

荣成市石岛湾镔岛港的潮汐*

蓝淑芳 丁宗信

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 1992年6~7月,中国科学院海洋研究所在镔岛港建立临时验潮站。计算得到该港调和常数及潮位特征值。分析表明,镔岛港属于非正规半日潮港。根据镔岛港和同期及3年石岛港测得资料(二港符合潮汐相似性条件)进行相关分析和统计计算,获得镔岛港的设计水位和校核水位等。

关键词 镔岛港,潮汐特征,设计水位,校核水位

* 1992年5月,中国科学院海洋研究所承担了交通部三航局设计院委托的“石岛港水文地质调查”任务,旨在石岛湾进行水文地质调查并提供分析报告,为荣成市港口总体布局规划方案提供科学依据。本文就该项任务中的潮汐部分作进一步分析研究。

1 潮位观测

临时验潮站设立在荣成市石岛湾镔岛港码头处(36°54'N, 122°29'E),水尺为木制标杆,安装在码头一侧。观测采用目测方法,潮位每小时观测1次,在高、低潮前后15 min内各加测1~2次,自1992年6月8日~7月7日共进行了1个月的潮位观测。利用镔岛港1个月的观测资料及石岛港同期及3a的验潮资料,按中华人民共和国交通部“港口工程技术规范”^[2]规定和文献^[3]的计算方法,进行相关分析和统计计算,得到镔岛港的潮汐特征以及港口设计所需的潮位数据,如深度基准面、设计高(低)水位、校核高(低)水位等。镔岛港潮位关系图见图1(图中数字以cm表示)。

镔岛港水尺零点在石岛港水尺零点之上62cm处,其多年平均海平面相对临时水尺零点为197cm,相对深度基准面为172cm,黄海平均海平面相对临时水尺零点为191cm。

2 潮汐概况

通过调和分析得到 $H_1, H_{K1}, H_{M2}, H_{S2}, H_{M4}, H_{MS4}, g_{O1}, g_{K1}, g_{M2}$ 等调和常数。然后,求得镔岛港主要日分潮与主要半日分潮振幅之比为 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}} = 0.539$,符合一般潮汐类型划分中 $0.5 < \frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}} < 2.0$ 的条件,即镔岛港属于不正规半日潮混合潮港。整个黄海的潮汐性质大都为规则的半日潮,仅山东半岛南岸出现一小块不正规半日潮,这是因为 M_2 半日潮波自东海进入黄海后由于海岸对潮波的反射作用分别在山东半岛南岸和成山角附近形成了两个半日分潮 M_2 的无潮点^[1],由于半日潮较弱,相对全日潮则稍明显些,故呈现了不正规半日潮特性^[1]。

不正规半日潮港的特点是:在一个太阴日(24h 50min)内有两次高潮和两次低潮,但相邻的两个高潮或低潮之间的高度不相等(见图2)。由潮位过程曲线可以看到潮位的变化除了朔(初一)望(十五)后几天内发生大潮外,其相

* 中国科学院海洋研究所调查报告第2400号。

“石岛港水文地质调查”由王从敏同志负责并参加临时验潮站的建站工作;本文承丁文兰同志审阅原稿并提出宝贵意见,一并致谢。

收稿日期:1994年9月24日

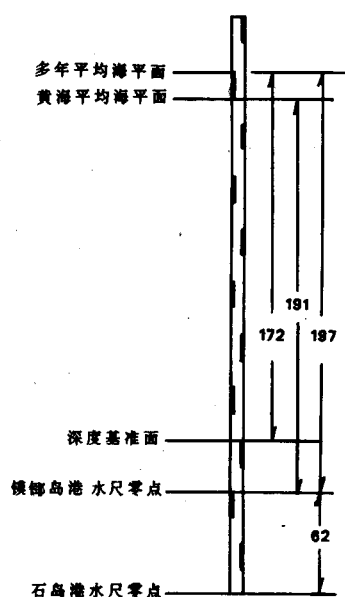


图 1 镔榔岛港潮位关系图

Fig. 1 Tidal level relations at Moyedao Port

邻两个高潮位和低潮位出现明显的不等现象,最大差值达 1m 以上,两相邻的潮差亦不相等,此种一日两次高潮或低潮潮高不等现象,叫日潮不等现象,它是随着月球赤纬的变化而改变的^[3]。不规则半日潮港的涨潮时与落潮时也不相等,根据镔榔岛港和石岛港同期 1 个月实测潮时及潮位资料统计结果,镔榔岛港月平均涨潮时为 6h 28min,月平均落潮时为 5h 57min,涨潮时大于落潮时,两者相差 31min;石岛港涨潮时为 6h 23min,落潮时 6h 2min,两者相差 21min。另外,镔榔岛港的平均潮差比石岛港的平均潮差小,其差值主要表现在涨潮潮差上,如镔榔岛港与石岛港月平均涨潮潮差分别为 134 和 169cm,两者相差 35cm;而落潮潮差分别为 167 和 171cm,即两处落潮潮差基本一致。统计计算结果获得两港口各潮位特征值和潮时特征值如表 1 所示。

根据计算获得的镔榔岛港 4 个分潮(K_1 , O_1 , M_2 , S_2)的调和常数,按文献^[3]中第 7 章“潮汐特征值的计算方法”——不规则半日潮港的潮汐特征值的计算方法,计算获得镔榔岛港的

平均潮汐特征值,如表 1b 所示。

表 1a 镔榔岛港和石岛港潮位特征值

Tab. 1a Tidal level characteristic values at Moyedao Port

地点	镔榔岛港 ¹⁾ (1992. 6. 8~7. 6)	石岛港 ²⁾ (1992. 6. 8~7. 6)
平均海平面(cm)	206	268
最高高潮面(cm)	346	406
平均高潮面(cm)	291	353
最低低潮面(cm)	60	120
平均低潮面(cm)	122	181
最大潮差(cm)	284	285
平均潮差(cm)	150	170
平均涨潮时	6h 28min	6h 23min
平均落潮时	5h 57min	6h 2min

1)相对镔榔岛港临时水尺零点;2) 相对石岛港水尺零点

表 1b 镔榔岛港平均潮位特征值(以 cm 表示)

Tab. 1b Mean tidal characteristic values at Moyedao Port

平均海平面	172
平均高潮位	255
平均低潮位	90
大潮平均高潮位	280
大潮平均低潮位	65
小潮平均高潮位	228
小潮平均低潮位	118
平均潮差	165
平均大潮差	214
平均小潮差	110

注:相对本港深度基准面

3 平均海平面

由于海面高度是周期性变化的,除振幅较大的振动、半日振动外,尚有年振动和以 18. 61a 为周期的振动。因此,正确计算平均海平面所需观测资料最少为 1a,理想的是利用 19a 的验潮资料进行统计计算。但镔榔岛港仅有 1 个月的验潮资料;地理位置与其邻近(相距 10km 以内)的石岛港已有 3a(1989~1991 年)以上的验潮资料,按上述 3 年资料统计计算得到石岛港平均海平面为 250cm(相对石岛港验潮站水尺零点)。采用相关分析方法计算镔榔岛港平均海平面,将 1992 年 6 月 8 日~7 月 7 日两港测得的 720 个潮位资料进行相关分析,得到回归方程:

$$y - \bar{y} = 0.9733(x - \bar{x})$$

$y, \bar{y}$ 为镔榔岛港的潮位和月平均潮位(相对镔榔岛港临时水尺零点); $x, \bar{x}$ 为石岛港的潮位和月

海洋科学

平均潮位(相对石岛港水尺零点)。

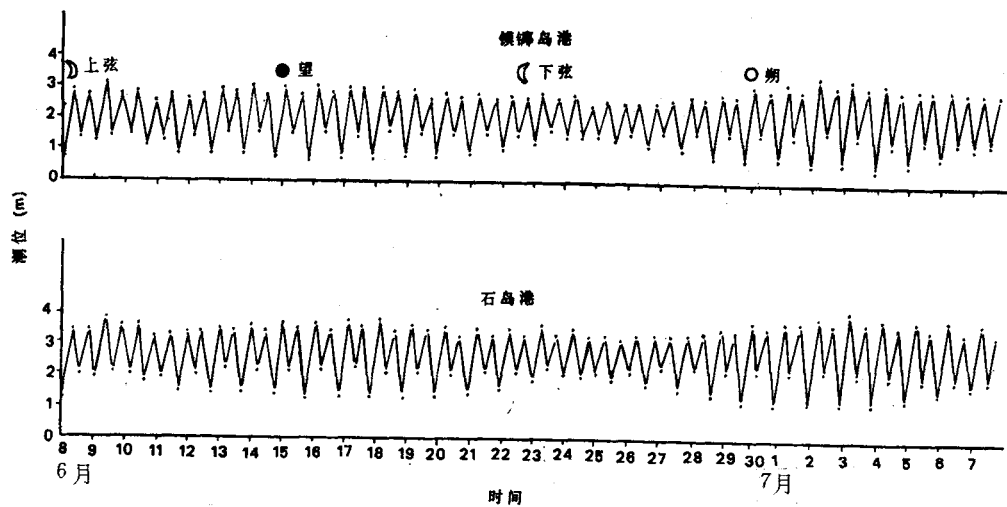


图 2 镇钢岛港和石岛港潮位过程曲线
Fig. 2 Tidal curves at Moyedao Port and Shidao Port

取石岛港 3a 平均海平面作为石岛港多年平均海平面,即 $\bar{x}=259\text{cm}$ 石岛港及镇钢岛港的月平均海平面分别为 $\bar{x}=268\text{cm}$, $\bar{y}=206\text{cm}$,代入上式,得到镇钢岛港多年平均海平面:

$y=197\text{cm}$ (相对镇钢岛港水尺零点)

由于两港近在咫尺,潮汐性质相似,故可以认为,两港多年平均海平面一致,由此确定二港水尺零点的关系是镇钢岛港水尺零点位于石岛港水尺零点之上 62cm。

4 镇钢岛港深度基准面的计算

深度基准面一般也是潮汐表中潮位的起算面,在编制海图时通常以它作为海图深度基准面,故被确定的深度基准面的水位应该是足够低,以致实际海面很少会低于它。按“BPF”法,利用镇钢岛港实测潮位资料,通过调和与分析得到 9 个调和常数, $H_{O1}, H_{K1}, H_{M2}, H_{S2}, H_{M4}, H_{SM4}, g_{O1}, g_{K1}, g_{M2}$ 。另外, H_{sa} 和 H_{ssa} 两个长周期分潮值是采用石岛港长期历史资料求得值。最后得到镇钢岛港的深度基准面(理论深度基准面)在平均海平面下 172cm。具体计算如表 2 所示。

表 2 镇钢岛港深度基准面的计算

Tab. 2 Calculation of depth datum plane of Moyedao Port

项目	$H(\text{cm})$	$g(^{\circ})$	计算
O_1	18.19	262.63	$H_0 = H_{sa} + H_{ssa} = 22.50$
K_1	23.95	315.85	$H_1 = H_{O1} + H_{K1} = 42.14$
M_2	78.13	49.47	$H_2 = H_{M2} + H_{S2} = 105.79$
S_2	27.66	100.25	$H_4 = H_{M4} + H_{SM4} = 4.39$
M_4	3.02	215.65	$\psi = g_{O1} + g_{K1} - g_{M2} = 529.01 - 169.01$ 由 H_1, H_2 查附表 1, $d_0 = 162, R = 12$
M_{sa}	1.37	255.01	由 R, ψ 查附表 2, $d_1 = 12$
S_a	18.9	129.8	由 d_0, H_0 查附表 3, $d_2 = -1$
S_{sa}	3.6	201.5	由 H_2, H_4 查表 4, $d_3 = -1$

注:按石岛港调和常数根据上述方法计算获得的石岛港理论深度基准面深度也是 172cm。

基准面深度(在平均海平面下)为:

$d = d_0 + d_1 + d_2 + d_3 = 162 + 12 - 1 - 1 = 172\text{cm}$

5 镇钢岛港设计高、低水位的计算

按“海港工程技术规范”^[2],在新建港口的初步设计阶段,若潮位资料不足一整年时,可利用附近港口(与其符合潮汐相似性条件)的设计高、低水位,采用“短期同步差比法”来计算新建港口的设计高、低水位。石岛港符合上述条件,故利用石岛港相当于高潮位累积频率 10% 和低潮位累积频率 90% 的潮位作为石岛港的设

计高、低水位,采用同步差比法,求得镔榔岛港的设计高、低水位。

根据石岛港 1991 年全年验潮资料的统计结果,获得平均海平面 259cm,最高高潮位 415cm,最低高潮位 245cm,最高低潮位 283cm,最低低潮位 65cm。在最高和最低高潮位及最高和最低低潮位之间,按 10cm 为一级分别进行累积出现次数的统计,得到相当高潮位累积频率 10% 的潮位为 381cm,低潮位累积频率 90% 的潮位为 120cm。

镔榔岛港设计高、低水位计算公式为:

$$h_{sy} = A_{Ny} + \frac{R_y}{R_x}(h_{sx} - A_{Nx})$$

式中, h_{sy} 为镔榔岛港设计高(低)水位; h_{sx} 为石岛港设计高(低)水位; R_y 、 R_x 为镔榔岛港和石岛港月平均潮差;

A_{Ny} 、 A_{Nx} 为镔榔岛港和石岛港多年平均海平面。

根据上式,镔榔岛港设计高水位为:

$$h_{sy} = 172 + \frac{150}{170}(381 - 259) = 280(\text{cm})$$

(相对镔榔岛港理论深度基准面)

镔榔岛港设计低水位为:

$$h_{sy} = 172 + \frac{150}{170}(120 - 259) = 49(\text{cm})$$

(相对镔榔岛港理论深度基准面)

6 镔榔岛港校核高、低水位的计算

校核高、低水位即相当于 50a 一遇的高、低水位。由于镔榔岛港只有 1 个月实测潮位资料,无法进行频率分析,故采用“港口工程技术规范”附录 4 中第 2 种近似计算方法,即镔榔岛港的校核高、低水位由它的设计高、低水位加、减 1 个常数 k 求得。由附录 4 获知青岛港 k 值为 120cm,烟台港为 80cm,镔榔岛港的地理位置介于上述两港之间,校核高水位的 k 值取 100cm,则镔榔岛港的校核高水位为 380cm (280+100=380,相对该港理论深度基准面)。

镔榔岛港校核低水位的 k 值为 130cm,故其校核低水位为 -81cm (49-130=-81,相对本港理论深度基准面)。

参考文献

- [1] 丁文兰,1984。海洋科学集刊 21:135~148。
- [2] 中华人民共和国交通部,1978。港口工程技术规范。人民交通出版社,第二篇,第一册,2~6,102。
- [3] 方国洪等,1986。潮汐和潮流的分析和预报。海洋出版社。

TIDES AT MOYEDAO PORT OF SHIDAO BAY, RONGCHENG CITY

Lan Shufang and Ding Zongxin

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

Received: Sep. 29, 1994

Key Words: Moyedao port, Tidal characteristics, Design water level, Calibration water level

Abstract

From June to July, 1992, a temporary tide station was built at Moyedao port by Institute of Oceanology, Chinese Academy of Science. The tidal constants and the characteristic values of the tidal level were obtained by means of statistic calculation according to the data obtained. Analyses of the tidal characteristics

at Moyedao port show that this port belongs to one of the irregular semi-diurnal tide ports. Correlation analysis and statistical calculation were also carried out, by comparing the tidal data measured at Moyedao port with those measured at the Shidao port, which correspond to the conditions of similarity of tide in the same period for three years. The design high and low water levels of Moyedao port as well as the calibration ones were obtained.