处散射辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	I (mA)	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
机房东侧屏蔽墙外 30cm (苏醒室)	透视	23400	20	2.51×10^{-14}	0.38	3.0	1.81×10^{-12}
	拍片		500				4.52×10^{-11}
机房南侧屏蔽墙外 30cm (设备间和污物 走廊)	透视	23400	20	2.51×10^{-14}	0.38	3.5	1.33×10^{-12}
	拍片		500				3.32×10^{-11}
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	透视	23400	20	2.51×10^{-14}	0.38	5.6	5.19×10^{-13}
	拍片		500				1.3×10^{-11}
机房北侧屏蔽墙外 30cm (洁净走廊)	透视	23400	20	2.51×10^{-14}	0.38	3.5	1.33×10^{-12}
	拍片		500				3.32×10^{-11}
观察窗表面 30cm (控制室)	透视	23400	20	5.79×10^{-9}	0.38	5.6	1.2×10^{-7}
	拍片		500				2.99×10^{-6}
医护人员通道防护门 表面外 30cm (控制室)	透视	23400	20	5.79×10^{-9}	0.38	5.5	1.24×10^{-7}
	拍片		500				3.1×10^{-6}
患者通道防护门表面 外 30cm (洁净走廊)	透视	23400	20	5.79×10^{-9}	0.38	5.3	1.34×10^{-7}
	拍片		500				3.34×10^{-6}
污物通道防护门表面 外 30cm (污物走廊)	透视	23400	20	5.79×10^{-9}	0.38	5.5	1.24×10^{-7}
	拍片		500				3.1×10^{-6}
DSA 机房正上方 (设备用房、热交换 间)	透视	23400	20	6.76×10^{-10}	0.38	4.42	2.24×10^{-8}
	拍片		500				5.61×10^{-7}
DSA 机房正下方 (库房、走廊、胃镜 清洗间)	透视	23400	20	6.84×10^{-17}	0.38	3.08	4.67×10^{-15}
	拍片		500				1.17×10^{-13}
第一 术者	铅衣内	23400	20	2.83×10^{-4}	0.38	0.5	0.735
	铅衣外		透视	20	5.34×10^{-3}	0.38	0.5
第二 术者	铅衣内	23400	20	2.83×10^{-4}	0.38	1.0	0.184
	铅衣外		透视	20	5.34×10^{-3}	0.38	1.0

④关注点处辐射空气比释动能率计算结果叠加

根据表 11-10、表 11-11 和表 11-12 计算结果，可得出 DSA 机房外各关注点、机房内

手术位处的叠加空气比释动能率，计算结果见表 11-13。

表 11-13 关注点处空气比释动能率叠加计算结果

关注点位置	操作模式	X 射线空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)				辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	目标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
		有用线束	漏射线	散射线	合计		
机房东侧屏蔽墙外 30cm (苏醒室)	透视	/	1.96×10^{-8}	1.81×10^{-12}	1.96×10^{-8}	3.27×10^{-8}	2.5
	拍片	/		4.52×10^{-11}	1.96×10^{-8}	3.27×10^{-8}	
机房南侧屏蔽墙外 30cm (设备间和污物走廊)	透视	/	1.44×10^{-8}	1.33×10^{-12}	1.44×10^{-8}	2.4×10^{-8}	
	拍片	/		3.32×10^{-11}	1.44×10^{-8}	2.4×10^{-8}	
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	透视	/	5.64×10^{-9}	5.19×10^{-13}	5.64×10^{-9}	9.42×10^{-9}	
	拍片	/		1.3×10^{-11}	5.65×10^{-9}	9.44×10^{-9}	
机房北侧屏蔽墙外 30cm (洁净走廊)	透视	/	1.44×10^{-8}	1.33×10^{-12}	1.44×10^{-8}	2.4×10^{-8}	
	拍片	/		3.32×10^{-11}	1.44×10^{-8}	2.4×10^{-8}	
观察窗表面 30cm (控制室)	透视	/	2.95×10^{-5}	1.2×10^{-7}	2.96×10^{-5}	4.94×10^{-5}	
	拍片	/		2.99×10^{-6}	3.25×10^{-5}	5.43×10^{-5}	
医护人员通道防护 门表面外 30cm (控制室)	透视	/	3.05×10^{-5}	1.24×10^{-7}	3.06×10^{-5}	5.11×10^{-5}	
	拍片	/		3.1×10^{-6}	3.36×10^{-5}	5.61×10^{-5}	
患者通道防护门表 面外 30cm (洁净走廊)	透视	/	3.29×10^{-5}	1.34×10^{-7}	3.3×10^{-5}	5.51×10^{-5}	
	拍片	/		3.34×10^{-6}	3.62×10^{-5}	6.05×10^{-5}	
污物通道防护门表 面外 30cm (污物走廊)	透视	/	3.05×10^{-5}	1.24×10^{-7}	3.06×10^{-5}	5.11×10^{-5}	
	拍片	/		3.1×10^{-6}	3.36×10^{-5}	5.61×10^{-5}	
DSA 机房正上方 (设备用房、热交换 间)	透视	4.23×10^{-3}	9.04×10^{-6}	2.24×10^{-8}	4.23×10^{-3}	7.06×10^{-3}	
	拍片	0.106		5.61×10^{-7}	0.106	0.177	
DSA 机房正下方 (库房、走廊、胃镜 清洗间)	透视	/	4.04×10^{-10}	4.67×10^{-15}	4.04×10^{-10}	6.75×10^{-10}	
	拍片	/		1.17×10^{-13}	4.04×10^{-10}	6.75×10^{-10}	
第一术者	铅衣内	透视	/	6.93	0.735	7.67	/
	铅衣外	透视	/	59.2	13.9	73.1	
第二术者	铅衣内	透视	/	1.73	0.184	1.91	
	铅衣外	透视	/	14.8	3.46	18.3	

注：有效剂量与空气比释动能转换系数， Sv/Gy ，从《用于光子外照射防护的剂量转换系数》(GBZ/T 144-2002)附录表B2查取；对于本项目DSA和ERCP运行时最大常用管电压80kV，查取K值为1.67，下同。

2) 本部综合病房楼DSA机房3计算结果 (DSA型号: Artis zee III Ceiling, 管电压 150kV)

本项目综合病房楼 DSA 机房 3 内辐射源点至机房各侧屏蔽体的距离见图 11-2, 机房内辐射源点至机房外关注点的距离见表 11-14。

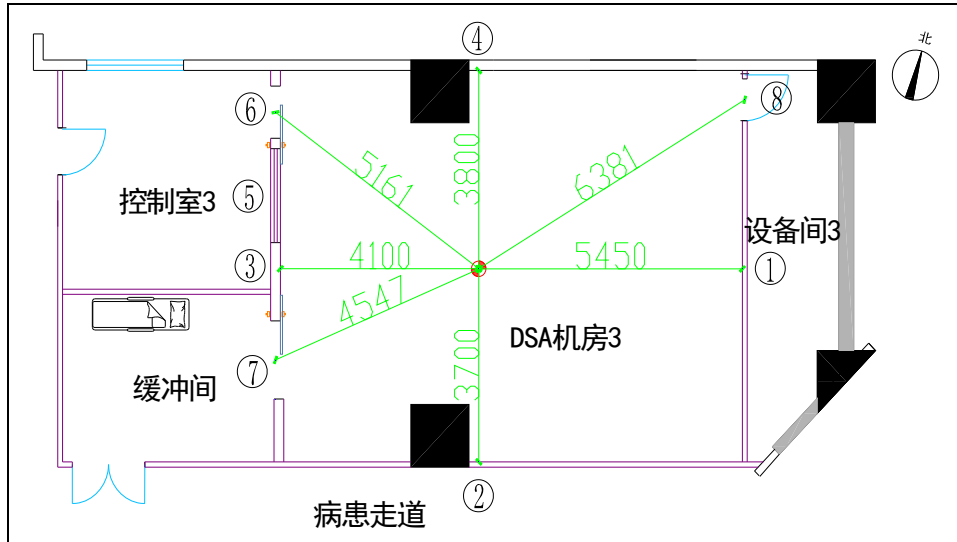


图11-2 综合病房楼DSA机房3内辐射源点至机房各侧屏蔽体的距离 (单位: mm)

表 11-14 综合病房楼 DSA 机房 3 内辐射源点至机房外关注点的距离

编号	关注点位置	辐射源点至关注点的距离 d (m)
①	机房东侧屏蔽墙外 30cm (设备间 3)	6.0
②	机房南侧屏蔽墙外 30cm (患者走道)	4.2
③	机房西侧屏蔽墙外 30cm(控制室 3 和缓冲间)	4.6
④	机房北侧屏蔽墙外 30cm (大楼外墙)	4.3
⑤	观察窗表面 30cm (控制室 3)	4.6
⑥	医护人员通道防护门表面外 30cm(控制室 3)	5.5
⑦	患者通道防护门表面外 30cm (缓冲间)	4.8
⑧	设备间进出防护门表面外 30cm (设备间 3)	6.7
/	DSA 机房正上方 (示教室和备用产科病房地面 0.3m)	4.5
/	DSA 机房正下方 (医生办公室和主任办公室地面 1.7m)	2.5
DSA 机房内	第一术者位置	0.5
	第二术者位置	1.0

注: 二楼楼层间距为 3.9m, 三楼楼层间距为 4.5m。

同理, 将相关参数分别代入公式 11-3、公式 11-4、公式 11-5、公式 11-6, 可计算出 DSA 机房 3 外各关注点、机房内手术位处的空气比释动能率, 计算结果见表 11-15~表 11-18。

表 11-15 关注点处有用线束辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	I (mA)	B	d (m)	H ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
DSA 机房正上方 (示教室和备用产 科病房)	透视	48000	20	4.39×10^{-7}	4.5	0.021
	拍片	48000	500	4.39×10^{-7}	4.5	0.52

表 11-16 关注点处泄漏辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	H_i ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	R (m)	B	\dot{H}_L 估算结果 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	
机房东侧屏蔽墙外 30cm (设备间 3)	1000	6.0	7.31×10^{-9}	2.03×10^{-7}	
机房南侧屏蔽墙外 30cm (患者走道)	1000	4.2	7.31×10^{-9}	4.14×10^{-7}	
机房西侧屏蔽墙外 30cm(控制室 3 和缓冲间)	1000	4.6	7.31×10^{-9}	3.46×10^{-7}	
机房北侧屏蔽墙外 30cm (大楼外墙)	1000	4.3	7.31×10^{-9}	3.95×10^{-7}	
观察窗表面 30cm (控制室 3)	1000	4.6	9.24×10^{-7}	4.37×10^{-5}	
医护人员通道防护门表面外 30cm (控制室 3)	1000	5.5	9.24×10^{-7}	3.05×10^{-5}	
患者通道防护门表面外 30cm (缓冲间)	1000	4.8	9.24×10^{-7}	4.01×10^{-5}	
设备间进出防护门表面外 30cm (设备间 3)	1000	6.7	9.24×10^{-7}	2.06×10^{-5}	
DSA 机房正上方 (示教室和备用产科病房)	1000	4.5	4.39×10^{-7}	2.17×10^{-5}	
DSA 机房正下方 (医生办公室和主任办公室)	1000	2.5	6.21×10^{-12}	9.93×10^{-10}	
第一术者	铅衣内	1000	0.5	1.73×10^{-3}	6.93
	铅衣外	1000	0.5	1.48×10^{-2}	59.2
第二术者	铅衣内	1000	1.0	1.73×10^{-3}	1.73
	铅衣外	1000	1.0	1.48×10^{-2}	14.8

表 11-17 关注点处散射辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	I (mA)	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
机房东侧屏蔽墙外 30cm (设备间 3)	透视	48000	20	5.39×10^{-12}	0.38	6.0	1.99×10^{-10}
	拍片		500				4.98×10^{-9}
机房南侧屏蔽墙外 30cm (患者走道)	透视	48000	20	5.39×10^{-12}	0.38	4.2	4.06×10^{-10}
	拍片		500				1.02×10^{-8}
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室 3 和 缓冲间)	透视	48000	20	5.39×10^{-12}	0.38	4.6	3.39×10^{-10}
	拍片		500				8.47×10^{-9}

机房北侧屏蔽墙外 30cm (大楼外墙)	透视	48000	20	5.39×10^{-12}	0.38	4.3	3.88×10^{-10}
	拍片		500				9.69×10^{-9}
观察窗表面 30cm (控制室 3)	透视	48000	20	5.79×10^{-9}	0.38	4.6	3.64×10^{-7}
	拍片		500				9.1×10^{-6}
医护人员通道防护门 表面外 30cm (控制室 3)	透视	48000	20	5.79×10^{-9}	0.38	5.5	2.55×10^{-7}
	拍片		500				6.37×10^{-6}
患者通道防护门表面 外 30cm (缓冲间)	透视	48000	20	5.79×10^{-9}	0.38	4.8	3.34×10^{-7}
	拍片		500				8.36×10^{-6}
设备间进出防护门表 面外 30cm (设备间 3)	透视	48000	20	5.79×10^{-9}	0.38	6.7	1.72×10^{-7}
	拍片		500				4.29×10^{-6}
DSA 机房正上方 (示教室和备用产科 病房)	透视	48000	20	1.98×10^{-9}	0.38	4.12	1.55×10^{-7}
	拍片		500				3.88×10^{-6}
DSA 机房正下方 (医生办公室和主任 办公室)	透视	48000	20	2×10^{-16}	0.38	2.88	3.21×10^{-14}
	拍片		500				8.02×10^{-13}
第一 术者	铅衣内	48000	20	2.83×10^{-4}	0.38	0.5	1.51
	铅衣外		20	5.34×10^{-3}	0.38	0.5	28.4
第二 术者	铅衣内	48000	20	2.83×10^{-4}	0.38	1.0	0.377
	铅衣外		20	5.34×10^{-3}	0.38	1.0	7.11

表 11-18 关注点处空气比释动能率叠加计算结果

关注点位置	操作模式	X 射线空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)				辐射 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	目标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
		有用线束	漏射线	散射线	合计		
机房东侧屏蔽墙外 30cm (设备间 3)	透视	/	2.03×10^{-7}	1.99×10^{-10}	2.03×10^{-7}	3.39×10^{-7}	2.5
	拍片	/		4.98×10^{-9}	2.08×10^{-7}	3.47×10^{-7}	
机房南侧屏蔽墙外 30cm (患者走道)	透视	/	4.14×10^{-7}	4.06×10^{-10}	4.14×10^{-7}	6.91×10^{-7}	
	拍片	/		1.02×10^{-8}	4.24×10^{-7}	7.08×10^{-7}	
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室 3 和 缓冲间)	透视	/	3.46×10^{-7}	3.39×10^{-10}	3.46×10^{-7}	5.78×10^{-7}	
	拍片	/		8.47×10^{-9}	3.54×10^{-7}	5.91×10^{-7}	
机房北侧屏蔽墙外 30cm (大楼外墙)	透视	/	3.95×10^{-7}	3.88×10^{-10}	3.95×10^{-7}	6.6×10^{-7}	
	拍片	/		9.69×10^{-9}	4.05×10^{-7}	6.76×10^{-7}	
观察窗表面 30cm (控制室 3)	透视	/	4.37×10^{-5}	3.64×10^{-7}	4.41×10^{-5}	7.36×10^{-5}	
	拍片	/		9.1×10^{-6}	5.28×10^{-5}	8.82×10^{-5}	

医护人员通道防护门表面外 30cm (控制室 3)	透视	/	3.05×10^{-5}	2.55×10^{-7}	3.08×10^{-5}	5.14×10^{-5}	
	拍片	/		6.37×10^{-6}	3.69×10^{-5}	6.16×10^{-5}	
患者通道防护门表面外 30cm (缓冲间)	透视	/	4.01×10^{-5}	3.34×10^{-7}	4.04×10^{-5}	6.75×10^{-5}	
	拍片	/		8.36×10^{-6}	4.85×10^{-5}	8.1×10^{-5}	
设备间进出防护门表面外 30cm (设备间 3)	透视	/	2.06×10^{-5}	1.72×10^{-7}	2.08×10^{-5}	3.47×10^{-5}	
	拍片	/		4.29×10^{-6}	2.49×10^{-5}	4.16×10^{-5}	
DSA 机房正上方 (示教室和备用产科病房)	透视	0.021	2.17×10^{-5}	1.55×10^{-7}	0.021	0.035	
	拍片	0.52		3.88×10^{-6}	0.52	0.868	
DSA 机房正下方 (医生办公室和主任办公室)	透视	/	9.93×10^{-10}	3.21×10^{-14}	9.93×10^{-10}	1.66×10^{-9}	
	拍片	/		8.02×10^{-13}	9.94×10^{-10}	1.66×10^{-9}	
第一术者	铅衣内	透视	/	6.93	1.51	8.44	/
	铅衣外	透视	/	59.2	28.4	87.6	
第二术者	铅衣内	透视	/	1.73	0.377	2.11	/
	铅衣外	透视	/	14.8	7.11	21.9	

3) 本部外科综合大楼ERCP机房计算结果 (ERCP型号: Essy Diagnost Eleva, 管电压150kV)

本项目外科综合大楼 ERCP 机房内辐射源点至机房各侧屏蔽体的距离见图 11-3, 机房内辐射源点至机房外关注点的距离见表 11-19。

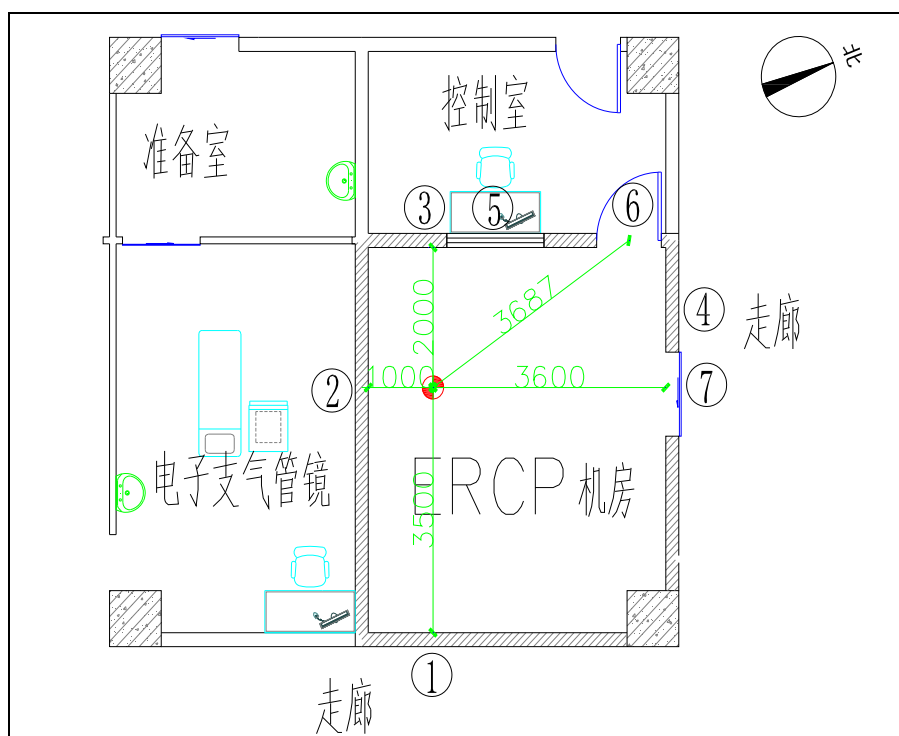


图11-3 外科综合大楼ERCP机房内辐射源点至机房各侧屏蔽体的距离 (单位: mm)

表 11-19 外科综合大楼 ERCP 机房内辐射源点至机房外关注点的距离

	编号	关注点位置	辐射源点至关注点的距离 $d(m)$
ERCP 机房外	①	机房东侧屏蔽墙外 30cm (走廊)	4.0
	②	机房南侧屏蔽墙外 30cm (电子支气管镜室)	1.5
	③	机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	2.5
	④	机房北侧屏蔽墙外 30cm (走廊)	4.1
	⑤	观察窗表面 30cm (控制室)	2.5
	⑥	医护人员通道防护门表面外 30cm (控制室)	4.0
	⑦	患者通道防护门表面外 30cm (走廊)	4.1
	/	ERCP 机房正上方 (静配中心地面 0.3m)	4.8
	/	ERCP 机房正下方 (出入院办理大厅地面 1.7m)	3.6
ERCP 机房内	/	第一术者位置	0.5
	/	第二术者位置	1.0

注：一楼楼层间距为 5m，二楼楼层间距为 4.8m。

同理，将相关参数分别代入公式 11-3、公式 11-4、公式 11-5、公式 11-6，可计算出 ERCP 机房外各关注点、机房内手术位处的空气比释动能率，计算结果见表 11-20~表 11-23。

表 11-20 关注点处有用线束辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	I (mA)	B	d (m)	H ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
ERCP 机房正上方 (静配中心)	透视	48000	5	4.39×10^{-7}	4.8	4.57×10^{-3}
	拍片	48000	500	4.39×10^{-7}	4.8	0.457

表 11-21 关注点处泄漏辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	H_i ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	R (m)	B	\dot{H}_L 估算结果 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
机房东侧屏蔽墙外 30cm (走廊)	1000	4.0	3.02×10^{-7}	1.89×10^{-5}
机房南侧屏蔽墙外 30cm (电子支气管镜室)	1000	1.5	3.02×10^{-7}	1.34×10^{-4}
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	1000	2.5	3.02×10^{-7}	4.84×10^{-5}
机房北侧屏蔽墙外 30cm (走廊)	1000	4.1	3.02×10^{-7}	1.8×10^{-5}
观察窗表面 30cm (控制室)	1000	2.5	9.24×10^{-7}	1.48×10^{-4}
医护人员通道防护门表面外 30cm (控制室)	1000	4.0	9.24×10^{-7}	5.77×10^{-5}
患者通道防护门表面外 30cm (走廊)	1000	4.1	9.24×10^{-7}	5.5×10^{-5}

ERCP 机房正上方 (静配中心)		1000	4.8	4.39×10^{-7}	1.9×10^{-5}
ERCP 机房正下方 (出入院办理大厅)		1000	3.6	4.39×10^{-7}	3.39×10^{-5}
第一术者	铅衣内	1000	0.5	1.73×10^{-3}	6.93
	铅衣外	1000	0.5	1.48×10^{-2}	59.2
第二术者	铅衣内	1000	1.0	1.73×10^{-3}	1.73
	铅衣外	1000	1.0	1.48×10^{-2}	14.8

表 11-22 关注点处散射辐射空气比释动能率计算结果

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	I (mA)	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Gy/h}$)
机房东侧屏蔽墙外 30cm (走廊)	透视	48000	5	1.16×10^{-9}	0.3	4.0	3.86×10^{-8}
	拍片		500				3.86×10^{-6}
机房南侧屏蔽墙外 30cm (电子支气管镜室)	透视	48000	5	1.16×10^{-9}	0.3	1.5	2.74×10^{-7}
	拍片		500				2.74×10^{-5}
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	透视	48000	5	1.16×10^{-9}	0.3	2.5	9.87×10^{-8}
	拍片		500				9.87×10^{-6}
机房北侧屏蔽墙外 30cm (走廊)	透视	48000	5	1.16×10^{-9}	0.3	4.1	3.67×10^{-8}
	拍片		500				3.67×10^{-6}
观察窗表面 30cm (控制室)	透视	48000	5	5.79×10^{-9}	0.3	2.5	4.94×10^{-7}
	拍片		500				4.94×10^{-5}
医护人员通道防护门 表面外 30cm (控制室)	透视	48000	5	5.79×10^{-9}	0.3	4.0	1.93×10^{-7}
	拍片		500				1.93×10^{-5}
患者通道防护门表面 外 30cm (走廊)	透视	48000	5	5.79×10^{-9}	0.3	4.1	1.84×10^{-7}
	拍片		500				1.84×10^{-5}
ERCP 机房正上方 (静配中心)	透视	48000	5	1.98×10^{-9}	0.3	4.5	5.21×10^{-8}
	拍片		500				5.21×10^{-6}
ERCP 机房正下方 (出入院办理大厅)	透视	48000	5	1.98×10^{-9}	0.3	3.9	6.94×10^{-8}
	拍片		500				6.94×10^{-6}
第一术者	铅衣内	48000	5	2.83×10^{-4}	0.3	0.5	0.605
	铅衣外		5	5.34×10^{-3}	0.3	0.5	11.4
第二术者	铅衣内	48000	5	2.83×10^{-4}	0.3	1.0	0.151
	铅衣外		5	5.34×10^{-3}	0.3	1.0	2.85

表 11-23 关注点处空气比释动能率叠加计算结果

关注点位置	操作模式	X 射线空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)				辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	目标限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		有用线束	漏射线	散射线	合计			
机房东侧屏蔽墙 外 30cm (走廊)	透视	/	1.89×10^{-5}	3.86×10^{-8}	1.89×10^{-5}	3.16×10^{-5}	2.5	
	拍片	/		3.86×10^{-6}	2.28×10^{-5}	3.81×10^{-5}		
机房南侧屏蔽墙外 30cm (电子支气管镜室)	透视	/	1.34×10^{-4}	2.74×10^{-7}	1.34×10^{-4}	2.24×10^{-4}		
	拍片	/		2.74×10^{-5}	1.61×10^{-4}	2.69×10^{-4}		
机房西侧屏蔽墙 外 30cm(控制室)	透视	/	4.84×10^{-5}	9.87×10^{-8}	4.85×10^{-5}	8.1×10^{-5}		
	拍片	/		9.87×10^{-6}	5.83×10^{-5}	9.74×10^{-5}		
机房北侧屏蔽墙 外 30cm (走廊)	透视	/	1.8×10^{-5}	3.67×10^{-8}	1.8×10^{-5}	3.01×10^{-5}		
	拍片	/		3.67×10^{-6}	2.17×10^{-5}	3.62×10^{-5}		
观察窗表面 30cm (控制室)	透视	/	1.48×10^{-4}	4.94×10^{-7}	1.48×10^{-4}	2.47×10^{-4}		
	拍片	/		4.94×10^{-5}	1.97×10^{-4}	3.29×10^{-4}		
医护人员通道防护 门表面外 30cm (控制室)	透视	/	5.77×10^{-5}	1.93×10^{-7}	5.79×10^{-5}	9.67×10^{-5}		
	拍片	/		1.93×10^{-5}	7.7×10^{-5}	1.29×10^{-4}		
患者通道防护门表 面外 30cm (走廊)	透视	/	5.5×10^{-5}	1.84×10^{-7}	5.52×10^{-5}	9.22×10^{-5}		
	拍片	/		1.84×10^{-5}	7.34×10^{-5}	1.23×10^{-4}		
ERCP 机房正上方 (静配中心)	透视	4.57×10^{-3}	1.9×10^{-5}	5.21×10^{-8}	4.59×10^{-3}	7.67×10^{-3}		
	拍片	0.457		5.21×10^{-6}	0.457	0.763		
ERCP 机房正下方 (出入院办理大厅)	透视	/	3.39×10^{-5}	6.94×10^{-8}	3.39×10^{-5}	5.66×10^{-5}		
	拍片	/		6.94×10^{-6}	4.08×10^{-5}	6.81×10^{-5}		
第一术者	铅衣内	透视	/	6.93	0.605	7.54	12.6	/
	铅衣外	透视	/	59.2	11.4	70.6	118	
第二术者	铅衣内	透视	/	1.73	0.151	1.88	3.14	
	铅衣外	透视	/	14.8	2.85	17.7	29.6	

(3) 小结

根据表 11-13、表 11-18 和表 11-23 估算结果可知，南院门急诊病房楼 DSA 机房周围辐射剂量率最大约为 $0.177 \mu\text{Sv/h}$ ，本部综合病房楼 DSA 机房 3 周围辐射剂量率最大约为 $0.868 \mu\text{Sv/h}$ ，本部外科综合大楼 ERCP 机房周围辐射剂量率最大约为 $0.763 \mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足本项目辐射剂量率管理限值要求，即 DSA 和 ERCP 机房四周墙体、顶部、防护门、观察窗外表面 30cm 处以及底部下方人员可达处辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

3、保护目标剂量评价

(1) 理论计算

①控制室内操作技师、护士及机房周围公众年有效剂量估算

工作人员及公众年有效剂量可通过下式进行估算：

$$E = \dot{H} \cdot U \cdot T \cdot t \quad \dots\dots\dots \text{公式11-8}$$

式中：

E—人员年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

\dot{H} —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U—使用因子；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子；

t—照射时间，单位为 h/a。

本项目 DSA 和 ERCP 控制室的操作技师、护士只负责各自设备，不再从事其他辐射工作。将有关参数代入公式 11-8，可分别估算出 DSA 和 ERCP 控制室操作技师、护士及机房周围公众的年受照剂量，分别见表 11-24~表 11-26。

表 11-24 南院门急诊病房楼 DSA 控制室操作技师、护士及周围公众年受照剂量估算结果

关注点	受照人群	模式	t (h)	T	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)	
机房东侧屏蔽墙外 30cm (苏醒室)	公众	透视	125	1	3.27×10^{-8}	4.09×10^{-9}	4.42×10^{-9}
		拍片	10		3.27×10^{-8}	3.27×10^{-10}	
机房南侧屏蔽墙外 30cm (设备间和污物 走廊)	辐射工作 人员和公 众	透视	125	1/16	2.4×10^{-8}	1.88×10^{-10}	2.03×10^{-10}
		拍片	10		2.4×10^{-8}	1.5×10^{-11}	
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	辐射工作 人员	透视	125	1	9.42×10^{-9}	1.18×10^{-9}	1.27×10^{-9}
		拍片	10		9.44×10^{-9}	9.44×10^{-11}	
机房北侧屏蔽墙外 30cm (洁净走廊)	公众	透视	125	1/16	2.4×10^{-8}	1.88×10^{-10}	2.03×10^{-10}
		拍片	10		2.4×10^{-8}	1.5×10^{-11}	
观察窗表面 30cm (控制室)	辐射工作 人员	透视	125	1	4.94×10^{-5}	6.18×10^{-6}	6.72×10^{-6}
		拍片	10		5.43×10^{-5}	5.43×10^{-7}	
医护人员通道防护 门表面外 30cm (控制室)	辐射工作 人员	透视	125	1/8	5.11×10^{-5}	7.98×10^{-7}	8.68×10^{-7}
		拍片	10		5.61×10^{-5}	7.01×10^{-8}	
患者通道防护门表面 外 30cm (洁净走廊)	公众	透视	125	1/8	5.51×10^{-5}	8.61×10^{-7}	9.37×10^{-7}
		拍片	10		6.05×10^{-5}	7.56×10^{-8}	

污物通道防护门表面外 30cm (污物走廊)	公众	透视	125	1/8	5.11×10^{-5}	7.98×10^{-7}	8.68×10^{-7}
		拍片	10		5.61×10^{-5}	7.01×10^{-8}	
DSA 机房正上方 (设备用房、热交换间)	公众	透视	125	1/16	7.06×10^{-3}	5.52×10^{-5}	1.66×10^{-4}
		拍片	10		0.177	1.11×10^{-4}	
DSA 机房正下方 (库房、走廊、胃镜清洗间)	公众	透视	125	保守 取 1	6.75×10^{-10}	8.44×10^{-11}	9.12×10^{-11}
		拍片	10		6.75×10^{-10}	6.75×10^{-12}	

表 11-25 本部综合病房楼 DSA 控制室操作技师、护士及周围公众年受照剂量估算结果

关注点	受照人群	模式	t (h)	T	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 H_{E}^{r} (mSv/a)	
机房东侧屏蔽墙外 30cm (设备间 3)	辐射工作人员	透视	300	1/16	3.39×10^{-7}	6.36×10^{-9}	6.79×10^{-9}
		拍片	20		3.47×10^{-7}	4.34×10^{-10}	
机房南侧屏蔽墙外 30cm (患者走道)	公众	透视	300	1/16	6.91×10^{-7}	1.3×10^{-8}	1.39×10^{-8}
		拍片	20		7.08×10^{-7}	8.85×10^{-10}	
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室 3)	辐射工作人员	透视	300	1	5.78×10^{-7}	1.73×10^{-7}	1.85×10^{-7}
		拍片	20		5.91×10^{-7}	1.18×10^{-8}	
机房西侧屏蔽墙外 30cm (缓冲间)	公众	透视	300	1/16	5.78×10^{-7}	1.08×10^{-8}	1.15×10^{-8}
		拍片	20		5.91×10^{-7}	7.39×10^{-10}	
观察窗表面 30cm (控制室 3)	辐射工作人员	透视	300	1	7.36×10^{-5}	2.21×10^{-5}	2.39×10^{-5}
		拍片	20		8.82×10^{-5}	1.76×10^{-6}	
医护人员通道防护门表面外 30cm (控制室 3)	辐射工作人员	透视	300	1/8	5.14×10^{-5}	1.93×10^{-6}	2.08×10^{-6}
		拍片	20		6.16×10^{-5}	1.54×10^{-7}	
患者通道防护门表面外 30cm (缓冲间)	公众	透视	300	1/8	6.75×10^{-5}	2.53×10^{-6}	2.73×10^{-6}
		拍片	20		8.1×10^{-5}	2.03×10^{-7}	
设备间进出防护门表面外 30cm (设备间 3)	辐射工作人员	透视	300	1/16	3.47×10^{-5}	6.51×10^{-7}	7.03×10^{-7}
		拍片	20		4.16×10^{-5}	5.2×10^{-8}	
DSA 机房正上方 (示教室和备用产科病房)	公众	透视	300	1/16	0.035	6.56×10^{-4}	1.75×10^{-3}
		拍片	20		0.868	1.09×10^{-3}	
DSA 机房正下方 (医生办公室和主任办公室)	公众	透视	300	1	1.66×10^{-9}	4.98×10^{-10}	5.31×10^{-10}
		拍片	20		1.66×10^{-9}	3.32×10^{-11}	

表 11-26 本部外科综合大楼 ERCP 控制室操作技师及周围公众年受照剂量估算结果

关注点	受照人群	模式	t (h)	T	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)	
机房东侧屏蔽墙外 30cm (走廊)	公众	透视	50	1/16	3.16×10^{-5}	9.88×10^{-8}	1.23×10^{-7}
		拍片	10		3.81×10^{-5}	2.38×10^{-8}	
机房南侧屏蔽墙外 30cm (电子支气管镜室)	公众	透视	50	1/2	2.24×10^{-4}	5.6×10^{-6}	6.95×10^{-6}
		拍片	10		2.69×10^{-4}	1.35×10^{-6}	
机房西侧屏蔽墙外 30cm (控制室)	辐射工作 人员	透视	50	1	8.1×10^{-5}	4.05×10^{-6}	5.02×10^{-6}
		拍片	10		9.74×10^{-5}	9.74×10^{-7}	
机房北侧屏蔽墙外 30cm (走廊)	公众	透视	50	1/16	3.01×10^{-5}	9.41×10^{-8}	1.17×10^{-7}
		拍片	10		3.62×10^{-5}	2.26×10^{-8}	
观察窗表面 30cm (控制室)	辐射工作 人员	透视	50	1	2.47×10^{-4}	1.24×10^{-5}	1.57×10^{-5}
		拍片	10		3.29×10^{-4}	3.29×10^{-6}	
医护人员通道防护 门表面外 30cm (控制室)	辐射工作 人员	透视	50	1/8	9.67×10^{-5}	6.04×10^{-7}	7.65×10^{-7}
		拍片	10		1.29×10^{-4}	1.61×10^{-7}	
患者通道防护门表面 外 30cm (走廊)	公众	透视	50	1/8	9.22×10^{-5}	5.76×10^{-7}	7.3×10^{-7}
		拍片	10		1.23×10^{-4}	1.54×10^{-7}	
ERCP 机房正上方 (静配中心)	公众	透视	50	1/16	7.67×10^{-3}	2.4×10^{-5}	5.01×10^{-4}
		拍片	10		0.763	4.77×10^{-4}	
ERCP 机房正下方 (出入院办理大厅)	公众	透视	50	1	5.66×10^{-5}	2.83×10^{-6}	3.51×10^{-6}
		拍片	10		6.81×10^{-5}	6.81×10^{-7}	

由表 11-24~表 11-26 可知, 本项目所致南院门急诊病房楼 DSA 控制室操作技师、护士年受照剂量约为 $6.72 \times 10^{-6} \text{mSv}$, 所致本部综合病房楼 DSA 控制室操作技师、护士年受照剂量约为 $2.39 \times 10^{-5} \text{mSv}$, 所致本部外科综合大楼 ERCP 控制室操作技师年受照剂量约为 $1.57 \times 10^{-5} \text{mSv}$, 满足职业人员年受照剂量不超过 5mSv 的要求; 本项目所致南院门急诊病房楼 DSA 机房周围公众年受照剂量最大约为 $1.66 \times 10^{-4} \text{mSv}$, 所致本部综合病房楼 DSA 机房 3 周围公众年受照剂量最大约为 $1.75 \times 10^{-3} \text{mSv}$, 所致本部外科综合大楼 ERCP 机房周围公众年受照剂量最大约为 $5.01 \times 10^{-4} \text{mSv}$, 满足公众年受照剂量不超过 0.1mSv 的要求。

②机房内介入手术人员年有效剂量估算

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 的要求, 每名介入手术人员需佩戴 2 枚个人剂量计, 1 枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口处, 1 枚佩戴在铅围裙内躯干上。本项目 DSA 和 ERCP 介入手术人员年受照剂量可根据《职业性外照射个人监测规范》

(GBZ128-2019) 中公式进行估算, 估算方法如下:

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad \text{公式 11-9}$$

式中: E—有效剂量中的外照射分量, 单位为 mSv;

α —系数, 有甲状腺屏蔽时, 取 0.79, 无屏蔽时, 取 0.84;

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

β —系数, 有甲状腺屏蔽时, 取 0.051, 无屏蔽时, 取 0.1;

H_o —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$, 单位为 mSv。

根据表 1-2, 本项目南院门急诊病房楼 DSA 机房配备 1 组介入手术人员, 年手术透视时间约为 125h; 本部综合病房楼 DSA 机房 3 共配备 3 组介入手术人员, 每组年手术透视时间不超过 125h; 本部外科综合大楼 ERCP 机房配备 1 组介入手术人员, 年手术透视时间约为 50h。

将相关参数代入公式 11-9, 可计算得出本项目 DSA 和 ERCP 介入手术人员年受照剂量, 计算结果见表 11-27。

表 11-27 介入手术人员年受照剂量估算结果

工作人员	位置	α	β	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		年照射时间 (h)	年受照剂量 (mSv)
				部位	散射线和漏射线合计		
南院门急诊病房楼 DSA 机房介入手术人员	第一术者	0.79	0.051	铅衣内	12.8	125	2.04
				铅衣外	122		
	第二术者			铅衣内	3.19		0.51
				铅衣外	30.6		
本部综合病房楼 DSA 机房 3 介入手术人员	第一术者	0.79	0.051	铅衣内	14.1	125	2.32
				铅衣外	146		
	第二术者			铅衣内	3.52		0.581
				铅衣外	36.6		
本部外科综合大楼 ERCP 机房介入手术人员	第一术者	0.79	0.051	铅衣内	12.6	50	0.799
				铅衣外	118		
	第二术者			铅衣内	3.14		0.2
				铅衣外	29.6		

根据表 11-27 可知, 本项目所致南院门急诊病房楼 DSA 机房的介入手术人员年受照剂量最大约为 2.04mSv, 所致本部综合病房楼 DSA 机房 3 的介入手术人员年受照剂量最

大约为 2.32mSv，所致本部外科综合大楼 ERCP 机房的介入手术人员年受照剂量最大约为 0.799mSv，满足职业人员年受照剂量不超过 5mSv 的要求。

(2) 辐射工作人员叠加辐射影响分析

本部外科综合大楼 ERCP 的辐射工作人员从医院现有辐射工作人员中调配，只负责该 ERCP 的辐射工作，不再从事其他辐射工作。南院门急诊病房楼 DSA 的辐射工作人员从南院现有辐射工作人员中调配，只负责该 DSA 的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

本项目综合病房楼 DSA 的辐射工作人员从本部现有 DSA 辐射工作人员中调配，操作技师和护士只负责该 DSA 的辐射工作，不再从事其他辐射工作；而介入手术人员除负责该 DSA 的介入手术外，还同时负责综合病房楼 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 的介入手术，除此之外不再从事其他辐射工作。本项目综合病房楼 DSA 于 2020 年 10 月投入运行，根据医院提供的辐射工作人员个人剂量检测报告（见附件 5）可知，本项目综合病房楼 DSA 辐射工作人员从事 DSA 机房 1、DSA 机房 2 和 DSA 机房 3 的辐射工作所致近一年的叠加个人年受照剂量在（<MDL~0.385）mSv 范围内，满足职业人员年受照剂量不超过 5mSv 的要求。本项目综合病房楼 DSA 辐射工作人员近一年个人年受照剂量见表 11-28。

表 11-28 本项目综合病房楼 DSA 辐射工作人员年受照剂量一览表（单位：mSv）

序号	姓名	个人剂量计佩戴日期				叠加有效剂量	备注
		2020.10.10~ 2021.1.6	2021.1.6~ 2021.4.6	2021.4.6~ 2021.7.5	2021.7.5~ 2021.10.9		
1	高永炳	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	本部综合病房楼 DSA 辐射工作人员
2	黄启超	<MDL	0.07	<MDL	<MDL	0.07	
3	何赞	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	
4	贾彩琴	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	
5	郭柯宇	0.088	0.076	<MDL	0.221	0.385	
6	陈榕	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	
7	葛骏杰	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	
8	葛袁晔	0.055	0.076	<MDL	0.061	0.192	
9	管文琴	0.038	0.067	<MDL	<MDL	0.105	

注：MDL 为最低探测水平。

但在实际手术时，因不同的手术，其曝光或透视的管电压管电流不同，投照方位根据需要而变化，且投照出束时间不同，难以准确估算介入手术人员受到的准确照射剂量，只能依靠其佩戴的个人剂量计进行跟踪性监测。因此，医院应加强对介入手术人员的个人剂量监测管理，当个人累积剂量将超过年受照剂量 5mSv 时，应及时告知本人，并减少其辐射工作量或为其调整工作岗位，确保其年累积剂量不超过项目管理目标。

二、非放射性污染源治理措施评价

1、废气治理措施评价

项目运行期产生的废气主要为 DSA、ERCPC 运行时产生的 X 射线与空气发生相互作用产生的微量臭氧和氮氧化物。本项目 DSA 和 ERCPC 机房内安装有净化通风系统，产生的臭氧和氮氧化物可通过净化通风系统排出机房外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响很小。

2、固体废物治理措施评价

项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的垃圾桶中，手术结束集中收集后作为普通医疗废物处理；工作人员工作中产生的少量生活垃圾，依托医院的保洁措施，统一收集后交由环卫部门统一处理，对环境影响很小。

3、废水治理措施评价

项目运行期不产生医疗废水，产生的废水主要为生活污水，生活污水先排入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网，对环境影响很小。

事故影响分析

1、本项目可能产生的辐射事故主要有：

- (1) DSA、ERCPC 正常工作时，人员误留、误入机房，导致发生误照射；
- (2) 操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；
- (3) 工作状态指示灯发生故障的状况下，人员误入 DSA、ERCPC 正在运行的机房。

2、辐射事故处置方法及预防措施

- (1) 切断电源，确保 DSA、ERCPC 停止工作；
- (2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；
- (3) 对可能受到大剂量照射的人员，应及时送医院检查和治疗。

医院应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，定期检查辐射安全措施的有效性，定期对工作场所进行检测，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急预案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，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 12 辐射安全管理

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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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》等法律法规要求，使用射线装置、放射性同位素的单位应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；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

医院已成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确了各成员管理职责。

本项目辐射工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训并已考核合格，培训证书均在有效期内，满足辐射工作人员的岗位要求。本项目辐射工作人员辐射安全和防护培训情况见表 12-1，培训证书复印件见附件 6。

表 12-1 本项目辐射工作人员辐射防护培训情况一览表

编号	姓名	性别	工作岗位	培训证件编号	培训证书有效期
1	高永炳	男	本部综合病房楼 DSA 辐射工作人员	FS20JS0102547	2020.12.07~2025.12.07
2	黄启超	男		FS20JS0102010	2020.11.12~2025.11.12
3	何赞	女		FS20JS0101961	2020.11.09~2025.11.09
4	贾彩琴	女		FS20JS0102607	2020.12.09~2025.12.09
5	郭柯宇	男		FS20JS0102645	2020.12.10~2025.12.10
6	陈榕	女		FS20JS0100347	2020.06~2025.06
7	葛俊杰	男		FS20JS0102305	2020.11.26~2025.11.26
8	葛袁晔	男		FS20JS0102330	2020.11.26~2025.11.26
9	管文琴	女		FS20JS0103234	2020.12.25~2025.12.25
10	陈静	女		本部外科综合大楼 ERCP 辐射工作人员	FS20JS0102020
11	蔡高军	男	FS20JS0101901		2020.11.05~2025.11.05
12	管伶俐	女	FS20JS0101627		2020.10.20~2025.10.20
13	巢浩强	男	FS20JS0102561		2020.12.07~2025.12.07

14	龚波	男	南院门急诊病房楼 DSA 放射工作人员	FS20JS0102949	2020.12.18~2025.12.18
15	浩杰	男		FS20JS0102614	2020.12.09~2025.12.09
16	巢华军	男		FS20JS0100621	2020.07.16~2025.07.16
17	顾玥晗	女		FS20JS0100327	2020.06~2025.06
18	管小军	男		FS20JS0101138	2020.08.28~2025.08.28

医院应关注辐射工作人员辐射安全和防护培训情况，培训证书到期前，应及时组织本项目辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，报考类别为“医用 X 射线诊断与介入放射学”，通过考核后，方能继续从事本项目辐射工作。

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，常州市武进人民医院已针对现有核技术利用项目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》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》等，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：已根据射线装置、放射性同位素操作的具体情况制定了相应的辐射防护和安全保卫制度，预防辐射安全事故的发生。

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，严禁无证人员操作放射性同位素和射线装置。

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。

设备检修维护制度：明确了设备在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保设施安全有效地运转。

射线装置和放射性同位素使用登记制度：建立了射线装置和放射性同位素使用登记制度，明确了射线装置的购买、使用以及放射性同位素的使用、贮存情况等由专人负责登记、专人形成台帐、每月核对，确保帐物相符。

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。

个人剂量监测方案和职业健康体检制度：明确了辐射工作人员开展辐射工作时应佩戴个人剂量计，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，建立了个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测方案：明确了日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。医院每年对本单位的放射性同位素与射线装置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。

事故应急方案：预案中明确了应急机构的组成、职责分工、应急人员的培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，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。

医院制定的辐射安全管理规章制度较全面，并具有一定的针对性和可操作性，工作人员能够按照相应的操作规程进行操作，医院也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。医院已开展 DSA 和 ERCP 放射诊疗多年，相关工作人员具有较丰富的工作经验，相关辐射安全管理规章制度也较完善，满足环保相关要求。此外，医院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，使其具有较强的针对性和可操作性。

辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，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，包括个人剂量报警仪、便携式辐射监测等设备，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

医院本部和南院共配备 1 台 BG9501 型、1 台 FD-3007KA 型共 2 台辐射巡测仪和 174 台 RJ31-1305 型个人剂量报警仪。医院已分别为本项目 DSA 和 ERCP 机房各配备 2 台个人剂量报警仪，满足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

常州市武进人民医院根据辐射管理要求，已制定了如下监测方案：

(1) 请有资质单位定期对辐射工作场所周围环境辐射水平以及表面污染进行监测，每年 1~2 次；

(2) 定期请有资质的单位对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护

性能的检测，每年 1~2 次；

(3) 辐射工作人员佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（不少于 1 次/三个月）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案；

(4) 所有辐射工作人员上岗前进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，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；

(5) 利用自配备的辐射监测仪器对医院的辐射工作场所定期进行自主监测，并记录档案。

医院现有核技术利用项目均已认真落实以上监测方案，每年请有资质监测单位对现有辐射工作场所及周围环境辐射水平进行了监测，并不定期的进行自主监测。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，现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值5mSv/a。医院定期组织辐射工作人员进行健康体检，现有辐射工作人员均可继续原放射工作，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。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上提交了上一年度的评估报告。

本项目运行后，也应落实上述监测方案，方能满足辐射安全管理的要求。建议医院为介入手术人员配备 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴在铅围裙外领口处，1 枚佩戴在铅围裙内躯干上。本项目监测方案见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射监测计划

监测项目	监测类型	监测因子	监测单位和监测频次	监测点位	控制要求
工作场所监测	竣工环保验收监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，取得辐射安全许可证后 3 个月内	①机房四周墙体、顶外 30cm、楼下（距一层地面 1.7m）； ②各防护门外 30cm，测门表面和四周门缝； ③控制室内人员操作位、机房周围人员经常活动的位置。	机房外辐射剂量率不大于 2.5μSv/h
	年度监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年		
	日常监测	X-γ 辐射剂量率	自主监测，建议不少于 1 次/季度		
个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于 1 次/三个月	/	/

根据《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修订版），当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；当发现个人剂量监测结果异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

辐射事故应急

依照国家环保总局的《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号文）中的有关要求，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大事故、较大事故和一般辐射事故。本项目事故多为 X 射线装置开机误照射，属于一般辐射事故。

针对可能发生的事故风险，医院已根据发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围，制定了辐射事故应急方案，应急预案内容主要包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）辐射事故分级与应急响应措施；
- （3）应急人员的组织及联系方式；
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序；
- （5）事故应急演练。

常州市武进人民医院制定的应急预案有效可行，每年开展辐射应急演练，满足环保相关要求。此外，医院应加强管理，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。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，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

结论

1、项目概况

为满足患者的就诊需求，常州市武进人民医院在本部综合病房楼三楼的导管室扩建一间 DSA 机房，配备 1 台 Artis zee III ceiling 型 DSA（最大管电压 150kV、最大管电流 1250mA）；在本部外科综合大楼二楼的内镜中心建设一间 ERCP 机房，将高新区院区的 1 台 Essy Diagnost Eleva 型 ERCP（最大管电压 150kV、最大管电流 640mA）搬迁至该 ERCP 机房；将南院门急诊病房楼四楼手术中心的 14#手术室改建为 DSA 机房，将 13#手术室改建为该 DSA 的控制室，并在该 DSA 机房配备 1 台 Allura Centron 型 DSA（最大管电压 125kV、最大管电流 1250mA）。本项目 DSA 主要用于神经外科、心内科以及胸心血管外科等血管的介入诊断与治疗，ERCP 主要用于胃肠、肝、胰等非血管的介入诊断与治疗，DSA 和 ERCP 均属于 II 类射线装置。

2、产业政策符合性和实践正当性评价

根据《产业结构调整指导目录》（2021 年修订），本项目 DSA、ERCP 属于国家鼓励类的第十三项“医药”中第 5 款中“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用”，符合国家产业发展政策。根据《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》（苏政办发[2013]9 号文）及其修改条目，本项目属于该指导目录中鼓励类“十一、医药”中“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”。

本项目投入使用能够更好的满足患者的就诊需求，在做好辐射防护的基础上，本项目的建设运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3、选址、布局合理性评价

常州市武进人民医院本部位于常州市天宁区永宁北路 2 号，南院位于常州市武进区滆湖东路 85 号。本项目 DSA 机房 3 位于综合病房楼的三楼，DSA 机房 3 东侧依次为设备间 3、卫生间和医生通道，南侧为患者走道，西侧为控制室 3、缓冲间，北侧为大楼外墙，楼上为示教室及备用产科病房，楼下为主任办公室及医生办公室。本项目 ERCP 机

房位于外科综合大楼的二楼，ERCP 机房东侧为走廊，南侧为电子支气管镜室，西侧为控制室，北侧为内镜中心的走廊和候诊室，楼上为静配中心的脱包间、耗材库、洗衣洁具间，楼下为出入院办理大厅。本项目 DSA 机房位于门急诊病房楼的四楼，DSA 机房东侧为苏醒室，南侧为污物走廊、设备间及耗材间，西侧为控制室，北侧为走廊，楼上为设备用房及热交换间，楼下为库房、走廊及胃镜清洗间。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场监测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目综合病房楼 DSA 工作场所设有单独的机房、控制室、设备间、缓冲间、导管室，机房与控制室、设备间、缓冲间、导管室等辅房分开单独设置；外科综合大楼 ERCP 工作场所设有单独的机房、控制室，机房与控制室分开单独设置；门急诊病房楼 DSA 工作场所设有单独的机房、控制室、设备间、耗材间，机房与控制室、设备间、耗材间等辅房分开单独设置。本项目 DSA 和 ERCP 工作场所区域划分明确，布局基本合理。

本项目将综合病房楼 DSA 工作场所的 DSA 机房 3、设备间 3 划为控制区，将控制室 3、缓冲间、导管室 3 划为监督区；将外科综合大楼 ERCP 工作场所的 ERCP 机房划为控制区，将控制室划为监督区；将门急诊病房楼 DSA 工作场所的 DSA 机房划为控制区，将控制室、设备间、耗材间以及机房和耗材间之间的走廊划为监督区。本项目的辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

4、辐射防护措施评价

本项目综合病房楼 DSA 机房 3 和门急诊病房楼 DSA 机房的四周墙体为 24cm 实心砖+3mm 铅板，顶部为 12cm 混凝土+2mm 铅板，底部为 12cm 混凝土+5mm 铅当量硫酸钡防护涂料，防护门内嵌 3mm 铅板，观察窗为 3mm 铅当量铅玻璃；ERCP 机房的四周墙体为 24cm 实心砖+2mm 铅当量硫酸钡防护涂料，顶部为 12cm 混凝土+2mm 铅板，底部为 12cm 混凝土+2mm 铅当量硫酸钡防护涂料，防护门内嵌 3mm 铅板，观察窗为 3mm 铅当量铅玻璃。根据理论估算，本项目 DSA 和 ERCP 机房的辐射防护设计能够满足辐射防护要求。

5、辐射安全措施评价

本项目 DSA 和 ERCP 机房采取的辐射安全措施主要有：①DSA 和 ERCP 机房患者通

道防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，工作状态指示灯与患者通道防护门设置门灯联锁装置；②DSA 和 ERCP 机房的平开门设置有自动闭门装置，电动推拉门设置有防夹装置并设置曝光时关闭的管理措施；③DSA 和 ERCP 机房各防护门外表面均设置电离辐射警告标志；④DSA 和 ERCP 机房设置有观察窗和实时监控装置与对讲装置；⑤DSA 和 ERCP 机房配备足够数量的 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜和 0.025mmPb 的介入防护手套个人防护用品以及 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、床侧防护帘辅助防护设施，并为受检者配备 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套个人防护用品。本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护要求。

6、辐射防护监测仪器评价

医院本部和南院共配备 1 台 BG9501 型、1 台 FD-3007KA 型共 2 台辐射巡测仪和 174 台 RJ31-1305 型个人剂量报警仪。医院分别为本项目 DSA 和 ERCP 机房各配备 2 台个人剂量报警仪，满足辐射监测仪器配置要求。

7、保护目标剂量评价

根据理论估算结果和个人剂量监测结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员和公众年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理目标（职业人员年受照剂量不超过 5mSv，公众年受照剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

8、辐射安全管理评价

常州市武进人民医院已成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确了各成员的管理职责。医院现有辐射工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训并已考核合格，并均已佩戴了个人剂量计和参加了职业健康体检，已按相关要求建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。医院已制定了相应的辐射安全管理规章制度，并具有较强的针对性和可操作性，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。综上所述，医院具备从事本项目辐射活动的综合能力。

可行性结论：

综上所述，常州市武进人民医院扩建放射诊疗项目在落实本报告所提出的各项污染防治和管理措施后，该院具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

建议与承诺

(1) 该项目运行中，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，使对环境的影响降低到最低。

(2) 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。

(3) 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

附表

“三同时”措施一览表

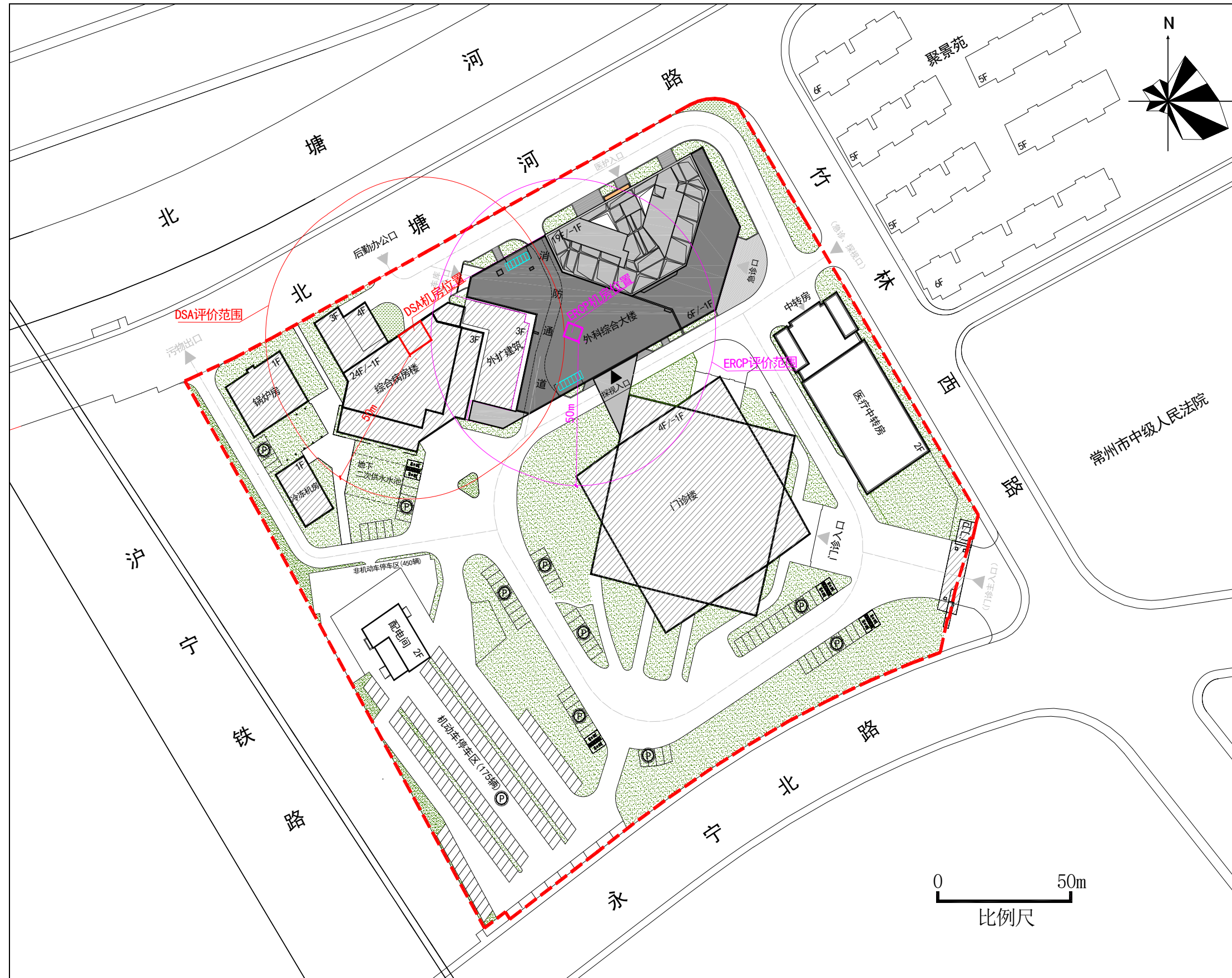
项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	医院成立专门的辐射安全与环境保护管理机构,指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作,并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的管理或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作的要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施: 综合病房楼 DSA 机房 3 和门急诊病房楼 DSA 机房的四周墙体为 24cm 实心砖+3mm 铅板,顶部为 12cm 混凝土+2mm 铅板,底部为 12cm 混凝土+5mm 铅当量硫酸钡防护涂料,防护门内嵌 3mm 铅板,观察窗为 3mm 铅当量铅玻璃; ERCP 机房的四周墙体为 24cm 实心砖+2mm 铅当量硫酸钡防护涂料,顶部为 12cm 混凝土+2mm 铅板,底部为 12cm 混凝土+2mm 铅当量硫酸钡防护涂料,防护门内嵌 3mm 铅板,观察窗为 3mm 铅当量铅玻璃。	DSA 和 ERCP 机房周围环境辐射水平应满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中 C 型臂 X 射线设备机房剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$,屏蔽防护铅当量厚度不小于 2mm 铅当量的要求。 辐射工作人员和周围公众年受照剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求:职业人员年受照剂量不超过 5mSv,公众年受照剂量不超过 0.1mSv。	/
	辐射安全措施: ①DSA 和 ERCP 机房患者通道防护门上方设置工作状态指示灯,灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句,工作状态指示灯与患者通道防护门设置门灯连锁装置; ②DSA 和 ERCP 机房的平开门设置有自动闭门装置,电动推拉门设置有防夹装置并设置曝光时关闭的管理措施; ③DSA 和 ERCP 机房各防护门外表面均设置电离辐射警告标志; ④DSA 和 ERCP 机房设置有观察窗和实时监控装置与对讲装置。	DSA 和 ERCP 机房采取的辐射安全和防护措施满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中的要求。	

人员配备	本项目辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的管理要求。	/
	本项目辐射工作人员配备个人剂量计，每3个月定期送检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。	/
	本项目辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展职业健康体检的管理要求。	/
监测仪器和防护用品	医院已配备2台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中防护用品的配置要求。	/
	本项目各机房配备2台个人剂量报警仪。		
	本项目每间DSA机房配备4套、ERCP机房配备2套0.5mmPb的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜和0.025mmPb的介入防护手套个人防护用品以及0.5mmPb的铅悬挂防护屏、床侧防护帘辅助防护设施，并为受检者配备0.5mmPb的铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套个人防护用品。		
辐射安全管理制度	已制定《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》等辐射安全管理制度，在之后的实际工作中对各项管理制度进行补充和完善。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。



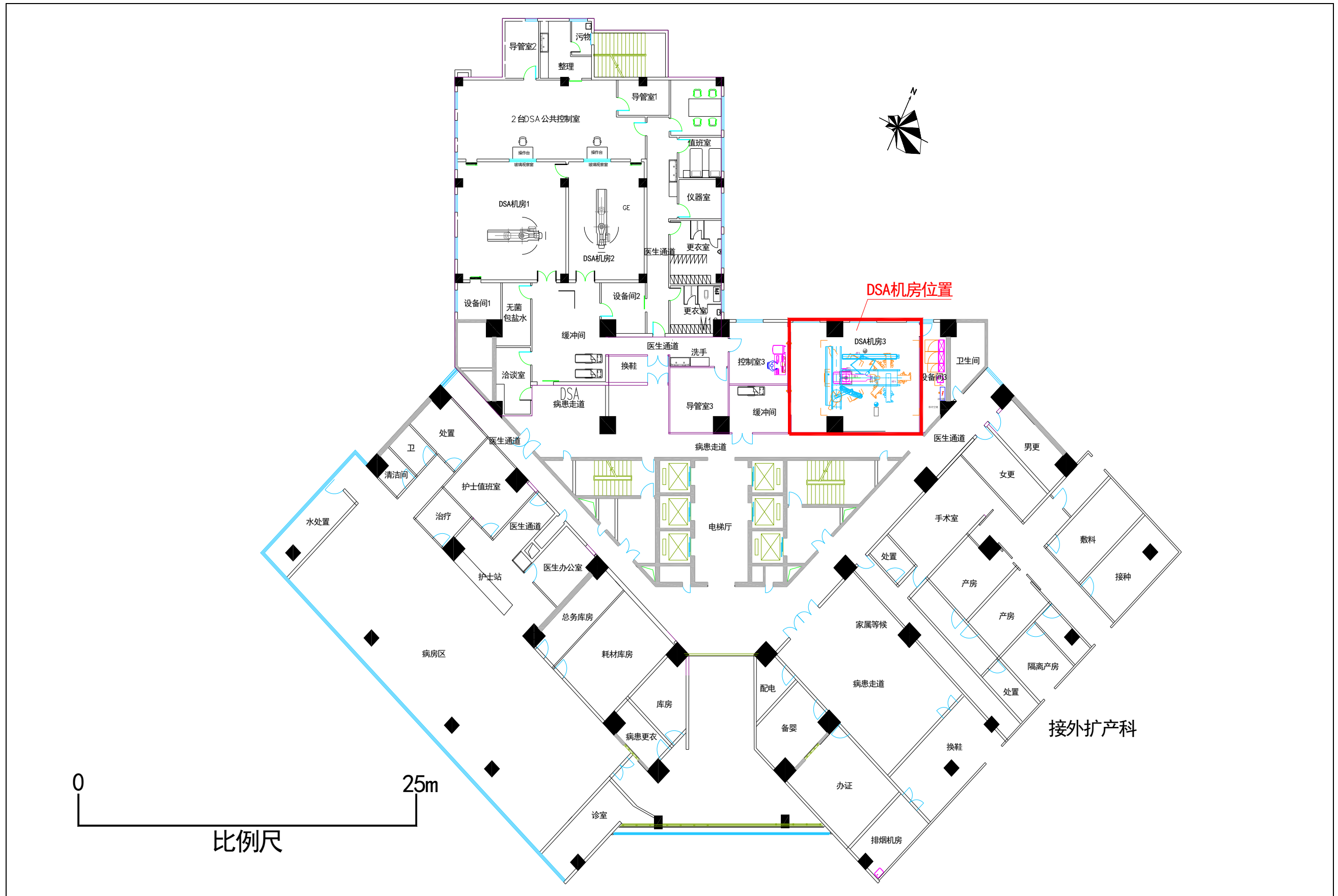
附图1 常州市武進人民醫院地理位置圖



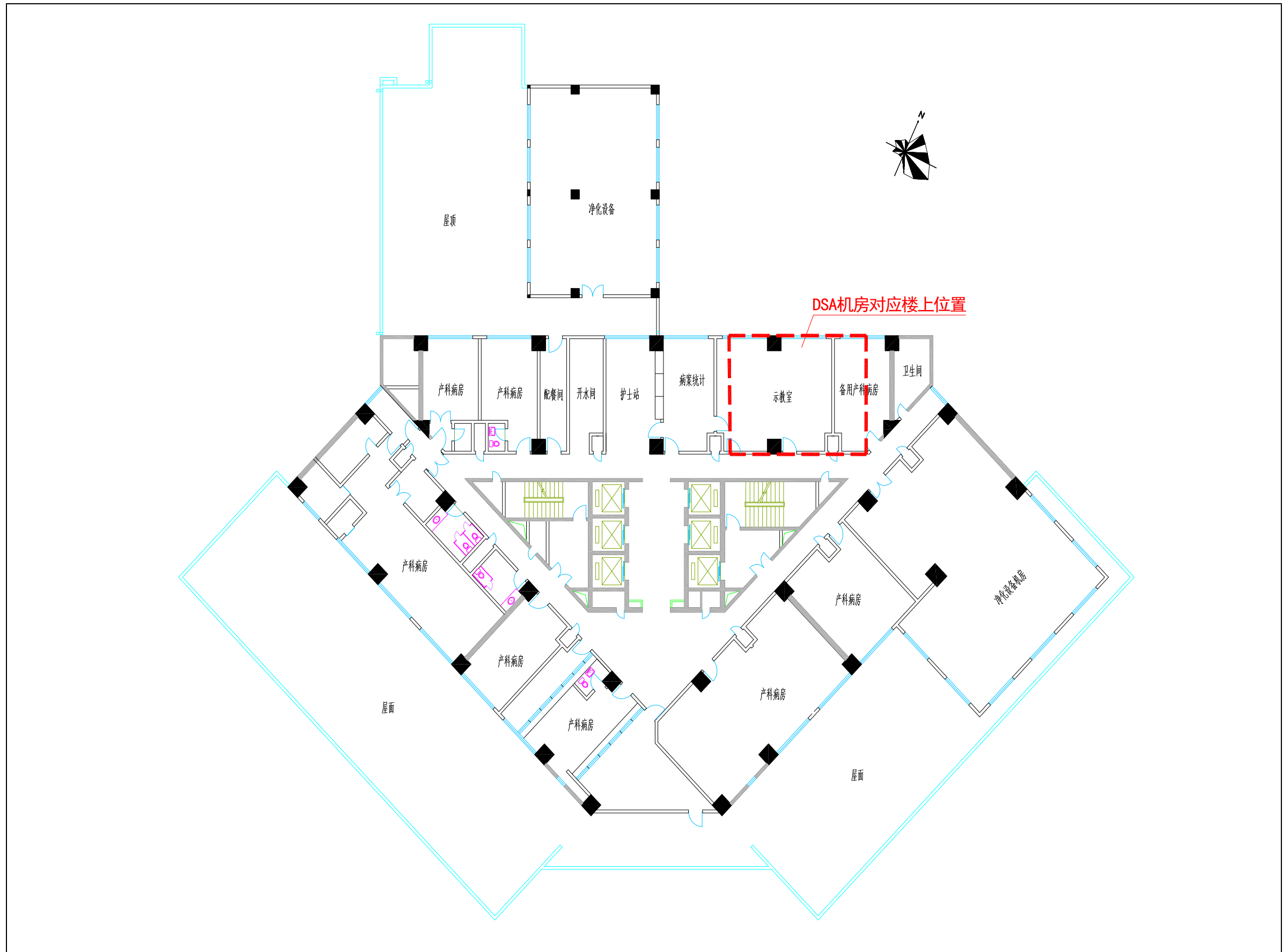
附图2 常州市武进人民医院本部平面布局及周围环境示意图



附图3 常州市武进人民医院南院平面布局及周围环境示意图



附图4 常州市武进人民医院本部综合病房楼三楼平面布局示意图



附图5 常州市武进人民医院本部综合病房楼四楼平面布局示意图



附图7 常州市武进人民医院本部外科综合大楼二楼平面布局示意图



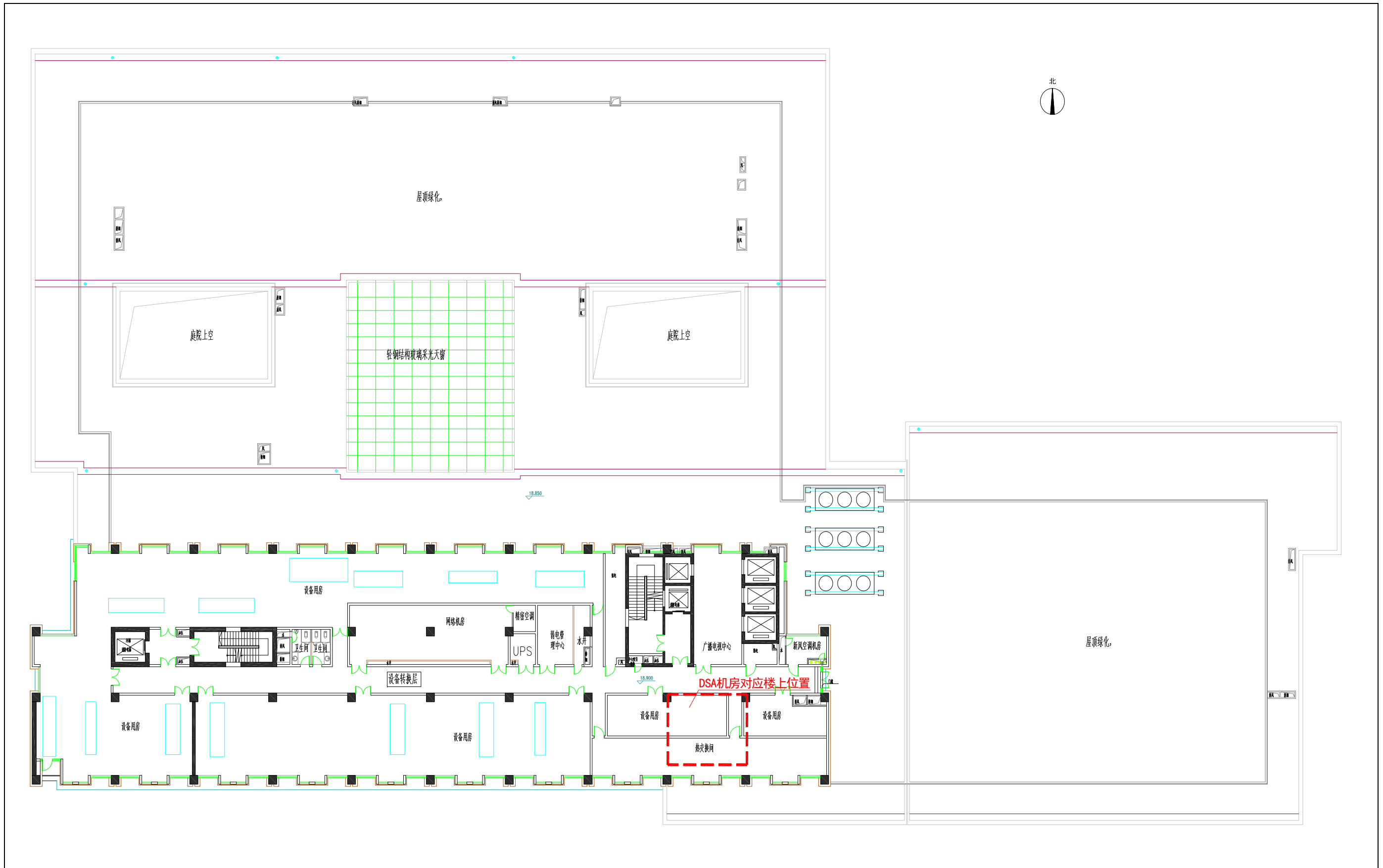
附图8 常州市武进人民医院本部外科综合大楼三楼平面布局示意图



附图9 常州市武进人民医院本部外科综合大楼一楼平面布局示意图



附图 10 常州市武进人民医院南院门诊病房楼四楼平面布局示意图



附图 11 常州市武进人民医院南院门急诊病房楼五楼平面布局示意图



附图 12 常州市武进人民医院南院门急诊病房楼三楼平面布局示意图