

台湾海峡表层月平均流速与两岸 月平均水位差的关系*

管秉贤

(中国科学院海洋研究所)

海洋中大多数区域的海流,特别是流速较强的海流,其性质以地转流为主。所以,海流流速流向的变化与海面的横流坡度,亦即横流两侧的水位差有着密切的关系。

一百多年前, Peslin (1872) 首先将地转方程应用于墨西哥湾流上^[8]。后来, Dietrich (1946) 引用丹麦灯船上所进行的海流观测结果和卡特加特海峡两侧岛上的水位观测结果,证实了地转方程的实用意义^[3]。

到目前为止,已有许多作者应用流速和横流水位差的这一关系,探讨了世界大洋和海峡等处海流的变动规律。例如, Montgomery (1938, 1941)^[5,6], Hela (1952)^[4], Stommel (1953)^[10] 及 Wunsch 等(1969)^[11] 讨论了佛罗里达海流和湾流的季节变化与水位的关系; 森安茂松 (Moriyasu, 1961)^[7] 和二谷颢男(1973)^[2] 等讨论了水位与黑潮海况以及流速流量的关系; Wyrki (1973, 1974a, 1974b) 研究了西太平洋赤道流、赤道逆流流速流量的季节变化和海峡两侧岛屿的水位差的关系^[14-16]。还有 Sok-U Yi (1970) 研究了朝鲜海峡中水位与对马暖流表层流速季节变化的关系^[9]; Галеркин 等(1962)也曾讨论了爪哇海水位与流速的关系^[17]。

关于我国的台湾海峡, Wyrki (1957, 1961) 曾给出了台湾海峡表层流速的季节变化曲线,并将流速与高雄—澳门断面的水位差作了比较,绘制了两者的相关图^[12,13]。

现在,几乎普遍地认为:沿岸和岛屿上所进行的水位观测,可为研究海流变动规律提供方便、准确和连续的资料,是监视海流变动最合适的途径之一。

本文应用手头所有的资料,一方面从多年平均情况来讨论台湾海峡表层月平均流速与两岸月平均水位差的关系;另一方面以各年各月情况为例,来分析两岸水位差与海峡两岸水位的关系,供研究台湾海峡海流趋势预报方法时参考。

一、资 料

(1) 本文所用表层月平均流速资料,引自作者过去在研究我国沿岸的表面流与风的关系(管秉贤, 1957)时所得的有关数据^[1]。这项数据是根据西北太平洋海流图(美国海军海道测量部, 1944)上的海流玫瑰图计算得出的,它给出了台湾海峡逐月的表层合成流

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第443号。

本文承国家海洋局东海分局厦门中心海洋站提供厦门港月平均水位历史资料,刘举平同志协助部分资料的校核工作,本所方国洪、袁业立同志提出宝贵意见,刘秉玉同志绘图,作者谨此深表感谢!

速流向。而这种玫瑰图所依据的原始资料,则为1935年以前所观测,由船舶漂移法推算而得。据了解,台湾海峡中应用海流计的实测流速资料,即使是个别测站、个别时期的,也颇缺乏,更不必说包括整个海峡的平均流速的逐月资料了。因此,本文只好仍用上述这项资料,同时,还拟将它与其他作者有关台湾海峡的流速资料加以比较。

(2) 月平均水位资料,在海峡东侧有台湾省的基隆(1904—1924年观测)和高雄(1904—1943年观测)两港。这项资料引自国际海洋物理学会(I. A. P. O. 1940, 1958)所发表的“月、年平均水位”(Publication Scientifique, No. 5, No. 19)。在海峡西侧,有与基隆、高雄两港观测资料几乎同期的福建省厦门港(1908—1915, 1920—1943年观测)的资料。这项资料由国家海洋局东海分局厦门中心海洋站惠予提供。(以上各站位置见图1)

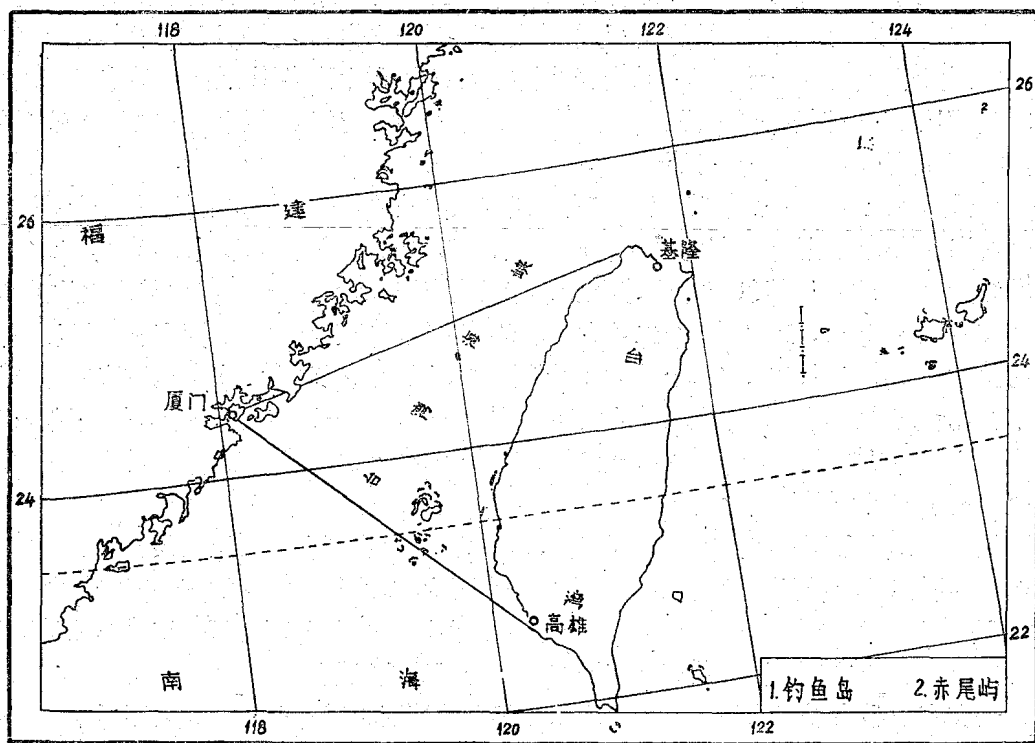


图1 台湾海峡两岸验潮站及断面位置

本文所引用的月平均水位资料,均未经月平均气压订正。鉴于所讨论的主要是海峡两岸的水位差的逐月变化,而海峡比较狭窄,故两岸气压差对水位差逐月变化的影响,不会很大。当然,在夏秋台风盛行季节,这种影响可能会比较显著,但缺乏同期(同年同月)的气压资料,故对早期的水位资料,实难予以订正。

在原始资料中,上述各站的月平均水位值,均系相对于各站的水尺零点而言。本文引用时,则取各站月平均水位数列的多年平均值作为该站的零点,再按此零点计算各月水位的偏差,并以位于零点之上的为正,其下为负。本文分析计算中所提到的某站月平均水位 h ,即指这种偏差值;而两岸月平均水位差 Δh ,则指两岸这种偏差的差值。在分析横流断面的坡度时,则以两岸测站的零点的连线为准零线,此线之代表性,将在下节中略加

讨论。

二、表层月平均流速与两岸月平均水位差的关系

前已指出, Wyrski (1957) 在研究东南亚海域的表层环流时, 曾给出了台湾海峡表层流速的季节变化曲线^[12], 见图 2 中的实线。图中虚线系根据海流玫瑰图算得的表层合成流速的季节变化曲线; 其中的粗虚线相当于海峡北部(文献[1]中的 4 区)的平均情况, 细虚线相当于海峡中、南部(文献[1]中的 4 区和 5' 区)的平均情况。流速正值表示流向主要为 NE, 其负值表示流向主要为 SW。而海峡长轴(约为 $37^{\circ}-217^{\circ}$)基本上亦为 NE—SW 方向。

从图中曲线的比较中可以清楚地看出, 我们得出的流速曲线和 Wyrski 的, 无论从流向、流速的量值及其变化趋势来讲, 两者都非常吻合。同时考虑到我们得出的资料将台湾海峡划分为三区, 而 Wyrski 的则并无分区, 故在本文分析中, 仍取我们的资料作为台湾海峡表层月平均流速的代表。

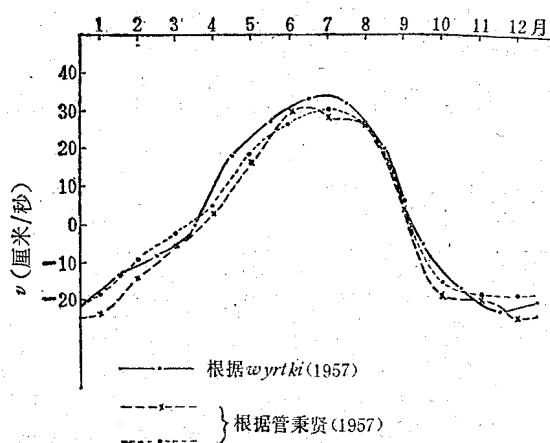


图 2 台湾海峡表层流速

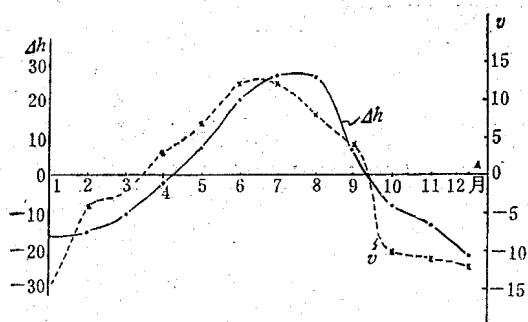


图 3 海峡北部表层月平均流速 (v , 厘米/秒) 与两岸月平均水位差 (Δh , 厘米) 的关系

在分析多年平均情况下台湾海峡表层月平均流速和两岸月平均水位差的关系时, 取各站同月的月平均水位的多年平均值来代表该站该月的平均水位。

海峡北部表层月平均流速 v 与两岸月平均水位差 Δh 的关系见图 3。如上所述, 基隆—厦门, 高雄—厦门这两个断面, 两岸的水位资料均属同期。与流速资料(代表 1935 年以前的情况)相比, 两者也基本上属于同期。图上基隆—厦门断面的流速值系 4 区表层合成流速与上述断面正交的分量。高雄—厦门断面的流速值, 则系 4 区和 5' 区(按区域大小平均得出)的合成流速与断面正交的分量(图略)。

从这两个断面来看, 无论是在海峡的北部或南部, 表层月平均流速与两岸月平均水位差的关系都颇为密切, 当水位差为正时(东岸高, 西岸低), 表层流速亦为正(流向东北方); 反之, 当水位差为负时(东岸低, 西岸高), 表层流速亦为负(流向西南方)。同时, 流速随水位差而增减。

上述各断面表层月平均流速 (v) 和两岸月平均水位差 (Δh) 这两组数值的相关系数 ($r_{v, \Delta h}$) 和两者的回归方程 $v = f(\Delta h)$ 见表 1。这些相关系数均达到 90% 左右。根

据数理统计,当 $N = 12$, $\alpha = 0.05$ 及 0.01 时,相关系数达到显著的最小值分别为 0.576 , 0.708 。所以,海峡表层月平均流速与两岸月平均水位差的关系显著,是毫无疑问的,而且有的显著程度相当高。

表 1 台湾海峡表层月平均流速(厘米/秒)与两岸月平均水位差(厘米)的关系

断面	回归方程	地转方程	$r_{v, \Delta h}$ (%)
基隆—厦门	$v = 0.52 \Delta h - 0.8$	$v = 0.44 \Delta H$	92
高雄—厦门	$v = 1.22 \Delta h + 4.5$	$v = 0.58 \Delta H$	87

上述海峡表层流速 v 系指海峡中的实测流速与某断面正交的分量。其实,实际所用的不是这种分量,而是海峡中流速的本身。它与两岸水位差的相关关系,也是同样显著的。例如,基隆—厦门两站水位差与 4 区流速的相关系数为 $r = 93\%$, 其回归方程为

$$v_4 = 1.26 \Delta h_{(\text{基}-\text{厦})}$$

根据地转方程,当两站在横流方向上相距为 Δx , 其水位差为 ΔH 时,与断面正交的表层平均流速为:

$$v = \frac{g}{f} \frac{\Delta H}{\Delta x} = \frac{g}{f} \tan \beta,$$

式中的 g 为重力加速度, $f = 2\omega \sin \phi$ 为科氏参数, β 为海面相对于海平面的倾角。

为了比较上述由经验关系得出的回归方程与地转方程的接近程度;又分别计算了与

上述两个断面情况相符的地转方程(见表 1 及图 4)。

由回归方程得出的 $v/\Delta h$ 的经验比值,约在 $0.5-1.2$ 之间;而由地转方程得出的 $v/\Delta H$ 的理论比值,约在 $0.4-0.6$ 之间。考虑到由船舶漂流法得到的流速资料的性质,其误差显然是相当大的。因此,可以认为,回归方程和地转方程还是比较接近的。

为了分析表层流速和两岸水位差两者的季节变化的周期性,又以基隆—厦门断面为例,将流速和水位差两组数值,按下列方程

$$v, \Delta h = a_0 + a_1 \sin(30^\circ t + \alpha_1) + a_2 \sin(60^\circ t + \alpha_2) + a_3 \sin(90^\circ t + \alpha_3) + a_4 \sin(120^\circ t + \alpha_4)$$

进行了调和分析。式中的 $t = 0, 1, 2, \dots, 11$, 为月份序数, a_0 为常数项, a_1 、 a_2 、 a_3 及 a_4 为各分量的振幅, α_1 、 α_2 、 α_3 及 α_4 为相应的位相角度。分析结果见图 5, 图中实线代表月平均流速和两岸月平均水位差的观测值,虚线代表调和分析所得的曲线即:

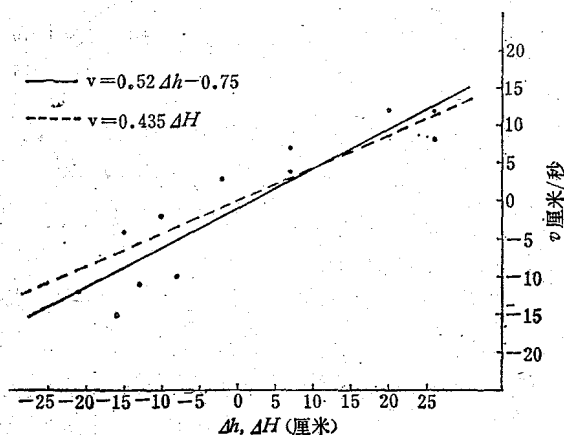


图 4 基隆—厦门断面流速和水位差的回归方程与地转方程的比较

$$v = -0.7 + 12.8 \sin(30^\circ t + 292^\circ 30') + 1.9 \sin(60^\circ t + 38^\circ 40') + \\ + 0.6 \sin(90^\circ t + 248^\circ 30') + 1.8 \sin(120^\circ t + 260^\circ 30'), \\ \Delta h = 22.1 \sin(30^\circ t + 273^\circ 40') + 6.9 \sin(60^\circ t + 71^\circ 20') + \\ + 1.3 \sin(90^\circ t + 218^\circ 40') + 1.3 \sin(120^\circ t + 356^\circ 00').$$

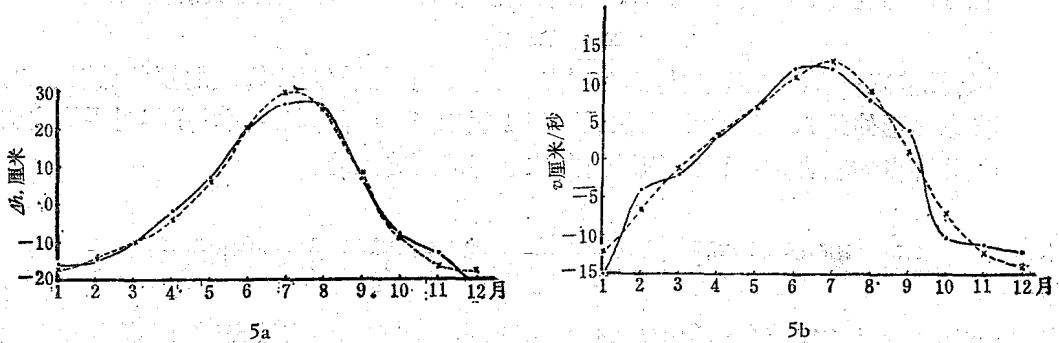


图5 基隆—厦门断面水位差 (Δh)、流速 (v) 实测(实线)和调和分析结果(虚线,系前三个分量之和)的比较

这些结果明显地表明,流速和水位差两者的调和分析曲线,均分别与实测曲线十分逼近,两者的季节变化均以年周期为主,半年、4月、3月的周期分量则颇为微弱。流速和水位差变化曲线的年周期分量,两者的位相角亦颇接近,振幅之比为 $a_{1,v}/a_{1,\Delta h} = 12.8/22.1 = 0.58$,这与回归方程的系数(0.52)及地转方程的系数(0.44)均颇接近。

应该指出,上面在分析海峡表层月平均流速与两岸月平均水位差的关系时,水位差是相对于两岸测站零点的连线,即准零线(它位于准平均海平面之上)而言的。而此准零线对附近断面的零线(它位于等势面之上)的关系如何,则不得而知。一般说来,准零线对零线应尚有一倾角,从而使水位差只是相对的,而非绝对的。当然,即使这样,也并不影响上述回归方程的实用意义,因回归方程乃是根据实测流速值与相对水位差的关系得出的。下面拟以基隆—厦门断面的资料为例,简略地讨论一下本文中准零线的代表性。

设横流断面的准零线相对于通过其中一侧的零线有一倾角。当然,这一倾角为小量。可以证明,不论海峡流向为 NE 或 SW,横流断面所含有的海面,它相对于零线的水位差 ΔH ,等于海面相对于准零线的水位差 Δh 加一常数,即

$$\Delta H = \Delta h + \text{const.},$$

Δh 的符号,当东岸水位高于西岸时为正;反之,当东岸水位低于西岸时为负。这样,地转方程可以写成:

$$v = \frac{g}{f} \tan \beta = \frac{g}{f} \tan(\phi + \theta) = \frac{g}{f} \frac{\Delta H}{\Delta x} = \frac{g}{f} \frac{\Delta h + \text{const.}}{\Delta x}.$$

式中的 ϕ 为海面对于准零线的倾角, θ 为准零线对于零线的倾角。

将两端相对于时间 t (如以月为例)积分得:

$$\int_{t_1}^{t_{12}} v dt = \frac{g}{f \Delta x} \int_{t_1}^{t_{12}} (\Delta h + c) dt = \frac{g}{f \Delta x} \left[\int_{t_1}^{t_{12}} \Delta h dt + 12c \right].$$

或写成:

$$\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} v_i = \frac{g}{f \Delta x} \left[\sum_{i=1}^{12} \Delta h_i / 12 + c \right],$$

式中的 $v_i, \Delta h_i$ 可从图 2 中基隆—厦门断面的曲线上读得, $\sum_{i=1}^{12} v_i = -8.5$, $\sum_{i=1}^{12} \Delta h_i \approx 0$;

f 为断面平均纬度处的科氏参数, Δx 为断面宽度约 300 公里。将此数值代入得:

$$c \approx -1.3 \text{ 厘米}。$$

所以,就基隆—厦门断面来看,两站零点联线,即准零线相对于零线的倾角是很小的,自西岸向东岸延伸约 300 公里后,水位只下降 1 厘米多。因而,以这两站多年月平均水位的平均值为零点的联线,实际上可以认为是位于等势面之上的。

三、两岸月平均水位差与西岸月平均水位的关系

为了探索海峡西岸的月平均水位变化,是否可以将它作为海峡表层月平均流速变化趋势的一个指标,本文还分析了两岸月平均水位差与西岸月平均水位的关系。

先讨论多年平均情况。高雄、厦门两港是手头资料中时间序列最长,且为同期的两个测站。同期的月平均水位值,自 1908—1915, 1920—1943 年,完整的达 32 年。在这时期内,多年平均的高雄—厦门月平均水位差 Δh 与厦门月平均水位 h 的关系见图 6, 相关系数 $\gamma_{\Delta h, h} = -75\%$, 回归方程为:

$$\Delta h_{(\text{高}-\text{厦})} = -1.64 h_{\text{厦}}。$$

同样,自 1908—1915, 1920—1924 年期间,多年平均的基隆—厦门月平均水位差 Δh 与厦门月平均水位 h 的关系式为:

$$\Delta h_{(\text{基}-\text{厦})} = -2.11 h_{\text{厦}}。$$

相关系数为 -78% 。

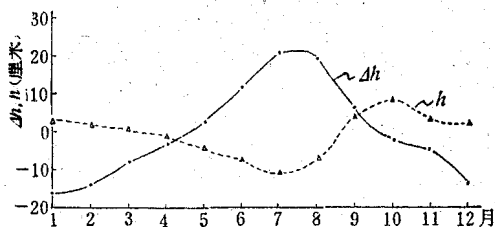


图 6 高雄—厦门断面 Δh 与 h 的关系

所以,根据与上述一样的、相关系数达到显著的最小值来判定,两岸水位差与西岸水位的负相关关系,在 $\alpha = 0.05$ 及 0.01 的水平上,也都是显著的。

再进一步从各年各月的资料来分析两岸月平均水位差与西岸月平均水位的关系,以便验证从多年平均情况中得出的结果。

为此,先比较一下海峡两岸测站月平均水位的标准偏差。试取海峡两岸月平均水位资料序列最长,且为同期的基隆、高雄、厦门三站为例,分别计算各站各月某年月平均水位 (h_{ij}) 相对于同月月平均水位的多年平均值 ($\bar{h}_i$) 的标准偏差:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum (h_{ij} - \bar{h}_i)^2}{n - 1}},$$

再求这种标准偏差的年平均值

$$\sigma = \sum_{i=1}^{12} \sigma_i / 12。$$

其中 n 为各月月平均水位资料的数目, $i = 1, 2, \dots, 12$, j 为年份序数。上述三站月平均水位的标准偏差的计算结果均见表 2。

表 2 海峡两岸逐月月平均水位的标准偏差的年平均值 σ

站 名	资 料 起 迄 年 份	σ 的 年 平 均 值 (厘米)	同 期 的 σ_W/σ_E
基 隆	1904—1924	5.26	$\sigma_{厦}/\sigma_{基} = 1.64$
高 雄	1904—1943	4.80	$\sigma_{厦}/\sigma_{高} = 1.58$
厦 门	1908—1915, 1920—1943	7.59	
	1908—1915, 1920—1924	8.62	

可以看出,就两岸同期资料而论,西岸月平均水位的标准偏差约为东岸的 1.6 倍。所以,月平均水位的逐年变化,西岸远大于东岸。因此,在海峡两岸月平均水位差的逐年变化中,西岸的月平均水位为主要因子,它决定了两岸月平均水位差逐年变化的趋势,从而也决定了海峡表层月平均流速逐年变化的趋势。海峡两岸月平均水位的标准偏差,西岸远大于东岸,这一事实为我们可以利用西岸月平均水位的变化作为探索海峡表层月平均流速变化趋势的一个指标,提供了统计基础。

下面再以逐年逐月的 Δh 与 $\Delta h'$ 的变化曲线的比较来验证上述统计结果。

本文描绘了两种曲线,其一系基隆—厦门 (1908—1915, 1920—1924), 高雄—厦门 (1908—1915, 1920—1943) 的月平均水位差 Δh 曲线 (实线); 另一为取基隆 (或高雄)

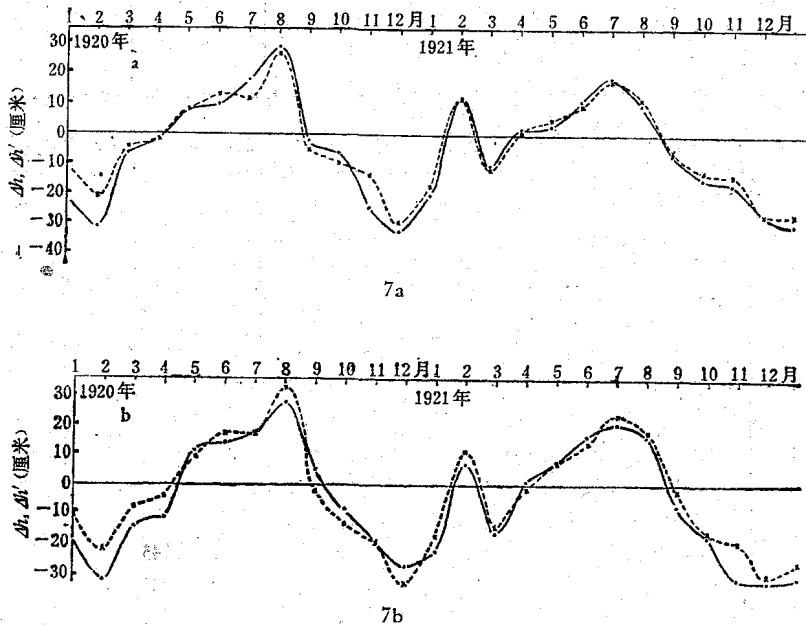


图 7 Δh 曲线 (实线) 与 $\Delta h'$ 曲线 (虚线) 的比较
a. 高雄—厦门断面; b. 基隆—厦门断面, 1920—1921 年。

的多年平均的各月水位 ($\bar{h}_i$) 为常量, 厦门各月水位 ($h_{厦,ij}$) 为变量时的月平均水位差 ($\Delta h' = \bar{h}_{i基或高} - h_{厦,ij}$) 曲线(虚线), 其观测时间与上一曲线相同。图 7 仅列举了 1920—1921 年的两种曲线作为示例。

十分明显, 无论就基隆—厦门两站或高雄—厦门两站而论, 这两种曲线不仅变化趋势相似, 水位差的量值也颇为接近。所以, 可以取 $\Delta h'$ 曲线作为探索海峡表层月平均流速变化趋势的一个指标。在 $\Delta h'$ 中, $\bar{h}_i$ 的数值可根据历史资料得出, 例如, 对于基隆及高雄, 已分别具有 21 年、40 年的平均值。

顺便指出, Δh 曲线反映了当时台湾海峡表层月平均流速的消长变化过程。在本文资料所包括的时期内, 海峡北流达到最大值的时期, 无论在基隆—厦门断面或高雄—厦门断面上, 均出现于 1909 年 8—9 月, 当时流速可分别达到北流平均流速的两倍。还有, 在高雄—厦门断面上, 1932 年 7 月和 1939 年 7 月的流速也很大。

再来直接分析海峡两岸月平均水位差与西岸月平均水位的关系。这里又分两种情况, 其一是逐年逐月一起分析的, 另一则是按月分开分析的。

先取基隆—厦门及高雄—厦门两断面逐年逐月的月平均水位差 Δh 和厦门相应的月平均水位 $h_{厦}$ 进行回归分析, 分别得出回归方程见表 3。

表 3 Δh 与 $h_{厦}$ 关系逐年逐月的回归分析

断 面	资料起讫时间	资料数目	经验关系 ($\Delta h, h$; 厘米)	$\sigma_{h, 厦}$ (厘米)	$\sigma_{\Delta h}$ (厘米)	$\gamma_{\Delta h, h}(\%)$
基隆—厦门	1908—1915, 1920—1924	$N = 149$	$\Delta h = -1.38 h_{厦} - 0.45$	10.81	18.89	-79
高雄—厦门	1908—1915, 1920—1924	$N = 152$	$\Delta h = -1.13 h_{厦} - 0.19$	10.86	16.01	-76

表 4 $\Delta h_{高-厦}$ 与 $h_{厦}$ 的逐月回归方程 (根据 1908—1915, 1920—1943 年资料)

月	回 归 方 程	相关系数(%)	$\sigma_{\Delta h}$ (厘米)	σ_h (厘米)
1	$\Delta h = -0.87h - 15$	-79.6	9.08	8.30
2	$\Delta h = -0.90h - 13$	-77.1	8.87	7.57
3	$\Delta h = -0.97h - 7$	-87.2	8.12	7.31
4	$\Delta h = -0.79h - 3$	-76.6	6.53	6.38
5	$\Delta h = -0.98h + 4$	-77.6	7.06	5.61
6	$\Delta h = -0.57h + 12$	-70.1	6.08	7.47
7	$\Delta h = -0.69h + 22$	-76.3	6.72	7.38
8	$\Delta h = -0.76h + 21$	-88.6	7.75	9.06
9	$\Delta h = -0.95h + 8$	-93.0	10.78	10.61
10	$\Delta h = -0.91h - 1$	-83.1	8.45	7.69
11	$\Delta h = -1.21h - 4$	-86.9	8.23	5.94
12	$\Delta h = -1.03h - 12$	-85.3	9.02	7.48

下面再将高雄—厦门, 基隆—厦门两断面的 Δh 与 $h_{厦}$ 的关系, 分别按月进行回归

分析,各月的结果见表4、5。应着重指出的是,各表中的 Δh ,均为高雄与厦门或基隆与厦门两站分别以当地的零点为基准的水位差;但表4、5中的 $h_{\text{厦}}$ 为各月逐年的月平均水位相对于同月多年平均水位的偏差;而表3中的 $h_{\text{厦}}$,则系相对于该站零点的偏差。高雄与厦门冬(2月)夏(8月)诸月的 Δh 与 $h_{\text{厦}}$ 的关系还表示在图8上。

表5 $\Delta h_{\text{基-厦}}$ 与 $h_{\text{厦}}$ 的逐月回归方程(根据1908—1915, 1920—1924年资料)

月	回 归 方 程	相关系数(%)	$\sigma_{\Delta h}$ (厘米)	σ_h (厘米)
1	$\Delta h = -0.68h - 17$	-66.9	9.65	9.46
2	$\Delta h = -1.03h - 16$	-58.3	10.24	5.76
3	$\Delta h = -0.87h - 11$	-89.2	9.25	9.50
4	$\Delta h = -1.26h - 2$	-85.2	8.64	5.82
5	$\Delta h = -0.99h + 8$	-81.5	6.61	5.58
6	$\Delta h = -0.80h + 20$	-90.0	6.98	7.85
7	$\Delta h = -0.84h + 25$	-95.5	6.79	7.76
8	$\Delta h = -1.09h + 26$	-97.1	11.13	9.88
9	$\Delta h = -1.12h + 10$	-96.7	16.20	14.00
10	$\Delta h = -0.90h - 8$	-92.0	9.07	9.31
11	$\Delta h = -0.98h - 14$	-81.5	7.93	6.63
12	$\Delta h = -0.76h - 19$	-71.0	9.02	8.40

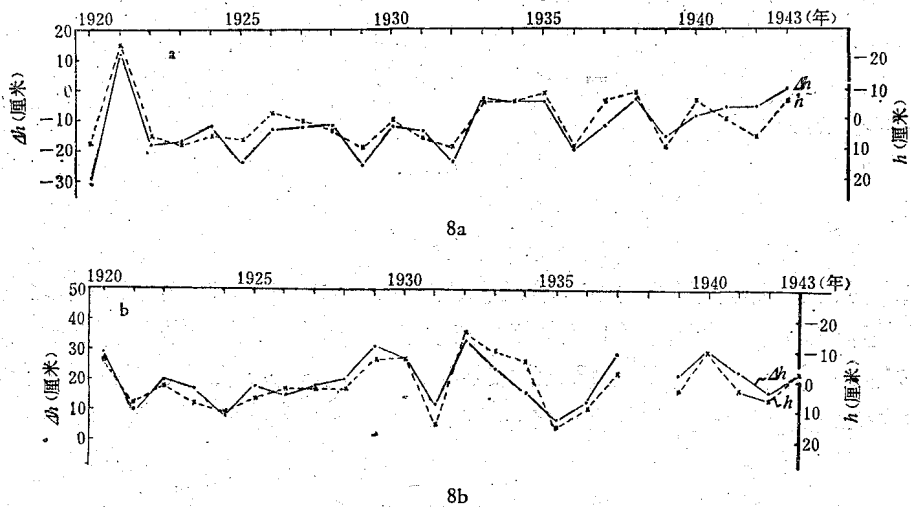


图8 高雄—厦门月平均水位差 Δh 与厦门各月平均水位 h 的关系

a. II月; b. VIII月。

从上述三表中不难看出,无论是逐年逐月,或是按月的回归分析所得出的经验关系,都和多年平均情况中的一样,台湾海峡两岸月平均水位差与西岸(厦门)月平均水位,具有显著的负相关关系。根据数理统计,当 $N = 32, \alpha = 0.05$ 及 0.01 时,相关系数达到显著的最小值,分别应为 0.349 及 0.449 。而在表4、表5的按月分析中,经验关系的相关系数,各月均在 -0.583 — -0.971 之间。所以经验关系的真实性是无庸置疑的,而且显著程度也是相当高的。这从图8中两组曲线的变化趋势均颇一致这一现象中,可以看得更明显。

$\Delta h_{基-厦}$ 与 $h_{厦}$ 的关系曲线(图略)也是这样。

四、结 语

因此,有可能根据西岸(例如厦门港)的月平均水位求得两岸的月平均水位差,再据此来探索海峡表层月平均流速的变动情况。

在实际应用中,西岸某站下一年某月的月平均水位,可根据该站该月月平均水位的以往历史资料,用水文学或气象学中常用的长期预报方法求得之。得此 h_w 值后,即可按上述经验关系求得 Δh 及 v 值。在由 h_w 求 Δh 时,以取按月分析所得经验关系为好。这从表 3、4、5 中相关系数和标准偏差的比较中可以看出。虽然,各表中相关系数和 σ_h 的量值都相差不大,但 $\sigma_{\Delta h}$ 的量值,表 3 中的却远较表 4、5 中得出的为大,前者可达后者的两倍或两倍以上。因此,由表 4、5 得出的 Δh 值,误差可能较小。

当然,也可将第二、三两节中求得的经验关系结合起来,直接根据西岸的月平均水位来探索海峡表层月平均流速的变动情况。

例如,根据上述分析,可以得出西岸月平均水位 h_w , 两岸月平均水位差 Δh 及海峡表层月平均流速 v 两两之间的关系的一般形式如下:

$$\Delta h = ah_w + b, \quad a < 0;$$

$$v = c\Delta h + d, \quad c > 0。$$

故得

$$v = cah_w + (bc + d)。$$

两边分别取增量得:

$$\delta v = ca\delta h_w,$$

或可写成:

$$\delta v = k\delta h_w, \quad k < 0。$$

上式表明,当西岸月平均水位较平年偏低时 ($\delta h_w < 0$), $\delta v > 0$, 即夏季北流 (Δh 为正)较平年偏强,或冬季南流 (Δh 为负)较平年偏弱;反之,当西岸月平均水位较平年偏高时 ($\delta h_w > 0$), $\delta v < 0$, 即夏季北流较平年偏弱,或冬季南流较平年偏强。所以,西岸月平均水位的变化可以作为海峡表层月平均流速消长变化的一个指标。

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—115.
- [2] 二谷颯男, 1973. 黑潮システムの表面流量と沿岸水位. 海洋科学 5 (4): 55—59.
- [3] Dietrich, G., 1946. 转引自: Dietrich, G., 1963. General Oceanography, p. 321, Fig. 131.
- [4] Hela, I., 1952. The fluctuations of the Florida Current. Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean. 1: 241—248.
- [5] Montgomery, R. B., 1938. Fluctuations in monthly sea level on eastern U. S. Coast as related to dynamics of western North Atlantic Ocean, Jour. Mar. Res. 1: 165—185.
- [6] Montgomery, R. B., 1941. Sea level difference between Key West and Miami, Florida. Jour. Mar. Res. 4: 32—37.
- [7] Moriyasu, S., 1961. On the difference in the monthly sea level between Khashimoto and Urugami Japan. Jour. Oceanogr. Soc. Japan 17(4): 197—200.

- [8] Peslin, H., 1872. 转引自: J. 普劳特曼, 1952, 动力海洋学(毛汉礼译, 1956, 科学出版社, p. 76)。
- [9] Sok-U Yi, 1970. Variations of oceanic condition and mean sea level in the Korea Strait. in "The Kuroshio—A Symposium on the Japan Current". pp. 125—141.
- [10] Stommel, H., 1953. Examples of the possible role of inertia and stratification in the dynamics of the Gulf Stream System. *Jour. Mar. Res.* 12: 184—195.
- [11] Wunsch, C., Hansen, D. V. and B. D. Zetler, 1969. Fluctuations of Florida Current inferred from sea level records. *Deep-Sea Res., Suppl.* 16: 447—470.
- [12] Wyrski, K., 1957. Die Zirkulation an der Oberfläche der südostasiatischen Gewässer. *Deutsch. Hydrogr. Z.* 10 (1): 1—93.
- [13] Wyrski, K., 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asia waters. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif., *Naga Rept.* 2: 1—195, 44 pls.
- [14] Wyrski, K., 1973. Teleconnections in the Equatorial Pacific Ocean. *Science*, 180(4081). p. 66—68.
- [15] Wyrski, K., 1974a. Sea level and the seasonal fluctuations of the equatorial currents in the Western Pacific Ocean. *Jour. Physical Oceanography* 4 (1): 91—103.
- [16] Wyrski, K., 1974b. Equatorial currents in the Pacific 1950 to 1970 and their relations to the trade winds. *Jour. Physical Oceanography* 4 (3): 372—380.
- [17] Галеркич, Л. И., Шагин, В. А. и В. П. Нефедьев, 1962. Сезонные колебания уровня Австрало-Азиатских Морей. *Труды Ин-та Океанол.* LX: 161—173.

THE RELATIONS BETWEEN THE MONTHLY AVERAGE SURFACE CURRENTS IN THE TAIWAN STRAIT AND THE MONTHLY MEAN SEA LEVEL DIFFERENCES ACROSS IT*

Guan Bingxian

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The Taiwan Strait is a very important sea region for ship-sailing and fishery activities, but the current data in the Strait are very scant up to now.

In this paper, based on the historical data at hand, the co-relative relations between the monthly average surface currents in the Strait and the monthly M. S. L. differences across the Strait, the monthly M. S. L. differences across the Strait and the monthly M. S. L. at the western coast were analysed. The results show that a positive co-relative relation of sufficient significance exists between the former two sets data, and while a negative co-relative relation of relative significance exists between the latter two sets data. Therefore, it is possible to forecast the tendency of variations of the monthly average surface current in the Strait according to the monthly M. S. L. at the western coast (for example, Amoy).

These empirical relations may be useful for the study of the tendency-forecast of the current in the Strait.

* Contribution No. 443 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.