

异常对我国冬季风的影响^①

郭艳君

倪允琪

(国家气候中心,北京 100081)

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

利用月平均风场和 OLR 资料,通过 SVD 方法研究了前期 6 个月、3 个月和同期赤道太平洋对流活动异常与我国冬季风场的相互关系,得出:我国冬季环流异常与前期夏季、秋季和同期赤道中太平洋对流活动异常有关,还与同期、前期秋季赤道西太平洋对流活动异常有关。同期的显著区域较大,超前 3 个月和 6 个月时显著相关区主要位于长江以南和西北地区。El Nino 年,赤道中太平洋对流活动加强,西太平洋对流活动减弱可能是影响我国冬季风减弱的原因之一。

关键词: ENSO 对流活动异常 奇异值分解 风场

引 言

我国地处东亚,是典型的季风区。ENSO 现象是海气相互作用的突出表现,对赤道和中高纬地区的大气环流和气候异常产生重大影响。我国气象工作者对两者的关系进行了许多工作。李崇银^[1](1988)指出:El Nino 年前冬,东亚有频繁的强空气活动;El Nino 年夏季,东亚和西太平洋中纬地区出现地面气压的高度场的负距平,副高的位置持续偏南。施能等^[2](1996)对 El Nino 发生前北半球大气环流及我国天气异常作了分析,发现:El Nino 年前冬,中西太平洋地区高度场的负异常,阿留申、堪察加的 500hPa 高度场正异常,呈现强的 WP 型遥相关。同时我国降水偏少,气温偏低。本文拟通过奇异值分解法研究 ENSO 期间赤道太平洋对流活动异常对

我国冬季风的影响。

1 资料与分析方法

赤道中太平洋(5°N~5°S,170°E~150°W),赤道西太平洋(5°N~5°S,120~135°E)1980~1990 年月平均 OLR,扩大的亚洲季风区(30°E~90°W,30°S~70°N)1980~1990 年 300hPa 月平均风场资料(ECMWF),分辨率为 5°×5°。

奇异值分解实际上是一种矩阵分解方法,人们习惯上把以该方法为基础的统计分析技术也称为 SVD,主要用于研究两个气象要素场 S(称为左场)和 Z(称为右场)的相互关系。其原理见文献[3],这里不再赘述。本文研究风场(包含 U、V 分量)和一个标量场(OLR)的关系时,将两个分量场联合起来作为左场,即

① 本文受“九五”项目“我国短期气候预测系统的研究”(课题号 96-908-04-02)资助。

$$S(t) = \begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_{N_s}(t) \\ v_1(t) \\ v_{N_s}(t) \end{bmatrix}$$

再与右场作 SVD 分析, 得出左异类(同类)相关

$$r\langle S(t), b_k(t) \rangle = r \left[\begin{bmatrix} u(t) \\ v(t) \end{bmatrix}, b_k(t) \right] = \begin{bmatrix} r(u(t), b_k(t)) \\ r(v(t), b_k(t)) \end{bmatrix}$$

必须先先将 U 、 V 场标准化, 消去量纲的影响, 使得 U 、 V 场与右场的协方差处在同一量级上, 从而 U 、 V 场和信息在前几个模态中皆能得到反映。

将左异类相关场看成是一个具有 $r(u(t), b_k(t))$ 与 $r(v(t), b_k(t))$ 两个分量的相关矢量场, 能够表示出第 K 个右场展开系数所反映的左流场变化的分布, 而相关矢量的模则反映出变化程度的大小。同样, 其左同类相关矢量场也能反映出自身变化的地理分布。得到的异类相关用 T 检验。

2 结果分析

80 年代共发生了两次 El Nino 事件和两次 La Nina 事件, 起止时间见表 1。

表 1 80 年代 El Nino 和 La Nina 事件

El Nino	La Nina
1982 年 6 月~1983 年 10 月	1984 年 10 月~1985 年 9 月
1986 年 9 月~1988 年 2 月	1988 年 6 月~1989 年 3 月

为了清楚地了解 ENSO 年冬季环流的异常, 对 El Nino 年冬季月份进行距平合成, 将 El Nino 年 1 月(1983、1987、1988 年)进行等权重平均得到 El Nino 冬季风距平合成场(见图 1)。El Nino 期间, 300hPa 上, 在 30°N 的纬圈上自西向东排列着气旋性距平环流, 弱反气旋距平环流, 强气旋性环流距平, 反气旋距平环流。气旋中心的位置位于西亚和青藏高原上空, 反气旋中心位于印度西北部和北太平洋上, 东亚大槽减弱, 在亚洲大陆中东

部上空的西风急流也减弱。可见 El Nino 期间, 我国冬季风明显偏弱, 大部地区为南风距平, 只有东北地区为西北风距平。

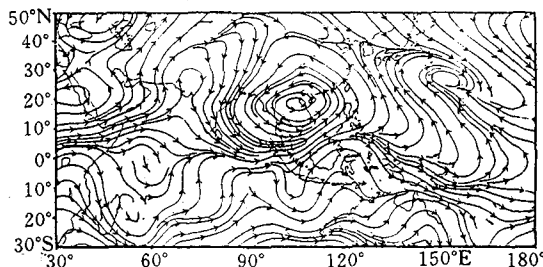


图 1 El Nino 年冬季 300hPa 风场距平合成

取扩大的亚洲季风区(30°E~90°W, 30°S~70°N)的风场标准化距平, 由于冬季的月际变化较小, 为了增加样本长度, 选取 1980~1990 年每年 12 月~次年 2 月的时间序列作为 SVD 的左场。赤道中太平洋(170°W~150°E, 5°S~5°N)OLR 的标准化距平, 时间序列为 1980~1990 年每年 6~8 月, 9~11 月, 12 月~次年 2 月为 SVD 的右场。分别作 OLR 超前风场 6 个月、3 个月和同期的 SVD 分析。

表 2 赤道中太平洋 OLR 与冬季风场左异类相关第一模态的方差贡献(%)

时间	同期	超前 3 个月	超前 6 个月
300hPa	71.45	70.49	72.91

左异类相关的第一模态的方差贡献占到总模态的 70% 以上, 因此相关矢量和时间序列的第一模态能够表现两场的主要特征, 以下主要对第一模态进行分析。

在 300hPa 的冬季风场与赤道中太平洋冬季 OLR 场的时间序列(见图 2a)上呈现出明显的 ENSO 的特征, ENSO 年对应峰值和谷值。其中 1982~1983 年表现得较为清晰, 1986~1987 年较弱。1988~1989 年 La Nina 年风场对应的峰值也较 1984~1985 年明显, 这与实际事件的强度相符。风场与 OLR 场的时间系数第一模态的相关达到 0.79 以上,

说明两场具有高度的相关性。

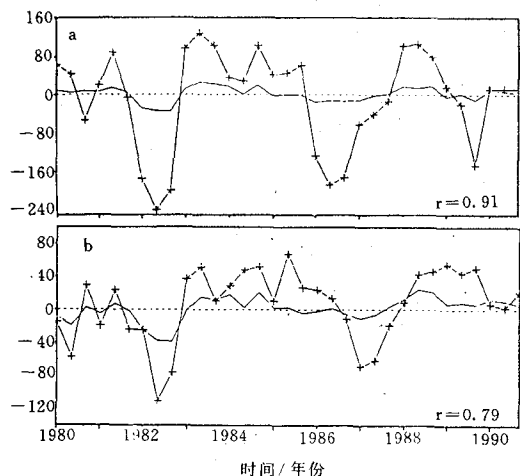


图2 冬季赤道中太平洋 OLR 与冬季风场 (a)、夏季风场 (b) SVD 得到的时间序列
有+符号的曲线是风场时间序列, 实线为 OLR 场的时间序列, 以下同

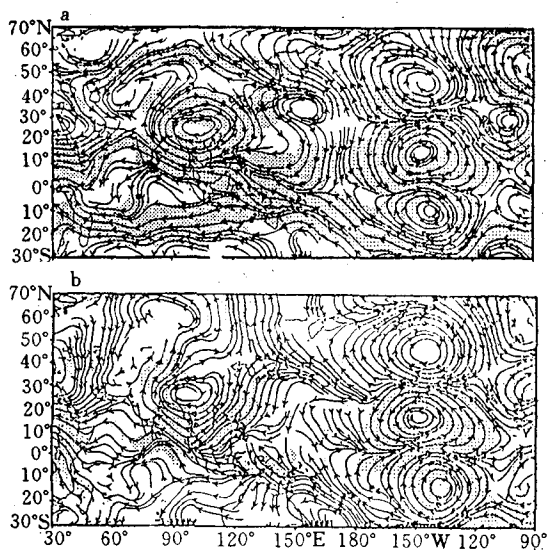


图3 赤道中太平洋 OLR 与 300hPa 冬季风场
异类相关第一模态相关矢量
a. 冬季 b. 夏季 阴影区表示在统计上达到 95% 的信度, 以下同

300hPa 冬季风场与赤道中太平洋冬季 OLR 场左异类相关矢量的分布(图 3a)我国大部地区为正相关, 对应反气旋性距平环流。

这一相关矢量反映了时间序列为正值时风场的变化, 时间序列为负时, 风场变化相反。结合时间序列(图 2a), 可见 El Nino 期间, 中太平洋对流活动增强, OLR 值降低, 时间序列为负, 风场变化与图 3 相反, 亚洲地区为一气旋性距平环流。我国大部分地区在这一气旋控制之下, 东部地区为南风距平, 冬季风减弱。东亚北部西风增强, 表明东亚大槽的位置偏东。槽后冷空气南下的路径也相应偏东, 只能影响到我国的东北地区。我国基本上为统计上显著相关区。因此, El Nino 年, 除东北部分地区外, 冬季风是减弱的。La Nina 期间, 中太平洋对流活动减弱, 时间序列为正, 我国大部分地区受反气旋东侧的北风距平控制, 冬季风是加强的。

OLR 超前风场 3 个月, 即秋季赤道中太平洋 OLR 与冬季风场的 SVD 分析得到的时间序列(图略), 与同期结果相似, 其峰值和谷值反映出 ENSO 特征。谷值对应 El Nino 年, 峰值对应 La Nina 年。异类相关矢量的分布(图 3 略)反映了时间序列为正值时风场的变化。El Nino 年, 时间序列为负, 与图 3b 相反。在中高纬地区中亚存在较强的反气旋性距平环流, 经向环流明显, 西风急流偏弱, 强冷空气不易到达东亚地区, 因此冬季风是减弱的。我国表现为一气旋性距平环流, 显著区域明显减小, 长江以南地区和西北地区在统计上是显著的。

OLR 超前风场 6 个月, 即夏季赤道中太平洋 OLR 与冬季风场的 SVD 分析得到的时间序列(图 2b), 与同期结果和超前 3 个月的相似, 其峰值和谷值也反映出 ENSO 特征。异类相关矢量的分布(图 3b)反映了时间序列为正值时风场的变化。El Nino 年, 时间序列为负, 风场的变化与图 3b 相反。西亚至中亚中高纬地区为一广阔的高压脊区, 我国大部地区为一气旋性距平环流, 东部对应南风距平, 冬季风减弱, 显著相关区在长江以南

地区和西北部分地区。

综合赤道中太平洋 OLR 与风场同期、超前 3 个月、6 个月的结果来看,相关矢量和时间序列的特征较为一致,只是在相关程度上有所差别。这说明前期夏季、秋季和同期赤道中太平洋 OLR 与冬季风场的相关是同位相的,El Nino 期间,前期夏季、秋季和同期的赤道中太平洋对流活动异常都会对亚洲冬季风产生影响。同期相关的显著区域较大,超前 3 个月和 6 个月时显著相关区主要位于长江以南和西北部分地区。

同样对赤道西太平洋 120~135°E, 5°S~5°N 的 OLR 场与风场作 SVD 分析。

表 3 赤道西太平洋 OLR 与冬季风场 SVD 分析的第一模态的方差贡献 (%)

时间	同期	超前 3 个月	超前 6 个月
300hPa	67.85	72.31	62.56

第一模态的方差贡献占到总模态的 60% 以上,因此相关矢量和时间序列的第一模态能够表现两场的主要特征,以下主要对第一模态进行分析。

同期、超前 3 个月、超前 6 个月(夏季赤道西太平洋 OLR 和冬季风)的时间序列(见图 4)也表现出 ENSO 事件的特征,与中太平洋符号相反,El Nino 年为峰值,La Nina 年为谷值。与中太平洋不同的是,超前 3 个月的时间序列对几次 ENSO 事件(时间、强度等)反映最为准确,模态相关数($r = 0.86$)也最高。

同期相关矢量的分布(见图 5)我国大部分地区为负相关,对应气旋性距平环流。这一相关矢量反映了时间序列为正值时风场的变化,时间序列为负时,风场变化相反。结合时间序列(图 4)分析,El Nino 期间,西太平洋对流活动减弱,OLR 值升高,时间序列为正,风场变化同图 5,亚洲东部地区为一气旋性距平环流。我国大部分地区在这一气旋控制之下,东部地区为南风距平,冬季减弱,在统

计上是显著相关区。因此,El Nino 年,受同期西太平洋对流活动异常的影响,我国冬季风是减弱的。La Nina 期间相反。

超前 3 个月的相关矢量分布与同期相关分布型类似,我国为一气旋性距平环流,西亚至中亚 20°N 以北至高纬地区为一大的反气旋性距平环流。西风急流也是减弱的。统计上的显著区域主要在我国南方地区和西北的部分地区。超前 6 个月的相关矢量分布图上我国基本无显著相关区。

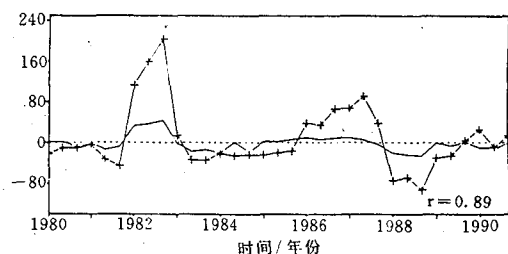


图 4 秋季赤道西太平洋 OLR 与冬季风场 SVD 得到的时间序列

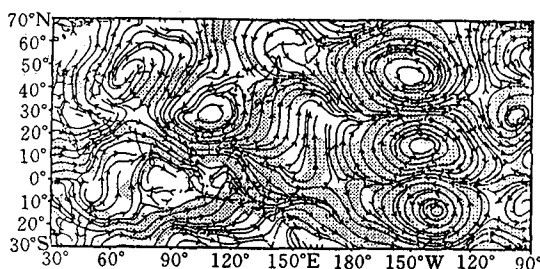


图 5 秋季赤道西太平洋 OLR 与 300hPa 冬季风场异类相关第一模态相关矢量

综合上述的结果,可以得出:秋季、冬季赤道西太平洋对流活动与我国冬季风有密切关系,表现为西太平洋对流活动增强(减弱),OLR 值降低(升高),对应 La Nina (El Nino)年,我国冬季风增强(减弱),东北季风减弱(增强)。

比较图 1、图 3 和图 5 发现,相关矢量分布型与冬季距平合成分布非常相似。图 5 与图 1 符号一致,图 3 与图 1 符号相反。即对流场和风场的第一模态相关矢量分布与实际 El Nino 年风场特征较为接近,说明两场有密切关系,同时也说明 SVD 方法的优越性,能够将两场多变量的信息压缩在前几个模态中。超前相关则为我国冬季风异常的预报提供了一定的依据。

3 结论与讨论

通过对赤道中、西太平洋对流活动与亚洲冬季高层风场的同期、超前 3 个月、超前 6 个月的相关分析,可以得出:

赤道中太平洋 OLR 与风场超前相关的时间尺度可达半年,西太平洋则在超前相关在前 3 个月时最为显著。显著相关的区域在长江以南和西北部分地区。表现为 El Nino 年前期夏、秋季中太平洋对流活动异常增强,

秋季西太平洋对流活动减弱,可能是影响我国冬季风异常减弱的原因之一,这对我国冬季环流异常的预报具有一定的意义。

由于时间序列列中包括 El Nino 和 La Nina 个例数较少,两次暖事件强度较强,持续时间较长,SVD 结果第一模态相关矢量(见图 2 和图 5)与 El Nino 年冬季风距平场(见图 1)非常一致。这说明强 El Nino 对我国冬季风异常的影响较 La Nina 更为明显。

参考文献

- 1 李崇银等. El Nino 事件发生的一个重要原因——东亚寒潮的频繁活动. 大气科学,1988,特刊.
- 2 施能等. 厄尔尼诺发生前的北半球大气环流及我国天气气候异常分析. 大气科学,1996,20(3):337~342.
- 3 施能. 气象科研与预报中的多元分析方法. 北京:气象出版社,1995:229~238.
- 4 陈隆勋等. 东亚季风. 北京:气象出版社,1991,229~238.

Effects of the Tropical Pacific Convective Activities on China's Winter Monsoon

Guo Yanjun

(National Climate Center, Beijing, 100081)

Ni Yunqi

(Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing, 100081)

Abstract

Based on monthly mean OLR data, and wind field at 300hPa, and by applying Singular Value Decomposition (SVD) technique, the relationship between the convective activities over the Pacific and China's winter monsoon was mainly studied. The results show that the instantaneous correlation between monsoon circulation and convective activities over the tropical Pacific is significant. The leading correlation between OLRA (anomalous) over the tropical Pacific and winter monsoon indicated seasonal and regional dependence. China's winter monsoon is obviously not only associated with OLRA over the equatorial central Pacific in last summer, but also associated with OLRA over the western tropical Pacific in last fall. The significant areas in China include southern China and some parts of northwest of China.

Key Words: ENSO OLRA SVD wind field