

应用现行台风域内气压场模式的一点看法

王 喜 年

(国家海洋局总台水文预报室)

台风潮动力数值计算结果的好坏,在很大程度上依赖于台风域内气压场和风场模式的优劣。而台风风场模式,一般说来,更直接地依赖于气压场模式。因此,对台风域内的气压分布进行讨论,对于提高台风潮数值计算精度并不是多余的。下面仅就比较流行的三个模式做一讨论。

(一)

高桥公式

$$P = P_n - (P_n - P_o) / (1 + r/R) \quad (1)$$

藤田公式

$$P = P_n - (P_n - P_o) / \sqrt{1 + (r/R)^2} \quad (2)$$

美国气象局用的所谓“标准气压公式”:

$$P = P_o + (P_n - P_o)e^{-R/r} \quad (3)$$

这里, P_n 是台风外围气压或渐近气压, P 是距台风中心 r 距离上的气压, P_o 是台风中心气压; R 是含有距离因次的参数。

若将(1)、(2)和(3)式两边各减去 P_o , 容易得到如下等式:

高桥公式:

$$\frac{P - P_o}{P_n - P_o} = 1 - \frac{1}{1 + r/R} \quad (4)$$

藤田公式:

$$\frac{P - P_o}{P_n - P_o} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + (r/R)^2}} \quad (5)$$

标准气压公式: $\frac{P - P_o}{P_n - P_o} = e^{-R/r} \quad (6)$

日本学者梶浦欣二郎,把(1)、(2)和(3)式中 P_o 、 P_n 及 R 无因次化,做图进行了比较。图1引自梶浦欣二郎^[1]。

从图1中不难看出,在三个气压场模式中,依美国气象局的“标准气压公式”所画出

的曲线,位于高桥和藤田公式的两条曲线中间。

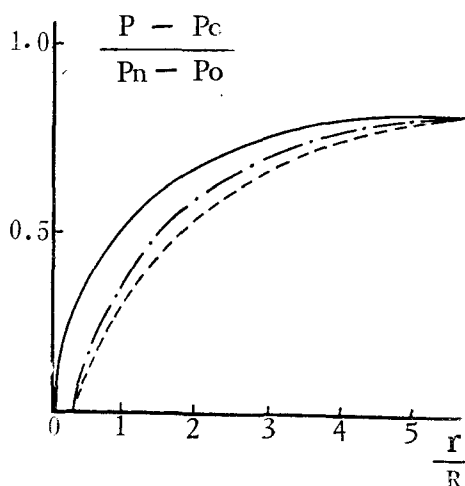


图1 气压场模式的比较
— · — · — 美国气象局, - - - 藤田, — 高桥。

(二)

此次笔者所做结果与梶浦欣二郎的结果不同,现概要介绍如下:

在台风的最大风速半径处,离心力超过科氏力一个数量级,在这里科氏力可大胆略掉,进而假定略掉摩擦,则离心加速度与最大风速半径处的水平气压梯度力平衡—旋衡风(cyclostrophic wind),其表达式如(7)式所示:

$$\frac{V_c^2}{r} = \frac{1}{\rho_a} \frac{dP}{dr} \quad (7)$$

$$V_c = \sqrt{\frac{r}{\rho_a} \frac{dP}{dr}} \quad (8)$$

这里, V_c 为旋衡风速, ρ_a 为空气密度, P 为在离台风中心 r 距离上的气压。现将(1)、(2)和(3)式中的气压(P)代入(8)式,分别对 r 微分并取极值(即 $\frac{d}{dr} \frac{V_c}{r} = 0$),经简单运

算, 容易获得如下结果:

(1) 对于高桥和美国气象局的公式, 在 $r = R$ 处, 均出现最大风速, 亦即(1)、(3)式中的参数 R 就表示台风最大风速半径。

(2) 对于藤田公式, 在 $r = \sqrt{2} R$ 处, 出现台风最大风速, 显然(2)式的 R 并不代表台风最大风速半径。由此看来, 不能对(4)、(5)及(6)式中的 R 不加区别的无因次化。为了避免混淆, 以 r_0 代表最大风速半径, 则(5)式中的 $R = \frac{r_0}{\sqrt{2}}$, 那么(4)、(5)、(6)式相应变成如下形式:

$$\frac{P - P_0}{P_n - P_0} = 1 - \frac{1}{1 + r/r_0} \quad (9)$$

$$\frac{P - P_0}{P_n - P_0} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 2(r^2/r_0^2)}} \quad (10)$$

$$\frac{P - P_0}{P_n - P_0} = e^{-r_0/r} \quad (11)$$

把(9)、(10)和(11)三个无因次等式做图比较(图2), 从图中可以看出: 在 $r/R = 2$ 处, (9)、(10)式相交, $0 \leq r/R \leq 2$ 范围内(10)式居中, 此后是(9)式居中。在台风暴雨数值计算中, 把(9)、(10)式联合应用, 可能是有益的。亦即在 $r/R = 2$ 之前应用藤田式, 之后应用高桥式。

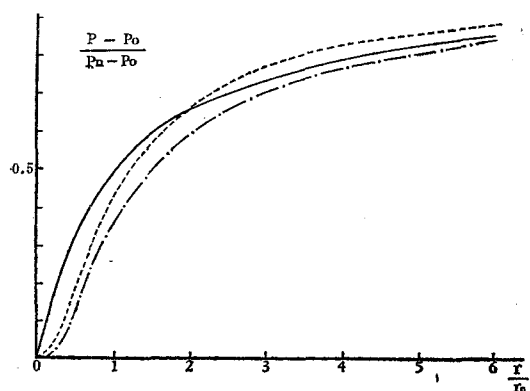


图2 气压场模式的比较
— · — 美国气象局, ··· 藤田, —— 高桥。

顺便指出, 美国学者基于旋衡风的假定并考虑摩擦, 获得了另外一种台风域中的气压场

模式^[3]:

$$P = \frac{\rho_a}{3} \left(\frac{V_R}{v} \right)^2 \left(\frac{r}{R} \right)^3 + P_0, \quad 0 \leq r \leq R \quad (12)$$

$$P = \frac{\rho_a}{2} \left(\frac{V_R}{v} \right)^2 \frac{R}{r} + P_\infty, \quad r \geq R \quad (13)$$

$$v = 2 V_R \sqrt{\rho_a / [3(P_\infty - P_0)]} \quad (14)$$

式中 V_R 表示最大风速, R 表示最大风速半径, P_∞ 表示台风外围气压, 其他符号定义如前同。

美国将依(12)、(13)计算出的曲线与实测曲线和(3)进行了比较, 看来并不比依(3)式画出的曲线优越。

至于台风域中的风场计算, 美国则假定台风具有圆形等压线, 风场是用与台风中心对称的风与伴随台风移动的风(移动风场)的矢量和来表示^[3]。这种考虑方法几乎与日本的考虑方法相同^[2]。本文就不作讨论了。

至此, 本文重点对比较流行的台风域内的三个气压场模式进行了比较, 得出了不同于日本学者梶浦欣二郎的比较结果。笔者认为, 藤田和高桥两个气压场模式的联合应用可能是可取的。

参 考 文 献

- [1] 梶浦欣二郎, 1961. 海と空 37(4):29—33.
- [2] 堀口孝男, 1966. 第13回海岸工学講演会講演集, pp. 242—247.
- [3] Chester, P. Jelesnianski, 1965. Mon. Wea. Review 93 (6):343—358.

