

长江口杭州湾潮汐特性的研究

曹永芳

(上海航道局)

本文通过对长江口及杭州湾全日、半日分潮同潮时线和等潮差线的绘制,以及对非调和常数的计算,简要地阐明了潮波传布的一些特征和有关的潮汐性质。

一、同潮时线的分布

从图1看,在长江口及杭州湾口外,同潮时线在南北两端呈东北—西南走向,中部的总趋势与经线平行。在长江口南岸,等值线呈东北—西南走向,即潮波波向线呈东南走向,故高潮南岸较北岸早出现。同潮时线在长江口内的分布基本呈南北向均匀分布,南北岸高潮时相差不大,随着潮波的上溯,潮时逐渐迟后。

杭州湾的同潮时线分布,在南北两岸等值线明显弯曲,呈弧型;潮波由南、北两路传入,

高潮时南、北两岸较中央早出现。

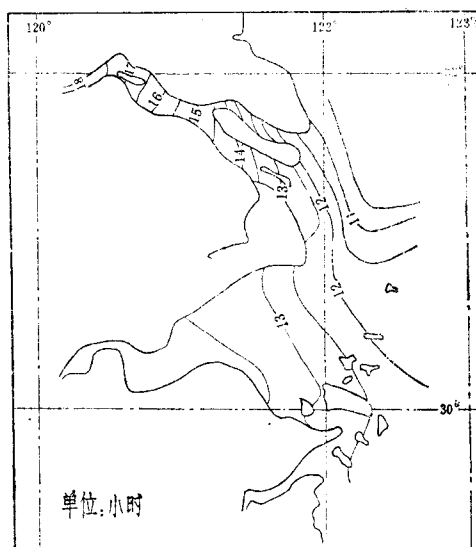


图2 长江口杭州湾日潮时线分布图
($K_1 + O_1$)

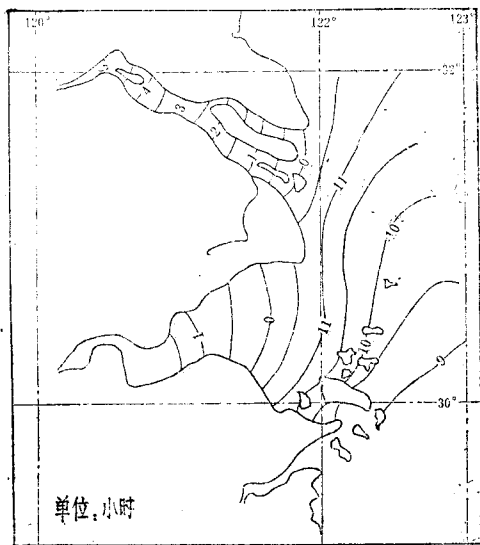


图1 长江口杭州湾半日潮同潮时线分布图(M_2)

从图2看,等值线的总趋势呈西北—东南走向,南北岸高潮时相差较大,长江口南岸高潮时较北岸晚出现。在长江口外,位于鸡骨礁、大戢山一带的等值线明显弯曲,其轴线呈东北—西南走向。这表明:当 K_1 和 O_1 分潮的作用处于主导地位时,潮波的传布将从东北向西南推进。长江口、杭州湾海区潮汐属半日潮类型, M_2 和 S_2 分潮始终起主导作用,半日潮同潮时线的分布基本反映了该地区潮波传布的一般趋势;但潮波是一种复杂的周期波动现象,我们在讨论潮波运动时,不能完全排除日分潮的影响。因此,潮波运动随着月球赤纬的增减而会有所变化,实测同潮时线的分布也将主要受半日分潮和日分潮相互影响而定。

二、等潮差线的分布

从图3看,长江口区最大潮差出现在九段东及大戢山附近海区,这是由于潮波向长江口传布过程中,遇铜沙浅滩及南汇嘴浅滩的阻拦,潮波发生形变和反射,潮能集中引起潮差加大所致。

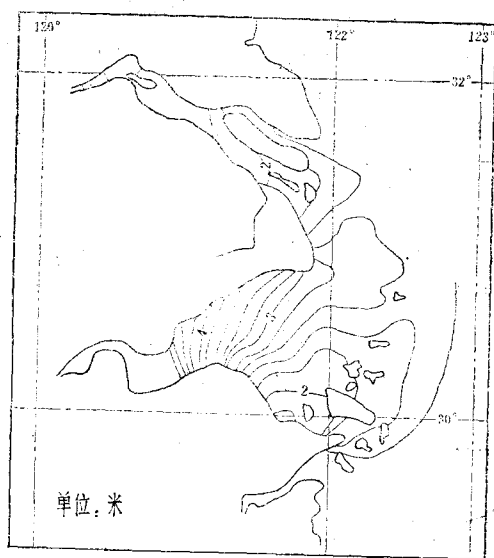


图3 长江口杭州湾等潮差线分布图(Mn)

随着潮波的上溯,潮差逐渐递减,由于河床的摩擦及上游迳流的下泄作用,其沿程阻力增大,等值线的沿程分布从口门至江心沙附近分布较密集,纵比较大。过了江心沙,潮能大部分被消耗,故江心沙上游等值线的分布明显变稀,纵比较小。在长江口内,等值线呈明显西北—东南走向,北岸潮差较南岸大,横比降十分明显。在河口地区,江面较上游宽阔,涨潮流速较上游大,地转偏向力也较大,这是使河口地区潮差横比降显著的重要原因;过了江心沙,横比降不明显。

杭州湾的等潮差线的分布与长江口区相反,等潮差线分布呈东北—西南走向。由于这里是特殊的喇叭口地形,加之河床的迅速抬高,因此,等潮差线的分布比长江口区密集,纵比降较长江口大,潮差从湾口向湾底递增,最大

潮差出现在澉浦、尖山附近。杭州湾湾口横比降较湾底大,至澉浦附近横比降已不明显了。在杭州湾口外海区,最小潮差出现在甬江口,这里潮差从甬江口向北部海区递增。

三、潮波传布方向的变化

为了能阐明日分潮对潮波传布的影响,我们分析位于同一断面上南、北两个测站高潮时的变化,求得1978—1979年每月高潮时差值。当差值为正,表明高潮时的分布与半日潮同潮时线的分布相一致;当高潮时差出现负值时,则与日潮同潮时线的分布一致。以两站高潮时差为纵坐标,日期为横坐标,注明月相和月赤纬最大日(见图4)。该图表明:两站的高潮时差变化与月相有关,高潮时差出现零或负值,一般在上、下弦日附近;而 M_2 和 S_2 分潮的相互影响的大小与月相变化有密切关系。另外,

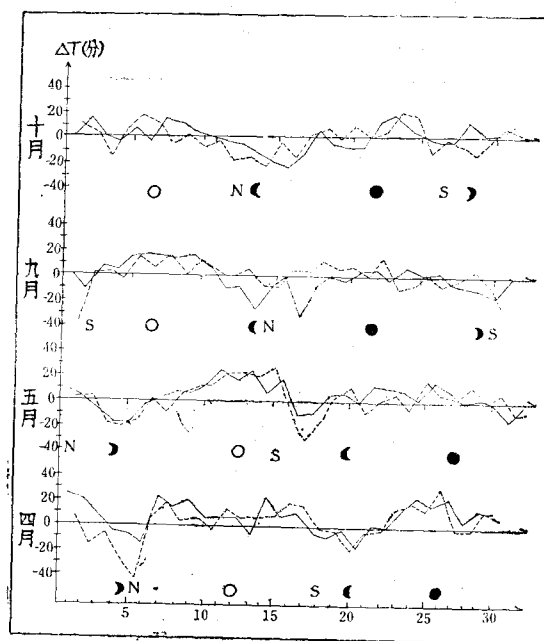


图4 1979年九段东—大戢山高潮时差变化

● 朔 N 北赤纬最大日 — 子潮 ΔT
○ 望 S 南赤纬最大日 - - - 午潮 ΔT
) 上弦日 $\Delta T = T_{\text{九段东}} - T_{\text{大戢山}}$
(下弦日

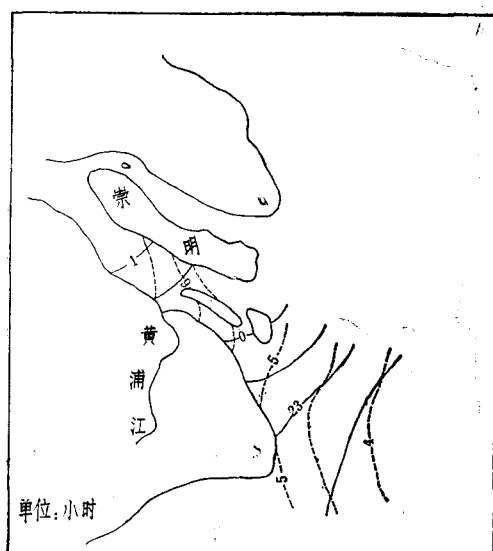
月赤纬的影响也是一个不可忽视的因素,在月赤纬最大日前后,高潮时差减小;而北赤纬的影响比南赤纬更为显著。当上、下弦日与月赤纬最大日相合时,两站高潮时差接近零或出现负差值极大,这与 K_1 和 O_1 分潮的影响大小与月赤纬的变化有关。当月赤纬最大时, K_1+O_1 合成最大,这时若逢上、下弦日(小潮汛), M_2 和 S_2 分潮位相相反,互相抵消。因此,日分潮的作用就相对加强,日潮同潮时线的分布趋势也相应显示出来;于是,潮波传布方向就由东南向东北偏转。这些都导致了在同一经线上的北部测站较南部测站高潮早出现或同时出现。

为了能分析潮波传布在平面上是否反映出上述的偏转情况,我们在上述过程图上选定1979年4月4日,当天是下弦日又逢北赤纬最大日,此时南、北两测站高潮时差负值最大,达40分钟以上。考虑到潮令迟后一天左右,故取4月5日九段东、大戢山、中浚、南门港等11个测站子潮实测高潮时,填入海图。通过内插,勾划出等高潮时线,用它代表回归潮小汛潮波传布实况(见图5虚线)。选出4月11

日月球赤纬最小日(12日正逢望日),又考虑潮令迟后一天左右,故取4月12日的上述11个测站子潮实测高潮时。以同样方法,勾划等高潮时线,用它代表分点潮大汛潮波传布的实况(见图5实线)。

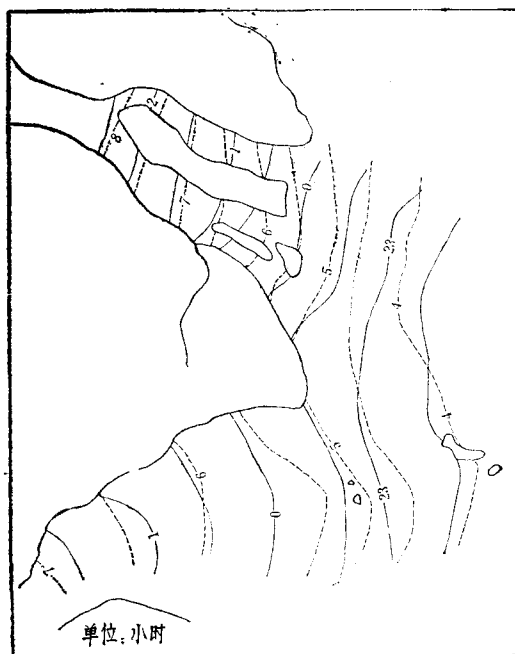
从图5中清楚看到:实线呈东北—西南走向,虚线在长江口外呈南北走向,口内则呈西北—东南走向,虚线与实线是相交的。这也表明:潮波在分点潮大汛是由东南方传入;回归潮小汛则是由东北偏东方传入;等高潮时线的夹角,即潮波波向线的夹角,体现了潮波传布方向偏转的程度。正是由于这种偏转,使位于同一径线上南北两测站的高潮时差正负交替变化。

为了能取得大范围内潮波传布形势,我们又进一步利用四个主要分潮(M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1)的调和常数,推算1979年4月5日和4月12日的高潮时,并划出等高潮时线(见图6)。



——79年4月12日子潮同潮时线(分点潮大汛实测值)
-----79年4月5日子潮同潮时线(回归潮小汛实测值)

图5 实测同潮时线分布图



——79年4月12日子潮同潮时线(分点潮大汛四个分潮预报)
-----79年4月5日子潮同潮时线(回归潮小汛四个分潮预报)

图6 四个分潮预报同潮时线(M_2 , S_2 , K_1 , O_1)

图6同样表明,分点潮大汛与回归潮小汛的等高潮时线是相交的,只是交角没有实况大;在长江口北岸的交角较南岸大。这说明长江口区潮波传布的方向与月赤纬变化有关。随着月赤纬的周期变化与月相的配置,潮波传布方向在东南方和东北方向之间摆动。

四、潮汐的特性

(一) 潮汐性质

长江口区和杭州湾地区的潮汐性质是属于半日潮类型,其中余山、九段东以东海区,潮性常数 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 小于0.5 (F 值在0.35—0.42), 浅水影响系数 $F_1 = \frac{H_{M4}}{H_{M2}}$, 小于0.04 (F_1 值在0.03—0.04) 属于正规半日潮类型。甬江口至舟山群岛海区, F 大于0.5 (F 值在0.5—0.64), 是属于不正规半日潮类型。长

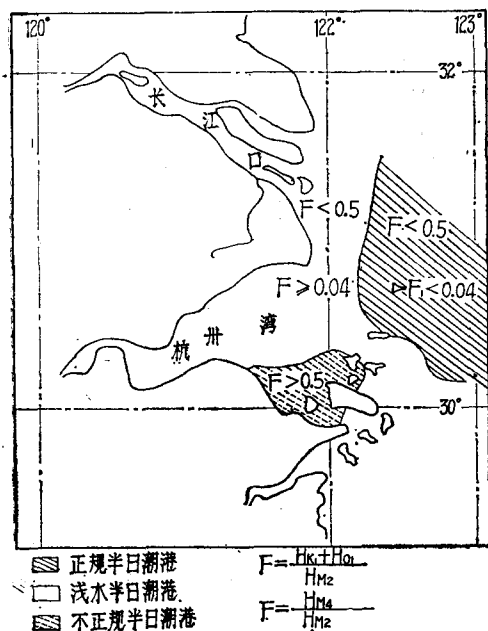


图7 长江口杭州湾潮港类型分布图

江口、杭州湾至余山和九段东以西海区,以及舟山群岛以北海区, F 小于0.5, 长江口外至江

阴站, F 为0.34—0.48; 而该海区的浅水影响系数 F_1 大于0.04, 涨、落潮历时一般相差30分钟以上。长江口 F_1 值从口外向上游递增, F_1 为0.06—0.31。杭州湾 F_1 值的沿程变化无明显递增, 这一海区潮汐属浅水半日潮类型(见图7)。

(二) 非调和常数的计算

我们把非调和常数的计算编制成计算程序, 在719机上进行计算。计算结果表明: 平均潮差、高潮间隙、半潮面、大潮升、大潮差等项的理论计算值与实测多年平均值是基本吻合的, 如果取年资料分析的11分潮调和常数来计算非调和常数, 那么吻合更好。在对所有项目的计算中, 小潮差的计算值偏离实测最大, 这可能与小汛期的划分不够合理有关。

五、结 语

通过对长江口、杭州湾地区同潮时线、等潮差线的分析, 可以得出以下结论:

1. 长江口区的潮波传布方向存在着摆动, 它与月赤纬的变化有关。
2. 长江口区最大潮差出现在九段东、大戢山附近海区, 这里是潮能集中区。杭州湾最大潮差则出现在湾底激浦附近, 甬江口潮差最小。
3. 长江口、杭州湾存在潮差明显横比降, 长江口至江心沙、杭州湾至激浦以上河段, 横比降不明显。
4. 长江口、杭州湾海区为浅水半日潮类型, 余山、九段东以东海区为正规半日潮类型, 甬江口为不正规半日潮类型。
5. 对浅水影响较小的港口, 非调和常数的计算值与多年统计特征值接近, 可靠性好。非调和常数的电算程序, 对不同类型的港口具有通用、快速、简便的优点。这种计算方法对海港工程有一定的使用价值。

更 正

本刊1981年第三期第30页第四行30厘米/10000年, 应为30厘米/1000年; 第六行1.50厘米/10000年应为150厘米/1000年, 特此更正。