

# 冬季北太平洋风暴轴的年际变化及其与 500 hPa 高度 以及热带和北太平洋海温的联系\*

朱伟军 孙照渤

(南京气象学院, 南京, 210044)

## 摘 要

文中研究了冬季北太平洋风暴轴的年际异常及其与 500 hPa 高度以及热带和北太平洋海温的联系。结果发现, 各年冬季北太平洋风暴轴的中心强度和位置具有显著的年际差异。对 15 个冬季北太平洋风暴轴区域 500 hPa 天气尺度滤波位势高度方差与热带和北太平洋海温的 SVD 分析表明, 第一对空间典型分布反映了赤道中、东太平洋区域海温异常对风暴轴年际变化的影响, 而第二对空间典型分布反映了黑潮区域海温异常对风暴轴年际变化的影响。进一步的合成分析显示, 赤道中、东太平洋区域海温异常主要影响冬季北太平洋风暴轴的东西摆动和中、东端的强度变化, 而黑潮区域海温异常则主要影响冬季北太平洋风暴轴中、西端的强度变化和南北位移。并且这种影响分别与 500 hPa 高度场上的 PNA 遥相关型和 WP 遥相关型有密切联系。

**关键词:** 风暴轴, 年际变化, SVD 分析, ENSO, 遥相关型。

## 1 引 言

风暴轴一般是指 2.5~6 d 瞬变扰动最活跃的区域, 在北半球最显著的风暴轴有两个, 分别位于中纬度的两大洋上。1980 年代以来, 国内外不少学者<sup>[1~3]</sup>对风暴轴的三维结构、时间演变和能量转换等方面进行了深入的研究, 揭示了风暴轴的很多特征。有关风暴轴维持及其动力学机制方面的研究近期也有了一定的进展<sup>[4~7]</sup>。但是目前对风暴轴的年际异常现象尚缺乏深入的了解。而风暴轴区域瞬变扰动导致的凝结加热异常对全球大气环流有重要影响, 而且其本身就会直接引起天气、气候的变化, 因此研究风暴轴的年际异常及其物理机制对天气预报以及短期气候预测具有十分重要的意义。研究表明, 在 ENSO 期间, 中纬度瞬变扰动引起的涡度通量对由于赤道海表温度异常(SSTA)所激发的太平洋北美等地区的大气环流异常型的维持有重要作用, 但其本身的分布同时也受到赤道太平洋 SSTA 的影响<sup>[8~10]</sup>。此外, Hoskins 等<sup>[4]</sup>曾指出, 冬季北半球海洋西部的暖边界流可能对其时的风暴轴维持有重要影响。因此, 本文将利用观测资料, 主要从外热源强迫的角度, 对冬季北太平洋风暴轴的年际异常及其可能物理机制进行了深入探讨。

## 2 资料与方法

奇异值分解(SVD)方法自 Prohaska<sup>[11]</sup>引入气象研究中以来, 在气象上已得到广泛应用。它是从两个场中分离出耦合型的最好方法之一, 既简便, 又容易解释, 而且不需要用户

\* 初稿时间: 1998 年 11 月 27 日; 修改时间: 1999 年 1 月 26 日。  
资助课题: 国家自然科学基金项目 49475258。

自定义参数,几乎没有系统误差。其原理及应用在许多文献和教科书中都可查到,但为了便于后文分析,以下根据 Bretherton 等<sup>[12]</sup>和 Wallace 等<sup>[13]</sup>对这一方法作一简单概述:

对任意两个标量场: $S_i(t)$ 表示  $t$  时刻在第  $i$  空间点上某要素观测值,通常称为左场; $Z_j(t)$ 表示  $t$  时刻在第  $j$  空间点上另一要素的观测值,通常称为右场。其中  $i=1,2,\dots,N_s$ ;  $j=1,2,\dots,N_z$ ;  $t=1,2,\dots,T$ 。一般来说,空间点数  $N_s$  可以不等于  $N_z$ 。

设两要素场的协方差矩阵为  $C_{sz}$ ,则  $C_{sz}=S_i(t)Z_j^T(t)$ ,是一个  $N_s \times N_z$  的实矩阵。当  $S_i(t)$  与  $Z_j(t)$  为标准化资料时, $C_{sz}$  又是两要素场的相关矩阵。 $C_{sz}$  的奇异值分解为:

$$C_{sz} = \sum_{k=1}^R \sigma_k p_k q_k^T, R \leq \min(N_s, N_z).$$

其中  $p_k$  是  $C_{sz}$  的  $R$  个相互正交的左奇向量之一, $q_k$  是  $C_{sz}$  的  $R$  个相互正交的右奇向量之一,它们分别表示了左场和右场的空间典型分布。 $\sigma_k$  是  $C_{sz}$  的奇异值,且有  $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \dots \geq \sigma_k \geq 0$ 。

根据奇向量的正交性,可以用下式计算出空间典型分布所对应的时间系数(即展开系数或主成分):

$$a_k(t) = p_k^T S_i(t) = \sum_{i=1}^{N_s} p_{ki} S_i(t)$$

$$b_k(t) = q_k^T Z_j(t) = \sum_{j=1}^{N_z} q_{kj} Z_j(t)$$

$a_k(t)$  和  $b_k(t)$  分别为要素场  $S_i(t)$  和  $Z_j(t)$  的第  $k$  对奇向量所对应的时间系数,由 SVD 性质易知它们的协方差就是奇异值  $\sigma_k$ ,因此它们之间的相关系数为:

$$r_k = \frac{\sigma_k}{\frac{1}{T} \sqrt{\sum_{i=1}^T a_k^2(t) \sum_{i=1}^T b_k^2(t)}}$$

在得到时间系数  $a_k(t)$  和  $b_k(t)$  之后,一般可以直接分析左、右奇向量,获得两个场之间耦合的空间典型分布型。但是更通常的方法是分析两类相关图,分别称为同类相关图和异类相关图。若令  $r[f(t),g(t)]$  表示两个时间序列  $f(t)$  和  $g(t)$  的相关的话,那么第  $k$  个左(右)同类相关图(分别用向量  $r[S_i(t),a_k(t)]$  和  $r[Z_j(t),b_k(t)]$  表示)是由左(右)场和第  $k$  个左(右)时间系数求相关得到的。同理,可得到第  $k$  个左异类相关图( $r[S_i(t),b_k(t)]$ ) 和第  $k$  个右异类相关图( $r[Z_j(t),a_k(t)]$ )。值得注意的是,在求这两类相关图时,左场和右场也可以不拘泥于 SVD 分析时各自所选的空间点数,范围可以扩大。一般而言,同类相关图与所对应的奇向量不成正比,而异类相关图与所对应的奇向量成正比。但同类相关图可以很好地反映时间系数所对应的空间型的极性和振幅,而异类相关图反映的是在已知一个场的空间分布型的情况下,其所对应的时间系数表示另外一个场的空间典型分布的好坏程度。可以预计,异类相关一般比同类相关要弱,但倘若两者之间差异显著的话,从一定程度上可以用来揭示两个场的因果联系。但本文两者差异不大,因而只给出异类相关图来进行分析。

下面是根据时间系数计算第  $k$  对时间系数所解释对方场的方差百分比和累积方差百分比的公式,而计算第  $k$  对时间系数所解释各自场的方差百分比和累积方差百分比的公

式从略。

第  $k$  对时间系数所解释对方场的方差百分比分别为:

$$VFL_k = \frac{\sum_{i=1}^{N_s} r^2[b_k(t), S_i(t)]}{N_s} \times 100\%$$

$$VFR_k = \frac{\sum_{j=1}^{N_z} r^2[a_k(t), Z_j(t)]}{N_z} \times 100\%$$

若取前  $N$  对时间系数的话,则它们所解释对方场的累积方差百分比分别为:

$$VFL_N = \frac{\sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^{N_s} r^2[b_k(t), S_i(t)]}{N_s} \times 100\%$$

$$VFR_N = \frac{\sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^{N_z} r^2[a_k(t), Z_j(t)]}{N_z} \times 100\%$$

本文资料取自:NCEP/NCAR 1979~1994 年 16 a 全球  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$  再分析逐日网格资料和英国国家气象局整编的同时段全球  $1^\circ \times 1^\circ$  月平均 SST 网格资料。

本文首先采用文献[14]所描述的方法设计的 31 点数字滤波器(有关该滤波器的参数和性质请参见文献[3]),从逐日原始资料直接滤出 2.5~6 d 的瞬变涡动,然后把滤波资料按冬季月份分成每月一段,并对每一段各自计算其方差,这样就得到每月的月平均带通滤波方差(以下简称滤波方差)。研究表明<sup>[1~3]</sup>,500 hPa 位势高度场的这种滤波方差可以代表该月风暴轴的位置和强度,因而后文的分析主要就是针对 500 hPa 位势高度场的滤波方差来进行的。在对风暴轴(500 hPa 位势高度场的滤波方差)和海温场(SST)进行 SVD 分析时,每个格点资料的时间序列长度都为 15 a,而且是针对 15 a 冬季(1979/1980 至 1993/1994)平均进行标准化后的资料。其中每年的冬季平均是指对上年 12 月和次年 1 月、2 月 3 个月的平均,文中用以代表某场该年的冬季平均状况。而对空间范围的选取,北太平洋风暴轴为:  $20^\circ \sim 70^\circ \text{N}$ ,  $100^\circ \text{E} \sim 100^\circ \text{W}$ ; 太平洋 SST 为:  $28.5^\circ \text{S} \sim 55.5^\circ \text{N}$ ,  $105.5^\circ \text{E} \sim 78.5^\circ \text{W}$ 。通过上述 SVD 分析,可以获得冬季北太平洋风暴轴与冬季太平洋 SST 耦合变化的相关分布型。

### 3 结果分析

#### 3.1 冬季北太平洋风暴轴的年际变化

在分析 SVD 结果之前,有必要先考察冬季北半球太平洋风暴轴的气候平均位置及其年际差异。如前所述,这里风暴轴的位置和强度用 500 hPa 位势高度的滤波方差来表示。图 1 是 1979~1994 年 15 个冬季平均的 500 hPa 位势高度滤波方差场。从中可以看到,位势高度滤波方差的极大值分布在中纬度狭长的太平洋上,这正是冬季北太平洋风暴轴的气候平均位置,其中心位于  $42.5^\circ \text{N}$ ,  $172.5^\circ \text{E}$ , 强度达 40.4 dagpm。图 2 给出了 500 hPa 冬季北太平洋风暴轴中心强度、纬度和经度的年际变化曲线。其中风暴轴中心的选取范围是

0~90°N, 100°E~100°W。由图可见, 风暴轴中心强度在强年、弱年可相差一倍以上, 风暴轴中心纬度变化范围在 30~60°N 之间, 经度变化范围在 160°E~130°W 之间。胡增臻等<sup>[15]</sup>应用 ECWFM1980~1989 年客观分析逐日资料的  $u, v$  风场, 以 300 hPa 1 月天气尺度扰动动能的极大值代表冬季风暴轴的中心强度和位置, 得到了类似的结果。因此, 以上分析说明冬季北太平洋风暴轴的中心强度和经纬度位置的年际变化十分显著。

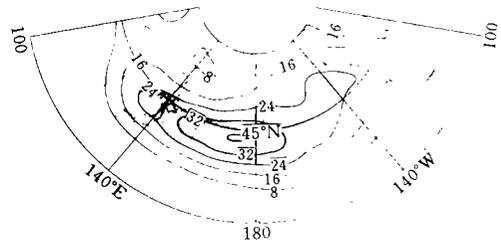


图 1 冬季北太平洋风暴轴的气候平均位置和强度(等值线间隔:8.0 dagpm)

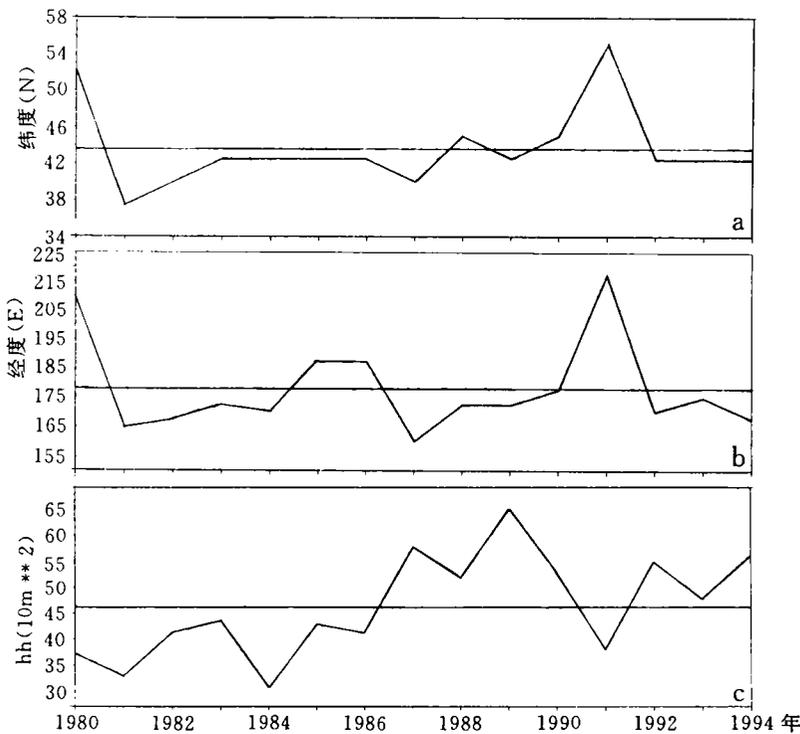


图 2 冬季北太平洋风暴轴中心的时间演变曲线  
(a. 纬度; b. 经度; c. 强度。水平线代表平均值)

### 3.2 SVD 分析结果

图 3 给出了 SVD 结果的第一对空间典型分布(以下简称 SVD1 型)及其对应的时间系数变化曲线。据第 2 节所述, 这里给出的空间典型分布型是由异类相关图代表的。对 500 hPa 位势高度滤波方差(图 3a)来讲, 其 SVD1 型描述了冬季北太平洋风暴轴在中纬度中、东太平洋区域 40°N 南北强度的反位相变化关系。按照第 2 节所说明的资料处理, 有理由认为这种变化型反映的是年际的差异。对热带及北太平洋 SST(图 3b)来讲, 其 SVD1 型描述了同期赤道中、东太平洋、南海以及西北太平洋等区域的 SST 与其它区域的 SST

之间的反位相变化关系, 这种分布与典型的 ENSO 期间 SSTA 的横 V 分布特征非常相似。从 SVD1 型所对应的时间系数变化曲线上(图 3c 虚线)可以看到, 该时段内的 3 个 El Niño 年(1982/1983, 1986/1987 和 1991/1992 年)和 2 个 La Niña 年(1984/1985, 1988/

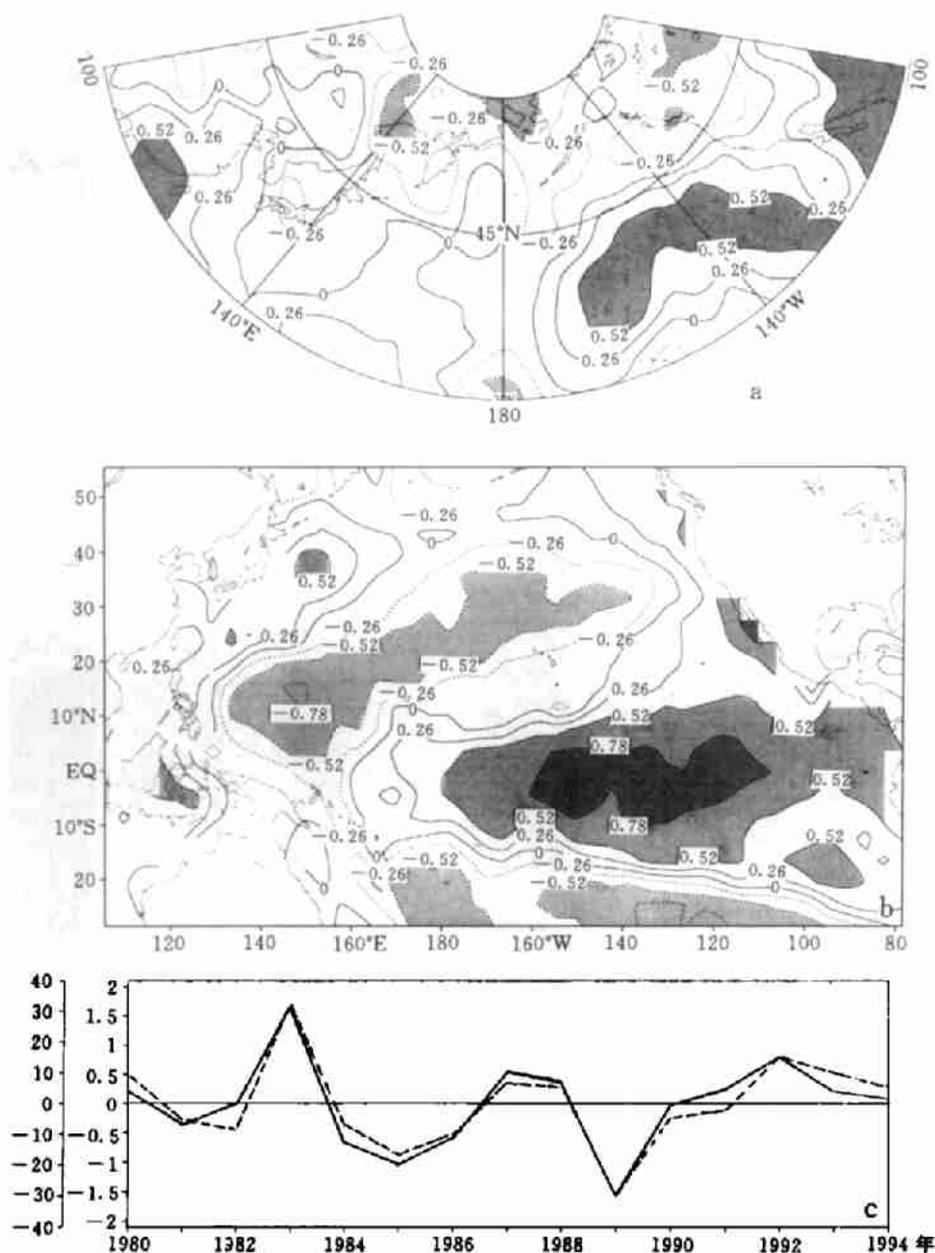


图3 冬季北太平洋风暴轴区域500 hPa位势高度滤波方差与同期太平洋SSTsVD分析的第一对空间典型分布型(a,b)及其所对应的时间系数(c中虚线,左纵坐标,而实线为Niño3+4区SSTA的变化曲线,

右纵坐标, °C。其 SCF = 35.3%,  $r = 0.92$ 。图中阴影部分表示相关系数绝对值  $\geq 0.52$  的区域)

1989年)所对应的时间系数符号相反,但都为极大值,因而这说明 ENSO 年的 SSTA 对这一分布型贡献较大。这一对空间典型分布型所解释的协方差平方的百分比为 35.3%,对应的两个时间系数之间的相关系数达 0.92,表明这一对空间典型分布型之间的相关程度非常高。因此,冬季北太平洋风暴轴在中东端的强度和位移的年际变化型与冬季赤道中、东太平洋区域 SSTA 的分布型密切相关。

图 4 给出的是 SVD 结果的第二对空间典型分布(以下简称 SVD2 型)及其对应的时

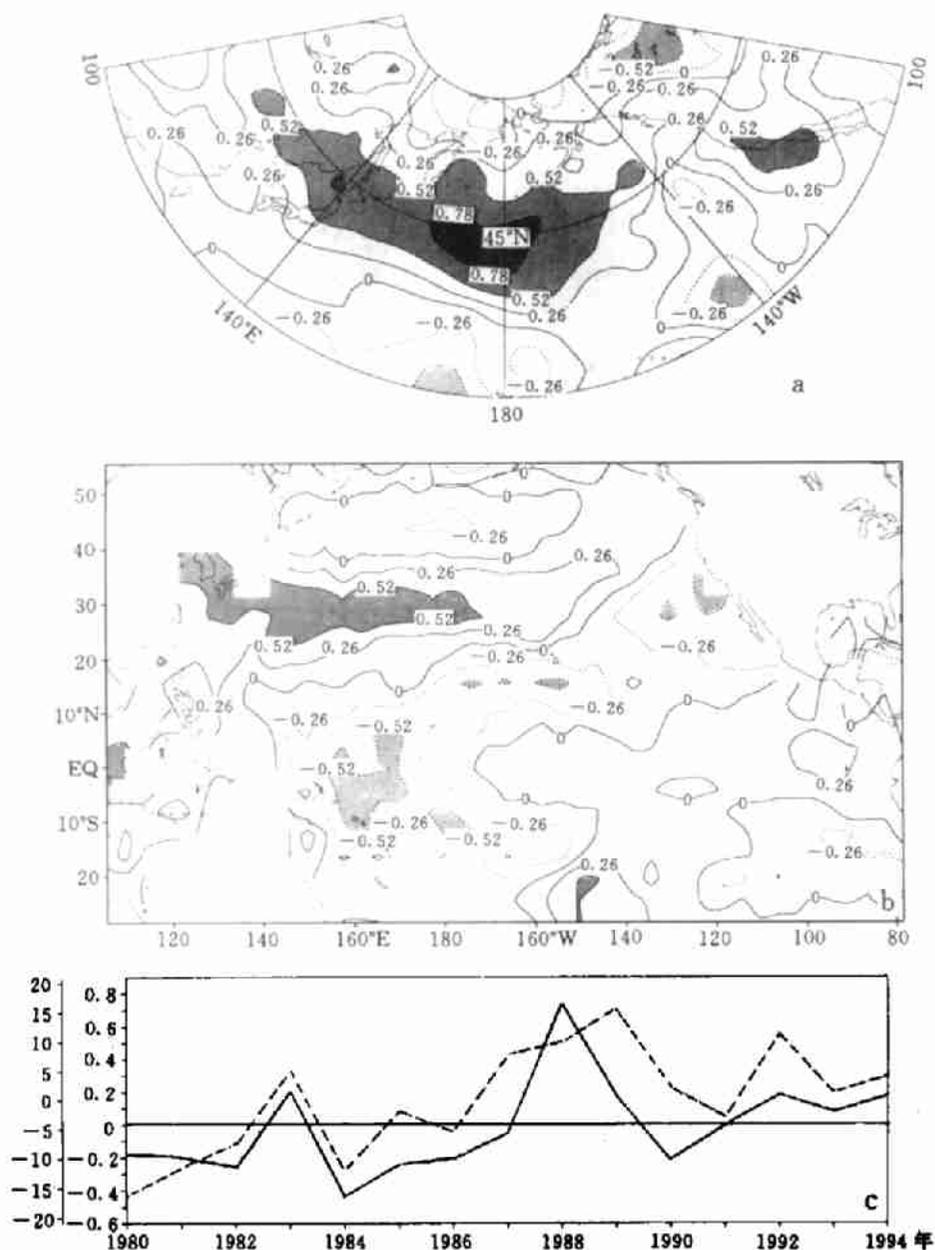


图 4 说明同图 3, 但为 SVD2 型, 且(c)中实线为黑潮区域 SSTA 的变化曲线

间系数变化曲线(虚线)。与图3相似,这里给出的也是异类相关图。对500 hPa位势高度滤波方差(图4a)来讲,其SVD2型描述了冬季北太平洋风暴轴在气候平均位置及稍偏北处增强(减弱)而在南北两端减弱(增强)的反位相变化关系。对热带及北太平洋SST(图4b)来讲,其SVD2型描述了同期黑潮区域及赤道中、东太平洋区域SST与其它区域SST之间的反位相变化关系,其中尤以黑潮区域SST变化最为显著。这一对空间典型分布型所解释的协方差平方的百分比为17.5%,对应的两个时间系数之间的相关系数达0.92,表明这一对空间典型分布型之间的相关程度也非常高。因此,冬季北太平洋风暴轴在中、西端气候平均位置的强度和位移的年际变化与冬季黑潮区域SSTA的分布型密切相关。

由于前两对空间典型分布型已累计解释了协方差平方的52.8%,所以本文没有再分析其它对空间典型分布型。

有趣的是,Lau<sup>[16]</sup>曾对19个冬季95个月的500 hPa位势高度的月平均带通滤波方差场作了EOF分析,得到了与图3a和图4a类似的冬季北太平洋风暴轴变化的典型分布型(分别见其图2b和图2a)。所不同的是他那里所用的滤波资料已滤去长期趋势(即季节变化),因而反映的是冬季常见的风暴轴月变化型。所以这似乎表明,北半球冬季风暴轴变化的月际差异和年际差异具有相同的变化分布型。由于实际大气对海洋上热力强迫的响应,其时间尺度仅为几天至几周<sup>[17]</sup>,所以如果上述SVD分析得到的冬季北太平洋风暴轴与同期太平洋SST耦合变化的相关分布型是反映了SSTA对风暴轴变化影响的话,那么这种风暴轴变化的月际差异和年际差异具有相同的变化分布型是可以理解的。

### 3.3 与同期北半球和500 hPa高度场的联系

把SVD1型和SVD2型所对应的时间系数分别与同期北半球500 hPa位势高度场求相关(图5),可以考察冬季太平洋SST与太平洋风暴轴耦合变化的分布型与同期北半球

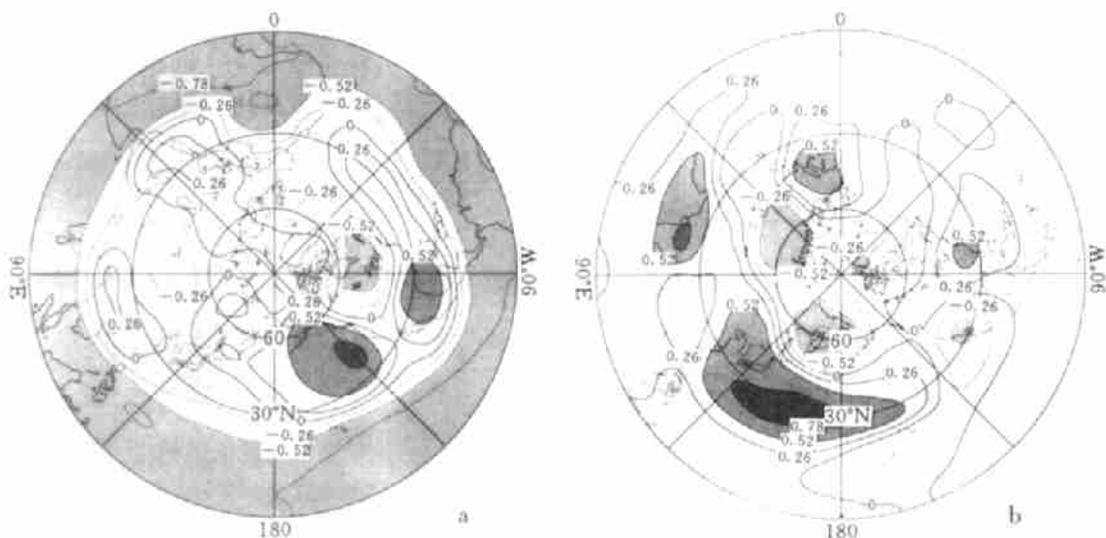


图5 SVD1型(a)和SVD2型(b)所对应的时间系数分别与冬季北半球500 hPa位势高度场的相关分布(图中阴影部分表示相关系数绝对值 $\geq 0.52$ 的区域)

500 hPa 位势高度场的联系。从图中可以看出, SVD1 型与冬季北半球 500 hPa 位势高度场上的太平洋、北美遥相关型(PNA 型)相联系(图 5a), 而 SVD2 型则与该场上的太平洋西部遥相关型(WP 型)相联系(图 5b)。对比图 3, 4 和图 5 可知, SVD1 型中的冬季北太平洋风暴轴变化中心正好横跨在 PNA 型的三个变化中心之间, 而 SVD2 型中的风暴轴变化中心正好横跨在 WP 型的偶极子变化中心之间。由海气相互作用的事实知道<sup>[18]</sup>, 赤道中、东太平洋的 SSTA 和黑潮区域的 SSTA 可以分别激发或加强 500 hPa 位势高度场上的 PNA 和 WP 遥相关型。而风暴轴与急流的变化又密切相关<sup>[3]</sup>。因此根据以上分析结果推论, 冬季太平洋 SST 异常可以通过影响 500 hPa 位势高度场进而对同期北太平洋风暴轴产生重要影响, 这是有可能的。事实上, Held 等<sup>[9~10]</sup>研究指出, 这种关系在 ENSO 期间确实是存在的。

### 3.4 合成分析结果

根据前面 SVD 分析的结果, 这里给出 Niño3+4 区(5.5°S~5.5°N, 160.5°E~90.5°W)和黑潮区域(15.5~32.5°N, 120.5~150.5°E)SSTA 的逐年变化曲线(分别见图 3c 和

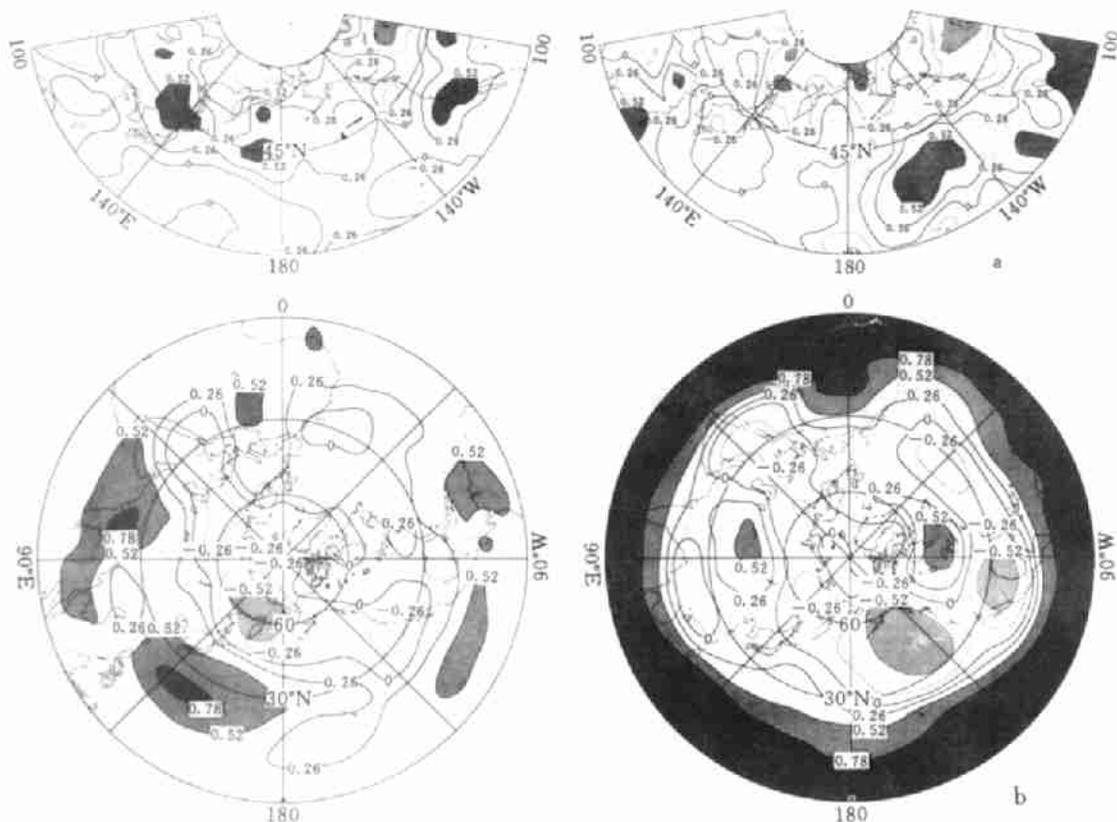


图 6 黑潮区域(上图)和 Niño3+4 区 SSTA(下图)分别与冬季北半球 500 hPa 位势高度滤波方差场(a)和 500 hPa 位势高度场(b)的相关分布 (图中阴影部分表示相关系数绝对值 $\geq 0.52$ 的区域)

图 4c 中实线)。图 6 进一步给出了它们分别与 500 hPa 位势高度滤波方差和 500 hPa 位势高度场的同期相关分布。由图可见, Niño3+4 区 SSTA 和黑潮区域 SSTA 的变化曲线分别和 SVD1 型和 SVD2 型所对应的时间系数变化曲线近似(图 3c 和图 4c); 它们各自与周期 500 hPa 位势高度滤波方差的相关分布也分别和 SVD1 型和 SVD2 型的分布比较接近(图 6a 中上、下图); 同时这两处的 SSTA 分别与 500 hPa 位势高度场上的 PNA 和 WP 遥相关型确实也有很好的相关关系(图 6b 中上、下图)。因此, 前面的 SVD 分析结果实际上主要反映了冬季赤道中、东太平洋区域和黑潮区域这两个海区的 SST 异常对同期北太平洋风暴轴异常的影响。

下面我们来更深入地考察一下上述两个海域正、负 SSTA 对同期北太平洋风暴轴影响的差异。图 7a, b 分别为这两个海域 SSTA 正、负异常时的 500 hPa 位势高度滤波方差及其差值分布。表 1 给出了为制作图 7 而挑选的个例。为加强结论的可靠性, 我们对两个样本均值进行了差异显著性的  $t$  检验, 结果显著性达到  $\alpha=0.05$  信度水平以上的地区在图中以阴影区表示。从图 7 上可以看到, 冬季黑潮区域正 SSTA 时, 北太平洋风暴轴位置偏北, 而负 SSTA 时, 风暴轴位置偏南, 比较而言, 在正 SSTA 时风暴轴中西部强度有显著增强, 其差值显著性已达到  $\alpha=0.05$  信度水平。而冬季赤道中、东太平洋区域正 SSTA 时, 北太平洋风暴轴比负 SSTA 时明显向东南方向伸展, 使得风暴轴强度在中、东端  $45^{\circ}\text{N}$  以南增强、以北减弱, 该区域差值的显著性也达到  $\alpha=0.05$  的信度水平。对比图 7 和图 3, 4 可知, 上述两个差值场分别与 500 hPa 位势高度滤波方差的 SVD2 型和 SVD1 型分布特征非常相似。

因此, 以上结果表明: 黑潮区域暖 SST 异常对冬季北太平洋风暴轴在中、西端强度增强、位置偏北的异常变化有重要贡献, 而赤道中、东太平洋区域的暖 SST 异常则对冬季北太平洋风暴轴向东南方向伸展的异常变化有重要影响。

表 1 合成分析选取的个例

	黑潮区域	赤道中东太平洋区域
+SSTA	87/88, 93/94	82/83, 86/87, 91/92
-SSTA	81/82, 83/84, 89/90	84/85, 88/89

#### 4 结论与讨论

综上所述, 本工作可以初步得到以下几个结论:

(1) 冬季北太平洋风暴轴的中心强度和经纬度位置的年际变化十分显著, 其中中心强度在强年、弱年可相差一倍以上, 中心纬度变化范围在  $30\sim 60^{\circ}\text{N}$  之间, 经度变化范围在  $160^{\circ}\text{E}\sim 130^{\circ}\text{W}$  之间。

(2) SVD 分析得到的 SVD1 型描述了冬季北太平洋风暴轴强度在中纬度中、东太平洋区域  $40^{\circ}\text{N}$  南北的反位相变化和同期赤道中、东太平洋区域 SSTA 变化的相关分布特征; 而 SVD2 型则描述了冬季北太平洋风暴轴在气候平均位置及稍偏北处增强(减弱)而在南北两端减弱(增强)的反位相变化与同期黑潮区域 SSTA 变化的相关分布特征。

(3) SVD1 型和 SVD2 型分别与冬季北半球 500 hPa 位势高度场上的太平洋、北美遥相关型(PNA 型)和太平洋西部遥相关型(WP 型)密切相关, 表明冬季太平洋 SST 异常可能通过影响 500 hPa 位势高度场进而对同期北太平洋风暴轴的年际异常产生重要影响。

(4) 进一步的合成分析结果显示, 黑潮区域暖 SST 异常主要对冬季北太平洋风暴轴

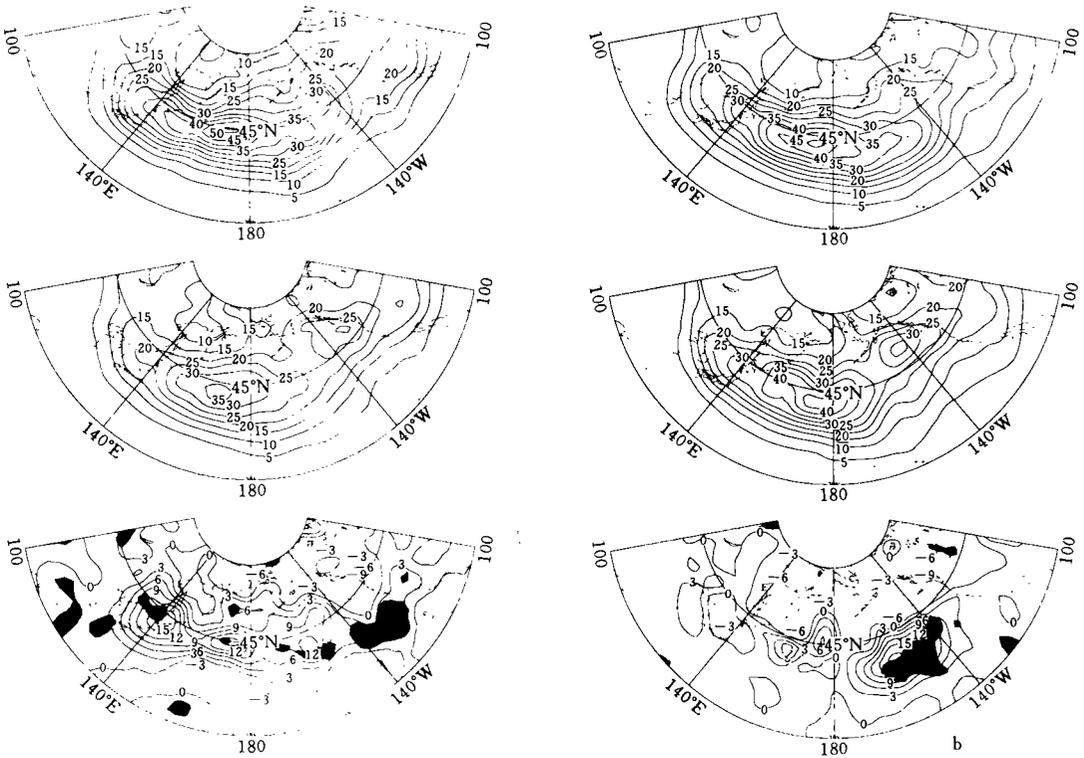


图 7 黑潮区域(a)和赤道中、东太平洋区域(b)分别为正(上图)、负(中图)SSTA 时冬季北半球 500 hPa 位势高度滤波方差的合成场及其差值(下图)

(单位: dagpm。下图中阴影部分表示通过 t 检验且显著性达到  $\alpha = 0.05$  信度水平的区域)

中西端的强度增强和位置偏北的异常变化有重要贡献,而赤道中、东太平洋区域的暖 SST 异常则对冬季北太平洋风暴轴东伸的异常变化有重要影响。

冬季北太平洋风暴轴的年际变化受多种因素制约,本文只考虑了冬季太平洋 SSTA 这一外热源强迫因素,其它影响因素有待于进一步探讨。而且本文从相关分布推论的风暴轴与海温和环流之间的联系,还需进一步证实。

参考文献

- 1 Blackmon M L, Wallace J M, Lau N-C, et al. An observation study of the Northern Hemisphere wintertime circulation. *J Atmos Sci*, 1977, 34(7): 1040—1053
- 2 Lau N-C. On the three-dimensional structure of the observed transient eddy statistics of the Northern Hemisphere wintertime circulation. *J Atmos Sci*, 1978, 35(10): 1900—1923
- 3 邓兴秀, 孙照渤. 北半球风暴轴的时间演变特征. *南京气象学院学报*, 1994, 17(2): 165~170
- 4 Hoskins B J, Valdes P J. On the existence of stormtracks. *J Atmos Sci*, 1990, 47(15): 1854—1864
- 5 Cai M, Mak M. On the dynamics of regional cyclogenesis. *J Atmos Sci*, 1990, 47(12): 1417—1442
- 6 Chang E K M, Orlanski I. On the dynamics of a storm track. *J Atmos Sci*, 1993, 50(7): 999—1015
- 7 朱伟军, 孙照渤. 冬季西北太平洋 SSTA 对太平洋风暴轴影响的数值试验. *南京气象学院学报*, 1995, 18(4): 478~485

- 8 Held I M, Lyons S W, Nigam S. Transients and the extratropical response to El Nino. *J Atmos Sci*, 1989, 46(1): 163—174
- 9 Hoerling M P, Ting M. Organization of extratropical transient during El Nino. *J Clim*, 1994, 7: 745—766
- 10 Straus D M, Shukla J. Variations of midlatitude transient dynamics associated with ENSO. *J Atmos Sci*, 1997, 54(7): 777—790
- 11 Prohaska J. A technique for analyzing the linear relationships between two meteorological fields. *Mon Wea Rev*, 1976, 104: 1345—1353
- 12 Bretherton C S, Smith C, Wallace J M. An intercomparison of methods for finding coupled patterns in climate data. *J Clim*, 1992, 5: 541—560
- 13 Wallace J M, Smith C, Bretherton C S. Singular value decomposition of wintertime sea surface temperature and 500-mb height anomalies. *J Clim*, 1992, 5: 561—576
- 14 孙照渤. 热带外地区大气中40~60天振荡的统计特征. 见: 章基嘉主编. 长期天气预报论文集. 北京: 海洋出版社, 1992. 29~35
- 15 胡增臻, 黄荣辉. 冬季热带西太平洋对流活动异常的年际变化及其对北太平洋风暴轴的影响. *大气科学*, 1997, 21(5): 513~521
- 16 Lau N-C. Variability of the observed midlatitudes storm tracks in relation to low-frequency changes in the circulation pattern. *J Atmos Sci*, 1988, 45: 2718—2743
- 17 蒋全荣, Wallace J M. 北半球冬半年大西洋地区海气相互作用及其遥相关. *气象学报*, 1991, 49(1): 64~70
- 18 Horel J D, Wallace J M. Planetary scale atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation. *Mon Wea Rev*, 1981, 109: 2080—2092

# INTERANNUAL VARIABILITY OF NORTHERN WINTER PACIFIC STORM TRACK AND ITS ASSOCIATION WITH 500 HPA HEIGHT AND TROPICAL AND NORTHERN PACIFIC SEA SURFACE TEMPERATURE

Zhu Weijun                      Sun Zhaobo

(*Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing, 210044*)

## Abstract

Investigation is conducted of the interannual variability of northern Pacific storm track and its association with 500 hPa height and tropical and northern Pacific sea surface temperature (SST) during winter. Evidence suggests that during the studying period the northern winter Pacific storm track center experiences substantial interannual variability in variation of its latitude, longitude and intensity. Singular value decomposition (SVD) of 15 winter 500 hPa filtered potential height variance over the storm track with tropical and northern Pacific SST shows that the first coupled mode depicts the effect on the track of SSTA over equatorial central and eastern Pacific, while the second one re-

flects the impact of Kuroshio SSTA on the track. Further composite analysis indicates, moreover, that the SSTA over Kuroshio (equatorial central and eastern Pacific) during winter, which is relative to WP (PNA) teleconnection response pattern in 500 hPa height field respectively, exerts crucial influence on the interannual variability in vigor and meridional (zonal) displacement of the central and western (eastern) part of Pacific storm track.

**Key words:** Storm track, Interannual variability, SVD analysis, ENSO, Teleconnection pattern.

---

## 《国家重点基础研究发展规划》项目 ——我国重大天气灾害的形成机理和预测理论研究 1999 年度学术年会圆满结束

2000年5月9~12日,《国家重点基础研究发展规划》项目:“我国重大天气灾害的形成机理和预测理论研究”学术年会在美丽的海滨城市大连召开,与会专家学者共120余人,其中有陶诗言、周秀骥、李泽椿、许健民、伍荣生和陈联寿7位院士,科技部基础司副司长邵立勤、中国气象局监测网络司司长许小峰和大连市科委副主任刘晓英等领导出席了这次年会。

5月19日上午举行了年会开幕式,项目首席科学家倪允琪教授就这次年会着重四个主要目的进行阐述,要求报告紧紧围绕项目目标对关键部分进行交流,国家科技部基础司副司长对973项目研究一年来取得的进展给予充分肯定,另外,就中期评审进行了说明,要改变过去只重视论文的情况。开幕式后,就进行大会报告,5月11日~12日大会进行分两会场继续进行学术报告。

所有报告内容涉及中尺度机理和大尺度背景分析和模拟理论、卫星和多普勒雷达遥感研究四维同化技术应用和四维同化方法设计、模式研制物理过程研究等与项目目标相关的众多问题,与会专家学者认真听取报告,并就感兴趣的问题进行广泛、深入讨论,整个会场充满浓厚的学术氛围。

5月12日下午大会进行了年会总结,项目首席科学家倪允琪教授对此次年会进行了全面系统的总结,他肯定了项目成员在过去一年所取得的成绩,主要体现在中尺度机理和大尺度背景和模拟所取得的进展,卫星和多普勒雷达遥感研究成绩可喜,模式研制和物理过程的研究取得了比预计更快的进展,充分体现了科学家的不断探索精神,为项目整体目标的完成打下了良好的基础。

同时,也指出工作中还有在一些不足以及今后将要采取的措施。此次年会的圆满成功,凝结了项目全体科学家的心血,为今后的研究工作打下了良好的基础,得到了与会专家的一致好评。

(陈志荣)