

北部湾潮波计算结果的初步分析*

李树华 陈文广

(广西海洋研究所)

北部湾的潮波,由于地形等因素的影响,属于世界上较典型的日潮海区之一。近几年来,我们利用数值的方法,对该湾的潮波进行了计算,获得了一些初步的结果^{[5][6][7]}。现根据以往的计算结果,对该湾潮汐和潮流的分布变化,进行初步的分析,以期供航海、渔业、北部湾石油开发以及各种海洋工程提供科学依据。

一、计算方法及资料来源

对北部湾的潮波数值研究,我们在潮波方程中首先略去了惯性项、水平湍流摩擦项,采用Hansen的方法进行了计算^[5]。然后我们又采用H—N方法,考虑了上述两项对北部湾潮波分布的影响^[6]。本文的计算方法以及文中有关物理量的选取、资料来源均与参考文献(5)相同,在此不一一赘述。

二、结果分析

根据数值计算结果,下面我们对北部湾的潮汐和潮流及其它它们之间的变化关系作一些初步的论述。

1. 潮汐

北部湾的潮波主要呈驻波性质,是由南海传来的入射潮波及其湾内的反射潮波干涉而成的。由于该湾自由振动周期接近于全日潮周期,故湾内潮波以全日潮为主。

从图1中可以看出,全日潮在湾口的太格里岛附近,形成了一个无潮点。由于摩擦效应,无潮点靠越南沿岸。在湾口的波腹区,同潮时线最密集,而潮差则最小。潮波围绕无潮点旋转,形成了一个左旋的潮波系统。

半日潮由于摩擦和潮波干涉等缘故,没有形成无潮点。仅在湾中部,同潮时线较密集,形成了潮差甚小的波节带。湾顶和湾口的同潮时线表现出类似于前进波的特点(图2)。

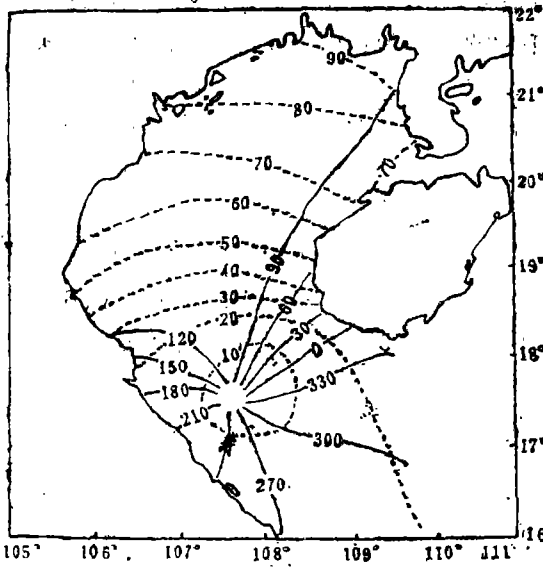


图1 K₁等潮图

实线：同潮时线（K₁分潮时）；
虚线：等振幅线（厘米）；图2的说明同此。

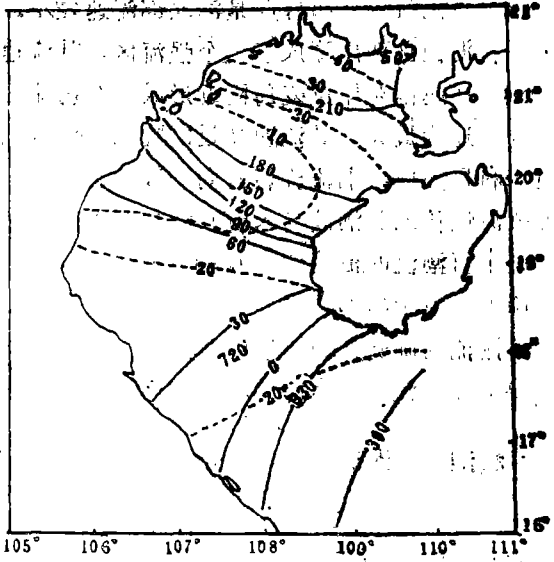


图2 M₂等潮图

2. 潮流

从图3和图4中可以看出，北部湾全日潮与半日潮的流向基本一致，其椭圆长轴方向大致与岸线走向平行，与波峰线几乎垂直。在湾口，潮波以前进入射波的性质传入该湾，潮流椭圆长轴相应地为东南—西北向；湾中部和湾北部为西南—东北向；湾顶的一小区域及琼州海峡则为东—西向。

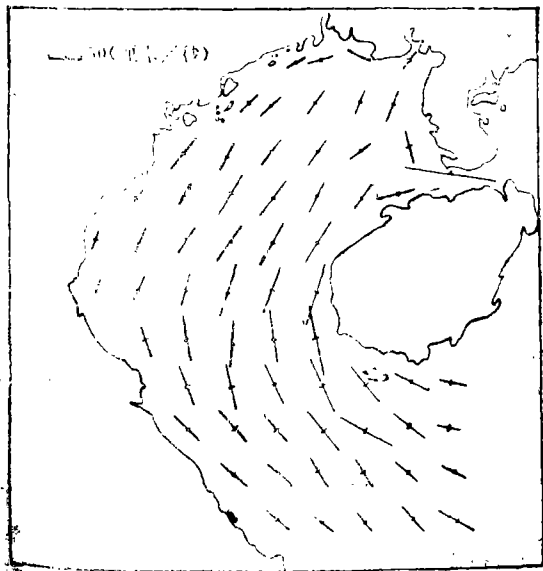


图3 K₁潮流椭圆图

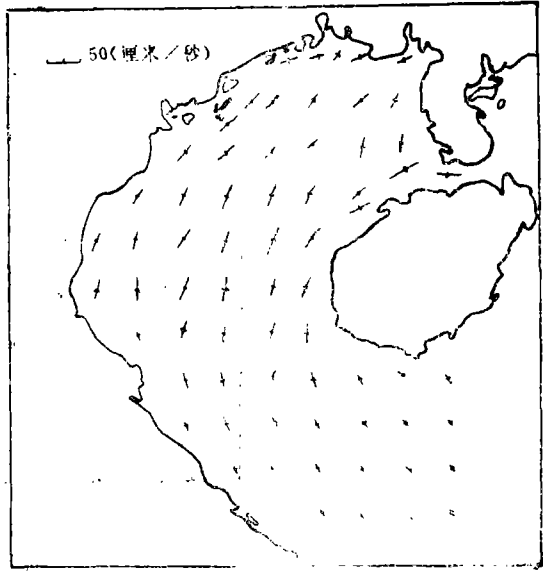


图4 M₂潮流椭圆图

全日潮流的分布特点是湾北部流速较小，一般在1节以下。相对地说，东部流速较西部强，在海南岛西岸形成了一个强流区，其流速可达2节，强流区中心位于莺歌海附近，离岸递减。在越南东岸洪麦岛附近形成一个弱流区，其流速在0.6节以下。整个湾内尤以琼州海峡的流速为最大，其流速超过2节。整个湾内日潮流的特征主要为往复流或接近于往复流。由于科氏效应，潮流旋转方向一般为右转，仅在越南东岸的南定一带，由于反射潮波以及由琼州海峡传入的潮波与入射潮波相互干涉，形成一个左转区域。

半日潮流的流速约在0.4节左右。一般来说，湾北部的流速强于湾南部的，在肥猪龙群岛附近，由于岛屿交错分布，水量不能畅通，形成了一个强流区，其最大流速在0.6节以上。潮流的旋转方向同样以右转为主，在 $19^{\circ}30'N$ 的纬线附近，形成一条形的左旋区。潮流主要为往复流，仅在雷州半岛西岸出现一旋转流区域。

3. 潮汐与潮流之间的变化

为了讨论上的清楚起见，在北部湾自无潮点向湾顶取9个点（点的位置见图5），将9个点的全日潮（ K_1 ）和半日潮（ M_2 ）的潮汐及潮流作一比较（各点的值均为计算值）。结果如表1至表4所示。

由表1和表2看出，北部湾北部和中部广大海区， K_1 分潮高潮时和最大潮流时之差约6小时，即 K_1 分潮周期的 $1/4$ 左右，其潮差向南递减，潮流则递增，是全日潮波的波腹区。靠湾口无潮点，其差值最小，潮差已趋于零，而潮流则最大，是日潮波的波节区。由驻波理论知，北部湾全日潮波主要呈驻波式振动，但在湾口同样受到前进潮波的影响。

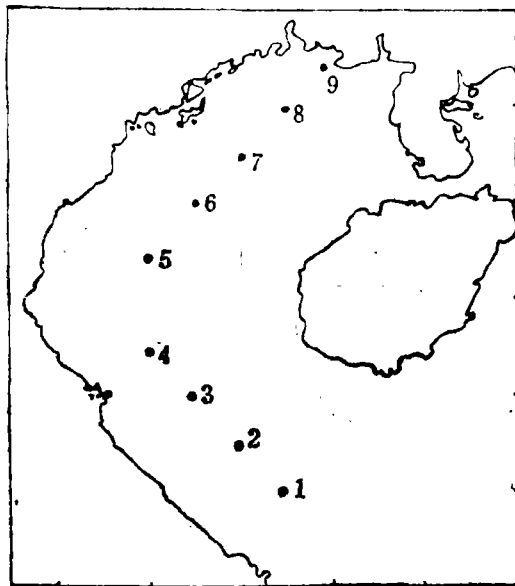


图5 点的位置图

表1 K_1 分潮同潮时与最大潮流时比较 (K_1 分潮时)

点的次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9
潮 汐	0.3	7.4	7.2	6.9	6.8	6.5	6.6	6.6	6.7
潮 流	23.7	0.9	1.1	1.5	1.4	1.4	1.2	1.1	0.4
差 值	0.5	5.5	6.1	5.5	5.4	5.1	5.4	5.5	6.3

表2 K_1 分潮潮差和最大可能流速比较

点的次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9
潮差(厘米)	11	22	49	84	111	132	149	168	189
流速(厘米/秒)	75	72	71	63	57	50	43	32	37

由表3、4知, M_2 分潮在湾的北部, 最大流速发生在高潮前3小时左右, 约为 M_2 分潮周期的 $1/4$, 其流速和潮差达最大, 是半日潮的波腹区, 湾中部 ($19^{\circ}30'N$ 附近), 其差值几乎趋于零, 潮差最小, 而潮流最大, 是半日潮的波节带, 湾南部, 其差值的绝对值又逐渐增大, 潮差也随之增大些, 至湾口, 差值再次变小, 流速达最小, 潮差又减小, 这一区域同样是半日潮的波腹区。

表3 M_2 分潮同潮时与最大潮流时比较 (M_2 分潮时)

点的次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9
潮 汐	0.2	0.3	1.1	2.4	3.7	4.2	5.8	6.1	6.4
潮 流	5.9	1.8	2.4	2.9	3.6	3.8	3.1	3.3	3.2
差 值	0.5	-1.5	-1.3	-0.5	0.1	0.4	2.7	2.8	3.2

表4 M_2 分潮潮差和最大可能流速比较

点的次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9
潮差(厘米)	37	48	46	41	20	16	24	54	89
流速(厘米/秒)	8	12	16	19	23	32	27	23	24

综合以上的计算结果, 我们可以获得一些与实际情况较为相符的解释。从全日潮分布来看, 它主要由地形、无潮点的位置以及波动性质等决定。在莺歌海附近形成强流区, 一方面是由于海南岛伸入湾中, 潮波突然受阻, 水量不能充分交换, 致使流速在此剧增; 另一方面, 由波动理论证明, 潮流的大小与潮位梯度成正比, 而这一区域恰好位于全日潮的波节区, 潮位水平梯度较大, 故流速较强。东部流速强于西部的主要原因同样是由于海南岛突入

湾中,其次是由于西部海区较为平坦,海域开阔,潮波在此绕转。北部流速较弱则是位于波腹区。而琼州海峡的流速之所以强,是很显然的,因该海峡较狭窄,由南海传来的潮波在此受阻,在海峡两端出现较密集的等振幅线与同潮时线,在海峡里出现强潮流就是必然的了。

至于半日潮的变化规律,可能是摩擦和潮波相互干涉所造成的。在湾的北部,入射潮波与反射潮波相互迭置,出现驻波式振动,湾南部,由于入射潮波在传播过程中受摩擦的影响,耗散了部分潮能,致使入射波遇到湾顶岸线的阻碍时,不能发生全反射,反射波减弱,入射潮波的振幅较反射潮波的振幅为大,故潮波带有较明显的前进波成分,至湾口,则以前进波为主。

值得一提的是,自琼州海峡进入的潮波,虽然对整个北部湾的潮波传播影响不大,但北部湾的半日潮波很弱,其波长较短,当它传播到湾顶时,潮能因摩擦而损耗,反射波就更弱了。按理论计算,北部湾的半日潮应在湾中部的夜莺岛附近形成无潮点。然而,由于自琼州海峡潮波的传入,加强了这一区域的潮波振动,以致半日潮不能形成无潮点,只在这里构成振幅较小的波节带。故可以说,北部湾半日潮不形成无潮点,一方面是由于摩擦的影响,另一方面则是由于自琼州海峡的潮波的传入。

三、结 语

根据以上分析,可以获知,北部湾的潮汐和潮流均以全日潮为主,是一个较典型的全日潮海区。以往我们仅对几个主要分潮进行了计算,其目的是要初步掌握该湾潮波的主要变化规律。在这里值得指出的是,欲摸清湾内潮波的详细变化规律及其内部结构,还必须模拟各个分潮的过程曲线,从而能对北部湾的潮汐和潮流起到预报作用,以便直接为北部湾的海洋开发服务。这些工作,有待我们今后进一步完善。

* 本文初稿承蒙陈宗镛教授审阅,并提出许多宝贵意见,作者在此仅表谢忱。

参 考 文 献

- [1]陈宗镛:长方形浅水海湾的一种潮波模式,海洋与湖沼,1965,7(2);
- [2]方国洪等:海湾的潮汐与潮流,海洋与湖沼,1966,8(1);
- [3]陈宗镛:潮汐学,科学出版社,1980;
- [4]沈育疆:东中国海潮汐数值计算,海洋文集,1981,(2);
- [5]李树华:北部湾潮汐和潮流数值计算,海洋通报,1985,4(6);
- [6]李树华:北部湾潮波数值模拟试验,热带海洋,1986,5(3);
- [7]李树华:北部湾潮汐和潮流的分布特征,南海研究与开发,1986(1);
- [8]An Hui Soo: A Numerical Experiment of the M_2 Tide in the Yellow Sea, Journal of the Oceanographical Society of Japan, 1977, 33(2).
- [9]Miura, Hideo and Nobuo Suginoara: Effects of Bottom Topography and Density Stratification on Formation of Western Boundary Currents, Journal of the Oceanographical Society of Japan, 1980, 35(6).