



海上台风风场计算的简易方法

陈孔沫

(国家海洋局第三海洋研究所)

目前国内外计算海上台风风场比较流行的方法可以说是宫崎正卫等人求台风合成风的方法和利用Wilson移动台风梯度风方程的方法。这两种计算海面风的方法都比较冗繁,计算工作量比较大。本文基于Rankine涡模式导出一种简易的台风风场分布式,其风速只是气压的函数,用于计算静止的或移动缓慢的台风风场非常简便。

一、台风风速分布式

由于台风是一种气旋性环流(切向风速)的涡旋,可以近似作为一种“涡丝”⁽¹⁾,因此若将台风风速分布作为到台风中心距离的函数,则可以假设台风只是在某一范围内存在一定的正涡度 ζ_0 ,其它部分涡度为0。这种涡旋就称为Rankine复合涡。由Rankine涡可以给出如下台风风速分布⁽²⁾

$$\left. \begin{aligned} V &= \frac{1}{2} \zeta_0 r & r \leq R \\ V &= \frac{1}{2} \zeta_0 \frac{R^2}{r} & r \geq R \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

式中 ζ_0 为正涡度, r 为到台风中心的距离, R 为最大风速半径。

上式反映了台风域内的风速变化规律,即台风内域的风速随着到台风中心的距离的增大而增大,台风外域的风速随着到台风中心的距离的增大而减小。但是,问题在于如何求得涡度 ζ_0 。如果能求出涡度 ζ_0 ,则由(2.1)式容易求出台风风速分布。由于(2.1)式实际上是把台风作为一种转动刚体,而对转动刚体,旋度的一半等于自转角速度,即

$$\omega_0 = \frac{1}{2} \zeta_0 \quad (2.2)$$

因此(2.1)式又可写成

$$\left. \begin{aligned} V &= \omega_0 r & r \leq R \\ V &= \omega_0 \frac{R^2}{r} & r \geq R \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

其中 ω_0 为台风旋转风的转动角速度。

(2.3)式实际上是Matano台风风速分布模式^(3,4),其应用的关键在于如何求得角速度 ω_0 。可将上述风速分布视为旋衡风,忽略科氏力⁽⁵⁾,则

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} &= \frac{V^2}{r} = \begin{cases} \omega_0 r \\ \omega_0^2 \frac{R^4}{r^3} \end{cases} \\ r &\leq R \\ r &\geq R \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

将(2.4)式进行如下积分

$$\left. \begin{aligned} \int_{P_0}^P dP &= \int_0^r \rho \omega_0^2 r dr \\ \int_P^{P_\infty} dP &= \int_r^\infty \rho \omega_0^2 \frac{R^4}{r^3} dr \\ r &\leq R \\ r &\geq R \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

得

$$\left. \begin{aligned} P &= P_0 + \frac{1}{2} \rho \omega_0^2 r^2 \\ P &= P_\infty - \frac{1}{2} \rho \omega_0^2 \frac{R^4}{r^2} \\ r &\leq R \\ r &\geq R \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

当 $r=R$ 时,消去 P 即得

$$P_\infty - P_0 = \Delta P_0 = \rho \omega_0^2 R^2 \quad (2.7)$$

利用(2.7)式,由台风中心气压和最大风半径的资料可以求得旋转角速度 ω_0 。但是这样求得的 ω_0 是一种平均值,不能代表台风的真实情况,为此将(2.3)式改写成

$$\left. \begin{aligned} V &= V_m \frac{r}{R} & r \leq R \\ V &= V_m \frac{R}{r} & r \geq R \end{aligned} \right\} \quad (2.8)$$

式中 V_m 为台风中心附近最大风速。

引入 Myers 气压分布式

$$P = P_0 + \Delta P_0 \cdot e^{-R/r} \quad (2.9)$$

则有

$$\left. \begin{aligned} P &= P_0 + \Delta P_0 \cdot e^{-V_m/V} & r \leq R \\ P &= P_0 + \Delta P_0 \cdot e^{-V/V_m} & r \geq R \end{aligned} \right\} \quad (2.10)$$

从而可得台风风速分布式

$$\left. \begin{aligned} V &= V_m / L_n \cdot \frac{\Delta P_0}{P - P_0} & r \leq R \\ V &= V_m \cdot L_n \cdot \frac{\Delta P_0}{P - P_0} & r \geq R \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$

上式表明，台风风速分布取决于台风强度，即取决于台风中心附近最大风速 V_m 和台风中心气压深度 ΔP_0 。由于一旦发布台风消息，天气部门便有台风中心附近最大风速 V_m 和台风中心气压 P_0 的报告，所以只要已知台风域内某一点的气压值，由 (2.11) 式便可迅速地求出相应的风速值，只要已知台风域内的气压分布，便可迅速地求出相应的风速分布。

二、计算实例

前述所求出的台风风速分布式 (2.11) 可用于计算静止的或移动缓慢的台风风速分布。由 (2.11) 式可知，台风中心附近最大风速 V_m 和台风中心气压 P_0 一确定，则整个台风域内的风速分布就唯一的取决于气压分布 P ，也就是说，台风风速仅仅是气压的函数，即 $V = f(P)$ 。因此，要检验台风风速分布式的适用性，作为例子，我们于台风年鉴或历史天气图上取最大风速 V_m 和台风中心气压 P_0 ，利用 (2.11) 式对一些有风速、气

台风风速计算值与实测值表

台风号	时 间	(mb) P_0	(m/s) V_m	(mb) $P_{实}$	(m/s) $V_{实}$	(m/s) $V_{计}$	(m/s) ΔV
6512	65.8.2.08	980	40	1000.4	14	15.4	1.4
				1002.0	14	12.4	1.6
				995.5	22	26.4	4.4
				1004.6	8	7.9	0.1
				1005.5	8	6.5	1.5
1006.1	6	5.6	0.4				
6513	65.8.18.08	940	75	1005.7	6	4.8	1.2
				1003.0	14	7.9	6.1
				997.0	18	15.4	2.6
				1006.7	4	3.6	0.4
				996.0	18	16.7	1.3
6517	65.9.4.08	985	40	1004.0	8	11.0	3.0
				1004.4	6	10.1	4.1
				1000.5	18	19.1	1.1
6807	68.8.13.08	981	30	1004.7	4	6.1	2.1
				1003.0	8	8.3	0.3
				1000.5	8	11.9	3.9
				1002.4	10	9.1	0.9
				1005.0	4	5.7	1.7
6812	68.9.6.08	941	60	999.0	14	10.4	3.6
				998.5	16	10.9	5.1
				991.0	20	19.3	0.7
				999.2	10	10.2	0.2
				999.0	10	10.4	0.4
7408	74.7.4.08	955	40	990.5	16	17.5	1.5
				988.7	20	19.6	0.4
				1002.5	8	5.9	2.1
				1003.7	6	4.9	1.1
7613	76.8.9.08	945	65	1003.0	4	5.1	1.1
				1002.9	6	5.2	0.8
				998.6	8	8.7	0.7
				1000.1	10	7.4	2.6
				989.5	20	17.1	2.9
				1004.8	6	3.8	2.2
				996.7	12	10.3	1.7
1004.5	6	4.0	2.0				

速计算值与实测值误差不太大(详见上表)。

(下转第17页)

造活动中沉降占优势, 现今是典型侵蚀海岸。湾顶临洪口则是河、海共同作用的淤积海岸。

3. 7000年前海州湾岸线大致与今日地面4.5—5.0米等高线相当, 短时最高海面也没超过8—9米。从全新世以来, 海面三次变动, 除7000年前高海面外, 另两次是在1300年前的唐代和460年前的明代。全新世以海进占优势, 继中期海退之后, 海面即以缓慢上升之势达到

现今高度。海进时沿着岸线堆积砂或贝壳砂层; 海退时或海面波动间歇时则有滨海相淤泥沉积, 砂质较少, 故钻孔中常见泥沙互层。

4. 近代海州湾顶淤长最快, 这与岚山头外海东北-西南潮流和连云港外海东南-西北潮流在临洪口会合有关。现今海州湾年青海岸地貌及其相关沉积物是内外各种营力在这特定区域共同作用的结果。

THE CHARACTERISTICS OF THE CHANGE OF THE HAI ZHOU GULF

Zhang Chuanzao

(Archives Office, Lianyung Port,
Jiangsu Province)

Ge Dianming

(Administrative Office of Harbor
Construction, Jiangsu Province)

Abstract

Most part of the Haizhou Gulf is of silt-mud flat coast except the Lanshan Tou to the north and the Lianyung Port to the south.

The coast line changes are various in the southern and northern coasts because of their geotectonic difference. Lin Hong Kou, which is located at the end of the Gulf is a transitional zone. In this paper, the characteristics of the change of sea level in Holocene, especially in the last 1000 years, are emphatically discussed.

(上接第33页)

三、结 语

本文基于Rankine涡模式, 导出一种简易的台风风速分布式, 用于计算静止的或移动缓慢的台风风速分布。经过几个台风的计算比较亦较满意。但这种台风风速分布式为了简单而未考虑到台风风速的不对称性, 因此在进行台风潮和台风浪的数值计算或计算移速较快的台风风场时, 可根据流体力学知识, 在流体中任

一点的速度可以分解为和基点(台风中心)一致的平移速度 V_s 、绕基点以 $1/2\zeta$ 角速度旋转所形成的线速度及变形速度 V_D 的和, 并假设变形速度 $V_D=0$, V_s 遵循宫崎正卫第三假设^[5], 而后进行计算。

参 考 文 献

- [1] 日本气象学会, 1976。气象研究ノート, 台风特集, 第129号: 198。
- [2] 增田善信, 笠原彰, 1956。台风论p. 31。
- [3] Matano, H. 1956。气象杂志34(3):1—12。
- [4] Matano, H. 1956。气象杂志34(5):54—58。
- [5] 宫崎正卫, 1977。海洋物理Ⅲ, p.311—312。

A simple method of the wind field computation for typhoon at sea

Chen Kongmo

(Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

Abstract

Based on wind field model of Rankine's combined vortex, a simplified formula for computing the distribution of typhoon wind speed is derived. It suits the calculations for stationary or slow moving typhoon wind fields.