

廉洲湾水流动力场对北海港域泥沙运移的影响*

Influence of Water Current Dynamic Field in Liangzhou Bay on Sediment Movements in Beihai Harbor Area

陈 波

Chen Bo

(广西海洋研究所 北海市长青东路 92号 536000)

(Guangxi Institute of Oceanology, 92 East Changqinglu, Beihai, Guangxi, 536000)

摘要 根据廉洲湾海洋动力场形成机制探讨了北海港域泥沙运移趋势。表明,廉洲湾潮流具有明显往复特点,落潮流大于涨潮流,有利于湾内冲刷深槽的形成,使北海港域保持相对稳定或微淤状态。但在深槽以北开阔海域,风浪作用加速南流江夏季冲淡水携沙向外运移,甚至波及港口一带,形成不断外移趋势。湾内工程开发不当会加快湾内泥沙淤积的速度。

关键词 水流动力场 泥沙运移 港湾

中图法分类号 p 736.212

Abstract The tidal current movement in Beihai Harbor area was analyzed based on the formation mechanism of water current dynamic field in Liangzhou Bay. The results showed that the tidal currents were obviously characterized on move back and forth in Liangzhou Bay and falling tidal currents were greater than rising ones, which was good for forming wash troughs and keeping the sediment relative stability in slight accumulation in Beihai Harbor area. But in the northern wide area of the troughs, the wind and wave actions accelerate the fresh water carrying sediment importing from Nanliujiang River in summer into sea and affect the Beihai Harbor area. The project development might speed up sediment accumulation in Liangzhou Bay.

Key words water current dynamic field, sediment movement, harbor

廉洲湾位于广西沿岸的中部,湾北有河口和浅滩,湾东有天然深槽等。广西北海港建于该湾的东南侧。近年来,随着大西南出海通道建设的加快,北海已经成为广西新的经济增长点。很显然,港口开发已列入“九五”重点发展计划,在原有设计能力 200万吨基础上,扩建到年吞吐量 600万吨,再建 2个万吨级深水泊位。为此,深槽泥沙淤积问题已经成为研究的热点,曾有不少专家学者对此十分关注,就北海港泥沙成因与影响因素等作了较为深入的研究^[1]。本文仅从廉洲湾水流动力场形成机制入手,探讨港域泥沙运移趋势,力求为港口维护提供参考。

1 廉洲湾水流动力场

廉洲湾水流运动受制于北部湾的潮波运动。北部湾的潮波主要是由南海的潮波传入,受湾内地理环境的影响,构成了一独立潮波系统。从等潮图上看,主要日分潮的等潮时线在北部湾内分布比较稀疏,几乎都是由湾口逐渐向湾北增大,等振幅线也是如此。但

当潮波传至湾北及其附近海域后,潮波传播速度变慢,同潮时线相对变密,说明潮波振幅和高潮到达时间的区域性差异逐渐变小,但这一变化仍然是受到北部湾的潮波主体所支配。

1.1 潮流场

根据北海潮位观测及 1993年 7月 2日~ 4日(大潮)和 7月 9日~ 10日(中潮)6个站(图 1)实测资料推算,廉洲湾为正规日潮性质,大潮至中潮期间,一个太阳日内只有一个高潮和一个低潮,对应的潮流在一个太阳日内只有 1次最大涨潮流和 1次最大落潮流。最大涨落流位于地角镇以外深槽处(3号站),涨速为 88 cm/s,落速为 101 cm/s(表 1)^[2]。潮流具有往复流的特性。初涨时水流自东南向西北,绕冠头岭岬角首先进入深槽下段,此时深槽上段主要是上一潮次时未及排出的水体,这个水体受涨潮流顶托和压逼,在地角镇西南向局部区域发生顺时针旋转。以后,进入深槽下段和西北部浅滩的涨潮水,方向逐渐向北偏转,在涨急时水流往东北,向深槽上段集中进入廉洲湾。涨憩后 1h~ 2h,水流即迅速向西南方向退去,形成了由北向南的流势。

再由数值模拟结果得出(国家海洋局第一海洋研

1998-10-09收稿。

* 广西留学回国人员基金资助项目(桂科回 9661009)。

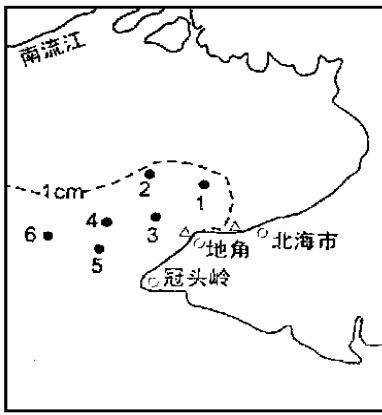


图1 测流站位图

Fig. 1 Observed spots

● 测流站 Current observed spots; △ 验潮站 Tidal observed spots; --- 等深线 Equal depth line

表1 廉州湾实测最大涨、落潮流向、流速

Table 1 Observed directions and velocities of maximum rising and falling tidal currents in Liangzhou Bay

站号	层次	涨潮流(大潮) Rising tidal current(greater tide)			落潮流(大潮) Falling tidal current(greater tide)		
		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	4	50	58	6	240	54
	中 Middle	5	33	46	6	218	32
2	表 Surface	3	38	68	5	60	54
	中 Middle	5	4	32	5	98	46
3	表 Surface	4	88	88	6	242	101
	中 Middle	4	60	41	4	250	60
	底 Bottom	4	30	45	4	220	53
4	表 Surface	4	58	82	4	252	68
	中 Middle	4	75	78	4	246	75
5	表 Surface	4	60	76	4	234	66
6	表 Surface	4	78	75	6	216	74

测量日期 Observation date 1993-07-02~ 1993-07-04.

究所. 廉州湾及其邻近海域环境调查研究报告. 1993), 廉州湾潮流在高、低潮附近开始转流. 强流区位于北海市地角镇以外的海域, 最大落潮流速 78 cm/s, 最大涨潮流速 55 cm/s, 潮流表现形式仍然为往复流, 这与实测结果较为吻合. 从图 2 显示的潮波模拟结果看, 在廉州湾海域, 日分潮波基本上是由东南向北, 转而向东北传播. 在整个湾内, M₁分潮波几乎同时到达. 从湾口至湾顶相差 6 min 左右. 而 M₂分潮波大致由南向北偏东向推进. 潮时的南、北差异虽大一些, 但从湾口至湾顶也只需 9 min 左右, 至于振幅差, 两分

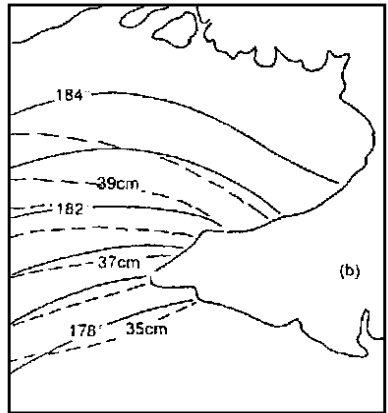
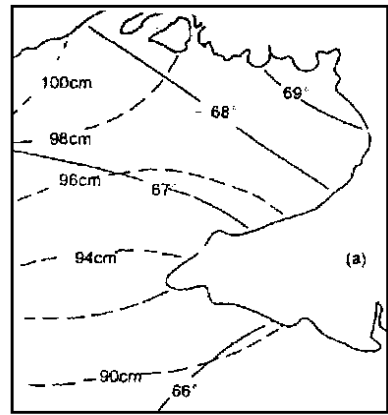


图2 廉州湾 M₁分潮(a)和 M₂分潮(b)等潮图

Fig. 2 The equal tide chart about M₁ component tidal (a) and M₂ component tidal (b) in Liangzhou Bay

——等潮时线 Equal tidal hour line; --- 等振幅线 Equal amplitude line.

潮皆为 5 cm 左右. 这说明廉州湾潮波与北部湾潮波相一致, 同样是日分潮占主导地位. 不同之处是北部湾潮波进入廉州湾后, 由于受地形的影响, 潮波在向湾内传播过程中, 水深变浅, 底摩擦阻力增大, 其传播方向及速度均发生相应的改变.

分潮流的分布表明 M₁分潮长轴方向(最大流方向)基本与潮波传播方向相一致. 在计算区南部, 长轴基本为南—北向, 进入湾内后, 则逐渐转为西南—东北向. 主航道区最大流的方向与航道走向基本一致. 在计算区的南部海域流速较大, 最大流速为 40 cm/s 左右. 就廉州湾而言, 湾口南端至冠头角附近海域, M₁分潮流速最大, 为 30 cm/s 左右. 进入湾内后, 流速渐减, 主航道区日分潮最大流速为 20 cm/s 左右. 湾的北部浅水区, 流速较小, 10 cm/s 左右.

M₁分潮流旋转方向几乎全是顺时针的, 表明廉州湾的潮流以往复流运动为主.

M₂分潮流与日分潮流有着相似分布规律. 不同的是 M₂分潮流速值比 M₁分潮流要小, 最大流速约为 20 cm/s. 主航道一带, 流速值大多为 15 cm/s 左右. M₂分潮流比日分潮流具有更强的往复流性质.

1.2 余流场

取大潮和中潮 6 个站周日连续观测资料,按差比法进行调和,计算结果见表 2

表 2 廉洲湾余流的流向和流速^[3]

Table 2 Direction and velocity of residual current in Liangzhou Bay

站号 Spot	层次 Layer	大潮 Greater tide (1993.07.02~04)		中潮 Middle tide (1993.07.09~10)	
		流向 Direction (°)	流速 Velocity (cm/s)	流向 Direction (°)	流速 Velocity (cm/s)
1	表 Surface	87.0	6.0	243.5	4.2
	中 Middle	43.9	5.0		
3	表 Surface	178.0	10.4	243.2	9.0
	中 Middle	219.6	5.2	77.7	13.9
	底 Bot tom	149.0	0.7	71.7	11.6
4	表 Surface	148.6	21.9	253.3	11.2
	中 Middle	172.5	26.9		
5	表 Surface	124.8	16.6	285.5	14.6
6	表 Surface	137.8	21.9	293.9	19.3
	中 Middle			320.6	16.7

廉洲湾余流受气象因素影响很大。廉州湾风向具有明显的季节变化,9月至翌年3月盛行偏北气流(东北季风),风向多为 N-NE;4月~8月盛行偏南气流(西南季风和东南季风),风向多为 SW-SEE 因此不同时期所测的余流值大小和方向均不相同。1999年7月2日~3日,观测期间海面吹西南风,平均风向 208°,平均风速为 4.4 cm/s,最大余流值出现在 6号站,为 21.9 cm/s,7月9日~10日,观测期间海面盛吹东南风,平均风向 117°,平均风速 4.1 cm/s,最大余流值同样出现在 6号站,但只有 19.3 cm/s 表显示,大潮期间在西南风的作用下,廉洲湾西部海域(4~6号站),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,流出廉洲湾后,在西南风的作用下向东部海域流去。中潮期间在东南风作用下,海水向西南及西向流动。大潮与中潮余流值相差不大,说明廉洲湾余流场形成和大小与风场密切相关。

2 北海港域泥沙运移趋势

2.1 深槽的形成与变化

廉洲湾的地形有利于涨潮水流在湾顶汇集,从而增强了落潮在南部海岸的流势,水流冲刷沿岸形成深槽。随着廉洲湾浅滩的发育以及南流江三角洲的不断向外推进,湾顶淤浅,纳潮量逐渐减少,落潮流势的流速减弱,从而导致冲刷槽淤缩。但这一变化过程是相当缓慢而又稳定地进行的。因在深槽中落淤的沉积物主要为细粉砂、淤泥和粘土等悬移质泥沙,在实测中悬移质含沙量很小,平均含沙量 0.035 g/L 左右,最大也只有 0.052 g/L,这大大低于南流江的悬移质含沙量(南流江常乐站年平均含沙量为 0.143 g/L)^[4]。

还需指出,由于深槽中潮流较强,水流中的悬移质泥沙能在深槽中落淤有限,大多数是输移过境,因此,深槽淤积变化是十分缓慢的。

2.2 港域沉积物分布与运移态势

廉洲湾现代泥沙来源主要是河流输沙,深槽东南边滩的泥沙是侵蚀海岸的产物。根据港域沉积物的分布(如图所示),在深槽中部主要沉积着砂质粘土,深槽以北的大浅滩,主要为细沙或中砂质细砂,深槽以南的地角及其东侧的沿岸沙坝(外沙)为中、粗砂,地角西南的水下沙坝和浅滩主要为细砂,但在水深 2 m~3 m 的浅滩边缘,有一砂沉积带。除此之外,匙更岭的西向有一中砂区,但面积不大,紧贴深槽附近。

廉洲湾泥沙运移主要与风浪、潮流和南流江冲淡水有关。

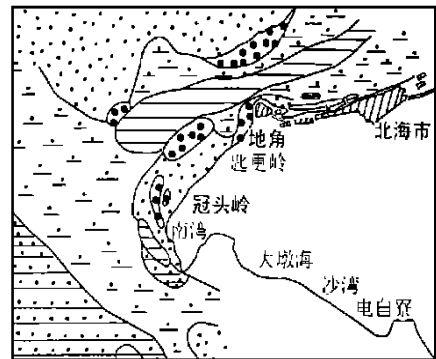


图 3 北海港沉积物类型图

Fig. 3 Sediment types in Beihai Harbor

中砂 Medium sand; 细砂 Fine sand; 粘土质砂 Clayey sand; 砂质粘土 Sandy clay; 粉砂质粘土 Silty clay.

2.2.1 风浪对湾内泥沙的影响

据北海气象站多年资料统计,湾内一年之中主要风向为偏北风,频率为 27.0%;东南风次之,频率为 19%;西南风的频率为 12.66%。冬季,在偏北风作用下,湾内流向呈西南方向,此时,落潮流得到了加强,泥沙也随之往西南方向运移。但因为是枯水季节,南流江径流注入的泥沙量大为减少,湾内水体中现存的泥沙主要靠潮流携带来补充,所以,随流运移的泥沙很少。在常风向控制下形成的港湾风浪,以偏北、东北东方向占优势,前者频率为 22.63%。常浪向与港湾外沙近岸接近于垂直,易于引起泥沙的横向运移。但因波浪较小(平均波高 0.3 m,最大波高为 2.0 m),不会形成强烈的沿岸泥沙流。夏季,西南风增强了湾内涨潮流势,流速值较冬季大,流向多为偏东方向。由于风区范围大,风时长,随风运动的表层泥沙也不同程度的波及港口附近一带,尤其是洪水季节,南流江下泄冲淡水携带的泥沙有侵袭港口的可能。东南风尽管强度大,但受陆岸隔阻,对港湾水域影响不大。夏季外海传

来的偏南向涌浪虽然频率较高,能量大,但经折射后,传至港湾的能量已减少很多。涌浪小(平均波高为0.2 m左右,最大波高为0.9 m),对于港内泥沙运移作用不大。西向风和浪正对港口,但风力又小又弱,不利于形成泥沙纵向运动。

2.2.2 南流江冲淡水对泥沙运移的作用

据常乐水文站 1954年~1985年实测资料,南流江多年平均流量 $167.8 \text{ m}^3/\text{s}$,全年径流分布,夏季占 49.1%,冬季占 7.8%,秋季占 21.4%,春季占 21.7%。南流江多年平均年输沙总量 118万 t,其中夏季占 50%以上。对应各月平均输沙率见表 3。表 3显示,南流江径流量与输沙率成正比关系,即夏季径流量大,输沙率高。

表 3 南流江多年月平均输沙率

Table 3 Monthly average velocity of sediment movement in Nanlijiang in years

月份 Month	输沙率 Moved sediment volume (kg/s)	月份 Month	输沙率 Moved sediment volume (kg/s)
1	3.81	8	98.2
2	4.67	9	38.7
3	5.99	10	10.5
4	57.8	11	2.77
5	52.8	12	0.817
6	78.5	年平均	
7	72.3	Average of whole year	35.57

2.2.3 潮流对悬沙的输送

据孙和平等人推算,整个廉州湾内水层中落潮平均含沙量 $0.131 \text{ g}/\text{cm}^3$,涨潮为 $0.067 \text{ g}/\text{cm}^3$ (广西海岸带和海涂资源综合调查领导小组.广西海岸带及海涂资源综合调查报告,1986)。这与涨落潮历时有很大关系。据统计,北海港平均涨落潮历时相差不大。平均涨潮历时为 10.50 h,平均落潮历时为 9.78 h,但在南流江口附近,平均落潮历时大于平均涨潮历时近 2 h。可见,在河口处潮时的差别很大。由于落潮历时长,故落潮含沙量大于涨潮含沙量。

2.2.4 冲淡水含沙随潮流运移状况

根据推算,南流江主要入海河段单宽输沙量如表 4 所示。

由表 4 可见,在一个潮周期内输沙量仍向外海方向运移,说明冲淡水携带一定泥沙进入廉州湾。

在无大量冲淡水下泄情况下,廉州湾泥沙输送取决于潮流,但随着南流江三角洲的不断进积外推,在三角洲前缘形成平行海岸的沙体。沙体的数量和规模由里向外将逐渐增大,波浪的作用将日益增强,三角洲会由潮汐型变为波浪型。因此,三角洲在其向外推过程中,水动力因素会发生变化,从而引起三角洲沉积物分布格局和三角洲类型改变。

表 4 南流江主要入海河段单宽输沙量

Table 4 Moved sediment volume through a unite section at single direction in main reaches of Nanlijiang

所在河段 Reach	站名 Spot	单宽输沙量 Moved sediment volume through a unite section at single direction(kg)		一个潮周期 净输沙量 Net volume of moved sediment in a tidal period (kg)
		落潮 Rising tide	涨潮 Falling tide	
		南西江 Nanxijiang	C	
	D	+ 1290	- 1591	- 301
南干江 Nangan- jiang	A	+ 1290	- 1847	+ 4185
	B	+ 1570	- 1068	+ 502

“+”表示向外海 Into sea;“-”表示向内河 Into inland river.

3 结语

廉州湾湾内潮流具有明显的往复特点,且落潮流大于涨潮流,有利于港内冲刷深槽的形成。但在深槽以北南流江三角洲附近的开阔海域,因波浪作用加强,三角洲在向外推移中潮流型逐渐减弱,而波浪型逐渐加强,从而引起三角洲格局的改变。

廉州湾偏南向风浪虽然频率较高,但经折射和绕射后,传至港湾能量已大为减少,不利于产生港内泥沙纵向运动。而偏北向风浪与外沙附近沿岸接近垂直,易于引起泥沙的横向运移,因此,随风运动的表层泥沙也不同程度地波及港口附近一带,尤其是洪水季节,南流江下泄径流携带的泥沙有侵袭港口的可能。尽管这种“侵袭”发展速度缓慢,但不断外移的趋向是存在的。

就现有的资料,北海港泥沙淤积并不是一个突出的问题,因为该港落潮流冲刷有利于深槽发育,所以深槽虽处于淤缩过程中,但北海港泥沙来源少,淤积过程缓慢。深槽以北的大浅滩的泥沙,对北海港影响不大。但在扩建该港时,泥沙方面的主要问题是来自湾内工程项目的兴建,因为在廉州湾内任何一项较大的工程建设都会使原有泥沙动力条件的平衡状态受到破坏,所以,湾内工程建设必须慎之又慎。

参考文献

- 1 杨干然,李春初,罗章仁等.海岸动力地貌学研究及其在华南港口建设中的应用.广州:中山大学出版社,1996,23~52.
- 2 陈波,侍茂崇.廉州湾潮流和风海流的数值计算.广西科学,1996,3(3): 32~35.
- 3 陈波.廉州湾潮流特性的初步分析.广西科学,1996,4(4): 30~34.
- 4 中国海湾志编纂委员会.中国海湾志(广西海湾).北京:海洋出版社,1996.58~88.

(责任编辑:蒋汉明 邓大玉)