

杭州湾流场的研究

李身铎 胡辉

(华东师范大学河口海岸研究所, 上海)

提要 本文依据大量资料分析认为,维持杭州湾流动的能量,主要来自由东海传入的潮波。流场以潮流为主,其中以 M_2 分潮流占优势。地形和水深对流场影响较大,使流场及其基本特性具有东-西向变化规律。自东向西流速递减、往复性质增强、最大流速发生时间推迟、涨、落潮历时之比值减小。本区西部和南部的流速垂直梯度分别比东部和北部大。大金山以南有一深槽,它对本区流场有着不可忽视的影响。杭州湾的余流相对潮流来说是较小的,其流动和钱塘江、长江冲淡水有密切关系

本文依据最近和以前的约 118 个测站 380 余次海流连续观测资料的计算结果,分析了杭州湾区(东起 $122^{\circ}40'E$,西至乍浦,北达南汇咀-绿华山一线,南临 $29^{\circ}50'N$ 的水域)的流场。根据测站位置,自东向西划分 I[#], II[#].....V[#] 共 5 个断面, III[#] 断面正处在湾口(见图 1)。该断面以东称湾外区,以西称湾内区。本文讨论的流场包括一般惯称的潮流和余流两部分。区内潮流占绝对优势,最大潮流达 300cm/s 以上,而余流流速平均只有 20cm/s 左右,故以下着重于杭州湾潮流的分析研究,对余流仅略加讨论。

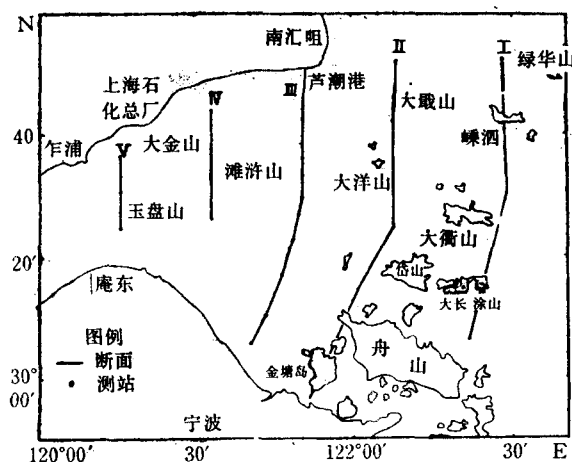


图 1 断面及部分测站位置

一、流场的概况及其特征

源于太平洋进入东海的潮波除了在传播过程中消耗掉一部分能量外，大部分向黄海继续传播，而一小部分则向长江口和杭州湾挺进。这一小部分在传播中受到地形的约束，使本区以潮流为主的流场基本呈东西方向的往复流动。

从本区 M_2 分潮潮能传播方向和速率(图 2)可明显地看出，引起本区流动能量主要由东南边的外海传入。由于口外岛屿迭障，迫使能流从岛屿间的通道流经。舟山群岛位于本区东南部，入湾能量虽然首先输向这里，但受到星罗棋布的岛屿层层阻挡，通过这里进入湾区的能量已不是很多。而在这北面的嵊泗—大衢山以及大衢山—岱山之间的通道，特别是前者，海面较宽水也较深，因而进入杭州湾的能流主要从这两个通道进入。经由嵊泗以北的能流主要输向长江，仅流至南汇咀附近，有一分支流入湾内。入湾能量由于受地

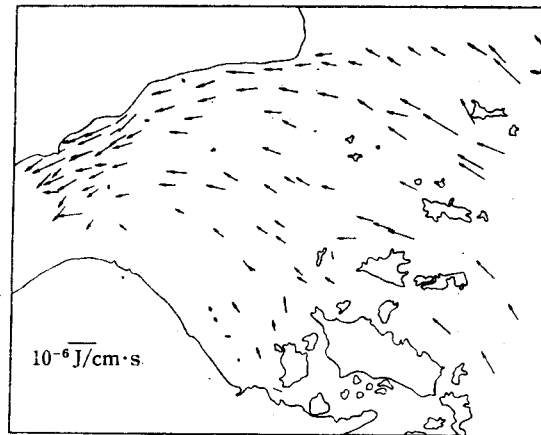


图 2 M_2 分潮潮能传播方向和速率(单位: $10^{-6} \text{J/cm} \cdot \text{s}$)

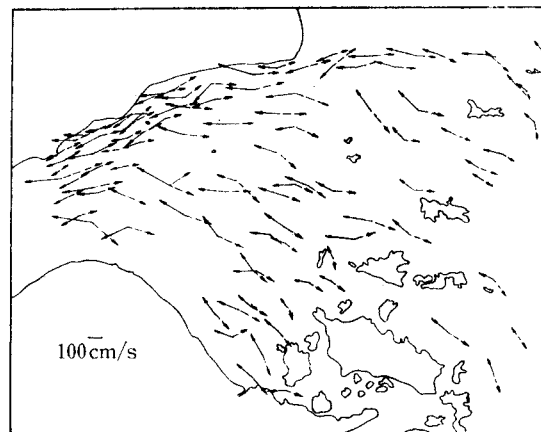


图 3 实测平均最大涨落潮流(单位: cm/s)

实线箭头表示涨潮流；虚线箭头表示落潮流

形制约,大部分在大金山与王盘山之间的水域聚集,然后转向西南。由于杭州湾反射潮波较弱,这种能流输移的方向实际上表征本区涨潮时的方向,并与实测涨潮流向颇为一致(见图3)。

自东向西随着湾口的束窄,流速不断增加。最东的 I[#] 断面,实测大潮平均最大涨、落潮流速分别为 110.9cm/s 和 124.7cm/s,达大金山以西 V[#] 断面则分别增大为 235.3cm/s 和 217.5cm/s。小潮时也有类似的分布。除近湾顶的 V[#] 断面是平均涨潮流速大于落潮流速外,其余各断面皆落潮流速大于涨潮流速(见表1)。从南北分布来看,湾外区流速一般南北大、中间小,湾口至金山咀以南海域的流速北部比南部大。由此向西至 V[#] 断面则反之。

表1 实测垂直平均最大流速及涨、落潮流历时(按断面平均)

断面号	涨潮流速		落潮流速		平均涨潮流速	平均落潮流速	平均涨速 平均落速	涨潮流时	落潮流时	涨潮流时 落潮流时
	大潮	小潮	大潮	小潮						
V [#]	235.3	147.7	217.5	116.7	206.0	171.1	0.89	5.86	6.80	0.86
IV [#]	177.0	108.0	207.5	112.0	169.0	173.0	1.03	5.77	6.63	0.87
III [#]	157.8	102.8	165.4	98.5	130.0	131.1	1.01	6.13	6.36	0.96
II [#]	149.3	104.7	162.1	111.0	128.4	136.6	1.07	6.24	6.35	0.98
I [#]	110.9	63.5	124.7	76.2	98.8	107.5	1.10	6.48	5.99	1.08

注: 流速单位: cm/s; 历时单位: h。

潮波在浅海地区的变形,反映在潮时上则是愈向浅海,落潮流历时愈长,涨潮流历时愈短。杭州湾区的涨、落潮流历时总分布规律与这相符。在湾顶处,断面平均的涨潮流历时为 5.9h,落潮流为 6.8h,涨、落潮流历时之比为 0.86。向湾外落潮流历时不断缩短,至 II[#] 断面附近,涨、落潮流历时基本相等。再向东,则出现涨潮流历时大于落潮流历时的情况(见表1)。不过其中也有例外,如断面 III[#],南北近岸测站以及湾内若干测站则是涨潮流历时大于落潮流历时,这类异常现象的出现,有的是因受到长江涨潮的影响,有的则是涨、落潮流路不一造成的,当然有的也可能是观测误差或错误引起。

二、潮流特性及其运动形式

(一) 潮流性质

杭州湾区的潮流以半日分潮流为主。在半日分潮流中,又以 M_2 分潮流占优势, S_2 分

表2 潮流椭圆长轴、潮流性质及余流(平均值)

要素 断面号	各分潮潮流椭圆长轴平均值						$W_{S_2}/$ W_{M_2}	$W_{K_1} +$ $W_{O_1}/$ W_{M_2}	$W_{M_4} +$ $W_{MS_4}/$ $W_{M_2} +$ W_{S_2}	余流 V_0	$V_0/$ W_{M_2}
	W_{O_1}	W_{K_1}	W_{M_2}	W_{S_2}	W_{M_4}	W_{MS_4}					
V [#]	5.87	8.63	137.65	55.06	13.75	11.00	0.40	0.103	0.127	20.70	0.15
IV [#]	9.58	14.07	120.35	48.14	10.54	8.43	0.40	0.200	0.113	16.47	0.14
III [#]	8.36	11.25	110.49	44.19	10.09	8.07	0.40	0.166	0.119	16.35	0.15
II [#]	10.73	16.86	103.88	41.55	7.81	7.17	0.40	0.266	0.100	17.19	0.17
I [#]	11.83	12.82	91.75	31.17	9.93	8.41	0.34	0.270	0.100	13.39	0.15

注: 长轴 W 单位: cm/s; 余流 V_0 单位: cm/s。

潮流次之。 S_2 与 M_2 椭圆长轴之比值全区平均为 0.39, 其中以 $I^{\#}$ 断面最小, 约 0.34。该比值比潮汐理论中 S_2 与 M_2 分潮振幅比(0.466)要小, 即示 M_2 分潮流在本区流动中更为重要。

比值 $(W_{K_1} + W_{O_1})/W_{M_2}$ 以 $I^{\#}$ 断面最大, 为 0.271; $V^{\#}$ 断面最小, 为 0.103。愈向湾顶, M_2 分潮流相对日分潮流的作用愈大。比值 $(W_{M_1} + W_{MS_1})/(W_{M_2} + W_{S_2})$, 在 $I^{\#}$ 断面为 0.100, $V^{\#}$ 断面为 0.127, 自东向西增大。这表明越伸入湾内, 浅水分潮流的作用越明显。该比值全区最大为 0.21。根据惯用的判别标准, 本区绝大部分水域属非正规浅海半日潮流性质, 只有东部的一小范围接近于正规半日潮流。

(二) 潮流的平面分布

潮流椭圆要素能形象、概要地表明潮流运动。鉴于本区潮流性质, 只需讨论 M_2 分潮流就足以基本阐明本区的潮流运动。为此, 以下仅重点讨论 M_2 分潮流, 同时尽可能对 K_1 分潮流作粗略分析。

1. 最大流速和方向

M_2 分潮流椭圆长轴分布比较有规律, 其分布特点与地形密切相关(见图 4), 长轴方向(最大流方向)在湾外区除北部呈东-西向外, 主要为西北-东南向。在湾内区则与湾形相吻合。长轴的长度(最大流速)由东向湾顶逐渐增加。 $I^{\#}$ 断面平均为 91.8cm/s, $V^{\#}$ 断面则增达 137.7cm/s(见表 2)。从图 4 还可以看出, 各通道中 M_2 的最大流比通道两端要大; 湾顶的南部流速比北部强; 在大戢山以南有一强流区。

K_1 分潮流椭圆长轴分布规律性不强(见图 5)。长轴方向与 M_2 分潮流有些相似, 不同的是本区东北部, 其长轴为东北-西南方向, 这表明 K_1 分潮流是从东北方传入的。5 个断面的 K_1 最大流平均值似以大小相间分布, 而在湾顶附近为最小(见表 2)。产生这种现象的原因, 可能是由于统计中的断面方向与 K_1 等长轴线斜交造成的。

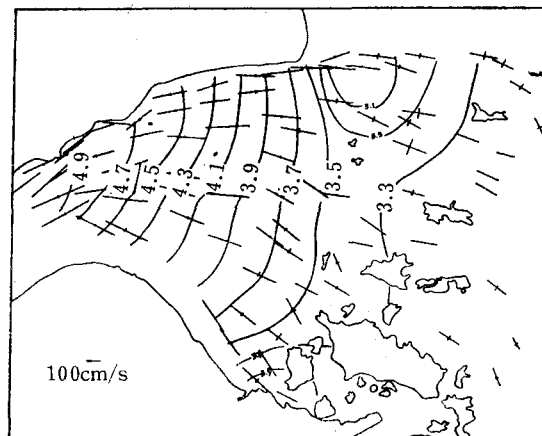


图 4 M_2 分潮流椭圆长轴 W_{M_2} 及最大流发生时间
(图中等值线为最大流发生时间, 单位: h)

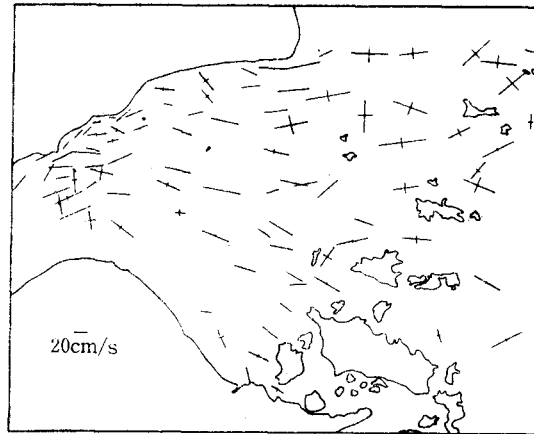


图5 K_1 分潮流椭圆长轴 W_{K_1}

为了更符合实际情况,计算最大潮流流速时,采用海图基准面的 BPF 方法¹⁾。为区别以往常用的公式算得的结果,将本文计算所得结果称为“近最大潮流流速”(见图6)。从图6可以看出,在南汇咀芦潮港附近有一强流区。最大流速值按断面统计(见表3)自东向西逐渐增大,与实测最大流速分布相同。

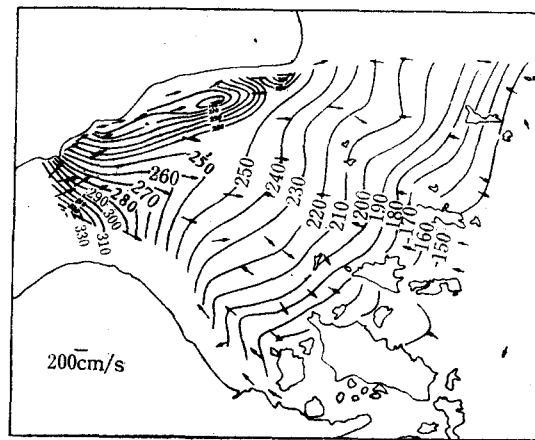


图6 近最大潮流流速

(图中等值线为近最大潮流等值线,单位: cm/s)

2. 最大流发生时间

M_2 分潮流最大流速发生时间有以下分布特点:(1)东部最大流发生时间比西部早,由东向西逐步推迟。最东与最西大约相差 1.39h,相当于 M_2 迟角 40.3° ,这是因潮波是由东向西传播的结果;(2)最大流发生时间南部比北部早;(3)湾口南部的镇海附近,有一个发生时间滞后区,而北部南汇咀以东有一最大流发生时间提早区,且愈近岸滩发生时

1) 中国科学院海洋研究所,国家海洋局情报所,1978。海图深度基准面的一个计算方法(内部)。

表 3 各断面部分椭圆要素及其变化和近最大可能潮流

断面号	椭圆要素断面平均值			近最大可能潮流		椭圆要素与深度线性关系的相关系数和回归系数											
	k_{M_2}	Θ_{M_2}	τ_{M_2}	表层	底层	W_{M_2}		k_{M_2}		τ_{M_2}		W_{K_1}		k_{K_1}		τ_{K_1}	
						r	b	r	b	r	b	r	b	r	b	r	b
V#	0.00 +0.04	86.6	4.23	256.5	201.7	-0.96	-3.66	0.92	0.01	-0.91	-0.03	-0.83	-0.53	-0.11	-0.01	0.05	0.09
IV#	+0.04 -0.03	101.3	4.11	238.5	168.1	-0.93	-4.18	0.73	0.01	-0.72	-0.04	-0.75	-0.36	0.15	0.00	0.20	0.09
II#	-0.07	99.0	3.56	216.2	137.7	-0.94	-4.76	0.86	0.01	-0.93	-0.04	-0.42	-0.39	-0.27	-0.01	-0.27	0.08
III#	-0.14	111.4	3.15	194.7	144.9	-0.82	-3.71	0.92	0.01	-0.94	-0.04	-0.63	-0.81	0.45	0.02	0.63	0.13
I#	-0.21	119.0	2.84	174.0	124.1	-0.64	-1.27	0.89	0.01	-0.92	-0.04	-0.61	-0.41	0.61	0.03	0.62	0.17

注：W为椭圆长轴(单位：cm/s)；k为椭圆率， τ 为最大流发生时间(单位：h)； Θ 为最大流方向(单位：度)，近最大可能流速单位为 cm/s。

间提早愈多。产生后两个特点的主要原因是海底摩擦作用的结果。对于 M_2 分潮流， $f/\sigma_{M_2} < 1$ (f 为地球自转角速率； σ_{M_2} 为 M_2 分潮的角速率)，当海水变浅摩擦力增大时，最大流发生时间提前，这已被理论模式证实^[3,5]。具体对本区来说，杭州湾内南部有庵东浅滩，北部有大金山深槽，南比北浅；镇海东北为金塘水道，海水较深，南汇以东为一浅滩。海水深浅的不同，必然导致最大流发生时间提前或推迟(见图 4)。

3. 潮流椭率及旋转方向

潮流椭率及旋转方向与地球的旋转、海区所在地理位置以及地形等密切相关。在北半球，引潮力的水平分力本身以及地转偏向力的作用，应使潮流发生右旋^[4]，而潮流椭率则随摩擦的增大而增大。本区地处北半球，潮流主要为右旋，又因大部分地区水深较浅，海底摩擦影响较大，故椭率的绝对值均较小，全区在 0—0.36 之间。潮流运动主要呈往复流形式。本区地形东深西浅，故椭率绝对值大致从湾外向湾内逐渐减小；I# 断面平均

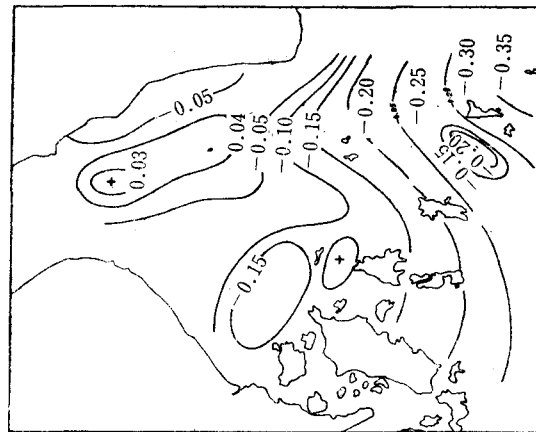


图 7 M_2 分潮流椭率 (k_{M_2})

+ 示潮流左旋；- 示潮流右旋

为 -0.21 ; III[#] 断面为 -0.01 (见表 3)。王盘山附近的水域以及岱山以南的通道较特殊。两次旋转方向均为左旋。造成这种现象的原因有待研究 (见图 7)。

(三) 潮流的垂直结构

为了找出潮流垂直变化规律,对潮流各椭圆要素与深度进行了线性回归分析,所得回归系数表示各要素随深度的变化率,相关系数则表征回归直线方程拟合实测资料的程度。

1. 最大流速的垂直变化

本区各分潮流的最大流速随深度均减小。其中 M_2 分潮流平均每深 1m 减小 3.4cm/s。水较深的 I[#] 断面,回归系数(绝对值)比较小,约 -1.27 ,平均每深 1m 流速减小 1.27cm/s。水较浅的 IV[#] 断面,每深 1m 流速平均减少 4.2cm/s。流速的垂直梯度自东向西增大。在 III[#] 断面中,南北各有一测站较近岸边,水深相当浅,因而速度递减率相当大; V[#] 断面中最北一个测站接近大金山南岸的深槽,故速度垂直向下递减率相对于同断面各测站的小得多。各断面的相关系数也不同, I[#] 断面为 -0.64 。除此以外,各断面速度垂直递减的关系明显地呈线性, V[#] 断面相关系数已达 -0.96 (见表 3)。

K_1 分潮流的最大流速在本区平均海深每增加 1m 减小 0.5 cm/s 左右,相关系数为 -0.65 。表 3 中各断面 K_1 的最大流速垂直变化似乎无一定的分布规律或不按线性变化。但其变化与地形的关系仍很大,递减率与水深也直接有关。例如 V[#] 断面位于大金山深槽附近,该处每深 1m, K_1 分潮流最大流速减小 0.12cm/s; 金塘水道较深,每深 1m 则递减 0.01cm/s, 几乎无垂直变化,这两处是本区 K_1 分潮流垂直梯度最小的地方。反之, III[#] 断面南、北近岸水域以及南汇咀以东沿岸浅水区,每 m 递减分别为 1.50 及 1.95 cm/s, 是本区 K_1 分潮流垂直速度梯度最大的区域。

2. 最大流速发生时间的垂直变化

根据文献^[3,5,6]研究,对杭州湾这样纬度的海区, M_2 分潮流最大流速发生时间随深度增加而提前; K_1 分潮则随深度增加而推迟。本区的情况与这结论完全相符。 M_2 分潮流最大流发生时间,平均每深 1m 提前 2.4min (回归系数为 -0.04 , 与长江口一样)。对于 K_1 分潮流,情况截然不同,平均为 0.10 左右,除 III[#] 断面以外,每深 1m, K_1 分潮流最大流发生时间推迟 6min (见表 3)。

3. 椭率的垂直变化

全区 M_2 分潮流椭率随深度增大而变大,每深 1m 增加 0.01, 其垂直变化各断面均相同(见表 3)。据前所述,杭州湾区的 M_2 分潮流椭率大部分为负值(右旋),那么该值在本区随深度略有增大,但变化比较缓慢。

三、余流

杭州湾区的余流与潮流相比较小,但具有单向流动的特征,掌握其规律,对生产实践具有重要意义。本文仅依据实测周日海流向量,将它们求和后得到的余流绘成表、底层余流图,讨论其流动概况。

造成本区余流的主要因素是: (1) 注入杭州湾的径流量年平均为 450 亿 m^3 , 约与

湾内(从湾顶至南汇咀-镇海断面)高潮时蓄水量相当¹⁾。流量的年变化、季节变化以及日变化相当显著；(2) 夏季盛行东南风,平均风力较小；冬季盛行西北风,风力强劲。这种季风对表层海水流动会有一些影响；(3) 潮波入杭州湾发生变形,产生较大的浅水分潮(其振幅与日分潮相当)从而引起不可忽视的潮余流；(4) 本区密度具有自东南向西北递减的趋势,密度分布不均匀会引起相应的海流。

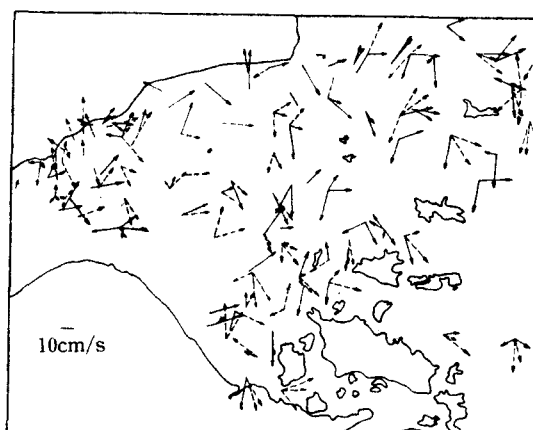


图 8 表层余流

实线箭头表示夏季；虚线箭头表示冬季

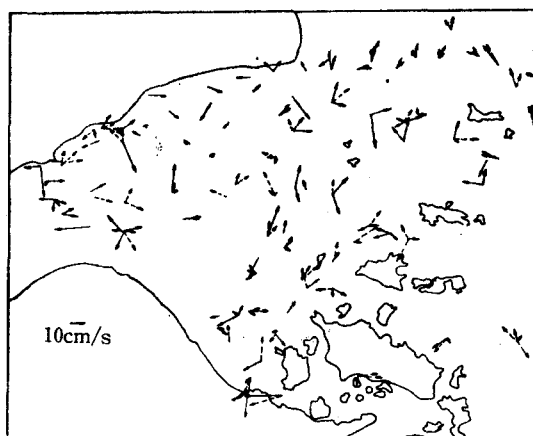


图 9 底层余流

实线箭头表示夏季；虚线箭头表示冬季

从图 8,9 可以看出,众多的余流资料有不少是相互矛盾的,这是由于观测不准或观测时特殊天气条件所致。但仔细分析可找出一定规律:余流方向无明显季节性差别,在湾内,上层余流主要呈东北方向,与北岸方向平行,这显示了钱塘江冲淡水的人海途径。

1) 引自浙江水文总站,1983年编印的《浙江省主要河流水文公报》。

但靠近北岸,似乎有一支源于长江径流、自东向西的贴岸流。到了湾外,除南汇咀附近出现向西南或西流动外,余流主要呈东南或西南向,这显示了部分长江冲淡水入本区流动和扩散的方向。底层余流在湾内与表层的情况相仿;在湾外余流主要向北流动。由此可以认为,本区湾内及湾外上层余流主要由入海径流引起的,其流动方向与径流方向密切相关;湾口南侧及湾外的底层余流则以由外海入湾的海流为主,似属补偿流性质。季风似乎只影响本区余流的强度,而对其方向无明显作用。

附录

1. 海上潮汐调和常数计算公式

根据潮波运动方程,可得

$$\begin{cases} h_{x'} = \frac{\partial h'}{\partial x} = 1.02 \times 10^{-7}(-fv' - \sigma u' - Fu'), \\ h_{y'} = \frac{\partial h'}{\partial y} = 1.02 \times 10^{-7}(-fv'' + \sigma u' - Fu''), \\ h_{x''} = \frac{\partial h''}{\partial x} = 1.02 \times 10^{-7}(fu' - \sigma v'' - Fv''), \\ h_{y''} = \frac{\partial h''}{\partial y} = 1.02 \times 10^{-7}(fu'' + \sigma v' - Fv''), \end{cases} \quad (1)$$

其中 x 向北; y 向东; 相应的流速为 u, v 。

$$h' = H \cos g, \quad h'' = H \sin g$$

$$u' = U \cos \xi, \quad u'' = U \sin \xi$$

$$v' = V \cos \eta, \quad v'' = V \sin \eta$$

H, g 和 U, ξ, V, η 分别为潮汐和潮流调和常数。

$$f = 1.458 \times \sin \phi; \quad F = 0.067 \times \frac{3\pi}{8} W_{M_2};$$

$$\sigma = \begin{cases} 1.405 & (\text{对 } M_2 \text{ 分潮}) \\ 0.729 & (\text{对 } K_1 \text{ 分潮}) \end{cases}$$

用式(1)求得断面上各点的 h'_x, h'_y, h''_x, h''_y , 然后按下式

$$\begin{cases} \Delta h' = h'_x \Delta x + h'_y \Delta y \\ \Delta h'' = h''_x \Delta x + h''_y \Delta y \end{cases} \quad (2)$$

求得各测站间(包括岸边潮位站)的 $\Delta h', \Delta h''$, 再根据测站一端岸边潮位站的 h' 和 h'' , 逐个加上测站间的 $\Delta h'$ 和 $\Delta h''$, 得断面上各测点的 h', h'' , 直至断面另一端, 这样最后便得各测点的 h', h'' 。再根据

$H = \sqrt{h'^2 + h''^2}, \quad g = \text{tg}^{-1} \frac{h''}{h'}$ 便可求得海中断面上各点的潮汐调和常数。

2. 潮能通量密度和传播方向计算公式

$$\begin{cases} \phi_n = \frac{1}{2} \rho g D H U \cos(\xi - g) \\ \phi_e = \frac{1}{2} \rho g D H V \cos(\eta - g) \end{cases} \quad (3)$$

式中 ϕ_n, ϕ_e 分别为能流强度的北, 东分量; ρ 为海水密度; D 为水深, 其它符号的意义与式(1)相同, 最后用

$$\phi = \sqrt{\phi_n^2 + \phi_e^2}, \quad \theta = \text{tg}^{-1} \frac{\phi_e}{\phi_n}$$

求得潮能通量密度 ϕ 和能流方向 θ 。

3. 近最大潮流流速计算公式

(1) 按以下公式计算各分潮的 $\bar{U}_c, \bar{\xi}_c$.

$$\begin{cases} u'_c = U_c \cos \xi_c, & u''_c = U_c \sin \xi_c, \\ v'_c = V_c \cos \eta_c, & v''_c = V_c \sin \eta_c, \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \bar{u}' = u'_c \cos \alpha + v'_c \sin \alpha \\ \bar{u}'' = u''_c \cos \alpha + v''_c \sin \alpha \\ \bar{U}_c = \sqrt{\bar{u}'^2 + \bar{u}''^2} \\ \bar{\xi}_c = \begin{cases} \arcsin(\bar{u}''/\bar{U}_c) & \text{若 } \bar{u}' \geq 0, \bar{u}'' \geq 0 \\ 2\pi + \arcsin(\bar{u}''/\bar{U}_c) & \text{若 } \bar{u}' \geq 0, \bar{u}'' < 0 \\ \pi - \arcsin(\bar{u}''/\bar{U}_c) & \text{若 } \bar{u}' < 0, \end{cases} \end{cases}$$

式中 $c = O_1, K_1, M_2, S_2, M_4$. 首先取 $\alpha = 0$, 算得相应的 \bar{U}_c 和 $\bar{\xi}_c$.(2) 按以下公式计算 $\alpha = 0$ 情况下的 δ, S, k

$$\delta = \left[\frac{1}{2} (1.077 \bar{U}_{O_1}^2 + 1.138 \bar{U}_{K_1}^2 + 1.04 \alpha \bar{U}_{M_2}^2 + 1.084 \bar{U}_{S_2}^2) \right]^{1/2}$$

$$S = 1/\delta^3 [1.75 \bar{U}_{O_1} \bar{U}_{K_1} \bar{U}_{M_2} \cos(\bar{\xi}_{O_1} + \bar{\xi}_{K_1} - \bar{\xi}_{M_2}) + 1.5 \bar{U}_{M_2}^2 \bar{U}_{M_4} \cos(2\bar{\xi}_{M_2} - \bar{\xi}_{M_4})]$$

$$k = 0.75 - \frac{0.375}{\delta^4} (\bar{U}_{O_1}^4 + \bar{U}_{K_1}^4 + \bar{U}_{M_2}^4 + \bar{U}_{S_2}^4)$$

(3) 按以下式子计算 $\alpha = 0$ 时的 W_a .

$$W_a = (A - BS + ck)\delta \quad (A = 2.30, B = 0.80)$$

(4) 取 $\alpha = 1, 2, 3 \dots 359^\circ$, 重复上述计算过程, 算得对应各 α 的 W_a , 取其中最大值, 即为近最大潮流流速, 相应的 α 即为该潮流对应的方向。

参 考 文 献

- [1] 丁文兰, 1984. 东海潮汐和潮流特征的研究. 海洋科学集刊 21(2): 135—148.
- [2] 方国洪, 1980. 潮汐摩擦的非线性效应 (1). 海洋与湖沼 11(2): 98—108.
- [3] 李身铎, 1985. 长江口潮流的垂直结构. 海洋与湖沼 16(4): 261—273.
- [4] Doodson, A. T. and H. O. Warburg, 1941. Admiralty Manual of Tides, The Hydrographic Department, Admiralty. London. pp. 176—187.
- [5] Fang Guohong and Takashi Ichiye, 1983. On the Vertical structure of tidal currents in a homogeneous sea. Geophys. J. Roy. Astr. Soc. 73(1): 65—82.
- [6] Kundu, P. K., J. O. Blanton and M. M. Janopaul, 1981. Analysis of current observation on the Georgia Shelf. J. Phys. Oceanogr. 11(8): 1139—1149.

A STUDY ON THE CURRENT FIELD OF THE HANGZHOU BAY

Li Shenduo and Hu Hui

(Institute of Estuarine Coastal Research, Normal University of East China, Shanghai)

ABSTRACT

Analyses of data of the current observation obtained from the Hangzhou Bay show the energy of the currents in the Bay comes mainly from the tidal wave of East China Sea. The tidal currents are most important in the current field, over which the M_2 -constituent of tidal current dominates. Topography and water depth have an obvious influence on the current field, namely, the velocity of the current decreases, the feature of the rectilinear current increases, the time of maximum velocity lags, and the ratio of the flood duration and the ebb duration reduces. In this area, the vertical gradient of the velocity in the west and south is larger than in the east, and the north respectively. A deep trough located at the south of Dajinshan has an effect on the current field which cannot be ignored. Compared to the tidal current, residual currents in the Hangzhou Bay are small, it's strength have a closed relation with the diluted water of the Changjiang River and the Qiantang River.