

核技术利用建设项目

山东省鲁南眼科医院有限公司 DSA应用项目
环境影响报告表

山东省鲁南眼科医院有限公司

2023年12月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

山东省鲁南眼科医院有限公司DSA应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：山东省鲁南眼科医院有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省临沂市兰山区育才路 109 号

邮政编码：276000

联系人：邵明华

电子邮箱：736587780@qq.com 联系电话：0539-8239380

表 1 项目基本情况

建设项目名称	山东省鲁南眼科医院有限公司DSA应用项目				
建设单位	山东省鲁南眼科医院有限公司				
法定代表人	高富军	联系人	邵明华	联系电话	13516393058
注册地址	山东省临沂市兰山区育才路 109 号				
项目建设地点	山东省临沂市兰山区蒙山大道 55 号、临沂商城会展中心 4#馆				
立项审批部门	/		批准文号	/	
总投资（万元）	1000	环保投资（万元）	50	投资比例（环保投资/总投资）	5%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m ²)	52.61
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"/> 制造 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
1.1 项目概述					
1.1.1 医院简介					
<p>山东省鲁南眼科医院有限公司位于临沂市兰山区，成立于 1993 年，是山东省卫健委批准的集医疗、教学、科研于一体的三级甲等眼科医院，是临沂市眼科质量控制中心、临沂市医师协会眼科分会挂靠单位、临沂市护理服务示范医院、北京大学眼科中心医疗科研基地、卫生部近视眼重点实验室临床科研基地、国际奥比斯公益培训基地、九三学社中央亮康行动推广基地、临沂大学创新创业实践基地、山东医专实习单位、临沂市儿童青少年近视防控中心。医院有 8 位教授兼职泰山医学院研究生导师，5 位临沂大学兼职教授，每年为万余名白内障患者实施扶贫复明手术，得到了受助患者和社会各界的好评，受到各级党委、政府肯定和九三中央的表彰。目前医院总开放床位 140 张，职工 700 余人，2022 年门诊量约 24.6 万人次，住院约 1.8 万人次。</p>					

医院现持有辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[13785]，种类和范围为使用Ⅲ类射线装置，有效期至2027年3月31日。医院登记在用的射线装置见表1-1。

表 1-1 医院登记在用的射线装置一览表

序号	装置名称	型号	数量（台）	类别	工作场所
1	口腔摄片机	YOU（M）	1	Ⅲ类	口腔科
2	CT机	uCT760	1	Ⅲ类	影像科
3	DR机	uDR266i	1	Ⅲ类	影像科
4	牙科X射线系统曲面断层机	Pax-400C	1	Ⅲ类	口腔科
5	CT机	uCT528	1	Ⅲ类	影像科

1.1.2 本次评价内容

为满足放射诊疗发展需求，医院租赁临沂商城会展中心4#馆，新建1座DSA工作场所，并配备1台佳能INFX-9000C医用血管造影X射线机（DSA），用于开展介入诊疗手术。经现场勘查，DSA工作场所已建成，DSA装置已安装，尚未投入使用。

本项目购置的DSA装置属于Ⅱ类射线装置，本次评价包含的射线装置如下表所示。

表 1-2 本项目射线装置一览表

装置名称	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	数量	类别	厂家	工作场所	使用状态
DSA装置	INFX-9000C	125	1000	1台	Ⅱ类	佳能	临沂商城会展中心4#馆	已安装、未运行

1.2 项目周边保护目标以及场址选址等情况

项目位于临沂市兰山区蒙山大道55号、临沂商城会展中心4#馆（2楼南侧），4#馆位于医院东南侧，南侧为育才路派出所、西侧为巷子（巷子西侧为九州超市）、北侧为会展中心5#馆、东侧为会展中心2#馆。

DSA手术室东侧为污物通道，南侧为操作间，西侧为患者通道，北侧为设备间，楼上为育才路派出所餐厅/走廊/备勤室，楼下为派出所办公室。DSA手术室周围50m评价范围内，存在育才路派出所（行政办公场所），经下文预测分析，DSA手术室屏蔽设计满足评价标准要求。项目选址基本合理。

1.3 实践正当性

本项目DSA装置用于介入诊疗工作，有利于提高医院的放射诊疗水平，具有良好的社会效益和经济效益。经分析，通过采取辐射防护措施，能保证DSA手术室外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内；DSA装置运行过程中产生的辐射影响可以满足

国家有关要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

1.4 产业政策符合性

本项目 DSA 装置属于医疗服务设施，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类 鼓励类”“三十七、卫生健康 5、医疗卫生服务设施建设”，本项目属于鼓励类，符合国家产业政策要求。

1.5 目的和任务由来

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生计生委公告，2017 年第 66 号），本项目 DSA 属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，本项目需进行环境影响评价。山东省鲁南眼科医院有限公司委托我单位对该院 DSA 应用项目进行环境影响评价，我单位接受委托后，在收集资料、现场调查、辐射环境检测和预测估算等基础上，依照《辐射环境管理导则 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）编制了该项目的环境影响报告表。

表 2 射线装置

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	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	INFX-9000C	125	1000	介入诊疗	临沂商城会展中心 4#馆 DSA 手术室内	未运行

表 3 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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	不暂存	通风排放至 手术室外大气环境

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

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 4 评价依据

<p>法 规 文 件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，2015.1 施行； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第七十七号，2003.9 实施，2016.7 第一次修订，2018.12 第二次修订； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003.10 施行； 4. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017.10 施行； 5. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； 6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 449 号，2005.12 施行，2014.7 第一次修订，2019.3 第二次修订； 7. 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部与国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号，2017.12 施行； 8. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护总局令 3 号，2006.3 施行，2021.1 修订(生态环境部令 20 号)； 9. 《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，2011.5 施行； 10. 《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》，国家环境保护总局环发[2006]145 号，2006.9 施行； 11. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014.5 施行； 12. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常委会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019.1 施行；
<p>技 术 标 准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《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）； 2. 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 3. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 4. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 5. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

其他	<p>6.《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>1.项目环境影响评价委托书；</p> <p>2.建设单位提供的辐射安全许可证、图纸及其他文件和资料；</p> <p>3.《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）；</p> <p>4.《辐射防护手册》第三分册《辐射安全》（李德平主编）。</p>
----	--

表 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围

根据《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》（GB18871-2002）和《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）规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”。

本项目评价范围为 DSA 手术室屏蔽体边界外 50m 范围内。

5.2 保护目标及评价目的

本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。其中，职业人员指利用本项目 DSA 装置开展放射诊疗工作的辐射工作人员，公众成员主要为 DSA 手术室周围经过的非本项目医护人员、非本项目就诊患者和其他公众成员等。

本项目评价范围内保护目标详见表 5-1。

表 5-1 本项目评价范围内保护目标一览表

序号	环境保护目标	方向	距本项目工作场所距离	活动人数
1	本项目 DSA 操作间、备用手术室、设备间等场所驻留的辐射工作人员	DSA 装置南侧	0-10m	约 3 人
2	育才路派出所办公区	DSA 装置南侧	10-50m	约 8 人
3	患者通道、缓冲换车间、更衣室、办公室等场所驻留的人员	DSA 装置西侧	0-10m	约 3 人
4	九州超市工作、购物人员	DSA 装置西侧	10-50m	<50 人
5	设备间、谈话间、家属等候区等场所驻留的人员	DSA 装置北侧	0-10m	约 3 人
6	心内科病区驻留或活动的人员	DSA 装置北侧	10-50m	<20 人
7	污物通道驻留的人员	DSA 装置东侧	0-2m	约 2 人
8	2#馆医院体检中心驻留的工作、体检人员	DSA 装置东侧	2-50m	<20 人
9	派出所餐厅/走廊/备勤室驻留或活动的人员	DSA 装置上方	0-50m	约 10 人
10	派出所驻留或活动的人员	DSA 装置下方	0-50m	<10 人

5.3 评价标准

5.3.1 机房屏蔽体外剂量率目标控制值

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 6.3 条款要求，以 2.5 μ Sv/h 作为机房屏蔽体外表面 0.3m 处剂量率控制目标值。

参考以上标准，本评价采用 2.5 μ Sv/h 作为机房屏蔽体外剂量率目标控制限值。

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

1.1 职业人员及公众成员剂量限值

1、职业工作人员剂量管理目标值

B1.1 职业照射

B1.1.1 应对任何职业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。

职业人员的职业照射和公众照射的剂量限值列入表 5-2。

表 5-2 职业人员职业照射和公众照射年剂量限值

职业人员		公众	
有效剂量	20mSv	有效剂量	1mSv
眼晶体当量剂量	150mSv	眼晶体当量剂量	15mSv
四肢当量剂量	500mSv	皮肤当量剂量	50mSv

注：表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

对职业人员、公众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。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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。另外，《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第 6.1.2 款规定，职业照射“本标准规定的年调查水平为有效剂量 5mSv”。参照上述标准，本次评价对职业人员、公众人员的剂量约束值均采用年剂量限值的 25%，即：

①职业人员采用 5mSv 作为年剂量约束值，四肢年剂量当量约束值不超过 125mSv，眼晶体年剂量当量约束值不超过 37.5mSv；

②公众人员采用 0.25mSv 作为年剂量约束值。

5.4 引用标准

5.4.1 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

第 6.1.1 款 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。

第 6.1.2 款 X 射线设备机房（照射室）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。

第 6.1.3 款 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。

第 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，对于新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 5-3 要求。

表 5-3 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 ²)	机房内最小单边长度 (m)
单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5
单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管头各安装在 1 个房间内。		

第 6.2.1 款 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小于表 5-4 要求。

表 5-4 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 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

第 6.3.1 款 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 μ Sv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

第 6.4.1 款 机房应设有观察窗或摄影监控装置，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。

第 6.4.2 款 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

第 6.4.3 款 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

第 6.4.4 款 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。

第 6.4.5 款 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。

第 6.4.6 款 电动推拉门宜设置防夹装置。

第 6.4.7 款 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。

第 6.5.1 款 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 5-5 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。

表 5-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	职业人员		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：“—”表示不做要求。				

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

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

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

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

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。

7.8.5 移动式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

参考以上标准，本次评价采用 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为 DSA 手术室屏蔽层外 30cm 处剂量率目标控制值；以 GB18871-2002 规定的年有效剂量限值的 1/4，即以 5.0mSv/a 作为职业人员的年管理剂量约束值，以 125mSv/a 作为职业人员四肢的当量剂量约束值，以 37.5mSv/a 作为职业人员眼晶体的当量剂量约束值，以 0.25mSv/a 作为公众成员的年管

理剂量约束值。

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理及场所位置

山东省鲁南眼科医院有限公司位于临沂市兰山区育才路 109 号，本项目 DSA 手术室位于医院东南侧、临沂商城会展中心 4#馆（2 楼南侧）。

DSA 手术室东侧为污物通道，南侧为操作间，西侧为患者通道，北侧为设备间，楼上为育才路派出所餐厅/走廊/备勤室，楼下为派出所办公室。

项目地理位置见图 6-1，院区平面布置见图 6-2，项目周围环境关系及评价范围见图 6-3，项目平面布置见图 6-4，项目所在的会展中心 4#馆（二楼）平面布置见图 6-5，4#馆及周围环境现状见图 6-6，DSA 手术室周围环境现状见图 6-7。

6.2 环境天然辐射水平

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，临沂地区环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 6-1。

表 6-1 临沂地区环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范围	平均值	标准差
原野	1.97~12.27	5.17	1.39
道路	1.03~13.06	4.92	1.90
室内	2.96~19.17	7.60	2.77

注：表中数据摘自《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。

6.3 环境质量和辐射现状

6.3.1 检测方案

现场勘查，本项目 DSA 工作场所已建成，DSA 装置已安装、未运行，本次评价根据项目实际情况制定辐射环境检测计划，对本项目 DSA 手术室及周围进行辐射环境现状检测。检测方案如下：

1、环境现状评价对象

了解本项目 DSA 手术室建设位置及周围辐射环境现状。

2、检测因子

环境 γ 辐射剂量率。

3、检测点位

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）中规定的测点布设原则，对本项目场地布设监测点位。

本次评价在 DSA 手术室周围布设 13 个监测点位，具体见图 6-8。

6.3.2 质量保证措施

1、检测单位

本次评价委托具备生态环境检测资质的山东君成环境检测有限公司开展检测。

2、检测仪器

检测仪器为 BH3103B 型便携式 X- γ 剂量率仪，检测仪器参数一览表见表 6-2。

表 6-2 检测仪器参数一览表

仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
仪器型号	BH3103B 型
仪器编号	JC2013022
测量范围限 (Gy/h)	$(1-10000) \times 10^{-8}$
校准证书编号	2023H21-10-4544999001
校准有效期	2023 年 04 月 26 日~2024 年 04 月 25 日

3、检测方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)和《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)的要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源，仪器探头离地 1m，设置好测量程序，每个检测点位仪器自动读取 10 个数据，计算均值和标准偏差。

6.3.3 检测结果

1、检测时间与条件

2023 年 12 月 21 日，温度：-5℃，相对湿度：28%。

2、检测结果

环境 γ 辐射剂量率检测结果见表 6-3。

表 6-3 DSA 手术室周围 γ 辐射剂量率检测结果 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)

点位代号	检测点位描述	检测值	标准差
1#	DSA 手术室内	4.4	0.4
2#	DSA 手术室大防护门外 30cm 处	5.9	0.4
3#	DSA 手术室西墙外 30cm 处	6.2	0.3
4#	DSA 手术室小防护门外 30cm 处	5.3	0.5
5#	DSA 手术室观察窗外 30cm 处	5.5	0.2
6#	操作位	6.6	0.6
7#	DSA 手术室东墙外南 30cm 处	7.6	0.2
8#	DSA 手术室东墙外北 30cm 处	7.3	0.3
9#	DSA 手术室污物防护门外 30cm 处	5.5	0.4
10#	DSA 手术室北墙外设备间东	5.6	0.4
11#	DSA 手术室北墙外设备间西	5.6	0.5
12#	DSA 手术室楼上 (派出所餐厅/走廊/备勤室)	7.2	0.3
13#	DSA 手术室楼下 (派出所办公室)	8.2	0.5

14#	背景点	4.5	0.3
检测数据范围		4.4~8.2	/

注：1.检测数据均已扣除宇宙射线响应值 2.2nGy/h；

2.宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8。

6.3.4 辐射现状评价

由表 6-3 可知，DSA 场所周围环境 γ 辐射剂量率室内检测结果范围为（4.4~8.2） $\times 10^{-8}$ Gy/h，均处于临沂市天然辐射水平范围内，属正常的辐射环境本底水平。

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工程分析

本项目 DSA 工作场所已建成、DSA 装置已安装，施工期影响主要是设备调试产生的噪声，时间较短、对环境影响较小，因此不再进行分析。

7.2 营运期工程分析

7.2.1 射线装置

本次评价的射线装置为医用血管造影 X 射线机（DSA），属于 II 类射线装置。

1、设备参数

设备主要参数如下表所示：

表 7-1 DSA 装置主要参数

名称	医用血管造影 X 射线机（DSA）
型号	INFX-9000C
管电压 kV	125
管电流 mA	1000
生产厂家	佳能
数量	1 台
安装使用场所	临沂商城会展中心 4#馆，DSA 手术室

2、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、高压注射器、操作台及工作站系统组成。

3、工作原理

介入诊疗是计算机与常规血管造影相结合的检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机计算、图像处理技术多种技术手段于一体的系统。DSA 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。DSA 用于全身血管检查，可消除其余影像，清晰地显示血管的精细解剖结构。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缩减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，将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，从监视屏幕上就可见到实时纯血管的图像。

7.2.2 诊疗流程

- 1、由主管医生填写介入诊疗申请单。
- 2、介入接诊医师检查病人是否有介入诊断的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊断时间。
- 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、医护人员及患者穿戴防护用品。
- 5、根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数。
- 6、根据不同的诊疗方案，本项目职业人员完成介入手术或检查。在手术或检查过程中，先将出束装置对准拟照射部位，医护人员站在铅屏后，开机进行照射，医生根据图像进行介入手术或检查。诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝或扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 射线透视下将导管送达上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束。撤出导管，穿刺部位止血包扎。在透视和摄影过程中，介入工作人员均可能在手术室停留。
- 7、手术医生书写手术记录，技师处理图像、刻录光盘或照片。
- 8、对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师出具诊断报告。

本工程介入诊疗工艺流程及产污环节见图 7-1。

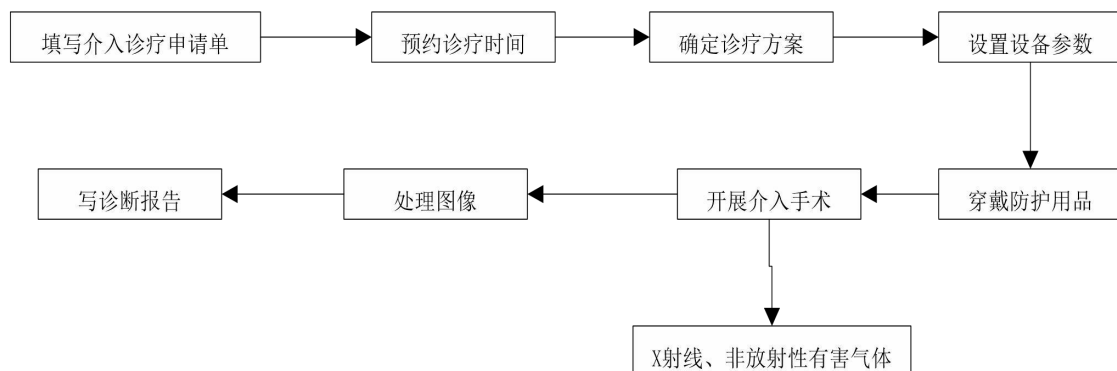


图 7-1 运营期工艺流程及产污环节示意图

7.2.3 辐射工作人员与工作负荷

经与医院核实，本项目 DSA 装置拟供医院内科科室使用，主要开展的手术类型为外周血管介入诊疗手术。医院拟为本项目 DSA 装置配备 5 名专职辐射工作人员，其中 2 名医师、2 名技师、1 名护士，纳入医院辐射工作人员统一进行管理。

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 手术量预计最多为 80 例/年，平均每例最大照射时间约 13min（其中透视时间约 10min，摄影时间约 3min），则 DSA 辐射工作人员最大受照时间为 17.3h（透视时间 13.3h/a、摄影时间 4h/a）。

7.3 污染源项描述

1、主要污染物

本项目 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。

（1）放射性污染因素

①X 射线

由 DSA 工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，本项目 DSA 装置在非诊断状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于出束状态时才产生 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

②放射性废物

DSA 装置运行过程中不产生放射性固体废物、废水和废气。

（2）非放射性污染因素

DSA 装置运行中可能产生非放射性有害气体氮氧化物和臭氧等，空气在 X 射线的照射下吸收辐射能量并通过电离作用产生少量的氮氧化物和臭氧，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。DSA 机房设有进风口并安装新风系统，位于室顶西北侧；在进风口南侧设有排风口并安装排风机组，排风量为 600m³/h，使机房保持良好的通风，可明显降低有害气体浓度，对周围环境和人员影响较小。

由上述分析可知，本项目评价因子为 X 射线及非放射性有害气体氮氧化物和臭氧，其中，X 射线为评价重点。

2、污染途径

（1）正常工况下的污染途径

X 射线装置主要的放射污染是 X 射线，污染途径是 X 射线外照射。在开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射影响。在 X 射线装置使用过程中，

X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境，将对操作人员及机房周围人员造成辐射影响。

此外，X 射线与空气作用会产生氮氧化物、臭氧等有害气体，但由于本项目 DSA 工作时的管电压、管电流较小，因此产生的氮氧化物、臭氧也较少。

(2) 事故工况的污染途径

机房屏蔽厚度不能满足辐射安全需要时，将造成工作人员和公众超剂量照射。射线装置发生故障或人员疏忽，造成管电压、管电流设置错误，也会使受检者或工作人员受到超剂量照射。此外，如管理不严，开机时无关人员误入机房，也会导致受到额外的辐射照射。

表 8 辐射安全与防护

8.1 项目安全措施

本项目DSA工作场所位于医院东南侧、临沂商城会展中心4#馆（2楼南侧），由DSA手术室、操作间及设备间等组成。DSA工作场所平面布置见图6-4。

1、项目分区

DSA手术室设置三个防护门，南墙西端设置一个医护进出防护门，用于医护人员进出；南墙中间位置设置1个观察窗，操作位紧邻观察窗；北墙东端设置一个污物通道防护门，用于污物运出；西墙中间位置设置一个患者进出防护门，用于患者进出。医护人员由操作间内防护门进出，患者由西侧防护门进出，手术以后污物由东北侧防护门运出，布局合理。

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DSA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间、设备间、患者通道及污物通道等划为监督区，并在控制区边界防护门处设置电离辐射警告标志。

2、机房安全与防护门设计

本项目DSA装置安装于DSA手术室中，DSA属床下球管，于手术室内按东西方向放置，球管位于西侧。根据建设单位提供资料及现场勘查，DSA有用射束主要向上照射，DSA手术室的南墙上部、北墙上部及室顶能够受到有用线束的直接照射，地板、东墙及西墙仅受到漏射线及散射线的照射。

根据建设单位提供的资料以及设计方案，本项目DSA手术室主要设计参数如下：

表8-1本项目DSA手术室主要设计参数

项目	DSA 手术室
长×宽×高	8.22m×6.4m×2.84m
面积	52.61m ²
四周墙体	4层 14mm 钡板，中间龙骨采用 50mm×80mm×2.5mm 镀锌钢管
室顶	200mm 混凝土+100mm×100mm×2.5mm 镀锌钢管顶面龙骨+2层 14mm 钡板
地板	200mm 混凝土+50mm 硫酸钡沙
观察窗	宽×高=1.5m×0.9m，13mm 铅玻璃
患者进出防护门	电动平移门，宽×高=1.7m×2.18m，铅钢复合结构，内衬 3mm 纯铅板
医护进出防护门	手动平开门，宽×高=0.9m×2.1m，铅钢复合结构，内衬 3mm 纯铅板
污物防护门	手动平开门，宽×高=0.9m×2.1m，铅钢复合结构，内衬 3mm 纯铅板
射束朝向	上、南、北

根据山东万孚环境科技有限公司提供的屏蔽防护设施完工证明（具体见附件）及

现场勘查，本项目DSA手术室四周墙体均采用4层14mm钡板结构，室顶采用200mm混凝土+2层14mm钡板结构，地板采用200mm混凝土+50mm硫酸钡沙结构。防护门均为铅钢复合结构，观察窗为铅玻璃结构。

经核实，医院使用的混凝土密度为 2.35g/cm^3 、硫酸钡沙密度为 2.7g/cm^3 ，50mm硫酸钡沙折合混凝土厚度为 $50 \times 2.7 / 2.35 = 57\text{mm}$ 。则地板折合混凝土厚度共257mm。

根据《检测报告》（见附件），14mm硫酸钡防护板铅当量为 0.84mmPb ，铅玻璃铅当量大于 3.5mmPb ，防护门铅当量大于 3mmPb 。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表3，C型臂X射线设备机房有用线束方向及非有用线束方向铅当量均应不低于 2.0mmPb 。根据附录C，按照管电压125kV折算，DSA手术室墙体、室顶、地板等的防护能力相当于铅的厚度见表8-2。

表8-2 DSA手术室屏蔽设计

机房	射束类型	屏蔽体	屏蔽参数情况	折合铅当量 (有用线束)	折合铅当量 (非有用线束)
DSA 手 术室	有用线束 方向	南墙、北墙	4层14mm钡板	3.36mmPb	/
	非有用线 束方向	东墙、西墙	4层14mm钡板	/	3.36mmPb
	有用线束 方向	室顶	200mm混凝土+2层 14mm钡板	$>2\text{mmPb}$	/
	非有用线 束方向	地板	200mm混凝土+50mm 硫酸钡水泥(折合混凝土 257mm)	/	$>2\text{mmPb}$
	——	防护门	3mm铅钢复合结构	$>3\text{mmPb}$	
	观察窗	13mm铅玻璃结构	$>3.5\text{mmPb}$		

由上表可知，本项目DSA手术室四周墙体、防护门、观察窗、室顶及地板的防护能力均大于 2.0mmPb ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

3、安全防护设计及防护用品配备

DSA手术室和操作间之间已设置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监视观察和通话；患者进出防护门为电动推拉式，设置了防夹装置，医护进出防护门、污物防护门为手动平开式，设置了自动闭门装置，防护门均设置了电离辐射警告标志；患者进出防护门设置有工作状态指示灯，且工作状态指示灯和防护门能够有效联动；各防护门均与DSA设备设置了门机连锁系统，在防护门内墙上设置了手动开关装置，门关闭时方可出束，出束期间开门则自动停止出束，必须重新设置后方可继续出束；控制台及扫描床处各设置紧急停机按钮，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。

医院为DSA工作场所配备的个人防护用品有铅衣4件、铅橡胶围裙6件、铅防护眼镜2副、铅橡胶颈套6件、铅橡胶帽子4件及介入防护手套2副。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需求。另外，配备的个人防护用品及辅助防护用品可满足《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。本项目配备防护器材详见表8-3。

表8-3 DSA机房配备的防护器材一览表

防护器材	名称	工作人员	患者和受检者
个人防护用品	铅衣（0.5mmPb）	4 件	/
	铅防护眼镜（0.5mmPb）	1 副	1 副
	铅橡胶颈套（0.5mmPb）	4 件	2 件
	铅橡胶围裙（0.5mmPb）	4 件	2 件
	铅橡胶帽子（0.5mmPb）	2 件	2 件
	介入防护手套（0.025mmPb）	2 副	/
辅助防护用品	铅防护吊屏（0.5mmPb）	1 件	
	床侧防护帘（0.5mmPb）	2 件	
	移动铅防护屏风（2.0mmPb）	1 件	

经核实，医院现有辐射工作人员均已配备个人剂量计，并委托有资质单位定期进行检测。医院拟配置1台辐射巡检仪，用于射线装置自行监测使用，待配备相应的仪器设备后能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款的辐射防护要求。

4、通风设施

本项目DSA手术室采用新风系统通风，1个新风口及1个排风口均设置在室内，通风管道布置在吊顶内，进出手术室屏蔽墙均通过室顶斜向穿墙，排风口末端位于室顶，自然扩散至室外大气环境。设计有效通风量为600m³/h，排风系统使手术室能够保持良好通风，可明显降低室内有害气体浓度，通风设计符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第6.4.3款的规定。

8.2 三废治理

本项目 DSA 装置在运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物。

DSA 在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量氮氧化物、臭氧。DSA 机房设计有进排风系统，使机房保持良好的通风，可明显降低其浓度，对周围环境和周围人员影响较小。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段对环境的影响

本项目 DSA 工作场所已建成、DSA 装置已安装，施工期影响主要是设备调试产生的噪声，时间较短、对环境影响较小，因此不再进行分析。

9.2 运行阶段对环境的影响

9.2.1 DSA 手术室防护设计分析

DSA 手术室防护设计见上文 8.1，本项目 DSA 手术室平面布置、防护设计、通风设计、个人防护用品配备情况等均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；DSA 手术室屏蔽墙体、室顶、地板、防护门及观察窗的防护能力均不低于 2mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于“介入 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。采用比较法进行分析，预计本项目 DSA 手术室各屏蔽墙、室顶、地板、防护门及观察窗外的辐射水平能够满足 GBZ130-2020 中规定的 2.5μSv/h 剂量率控制要求。

9.2.2 年有效剂量

1、年有效剂量估算公式

$$H=0.7 \times D_r \times T \quad (\text{式 9-1})$$

式中：H—年有效剂量，Sv/a；

T—年受照时间，h；

0.7—空气吸收剂量率与有效剂量的换算系数；

D_r —X 剂量率，Sv/h。

2、照射时间

根据建设单位提供的资料，本项目 DSA 手术量最多为 80 例/年，平均每例最大照射时间约 13min（其中透视时间约 10min、摄影时间约 3min），则 DSA 辐射工作人员最大受照时间为 17.3h/a（透视时间 13.3h/a、摄影时间 4h/a）。

3、居留因子

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，如下表所示：

表 9-1 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、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区
部分居留	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
偶然居留	1/16	1/8~ 1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货（卸客）区域、楼梯、无人看管的电梯

4、职业人员年有效剂量

本项目已建成但未投入使用，因此本次环评采用类比监测的方法评价职业人员可能接受的辐射年有效剂量。

(1) 手术室内工作人员

本项目 DSA 最大管电压 125kV、最大管电流 1000mA。本次评价采用潍坊市市立医院 1 台 Innova 3100-IQ 型 DSA 装置（最大管电压 150kV、最大管电流 1000mA）运行时的检测数据进行类比，其主射束照射方向相同，该 DSA 装置最大管电压略大于本项目 DSA。同时根据医院提供的资料，本项目正常开展介入手术时的工况与类比项目运行时相近，其监测时摄影状态下管电压为 105kV、管电流为 732mA，透视状态下管电压为 85kV、管电流为 165mA，DSA 工作时会根据患者胖瘦自动调节电压及电流，并留有一定余量，一般不超过本次检测工况。防护铅屏为 0.5mmPb 当量，与本项目配备防护铅屏一致，类比结果可作为本项目运行后的最大剂量率参考。因此具有较好的类比性。

监测日期：2016 年 8 月 31 日。

监测单位：济南中威环境检测有限公司。

检测仪器为加压电离室巡测仪，型号：451P 型，编号：JC15-01-2014，检定证书编号：DYjl2016-1705，检定有效期：2016 年 4 月 11 日至 2017 年 4 月 10 日。测量范围：0~500mSv/h；测量精度：满量程刻度显示的 10%~100%之间为 10%，校准源：¹³⁷Cs；响应时间：0~50μSv/h-8 秒，0~500μSv/h-2.5 秒，0~500mSv/h-2 秒；温度范围：-20℃~+70℃；相对湿度：0~100%（在+60℃）；地源性：少于 1%。

检测时 Innova 3100-IQ 型 DSA 运行工况：开机状态透视（85kV、165mA）、减影（即摄影，105kV、732mA），监测时主射束照射方向向上，0.5mmPb 防护屏后监测（除手部），放置水模。检测时距离 DSA 球管距离为 0.5m~1.0m，穿戴 0.5mmPb 防护用具。

各部位辐射水平监测结果见表 9-2。

表 9-2 Innova 3100-IQ 型 DSA 辐射工作人员操作位 X-γ辐射剂量率监测结果

监测点位		X-γ辐射剂量率 (μGy/h)	
		透视 (85kV、165mA)	摄影 (105kV、732mA)
胸部 (距地面 125cm)	铅衣外	85	124
	铅衣内	9.2	14.5
腹部 (距地面 105cm)	铅衣外	134	302
	铅衣内	15.7	33.8
手部 (距地面 105cm)	未戴手套	299	433
下肢 (距地面 80cm)	铅衣外	123	246
	铅衣内	14.1	26.8
眼部 (距地面 155cm)	铅眼镜外	30.6	43.4
	铅眼镜内	4.9	7.3

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)，有效剂量计算公式为：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o$$

其中，E：有效剂量中的外照射分量； H_u ：铅围裙内佩戴的个人剂量计测量的个人剂量当量； H_o ：铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的个人剂量当量； α ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84； β ：有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100。

根据表 9-2，DSA 介入诊疗时透视、摄影状态下职业人员铅衣内胸部、腹部的最大剂量率分别为 15.7μGy/h、33.8μGy/h，居留因子取 1，则 $H_u = (15.7 \times 13.3 + 33.8 \times 4) \times 1 \div 1000 \approx 0.344 \text{mSv/a}$ ；铅衣外胸部、腹部的最大剂量率分别为 134μGy/h、302μGy/h，居留因子取 1，则 $H_o = (134 \times 13.3 + 302 \times 4) \times 1 \div 1000 = 2.99 \text{mSv/a}$ 。

因此， $E = 0.79 \times 0.344 + 0.051 \times 2.99 \approx 0.424 \text{mSv/a}$

透视、摄影状态下铅眼镜外的最大剂量率分别为 30.6μGy/h、43.4μGy/h，则职业人员眼部年当量剂量为 $(30.6 \times 13.3 + 43.4 \times 4) \times 1 \div 1000 = 0.581 \text{mSv/a}$ 。

透视、摄影状态下手部的最大剂量率分别为 299μGy/h、433μGy/h，则职业人员四肢年当量剂量为 $(299 \times 13.3 + 433 \times 4) \times 1 \div 1000 = 5.709 \text{mSv/a}$ 。

(2) 手术室外职业人员年有效剂量

本项目医师和护士在 DSA 手术室内进行介入手术，技师仅在操作间内进行设备操作，本项目 DSA 手术室防护设计符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 防护要求，则控制室内辐射剂量率不大于 2.5μSv/h。根据类比检测结果可知，DSA 手术室内手术位处的辐射剂量率远高于控制室内剂量率，因此本次仅根据类比检测数据计

算 DSA 手术室内职业人员的受照剂量，在 DSA 手术室内职业人员受照剂量满足本次评价提出的限值要求的情况下，操作间内技师所受剂量亦能够满足要求。

综上所述，本项目职业人员躯干年有效剂量最大值为 0.424mSv/a，四肢年当量剂量为 5.709mSv/a，眼部年当量剂量为 0.581mSv/a，分别满足本次评价提出的职业人员躯干、四肢、眼晶体年管理剂量约束值不超过 5.0mSv/a、125mSv/a、37.5mSv/a 的要求。

5、公众成员年有效剂量

本项目 DSA 手术室四周墙体、室顶及地板屏蔽设计均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，DSA 手术室周围辐射水平可低于 2.5 μ Sv/h。居留因子取最大值 1，则公众所受最大年有效剂量为 $17.3 \times 2.5 / 1000 \approx 0.043$ mSv/a。因此，DSA 手术室周围公众所受剂量满足本次评价提出的公众成员年管理剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。

6、评价范围内敏感目标年有效剂量

目前 DSA 手术室屏蔽体边界外 50m 评价范围内存在敏感保护目标，为育才路派出所工作人员，约 30 人。本项目 DSA 手术室四周墙体、室顶及地板屏蔽设计均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，DSA 手术室周围辐射水平可低于 2.5 μ Sv/h。居留因子取 1，则所受最大年有效剂量为 $17.3 \times 2.5 / 1000 \approx 0.043$ mSv/a。因此，项目评价范围内敏感目标所受剂量满足年管理剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。

9.2.3 三废环境影响分析

DSA 运行过程中不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物。

DSA 开机运行时产生的 X 射线与空气作用可产生少量氮氧化物、臭氧。DSA 手术室设计有通风系统，能够使手术室保持良好的通风，可明显降低有害气体浓度，通风设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.4.3 款要求。

9.2.4 事故影响分析

1、可能发生的事故/事件情形

结合 DSA 装置工艺流程，事故风险主要来自于设备工作状态环节。其潜在的危害因素主要有：

（1）机房局部屏蔽厚度不能满足辐射安全需要，造成辐射工作人员和公众受到误照射；

（2）DSA 装置不能正常关机，导致进入手术室内的辐射工作人员和公众成员受到

误照射；

(3) 监视器、工作状态指示灯、紧急停机按钮、电离辐射警告标志等防护设施不完善或失灵，或者防护门发生故障，导致人员误入或停留手术室内而造成误照射；

(4) DSA 手术室内辐射工作人员不按要求佩戴个人防护用品，造成不必要照射；

(5) 误设置照射参数，造成患者超剂量照射；

(6) 个人剂量检测出现异常；

(7) 环境检测出现异常。

2、可能发生事故/事件的防范措施

针对该类事件的防范措施有：

(1) 严格按照辐射监测方案进行辐射水平监测，如果辐射水平监测结果表明防护墙外局部偏高，可适当增加局部防护墙厚度；

(2) 定期对射线装置进行检查和维护，发现问题及时进行维修；

(3) 落实自检制度，每日对工作状态指示灯、闭门装置及门灯联动装置进行检查，对其余防护设施进行定期检查，如发现闭门装置、门灯联动装置、紧急停机按钮、监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志等防护设施不够完善或失灵，或防护门出现故障，及时进行检修和维护；

(4) 落实 DSA 安全操作规程，加强人员培训，配备铅衣等防护用品；

(5) 本项目 DSA 可根据患者的被检部位，自动设置照射管电压和管电流。定期检查和检测 DSA 装置性能，并定期进行设备维护；

(6) 发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关；

(7) 发现环境检测结果异常的，应当及时检查屏蔽防护材料，找出异常原因，根据情况适当增加局部防护厚度，以达到所需屏蔽效果。

表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及生态环境主管部门的要求，医院已签订辐射工作安全责任书，法定代表人高富军为第一责任人。成立了辐射安全管理工作领导小组，领导小组办公室设在放射科，全面负责医院放射事件应急统一协调工作，协调各个科室做好放射防护相关工作；定期组织放射工作人员学习放射事件应急知识和组织放射事故应急演练；发生事故时，启动放射事件应急预案组织应急救援，并向相关部门汇报。

辐射安全管理工作领导小组成员如下：

组长：俎训山

副组长：薛兆喜

成员：郭伟、邵明华、舒展、丁自沛、张念磊、于佳祥、刘志坤

2、辐射工作人员

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，本项目辐射工作人员均应进行辐射安全防护培训，持有培训合格证书上岗。

经核实，本项目拟配置 5 名辐射工作人员（新增），其中 2 名医师、2 名技师、1 名护士，医院计划尽快安排工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训并考核，考核合格后上岗。医院应加强辐射工作人员管理，严禁未参加培训的人员从事辐射工作。

10.2 辐射管理规章制度

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及生态环境主管部门的要求，医院目前制定了各项辐射管理规章制度。

医院制定的辐射管理规章制度有：《导管室放射防护安全管理制度》、《导管室手术安全核查制度》、《导管室放射安全操作规程》、《导管室血管造影机（DSA）操作规程》、《导管室管理制度》、《导管室消毒隔离制度》等。

医院制度基本涵盖了设备及场所的管理要求，适用于本项目，同时应根据实际情况适时修订管理制度，以满足辐射安全管理要求。

10.3 辐射监测

1、辐射监测方案

医院制定了《辐射监测方案》，拟配备 1 台辐射巡检仪，定期或不定期地对工作场所和周围环境进行监测。如发现异常情况或怀疑有异常情况，将及时对工作场所和环境进行监测。医院制定的《辐射监测方案》包括以下内容：

(1) 个人剂量监测

凡接受个人剂量监测的辐射工作人员工作期间必须佩戴合格的个人剂量计，每个季度读取个人剂量监测值。按季度进行个人剂量约束管理，保证年剂量低于个人剂量约束值，将个人剂量档案终生保存。

(2) 辐射工作场所监测

①委托监测

委托有资质机构对医院辐射工作场所进行检测和评估，每年进行一次，根据评估结论及建议进行辐射防护工作的总结和改进。

②自主监测

定期由从事辐射安全与环境保护管理的人员对医院辐射工作场所进行监测，监测数据记入档案。

1) 监测范围：辐射工作场所的监测范围包括监督区。

监督区：监测点为操作间及设备间周围其他有关毗邻区域。

2) 监测点位

a、通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；

b、防护门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

c、机房墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点。

医院制定的《辐射监测方案》内容较完善，从个人剂量监测和辐射工作场所监测两方面进行了详细规定，符合相关标准要求，适用于 DSA 项目。

2、医院辐射监测方案落实情况

医院现有辐射工作人员均配有个人剂量计，并委托有资质的单位每三个月检测一次，出具个人剂量检测报告，医院已建立个人剂量档案，将检测数据填入个人剂量档案，一人一档，由专人负责管理，长期保存。

医院委托有资质单位每年对现有射线装置机房周围环境辐射水平进行检测，出具检测报告，定期向生态环境主管部门提交；医院拟购置 1 台辐射巡检仪，定期对各射线装置机房周围进行自主监测，做好记录存档，以全面落实《辐射监测方案》。

10.4 辐射事故应急

医院根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定了《辐射事故应急预案》。一旦发生辐射事故，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。该预案主要包括以下内容：

1、组织机构

成立了辐射安全应急领导小组，负责应急事故的处理。小组职责为：

(1) 定期组织对放射诊疗场所、设备和人员放射防护情况进行自查和检测，发现事故隐患及时上报至院办并落实整改；

(2) 发生人员受超剂量照射事故，应立即启动本预案；

(3) 事故发生后立即组织有关部门人员进行放射性事故应急处理；

(4) 发生辐射事故，填报《辐射事故初始报告表》并于 2 小时内报送当地生态环境部门、公安部门，发生超剂量照射的同时报卫健委部门；

(5) 负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

(6) 放射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量；

(7) 负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

2、辐射事故应急救援应遵循的原则

(1) 迅速报告原则；

(2) 主动抢救原则；

(3) 生命第一原则；

(4) 科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

(5) 保护现场，收集证据的原则。

3、应急处置程序

本单位一旦发生辐射事故，必须立即采取措施防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，并在第一时间向本单位领导小组报告，同时启动应急响应系统，具体程序如下：

(1) 迅速报告

发生事故的单位必须立即将发生事故的性质、时间、地点、科室名称、联系人、电话等报告给辐射事故应急领导小组或总值班室，办公室立即将情况向辐射事故应急

领导指挥中心汇报，并做好准备。

(2) 现场控制

现场处置小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；做好现场警戒，划定紧急隔离区，禁止无关人员进入，保护好现场；迅速、正确判断事件性质，将事故情况报告应急指挥中心。

(3) 启动应急系统

辐射事故应急指挥中心接到现场报告后，立即启动应急指挥系统，指挥各应急小组迅速赶赴现场，开展工作；后勤保障组做好物资准备、供应。

(4) 现场报告

根据现场情况，应急指挥中心将事故发生时间、地点、造成事故的射线装置的名称等主要情况报告卫健委、生态环境局、公安局等相关部门以及其他主管部门。

表 10-1 主管部门联系方式

序号	部门名称	联系电话
1	临沂市生态环境局	0539-7206128
2	临沂市公安局	0539-8102881
3	临沂市卫生健康委员会	0539-8313931
4	临沂市生态环境局兰山分局	0539-8118313
5	临沂市公安局兰山分局	0539-8184035
6	临沂市兰山区卫生健康局	0539-8183234

(5) 现场处置

等待相关部门到达现场的同时，采取相应措施，使危害、损失降到最小。

若发生射线装置失控造成误照射，应立即进行现场救助，采取措施，以使人员损伤、环境污染降到最小，组织人力将受照人员送往医院。

(6) 查找事故原因

配合上级有关部门对现场进行勘查以及环保安全技术处理、检测等工作，查找事故发生的原因，进行调查处理，将事故处理结果及时报上级主管部门。

(7) 警报解除

总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常环境安全管理，杜绝类似事故发生。

医院制定的《辐射事故应急预案》涵盖了组织机构、应急救援原则及应急处置程序，可操作性较强、切实可行，能够满足事故状态下应急处置的要求。

表 11 结论与建议

一、结论

1、项目概况

山东省鲁南眼科医院有限公司位于临沂市兰山区，是一所集医疗、教学、科研于一体的三级甲等眼科医院。医院现持有辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[13785]，种类和范围为使用III类射线装置，有效期至2027年3月31日。为满足放射诊疗需求，医院租赁临沂商城会展中心4#馆，建设了一座DSA工作场所，并安装了1台佳能INFX-9000C医用血管造影X射线机（DSA），属于II类射线装置。本项目应用于放射诊疗，符合实践的正当性。

2、选址合理性

本项目DSA场所位于临沂市兰山区蒙山大道55号、临沂商城会展中心4#馆（2楼南侧），4#馆位于医院东南侧，南侧为育才路派出所、西侧为巷子（巷子西侧为九州超市）、北侧为会展中心5#馆、东侧为会展中心2#馆。DSA手术室东侧为污物通道，南侧为操作间，西侧为患者通道，北侧为设备间，楼上为育才路派出所餐厅/走廊/备勤室，楼下为派出所办公室。DSA手术室周围50m评价范围内，存在育才路派出所（行政办公场所），经预测分析，DSA手术室屏蔽设计满足评价标准要求。项目选址基本合理。

3、辐射环境现状检测结果

经现状检测，本项目DSA手术室周围环境 γ 辐射剂量率室内检测结果范围为 $(4.4\sim 8.2)\times 10^{-8}$ Gy/h，均处于临沂市天然辐射水平范围内。

4、辐射安全与防护分析结论

本项目DSA手术室尺寸为8.22m \times 6.4m \times 2.84m，四周墙体均采用4层14mm钡板结构，室顶采用200mm混凝土+2层14mm钡板结构，地板采用200mm混凝土+50mm硫酸钡沙结构。防护门均为铅钢复合结构，观察窗为铅玻璃结构。防护设施铅当量均大于2mmPb。

DSA手术室和操作间之间已设置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监视观察和通话；患者进出防护门为电动推拉式，设置了防夹装置，医护进出防护门、污物防护门为手动平开式，设置了自动闭门装置，防护门均设置了电离辐射警告标志；各防护门均与DSA设备设置了门机连锁系统；患者进出防护门设置有工作状态指示灯，且工作状态指示灯和防护门能够有效联动；控制台及扫

描床处均设有紧急停机按钮，紧急状态下可实现紧急停机，防止发生辐射安全事故。

医院为 DSA 工作场所配备的个人防护用品有铅衣 4 件、铅橡胶围裙 6 件、铅防护眼镜 2 副、铅橡胶颈套 6 件、铅橡胶帽子 4 件及介入防护手套 2 副。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。配备的个人防护用品可以满足防护要求及工作需求，DSA 工作人员在开展工作时应采取防护措施。

DSA 手术室采用新风系统通风，使机房保持良好的通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.4.3 款要求。

5、环境影响评价分析结论

DSA 手术室屏蔽墙体、室顶、地板、防护门及观察窗的防护能力均不低于 2mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于“介入 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求，本项目 DSA 手术室各屏蔽墙、室顶、地板、防护门及观察窗外的辐射水平能够满足 GBZ130-2020 中规定的 2.5 μ Sv/h 剂量率控制要求。

本项目 DSA 装置总照射时间为 17.3h/a，经预测辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.424mSv/a，低于 5.0mSv/a 的年管理剂量约束值；四肢年当量剂量为 5.709mSv/a、眼部年当量剂量为 0.581mSv/a，均满足职业人员四肢、眼晶体年管理剂量约束值不超过 125mSv/a、37.5mSv/a 的要求；公众成员、评价范围内敏感目标最大年有效剂量为 0.043mSv/a，低于公众成员 0.25mSv/a 的年管理剂量约束值。

6、辐射安全管理结论

医院成立了辐射安全管理工作领导小组，制定了辐射安全管理制度以及辐射事故应急预案。在建立健全并落实各项规章制度条件下，可以确保工作人员和公众成员满足辐射安全管理要求。

医院计划尽快安排工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训并考核，考核合格后上岗。医院应加强辐射工作人员管理，严禁未参加培训的人员从事辐射工作。辐射工作人员均配置有个人剂量计，定期对个人剂量进行检测。

医院拟配置 1 台辐射巡检仪，用于对项目周围环境进行定期监测。

综上所述，山东省鲁南眼科医院有限公司 DSA 应用项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范的前提下，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

承诺与建议

一、承诺

1、按要求配备铅衣、铅帽等个人防护用品，职业人员在工作过程中须规范穿戴，尽量降低受照剂量。

2、尽快组织辐射工作人员参加培训考核，考核合格后方可上岗。

3、按照国家有关规定，项目投运前重新申领辐射安全许可证，按时组织建设项目竣工环境保护验收。

4、严格执行环境监测计划，发现问题及时处理，尽快购置 1 台辐射巡检仪；定期检查机房的辐射安全防护装置及措施，确保正常工作，避免无关人员误入机房。

5、按照辐射事故应急预案和管理制度的要求，定期进行演练。

6、建立健全辐射防护工作档案，对辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测、健康查体和辐射防护检测等资料要分开保管，并按规范进行保存。

二、建议

1、医院应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行修订和完善。

2、进一步采取防护措施，使工作人员的年有效剂量达到合理的水平。本次评价提供下列防护措施供医院参考：

①在摄影过程中无关人员禁止进入手术室、远离 X 射线发射管，以减少辐射影响。

②规范操作，避免或减少不必要的照射。

③减少在手术室内工作的人员数量，合理安排工作时间，减少在手术室内的停留时间。

表 12 审 批

下一级环保部门意见

公章

经办人：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人：

年 月 日

