

核技术利用建设项目

无锡市惠山区人民医院
(无锡市惠山区妇幼保健院)
扩建 1 台 DSA 项目
环境影响报告表
(脱密公示本)

无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）（公章）



2026 年 01 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

无锡市惠山区人民医院
(无锡市惠山区妇幼保健院)

扩建 1 台 DSA 项目

环境影响报告表



建设单位名称: 无锡市惠山区人民医院(无锡市惠山区妇幼保健院)

建设单位法人代表(签字或盖章): [Redacted]

通讯地址: 无锡市惠山区洛社镇站前北路2号

邮政编码: 214100 联系人: [Redacted]

电子邮箱: / 联系电话: [Redacted]

编制单位和编制人员情况表

项目编号	462a63		
建设项目名称	无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）扩建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）	无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）		
统一社会信用代码	12320206466370695X		
法定代表人（签章）	戴智勇		
主要负责人（签字）	顾晓红		
直接负责的主管人员（签字）	蒋军		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	江苏睿源环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57		
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
赵凌宇		BH020792	
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵凌宇	表1项目基本情况 表2放射源 表3非密封放射性物质 表4射线装置 表5废弃物（重点是放射性废弃物） 表6评价依据 表7保护目标与评价标准	BH020792	
张春娟	表8环境质量和辐射现状 表9项目工程分析与源项 表10辐射安全与防护 表11环境影响分析 表12辐射安全管理 表13结论与建议	BH073225	

编制主持人和主要编制人员信息

编制主持人证书



编制主持人和主要编制人员社会保险缴纳证明

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: 江苏睿源环境科技有限公司 现参保地: 鼓楼区
统一社会信用代码: 91320106MA20BXME57 查询时间: 202510-202601

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		29	29	29
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	赵凌宇		202510 - 202512	3
2	张春娟		202510 - 202512	3

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

江苏省社会保险局
电子专用章
打印时间: 2026年1月12日

目录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 8

表 3 非密封放射性物质 8

表 4 射线装置 9

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 10

表 6 评价依据 11

表 7 保护目标与评价标准 15

表 8 环境质量和辐射现状 20

表 9 项目工程分析与源项 26

表 10 辐射安全与防护 35

表 11 环境影响分析 43

表 12 辐射安全管理 60

表 13 结论与建议 65

表 14 审批 70

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 71

附图：

附图 1 本项目地理位置图

附图 2 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附图 3 本项目周围环境示意图

附图 4 本项目住院楼 4 楼平面布置图

附图 5 本项目住院楼 3 楼平面布置图

附图 6 本项目住院楼 5 楼平面布置图

附图 7 本项目 DSA 手术室设备摆放布局图

附件：

附件 1 委托书

附件 2 承诺书

附件 3 事业单位法人证书

附件 4 不动产权证书

附件 5 关于无锡市惠山区堰桥经济发展有限公司无锡市惠山区妇幼保健院新建工程项目环境影响报告表的批复

附件 6 无锡市惠山区行政审批局关于同意调整无锡市惠山区妇幼保健院新建工程建设主体、建设规模及总投资额的批复

附件 7 门牌号码编制情况证明

附件 8 原有环保手续及竣工验收材料

附件 9 原有辐射安全许可证正副本

附件 10 本项目 DSA 操作手册节选

附件 11 本项目 DSA 手术室的屏蔽防护设计及设备工况说明

附件 12 本项目辐射环境现状检测报告及检测单位资质证书

附件 13 医疗废弃物处置合同

附件 14 全国核技术利用辐射安全与防护考核合格证书

附件 15 个人剂量监测报告

附件 16 2025 年最近一次辐射监管部门现场核查会议纪要

表 1 项目基本情况

建设项目名称		无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）扩建 1 台 DSA 项目			
建设单位		无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		无锡市惠山区洛社镇站前北路 2 号、无锡市惠山区堰桥街道西新路 69 号			
建设项目地点		无锡市惠山区堰桥街道天昌路 318 号；凤栖路 339 号无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）住院楼 4 楼 DSA 手术室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		项目环保投资 (万元)		投资比例（环保投资/总投资）	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	项目概述： 1. 建设单位基本情况、项目建设规模和任务由来及原有核技术利用情况 无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）始建于 1958 年 11 月，注册地址为无锡市惠山区洛社镇站前北路 2 号、无锡市惠山区堰桥街道西新路 69 号（一证多址）。医院占地 120 亩，建筑面积 12.5 万 m ² ，开放床位 830 张，现有设备总值 4.5 个亿。目前医院已开设洛社本部（无锡市惠山区洛社镇站前北路 2 号）和西漳院区（无锡市惠山区堰桥街道西新路 69 号），一院两址，建筑面积增至 20 万 m ² ，设置床位 1200 张，为辖区百万人民群众提供医疗服务。				

医院本次新建一个新院区（东院区），地理位置为无锡市惠山区堰桥街道天昌路 318 号；凤栖路 339 号。本建设项目建成后该单位将有三个院区，分别为洛社本部、西漳院区和东院区。本项目东院区总占地面积 17800.8 平方米，总建筑面积 73713 平方米（其中地上建筑面积 49713 平方米，地下建筑面积 24000 平方米），建成后床位 450 张，设置产科、妇科、儿科、口腔科、内科、病理科、皮肤科、感染管理科、内镜中心、耳鼻喉科、计划生育科等科室及病房。

该扩建项目按照二级医院标准建设，设地上 19 层、地下 2 层，可最大限度满足区域内群众就医、保健需求。东院区将暂按照二甲的标准，从全国范围内聘请医学专家和专业人士加盟，将东院区地点附近原来的医疗资源将补充到东院区中去，建设成为一所集医疗保健、疾病预防、医养结合为一体的精品医院，最大限度的满足区域内群众的就医、保健需求，为惠山区和周边的人民群众提供更好的医疗卫生服务。该工程项目已取得由无锡市行政审批局下发的《关于无锡市惠山区堰桥经济发展有限公司无锡市惠山区妇幼保健院新建工程项目环境影响报告表的批复》（锡行审环许〔2021〕5124 号）（详见附件 5）。

医院拟在东院区新建 1 栋住院楼，拟将其 4 楼建设为手术区，拟在手术区建设一间 DSA 手术室及其辅助用房。医院拟购入并安装 1 台 DSA，生产厂家为飞利浦医疗系统荷兰有限公司，型号为 Azurion 5 M20，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。根据《关于发布<射线装置分类>的公告》，本项目 DSA 属于 II 类射线装置。建设单位计划组建介入科，拟为本项目调配 8 名辐射工作人员（3 名医师、3 名技师和 2 名护士），DSA 手术室（多科室轮流使用）预计年工作量最大为 600 台，主要涉及神经血管介入、心血管介入、外周血管介入、综合介入技术等手术，其中神经血管介入不超过 50 台、心血管介入手术不超过 200 台、外周血管介入手术不超过 150 台、综合介入技术手术不超过 200 台。本项目设备情况见表 1-1。

表 1-1 无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）本项目设备情况一览表

射线装置										
序号	射线装置名称、型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	DSA (飞利浦医疗系统荷兰有限公司 Azurion 5 M20)	1	125	1000	II	住院楼4楼 DSA手术室	使用	本次环评	未许可	单球管

原有核技术利用项目许可情况

无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）现已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“苏环辐证[01137]”，种类和范围为“使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至：2028 年 04 月 16 日（见附件 9）。目前在用的核技术利用项目包括 DSA、DR、CT、胃肠机和粒子植入等，具体台帐明细见表 1-1，在用项目均已履行环评手续及竣工环保验收手续。

表 1-1 原有核技术利用项目一览表

非密封放射性物质										
序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所等级	活动种类	活动种类	工作场所名称	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	I-125 (粒子源)	1.93E+7	1.67E+11	丙级	使用	使用	本门诊影像科	已备案	已许可	已验收
射线装置										
序号	射线装置名称、型号	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况	验收情况
1	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (Planmeca ProMax 3D Mid)	1	90	14	III	一期门急诊大楼口腔CT机房	使用	已备案	已许可	/
2	口内X射线机 (FOCUS)	1	70	7	III	口腔科2号牙片机房	使用	已备案	已许可	/
3	岛津数字胃肠机 (FLEXAVISIO N)	1	150	630	III	放射科6号机房	使用	已备案	已许可	/
4	数字乳腺X线系统 (Senographe Pristina)	1	40	560	III	一期门急诊大楼门诊放射科乳腺钼靶10号机房	使用	已备案	已许可	/
5	东芝DR (MRAD-D50S)	1	150	630	III	放射科2号机房	使用	已备案	已许可	/
6	双源CT (SOMATOM Definition Flash)	1	140	1600	III	放射科1号机房CT1室	使用	已备案	已许可	/
7	移动式C形臂X射线系统 (BV Endura)	1	110	20	III	病房楼四楼手术室5号手术间	使用	已备案	已许可	/
8	CT (somatom scope power)	1	130	345	III	放射科8号机房	使用	已备案	已许可	/
9	数字化医用X射线摄影系统 (Yiso Max)	1	150	800	III	放射科3号机房	使用	已备案	已许可	/
10	X射线计算机体层摄影设备 (Revolution Ace)	1	150	400	III	放射科10号机房	使用	已备案	已许可	/

11	骨密度仪（Lunar prodigy Pro）	1	76	3	III	放射科5号机房	使用	已备案	已许可	/
12	X射线计算机断层摄影设备（Brilliance CT）	1	140	600	III	发热门诊CT室	使用	已备案	已许可	/
13	移动式摄影X射线机（DRX-Revolution）	1	150	400	III	放射科	使用	已备案	已许可	/
14	移动式G型臂X射线成像系统（DigiArc 100AC）	1	110	15	III	病房楼四楼手术室9号手术间	使用	已备案	已许可	/
15	医用血管造影X射线机（Artis Zee III ceiling）	1	125	1000	II	三期防疫中心大楼二层DSA手术室1	使用	已环评	已许可	正在验收
16	医用血管造影X射线机（Artis Zee III ceiling）	1	125	1000	II	三期防疫中心大楼二层DSA手术室2	使用	已环评	已许可	正在验收
17	医用血管造影X射线机（AXIOM ARITS U）	1	150	1000	II	二期医技病房大楼二层内镜中心ERCP室	使用	已环评	已许可	已验收
18	数字化摄影X射线机（Digital Diagnost C50 65HAT）	1	150	1000	III	三期防疫中心A楼急诊1号DR机房	使用	已备案	已许可	/
19	医用X射线计算机体层摄影设备（Revolution Ace）	1	140	600	III	三期防疫中心A楼急诊2号CT机房	使用	已备案	已许可	/
20	移动式C形臂X射线机（CIOS Flow）	1	110	24	III	门诊楼四楼手术室	使用	已备案	已许可	/

建设单位现有辐射工作人员 93 人，均已通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核或已通过自主考核，均已完成职业健康体检，均已完成个人剂量检测并建立个人剂量档案。医院拟从原有辐射工作人员中调配 8 名放射工作人员，这些人员是调岗过来的具备临床资格的医师、技师和护士，均已取得了全国核技术利用辐射安全与防护考核合格证书（见附件 14），均已完成职业健康体检，已进行个人剂量监测并已建立个人剂量档案；针对现有辐射工作场所，医院每年已委托有资质单位开展年度检测，并每年按时上传年度评估报告；根据最近一次无锡市生态环境局现场核查会议纪要（见附件 16），现有辐射工作场所现场无整改问题。

建设单位已委托有资质单位对在岗的所有辐射工作人员进行了每3个月一次、全年4次的个人剂量监测。根据辐射工作人员的个人剂量检测报告（见表1-2和附件15），现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量约束值5mSv/a，满足环保相关管理要求。

表 1-2 现有 DSA 项目辐射工作人员培训、个人剂量检测统计表

序号	姓名	辐射防护培训证书编号	个人剂量当量（mSv）				合计
			2024 年第四季度	2025 年第一季度	2025 年第二季度	2025 年第三季度	
1		FS23JS0101084	0.02	0.02	0.02	0.06	0.12
2		FS23JS0103204	/	0.07	0.02	0.02	0.11
3		FS22JS0100055	0.02	0.06	0.41	0.02	0.51
4		FS22JS0100626	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
5		FS22JS0100624	0.09	0.02	0.04	0.04	0.19
6		FS25JS0101993	0.05	0.02	0.05	0.02	0.14
7		FS21JS0100698	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
8		FS24JS0100724	0.02	0.04	0.02	0.02	0.10

建设单位本部现有 4 台巡测仪、1 台固定式多通道辐射监测仪、1 台表面沾污仪、9 台辐射报警仪以及防护用品若干。建设单位已委托有资质单位每年对所有辐射工作场所进行了年度监测。监测结果表明：建设单位辐射工作场所各监测点位 X-γ 辐射剂量率均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 中的标准要求。

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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目应编制环境影响报告表。受无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。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），本次扩建 1 台 DSA 项目，属于“172 核技术利用建设项目”中“使用Ⅱ类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，承诺书见附件 2。

2.项目周边保护目标及项目选址情况

无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）东院区位于无锡市惠山区堰桥街道天昌路318号；凤栖路339号。该院区主要有1#住院楼（最高19层，有地下建筑2层）、2#门诊楼（最高5层）、3#医废处理用房和4#开闭所及门卫室等。

该院区东侧为凤栖路，南侧为天昌路，西侧为凤翔路，北侧为规划道路，隔规划道路为环卫所（拟建）和社会停车场。本项目地理位置图见附图 1，本项目周围环境示意图见附图 3。

根据建设单位提供的设计图纸，本项目所在的住院楼东侧为院区道路，隔院区道路为 4#开闭所和绿化区域，南侧为地下停车场出入口和中心花园，隔地下停车场出入口为门诊楼（最高 4 层），西侧为门诊楼（最高 5 层），隔门诊楼为院区道路和绿化区域，北侧为绿化区域、院区道路及停车场。该住院楼地面共 19 层，1 楼为影像科，2 楼为检验科，3 楼为功能科，4 楼为手术区，5 楼为设备层，6 楼为分娩产房，7 楼为产科病区，8 楼为妇科病区，9 楼为儿科病房，10 楼为内科病区，11 楼为外科病区，12 楼~18 楼为备用病区，19 楼为行政办公区及会议室。

本项目 DSA 手术室位于住院楼 4 楼手术区的西部，其东侧为医生谈话间、术前准备、污物暂存间和设备间，南侧为污物走廊，西侧为操作间和室内走廊，北侧为室内走廊；楼上为管理间和网络机房，楼下为备用间。本项目所在住院楼 4 楼平面布置图见附图 4，本项目住院楼 3 楼平面布置图见附图 5，本项目住院楼 5 楼平面布置图见附图 6。

本项目 DSA 手术室周围 50m 范围大部分处于院区范围内，50m 范围内除北侧部分为规划道路、环卫所（拟建）和社会停车场外，其他方向均在院区内，主要涉及本项目所在的住院楼（敏感目标：6 楼的分娩产房、7 楼的产科病区和 9 楼的儿科病房）、南侧的门诊楼和中心花园、西南侧的门诊楼、西侧的门诊楼、院区道路、绿化区域及停车场。评价范围内无居民区、学校等环境敏感点。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周围公众。

3.选址合理性分析

由院区住院楼 4 楼平面布置图可知，4 楼主要设置为手术区。本项目介入治疗区位于手术区内，建设完成后拟设置门禁，日常公众或其他医护人员无法进入此区域。手术区的患者亦可通过较短路径抵达手术室接受介入治疗，便于医院开展诊疗工作。本项目为医疗设备建设项目，与院区规划相容，在有良好的实体屏蔽设施和防护措施情况下，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

4.实践正当性

东院区的落成，将进一步优化惠山区的医疗资源配置，使区域内的医疗设施布局更加完善。这将极大地方便群众就医，满足他们多样化的保健需求，从而提升惠山区及周边地区居民的医疗卫生服务水平。本项目 DSA 在运行期间将会产生电离辐射，有

可能会增加拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。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，其获得的利益远大于对环境的影响，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。

5、产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》中第十三项“医药”中第4条的“4. 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，其建设符合国家现行产业政策。

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	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 台	飞利浦医疗系统荷兰有 限公司 Azurion 5 M20	125	1000	放射诊断/ 介入治疗	住院楼4楼 DSA手术室	本次扩建

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类 别	数 量	型 号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	直接进入大气，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气
医疗废物	固态	/	/	/	有少量废造影剂的输液瓶（54kg/a）、废药棉（63kg/a）、废纱布（67kg/a）、废手套（55kg/a），废导管（80kg/a）	/	暂存于医废处理用房	定期委托有资质单位进行处置
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	暂存于院区垃圾用房	由院区统一收集后交由环卫部门统一清运
生活污水	液态	/	/	10m ³	120m ³	/	不暂存	依托院区化粪池处理，最终进入污水处理厂处理
医疗废水	液态	/	/	1m ³	12m ³	/	不暂存	依托院区污水处理站处理，最终进入污水处理厂处理

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	<ol style="list-style-type: none"> 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2014年主席令第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) 《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； 6) 《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2011年原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 7) 《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； 8) 《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2021年生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国2021年生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行； 10) 《国家危险废物名录》（2025版），2024年11月26日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第36号公布，自2025年1月1日起施行； 11) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5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》国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日印发； 13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告第39号，2019年10月25日印发，自2019年11月1日起施行； 14) 《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
------	---

	<p>国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行；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；</p> <p>15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，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；</p> <p>16) 《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；</p> <p>17) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物贮存规范化管理专项整治行动方案的通知》（苏环办〔2019〕149号），2019年4月29日印发；</p> <p>18) 《省生态环境厅关于进一步加强危险废物污染防治工作的实施意见》（苏环办〔2019〕327号），2019年9月24日印发；</p> <p>19) 《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》（苏环办〔2020〕401号），2020年12月31日印发；</p> <p>20) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物集中收集体系建设工作方案（试行）的通知》（苏环办〔2021〕290号），2021年10月14日印发。</p> <p>21) 《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；</p> <p>22) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行；</p> <p>23) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行；</p> <p>24) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行；</p> <p>25) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号），自2024年2月1日起施行。</p>
--	---

<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； 6) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； 7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； 8) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）。
<p>其他</p>	<p>附图：</p> <p>附图 1 本项目地理位置图</p> <p>附图 2 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图</p> <p>附图 3 本项目周围环境示意图</p> <p>附图 4 本项目住院楼 4 楼平面布置图</p> <p>附图 5 本项目住院楼 3 楼平面布置图</p> <p>附图 6 本项目住院楼 5 楼平面布置图</p> <p>附图 7 本项目 DSA 手术室设备摆放布局图</p> <p>附件：</p> <p>附件 1 委托书</p> <p>附件 2 承诺书</p> <p>附件 3 事业单位法人证书</p> <p>附件 4 不动产权证书</p> <p>附件 5 关于无锡市惠山区堰桥经济发展有限公司无锡市惠山区妇幼保健院新建工程项目环境影响报告表的批复</p> <p>附件 6 无锡市惠山区行政审批局关于同意调整无锡市惠山区妇幼保健院新建工程建设主体、建设规模及总投资额的批复</p> <p>附件 7 门牌号码编制情况证明</p> <p>附件 8 原有环保手续及竣工验收材料</p> <p>附件 9 原有辐射安全许可证正副本</p>

	<p>附件 10 本项目 DSA 操作手册节选</p> <p>附件 11 本项目 DSA 手术室的屏蔽防护设计及设备工况说明</p> <p>附件 12 本项目辐射环境检测报告及检测单位资质证书</p> <p>附件 13 医疗废弃物处置合同</p> <p>附件 14 全国核技术利用辐射安全与防护考核合格证书</p> <p>附件 15 个人剂量监测报告</p> <p>附件 16 2025 年最近一次辐射监管部门现场核查会议纪要</p>
--	---

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>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 手术室边界外 50m 区域。</p>
<p>保护目标</p> <p>本项目DSA手术室边界外周围50m范围内环境保护目标为：</p> <p>1、参与本项目 DSA 相关工作的辐射工作人员；</p> <p>2、本项目 DSA 手术室周围 50m 范围大部分处于院区范围内，50m 范围内除北侧部分为环卫所（拟建）和社会停车场外，其他方向均在院区内，主要涉及本项目所在的住院楼（敏感目标：6 楼的分娩产房、7 楼的产科病区和 9 楼的儿科病房）、门诊楼、中心花园、院区道路、绿化区域及停车场。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周围公众。</p> <p>核对《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）中要求后可以确定，本项目评价范围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；本项目建设不会改变区域环境功能区质量要求，能维持环境功能区的质量现状；本项目与当地资源消耗上限要求相符；本项目不属于负面清单规定的禁止和限制的建设项目；项目与生态保护红线相容，项目建设与环境质量底线、资源利用上线相容，不在环境准入负面清单范围内。本项目的建设符合江苏省“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DSA手术室拟建址周围50m范围无居民区、学校等环境敏感目标。</p>

表7-1 本项目环境保护目标情况一览表

保护目标名称		方位	最近距离(m)	人员数量	剂量约束值 (mSv/a)
辐射工作人员	DSA手术室及其辅房	/	紧邻及其内部	8人	5.0
周围公众规划道路	住院楼 (所在建筑)	东侧、南侧、 西侧、北侧、 楼上、楼下	南侧约3.0m	医护约240人； 患者及陪护家 属约600人	0.1
	门诊楼	南侧	南侧约 13.1m	医护约100人； 患者及陪护家 属约300人	0.1
		西南侧		医护约 100 人； 患者及陪护家 属约 300 人	0.1
		西侧		医护约 200 人； 患者及陪护家 属约 600 人	0.1
	中心花园	南侧	约 12.6m	流动人员	0.1
	停车场、绿化区 域、院区道路	东侧、南侧、 西侧、北侧	北侧约 12.5m	流动人员	0.1
	规划道路	北侧	约32m	流动人员	0.1
	环卫所（拟建， 现在为空地）	北侧	约42m	流动人员	0.1
	社会停车场	北侧	约46m	流动人员	0.1

评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

对象	剂量限值
职业照射 剂量限值	<p>工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：</p> <p>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；</p> <p>②任何一年中的有效剂量，50mSv。</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p> <p>④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。</p>
公众照射 剂量限值	<p>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：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>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。</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，15mSv；</p> <p>④皮肤的年当量剂量，50mSv。</p>

4.3.3 防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使

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

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

6.4.1 控制区

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

6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全防护措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

使用面积、单边长度、屏蔽防护铅当量厚度要求

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.1.5 和 6.2.2 确定本项目的管理目标：

表 7-3 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

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

表 7-4 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
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

周围剂量当量率

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平”确定管理目标：

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；

B) 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。

3) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月。

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

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、指环剂量计等）。

6.1.2 当职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，并作进一步调查。本标准建议的年调查水平为有效剂量5mSv，单周期的调查水平为5mSv/（年监测周期数）。

6.2.4 当按 5.3.3 条佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用式（4）估算有效剂量：

$$E = \alpha H_u + \beta H_0$$

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）

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051，无屏蔽时，取0.100

H_0 ——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）。

4) 本项目管理目标

本项目综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）评价标准，从而确定本项目的管理目标：

- 周围剂量当量率控制水平：距DSA机房墙体、门、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2.5μSv/h。

- 剂量约束值：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

参考资料

1) 《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 江苏省全省环境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，参考“测值范围”数值进行评价。表格中数据已扣除宇宙响应值。

- 2) 《辐射防护手册（第三分册）》（李德平、潘自强，原子能出版社）；
- 3) ICRP 第 33 号出版物；
- 4) ICRP 第 117 号出版物；
- 5) NCRP 第 147 号报告。

表 8 环境质量和辐射现状

<p>环境质量和辐射现状</p> <p>1. 项目地理和场所位置</p> <p>无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）东院区位于无锡市惠山区堰桥街道天昌路 318 号；凤栖路 339 号。该院区主要有 1#住院楼（最高 19 层，有地下建筑 2 层）、2#门诊楼（最高 5 层）、3#医废处理用房和 4#开闭所及门卫室等。</p> <p>该院区东侧为凤栖路，南侧为天昌路，西侧为凤翔路，北侧为规划道路，隔规划道路为环卫所（拟建）和社会停车场。本项目地理位置图见附图 1，本项目周围环境示意图见附图 3。</p> <p>根据建设单位提供的设计图纸，本项目所在的住院楼东侧为院区道路，隔院区道路为 4#开闭所和绿化区域，南侧为地下停车场出入口和中心花园，隔地下停车场出入口为门诊楼（最高 4 层），西侧为门诊楼（最高 5 层），隔门诊楼为院区道路和绿化区域，北侧为绿化区域、院区道路及停车场。</p> <p>本项目 DSA 手术室位于住院楼 4 楼西部，东侧为医生谈话间、术前准备、污物暂存间和设备间，南侧为污物走廊，西侧为操作间和室内走廊，北侧为室内走廊；楼上为管理间和网络机房，楼下为备用间。本项目所在住院楼 4 楼平面布置图见附图 4，本项目住院楼 3 楼平面布置图见附图 5，本项目住院楼 5 楼平面布置图见附图 6。</p> <p>本项目 DSA 手术室周围 50m 范围大部分处于院区范围内，50m 范围内除北侧部分为环卫所（拟建）和社会停车场外，其他方向均在院区内，主要涉及本项目所在的住院楼（敏感目标：6 楼的分娩产房、7 楼的产科病区和 9 楼的儿科病房）、南侧的门诊楼和中心花园、西南侧的门诊楼、西侧的门诊楼、院区道路、绿化区域及停车场。评价范围内无居民区、学校等环境敏感点。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周围公众。</p>
--

评价范围内

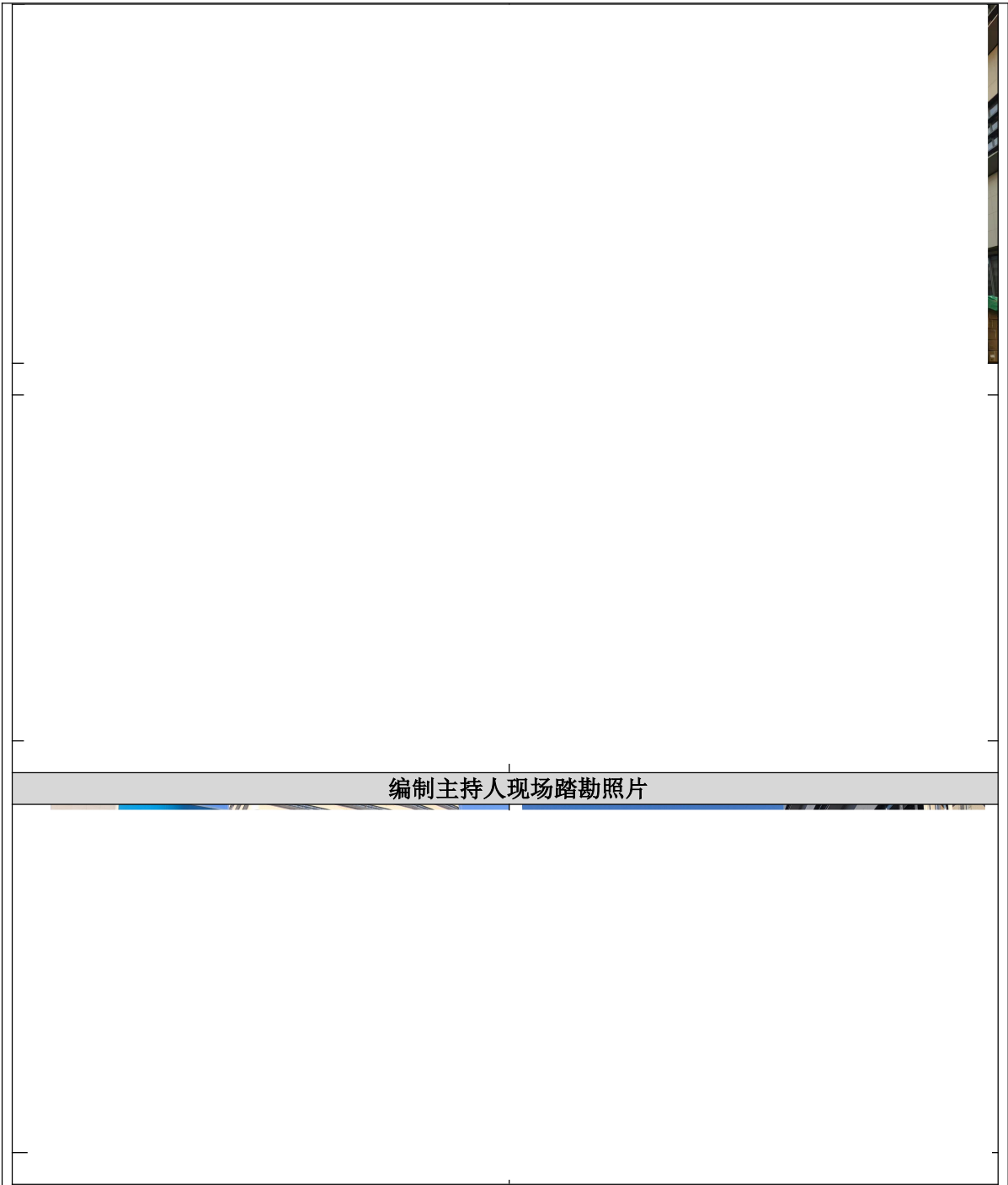


图 8-1 本项目所在位置周围环境现状及工程师现场踏勘照片

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目介入治疗区拟建址周围及内部辐射环境。
- 监测因子：本项目介入治疗区拟建址周围及内部环境 γ 辐射剂量率。
- 监测点位：在介入治疗区拟建址周围及内部布置监测点位，共计 7 个监测点位；另在各保护目标靠近本项目一侧布置监测点位，共计 7 个监测点位。

3. 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）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在本项目周围、内部及保护目标处布设监测点位，对其周围环境γ辐射剂量率进行检测。
- 质量保证措施：检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加权威部门组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全程实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测报告实行三级审核。

4. 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

仪器设备：X-γ辐射监测仪

型号/规格：BG9512+BG7030

设备编号：RY-J018

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

校准有效期：2025.3.13-2026.3.12

监测日期：2025 年 11 月 12 日

环境条件：天气：晴；温度：16.3℃ 湿度：54.2%

评价方法：参考表 7-5 江苏省全省环境γ辐射剂量率调查结果，评价该项目拟建址周围环境辐射水平。监测结果：本项目 DSA 手术室周围环境γ辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 11），监测布点示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目 DSA 手术室拟建址周围环境γ辐射剂量率检测结果

测点号	点位描述	测量结果 (nGy/h)	备注	
1	DSA 手术室拟建址中部	54	楼房	室内
2	DSA 手术室拟建址东侧辅房	57	楼房	室内
3	DSA 手术室拟建址西侧辅房	55	楼房	室内
4	DSA 手术室拟建址北侧过道	54	楼房	室内
5	DSA 手术室拟建址南侧过道	57	楼房	室内
6	DSA 手术室拟建址楼下	53	楼房	室内
7	DSA 手术室拟建址楼上	57	楼房	室内

8	住院楼中部	64	楼房	室内
9	东南侧门诊楼中部	66	楼房	室内
10	院区南侧内部道路	64	道路	道路
11	西南侧门诊楼中部	65	楼房	室内
12	西北侧门诊楼	54	楼房	室内
13	院区北侧内部道路	65	道路	道路
14	空地及停车场	62	原野	原野

*已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 12nGy/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。

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目介入治疗区拟建址周围室内本底辐射剂量率在 53nGy/h~66nGy/h 范围内，DSA 手术室拟建址周围室外道路本底辐射剂量率在 64nGy/h~65nGy/h 范围内，DSA 手术室拟建址周围原野本底辐射剂量率为 62nGy/h，处于江苏省天然γ辐射本底水平涨落范围内。

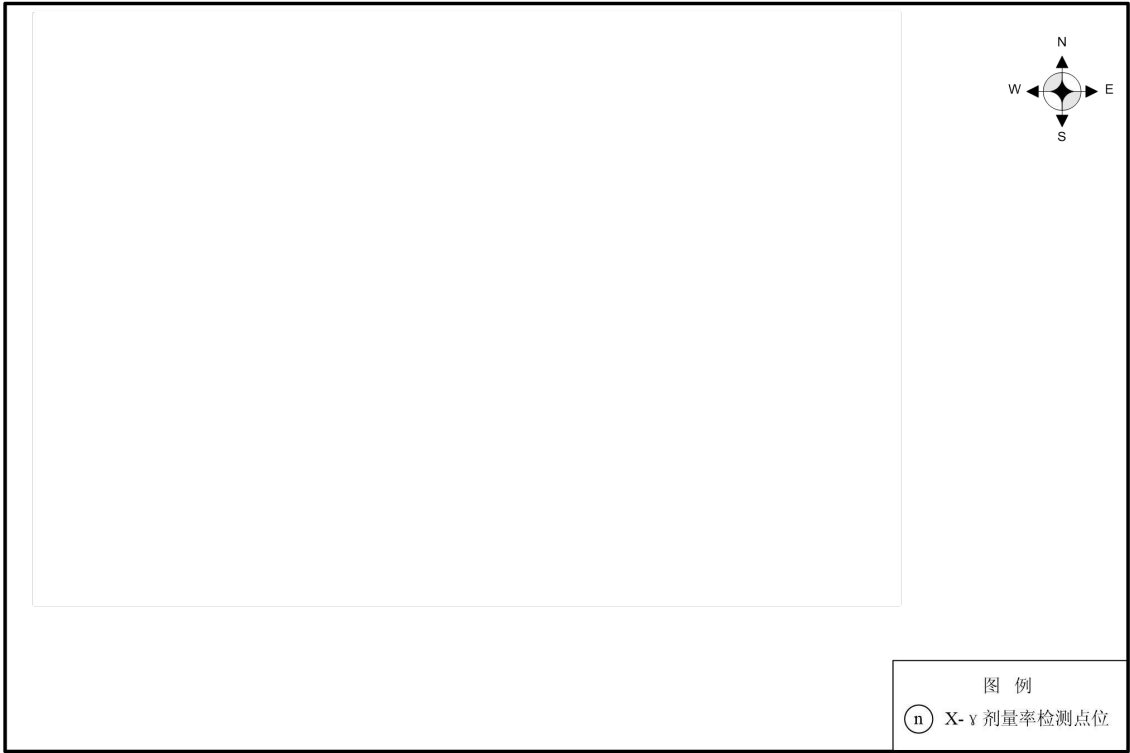




图8-2 监测布点示意图

表 9 项目工程分析与源项

<p>一、工程设备和工艺分析</p> <p>1. 工程设备</p> <p>DSA 结构</p> <p>该产品由高压发生器、球管、C形臂、平板探测器、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。</p> <p>（1）X 线发射装置主要包括 X 线球管、高压发生器和 X 线遮光器。</p> <p>介入治疗需要连续发射 X 射线，要求有较高的球管热容量和散射率，因此 DSA 必须具有阳极热容量在 1MHU 以上、具有大小焦点的 X 线球管。此外，还需具有一个能产生高千伏、短脉冲和恒定输出的高压发生器、X 线遮光器用来限制 X 线照射视野，避免患者接受不必要的辐射。</p> <p>（2）影像检测和显示系统，用于将 X 线信息影像转换成可见影像。</p> <p>Azurion X 射线套件配备有紧凑的动态平板探测器，可轻松处理复杂的投影。采用专门的图像处理算法，进一步增强图像质量和 X 射线剂量管理。</p> <p>每套 Philips Azurion 系统均配备有 DoseWise，其中包含一整套集成在 X 射线系统中的技术、程序和实践，可在各种介入应用中提供优异的图像质量，并时刻管理 X 射线剂量。</p> <p>（3）影像处理和系统控制。</p> <p>影像被数字化后，则需进行各种算术逻辑运算，并对减影的图像进行各种后处理。计算机系统是血管造影机的关键部件，具有快速处理能力，主要对数字影像进行对数变换处理、时间滤波处理和对比度增强处理。</p> <p>系统控制部分具有多种接口，用于协调 X 线机、机架、计算机处理器和外设联动等。</p> <p>（4）机架系统和导管床机架有悬吊式和落地式两种，各有利弊，可根据工作特点和机房情况选择，本项目型号为悬吊式。导管检查床具有手术床和透视诊断床两种功能，多采用高强度、低衰减系统的碳素纤维床面，减少对 X 线的吸收。</p> <p>（5）影像存储和传输系统（PACS），采用在线存储和近线存储两种存储方式，充分利用网络技术实现影像资料的共享，方便随时调阅，更加高效地交流和管理影像信息。</p> <p>Azurion 5 M20：是目前全球高端的介入诊疗设备，拥有最新技术平台，在手术过程中就能够得到 CT 影像，适用于各种心血管、脑血管、外周血管、肿瘤等的介入诊治。</p>

介入治疗就是在不开刀的情况下，利用纤细的导管、导丝等特殊器械，经血管或人体原有的其他管道，在影像设备（血管造影系统是其中最主要、最重要的影像设备）的引导下对病灶局部进行治疗的创伤最小的治疗方法。



图9-1 厂家该型号装置实物示例图

根据厂家提供的《Azurion 5 M20使用说明》（节选见附件10）可以得到本项目射线装置的部分设备参数，见表9-1。

表9-1 设备参数

部件名称	系统说明
照射方式	主射线透射方向为由下至上。
平板探测器	
高频高压发生装置	
辐射野	
源像距	
滤过	
泄漏射线空气比释动能率	<1mGy/h

注：1.根据 ICRP 第 117 号出版物《影像科之外的荧光透视引导下手术过程中的放射防护》（2011 年）P32，焦皮距取 0.8m。

2.由于 C 臂可以旋转，因此本报告表针对南北屏蔽体及顶部均按照主射线进行考虑。

实际手术过程中通常无法在最大荷载情况下为病人手术，因此根据建设单位使用科室提供的常用最大工况进行剂量评估（见附件 11）。

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。

根据建设单位提供信息，本介入项目拟用于开展神经血管介入、心血管介入、外周血管介入、综合介入技术等手术，每年预计最多能达到 600 台手术/检查量，其中神经血管介入不超过 50 台、心血管介入手术不超过 200 台、外周血管介入手术不超过 150 台、综合介入技术手术不超过 200 台。根据医院提供，每台手术均由 1 名医师、1 名护士及 1 名技师完成。本项目射线装置主要技术参数见表 9-2。

表 9-2 本项目主要设备配置及主要技术参数

设备参数							
设备名称	型号	类别	数量	额定电压	额定电流	射线方向	备注
DSA	飞利浦医疗系统荷兰有限公司 Azurion 5 M20	II类	1 台	125kV	1000mA	南北墙、楼上	单球管
设备使用情况							
使用场所	管理科室	工作模式	医院科室常用最大工况				
			管电压		管电流		
DSA 手术室	介入科	透视	80kV		30mA		
		摄影	80kV		600mA		
设备出束情况							
使用场所	手术类型	单台手术/检查累计平均出束时间		年最大手术台数	年最长出束时间		
		透视	摄影		透视	摄影	
DSA 手术室	心内科介入手术						
	神经外科介入手术						
	外周血管介入手术						
	综合介入						
合							

本项目拟从医院现有辐射工作人员调配人员，劳动定员8人，其中医师3名、技师2名、护士3人，辐射工作人员年工作250天。项目开展后定岗定责，DSA手术室内和操作间内辐射工作不进行轮换，且不兼职其它辐射工作。今后医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。经医院预计，本项目辐射工作人员（医师、护士和技师）年接触射线时间不超过133.33h，其中第一术者位（由3名医师轮流承担）每人年照射时间累积不超过

44.44h、第二术者位（由2名护士轮流承担）每人年照射时间累积不超过66.67h，技师（由3名技师轮流承担）在操作间内进行隔室操作设备，包括透视和摄影隔室操作时间不超过44.44h。

2.工艺分析

2.1. DSA工作原理

DSA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。血管造影机的成像基本原理为：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。通过血管造影机处理的图像，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流动力学的改变，因此进行介入手术时更为安全。

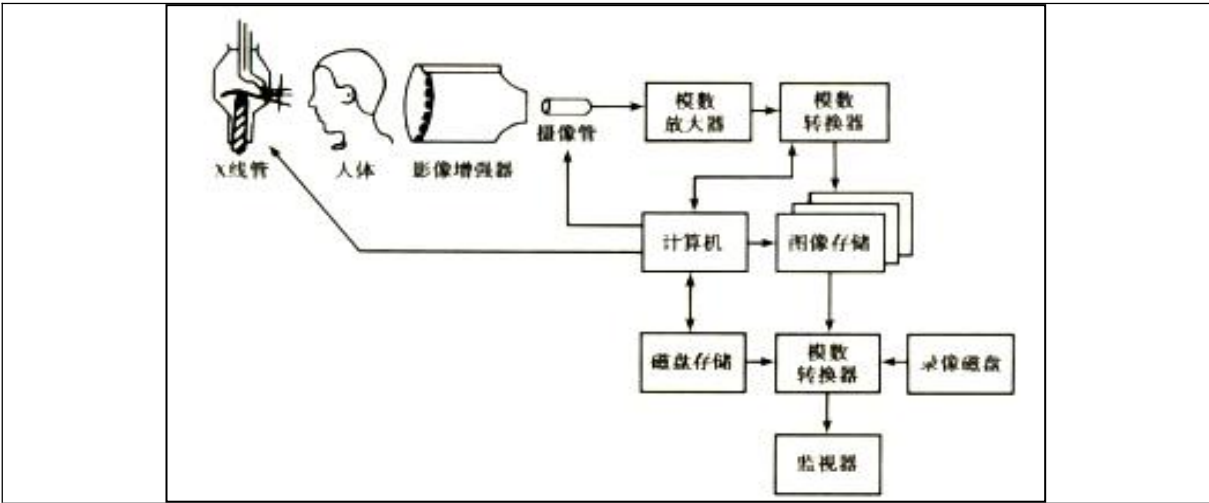


图9-2 系统原理图

2.2 介入治疗

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（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。

以下以神经外科、心内科部分手术为例进行简要原理介绍：

（1）**神经外科手术：**神经内科的脑血管狭窄手术是指医生利用DSA透视功能，通过股动脉穿刺，导管放置于狭窄部位，根据狭窄血管不同可预先于狭窄动脉处的远端置入脑保护伞，然后将球囊放置狭窄部位扩张，之后支架植入狭窄动脉内，支撑狭窄部位，使血流畅通，改善脑组织供血。

（2）**心内科手术：**心脏介入是一种新型诊断与治疗心血管疾病技术，经过穿刺体表血管，在数字减影的连续投照下，送入心脏导管，通过特定的心脏导管操作技术对心脏病进行确诊和治疗的诊治。它是目前较为先进的心脏病诊治方法，进展也非常迅速，它介于内科治疗与外科手术治疗之间，是一种超微创的诊治技术。

2.3 工作流程及产污环节分析

本项目介入诊疗流程如下所示：

（1）患者候诊、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）向患者告知可能受到的辐射危害：主管医师向患者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，医护人员送患者进入 DSA 手术室并进行摆位：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；

（4）根据不同的治疗方案，医师、技师及护士密切配合，完成介入手术或检查；

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。

（5）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，急症患者应尽快将胶片交给患者；对单纯接受介入造影检查的患者，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由患者家属取回。

产污：诊疗过程中的耗材将转化为医疗废物，由清洁人员运走集中暂存。

本项目运行后，废水主要为医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。

本项目 DSA 设备工作流程及产污环节如下图：

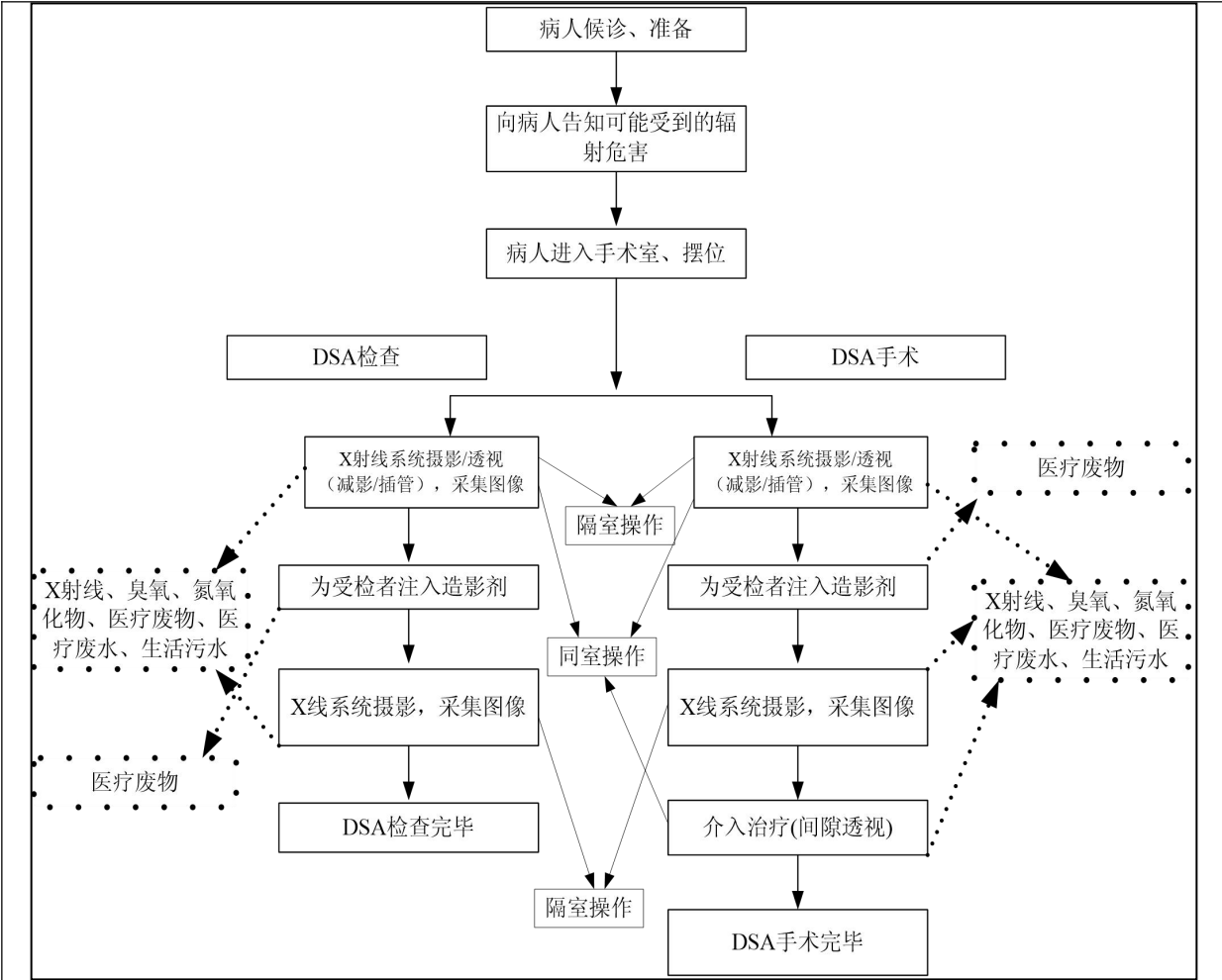


图9-3 DSA设备工作流程及产污环节示意图

3. 人流物流规划

人流：

医护人员：每日手术前医师、技师和护士由医护入口后，在换鞋区换好鞋再进入更衣室完成更衣工作后，在室内走廊南部的铅衣存放处穿戴防护用品，随后医师、护士进入DSA手术室，技师进入操作间调试设备；手术结束后医护人员原路线返回。

患者：手术开展前，护士及护工将患者从患者出入口经术前准备送至DSA手术室内，随后按照原路线返回把患者推回病房休息。

污物：在手术结束、患者离开后，清洁人员将所有医疗废物经污物防护门放置于手术室东侧的污物暂存间，清洁人员下班前经北侧电梯将医疗废物运至院区西北角的医废处理用房，定期委托有资质单位外运处置。生活垃圾经院区垃圾收集房分类收集后交由市政环卫部门统一清运。

本项目DSA手术室人流物流示意图见下图。

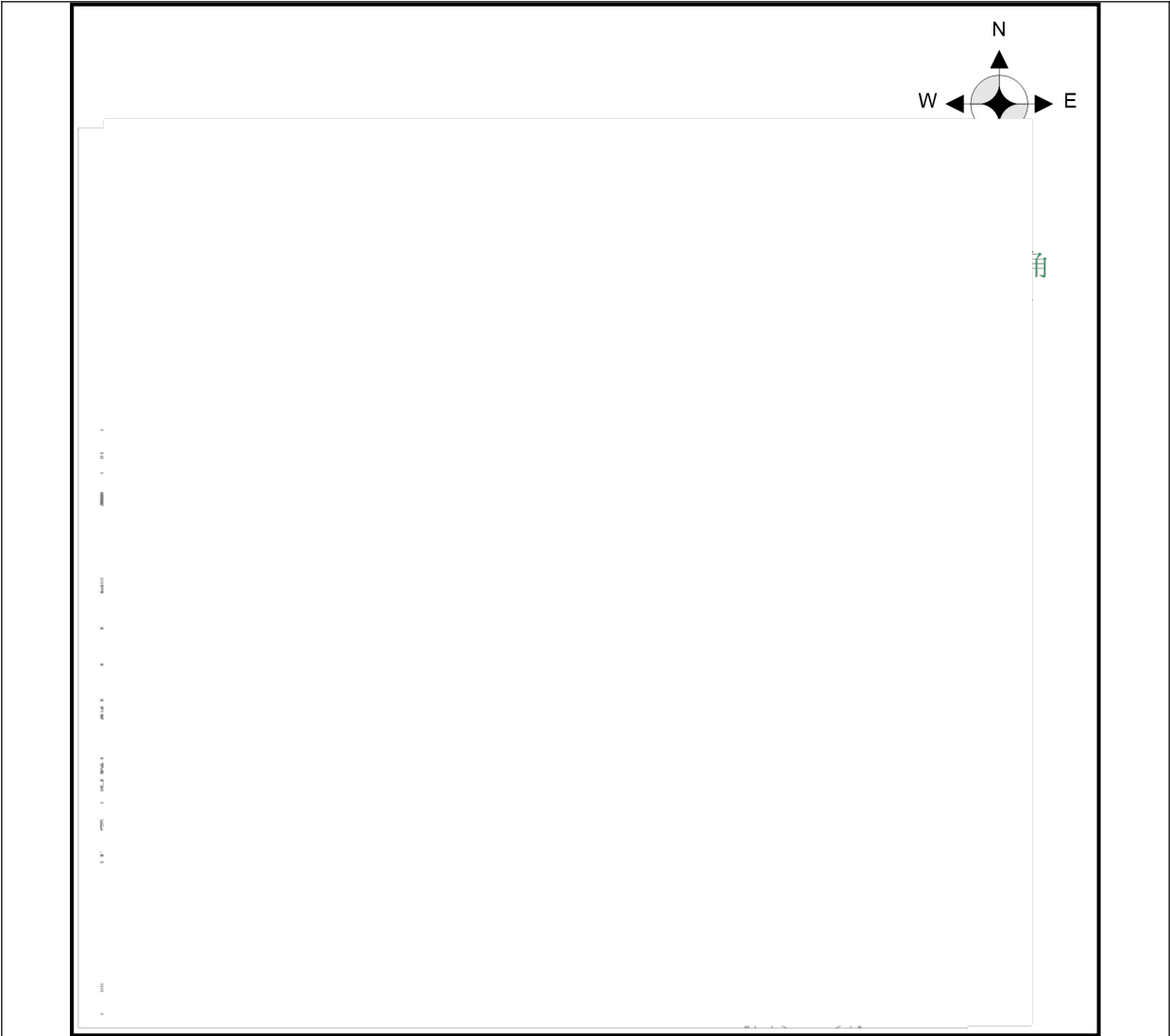


图9-4 本项目辐射工作场所人流物流图

4. 人员配置及工作安排

工作制度：诊疗人员为一班制，据诊疗人员预计，手术室年负荷量不超过 600 台手术/检查量。

开机时间：DSA 手术室一年透视工作时间不超过 120 小时，拍片工作时间不超过 13.33h。

人员配置：建设单位拟为本项目从原辐射工作人员中调配3名医师、3名技师、2名护士，共计8名辐射工作人员。本项目计划配备的辐射工作人员均经过多年规培，具备丰富的临床经验，已在其他教学医院完成相应介入手术的培训。根据医院提供，每台手术均由1名医师、1名护师及1名技师完成。DSA手术室内和手术室外辐射工作人员不进行轮换，不兼职其他辐射工作。今后医院根据开展项目的实际情况做适当调整。

二、污染源项描述

1. 辐射污染源分析

由 DSA 工作原理可知，其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手术室的屏蔽墙、观察窗、防护门等对手术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；而介入放射治疗通常需要医务工作人员在 X 射线透视引导下长时间近距离操作，且可能频繁使用高剂量辐射设备，导致工作人员的累积辐射剂量较高。

本项目射线装置的最大管电压及最大管电流为 125kV/1000mA，根据建设单位提供的资料（见附件 11），透视选用评价工况为 80kV、30mA，摄影选用评价工况为 80kV、600mA。根据附件 10，以固有滤过为 2.5mmAl 进行取值。根据 ICRP 第 33 号出版物 P32 图 2，同时结合评估工况里的电流参数，从而可知射线装置透视时距离机头 1m 处空气比释动能率，见下表。

表9-3 本项目DSA 1m处空气比释动能率（主射线及散射线的源强）一览表

射线装置	模式	评价工况		距靶1m处的发射率 (mGy/mA·min)	1m处空气比释动能率 (μGy/h)
		电压kV	电流mA		
DSA (Azurion 5 M20)	透视				
	摄影				

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 1.00E+03μGy/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。DSA 手术室内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过通风系统排入大气，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

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、手套以及残留含有少量造影剂的废弃输液瓶等医疗废物，药棉（约 63kg/a）、纱布（约 67kg/a）、手套（约 55kg/a）、含有废弃造影剂的输液瓶（约 54kg/a）、废导管（80kg/a）。根据《国家危险废物名录（2025 年版）》废物类别为 HW01 医疗废物。

废水：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，作为医废暂存。本项目运行后，废水主要为医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。施工期的施工废水处理依托院区的污水管道和污水处理站。

表 10 辐射安全与防护

一、项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）DSA手术室及其辅房位于东院区的住院楼4楼，辐射工作场所包括DSA手术室、操作间、室内走廊、医生谈话间、术前准备、设备间和污物暂存间等，工作场所设计布局图见附图4。本项目DSA手术室位于住院楼4楼，操作间位于DSA手术室西侧，隔室操作可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 DSA 手术室属于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**控制区**；而紧邻的辅房有辐射工作人员停留的可能性，均属于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**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表 10-1 和图 10-1。

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
DSA手术室及其辅房	DSA手术室	操作间、室内走廊、医生谈话间、术前准备、设备间和污物暂存间以及南北侧墙外30cm	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。 监督区范围内应限制辐射工作人员和无关人员进入。 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。

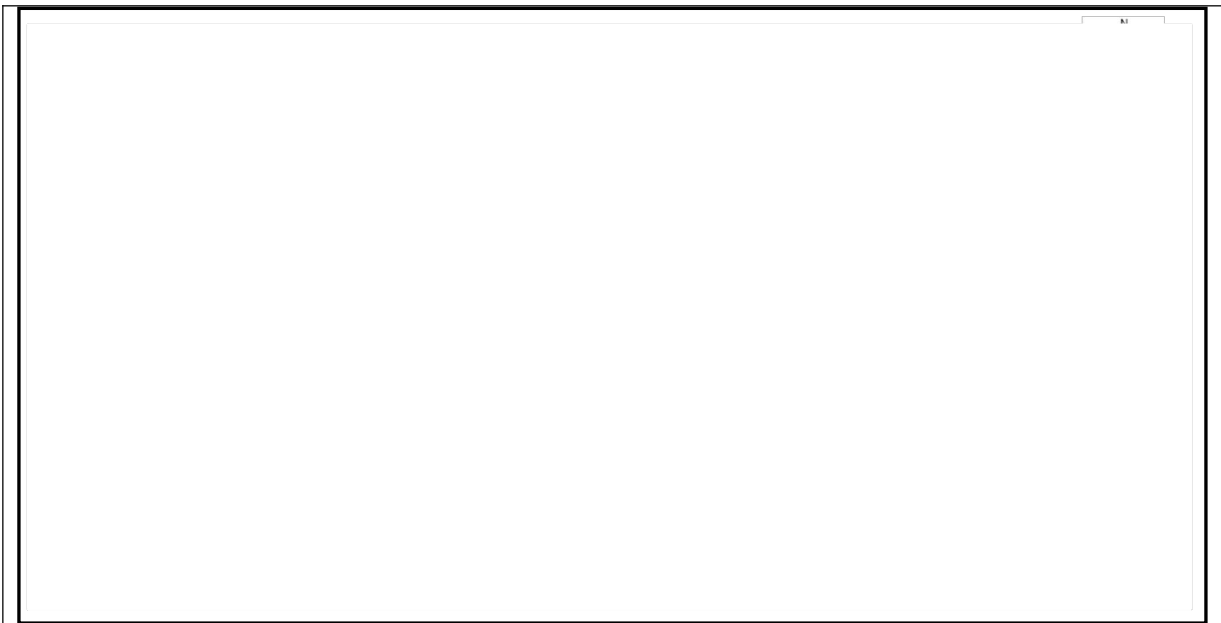


图 10-1 本项目辐射工作场所控制区、监督区示意图

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目 DSA 手术室东西长为 6.86m，南北宽为 7.46m，最小单边长度为 6.86m，有效使用面积为 51.18m²，高 4.00m（吊顶 2.9m）。

（1）本项目 DSA 手术室的四周防护设计为 3mm 铅板，为避免射线泄漏，铅板接缝处需搭接 50mm 以上，采用焊接或专用铅胶带密封，最后用洁净板做表面装饰；

（2）DSA 手术室顶部拟采用 130mm 混凝土+2mm 铅板，对铅板连接处做焊接处理，直至将顶部铅板安装完成，最后在吊顶下方做天花板装饰；

（3）DSA 手术室地面拟采用 130mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥，在地面分层均匀涂抹硫酸钡，完全干燥后进行下一层施工，最终层干透后在其上方用 PVC 胶地板面层进行表面装修；

（4）DSA 手术室设计有三扇防护门和 1 扇铅玻璃观察窗，观察窗拟采用 15mm 厚铅玻璃（等效铅当量 3mmPb），防护门均含 3mm 铅板。为了避免辐射泄漏过大，各机房防护门设计和施工安装时，应尽量减小防护门与搭接墙体之间的缝隙，防护门与屏蔽墙、地面之间的搭接宽度至少应为门缝的十倍；门、窗与墙搭接处应采用相同厚度的铅板包裹，铅板用螺丝等固定时，固定处应采用相同厚度的铅板包裹进行屏蔽补偿。

（5）电缆沟、排风管道：DSA 手术室拟在吊顶装饰层设置一套直膨式空调机组和一个机械式排风扇，以实现 GBZ130-2020 中“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并

保持良好的通风。”的要求，如图 10-2。DSA 手术室拟采用不锈钢通风管道，风机洞口位于手术室的吊顶之上，在吊顶上设置一个排风口、一个新风口和三个送风口（吊顶离地高度为 2.9m），新风管道拟采用“Z”字型穿墙方式，且拟外包铅板（3mmPb）进行屏蔽补充。废气拟由顶部排风口（30cm×30cm）通过排风管道（20cm×20cm）引至南侧大楼外墙的最终排风口（设置排风防雨百叶，40cm×40cm），直接排向室外，对周围公众造成影响较小。电缆沟拟做有效防潮、防水、防鼠，电缆沟上拟覆盖钢制活动盖板，出线口拟使用铅皮（3mmPb）进行封堵和遮挡。

图 10-2 本项目 DSA 手术室通风设计平面布置图

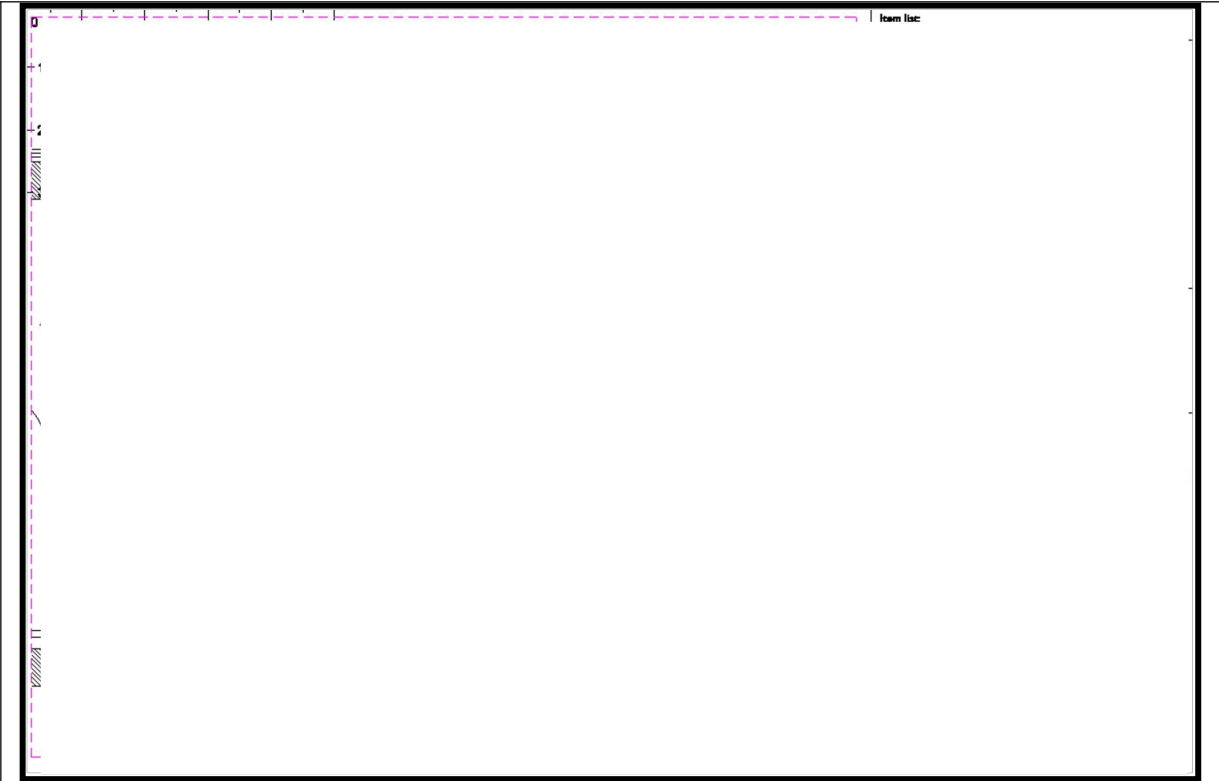


图 10-3 本项目 DSA 手术室基础和地沟线槽布局图

表 10-2 本项目机房长、宽及面积情况一览表

工作场所名称	射线装置参数	长(m)	宽(m)	有效使用面积(m ²)	最小单边长(m)	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)表 2 要求的有 效使用面积、单边长度	评价
DSA 手术室	125kV/1000mA	6.86	7.46	51.18	6.86	单管头 X 射线设备 (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 手术室屏蔽情况

工作场所名称	四周墙体	楼顶	地面	防护门	观察窗
DSA 手术室	3mm 铅板	130mm 混凝土 +2mm 铅板	130mm 混凝土 +50mm 厚硫酸钡水 泥	3mm 铅板	15mm 铅玻璃 (3mm 铅当量)

注：本项目使用的硫酸钡水泥密度为 2.7g/cm³，混凝土（C20）密度为 2.35g/cm³，铅板密度为 11.3g/cm³。

3.辐射工作场所污染防治措施

（1）手术室屏蔽：DSA 手术室四周的防护设计为 3mm 铅板，观察窗采用 15mm 厚铅玻璃（等效铅当量 3mmPb），防护门均含 3mm 铅板，楼顶为 130mm 混凝土+2mm 铅板，地面为 130mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥。

（2）手术室拟在西墙上设置观察窗，且设置的位置能够方便观察到受检者状态及防护门开闭情况。

（3）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，防护门上方将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监督区标牌；手术区患者出入口就近位置张贴或悬挂《放射防护注意事项告知栏》。

（4）急停按钮：本项目室内 DSA 及操作台自带停机按钮，在机器故障时可摁下避免意外照射。射线装置启动软件自带安全登录系统，只能通过账户密码安全身份登录才能开启设备。

（5）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，在制度中的操作规程章节强调曝光时应关闭防护门。在手术室内侧靠近手术室防护门位置设置有开门按钮，如有事故发生时，能够按下按钮从内部离开手术室。

（6）防夹措施：电动推拉门将设置防夹装置。

（7）对讲装置：手术室与操作间内拟设置对讲装置，便于手术室内的人员与操作间内技师沟通与交流。

（8）通风系统：手术室拟在吊顶装饰层设置一套直膨式空调机组和一个机械式排风扇，以保持良好的通风。通风管道位于防护层与吊顶层之间。

（9）防护用品：根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求，应为介入放射学操作辐射工作人员、患者和受检者配备个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜；应为辐射工作人员配备辐射防护设施，包括铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏；应为患者配备辐射防护用品；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；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。应建立相关的操作规程、安全使用制度、人员培训制度和放射事故应急制度。

建设单位拟为本项目辐射工作人员以及患者配备 6 套 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜及 0.025mmPb 的介入防护手套等，采购的防护用品规格将满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录相关要求。

表 10-4 本项目辐射工作场所防护用品配备情况一览表

存放位置	区域人数	人员防护用品	其他防护用品
DSA 手术室西侧室内走廊	8 名辐射工作人员/1 名患者	拟配备 5 套 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	DSA 自带 1 副 0.5mm 铅当量铅悬挂防护吊屏+床侧防护帘
		拟为患者配备 1 套 0.5mm 铅当量的铅橡胶性腺防护围裙（方形）、铅橡胶颈套及铅橡胶帽子	

（10）**监测仪器：**建设单位将为本项目的 8 名辐射工作人员配备 2 台个人剂量报警仪。建设单位拟为东院区调配 1 台辐射巡检仪并用于日常辐射工作场所的巡检工作。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），同室操作的医师及护士应佩戴颈部剂量计（铅围裙外锁骨对应的领口位置）和腰部剂量计（在铅围裙内躯干上），隔室操作的技师应佩戴 1 个剂量计，即胸部剂量计（人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置）。医院应定期（每季度一次）将辐射工作人员的个人剂量计送有资质单位进行检测，并将检测报告存档。

（11）**管理机构：**建设单位已建立辐射安全管理机构。

（12）**管理制度：**本项目建设单位涉及使用Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建设单位应将新射线装置纳入管理，本项目设备与原用于介入诊疗的设备适用于同样的制度。

（13）**制度悬挂：**建设单位拟在操作间内的墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责、辐射事故应急响应程序等；患者出入口处拟设置《放射防护注意事项告知栏》。

辐射安全与防护措施分布情况见下图。

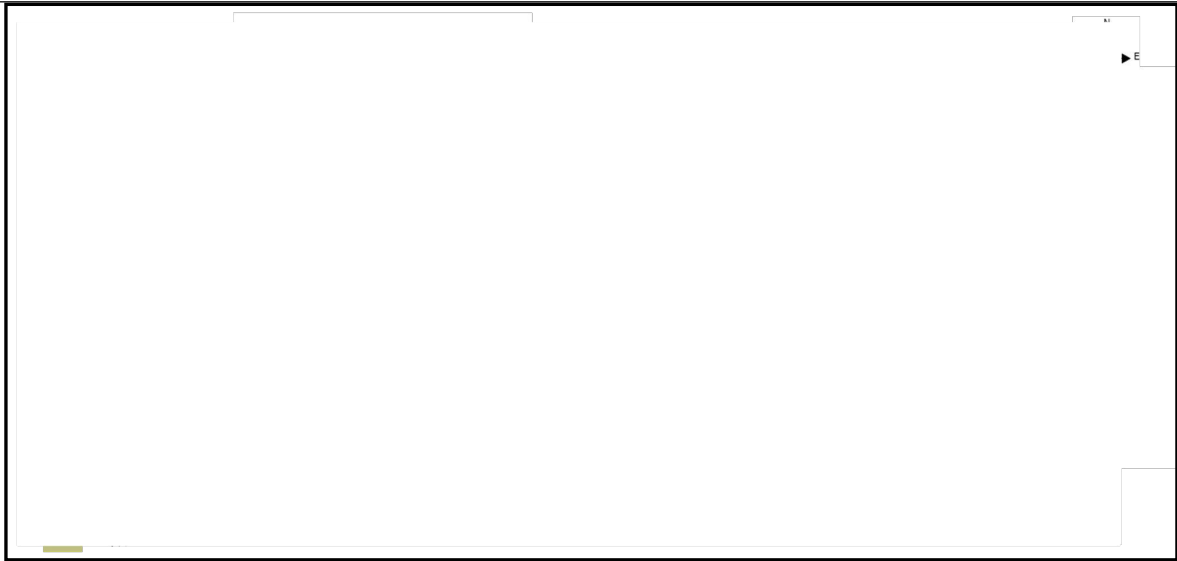


图 10-4 辐射安全与防护措施分布图

二、三废的治理

运营期三废治理

气体废物

本项目 DSA 手术室拟采用一套直膨式空调机组和一个机械式排风扇，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。

固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。介入手术时产生的医用器具、药棉、纱布、手套、含少量废弃造影剂的输液瓶以及废弃的造影剂等医疗废物，采用专用容器集中收集后，由专人转移至院区西北角医废处理用房暂存。造影剂具有一定毒性，不能被人体吸收也不能被人体分解，根据《关于在医疗机构推进生活垃圾分类管理的通知》（国卫办医发〔2017〕30号）第四点“明确使用输液瓶（袋）的分类管理要求”：输液涉及使用细胞毒性药物（如造影剂等）的输液瓶（袋），应当按照药物性医疗废物处理。本项目过期或残余废弃造影剂为中性硼硅玻璃输液瓶包装，按照药物性医疗废物处理。

建设单位已定期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。

废水

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，作为医废处置。本项目运行后，废水主要为医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。生活污水依托院区化粪池处理，最终进入污水处理厂处理；医疗废水依托医院污水处理站预处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

一、建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要在建筑内部和外部进行墙体隔断、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）。安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染，在调试期间会将产生一定辐射污染，设备安装调试完成后，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。本项目施工期拟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，施工期噪声标准应执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）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，建设单位在施工期拟对运输的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，最大程度减少扬尘对周围大气环境的影响。

废水：本项目施工期间将产生一定量的建筑废水和生活污水，废水收集后经过污水处理设施处理，可用于场区洒水降尘或达标排放；

固体废物：本项目施工期间将产生一定量的建筑垃圾和生活垃圾，垃圾应按有关管理要求及时清运出场并进行填埋等处置。

施工单位在施工期间将认真组织工作，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、少量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。建设单位将在项目辐射防护工程完成后请设备厂家安排专业人员进行设备的安装与调试。在设备安装调试阶段建设单位将封锁 DSA 手术室周围区域，将加强辐射防护管理。

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，建设单位将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，建设项目建成后其影响将自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中将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。

二、运行阶段对环境的影响

1.1 辐射环境影响分析

1.1.1 DSA 手术室屏蔽体铅当量

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 可计算不同管电压下不同屏蔽材料厚度等效的铅当量。由《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1、C.2 以及附录表 C.2、C.3 可知：

辐射透射因子 B：

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

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：

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

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。

由附件 11 可知，本项目浇筑的标准混凝土（C20 以上）密度为 2.35g/cm³，使用

的硫酸钡水泥密度为 2.7g/cm^3 ，使用的铅板密度为 11.3g/cm^3 。

本项目机房屏蔽部位涉及的 130mm 混凝土分别按公式 11-2、公式 11-1 折算成对应管电压下等效铅当量 X，计算结果列于表 11-1。根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P64 表 3.5，采用 100kV 和 150kV 插值取得 125kV 下密度为 3.2g/cm^3 的钡水泥的什值层为 10.5mm，采用 100kV 和 150kV 插值取得 125kV 下铅什值层为 0.90mm。

对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求”达标情况下表。

表 11-1 本项目 DSA 手术室屏蔽材料评价结果表

管电压 125kV				
位置	材料厚度	等效铅当量	屏蔽要求	评价
四周墙体	3mm 铅板		C 形臂 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用线束方向铅当量 2mmPb。	满足
楼顶	130mm 混凝土+2mm 铅板			满足
地面	130mm 混凝土+50mm 厚硫酸钡水泥			满足
防护门	3mm 铅板			满足
观察窗	15mm 铅玻璃观察窗			满足

注：1.混凝土等效铅当量通过公式 11-2 计算得出，其中对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 C，a、 β 、 γ 分别取管电压下 125kV（铅）的 2.219、7.923、0.5386。

2.本项目使用的硫酸钡水泥密度为 2.7g/cm^3 ，厚度为 50mm，折合为 3.2g/cm^3 的钡水泥厚度约为 42.2mm。由 B 值相同可知 $\frac{42.2}{10.5} = \frac{X}{0.9}$ ，由此获得 125kV 下本项目 50mm 硫酸钡水泥的铅当量为 3.62mmPb。

3.本项目使用的混凝土密度为 2.35g/cm^3 ，厚度为 130mm。按照公式 11-1 计算得 B 为 $2.24\text{E}-03$ ，将此 B 值代入公式 11-2 中，由此获得 125kV 下本项目 130mm 混凝土的铅当量为 1.58mmPb。

由上表可知，本项目 DSA 手术室屏蔽体的防护铅当量满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的要求，屏蔽设计合理。

1.1.2 屏蔽体外30cm处周围剂量率

（一）辐射种类

本项目采用理论计算评估本项目辐射环境影响。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，利用射线装置诊疗时将产生主射线、泄漏射线、散射线。由于 C 臂可以旋转，因此针对南北屏蔽体及顶部按照主射线进行考虑，东西屏蔽体及地面按照泄漏射线和散射线进行考虑。由于手术过程在透视情况下医护不在主射线方向，医护人员站在 DSA 床边操作，因此针对透视情况下室内医护人员考虑泄漏射线和散射线影响。

（二）计算方法

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射线机的屏蔽计算方式10.8和10.10演变可得公式11-3、11-4、11-5：

（1）主射线

$$H_{pr} = \frac{H_0 \cdot B}{r^2} \quad \dots\dots\dots \text{（公式11-3）}$$

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

H_0 ：评价工况下距靶点1m处X射线的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）；

B ：主射线的屏蔽透射因子，见表11-5；

r ：X射线管距离关注点距离，m。

（2）散射线

$$H_{sr} = \frac{H_0 \cdot \mu \cdot (s / 400) \cdot \alpha \cdot B}{(d_0)^2 (d_s)^2} \quad \dots\dots\dots \text{（公式11-4）}$$

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

H_0 ：不同工况下距靶点1m处X射线的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）；

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；

B ：散射线的屏蔽透射因子，见表 11-5；

α ：相对于 400cm² 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 入射线的散射系数为 7.67E-04（90° 散射角）；

s ：散射面积，cm²。常用最大照射野为 20cm×20cm， d_0 为 0.8m，SID 为 1.10m，参考相似三角形的理论，根据三角形等比定理公式 $a/c=b/d$ 获得投影区域边长，由边长平方计算得散射面积约为 212cm²；

d_0 ：源与受照体的距离。根据 ICRP 第 117 号出版物《影像科之外的荧光透视引导下手术过程中的放射防护》（2011 年）P32，本项目取 0.8m；

d_s ：受照体与关注点的距离，参考《医用电气设备第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）“13.6 杂散辐射试验图 1”区间值，本项目第一手术位取 0.6m，根据勾股定理，第二手术位为 0.85m。

（3）泄漏射线

各预测点的泄漏辐射剂量率可用下式进行计算：

$$H_{lr} = \frac{H_1 \bullet B}{r^2} \text{----- (公式 11-5)}$$

H_{lr} ：关注点处的泄漏射线贡献的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_1 ：距靶点 1m 处泄漏射线贡献的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy/h}$ ），由前文可知为 $1.00\text{E}+03\mu\text{Gy/h}$ ；

B ：泄漏射线的屏蔽透射因子，见表 11-5；

r ：源与关注点的距离，参考《医用电气设备第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）“13.6 杂散辐射试验图 1”区间值，本项目第一术者位取 0.6m，根据勾股定理，第二术者位为 0.85m。

（三）关注点选取及辐射影响分析

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）以四周屏蔽体外 30cm、楼上 100cm 处和楼下 170cm 处作为关注点，另透视时辐射工作人员位于手术室内，位置及距离见下图。通常做大部分手术时候机头位于平躺的患者下方，部分手术机头位于患者左右侧。

表 11-2 不同关注点处辐射影响一览表

关注点	位置	辐射类型
4、10	南北屏蔽体外 30cm	主射线
1~3、5~9	东西屏蔽体外 30cm	散射线+泄漏射线
11	楼上 100cm 处	主射线
12	楼下 170cm 处	散射线+泄漏射线
13~14	手术位	散射线+泄漏射线

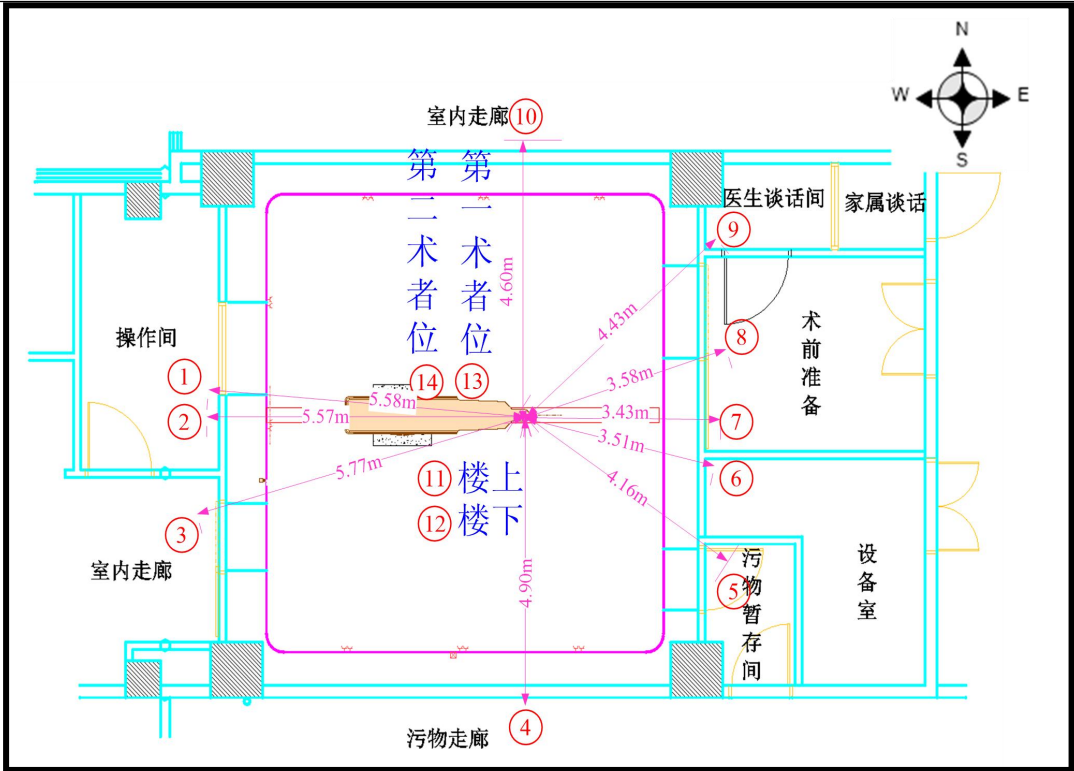


图 11-1 本项目 DSA 手术室四周及内部关注点位图

（四）参数选取

（1）源强

由建设单位提供的附件10选取评估工况，透视时采用工况为**80kV，30mA**；摄影时采用工况为**80kV，600mA**。

根据表9-3，本项目源强如下。

表11-3 本项目DSA 1m处空气比释动能率一览表

主射线及散射线源强				
射线装置	模式	评价工况		1m处空气比释动能率μGy/h
		电压kV	电流mA	
Azurion 5 M20	透视	80	30	9.45E+06
	摄影	80	600	1.89E+08
泄漏射线源强				
本项目射线装置在1m处泄漏射线的空气比释动能率取1.00E+03μGy/h。				

（2）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)：

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos \theta)}{511}} \text{----- (公式11-6)}$$

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）中表G.1，69kV保守采用80kV的数据1.72。

（3）透射因子

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C.2及其引用文献中参数（主射线/泄漏射线取NCRP147号表A.1中管电压80kV下对应数值；散射线根据NCRP147号表C.1取值，但由于在NCRP147号中未列举管电压80kV下数值，因此本报告表中采用管电压为70kV、100kV对应的散射线拟合数值计算得到的透射因子，再用插值法获取管电压80kV对应散射线的透射因子。），结合公式11-1、11-2可计算评价工况下的各类辐射下屏蔽体的透射因子。

表 11-4 不同材料对不同管电压的 X 射线（主射线/泄漏射线/散射线）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	4.04	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

表 11-5 80kV 电压下本项目屏蔽材料设计透射因子一览表

屏蔽方位	屏蔽材料及厚度	对散射线 辐射透射因子	对主/泄漏射线 辐射透射因子
南北墙体	3mm 铅板+自身硬件设施等效铅当量 0.85mm（等效铅当量为 3.85mmPb）	/	
东西墙体	3mm 铅板		
楼顶	130mm 混凝土+2mm 铅板+自身硬件设施等效铅当量 0.85mm（等效铅当量为 4.43mmPb）	/	
地面	130mm 混凝土+50mm 厚硫酸钡水泥（等效铅当量为 5.20mmPb）		

防护门	3mm 铅板			
观察窗	3mmPb			
铅衣/铅帘/铅吊屏	0.5mmPb			
铅衣+铅帘/铅吊屏	0.5mmPb+0.5mmPb			-

注：①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。

②保守按照表 11-1 中 125kV 下材料对应铅当量，结合公式 11-1 计算获得 B。

计算时保守按照 DSA 机头拟放置位置取得出束点到达关注点距离，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。另根据 NCRP147 号报告 P31 的表 4.1 医疗场所居留因子建议值对本项目保护目标所在场所的居留因子进行取值，具体取值见表 11-9、表 11-10。

根据公式 11-3 计算可得表 11-6，根据公式 11-4、11-5、11-6 计算可得表 11-7。

表 11-6 不同介入诊疗条件下本项目 DSA 手术室主射线方向周围剂量当量率

关注点	位置	模式	距离 (m)	H _{lm} (μGy/h)	B	单位转 换系数	周围剂量 当量率 (μSv/h)
4	南墙外 30cm 处 (污物走廊)	透视					9.07E-03
		摄影					1.81E-01
10	北墙外 30cm 处 (室内走廊)	透视					1.03E-02
		摄影					2.06E-01
11	楼上 100cm 处 (管理间)	透视					9.11E-04
		摄影					1.82E-02

注：①因 C 型臂机头可以进行旋转，因此保守南北墙体和楼上均采用主射线进行剂量预测，东西墙体及楼下均采用散射线和泄漏射线进行剂量预测。

②本项目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。

③图 11-1 上距离取值为关注点至南北屏蔽体外 30cm 处和楼上 100cm 处的距离。

④机头距离 DSA 手术室地面的距离为 0.35m，DSA 手术室层高 4m，距离楼上地面 100cm 处的距离为：4m（层高）-0.35m+0.13m（DSA 手术室楼板厚度）+1.00m=4.78m。

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	西侧窗 外 30cm 处（操作 间）	透视														6.99E-03
		摄影														1.39E-01
2	西墙外 30cm 处 （操作 间）	透视														7.01E-03
		摄影														1.40E-01
3	西侧门 外 30cm 处 （室内 走廊）	透视														6.54E-03
		摄影														1.30E-01
5	东侧门 外 30cm 处 （污物 暂存间）	透视														1.26E-02
		摄影														2.51E-01
6	东墙外 30cm 处 （设备 室）	透视														1.76E-02
		摄影														3.53E-01
7	东墙外 30cm 处 （术前 准备）	透视														1.85E-02
		摄影														3.68E-01
8	东侧门 外 30cm 处（术前 准备）	透视														1.70E-02
		摄影														3.39E-01

9	东墙外 30cm 处 (医生 谈话间)	透视		1.11E-02
		摄影		2.20E-01
12	楼下 170cm 处 (备用 机房)	透视		1.18E-04
		摄影		2.36E-03

注：①图 11-1 上距离取值为关注点至南北屏蔽体外 30cm 处和楼上 100cm 处的距离。

②机头距离 DSA 手术室地面的距离为 0.35m, 距离楼下地面 170cm 处的距离为: $0.35\text{m}+4\text{m}$ (层高) $-1.7\text{m}=2.65\text{m}$ 。

根据表11-6和表11-7可知，本项目DSA手术室四周墙体、楼上、楼下、防护门和铅玻璃观察窗的屏蔽条件均能满足辐射屏蔽的要求，屏蔽体外的周围剂量当量率范围为 $1.18\text{E-}04\mu\text{Sv/h}\sim 3.68\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.3 X射线设备机房屏蔽体外剂量水平”的要求及本项目管理目标。

1.1.3 辐射工作人员及周围公众年有效剂量预测

（1）计算公式

术中因观察图像的需求，在室内透视过程中室内第一术者位于显示屏对面，即床侧铅帘一侧，并可利用铅吊屏进行进一步隔挡。护士在透视过程中退至手术医师身后或离开手术室。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：

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

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公式计算周围各关注点工作人员和公众受到X射线产生的外照射人均年有效剂量：

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

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，根据NCRP第147号报告P31的表4.1取值；

t ：年照射时间， h ；

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

（2）受影响时间

本项目辐射工作人员及公众受影响时间统计结果如下：

表 11-8 本项目辐射工作人员受辐射影响时间统计

岗位	单台手术累计最长出束时间		年最长出束时间	
	透视所处位置	摄影所处位置	透视	摄影
医师	手术室内	操作间内		
技师	操作间内	操作间内		
护士	手术室内	操作间内		
公众	位于手术室外，手术室年负荷量不超过 600 台手术/检查量			

注：年最长出束时间为医师、护士、技师全年受到的辐射影响时间。

(3) 计算结果

辐射工作人员：

表 11-9 手术室内操作位周围剂量当量率估算结果（透视）

关注点	位置		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	转换系数	1m处泄漏射线的 剂量率 μGy/h	屏蔽透射因子		转换系数
13	第一术者位	铅衣内												1.13E+02
		铅衣外												6.19E+02
14	第二术者位	铅衣内												5.61E+01
		铅衣外												3.08E+02

表 11-10 本项目辐射工作人员年有效剂量一览表

关注点	位置	周围剂量当量率 (μSv/h)	居留因子	年出束时间 (h)	保护目标	年有效剂量 (mSv/a)
13 1	第一术者位	铅衣内				
		铅衣外	1		辐射工作人员	14.50
		观察窗外				
14 1	第二术者位	铅衣内				
		铅衣外	1		辐射工作人员	7.21
		观察窗外				
1 1	技师	透视				
		摄影	1		辐射工作人员	2.69E-03

注：①观察窗外的取值来源于表 11-7。

②年有效剂量为第一术者位、第二术者位、技师全年受到的累积有效剂量。

医院拟从现有辐射工作人员中调配其中 8 名辐射工作人员（3 名医师、3 名技师和 2 名护士），承担本项目 DSA 手术室的工作，不兼职其他辐射工作。由表 11-10 可知，本项目 DSA 手术室内的第一术者位、第二术者位、技师的年有效剂量分别为 14.50mSv、7.21mSv、2.69E-03mSv；第一术者位由 3 人轮流承担，每名手术人员年有效剂量不超过 14.50mSv（ $14.50 \div 3 \approx 4.83\text{mSv}$ ），第二术者位由 2 人轮流承担，每名手术人员年有效剂量不超过 3.61mSv（ $7.21 \div 2 \approx 3.61\text{mSv}$ ），均能满足辐射工作人员项目管理目标 5mSv 的要求。

为进一步评价本项目工作场所工作人员的辐射危害，将本项目辐射工作人员从 2024 年第 4 季度至 2025 年第 3 季度的个人剂量监测结果（检测单位：南京瑞森辐射技术有限公司，报告编号：瑞森（剂）字（2024）第 3803 号、瑞森（剂）字（2025）第 0334 号、瑞森（剂）字（2025）第 0773 号和瑞森（剂）字（2025）第 1246 号）进行累加，可知辐射工作人员的年有效剂量最大为 0.51mSv，监测结果见下表，个人剂量监测报告见附件 15。

表 11-11 本项目辐射工作人员个人剂量监测结果（mSv）

序号	姓名	个人剂量监测结果（mSv）				
		2024 年第四季度	2025 年第一季度	2025 年第二季度	2025 年第三季度	合计
1		0.02	0.02	0.02	0.06	0.12
2		/	0.07	0.02	0.02	0.11
3		0.02	0.06	0.41	0.02	0.51
4		0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
5		0.09	0.02	0.04	0.04	0.19
6		0.05	0.02	0.05	0.02	0.14
7		0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
8		0.02	0.04	0.02	0.02	0.10

本项目辐射工作人员的年有效剂量最大值已接近管理目标。建议医院将“轮岗制度与排班上限以及考勤记录”纳入管理制度，确保任何个人不突破 5mSv/a 约束，同时设置预警阈值与月度审查机制。

周围公众：

本项目针对住院楼保护目标位置（敏感目标：6 楼的分娩产房、7 楼的产科病区 and 9 楼的儿科病房）保守选取 DSA 手术室六面最大处剂量率，保守按照周围公众居留因子取 1，根据公式 11-8 计算 DSA 手术室所在住院楼周围公众的年有效剂量，见表 11-12。本项目周围保护目标保守以屏蔽体外周围剂量当量率最大值作为周围剂量

当量率参考值，保守忽略距离衰减的影响，根据公式 11-8 可计算出各保护目标的年有效剂量，见表 11-13。

表 11-12 本项目 DSA 手术室所在住院楼周围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	7	透视 摄影	1	透视 摄影		7.13E-03

注：住院楼按照表 11-7 中 DSA 手术室六面最大处剂量率的 7#点位进行预测。

表 11-13 本项目保护目标年有效剂量一览表

保护目标位置	保护对象	参考点周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		评价目标方位	居留因子	受影响时间(h)		年有效剂量 (mSv/a)
门诊楼	周围公众	4	透视 摄影	南侧		透视 摄影		3.50E-03
中心花园	周围公众	4	透视 摄影	南侧		透视 摄影		1.75E-04
停车场、绿化区域、院区道路	周围公众	10	透视 摄影	北侧		透视 摄影		9.95E-05
规划道路	周围公众	10	透视 摄影	北侧		透视 摄影		9.95E-05
环卫所	周围公众	10	透视 摄影	北侧		透视 摄影		3.98E-03
社会停车场	周围公众	10	透视 摄影	北侧		透视 摄影		9.95E-05

注：本项目以 DSA 手术室的 4#南墙外 30cm 处（污物走廊）作为南侧的门诊楼和中心花园的剂量率参考点；以 DSA 手术室的 10#北墙外 30cm 处（室内走廊）作为北侧的停车场、绿化区域、院区道路以及院区外的规划道路、环卫所、社会停车场的剂量率参考点。

综上所述，结合理论计算数据，本项目周围公众的年有效剂量预计最大为 7.13E-03mSv，能满足公众项目管理目标 0.1mSv 的要求。

因此综合来看，本项目运行后，本项目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。

2. 电缆沟、排风管道影响分析

本项目电缆布设于电缆沟内，上方拟覆盖钢制盖板，出线口拟进行屏蔽补偿（3mmPb 铅皮）；排风管道直接穿墙，同时拟在穿墙位置采用与墙体等效铅当量的铅皮（3mmPb）做屏蔽补偿，因此不影响屏蔽墙体的屏蔽效果。另外，为防止辐射泄漏，

防护门与墙的重叠宽度拟做到至少为空隙的10倍，门的底部与地面之间的重叠宽度已做到至少为空隙的10倍。所有防护门窗均在施工单位处定制组装完成后方送现场安装至预留门洞和窗洞。

事故影响分析

（1）射线装置正常工作时，人员未穿戴防护用品停留于手术室内；

在介入手术操作过程中，有未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品的公众误留手术室，室内人员位于手术室床旁。

（2）DSA 控制系统失灵，发生误照射；

若 DSA 控制系统失灵持续摄影，而此时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，室内人员位于手术室床旁。

（3）维修射线装置时，人员受到意外照射。

设备维护人员在维护 DSA 射线管或测试探测器时，射线管正处于出束状态，维修人员位于机头上方。

事故处理方法

针对以上可能发生的事故风险，该医院应根据可能发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围完善辐射事故应急方案。

与此同时，医院应加强辐射安全管理，在项目运行时严格遵循制定的相关操作规程和辐射安全管理制度，要求DSA手术室内医护人员工作时携带个人剂量报警仪，并在实际工作中不断对其完善；医院应定期对DSA进行检查、维护，发现问题及时维修，并应定期监测本项目辐射工作场所周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据《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》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，发生辐射事故时，医院应立即启动医院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，同时向卫生健康部门报告。事故发生后医院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。

预防措施

医院应严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，应采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

（1）辐射安全管理措施

①医院已成立辐射安全与放射防护管理委员会，负责全院辐射防护监督与检查工作。医院应继续完善各种辐射安全防护制度、防护工作计划、辐射事故应急预案并定期组织演练；全面贯彻落实辐射防护法律法规、行政规章和卫生行业标准，确保临床放射诊疗质量和医疗安全，推进放射诊疗工作的科学化、规范化、标准化、制度化、流程化管理；完善辐射安全和放射防护相关职责、制度、流程、操作技术规范及相关质量控制方案；定期检查各种制度、防护措施的贯彻落实情况；组织实施辐射工作人员和领导小组一起定期在国家培训平台上学习关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识；定期组织对辐射工作场所、射线装置的防护效果检测，检查辐射工作人员是否按照有关规定佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量检测结果存档，组织本院辐射工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，并分别建立辐射工作人员个人剂量检测、职业健康管理、培训管理档案。

②医院需根据法律法规继续完善辐射事故预防措施及应急处理预案，包括应急机构的设置与职责及联系电话、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等。

③医院需根据法律法规继续完善辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。本项目的安全管理科室为介入科。

环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

①定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，完善各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

②医院已制定辐射工作设备操作规程。凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

③定期对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，并建立射线装置维护、维修台帐；

④医院所有辐射工作人员需在系统学习后，报名参加生态环境部组织的辐射安全与防护知识考试，均需持证上岗；

⑤项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加医院内部应急领导小组成员电话。

（2）设备固有安全设施

本项目DSA自身采取了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，如DSA采取的栅控技术、光谱过滤技术、“紧急停机”按钮等，此外医院拟安装的闭门装置、门灯联动等亦能起到防范作用。以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

<p>辐射安全与环境保护管理机构的设置</p> <p>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，建设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的考核。</p> <p>无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）已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，辐射安全管理机构已设有辐射防护负责人。本项目拟从原辐射工作人员中调配8名辐射工作人员，均已取得全国核技术利用辐射安全与防护考核合格证书，辐射防护负责人已取得全国核技术利用辐射安全与防护考核合格证书。</p> <p>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，辐射工作人员的报考类别为“医用X射线诊断与介入放射学”；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习并通过考核。</p>
<p>辐射安全管理规章制度</p> <p>无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）本部已开展核技术利用项目，经核对已运行项目的检测报告及制度，确认建设单位已根据《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》等法律法规要求制定并下发一系列辐射安全和防护制度，辐射安全管理制度内容与其项目相符，且建设单位已在实际项目运营中进行了落实，并已根据定期演练情况不断完善应急预案等制度。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。</p> <p>本项目为东院区扩建 DSA 项目，医院将制定介入手术操作规程和相应制度。本项目运行后应将本项目纳入已制定的制度管辖范围内，医院应将增加后的相关制度悬挂于操作间内，医院应在监督区入口外门口设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>医院应实际工作不断对现有制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操</p>

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：**明确本项目运行后管理人员、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：**应强调辐射安全与环境保护管理领导小组负责全院的辐射安全与环境保护管理工作。介入科应根据科室实际工作情况，完善本科室管理制度，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：**应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：**针对本项目 DSA 应建立台帐和使用登记制度，规范台帐和使用登记记录。
- **辐射环境监测方案：**应结合介入科情况完善环境监测方案，使用拟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；各辐射工作场所应按照国家有关规定设置完善的措施；安排定期巡视和措施检查工作。
- **设备检修维护制度：**应明确监测仪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，剂量报警仪和监测仪器必须保持良好工作状态。
- **人员培训计划：**完善人员培训计划，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。辐射工作人员和辐射防护负责人必须经生态环境部组织的辐射安全与防护知识培训考核，并在考核合格后才能上岗。医院本项目所有辐射工作人员和辐射防护负责人均已通过考核。
- **辐射事故应急预案：**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，医院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。事故发生后医院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。

- **职业健康监护及个人剂量档案：**完善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

原有项目：

1) 根据检测报告，原有辐射工作场所周围剂量当量率结果均满足标准要求。未来建设单位应继续请有资质的单位定期对原有核技术利用项目辐射环境进行检测，每年 1 次；

2) 建设单位已监督辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质单位进行监测，定期完善个人剂量档案，已遵循《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”的要求。

3) 建设单位已针对在运行的辐射工作场所定期自行开展辐射监测，制定定期监测制度，监测数据存档，目前监测周期为 1 次/季度。

本项目计划：

1) 拟委托有资质单位定期对本项目核技术利用项目工作场所周围辐射环境进行检测，每年 1~2 次；

2) 拟委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部

门调查处理。

3) 本项目核技术利用项目运行状态时, 辐射安全管理人员将定期对辐射工作场所周围的辐射水平进行监测, 并做好相关记录。若发现辐射异常情况, 应当立即采取措施, 并在一小时内向区或者市生态环境行政主管部门报告。

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》(GBZ128-2019): 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)。

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口外侧), 操作间内技师要求佩戴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, 要求为本项目同室操作的医师和护士增购共计2台个人剂量报警仪。医院拟从本部调配一台辐射巡测仪, 项目运行后医院应使用辐射巡测仪定期对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30 cm。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、楼上、楼下、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、楼上、楼下、防护门、	编制辐射防护 年度评估报告 (每年)	X-γ辐射剂量率监测仪

			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		
	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

(4) 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

无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）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、培训以及应急救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急演练计划；
- (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。

无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）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》（环保部令第18号）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，医院应立即启动内部的事态应急方案，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。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

<p>结论</p> <p>1. 实践正当性</p> <p>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，该项目符合无锡市医疗服务需要。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。</p> <p>2. 产业政策符合性</p> <p>本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》中第十三项“医药”中第4条的“4. 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，其建设符合国家现行产业政策。</p> <p>2. 选址、布局</p> <p>无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）东院区位于无锡市惠山区堰桥街道天昌路318号；凤栖路339号。该院区主要有1#住院楼（最高19层，有地下建筑2层）、2#门诊楼（最高5层）、3#医废处理用房和4#开闭所及门卫室等。</p> <p>该院区东侧为凤栖路，南侧为天昌路，西侧为凤翔路，北侧为规划道路，隔规划道路为环卫所（拟建）和社会停车场。本项目地理位置图见附图 1，本项目周围环境示意图见附图 3。</p> <p>根据建设单位提供的设计图纸，本项目所在的住院楼东侧为院区道路，隔院区道路为 4#开闭所和绿化区域，南侧为地下停车场出入口和中心花园，隔地下停车场出入口为门诊楼（最高 4 层），西侧为门诊楼（最高 5 层），隔门诊楼为院区道路和绿化区域，北侧为绿化区域、院区道路及停车场。</p> <p>本项目 DSA 手术室位于住院楼 4 楼中部，东侧为医生谈话间、术前准备、污物</p>
--

暂存间和设备间，南侧为污物走廊，西侧为操作间和室内走廊，北侧为室内走廊；楼上为管理间和网络机房，楼下为备用间。本项目所在住院楼 4 楼平面布置图见附图 4，本项目住院楼 3 楼平面布置图见附图 5，本项目住院楼 5 楼平面布置图见附图 6。

本项目 DSA 手术室周围 50m 范围大部分处于院区范围内，50m 范围内除北侧部分为环卫所（拟建）和社会停车场外，其他方向均在院区内，主要涉及本项目所在的住院楼（敏感目标：6 楼的分娩产房、7 楼的产科病区和 9 楼的儿科病房）、南侧的门诊楼和中心花园、西南侧的门诊楼、西侧的门诊楼、院区道路、绿化区域及停车场。评价范围内无居民区、学校等环境敏感点。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周围公众。

本项目 DSA 手术室设置在住院楼 4 楼，本项目为医疗设备建设项目，与医院规划相容，在有良好的实体屏蔽设施和防护措施情况下，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

本项目 DSA 手术室最小单边长度为 6.86m，有效使用面积 51.18m²，能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“单管头 X 射线设备(含 C 形臂，乳腺 CBCT)最小有效使用面积不小于 20m²，单边长度不小于 3.5m。”的要求。隔室操作可尽可能减少散射线和泄漏射线对于技师的影响，因此本项目辐射工作场所布局设计基本合理。

为便于辐射防护管理和职业照射控制，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求对辐射工作场所划两区相应管控：控制区为 DSA 手术室，监督区为操作间、室内走廊、污物走廊、医生谈话间、术前准备、设备间、污物暂存间和室内走廊；本项目辐射工作场所控制区和监督区划分明显，基本符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款中分区规定。

3. 辐射屏蔽能力分析

本项目 DSA 手术室的防护设计为：四周墙体为 3mm 铅板，楼板为 13cm 混凝土+2mm 铅板，地面为 13cm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥，防护门均内含 3mm 铅板，观察窗使用 15mm 铅玻璃观察窗（等效铅当量为 3mm），排风风管拟采用直穿方式且做屏蔽补偿，电缆沟上方拟覆盖钢制盖板，孔洞口拟进行屏蔽补偿（3mmPb 铅皮）。以上屏蔽体参数满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度要求。根据理论计算结果，本项目屏蔽体外的周围剂量当量率满足《放射诊断放

射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

4. 保护目标剂量

根据理论计算结果，本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》（GB18871-2002）中对职业人员和公众剂量约束值及本项目的目标管理值要求。

5. 辐射安全与防护措施

（1）**电离辐射警告标志及设施：**DSA 手术室各防护门表面上均拟张贴有电离辐射警告标志及中文警示标志，建设单位将安装灯箱上设置有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句的工作状态指示灯。同时建设单位将在作为监督区入口的医护通道和患者通道入口门外增加设置监督区标牌。

（2）**闭门装置：**建设单位拟为平开防护门增加设置自动闭门装置；电动推拉门拟设置防夹装置。

（3）**急停按钮：**本项目 DSA 手术室内及室外操作台自带急停按钮，

（4）**开门按钮：**电动防护门就近区域拟设有开门按钮，室内人员可通过开门按钮自行离开手术室。

（5）**门灯联动：**建设单位拟在各防护门上增加能与手术室防护门能有效关联的工作状态指示灯。

（6）**对讲装置：**操作室和 DSA 手术室拟设对讲装置，便于医护人员知晓患者在 DSA 手术室内的状况，及时处理意外情况。

（7）**通风系统：**DSA 介入手术室拟设置动力通风装置，以保持良好的通风。

（8）**防护用品：**本项目辐射工作人员共计 8 人，建设单位拟为辐射工作人员和患者配备 6 套防护用品。

在落实以上措施后，本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）医院应委托有资质单位每年对本项目辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；

2）医院本部已配备 4 台巡测仪、1 台固定式多通道辐射监测仪、1 台表面沾污仪、9 台辐射报警仪以及防护用品若干，将为本项目调配 1 台辐射巡检仪和增配 2 台个人剂

量报警仪，应定期对工作场所辐射水平进行检测；

3) 项目运行前，医院应委托合作单位继续为本项目辐射工作人员开展个人剂量监测，所有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；

4) 继续对辐射工作人员进行职业健康岗前、岗中、离岗前体检，并建立职业健康监护档案；

5) 医院本项目辐射工作人员及辐射负责人均已通过辐射安全与防护知识的考核，应每5年组织辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行培训和考核；

6) 医院已成立辐射防护管理机构，应根据相关法律法规要求以文件的形式继续完善各成员管理职责，同时在项目运行前更新完善相关辐射安全管理制度。

综上所述，无锡市惠山区人民医院（无锡市惠山区妇幼保健院）扩建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，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；合格成绩单有效期五年，到期前参加复训及考核。

5) 在项目运行前 1 台辐射巡检仪和 2 台个人剂量报警仪须到位，并定期对工作

场所辐射水平进行检测。

6) 将“轮岗制度与排班上限以及考勤记录”纳入管理制度，确保任何个人不突破 5 mSv/a 约束，同时设置预警阈值与月度审查机制。

7) 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。

8) 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

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 手术室最小单边长度为 6.86m, 有效使用面积 51.18m ² 。本项目 DSA 手术室屏蔽设计为: 四周墙体为 3mm 铅板, 楼板为 13cm 混凝土+2mm 铅板, 地面为 13cm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥, 防护门均内含 3mm 铅板, 观察窗使用 15mm 铅玻璃观察窗(等效铅当量为 3mm), 排风管道拟采用直穿方式且做屏蔽补偿(3mmPb 铅皮), 电缆沟上方拟覆盖钢制盖板, 孔洞口拟进行屏蔽补偿(3mmPb 铅皮)。	屏蔽体厚度能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。	
辐射安全措施	各防护门拟设置电离辐射警告标志, 防护门上方拟设置工作指示灯; 监督区入口拟设置监督区标牌; 各防护门上工作状态指示灯和 DSA 手术室相通的门能有效联动; 平开防护门拟设置闭门装置, 推拉门制定相应管理要求; 电动推拉门拟设置防夹装置; 操作室和 DSA 手术室内拟设置对讲装置; 操作台和床边自带急停按钮; 室内拟设有开门按钮; 拟为辐射工作人员和患者配备 6 套防护用品; 介入手术时工作人员需穿戴防护设备, 并尽可能缩短手术时间, 减少照射。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。	
	已配备 4 台巡测仪、1 台固定式多通道辐射监测仪、1 台表面沾污仪、9 台辐射报警仪, 拟为本项目调配 1 台辐射巡检仪和增配 2 台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	
污染防治措施	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, 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。手术室拟设置的通风装置将能够保持良好通风。 固体废物: 医疗废物定期交由有资质单位处置。工作人员、患者及家属产生的生活垃圾和办公垃圾等固废将由医院进行统一集中收集后由当地环卫部门统一清运。 废水: 废水主要为医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。施工期的施工废水处理依托院区的污水管道和污水处理站。	能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求。医疗废物委托有资质单位处置。	
辐射安全管理	已成立辐射安全管理机构, 并以文件形式明确各成员职责。	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》成立安全管理机构, 制定满足辐射安全管理要求的制度。	/
	管理制度: 完善操作规程、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。		/

	辐射工作人员上岗前应通过辐射安全与防护知识考核（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。	定期投入
	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。个人剂量档案终生保存）	能够满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）以及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对于辐射工作人员正常开展个人剂量检测以及个人剂量档案应终生保存的要求。	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》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。