

钦州湾潮流特征分析

邱绍芳¹ 侍茂崇² 陈波³

(1. 广西海洋研究所, 广西 北海 536000; 2. 青岛海洋大学, 山东 青岛 266003; 3. 广西科学院, 广西 南宁 530022)

摘 要: 根据 1994 年 5 月和 11~12 月两个航次的调查及近年有关海湾的海流观测资料, 分析了钦州湾的潮流特征, 观测资料来自分布于该海湾东中西三个航道及相关区域的 8 个测站。钦州湾涨落潮流特征: 落潮流速大于涨潮流速; 东部最大涨落潮流速小于西部; 夏季落潮流总是大于冬季; 龙门水道附近的流速最大, 而其余区域的流速相对较小。外湾(钦州湾)余流, 是气旋式环流: 水体东进而西出。从湾内来的泥沙和污染物质, 主要从西部进入外海; 中、东槽是主要“进水”通道, 外海低泥沙含量、少污染物质的清洁水从这里溯流而上。因此, 与西部相比, 东部盐度高, 水质清洁, 底质重金属含量少。

关键词: 钦州湾; 潮流; 余流; 特征

中图分类号: P731.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6392(2003)03-0009-06

1 概 述

钦州湾位于广西沿岸中段, 在 $21^{\circ} 33' 20'' \text{N}$ — $21^{\circ} 54' 30'' \text{N}$, $108^{\circ} 28' 20'' \text{E}$ — $108^{\circ} 45' 30'' \text{E}$ 之间。属于溺谷型海湾。该湾由内湾(茅尾海)和外湾(钦州湾)两部分构成。呈哑铃状, 中间狭窄, 两端开阔, 东、西、北三面为陆地环绕, 南面与北部湾相通。口门宽 29 km, 纵深 39 km, 总面积为 380 km^2 。湾内岛屿星罗棋布, 港汊众多, 海岸线曲折, 具有丰富的港口开发价值^[1](已有 3 个避风锚地、5 个主要码头), 滩涂资源 (2.84 hm^2) 和水产养殖资源(对虾、牡蛎、青蟹、泥蚶和鱼类)亦很丰富, 是广西海洋产业发展主要支柱区域之一。因此, 在海洋规划和开发中了解该海域水流动力学特征及其季节变化规律是至关重要的。

本文分析所使用的资料主要是 1994 年 5 月和 11—12 月两个航次的海洋调查结果, 同时, 也参考了近年在该湾环境调查中有关的海流观测资料。测流站位如图 1 所示。从图 1 中可以看出, 8 个测站基本控制龙门航道和钦州湾水域。图 2 是湾中部调查断面图, B_4 , B_5 站位于西

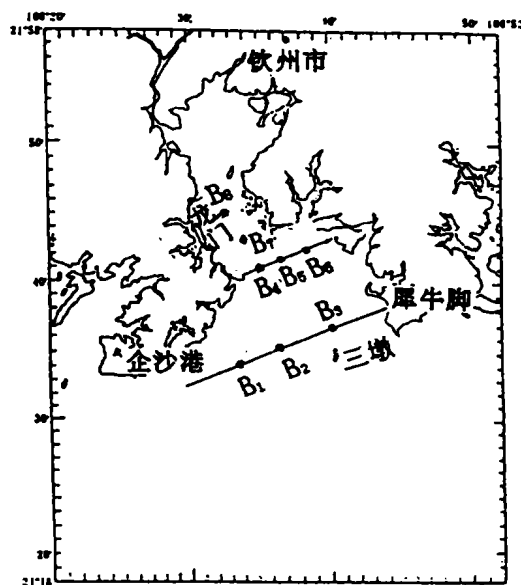


图 1 调查站位图

Fig.1 Investigation spots

收稿日期: 20020304; 收修改稿日期: 20020526

基金项目: 国家自然科学基金(批准号 40066001)、桂科配(合同编号 0135012)资助项目

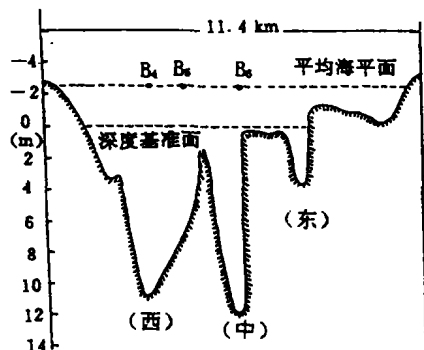


图2 青菜头断面海底地形示意图
Fig.2 Profile bottom relief in Qingcaitou

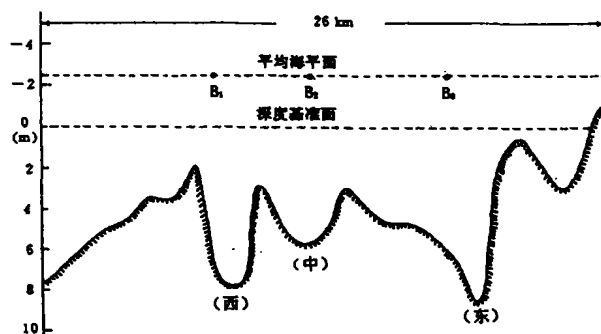


图3 湾口断面海底地形示意图
Fig.3 Profile bottom relief in the bay mouth

航道中,最深水深超过 10 m; B₆ 站位于中航道东缘,水深超过 12 m。由图 2 可见,这条断面是钦州湾最深海域。图 3 是湾口调查站位的断面图, B₁, B₂, B₃ 站分别位于西、中、东 3 个航道中,东航道最深,水深接近 9 m;西航道次之,水深 8 m;只有中航道最浅,水深约 6 m。B₇, B₈ 站在钦州湾内外湾之间龙门航道中,特别是 B₈ 站正位于狭窄的航道里,因此流速最大。

2 涨落潮流基本特征

1.1 涨落潮的往复式运动

湾内潮型系数之值在 2.3~3.6 之间,为不规则全日潮流。即半个月内有 10 d 以上时间,每天只出现一次涨、落潮流;只有在小潮期间才出现半日潮特征,一天出现两次涨潮流和两次落潮流。

受地理环境的限制,潮流运动以往复流为主,主要日分潮椭圆长轴方向与水道走向基本一致,潮流椭圆旋转率在 0.0~0.5 之间。在湾顶,呈 SE—NW 向,在湾口,呈 S—N 向。涨潮时主流为 N 向和 NW 向流,落潮时主流为 S 向和 SE 向流。一般情况下,在湾口为低潮位时开始涨潮,海水由南向北推进,在高潮前 4~6 h,涨潮流速最大;高潮后 4~6 h,落潮流速达到最大。

1.2 最大流速分布

表 1 给出 1994 年实测的钦州湾内外 8 个站点上最大流速、流向分布,由表中可以看出它们具有如下特征:

1.2.1 落潮流速大于涨潮流速

a) 夏季

夏季大潮期间, B₁~B₇ 站最大涨潮流速,在 40~55 cm/s 之间变化,而落潮流速,则在 54~82 cm/s 之间,落潮流速约是涨潮流速的 1.5 倍。B₈ 站是这个区域流速最强的,最大涨潮流速为 94.0 cm/s,最大落潮流速为 178.0 cm/s,落潮流速为涨潮流速的 1.9 倍。

夏季小潮期间, B₁~B₇ 站最大涨潮流速,在 29~53 cm/s 之间,而落潮流速在 39~70 cm/s 之间,落潮流速显著增大,约是涨潮流速的 1.6 倍。但 B₈ 站仍是这个区域流速最强的

站位, 最大涨潮流速为 87.0 cm/s, 最大落潮流速为 144.0 cm/s, 落潮流速是涨潮流速 1.7 倍。

表 1 钦州湾涨、落潮最大流速 (cm/s) 及流向 (°)

Tab.1 Maximum velocity (cm/s) and direction (°) of tidal current in the Qinzhou Bay

潮期			涨 潮								落 潮							
			B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈
大潮	5 月	流速	47	42	47	55	49	40	49	94	72	62	54	77	69	67	82	178
		流向	32	358	290	346	345	325	22	332	202	192	117	188	155	147	200	152
	11—12 月	流速	46	40						111	76	68						118
		流向	34	356						356	205	192						158
小潮	5 月	流速	38	32	29	53	48	40	43	87	68	56	39	70	67	53	69	144
		流向	21	2	284	5	340	328	352	327	200	192	102	179	155	159	192	151
	11—12 月	流速	45	41						77	47	39						115
		流向	30	345						339	211	182						162

*资料取自: 国家海洋局第一海洋研究所, 钦州湾及其邻近海域环境调查研究报告, 1995, 10

b) 冬季

冬季大潮期间, 由于观测站点太少, 我们无法作出详细比较, 从 3 个站点资料比较看出, 涨潮流速仍然小于落潮流速。最大涨、落潮流速均位于龙门水道附近的 B₈ 站, 最大涨潮流速为 111.0 cm/s, 最大落潮流速为 118.0 cm/s。冬季虽然落潮流速仍然大于涨潮流速, 但是两者之差已十分接近。其原因可能是与观测期间海面吹刮 4 级南风有关。

冬季小潮期间, 基本保持这一特征, 只有 B₂ 站最大落潮流速略小于涨潮流速。最大涨、落潮流速均位于龙门水道附近的 B₈ 站, 涨潮流速为 77.0 cm/s, 最大落潮流速为 115.0 cm/s。

1.2.2 东部最大涨落潮流速小于西部

在湾口断面上, 位于西部的 B₁ 站涨潮流速为 43 cm/s, 东部 B₃ 站为 38 cm/s, 前者是后者的 1.1 倍。但是落潮流速, B₁ 站为 70 cm/s, 而 B₃ 站仅为 47 cm/s, 两者相差 23 cm/s。同样在湾中间断面上, B₄ 站涨潮流速为 54 cm/s, B₆ 站为 40 cm/s, 两者相差 14 cm/s; 落潮流速, B₄ 站为 74 cm/s, 而 B₆ 站仅为 60 cm/s, B₄ 站是 B₆ 站的 1.2 倍。这表明强流速在西部, 西部水交换量明显多于东部。上面谈到的流速是大、小潮最大流速的平均值。

1.2.3 夏季落潮流总是大于冬季

以 B₈ 站为例, 无论大小潮, 夏季落潮流速总是大于冬季: 夏季大小潮平均落潮流速为 161 cm/s, 冬季大小潮平均落潮流速只有 117 cm/s, 两者相差 44 cm/s。而涨潮流速相差很小: 夏季大小潮平均涨潮流速为 91 cm/s, 冬季大小潮平均涨潮流速为 94 cm/s。夏季南风占优势, 反而逆风的落潮流速增强, 这只能用夏季沿岸径流增强来解释: 在茅尾海内有茅岭江和钦江注入, 其中茅岭江年径流量为 $15.97 \times 10^8 \text{ m}^3$, 钦江年径流量为 $11.69 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。5 月径流量显著增大, 已接近全年径流量的 1/10, 而 12 月份只有全年径流的 1/70 左右, 最大径流量出现在 6—9 四个月中。由此可见, 在 6—9 月中落潮流速还可能增大。

1.3 平均流速分布

表 2 中给出大小潮期间表、底层平均流速及涨落潮流历时。由表 2 中可以看出, 平均流速具有和最大流速相似的特征。

表 2 平均涨、落潮流速 (cm/s) 及涨落潮历时 (h)
Tab.2 Average velocity (cm/s) and time course of tidal current

		涨 潮								落 潮							
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈
大潮	表层	25	20	23	32	30	27	23	49	43	38	36	54	49	43	49	114
	底层				25			27	19				40			41	41
	历时	14.6	14.3	15.4	14.6	15.3	14.9	14.9	14.8	10.0	10.3	9.4	9.9	9.3	9.8	9.9	9.9
小潮	表层	24	20	9	25	26	17	20	51	29	22	12	32	33	21	33	82
	底层				22			23	24				25			26	27
	历时	5.6	5.5	6.1	5.7	6.1	5.6	5.7	5.6	6.8	6.9	6.4	6.8	6.3	6.8	6.9	6.9

*资料来源相同表 1

a) 龙门水道附近的流速为最大, 而其余区域的流速相对较小。无论是大潮期或是小潮期间, 平均涨、落潮时段的最大流速均位于龙门水道附近的 B₈ 号站: 大潮期间表层平均落潮流速为 114 cm/s, 小潮期间表层平均落潮流速为 82 cm/s; 底层流速显著减小, 与其他诸站相差不大。尤其大潮底层平均涨潮流速小于 B₄ 和 B₇ 站, 说明 B₈ 站平均流速在垂向结构上变化较显著的特征。

b) 比较钦州湾西水道、中水道、东水道的流速, 西水道为最大, 其次是中水道, 最小是东水道。表 3 中给出西侧和中东侧表层平均流速。

位于西水道的是 B₁, B₄, B₅, B₇, B₈ 测站, 位于中、东水道的是 B₂, B₃, B₆ 测站。由表 3 中可以看出, 大潮期间, 湾口西侧海域平均涨潮流速为 57.0 cm/s, 平均落潮流速为 95.6 cm/s; 湾口东侧海域平均涨潮流速为 43.0 cm/s, 平均落潮流速为 61.0 cm/s, 西侧海域的涨、落潮流速比东侧海域的涨、落潮流速分别大 14.0 cm/s 和 34.6 cm/s。小潮期间, 湾口西侧海域平均涨潮流速为 44.4 cm/s, 平均落潮流速为 83.6 cm/s; 湾口东侧海域平均涨潮流

表 3 钦州湾西、东侧海域涨、落潮流速比较
Tab.3 Comparison of tidal current between the eastern area and the western area in the Qinzhou Bay

潮期		海域西侧										海域东侧					
		涨潮 /cm.s ⁻¹					落潮 /cm.s ⁻¹					涨潮 /cm.s ⁻¹			落潮 /cm.s ⁻¹		
		B ₁	B ₄	B ₅	B ₇	B ₈	B ₁	B ₄	B ₅	B ₇	B ₈	B ₂	B ₃	B ₆	B ₂	B ₃	B ₆
大潮	量值	47	55	49	40	94	72	77	69	82	178	42	47	40	62	54	67
	平均			57.0					95.6			43.0			61.0		
小潮	量值	38	53	48	40	43	68	70	67	69	144	32	29	40	56	39	53
	平均			44.4					83.6			33.7			49.3		

速为 33.7 cm/s, 平均落潮流速为 49.3 cm/s, 西侧海域的涨、落潮流速比东侧海域的涨、落潮流速分别大 10.7 cm/s 和 34.3 cm/s。由此可见, 涨潮时东西两部相差较小, 落潮时相差显著增大。这种涨、落潮流速不对称性, 特别是落潮流速西东方向差别很大的原因, 主要是湾内的地理环境条件和科氏力作用所引起^[2]。钦州湾内主要有西、中、东三条水道, 用来分流上湾(茅尾海)海水的进出。主要深水区在湾的西部, 虽然最大水深略低于中航道, 但是航道最宽, 容纳水量最多。因此, 西航道是钦州湾主要水交换通道, 容易出现强流速。落潮时

受到科氏力作用,水体在西海岸集中、升高,更进一步强化落潮流速。

1.4 涨、落潮流历时的不等现象

根据表 2 实测资料统计结果看,钦州湾平均涨、落潮流历时存在明显不等现象。大潮期间,平均涨潮流历时为 14.85 h,平均落潮流历时为 9.81 h,涨潮流历时比落潮流历时平均长 5.04 h;小潮期间,平均涨潮流历时为 5.74 h,平均落潮流历时为 6.73 h,涨潮流历时比落潮流历时平均缩短 0.99 h,与大潮期涨落潮流历时规律正好相反。

潮位观测结果,也同样表明涨落潮历时不等的规律:例如, B₁, B₂ 号站同步水位测量表明,涨落潮历时基本是一致的:大潮期间,平均涨潮历时相应为 14.7 h 和 15.0 h,平均落潮历时相应为 10.1 h 和 9.8 h,平均涨落潮历时差,分别为 4.6 h 和 5.2 h;小潮期间,平均涨潮历时相应为 6.0 h 和 5.6 h,平均落潮历时相应为 6.4 h 和 6.8 h,平均涨落潮历时差,分别为 -0.4 h 和 -1.2 h。尽管两站涨落潮时略有不同,但是大潮期间涨落潮历时皆为 24.8 h;小潮期间涨落潮历时皆为 12.4 h。造成上述不等情况的原因,李树华等认为^[3],钦州湾水域大潮期间与 K₁, O₁ 分潮相应的日潮波起支配作用,其涨潮历时比落潮历时平均长约 5 h;小潮期间与 M₂ 分潮相应的半日潮波在起支配作用,其涨潮历时比落潮历时平均短 30 min 左右。此外,钦州湾海域实测涨、落潮平均历时不等的另一个原因是与表面流的运动有关。据 1994 年 5 月实测余流资料分析,大潮期间,在 B₃, B₅ 站的余流流向分别为 340° 和 63°,存在北向余流现象,北向余流的存在,自然会使上述两站的平均涨潮历时加长;同样,小潮期间平均涨落潮历时不等也正是由于不同测站存在不同方向的余流造成的。

3 余流的分布

表 4 给出夏季表层余流的流速和运动方向。由此可以看出它们具有如下特征:

a) 除狭窄水道内 B₅ 站余流速度较大外,其余诸站余流速度都很小;

b) 余流构成气旋式环流:东进而西出。

位于西部的 B₁, B₄ 站,余流方向向南,指向湾外;位于东部 B₃, B₆ 站,余流方向偏北,指向湾内。位于两个海湾中间狭窄处的 B₇, B₈ 站,受到湾内低盐水排出的影响,余流方向指向东南。由此表明,西槽是主要“排水”通道,湾内的泥沙和污染物质主要从这里进入外海;中、东槽是主要“进水”通道,外海低泥沙含量、少污染物质的清洁水从这里溯流而上^[4, 5]。这些特征对于了解钦州湾水质分布状况十分重要:根据“中国海湾志”资料, B₄, B₆ 站水质有明显不同(表 5)。由表 5 可以看出,东部盐度高,水质清洁,底质重金属含量少。

表 4 表层余流流速 (cm/s) 及其流向 (°)
Tab.4 Velocity (cm/s) and direction (°) of residual current in the surface sea level

站号	B ₁	B ₃	B ₄	B ₆	B ₇	B ₈
表层 流速	3.0	2.3	4.6	0.5	1.1	13.7
余流 流向	182	340	196	89	130	133

表 5 钦州湾中断面西、东部水质及底质重金属含量对比
Tab.5 Content of heavy metal in the water body and bottom sediments in the interface of the eastern and the western areas in the Qinzhou Bay

站号	盐度	NO ₃ -N /μg.L ⁻¹	Cu /μg.L ⁻¹	Pb /μg.L ⁻¹	石油 /mg.L ⁻¹	六六六 /μg.L ⁻¹
B ₄	25.65	21.0	1.6	6.8	0.35	0.040
B ₆	27.49	4.0	1.0	3.0	0.15	0.039

同样根据“中国海湾志”中钦州湾泥沙运移图看出,从内湾排出的泥沙主要通过西、中

航道进入外海。

4 结 论

a) 涨落潮流基本特征: 落潮流速大于涨潮流速; 东部最大涨落潮流速小于西部; 夏季落潮流总是大于冬季; 龙门水道附近的流速为最大, 而其余海域的流速相对较小。

b) 外湾(钦州湾)余流, 是气旋式环流: 水体东进而西出。湾内的泥沙和污染物质主要从西部进入外海; 中、东槽是主要“进水”通道, 外海低泥沙含量、少污染物质的清洁水从这里溯流而上。因此, 与西部相比, 东部盐度高、水质清洁、底质重金属含量少。

参考文献:

- [1] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志(第12分册)[M]. 北京: 海洋出版社. 1993.
- [2] 陈波. 广西沿岸潮流的分布特征[J]. 海洋湖沼通报, 1987, 3(3): 1-7.
- [3] 李树华. 钦州湾潮汐和潮流数值模拟[J]. 海洋通报, 1996, 5(4): 31-34.
- [4] 陈波. 广西沿岸海区余流特征的初步分析[J]. 海洋通报, 1987, 6(1): 11-13.
- [5] 陈波. 影响广西近岸余流的几个因素[J]. 南海海洋, 1985, 2(2): 15-18.

作者简介: 邱绍芳(1956—), 女, 大专, 工程师。主要从事海洋环境方面的研究工作。获得省、厅级科技进步成果奖励4项。发表论文15篇。

Analysis of Tidal Current Characteristics in Qinzhou Bay

QIU Shaofang¹, SHI Maochong², CHEN Bo

(1. Guangxi Institute Oceanography, Beihai 536000, Guangxi, China; 2. Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, Shangdong, China; 3. Guangxi Academy of Sciences, Nanning 530022, Guangxi, China)

Abstract: The information obtained from the two investigations of May and November to December 1994 and the observations from eight observatories located in the east, middle and west channels and relevant areas are used to analyze the characteristics of tidal currents in the Qinzhou Bay. The tidal current characteristics are as follows. The velocities of ebb tidal current are larger than flood current. The current velocities in the east part are lower than those in the west part. Ebb tidal current velocities in summer are always larger than those in winter. Current velocities in Longmen Channel is largest. Residual current circulation is a cyclonic circulation. The residual current in the east part gets into the bay, and goes out of the bay in the west part. The water coming from outside the bay in the east part is cleaner than that in the west. Compared with the water in the west, the water in the east has higher salinity, less pollutant matters and less heavy metals in the bottom mud.

Key words: Qinzhou Bay; tidal current; residual current; characteristics