

文章编号: 1006-4354 (2004) 01-0014-04

环流季节变化及其异常的诊断分析

蔡新玲¹, 王盘兴¹, 李 明², 陶建玲²

(1. 南京气象学院, 江苏南京 210044 ; 2. 陕西省气象台, 陕西西安 710015)

摘 要: 介绍了局地型相似系数 (LPAC) 的计算方法。利用 NCEP/NCAR 850 hPa 月平均风场 41 a 再分析资料, 得出多年平均月际局地型相似系数图, 由此分析了环流的季节变化, 并结合长江流域洪涝的 1998 年, 分析了东亚环流季节转换的异常特征。结果表明, 局地型相似系数图能很好地揭示环流的季节变化, 并能反映季节转换的异常。

关键词: 局地型相似系数; 环流; 季节变化

中图分类号: P456.3 **文献标识码:** A

大气环流具有季节变化, 以冬季和夏季环流为 2 个基本态, 它们之间有较大差异。而且, 季节变化在许多区域还具有跳跃性。叶笃正、陶诗言和李麦村^[1]指出大气环流季节变化中存在“6 月突变”和“10 月突变”。曾庆存等^[2]用几个代表经度上的 300 hPa 东西风和 500 hPa 位势高度的

纬度—时间剖面图作了 1981 和 1982 年大气环流的季节变化分析, 发现东亚大陆以东至北美大陆, 以及热带至高纬, 大气环流的变化确有突变性。天气气候的经验表明, 局地环流型 (如风、压系统) 与局地天气气候 (如气温、降水) 的关系应表征环流的要素值 (如风速、气压值) 更密切。当

收稿日期: 2003-08-24

作者简介: 蔡新玲 (1969-), 女, 陕西周至人, 工程师, 主要从事天气预报工作。

参考文献:

[1] 陈 静, 薛纪善, 颜 宏. 物理过程参数化方案对中尺度暴雨数值模拟影响的研究 [J]. 气象学报, 2003, 61 (2): 203-218.

[2] 王鹏云, 阮 征, 康红文. 华南暴雨中云物理过程的数值研究 [J]. 应用气象学报, 2002, 13 (1): 78-87.

[3] 康丽莉, 雷恒池, 肖稳安. 中尺度模式中各种湿物理过程的数值模拟 [J]. 南京气象学院学报, 2003, 26 (2): 76-83.

[4] Grell G A, Dudhia J, Stauffer D R. A description of the fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5) [Z]. NCAR Technacal Note/NT-398+1. A, 1994: 138.

[5] Anthes R A. A cumulus parameterization scheme utilizing a one-dimensional cloud model [J]. Mon Wea Rev, 1977, 105: 270-286.

[6] Grell G A. Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations [J]. Mon Wea Rev, 1993, 121: 764-787.

[7] Hsie E Y, Farley R D, Orville H D. Numerical simulation of ice phase convective cloud seeding [J]. J Appl Meteor, 1980, 19: 950-977.

[8] Dudhia J. A nonhydrostatic version of the Penn State-NCAR mesoscale model: Validation tests and simulation of an Atlantic cyclone and cold front [J]. Mon Wea Rev, 1993, 121: 1493-1513.

[9] Reisner J, Rasmussen R M, Bruintjes R T. Explicit forecasting of supercooled liquid water in winter storms using the MM5 model [J]. Q J R Metero Soc, 1998, 124: 1071-1107.

[10] Schlitz P. An explicit parameterization for operational numerical weather prediction [J]. Mon Wea Rev, 1995, 123: 3331-3343.

分析涉及全球范围时,这种联系表现得更为突出。因此,王盘兴^[3]提出一种着眼于局地环流型差异的描述环流变化的环流特征量即局地型相似系数 LPAC (Local pattern analogue coefficient),它曾被用于数值试验结果的分析^[4],得到良好的效果。

1 局地型相似系数及其计算方法

局地型相似系数图方法是在相似系数的基础上提出的,将同一区域被比较的 2 个气象要素场看成是欧氏空间的 2 个向量,便可用其夹角余弦来表示其相似程度。

设某一区域 D 不同时刻的 2 个被比较的数量场为 $F_1(\lambda, \varphi)$ 、 $F_2(\lambda, \varphi)$, 其相似系数 A_s 由(1)式定义在 D 区域的中心位置 (λ_0, φ_0) 上,

$$A_s(\lambda_0, \varphi_0) = \frac{\iint_D [F_1^*(\lambda, \varphi) F_2^*(\lambda, \varphi)] d\sigma}{\|F_1^*(\lambda, \varphi)\| \|F_2^*(\lambda, \varphi)\|}, \quad (1)$$

式中, $[F_1(\lambda, \varphi)]_D$ 、 $[F_2(\lambda, \varphi)]_D$ 分别是 $F_1(\lambda, \varphi)$ 、 $F_2(\lambda, \varphi)$ 的区域平均值, $F_1^*(\lambda, \varphi)$ 、 $F_2^*(\lambda, \varphi)$ 是对区域平均值的偏差, “ $\|$ ” 是取模算符, 他们的定义分别是

$$[F_1(\lambda, \varphi)]_D = \iint_D F_1(\lambda, \varphi) d\sigma / D, \quad (2)$$

$$[F_2(\lambda, \varphi)]_D = \iint_D F_2(\lambda, \varphi) d\sigma / D$$

$$\begin{aligned} F_1^*(\lambda, \varphi) &= F_1(\lambda, \varphi) - [F_1(\lambda, \varphi)]_D, \\ F_2^*(\lambda, \varphi) &= F_2(\lambda, \varphi) - [F_2(\lambda, \varphi)]_D, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\|F_1^*(\lambda, \varphi)\| = \left[\iint_D F_1^{*2}(\lambda, \varphi) d\sigma \right]^{1/2}, \quad (4)$$

$$\|F_2^*(\lambda, \varphi)\| = \left[\iint_D F_2^{*2}(\lambda, \varphi) d\sigma \right]^{1/2}, \quad (5)$$

类似地, 将 D 域上的 2 个向量场(以风场为例) $V_1(\lambda, \varphi)$ 和 $V_2(\lambda, \varphi)$ 写成复数形式

$$\begin{aligned} V_1(\lambda, \varphi) &= u_1(\lambda, \varphi) + iv_1(\lambda, \varphi), \\ V_2(\lambda, \varphi) &= u_2(\lambda, \varphi) + iv_2(\lambda, \varphi), \end{aligned} \quad (6)$$

然后可以定义二维向量场的 LPAC

$$A_v(\lambda_0, \varphi_0) = \frac{\text{Re} \left[\iint_D V_1^*(\lambda, \varphi) \bar{V}_2^*(\lambda, \varphi) d\sigma \right]}{\|V_1^*(\lambda, \varphi)\| \|V_2^*(\lambda, \varphi)\|}, \quad (7)$$

式中“ $\text{Re}()$ ”表示取实部, “ $-$ ”为取共轭, 其它量同(1)式。

对于给定在均匀经纬格点网上的气象要素

场, 若其整个区域为 Ω , 而分析的重点是区域 D , D 在 Ω 内逐点移动, 根据(1)、(7)的离散场计算公式

$$A_s(I, J) = \frac{\sum_{i=I-I_0}^{I+I_0} \sum_{j=J-J_0}^{J+J_0} F_{1ij}^* F_{2ij}^*}{\left[\sum_{i=I-I_0}^{I+I_0} \sum_{j=J-J_0}^{J+J_0} F_{1ij}^{*2} \right]^{1/2} \left[\sum_{i=I-I_0}^{I+I_0} \sum_{j=J-J_0}^{J+J_0} F_{2ij}^{*2} \right]^{1/2}}, \quad (8)$$

$$A_v(I, J) = \frac{\sum_{i=I-I_0}^{I+I_0} \sum_{j=J-J_0}^{J+J_0} (u_{1ij}^* u_{2ij}^* + v_{1ij}^* v_{2ij}^*)}{\left[\sum_{i=I-I_0}^{I+I_0} \sum_{j=J-J_0}^{J+J_0} (u_{1ij}^{*2} + v_{1ij}^{*2}) \right]^{1/2} \left[\sum_{i=I-I_0}^{I+I_0} \sum_{j=J-J_0}^{J+J_0} (u_{2ij}^{*2} + v_{2ij}^{*2}) \right]^{1/2}}, \quad (9)$$

计算出图 1 中 Ω' 区域上所有点的 A_s 、 A_v 值。

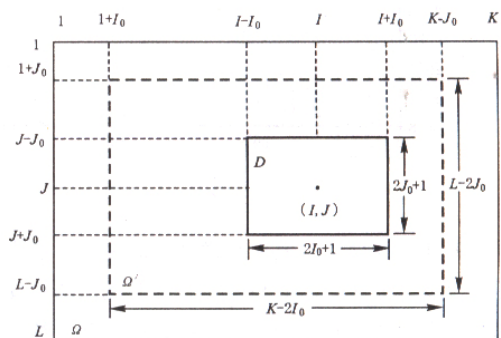


图 1 计算 LPAC 的资料范围

2 环流季节转换简单分析

所用资料为 NCEP/NCAR 的 850 hPa 月平均风场, 资料为 1957 年 12 月至 1998 年 12 月。计算的范围 (Ω') 为 $30^\circ\text{S} \sim 75^\circ\text{N}$ 的球带, 网格距为 $\Delta\varphi \times \Delta\lambda = 2.5^\circ \times 2.5^\circ$, 选择 D 的范围为 $50^\circ(\lambda) \times 10^\circ(\varphi)$, 它对应 $I_0=10$ 、 $J_0=2$, 这种 D 适合于月平均图上定常波的诊断。

分析 A_v 的季节变化便可分析环流的季节变化。4—5 月、9—10 月 850 hPa 风场的平均月际 LPAC 图(图 2a、图 2b)上, 低值区表示该季节所在地环流季节转换相对周围明显。由图 2a 可见, 4—5 月北半球环流转换相对明显的区域位于赤道西太平洋印度尼西亚附近至赤道和热带印度

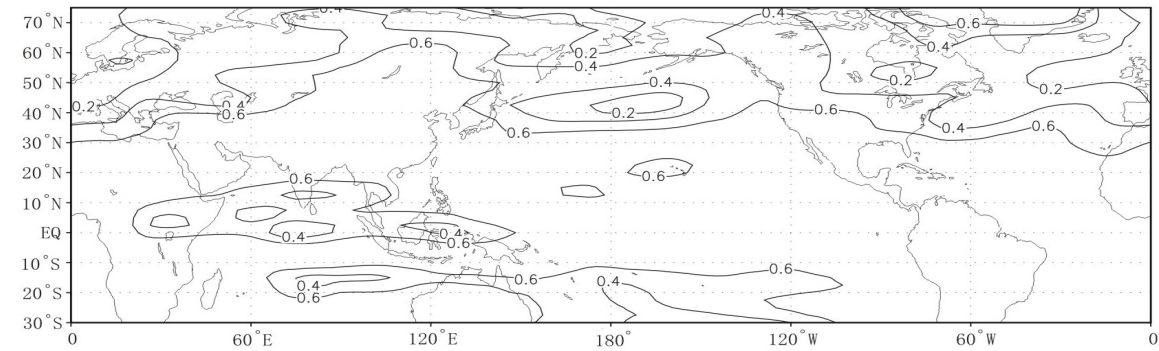


图 2a 4—5 月 850 hPa 风场平均月际变化的 LPAC 图

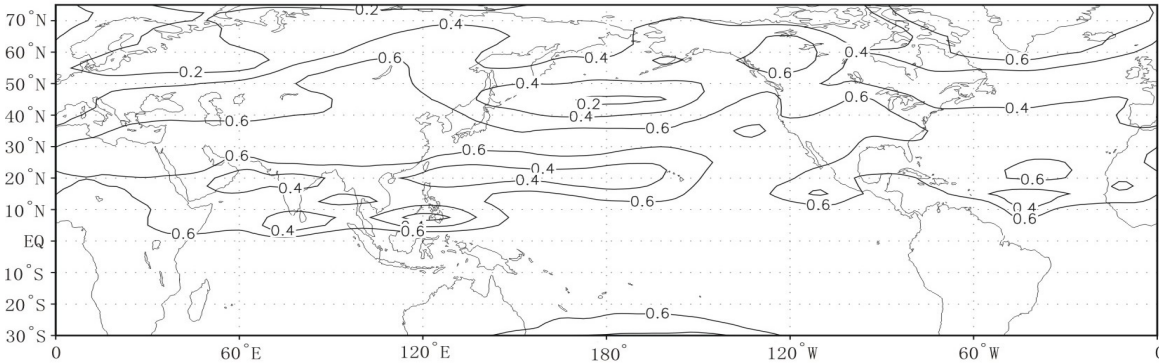


图 2b 9—10 月 850 hPa 风场平均月际变化的 LPAC 图

洋及南亚南部地区、北太平洋及以北地区、北大西洋及以北地区，东亚和南亚大部分地区环流变化相对不明显。LPAC 图所反映的与 4—5 月环流的变化是一致的。对于亚洲季风区而言，4—5 月处于由冬季环流向夏季环流的过渡季节，南海南部、南亚地区夏季风开始逐步建立，东亚的副热带夏季风还未建立，图 2a 中这一地区为 LPAC 的低值区，东亚为 LPAC 的相对高值区。图 2b 是 9—10 月月际 850 hPa 风场的 LPAC 图，9—10 月北半球环流转换相对明显的区域位于热带菲律宾至南海、南亚到东亚至副热带西太平洋中部等地区，这与 9、10 月处于夏季风向冬季风转换这一过渡季节的环流转换是一致的。

分析其它月份的 LPAC 演变(图略)，可以清楚地看见在冬半年向夏半年的过渡中，有一条 LPAC 的低值带由 2、3 月位于澳洲北部及印度尼西亚附近位置向西、向北推进，到 5、6 月该低值带到达南亚季风区，而在 6、7 月的 LPAC 图中，

南亚季风区低值带消失，最明显的低值带出现在东亚季风区。这与西南季风 6 月爆发，之后相对稳定，东亚夏季风由 5 月开始逐步向北推进是一致的。因此，LPAC 图简单明了地反映了夏季风的推进过程。由夏半年向冬半年的过渡中，大致相反的过程在这一区域重演，反映了夏季风撤退冬季风的建立。

3 1998 年夏半年季节转换特征分析

从 6—7 月(图 3)、7—8 月的平均 LPAC 图(图略)看，北半球 6—7 月、7—8 月环流月际变化最为明显的地区是东亚及西北太平洋。而在 6—7 月环流转换是，西太平洋副热带高压北跳，脊线从 20~25°N 跳到 25~30°N，江淮梅雨结束，华北雨季开始。在 7—8 月，随着副热带高压的继续向北增强，雨带也继续向北推进。与 LPAC 图表现的一致。这是多年平均、相当于正常年份的情况。

从 1998 年 6—7 月(图 4)、7—8 月 LPAC 图

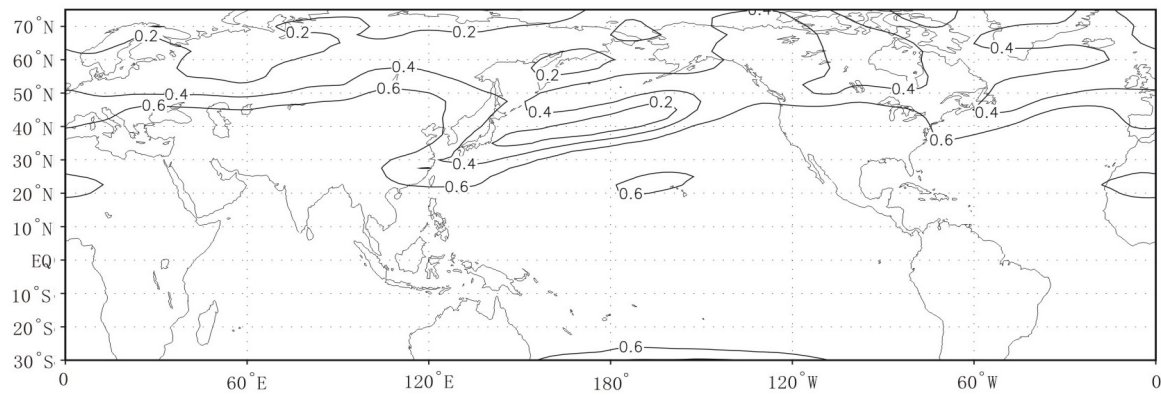


图 3 6—7 月 850 hPa 风场平均月际变化的 LPAC 图

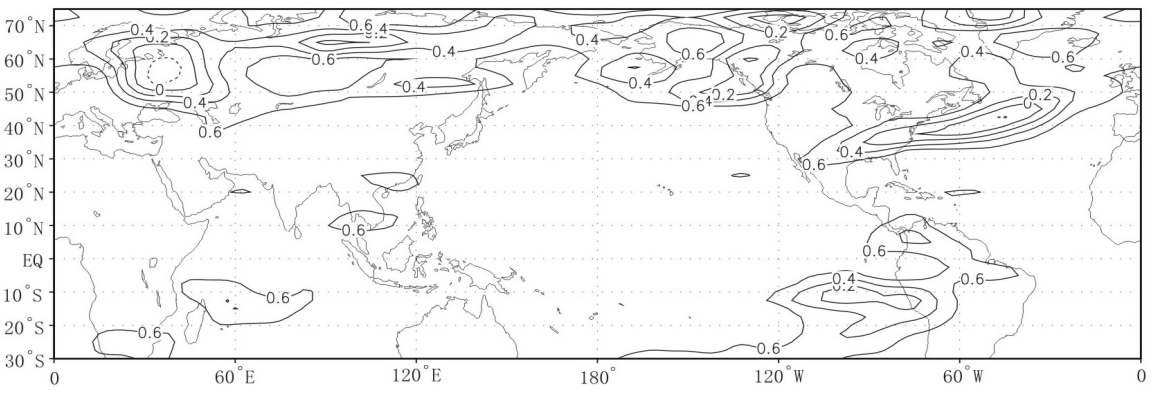


图 4 1998 年 6—7 月 850 hPa 风场的 LPAC 图

(图略) 看, 在正常年环流变化比较明显的东亚和西北太平洋地区, 不存在 0.6 以下的等值线, 说明该地区 6—8 月环流变化都不大。也就是说, 1998 年夏季东亚季节变化发生了异常。事实上 1998 年夏季长江流域出现了 1954 年以来全流域性的特大洪水。李维京^[5]分析指出, 1998 年 6—8 月西太平洋副高位置较常年偏南, 特别是 7 月中旬到 8 月上旬副高较常年持续异常偏南, 从而形成了长江流域异常降水过程。1998 年东亚环流季节转换异常表现在 LPAC 图上即为该地区相对于正常年出现了 LPAC 的相对高值。LPAC 图简单明了地反映了 1998 年季节转换的异常特征。

4 讨论

局地型相似系数简要揭示了环流的变化特征和环流月际变化的异常。图形简洁, 结论明确, 但仅对 850 hPa 风场月平均资料作了简单分析, 其

它高度层及候平均资料的分析, 应当更有意义, 有待进一步研究。

参考文献：

[1] 叶笃正, 陶诗言, 李麦存. 在六月和十月大气环流的突变现象 [J]. 气象学报, 1958, 29: 249-263.

[2] 曾庆存, 梁信忠, 张明华. 季风和大气环流季节突变的数值模拟 [J]. 大气科学, 1988, (特刊): 22-42.

[3] Wang Panxing. A map of local pattern analogue coefficient—a tools for display circulation anomaly [J]. Acta Meteorological Sinica, 1992, 6: 325-331.

[4] Wang Panxing. Anomaly of the IAP GCM model atmosphere in El Nino year [J]. Acta Meteorological Sinica. 1991, 5: 608-616.

[5] 李维京. 1998 年大气环流异常及其对中国气候异常的影响 [J]. 气象, 1999, 25 (4): 20-29.