

北仑港、定海港和沈家门港附近 海域的潮流余流分析*

林斌群 江再寿

(国家海洋局宁波海洋调查队, 宁波)

本文根据北仑港、定海港和沈家门港附近海域的实测海流资料, 对其潮流、余流特征作了初步分析。分析结果表明, 各测站的潮流性质均不相同, 但都呈往复流运动形式。同时发现冬季余流流速值均较大。

我们于1990年3月13日至18日, 对北仑港附近海域的 S_1 站、定海港附近海域的 S_2 及 S_3 站和沈家门港附近海域的 S_4 站(见图1、图2和图3), 共进行了四次海流周日连续观测。表、中两层用的是直读式海流计, 底层则为系留自记式海流计。基于上述的调查, 按海洋调查规范关于准调和分潮原理计算周日海流连续观测的潮流调和常数的具体要求^[1], 对所获取的海流资料进行了整理、计算和分析, 其中包括引进各相应主港潮汐调和常数的差比数和用潮流调和常数计算涨、落潮流平均流速及历时等^[4]。最后得出了各测站的潮流、余流的基本特征, 并据此对倾废点是否适宜提出我们的见解, 供有关部门参考。

一、潮 流

1. 潮流性质

由准调和分析所得的结果, 计算了各测站潮流的 $K = (W_{O1} + W_{K1})/W_{M2}$ 如表1所示。

北仑港附近的 S_1 站, 海图水深50m, 其表层流为正规半日潮流, 而中、底层则都为非正规半日潮流, 并随水深的增加, 潮流的非正规性越显著。定海港附近的 S_2 站, 海图水深为70m。表、底两层为非正规全日潮流, 而中层则为非正规半日潮流。出现这种反常现象可能是由于 S_2 测站地形异常复杂的缘故。 S_3 站, 位于定海港附近的一条主航道上, 海图水深为50m。表、中层潮流为正规半日潮流, 底层 K 值略大于0.5, 属非正规半日潮流性质。位于沈家门港附近的 S_4 站, 表、中、底三层都属于正规半日潮流。

表1 各测站潮流性质指标

K 站号 层 次	S_1	S_2	S_3	S_4
表 层	0.32	2.8	0.22	0.20
中 层	0.65	1.1	0.37	0.29
底 层	0.88	3.7	0.58	0.32

收稿日期: 1990年4月16日。

* 本文在计算过程中曾得到金成法先生的热情指导, 在此谨表谢忱。

2. 潮流的运动形式

鉴于各测站潮流性质比较复杂, 在选取某一分潮为代表来说明潮流运动时, 需作具体分析。据表 1 所列的数据, 我们认为除 S_2 测站的表、底层用 K_1 分潮流作代表外, 其余测站的各层均用 M_2 分潮流来阐明其潮流运动比较合适。

由表 2 和图 1 知, S_1 测站各层的 M_2 分潮流的椭圆长轴方向几乎都与岸线平行, 皆为 NE~SW 向, 涨潮流为 SW 向, 落潮流为 NE 向。椭圆率 K 值各层都大于零, 小于 0.2。 M_2 分潮流均为逆时针方向旋转, 并呈往复运动形式。椭圆长轴 (最大流速) 随深度增加而减小, 而短轴 (最小流速) 却几乎没变化。另外, 由最大流速发生时刻 t 知, 因受底摩擦的作用, 底层最先发生转流, 然后向上递转至表层。

S_2 测站表层 K_1 分潮流的涨潮流为 NNE 向, 落潮流为 SSW 向 (见图 2)。中层 M_2 分潮流涨潮流为 WNW 向, 落潮流为 ENE 向 (与各层实测潮流方向一致)。底层 K_1 分潮流涨潮

表 2 各测站表、中、底层 M_2 (或 K_1) 分潮流椭圆要素

站号	各要素 层次	长轴 最大流速 (cm/s)	短轴 最小流速 (cm/s)	椭圆率 (K)	长轴对应 方向 (°)	最大流速 发生时刻 (t) (h:min)
S_1	表	79	11	0.13	64	4:06
	中	70	11	0.16	66	3:48
	底	53	10	0.17	52	3:36
S_2	表	124	29	-0.24	19	10:43
	中	73	9	0.12	110	2:54
	底	151	33	0.22	346	5:24
S_3	表	75	3	0.04	189	3:00
	中	70	6	0.08	185	3:00
	底	55	8	-0.15	174	3:24
S_4	表	103	2	-0.02	111	3:06
	中	104	1	0.01	107	3:06
	底	85	8	0.09	108	2:48

流为NNW, 落潮流为SSE向。值得注意的是: 尽管 S_2 测站的表、底层全日分潮流占优势, M_2 分潮流却与它们的实测潮流相吻合。这可能与 S_2 测站的盆状地形有关。表、中、底三层的椭圆率的绝对值都小于0.25, 表明均呈往复流运动形式; 除表层 K_1 分潮流顺时针方向旋转外, 其余两层都为逆时针方向旋转。 S_2 测站四面都是岛屿, 大小岛屿和水道相间, 使地形变得异常复杂, 也许是造成此测站各层潮流性质相差悬殊的原因。

S_3 测站表、中、底三层 M_2 分潮流的涨、落潮流方向基本相同, 涨潮流均为N向, 落潮流均为S向。椭圆率的绝对值都小于0.15, 表、中、底三层都呈往复流运动; 除底层顺时针方向旋转外, 其它两层为逆时针方向旋转。椭圆长轴随深度增加变短, 短轴变长, 转流时刻由表层往深层逐渐迟后, 与 S_1 站正好相反。

S_4 测站表、中、底三层 M_2 分潮流的涨潮流均为WNW向, 落潮流均为ESE向(见图3)。椭圆率 K 值的绝对值都小于0.1, 表、中、底三层均呈往复流运动形式。除表层顺时针方向旋转外, 中、底层均为逆时针方向旋转。底层最先发生转流。

3. 涨、落潮流平均流速及历时

由准调和分析的结果, 按文献[4]所给的方法, 统计了各测站表、中、底三层的涨、落潮流平均流速和历时(表3)。

北仑港附近的 S_1 站, 其表、中、底三层都是 $V_{落}$ 大于 $V_{涨}$, $T_{落}$ 小于 $T_{涨}$, 也就是说, 落潮

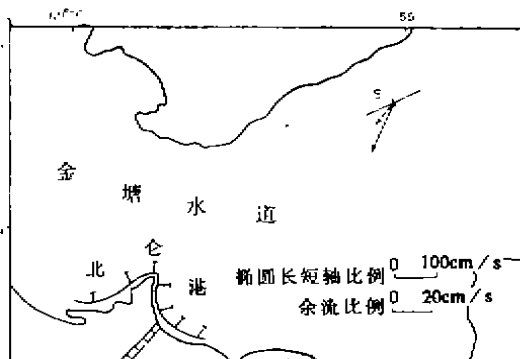


图1 北仑港附近 S_1 站表层 M_2 (或 K_1) 分潮流椭圆轴和表、底层余流分布 (表层——底层……)

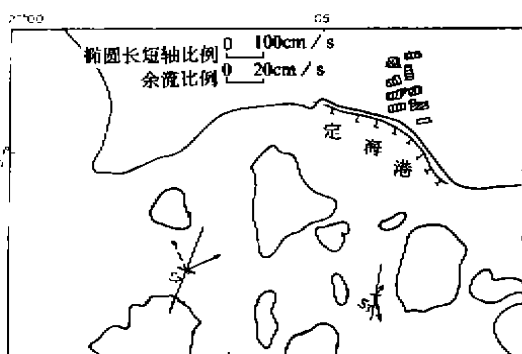


图2 定海港附近 S_2 、 S_3 站表层 M_2 (或 K_1) 分潮流椭圆轴和表、底层余流分布 (表层——底层……)

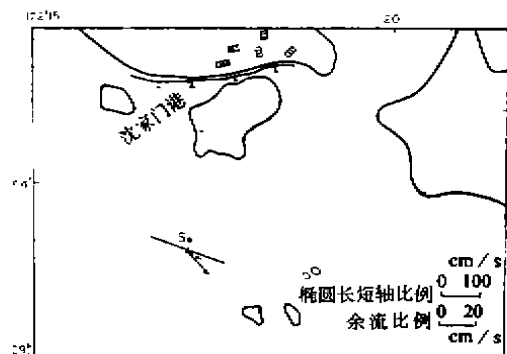


图3 沈家门港附近 S_4 站表层 M_2 (或 K_1) 分潮流椭圆轴和表、底层余流分布 (表层——底层……)

表3 各站涨、落潮流平均流速 (cm/s) 和历时 (h:min)

站号		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
层	次				
表 层	T _涨	6:18	6:20	6:02	6:30
	T _落	5:47	5:59	6:17	5:56
	V _涨	75	81	47	43
	V _落	81	68	48	53
中 层	T _涨	6:26	6:00	6:05	6:21
	T _落	5:50	6:09	6:11	6:05
	V _涨	66	72	44	46
	V _落	75	62	46	53
底 层	T _涨	6:12	6:08	6:14	5:56
	T _落	6:09	6:18	6:06	6:35
	V _涨	56	71	34	41
	V _落	60	83	36	41

表4 各测站余流的流速 (cm/s) 与流向 (°)

站号		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
层	次				
表 层	流 速	39	19	14	17
	流 向	201	67	170	137
中 层	流 速	77	7	7	13
	流 向	221	62	184	123
底 层	流 速	14	16	19	5
	流 向	212	342	78	125

流速大, 历时短。据S₁站的潮流性质, 在此倾入的各种废弃物, 通过潮流的输运作用, 将被带入册子水道, 不会殃及金塘水道和北仑港。

定海港附近S₂站表层的V_落小于V_涨, T_落小于T_涨; 中层则为V_落小于V_涨, T_落略大于T_涨。据S₂测站的潮流运动形式, 表、中两层流对倾废不利。然而, 倾入的各种废弃物大多沉入海底, 那么底层的潮流状况较表、中两层对倾入物输散更重要^[4]。S₂站底层是V_落大于V_涨, T_落大于T_涨, 即底层流对倾废较为有利。因而, 可以考虑S₂站作为倾废点。S₃测站, 表、中、底三层都是V_落大于V_涨, 表、中两层T_落大于T_涨, 底层则是T_落小于T_涨, 是理想的倾废点。沈家门港附近的S₄站, 表、中两层都是V_落大于V_涨, T_落小于T_涨, 即落潮流速大, 时间短。底层的V_落等于V_涨, 但T_落大于T_涨, 所以S₄测站也是合适的倾废点。以上关于倾废点的评述, 只是从潮流状况之见, 仅供有关部门参考。

二、余 流

由实测海流资料, 计算了各测站24 h 平均流速, 即为余流。它包括两部分: 一部分是由风、密度场等动力因素引起的常流; 另一部分则是由摩擦、地形等因素的作用而引起的潮余流^[3]。计算结果列于表4。

S₁站各层的余流流速几乎都较其他测站大, 并随深度增加依次减小。各层流向基本一致, 都指向金塘水道中央和北仑港方向。余流虽较潮流小, 但具有长距离的输运作用。因而仅从余流角度考虑, S₁测站作为倾废点不合适。S₂站的底层余流流速比中层大; 表、中两层流向都为ENE向, 底层NNE向, 对排放倾入物较为理想。S₃站的余流流速底层较中层略大, 表、中两层流向基本一致, 为S向, 底层为ENE向, 可以接受

各种废弃物,而不会影响到定海港港内和它的主航道。 S_4 站随深度的增加余流流速逐渐减小,流向为ESE向,也是合适的倾废点。

三、结 语

综上所述,可得如下结论:

- 1.各测站的潮流类型有正规半日潮流、非正规半日潮流和非正规全日潮流之别。流速流向的时、空分布亦各不相同,但各站的潮流椭圆率都较小,均呈往复流运动形式。
- 2.各站余流的时、空分布比较复杂,相同之处在于余流流速都较大。
- 3.调查期间,综合考虑调查海区潮流和余流的作用,除 S_1 站外,其余各测站均可作为倾废点。因都没有明显的江河冲淡水入海的影响,所以潮流和余流特征代表性较好。
- 4.本文对北仑港、定海港和沈家门港附近海域倾废点的评述仅就本调查海流资料而论,要下最后的结论,还需进行环境综合调查与分析。

参 考 文 献

- (1) 国家海洋局, 1975, 海洋调查规范, 第一分册, 海洋水文要素观测, 109~133.
- (2) 方国洪等, 1986, 潮汐和潮流的分析和预报, 海洋出版社, 183~191.
- (3) 陈宗儒, 1980, 潮汐学, 科学出版社, 249~253.
- (4) 林斌群等, 1990, 三江口海域的潮流余流分析, 海洋通报, 9, 4, 5~8.

ANALYSIS OF TIDAL AND RESIDUAL CURRENT NEAR BEILUN, DINGHAI AND SHENJIAMEN HARBOURS

Lin Binqun and Jiang Zaishou

(Ningbo Oceanographic Investigation Service, SOA, Ningbo)

ABSTRACT

Based on the data of observed current at stations at sea near Beilun, Dinghai and Shenjiamen three harbours, a primary analysis of the tidal and residual current has been carried out. The results show that the movement of tidal currents near each harbour are all of the rectilinear current type, while the tidal currents are different from each other in property. In addition, it is found that the velocity of residual current at all the stations in winter is larger than the rest seasons.