

# 北印度洋季风区海温与中国北方降水

张元箴 成秋影

(北京气象学院)

## 摘 要

由1958—1977年北印度洋季风区海温资料和华北7个站平均月降水量资料的功率谱、凝聚谱、位相谱分析,并对资料的距平值作7个月周期的带通滤波后发现,1月份(或8月份)北印度洋季风区海温与中国北方(指华北地区)降水有较高的凝聚值和较好的反位相相关,为准半年的振荡关系。

关于赤道东太平洋海温与我国降水的关系已经有不少的研究工作。章淹等<sup>[1]</sup>分析冬季赤道东太平洋海温与长江流域降水的关系时,发现在明显的埃尔尼诺现象出现时,4—8个月后西太平洋副高脊附近旱涝异常,可认为存在准半年的相关关系。罗树森<sup>1)</sup>曾得到赤道东太平洋海温距平值与长江流域月平均降水量的相关系数是0.27,为后延6个月的准半年相关。我们曾发现北印度洋季风区海温(以下简称北印海温)与我国北方华北地区(以下简称北方)降水,在准半年周期(7个月)处凝聚平方值最高,两者呈反位相相关,因此不同海域的海温与我国降水的准半年振荡关系是否有意义是值得作进一步研究的。本文在对北印海温与北方降水关系的谱分析基础上,着重讨论两者的准半年振荡关系,并且进一步分析北印海温与西太平洋副高特征指数、500百帕西风环流指数和南方涛动指数之间的准半年振荡现象及其与北方降水的关系。采用1958—1977年北印度洋月平均海温资料和华北单站的月降水量资料,南方涛动指数资料,以及中央气象台计算和定义的西太平洋副高特征指数和亚洲500百帕西风环流指数的月平均值,用谱分析结果,找出各资料之间在准半年周期段存在较高的凝聚平方值的具体周期值,进一步用滤波方法对原资料的距平值作该周期的带通滤波。其方法如下:将原时间序列各项距平值乘上滤波函数后求和,得到一个新的时间序列,表示滤波后序列第*t*项的值:

$$\bar{A}_t = \sum_{i=-n}^{+n} W_i A_{t+i}.$$

其中,*n*为所取的欲带通滤波的周期。如作7个月带通滤波则取*n*=7,*W<sub>i</sub>*为2(*n*+1)个滤波函数中第*i*个滤波函数。*W<sub>i</sub>*值采用文献[2]中给出的数据。在具体使用滤波函数时,为了使时间序列的长度不缩短,可以以序列两端分别作原点对称向外延伸若干个数,所以下面

本文于1986年4月12日收到,修改稿于1986年5月12日收到。

1) 罗树森,热带海气、中国东部降水关系的探讨,国家气象局气象科学研究院气象科学技术报告,第152号。

计算中经带滤波后序列的头、尾数值无代表性。各序列经过上述带通滤波后,可进一步讨论每年夏季8月份北方降水距平资料与北印海温和副高等环流系统的准半年振荡关系。此外,关于凝聚谱的显著性检验,根据分子自由度等于2,分母自由度等于 $2(\nu-1)$ 的 $F$ 检验。本文中 $\nu$ (自由度)取7.5,则凝聚平方值 $\geq 0.37$ 时, $F > 3.81$ 的临界值,通过95%信度界;凝聚平方值 $\geq 0.51$ 时, $F > 6.51$ 的临界值,通过99%的信度界。

## 一、北印海温与北方降水的准半年振荡关系

北印海温与北方降水关系的谱分析,用1958—1977年北印度洋季风区( $5^{\circ}-10^{\circ}\text{N}$ ,  $50^{\circ}-90^{\circ}\text{E}$ )海温资料与北京、天津、呼和浩特、沧州、石家庄、太原、大同七个站的平均月降水量资料。在作谱分析之前,对各资料逐年逐月先求出距平值,由距平值序列计算凝聚谱和位相谱,得到在准半年周期处两者的凝聚平方值最大(图1)。在7.5月和7.1月周期处凝聚平方值分别为0.56和0.46,都超过95%信度界。位相差(海温超前)分别为 $204^{\circ}$ 、 $196^{\circ}$ 。因此北印海温与北方降水在准半年周期处存在反位相的关系。

北印海温和北京等7站的平均月降水量的功率谱,除分别具有40个月和准2年的长周

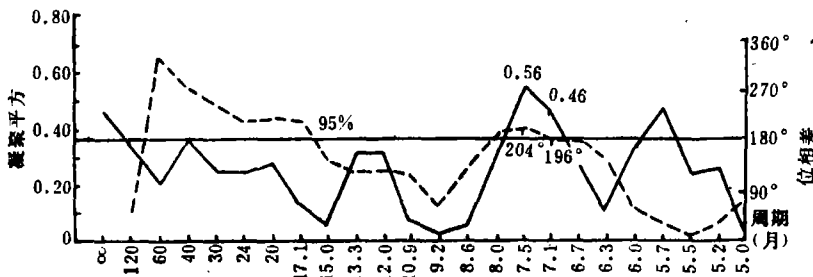


图1 1958—1977年北印海温和北京等七站平均月降水量的凝聚谱(实线)位相谱(虚线)

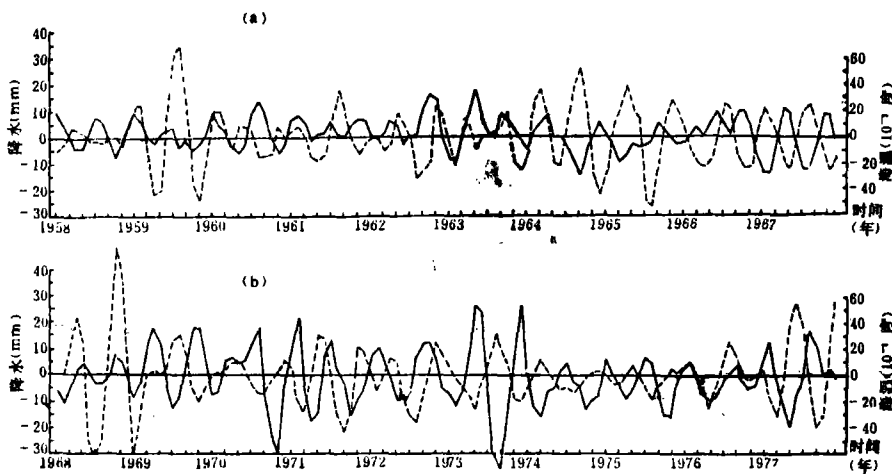


图2 北印海温和北京等七站平均月降水量滤波后距平值的逐月变化

(实线:海温;虚线:降水量)

期外, 还存在准半年的次周期, 对它们分别进行 7 个月的带通滤波, 滤波后两曲线呈较好的反位相振荡 (图 2). 可将图 2 曲线中每年 8 月份距平值点出曲线 (图 3). 本文中北印海温所取的范围, 大部分位于陈烈庭等<sup>[3]</sup>所指出的夏季北印度洋海温冷水舌区域内, 所以由图 3 可得到夏季 8 月份北印度洋海温冷水舌距平值与华北降水距平值有较好的反位相振荡关系. 由于北印海温具有准半年周期, 经 7 个月带通滤波后, 1 月份北印海温与华北降水的距平值也呈较好的反位相振荡 (图 3). 由此可用冬季 1 月份北印海温距平偏低 (高), 后延 7 个月来预报夏季北印海温冷水舌距平的偏低 (高) 以及华北降水距平偏多 (少).

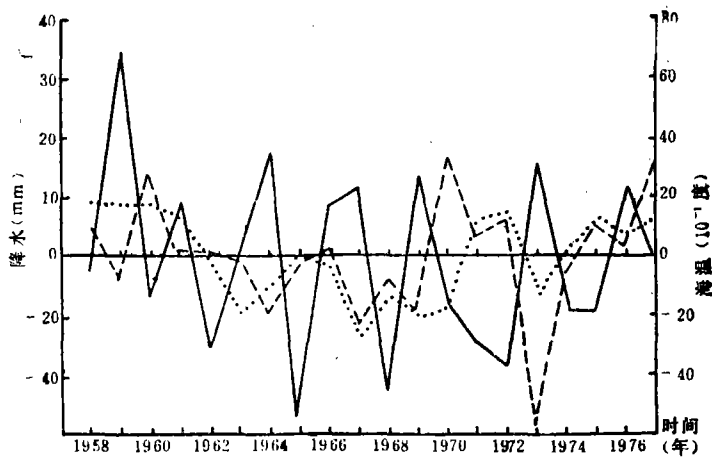


图 3 滤波后 8 月份北京等 7 站平均月降水量与海温 1 月份、8 月份的距平值逐年变化

实线——降水距平 点线——1 月海温距平 虚线——8 月海温距平

## 二、北印海温与副高、西风环流指数的准半年振荡关系

由北印海温与北方降水关系的谱分析, 得到北印海温与副高面积指数, 在 8.0 月和 5.2 月周期处凝聚平方值都是 0.46, 位相差分别为  $291^\circ$  和  $110^\circ$ ; 北印海温与副高强度指数在 5.5 月周期处凝聚平方值为 0.53, 位相差  $154^\circ$ , 因此北印海温与副高基本上在准半年周期处存在反位相的振荡关系. 对副高面积指数和强度指数月平均距平值作 7 个月的带通滤波, 将滤波后每年 8 月份距平值点成曲线 (图 4); 北印海温经过 7 个月带通滤波后每年 1 月份的距平值也点在图 4 上. 图 4 表示 1 月份北印海温与 8 月份副高面积指数、强度指数为反位相的振荡关系.

地理所长期组<sup>[4]</sup>曾研究赤道东太平洋海温变化与西太平洋副高强度为正相关, 海温提前 1—2 个季度. 章淹等<sup>[1]</sup>曾研究在东太平洋海温增暖 7—9 个月后副高增强, 所以赤道东太平洋海温与副高可认为基本上存在准半年的正相关. 与本文得到的北印海温与副高的准半年振荡关系有类似之处, 所不同的是北印海温与副高是反位相相关. 北印海温和西太

平洋副高位于两个不同的大洋上，前者对后者的影响机制是值得研究的。

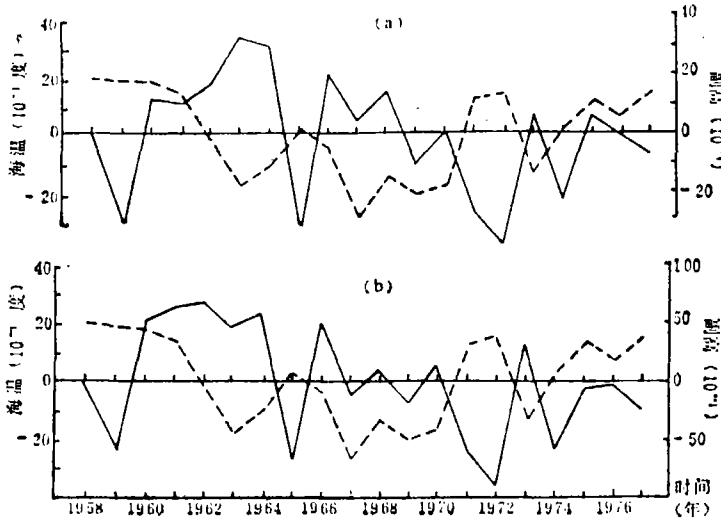


图4 滤波后北印海温1月与8月副高面积指数 (a)、8月副高强度指数 (b) 的距平值逐年变化  
(实线: 副高面积指数、强度指数; 虚线: 海温)

由1958—1977年亚洲500百帕(45°—65°N、60°—150°E)西风经向环流指数月平均距平值与副高强度指数月平均距平值计算凝聚谱和位相谱。值得注意的是两者在准半年周期(6.7月)处的凝聚平方值最大为0.66(图5), 位相差35°, 经向环流指数超前0.65月(约为1个月), 是同位相关系。所以, 如7月份西风经向环流指数偏高(低)时, 8月份副高偏强(弱)。而通过西风环流指数与北印海温的凝聚值分析, 在10.9月周期处两者的凝聚平方值最大(为0.45), 位相差262°, 接近于反位相(图略)。说明如果该年7月份中纬西风经向环流指数偏高(低)时, 则前一年8月份北印海温偏低(高), 正说明了海温存在2—3年的周期。

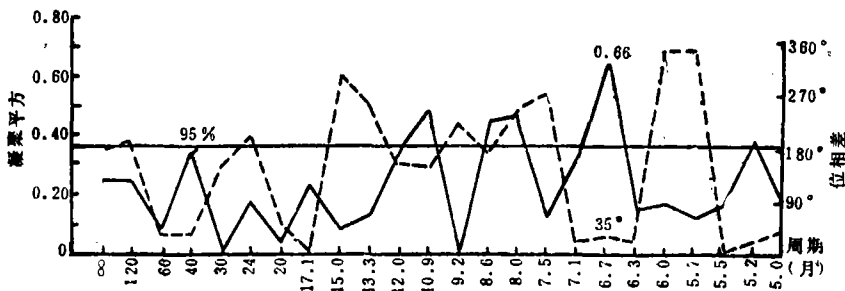


图5 西风经向环流指数月平均值与副高强度指数月平均值的凝聚谱(实线)和位相谱(虚线)

### 三、南方涛动指数与西太平洋副高的准半年振荡关系

由塔希堤站和达尔文站海平面气压差定义的南方涛动指数(SOI)，计算1958—1977年月平均距平值的功率谱(图6)，得到南方涛动指数有40月、准两年、准半年三种周期，而在准半年6.7月周期处接近95%信度界，5.5月和5.2月周期处通过95%信度界。

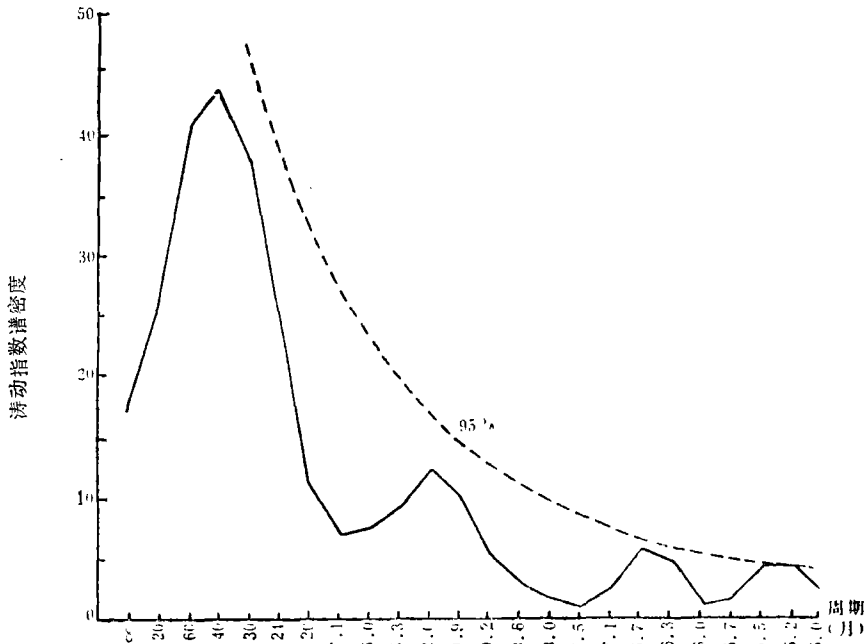


图6 南方涛动指数月平均值的功率谱(谱密度单位,  $10^{-2}$ 百帕<sup>2</sup>·月)

由北印海温和南方涛动指数计算的凝聚谱和位相谱(图7)，除了40个月和10.9月周期外，在准半年6.0月周期处凝聚平方值为0.48，相差 $131^\circ$ (2.2月)，可认为是相差2个月的不同位相振荡。

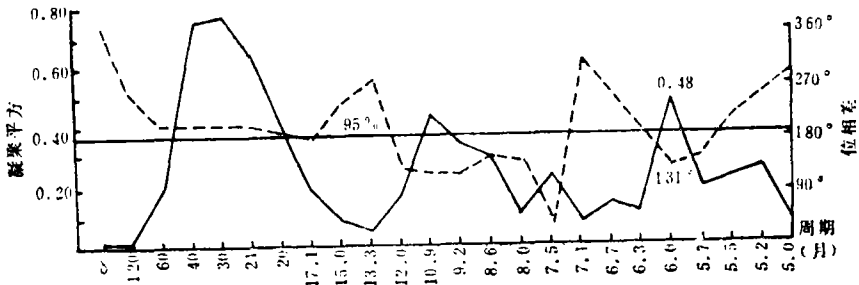


图7 北印海温和南方涛动指数的凝聚谱(实线)和位相谱(虚线)

南方涛动指数这一重要的大气海洋现象已引起国际气象界的广泛注意. 1985年3月的国际应用气象和气候会议<sup>[5]</sup>上, M. Kawahara认为南方涛动与西太平洋副热带压的年

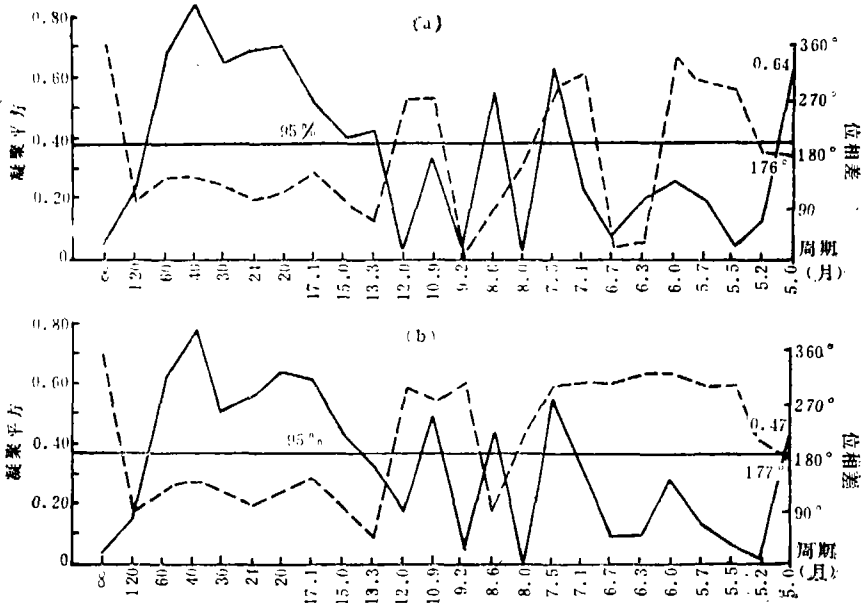


图8 南方涛动指数和副高面积指数 (a) 以及和强度指数 (b) 的凝聚谱 (实线)、位相谱 (虚线)

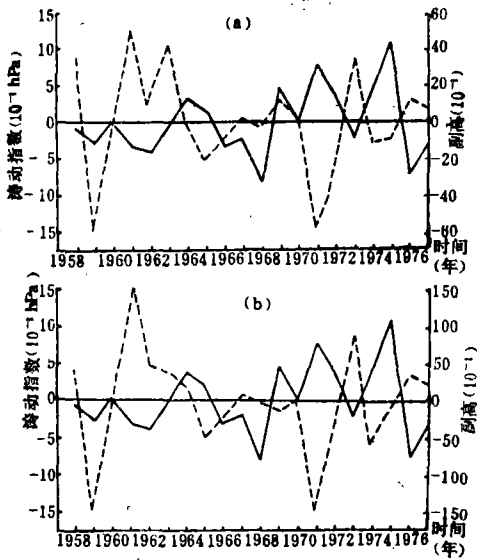


图9 滤波后南方涛动指数3月份距平值和副高面积指数 (a) 强度指数 (b) 8月份的距平值逐年变化  
南方涛动指数 (实线) (a) 副高面积指数 (虚线) (b) 副高强度指数 (虚线)

际变化有紧密的联系. 本文对南方涛动指数、西太平洋副高面积指数和强度指数计算了凝聚谱和位相谱 (图8), 除了40个月周期外, 在准半年周期处的凝聚平方值比在准一年周期处还高. 因此, 两者在准半年周期处的凝聚关系是值得注意的. 如在5.0月周期处, 南方涛动指数与副高面积指数、强度指数的凝聚平方值分别为0.64、0.47, 位相差 (南方涛动指数超前) 分别为176°、177°, 为反位相相关. 因此可对它们都作5个月的带通滤波, 将滤波后序列的南方涛动指数各年3月份距平值和副高面积指数、强度指数各年8月份距平值点成曲线 (图9). 由图9表明, 在5.0月周期处, 3月份南方涛动指数与副高面积指数, 强度指数为反位相相关.

T.P. Barnett<sup>[6]</sup>通过复经验正交函数计算的位相关系, 得到南方涛动指数与沃克环流同位相, 沃克环流与哈得莱环流反位相,

沃克环流超前哈得莱环流的变化为2—6个月，相关系数为0.69。所以当冬末（或春初）沃克环流偏弱（强）时，夏季哈得莱环流偏强（弱）。与本文得到的3月份南方涛动指数偏低（高）〔这时沃克环流应偏弱（强）〕，8月份副高偏强（弱）〔这时哈得莱环流应偏强（弱）〕的结果是一致的。

#### 四、结 语

上面通过各资料的凝聚谱、位相谱分析，并经过对资料距平值作准半年周期的带通滤波后，得到1月份北印海温与8月份北方降水在准半年周期处存在反位相相关。我们通过分析北印海温与南方涛动指数、西风环流指数和副高的各特征量的凝聚谱、位相谱，得到上述相关的影响机制是：（1）1月份北印海温与8月份副高面积指数和副高强度指数成反位相相关；（2）3月份南方涛动指数与8月份副高面积指数、强度指数成反位相相关；另外副高强度指数与西风经向环流指数为同位相相关，后者位相大约超前1个月；（4）北印海温与南方涛动指数为相差约2个月位的同位相振荡。以上各资料之间相关关系在所在周期处凝聚平方值均超过0.37的95%信度界。由上述各量之间的相关关系，可以得到北印海温的变化与北方降水之间的联系机制是与下列的变化有关的：当1月份北印海温偏低（高）时，3月份南方涛动指数偏低（高），7月份中纬500百帕西风经向环流指数偏高（低），8月份西太平洋副高面积偏大（小）、强度偏强（弱），北印度洋夏季冷水舌海温偏低（高），从而华北降水偏多（少）。

至于如何理解北印海温与南方涛动、西太平洋副高的变化存在着联系，我们对北印海温与东太平洋东部（ $0^{\circ}$ — $5^{\circ}$ S， $130^{\circ}$ — $85^{\circ}$ W）海温之间的凝聚谱（图略）作分析，发现在6.7月周期处凝聚平方值较高，为0.32，位相差 $213^{\circ}$ （北印海温超前），可对它们分别作7个月的带通滤波，再将滤波后序列中每年1月份海温距平值点成曲线（图10）。可见在1月份北印海温距平与东太平洋东部海温距平两者基本上呈反位相振荡。已经有许多研究

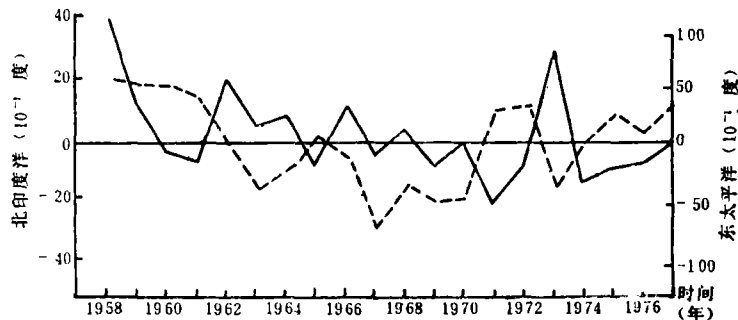


图10 1958—1977年滤波后北印海温（虚线）和东太平洋东部海温（实线）1月份距平值逐年变化

认为, 当冬季东太平洋海温偏高时(特别是厄尔尼诺现象出现时), 南方涛动指数处于低值、沃克环流偏弱, 而且夏季哈得莱环流加强、西太平洋副高增强。而根据本文计算, 1月份东太平洋东部海温偏高时北印海温偏低, 所以北印海温的变化必然也与南方涛动指数、西太平洋副高的变化有联系。其次, 北印度洋夏季海温冷水舌与北方夏季降水存在反位相关系。这一结果与过去许多研究<sup>[3]</sup>一致。本文中得到的南方涛动指数超前西太平洋副高面积指数、强度指数5个月的反位相关系还需进一步探讨。此外, 本文中以北京等7站代表华北地区降水情况。华北其他站与北印海温的关系是否与本文一致, 还需进一步验证。

### 参 考 文 献

- [1] 章 淹、李月洪、毕慕莹, 1983年长江流域的异常大雨与海温异常, 海洋学报, 7 (1985), 1, 21—33.
- [2] 仇永炎等, 中期天气预报, 气象出版社, 1985, 18.
- [3] 陈烈庭、金祖辉、罗绍华, 印度洋和南海海温变化的特征及其与大气环流的某些联系, 海洋学报, 7 (1985), 1, 103—110.
- [4] 中国科学院地理所长期组, 热带海洋对副热带高压长期变化的影响, 科学通报, 1977, 7, 313—317.
- [5] 周家斌、汪盛章, 国际应用气象和气候会议在马尼拉举行, 大气科学, 9 (1985), 3, 329.
- [6] Barnett, T. P., Interaction of the monsoon and pacific trade wind system at Interannual time scales, part III, *Mon. Wea. Rev.*, 112 (1984), 2388—2400.