

用统计模式预测 2002 年 El Nino

蔡 怡 余宙文 王彰贵

(国家海洋环境预报中心, 北京)

摘 要 根据对赤道太平洋 22 年次表层温度、流场及其诊断量的 EOF 分析, 提取出三个对 El Nino 有预测意义的物理量, 它们分别是赤道太平洋温度距平 EOF 第二个特征量的时间系数、赤道太平洋纬向流距平 EOF 第二个特征量的时间系数和赤道太平洋温度垂直差分距平 EOF 第一个特征量的时间系数, 其中超前于 El Nino 的时间分别为 1 年、8 个月和 4 个月, 用该三个量, 建立 Nino3 区海温距平回归预测方程, 根据目前我们可以得到的截止到 2001 年 12 月的资料, 对直到 2002 年 4 月、8 月和 12 月的 Nino3 区海温距平进行预测, 根据计算结果和分析得出我们的预测结论: 2002 年 4~5 月前后将有一次中等强度的 El Nino 过程。

关键词: El Nino 预测; EOF 分析; 统计回归方程

中图分类号: P732 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2002)-02-0001-06

1 引言

自 1997~1998 年出现二十一世纪最强的 El Nino 以来, 已经过去四年了, 未来 El Nino 将出现在什么时间, 一直是人们所关心的。目前人们对 El Nino 的预报主要采用数值模式和统计模式的方法。第一次用数值模式成功地预测出 1982~1983 年 El Nino 现象的是 M.Cane^[1], 在随后的 El Nino 预测中, M.Cane 都用其简单海气耦合模式成功地作出了预测, 以至于使当时的人们乐观地认为他们已经解决了 El Nino 预测问题。但是该模式到九十年代初, 却遭到了连连失败。因此, 如何用数值模式来准确地预测 El Nino, 又一次严峻地摆在了人们的面前。在随后的时间里, 出现了大量各种数值模式, 其中比较有代表性的如目前美国 NCEP (美国国家环境预测中心) Ji Ming^[2] 等人 and Latif, M.^[3] 等人正在改进或进行试预测的全球复杂海气耦合模式等, 在国内有大气所^[4] 的 El Nino 预测数值模式等。虽然这些年来人们在这方面做了大量的研究工作, 但是到目前为止, 用数值模式预测 El Nino 仍然处于尝试阶段, 并没有取得突破性的进展。与此同时, 用

本文于 2002 年 3 月 4 日收到。

作者简介: 蔡怡 (1961-), 女, 研究员, 主要从事厄尔尼诺预测和海气数值模式研究。

基金项目: 本文得到“国家重点基础研究发展规划项目 G 1998040900 第一部分”资助。

统计模式预测 El Nino 的研究取得了可喜的成果,如国家海洋环境预报中心^[5]曾经用统计模式提前半年成功地预报出 1997~1998 年的 El Nino 事件。这使人们看到,用统计模式预测 El Nino 也是一种预测 El Nino 的有效方法。近来作者对赤道太平洋从 1980~2001 年 22 年 5~430m、5°S~5°N 的温度、流场及其诊断量温度纬向平流、经向平流和垂直差分等资料进行 EOF 分析,得到了几个与 El Nino 震荡频率有关特征量的时间系数,并用这几个特征量的时间系数与 Nino3 区的 SST 距平作回归方程,用我们最新得到的 2001 年 12 月的资料,对 2002 年 Nino3 区的 SST 进行预测。

2 资料来源和处理

我们所用的海温和流场资料来自美国的 IGOSS 数据集,资料从 1980 年 1 月~2001 年 12 月,共 263 个月。资料的范围为 5°N~5°S、150°E~80°W,水平网格为 1.5°(纬度)×1°(经度),资料垂直层所在的深度为 5、15、25、35、45、55、65、75、85、95、106.25、120、136.25、155、177.5、205、240、285、345、430m。首先用现有的资料求气候值,得到这 22 年的气候距平值,计算各种诊断量,如温度纬向平流、经向平流,垂向差分等,然后作 5°S~5°N 经向平均,对纬向和垂向的水平场作 EOF 分析^[6]。

3 统计模式讨论

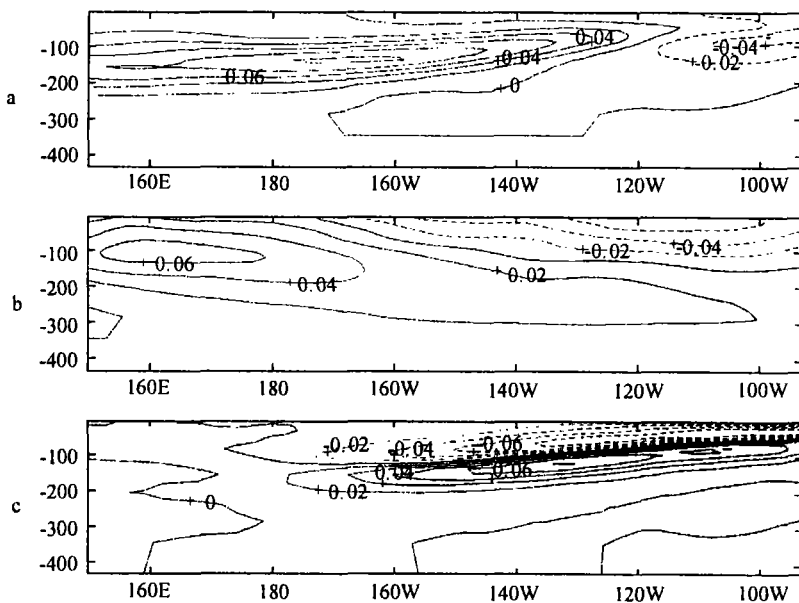


图 1 a 温度距平 EOF 第二特征量
b 纬向流距平 EOF 第二特征量
c DTDZ 距平 EOF 第一特征量

我们通过对上述资料的 EOF 结果分析,发现其中赤道太平洋温度距平 EOF 第二个特征量的时间系数、赤道太平洋纬向流距平 EOF 第二个特征量的时间系数和赤道太平洋温度垂直差分距平 EOF 第一个特征量的时间系数都存在着与代表 El Nino 的 Nino3 区海温距平相同的震荡频率,而且这三个量震荡的位相都超前与 Nino3 区海温距平的震荡,它们超前的时间分别为 1 年、8 个月和 4 个月。我们用赤道太平洋温度距平 EOF 第二个特征量的时间系数超前 1 年、赤道太平洋纬向流距平 EOF 第二个特征量的时间系数超前 8 个月和赤道太平洋温度垂直差分距平 EOF 第一个特征量的时间系数超前 4 个月与 Nino3 区 SST 距平做统计相关,它们的相关系数分别达到 0.48、-0.45 和 0.67。由此,我们可以用这三个量分别与 Nino3 区海温距平做回归,建立 El Nino 预测统计回归方程。

根据赤道太平洋温度距平 EOF 第二个特征量的空间分布(见图 1a)可以推断,它实际上反映了赤道中西太平洋暖池的震荡,我们用赤道太平洋温度距平 EOF 第二个特征量的时间系数提前 12 个月与 Nino3 区的 SST 距平作回归,所用的样本数为 251 个月,回归方程如下:

$$T_{\text{nino3}} = -0.071T_{\text{EOF2}} + 0.0334T_{\text{EOF2}}^2 \quad (1)$$

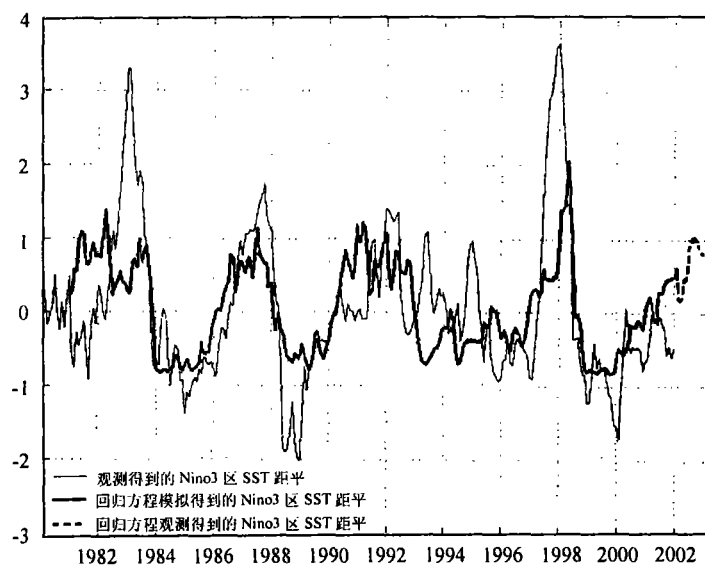


图 2 用温度距平 EOF 第二特征量时间系数作回归方程模拟和预测 Nino3 区 SST 距平

图 2 是用上述回归方程计算的对 Nino3 区 SST 距平模拟和对未来 1 年的预测。从模拟的结果来看,模拟曲线基本上与实际观测的 Nino3 区 SST 距平曲线一致,但是,在这 22 年的 4 次 El Nino 和 4 次 La Nina 过程中,其模拟值均低于实际值,我们看到其中对 1986~1987 年的 El Nino 和 4 次 La Nina 过程的模拟都是相当成功的,而对 1982~1983 年的 El Nino 模拟过程则比实际观测提前了将近 10 个月,而对 1997~1998 年的 El Nino 模

拟过程则比实际观测落后了近 2 个月, 对于在 1992 ~ 1995 年这一段 Nino3 区 SST 距平震荡频率比较高时期, 模拟结果则不是很好。

根据赤道太平洋纬向流距平 EOF 第二个特征量的空间分布 (见图 1b) 可以推断, 它实际上反映了赤道中西太平洋潜流和赤道东太平洋次表层流的变化, 因此, 它也反映了赤道信风的变化, 我们用赤道太平洋纬向流距平 EOF 第二个特征量的时间系数提前 8 个月与 Nino3 区的 SST 距平作回归, 所用的样本数为 255 个月, 回归方程如下:

$$T_{\text{nino3}} = -0.0512U_{\text{EOF2}} - 0.0032U_{\text{EOF2}}^2 \quad (2)$$

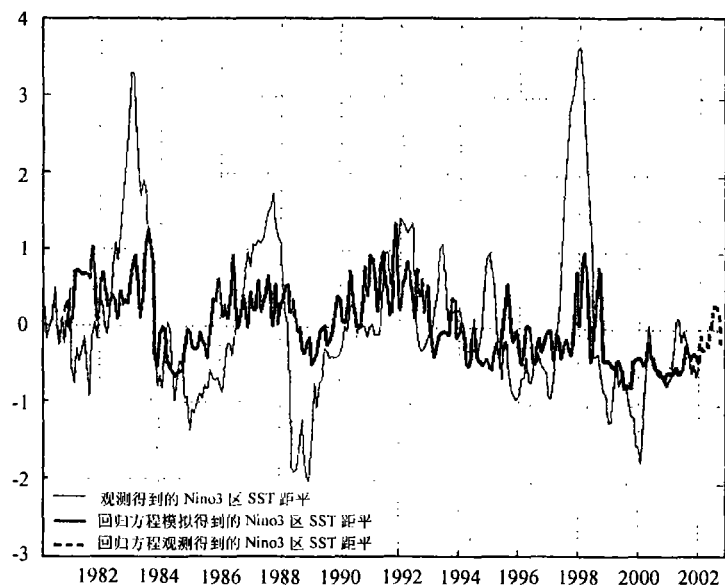


图 3 用纬向流距平 EOF 第二特征量时间系数作回归方程模拟和预测 Nino3 区 SST 距平

图 3 是用上述回归方程计算的对 Nino3 区 SST 距平模拟和对未来 8 个月的预测。从模拟的结果来看, 模拟曲线基本上与实际观测的 Nino3 区 SST 距平曲线一致, 同样对 El Nino 和 La Nina 过程, 其模拟值均低于实际值, 而且该模式未能模拟出这些过程的强度, 对 1992 年、1997 ~ 1998 年的 El Nino 和 1989 年、1999 年 La Nina 过程的模拟是比较成功的, 而对 1982 ~ 1983 年的 El Nino 过程则比实际观测落后了将近半年, 而对 1986 ~ 1987 年的 El Nino 过程则比实际观测提前了近一年, 同样对于在 1992 ~ 1995 年这一段 Nino3 区 SST 距平震荡频率比较高时期, 模拟结果则不是很好。

根据赤道太平洋温度垂直差分距平 EOF 第一个特征量的空间分布 (见图 1c) 可以推断, 它实际上反映了赤道东太平洋斜温层的稳定性, 我们用赤道太平洋温度垂直差分距平 EOF 第一个特征量的时间系数提前 4 个月与 Nino3 区的 SST 距平作回归, 所用的样本数为 259 个月, 回归方程如下:

$$T_{\text{nino3}} = -0.071T_{\text{EOF2}} + 0.0334T_{\text{EOF2}}^2 \quad (3)$$

图 4 是用上述回归方程计算的对 Nino3 区 SST 距平模拟和对未来 4 个月的预测。从模拟的结果来看, 模拟曲线与实际观测的 Nino3 区 SST 距平曲线几乎完全一致。比前二条曲线要好不少, 我们看到该曲线不但能够很好地模拟 Nino3 区 SST 距平达到 El Nino 和 La Nina 过程的变化, 而且还能够模拟它的细节变化, 但是在八十年代模拟曲线比观测曲线平均落后 1~2 个月, 而在九十年代, 则有 1~2 个月的超前。同样在模拟强度上, 对于比较强的 El Nino 和 La Nina 过程, 模拟值均低于观测值。而且在 1981 年和 1990 年还出现了二次空报现象。

4 2002 年 El Nino 预测

从上述对三个统计模式讨论, 可以看到这三个模式对 El Nino 均有一定的预测能力。特别是第三个模式, 对 Nino3 区的 SST 有较强的预报能力。因此, 我们用这三个统计预测模式和最新计算得到的 2001 年 12 月赤道太平洋温度距平 EOF 第二个特征量的时间系数、赤道太平洋纬向流距平 EOF 第二个特征量的时间系数和赤道太平洋温度垂直差分距平 EOF 第一个特征量的时间系数, 对未来 1 年、8 个月和 4 个月赤道太平洋 Nino3 区 SST 距平作了预测, 图 2 预测结果到 2002 年 12 月, 图 3 预测结果到 2002 年 8 月, 图 4 预测结果到 2002 年 4 月。从图 2、图 3 中可以看到, 在 2002 年 Nino3 区的海温呈上升趋势, 并且都达到了 El Nino 的强度。图 2 显示, Nino3 区海温在 2002 年 1 月达到最低点以后就迅速上升, 到 2002 年 10 月达到一个顶峰, 然后开始有所下降; 而图 3 则显示 Nino3 区海温在 2002 年 1 月就开始震荡上升, 到 2002 年 4 月才开始迅速上升, 同样图 4 显示

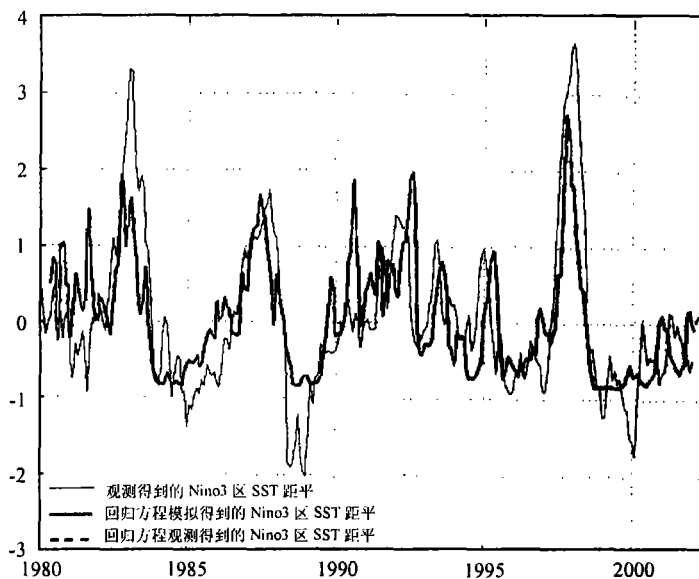


图 4 用 DTDZ 距平 EOF 第一特征量作回归方程模拟和预测 Nino3 区 SST 距平

Nino3 区海温在 2002 年 1 月开始上升, 但是到 2002 年 4 月上升的幅度并未达到 El Nino 的标准。根据对 50 年来 El Nino 出现月份的统计分析, 在 11 ~ 3 月这段时间内未出现过 El Nino, 因此我们排除在 2002 年 3 月以前出现 El Nino 的情况, 预测 2002 年 4 ~ 5 月将有一次 El Nino 过程。另外, 根据最新美国 CPC 对赤道太平洋次表层温度的分析结果(图略), 最近我们看到, 赤道西太平洋次表层的暖水已经东移到 160°W 以东地区, 其中心强度达到 7°C 以上, 而且其相对位置比较深, 在大约 150m 左右, 可见其存储热量之大, 由此我们推测这次的 El Nino 过程其强度在中等以上。

参考文献

- [1] Cane, M. A., S. E. Zebik and S. C. Dolan. Experimental forecasts of El Nino. *Nature*, 1998, 321, 827 ~ 832.
- [2] Ji, M., A. Leetmaa and V. Kousky. Coupled model prediction of ENSO during the 1980s and 1990s at the National Centers for Environmental Prediction. *J. Climate*, 1996, 9, 3105 ~ 3120.
- [3] Latif, M., and Coauthors. A review of the predictability and prediction of ENSO. *J. Geophys. Res.*, 1998, 103, 14375 ~ 14394.
- [4] Zhou Guangqing and Zeng Qingcun. Predictions of ENSO with a Coupled Atmosphere-Ocean General Circulation Model. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2001, 18 (4) 590 ~ 601.
- [5] Song Jiaxi and Wang Zhanggui. A new Advance in El Nino Prediction. *Chinese Science Bulletin*, 1998, 43(6), 504 ~ 505.
- [6] 蔡怡等. 赤道太平洋温度、流场距平 EOF 分析及与 El Nino 的关系 (已提交“海洋学报”). 2001.

THE PREDICTION OF EL NINO 2002 USING THE STATISTIC MODELS

Cai Yi Yu Zhouwen Wang Zhanggui

(*National Marine Environment Forecasting Center, Beijing*)

Abstract—We obtained the three components, which are significant of forecasting El Nino from the EOF analysis subsurface equatorial Pacific Ocean temperature, currents and their diagnosis for 22 years. They are the second eigenvalue vectors of temperature and current anomalous EOF analysis and the first eigenvalue vector of temperature difference in depth EOF analysis. We made three regression prediction equations to forecast El Nino in advance 4, 8, 12 months. According to the recent data we forecast that there is a middle El Nino in 2002, April-May.

Key words: El Nino forecasting ; EOF analysis; regression prediction equation