

鳌山湾水动力环境及泥沙运动特征研究

李淑玲^{1,2}, 宋玉鹏², 边淑华², 刘建强², 胡泽建²

(1. 中国海洋大学环境科学与工程学院 青岛 266110; 2. 国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061)

摘 要: 文章通过对鳌山湾波浪及海流资料的深入分析, 对区域水动力环境形成较为系统的认识。通过现场水域悬沙观测资料、沉积物取样及粒度分析资料, 结合区域水动力资料, 对鳌山湾及周边区域泥沙运动趋势进行分析预测。研究结果表明: 鳌山湾具有较长的深水岸线, 岸滩稳定, 泥沙来源少, 有岬角掩护和一定范围较为平坦的后方陆域, 具备建设深水大港的条件。

关键词: 鳌山湾; 水动力环境; 泥沙运动

水动力条件及泥沙运动特征是港口建设的关键问题, 是制约港口正常运行与否的重要因素。如黄骅港建成后, 就遭遇了航道淤积的严重问题, 极大地影响了港口航道的正常使用, 带来了巨大的经济损失与相应的环境问题。港口淤积容易造成航道及港池水深减小, 妨碍航行, 淤积严重的港口甚至成为废港。防淤减淤工程耗费巨资, 而疏浚维护费用也常成为沉重的负担。因此, 淤积问题在多泥沙活动的海岸常是建港成败的关键之一。

青岛市拟在鳌山湾建设新港区, 以缓解青岛港目前通过能力和日益增长的吞吐量之间的矛盾。针对鳌山湾的相关研究工作相对较少。赵俊等^[1]运用直读海流计对湾内进行了4个测站的海流观测, 通过对鳌山湾海域的潮流数值模拟, 较为详细地阐述了鳌山湾的潮汐、潮流特征及海水交换率与交换期, 认为与其他海湾相比, 鳌山湾水交换能力一般。刘军晓^[2]通过对鳌山湾自然资源及岸线情况的叙述, 提出了鳌山湾的开发利用设想, 为岸线的可持续利用提供參考。陈碧娟等^[3]在1996年11月—1997年9月间对鳌山湾进行了5次环境调查, 对浮游植物的群落结构特征、种类、数量及季节性变化进行了较为详细的论述。栾光中等^[4]对青岛及临近区域的NE、NW向的断裂活动性进行研究, 认为鳌山卫—即墨微震带是NW向断裂的

现代活动性的表现。而关于鳌山湾的泥沙特征及水动力作用下的运移趋势研究工作尚未开展。

笔者通过对现场大量实测波浪、海流资料的分析, 对鳌山湾的水动力环境进行深入研究, 分析研究区域沉积物来源及分布特征, 结合区域水动力条件开展泥沙运动趋势及区域冲淤趋势综合研究。

1 研究区概况

鳌山湾位于黄海的中西部, 山东省即墨市东郊, 湾口朝南, 呈“C”字(图1), 湾口长约12 km, 南北宽约9 km, 面积约160 km², 平均水深约4 m, 最大水深13 m, 岸线长度约65 km, 海底地势平缓的向东南(湾口)倾斜。

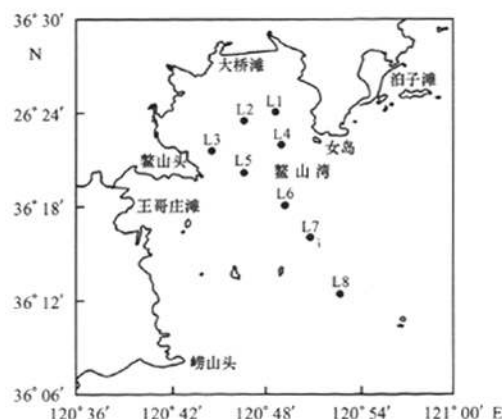


图1 研究区地理位置及海流站位

鳌山湾海岸为一段走向SN向、岬角突出较小的基岩海岸,其东侧岬角为女岛,在西侧经鳌山头与小岛湾隔开,习惯上将女岛至崂山头一带海域合称崂山湾。

鳌山湾和小岛湾中水深多0~5 m,湾口附近水深最大10 m左右,向外海水深持续增大,至外围水深可达20 m。鳌山湾及周边区域水域开阔,陆域宽广,多低山丘陵和剥蚀准平原,植被茂密,有多条近源时令小河由山地下流入海。海域湾顶潮滩被围填开发为盐田和养殖池,女岛和鳌山头等基岩岬角区修建了小型港口。

区域主要出露岩层为黑云母花岗岩和白岗岩,地层及岩体中有多期脉岩侵入,成为沿岸基岩岬角的主要组成岩体。本区有单斜构造和断裂出现,但无新生断裂和火山活动,地震活动不强烈。

2 研究区水动力特征

2.1 波浪

根据鳌山湾为期1年的波浪观测资料,鳌山湾及附近海域浪高较小,小于0.4 m的波浪频率占54.90%,不小于0.5 m而小于1.0 m的波浪频率占39.42%,不小于1.0 m而小于1.5 m的波浪频率占4.62%,不小于1.5 m而小于2.0 m的波浪占0.87%,不小于2.0 m而小于2.5 m的波浪仅占0.10%。较大的波浪主要出现在NNE向、E向、SE向和SSE各向,这些方向的波浪主要来自于外海,多数以涌浪为主。年各向波向及波高玫瑰图见图2。

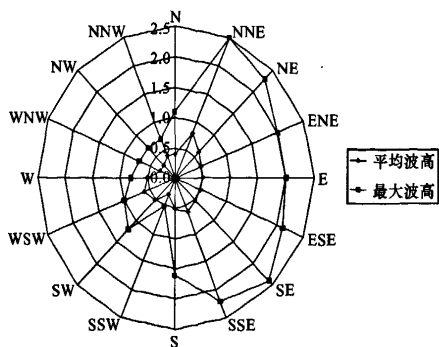


图2 鳌山湾年各向波向玫瑰图

2.2 海流特征

在研究区现场进行了8个站位的海流观测(图1),进行了大、小潮两次周日连续同步观测,使用仪器为挪威安德拉仪器公司生产的RCM4s和RCM9型自计海流计,以及中国海洋大学科教仪器总厂生产的SLC9-2型直读式海流计。在海流观测的同时同步进行了悬浮泥沙观测,含沙量的测定采用抽滤法,滤膜孔径为0.45 μm ,使用1/10 000 g电子天平称重,根据抽滤前后滤膜重量的变化及水量得出含沙量。

根据实测海流资料分析结果,鳌山湾海流为规则半日潮流,潮流的运动形式为旋转流和往复流兼存,其中鳌山湾内水域以往复流为主,湾外则为旋转流。潮流椭圆长轴方向表、中、底3层基本都在WN—ES方向,潮流最大可能流速38.4~62.7 cm/s。调查区实测流速在湾内为30~50 cm/s,湾外可达60~70 cm/s,涨潮流速大于落潮流速。涨潮流湾外为SW向,湾内为偏N向,落潮流向相反。海流流速由岸向海逐渐增大,自表至底逐渐减小,流向在垂直线上的分布比较一致。

鳌山湾海域余流流速不大,大潮期最大余流流速为15.9 cm/s,流向为47°,小潮期最大余流流速为13.2 cm/s,流向为309°。远岸余流流速相对较大,近岸余流流速较小。大潮期各站的余流流向基本为偏N向,小潮期各站余流流向与涨潮流主流向基本一致。垂线上,各层余流流向基本一致。

各测站垂向涨、落潮流平均流速及流向见表1。

3 沉积物分布及运动特征

3.1 沉积物分布

在研究区采集了100多个站位的表层沉积物,并进行了粒度分析,各粒级分布特征如下:

鳌山湾研究区海底沉积物有砂(S)、粉砂质砂(TS)、粉砂(T)和黏土质粉砂(YT)等几种。其中,粉砂和黏土质粉砂分布范围最广,占据了2 m以深水海域的海底,部分近岸潮滩区如鳌山湾的大桥滩、小岛湾的王哥庄滩近

岸水域组成物质为粉砂。粗颗粒的砂质沉积物则主要分布在近岸区,包括岬角两侧平直岸段的海滩以及凹入较小、开敞程度较大的滩涂上。

如小岛湾的王哥庄滩和驴岛以北的泊子滩,除近岸 50~100 m 范围内颗粒较细外,大部分水域海底沉积物为黏土质粉砂(图 3)。

表 1 各站垂向上涨、落潮流平均流速 V 及流向

项目	大潮期				小潮期			
	涨潮流向		落潮流向		涨潮流向		落潮流向	
	流速/ ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	流向/ ($^{\circ}$)	流速/ ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	流向/ ($^{\circ}$)	流速/ ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	流向/ ($^{\circ}$)	流速/ ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	流向/ ($^{\circ}$)
L1	23.2	355	18.5	157	17.4	13	11.9	170
L2	20.6	331	13.2	142	12.7	336	13.7	146
L3	23.5	349	11.3	181	15.6	340	14.4	176
L4	25.9	315	23.9	147	26.0	301	32.1	119
L5	14.8	330	10.4	125	8.9	257	24.9	65
L6	29.7	241	28.8	59	22.8	242	32.0	70
L7	24.5	235	30.7	65	23.3	242	30.8	58
L8	32.1	246	42.4	67	33.1	243	38.6	66

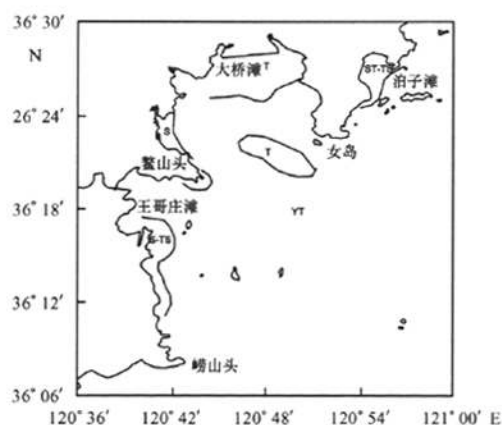


图 3 研究区表层沉积物分布特征

3.2 泥沙来源分析

根据自然地理位置、海岸类型和周边陆域情况,研究区泥沙来源主要有河流输沙、海岸侵蚀来沙和外来海沙等几种,现就各种泥沙来源进行分析。

河流输沙: 研究区内无大河注入,仅有抬头河、黄官庄河、东皋虞河、水泊河、白庙河、晓望河、土寨河和王哥庄河等山溪雨源小河注入,向海输入一定的泥沙。根据流域面积和侵蚀模数估算,每年向海输沙量约 10 万 t 余。

海岸侵蚀来沙: 研究区岸段海岸组成物质

主要是变质岩、砂砾岩和花岗岩等,在波浪长期作用下,崩塌破碎,可提供一定数量的入海沙源,但数量有限。

外海来沙: 研究区海域水体较清,外海水体悬沙可通过水体交换扩散至此,并在海底落淤。本区邻近海湾丁字湾是泥沙来量丰富,淤积较为严重的典型海湾,其浑水悬沙很可能随山东半岛南下的沿岸流运移至本区。

根据本区泥沙来源和海底泥沙分布情况,认为近岸粗颗粒泥沙主要是河流输沙和海岸侵蚀来沙堆积所致,而深水区细颗粒泥沙主要来自悬沙落淤。

鳌山港海区是全新世海侵发生后,海水淹没崂山山脉东北麓余脉的丘陵谷地而成。伸入海中的丘陵岗岭及临海山麓准平原,遭受侵蚀,发育基岩海蚀岸,因海崖不断蚀退,在海蚀崖前形成了岩滩(海蚀台)。研究区内有多条小型河流入海,带来陆源物质。河流来沙和海岸侵蚀下来的物质,在海洋水动力作用下,细颗粒部分被带至海蚀台外海底堆积,形成堆积坡(水下岸坡),粗颗粒部分则在原地堆积,并在波浪作用下由基岩岬角向湾顶运移,形成了窄长的海积、冲海积小平原及宽坦的滩涂。

目前,随着海蚀台的加宽,消耗了作用于

海岸上的海洋动力的大部分能量, 海蚀崖日趋稳定。由于人工水库的修建, 河流来水来沙量日趋减小, 进入研究区的泥沙来源主要还是海岸侵蚀来沙和河流来沙, 但来沙量已少之又少, 研究区岸线基本稳定。小岛湾和鳌山湾等岸线凹入程度较大的湾顶均修建了人工盐田和虾池, 占据了原来潮滩的位置, 盐田和虾池前人工堤形成了新的岸线, 海底地形略微调整, 在原有细沙沉积物表层又沉积了 5~10 mm 厚的薄层细颗粒黏土粉砂类物质。而由于水体中悬浮物的存在, 水下岸坡存在由悬沙落淤造成的轻微淤积。但由于研究区水体较清, 悬沙含量较小, 淤积程度很小。

3.3 水体悬沙含量调查

根据研究区实测水体悬沙含量, 研究区水

域海水含沙量不大。根据观测结果 (表 2), 海水含沙量为 0.2~85.5 mg/L, 平均在 15.0~23.6 mg/L 之间。含沙量变化符合一般规律, 从表至底逐渐增大。涨潮和落潮时段水体悬沙含量差别不大, 浅水区涨潮水体含沙量略高于落潮水体含沙量。

含沙量受海流与波浪影响, 含沙量值与流速正相关, 且在浅水区波浪作用显著。其中 0~5 m 的浅水区域, 小潮平均含沙量明显大于大潮期, 5~10 m 水域小潮期含沙量偏大, 但优势不如浅水区明显便是明证; 深水区水体含沙量则取决于潮流, 基本不受风浪影响, 小潮期平均含沙量小于大潮期。此外, 岬角区由于潮流流速较大, 风浪作用也不如潮流作用明显。

表 2 各站垂线平均含沙量特征值									mg/L
站位	大潮				小潮				
	涨潮流向		落潮流向		涨潮流向		落潮流向		
	平均值	最大值	平均值	最大值	平均值	最大值	平均值	最大值	
L1	16.9	27.2	14.3	25.9	35.8	60.8	27.4	53.3	
L2	9.9	15.2	6.5	8.4	32.9	68.3	23.7	41.3	
L3	11.1	16.1	7.9	11.0	29.2	42.4	22.3	44.4	
L4	22.2	30.2	21.1	27.6	17.6	27.4	16.8	26.0	
L5	9.3	21.9	5.8	18.0	24.3	36.9	19.9	29.4	
L6	13.1	22.0	10.3	12.6	19.0	26.2	21.7	30.2	
L7	14.4	21.0	15.3	23.2	20.1	34.8	20.4	29.5	
L8	16.7	22.3	17.3	23.9	12.8	17.9	11.6	14.0	

3.4 全潮单宽输沙量的计算

通过对单宽输沙量的计算, 可以判断泥沙来源, 输移方向和海底冲淤变化。影响单宽输沙量的因素很多, 主要有流速、流向、水深、余流、泥沙特性和波浪作用。

本次测量是在天气状况正常的情况下、研究区泥沙特性差异不大, 因此本次测算结果代表的是正常天气情况、海流和地形作用下的泥沙输移趋势。

根据各站位单宽输沙量计算结果, 研究区

日单宽输沙量不大, 全潮日单宽输沙量大潮期为 377.4~777.3 kg/d·m, 小潮期为 306.5~1 109.2 kg/d·m (表 3)。从平面分布来看, 大潮期湾外各站悬沙单宽输沙量大于湾内, 输沙方向湾内各站指向湾顶, 湾外指向西南, 均为涨潮流方向。小潮期靠近湾口各站输沙量较大, 而湾外和靠近湾顶地区输沙量有减小。输沙方向湾内各站为涨潮流方向, 除 3 号站外, 悬沙净输移方向均指向湾顶; 湾外各站指向东北向, 为落潮流方向。

表 3 各站单宽输沙量

站 位	大潮						小潮					
	落潮流向		涨潮流向		全潮		落潮流向		涨潮流向		全潮	
	输沙量/	方向/	输沙量/	方向/	输沙量/	方向/	输沙量/	方向/	输沙量/	方向/	输沙量/	方向/
	(kg/m·d)	(°)	(kg/m·d)	(°)	(kg/m·d)	(°)	(kg/m·d)	(°)	(kg/m·d)	(°)	(kg/m·d)	(°)
L1	1 019.1	157	1 246.6	356	424.2	44	1 089.3	171	1 617.2	14	745.8	48
L2	360.8	146	737.9	327	377.4	328	1 153.8	146	1 336.8	335	298.7	23
L3	431.9	182	848.5	349	438.0	336	1 627.3	178	1 089.5	339	689.3	208
L4	1 760.7	148	2 276.5	312	775.2	271	3 377.1	116	2 499.0	305	994.4	92
L5	336.4	107	632.6	342	519.1	14	2 197.5	66	1 237.7	265	1 109.2	44
L6	1 705.3	60	2 474.6	243	777.3	250	3 521.9	68	2 741.5	243	754.3	82
L7	2 474.7	64	3 026.1	235	700.9	201	3 916.3	58	3 836.6	238	306.5	24
L8	5 702.0	68	6 326.8	245	712.1	218	4 114.8	66	4 017.4	243	387.7	95

4 结束语

鳌山湾海底沉积物中粉砂和粉砂质砂分布范围最广,占据了 2 m 以深水域的海底。海水较清,含沙量从表至底逐渐增大,含沙量值与流速正相关。泥沙来源主要有河流输沙、海岸侵蚀来沙和外来海来沙等几种,其中近岸粗颗粒泥沙主要是河流输沙和海岸侵蚀来沙堆积所致,而深水区细颗粒泥沙主要来自于悬沙落淤,海区外来沙源较少。目前鳌山湾海岸态势总体较为稳定,冲淤变化较小。由于该区域常浪向为东南方向,女岛处岬角恰好对鳌山湾内形成了掩护,加之具有较长的深水岸线以及一定范围

较为平坦的后方陆域,鳌山湾具备建设深水大港的条件。

参考文献

[1] 赵俊,陈俊珂. 鳌山湾水动力状况研究[J]. 海洋水产研究,2001,22(3):59—63.

[2] 刘军晓. 青岛鳌山湾岸线及海域资源利用初探[J]. 高校讲坛,2008(14).

[3] 陈碧鹏,李云平,邢红艳,等. 鳌山湾浮游植物的生态特征[J]. 海洋水产研究,2003,24(2):18—24.

[4] 栾光忠,任鲁川,段本春. 青岛及其邻区 N E、NW 向断裂的活动性研究[J]. 青岛海洋大学学报,1999,29(4):727—732.