

# 厄尔尼诺与我国汛期降水\*

林学椿 于淑秋

(中国气象科学研究院天气所, 北京 100081)

## 提 要

本文详细地讨论了厄尔尼诺与我国汛期大尺度降水的关系。指出, 厄尔尼诺东部型, 北太平洋海温的三个主要正负距平区的结构具有 PNA 遥相关型; 厄尔尼诺中部型, 北太平洋海温的三个主要正负距平区分布在赤道东太平洋到千岛群岛一线上。进而指出, 厄尔尼诺东部型峰期过后, 我国汛期降水的大尺度特征是长江流域降水偏少, 江南和华北地区降水偏多。在厄尔尼诺中部型峰期过后则相反, 长江流域降水偏多, 江南和华北降水偏少。

关键词: 厄尔尼诺, 北太平洋海温, 汛期降水。

## 1 引 言

厄尔尼诺与我国汛期(6—8月, 下同)的关系已有许多的研究<sup>[1-6]</sup>。在这些研究工作中, 由于所用的厄尔尼诺指标的不同, 其结果也有差异, 有的甚至发生矛盾。史久恩等<sup>[1]</sup>的统计结果指出, 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, 南北方偏多。赵汉光等<sup>[2]</sup>认为: 秋冬季开始出现明显增暖的厄尔尼诺事件无论其当年或次年长江流域梅雨均以偏多为主; 春夏季开始增暖的厄尔尼诺事件无论当年或次年梅雨均以偏少为主。但有人<sup>[3]</sup>计算过赤道东太平洋海温与全国160站汛期降水的相关。指出, 超过信度的相关系数主要集中在华北地区。此外, 还有些类似的研究工作<sup>[4-6]</sup>。

国外有关厄尔尼诺和降水关系的研究, 最有代表性的是 Roplewski 和 Halpert<sup>[7]</sup>的研究工作。他们用全球 1700 个站的降水资料研究了与厄尔尼诺的关系。他们发现, 厄尔尼诺与降水关系比较好的地区有: 太平洋中部、太平洋西部、澳大利亚、印度尼西亚、夏威夷等岛屿、印度次大陆、南非、北非—南欧地区、地中海—中东地区、南美、中美和加勒比海地区等。在他们的研究工作中, 我国地区的降水与厄尔尼诺的关系不明显。

近来的观测研究表明, 厄尔尼诺事件中赤道太平洋海水增暖除了由东向西传播外, 还存在着由西向东的形成过程, 这两种厄尔尼诺形成过程与我国汛期降水的关系如何? 本文就这个问题作进一步的研究。

## 2 两类厄尔尼诺型

为了考察厄尔尼诺(反厄尔尼诺)事件海水增温的形成过程, 我们作出了赤道太平洋

\* 1991年7月25日收到原稿, 1991年11月16日收到修改稿。本文为国家自然科学基金资助项目(编号为49070240)。

( $5^{\circ}\text{N}$ — $5^{\circ}\text{S}$  平均)海温的时间剖面图(图略)。由图可见, 1951, 1957/58, 1965, 1972 和 1976 年发生的厄尔尼诺事件, 海水增温最先从赤道东太平洋开始, 并向西发展。1963, 1969, 1982/83 和 1986/87 年发生的厄尔尼诺事件, 海水增温最先从赤道太平洋中西部开始, 然后向东发展, 形成厄尔尼诺事件。

同样反厄尔尼诺事件冷水区的形成也存在着自东向西和自中西部向东的两种过程。1955/56, 1961/62, 1964, 1970/71, 1973 和 1988/89 年的反厄尔尼诺事件冷水区最先在秘鲁附近沿海形成, 然后向西发展。1967, 1975 和 1978 年的反厄尔尼诺事件, 冷水区最先出现在太平洋中西部, 然后向东发展。

据此, 我们将厄尔尼诺(反厄尔尼诺)最先增温(降温)发生在赤道太平洋  $130^{\circ}\text{W}$  以东的定义为东部型(E); 最先增温(降温)发生在赤道太平洋  $130^{\circ}\text{W}$  以西的定义为中部型(C)。表 1 给出了厄尔尼诺和反厄尔尼诺的分型。表中的厄尔尼诺年和反厄尔尼诺年是根据作者的北太平洋海温指数 PTI<sup>[8]</sup> 定义的, 其中峰期是指 PTI 指数极大(极小)值前后各一个月。由表 1 可以看出我们定义的厄尔尼诺(反厄尔尼诺)事件与公认的厄尔尼诺(反厄尔尼诺)事件一致。它们的峰期大都出现在冬季, 约有 1/3 的厄尔尼诺(反厄尔尼诺)事件的增温(降温)最先发生在太平洋中西部, 而发生在东部的约占 2/3。

表 1 厄尔尼诺和反厄尔尼诺的分类

厄 尔 尼 诺					反 厄 尔 尼 诺				
年	PTI 指数	峰 期	强度	类型	年	PTI 指数	峰 期	强度	类型
1951	>1.0	1951.9—11	弱	E	1955/56	<-2.0	1955.9—11	强	E
1957/58	>2.0	1957.9—11	强	E	1961/62	<-2.0	1961.10—12	强	E
1963	>1.0	1963.11—1	弱	C	1964	<-2.0	1964.9—11	强	E
1965	>2.0	1965.9—11	强	E	1966/67	<-1.0	1967.9—11	弱	C
1969	>2.0	1969.10—12	强	C	1970/71	<-2.0	1970.10—12	强	E
1972	>2.0	1972.10—12	强	E	1973	<-2.0	1973.10—12	强	E
1976	>2.0	1976.10—12	强	E	1975	<-1.0	1975.10—12	弱	C
1982/83	>2.0	1982.10—12	强	C	1978	<-1.0	1978.8—10	弱	C
1986/87	>2.0	1986.10—12	强	C	1988/89	<-2.0	1988.10—12	强	E

图 1 是根据表 1 中厄尔尼诺的 5 个东部型峰期和 4 个中部型峰期、反厄尔尼诺的 6 个东部型峰期和 3 个中部型峰期分别作平均得到的北太平洋海温距平图。我们在研究北太平洋海温遥相关型时已指出<sup>[8]</sup>, 北太平洋海温有三个遥相关区: 赤道东太平洋区、阿拉斯加湾区和西风漂流区。前两个相关区符号相同并与第三个相关区反号, 类似于大气中的 PNA 结构。由图 1 可以看出, 厄尔尼诺(反厄尔尼诺)东部型和中部型峰期的海温结构存在着巨大差异, 特别是中高纬度。只有东部型峰期的海温结构与 PNA 结构类似。厄尔尼诺东部(E)型(图 1 A), 从阿拉斯加湾沿美洲西海岸到东太平洋低纬度为正海温距平, 中心有两个: 赤道东太平洋区和  $40$ — $45^{\circ}\text{N}$ ,  $130$ — $140^{\circ}\text{W}$  之间的阿拉斯加湾区; 整个西北太平洋为负海温距平区, 主要中心在  $35^{\circ}\text{N}$ ,  $170$ — $175^{\circ}\text{W}$  附近的西风漂流区。赤道东太平洋的正海温距平区、西风漂流区的负海温距平区和阿拉斯加湾的正海温距平区构成了类似大气 PNA 遥相关型的结构。

厄尔尼诺中部(C)型(图 1 B)和东部(E)型海温结构的主要差别有: 1) 原在阿拉

斯加湾区的正海温距平, 现已变为负距平; 2) 原在千岛群岛附近的负海温距平现为正距平区; 3) 西风漂流区的负海温距平区要比东部型偏西, 中心在 $35^{\circ}\text{N}$ ,  $165^{\circ}\text{E}$ 附近。可见东部型出现的海温 PNA 结构, 在中部型已不存在了, 被由赤道东太平洋到千岛群岛一线的三个正、负、正相间的海温距平区代替。

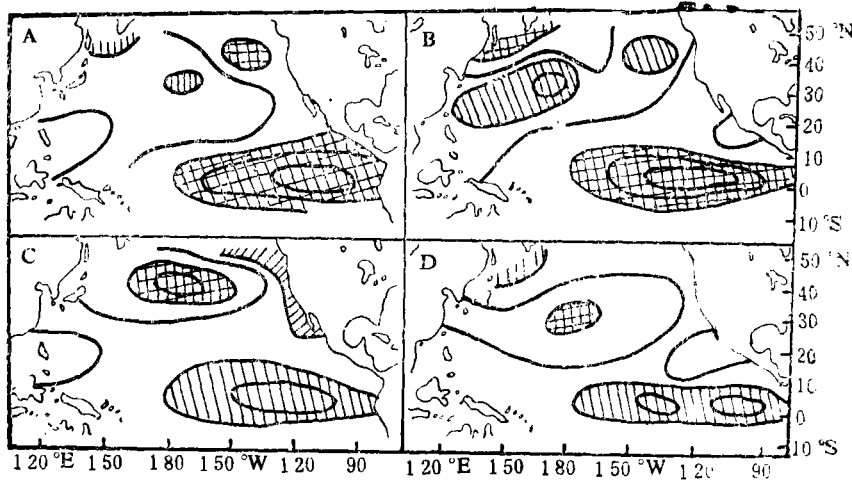


图 1 厄尔尼诺东部型(A)和中部型(B)以及反厄尔尼诺东部(C)和中部型(D)峰期海温距平合成图  
(图中方格区为大于 $0.5^{\circ}\text{C}$ 的正距平区, 斜格区为小于 $-0.5^{\circ}\text{C}$ 的负距平区)

反厄尔尼诺东部型峰期海温分布(图 1C)和厄尔尼诺东部型类似, 但符号相反, 亦是 PNA 型。反厄尔尼诺中部型的主要海温距平区的分布(图 1D)和厄尔尼诺中部型相似, 但符号相反, 在赤道东太平洋到千岛群岛一线上有三个负、正、负海温距平区。

### 3 汛期降水

我们已经指出<sup>[9,10]</sup>, 北半球 500 hPa 3—5 年周期对厄尔尼诺(反厄尔尼诺)东部型的响应呈 PNA(太平洋北美)波列; 对中部型的响应则呈 EAA(东亚大西洋)波列。在 16 个厄尔尼诺和反厄尔尼诺事件中除 1965 年厄尔尼诺事件外, 其它 15 次事件都符合。大气对两类厄尔尼诺(反厄尔尼诺)型的不同响应必定会带来不同的异常气候。

在以前的厄尔尼诺和降水关系的研究中, 关于厄尔尼诺当年和次年的定义不够确切。对持续一年的厄尔尼诺当然没有问题, 但对持续两年的厄尔尼诺, 哪一年算当年, 哪一年算次年呢? 没有明确定义, 有时会发生混乱。例如 1982/83 年厄尔尼诺是本世纪以来最强的一次, 造成世界范围内的气候异常, 1983 年我国长江流域出现了仅次于 1954 年的洪水<sup>[11]</sup>。如果把这一年作为厄尔尼诺当年, 则与我们<sup>[1]</sup>的统计结果相符。但很多研究都把该年作为厄尔尼诺次年<sup>[2,4]</sup>。此外, 从预报角度看, 确定厄尔尼诺开始增暖的时间是很不容易的, 往往会出错。由表 1 可见, 无论持续一年或二年, 厄尔尼诺峰期只有一个, 且都出现在秋冬季节。确定厄尔尼诺峰期要比确定厄尔尼诺增温开始时期容易得多。因此本文只讨论厄尔尼诺峰期过后我国汛期(6—8月)降水量的变化。

对我国降水距平百分比作经验正交函数展开, 用前三个特征向量来讨论我国降水的

大尺度特征,已有不少工作<sup>[12]</sup>。作为一种空间滤波手段,我们对全国 160 站 1951—1989 年汛期(6—8 月)降水距平百分比作经验正交函数展开,用前三个特征向量的拟合值表征

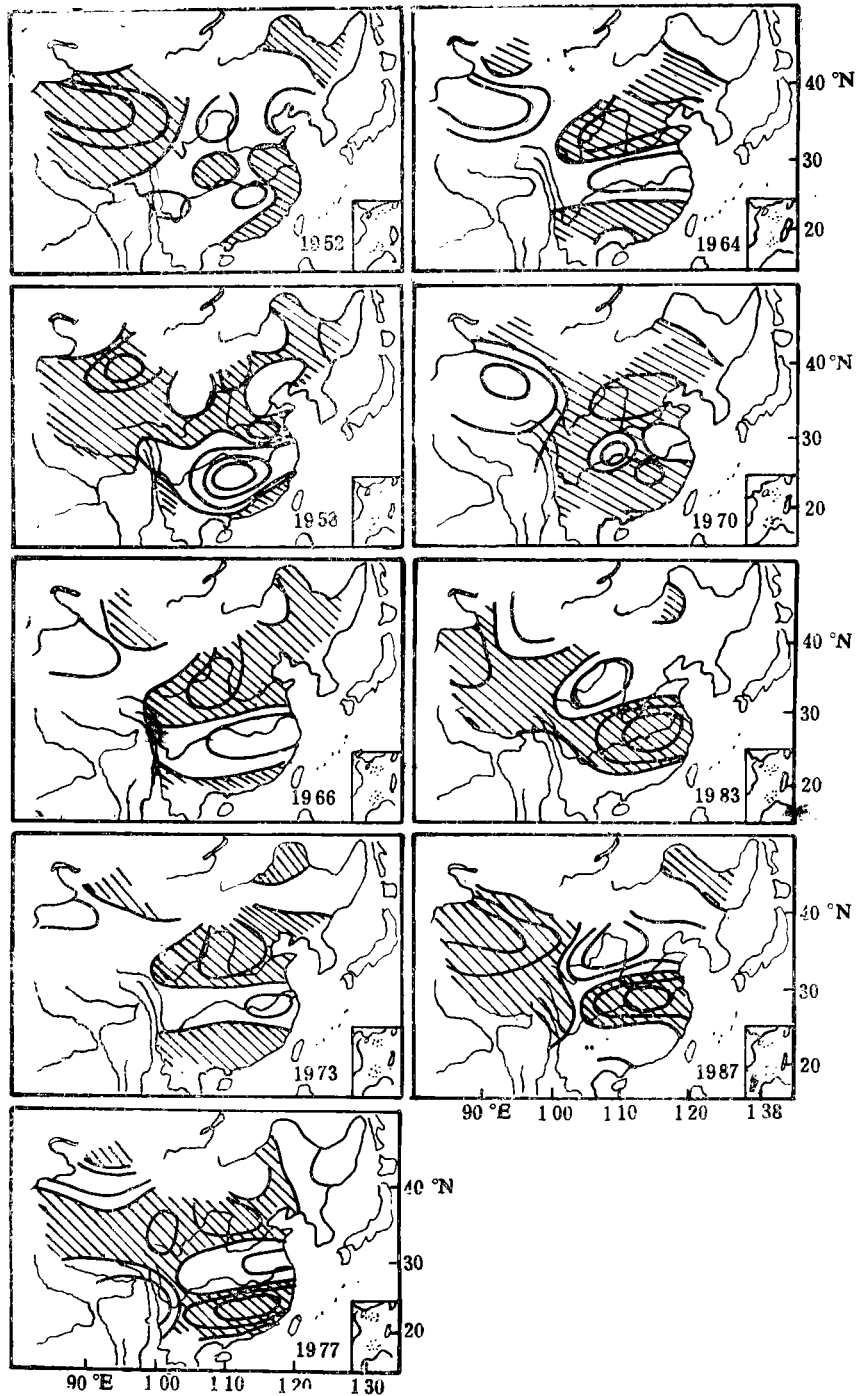


图 2 厄尔尼诺东部型和中部型峰期过后汛期(6—8 月)降水距平百分比的前三个 EOF 特征向量的拟合图

(图中每隔 0.20 分析一条等值线,斜线区为大于零的多雨区)

实际降水的大尺度特征,来讨论它们与厄尔尼诺的关系。

由表 1 可见 1951,1957/58,1965,1972,1976 年属厄尔尼诺东部型, 峰期均出现在秋

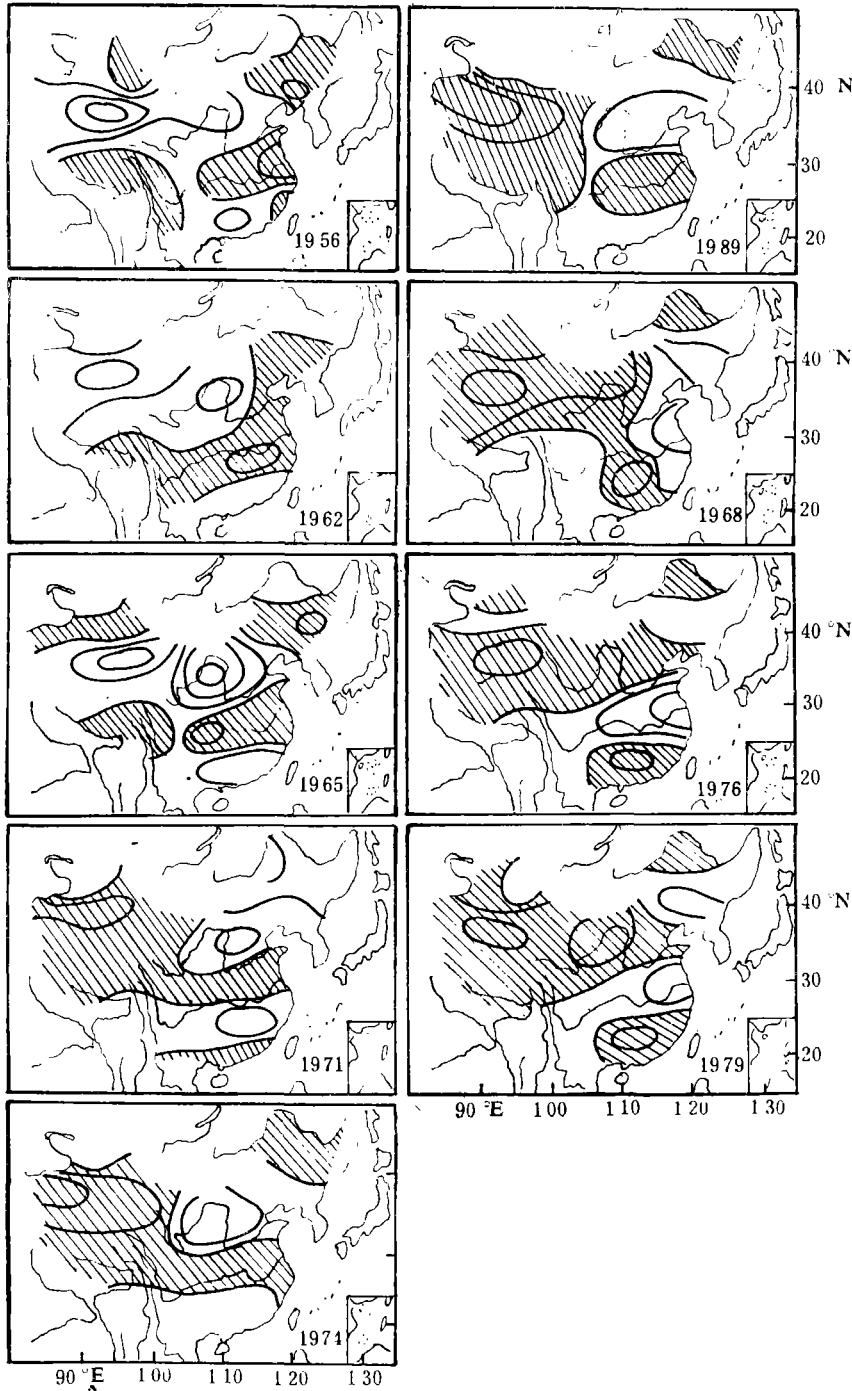


图 3 反厄尔尼诺东部型和中部型峰期过后汛期(6—8 月)降水距平百分比的前三个 EOF 特征向量的拟合图(说明同图 2)

冬季, 峰期过后的汛期应指 1952, 1958, 1966, 1973, 1977 年的汛期。由图 2 可见, 1958, 1966, 1973 和 1977 年长江流域降水以偏少为主, 江南和北方则以偏多为主。1952 年除东南沿海降水偏多,  $100^{\circ}\text{E}$  以东的我国东部大部分地区雨量偏少, 长江中游附近有一 20% 以下降水偏少区。

1963, 1969, 1982/83 和 1986/87 年的厄尔尼诺属中部型, 峰期过后的 1983, 1987 年汛期, 长江流域降水偏多, 南北方降水偏少。1970 年汛期除长江上游和下游部分地区降水偏少外, 我国东部 ( $100^{\circ}\text{E}$  以东) 降水以偏多为主, 华北地区和长江中游各有一个 20% 以上的涝区。1964 年汛期, 长江流域降水偏少, 南北方偏多, 与上述三例明显相反。

1955/56, 1961/62, 1964, 1970/71, 1973 和 1988/89 年为反厄尔尼诺东部型, 峰期过后的 1956, 1962, 1965, 1971, 1974 和 1989 年汛期多雨带的位置除 1971 年偏在长江和淮河之间外, 其它各年均集中在长江流域, 江南和北方雨量偏少(图 3)。

1967, 1975 和 1978 年为反厄尔尼诺中部型, 峰期过后 1976 年和 1979 年汛期长江流域降水偏少, 南北方雨量偏多。1968 年长江流域降水以偏少为主, 多雨区在我国西北部, 江南亦有一个多雨区(图 3)。

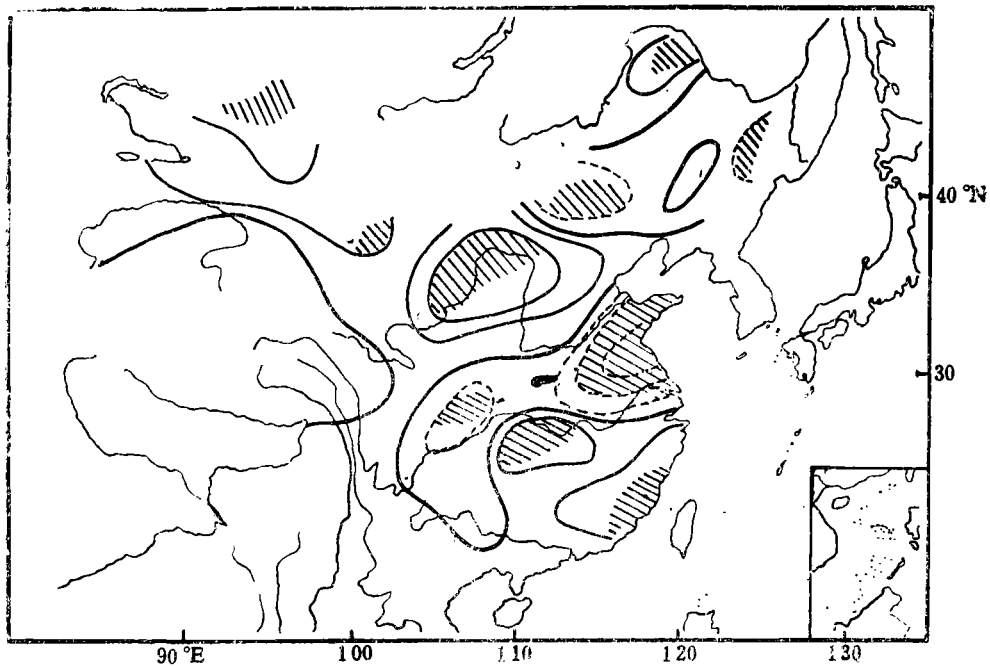


图 4 厄尔尼诺和反厄尔尼诺东部型峰期过后汛期(6—8 月)降水距平百分比差图  
(图中每隔 0.20 分析一条等值线, 实线为等于或大于零的正值线, 虚线为负值线, 斜线区为超过 5% 信度区)

综合上述, 厄尔尼诺东部型和反厄尔尼诺中部型峰期过后汛期长江流域降水偏少, 南北方降水偏多。厄尔尼诺中部型和反厄尔尼诺东部型峰期过后汛期长江流域降水偏多, 易出现洪涝, 南北方降水偏少。在这 18 个厄尔尼诺和反厄尔尼诺事件中, 完全符合的有 14 个, 占 78%; 3 个(1952, 1968 和 1970 年) 基本符合; 明显反例只有 1 个(1964 年), 占 5%。

实际降水分布要比上述复杂得多, 不能一一追踪, 只有用合成图来说明。图 4 为厄尔

厄尔尼诺和反厄尔尼诺东部型峰期过后汛期(6—8月)降水距平百分比差图。由图可见,长江、淮河流域一带为负距平区,有两个超过 5% 信度的中心区:较大的在蚌埠附近,中心值为 -85%;另一个较小,中心在四川的内江附近,中心值为 -39%,长江以南、黄河以北为正距平,中心在湖南的常德和宁夏的银川附近,中心值分别为 42% 和 57%,均超过 5% 信度。可见厄尔尼诺东部型峰期过后汛期长江流域降水偏少,南北方降水偏多;反厄尔尼诺东部型则相反,长江流域降水偏多,南北方降水偏少。

图 5 为厄尔尼诺和反厄尔尼诺中部型峰期过后汛期降水距平百分比差图。该图和图 4 基本上相似,但符号相反。多雨带在长江流域,中心在九江附近达 49%,超过 5% 信度;江南为负距平,中心在榕江附近达 -66%,亦超过 5% 信度。这意味着厄尔尼诺中部型和

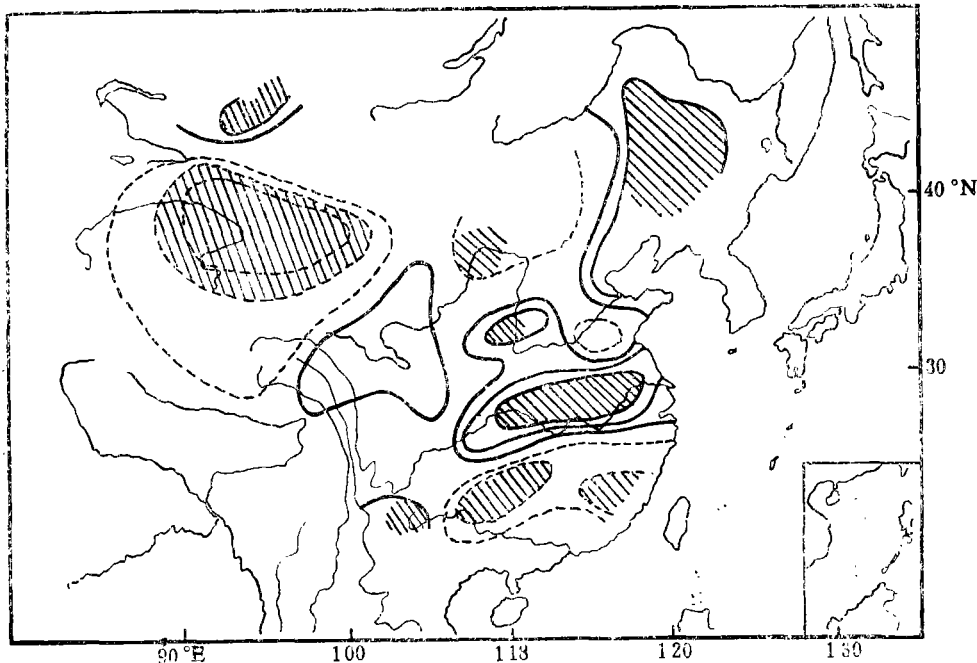


图 5 厄尔尼诺和反厄尔尼诺中部型峰期过后汛期(6—8)月降水距平百分比差图  
(说明同图 4)

反厄尔尼诺中部型相反,前者使长江流域多雨,南北方少雨;后者使长江流域少雨,南北方多雨。

#### 4 讨 论

通过以上分析,可得到下列结论:

1. 把厄尔尼诺和反厄尔尼诺分成东部型和中部型,发现它们在北太平洋海温距平分布具有明显的差异。厄尔尼诺(反厄尔尼诺)东部型峰期,北太平洋海温的三个主要正负距平区的结构具有 PNA 遥相关型;厄尔尼诺(反厄尔尼诺)中部型峰期,北太平洋海温的三个主要正负距平区分布在赤道东太平洋到千岛群岛一线上。

2. 厄尔尼诺东部型和反厄尔尼诺中部型峰期过后汛期,我国大尺度降水的特点是长江流域雨量偏少,南北方降水偏多;厄尔尼诺中部型和反厄尔尼诺东部型峰期过后汛期我

国大尺度降水的特点是长江流域雨量偏多, 南北方降水偏少。从 1951 年至 1989 年的 18 个厄尔尼诺和反厄尔尼诺事件中, 完全符合的有 14 个, 占 78%; 基本符合的有 3 个; 明显反例的只有 1 个, 占 5%。

厄尔尼诺(反厄尔尼诺) 东部型和中部型对我国汛期产生两种不同的降水型, 从海温分布来看, 主要决定于北太平洋海温距平分布在中高纬度的差异。无论是厄尔尼诺东部型还是中部型, 赤道太平洋均为巨大的正海温距平区, 中纬度西风漂流区为负海温距平区(中部型的负海温距平区要比东部型偏西)。阿拉斯加湾和千岛群岛附近的海温距平符号和强度就成为厄尔尼诺期间我国产生哪种降水型的决定因素。当阿拉斯加湾附近为正海温距平, 千岛群岛为负海温距平(即厄尔尼诺东部型)时, 则长江流域以干旱为主, 南北方降水偏多。相反, 当阿拉斯加湾附近为负海温距平, 千岛群岛为正海温距平(即厄尔尼诺中部型)时, 则长江流域以多雨为主, 易出现洪涝, 南北方偏旱。进一步说明热带以外地区的海温异常分布对我国雨带的影响非常重要。

### 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. 气象, 1983, (4): 2—5.
- [2] 赵汉光, 张先恭, 丁一汇. 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, 1990, 108—118.
- [3] 梁平德. 7月赤道东太平洋海温与我国6—9月降水. 海洋学报, 1986, 7(4): 468—476.
- [4] 张先恭, 赵汉光. 1986—1987年的厄尔尼诺及其对中国夏季雨带和温度的影响. 气象, 1989, (4): 3—7.
- [5] 于淑秋. ENSO事件前后期环流特征及中国降水分布. 长期天气预报论文集. 气象出版社, 1990年. 261—270.
- [6] 陈菊英. 中国春夏降水与厄尔尼诺的互相关分析及对1986—1987年厄尔尼诺的预测效果检验. 长期天气预报论文集. 气象出版社, 1990年. 174—181.
- [7] Ropelewski C H, Halpert M S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Nino/Southern Oscillation. Mon Wea Rev, 1987, 115: 1606—1626.
- [8] 林学椿. 北太平洋海温的遥相关型. 热带海洋, 1992, 11(1): 90—95.
- [9] 林学椿. 大气中3—5年周期的观测研究. 科学通报, 1989, (14): 1089—1092.
- [10] Lin Xue Chun. The PNA wavetrain and the sea surface temperature in the Northern Pacific. Acta Oceanologica Sinica, 1990, 91: 527—538.
- [11] 章淹等. 1983年长江流域的异常大雨与海洋异常. 海洋学报, 1985, 7: 21—33.
- [12] 王绍武, 赵宗慈. 近五百年我国旱涝史料的分析. 地理学报, 1979, 34: 329—341.

## EL NIÑO AND RAINFALL DURING THE FLOOD SEASON (JUNE—AUGUST) IN CHINA

Lin Xuechun Yu Shuqiu

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

### Abstract

In the paper, the relationship between El Niño and rainfall during the flood season in China is discussed. When the east-pattern of El Niño, the structure of three major positive/negative SST departure regions in Northern Pacific are very similar to the PNA-pattern, and the rainfall during the flood season is less than normal in Changjiang River Valley and is more than normal in north China and south of Changjiang Valley. When the middle-pattern of El Niño, the three major positive/negative SST departure regions are distributed over the line from the Equatorial Eastern Pacific to Kurile Islands, and the rainfall during the flood season is more than normal in Changjiang Valley and is less than normal in north China and south of Changjiang Valley.

**Key words:** El Niño, SST in Northern Pacific, Rainfall during the flood season.