

辽东湾近岸水域海流特征分析

刘恒魁

(国家海洋局海洋环境保护研究所,大连)

收稿日期: 1989年2月14日

关键词 M_2 潮流椭圆, 余流

提要 本文根据实测海流资料,对辽东湾近岸水域的海流特征作了初步分析。分析结果表明,本区属于非正规浅海半日潮流区;长兴岛和辽河口近岸水域的海流较强,流速可达 1kn 以上。该湾潮流呈东南~西北向往复性流动。春季余流有按顺时针方向流动趋势。

本文主要根据 1983 年实测海流资料,参考 1958 年海洋普查等成果,对辽东湾近岸水域海流的基本特征作了初步探讨,以期给出流场实况,供有关部门参考。

I. 资料来源及处理方法

本次海流调查共布设 15 个测站(图 1),浅水区的测站水深在 5m 左右,深水区的测站水深在 15m 左右。春、夏季(5, 8 月)利用两条船进行准同步周日连续观测。将所获得的实测资料,按准调和分潮原理,求出 M_2, S_2, K_1, O_1, M_4 和 MS_4 等 6 个准调和分潮的调和常数。相应以上 6 个分潮分别推算了椭圆要素。与此同时,分离出潮流后求得余流。上述推算均在电子计算机上实现。另外,考虑到在观测期间气象条件不一,航线较长,一些较小的分潮流很容易被假象所掩盖,故下文对上述几个分潮流仅重点讨论 M_2 优势分潮流的情况,对余流变化规律的探讨略有侧重。

II. 潮流

II. 1. 潮流性质

辽东湾近岸水域的潮流以半日分潮流为

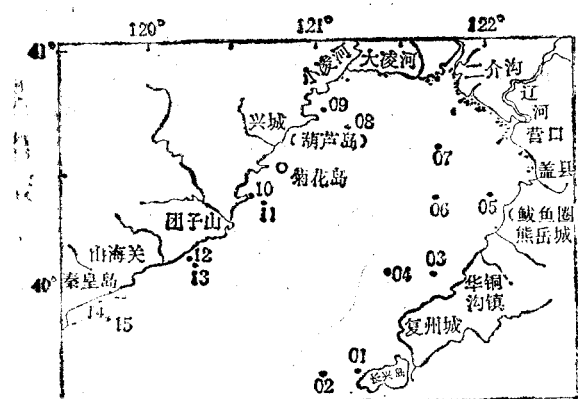


图 1 辽东湾近岸水域海流测站示意图

Fig. 1 Location of the current station near the coastal water area in Liaodong Bay

主,在半日分潮流中又以 M_2 分潮流占绝对优势。按潮流性质判断标准计算出了各测站 $(W_{K_1} + W_{O_1})/W_{M_2}$ 值。由表 1 可见,除个别测站其比值略大于 0.5 外,大多数测站均小于 0.5,且表、底层比值大体相似。由此可知,本区沿岸较大一个范围内属于正规半日潮流性质。鉴于本区水深多在 15m 以浅,随着水深变浅,浅水分潮势必加强,通常在浅海及河口区以 W_{M_4}/W_{M_2} 值作为浅海分潮效应的表征值。表 1 中 W_{M_4}/W_{M_2} 值的分布表明,各测站浅水分潮相当

表 1. 潮流性质统计表

Tab. 1 The statistics of tidal current

站号		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
$W_{K_1} + W_{O_1}$	表层	0.35	0.80	0.45	0.49	0.28	0.45	0.45	0.52	0.13	0.41	0.29	0.30	0.51	0.43	0.36
	底层	0.27	0.78	0.64	0.50	0.29	0.44	0.27	0.50		0.31	0.32	0.28	0.41	0.23	0.39
$\frac{W_{M_2}}{W_{M_4}}$	表层	0.14		0.26		0.08		0.15		0.24	0.23	0.27	0.13		0.22	0.08
	底层	0.06		0.14		0.08		0.05			0.07	0.06	0.09		0.10	0.08

表 2 M_2 分潮流椭圆要素统计表

Tab. 2 Statistics of M_2 tidal current factor

层次	站号	M_2 分潮流椭圆要素				
		W_{max}	W_{min}	K	H	τ
表	01	55.38	1.49	0.03	34	0.41
	02	59.63	4.60	-0.08	14	1.60
	03	8.83	7.29	-0.83	248	3.82
	04	48.88	0.38	-0.01	39	1.70
	05	34.10	0.08	0.00	36	1.20
	06	42.48	2.75	-0.06	52	2.00
	07	46.97	1.46	0.03	50	1.62
	08	43.82	2.18	0.05	36	1.96
	09	39.72	8.09	0.20	5	1.71
	10	37.30	5.07	0.14	26	1.05
	11	46.66	0.35	-0.01	20	1.94
	12	33.48	0.92	0.03	65	0.33
	13	37.56	9.56	-0.25	48	2.26
	14	17.34	0.33	-0.02	71	1.72
	15	24.82	0.54	-0.02	18	2.45
底	01	48.19	5.19	0.11	40	0.14
	02	49.68	5.15	0.10	17	1.01
	03	12.46	3.63	-0.20	245	4.04
	04	48.81	6.12	0.13	40	1.17
	05	32.92	0.99	-0.03	38	1.07
	06	46.72	3.81	0.08	43	1.63
	07	44.16	9.38	0.21	52	1.41
	08	37.02	7.29	0.20	31	1.76
	09					
	10	40.42	6.06	0.15	26	1.17
	11	40.58	9.21	0.23	39	4.29
	12	35.83	0.52	-0.01	68	0.30
	13	34.99	3.08	-0.09	62	1.51
	14	22.30	0.28	-0.01	74	1.57
	15	23.52	0.63	0.03	63	1.88

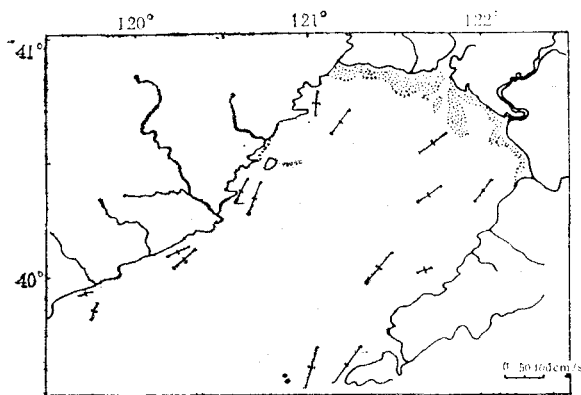


图 2 表层 M_2 分潮流椭圆分布图

Fig. 2 Ellipse distribution of M_2 surface tidal current

可观, 其比值皆大于 0.05, 部分水域可达 0.25 左右, 并且随着水深变浅其比值变大, 即浅水分潮流越明显。另外, 表层比值普遍大于底层, 从而说明表层浅水分潮流比底层大。由此看来, 本调查水域属于非正规浅海半日潮流区。

II.2. 潮流运动形式

由于本调查海区半日分潮流在整个潮流中占支配地位, 故可以用 M_2 分潮流的椭圆长短轴之比 k 值来区分其潮流运动状况。如图 2, 表 2 所示, 各测站 k 值较小, 一般在 0.03 左右, 辽河口外 k 值最小 (0.0)。潮波受当地岛屿及不同岸形甚至大的径流或纵横交错的水道影响, 左、右旋转方式齐备, 但旋转性较弱。而 M_2 分潮流明显呈东南~西北向往复性运动, 其椭圆长轴(最大流速)的长度向湾顶逐渐增加。

II.3. 涨、落潮流流速及历时

调查区域存在每日两次涨、落潮流流速及

历时不等现象。如表 3 所示, 由于自然地理环

表3 涨、落潮流流速及历时统计表
Tab. 3 Statistics of flood and ebb current velocities in spring and summer

量值 名称	站号							
	01	03	05	07	10	11	12	15
V _涨	57	26	21	55	27	49	15	19
V _落	64	25	32	45	33	44	16	22
最大 V _涨	82	40	31	95	31	78	28	34
最大 V _落	94	40	55	71	50	64	26	38
T _涨	5:36	4:18	5:54	6:00	6:00	6:42	6:30	6:24
T _落	7:12	8:06	6:30	6:48	6:12	6:10	6:12	6:20

注: 流速 V(cm/s), 历时 T(h, min)

境不同,造成某些测站实测涨、落潮最大流速相差 20cm/s 左右,历时相差 4h 之多。一般平均落潮历时普遍大于涨潮历时,多数测站落潮流速略大于涨潮流速。潮流流速随深度的变化较为明显,表层流速普遍大于底层。由于海底摩擦阻力影响,转流时间的变化,一般为底层先转,然后逐次往上转流。同样,最大流速发生时间通常是底层早、表层迟。各测站诸层次 M₂ 分潮流最大流速出现时间几乎都符合上述规律。

III. 余流

辽东湾近岸水域余流与潮流相比较小,故常被人们忽视,而对余流研究较少。其实余流具有单向流动特征,掌握其变化规律,对于了解河口和海岸水域的泥沙输运,滩地冲淤,预测环境质量状况以及确定海岸工程的设施均具有实用价值。造成本区余流的主要因素是:(1)注入辽东湾的河流径流量每年平均 $120 \times 10^8 \text{m}^3$ 左右,流量的多年变化、季节变化相当显著,因此径流的作用会有一定的影响;(2)本区的季风方向变化很大,全年以东南风与西北风互相交替为主,夏季盛行东南风,冬季盛行西北风。这种季风对表层海水流动也起到一定作用;(3)潮波进入该湾发生变形,产生较大的浅水分潮,从而引起潮余流;(4)由于外海海水的入侵,在本区形成密度自湾口向湾顶递减的趋势,密度分布不均匀也会引起相应的流动,同时还受

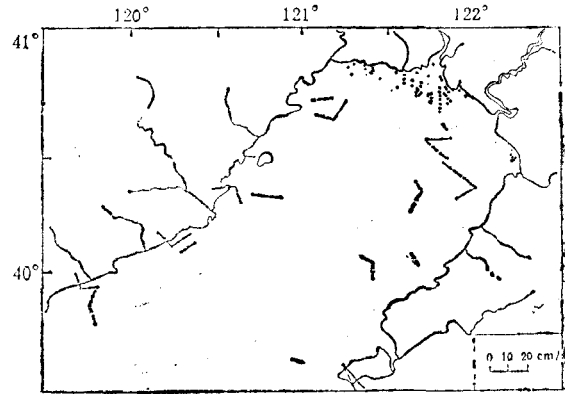


图3 表层余流分布图

(→春季余流;---→夏季余流)

Fig. 3 Distribution of the surface residual current in spring and summer

到黄海暖流余脉趋向该湾的一个分支影响。

由图3,表4可见,春季,在该湾调查区域的余流,有按顺时针方向流动趋势,表层比底层明显。沿东岸水域的表层余流流速为 5~32cm/s,流向多为西北或北偏西向。最大流速出现在长兴岛近岸 01 号站。各测站底层流速为 4~18cm/s,流向相对紊乱。沿西岸水域表层余流流速为 6~23cm/s,有顺岸线向东北方向流动之势,最大流速见于菊花岛西南 09 号站。

上述流场概况表明,春季辽东湾近岸水域的余流,开始沿西岸水域北上,在湾顶处加入辽河径流,该径流助长余流沿东岸水域南下。此流动趋势与 1958 年海洋普查报告中提出的环流模型较为相似。由此可以推断,调查区域的余流似乎也受到黄海暖流余脉分支所形成的环流的影响。当然该环流流经之处,余流方向、速度不尽相同,这是由于各测站余流受风、水深、地形、径流等影响程度不同的必然结果。

夏季,由于各测站余流分布错综复杂,需按浅水区(水深 5m 左右)和深水区(水深 15m 左右)分别详述。沿东岸浅水区表层余流为 9~33cm/s,流向多为西北向。底层余流介于 7~13cm/s 之间,流向北西北或北偏东。深水区表层余流为 2~17cm/s,底层余流均在 5cm/s 之

表 4 春、夏季各测站余流及合成风速风向表

Tab. 4 Residual current and resultant wind velocity of stations in spring and summer

层 次	站号	春季余流		夏季余流		水深 (m)	地 形	春 季		夏 季	
		流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)			合成风速 (m/s)	合成风向 (方位)	合成风速 (m/s)	合成风向 (方位)
表 层	01	31.7	138	33.4	149	8.0	长兴岛近岸	1.7	NW	1.1	NW
	02	5.4	288	1.6	130	29.0	长兴岛西侧			1.4	ENE
	03	12.5	306	6.8	328	5.0	复州湾近岸	5.2	SSW	2.5	ESE
	04	9.9	293	4.6	182	27.0	复州湾西北			4.0	NE
	05	7.6	239	25.1	311	5.0	鲅鱼圈西北	8.1	WSW	5.5	WSW
	06	3.1	336	17.0	206	16.0	鲅鱼圈西	6.8	SSW	3.3	NNE
	07	11.3	85	19.9	133	5.0	盖州滩南	3.9	SSE	2.0	SSW
	08	7.8	35	6.3	288	14.0	盖州滩西南	6.2	SSW	1.7	ESE
	09	1.6	19	10.4	84	6.0	锦州湾				
	10	8.8	165	15.1	264	5.0	菊花岛西南	3.2	SW	4.6	NE
	11	23.7	98	12.0	170	15.0	菊花岛西南	3.9	SSW	2.4	N
	12	9.8	55	9.4	330	5.0	团山子西南	8.3	SW	3.6	NE
	13	6.9	57	0.9	57	21.0	团山子东南	3.0	SSW		
	14	11.3	64	5.5	343	5.0	秦皇岛东北	5.2	WSW	2.4	NNE
	15	21.1	19	7.2	164	15.0	秦皇岛东侧	9.8	WSW	2.8	NNE
底 层	01	7.9	207	9.8	179	8.0	长兴岛近岸	1.7	NW	1.1	NW
	02	7.9	126	2.9	128	29.0	长兴岛西侧			1.4	ENE
	03	17.8	275	3.3	24	5.0	复州湾近岸	5.2	SSW	2.5	ESE
	04	2.0	116	4.1	33	27.0	复州湾西北			4.0	NE
	05	11.6	251	13.3	318	5.0	鲅鱼圈西北	8.1	WSW	5.5	WSW
	06	2.2	264	3.2	323	16.0	鲅鱼圈西	6.8	SSW	3.3	NNE
	07	4.7	90	6.2	115	5.0	盖州滩南	3.9	SSE	2.0	SSW
	08	4.9	174	4.5	149	14.0	盖州滩西南	6.2	SSW	1.7	ESE
	09					6.0	锦州湾				
	10	2.9	227	3.4	300	5.0	菊花岛西南	3.2	SW	4.6	NE
	11	5.7	302	1.5	311	15.0	菊花岛西南	3.9	SSW	2.4	N
	12	5.5	30	8.0	339	5.0	团山子西南	8.3	SW	3.6	NE
	13	1.4	97	2.0	315	21.0	团山子东南	3.0	SSW		
	14	4.0	33	3.5	38	5.0	秦皇岛东北	5.2	WSW	2.4	NNE
	15	7.3	340	2.1	324	15.0	秦皇岛东侧	9.8	WSW	2.8	NNE

内,表、底层余流流向多为东南和南偏西向。长兴岛附近 01 号站余流仍为该湾最强之处,此乃由于测站位于冲刷区域所致。沿西岸浅水区的表层余流为 5~15cm/s, 流向多为北偏西或西向,底层余流皆在 8cm/s 之内,与表层流向基本一致。深水区表层余流为 9~12cm/s, 流向多为东南向。底层余流很小,皆在 5cm/s 之内,多为西北向流动。沿西岸水域余流相对较弱,最大余流仅为 15cm/s, 见于菊花岛西南

10 号站。

夏季,调查区域的余流受影响因素较多。双台子河、大凌河河口区至西岸菊花岛东北沿岸的表层余流,主要受到径流和暖流余脉分支的共同影响,可由河口区盐度水舌的伸展范围反映出来(图 4)。其盐度量值由河口附近小于 30 到菊花岛东北的 32,由此向南直达湾口,外海传入的高温高盐水中暖流余脉分支的影响势必略显优势。当然在相应测流期间吹刮 5m/s 左

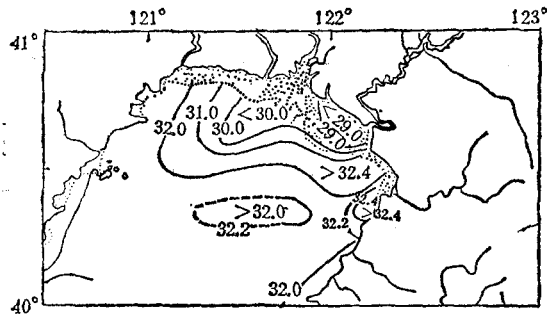


图 4 夏季表层盐度分布图

Fig. 4 Distribution of the surface salinity in summer

右的东北风,自然也有助于余流向南流动。再讨论下东岸盖州滩(辽河口外)至复州湾西南水域内的表层余流,主要受控于辽河径流,风、水深和海底地形等因素。由图 4 显而易见,辽河口东南又有一盐度水舌,该水舌由二介沟向南一直延伸至鲅鱼圈以西,盐度量值由小于 29 升至 32.2。可见径流波及范围较远。在该范围内深水区余流以径流作用为主,浅水区余流受风和地形效应较为明显。

IV. 结 语

综上所述,根据我们的调查和初步分析,对辽东湾近岸水域的海流分布特征可归纳出如下

几点:

IV. 1. 本调查水域基本上属于非正规浅海半日潮流区,潮流沿该湾东、西两侧岸线主要呈往复性运动形式,即涨潮流向湾内,落潮流向湾外。

IV. 2. 长兴岛和辽河口近岸水域实测最大涨、落潮流流速可达 1.5kn 左右。多数测站平均落潮流速和历时大于平均涨潮流速和历时。底层普遍较表层先转流,最大流速发生时间亦是底层较表层提前。

IV. 3. 春、夏季余流,均以长兴岛和辽河口表层余流流速较大,尤其近岸浅水区,由于水深变浅,海底摩擦和海岸限制,底层流速较表层倍减。另外近岸浅水区余流受季风影响较为明显,河口区余流夏季较春季受径流影响明显。

IV. 4. 春季,辽东湾近岸水域的余流,大致按顺时针方向流动,主要与黄海暖流余脉趋向该湾的分支影响及其风、地形效应有关。

应当指出,以上叙述的本区海流分布特征,只能代表观测期间、具体地点,特定气象条件下的实况,不同时间和地点的流况很可能不尽一致。

参 考 文 献

- [1] 管秉贤, 1957. 中国沿岸的表面海流与风的关系的初步研究. 海洋与湖沼 1(1): 95~122.

ANALYSIS OF CURRENT CHARACTERISTICS OF THE COASTAL SHALLOW WATER AREA IN LIAODONG BAY

Liu Hengkui

(Institute of marine environmental protection, SOA, Dalian)

Received: Feb. 14, 1989

Key Words: M₂ tidal current ellipse, Residual

Abstract

Primary analysis of the current characteristics of the coastal shallow water area in Liaodong bay was carried out by authors, which shows that this shallow water area belongs to the non-semidiurnal tidal current area. Tidal current is of a rectilinear character from southwest to northeast direction with a velocity larger than one knot near Changxing island and Liaohu estuary. The flow of the residual current is in clockwise direction.