

核技术利用建设项目

江苏晋陵医疗投资管理有限公司

新建 1 台 DSA 项目

环境影响报告表

江苏晋陵医疗投资管理有限公司（公章）



2025 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏晋陵医疗投资管理有限公司

新建 1 台 DSA 项目

环境影响报告表

建设单位名称：江苏晋陵医疗投资管理有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：_____

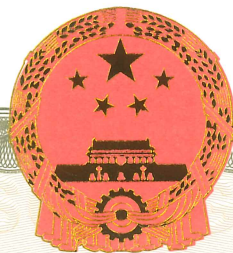
通讯地址：常州市天宁区龙锦路 720 号

邮政编码：213000 联系人：_____

电子邮箱：/ 联系电话：_____

编制单位和编制人员情况表

项目编号	qcf13g		
建设项目名称	江苏晋陵医疗投资管理有限公司新建1台DSA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）	江苏晋陵医疗投资管理有限公司		
统一社会信用代码	91320411MA1ME48N5Y		
法定代表人（签章）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	江苏龙环环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91320411354958638D		
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
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
	环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议		
	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、保护目标与评价标准		



编号 320407666202403140360

统一社会信用代码

91320411354958638D (1/1)

营业执照

(副本)



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息。

名称 江苏龙环环境科技有限公司

注册资本 3000万元整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2015年09月14日

法定代表人 尹勇

住所 常州市新北区新桥街道新桥商业广场1幢1701室

经营范围 环保领域内的技术开发、技术咨询；环境影响评价；污染防治工程的设计、安装、施工（危险废物处置项目除外）；环境监理；环境规划；污染场地调查及修复咨询；污染防治设备及仪器的销售。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）
许可项目：检验检测服务；建筑劳务分包（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）
一般项目：固体废物治理；土壤污染治理与修复服务；水利相关咨询服务；水土流失防治服务；水污染防治服务（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

登记机关



2024 年 03 月 14 日



持证人签名:

Signature of the Bearer

管理号:
File No.

姓名:

Full Name

性别:

Sex

出生年月:

Date of Birth

专业类别:

Professional Type

批准日期:

Approval Date

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2015 年 08 月 23 日

Issued on



江苏省社会保险权益记录单

(参保单位)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称：江苏龙环环境科技有限公司

现参保地：新北区

统一社会信用代码：91320411354958638D

查询时间：202502-202504

共1页，第1页

单位参保险种		养老保险	工伤保险	失业保险
缴费总人数		163	163	163
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			202502 - 202504	3

说明：

- 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
- 本权益单为打印时参保情况。
- 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
- 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）。



江苏晋陵医疗投资管理有限公司

新建 1 台 DSA 项目环评工程师照片

医院门口：



DSA 手术室:



工程师签字:

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	10
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	17
表 9 项目工程分析与源项	23
表 10 辐射安全与防护	23
表 11 环境影响分析	38
表 12 辐射安全管理	53
表 13 结论与建议	58
表 14 审批	62
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表	63

附图：

附图 1 本项目地理位置图

附图 2 本项目周围环境示意图及院区平面布置图

附图 3 本项目所在住院楼 3 楼改造前平面布置图

附图 4-1 本项目所在住院楼 3 楼改造后辐射工作场所平面布置图

附图 4-2 本项目 DSA 手术室拟建址所在楼层楼下平面布局图

附图 4-3 本项目 DSA 手术室拟建址所在楼层楼上平面布局图

附图 5 本项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系图

附图 6 本项目与常州市生态空间保护区域相对位置关系图

附图 7 工程师现场踏勘照片

附件：

附件 1 委托书

附件 2 本项目数字减影血管造影 X 射线机(DSA)采购合同

附件 3 营业执照

附件 4 不动产权证书

附件 5 屏蔽方案承诺书

附件 6-1 本项目 DSA 工况说明及人员配置、工作负荷说明

附件 6-2 本项目 DSA 操作手册节选

附件 7 医院改扩建工程环境影响报告表批复

附件 8 本项目检测报告及资质

附件 9 本项目 DSA 手术室硫酸钡水泥砂浆情况说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		江苏晋陵医疗投资管理有限公司新建 1 台 DSA 项目			
建设单位		江苏晋陵医疗投资管理有限公司			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		常州市天宁区龙锦路 720 号			
建设项目地点		常州市天宁区天宁街道博爱路 26 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		800	项目环保 投资 (万元)	55	投资比例(环保 投资/总投资)
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²)
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类 (医疗使用) ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封 放射性 物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装 置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			

项目概述:

1. 建设单位基本情况、项目建设规模和任务由来

江苏晋陵医疗投资管理有限公司注册地位于常州市天宁区龙锦路 720 号,法定代表人为蒋盈艳,主要开展医疗服务。经营范围包括医院投资管理;企业管理服务;实业投资;健康信息咨询;投资咨询(除证券、期货类咨询);医疗、计算机及网络科

技专业领域内的技术开发、技术咨询、技术服务以及技术转让；企业形象策划；养老服务；医疗器械（除三类）的销售；境内劳务派遣；以服务外包形式提供企业管理服务；机械设备的租赁。许可项目：第三类医疗器械经营。一般项目：医疗设备租赁。

江苏晋陵医疗投资管理有限公司投资 78400 万元将原妇幼保健院老院区地块改造建设为集康复、养老和医疗为一体的综合性康养医院。规划总用地面积约 19570 平方米；总建筑面积为 69415.5 平方米，规划建设拥有病床床位 412 张。根据功能需求，保留原 2#楼，并将原 2#楼改造为住院楼（最高 12F）；将原门诊楼、医技楼、康养楼拆除后，原址新建成综合楼（最高 5F），后勤办公楼（最高 4F），医疗辅助用房（1F），污水处理站（1F），同步建设地下室、连廊等，配套实施水、电、气等基础设施，并对室外景观绿化、道路场地等进行改造。本项目已于 2024 年 7 月 5 日取得常州市生态环境局《关于江苏晋陵医疗投资管理有限公司晋陵康复医院改扩建工程环境影响报告表的批复》（常天环审[2024]28 号）（相关文件见附件 7），目前正在建设中。

为完善医疗卫生条件和医疗环境设施，促进医院结构完善和当地卫生事业发展，江苏晋陵医疗投资管理有限公司拟将住院楼 3 楼西北部区域进行改造，拟建设 1 间 DSA 手术室、设备间和控制室（见附图 4-1），用于放射诊断及介入治疗。改造前此区域为 ICU、储藏室、洗手间（见附图 3），将原有区域内墙体全部拆除后进行墙体分隔、防护工程建设和电气设备安装，拟在 DSA 手术室内安装 1 台 DSA，厂家为 SIEMENS，型号为 Artis zee III ceiling，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，用于开展放射诊断和介入治疗。

建设单位拟为本项目配备 6 名辐射工作人员（3 名医师、2 名护士和 1 名技师），预计年工作量最大为 300 台手术（涉及脑血管、心血管等手术类型）。本项目辐射工作人员每年工作 250 天，实行白班单班制。

本项目为江苏晋陵医疗投资管理有限公司首次开展核技术利用项目，本项目核技术利用项目详见下表。

表 1-1 本项目核技术利用情况一览表

射线装置						
序号	装置名称、厂家、型号	数量	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	类别	工作场所
1	DSA (SIEMENS Artis zee III ceiling)	1	125	1000	II	住院楼三楼 DSA 手术室

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，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“172 核技术利用建设项目”中“使用Ⅱ类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。受江苏晋陵医疗投资管理有限公司委托，江苏龙环环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、评价分析，编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，本项目数字减影血管造影 X 射线机(DSA)采购合同见附件 2。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏晋陵医疗投资管理有限公司建设的一所综合性康养医院（晋陵康复医院）位于常州市天宁区天宁街道博爱路26号。医院东侧隔常面路为和平里、小季家村和武进纺工大楼；南侧隔博爱路为奥博大厦和民航大厦；西侧为博爱小学，天宇环卫大楼；北侧为丽景花园。院区主体建筑有综合楼（最高5F），住院楼（最高12F），后勤办公楼（最高4F），医疗辅助用房（1F），污水处理站（1F）等。本项目评价范围内涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区，即以文化教育、行政办公和居住为主要功能的区域，即常州市博爱小学（小部分教学楼、运动场及学院道路）、天宇环卫大楼（常州市天宁区环境卫生管理处）、丽景花园（小区道路及绿化）。本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图及院区平面布置图见附图2。

本项目DSA位于住院楼三楼DSA手术室，住院楼东侧隔连廊为后勤办公楼，南侧隔院区道路为液氧罐和综合楼，西侧为院区道路，北侧隔院区道路为医疗辅助用房、污水处理站和可移动岗亭。本项目DSA手术室拟建址周围50m范围内涉及院区内①综合楼，②住院楼，③医疗辅助用房，④污水处理站，⑤院区道路及绿化，⑥液氧罐，⑦可移动岗亭；另涉及院区外⑧常州市博爱小学（小部分教学楼、运动场及学院道路）；⑨天宇环卫大楼（常州市天宁区环境卫生管理处）；⑩公共道路；⑪丽景花园（小区道路及绿化）。本项目环境保护目标主要为本项目辐射工作人员以及以上场所内周围公众。

江苏晋陵医疗投资管理有限公司拟将原ICU改造为DSA手术室，将原ICU部分区

域、储藏室和洗手间改造为设备间和控制室。本项目DSA手术室东侧为设备间和控制室，南侧为走廊和洁净走廊，西侧为护工休息室，北侧为空调外机及半空，楼上为设备层，楼下为实验室兼避难间、储血室、缓冲间、预留房间和收发血室。本项目所在住院楼3楼改造前平面布置图见附图3，本项目所在住院楼3楼改造后辐射工作场所平面布置图见附图4-1，本项目DSA手术室拟建址所在楼层楼下平面布局图见附图4-2，本项目DSA手术室拟建址所在楼层楼上平面布局图见附图4-3。

3. 原有核技术利用项目许可情况

本项目为江苏晋陵医疗投资管理有限公司首次开展核技术利用项目。

4. 选址合理性分析

本项目将DSA手术室选址于住院楼三楼西北部，主要基于以下逻辑考量：首先，医院现有手术区域集中分布于住院楼三楼，选址同层便于实现医疗资源的统一管理和协调运作，同时有利于缩短患者转运距离，提升诊疗效率。其次，住院楼作为改造建筑，其三楼东部区域需保留原有更衣室、值班室等必要功能用房，因此西部成为可利用空间中的优选方案。再者，选址过程中对西南部方案进行比选时发现，该方位会使项目评价范围覆盖更大面积的常州市博爱小学，而选取西北部能最大限度缩小了评价范围中对常州市博爱小学的涵盖面积。综合功能布局合理性、既有建筑改造限制及环境敏感区规避等多维度因素，最终确定住院楼三楼西北部为本项目DSA手术室最优选址方案。

对照《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）和《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），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、江苏省生态空间管控区域。

对照《江苏省人民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）和《关于印发常州市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（常环〔2020〕95号），本项目的建设符合江苏省和常州市“三线一单”（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）要求。本项目选址是合理的。

5. 实践正当性

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，在医学诊断、治疗方面有其他

技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起到了十分重要的作用，该项目符合常州市医疗服务需要。在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，对周围环境、职业人员或公众影响较小。因此在考虑了社会、经济及其他综合因素后，能够认为本项目为受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）4.3.1.1 对于“实践的正当性”的要求。

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)	年最大操作量 (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	厂家、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	SIEMENS Artis zee III ceiling	125	1000	放射诊断/介入治疗	住院楼三楼 DSA 手术室	新建
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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）。

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	经过排风系统最终进入大气，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。
医疗废物	固态	/	/	/	药棉（约 150kg/a）、纱布（约 200kg/a）、手套（约 100kg/a）、含有废弃造影剂的输液瓶（约 200kg/a）、导管（约 100kg/a）	/	暂存在院区医疗废物暂存间	采用专用容器集中收集后按照医疗废物执行转移联单制度，委托有资质的单位定期处置。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m^3)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》（2014年修订本），中华人民共和国主席令第9号，自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年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自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》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订本），中华人民共和国2020年主席令第43号，自2020年9月1日起施行 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1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年修正本），中华人民共和国生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 7) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行； 8) 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，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行； 9) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 10) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行； 11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 12) 《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》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行； 13) 《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，自2018年6月9日起施行；
------	---

	14) 《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，自2020年1月8日起施行； 15) 《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，自2020年6月21日起施行； 16) 《关于印发常州市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（常环〔2020〕95号），2020年12月印发； 17) 《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日印发； 18) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行）； 19) 《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》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行； 20) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号，自2021年3月15日起施行； 21) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行； 22) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行。
技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； 3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 7) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 8) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）。

其他	附图： 附图 1 本项目地理位置图 附图 2 本项目周围环境示意图及院区平面布置图 附图 3 本项目所在住院楼 3 楼改造前平面布置图 附图 4-1 本项目所在住院楼 3 楼改造后辐射工作场所平面布置图 附图 4-2 本项目 DSA 手术室拟建址所在楼层楼下平面布局图 附图 4-3 本项目 DSA 手术室拟建址所在楼层楼上平面布局图 附图 5 本项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系图 附图 6 本项目与常州市生态空间保护区域相对位置关系图 附图 7 工程师现场踏勘照片 附件： 附件 1 委托书 附件 2 本项目数字减影血管造影 X 射线机(DSA)采购合同 附件 3 营业执照 附件 4 不动产权证书 附件 5 屏蔽方案承诺书 附件 6-1 本项目 DSA 工况说明及人员配置、工作负荷说明 附件 6-2 本项目 DSA 操作手册节选 附件 7 医院改扩建工程环境影响报告表批复 附件 8 本项目检测报告及资质 附件 9 本项目 DSA 手术室硫酸钡水泥砂浆情况说明
----	---

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 本项目为使用II类射线装置项目，根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“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”相关规定，结合本项目特点，确定本项目评价范围为本项目 DSA 手术室屏蔽体外 50m 区域，具体 50m 范围区域见附图 2。
保护目标 本项目建设地点位于常州市天宁区天宁街道博爱路26号。本项目DSA手术室边界外周围50m范围内环境保护目标为： 1、本项目 DSA 相关工作的辐射工作人员； 2、本项目场所周围 50m 内的周围公众。 本项目评价范围内涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区，即以文化教育、行政办公和居住为主要功能的区域，即常州市博爱小学（小部分教学楼、运动场及学院道路）、天宇环卫大楼（常州市天宁区环境卫生管理处）、丽景花园（小区道路及绿化）。 对照《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）、《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）、《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）、《关于印发常州市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（常环〔2020〕95号）后可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域。 本项目的建设符合江苏省和常州市“三线一单”（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）要求。 根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

表7-1 本项目环境保护目标情况一览表			
名称及保护对象	方位与最近距离 (手术室边界)	规模	剂量约束值 (mSv/a)
DSA手术室及辅房	/	6名辐射工作人员 (医师/技师/护士)	辐射工作人员 5.0
住院楼	东侧、南侧、西侧、北侧、 楼上、楼下紧邻(所在建筑)	约400人	公众 0.1
综合楼	东南侧约48m	约10人	
院区道路及绿化	南侧、西侧、北侧紧邻	流动人员	
液氧罐	南侧约37m	流动人员	
常州市博爱小学	西侧约18m	约50人	
公共道路	西北侧约25m	流动人员	
可移动岗亭	西北侧约27m	约1人	
天宇环卫大楼	西北侧约39m	约5人	
污水处理站	北侧约22m	流动人员	
医疗辅助用房	东北侧约46m	约2人	
丽景花园	北侧约49m	流动人员	

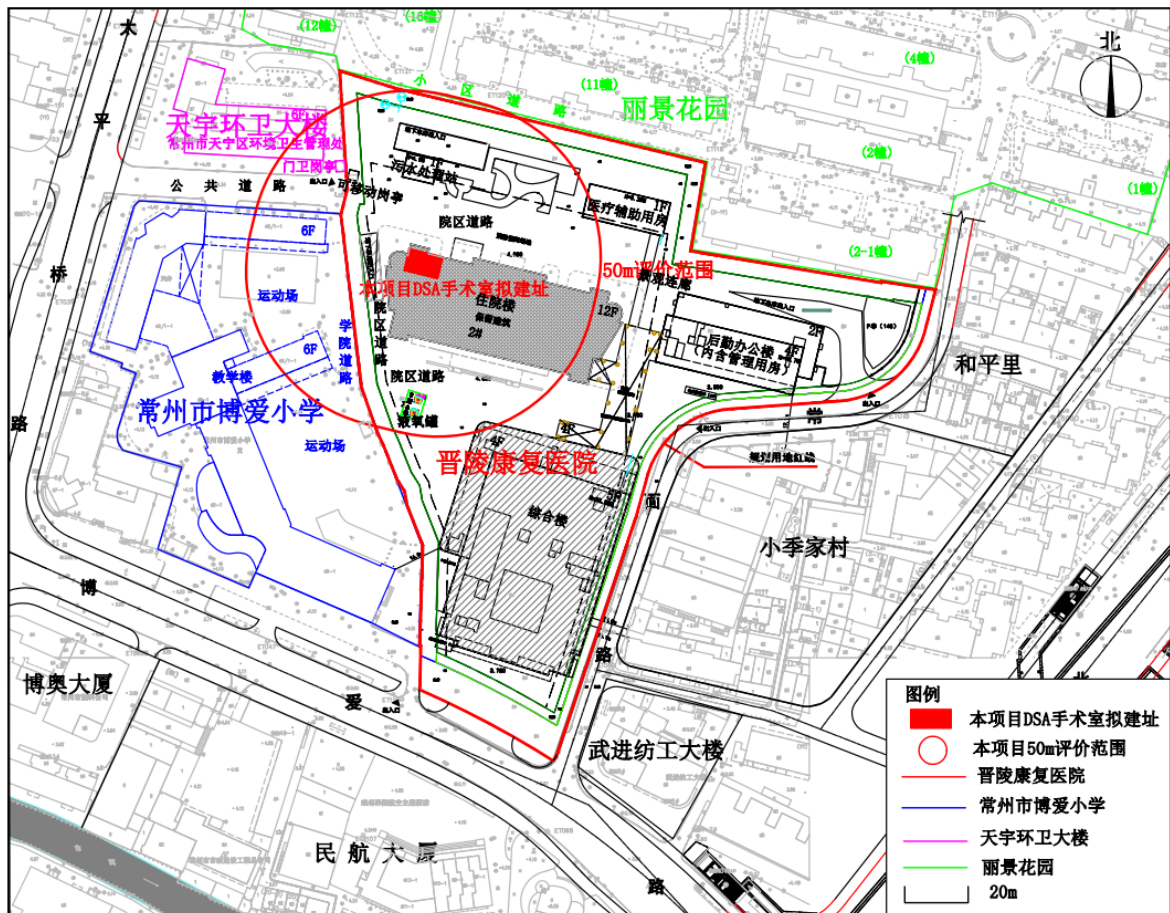


图 7-1 本项目辐射环境评价范围及环境保护目标图

评价标准**1) 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:**

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中个人剂量限值,如下表:

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

类别	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。

2) 剂量约束值:

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“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~0.3mSv)的范围之内。”职业人员按年剂量限值1/4取值, 公众按照其年剂量限值的1/10取值, 本项目剂量约束值如下:

A)职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a;

B)公众照射的年剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

3) 关注点处周围剂量当量率参考控制水平:

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020):

6.3.1 机房辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:

a)具有透视功能的X射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5μSv/h; 测量时, X射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

本项目DSA手术室屏蔽体外周围剂量当量率参考控制水平: DSA手术室及防护门表面外30cm处剂量率不超过2.5μSv/h。

4) 辐射工作场所的分区

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002), 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。

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。

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。

5) 辐射环境质量现状检测评价参考值

《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 7-3 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

项目	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

现状评价时，取测值范围数值：即原野为（33.1~72.6）nGy/h；道路为（18.1~102.3）nGy/h；室内为（50.7~129.4）nGy/h”；表中数据已扣除宇响。

参考资料

- 1) 《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编；
- 2) 《放射医学中的辐射防护》（Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010）。

表 8 环境质量和辐射现状

项目地理和场所位置

江苏晋陵医疗投资管理有限公司建设的一所综合性康养医院（晋陵康复医院）位于常州市天宁区天宁街道博爱路26号。医院东侧隔常面路为和平里、小季家村和武进纺工大楼；南侧隔博爱路为奥博大厦和民航大厦；西侧为博爱小学，天宇环卫大楼；北侧为丽景花园。院区主体建筑有综合楼（最高5F），住院楼（最高12F），后勤办公楼（最高4F），医疗辅助用房（1F），污水处理站（1F）等。

本项目DSA位于住院楼三楼DSA手术室，住院楼东侧隔连廊为后勤办公楼，南侧隔院区道路为液氧罐和综合楼，西侧为院区道路，北侧隔院区道路为医疗辅助用房、污水处理站和可移动岗亭。

江苏晋陵医疗投资管理有限公司拟将原 ICU 改造为 DSA 手术室，将原 ICU 部分区域、储藏室和洗手间改造为设备间和控制室。本项目 DSA 手术室东侧为设备间和控制室，南侧为走廊和洁净走廊，西侧为护工休息室，北侧为空调外机及半空，楼上为设备层，楼下为实验室兼避难间、储血室、缓冲间、预留房间和收发血室。

本项目 DSA 手术室拟建址周围 50m 范围内涉及院区内①综合楼，②住院楼，③医疗辅助用房，④污水处理站，⑤院区道路及绿化，⑥液氧罐，⑦可移动岗亭；另涉及院区外⑧常州市博爱小学（小部分教学楼、运动场及学院道路）；⑨天宇环卫大楼（常州市天宁区环境卫生管理处）；⑩公共道路；⑪丽景花园（小区道路及绿化）。本项目环境保护目标主要为本项目辐射工作人员以及以上场所内周围公众。



本项目 DSA 手术室拟建址

本项目 DSA 手术室控制室拟建址	本项目 DSA 手术室设备间拟建址
DSA 手术室拟建址南侧走廊	DSA 手术室拟建址楼上设备层（三层半）
DSA 手术室拟建址楼下实验室兼避难间、储血室、缓冲间、预留房间和收发血室	

	综合楼 院区道路
本项目所在大楼(住院楼)	综合楼
天宇环卫大楼 丽景花园 污水处理站拟建址	
污水处理站拟建址	常州市博爱小学
	
常州市博爱小学	
	
公共道路	天宇环卫大楼



图 8-1 本项目周围环境现状照片

1. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目 DSA 手术室拟建址周围辐射环境。
- 监测因子：本项目 DSA 手术室拟建址周围环境 γ 辐射剂量率。
- 监测点位：本项目 DSA 手术室拟建址周围布设 γ 辐射剂量率监测点位，分别位于本项目 DSA 手术室拟建址周围及保护目标处。

2. 监测方案、质量保证措施

●监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在本项目拟建址周围布设监测点位，对本项目拟建址周围环境辐射水平进行检测。

●质量保证措施：江苏睿源环境科技有限公司已通过检验检测机构资质认定，合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性，同时满足相关标准要求。检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和公司《质量体系文件》的要求，实施全过程质量控制。检测人员均经过考核并持有合格证书，检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核制度，检测时仪器使用前后检查是否正常。

3. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：X- γ 辐射监测仪 BG9512P（仪器编号：RY-J018）

仪器测量范围：10nGy/h~200 μ Gy/h

仪器能量响应范围：主机：48keV~1.5MeV；外置探头：25keV~3MeV

校准有效期：2024.2.23-2025.2.22

监测日期：2025 年 2 月 13 日

环境条件：天气晴、温度 6℃、湿度 55%

评价方法：参考表 7-3 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目 DSA 手术室拟建址天然 γ 辐射水平监测结果见表 8-1（报告见附件 8），监测布点示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目拟建址周围天然 γ 辐射水平

测点号	点位描述		检测结果（nGy/h）	备注
1	DSA 手术室拟建址	中部	66	楼房（室内）
2		东侧	63	楼房（室内）
3		南侧	64	楼房（室内）
4		西侧	62	楼房（室内）
5		北侧	64	楼房（室内）
6	DSA 手术室拟建址楼上设备层		61	楼房（室内）
7	DSA 手术室拟建址楼下实验室兼避难间		64	楼房（室内）
8	液氧罐拟建址		53	道路

9	综合楼西北部	60	楼房（室内）
10	住院楼北侧院区道路	65	道路
11	可移动岗亭东侧	62	道路
12	常州市博爱小学东侧	60	道路
13	公共道路	62	道路
14	天宇环卫大楼东南部	83	楼房（室内）
15	丽景花园南部小区道路	85	道路

注：*已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为11nGy/h）
*BG9512P 型 X-γ 辐射监测仪直接读数单位为 nGy/h。建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。

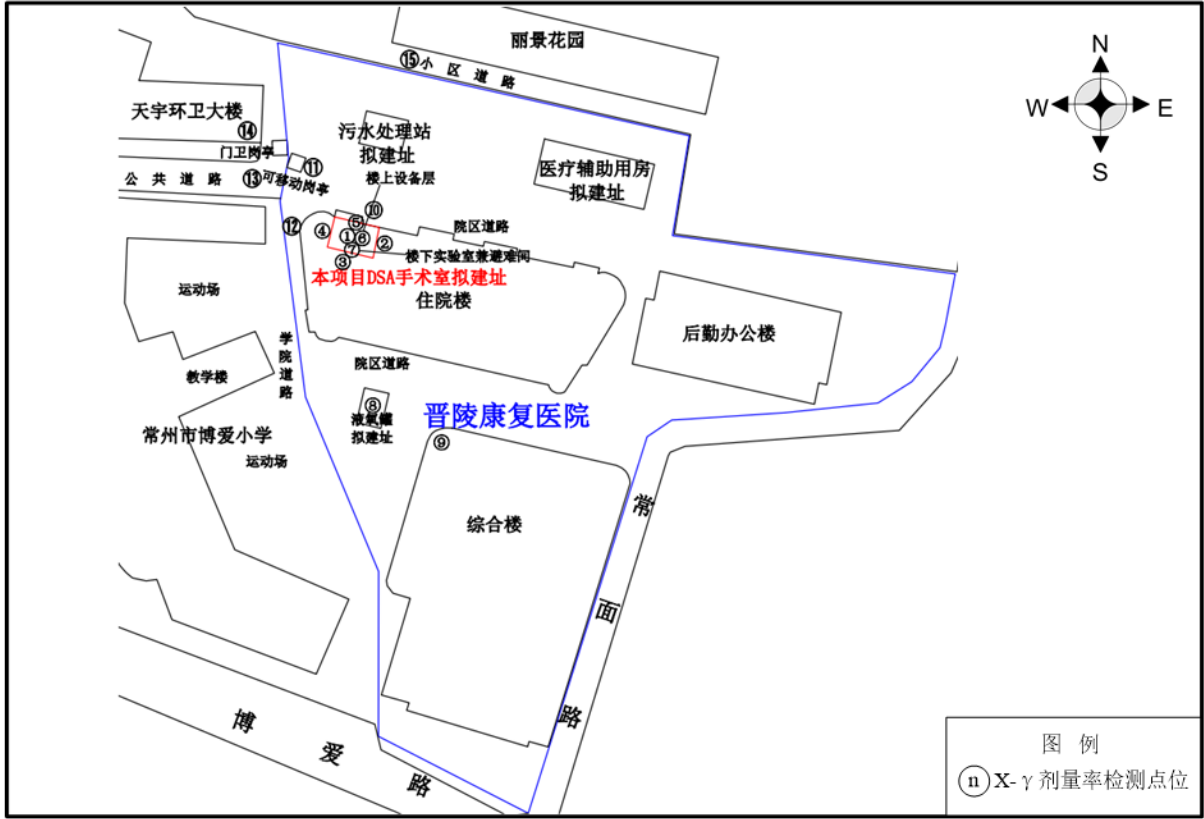


图 8-2 本项目监测布点示意图

根据表 8-1 的监测结果可知，江苏晋陵医疗投资管理有限公司本项目 DSA 手术室拟建址周围 γ 辐射剂量率在（53~85）nGy/h 范围内，其中室内环境辐射剂量率在（60~83）nGy/h 范围内，处于江苏省室内天然 γ 辐射剂量率范围内；道路环境辐射剂量率为（53~85）nGy/h，处于江苏省道路天然 γ 辐射剂量率范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.工程设备

DSA由高压发生器、球管、C形臂、平板探测器或影像增强器、缩光器、图像处理系统、控制台、显示器支架、显示器、X射线剂量记录设备、定位装置组成。

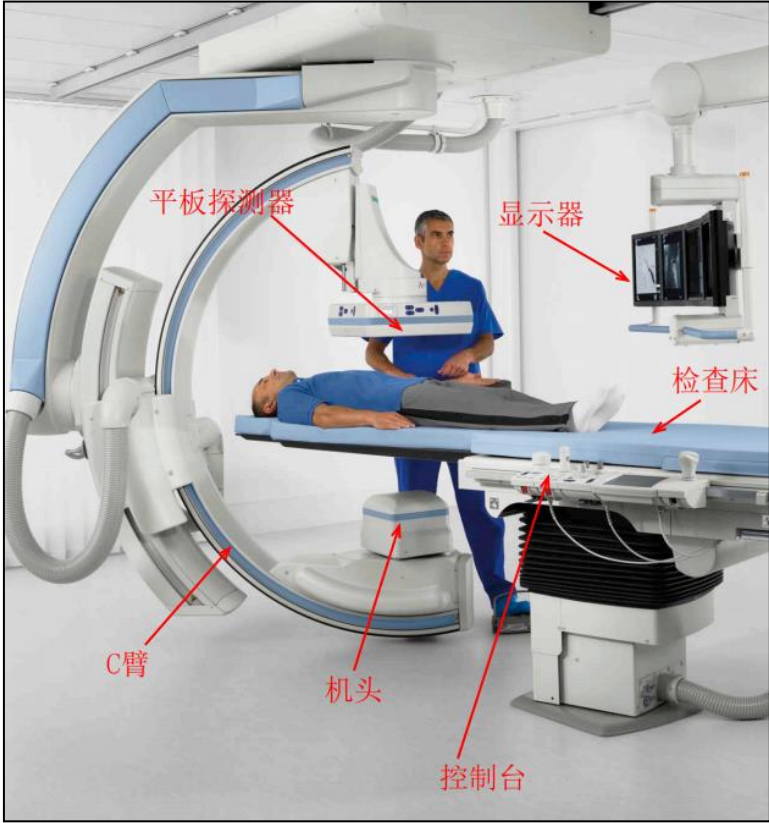


图9-1 厂家该型号装置实物示例图

江苏晋陵医疗投资管理有限公司将本项目DSA安装位置为住院楼三楼DSA手术室内，安装方式为悬吊式，手术床方向按照东西向进行摆放。同时根据厂家提供的《SIEMENS Artis zee III ceiling操作手册》（节选见附件6-2）可以得到本项目DSA的部分设备参数，见表9-1。

表9-1 设备参数

部件名称	系统说明
平板探测器	平板类型：非晶硅整板非拼接
高频高压发生装置	kV范围：40~125kV mA范围：1~1000mA
辐射野	最大48cm×48cm 最小11mm×11mm
滤过	固有滤过：≥2.5mmAl
焦皮距	与建设单位核实，常用为0.5m

根据NCRP第147号报告《针对医用X射线影像设备的结构防护设计》4.1.6.2预屏蔽(p43-p45)“Dixon(1994)和Dixon and Simpkin(1998)的研究成果表明：为了较好地校正主射线所使用的X射线胶片暗盒、栅格、诊断床以及壁挂式暗盒支撑架显著地削弱了入射到上述屏蔽的主射线辐射强度。这种影像硬件的削弱能力可以用屏蔽材料的铅当量来展现。以上预屏蔽材料的等效铅当量厚度被认定为 X_{pre} 。表4.6提供了针对诊断床、暗盒支撑架或栅格和暗盒相应 X_{pre} 的最小的等效铅当量值。”由NCRP第147号报告表4.6可知，射线装置自身硬件设施等效铅当量为0.85mm。

2.工艺分析

2.1 DSA 工作原理

数字减影血管造影技术（简称DSA）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透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在X射线照射下会显影）后的血管造影X射线荧光图像，分别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，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血液动力学的改变，因此进行介入手术时更为安全。数字X线系统原理图见下图。

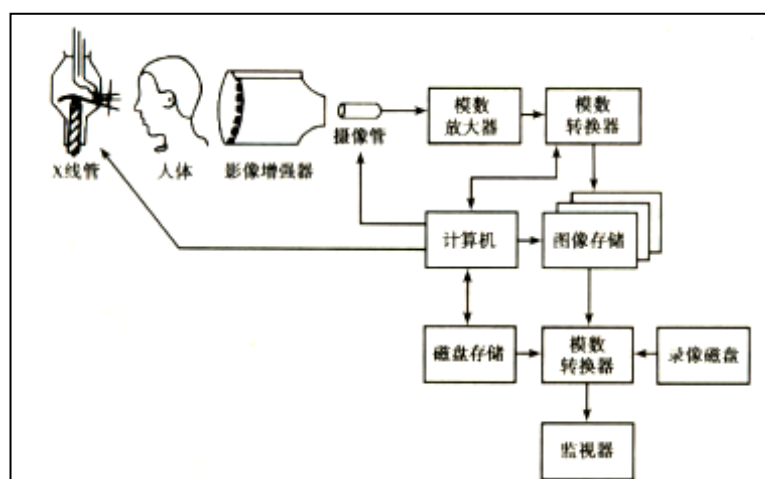


图 9-2 数字 X 线系统原理图

2.2 综合介入诊疗手术原理

综合介入诊疗手术分为一至四级手术，以常见的经颈静脉肝内门体分流术（TIPS）为例，TIPS 手术它的原理是采用特殊的介入治疗器械，在 DSA 引导下经右侧颈静脉进行穿刺，建立肝内位于肝静脉及门静脉主要分支之间的人工分流通道，并与金属内支架维持其永久性的通畅。DSA 的引导作用：

1、**穿刺导航。**颈静脉穿刺后，全程通过 DSA 影像指导，引导肝静脉造影，明确血管解剖结构及穿刺点位。

2、**精准定位。**实时监测穿刺针角度调整，确保针尖指向门脉主支方向；造影剂注射后通过 DSA 确认门静脉穿刺成功。

3、**动态监测。**全程可视化球囊导管扩张肝内穿刺道过程（监测血管壁凹迹变化）；引导支架精准释放。

4、**效果评估。**术后即时评估分流道通畅性，实时监测门脉压力变化。

2.3 工作流程及产污环节

本项目介入诊疗流程如下所示：

1、病人候诊、准备、检查：由主管医师写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

2、向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医师向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。

3、设置参数，病人进入 DSA 手术室、摆位：根据不同手术或检查方案，设置射线装置的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入 DSA 手术室并进行摆位。

（1）**DSA 检查：**在 DSA 手术室内为患者注入造影剂，完成造影剂注入后，医生退出手术室，检查部位显影后，技师通过操作台对病人进行摄影，得到患者病灶部位清晰影像资料，进行摄影机造影储存，完成 DSA 检查；

产污：DSA 出束过程中将产生 X 射线；X 射线电离空气产生臭氧和氮氧化物。

（2）**DSA 手术：**根据不同的治疗方案，在 DSA 手术室内为患者注入造影剂，完成造影剂注入后，医生退出手术室，检查部位显影后，技师通过操作台对病人进行摄影，得到患者病灶部位病变情况，医生和护士进入 DSA 手术室内密切配合对患者病灶部位

进行相应的介入治疗，完成介入手术。

产污： DSA 出束过程中将产生 X 射线；X 射线电离空气产生臭氧和氮氧化物。

4、诊疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回。

产污： 诊疗过程中的耗材（药棉、纱布、手套、含有废弃造影剂的输液瓶、导管）将转化为医疗废物，由清洁人员运走集中暂存。

本项目一般 DSA 设备工作流程及产污环节如下图：

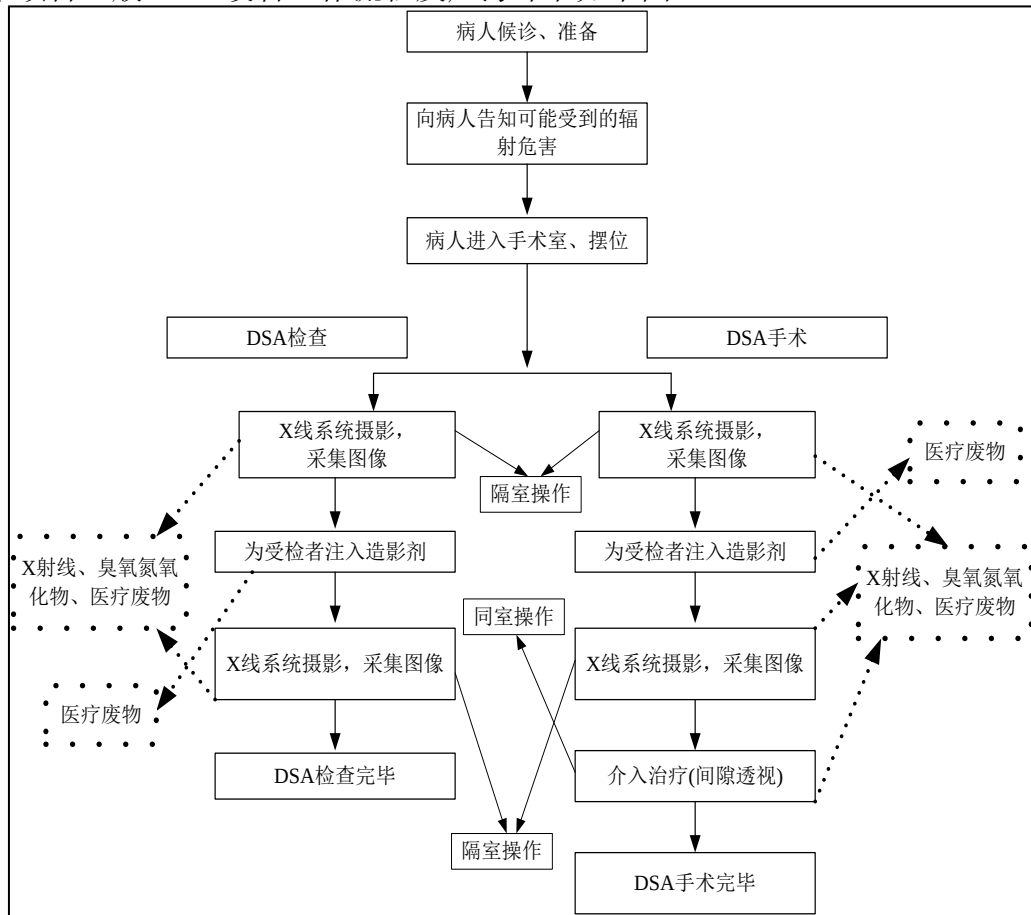


图9-3 本项目DSA设备工作流程及产污环节示意图

DSA 设备在进行曝光时分两种情况：

第一种情况（摄影）：技师采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医师通过铅玻璃观察窗观察 DSA 手术室内病人情况，并通过对讲与病人交流。

第二种情况（透视）：医师需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在 DSA 手术室内对病人进行直接的手术操作。

3.人流物流规划

人流:

医护人员：每日手术前在更衣室换衣洗手后经缓冲间通过洁净走廊，医护进入手术室，技师进入控制室调试设备；手术结束后，按原路线返回。

患者：手术开展前，护工将患者通过病床梯至三楼，再通过患者入口送至换床，然后通过洁净通道进入DSA手术室，手术完毕后送至苏醒室复苏后，随后通过患者入口把患者推回病房休息。

污物:

在手术结束、病人离开后，清洁工将所有医疗废物经DSA手术室污物防护门通过污梯将医疗废物运至院区医废暂存间统一暂存，定期委托有资质单位外运处置。

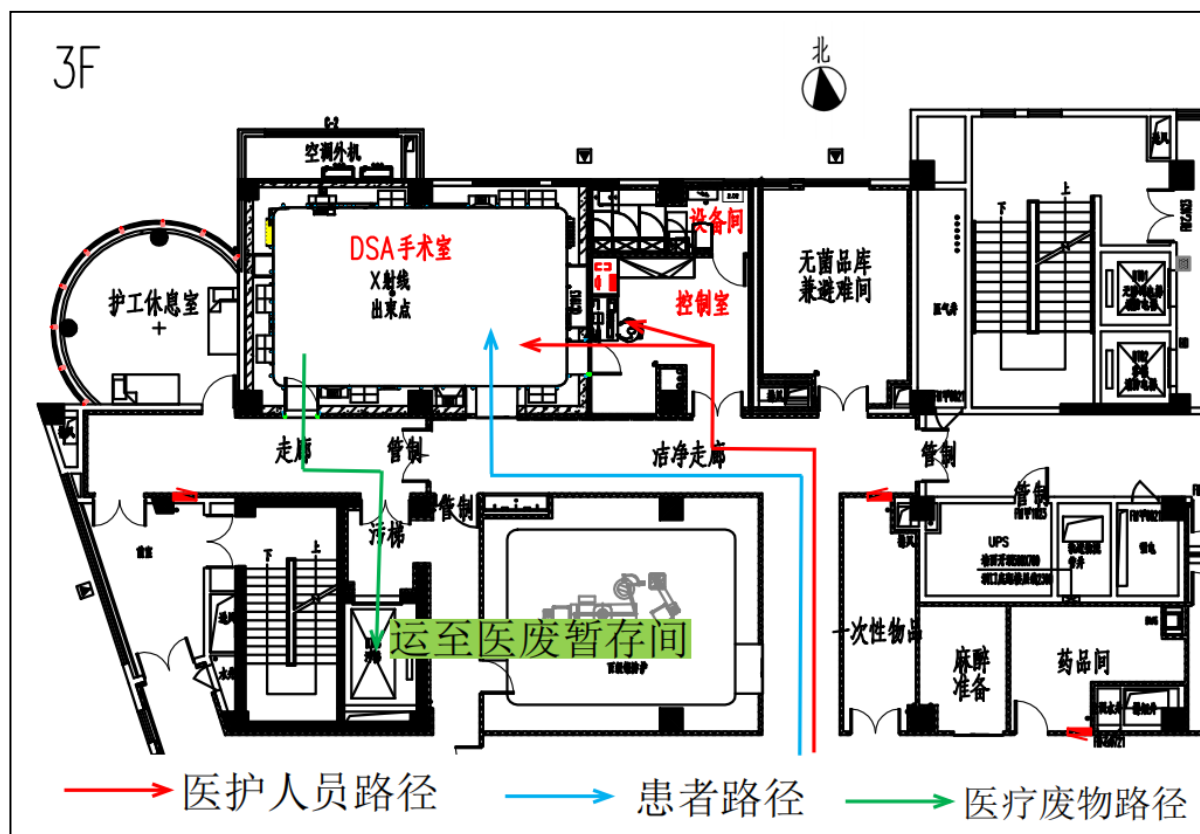


图 9-4 本项目辐射工作场所人流物流路径图

4.工作负荷

工作制度及人员配置：本项目辐射工作人员每年工作250天，实行白班单班制。本项目DSA配备3名医师，2名护士，1名技师。

根据建设单位提供资料，本项目DSA手术室年工作负荷约300台介入相关诊疗工作。本项目手术类型涉及脑血管介入和心血管介入，手术中5%为复杂手术（透视平均出束

25min)，10%为普通手术（透视平均出束15min），85%为简单手术（透视平均出束8min）。本项目DSA手术室工作负荷情况见表9-2。

表9-2 本项目DSA工作负荷

(1) 透视						
手术类别	年开展工作量		每台手术透视曝光时间			年透视曝光时间
			复杂手术 (占比5%)	普通手术 (占比10%)	简单手术 (占比85%)	
脑血管介入	160台	复杂8台	约25min	约15min	约8min	约25.47h
		普通16台				
		简单136台				
心血管介入	140台	复杂7台	约25min	约15min	约8min	约22.29h
		普通14台				
		简单119台				
小计	/		/			约47.8h

(2) 摄影					
手术类别	年开展工作量	单次采集时间	单台手术采集次数	单台手术最大采集时间	年采集时间
脑血管介入	160台	≤1s	15~50次	约0.84min	约2.24h
心血管介入	140台	≤1s	3~30次	约0.5min	约1.17h
小计	/	/	/	/	约3.5h
总计					约51.3h

本项目新建1台DSA项目，劳动定员共6人，其中医生3名，2名护士，1名技师。根据建设单位提供的DSA工作负荷，DSA手术室内手术位的辐射工作人员（医生、护士）年接触射线时间不超过47.8h，其中第一术者位医生（由2人承担）每人年照射时间累积不超过23.9h、第二术者位医生（由1人承担）、护士每人年照射时间累积不超过47.8h，技师在控制室进行隔室操作设备，隔室操作时间不超过51.3h，包括透视和摄影。本项目周围公众每年受影响时间为全年开机出束时间与保护目标处公众居留因子的乘积。

污染源项描述

1.辐射污染源分析

由 DSA 工作原理可知，DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，故 DSA 在开机期间，X 射线是项目主要污染物。无其他放射性三废产生。利用 X 射线束进行诊断和手术的同时，射线装置产生的主射线、漏射线及散射线也可能会穿透诊断室的屏蔽墙、观察窗、防护门等对诊断室外的职业人员产生辐射影响。一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小；而介入手术则需要长时间的透视和大量的摄片，对工作人员有一定的附加辐射剂量。

本项目射线装置的最大管电压及最大管电流为 125kV/1000mA。根据建设单位提供附件 6-1，透视模式下的电流不大于 100mA，摄影模式下的电流不大于 600mA；DSA 正常运行时，透视模式的工况为（60~80）kV/（5~20）mA，摄影模式的工况为（60~80）kV/（100~600）mA。根据附件 6-2，以固有滤过为 2.5mmAl 进行取值。根据 ICRP 第 33 号出版物 P32 图 2，利用 2mmAl 和 3mmAl 对应发射率差值获得 2.5mmAl 下发射率，结合评估工况里的电流参数，从而可知射线装置透视和摄影时距离机头 1m 处空气比释动能率，见下表。

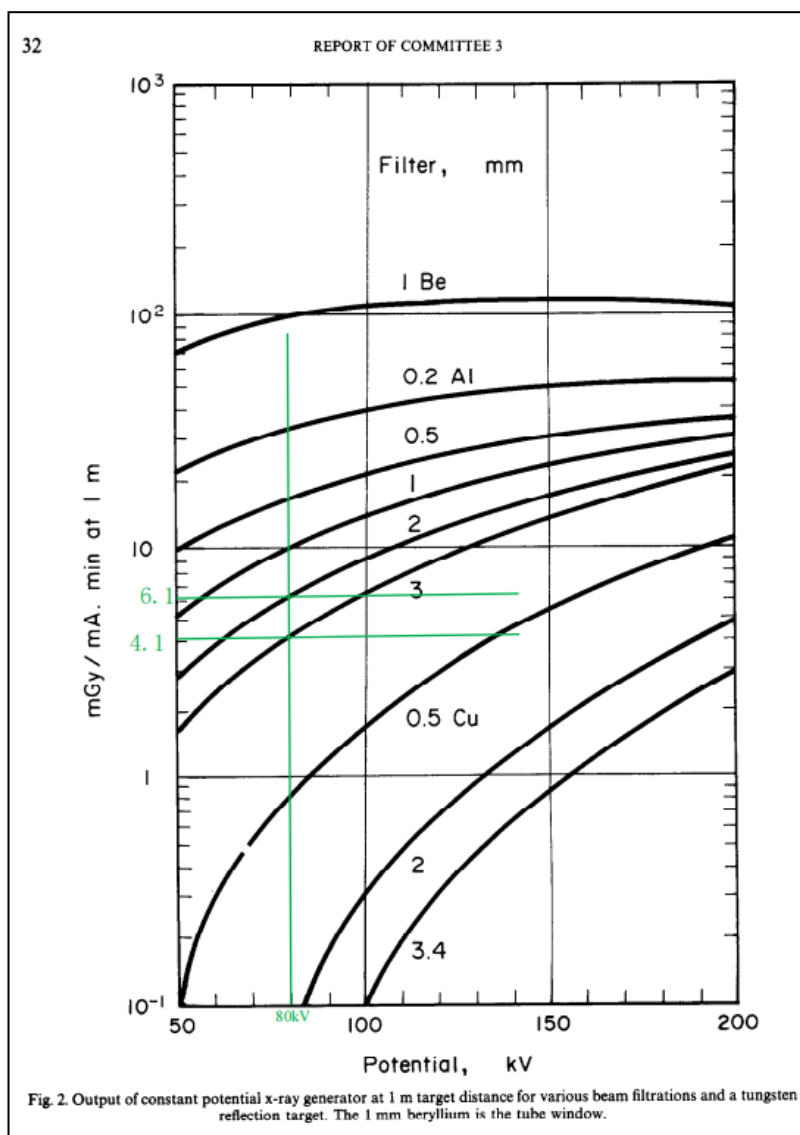


图 9-5 ICRP33 号报告 P32 图 2

表9-3 本项目DSA 1m处空气比释动能率一览表

射线装置	模式	评价工况		滤过材料	距靶1m处的发射率 (mGy/mA·min)	1m处空气比释动能率
		电压	电流			
DSA	透视	80kV	20mA	2.5mmAl	5.1	6.12E+06μGy/h
	摄影	80kV	600mA		5.1	1.84E+08μGy/h

根据《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）中 12.4 条款，本项目射线装置在 1m 处泄漏射线的空气比释动能率保守取 $1.00\text{E}+03\mu\text{Gy/h}$ 。

2. 非辐射污染源分析

废气：射线装置工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。

危险废物：本项目产生的药棉、纱布、手套、导管、含有废弃造影剂的输液瓶及废液属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW01 医疗废物。

（1）固体废物：本项目利用 DSA 设备开展诊疗工作时将产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、导管以及残留有含有少量造影剂的废弃输液瓶等危险废物，药棉（约 150kg/a ）、纱布（约 200kg/a ）、手套（约 100kg/a ）、导管（约 100kg/a ）、含有废弃造影剂的输液瓶（约 200kg/a ）。

（2）废液：DSA 装置采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，废造影剂在瓶中，作为危废暂存，收集后委托有资质的单位定期处置。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

建设单位拟在住院楼三楼建设1间DSA手术室及辅房，辐射工作场所包括DSA手术室、设备间、控制室。工作场所设计布局图见附图4-1。本项目DSA手术室位于住院楼三楼西北部，本项目DSA出束方向由下至上，楼板受主射线影响，控制室位于DSA手术室东侧。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“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。”由于技师位于控制室观察窗外，已尽可能减少散射线和泄漏射线对于技师的影响，布局较为合理。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作场所的分区原则：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；将未被定为控制区，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的区域定为监督区。

本项目将 DSA 手术室划为辐射工作场所的控制区，将控制室、设备间及 DSA 手术室防护门外 1m 处划为监督区。

本项目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。具体控制区和监督区划分表和示意图见下图。

表10-1 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	要求
住院楼三楼	DSA 手术室	控制室、设备间及 DSA 手术室防护门外1m处	控制区内禁止辐射工作人员以外的无关人员进入，工作人员在进行摄影采集时应退出DSA手术室以减少不必要的照射。 监督区为辐射工作人员操作设备时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射。 控制区：在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。 监督区：在监督区入口处的合适位置张贴监督区标牌；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

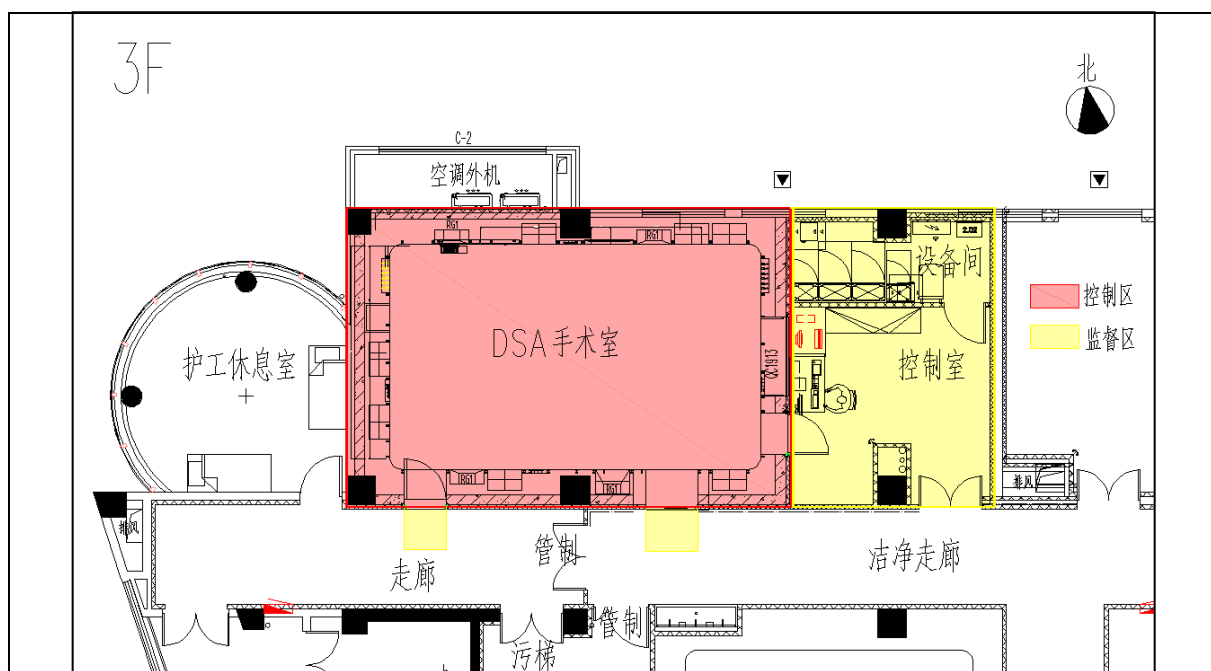
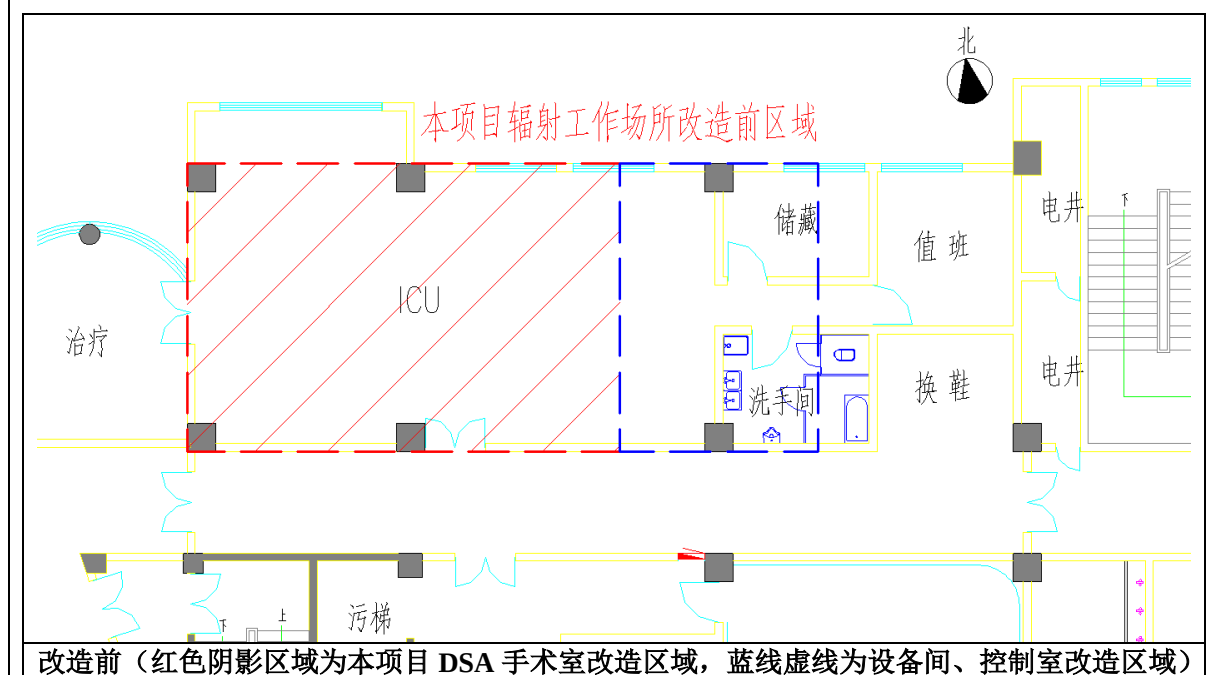


图10-1 本项目DSA手术室辐射工作场所控制区、监督区示意图

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目 DSA 手术室最小单边长为 5.4m，最小有效使用面积 48.06m²，机房层高 4.5m，吊顶高度 3m。

本项目所在住院楼 3 楼西北部，改造前此区域为 ICU、储藏室、洗手间（见附图 3），四周墙体、顶板和地面均为 100mm 混凝土，现将原有区域内墙体全部拆除后进行墙体分隔、防护工程建设和电气设备安装，改造后此区域分别为本项目 DSA 手术室、设备间和控制室（见附图 4-1），设备间将存放电气设备及空调系统等。



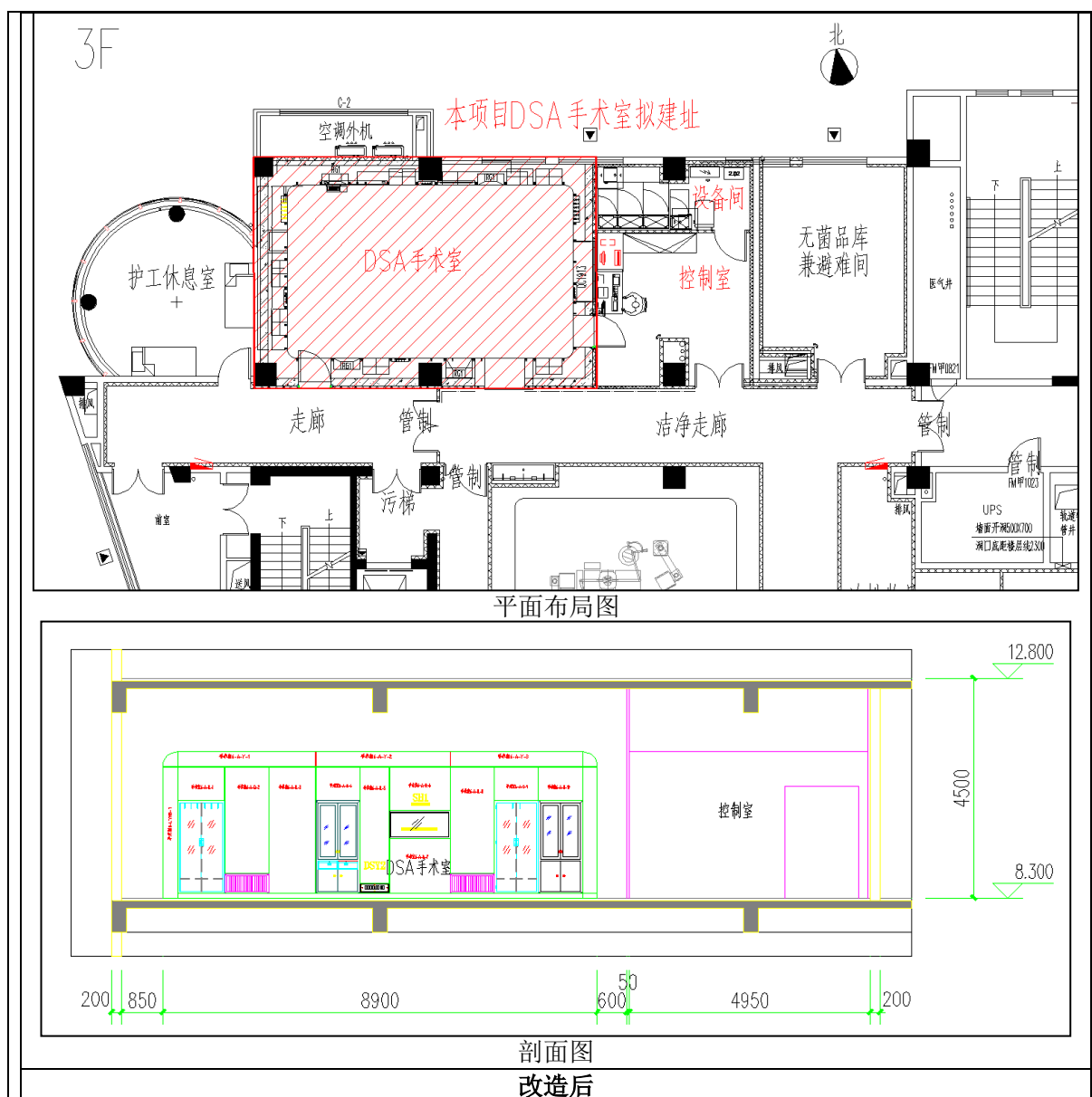


图 10-2 本项目辐射工作场所改造前后平面布置图

土建改造工程:

- (1) 拆除本项目 DSA 手术室拟建址四周原有墙体, 四周墙体通过上下楼板固定, 搭设钢方管骨架, 再铺设 3mm 铅板, 最后用洁净板做表面装修;
- (2) 顶部在原有 100mm 混凝土楼板下方涂抹 30mm 硫酸钡水泥及楼面装饰;
- (3) 底部在原有 100mm 混凝土地板上方涂抹 40mm 硫酸钡水泥及地面装饰;
- (4) 防护门规格分别为: 患者入口 (电动平移门), 宽 1500mm×高 2300mm; 医护入口 (手动平开移门), 宽 1000mm×高 2300mm, 内嵌 3mm 铅板; 污物防护门 (手动平开移门), 宽 1000mm×高 2300mm, 内嵌 3mm 铅板; 东墙上的防护观察窗规格为宽 1900mm×高 1200mm, 采用 15mm 铅玻璃 (3mm 铅当量);

(5) 排风管道：DSA 手术室采用净化空调系统进行通风，通风条件良好。本项目装置工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过手术室通风系统排出。

(6) 线路通道：本项目采用楼板开孔走线形式。楼板下方设置桥架，与楼板上方的电缆槽相连通。DSA 手术室内楼板开孔和出线口地方均采用 3.5mm 铅板进行封堵或遮挡。桥架尺寸 100×100mm，电缆槽尺寸 100×60mm，桥架、电缆槽内表面做到平整、光滑、清洁，均不得有可能损伤电缆线的切口。桥架与楼板设置≥200mm 的穿线操作空间。电缆沟做到了有效防潮、防水、防鼠。

表 10-2 本项目机房长、宽及面积情况一览表

序号	机房名称	拟安装射线装置参数	长(m)	宽(m)	最小有效使用面积(m ²)	最小单边长(m)	有效使用面积、单边长度的要求	评价
1	DSA 手术室	125kV, 1000mA	8.9	5.4	48.06	5.4	单管头 X 射线设备 b (含 C 形臂, 乳腺 CBCT) 机房内最小有效使用面积 20m ² , 机房内最小单边长度 3.5m	满足

表 10-3 本项目 DSA 手术室改造前后屏蔽情况

位置	改造前屏蔽	改造后屏蔽		屏蔽要求	评价
		设计厚度	铅当量		
四周墙体	100mm 混凝土	3mm 铅板	3mm	单管头 X 射线机 (含 C 形臂) DSA 手术室屏蔽防护铅当量厚度要求: 有用线束方向铅当量 2mm, 非有用线束方向铅当量 2mm。	满足
楼顶	100mm 混凝土	100mm 混凝土 +30mm 硫酸钡水泥砂浆	1.17mm+1.77mm=2.94mm		满足
地面	100mm 混凝土	100mm 混凝土 +40mm 硫酸钡水泥砂浆	1.17mm+2.7mm=3.87mm		满足
机房防护门	/	3mm 铅板	3mm		满足
观察窗	/	15mm 铅玻璃	3mm		满足

注：①混凝土的铅当量厚度，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中计算公式 C.2 及表 C.2 中混凝土 125kV 下 X 射线辐射衰减的拟合参数进行计算。

②根据 DSA 手术室设计单位及施工单位提供资料（见附件 9），本项目顶部硫酸钡水泥砂浆厚度为 30mm；地面硫酸钡水泥砂浆厚度为 40mm；本项目硫酸钡水泥砂浆密度不小于 3.2g/cm³，保守按照 3.2g/cm³ 计算。本项目硫酸钡防护涂层铅当量采用什值层进行折算，什值层取值采用《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P64 表 3.5 钡水泥（密度 3.2g/cm³）和铅的数据，由于表中没有 125kV 下的数据，因此采用 100kV 和 150kV 内插得出 125kV 钡水泥的什值层为 10.5mm，125kV 铅的什值层为 0.9mm。根据 $B=10^{(X/TVL)}$ ，得出不同厚度硫酸钡水泥砂浆 B 值，再根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中计算公式 C.2 及表 C.2 中铅 125kV 下 X 射线辐射衰减的拟合参数进行计算，获得 125kV 下本项目 30mm 硫酸钡水泥的折合铅当量为 1.77mm；同理，125kV 下本项目 40mm 硫酸钡水泥的折合铅当量为 2.7mm。

由此可知本项目 DSA 手术室辐射屏蔽措施均能够满足《放射诊断放射防护要求》

（GBZ130-2020）的要求，同时 DSA 手术室有效面积和单边最短长度也满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，DSA 手术室屏蔽设计合理。

3. 辐射防护污染防治措施

（1）**警示标志及设施：**DSA 手术室在所有防护门朝向室外的一面均将张贴电离辐射警告标志，所有防护门外均计划设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯能与防护门有效关联。将在监督区入口张贴标牌；走廊拟张贴或悬挂《放射防护注意事项告知栏》。

（2）**闭门装置与防夹装置：**拟为本项目 DSA 手术室平开机房门设置自动闭门装置；推拉式机房门拟制定曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置。

（3）**急停按钮：**本项目 DSA 床旁控制台自带 1 个急停按钮，另将在控制室内墙上安装 1 个急停按钮，在机器故障时可按下，避免意外照射。

（4）**开门按钮：**拟在 DSA 手术室内侧靠近手术室防护门位置设置开门按钮，事故发生时能够按下按钮从内部离开手术室。

（5）**门灯联锁：**拟在 DSA 手术室防护门朝向室外位置各安装 1 个工作状态指示灯，且所有防护门拟设置工作状态指示灯且能与手术室门有效关联。

（6）**对讲装置：**控制室和 DSA 手术室内拟设置对讲装置，便于医护人员在控制室内知晓患者在 DSA 手术室内的状况、及时处理意外情况。

（7）**防护用品：**本项目拟为 DSA 手术室的辐射工作人员配备与实际参数手术室内工作人员数量一致的 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶帽子及 0.025mm 铅当量的介入防护手套，项目开展后，DSA 手术室内同时操作的手术医护人员预计最多 5 人，拟为医护配备 5 套防护用品；拟为手术室病人配备 1 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套及铅橡胶帽子；本项目 DSA 设备自带 0.5mm 铅当量移动铅帘或铅吊屏。以上措施配备情况满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，因此预计上述措施能够有效降低手术室内辐射工作人员和病人的吸收剂量，起到屏蔽防护效果。

（8）**监测仪器：**建设单位拟为本项目配备 1 台便携式 X-γ 剂量监测仪，用于射线装置使用期间定期巡检；拟为本项目配备 2 台个人剂量报警仪，辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，并定期送检。

辐射安全与防护措施分布情况见下图 10-3。

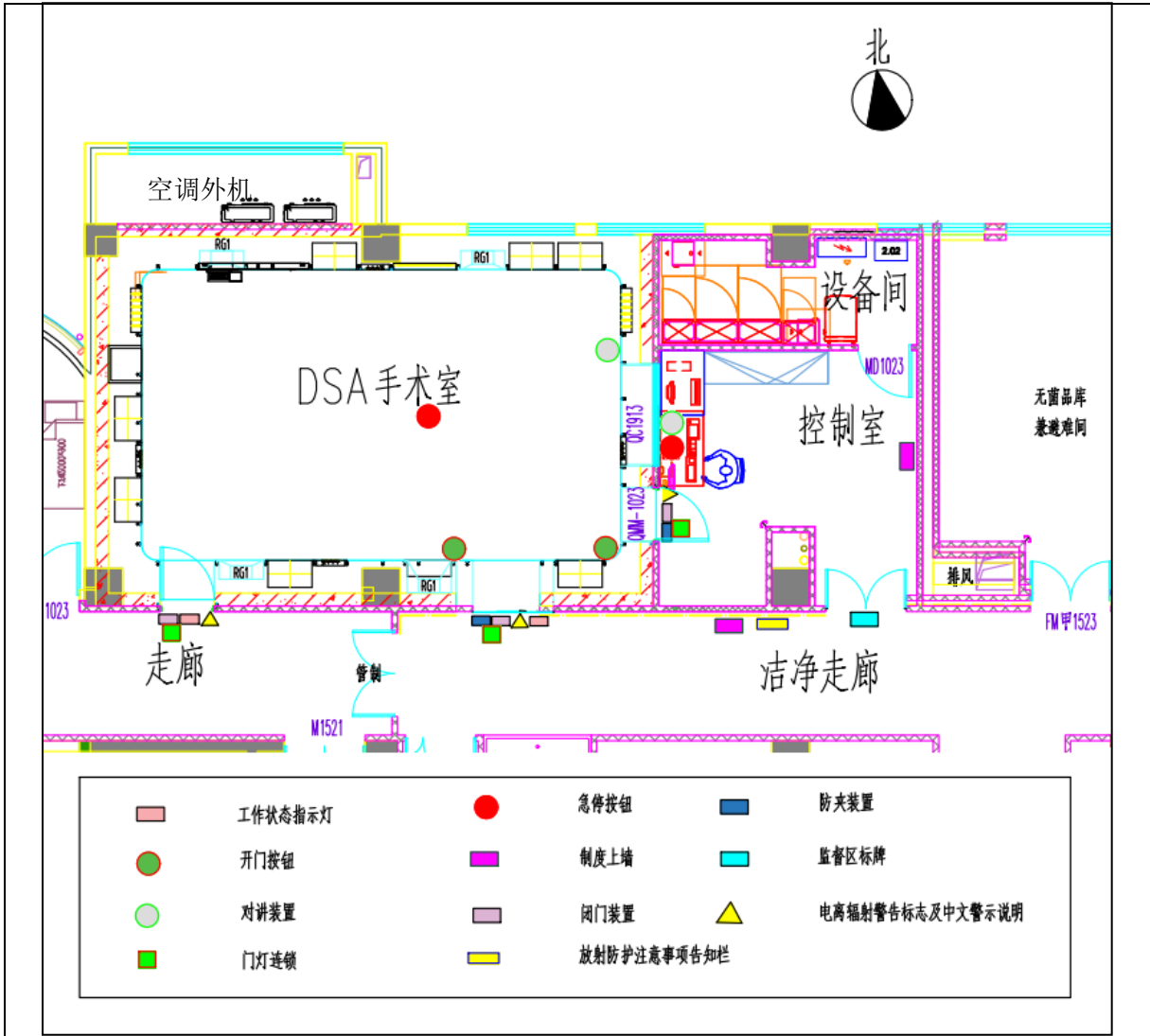


图 10-3 辐射安全与防护措施分布图

运营期三废治理

1.固体废物

本项目运行时产生的医用器具、药棉、纱布、手套、导管、含少量废弃造影剂的输液瓶以及废弃的造影剂等危险废物，采用专用容器集中收集后，由专人运送至院区的医疗废物暂存间。按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质的单位定期处置。

2.废液

本项目 DSA 装置采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，废造影剂在瓶中，作为危废暂存，收集后委托有资质的单位定期处置。

3.废气

本项目 DSA 手术室采用净化空调系统通风，通风条件良好。手术室通风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”要求。本项目装置工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过手术室通风系统排出。臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，装置运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要为在住院楼内部进行改造和防护工程、表面装修和设备安装工作，可能的污染因素主要为常规环境要素（施工废水、施工废气、施工噪声及施工固体废弃物影响）。安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染，但在调试时将产生一定辐射污染，设备放置完成后，会有少量的废包装材料产生。

1. 施工期对环境产生如下影响：

噪声：本项目施工期的噪声源主要为施工机械和车辆，其特点是间歇或阵发性的，并具备流动性、噪声较高的特征。本项目施工期应采用低噪声机械设备，合理安排施工时间，场地的施工车辆出入现场应低速、禁鸣等措施减小施工期噪声对周围环境的影响，施工期噪声标准执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

扬尘：本项目施工期间产生扬尘的作业主要有建材运输、露天堆放、装卸和搅拌等过程，建设单位在施工期对运输的院区道路及时清扫和浇水，并加强施工管理，配置工地细目滞尘防护网，同时采用封闭车辆运输，以便最大程度减少扬尘对周围大气环境的影响。

废水：本项目施工期间会产生一定量的建筑废水，废水收集后经过污水处理设施处理，用于场区洒水降尘或达标排放。

固体废物：本项目施工期间会产生一定量的建筑垃圾，建筑垃圾按有关管理要求及时清运出场并进行填埋等处置。

该单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在医院内局部区域，对周围环境影响较小。

2. 安装调试期对环境会产生如下影响：

安装调试期对于环境主要影响为 X 射线辐射、微量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。环评要求本项目设备的安装与调试均在项目辐射防护工程完成后，由设备厂家安排的专业人员进行。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理。

由于设备的安装和调试均在 DSA 手术室内进行，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。设备安装完成后，项目建设方应及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置。

总之，建设项目施工期和安装调试期对环境产生的上述影响均为短期的，建设项目建成后，影响将自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中只要切实落实对施工产生的三废及噪声的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制，建设项目施工期对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1. 防护条件评估

表 11-1 本项目 DSA 手术室拟建屏蔽设计评价结果表

位置	设计厚度	铅当量	屏蔽要求	评价
四周墙体	3mm 铅板	3mm	单管头 X 射线机（含 C 形臂）DSA 手术室屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。	满足
楼顶	100mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥砂浆	2.94mm		满足
地面	100mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥砂浆	3.87mm		满足
机房防护门	3mm 铅板	3mm		满足
观察窗	15mm 铅玻璃	3mm		满足

注：①根据建设单位、DSA 手术室设计单位及施工单位提供资料，本项目顶部硫酸钡水泥砂浆厚度为 30mm；地面硫酸钡水泥砂浆厚度为 40mm；本项目硫酸钡水泥砂浆密度不小于 3.2g/cm³，保守按照 3.2g/cm³ 计算。

②本项目硫酸钡防护涂层铅当量采用什值层进行折算，什值层取值采用《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P64 表 3.5 钡水泥（密度 3.2g/cm³）和铅的数据，由于表中没有 125kV 下的数据，因此采用 100kV 和 150kV 内插得出 125kV 钡水泥的什值层为 10.5mm，125kV 铅的什值层为 0.9mm。根据 $B=10^{(X/TVL)}$ ，得出不同厚度硫酸钡水泥砂浆 B 值，再根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中计算公式 C.2 及表 C.2 中铅 125kV 下 X 射线辐射衰减的拟合参数进行计算，获得 125kV 下本项目 30mm 硫酸钡水泥的折合铅当量为 1.77mm；同理，125kV 下本项目 40mm 硫酸钡水泥的折合铅当量为 2.7mm。

本项目拟建设机房的长、宽及面积情况见下表，机房的吊顶高度为 3m。

表 11-2 本项目机房长、宽及面积情况一览表

序号	机房名称	拟安装射线装置参数	长(m)	宽(m)	最小有效使用面积(m ²)	最小单边长度(m)	有效使用面积、单边长度的要求	评价
1	DSA 手术室	125kV/1000mA	8.9	5.4	48.06	5.4	单管头 X 射线设备 b（含 C 形臂，乳腺 CBCT）机房内最小有效使用面积 20m ² ，机房内最小单边长度 3.5m	满足

由上表可知本项目手术室辐射屏蔽措施均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，同时手术室最小有效使用面积和最小单边长度也满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的要求，手术室屏蔽设计合理。

2. 辐射种类和计算方法

由DSA工作原理可知，DSA只有在开机并处于出束状态时才会发出X射线，故DSA在开机期间，X射线是项目主要污染物，利用X射线进行介入手术治疗的同时，射线装置将产生主射线、泄漏射线、散射射线。本项目出束方向由下至上，因此楼板受主射线影响，其余四周墙体及地面则受泄漏射线、散射射线的影响。

3. 计算条件

评估参数选取

表11-3 本项目射线装置评价工况一览表

评估工况					
模式	透视	管电压	80kV	管电流	20mA
	摄影		80kV		600mA

根据表9-3可知，射线装置透视时距离机头1m处空气比释动能率为 $6.12\text{E}+06\mu\text{Gy/h}$ ，摄影时距离机头1m处空气比释动能率为 $1.84\text{E}+08\mu\text{Gy/h}$ 。

根据《医用电气设备 第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）中12.4条款，本项目射线装置在1m处泄漏射线的空气比释动能率保守取 $1.00\text{E}+03\mu\text{Gy/h}$ 。

屏蔽透射因子

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录可计算不同管电压下不同材料厚度等同的铅当量，混凝土的铅当量厚度X计算公式采用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的公式C.2，铅的透射因子计算公式采用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的公式C.1。主射线/泄漏射线的相应参数取自NCRP147号表A.1中80kV对应数值；由于NCRP147号表C.1中没有散射线80kV下对应的 α 、 β 、 γ ，因此先计算出铅不同厚度在70kV、100kV下的透射因子，再通过插值法计算出铅不同厚度在80kV下的散射透射因子。

表 11-4 铅、混凝土不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数

管电压 80kV（主射线/泄漏射线）			
拟合参数	α	β	γ
铅	4.040	21.69	0.7187
混凝土	0.04583	0.1549	0.4926
管电压 70kV（散射线）			
铅	5.369	23.49	0.5883
混凝土	0.05090	0.1697	0.3849
管电压 100kV（散射线）			
铅	2.507	15.33	0.9124
混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

辐射透射因子 B:

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

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（mm）；

α ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

铅当量厚度 X:

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{\beta^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \text{-----公式 11-2}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度（mm）；

α ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

由上述公式及表11-4中参数可以得出，本项目屏蔽体及防护设备在主射线下的透射因子，见下表11-5。由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中没有散射线80kV下对应的 α 、 β 、 γ ，因此先计算出不同厚度的铅在70kV、100kV下的透射因子，再通过插值法计算出不同厚度的铅在80kV下的散射透射因子。

表 11-5 80kV 下透射因子一览表

场所	屏蔽方位	实际屏蔽材料及屏蔽厚度	对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子
机房	四周墙体	3mm 铅板	2.10E-05	4.15E-07
	楼顶	100mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥砂浆+自身硬件设施等效铅当量 0.85mm	/	1.70E-08
	地面	100mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥砂浆	2.37E-06	1.23E-08
	机房防护门	3mm 铅板	2.10E-05	4.15E-07
	观察窗	15mm 铅玻璃	2.10E-05	4.15E-07
防护用品	吊屏/铅帘/铅衣	0.5mm 铅当量	1.93E-02	1.37E-02

	铅衣+吊屏/铅帘	1.0mm 铅当量	3.69E-03	1.43E-03
设备自带	设备硬件设施	0.85mm 铅当量	/	2.72E-03

注：根据NCRP于2004年出版的第147号报告《针对医用X射线影像设备的结构防护设计》P44：Dixon在1994年，Dixon和Simpkin在1998年的年度AAPM TG系列报告中给出了硬件设施的等效铅当量。由文中表4.6可得，影像接收器等硬件设施的等效铅当量为0.85mm。

散射线能量及转换系数

由于屏蔽体透射因子的取值与射线的能量有关，根据《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）P354中可知，射线经过散射后，其能量由公式3推导，单位为kV。光子散射后的能量E为(θ 为散射角)：

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos\theta)}{511}} \text{-----公式11-3}$$

根据上式计算得出，本项目射线装置在管电压为80kV时， $\theta=90^\circ$ 时的散射线能量约为69kV。

单位转换系数取自《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）表G.1，69kV采用80kV的数据1.72。

利用因子

计算时按照射线装置机头拟放置位置确定到达关注点距离，根据《放射医学中的辐射防护》（Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010,p300）对于利用因子一律取1。

计算公式

（1）主射线辐射影响计算公式

本项目手术室楼上主要考虑主射线影响。采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于X射线机的屏蔽计算公式10.8和10.10进行推导：

$$H_{pr} = \frac{H_{1m} \bullet B}{r_x^2} \text{-----公式 11-4}$$

式中：

H_{pr} ：关注点处的主射线的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_{1m} ：距离靶点1m处空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ，

B：屏蔽透射因子，见表11-6；

r_x ：受照体与关注点的距离，见下文。

(2) 散射线辐射影响计算公式

散射线在关注点的造成的空气比释动能率计算，可参照《辐射防护手册》（第一分册）公式 10.10 采用以下公式：

$$H_{sr} = \frac{H_{1m} \cdot \mu \cdot (s/400) \cdot \alpha \cdot B}{(d_0)^2 (d_s)^2} \text{-----公式11-5}$$

H_{sr} ：关注点处的散射线的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_{1m} ：距靶点1m处空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

μ ：利用因子，它表示射线被利用的程度，也就是有用射线束指向有关照射点的工作负荷分数，本项目取1；

B ：屏蔽透射因子，见表 11-7；

α ：相对于 400cm^2 散射面积的受照物对入射 X 射线的散射比，根据 NCRP 第 49 号报告中表 B.2 参数进行插值，可知 80kV 的 X 射线取 $7.67\text{E-}04$ （90°散射角）；

s ：散射面积，由于本项目手术类型为脑血管和心血管介入手术，根据器官面积本项目散射面积按照 $11\text{cm} \times 11\text{cm} = 121\text{cm}^2$ ；

d_0 ：源与受照体的距离，与建设单位核实常用为 0.5m；

d_s ：受照体与关注点的距离，本项目根据建设单位提供手术常用站位，第一术者位取 0.5m，第二术者位取 1m。

(3) 泄漏射线辐射影响参数

泄漏射线对于屏蔽体外关注点的辐射影响计算公式为：

$$H_{LR} = \frac{H_L \cdot B}{r^2} \text{-----公式11-6}$$

式中：

H_{LR} ：关注点处的泄漏辐射空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_L ：距靶点1m处泄漏射线的剂量率， $1.00\text{E}+03\mu\text{Gy/h}$ ；

B ：屏蔽透射因子，见表11-7；

r ：受照体与关注点的距离。本项目根据建设单位提供手术常用站位，第一术者位取0.5m，第二术者位取1m。

距离选取

楼上关注点：机房层高为4.5m，机头离地保守取0.35m，距离楼上地面以上100cm处的距离为： $4.5\text{m}-0.35\text{m}+1\text{m}=5.15\text{m}$ 。

楼下关注点：机头距离楼板的距离为0.35m，距离楼下地面以上170cm处的距离为： $0.35\text{m}+4.5\text{m（层高）}-1.7\text{m}=3.15\text{m}$ 。

5.1.4 计算结果

本项目计算结果见下表。

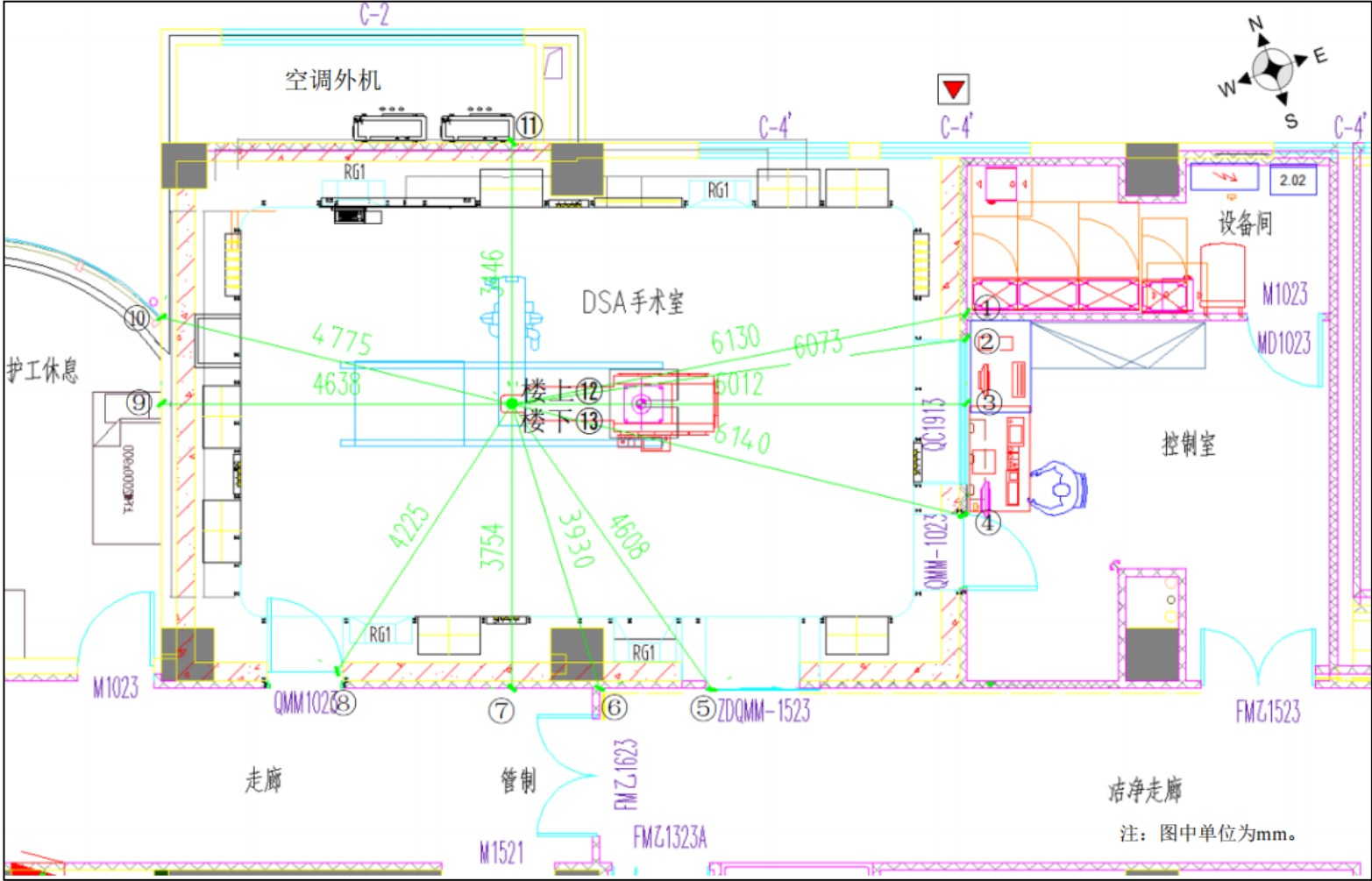


图11-1 本项目DSA手术室计算点位图

表11-6 本项目拟建的DSA手术室外关注点周围主射线方向剂量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离 (m)	1m 处空气比释动能率 (μGy/h)	屏蔽透射因子	关注点空气比释动能率 (μGy/h)	单位转换系数	周围剂量当量率 (μSv/h)
12	楼上 (设备层)	透视	5.15	6.12E+06	1.70E-08	3.92E-03	1.72	6.74E-03
		摄影		1.84E+08	1.70E-08	1.18E-01	1.72	2.03E-01

注：①本项目 DSA 手术室主射线方向考虑设备硬件设施 0.85mm 铅当量的屏蔽效果，因此楼上共有 (1.17+1.77) +0.85=3.79mm 铅当量的屏蔽效果，则楼上透视和摄影工况下透射因子为 1.70E-08。

②机房层高为 4.5m，机头离地保守取 0.35m，距离楼上地面以上 100cm 处的距离为：4.5m-0.35m+1m=5.15m。

表11-7 不同介入诊疗条件下本项目DSA介入手术室散射线和泄漏射线方向周围剂量当量率

关注点	位置	模式	d ₀ (m)	ds (m)	散射线							泄漏射线				合计周围剂量当量率 μSv/h
					1m处空气比释动能率 μGy/h	屏蔽透射因子	利用因子	散射面积 cm ²	散射比	关注点空气比释动能率 μGy/h	转换系数	1m处泄漏射线的剂量率 μGy/h	屏蔽透射因子	空气比释动能率 μGy/h	转换系数	
1	东侧墙外 30cm 处 (设备间)	透视	0.5	6.43	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	2.88E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.00E-05	1.72	4.97E-03
		摄影	0.5	6.43	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	8.67E-02	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.00E-05	1.72	1.49E-01
2	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	透视	0.5	6.373	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	2.94E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.02E-05	1.72	5.07E-03
		摄影	0.5	6.373	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	8.83E-02	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.02E-05	1.72	1.52E-01
3	东侧窗外 30cm 处 (控制室)	透视	0.5	6.312	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	2.99E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.04E-05	1.72	5.16E-03
		摄影	0.5	6.312	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	9.00E-02	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.04E-05	1.72	1.55E-01
4	东侧门外 30cm 处 (控制室)	透视	0.5	6.44	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	2.88E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.00E-05	1.72	4.97E-03
		摄影	0.5	6.44	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	8.65E-02	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.00E-05	1.72	1.49E-01
5	南侧门	透	0.5	4.908	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	4.95E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.72E-05	1.72	8.54E-03

	外 30cm 处(洁净 走廊)	视 摄影	0.5	4.908	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	1.49E-01	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.72E-05	1.72	2.56E-01
6	南侧墙 外 30cm 处(洁净 走廊)	透 视	0.5	4.23	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	6.67E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	2.32E-05	1.72	1.15E-02
		摄 影	0.5	4.23	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	2.00E-01	1.72	1.00E+03	4.15E-07	2.32E-05	1.72	3.44E-01
7	南侧墙 外 30cm 处(走 廊)	透 视	0.5	4.054	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	7.26E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	2.53E-05	1.72	1.25E-02
		摄 影	0.5	4.054	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	2.18E-01	1.72	1.00E+03	4.15E-07	2.53E-05	1.72	3.75E-01
8	南侧门 外 30cm 处(走 廊)	透 视	0.5	4.525	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	5.83E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	2.03E-05	1.72	1.01E-02
		摄 影	0.5	4.525	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	1.75E-01	1.72	1.00E+03	4.15E-07	2.03E-05	1.72	3.01E-01
9	西侧墙 外 30cm 处(护工 休息室)	透 视	0.5	4.938	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	4.89E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.70E-05	1.72	8.44E-03
		摄 影	0.5	4.938	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	1.47E-01	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.70E-05	1.72	2.53E-01
10	西侧墙 外 30cm 处(中 空)	透 视	0.5	5.075	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	4.63E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.61E-05	1.72	7.99E-03
		摄 影	0.5	5.075	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	1.39E-01	1.72	1.00E+03	4.15E-07	1.61E-05	1.72	2.39E-01
11	北侧墙 外 30cm 处(空调 外机)	透 视	0.5	3.746	6.12E+06	2.10E-05	1	121	7.67E-04	8.50E-03	1.72	1.00E+03	4.15E-07	2.96E-05	1.72	1.47E-02
		摄 影	0.5	3.746	1.84E+08	2.10E-05	1	121	7.67E-04	2.56E-01	1.72	1.00E+03	4.15E-07	2.96E-05	1.72	4.40E-01
13	楼下(实 验室兼 避难间)	透 视	0.5	3.15	6.12E+06	2.37E-06	1	121	7.67E-04	1.36E-03	1.72	1.00E+03	1.23E-08	1.24E-06	1.72	2.34E-03
		摄 影	0.5	3.15	1.84E+08	2.37E-06	1	121	7.67E-04	4.08E-02	1.72	1.00E+03	1.23E-08	1.24E-06	1.72	7.02E-02

注：①机头距离楼板的距离为 0.35m，距离楼下地面以上 170cm 处的距离为：0.35m+4.5m（层高）-1.7m=3.15m；
②距离取值为图 11-1 中距离加 30cm。

表 11-8 DSA 手术室内关注点非主射线方向周围剂量当量率估算结果

预测点		模式	d ₀ (m)	d _s (m)	散射线							泄漏射线				合计周 围剂量 当量率 μSv/h
					1m 处空气 比释动能 率 μGy/h	屏蔽透 射因子	利 用 因 子	散 射 面 积 cm ²	散射比	关注点空 气比释动 能率 μGy/h	转换 系数	1m 处泄 漏射线的 剂量 率 μGy/h	屏蔽透 射因子	空气比释 动能率 μGy/h	转 换 系 数	
第一 术者位	透 视	铅衣 外	0.5	0.5	6.12E+06	1.93E-02	1	121	7.67E-04	4.38E+02	1.72	1.00E+03	1.37E-02	5.48E+01	1.72	8.48E+02
		铅衣 内	0.5	0.5	6.12E+06	3.69E-03	1	121	7.67E-04	8.38E+01	1.72	1.00E+03	1.43E-03	5.72E+00	1.72	1.54E+02
第二 术者位	透 视	铅衣 外	0.5	1	6.12E+06	1.93E-02	1	121	7.67E-04	1.10E+02	1.72	1.00E+03	1.37E-02	1.37E+01	1.72	2.13E+02
		铅衣 内	0.5	1	6.12E+06	3.69E-03	1	121	7.67E-04	2.10E+01	1.72	1.00E+03	1.43E-03	1.43E+00	1.72	3.86E+01

根据计算结果可知，本项目DSA手术室四周墙体、铅防护门、观察窗、楼上、地面屏蔽条件均能满足辐射屏蔽的要求，屏蔽体外表面30cm处的周围剂量当量率范围为 $2.34\text{E-}03\mu\text{Sv/h}\sim 4.40\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.3 机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求及本项目管理约束值。

5.1.5 辐射工作人员及周围公众年有效剂量预测

5.1.5.1 计算公式

本项目以第一术者位以及第二术者位作为关注点，用以评估本项目辐射工作人员最大年有效剂量。

参考《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）6.2.4可采用下式计算第一术者位以及第二术者位空气比释动能率：

$$H_s = \alpha H_u + \beta H_0 \quad \text{-----公式11-7}$$

H_s ：术者位周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_u ：铅围裙内周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α ：系数，有甲状腺屏蔽时，取0.79；

H_0 ：铅围裙外周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

β ：系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051。

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000年报告附录A公式计算DSA手术室周围各关注点辐射工作人员和公众受到的X射线产生的外照射人均年有效剂量：

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times K \quad \text{-----公式11-8}$$

H_{Er} ：X射线外照射人均年有效剂量， mSv/a ；

D_r ：关注点处空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

T ：居留因子；

t ：年照射时间， h ；

K ：有效剂量与吸收剂量转换系数。（上表中已转换为周围剂量当量率，因此不再转换）

5.1.5.2 计算结果

将有关参数代入公式 11-7、公式 11-8，计算 DSA 手术室四周公众及辐射工作人员年有效剂量，见表 11-9~表 11-11。

表11-9 本项目辐射工作人员年有效剂量一览表

序号	位置	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	年照射时间 (h)	保护目标	人员年附加有效剂量 (mSv/a)
1	第一术者位	铅衣内	1.54E+02	1	23.9	辐射工作人员	3.94
		铅衣外	8.48E+02		3.5		
		观察窗	1.55E-01				
2	第二术者位	铅衣内	3.86E+01	1	47.8	辐射工作人员	1.98
		铅衣外	2.13E+02		3.5		
		观察窗	1.55E-01				
3	技师	透视	5.16E-03	1	47.8	辐射工作人员	7.89E-04
		摄影	1.55E-01		3.5		

根据上表可知,本项目投入运行后,本项目 DSA 手术室介入第一术者位年有效剂量最大为 3.94mSv,第二术者位年有效剂量最大为 2.13mSv,操作技师年有效剂量最大为 7.89E-04mSv,第一术者操作位由 2 人承担(第一术者操作位每人年照射时间累积不超过 23.9h)、第二术者操作位由 1 人承担,机房内护士保守参考第二术者操作位估算年有效剂量,均满足职业人员年受照剂量不超过 5mSv 的要求。

周围公众:

本项目选取 DSA 手术室四周、楼上及楼下最大处剂量率,保守按照周围公众居留因子取 1,计算 DSA 手术室所在住院楼周围公众的年有效剂量。

表 11-10 本项目 DSA 手术室所在住院楼内公众最大年有效剂量

保护目标位置	保护对象	参考点周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)			居留因子	受影响时间 (h)		年有效剂量 (mSv/a)
住院楼	周围公众	11	透视	1.47E-02	1	透视	47.8	2.24E-03
			摄影	4.40E-01		摄影	3.5	

本项目以 DSA 手术室南侧墙外 30cm 处(走廊)作为综合楼、液氧罐剂量率参考点;以 DSA 手术室西侧墙外 30cm 处(护工休息室)作为常州市博爱小学剂量率参考点;以 DSA 手术室北侧墙外 30cm 处作为医疗辅助用房、污水处理站、院区道路及绿化、可移动岗亭、公共道路、天宇环卫大楼、丽景花园剂量率参考点。保守根据参考点剂量率计算出其他保护目标年有效剂量,不考虑距离衰减,见表 11-11。

表 11-11 本项目射线装置周围 50m 范围内其他保护目标年有效剂量一览表

序号	保护目标名称	距离及方位 (m)	居留因子	受照时间(h)	参考点周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)		年有效剂量 (mSv/a)
1	综合楼	东南侧,约48m	1	透视 47.8h,	透视	1.25E-02	1.91E-03
					摄影	3.75E-01	

摄影 3.5h	2	液氧罐	南侧，约37m	1/8	透视	1.25E-02	2.39E-04
					摄影	3.75E-01	
	3	常州市博爱小学	西侧，约 18m	1	透视	8.44E-03	1.29E-03
					摄影	2.53E-01	
	4	医疗辅助用房	东北侧，约46m	1	透视	1.47E-02	2.24E-03
					摄影	4.40E-01	
	5	污水处理站	北侧，约22m	1/8	透视	1.47E-02	2.80E-04
					摄影	4.40E-01	
	6	院区道路及绿化	南侧、西侧、北侧，紧邻	1/8	透视	1.47E-02	2.80E-04
					摄影	4.40E-01	
	7	可移动岗亭	西北侧，约27m	1	透视	1.47E-02	2.24E-03
					摄影	4.40E-01	
	8	公共道路	西北侧，约25m	1/8	透视	1.47E-02	2.80E-04
					摄影	4.40E-01	
	9	天宇环卫大楼	西北侧，约39m	1	透视	1.47E-02	2.24E-03
					摄影	4.40E-01	
	10	丽景花园	北侧，约49m	1	透视	1.47E-02	2.24E-03
					摄影	4.40E-01	

综上所述, 通过理论计算可得, 本项目辐射工作人员的年有效剂量最大为 3.94mSv, 周围公众的年有效剂量最大为 2.24E-03mSv。因此综合来看, 本项目运行后, 相关的辐射工作人员以及周围公众受到的年有效剂量能够满足《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的要求, 并满足本项目管理目标值。

事故影响分析

本项目为使用II类射线装置。在射线装置操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对辐射工作人员造成放射性损伤和环境污染。

1.主要事故风险

1) 射线装置正常工作时，人员未穿戴防护用品停留于DSA手术室内：在DSA出束过程中，没有穿戴防护用品的人员误留DSA手术室内，室内人员位于DSA手术室床旁；

2) DSA控制系统失灵，发生误照射：若DSA控制系统失灵持续拍片，而此时DSA手术室内人员未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品，室内人员位于DSA手术室床旁；

3) 维修射线装置时，人员受意外照射。设备维护人员在维护DSA射线管或测量探测器时，射线管正处于出束状态，维修人员处于机头上方。

2.事故预防措施

建设单位可采取以下事故预防措施：

(1) 建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行；

(2) 加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识；

(3) 定期检查各辐射工作场所的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态。

建设单位应定期对DSA手术室辐射安全措施进行检查、维护，发现问题及时维修；每次工作前均应检查相应辐射安全装置的有效性，定期对工作场所进行检测。建设单位还应在平时工作中加强工作人员的辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。

建设单位应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》。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；对于可能受到大剂量照射的人员，迅速安排医学检查和救治，积极配合政府管理部门做好事故调查和善后工作。

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》等法律法规要求，使用放射源及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，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防护和安全专业知识及相关法律法规考核。

本项目拟成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。本项目为新建项目，拟安排一名人员作为辐射防护负责人，辐射防护负责人也需通过全国核技术利用辐射安全与防护考核。本项目拟配备3名医师，2名护士，1名技师，根据项目情况配备，本项目所有辐射工作人员应在项目运行前自主在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，然后报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，本项目辐射工作人员报考类别为“医用X射线诊断与介入放射学”，辐射防护负责人报考类别为“辐射安全管理”。必须通过考核后方能正式进行上岗。

辐射安全管理规章制度

江苏晋陵医疗投资管理有限公司拟开展核技术利用项目，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，拟制定一系列辐射安全和防护制度。制度包含辐射安全管理操作规程及规章制度，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。

本项目为新建 1 台 DSA 项目。本项目将制定相关规章制度，并在实际工作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。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

岗位职责：制定管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

辐射安全管理机构配置：拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组，负责相关的辐射安全与环境保护管理工作。相关负责人还应根据实际工作情况，制定完善管理制度，加强内部的辐射安全管理情况日常监督和检查，将责任落实到个人。

操作规程：制定本项目 DSA 操作规程，明确操作人员的权限以及操作时必须采取的防护措施，明确工作中的控制措施以及操作程序等。

台帐和使用登记制度：制定血管造影机台帐和使用登记制度，规范射线装置的台帐和使用登记记录。

辐射环境监测方案：应结合本科室情况完善环境监测方案，使用已配置的辐射监测仪器，定期对本项目辐射工作环境辐射水平监测，并做好监测记录，定期上报生态环境主管部门。

辐射防护和安全保卫制度：单位辐射安全与防护管理领导小组应安排保卫科等科室负责单位核技术利用项目的日常安全防护和保卫工作；辐射工作场所应按照国家有关规定设置完善的措施；相关射线装置开关钥匙应由专人负责保管，防止非专业操作人员误操作造成误照；安排定期巡视和措施检查工作。

设备检修维护制度：制定设备检修维护制度，明确本项目 DSA 及各项安全联锁装置、照射信号指示器在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、辐射巡测仪和剂量报警仪必须保持良好工作状态。

人员培训计划：制定人员培训计划，明确培训对象（辐射负责人、辐射工作人员均应参加培训）、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，严禁无证人员上岗。

事故应急预案：依据《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》的要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员应定期组织培训和应急演练，并制定应急演习计划，确保应急和救助的装备、资金、物资准备等。辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。事故发生后应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

个人剂量监测和职业健康监护：制定人员个人剂量监测方案，在本项目运行前委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。同时对辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立辐射工作人员职业健康监护档案。

辐射监测

1. 监测方案

1) 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，每年 1~2 次。

2) 辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，并定期（根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019 规定，每次送检时间相隔最长不超过 3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案。

3) 定期自行开展辐射监测，制定定期监测制度，监测数据存档，建议监测周期为 1 次/月。

4) 根据《江苏省辐射污染防治条例》，“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环境保护、卫生部门调查处理”。

5) 在对工作场所及周围环境进行监测时发现异常情况的，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保护行政主管部门报告。

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Ⅱ类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。另根据《职业性外照射个人监测规范》：5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。5.3.3 对于5.3.2所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计）。

故建设单位应为本项目手术室内所有参与手术的辐射工作人员每人配备2个剂量计（一个佩戴在铅橡胶防护服内的腰部，另一个佩戴在铅防护服的领部外侧），控制室内技师要求佩戴1个剂量计，用于监控其接受的有效剂量。同时，考虑到介入手术同室操作的特性，要求为本项目DSA手术室内手术位工作人员配备2台个人剂量报警仪。项目运行后建设单位应使用拟配备的辐射巡测仪定期对DSA手术室周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

3. 监测内容和要求

(1) 监测内容：本项目运行期间辐射工作场所周围X- γ 辐射剂量率

(2) 监测范围：辐射工作场所周围

(3) 监测点位和数据管理：距墙体、门、窗表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm。委托监测每年至少1次，自行监测建议至少每季度1次，本项目监测数据应当存档。

本项目监测位置和频次见下表。

表 12-1 定期监测位置和频次

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自行监测	DSA 手术室	X- γ 辐射剂量率	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、顶棚、防护门、观察窗、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性	建议 不少于 1 次/ 季度	X- γ 辐射剂量率监测仪
委托监测	DSA 手术室	X- γ 辐射剂量率	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、顶棚、防护门、观察窗、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性	编制辐射防护 年度评估报告 (每年)	X- γ 辐射剂量率监测仪
	其它	个人剂量	所有辐射工作人员	一季度一次 (需建立个人 剂量档案)	个人剂量计

监测质保：确保执行制定的《监测仪表使用与校验管理制度》，并利用委托监测获得的监测数据进行比对并建立比对档案。监测须采用国家颁布的标准方法或推荐方法并制定辐射环境监测管理制度。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

在开始运营本项目后，应密切注意辐射工作人员个人剂量数值，根据累积剂量及时调整工作量，防止个人剂量超标。

辐射事故应急

江苏晋陵医疗投资管理有限公司需针对本项目可能产生的辐射事故情况补充完善事故应急预案，应急预案内容包括：

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

江苏晋陵医疗投资管理有限公司应依据《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）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。发生辐射事故时，建设单位应立即启动内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，在两小时内填写初始报告。造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生部门报告。事故发生后应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论**1. 实践正当性**

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起到了十分重要的作用，该项目符合常州市医疗服务需要。在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，对周围环境、职业人员或公众影响较小。因此在考虑了社会、经济及其他综合因素后，能够认为本项目为受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）4.3.1.1 对于“实践的正当性”的要求。

2. 选址、布局

江苏晋陵医疗投资管理有限公司建设的一所综合性康养医院（晋陵康复医院）位于常州市天宁区天宁街道博爱路26号。医院东侧隔常面路为和平里、小季家村和武进纺工大楼；南侧隔博爱路为奥博大厦和民航大厦；西侧为博爱小学，天宇环卫大楼；北侧为丽景花园。院区主体建筑有综合楼（最高5F），住院楼（最高12F），后勤办公楼（最高4F），医疗辅助用房（1F），污水处理站（1F）等。本项目评价范围内涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区，即以文化教育、行政办公和居住为主要功能的区域，即常州市博爱小学（小部分教学楼、运动场及学院道路）、天宇环卫大楼（常州市天宁区环境卫生管理处）、丽景花园（小区道路及绿化）。

本项目DSA位于住院楼三楼DSA手术室，住院楼东侧隔连廊为后勤办公楼，南侧隔院区道路为液氧罐和综合楼，西侧为院区道路，北侧隔院区道路为医疗辅助用房、污水处理站和可移动岗亭。本项目DSA手术室拟建址周围50m范围内涉及院区内①综合楼，②住院楼，③医疗辅助用房，④污水处理站，⑤院区道路及绿化，⑥液氧罐，⑦可移动岗亭；另涉及院区外⑧常州市博爱小学（小部分教学楼、运动场及学院道路）；⑨天宇环卫大楼（常州市天宁区环境卫生管理处）；⑩公共道路；⑪丽景花园（小区道路及绿化）。本项目环境保护目标主要为本项目辐射工作人员以及以上场所内周围公众。

江苏晋陵医疗投资管理有限公司拟将原ICU改造为DSA手术室，将原ICU部分区

域、储藏室和洗手间改造为设备间和控制室。本项目 DSA 手术室东侧为设备间和控制室，南侧为走廊和洁净走廊，西侧为护工休息室，北侧为空调外机及半空，楼上为设备层，楼下为实验室兼避难间、储血室、缓冲间、预留房间和收发血室。

对照《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）和《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），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、江苏省生态空间管控区域。

对照《江苏省人民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）和《关于印发常州市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（常环〔2020〕95号），本项目的建设符合江苏省和常州市“三线一单”（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）要求。本项目选址是合理的。

3. 辐射屏蔽能力分析

本项目 DSA 手术室的防护设计为：四周墙体均为 3mm 铅板；楼顶为 100mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥砂浆；地面为 100mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥砂浆；观察窗为 15mm 铅玻璃，等效 3mm 铅当量；所有防护门均内嵌 3mm 铅板。

4. 保护目标剂量

根据理论估算结果，该项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，本项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《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。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

5. 辐射安全与防护措施

本项目运行后，DSA 手术室在所有防护门朝向室外的一面均将张贴电离辐射警告标志，所有防护门拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。将在监督区入口张贴标牌；走廊拟张贴或悬挂《放射防护注意事项告知栏》。拟为 DSA 手术室平开机房门设置自动闭门装置；推拉式机房门拟制定曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置。本项目射线装置通常床旁控制台自带 1 个急停按钮，另将在控制室内墙上安装 1 个急停按钮。拟在 DSA 手术室内侧靠近手术室防护门位置设置开门按钮。拟在手术室防护门朝向室外位置各安装

1 个工作状态指示灯，且所有防护门拟设置工作状态指示灯且能与手术室门有效关联。控制室和 DSA 手术室内拟设置对讲装置。本项目拟为 DSA 手术室的辐射工作人员配备与实际参数手术室内工作人员数量一致的 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶帽子及 0.025mm 铅当量的介入防护手套，项目开展后，DSA 手术室内同时操作的手术医护人员预计最多 5 人，拟为医护配备 5 套防护用品；拟为手术室病人配备 1 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套及铅橡胶帽子；本项目 DSA 设备自带 0.5mm 铅当量移动铅帘或铅吊屏。建设单位拟为本项目配备 1 台便携式 X-γ 剂量监测仪，可用于射线装置使用期间定期巡检；拟为本项目配备 2 台个人剂量报警仪，辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，并定期送检。

在落实以上措施后，该项目的安全措施能够满足安全防护要求。

6. 辐射环境管理

1) 拟委托有资质单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；

2) 拟为本项目配备辐射剂量巡测仪和个人剂量报警仪，定期对工作场所辐射水平进行检测；

3) 项目运行前，应委托有资质的单位开展个人剂量监测，辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计，定期按时送检并建立辐射工作人员个人剂量监测档案；建设单位拟为手术位配置个人剂量报警仪；

4) 在项目运行前对辐射工作人员进行职业健康岗前体检并定期复检，并建立职业健康监护档案；

5) 本项目拟配备的辐射工作人员需通过辐射安全与防护知识的考核，新增的辐射工作人员应在上岗前通过辐射安全与防护知识的考核；

6) 拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前制定相关辐射安全管理制度并严格执行。

综上所述，江苏晋陵医疗投资管理有限公司新建 1 台 DSA 项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求以及本项目管理目标。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，建设单位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，其设施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，项目可行。

建议和承诺

1) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对工作人员的培训，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) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4) 在项目运行前安排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，通过考核后才能进行上岗作业。此外，担任本项目辐射防护负责人仍需通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

5) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 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。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

7) 建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《医疗单位辐射安全管理标准化建设指南（第二版）》编制自评估报告，每年一月根据上一年辐射安全改进提升情况再次进行自评估，自评估报告作为年度评估报告附件，于 1 月 31 日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人

公 章
年 月 日

审批意见：

经办人

公 章
年 月 日

附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资 (万元)
辐射 防 护 措 施	本项目 DSA 手术室最小有效使用面积 48.06m ² ，最小单边长度 5.4m。本项目 DSA 手术室的防护设计为：四周墙体均为 3mm 铅板；楼顶为 100mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥砂浆；地面为 100mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥砂浆；观察窗为 15mm 铅玻璃，等效 3mm 铅当量；所有防护门均内嵌 3mm 铅板。	屏蔽墙、顶部、防护门窗及底部屏蔽厚度能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。	50
辐射 安 全 措 施	(1) 警示标志及设施：在所有防护门朝向室外的一面均将张贴电离辐射警告标志，所有防护门外均计划设置醒目的工作状态指示灯。 (2) 急停按钮：床旁控制台自带 1 个急停按钮，另将在控制室内墙上安装 1 个急停按钮。 (3) 闭门装置及开门按钮：DSA 手术室平开机房门将安装有自动闭门装置；针对推拉式机房门拟在制度中的操作规程章节强调曝光时应关闭防护门。在手术室内侧靠近 DSA 手术室防护门位置设置有开门按钮。 (4) 防夹措施：所有的电动推拉门将设置防夹装置。 (5) 对讲装置：DSA 手术室与控制室内拟设置对讲装置。 (6) 防护用品：建设单位拟为本项目辐射工作人员以及患者配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等。 (7) 走廊拟设置放射防护注意事项告知栏；拟在走廊等 DSA 手术室外墙悬挂辐射防护管理制度，拟在 DSA 和操作台周围合适的墙上张贴岗位职责及操作规程等工作制度。	防护用品铅当量能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。辐射安全措施能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)要求	4.9
	拟配备 1 台辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，并拟为本项目手术室内所有参与手术的辐射工作人员每人至少配备 2 个剂量计。	根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)满足工作场所日常监测要求。	
污染 防 治 措 施	废气 本项目装置工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，本项目 DSA 手术室采用净化空调系统通风，臭氧和氮氧化物可通过手术室通风系统排至室外。臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，装置运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。	能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)相应标准。	/

	固体废物 本项目介入手术时将产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、导管以及残留有含有少量造影剂的废弃输液瓶等医疗废物。	医疗废物委托有资质单位处置。	
辐射安全管理	拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	能够满足《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》对于成立安全管理机构的要求。	/
	本项目将制定相关规章制度，《辐射防护管理规定》《放射人员个人剂量和辐射环境监测方案》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员培训计划》《放射性事故应急处置方案》；制定《辐射工作人员岗位职责》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《射线装置台帐管理制度》一系列制度。	能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对于各项管理制度的要求。	/
	拟配备辐射工作人员拟自主学习，通过考核后才能上岗。（每 5 年重新参加考核）。	能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对于辐射工作人员需通过考核持证的要求。另根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部 2019 年 12 月 23 日），每 5 年进行复训。	0.1 （每五年）
	委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。辐射工作人员均佩戴个人剂量计。（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量监测，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号），个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	每年投入
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号）建设单位应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	定期投入

以上措施必须在项目运行前落实。