

编号：ZFHK-FB23220083

核技术利用建设项目
常州市第七人民医院
搬迁1台DSA项目
环境影响报告表
(报批稿)

常州市第七人民医院

2023年10月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常州市第七人民医院

搬迁1台DSA项目


环境影响报告表

建设单位名称：常州市第七人民医院


建设单位法人代表（签名或签章）： 

通讯地址：江苏省常州市武进区延陵东路 288 号

邮政编码：213000

联系人： 

电子邮箱： 

联系电话： 

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	7
表 3 非密封放射性物质.....	7
表 4 射线装置.....	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	9
表 6 评价依据.....	10
表 7 保护目标与评价标准.....	13
表 8 环境质量和辐射现状.....	17
表 9 项目工程分析与源项.....	23
表 10 辐射安全与防护.....	32
表 11 环境影响分析.....	39
表 12 辐射安全管理.....	55
表 13 结论与建议.....	60
表 14 审批.....	64

附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 医院周边环境关系示意图
- 附图 3 医院总平面布置图
- 附图 4 医院建设效果图
- 附图 5 DSA 机房平面布局及两区划分图
- 附图 6 DSA 机房下方示意图
- 附图 7 DSA 机房上方示意图

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 事业单位法人证书
- 附件 3 辐射安全许可证
- 附件 4 原 DSA 环评及验收批复
- 附件 5 急诊病房综合楼环评批复
- 附件 6 辐射环境本底监测报告
- 附件 7 医院辐射安全与环境保护管理领导小组
- 附件 8 医院现有辐射相关制度
- 附件 9 医院辐射安全事故应急预案
- 附件 10 医院现有辐射工作人员 2022 年度的个人剂量监测报告
- 附件 11 射线装置使用承诺书
- 附件 12 屏蔽设计说明
- 附件 13 设备参数

表 1 项目基本情况

建设项目名称		常州市第七人民医院搬迁1台DSA项目			
建设单位		常州市第七人民医院			
法人代表		■	联系人	■	联系电话
注册地址		江苏省常州市武进区延陵东路 288 号			
项目建设地点		江苏省常州市武进区延陵东路 288 号（常州市第七人民医院） 急诊病房综合楼五层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		500	项目环保投资 (万元)	34	投资比例（环 保投资/总投 资） 6.8%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			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	/			
1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位概况					
<p>常州市第七人民医院（又名“常州老年病医院”，以下简称医院）是一所科室设置齐全、医疗设备先进、医疗技术全面的三级医院。医院实际开放床位 540 张，2023 年 8 月底，医院二期急诊病房综合楼投入使用，床位增至 1000 张。医院拥有核磁共振仪、多排螺旋 CT、DSA、DR 等大型先进医疗设备，血液净化中心拥有 55 台套进口的血透血滤机，处于市内先进水平。医院重点打造急危重症医学、老年医学、微创外科，目前老年医学科、骨科、呼吸与危重症医学科为市级临床重点专科，老年护理</p>					

为省级专科护士临床实习基地、市级专科护士培训基地。

1.1.2 建设目的和任务由来

医院住院部一层原 DSA 室内安装有 1 台 DSA。原使用 DSA 的核技术利用项目已于 2016 年 10 月 20 日取得常州市生态环境局批复，批复文号：常环核审[2016]80 号，射线装置已在辐射安全许可证中登记许可，并于 2017 年 9 月 15 日完成验收，批复文号：常环核验[2017]42 号（详见附件 4）。

近年来，随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，进一步为人民身体健康提供医疗与护理保健服务，医院总体规划布局调整，拟在院区西侧地块新建急诊病房综合楼。因此医院拟将住院部一层 DSA 机房内 1 台 DSA 搬迁至急诊病房综合楼五层。医院已委托编制了《常州市第七人民医院二期工程项目环境影响报告书》，工程内容包括急诊病房综合楼的建设，该报告书已由江苏常州经济开发区管理委员会于 2019 年 8 月 23 日进行了批复，目前急诊病房综合楼已完工，于 2023 年 8 月底投入使用。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价类别为编制环境影响报告表。

为此，常州市第七人民医院委托中辐环境科技有限公司开展“常州市第七人民医院搬迁 1 台 DSA 项目”（简称“本项目”）的环评工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托检测等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求编制完成本项目的环评报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟在急诊病房综合楼五层新建一间 DSA 机房并建设配套附属用房，将原来位于住院部一层 DSA 设备搬迁至此，DSA 型号为 Allura XperFD20。射线装置主要技术参数信息见表 1-1。

表1-1 本项目射线装置主要技术参数

型号	类别	数量	最大管电压	最大管电流
Allura XperFD20	II类	1 台	125kV	1250mA

1.1.4 工作负荷和人员配置

根据医院提供资料，本项目正常运行后，预计每年最大工作量为700台手术（每台手术均涉及透视模式出束和减影模式出束，透视约700台，减影约700台），与搬迁前相当，主要开展冠脉介入、心血管介入和外周血管介入手术，涉及的科室主要有心血管内科、神经外科、神经内科和介入科。

本项目辐射工作人员为医院现有 DSA 辐射人员，共 15 名，包括手术医生 8 人、护士 5 人和技师 2 人。本项目辐射工作人员采取轮班制，辐射工作人员相对固定，医护人员和技师均不存在操作其他射线装置情况。每台手术拟配备 2 名手术医生，1 名护士，1 名技师。

预计医生减影模式下受照时间不超过 7.3 小时，透视模式下受照时间不超过 116.67 小时。护士减影模式下受照时间不超过 4.86 小时，透视模式下受照时间不超过 77.78 小时。技师减影模式下受照时间不超过 14.59 小时，透视模式下受照时间不超过 233.33 小时。

辐射工作人员每天工作8小时，每年工作250天。本项目DSA工作负荷详见表1-2。

表1-2 本项目DSA工作负荷

手术类型	全年开展手术量 (台)	减影模式		透视模式	
		单台手术出束时间	年出束实际	单台手术出束时间	年出束实际
介入放射科手术	50	0.5	0.42	20	16.67
神经外科手术	250	1	4.17	20	83.33
心血管内科手术	400	1.5	10	20	133.33
合计	700	/	14.59	/	233.33

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

常州市第七人民医院位于常州市武进区延陵东路 288 号。项目地理位置见附图 1。

医院东侧为戚厂工房南区；南侧为延陵东路，隔路为黑木桥戚电工房 1 幢、戚厂工房 41 幢和 44 幢；西侧为戚厂工房三区和街心花园；北侧为常戚路，隔路为江苏常州经济开发区幼儿园、老年活动中心和戚厂工房八区。项目周边环境见附图 2。

表 1-3 项目地理位置关系一览表

常州市第七人民医院	位置关系	周边环境	类型	与本项目距离 (m)
	东侧	戚厂工房南区	居民区	118
南侧	黑木桥戚电工房 1 幢	居民区	53	
	戚厂工房 41 幢和 44 幢	居民区	64	

西侧	戚厂工房三区	居民区	93
	街心花园	公园	95
北侧	江苏常州经济开发区幼儿园	学校	130
	老年活动中心	居民区	117
	戚厂工房八区	居民区	169

1.2.2 项目周边环境关系

本项目拟建机房位于常州市第七人民医院急诊病房综合楼五层，急诊病房综合楼主楼地上 17 层，地下 2 层，裙楼 4 层。急诊病房综合楼东侧为院内道路、门诊楼、住院部、发热门诊和餐厅；南侧为院内道路和延陵东路，隔路为黑木桥戚电工房 1 幢；西侧为院内道路，隔路为医疗废物暂存点和高压氧舱；北侧为院内道路和常戚路。具体见附图 3。

本项目 DSA 机房东侧实体边界紧邻病人缓冲室和设备间，距院内道路约 9m，距门诊楼约 32m，距发热门诊约 52m，距医院边界约 118m；南侧实体边界临空（下方为院内道路），距延陵东路约 31m，距黑木桥戚电工房 1 幢约 53m；西侧实体边界紧邻控制室，距院内道路约 56m，距医疗废物暂存点约 62m，距医院边界约 82m；北侧实体边界紧邻无菌间和污洗间，距住院部约 54m，距高压氧舱约 86m，距院内道路约 76m，距常戚路约 91m。楼上是心血管内科标准房病房，楼下是 ICU 病房。

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）的相关规定，确定以本项目 DSA 机房边界外 50m 范围作为评价范围。根据现场调查分析可知，本次评价项目实体边界外 50m 范围主要为医院的内部建筑物和内部道路、部分涉及延陵东路，不涉及江苏省国家级生态保护红线和江苏省生态空间管控区范围。因此，本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员以及评价范围内的其他医护人员、患者、家属及延陵东路行人等公众。

1.2.3 选址合理性分析

本项目位于常州市第七人民医院急诊综合楼五层 DSA 机房，五层的主要功能是手术室和心血管内科 CCU 病房，四层的主要功能是会议室和 ICU 病房，六楼的主要功能是心血管内科标准房病房，DSA 机房的设置充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全，本次评价项目实体屏蔽物边界外 50m 范围主要为医院的内部建筑物、内部道路和延陵东路，不涉及江苏省国家级生态保护红线和江苏省生态空间管控区范围。

项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公

众人员造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

1.3 产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域内的运用，对照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订），本项目的建设属于第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业。综上，本项目符合国家和地方现行产业政策。

1.4 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术在医学领域内的运用，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.5 “三线一单”符合性分析

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域；根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题；本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

1.6 原有核技术利用项目情况

1.6.1 医院原有项目辐射安全许可证情况

医院目前已取得常州市生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证[D0098]，许可种类和范围为“使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置”，有效期至2027年12月12日。医院辐射安全许可证件见附件3。

许可内容包含使用口腔全景机1台、牙片机1台等Ⅲ类射线装置10台，使用Ⅱ类射线装置1台（DSA）。

1.6.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

医院原有核技术利用项目环保手续履行情况见表1-4。

表1-4 医院原有已许可使用的射线装置清单

序号	名称	数量	类别	型号	工作场所	活动种类	环评、许可及验收情况
1	口腔全景机	1	Ⅲ类	OC200D	三楼口腔科： 口腔科	使用	已许可
2	牙片机	1	Ⅲ类	Expert DC	三楼口腔科： 三楼口腔科	使用	已许可
3	DSA	1	Ⅱ类	Allura XperFD20	影像科一楼 DSA室： DSA室	使用	批复时间：2016-10-20，批复文号：常环核审[2016]80号； 验收时间：2017-9-15，批复文号：常环核验[2017]42号
4	计算机断层扫描系统（64排）	1	Ⅲ类	GE Revolution Ace	一楼放射科： CT2室	使用	已许可
5	X射线计算机体层摄影设备（64排）	1	Ⅲ类	Somatom definitionas	一楼放射科： CT1室	使用	已许可
6	C臂机	1	Ⅲ类	BV.Endura	四楼手术室	使用	已许可
7	移动式X射线摄像机	1	Ⅲ类	SM.50HF.B.D	新门急诊病房综合大楼主楼各病区	使用	已许可
8	数字化乳腺X射线诊断设备	1	Ⅲ类	Planmed Nuance	一楼放射科	使用	已许可
9	数字胃肠机	1	Ⅲ类	GMM OPERAFP	一楼放射科	使用	已许可
10	数字X射线摄影系统	1	Ⅲ类	RAD SPEEDM	一楼放射科	使用	已许可
11	碎石机	1	Ⅲ类	HD.ESWL-VM	碎石机房：门诊二楼	使用	已许可

表 2 放射源

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

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
	无									

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(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	Allura XperFD20	125	1250	影像诊断和介入治疗	急诊病房综合楼五层	搬迁

(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	
	无												

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
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	少量	/	直接进入大气，臭氧可在 50 分钟后自然分解。
介入手术产生的药棉、纱布、手套和器具等医疗废物	固体	/	/	约 35kg	约 420kg	/	暂存在医院医疗废物暂存点	医疗废物采用专用容器分类收集，待手术结束，从 DSA 机房运至北侧的污洗间内，最终送至医疗废物暂存点，作为医疗废物委托有资质单位进行处置。

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

2.含有放射性的废物要注明，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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），中华人民共和国主席令第九号，自 2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订），2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订并施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，自 2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订），中华人民共和国国务院令 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订），根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），2021 年 1 月 4 日经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令 20 号）修改；</p> <p>(8) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日发布。</p> <p>(9) 《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 18 号，自 2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，自 2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订），中华人民共和国国家发展和改革委员会令 49 号，自 2021 年 12 月 30 日起施行；</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行；</p> <p>(13) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），江苏省人大常委会公告第 2 号，自 2018 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《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</p>
------------------	---

	<p>的通知》（苏环规〔2019〕4号），江苏省生态环境厅，2019年11月19日印发；</p> <p>（15）《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政办〔2018〕74号），江苏省人民政府，2018年6月9日发布；</p> <p>（16）《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），江苏省人民政府，2020年1月8日发布；</p> <p>（17）《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），江苏省人民政府，2020年6月21日发布；</p> <p>（18）《省政府办公厅关于印发江苏省辐射事故应急预案的通知》（苏政办函〔2020〕26号），江苏省人民政府办公厅，2020年2月19日发布。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>（2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>（3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（4）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>（5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>（6）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>（7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。</p>
<p>其 他</p>	<p>附图</p> <p>（1）项目地理位置图</p> <p>（2）医院周边环境关系示意图</p> <p>（3）医院总平面布置图</p> <p>（4）医院建筑效果图</p> <p>（5）DSA 机房平面布局及两区划分图</p> <p>（6）DSA 机房下方示意图</p> <p>（7）DSA 机房上方示意图</p> <p>附件</p> <p>（1）委托书</p>

- (2) 事业单位法人证书
- (3) 辐射安全许可证
- (4) 原 DSA 环评及验收批复
- (5) 急诊病房综合楼环评批复
- (6) 辐射环境本底监测报告
- (7) 医院辐射安全与环境保护管理领导小组
- (8) 医院现有辐射相关制度
- (9) 医院辐射安全事故应急预案
- (10) 医院现有辐射工作人员 2022 年度的个人剂量监测报告
- (11) 射线装置使用承诺书
- (12) 屏蔽设计说明
- (13) 设备参数

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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》（HJ10.1-2016）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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，本项目 DSA 属于 II 类射线装置，因此本次辐射环境评价范围取急诊病房综合楼五层 DSA 机房的实体屏蔽物边界外延 50m 为评价范围，评价范围详见附图 3。

7.2 保护目标

根据现场踏勘情况，本项目 DSA 机房实体屏蔽物边界外 50m 评价范围内主要为医院的内部建筑物、内部道路和延陵东路。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中生态保护目标的内容，本项目评价范围内不涉及重要物种、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。

因此，本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员以及评价范围内的医护人员、患者、家属、延陵东路路上行人。具体详见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表

名称	环境保护目标		方位	与本项目边界最近距离 (m)	规模
辐射工作人员	本项目医护人员	DSA 机房	内部	/	15 人
	本项目医护人员和技师	控制室	西侧	紧邻	
公众	医院工作人员和患者、家属等流动人员	可上人屋顶	东侧	紧邻	流动人员
	医院工作人员和患者、家属等	急诊病房综合楼	本项目辐射工作场所四周及上下方	1	约 200 名为工作人员，流动人员
	医院工作人员和患者、家属等流动人员	院内道路	东侧	9	流动人员
	医院工作人员和患者、家属等	门诊楼	东侧	32	约 200 名为工作人员，其余为流动人员
	医院工作人员和患者、家属等流动人员	院内道路	南侧	紧邻	流动人员
	路上行人等流动人员	延陵东路	南侧	31	流动人员

	医院工作人员和患者、家属	ICU 病房	下方	紧邻	约 8 名工作人员，其余为流动人员
		标准病房	上方	紧邻	约 10 名工作人员，其余为流动人员
注：机房四周病人缓冲室、设备间、无菌间、污洗间为 DSA 机房配套用房，均为辐射工作人员到达场所，因此不再作为环境保护目标。					

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

（1）剂量限值

①职业人员

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

②公众人员

B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

（2）剂量约束值

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3 mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

本次评价以职业照射剂量限值的 1/4 即 5mSv/a 作为职业人员的剂量约束值，以公众照射剂量限值的 1/10 即 0.1mSv/a 作为公众人员的剂量约束值。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

6.3X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于

2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出来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 $25 \mu\text{Sv/h}$ ，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 ；

6.4X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb ；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb ；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb 。

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 1 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

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

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

表 2 不同类型 X 射线装置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
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

7.3.3 本项目管理目标限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；

（1）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；

（2）辐射剂量率控制水平：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 2.5 μ Sv/h。

7.3.4 参考资料

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，刘明、王承保。辐射防护，1993 年第 13 卷第 2 期。

表 7-2 江苏省环境天然 γ 辐射水平 单位：nGy/h

	原野 γ 辐射剂量率	道路 γ 辐射剂量率	室内 γ 辐射剂量率
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：评价时采用“范围”作为辐射现状评价的参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目拟建于常州市第七人民医院，即江苏省常州市武进区延陵东路 288 号。本项目位于急诊病房综合楼五层，急诊病房综合楼主楼地上 17 层，地下 2 层，裙楼 4 层。急诊病房综合楼东侧为院内道路和门诊楼、发热门诊和餐厅；南侧为院内道路和延陵东路，隔路为黑木桥威电工房 1 幢；西侧为院内道路，隔路为医疗废物暂存点；北侧为住院部、高压氧舱、院内道路和常威路。项目地理位置图见附图 1。

DSA 机房东侧为病人缓冲室和设备间；西侧为控制室；北侧为无菌间和污洗间；楼上是标准房病房，楼下是 ICU 病房。本项目拟建 DSA 机房四周现场照片情况和项目所在位置四侧现场照片如下图所示。



本项目 DSA 机房



西侧控制室



北侧无菌间



北侧污洗间



东侧病人缓冲室



东侧设备间



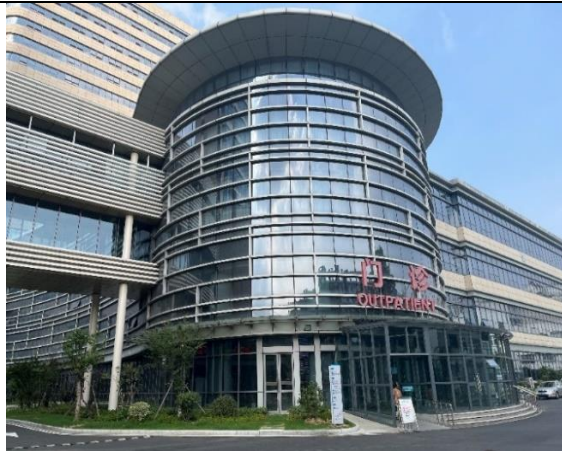
楼上标准病房



楼下 ICU 病房



急诊病房综合楼



东侧门诊楼



东侧发热门诊



东侧餐厅



南侧延陵东路



黑木桥戚电工房 1 幢



戚厂工房 41 幢



戚厂工房 44 幢



西侧医疗废物暂存点



北侧住院部



北侧高压氧舱



北侧常威路

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价对象

DSA 机房拟建地及周边环境

8.2.2 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率

8.2.3 监测点位

根据项目的平面布局和周围环境情况，监测布点示意图见图 8-1~图 8-3。

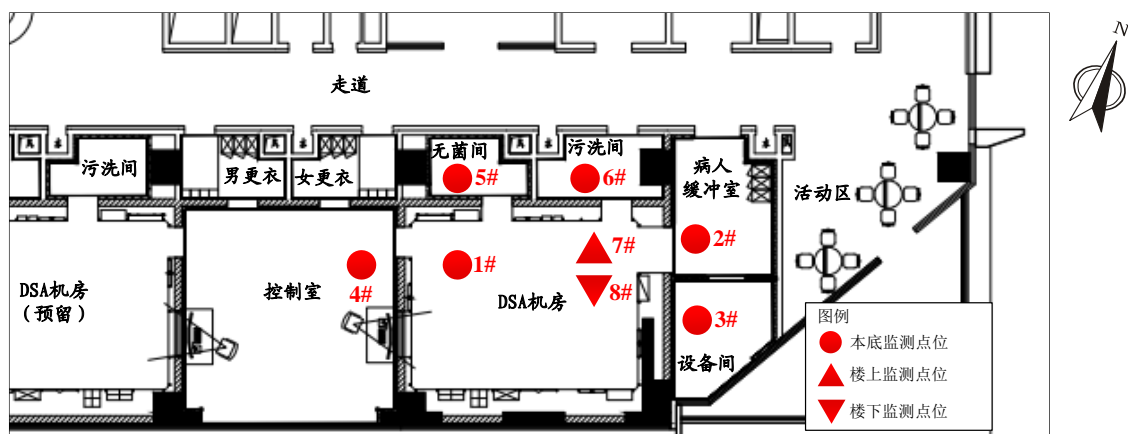


图 8-1 本项目拟建 DSA 机房及四周辐射现状监测点位图 1

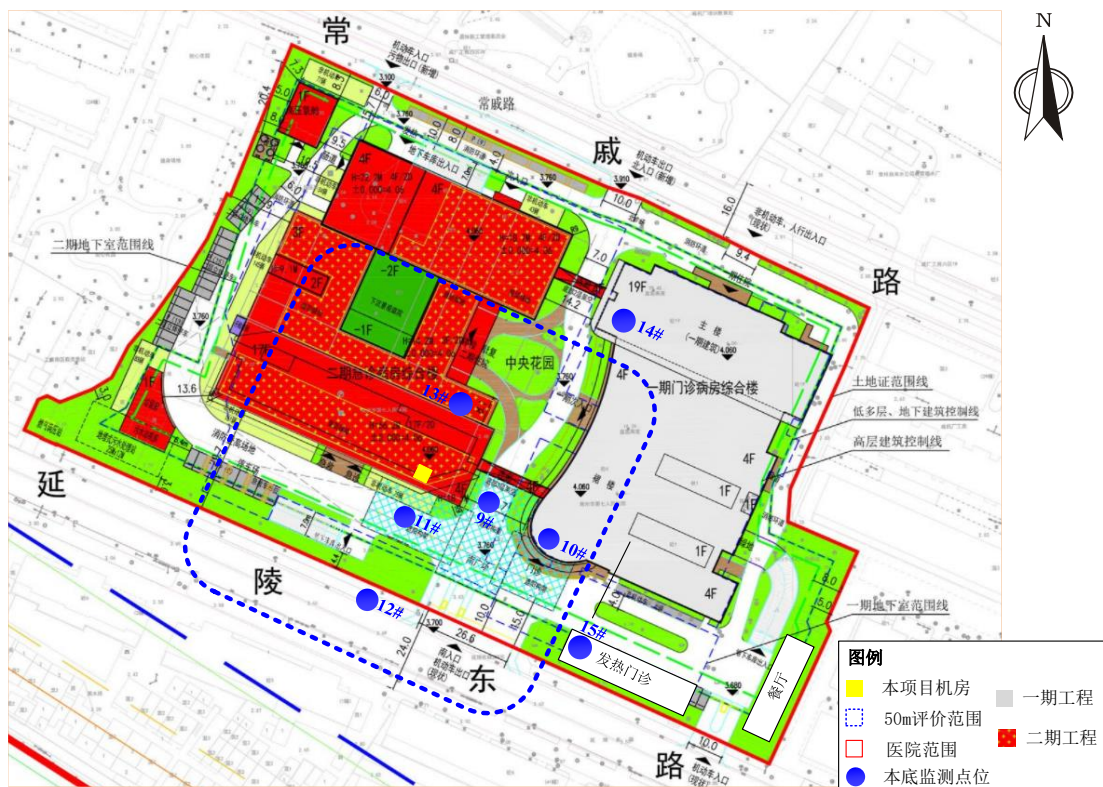


图 8-2 本项目拟建 DSA 机房及四周辐射现状监测点位图 2

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2023年8月25日
- (3) 监测对象与项目： γ 辐射空气吸收剂量率
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (5) 天气环境条件：天气：晴；温度：28℃；湿度：54%RH
- (6) 监测设备

表 8-1 X、 γ 辐射剂量当量率仪

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	automess
仪器编号	05038417
能量范围	38keV-7MeV
量 程	模拟量程：10nSv/h-100 μ Sv/h；数字量程：1nSv/h-99.9 μ Sv/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心
检定证书	2023H21-20-4708006001
检定有效期	2023年07月24日~2024年07月23日

8.3.2 质量保证措施

①本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，证书编号为 22112050970，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手

册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见下表。

表 8-2 拟建场所及周围 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

监测点编号	测量位置	监测结果 (nGy/h)	备注
1#	拟建 DSA 机房	54±2	室内 (楼房)
2#	病人缓冲室	68±2	室内 (楼房)
3#	设备间	63±1	室内 (楼房)
4#	控制室	74±1	室内 (楼房)
5#	无菌间	63±2	室内 (楼房)
6#	污洗间	70±1	室内 (楼房)
7#	DSA 机房楼上位置	61±2	室内 (楼房)
8#	DSA 机房楼下位置	63±2	室内 (楼房)
9#	二期急诊病房综合楼东侧道路	58±2	道路
10#	一期门诊部	86±2	室内 (楼房)
11#	医院南侧道路	59±2	道路
12#	延陵东路	50±2	道路
13#	二期急诊病房综合楼裙楼	72±2	室内 (楼房)
14#	一期住院部	81±2	室内 (楼房)
15#	发热门诊	73±2	室内 (楼房)

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已对宇宙射线的响应值修正；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.04，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 25nGy/h。

由表 8-2 监测结果可知，本项目监测点位室内 γ 辐射空气吸收剂量率为 54 nGy/h~86 nGy/h，道路 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 50 nGy/h~59 nGy/h，由《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，江苏省室内 γ 辐射剂量率参考范围取 50.7nGy/h~129.4nGy/h，道路 γ 辐射剂量率范围取 18.1nGy/h~102.3nGy/h。本项目拟建场所各监测点位 γ 辐射剂量率均处于当地天然本底涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头（单球管）、显示器、导管床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。典型 DSA 装置整体外观示意图如图 9-1 所示。

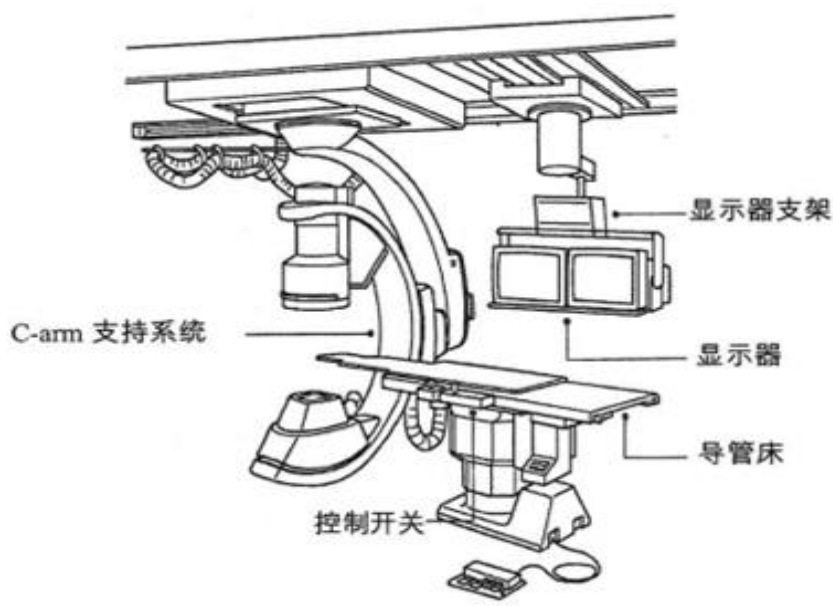


图9-1 典型DSA装置整体外观示意图



图9-2 本项目DSA外观图

9.1.2 工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-3。

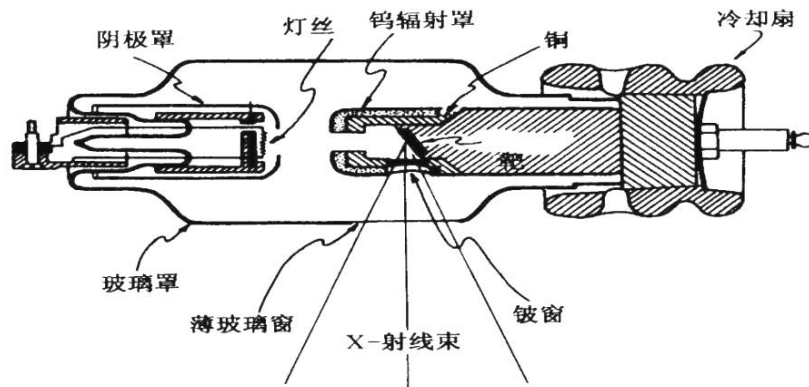


图 9-3 典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前和注入造影剂后的血管造影 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储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

9.1.3 操作流程及产污环节

(1) DSA 射线装置操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线

透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

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

b、DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医生位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.5~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等），同时手术床旁配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施。介入治疗中，医生根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士均佩戴防护用品。

(2) 产污环节分析

本项目产污环节如图 9-4 所示。

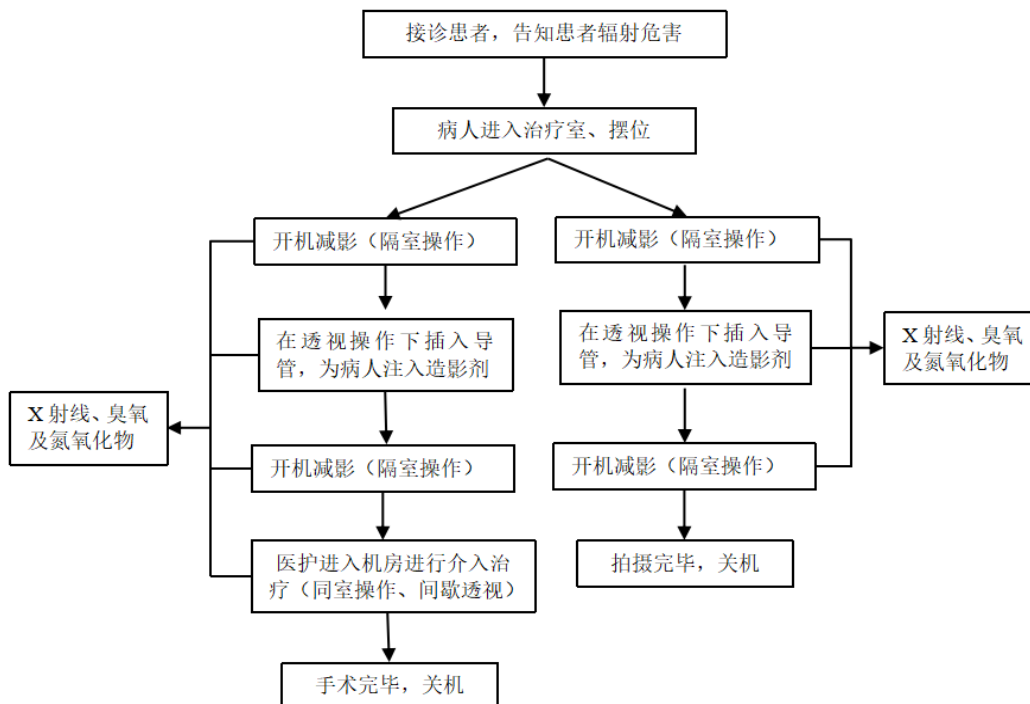


图 9-4 DSA 治疗流程及产污环节示意图

DSA 为 II 类射线装置，射线装置运行时，主要污染因子为 X 射线，注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不使用胶片冲洗显影，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。由于 X 射线与空气电离作用，会产生微量的臭氧和氮氧化物。

综上可知，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线，其次为臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

9.1.4 工作负荷和人员配置

根据医院提供资料，本项目正常运行后，预计每年最大工作量为700台手术（每台手术均涉及透视模式出束和减影模式出束，透视约700台，减影约700台），与搬迁前相当，主要开展冠脉介入、心血管介入和外周血管介入手术，涉及的科室主要有心血管内科、神经外科、神经内科和介入科。

本项目辐射工作人员为医院现有 DSA 辐射人员，共 15 名，包括手术医生 8 人、护士 5 人和技师 2 人。本项目辐射工作人员采取轮班制，辐射工作人员相对固定，医护人员和技师均不存在操作其他射线装置情况。每台手术拟配备 2 名手术医生，1 名护士，1 名技师。

预计医生减影模式下受照时间不超过 7.3 小时，透视模式下受照时间不超过 116.67 小时。护士减影模式下受照时间不超过 4.86 小时，透视模式下受照时间不超过 77.78 小时。技师减影模式下受照时间不超过 14.59 小时，透视模式下受照时间不超过 233.33 小时。

表9-1 本项目DSA工作负荷

手术类型	全年开展手术量 (台)	减影模式		透视模式	
		单台手术出束 时间	年出束实 际	单台手术出束 时间	年出束实际
介入放射科手术	50	0.5	0.42	20	16.67
神经外科手术	250	1	4.17	20	83.33
心血管内科手术	400	1.5	10	20	133.33
合计	700	/	14.59	/	233.33

9.1.5 人流、物流路径规划

(1) 患者路径

患者由公共电梯厅向南进入走道，沿走道向东进入病人缓冲室，经防护门进入 DSA 机房。治疗结束后，患者可按原路离开。

(2) 辐射工作人员路径

辐射工作人员由医护办公室向南进入走道，沿走道向东进入更衣室更衣，随后技师进

入操作间进行设备操作，介入医护人员经防护门进入 DSA 机房。治疗结束后，辐射工作人员可按原路离开。

(3) 污物路径

本项目介入手术会产生药棉、纱布、手套和器具等医疗废物，这些医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后从 DSA 机房北侧污物防护门送至污洗间，最终经污物电梯，运至医院医疗废物暂存点。

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况

(1) 放射性污染因子

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。医院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，评价因子主要为 X 射线，X 射线包括有用线束（主束）、散射线和泄漏射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

①有用线束（主束）

本项目 DSA 的主束方向主要向上。有用线束的射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有一定的裕量。

本项目 DSA 包括透视和减影（摄影）两种模式，根据医院提供资料，透视模式下管电流通常为十几毫安，拍片模式下的电流通常为几百毫安；DSA 正常运行时，透视模式的工况为（60~80）kV/（5~20）mA，减影模式的工况为（60~80）kV/（100~500）mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的要求，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5 mmAl。保守考虑，本项目 DSA 的减影模式取电压为 80kV，电流为 500mA，透视模式取电压为 80kV，电流为 20mA。由《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1，当等效总滤过为 2.5mmAl，电压为 80kV，离靶 1m 处空气中的空气比释动能取值为 0.06mGy/mAs，则减影模式距靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.08 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ，透视模式距靶点 1m 处的最大剂量率为 $4.32 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ 。

表 9-2 本项目 DSA 减影、透视模式下的相关参数

操作模式	正常运行时最大工况	距靶点 1m 处的最大剂量率
减影模式	电压为 80kV，电流为 500mA	$1.08 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$

透视模式	电压为 80kV，电流为 20mA	4.32×10 ⁶ μGy/h
------	-------------------	----------------------------

②泄漏辐射

由靶向外从各个方向穿过辐射头泄漏出来的射线称为泄漏射线，泄漏射线遍布机架各处。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 射线设备辐射防护通用要求》（GB9706.103-2020），取本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。

③散射辐射

当有用线束射入治疗床上的人体时，会产生散布于各个方面上的次级散射辐射，这种射线的能量和剂量率比有用线束低得多，剂量率大小决定于被照区域、初级射线能量和散射角度。

（2）非放射性污染因子

①废气

DSA 工作时，空气在 X 射线的作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

②固体废物

本项目介入手术会产生药棉、纱布、手套和器具等医疗废物，医疗废物采用专用容器分类收集，待手术结束，从 DSA 机房运送至污洗间暂存，作为医疗废物委托有资质单位进行处置。本项目一台介入手术约产生医疗废物药棉 0.1kg，纱布 0.1kg，手套 0.2kg，器具 0.2kg，一年 DSA 最多开展 700 台手术，则本项目一年约产生医疗废物药棉 70kg，纱布 70kg，手套 140kg，器具 140kg，合计每年产生约 420kg 医疗废物。

辐射工作人员会产生生活垃圾。辐射工作人员共 15 人，生活垃圾产生量按 0.1kg/人计，则生活垃圾产生量为 1.5kg/d，375kg/a。

③废水

辐射工作人员会产生生活污水。辐射工作人员共 15 人，生活用水按每人每天 100L 计，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 1.28m³/d，320m³/a。本项目 DSA 年最大手术量约 700 台，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，医疗废水产生量为 59.5m³/a。则本项目废水总产生量约 379.5m³/a。该部分废水进入医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网。

综上所述，本项目 DSA 在正常工作状况下，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水和医疗废水。

9.2.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置时，可能发生的辐射事故有以下几种：

(1) 装置在运行时，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；工作人员或病人家属尚未完全撤离 DSA 机房时，设备开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；

(2) 工作人员和公众人员误入正在运行的机房引起误照射；

(3) DSA 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射；

(4) 维修射线装置时因意外情况或人员误操作，维修人员受意外照射。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

9.3 原有核技术利用项目运行情况分析

9.3.1 原有核技术利用项目管理情况

(1) 辐射安全防护管理机构

根据相关法律、法规、规范的要求，医院目前已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确了管理人员及机构的职责。

(2) 辐射工作制度

医院已制定了《放射事故应急预案》、《使用防护用品告知制度》、《设备检修维护制度》、《放射事故预防措施制度》、《放射诊疗质量保证方案》、《辐射工作人员岗位职责制度》等综合规章管理制度。已有管理制度较健全，基本能够满足原有辐射防护管理需要。

(3) 辐射安全与防护培训情况

目前院区所有辐射工作人员取得《辐射安全和防护培训》合格证书，取得辐射安全培训合格证书的人员，应当定期接受再培训。

(4) 个人剂量监测及职业健康体检情况

辐射工作期间，要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，建立剂量健康档案并终生存档保存，个人剂量计最长不超过三个月送检一次。医院开展了辐射工作人员剂量监测，现有辐射工作人员个人剂量监测报告见附件 10。由监测报告结果可以看出：个人剂量剂均为完好状态，辐射工作人员个人剂量连续四个监测周期的结果见表 9-3，根据表中统计结果显示，辐射工作人员个人剂量监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002) 中对辐射工作人员要求的剂量限值，也低于辐射工作人员的年剂量约束

值 5mSv。

表 9-3 本项目辐射工作人员个人剂量情况表

姓名	个人剂量 (mSv) (2022 年第 1-2 季度)	个人剂量 (mSv) (2022 年第 3 季度)	个人剂量 (mSv) (2022 年第 4 季度)	个人剂量 (mSv) (年度)	年剂量约束值 (mSv)
胡 伟	0.015	0.015	0.015	0.045	5
史慧娟	0.063	0.015	0.015	0.093	
王曙辰	0.015	0.015	0.015	0.045	
梅小波	0.015	0.015	0.015	0.045	
刘小宇	0.031	0.015	0.015	0.061	
陆玉婷	0.106	0.015	0.015	0.136	
罗显元	0.015	0.015	0.015	0.045	
马 波	0.015	0.015	0.015	0.045	
薛 翔	0.062	0.015	0.015	0.092	
王 鹏	0.082	0.015	0.015	0.112	
顾金涛	0.074	0.015	0.015	0.104	
季伟敏	0.157	0.039	0.015	0.211	
康艳兰	0.015	0.015	0.054	0.084	
张 咪	0.015	0.015	0.015	0.045	
丁季菊	0.015	0.015	0.015	0.045	

注：因疫情原因 2022 年上半年医院为黄码医院，所以第 1、2 季度只有进行了一次个人剂量监测。

医院已为现有辐射工作人员进行了上岗前和在岗期间的职业健康检查，体检结果表明现有辐射工作人员可继续放射工作。

9.3.2 原有核技术利用项目辐射工作场所运行情况

医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯等。根据放射诊断不同项目实际情况，医院划分有辐射防护控制区和监督区，并采取了分区管理，进行了积极、有效的管控。

现有辐射设备辐射安全防护措施在竣工验收时已进行查验，通过环保验收，且每年均进行检查并委托有资质单位进行场所检测，近三年监测结果均满足标准要求，医院现有辐射工作场所辐射安全防护措施满足要求。

(1) 工作场所检测

医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

(2) 辐射应急演练和年度评估

医院已制定《辐射安全事故应急预案》（见附件9），定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，并及时对辐射事故应急预案进行完善和修订。经与医院核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。

医院执行年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，医院对现有射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并及时提交至发证机关。

9.3.3 结论

医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

医院辐射工作场所设有电离辐射警示标志和工作状态指示灯，各机房通风良好，屏蔽防护措施满足要求；各机房设置铅玻璃观察窗，能清楚观察到机房内情况；控制室和机房之间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；各机房周围辐射水平符合相关标准规定的要求。由现场调查情况可知，医院已采取相应的辐射防护措施，本次环评认为医院辐射防护措施以及管理制度满足目前辐射防护要求。

另外，医院为受检者配备了相应的放射防护用品，如铅橡胶围裙、铅橡胶颈套等，医院现有射线装置已委托有资质的单位进行年度监测，并编制监测报告，现有射线装置未对放射性工作场所外周围环境造成放射性影响，机房周边辐射剂量率符合满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准的要求。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于急诊病房综合楼五层，急诊病房综合楼主楼地上 17 层，地下 2 层，裙楼 4 层。DSA 机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 机房周边场所布局一览表

所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
急诊病房综合楼 五层	DSA 机房	东	病人缓冲室、设备间和可上人屋顶
		南	临空
		西	控制室
		北	无菌间和污洗间
		楼上	标准房病房
		楼下	ICU 病房

(1) 本项目 DSA 机房位于急诊病房综合楼五层，DSA 机房和控制室分开单独布置，区域划分明确。

(2) 本项目 DSA 射线装置位于机房中央，主束方向主要向上，避免了有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

(3) 本项目设置有独立的患者通道、医护通道和污物通道，DSA 射线装置经过机房实体屏蔽体屏蔽后，屏蔽体外剂量率符合标准要求，对周围辐射环境及人员影响是可以接受的。

综上所述，本项目 DSA 机房布局是合理的。

10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

(1) 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。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，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和门-灯联锁装置）限制进出控制区，并定期审查控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施，或是更改该区的边界。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门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。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌；并定期审查该区的条件，确认是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

(2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，本项目辐射工作场所分区情况表 10-2，分区详见附图 5。

控制区的防护手段与安全管理措施：

①控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的电离警告标志（如图 10-1）；



图 10-1 当心电离辐射警告标志

②制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

监督区防护手段与安全管理措施

①以黄线警示监督区的边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

表 10-2 项目“两区”划分表

场所名称	两区划分	
DSA 机房	控制区	机房内部
	监督区	控制室、无菌间、污洗间、病人缓冲室、设备间

10.1.3 辐射安全及防护措施

本项目DSA射线装置的主要辐射为X射线，对X射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对X射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

(1) 设备固有安全性

本项目使用1台DSA，型号为Allura XperFD20，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），设备具备以下安全防护措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软X射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在X射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，以多消除软X射线以及减少二次散射，优化有用X射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒25帧、12.5帧、6帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备有相应的表征剂量的指示装置，当机房内出现超剂量照射时会出现报警提醒。

⑥急停开关装置：介入手术床旁设置急停开关（各开关串联并与X射线系统连接）。X射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停开关，可停止X射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

(2) 本项目机房辐射屏蔽设计

依据医院提供的资料，DSA机房防护设计方案见表10-3，最小有效使用面积及最小单边长度见表10-4。

表 10-3 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房类型 (数量)	防护设施	屏蔽材料及厚度
DSA 机房 (1 间)	四侧墙体	240mm 实心砖+2mm 铅板
	顶棚	钢骨架+12mm 石膏板+3mm 铅板+250mm 混凝土
	地坪	60mm 硫酸钡水泥+250mm 混凝土

	患者防护门（东侧）	内衬 3mm 铅板
	辐射工作人员防护门（西侧）	
	污物防护门（北侧）	
	无菌间防护门（北侧）	
	观察窗（西侧）	3.0mmPb 铅玻璃

表 10-4 本项目机房规格表

机房名称	拟设置情况	
	最小单边长度（m）	有效使用面积（m ² ）
DSA 机房	5.5	40.7

（3）距离防护

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并在门框上方安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

（4）时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

（5）其他辐射安全防护措施

①机房门外设电离辐射警告标志，机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；在监督区、控制区墙体合适位置张贴监督区、控制区警示标识。

②患者防护门和工作人员防护门均为推拉门，设置防夹装置，且防护门上方的工作状态指示灯能与机房门有效关联；无菌室防护门和污物防护门均为平开门，设有自动闭门装置，且防护门上方的工作状态指示灯能与机房门有效关联。

③控制室墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

④机房受检者出入口门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。

⑤本项目所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检且需做好个人剂量档案管理工作。该医院已开展辐射工作人员的职业健康监护，定期安排其在有相应资质医院

体检，建立个人剂量档案。

⑥ DSA 机房与控制室之间设置有观察窗，可有效观察到患者和受检者状态及防护门开闭情况。控制室设置视频监控及双向对讲装置。

⑦ 在控制台上、介入手术床旁设置急停开关（各按钮串联并与 X 射线系统连接），一旦出现异常，按动任一个急停开关，均可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

⑧ 机房设置独立的动力通风系统，能保持机房内良好的通风。

⑨ 电缆线通过电缆沟穿出机房，电缆沟埋设在地下，电缆线布设采用地下“U”型穿墙管道，X 线球管一般由下往上照射，X 射线至少经过两次散射才能通过电缆沟散射至机房外，电缆沟穿墙洞口采用 3mm 以上不锈钢盖板进行覆盖，未破墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

⑩ 机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物，机房候诊区设置辐射防护注意事项告知栏。

⑪ 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放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。

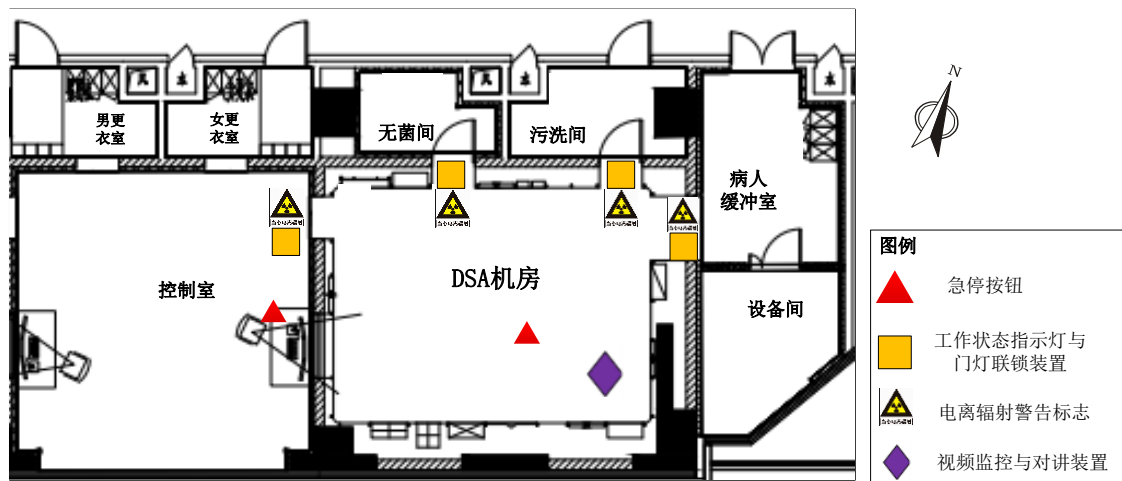


图 10-2 DSA 机房拟采取的辐射安全措施布设示意图

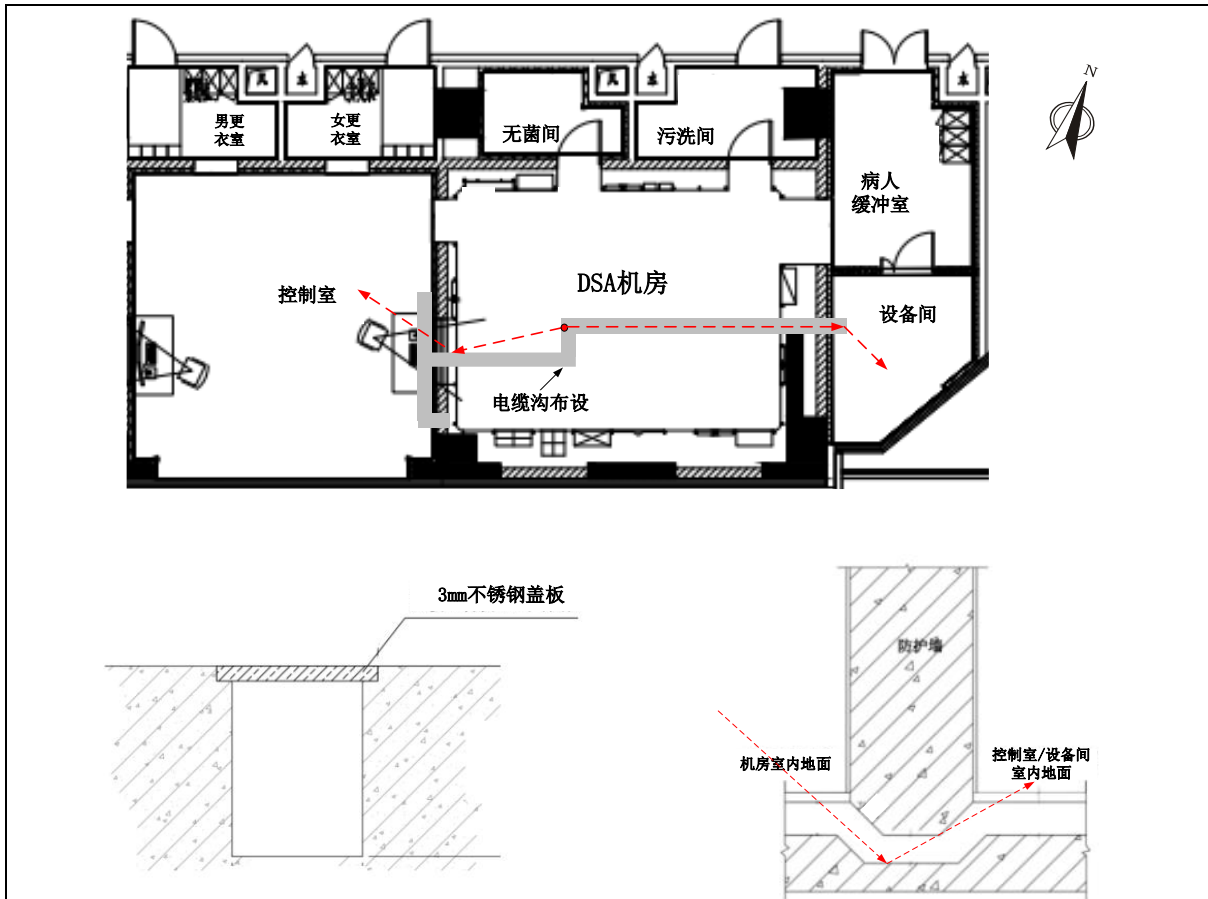


图 10-3 预留电缆管道示意图

(6) 监测仪器和防护用品

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监测仪器，包括辐射监测等仪器。

医院已配置 1 台辐射剂量率巡检仪和 1 台个人剂量报警仪。新建 DSA 机房依托原有 DSA 机房可利用的配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求已按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配制。

表 10-5 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的	防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘各 1 件	符合

				介入防护手套 4套		
	患者 和受 检者	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	——	防护铅当量为 0.5mmPb 的方 巾 1 套，防护 铅当量为 0.5mmPb 的铅 橡胶颈套、铅 橡胶帽子各 1 套	——	符合

10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目运行期间无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生，产生的非放射性污染主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾和生活污水。

①废气

本项目 DSA 机房设置独立的动力通风系统，新风口和排风口对角设置，其中排风口设置在机房南侧，能保持机房内良好的通风。DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物经通排风系统排入到大气环境后，臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生量的 1/3，因此本项目 DSA 射线装置产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

②固体废物

本项目介入手术会产生药棉、纱布、手套和器具等医疗废物，医疗废物采用专用容器分类收集，待手术结束，从 DSA 机房运至北侧污洗间内暂存，作为医疗废物委托有资质单位进行处置。

辐射工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中收集并交由环卫部门统一清运。

③废水

本项目 DSA 采用数字成像，无废显影液、定影液和废胶片产生。手术器械等清洗产生的医疗废水和医护人员产生的生活污水依托院内污水处理站处理后，接管至戚墅堰污水处理厂集中处理，接管标准执行《医疗结构水污染物排放标准》(GB18466-2005)及《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

《常州市第七人民医院二期工程项目环境影响报告书》已于 2019 年 8 月 23 日取得江苏常州经济开发区管理委员会批复，文号为：常经发审〔2019〕203 号。有关主体工程施工期环境影响内容详见《常州市第七人民医院二期工程项目环境影响报告书》有关章节，本次评价不再做相关的环境影响评价，目前急诊病房综合楼已完工，于 2023 年 8 月底投入使用。

射线装置只有在开机使用过程才会产生射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试；由于设备在安装和调试时，机房各屏蔽防护措施已建设完成，经过墙体屏蔽和距离衰减后对环境的辐射影响能够达标。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物，并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

(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

由表 10-3 可知，本项目 DSA 机房使用的屏蔽材料除铅以外，还涉及顶面的混凝土和和地坪的混凝土和硫酸钡，机房四侧的实心砖及观察窗的铅玻璃。本项目按额定管电压 125kV 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) 屏蔽物质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：

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln\left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}}\right) \quad \text{式 (11.2.1-1)}$$

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—减弱因子，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式（C.1）及表 C.2 的相关参数进行计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 11.2.1-2})$$

式中：

B—给定铅厚度的屏蔽透视因子；

β —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —铅对不同管电压 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 和 NCRP147 报告 TABLE A.1、TABLE C.1 查取 125kV、80kV 和 70kV（散射）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 11.2.1-1：

表 11.2.1-1 不同管电压工况下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	屏蔽材料	α	β	γ
125kV（主束）	铅	2.219	7.923	0.5386
	混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
	实心砖	0.0287	0.067	1.346
80kV（主束）	铅	4.04	21.69	0.7187
70kV（散射）	铅	5.369	23.49	0.5883

本项目机房屏蔽部位涉及的 250mm 混凝土和 240mm 实心砖按公式 11.2.1-2、公式 11.2.1-1 计算其屏蔽透射因子 B、铅当量厚度，计算结果列于表 11-2。

表 11.2.1-2 屏蔽物质的屏蔽透射因子 B 和铅当量厚度计算结果

管电压	屏蔽材料	屏蔽透射因子 B	铅当量厚度 X（mm）
125kV（主束）	240mm 实心砖	4.17×10^{-4}	2.28
	250mm 混凝土	3.32×10^{-5}	3.4

硫酸钡水泥的等效铅当量厚度：

按《辐射防护导论》（方杰著）P88 给出的相应公式估算硫酸钡涂层的等效混凝土厚度：

$$d_1/d_2 = \rho_2/\rho_1 \quad (\text{式 11.2.1-3})$$

式中：

d_1 —相应屏蔽材料（本项目为硫酸钡水泥/实心砖）厚度（mm）；

d_2 —相应屏蔽材料的等效混凝土厚度（mm）；

ρ_1 —相应屏蔽材料密度，本项目硫酸钡水泥密度取 2.79g/cm^3 ，

ρ_2 —混凝土密度，取 2.35g/cm^3 。

计算结果列于表 11.2.1-3 和 11.2.1-4。

表 11.2.1-3 相应屏蔽材料的等效混凝土厚度的计算结果

相应屏蔽材料	相应屏蔽材料密度 (g/cm^3)	混凝土密度 (g/cm^3)	相应屏蔽材料厚度 (mm)	等效混凝土厚度 (mm)
硫酸钡水泥	2.79	2.35	60	71.23

表 11.2.1-4 相应屏蔽材料屏蔽透射因子 B、铅当量厚度计算结果

管电压	屏蔽材料	屏蔽透射因子 B	铅当量厚度 X (mm)
125kV (主束)	60mm 硫酸钡水泥	2.02×10^{-2}	0.79

(3) 设备参数

根据医院提供资料，本项目搬迁 DSA 设备参数与工况、机房防护情况如表 11.2.1-5。

表11.2.1-5 本项目DSA设备参数与工况及防护情况

参数	设计厚度	125kV 等效铅当量	屏蔽要求	符合性分析	
防护设施	四周墙体	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28	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。	符合
	防护门	内衬 3mm 铅板	3		
	观察窗	3mmPb铅玻璃	3		
	顶棚	钢骨架+12mm石膏板+3mm 铅板+250mm混凝土	6.4		
	地坪	60mm硫酸钡水泥+250mm 混凝土	4.19		
机房尺寸	长7.4m×宽5.5m×高3.0m，有效面积40.7m ²		单管头 X 射线机机房内最小有效新建面积不小于 20m ² ，单边长度不小于 3.5m。	符合	

注：由于石膏板的厚度较小，在折算铅当量时忽略不计。

(4) 预测点位

取医生手术位、控制室操作位、各防护墙外30cm处、铅防护门外30cm处、观察窗外30cm处、楼上离地100cm处、楼下离地170cm处以及50m内建筑物和道路为预测点位。

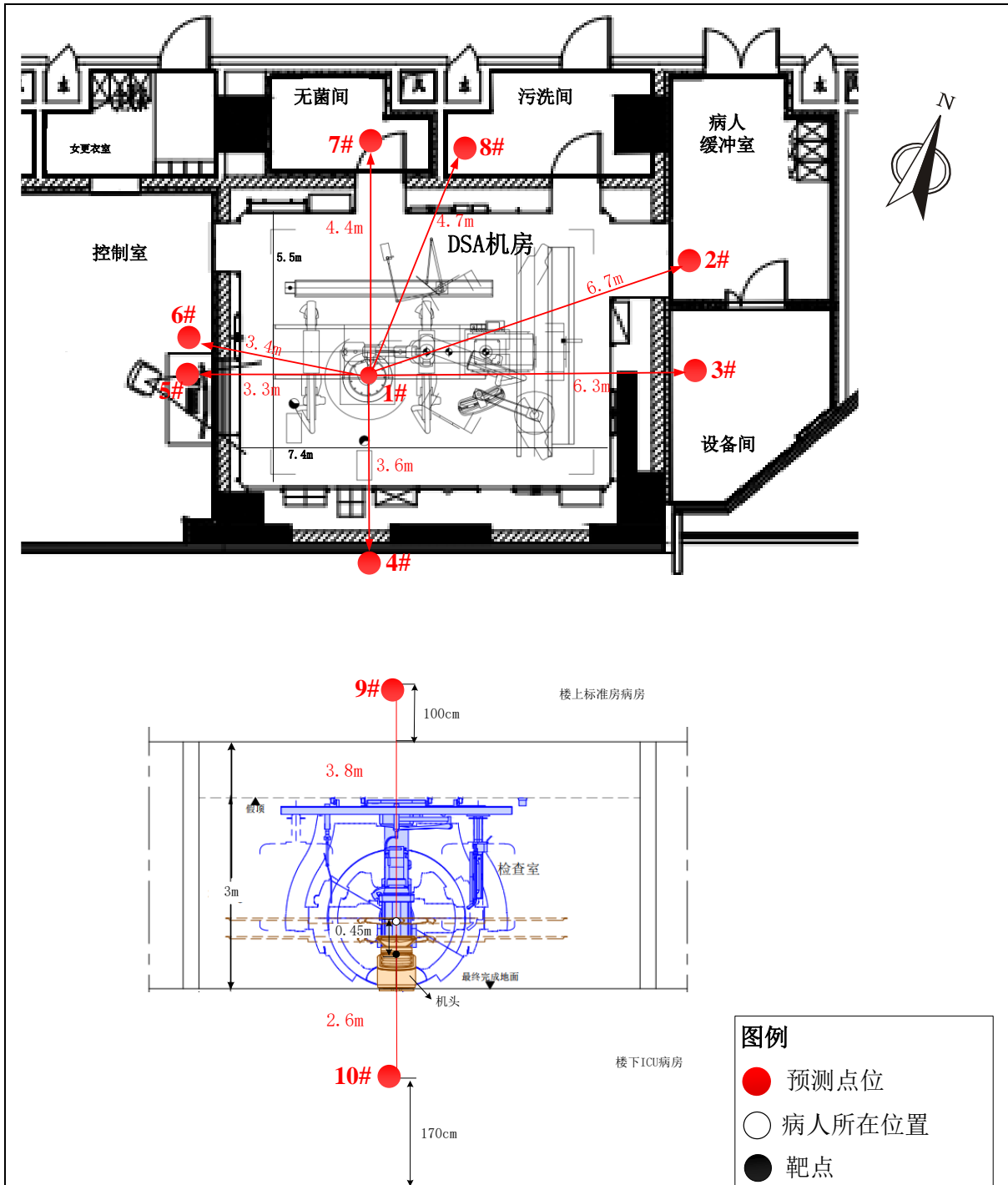


图11.2.1-1 本项目DSA机房平面及剖面关注点布置示意图（距离以散射为例）

表11.2.1-6 本项目DSA机房预测关注点位

预测点位		方位	距辐射源点（靶点）最近距离（m）
1#术者位	1#第一术者位	机房内	0.5
	1#第二术者位	机房内	1
2#东侧患者防护门外 30cm 处		东侧	6.7
3#东侧防护墙外 30cm 处		东侧	6.3
4#南侧院内道路		南侧	3.6
5#西侧观察窗外 30cm 处		西侧	3.3

6#西侧防护墙外 30cm 处	西侧	3.4
7#北侧防护门外 30cm 处	北侧	4.4
8#北侧污物防护墙外 30cm 处	北侧	4.7
9#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	上方	3.8 (散射) 4.25 (漏射)
10#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	下方	2.6 (散射) 2.15 (漏射)
11#东侧院内道路	东侧	9
12#东侧门诊楼	东侧	32
13#南侧延陵东路	南侧	31

注：①11#、12#、13#与辐射源点（靶点）距离保守按与机房边界的最近水平距离考虑，不考虑垂直方向上距离衰减。
②上方下方的取值来自《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）B.2.1：距墙体、门、窗表面 30 cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100 cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170 cm。

(3) 预测模式

本项目 DSA 设备主束方向向上，DSA 设备运行时，机房顶棚会受到主束照射，医生手术位、机房的四侧墙体、地坪、防护门及铅玻璃窗，会受到病人体表散射辐射和泄漏辐射影响。

手术医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时，会配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护物品，另外配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施，其中铅橡胶围裙、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、铅防护吊帘和床侧防护帘的防护铅当量按 0.5mmPb 计算，介入防护手套按 0.025mmPb 计算。

根据式 11.2.1-1，80kV 下各预测点的屏蔽透射因子计算结果见下表。

表 11.2.1-7 80kV 下各预测点屏蔽透射因子计算结果

场所	预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
DSA 机房	1#第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅防护吊帘	1.0mmPb	4.040	21.69	0.7187	1.43×10^{-3}
	1#第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅防护吊帘	0.5mmPb	4.040	21.69	0.7187	1.37×10^{-2}
	1#第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅防护吊帘	1.0mmPb	4.040	21.69	0.7187	1.43×10^{-3}
	1#第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅防护吊帘	0.5mmPb	4.040	21.69	0.7187	1.37×10^{-2}
	2#东侧患者防护门外 30cm 处	内衬 3mm 铅板	3.0mmPb	4.040	21.69	0.7187	4.15×10^{-7}
	3#东侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28mmPb	4.040	21.69	0.7187	2.35×10^{-9}

4#南侧院内道路	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28mmPb	4.040	21.69	0.7187	2.35×10 ⁻⁹
5#西侧观察窗外 30cm 处	15mm 铅玻璃	3.0mmPb	4.040	21.69	0.7187	4.15×10 ⁻⁷
6#西侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28mmPb	4.040	21.69	0.7187	2.35×10 ⁻⁹
7#北侧污物防护门外 30cm 处	内衬 3mm 铅板	3.0mmPb	4.040	21.69	0.7187	4.15×10 ⁻⁷
8#北侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28mmPb	4.040	21.69	0.7187	2.35×10 ⁻⁹
9#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	钢骨架+12mm 石膏板+3mm 铅板 +250mm 混凝土	6.4mmPb	4.040	21.69	0.7187	4.49×10 ⁻¹³
10#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	60mm 硫酸钡水泥 +250mm 混凝土	4.19mmPb	4.040	21.69	0.7187	3.39×10 ⁻⁹
11#东侧院内道路	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28mmPb	4.040	21.69	0.7187	2.35×10 ⁻⁹
12#东侧门诊楼	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28mmPb	4.040	21.69	0.7187	2.35×10 ⁻⁹
13#南侧延陵东路	240mm 实心砖+2mm 铅板	4.28mmPb	4.040	21.69	0.7187	2.35×10 ⁻⁹

②病人体表散射屏蔽估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \cdot K \quad (\text{式 11.2.1-4})$$

式中:

H_s —预测点处的散射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 —距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

α —患者对 X 射线的散射比; 根据《辐射防护手册》(第一分册)表 10.1 内插法取 0.0008;

s —散射面积, cm^2 , 取 100cm^2 ;

d —靶与病人的距离, m, 取 0.45m;

d_s —病人与预测点的距离, m;

K —有效剂量与空气比释动能转换系数, Sv/Gy; 查《用于光子外照射防护的剂量转换系数》(GBZ/T 144-2002)表 B2, 表中 70kV 时 K 值为 1.60Sv/Gy ;

B —屏蔽透射因子;

此处散射线是指本项目最大常用管电压 80kV 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： $E/E_0=1/[1+E_0(1-\cos\theta)/0.511]=1/[1+0.08\times(1-\cos90^\circ)/0.511]\approx 0.865$ ，继而计算一次散射线能量 E 对应的 kV 值为 $80\text{kV}\times 0.865=69.2\text{kV}\approx 70\text{kV}$ 。

根据式 11.2.1-2，70kV 下各预测点的屏蔽透射因子计算结果下表。

表 11.2.1-8 70kV 下各预测点屏蔽透射因子计算结果

场所	预测点位	防护情况	屏蔽厚度	α	β	γ	B
DSA 机房	1#第一术者位 (铅衣内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅 防护吊帘	1.0mmPb	5.369	23.49	0.5883	2.83×10^{-4}
	1#第一术者位 (铅衣外)	0.5mmPb 铅防 护吊帘	0.5mmPb	5.369	23.49	0.5883	5.34×10^{-3}
	1#第二术者位 (铅衣内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅防 护吊帘	1.0mmPb	5.369	23.49	0.5883	2.83×10^{-4}
	1#第二术者位 (铅衣外)	0.5mmPb 铅防 护吊帘	0.5mmPb	5.369	23.49	0.5883	5.34×10^{-3}
	2#东侧患者防护 门外 30cm 处	内衬 3.0mm 铅 板	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5883	5.79×10^{-9}
	3#东侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.28mmPb	5.369	23.49	0.5883	6.01×10^{-12}
	4#南侧院内道路	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.28mmPb	5.369	23.49	0.5883	6.01×10^{-12}
	5#西侧观察窗外 30cm 处	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5883	5.79×10^{-9}
	6#西侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.28mmPb	5.369	23.49	0.5883	6.01×10^{-12}
	7#北侧污物防护 门外 30cm 处	内衬 3mm 铅板	3.0mmPb	5.369	23.49	0.5883	5.79×10^{-9}
	8#北侧防护墙外 30cm 处	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.28mmPb	5.369	23.49	0.5883	6.01×10^{-12}
	9#顶棚上方距顶 棚地面 100cm 处	钢骨架+12mm 石膏板+3mm 铅板+250mm 混凝土	6.4mmPb	5.369	23.49	0.5883	6.85×10^{-17}
	10#机房地面下方 距楼下地面 170cm 处	60mm 硫酸钡 水泥+250mm 混凝土	4.19mmPb	5.369	23.49	0.5883	9.74×10^{-12}
11#东侧院内道路	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.28mmPb	5.369	23.49	0.5883	6.01×10^{-12}	
12#东侧门诊楼	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.28mmPb	5.369	23.49	0.5883	6.01×10^{-12}	
13#南侧延陵东路	240mm 实心砖 +2mm 铅板	4.28mmPb	5.369	23.49	0.5883	6.01×10^{-12}	

根据式 11.2.1-4 和表 11.2.1-8, 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表11.2.1-9 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

场所	工作模式	关注点位置描述	H_0	α	s	d_0	d_s	B	K	H_s
			$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	Sv/Gy	$\mu\text{Sv/h}$
DSA 机房	减影	2#东侧患者防护门外 30cm 处	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	6.7	5.79×10^{-9}	1.60	2.20×10^{-5}
		3#东侧防护墙外 30cm 处	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	6.3	6.01×10^{-12}	1.60	2.58×10^{-8}
		4#南侧院内道路	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	3.6	6.01×10^{-12}	1.60	7.91×10^{-8}
		5#西侧观察窗外 30cm 处	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	3.3	5.79×10^{-9}	1.60	9.08×10^{-5}
		6#西侧防护墙外 30cm 处	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	3.4	6.01×10^{-12}	1.60	8.87×10^{-8}
		7#北侧污物防护门外 30cm 处	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	4.4	5.79×10^{-9}	1.60	5.11×10^{-5}
		8#北侧防护墙外 30cm 处	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	4.7	6.01×10^{-12}	1.60	4.64×10^{-8}
		9#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	3.8	6.85×10^{-17}	1.60	8.09×10^{-13}
		10#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	2.6	9.74×10^{-12}	1.60	2.46×10^{-7}
		11#东侧院内道路	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	9	6.01×10^{-12}	1.60	1.27×10^{-8}
		12#东侧门诊楼	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	32	6.01×10^{-12}	1.60	1.00×10^{-9}
		13#南侧延陵东路	1.08×10^8	0.0008	100	0.45	31	6.01×10^{-12}	1.60	1.07×10^{-9}
		透视	1#第一术者位 (铅衣内)	4.32×10^6	0.0008	100	0.45	0.5	2.83×10^{-4}	1.60
	1#第一术者位 (铅衣外)		4.32×10^6	0.0008	100	0.45	0.5	5.34×10^{-3}	1.60	145.94
	1#第二术者位 (铅衣内)		4.32×10^6	0.0008	100	0.45	1.0	2.83×10^{-4}	1.60	1.93
	1#第二术者位 (铅衣外)		4.32×10^6	0.0008	100	0.45	1.0	5.34×10^{-3}	1.60	36.48
	2#东侧患者防护门外 30cm 处		4.32×10^6	0.0008	100	0.45	6.7	5.79×10^{-9}	1.60	8.81×10^{-7}
	3#东侧防护墙外 30cm 处		4.32×10^6	0.0008	100	0.45	6.3	6.01×10^{-12}	1.60	1.03×10^{-9}
	4#南侧院内道路	4.32×10^6	0.0008	100	0.45	3.6	6.01×10^{-12}	1.60	3.16×10^{-9}	
5#西侧观察窗外 30cm 处	4.32×10^6	0.0008	100	0.45	3.3	5.79×10^{-9}	1.60	3.63×10^{-6}		
6#西侧防护墙外 30cm 处	4.32×10^6	0.0008	100	0.45	3.4	6.01×10^{-12}	1.60	3.55×10^{-9}		

	7#北侧污物防护门外 30cm 处	4.32×10 ⁶	0.0008	100	0.45	4.4	5.79×10 ⁻⁹	1.60	2.04×10 ⁻⁶
	8#北侧防护墙外 30cm 处	4.32×10 ⁶	0.0008	100	0.45	4.7	6.01×10 ⁻¹²	1.60	1.08×10 ⁻⁹
	9#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	4.32×10 ⁶	0.0008	100	0.45	3.8	6.85×10 ⁻¹⁷	1.60	3.24×10 ⁻¹⁴
	10#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	4.32×10 ⁶	0.0008	100	0.45	2.6	9.74×10 ⁻¹²	1.60	9.84×10 ⁻⁹
	11#东侧院内道路	4.32×10 ⁶	0.0008	100	0.45	9	6.01×10 ⁻¹²	1.60	5.06×10 ⁻¹⁰
	12#东侧门诊楼	4.32×10 ⁶	0.0008	100	0.45	32	6.01×10 ⁻¹²	1.60	4.00×10 ⁻¹¹
	13#南侧延陵东路	4.32×10 ⁶	0.0008	100	0.45	31	6.01×10 ⁻¹²	1.60	4.27×10 ⁻¹¹

③泄漏辐射剂量率估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用式 11.2.1-5 进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \cdot K \quad (\text{式 11.2.1-5})$$

式中：

H_L —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ，本项目取 1mGy/h ；

d —靶点距关注点的距离，m；

K —有效剂量与空气比释动能转换系数， Sv/Gy ；查《用于光子外照射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表 B2，表中 80kV 时 K 值为 1.67Sv/Gy ；

B —屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算同式 11.2.1-2，计算结果同表 11.2.1-6。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11.2.1-10 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

场所	工作模式	关注点位置描述	H_0	d	B	K	H_L
			$\mu\text{Gy/h}$	m	/	Sv/Gy	$\mu\text{Sv/h}$
DSA 机房	减影	2#东侧患者防护门外 30cm 处	1×10^3	6.7	4.15×10^{-7}	1.67	1.54×10^{-5}
		3#东侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	6.3	2.35×10^{-9}	1.67	9.90×10^{-8}
		4#南侧院内道路	1×10^3	3.6	2.35×10^{-9}	1.67	3.03×10^{-7}
		5#西侧观察窗外 30cm 处	1×10^3	3.3	4.15×10^{-7}	1.67	6.36×10^{-5}
		6#西侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	3.4	2.35×10^{-9}	1.67	3.40×10^{-7}
		7#北侧污物防护门外 30cm 处	1×10^3	4.4	4.15×10^{-7}	1.67	3.58×10^{-5}

透视	8#北侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	4.7	2.35×10^{-9}	1.67	1.78×10^{-7}
	9#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	1×10^3	4.25	4.49×10^{-13}	1.67	4.15×10^{-11}
	10#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	1×10^3	2.15	3.39×10^{-9}	1.67	1.22×10^{-6}
	11#东侧院内道路	1×10^3	9	2.35×10^{-9}	1.67	4.85×10^{-8}
	12#东侧门诊楼	1×10^3	32	2.35×10^{-9}	1.67	3.84×10^{-9}
	13#南侧延陵东路	1×10^3	31	2.35×10^{-9}	1.67	4.09×10^{-9}
	1#第一术者位（铅衣内）	1×10^3	0.5	1.43×10^{-3}	1.67	9.55
	1#第一术者位（铅衣外）	1×10^3	0.5	1.37×10^{-2}	1.67	91.54
	1#第二术者位（铅衣内）	1×10^3	1.0	1.43×10^{-3}	1.67	2.39
	1#第二术者位（铅衣外）	1×10^3	1.0	1.37×10^{-2}	1.67	22.88
	2#东侧患者防护门外 30cm 处	1×10^3	6.7	4.15×10^{-7}	1.67	1.54×10^{-5}
	3#东侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	6.3	2.35×10^{-9}	1.67	9.90×10^{-8}
	4#南侧院内道路	1×10^3	3.6	2.35×10^{-9}	1.67	3.03×10^{-7}
	5#西侧观察窗外 30cm 处	1×10^3	3.3	4.15×10^{-7}	1.67	6.36×10^{-5}
	6#西侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	3.4	2.35×10^{-9}	1.67	3.40×10^{-7}
	7#北侧污物防护门外 30cm 处	1×10^3	4.4	4.15×10^{-7}	1.67	3.58×10^{-5}
	8#北侧防护墙外 30cm 处	1×10^3	4.7	2.35×10^{-9}	1.67	1.78×10^{-7}
	9#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	1×10^3	4.25	4.49×10^{-13}	1.67	4.15×10^{-11}
	10#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	1×10^3	2.15	3.39×10^{-9}	1.67	1.22×10^{-6}
	11#东侧院内道路	1×10^3	9	2.35×10^{-9}	1.67	4.85×10^{-8}
	12#东侧门诊楼	1×10^3	32	2.35×10^{-9}	1.67	3.84×10^{-9}
	13#南侧延陵东路	1×10^3	31	2.35×10^{-9}	1.67	4.09×10^{-9}

③总辐射剂量率估算

根据表 11.2.1-9、11.2.1-10 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于表 11.2.1-11。

表11.2.1-11 各个预测点的总辐射剂量率

场所	工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	泄漏辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	总辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
DSA 机房	减影	2#东侧患者防护门外 30cm 处	2.20×10^{-5}	1.54×10^{-5}	3.75×10^{-5}
		3#东侧防护墙外 30cm 处	2.58×10^{-8}	9.90×10^{-8}	1.25×10^{-7}
		4#南侧院内道路	7.91×10^{-8}	3.03×10^{-7}	3.82×10^{-7}
		5#西侧观察窗外 30cm 处	9.08×10^{-5}	6.36×10^{-5}	1.54×10^{-4}
		6#西侧防护墙外 30cm 处	8.87×10^{-8}	3.40×10^{-7}	4.29×10^{-7}
		7#北侧污物防护门外 30cm 处	5.11×10^{-5}	3.58×10^{-5}	8.68×10^{-5}

透视	8#北侧防护墙外 30cm 处	4.64×10^{-8}	1.78×10^{-7}	2.24×10^{-7}
	9#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	8.09×10^{-13}	4.15×10^{-11}	4.23×10^{-11}
	10#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	2.46×10^{-7}	1.22×10^{-6}	1.47×10^{-6}
	11#东侧院内道路	1.27×10^{-8}	4.85×10^{-8}	6.12×10^{-8}
	12#东侧门诊楼	1.00×10^{-9}	3.84×10^{-9}	4.84×10^{-9}
	13#南侧延陵东路	1.07×10^{-9}	4.09×10^{-9}	5.16×10^{-9}
	1#第一术者位（铅衣内）	7.74	9.55	17.29
	1#第一术者位（铅衣外）	145.94	91.54	237.47
	1#第二术者位（铅衣内）	1.93	2.39	4.32
	1#第二术者位（铅衣外）	36.48	22.88	59.37
	2#东侧患者防护门外 30cm 处	8.81×10^{-7}	1.54×10^{-5}	1.63×10^{-5}
	3#东侧防护墙外 30cm 处	1.03×10^{-9}	9.90×10^{-8}	1.00×10^{-7}
	4#南侧院内道路	3.16×10^{-9}	3.03×10^{-7}	3.06×10^{-7}
	5#西侧观察窗外 30cm 处	3.63×10^{-6}	6.36×10^{-5}	6.72×10^{-5}
	6#西侧防护墙外 30cm 处	3.55×10^{-9}	3.40×10^{-7}	3.44×10^{-7}
	7#北侧污物防护门外 30cm 处	2.04×10^{-6}	3.58×10^{-5}	3.78×10^{-5}
	8#北侧防护墙外 30cm 处	1.08×10^{-9}	1.78×10^{-7}	1.80×10^{-7}
	9#顶棚上方距顶棚地面 100cm 处	3.24×10^{-14}	4.15×10^{-11}	4.15×10^{-11}
	10#机房地面下方距楼下地面 170cm 处	9.84×10^{-9}	1.22×10^{-6}	1.23×10^{-6}
	11#东侧院内道路	5.06×10^{-10}	4.85×10^{-8}	4.90×10^{-8}
12#东侧门诊楼	4.00×10^{-11}	3.84×10^{-9}	3.88×10^{-9}	
13#南侧延陵东路	4.27×10^{-11}	4.09×10^{-9}	4.13×10^{-9}	

由表 11.2.3-11 计算结果可知：透视工况下，第一术者位（铅衣内）总辐射剂量率为 $17.29 \mu\text{Sv/h}$ ，第一术者位（铅衣外）总辐射剂量率为 $237.47 \mu\text{Sv/h}$ ；第二术者位（铅衣内）总辐射剂量率为 $4.32 \mu\text{Sv/h}$ ，第二术者位（铅衣外）总辐射剂量率为 $59.37 \mu\text{Sv/h}$ 。

减影工况下，控制室操作位的辐射剂量率为 $1.54 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，机房外辐射剂量率最大为 $1.54 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ；透视工况下，控制室操作位的辐射剂量率为 $6.72 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ ，机房外辐射剂量率最大 $6.72 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ 。

综上，本项目 DSA 在正常运行情况下，机房各屏蔽体外和 50m 范围内的其他建筑物、道路外的辐射剂量率均不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的相关要求。

(2) 工作人员及公众个人剂量估算

①年有效剂量估算

本项目每台手术拟配置辐射工作人员 4 名，包括医师 2 人，护士 1 人，技师 1 人。减影曝光时，技师位于控制台处操作，介入医护人员均回到控制室；透视曝光时，技师位于控制台处，介入医护人员在机房内近台同室操作。因此，本项目主要考虑透视模式下近台操作医生的受照剂量。

关注点人员的有效剂量的计算公式如下：

$$D_{Eff} = Dr \times t \times T \times U \times 10^{-3} \quad (\text{式 11.2.1-6})$$

式中：

D_{Eff} —辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

Dr —辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —年工作时间，h；

U —使用因子， U 取 1；

T —居留因子，居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，本项目居留因子具体数值见表 11.2.1-12。

表 11.2.1-12 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

本项目保护目标年有效剂量估算详见表11.2.1-13。

表11.2.1-13 本项目保护目标年有效剂量估算

场所	工作模式	保护目标	对应点位	对应点位辐射剂量率 $\mu\text{Sy/h}$	年受照时间 h	居留因子	年有效剂量 mSv
DSA 机房	减影	东侧病人缓冲室公众	2#	3.75×10^{-5}	14.59	1/2	2.73×10^{-7}
		东侧设备机房公众	3#	1.25×10^{-7}	14.59	1/4	4.55×10^{-10}
		东侧可上人屋顶	3#	1.25×10^{-7}	14.59	1/16	1.14×10^{-10}
		南侧院内道路	4#	3.82×10^{-7}	14.59	1	5.58×10^{-9}
		西侧控制室辐射工作人员	5#	1.54×10^{-4}	14.59	1	2.25×10^{-6}
		北侧无菌间公众	7#	8.68×10^{-5}	14.59	1/4	3.17×10^{-7}
		北侧污洗间公众	8#	2.24×10^{-7}	14.59	1/4	8.18×10^{-10}

透视	上层标准间病房公众	9#	4.23×10^{-11}	14.59	1	6.17×10^{-13}
	下层ICU病房公众	10#	1.47×10^{-6}	14.59	1	2.14×10^{-8}
	东侧院内道路	11#	6.12×10^{-8}	14.59	1	8.93×10^{-10}
	东侧门诊楼	12#	4.84×10^{-9}	14.59	1	7.06×10^{-11}
	南侧延陵东路	13#	5.16×10^{-9}	14.59	1	7.52×10^{-11}
	东侧病人缓冲室公众	2#	1.63×10^{-5}	233.33	1/2	1.90×10^{-6}
	东侧设备机房公众	3#	1.00×10^{-7}	233.33	1/4	5.84×10^{-9}
	东侧可上人屋顶	3#	1.00×10^{-7}	233.33	1/16	1.46×10^{-9}
	南侧院内道路	4#	3.06×10^{-7}	233.33	1	7.15×10^{-8}
	西侧控制室辐射工作人员	5#	6.72×10^{-5}	233.33	1	1.57×10^{-5}
	北侧无菌间公众	7#	3.78×10^{-5}	233.33	1/4	2.21×10^{-6}
	北侧污洗间公众	8#	1.80×10^{-7}	233.33	1/4	1.05×10^{-8}
	上层标准间病房公众	9#	4.15×10^{-11}	233.33	1	9.69×10^{-12}
	下层ICU病房公众	10#	1.23×10^{-6}	233.33	1	2.88×10^{-7}
	东侧院内道路	11#	4.90×10^{-8}	233.33	1	1.14×10^{-8}
	东侧门诊楼	12#	3.88×10^{-9}	233.33	1	9.05×10^{-10}
	南侧延陵东路	13#	4.13×10^{-9}	233.33	1	9.64×10^{-10}

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中对于介入放射工作人员穿戴铅围裙估算有效剂量的计算方法，采用公式 11.2.1-7 进行估算。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{式 } 11.2.1-7)$$

式中：

E —有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

α —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

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

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

将表 11.2.1-11 代入式 11.2.1-7 得第一术者、第二术者的年有效剂量见表 11.2.1-14。

表 11.2.1-14 辐射工作人员年有效剂量估算结果

位置	α	β	部位	辐射剂量率 ($\mu\text{Sy/h}$)			年照射时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
				散射	漏射	合计		
第一术者	0.79	0.051	铅衣内	7.74	9.55	17.29	116.67	3.0
			铅衣外	145.94	91.54	237.47		
第二术者			铅衣内	1.93	2.39	4.32	77.78	0.5

			铅衣外	36.48	22.88	59.37		
--	--	--	-----	-------	-------	-------	--	--

注：本项目配备了 0.5mmPb 铅橡胶颈套，有甲状腺屏蔽，因此 α 取 0.79， β 取 0.051。

由表 11.2.1-14 可知，第一术者位（身体）的受照的有效剂量为 3.0mSv/a；则第二术者位（身体）的受照的有效剂量为 0.5mSv/a。

各预测点位年有效剂量估算结果汇总于表 11.2.1-15。

表11.2.1-15 职业人员及公众年有效剂量估算结果

场所	保护目标	减影 mSv/a	透视 mSv/a	年有效剂量 mSv	年剂量约束值 mSv
DSA 机房	介入医生	2.25×10^{-6}	3.0	3.0	职业人员 5.0
	介入护士	2.25×10^{-6}	0.5	0.5	
	西侧控制室辐射工作人员	2.25×10^{-6}	1.57×10^{-5}	1.79×10^{-5}	
	东侧病人缓冲室公众	2.73×10^{-7}	1.90×10^{-6}	2.18×10^{-6}	公众 0.1
	东侧设备机房公众	4.55×10^{-10}	5.84×10^{-9}	6.29×10^{-9}	
	东侧可上人屋顶	1.14×10^{-10}	1.46×10^{-9}	1.57×10^{-9}	
	南侧院内道路	5.58×10^{-9}	7.15×10^{-8}	7.71×10^{-8}	
	北侧无菌间公众	3.17×10^{-7}	2.21×10^{-6}	2.52×10^{-6}	
	北侧污洗间公众	8.18×10^{-10}	1.05×10^{-8}	1.13×10^{-8}	
	上层标准间病房公众	6.17×10^{-13}	9.69×10^{-12}	1.03×10^{-11}	
	下层 ICU 病房公众	2.14×10^{-8}	2.88×10^{-7}	3.09×10^{-7}	
	东侧院内道路	8.93×10^{-10}	1.14×10^{-8}	1.23×10^{-8}	
	东侧门诊楼	7.06×10^{-11}	9.05×10^{-10}	9.76×10^{-10}	
	南侧延陵东路	7.52×10^{-11}	9.64×10^{-10}	1.04×10^{-9}	

注：DSA 在减影过程中，介入医护人员退回到控制室内，因此介入医护人员在减影模式下所受剂量与控制室人员相同。

(3) 总结

由上述计算结果可知：本项目 DSA 射线装置在正常运行时，所致机房内职业人员年受照最大有效剂量为 3.0mSv；控制室内职业人员年受照的最大有效剂量为 1.79×10^{-5} mSv，满足本项目年剂量约束值 5mSv/a 的要求。

公众人员受照的有效剂量最大为 2.52×10^{-6} mSv/a，满足本项目年剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

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

11.2.2 “三废”的影响分析

①废气

DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物经通排风系统排入到大气环境后，臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生量的 1/3，因此本项目 DSA 射线装置产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

②固体废物

本项目介入手术会产生药棉、纱布、手套和器具等医疗废物，医疗废物采用专用容器分类收集，待手术结束，从 DSA 机房运至北侧污洗间内暂存，作为医疗废物委托有资质单位进行处置。

辐射工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中收集并交由环卫部门统一清运，对周围环境影响很小。

③废水

手术器械等清洗产生的医疗废水和辐射工作人员产生的生活污水经医院现有污水设施处理后纳入市政污水管网。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故情况

本项目搬迁 DSA 属于 II 类射线装置，医院在放射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。本项目主要辐射事故情况如下：

(1) 装置在运行时，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；工作人员或病人家属尚未完全撤离 DSA 机房时，设备开机，会对工作人员或病人家属产生不必要的 X 射线照射；

(2) 工作人员和公众人员误入正在运行的机房引起误照射；

(3) DSA 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射；

(4) 维修射线装置时因意外情况或人员误操作，维修人员受意外照射。

本项目为医用 II 类射线装置使用项目，X 射线能量较低，根据上述主要事故类型情况，可能发生的辐射事故为一般辐射事故。

11.3.2 事故防范措施

(1) 制定经常性自检制度，对门灯联锁、监视器、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等防护设施进行经常性检查，如发现这些防护设施不够完善或失灵，立即维

护、修复；当发生误照射时，应立即按下急停开关，确保 DSA 停止工作；

(2) 医务人员必须严格按照 X 射线装置操作程序进行诊断，确定机房内工作人员及病人家属均离开机房后方可开机，以避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射；

(3) 医护人员进行手术前，一定要配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等防护物品，并佩戴个人剂量计后方可进行手术操作；

(4) 制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，减少意外照射事故的发生；

(5) 项目应严格遵循所用辐射设备的安全使用年限，避免机械故障造成辐射事故，严禁超期使用；

(6) 严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如验收监测及年度监测结果表明外墙、防护门缝隙、观察窗、孔洞等处辐射水平偏高时，应立即停机，查明原因并优化屏蔽设计和施工，未整改到位前，设备不得开机；

(7) 制定辐射事故应急预案，并每年进行一次演练；发现问题，及时进行整改。

(8) 维修人员在维修射线装置时应确保设备处于停机状态并关闭电源，因误操作而发生误照射时，应按下急停开关停止工作。

11.3.3 事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，医院应制定辐射事故应急预案，医院应在以后辐射工作开展过程中定期进行演练，及时进行整改。同时医院应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，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》，向当地生态环境主管和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

根据上述要求，医院目前已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确了管理人员及机构的职责。该机构是以康志荣为主任、李峰为秘书、王一琦等人为委员的放射防护管理委员会，具体见附件 7。

此外，本项目辐射工作人员共 15 人，均为医院现有辐射人员，均参加了辐射安全与防护培训并取得培训合格证书，证书均在有效期内。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 现有情况

1、辐射安全许可情况

医院已根据相关法律、法规及文件的要求，在基本健全各项规章制度和管理机构的基础上，已取得常州市生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证[D0098]，许可种类和范围为“使用 II 类、III 类射线装置”，有效期至 2027 年 12 月 12 日。

2、辐射防护工作管理制度

医院目前已制定的辐射防护工作管理制度有：

- (1) 放射事故应急预案；
- (2) 使用防护用品告知制度；
- (3) 设备检修维护制度；
- (4) 放射事故预防措施制度；
- (5) 放射诊疗质量保证方案；
- (6) 辐射工作人员岗位职责制度；
- (7) 放射工作人员管理制度；

- (8) 放射防护注意事项；
- (9) 放射人员培训制度；
- (10) 放射防护用品管理制度；
- (11) 应急救援与管理制度；
- (12) 放射防护安全管理制度；
- (13) 岗位操作放射防护规程；
- (14) 放射防护用品使用管理制度；
- (16) 档案管理制度；
- (17) DSA 设备操作规程。

3、个人剂量监测情况

医院现有的辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量计至少三个月送检一次，并建立了个人剂量档案，个人累积剂量均未超过标准限值要求。

4、职业健康体检情况

医院已开展职业健康体检工作，辐射工作人员在岗期间的职业健康检查结果：受检人员未见职业健康损害，可继续原放射工作。

5、辐射安全与防护培训情况

医院拥有较稳定的放射诊疗技术队伍，现有辐射工作人员均参加辐射安全与防护培训，保证所有辐射工作人员持证上岗。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

6、年度评估制度

医院已按要求对开展的核技术利用项目进行了辐射安全与防护状况评估，于每年1月31日前报发证机关。医院历年工作未发生辐射事故。

12.2.2 规章制度的补充建议

医院本次项目属于搬迁 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，医院现有管理制度内容较为全面，基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，建议医院根据本次搬迁项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

一、操作规程：针对本项目 DSA 使用制定操作规程，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，重点是工作时必须佩戴个人剂量

计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

二、岗位职责：明确本项目 DSA 相关的管理人员、射线装置操作人员、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，并层层落实。

三、放射防护安全管理制度：根据单位的具体情况制定放射防护安全管理制度，规定专人负责 DSA 安全管理工作，定期对辐射防护相关的用品、仪器进行检查。

四、设备维修制度：明确 DSA 设备维修计划、维修的记录和在日常新建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）、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：明确本项目的培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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。辐射工作人员应定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目 DSA 属 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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型、辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括 X- γ 辐射巡测仪和个人剂量报警仪等。

医院已配置 1 台辐射剂量率巡检仪，每个辐射工作人员均已配备个人剂量计，并建立个人剂量档案，能够满足相关辐射防护相关要求。

12.3.2 监测计划

医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。

表 12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA机房	周围剂量当量率	1次/年	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、观察窗、控制台、各侧屏蔽墙外30cm处、顶棚距上方地面100cm处、楼下距地面170cm处、管线洞口及周围需要关注的区域	委托监测
日常监测			每半年一次			自行监测
个人剂量检测	/	个人剂量当量	至少每三个月一次	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托监测

注：日常监测的频率参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3.3.2X射线机的辐射环境监测中“运行中，对屏蔽墙或自屏蔽体外30cm处的X-γ辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位开展γ辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）或累积剂量监测，每年1~2次”，故日常监测的频率定为2次/年。

医院须根据上述监测计划，明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。发现工作场所及周围环境监测结果异常情况的，应当立即采取措施。

12.4 竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过12个月。

12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，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。

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况的，医院应根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（原国家环保总局，环发[2006]145号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，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；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。医院已经制定了《辐射事故应急预案》，该预案已包括成立辐射事故应急救援领导小组、应急救援领导小组的职责、应急办公室的职责、应急救援应遵循的原则、辐射事故的预防和辐射事故的处理等内容。由辐射事故应急处理领导小组组织各相关科室，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，未发生过辐射事故。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

根据常州市第七人民医院建设规划,医院拟在急诊病房综合楼五层新建一间 DSA 机房并配套建设附属用房,将原有住院部一层 DSA 室的 DSA 搬迁至此, DSA 型号为 Allura XperFD20,最大管电压 125kV,最大管电流 1250mA,属于 II 类射线装置。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

(1) 项目选址分析

本项目为核技术利用搬迁项目,新建 DSA 机房位于急诊病房综合楼五层,DSA 机房的设置充分考虑了邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。本次评价项目实体边界外 50m 范围主要为其他医护人员、患者、家属及延陵东路行人等公众,不涉及江苏省国家级生态保护红线和江苏省生态空间管控区范围。

项目运营过程产生的电离辐射,经采取一定的辐射防护措施后,对周围环境与公众造成的影响是可接受的,故本项目的选址是合理的。

(2) 项目分区及布局

本项目 DSA 机房位于急诊病房综合楼五层,机房和控制室分开单独布置,区域划分明确。DSA 射线装置位于 DSA 机房中央,主束方向主要向上,避免了有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。本项目设置有独立的患者通道、医护通道和污物通道,DSA 射线装置经过机房实体屏蔽体屏蔽后,屏蔽体外剂量率符合标准要求,对周围辐射环境及人员影响是可以接受的。由上述可知,本项目 DSA 机房布局是合理的。

本项目拟将 DSA 机房内区域划定为控制区,在正常工作过程中,区内不得有无关人员进入。将 DSA 机房相邻的控制室和其余配套用房划为监督区,对该区不采取专门的防护手段安全措施,但要定期检测其辐射剂量率,在正常工作过程中,监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知,本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的规定。

(3) 辐射安全防护措施结论

本项目 DSA 机房四侧墙体、地坪、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施,充分考虑了邻室(含楼上及楼下)及周围场所的人员防护与安全,且屏蔽厚度

均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

DSA 机房控制室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。机房门外设电离辐射警告标志，机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设警示语句；DSA 设有急停开关，推拉防护门设有防夹装置，平开防护门设有自动闭门装置，且防护门上方的工作状态指示灯均能与机房门有效关联。

DSA 机房配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求进行配制。

（4）辐射管理措施和管理制度评价

医院目前已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确了管理人员职责；该院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求；本项目辐射工作人员均为医院现有辐射人员，均参加了辐射安全与防护培训并取得培训合格证书，证书均在有效期内。该院已对现有辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测，并建立了个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）辐射影响预测

根据理论计算结果，本项目 DSA 在正常运行情况下，机房各屏蔽体外和 50m 范围内的其他建筑物、道路外的辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的相关要求。在做好个人防护措施和安全措施的情况下，本项目职业人员与公众所受的年有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于职业照射和公众受照的“剂量限值”要求，同时满足本项目提出的剂量约束值：辐射工作人员有效剂量约束值不超过 5mSv/a ，公众有效剂量约束值不超过 0.1mSv/a 。

（2）三废处理处置

①废气

DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物经通排风系统排入到大气环境后，臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生量的 1/3，因此本项目 DSA 射线装置产生的

废气排出机房后对周围环境影响很小。

②固体废物

本项目介入手术会产生药棉、纱布、手套和器具等医疗废物，医疗废物采用专用容器分类收集，待手术结束，从 DSA 机房运至北侧污洗间内暂存，最终运至医院医疗废物暂存点，作为医疗废物委托有资质单位进行处置。

辐射工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中收集并交由环卫部门统一清运，对周围环境影响很小。

③废水

手术器械等清洗产生的医疗废水和辐射工作人员产生的生活污水经医院现有污水处理设施处理后纳入市政污水管网。

13.1.4 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

本项目的建设属于第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业。

(2) 实践的正当性分析

医院在放射诊断和介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

(3) 项目可行性结论

综上所述，常州市第七人民医院搬迁 1 台 DSA 项目的选址符合国家相关法律法规，平面布局合理可行；项目符合产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

医院应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

(1) 医院在本项目取得批复后，承诺及时向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证。

(2) 医院承诺在本项目正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），在规定的验收期限内（一般不超过3个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

(3) 医院建立了辐射防护培训与考核的相关规章制度，要求所有辐射工作人员在上岗前取得辐射安全与防护考核证书。医院按照《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）及《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）的要求，对于仅使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员组织开展院内的自主辐射安全与防护考核，对于其他辐射工作人员则统一参加生态环境部组织的辐射安全与防护考核，考核合格方可上岗，并在有效期（五年）届满前重新参加考核。

(4) 辐射工作人员均配备个人剂量仪，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；辐射工作人员进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

(5) 医院承诺定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

(6) 医院承诺严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人：

公章
年 月 日

审批意见：

经办人：

公章
年 月 日

附表:

本项目“三同时”措施一览表

项目	辐射安全管理措施	内容	预期效果	预计投资(万元)
辐射安全管理机构		医院目前已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构,并以文件形式明确了管理人员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定的要求。	/
辐射安全管理制度		结合项目实际情况,制定和完善操作规程、岗位职责、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定的要求。	/
辐射安全和防护措施		本项目 DSA 机房四侧墙体均采用 240mm 实心砖+2mm 铅板;顶棚采用钢骨架+12mm 石膏板+3mm 铅板;地坪采用 60mm 硫酸钡水泥;防护门均为内衬 3mm 铅板;观察窗采用 3mmPb 的铅玻璃。	本项目正常运行时满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求的 X 射线设备机房屏蔽体外表面 30cm 处的辐射剂量率满足透视模式下不大于 2.5 μ Sv/h,在减影模式下不大于 25 μ Sv/h,对周围辐射环境影响在可接受范围内。	30
		DSA 机房控制室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。机房门外设电离辐射警告标志,机房门上方设有醒目的工作状态指示灯,灯箱上设警示语句;DSA 设有急停开关,推拉防护门设有防夹装置,平开防护门设有自动闭门装置,且防护门上方的工作状态指示灯均能与机房门有效关联;DSA 机房配备相应的防护用品与辅助防护设施。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中的相关要求。	1
辐射工作人员管理	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员应在生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗,并按时接受再培训。	所有辐射工作人员持有培训合格证、体检报告和个人剂量报告,满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。	/
	个人剂量监测	辐射工作人员应每隔 2 年进行职业健康检查,个人剂量计至少三个月送检一次,医院建立个人职业健康监护档案和		2
	人员职业			

项目	辐射安全管理措施	内容	预期效果	预计投资 (万元)
	健康监护	个人剂量档案。		
监测仪器和防护用品		医院已配置 1 台辐射剂量率巡检仪；辐射工作人员配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 4 套；患者配备防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1 套，防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子 1 套；辅助防护设施配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘各 1 件。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器和防护用品的配置要求。	/
合计				34

医院应严格落实“三同时”制度：建设项目中辐射防护和安全措施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。