

诸城华元医院 DSA 装置应用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：诸城华元医院

编制单位：山东鼎嘉环境检测有限公司

2022 年 3 月

建设单位法人代表： (签字)

编制单位法人代表： (签字)

项目负责人：

填表人：

建设单位：诸城华元医院（盖章）

编制单位：山东鼎嘉环境检测有限公司
（盖章）

电话：19153632858

电话：0531-59803517

传真：/

传真：/

邮编：262200

邮编：250101

地址：山东省潍坊市诸城市密州东路 89
号

地址：中国（山东）自由贸易试验区济
南片区高新万达广场 2 号写字楼

目 录

表 1 概述.....	1
表 2 项目工程概况.....	10
表 3 环评要求及落实情况.....	17
表 4 验收监测.....	19
表 5 职业与公众受照剂量.....	23
表 6 辐射安全管理.....	25
表 7 验收监测结论与要求.....	27
附件	
1. 委托书.....	附件-1
2. 环境影响评价审批意见.....	附件-2
3. 医院辐射安全许可证.....	附件-5
4. 医院辐射安全管理制度.....	附件-9
5. 应急预案及应急演练记录.....	附件-21
6. 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单.....	附件-33
7. 个人剂量档案表及个人剂量检测报告.....	附件-35
8. 竣工环境保护验收监测报告.....	附件-47

表 1 概述

工程名称	DSA 装置应用项目				
建设单位	诸城华元医院				
法人代表	邱立伟	联系人	张振明		
通讯地址	潍坊市诸城市密州东路 89 号				
联系电话	19153632858	传真	/	邮政编码	262200
建设地点	山东省潍坊市诸城市密州东路 89 号, 医院负一层介入科				
工程性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>	行业类别	Q8411 综合医院		
环境影响报告表名称	诸城华元医院 DSA 装置应用项目环境影响报告表				
环境影响评价单位	山东清朗环保咨询有限公司				
环境影响评价审批部门	潍坊市生态环境局 诸城分局	文号	诸环辐表审 [2021]02号	时间	2021 年 2 月 22 日
验收监测时间	2021 年 11 月 18 日		监测单位	山东鼎嘉环境检测有限公司	
工程总投资 (万元)	495.6	项目环保投资 (万元)	35.9	环保投资占总 投资比例	7.24%
验收规模	DSA 装置 1 台, 属使用 II 类射线装置				

1.1 医院简介

诸城华元医院是一所集医疗、教学、科研、预防保健、临床康复、养老护理、医疗救援、公共医疗保障等多功能为一体的二级综合性、非营利性社会办医疗机构。2018 年 8 月经潍坊市卫生健康委员会审批设立, 2019 年 3 月 8 日开始收治患者对外正式营业。医院位于山东省潍坊市诸城市密州东路 89 号, 占地面积 16761 平方米, 总建筑面积 24577 平方米, 设置床位 100 张, 养老床位 400 张。现设有内科、外科、妇科专业、儿科、眼科、耳鼻咽喉科、口腔科、皮肤病专业、医学美容科、急诊医学科、康复医学科、麻醉科、中医科以及影像、超声、检验等 40 余个临床专业和医技科室。

1.2 现有辐射项目

2019年10月，医院在未取得生态环境部门审批意见的情况下，建设完成1台Optima IGS 330型DSA装置并投入使用。

2020年2月19日，医院开展了“诸城华元医院X射线装置放射建设项目”，新增5台III类射线装置，包括Optima CT 670型螺旋CT、HLDR-65型DR、Brivo XR515型DR、DTP571型数字化胃肠机、Promax 3DS型口腔CT各1台，医院已进行登记备案，登记备案号为202037078200000106。

2020年7月6日，医院开展了“诸城华元医院新增X射线碎石机、C型臂建设项目”，新增2台III类射线装置，包括Brivo OEC型移动C型臂、HK.ESWL-V型碎石机各1台，医院已进行登记备案，登记备案号为202037078200000528。

表 1-1 医院现有射线装置明细表

序号	装置名称	型号	数量	类别	工作场所
1	DSA	Optima IGS 330	1台	II类	医院负一层介入科介入手术室
2	螺旋CT	Optima CT 670	1台	III类	医院负一层放射科CT室
3	DR	HLDR-65	1台	III类	医院负一层放射科DR室
4	DR	Brivo XR515	1台	III类	医院二层健康管理中心DR室
5	数字化胃肠机	DTP571	1台	III类	医院负一层放射科数字胃肠室
6	口腔CT	Promax 3DS	1台	III类	医院三层口腔科
7	碎石机	HK.ESWL-V	1台	III类	医院负一层放射科碎石室
8	移动C型臂	Brivo OEC	1台	III类	医院四层手术室

1.3 验收任务由来

2019年12月，医院委托山东清朗环保咨询有限公司编制了《诸城华元医院DSA装置应用项目环境影响报告表》，项目涉及1台Optima IGS 330型DSA装置。2021年2月22日，潍坊市生态环境局诸城分局以“诸环辐表审[2021]02号”文件对该项目环境影响报告表进行了审批。审批阶段DSA装置已投入使用，潍坊市生态环境局诸城分局下达了行政处罚决定，医院已缴纳罚款，此次为补办环评手续。

2021年10月27日，潍坊市生态环境局向医院颁发了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[G0007]，种类和范围为使用II类、III类射线装置；有效期至2026年10月26日。本次验收涉及的射线装置已进行许可登记，具体信息见表1-2。

表 1-2 本次验收涉及的射线装置情况

装置名称	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量	类别	生产厂家	工作场所	安装时间
DSA 装置	Optima IGS 330	125	1000	1 台	II 类	北京通用电气华伦医疗设备有限公司	负一层介入科介入手术室	2019.10

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管理办法》等有关法律法规的要求，受诸城华元医院的委托，我公司承担该项目的竣工环保验收工作，于 2021 年 11 月 18 日至现场进行实地勘察和资料核查，根据验收监测结果和现场检查情况编制了《诸城华元医院 DSA 装置应用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

1.4 验收目的

1、核查建设项目在设计、施工和运行阶段对环境影响评价报告及批复中所提出的辐射防护措施及各级生态环境行政主管部门批复要求的落实情况。

2、核查建设项目所涉及的射线装置工作场所实际运行过程中辐射等环境影响产生情况，以及已采取防护措施，分析各项防护措施实施的有效性；通过现场调查和实地监测，确定建设项目产生的环境影响达标情况。

3、核查医院环境管理机构设立情况、建设项目辐射工作人员符合性和防护仪器的配置情况，核查医院各项辐射规章制度的制定及执行情况，指出建设项目存在的问题，并提出改进措施，以满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

4、根据现场监测、核查结果的分析与评价，形成验收监测结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

1.5 验收监测依据

一、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、《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；

6、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局31号，2006.3施行；环境保护部令第3号，2006.3施行；2008.12第一次修订后施行；2017.12.20第二次修订后施行；环境保护部令第47号修订，2017.12施行；生态环境部令第7号第三次修订，2019.8.22施行；生态环境部令第20号修订，2021.1.4施行；

7、《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；

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；

9、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，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，2019.1.1。

二、行业标准、技术导则

1、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；

2、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；

3、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；

4、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；

5、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；

6、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，2018.5。

三、技术文件依据

1、《诸城华元医院 DSA 装置应用项目环境影响报告表》，山东清朗环保咨询有限公司，2020.3；

2、《诸城华元医院 DSA 装置应用项目环境影响报告表》审批意见，潍坊市生态环境局诸城分局，诸环辐表审[2021]02号，2021.2.22；

3、诸城华元医院 DSA 装置应用项目竣工环境保护验收监测委托书；

4、医院提供的辐射规章制度等其他支持性文件。

1.6 验收监测评价标准、限值

一、《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) 附录 B 内剂量限值要求。

1、职业照射

①职业照射剂量限值

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv;
- b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;
- c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;
- d) 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

②对于年龄为 16 到 18 岁徒工或学生照射剂量限值

- a) 年有效剂量, 6mSv;
- b) 眼晶体的年当量剂量, 50mSv;
- c) 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 150mSv。

2、公众照射

①公众照射剂量限值

- 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。
- c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;
- d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

对辐射工作人员、公众成员的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求, 而应依据辐射防护最优化原则, 按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求, 把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。根据《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中 11.4.3.2 条款规定, 剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

根据《诸城华元医院 DSA 装置应用项目环境影响报告表》评价内容, 取 5.0mSv/a 作为辐射工作人员的年管理剂量约束值, 取 0.25mSv/a 作为公众成员年管理剂量约束值, 取 37.5mSv/a、125mSv/a 分别作为辐射工作人员眼晶体、辐射工作人员四肢的年管理剂量约束值。

二、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

第6款：X射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X射线设备机房布局

6.1.1 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。

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、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 1-3 的规定。

表 1-3 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
双管头或多管头 X 射线机 ^a （含 C 形臂）	30	4.5
单管头 X 射线设备 ^b （含 C 形臂，乳腺 CBCT）	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 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。

^d机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形面积。

^e机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

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 1-4 的规定。

表 1-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用束方向铅当量 mmPb
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 1-4 的要求。

6.3 X 射线设备机房屏体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视工程的 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 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应不大于仪器响应时间；

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达不到响应时间要求，则应对其读数进行响应时间修正，修正方法参见附录 D。

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 1-5 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 除接入防护手套外，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强当量应不小于 0.5mmPb 。

6.5.5 个人防护用品不适用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 1-5 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		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辐射防护设施
介入放射学操作	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. “——” 标识不做要求。

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。

根据《诸城华元医院 DSA 装置应用项目环境影响报告表》审批意见，采用 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 作为介入手术室屏蔽墙、防护门及室顶外 30cm 处剂量率目标控制值。

三、环境天然放射性水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，潍坊市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 1-6。

表 1-6 潍坊市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	4.30~16.26	6.16	1.28
道 路	3.35~17.70	6.07	1.73
室 内	6.84~23.89	10.57	2.12

注：数据摘自《山东省环境天然放射性水平研究调查报告》，山东省环境监测中心站，1989 年。

表 2 项目工程概况

2.1 项目基本情况

2.1.1 项目名称

诸城华元医院 DSA 装置应用项目。

2.1.2 项目位置

诸城华元医院位于潍坊市诸城市密州东路 89 号，本项目 DSA 装置安装于医院负一层介入科介入手术室。

项目所在地区位见附图 1，医院周边关系见附图 2，医院总平面布置见附图 3。

2.1.3 验收规模

环评规模：于医院负一层介入科介入手术室内新增 1 台 Optima IGS 330 型 DSA 装置，属使用 II 类射线装置。

验收规模：于医院负一层介入科介入手术室内配置 1 台 Optima IGS 330 型 DSA 装置，属使用 II 类射线装置。本次验收规模与环评规模一致，验收监测时 DSA 装置正常运行。

本项目射线装置情况一览表见表 1-2。

2.2 辐射安全防护与污染物处置

2.2.1 项目选址及机房布置

本项目 DSA 装置位于医院负一层介入科介入手术室。介入手术室周围毗邻关系见表 2-1，介入手术室现场勘查情况见图 2-1，介入手术室平面布置见附图 4。

表 2-1 介入手术室周围毗邻关系表

名称	方向	毗邻情况	距场所距离
介入手术室	北侧	患者准备区、设备间、污物间	相邻
	东侧	走廊	相邻
	南侧	控制室	相邻
	西侧	拟建房间	相邻
	楼上	停车场	相邻
	楼下	土层	相邻



图 2-1 本次验收现场照片

	
<p>楼上停车场</p>	<p>排风口</p>
	
<p>小防护门</p>	<p>制度上墙</p>
	
<p>急停按钮</p>	<p>控制台急停按钮</p>
	
<p>防夹装置</p>	<p>闭门装置</p>

图 2-1 (续) 本次验收现场照片

2.2.2 辐射防护措施

根据医院材料及现场核查，本项目介入手术室采取实体屏蔽，各防护门均为铅钢结构防护门，观察窗采用含铅玻璃；设置有急停按钮、电离辐射警告标志、闭门装置、防夹装置、工作状态指示灯等，且灯箱上设置有“射线有害、灯亮误入”的可视警示标语；介入手术室内设置有新风系统；介入手术室施行了分区管理，将介入手术室四周墙壁围成的区域划为控制区，与墙壁外部相邻的污物间、设备间、患者准备区、控制室、更衣室、洗手间等划为监督区，并在控制区边界设置电离辐射警告标志，现场各项情况均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相应要求。本次验收的介入手术室环境影响报告表防护措施与现场验收情况对比见表 2-2，分区示意图 2-2。

表 2-2 介入手术室环境影响报告表与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况
介入手术室	一座	一座
位置	医院负一层介入科介入手术室	医院负一层介入科介入手术室
型号	Optima IGS 330 型 DSA 装置	Optima IGS 330 型 DSA 装置
尺寸	东西净长 8.27m、南北净宽 5.5m、净高 2.8m，有效使用面积约 45.49m ²	东西净长 8.27m、南北净宽 5.5m、净高 2.8m，有效使用面积约 45.49m ²
四周墙体	红砖 240mm+硫酸钡砂 60mm+复合板	经与医院核实，与环评一致
室顶	混凝土 200mm	经与医院核实，与环评一致
观察窗	铅玻璃结构，防护能力 3.0mmPb	经与医院核实，与环评一致
防护门	均为铅钢复合结构，防护能力 3.0mmPb	经与医院核实，与环评一致
射束朝向	有用射束主要向上照射，介入室南墙、北墙、室顶能够受有用线束直接照射	主射束主要向下、向上照射，可微幅摆动，介入室南墙、北墙、室顶受有用线束直接照射
通风系统	采用新风系统通风，设计有效通风换气量 500m ³ /h，能够保持介入室内良好通风	采用新风系统通风，换气量 500m ³ /h，设置了 1 个进风口和 1 个排风口，均吊顶内安装，尺寸均为 40cm×40cm，能够保持介入室内良好通风
防护用品	0.5mmPb 铅防护吊屏 1 个，0.5mmPb 床侧防护帘 1 个；铅衣 4 件、铅橡胶围裙 4 件、铅橡胶颈套 4 件、铅橡胶帽子 4 件、铅防护眼镜 3 副，均为 0.5mmPb	本项目配置了移动铅屏风 2 个，另有床侧防护帘 1 个、铅悬挂防护屏 1 个、铅衣 4 件、铅橡胶围裙 4 件、铅橡胶颈套 4 件、铅橡胶帽子 4 件、铅防护眼镜 3 副，均为 0.5mmPb
其他	用于患者进出大防护门和用于医护人员进出小防护门均安装有闭门装置、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各防护门能够有效联动	大、小防护门均张贴电离辐射警告标志，大防护门设工作状态指示灯，门灯联动，介入室内设有对讲系统，大、小防护门均设置了防夹装置和闭门装置，候诊区设置了放射防护注意事项告知栏；扫描床及控制台均设置了急停按钮

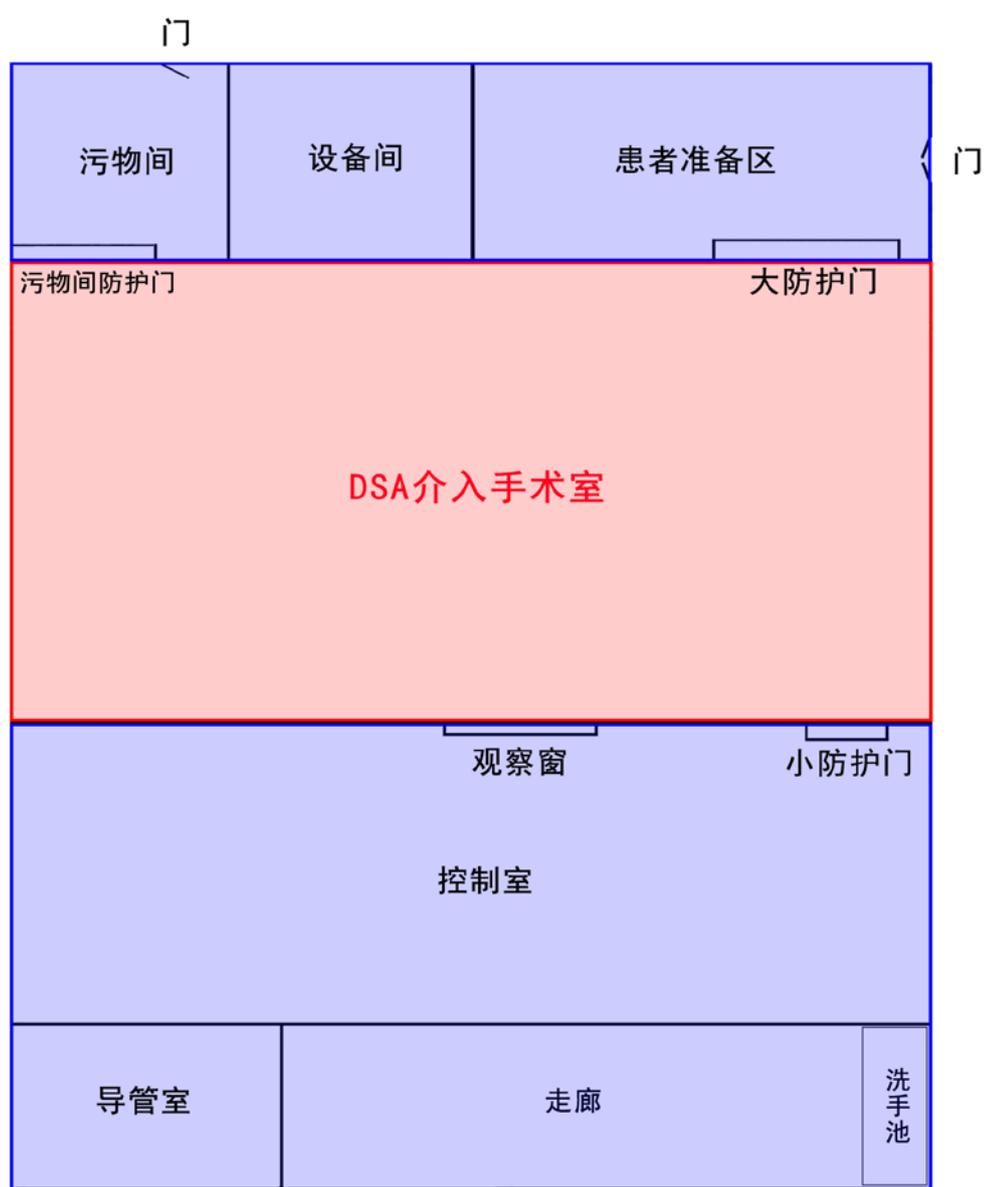


图 例

- 控制区
- 监督区

图 2-2 介入手术室分区示意图

2.2.3 工作原理和 workflow

1、设备组成

DSA 装置主要由平板探测器、球管、C-arm 支持系统、导管床、操作台及工作站系统等组成。

2、工作原理

DSA 装置（数字减影血管造影机）主要采用时间减影法，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。利用计算机系统将注射造影剂前的透视影像转换成数字形式贮存于记忆盘中，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，将剩余数字再转换成图像，即成为除去了注射造影剂前透视图像上所见到的骨骼和软组织影像，剩下的只是清晰的纯血管造影像。

在血管造影时，X 射线照射人体后产生的影像，经影像增强器强化，由摄像机接收并把它变成模拟信号输入模-数转换器，把模拟信号转变成数字信号，然后把数字信号存入存储器。同时电子计算机图像处理系统把图像分成许多像素，并通过数-模转换器把数字信号变成模拟信号，再输入监视器，从监视器屏幕上就可见到实时纯血管的图像。DSA 工作原理见图 2-3。

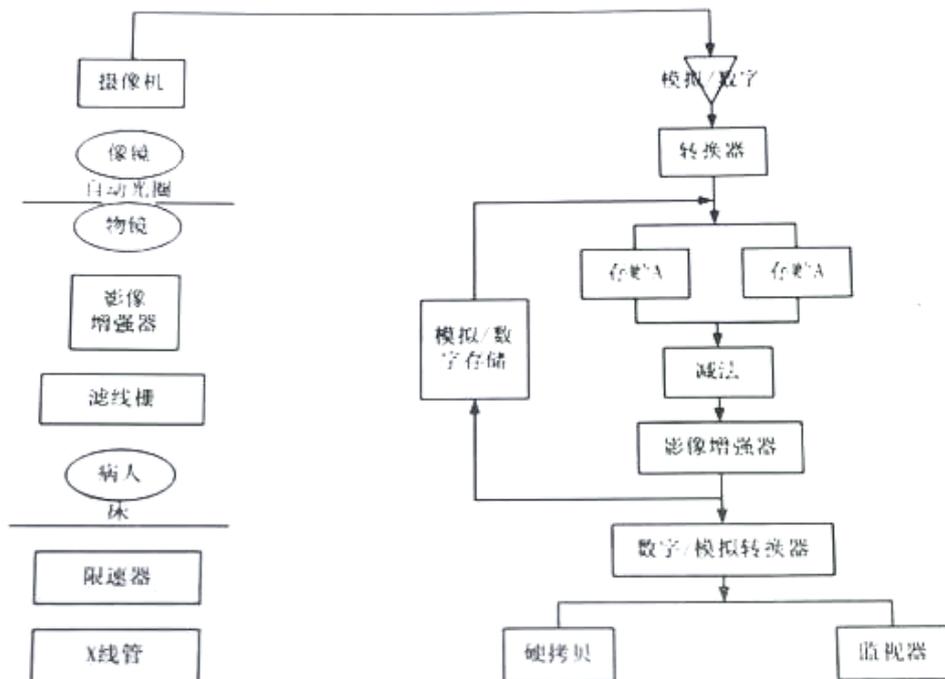


图 2-3 DSA 工作原理示意图

3、工作流程

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

(1) 制定手术及检查方案。

(2) 根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他仪器的设定。

(3) 根据不同的诊疗方案，工作人员之间密切配合，完成介入手术或检查。不同手术类型流程有所不同，但手术或检查过程均需开启 DSA 装置进行曝光。

(4) 完成手术或检查，整理手术记录和图像处理。

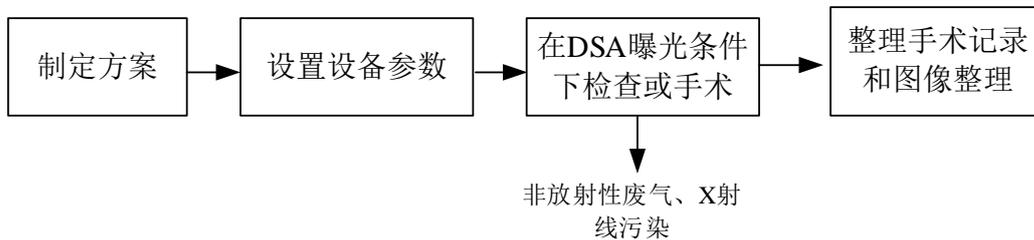


图 2-4 介入诊断工艺流程及产污环节图

2.2.4 污染因子及污染分析

1、X 射线

DSA 装置开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

2、放射性废物

DSA 装置运行过程不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

3、非放射性污染因素分析

DSA 装置运行中产生少量非放射性有害气体臭氧 (O_3) 和二氧化氮 (NO_2)，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，通过新风系统，可明显降低其浓度，因此，臭氧 (O_3) 和二氧化氮 (NO_2) 等有害气体对周围环境影响较小。

综上，本次验收主要考虑其 X 射线、非放射性有害气体。

表 3 环评要求及落实情况

诸城华元医院 DSA 装置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 环保部门审批意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见		验收时落实情况
<p>一、诸城华元医院位于密州东路 89 号，为满足医院放射诊断发展需求，医院在未取得生态环境部门审批意见的情况下，擅自在负一层介入科建设一座 DSA 机房，并安装投用了 1 台 Optima IGS 330 型 DSA 装置（II 类射线装置）。潍坊市生态环境局诸城分局对其进行了查处并下达了行政处罚决定，医院已缴纳罚款，现补办环评手续。</p>		<p>一、诸城华元医院位于潍坊市诸城市密州东路 89 号。经现场勘查，1 台 Optima IGS 330 型 DSA 装置(医用血管造影 X 射线机，最大管电压和管电流分别为 125kV 和 1000mA)位于医院负一层介入手术室，属使用 II 类射线装置，与环评审批规模一致，医院已缴纳罚款，本次为办环评手续。</p>
<p>二、该项目应严格落实环境影响报告表及以下要求，完善辐射安全与防护措施，开展辐射工作</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。设置辐射安全与环境保护管理机构，安排具有本科以上学历的专业技术人员负责医院辐射安全管理工作。在各辐射工作场所指定一名技术人员负责各自的辐射安全管理工作，落实岗位职责。</p> <p>2. 指定辐射装置使用登记制度、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>1. 医院设立了辐射安全与环境保护领导小组，签订了辐射工作安全责任书，明确法定代表人邱立伟为本单位辐射安全工作第一责任人，指定了马跃国负责射线装置安全和防护工作。</p> <p>2. 医院制定了《射线装置台账登记制度》《DSA 操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《DSA 装置设备检修维护制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员岗位职责》《辐射事故应急响应方案》等管理制度，建立了辐射安全管理档案。</p>
	<p>(二)加强辐射工作人员的安全和防护工作</p> <p>1. 加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。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，经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>2. 按照《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）的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 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。</p>	<p>1. 医院制定了《辐射工作人员培训管理制度》，介入科配备了辐射工作人员 4 名，全部通过了核技术利用辐射安全与防护考核或参加了辐射安全与防护培训并取得了合格证，均处于有效期内。</p> <p>2. 医院制定了《辐射监测方案》，辐射工作人员均规范佩戴了个人剂量计，并委托有资质单位每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。建立了辐射工作人员个人剂量档案，做到了 1 人 1 档，并安排专人管理。</p>

续表 3-1 环保部门审批意见与验收情况的对比

	环境影响报告表批复意见	验收时落实情况
二、该项目应严格落实环境影响报告表及以下要求，完善辐射安全与防护措施，开展辐射工作	<p>(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作</p> <p>1.落实 DSA 机房实体屏蔽，屏蔽墙、防护门及室顶外 30cm 处辐射剂量率满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中的要求 ($\leq 2.5 \mu\text{Gy/h}$)。</p> <p>2.在 DSA 机房醒目位置上设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求的电离辐射警告标志。</p> <p>3.落实 DSA 机房门机连锁装置、工作状态指示灯、急停按钮、视频监控等辐射安全与防护措施，设置通风系统。做好 DSA 装置与辐射安全与防护措施维护、维修，建立维修、维护档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。</p> <p>4.建立 DSA 装置使用台账，做好安全保卫工作。</p> <p>5.按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪等防护装置，制定并严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并向生态环境部门上报监测数据。</p>	<p>1.介入手术室采取实体屏蔽，根据验收监测结果，各屏蔽墙、防护门及室顶外 30cm 处剂量率均小于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 的剂量限值，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的要求。</p> <p>2.介入手术室大、小防护门醒目位置均设置有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》要求的电离辐射警告标志。</p> <p>3.介入手术室设置了门机连锁装置、工作状态指示灯、急停按钮等辐射安全与防护措施，设置新风系统。医院制定了《DSA 装置设备检修维护制度》，建立了维护档案，经现场勘查，各辐射安全与防护措施均有效运行。</p> <p>4.医院制定了《射线装置台账登记制度》，建立了使用记录，制定了《辐射防护和安全保卫制度》，落实了安全保卫工作。</p> <p>5.医院制定了《辐射监测方案》，配备了 1 台 R-EGD 型辐射监测仪、3 部 FS2011 型个人剂量报警仪，定期开展辐射环境监测，定期向生态环境部门报送监测数据。</p>
	<p>(四)开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估，每年 1 月 31 日前向我局提交年度评估报告。</p>	<p>医院每年均编制了年度评估报告，并在 1 月 31 日前提交到当地生态环境部门。</p>
	<p>(五)制定并定期修订本单位的辐射事故应急预案，组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生健康等部门报告</p>	<p>医院已制定《辐射事故应急响应方案》，并于 2022 年 2 月 25 日组织了应急演练，落实了风险防范措施，运行该 DSA 装置过程中未发生辐射事故。</p>

表 4 验收监测

为掌握该医院 DSA 装置正常运行工况下介入手术室周围辐射环境水平，本次根据现场条件和相关监测标准、规范的要求合理布点，进行现场监测和验收核查。

4.1 监测对象

介入手术室周围辐射环境水平。

4.2 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

4.3 监测时间与条件

监测时间：2021 年 11 月 18 日；

监测天气：晴，温度：19.3℃（室内），相对湿度：47.3%。

4.4 监测技术规范

根据《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）的要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，由两名监测人员在每个监测点位读取 10 个测量值为一组，取其平均值，经校准后作为最终的监测结果。

4.5 检测单位

本次验收由具备生态环境监测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司开展监测，检验检测机构资质认定证书编号 181512342017。

4.6 监测仪器

监测仪器为 AT1123 型辐射检测仪、BG9512P/BG7030 型便携式多功能射线检测仪，监测仪器主要技术参数见表 4-1。

表 4-1 监测仪器参数一览表

设备名称	辐射检测仪	便携式多功能射线检测仪
设备型号	AT1123	BG9512P/BG7030
设备编号	A-1804-02	A-1804-01
测量范围	吸收剂量率：50nSv/h~10Sv/h 能量范围：15keV~3MeV	吸收剂量率：10nGy/h~200 μ Gy/h 能量范围：25keV~3MeV
检定/校准单位	山东省计量科学研究院	山东省计量科学研究院
检定/校准证书编号	Y16-20210471	Y16-20210294
检定/校准有效期至	2022 年 3 月 31 日	2022 年 3 月 17 日

4.7 监测点位

本次验收根据介入手术室实际情况布设监测点位，具体如下所示：

于介入手术室周围布设 12 个监测点位，即 A1~A12。

监测点位示意图见图 4-1。

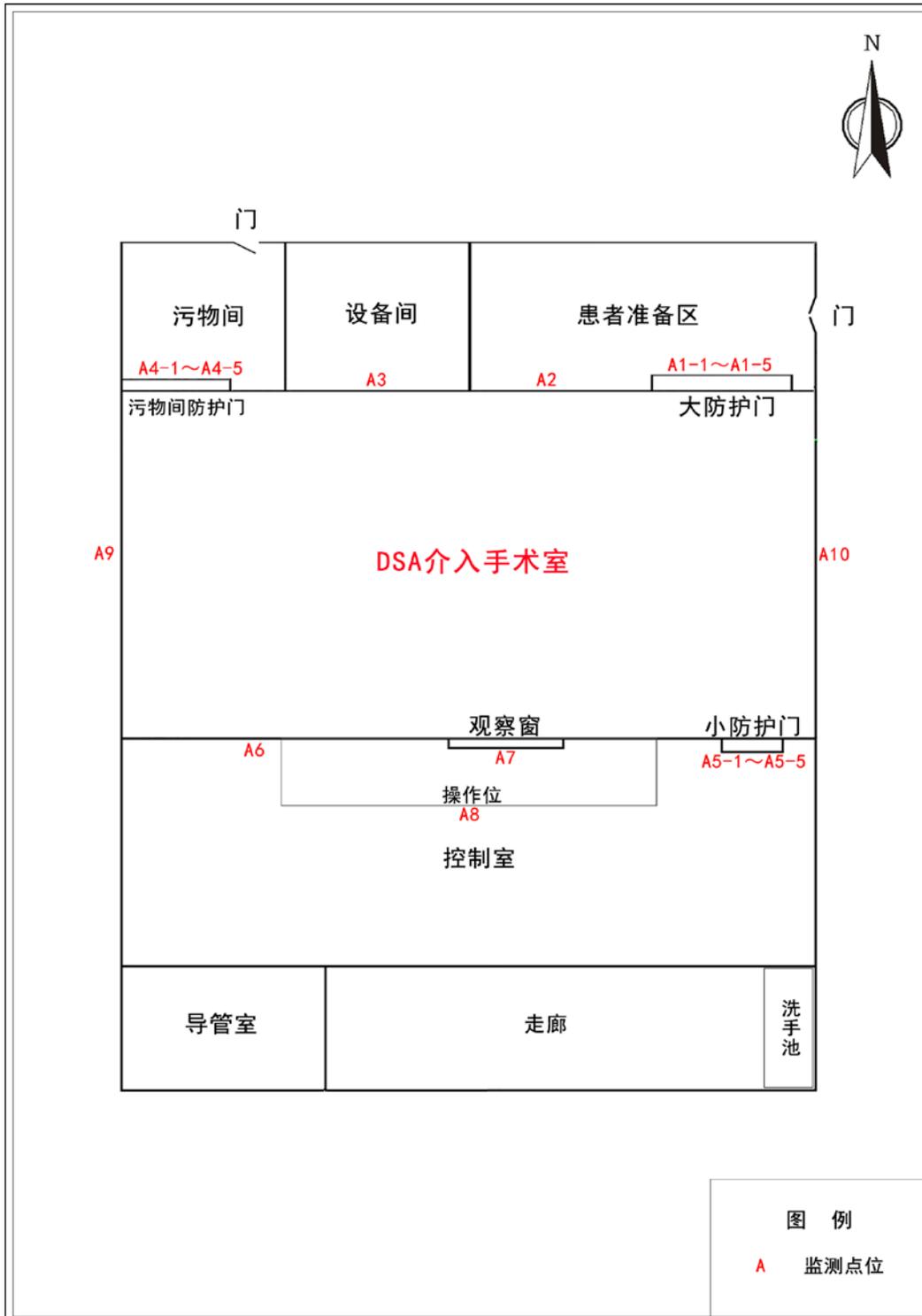


图 4-1 监测点位示意图

4.8 监测结果

1、介入手术室周围 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 4-2。

表 4-2 介入手术室周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	监测结果 (nGy/h)		监测结果 (nGy/h)	
		关机状态		开机状态	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
A1-1	介入室大防护门下侧门缝外 30cm 处	/	/	104.8	0.9
A1-2	介入室大防护门东侧门缝外 30cm 处	/	/	94.6	1.1
A1-3	介入室大防护门西侧门缝外 30cm 处	/	/	99.3	1.2
A1-4	介入室大防护门中间位置外 30cm 处	88.9	1.6	92.6	1.3
A1-5	介入室大防护门上侧门缝外 30cm 处	/	/	100.7	1.5
A2	介入室北墙外 30cm 处 (患者准备区)	100.5	1.0	104.4	1.2
A3	介入室北墙外 30cm 处 (设备间)	98.2	1.5	108.3	1.0
A4-1	污物间防护门东侧门缝外 30cm 处	/	/	116.2	1.3
A4-2	污物间防护门西侧门缝外 30cm 处	/	/	110.9	1.7
A4-3	污物间防护门中间位置外 30cm 处	98.2	1.3	102.3	1.6
A4-4	污物间防护门上侧门缝外 30cm 处	/	/	114.9	1.3
A4-5	污物间防护门下侧门缝外 30cm 处	/	/	115.0	1.3
A5-1	介入室小防护门东侧门缝外 30cm 处	/	/	104.2	0.9
A5-2	介入室小防护门西侧门缝外 30cm 处	/	/	101.6	1.6
A5-3	介入室小防护门中间位置外 30cm 处	96.8	1.3	100.7	1.6
A5-4	介入室小防护门上侧门缝外 30cm 处	/	/	106.5	1.1
A5-5	介入室小防护门下侧门缝外 30cm 处	/	/	109.8	1.7
A6	介入室南墙外 30cm 处 (控制室)	92.9	1.2	99.1	1.2
A7	观察窗外 30cm 处	90.0	1.4	93.4	1.6
A8	操作位	90.6	1.6	94.6	1.2
A9	介入室西墙外 30cm 处	115.8	1.3	123.3	1.7
A10	介入室东墙外 30cm 处 (走廊)	100.0	1.2	103.4	1.5
A11	介入室楼上距地面 100cm 处 (停车场)	80.1	1.2	81.1	1.3

注：1. 检测数据已扣除宇宙射线响应值 11.1nGy/h；

2. 开机检测时，1.5mm 铜+水模，透视工作状态：电压 75kV，电流 581mA；A1~A4 点位主射束向北照射；A5~A8 点位主射束向南照射；A9~A11 点位主射束向上照射。

由表 4-2 可知，DSA 装置关机状态下，介入手术室周围 X- γ 辐射剂量率范围为（80.1~115.8）nGy/h，处于潍坊市环境天然辐射水平范围内；DSA 装置开机状态下，介入手术室周围 X- γ 辐射剂量率为（81.1~123.3）nGy/h，满足 2.5 μ Gy/h 的限值要求。

2、工作状态下，介入手术室手术位 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 4-3。

表 4-3 介入手术室手术位 X- γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述		透视（ μ Sv/h）	减影（ μ Sv/h）	
A12	床侧术者位	手部	未戴手套	152.3	279.9
		胸部	铅衣内	13.57	27.13
			铅衣外	112.1	181.7
		腹部	铅衣内	14.67	36.85
			铅衣外	193.9	413.0
		下肢	铅衣内	9.98	21.20
			铅衣外	154.2	278.0
		眼部	铅眼镜内	6.62	23.76
铅眼镜外	37.77		40.90		

注：1. 监测时 1.5mm 铜+水模，透视工作状态：电压 76kV、电流 611mA，减影工作状态：电压 108kV、电流 693mA；

2. 监测时距离 DSA 球管 0.5m~1.0m，0.5mmPb 防护用具+0.5mmPb 防护屏防护；

3. 主射束向上照射。

表 5 职业与公众受照剂量

5.1 年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T$$

式中： H ——年有效剂量当量，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。

5.2 停留因子

停留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）附录 A 选取，见表 5-1。

表5-1 停留因子的选取

场所	停留因子		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2~1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动收货区、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

5.3 照射时间确定

经与医院确认，本项目 DSA 装置每年手术量控制在不大于 100 例，主要为心血管、外周血管手术，每台手术曝光时间约 22min（其中透视时间 20min，减影时间 2min），全年受照时间不大于 36.7h/a（其中透视时间 33.3h/a、减影时间 3.4h/a）。

5.4 辐射工作人员受照剂量

经与医院确认，本项目共配置了 4 名辐射工作人员，其他科室人员不操作 DSA 装置，医院委托有资质的山东华标检测评价有限公司对辐射工作人员进行了个人剂量监测，医院提供了近一年的个人剂量检测报告，本次根据医院提供的个人剂量检测报告进行分析，以说明辐射工作人员的受照情况。

表 5-2 本项目辐射工作人员个人剂量监测结果分析表

单位：mSv

序号	姓名	职位	2020.11.22 -2021.2.17	2021.2.18- 2021.5.17	2021.5.18- 2021.8.15	2021.8.16- 2021.11.11	年有效剂量	
1	马跃国	医生	0.32	0.21	0.14	0.18	0.85	
2	周洁	护士	0.33	0.27	0.18	0.14	0.92	
3	陈耀强	医生	由于从事辐射工作时间较短，暂无个人剂量检测数据					
4	陈刚	医生						

根据表 5-2，医院辐射工作人员最大年有效累积剂量为 0.92mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的 20mSv/a 剂量限值，也低于环评报告表提出的 5.0mSv/a 年管理剂量约束值。

根据表 4-3，DSA 装置运行状态下，防护屏前手部透视、减影状态下检测值分别为 152.3 μ Sv/h、279.9 μ Sv/h；防护屏后铅眼镜内眼部透视、减影状态下检测值分别为 6.62 μ Sv/h、23.76 μ Sv/h。停留因子均取 1，按照辐射工作人员参加全部诊疗工作，则 DSA 治疗室内辐射工作人员可能接受的手部辐射年有效剂量为：

$$(152.3 \times 33.3 + 279.9 \times 3.4) \times 1 \times 10^{-3} \approx 6.02 \text{mSv/a}$$

眼部辐射年有效剂量为：

$$(6.62 \times 33.3 + 23.76 \times 3.4) \times 1 \times 10^{-3} \approx 0.30 \text{mSv/a}$$

综上所述，本项目辐射工作人员四肢最大年有效累积剂量最大值为 6.02mSv/a，眼部最大年有效累积剂量为 0.30mSv/a，分别低于环评报告表提出的辐射工作人员眼晶体 37.5mSv/a 年管理剂量约束值、四肢 125mSv/a 年管理剂量约束值。

5.4 公众受照剂量分析

介入手术室周围公众为除辐射工作人员外其他成员，根据监测数据，公众活动区域 X- γ 辐射剂量率最大的区域为介入室西墙外拟建房间，X- γ 辐射剂量率为 123.3nGy/h，停留因子保守取 1，则公众成员受照剂量为：

$$H = 0.7 \times 123.3 \text{nGy/h} \times 36.7 \text{h} \times 1 \times 10^{-6} \approx 3.17 \times 10^{-3} \text{mSv}$$

根据以上计算，公众成员接受的最大年有效剂量为 3.17 $\times 10^{-3}$ mSv，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，也低于环评报告及批复提出的 0.25mSv/a 的管理约束限值。

表 6 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 号公布）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环保总局 31 号）及环境保护主管部门的要求，射线装置使用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对诸城华元医院的辐射环境管理和安全防护措施进行了核查。

6.1 辐射安全与环境保护管理机构

医院设立了辐射安全与环境保护领导小组，签订了辐射工作安全责任书，明确了法定代表人为本单位辐射安全工作第一责任人，指定了专人负责射线装置的安全和防护工作。

6.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1、工作制度

医院制定了《射线装置台账登记制度》《辐射防护和安全保卫制度》《DSA 装置设备检修维护制度》《辐射工作人员岗位职责》等辐射安全管理制度，并依照实施，落实了各制度要求。

2、操作规程

医院制定了《DSA 操作规程》，严格按照操作规程进行操作。

3、应急预案

医院编制了《辐射事故应急响应方案》，并于 2022 年 2 月 25 日开展了应急演练。

4、监测方案

医院制定了《辐射监测方案》，配备了 1 台 R-EGD 型辐射监测仪、3 部 FS2011 型个人剂量报警仪，按计划开展自行监测，并定期委托有相关资质的单位开展年度辐射检测。

5、人员培训

医院制定了《辐射工作人员培训管理制度》，本项目配备辐射工作人员 4 名，全部通过了核技术利用辐射安全与防护考核或参加了辐射安全与防护培训并取得了合格证，均处于有效期内。

6、个人剂量

医院已委托有资质的单位为辐射工作人员佩戴了个人剂量计，并每 3 个月进行一次个人剂量监测，建立了个人剂量档案，做到 1 人 1 档。

7、年度评估

医院编制了辐射安全和防护状况年度评估报告，在规定时间内提交到生态环境部门。

8、辐射防护用品

医院配备了监测设备和防护用品，具体见表 6-1。

表 6-1 监测设备和辐射防护用品统计表

序号	监测设备和防护用品	型号	数量
1	辐射监测仪	R-EGD	1
2	个人剂量报警仪	FS2011	3
3	铅悬挂防护屏	/	1
4	移动铅屏风	/	2
5	床侧防护帘	/	1
6	铅衣	/	4
7	铅帽	/	4
8	铅围裙	/	4
9	铅围脖	/	4
10	个人剂量计	/	4



辐射监测仪



个人剂量报警仪



DSA 装置铅悬挂防护屏



个人剂量计



个人防护用具



DSA 装置床侧防护帘

图 6-1 辐射防护用品照片

表 7 验收监测结论与要求

7.1 结 论

按照国家有关环境保护的法律法规，诸城华元医院 DSA 装置应用项目进行了环境影响评价和履行了环境影响审批手续。

1、项目基本概况

诸城华元医院位于潍坊市诸城市密州东路 89 号，本项目 DSA 装置位于医院负一层介入手术室，验收规模为 1 台 Optima IGS 330 型 DSA，属使用 II 类射线装置。

2019 年 12 月，医院委托编制了《诸城华元医院 DSA 装置应用项目环境影响报告表》，项目涉及 1 台 Optima IGS 330 型 DSA 装置，2021 年 2 月 22 日，潍坊市生态环境局诸城分局以“诸环辐表审[2021]02 号”文件对该项目环境影响报告表进行了审批。现已取得辐射安全许可证（鲁环辐证[G0007]），种类和范围为使用 II、III 类射线装置，有效期至 2026 年 6 月 21 日。本次验收的 DSA 已进行许可登记。

2、现场监测结果

（1）在 DSA 装置关机状态下，介入手术室周围 X- γ 辐射剂量率为（80.1~115.8）nGy/h，处于潍坊市环境天然辐射水平范围内。

（2）在 DSA 装置开机状态下，介入手术室周围 X- γ 辐射剂量率为（81.1~123.3）nGy/h，满足审批意见提出的距屏蔽墙体外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5 μ Gy/h 的限值要求。

3、职业与公众受照结果

根据个人剂量监测结果计算，本项目辐射工作人员最大年有效剂量为 0.92mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定辐射工作人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环评报告表提出的 5.0mSv/a 的管理剂量约束值。

根据验收监测结果估算，本项目辐射工作人员四肢最大年有效累积剂量最大值为 6.02mSv/a，眼部最大年有效累积剂量为 0.30mSv/a，分别低于环评报告表提出的辐射工作人员眼晶体 37.5mSv/a 年管理剂量约束值、四肢 125mSv/a 年管理剂量约束值。

根据验收监测结果估算，本项目公众成员接受的最大年有效剂量为 3.17×10^{-3} mSv，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/a 的管理约束限值。

4、现场检查结果

(1) 医院设立了辐射安全与环境保护领导小组，签订了辐射工作安全责任书，明确法定代表人为本单位辐射安全工作第一责任人，指定了专人负责射线装置安全和防护工作。

(2) 医院制定了《射线装置台账登记制度》《DSA 操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《DSA 装置设备检修维护制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员岗位职责》等辐射安全管理制度并依照实施，落实了各制度要求。编制了《辐射事故应急响应方案》，并于 2022 年 2 月 25 日开展了应急演练。

(3) 介入手术室采取实体屏蔽，各防护门均为铅钢结构防护门，观察窗采用含铅玻璃。设有工作状态指示灯、电离辐射警告标志、闭门装置、防夹装置、双向对讲装置、急停按钮、动力通风装置等。

(4) 医院对介入室进行了分区管理，将介入室四周墙壁围成的区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区，并在控制区边界设置了电离辐射警告标志。

(5) 本项目辐射工作人员通过了核技术利用辐射安全与防护考核或参加了辐射安全与防护培训并取得了合格证，均处于有效期内；已开展个人剂量监测，建立个人剂量档案，做到 1 人 1 档。

(6) 医院配备了 1 台 R-EGD 型辐射监测仪、3 部 FS2011 型个人剂量报警仪，配备有铅衣等个人防护用品，介入手术室内配备了铅悬挂防护屏、床侧防护帘和移动铅屏风。

综上所述，诸城华元医院 DSA 装置应用项目落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

7.2 建议

- 1、适时修订辐射安全管理制度及《辐射事故应急响应方案》，定期开展应急演练；
- 2、按计划开展辐射工作场所自主监测；
- 3、加强辐射工作人员辐射安全与防护培训及再培训。