

水文因子的潮振动

О ПРИЛИВНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

浦咏修

Пу Юн-сю

在研究我国浅海的水文因子周日(昼夜)变化时,不难发现,在许多地区,这种变化具有潮振动性质。引起这种周期性变化的原因可能有二:(1)直接由潮汐运动,尤其是潮流所引起;(2)由内潮振动所引起。

关于内潮现象,作者在“海洋中的内波现象”一文中,已作了较详细的介绍。这里只补充一点,即:由于内潮理论上的困难,在研究方法上也出现了一些不同的意见。Дуванин^[3]认为,由潮汐运动引起的,并在时间上与潮汐一样变化着的任何过程,均可用相同的方法去进行研究。Селицкая 等^[4]更直接用潮汐学上的调和分析法,研究了水温的潮振动。认为,两次 24 小时观测调和分析法最适用于内潮的研究;而一次 24 小时观测调和分析法(即海军部法)则不能沿用。然而 Фукс^[5] 却认为可以沿用。后来更有 Ямпольский^[6], Глинский^[2] 等,对内潮研究中的调和分析法提出了异议。他们根据海洋中,除潮汐周期外,内波还具有各种其他周期的事实出发,提出在进行资料的调和与分析以前,必须用统计方法(如 Zeilon 法和频谱分析法之类)先确定主要之振动周期并加以检验。

总之,在内潮(及其他内波)的研究当中,存在着许多不同的观点和方法,至今尚在争论之中。作者也不拟在这里对这些方法作什么评论,但必须提出这样一点,即:在研究自然界的这一复杂现象当中,必须根据各海区的具体条件及资料情况来选择研究方法才最合理,适用于一切情况的通用方法恐怕是没有的。

在这篇短文里,拟专门论述一下由潮流所引起的水文因子的周日变化问题。这种变化,在一般的外海大洋区域,不具有普遍意义。但在我国浅海,尤其象长江口外及其他类似的水域,由于水平梯度强烈,由潮流所引起的水文因子的周日变化可达相当可观的量级。因此,阐明这些因子的变化与潮流的关系,对实用有很大的意义。

在不考虑太阳辐射、海水摩擦等条件下,如果水文因子 A (温、盐、密度等均可) 的周日变化完全由潮流运动所引起,那么,这种变化的表达式可以写成

$$\frac{\partial A}{\partial t} + u \frac{\partial A}{\partial x} + v \frac{\partial A}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

式中 u 和 v 为潮流的水平分量,座标轴 x 和 y 分别向北和向东。

考虑到潮汐运动的特点,可设

$$\left. \begin{aligned} u &= \sum_1^n u_{0i} \cos(q_i t - \varphi_i) \\ v &= \sum_1^n v_{0i} \sin(q_i t - \psi_i) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

此处 u_{0i} 和 v_{0i} , φ_i 和 ϕ_i 分别为 i 调和波各分量的振幅和初位相。

将(2)代入(1), 得到

$$\begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial t} = & -\frac{\partial A}{\partial x} \sum_1^n u_{0i} \cos(q_i t - \varphi_i) \\ & -\frac{\partial A}{\partial y} \sum_1^n v_{0i} \sin(q_i t - \phi_i) \end{aligned} \quad (3)$$

从研究周日变化的角度来看, 可设

$$A = A_0 + f_1(x, y) + f_2(t). \quad (4)$$

这样, 将(3)积分后, 得

$$\begin{aligned} A = A_0 - \frac{\partial A}{\partial x} \sum_1^n \frac{u_{0i}}{q_i} \sin(q_i t - \varphi_i) \\ + \frac{\partial A}{\partial y} \sum_1^n \frac{v_{0i}}{q_i} \cos(q_i t - \phi_i). \end{aligned} \quad (5)$$

如果水文因子仅在一度空间内发生变化, 则由(5)可得下列二式:

$$\left. \begin{aligned} A_x &= A_{0x} - \frac{\partial A}{\partial x} \sum_1^n \frac{u_{0i}}{q_i} \sin(q_i t - \varphi_i) \\ A_y &= A_{0y} + \frac{\partial A}{\partial y} \sum_1^n \frac{v_{0i}}{q_i} \cos(q_i t - \phi_i) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

可见, 水文因子的变化幅度正比于水平梯度和潮流振幅。再由(6)和(2)的比较可知: 潮流和水文因子的振动周期一致, 但两者的振动位相相差 $\frac{\pi}{2}$ 。这一结论告诉我们, 只要知道了潮流的运动规律, 就可直接推演出水文因子的变化趋势。这在实用上有两种可能:

(1) 采用将位相改变 $\frac{\pi}{2}$ (是加是减完全取决于水文因子水平梯度的正负) 的办法, 借助潮流的调和常数直接推算出水文因子的变化趋势。例如, 以黄海南部某次连续观测资料的实测和推算结果如图 1 所示, 两曲线的趋势完全一致; (2) 利用潮流调和常数的振幅比及位相差对水文因子 24 小时连续观测资料进行调和分析, 求得这些因子在一定梯度情况下的潮振动调和常数。当然, 这种分析主要是为了求调和常数中的振幅部分, 位相角按前一条推论事先即可求得。

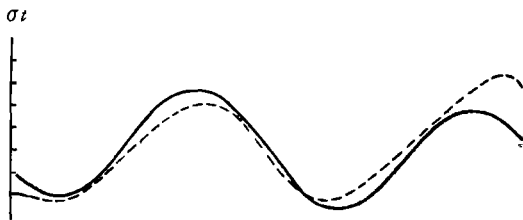


图 1 1959 年 4 月黄海南部某站密度周日变化实测曲线(实线)和推算的变化趋势(虚线)之比较

将上列公式略加改变, 还可得出有助于其他实用方面的公式。

参 考 文 献

- [1] 浦泳修, 1965, 海洋中的内波现象. 海洋与湖沼 8(1):78—80.
- [2] Глинский Н. Т., 1963. О внутренних волнах в северной Атлантике. Океанология 3(1):13—17.
- [3] Дувания А. И., 1960. Приливы в море, Гидрометеониздат, Ленинград.
- [4] Селицкая Е. С. и Антропова Л. В., 1962. К методике анализа приливных колебаний температуры воды в море. Труды ГОИН'а 67:104—117.
- [5] Фукс В. Р., 1957. К методике гармонического анализа внутренних приливных волн. Изв. ТИНРО. том XV. Владивосток.
- [6] Ямпольский, А. Д., 1960. О внутренних волнах в Черном море по наблюдениям на много суточной якорной станций. Труды Ин-та океанологии АН СССР. 39:111—126.