

廉州湾潮余流特性的初步分析*

Preliminary Analysis of the Characteristics of the Tidal and Residual Currents in Lianzhou Bay

陈 波

Chen Bo

(广西海洋研究所 北海市南珠东路 536000)

(Guangxi Institute of Oceanography, East Nanzhu Road, Beihai, Guangxi, 536000)

摘要 根据近期的调查资料,计算廉州湾海区的潮余流,结果表明,廉州湾的潮流为不正规日潮,落潮流大于涨潮流,落潮流速 104 cm/s,涨潮流速 88 cm/s;余流以风海流为主导地位,海面在西南风的作用下,海水向湾内东北部流动,海面在东风和东南风的作用下,海水向西流动,余流最大流速仅为 29.3 cm/s

关键词 潮余流 特征 廉州湾

Abstract Based on the recent investigation, the data of the tidal current and residual current in sea area of Lianzhou bay were calculated. The results show that the tidal current is irregular diurnal current, and the ebb current velocity, 104 cm/s, is greater than the flood current velocity, 88 cm/s. Wind current is the main one in the residual current. Under the control of the Southwest wind, Sea water flows to the northeast in the bay. And it flows westward on the results of the east and southeast wind. The maximum velocity of residual current is only 29.3 cm/s.

Key words tidal-residual current, characteristics, Lianzhou bay

廉州湾位于广西沿岸的中部。总面积约为 237 km²,平均水深 5 m,最大水深 10 m 湾内东北向为陆岸所围,西南向为开阔的北部湾,近似于半圆形。海湾内有河流、浅滩、三角洲和港口等,水动力较为复杂。本文基于近期的调查资料,通过计算,对廉州湾海区的潮流和余流特性进行初步分析,以期了解基本分布状况和变化规律,为广西沿岸潮余流研究和北海港的维护提供参考。

1 资料来源及计算方法

根据 1993 年 7 月 21 日至 24 日大潮期间及 1993 年 7 月 9 日至 10 日中潮期间的 6 个站周日潮流观测资料以及有关历史资料进行计算的。站位分布如图 1 所示。计算方法分别根据下列公式进行。

1.1 潮流的准调和分分析

对测区内各站各层的周日测流资料按差比法进行调和分分析,依据所得的北、东分量的潮流调和常数

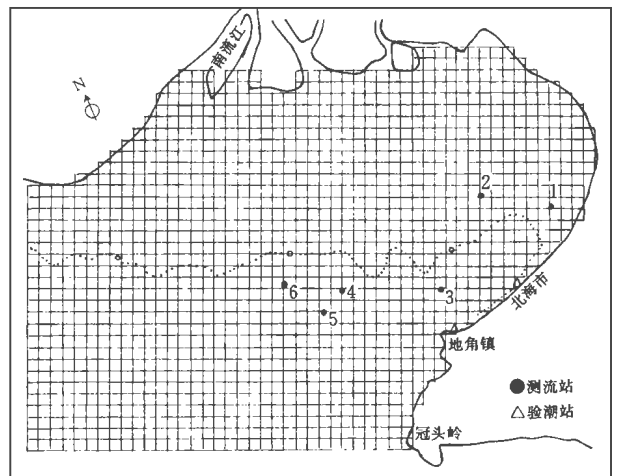


图 1 测流站位图

Fig. 1 Observed current chart

计算各站各层的潮流椭圆要素及测流日的余流
潮流北分量 (U_t) 东分量 (V_t) 表达式为

$$U_t = U_0 + \sum_c D_c U_c \cos(\epsilon_t - d_c - Y)$$

1996-07-0 收稿

* 广西留学回国人员基金资助项目 (桂科回 9661009)

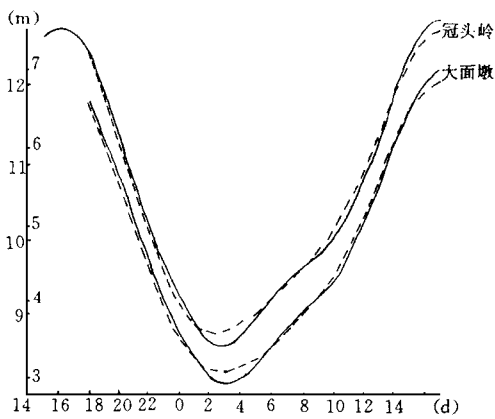


图2 潮位曲线图
Fig. 2 Tidal curve

$$V_t = V_o + \sum_c D_c V_c \cos(\epsilon t - d_c - Z) \quad (1)$$

式中 C 表示 O 、 K 、 M_3 、 S_3 、 MS_4 六个分潮； U 、 V_o 为潮流日的余流； D 、 d 为天文变量； U 、 Y 为北分量的调和常数； V 、 Z 为东分量的调和常数。

北分量的表达式可以写为

$$U_t = U_o + \sum_{n=1,2,4} F_n \cos[15nt' - (f_n - 15nt_b)] \quad (2)$$

东分量 V_t 的表达式类同

$$F_n = (X_n^2 + Y_n^2)^{1/2} \quad (3)$$

$$f_n = \text{tg}^{-1} Y_n / X_n + 15nt_b$$

式中以北分量为例

$$X_n = X_n^* + \sum_{c,m} [W_x D_c U_c^* \cos(d_c + Y - 15mt_b) + X_x D_c U_c^* \sin(d_c + Y - 15mt_b)]$$

$$Y_n = Y_n^* + \sum_{c,m} [W_y D_c U_c^* \cos(d_c + Y - 15mt_b) + X_y D_c U_c^* \sin(d_c + Y - 15mt_b)] \quad (4)$$

X_n^* 、 Y_n^* 为 X_n 、 Y_n 的近似值， U_c^* 、 Y 为调和常数的一级近似值。依实际资料计算 X_n^* 、 Y_n^* 、 X_n 、 Y_n 后，依 (3) 式计算 F_n 、 f_n 再引进北海站一年潮汐资料计算的差比数，最终得到北、东分量 O 、 K 、 M_3 、 S_3 、 M_4 、 MS_4 分潮的调和常数。

1.2 余流计算方法

实测资料分析的余流中包括有潮汐余流、长周期流、风海流以及其它因素形成的非周期性的流动，其计算公式：

$$U = U_o^* \sum_c [X_x D_c U_c \cos(d_c + Y_c - 15mt_b) + X_x D_c U_c \sin(d_c + Y_c - 15mt_b)]$$

$$V_o = V_o^* + \sum_c X_x D_c V_c \cos(d_c + Z_c - 15mt_b) + \sum_c X_y D_c V_c \sin(d_c + Z_c - 15mt_b) \quad (5)$$

式中 U_o^* 、 V_o^* 为余流北、东分量的近似值， U 、 Y 、 V 、 Z 为潮流调和常数。

经计算分别绘制了 1~6 号站图 3~图 8 实测流向、流速曲线图。

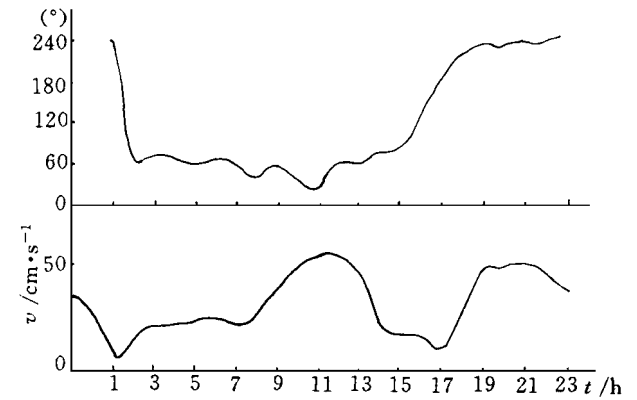


图3 1号站实测流向、流速曲线图

Fig. 3 Current curve about direction and velocity by observation at station 1

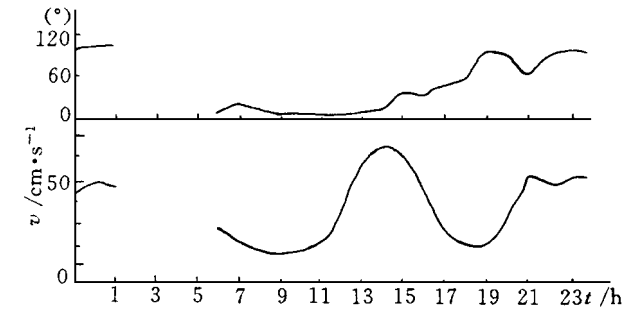


图4 2号站实测流向、流速曲线图

Fig. 4 Current curve about direction and velocity by observation at station 2

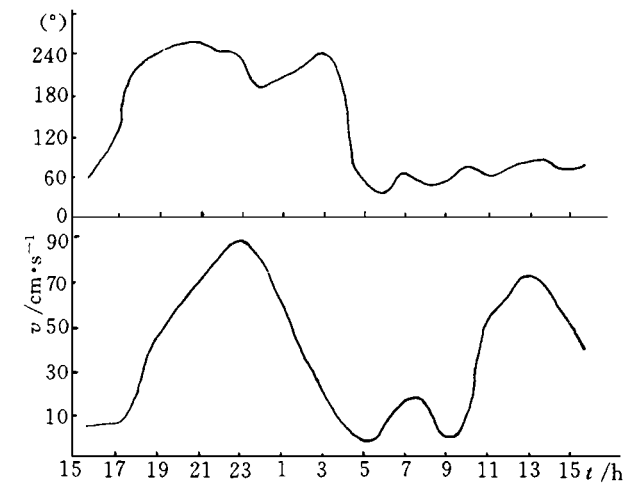


图5 3号站实测流向、流速曲线图

Fig. 5 Current curve about direction and velocity by observation at station 3

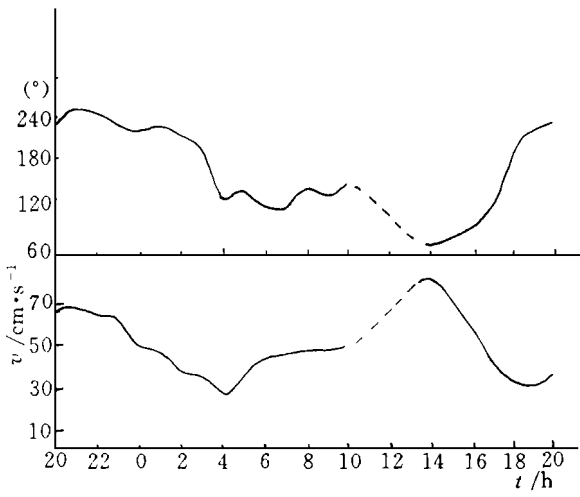


图 6 4号站实测流向、流速曲线图

Fig. 6 Current curve about direction and velocity by observation at station 4

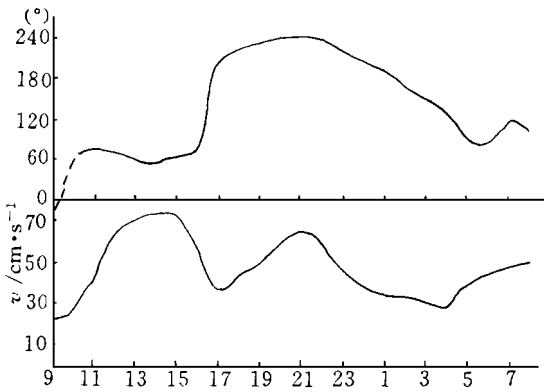


图 7 5号站实测流向、流速曲线图

Fig. 7 Current curve about direction and velocity by observation at station 5

2 结果与分析

2.1 潮流分布概况

2.1.1 最大涨 落潮流

由表 1 及表 2 得出, 廉州湾为正规日潮性质, 大潮至中潮期间, 一个太阴日内只有一个高潮和一个低潮, 对应的潮流也是在一个太阴日内只有一次最大涨潮流, 一次最大落潮流。从表 1 及表 2 列出的各站层最大涨、落潮流可以看出, 廉州湾东部海区最大涨潮流向一般为东北向, 最大涨潮流速出现在高潮前 4 h 左右, 各站的流速不同, 在这次测流期间, 大潮的实测最大涨潮流速以 3 号站最大, 为 104 cm/s, 1 号站最小, 为 54 cm/s 中潮期间仍以 3 号站最大, 最大涨潮流速为 60 cm/s, 最大落潮流速为 78 cm/s

根据大、中潮两次潮流的资料来看, 去掉风的影响, 可以认为廉州湾的落潮流大于涨潮流, 这与潮汐的落潮时间短, 涨潮时间长的现象相对应。

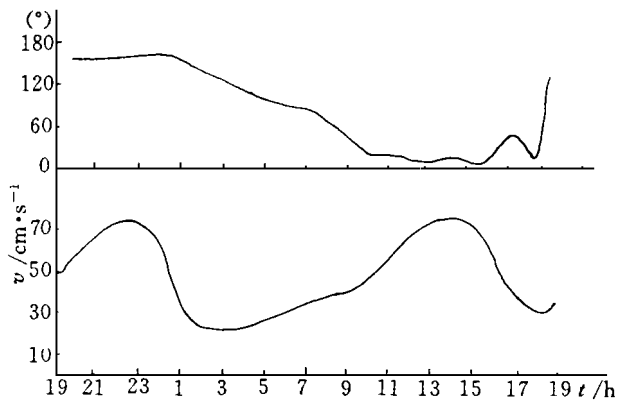


图 8 6号站实测流向、流速曲线图

Fig. 8 Current curve about direction and velocity by observation at station 6

表 1 大潮期间实测最大涨、落潮流向、流速

Table 1 The maximum flood and ebb tidal current during the big tide by observation

站号 Position	层 Layer	涨潮流 Flood current			落潮流 Ebb current		
		时间 Time (h)	流向 Direction (°)	流速 Velocity (cm/s)	时间 Time (h)	流向 Direction (°)	流速 Velocity (cm/s)
1	表 Surface layer	- 4	50	58	6	240	54
	中 Middle layer	- 5	33	46	6	218	32
2	表 Surface layer	- 3	38	68	5	60	54
	中 Middle layer	- 5	4	32	5	98	46
	底 Bottom layer	- 4	30	45	4	220	53
3	表 Surface layer	- 4	88	88	6	242	101
	0.2H	- 4	90	57	5	255	32
	0.4H	- 4	75	54	5	265	67
4	表 Surface layer	- 4	60	41	4	250	60
	中 Middle layer	- 4	30	45	4	220	53
5	表 Surface layer	- 4	58	32	4	252	63
	中 Middle layer	- 4	75	78	4	246	75
6	表 Surface layer	- 4	60	76	4	234	66
	表 Surface layer	- 4	78	75	6	216	74

表2 中潮期间实测最大涨、落潮流向、流速

Table 2 The maximum flood and ebb tidal currents during the middle tide by observation

站号 Position	层 Layer	涨潮流 Flood current		落潮流 Ebb current	
		流向 Direction (°)	流速 Velocity (cm/s)	流向 Direction (°)	流速 Velocity (cm/s)
1	表 Surface layer	28	24	202	40
2	表 Surface layer	24	36	214	54
	中 Middle layer	22	32		
3	表 Surface layer	98	52	228	78
	0.2H	80	58	218	60
	0.4H	72	60	238	50
	0.6H	36	42	254	36
	底 Bottom layer	72	42	258	26
4	表 Surface layer	48	48	228	56
	中 Middle layer	56	40	230	38
5	表 Surface layer	44	44	252	46
	中 Middle layer	48	38	260	38
	底 Bottom layer	54	36	224	26
6	表 Surface layer	336	38	264	68
	0.2H	10	32	256	36
	0.6H	250	28	212	26

表3 O₁、M₂分潮流椭圆要素

Table 3 The ellipse element about O₁ and M₂ componed tidal current

站号 Position	层 Layer	O ₁					M ₂				
		θ (°)	W (cm/s)	W (cm/s)	t (h)	K	θ (°)	W (cm/s)	W (cm/s)	t (h)	K
1	表 Surface layer	228.4	21.1	0.3	9.8	-0.16	64.6	13.9	4.2	3.9	-0.302
	中 Middle layer	217.3	15.4	2.4	9.8	0.155	33.2	8.2	1.9	3.8	-0.230
3	表 Surface layer	239.6	36.0	0.3	10.2	-0.10	87.1	23.3	13.7	3.2	0.588
	0.2H	257.7	28.7	0.8	9.4	0.026	94.8	20.4	0.6	3.5	0.029
	0.4H	242.7	23.2	1.0	8.2	0.044	65.1	19.0	4.3	3.5	0.227
	0.6H	253.6	24.2	1.3	8.8	0.053	79.8	22.8	3.2	3.6	0.142
	底 Bottom layer	228.3	18.1	1.4	7.8	0.080	53.4	13.5	0.6	2.9	-0.005
4	表 Surface layer	254.1	29.8	5.1	10.0	0.170	51.4	25.5	3.0	3.7	-0.119
	中 Middle layer	253.5	14.7	1.8	10.0	-0.122	61.6	33.9	0.2	4.6	-0.007
5	表 Surface layer	228.2	24.4	3.0	9.1	0.123	64.1	25.3	6.5	2.8	-0.256
6	表 Surface layer	237.1	29.7	0.7	11.0	0.023	42.0	20.0	4.6	3.3	-0.230

2.1.2 大、中、小潮的潮流

以实测潮位及潮汐预报表预报潮位得到月份北海站大、中、小潮潮差的比值为 1: 0.63: 0.17, 而 6 个站中潮与大潮的流速之比为 0.57~ 0.73 之间, 说明大、中潮的潮流流速之比大体上符合潮差之比。该海区小潮期间, 在一个太阴日之内有二个高潮和二个低潮, 潮流的平均周期为 12 h 25 min, 因而虽然小潮的潮差只有大潮潮差的 17%, 但是小潮潮流的量值应大于这个比值

2.1.3 潮流性质

根据《港工规范》中的公式计算可以得出, 廉州湾潮流性质比值一般在 2.30~ 3.60 之间, 为不正规日潮流性质。而该湾的潮汐为正规日潮性质

2.1.4 潮流椭圆要素

依据《海洋调查规范》计算潮流椭圆要素, 包括最大流速 W (长半轴)、最小流速 W (短半轴)、椭圆旋转率 K、最大潮流发生的时间 t、最大潮流方向 θ

计算表明, 该海区的潮流为不正规日潮流性质, 而且日分潮中 O₁ 分潮大于 K₁ 分潮。表 3 列出了各站层 O₁ 及 M₂ 分潮的潮流椭圆要素。2 号站位于滩涂之内, 低潮时缺测, 未计算椭圆要素

5 个站 O₁ 分潮表层的最大流速方向为 228° 至 254° 之间, 表现为东北-西南向。M₂ 表层的最大流速方向为 42° 至 87°。O₁ 分潮的长半轴 (平均最大流速) 以 3 号站最大, 为 36.0 cm/s, 1 号站最小, 为 21.1 cm/s。流速随深度的增大衰减很快, 3 号站表明, 中层的长半轴只有表层量值的 0.64 倍。短半轴很小, 表明该海区

(下转第 37 页 Continue on page 37)

球状增强灶,其密度与同层主动脉密度一致;仅有7%的肝癌病灶出现大结节样强化;有93%的肝癌表现为线状、弥漫不均匀强化;而只有19%的肝血管瘤有类似改变。上述表现经统计学分析差异均有显著性。

4 结论

可以认为在一过性非延迟增强扫描中,病灶周边结节状或小球状增强灶,其密度与同层主动脉密度一致是诊断肝血管瘤的一个可靠征象;而病灶线状、弥漫不均匀强化则是肝癌诊断的较可靠依据。

参考文献

1 Quinn S F, Benjamin G G. Hepatic cavernous hemangioma: simple diagnostic sign with dynamic bolus CT.

Radiology, 1992, 182: 545-548.

2 Leslie D F, Johnson C D, Johnson C M et al. Distinction between cavernous hemangioma of the liver and hepatic metastases on CT: value of contrast enhancement patterns. AJR, 1995, 164: 625-629.

3 Honda H, Ochiai K, Adachi E et al. Hepatocellular carcinoma: correlation of CT, angiography, and histopathologic findings. Radiology, 1993, 189: 857-860.

4 Choi B I, Takayasu K, Hann M C. Small hepatocellular carcinoma and associated nodular lesions of the liver: pathology, pathogenesis and imaging finding. AJR, 1993, 160: 1177-1187.

5 Matsui O, Kadoya M, Kameyama T et al. Benign and malignant nodules in cirrhotic liver: distinction based on blood supply. Radiology, 1991, 178: 493-498.

本刊编辑部按:肝CT增强扫描和延迟扫描二者不可偏废,不能为节省时间简化不做延迟扫描,否则对病人不利。]

(责任编辑:蒋汉明 邓大玉)

(上接第21页 Continue from page 21)

的潮流为来复流变化形式

2.2 余流分布概况

由于余流受气象因素的影响很大,因此不同日期所测的余流值也不相同。

1993年7月2日至3日(大潮)主要是西南风向,平均风向为 208° ,平均风速为 4.4 cm/s ,余流最大值位于4号站为 26.9 cm/s 。1993年7月9日至10日(中潮),平均风向为 117° ,平均风速为 4.1 cm/s ,余流最大值位于6号站为 29.3 cm/s 。在该月的大潮期间,在西南风的作用下,廉州湾东部海域的西部(4、5、6站),海水向东南流动,靠北海附近海域(3号站)海水沿岸线向西南流动,流出廉州湾后,必将在西南风的作用下向东部海域流去。在该月的中潮期间,在东风作用下,海水向西南及西方流动。可以认为廉州湾的余流主要是由风海流组成的,它将因风向不同而不同。

3 结语

廉州湾的潮流为不正规日潮流性质。最大涨潮流流速出现在高潮前4h~6h,落潮流大于涨潮流,这与本海区落潮时间短,而涨潮时间长的现象一致。测

流期间实测最大落潮流为 104 cm/s ,为西南向。实测最大涨潮流速为 88 cm/s 。

中潮期间6个站实测流速与大潮期间的流速比值为 $0.57\sim 0.73$ 之间,该两天的潮差之比为 0.63 。说明了潮流与潮差大体上成正比关系。小潮期间,其潮差与大潮潮差的比值很小,但是小潮与大潮的潮流比值应大于潮差的比值。

廉州湾的余流以风海流为主导地位,在西南风的作用下,海水向廉州湾的东北部流动,至湾底沿岸线返向西南流动,直到流出湾外,而在东风、东南风的作用下,海水大体上向西流动,因此不同日期所测的余流是不同的。

参考文献

1 方国洪,王仁树.台湾海峡潮汐和潮流的一个数值模型.海洋学报,1985,7(1):12-20.

2 陈波.广西沿岸潮流的分布特征.海洋与湖沼通报,1987,3.

3 陈波.广西沿岸海区余流特征的初步分析.海洋通报,1987,1.

4 李树华.北海港潮流数值计算.广西科学院学报,1988,2.

(责任编辑:邓大玉 蒋汉明)