

影响华东地区热带气旋频数 诊断预测方法研究

蒋乐贻

(上海台风研究所, 200030)

提 要

在建立诊断影响华东地区热带气旋年频数异常概念模型的基础上, 采用逐步回归方法构成用前期各月资料诊断预测华东地区热带气旋年频数的客观模式, 历史拟合率较高, 且进行了试用, 证明有预测能力。

关键词: 热带气旋 诊断预测模式 逐步回归法

引 言

每年 10 月东亚大气环流发生突变, 东亚热带东风突然转变为西风, 对流层上空的西风急流推进到 30°N , 同时冬季风在长江流域建立, 印度西南季风撤退^[1]。孙淑清^[2]指出冬季风控制东亚地区可达半年以上, 从长期天气过程演变角度看, 对后期的大气环流和天气必然有重要影响。因此诊断预测研究起始时间选定为上年 10 月。

“华东地区热带气旋年频数异常与大气环流及海温特征的分析”^[3]一文对华东地区热带气旋(TC)偏多年与偏少年的前期和同期大气环流及海温特征进行了诊断分析, 可看到 TC 偏多年与偏少年的前期秋、冬季节开始东亚地区中高纬度大气环流形势有明显差别, 西北太平洋和赤道中东太平洋的海表温度(SST)距平大致相反, 并进行了可能的机理分析, 这为诊断预测华东地区 TC 频数异常提供了概念模型。为了使预测客观化, 曾试用经验正交函数方法分别对上一年 10 月、11 月平均 500hPa 高度场和海温场进行分解, 但所得时间系数序列与华东地区 TC 频数的相关系数达不到 0.01 信度标准, 这表明分别用整个上一年 10 月、11 月平均 500hPa 高度场和海温场的信息预测华东地区 TC 频数趋势效果不好。后采用逐步回归方法, 从业

务应用出发, 在概念模型基础上综合选取前期月平均高度场、地面气压场和海温场上相关系数达到 0.01 和 0.001 信度标准的区域中最大者, 构成用前期各月资料的诊断预测模式, 便于不同时间进行客观诊断预测。

1 概念模型诊断预测

1.1 概念模型

华东地区 TC 偏多(少)年的概念模型:

(1) 上年秋冬季节(10 月~12 月)东亚地区 500hPa 高度距平从北到南呈“+ - +”型(“- + -”), $20\sim 45^{\circ}\text{N}$ 为正(负)距平区, 正(负)距平中心在中国沿海槽区, 表示东亚冬季风偏弱(偏强), 东亚中高纬度冷空气势力偏弱(偏强), 盛行纬向(经)环流。

上年秋冬季节西北太平洋 SST 偏高(低), 赤道中东太平洋 SST 偏低(高)。

(2) 4~6 月起 100hPa 上空极涡偏向北美一侧(亚欧大陆), 南亚高压偏北(南)。

(3) 台风季节 7~9 月 500hPa 极涡偏向北美一侧(亚欧大陆), 中高纬度盛行纬(经)向环流; 西太平洋副高脊线位置偏北(南), 热带辐合带偏北(南)且(不)活跃。

前期大气特征通过 Kelvin 波和 Rossby 波影响西北太平洋和赤道东太平洋的 SST, 而 SST 的异常偏高(偏低)通过 Walker 环流、Hadley 环流影响大气环流, 从而影响华

东地区 TC 频数。

1.2 诊断预测的应用

由于业务需要,每年年底就要对明年的华东地区 TC 频数进行预测,这时只有 10~11 月资料,因此只能依据华东地区 TC 偏多(少)年的概念模型的第一条,即 500hPa 和 SST 场的前期特征进行诊断预测。

用 1997 年 10~11 月 500hPa 和 SST 资

料诊断得出东亚地区 500hPa 55~65°N 为正距平区,我国沿海为负距平区(图 1a),同时西北太平洋 SST 为负距平,赤道中东太平洋 SST 为正距平区,Nino 3 区最明显(图 1b),符合 TC 频数偏少年的 500hPa 环流特征和海温场特征,因此预测 1998 年华东地区 TC 频数偏少。

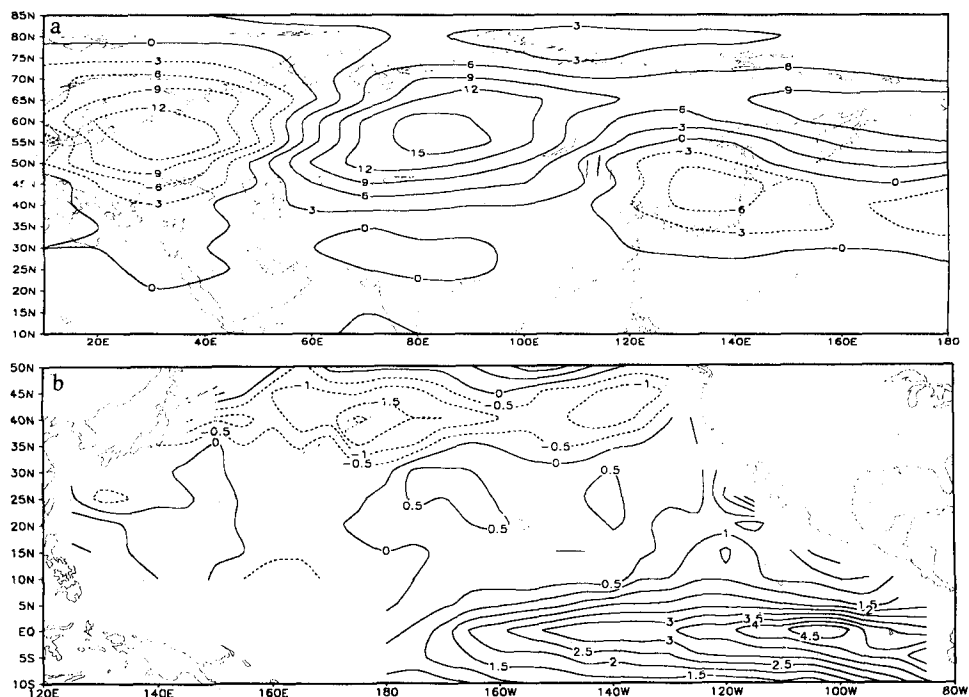


图 1 1997 年 10 月 500hPa 距平图(a)和 SST 距平图(b)

用 1998 年 10~11 月 500hPa 和 SST 资料诊断得出东亚地区 500hPa 55~65°N 为负距平区,我国沿海为正距平区(图略),同时西北太平洋 SST 为正距平,赤道中东太平洋 SST 为负距平区,Nino 3 区最明显(图略),符合 TC 频数偏多年的 500hPa 环流特征和海温场特征,与上年情况相反,因此预测 1999 年华东地区 TC 频数偏多。但沿海的正距平区比概念模型里的正距平区偏东。

用 1999 年 10~11 月 500hPa 和 SST 资

料诊断,虽 SST 场符合 TC 频数偏多年特征(图略),但 500hPa 上不符合 TC 频数偏多年的环流特征,而是有些符合偏少年的环流特征(图略),因此预测 2000 年华东地区 TC 频数正常。

2 客观预测模式

为了使预测客观化,采用逐步回归方法,分别构成用前期各月资料的华东地区 TC 频数诊断预测模式。

2.1 资料

使用 1951~1996 年 10~85°N 范围内 500hPa、100hPa 月平均高度场格点资料和 10~80°N 范围内地面月平均气压场格点资料以及 10~50°N 范围内月平均 SST 格点资料。显著性信度标准 α 为 0.01 时, 相关系数判别标准 $r_c = 0.29$, α 为 0.001 时, $r_c = 0.37$ 。出现相邻两个以上格点的相关系数达到 0.01 和 0.001 信度标准的区域才称为该信度的相关区。

2.2 因子选取

首先用上年 10 月至当年 1 月上述资料进行预选, 分别选取华东地区 TC 频数 0.01 信度相关区中的较大者, 生成相应的因子文件, 然后用逐步回归方法再进行一次因子选取, 建立各预测模式。

2.3 预测模式

用上年 10 月资料的华东地区 TC 频数诊断预测模式:

$$\begin{aligned} y = & -79.34377 + 0.70996x_1 \\ & + 0.44463x_5 + 0.22677x_{11} \\ & - 0.24997x_{12} + 0.26190x_{13} \\ & - 0.12633x_{16} + 0.04265x_{23} \\ & - 0.11512x_{24} \end{aligned} \quad (1)$$

复相关系数为 0.82763, 剩余标准差 $y_n = 1.65741$ 。

用上年 10 月和 11 月资料的华东地区 TC 频数诊断预测模式:

$$\begin{aligned} y = & -80.00173 + 0.59499x_1 \\ & + 0.16921x_{13} - 0.19597x_{16} \\ & - 0.09601x_{24} + 0.29337x_{26} \\ & - 0.14722x_{33} + 0.15011x_{41} \end{aligned} \quad (2)$$

复相关系数为 0.85804, 剩余标准差 $y_n = 1.49594$ 。

用上年 10 月、11 月和 12 月资料的华东地区 TC 频数诊断预测模式:

$$\begin{aligned} y = & -59.20475 + 0.35215x_1 \\ & - 0.09018x_{24} + 0.31752x_{26} \\ & - 0.14707x_{34} + 0.13006x_{44} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + 0.33864x_{48} + 0.10678x_{50} \\ & - 0.75008x_{55} \end{aligned} \quad (3)$$

复相关系数为 0.89947, 剩余标准差 $y_n = 1.29035$ 。

用上年 10 月至当年 1 月资料的华东地区 TC 频数诊断预测模式:

$$\begin{aligned} y = & -82.01770 + 0.31466x_1 \\ & + 0.12150x_{16} - 0.12432x_{24} \\ & + 0.17791x_{30} + 0.10403x_{50} \\ & - 0.31626x_{59} + 0.08429x_{62} \\ & + 0.15237x_{64} + 0.09374x_{68} \end{aligned} \quad (4)$$

复相关系数为 0.91512, 剩余标准差 $y_n = 1.20746$ 。

以上式中 x_1 为 10 月 30°N、70°E 处 500hPa 高度值, x_5 为 10 月 25°N、50°E 处 500hPa 高度值, x_{11} 为 10 月 60°N、40°E 处 100hPa 高度值, x_{12} 为 10 月 60°N、60°E 处 100hPa 高度值, x_{13} 为 10 月 55°N、80°E 处 100hPa 高度值, x_{16} 为 10 月 55°N、80°E 处地面气压值, x_{23} 为 10 月 30°N、125°E 处海温, x_{24} 为 10 月 5°N、155°W 处海温, x_{26} 为 11 月 30°N、50°E 处 500hPa 高度值, x_{30} 为 11 月 50°N、150°E 处 500hPa 高度值, x_{33} 为 11 月 60°N、150°E 处 100hPa 高度值, x_{34} 为 11 月 60°N、130°E 处 100hPa 高度值, x_{41} 为 11 月 10°N、145°W 处海温, x_{44} 为 11 月 20°N、170°W 处海温, x_{48} 为 12 月 40°N、30°E 处 500hPa 高度值, x_{50} 为 12 月 60°N、40°E 处 100hPa 高度值, x_{55} 为 12 月 25°N、60°E 处地面气压值, x_{59} 为 12 月 20°N、100°E 处地面气压值, x_{62} 为 1 月 20°N、170°E 处海温, x_{64} 为 1 月 15°N、110°W 处海温, x_{68} 为 1 月 15°N、140°W 处海温。

2.4 试用情况

图 2 为华东地区 TC 频数诊断预测模式的历史拟合情况, 从图 2 中可看到拟合效果较好, 并且拟合率随着所用月份的增加而提高。

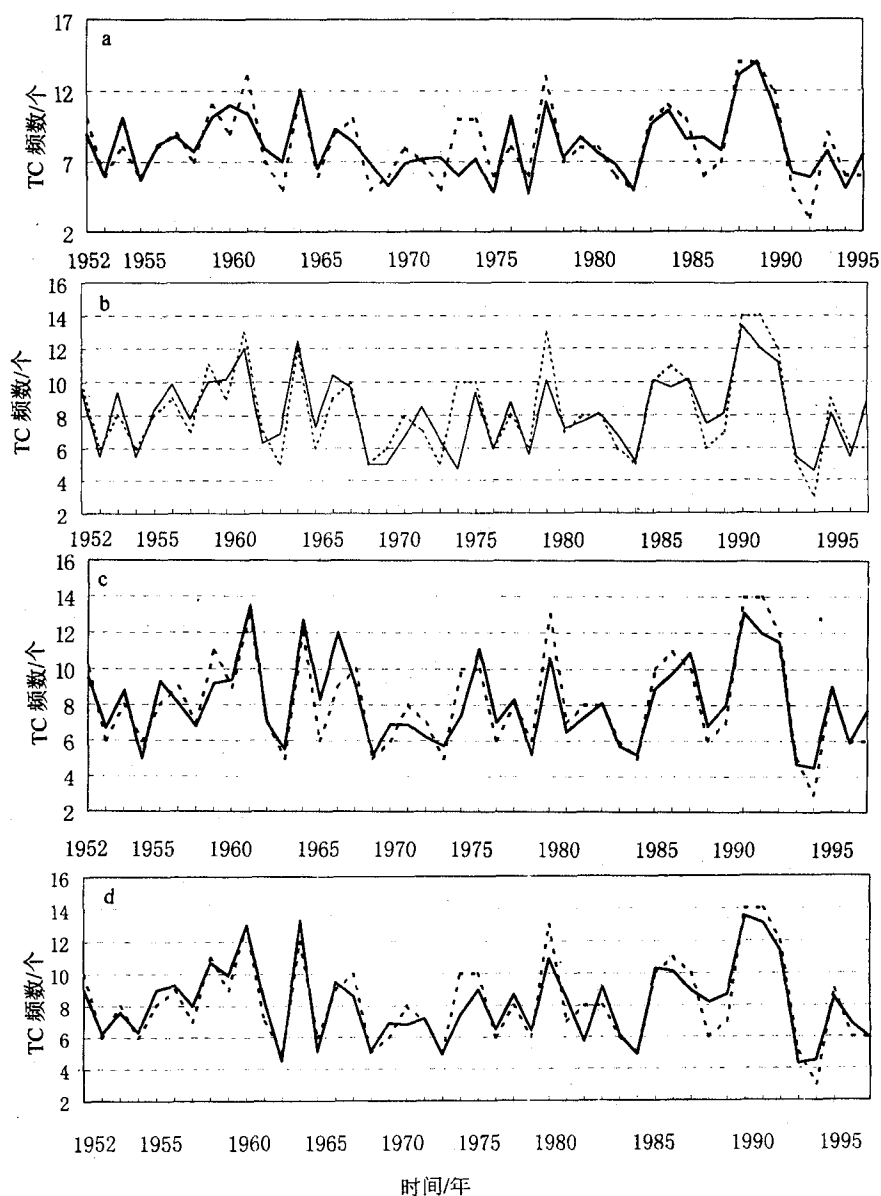


图2 华东地区TC频数诊断预测模式的历史拟合情况 a 模式(1) b 模式(2) c 模式(3) d 模式(4)

图中实线为模式预测的华东地区TC频数,虚线为相应的TC频数实况

规定华东地区TC频数大于10为偏多年,小于6为偏少,6~10之间为正常年。用模式(2)预测1998年华东地区TC频数为4.8,小于5,所以预测1998年华东地区TC

频数偏少。实况华东地区为5个,预测正确。预测1999年华东地区TC频数为10.7,大于10,所以预测1999年华东地区TC频数偏多,实况为11。预测2000年华东地区TC频数为8.7,在正常年频数6~10之间,所以预测2000年华东地区TC频数正常。

3 结 论

①建立了诊断预测华东地区TC年频数异常概念模型,在实际诊断预测TC年频数偏多(少)时,主要采用上年秋冬季节东亚中高纬度盛行纬(经)向环流和西北太平洋SST偏高(偏低),赤道中东太平洋SST偏低(偏高)的特征。

②综合选取与华东地区TC频数达到0.01信度相关的前期大气环流与海温因子,

用逐步回归方法构成诊断预测模式,使诊断预测客观化。

③针对可在前期不同时间诊断预测,分别用上年10月,10月和11月,10月至12月,10月至当年1月资料的华东地区四组TC频数诊断预测模式,历史拟合效果较好,并且拟合率随着所用月份的增加而提高。

参考文献

- 1 朱抱真等. 关于东亚大气环流和季风的研究. 气象学报, 1990, 48(1): 4~15.
- 2 孙淑清, 孙柏民. 东亚冬季风环流异常与中国江淮流域夏季旱涝天气的关系. 气象学报, 1995, 53(4): 440~450.
- 3 蒋乐贻, 邓之瀛. 华东地区热带气旋年频数异常与大气环流及海温特征的分析. 大气科学研究与应用, 1998, 14(1): 29~35.

A Study on Diagnostic Prediction Model of Frequency of Tropical Cyclone Affecting East China and Shanghai

Jiang Leyi

(Shanghai Typhoon Institute, 200030)

Abstract

Based on diagnostic conceptual model of anomalous yearly frequency of tropical cyclone affecting East China, objective prediction models of yearly frequency of tropical cyclone affecting East China and Shanghai were constructed by using stepwise regression analysis. The prediction experiments were carried out and the results proved that the prediction models have predictive capacity.

Key Words: tropical cyclone diagnostic prediction model stepwise regression