

东北冷涡持续活动的分析研究

孙 力

(吉林省气象科学研究所, 长春 130062)

摘 要 本文首先分析了东北冷涡的持续性活动特征, 然后讨论了东亚大气 10~20 天低频振荡及瞬变扰动对东北冷涡持续活动的影响。结果表明, 准双周振荡在我国东北地区十分活跃, 从时间连续的低频天气图上发现, 该地区附近周期性循环出现的低频气旋同东北冷涡的形成和发展关系密切, 并且其传播路径也较有规律。另外, 本文还通过 E 矢量分析以及月平均准地转位涡的收支计算, 研究了东亚大气瞬变扰动对形成时间平均冷涡的影响, 得出, 在时间平均东亚阻高/东北冷涡偶极子系统控制的区域附近有瞬变扰动动能向时间平均气流动能转换, 同时这里也存在明显的 E 矢量辐合, 导致平均西风减弱, 而有利于经向环流的发展。时间平均气流的位涡平流不利于阻高/冷涡偶极子系统的存在, 且使偶极子系统高、低压中心的经向距离拉大, 而瞬变扰动的位涡输送则有利于冷涡高位涡值和阻高低位涡值在原地维持, 阻止它们向下游传播。

关键词 东北冷涡 持续性活动 10~20天低频振荡 瞬变扰动 异常天气

1 引言

东北冷涡是东亚大气环流中的重要组成部分, 也是我国东北地区所特有的重要天气系统, 它一年四季均可出现, 对东北地区的天气气候有着很大影响。东北冷涡的最主要特征之一是它移动比较缓慢, 可以不断再生发展, 具有较强的准静止性, 一般可维持四五天, 最多时可达十余天, 带来连续数日的低温阴雨天气, 有时在月平均图上仍可分析出闭合的低涡环流, 特别在夏季, 它的持续性活动特征十分明显。虽然过去人们对东北冷涡的气候规律和某些天气学特征做过一些分析^[1,2], 但对其持续活动的成因研究甚少。本文通过分析夏季东亚大气 10~20 天低频振荡特征及其与东北冷涡的相互关系和瞬变扰动对时间平均冷涡形成的影响, 对上述提出的问题进行了讨论。

2 东北冷涡的持续性活动特征

按照文献[1]对东北冷涡的定义, 利用 35 年 (1956~1990) 的资料, 统计分析得出, 夏季的 6 至 8 月东北冷涡总共出现了 1364 天, 占该期间总天数的 42%, 因此可以说东北冷涡是夏季影响东北地区的一个十分重要的天气系统。35 年来, 6、7 和 8 月月平均可出现东北冷涡 15.1、12.5 和 11.3 天, 其中上述月份中每月冷涡活动超过 15 天的比例也可以达到 54.3%、51.4% 和 40.0%, 1974 年 6 月、1957 年 7 月和 1963 年 8 月的冷涡活动天数甚至达到了 28、23 和 25 天。35 年中 4~10 月共出现了 698 个东北冷涡

过程, 平均每次冷涡过程持续大约 3.94 天, 其中以夏季 (6~8 月) 每次冷涡过程持续天数为最长, 达 4.07 天, 其中 6、7 和 8 月持续活动达到和超过 6 天的东北冷涡出现的概率分别是 21.7%、18.9% 和 17.7%, 即夏季有大约 1/5 的东北冷涡持续活动时间可以达到 6 天以上, 甚至 1990 年 6 月 4 日开始的东北冷涡过程一直持续到了 6 月 17 日, 达 14 天之久。由上述统计分析结果可以看出, 东北冷涡有较强的准静止性, 特别在夏季, 它的持续性活动特征是非常明显的。

3 东亚大气 10~20 天振荡对东北冷涡持续活动的影响

大气中的准双周振荡是在研究南亚季风天气时发现的, 在这之后, 国内外学者对这一问题又进行了很多有益的探讨^[3~7], 尽管如此, 有关东亚中纬地区大气 10~20 天低频振荡的许多事实尚待进一步揭露, 尤其是联系天气实际深入研究其活动规律方面还显得比较薄弱。我们通过分析 1986 年夏季东亚地区 500 hPa 大气准双周振荡特征, 着重研究了东北冷涡活动同这种振荡的相互关联。

3.1 资料与方法

本文分析采用了 1986 年 6 月 1 日至 8 月 30 日共 90 天的 500 hPa 的 u, v 资料, 资料来源为 ECMWF 的客观分析, 每天 12 时一个时次, 范围是 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{N}$, $0^{\circ}\sim 180^{\circ}\text{E}$, 网格距 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 经纬度。滤波器采用的是 Butterworth 方法, 其滤波输出为

$$y_k = a(x_k - x_{k-2}) - b_1 y_{k-1} - b_2 y_{k-2}, \quad k = 1, 2, \dots, N.$$

其频率响应函数为

$$W(Z) = \frac{a(1 - Z^2)}{1 + b_1 Z + b_2 Z^2},$$

其中

$$a = \frac{2\Delta\Omega}{4 + 2\Delta\Omega + \Omega_0^2}, \quad b_1 = \frac{2(\Omega_0^2 - 4)}{4 + 2\Delta\Omega + \Omega_0^2}, \quad b_2 = \frac{4 - 2\Delta\Omega + \Omega_0^2}{4 + 2\Delta\Omega + \Omega_0^2},$$

$$\Delta\Omega = 2 \left| \frac{\sin\omega_1 \Delta t}{1 + \cos\omega_1 \Delta t} - \frac{\sin\omega_2 \Delta t}{1 + \cos\omega_2 \Delta t} \right|, \quad \Omega_0^2 = \frac{4\sin\omega_1 \Delta t \sin\omega_2 \Delta t}{(1 + \cos\omega_1 \Delta t)(1 + \cos\omega_2 \Delta t)}.$$

这里 $N = 90$ 天, $\Delta t = 1$ 天, $\omega_0 = 2\pi / 14.14$, $\omega_1 = 2\pi / 10$, $\omega_2 = \omega_0^2 / \omega_1$, 这样即可得出 10~20 天周期变化的时间序列。

3.2 准双周振荡的地区分布

图 1 表示 1986 年 6~8 月 500 hPa 10~20 天周期纬向风振荡的方差分布, 可以看到, 比较活跃的振荡主要出现在 $40^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ 之间的中纬西风带, 两个方差极值区分别位于 $55^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{E}$, $42^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ 和 $110^{\circ}\sim 135^{\circ}\text{E}$, $42^{\circ}\sim 52^{\circ}\text{N}$ 范围内, 值得注意的是后者正是东北冷涡经常出现的区域, 这也暗示了东亚大气 10~20 天振荡与东北冷涡之间可能存在着的相互联系。另外在副热带西北太平洋还有一个大值区, 这与文献[7]的结果有一定类似。

3.3 10~20 天振荡的传播

考虑到东北冷涡主要出现在 45°N 左右的纬带上, 并且这里也是 500 hPa 准双周振

荡最活跃的地区, 因此我们首先给出了沿 45°N 带通滤波纬向风场的经度-时间剖面分布 (图 2)。可以看出在这一纬带上, $10\sim 20^{\circ}\text{E}$, $60\sim 70^{\circ}\text{E}$ 以及 $110\sim 130^{\circ}\text{E}$ 附近是振幅比较大的区域, 低频波的传播在 120°E 附近以西主要是自西向东传播, 并且在东传过程中, 时有加强或减弱, 例如来自 $60\sim 70^{\circ}\text{E}$ 的较强波动在传至蒙古高原时曾一度减弱, 翻过高原进入我国东北地区后又显著加强。在 120°E 以东低频波有自东向西传播的迹像, 特别是 7 月份以后, 这一特征更为明显。因此, 120°E 附近似乎是一个 $10\sim 20$ 天低频波传播的汇区, 来自东西两个方向的准双周振荡在这一地区汇集加强, 预示着可能对东北冷涡有较大影响, 这一点从图 2 中也能看得比较清楚, 首先, 东北冷涡总是倾向于出现在 $10\sim 20$ 天振荡的大值区附近, 其次, 低中心在 45°N 以北的冷涡, 一般都出现在振荡的正位相区, 而低中心在 45°N 以南的冷涡, 主要发生在振荡的负位相区, 在 6~8 月的 54 个冷涡天中, 只有一天是例外。由此看来, 东亚地区 $10\sim 20$ 天振荡不仅对东北冷涡的强度而且特别是对其存在的位置有着十分明显的影响, 而在不同位置上出现的冷涡所造成的天气变化也是有很大差别的。

为研究东亚地区准双周振荡的经向传播, 我们选择了上述方差大值区域里的 122.5°E 做了低频 u 分量的纬度-时间剖面分布 (图 3), 图中表明, 在 $40\sim 50^{\circ}\text{N}$ 的纬带上是振幅比较大的区域, 并且时间不同, 振荡的传播方向也有所差异, 6 月份中纬地区似乎是一个振荡源, 低频波由这里向北可传至 65°N , 而向南甚至可以传至赤道附近的热带地区。7 月以后, 低频波的传播有明显变化, 中纬 $40\sim 50^{\circ}\text{N}$ 由源区转变为汇区, 即在这一纬带以南, 低频波是自南向北传播, 而以北是自北向南传播, 来自南北两个方向的振荡在这一地区汇集以后, 振幅明显加强。6 和 7 月以后低频振荡传播方向的变化与大气环流形势的变化是密切相关的, 7 月份之前乌拉尔山阻高较为明显, 冷空气活动以西北路径为主, 而 7 月份之后鄂霍次克阻高逐渐加强。

3.4 东北冷涡与低频气旋的关系

东北地区上空有准双周低频系统的振荡和传播, 也有冷涡的发展和移动, 它们都是

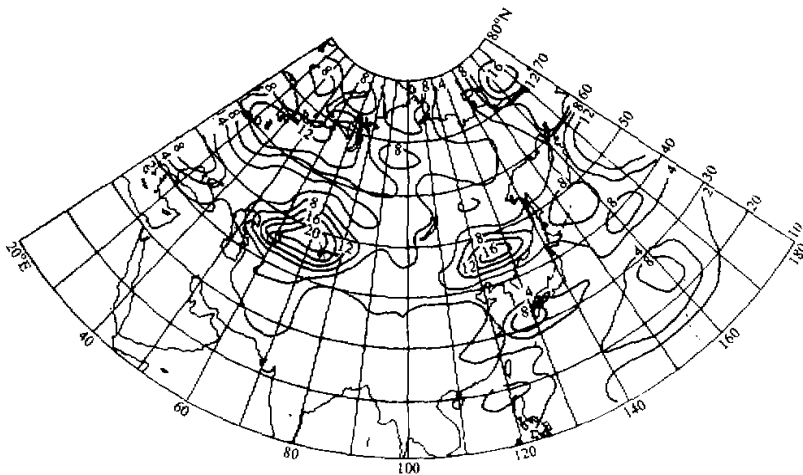


图 1 1986 年 6~8 月 500 hPa 低频 (10~20 天) u 分量的方差分布

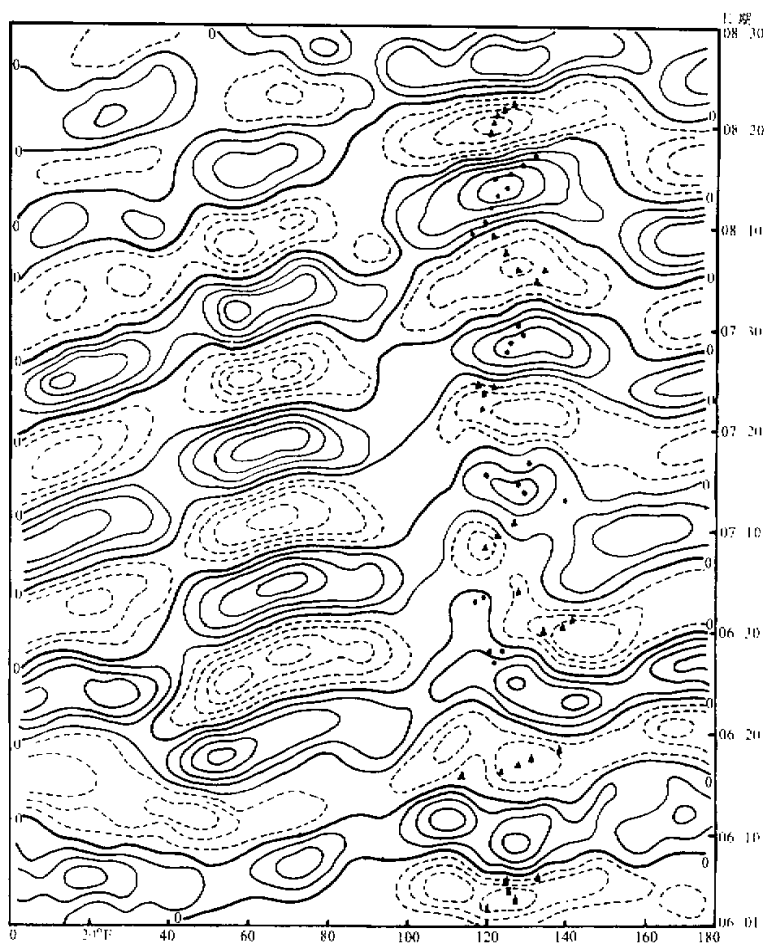


图2 1986年6~8月500 hPa沿45°N低频(10~20天) u 分量的经度-时间剖面

▲表示低中心在45°N以南的冷涡位置, •表示低中心在45°N以北的冷涡位置

实线为正, 虚线为负, 间隔2 m/s

在特定的区域(东北地区)和特定的高度(500 hPa)上存在的, 尽管它们性质不同, 但从前文的分析已经看出, 它们之间还是有密切联系的。对比未经滤波的每日天气图发现, 东亚地区10~20天低频气旋的活动同东北冷涡之间有比较好的对应关系, 图4给出了1986年6~8月5个典型东北冷涡过程中(限于篇幅只给出5个个例)每个过程中间那一天的低频流场, 并将当天冷涡中心位置在图中标出。通过分析发现, 东北冷涡倾向于出现在低频气旋的中心附近, 并且随着低频气旋的增强、减弱以及位置变化而随之发生相应的变化, 当东北地区由低频反气旋控制时, 则一般没有冷涡活动。现以1986年7月12~18日的冷涡过程为例加以说明, 7月12日12时, 东北地区东北部原本比

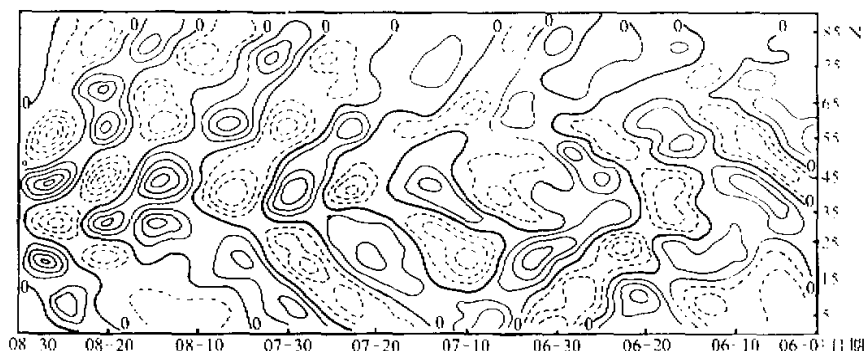


图3 1986年6~8月500 hPa沿122.5°E低频(10~20天) u 分量的纬度—时间剖面。其余同图2

较弱的低频扰动中出现了低频气旋,但范围较小,强度也较弱,13日12时此低频气旋明显发展,范围扩大,而后向西偏南方向缓慢移动,至17日12时,此低频气旋移至110°E,45°N附近,18日12时以后明显减弱并移出东北地区,19日12时东北地区大部逐渐被低频反气旋控制。同上述演变相对应,东北冷涡也是在12日12时在东北地区东北部开始发展,13日12时形成闭合环流后强度明显加强,而后也向西偏南方向移动,18日12时以后强度也明显减弱并移出东北地区,冷涡过程结束,东北地区转而出较弱的高压脊控制。由此可见,东北冷涡的生成、发展或减弱以及位置变化与东亚大尺度10~20天低频气旋的变化是紧密联系的。低频气旋实际上是东北冷涡在10~20天频率段上的反映,换言之,东北冷涡在一定程度上具有准双周振荡的特征,因此东亚大尺度10~20天振荡是导致东北冷涡持续活动的一个重要原因。

4 东亚大气瞬变扰动对东北冷涡持续性活动的影响

一般来说在中纬地区,波状环流是主要的,要出现稳定的长生命史的涡旋性环流,必须有一些特殊条件,由于中高纬大气环流的主要特征之一是具有较大的变率,因此研究瞬变扰动对东北冷涡持续性活动的影响是有意义的。

矢量

$$\vec{E} = (\overline{v'^2} - \overline{u'^2}, -\overline{u'v'})$$

是 Hoskins 等^[8]发展的三维 E-P 通量的水平分量,式中“'”表示对时间平均的偏差,“—”表示时间平均,经推导在相对误差小于10%的范围内,从时间平均气流到瞬变扰动的正压动能转换可写成^[8]

$$C \approx -\vec{E} \cdot \nabla \bar{u}$$

其中 $\bar{u}$ 是时间平均纬向风,即 $C > 0$ 时,瞬变扰动向时间平均气流转换动能; $C < 0$ 时,时间平均气流向瞬变扰动转换动能。

文献^[8]进一步指出,时间平均西风 $\bar{u}$ 的局地变化也可以写成

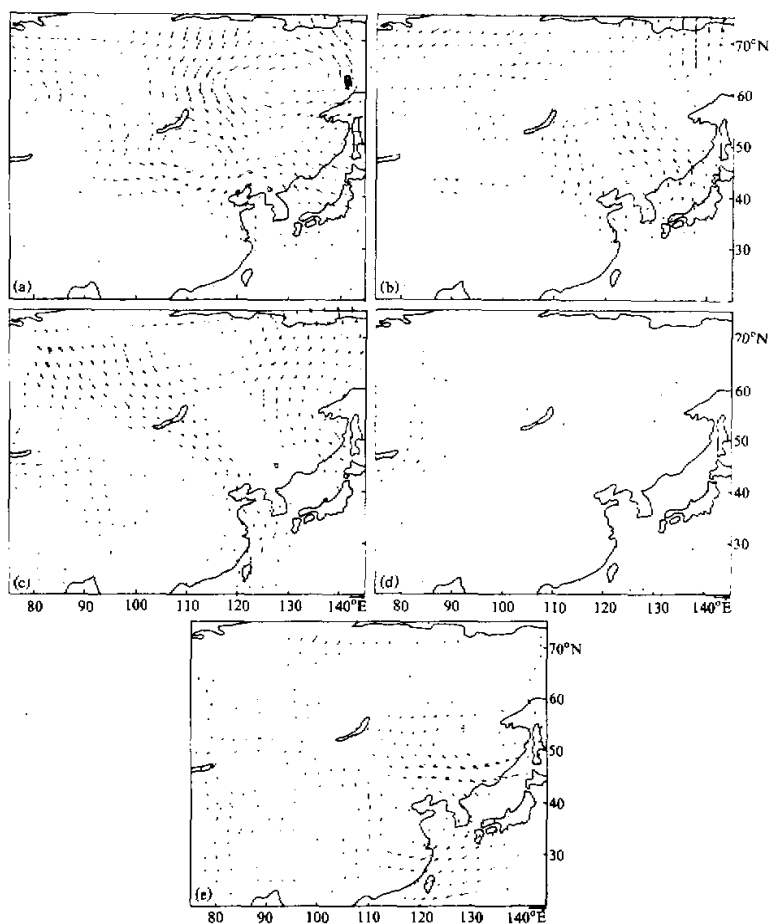


图4 1986年6~8月5次典型东北冷涡过程中, 每个过程中间那一天500 hPa低频流场图
·表示冷涡位置, (a) 1986年6月4日, (b) 1986年6月16日, (c) 1986年6月29日,
(d) 1986年7月14日, (e) 1986年8月16日

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} = f \bar{V}_a + \nabla \cdot \bar{E},$$

即 $\bar{E}$ 辐合(辐散)可以导致时间平均西风气流减速(加速), 从而对应于东风(西风)强迫。

等压面上, 在绝热无摩擦运动中, 准地转位涡是守恒的, 即

$$\frac{\partial}{\partial t} q + \bar{V} \cdot \nabla q = 0,$$

其中 $q = \zeta + f - f_0 \frac{\partial}{\partial p} \left(\frac{\delta T}{S(p)} \right)$ 是准地转位涡, $S(p) = -T_0(p) \frac{\partial}{\partial p} \ln \theta_0(p)$ 是静力稳定度, f_0 是平均科里奥利参数, δT 是对基本态 T_0 的偏差。将变量分离为时间平均和瞬变扰动

并代入上述方程的平流项中可以得到

$$\overline{\mathbf{V} \cdot \nabla q} = \overline{\mathbf{V}} \cdot \nabla \overline{q} + \overline{\mathbf{V}' \cdot \nabla q'}.$$

这样即可探讨时间平均气流和瞬变扰动对时间平均位涡变化的影响。另外, 时间平均 ζ (流相对涡度) 的局地变化可以写成^[9]

$$\frac{\partial \overline{\zeta}}{\partial t} = -\mathbf{V} \cdot \nabla (\overline{\zeta} + f\overline{V}) - \nabla \cdot (\overline{\zeta'V'}) + \overline{F} + R_v.$$

其中 ζ 是相对涡度, F 是次网格尺度耗散项, R_v 是剩余项, 包括垂直涡度平流、涡度通量的垂直辐合及扭转项等。上式表明, $\nabla \cdot (\overline{\zeta'V'})$ 为正(负)值导致平均气流涡度减少(增加), 从而对应于反气旋式(气旋式)强迫。

我们选择了 1986 年 7 月 1~30 日作为分析对象, 所以这样选取是因为这段时间内东北地区冷涡活动频繁, 且稳定少动, 按照文献[1]对东北冷涡的定义, 这个月内竟有 19 天冷涡, 因而造成了东北地区持续性的低温阴雨天气。图 5 是 1986 年 7 月份 500 hPa 的月平均位势高度分布, 资料来自 ECMWF 的客观分析(以下同), 可以看出, 明显特点是, 这期间中高纬西亚槽位于 60~80°E, 比平均位置偏西, 而位于 160~180°E 的东亚槽则偏东, 两槽之间, 在东北亚有稳定的阻塞高压维持, 阻塞高压南侧存在一个明显的时间平均东北冷涡系统, 两者呈偶极分布, 较强的西风斜压带自欧洲西海岸向东伸展至 80°E 附近, 然后出现分流。

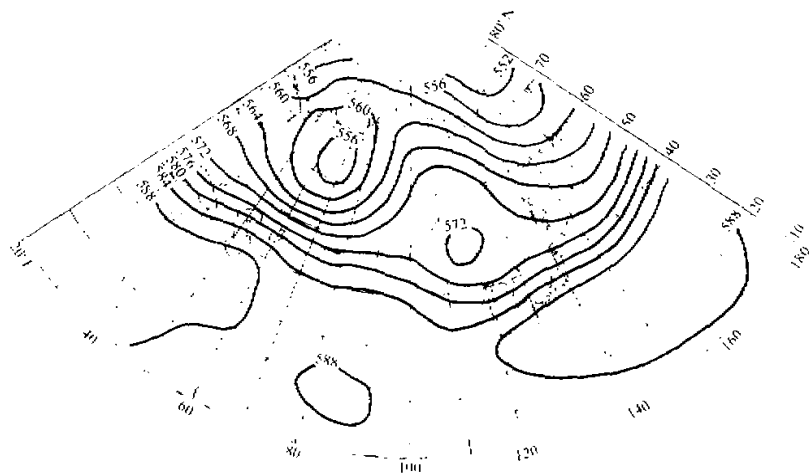


图 5 1986 年 7 月份月平均位势高度分布

图 6 表示的是 500 hPa 时间平均动能与瞬变扰动动能之间相互转换的空间分布, 它的主要特征是, 沿着阻塞/冷涡偶极子南侧和北侧的西风急流带上有时间平均气流动能向瞬变扰动动能转换, 以使这两支急流上的瞬变扰动不断生成和传播, 特别是在贝加尔湖以西的西风分流区这种转换更为明显。而在时间平均冷涡及其北侧的时间平均阻塞所控制的区域附近, 则有明显的瞬变扰动动能转换成时间平流气流动能, 使阻塞/冷涡系统能较为稳定地得以维持, 即瞬变扰动对形成时间平均冷涡系统有重要影响。

瞬变扰动对维持阻塞/冷涡偶极子系统的作用也可以从 $\bar{E}$ 的散度分布中得到进一步证实(图7),图中可见,该量在中高纬基本呈正负相间的经向分布,在时间平均冷涡和其北侧的东亚阻高所控制的区域附近,有明显的 $\bar{E}$ 辐合区存在,即这里的时间平均西风将要减弱而有盛行经向环流的趋势,从而有利于阻塞/冷涡偶极子系统的稳定维持。

图8表示1986年7月300 hPa上的月平均准地转位涡 $\bar{q}$, $\bar{q}$ 运动以及温度场 $-\int_0^{\infty} \partial(\delta T/S)/\partial p$ 的分布在东亚地区具有较好的一致性(图略),即在阻高附近均为小值,而冷涡控制区是相对大值,这样使得平均位涡 $\bar{q}$ 能清楚反映出这种偶极型结构。但我们更感兴趣的还是平均气流和瞬变扰动对平均位涡 $\bar{q}$ 的影响。

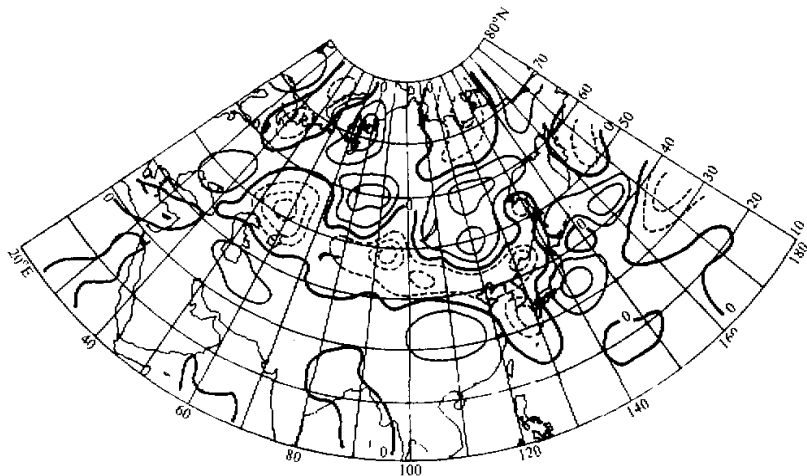


图6 1986年7月500 hPa瞬变扰动向时间平均气流动能转换的空间分布
实线和虚线分别表示正值和负值,等值线间隔为 $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}^2$

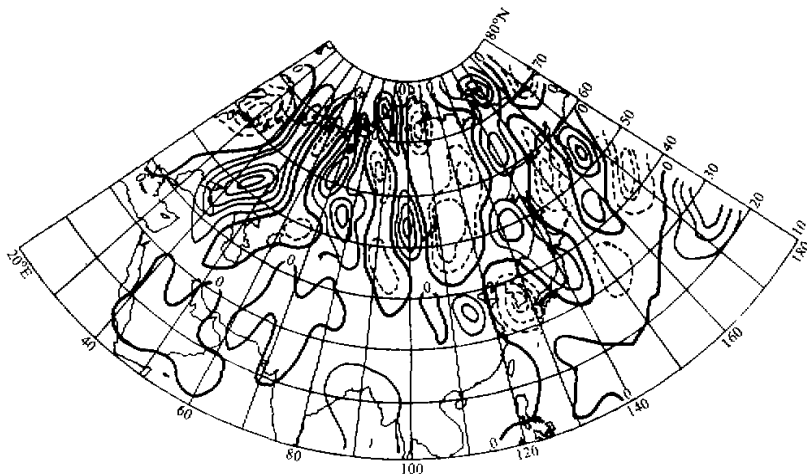


图7 1986年7月500 hPa $\nabla \cdot \bar{E}$ 的分布。等值线间隔为 $2 \times 10^{-5} \text{ m}/\text{s}^2$

如图 9 所示(经过 9 点平滑的 $\bar{V} \cdot \nabla \bar{q}$ 分布), $\bar{q}$ 的平均气流平流项 $\bar{V} \cdot \nabla \bar{q}$ 在与东亚阻高相联系的低位涡区附近及其北侧为明显的负值(正的平均位涡平流), 而在其东北侧是较强的正值, 就冷涡而言, 其西侧和西南侧, $\bar{V} \cdot \nabla \bar{q}$ 为正, 东南侧则是显著的负值区, 因此平均位涡平流具有使阻塞/冷涡偶极子系统向下游移动的作用, 并且使偶极子高、低中心的经向距离拉大, 所以 $\bar{V} \cdot \nabla \bar{q}$ 不利于冷涡及其北侧东亚阻高的稳定维持。

瞬变强迫作用 $\bar{V} \cdot \nabla q'$ 的分布在一定程度上与平均位涡平流正好相反(当然不是完全的平衡, 见图 10——经过 9 点平滑的 $\bar{V} \cdot \nabla q'$ 分布), 并且两者有相同的量级, 在时间平均冷涡控制的区域附近, $\bar{V} \cdot \nabla q'$ 是负值分布, 而与阻高相联系的低位位涡区及其北侧, 则为明显的正值, 即该量的特征是南北向辐散辐合的偶极分布, 其作用在于维持

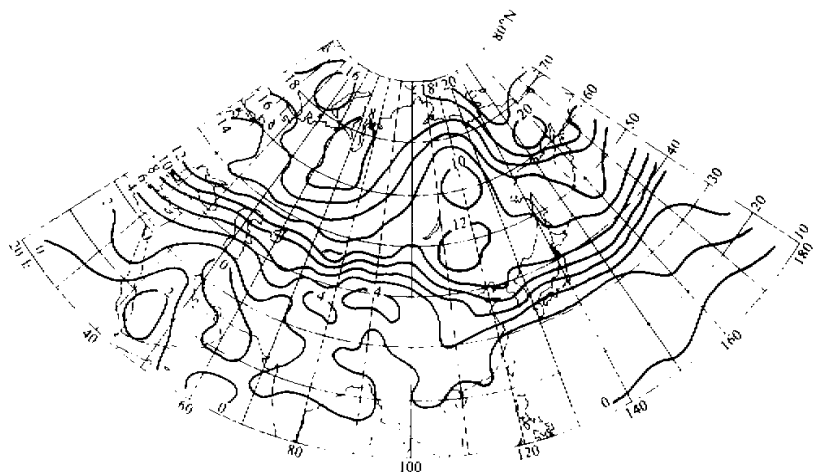


图 8 1986 年 7 月 300 hPa 平均准地转位涡 $\bar{q}$ 分布。单位: 10^{-6} s^{-1}

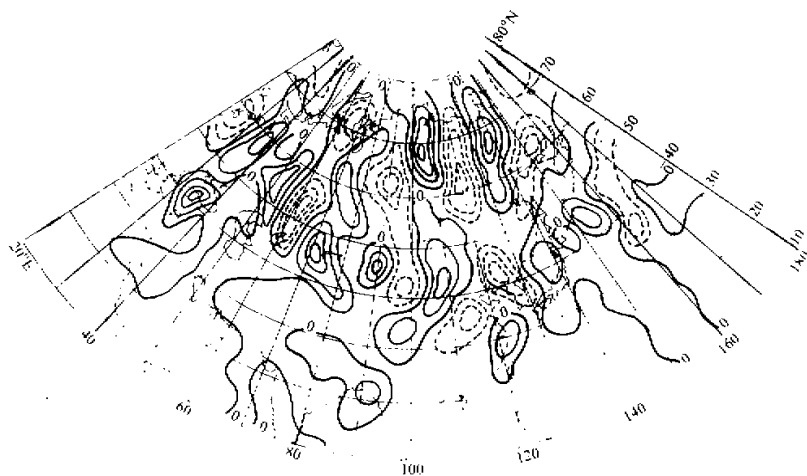


图 9 1986 年 7 月 300 hPa 上 $\bar{q}$ 的平均气流平流 ($\bar{V} \cdot \nabla \bar{q}$) 分布。间隔: $1 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$

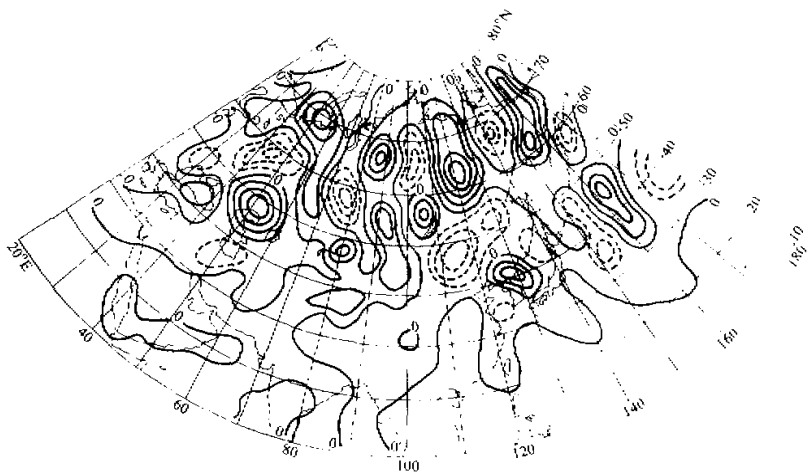


图 10 1986 年 7 月 300 hPa 上 $\bar{q}$ 的涡动强迫 ($\bar{\mathbf{V}} \cdot \nabla \bar{q}$)。间隔: $1 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$

阻高/冷涡系统中较为异常的低 $\bar{q}$ 值和高 $\bar{q}$ 值,阻止它们向下游传播。

从扰动涡度通量散度的分布中(图略)可以看到,在冷涡和阻高所在区域的经向方向, $\nabla \cdot (\zeta' \bar{\mathbf{V}})$ 基本呈辐散辐合的相间排列,即在东亚阻高附近及其东侧,该值基本为正,从而有利于平均阻高的维持,其南侧的时间平均冷涡区域附近及系统西侧,此值以负为主,从而有利于时间平均冷涡的稳定。

5 结论

本文通过分析东亚大气 10~20 天低频振荡特征及其与东北冷涡之间的关系,以及瞬变扰动对形成时间平均冷涡重要作用的研究,得到如下几点结论:

(1) 东北冷涡虽然从空间尺度上来说一般属天气尺度波动,但从时间分布上看,具有较强的准静止性,特别在夏季,它的持续性活动特征是明显的。

(2) 比较活跃的准双周振荡除了副热带西北太平洋外,主要出现在 $40 \sim 55^\circ \text{N}$ 之间的中纬地区,特别在我国东北地区存在这种振荡的极大方差分布。而这里正是东北冷涡活动源地所在。低频振荡的传播也较有规律, 45°N 低频 u 分量的经度-时间剖面上, 120°E 以西低频波自西向东传播,而以东主要是自东向西传播, 122.5°E 低频 u 分量的纬度-时间剖面上,东北地区 6 月是这种低频波的源,而 7、8 月则是汇。

(3) 东北冷涡活动与东亚大气 10~20 天振荡有密切的关系,在时间连续的低频天气图上,东北地区有低频气旋和反气旋周期性循环出现,冷涡一般倾向于在低频气旋中心附近生成和发展,并随低频气旋移动而移动,在低频反气旋控制时,其周围则一般很少有冷涡活动。 45°N 低频 u 分量的经度-时间剖面上, 45°N 以北出现的冷涡一般存在于低频 u 分量的正值区,而 45°N 以南的冷涡则一般存在于其负位相区。因此东亚大气准双周振荡是导致东北冷涡持续活动的一个重要原因。

(4) 东亚大气瞬变扰动对时间平均冷涡的形成有至关重要的影响, 在阻高/冷涡偶极子系统控制的区域附近有明显的瞬变扰动动能向时间平均气流动能转换。同时这里也存在较强的 $\bar{E}$ 矢量辐合, 导致平均西风减弱, 而有利于经向环流的发展。扰动涡度通量散度的分布也表明, 瞬变扰动倾向于在时间平均冷涡附近增加时间平均涡度, 而在阻高控制区附近减少时间平均涡度。

(5) 平均准地转位涡平流 ($\bar{V} \cdot \nabla \bar{q}$) 不利于阻高/冷涡偶极子系统的稳定维持, 且使高、低压中心的经向距离拉大。而瞬变扰动的位涡输送则有利于冷涡高位涡值和东亚阻高低位涡值在原地维持, 阻止它们向下游传播。所以瞬变扰动是导致东北冷涡持续活动的另一个重要原因。

参 考 文 献

- 1 孙力等, 1994, 东北冷涡时空分布特征及其与东亚大型环流系统之间的关系, 应用气象学报, 5(3), 297~303.
- 2 孙力等, 1995, 暴雨类冷涡与非暴雨类冷涡的合成对比分析, 气象, 21(3), 7~10.
- 3 孙淑清, 1979, 盛夏亚洲上空副热带高压活动的波谱分析, 台风及热带环流的研究, 北京: 科学出版社, 68~76.
- 4 Blackmon, M.L. et al., 1984, Horizontal Structure of 500 mb height fluctuations with long, intermediate and short time scale, *J. Atmos. Sci.*, 41, 961~979.
- 5 Blackmon, M.L. et al., 1984, Time variation of 500 mb fluctuations with long, intermediate and short time scale as deduced from log correlation statistics, *J. Atmos. Sci.*, 41, 981~991.
- 6 武培立、李崇银, 1990, 大气中 10~20 天准周期振荡, 大气科学文集, 北京: 科学出版社, 149~159.
- 7 胡坚, 1994, SPECTRUM-90 时期大气 10~20 天准周期振荡对热带气旋转向路径的影响, 大气科学, 18(5), 520~526.
- 8 Hoskins, B.J., I.N. James and G.H. White, 1983, The shape propagation and mean-flow interaction of large scale weather systems, *J. Atmos. Sci.*, 40, 1595~1612.
- 9 广一弘, 1989, 天气动力学中的诊断分析方法, 北京: 科学出版社, 231.

A Study of the Persistence Activity of Northeast Cold Vortex in China

Sun Li

(Institute of Meteorological Science of Jilin Province, Changchun 130062)

Abstract In this paper, by using the daily wind data from June 1 to August 30, 1986 at the level of 500 hPa, features of 10~20 day oscillation over East Asia and its relations with Northeast cold vortex in China have been studied first. The results show that this oscillation is very active over Northeast China. From the time-continuous 10~20 day low-frequency (LF) Weather maps, it is found that there exists a good relationship between the LF cyclones and the activity of northeast cold vortex. The propagation of this oscillation is rather regular. Based on the E-Vector analysis and time mean quasigeostrophic potential vorticity (PV) budget method, we also studied the influence of the transient eddy on the formation of the time-average northeast cold vortex. It is shown that a large portion of the eddy energy is transformed to the time-averaged flow in the vicinity of a dipole of the time-average cold vortex and East Asian blocking. There exists also an obviously E-vector divergence here in the meantime. The PV transfer by transient eddy is advantageous to maintenance of the dipole system.

Key words persistence activity northeast cold vortex 10~20 day oscillation transient eddy abnormal