

山东半岛月湖的潮汐水位特征*

薛允传 贾建军 高抒

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 1998年11~12月和1999年8~9月在月湖用 Aanderaa WLR 7/8型自记式潮位仪各取得29d的潮位资料,对潮位数据进行了调和分析,并进行了对比。结果表明,月湖潮汐类型属于以半日潮为主的混合潮,浅水分潮较为显著;冬季平均水位比夏季低0.34m,冬季水位的非潮汐组分比夏季发育,冬季主要分潮相位比夏季延迟,这些差异可能是天气因素造成的。

关键词 潮汐汉道,调和分析,水位季节变化,月湖

据美军海岸工程研究中心的《海岸防护手册》(第二版)给出的定义:潮汐汉道是指由潮流维持的,连结海湾、泻湖与海洋的短窄水道,或泛指海洋伸入内陆相当远距离的支汊。它是有潮海岸的一种重要地貌类型,由纳潮海湾、潮汐通道和涨、落潮三角洲等基本地貌形态构成了一个统一的汉道潮盆系统。潮汐作用维系了潮汐汉道系统的存在,外海潮波传到近海,潮波发生变形,这是由受迫产生的几个余潮和所谓的浅水分潮相互作用而产生的复杂的、随时间变化的不对称模式,对于浅水汉道系统这种现象尤其显著。山东半岛月湖就是一个典型的潮汐汉道纳潮海湾^[1]。本文拟通过对实测资料的分析,研究月湖水位的季节变化,并探讨其控制因素(潮汐、季风)。

1 研究区概况

月湖位于山东半岛东端,面积约4.94 km²,其东侧有一沙坝与外海隔开(图1)。湾内平均水深不超过1m,且水深随空间、季节变化明显,潮汐和季风是其主要控制因素。

本区海洋性气候特征比较明显。冬、春季多大风,夏季则多雾,空气潮湿;年平均气压1 011.3 hPa,冬季气压高,夏季气压低;年平均降水量768.0 mm,降水季节变化明显;年平均风速6.7 m/s,是山东沿海海湾中平均风速最大的海湾之一,冬季风速最大,强风向为N,最大风速为40 m/s,次强风向为NW和NNW,常风向为N²。

本区没有常年的波浪观测资料。据邻近的成山头海洋站资料,本海区常浪向为NE,次常浪向为N和

S,强浪向为NE,次强浪向为ESE和SSE。海浪季节变化明显,春季常浪向为S向,次常浪向为NE,强浪向为NE向;夏季常浪向为S向,强浪向为ESE;秋季常浪向为NE,强浪也是NE;冬季常浪向为NE,次常浪向为N向。潮汐属于不正规半日潮性质,两次高潮和两次低潮的高度都不相等,尤其是两次低潮的潮差相差悬殊,说明日不等现象比较显著。潮流属于不正规

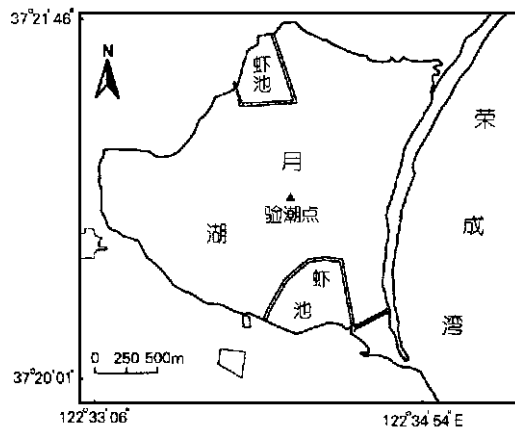


图1 研究区概况

Fig.1 The study area (bathymetry in meters)

* 国家杰出青年基金资助项目49725612号。官晨钟、李坤业、李平、汪亚平、蒋东辉、王红莉、王桂芝等同志参加了部分野外工作,山东马山实业集团银滩养殖场为野外工作提供了后勤支持,谨致谢忱。

收稿日期:2000-02-20;修回日期:2000-04-20

半日潮流^[2],日不等现象也比较明显,涨、落潮历时具有明显不对称现象,湾内存在异地潮差不等和潮时滞后现象^[1]。

2 方法

2.1 野外工作

1998年11月12日10:40至12月11日12:00和1999年8月11日9:00至9月10日9:50在月湖湾内临时验潮站(见图1),分别用Aanderaa公司生产的WLR8型、WLR7型自记式潮位仪取得29d的潮位资料,记录间隔设定为10min。WLR8型测量精度为2.7cm,分辨率为0.27cm;WLR7型测量精度为0.7cm,分辨率为0.07cm。

2.2 数据分析

WLR7/8型自记式潮位仪记录的是气压及海水的压力值,气压的变化会引起仪器记录的波动,因此首先利用荣成市气象台记录的日平均气压值对验潮仪获取的潮位数据进行校正。然后,利用英国Proudman Oceanographic Laboratory的TIRA程序对校正后的潮位数据进行调和与分析。该程序采用最小二乘法原理,输出结果包括平均水位、调和分潮、相关分潮的数目及有关参数,残差,观测值的平均值、标准偏差及残差的平均值、标准偏差。

3 结果与分析

3.1 水位特征

潮位记录如图2所示。月湖水深较浅,验潮点的冬季平均水位(水位记录按照自定义临时高程系统)为1.13m,夏季为1.47m。冬季比夏季低0.34m,原因有二:(1)该地区冬季气压最高,夏季气压最低,冬、夏相差20.1hPa;(2)该地区是山东沿海平均风速最大的海湾之一,冬季风速最大,造成月湖大幅减水^[2],一次大的北风(离岸风)可以使月湖几乎干涸。

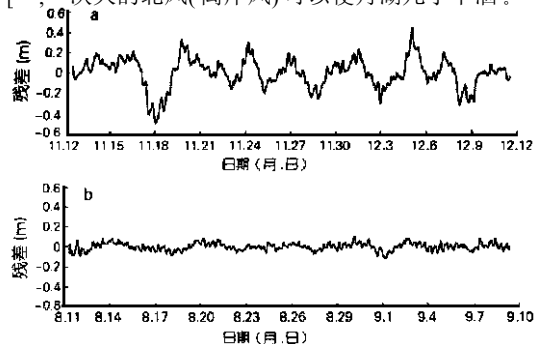


图2 潮位记录
(a) 冬季;(b) 夏季

Fig.2 Time series of the water level records

(a) winter; (b) summer

从图2还可以看出,月湖潮汐具有不正规半日潮的特征,夏季1d两次高潮潮位相差可达40cm。夏季的大小潮周期变化也很显著,一个月内的两次大潮和两次小潮非常明显(图2b)。冬季湾内潮位记录的大小潮周期性不如夏季明显,但日不等现象较显著(图2a)。冬季风速最大,减水现象时有发生,如11月17~19日和12月2~4日有两次减水事件发生,从同步的气象记录来看,这两段时间正好是两次大风过程,强烈的北到西北风造成湾内大幅度减水。

3.2 潮汐特征

根据TIRA分析获得的8个相关分潮和27个主要分潮的振幅和相位列于表1。鲍登以 K_1 、 O_1 两个分潮振幅之和与 M_2 和 S_2 两分潮振幅之和的比作为划分潮型的依据^[3],按此标准计算:

$$\text{冬季: } 0.25 < \frac{H_{K_1} + H_{O_1}}{H_{S_2} + H_{M_2}} = \frac{0.1297 + 0.0555}{0.0332 + 0.158} = 0.97 < 2.0$$

$$\text{夏季: } 0.25 < \frac{H_{K_1} + H_{O_1}}{H_{S_2} + H_{M_2}} = \frac{0.1809 + 0.1115}{0.0649 + 0.201} = 1.10 < 2.0$$

表明月湖潮汐属于以半日潮为主的混合潮,而且夏季的 K_1 、 O_1 、 M_2 等主要分潮的振幅比冬季相应分潮的振幅要高,这可能是由于冬季风、气压较大,使湾内减水造成的。表1还显示浅水分潮的效应比较显著。

主要分潮的相位冬季比夏季有所延迟,如表2所示, K_1 、 O_1 、 M_2 、 S_2 4个主要分潮相位都有不同程度的延迟,延迟时间从十几分钟到两个多小时不等。其原因可能是由于冬季水浅,摩擦阻力比较大,潮波到达验潮仪的时间延长。

TIRA调和与分析残差如图3所示。TIRA输出的残差和原始记录的标准偏差,之比说明调和与分析拟合的好坏,冬季的残差和原始记录的标准偏差分别为0.1449和0.2248,二者之比为0.64;而夏季的分别为0.0377和0.2167,两者之比为0.17。按程序说明,此比值为0.1说明拟合较好,但在浅水环境里比值会相应增大。冬季的比值大大超出了其允许范围,拟合程度较差,这显然是由于冬季多风,对水位影响很大,使水位变得很不规则造成的。从图3可看出,冬季的残差序列在-0.5~+0.5m之间,绝大多数超过了±0.1m,说明拟合程度较差;同时,11月17~19日有一次明显的减水事件发生,残差最高可达-0.47m,同步的气象记录表明:1998年11月17日,下雪,北风6~7级;11月18日,下雪,北风6~7级;11月19日,晴,北风5~6级。由此可见在这段时间内本海区正好

表 1 潮汐水位调和结果

Tab.1 Results of harmonic analysis of the water level data

分潮类型	分潮	冬季		夏季		
		振幅(m)	相位(度)	振幅(m)	相位(度)	
长周期分潮	MM	0.029 2	241.1	0.019 7	59.4	
	MSF	0.045 5	121.9	0.058 1	21.2	
全日分潮	P ₁	0.042 9	14.3	0.059 9	344.4	
	π ₁	0.002 5	13.9	0.003 4	344.1	
	ψ ₁	0.001 0	15.3	0.001 4	345.4	
	φ ₁	0.001 8	15.6	0.002 5	345.7	
	Q ₁	0.009 1	52.7	0.017 2	281.5	
	O ₁	0.055 5	335.9	0.111 5	308.0	
	M ₁	0.005 4	65.0	0.008 7	30.2	
	K ₁	0.129 7	14.9	0.180 9	345.1	
	J ₁	0.010 7	238.2	0.006 1	66.1	
	OO ₁	0.007 9	293.8	0.021 7	136.6	
	半日分潮	T ₂	0.002 0	125.7	0.003 8	115.9
K ₂		0.009	126.7	0.017 6	116.9	
v ₂		0.004 8	33.3	0.004 2	357.1	
2N ₂		0.003 3	28.3	0.002 9	352.2	
μ ₂		0.018 2	168.4	0.015 8	145.3	
N ₂		0.024 6	32.7	0.021 5	356.5	
M ₂		0.158	61.9	0.201 0	43.8	
L ₂		0.023 1	103.3	0.006 1	68.6	
S ₂		0.033 2	126.0	0.064 9	116.2	
2SM ₂		0.013 1	174.7	0.008 3	24.6	
浅水分潮		MO ₃	0.022 2	322.4	0.044	289.4
		M ₃	0.011 6	67.5	0.002 9	18.9
		MK ₃	0.045 3	2.1	0.042 6	14.6
		MN ₄	0.005 3	343.7	0.005 2	278.9
	M ₄	0.012 7	23.8	0.023 1	345.8	
	SN ₄	0.003 8	185.0	0.003	46.8	
	MS ₄	0.008 5	86.3	0.013	98.7	
	2MN ₆	0.003 3	308.9	0.002	272.6	
	M ₆	0.003 5	340.6	0.007 1	328.9	
	MSN ₆	0.001 0	79.8	0.001 7	351.6	
	2MS ₆	0.004 1	68.3	0.003 7	20.6	
2SM ₆	0.002 3	115.1	0.001 8	354.8		

有强烈的北风，造成月湖大幅减水。夏季残差在 -0.15 ~ +0.15 m 之间，很少超过 ±0.1 m，仅在 8 月 13 ~ 15 日和 9 月 1 ~ 3 日这两段时间内残差相对较大，这可能与两次天气事件造成的增水有关。

4 结论

4.1 验潮仪记录表明，月湖冬季平均水位比夏季低 0.34 m。与夏季相比，冬季水位记录的大小潮周期很不明显，数据系列显得很不规则。原因是月湖位于山东沿海平均风速最大的地区，冬季盛行北风、西北风，而且冬季平均气压比夏季高，这两种作用易于造成月湖的减水事件。潮位记录在时间序列上的增、减水现象与同步的气象事件相当一致，冬季尤其明显。

表 2 主要分潮冬、夏季迟角对比

Tab.2 Comparison of phases of the main constituents in winter and summer

分潮	夏季相位 (度)	冬季相位 (度)	相位差 (度)	延迟时间 (min)
K ₁	345.1	14.9	29.9	119.1
O ₁	308.0	336.0	28.0	120.3
M ₂	43.8	61.9	18.1	37.4
S ₂	116.2	126.0	9.8	19.6

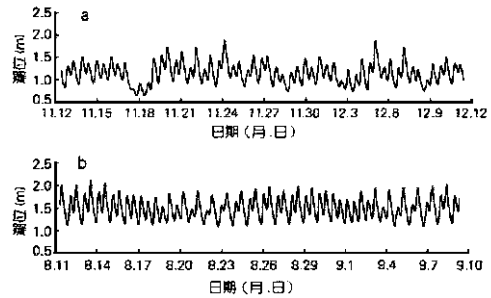


图 3 调和残差时间序列

(a) 冬季; (b) 夏季

Fig.3 Residuals derived from harmonic analysis for (a) winter; (b) summer

4.2 调和残差分析表明，月湖潮汐属于以半日潮为主的混合潮，浅水分潮比较显著。由于冬季月湖水浅，摩擦阻力增大，使主要分潮的迟角冬季比夏季大，其振幅则相应减小。

参考文献

- 1 魏合龙, 庄振业. 湖泊科学, 1997, 9(2): 135 ~ 140
- 2 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志(第三分册). 北京: 海洋出版社, 1993. 327 ~ 337
- 3 K.F. 鲍登著, 陈茂廷, 田素珍译. 沿岸水域物理海洋学. 北京: 海洋出版社, 1992. 58 ~ 62

CHARACTERISTICS OF SWAN LAKE TIDAL WATER LEVELS, SHANDONG PENINSULA

XUE Yun-chuan JIA Jian-jun GAO Shu

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071*)

Received: Feb.20,2000

Key Words: Tidal inlet, Harmonic analysis, Seasonal changes, Swan Lake

Abstract

Two tidal water level data sets, each with a length of 29 days, were obtained from the Swan lake using Aanderaa self-recording tide gauges (Model WLR8 and WLR7) during November-December 1998 and August-September 1999. Harmonic analysis of the data was undertaken with the method developed by the Proudman Oceanographic Laboratory. The results show that the monthly average water level in winter is 0.34 m lower than in summer. The tides in the Swan Lake are of a mixed type dominated by semi-diurnal tides, and there exist phase lags in the major constituents between winter and summer. Furthermore, shallow water overtides are significant in comparison with the major constituents, and non-tidal constituents (caused by storms etc.) in winter are more remarked than in summer. The seasonal variations in the tides described above may be caused by monsoon factors.

(本文编辑:李本川)