

移行台风最大风速的计算

陈孔沫

(国家海洋局第三海洋研究所)

提要 本文探讨了科氏力在台风最大风速计算中的作用,求出了移行台风最大风速计算式;通过对若干台风和强台风个例的试算,表明台风最大风速的计算值与实测值相当一致。

国内外研究台风气压场和风场的学者很多,但是研究台风最大风速的计算者却相对较少,特别是移行台风最大风速的计算比较复杂,专门探讨者就更少。目前国内外研究台风最大风速的计算一般是寻找与台风中心气压等要素的统计关系。笔者于1985年求出西太平洋台风最大风速的实验式和静止台风最大风速的计算式^[3];本文在此基础上,求出移行台风最大风速的计算式,现报道如下。

一、计算方法

在平面极坐标 (r, θ) 中,解定常、无摩擦大气运动方程

$$\left. \begin{aligned} \frac{v_\theta^2}{r} + f v_\theta - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} &= 0 \\ \frac{v_r v_\theta}{r} + f v_r + \frac{1}{\rho r} \frac{\partial p}{\partial \theta} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

引入任意台风气压结构的 M_{yers} 气压分布式^[1]

$$P = P_0 + \Delta P_0 \cdot e^{\frac{-R(\theta_0)L_i(\theta)}{L_i(\theta_0)r}} \quad (2)$$

和状态方程

$$\rho = \frac{P}{RT} \quad (3)$$

可以求得静止台风最大风速

$$V_{mc} = \sqrt{E_i^2(\theta) + 1} \left\{ -\frac{1}{2} f R(\theta) + \sqrt{\frac{1}{4} f^2 R^2(\theta) + \bar{R} T \frac{P_\infty - P_0}{P_\infty + (e-1)P_0}} \right\} \quad (4)$$

$$E_i(\theta) = \frac{0.5 L_i(\theta)(a^2 - b^2) \sin 2\theta + (a^2 K \cos \theta - b^2 h \sin \theta)}{L_i(\theta)(a^2 \sin^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta) + (b^2 h \cos \theta + a^2 k \sin \theta)} \quad (5)$$

上述式中, v_θ 和 v_r 分别为台风的切向风速和径向风速, $L_i(\theta)$ 、 $L_i(\theta_0)$ 分别为 θ 方向和特定方位 θ_0 上台风某一圈闭合等压线的矢径, $R(\theta)$ 、 $R(\theta_0)$ 分别为 θ 、 θ_0 方向的台风最大风速半径, $\Delta P_0 = P_\infty - P_0$, P_0 为台风中心气压, P_∞ 为台风外围气压, ρ 为空气密度, T 为绝对温度, $\bar{R}$ 为气体常数。而(2)式是根据台风气压分布特征提出的台风气压分布经验模式的改进式。

对移行台风,取 α 为台风移动方向与计算点到台风中心连线的夹角,规定顺时针方向为正,由

矢量合成原理可求得移行台风最大风速

$$V_{ms} = V_s \sin \alpha + \sqrt{E_i^2(\theta) + 1} \left\{ -\frac{1}{2} f R(\theta) + \sqrt{\frac{1}{4} f^2 R^2(\theta) + \bar{R} T \frac{P_\infty - P_0}{P_\infty + (e-1)P_0}} \right\} \quad (6)$$

二、分析和计算

根据 1982—1985 年 598 个台风眼形状的探测记录, 台风眼为圆形者 482 个, 占 80.6%; 台风眼为椭圆者仅占 19.4%, 且椭圆无偏心者为数较多。在计算中, 一般 $E_i(\theta)$ 值较小, 可取 $\sqrt{E_i^2(\theta) + 1} \approx 1$ 。

为了探讨科氏力在台风最大风速计算中所起的作用, 将(4)式记为 $V_{m科}$, (4)式略去科氏力项后记为 V_m , 并取 $\bar{R} = 2.8699 \times 10^6 \text{cm/s}^2 \cdot \text{度}^{-1}$, $T = 300 \text{K}$, $R(\theta) = 5 \times 10^6 \text{cm}$, $P_\infty = 1010 \text{mb}$, 台风中心气压 P_0 取其变化幅度的任一可能值, 则有

$$V_{m科}/V_m \approx 1$$

因此静止台风最大风速可写成

$$V_{mc} = \sqrt{\bar{R} T (P_\infty - P_0) / [P_\infty + (e-1)P_0]} \quad (7)$$

移行台风风速可写成

$$V_{ms} = V_s \sin \alpha + \sqrt{\bar{R} T \frac{P_\infty - P_0}{P_\infty + (e-1)P_0}} \quad (8)$$

文中曲线图是 1970—1978 年每年选取一个最强台风的台风中心气压和台风最大风速所点绘的风压关系图。图中 $V_{m实}$ 是相应台风最大风速的实验曲线, $V_{m理}$ 是由(7)式所绘制的理论最大风速曲线。由图可见, 台风最大风速的理论曲线与实验曲线大致在 995mb—975mb 之间重迭, 仅在台风中心气压 $P_0 > 995 \text{mb}$ 时, 台风最大风速值略小于理论计算值。这就说明, 当台风还不太强时, 台风最大风速理论值与实际值相当一致, 可以不考虑台风移行速度, 直接由(7)式计算台风最大风速。但是随着台风的增强, 即随着台风中心气压的降低, 台风最大风速计算值逐渐比实际值偏小, 此时台风最大风速应采用(8)式计算。

为了应用(7)式和(8)式计算台风最大风速, 仍取 $\bar{R}$ 、 T 和 P_∞ 为上述值, 同时取 $\alpha = 90^\circ$, 则静止台风和移行台风最大风速分别变成

$$V_{mc} = \sqrt{860970000(1010 - P_0) / [1010 + (e-1)P_0]} \quad (9)$$

和

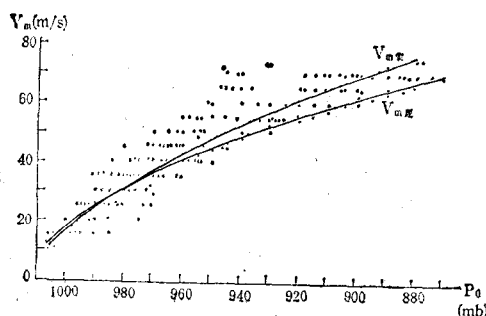
$$V_{ms} = V_s + \sqrt{\frac{860970000(1010 - P_0)}{1010 + (e-1)P_0}} \quad (10)$$

对一般的台风和中心气压不太低的强台风, 可直接采用(9)式计算台风最大风速。当台风处于发展阶段或最盛期, 应取下式计算

$$V_m = \begin{cases} V_{mc} & P_0 \geq 980 \text{mb} \\ V_{ms} & P_0 < 980 \text{mb} \end{cases} \quad (11)$$

当台风处于衰减阶段, 则一般取下式计算

$$V_m = \begin{cases} V_{ms} & P_0 < 970 \text{mb} \\ V_{mc} & P_0 \geq 970 \text{mb} \end{cases} \quad (12)$$



理论最大风速曲线和实验曲线图

Fig. The theoretical curves of maximum wind speed and statistic one

表 1 7315 号强台风最大风速的计算

Tab. 1 The Calculation of maximum wind of strong typhoon No. 7315

要素 时间	(m/s) V_s	(mb) P_0	(m/s) V_m	(m/s) $V_{m计}$	(m/s) ΔV
10.2.08		998	15	19.5	4.5
14		998	15	19.5	4.5
20		990	20	25.2	5.2
3.02		990	25	25.2	0.2
08		990	25	25.2	0.2
14		985	25	28.2	3.2
20		980	30	31.0	1.0
4.02		980	30	31.0	1.0
08	2.3	975	40	35.8	4.2
14	3.1	975	40	36.6	3.4
20	2.9	970	40	38.8	1.2
5.02	3.3	965	40	41.4	1.4
08	3.7	950	45	47.9	2.9
14	3.7	935	50	53.4	3.4
20	3.7	920	60	58.4	1.6
6.02	3.9	890	65	67.7	2.7
08	4.7	875	70	72.7	2.7
14	6.2	880	70	72.8	2.8
20	6.0	900	65	66.9	1.9
7.02	4.5	905	65	63.9	1.1
08	4.0	910	65	61.8	3.2
14	5.0	915	65	61.3	3.7
20	5.8	925	60	58.9	1.1
8.02	5.5	925	55	58.6	3.6
08	5.1	940	50	53.0	3.0
14	4.6	960	45	44.8	0.2
20		975	35	33.5	1.5
9.02		975	35	33.5	1.5
08		975	35	33.5	1.5
14		975	35	33.5	1.5
20		975	35	33.5	1.5
10.02		975	35	33.5	1.5
08		975	35	33.5	1.5
14		990	25	25.2	0.2
20		1004	10	13.7	3.7

表 2 8004 号强台风最大风速计算

Tab. 2 The Calculation of maximum wind of strong typhoon No. 8004

要素 时间	(m/s) V_s	(mb) P_0	(m/s) V_m	(m/s) $V_{m计}$	(m/s) ΔV
7.20.08		1005	10	12.5	2.5
14		1005	10	12.5	2.5
20		1005	10	12.5	2.5
21.02		1005	10	12.5	2.5
08		1004	12	13.7	1.7
14		1004	12	13.7	1.7
20		1004	12	13.7	1.7
22.02		1004	12	13.7	1.7
08		1002	15	15.9	0.9
14		1000	15	17.8	2.8
20		995	20	21.8	1.8
23.02		990	25	25.2	0.2
08		988	25	26.4	1.4
14		980	35	31.0	4.0
20	5.4	912	65	62.6	2.4
24.02	5.7	918	65	61.0	4.0
08	6.5	920	65	61.2	3.8
14	5.2	920	65	59.9	5.1
20	5.5	925	60	58.6	1.4
25.02	5.5	935	55	55.2	0.2
08	6.1	945	50	52.2	2.2

三、结 语

经对若干强台风最大风速的试算表明,利用本文所导出的静止台风和移行台风最大风速计算式(9)和(10)进行计算,可以得到较满意的计算结果。同时,在台风最大风速的计算中,科氏力的作用可以忽略不计。

参 考 文 献

- [1] 陈孔沫, 1981. 台风气压场和风场模式. 海洋学报 3(1): 44—55.
- [2] 陈孔沫, 1982. 海上台风风场模式. 海洋学报 4(6): 771—777.

笔者应用导出的移行台风最大风速的计算公式,经对 7315 号、8004 号两个强台风最大风速的计算,结果比较满意。现以 7315 号和 8004 号台风为例,将台风登陆前最大风速的计算值 V_m 列于表 1—2。从表中可见,台风最大风速的计算值与实际风速相当吻合。

- [3] 陈孔沫, 1985。西太平洋台风最大风速的计算。海洋通报 4(4): 5—10。
- [4] 正野重方, 1960。动力气象学, 科学出版社。

CALCULATION OF MAXIMUM WIND SPEED OF TYPHOON

Chen Kongmo

(Third Institute of Oceanography, SOA)

Abstract

The formula of typhoon maximum wind speed were derived from the atmospheric motion equation and by the use of general pressure structure Myer's formula. The formula were employed to test the typhoon No. 7315, No. 8004. The results show that calculated value of maximum wind velocity of typhoon coincided with data obtained, so the maximum wind formula derived in this paper are applicable. Effect of Coriolis force can be neglected in the calculation of typhoon maximum wind speed.