核技术利用建设项目

胶州市中医医院

DSA 装置应用项目

环境影响报告表

胶州市中医医院

2022 年 10 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

胶州市中医医院

DSA 装置应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：胶州市中医医院

建设单位法人代表（**签名或签章**）：

通讯地址：青岛胶州市福州南路 98 号

邮政编码：266300　　联系人：龙日芹

电子邮箱：　　联系电话：18563931958

表 1 项目基本概况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">胶州市中医医院 DSA 装置应用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">单位名称</td><td colspan="5">胶州市中医医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>刘晓丽</td><td>联系人</td><td>龙日芹</td><td>联系电话</td><td>18563931958</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">青岛胶州市福州南路 98 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">青岛胶州市湖州路 180 号，医院新院区病房楼六层西南侧</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>300</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>30</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>10%</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>72.8m^2</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.项目概述

1.1 医院概况

胶州市中医医院现有院区位于青岛胶州市福州南路 98 号,医院在胶州市第三人民医院的基础上于 2020 年 11 月建成，是一所二级综合医院，由政府投资建设，占地面积 10902 平方米，总建筑面积 7430 平方米，地上 3 层，建有门诊楼 1 栋、综合办公楼 1 栋、住院楼 1 栋，附属用房 2 栋，停车位 40 个，开放床位 200 张。于 2020 年 11 月 24 日正式开诊，现有职工 328 人，其中高级职称 37 人。已开展内科、外科、妇科、康复针灸科、五官科、皮肤科常规诊疗技术。配有飞利浦 1.5T 核磁共振、奥林巴斯胃肠镜、腹腔镜、二氧化碳点阵激光等先进设备医疗设备。医院年接诊量达 10 万人次。

医院新增 1 处院区位于青岛胶州市湖州路 180 号，该院区原属胶州市人民医院所有，已

变更至胶州市中医医院。

医院地理位置见附图1。

1.2 现有辐射项目

1.2.1 核技术利用现状

医院现有辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[02716],准予使用III类射线装置，有效期至 2026 年 5 月 25 日。医院现有辐射项目如下：

表 1-1 医院现有射线装置

序号	装置	型号	分类	场所	所在院区	使用情况
1	CT	Aquilion16	III类	放射科 CT 室	福州南路 98 号院区	在用
2	DR	Multix Select DR	III类	放射科 DR 室	福州南路 98 号院区	在用
3	数字胃肠机	Plessart	III类	放射科数字胃肠室	福州南路 98 号院区	在用
4	CT	Aquilion Lighting TSX-035X	III类	放射科 CT 室	福州南路 98 号院区	在用

1.2.2 辐射安全管理现状

医院已成立有辐射安全与防护管理领导机构，签订有辐射工作安全责任书，指定专人负责射线装置的安全和防护工作。已制定并落实各项辐射安全管理规章制度和应急预案，定期进行应急演练，建立有辐射安全管理档案。每年对射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，编写了年度评估报告，并按时上报生态环境部门。每年开展辐射环境检测，检测报告存档，同时检测数据向生态环境部门报告；辐射工作人员每 3 个月进行了年度检测，建立有个人剂量档案，每人一档。辐射工作人员分批次参加核技术利用辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。

1.3 本项目规模

医院新增院区位于青岛胶州市湖州路 180 号，该院区原属胶州市人民医院所有，已变更至胶州市中医医院,其中病房楼六层西南侧 DSA 机房并机房内 1 台飞利浦的 UNIQ FD20 型 DSA 装置已交由胶州市中医医院。

本项目的建设有利于满足医院介入诊疗工作需要，该DSA工作场所包括DSA机房、操作间、设备间等，占地面积约72.8m^2。DSA机房内现有1台UNIQ FD20型DSA，属Ⅱ类射线装置，本项目DSA装置用于开展介入诊疗工作。

医院地理位置见附图1，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。

经现场勘查，DSA机房为原有机房，DSA装置目前未启用。

本次评价包含的射线装置如下表所示：

表 1-2　本次评价内容

装置名称	型号	主要参数	生产厂家	数量	分类	机房位置
DSA	UNIQ FD20	125kV、1000mA	飞利浦	1 台	Ⅱ类	新院区病房楼六层西南侧

1.4 实践正当性

本项目 DSA 装置用于介入放射工作，主要用于综合介入、外周介入、心血管外科介入等手术。项目的建设能够满足医院介入诊疗工作需要，具有良好的社会效益和经济效益。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 机房为现有房间，项目位于院区内，不新增用地，项目符合相关土地规划要求。

DSA 机房位于病房楼六层西南侧，靠近一端。所在的病房楼为地下一层，地上六层建筑。DSA 机房北侧为洁净走廊、更衣换鞋卫生间、院内道路、郑州路；东侧为手术室、门诊楼；南侧为污物走廊、院内空地、内科病房楼；西侧为操作间、设备间、无菌库房、药品库、走廊以及其他边病房楼内房间，交警大队阜安中队；上方为楼顶；楼下为病房和走廊。西南侧约 30m 处为向阳小学体育馆。DSA 机房采取了满足标准要求的屏蔽措施，经分析，DSA 运行过程中对周围环境辐射影响较小。综上所述，项目选址合理。

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 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，胶州市中医医院委托我单位对其 DSA 装置应用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《胶州

市中医医院 DSA 装置应用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	UNIQ FD20	125	1000	放射诊断	病房楼六层西南侧	—

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 机房设有机械通风系统，经通风管道排至 DSA 所在病房楼南墙外环境
废造影剂	液态	—	少量	少量	—	医院医疗废物暂存库	交由有资质的单位处置

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．《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 6.《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；； 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，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.《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务委员会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019.1 施行； 13.《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.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 3．《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

	4.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 5.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 6.《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。
其他	1.胶州市中医医院 DSA 装置应用项目环境影响评价委托书； 2.《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）； 3. 胶州市中医医院提供的其他技术资料。

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。评价范围包络线图见附图 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 开展放射诊断的工作人员，公众成员主要为 DSA 机房周围 50m 范围内活动的公众、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	7 人	DSA 机房及操作间内辐射工作人员	—
公众成员	DSA 所在病房楼内其他工作人员	约 450 人	DSA 机房周围 50m 范围内	地下一层，地上 6 层
	门诊楼	约 300 人	DSA 机房东侧约 36m	3-5 层
	内科病房楼	约 300 人	DSA 机房南侧约 40m	5 层
	向阳小学体育馆	约 200 人	DSA 机房西南侧约 35m	3 层
	交警大队阜安中队	约 100 人	DSA 机房西侧约 15m	2 层
	偶然经过的其他就诊患者、其他公众	—	DSA 机房周围 50m 范围内	—

5.3 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 5-3 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 5-4 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。本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)。

综合上述标准，本评价报告5mSv/a作为职业人员年管理剂量约束值，以125mSv/a作为职业人员四肢的当量剂量约束值，以20mSv/a作为职业人员眼晶体的当量剂量约束值；以0.25mSv/a作为公众人员的年管理剂量约束值。以2.5μSv/h作为DSA机房屏蔽层外30cm处剂量率目标控制值。

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理及场所位置

医院新院区位于青岛胶州市湖州路 180 号，DSA 机房位于病房楼六层西南侧。医院总平面布置图见附图 3，病房楼六层平面布置图见附图 4，相邻的五层平面布置图见附图 7。

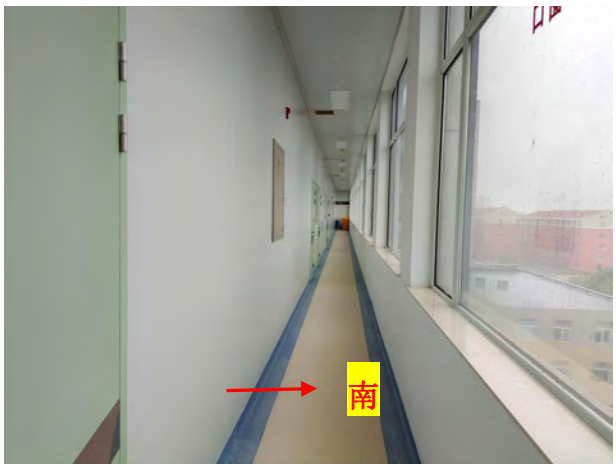
DSA 机房四周相邻情况见表 6-1，现场照片见图 6-1。

表 6-1　DSA 机房周围环境一览表

方向	周围场所名称	距离
北侧	洁净走廊	0-2.7m
	更衣换鞋卫生间	2.7-10m
	院内道路、郑州路	10-50m
东侧	手术室	0-36m
	门诊楼	36-50m
南侧	污物走廊	0-1.5m
	院内空地	1.5-40m
	内科病房楼	40-50m
西侧	操作间、设备间	0-3m
	无菌库房、药品库、走廊等	3-15m
	交警大队阜安中队	15-50m
西南侧	向阳小学体育馆	35m
楼上	楼顶	—
楼下	病房、走廊	—

DSA 机房内

DSA 机房西侧（操作间、设备间）

DSA 机房北侧洁净走廊、东侧手术室	DSA 机房北侧（院内道路）
DSA 机房东侧（手术室）	DSA 机房东侧门诊楼
	
DSA 机房南侧（污物通道）	DSA 机房南侧院内空地、内科病房楼

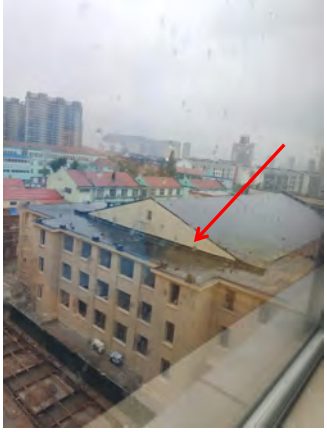
	
DSA 机房西南侧向阳小学体育馆	DSA 机房西侧交警大队阜安中队
	/
DSA 机房下方(病房)	/

图 6-1 现场照片（拍摄于 2022 年 8 月 10 日）

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，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（$\times 10^{-8}$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 尚未启用，工作人员尚未就位，本次评价根据项目实际情况制定辐

射环境检测计划，对DSA机房以及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机房拟建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机房及周围布设12个检测点位。检测布点图见附图4。

6.3.2 质量保证措施

1、检测单位

本次评价委托具备相关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；能量响应：25keV～3MeV，极限偏差±15%；剂量率指示的固有误差：±10%；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）；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《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，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 检测时间与环境条件

2022年10月12日，天气：晴，气温：20.3℃，相对湿度32%。

6.3.4 检测结果

检测结果见表6-3。

表 6-3 项目周围剂量率检测结果　　单位：×10^{-8}Gy/h

测点编号	点位描述	检测结果	
		γ辐射空气吸收剂量率	标准偏差
1#	DSA 机房内中间位置	9.4	0.4
2#	患者进出防护门外 30cm	9.6	0.7
3#	工作人员进出防护门外 30cm	9.8	0.4
4#	观察窗外 30cm	9.8	0.3
5#	污物传递防护门外 30cm	9.7	0.4
6#	DSA 机房东墙外 30cm	9.7	0.4
7#	室顶上方距地面 1m	9.6	0.4
8#	楼下病房内距地面 1.7m	9.7	0.5
9#	门诊楼	9.7	0.5
10#	内科病房楼	9.7	0.5
11#	向阳小学体育馆	9.6	0.5
12#	交警大队阜安中队	9.7	0.3
注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 1.75×10^{-8}Gy/h。			

6.3.5 环境现状调查结果评价

由表 6-3 可知，本项目拟建区域及周围环境γ辐射空气吸收剂量率为（9.6～9.8）×10^{-8}Gy/h，处于青岛市环境天然放射性水平范围内[室内（3.12～16.16）×10^{-8}Gy/h，道路（1.15～12.40）×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 工作场所为原胶州市人民医院已建成的 DSA 场所，施工期影响已结束，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，施工期影响随施工结束已停止。本次不再进行评价。

7.2 营运期分析

7.2.1 DSA 装置

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	UNIQ FD20
管电压 kV	125
管电流 mA	1000
生产厂家	飞利浦
球管位置	床下球管

（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：

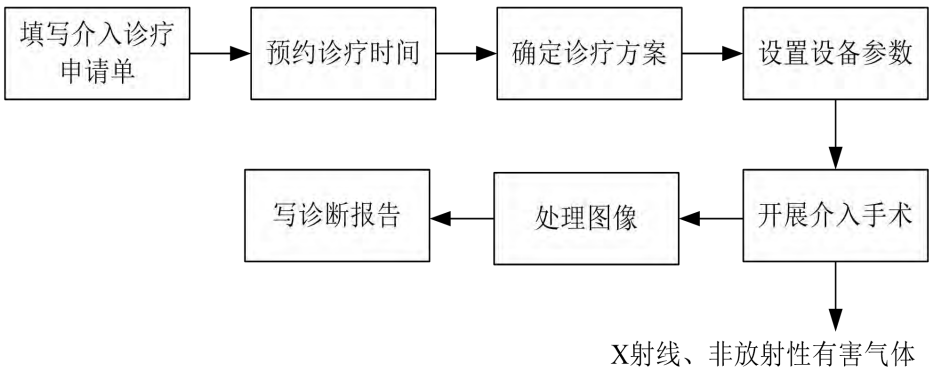


图 7-1　介入过程示意图

7.2.3 辐射工作人员与工作负荷

根据医院提供资料，项目运行初期拟配置 7 名辐射工作人员，其中医师 4 人、技师 1 人、护理 2 人，尚未确定具体人员。后期将根据接诊量的增加适时增加工作人员。

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。根据医院提供资料，本项目 DSA 年最多开展 400 例手术，平均每例手术曝光 15min（透视 13min，减影 2min），则年曝光时间为 100h（透视 86.7h、减影 13.3h）。

7.2.4 污染源项

（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

①非放射性有害气体

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 射线的辐射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用产生少量氮氧化物和臭氧。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，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废造影剂

进行介入手术前需对患者注射造影剂，常为含碘制剂，有助于进行显像，剩余的少量废造影剂属于危险废物，废物类别：HW01 医疗废物，危废代码：841-005-01 药物性废物，危险性为毒性（T）。

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。

手术前对患者进行造影剂注射，有可能产生少量剩余废造影剂，属于危险废物。

综上所述，本项目主要影响为 X 射线、非放射性有害气体、废造影剂，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

DSA 机房位于病房楼六层西南侧，DSA 机房及其辅助房间平面布置见图 8-1。

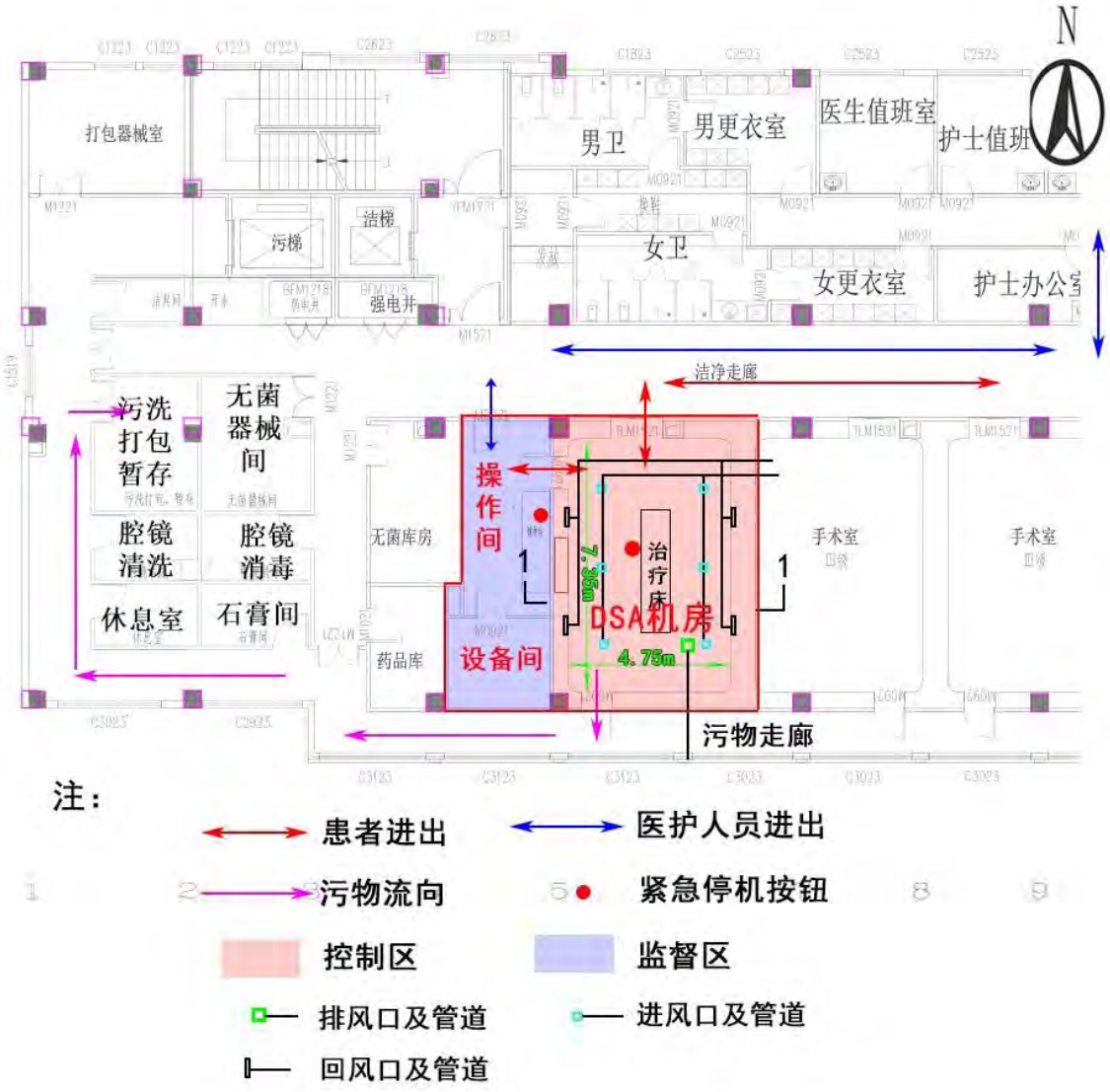


图 8-1 DSA 机房及其辅助房间平面布置图

1、项目平面布置及分区

本项目 DSA 工作场所包括 DSA 机房、操作间、设备间，其中操作间和设备间位于 DSA 机房西侧。

DSA 机房设计 3 个防护门，北墙西侧 1 个患者进出防护门，电动推拉式；西墙北侧 1 个医护人员进出防护门，手动平开式；南墙西侧 1 个污物传递防护门，手动平开式。DSA 机房与操作间之间墙体上设置观察窗。机房内治疗床南北向安装，DSA 的 C 臂安装在治疗床北侧，

悬吊式安装，主射束可能照射上、东、西三个方向。

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机房屏蔽体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。

医护人员由DSA机房西墙北侧的医护人员进出防护门进出，患者由DSA机房北墙西侧的患者进出防护门进出，污物由DSA机房南墙西侧的防护门运出。医护人员、患者、污物通道分开，布局合理。

2、机房防护设计

根据医院提供资料以及设计方案，DSA机房设计如下表所示：

表8-1 DSA机房设计一览表

项目	内容	与GBZ1302020标准要求的符合性
净尺寸	东西宽4.75m，南北长7.35m，高3.5m	满足GBZ130-2020 6.1.5要求最小单边长度3.5m
面积	34.9m^2	满足GBZ130-2020 6.1.5要求的最小有效使用面积20m^2
四周墙体	方管龙骨支架，外挂1.2mm钢板+2mm铅板+内衬石膏板	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	12cm混凝土+吊顶，吊顶采用方管龙骨支架，外挂1.2mm钢板+2mm铅板+内衬石膏板	
底板	12cm混凝土（2.35g/cm^3）+6cm钡砂（3.2g/cm^3），相当于混凝土的厚度为12+6×3.2/2.35≈20.2cm	
防护门	3个防护门，均为3mmPb铅钢复合门	
观察窗	3mmPb铅玻璃	
射束及设备安装	床下球管，治疗床南北向安装，DSA的C臂安装在治疗床北侧，悬吊式安装；有用束可照射上、东、西3个方向；有用束被开了患者进出防护门和污物传递防护门，向西照射时，为斜向上照射，最大角度30°，尽量避开了西侧防护门、观察窗以及操作位、管线口（控制缆管线口位于西墙底部地下U型穿墙，并设置2mmPb铅板防护）	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
通风设施	DSA机房设计机械通风系统，进风口6个，	满足GBZ130-2020 6.4.3要求的机房应设置

	位于吊顶东侧和西侧，在吊顶内接进风管道，进风管道穿墙位置为DSA机房东墙北侧吊顶上方；回风口4个，位于东墙和西墙底部，回风管道接回风口沿墙体向上至吊顶上方，创强位置为东墙北侧上方；排风口1个，位于吊顶南侧，排风管道吊顶内安装，在DSA机房南墙上方穿南墙至病房楼南墙外，排风口末端距地约20m。设计有效通风量不低于800m³/h，能够保持机房良好通风。通风管道穿DSA机房墙体处均采用斜穿方式，穿墙处管道采用2mmPb铅皮包裹，管道包裹长度不小于1m。	动力通风装置，并保持良好的通风要求
其他	设计由双向对讲装置、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
	患者进出防护门为电动推拉门，设置有防夹装置、闭门装置，防护门外设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，门与灯联动，门外设计张贴电离辐射警告标志，设有曝光室不能打开防护门的管理措施	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。
	医护进出防护门和污物传递防护门为手动平开门，设置自动闭门装置，拟张贴电离辐射警告标志、设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，门与灯联动。其中通往污物通道的防护门拟加锁，防止手术过程中人员误入。	
	候诊区拟设置放射性防护注意事项告知栏	
	操作间内、治疗床处均设计紧急停机按钮，紧急状态下按下可实现紧急停机，防止发生辐射安全事故。	-
	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
	已为辐射工作人员配备铅橡胶围裙3件、铅	满足GBZ130-2020中表4要求的为工作人员

	橡胶颈套 3 个、铅橡胶帽子 3 个、铅眼镜 3 副，均为 0.5mmPb；介入防护手套 3 副（0.025mmPb）	配置铅橡胶围裙、前橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，选配铅橡胶帽子的要求。手术时，DSA 机房内最多停留 3 人，满足本项目使用需求。
	拟为患者配备有铅橡胶围裙 1 件、铅橡胶颈套 1 个、铅橡胶帽子 1 个，均为 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，同时也满足本项目使用需求。

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。工作时，技师不在 DSA 机房内停留；曝光时护士尽量不在 DSA 机房内停留。在 DSA 机房内进行手术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。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.5、C.4，125kV 有用线束条件下，158mm 混凝土相当于 2mmPb，9.8mm 铁相当于 1mmPb。则受有用线束方向照射的室顶相当于 2×120/158+2≈3.5mmPb；受有用线束照射的东墙和西墙相当于 1×1.2/9.8+2≈2.12mmPb。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.6、C.4，125kV 非有用线束条件下，191mm 混凝土相当于 2.5mmPb，10mm 铁相当于 1mmPb。则受非有用线束照射的底板相当于 2.5×202/191≈2.6mmPb，受非有用线束照射的南墙和北墙相当于 1×1.2/10+2≈2.12mmPb。

则本项目 DSA 机房防护情况如下表所示：

表 8-2 DSA 机房屏蔽设计

项 目	屏蔽参数情况	折合混凝土	折合铅当量
东墙和西墙	方管龙骨支架，外挂 1.2mm 钢板+2mm 铅板+内衬石膏板	—	2.12mmPb（有用线束方向）
南墙和北墙	方管龙骨支架，外挂 1.2mm 钢板+2mm 铅板+内衬石膏板	—	2.12mmPb（非有用线束方向）
室顶	12cm 混凝土+吊顶，吊顶采用方管龙骨支架，外挂 1.2mm 钢板+2mm 铅板+内衬石膏板	—	3.5mmPb（有用线束方向）
底板	12cm 混凝土（2.35g/cm^3）+6cm 钡砂（3.2g/cm^3）	相当于混凝土的厚度为 12+6×3.2/2.35≈20.2cm	2.6mmPb（非有用线束方向）

防护门	3mmPb 铅钢复合门	—	3mmPb
观察窗	3mmPb 铅玻璃	—	3mmPb

根据表 8-2,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

医院拟为 DSA 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）要求，本次环评建议医院为 DSA 机房内的介入人员每人配置 2 枚个人剂量计（铅衣外锁骨对应的领口位置 1 枚，铅衣内躯干上 1 枚）。

医院拟配备 1 台便携式辐射检测仪，用于辐射项目自行监测使用，以满足《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

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 装置在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧和氮氧化物。DSA 机房设计有动力通风装置，有效通风量不低于 800m^3/h，使机房保持良好的通风，可明显降低有害气体浓度，不会对周围环境和周围人员造成影响。

废造影剂处置前暂存于医院医疗废物暂存库，交由有相应资质的单位处置。

表 9 环境影响分析

9.1 运行阶段环境影响分析

9.1.1 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；通风管道穿墙采用斜穿方式，且采用2mmPb铅皮包裹，包裹长度不小于1m。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。

9.1.2 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

根据上文 7.2.3，本项目 DSA 年最多开展 400 例手术，年曝光时间为 100h（透视 86.7h、减影 13.3h）。

3、居留因子确定

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）：

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	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护	1：西侧操作

留			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	间、楼下病房、东侧手术室
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：北侧洁净走廊、南侧污物走廊、楼下走廊
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：设备间、

4、职业工作人员年有效剂量

（1）操作室内技师

根据9.1.1分析，DSA机房外剂量率预计低于2.5μSv/h，则本项目对操作间内辐射工作人员（技师）附加年有效剂量为2.5×100/1000≈0.25mSv，该年有效剂量低于5.0mSv的年管理剂量约束值。

（2）介入人员

本次采用类比监测的方法评价介入职业人员可能接受的辐射年有效剂量。本项目DSA最大管电压为125kV、最大管电流为1000mA。经核实，本项目DSA装置一般情况管电压会保留30%的余量，即工作电压一般不大于90kV。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，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计算

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	铅衣内透视剂量率Hu（μSv/h）	铅衣外透视剂量率（μSv/h）	透视工作负荷（h/a）	透视剂量（mSv）	铅衣内减影剂量率（μSv/h）	铅衣外减影剂量率（μSv/h）	减影工作负荷（h/a）	减影剂量（mSv）	年有效剂量mSv/a
躯干（胸部和腹部）	15.7	134	86.7	1.67①	33.8	302	13.3	3.65②	5.32
参考部位	透视剂量率（μSv/h）		透视工作负荷（h/a）	透视当量剂量（mSv）	减影剂量率（μSv/h）		减影工作负荷（h/a）	减影当量剂量（mSv）	年当量剂量mSv/a
四肢（手部、下肢）	299		86.7	25.92③	433		13.3	5.76④	31.68
眼部	4.9		86.7	0.42⑤	7.3		13.3	0.10⑥	0.52

注：根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）6.2.4，年有效剂量E=α·Hu+β·Ho，本项目α取0.79，β取0.051，Hu为铅衣内测得的剂量，Ho为铅衣外锁骨位置测得的剂量。

①0.79×15.7×86.7/1000+0.051×134×86.7/1000≈1.67；
②0.79×33.8×86.7/1000+0.051×302×86.7/1000≈3.65；
③299×86.7/1000≈25.92；
④433×13.3/1000≈5.76；
⑤4.9×86.7/1000≈0.42；
⑥7.3×13.3/1000≈0.10。

介入人员分1-2组开展工作，根据医院管理，介入人员每人参加手术不超过300例，则介入人员年有效剂量为5.32×300/400≈3.99mSv；四肢年当量剂量最大为31.68×300/400=23.76mSv；眼晶体年当量剂量最大为0.52×300/400=0.39mSv。分别满足本评价采用的职业人员年剂量管理目标值不超过5.0mSv、四肢不超过125mSv、眼晶体不超过20mSv的管理要求。

5、公众成员年有效剂量

（1）DSA 机房周围公众

根据图 8-1 和表 6-1，室顶一般无人员停留，与 DSA 机房相邻的公众可能居留区域主要有周围的设备间、洁净走廊、手术室、污物走廊以及楼下病房。居留因子根据表 9-1 选取。

根据表 8-2，DSA 机房四周防护均不低于 2.12mmPb，则 DSA 机房外四周剂量率约为 $2.5\times2^{(2/0.29)}/2^{(2.12/0.29)}\approx1.88$ μSv/h；底板防护为 2.6mmPb，底板下方剂量率约为 $2.5\times2^{(2/0.29)}/2^{(2.6/0.29)}\approx0.60$ μSv/h（注：0.29—半值层厚度，保守按照铅对 150kV X 射线的半值层厚度）。

公众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	剂量率（μSv/h）	时间（h/a）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）
西侧设备间	1.88	87.5	1/20	0.008
北侧洁净走廊	1.88	87.5	1/5	0.033
东侧手术室	1.88	87.5	1	0.165
南侧污物走廊	1.88	87.5	1/5	0.033
楼下病房	0.60	87.5	1	0.053
楼下走廊	0.60	87.5	1/5	0.011

根据上表计算可知，公众成员附加年有效剂量最大为 0.165mSv/a，低于环评提出的公众成员 0.25mSv/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，如门诊楼、内科病房楼、向阳小学体育馆、交警大队阜安支队等，距离本项目较远，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

（1）非放射性有害气体

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 800m^3/h，使机房保持良好的通风，可明显降低有害气体浓度。

1 个排风口位于吊顶南侧，排风管道末端位于 DSA 机房所在病房楼南墙，离地约 20m，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。

（2）废造影剂

废造影剂属于危险废物，废物类别：HW01 医疗废物，危废代码：841-005-01 药物性废物，危险性为毒性（T）。处置前暂存于医院医疗废物暂存库，交由有相应资质的单位处置。

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机按钮，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，每日对工作状态指示灯、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

10.1.1 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》及环境保护主管部门的要求，医院已成立辐射安全与防护管理领导机构——放射防护管理领导小组，明确了机构人员组成及各自职责，签订了辐射工作安全责任书，明确了辐射安全工作第一责任人和直接负责人，落实了岗位职责。辐射安全与防护管理领导机构如下：

组　长：匡　如 院党委书记；刘晓丽 院长

副组长：况宝萍 副院长

组　员：张俊杰 医务科主任；周瑞清 放射科主任；魏 静 财务科主任

李建坤 后勤保障科主任；李文军 保卫科主任

放射安全管理工作组兼职管理员：张清华 放射科医师 联系电话：18766397183

领导小组的职责：

（1）组织制定并落实放射诊疗和辐射防护管理制度；

（2）定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行放射检测、监测和检查；

（3）组织本机构放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护及有关规定的培训和健康检查；

（4）制定辐射事故应急预案并组织演练；

（5）记录本机构发生的辐射事故（事件）并及时报告有关部门。

10.1.2 职业工作人员

本项目拟设置辐射工作人员 7 人，技师 1 人，护理 2 人，医师 4 人，具体人员尚未确认。医院拟安排所有辐射工作人员及时参加国家核技术利用辐射安全与防护相应类别的考核，考核合格后上岗，以满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求。

10.2 辐射安全管理规章制度

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》环境保护主管部门的要求，医院已制定各项辐射安全管理规章制度：《射线装置操作流程》、《辐射工作人员辐射安全和防护培训计划》、《设备检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射防护档案管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护与安全保卫制度》、

《辐射监测方案》、《个人剂量监测与档案管理制度》。

为满足本项目管理需求，医院拟制定《自行检查和年度评估制度》和《DSA 安全操作规程》、《介入质控管理制度》。

现有各项规章制度已基本落实，日常进行了个人剂量检测、设备检修和维护、辐射工作场所年度检测等，并建立有辐射安全管理档案。

在健全并落实相关制度的情况下，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 辐射监测仪器

医院拟配置 1 台便携式辐射检测仪，用于全院辐射项目自行监测。拟为本项目辐射工作人员每人配置个人剂量计，委托有资质的单位定期检测，检测周期不超过 90 天。本次建议 DSA 机房内介入工作人员每人佩戴 2 枚个人剂量计(铅衣外锁骨对应的领口位置 1 枚，铅衣内躯干上 1 枚），以满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）要求。

10.3.2 辐射监测方案

医院已制定《辐射监测方案》，建议按照以下内容进行完善：

一、辐射工作场所监测

监测因子：X-γ空气吸收剂量率；

监测频次：自行监测 4 次/年，应急状况随时监测；年度监测每年一次；开机和关机个监测一次。

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、各防护门门缝、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，周围环境保护目标处。

监测人员：自行监测有由放射防护管理领导小组组织相关辐射工作人员进行定期监测。年度监测委托有资质的单位进行。

监测记录：自行监测数据记入档案，委托监测出具的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。

二、个人剂量检测

1、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。介入人员每人佩戴 2 枚个人剂量计（铅衣外锁骨对应的领口位置 1 枚，铅衣内躯干上 1 枚）。

2、建立个人剂量档案，每人一档，个人剂量档案终生保存。

3、个人剂量计的读取时间最长不超过 90 天。

4、辐射工作人员的受照剂量超过《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）规定的调查水平时，医院应查明原因，采取改进措施或减少工作时间。

10.3.3 现有辐射项目监测落实情况

医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射防护和设备性能检测，现有辐射工作人员每 3 个月进行了个人剂量监测，检测结果记入个人剂量档案，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》，该应急处理预案包括以下内容：

1、应急处理机构与职责

成立有辐射事故应急处理领导小组，组织开展风险事件应急处理救援工作。给出了小组成员联系方式。

放射事件应急处理工作领导小组，名单如下：

组　长：匡如、刘晓丽

副组长：况宝萍

成　员：周瑞清、张清华、宋丽霞、牛淑敏

应急电话：13969686500

主要职责归纳为如下：

（1）定期组织对放射诊疗场所、设备和人员进行放射防护情况自查和监测，发现事故隐患及时上报并落实整改措施；

（2）负责组织应急准备工作，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的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；

（3）对放射事件的现场进行组织协调，安排救助、不让无关人员进入，保护好现场，指挥放射事故应急救援行动；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；

（4）迅速、正确判断事件性质，负责向上级行政主管部门报告放射事故应急救援情况；

（5）负责恢复本单位正常秩序。稳定受照人员情绪等方面的工作。

2、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。

3、辐射事故应急处理措施

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、公安部门和卫健部门。

（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，并记录下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）对受照人员剂量进行评估，采取必要的医学处理措施。

4、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。

10.4.2 应急演练

医院拟按照计划每年开展辐射事故应急演练，编制应急演练记录，对演练效果进行总结和评价。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，尚未发生辐射事故。

表 11 结论与建议

11.1 结论

11.1.1 项目概况

胶州市中医医院现有院区位于青岛胶州市福州南路 98 号，新院区位于青岛胶州市湖州路 180 号，医院现持有辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[02716]，准予使用Ⅲ类射线装置，有效期至 2026 年 5 月 25 日。

医院新院区病房楼六层西南侧现有 DSA 机房内安装有 1 台飞利浦的 UNIQ FD20 型 DSA 装置，尚未启用，工作人员尚未到位。DSA 工作场所包括 DSA 机房、操作间、设备间等，拟该 DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。

DSA 属Ⅱ类射线装置，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

DSA 机房位于病房楼六层西南侧，靠近一端。与 DSA 机房相邻的主要为洁净走廊、手术室、污物走廊、设备间、操作间，以及楼下病房，楼上为楼顶。经分析，DSA 机房屏蔽满足相关标准要求，除了项目所在的病房楼，周围其他环境保护目标有东侧门诊楼、南侧内科病房楼、西南侧向阳小学体育馆、西侧交警大队阜安中队，均距项目较远。综上所述，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本环境本底检测结果为（9.6～9.8）×10^{-8}Gy/h，处于青岛市环境天然放射性水平范围内。

11.1.5 环境影响评价结论

DSA 机房四周墙体为方管龙骨支架，外挂 1.2mm 钢板+2mm 铅板+内衬石膏板；室顶为 12cm 混凝土+吊顶，吊顶采用方管龙骨支架，外挂 1.2mm 钢板+2mm 铅板+内衬石膏板；底板为 12cm 混凝土（2.35g/cm^3）+6cm 钡砂（3.2g/cm^3）；3 个防护门均为铅钢结构；总体防护能力均为 3mPb，观察窗为铅玻璃结构，防护能力为 3mmPb。

DSA 机房和操作间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。

患者进出防护门为电动推拉门，设有防夹装置，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，门外张贴有电离辐射警告标志。医护人员进出防护门和污物传递防护门为手动平开门，设置自动闭门装置，张贴电离辐射警告标志，设置工作状态指示灯；其中污物通道防护门拟加锁，防止手术时无关人员进入。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。

操作建内、治疗床处均设计紧急停机按钮，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、0.5mmPb 床侧防护帘各 1 个。已为辐射工作人员配备有铅橡胶围裙 3 件、铅橡胶颈套 3 个、铅橡胶帽子 3 个、铅眼镜 3 副，均为 0.5mmPb；介入防护手套 3 副（0.025mmPb）。拟为患者配备铅橡胶围裙 1 件、铅橡胶颈套 1 个、铅橡胶帽子 1 个，均为 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《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定，也满足本项目使用需求。

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。

辐射工作人员年有效剂量最大为 3.99mSv/a，眼晶体年当量剂量为 0.39mSv/a，四肢年当量剂量为 23.76mSv/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 0.165mSv/a，满足公众成员年有效剂量不超过 0.25mSv/a 管理要求。

DSA 机房设计有机械通风系统，使机房保持良好的通风，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）第 5.6 款要求。

废造影剂属于医疗废物，暂存于医院医疗废物暂存库，拟交由有资质的单位处置。

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，签订有辐射工作安全责任书。已按照有关要求制定并落实了各项辐射安全管理制度，并定期进行辐射事故应急演练，正常情况下可

以确保工作人员和公众成员的安全。本次拟补充《自行检查和年度评估制度》、《DSA 安全操作规程》、《介入质控管理制度》。

项目拟配置职业工作人员 7 人，具体人员尚未确定。医院拟安排所有工作人员及时参加相应类别的国家核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后上岗，以满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求。

医院拟为辐射工作人员每人配置个人剂量计，委托有资质的单位定期检测，检测周期不超过 90 天。环评建议介入人员每人佩戴 2 枚个人剂量计。医院拟配置 1 台便携式辐射监测仪，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，胶州市中医医院 DSA 装置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，项目建设可行。

11.2 建议与承诺

11.2.1 承诺

1、落实各项安全防护设施。

2、组织辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全防护考核，考核合格后上岗。

3、健全辐射安全管理制度并严格落实。

4、按时重新申领辐射安全许可证，以及组织建设项目竣工环境保护验收，验收合格后方可正式投入使用。

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。

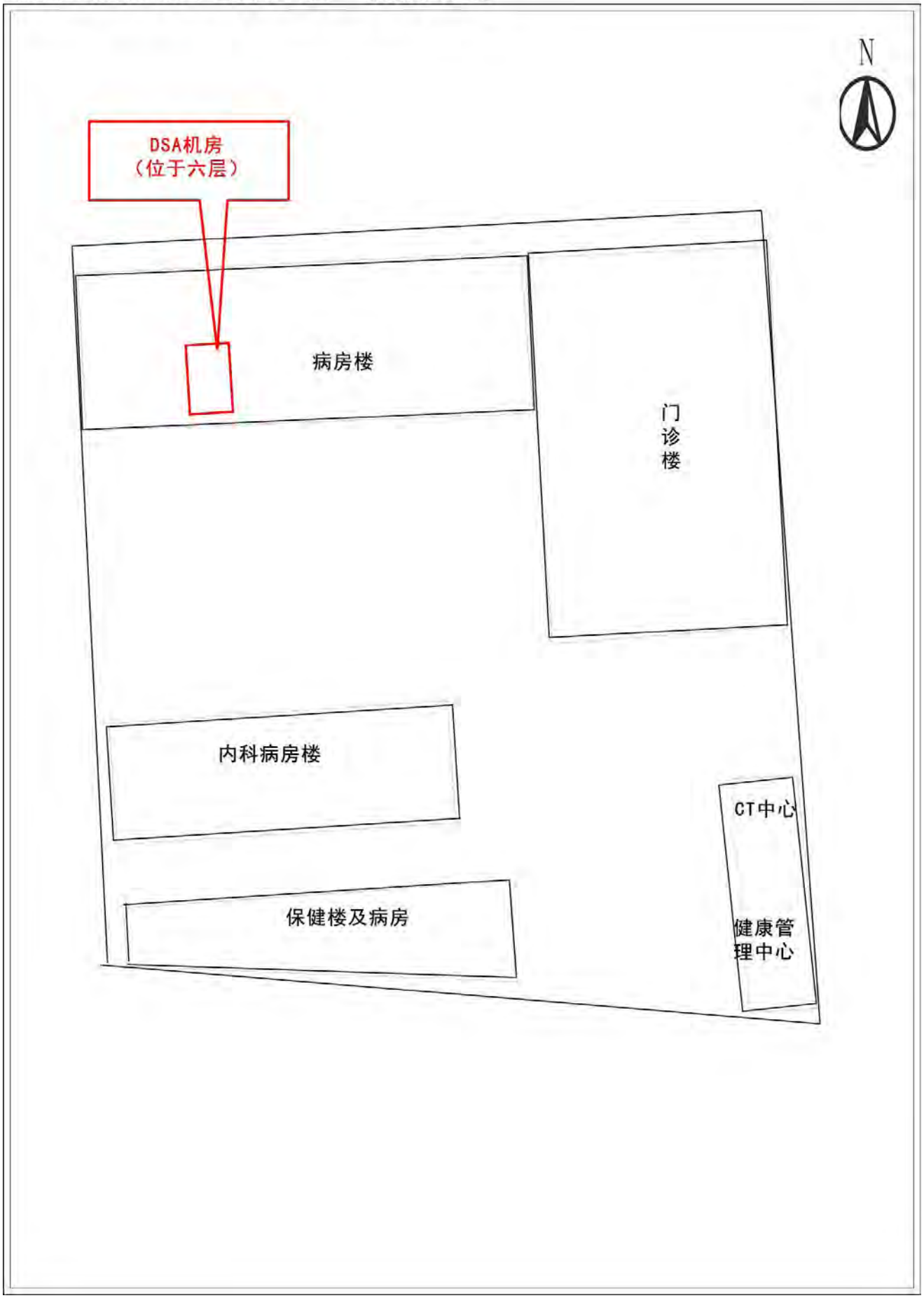
表 12 审批

下一级生态环境部门预审意见 公 章 经办人：　　年　　月　　日
审批意见 公 章 经办人：　　年　　月　　日

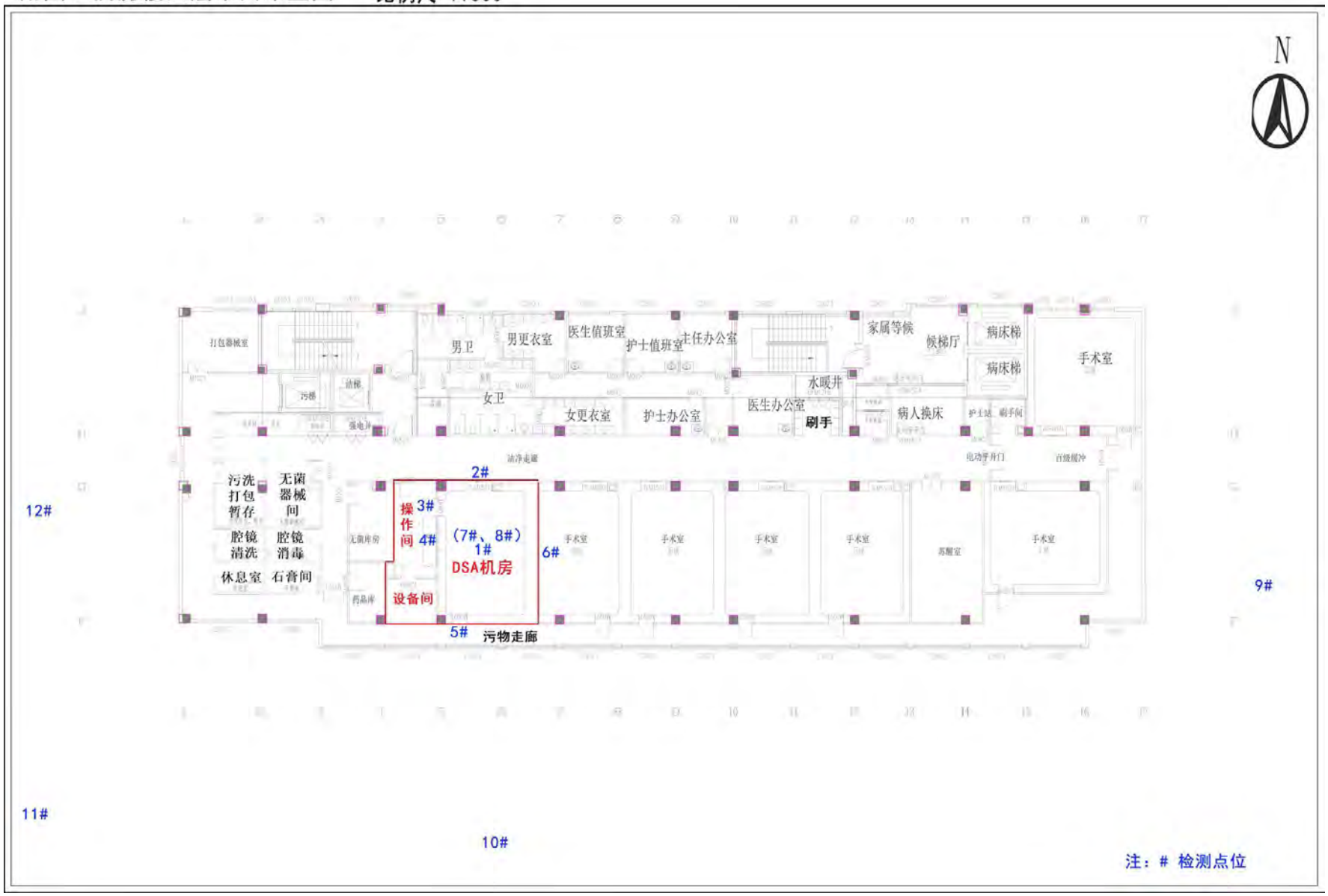
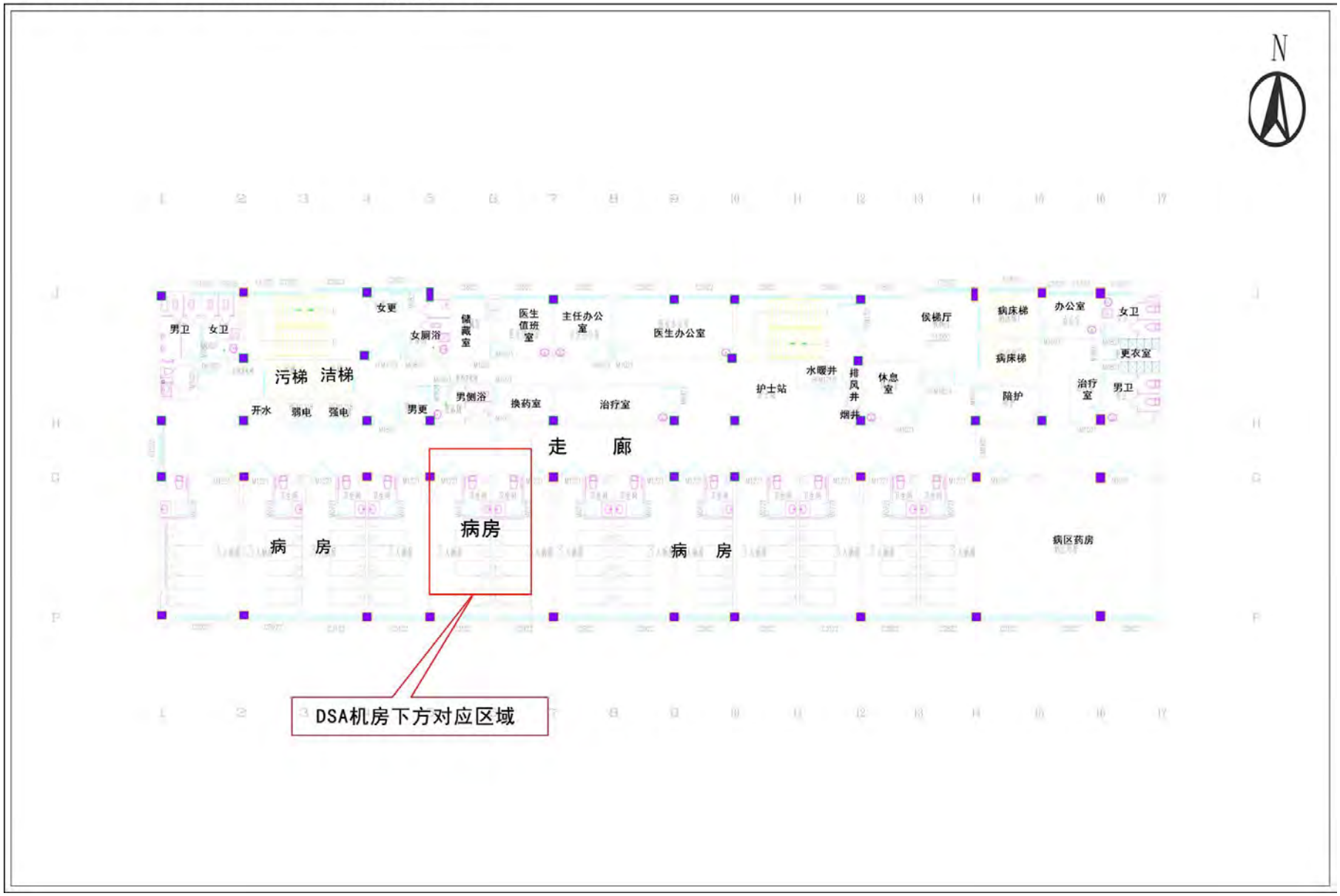
附图1 地理位置示意图 比例尺 1:29万

附图2 项目周边环境关系影像图　　比例尺 1:1100

附图3 新院区总平面图布置图　比例尺 1:600



附图4 病房楼六层平面布置图　　比例尺 1:300



附图5 病房楼五层平面布置图　比例尺 1:300