

# 台风路径及闽南台风 天气预报业务系统<sup>1)</sup>

何 歆 林伙海

(福建省厦门市气象局, 361012)

## 提 要

该文应用 HURRAN 相似台风路径预报方法, 引进 500hPa 天气形势, 提高了台风路径预报能力; 应用天气学方法、物理量诊断和预报员的丰富实践经验, 以及卫星云图上的台风云系特征, 研制台风影响下的闽南台风天气(大风、暴雨)预报专家系统, 得出定量、客观的预报结论。该系统运行所需的资料易于获取, 从采集资料到输出预报结果, 10 分钟便可完成, 大大缩短了制作台风预报的时间。

**关键词:** 台风路径 闽南天气 预报系统

## 前 言

厦门地处我国东南沿海, 常受西北太平洋及南海台风(本文为了叙述方便, 将热带风暴、强热带风暴、台风统称为台风)的侵袭, 据统计, 每年平均在福建省登陆的台风有 3 个, 影响厦门市的台风有 5 个左右。因此, 提前准确预报出台风来临时的影响情况, 对防台抗台趋利避害、促进国民经济生产具有重要意义。“台风路径及闽南台风天气预报业务系统”由台风路径预报及台风影响下的大风、暴雨预报两部分组成。本系统应用天气学、物理量诊断分析和预报员的丰富实践经验以及卫星云图上的台风云系特征, 整理成知识库、规则库, 按规则推理形成定量、客观的预报方法。

## 1 台风路径预报

### 1.1 台风路径相似预报法

美国 HURRAN 方法作为一个北大西洋飓风相似预报模式, 其优点之一是, 预报的设计逻辑思路严谨, 预报结果输出的参考数据

量大, 预报可以概率的形式给出, 输出概率椭圆的各类参数, 这是一个很有预报能力的方法, 在业务预报中, 预报员往往把这种方法得出的结果作为第一预报结论来使用<sup>[1]</sup>。我们应用 HURRAN 相似法, 引进 500hPa 天气形势, 建立了一种台风路径相似预报模式。

#### 1.1.1 技术思路

按所需预报台风的初始状况, 规定若干个相似判据, 如季节、台风位置和台风移向移速等, 用计算机从历史资料中挑取相似台风个例, 得出一束台风路径, 再引进 500hPa 当天 08 时天气形势进一步精选, 计算相似台风的经向、纬向的位移平均值, 得出未来 6—72 小时每隔 6 小时的台风预报位置。在假设经向和纬向分量是二维正态分布的条件下, 根据整个矩阵的计算得出各预报位置上的概率椭圆。

#### 1.1.2 方 法

(1)相似预报条件<sup>[2]</sup>

季节相似: 取预报台风所在日前后 15 天

1) 本系统的主要研制人员有何歆、王世德、黄觉娴、王建庄, 程序的设计和编写为何歆、林伙海。

即30天作为季节相似;

位置相似:以预报台风位置为中心,在半径2.5个纬距范围内取相似个例;

移向相似:历史样本与所预报台风前6小时的移向偏差 $\leq 22.5^\circ$ ;

移速相似:历史样本与所预报台风前6小时的移速偏差 $\leq$ 所预报台风移速的一半。

## (2)500hPa 天气形势分型特征

### ①带状高压型

副热带高压(以588线为其特征线,即在500hPa图上588线所包括的范围。下同)呈带状分布,同时具备以下条件:

副热带高压的东西向(经向)长轴 $\geq 30$ 个经距;主要高中心附近长短轴之比 $\geq 1:2$ 和副热带高压的西脊点西伸到 $120^\circ\text{E}$ 或以西。

### ②块状高压型

副热带高压呈块状分布,具备以下条件之一:

副热带高压的东西向长轴 $< 30$ 个经距;如果长轴 $\geq 30$ 个经距,但不是东西向的或长短轴之比 $< 1:2$ 或副热带高压呈带状分布,但西脊点在 $120^\circ\text{E}$ 以东。

如有二环或二环以上的副热带高压,仍属块状高压型,但需同时具备以下条件:

西环副热带高压的长轴 $\geq 10$ 个经距;西风带位置偏北,在 $100-130^\circ\text{E}$ 范围内,580线最南在 $31^\circ\text{N}$ 以北地区和台风必须处在西环高压中心的东一东南方。

### ③弱环流型

凡不符合以上带状高压型、块状高压型条件的均称为弱环流型。

据统计,1970—1990年凡进入一区( $15^\circ\text{N}, 130^\circ\text{E}$ )和二区( $20^\circ\text{N}, 125^\circ\text{E}$ )的台风个例分别有:带状高压型113和83例,块状高压型82和74例,弱环流型11和9例,共计206和166例。以上个例在路径相似条件下初选后,用500hPa天气形势分型再精选一次作路径预报。

## (3)计算预报位置

选取相似个例后,对每一个相似台风的路径进行调整,在初始时刻,把全部相似台风都移到所要预报台风的位置上,每个台风按照与所要预报台风同样的方向和速率开始移动,但是惯性因子每小时减少 $1/36$ 。例如,在第12小时,所要预报台风的移动 $2/3$ 是依惯性进行的, $1/3$ 是按相似台风的实际方向和速率进行的。36小时后,惯性因子不存在了,此台风的移动完全按相似台风进行<sup>[3]</sup>。当所有相似台风都按上述方法进行调整后,计算它们6—72小时每隔6小时的平均经度和平均纬度,得出预报路径。并计算各预报位置上的概率椭圆,如需要的话,可以在任一预报位置绘制出任一概率(0.05—0.99)的椭圆。

## (4)概率椭圆的计算

二维正态概率密度函数表示为

$$f(x, y) = e^{-G/2} / (2\pi\delta_x\delta_y\sqrt{1-\rho_{xy}^2})$$

这里 $G$ 的轨迹在 $x, y$ 平面上描绘成一个椭圆。一个任意选择的点 $(x, y)$ 落在 $x, y$ 平面上 $s$ 区域内的概率用概率密度函数来求得:

$$P(s) = \iint_s f(x, y) dx dy$$

但是, $G=C^2$ 的轨迹(这里 $C$ 为常数)确定了一个等概率椭圆,其中对应于每个给定的 $C$ 值, $f(x, y)$ 是常数。例如当 $C=1.1774$ 时, $P=0.50$ 。一般来说,一个特定的 $C$ 值所确定的概率,可用下面的公式给出:

$$P = 1 - \exp(-C^2/2)$$

椭圆的长轴和短轴的半长可由所要求的特定概率对应的 $C$ 值乘以沿这些轴的均方差得到。椭圆的旋转轴的旋转角 $\psi$ 由下式确定:

$$\tan 2\psi = \frac{2r_{xy}S_xS_y}{S_x^2 - S_y^2}$$

式中, $S_x, S_x^2$ 为 $x$ 坐标(纬向)的均方差和方差, $S_y, S_y^2$ 为 $y$ 坐标(经向)的均方差和方差, $r_{xy}$ 为经纬度坐标间的相关系数。沿旋转轴的方差由下式确定:

$$K^2 = \frac{S_x^2 + S_y^2 \pm \sqrt{S_x^2 + S_y^2 - 4S_x^2 S_y^2 (1 - r_{xy}^2)}}{2}$$

这里比较大的  $K$  值是沿长轴的均方差, 较小的  $K$  值是沿短轴的均方差。

在 HURRAN 相似预报方法的应用中, 当可利用的相似台风个例少于 5 个时, 就不能计算概率椭圆。

### 1.2 近海台风路径预报法

根据 1978 年福建省预报员对近海台风路径预报进行会战工作的经验, 将其预报方法输入计算机。对进入 15—28°N、113—130°E 的台风, 按 500hPa 天气形势分型, 输入相应的预报因子, 得出未来台风移动的趋势预报。

### 1.3 树枝法台风登陆点预报法

根据多因子综合分类与逐步数量化方法, 对进入 20°N、125°E 的西北太平洋台风, 输入预报因子, 计算得出登陆点的纬度。

## 2 降水和大风预报

### 2.1 预报警戒区

我们根据历史台风影响情况, 设定 15—28°N、130°E 以西为一区; 20—28°N、125°E 以西为二区。当台风进入二区时作该台风影响下的过程雨量和大风的预报。

### 2.2 技术思路

因资料原因, 我们以 1973—1985 年 6—10 月的历史样本作为相似样本, 共计 51 个台风个例, 其中: 带状高压型 27 例, 块状高压型 19 例, 弱环流型 5 例。大风预报范围: 厦门, 东山, 崇武, 同安。降水预报范围: 厦门, 东山, 漳州, 同安。我们用以上站点代表闽南地区。

当所要预报台风进入二区时, 根据台风自身特征、路径、强度、500hPa 和 850hPa 影响系统、单站指标和物理量诊断分析等, 将 51 个样本全部分析, 计算编码, 同预报台风寻找相似匹配条件, 凡符合相似条件高的样本就作为相似样本, 综合分析各相似样本作出预报台风影响下的降水、大风预报。

此外, 根据卫星云图上台风云系特征和 20—30°N、110—120°E 范围内的云系特征进行分析编码, 寻找历史最相似台风, 提供台风影响下的风雨分布情况。

### 2.3 预报因子的挑选

以带状高压型为例说明预报因子的挑选。

(1) 台风进入二区时, 先进入 20°N, 后进入 125°E (在 25°N 以北进入 125°E) 的预报因子有:

台风中心强度(中心气压); 500hPa 副热带高压控制范围; 850hPa 台风北侧的天气系统和强度; 500hPa 和 850hPa 辐合带的位置; 500hPa 冲绳站东南风的强度; 850hPa 厦门、福州、台北三站变温之和; 物理量(采用有限元三角形法计算, 下同): 比湿、总温度、 $A$  指数、 $E$  指数、水汽平流。

(2) 台风进入二区时, 先进入 20°N, 后进入 125°E (在 20—25°N 之间进入 125°E) 的预报因子有:

台风中心强度; 500hPa 图上, 90—115°E 之间西风槽的位置; 500hPa 和 850hPa 辐合带位置; 850hPa 石垣站东南风的强度; 台风中心进入 125°E 时所在的纬度; 物理量: 比湿、总温度平流、 $A$  指数、水汽通量、垂直速度。

(3) 台风进入二区时, 先进入 125°E, 后进入 20°E, (在 116°E 以东进入 20°N) 的预报因子有:

台风中心强度; 850hPa 图上 152 线的位置; 850hPa 切变线位置; 500hPa 和 850hPa 辐合带的位置; 500hPa 厦门站的高度; 500hPa 厦门站的风向风速; 物理量:  $A$  指数、 $E$  指数、垂直速度、涡度、散度。

(4) 台风进入二区时, 先进入 125°E, 后进入 20°N (在 116°E 以西进入 20°N) 的预报因子有:

500hPa 厦门站的风向风速; 物理量:  $A$  指数、 $E$  指数、垂直速度、涡度、水汽平流。

### 3 微机部分

#### 3.1 系统运行环境

PC286 微机,彩色显示器,512K 以上内存空间,打印机;DOS2.0 以上版本,中文操作系统,BASRUN.EXE 驱动程序。

#### 3.2 数据流

数据以键盘输入实时资料和磁盘读入历史资料为入口,以打印机输出和磁盘输出为出口,模块间的数据连接通过磁盘文件和公共变量传递。

#### 3.3 系统软件模块

本系统的程序编制采用 BASIC 编译语言,整个源程序由 8 个系统模块组成:①台风实时资料处理系统,②HURRAN 相似预报系统,③近海台风路径预报系统,④树枝法登陆点预报系统,⑤历史台风路径检索系统,⑥背景地图比例改变系统,⑦台风天气预报专家系统,⑧卫星云图相似预报系统。

#### 3.4 系统运行

系统通过 TP.EXE 启动,TPOO.EXE 为主菜单程序,控制各个子菜单程序的运行。

选择任一子系统运行,通过人机对话,输入计算机提示的条件,便可通过显示器或打印机输出运行结果。本系统运行所需的资料易于获取,从采集资料到输出预报结果,10 分钟便可完成,大大缩短了制作台风预报的时间。

### 4 使用情况

本系统研制完成后,于 1991 年的台风季节正式投入业务使用。在 1991—1993 年的业务使用中共预报 14 个台风个例,台风登陆点预报的平均误差为:经度 0.64,纬度 0.62,预报准确率为 78%(11/14);降水预报的准确率为 70%(10/14);大风预报的准确率为 78%(11/14)。

### 参考文献

- 1 王继志, C. J. Neumann. 一个预报西北太平洋台风移动的 Markov 型相似模式. 中国科学(B 辑), 1984, 5: 467—475.
- 2 王志烈, 费亮编著. 台风预报手册. 北京: 气象出版社, 1987.
- 3 J. R. Hope, C. J. Neumann, 裘国庆译. 飓风路径的一个相似预报方法——HURRAN 方法. 台风及其预报. 北京: 科学出版社, 1975: 142—153.

## The Operation System of Typhoon Track and Weather Prediction for the South Fujian

He Xin Lin Huohai

(Xiamen Meteorological Office, Fujian Province 361012)

### Abstract

By using HURRAN analog method of forecasting typhoon tracks, combined with 500hPa synoptic situation, the prediction of typhoon tracks has been improved. Synoptical models, diagnostic analyses, cloud features of typhoon, and experiences of weatherman have been applied to the study of the expert system which can give quantitative and objective conclusion of forecasting the typhoon weather (high wind, heavy rain) in the south Fujian. The data needed by the system are easily available. The system takes only about ten minutes from collecting the data to outputting the results of prediction, which reduces the time expense greatly in making typhoon prediction.

**Key Words:** typhoon track weather of the South Fujian operation system