

九月份西太平洋台风路径统计预报的 TD₉ 方案

徐一鸣 李佐凤

(上海市气象局)

夏秋季的西太平洋台风是可能影响我国沿海地区的较强的灾害性天气系统,因此台风路径的客观定量预报是迫切需要解决的问题。我们曾应用数理统计的逐步回归方法制作了7—8月份的西太平洋台风路径统计预报(TD₇₈方案)^[1]。在此基础上,我们进一步对9月份的西太平洋台风提出了一种预报方案(TD₉方案)。与前一工作相类比,TD₉方案的起始区域有了扩大,重新考虑后的因子有了较大的调整与改进,预报时效有所提高,找到了一种较为客观的分类方法。

为了客观、定量地预报台风未来路径,我们将台风中心自起始时刻起,在24、36、48、60小时内的经、纬度变化作为被预报量,并且分别建立如下形式的八个多元线性回归方程:

$$\Delta\lambda = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i,$$

$$\Delta\varphi = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i,$$

其中 $\Delta\lambda$, $\Delta\varphi$ 为台风中心的经、纬度变化, x_i ($i = 1, 2 \cdots n$)为与被预报量有相关关系的预报因子。我们应用逐步回归方法,通过选择适当的相应于不同信度的 F 分布的临界值(以下简称 F 值),挑选出一些关系较好的因子,最后建立一组多元线性回归方程,用以

预报进入起始区域后9月份台风的移动路径。

起始区域 我们确定如图1所示的范

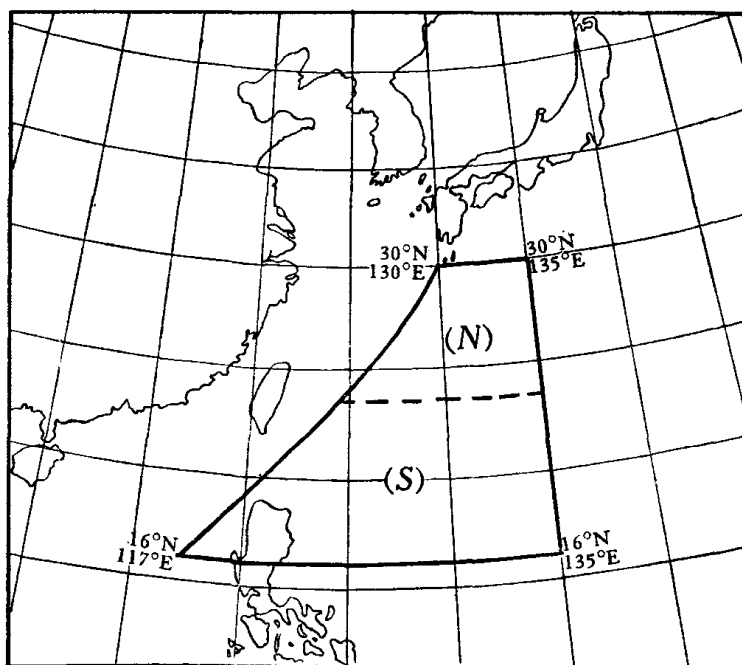


图1 预报起始区域图

围,作为预报起始区域,这就是大约在16°N及30°N之间的135°E以西至琉球群岛一线的范围。一方面,因为台风进入这一区域后,就存在着48—60小时内影响我国东南沿海地区的可能性,另一方面在这一区域的台风,一般情况下,都处在发展的成熟阶段。

我们将台风中心位置位于起始区域内的9月份某日的08或20时(北京时)称为初始时刻,此时刻的台风位置称为初始位置。

本文1973年4月16日收到。

台风分类

台风的移动与台风和太平洋副热带高压的相对位置具有较为密切的关系。考虑到9月份的副热带高压脊线的平均位置在 25°N 附近,我们认为初始位置在 25°N 以南的台风,由于主要受副热带高压南侧一致的偏东气流所操纵,并且一般来说台风与副热带高压脊线距离越近,越有利于转向。若以初始纬度 φ_0 表示台风与副热带高压脊线的距离,那么台风的经度变化与 φ_0 应具有有规律的线性相关关系。而对于初始位置在 25°N 附近或以北的台风,由于副热带高压脊线位置的不同,台风或位于副热带高压脊线南侧,或因位于其北侧而进入西风带系统,因此这类台风的经向移动与 φ_0 的关系就可能是混乱的。

对一些资料进行分析,证实了我们的上述看法。在用 φ_0 为横坐标,用台风未来24小时经度变化 $\Delta\lambda_{24}$ 为纵坐标的图上, $\varphi_0 < 23.5^{\circ}\text{N}$ 的点较为密集于一直线的两侧,而 $\varphi_0 \geq 23.5^{\circ}\text{N}$ 的点则非常离散。在台风初始时刻前12小时与未来24小时经度变化($\Delta\lambda_{-12}$ 与 $\Delta\lambda_{24}$)的相关关系图上, $\varphi_0 < 23.5^{\circ}\text{N}$ 的点具有较为良好的规律性(表明了 $\Delta\lambda_{-12}$ 与 $\Delta\lambda_{24}$ 的正线性相关关系),而绝大部分离散的点的纬度均在 23.5°N 以北。

通过这样一些分析,我们可以有根据地认为以初始位置位于 23.5°N 以北或以南划界,将台风分成具有不同统计规律的两类是有意义的。称 $\varphi_0 < 23.5^{\circ}\text{N}$ 的台风为(S)类台风, $\varphi_0 \geq 23.5^{\circ}\text{N}$ 的台风为(N)类台风。

预报因子 我们选了24个经过单因子分析的与台风移动相关较好的预报因子,供逐步回归进行挑选。这些因子主要属于下列几方面:台风以外周围大型流场、台风历史路径及台风本身资料、部分西风带系统的资料。

所有因子中,以高空引导气流和最近六小时台风路径最重要。

高空引导气流可以台风附近的地转风分

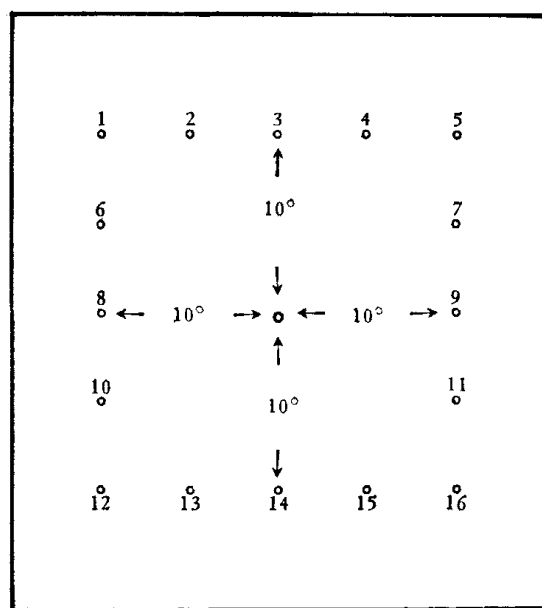


图2 引导气流 A 、 B 计算示意图

量表示。若以 H_i 表示如图2所示各点的500毫巴高度, i 为点的序号,则纬向分量 A 按下式计算:

$$A = H_{12} - H_1 + H_{13} - H_2 + H_{14} - H_3 + H_{15} - H_4 + H_{16} - H_5;$$

经向分量 B 为:

$$B = H_5 - H_1 + H_7 - H_6 + H_9 - H_8 + H_{11} - H_{10} + H_{16} - H_{12}.$$

对(S)类台风计算了 A 与 $\Delta\lambda_{24}$ 、 B 与 $\Delta\varphi_{24}$ 的单相关系数,它们分别为0.73和0.61。经统计检验相关系数均十分显著(显著水平在0.0005以上)。

有几个预报因子,我们采用了初始时刻后六小时的最新资料,例如初始时刻后六小时内台风的经、纬度变化($\Delta\lambda_6$ 、 $\Delta\varphi_6$)。事实证明,这样可以提高预报效果,而预报时效又不受损失。

此外,台风北面7.5纬距处500毫巴平均高度的24小时变化、台风北面10纬距附近海平面地转风经向分量、黄海地区500毫巴平均地转风纬向分量、北京的500毫巴高度以及美国关岛的500毫巴高度等等,均是一些比较重要的因子。

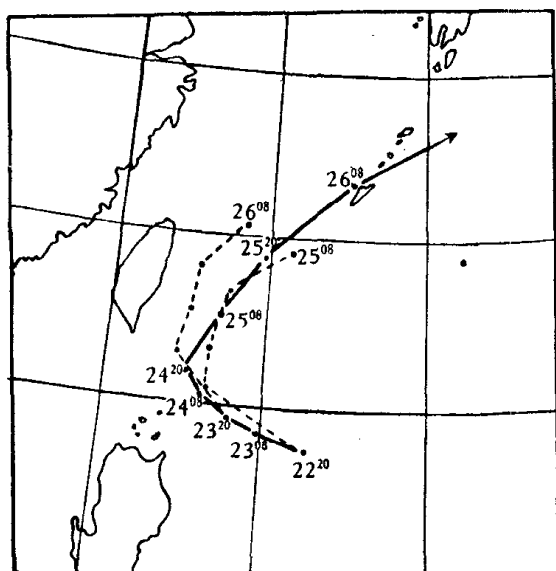
关于最后的TD₉方案有几点说明:

1. 在应用逐步回归方法中, 我们逐步提高 F 检验的信度, 对 (S) 类台风将 F 值给以 2, 2.5 一直到 5; 对 (N) 类台风将 F 值给以 2, 2.5 一直到 10, 分别求出相应于这些 F 值的不同预报方程。为了从不同方程中挑出比较好的预报方程, 除尽量挑选对应的 F 值较大者外, 尚结合下述几方面进行考虑。随 F 值的增大, 方程的复相关系数的减小希望不很显著; 随 F 值的增大, 剩余标准差的增大希望不很显著; 独立试验的预报平均误差希望较小。有时候不同 F 值所得的预报方程对应的复相关系数、剩余标准差、预报误差的差别很有

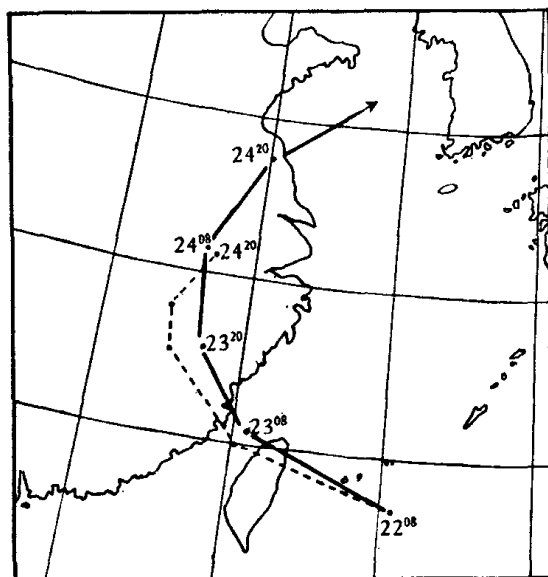
限。从使用简单考虑, 提高 F 值使预报因子减少也是我们权衡的出发点之一。

2. (S) 类方程各自复相关系数最大的是 0.93, 最小的是 0.78; (N) 类方程的各自复相关系数最大的是 0.98, 最小的是 0.86。对所有复相关系数进行 F 检验和 χ^2 检验可知, 它们均是十分显著的。检验的显著水平在 0.0005 以上。

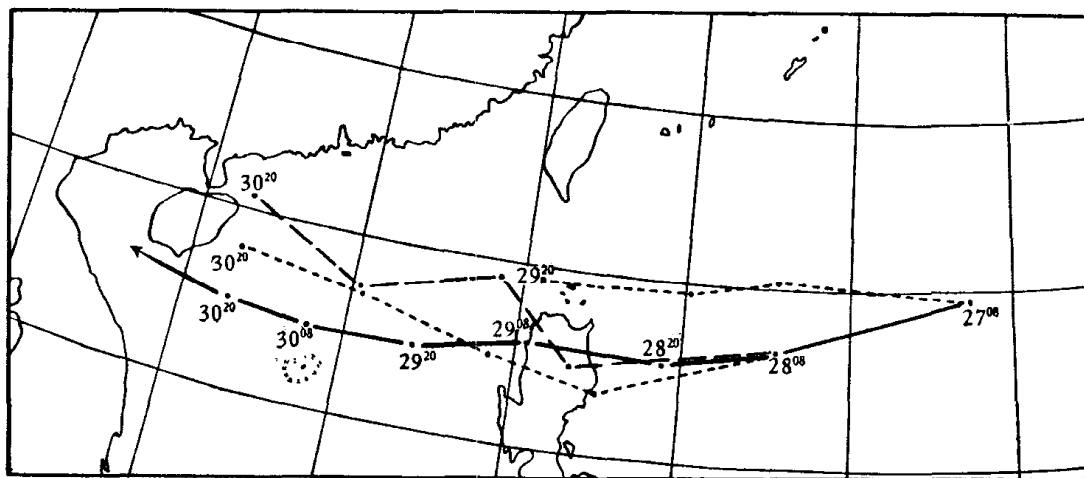
3. (S) 类台风预报方程较 (N) 类优越。在 (N) 类台风的预报方程中历史路径 (包括初始时刻后六小时路径) 的作用较大, 事实上 (N) 类台风的 $\Delta\lambda_6$ 与 $\Delta\lambda_{24}$ 的单相关系数达



a. 1957 年 9 月 22, 23 日 20 时



b. 1971 年 9 月 22 日 08 时



c. 1956 年 8 月 27, 28 日 08 时

图 3 台风路径预报与实况
(实线为路径实况, 短虚线为 TD_6 预报, 长虚线为 TD_{18} 预报)

到 0.95.

独立例子的预报试验 我们选了不包括在样本中的八个台风的十八个例子((S)类十五个,(N)类三个)进行预报试验.

从预报路径图来看,海上转向的三个台风的转向特性均报出来了.例如,由图 3a 绘出的 1957 年 9 月 22 日 20 时及 23 日 20 时的同一台风的二次预报((S)类),不但转向特性报出来了,而且转向点的位置也与实况比较接近,但移动速度未报准.

对于西行登陆的五个台风,除了 1957 年 9 月 12 日 20 时台风预报的登陆位置偏差较大外,其余的四个台风不但移动趋势报出来了,而且登陆点的位置也误差很小.例如 7123 号台风 9 月 22 日 08 时属于(N)类,预报不但登陆点位置与实况接近,而且登陆后转向出海的趋势也报出来了(见图 3b).对于 1956 年 8 月 28 日 08 时的台风,我们还用了 TD_{78} 方案对其进行预报试验.从图 3c 可以看到,按 TD_{78} 方案作的这次预报,不但摆动较大而且方向趋势亦差些, TD_9 方案的这次预报优越性是明显的.

从平均误差来看,我们计算了十八个例

子的预报平均误差,24 小时位移误差为 53 哩,48 小时位移误差为 132 哩.香港皇家观象台曾使用世界上的九种客观预报方法对 1961—1963 年的台风进行预报^[2],并比较了 24 小时位移的各种平均误差,最小的误差为 80 哩,最大的是 138 哩.美国 B. I. Miller 等人所作的大西洋飓风统计预报的 NHC-67 方案^[3],对 1966—1967 年的飓风进行了预报,24 小时位移平均误差为 90 哩,48 小时位移平均误差为 250 哩.我们列出上述数据的目的并非是为了进行比较,由于所预报的台风各不相同,独立试验的样本数亦不同,要比较那种方法好坏是困难的,然而从上述数据来看, TD_9 方案具有一定的实际使用价值,这是可以肯定的.

参 考 文 献

- [1] 上海中心气象台,1973 一九七二年台风会议文集,上海人民出版社.
- [2] Chin, P. C., 1970 *Forecasting of Heavy Rains and Floods*, WMO, 91.
- [3] Miller, B. I., Hill, E. C. and Chase, P. P., 1968 *Mon. Wea. Rev.*, **96**, [8], 540.