

# 福建中南部沿岸海域潮汐特征分析

付翔, 吴少华, 李涛, 侯京明, 刘秋兴

(国家海洋环境预报中心、国家海洋局海洋灾害预报技术研究重点实验室, 北京 100081)

**摘要:**利用2004、2007、2010年在福建中南部沿海长期验潮站和临时验潮站获取的实测逐时潮位资料,采用基于最小二乘原理的潮汐调和分析方法,分析了福建中南部沿岸海域18个验潮站的潮汐调和常数,并根据调和常数分析了沿岸海域潮汐特征。结果表明:福建中南部沿岸海域以向南传播的半日分潮为主,传播至浮头湾以南海域后衰减明显,对应平潭至浮头湾海域的潮汐性质为半日潮,古雷半岛以南海域为不规则半日潮混合潮;福建中南部沿岸海域自北部平潭向南至诏安,平均海平面升高约25 cm,潮差减小超过3 m,平均大潮差与平均小潮差之差也减小2 m左右,理论高潮位降低约1.5 m,而理论低潮位升高约2 m,潮时推迟约2 h。

**关键词:**物理海洋学;福建沿岸海域;潮汐类型;潮汐特征;理论高低潮

DOI:10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2013. 02. 003

中图分类号:P731

文献标识码:A

文章编号:2095-4972(2013)02-0164-07

福建中南部沿海海岸线蜿蜒曲折,多海湾和半岛,潮汐性质复杂。前人对台湾海峡及福建海区的潮汐潮流有不少研究,有利用数值方法进行模拟和分析,多为针对个别分潮,如 $M_2$ 分潮和 $K_1$ 分潮等<sup>[1-7]</sup>,但数值计算结果的准确性有待商榷<sup>[8-9]</sup>;有利用实际观测资料、潮汐表资料等进行分析<sup>[8,10-12]</sup>,但所用的数据资料年代较早,而近几年随着福建沿海经济的发展和海岸带开发,岸线和地形的变化会引起沿海潮汐性质的改变。李燕初等(2002)利用卫星反演水位高度资料,通过响应法分析了台湾周围海域的几个主要分潮<sup>[13]</sup>。田永青等(2011)利用908专项福建近海水体调查获取的2006~2007年海床基水位资料分析了台湾海峡西部近海的潮汐特征<sup>[9]</sup>。而本文则利用近几年福建中南部沿岸海域空间加密的实测水位资料计算分析福建中南部沿岸海域的潮汐特征。

## 1 资料及分析方法

### 1.1 资料

使用平潭至赤石湾共18个岸边验潮站的实测逐时潮位资料作分析,其中有1a以上数据的测点5个(长期验潮站),小于1a数据的测点13个(临时验潮站),测站经纬度及资料观测时段见表1,测站

位置见图1。

表1 福建中南部沿岸海域验潮站坐标及观测资料时间  
Tab. 1 Coordinates of tidal stations and the period of observe record along Fujian mid-south coastal waters

站位	坐标	观测时段
平潭	25°28'N, 119°50'E	2007.01.01 至 2008.01.05
东翰	25°28'N, 119°39'E	2010.08.12 至 2010.09.25
江阴	25°25'N, 119°18'E	2010.11.01 至 2010.12.13
石城	25°16'N, 119°22'E	2010.06.22 至 2010.08.07
湄洲	25°06'N, 119°09'E	2010.06.21 至 2010.08.07
峰尾	25°07'N, 118°58'E	2010.08.14 至 2010.09.26
崇武	24°52'N, 118°57'E	2007.01.01 至 2008.01.05
祥渔	24°47'N, 118°47'E	2010.12.01 至 2011.01.13
围头	24°31'N, 118°34'E	2010.09.27 至 2010.11.18
石井	24°38'N, 118°26'E	2010.09.28 至 2010.11.18
厦门	24°27'N, 118°04'E	2004.01.01 至 2005.01.05
漳州	24°25'N, 118°04'E	2010.04.26 至 2010.06.24
旧镇	24°03'N, 117°42'E	2004.01.01 至 2005.01.05
六鳌	23°58'N, 117°45'E	2010.06.23 至 2010.08.04
杏仔	23°48'N, 117°38'E	2010.04.28 至 2010.06.02
东山	23°45'N, 117°31'E	2007.01.01 至 2008.01.05
宫前	23°34'N, 117°22'E	2010.05.02 至 2010.06.12
赤石湾	23°37'N, 117°14'E	2010.06.24 至 2010.08.04

收稿日期:2012-04-11

基金项目:国家海洋局海洋公益性行业科研专项资助项目(200905013)

作者简介:付翔(1980~),女,副研究员,硕士;E-mail:fx@nmefc.gov.cn

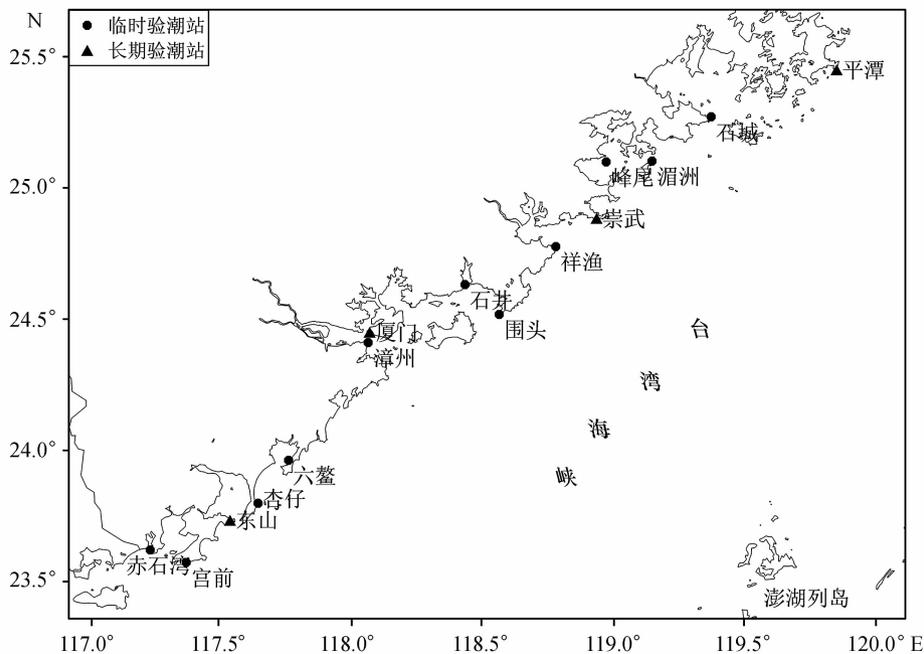


图 1 福建中南部沿海岸域验潮站分布

Fig. 1 Distribution of tidal stations along Fujian mid-south coastal waters

## 1.2 调和分析方法

根据文献中的潮汐分析最小二乘法<sup>[14]</sup>,实测潮汐可表示为:

$$\zeta(t) = \sum_{i=0}^m f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_0 + u) - g_i]$$

式中:  $t$  是区时,  $m$  为分潮个数,  $f$  为分潮交点因子,  $\sigma$  为分潮角速率,  $(V_0 + u)$  为格林威治零时平衡潮分潮的初相角,  $H$  为分潮的平均振幅,  $g$  为区时专用迟角,  $H$ 、 $g$  即为待分析的分潮调和常数. 依据最小二乘法计算各分潮调和常数的最优解, 使得均方误差  $RSME$  最小:

$$RSME = \sqrt{\frac{\sum_{t=-N}^N [\zeta_{\text{实}}(t) - \zeta_{\text{算}}(t)]^2}{2N + 1}}$$

式中:  $2N$  为分析所用潮高值个数.

对 5 个长期验潮站选用风暴潮过程较少的一整年数据做 1a 资料的调和与分析,  $N = 4\ 428$ ,  $m = 170$ ,

分析出各站 170 个分潮的潮汐调和常数; 对 13 个临时验潮站选用无较大增减水的 30 d 数据做 1 月资料的调和与分析,  $N = 360$ ,  $m = 46$ , 再计算包含在 46 个主要分潮中的 28 个次要分潮, 分析出该站 74 个短周期分潮的潮汐调和常数.

表 2 是调和与分析所用数据的时间及 4 个主要分潮的振幅和相位. 从表 2 可以看出, 福建中南部沿海潮波以  $M_2$  分潮为绝对主导, 来自于太平洋西部进入东海后向南传播的潮波<sup>[10]</sup>, 并且在南行过程中由于摩擦耗损而能量明显减弱, 但在进入海湾内时由于地形辐聚作用仍然略有加强, 如江阴、石井等测站. 太阳半日分潮  $S_2$  与  $M_2$  类似, 在向南传播过程中振幅明显减小. 而  $K_1$  和  $O_1$  两个日潮波由于波长较长, 能量衰减不明显, 且呈现明显的南向前进波特点, 其振幅沿岸线变化不大, 与文献描述一致<sup>[8,10]</sup>.

表 2 调和与分析所用数据时间及主要分潮调和常数

Tab. 2 Harmonic analysis data period and the main tidal harmonic constants

站位	观测时段	$M_2$		$S_2$		$K_1$		$O_1$	
		振幅/cm	迟角	振幅/cm	迟角	振幅/cm	迟角	振幅/cm	迟角
平潭	2007.01.01 至 2008.01.05	206.58	309.95°	62.67	352.96°	31.11	250.28°	25.26	211.66°
东翰	2010.08.18 至 2010.09.16	214.92	310.75°	66.40	354.91°	32.92	249.28°	26.27	210.84°
江阴	2010.11.05 至 2010.12.04	253.65	321.42°	74.72	9.30°	30.93	262.91°	26.10	222.90°
石城	2010.06.29 至 2010.07.28	230.91	324.85°	70.07	8.71°	32.13	257.47°	26.69	220.52°
涓洲	2010.06.22 至 2010.07.21	222.48	327.44°	65.05	13.41°	33.05	261.51°	28.41	221.99°
峰尾	2010.08.19 至 2010.09.17	221.49	330.20°	67.28	17.97°	35.27	266.29°	27.16	223.85°

续表 2

站位	观测时段	M <sub>2</sub>		S <sub>2</sub>		K <sub>1</sub>		O <sub>1</sub>	
		振幅/cm	迟角	振幅/cm	迟角	振幅/cm	迟角	振幅/cm	迟角
崇武	2007.01.01 至 2008.01.05	206.60	331.91°	60.96	19.57°	32.57	268.89°	26.40	228.09°
祥渔	2010.12.14 至 2011.01.12	203.59	329.44°	65.72	12.92°	31.16	269.49°	25.71	233.27°
围头	2010.10.14 至 2010.11.12	185.18	338.29°	55.21	28.87°	31.38	279.02°	25.17	237.70°
石井	2010.10.13 至 2010.11.11	194.22	340.18°	57.38	31.44°	31.74	280.12°	24.89	239.95°
厦门	2004.01.01 至 2005.01.05	187.49	350.84°	54.58	43.88°	33.68	280.71°	27.10	238.49°
漳州	2010.05.25 至 2010.06.23	187.75	351.49°	52.87	43.72°	33.10	280.43	28.37	237.14°
旧镇	2004.01.01 至 2005.01.05	129.99	11.48°	37.49	70.84°	31.45	291.40°	25.04	249.09°
六鳌	2010.06.28 至 2010.07.27	127.50	7.82°	36.33	62.48°	32.56	286.13°	27.35	241.60°
杏仔	2010.04.29 至 2010.05.28	121.95	3.12°	32.46	56.77°	31.81	286.88°	27.31	239.99°
东山	2007.01.01 至 2008.01.05	107.37	6.19°	30.69	64.92°	32.37	288.58°	26.09	244.41°
宫前	2010.05.03 至 2010.06.01	80.62	5.93°	20.25	61.41°	29.57	288.77°	26.03	242.68°
赤石湾	2010.07.01 至 2010.07.30	76.95	14.42°	20.75	75.40°	30.39	288.61°	25.88	244.65°

续表 3

## 2 潮汐特征分析

### 2.1 潮汐类型

潮汐类型由日周期潮振动和半日周期潮振动的相对大小决定<sup>[15]</sup>,按以下公式计算:

$$T_1 = (H_{K_1} + H_{O_1})/H_{M_2}$$

$$T_2 = H_{M_4}/H_{M_2}$$

式中: $H$ 表示分潮的振幅.我国大多采用: $0.0 < T_1 \leq 0.5$ 为规则半日潮; $0.5 < T_1 \leq 2.0$ 为不规则半日潮; $2.0 < T_1 \leq 4.0$ 为不规则全日潮; $4.0 < T_1$ 为规则全日潮进行划分<sup>[15]</sup>.由计算值(表3)可知平潭测站至杏仔测站沿岸的 $T_1$ 值均小于0.5,说明这一岸段的潮汐性质为半日潮.兴化湾的江阴、石城测站半日潮性质最为显著,说明外海半日潮波传播至兴化湾十分顺畅.半日潮还可分为正规半日潮和非正规半日浅海潮.从 $T_2$ 值可看出,泉州湾以南浅水分潮影响逐渐增加,厦门湾以南,涨潮时间和落潮时间相差达半小时以上.在靠近广东的东山、宫前和赤石湾测站 $T_1$ 大于0.5但小于2.0,潮汐性质为不正规半日潮混合潮.

表3 福建中南部沿岸海域验潮站潮汐类型

Tab.3 Tide type of tidal stations along Fujian mid-south coastal waters

站位	$T_1$	$T_2$
平潭	0.27	0.01
东翰	0.28	0.02
江阴	0.22	0.01
石城	0.25	0.03
湄洲	0.28	0.01
峰尾	0.28	0.01

站位	$T_1$	$T_2$
崇武	0.29	0.01
祥渔	0.28	0.02
围头	0.31	0.02
石井	0.29	0.02
厦门	0.32	0.04
漳州	0.33	0.06
旧镇	0.43	0.04
六鳌	0.47	0.08
杏仔	0.48	0.05
东山	0.54	0.07
宫前	0.69	0.11
赤石湾	0.73	0.17

### 2.2 潮差

以半日潮为主的港口,平均大、小潮差可以反映潮汐振幅随月相变化的情况.按以下公式计算潮差<sup>[15]</sup>:

$$M_n = 2.02H_{M_2} + 0.58(H_{S_2}^2/H_{M_2}) + 0.08(H_{K_1} + H_{O_1})^2/H_{M_2}$$

$$S_g = 2.014(H_{M_2} + H_{S_2}) + 0.05(H_{K_1} + H_{O_1})^2/H_{M_2}$$

$$N_p = 2.114(H_{M_2} - H_{S_2}) + 0.148(H_{K_1} + H_{O_1})^2/H_{M_2}$$

式中: $M_n$ 为平均潮差, $S_g$ 为平均大潮差, $N_p$ 为平均小潮差.图2是福建中南部沿岸海域各验潮点潮差曲线,从图中可看出潮差自北向南减小,与文献[8]、[12]中结论一致,且平均大、小潮差、平均潮差变化趋势相同.平均潮差减小的幅度约为3 m多.平均大潮差约为平均潮差的1.25倍,平均小潮差约为平均潮差的0.73倍,与文献[4]的结果基本一致.

平均大潮差的变化较平均潮差和平均小潮差的变化更为显著,如江阴、峰尾、石井等测站,平均大潮差明显增大,这是由于能量越大,海湾地形的束狭作用所汇聚的能量越多,导致大潮时高潮更高,平均大潮差增大.从厦门湾往南,潮差迅速减小,这主要是由于由台湾海峡南北口传入的两支潮波在澎湖列岛以西和

台湾浅滩以北的大陆沿岸海域交汇,形成驻波<sup>[4]</sup>,厦门以南海域由于受驻波影响较小<sup>[9]</sup>,且水深浅,摩擦大,导致潮差减小;平均大潮差与平均小潮差之差也由 2.5 m 显著减小至 0.5 m 左右,说明潮汐振幅随月相变化的幅度减小.

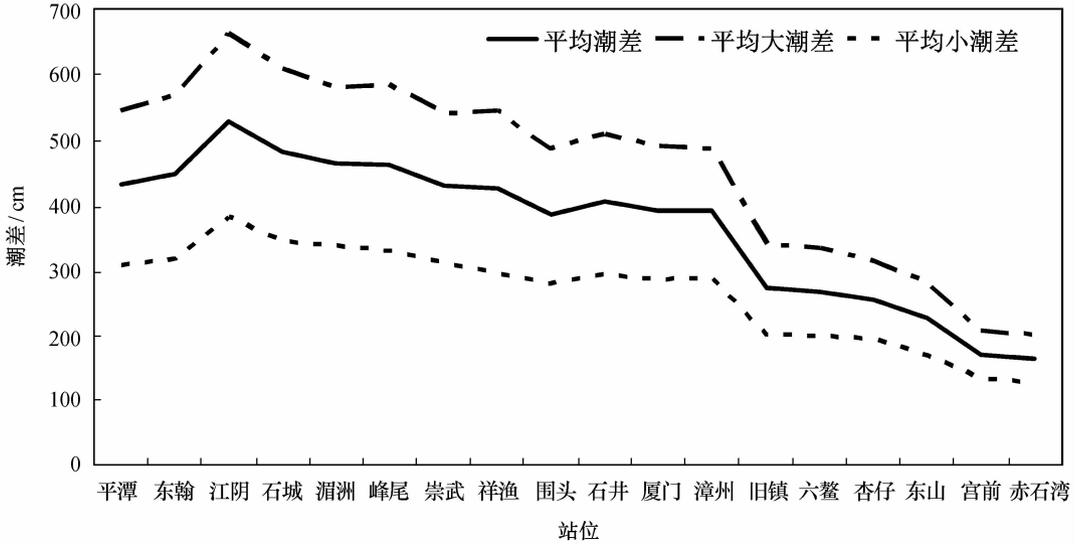


图 2 福建中南部沿海岸域验潮站潮差曲线

Fig. 2 Tidal range at stations along Fujian mid-south coastal waters

2.3 平均高潮间隙

对半日潮海区,其平均高潮间隙  $MHWI$  公式<sup>[15]</sup>如下:

$$MHWI = G_{M_2} / \sigma_{M_2}$$

式中: $G$  表示分潮的迟角,  $\sigma$  为分潮的角速度,  $\sigma_{M_2}$  取 28.984 1. 若考虑浅水影响,则平均高潮间隙  $MHWI$  公式<sup>[15]</sup>为:

$$MHWI = [G_{M_2} + 2H_{M_4} \sin(G_{M_4} - 2G_{M_2}) / H_{M_2} + 3H_{M_6} \sin(G_{M_6} - 3G_{M_2}) / H_{M_2}] / \sigma_{M_2}$$

由表 4 可看出沿岸潮时自北向南延迟,与潮波传播一致.南北潮时相差约 2 个多小时,与文献中结果相符<sup>[3]</sup>.在旧镇港内高潮时出现明显延迟,延迟约 30 min,这是由于地形影响,潮波折射、衍射进入而导致.

表 4 福建中南部沿海岸域验潮站平均高潮间隙

Tab. 4 Mean high water interval at tidal stations along Fujian mid-south coastal waters

站位	平均高潮间隙/h
平潭	10.69
东翰	10.72
江阴	11.09
石城	11.21

续表 4

站位	平均高潮间隙/h
湄洲	11.30
峰尾	11.39
崇武	11.45
祥渔	11.37
围头	11.67
石井	11.74
厦门	12.10
漳州	12.12
旧镇	12.82
六鳌	12.69
杏仔	12.53
东山	12.63
宫前	12.62
赤石湾	12.91

2.4 理论高低潮位

由  $M_2$ 、 $S_2$ 、 $N_2$ 、 $K_2$ 、 $K_1$ 、 $O_1$ 、 $P_1$ 、 $Q_1$  8 个分潮的调和常数计算理论高潮位  $H$  和理论低潮位  $L$ ,当浅海的分潮较大时,考虑  $M_4$ 、 $MS_4$ 、 $M_6$  这 3 个分潮的订正值<sup>[15]</sup>.

$$H = (fH)_{K_1} \cos \varphi_{K_1} + (fH)_{K_2} \cos \varphi_{K_2} + (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$L = (fH)_{K_1} \cos \varphi_{K_1} + (fH)_{K_2} \cos \varphi_{K_2} - (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\begin{cases} R_1 = \sqrt{(fH)_{M_2}^2 + (fH)_{O_1}^2 + 2(fH)_{M_2}(fH)_{O_1} \cos \tau_1} \\ R_2 = \sqrt{(fH)_{S_2}^2 + (fH)_{P_1}^2 + 2(fH)_{S_2}(fH)_{P_1} \cos \tau_2} \\ R_3 = \sqrt{(fH)_{N_2}^2 + (fH)_{Q_1}^2 + 2(fH)_{N_2}(fH)_{Q_1} \cos \tau_3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \tau_1 = \varphi_{K_1} + a_1 \\ \tau_2 = \varphi_{K_1} + a_2 \\ \tau_3 = \varphi_{K_1} + a_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_1 = G_{K_1} + G_{O_1} - G_{M_2} \\ a_2 = G_{K_1} + G_{P_1} - G_{S_2} \\ a_3 = G_{K_1} + G_{Q_1} + G_{N_2} \\ a_4 = 2G_{K_1} - 180^\circ - G_{K_2} \end{cases}$$

$$\varphi_{K_2} = 2\varphi_{K_1} + a_4$$

$$\Delta H = (fH)_{M_4} \cos \varphi_{M_4} + (fH)_{M_6} \cos \varphi_{M_6} + (fH)_{MS_4} \cos \varphi_{MS_4}$$

$$\begin{cases} \varphi_{M_2} = \varepsilon_1 + 180^\circ \\ \varphi_{S_2} = \varepsilon_2 + 180^\circ \\ \varphi_{M_4} = 2(\varphi_{M_2} + G_{M_2}) - G_{M_4} \\ \varphi_{MS_4} = \varphi_{M_2} + \varphi_{S_2} + G_{M_2} + G_{S_2} - G_{MS_4} \\ \varphi_{M_6} = 3(\varphi_{M_2} + G_{M_2}) - G_{M_6} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{tg} \varepsilon_1 = \frac{(fH)_{O_1} \sin \tau_1}{(fH)_{M_2} + (fH)_{O_1} \cos \tau_1} \\ \text{tg} \varepsilon_2 = \frac{(fH)_{P_1} \sin \tau_2}{(fH)_{S_2} + (fH)_{P_1} \cos \tau_2} \\ \text{tg} \varepsilon_3 = \frac{(fH)_{Q_1} \sin \tau_3}{(fH)_{N_2} + (fH)_{Q_1} \cos \tau_3} \end{cases}$$

式中： $f$ 为交点因子， $H$ 为分潮振幅， $G$ 为分潮迟角， $\varphi$ 为分潮位相， $\varphi_{K_1}$ 在 $0^\circ$ 至 $360^\circ$ 之间变化，取步长为 $15^\circ$ ，即1 h。对于半日潮港则取升交点黄经 $N = 180^\circ$ 时的 $f$ 值，对于混合潮港则取 $N = 0^\circ$ 和 $N = 180^\circ$ 时的 $f$ 值都进行计算，取结果值较高者。若 $H_{M_4} + H_{MS_4} + H_{M_6} > 20$  cm 时进行浅水订正，其订正值 $\Delta H$ 公式<sup>[15]</sup>如下：

分别取 $|H + \Delta H|$ 和 $|L + \Delta H|$ 的最大值作为理论高、低潮位。计算出的理论高潮位和理论低潮位均以当地平均海平面起算，为了便于比较，分别加上各站的平均海平面，换算到以1985国家高程基准面起算的值。图3为福建中南部沿岸海域理论高低潮位值变化。由图3可看出，福建中南部沿岸海域由北向南理论高潮位值降低，理论低潮位值升高，与潮差自北向南减小的趋势相对应。自厦门湾往南，理论低潮位的升高趋势大于理论高潮位的下降趋势，特别是旧镇港，其潮差的突然减小主要原因为低潮位的显著抬升。

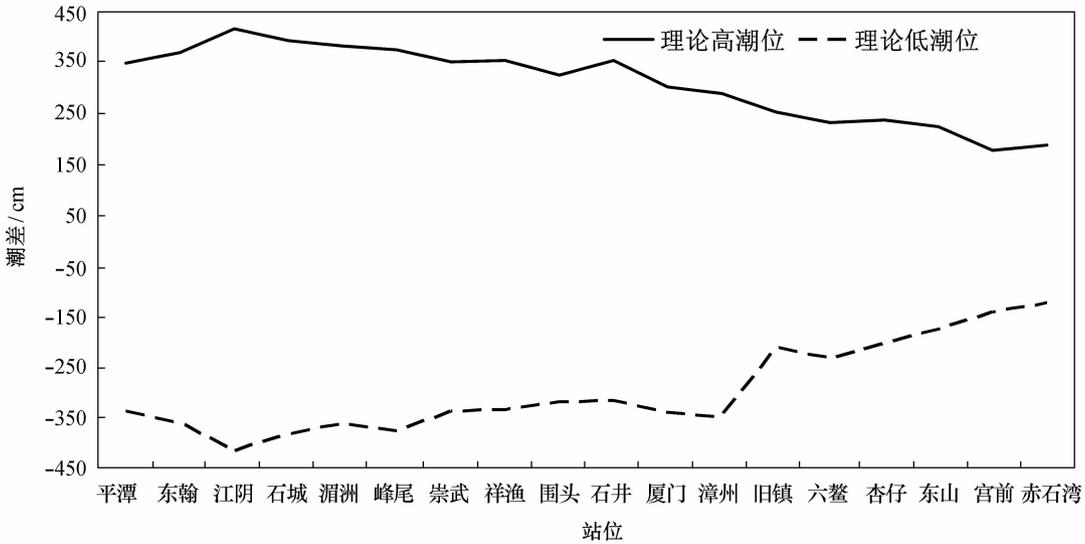


图3 福建中南部沿岸海域理论高低潮位值变化  
 Fig.3 Variations of theoretical high and low tide at tidal stations along Fujian mid-south coastal waters  
 以85高程起算

3 平均海平面

用最近20 a的实测逐时潮位数据的平均值作为长期验潮站的多年平均海平面。分别计算临时测站和

附近长期验潮站同期30 d的潮位平均值，通过高度差订正来获得临时测站的多年平均海平面，并换算到以1985国家高程基准面起算的值。订正公式如下：

$$\Delta A = A_{\text{临时站}} - A_{\text{长期站}}$$

$$A_{0\text{临时站}} = A_{0\text{长期站}} + \Delta A$$

式中:  $A$  为差比所用的 30 d 平均海平面,  $A_0$  为多年平均海平面。

其中石城、湄洲、围头测站分别位于两个长期站中间,分别用 2 个站做差比计算后,采用回代计

算比较的方法,即取 30 d 预报潮高值与实测潮高值均方差较小的平均海平面值。由平均海平面变化分布(图 4)可以看出,基本趋势是从平潭往南平均海平面逐渐升高,至最南边诏安县沿海,平均海平面升高幅度约为 25 cm,这可能与台湾海峡的海流系统有关<sup>[11]</sup>。

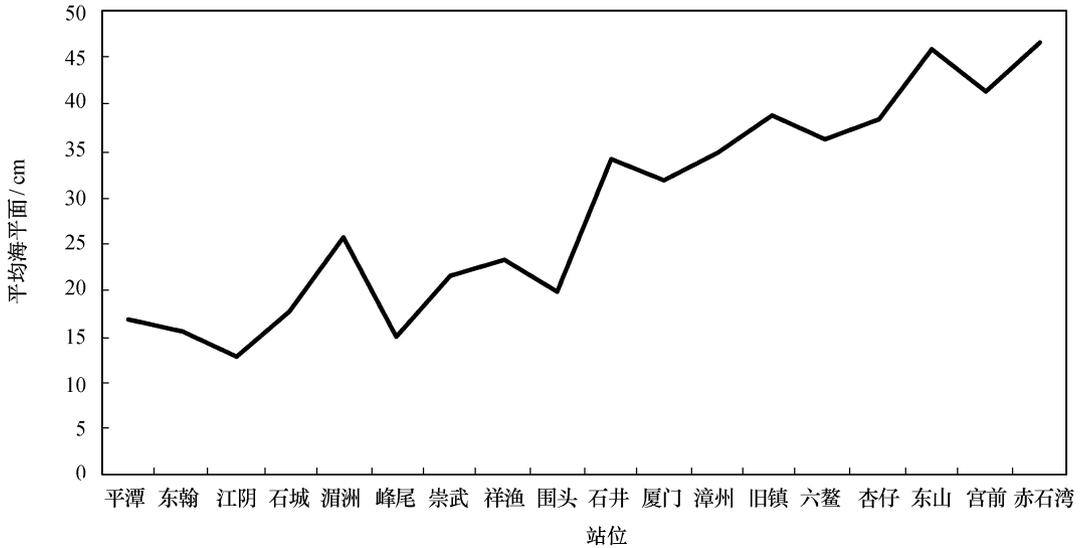


图 4 福建中南部沿海海域平均海平面变化

Fig. 4 Variations of mean sea level along Fujian mid-south coastal waters  
以 85 高程起算

## 4 结论

(1) 福建中南部沿海海域以半日分潮为主, 潮波向南传播至浮头湾以南海域后, 半日分潮衰减明显, 对应平潭至浮头湾海域的潮汐性质为半日潮, 古雷半岛以南海域为不规则半日潮混合潮。

(2) 平均海平面自北向南升高约 25 cm, 而平均潮差减小 3 m 多, 且平均大潮差与平均小潮差之差也呈减小的趋势。平均潮差、平均大潮差和平均小潮差在兴化湾内的江阴站出现一个极大值, 对应理论最高潮位和理论最低潮位在该站也出现了极大值。

(3) 理论高潮位自北向南降低约 1.5 m 左右,

而理论低潮位自北向南升高约 2 m。旧镇港内理论低潮位显著抬升, 对应旧镇港潮差明显减小。自旧镇往南, 理论低潮位升高趋势大于理论高潮位的降低趋势。

(4) 潮时自北向南推迟约 2 h, 在旧镇港由于潮波往北反射传播, 潮时明显延迟, 但潮汐性质、潮差、理论高低潮自北向南的变化趋势未受影响。

值得一提的是, 文中临时验潮站数据存在不同季节的时间跨度, 对分析结果会产生一定影响, 但对同一站位不同季节的 30 d 资料做调和与分析后对比发现, 数据的季节差异对本文的结论没有决定性影响。

## 参考文献:

- [1] 方国洪, 杨景飞, 赵绪才. 台湾海峡潮汐和潮流的一个数值模型[J]. 海洋学报, 1985, 7(1): 12-21
- [2] 叶安乐, 陈宗镛, 于宜法. 台湾海峡及其附近海域三维半日潮波的数值研究[J]. 海洋与湖沼, 1985, 16(6): 439-450
- [3] 沙文钰, 吕新刚, 蒋国荣. 环台湾岛海域 M2 分潮特征的数值模拟[J]. 解放军理工大学学报, 2000, 1(1): 80-87.
- [4] 沙文钰, 吕新刚, 陈希, 等. 环台湾岛海域半日潮波特征的三维模拟[J]. 海洋学报, 2001, 23(4): 31-40
- [5] 沙文钰, 吕新刚, 张文静, 等. 台湾岛海域全日分潮的特征和潮汐、潮流的综合性质[J]. 海洋科学, 2002, 26(10): 62-69
- [6] 杜凌, 左军成, 张建立, 等. 台湾海峡潮汐潮流的有限元模拟[J]. 海洋湖沼通报, 2005(4): 1-9
- [7] 朱佳, 胡建宇, 张文舟, 等. 台湾海峡及其邻近海域潮汐数值计算[J]. 台湾海峡, 2007, 26(2): 165-175
- [8] 江甘兴. 福建海区的潮汐和潮流[J]. 台湾海峡, 1992, 11(2): 89-94.
- [9] 田永青, 潘爱军. 台湾海峡西部近海潮汐特征[J]. 台湾海峡, 2011, 30(4): 483-488.

- [10] 郑文振,陈福年,陈新忠. 台湾海峡的潮汐和潮流[J]. 台湾海峡,1982,1(2):1-4.
- [11] 丁文兰. 台湾海峡潮汐和潮流的分布特征[J]. 台湾海峡,1983,2(1):1-8.
- [12] 王志豪. 台湾海峡的潮汐[J]. 台湾海峡,1985,4(2):120-128.
- [13] 李燕初,蔡文理,李立,等. 由 TOPEX/POSEIDON 卫星高度计资料导出福建和台湾邻近海域的潮汐特征[J]. 海洋学报, 2002,24(增刊1):154-162.
- [14] 黄祖柯,黄磊. 潮汐原理与计算——第五章[M]. 青岛:中国海洋大学出版社,2005.
- [15] 方国洪,王骥,陈宗镛,等. 潮汐和潮流的分析与预报[M]. 北京:海洋出版社,1986.

## Characteristics analysis of tide along Fujian mid-south coastal waters

FU Xiang, WU Shao-hua, LI Tao, HOU Jing-ming, LIU Qiu-xing

(National Marine Environmental forecasting center Key laboratory of Research on Marine Hazards Forecasting, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Based on the hourly observed water level data in 2004, 2007 and 2010, this paper identified the harmonic constants of 18 points along Fujian mid-south coastal waters with least squares tidal harmonic analysis, and analyzed the tidal characteristics along the coastal waters. The result shows semidiurnal constituents are dominant near Fujian mid-south coastal waters, and their amplitude attenuated evidently from Futou Bay southward, as well as diurnal constituents' amplitude almost no attenuation. The corresponding types of tide are regular semidiurnal tide from Pingtan to Futou Bay and irregular semidiurnal mixed tide from south of Futou Bay. From north to south of Fujian mid-south coastal waters, the mean sea level raised 25 centimeters, the tidal range reduced over 3 meters, and the difference in height between mean spring range and mean neap range reduced about 2 meters; the theoretical high water level lowered about 1.5 meters and the theoretical low water level raised about 2 meters; from Jiuzhen Bay southward, the theoretical low water level raised faster than the lowering of the theoretical high water level. High water interval was delayed by 2 hours and more in Jiuzhen Bay.

**Key words:** physical oceanography; Fujian coastal waters; type of tide; tidal characteristics; theoretical high and low water

DOI:10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2013. 02. 003

(责任编辑:王 静)