

编号：HP6420240395-001

## 核技术利用建设项目

石嘴山市第一人民医院新增 DSA 应用项目

### 环境影响报告表

(公示本)

石嘴山市第一人民医院

2025 年 3 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 石嘴山市第一人民医院新增 DSA 应用项目 环境影响报告表

建设单位名称：石嘴山市第一人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：宁夏回族自治区石嘴山市惠农区康乐路 1 号

邮政编码：753200

联系人：朱瑞祥

电子邮箱：1486713670@qq.com 联系电话：18295129452

环评项目负责人职业资格证书（复印件）



# 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	11
表 3 非密封放射性物质 .....	11
表 4 射线装置 .....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	12
表 6 评价依据 .....	13
表 7 保护目标和评价标准 .....	15
表 8 环境质量和辐射现状 .....	21
表 9 项目工程分析与源项 .....	27
表 10 辐射安全与防护 .....	36
表 11 环境影响分析 .....	46
表 12 辐射安全管理 .....	65
表 13 结论与建议 .....	72
表 14 审批 .....	75

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		石嘴山市第一人民医院新增 DSA 应用项目			
建设单位		石嘴山市第一人民医院			
法人代表	周翔鱼	联系人	朱瑞祥	联系电话	18295129452
注册地址		宁夏回族自治区石嘴山市惠农区康乐路 1 号			
项目建设地点		宁夏回族自治区石嘴山市惠农区康乐路 1 号医院 2 号楼 3 层 DSA 手术室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		1080	项目环保投资 (万元)	98	投资比例 9.1%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	约 63.18m <sup>2</sup> (机房面积)
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"/> 甲 <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		
	<b>1.1 项目概述</b>				
<b>1.1.1 建设单位情况</b>					
<p>石嘴山市第一人民医院（以下简称“该医院”或“建设单位”）成立于 1959 年，位于宁夏回族自治区石嘴山市惠农区康乐路 1 号，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复为一体的综合性三级甲等医院，是宁夏医科大学附属医院，北方民族大学教学医院，内蒙古乌海市、鄂尔多斯市医保定点医院，服务半径辐射宁北蒙西 150 余万人口，与上海仁济医院缔结“友好医院”。</p>					

医院设有 23 个临床科室，其中微创肝胆外科为自治区级优势专科，神经内科、神经外科等 4 个科室为市级重点专科，配备 256 排螺旋 CT、3.0T 核磁共振及全区首台第三代方形高压氧舱等先进设备。现有职工 900 余名，含高级职称 140 余人、博士 3 人、硕士 36 人，承担多项国家级科研项目，连续六届获评“全国文明单位”，并拥有“全国百佳医院”“全国民族团结进步先进集体”等 30 余项国家级荣誉，是宁北蒙西地区重要的区域医疗中心。

### 1.1.2 任务由来

为了满足人民群众对健康日益增长的就医需求，提高医院总体的医疗水平，提高疑难、危症的诊断治疗能力，促进医院结构完善和当地卫生事业发展，为患者提供更为优质的服务及就医体验，医院拟将 2 号楼三层东侧原 OP10 手术室改建为 DSA 手术室及控制室、设备间，拟新增一台数字减影血管造影系统（以下简称 DSA）在 DSA 手术室内使用。该设备主要用于心血管、神经血管、外周血管介入手术治疗等。

根据《关于发布射线装置分类的公告》，本项目所使用的 1 台 DSA 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）规定，使用 II 类射线装置应当组织编制环境影响报告表。

石嘴山市第一人民医院委托长润安测科技有限公司进行石嘴山市第一人民医院新增 DSA 应用项目环境影响报告表的编制工作，委托书见附件 1。评价单位对本项目进行现场调查，同时委托有资质的监测单位对本项目所处区域开展 $\gamma$ 辐射剂量率监测，继而在查阅设计资料的基础上，结合本项目的辐射危害特征，从辐射防护的角度论证项目的可行性，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）的要求，编制完成本环境影响报告表。

建设单位在取得环评批复后，应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，重新申领辐射安全许可证。

### 1.1.3 建设内容和规模

#### （1）项目概况

建设单位将 2 号楼三层东侧原 OP10 手术室改建为 DSA 手术室和控制室，改建后的 DSA 手术室采用原有建筑墙体和新增隔断墙，另四周墙体附加 3mm 铅板做屏蔽防护；

建设单位拟新购一台数字减影血管造影系统（DSA）安装在 DSA 手术室内，DSA 设备参数为：最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。DSA 手术室东侧临空，南侧为缓冲区、污物走廊、洁净走廊，西侧为洁净走廊，北侧为控制室、设备室，DSA 手术室正上方为天台、走廊，下方为办公室、走廊、医生值班室、开水间、淋浴间、卫生间。

本项目 DSA 手术室建设项目组成见表 1-1。建设单位地理位置见图 1-1，建设单位平面布局示意图见图 1-2，本项目改建前与改建后的平面图见图 1-3 和图 1-4。

表 1-1 本项目 DSA 介入室建设项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	DSA 手术室	<p>DSA 机房净面积：63.18m<sup>2</sup>，净空尺寸为长 9.50m×宽 6.65m×吊顶高度 2.90m；</p> <p>辐射防护设计：<b>东侧</b>墙体采用原有钢材隔断墙，新增 3mm 铅板（3mmPb）做屏蔽防护； <b>南侧和西侧</b>墙体均采用原有轻体隔断墙，新增 3mm 铅板（3mmPb）做屏蔽防护； <b>北侧</b>墙体为新增钢材隔断墙，拟使用 3mm 铅板（3mmPb）做屏蔽防护；</p> <p><b>顶面</b>采取在原建筑（120mm 厚钢筋混凝土楼板）（1.4mmPb）用钢架龙骨固定 2mm 铅板（2mmPb）做屏蔽防护；</p> <p><b>地面</b>采取原建筑（120mm 厚钢筋混凝土楼板）（1.4mmPb）新增 40mm 硫酸钡砂（2mmPb）做屏蔽防护。</p> <p><b>患者进出门</b>采用 3mmPb 电动防护推拉铅门，<b>医生进出门</b>采用 3mmPb 电动平开防护铅门，<b>污物走廊防护门</b>采用 3mmPb 手动平开铅门，<b>观察窗</b>采用 3mmPb 铅玻璃观察窗。</p>	<p><b>北侧</b>墙体为新增钢材隔断墙，并在此基础上增加铅板，<b>东侧、南侧及西侧</b>墙体为原有墙体。</p>
	设备	设备型号为飞利浦医疗（苏州）有限公司的 Azurion 7 M20 型，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。	新购
辅助工程	控制室	控制室位于机房北侧，尺寸为 3.25m×6.05m	改建
	设备间	设备间位于机房北侧，尺寸为 3.25m×1.80m	改建
	洁净走廊	洁净走廊位于机房西侧，尺寸为 2.65m×20.15m	依托
	污物走廊	患者走廊位于机房南侧，尺寸为 1.6m×11.45m	依托
	更衣室（男更）	换鞋区及更衣室均位于 2 号楼西北角，刷手区位于机房	依托

	女更)、刷手区、换鞋区	西侧洁净走廊。	
公用工程	供配电系统	用电来源于市政供电, 依托医院配电。	依托
	给水系统	依托医院住院部给水管网, 供工作人员生活及医疗用水。	依托
	排水系统	依托医院污水排水管网。	依托
环保工程	辐射防护	东侧、北侧墙体采用钢材隔断墙加铅板, 西侧、南侧墙体采用轻体隔断墙加铅板进行防护, 顶棚、地面均采用混凝土等防护材料, 防护门、防护窗采取铅防护, 保证机房满足辐射防护要求。	改建
	污水处理	生活污水依托医院污水处理站处理后排至市政污水管网。	依托
	排风系统	2 号楼 3 层 DSA 手术室设置新风系统为机房进行通风换气。	改建
	固体废物	生活垃圾依托医院生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理, 医疗废物统一交由有资质单位统一处理。	依托

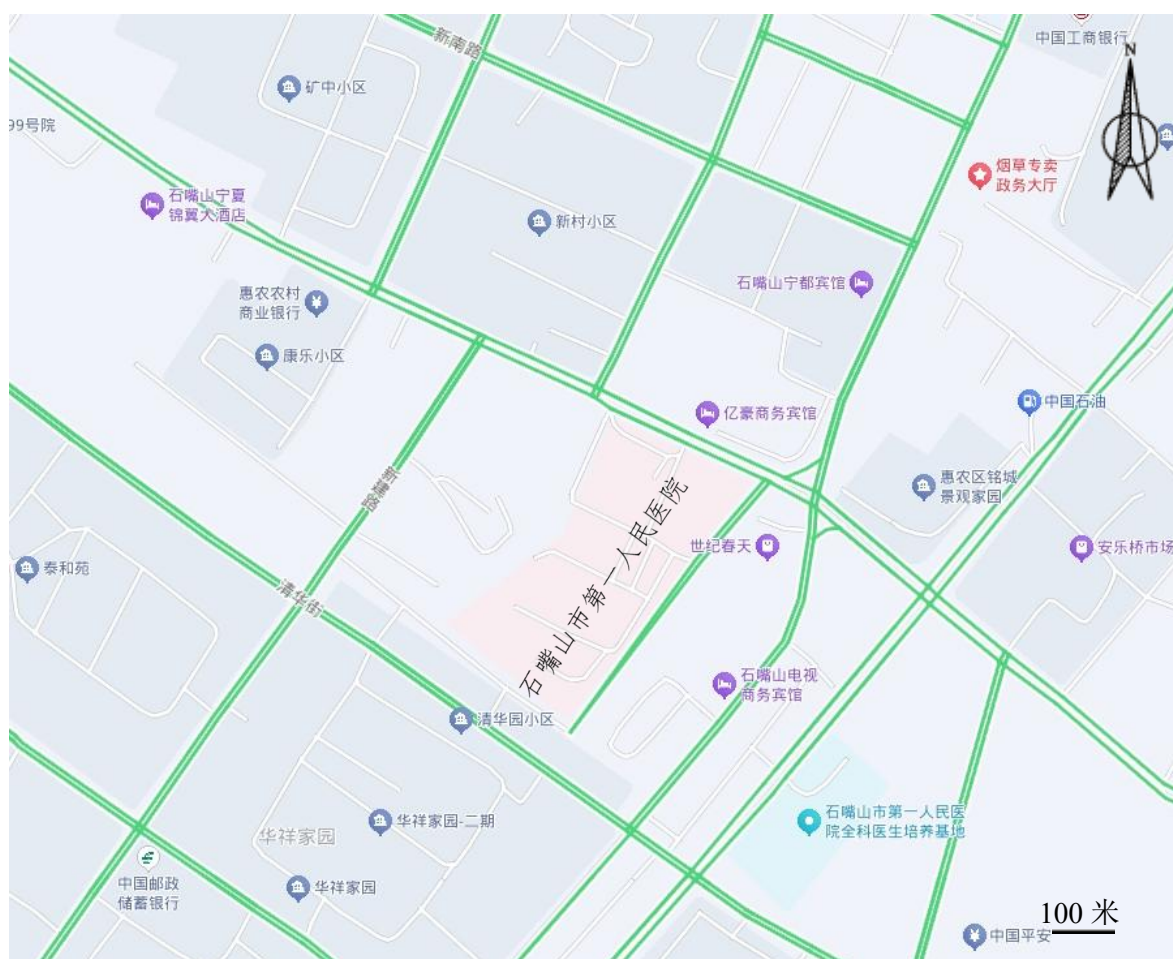


图 1-1 医院地理位置图



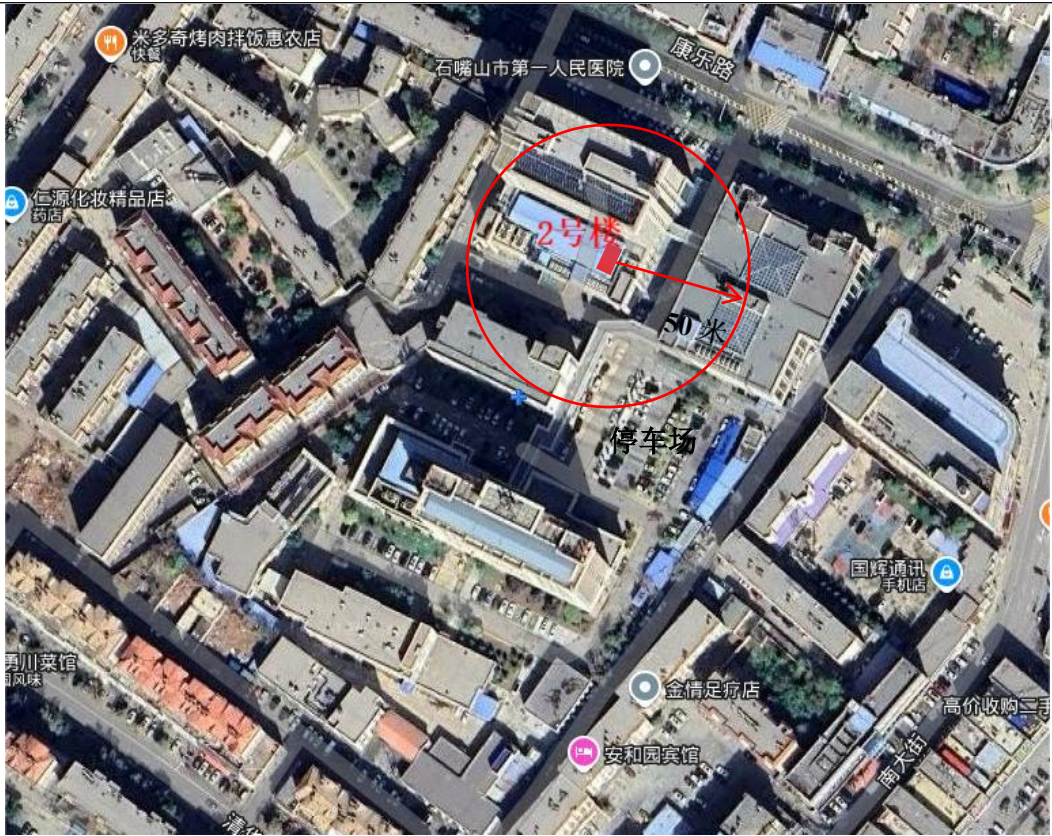


图 1-2 医院整体布局图

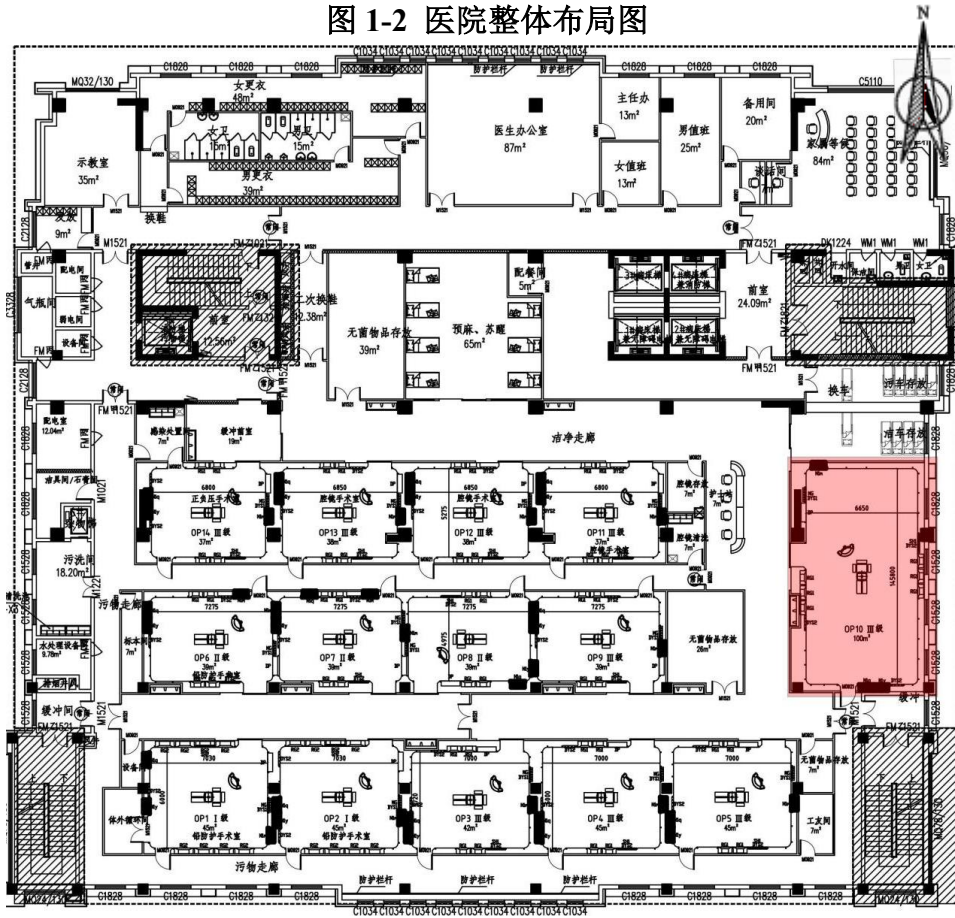


图 1-3 2号楼3层平面布局图（图中红色区域拟改建区域）

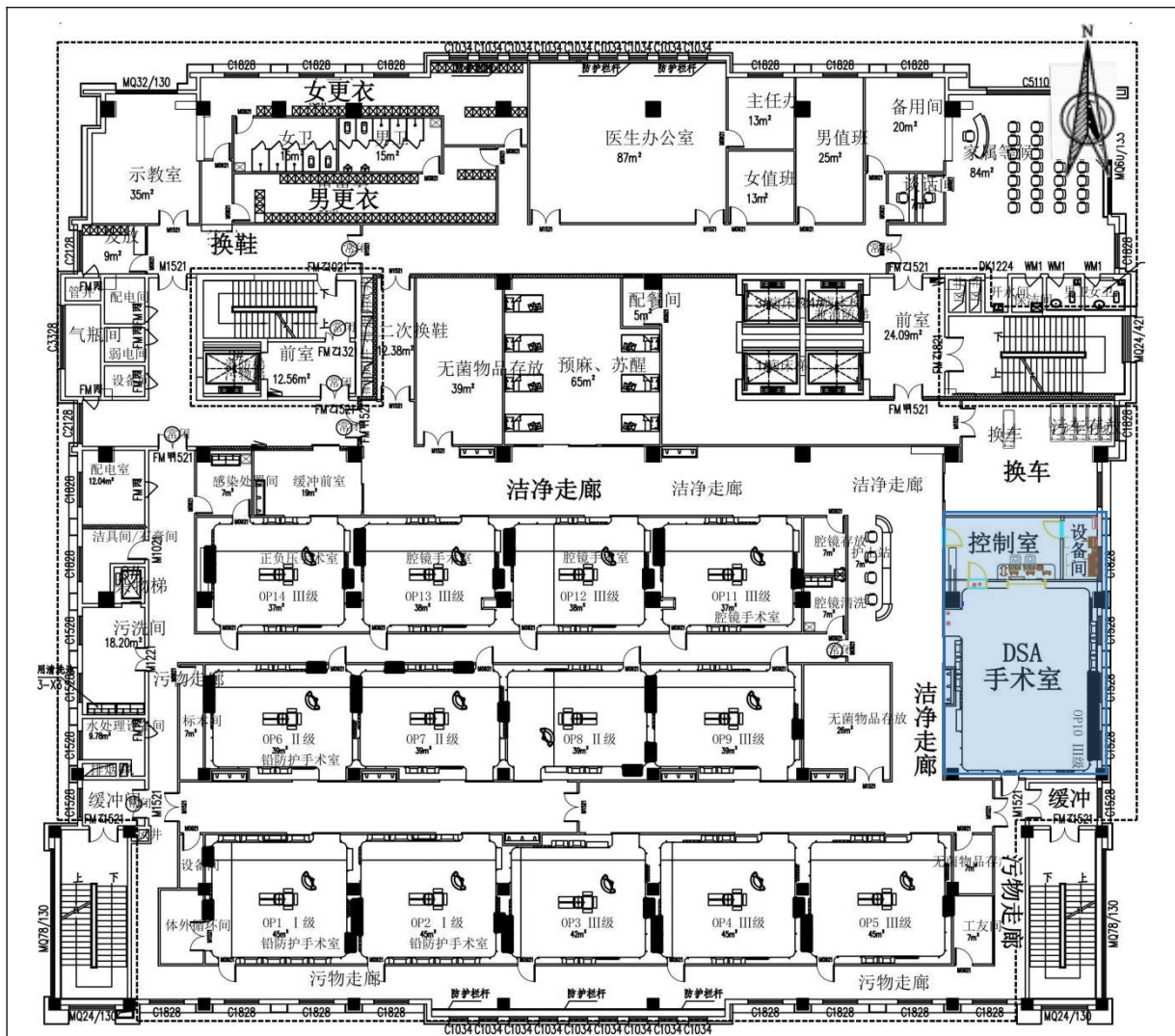


图 1-4 平面布局设计图（图中蓝色区域为改建设计方案）

(2) 设备情况

本项目涉及的医用射线装置见表 1-2。

表 1-2 本项目设备详细信息表

射线装置名称	型号	生产厂家	主要参数	类别	安装位置	用途
数字减影血管造影系统	Azurion 7 M20	飞利浦医疗（苏州）有限公司	125kV 1000mA	II类	2号楼3层 东侧 DSA 手术室	介入诊断/ 辅助治疗

(3) 劳动定员

根据建设单位提供资料，本项目为改建项目，建设单位拟为本项目配备医院原有的 7 名医师、3 名护士、2 名技师，共计 12 名工作人员作为本项目辐射工作人员。

#### (4) 工作负荷

根据医院提供资料，本项目根据现有病人门诊量及医院实际情况预估，该台 DSA 每年预计开展 1760 例手术，本项目预计各种手术使用 DSA 开展手术的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目预计各种手术使用 DSA 情况

年预计开展手术类型	预计手术量 (台)	单台手术最长累计曝光时间 (min)		年最长出束时间 (h)	
		摄影	透视	摄影	透视
冠脉造影/放置支架	1100	1	12	32.25	352
起搏器植入	50	0.5	5		
外周血管介入治疗	200	2	10		
脑血管介入治疗	400	1	10		
先心病介入治疗	10	1	5		

#### 1.1.4 评价目的

(1) 贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》及国家相关的法律、法规、规章和标准，积极推进生态环境保护行动。

(2) 对新增使用的辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众人员在该项目使用过程中可能受到辐射照射及照射的程度。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(4) 为建设单位提出辐射防护的对策和建议，同时为生态环境部门对建设项目环境管理规定的审批提供依据，为建设单位项目建设和辐射安全日常管理提供技术支撑和参考。

#### 1.2 产业政策符合性分析

本项目为核技术在医学领域的运用。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》本项目属鼓励类第十三项“医药”中第 4 条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

### 1.3 实践正当性分析

石嘴山市第一人民医院新增 DSA 应用项目对提高心血管治疗水平具有重大意义，在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益，具有明显的社会效益，但在使用过程中会产生辐射影响，通过屏蔽体屏蔽后，对辐射工作人员和公众造成的附加有效剂量低于剂量管理限值要求。

综合考虑，本项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此石嘴山市第一人民医院新增 DSA 应用项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“医疗照射正当性”的要求。

### 1.4 项目周边保护目标及场址选址

#### 1.4.1 项目位置

石嘴山市第一人民医院位于宁夏回族自治区石嘴山市惠农区康乐路 1 号，东侧和南侧为清华园小区，西侧为木器厂小区，北侧为康乐路。医院地理位置图如图 1-1 所示。

#### 1.4.2 周边环境关系

本项目 DSA 手术所在 2 号楼位于医院北侧，2 号楼地上共 11 层，2 号楼东侧为 1 号楼、南侧为医疗中心大楼，西侧为住宅，北侧为康乐路，DSA 机房 50m 范围内建筑为东侧院内道路及 1 号楼、南侧院内道路及 3 号楼、停车场，西侧在 2 号楼内，北侧停车场，DSA 机房楼下为办公室、治疗室、走廊、医生值班室、开水间、淋浴间、卫生间，楼上为天台、走廊。医院整体布局示意图见图 1-2。

#### 1.4.3 周边保护目标及选址

本项目 DSA 机房位于医院 2 号楼 3 楼东南侧，介入室平面布局图如图 1-4 所示。DSA 手术室东侧临空，南侧为缓冲区、污物走廊、洁净走廊，西侧为洁净走廊，北侧为控制室、设备室。

本项目手术室周围 50m 范围内主要为医院内部建筑、空地及道路，周围无环境制约因素，均无学校、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感目标，无环境制约因素，选址合理。本项目保护目标主要为医院内工作人员及工作场所周围 50m 范围内的流动人群。

### 1.5 医院原有核技术应用项目情况及辐射管理现状

### 1.5.1 许可的射线装置

医院原有核技术利用项目包括使用II类、III类射线装置，均已取得《辐射安全许可证》（详见附件2），发证日期为：2023年10月30日，证书编号为：宁环辐证[N0007]，许可种类为：使用II类、III类射线装置；许可证有效期至2026年04月19日，具体情况见表1-4。

表 1-4 石嘴山市第一人民医院现有射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	目前使用场所	备注
1	DSA	FD20	II类	介入治疗	4号楼1楼	已许可，宁环辐证[N0007]
2	双板 DR	Digital diagnost TH	III类	放射诊断	4号楼1楼	
3	单板 DR	Essenta DR Compact	III类	放射诊断	4号楼1楼	
4	双板多功能悬吊 DR	Multix Fusion Max	III类	放射诊断	4号楼1楼	
5	移动 DR	Mobilett Mira Max	III类	放射诊断	4号楼1楼	
6	医用遥控透视 X 光机	F108-V型	III类	放射诊断	4号楼1楼	
7	移动 X 光机	PX-2000	III类	放射诊断	4号楼1楼	
8	C 型臂 X 光机	compact L	III类	放射诊断	2号楼三层	
9	C 型臂 X 光机	Cios Select S1	III类	放射诊断	2号楼三层	
10	牙科 X 光机	RAY68(M)	III类	放射诊断	门诊3楼 X 光室	
11	骨密度仪	Discovery	III类	放射诊断	1号楼4楼	
12	口腔 CBCT	PP3-1	III类	放射诊断	门诊3楼 X 光室	
13	数字胃肠 X 光机	DRF-7A	III类	放射诊断	4号楼1楼：数字胃肠机房	
14	64 排 CT	SOMOTOM go.Top	III类	放射诊断	4号楼1楼：CT1 室	
15	16 排螺旋 CT	Brilliance 16s CT syste	III类	放射诊断	4号楼1楼：CT3 室	
16	256 排 CT	RevoLution	III类	放射诊断	4号楼1楼：CT2 室	

### 1.5.2 辐射安全管理现状

#### (1) 辐射工作人员个人剂量检测结果

辐射工作期间，放射工作人员均佩戴了个人剂量计，接受剂量监测，建立了完善的

剂量监测档案。医院委托石嘴山市疾病预防控制中心开展放射工作人员个人剂量检测工作。从医院提供的个人剂量监测结果可知（检测报告见附件4），医院辐射工作人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员年有效剂量 20mSv 基本限值要求。

### （2）辐射工作场所及外环境监测报告

医院每年委托有资质单位进行工作场所及周边环境年度监测，根据医院提供资料，石嘴山市第一人民医院每年定期委托有资质的单位对医院原有射线装置工作场所及周围环境进行了监测，同时出具了检测报告。

### （3）辐射安全管理机构及辐射制度

石嘴山市第一人民医院已根据相关法律法规要求，以正式文件成立了辐射安全防护领导小组，并明确了机构成员以及职责。医院已制定了《放射诊疗许可证管理制度》《放射防护安全管理制度》《个人剂量监测管理制度》《放射工作人员放射防护培训制度》《放射卫生档案管理制度》《放射防护检测与评价制度》《受检者放射危害告知与防护制度》《X 射线摄影系统操作规程》《医疗照射质量保证方案及监测规范》等规章制度，其中较为详细的规定了射线装置许可与申报、放射工作场所防护和设备性能检测、放射工作人员管理、放射工作人员职业健康监护、个人剂量监测管理、放射防护培训制度、个人防护用品发放的使用及管理、医院放射防护档案管理等具体要求。截至调查期间，医院未发生过辐射安全事故。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (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	数字减影血管造影系统	II	1	Azurion 7 M20	125	1000	介入诊断	2 号楼 3 层东侧 DSA 手术室	

(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 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧 (O <sub>3</sub> )	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
氮氧化物 (NO <sub>x</sub> )	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
放射性废弃物	/	/	/	无	无	无	/	/

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**

<p><b>法规 文件</b></p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，自 2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，自 2018 年 12 月 29 日修改施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，自 2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，自 2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，自 2019 年 3 月 2 日修改施行；</p> <p>(6) 《放射性废物安全管理条例》，2012 年 3 月 1 日起实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，自 2021 年 1 月 8 日修改施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，自 2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，自 2017 年 12 月 6 日施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，自 2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(11) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，2016 年 3 月 7 日发布；</p> <p>(12) 《关于发布&lt;放射性废物分类&gt;的公告》，自 2018 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，自 2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《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》，自 2020 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(15) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，自 2021 年 3 月 15 日起实施；</p> <p>(16) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，自 2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(17) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号），2019 年 9 月 20 日公布，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(18) 《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</p>
-------------------------	---

	的公告》（生态环境部公告 2019 年第 38 号），2019 年 11 月 1 日起施行。
技术标准	<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) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(7) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）。</p>
其他	<p>1.石嘴山市第一人民医院环境影响评价委托书和剂量目标管理值；</p> <p>2.石嘴山市第一人民医院提供的相关图纸；</p> <p>3.石嘴山市第一人民医院提供的其他技术资料；</p> <p>4.《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽）（李德平、潘自强主编）；</p> <p>5.《电离辐射剂量学》（李士骏编著）；</p> <p>6.设计依据：NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004；</p> <p>7.《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》(郝海鹰、刘容、王玉海著,1998.3)；</p> <p>8.《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张大薇著，1989.10）。</p>

## 表 7 保护目标和评价标准

### 7.1 评价范围

本项目使用 DSA 设备，为II类射线装置，DSA 设备开机出束时，会有 X 射线的产生，主要评价因子为 X 射线。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“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，结合本项目实际选址，确定该项目评价范围为 DSA 介入室屏蔽墙体外 50m 区域，DSA 介入室屏蔽墙体外 50m 区域环境影响评价范围图见图 7-1。



图 7-1 本项目环境影响评价范围示意图

### 7.2 保护目标

DSA 介入室实体屏蔽物边界外 50m 区域内不涉及学校等环境保护敏感点，结合本项目评价范围，确定本项目环境保护目标是从事该项目辐射工作的医务人员及辐射工作场所

周围 50m 范围内活动的公众人员。本项目环境保护目标如表 7-1 所示。

**表 7-1 DSA 手术室主要环境保护目标一览表**

保护目标	方位	场所	主要保护目标	辐射源情况描述	人口规模	年剂量约束值
职业人员	/	DSA 手术室	介入手术医护人员	机房内	2~4 人	≤5mSv
	北侧	控制室	控制室工作人员	相邻	1~6 人	
公众人员	东侧	临空	——	相邻	——	≤0.1mSv
		院内道路	医护人员、患者及患者家属等	5~12m	流动人员	
		1 号楼	医护人员、患者及患者家属等	15~50m	流动人员	
	南侧	缓冲间	医护人员、保洁人员等	相邻	流动人员	
		污物走廊	医护人员、保洁人员等	相邻	流动人员	
		洁净走廊	医护人员、保洁人员等	相邻	流动人员	
		院内道路	医护人员、患者及患者家属等	20~40m	流动人员	
		3 号楼	医护人员、患者及患者家属等	45~50m	流动人员	
		停车场	医护人员、患者及患者家属等	40~50m	流动人员	
	西侧	洁净走廊	医护人员、保洁人员等	相邻	流动人员	
		2 号楼	医护人员、患者及患者家属等	5~45m	流动人员	
		院内道路	医护人员、患者及患者家属等	45~50m	流动人员	
	北侧	设备间	医护人员、保洁人员等	相邻	流动人员	
		停车场	医护人员、患者及患者家属等	35~50m	流动人员	
	楼上	天台、走廊	医护人员、患者及患者家属等	相邻	流动人员	
	楼下	办公室、走廊、医生值班室、开水间	医护人员、患者及患者家属等	相邻	流动人员	

### 7.3 评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

#### 7.3.1 防护与安全的最优化

（以下条款 4.3.3.1 对应 GB18871-2002 中的条款号）

4.3.3.1 条款对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性

均保持在可合理达到的尽量低水平，这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

### 7.3.2 剂量限值

#### 7.3.2.1 职业照射

(以下 4.3.2.1、B1.1.1.1、B1.2.1 号条款均对应 GB18871-2002 中的条款号)

4.3.2.1 条款应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B(标准的附录)中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1.1 款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) 连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv(但不可作任何追溯性平均)；

#### 7.3.2.2 公众照射

(以下 B1.2.1 号条款对应 GB18871-2002 中的条款号)

B1.2.1 款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：

- ①年有效剂量，1mSv；
- ②特殊情况下，若 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；

根据医院委托，本评价报告表取年有效剂量限值的四分之一作为年管理剂量约束值，即工作人员年管理剂量约束值不超过 5mSv，公众年管理剂量约束值不超过 0.25mSv。

### 7.3.3.工作场所分区

(以下 6.4、6.4.1、6.4.1.1、6.4.1.2、6.4.2、6.4.2.1 条款号均对应 GB18871-2002 中的条款号)

6.4 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。

#### 6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域

定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

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

#### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：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。

## 二、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

### 7.3.4 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

（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类型的防护性能专用要求。

（2）在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

（3）X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置；

（4）介入操作中，设备控制台和机房显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

### 7.3.5 X 射线设备机房布局

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

（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。

（3）每台固定使用的 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。

（4）对改建、扩建项目及技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 要求。

**表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度**

设备类型	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 射线机 <sup>b</sup>	20	3.5
a.双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。 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。		

### 7.3.6 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

(1) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

表 7-3 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 型臂 X 射线设备机房	2	2

注：本项目 DSA 机房属于 C 型臂 X 射线设备机房

(2) 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

### 7.3.7 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平：

(以下 6.3.1 对应 GBZ 130-2020 中相应条款)

#### 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 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

(c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/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 0.25 mSv；

### 7.3.8 X 射线设备工作场所防护

(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。

(2) 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(3) 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

(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。

(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) 电动推拉门宜设置防夹装置。

(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。

(8) 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

### 7.3.9 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

(1) 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 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防护衣。

(2) 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。

(3) 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 7-4 介入机房个人防护用品和辅助防护设施配备要求

检查类型	工作人员		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
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅眼镜、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	-

综上所述，根据本项目与实际情况，制定的年管理剂量约束值不超过 5mSv，公众年管理剂量约束值不超过 0.1mSv；本项目中的 DSA 机房外周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。



## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

石嘴山市第一人民医院位于宁夏回族自治区石嘴山市惠农区康乐路 1 号，医院地理坐标为东经 106° 45' 51"，北纬 39° 13' 19"，项目地理位置见图 1-1。

医院整体布局图如图 1-2 所示。2 号楼位于医院整体布局的北部，在医院 2 号楼 3 层东侧改建 DSA 手术室。介入机房东侧为临空，南侧为洁净走廊、污物通道、缓冲区，西侧为洁净走廊，北侧为控制室、设备间。周围均为医院相关用房，道路及空地。

本项目 DSA 手术室平面布设计局图如图 1-3 所示。

### 8.2 辐射环境现状监测

#### 8.2.1 检测单位

长润安测科技有限公司

#### 8.2.2 监测因子

本项目拟改建机房及周边环境 $\gamma$ 辐射剂量率(检测报告见附件 3)

#### 8.2.3 监测时间及环境条件

监测时间：2024 年 11 月 19 日

环境条件：室外温度：3℃；室内温度：23.5℃，海拔：1100m，湿度：28.9%，天气：晴。

#### 8.2.4 监测方法

本次环境辐射剂量率监测严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的相关要求进行监测。

#### 8.2.5 监测仪器

辐射环境检测使用的仪器信息详见表 8-1。

表 8-1 本项目辐射环境检测使用的仪器基本信息

仪器名称	环境级 X- $\gamma$ 剂量率仪
型号	SCB603E
编号	CR-YQ-088
能量范围	30keV~3Mev
测量范围	0.01 $\mu$ Gy/h~3Gy/h
单位	Gy、Sv 可切换
灵敏度	$\geq 350$ cps/（1 $\mu$ Sv/h）
检定有效期	北京市计量检测科学研究院（证书编号：DD24J-CA100187）

### 8.2.6 质量控制

(1) 检测实行全过程的质量控制，严格《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

(2) 检测仪器符合《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的相关规定，并经过北京市剂量检测科学研院校准，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

(3) 现场检测人员、检测报告编制人、检测报告审核人、检测报告授权签字人均持证上岗；

(4) 合理布设检测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性。

### 8.2.7 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），结合实际情况，主要监测本项目 DSA 机房及周围的辐射环境本底值，本项目监测布点图见图 8-1~8-4。

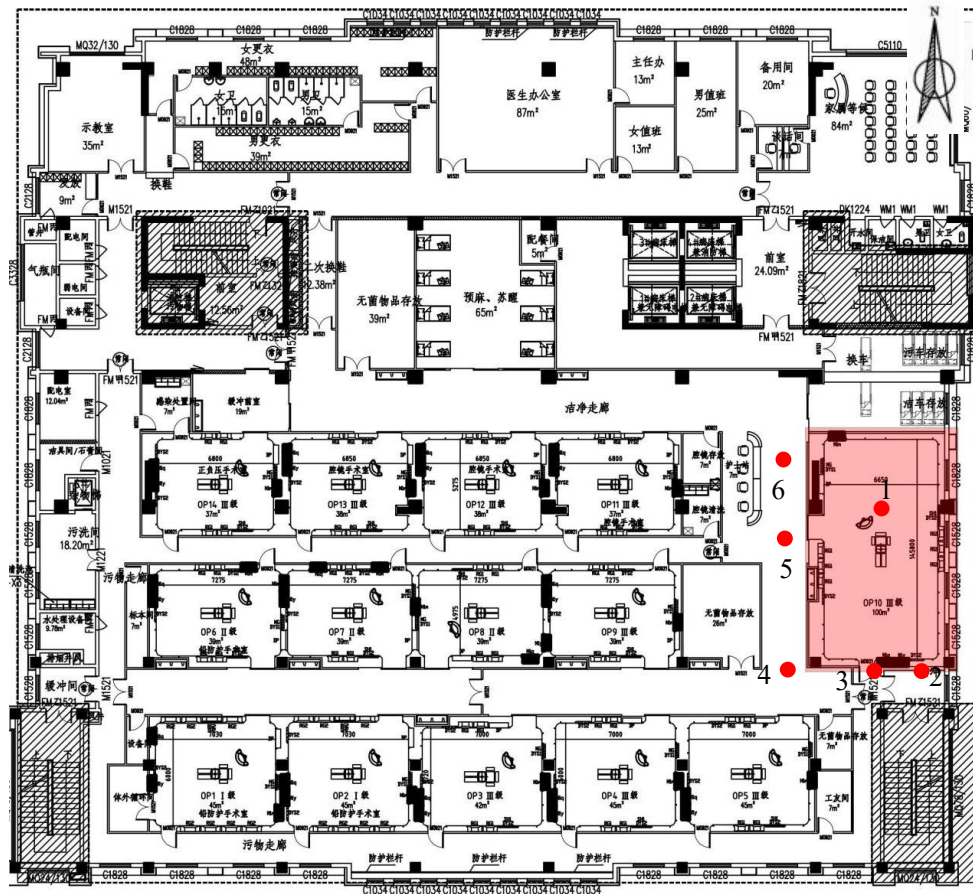


图 8-1 2 号楼 3 楼 DSA 手术室室内监测布点图

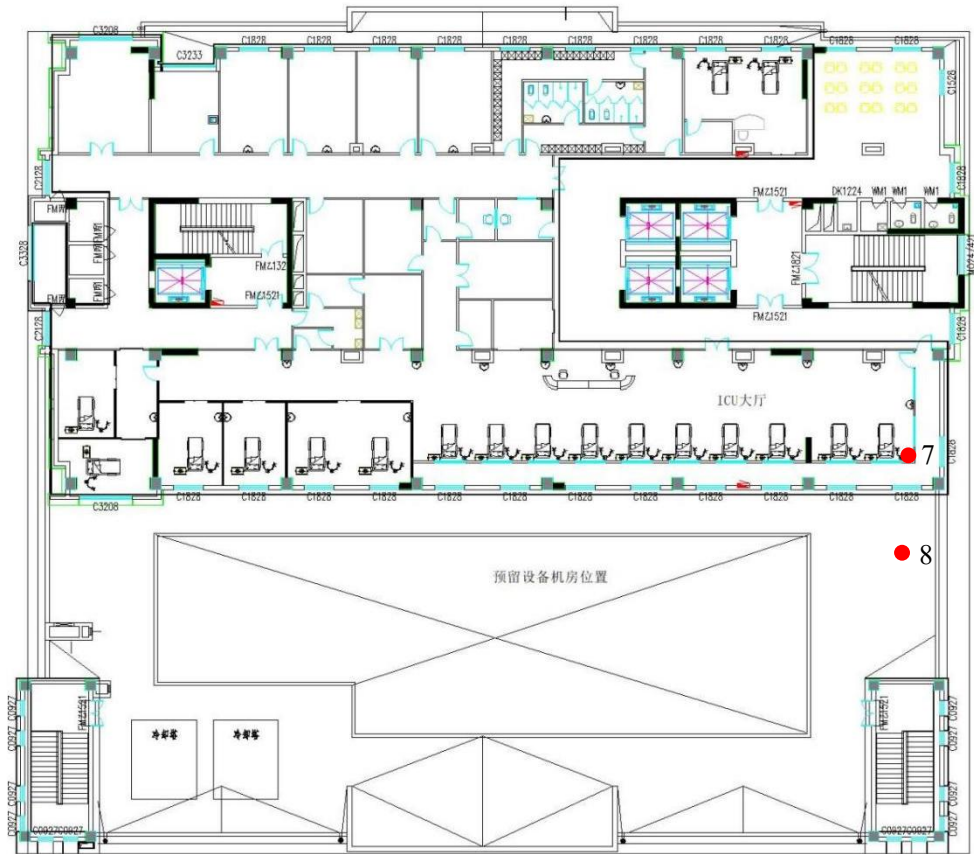


图 8-4 2 号楼 4 楼室内监测布点图 (拟改建 DSA 手术室上方)



图 8-3 2 号楼 2 楼室内监测布点图 (拟改建 DSA 手术室下方)



图 8-4 本项目 DSA 介入室室外监测布点图

### 8.2.8 监测结果

拟改建手术室及周围辐射环境本底监测结果分布见表8-1。

表8-1 拟改建手术室及周围辐射环境本底监测结果

检测点位	点位描述	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	备注
1	OP10 手术室	0.085±0.004	室内
2	缓冲间	0.102±0.016	室内
3	污物走廊	0.098±0.004	室内
4	洁净走廊	0.092±0.004	室内
5	洁净走廊①	0.092±0.006	室内
6	洁净走廊②	0.087±0.006	室内
7	4 楼走廊	0.092±0.006	室内
8	4 楼天台	0.094±0.004	室内
9	2 楼办公室	0.104±0.003	室内
10	2 楼走廊	0.098±0.003	室内

11	2楼医生值班室	0.104±0.003	室内
12	2楼开水间	0.101±0.002	室内
13	北侧停车场	0.043±0.002	室外
14	东侧院内道路	0.043±0.003	室外
15	南侧院内道路	0.044±0.002	室外
16	西侧院内道路	0.043±0.002	室外
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，以上监测结果均已扣除宇宙射线响应值。			

监测显示，项目拟改建场地室内的环境 $\gamma$ 辐射剂量为85nGy/h~104nGy/h，道路的周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率在43nGy/h~44nGy/h。对比《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年版）的内容，宁夏回族自治区银北地区原野、道路、室内等 $\gamma$ 辐射剂量率范围值分别为38.80nGy/h~80.2nGy/h、42.6nGy/h~57.2nGy/h、91.7nGy/h~135.3nGy/h，项目拟改建场地及周围环境辐射水平在本底水平范围。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备与工艺分析

### 9.1.1 DSA 工程设备与工艺分析

#### (1) 设备组成

医用血管造影 X 射线机 (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、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。

DSA 主要组成部分包括高压发生器、X 射线球管、平板探测器、电子计算机图像处理系统、操作台、干式激光相机、导管床及专用机架组成。典型 DSA 设备外观结构图如图 9-1 所示。

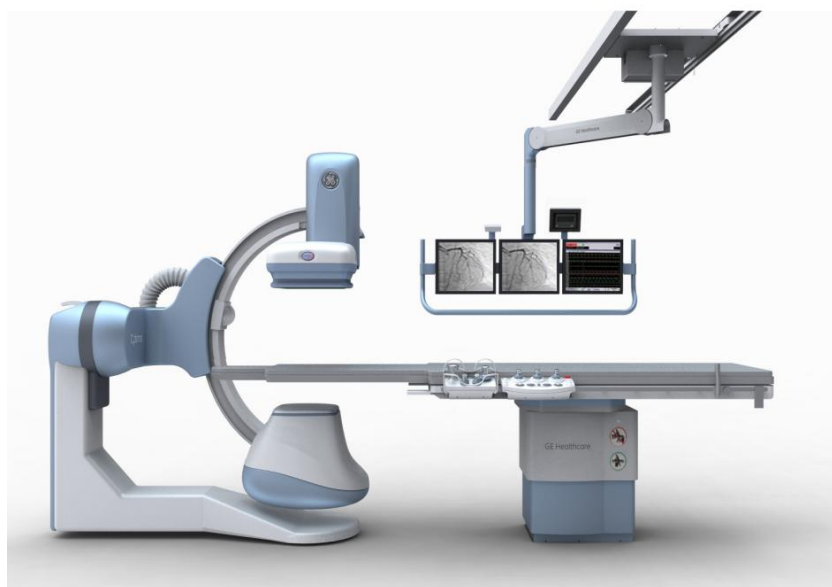


图 9-1 典型 DSA 外观结构图

#### (2) DSA 医用血管造影 X 射线机工作原理

DSA 主要采用时间减影法,利用影像增强器将透过已衰减的未造影图像的 X 线信号增强,再用高分辨率的摄像机对增强后的图像作一系列扫描,所得到的各种不同的信息经模拟/数字转换器转换成不同值的数字储存于记忆盘中,称作蒙片。然后将注入造影剂后的造影区的透视影像也转换成数字,并减去蒙片的数字,将剩余的数字经数/模转换成各种不同的灰度级,在显示器上构成图像,即成为除去了注射造影剂前透视图像上所见的骨骼和软组织影像,剩下的只是清晰地含有造影剂的纯血管影像,具有高精密度和灵敏度。

其结构设计工作原理图见图 9-2，工作示意图见图 9-3。

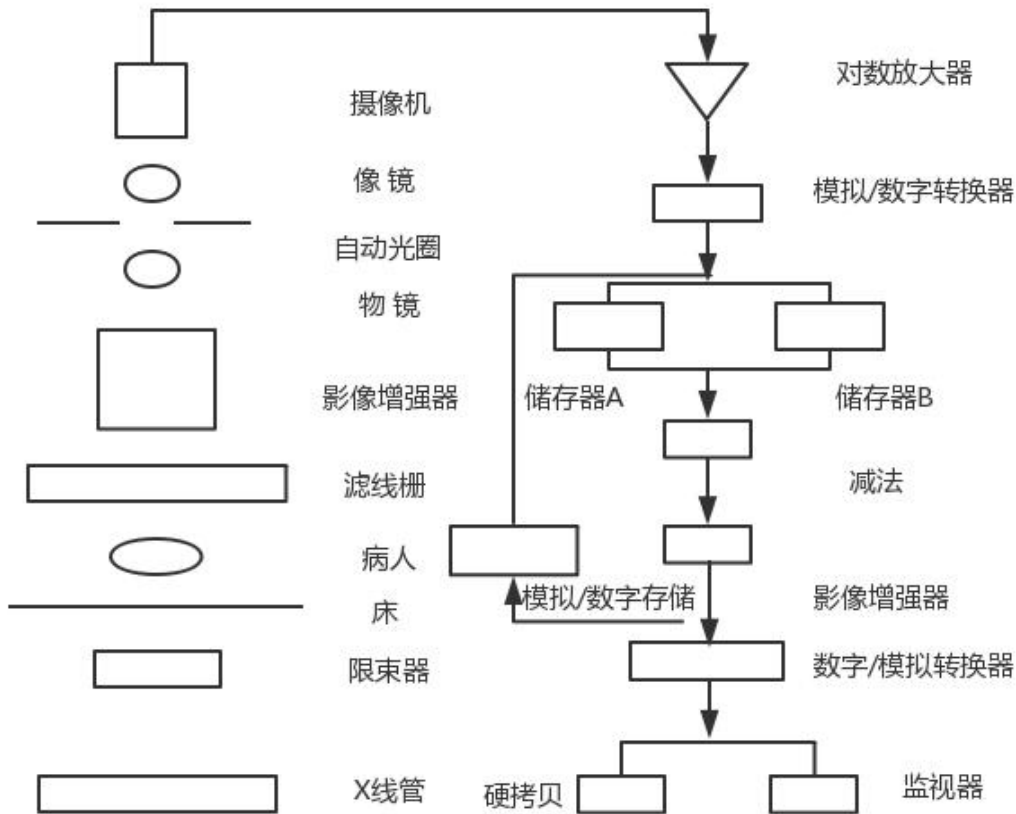


图9-2 DSA结构原理图

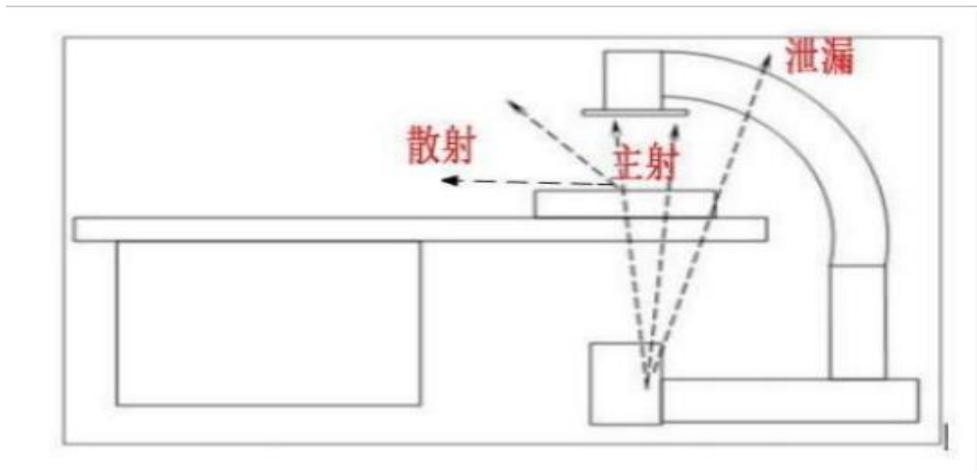


图9-3 DSA工作示意图

(3) 操作流程

①接诊病人后，向病人告知可能受到的辐射危害；②病人准备完毕进入机房摆位、固定，然后进入机房内对病人进行局部消毒处理和局部防护处理；③医生退出机房，通过控



制室操作台对病人进行拍片；④医生穿着防护服进入曝光室，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；⑤配合射线装置透视推送导管，并将导管送入指定位置；⑥完成后进行导管加压，将造影剂注入病人体内；⑦完成造影剂注入后，医生退出机房，通过控制室操作台对病人进行拍片，并进行减影处理后，得到最终病人的高清血管影像资料；⑧完成减影后，医生再次进入机房内并配合射线装置透视对病人病灶部位进行相应介入手术。

本项目 DSA 进行出束曝光时分为两种情况：

a) 摄影：操作人员一般采取隔室操作的方式（即操作技师或医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

b) 透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室介入导管室操作。

DSA 操作流程如图 9-4 所示。

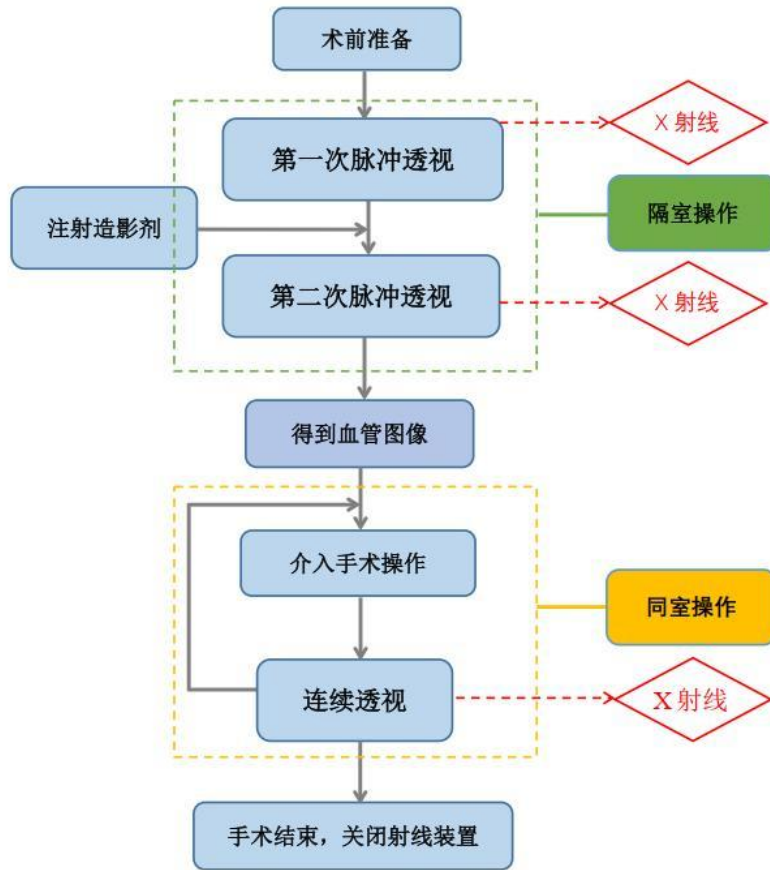


图 9-4 DSA 操作流程

#### (4) 本项目 DSA 服务范围

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 主要用于进行心内科、神经内科和神经外科介入手术，主要用于手术期间提供患者的透视和点片图像，每台手术 DSA 的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同，年预计最大手术量 1760 台，透视模式下年最大出束时间 352h，摄影模式下年最大出束时间 32.25h。

#### (5) 污染因子

使用 DSA 手术时，注入的造影剂不含放射性，DSA 采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片，介入手术中会产生一些医疗废物。DSA 进行摄影、透视时，高压发生器将高电压加在 X 射线管的两极之间，高速运动的电子撞击物质而突然受阻时产生 X 射线。X 射线使空气电离产生臭氧和氮氧化物。DSA 诊治流程及产污环节见图 9-5。

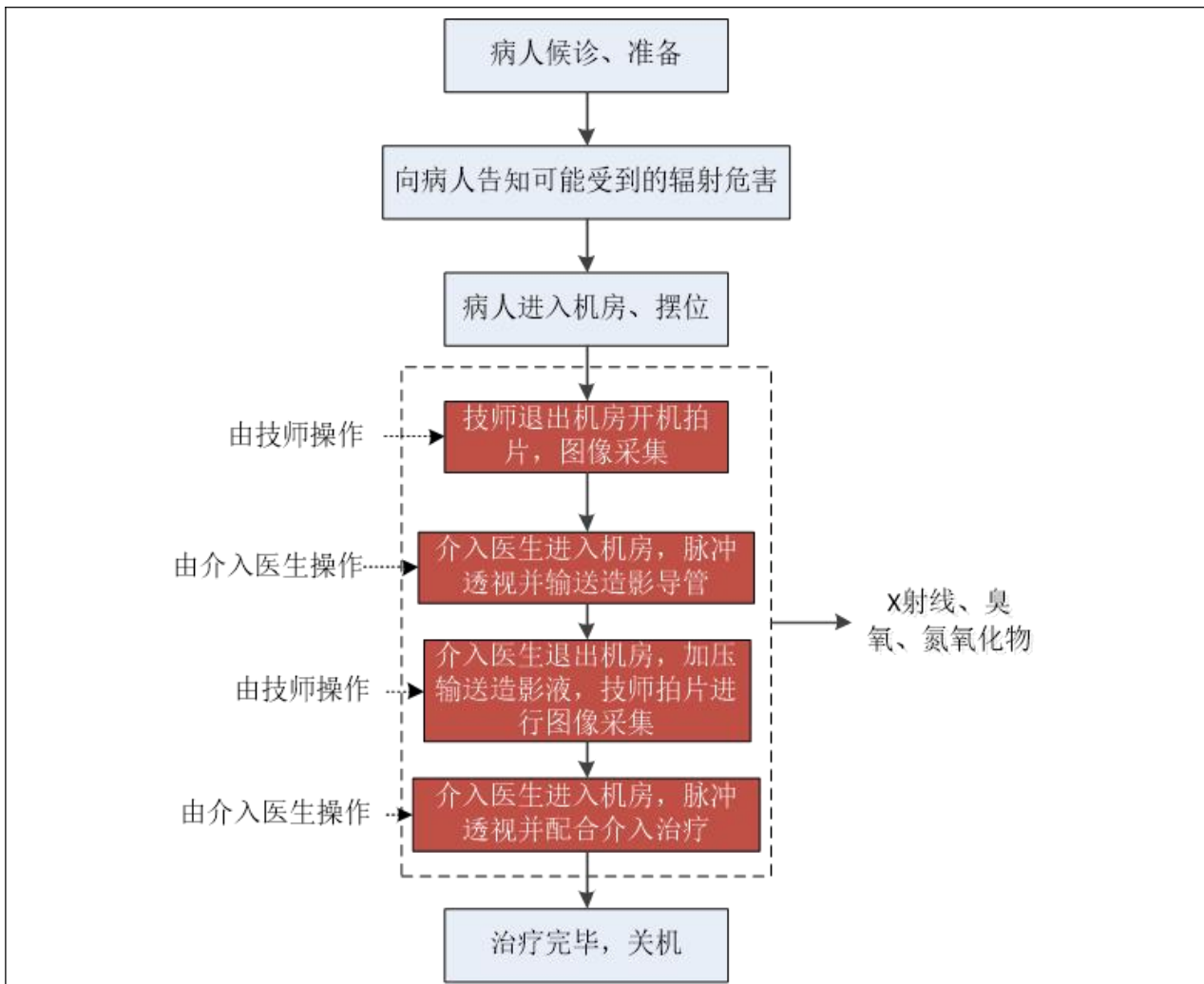


图 9-5 DSA 流程及产污环节示意图

(6) 人流、物流路径



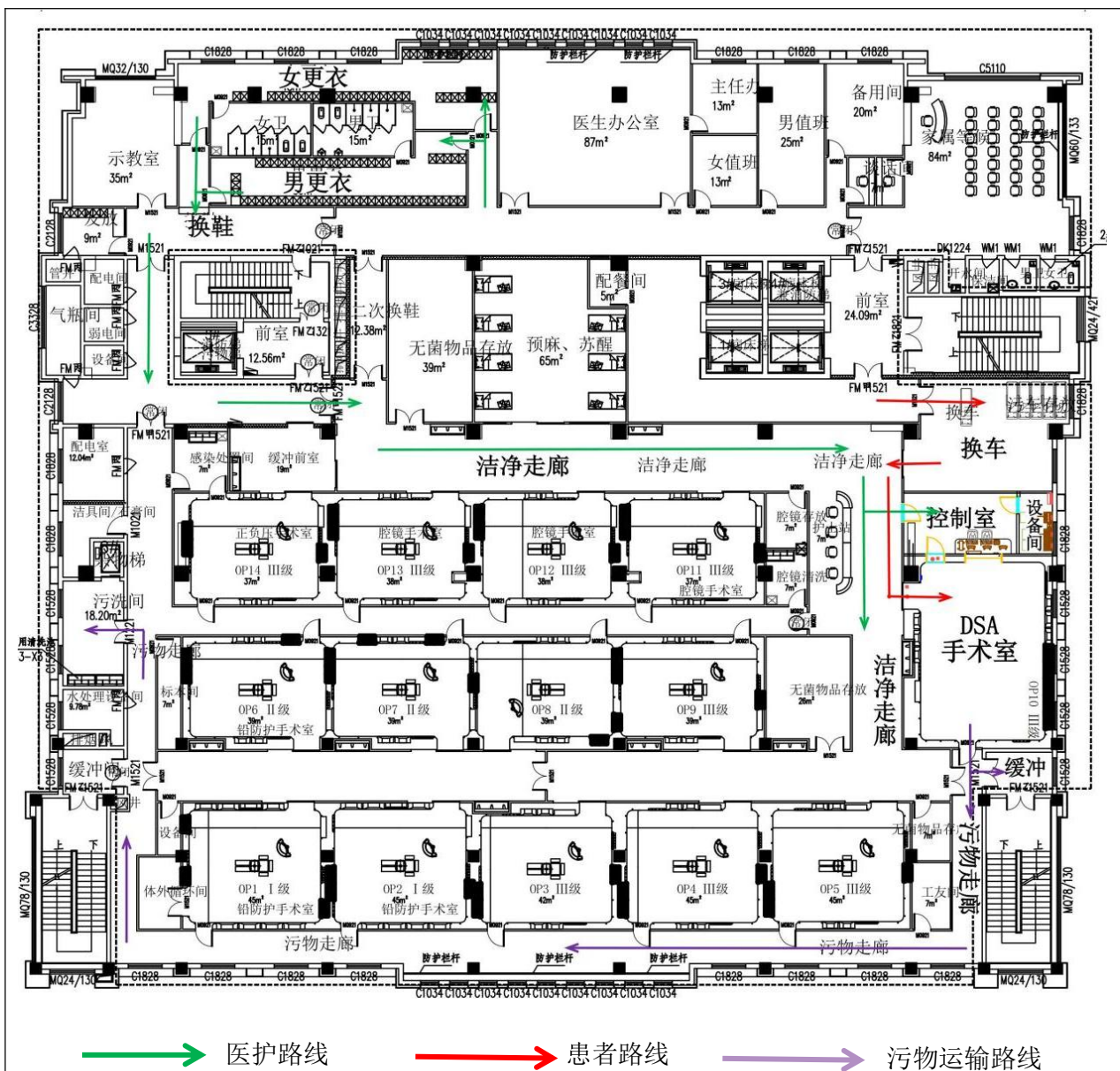


图 9-6 本项目人流路径图

本项目 DSA 机房位于 2 号楼 3 楼东侧，病人家属不得进入，病人家属在家属等候区，仅病人可进入 DSA 机房。

患者路线：患者由电梯厅到达 3 层，通过换车区，洁净走廊、再经受检者铅门进入手术室，拟在手术室内放置防护用品，根据手术需求，由医护为其穿戴好防护用品后进行手术。

医护人员：医护人员在北侧更衣室进行更衣后，进入换鞋间，然后进入洁净走廊，之后进入控制室，穿戴防护用品后在刷手区刷手，然后进入 DSA 手术室进行手术；

污物：单次手术结束后，医疗废物经手术室南侧污物门运出，运入污洗间打包处理后

从南侧出口离开，送出至医疗废物指定收集站，由专门的公司再统一进行处理。

综上，本项目 DSA 进出机房为人员与污物分别设置独立通道，且机房患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 施工期工艺流程简述

本项目在施工过程中伴有施工噪声、装修垃圾、施工废水和建筑粉尘产生。本项目工程量小，施工安装时间短，施工单位合理安排好施工时间，能够满足施工场界噪声规定限制要求；施工所产生的少量生活废水和施工废水经本院污水处理站处理后排入管网；在建设施工中采取低噪声工具及湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；建设施工所产生的少量建筑废渣以及设备安装产生的包装废物送院方指定的建筑垃圾储存场，定时定点清运。

### 9.2.2 运行阶段污染源项

本次项目数字平板减影血管造影机（DSA）属于 X 射线发射装置，属于使用 X 射线进行放射诊断的设备，X 射线伴随着机器的开、关而产生和消失。其在使用过程中主要污染因子是对放射性工作人员及公众造成外照射的 X 射线，其次本项目运行过程中会因 X 射线与空气发生电离作用产生少量臭氧及氮氧化物废气，另外在介入诊疗过程中会产生少量的医疗废物和医疗废水。本项目使用过程中不产生放射性的废气、放射性废水以及放射性固体废弃物。

#### （一）正常情况下的污染途径

##### 1. 电离辐射

射线装置运行时，在放射工作人员按照规范操作的条件下，放射工作人员、受检者和公众可能受到射线装置运行时产生包括有用射线、散射线和漏射线等 X 射线的外照射。X 射线照射到生物机体时，可使生物细胞受到抑制、破坏甚至坏死，致使机体发生不同程度的生理、病理和生化等方面的改变。介入手术需要在 DSA 设备引导下操作，手术室内的医护人员会暴露于 X 射线有用线束、散射线的环境中，需要穿戴相应的防护用品（如铅围裙、铅帽、铅颈套、铅眼镜、铅橡胶手套等）或借助辅助防护设施（铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等）以减少辐照引起的剂量。同时，穿透屏蔽体的 X

射线会对操作人员和机房周围留居人员造成一定的辐照危害。

## 2. 废气

X 射线装置在出束过程中会与空气产生电离作用，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧和氮氧化物。由于 DSA 产生的 X 线输出功率低，剂量小，光子能量低，每次曝光时间短，因此，臭氧和氮氧化物产生量极少，根据《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海编著）及《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张大薇编著）资料显示，医院射线装置工作场所在开机状态下产生臭氧浓度范围为 0.010~0.137mg/m<sup>3</sup>、氮氧化物浓度范围为 0.010~0.103mg/m<sup>3</sup>。通过采取机械通风、保证换气次数的方式，经过稀释后氮氧化物排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表 2 新污染源无组织排放单位周界最大浓度 0.12mg/m<sup>3</sup> 限值要求，同时氮氧化物无组织排放最大落地浓度能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（氮氧化物二级标准小时浓度值为 0.25mg/m<sup>3</sup>）限值要求。臭氧无组织排放最大落地浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（臭氧二级标准小时浓度值为 0.20mg/m<sup>3</sup>），有害气体能够达标排放同时能够保证环境空气质量达标。

## 3. 废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。经过本院污水预处理设施消毒处理后排入市政管网。

## 4. 固体废物

本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片。介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，每台手术约产生 0.5kg 医疗废物，每年约进行 1000 台介入手术，医疗废物年产生量为 500kg/a。工作人员产生少量的生活垃圾。

### （二）事故情况下的污染途径

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- （1）曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。
- （2）曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。
- （3）曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。

- (4) 因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。
- (5) 同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。
- (6) 因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- (7) 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。
- (8) 紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。

本项目射线装置在异常或事故状态下的辐射源项与正常运行时是一样的，即中、低能 X 射线，但在异常或事故状态下对人员的伤害可能会超过正常运行状态。

### 9.3 “三废”组成

#### (1) 固体废物

本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，打印出来的胶片由病人带走。本项目不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片，设备维修更换的废旧 X 射线管，由设备厂家回收处置。

本项目介入手术产生的少量医疗废物，集中收集暂存于危废暂存间内，由建设单位委托资质单位处置。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

#### (2) 废水

本项目无洗片废水、废定（显）影液产生，工作人员办公及生活产生少量生活污水，病人诊疗过程中产生少量医疗废水。

#### (3) 废气

医院射线装置工作场所在开机状态下产生少量的臭氧及氮氧化物，臭氧浓度范围为 0.010~0.137mg/m<sup>3</sup>、氮氧化物浓度范围为 0.010~0.103mg/m<sup>3</sup>。

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

本项目 DSA 拟安装至改建后 DSA 手术室内使用，改建后 DSA 手术室平面布局图详见图 10-1，周围情况详见表 10-1。

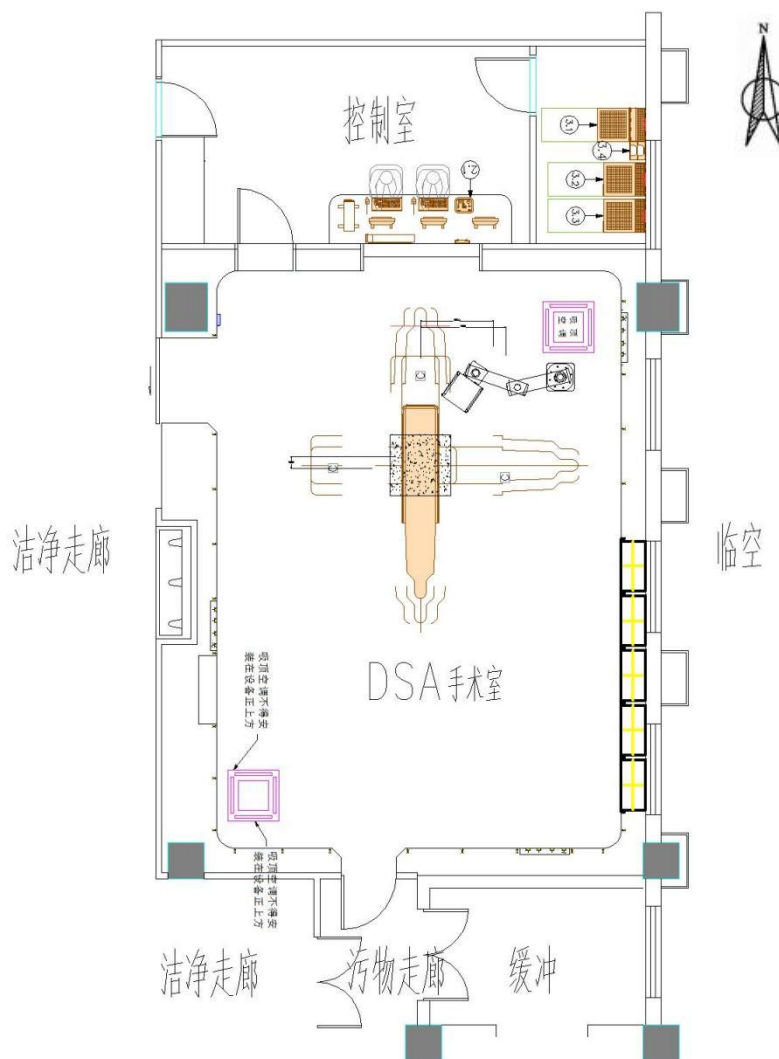


图 10-1 DSA 手术室平面布局图

表10-1 本项目手术室周围情况表

序号	机房名称	北侧	西侧	南侧	东侧	楼上	楼下
1	DSA 手术室	控制室、设备室	洁净走廊	缓冲区、污物走廊、洁净走廊	临空	天台、走廊	办公室、走廊、医生值班室、开水间、淋浴间

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 X 射线设备机房布局的要求，



结合本项目的的设计情况，本项目布局评价见表 10-2。

**表 10-2 本项目放射诊疗工作场所布局评价表**

序号	标准要求			本项目设计情况		评价
1	应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位			本项 DSA 手术室的门、窗和管线口位置设置合理，DSA 有用线束可以朝上、下、南、北方向进行照射，未直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。		设计可行
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。			本项目 X 射线机房充分考虑邻室及周围场所的人员防护与安全，无妇产科、儿科等敏感人员。		设计可行
3	每台固定使用的 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。			本项目拟配置的 X 射线设备设有独立手术室，满足设备的布局要求。		设计可行
4	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。			本项目 X 射线机房设有观察窗，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。		设计可行
5	机房名称	最小单边长度要求	最小使用面积要求	设计最小单边长度	设计最小使用面积	设计可行
	DSA 手术室	3.5m	20m <sup>2</sup>	6.65m	63.18m <sup>2</sup>	

综上，本项目 DSA 使用地点固定，避开了人群相对集中的区域，所处位置相对独立。同时，在对病人进行诊疗时，人员通道和污物通道独立设置，有利于病人流通，候诊患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。同时，DSA 机房采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的。从辐射安全的角度考虑，本项目辐射工作场所产生的电离辐射经屏蔽后，对周围辐射环境影响是可接受的，平面布置合理。

### 10.1.2 工作场所分区

根据（GB18871-2002）第 6.4 条，放射性工作场所一般应分为控制区和监督区。本项目介入室进行了工作场所分区设计，具体分区设计见表 10-3 及图 10-2 所示。

**表 10-3 工作场所分区设计表**

序号	场所	控制区	监督区
----	----	-----	-----

1	DSA 手术室	DSA 手术室内	改建DSA手术室周围控制室、设备间、洁净走廊、缓冲区、污物走廊、天台、走廊、办公室、医生值班室、开水间、淋浴间、卫生间等。
---	---------	----------	---

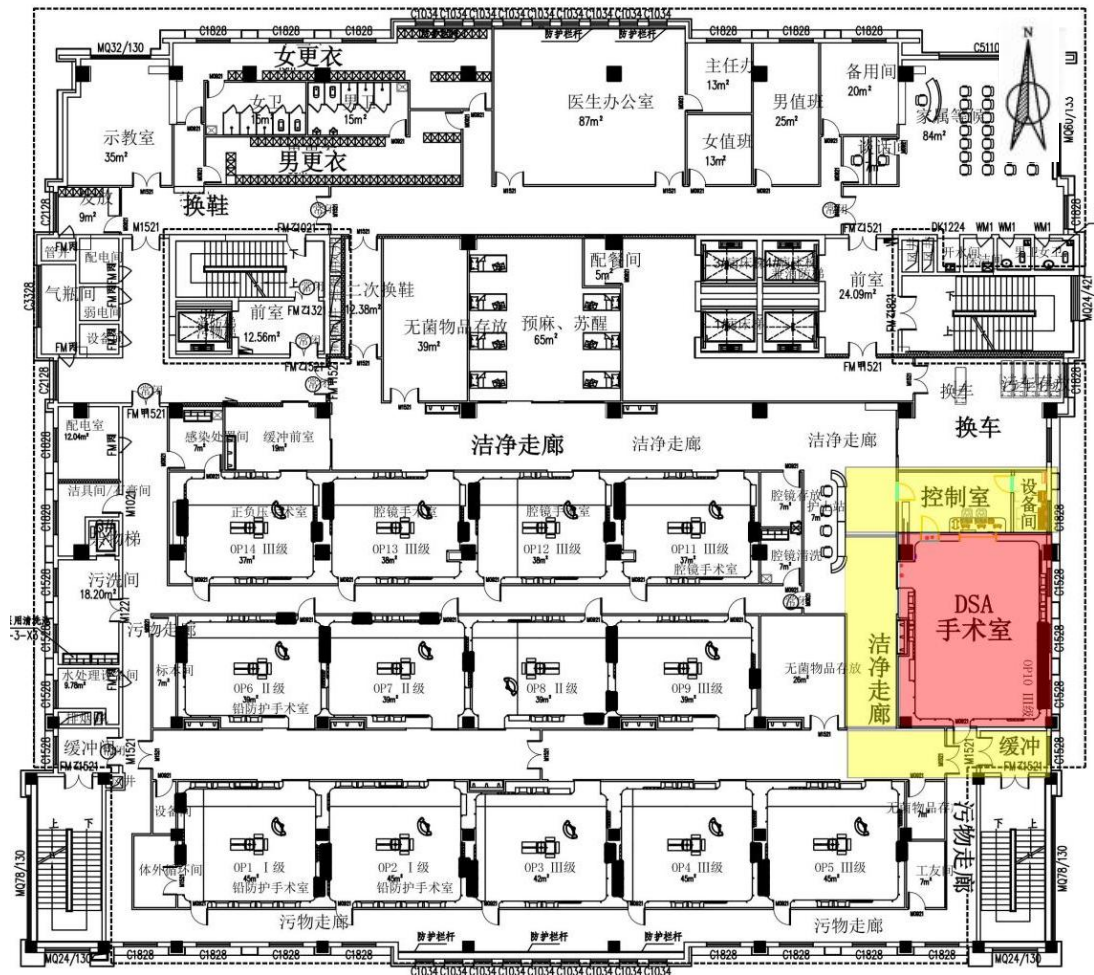


图 10-2 机房分区设计图（红色为控制区，黄色为监督区）

根据《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电离辐射警告标志如图 10-3 所示，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（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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。

本项目中，建设单位拟将 DSA 机房划分为控制区，与之相邻的控制室、设备室、洁净走廊、缓冲区、污物走廊、楼上天台和走廊、楼下办公室、治疗室、医生值班室、开水间等划分为监督区，本项目控制区与监督区划分合理。



图 10-3 电离辐射警告标志

### 10.1.3 辐射防护措施

本项目 DSA 机房设计的屏蔽参数见表 10-4。

表 10-4 本项目拟建介入室辐射屏蔽设计方案

机房	防护部位	建设单位设计情况
DSA 手术室	东侧	墙体采用钢材隔断墙+新增 3mm 铅板 (3mmPb) 做屏蔽防护
	北侧	墙体采用新增钢材隔断墙+新增 3mm 铅板 (3mmPb) 做屏蔽
	南侧及西侧	墙体防护均采用轻体隔断墙+新增 3mm 铅板 (3mmPb) 做屏蔽
	室顶	采取在原建筑 (120mm 厚钢筋混凝土楼板) 用钢架龙骨固定 2mmPb 当量铅板做屏蔽防护
	地面	采取原建筑 (120mm 厚钢筋混凝土楼板) +40mm 硫酸钡砂 (2.0mmPb) 做屏蔽防护
	观察窗	3mmPb 铅玻璃
	工作人员防护门	3mmPb 手动平开铅防护门
	污物通道防护门	3mmPb 手动平开铅防护门
	患者出入门	3mmPb 电动推拉铅防护门

①对给定的铅厚度，可根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中附录 C

的式 C.1（本报告式 10-1）计算得到屏蔽透射因子 B:

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\lambda}} \quad (\text{式 10-1})$$

式中:

B: 给定铅厚度的屏蔽透射因子;

$\beta$ : 铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;

$\alpha$ : 铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;

$\gamma$ : 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。

②在相同透射因子B的情况下，其相当于其他屏蔽材质的厚度核算按以下公式核算:

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left[ \frac{B^{-\gamma} - \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] \quad (\text{式 10-2})$$

式中:

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度;

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子;

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ——不同屏蔽材质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数

③根据DSA工作原理及工作方式可知，DSA的主束方向由下朝上照射，故顶棚考虑有用线束的影响，四面墙体考虑90°非有用线束的影响。本项目DSA最大电压为125kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表C.2混凝土拟合参数，对墙体进行进行核算。

#### ④核算结果

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备最大参数，其机房屏蔽体的铅当量核算结果见表10-5。

**表 10-5 DSA 机房屏蔽核算厚度与 GBZ130-2020 要求对比表**

机房	防护部位	建设单位设计情况	折合铅当量	标准要求	评价
----	------	----------	-------	------	----

改建 DSA 介入室 (125kV)	东侧	钢材隔断墙+3mm 铅板		3.0	≥2.0mmPb	符合标准
	北侧	钢材隔断墙+3mm 铅板		3.0	≥2.0mmPb	符合标准
	西侧	钢材隔断墙+3mm 铅板		3.0	≥2.0mmPb	符合标准
	南侧	钢材隔断墙+3mm 铅板		3.0	≥2.0mmPb	符合标准
	室顶	120mm 混凝土+2mm 铅板		3.4	≥2.0mmPb	符合标准
	地面	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡砂		3.4	≥2.0mmPb	符合标准
	观察窗	3mmPb 铅玻璃		3.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	工作人员防护门	3mmPb 手动平开铅防护门		3.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	受检者防护门	3mmPb 电动推拉铅防护门		3.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
	污物走廊防护门	3mmPb 手动平开铅防护门		3.0mmPb	≥2.0mmPb	符合标准
拟合参数	125kV 有用线束	铅	$\alpha$ : 2.219	$\beta$ : 7.923	$\gamma$ : 0.5386	
		混凝土	$\alpha$ : 0.03502	$\beta$ : 0.07113	$\gamma$ : 0.6974	
	125kV 非有用线束	铅	$\alpha$ : 2.233	$\beta$ : 7.888	$\gamma$ : 0.7295	
		混凝土	$\alpha$ : 0.003510	$\beta$ : 0.06600	$\gamma$ : 0.7832	
注：1.根据《辐射防护手册 第三分册》中表 3.3 及表 3.4 中数据可知，125kV（有用射束）120mm 混凝土约折合铅当量 1.52mmPb。 2.铅密度不小于 11.34 t/m <sup>3</sup> ，混凝土的密度不小于 2.35t/m <sup>3</sup> ，硫酸钡砂密度不小于 3.2 t/m <sup>3</sup> ，隔断墙不考虑其屏蔽效果。						

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.2 可知，标准中规定了 X 射线装置机房的屏蔽防护应不低于标准中表 3 的要求，即本项目 DSA 手术室屏蔽能力不得低于 2.0mmPb 当量。根据上表核算和对比分析，本项目 DSA 手术室墙体的屏蔽能力均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中第 6.2 条的要求。

#### 10.1.4 辐射安全和防护措施

##### （1）设备固有安全防护设施

本项目 DSA 装置自身拟采取多种固有安全防护措施：

①本项目 DSA 设有可调限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少泄漏辐射。透视曝光开关为常断式开关，并配备透视限时装置。DSA 具备工作人员在不变换操作位置情况下成功切换透视和采集功能的控制键。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或平板探测器的窗口处设置合适铝过滤板，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 DSA 不同应用时

可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。平板探测器前面可酌情配置各种规格的滤线栅，减少散射影响。

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，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。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配备辅助防护设施：设备采购时配辅助防护设施，包括铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏，铅当量为 0.5mmPb。

⑥应急开关：DSA 设备操作台及治疗床上设置了急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。

## （2）观察及对讲装置

DSA 介入室与控制室操作台之间安装了 3mmPb 铅玻璃观察窗，便于医护人员观察患者和受检者状态及防护门开闭情况；DSA 介入室与控制室之间设置双向对讲装置，便于医护人员与患者交流。

## （3）闭门、防夹装置

本项目 DSA 机房设置 3 扇防护门，患者进出防护门设计为电动推拉式门，污物通道门为手动平开门，工作人员防护门为手动平开门。平开式防护门设计安装了自动闭门装置，电动推拉式防护门设置红外光幕防夹人装置，并设置曝光时相应的管理措施。本项目污物通道门应设置单向开关门措施，仅允许从机房内部打开防护门，且钥匙由专人负责保管，防止手术期间无关人员从外部误开防护门。

## （4）警示标识

本项目 DSA 机房患者进出防护门、医护人员进出防护门、污物防护门外醒目位置设置电离辐射警告标志；并在患者进出防护门上方安装醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在介入手术室周边走廊设置电离辐射危害告知等提示信息。本项目设置的警示标志样例如图 10-3 所示。

## （5）联锁系统

本项目手术室拟在患者进出口防护铅门上设置门灯联锁系统，防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上拟设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。

#### (6) 穿墙管线进出口防护

DSA 机房穿墙管线室内部分以地沟形式在地坪以下布设，电缆沟宽 300mm，深 200mm，上面覆盖钢板，穿过墙体后采用斜穿方式进入机房，上面覆盖 2mm 铅板做补充防护，不影响墙体的屏蔽防护效果。

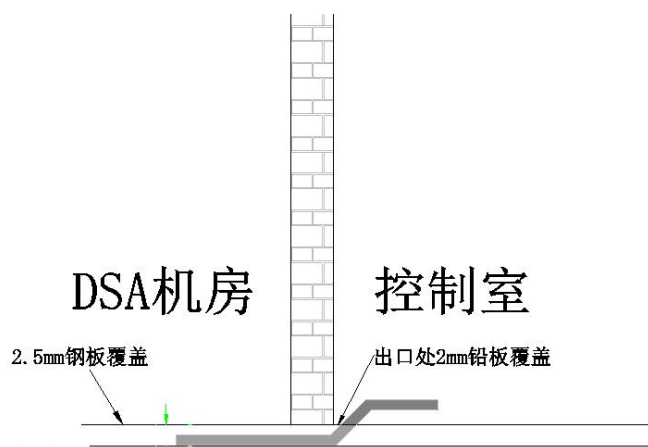


图 10-4 电缆穿墙示意图

采取上述措施后，机房管线穿墙方案对机房墙体屏蔽防护能力削弱甚微，但在施工中应采用先进的施工工艺保证施工质量，并在今后的运行中长期监测关注穿墙管线等薄弱处的辐射剂量。

#### (7) 通风

本项目手术室及辅区采用新风系统，新风由走廊大楼新风干管引入，机房内设计排风管道，机房排风管道与辅区排风管道经东侧排风井排至大楼顶部，顶部排风口设置铅防护补偿，机房内排风量为 2000m<sup>3</sup>/h，介入工作区换气可达 6 次/h，机房内可以保持良好的通风。

(8) 个人剂量监测：医院已制定监测计划，按照要求，为每位放射工作人员申请了个人剂量计，介入医生和护士每人两枚（铅衣内和铅衣外各 1 枚），操作技师每人 1 枚，在工作期间必须佩戴。医院定期将个人剂量计送有资质的单位进行检测，检测结果存入个人剂量监测档案，外聘专家剂量计由医院单独配备。

(9) 人员培训：本项目已制定《辐射工作人员培训制度》，规定辐射工作人员必须接受辐射安全与防护培训，通过辐射安全与防护考核，取得相应的培训合格证书，持证上岗。在培训合格证书届满前应及时学习、参加考核，确保持证上岗。

(10) 监测设备：本项目计划配备 1 台辐射巡测仪，定期对辐射场所周围环境进行监测。

#### 10.1.4.1 个人防护用品及辅助防护设施

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目应按照拟按照表 10-6 配备防护用品和辅助防护设施。

**表 10-6 手术室防护用品及辅助防护设施配备一览表**

机房	工作人员		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
改建 DSA 手术室	介入防护服、铅橡胶颈套、铅防护眼镜（ $\geq 0.5\text{mmPb}$ ） 介入防护手套（ $\geq 0.025\text{mmPb}$ ） 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏（ $\geq 0.5\text{mmPb}$ ） 选配：移动铅防护屏风 $\geq 2\text{mmPb}$	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套（ $\geq 0.5\text{mmPb}$ ） 选配：铅橡胶帽子	—
	数量满足手术人员需求，至少 4 套	至少 1 套	成人儿童各 1 套	

注：1.防护用品应向专业厂家购买，标签上应注明生产厂家、规格型号、衰减当量、生产日期等信息；

2.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；

3.考虑到防护用品在洁净手术室使用，应定期消毒，降低感染风险。

## 10.2 三废治理

### ① 废气

本项目 DSA 机房设置新风空调系统，产生的臭氧及氮氧化物通过排风口引至室外排放。

### ② 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活污水进入医院污水管网，经医院污水处理设施处理后排入市政管网，进入城市污水处理厂处理。

### ③ 固体废物

放射性固废：本项目 DSA 不产生放射性固废。



非放射性固废：本项目固体废物主要为辐射工作人员和患者产生的生活垃圾，以及介入手术过程中的医疗废物，生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运，医疗废物交有资质的单位处理。

**表 11 环境影响分析**

### **11.1 建设阶段对环境的影响**

本项目在建设和安装阶段无辐射产生，对周围环境没有辐射影响。

本次评价项目涉及到对新墙体的彻筑、建筑装饰、设备安装等，在项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目建设期主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物和扬尘。

#### **1.声环境影响分析**

该评价项目施工期的噪声主要来自场地土建施工、相关设施的安装调试等阶段，但该评价项目的建设工程，影响期短暂，对周围环境影响小，随施工结束而消除，因此，施工在合理安排施工时间，夜间禁止高噪声机械作业后，对周围的影响不大。

#### **2.环境空气影响分析**

在整个施工期，扬尘来自于材料搬运、装卸和混凝土浇筑等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但土建工程结束后即可恢复。

#### **3.水环境影响分析**

本工程施工污水主要来自少量施工废水。施工废水主要包括砂石料加工水。施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染。对此，施工单位应对施工废水进行妥善处理，在工地适当位置设置简易沉砂池对施工废水进行澄清处理，清水外排，淤泥妥善堆放。

#### **4.固体废物影响分析**

施工期间固体废物主要为建筑垃圾。施工过程中的建筑垃圾和生活垃圾必须集中处理，严禁随意堆放和倾倒。生活垃圾应置于医院内部垃圾收集箱内，定期由环卫工人送至附近的垃圾中转站。施工期产生的生活垃圾以及装修垃圾均统一收集后交由市政环卫部门处理。

**5.设备安装阶段：**本项目 DSA 的安装、调试应由设备厂家专业人员进行，在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派

人看守。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装过程中，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。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 DSA 运行阶段对环境的辐射影响

#### 11.2.1.1 介入室关注点辐射水平

依据典型数字减影血管造影设备工作原理，设备图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用。根据《StructuralShielding Design For Medical X-Ray ImagingFacilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

根据 DSA 操作规程，手术中 DSA 设备运行分为透视和摄影两种模式。本项目的 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。根据 DSA 设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目 DSA 设备参数无法同时达到最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，透视管电流通常为十几毫安，摄影时功率较大，管电流通常为几百毫安。摄影模式下，普遍情况下 DSA 设备的管电压和管电流为 60~100kV/300~500mA；透视模式下管电压和管电流为 60~90kV/5~15mA，本环评拟进行保守估算，采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等效总滤过不小于 2.5mmAl，本项目拟购置正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求，预测时总滤过取 2.5mmAl 保守估算。

根据《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1，可以查得摄影模式下距靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.090mGy/mAs，距靶 1m 处的最大剂量率  $1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ，透视

模式下距靶 1m 处空气中的空气比释动能能为 0.075mGy/mAs，距靶 1m 处的最大剂量率  $4.05 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ 。

根据医院提供资料，本项目根据现有病人门诊量及医院实际情况预估，该台 DSA 每年预计开展 1760 台手术，DSA 开展手术的情况见表 11-1。

**表 11-1 预计各种手术使用 DSA 情况**

年预计最大手术量（台）	单台手术最长累计曝光时间（min）		年最长出束时间（h）	
	摄影	透视	摄影	透视
冠脉造影/放置支架 （1100 台）	1	12	32.25	352
起搏器植入、射频消融 （50 台）	0.5	5		
外周血管介入治疗 （200 台）	2	10		
脑血管介入治疗 （400 台）	1	10		
先心病介入治疗 （10 台）	1	5		

关注点的选取：源点距北侧墙体 4.7 米，距南侧墙体 3.3 米，距地 1 米，分别选取医生手术位、控制室操作位、各防护墙外 30cm 处作为本项目的关注点，取楼上距地面 1 米处。楼下距地面 1.7 米，源点距关注点的距离均考虑屏蔽体的厚度。

本项目涉及的介入室关注点所在位置详见图11-1。



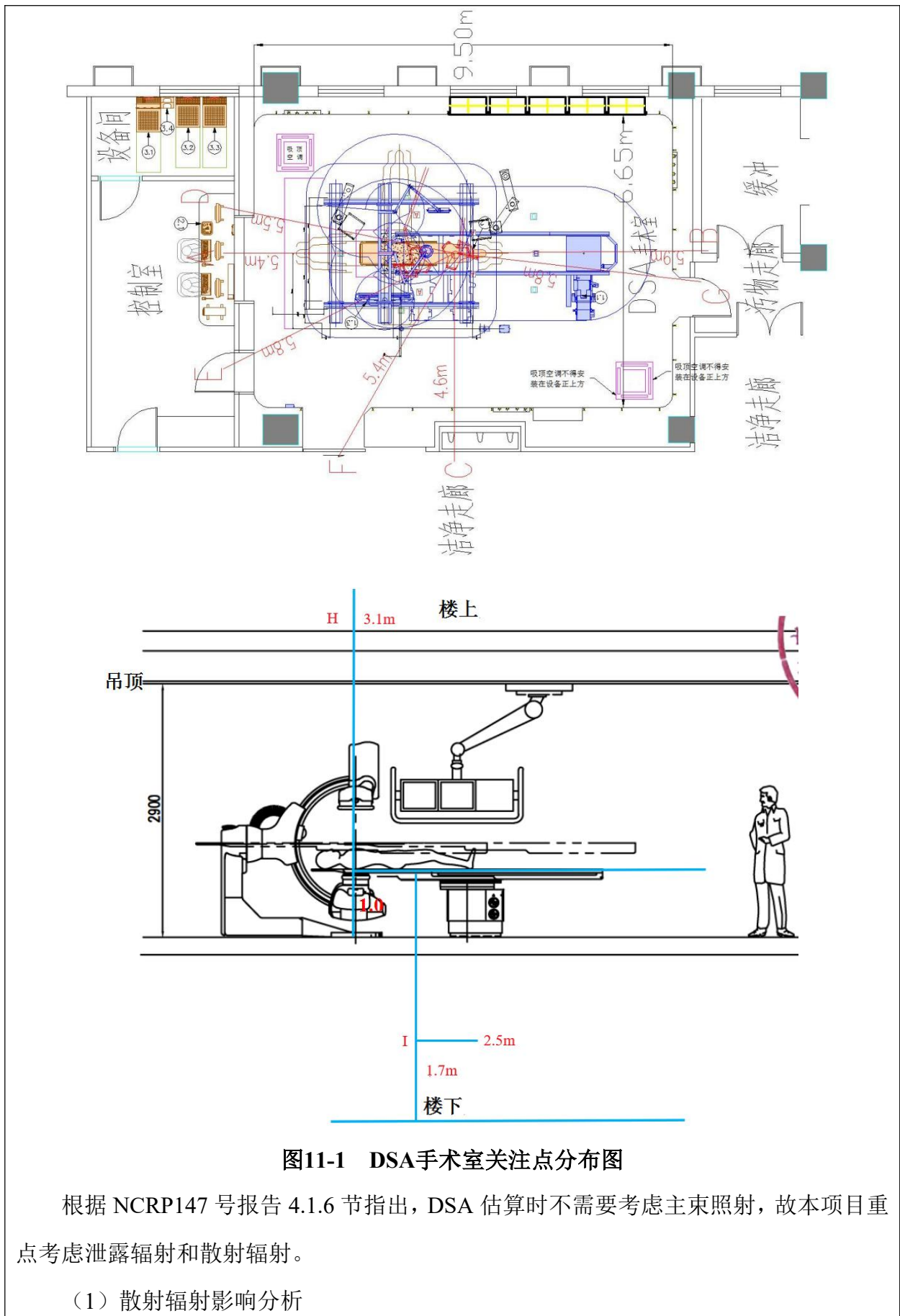


图11-1 DSA手术室关注点分布图

根据 NCRP147 号报告 4.1.6 节指出，DSA 估算时不需要考虑主束照射，故本项目重点考虑泄露辐射和散射辐射。

(1) 散射辐射影响分析

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。反照率法根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽）中公式（10.8）、（10.9）、（10.10）公式演化而来：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

$H_s$ ：关注点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$H_0$ ：距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据《辐射防护手册》（第三分册），摄影模式下取距靶 1m 处的最大剂量率  $1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ，透视模式下取距靶 1m 处距靶 1m 处的最大剂量率  $4.05 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ ；

$\alpha$ ：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 查表取 0.0013；

$s$ ：散射面积，取  $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ ：源与病人的距离，取 0.8m；

$d_s$ ：病人与关注点的距离，m；

$B$ ：屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算如下式

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

式中：

$B$ ：给定铅厚度的屏蔽投射因子；

$\beta$ ：铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\alpha$ ：铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ ：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。

表 11-2 铅在不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数

管电压	参数		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$

100kV (散束)	2.507	15.33	0.9124
90kV	3.067	18.83	0.7726

散射辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果列表见表 11-3。

**表11-3 DSA所致散射辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果**

工作模式	关注点位	建设单位设计情况	铅厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$B_1$
摄影	控制室操作位	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05
	南侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				6.31E-05
	西侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				6.31E-05
	北侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				6.31E-05
	工作人员防护门外 30cm	3mmPb 手动平开铅防护门	3.0				6.31E-05
	患者出入口处防护门 30cm 处	3mmPb 电动推拉铅防护门	3.0				6.31E-05
	污物通道防护门外 30cm 处	3mmPb 手动平开铅防护门	3.0				6.31E-05
	楼上 1m 处	采取在原建筑 (120mm 厚钢筋混凝土楼板) 用钢架龙骨固定 2mmPb 当量硫酸钡板做屏蔽防护	3.4				2.31E-05
	楼下距地面 1.7m 处	采取原建筑 (120mm 厚钢筋混凝土楼板) +2mmPb 硫酸钡水泥砂浆 (硫酸钡: 水泥=4: 1)	3.4				2.31E-05
透视	控制室操作位	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	南侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				7.93E-06
	北侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				7.93E-06
	西侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				7.93E-06
	工作人员防护门外 30cm	3mmPb 手动平开铅防护门	3.0				7.93E-06
	患者出入口处防护门 30cm 处	3mmPb 电动推拉铅防护门	3.0				7.93E-06
	污物通道防护门外 30cm 处	3mmPb 手动平开铅防护门	3.0				7.93E-06
	楼上 1m 处	采取在原建筑 (120mm 厚钢筋混凝土楼板) 用钢架	3.4				2.33E-06

		龙骨固定 2mmPb 当量硫酸钡板做屏蔽防护					
	楼下距地面 1.7m 处	采取在原建筑（120mm 厚钢筋混凝土楼板）用钢架龙骨固定 2mmPb 当量硫酸钡板做屏蔽防护	3.4				2.33E-06
	第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb 辅助防护设施 +0.5mmPb 个人防护用品	1				4.08E-03
	第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb 辅助防护设施	0.5				2.52E-02
	第二术者位（铅衣内）	0.5mmPb 辅助防护设施 +0.5mmPb 个人防护用品	1				4.08E-03
	第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb 辅助防护设施	0.5				2.52E-02

各关注点位散射辐射剂量计算参数及结果见下表 11-4。

**表11-4 DSA所致各关注点位散射辐射剂量率计算结果**

工作模式	关注点位	H <sub>0</sub>	α	s	d <sub>0</sub>	d <sub>s</sub>	B <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>
		μGy/h	/	cm <sup>2</sup>	m	m	/	μGy/h
摄影	控制室操作位（A）	1.62×10 <sup>8</sup>	0.0013	100	0.8	5.4	6.31E-05	1.78E-01
	南墙外 30cm（B）					5.8	6.31E-05	1.60E-01
	西墙外 30cm 处（C）					4.6	6.31E-05	2.45E-01
	北墙外 30cm 处（D）					5.5	6.31E-05	1.72E-01
	工作人员防护门外 30cm 处（E）					5.8	6.31E-05	1.54E-01
	患者进出防护门外 30cm（F）					5.4	6.31E-05	1.78E-01
	污物走廊防护门外 30cm 处（G）					5.9	6.31E-05	1.49E-01
	楼上 1m 处（H）					3.1	2.31E-05	1.98E-01
	楼下距地面 1.7m 处（I）					2.5	2.31E-05	3.05E-01
透视	控制室操作位（A）	4.05×10 <sup>6</sup>	0.0013	100	0.8	5.4	7.93E-06	5.60E-04
	南墙外 30cm（B）					5.8	7.93E-06	5.02E-04
	西墙外 30cm 处（C）					4.6	7.93E-06	7.71E-04
	北墙外 30cm 处（D）					5.5	7.93E-06	5.39E-04
	工作人员防护门外 30cm 处（E）					5.8	7.93E-06	4.85E-04



患者进出防护门外 30cm (F)					5.4	7.93E-06	5.60E-04
污物走廊防护门外 30cm 处 (G)					5.9	7.93E-06	4.69E-04
楼上 1m 处 (H)					3.1	2.33E-06	4.98E-04
楼下距地面 1.7m 处 (I)					2.5	2.33E-06	7.65E-04
第一术者位(铅衣内)					1.0	4.08E-03	8.38E+00
第一术者位(铅衣外)					1.0	2.52E-02	3.59E+01
第二术者位(铅衣内)					1.2	4.08E-03	8.38E+00
第二术者位(铅衣外)					1.2	2.52E-02	3.59E+01

## (2) 泄露辐射影响分析

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的0.1%计算，利用点源辐射进行计算，各关注点的泄漏辐射剂量率可用下式（11-3）进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H: 关注点在屏蔽体外关注点的泄露辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$H_0$ : 距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f: 泄漏射线比率，0.1%；

R: 靶点距关注点的距离，m；

B: 屏蔽透射因子，按照式（11-2）计算。

DSA 所致泄露辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果列表见表 11-5。

**表11-5 DSA所致泄露辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果**

工作模式	关注点位	建设单位设计情况	铅厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$B_2$
摄影	控制室操作位	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05
	南侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				6.31E-05
	北侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				6.31E-05
	西侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				6.31E-05
	工作人员防护门外 30cm	3mmPb 手动平开铅防护门	3.0				6.31E-05
	患者出入口处	3mmPb 电动推拉铅防护门	3.0				6.31E-05

	防护门 30cm 处						
	污物通道防护门外 30cm 处	3mmPb 手动平开铅防护门	3.0				6.31E-05
	楼上 1m 处	采取在原建筑（120mm 厚钢筋混凝土楼板）用钢架龙骨固定 2mmPb 当量硫酸钡板做屏蔽防护	3.4				2.31E-05
	楼下距地面 1.7m 处	采取在原建筑（120mm 厚钢筋混凝土楼板）用钢架龙骨固定 2mmPb 当量硫酸钡板做屏蔽防护	3.4				2.31E-05
透视	控制室操作位	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
	南侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				7.93E-06
	北侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				7.93E-06
	西侧	钢材隔断墙+3mm 铅板	3.0				7.93E-06
	工作人员防护门外 30cm	3mmPb 手动平开铅防护门	3.0				7.93E-06
	患者出入口处防护门 30cm 处	3mmPb 电动推拉铅防护门	3.0				7.93E-06
	污物通道防护门外 30cm 处	3mmPb 手动平开铅防护门	3.0				7.93E-06
	楼上 1m 处	采取在原建筑（120mm 厚钢筋混凝土楼板）用钢架龙骨固定 2mmPb 当量硫酸钡板做屏蔽防护	3.4				2.33E-06
	楼下距地面 1.7m 处	采取在原建筑（120mm 厚钢筋混凝土楼板）用钢架龙骨固定 2mmPb 当量硫酸钡板做屏蔽防护	3.4				2.33E-06
	第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb 辅助防护设施+0.5mmPb 个人防护用品	1				4.08E-03
	第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb 辅助防护设施	0.5				2.52E-02
	第二术者位（铅衣内）	0.5mmPb 辅助防护设施+0.5mmPb 个人防护用品	1				4.08E-03
	第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb 辅助防护设施	0.5				2.52E-02

各关注点位泄露辐射剂量计算参数及结果见表 11-6。

表11-6 DSA所致各关注点位泄露辐射剂量计算参数

工作模式	关注点位	H <sub>0</sub>	f	R	B <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
		μGy/h	/	m	/	μGy/h
摄影	控制室操作位 (A)	1.62×10 <sup>8</sup>	0.001	5.4	6.31E-05	3.51E-01
	南墙外 30cm (B)			5.8	6.31E-05	3.15E-01
	西墙外 30cm 处 (C)			4.6	6.31E-05	4.83E-01
	北墙外 30cm 处 (D)			5.5	6.31E-05	3.38E-01
	工作人员防护门外 30cm 处 (E)			5.8	6.31E-05	3.04E-01
	患者进出防护门外 30cm (F)			5.4	6.31E-05	3.51E-01
	污物走廊防护门外 30cm 处 (G)			5.9	6.31E-05	2.94E-01
	楼上 1m 处 (H)			3.1	2.31E-05	3.90E-01
	楼下距地面 1.7m 处 (I)			2.5	2.31E-05	6.00E-01
透视	控制室操作位 (A)	4.05×10 <sup>6</sup>	0.001	5.4	7.93E-06	1.10E-03
	南墙外 30cm (B)			5.8	7.93E-06	9.89E-04
	西墙外 30cm 处 (C)			4.6	7.93E-06	1.52E-03
	北墙外 30cm 处 (D)			5.5	7.93E-06	1.06E-03
	工作人员防护门外 30cm 处 (E)			5.8	7.93E-06	9.55E-04
	患者进出防护门外 30cm (F)			5.4	7.93E-06	1.10E-03
	污物走廊防护门外 30cm 处 (G)			5.9	7.93E-06	9.23E-04
	楼上 1m 处 (H)			3.1	2.33E-06	9.80E-04
	楼下距地面 1.7m 处 (I)			2.5	2.33E-06	1.51E-03
	第一术者位 (铅衣内)			1	4.08E-03	1.65E+01
	第一术者位 (铅衣外)			1	2.52E-02	1.02E+02
	第二术者位 (铅衣内)			1.2	4.08E-03	1.15E+01
	第二术者位 (铅衣外)			1.2	2.52E-02	7.07E+01

根据表 11-5、11-6 的计算结果，将各个关注点的总的附加剂量率统计于表 11-7。

表 11-7 各个关注点的总附加剂量率

工作模式	关注点位	散射辐射剂量率 μGy/h	泄露辐射剂量率 μGy/h	附加剂量率 μGy/h
摄影	控制室操作位 (A)	1.78E-01	3.51E-01	5.29E-01

	南墙外 30cm (B)	1.60E-01	3.15E-01	4.74E-01
	西墙外 30cm 处 (C)	2.45E-01	4.83E-01	7.29E-01
	北墙外 30cm 处 (D)	1.72E-01	3.38E-01	5.10E-01
	工作人员防护门外 30cm 处 (E)	1.54E-01	3.04E-01	4.58E-01
	患者进出防护门外 30cm (F)	1.78E-01	3.51E-01	5.29E-01
	污物走廊防护门外 30cm 处 (G)	1.49E-01	2.94E-01	4.43E-01
	楼上 1m 处 (H)	1.98E-01	3.90E-01	5.88E-01
	楼下距地面 1.7m 处 (I)	3.05E-01	6.00E-01	9.04E-01
透视	控制室操作位 (A)	5.60E-04	1.10E-03	1.66E-03
	南墙外 30cm (B)	5.02E-04	9.89E-04	1.49E-03
	西墙外 30cm 处 (C)	7.71E-04	1.52E-03	2.29E-03
	北墙外 30cm 处 (D)	5.39E-04	1.06E-03	1.60E-03
	工作人员防护门外 30cm 处 (E)	4.85E-04	9.55E-04	1.44E-03
	患者进出防护门外 30cm (F)	5.60E-04	1.10E-03	1.66E-03
	污物走廊防护门外 30cm 处 (G)	4.69E-04	9.23E-04	1.39E-03
	楼上 1m 处 (H)	4.98E-04	9.80E-04	1.48E-03
	楼下距地面 1.7m 处 (I)	7.65E-04	1.51E-03	2.27E-03
	第一术者位 (铅衣内)	8.38E+00	1.65E+01	24.9
	第一术者位 (铅衣外)	3.59E+01	1.02E+02	138
	第二术者位 (铅衣内)	8.38E+00	1.15E+01	19.8
	第二术者位 (铅衣外)	3.59E+01	7.07E+01	107

由表 11-7 计算结果可知, 正常运行情况下, 介入室外关注点处的周围剂量当量率估算结果在使用 DSA 时, 均能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中规定的周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的标准限值。

#### 11.2.1.2 年附加有效剂量估算

$$H_{Er}=D_r*t*K*T*10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

式中:

$H_{Er}$ : 外照射年有效剂量, 单位: mSv;

$D_r$ : X 辐射瞬时剂量率, 单位:  $\mu$ Gy/h;

t: 辐射照射时间, 单位: h;

K: 吸收剂量对有效剂量当量的换算系数, Sv/Gy, 为保守估计, 该值取 1。

居留因子参考《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)附录 A, 详见表 11-8。

**表 11-8 不同场所的居留因子**

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	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、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、评审台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 与屏蔽室相邻的患者检查室
			1/5: 走廊、工作人员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗机房门外 30cm 处、相邻的(共用屏蔽墙)放射诊疗机房 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、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯

根据表 11-1 该项目 DSA 设备运行曝光时间估算对年附加有效剂量计算结果详见表 11-9。

**表 11-9 年附加有效剂量估算结果**

工作模式	关注点位	附加剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	年工作时间 h	T	附加年有效剂量 mSv	涉及人员
摄影	控制室操作位 (A)	5.29E-01	32.25	1	1.70E-02	职业人员
	南墙外 30cm (B)	4.74E-01		1/8	1.91E-03	公众人员
	西墙外 30cm 处 (C)	7.29E-01		1/4	5.87E-03	
	北墙外 30cm 处 (D)	5.10E-01		1	1.64E-02	职业人员
	工作人员防护门外 30cm 处 (E)	4.58E-01		1	1.48E-02	
	患者进出防护门外 30cm (F)	5.29E-01		1/4	4.26E-03	公众人员
	污物走廊防护门外 30cm 处 (G)	4.43E-01		1/8	1.79E-03	
	楼上 1m 处 (H)	5.88E-01		1/4	4.74E-03	
	楼下距地面 1.7m 处 (I)	9.04E-01		1	2.92E-02	

透视	控制室操作位 (A)	1.66E-03	352	1	5.85E-04	职业人员
	南墙外 30cm (B)	1.49E-03		1/8	6.56E-05	公众人员
	西墙外 30cm 处 (C)	2.29E-03		1/4	2.02E-04	
	北墙外 30cm 处 (D)	1.60E-03		1	5.64E-04	职业人员
	工作人员防护门外 30cm 处 (E)	1.44E-03		1	5.07E-04	
	患者进出防护门外 30cm (F)	1.66E-03		1/4	1.46E-04	公众人员
	污物走廊防护门外 30cm 处 (G)	1.39E-03		1/8	6.12E-05	
	楼上 1m 处 (H)	1.48E-03		1/4	1.30E-04	
	楼下距地面 1.7m 处 (I)	2.27E-03		1	8.00E-04	

各关注点位年附加有效剂量估算结果汇总于表 11-10。

**表 11-10 年附加有效剂量汇总表**

机房	关注点位	摄影年有效剂量 mSv	透视年有效剂量 mSv	附加年有效剂量 mSv	涉及 人员
改建 DSA 手术 室	控制室操作位 (A)	1.70E-02	5.85E-04	1.76E-02	职业人员
	南墙外 30cm (B)	1.91E-03	6.56E-05	1.98E-03	公众人员
	西墙外 30cm 处 (C)	5.87E-03	2.02E-04	6.08E-03	
	北墙外 30cm 处 (D)	1.64E-02	5.64E-04	1.70E-02	职业人员
	工作人员防护门外 30cm 处 (E)	1.48E-02	5.07E-04	1.53E-02	
	患者进出防护门外 30cm (F)	4.26E-03	1.46E-04	4.41E-03	公众人员
	污物走廊防护门外 30cm 处 (G)	1.79E-03	6.12E-05	1.85E-03	
	楼上 1m 处 (H)	4.74E-03	1.30E-04	4.87E-03	
	楼下距地面 1.7m 处 (I)	2.92E-02	8.00E-04	3.00E-02	

根据表 11-10, 本项目 DSA 正常运行时, DSA 机房周围职业人员估算最大年有效剂量为  $1.76 \times 10^{-2} \text{mSv}$ , 公众人员最大年有效剂量为  $3.00 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。则本项目机房外职业人员及公众成员年有效剂量均低于年职业人员年有效剂量  $5 \text{mSv}$  以及公众人员年有效剂量  $0.1 \text{mSv}$  的剂量约束限值, 且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的规定。

### 11.2.1.3 机房内医护人员的辐射影响

本项目医用 DSA 拟配备 12 名手术人员，其中医师 7 名，技师 2 名，护士 3 名。后期未开展医疗项目人员根据实际情况配置，本报告中的介入医护人员有效剂量计算已按最大计算，后加介入医护人员的有效剂量按手术类型计算下来会比该计算值低。在进行介入手术时，每台手术有 2 名医生和 1 名护士在机房内操作，1 名技师在控制室进行操作。医生和护士在机房内操作时须穿介入铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖(0.5mmPb)，同时手术医生使用铅屏风和铅帘进行防护(0.5mmPb)。根据前述内容，在 90kV, 2.5mmAl 透视时，距球管 1m 处的剂量率为  $4.05 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ ，由于医生不位于 X 射线的主射方向，因此照射量取主射束方向的 1% 计算，为  $4.05 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ 。手术时，医生距球管的距离约 1m，护士的距离约 1.2m。本项目对于机房内医生和护士的影响采用模式计算进行评价分析。

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)，介入工作人员年有效剂量计算公式为：

$$E = \alpha H_u + \beta H_0 \quad (\text{式 11-5})$$

$H_u$ ：铅衣内受照剂量，mSv；

$H_0$ ：铅衣外受照剂量，mSv。

$\alpha$ ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79；

$\beta$ ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051。

该设备透视防护区检测平面上周围剂量当量率结果见表 11-11 所示。

表 11-11 透视防护区检测平面上周围剂量当量率

位置	H( $\mu\text{Sv}$ ) 铅衣内	H( $\mu\text{Sv}$ ) 铅衣外	$\alpha$	$\beta$	T (h)	$H_u$ (mSv) 铅衣内	$H_u$ (mSv) 铅衣外	E (mSv)
第一术者位	24.9	138	0.79	0.051	352	6.92	2.47	9.39
第二术者位	19.8	107	0.79	0.051	352	5.51	1.91	7.42

本项目建成后，针对不同手术类型及诊疗项目拟配备不同专业的医生和护士数名，介入医生分为三组，每组两人，护士三组。故介入医生受照年有效剂量最大为  $(9.39 + 1.70 \times 10^{-2}) / 3 \approx 3.14 \text{mSv/a}$ ；介入护士受照的年有效剂量最大为  $(7.42 + 1.70 \times 10^{-2})$

/3≈2.48mSv/a，根据计算可知，在确保铅衣、铅帽、铅手套等防护用品正常使用的情况下，手术室内近台同室操作的专业的医生和护士年有效剂量管理均低于医院管理目标值5mSv/a，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

为保障辐射工作人员健康，建议工作人员正确佩戴防护用品，定期组织工作人员参加培训或进修，提高手术熟练度。

### **11.3 其他环境影响分析**

#### **11.3.1 废气环境影响分析**

X射线与空气作用可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体，消除有害气体对DSA机房的影响关键在于加强室内通风。本项目DSA机房设计有排风系统，能满足DSA机房通风换气需要。

本项目DSA机房采用新风系统系统进行通风换气，风量2000m<sup>3</sup>/h，机房有效容积183.22m<sup>3</sup>（有效使用面积63.18m<sup>2</sup>×高2.9m），机房换气次数约为10次/h，可保持良好通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。”的标准要求。项目运行后，工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流，对人员和周围环境影响较小。

#### **11.3.2 废水环境影响**

（1）本项目无放射性废水产生。

（2）本项目不使用显影液和定影液，因此本项目无洗片废水、废定（显）影液产生。故不产生含重金属的医疗废水，工作人员办公及生活产生少量生活污水，依托医院现有污水处理设施。

#### **11.3.3 固体废物影响分析**

（1）本项目不产生放射性固体废物。

（2）本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，打印出来的诊断图片由病人带走。本项目不涉及洗片，不会产生废弃X光片，设备维修更换的废旧X射线管，由设备厂家回收处置。

（3）本项目介入手术产生少量的纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物，集中收集暂存于危废暂存间内，委托有资质的单位进行处置。工作人员产生的生活垃圾和



办公垃圾医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

## 11.4 事故影响分析

### 11.4.1 可能发生的辐射事故

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- (1) 曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。
- (2) 曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。
- (3) 曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。
- (4) 因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。
- (5) 同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。
- (6) 因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- (7) 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。
- (8) 紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。

### 11.4.2 辐射事故应急预案

为规范强化应对突发辐射事故的应急处置能力，提高医院职工对辐射事故应急防范的意识，将辐事故造成的损失和污染后果降低到最小程度，最大限度地保障放射工作人员与公众的安全，维护正常和谐的放射诊疗秩序，做到对辐射事故早发现、速报告、快处理，建立快速反应机制。依据相关法律法规，结合实际情况，石嘴山市第一人民医院制定有《放射事件应急预案》，文件编号：SZSSYY-FSK-YN-007-2023。

医院辐射事故应急工作按照《放射事件应急预案》进行，并设置兼职工作人员负责医院放射事件应急处理。

### 11.4.3 辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

- (一) 特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严

重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡；

（二）重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

（三）较大辐射事故，是指 IV 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

（四）一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

#### 11.4.4 事故情况下受照剂量分析

假设 DSA 进行同室近台操作时发生事故，人员误入 DSA 机房，距病人 1m 处的散射辐射剂量率为 2056 $\mu$ Gy/h，距病人 1m 处的泄露辐射剂量率 4050 $\mu$ Gy/h，则距离病人 1m 处的辐射剂量率为 6100 $\mu$ Gy/h。透视 30s 所受到的剂量约为 50.83 $\mu$ Sv，透视 1min 所受到的剂量约为 0.102mSv。根据计算，在距病人 1m 处照射 9.8min 左右，所受到的剂量将超过年剂量限值 1mSv。

假设 DSA 进行摄影曝光时，有人员滞留在 DSA 手术室。距病人 1m 处的散射辐射剂量率为 82266 $\mu$ Gy/h，距病人 1m 处的泄露辐射剂量率 162000 $\mu$ Gy/h，则 1m 处辐射剂量率估算为 244266 $\mu$ Gy/h。一般情况下，一次曝光时间不超过 0.1s，受照剂量约为 6.79 $\mu$ Sv，未超过年剂量限值 1mSv，不属于一般辐射事故。

参考《辐射安全手册精编》第 14.6.2 节关于急性放射病内容，各型急性放射病剂量阈值见表 11-13。

表 11-13 急性放射病剂量阈值

分型		受照剂量阈值 (Gy)
骨髓型	轻度	1.0
	中度	2.0
	重度	4.0
	极重度	6.0
肠型		10.0
脑型		50.0

结合上表内容，对比事故照射剂量分析，项目事故工况下，不会造成人员产生急性放射病。

综上所述，项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查介入手术室的防护性能及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的 DSA 介入手术室。

#### **11.4.4 辐射事故预防措施**

为避免辐射事故发生及辐射事故发生时能采取有效防范措施降低辐射事故的危害，该单位需做好以下预防措施：

（1）定期对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，确认各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

（2）针对单位使用射线装置制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作室醒目位置）。工作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

（3）定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行；定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。

（4）加强辐射工作人员的管理，DSA 开机前必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

（5）射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

（6）介入手术室门外应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

（7）辐射应急管理机构应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

#### **11.4.5 事故应急措施**

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

（1）第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(4) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点、所有涉及的事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(5) 对可能发生的放射事故，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境行政主管部门和卫生行政部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地生态环境行政主管部门和公安部门。

## 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

#### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

##### 12.1.1 辐射安全管理领导小组成员及职责

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》《放射诊疗管理规定》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等规定，医疗机构应当配备专（兼）职的辐射安全管理人员或成立辐射防护领导小组，负责医用辐射安全防护。放射防护管理机构的主要职责为：

（一）组织制定并落实辐射安全防护管理制度；

（二）定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；

（三）组织本机构辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查；

（四）制定放射事件应急预案并组织演练。

本项目建设单位辐射防护管理制度未进行及时修订，项目建成后应按以上要求及院方人员变动等情况进一步完善“石嘴山市第一人民医院辐射安全与防护管理领导小组”，并严格落实各项规章制度。

##### 12.1.2 辐射工作人员

本项目运行后，本项目辐射工作人员须在辐射防护培训平台考核合格后，方能上岗。同时按照国家相关规定进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

#### （1）制定辐射安全管理规定

本项目 DSA 依法取得生态环境部门相关批复手续后方可正式投入运行。在进行日常使用过程中应严格按照监管部门要求进行辐射安全管理。

制定严格射线装置操作规程，操作人员必须按操作规程进行操作，并做好个人防护。

#### （2）制定《辐射安全和防护设施维护维修制度》

医院将定期对辐射安全和防护设施进行检查、维护，发现问题应及时维修，并做好

记录，由辐射安全管理负责人组织对本单位所有辐射防护安全工作定期进行自查，发现问题及时整改。

(3) 应制定监测方案及监测仪表使用与校验管理制度

医院将定期对辐射工作场所进行监测，列出监测计划，对日常巡测的辐射监测仪器进行定期校验。

(4) 制定辐射工作人员培训/再培训管理制度

单位定期组织内部辐射安全培训，积极参加辐射安全与防护培训平台考核，取得辐射安全培训合格证，确保持证上岗。

(5) 制定辐射工作人员个人剂量管理制度

所有从事手术操作的工作人员应进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。

(6) 制定辐射事故/事件应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院已制定防范和处置辐射事故应急预案；发生辐射事故后应当立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延。医院应按照《中华人民共和国环境保护法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等规定修订已经建立的一系列基本的辐射防护管理制度。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 个人剂量监测

建设单位应根据《放射工作人员职业健康管理辦法》制定包括《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》等相关制度，安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

- (1) 外照射个人剂量监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月；
- (2) 建立并终生保存个人剂量监测档案；
- (3) 允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。
- (4) 委托具有个人剂量监测资质的机构进行检测并领取新的个人剂量计。

(5) 监测结果应每个季度向有关部门进行通报，并且由医院统一进行个人剂量档案管理。

### 12.3.2 工作场所辐射环境监测

医院拟为项目所在科室配置 1 台 X-γ辐射剂量率监测仪，定期按照如下要求对工作场所的 X 射线周围剂量当量率进行自主监测。

#### ①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度检测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给监管系统。

②日常自行监测：定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期至少 1 次/3 个月，若发现剂量明显变化或控制室内工作人员剂量异常时应查找并分析原因。

#### ③监测内容和要求

A、监测内容：X 射线周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-1）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1 辐射工作场所监测计划建议

项目	监测内容	监测点位	监测条件	监测周期	
				自行监测	委托监测
DSA	X 射线周围剂量当量率	距四面墙体、门、窗外 30cm 及其他人员可能到达处	自动（标准水模 +1.5mm 铜板）	2 次/年	1 次/年

C、监测范围：控制区和监督区域及周围环境

D、监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、采用的国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

c、制定辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。监测布点图见图 12-1，点位描述见表 12-2。

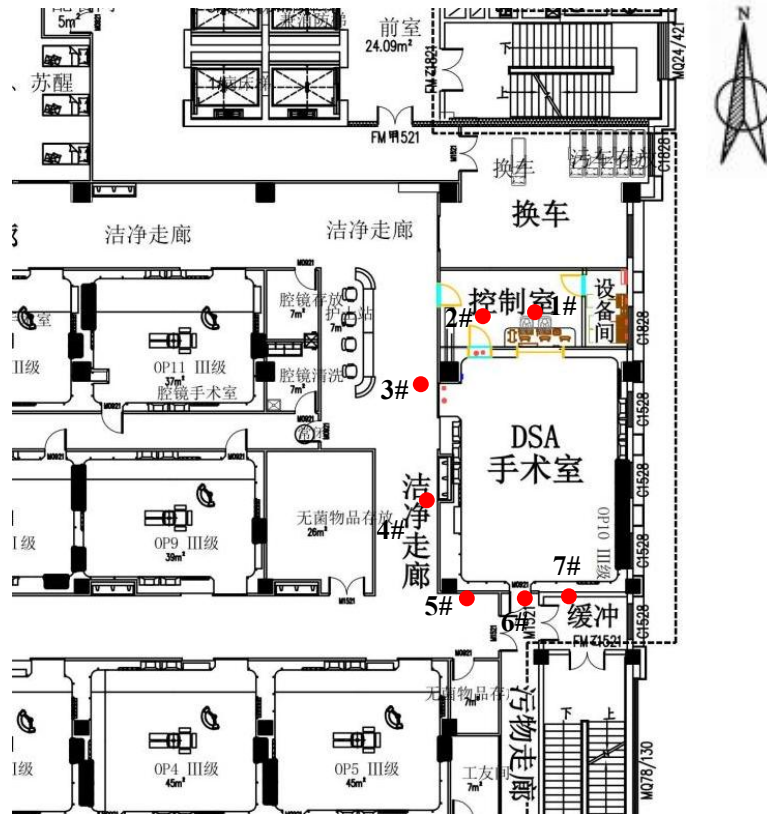


图 12-1 改建 DSA 机房自主监测点位布置图

表 12-2 医院验收监测及自主布点方案

机房名称	序号	点位描述	监测频次	评价标准 (μSv/h)
DSA 手术室	1#	观察窗外 30cm 处	定期监测	≤2.5
	2#	工作人员防护门外 30cm 处	定期监测	≤2.5
	3#	患者进出防护门外 30cm	定期监测	≤2.5
	4#	机房西墙外 30cm 处	定期监测	≤2.5
	5#	机房南墙外 30cm 处 (洁净走廊)	定期监测	≤2.5
	6#	污物走廊防护门外 30cm 处	定期监测	≤2.5
	7#	机房南墙外 30cm 处 (缓冲区)	定期监测	≤2.5

注：此监测点根据建设单位设计图设计，项目建成后可根据实际情况对监测点位进行适当增加或删减。

## 12.4 辐射事故应急



为了加强对射线装置的安全管理，保障公共健康，保护环境，石嘴山市第一人民医院应根据本项目实际情况及医院已开展放射诊疗情况成立辐射事故应急处理领导小组，组织、辐射事故的应急处理救援工作。应急预案应规定辐射事故应急处理机构与职责、辐射事故应急救援原则、辐射事故应急处理程序及措施等，做到内容较全，措施得当，便于操作，在应对放射性事件和突发事件时切实可行，操作性强。

一旦发生辐射事故，立即启动辐射事故应急预案，采取必要应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，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。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

## 12.5 辐射工作人员的管理

### (1) 培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）第三章人员安全和防护，使用 II 类射线装置的单位，其辐射工作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；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号），本项目建成之前，医院应及时组织新增辐射工作人员与原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

医院应尽快督促并组织新增相关人员及培训已到期人员参加辐射安全与防护培训并承诺保证所有辐射工作人员经过辐射与防护培训合格后方可上岗。

### (2) 职业健康检查

按照《放射工作人员职业健康管理办法》要求，放射工作人员在上岗前、在岗期间和离岗后都要进行健康检查，而且在岗期间要每两年进行一次健康体检。参照《放射工作人员健康要求》确定是否适合从事放射性工作，有效保护放射工作人员的身心健康。

医院应根据相关法律法规及标准要求组织该项目放射工作人员进行上岗前职业健康检查，并建立健康档案，待检查结果为“可从事放射性工作”或“可继续原放射工作”

后方可从事该项目放射诊疗工作。

### 12.6 项目竣工环境保护验收管理

本项目应在建成后及时进行竣工验收，根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行管理办法》对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。验收合格后，方可投入生产或使用。本工程竣工环境保护验收的内容见表 12-3。

表 12-3 本项目竣工环境保护验收一览表

序号	项目	设施（措施）	验收要求
1	辐射屏蔽措施	工作场所辐射安全与环境防护	①项目介入手术室实体辐射防护满足表 10-5 要求。 ②介入手术室与控制台之间设有观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。 ③项目介入手术室安装新风系统，保持良好通风。 ④介入手术室受检者门上方张贴醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，受检者候诊区设置放射防护注意事项告知栏。 ⑤介入手术室设置 3 个出入口，分别与控制室、洁净走廊、污物通道相通。其中，手术室与控制室之间工作人员防护门设计为手动平开门，介入手术室与污物通道之间的防护门设置为手动平开门，安装自动闭门装置；手术室与洁净走廊之间受检者防护门设计为电动式推拉门，安装防夹装置。工作状态指示灯设计与受检者防护门有效关联，DSA 机房内配置 2 个急停开关，一个位于机房内，一个位于控制台。 ⑥配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等工作人员个人防护用品各 4 件。其中，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb。 ⑦配备铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套等受检者(成人及儿童)个人防护用品各 1 件，铅当量 0.5mm。 ⑧配备铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辅助防护设施，铅当量 0.5mm。
2	人员管理 人员管理	辐射安全与防护培训考核	操作人员接受安全防护教育和培训。定期参加相关辐射防护知识培训学习，取得合格后方可上岗
		个人剂量检测	应按要求进行个人剂量监测并建立档案
		职业健康检查	辐射工作人员按要求进行职业健康体检并建立档案

3	管理制度	辐射防护管理制度	根据污染防治措施要求，修改完善医院相关规章制度，满足《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》以及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等中的相应防护标准的要求
4	防护用品、监测仪器	个人剂量计	介入医生和护士每人两枚（铅衣内和铅衣外各 1 枚），操作技师每人 1 枚
		防护用品和辅助防护设施	应参照表 7-4 为放射工作人员和受检者配备铅防护用品
5	分区管理	工作场所划分为监督区和控制区	严格按照控制区和监督区相关要求进行管理，严格医生和病人的分流
6	监测实施	个人剂量监测	工作人员受到的年附加有效受照剂量应低于管理限值 5mSv 的要求；公众人员受到的附加年有效剂量应低于管理限值 0.25mSv 的要求
		工作场所监测	机房外周围剂量当量率应不大于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的 2.5 $\mu$ Sv/h 的要求

年度评估：医院应将 DSA 使用情况纳入年度评估内容，于每年 1 月 31 日前向发证机关提交年度评估报告。年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况、辐射工作人员辐射安全和防护知识考核情况、射线装置台账、场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、存在的安全隐患及其整改等情况和其他有关法律、法规规定的落实情况。

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 辐射实践的正当性

石嘴山市第一人民医院拟增加的辐射性医疗设备、设施主要用于诊断和介入治疗，目的在于提升医院的医疗水平，更好地开展放射诊疗工作，救治病人，其产生的社会效益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

#### 13.1.2 产业政策的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属鼓励类第十三项“医药”中第 4 条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

#### 13.1.3 选址的合理性

本项目 DSA 核技术利用项目位于医院内部，不新增土地。项目 50m 评价范围内无居民区、学校、具有代表性的各种类型的自然生态系统区域，珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域，重要的水源涵养区域以及人文遗迹、古树名木等环境敏感目标，无环境制约因素，选址合理可行。

#### 13.1.4 辐射环境质量现状

监测显示，项目拟改建场地室内的环境 $\gamma$ 辐射剂量为 85nGy/h~104nGy/h，道路的周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 43nGy/h~44nGy/h。对比《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年版）的内容，宁夏回族自治区银北地区原野、道路、室内等 $\gamma$ 辐射剂量率范围值分别为 38.80nGy/h~80.2nGy/h、42.6nGy/h~57.2nGy/h、91.7nGy/h~135.3nGy/h，项目拟改建场地及周围环境辐射水平在本底水平范围。

#### 13.1.5 辐射防护措施有效性

根据医院提供的防护设计资料，经分析，DSA 机房的辐射防护设计方案和辐射安全

措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。

### 13.1.6 辐射环境影响分析

经分析，本项目 DSA 设备正常运行后，对职业人员和公众人员所造成的最大年附加有效剂量均低于本项目规定的剂量约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，职业人员四肢及皮肤有效剂量不超过 125mSv，公众人员年有效剂量不超过 0.25mSv），且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

### 13.1.7 可行性结论

综上所述，石嘴山市第一人民医院改建介入室项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，具备从事相应的辐射工作技术能力，对工作人员、公众人员和周围环境的辐射影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射安全和环境保护的角度论证，本项目建设是可行的。

## 13.2 承诺及建议

### 13.2.1 建议

（1）认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，更新完善、补充辐射管理制度，加强和落实放射防护责任制，明确责任和分工，安全责任落实到人。

（2）接受生态环境等主管部门的管理、监督及指导；取得环评报告表批复后，应及时向省生态环境厅申请重新办理《辐射安全许可证》。

（3）根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号），医院应尽快督促并组织新增相关人员参加辐射安全与防护培训并承诺保证所有辐射工作人员经过辐射与防护培训合格后方可上岗。

（4）建设单位应当委托有资质的检测机构对本次辐射工作人员进行个人剂量的监测工作。

（5）认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，更新完善、补充辐射管理制度。加强和落实放射防护责任制，明确责任和分工，逐级强化责任，安全责任落实到人。

（6）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，杜绝辐射事故的发生。

### 13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，石嘴山市第一人民医院承诺：

（1）及时完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行，在项目建设和运行过程中，加强内部监督管理，不违规操作、不弄虚作假，并接受生态环境部门的监督检查和及时整改检查中发现的问题；

（2）承诺保证所有辐射工作人员经过辐射与防护培训合格后方可上岗。

（3）按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环保部18号令）要求开展个人剂量监测、工作场所监测和环境监测工作；

（4）待本项目取得环评批复后，医院将及时向生态环境主管部门申请更新辐射安全许可证。

（5）工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目投入运行后，尽快开展竣工环保验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人：

公 章

年 月 日