

建设项目竣工环境保护 验收监测表

项目名称：聊城市第二人民医院 DSA 应用项目

建设单位：聊城市第二人民医院

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

编制日期：2023 年 5 月 18 日

项目名称：聊城市第二人民医院DSA应用项目

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

报告编写：

审 核：

签 发：

建设单位：聊城市第二人民医院

电 话：18706352672

传 真：— —

邮 编：252601

地 址：山东省临清市健康街 306 号

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

电 话：13031716777

传 真：0531-61364346

邮 编：250013

地 址：济南市历下区燕子山西路 58 号

目 录

一、概述	1
二、项目概况	5
三、环评批复要求落实情况	12
四、验收监测标准与参考依据	15
五、验收监测	17
六、职业和公众受照剂量	23
七、辐射安全管理	25
八、验收监测结论与建议	28
九、附件	
1. 委托书	
2. 辐射安全许可证正副本	
3. 环境影响报告表审批意见	
4. 辐射安全工作责任书	
5. 验收检测报告	

一、概述

建设项目	项目名称	聊城市第二人民医院 DSA 应用项目		
	项目性质	新建	建设地点	山东省聊城市临清市华美路 1 号院华美院区，医技楼四楼介入诊疗 2 室
建设单位	单位名称	聊城市第二人民医院		
	通信地址	山东省临清市健康街 306 号		
	法人代表	赵书森	邮政编码	252601
	联系人	王磊	联系电话	18706352672
环评报告表	编制单位	山东丹波尔环境科技有限公司	完成时间	2022 年 12 月
	审批部门	聊城市生态环境局	批复时间	2022 年 12 月 28 日
验收监测	验收监测时间	2023 年 3 月 9 日	验收监测单位	山东丹波尔环境科技有限公司
项目投资	核技术项目投资	800 万元	核技术项目环保投资	40 万元
应用类型	射线装置	使用 1 台数字减影血管造影机 (DSA)	1 台	II 类
<h3>1.1 引言</h3> <p>聊城市第二人民医院由华美教会医院、冀南行署医院、河北省第二人民医院、聊城地区第二人民医院等衍变而来，自 1886 年建院至今已有 130 余年的历史，现已发展成为集医疗、教学、科研、康复为一体，设备先进、人员梯队合理的三级甲等综合医院。医院现占地面积 440 亩，建筑面积 27 万余平方米，由医院本部院区及华美院区组成，服务半径达 100 公里，服务范围覆盖冀鲁豫三省周边区域 30 余个县市，服务人口约 500 万。医院编制床位 1498 张，年门诊量 120 万余人次，年出院量 7 万余人次。</p> <p>2022 年 12 月，医院委托编制了《聊城市第二人民医院 DSA 应用项目环境影响</p>				

报告表》，医院于 2022 年 12 月 28 日取得了聊城市生态环境局的批复（聊环辐表审〔2022〕28 号）。

医院于 2023 年 2 月 23 日重新申领了辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[15055]，许可种类和范围为“使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至 2025 年 7 月 21 日。

本项目于 2023 年 2 月份进行调试。

根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等有关法律法规的要求，受聊城市第二人民医院的委托，我公司承担了该建设项目竣工环境保护验收监测报告表的编制工作，于 2023 年 3 月 9 日至项目现场进行实地勘察和资料核查，查阅有关文件和技术资料，查看辐射防护措施的落实情况，根据验收监测结果和现场检查情况编制了《聊城市第二人民医院 DSA 应用项目竣工环境保护验收监测表》。

1.2 验收监测目的

1. 通过现场验收监测，对该项目环境保护设施建设、运行及其效果、辐射的产生和防护措施、安全和防护、环境管理等情况进行全面的检查与测试，判断其是否符合国家相关标准和环境影响报告表及其审批文件的要求。

2. 根据现场检查、监测结果分析和评价，指出该项目存在的问题，提出需要改进的措施，以满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

3. 依据环境影响评价文件及其批复提出的具体要求，进行分析、评价并得出结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

1.3 验收依据

1.3.1 法律法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2014.4 修订，2015.1 施行；

2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号；2003.10 施行；

3. 《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号，2017.6

修订，2017.10 施行；

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，2005.12 施行；2017.7 施行，国务院令第 709 号第二次修订，2019.3 施行；

5. 《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 7 号第三次修订，2019.8 施行；生态环境部令第 20 号修订，2021.1 施行；

6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011.5 施行；

7. 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017.12 施行；

8. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局环发[2006]145 号，2006.9 施行；

9. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017.11 施行；

10. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人大常委会公告第 37 号令，2014.5 施行；

11. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订，2019.1 施行；

1.3.2 技术标准

1、关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 16 日；

2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

3、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

4、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；

5、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

6、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

1.3.3 其他验收依据

1. 《聊城市第二人民医院 DSA 应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2023 年 1 月；

2. 《关于聊城市第二人民医院 DSA 应用项目环境影响报告表的批复》，聊城市

生态环境局，聊环辐表审（2022）28号。

3. 其他资料性材料。

二、项目概况

2.1 项目基本情况

1. 项目名称

聊城市第二人民医院 DSA 应用项目。

2. 项目性质

新建。

3. 项目位置

聊城市第二人民医院华美院区位于山东省聊城市临清市华美路 1 号院，医院地理位置示意图见图 2-1，周边影像关系见图 2-2，本项目位于华美院区医技楼四楼介入诊疗 2 室，北侧为办公走廊、医生办、护士办公室，东侧为走廊/污物通道，南侧为操作室、手术室，西侧为设备间/会诊室，总平面布置示意图见图 2-3。上方为手术室、液体库、洁净走廊，楼上平面布置示意图见图 2-4，下方为清洗、消毒室、试剂库房、机动室、试剂库房，楼下平面布置示意图见图 2-5。

4. 验收规模

验收规模为一处 DSA 工作场所，主要包括介入手术室、操作室及设备间等，并于介入手术室内安装 1 台 Optima IGS Mega 型 DSA 装置，与环评规模一致。本项目 DSA 装置参数详见表 2-1。

现场拍摄照片见图 2-5。

表 2-1 验收规模一览表

射线装置型号	Optima IGS Mega
管电压 kV	125
管电流 mA	1000
生产厂家	北京通用电气
安装使用场所	华美院区医技楼四楼介入诊疗 2 室
类别	II 类

5. 辐射防护情况

根据聊城市第二人民医院提供的环境影响报告表和相关文件可知，DSA 手术室辐射屏蔽情况为：

DSA 机房内径尺寸(长×宽×净高)为 9.8m×5.5m×3m, 机房面积为 53.9m², 本项目介入手术室面积和最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中规定的单管头 X 射线设备机房最小使用面积 20m²、最小单边长度 3.5m 的要求。

屏蔽设计参数见表 2-2。

表 2-2 DSA 手术室屏蔽参数

项目	介入手术室
四周墙体	30mm 混凝土+4mmPb
室顶	150mm 混凝土+4mmPb
底板	150mm 混凝土+4mmPb
观察窗	4mmPb 铅玻璃
患者进出防护门	电动推拉门, 铅钢复合结构, 4mmPb
医护进出防护门	手动平开门, 铅钢复合结构, 4mmPb
污物运出防护门	电动推拉门, 铅钢复合结构, 4mmPb
设备间进出防护门	手动平开门, 铅钢复合结构, 4mmPb

DSA 手术室设置有双向对讲装置和视频监控装置, 便于与手术室内医护人员进行通话; 患者进出防护门为电动推拉式, 设置有防夹装置、工作状态指示灯和电离辐射警告标志, 且工作状态指示灯和防护门能够有效联动, 同时设有曝光时关闭机房门的管理措施; 医护进出防护门及设备间进出防护门为平开门, 设置有自动闭门装置和电离辐射警告标志; 控制台及扫描床处各设置一个紧急停机按钮, 紧急状态下按下紧急停机按钮即可实现紧急停机, 防止发生辐射安全事故。

DSA 手术室采用新风系统, 有 2 处进风口和 2 处排风口, 其中进风口位于手术室室顶南侧靠近东墙和西墙位置, 排风口位于室顶北侧靠近东墙和西墙位置, 在东墙北边, 距离地面 3 米, 主电缆穿墙至配电柜, 在管道穿墙孔的位置都这有 3mmPb 铅板屏蔽层, 使用 3mm 厚度金属铅板缠绕管线 60 公分长度, 确保穿墙孔不露射线, 排风口与楼内排风管道相连, 废气最终经机房所在建筑物楼顶排放至外部环境, 通风量为 1000m³/h, 能够保持良好通风, 可明显降低手术室内有害气体浓度, 且楼顶无人到达, 非人员密集区, 因此本项目产生的废气不会对周围环境和人员造成影响, 符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中第 6.4.3 款要求。

2.2 工作原理和 workflow

2.2.1 设备组成及工作原理

1. 设备组成

DSA 是由 C 形臂机架，一体化高压发生器、X 射线管、准直器、平板探测器、数字成像系统、监视台车、X 射线手控开关和脚踏开关等组成。医院使用射线装置设备结构示意图 2-6 所示。



图 2-6 设备结构示意图

2. 工作原理

DSA 是采用 X 射线进行摄影或诊断的技术设备，因诊断目的的不同有很大的差别。本工程使用 DSA 具备数字减影功能，该功能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、数字平板探测器、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。采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

DSA 采用 X 射线进行成像的技术设备，由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极主要是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击，靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成，高电压加

在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子达到靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

其典型 X 射线管的结构详见图 2-7。

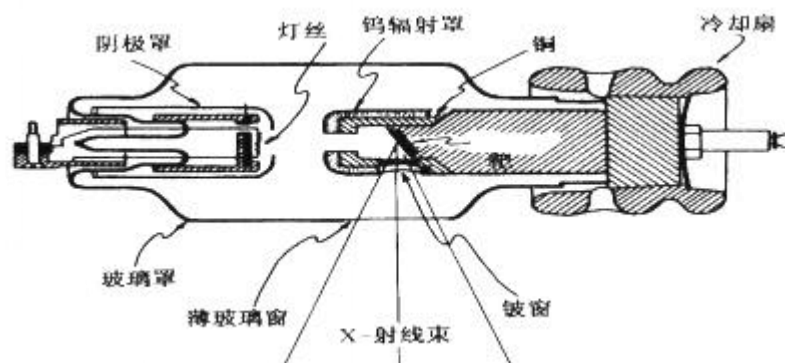


图 2-7 典型 X 射线管结构图

2.2.2 诊断和治疗流程

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

1. 由主管医生写介入诊疗申请单。
2. 介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。
3. 介入主管医生向病人或其家属介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症等。
4. 根据不同手术及检查方案，为患者建立医疗档案，开展术前准备。医护人员准备手术所需器械、材料及药品等，设置 DSA 系统的相关技术参数。
5. 患者穿戴个人防护用品仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺血管，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血管内，经鞘插入导管，在透视引导下将导管送至预定位置。
6. 辐射工作人员穿戴个人防护用品进入机房内，在铅防护吊屏及床侧防护帘等辅助防护设施防护下近台操作，在注入造影剂的同时采取连续脉冲透视通过悬挂显示屏显示的连续画面，完成介入操作。在透视和摄影过程中，工作人员均可能在手术室停留。
7. 造影结束后，撤出导管。加压包扎穿刺点，患者离开。
8. 手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片。
9. 对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由

病人家属取回交病房放病历保管。

本工程介入诊疗工艺流程及产污环节见图 2-8 所示。

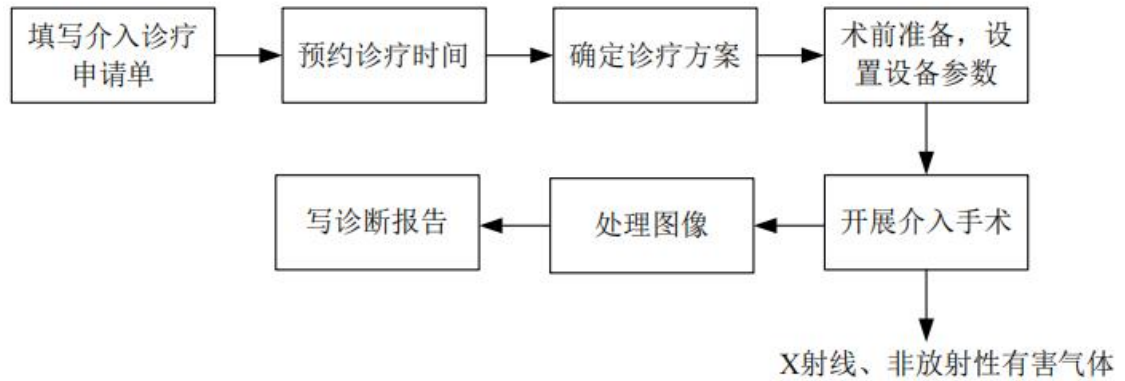


图 2-8 介入诊疗工艺流程及产污环节图

2.3 主要放射性污染物和污染途径

X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，该院使用的 DSA 在非工作状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

DSA 在工作中不产生放射性废水、放射性废气、放射性固废。

本次验收监测项目为 X- γ 辐射剂量率。

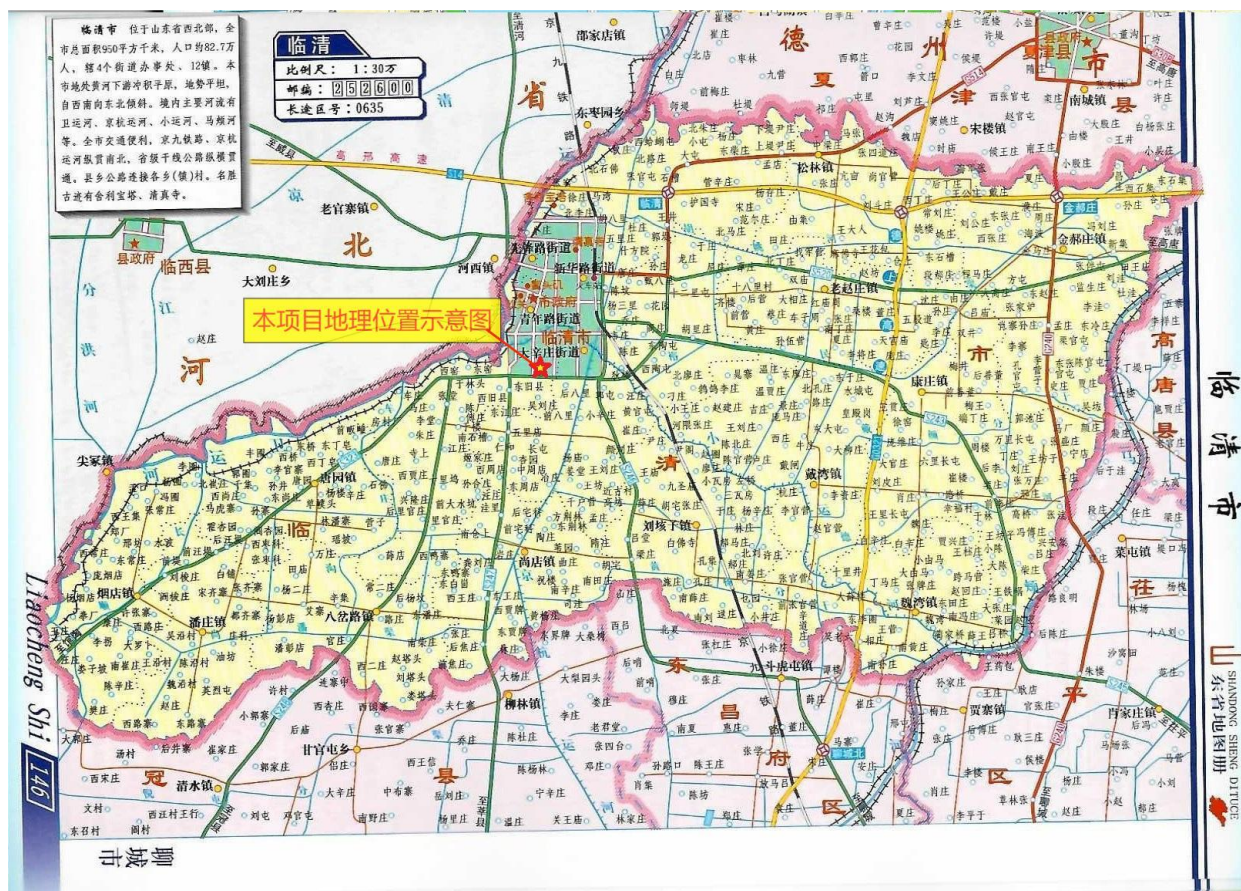


图 2-1 聊城市第二人民医院地理位置示意图



图 2-2 聊城市第二人民医院周边影像关系图

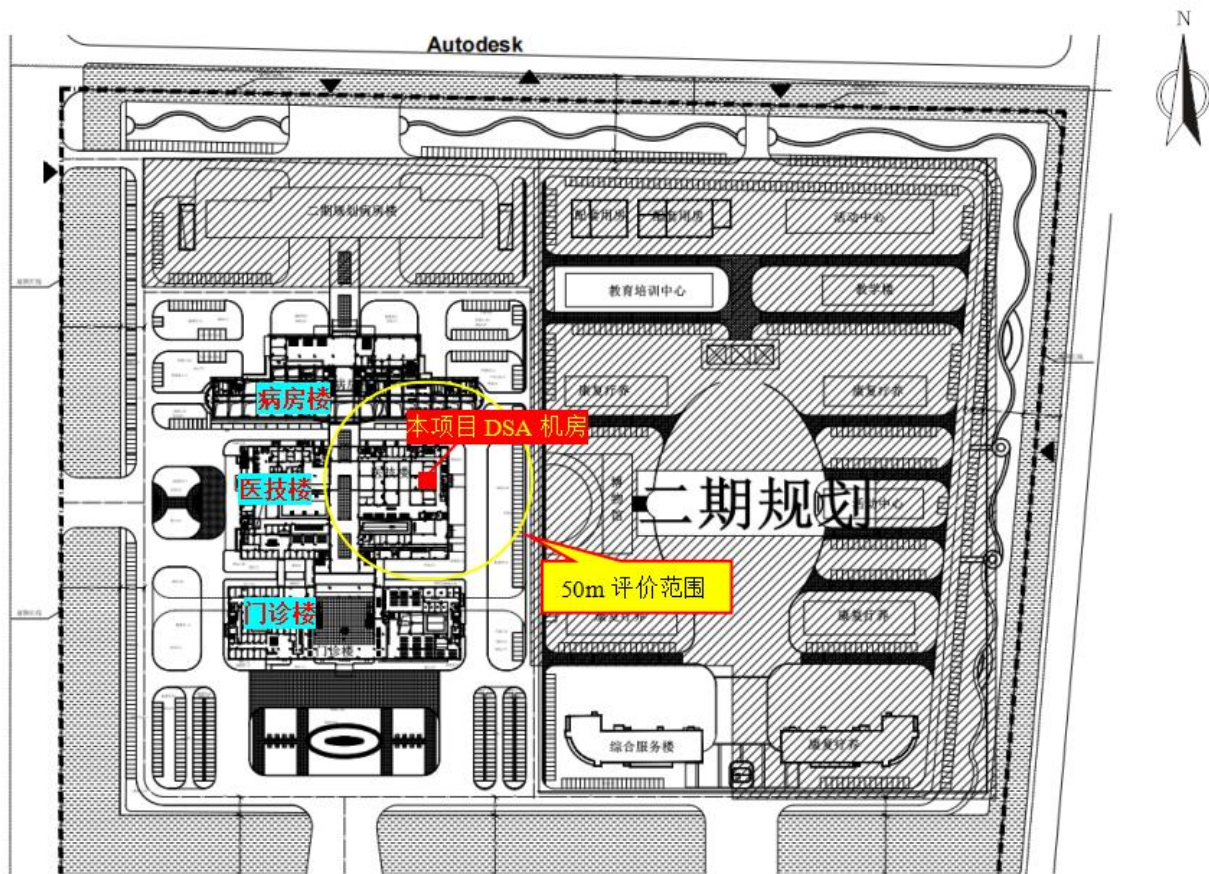


图 2-3 聊城市第二人民医院总平面布置示意图

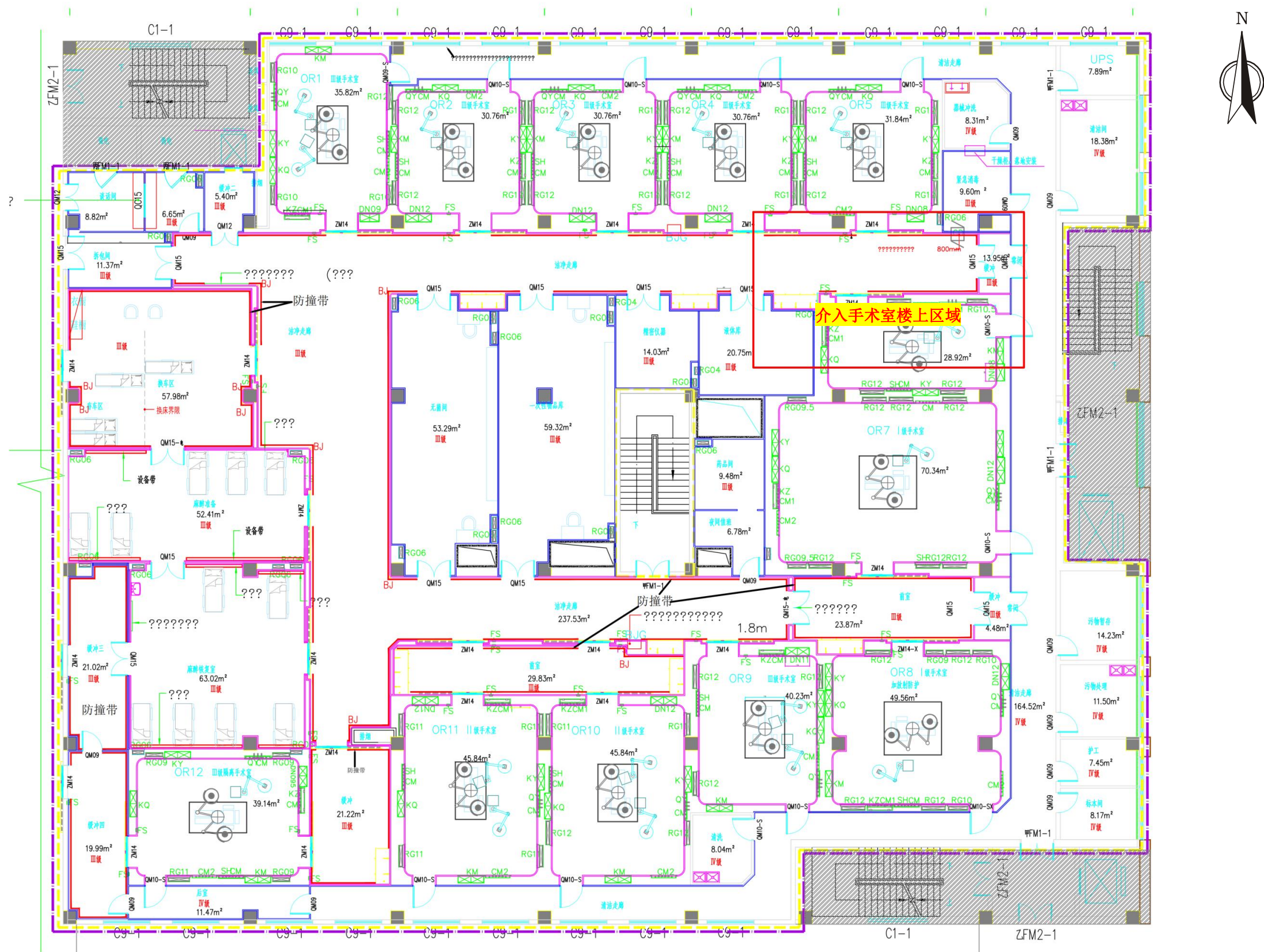


图 2-5 聊城市第二人民医院华美院区医技楼 5 层平面位置示意图 (介入手术室楼上)



DSA 手术室



操作室



手术室内急停按钮



制度上墙



个人剂量计



铅衣



图 2-6 DSA 手术室现场图片

三、环评批复要求落实情况

环境影响报告表批复与验收情况的对比

聊城市第二人民医院 DSA 应用项目环境影响报告表批复与验收情况的对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况的对比

环境影响报告表批复（综述）		验收情况
<p>一、聊城市第二人民医院位于山东省聊城市临清市华美路 1 号，医院拟在华美院区医技楼四楼建设一处 DSA 工作场所，主要包括介入手术室、控制室及设备间等，并于介入手术室内安装一台 Optima IGS Mega 型 DSA 装置（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），用于开展介入手术，属 II 类射线装置。</p>		<p>一、聊城市第二人民医院位于山东省聊城市临清市华美路 1 号，医院在华美院区医技楼四楼建设一处 DSA 工作场所，主要包括介入手术室、控制室及设备间等，并于介入手术室内安装一台 Optima IGS Mega 型 DSA 装置（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），用于开展介入手术，属 II 类射线装置。</p>
<p>二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施和以下要求。</p>		
<p>（一）严格执行辐射安全管理制度</p>	<p>1. 落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。建设辐射安全管理体系，落实岗位职责。设立辐射安全与环境保护管理机构，指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责全院的辐射安全管理工作，在各工作场所安排技术人员负责辐射工作。</p>	<p>医院落实了辐射安全管理责任制，医院法定代表人赵书森为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。医院成立了辐射安全委员会，并指定囤荣耀（本科学历）专职负责全院的辐射安全管理工作。DSA 手术室安排了相应的技术人员负责辐射安全管理，落实了岗位职责。</p>
	<p>2. 落实 DSA 使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备维护维修制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。</p>	<p>医院制定了《DSA 使用登记制度》《GE DSA 操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《放射设备维护维修制度》《放射防护培训计划》《辐射监测方案》等制度，建立了辐射安全管理档案。</p>

<p>(二) 加强 辐射工作 人员及患 者的安全 和防护工 作</p>	<p>1. 制定培训计划, 组织辐射工作人员参加辐射安全培训和再培训。按工作场所、辐射装置建立辐射工作人员培训清单, 辐射工作人员经培训考核合格后持证上岗; 考核不合格的, 不得从事辐射工作。</p>	<p>医院制定了《放射防护培训计划》并组织辐射工作人员参加辐射安全培训, DSA 手术室的 30 名工作人员均已参加了辐射安全培训和防护考核, 并考核合格。</p>
<p>(二) 加 强辐射工 作人员及 患者的安 全和防护 工作</p>	<p>2. 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部令 18 号) 要求, 建立辐射工作人员个人剂量档案, 做到 1 人 1 档。辐射工作人员应规范佩戴个人剂量计, 每 3 个月进行 1 次个人剂量检测。从事 DSA 操作的医护人员, 应当将个人剂量计佩戴在防护服内。安排专人负责个人剂量管理, 发现个人剂量检测结果异常的, 应立即核实和调查, 并向环保等部门报告。</p>	<p>医院按照要求建立了辐射工作人员个人剂量档案, 做到了 1 人 1 档。辐射工作人员均佩戴个人剂量计, 并已委托有资质的单位进行个人剂量检测, 且医院安排专人负责个人剂量管理。</p>
	<p>3. 使用 DSA 时, 医护人员应穿戴铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品, 并在铅防护屏后工作, 确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的标准限值。</p>	<p>使用 DSA 时, 医护人员穿戴铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品, 并在铅防护屏后工作。根据本次验收监测结果, 辐射工作人员最大年有效剂量为 1.22mSv, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的标准限值。</p>
	<p>4. 从事放射治疗或诊断时, 应对患者采取有效辐射安全与防护措施, 严格控制受照剂量。</p>	<p>从事放射治疗或诊断时, 医院对患者采取有效辐射安全与防护措施, 严格控制受照剂量。</p>
	<p>1. 在 DSA 工作场所醒目位置上设置电离辐射警告标志, 标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。</p>	<p>DSA 手术室防护门外贴有电离辐射警告标志, 标志符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。</p>

<p>(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作</p>	<p>2. DSA 机房应落实实体屏蔽措施，确保治疗室墙体外表面及防护门外 30cm 处剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h；落实工作状态指示灯、急停按钮等安全与防护措施，机房内按要求设置通风系统，保持良好通风。</p>	<p>DSA 手术室采取了有效的实体屏蔽措施，根据本次验收检测结果，治疗室墙体外表面及防护门外 30cm 处剂量当量率均不大于 2.5 μ Sv/h；工作状态指示灯正常工作且与防护门能够有效联动；控制台及扫描床处各设置一个紧急停机按钮，紧急状态下按下紧急停机按钮即可实现紧急停机，防止发生辐射安全事故。机房内按要求设置有通风系统，通风系统的通风量为 1000m³/h，能够保持良好通风。</p>
	<p>3. 建立 DSA 使用台账，做好 DSA 装置及其安全与防护设施的维护、维修，并建立维护、维修档案。</p>	<p>医院建立了 DSA 使用台账，定期对射线装置及安全防护设施进行维修保养，并建立了维护、维修档案。</p>
	<p>4. 本项目应配备 1 台辐射巡检仪和个人剂量报警仪，制定并严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并向环保部门上报监测数据。</p>	<p>医院制定有《辐射监测方案》，本项目配备了 1 台福祿克 451B 型辐射检测仪，3 部 PDG-100 型个人剂量报警仪，按时开展辐射环境监测，并向环保部门上报监测数据。</p>
<p>(四) 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》开展本单位辐射安全和防护状况年度评估，于每年的 1 月 31 日前将年度评估报告上传至“国家核技术利用辐射安全监管系统”并向市生态环境局及临清市分局提交年度评估报告。</p>	<p>医院每年开展本单位辐射安全和防护状况年度评估，并于每年的 1 月 31 日前将年度评估报告上传至“国家核技术利用辐射安全监管系统”并向市生态环境局及临清市分局提交年度评估报告。</p>	
<p>(五) 定期开展辐射事故应急演练，修订辐射事故应急预案。若发生辐射事故，应及时向环境、公安和卫计等部门报告。</p>	<p>医院编制了《辐射事故应急处理预案》，于 2023 年 4 月 18 日开展了辐射事故应急演练，医院未发生过辐射事故。</p>	

四、验收标准及参考依据

4.1 验收监测标准

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

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定,工作人员的_{职业照射}和_{公众照射}的有效剂量限值列入表 4-1。

表 4-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

职业工作人员		公众	
身体器官	年有效剂量	身体器官	年有效剂量
全身均匀照射	≤20mSv	全身均匀照射	≤1mSv

注:表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

①剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 应对任何工作人员的_{职业照射}水平进行控制,使之不超过下述限值:

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

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

B1.2 公众照射

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

a) 年有效剂量, 1mSv;

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

②年管理剂量约束值

根据环评报告,本项目的验收标准为工作人员年管理剂量约束值不超过 5.0mSv; 公众年管理剂量约束值不超过 0.25mSv。

4.1.2 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

6.3 X 射线设备机房屏蔽机外剂量水平

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。

4.2 参考依据

根据《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年），聊城市环境天然辐射水平见表4-2。

表 4-2 聊城市环境天然 γ 空气吸收剂量率 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	2.90~6.66	4.56	0.86
道 路	1.90~6.67	3.97	1.10
室 内	6.47~12.85	9.24	1.46

五、验收监测

5.1 现场监测

为掌握本项目正常运行工况下DSA机房周围辐射环境水平，对机房周围及其他工作场所进行了现场监测。

1. 监测单位：

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，证书编号221512052438。

2. 监测项目

①监测因子：X- γ 辐射剂量率；

②监测范围：辐射工作场所的监测范围包括监督区、评价范围及上下楼层中的主要敏感区域。

监督区：监测点为操作室及机房周围其他有关毗邻区域。

③监测点位

操作室操作位、观察窗、防护门外表面 30cm 处，机房四周墙外 30cm 处，楼上、楼下相邻房间，射线装置机房外人员经常驻留的位置，评价范围内环境保护目标处。

3. 监测依据及监测方法

依据《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》（HJ1157-2021）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求和方式进行现场监测。将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算均值和标准偏差。

4. 监测仪器

便携式 FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 剂量率仪。监测仪器主要技术参数见表 5-1。

表 5-1 监测仪器参数一览表

序号	项 目	参 数
1	仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
2	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
3	系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
4	天然本底扣除探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h

5	能量范围	33keV~3MeV
6	检定单位	中国计量科学研究院
7	检定证书编号	Y16-20222192
8	检定有效期至	2023年12月20日

5. 质量保证

本次由两名检测人员共同进行现场检测，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的数量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由技术负责人审定。

6. 监测时间与环境条件

监测时间：2023年3月9日，天气：晴；环境温度：14.3℃；相对湿度：32.8%。

5.2 监测结果及分析

DSA装置开-关机状态下，对DSA手术室周围X-γ辐射剂量率进行检测，监测结果见表5-2，同时对DSA开机状态下介入室内手术位的辐射水平进行监测，监测结果见表5-3。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），医院对DSA工作场所进行分区管理，将介入手术室四周墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻的操作室、设备间、缓冲间、走廊等划为监督区。在控制区边界防护门处设置电离辐射警告标志，除需就诊的患者和穿、戴各种防护用品进行介入诊疗的工作人员，其它任何人不得进入控制区。本项目控制区和监督区划分情况及布点示意图见图5-1-图5-3。

表5-2 关机状态下DSA手术室周围γ辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	关机状态	
		剂量率	标准偏差
1#	操作位	72.9	1.03
2#	观察窗外30cm处	73.5	0.97
3#	医护人员进出防护门中间外30cm处	72.6	1.09

4#	DSA手术室北墙外30cm处	82.3	1.15
5#	DSA手术室东墙外30cm处（走廊）	78.1	1.69
6#	污物通道防护门中间外30cm处	72.8	1.32
7#	设备门中间外30cm处	70.6	0.81
8#	患者进出防护门中间外30cm处	72.7	0.94
9#	DSA手术室楼上手术室（距地面1m处）	70.5	1.13
10#	介入手术室楼下清洗室 （距地面1.7m处）	74.0	1.15
11#	DSA手术室西侧紧邻会诊室	83.9	1.34
12#	介入手术室北侧30m病房楼	70.5	1.26
13#	介入手术室南侧50m门诊楼	70.5	1.36
范 围		70.5~83.9	

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值 10.9 nGy/h。

表 5-3 DSA 开机状态下 DSA 手术室周围 X-γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

检测 点位	点位描述	检测值	标准差	射束 方向
A1	操作位	75.9	0.73	射束 向南
A2	观察窗外30cm处	78.2	0.98	
A3-1	医护人员进出防护门左门缝外 30cm处	74.7	0.89	
A3-2	医护人员进出防护门中间外30cm 处	74.6	1.28	
A3-3	医护人员进出防护门右门缝外 30cm处	74.7	1.06	
A3-4	医护人员进出防护门下门缝外 30cm处	83.9	0.74	
A3-5	医护人员进出防护门上门缝外 30cm处	80.8	1.48	
A4	DSA手术室北墙外30cm处	103.7	1.26	射束 向北
A5	DSA手术室东墙外30cm处（走廊）	93.9	1.16	

A6-1	污物通道防护门左门缝外30cm处	87.9	1.56	
A6-2	污物通道防护门中间外30cm处	76.1	0.95	
A6-3	污物通道防护门右门缝外30cm处	88.0	1.06	
A6-4	污物通道防护门下门缝外30cm处	99.7	2.12	
A6-5	污物通道防护门上门缝外30cm处	92.9	1.17	
A7-1	设备门左门缝外30cm处	85.9	1.31	
A7-2	设备门中间外30cm处	76.0	1.25	
A7-3	设备门右门缝外30cm处	82.4	1.24	
A7-4	设备门下门缝外30cm处	166.0	1.08	
A7-5	设备门上门缝外30cm处	91.8	1.35	
A8-1	患者进出防护门左门缝外30cm处	194.3	1.66	
A8-2	患者进出防护门中间外30cm处	79.0	1.18	
A8-3	患者进出防护门右门缝外30cm处	97.1	1.29	射束 向南
A8-4	患者进出防护门下门缝外30cm处	588.2	1.52	
A8-5	患者进出防护门上门缝外30cm处	93.0	1.25	
A9	DSA手术室楼上手术室 (距地面1m处)	75.3	0.86	
A10	介入手术室楼下清洗室 (距地面1.7m处)	76.5	1.17	射束 向上
A11	DSA手术室西侧紧邻会诊室	88.3	1.01	
A12	介入手术室北侧30m病房楼	76.6	0.98	射束 向北
A13	介入手术室南侧50m门诊楼	76.7	0.92	射束 向南
范围		74.6~588.2		

注：1. 检测结果已扣除宇宙射线响应值 10.9 nGy/h；

2. 检测时放置水模+1.5mmCu，为透视状态，管电压和管电流分别为 92kV、45.2mA。

表 5-4 开机状态下 DSA 介入室内手术位处的剂量率检测结果 ($\mu\text{Gy/h}$)

检测点位	点位描述		透视	摄影
			(92kV、 45.2mA)	(90kV、 587mA)
A14	防护屏前	手部	465.0	2.62mGy/h
	防护屏后 床侧术者位	头部	4.37	22.8
		胸部	3.70	15.3
		腹部	6.97	25.8
		下肢	2.71	12.4

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值 10.9 nGy/h。

由以上可知，DSA 关机状态下，DSA 手术室周围环境机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (70.5~83.9)nGy/h，处于聊城市本底水平，DSA 开机时，DSA 手术室周围环境机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (74.6~588.2)nGy/h，低于《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) 中的剂量率限值要求。

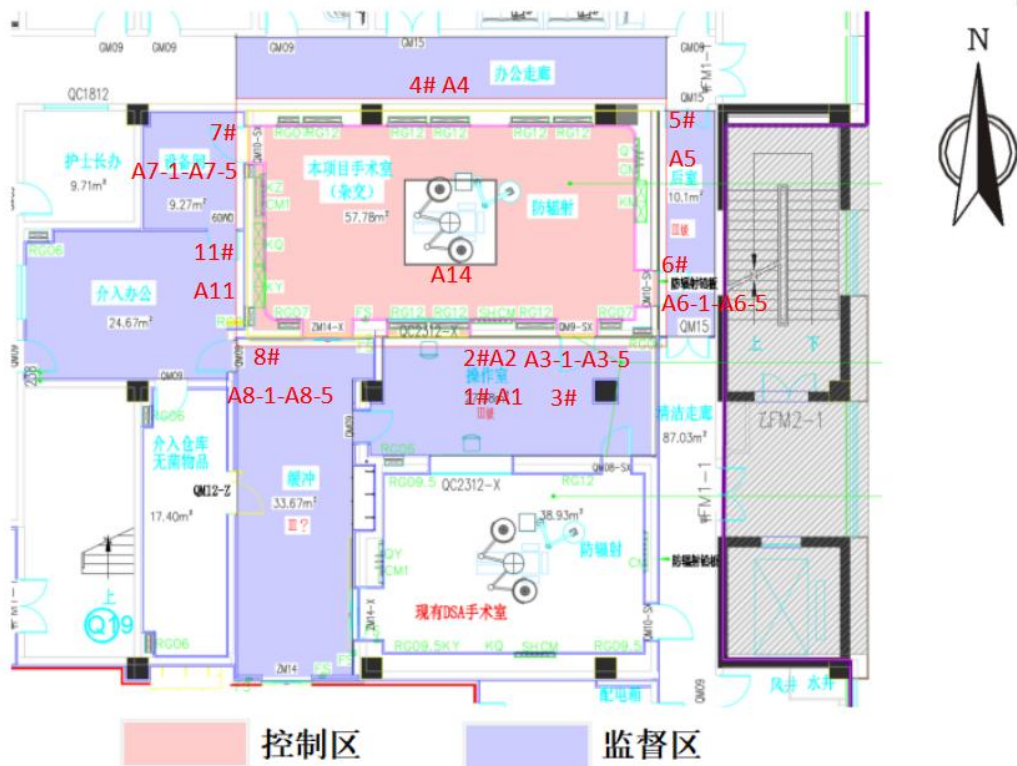


图 5-1 DSA 手术室周围检测布点示意图

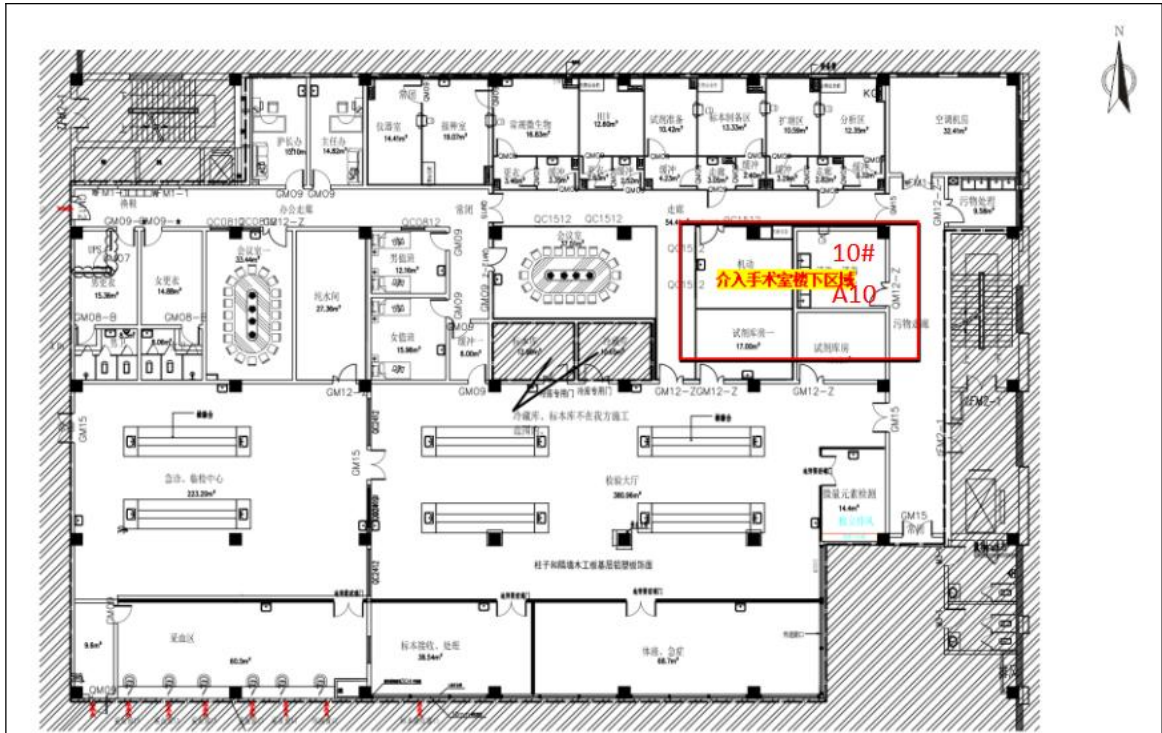


图 5-2 医技楼 3 层平面位置布点示意图（介入手术室楼下）

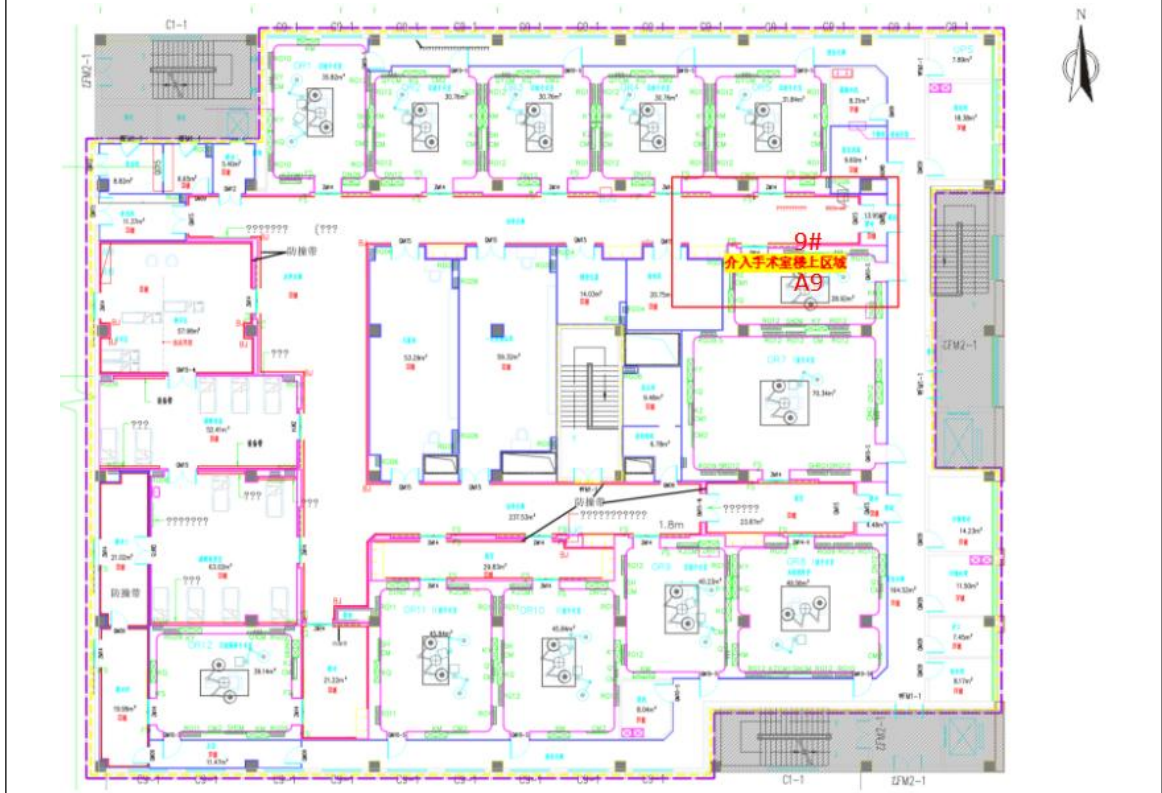


图 5-3 医技楼 5 层平面位置布点示意图（介入手术室楼上）

六、职业与公众受照剂量

6.1 年有效剂量估算公式

$$H=0.7 \times D_r \times T \quad (6-1)$$

式中： H ——年有效剂量，Sv/a；

T ——年受照时间，h；

0.7——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；

D_r ——X 剂量率，Gy/h。

6.2 照射时间确定

经与医院核实，本项目 DSA 手术量神经内科最多 300 例/年，神经外科最多 300 例/年，综合内科最多 400 例/年，平均每例最大照射时间 13min（其中透视时间 10min，摄影时间 3min）；本项目 DSA 手术室手术量最多为 1000 台/年，DSA 辐射工作人员年参加介入手术不超过 500 台，则 DSA 辐射工作人员最大年受照时间为 108h（透视时间 83h/a、摄影时间 25h/a）。

6.3 职业人员受照剂量

本项目共有 30 名辐射工作人员（3 名技师、3 名护师，神经内科 8 名医师、神经外科 12 名医师及综合内科 4 名医师），涉及使用现有 DSA 装置及本项目 DSA 装置。因本项目开展时间较短，本项目对工作人员的影响根据本次验收监测结果进行估算。

1. 介入室内职业人员（医师及护士）受照剂量

根据验收监测结果，本项目 DSA 装置开机状态下，透视、减影状态下躯干（包括胸部、腹部）剂量率最大值分别为 $6.97 \mu\text{Gy/h}$ 、 $25.8 \mu\text{Gy/h}$ 。则职业人员年有效剂量为 $0.7 \times (6.97 \times 83 + 25.8 \times 25) \times 1 \div 1000 \approx 1.22\text{mSv}$ ，低于环境影响报告表提出的职业人员 5.0mSv 的年管理剂量约束值。

本项目 DSA 装置开机状态下，透视、减影状态下眼部（参考头部的监测数据）剂量率最大值分别为 $4.37 \mu\text{Gy/h}$ 、 $22.8 \mu\text{Gy/h}$ 。则职业人员眼部年当量剂量为 $0.7 \times (4.37 \times 83 + 22.8 \times 25) \times 1 \div 1000 \approx 0.93\text{mSv}$ ，低于环境影响报告表提出的职业人员眼晶体 37.5mSv 的年管理剂量约束值。

本项目 DSA 装置开机状态下，透视、减影状态下四肢（手部、下肢）剂量率最大值分别为 465.7 μ Gy/h、2.62mGy/h，则职业人员四肢年当量剂量为 $0.7 \times (465.0 \times 83/1000 + 2.62 \times 25) \times 1 \approx 72.87\text{mSv}$ ，低于环境影响报告表提出的职业人员四肢 125mSv 的年管理剂量约束值。

2. 介入室外职业人员（技师）受照剂量

技师工作时位于操作室内，根据本次验收检测结果，取医护人员进出防护门外剂量率 83.9nGy/h 进行计算，居留因子为 1，则技师年有效剂量为 $0.7 \times 83.9 \times 108 \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.006\text{mSv}$ ，低于环境影响报告表提出的职业人员 5.0mSv 的年管理剂量约束值。

以上可知工作人员最大年有效剂量为 1.22mSv，30 名辐射工作人员在操作本项目 DSA 的同时会兼顾本院区另 1 台 DSA 的使用，叠加工作人员过去累积一年的个人剂量检测数据（2022 年 3 月 11 日-2023 年 3 月 8 日），年有效剂量最大为 2.31mSv，职业人员所受照射的最大年有效剂量为 $1.22 + 2.31 = 3.53\text{mSv}$ ，低于 GB18871-2002 规定的职业人员 20mSv 的年剂量限值。

6.4 公众成员受照剂量

根据现场验收监测结果计算本项目 DSA 手术室周围公众成员的年有效剂量计算结果见表 6-1。

表 6-1 本项目公众成员的年有效剂量计算结果

位置	受照时间 (h)	剂量率最大值 (nSv/h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
手术室楼上 1.0m 处，手术室	108	75.3	1	0.006
手术室楼下距地面 1.7m 处，检验科	108	76.5	1	0.006
DSA 手术室西侧紧邻会诊室	108	88.3	1	0.007
介入手术室北侧 30m 病房楼	108	76.6	1	0.006
介入手术室南侧 50m 门诊楼	108	76.7	1	0.006
患者进出防护门下门缝外 30cm 处	108	588.2	1/4	0.01

以上可知，DSA 运行时，公众成员接受照射的年有效剂量最大值约为 0.01mSv，

低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 0.25mSv 的年管理剂量约束值。

七、辐射安全管理

根据《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）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）及环境保护主管部门的要求，并对照有关安全检查程序，对涉及本项目的辐射环境管理和安全防护措施进行了核查。

7.1 组织机构

医院签订了辐射工作安全责任书，法定代表人赵书森为辐射工作安全责任人。设置了专职机构辐射安全委员会负责该院射线装置的安全和防护工作。

7.2 辐射防护和安全保卫制度及其落实情况

（1）工作制度。制定了《辐射防护和安全保卫制度》《辐射安全工作职责》《放射设备维护维修制度》《辐射监测方案》等辐射防护和安全保卫制度。

（2）操作规程。制定了《GE DSA 操作规程》，并严格按照操作规程的要求进行操作。

（3）应急预案。编制了《辐射事故应急处理预案》，于 2023 年 4 月 18 日开展了辐射事故应急演练。

（4）人员培训。制定了《放射防护培训计划》，本项目的 30 名辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格。

（5）个人剂量。该项目 30 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，医院委托山东鑫宁检测技术有限公司对个人剂量进行检测，建立了个人剂量档案。

（6）年度评估。公司已按要求编写了 2022 年辐射安全与防护状况年度评估报告，并将评估报告于每年的 1 月 31 日前上传至“国家核技术利用辐射安全监管系统”并向市生态环境局及临清市分局提交年度评估报告。

7.3 工作场所辐射安全及防护情况

1. 根据现场核查，DSA 手术室安装了电视监控，防护门安装了门灯联锁，配备激光定位、对讲、紧急停机装置，并在治疗室外醒目处安装工作状态指示灯及电离辐射警告标志，均能正常工作。

2. 根据医院提供的资料及现场核查，该项目工作场所实体屏蔽情况与环评文件一致。

7.4 辐射监测仪器和个人防护用品的配备

本项目配备了1台辐射巡检仪，3部个人剂量报警仪，工作人员每人配备了个人剂量计，医院为本项目辐射工作人员新配备的个人防护用品有铅衣5件、铅橡胶围裙5件、铅防护眼镜5副、铅橡胶颈套5件、铅橡胶帽子5件及介入防护手套5副，为患者和受检者配备的个人防护用品有铅衣2件、铅橡胶围裙2件、铅橡胶颈套2件及铅橡胶帽子2件。经核实，职业人员将根据手术需要轮换开展工作，已配备的个人防护用品能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求以及日常使用要求。另外，本项目DSA装置自带1个0.5mmPb防护吊屏、1个0.5mmPb床侧防护帘，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款辐射防护要求。配备的防护器材详见表。

表 7-1 介入手术室拟配备防护器材一览表

防护器材	名称	工作人员（件）	患者和受检者（件）
个人防护用品	铅衣（0.5mmPb）	5	2
	铅橡胶围裙（0.5mmPb）	5	—
	铅橡胶帽子（0.5mmPb）	5	2
	铅橡胶颈套（0.5mmPb）	5	2
	铅防护眼镜（0.5mmPb）	5	—
	铅防护手套（0.025mmPb）	5	—
	铅橡胶性腺防护围裙（0.5mmPb）	—	2
辐射防护用品	防护吊屏、床侧防护帘（0.5mmPb）	本项目DSA装置自带1件防护吊屏和1件床侧防护帘	



辐射巡检仪



个人剂量报警仪



铅衣

图 7-1 现场拍摄照片

八、验收监测结论与建议

8.1 结论

8.1.1 项目基本情况

聊城市第二人民医院华美院区位于山东省聊城市临清市华美路1号院，本项目DSA工作场所位于医技楼四楼介入诊疗2室，主要包括介入手术室、操作室及设备间等，并于介入手术室内安装1台Optima IGS Mega型DSA装置。

2022年12月，医院委托编制了《聊城市第二人民医院DSA应用项目环境影响报告表》，医院于2022年12月28日取得了聊城市生态环境局的批复（聊环辐表审〔2022〕28号）；2023年2月23日医院重新申领了辐射安全许可证（鲁环辐证〔15055〕），许可种类和范围为“使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所”，有效期至2025年7月21日。

8.1.2 现场检查结果

1. 医院签订了辐射工作安全责任书，明确法定代表人赵书森为辐射工作安全责任人。成立了专职机构辐射安全委员会负责该院射线装置的安全和防护工作。

2. 工作制度。制定了《辐射防护和安全保卫制度》《辐射安全工作职责》《放射设备维护维修制度》《辐射监测方案》等辐射防护和安全保卫制度。

3. 操作规程。制定了《GE DSA 操作规程》，并严格按照操作规程的要求进行操作。

4. 应急预案。编制了《辐射事故应急处理预案》，于2023年4月18日开展了辐射事故应急演练。

5. 人员培训。制定了《放射防护培训计划》，本项目的30名辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格。

6. 个人剂量。该项目30名辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托山东鑫宁检测技术有限公司对个人剂量进行检测，建立了个人剂量档案。

7. 配备了1台辐射检测仪、3部个人剂量报警仪等辐射防护设备。

8. 年度评估。公司已按要求编写了2022年辐射安全与防护状况年度评估报告，并将评估报告于每年的1月31日前上传至“国家核技术利用辐射安全监管系统”

并向市生态环境局及临清市分局提交年度评估报告。

8.1.3 现场检测结果

DSA 关机状态下，DSA 手术室周围 γ 辐射剂量率范围为 (70.5~83.9)nGy/h，处于聊城市本底水平，DSA 开机时，DSA 手术室周围环境机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (74.6~588.2)nGy/h，低于《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) 中的剂量率限值要求。

8.1.4 职业与公众受照结果

本项目辐射工作人员的年有效剂量约为 1.22mSv，低于环评报告中提出的 5.0mSv 的年管理剂量约束值；叠加工作人员过年累积一年的个人剂量检测结果，辐射工作人员所受照射的最大年有效剂量为 3.53mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定职业人员 20mSv/a 的剂量限值。

经估算，医用电子 DSA 运行时，公众成员接受照射的年有效剂量最大值约为 0.01mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 0.25mSv 的年管理剂量约束值。

综上所述，聊城市第二人民医院 DSA 应用项目基本落实了辐射防护和安全保卫制度和辐射安全防护各项措施，该项目对职业工作人员和公众人员是安全的，对周围环境产生的影响较小，具备通过建设项目竣工环境保护验收的条件。

8.2 建议

1. 适时修订完善辐射防护和安全保卫制度。
2. 完善工作场所的自行检测。