

南海诸岛潮汐特征的初步分析

史键辉 梁慧

(国家海洋局南海分局广州海洋环境预报区台)

关于南海潮汐特征的探讨,国内外都有一些学者发表过他们的研究成果。对于南海潮波的传播、无潮点的位置、潮汐性质和潮差的分布等有些共同的想法,但也存在不同的观点。而对于南海诸岛的潮汐特征,在现有的文献中,我们还没看到这方面的较为详细的介绍。本文主要从英国海军部一九八六年的潮汐表中,选用了380多个站的潮汐调和常数,并结合近年来所取得的测量数据,绘制了南海的日潮、半日潮同潮时线图、主要分潮 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 的同潮时线和等振幅线图,从而描述了南海潮汐的分布规律,而重点在于揭示南海诸岛的潮汐特征,给出了各群岛中有代表性的站点的潮汐间隙、潮差、回归潮和分点潮的特征值等。分析结果表明,在南海的主要水域中,潮波明显地以前进波的形式,自东北向西南传播。东沙群岛附近有一 S_2 分潮的弱潮区,强大的太平洋潮波除了从巴士海峡传入外,通过菲律宾群岛的民都洛等海峡传入的潮波也不容忽视。南海诸岛基本属于混合日潮,潮差小,潮波传播速度很快,浅水效应和季节改正均可忽略不计。

南海诸岛的地理环境

南海的面积约350万平方公里,平均水深1,000—1,100米,中央海盆最深5,559米,呈东北—西南走向,处于半封闭状态,与我国及越南、马来西亚、菲律宾等九个国家接壤。

南海诸岛是南海中我国众多小岛的总称。在我国辽阔的南海中,分布着287个主要由珊瑚礁组成的岛屿、沙洲、浅滩、暗礁和暗沙。按照分布情况,可称为东沙群岛、中沙群岛、西沙群岛和南沙群岛。其中能露出水面的岛屿和沙洲不多,共计不足50座,总面积约12平方公里,但这些群岛所处的地理位置十分重要,在航运上,它正扼太平洋和印度洋的咽喉,与巴士海峡、马六甲海峡相通,是亚洲东北部各港口通往东南亚、大洋洲、非洲、欧洲的海洋航线必经之地;在经济上,南海诸岛蕴藏着丰富的水产资源和海底矿产资源,群岛附近的海域,是我国良好的渔场之一。

南海潮波的传播

1. 半日潮波

太平洋潮波从巴士海峡传入后,受地形影响,半日潮同潮时线较密,从海峡口门至东沙群岛约三个半小时。从图1明显地看到,进入的潮波一支向偏北方向影响我国大陆沿岸,部分进入台湾海峡,另一支向西南进发直指南海诸岛。半日潮同潮时线图显示,虽然西沙的永兴岛、

1988年2月19日收到初稿,1988年5月23日收到修改稿。

南沙北端的双子塔和距中沙160海里外的黄岩岛呈三角鼎足之状,但基本处于同一潮时线上。从东沙至菲律宾的圣费尔南多一线传至以上三岛只需1小时左右,速度甚快,充分表现为深海潮波传播的特征。继续向西南传播便速度减弱,同潮时线加密,再需3个小时左右才传至我国最南的曾母暗沙。半日潮波从巴士海峡传到曾母暗沙约为7个小时,平均速度约每小时350公里。中段传播速度达每小时1,000公里以上。

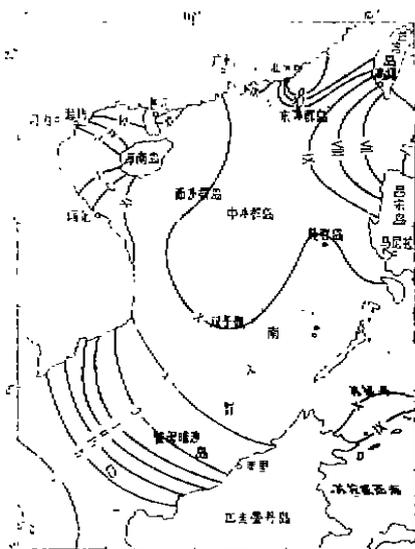


图1 半日潮同潮时线图

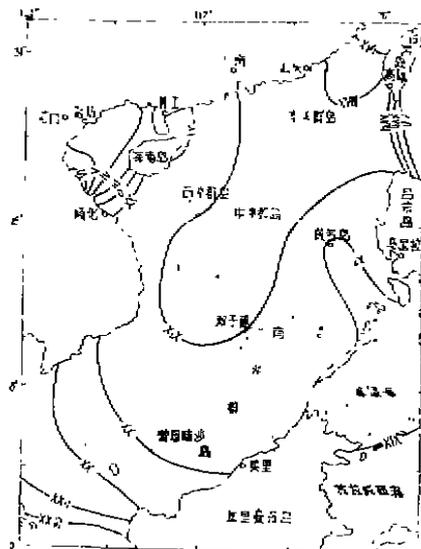


图2 日潮同潮时线图

2. 全日潮波

影响南海诸岛的日潮波,从日潮同潮时线图(图2)看,与半日潮波有所不同。进入南海的日潮波有两支,一支是穿巴士海峡由东向西而入的太平洋潮波,另一支是从东海经台湾海峡自北向南传来的潮波,前者比后者要强。两股潮波相汇于东沙群岛附近,向西南传播,共同影响整个南海。西沙群岛,中沙群岛(黄岩岛除外),及南沙群岛的北端几乎处于同一潮时线上,且速度很快,继续传至曾母暗沙只需一个小时左右。从图2还清楚地看出,黄岩岛的潮时比上述地点往后推迟约1小时,原因是强大的太平洋潮波经苏禄海进入南海对南海东海岸有较大的影响。日潮波从巴士海峡传至曾母暗沙仅需4小时左右,比半日潮波传播速度快,平均速度约为每小时600公里,其最快速度与半日潮波相近。

3. 主要分潮的传播及振幅的分布

为了更详细地分析各主要分潮对南海诸岛的影响,我们根据潮汐调和常数 g (以度为单位,用实线表示)和 H (以厘米为单位,用虚线表示),分别绘制了 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 的同潮时线和等振幅线图(图3、图4、图5、图6)。

从 M_2 分潮图看,潮波虽在巴士海峡受阻,但进入南海后传播较快,巴士海峡与曾母暗沙约相差7个小时^{*},这与半日潮同潮时线图很相似。 M_2 分潮振幅于诸岛大致相同。为15—18厘米,只有黄岩岛稍高,为20厘米左右。

* 潮波传播约带的是分潮时。

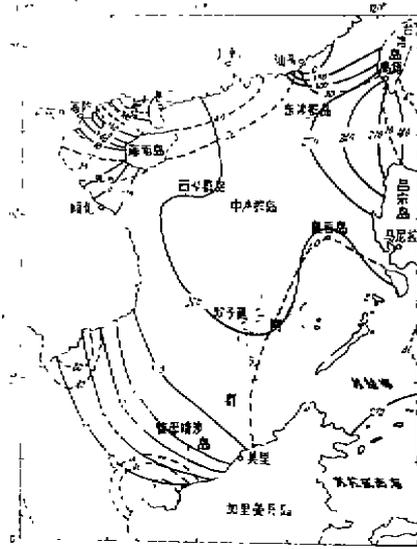


图 3 M₂ 分潮图

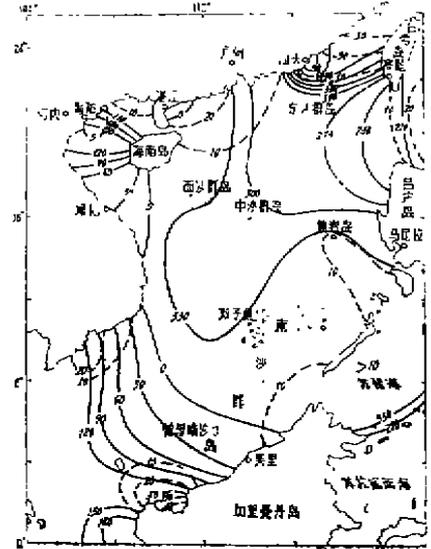


图 4 S₂ 分潮图

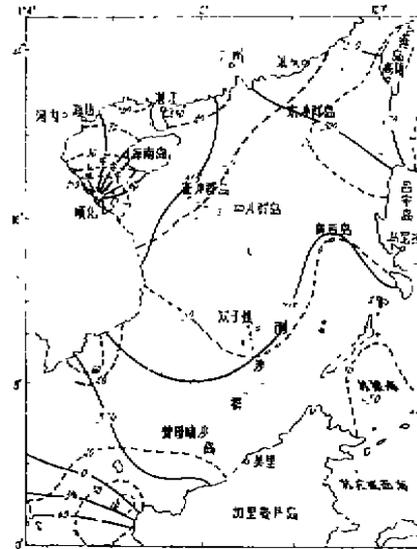


图 5 K₁ 分潮图

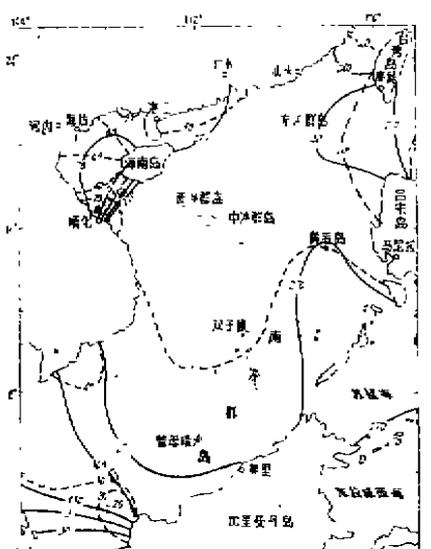


图 6 O₁ 分潮图

S₂分潮图与M₂分潮的同潮时线相似，S₂比M₂约落后30°，但振幅值比M₂弱得多，且于诸岛差别较大，一般为5—8厘米，黄岩岛约10厘米，而东沙群岛少于5厘米。俞慕耕认为在汕头西南海域有一S₂无潮点^[2]，但我们未能证实。不过可确认东沙群岛附近海域是S₂分潮的弱潮区。

K₁分潮与O₁分潮同潮时线的走向大致相同，南海诸岛南端的曾母暗沙比北端的东沙岛发生高潮的时间约晚2个小时，等振幅线基本上是由北向南递增，各岛K₁分潮与O₁分潮的振幅相差不大，只是到了南沙群岛的南部，H_{K1}/H_{O1}的比值逐渐增大。

从以上四个主要分潮的振幅看, M_2 和 S_2 分潮从巴士海峡传入深海后均为减弱趋势。 K_1 和 O_1 分潮则相反, 使得影响南海诸岛的日分潮比半日分潮强。潮汐性质主要表现为不规则混合日潮。

南海诸岛的潮汐特征

为了具体了解南海诸岛的潮汐特征, 我们分别计算了南海诸岛及南海沿岸12个港口的多项潮汐特征值(个别地点的 H 、 g 以等值线内插求得)。计算采用我国传统的方法, 即文献[1]所列出的公式。但对回归潮的计算, 为适合于计算机的运算, 我们用下式计算回归潮高高潮和低低潮的值:

$$\zeta(t) = Z_0 + A \cos(\sigma_{M_2} t - \xi_{M_2}) + B \cos\left[\frac{1}{2} \sigma_{M_2} t - \frac{1}{2}(\xi_{K_1} + \xi_{O_1})\right]$$

式中, Z_0 平均海面

σ 分潮的角速度

ξ 分潮的迟角

A 、 B 分别是半日潮和全日潮的半潮差

$$\begin{cases} A = 1.01 H_{M_2} + 0.27 \frac{H_{S_2}^2}{H_{M_2}} - H_{K_2} \\ B = 1.02 (H_{K_1} + H_{O_1}) \end{cases}$$

然后, t 以0.5小时步长在区间 $[0, 25]$ 上用拉格朗日插值法选取极值。

在时间上, 我们已经统一换算成东8时, 计算间隙和同潮时是以东经 120° 月中天为标准。南海诸岛的潮汐特征值列于表1中, 以下分别讨论各群岛的潮汐特征。

东沙群岛: 位于南海东北部, 是南海诸岛中潮差最小的一组群岛。主要原因是直接受大洋潮波影响显著, 并且太平洋潮波传入后受巴士海峡周围地形的制约, 同潮时线呈向西的圆弧线。在巴士海峡与东沙岛之间半日分潮的同潮时线较密集, 在汕头以南沿岸受到岸边的反射, 形成反射波。东沙岛四个主要分潮之和仅为66厘米, 平均大潮差也只有94厘米, 理论最高、低潮面之差也仅126厘米, $H_{S_2}/H_{M_2} = 0.12$, 比理论比值0.47小得多。

中沙群岛: 与西沙群岛相邻, 更靠近中央深海盆地, 发生高低潮的时间比西沙略早。除黄岩岛外, 均隐没在海面之下。黄岩岛明显地受到从民都洛海峡传入的太平洋潮波的影响, 致使各分潮的同潮时线在其附近向北回伸, 潮差稍大, 潮时推迟。

西沙群岛: 从同潮时线图可看出, 在深海区同潮时线向西南呈一舌状, 同潮时线稀疏。表1中的计算值表明, 潮波从东沙传至西沙约需半小时, 潮差增大。在南海诸岛中, 以西沙群岛出露水面的岛屿最多, 总面积有近10平方公里, 所以潮波经过各小岛间构成许多海峽, 使得永兴岛所在的宣德群岛与其西面的永乐群岛的潮汐有所差别, 相对来说, 在周围地形的作用下, 永乐群岛的潮时要早些, 潮差要小些。

南沙群岛: 是南海诸岛中散布面积最广的一组群岛, 从同潮时线图和计算的特征值看, 半日潮在其最北与最南潮时差达3个小时左右, 但在回归期, 高高潮间隙则相近, 这说明月赤纬的变化对南海潮汐的影响显著。日分潮的振幅从北向南增大较快, 南威岛附近的 H_{K_1} 要

表1 南海诸岛潮汐特征值表

项目	地点 特征值	东沙群岛 (东沙岛)	中沙群岛 (隐矶滩)	西沙群岛 (永兴岛)	黄岩岛	南沙群岛 (双子礁)	曾母暗沙
平均高潮间隙		9时24分	9时45分	10时4分	10时39分	10时10分	0时47分
平均低潮间隙		3时11分	3时33分	3时56分	4时26分	3时57分	0时59分
回归潮高高潮间隙		20时45分	21时0分	21时1分	22时11分	21时5分	21时19分
回归潮高低潮间隙		4时51分	5时1分	5时29分	6时33分	5时15分	7时9分
半日潮令		0日8时	0日7时	1日7时	1日2时	1日16时	0日7时
日潮令		2日3时	1日17时	1日13时	1日14时	1日12时	1日14时
潮汐性质		2.76	2.67	3.36	3.00	2.88	4.80
平均大潮差		97	96	111	120	100	144
回归潮大的潮差		111	115	129	137	118	147
分点潮半日潮平均潮差		37	43	40	50	42	36
最大可能潮差		185	204	225	248	208	263
$(H_{K1}+H_{C1})/(H_{M2}+H_{S2})$		2.47	1.78	2.16	2.00	1.93	3.60
$H_{M2}+H_{S2}-H_{K1}+H_{C1}$		66	84	80	90	76	92
理论最高潮面		68	59	77	65	96	99
理论最低潮面		-88	-81	-104	-99	-59	-83

潮高单位：厘米

比双子礁大10厘米左右，到了曾母暗沙再增大约8厘米，日分潮显著。半日潮波传至曾母暗沙时，同潮时线加密，潮差减小，潮波呈现规则的全日潮性质。最大可能潮差达268厘米。

由于种种原因，在南海诸岛进行长期潮汐观测比较困难，一般只能进行不足一个月，甚至只有一次周日的观测。所以，要选择岸边站建立差比关系。为此，我们还计算了南海沿岸汕头、香港、清澜、榆林、蚶港、归仁、金兰湾、新加坡、美里、拉布安(文莱湾)、马尼拉、高雄等12个站的潮汐特征值，经过分析比较，对于主港的选取，我们认为东沙群岛以高雄；西沙、中沙、南沙群岛以马尼拉；曾母暗沙以美里为主港较合适。

结 语

1. 从巴士海峡传入的太平洋潮波向西南推进，结合南海的地形特点，形成南海的潮波系统。运动形式以前进波为主，只在近岸因反射才形成驻波，并出现无潮点。由于陆架海区曲折的海岸线及海峡、海湾等影响，沿岸的潮汐类型复杂，大多属混合潮型。但就整个南海广大海域而言，日分潮的振幅比半日分潮的振幅要大， $(H_{K1}+H_{C1})/(H_{M2}+H_{S2})$ 平均为2.37，因而，南海的潮汐深受月赤纬变化的影响。

2. 东沙群岛处于 S_2 分潮的弱潮区。台湾海峡以南区域虽有驻波的迹象，但并没有形成无振荡点，这是由于前进波较强和低纬度地区地球的回转力弱的缘故。黄岩岛的潮汐受民都洛海峡传入的潮波影响颇大。曾母暗沙的日潮性质显著。由于利用了新的实测资料，相信在深海区同潮时线的走向将比以往的文献更符合实际。

3. 南海诸岛基本属于混合日潮型(曾母暗沙属规则日潮型)，潮差较小，潮时大都相差不大。诸岛出露水面的面积很小，不存在海水堆积的问题，气压的年较差也不大，季节改正数均可忽略不计。 H_{M4}/H_{M2} 在0.01至0.06之间，浅水效应不明显。在北部湾和泰国湾虽然分

别存在 K_1 分潮和 M_2 分潮的无潮点,但对南海诸岛的潮汐均不构成影响。

4. 目前对南海潮波系统的认识还只是初步的,主要是深海区的验潮资料过少,尤其是测流方面,几乎是个空白。虽曾有学者对南海的潮流进行过数值模拟计算,但还只是一种探索,且得不到检验。所以,对这个问题还有待于更进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] 中国人民解放军海道测量部, 1959, 实用潮汐学, P72—142
- [2] 俞慕耕, 1984, 南海潮汐特征的初步探讨, 海洋学报, 6(3): 293—300
- [3] 王志豪, 1986, 应用潮汐文集第三集, P338—351
- [4] 徐锡桢等, 1985, 浩瀚的南海, P127—130, 科学出版社

PRELIMINARY ANALYSIS OF TIDAL CHARACTERISTICS ON THE ISLANDS IN THE SOUTH CHINA SEA

Shi Jianhui and Liang hui

(Guangzhon Marine Environmental Forecasting Regional Observatory,
South China Sea Branch, SOA)

Abstract

The tidal propagation behavior and the tidal characteristics on the islands in the South China Sea are described and discussed in this paper. The results show that the propagating wave is dominant with a quite quick wave speed in most area of the South China Sea. There is a weak S_2 tide area near the Dongsha Islands. The entering of oceanic tidal wave through the straits at the Philippine Islands area affects the tidal pattern in the south east South China Sea in certain degree and makes the cotidal lines turn back to the north. It is basically mixed diurnal tide on those islands scattering in deep water area with the most possible tidal range of 2m or so. The shallow water effect and seasonal reduction can be neglected.

In addition to the harmonics constants of more than 380 stations taken from the 1986 Admiralty Tide Table results from oceanographic observations in recent years are used to plot the co-tidal charts (diurnal, semi-diurnal and M_2 , S_2 , K_1 , O_1) in the South China Sea. owing to the utilization of new data it is believed that the tidal pattern in the deep water area will be more realistic than before.