

文章编号: 1000-2022(2003) 01-0084-05

全球气候背景下厄尔尼诺对中国东部汛期降水的影响

孔春燕, 屠其璞

(南京气象学院 大气科学系, 江苏 南京 210044)

摘 要: 对厄尔尼诺事件进行了定义, 并详细讨论了不同气候背景下的厄尔尼诺过程对中国东部地区汛期降水的影响。分析发现: 20 世纪 50 年代以来共发生了 14 次厄尔尼诺事件; 在 70 年代末、80 年代初, 赤道太平洋的海温有一个明显升高的趋势; 不同气候背景下的厄尔尼诺过程对中国东部汛期降水存在不同的影响, 但是对长江中下游及江淮地区降水的影响是一致的, 一般偏少。

关键词: 厄尔尼诺; 中国东部; 气候背景

中图分类号: P468.024 **文献标识码:** A

El Nino 是发生在热带海洋中能影响全球气候异常的一种现象, 对降水影响较大。史久恩等^[1]指出: 在厄尔尼诺当年, 长江流域汛期降水偏多, 南北方降水偏少; 在厄尔尼诺次年, 长江流域汛期降水偏少, 南北方降水偏多。金祖辉等^[2]研究发现, ENSO 发展年的夏季, 中国东部地区以雨量偏少为主, 多雨带位于江淮之间; ENSO 恢复年的夏季, 长江及江南地区雨量偏多, 其南北两边偏少; 并着重研究了 El Nino 事件的不同发展阶段对汛期降水的影响。20 世纪 70 年代后期, 热带海洋海面温度存在着一个冷暖态的转折。在此基础上, 本文着重分析不同气候背景下 El Nino 对汛期降水的影响。

所用的资料为美国 NCEP/NCAR 1950-01—1998-05 再分析的海面温度序列以及中国国家气象中心整编的全国 160 个站 1951—1999 年月平均降水资料。由于中国的降水在区域分布上有很大的差异, 东部的降水明显多于西部降水, 年际变化也大, 所以文中采用的是 110 E 以东的 93 个测站的降水资料。

1 全球气候变化背景

讨论不同气候背景下的 El Nino 对东部地区汛期降水的影响, 首先需要确定不同气候背景的分界点。本文主要根据的是全球气温与海温的差异。

对赤道东太平洋(180~90 W, 0~10 S) 范围内 1950-01—1998-05 的月平均海温距平进行 10 a 的滑动平均计算(图 1)发现, 20 世纪 70 年代末 80 年代初, 有一明显的海温距平跃变。同时利用全球 1950—1998 年月平均格点气温资料, 对全球逐月平均气温距平进行 10 a 滑动计

收稿日期: 2001-06-14; 改回日期: 2002-05-17

基金项目: 国家“九五”攻关课题“我国短期气候预测系统研究”子专题(96-908-01-01-1)

作者简介: 孔春燕(1976-), 女, 上海人, 硕士, 现在上海市气象局气候中心工作。

算,发现全球气温在 20 世纪 70 年代末有一个突然变暖的趋势^[3]。由此可见, 20 世纪 80 年代前后分别属于不同的气候背景。

2 不同气候背景下的厄尔尼诺事件

选取赤道东太平洋范围(180~90 W, 0~10 S)^[4] 内 1950-01—1998-05 的海面温度 (SST) 资料, 计算该区域的逐月平均海面温度距平。以上述海域连续至少 6 个月以上月平均海温距平 (SSTA) 大于等于 0. 5 ℃ 作为指标, 定义为厄尔尼诺 (El Nino) 事件, 其中允许有 1 个月中断^[5]。厄尔尼诺事件的强度指数^[5]是由事件的长度、最大 SSTA、SSTA 大于等于

1. 0℃ 的月数三项指数综合而成, 由 $F_i = \frac{l_i - \bar{l}}{\sigma_l} + \frac{\Delta T_{i\max} - \overline{\Delta T_{\max}}}{\sigma_T} + \frac{m_i - \bar{m}}{\sigma_m}$ 表示。式中

l 、 ΔT 、 m 分别表示事件的长度、海温距平 (SSTA) 及 SSTA 大于等于 1. 0 ℃ 的月数, σ 表示标准差, 各值上的横线表示该类事件的平均值。

根据强度指数, 将厄尔尼诺事件分为最弱 ($F_i < - 3. 0$)、弱 ($- 3. 0 \leq F_i < - 1. 0$)、中等 ($- 1. 0 \leq F_i < 1. 0$)、强 ($1. 0 \leq F_i < 3. 0$) 和最强 ($F_i \geq 3. 0$) 5 级。综合上述结果, 见表 1。

表 1 20 世纪 50 年代以来历次 El Nino 事件的起始时间和强度

Table 1 The beginning time and intensity of El Nino events since 1950s

起始年、月	结束年、月	强度	起始年、月	结束年、月	强度
1951-08	1952-02	弱	1976-08	1977-01	最弱
1953-04	1953-09	弱	1982-05	1983-09	最强
1957-06	1958-03	中等	1986-09	1988-01	最强
1963-07	1963-12	弱	1991-04	1992-06	中等
1965-06	1966-03	中等	1993-02	1993-011	中等
1969-01	1970-01	弱	1994-09	1995-02	弱
1972-05	1973-02	强	1997-05	1998-05	最强

根据表 1, 20 世纪 80 年代以后在将近 20 a 中爆发了 6 次 El Nino 事件, 80 年代以前的 30 a 中爆发了 8 次 El Nino 事件。其中, 80 年代以后的 El Nino 事件的强度明显偏强, 其中以 1997-05—1998-05 的这次 El Nino 事件为最强; 而 80 年代以前的 El Nino 事件的强度偏弱。

3 不同气候背景下的厄尔尼诺事件对中国东部降水的影响

赤道东太平洋海温和长江下游地区降水均存在显著的相关关系, 并以滞后海温约 4 个月的正相关最为明显^[6]。为了分析不同气候背景下的 El Nino 事件对东部汛期降水的影响, 对应地取 El Nino 爆发时 SSTA 达到峰值月后的第 1 个 5 月到 9 月的降水 (若 SST 达到峰值时为 5 月, 就取当年的 5 月到 9 月的降水), 按 El Nino 事件爆发的时间顺序依次进行编号, 结果见

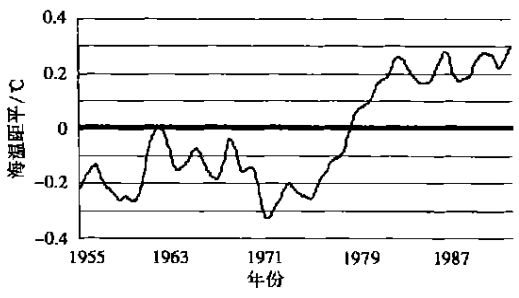


图 1 SSTA 的 10 a 滑动平均序列

Fig. 1 Time series of 10-year moving averaged SSTA

表 2。

表 2 各次 El Nino 事件对应的降水时间

Table 2 The precipitation time corresponding to El Nino events

序号	时间	序号	时间
1	1952-05—1952-09	2	1953-05—1953-09
3	1958-05—1958-09	4	1964-05—1964-09
5	1966-05—1966-09	6	1970-05—1970-09
7	1973-05—1973-09	8	1977-05—1977-09
9	1983-05—1983-09	10	1988-05—1988-09
11	1992-05—1992-09	12	1993-05—1993-09
13	1995-05—1995-09	14	1998-05—1998-09

由于海温对降水有一定的影响,同时 El Nino 事件往往伴随着赤道太平洋海温的升高,所以在 El Nino 期间海温对降水也会产生不同的影响。运用均值检验^[7]的方法,来说明不同气候背景的 El Nino 对中国东部降水的影响。对中国东部 93 个站 49 a 的 5—9 月降水总量百分率进行经验正交函数展开,由此得到前 5 个典型场的时间系数,选取其中 14 次 El Nino 事件对应的降水的时间系数,并相应地计算不同气候背景下的 El Nino 事件时间系数的平均值和均方差,来检验这两类降水的总体平均值是否相等,具体数据列于表 3。

表 3 不同气候背景下的 El Nino 降水时间系数的平均值和均方差及其 EOF 前 5 个时间系数 t 值

Table 3 The average values, mean square deviations and t values of the first 5 EOF time coefficients of El Nino year precipitation under different climate backgrounds

时间系数的平均值和均方差	80 年代以后的 El Nino		80 年代以前的 El Nino		t
	平均值	均方差	平均值	均方差	
第 1 时间系数	- 2. 417	0. 904	3. 025	2. 646	4. 518
第 2 时间系数	- 3. 983	0. 715	1. 250	2. 866	4. 313
第 3 时间系数	- 2. 450	1. 945	0. 163	2. 684	1. 960
第 4 时间系数	- 0. 317	1. 474	0. 088	2. 361	0. 360
第 5 时间系数	- 0. 667	1. 921	- 0. 288	2. 048	0. 339

从表中可以看到不同气候背景下的 El Nino 事件对应的降水总量距平百分率 EOF 的前 5 个特征向量中的前两个均拒绝了原假设,通过了 0. 05 的显著性检验,说明不同气候背景的 El Nino 事件对应的降水总量距平百分率 EOF 前两个时间系数之间在降水的平均状态上存在着显著的差异,意味着 80 年代前后发生的 El Nino 事件对应的中国东部的 5—9 月降水总量距平百分率有显著差异,或者可以认为发生在不同全球气候背景下的 El Nino 事件对中国东部地区降水有显著影响。

为了进一步分析不同气候背景的 El Nino 事件影响东部地区汛期降水的具体差异,对比其各自的合成图。图 2 分别给出了 80 年代前、后爆发的 El Nino 事件对应的汛期降水总量距平百分率的合成分布。比较图 2a、b 的分布可知,在长江以南地区,图 2a 存在一正距平区,图 2b 存在一负距平区;在东南至华南沿海地区,图 2a 存在一负距平区,图 2b 存在一正距平区;

在内蒙古部分地区,前者存在一正距平区,后者存在一负距平区。由此可见,80 年代以后的 El Nino 事件(图 2a)对应的汛期降水分布为长江、淮河流域比往年偏少,南北方偏多;80 年代以前的 El Nino 事件(图 2b)对应的分布为全国大部分地区降水较往年偏少,但华南地区及东北部分降水偏多。

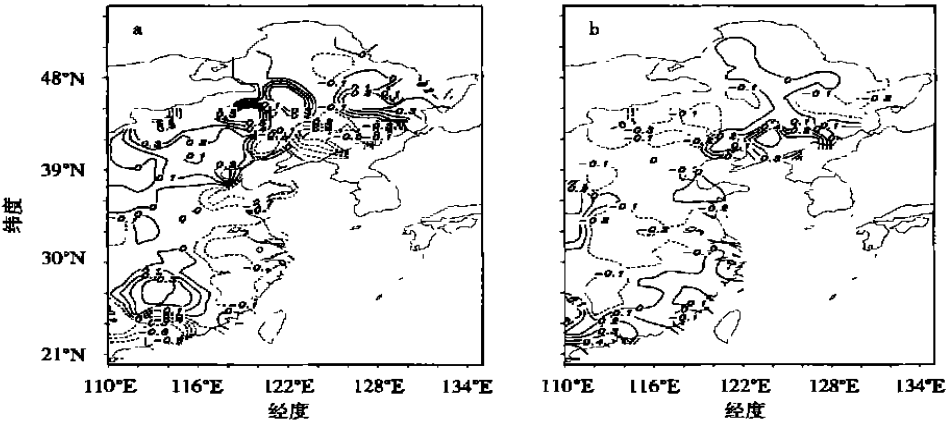


图 2 20 世纪 80 年代以后(a)和以前(b)爆发的 El Nino 事件对应的汛期降水距平百分率合成
Fig.2 The composite of the anomaly percentage of flood season precipitation
corresponding to El Nino events occurred after(a) and before(b) 1980s

图 3 给出 80 年代以后爆发的 El Nino 事件所对应的降水拟合重建值与 80 年代以前爆发的 El Nino 事件所对应的差值分布及其差值的 t 检验分布。在华北的大部分地区、江淮流域和长江中游以南大部分地区为正值区,表明 80 年代以后爆发的 El Nino 事件比 80 年代以前爆发的 El Nino 事件所对应的降水在这些地区要多;在东南沿海为负值,表明前者比后者在该地区的降水偏少。

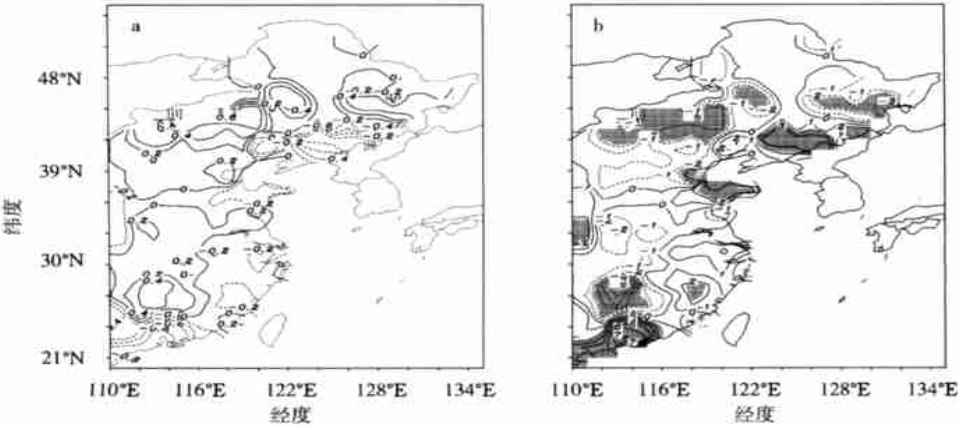


图 3 20 世纪 80 年代前后爆发的 El Nino 事件对应的降水
拟合重建差值分布(a)和 t 检验分布(b; 阴影部分通过 0.05 显著性检验)

Fig.3 Fitting differences of the precipitation corresponding to
El Nino events occurred after and before 1980s(a) ,
and their t -test distribution(b, the shaded areas pass a 0.05 significance level)

4 结论与讨论

(1) 1950—1998 年共发生了 14 次 El Nino 事件。在 20 世纪 70 年代末、80 年代初, 气温和海温都有一个突然升高的趋势, 因此把 1950—1998 年发生的 14 次 El Nino 事件分成了两种不同的全球气候背景下的 El Nino 事件。

(2) 通过统计假设检验, 发现不同全球气候背景下的 El Nino 事件对中国东部地区降水的影响是不同的。80 年代以后的 El Nino 事件对应的汛期降水分布为长江、淮河流域偏少, 南北方偏多; 80 年代以前的分布为全国大部分地区降水偏少, 而华南地区及东北部分降水偏多。

参考文献:

- [1] 史久恩, 林学椿, 周琴芳. 厄尔尼诺现象和我国夏季(6—8 月)降水、气温的关系[J]. 气象, 1983, 9(4): 2-5.
- [2] 金祖辉, 陶诗言. ENSO 循环与中国东部地区夏季和冬季降水关系的研究[J]. 大气科学, 1999, 23(6): 663-671.
- [3] 王绍武. 近百年全球及中国气候变暖[C]. 气候变化规律及其数值模拟研究论文(第 3 集). 北京: 气象出版社, 1996: 1-11.
- [4] Angell J K. Comparison of variation in atmospheric quantities with sea surface temperature variations in the equatorial eastern Pacific[J]. Mon Wea Rev, 1981, 109(2): 230-243.
- [5] ENSO 监测小组. 厄尔尼诺事件的划分标准和指数[J]. 气象, 1989, 15(2): 37-38.
- [6] 费亮, 王玉清, 薛宗元, 等. 赤道东太平洋海温与长江中下游地区降水异常的相关分析[J]. 气象学报, 1993, 51(4): 442-447.
- [7] 屠其璞, 王俊德, 丁裕国, 等. 气象应用概率统计学[M]. 北京: 气象出版社, 1984: 151-172.

Influence of El Nino Events on Summer Precipitation in East China under Different Climatic Backgrounds

KONG Chun-yan, TU Qi-pu

(Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044, China)

Abstract: The paper describes the definition of El Nino events and discusses the influence of El Nino events on the summer precipitation over East China under different climatic backgrounds. The analysis suggests that 14 El Nino events have occurred since the 1950s and the SST in Equatorial Pacific exhibited a significant increasing trend from the late 1970s to early 1980s. Under different climatic backgrounds El Nino events have different influence on the summer precipitation over East China, but have the same influence—less summer rainfall over the middle and lower reaches of the Changjiang river and the Changjiang-Huaihe valley.

Key words: El Nino; East China; climatic background