

核技术利用建设项目

苏州市吴中区第二人民医院
新增 1 台 DSA 项目

环境影响报告表

苏州市吴中区第二人民医院

2025 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

苏州市吴中区第二人民医院 新增 1 台 DSA 项目

环境影响报告表

建设单位名称：苏州市吴中区第二人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：苏州市吴中区角直镇田肚江路 30 号

邮政编码：215127

联系人：王建中

电子邮箱：/

联系电话：13862044102

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
表 4 射线装置	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6 评价依据	10
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	19
表 9 项目工程分析与源项	23
表 10 辐射安全和防护	29
表 11 环境影响分析	35
表 12 辐射安全管理	52
表 13 结论与建议	58
表 14 审批	62

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州市吴中区第二人民医院新增 1 台 DSA 项目			
建设单位		苏州市吴中区第二人民医院 (统一社会信用代码: 12320506467001402Y)			
法人代表	顾文荣	联系人	王建中	电话	13862044102
注册地址		苏州市吴中区角直镇田肚江路 30 号			
项目建设地点		苏州市吴中区角直镇田肚江路 30 号医技楼一楼放射科			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目 总投资(万元)	400	项目环保 投资(万元)	30	投资比例(环保 投资/总投资)	7.5%
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		
	其它	/			
	1.1 项目概述 1.1.1 建设单位情况 苏州市吴中区第二人民医院位于苏州市吴中区角直镇田肚江路 30 号,始建于 1955 年,2012 年 9 月通过省卫生厅二级乙等、2025 年 7 月通过省卫健委二级甲等医院评审。是一所集医疗、教育、科研、预防保健、社区卫生服务为一体的综合性医院。医院是江苏省卫生厅认定的住院医师规范化培训基地,同时也是南京中医药大学、苏州市卫生职业技术学院、江苏医药职业学院等院校的教育实习基地,多年来一直承担着高等医学院校的实习带教任务。医院占地面积:38 亩,总建筑面积 42000m²,其中医疗用房 38000m²,另有建筑面积 29000m²的行政、预防保健、体检中心、仓储楼在装修。全院现有正式职工 480 余名,卫技人员 412 余名,其中中医类别人员 38 名,高级职称 102 名,研究生以上学历 28 名。全院设临床、医技科室 28 个,配备护理单元的病区 8 个,核定床位 380 张,开放床位 280 张。 1.1.2 项目建设规模				

为提高医疗服务能力，进一步满足患者的就诊需求，苏州市吴中区第二人民医院拟购置Ⅱ类射线装置数字摄影血管造影机（简称 DSA）1 台开展诊断及介入治疗，并在医技楼一楼放射科建立相应机房。

表 1-1 此次环评射线装置一览表

序号	装置名称	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	数量	机房位置	类别	活动种类	备注
1	DSA	NeuAngio 30C	125	800	1 台	医技楼一楼放射科	Ⅱ类	使用	单球管

1.1.3 项目由来

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《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，本项目须进行环境影响评价。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），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”，应编制环境影响报告表。受苏州市吴中区第二人民医院委托，我公司承担了本项目的环境影响评价工作。接到委托后，我单位随即组织人员对现场进行了调查、监测和资料收集工作，通过对基础资料的分析和现状的调研，依据《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），编写了本项目的环境影响报告表。

1.1.4 评价目的

- （1）对本项目射线装置拟建场址进行辐射环境现状监测，以掌握该场所的辐射环境现状水平；
- （2）评价本项目在运行中对职业人员、公众人员对环境造成的辐射影响；
- （3）对该医院新增 1 台 DSA 项目后产生的辐射环境影响进行评价，对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施；
- （4）为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

1.2 项目周围环境状况

苏州市吴中区第二人民医院位于苏州市吴中区角直镇田肚江路 30 号。具体地理位置图见附图 1，项目周边环境关系图见附图 2，机房周围 50m 范围内均为医院内部建筑，无常住居民。医院总平面布置图见附图 3，DSA 机房整体效果图见附图 4-2。

苏州市吴中区第二人民医院东侧隔小河为缙香一品；南侧为缙香一品；西侧隔田

肚江路为金御华庭；北侧隔南塘河路为麦稻星光商业广场。

本项目拟建 DSA 机房位于医技楼一楼放射科，机房东侧为院内道路，南侧为手术准备间和仓库，西侧为操作间和普通通道，北侧为废物间和设备间。拟建地位于一楼，无地下室，拟建地正中楼上为检验科、B 超室、手术室。

医技楼四邻关系：东侧为院内道路，隔路为医院餐厅；南侧为院内道路，隔路为龙潭嘉苑；西侧为院内道路，隔路为门诊楼；北侧为院内道路，隔路为住院部；西侧为院内道路，隔路为院内绿化；东侧为院内道路，隔路为院内绿化。

1.3 劳动定员及工作时间

本项目拟新增 3 名辐射人员，包括手术医生 1 人，护士 1 人和技师 1 人，年工作 250 天，本项目各射线装置工作负荷见表 1-2，具体劳动定员见表 1-3。

表 1-2 本项目射线装置工作负荷一览表

射线装置	射线装置 全年开展 手术量	工作模式	设备年出 束时间 (h)	年总出束 时间 (h)	单个医生 年最大年 受照时间 (h)	单个护士 年最大年 受照时间 (h)	单个技师 年最大年 受照时间 (h)
DSA	100 台	摄影模式	1.67	101.67	1.67	1.67	1.67
		透视模式	100		100	100	100

表 1-3 本项目射线装置劳动定员

射线装置	介入手术人员	操作技师	护士	合计
DSA	1 人	1 人	1 人	3 人

1.4 产业政策相符性

本项目属于核技术在医学领域内的运用，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目的建设属于第十三项“医药”中第 4 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，符合当前产业政策。

1.5 实践正当性分析

苏州市吴中区第二人民医院实施本项目，目的在于开展医学放射诊断治疗，对保障患者生命健康、提高生活质量具有重要作用，而且能够提高医院的整体实力、改善医疗条件，具有显著的社会效益。通过采取有效的辐射防护措施和严格的辐射环境管

理，可保证本项目在正常运行情况下，对周围环境的影响满足国家相关标准要求。因此，该项目的建设符合《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“实践正当性”的要求。

1.6 “三线一单”相符性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）要求，切实加强环境影响评价管理，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”约束，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。

（1）生态保护红线

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号）和《江苏省2023年度生态环境分区管控动态更新成果公告》，本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

（2）环境质量底线

根据本评价对拟建项目的工程分析内容和环境影响预测结果可知，项目射线装置在使用过程中仅向大气排放少量可以自然分解的臭氧及氮氧化物，不产生其他废弃物，对环境质量影响较小。

（3）资源利用上线

本项目电能消耗依托市政供电设施，本项目能耗已在区域规划中统筹考虑，不会超过资源利用上线。

（4）生态环境准入清单

对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目为苏州市吴中区第二人民医院新增1台DSA项目，属于“指导目录”中的“第一类 鼓励类”项目，因此符合生态环境准入清单要求。

综上所述，本项目建设满足生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，且在环境准入清单中，符合“三线一单”环保要求。

1.7 医院原有核技术利用项目情况

苏州市吴中区第二人民医院现持有苏州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（有效期至 2029 年 7 月 9 日，证书编号为苏环辐证[E0527]，使用种类和范围：使用Ⅲ类射线装置）。医院现有Ⅲ类射线装置 8 台。现有射线装置情况见表 1-4。

表 1-4 医院现有射线装置具体情况

序号	设备名称	型号/规格	数量 (台)	管电 压 (kV)	管电 流 (mA)	所在场所	类 别	环评情 况	许可 情况	备 注
1	口腔颌面 锥形束计 算机体层 摄影设备	X-TREND	1	95	16	放射科 10 号机房	Ⅲ 类	已备案	已许 可	/
2	医用诊断 X 射线机	DRF-2A 型	1	150	500	放射科 1 号机房	Ⅲ 类	已备案	已许 可	/
3	医用诊断 X 射线机	DRF-2A 型	1	150	500	放射科 2 号机房	Ⅲ 类	已备案	已许 可	/
4	数字化摄 影 DR	NeuVision680	1	400	500	放射科 3 号机房	Ⅲ 类	已备案	已许 可	/
5	全身用 X 射线计算 机体层摄 影装置	OpitmaCT620	1	140	560	放射科 4 号机房	Ⅲ 类	已备案	已许 可	/
6	口腔颌面 曲面体层 X 射线机	OC200D	1	85	16	放射科 6 号机房	Ⅲ 类	已备案	已许 可	/
7	全身用 X 射线计算 机体层摄 影装置	NeuViz16Esse nce	1	140	420	放射科 7 号机房	Ⅲ 类	已备案	已许 可	/
8	移动式 C 型臂 X 射 线机	Ziehmr8000	1	110	8	医院手术 室 5 号室	Ⅲ 类	已备案	已许 可	/

建设单位开展核技术利用项目以来，针对核技术利用项目成立辐射安全管理领导小组作为辐射安全与环境保护管理机构，明确相关部门的分工职能和人员职责。

建设单位针对已使用的Ⅲ类射线装置制定了相应的操作规程和制度（射线装置管理制度、岗位职责、辐射防护安全保卫制度、设备检修维护制度、使用台帐制度、职业健康档案管理制度等），针对辐射工作人员制定了辐射工作人员培训计划，针对辐射工作场所制定了辐射监测方案，针对辐射应急事故制定了辐射事故应急预案。建设

单位已落实《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中对于使用射线装置的单位提出的相关要求。

建设单位现有 17 名辐射工作人员，辐射工作人员均已按要求参加辐射防护知识培训，并取得培训合格证书，并按规定每五年接受一次再培训。说明年度个人剂量检测情况。

建设单位现有的辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计，且个人剂量计每季度送苏州市疾病预防控制中心检测，建设单位每年委托第三方对其辐射工作场所进行了辐射监测，并将监测结果作为辐射安全和防护年度评估报告的一部分递交至生态环境主管部门。

综上所述，医院遵守了《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，规章制度建立完善，相关措施落实、执行情况在不断完善中，辐射安全管理现状较为良好，采取的日常安全管理措施有效可行，上述管理制度能满足医院目前的辐射工作，现有的辐射安全与环境保护管理机构能有效的对项目进行监管。医院在日常工作中应进一步加强辐射安全管理，关注国家法律、法规等现行要求的修改或修订，及时更新并完善各项规章制度，加强档案管理。

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	贮存方式和地点	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》（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	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MV）	剂量率（cGy/min）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	DSA	II 类	1	NeuAngio 30C	125	800	诊断、介入治疗	医技楼一楼放射科	拟购
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3									
4									
5									
6									

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	极少量	极少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧常温下可自行分解为氧气
介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂瓶等医用辅料	固态	/	/	约 10kg	约 120kg	/	暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，转移至危废暂存间	委托有资质单位进行处置
辐射工作人员产生的生活垃圾	固态	/	/	/	/	/	暂存在机房的生活垃圾桶内	生活垃圾分类收集后交医院生活垃圾处理点
辐射工作人员产生的生活污水	液态	/	/	/	/	/	/	生活污水进入医院污水处理系统处理后接城市污水管网
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订），2018 年 12 月 29 日起施行； (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； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），2021 年 1 月 4 日起施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年修改版)，生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行； (9) 《射线装置分类》，环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行； (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》原国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行； (11) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430 号）； (12) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行； (13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日起施行； (14) 《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日发布； (15) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发
------	---

	〔2020〕1号，2020年1月8日发布； （16）《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》（苏政发〔2020〕49号），2020年6月21日发布； （17）《产业结构调整指导目录（2024年本）》； （18）《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）； （19）《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》，江苏省生态环境厅，苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日印发。
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； （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》（HJ 10.1-2016）； （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （6）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （8）《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）。
其它	附图： 附图1 苏州市吴中区第二人民医院地理位置图 附图2 项目周边环境关系图 附图3 苏州市吴中区第二人民医院总平面图 附图4-1 一楼平面图 附图4-2 一楼DSA机房平面图 附图5-1 DSA机房上方二楼平面图 附图5-2 DSA机房上方三楼平面图 附图5-3 DSA机房上方四楼平面图 附图6 本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系示意图

	附件： 附件 1 项目委托书； 附件 2 射线装置使用承诺书； 附件 3 机房屏蔽设计说明； 附件 4 现有辐射安全许可证； 附件 5 厂商许可证； 附件 6 原有核技术利用项目环保手续； 附件 7 本项目技术咨询合同； 附件 8 本项目辐射环境现状监测报告； 附件 9 现有辐射员工培训合格证书； 附件 10 环境保护措施承诺。
--	---

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目新增使用 DSA 装置属于 II 类医用射线装置。根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响报告表的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定，并结合该项目特征，确定本项目的评价范围是 DSA 机房实体边界外 50m 范围。

7.2 环境保护目标

根据现场调查可知，本次评价项目 DSA 机房实体边界外 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、机房周围的医务人员、患者及家属。

表 7-1 本项目评价范围内敏感保护目标情况一览表

机房名称	位置	场所	距离	保护目标	规模
辐射工作人员	手术室	DSA 机房	/	DSA 工作人员	3 人
	手术室四周	手术准备间、操作间、设备间、仓库	/		
评价范围内公众	东侧	院内道路	紧邻	医护人员	流动人员
		医院餐厅	15m	医护人员	流动人员
	南侧	手术准备间、仓库	紧邻	患者	2-3 人
		办公室	5~50m	医护人员	5-10 人
		院内道路、 南侧小区院内道路		其他公众	流动人员
	西侧	操作间、更衣室、患者通道	紧邻	医护人员、维修人员	2~3 人
		医护通道	3.26m	医护人员	流动人员
		胃肠机房、值班室等	5~50m	医护人员	2~3 人
		楼内走廊、 中心庭院 、院内道路		其他公众	流动人员
	北侧	污物处置室、设备间	紧邻	DSA 工作人员	2~3 人
		材料室、院内道路、住院部	5~50m	其他公众	流动人员
	上方	二层检验科	紧邻	医护人员	流动人员
		三层 B 超室	5m	医护人员	流动人员
		四层手术室	10m	医护人员	流动人员

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

（1）剂量约束值

B1.1.1.1 条规定：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/a；

b) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；

本项目取其四分之一即 **5mSv/a** 作为职业工作人员的年剂量约束值；介入手术工作人员四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不大于 **125mSv/a**。

B1.2 条规定：公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv/a；

本项目取其十分之一即 **0.1mSv/a** 作为公众人员的年剂量约束值。

（2）辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 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。

①控制区

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。

②监督区

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》（GBZ130-2020）

5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.2.1 C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20cm，其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30cm。

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

5.2.3 用于介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）的 X 射线透视设备防护性能专用要求见 5.8。

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

的专用要求

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

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

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

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

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

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

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4～表 C.7。

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7.3 的要求。

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

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d （m ² ）	机房内最小单边长度 ^e （m）
------	--	----------------------------

单管头 X 射线设备 ^b (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5
a 双管头或多 X 射线设备的所有管球安装在同一间机房内。 b 单管头、双管头或多 X 射线设备的每个管球各安装 1 个房间内。 c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5 mA 的 X 射线设备。 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。		

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 (mmPb)	非有用线束方向铅当量 (mmPb)
介入 X 射线设备机房	2	2

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 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

表 7-4 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	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方	—

	镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	侧防护帘/床侧 防护屏 选配：移动铅防 护屏风	巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	
--	----------------------	----------------------------------	---------------------	--

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。

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.8.1 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的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。

7.8.5 移动式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

8.1 X 射线设备机房防护设施和机房周围辐射剂量检测应满足下列要求：

a) X 射线设备机房防护检测指标和要求应符合 6.3 的规定；

b) X 射线设备机房的防护检测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性；

8.2 X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应

进行定期检查和检测，定期检测的周期为一年。

8.3 在正常使用中，医疗机构应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。

3、参考资料

《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），江苏省环境监测站。

表 7-5 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	室外剂量率	室内剂量率
均值	79.5	115.1
标准差（s）	7.0	16.3
（均值±3s）*	58.5~100.5	66.2~164.0

*：结果含宇宙射线电离成分所致(空气吸收)剂量率。

现状评价时，取测值范围为其评价参考范围，即原野天然 γ 辐射水平参考范围取（33.1-72.6）nGy/h，道路天然 γ 辐射水平参考范围取（18.1-102.3）nGy/h，室内天然 γ 辐射水平参考范围取（50.7-129.4）nGy/h。

综上，本评价采用 5mSv/a 作为职业人员的剂量约束值，0.1mSv/a 作为公众成员的剂量约束值；2.5 μ Sv/h 作为机房墙体、防护门、观察窗、顶部等关注点的辐射剂量当量率评价目标控制值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

苏州市吴中区第二人民医院位于苏州市吴中区角直镇田肚江路 30 号。本项目地理位置见附图 1。

本项目拟建 DSA 机房位于医技楼一楼放射科，机房东侧为院内道路，南侧为手术准备间和仓库，西侧为操作间和医务通道，北侧为废物间和设备间。拟建地位于一楼，无地下室，拟建地正中楼上为检验科、B 超室、手术室。

现状照片如下：

	
医技楼	拟建地
	
拟建地	拟建地楼上（二楼检验科）
	
拟建地楼上（三楼 B 超室）	拟建地楼上（四楼手术室）



8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境因子为射线装置发射出的X射线，项目在进行环境现状调查时主要调查评价范围内的环境贯穿辐射剂量率。

评价对象：项目拟建场址及其周围辐射环境。

监测因子：X- γ 辐射剂量率。

监测点位：根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布设监测点，共计7个监测点位。

8.3 监测方案

(1) 监测项目：场所周围环境贯穿辐射剂量率。

(2) 布点原则：以项目机房位置为中心，在项目周围选择性布点。

(3) 监测方法：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）的要求进行，监测时仪器探头水平距离地面1米高度，每组读10个数据，读数间隔10秒。

8.4 质量保证措施

(1) 检测机构已通过计量认证（证书编号：181012050430，检测资质见附件8），

具备相应的检测资质和检测能力；

（2）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）检测机构所采用的检测设备均通过计量部门检定合格，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，并取得检测上岗证；

（5）检测报告实行三级审核。

8.5 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏卓然辐射检测技术有限公司

检测仪器：X- γ 辐射空气比释动能率仪(型号：NT6101-S75；制造单位：苏州速核仪器有限公司；设备编号：ZRFS-SB-001；仪器测量范围：10nGy/h~200uGy/h；检定有效期：2024.08.30-2025.08.29，检定单位：北京市计量检测科学研究院，检定证书编号：JE23J-LZ0946）。

监测日期：2025.8.4，检测环境条件：温度：34℃，湿度：67%。

评价方法：参考表 7-5 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率调查结果，评价本项目拟建址及周围环境辐射水平。

监测结果：监测结果见表 8-1，监测点位见图 8-1，检测报告见附件 8。



图 1 DSA 拟建场址及周围监测点位示意图

图 8-1 DSA 拟建场址及周围监测点位示意图

表 8-1 本项目拟建场址及周围 γ 辐射剂量率监测结果

编号	检测地点描述	检测结果 (nGy/h)	方差	备注
1	拟建场址内点位 1	57	2.6	室内 (楼房)
2	拟建场址东侧点位 2 (院内道路)	64	3.3	室外 (道路)
3	拟建场址南侧点位 3 (仓库)	88	3.0	室内 (楼房)
4	拟建场址西侧点位 4 (操作间)	82	3.9	室内 (楼房)
5	拟建场址北侧点位 5 (设备间)	58	3.6	室内 (楼房)
6	拟建场址正上方二层检验科中心点 位 6	85	3.2	室内 (楼房)
7	拟建场址正上方三层 B 超室中心点 位 7	87	2.4	室内 (楼房)
8	拟建场址正上方四层手术室中心点 位 8	89	3.6	室内 (楼房)
备注	1、检测结果已扣除宇宙射线响应值 (12nGy/h) 2、检测结果扣除宇宙射线响应值时已考虑建筑物对宇宙射线的屏蔽修正, 2 号点 位为室外道路, 建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1, 其余点位均为楼房测点, 建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.8。			

根据表 8-1 的监测结果可知, 本项目拟建址及周边室内 γ 辐射剂量率在 (57-89) nGy/h 范围内, 在江苏省室内 γ 辐射 (空气吸收) 剂量率水平涨落范围内; 室外 γ 辐射剂量率在 64nGy/h, 符合江苏省道路天然 γ 辐射 (室外) 水平 (18.1-102.3nGy/h)。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 DSA 设备

(1) 工作原理

数字摄影血管造影装置（DSA）的成像基本原理是将受检部位未注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 线荧光图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的摄影图像，通过显示器显示出来。DSA 是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 主要采用时间摄影法，具有高精密度和灵敏度。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。

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，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

(2) 设备组成

主要设备组成为：DSA 装置主要功能为透视或摄影，由包括 X 线发生器、影像增强器、电视透视、高分辨力摄像管、模 / 数转换器、电子计算机和图像储存器等设备组成。典型的 DSA 外观如图 9-1。

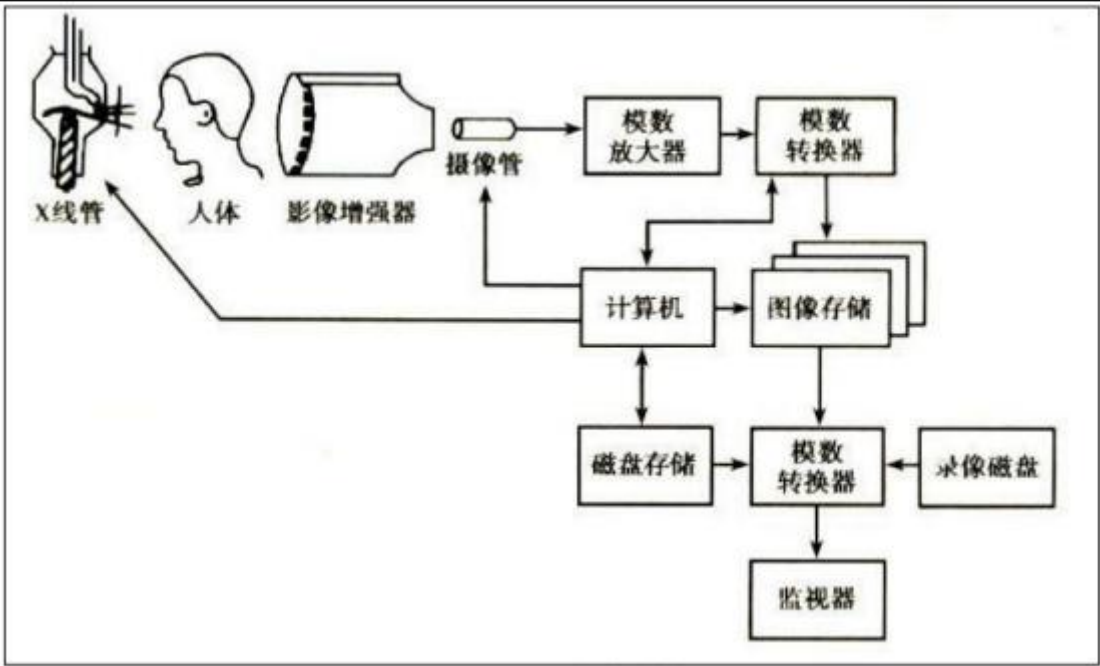


图 9-1 DSA 基本结构图

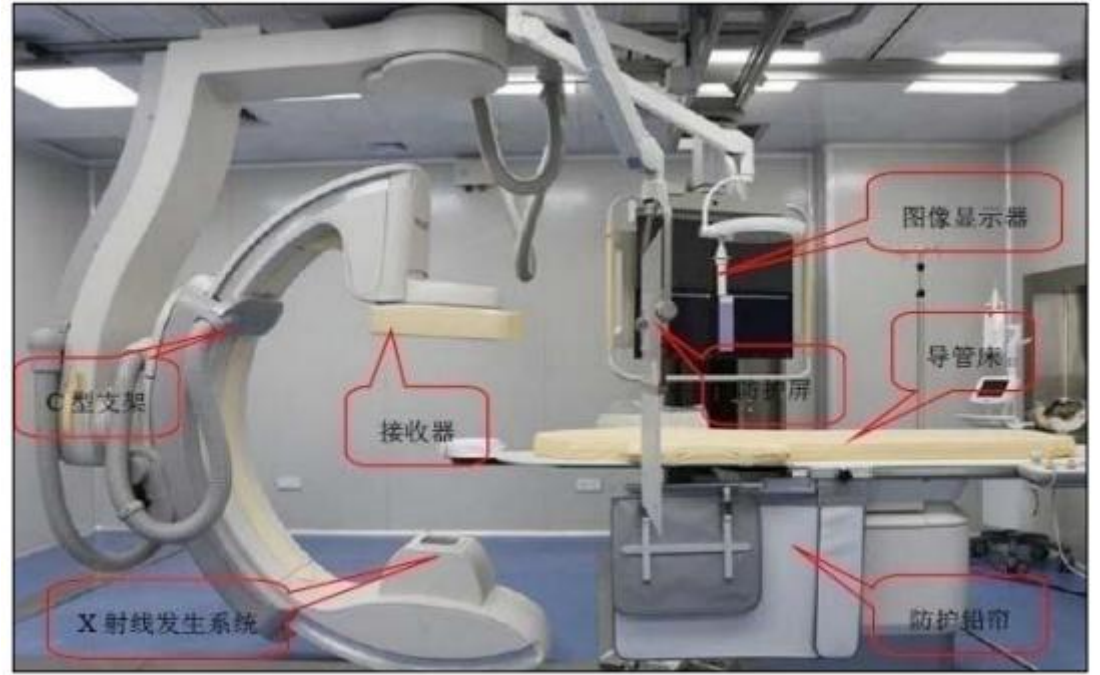


图 9-1 典型的 DSA 设备外观示意图
表 9-1 本项目 DSA 主要设备技术参数

指标	技术参数
型号	NeuAngio30C
额定管电压/管电流	125kV/800mA
球管类型	单球管
滤过条件	2.5mmAl 固有滤过
最小焦皮距	610mm
最大照射野	30cm*30cm

(3) 工作流程

诊断时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管，将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①DSA 检查（摄影）采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入操作间，关好防护门。医师、操作人员通过操作间的电子计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

②DSA 介入治疗（透视）采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.4~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜等）同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士均佩戴防护用品。

本项目 DSA 工作流程及产污环节大致程序如图 9-3 所示：

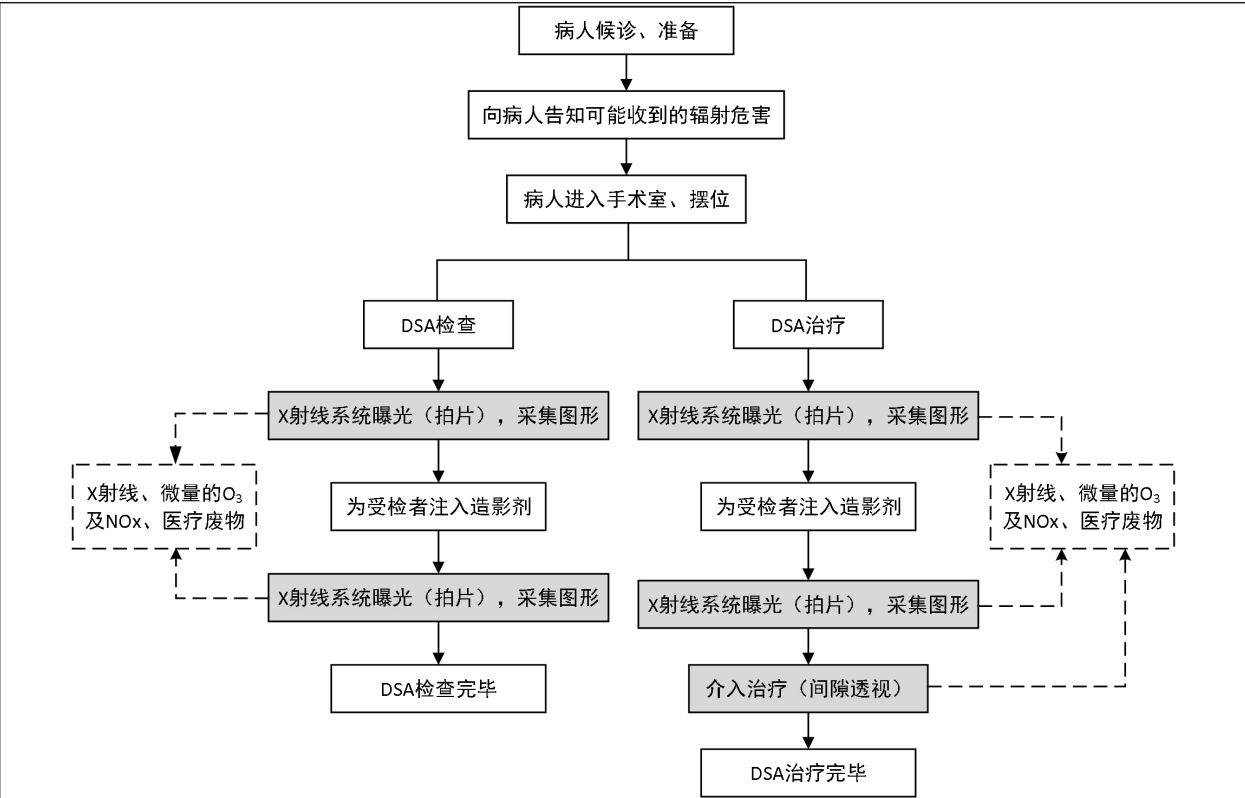


图 9-3 DSA 介入手术诊疗流程及产污环节示意图

(4) 污染因子

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，主要污染因子为 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片，仅产生废造影剂瓶。

9.1.2 工作负荷和人员配置

根据医院提供资料，本项目正常运行后，预计 DSA 每年最大工作量为 100 台手术，主要是心脏介入、神经介入及综合介入手术。本项目 DSA 包括透视和摄影两种模式，1 台手术摄影最大曝光时间取 0.5 分钟，透视最大时间取 30 分钟，则 DSA 摄影模式年总曝光时间为 1.67h，透视过程年总曝光时间为 100h。

本项目每台 DSA 拟配备辐射工作人员 3 名，包括手术医生 1 人，护士 1 人和技师 1 人。本项目辐射工作人员相对固定，不存在操作其他射线装置情况。预计参与 DSA 介入手术的医生每年最大手术量不大于 100 台，参与介入手术的护士年最大手术量不大于 100 台，参与介入手术的技师年最大手术量不大于 100 台。

本项目 DSA 工作负荷详见表 9-3。

表 9-3 本项目射线装置工作负荷一览表

射线装	射线装置全	工作模式	设备年	年总出	单个医生	单个护士年	单个技师
-----	-------	------	-----	-----	------	-------	------

置	年开展手术量		出束时间 (h)	束时间 (h)	年最大年受照时间 (h)	最大年受照时间 (h)	年最大年受照时间 (h)
DSA	100 台	摄影模式	1.67	101.67	1.67	1.67	1.67
		透视模式	100		100	100	100

9.2 污染源项描述

1) 放射性污染源分析

本项目使用的射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

(1) 正常工况

X 射线是随机器的开、关而产生和消失。在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发生 X 射线。因此，在开机期间，X 射线为主要污染因子。主要污染途径为 X 射线外照射。

表 9-4 本项目设备主要参数表

序号	名称	型号	工作模式	正常运行		出束方向
				最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	
1	DSA	NeuAngio 30C	透视	90	60	向上
			摄影	100	500	

①有用线束

本项目 DSA 的主束方向主要为由下朝上。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 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。管电压通常控制在 100kV 以下，管电流通常控制在 600mA 以下，按照 DSA 额定功率 80~100kW，透视管电流通常为几十 mA，摄影管电流通常为几百 mA，相差可达 50 倍。

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 的摄影模式常用最大电压为 100kV，电流为 500mA。根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)，DSA 的等效总滤过不小于 2.5mmAl，因此本评价 DSA 的等效总滤过保守按 2.5mmAl 考虑。根据《辐射防护手册》(第三分册)图 3.1，可查知离靶 1m 处空气中的空气比释动能保守取值为 0.09mGy/mA s，则摄影模式距靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

本项目 DSA 的透视模式常用最大电压为 90kV，电流为 60mA。根据《辐射防护手册》(第三分册)图 3.1，可查知离靶 1m 处空气中的空气比释动能保守取值为

0.075mGy/mA·s，则摄影模式距靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.62 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ 。

表 9-5 本项目设备摄影、透视模式下的相关参数

射线装置名称	操作模式	正常运行时最大工况	距靶点 1m 处的最大剂量率
DSA	透视模式	电压为 90kV，电流为 60mA	$1.62 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$
	摄影模式	电压为 100kV，电流为 500mA	$1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$

②泄漏辐射

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 100cm^2 的面积上或者在离管或源壳 5cm 处的 10cm^2 面积上进行平均测量），以及 GB 9706.1-2020 医用电气设备 第 1 部分：基本安全和基本性能的通用要求，取本项目射线装置设备离焦点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率为 1.0mGy/h 。

③散射辐射

当有用线束射入治疗床上的人体时，会产生散布于各个方面上的次级散射辐射，这种射线的能量和剂量率比有用线束低得多，剂量率大小决定于被照区域、初级射线能量和散射角度。透视及摄影模式下距靶 1m 处的剂量率详见表 9-5。

2）非放射性污染源分析

①废气：射线装置工作时产生的 X 射线能使机房内空气分子发生电离，产生的少量有害气体臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物将通过通风装置排出治疗机房，臭氧在常温下很快自行分解为氧气，对环境影响较小。

②废水：本项目均通过显示器成像，不洗片，无洗片废水。一般废水主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入市政污水管网，对周围环境影响较小。

③固体废物：本项目运行后不会产生放射性固体废物。DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具、废造影剂瓶等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后分类集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置；工作人员产生的生活垃圾，收集后交由当地环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 10 辐射安全和防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

本项目 DSA 机房位于医技楼一楼放射科内，DSA 机房包括：DSA 手术室、设备间、更衣室、手术准备间、仓库、操作间，其操作位于 DSA 手术室西侧，设备间位于 DSA 手术室北侧，与 DSA 手术室分开独立设置。

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，并同时兼顾了患者就诊的方便性，因此 DSA 机房平面布置是合理的。

本项目 DSA 手术室有效使用面积约 40.15m²(长约 7.3m, 宽约 5.5m), 能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中“管头 X 射线设备(含 C 型臂，乳腺 CBCT)机房最小有效使用面积不低于 20m²，机房内最小单边长度不低于 3.5m”的要求。

表 10-1 本项目机房规格与 GBZ130-2020 标准对照表

机房名称	位置	拟设置情况		标准要求	评价
		设计有效使用面积(m ²)	最小单边长度(m)		
DSA 机房	一楼放射科	5.5*7.3=40.15	5.5	单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，机房内最小单边长度不小于 3.5m。	满足

10.1.2 辐射场所分区管理

医院按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求，将工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：将机房内区域划分为控制区，以墙体、防护门、观察窗等屏蔽体为界，在控制区的进出口及适当位置处设置醒目的电离辐射警告标志和工作状态指示灯。制定辐射安全防护管理制度，严格限制无关人员进出控制区，在正常工作过程中，区内不得有无关人员进入。

监督区：将机房相邻的控制室、污物间、设备间等辅房划为监督区，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，区内不得有无关人员滞留。

本项目 DSA 机房两区划分及场所布局见图 10-1。本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的规定，将辐射工作区域进行分区，同时对控制区和监督

The diagram illustrates the layout of the operation room and its surrounding areas. Key features include:

- Operation Room (操作间):** The central area, colored pink, containing the operating table and equipment. It has a height of 7.30m and a width of 5.50m. It is equipped with a central air conditioning unit (送新风), a排风口 (exhaust port), and a观察窗 (observation window).
- Preparation Room (手术准备间):** Located adjacent to the operation room, containing a更衣室 (changing room) and a仓库 (warehouse).
- Support Rooms:** Surrounding the operation room are various support areas including 口腔CT机房 (Oral CT room), 值班室 (Nurse's station), 谈话间 (Interview room), 胃肠机房 (Gastroenterology room), 污物缓冲 (Waste buffer), 设备间 (Equipment room), and 手术室 (Operating room).
- Channels and Access:** The layout shows 洁净通道 (Clean channel) and 医务通道 (Medical channel) for movement. Arrows indicate the flow of people and materials, including a 病人入口 (Patient entrance) and a 污物出口 (Waste exit).
- Orientation:** A compass rose indicates North (N) and a north arrow points towards the top right of the diagram.

10.1.3 辐射工作场所的屏蔽设计符合性分析

根据建设单位提供的 DSA 机房防护设计方案, 详见下表。

机房名称	设备参数	屏蔽体	屏蔽厚度及材料	折算后铅当量 (mmPb)	标准要求	评价
DSA 手术室(放射科一楼机房)	管电压 125kV, 管电流 800mA	四周墙体	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板	3	C 形臂 X 射线设备 机房: 有用线束方向 2.0mm 铅当量, 非有用线	满足
		顶棚及地板	12cm 混凝土(1.5mmbp) +3mmPb 铅板	4.5		满足
		观察窗	4mmPb 铅玻璃	4		满足

		各防护门	4mmPb 铅板	4	束方向 2.0mm 铅当量。	满足
--	--	------	----------	---	-------------------	----

表中防护门、观察窗、墙面防护材料等的等效铅当量按 100kV 管电压对应的数据。

由上表可知，本项目机房屏蔽防护措施均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

10.1.4 辐射防护辅助措施

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求，现场应配备相应的个人防护用品，其数量应满足其开展工作需求，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣；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低于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。医院为本项目拟配备的防护用品与标准对比见表 10-3。

表 10-3 拟配备个人防护用品和辅助防护设施与标准对比

机房名称	防护用品及设施名称		拟配备防护用品		标准要求防护用品铅当量（mmPb）	是否满足要求
			铅当量（mmPb）	数量		
DSA 机房	工作人员	铅衣	0.5	3 件	0.5	满足
		铅橡胶围裙	0.5	3 件	0.5	满足
		铅橡胶帽子	0.5	3 件	0.5	满足
		铅橡胶颈套	0.5	3 件	0.5	满足
		铅防护眼镜	0.25	3 件	0.25	满足
		介入防护手套	0.025	3 件	0.025	满足
	辅助防护设施	铅悬挂防护屏、床侧防护帘	0.5	1 件	0.5	满足
		移动铅防护屏风	0.5	1 件	0.5	满足
	受检者	铅橡胶性腺防护围裙	0.5	1 件	0.5	满足
		铅橡胶颈套	0.5	1 件	0.5	满足

建设单位拟为本项目 DSA 机房配备防护用品种类及数量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相应要求，可满足日常防护要求。

10.1.5 辐射安全防护措施

本项目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

本项目拟使用的 1 台 DSA 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。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），设备具备以下安全防护措施：

①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。

②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。

③设备配备可升降的含铅挡板或悬挂防护屏，为受检人的非检查部位提供遮挡，尽量减少受照剂量。床侧配套防护铅帘，以减少对手术医生的受照剂量。

④装置均装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。综合考虑射线装置安放位置，也不会直接照射门、窗和管线口位置。同时，也要求建设单位定期按照规章制度对设备进行维护检修。

（2）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均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。

（3）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断之前，根据实验要求制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

（4）其他辐射安全防护措施

①各射线装置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。

②患者防护门为平开门，设置自动闭门装置，且防护门上方的工作状态指示灯能与机房门有效关联；工作人员防护门和污物防护门均为推拉门，设有曝光时关闭机房门的管理措施，且工作状态指示灯与机房门有效关联。

③机房与控制室之间设置有观察窗，可有效观察到患者和受检者状态及防护门开

闭情况。控制室设置视频监控及双向对讲装置。

④控制室的控制台上设置急停开关（并与 X 射线系统连接），一旦出现异常，按动急停开关，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。

⑤机房受检者出入口门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。

⑥本项目辐射工作人员均佩戴个人剂量计。介入工作人员应在铅围裙外锁骨对应的领口位置和铅围裙内躯干上戴剂量计，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反，每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量健康档案。

⑦DSA 机房拟设置动力通风装置，使得机房内能保持良好的通风，并设置净化系统，详见下表。

表 10-4 机房通风系统、净化系统

序号	装置名称	机房位置	详细描述
1	DSA	一楼放射科	新风系统进行进风、排风，新风送风口顶部安装，排风口同样顶部安装，并且远离新风口。风管穿墙防护设置设计为 4mmPb 铅板防护。

⑧电动推拉门宜设置防夹装置。

⑨机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物，机房候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

⑩电缆线通过电缆沟穿出机房，电缆线拟通过低于地坪的 U 形电缆沟穿墙至控制室，电缆沟穿墙洞口采用铅板进行覆盖，从而不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

⑪控制室墙上张贴相应的放射工作制度、操作规程、岗位职责等。

辐射安全措施、设施布置示意图见图 10-2。

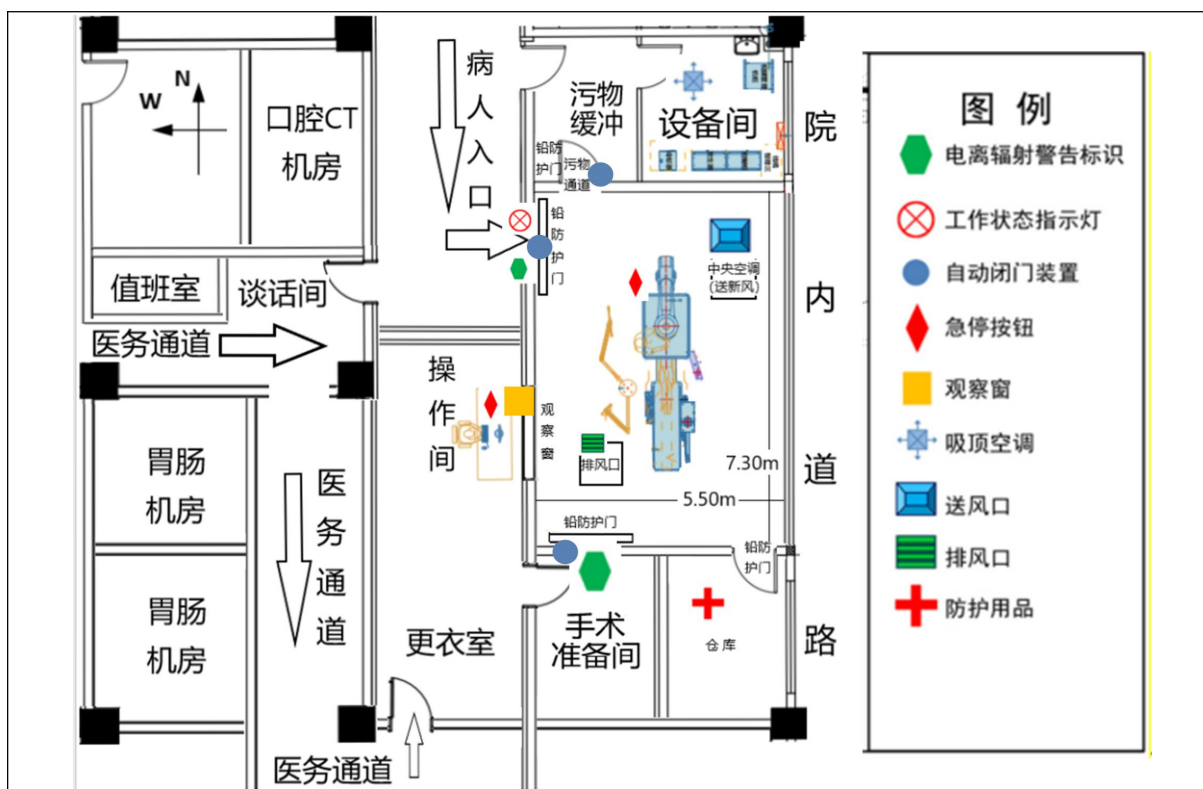


图 10-2 本项目 DSA 机房辐射安全措施、设施布置示意图

10.1.6 电缆布设

本项目 DSA 手术室的控制电缆通过穿墙连接至西侧的操作间。电缆沟穿墙处设置 4mmPb 防护补偿，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的屏蔽防护要求，故电缆沟不会破坏手术室的整体屏蔽防护效果。

10.2 三废的治理

本项目工作过程中将产生医疗废水和医疗固体废物，不会产生放射性固体废物、液态废物和气态废物。

本项目医疗废水将排入医院污水处理系统，手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具、废造影剂瓶等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后交医院医疗废物贮存点集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

各射线装置运行时不产生放射性废气，但其在开机并处于出束状态时，会使机房内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，机房设置动力排风装置，通风次数不少于 4 次/小时，保证了机房的良好通风，产生的臭氧和氮氧化物可通过机房的通风系统排出，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气，对周围环境空气影响较小。

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

苏州市吴中区第二人民医院新增 1 台 DSA 项目拟建址位于苏州市吴中区角直镇田肚江路 30 号医技楼一楼放射科内预留房间，施工期仅为设备安装，施工污染主要为设备安装产生的少量固废。

由于施工期短，施工范围小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消除。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

本环评要求射线装置的安装与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，防止辐射事故的发生。

由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。

11.2 运行期环境影响分析

11.2.1 DSA 机房的辐射影响预测

(1) 运行工况及参数选择

根据前文 9.2 污染源项描述，本项目 DSA 的摄影模式距靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.62\text{E}+08\mu\text{Gy/h}$ ，透视模式距靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.62\text{E}+07\mu\text{Gy/h}$ 。

(2) 关注点位置选取

为了进一步评价屏蔽效果和辐射防护效果，采用理论预测的方法进行环境影响分析。经对射线装置设备参数，机房规格及各屏蔽情况，详见下表：

表 11-1 各射线机房规格及屏蔽情况一览表

机房名称	设备技术参数	位置	拟设置情况	
			设计有效使用面积 (m^2)	屏蔽情况
DSA	最大管电压 125kV，最大管电流 800mA	DSA 机房（一楼放射科）	$7.3 \times 5.5 = 40.15$	四周墙体：50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板防护（折合 3mmPb）； 顶棚及地板：12cm 混凝土(1.5mmbp) +3mmPb 铅板（折合 4.5mmPb）； 观察窗：4mmPb 铅玻璃（折合 4mmPb） 各防护门：4mmPb 铅板（折合 4mmPb）

一楼 DSA 机房辐射场所分布图及预测关注点位见图 11-1。

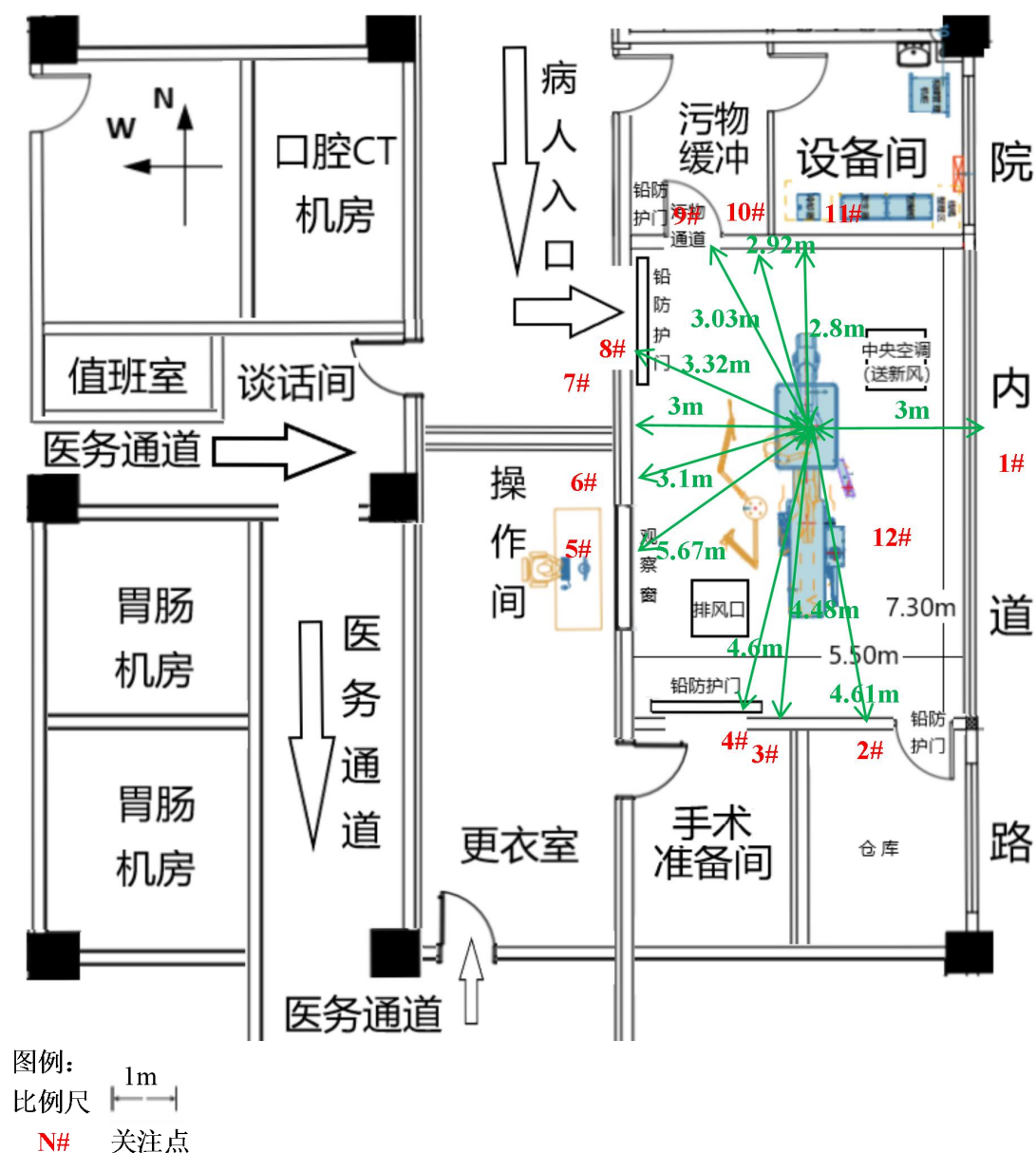


图 11-1 DSA 机房辐射场所分布图及预测关注点位

本项目选取机房屏蔽墙、防护门、观察窗外 30cm、楼上距地面 1m 处为关注点，泄露辐射 R 为关注点距靶点距离，散射辐射 R 为关注点距散射体距离，本项目取靶点距地高度为 0.6m，取散射体距靶点的距离为 0.4m，医技楼无负一层，DSA 手术室层高 4.5m。

本项目按照最不利情况进行计算。本项目 DSA 设备主射线方向向上，介入手术过程中，DSA 影像接收器对 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, P41-45）及 5.1 节（Cardiac Angiography, P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。

手术医生和护士在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。

(3) 关注点剂量率计算

① 泄漏辐射剂量估算

泄露辐射存在于透视操作和拍片操作中。DSA 泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_L$ 采用下式计算：

$$\dot{H}_L = \frac{H_i \cdot B \cdot K}{R^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 11-1}$$

式中：

$\dot{H}_L$ —关注点处泄露辐射有效剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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 ；

K ——有效剂量与空气比释动能转换系数， Sv/Gy ，查《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830—2024）表 B.11，本项目管电压为 90kV 时，处于 80kV 和 100kV 之间，保守取 K 值为 1.42；管电压为 100kV 时， K 值为 1.39；

R —关注点至源点的距离， m ；

B —屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C.1.2 a 相应要求采用给出的计算公式进行计算：

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

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。

由 GBZ 130-2020 中表 C.2、表 C.3 和 NCRP147 报告 TABLE A.1、TABLE C.1 中查取 DSA 设备正常工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见下表：

表 11-2 不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数

曝光模式	管电压 (kV)	屏蔽材料	α	β	γ
透视	90	铅	3.067	18.83	0.7726
摄影	100（主束）	铅	2.5	15.28	0.7557

	100（散射）	铅	2.507	15.33	0.9124
--	---------	---	-------	-------	--------

注：透视模式下，散射及漏射均按 90kV 对应的参数；摄影模式下，漏射按 100kV（主束）对应的参数，散射按 100kV（散射）对应的参数。

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

机房名称	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 ($\mu\text{Sv/h}$)
DSA 机房	摄影 (100kV, 500mA)	1#: DSA 机房东侧防护墙 外 30cm (院内道路)	3.3	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	4.14E-05	5.29E-03
		2#: DSA 机房南侧防护墙 外 30cm 处 (仓库)	4.91	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	4.14E-05	2.39E-03
		3#: DSA 机房南侧防护墙 外 30cm 处 (手术准备间)	4.78	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	4.14E-05	2.52E-03
		4#: DSA 机房南侧防护门 外 30cm 处 (手术准备间)	4.9	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	3.39E-06	1.96E-04
		5#: DSA 机房西侧观察窗 外 30cm 处 (操作间)	5.97	4mmPb 铅玻璃 (折合 4mmPb)	3.39E-06	1.32E-04
		6#: DSA 机房西侧防护墙 外 30cm 处 (操作间)	3.4	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	4.14E-05	4.98E-03
		7#: DSA 机房西侧防护墙 外 30cm 处 (患者走廊)	3.3	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	4.14E-05	5.29E-03
		8#: DSA 机房西侧防护门 外 30cm 处 (患者走廊)	3.62	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	3.39E-06	3.59E-04
		9#: DSA 机房北侧防护门 外 30cm 处 (污物缓冲间)	3.33	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	3.39E-06	4.25E-04
		10#: DSA 机房北侧防护 墙外 30cm 处 (污物缓冲 间)	3.22	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	4.14E-05	5.55E-03
		11#: DSA 机房北侧防护 墙外 30cm 处 (设备间)	3.1	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	4.14E-05	5.99E-03
		12#: DSA 机房顶棚上方 距地面 1.0m (检验科)	4.9	12cm 混凝土(1.5mmbp) +3mmPb 铅板 (折合 4.5mmPb)	9.70E-07	5.62E-05

	透视 (90kV, 60mA)	1#: DSA 机房东侧防护墙 外 30cm (院内道路)	3.3	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	7.93E-06	1.05E-03
		2#: DSA 机房南侧防护墙 外 30cm 处 (仓库)	4.91	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	7.93E-06	4.74E-04
		3#: DSA 机房南侧防护墙 外 30cm 处 (手术准备间)	4.78	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	7.93E-06	5.00E-04
		4#: DSA 机房南侧防护门 外 30cm 处 (手术准备间)	4.9	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	3.69E-07	2.21E-05
		5#: DSA 机房西侧观察窗 外 30cm 处 (操作间)	5.97	4mmPb 铅玻璃 (折合 4mmPb)	3.69E-07	1.49E-05
		6#: DSA 机房西侧防护墙 外 30cm 处 (操作间)	3.4	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	7.93E-06	9.88E-04
		7#: DSA 机房西侧防护墙 外 30cm 处 (患者走廊)	3.3	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	7.93E-06	1.05E-03
		8#: DSA 机房西侧防护门 外 30cm 处 (患者走廊)	3.62	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	3.69E-07	4.06E-05
		9#: DSA 机房北侧防护门 外 30cm 处 (污物缓冲间)	3.33	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	3.69E-07	4.79E-05
		10#: DSA 机房北侧防护 墙外 30cm 处 (污物缓冲 间)	3.22	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	7.93E-06	1.10E-03
		11#: DSA 机房北侧防护 墙外 30cm 处 (设备间)	3.1	50 方管龙骨做至上层楼板底+3mmPb 铅板(折 合 3mmPb)	7.93E-06	1.19E-03
		12#: DSA 机房顶棚上方 距地面 1.0m (检验科)	4.9	12cm 混凝土(1.5mmbp) +3mmPb 铅板 (折合 4.5mmPb)	7.96E-08	4.78E-06

②病人体表散射屏蔽估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{公式 11-3}$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ，详见表 9-4；

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，保守均按 100kV 取 0.0013；

s ——散射面积， cm^2 ，本项目取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 0.4m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——透射因子，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中式 C.1 计算得出。

经计算，各关注点的散射辐射剂量率计算参数及结果见下表：

表 11-4 各关注点的散射辐射剂量率计算参数及结果

机房名称	工作模式	关注点位置描述	散射点到关注点距离 d_s (m)	屏蔽材料及厚度	B	散射面积 (cm^2)	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
DSA 机房	摄影 (100kV, 500mA)	1#: DSA 机房东侧防护墙外 30cm (院内道路)	3.3	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板(折合 3mmPb)	6.31E-05	100	1.51E+00
		2#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处(仓库)	4.91	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板(折合 3mmPb)	6.31E-05	100	6.81E-01
		3#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处(手术准备间)	4.78	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板(折合 3mmPb)	6.31E-05	100	7.18E-01
		4#: DSA 机房南侧防护门外 30cm 处(手术准备间)	4.9	4mmPb 铅板(折合 4mmPb)	5.14E-06	100	5.57E-02

		5#: DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (操作间)	5.97	4mmPb 铅玻璃 (折合 4mmPb)	5.14E-06	100	3.75E-02
		6#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (操作间)	3.4	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板 (折合 3mmPb)	6.31E-05	100	1.42E+00
		7#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (患者走廊)	3.3	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板 (折合 3mmPb)	6.31E-05	100	1.51E+00
		8#: DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (患者走廊)	3.62	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	5.14E-06	100	1.02E-01
		9#: DSA 机房北侧防护门外 30cm 处 (污物缓冲间)	3.33	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	5.14E-06	100	1.21E-01
		10#: DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (污物缓冲间)	3.22	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板 (折合 3mmPb)	6.31E-05	100	1.58E+00
		11#: DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	3.1	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板 (折合 3mmPb)	6.31E-05	100	1.71E+00
		12#: DSA 机房顶棚上方距地面 1.0m (检验科)	4.9	12cm 混凝土(1.5mmbp) +3mmPb 铅板 (折合 4.5mmPb)	1.47E-06	100	1.59E-02
	透视 (90kV, 60mA)	1#: DSA 机房东侧防护墙外 30cm (院内道路)	3.3	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板 (折合 3mmPb)	7.93E-06	100	1.89E-02
		2#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (仓库)	4.91	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板 (折合 3mmPb)	7.93E-06	100	8.56E-03
		3#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (手术准备间)	4.78	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板 (折合 3mmPb)	7.93E-06	100	9.03E-03
		4#: DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (手术准备间)	4.9	4mmPb 铅板 (折合 4mmPb)	3.69E-07	100	4.00E-04
		5#: DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (操作间)	5.97	4mmPb 铅玻璃 (折合 4mmPb)	3.69E-07	100	2.69E-04
		6#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (操作间)	3.4	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板 (折合 3mmPb)	7.93E-06	100	1.78E-02

		7#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处（患者走廊）	3.3	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板（折合 3mmPb）	7.93E-06	100	1.89E-02
		8#: DSA 机房西侧防护门外 30cm 处（患者走廊）	3.62	4mmPb 铅板（折合 4mmPb）	3.69E-07	100	7.32E-04
		9#: DSA 机房北侧防护门外 30cm 处（污物缓冲间）	3.33	4mmPb 铅板（折合 4mmPb）	3.69E-07	100	8.65E-04
		10#: DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处（污物缓冲间）	3.22	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板（折合 3mmPb）	7.93E-06	100	1.99E-02
		11#: DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处（设备间）	3.1	50 方管龙骨做至上层楼板底 +3mmPb 铅板（折合 3mmPb）	7.93E-06	100	2.15E-02
		12#: DSA 机房顶棚上方距地面 1.0m（检验科）	4.9	12cm 混凝土(1.5mmbp) +3mmPb 铅板（折合 4.5mmPb）	7.96E-08	100	8.62E-05

注：原点距散射点距离 d_0 均为 0.4m；射线装置泄漏点到四周关注点的距离由图上量得（未考虑防护墙/轻钢龙骨的厚度），故计算结果保守；上下楼层关注点由计算得出。

根据表 11-3 和表 11-4 的计算结果，将各预测点的辐射剂量率统计于下表。

表 11-5 各预测点位的总辐射剂量率一览表

机房名称	工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
DSA 机房	摄影（100kV，500mA）	1#: DSA 机房东侧防护墙外 30cm（院内道路）	5.29E-03	1.51E+00	1.52E+00
		2#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处（仓库）	2.39E-03	6.81E-01	6.83E-01
		3#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处（手术准备间）	2.52E-03	7.18E-01	7.21E-01
		4#: DSA 机房南侧防护门外 30cm 处（手术准备间）	1.96E-04	5.57E-02	5.59E-02
		5#: DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处（操作间）	1.32E-04	3.75E-02	3.76E-02

		6#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (操作间)	4.98E-03	1.42E+00	1.42E+00
		7#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (患者走廊)	5.29E-03	1.51E+00	1.52E+00
		8#: DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (患者走廊)	3.59E-04	1.02E-01	1.02E-01
		9#: DSA 机房北侧防护门外 30cm 处 (污物缓冲间)	4.25E-04	1.21E-01	1.21E-01
		10#: DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (污物缓冲间)	5.55E-03	1.58E+00	1.59E+00
		11#: DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	5.99E-03	1.71E+00	1.72E+00
		12#: DSA 机房顶棚上方距地面 1.0m (检验科)	5.62E-05	1.59E-02	1.60E-02
	透视 (90kV, 60mA)	1#: DSA 机房东侧防护墙外 30cm (院内道路)	1.05E-03	1.89E-02	2.00E-02
		2#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (仓库)	4.74E-04	8.56E-03	9.03E-03
		3#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (手术准备间)	5.00E-04	9.03E-03	9.53E-03
		4#: DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (手术准备间)	2.21E-05	4.00E-04	4.22E-04
		5#: DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (操作间)	1.49E-05	2.69E-04	2.84E-04
		6#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (操作间)	9.88E-04	1.78E-02	1.88E-02
		7#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (患者走廊)	1.05E-03	1.89E-02	2.00E-02
		8#: DSA 机房西侧防护门外	4.06E-05	7.32E-04	7.73E-04

		30cm 处（患者走廊）			
		9#：DSA 机房北侧防护门外 30cm 处（污物缓冲间）	4.79E-05	8.65E-04	9.13E-04
		10#：DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处（污物缓冲间）	1.10E-03	1.99E-02	2.10E-02
		11#：DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处（设备间）	1.19E-03	2.15E-02	2.27E-02
		12#：DSA 机房顶棚上方距地面 1.0m（检验科）	4.78E-06	8.62E-05	9.10E-05

由上表计算结果可知：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）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的标准限值。

11.2.2 辐射工作人员受照剂量估算

(1) 辐射工作人员受照剂量分析

DSA 机房周围公众、操作台辐射工作人员年有效剂量计算采用联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A 中的计算公式进行估算：

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots \text{公式 11-4}$$

式中：

H_{Er} —X 射线外照射年有效剂量，mSv/a；

H_r —关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T —居留因子；

t —年照射时间，h。

本项目理论预测环境影响分析下各关注点处的年有效剂量估算结果详见下表：

表 11-6 DSA 机房年有效剂量估算结果

机房名称	关注点位置描述	工作模式	总辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h/a)	居留因子	年有效剂量 (mSv)	人员类型
DSA	1#: DSA 机房东侧防护墙外 30cm (院内道路)	摄影	1.52E+00	1.67	1/4	6.35E-04	公众
	2#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (仓库)		6.83E-01		1/8	1.43E-04	职业
	3#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处 (手术准备间)		7.21E-01		1	1.20E-03	职业
	4#: DSA 机房南侧防护门外 30cm 处 (手术准备间)		5.59E-02		1	9.34E-05	职业
	5#: DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处 (操作间)		3.76E-02		1	6.28E-05	职业
	6#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (操作间)		1.42E+00		1	2.37E-03	职业
	7#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (患者走廊)		1.52E+00		1/2	1.27E-03	公众
	8#: DSA 机房西侧防护门外 30cm 处 (患者走廊)		1.02E-01		1/2	8.52E-05	公众
	9#: DSA 机房北侧防护门外 30cm 处 (污物缓冲间)		1.21E-01		1/8	2.53E-05	职业

	10#: DSA 机房北侧 防护墙外 30cm 处 (污物缓冲间)		1.59E+00		1/8	3.32E-04	职业
	11#: DSA 机房北侧 防护墙外 30cm 处 (设备间)		1.72E+00		1/8	3.59E-04	职业
	12#: DSA 机房顶棚 上方距地面 1.0m (检验科)		1.60E-02		1	2.67E-05	公众
	1#: DSA 机房东侧 防护墙外 30cm (院 内道路)	透视	2.00E-02	100	1/4	5.00E-04	公众
	2#: DSA 机房南侧 防护墙外 30cm 处 (仓库)		9.03E-03		1/8	1.13E-04	职业
	3#: DSA 机房南侧 防护墙外 30cm 处 (手术准备间)		9.53E-03		1	9.53E-04	职业
	4#: DSA 机房南侧 防护门外 30cm 处 (手术准备间)		4.22E-04		1	4.22E-05	职业
	5#: DSA 机房西侧 观察窗外 30cm 处 (操作间)		2.84E-04		1	2.84E-05	职业
	6#: DSA 机房西侧 防护墙外 30cm 处 (操作间)		1.88E-02		1	1.88E-03	职业
	7#: DSA 机房西侧 防护墙外 30cm 处 (患者走廊)		2.00E-02		1/2	1.00E-03	公众
	8#: DSA 机房西侧 防护门外 30cm 处 (患者走廊)		7.73E-04		1/2	3.87E-05	公众
	9#: DSA 机房北侧 防护门外 30cm 处 (污物缓冲间)		9.13E-04		1/8	1.14E-05	职业
	10#: DSA 机房北侧 防护墙外 30cm 处 (污物缓冲间)		2.10E-02		1/8	2.63E-04	职业
	11#: DSA 机房北侧 防护墙外 30cm 处 (设备间)		2.27E-02		1/8	2.84E-04	职业
	12#: DSA 机房顶棚 上方距地面 1.0m (检验科)		9.10E-05		1	9.10E-06	公众

对表 11-6 中各关注点在摄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 11-7 摄影和透视模式下各关注点年有效剂量叠加估算结果

机房名称	关注点位置描述	工作模式	年有效剂量 (mSv)	人员类型
DSA	1#: DSA 机房东侧防护墙外 30cm (院内道路)	摄影+透视	1.13E-03	公众
	2#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处(仓库)		2.55E-04	职业
	3#: DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处(手术准备间)		2.16E-03	职业
	4#: DSA 机房南侧防护门外 30cm 处(手术准备间)		1.36E-04	职业
	5#: DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处(操作间)		9.12E-05	职业
	6#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处(操作间)		4.25E-03	职业
	7#: DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处(患者走廊)		2.27E-03	公众
	8#: DSA 机房西侧防护门外 30cm 处(患者走廊)		1.24E-04	公众
	9#: DSA 机房北侧防护门外 30cm 处(污物缓冲间)		3.67E-05	职业
	10#: DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处(污物缓冲间)		5.94E-04	职业
	11#: DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处(设备间)		6.43E-04	职业
	12#: DSA 机房顶棚上方距地面 1.0m (检验科)		3.58E-05	公众

叠加摄影与透视过程所受到的辐射影响，DSA 机房周围公众的年有效剂量最大为 0.0045384mSv (DSA 机房东侧防护墙外 30cm (院内道路) 和 DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 (患者走廊))，满足公众项目约束限值 0.1mSv/a 的要求；操作间辐射工作人员的年有效剂量最大为 0.0042514mSv，满足辐射工作人员项目约束限值 5mSv/a 的要求。

(2) 介入医生及护士年有效剂量估算结果

机房内介入操作人员的外照射辐射年有效剂量计算借鉴《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 给出的公式进行估算：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad \text{..... 公式 11-5}$$

式中：

E—有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特 (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 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特 (mSv)，本次估算通过计算职业人员铅衣内的受照剂量获得；

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

Ho—铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv），本次估算通过计算职业人员铅衣外的受照剂量获得。

经医院核实，手术中，医生如需透视则在室内直接操作曝光（同室），如需摄片（减影）则移步到控制室内（隔室），由控制室技术人员隔室操作曝光。机房内操作曝光透视，室内操作人员所穿戴防护服的防护铅当量相同，其中第一术者距离射线机球管最近，因此以第一术者为代表估算室内操作人员受照射剂量。设备系统自带床旁射线防护帘和悬吊式射线防护屏不少于 0.5mm 铅当量，医生所穿铅服为 0.5mmPb，第一术者胸部位置距离球管为 1m、距离病人（散射点）距离为 0.5m。手术中如需摄片（减影），机房内医护人员均移步到控制室内（隔室），这期间均保持身穿 0.5mmPb 的铅防护服，根据表 11-4 可知摄影模式下控制室内观察窗前辐射剂量率预测值为 $3.76E-02\mu\text{Sv/h}$ ，再考虑 0.5mmPb 铅服的防护后剂量率可降至接近本底水平，与在机房内同时操作过程受照射剂量相比可忽略不计，因此对于医护人员受照射剂量估算只考虑透视模式下室内操作时受到的照射。

经医院核实，本项目使用的数字减影血管造影 X 射线机（DSA）属于非直接荧光屏透视设备。根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76—2020）中“表 B.1X 射线透视设备通用检测项目与技术要求”的要求，非直接荧光屏透视设备在验收检测、状态检测、稳定性检测（六个月一次）等均要求透视防护区检测平面上周围剂量当量率 $\leq 400\mu\text{Sv/h}$ 。该检测条件是：使用 $30\text{cm} \times 30\text{cm} \times 20\text{cm}$ 标准水模模拟人体，DSA 设备和配备的防护设施呈正常使用时的摆放状态，照射方式选择自动亮度控制条件，检测点位示意图 11-1。该透视防护区检测平面上周围剂量当量率 $\leq 400\mu\text{Sv/h}$ 属于设备性能强制性要求，且检测工况及检测条件与正常使用时一致。因此，综上所述可保守使用该 $400\mu\text{Sv/h}$ 剂量率值来代表透视状态下室内工作人员操作区域最大剂量率值（未使用铅服屏蔽）。

术中透视时，采取铅服及 DSA 设备的悬吊式射线防护屏进行防护，它们的防护铅当量均为 0.5mmPb。管电压 90kV 对应铅的衰减拟合参数见表 11-2，则根据公式可得透射因子为 $(2.52E-02)$ 。则根据公式 1， $400\mu\text{Sv/h}$ 剂量率经 0.5mmPb 铅服屏蔽后降为 $10.1\mu\text{Sv/h}$ 。

根据上述结果及相关参数，按公式 11-4 计算：手术医生在 DSA 机房内开展介入手术，则全年受照剂量： $(0.79 \times 10.1 \times 100 + 0.051 \times 400 \times 100) \div 1000 = 2.84$ （mSv）。

综上所述，本项目在机房内操作的工作人员年受照剂量估算值低于职业人员年有效剂量管理约束值（5mSv）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv）的要求。

项目投入运营后，建设单位将规范落实各项辐射安全管理措施，保证同室操作的手术医生将严格执行穿戴铅衣、铅围裙和防护眼镜等个人防护用具。曝光时在保证图像质量的前提下，合理选择曝光条件，尽量减小照射野在曝光期间采用铅屏风进行综合防护，降低X射线的外照射。

DSA 的辐射工作人员认真执行个人剂量计的佩戴规定，手术开展前手术医生应认真落实《职业性外照射个人监测规范》（GB128-2019）的相关规定：介入放射学全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计。同时，建设单位应严格区分内外个人剂量计，避免出现内外个人剂量计带反的情况发生。建设单位辐射安全小组应密切关注手术医生的受照剂量，优化调整介入医生的工作负荷，使辐射工作人员个人剂量小于工作人员的剂量约束值（5mSv/a）。

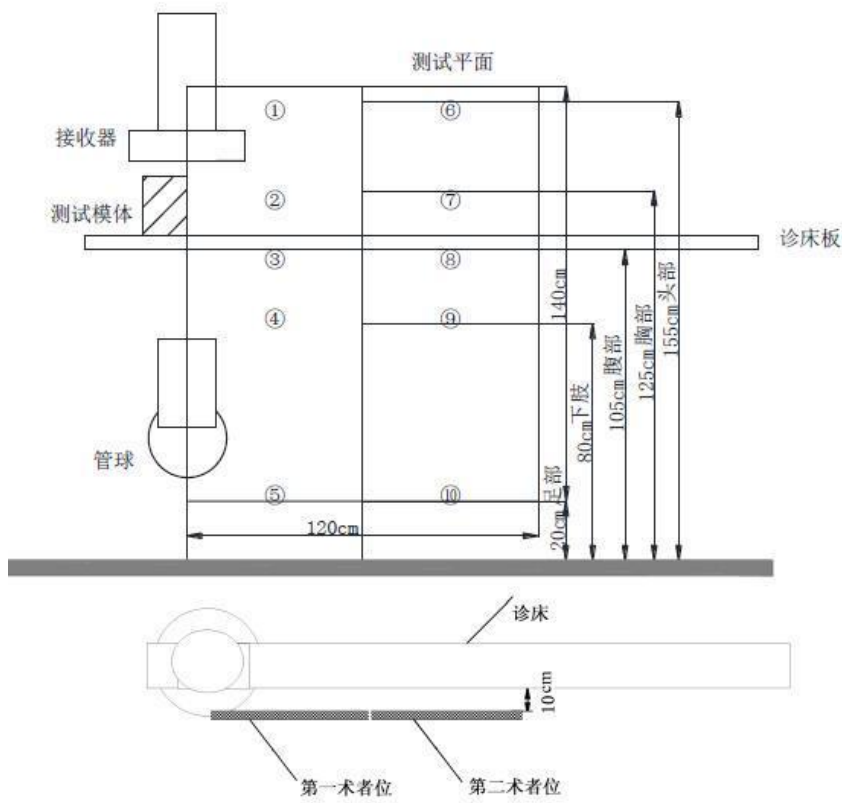


图 11-2 透视防护区检测平面上周围剂量当量率检测点位示意图

综上所述，本项目职业人员与公众所受的年有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于职业照射和公众受照的“剂量限值”要求，同时满足本报告提出的剂量约束值：辐射工作人员有效剂量约束值不超过 5mSv/a，公众有效剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

11.3 事故影响分析

(1) 工作人员或患者家属在防护门关闭后尚未撤离机房。

在机房防护门内和控制室设置人工紧急停机及开门按钮，只要未撤离人员了解该按钮的作用，可避免此类事故的发生。因此，机房内设置此按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。若急停开关失灵，应立即断开主电路，及时将患者移出辐照野，事故后记录下病人已接受的累积剂量。

(2) 射线装置机房警示灯发生故障状况下，人员误入正在运行的机房。

只有当联锁装置或报警系统发生故障情况下，医务人员强行运行治疗机，才可能发生此类事故。因此，医务人员必须严格按照操作程序进行治疗，有效防止事故照射的发生。为避免此类事故的发生，要求工作人员每次上班时首先要检查防护门上的联锁装置和报警系统是否正常。如果系统失灵，应立即修理，恢复正常。

(3) 设备维修工程师在检修期间误开机出束。在维修时应携带个人剂量报警仪，一旦有紧急情况，应及时撤离现场。

(4) 医生未穿戴防护用品进入机房，或穿戴不合格的防护用品，使得医生受到较高剂量的附加照射。医院应加强个人防护意识，进入机房工作时，必须规范穿戴防护用品，定期检查防护性能及更换破损的防护用品。

应对突发辐射事故，医院已制定《辐射事故应急预案》，明确了辐射事故应急工作领导小组，负责突发环境事件的紧急处置和信息报告，做好辐射工作场所和环境的应急监测，将造成或可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治。在发生事故时，应能迅速采取措施，避免扩大事故影响。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

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

苏州市吴中区第二人民医院已开展辐射工作多年，已成立专门的辐射安全管理小组，并以文件形式明确管理人员职责，同时也明确规定了辐射安全管理小组的职责。辐射安全管理小组由院长担任组长，全权负责医院所有核技术项目辐射安全与防护及辐射环境保护工作，满足管理机构的要求。建议建设单位按照相关法律法规的要求，以文件形式补充完善各成员管理职责。

评价认为项目单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足本项目环保管理工作的需求。若辐射安全与环境保护管理机构成员发生变动，建设单位应及时更新、调整管理机构的人员组成。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 规章制度

医院已开展放射诊疗工作多年，已制定一整套完整的辐射安全管理制度，包括《射线装置管理制度》《DSA 室管理制度》《DSA 操作规程》《设备检修维护制度》《辐射防护安全保卫制度》《辐射工作岗位职责》《使用台帐制度》、《职业健康档案管理制度》、《放射防护及工作人员的管理与培训制度》《个人剂量计监测管理制度》等。

医院根据相关要求，制订了适合该医院自主管理的辐射安全管理制度，制度较全面，但不够规范，需要对各项制度进一步完善修订，并在日常工作中落实各项规章制度。

12.2.2 健康管理

医院严格按照国家关于健康管理的规定，为辐射工作人员配备个人剂量计和辐射防护用品，并委托有资质的单位进行个人剂量检测，检测周期不超过 3 个月。还应严格按照国家有关健康管理的规定，做好以下几方面的工作：

对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；对从事辐射工作的工作人员进行个人剂量监测，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。职业健康检查的周期为 1 年~2 年。必要时，可适当增加检查次数。

同时，医院应为放射工作人员保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；在本单位从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也应进行健康体检。

12.2.3 培训情况

明确本项目的培训对象、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。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据《放射性同位素与射线装置安全和管理办法》及《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》，辐射工作人员及辐射安全管理人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。

本项目拟新增 3 名辐射工作人员，医院承诺项目配备的辐射工作人员及辐射防护负责人均进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗，并定期再培训。

建设单位现有 17 名辐射工作人员，所有辐射工作人员均已按要求参加辐射防护知识培训，并取得培训合格证书。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测方案

（1）个人剂量监测

遵循《职业性外照射个人检测规范》（GBZ128-2019）进行。医院已开展辐射工作人员个人剂量监测，辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，定期将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测，频率不超过三个月。医院的辐射安全管理机构应对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，终生保存。

根据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订），在日常检测中发现个人剂量异常的，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、卫生部门调查处理。个人剂量监测由具有法定资质的单位承担，生态环境、卫生部门不得指定监测单位。

（2）工作场所及环境监测

①医院定期（每年 1 次）委托有资质的单位进行年度辐射环境监测，并出具监测报告。

②医院按要求对所有辐射工作场所进行自主监测，以确保屏蔽防护性能的良好。

a. 自主监测的频次：应不少于半年 1 次。

b. 重点监测位置：应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性。

根据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正订），当监测发现异常情况的，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。

此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

建设单位现有的辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计，且个人剂量计每季度送苏州市疾病预防控制中心检测，建设单位每年已委托第三方对其辐射工作场所进行了辐射监测，并将监测结果作为辐射安全和防护年度评估报告的一部分递交至生态环境主管部门，已落实个人剂量监测和工作场所监测工作。

12.3.2 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，包括个人剂量测量报警仪、辐射监测等仪器。

本项目拟新增 1 台辐射巡测仪和 3 台个人剂量报警仪，辐射工作人员均佩戴个人剂量计工作。项目运行后，医院应使用辐射巡测仪定期对机房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。所用仪器须按国家规定进行剂量检定，检测时须按《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）制定检测方案及实施细则执行。

12.4 辐射事故应急

（1）事故处理及应急预案

为了加强对各射线装置的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了较为完善的辐射事故应急处理预案。该应急预案包括：应急机构和职责分工、辐射事故报告、辐射事故应急处理等，其内容较全、措施具体，针对性强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，并定期（每年一次）组织辐射事故应急演练。

（2）风险防范措施

一旦发生放射性安全事故后，应马上采取应急措施，启动应急预案。立即停止治疗作业，将受照人员送去医疗，并将事故情况上报生态环境主管部门、卫生行政部门。事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。医院必须加强管理，杜绝辐射事故的发生。

为了防止出现超剂量照射事故，医院拟使用的射线装置均采取了多种安全防护措施，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示；机房的防护门外近处有醒目的照射状态指示灯和电离辐射警告标志。

正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能启动照射。

当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内向当地生态环境主管部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生主管部门。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

建设单位现有的辐射事故应急预案基本可以满足要求。本项目投入运营后，医院应将本项目纳入医院的辐射管理中，并在以后的实际工作中不断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。苏州市吴中区第二人民医院已开展辐射工作多年，暂未发生过辐射事故。

从事辐射活动能力的评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规的要求，建设单位在本项目运营前应确保具备使用本项目Ⅱ类射线装置的条件，如设置辐射安全管理机构、制定辐射安全管理制度、满足辐射防护的场所、有效的安全防护措施、取得辐射安全防护培训考核证书的人员、有效的防护用品及监测仪器以及人员的个人剂量监测及健康体检等。

结合本项目拟采取的辐射防护措施，对建设单位从事辐射活动能力进行分析评估，并就不足之处提出相应的完善要求，详见下表。

表 12-1 建设单位使用新增射线装置应具备的条件及符合性分析一览表

序号	应具备的条件	拟采取的措施
1	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。	医院设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责医院的辐射安全和防护工作。
2	使用场所必须有相应的屏蔽措施。	本项目 DSA 机房，均采取了符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的屏蔽措施，预测结果表明机房外的剂量率可以满足标准限值要求。
3	①机房内设置有观察窗，观察窗的设置位置可以观察到设备检测状态及防护门的开闭情况。②机房门外设置电离辐射警告标志，机房门上方设置有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示标志，同时在 DSA 样机测试房外部设置防护注意事项告知栏。③机房门设置门机联锁，推拉式机房门设置曝光时关闭机房门的管理措施，DSA 设备工作状态指示灯与机房门进行有效关联。机房内部及控制室设有急停按钮措施。	本项目 DSA 机房均采取了符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。
4	机房内应设置通风系统。	医院 DSA 机房内设置空调和独立的排风系统，射线装置在工作过程中 X 射线电离空气产生的臭氧和氮氧化物通过排风扇排出机房。
5	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。	本项目拟配备的辐射工作人员上岗前参加生态环境部门组织的辐射安全与防护集中考核并取得考核合格证后，方可上岗从事本项目射线装置的使用。
6	从事辐射工作的人员必须开展个人剂量监测。	本项目辐射工作人员均佩戴个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案。
7	从事辐射工作的人员必须开展人员职业健康监护。	本项目辐射工作人员按规定进行岗前、在岗和离岗体检，对于体检结果出现异常的，进行岗位调整，不得安排从事辐射相关工作。
8	配备必要的监测仪器。	拟配备 X-γ 剂量率仪、个人剂量报警仪

		等监测仪器设备。
9	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、放射性同位素和射线装置台账制度、辐射事故应急措施。	项目建成后应制定的辐射安全和防护管理制度包括《辐射防护与安全保卫制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射工作人员职业健康检查管理制度》《辐射工作人员培训及考核管理办法》《放射科岗位职责》《射线装置操作规程》、《设备检修维护制度》以及《辐射事故应急预案》等，可以满足医院日常辐射安全与防护管理的要求。
10	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	本项目竣工验收后，委托有资质的环境监测机构对环境和工作场所周围的辐射水平进行监测。
11	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当加强对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业并报告发放辐射安全许可证的环境保护主管部门（以下简称“发证机关”），经发证机关检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。	本项目完成后，落实对射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，立即停止辐射作业并报告发放辐射安全许可证的苏州市生态环境局，经发证机关检查核实安全隐患消除后，再恢复正常作业。
12	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当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年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	医院承诺每年按照法规要求及时提交年度评估报告。
13	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目公司拟配备4名辐射工作人员，并按要求及时参加辐射安全培训及进行考核，考核合格后上岗。
14	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	本项目辐射工作人员全部佩戴个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案。承诺发现个人剂量监测结果异常的，将立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

通过对照法律法规有关要求与本项目从事辐射活动能力的逐项分析，本项目射线装置机房的屏蔽防护满足辐射防护要求，各种辐射防护与安全措施设计较齐全，在落实以上各项辐射安全和防护措施以及辐射安全管理措施后，将具备使用II类射线装置的综合能力。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 项目选址、布局

苏州市吴中区第二人民医院位于苏州市高新区苏州市吴中区角直镇田肚江路 30 号。本项目射线装置位于医技楼一楼放射科内。根据现场调查分析，本次评价项目 DSA 机房外 50m 范围内为医院建筑、周边道路，评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、其他医务人员、院内病患及周围公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号）和《江苏省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》，本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

本项目射线装置机房与控制室分开，区域划分明确，选址及布局合理。

(2) 辐射安全措施

经对照分析，本项目各射线机房屏蔽设计均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

本项目 DSA 机房均设计有相应的辐射安全装置和保护措施，主要有控制台处设置观察窗；在机房入口处设置工作警示灯，机房门应有工作状态指示灯与机房门联锁等安全设施，警示灯箱处设置警示语句，并在醒目位置张贴“当心电离辐射”以及放射防护注意事项；DSA 机房设有闭门和防挤压装置，机房内外均设置有急停按钮，拟为本项目配备 1 台辐射巡测仪，辐射工作人员均配备个人剂量计；医院拟为 DSA 机房配备铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶颈套、铅悬挂防护屏、床侧防护帘等防护用品，保证满足日常诊疗工作。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

(3) 辐射安全管理

医院按规定已成立专门的辐射安全与防护管理小组，并以文件形式明确管理人员职责，同时也明确规定了辐射安全与防护管理小组的职责。本项目拟配备的辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训，考核合格后方可上岗，同时医院还应安排辐射工作人员定期参加复训。

本项目运行后，建设单位拟配备辐射巡测仪，用于开展辐射工作场所剂量率水平日常监测，还应定期（不少于1次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。辐射工作人员应按国家有关要求佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案，定期进行职业健康体检并建立职业健康档案。

13.1.2 辐射环境现状评价

苏州市吴中区第二人民医院新增1台DSA项目拟建址及其周围环境 γ 辐射剂量率为（57-89）nGy/h范围内，在江苏省室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率水平涨落范围内；室外 γ 辐射剂量率在64nGy/h，在江苏省道路 γ 辐射（空气吸收）剂量率水平涨落范围内。

13.1.3 环境影响分析结论

根据预测估算结果，苏州市吴中区第二人民医院新增1台DSA项目在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，项目投入运行后对职业人员及公众年受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。

13.1.4 “三废”处理处置

DSA机房内的空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员和部分患者产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理；工作人员和病人产生的生活垃圾，分类收集后，将交由环卫部门处理，对周围环境影响较小；本项目介入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废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

13.1.5 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

苏州市吴中区第二人民医院新增1台DSA项目旨在提高诊断治疗水平，更好地解

除病人痛苦、挽救病人生命，提高医疗质量、改善患者就医环境，符合国家卫生事业发展的产业政策。另外，本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类 鼓励类”项目，因此，本项目符合国家产业政策。

（2）实践的正当性分析

苏州市吴中区第二人民医院实施本项目，具有良好的社会效益和经济效益，经落实辐射防护屏蔽设计和安全管理措施后，本项目的建设和运行对受照个人和社会公众所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

综上所述，苏州市吴中区第二人民医院新增 1 台 DSA 项目选址合理，在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议和承诺

（1）加强辐射安全教育培训，增强人员辐射防护意识，杜绝辐射事故发生。

（2）根据医院实际建设和管理情况，细化各项管理制度、安排新增辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。

（3）机房屏蔽施工时，机房电缆线通过低于地坪的“U”型地沟穿墙至操作台，地沟穿墙洞口处采用铅板进行覆盖；观察窗防护铅玻璃内嵌到防护墙内并在四周用铅皮进行包裹，机房门与墙、窗与墙之间的重叠应大于相关缝隙的 10 倍。进风和排风管道应采用 Z 型穿墙，做好铅板防护。

（4）严格按照辐射防护施工作业执行，砌砖时务必做到灰浆饱满不留缝隙，为保证硫酸钡涂抹的均匀性，必须对墙面进行清理，清除表面颗粒及疏松的附着物；表面细小的孔洞、凹陷、缝隙须用水泥浆补平。。

（5）项目建成后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

本项目“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	验收要求	投资（万元）
辐射安全管理机构	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者指派 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。	医院设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责医院的辐射安全和防护工作。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：DSA、DSA2 及 ERCP 机房四侧墙体采用实心砖+硫酸钡防护涂料、顶部采用混凝土+铅板、地板采用混凝土+硫酸钡涂料进行辐射防护，DSA3、DSA4 机房四侧墙体采用轻钢龙骨+铅板、顶部采用混凝土+铅板、地板采用混凝土+硫酸钡涂料进行辐射防护，各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗进行辐射防护。详见表 10-2。	机房表面外 30cm 处辐射剂量率不超过 2.5μSv/h。辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	270
	安全措施：机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志，防护大门上方设置工作状态指示灯；DSA 机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮；DSA 机房内设置动力通风装置。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求。	
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后方可上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。	定期投入（每 4 年）
	辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（一季度 1 次）送有资质单位进行监测，建立个人剂量监测档案。	按要求佩戴、送检，不超过三个月。	每年投入
	辐射工作人员定期（不超过 1 次/2 年）职业健康体检，建立职业健康监护档案。	定期体检并建立职业健康监护档案。	每年投入
监测仪器和防护用品	医院拟为本项目配备 1 台辐射巡测仪；为医护人员提供铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏；为受检者提供铅橡胶胸腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套。	满足工作场所日常监测要求及防护要求。	30
辐射安全管理制度	针对本项目制定相关辐射安全管理制度，主要包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等，并在实际工作中不断对其进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。	满足《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。	/
合计	/	/	300

以上措施必须在项目运行前落实。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:	
	公 章
经办人	年 月 日

审批意见:	
	公 章
经办人	年 月 日