

核技术利用建设项目

淮安汉方医院管理有限公司

新增 1 台 DSA 项目生态环境影响报告
表

淮安汉方医院管理有限公司

2026 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

淮安汉方医院管理有限公司

新增 1 台 DSA 项目生态环境影响报告
表

建设单位名称：淮安汉方医院管理有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：江苏省淮安市经济技术开发区通南路 8 号

目 录

表 1 项目基本情况 - 1 -

表 2 放射源 - 4 -

表 3 非密封放射性物质 - 4 -

表 4 射线装置 - 5 -

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） - 6 -

表 6 评价依据 - 7 -

表 7 保护目标与评价标准 - 10 -

表 8 环境质量和辐射现状 - 13 -

表 9 项目工程分析与源项 - 17 -

表 10 辐射安全与防护 - 23 -

表 11 环境影响分析 - 29 -

表 12 辐射安全管理 - 42 -

表 13 结论与建议 - 47 -

表 14 审批 - 52 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		淮安汉方医院管理有限公司新增 1 台 DSA 项目			
建设单位		淮安汉方医院管理有限公司 (统一社会信用代码: 91320891MA1MPTNP5L)			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		江苏省淮安市经济技术开发区通甫路 8 号			
项目建设地点		江苏省淮安市经济技术开发区通甫路 8 号医院病房楼 2 楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)			项目环保总投资 (万元)		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: 一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来 淮安汉方医院管理有限公司 (以下简称医院) 成立于 2016 年 7 月 14 日。经营范围包括医院管理服务、健康管理服务、餐饮管理服务、物业管理服务; 综合医院诊疗服务; 企业管理咨询服务; 企业形象策划; 场地租赁、展览展示、家庭服务、养老服务; 电器设备维修、房屋维修; 食品、保健品销售。 为进一步推动医院医疗事业的发展, 提供更优质的医疗服务, 淮安汉方医院管理				

有限公司拟于病房楼 2 楼预留的 DSA 机房内新增 1 台 DSA（型号：Alphenix INFX-9000V，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），用于开展医疗诊断和介入治疗。

医院拟为 DSA 项目配备医师 2 人，技师 1 人，护士 1 人，辐射工作人员年工作 250 天，根据医院提供的 DSA 工作负荷，设备透视时间不超过 33.3h/a，摄影时间不超过 0.3h/a。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国生态环境法典》《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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律、法规和部门规章，本次新增 1 台 DSA 项目需进行生态环境影响评价。受淮安汉方医院管理有限公司的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位新增 1 台 DSA 项目的生态环境影响评价工作（委托书见附件 1）。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），本项目为新增 1 台 DSA 项目，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”项目，确定为编制生态环境影响报告表。南京瑞森辐射技术有限公司在资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场检测等工作的基础上，编制了该项目生态环境影响报告表。医院新增 1 台 DSA 项目情况见表 1-1：

表 1-1 新增 1 台 DSA 项目情况一览表

射线装置								
序号	射线装置名称型号	数量	技术参数	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	备注
1		1						

二、项目选址情况

淮安汉方医院管理有限公司位于淮安经济技术开发区通甫路 8 号，其东侧为通甫路，南侧、西侧隔路为九龙湖花园小区，北侧为柯山路。本项目地理位置示意图附图 1，医院周围环境示意图及总平面图见附图 2。

本项目 DSA 机房位于病房楼 2 楼（病房楼为地下 1 层，地上 11 层建筑），病房楼东侧为院内道路，南侧隔院内道路为门诊综合楼，西侧隔路为九龙湖花园小区，北侧隔院内道路为柯山路。本项目 DSA 机房东侧为手术室，南侧为控制室、设备间，西侧、北侧为走廊，上方为缓冲、仓库、产房（边缘）、护士办公室，下方为抢救室、急诊大厅。病房楼 1 楼~3 楼平面布置示意图见附图 3~附图 5。

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围西至九龙湖花园（居民区），北至柯山路，其余方向均位于医院边界内，项目运行后的环境保护目标主要为本项目辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属和九龙湖花园、柯山路处公众等。

三、原有核技术利用项目许可情况

淮安汉方医院管理有限公司持有淮安市生态环境局核发的辐射安全许可证（苏环辐证[H2014]，见附件 5），有效期至：2031 年 3 月 24 日，许可种类和范围为“使用 III 类射线装置”。医院已开展的核技术利用项目均已履行环保手续（见附件 4），无环保遗留问题。

四、实践正当性分析

本项目的运行，可为患者提供医疗诊断与介入治疗服务，并可提高医疗卫生水平，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，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。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II 类	1 台	Alphenix INFX-9000V	125	1000	医疗诊断，介入治疗	病房楼 2 楼 DSA 机房	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境,臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气。
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	委托有资质单位进行处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国生态环境法典》，2026年3月12日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，自2026年8月15日起施行； (2) 《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； (3) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 第253号，1998年11月29日发布，根据2017年7月16日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（中华人民共和国国务院令 第682号）修订，2017年10月1日起施行； (4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部令 第20号，2021年1月4日起施行； (5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），生态环境部令 第16号，2021年1月1日起施行； (6) 《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； (7) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告2017年 第66号，2017年12月5日起施行； (8) 《江苏省辐射污染防治条例》（2026年修正本），由江苏省第十四届人民代表大会常务委员会第二十三次会议于2026年7月31日通过，自2026年8月15日起施行； (9) 《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10月25日发布； (10) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019年 第39号，2019年11月1日起施行； (11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019年 第57号，2020年1月1日起施行； (12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部
------	---

	令 第9号，2019年11月1日起施行； （13）《关于印发〈生态环境分区管控管理暂行规定〉的通知》，生态环境部，环环评〔2024〕41号，2024年7月8日发布； （14）《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142号，2022年8月16日起试行； （15）《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28日发布； （16）《江苏省生态环境厅关于印发辐射安全许可证办理等工作程序和规范的通知》，苏环规〔2025〕1号，2025年9月21日起施行； （17）《江苏省生态环境分区管控实施方案》，苏办发〔2024〕25号； （18）《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； （19）《江苏省辐射事故应急预案》（2020年修订版），苏政办函〔2020〕26号，2020年2月19日发布； （20）《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； （21）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发〔2006〕145号，2006年9月26日发布； （22）《江苏省自然资源厅关于淮安市生态空间管控区域评估优化成果的复函》，苏自然函〔2026〕392号，2026年5月27日发布。
技术标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （2）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； （3）《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）； （4）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； （5）《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）； （6）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （7）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

	(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (9) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； (10) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）。
其他	附图： (1) 淮安汉方医院管理有限公司新增 1 台 DSA 项目地理位置示意图； (2) 淮安汉方医院管理有限公司总平面及周围环境示意图； (3) 淮安汉方医院管理有限公司病房楼 1 楼平面布置图； (4) 淮安汉方医院管理有限公司病房楼 2 楼平面布置图； (5) 淮安汉方医院管理有限公司病房楼 3 楼平面布置图； (6) 淮安汉方医院管理有限公司病房楼 2 楼（局部）通风管道布设图； (7) 本项目与江苏省生态空间管控区域位置关系图。 附件： (1) 项目委托书； (2) 射线装置使用承诺书； (3) 本项目机房防护设计情况； (4) 医院原有核技术项目利用情况； (5) 辐射安全许可证正副本； (6) 本项目辐射环境现状检测报告； (7) 本项目江苏省生态环境分区管控综合查询报告书。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。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”的规定，结合本项目的特点，确定本项目评价范围为本次新增 1 台 DSA 项目工作场所实体屏蔽体边界外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。

保护目标

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）、《江苏省自然资源厅关于淮安市生态空间管控区域评估优化成果的复函》（苏自然函〔2026〕392 号）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于淮安经济技术开发区（科技产业园）重点管控单元（编码：ZH32087120119）内，不在淮安市生态保护红线内，评价范围内均不涉及优先保护单元和一般管控单元。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围西至九龙湖花园，北至柯山路，其余方向均位于医院边界内，项目运行后的环境保护目标主要为本项目辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属和九龙湖花园、柯山路处公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

保护对象类型	场所	保护目标	方位/位置	距本项目最近距离	人员规模	保护要求
辐射工作人员						5mSv/a
公众						0.1mSv/a

有效剂量可提高到 5mSv。

二、剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B 的要求并结合本项目特点，确定 DSA 项目剂量约束值为：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。

三、关注点周围剂量当量参考控制水平

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）“6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：a）具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；c）具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv”的要求，确定本项目 DSA 机房外的周围剂量当量率参考控制水平为：距 DSA 机房墙体、门、观察窗表面外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处、地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处的辐射剂量率目标控制值均为 2.5 μ Sv/h。

四、其他标准

《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。

五、辐射环境质量现状检测评价参考值：

根据《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）确定本项目辐射环境质量现状检测评价参考值，见下表。

江苏省环境天然 γ 辐射水平（单位：nGy/h）

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

注：*测量值已扣除宇宙射线响应值，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。

六、参考资料：

（一）《辐射防护导论》，方杰主编；

（二）《辐射防护手册（第一分册）》，李德平、潘自强主编。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

淮安汉方医院管理有限公司位于淮安经济技术开发区通甫路 8 号，其东侧为通甫路，南侧、西侧隔路为九龙湖花园小区，北侧为柯山路。

本项目 DSA 机房位于病房楼 2 楼，病房楼东侧为院内道路，南侧隔院内道路为门诊综合楼，西侧隔路为九龙湖花园小区，北侧隔院内道路为柯山路。本项目 DSA 机房东侧为手术室，南侧为控制室、设备间，西侧、北侧为走廊，上方为缓冲、仓库、产房、护士办公室，下方为抢救室、急诊大厅。

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围西至九龙湖花园（居民区），北至柯山路，其余方向均位于医院边界内，项目运行后的环境保护目标主要为本项目辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属和九龙湖花园、柯山路处公众等。

本项目 DSA 机房周围环境情况见图 8-1~图 8-6。

图 8-1 DSA 机房下方（抢救室）

图 8-2 DSA 机房上方（办公室）

图 8-3 DSA 机房北侧（走廊）

图 8-4 DSA 机房南侧（控制室）

图 8-5 DSA 机房东侧（手术室）

图 8-6 DSA 机房西侧（走廊）

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，于本次新增 1 台 DSA 项目周围进行布点，测量本底辐射剂量率。检测结果见表 8-1，检测点位示意图见图 8-7。

检测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

检测项目： γ 辐射剂量率

检测仪器：BG9511 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-221，检定有效期：2025 年 10 月 22 日~2026 年 10 月 21 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2025-0103723）

能量响应：35keV~3MeV

测量范围：10nGy/h~600 μ Gy/h

检测日期：2026 年 7 月 14 日

天气：多云

温度：34℃

湿度：66%RH

检测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目检测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过检验检测机构资质认定（证书编号：221020340350，检测资质见附件 6），具备相应的检测资质和检测能力，检测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术

规范》（HJ 61-2021）要求，实施全过程质量控制。

检测人员、检测仪器及检测结果：检测人员经过考核，检测仪器经过有资质的计量部门检定，并在有效期内，检测仪器使用前经过检验，检测报告实行三级审核。

数据记录及处理： γ 辐射空气吸收剂量率检测每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。

评价方法：参照江苏省环境天然 γ 辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 新增 1 台 DSA 项目周围 γ 辐射水平

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)	标准差	备注

注：上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应。环境 γ 辐射剂量率测量结果按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中公式 $\dot{D} = C_f(E_f\bar{X} - \mu_c\dot{X}_c')$ 计算，其中， C_f 为仪器量程检定/校准因子； E_f 为仪器检验源效率因子； $\bar{X}$ 为现场检测时仪器 n 次读数的平均值； μ_c 为建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1； $\dot{X}_c'$ 为测点处仪器对宇宙射线的响应值，本仪器的宇宙射线响应值为 7nGy/h。

由表 8-1 检测结果可知，淮安汉方医院管理有限公司新增 1 台 DSA 项目室内周围环境 γ 辐射剂量率在 (52~90) nGy/h 之间，位于江苏省建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）

剂量率本底水平（50.7~129.4）nGy/h 范围；道路环境天然 γ 辐射剂量率为（53~62）nGy/h，位于江苏省道路 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（18.1~102.3）nGy/h 范围内。

图 8-7 新增 1 台 DSA 项目周围环境检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

淮安汉方医院管理有限公司拟在 DSA 机房内安装 1 台 Alphenix INFX-9000V 型 DSA（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 形臂 X 光机，DSA 由 X 射线发生装置（包括 X 射线球管及其附件、高压发生器、X 射线控制器等）和图像检测系统（包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等）组成。常见 DSA 外观示意图 9-1，本项目配备的 DSA 主要设备技术参数见表 9-1，配套设备配置情况见表 9-2。

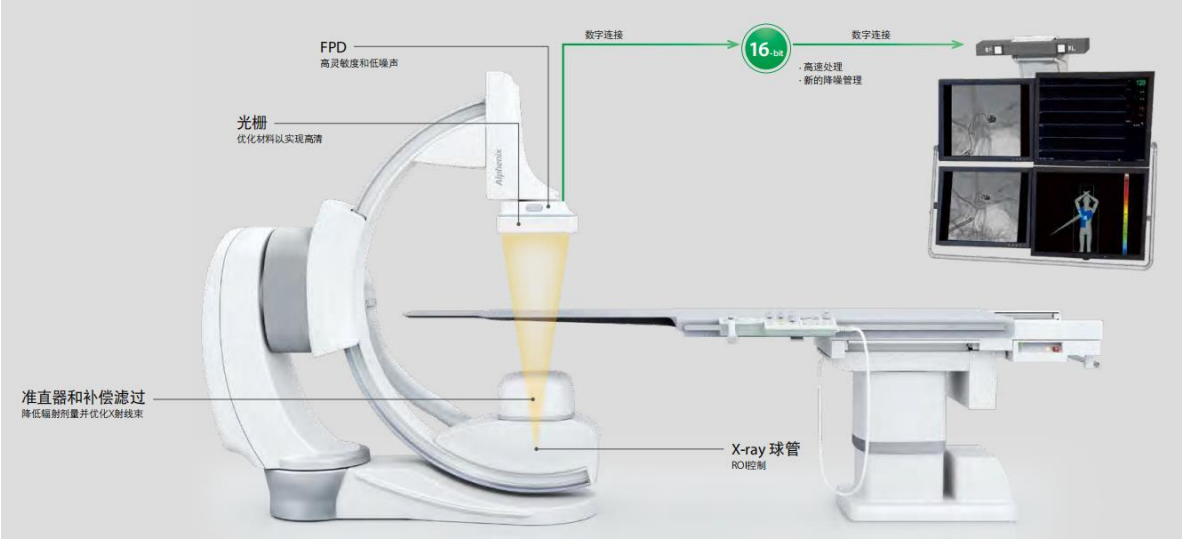


图 9-1 本项目 DSA 外观图

表 9-1 本项目 DSA 主要设备技术参数

指 标	技 术 参 数*
型号	
生产厂家	
额定管电压、管电流	
工作场所	
X 射线球管滤过条件	
焦皮距	

主射线束出束方向	
----------	--

注：*设备型号、技术参数由建设单位及供货商提供。

表 9-2 本项目 DSA 配套设备一览表

序号	名称	数量	用途	位置
1	电源柜	1 套	DSA 配电	设备间
2	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置	设备间
3	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输	设备间
4	控制系统	1 套	DSA 设备操作	控制室

二、工作原理及工作流程

（一）工作原理

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数值相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少、浓度低、损伤小、较安全，节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA 系统结构图见图 9-2。

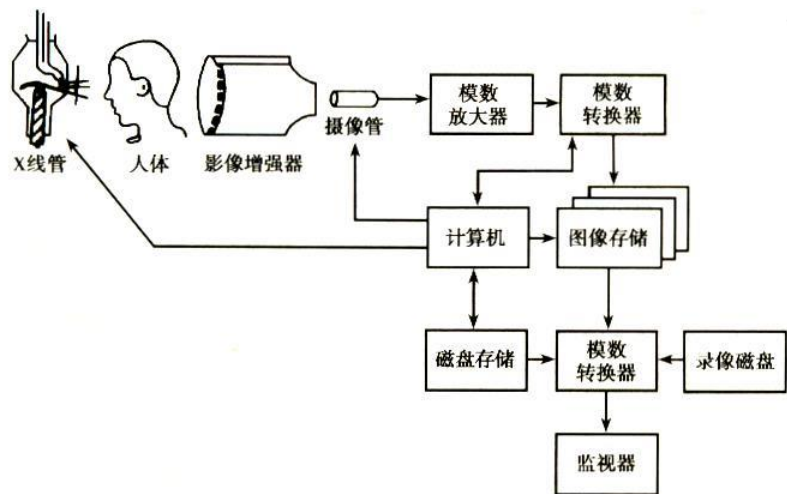


图 9-2 DSA 系统结构图

DSA 是引导介入治疗的重要医学影像设备，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）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师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。

（二）工作流程及产污环节分析

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

1、医疗诊断

DSA 检查（诊断）采用是根据采集的造影部位图像，对患者病变部位进行诊断，以选择合适的治疗方案。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员指导患者摆位并调整 X 射线球管、人体、影像接收器三者之间的距离。辐射工作人员采用隔室操作的方式，进行出束摄影，获取底片；下一步为患者注射造影剂、出束摄影或透视，获取样片。计算机将样片信号减去底片信号后，得到仅显示造影剂分布的图像，即血管图像。医护人员根据该图像识别、判断患者病变的具体部位、病变程度及类型，以选择合适的治疗方案。

2、介入治疗

介入治疗是医师、护士在 DSA 出束曝光条件下，根据影像引导，为患者实施如血管扩张、清淤、送入支架等治疗操作。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员指导患者摆位并调整 X 射线球管、人体、影像接收器三者之间的距离。辐射工作人员采用同室操作的方式，进行出束曝光，获取底片；下一步为患者注射造影剂，再次出束曝光，获取样片（此时操作医师位于铅屏风后，身着铅服、戴铅眼镜等，在曝光室内对患者进行直接的手术操作）。计算机将样片信号减去底片信号后，得到仅显示造影剂分布的图像，即血管图像。介入治疗手术过程中，DSA 间歇多次出束透视，获取手术过程中的动态图像，医护人员根据图像引导完成治疗操作。

DSA 的产污环节分析：

本项目采用先进的数字显影技术，电脑成像，不使用显（定）影液，不产生废显影液、废定影液和废胶片，注入的造影剂不含放射性。设备运行过程中产生的污染物主要为 X 射线、少量臭氧和氮氧化物以及手术过程中产生的医疗废物。DSA 项目工作流程及产污环节如图 9-3。

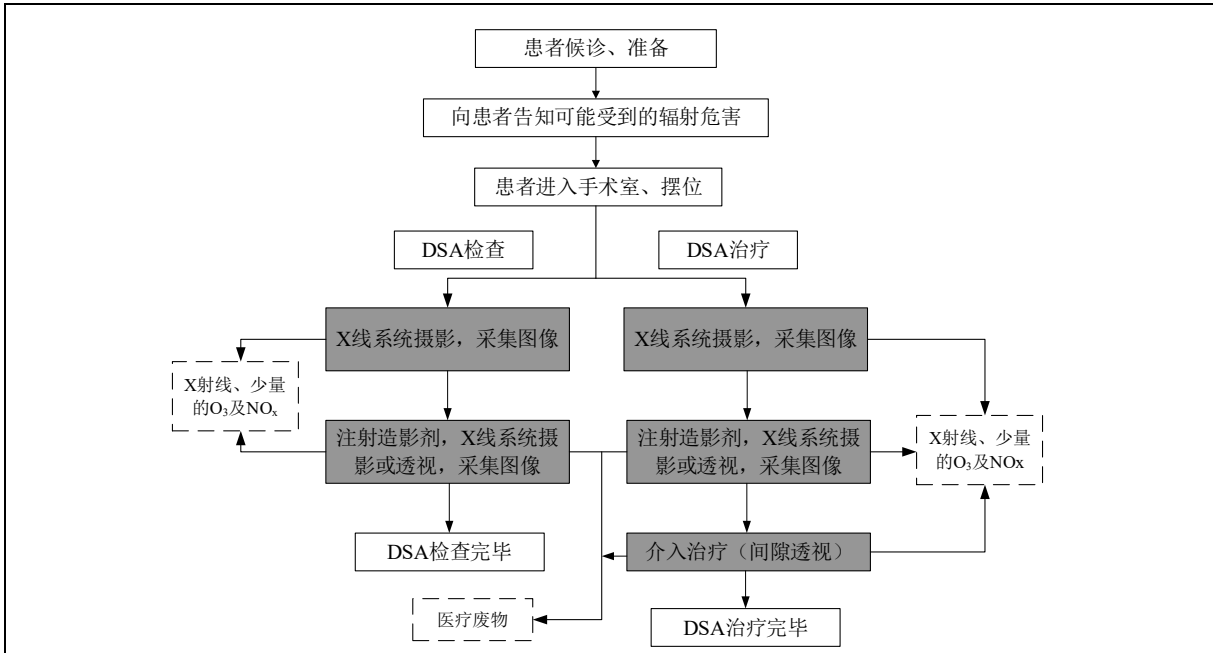


图 9-3 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

三、工作负荷及人员配置

根据医院提供的资料，本项目 DSA 的工作负荷情况见表 9-3。

表 9-3 本项目 DSA 机房工作负荷

(1) 透视					

本项目 DSA 劳动定员 4 人，其中医师 2 人，技师 1 人，护士 1 人，辐射工作人员年工作 250 天。

项目开展后，护士在透视模式下主要承担在控制室隔室观察患者、记录手术情况的工作；同室在铅屏风后传递医疗器械及辅助医师手术的工作。摄影模式下，护士在控制室隔室观察患者、记录手术情况；技师在透视模式和摄影模式下均位于控制室隔室操作；医师在透视模式下同室对患者进行手术操作，摄影模式下在控制室隔室观察患者情况，操作方式既有同室操作又有隔室操作。DSA 机房内和机房外辐射工作不进行轮换，不兼职其他辐射工作。今后医院将根据开展项目的实际情况作适当调整。

本项目辐射工作人员均为新增人员，须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，通过辐射防护安全与防护知识培训考核，合格后方可上岗；医院拟开展个人剂量检测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案。辐射工作人员应熟悉本项目 1 台 DSA 的工作流程与操作规程，医院应对本项目辐射工作人员开展相关内容培训。

污染源项描述

一、放射性污染

DSA 在工作状态下会发出 X 射线，配置的 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA，其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，由于存在影像增强器，从而降低了造影所需的 X 射线能量，再加上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。而介入治疗需要长时间的透视和大量的摄片，对患者和医务人员有一定的附加辐射剂量。

DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。辐射场中的 X 射线包括有用线束（主束）、漏射线和散射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

（一）有用线束

本项目 DSA 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），摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有一定的裕量。根据医院提供资料，当 DSA 运行管电压为额定电压的极端情况时，透视模式下的电流不大于 100mA，摄影模式下的电流不大于 500mA；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/（100～500）mA。

DSA 运行时离靶 1 米处的 X 射线发射率根据运行时管电压和 DSA 的 X 射线管的过滤条件从《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1 中查取。本项目 DSA 保守按照过滤材料为 2.5mmAl 滤片进行剂量预测，查《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1，本项目最大运行管电压为 80kV，离靶 1 米处的发射率约为 0.108mGy/mAs。

（二）泄漏射线

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

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

（三）散射线

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

二、非放射性污染

（一）废气

DSA 出束时，会使机房内的空气产生电离，产生臭氧和氮氧化物。

（二）废水、固体废物

主要是工作人员产生的生活污水、生活垃圾。DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局及分区

本次新增 1 台 DSA 项目位于病房楼 2 楼 DSA 机房，其东侧为手术室，南侧为控制室、设备间，西侧、北侧为走廊，上方为缓冲、仓库、产房（边缘）、护士办公室，下方为抢救室、急诊大厅。

本项目 1 台 DSA 配套独立用房，DSA 机房与控制室分开单独布置，区域划分明确，平面和空间布局合理，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于选址与布局的规定。

本项目将 DSA 所在机房作为辐射防护控制区，在机房入口处粘贴电离辐射警告标志；拟将与机房相邻的控制室、设备间划为监督区，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。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》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目 DSA 机房平面布置及分区示意图见图 10-1。

图 10-1 本项目 DSA 机房平面布置、辐射防护分区及人流、物流路线示意图

二、分区管理要求

医院拟在控制区进出口（防护门口）设置醒目的电离辐射警告标志及注意事项，

安装工作状态指示灯，在正常工作中，禁止无关人员进入；拟在监督区进出口设置醒目的监督区标识，监督区内实施监控管理，非辐射工作人员不得随意进入。

三、辐射防护屏蔽设计

本项目 DSA 机房长 8.8m，宽 4.8m，有效使用面积为 42.2m²。机房屏蔽参数见表 10-1。

表 10-1 本项目 DSA 机房屏蔽设计一览表

屏蔽防护设计		屏蔽设计（厚度及材质）
DSA 机房	四周墙体	
	顶部	
	地面	
	防护门	
	观察窗	

注：铅密度为 11.3g/cm³，混凝土密度不低于 2.35g/cm³

四、辐射安全措施

（一）电离辐射警告标志

DSA 机房入口处设置有电离辐射警告标志和中文警示说明；候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

（二）门灯联动

DSA 机房防护门上方均设置工作状态指示灯，患者入口防护门灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。平开机房门（机房南侧两扇防护门）设有自动闭门装置，推拉式机房门（机房北侧防护门）设有曝光时关闭机房门的管理措施与防夹装置，防护门关闭的情况下，设备才能出束照射。

（三）急停按钮

DSA 的导管床边操作面板处与机房控制室内设置急停按钮并与 X 射线系统连接，在出现紧急情况下，按下急停按钮，即可停止 X 射线系统出束。

（四）观察窗和语音对讲装置

DSA 机房控制室墙体上设置有观察窗，可有效观察到患者和受检者状态、防护门开闭情况。DSA 机房控制室拟设置对讲装置，方便机房外工作人员与患者交流。

（五）通风系统

本项目 DSA 机房设置新风、排风系统，新风风管从机房穿越东侧屏蔽墙经病房楼北侧外墙上百叶窗排出室外；排风风管从机房穿越西侧屏蔽墙经病房楼西侧外墙上百叶窗排出室外。风管穿墙前拟在机房内侧采用与同侧墙体相等当量的铅皮包裹补偿墙体的屏蔽能力，穿墙部分不会影响屏蔽体整体的防护性能。在采取上述穿墙部位屏蔽补偿措施后，穿墙部分不会影响屏蔽体整体的防护性能。通风管道示意图见附图 6。

（六）防护用品

医院为 DSA 项目工作人员配备的辐射防护装置及个人防护用品主要有铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、剂量报警仪、个人剂量计等，医院购置的各类防护用品除介入防护手套防护能力不低于 0.025mm 铅当量外，其余防护用品防护能力均不低于 0.5mm 铅当量。本项目 DSA 设备自带铅防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施，其防护能力均不低于 0.5mm 铅当量。

（七）人员监护

医院为 DSA 配备 4 名辐射工作人员，为辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，建立个人剂量检测档案。

（八）完善并落实射线装置相关的安全使用制度、管理制度，从事辐射工作的医务人员均须参加辐射工作的培训与辐射安全培训考核。医务人员在操作过程中遵守以上制度，严格按操作程序，避免发生事故。

（九）其他辐射安全措施

介入治疗需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员来说辐射剂量较高，因此在评估介入治疗的效应和操作时，其辐射损伤必须加以考虑。由于需要医务人员在机房内，X 射线球管工作时产生的散射线对医务人员有较大影响，根据辐射防护“三原则”，医院还应在以下方面加强对介入治疗的防护工作：

1、操作中减少透视时间和减少摄影的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，介入人员在操作时应尽量远离检查床。

2、一般说来，降低病人剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强对介入人员的培训，包括辐射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作迅速，以减少病人和介入人员的剂量。

3、所有在介入治疗工作的工作人员都应开展个人剂量检测，医院应结合工作人员个人剂量检测的数据采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量。

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

5、介入人员应该结合 DSA 设备的特点，了解一些降低剂量的方法，比如脉冲透视、优化滤线器、除滤线栅、图像处理、低剂量透视等方法。

6、加强 DSA 设备的质量保证工作，设备的球管与发生器、透视和数字成像的性能以及其他相关设备应该定期进行检测。

7、临床介入手术时，介入医师需站在 DSA 床边操作，仅依赖于医务人员身着铅衣、机器自带的铅帘等防护设备被动防护。一般来说，床下球管机对医务人员的辐射剂量，由头、颈、胸至腹部呈现剂量逐渐上升的趋势，故操作人员除个人防护用品（铅衣、铅围脖、铅帽及铅眼镜等）外，应着重考虑 X 射线机操作侧的屏蔽，该屏蔽要做到既不影响操作者的操作，又能达到防护目的，且能消毒。本项目 DSA 设备自带床侧竖屏、床下帘幕及床上防护屏，以上组合屏蔽防护措施的设置，能够有效降低介入手术医务人员的吸收剂量。

淮安汉方医院管理有限公司在落实以上辐射安全措施后，将满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关标准要求。

图 10-2 本项目 DSA 机房辐射防护设施布设示意图

五、检测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，开展放射诊疗的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和检测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射检测等仪器。

表 10-2 个人防护用品和辅助防护设置配置符合性

项目	分项		《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求	本项目拟采取措施
DSA	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、 介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护 帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	
	受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、 铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	
		辅助防护设施	/	/

注：介入防护手套铅当量为 0.025mmPb，其他防护用品和辅助防护设施的铅当量为 0.5mmPb。

淮安汉方医院管理有限公司已配备辐射巡测仪 1 台、拟为本项目配备个人剂量报警仪 4 台。医院拟为本项目受检者配备相应的防护用品。辐射工作人员工作时将佩戴个人剂量计（佩戴单枚个人剂量计时应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，佩戴双剂量计时还应在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），以检测累积受照情况。医院拟定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立辐射工作人员个人剂量检测档案和职业健康监护档案。

三废的治理

一、废气

DSA 机房内的空气在 X 射线作用下分解；产生臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物通过动力排风装置（见附图 6）排入大气。

二、废水、固体废物

工作人员和部分患者产生的生活污水，由医院污水处理系统统一处理。工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。DSA 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，手术结束后统一集中分类

收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目机房建设属于整个病房楼基础建设的部分工程，土建部分随主体项目建设完成，无施工期影响。

运行阶段对环境的影响

一、辐射生态环境影响分析

（一）DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性分析评价

1、评价标准

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

2、本项目 DSA 机房各屏蔽部位的铅当量厚度核算

本项目 DSA 机房使用的屏蔽材料除铅以外，还涉及混凝土及铅玻璃。本项目按额定管电压 125kV 主束方向的极端条件核算 DSA 机房各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度。

（1）混凝土的等效铅当量厚度核算：

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

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

式中：X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α 、 β 、 γ —相应屏蔽物质（本项目为混凝土）对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

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

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

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 查取 125kV 管电压工况下 X 射线（主束）辐射衰减的

有关的拟合参数，由 NCRP147 报告 TABLE A.1、TABLE C.1 查取 80kV 管电压工况下 X 射线（主束）辐射衰减的有关的拟合参数和 70kV 管电压工况下 X 射线（散射）辐射衰减的有关的拟合参数，列于表 11-1：

表 11-1 不同管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	屏蔽材料	α	β	γ	备注
125kV（主束）	铅				额定最大管电压
	混凝土				
80kV（主束）	铅				常用最大管电压
70kV（散射）	铅				

本项目机房屏蔽部位涉及的 150mm 混凝土按公式 11-2、公式 11-1 计算其屏蔽透射因子 B 、等效铅当量厚度 X ，计算结果列于表 11-2。

表 11-2 混凝土的屏蔽透射因子 B 、等效铅当量厚度 X 计算结果

管电压	屏蔽材料	屏蔽透射因子 B	等效铅当量厚度 X (mm)

（2）DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性

根据前述各屏蔽材料的等效铅当量厚度核算情况，可对本项目 DSA 机房屏蔽体等效铅当量进行汇总，结果见下表：

表 11-3 DSA 机房屏蔽体等效铅当量厚度核算及其与标准要求对比

参数		设计厚度	125kV 等效铅当量	屏蔽要求 ¹⁾	评价
DSA 机房	四周墙体			C 形臂 X 射线设备机房：有用线束方向 2.0mm 铅当量，非有用线束方向 2.0mm 铅当量。	满足
	屋顶				满足
	地面				满足
	防护门				满足
	观察窗				满足
	机房面积			单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，单边长度不小于 3.5m。	满足

注：1) 屏蔽要求引自《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表 3。

由上表可知，本项目 DSA 机房在额定最大管电压 125kV 下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。

2、DSA 机房的辐射影响预测

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影响分析。预测点选取如下：

- 1#-DSA 机房东墙外 30cm 处，手术间；
 - 2#-DSA 机房南侧防护门外 30cm 处，走廊；
 - 3#-DSA 机房南墙外 30cm 处，控制室；
 - 4#-DSA 机房南侧观察窗外 30cm 处，控制室；
 - 5#- DSA 机房南侧防护门外 30cm 处，控制室；
 - 6#- DSA 机房西墙外 30cm 处，走廊；
 - 7#-DSA 机房北侧防护门外 30cm 处，走廊；
 - 8#-DSA 机房北墙外 30cm 处，走廊；
 - 9#- DSA 机房上方距顶棚地面 100cm 处，办公室；
 - 10#- DSA 机房下方距楼下地面 170cm 处，抢救室。
- 共布设 10 预测点，预测点布设见图 11-1 所示。

平面

剖面

图 11-1 DSA 机房周围预测点布设示意图

本项目 DSA 的辐射影响构成情况见表 11-4。

表 11-4 本项目 DSA 的辐射影响情况

操作模式	正常运行时最大工况	辐射影响对象
摄影模式	80kV/500mA	机房外公众、操作台操作人员

透视模式	80kV/20mA	机房外公众、操作台操作人员； 机房内介入治疗操作人员
------	-----------	-------------------------------

(1) 关注点处有用线束辐射影响预测

本项目 DSA 主射线束方向由下至上（朝向机房顶部），介入手术过程中，DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design for Medical Imaging X-ray Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers, P41-45）及 5.1 节（Cardiac Angiography, P72）指出，DSA 屏蔽计算时不需要考虑主束照射。因此本项目 DSA 需要屏蔽的辐射仅考虑泄漏辐射和散射辐射。

(2) 关注点处泄漏辐射影响预测

泄漏辐射存在于透视操作和摄影操作过程。泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_L$ 采用下式计算：

$$H_L = \frac{H_i \cdot B}{r^2} \cdot K$$

公式 11-3

式中： 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；

B —机房各屏蔽体的泄漏射线屏蔽透射因子，将 DSA 机房各屏蔽体的铅当量厚度 X 和铅对 80kV（本项目正常运行最大管电压）管电压 X 射线（主射）辐射衰减的有关的拟合参数 α 、 β 、 γ 值代入公式 11-2，计算相应的屏蔽透射因子 B 值；

r —关注点至 X 射线源的距离；

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 B2，对于本项目 DSA 运行时常用最大管电压 80kV， K 值取 1.67。

将有关参数代入公式 11-3，计算 DSA 机房周围关注点处、机房内介入操作人员操作位关注点处的泄漏辐射剂量率，计算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 机房关注点处泄漏辐射剂量率计算结果

关注点位置	H_i (mGy/h)	r (m)	X (mm)	B	H_L (μSv/h)
1#-DSA 机房东墙外 30cm 处, 手术间					
2#-DSA 机房南侧防护门外 30cm 处, 走廊					
3#-DSA 机房南墙外 30cm 处, 控制室					
4#-DSA 机房南侧观察窗外 30cm					

处，控制室						
5#- DSA 机房南侧防护门外 30cm 处，控制室						
6#- DSA 机房西墙外 30cm 处，走廊						
7#-DSA 机房北侧防护门外 30cm 处，走廊						
8#-DSA 机房北墙外 30cm 处，走廊						
9#- DSA 机房上方距顶棚地面 100cm 处，办公室						
10#- DSA 机房下方距楼下地面 170cm 处，抢救室						
第一术者	铅衣内					
	铅衣外					
第二术者	铅衣内					
	铅衣外					

注：病房楼 1 楼、2 楼层高约 5m。

(3) 关注点处散射辐射水平计算

散射辐射存在于透视操作和摄影操作过程。

由《辐射防护手册（第一分册）》（李德平、潘自强著）给出的 X 射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的比释动能率 H_s 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1），继而在公式中增加“有效剂量与空气比释动能转换系数”修正因子，得到散射辐射有效剂量率 H_s 计算公式：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot I \cdot a \cdot (s/400) \cdot B_s \cdot k}{d_0^2 \cdot d_s^2} \quad \text{公式 11-4}$$

式中： H_0 —X 射线机发射率常数（当管电流为 1mA 时，距离阳极靶 1m 处由主束产生的比释动能率）， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，本项目取 $0.108 \text{mGy} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，即 $388800 \mu\text{Gy} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

I —管电流，mA；本项目透视、摄影模式下正常使用的最大管电流分别取 20mA、500mA；

a —人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值，由《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中查取。本项目最大常用管电压为 80kV，对于散射线向机房

四侧墙体投射的情况，从《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中采用内插法查取散射角 90° 时 80kV 对应的 a 值为 0.0008（该取值适用于机房四侧关注点相应预测计算）；对于散射线向机房顶面投射的情况，因《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中无散射角 0° 的数据，表中所列散射角中以 30° 最接近 0° ，故从该表中散射角为 0° 、管电压为 70kV、100kV 对应的 a 值采用内插法求取 80kV 对应的 a 值为 0.0009（该取值适用于机房顶面关注点相应预测计算）；对于散射线向机房地面投射的情况，因《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中无散射角 180° 的数据，表中所列散射角中以 135° 最接近 180° ，故从该表中散射角为 135° 、管电压为 70kV、100kV 对应的 a 值采用内插法求取 80kV 对应的 a 值为 0.0016（该取值适用于机房地面关注点相应预测计算）；

S —主束在受照人体上的散射面积，考虑手术需要的最大照射面积，本项目日常用最大照射面积取 $16 \times 16 = 256 \text{cm}^2$ ；

d_0 —源至受照点的距离，根据设备参数确定，本项目 d_0 取最小值 0.45m（符合 ICRP 33 号报告第 98 段关于使用固定式 X 线透视检查设备的焦皮距的要求）；

d_s —受照体至关注点的距离；

B_s —屏蔽材料对散射线的透射因子，此处散射线是指本项目最大常用管电压（80kV，即 0.08MV）下有用线束（初级 X 射线）的散射线，其能量偏保守取有用线束侧向（散射角 $\theta=90^\circ$ ）的一次散射线能量，可借鉴康普顿散射定律计算一次散射线能量 E 与入射的初级 X 射线能量 E_0 之比值 $E/E_0 = 1/[1 + E_0(1 - \cos\theta)/0.511] = 1/[1 + 0.08(1 - \cos 90^\circ)/0.511] = 0.865$ ，继而计算一次散射线能量 E 对应的 kV 值为 $80 \text{kV} \times 0.865 = 69.2 \text{kV}$ ，近似取为 70kV，再利用 NCRP147 报告 TABLE C.1 查取散射线 70kV 下铅的 α 、 β 、 γ 拟合参数；将机房各屏蔽体和介入操作人员防护用屏蔽物的铅当量厚度 X 和铅对 70kV 管电压 X 射线（主射）辐射衰减的有关的拟合参数 α 、 β 、 γ 值代入公式 11-2，计算相应的屏蔽透射因子 B 值；

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 B2，按前述 90° 方向一次散射线能量对应的 kV 值为 70kV， K 值取 1.60。

将前述有关参数代入公式 11-4，计算透视模式、摄影模式下 DSA 机房外公众、操作人员、机房内介入操作人员处散射辐射剂量率，计算结果见表 11-6。

表 11-6 DSA 机房关注点处散射辐射剂量率计算结果

关注点位置		操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	I (mA)	X (mm)	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#-DSA 机房东墙外 30cm 处, 手术间		透视							
		摄影							
2#-DSA 机房南侧防护门外 30cm 处, 走廊		透视							
		摄影							
3#-DSA 机房南墙外 30cm 处, 控制室		透视							
		摄影							
4#-DSA 机房南侧观察窗外 30cm 处, 控制室		透视							
		摄影							
5#-DSA 机房南侧防护门外 30cm 处, 控制室		透视							
		摄影							
6#-DSA 机房西墙外 30cm 处, 走廊		透视							
		摄影							
7#-DSA 机房北侧防护门外 30cm 处, 走廊		透视							
		摄影							
8#-DSA 机房北墙外 30cm 处, 走廊		透视							
		摄影							
9#-DSA 机房上方距顶棚地面 100cm 处, 办公室		透视							
		摄影							
10#-DSA 机房下方距楼下地面 170cm 处, 抢救室		透视							
		摄影							
第一术者	铅衣内	透视							
	铅衣外	透视							
第二术者	铅衣内	透视							
	铅衣外	透视							

(4) 关注点处预测计算结果汇总

综上所述, DSA 机房关注点处的辐射剂量率理论计算结果汇总见表 11-7。

表 11-7 DSA 机房关注点处辐射剂量率计算统计结果

关注点位置		操作模式	X 射线辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		
			散射线	漏射线	合计
1#-DSA 机房东墙外 30cm 处, 手术间	透视				
	摄影				
2#-DSA 机房南侧防护门外 30cm 处, 走廊	透视				
	摄影				
3#-DSA 机房南墙外 30cm 处, 控制室	透视				
	摄影				
4#-DSA 机房南侧观察窗外 30cm 处, 控制室	透视				
	摄影				
5#- DSA 机房南侧防护门外 30cm 处, 控制室	透视				
	摄影				
6#- DSA 机房西墙外 30cm 处, 走廊	透视				
	摄影				
7#-DSA 机房北侧防护门外 30cm 处, 走廊	透视				
	摄影				
8#-DSA 机房北墙外 30cm 处, 走廊	透视				
	摄影				
9#- DSA 机房上方距顶棚地面 100cm 处, 办公室	透视				
	摄影				
10#- DSA 机房下方距楼下地面 170cm 处, 抢救室	透视				
	摄影				
第一术者	铅衣内	透视			
	铅衣外	透视			
第二术者	铅衣内	透视			
	铅衣外	透视			

根据表 11-7 结果分析可知, 本项目机房外辐射工作人员关注点剂量率最大 $<0.001\mu\text{Sv/h}$; 公众关注点剂量率最大 $<0.001\mu\text{Sv/h}$ 。本项目 DSA 机房屏蔽设计能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 的要求。

3、电缆线、通排风管道、防护门辐射影响分析

本项目 DSA 机房电缆线布设采用砌体墙上直接开洞,通排风管道采用“U”形穿墙方式,为防止 X 射线泄漏,电缆孔处拟在手术室内侧设置用 3mm 铅皮(与防护门同等屏蔽防护)包裹管线,通风及排风管道口均拟设置 3mm 铅板(与防护门同等屏蔽防护)进行防护(接口处四周包封),经过铅板屏蔽后,电缆沟、通排风管道出口处辐射剂量将在控制范围内。

本项目 DSA 室防护门设计制作时,除要考虑足够的防厚度外,拟考虑防护门与周围墙壁及地面的重叠搭接,以防止门缝处射线泄漏。本项目机房门与墙之间的间隙小于 1cm,门与墙之间的搭接不小于 10cm,可有效防止门缝处射线泄漏。

4、周围公众及辐射工作人员年有效剂量计算

(1) 年有效剂量计算模式

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 中的计算公式进行计算:

$$H_{Er} = H_r \times T \times t \quad \text{公式 11-5}$$

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。

(2) 辐射工作人员与机房周围公众年有效剂量计算

将有关参数代入公式 11-5, 计算 DSA 机房四周公众及操作台辐射工作人员的年附加剂量, 见表 11-8。

表 11-8 DSA 机房四周公众及控制室辐射工作人员的年附加剂量

关注点位置	操作模式	t (h)	T	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)	
1#-DSA 机房东墙外 30cm 处, 手术间	透视					
	摄影					
2#-DSA 机房南侧防护 门外 30cm 处, 走廊	透视					
	摄影					
3#-DSA 机房南墙外	透视					

30cm 处, 控制室	摄影					
4#-DSA 机房南侧观察窗外 30cm 处, 控制室	透视					
	摄影					
5#- DSA 机房南侧防护门外 30cm 处, 控制室	透视					
	摄影					
6#- DSA 机房西墙外 30cm 处, 走廊	透视					
	摄影					
7#-DSA 机房北侧防护门外 30cm 处, 走廊	透视					
	摄影					
8#-DSA 机房北墙外 30cm 处, 走廊	透视					
	摄影					
9#- DSA 机房上方距顶棚地面 100cm 处, 办公室	透视					
	摄影					
10#- DSA 机房下方距楼下地面 170cm 处, 抢救室	透视					
	摄影					

由表 11-8, 本项目 DSA 机房四周公众的年附加剂量最大 $<0.001\text{mSv}$, 控制室辐射工作人员的年附加剂量最大 $<0.001\text{mSv}$, 均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中对职业人员、公众的剂量限值要求和本项目剂量约束值要求(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)。

(3) 本项目 50m 范围内涉及的公众年有效剂量计算

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围西至九龙湖花园(居民区), 北至柯山路, 其余方向均位于医院边界内。由表 11-8 可知, 本项目机房 50m 评价范围内环境保护目标处公众受照剂量最大 $<0.001\text{mSv/a}$, 且在考虑其他建筑结构的屏蔽、人员居留情况及距离的衰减后, 对周围人员的年有效剂量还将进一步降低, 远小于上述保守计算结果, 能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求(公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。因此本项目周围保护目标的年有效剂量能够满足 0.1mSv 的剂量约束值要求。

(4) DSA 机房内术者位年有效剂量计算

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》（GBZ 128-2019）给出的公式进行计算：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad \text{公式 11-6}$$

式中： α —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84（本项目取有甲状腺屏蔽时的系数，即 0.79 进行计算）；

H_u —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，mSv；

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100（本项目取有甲状腺屏蔽时的系数，即 0.051 进行计算）；

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

将有关参数代入公式 11-6，计算第一术者、第二术者年有效剂量，结果列于表 11-9。

表 11-9 DSA 机房内介入操作人员年有效剂量计算结果

位置	α	β	部位	空气比释动能率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）			年照射 时间（h）	年有效剂量 E （mSv）
				散射线	漏射线	合计		
第一术者	0.79	0.051	铅衣内					
			铅衣外					
第二术者			铅衣内					
			铅衣外					

由表 11-8、表 11-9 可知，本项目技师（透视+摄影，隔室操作）年受照剂量 <0.001mSv；DSA 机房内第一术者操作位由 1 人承担，年受照剂量（透视+摄影）约为 2.69mSv；第二术者操作位由 1 人承担，年受照剂量（透视+摄影）约为 0.62mSv；手术室内护士保守参考第二术者操作位计算年有效剂量，均能满足工作人员剂量约束值 5mSv/a 的要求。

对于介入手术，由于其实际工作中 DSA 透视工况及操作时间的不确定性，辐射工作人员需要依靠佩戴个人剂量计（双剂量计）进行跟踪性检测才能准确地测定其受照剂量的大小，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）要求进行佩戴，开展 DSA 介入治疗的辐射工作人员采用双剂量计检测方法，医院应加强对介入手术工作人员的个人剂量检测管理，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，并在接到检测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。介入手术工作人员均按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）穿戴防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等），并充分利

用自带的铅悬挂防护屏及床侧防护帘等做好自身防护，确保其年有效剂量满足标准限值要求。

综上所述，根据上述理论计算结果，本项目 DSA 机房在经实体屏蔽后，对机房外辐射工作人员和周围公众的生态环境影响较小，同时在开展介入工作时，在采取有效的辐射防护措施和医院良好的管理情况下，辐射工作人员的年有效剂量可以满足标准限值要求。

二、非放射性“三废”影响分析

（一）废气

DSA 机房内的空气在 X 射线作用下分解，产生臭氧和氮氧化物，通过动力排风装置排入大气，常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围生态环境影响较小。

（二）废水

工作人员和部分患者产生的生活污水，由医院污水处理系统统一处理。对周围生态环境影响较小。

（三）固体废物

工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。本项目 DSA 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。对周围生态环境影响较小。

事故影响分析

本项目拟配备的 DSA 为 II 类射线装置。医院在开展医疗诊断和介入治疗过程中，如果安全管理或防护不当，可能对人员产生误照射。

一、主要事故风险

（一）操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射；

（二）DSA 工作过程中，未按工作流程进行清场，人员误留、误入机房内，导致发生误照射；

（三）机房门灯联动装置失效，导致防护门无法自动关闭，开机时防护门外工作人员或公众受到误照射。

（四）停机维修期间，因操作不当，导致工作人员受到误照射。

（五）DSA 年久或更换部件和维修、检修后，未进行质量控制检测，设备性能指

标发生变化，有可能在诊疗过程中使患者可能受到较大剂量的照射。

（六）使用 DSA 的医师或护士在手术室内曝光时未穿戴铅围裙、铅防护手套、铅防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

二、事故预防措施

（一）当发生误照射时，应立即按下急停开关，确保设备停止工作；

（二）辐射工作人员在每日开展介入治疗前，应对机房的安全防护设施进行检查，确保其运行正常；

（三）设备工作时，应定期使用辐射巡测仪进行巡检，发生异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，做好记录；

（四）对发生事故的设备或其他设备故障，请设备厂家或相关单位进行检测或维修，分析事故发生原因，不得擅自进行维修。

（五）医院应加强日常工作的监管，机房内不要有无关人员逗留，在维修停机期间严格按照规程操作，确保有专人看守，能有效降低辐射事故发生的几率。

（六）对辐射工作人员造成额外照射时，应及时检测个人剂量计（双剂量计），剂量超标则人员应及时就医检查并调岗。

医院应定期对 DSA 机房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。医院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。

医院应根据《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》（2026 年修正本）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，并在事故发生后 1 小时内向公安机关、卫生健康主管部门和生态环境主管部门报告，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

淮安汉方医院管理有限公司拟在 DSA 机房安装 1 台 Alphenix INFX-9000V 型 DSA（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。根据《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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的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考核。

淮安汉方医院管理有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，组员覆盖各辐射科室，并以文件形式明确辐射安全管理人员职责。医院为本项目配备 4 名辐射工作人员，为新增人员，辐射安全管理人员和辐射工作人员须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，辐射安全管理人员参加“辐射安全管理”辐射安全与防护考核，操作人员参加“医用 X 射线诊断与介入放射学”辐射安全与防护考核，合格后方可上岗。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、放射诊疗工作职责、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、检测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。重点总结如下：

一、操作规程

拟制定操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤。重点是：

（一）确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作流程操作，防止发生辐射事故；

（二）从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计（双剂量计）和个人剂量报警仪；

(三) 在工作场所严禁吸烟、进食。

二、岗位职责

医院拟制定岗位职责，明确射线装置使用工作人员、台账管理人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

三、辐射防护和安全保卫制度

医院拟根据射线装置操作的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度，重点是：

(一) 定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全防护措施、个人剂量报警仪、环境辐射剂量检测仪保持良好工作状态；

(二) 工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。

四、设备维修制度

医院拟制定设备维修制度，明确射线装置和辐射检测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保射线装置、安全措施（警示标志、工作状态指示灯、急停按钮）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

五、人员培训计划和健康管理制

医院拟制定人员培训计划和健康管理制，明确培训对象、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防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号）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。

六、监测方案

明确检测频次和检测项目。检测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保Ⅱ类射线装置的辐射安全，该单位应制定检测方案，重点是：

(一) 明确检测项目和频次；

(二) 辐射工作人员个人剂量检测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射

污染防治条例》（2026 年修正本），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，并在接到检测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

（三）医院应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行检测或者委托有资质的机构进行检测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在 1 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；

（四）委托有资质检测单位对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，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。

七、医用射线装置台账管理制度

制度要明确射线装置的型号、规格、数量、管电压、输出电流、用途等均要记录在台账上，并要求射线装置更换时应及时向生态环境部门及卫健委及时备案。医院应在日常工作中落实到位，对射线装置参数、变更等及时记录在台账上，做到有据可查。

八、辐射事故应急制度

明确应急机构的组成、职责分工、应急人员的培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 小时内向公安机关、卫生健康主管部门和生态环境主管部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

辐射监测

根据辐射管理要求，淮安汉方医院管理有限公司已配备辐射巡测仪 1 台、拟为本项目配备个人剂量报警仪 4 台，用于辐射防护检测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定并完善如下检测计划：

一、委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行检测，周期：1~2 次/年；

二、辐射工作人员配备个人剂量计（双剂量计）检测累积剂量，定期（不少于 1 次/季）送有资质机构进行个人剂量检测，建立个人剂量档案；

三、定期使用辐射检测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录；

四、所有辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，符合辐射工作人员健康要求的方可参加相应的辐射工作。开展辐射工作后，定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2

年），并建立个人职业健康档案；

五、出现外照射事故，立即采取应急措施，并在 1 小时之内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

本项目检测计划一览表见表 12-1。

表 12-1 工作场所检测计划一览表

检测项目	检测类型	检测因子	检测单位和检测频次	检测点位	控制要求
DSA 机房 工作场所 检测	竣工环保 验收检测	X- γ 辐射 剂量率			
	年度检测	X- γ 辐射 剂量率			
	日常检测	X- γ 辐射 剂量率			
个人剂量 检测	/	职业性外照 射个人剂量			

医院拟根据上述检测计划，明确检测项目，定期（不少于 1 次/季）使用辐射检测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录，每年委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行检测，检测结果上报生态环境行政主管部门。

医院每年编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，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。

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- 一、应急机构和职责分工；
- 二、应急的具体人员和联系电话；
- 三、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；
- 四、辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- 五、辐射事故调查、报告和处理程序。

假若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效地采取以下应急措施：

- 一、一旦发现有其他无关人员误入机房内，辐射工作人员应立即利用最近的紧急

停机开关切断设备电源。误入人员应在最短的时间内撤离机房，尽量缩短受照时间。同时，事故第一发现者应及时向医院的辐射事故应急处理领导小组及上级领导报告。辐射事故应急处理领导小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

二、对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地生态环境部门、卫生健康行政部门等主管部门。

三、迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，组织专业技术人员，尽快排除故障。

四、事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

对于在医院定期检测或委托检测时发现异常情况时，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》（2026年修正本）等要求，在1小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的还应当同时向卫生健康部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

淮安汉方医院管理有限公司拟制定辐射事故应急处理方案，该预案需包括成立辐射事故应急处理领导小组、应急预案领导小组的职责、放射性事故应急处理的责任划分、放射性事故应急处理程序和放射性事故的调查等内容。由辐射事故应急处理领导小组组织辐射工作人员，定期（1次/年）开展应急培训演练，在物资、通讯、技术、人员、经费等准备方面均加以落实。医院开展核技术利用项目至今，未发生辐射事故。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

淮安汉方医院管理有限公司拟在 DSA 机房安装 1 台 Alphenix INFX-9000V 型 DSA（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。

二、项目建设的必要性与项目产业政策符合性分析

本项目的建设，可为医院提供多种诊断、治疗手段，有着重要临床应用价值，可为患者提供医疗诊断及介入治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平。

本项目不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“限制类”、“淘汰类”项目，项目符合国家产业政策。

三、实践正当性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，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。

四、选址合理性

淮安汉方医院管理有限公司位于淮安经济技术开发区通浦路 8 号，其东侧为通浦路，南侧、西侧隔路为九龙湖花园小区，北侧为柯山路。

本项目 DSA 机房位于病房楼 2 楼（病房楼为地下 1 层，地上 11 层建筑），病房楼东侧为院内道路，南侧隔院内道路为门诊综合楼，西侧隔路为九龙湖花园小区，北侧隔院内道路为柯山路。本项目 DSA 机房东侧为手术室，南侧为控制室、设备间，西侧、北侧为走廊，上方为缓冲、仓库、产房（边缘）、护士办公室，下方为抢救室、急诊大厅。

本项目 DSA 机房周围 50m 评价范围西至九龙湖花园（居民区），北至柯山路，其余方向均位于医院边界内，项目运行后的环境保护目标主要为本项目辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属和九龙湖花园、柯山路处公众等。

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）、《江苏省自然资源厅关于淮安市生态空间管控区域评估优化成果的复函》（苏自然函〔2026〕392号）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于淮安经济技术开发区（科技产业园）重点管控单元（编码：ZH32087120119）内，不在淮安市生态保护红线内，评价范围内均不涉及优先保护单元和一般管控单元。

本项目 DSA 机房控制室与机房分离，区域划分明确，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

五、辐射环境现状评价

淮安汉方医院管理有限公司新增 1 台 DSA 项目室内周围环境 γ 辐射剂量率在（52~90）nGy/h 之间，位于江苏省建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（50.7~129.4）nGy/h 范围；道路环境天然 γ 辐射剂量率为（53~62）nGy/h，位于江苏省道路 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（18.1~102.3）nGy/h 范围内。

六、生态环境影响评价

根据理论计算结果，淮安汉方医院管理有限公司新增 1 台 DSA 项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，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》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（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）。

七、“三废”的处理处置

DSA 机房内的空气在 X 射线作用下分解，产生臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过动力排风装置排入大气，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气；工作人员和部分患者产生的生活污水，由医院污水处理系统统一处理；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理；DSA 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。对周围生态环境影响较小。

八、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

淮安汉方医院管理有限公司拟配备的 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，开机期间，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

本项目 DSA 机房入口处设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；电动推拉式机房门设有防夹装置和曝光时关闭机房门的管理措施，平开门设置自动闭门装置，防护门上方设置工作状态指示灯，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动；机房内的导管床边、控制室内设置急停按钮；控制室墙体上设置有观察窗；控制室设置对讲装置；医院为本项目辐射工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜及介入防护手套等个人防护用品，符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的安全管理要求。

九、辐射安全管理评价

淮安汉方医院管理有限公司已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院拟制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《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》，建立符合医院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

淮安汉方医院管理有限公司拟为本项目辐射工作人员配置个人剂量计（双剂量计），定期送有资质部门检测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。淮安汉方医院管理有限公司已配备有辐射巡测仪 1 台、拟为本项目配备个人剂量报警仪 4 台。

综上所述，淮安汉方医院管理有限公司新增 1 台 DSA 项目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，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

一、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，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。

二、定期进行辐射工作场所的检查及检测，及时排除事故隐患。

三、医院取得本项目环评批复后，应及时重新申领辐射安全许可证，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。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构,或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构,并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施: DSA 机房四侧墙体采用铅板、顶面、地面采用混凝土加铅板进行辐射防护,防护门采用铅防护门,观察窗为铅玻璃观察窗进行辐射防护。	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剂量约束值要求。	
	本项目 DSA 机房入口处设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明;电动推拉式机房门设有防夹装置和曝光时关闭机房门的管理措施,平开门设置自动闭门装置,防护门上方设置工作状态指示灯,且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动;机房内的导管床边、控制室内设置急停按钮;控制室墙体上设置有观察窗,可有效观察到患者和受检者状态防护门开闭情况;控制室设置对讲装置,方便机房外工作人员与患者交流。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的相关要求。	
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作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考核,考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计(双剂量计),并定期送检(两次检测的时间间隔不应超过 3 个月),加强个人剂量检测,建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检(不少于 1 次/2 年),并建立辐射工作人员职业健康档案。		
检测仪器和防护用品	已配备辐射巡测仪 1 台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	
	拟为本项目配备个人剂量报警仪 4 台。		
	为辐射工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜及介入防护手套等个人防护用品。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的相关要求。	

辐射安全管理制度	制定操作规程、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、检测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	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》有关要求。	/
总计	/	/	

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日

审批意见	
经办人	公 章 年 月 日