

用地面加密资料作登陆台风定位的客观方法

滕卫平

杜惠良

(浙江省气象科学研究所, 杭州 310021) (浙江省气象台, 杭州 310021)

提 要

应用地面加密观测资料, 采取滑动计算区域, 通过客观分析流场、气压场和涡度场, 并根据其分布特征综合定出台风中心。用该方法研制的软件使用方便, 具有迅速、及时、客观等特点, 对登陆台风定位误差较小, 有一定的实用价值。

关键词: 登陆台风中心定位 地面加密资料 客观分析

前 言

台风定位直接影响到台风路径预报的质量^[1], 因此对台风中心的准确定位十分重要。近年来, 随着国民经济的发展, 对登陆台风路径预报的精度要求越来越高, 然而台风登陆后由于摩擦作用强度变化, 台风云系松散, 中心模糊不清, 用卫星云图和雷达探测往往难以准确定位, 而不得不采用对地面加密观测资料的手工分析确定台风中心, 这种手工分析的方法速度较慢且主观性很大。为使其能迅速、正确、客观地得到应用, 经我们实践, 提出一个根据不同的地面加密观测资料确定计算区域, 对要素进行客观分析, 确定台风中心的方法。采用该方法研制的应用软件, 在 486 微机上进行只需 2 分钟就可输出台风中心的位置, 从而为日常的业务预报提供了方便。

1 方 法

1.1 滑动计算区域的确定

台风来临时, 地面加密观测资料常常是根据前一时刻台风所在的地理位置及其移动的趋势决定哪些气象台站进行加密观测, 而且各个时次发布的加密观测范围和台站均随台风的移动而变化。因此为适应台风业务工作的需要, 计算区域也应随加密观测范围而滑动, 为此首先确定监测台风的区域及其中心, 收集该区域内各测站的经纬度坐标, 然后根据不同的地面加密观测范围确定相应的计算区域(图 1)。采用兰勃特投影图上的正方形网格, 取格距为 30km, 将计算区域内所有测站的坐标按监测台风的区域中心 (λ_0, φ_0) 进行兰勃特投影计算。其基本公式为:

$$\begin{cases} x = A \cdot \sin n(\lambda - \lambda_0) \cdot [\operatorname{tg} \frac{1}{2}(90^\circ - \varphi)]^n \\ y = Y_0 - A \cdot \cos n(\lambda - \lambda_0) \cdot [\operatorname{tg} \frac{1}{2}(90^\circ - \varphi)]^n \end{cases} \quad (1)$$

式中 $Y_0 = A \cdot [\operatorname{tg} \frac{1}{2}(90^\circ - \varphi_0)]^n$; $A = 11423.38/d$, n 为兰勃特投影系数, λ 为测站的经度, φ 为测站的纬度, d 为网格距, 其它符号同常。

1.2 用一次曲面拟合方法^[2]插补缺测站点的资料

根据缺测资料站点的位置, 选取其周围 N 个($N \geq 3$)测站, 求出这 N 个测站的中心 (x_0, y_0)

$$\begin{cases} x_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \\ y_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \end{cases} \quad (2)$$

式中 x_i, y_i 为第 i 个测站的坐标, N 是测站的数目. 再由式(2)所得的结果求出各测站相对于中心 (x_0, y_0) 的位置.

$$\begin{cases} x'_i = x_i - x_0 \\ y'_i = y_i - y_0 \end{cases} \quad (3)$$

然后把这 N 个测站的要素值 F_i 及 x_i, y_i 代入式(4):

$$\begin{cases} a_0 N + a_1 \sum_{i=1}^N x_i + a_2 \sum_{i=1}^N y_i = \sum_{i=1}^N F_i \\ a_1 \sum_{i=1}^N x_i + a_1 \sum_{i=1}^N x_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^N x_i y_i = \sum_{i=1}^N x_i F_i \\ a_2 \sum_{i=1}^N y_i + a_1 \sum_{i=1}^N x_i y_i + a_2 \sum_{i=1}^N y_i^2 = \sum_{i=1}^N y_i F_i \end{cases} \quad (4)$$

解出 a_0, a_1, a_2 , 则可以求得要插补的资料为:

$$F = a_0 + a_1 x + a_2 y \quad (5)$$

测站资料经上述方法处理后, 使资料在空间上的平均间距约为 40km.

1.3 测站上实测风的分解

风场的客观分析是把测站上的实测风分解成 u, v 分量, 然后对这两个分量分别进行客观分析. 由于实测风的测定是以局地坐标为基础的, 因此, 要把它统一在已选定的直角坐标系上, 经换算后, 风的分解公式为:

$$\begin{cases} u = ff \cos[270^\circ - dd + n(\lambda - \lambda_0)] \\ v = ff \sin[270^\circ - dd + n(\lambda - \lambda_0)] \end{cases} \quad (6)$$

式中, dd 为实测风向, ff 为实测风速, 其它符号同上.

1.4 用逐步订正法^[3]求取网格点上的要素值

其计算的基本公式如下:

$$F_{(I,J)}^{(k)} = F_{(I,J)}^{(k-1)} + \sum_{i=1}^N w_i c_i^{(k)}(x, y) \quad (7)$$

$k=0, 1, 2, 3, \dots$

其中:

$$C_i^{(k)}(x, y) = F(x, y) - F_0^{(k)}(x, y)$$

$$W_i = \begin{cases} (d - r_i)^2 / \sum_{i=1}^N (d - r_i)^2 & d > r \\ 0 & d \leq r \end{cases}$$

双线性插值公式:

$$F_0(x, y) = A + B(X - I) + C(Y - J) + D(X - I)(Y - J) \quad (8)$$

其中: $A = F(I, J)$

$$B = F(I+1, J) - F(I, J)$$

$$C = F(I, J+1) - F(I, J)$$

$$D = F(I, J) + F(I+1, J+1)$$

$$- F(I, J+1) - F(I+1, J)$$

上面各式中:

$F_0^{(k)}(I, J)$ 为网格点要素的第 k 次值

$F(x, y)$ 为测站要素的实测值

$F_0(x, y)$ 为测站要素的估计值

$C^{(k)}(x, y)$ 为测站的第 k 次订正值

r_i 为格点到测站的距离

d : 为影响半径

W_i : 为测站的权重函数

N : 为影响半径内测站的数目, 其它符号同前.

根据以上计算公式, 首先确定以格点为中心的 影响半径, 并将影响半径内所有测站的要素值对格点进行加权插值, 得出各网格点的要素值. 采用双线性插值公式再从所得的网格点的要素值中插出测站的估计值, 进而求出测站的误差值. 然后再根据上述步骤, 缩小影响半径, 并将所得的误差值再作加权插值. 如此重复若干次, 即可求得较满意的网格点上的要素值.

1.5 台风中心的确定

由于台风是一种强大而深厚的气旋性涡旋, 它在对流层低层表现为中心气压低, 水平气压梯度大, 有明显的气旋性辐合, 而且它的风场和气压场都呈准对称分布. 因此台风定位主要是以台风的这些基本特征为依据, 选取地面气压、风和涡度作为台风定位的基本因子. 根据上述客观分析得到的资料, 分析流场、气压场和涡度场, 同时得到流场的涡旋中心 (x_1, y_1) 、气压场的低值中心 (x_2, y_2) 和涡度场的正涡度中心 (x_3, y_3) , 然后再根据这些物理量的中心位置, 由经验公式:

$$\begin{cases} x = 66.1459 + 0.411x_1 - 0.2497x_2 + 0.2904x_3 \\ y = -1.9251 + 0.8479y_1 + 0.2386y_2 - 0.0205y_3 \end{cases} \quad (9)$$

综合得出台风中心的位置。

2 应用

根据上述计算方法和思路,研制了一个适用于浙江省台风季节业务应用的登陆台风定位软件,该软件以 28.5°N、120°E 为台风监测中心,取正方形网格,格距为 30km,共 23×23 个格点。滑动计算区域根据地面加密观测资料的分布情况,通过人机对话方式确定(图 1)。该软件从省台 STYS 系统中自动检索,调用台风加密观测资料,并进行计算分别输出流场(图 2)、气压场(图 3)和涡度场(图 4),以及气压场的低值中心和涡度场的正涡度中心,并根据流场的分布特征,用鼠标确定涡旋中心。再经式(9)综合输出台风中心位置。

均误差为 12.7km,均方误差为 7.619km,最大误差为 26.8km。有一定的参考价值。

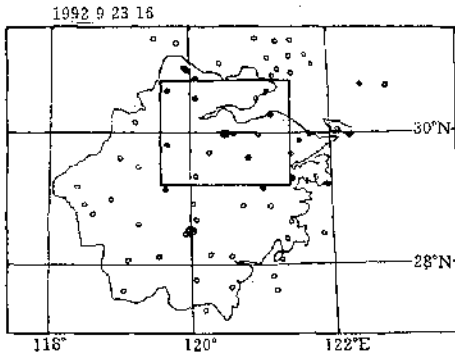


图 1 1992 年 9 月 23 日 16 时地面加密观测分布
●为有地面加密观测资料的站点,○为无地面加密观测的站点,⊙为监测台风的区域中心,⊕为滑动计算的区域中心

我们对近年来在浙江登陆的且能获得加密观测资料的台风(9015,9219,其中 9015 号台风是非对称分布的^[4])进行了计算。附表列出应用本方法分析的涡度中心,最低气压中心,正涡度中心以及综合得到的台风中心位置与业务实时定位的比较,可以看出用本方法确定的登陆台风中心与业务实时定位的平

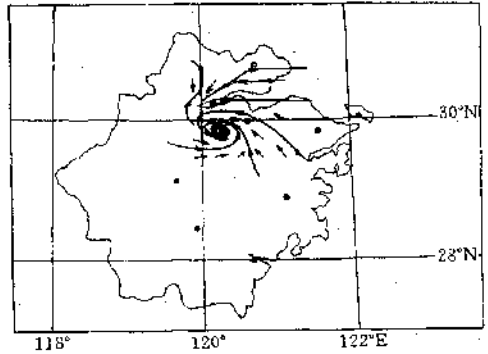


图 2 1992 年 9 月 23 日 16 时地面流场(中心 29.85°N,120.21°E)

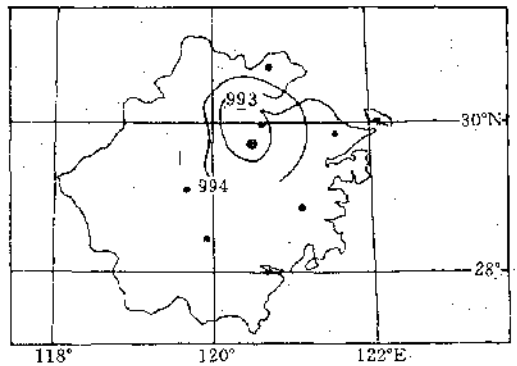


图 3 1992 年 9 月 23 日 16 时地面气压场
大实心圈为最低气压中心(29.73°N,120.50°E)

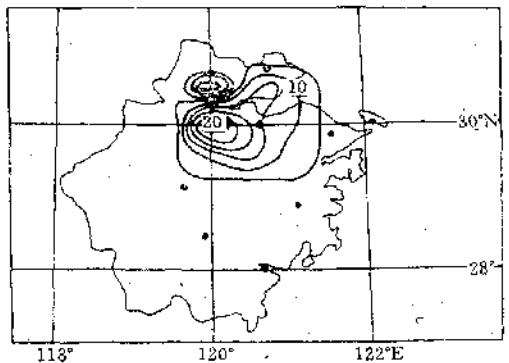


图 4 1992 年 9 月 23 日 16 时地面涡度场
大实心圈为正涡度中心(29.99°N,120.18°E)

附表 对9015、9219号台风用本方法和业务实时定位情况的比较

日期	时次	本客观方法(经度/纬度)				业务实时定位 (经度/纬度)	误差 (km)
		涡旋中心	最低气压中心	正涡度中心	台风中心		
1990.8.31	11	121.45/28.85	121.30/28.72	121.60/28.72	121.09/28.80	121.2/28.8	12.21
	14	120.84/29.13	120.96/28.53	121.41/29.23	120.86/29.09	120.9/29.1	4.58
	17	120.66/29.23	120.73/29.54	120.82/29.37	120.67/29.31	120.7/29.5	21.35
	20	120.63/29.43	120.51/30.04	120.82/29.71	120.72/29.59	120.6/29.8	26.8
	23	120.20/30.13	120.30/30.25	119.99/29.99	120.35/30.22	120.3/30.1	14.4
1990.9.1	02	119.98/30.37	120.31/30.26	120.63/30.54	120.45/30.42	120.4/30.6	20.74
1992.9.23	08	120.65/27.92	120.53/28.11	120.86/27.89	120.73/27.88	120.7/27.7	20.39
	09	120.94/28.50	121.00/28.25	121.62/28.78	120.95/28.39	120.9/28.5	13.66
	10	120.82/28.39	120.70/28.78	120.99/27.97	120.79/28.44	120.9/28.6	21.46
	11	120.37/28.75	120.60/28.89	121.49/28.61	120.78/28.76	120.8/28.7	6.66
	12	120.60/29.31	120.75/28.73	121.36/28.71	120.80/29.19	120.8/29.2	2.48
	13	120.60/29.27	120.76/29.49	121.35/28.96	120.79/29.33	120.8/29.3	3.77
	14	120.39/29.63	120.52/29.76	120.50/29.51	120.52/29.69	120.6/29.6	13.48
	15	120.56/29.56	120.50/29.74	120.50/27.40	120.60/29.62	120.5/29.8	4.45
	16	120.21/29.85	120.50/29.73	120.18/29.99	120.36/29.86	120.4/29.8	8.00
	17	120.24/30.06	120.50/30.20	120.51/30.46	120.37/30.14	120.4/30.1	8.72
			平均误差		12.7km	均方误差	

3 结语

本方法应用地面加密观测资料,采取滑动的计算区域,通过对要素的客观分析,选取流场、气压场和涡度场等反映台风特征的物理量作为台风定位的基本因子,因而具有明确的物理意义。用本方法研制的应用软件使用方便,具有迅速、及时、客观等特点,对登陆台风的定位误差较小,有一定的参考价值。

然而实际登陆的台风因受地形等因素的影响,有时会出现特别明显的非对称性,经试验实践表明:当发现流场的涡旋中心与最低

气压中心位置之差大于3.5纬距时,应用本方法可能会出现较大误差,此时应结合卫星、雷达的探测结果综合得出。

参考文献

- 1 关中海,西北太平洋台风定位误差的统计分析,气象学报,1982,40(1):109—116.
- 2 丁一汇,天气动力学中的诊断分析方法,北京:科学出版社,1989:17—30.
- 3 纪立人等,逐步订正法的客观分析试验,数值预报和数理统计预报会议论文,1974.
- 4 卢家麟等,9015号台风登陆后其周围的若干中尺度特征,热带气象学报,1994,10(2):115—121.

An Objective Method of Locating Landing Typhoon with Surface Observation Data

Teng Weiping

(Zhejiang Meteorological Institute, Hangzhou 310021)

Du Huiliang

(Zhejiang Meteorological Observatory)

Abstract

The typhoon streamline field, pressure field and vorticity field are analysed by using surface intensive observational data and adopting running calculation region. According to their distributional feature, the center of typhoon is located. The software developed by this method is noted for its convenience, rapidity, timeliness, objective and with less error of locating landing typhoon. It has certain practical values.

Key Words: landing typhoon center location surface intensive data objective analysis