

影响广东的热带气旋与 ENSO 的关系

黄 静

(广东中山市气象局, 528401)

提 要: 为探讨 ENSO 对影响广东的热带气旋的影响, 利用统计方法对 1950—2003 年期间进入广东防区的热带气旋的累计气旋能量 ACE 变量和其他变量与 ENSO 的关系进行了分析, 发现在年的尺度上进入广东防区的热带气旋对 ENSO 的响应很弱, 且表现出明显的季节差异, 在 6—8 月表现出与 Niño3.4 指数的正相关, 而在 10 月份表现出明显的负相关。热带气旋的强度、数量、时间等在 10 月份都与 Niño3.4 指数表现出较明显的负相关, 即在拉尼娜出现当年的 10 月份热带气旋趋向于数量增多, 强风暴的生命史增长, 影响时间较长, 强风暴强度也趋向更强, 破坏力增大; 而在厄尔尼诺年, 热带气旋趋向于数量减少, 强风暴的生命史缩短, 影响时间较短, 强风暴会趋向减弱, 破坏力会减低。分析可知, ACE 指数很好地反映热带气旋对 ENSO 响应的特性。

关键词: 热带气旋 ACE 指数 ENSO 厄尔尼诺 拉尼娜

Impact of ENSO on the Tropical Cyclones Affecting Guangdong

Huang Jing

(Zhongshan Meteorological Office, Guangdong Province, 528401)

Abstract: In order to discuss the effect of ENSO on the cyclone which endanger Guangdong, the relationships between Accumulated Cyclone Energy (ACE) and other variables of the tropical cyclones entering the Guangdong Area and ENSO are analyzed during the period of 1950—2003 by using statistical method. It is found that the response of the tropical cyclones

资助项目: 广东省气象局科技项目 (立项编号: 0421) 资助

收稿日期: 2005 年 10 月 26 日; 修定稿日期: 2006 年 1 月 7 日

affecting Guangdong to ENSO is very weak in year, and it shows significant seasonal differences. During the months from June to August, positive correlation can be found between the cyclones and Niño3.4 indices, but negative correlation is obvious in October. Besides, the intensity, number and lifetime of the tropical cyclones occurring in October indicates greater negative correlation with ENSO. In other words, more cyclones are expected in La Nina years with longer life cycles, greater storm strengths and greater destructiveness, but fewer cyclones in El Nino years with shorter life cycles and less destructiveness. The result also shows that ACE index has a good clue to forecast the tropical cyclones affecting Guangdong.

Key Words: tropical cyclone Accumulated Cyclone Energy (ACE) index ENSO El Nino La Nina

引 言

ENSO 对西北太平洋热带气旋的作用早在 1985 年就被 Chan^[1]、Dong^[2] 等揭示, 之后许多科学家从不同角度分析和研究了 ENSO 与西北太平洋热带气旋活动, 与华南的热带气旋之间的关系。巢纪平^① 认为西北太平洋 (包括南海) 台风发生频率和赤道东太平洋海表温度距平呈反相关性, 拉尼娜期间的热带风暴要比厄尔尼诺期间多很多。这一研究与 Suzana 等^② 结论是一致的, 得到了较多的认可。但这一特征是否适用于西北太平洋的每一个地区呢? 杨绮薇^[3] 认为华南热带气旋在拉尼娜年始于夏季的当年明显偏多, 热带气旋偏多年也是拉尼娜年多于厄尔尼诺年。

广东是西北太平洋热带气旋登陆的重要区域, 在登陆中国大陆的热带气旋中有 80% 以上登陆广东地区, 因此广东每年因热带气旋的登陆和影响造成的经济和社会损失是非常巨大的。本文特别关注可能影响广东地区的热带气旋受 ENSO 影响的情况, 并试图借助 ACE 指数这一工具来分析不同位相的 ENSO 年可能影响广东的热带气旋强度 (或破坏力) 的情况。

1 资料和分析方法

文中使用的 1950—2003 年的热带气旋资料来自联合台风中心 (The Joint Typhoon Warning Center) 的最佳台风数据集, 另外 1950—2003 年 Niño3.4、Niño4 区的海温指数和 1951—2003 年南方涛动 (SOI) 指数的数据来自 IRI (International Research Institute for Climate Prediction) 网站。

7—10 月 (台风季节) 的 Niño3.4 指数被主要用来分析 ACE 指数与 ENSO 的关系, 同时也被用来定义厄尔尼诺年和拉尼娜年, 根据 Niño3.4 指数序列选出了 14 个厄尔尼诺年和 14 个拉尼娜年, 其中厄尔尼诺年有 1951、1957、1963、1965、1969、1972、1976、1982、1986、1987、1991、1994、1997、2002 年, 拉尼娜年有 1950、1954、1955、1956、1964、1970、1971、1973、1974、1975、1978、1988、1998、

① 来自中国气候大会论文集由巢纪平完成的论文《厄尔尼诺的发展及其对中国气候可能的影响》。

② 来自 Suzana J. Camargo 和 Adam H. Sobel 共同完成的 IRI (国际气候预测研究机构) 技术报告 No. 04-03。

1999年,基本与王绍武等人^[4]的一致。

广东防区的定义是对《广东省气象局短期天气预报质量评定办法》中广东热带气旋Ⅱ防区进行简化而得到的,即 $14\sim 25^{\circ}\text{N}$ 、 $109.5\sim 125^{\circ}\text{E}$ 地区。

分析中使用了累计气旋能量 ACE (Accumulated Cyclone Energy) 作为主要的衡量热带气旋强度的工具。ACE 指数被定义为所有发生在该区域内强度大于热带风暴级别的热带气旋每 6 小时一次的中心最大风速的平方和。ACE 综合反映了区域内热带气旋强度、生命时间、数量等特征,且 ACE 反映的是最大风速的平方,因此它不仅与像风压这样的气候变量相关,而且与对建筑的破坏也是相关的。Suzana 等曾用这一指数分析了西北太平洋热带气旋强度与 ENSO 的关系,发现 ACE 指数能较显著地反映它们之间的关系,同时认为 ACE 指数具有很强的物理和统计意义。

本文使用了 54 年(其中计算与南方涛动相关为 53 年)的资料来计算相关系数,并使用了 t 检验来检验置信水平,相关系数高于 0.27 即通过 95% 的检验。

2 年 ACE 指数与 ENSO 之间的关系

对进入广东防区和西北太平洋的热带气旋分别计算年 ACE 指数。从指数的年序列图(图略)中可见 ENSO 事件对进入广东防区的 ACE 指数几乎没有影响,而对于整个西北太平洋热带气旋,厄尔尼诺年热带气旋的 ACE 值趋向高值,而拉尼娜年热带气旋的 ACE 值趋向低值。7—10 月的 Niño3.4 区的海温指数与西北太平洋的热带气旋年 ACE 值相关也高达 0.58。

对于进入广东防区的热带气旋厄尔尼诺年和拉尼娜年的年 ACE 值表现出近似的特征,14 个厄尔尼诺年中有 8 年 ACE 值高于

中值,有 6 年 ACE 值低于中值,其中 5 年低于 25%;14 个拉尼娜年中有 8 年 ACE 值高于中值,有 6 年 ACE 值低于中值,其中有 4 年低于 25% (图略)。因此可以说,ENSO 事件对进入广东防区的年 ACE 值影响很小,这一点从非常低的 ACE 值与 7—10 月的 Niño3.4 区的海温指数相关系数(-0.12)中看出,同样这种弱相关特征也表现在与 Niño4 区的海温指数,与 SOI 指数之间的关系上。因此可以认为 ENSO 对进入广东防区的热带气旋在年的尺度上不存在的影 响。

3 月 ACE 指数与 ENSO 之间的关系

计算进入西北太平洋、 130°E 以西和广东防区每个月的 ACE 指数与 Niño3.4 海温指数的相关系数,发现整个西北太平洋热带气旋的 ACE 指数在 6、7、8 月和全年都表现出显著的正相关,而进入 130°E 以西和广东防区的热带气旋则仅在 6 月和 8 月表现出较明显的正相关,在 10 月份却表现出显著的负相关,整个西北太平洋年 ACE 指数与 Niño3.4 有很强的正相关,而 6—8 月和 10 月进入广东防区的年 ACE 指数与 Niño3.4 相关非常弱。

10 月份是进入广东防区的热带气旋对 Niño3.4 海温指数最敏感的时期,ACE 与之的相关绝对值高达 0.50,远远大于置信水平 99% 对应的相关系数 0.35。10 月的 ACE 值与 Niño4 指数和 SOI 指数都有很强的相关,分别达到 -0.52 和 0.46,即厄尔尼诺年 10 月的 ACE 指数会很弱,而拉尼娜年会很强。图 1 显示的是 1950—2003 年 10 月进入广东防区的热带气旋 ACE 指数序列,从图中可更直观看到 10 月份进入广东防区的 ACE 指数与 ENSO 事件具有显著的相关特性,14 个厄尔尼诺年的 ACE 值全部低于

75%的百分点,其中低于中值的有9年,低于25%百分点的有8年,其中有5年ACE值为0,意味着有5个厄尔尼诺年的10月无热带风暴进入防区;另一方面,14个拉尼娜年10月的ACE值中有12年高于中值,其中有9年高于75%,其中ACE值最低的1955年,其ACE值也超过25%的百分点。

因此下面把10月份进入广东防区的热带气旋作为重点来讨论。

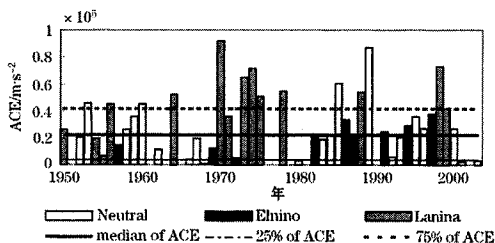


图1 1950—2003年10月进入广东防区的热带气旋ACE指数序列

3.1 不同级别热带气旋与 ENSO 的关系

为了更好地认识 ENSO 对热带气旋强度的作用,我们将热带气旋分成:热带风暴($17.2 \sim 24.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)、强热带风暴($24.5 \sim 32.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)、台风1类($32.6 \sim 42.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)、台风2类($>42.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),由于热带低压不在 ACE 的计算范围内,因此不予考虑,台风1、2类参照了 Saffir-Simpson 的热带气旋分级。

图2给出了不同月份进入广东防区不同级别的热带气旋 ACE 指数与 Niño3.4 的相关关系,可见无论哪种热带气旋,都在10月表现出明显的负相关,而在年变量上为很弱的相关。10月份台风1类和台风2类与 Niño3.4 的负相关最大,强度弱的热带气旋相关无法通过显著检验,反映出在10月强度强的热带气旋对 ACE 相关的贡献较大,而强度弱的热带气旋对 ACE 相关的贡献较

小,一定程度上也反映了 ENSO 与热带气旋强度有一定的相关。

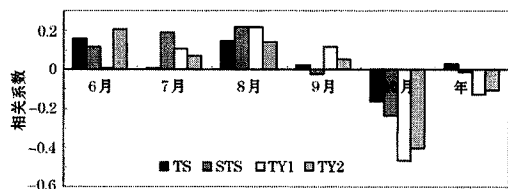


图2 不同月份(6—10月,年)进入广东防区的不同级别热带气旋ACE与Niño3.4(7—10月)的相关关系

其中:TS代表热带风暴,STS代表强热带风暴,TY1和TY2代表台风1类、台风2类

3.2 热带气旋的数量与 ENSO 的关系

计算不同月份进入广东防区的不同级别热带气旋的数量与 Niño3.4 的相关关系,发现尽管整年的热带气旋数量与 ENSO 相关很差(达不到显著检验标准),但是在10月份,热带气旋数量与 ENSO 表现出显著的负相关,特别是强度强的热带气旋数量与 ENSO 的相关更高,台风1类和台风2类的相关系数绝对值都大于0.45,其他类别的热带气旋与 ENSO 的相关稍低,但相关系数绝对值也普遍大于0.35。拉尼娜年的10月热带气旋数量在统计的中值、25%、75%的百分位上都比厄尔尼诺年和中性年多,而厄尔尼诺年则在中值、25%、75%的百分位上都比拉尼娜年和中性年少,一般来说在厄尔尼诺年10月份进入广东防区的热带气旋大多在1个左右,而在中性年和拉尼娜年分别为2个和3个左右。Wu等^[5]认为拉尼娜年热带气旋登陆中国大陆的数量较其他年份、其他登陆地区更具有可预测性。

3.3 热带气旋的天数、生命史与 ENSO 的关系

热带气旋天数被定义为一段时期内热带

气旋总的持续天数,而生命史定义为每个热带气旋持续的天数。计算不同月份热带气旋的天数与 Niño3.4 指数的关系,发现仅在10月份台风以上量级的热带气旋与 Niño3.4 的相关较高,超过置信水平 90% 的检验(见表 1)。同样在表 1 中可以看到热带气旋的生命史也具有同样的特征,即在10月份它与 Niño3.4 的相关是随着热带气旋的强度增加而增加的。

表 1 Niño3.4 指数与 10 月份进入广东防区的不同级别的热带气旋的 ACE 值、天数、生命史之间的相关系数

10 月	与 ACE	与天数	与生命史
热带风暴	-0.16	-0.16	-0.08
强热带风暴	-0.24	-0.24	-0.12
台风 1 类	-0.47	-0.51	-0.33
台风 2 类	-0.40	-0.43	-0.30

因此我们认为在拉尼娜年的 10 月强热带气旋的生命史会更长,影响天数更长,厄尔尼诺年强热带气旋的生命史会较短,影响天数也较短。

4 结 论

本文分析了 ENSO 与进入广东防区的热带气旋 ACE 指数和其他热带气旋变量之间的关系,发现在年的尺度上它们对 ENSO 的响应远不及整个西北太平洋热带气旋对 ENSO 的响应强;另一方面进入广东防区的热带气旋表现出明显的季节差异,在 6—8 月表现出与 Niño3.4 指数的正相关,而在 10 月份表现出明显的负相关,这就意味着 10 月份进入广东防区的热带气旋在厄尔尼诺年表现为弱的 ACE 指数,而在拉尼娜年则表现为强的 ACE 指数,特别是强度强的热带气旋对 ACE 相关的贡献较大,而强度

弱的热带气旋对 ACE 相关的贡献较小。

进一步对热带气旋其它特性的分析显示,热带气旋的强度、数量、时间等在 10 月份都与 Niño3.4 指数表现出较明显的负相关,即在拉尼娜出现当年的 10 月份热带气旋趋向于数量增多,强风暴的生命史增长,影响时间较长,强风暴强度也趋向更强,破坏力增大;而在厄尔尼诺年,热带气旋趋向于数量减少,强风暴的生命史缩短,影响时间较短,强风暴会趋向减弱,破坏力会减低。分析可知,热带气旋的数量、强度、生命史变量这三者都对 ACE 有重要贡献。

本文的结论尽管与前人研究的成果不完全一致,但与 Wu 等^[5]的研究结果是一致的,他们发现厄尔尼诺年的 9—11 月登陆中国大陆的热带气旋显著减少,而拉尼娜年显著增多,并且这种特征与副热带高压和热带辐合带在厄尔尼诺年和拉尼娜年的不同表现有着密切关系。

参 考 文 献

- 1 Chan, J. C. L. Tropical Cyclone Activity in the Northwest Pacific in Relation to the El Niño/Southern Oscillation Phenomenon [J]. *Mon. Wea. Rev.*, 1985, 113: 599-606.
- 2 Dong, K. El Niño and Tropical Cyclone Frequency in the Australian Region and the Northwest Pacific [J]. *Aust. Meteor. Mag.*, 1988, 36: 219-225.
- 3 杨绮薇, 黄增明. 华南登陆台风频数的变化及其与 ENSO 事件的关系 [J]. *气象*, 2001, 27 (3): 12-16.
- 4 王绍武, 龚道溢. 近百年来的 ENSO 事件及其强度 [J]. *气象*, 1999, 25 (1): 9-15.
- 5 Wu, M. C., W. L. Chang, and W. M. Leung. Impacts of El Niño-southern oscillation on tropical cyclone landfalling activity in the western north Pacific [J]. *Journal of Climate*, 2004, 17: 1419-1428.