

厄尔尼诺现象对北半球大气环流 和中国降水的影响^{*}

赵振国

(国家气候中心, 北京 100081)

提 要 本文主要讨论了厄尔尼诺现象对北半球大气环流和中国季风降水的影响。研究表明, 在厄尔尼诺开始年的春夏季, 对流层上部位势高度和副热带高压都处在由弱到强的转变状态, 我国东部地区大范围少雨; 秋季发生明显的趋势转折, 秋季到次年夏季, 对流层上部位势高度升高, 副高增强西伸, 除次年2、3月份全国大范围少雨外, 其余月份大都为南多北少的分布型, 这种分布形态在开始年秋季最典型。厄尔尼诺开始年, 次年, 长江中下游入梅期偏晚。

关键词 厄尔尼诺 大气环流 中国 降水 入梅

1 引言

ENSO 事件作为一种热带强信号强迫源, 对热带和中高纬大气环流的影响, 一是引起沃克环流的减弱和哈特莱环流的加强, 使南方涛动出现负指数位相, 北半球 500 hPa 副热带高压呈现正指数位相。另一种是从热带传播到中高纬的遥相关型, 最典型的就是冬季的 PNA 型和夏季的东亚遥相关型。

ENSO 对中国降水的影响不少学者都研究过。其主要结论是: 第一, 当 ENSO 处于发展阶段, 该年夏季我国江淮流域降水偏多, 发生洪涝; 而黄河流域、华北及江南等地降水偏少, 出现干旱。当 ENSO 处于衰减阶段时正好相反^[1]。第二, 厄尔尼诺发生的季节不同对我国夏季降水的影响也不同, 春季发生的厄尔尼诺事件当年夏季主要多雨带位于淮河流域一带, 夏秋季发生的厄尔尼诺事件翌年夏季主要多雨带出现在长江沿岸及其以南地区^[2]。第三, 秋冬季开始出现明显增暖的厄尔尼诺事件, 无论当年或次年, 长江中下游地区梅雨量偏少; 春夏季开始出现明显增暖的厄尔尼诺事件, 无论当年或次年, 长江中下游地区梅雨量偏多^[3]。

本文重点讨论两个问题: 第一, 从厄尔尼诺开始年春季到次年夏季对流层上部位势高度和 500 hPa 副热带高压由弱到强的演变特点。第二, 从厄尔尼诺开始年春季到次年夏季中国降水的变化情况。

1994-02-08 收到, 1995-11-01 收到再改稿

^{*} 本文由中国气象局重点科研项目“长期预报理论和方法研究”资助

2 厄尔尼诺对北半球大气环流的影响

图 1 是 1951 年 1 月~1990 年 12 月 Niño 3 区海温(实线), 北半球 500 hPa 正距平概率(虚线), 500 hPa 西太平洋副高面积指数(点线)的功率谱曲线。不难看出, 三条曲线在 3~5 年的周期段内谱值最大, 而且都明显超过 0.05 信度的红噪音值。北半球 100 hPa 正距平概率的谱分析结果与 500 hPa 基本一致, 北半球副高面积指数的谱特征与西太平洋副高亦基本类似。这表明北半球对流层上部位势高度和副热带高压存在着与赤道东太平洋海温 3~5 年振荡相吻合的周期变化。

根据“七五”项目“长期预报理论、方法和资料库建立研究”ENSO 监测小组所划分的 1951 年以来的 10 个厄尔尼诺年, 即 1951~1952、1953~1954、1957~1958、1963~1964、1965~1966、1968~1969、1972~1973、1976~1977、1982~1983、1986~1987, 统计从厄尔尼诺开始年到次年位势高度、副高参数的逐月变化情况。图 2a 是北半球 100 hPa(实线)和 500 hPa(虚线)正距平的平均概率, 从图可以清楚看出, 厄尔尼诺开始年的春夏季, 无论 100 hPa 或是 500 hPa, 其正距平概率都比较小, 表明位势高度比较低。到秋季发生转折, 开始升高, 秋季之后明显增高, 直到次年夏季。这种变化在副热带地区反映得更清楚。图 2b 是厄尔尼诺开始年到次年

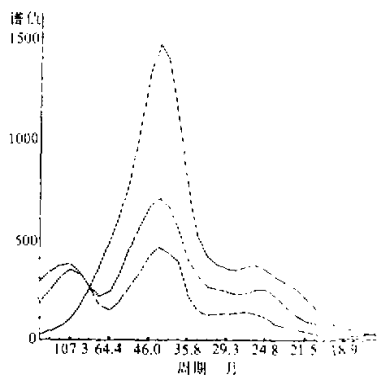


图 1 功率谱分析

实线: Niño 3 区 SST, 虚线: 500 hPa 正距平概率, 点线: 西太平洋副高面积指数

500 hPa 北半球副高面积指数(实线), 西太平洋副高面积指数(虚线)和西伸脊点(点线)逐月的距平平均。显而易见, 其变化趋势与图 2a 完全一致, 即厄尔尼诺开始年的春夏季, 北半球和西太平洋副高面积指数较小, 强度较弱, 位置也比较东, 同样在秋季发生转折, 从秋季到次年夏季, 明显加强西伸。统计表明, 上述变化趋势在大多数厄尔尼诺年都反映得很清楚, 从厄尔尼诺开始年春季到秋冬季、次年春夏季, 有 80% 的年份对流层上部位势高度是升高的, 副高是增强的, 仅 1953~1954 年和 1963~1964 年两次厄尔尼诺事件因持续时间短, 次年春季就转入了反厄尔尼诺而呈现出减弱趋势。

图 2c 是厄尔尼诺开始年到次年 Niño 3 区海温(实线)和南方涛动指数(虚线)正距平概率的逐月变化。与图 2a、b 对照不难发现, 海洋增温多发生于春季前后, 而环流转折多出现在秋季前后, 环流转变落后于海洋增温两个季度左右。交叉谱的分析结果也表明, 在 3~5 年的周期段内, 副高对海温的响应落后 4~6 个月, 这与好多人的研究结果相一致^[4]。作者进一步计算了副高对海温的时滞相关, 图 3 给出了 Niño 3 区海温与北半球副高面积指数的超前滞后相关, 横坐标的月份中, 负值表示副高超前海温的月数, 正值表示副高落后海温的月数, 实线是 5~10 月平均, 虚线是 11~4 月平均。由图可见:

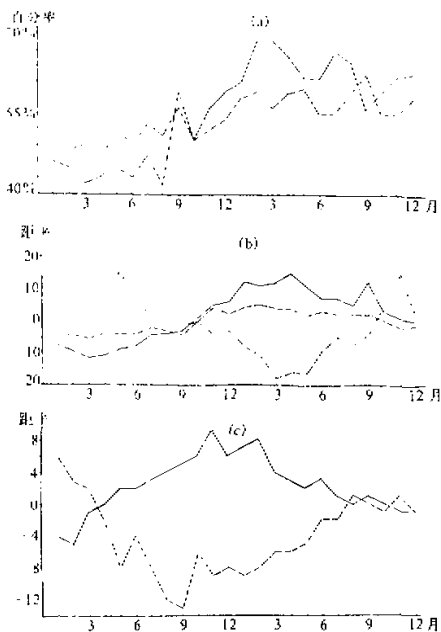


图2 厄尔尼诺开始年~次年高度、海温、降水等要素的逐月变化

(a)实线: 100 hPa 正距平概率;

虚线: 500 hPa 正距平概率;

(b)实线: 北半球副高面积指数距平;

虚线: 西太平洋副高面积指数距平;

点线: 西太平洋副高西伸脊点距平;

(c)实线: Niño 3 区 SST 距平;

虚线: 南方涛动指数

第一, 副高对海温的滞后相关表现出明显的季节性。若以夏半年(5~10月)作为开端月, 副高对海温的最大滞后相关出现在开端月后第6、7个月; 若以冬半年(11~4月)作为开端月, 则副高对海温的最大滞后相关出现在开端月及其后3个月内。第二, 副高对海温的超前相关并未与滞后相关呈现对称状态, 以夏半年作为开端月, 从开端月到超前6个月, 相关程度差不多, 再往前则迅速下降; 以冬半年作为开端月, 则开端月往前相关程度单调下降。这表明副高对海温的超前相关没有明显的1个季度(冬半年)和半年(夏半年)的超前效应。上述情况说明, 赤道东太平洋海温异常对副高的强度变化具有明显的作用, 而副高对海温的影响则不显著。

3 厄尔尼诺不同发展阶段中国降水的分布特征

厄尔尼诺现象对北半球大气环流特别是对西太平洋副高的影响必然会对我国降水产生作用。根据统计, 中国160站降水正距平的概率, 从厄尔尼诺开始年春季到秋冬季有80%的年份是增加的, 到次年春夏季则100%的年份是增加的, 这表明在厄尔尼诺

开始年的秋季之后直到次年夏季, 中国降水相对开始年春季呈增多趋势。这种变化同北半球位势高度和副高在厄尔尼诺开始年秋季之后出现增强的趋势相一致。计算了10个厄尔尼诺年从开始年4月到次年8月各月的多雨概率分布图后发现, 厄尔尼诺开始年的春夏季各月我国东部地区大范围少雨占优势, 秋季之后至次年夏季, 除次年2、3月份全国明显少雨外, 其余大部分月份南方地区降水明显增多, 多表现为北少南多的分布型。根据上述特点, 把具有大致类似分布的月份合并, 作出开始年4~8月、开始年9月到次年1月、次年2~3月、4~8月四张多雨概率分布图(图4a、b、c、d)。由图可见, 在厄尔尼诺开始年的4~8月和次年2~3月, 除江淮、黄淮和东北大部地区外, 全国其余大部地区多雨概率大都在30%以下, 部分地区仅有10%~20%, 说明全国大部地区明显少雨。开始年9月到次年1月和次年4~8月, 基本上呈现出南多北少的分布型, 长江以南大部地区多雨概率在70%以上, 江南到长江中游一带在80%~90%以

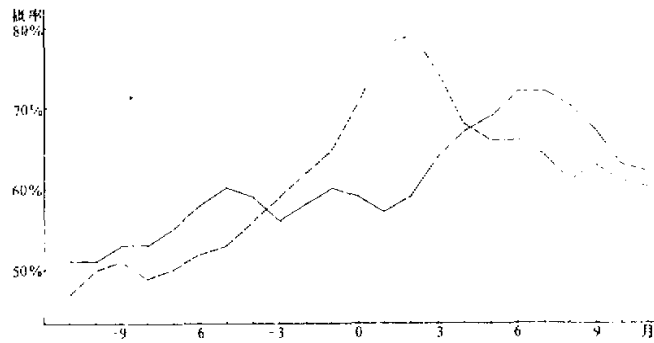


图3 Niño 3.4 区 SST 与北半球副热带高压面积指数超前滞后相关
实线: 5~10 月平均, 虚线: 11~4 月平均

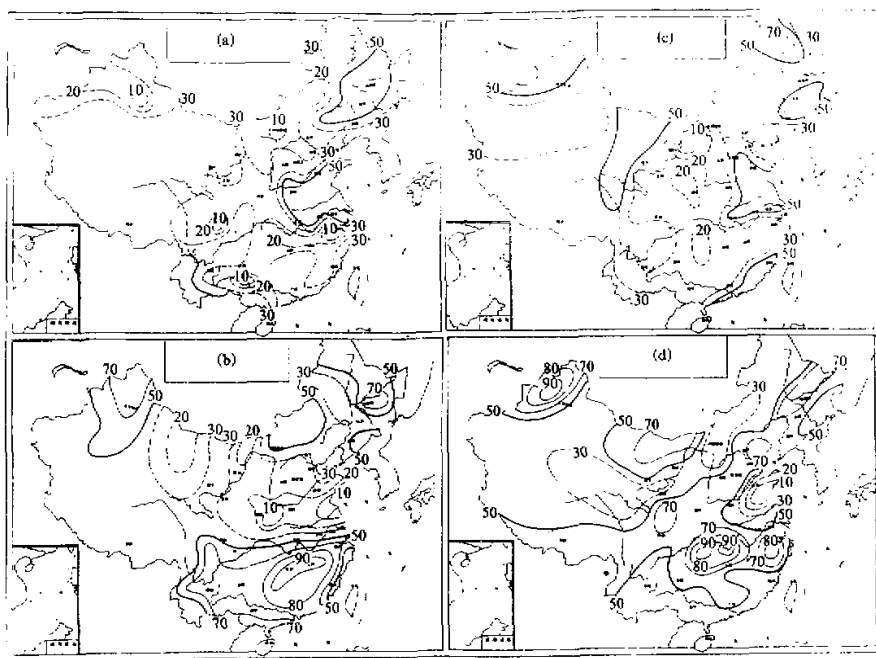


图4 厄尔尼诺期间不同时段中国多雨概率
(a) 开始年 4~8 月, (b) 开始年 9 月~次年 1 月, (c) 次年 2~3 月, (d) 次年 4~8 月

上。北方除东北大部地区外大范围少雨,多雨概率大都在 30% 以下,其中黄淮等地区在 10%~20% 左右。江南到长江中游一带明显多雨的概率和黄淮地区明显少雨的概率均接近或超过 0.05 的置信度。比较起来,9~1 月比 4~8 月南多北少的分布特点更为清楚,从北方 68 站与南方 69 站降水正距平概率差值图(图略)可以清楚看出,10 年中有 9

年差值为负,表明除个别年份外,绝大多数年份多雨的范围南方比北方大。

上述分布型在厄尔尼诺开始年的秋季最典型。图 5 是厄尔尼诺开始年秋季(9~11 月)中国东部地区降水第二特征向量的空间分布型(a)和时间系数的年际变化(b),图中黑粗线代表厄尔尼诺开始年。不难看出,空间型为典型的北多(少)南少(多)分布特征。时间系数除 1968 年为明显正值即为典型的北多南少型外,其余年份包括 1991 和 1993 年在内都是负值,即都反映出了北少南多的分布特点。同样,1951 年以来的 8 个反厄尔尼诺年其开始年(1954、1964、1967、1970、1973、1975、1984、1988 年)有 7 年时间系数皆为正,说明在反厄尔尼诺年秋季中国东部地区降水多为北多南少的分布型。上述情况表明,厄尔尼诺(反厄尔尼诺)现象是造成中国东部地区秋季南多北少(北多南少)降水型的主要原因之一。

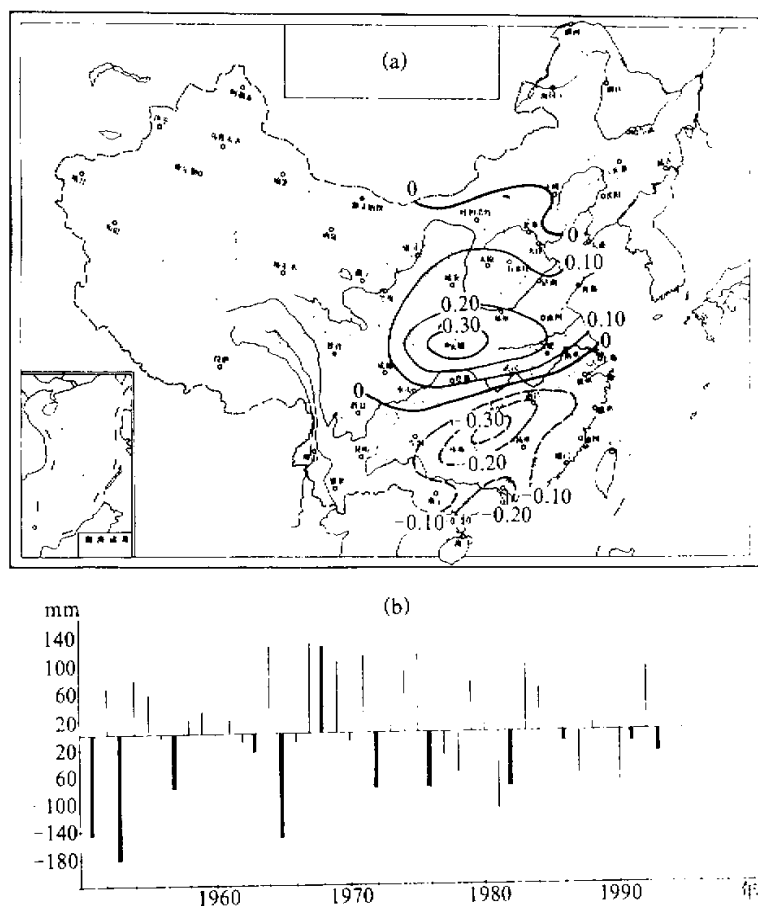


图 5 秋季(9~11 月)中国东部降水第二特征向量的空间分布型(a)和历年时间系数(b)
图中黑粗线表示厄尔尼诺开始年

4 厄尔尼诺与长江中下游梅雨期的关系

图 6 是长江中下游地区历年的入梅日期, 图中黑粗线代表厄尔尼诺开始年和次年。由图可以看出, 无论厄尔尼诺开始年或者次年, 长江中下游地区的入梅日期大都是偏晚的。1951~1990 的 40 年中, 厄尔尼诺开始年、次年共 20 年, 其中梅雨偏晚的 17 年, 占 85%, 1 年正常, 仅有 2 年偏早, 只占 10%。1991~1993 的 3 年中, 除 1991 年偏早外, 其他 2 年偏晚。作者^[5]在分析 6 月副高脊线异常变化的成因时发现, 赤道东太平洋海温异常是影响 6 月副高南北位置的主要因子。厄尔尼诺开始年、次年, 6 月副高脊线偏南的概率占 75%, 明显偏北的只占 13%, 这意味着在厄尔尼诺期间, 副高季节北上推迟, 第一次北跳和入梅日期偏晚。同样, 在厄尔尼诺开始年和次年将近 70% 的年份长江中下游出梅日期也是偏晚, 只是关系不及入梅好。

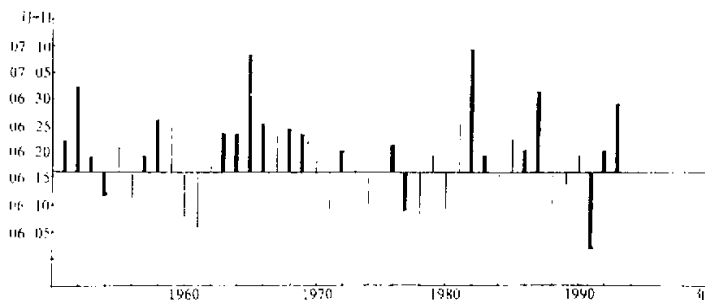


图 6 长江中下游地区历年入梅日期

图中黑粗线表示厄尔尼诺开始年和次年

5 结语

在厄尔尼诺酝酿、发生、开始阶段, 即厄尔尼诺开始年的春夏季, 北半球对流层上部位势高度和 500 hPa 副热带高压仍保持厄尔尼诺开始前的偏弱状态, 我国东部地区大范围少雨。秋季前后, 随着厄尔尼诺进入发展、成熟、强盛期, 发生明显的趋势转折。从秋季到次年夏季, 对流层上部位势高度增高, 副高加强西伸, 我国南方地区降水呈现出增多趋势, 大多数月份为南多北少的降水型, 这种分布在厄尔尼诺开始年的秋季最为典型。另外, 厄尔尼诺事件导致初夏副高偏南, 夏季风推迟, 长江中下游入梅偏晚。

参 考 文 献

- 1 黄荣辉, 1990, 引起我国夏季旱涝的东亚大气环流异常遥相关型及其物理机制的研究, 旱涝气候研究进展, 气象出版社, 37~50.
- 2 廖琴芬, 赵振国, 1992, 我国东部夏季降水分布的季度预报方法, 应用气象学报, 3(增刊), 1~9.
- 3 赵汉光, 张先恭, 丁一汇, 1990, 厄尔尼诺与我国气候异常, 长期天气预报论文集, 气象出版社, 108~118.
- 4 李克让等, 1992, 中国气候变化及其影响, 海洋出版社, 348~357.

- 5 赵振国, 陈国珍, 1995. 初夏西太平洋副热带高压南北位置长期变化的成因分析及预报. 热带气象学报, 11, 3, 223~230.

Impact of El Niño Events on Atmospheric Circulations in the Northern Hemisphere and Precipitation in China

Zhao Zhenguo

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract In this paper, the influence of El Niño events on atmospheric circulations in the Northern Hemisphere and precipitation in China is discussed. Analysis suggests that, the geopotential height is lower than normal in the upper troposphere and the western Pacific subtropical high at 500 hPa is weaker and the rainfall is less in a large area of China in the spring and summer of El Niño onset year. Turning date appears in Autumn. The height is higher than normal in the upper troposphere and the subtropical high is stronger from Autumn of the El Niño onset year to summer of the next year. the rainfall is above the average in South China and below average in the north during the period except light rain in a great part of China in February and March of the next year. The rainfall pattern is most typical in the Autumn of El Niño onset year. In addition, beginning date of the Meiyu period is later than normal in the middle and lower reaches of the Yangtze River in El Niño beginning year and the following year.

Key words El Niño atmospheric circulation China precipitation onset of Meiyu