

中国降水和温度对 ENSO 响应的特征^{*}

陆端军 张先恭

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

该文采用一种较为客观、定量的分析方法,对 1951~1990 年逐月降水和温度分别转换成 Gamma 分布和正态分布的百分位数,对 10 次 ENSO 事件中各站的降水和温度进行合成. 然后计算合成后的第一谐波的振幅和波峰位相,以确定降水和温度对 ENSO 的响应区域和各响应区域的响应时段. 得到了 18 个降水响应区和 7 个温度响应区,确定出 35 个降水响应时段和 9 个温度响应时段. 其中,降水响应最明显的区域在华北区和长江中下游及江南区. 温度响应最明显的区域是东北中北部地区.

关键词: 中国; 温度; 降水; 厄尔尼诺与南方涛动.

以 ENSO 为中心的热带海气相互作用的研究越来越受到气象科学工作者的重视. 已经找到了许多关于 ENSO 对全球大气影响的事实. 例如, Ropelewski 和 Halpert (1986, 1987)^[1,2]详细分析研究了全球降水及北美温度同 ENSO 的关系,在全球找到了 21 个响应区,其中热带地区的降水对 ENSO 的响应最明显. 本文采用类似 Ropelewski 和 Halpert 的方法,研究了我国温度和降水对 ENSO 的响应.

1 资料和研究方法

本文所用的降水和温度资料取自中央气象台 1951~1990 年 160 个站的逐月月总降水量和月平均温度. 1951~1990 年的 ENSO 事件取自国家气象局 ENSO 监测小组所确定的 10 次事件^[3],并参照赤道东太平洋(0°~10°S, 180°~90°W)海温距平随时间的演变图(图略). 规定海温距平持续时间长且异常振幅较大的年份为 ENSO 事件的当年,这样确定出的 10 个 ENSO 事件的当年为: 1951、1953、1957、1963、1965、1969、1972、1976、1983 和 1987 年. 考虑到降水量不符合正态分布,且有些地区变率很大,地区之间难以进行比较. 因此,采用 Gamma 分布概率值的百分位数来描述降水的异常程度. 温度则仍然用正态分布来拟合. 拟合的概率值分为 10 级,即: 0、10%、20%、……90% (下文均用不带“%”的数表示),百分位数大于 50 表示降水偏多和温度偏高,小于 50 表示降水偏少和温度偏低.

1992-06-09 收到,1994-03-15 收到修改稿.

• 本文由《长期天气预报理论与方法研究》课题资助.

分析步骤如下:

- (1) 求出各站降水和温度在 10 次事件的合成. 每次事件从 ENSO 前一年 12 月开始, 到次年 11 月结束, 共 24 个月. 并用 (-)、(0)、(+) 分别表示 ENSO 的前一年、当年、次年.
- (2) 求出各站降水和温度 ENSO 合成值的第一谐波, 并将其振幅和波峰位相标在图上.
- (3) 划出 ENSO 的响应区域. 规定在同一区域内各测站的振幅应大于 3、最大位相与最小位相之差不超过 45°(即 3 个月以内), 而且区域内至少要有 3 个测站.
- (4) 求出每一响应区域降水和温度的 ENSO 合成值的区域平均值, 并将其绘制在图上. 文中称之为区域 ENSO 合成图.
- (5) 在区域 ENSO 合成图上找出降水和温度对 ENSO 的响应时段—— ENSO“响应季节”或“次响应季节”. “次响应季节”是指同一区域内, 相对于“响应季节”来说, 异常持续的时间短或异常的振幅较小的时段.
- (6) 求出 1951~1990 年逐年各区域在响应时段降水和温度的百分位数, 并绘出时间序列图, 图上标明 ENSO 事件所在的年份.
- (7) 用下式对 ENSO 事件所对应的异常进行显著性检验.

$$T = |t| = \frac{|E_x - E_y|}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - E_x)^2 + \sum_{i=1}^m (Y_i - E_y)^2}} \cdot \sqrt{\frac{mn(m+n-2)}{m+n}}$$

式中 X_i 和 Y_i 分别为 ENSO 年和非 ENSO 年的样本值, E_x 、 E_y 分别是其期望值, T 的自由度为 $m+n-2$. 本文取 $n=10$, $m=30$, 当 T 达到 0.05 的信度水平, 就可以认为响应是显著的.

2 降水对 ENSO 的响应

图 1 中实线是根据降水合成值的第一谐波的振幅和波峰位相找出的 18 个响应区和 3 个联合区(联合 1 区包括 1~2 区, 联合 2 区包括 4~7 区, 联合 3 区包括 11~15 区).

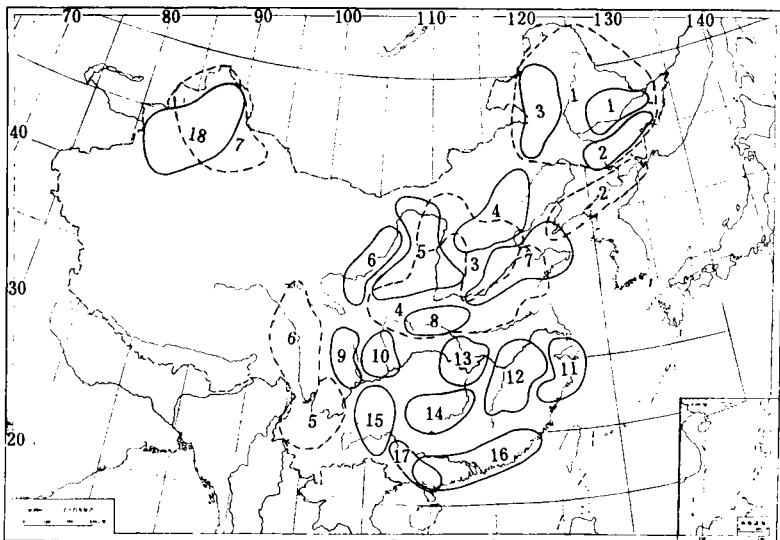


图 1 18 个降水响应区(实线)和 7 个温度响应区(虚线)

表1为各响应区的分析结果.可以看到,在35个降水响应时段中,有25个(占71%)达到或超过0.05信度,其中最明显的响应区为华北地区(联合2区)和长江中下游及江南(联合3区).还可以看到,我国降水对ENSO的响应从ENSO当年春夏季节就开始了,可一直持续到次年年底,但各区响应的时段并不一致.降水异常的趋势在ENSO当年和次年的春夏季基本相反,但次年的响应范围更大.

作为例子,本文仅对联合2区和联合3区作一些分析.

(1) 华北地区 图2(a)是华北地区(联合2区)的区域ENSO合成,可见当年夏季与次年夏季该区的降水形势相反,次年降水偏多的程度比当年偏少更明显些.取6(+)-9(+)-为ENSO“响应季节”,6(0)-9(0)为“次响应季节”.图2(b)是“响应季节”的时间序列,10次事件有9次降水偏多;“次响应季节”(图2(c))降水偏少的概率为7/10,在百分位数小于40的5年中,有4年是ENSO年. t 检验表明,上述两个响应时段均达到0.01的信度.

(2) 长江中下游及江南 在长江中下游及江南(联合3区)的区域ENSO合成图中(图略),取9(0)-1(+)-为“响应季节”,其时间序列表明降水偏多的概率为9/10,在百分位数大于60的7年中,有5年是ENSO年;“次响应季节”取4(+)-8(+)-,降水偏多的概率为7/10, t 检验表明,两个响应时段均达到0.01的信度.

表1 各降水响应区的“响应季节”、“次响应季节”及响应特征

区号	大致地理位置	响应季节	偏多(+)或偏少(-)的概率	显著性水平	次响应季节	偏多(+)或偏少(-)的概率	显著性水平
1	三江平原	6(0)~12(0)	+ 8/10	0.05			
2	东北东南部	9(0)~12(0)	+ 9/10	0.05			
3	东北西部	12(0)~6(+)	+ 9/10	0.10			
4	华北东部	4(+)-9(+)	+ 8/10	0.10	6(0)~9(0)	- 7/10	0.01
5	河套地区	5(+)-9(+)	+ 8/10	0.01	7(0)~9(0)	- 7/10	0.01
6	黄河中上游	5(+)-9(+)	+ 8/10	0.01	6(0)~10(10)	- 6/10	0.05
7	黄河下游	1(0)~4(0)	+ 8/10	未达 0.10	5(+)-11(+)	- 8/10	未达 0.10
8	鄂豫陕交	4(+)-11(+)	+ 7/10	未达 0.10			
9	成都平原	6(+)-8(+)	+ 7/10	0.05	6(0)~8(0)	- 8/10	0.05
10	四川东部	7(0)~12(0)	+ 6/10	未达 0.10			
11	浙江大部	9(0)~2(+)	+ 8/10	0.05	4(+)-6(+)	+ 7/10	0.05
12	皖南赣北	9(0)~12(0)	+ 8/10	0.01	4(+)-6(+)	+ 7/10	0.05
13	湖北南部	4(+)-7(+)	+ 8/10	0.05	10(0)~12(0)	+ 8/10	未达 0.10
14	湖南南部	9(0)~1(+)	+ 9/10	0.01	5(0)~7(0) 5(+)-7(+)	- 7/10 + 7/10	0.05 0.01
15	贵州大部	10(0)~1(+)	+ 9/10	0.01	5(+)-7(+)	+ 5/10	未达 0.10
16	华南沿海	1(0)~6(0)	+ 7/10	未达 0.10			
17	华南西部	10(0)~12(0)	+ 7/10	0.05	2(+)-4(+)	- 8/10	0.10
18	新疆北部	2(+)-8(+)	+ 9/10	0.05			
联合1区	东北东部	10(0)~12(0)	+ 8/10	0.05			
联合2区	华北地区	6(+)-9(+)	+ 9/10	0.01	6(0)~9(0)	- 7/10	0.01
联合3区	长江中下游及江南	9(0)~1(+)	+ 9/10	0.01	4(+)-8(+)	+ 7/10	0.01

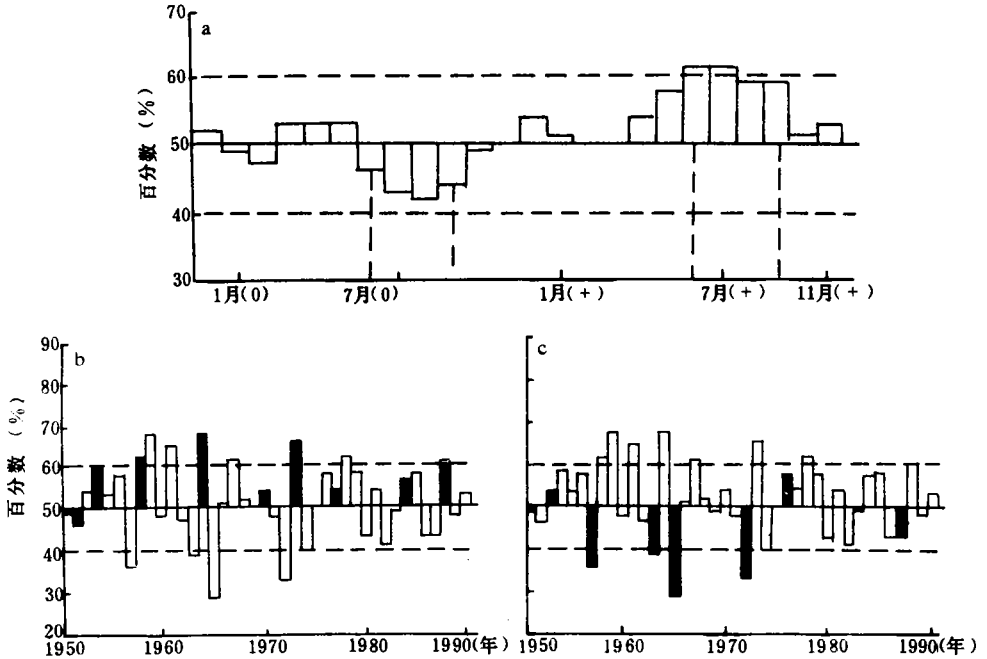


图 2 华北地区降水的 ENSO 合成(a)、6(+)-9(+)的时间序列(b)和 6(0)-9(0)的时间序列(c)(图中黑柱为 ENSO 年)

3 温度对 ENSO 的响应

图 1 中虚线是根据温度 ENSO 合成第一谐波的振幅和波峰位相找到的响应区. 考虑到温度响应不象降水那样具有明显的局地性. 因此只对那些振幅较大而且至少包含 5 个测站的区域进行讨论. 图中划出了 7 个响应区域, 其中范围最大的是东北中北部地区. 图 3(a)是该区的温度 ENSO 合成, 可见从当年 1 月到次年 4 月, 大约 16 个月的时间该区温度持续偏低. 取 4(0)~4(+)为“响应季节”, 其温度偏低的概率为 8/10(图 3(b)), 在 8 次百分位数小于 40 的年份中, 有 5 次为 ENSO 年. *t* 检验达到 0.01 信度. 为验证夏秋季节低温与 ENSO 的关系, 作了 5(0)~9(0)的时间序列(图 3(c)). 显然偏冷的程度更为明显, 在 8 个 ENSO 年中有 6 年百分位数小于 40, 其中 1957、1969、1972 三年均小于 30.

其它各区的分析结果见表 2. 可见在 9 个温度响应时段中, 有 8 个(占 90%)达到或超过 0.05 信度, 说明温度对 ENSO 的响应比降水更明显.

表 2 各温度响应区的“响应季节”、“次响应季节”及响应特征

区域号	大致地理位置	响应季节	偏高(+)或偏低(-)的概率	显著性水平	次响应季节	偏高(+)或偏低(-)的概率	显著性水平
1	东北中北部	4(0)~4(+)	- 8/10	0.01			
2	东北南部	1(0)~10(0)	- 9/10	0.05			
3	华北中部	4(+)~9(+)	- 7/10	0.10			
4	黄淮流域	3(0)~5(0)	- 8/10	0.05	9(0)~11(0)	- 6/10	0.01
5	云南西部	1(+)~4(+)	+ 8/10	0.01			
6	川藏交界地区	1(+)~11(+)	+ 8/10	0.01	2(+)~4(+)	+ 8/10	0.05
7	新疆北部	2(+)~8(+)	- 9/10	0.01			

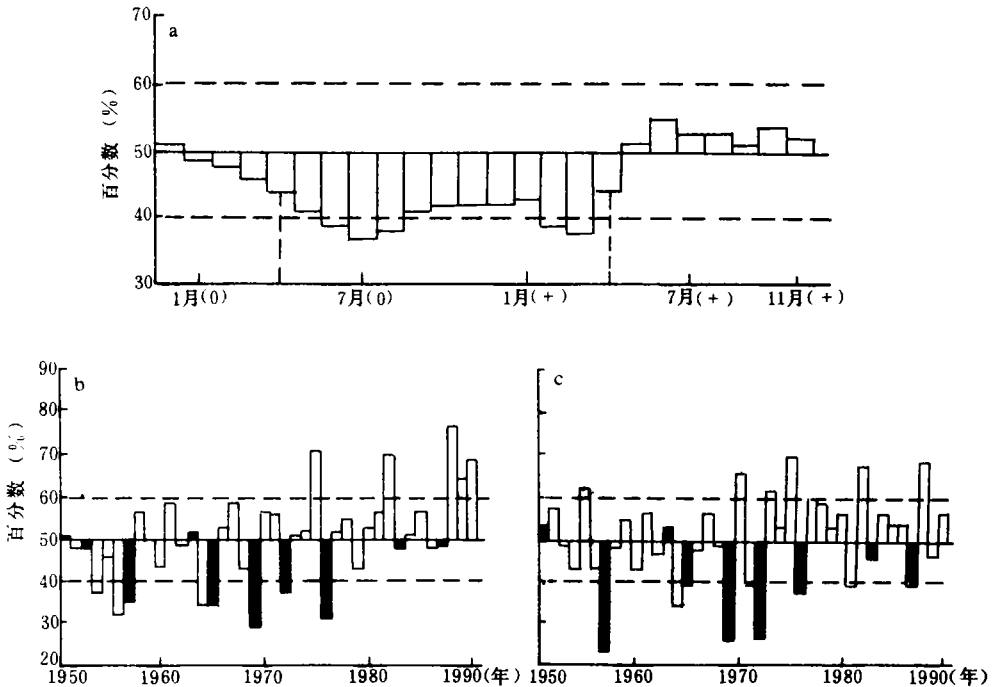


图3 东北中北部地区的 ENSO 合成(a)、4(0)~4(+)的时间序列(b)和 5(0)~9(0)的时间序列(c)(图中黑柱为 ENSO 年)

4 结 论

(1) 在中国找到了 18 个降水响应区和 7 个温度响应区, 确定出 35 个降水响应时段和 9 个温度响应时段, 其中达到或超过 0.05 信度的降水响应时段有 25 个(占 71%), 温度响应时段有 8 个(占 90%)。

(2) 各降水区域的响应特征在 ENSO 当年和次年春夏季基本相反, 但次年的响应范围更大、更明显。各温度区域的响应特征, 东部以当年最为明显, 西部以次年最为明显。

(3) 降水响应最明显的地区和时段是: 华北 6(0)~9(0)偏少, 6(+)~9(+)偏多; 长江中下游及江南 9(0)~1(+), 4(+)~8(+)偏多。

(4) 温度响应最明显的地区和时段是: 东北中北部 4(0)~4(+)偏低; 黄淮流域 9(0)~11(+)偏低; 云南西部 1(+)~4(+)偏高; 川藏交界地区 1(+)~11(+)偏高; 新疆北部 2(+)~8(+)偏低。

参 考 文 献

- 1 Ropelewski C F and Halpert M S. North American precipitation and temperature patterns associated with the El Nino/Southern Oscillation(ENSO). *Mon. Wea. Rev.*, 1986,**114**:2352~2362.
- 2 Ropelewski C F and Halpert M S. Global and regional scale pattern associated with the El Nino/Southern Oscillation, *Mon. Wea. Rev.*, 1987,**115**: 1606~1626.
- 3 ENSO 监测小组. 厄尔尼诺的划分标准和指数. *气象*, 1989,**15**(3): 37~38.

THE RESPONSE OF PRECIPITATION AND TEMPERATURE IN CHINA TO ENSO

Lu Duanjun Zhang Xiangong

(*Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081*)

Abstract

With an objective and quantitative analysis, the monthly precipitation/temperature data are transformed into percentiles of Gamma/Normal distribution at all stations in the 1951~1990 period. Monthly composites are computed for precipitation/temperature with data covering ten ENSO events. Based on the amplitude and phase of the first harmonic, 18 precipitation regions, 7 temperature regions, 35 response periods of precipitation and 9 response periods of temperature are determined. In North China, the middle and lower basin of Changjiang River, and to the south of Changjiang River, the responses of precipitation to ENSO events are distinct from that in the others. Meanwhile, the amplitude of negative temperature anomaly is the strongest and the duration is the longest in the north—middle part of Northeast China.

Key words: China; Temperature; Precipitation; El Nino/Southern Oscillation.