

渤、黄海每日海面热通量的计算*

COMPUTATION OF THE DAILY MEAN SURFACE HEAT FLUX OF THE BOHAI SEA AND THE YELLOW SEA

张法高

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

渤、黄海是三面环陆的半封闭海区,该海区的水平环流较小(一般 5~10cm/s),温跃层的发展变化主要取决于海面热交换和垂直涡动混合及对流;东海是开阔海区,近岸海区受长江冲淡水影响,深水区有世界著名的黑潮,温跃层除受海面热交换和垂直涡动混合及对流影响外,还受平流影响,中国海最强的温跃层出现于渤、黄海。

国内现有的中国海海面热通量计算结果有《渤、黄、东海海面热平衡图集》和《西北太平洋表面热平衡图集》,都是关于月平均的热通量,但计算温跃层的发展变化需要每日的海面热通量。我们依中国科学院海洋研究所气象组提供的气温、总云量、风速、空气水汽压和表面水温资料,用如下公式计算了渤、黄海每日的海面热通量的各个分量及其总和,并计算了各月的月平均海面热

通量与《渤黄东海海面热平衡图集》进行了对比,又利用国家海洋局 1979,1980 和 1981 年的标准水文断面资料计算了黄海典型站各月截面 1cm² 水柱的热容量,进行了对比分析,比较结果表明,在南黄海和东海北部两者符合很好,在渤海和北黄海结果稍差些(图 1~6)。

应当说明的是,在单独计算海面热通量时将海面水温作了已知量,但在计算温跃层时,因海面水温作未知量,所以必须进行叠代计算。

日海面热通量计算公式:

大气层顶短波辐射热通量

$$\Phi_{\infty} = Q_{\infty} d^2 (H \sin \theta \sin \delta + \cos \theta \cos \delta \sin II)$$

其中 Φ_{∞} ——到达大气层顶的短波辐射日总量, (wm⁻²)

$$Q_{\infty} = 1\,365/3.141\,6 \text{ (wm}^{-2}\text{)}$$

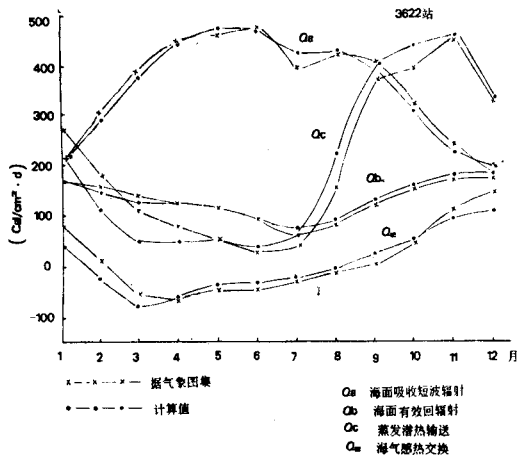


图 1

θ ——地理纬度; II ——半日长(以角度表示); d ——日-地距离瞬时值与平均值之比; δ ——太阳赤纬。

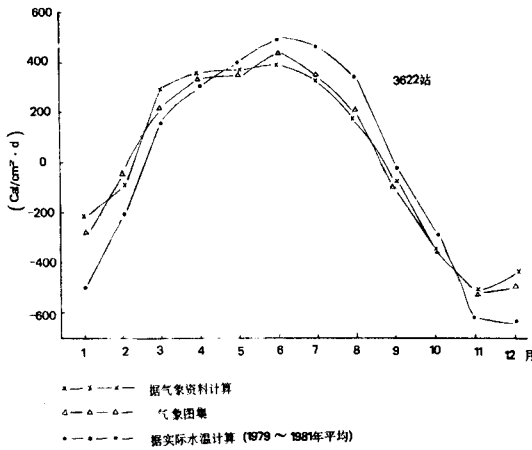


图 2

* 国家自然科学基金 4870272 号资助课题研究内容之一。
中国科学院海洋研究所调查研究报告 2640 号。

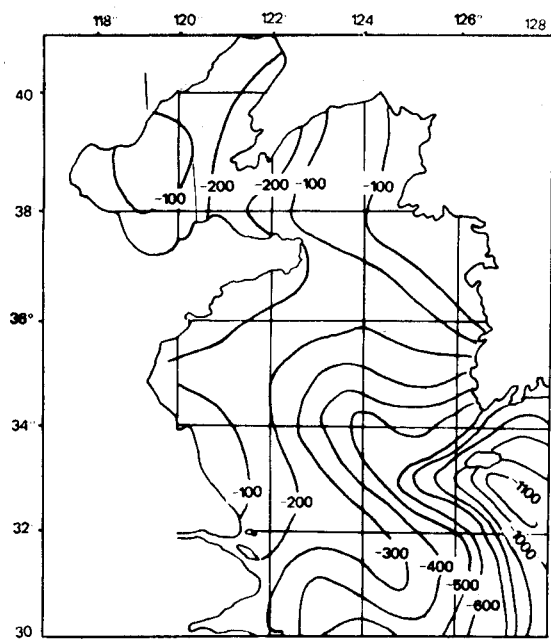


图 3

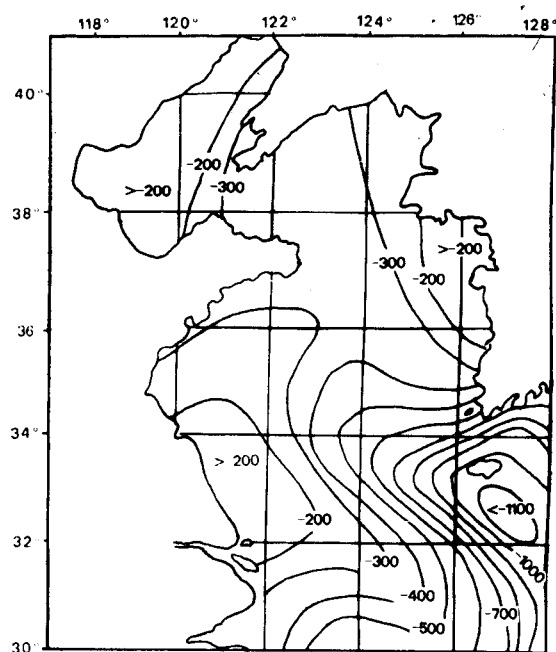


图 4

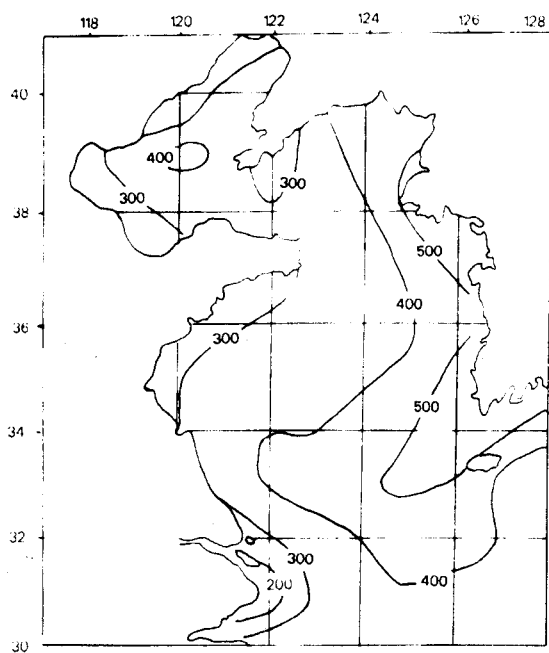


图 5

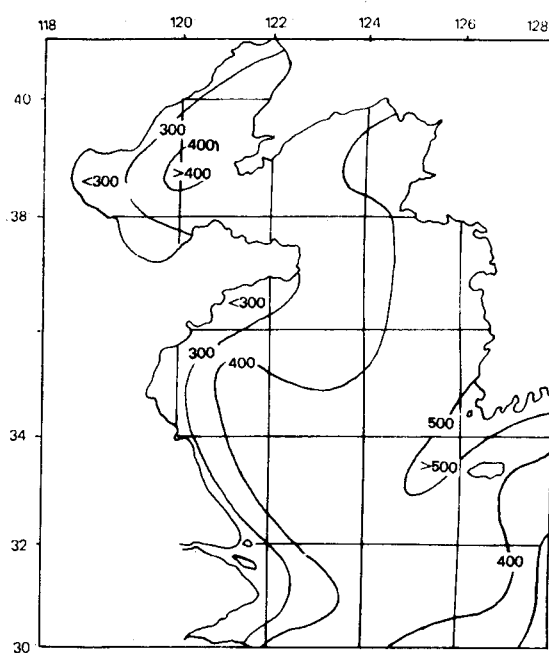


图 6

据 Cogley(1979a) d 和 δ 有如下表达式:

$$d = [1 - 0.01673 \cos(2\pi I/365)]^{-1}$$

$$\delta = 0.4093 \sin[2\pi(I - 79.75)/365]$$

其中 I ——儒略日期

$$\cos H = -\tan \theta \tan \delta$$

海面吸收短波辐射热通量

$$Q_s = 0.81(1 - 0.08)(1 - 0.62C)\phi_\infty$$

其中 C ——总云量

海面有效长波回辐射

$$Q_b = 0.985\sigma Tw^4(0.39 - 0.05\sqrt{e_a}) \\ \cdot (1 - 0.6C^2) + 0.985 \times 4\sigma Tw^3(Tw - Ta)$$

其中 e_a ——空气水汽压

Tw ——表面水温($^{\circ}K$); Ta ——气温($^{\circ}K$); σ ——Stefan-Boltzman 常数

蒸发失热(Ryan *et al.*, 1974)

$$QE = [\lambda(Twv - Tav)^{1/3} + bU](e_{sw} - e_a)$$

其中 $\lambda = 2.7 \times 10^{-2} W_m^{-2} (Nm^{-2})^{-1} K^{-1/3}$

经计算在本海区取 $\lambda = 3.391 \times 10^{-2} W_m^{-2}$

$$(Nm^{-2})^{-1} K^{-1/3}$$

(当 $Twv < Tav$ 时, $\lambda = 0$)

$$b = 3.2 \times 10^{-2} W_m^{-2} (Nm^{-2})^{-1} (ms)^{-1}$$

$$Tv = T / [1 - (0.378e/p)]$$

e_{sw} ——饱和水汽压

感热交换

$$Q_H = 2.513(Tw - Ta)$$

参考文献

- [1] Henderson-Seller B., 1986. *Reviews of Geophysics* **24**(3): 625-649.