核技术利用建设项目

住院部病房楼新增 1 台 DSA 装置项目

环境影响报告表

莱西市市立医院

2022 年 9 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

住院部病房楼新增 1 台 DSA 装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：莱西市市立医院

建设单位法人代表（**签名或签章**）：

通讯地址：山东省青岛莱西市威海西路 8 号

邮政编码：266600　　联系人：栾喜辉

电子邮箱：13553099608@163.com　　联系电话：16678593358

目　　录

表 1 项目基本概况 1
表 2 射线装置 5
表 3 废弃物（重点是放射性废弃物） 5
表 4 评价依据 6
表 5 保护目标与评价标准 8
表 6 环境质量和辐射现状 12
表 7 项目工程分析与源项 19
表 8 辐射安全与防护 23
表 9 环境影响分析 28
表 10 辐射安全管理 34
表 11 结论与建议 40
表 12 审批 43

附件

附件 1 委托书；

附件 2 辐射安全许可证；

附件 3 成立辐射安全管理机构的文件；

附件 4 辐射安全工作责任书

附件 5 DSA 机房防护情况说明

附件 6 辐射现状检测报告

附图

附图 1-1 地理位置示意图

附图 1-2 项目地理位置图

附图 2 项目周边环境关系影像图

附图 3 医院总平面布置图

附图 4 病房楼六层平面布置图

附图 5 病房楼七层和五层平面布置图

表 1 项目基本概况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">住院部病房楼新增 1 台 DSA 装置项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">单位名称</td><td colspan="5">莱西市市立医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>徐玉华</td><td>联系人</td><td>栾喜辉</td><td>联系电话</td><td>16678593358</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">山东省青岛莱西市威海西路 8 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">山东省青岛莱西市威海西路 8 号，住院部病房楼六层东南角</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>950</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>100</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>10.53%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其它</td><td>占地面积</td><td>61㎡</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□Ⅰ类（医疗使用） □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.1 医院概况

莱西市市立医院（历史名称“莱西市精神病防治院”、“莱西市第二人民医院”）成立于1977年7月，是一家集医疗、教学、科研、预防、保健于一体的二级甲等综合性医院。医院占地面积2.6万平方米，建筑面积1.8万平方米，开放床位1003张，设有门诊楼、病房楼、区域检测中心、办公楼等。全院下设65个科室，其中行政职能科室20个，临床科室34个，医技、辅助科室11个。在岗职工937人，卫生技术人员691人，其中高级职称110人（正高20人）、中级职称210人，研究生7人、本科265人，医师206人、护士374人。

医院位于山东省青岛莱西市威海西路8号，分四个区域，西北侧为住院部，东北侧为血液透析科及发热门诊等区域、东南侧为门诊等区域、西南侧为检测中心。

医院地理位置见附图1-1、附图1-2。

1.2 现有项目及辐射安全管理现状

1.2.1 核技术利用现状情况及履行环保审批情况

医院现持有《辐射安全许可证》，证书编号：鲁环辐证[B0067]，准予使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，有效期至2024年11月18日。

表1-1 辐射安全许可证许可射线装置情况

序号	装置	型号	台数	分类	工作场所	使用状态	环评验收情况
1	DSA	Optima CL323i	1	Ⅱ	病房楼六层介入中心	在用	青环辐审[2019]49号，2020年1月通过自主验收
2	胃肠透视机	BSX-50AC500MA	1	Ⅲ	放射科	在用	已登记备案
3	GE 16排螺旋CT	GE BRIGHT SPEED16	1	Ⅲ	放射科	在用	
4	医用X光拍片机	Q-RAD500MA	1	Ⅲ	放射科	在用	
5	小型C臂	PLX112	1	Ⅲ	放射科	在用	
6	口腔CT	PLANMECA PROAX 3DS	1	Ⅲ	放射科	在用	
7	车载DR	TITAN2000	1	Ⅲ	放射科	在用	
注：在用射线装置7台，其中Ⅱ类射线装置1台，Ⅲ类射线装置6台。							

综上所述，医院现有在用射线装置7台，现有辐射项目环保手续齐全。

医院于2022年9月5日对1台移动C形臂、1台CT进行了环境影响登记表备案，正在办理辐射安全许可证申请手续，一并对法人代表进行变更。

1.2.2 辐射安全管理现状

（1）医院已成立有辐射安全与防护管理领导机构，签订有辐射安全工作责任书，确定了法人代表为辐射安全工作第一责任人，指定专人负责射线装置的安全和防护工作。

（2）建立健全了各项辐射安全管理规章制度并严格落实。

（3）已制定辐射事故应急预案，每年定期进行应急演练，医院未发生过辐射安全事故。

（4）各项辐射安全防护设施齐全且有效运行，医护人员和受检者配备有符合要求的个人防护用品（铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅帽、铅手套等），配备有满足要求的辐射环境检测仪。

（5）辐射工作人员均配置有个人剂量计，并定期进行了个人剂量检测。建立有个人剂量档案和健康档案，每人1档。

（6）辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，且考核合格后上岗。

（7）每年对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测。并按时向生态环境主管部门上报安全防护状况年度评估报告。

医院辐射安全管理档案健全，符合有关法律法规以及生态环境主管部门要求。

1.3 本项目规模

医院现有1台DSA装置已满7年（生产日期2015年5月），因设备老化，难以满足医院介入诊疗工作不断的发展需要，医院拟在住院部病房楼六层现有DSA机房东侧隔控制室和辅助机房新建1处DSA机房，控制室和辅助机房与现有DSA机房共用。本项目DSA机房占地面积约61m^2，拟安装使用1台飞利浦的Azurion7M20C型DSA，最大管电压125kV，最大管电流1000mA，用于开展介入诊疗工作，DSA属于Ⅱ类射线装置。本项目建成后，医院共有2台DSA装置，根据医院计划，2台DSA装置1用1备。

医院地理位置见附图1-1、附图1-2，项目周边环境关系影像图见附图2，医院总平面布置见附图3。

根据现场勘查和医院提供资料，该DSA机房为预留房间，已随病房楼主体建设完成，因未投入使用，在房间内砌墙隔断用作办公室。医院计划将该房间恢复为DSA机房使用，目前隔断墙尚未拆除，DSA尚未购置。

本次评价的射线装置如下表所示。

表 1-2　本次评价的射线装置

装置名称	型号	主要参数	厂家	数量	分类	机房位置	备注
DSA	Azurion7M20C	125kV、1000mA	飞利浦	1 台	Ⅱ类	病房楼六层东南角	拟购

1.4 实践正当性

医院现有 1 台 DSA 装置因设备老化，无法较好的开展介入放射工作。因此，医院拟新增 1 台 DSA 装置，本项目 DSA 装置主要用于综合介入、外周介入、心血管外科介入等手术。本项目的建设能够满足医院不断增长的介入诊疗工作需要，具有良好的社会效益和经济效益。经分析，其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。

1.5 选址合理性

本项目 DSA 机房位于住院部病房楼六层东南角，完成改造后，周围 50m 范围内北侧为卫生间、医护通道、医生办公室、走廊、库房、铅衣间、走廊、电梯和楼梯间，楼外夹道、院外商铺及莱西市皮肤病医院（最近约 25m，1-5 层）；西侧为现有控制室、辅助机房和现有

DSA 机房，医生办公室和 ICU 病房区域，院外易道骨正针灸商铺（约 40m，2 层）、民间中药开发办公室（约 40m，2 层）；南侧为院内空地，门卫（约 30m，1 层）、威海西路；东侧为广州路、发热门诊及病房（约 25m，1-2 层）、停车场；上方和下方为病房。西北侧 1 处青岛兴润大药房有限公司（约 45m，1 层）、西南侧 1 处办公楼（约 30m，6 层）和空调机房等辅房（约 30m，1 层）、东南侧为办公室、警务室和内镜中心（最近约 40m，2 层）。

本项目 DSA 机房位于所在六层的角落，与现有 DSA 机房邻近，辐射工作场所分布集中，便于辐射安全管理。根据分析，DSA 机房设计防护能力、对周围环境以及环境保护目标的影响满足相关标准要求。根据现场勘查，周围 50m 范围内无学校、住宅等敏感目标，项目选址合理。

本项目用于医学诊疗，位于医院内，不新增用地。医院所在位置规划为医疗卫生用地，因此本项目选址符合规划。

1.6 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》（2021 年修订）中鼓励类，第三十七、卫生健康，第 5 条中“医疗卫生服务设施建设”，符合国家产业政策要求。

1.7 目的和任务由来

DSA 装置在运行过程中产生的 X 射线可能对环境产生一定的辐射影响。为保护环境，保障公众的环境权益，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》和《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，莱西市市立医院委托我单位对该院住院部病房楼新增 1 台 DSA 装置项目进行环境影响评价。在收集资料、现场调查、辐射环境检测以及理论分析等基础上，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)，我单位编制完成了《莱西市市立医院住院部病房楼新增 1 台 DSA 装置项目环境影响报告表》。

本次评价涉及 1 台 DSA 装置，核技术利用类型为使用Ⅱ类射线装置。

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	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	DSA	Ⅱ类	1 台	Azurion7M20C	125	1000	介入放射学	病房楼六层东南角	新购

表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
非放射性有害气体	气态	—	少量	少量	—	—	DSA 机房设有机械排风系统，经通风管道排至所在楼层楼外

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^3；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^3）和活度（Bq）。

表 4 评价依据

法规文件	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，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 24 号公布,2018.12 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 6 号；2003.10 施行； 4.《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017.10 施行； 5. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 16 号，2021.1 施行； 6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005.12 施行，2019.3 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》,环境保护总局令第 31 号,2006.3 施行，2008.12 第一次修订，2017.12 第二次修订，2019.8 第三次修订，2021.1 第四次修订； 9. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环保部令第 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》，国家环保总局，环发[2006]145 号，2006.9 施行； 11.《放射诊疗管理规定》，中华人民共和国卫生部令第 46 号，2006.1 施行 12.《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； 13.《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常务委员会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019.1 施行； 14.《山东省安全生产行政责任制规定》，山东省政府第 145 次常务会议通过，2022 年 5 月 1 日起施行。
技术标准	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》（HJ 61-2021）； 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）； 6.《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。
其他	1. 莱西市市立医院住院部病房楼新增 1 台 DSA 装置项目环境影响评价委托书； 2.医院提供的防护设计方案及其他资料； 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）。

表 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围

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）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”。

本项目为在 DSA 机房内使用射线装置，评价范围为 DSA 机房实体屏蔽边界外 50m 的范围，评价范围见附图 2。

5.2 保护目标

本项目的保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。其中辐射工作人员指使用本项目 DSA 开展放射工作的辐射工作人员，公众成员主要为 DSA 机房周围 50m 范围内活动的非本项目工作人员、其他就诊患者、偶然经过的其他公众人员。

表 5-1 本项目主要保护目标情况

保护目标		人数	方位、距离	特征
职业人员	本项目辐射工作人员	4 人	DSA 机房内及控制室内	—
公众成员	DSA 所在病房楼内非本项目工作人员和非本项目就诊患者	约 500 人	周围 50m 范围内	10 层
	商铺及莱西市皮肤病医院	约 200 人	北侧约 17m	1-5 层
	青岛兴润大药房有限公司	约 30 人	西北侧约 45m	1 层
	民间中药开发办公室	约 100 人	西侧约 40m	2 层
	易道骨正针灸商铺	约 10 人	西侧约 40m	2 层
	空调机房等辅房	约 3 人	西南侧约 30m	1 层
	办公楼	约 80 人	西南侧约 30m	1-6 层
	临街商铺	约 30 人	西南侧约 48m	1 层
	门卫	约 2 人	南侧约 30m	1 层
	办公室、警务室和内镜中心	约 50 人	东南侧约 40m	2 层
	发热门诊及隔离病房	约 80 人	东侧约 25m	1-2 层
	偶然经过的其他公众	—	周围 50m 范围内	—
注：以上距离为直线最近距离				

4.3 评价标准

1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

附录B规定：

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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；

c）眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d）皮肤的年当量剂量，50mSv。

职业人员和公众成员一般取其剂量限值的 1/10-3/10 作为剂量约束值。

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

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。

6.1.2 款 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。

第 6.1.5 款：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、技术引用项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 5-2 的规定。

表 5-2 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^2）[d]	机房内最小单边长度（m）[e]
单管头 X 射线机[b]（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

[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。
[d]机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。
[e]机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

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低于表 5-3 的规定。

表 5-3 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 mm	非有用束方向铅当量 mm
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

第 6.2.3 款：机房的门和窗关闭时应满足表 4-3 的要求。

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 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

第 6.4.1 款：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。

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：平开防护门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭防护门的管理措施；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 6.5.1 款：每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

第 6.5.3 款：除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

第 6.5.4 款：应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

表 5-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		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/铅防护吊帘、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：——表示不需要求。

3、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

第 6.1.2 款 当职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，并做进一步调查。该标准建议的年调查水平为有效剂量 5.0mSv，单周期的调查水平为 5mSv/(年监测周期数)。

4、2011 年《国际辐射防护和辐射源安全基本标准》

参考该标准，职业人员眼晶体剂量限值为任何单一年份不超过 50mSv，连续 5 年，平均每年不超过 20mSv。

综合考虑上述标准，本评价以5.0mSv/a作为职业人员年管理剂量约束值，以20mSv/a和125mSv/a作为职业人员眼晶体和四肢年管理剂量约束值；以0.1mSv/a作为公众人员的年管理剂量约束值。以2.5μSv/h作为DSA机房屏蔽层外剂量率目标控制值。

表 6 环境质量和辐射现状

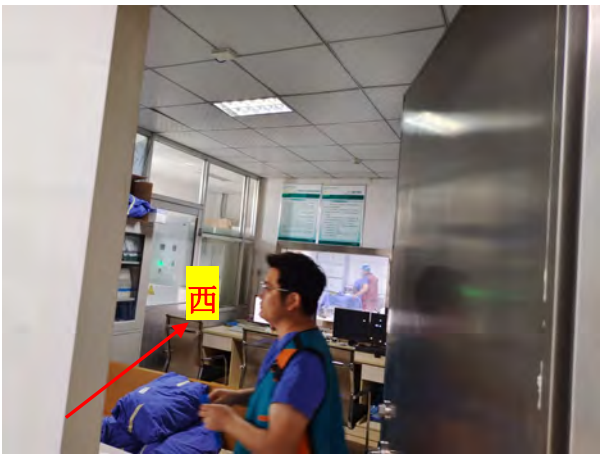
6.1 项目地理及场所位置

医院位于山东省青岛莱西市威海西路 8 号,DSA 机房位于医院住院部病房楼六层东南角。DSA 机房四周相邻情况见表 6-1，现场照片见图 6-1。本项目所在病房楼六层现状平面布置图见附图 4-1、改造后平面布置图见附图 4-2，相邻的五层和七层平面布置图见附图 5。

表 6-1　DSA 机房 50m 范围内相邻环境一览表

工作场所	方 向	周围场所名称	距离
DSA 机房	北侧	卫生间、医护通道、医生办公室、库房、走廊	0-6m
		铅衣间、走廊、电梯和楼梯间	6-15m
		夹道	15-17m
		商铺及莱西市皮肤病医院	17-50m
	东侧	广州路	0-25m
		发热门诊及病房、停车场	25-50m
	南侧	院内空地	0-30m
		门卫	30-35m
		威海西路	35-50m
	西侧	控制室、辅助机房	0-3.5m
		现有 DSA 机房	3.5-10m
		医生办公室和 ICU 病房区域	10-35m
		易道骨正针灸商铺、民间中药开发办公室	约 40m
	楼上	病房	相邻
	楼下	病房	相邻
	西北侧	青岛兴润大药房有限公司	约 45m
	西南侧	办公楼	约 30m
		空调机房等辅房	约 30m
		商铺	约 48m
	东南侧	办公室、警务室和内镜中心	约 40m

DSA 机房拟建位置

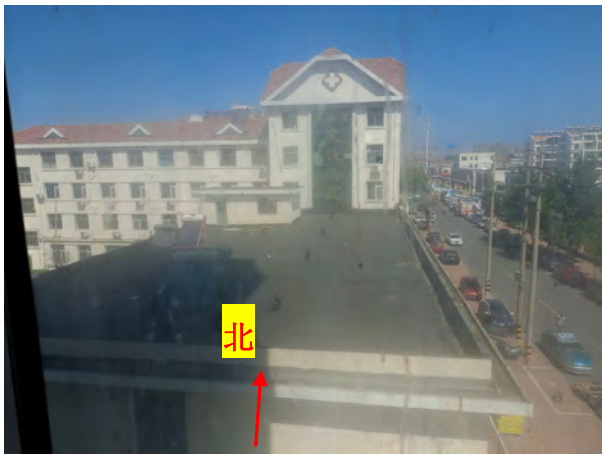


DSA 机房拟建位置西侧（控制室）

DSA 机房拟建位置北侧（走廊、卫生间、护士办）

DSA 机房拟建位置上方（病房）

DSA 机房拟建位置楼下（病房）



项目所在病房楼北侧（商铺和莱西市皮肤病医院）

项目西南侧空调机房等辅助用房	项目西南侧办公楼
项目西南侧商铺	项目南侧门卫
项目南侧院内空地	项目西侧易道骨正针灸商铺

项目西侧民间中药开发办公室	项目西北侧青岛兴润大药房有限公司
项目东侧广州路	项目东南侧办公室、警务室、内镜中心
	/
项目东侧发热门诊及隔离病房	/

图 6-1 现场照片（拍摄于 2022 年 9 月 6 日）

5.2 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，青岛市环境天然γ空气吸收剂量率见表 6-2。

表 6-2　青岛市环境天然辐射水平（×10^{-8}Gy/h）

监测内容	范　围	平均值	标准差
原 野	4.24～13.00	6.62	1.45
道 路	1.15～12.40	6.90	2.38
室 内	3.12～16.16	11.09	2.33

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

根据现场勘查，本项目 DSA 工作场所尚未装修，设备尚未安装。本次根据现场实际情况制定辐射环境检测计划，对 DSA 机房周围环境进行辐射环境背景检测。检测方案如下：

1、环境现状评价对象

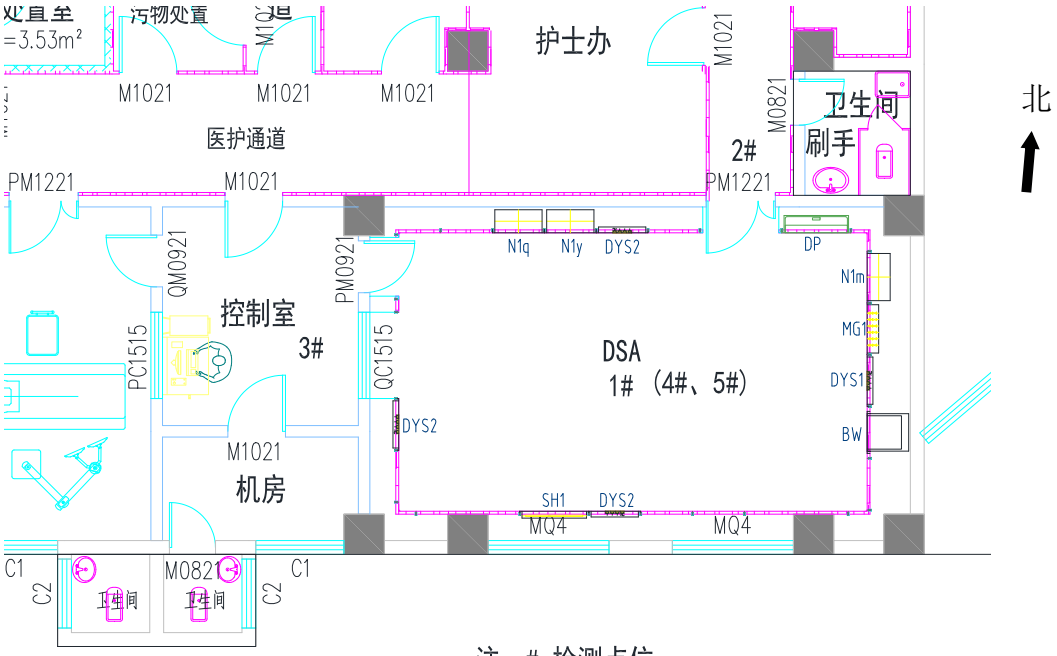
了解本项目 DSA 机房建设位置及周围辐射环境现状。

2、检测因子

γ 辐射空气吸收剂量率。

3、检测点位

本次评价按照《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021)测点布设原则，于 DSA 机房拟建位置及周围环境布设 15 个检测点位。检测布点图见图 6-2、附图 2。



注：# 检测点位

图6-2 检测点位示意图

6.3.2 质量保证措施

1、检测单位

本次评价委托具备检测资质的济南中威检测技术有限公司开展检测，该单位已取得生态环境监测机构资质认定。

2、检测仪器

检测仪器为BH3103B型便携式X-γ剂量率仪，内部编号JC01-04-2016，测量范围：（1～10000）×10^{-8}Gy/h，测量精度：0.1×10^{-8}Gy/h；能量响应：25keV～3MeV，极限偏差±15%；对宇宙射线的能量响应：极限偏差±15%（以RSS-111高压电离室为标准）；剂量率指示的固有误差：±10%；角响应：对 ^{137}Cs，0°～120°，极限偏差±15%；检定证书编号：GFJGJL1005220000820，检定有效期至2023年3月16日。

3、检测方法

依据《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，仪器探头离地1m，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。

6.3.3 检测时间与条件

2022年9月14日，天气：多云，气温：23.1℃，相对湿度49%。

6.3.4 检测结果

γ辐射空气吸收剂量率检测结果见表6-3。

表6-3 项目拟建区域及周围环境剂量率检测结果 **单位：×10^{-8}Gy/h**

测点编号	点位描述	检测结果	
		γ剂量率	标准偏差
1#	DSA机房拟建区域中间位置	8.6	0.2
2#	DSA机房拟建区域北侧	8.5	0.3
3#	DSA机房拟建区域西侧（控制室）	8.0	0.2
4#	DSA机房拟建区域上方（病房）	8.0	0.3
5#	DSA机房拟建区域下方（病房）	8.0	0.3
7#	办公楼	8.2	0.1
11#	莱西市皮肤病医院	8.0	0.3

注：1、表中检测数据已扣除宇宙射线响应值，宇宙射线响应值为1.75×10^{-8}Gy/h。

2、西侧现有DSA为开机状态，工况为：减影模式、67kV、21.6mA、7mA。

表 6-4 项目拟建区域及周围环境剂量率检测结果　　单位：×10^{-8}Gy/h

测点编号	点位描述	检测结果	
		γ剂量率	标准偏差
1#	DSA 机房拟建区域中间位置	8.5	0.4
2#	DSA 机房拟建区域北侧	8.6	0.2
3#	DSA 机房拟建区域西侧（控制室）	8.1	0.4
4#	DSA 机房拟建区域上方（病房）	8.1	0.3
5#	DSA 机房拟建区域下方（病房）	8.2	0.4
6#	空调机房等辅房	8.5	0.3
7#	办公楼	8.0	0.3
8#	门卫	8.1	0.2
9#	办公室、警务室及内镜中心	8.0	0.4
10#	发热门诊及病房	8.1	0.2
11#	商铺及莱西市皮肤病医院	8.0	0.4
12#	青岛兴润大药房有限公司	8.5	0.2
13#	民间中药开发办公室	8.3	0.2
14#	易道骨正针灸商铺	7.9	0.3
15#	沿街商铺	8.2	0.2

注：1、表中检测数据已扣除宇宙射线响应值，宇宙射线响应值为 1.75×10-8Gy/h。
2、西侧现有 DSA 为关机状态。

6.3.5 环境现状调查结果评价

由表 6-3 可知，西侧现有 DSA 开机状态下，本项目建设位置及周围环境γ辐射空气吸收剂量率为（8.0～8.6）×10^{-8}Gy/h；由表 6-4 可知，西侧现有 DSA 关机状态下，本项目建设位置及周围环境γ辐射空气吸收剂量率为（7.9～8.6）×10^{-8}Gy/h。均处于青岛市环境天然辐射水平范围内[道路（1.15～12.40）×10^{-8}Gy/h，室内（3.12～16.16）×10^{-8}Gy/h]。

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期分析

本项目 DSA 机房利用预留房间，因该房间未按照 DSA 机房使用，暂用作办公室，内部砌有隔断墙，施工期需将内部隔断墙拆除，将南墙上窗户的铅盖板进行安装，进行室内装修和设备安装。施工期主要产生噪声、固体废物、扬尘、废水（主要为少量生活污水）等一般环境影响因素，无辐射影响。

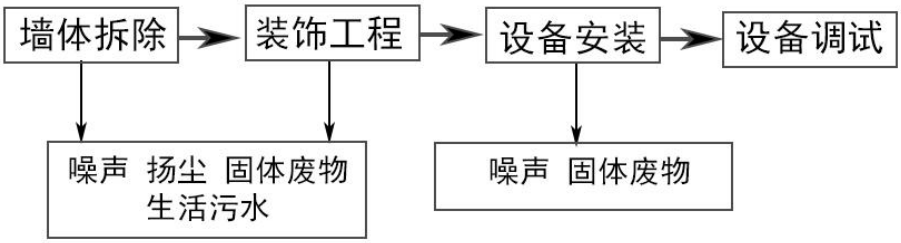


图 7-1　施工流程与产污环节示意图

7.2 营运期分析

7.2.1 DSA 装置简介

本次评价的射线装置为数字减影血管造影系统（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	数字减影血管造影系统（DSA）
型号	Azurion7M20C
管电压 kV	125
管电流 mA	1000
生产厂家	飞利浦

（2）设备组成

DSA 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所见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一数转换器，把模拟信号转变成数字信号，然后把数字信号存入存贮器。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。

7.2.2 诊疗流程

（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）医护人员以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，推送导管，在 X 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。在透视和减影过程中，介入工作人员均可能在手术室停留。

（7）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。

（8）对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师写出诊断报告。

本工程介入诊疗工艺流程及产污环节见下图：

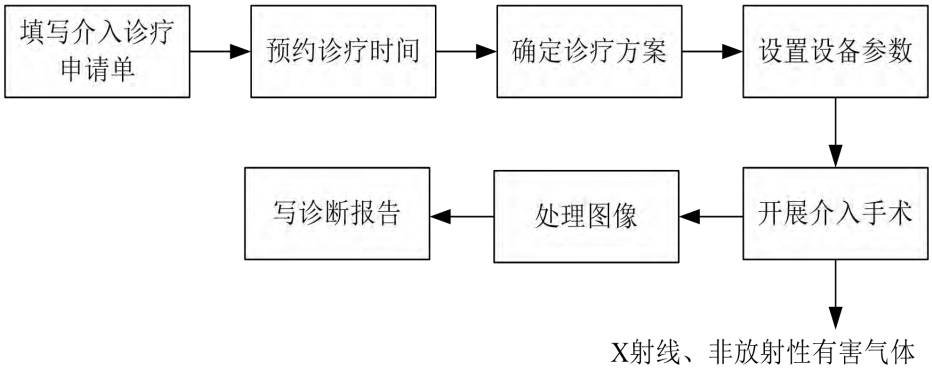


图 7-1　介入过程示意图

7.2.3 辐射工作人员与工作负荷

根据医院提供资料，本项目 DSA 主要用于综合介入、外周介入、心血管外科介入等手术。本项目拟配置 7 名辐射工作人员，其中 4 人为现有人员（1 名技师、1 名护士、2 名医师），新增 3 人（具体人员尚未确定），7 名辐射工作人员负责医院现有 DSA 和本项目 DSA 相关工作。

现有 4 人中已有 2 人参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格。医院近期将安排其他未参加考核的人员和新增人员及时参加相应考核，考核合格后上岗。

根据医院提供资料，现有 DSA 装置每年最多开展 400 例手术，本项目建成后医院共有 2 台 DSA，因现有 1 台 DSA 装置设备老化，根据医院规划 2 台 DSA 装置 1 用 1 备，本项目建成后预计全院 DSA 年最多开展 500 例手术。保守按照全部由本项目 DSA 开展，平均每例手术曝光 15min（透视 13min，减影 2min），则年曝光时间为 125h（透视 108.3h、减影 16.7h）。

7.2.4 污染源项

1、主要污染物

（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线状态时才会产生 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 装置运行过程不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

（2）非放射性污染因素分析

DSA 装置运行中可能产生非放射性有害气体 NO_2 和 O_3 等。空气在 X 射线的辐射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用产生少量 NO_2 和 O_3。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，通过 DSA 机房排风系统，可保持机房良好通风，最大限度降低有害气体的浓度，不会对周围环境和周围人员造成影响。

2、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。X 射线装置只在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。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。

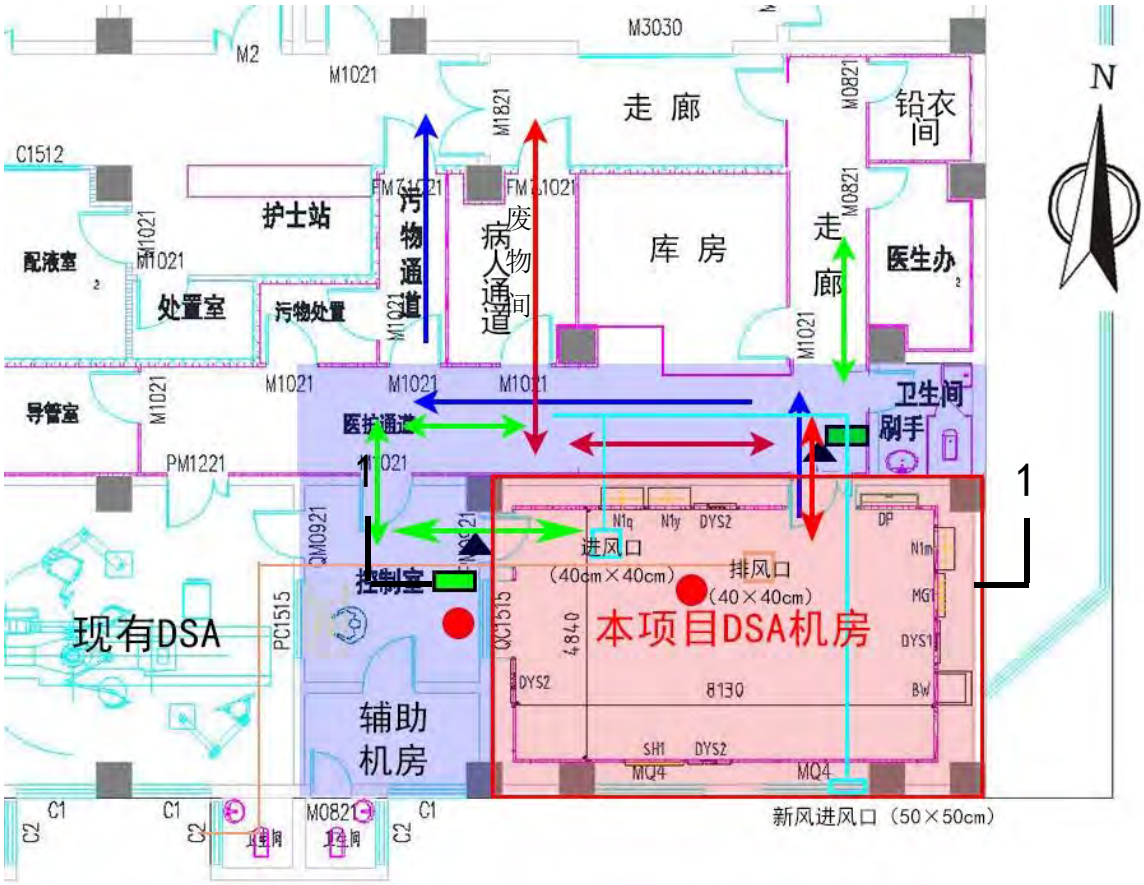
此外，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等非放射性有害气体，但由于该项目数字减影血管造影机工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

综上所述，本项目主要影响为 X 射线、非放射性有害气体，评价重点为 X 射线。

表 8　辐射安全与防护

8.1 项目安全措施

本次评价的DSA机房位于病房楼六层东南角，DSA机房及辅助房间平面布置见图8-1(a)、剖面图见图8-1（b）。



注：

控制区

患者进出路径

监督区

医护进出路径

紧急停机按钮

污物送出路径

工作状态指示灯

电离辐射警告标志

新风（进风）口及进风管道

排风口及排风管道

图 8-1（a） DSA 机房及辅助房间平面布置图

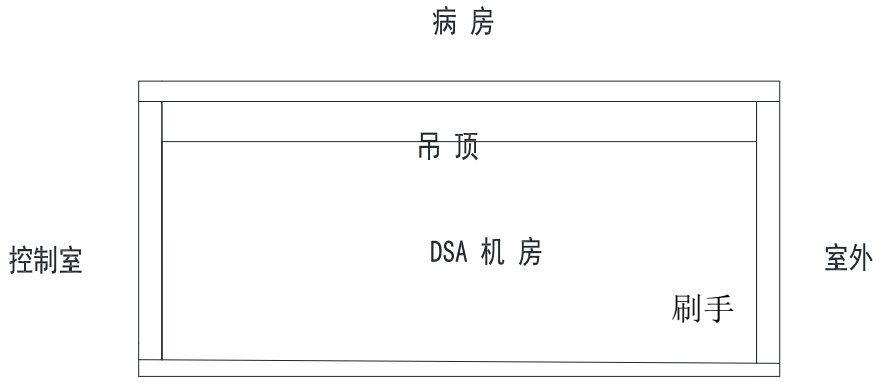


图 8-1（b） 剖面图

1、项目平面布置及分区

本项目 DSA 机房的控制室和辅助机房与现有 DSA 共用，控制室和辅助机房位于本项目 DSA 机房和现有 DSA 机房中间。

本项目 DSA 机房设计 2 个防护门，北墙设置 1 个患者进出防护门，手动平开，两扇对开（中间及四周均有一定搭接量，搭接宽度不小于 4cm）；西墙设计 1 个医护人员进出防护门。DSA 机房与控制室之间设置观察窗。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），医院拟对 DSA 工作场所进行分区管理，将 DSA 机房四周墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻的控制室、辅助机房、走廊、护士办公室、卫生间等区域划为监督区，并在控制区边界设置电离辐射警告标志。监督区与控制区划分示意图见图 8-1（a）。

医护人员由 DSA 机房西墙的防护门进出，患者由 DSA 机房北墙的防护门进出，污物由 DSA 机房北墙的防护门运出，污物在手术结束后运出，刷手池设置在机房东北侧。医护人员、患者、污物通道分开，布局合理。

2、机房防护设计

根据建设单位提供资料以及设计方案，DSA 介入室设计如下表所示：

表 8-1 DSA 机房设计一览表

项目	内容	与 GBZ130-2020 标准要求的符合性
净尺寸	南北宽 4.8m，东西长 8.1m，高 3m	满足 GBZ130-2020 6.1.5 要求的最小单边长度 3.5m

面积	38.88m²	满足 GBZ130-2020 6.1.5 要求的最小有效使用面积 20m²
四周墙体	北墙、西墙、东墙：330mm 混凝土 南墙：330mm 混凝土，局部 4mmPb 铅板	经下文分析，满足 GBZ130-2020 6.2.2 要求的 C 型臂有用线束和非有用线束方向 2mmPb 屏蔽防护铅当量厚度要求
顶板	270mm 混凝土	
底板	180mm 混凝土	
防护门	2 个防护门，均为 4mmPb 铅钢复合门	
观察窗	4mmPb 铅玻璃	
射束及设备安装	床下球管，治疗床拟东西向安装，DSA 的 C 臂安装在治疗床东侧；主射束可照射室顶、北墙、南墙；东墙和西墙为非有用束照射方向	-
通风设施	设计新风系统，南墙东侧上方设置新风进风口。DSA 机房内吊顶西北侧设置 1 个新风进风口，吊顶中间北侧设计一个排风口，有效通风量不低于 1000m³/h。进风和排风管道均在吊顶上方布置，进风管道穿机房南墙和北墙上方位置，排风管道穿西墙后向南布置，在大楼六层南侧排放。通风管道穿墙时均采用斜穿，管道穿墙位置采用不低于 3mm 铅皮包裹。	满足 GBZ130-2020 6.4.3 要求的机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风要求
其他	设计双向对讲装置、视频监控和观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	满足 GBZ130-2020 6.4.1 要求的应设置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
	患者进出防护门和医护人员进出防护门均为手动平开门，拟设置自动闭门装置，防护门外拟安装工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，门与灯联动，门外设计张贴有电离辐射警告标志	满足 GBZ130-2020 6.4.4 要求的门外应有电离辐射警告标志，门上应有醒目的工作状态指示灯，候诊区应设置放射性防护注意事项告知栏；满足 GBZ130-2020 6.4.5 要求的平开门设置自动闭门装置，推拉式机房门应设设曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯与机房门有效关联。
	候诊区拟设置放射性防护注意事项告知栏	
	控制室内、治疗床处拟设计紧急停机按钮，紧急状态下按下可实现紧急停机，防止发生辐射安全事故。	-
	DSA 机房内配置 0.5mmPb 防护吊屏和 0.5mmPb 床侧防护帘	满足 GBZ130-2020 中表 4 要求的介入放射学操作应为工作人员配置悬挂防护屏/铅防护吊屏、床侧防护帘/床侧防护屏，选配移动铅防护屏风
	拟为医护人员配备铅衣 3 件（0.5mmPb）、铅围脖 3 个（0.5mmPb）、铅帽 3 个（0.5mmPb）、铅眼镜 3 副（0.5mmPb）、介入防护手套 3 副	满足 GBZ130-2020 中表 4 要求的为工作人员配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，选配铅橡胶帽子的

	（0.025mmPb，最多同时 3 人在介入室内工作）	要求
	拟为受检者配备铅围裙 1 件（0.5mmPb）、铅围脖 1 个（0.5mmPb）、铅帽 1 个（0.5mmPb；拟为儿童受检者配置铅衣 1 件（0.5mmPb）、铅橡胶颈套 1 件（0.5mmPb）、铅橡胶帽子 1 个（0.5mmPb）。	满足 GBZ130-2020 中表 4 要求的为受检者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套，选配铅橡胶帽子的要求
	X 主射线照射照射北、南、上三个方向，避开了操作位、观察窗、管线口位置以及工作人员进出防护门。C 臂位于治疗床东侧，避开了北墙中部的患者进出防护门。	满足 GBZ130-2020 中 6.1.1 要求的应合理设置 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
	控制缆地下 U 型穿西墙，管线口采用不低于 2mm 铅板防护	—
注：采用的混凝土密度为 2.35g/cm^3。		

根据上表，在落实设计防护措施的条件下，本项目 DSA 机房防护和安全设施可满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关要求。

减影工况下，除非必要，工作人员不在 DSA 机房内停留。透视时，医师在 DSA 机房内近台操作，手术全程技师不在介入室内停留，护士尽量不在介入室内停留。在 DSA 机房内停留的工作人员穿戴铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜以及介入防护手套。

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.6，125kV 非有用线束方向 179mm 混凝土相当于 2.5mmPb，则受非有用线束照射的 DSA 机房底板（180mm 混凝土）相当于 180×2.5/179≈2.5mmPb。

根据 GBZ130-2020 表 C.7，125kV 有用线束方向,223mm 混凝土相当于 3mmPb，125kV 非有用束方向 221mm 混凝土相当于 3mmPb，则受有用线束照射的 DSA 机房室顶（270mm 混凝土）相当于 270×3/223≈3.6mmPb；受有用束照射的 DSA 机房北墙和南墙（330mm 混凝土）相当于 330×3/223≈4.4mmPb；受非有用线束照射的西墙和东墙（330mm 混凝土）相当于 330×3/221≈4.5mmPb。

综上所述，本项目 DSA 介入室防护情况见表 8-2。

表 8-2 DSA 机房屏蔽设计

射束类型	屏蔽体	屏蔽参数情况	折合铅当量
有用线束方向	北墙、南墙	北墙：330mm 混凝土 南墙：330mm 混凝土，局部 4mmPb 铅板	4.4mmPb 4mmPb
	室顶	270mm 混凝土	3.6mmPb
非有用线束方向	东墙、西墙	330mm 混凝土	4.5mmPb

	底板	180mm 混凝土	2.5mmPb
-	防护门	4mmPb 铅钢复合	4mmPb
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb

根据上表，DSA 机房屏蔽均不低于 2mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

3、其他安全防护措施

医院已为辐射工作人员每人配备个人剂量计，委托有资质的单位每三个月检测一次。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）5.3.3 要求，本次环评建议医院为 DSA 机房内介入工作人员配置 2 只个人剂量计（铅衣外锁骨对应的领口位置 1 只，铅衣内躯干上在 1 只）。

医院已配置 1 台 LK6000 型辐射环境检测仪，用于辐射项目自行监测使用。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。

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臭氧和氮氧化物。DSA 机房设计排风口，设计有动力排风装置，有效通风量不低于 1000m^3/h，使机房保持良好的通风，可明显降低其浓度，不会对周围环境和周围人员造成影响。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段环境影响分析

施工期主要产生施工噪声、扬尘、固体废物、废水。

（1）扬尘：及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（2）噪声：整个建筑施工阶段都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

（3）固体废物：施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，应及时清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

（4）废水：生活污水进入医院生活污水处理系统。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院内局部区域，对周围环境影响较小。

9.2 运行阶段环境影响分析

9.2.1 DSA 机房屏蔽设计分析

DSA 机房防护设计见上文 8.1 章节。

本项目 DSA 机房平面布置、通风设计等均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020）要求；机房屏蔽墙体、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“C 形臂 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，预计本项目 DSA 机房屏蔽墙体、防护门及观察窗外的辐射剂量率可满足该标准中提出的 2.5μSv/h 的限值要求。

控制缆管线口位置采取地下U型穿墙，且采用不低于2mm厚的铅板防护；排风管道穿墙采用斜穿方式，且采用3mmPb铅皮包裹。采取以上补偿防护后，管线口不会对机房防护造成影响，预计机房外管线口位置剂量率也低于2.5μSv/h限值要求。

对于环境保护目标，如商铺和莱西市皮肤病医院、青岛兴润大药房有限公司、民间中药开发办公室、空调机房等辅房、办公楼等，距离较远，经过多面墙体屏蔽和距离衰减，本项目对其影响可忽略不计。

根据医院计划，本项目建成后医院共2台DSA装置，一用一备。保守考虑，不排除存在

同时使用的情况。根据现状检测，在西侧现有DSA开机使用和关机时，本项目周围剂量率处均处于青岛市环境天然辐射水平范围内，因此现有DSA装置不会对本项目周围环境造成叠加影响。根据医院提供资料，两个DSA机房防护相同，预计2台DSA装置同时使用时，不会产生叠加影响。

9.2.2 年有效剂量

1、年有效剂量估算公式

$$E=H\times T \qquad （式 9-1）$$

式中：E——年有效剂量当量，Sv/a；

T——年受照时间，h；

H——剂量率，Sv/h。

2、照射时间

根据医院提供资料以及 7.2.3 分析，本项目 DSA 年最多开展 500 例手术，年曝光时间为 125h（透视 108.3h、减影 16.7h）。

3、居留因子

居留因子参照《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	本项目
	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	1 西侧控制室，北侧护士办公室，上方和下方病房
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	1/5 北侧走廊和卫生间
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	1/20 西侧辅助机房

4、职业人员年有效剂量

（1）控制室内工作人员（技师）

根据9.2.1分析，控制室内辐射水平预计低于2.5μSv/h，则本项目对控制室内辐射工作人员（技师）附加年有效剂量为2.5×125/1000≈0.31mSv。

根据近期个人剂量检测报告，该技师（宫德星）年有效剂量为0.11mSv。

现有DSA装置每年最多开展400例手术，本项目建成后医院共有2台DSA，1用1备，且主要使用本项目DSA，预计全院DSA年最多开展500例手术。保守按照全部由本项目DSA开展，该工作负荷（200h）为全院DSA工作负荷，因此不再进行剂量叠加。

综上所述，控制室内工作人员所受剂量最大为0.31mSv/a，低于《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20mSv/a的控制限值，也低于环评提出的年有效剂量管理约束值5mSv。

（2）DSA机房内工作人员（介入人员）

对于机房内介入人员受照剂量的估算，本次选用与本项目DSA技术参数类似的DSA进行类比

①类比监测

本项目DSA最大管电压为125kV、最大管电流为1000mA。本次评价采用潍坊市市立医院Innova 3100-IQ型DSA装置（管电压125kV、管电流1000mA）运行时的检测数据进行类比，该DSA装置最大管电压、最大管电流与本项目DSA装置参数一致。其监测时工作电压减影状态下为105kV，与本项目实际工作时的管电压（一般不超过90kV）相近，管电流最大为372mA（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），防护吊屏为0.5mmPb当量，与本项目配备防护吊屏一致，类比结果可作为本项目运行后的最大剂量率参考。

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，编号为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%，校准源为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℃）；地向性：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（105kV、732mA），监测时主射束照射方向向上，0.5mmPb防护屏后监测，放置水模+1.5mm铜板。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射线辐射剂量率监测结果

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

②介入人员年有效剂量估算

根据表9-2，计算介入辐射工作人员的受照剂量，减影工作状态下，除非必要，介入人员一般撤离DSA机房，保守按照不撤离进行估算，具体如下：

表9-3 介入人员年有效剂量及四肢和眼晶体年当量剂量

参考部位	透视剂量率（μSv/h）	透视工作负荷（h/a）	透视剂量（mSv）	减影剂量率（μSv/h）	减影工作负荷（h/a）	减影剂量（mSv）	辐射剂量mSv/a
躯干（胸部和腹部）	15.7	108.3	1.70	33.8	16.7	0.56	2.26
四肢	299	108.3	32.38	433	16.7	7.23	39.61
眼晶体	4.9	108.3	0.53	7.3	16.7	0.12	0.65

根据上表，介入人员年有效剂量最大为2.26mSv，四肢年当量剂量最大为39.61mSv，眼晶体年当量剂量最大为0.65mSv。

现有介入人员检测结果最大为0.67mSv（宋晓宏），医院现有DSA装置每年最多开展400例手术，本项目建成后预计全院DSA年最多开展500例手术，现有DSA与本项目DSA最大管电压和最大管电流相同，由此近似估算本项目建成后，介入人员受照剂量约为500×0.67/400≈0.84mSv。

综合考虑类比监测分析和现有个人剂量检测结果分析，介入人员年有效剂量最大为2.26mSv，四肢年当量剂量为39.61mSv，眼晶体年当量剂量为0.65mSv，分别低于本评价采用的职业人员年有效剂量管理约束值5.0mSv、四肢年当量剂量约束值125mSv、眼晶体年当量剂量约束值20mSv。

5、公众成员年有效剂量

（1）DSA 机房周围公众

根据图 8-1（a）、图 8-1（b），DSA 机房周围公众可能居留区域主要有北侧护士办公室、走廊、卫生间，西侧辅助机房，楼上和楼下病房，南侧为六楼的室外，无人员停留。各区域居留因子根据表 9-1 取值。

根据表 8-2，DSA 机房室顶防护不低于 3.6mmPb，底板防护不低于 2.5mmPb。则室顶上方剂量率约为 $2.5\times2^{(2/0.29)}/2^{(3.6/0.29)}\approx0.05\mu Sv/h$（注：0.29—半值层厚度，根据《辐射源室屏蔽设计与评价》（王时进，北京市放射卫生防护所，2009 年 9 月，保守取铅对 150kV X 射线半值层厚度）；底板下方剂量率约为 $2.5\times2^{(2/0.29)}/2^{(2.5/0.29)}\approx0.76\mu Sv/h$。

公众成员年有效剂量计算结果如下：

表 9-4 公众成员年有效剂量

公众停留区域	剂量率（μSv/h）	居留因子	利用因子	时间（h/a）	年有效剂量（mSv/a）
西侧辅助机房	2.5	1/20	1	125	0.02
北侧护士办公室	2.5	1	1/4	125	0.08
北侧走廊和卫生间	2.5	1/5	1/4	125	0.02
楼上病房	0.05	1	1/2	125	3.13×10^{-3}
楼下病房	0.76	1	1	125	0.095

根据上表计算可知，公众成员附加年有效剂量最大为 0.095mSv/a，低于环评提出的公众成员 0.1mSv/a 的年有效剂量管理约束值。

（2）其他公众

项目周围其他较远的环境保护目标，如商铺和莱西市皮肤病医院、青岛兴润大药房有限公司、民间中药开发办公室、空调机房等辅房、办公楼等，距离较远，经过多面墙体屏蔽和距离衰减，本项目对其影响可忽略不计，不会对其造成附加剂量影响。

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臭氧和氮氧化物。DSA 机房设计

有机械排风系统，通风量不低于 1000m³/h，使机房保持良好的通风，可明显降低有害气体浓度。

1 个排风口位于吊顶中间北侧，排风管道末端位于 DSA 机房所在楼层大楼南墙外，此处无人员停留，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，对周围环境和周围人员影响较小。

9.2.4 事故影响分析

1、可能的辐射事故

①DSA 装置故障，不能正常关机，导致工作人员和误入的公众成员受到照射，存在超剂量照射风险；

②监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志等防护设施不完善或失灵，导致人员误入射线装置室内而受照，存在超剂量照射风险；

③工作人员不按要求佩戴个人防护用品，患者未佩戴或不正确佩戴防护用品，造成超剂量照射；

④误设置照射参数，造成超剂量照射。

2、事故防范措施

①本项目射线装置配有紧急停止按钮，医院应定期进行射线装置检修和维护，及时发现问题，如超过使用年限，应停止使用；

②制定并执行规范的操作规程，每日对工作指示灯、闭门装置、门灯联动情况进行检查，对其余设施（如监视器、紧急停机按钮、个人防护用品、DSA 装置等）进行定期检查。

③制定 DSA 的安全操作规程，加强人员培训；为医护人员和患者分别配备有铅防护用品及防护吊帘等防护用品，保护医护人员和患者。

④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。

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

按照国务院令第 449 号《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，医院已成立辐射安全与防护管理领导机构-放射安全工作领导小组，已签订辐射工作安全责任书，明确了法人代表为辐射安全工作第一责任人。明确了机构人员组成及各自职责。小组成员如下：

组　长：徐玉华

副主任：臧远波

成　员：李卫波　郑金科　宫德星

联系电话：0532-66898586

任命李卫波为辐射安全工作专职管理人员。

职责：

①负责辐射科室质量管理工作；

②负责制定辐射科室质量管理的年度计划、总结；

③负责审定辐射科室制定的有关放射诊断质量控制指标、评价改进意见；

④负责对辐射工作中的安全隐患提出指导性改进意见，讨论、觉得辐射工作中有关问题的处理意见；

⑤收集辐射工作中的有关信息资料并加以记录归类；

⑥负责辐射科室质量管理委员会会议人员召集，提供会议讨论资料，起草会议决议；

⑦讨论并决定放射新技术、新项目准入相关事项；

⑧提出辐射工作质量相关教育、培训要求，并督促落实。

（2）职业工作人员

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，辐射工作人员均应进行辐射安全防护培训，考核合格后上岗。

本项目配置 7 名辐射工作人员，其中现有 4 名辐射工作人员（1 名技师、1 名护士、2 名医师），新增 3 名辐射工作人员。现有 4 人中已有 2 人参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格。医院近期将安排未考核人员以及新增人员尽快参加考核，考核合

格后上岗。

工作人员培训考核信息如下表所示：

表 10-1 辐射工作人员考核信息

序号	姓名	职务	培训证书编号	有效期至
1	宫德星	技师	FS21SD0100325	2026 年 1 月 29 日
2	宋晓宏	护士	鲁环辐培证字第 19B5065 号	2023 年 4 月

10.2 辐射安全管理规章制度

医院现有 DSA 装置，作为持有辐射安全许可证的单位，已按照国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》生态环境主管部门的要求，制定了适用于现有辐射项目的辐射安全管理规章制度，医院已制定的规章制度如下：

《DSA 安全操作规程》、《DSA 辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射防护用品管理制度》、《射线装置、安全设施定期检查维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《射线装置台账管理与使用登记制度》、《辐射监测方案》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射工作人员个人剂量检测管理规定》、《X 射线受检者防护制度》、《自行检查与年度评估制度》、《放射质量保证和质量控制》等。

以上规章制度适用于本项目，医院各项规章制度基本落实，日常进行了个人剂量检测、设备检修维护、辐射工作场所年度检测等，并建立有辐射安全管理档案。

医院在完善制度相关制度并落实的情况下，可以保障从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，同时保护环境，满足本项目辐射安全管理要求。

10.3 辐射监测

10.3.1 辐射监测方案

1、监测仪器

医院已配置 1 台 LK6000 型辐射环境检测仪，用于开展辐射工作场所自行监测。已为辐射工作人员每人配置个人剂量计，委托有资质的单位每三个月检测一次。本次环评建议为辐射工作人员中的 DSA 介入室内工作人员配置 2 只个人剂量计。

2、监测方案

医院已制定《辐射监测方案》，规定对辐射工作场所每年进行设备性能和机房防护检测，规定辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并定期进行检测。

监测方案主要内容如下：

（1）辐射工作场所及环境监测

监测因子：X-γ空气吸收剂量率；

监测频次：开机和关机状况下分别监测，2-4 次/年；应急状况随时监测；

监测点位：在射线装置所在机房周围巡测的基础上，重点关注控制室（操作间）操作位、各观察窗、各防护门外表面 30cm 处，机房四周墙外 30cm 处，管线口处，楼上、楼下相邻房间，射线装置机房外人员经常驻留的位置、环境保护目标处。

监测人员：放射安全工作领导小组组织辐射工作人员进行定期监测。除自行监测外，每年委托有资质的单位进行年度监测，出具监测报告。

监测记录：自行监测数据计入档案，委托监测报告与年度评估报告一并上报生态环境部门。

如发现射线装置机房外监测结果超过 2.5μSv/h，应停止工作，查找原因，改善防护条件。

（2）工作人员个人剂量检测

①个人剂量检测遵循《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

②所有从事辐射工作的人员，须接受个人剂量监测，每位工作人员工作期间须按要求规范佩戴个人剂量计。

③建立个人剂量档案，每人一档，人剂量档案终生保存。

④个人剂量计的读取时间一般 1 个月 1 次，最长不超过 3 个月。

⑤辐射工作人员的受照剂量超过年剂量约束限值时，医院应查明原因，采取改进措施或减少工作时间。

10.3.2 现有辐射项目辐射监测情况

（1）现有辐射工作人员每 3 个月进行了个人剂量检测，检测结果计入个人剂量档案，落实了监测计划。

（2）医院每年委托有资质的检测单位对工作场所周围环境辐射水平进行了检测；医院已配备 1 台 LK6000 型辐射环境检测仪用于自主监测，监测结果存入档案。落实了监测方案。

10.4 辐射事故应急

10.4.1 应急预案

医院为持有辐射安全许可证的单位，已按照《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）以及《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）中的有关要求，制定了《辐射事故应急预案》（见附件），该应急预案主要相关内容如下：

一、应急组织机构

（一）应急组织

同放射安全工作领导小组，见 10.1。

职责：

（1）组织应急准备工作，调度人员，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众生命安全，保护环境，最大限度控制事态发展；

（2）对辐射事故现场进行组织协调，安排救助，不让无关人员进入，保护现场，指挥事故应急救援行动；

（3）迅速、正确判断事件性质，负责向上级行政主管部门报告辐射事故及救援情况；

（4）负责恢复本单位正常秩序。稳定受照人情绪等工作。

保障措施：

（1）放射卫生科和急诊专家组成技术专家小组保障技术；

（2）医院总务科、医务科和保卫科负责后勤工作保障；

（3）放射科与放射卫生科、急诊科、临床相应科室、保卫科、后勤。

（4）院长办公室保障保持联络；

二、应急救援应遵循的原则

迅速报告原则；主动抢救原则；生命第一的原则；科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；保护现场，收集证据的原则。

三、辐射事故应急处理措施

（1）当结束曝光时，如果还能听到驱动电机的声音，或者曝光指示灯还亮时，应采取如下措施：

①立即切断电源，断开主电路器（即关掉整机动力电源）。

②如果有病人在诊疗位置上，应将病人迅速从诊断位置移开，并估算或记录病人已接受的照射剂量。

③操作人员不得试图再次开机，应联系维修人员进行维修，在确保机器能够正常工作

和操作开关电路正常时才能重新开机。

（2）工作人员在机房内做准备工作时，控制台处操作人员误开机曝光；在放射诊断设备维修调试过程中，因检修人员误操作导致曝光。在上述两种情况下，应立即按下紧急停机按钮或切断电源迫使设备停止曝光。

（3）对受到意外照射或超剂量照射人员，估算其受照剂量，采取必要的医学处理措施。

四、辐射事故报告程序

发生辐射事故时立即报告医院辐射事故应急领导小组，并在 2 小时内填写《辐射事故初始事故表》，及时报告生态环境部门、公安部门和卫生部门。

五、辐射事故应急培训和演练

为保证本单位一旦发生放射性事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员及公众及环境的安全，放射安全工作领导小组和应急领导小组联合制定本应急救援培训和演练制度。

（1）每两年进行一次综合性放射事故应急培训，并作好培训记录。

（2）参加培训的人员为各级应急指挥机构成员和应急保障系统、应急信息系统的有关人员。

（3）培训的主要内容是应急管理程序的有关规定以及放射事故发生后的应急基础知识、运行组织方式和抢险救助措施。

（4）结合本单位实际情况制定放射事故应急救援培训计划，每年进行一次有针对性的应急救援培训并作好应急培训记录，参加培训的人员和培训的主要内容。

（5）应急演习

①应急领导小组制定应急演习计划。

②每年至少组织一次应急演习，针对具体的放射事件进行演习，由医院应急小组和有关科室人员参加演习，必要时还应联络各有关单位和公司应急保障系统参加演习。

③每次演习前，应制定详细的演习流程，包括：演习时间、地点、人员等等。

④演习结束后，由应急领导小组负责人组织对整个演习情况进行讨论总结，并作好记录。

该应急预案内容较为全面，具有针对性和可操作性，满足本项目辐射安全管理要求。

10.4.2 应急演练

医院每年进行了辐射事故应急演练，编制有应急演练记录，对演练效果进行了总结和评价。医院应根据应急演练总结，适时修订辐射事故应急预案。根据医院提供资料，医院运行至今未发生辐射事故。

表 11 结论与建议

11.1 结论

11.1.1 项目概况

莱西市市立医院位于山东省青岛莱西市威海西路 8 号，现持有辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[B0067]，准予使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，有效期至 2024 年 11 月 18 日。

医院拟在住院部病房楼六层东南角，现有DSA机房东侧新建1处DSA机房，控制室和辅助机房与现有DSA机房共用，拟在新建DSA机房内安装使用1台飞利浦的Azurion7M20C型DSA装置，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA。DSA属于Ⅱ类射线装置。

本项目有利于满足医院介入诊疗工作不断的发展需要，DSA 用于放射诊断，有利于提高医院介入诊疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，符合实践的正当性。

11.1.2 选址合理性

本项目用于医学诊疗，项目位于医院内，不新增用地，院区所在位置规划为医疗卫生用地，项目选址符合规划。本项目 DSA 机房位于一层的角落，与现有 DSA 机房邻近，辐射工作场所分布集中，便于辐射安全管理。项目周围 50m 范围内无居民区和学校等敏感目标，DSA 机房设计防护能力、对周围环境以及环境保护目标的影响满足相关标准要求，项目选址合理。

11.1.3 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》（2021 年修订）中鼓励类，第三十七、卫生健康，第 5 条中“医疗卫生服务设施建设”，符合国家产业政策要求。

11.1.4 现状监测

经现状监测，本项目 DSA 机房拟建区域及周围环境γ辐射剂量率处于青岛市环境天然放射性水平范围内。

11.1.5 环境影响分析结论

本项目 DSA 机房北墙、西墙、东墙为 330mm 混凝土；南墙为 330mm 混凝土，局部 4mmPb 铅板；室顶为 270mm 混凝土；底板为 180mm 混凝土，2 个防护门均为 4mmPb 铅钢复合门；观察窗为 4mmPb 铅玻璃。

DSA 机房和控制室之间设计有双向对讲装置和视频监控，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

患者进出防护门和医护人员进出防护门均为手动平开式，设置自动闭门装置，防护门

外设置工作状态指示灯，灯箱上设置有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，门与灯联动，门外张贴电离辐射警告标志。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.4.5款、6.4.4款规定。

候诊区拟设置放射性防护注意事项告知栏，满足GBZ130-2020中6.4.4款规定。

控制室内、治疗床处设计紧急停机按钮，紧急状态下按下可实现紧急停机，防止发生辐射安全事故。

DSA机房内拟配置0.5mmPb防护吊屏和0.5mmPb床侧防护帘。拟为医护人员配备铅衣3件（0.5mmPb）、铅围脖3个（0.5mmPb）、铅帽3个（0.5mmPb）、铅眼镜3副（0.5mmPb）、介入防护手套3副（0.025mmPb）。拟为患者或受检者配备铅围裙1件（0.5mmPb）、铅围脖1个（0.5mmPb）、铅帽1个（0.5mmPb）；拟为儿童受检者配备铅衣1件（0.5mmPb）、铅围脖1件(0.5mmPb)、铅帽1个(0.5mmPb)。满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)规定。

通过对DSA机房设计与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）进行对照分析，DSA机房屏蔽设计满足该标准规定的不低于2mmPb的要求，预计DSA介入室屏蔽墙体、防护门及观察窗外的辐射剂量率可满足该标准中提出的2.5μSv/h的限值要求。

辐射工作人员年有效剂量最大为2.26mSv/a，眼晶体年当量剂量为0.65mSv/a，四肢年当量剂量为39.61mSv/a，满足本评价采用的工作人员年剂量管理目标值5.0mSv/a、眼晶体20mSv/a、四肢125mSv/a管理要求。

本项目所致公众成员年有效剂量最大为0.095mSv/a，满足公众成员年有效剂量不超过0.1mSv/a管理要求。

DSA机房设计有机械排风系统，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款的规定。

11.1.6 辐射安全管理结论

医院已成立辐射安全与防护管理领导机构，签订有辐射安全工作责任书。已按照有关要求制定并落实了各项辐射安全管理制度。制定有《辐射事故应急预案》，正常情况下可以确保工作人员和公众成员的安全。

本项目配置7名辐射工作人员，现有4人（1名技师、1名护士、2名医师），本次增加3人。现有4人中已有2人参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格。本次增加3人。医院近期安排为参考考核人员以及新增人员参加相应考核，考核合格后上岗。

医院已为现有辐射工作人员每人配置个人剂量计，已委托有资质的单位每三个月对个人剂量进行检测。本次建议为DSA机房内介入工作人员配置2只个人剂量计。医院已配置1台LK6000型辐射环境检测仪，用以对辐射工作场所周围环境进行自行监测，每年委托有资质的单位进行年度监测。

综上所述，莱西市市立医院住院部病房楼新增1台DSA装置项目在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护和安全设施等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件的前提下，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。

11.2 建议与承诺

11.2.1 承诺

1、落实设计以及环评提出的各项安全防护措施和设施。

2、及时重新申请辐射安全许可证。

3、按照国家有关规定，本项目建成后及时组织建设项目竣工环境保护验收，验收合格后方可投入使用。

11.2.2 建议

1、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。

2、医院应结合工作实际情况对辐射安全管理制度不断进行修改和完善。

表 12 审批

下一级环保部门预审意见 公 章 经办人：　　年　　月　　日
审批意见 公 章 经办人：　　年　　月　　日