

核技术利用建设项目

盐城市第二人民医院

扩建 1 台 **DSA** 项目

环境影响报告表

（报批本）

盐城市第二人民医院

**2022 年 12 月**

生态环境部监制

核技术利用建设项目

盐城市第二人民医院

扩建 1 台 **DSA** 项目

环境影响报告表

建设单位名称：盐城市第二人民医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：江苏省盐城市开放大道 **135** 号

邮政编码：

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.....	- 5 -
表 3 非密封放射性物质.....	- 5 -
表 4 射线装置.....	- 5 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	- 7 -
表 6 评价依据.....	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准.....	- 10 -
表 8 环境质量和辐射现状.....	- 14 -
表 9 项目工程分析与源项.....	- 18 -
表 10 辐射安全与防护.....	- 23 -
表 11 环境影响分析.....	- 29 -
表 12 辐射安全管理.....	- 42 -
表 13 结论与建议.....	- 46 -
表 14 审批.....	- 51 -
附图 1 扩建 1 台 DSA 项目地理位置示意图.....	- 52 -
附图 2 盐城市第二人民医院总平面图及辐射环境评价范围.....	- 53 -
附图 3 传染病房楼九层平面布局示意图.....	- 54 -
附图 4 传染病房楼八层平面布局示意图.....	- 55 -
附图 5 DSA 机房设计详图.....	- 56 -
附图 6 项目地理位置与江苏省生态红线位置关系示意图.....	- 57 -
附件 1：委托书.....	- 58 -
附件 2：射线装置使用承诺书.....	- 59 -
附件 3：辐射安全许可证正副本.....	- 60 -
附件 4：扩建放射诊疗项目批复文件.....	- 64 -
附件 5：辐射环境现状监测报告.....	- 67 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		盐城市第二人民医院扩建 1 台 DSA 项目			
建设单位		盐城市第二人民医院			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		江苏省盐城市开放大道 135 号			
项目建设地点		江苏省盐城市开放大道 135 号盐城市第二人民医院传染病房楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		项目环保总投资 (万元)		投资比例(环保 投资/总投资)	10%
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 <sup>2</sup> )
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	/			
	<p>项目概述</p> <p>一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来</p> <p>盐城市第二人民医院创建于 1954 年,前身为盐城地区结核病防治院,1981 年改为盐城地区传染病院,1983 年 5 月更名为盐城市第二人民医院,1995 年增挂“盐城市肿瘤医院”,是一所以肿瘤、肝病、肺病等为专科特色的三级医院。</p> <p>为加快城北综合性医疗中心建设,优化市区医疗资源配置,盐城市第二人民医院拟投资 15.4 亿元按照三级甲等综合医院和江苏医药职业学院直属附属医院建设标准在盐城市亭湖区开放大道 135 号建设盐城市第二人民医院改扩建工程项目,项目新征用地 20067 平方米,改扩建工程涉及的总占地面积约 45963.3 平方米,本次工程拟改造</p>				

现有的传染病房楼、门诊病房楼，拆除院内现有其它建筑物，新建门诊医技住院综合楼、行政后勤教研楼及其附属设施等，以提升医院整体诊疗水平。

医院拟将传染病房楼九层部分病房改造为 1 间数字减影血管造影机（Digital subtraction angiography，以下简称“DSA”）机房，并配备 1 台 DSA（型号为飞利浦 Azurion7 M20，属Ⅱ类射线装置）用于传染病房内开展介入治疗项目。

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方盐城市第二人民医院需对该项目进行环境影响评价。受盐城市第二人民医院的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位扩建 1 台 DSA 项目的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》的规定，本项目属于“第 172 条 核技术利用建设项目”中“生产、使用Ⅱ射线装置的”应编制环境影响报告表。

南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料并结合现场监测等工作的基础上，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

盐城市第二人民医院扩建 1 台 DSA 项目环境影响评价报告表的评价内容与目的：

- 1、对扩建 1 台 DSA 项目施工期和运行期的环境影响进行评价分析。
- 2、对项目拟建地址进行辐射环境质量现状监测，以掌握场所及周围的环境质量现状水平，并对项目进行环境影响预测评价。
- 3、提出污染防治措施，使辐射影响降低到“可合理达到的尽可能低水平”。
- 4、满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的环境管理提供科学依据。

本次拟申请新增辐射项目内容见表 1-1，新增射线装置使用情况承诺书见附件 2。

表 1-1 盐城市第二人民医院扩建 1 台 DSA 项目情况一览表

射线装置							
序号	射线装置名称	装置型号	数量	最大管电压	最大管电流	射线装置类别	工作场所
1	DSA	飞利浦 Azurion7 M20	1 台	125kV	1250mA	Ⅱ	传染病房楼九楼

## 二、项目周边保护目标以及场址选址情况

盐城市第二人民医院位于盐城市开放大道 135 号，医院东侧为开放大道，南侧为新港路，西侧为规划道路、规划空地，北侧为新富路及电信局。本项目地理位置示意图附图 1，盐城市第二人民医院周围环境示意图及总平面图见附图 2。

本次扩建的 DSA 机房位于传染病房楼九层，DSA 机房东侧为设备间，南侧为病人通道，西侧为控制室，北侧为医护人员通道，上方为屋顶（人员不可达），下方为病房。传染病房楼九层平面布局示意图详见附图 3，传染病房楼八层平面布局详见附图 4，DSA 机房设计图详见附图 5。

本次扩建 DSA 项目周围 50m 评价范围除北侧至电信局（距 DSA 机房最近约 36m 处）外，其余方向均位于院区边界内。评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外电信局处其他公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）和《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域；根据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。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图 6。

## 三、原有核技术利用项目许可情况

盐城市第二人民医院已于 2021 年 04 月 13 日重新申领由盐城市生态环境局核发的辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证〔00003〕，种类和范围为“使用Ⅲ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置”，有效期至：2026 年 4 月 12 日。医院辐射安全许可证正副本见附件 3，医院在用核技术利用项目均已履行完备环保手续。

盐城市第二人民医院于 2022 年 3 月委托南京瑞森辐射技术有限公司完成了《盐城市第二人民医院扩建放射诊疗项目》的环境影响评价工作，并取得了江苏省生态环境厅关于该项目的批复文件，文号为苏环辐（表）审〔2022〕8 号，详见附件 4。盐城市第二人民医院扩建放射诊疗项目正在施工中，医院正在办理重新申领辐射安全许可证等

事宜。

#### 四、实践正当性及产业政策相符性分析

本项目为新增医用射线装置使用项目，对照《产业结构调整指导目录(2019 年本)》及其修订（国家发展改革委令 2021 年第 49 号）和《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录(2012 年本)》（苏政办发[2013]9 号）及其修改文件（苏经信产业[2013]182 号），不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家和江苏省现行的产业政策。本项目的运行，可为病人提供放射诊断服务，并可提高当地医疗卫生水平，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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



(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	飞利浦 Azurion7 M20	125	1250	介入治疗	传染病房楼九层	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	/	微量	微量	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧常温下可自行分解为氧气
DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物	固体	/	/	约 10kg	约 120kg	/	暂存在机房内的废物桶	手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）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》（修订版），1989年12月26日发布施行；2014年4月24日修订，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年修正版），2018年12月29日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起施行；2019年修正，国务院令709号，2019年3月2日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令 第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》，生态环境部第16号令，自2021年1月1日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(9) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，2017年 第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(10) 《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》国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》生态环境部公告2019年第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部，公告2019年第57号，2020年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部，公告2019年第38号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部，公告2019年第39号，2019年11月1日起启用；</p> <p>(15) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改，国家发展和</p>
----------	--

	<p>改革委员会2021年令第49号) 2021年12月30日起施行;</p> <p>(16) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修正本), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议, 2018年5月1日起实施;</p> <p>(17) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》(苏环办[2021]187 号, 2021年5月31日发布);</p> <p>(18) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评[2016]150号), 2016年10月27日起施行;</p> <p>(19) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》生态环境部公告2019年第57号, 2019年12月24日施行。</p>
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);</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》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(5) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)。</p>
其他	<p>(1) 工程设计图纸及相关技术资料;</p> <p>(2) 医院提供的相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

### 评价范围

根据本项目的特点并参照《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》（HJ 10.1-2016）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，确定为盐城市第二人民医院本次扩建 1 台 DSA 项目所在工作场所实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内作为评价范围，详见附图 2。

### 保护目标

本次扩建 DSA 项目周围 50m 评价范围除北侧至电信局（距 DSA 机房最近约 36m 处）外，其余方向均位于院区边界内。评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外电信局处其他公众等，详见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内辐射环境保护目标一览表

保护目标名称			方位	最近距离	规模
扩建 1 台 DSA 项目	辐射工作人员		控制室、DSA 机房	/	5 人
	传染病 房楼	其他医护人员	DSA 机房四周及下房	约 2m	约 400 人
		患者、患者家属及 院内周边公众			约 800 张床位， 其余为流动人员
	电信局		北侧	约 36m	约 100 人

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）和《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元；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。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图 6。

## 评价标准

### 一、评价标准

#### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

##### 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv ③眼晶体的年当量剂量，150mSv ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

##### 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

##### 控制区：

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

##### 监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

#### 2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）：

引自“第 6 款 X 射线设备机房防护设施的技术要求”内容，如下：

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

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

6.1.3 每台固定使用 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；

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

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积，m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度，m
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> （含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

##### 6.2 X 射线设备机房屏蔽

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

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

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

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

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.3 X 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 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.4 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

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。

6.5.6 对于移动式 X 射线设备使用频繁的场合（如：重症监护、危重病人救治、骨科复位等场所），应配备足够数量的移动铅防护屏风。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射操作	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	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	—

注 1：“—”表示不要求。

注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

7 X 射线设备操作的防护安全要求

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

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

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

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

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。

## 二、辐射环境评价标准限值

### 1、个人剂量管理限值

①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。对于职业人员项目，要求按上述标准中规定的 1/4 执行（即 5mSv/a）。

②公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。项目要求按上述标准中规定的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

### 2、工作场所内外控制剂量率

距 DSA 机房墙体、门、观察窗表面外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处、地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5  $\mu$ Sv/h。

## 三、参考资料

- 1、《辐射防护导论》，方杰主编。
- 2、《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强主编。
- 3、《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，江苏省环境监测站。

江苏省环境天然  $\gamma$  辐射剂量率调查结果（单位：nGy/h）

\	道路	室内
范围	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	47.1	89.2
标准差（s）	12.3	14.0
（均值 $\pm$ 3s）*	10.2~84.0	47.2~131.2

\*：评价时采用参考“均值 $\pm$ 3s”作为辐射环境本底参考范围。



表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目盐城市第二人民医院位于盐城市开放大道 135 号，医院东侧为开放大道，南侧为新港路，西侧为规划道路、规划空地，北侧为新富路及电信局。

本次扩建的 DSA 机房位于传染病房楼九层，DSA 机房东侧为设备间，南侧为病人通道，西侧为控制室，北侧为医护人员通道，上方为屋顶，下方为病房。

本次扩建 DSA 项目周围 50m 评价范围除北侧至电信局(距 DSA 机房最近约 36m 处)外，其余方向均位于院区边界内。评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外电信局处其他公众等。本次新建项目拟建址周围环境现状见图 8-1 至图 8-6。



图 8-1 拟建址东侧



图 8-2 拟建址南侧



图 8-3 拟建址西侧



图 8-4 拟建址楼下



图 8-5 医院东侧开放大道



图 8-6 医院北侧新富路

## 二、辐射环境现状评价

根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等相关方法和要求，在进行环境现场调查时，于本次项目拟建址及周围环境进行布点，测量辐射剂量率现状。监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-7，监测报告见附件 4。

（一）监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

（二）检测仪器：

6150AD6/H+6150ADb/H 型 X- $\gamma$  剂量率仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2021 年 11 月 11 日~2022 年 11 月 10 日），检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2021-0106289

能量范围：20keV~7MeV

剂量率范围：1nSv/h~99.9 $\mu$ Sv/h

（三）检测日期及条件：

监测日期：2022 年 05 月 18 日

天气：多云

温度：30℃ 湿度：21%RH

监测布点：根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件 4），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》

(HJ 61-2021) 的要求，实施全过程质量控制。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核并持有合格证书，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行三级审核。

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

表 8-1 传染病房楼 DSA 拟建址及周围  $\gamma$  辐射剂量率检测结果

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	DSA 机房拟建址东侧病房	80	/
2	DSA 机房拟建址南侧患者走廊	89	/
3	DSA 机房拟建址西侧过道	75	/
4	DSA 机房拟建址北侧医护通道	86	/
5	DSA 机房拟建址下方病房	78	/
6	DSA 机房拟建址北侧电信局	62	/

注：测量结果已扣除宇宙射线响应值。

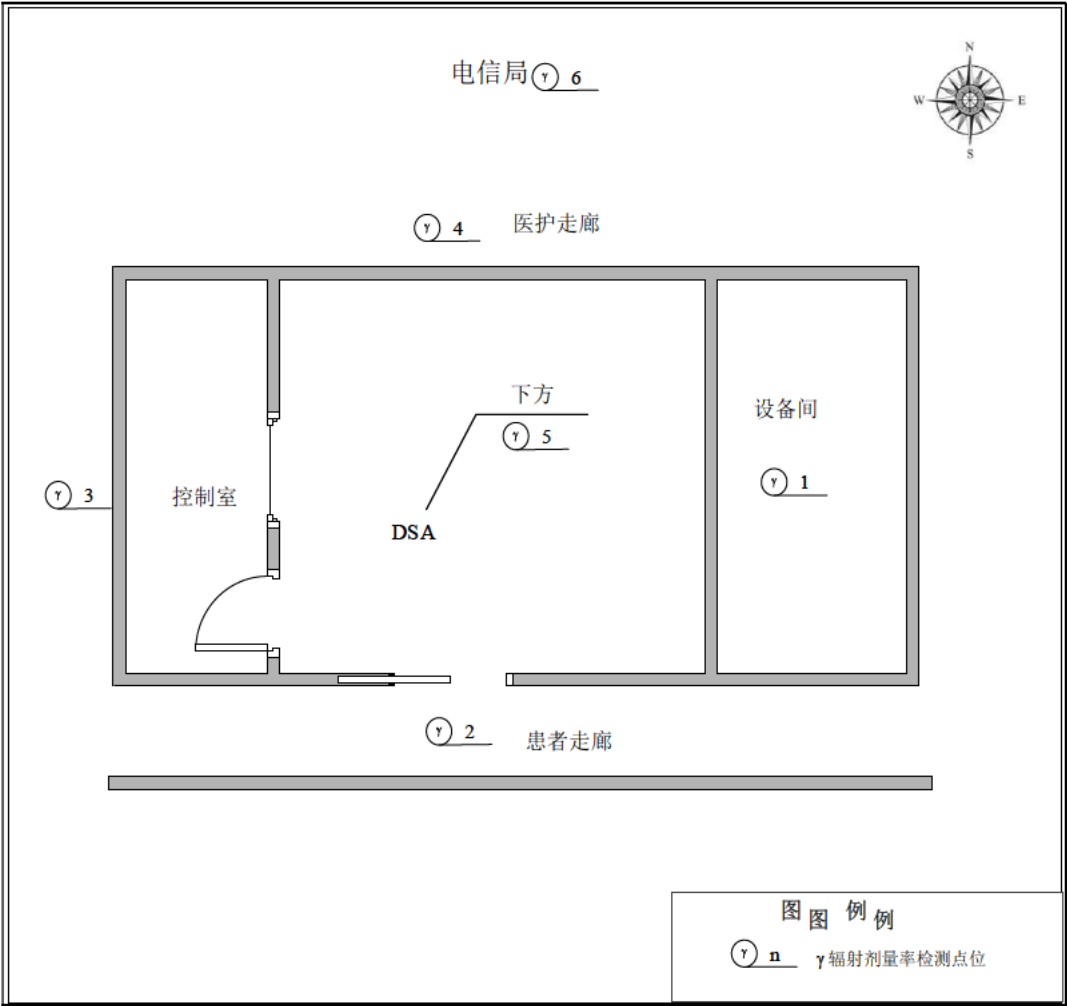


图 8-7 DSA 拟建址周围环境  $\gamma$  辐射剂量率监测点位示意图

由表 8-1 监测结果可知，盐城市第二人民医院本次传染病房楼 DSA 拟建址周围

环境贯穿辐射剂量率在 62nGy/h~89nGy/h 之间，位于江苏省原野及室内  $\gamma$  辐射剂量率水平涨落区间内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

盐城市第二人民医院拟将传染病房楼九层部分病房改造为 1 间 DSA 机房，并配备 1 台 DSA（型号为飞利浦 Azurion7 M20，属Ⅱ类射线装置）用于传染病房内开展介入治疗项目。

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置（包括 X 射线球管及其附件、高压发生器、X 射线控制器等）和图像检测系统（包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等）组成。常见的 DSA 外观图见图 9-1。

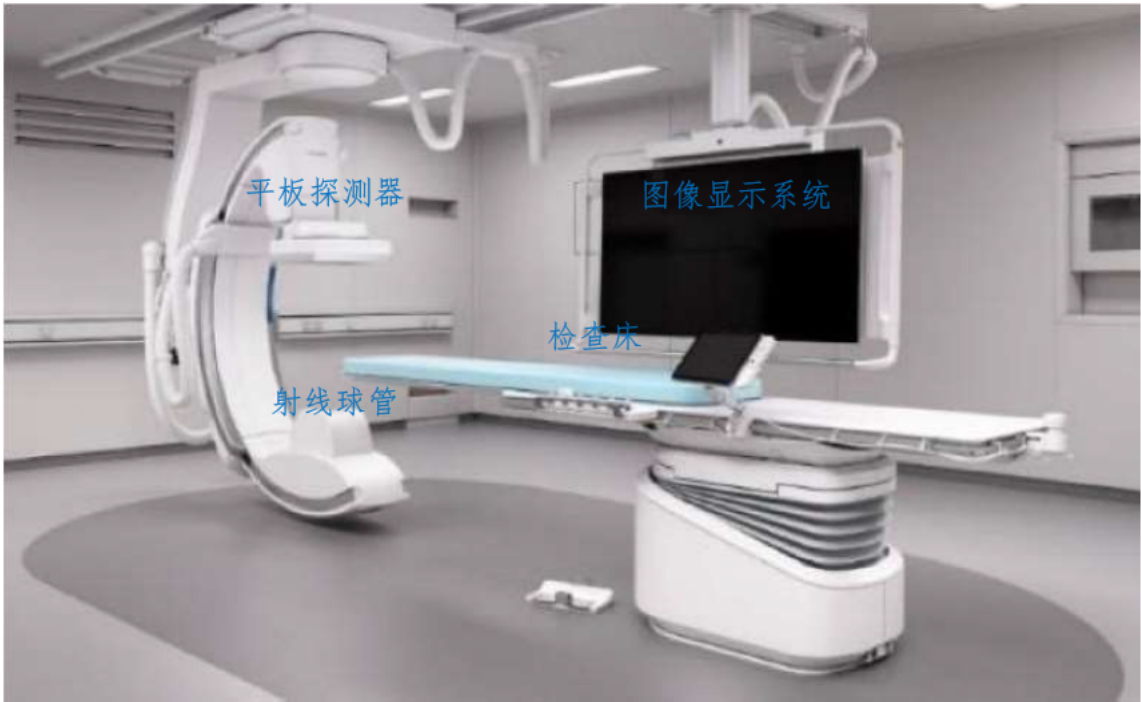


图 9-1 飞利浦 Azurion7 M20 型 DSA 外观图

本项目拟配备的 DSA 设备技术参数见表 9-1，配套设备配置情况见表 9-2。

表 9-1 本项目 DSA 主要设备技术参数

项目名称	技术参数*
型号	飞利浦 Azurion7 M20
位置	传染病房楼 DSA 机房
额定管电压	125kV
额定管电流	1250mA
滤过	有用线束的总过滤 0.5mmCu
焦皮距	≥45cm
照射野	最小照射野：8cm×8cm    平板探测器范围：30cm×38cm



表 9-2 本项目 DSA 配套设备一览表

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

## 二、工作原理及工艺流程

### (一) 工作原理

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂 and 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存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA 系统结构图见图 9-2。

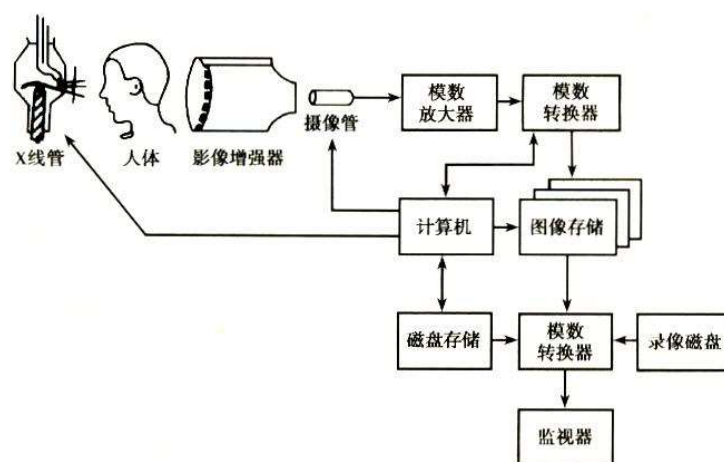


图 9-2 DSA 系统结构图

DSA 是引导介入放射治疗的重要医学影像设备，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医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。

## （二）工作流程

患者在进行 DSA 诊断和在 DSA 引导下进行介入治疗时，先仰卧进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，送入引导钢丝及扩张血管与外鞘，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。本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：血管减影检查。操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内患者情况，并通过对讲系统与患者交流。

第二种情况：引导介入治疗。患者需要进行介入手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对患者进行直接的介入手术操作。

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

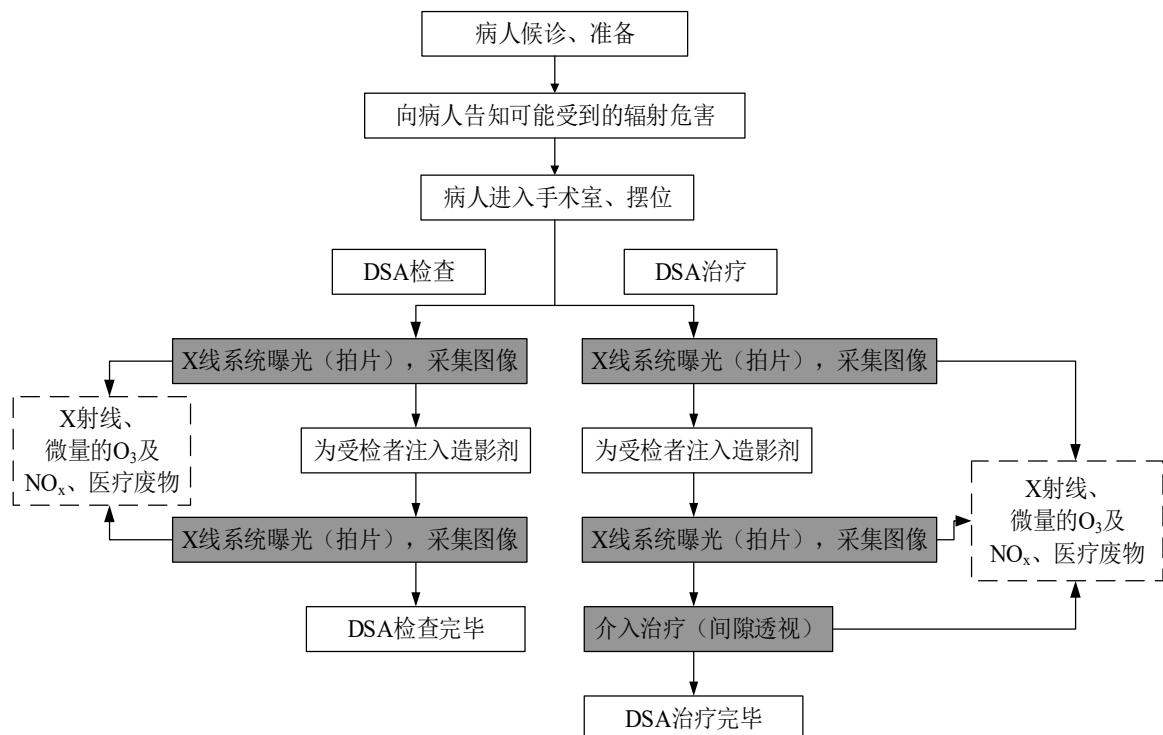


图 9-3 DSA 项目工作流程及产污环节示意图

## 污染源项描述

### 一、放射性污染

DSA 在工作状态下会发出 X 射线，拟配置的 DSA 最大管电压 $\leq 125\text{kV}$ 、最大管电流 $\leq 1250\text{mA}$ ，其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，由于在荧光影像与视频影像之间有影像增强器，从而降低了造影所需的 X 射线能量，再加上一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小。而介入放射需要长时间的透视和大量的摄片，对患者和医务人员有一定的附加辐射剂量。

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

#### 1、有用线束

本项目 DSA 的有用线束投射方向为由下至上。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），摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有一定的裕量。根据医院提供资料，当 DSA 运行管电压为额定电压的极端情况时，透视模式下的电流不大于  $110\text{mA}$ ，拍片模式下的电流不大于  $500\text{mA}$ ；DSA 正常运行时，透视模式的工况为  $(60\sim 80)\text{kV}/(5\sim 20)\text{mA}$ ，拍片模式的工况为  $(60\sim 80)\text{kV}/(100\sim 500)\text{mA}$ 。

DSA 运行时离靶 1 米处的 X 射线发射率根据运行时管电压和 DSA 的 X 射线管的过滤条件从《辐射防护导论》（方杰著）附图 3 中查取。本项目 DSA 过滤材料保守按照  $0.5\text{mmCu}$  滤片进行剂量预测，查《辐射防护导论》附图 3，额定电压为  $125\text{kV}$  时，离靶 1 米处的发射率约为  $3.2\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ；本项目正常运行时最大电压为  $80\text{kV}$ ，离靶 1 米处的发射率约为  $0.8\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。

#### 2、泄漏射线

根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点  $1\text{m}$  处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能



不超过 1mGy/h”（在距离源 1m 处不超过 100cm<sup>2</sup>的面积上或者在离管或源壳 5cm 处的 10cm<sup>2</sup>面积上进行平均测量），以及《医用电气设备 第一部分：安全通用要求 三、并列标准 诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》（GB 9706.12-1997）中 29.204.3 的相应要求，取本项目 DSA 离焦点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率为 1.0mGy/h。

### 3、散射线

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

**工作负荷：**根据医院提供的资料，本项目 DSA 的工作负荷情况见表 9-3。

表 9-3 本项目 DSA 工作负荷

透视	手术类别	年开展工作量		每台手术透视曝光时间		年透视曝光时间
	心脏介入	50 台		约 15min		约 12.5h
	神经介入	50 台		约 20min		约 16.7h
	综合介入	80 台		约 20min		约 26.6h
小计		/		/		约 56h
拍片	手术类别	年开展工作量	单次采集时间	单台手术采集次数	单台手术最大采集时间	年采集时间
	心脏介入	50 台	3~4s	6~10 次	约 0.7min	约 0.6h
	神经介入	50 台	6~10s	4~10 次	约 1.7min	约 1.4h
	综合介入	80 台	3~8s	7~15 次	约 2min	约 2.6h
小计		/	/	/	/	约 4.6h
总 计						约 61h

医院拟为 DSA 项目配备 5 名辐射工作人员，其中手术医生 2 人，技师 2 人，护士 1 人，辐射工作人员年工作 250 天。

### （二）非放射性污染

**1、废气：**DSA 在工作状态时，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

**2、废水：**主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理站，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

**3、固体废物：**DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

**表 10 辐射安全与防护**

## 项目安全措施

### 一、工作区域布局管理

#### (一) 工作场所布局合理性

本次扩建的 DSA 机房位于传染病房楼九层，并配备 1 台 DSA（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA），用于医学诊断及介入治疗。场所的控制室和设备间分别位于机房两侧，DSA 机房南侧为患者通道，北侧为医护通道，下方为病房，上方为屋顶（人员不可达）。DSA 配套独立用房，房间由射线装置机房和控制室组成。DSA 机房控制室与诊断机房分开单独布置，区域划分明确，项目布局合理。

#### (二) 两区划分

##### 1、分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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

监督区——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。

##### 2、控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。医院拟将 DSA 机房划分为控制区，该区域涉及射线装置的操作，属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及其他法律法规定义的控制区，进行了专门的屏蔽防护设计；其余房间如：控制室、设备间等属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及其他法律法规定义的监督区。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在图 10-1 上进行了标识。

表 10-1 项目控制区和监督区划分情况

科室名称	控制区	监督区
扩建 DSA 项目	DSA 机房	控制室、设备间等

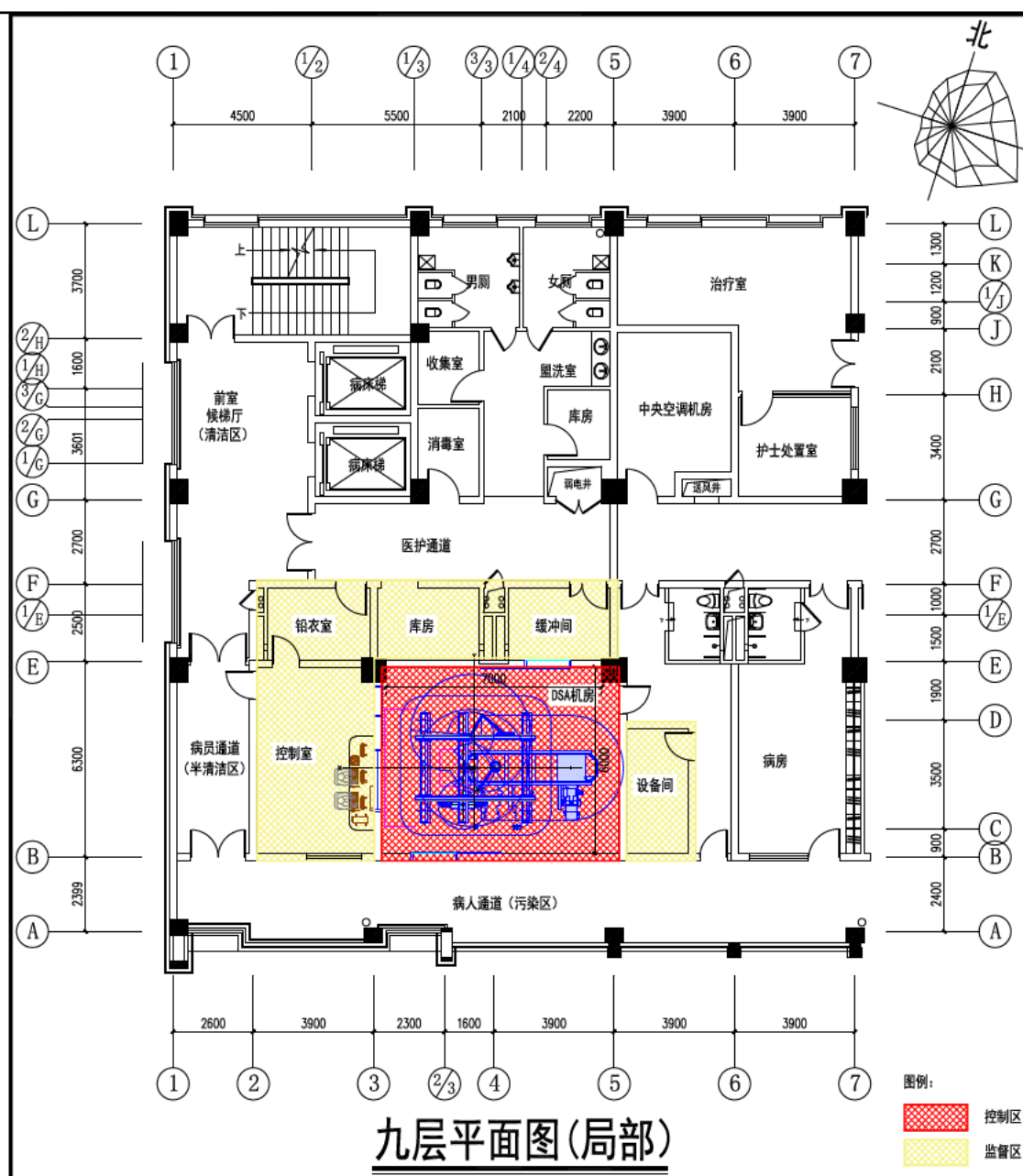


图 10-1 传染病房楼 DSA 项目“两区”划分示意图

1) 控制区的防护手段与安全措施：

①控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。

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。

2) 监督区防护手段与安全措施

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。

## 二、辐射安全及防护措施

### （一）机房屏蔽措施

表 10-2 传染病房楼 DSA 机房防护屏蔽设计一览表

类别	屏蔽防护设计	屏蔽设计参数（厚度及材质）
传染病房楼 DSA 机房	四周墙体	轻钢龙骨+4mm 铅板
	屋顶	120mm 厚混凝土+3mm 厚铅板
	地面	120mm 厚混凝土+50mm 厚硫酸钡水泥（3mmPb）
	防护门	4mm 厚铅板
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃

注：本项目拟使用的混凝土密度不低于  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅板的密度不低于  $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ，硫酸钡水泥的密度不低于  $4.7\text{g}/\text{cm}^3$ 。

### （二）辐射安全和防护措施

#### 1、电离辐射警告标志

DSA 机房各入口处拟设置有“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

#### 2、工作状态指示灯及门灯联动装置

DSA 机房患者入口防护门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。平开机房门应设有自动闭门装置，推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施。电动推拉门宜设置防夹装置。

#### 3、急停按钮

DSA 控制室设置 1 个急停按钮，DSA 机房内的治疗床边操作面板自带 1 个急停按钮，各按钮分别与 X 射线系统连接，在出现紧急情况下，按下急停按钮，即可停止 X 射线系统出束。

#### 4、观察窗及对讲装置

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

#### 5、个人防护用品

医院拟为本次扩建的 DSA 项目工作人员配备的辐射防护装置及个人防护用品主

要有铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、剂量报警仪、个人剂量计等，医院拟购置的各类防护用品除介入防护手套防护能力不低于 0.025mm 铅当量外，其余防护用品防护能力均不低于 0.5mm 铅当量。本项目 DSA 设备自带铅防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施。

## 6、人员监护

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）“5.3 佩戴 5.3.2”中要求“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”和“5.3 佩戴 5.3.3”中“对于 5.3.2 所述工作的情况，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）”。

本项目辐射工作人员均应配备有个人剂量计（每名介入治疗医生需配备 2 套个人剂量计），并要求在上班期间必须佩戴。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，定期安排其在有相应资质医院体检，检测结果存入个人剂量档案。

## 7、规章制度

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。

## 8、其他辐射安全措施

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

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

（2）一般说来，降低患者剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强对介入人员的培训，包括放射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作迅速，以减少患者和介入人员的剂量。

（3）所有在介入治疗手术室内的工作人员都应开展个人剂量监测，医院应结合工

作人员个人剂量监测的数据采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量。

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

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

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

(7) 临床介入手术时，介入医生需站在 DSA 床边操作，仅依赖于医务人员身着铅橡胶围裙、机器自带的铅防护帘等防护设备被动防护。一般来说，床下球管机对医务人员的辐射剂量，由头、颈、胸至腹部呈现剂量逐渐上升的趋势，故操作人员除个人防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜及介入防护手套等）外，应着重考虑 X 射线机操作侧的屏蔽，该屏蔽要做到既不影响操作者的操作，又能达到防护目的，且能消毒。本项目 DSA 设备自带床侧防护帘、铅防护帘及铅悬挂防护屏，以上组合屏蔽防护措施的设置，能够有效降低介入手术医务人员的吸收剂量。

### 三、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，开展放射诊断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、辐射监测等仪器。

表 10-3 个人防护用品和辅助防护设置配置符合性

项目	分项		《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求	本项目拟采取措施
扩建 1 台 DSA 项目	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	5 件铅橡胶围裙、5 件铅橡胶颈套、5 顶铅橡胶帽子、5 副铅防护眼镜、2 副介入防护手套
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 ( $\geq 0.25\text{mmPb}$ ) 选配：移动铅防护屏风 ( $\geq 2\text{mmPb}$ )	铅防护帘、床侧防护帘
	受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	1 件铅橡胶围裙、1 顶铅橡胶帽子、1 件铅方巾
		辅助防护设施	/	/

盐城市第二人民医院拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台及个人剂量报警仪 5 台。医院拟为辐射工作人员配备铅橡胶围裙、铅防护眼镜（不低于 0.25mm 铅当量）等个人防护用品（具体配备情况见表 10-3）。辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计，以监测累积受照情况。医院拟定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

## 三废的治理

### 一、放射性“三废”

DSA 工作时不产生放射性“三废”。

### 二、非放射性“三废”

#### （一）废水治理

医院建有污水处理站一座，医院废水经污水处理站处理后，达到相关标准后经市政污水管网进入城市污水处理厂处理。医院污水处理站现有处理能力能够满足现有生活污水及医疗废水产生量和排放量的排放需求。

#### （二）废气治理

DSA 机房内的空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气。

#### （三）废物

本项目产生的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾，均集中暂存于院区内垃圾暂存间，由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

本项目 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

表 11 环境影响分析

<p><b>建设阶段对环境的影响</b></p> <p>本项目建设时主要工作为原有建筑墙体的拆除，墙体隔断及辐射防护施工，建设施工时对环境会产生如下影响：</p> <p>1、大气：本项目在建设施工期需进行墙体拆除等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：</p> <p>①及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；</p> <p>②车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；</p> <p>③施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。</p> <p>2、噪声：整个建筑施工阶段，如切割机、载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时需严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的要求，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，如需连续施工，在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。</p> <p>3、固体废物：项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。</p> <p>4、废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。在施工阶段，将合理安排施工计划，先行修建临时化粪池，施工人员生活污水排入临时化粪池，及时清理。</p> <p>医院在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在内局部区域，对周围环境影响较小。</p>
<p><b>运行阶段对环境的影响</b></p> <p><b>一、辐射环境影响分析</b></p> <p><b>（一）DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性分析评价</b></p> <p><b>1、评价标准</b></p> <p>根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表 3 规定，DSA 主束方向、非</p>



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 10-2 可知，本项目 DSA 机房使用的屏蔽材料除铅以外，还涉及顶面（有用线束投射方向）和四侧墙体、地面（非有用线束投射方向）的混凝土等。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。

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

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

式中：X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

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

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

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

式中：B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —铅对对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度。

由 GBZ 130-2020 中表 C.2 查取 125kV 管电压工况下 X 射线（主束）辐射衰减的有关的拟合参数，列于表 11-21：

表 11-1 125kV 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	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
125kV（主束）	铅	2.219	7.923	0.5386
	混凝土	0.03502	0.07113	0.6974

本项目 DSA 机房屏蔽部位涉及的 120mm 厚混凝土，分别按公式 11-1、公式 11-2 计算其屏蔽透射因子 B、铅当量厚度 X，计算结果列于表 11-2。

表 11-2 混凝土屏蔽透射因子 B、铅当量厚度 X 计算结果

**3、DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性**

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

表 11-3 DSA 机房屏蔽体等效铅当量厚度核算及其与标准要求对比

工作场所	参数	设计厚度	铅当量	屏蔽要求*	评价
传染病房楼 DSA 机房	墙体	轻钢龙骨+4mm 铅板	4mm	介入 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 2.0mm，非有用线束方向铅当量 2.0mm。	满足
	防护门	4mm 铅当量铅板	4mm		满足
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃	4mm		满足
	顶面	120mm 厚混凝土+3mmPb 铅板	4.44mm		满足
	地面	120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡	4.44mm		满足
	面积	42m <sup>2</sup> ，单边最短长度 6.0m	单管头 X 射线机机房内最小有效新建面积不小于 20m <sup>2</sup> ，单边长度不小于 3.5m。		满足

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

由表 11-3 可知，本项目 DSA 机房的有效使用面积、最小单边长度及屏蔽防护的等效铅当量满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中 C 形臂 X 射线设备机房的相关要求，即：屏蔽铅当量不少于 2mm，最小单边长度不少于 3.5m，有效使用面积不少于 20m<sup>2</sup>。

## （二）DSA 机房的辐射影响预测

为了进一步评价屏蔽效果辐射防护效果，采用理论预测的方法进行影响分析。传染病房楼 DSA 机房预测点选取如下：

- 1#-东侧防护门外 30cm 处，走廊，5.73m；
- 2#-东侧屏蔽墙外 30cm 处，设备间，5.24m；
- 3#-南侧屏蔽墙外 30cm 处，患者走廊，3.30m；
- 4#-南侧防护门外 30cm 处，患者走廊，3.64m；
- 5#-西侧观察窗外 30cm 处，操作位，3.54m；
- 6#-西侧防护门外 30cm 处，控制室，4.25m；
- 7#-北侧屏蔽墙外 30cm 处，库房，3.80m；
- 8#-北侧防护门外 30cm 处，缓冲间，4.52m；
- 9#-DSA 机房下方为病房，4.0m；
- 10#-DSA 机房上方距地面 100cm 处，屋顶（不上人），5.2m。

共布设 10 个预测点，预测点布设见图 11-1 所示。

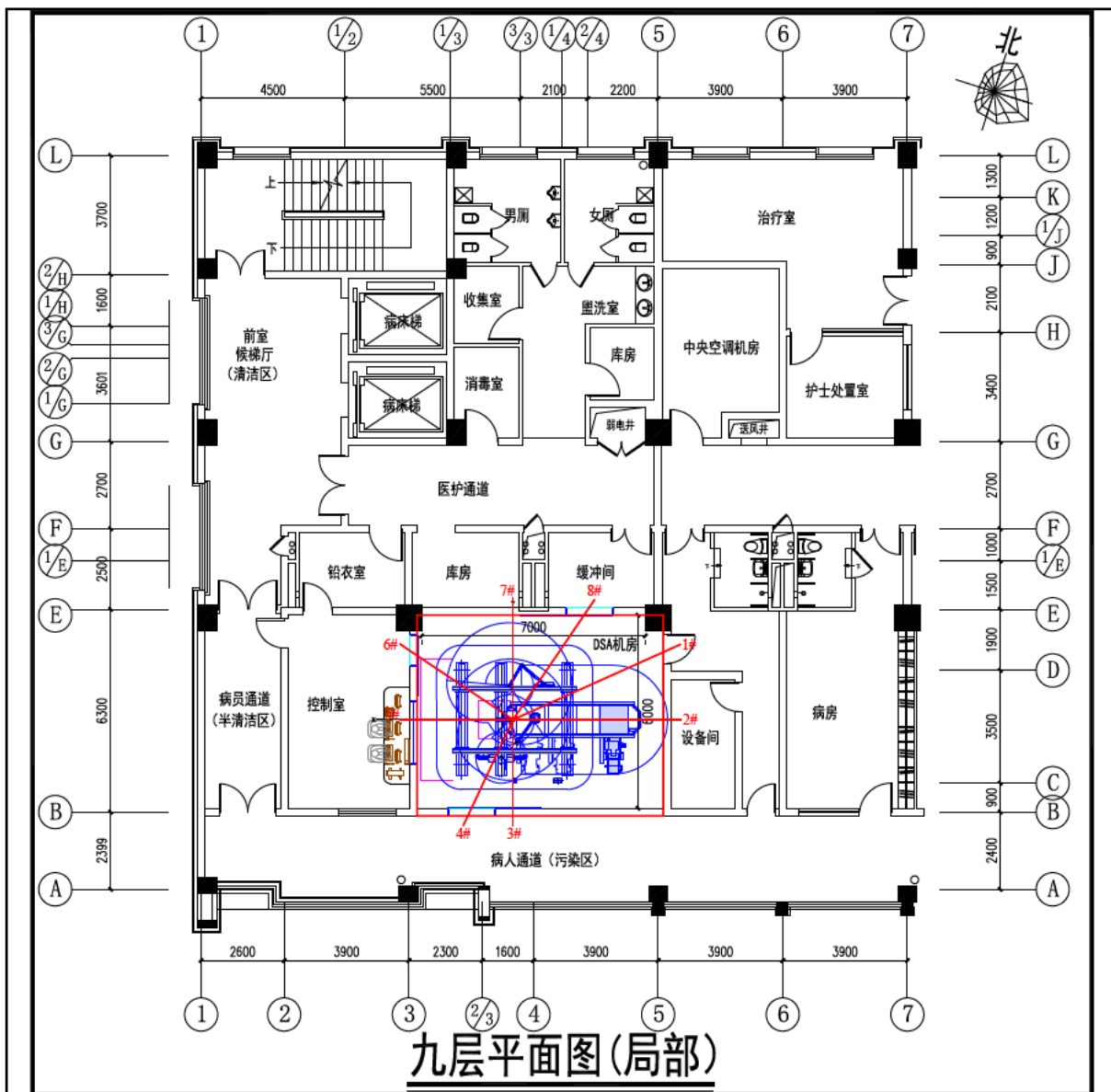


图 11-1 DSA 机房预测点布设示意图

本项目 DSA 的辐射影响情况见表 11-4。

表 11-4 本项目 DSA 的辐射影响情况

操作模式	正常运行时最大工况	辐射影响对象
拍片模式	80kV/500mA	机房外公众、控制室操作人员
透视模式	80kV/20mA	机房外公众、控制室操作人员； 机房内介入治疗操作人员

### 1、关注点处有用线束辐射剂量率计算

由《辐射防护手册（第一分册）》（李德平 潘自强著）给出的 X 射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.8）进行推导，得到有用线束在关注点处的辐射剂量率  $H$  的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$H = \frac{H_0 \cdot I \cdot B}{d^2} \cdot K \cdots \cdots \text{公式 11-3}$$

式中： $H$ —关注点处有用线束有效剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —X 射线机发射率常数（当管电流为 1mA 时，距离阳极靶 1m 处由主束产生的比释动能率）， $\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；具体数值可根据 X 射线机管电压、过滤片等条件从《辐射防护导论》附图 3 查取，按本项目正常使用的最大管电压为 80kV、过滤片为 0.5mmCu 的条件从《辐射防护导论》附图 3 查得  $H_0$  为  $0.8\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，即  $48000\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

$I$ —管电流，mA；本项目透视、拍片模式下正常使用的最大管电流分取 20mA、500mA；

$d$ —关注点至 X 射线源的距离；

$B$ —屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，计算公式见公式 11-2；

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

根据 GBZ 130-2020 表 C.2 所引用的 NCRP147 中相关数据查取管电压为 80kV（本项目正常运行最大管电压）时相应的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  数值，具体见表 11-5。

表 11-5 铅和混凝土对 80kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

将 DSA 手术间顶面屏蔽体的铅厚度  $X$ 、有关的拟合参数  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  值代入公式 11-2，计算相应的屏蔽透射因子值，列于表 11-6。

表 11-6 DSA 机房顶面屏蔽体透射因子计算结果

将前述有关参数代入公式 11-3，计算透视、拍片模式下 DSA 复合手术室上方公众处有用线束辐射剂量率，计算结果见表 11-7。

表 11-7 关注点处有用线束辐射剂量率计算结果

\*注：机房层高为 4.5m，参考点取距离顶部地面 100cm 处，DSA 朝上照射时，机头距地面约 40cm，再考虑顶部屏蔽层厚 12cm，故  $d$  保守取 5.2m。

## 2、关注点处散射辐射剂量率计算

由《辐射防护手册（第一分册）》（李德平 潘自强著）给出的 X 射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的有效剂量率  $H_s$  的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

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

式中： $H_s$ —关注点处散射辐射有效剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —X 射线机发射率常数（当管电流为 1mA 时，距离阳极靶 1 m 处由主束产生的比释动能率）， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，本项目取  $48000 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

$I$ —管电流，mA；本项目透视、拍片模式下正常使用的最大管电流分取 20mA、500mA；

$a$ —人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值，由《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中查取；

本项目最大常用管电压为 80kV，对于散射线向机房四侧墙体投射的情况，从《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中采用内插法查取散射角  $90^\circ$  时 80kV 对应的  $a$  值为 0.0008（该取值适用于机房四侧关注点相应预测计算）。

$S$ —主束在受照人体上的散射面积，根据建设单位提供参数，照射野最小为  $8\text{cm} \times 8\text{cm} = 64\text{cm}^2$ ，最大为  $30\text{cm} \times 38\text{cm} = 1140\text{cm}^2$ ，考虑手术需要的最大照射面积约为  $16\text{cm} \times 16\text{cm}$ ，本项目取  $256\text{cm}^2$ ；

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

$d_s$ —受照体至关注点的距离。

$B_s$ —屏蔽材料对散射线的透射因子，无量纲，计算公式见式 11-2。此处散射线是指本项目最大常用管电压（80kV，即 0.08MV）下有用线束（初级 X 射线）的散射线，其能量偏保守取有用线束侧向（散射角  $\theta=90^\circ$ ）的一次散射线能量，可借鉴康普顿散射定律计算一次散射线能量  $E$  与入射的初级 X 射线能量  $E_0$  之比值  $E/E_0 = 1/[1 + E_0(1 - \cos\theta)/0.511] = 1/[1 + 0.08 \times (1 - \cos 90^\circ)/0.511] = 0.865$ ，继而计算一次散射线能量  $E$  对应的 kV 值为  $80\text{kV} \times 0.865 = 69.2 \text{ kV}$ ，近似取为 70kV，再从 GBZ 130-2020 表 C.2 中查取对应于 70kV 的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  数值，具体见表 11-8：

表 11-8 铅对 70kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

$K$ —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, 按前述  $90^\circ$  方向一次散射线能量对应的 kV 值为 70kV,  $K$  值取 1.60。

将 DSA 机房和机房内介入操作人员防护用品与辅助防护设施的铅当量厚度  $X$ 、有关的拟合参数  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  值代入公式 11-2, 计算相应的散射辐射屏蔽透射因子值, 列于表 11-9。

表 11-9 DSA 机房屏蔽体、介入操作人员防护用品屏蔽透射因子计算结果

将前述有关参数代入公式 11-4, 计算透视模式下 DSA 机房外公众、控制室操作人员、机房内介入操作人员处散射辐射剂量率, 计算结果见表 11-10。

表 11-10 关注点处散射辐射剂量率计算结果

### 3、关注点处泄漏辐射剂量率计算

泄漏辐射剂量率 $H_L$ 采用下式计算：

$$H_L = \frac{H_i \cdot B}{r^2} \cdot K \cdots \cdots \text{公式 11-5}$$

式中： $H_L$ —关注点处泄漏辐射有效剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_i$ —距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率， $\text{mGy/h}$ 。本项目 1m 处泄漏射线的空气比释动能率取  $1.0\text{mGy/h}$ ；

$B$ —机房各屏蔽体的泄漏射线屏蔽透射因子，本项目 DSA 管电压为  $80\text{kV}$ （本项目正常运行最大管电压）工况下 DSA 手术间四周屏蔽墙及地面的泄漏射线屏蔽透射因子见表 11-11；

$K$ —有效剂量与空气比释动能转换系数， $\text{Sv/Gy}$ ，查《用于光子外照射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表 B2，对于本项目 DSA 运行时常用最大管电压  $80\text{kV}$ ， $K$  值取 1.67。

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

表 11-11 关注点处漏辐射剂量率计算结果

#### 4、保护目标处预测计算结果汇总

综上所述，DSA 机房外保护目标处的辐射剂量率理论估算结果汇总见表 11-12。

表 11-12 DSA 机房外保护目标处辐射剂量率计算统计结果

由表 11-12 结果分析知，拍片模式的非有用线束在 DSA 机房外关注点处的辐射剂量率明显大于透视模式；机房外辐射工作人员关注点剂量率最大为  $0.002\mu\text{Sv/h}$ ，出现在顶部处，公众关注点剂量率最大为  $3.67\times 10^{-6}\mu\text{Sv/h}$ ，出现在南侧屏蔽墙外患者走廊



处，本项目 DSA 机房屏蔽设计能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

### （三）周围公众及辐射工作人员年有效剂量估算

#### 1、年有效剂量估算模式

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

$$H_{Er} = H_r \times T \times t \cdots \cdots \text{公式 11-6}$$

式中： $H_{Er}$ —X 射线外照射年有效剂量，mSv/a；

$H_r$ —关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$T$ —居留因子；

$t$ —年照射时间，h。

DSA 机房内介入操作人员的外照射辐射年有效剂量计算借鉴《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）给出的公式进行估算：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \cdots \cdots \text{公式 11-7}$$

式中： $\alpha$ —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  $H_p(10)$ ，mSv；

$\beta$ —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

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

#### 2、年有效剂量估算

将有关参数代入公式 11-6，估算 DSA 机房四周公众及控制室辐射工作人员的年附加剂量，见表 11-13。

表 11-13 DSA 机房四周公众及控制室辐射工作人员的年附加剂量

注：居留因子保守取 1。

由表 11-13， DSA 机房四周公众的年附加剂量最大为 0.01mSv，满足公众项目管理目标 0.1mSv 的要求；控制室辐射工作人员的年附加剂量 $<0.01\text{mSv}$ ，满足工作人员项目管理目标 5mSv 的要求。

将有关参数代入公式 11-7，计算第一术者、第二术者年有效剂量，结果列于表 11-14。

表 11-14 介入操作人员年有效剂量估算结果

由表 11-14， DSA 机房内第一术者操作位的年有效剂量为 1.25mSv，即使由一人承担，不会超过工作人员项目管理目标 5 mSv 的要求；第二术者操作位的年有效剂量为 0.31mSv，即使由 1 人承担，也不会超过工作人员项目管理目标 5mSv 的要求。DSA 机房内的护士保守按照第二术者操作位估算，也不会超过工作人员项目管理目标 5mSv 的要求。

对于介入手术，由于其实际工作中 DSA 透视工况及操作时间的不确定性，辐射工作人员需要依靠佩戴个人剂量计进行跟踪性监测才能准确的测定其受照剂量的大小，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）要求进行佩戴，医院应加强对介入手术工作人员的个人剂量监测管理，在日常检测中发现个人剂量异常的，应

当对有关人员采取保护措施，并在接到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。介入手术工作人员均按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）穿戴防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等），并充分利用自带的铅悬挂防护屏及床侧防护帘等做好自身防护，确保其年有效剂量满足标准限值要求。

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

## 二、非辐射环境影响分析

### 1、废水

工作人员和部分患者产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理。

### 2、废气

DSA 机房内的空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过排风系统排入大气，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

### 3、固体废物

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

本项目 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物（月产生量约 10kg）暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

## 事故影响分析

本项目新增的 DSA 为 II 类射线装置，在射线装置开展医疗诊断和介入治疗过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对误入机房的受照人员产生较严重放射损伤。因此本项目主要事故风险为：

1、DSA 正常工作时，人员误留、误入机房内，导致发生误照射。

2、操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射。

针对本项目可能发生的辐射事故，可采取以下的处理措施：

(1) 立即按下设备操作台或室内的急停按钮，切断装置的电源，组织人员保护现场，迅速报告单位管理部门进行事故处理，并上报生态环境等部门；

(2) 迅速安排受照人员接受医学检查和救治；

(3) 事故发生后，积极配合生态环境等管理部门做好事故调查和善后处理工作；

(4) 对发生事故的射线装置，请有关供货单位或相关检测部门进行检测或维修，分析事故发生的原因，并提出改进意见。

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。

表 12 辐射安全管理

<p><b>辐射安全与环境保护管理机构的设置</b></p> <p>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。</p> <p>盐城市第二人民医院已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。医院应根据本次扩建 1 台 DSA 项目修订相关文件，明确医院相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入全院的辐射安全管理工作中。本项目辐射工作人员拟由盐城市第二人民医院新聘用，不兼职其它辐射工作，本项目拟配备 5 名辐射工作人员。</p> <p>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，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目拟配置的辐射工作人员及辐射安全管理人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。</p>
<p><b>辐射安全管理规章制度</b></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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、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、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。医院应根据扩建 1 台 DSA 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。</p>

**1) 操作规程：**针对本项目 DSA 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。

**2) 岗位职责：**明确与本次扩建的 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。

**3) 辐射防护和安全保卫制度：**根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责 DSA 项目防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

**4) 设备维修制度：**明确 DSA 和辐射监测设备维修计划、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。

**5) 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。

医院应组织新进辐射工作人员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。

**6) 监测方案：**制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。对辐射工作人员进行个人剂量监测并建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；医院应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

## 辐射监测

根据辐射管理要求，盐城市第二人民医院拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 5 台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- $\gamma$  辐射剂量率进行监测，周期：1~2 次/年；

2) 辐射工作人员开展个人剂量监测（周期：每 1 至 3 个月 1 次），建立个人剂量档案；

3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。

盐城市第二人民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，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

## 辐射事故应急

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

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③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；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤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时，应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的还应当同时向卫生健康部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故

应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。



表 13 结论与建议

## 结论

### 一、项目概况

**项目名称：**盐城市第二人民医院扩建 1 台 DSA 项目

**建设单位：**盐城市第二人民医院

**建设地点：**江苏省盐城市开放大道 135 号传染病房楼

### 建设内容与规模：

盐城市第二人民医院拟于传染病房楼九层将部分病房改造为 1 间数字减影血管造影机（Digital subtraction angiography，以下简称“DSA”）机房，并配备 1 台 DSA（型号为飞利浦 Azurion7 M20，属Ⅱ类射线装置）用于传染病房内开展介入治疗项目。

### 二、项目产业政策符合性

本项目不属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）、《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》（2013 年修正）中限制类、淘汰类项目，项目符合国家和地方产业政策。本项目的运营可为盐城市及周边病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康社会的重要内容，本项目具有辐射实践的正当性，符合现行的国家产业政策。

### 三、实践正当性

盐城市第二人民医院扩建 1 台 DSA 项目的目的是为了对病人进行医学诊断和治疗。在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的辐射防护“实践的正当性”原则。

### 四、项目选址及平面布局合理性

本次扩建 DSA 项目周围 50m 评价范围除北侧至电信局（距 DSA 机房最近约 36m 处）外，其余方向均位于院区边界内。评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患及陪同家属和院外电信局处其他公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏

政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域；根据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。综上，本次拟建的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施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。

## 五、区域环境质量现状

根据监测结果，本项目拟建位置周围环境辐射剂量当量率与盐城市天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

## 六、环境影响分析结论

### 1、施工期环境影响分析

本项目施工工程量比较小，施工时间较短，故施工期的环境影响是短暂的，施工结束后影响即可消除，对周围环境影响较小。

### 2、营运期正常工况下辐射环境影响

#### （1）辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的剂量约束值要求（职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

#### （2）水环境影响分析

工作人员和部分患者产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理。

#### （3）固体废物影响分析

DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

#### （4）大气环境影响分析

DSA 开机出束期间产生的 X 射线等与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧 ( $O_3$ )。臭氧经排风系统抽取后排放，由于治疗过程中每次曝光时间短，产生的臭氧量

较少，且臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围大气环境影响轻微。

### 3、事故工况下环境影响

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，盐城市第二人民医院按相关规定和本环评要求对已制定的《放射事件应急预案》进行补充完善后，能够有效控制并消除事故影响。

## 七、辐射安全管理评价

盐城市第二人民医院已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院拟制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

盐城市第二人民医院需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。医院还需为本项目配备辐射巡测仪 1 台及个人剂量报警仪 5 台。此外，医院应根据相关标准要求，为本项目工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

## 八、射线装置使用与安全管理的综合能力

盐城市第二人民医院拥有专业的安全管理机构拟配备专业的辐射工作人员，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在补充《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度并及时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对射线装置的使用和安全管理能力。

## 九、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量管理约束值。放射性

“三废”及非辐射环境影响均可满足国家标准的要求。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

### 建议和承诺

1、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2、各项安全措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、医院取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：DSA机房四侧墙体采用铅板、顶面及地面采用混凝土+铅板/硫酸钡等材料进行辐射防护，各防护门均采用铅防护门，观察窗为铅玻璃观察窗进行辐射防护，详见表10-2	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求	70
	DSA机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯；DSA机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求	
人员配备	拟配备5名辐射工作人员。辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求	10
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立放射工作人员职业健康档案		
监测仪器和防护用品	配备辐射巡测仪1台	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求。	20
	配备个人剂量报警仪5台。DSA介入治疗医生配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等，同时设置铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等防护用品。		
辐射安全管理制度	制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求。	/
总计	/	/	100

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人                      年      月      日

审批意见

公章

经办人                      年      月      日