

# 东北冷涡持续活动时期的北半球 500 hPa 环流特征分析\*

刘宗秀

P4 A

(中国气象局, 北京 100081)

廉毅

高枫亭

孙力

沈柏竹

(吉林省气象科学研究所, 长春 130062)

**摘要** 分别对5月和6~8月东亚东北冷涡活动典型的多寡年份北半球500 hPa高度距平场进行合成、频次累积和相关分析, 结果表明: 东亚东北冷涡持续性活动不仅与前期、同期和后期北半球的大气环流异常密切相关, 而且也是异常区的重要组成部分; 500 hPa 5月和6~8月东北冷涡活动多寡年的同期500 hPa高度距平合成场差异显著; 6~8月东北冷涡典型多寡年的同期距平场均与前冬(12~2月)的主要异常区反位相, 存在半年尺度的遥相关, 与北太平洋涛动(NPO)类同的500 hPa高度距平场, 如前冬呈正位相, 预报6~8月东北冷涡持续活动弱, 反之, 冷涡持续活动强; 合成场和相关场通过信度检验的关键区主要位于东亚中高纬度至阿留申群岛及其以南的副热带地区, 青藏高原接近巴基斯坦一侧和北非乍得盆地与撒哈拉大沙漠等地区; 由此可以认为东亚地区中高纬度5月和6~8月东北冷涡持续性活动是北半球大气环流异常持续或调整的重要表征。

**关键词:** 冷涡; 北太平洋涛动; 遥相关; 大气环流

## 1 引言

自1950年以来, 国内外著名学者已关注北半球的阻塞形势这个问题, 并相继在海陆分布与天气、阻塞形势建立和崩溃机制等方面的研究取得了较大进展。谢义炳先生<sup>[1]</sup>曾就北美高空冷涡进行过详细的研究, 并得出天气概念模型。东亚中高纬度的阻塞形势, 往往造成北半球大气环流持续性异常, 以往的研究一般是以阻塞高压为核心(包括偶极子), 如罗德海<sup>[2]</sup>通过导出KDV方程, 讨论了其中这一解孤立波的凸凹性, 指出当Rossby孤立波振幅在极值点取极小值, 即Rossby孤立波下凹, 反之, 上凸。这分别相当于中高纬大气环流中出现的切断低压和阻塞高压, 而对其南侧的高空切断冷涡的研究甚少。近些年来, 东北地区的学者对这方面的问题做了一些探讨, 在研究东亚东北冷涡的时空分布特征及中期内动力过程机制等方面取得了一些进展<sup>[3,4]</sup>。

本文试图通过对典型的5月和6~8月东亚东北冷涡活动多寡年的北半球500 hPa高度距平场进行合成、频次累积和相关统计, 以揭示东亚东北冷涡持续性活动的月、季、年际间(半年)尺度变化的特征与北半球大气环流异常和北太平洋涛动(NPO)

2000-09-25收到, 2001-02-05收到修改稿

\* 国家自然科学基金资助项目 49875022

的相互关联的前期强信号场, 发现了冬季 NPO 对 6~8 月东亚东北冷涡持续性活动的隔季相关事实。其相关的机制将在另文中讨论。

## 2 选取资料的计算方法

根据孙力等<sup>[5]</sup>有关 500 hPa 高度场东北冷涡的定义: ①在 500 hPa 天气图上至少能分析出一条闭合等高线, 并有冷中心或明显冷槽配合的低压环流系统; ②冷涡出现在 (35~60°N、115~145°E) 范围内; ③冷涡在上述区域内的生命史至少为 3 d 或 3 d 以上。以此对东北冷涡逐年 (1956~1997) 逐月活动天数进行统计。

由随机变量方差

$$D(\xi) = \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 p_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中  $D(\xi)$  是参数为  $m$  时的随机变量方差;  $x_i$  为 1956~1997 年的冷涡活动天数;  $p_i$  为概率;  $m=1, 2, \dots, 31$  或  $m=1, 2, \dots, 92$ 。31 和 92 分别为 5 月或 6~8 月总天数, 即假设冷涡活动的最多天数;  $n=42$ , 为 1957~1997 年的冷涡天数的样本数。

若随机变量  $\xi$  为有限的方差, 则对任意正数  $\varepsilon$ , 有

$$P(|\xi - m| \geq \varepsilon) \leq \frac{D(\xi)}{\varepsilon^2}. \quad (2)$$

由此可见,  $D(\xi)$  愈小, 在试验中  $\xi$  的取值与其数学期望之差大于  $\varepsilon$  的机会愈小, 就是说,  $\xi$  以较大的概率在  $m$  附近出现。这就表明  $\xi$  的分布愈集中在  $m$  的附近<sup>[6]</sup>。

由 (1) 式利用 1956~1997 年 5 月和 6~8 月的冷涡天数可计算得 5 月和 6~8 月冷涡天数的均方差值 (表 1)。由表 1 可见, 当  $m$  分别为 13 或 39 时,  $D(\xi)$  最小, 表明 5 月和 6~8 月的冷涡天数的分布分别集中在 13 d 和 39 d, 以此可以判定 5 月和 6~8 月冷涡天数的多寡。分别选取了 5 月 (表 2)、6~8 月 (表 3) 典型的东北冷涡活动多寡年的天数, 相差均在 10 d 以上, 6~8 月相差在 30 d 以上。

本文利用国家气候中心整理的 500 hPa 高度场资料计算其距平场 (以 1956~1997 年的平均场为背景场), 分别对 5 月和 6~8 月东北冷涡多寡年的前期、同期和后期月、季的 500 hPa 高度距平场进行合成分析, 并累计了相应格点的正距平频次, 分析 1956

表 1 5 月和 6~8 月冷涡天数的均方差值

5 月								6~8 月							
$m$	$D(\xi)$	$m$	$D(\xi)$	$m$	$D(\xi)$	$m$	$D(\xi)$	$m$	$D(\xi)$	$m$	$D(\xi)$	$m$	$D(\xi)$	$m$	$D(\xi)$
1	166.98	9	38.60	17	38.21	25	165.83	3	1431.93	27	294.79	51	309.64	75	1476.50
2	143.93	10	31.55	18	47.17	26	190.79	6	1226.79	30	233.64	54	392.50	78	1703.36
3	122.88	11	26.50	19	58.12	27	217.74	9	1039.64	33	190.50	57	493.36	81	1948.21
4	103.83	12	23.45	20	71.07	28	246.69	12	870.50	36	165.36	60	612.21	84	2211.07
5	86.79	13	<b>22.40</b>	21	86.02	29	277.64	15	719.36	<b>39</b>	<b>158.21</b>	63	749.07	87	2491.93
6	71.74	14	23.36	22	102.98	30	310.60	18	586.21	42	169.07	66	903.93	90	2790.79
7	58.69	15	26.31	23	121.93	31	345.55	21	471.07	45	197.93	69	1076.79	93	3107.64
8	47.64	16	31.26	24	142.88			24	373.93	48	244.79	72	1267.64		

表 2 5 月东北冷涡典型多寡年活动天数

多年	1969	1975	1979	1982	1988	1990	1991
>13 d	17	18	18	23	20	20	19
寡年	1958	1978	1983	1984	1985	1986	1987
<13 d	6	6	2	6	6	6	3

表 3 6~8 月东北冷涡典型多寡年活动天数

多年	1957	1959	1963	1969	1990	1991
>39 d	68	62	60	60	64	57
寡年	1973	1975	1977	1984	1988	1994
<39 d	22	22	19	22	23	19

~1997 年的 5 月和 6~8 月东北冷涡活动天数与 500 hPa 高度距平场的相关特征。

### 3 5 月东北冷涡持续性活动北半球环流特征分析

#### 3.1 同期合成和正距平频次分析

图 1、图 2 分别给出了 5 月东北冷涡活动典型的多、寡年份 500 hPa 距平合成场及其正距平频次分布。从图 1a 与图 2a 对比分析可见, 5 月东北冷涡活动多寡年的 500 hPa 距平合成场差异显著的有 4 个区域: 东亚中高纬度、北太平洋、欧洲和北非。冷涡活动多的年份, 东亚 50°N 以北的贝加尔湖到鄂霍次克海为宽广的正距平区, 显然有阻塞形势相对应, 50°N 以南的宽广地区与北太平洋区域连成近半球尺度的负距平带; 而冷涡少的年份, 距平场分布正相反, 东亚高纬度几乎为负距平区, 贝加尔湖以南的东亚地区、西北太平洋也与北美洲的大部相连接呈近半球尺度的正距平带。冷涡活动多的年份另一个显著分布特征是, 欧洲几乎为正距平区, 北非大部为负距平区, 形成南北向的“+、-”波列; 而冷涡活动少的年份, 在欧洲形成纬向的“-、+”波列, 西欧与北非还构成经向的

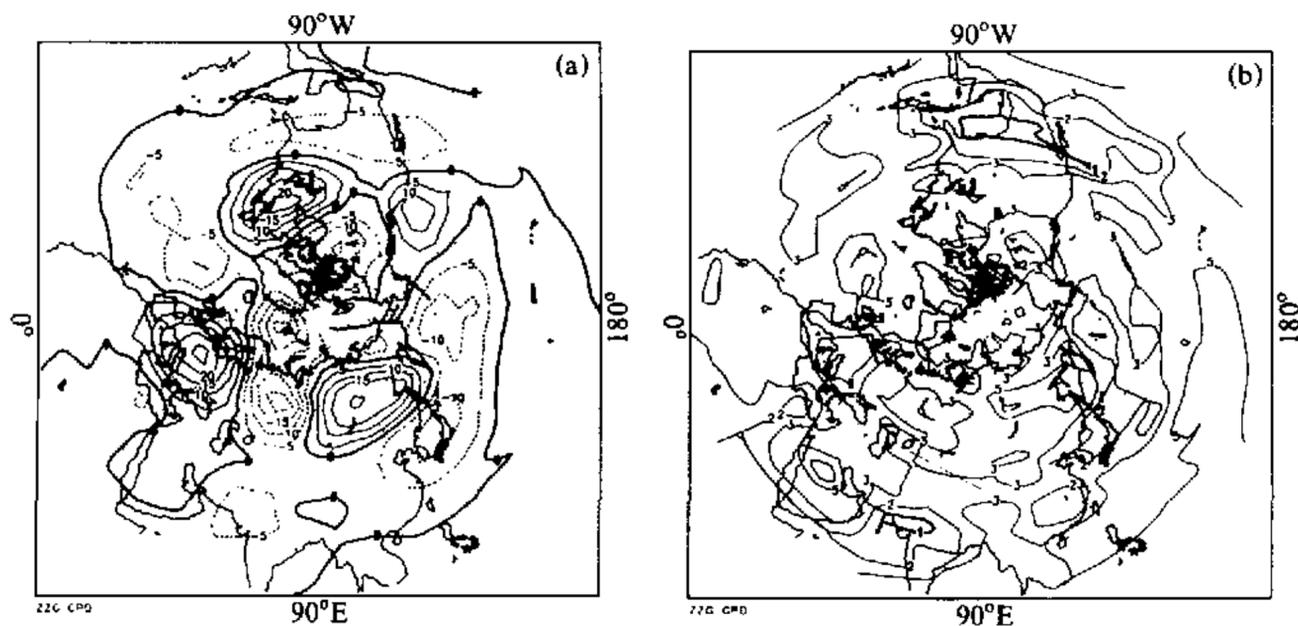


图 1 5 月东北冷涡活动多的年份 500 hPa 同期距平合成场 (a) 与正距平频次分布 (b)

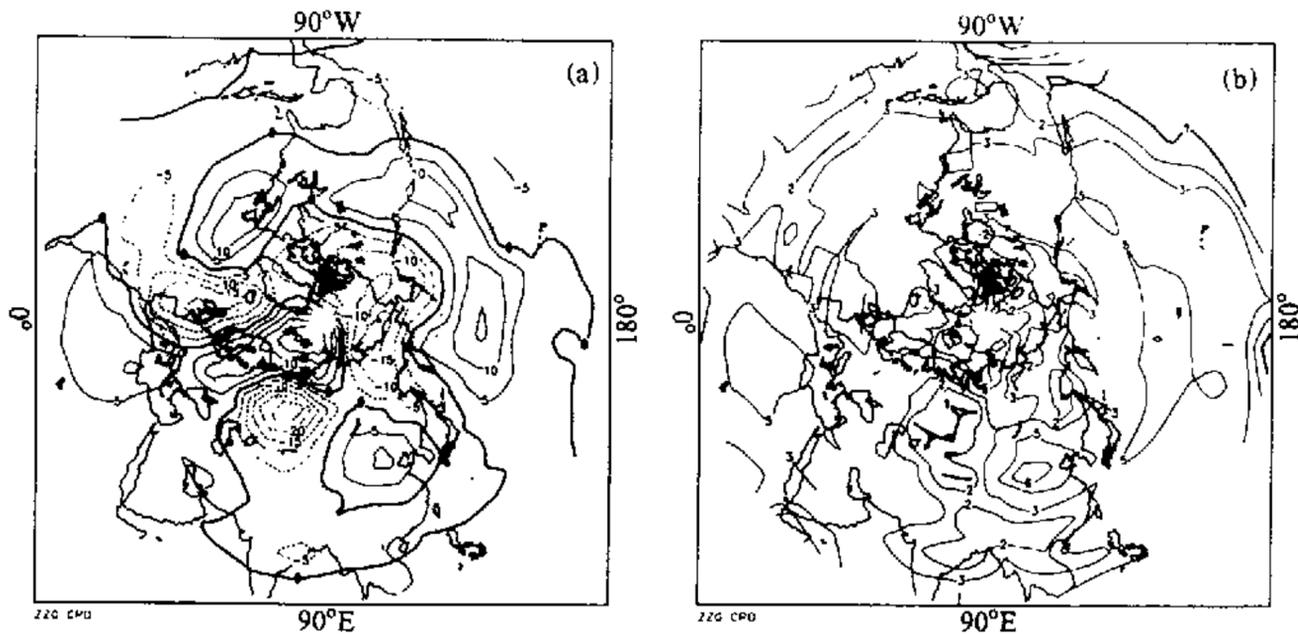


图2 5月东北冷涡活动少的年份500 hPa同期距平合成场(a)与正距平频次分布(b)

“-、+”波列。上述4个区域的正距平出现的频次大多数为5~6次(共有7年样本)。

### 3.2 前期环流异常和调整分析

对比分析图3a和图4a可发现,5月冷涡活动多寡的当年1月北半球合成平均距平场差异依然很明显,东亚至太平洋区域尤为显著,少的年份阿留申群岛为中心的负距平区和太平洋副热带地区呈经向“-、+”波列,多的年份则以堪察加半岛为中心的东亚高纬度地区与西太平洋中纬度区呈“-、+”波列。多的年份当年2月距平场则开始发生形势的突变,从图3b可见,东亚至阿留申群岛以西的太平洋地区转为正距平所控制,3~4月缓慢西移,到5月演变成东亚中高纬度的阻塞距平形势(图1a);少的年份2月份东亚和西北太平洋距平场分布没有明显变化(图略),4月才发生较明显的变化(图4b),1月份原在鄂霍次克海经日本至俄罗斯滨海区及朝鲜半岛出现经向的负距平

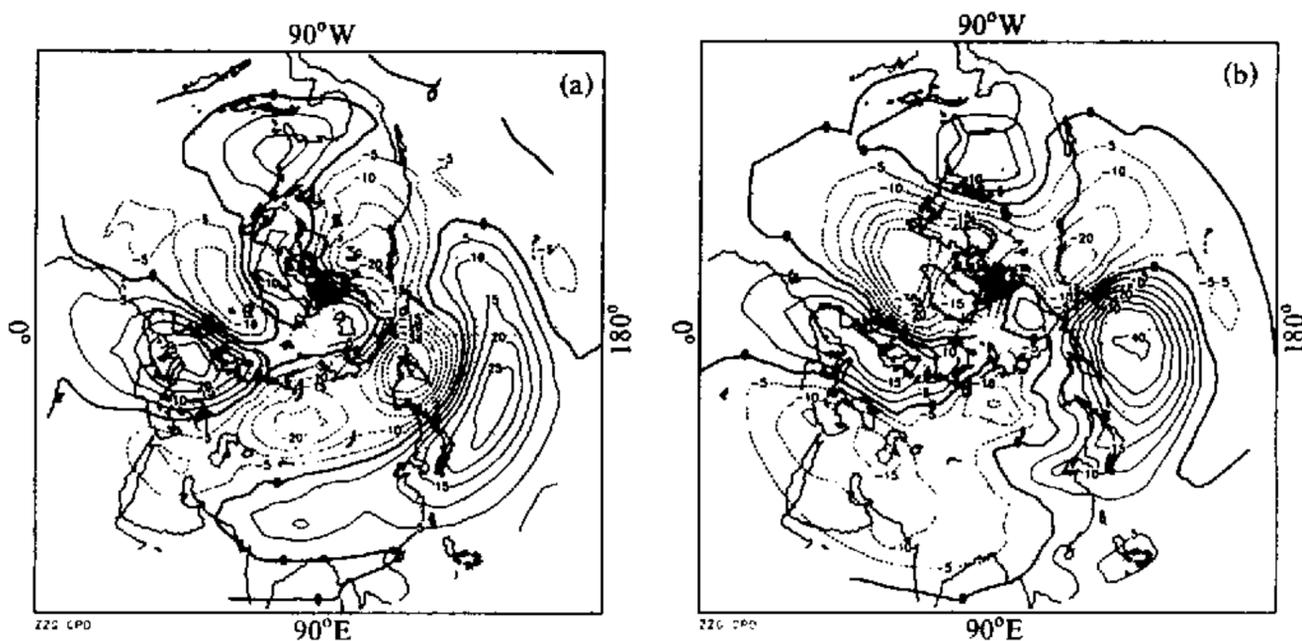


图3 5月冷涡多的年份当年500 hPa距平合成场  
(a) 1月; (b) 2月

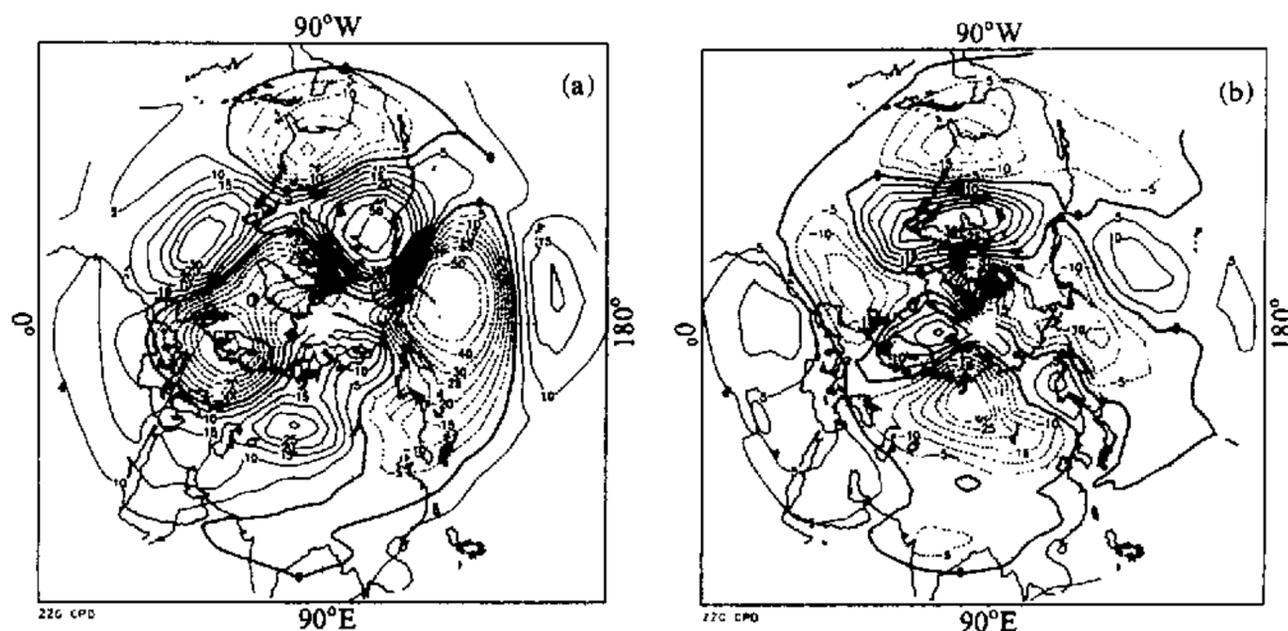


图4 5月冷涡少的年份当年500 hPa距平合成场  
(a) 1月; (b) 4月

带转为正距平带控制。

### 3.3 后期环流特征分析

冷涡多的年份, 5月的距平场仅持续到6月份, 7月份在东亚地区则出现了正负距平倒置的分布, 即高纬度为负距平控制; 冷涡少的年份, 5月份距平分布同样只持续到6月份, 7月份在东亚区则均为负距平所控制(图略)。

## 4 6~8月东北冷涡持续性活动北半球环流特征分析

### 4.1 同期合成分析

比较图5a与图6a可见, 冷涡活动多寡年份500 hPa距平合成场差异还是比较显著

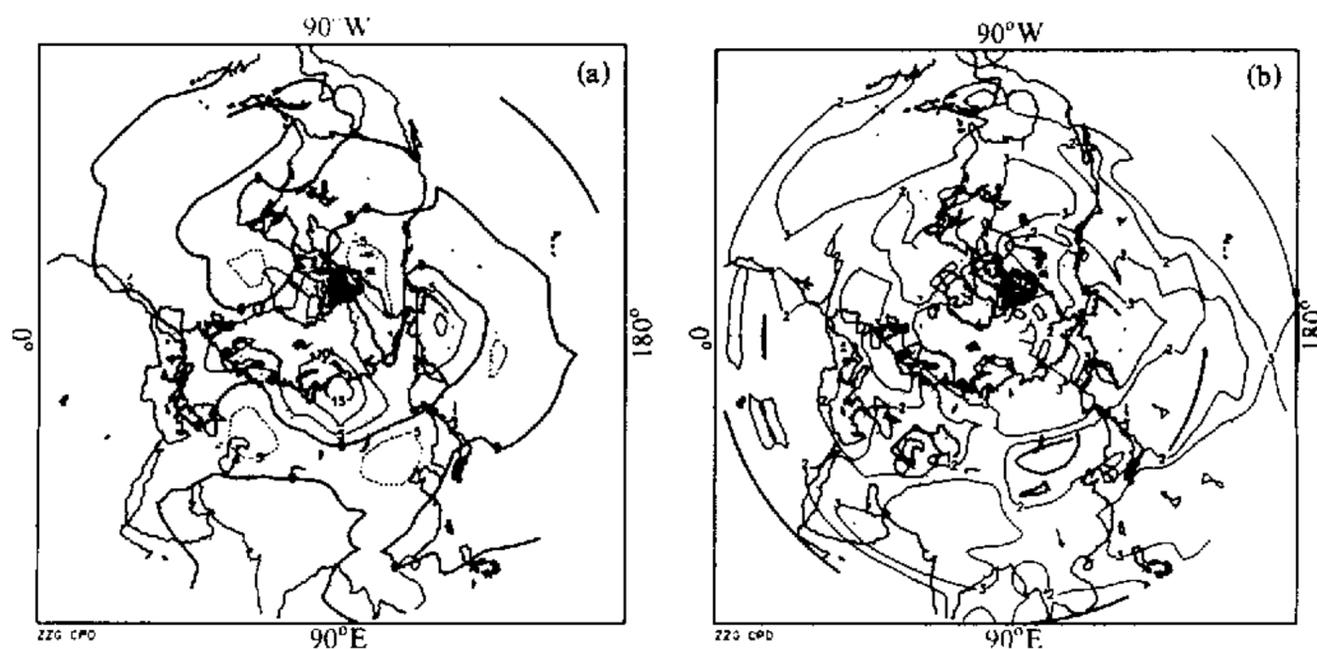


图5 6~8月冷涡多的同期500 hPa距平合成场(a)与正距平频次分布(b)

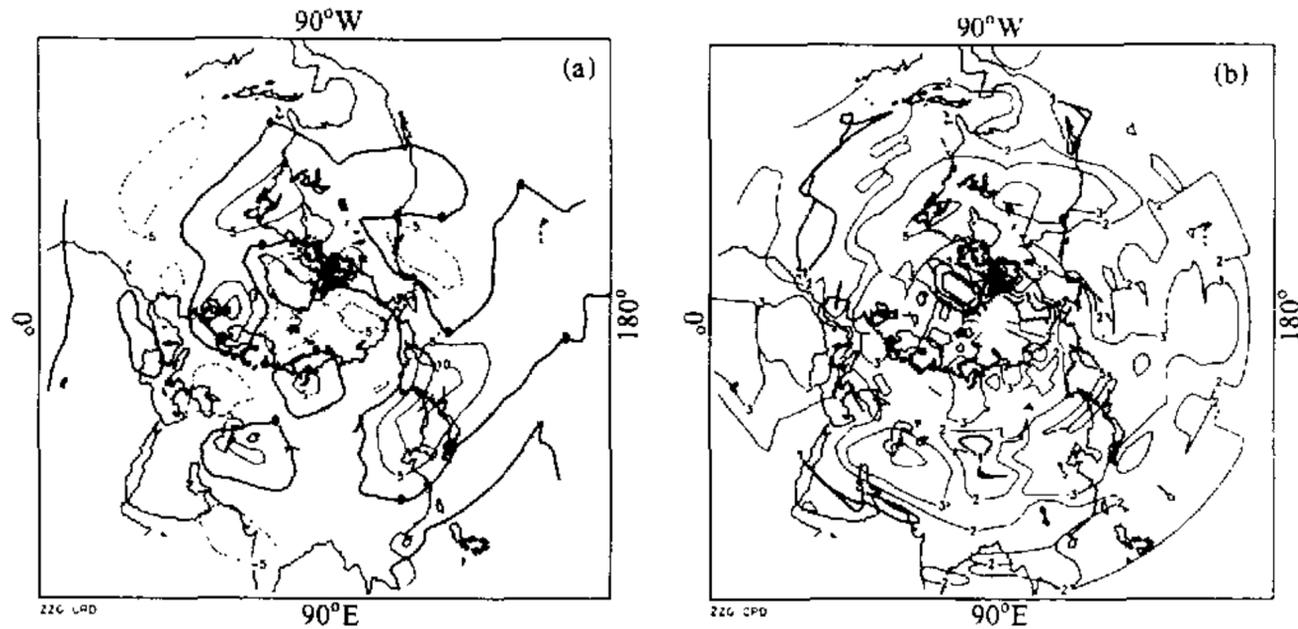


图6 6~8月冷涡少的同期500 hPa距平合成场(a)与正距平频次分布(b)

的,只是距平中心值没有5月的大(因为是季节合成),但在距平波列分布呈明显的反位相:东亚从极地至副热带地区,多的年份呈“+、-、+”波列,少的年份相反,为“-、+、-”波列。从物理意义上讲还是很清楚的,多的年份东亚高纬度地区为阻高占据,较强的副热带高压位于中国江南和台湾以东的太平洋地区,其位置较偏北;少的年份则相反,极区为负距平,长江以北的中、高纬度地区为强大的正距平区,即副热带高压很弱,在海南岛一带为狭窄的正距平带。另一个显著区是欧洲和乌拉尔地区,多的年份为“+、-”波列,少的年份为“-、+”波列,以上距平场的正距平频次均在4次或4次以上(见图5b、图6b)。

## 4.2 前期环流异常和调整分析

### 4.2.1 前冬(12~2月)

从图7a和图8a相比可见,冷涡活动多寡年份前冬(12~2月)500 hPa平均距平场在下列区域分布呈反位相:多的年份从北美的太平洋东岸至亚洲大部分均为正距平,而且以阿留申群岛为中心与南侧对应的中太平洋副热带区呈“+、-”波列,这种距平场类似于北太平洋海平面气压场涛动(NPO)的反位相;少的年份则相反,以阿留申群岛为强大的负距平中心,沿40~60°N往西至威海附近为宽广的负距平带,与其南面的亚洲大陆和太平洋副热带地区呈“-、+”波列,这种距平场很类似于北太平洋海平面气压场涛动(NPO)的正位相,正频次均达5次(图略)。另外一种经向波列差异则位于大西洋区域:冷涡多的年份,冰岛和亚速尔地区的500 hPa高度距平场呈“+、-”波列,为类似北大西洋涛动的反位相,而冷涡少的年份500 hPa高度距平场呈“-、+”波列,为类似北大西洋涛动的正位相;乌拉尔地区多的年份为负距平区,少的年份为正距平区;多的年份北非为负距平区,少的年份为正距平区。另外,冷涡多的年份,前秋的距平场与前冬相似,冷涡少的年份则主要在前秋,并不典型(图略)。

### 4.2.2 当年春季(3~5月)

从图7b可见,冷涡多的年份当年春季(3~5月)的500 hPa合成平均距平场与前

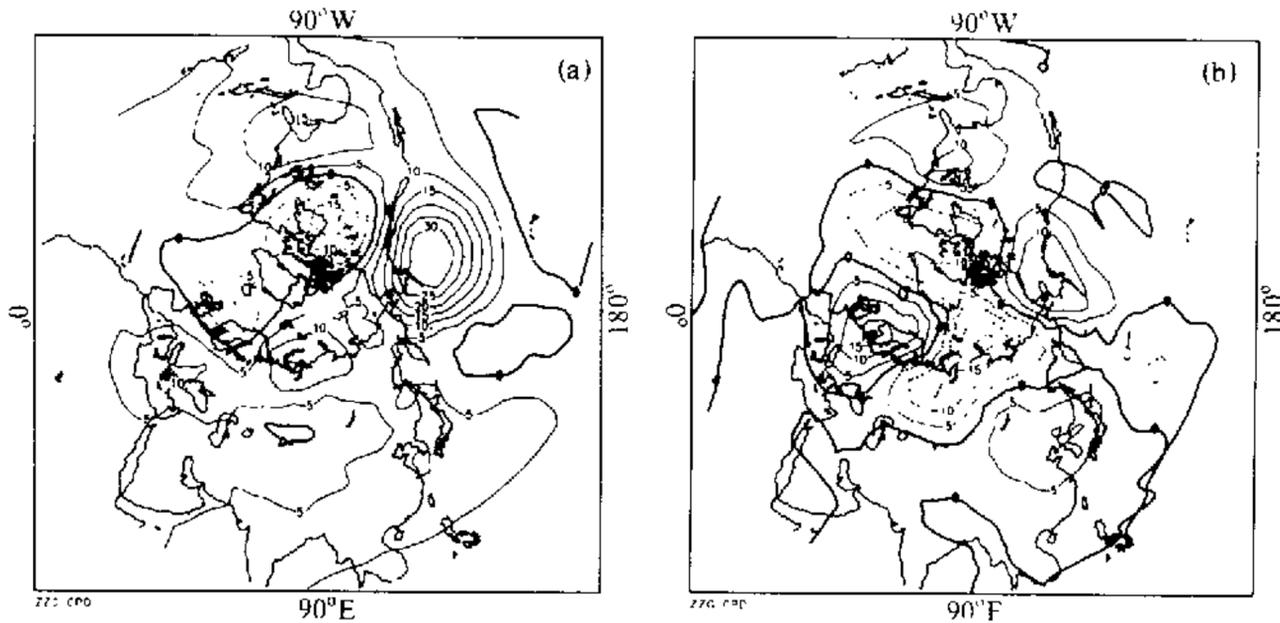


图 7 6~8 月冷涡多的 500 hPa 高度距平合成场  
(a) 前冬 (12~2 月); (b) 当年春季 (3~5 月)

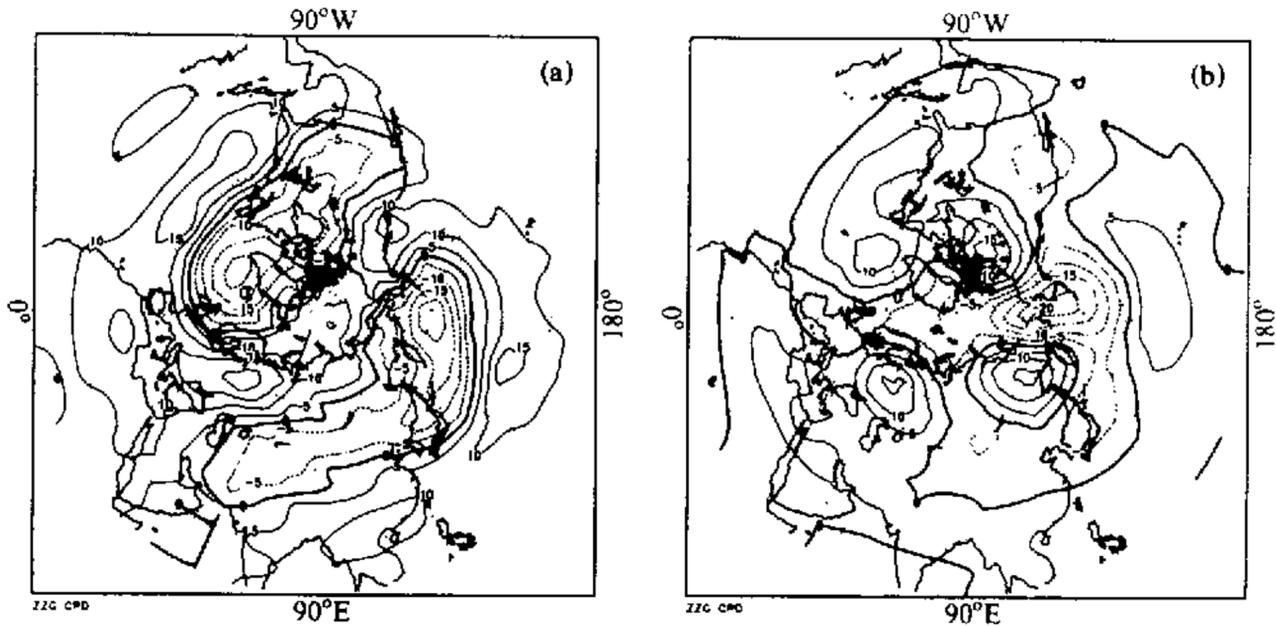


图 8 6~8 月冷涡少的 500 hPa 距平合成场  
(a) 前冬 (12~2 月); (b) 当年春季 (3~5 月)

冬 (图 7a) 在东亚和太平洋区域分布类同, 只是原在阿留申群岛的正距平中心分裂为日本海和北美太平洋东海岸两个弱中心, 另外, 东亚极区开始出现负距平, 这种距平分布形势与 6~8 月多冷涡的同期形势位相是相反的 (见图 5a); 从图 8b 可见, 冷涡少的年份当年春季 (3~5 月) 的 500 hPa 合成平均距平场与前冬 (图 8a) 相比, 原在东亚极区的正距平区已被负距平区替代, 正距平区已位于雅库次克至鄂霍次克海一带, 南界已压到了 50°N, 表明东亚的距平区分布已在春季发生了重大调整, 即盛行东亚高纬度的阻塞形势。

#### 4.3 后期环流调整分析

冷涡多的年份当年秋季和冬季, 东亚从极区到中国的东部一直维持稳定的正距平

区,冷涡少的年份却维持着“+、-、+”的波列(图略);冷涡多的年份下一年春季东亚大陆除了俄罗斯的滨海地区外仍继续维持广大的正距平区,而冷涡少的年份则反位相,东亚大陆为负距平区(图略);从图 9a 与图 5a 对比可见,冷涡多年份的下一年 6~8 月距平合成场与冷涡多的同期距平场相比,在东亚地区的“-、+、-”波列出现明显的向南错位,从俄罗斯的远东地区至中国的黑龙江省均为广大的负距平,30~50°N 为正距平区,30°N 以南为负距平区。图 9b 与图 5a 对比亦可发现,冷涡少的年份下一年的 6~8 月距平合成场则与冷涡少的同期 500 hPa 距平合成场呈明显的反位相波列分布,为“-、+、-”。

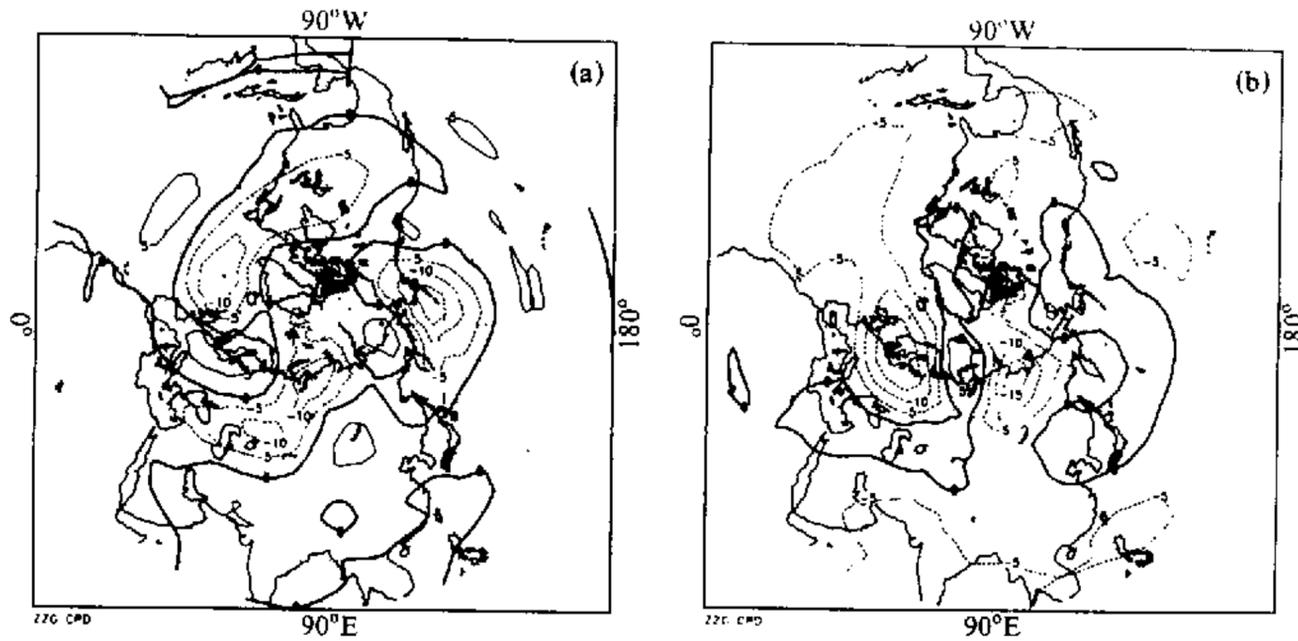


图 9 次年 6~8 月 500 hPa 高度距平合成场  
(a) 6~8 冷涡多的年份; (b) 6~8 月冷涡少的年份

## 5 500 hPa 高度距平场的相关分析

### 5.1 相关显著地区

表 4 和表 5 分别给出了 1956~1997 年 5 月和 6~8 月东北冷涡活动天数与 500 hPa 前期和同期高度距平场相关系数通过  $\alpha=0.05$  或  $\alpha=0.01$  信度检验的区域。从表 4 可见,极圈、中东太平洋和北非乍得盆地为 5 月冷涡前 6 个月中为正、负相关通过  $\alpha=0.05$  信度检验的最多区域,尤其是北非乍得盆地的负相关区域曾出现在 5 个月平均的高度距平场中,特别引人注意。

从表 5 可见,与 6~8 月东北冷涡活动天数相关通过  $\alpha=0.05$  信度检验的 500 hPa 高度距平场区域,集中在北非乍得盆地的负相关区(前 3 个季)、青藏高原西南麓的正相关区域(出现两季)和西北太平洋和中东太平洋副热带的负相关区。值得注意的是,前冬的北太平洋涛动区(NPO)、阿留申群岛经日本北部到中国东北地区东部的正相关区和中太平洋副热带地区的负相关与当年 6~8 月东北冷涡活动相关检验均通过了 0.01 信度。

表 4 5 月冷涡活动天数与 500 hPa 高度场相关通过  $\alpha = 0.05$  信度检验区域

时 间	相 关 区 域 及 相 关 信 度		
前一年 11 月	鄂海北部堪察加半岛 正相关区 $\alpha = 0.01$	中东太平洋北部 正相关区 $\alpha = 0.01$	加勒比海区域 正相关区 $\alpha = 0.05$
前一年 12 月	北欧至北冰洋极圈 负相关区 $\alpha = 0.05$	中东太平洋副热带 正相关区 $\alpha = 0.05$	中纬度巴尔喀什湖与里海 正相关区 $\alpha = 0.05$
当年 1 月	极圈北大西洋与北欧 负相关区 $\alpha = 0.05$		地中海至北非 正相关区 $\alpha = 0.05$
当年 2 月	极圈阿拉斯加与亚洲 接壤部及北冰洋 正相关区 $\alpha = 0.05$	北美加拿大中部 负相关区 $\alpha = 0.05$	加勒比海 正相关区 $\alpha = 0.05$ 北非乍得盆地 负相关区 $\alpha = 0.05$
当年 3 月		印度半岛中部至孟加拉湾 正相关区 $\alpha = 0.01$	墨西哥湾与相连的东太平洋 正相关区 $\alpha = 0.01$
当年 4 月	极圈泰米尔半岛南部 正相关区 $\alpha = 0.05$	中国东北区至日本海 负相关区 $\alpha = 0.05$	北非乍得盆地 负相关区 $\alpha = 0.05$
当年 5 月	堪察加半岛 负相关区 $\alpha = 0.05$	中太平洋副热带 正相关区 $\alpha = 0.05$	北非乍得盆地 负相关区 $\alpha = 0.05$

表 5 6~8 月东北冷涡活动天数与 500 hPa 高度距平场相关通过  $\alpha = 0.05$  信度检验区域

时 间	相 关 区 域 及 相 关 信 度		
前一年秋季 (9~11 月)	北非乍得盆地 负相关区 $\alpha = 0.01$ 青藏高原西南麓、 巴基斯坦、印度北部 正相关区 $\alpha = 0.01$	西太平洋暖池-菲律宾 负相关区 $\alpha = 0.05$ 北欧斯堪第纳维亚半岛 正相关区 $\alpha = 0.05$	大西洋 30~60°N 正相关 $\alpha = 0.05$ 地中海 正相关区 $\alpha = 0.05$
前一年冬季 (12~2 月)	北非、撒哈拉沙漠 负相关区 $\alpha = 0.01$ 青藏高原的西南麓、 巴基斯坦、印度北部 正相关 $\alpha = 0.01$	中太平洋副热带地区 负相关区 $\alpha = 0.01$ 加拿大高纬地区 负相关区 $\alpha = 0.01$	西北太平洋阿留申群岛经日 本北部到中国东北区东部 正相关区 $\alpha = 0.01$ 美国中部地区 正相关区 $\alpha = 0.05$
前一年春季 (3~5 月)	北非与地中海相连 负相关区 $\alpha = 0.05$ 雅库次克以北 负相关区 $\alpha = 0.01$	中东太平洋副热带 负相关区 $\alpha = 0.01$ 日本海至华北、长江以北地区 正相关区 $\alpha = 0.05$	北欧斯堪第纳维亚半岛 正相关区 $\alpha = 0.01$
同 期 (6~8 月)	青藏高原西部 正相关区 $\alpha = 0.05$ 雅库次克以北的高纬度 正相关区 $\alpha = 0.01$	西北太平洋 30°N 以南的副热带 正相关 $\alpha = 0.05$ 中国东北华北至 180°E 以西 负相关区 $\alpha = 0.01$	大西洋 (30~60°N) 正相关区 $\alpha = 0.05$

## 5.2 相关波列

分析 6~8 月东亚东北冷涡与 500 hPa 高度场相关系数的分布 (图 10) 可见, 东亚东北冷涡活动 6~8 月的天数与同期 500 hPa 高度场相关系数超过 0.05 以上信度检验的区域在东亚从极圈到副热带地区呈“+、-、+”的经向相关波列, 在与之相对称的西半球也呈“+、-、+”的波列。从图 10b 中可见, 东亚东北冷涡活动天数与后期秋季 500 hPa 高度场相关系数超过 0.05 以上信度检验的区域从西北太平洋经北美洲东海岸跨跃加拿大的东北部到加拿大的东部大西洋沿岸, 呈“-、+、-、+”的纬向为主高相关波列。

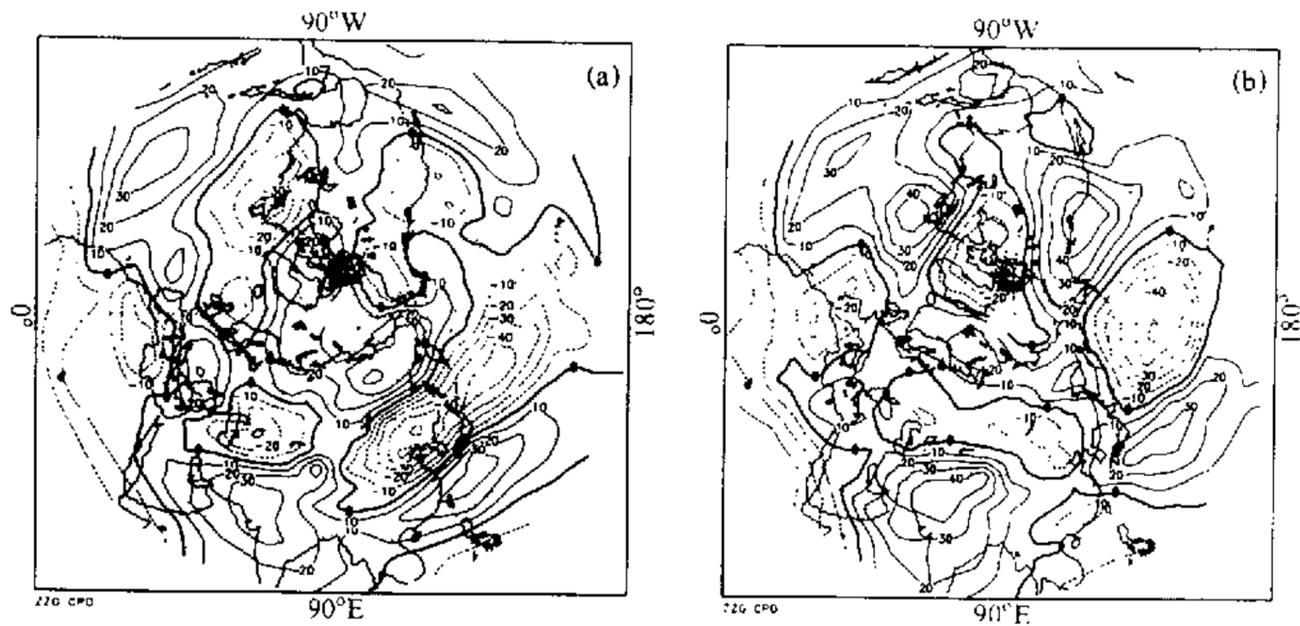


图10 6~8月东亚东北冷涡与500 hPa高度场相关系数分布  
(a) 当年夏季(6~8月); (b) 当年秋季(9~11月)

到冬季结束了这种持续相关的波列分布(图略)。

## 6 结论和讨论

(1) 5月份和6~8月份东亚东北冷涡活动多寡年份的同期北半球500 hPa距平合场和频次分布表明,差异均是显著的。5月同期环流形势场的根本差别地区在于东亚,多的年份贝加尔湖至鄂霍次克海为宽广的强的正距平区,显然有高纬度的阻塞形势相对应,以南为宽广的负距平区与北太平洋地区连成近半球尺度的负距平带,而少的年份则相反,东亚高纬度几乎为负距平区所占据,贝加尔湖以南的东亚区与西北太平洋至美洲大部分构成半球尺度的正距平带。另一个地区则为欧洲,多的年份为“+”距平区,少的年份形成东西向的“-、+”波列。这表明东北冷涡的持续性活动不只是区域尺度而是整个北半球环流异常的一个重要组成部分,尤其是冷涡活动多的年份,异常的中心是以东亚高纬度的阻塞为主要特征,少的年份只是异常区的一个末端(从图2a、b可见是美洲大西洋沿岸跨太平洋至中国“三北”和蒙古的正距平带的西端)。6~8月同期环流形势与5月有些类同,主要特征为经向分布,多的年份东亚地区从极地至副热带地区距平场是“+、-、+”波列,而少的年份为“-、+、-”波列。另外,欧洲地区多的年份为“+、-”波列,少的年份为“-、+”东西向波列。

(2) 5月份冷涡活动少的年份,1月份500 hPa距平场上,阿留申群岛为中心至东亚大陆中高纬度的负距平区和太平洋副热带地区呈“-、+”南北向波列,一直到3月份、4月份才发生较大的调整,先从鄂海至朝鲜半岛开始呈现南北向的弱正距平区,到5月份移到中国东北地区 and 蒙古一带。5月份冷涡活动多的年份,1月份500 hPa高度距平场上,则以堪察加半岛为中心的东亚高纬度地区与太平洋中纬度区呈“-、+”南北向波列,2月份距平场就发生了突变,东亚大陆至阿留申群岛以西的太平洋地区整个1

月份负距平区变成正距平区, 这个距平区经 3~4 月缓慢西移, 并有所加强而后构成 5 月份的同期形势场。从 5 月份东亚东北冷涡活动多寡的前冬—春季的北半球环流形势调整, 表明原为东亚大槽活动的平均位置 (130~160°E) 在少的年份前期表现为突出, 而多的年份则很弱, 似乎预示前期冬季风活动的强弱与 5 月东北冷涡持续性活动强弱可能存在某种对应关系, 有待于进一步在另文中证明。

(3) 6~8 月东亚冷涡持续性活动多寡的年份在前冬 (12~2 月) 500 hPa 距平场上差异与同期环流形势一样仍呈反相关; 多的年份从北美的太平洋东海岸至亚洲大部均为正距平区, 而且以阿留申群岛为中心与其南侧对应的中太平洋副热带区呈“+、-”波列, 前秋已开始这种形势; 少年份则相反, 以阿留申群岛为强大的负距平中心沿 40~60°N 往西至威海附近为负距平带与太平洋的副热带地区呈“-、+”波列, 正距平频次均达到 5 或以上。由此表明, 前冬 500 hPa 距平场类似于北太平洋海平面气压场的涛动 (NPO), 对东亚东北冷涡夏季的持续性活动影响很大, 正位相则预示东北冷涡持续活动弱, 反位相则预示东北冷涡持续活动强。两种情况半年后距平场均发生突变, 少的年份在春季有迹象。

(4) 5 月或 6~8 月东北冷涡持续性活动是北半球大气环流异常的持续或调整到另一种阶段的重要表征, 只是或早或迟; 关键地区与东亚中高纬度环流存在着某种半年尺度或季节尺度的遥相关, 如阿留申群岛至堪察加半岛的海域及太平洋副热带地区与东亚东北冷涡持续活动区存在着显著的反相关以及反相的东西和南北向的波列活动, 以及欧洲至乌拉尔、亚洲地区的东西向的“-、+”或“+、-”波列。赵振国、廖荃荪<sup>[7]</sup>在分析冬季 NPO 和中国夏季降水时曾指出:“冬季副高偏强, 则夏季也持续偏强。”本文中的图 8a 和图 6a, 即 6~8 月冷涡少的前冬和当年夏季 500 hPa 距平场的合成场, 亦表明了冬季海上副高偏强 (NPO 的正位相), 半年尺度遥相关的夏季不仅西太平洋副高偏西偏北, 而且东亚东北区的大陆高压亦偏强, 并与西太平洋副高融为一体, 构成当年 6~8 月东北冷涡偏少的典型距平场特征, 反之, 冬季西北太平洋副高偏弱, 夏季西北太平洋副高偏南强度偏弱, 东亚东北区呈负距平为低值系统活动区。彭世球等<sup>[8]</sup>也揭示了“WA、WP 和 EU3 型还存在 18 旬的显著半年变化。”

(5) 从通过  $\alpha=0.05$  信度检验相关区域分析可见, 无论是 5 月冷涡活动还是 6~8 月冷涡活动天数均与北非乍得盆地 500 hPa 高度距平场呈负相关, 李伟平等<sup>[9]</sup>曾利用两组不同地表反照率模拟出的高度场, 不仅影响到夏季北非副高, 还可以通过辐散风环流的异常, 在一定程度上影响南亚高压和高层的西太平洋副高。将为另文中讨论这种遥相关机制提供重要方法。5 月份冷涡活动与极圈附近高度场距平相关密切。5 月和 6~8 月冷涡均与太平洋区域相关密切, 尤其是 6~8 月冷涡持续性活动强场分别与类似北太平洋涛动 (NPO) 的 500 hPa 距平场区域相关, 信度检验也通过了 0.01。这与 Wallace 和 Gutzler<sup>[10]</sup>所揭示的太平洋—北美 (PNA) 和欧亚 (EU) 型具有极为相似之处。6~8 月冷涡持续活动还与青藏高原西部高度距平场呈正相关; 与东亚的同期 500 hPa 高度距平场经向波列相关, 从极圈到副热带地区呈“+、-、+”波列, 而与秋季的 500 hPa 高度距平场从西北太平洋经北美洲东海岸到加拿大东部的大西洋沿岸, 呈高信度的纬向波列“-、+、-、+”型。表明东北冷涡持续性活动还滞后影响一个季的北半球大气环流异常活动。

## 参 考 文 献

- 1 Hsieh, Yi-Ping. An investigation of a selected cold vortex over North America, *J. Meteorol.*, 1949, 6, 401-410.
- 2 罗德海. 大气中行星尺度孤立波的动力学特征. 气象学报, 1989, 47(1), 113~117.
- 3 孙力. 东北冷涡持续活动的分析研究. 大气科学, 1997, 21(3), 297~307.
- 4 孙力. 一次东北冷涡发展过程中的能量分析. 气象学报, 1998, 56(3), 349~361.
- 5 孙力等. 东北冷涡的时空分布特征及其东亚大型环流系统之间的关系. 应用气象学报, 1994, 5(3), 297~303.
- 6 屠其瑛等. 气象应用概率统计学. 北京: 气象出版社, 1984, 79~80.
- 7 赵振国, 廖圣荪. 冬季北太平洋涛动和中国夏季降水. 气象, 1992, 18(2), 11~16.
- 8 彭世球等. 北半球大气遥相关型的统计诊断及数值试验. 应用气象学报, 1998, 9(1), 65~71.
- 9 李伟平, 吴国雄, 刘辉. 地表反照率的改变影响夏季北非副热带高压的数值模拟. 气象学报, 2000, 58(1), 26~39.
- 10 Wallace, J. M., Gutzler, D. S., Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter, *Mon. Wea. Rev.*, 1981, 109, 784~812.

### Analyses of the Northern Hemisphere Circulation Characters during Northeast Cold Vortex Persistence

Liu Zongxiu

(China Meteorological Administration, Beijing 100081)

Lian Yi, Gao Zongting, Sun Li and Shen Baizhu

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

**Abstract** The composition, frequency cumulation and correlation analysis of 500 hPa anomaly field are respectively studied over the Northern Hemisphere in more and fewer years of the cold vortex activities on the northeastern of East Asia (NCVAEA) in May and summer (JJA). The results indicate that persistent activities are not only closely related to anomalous general circulation over the Northern Hemisphere in the preceding, current and later periods, but also are an important part of the anomalous area. The fields in the same period with action of NCVAEA have marked different. The departure field at the same time (JJA) has an opposite phase in comparison with the main abnormal areas in the last winter (DJF); in other words, there is a teleconnection on half-year scale between them. The 500 hPa departure field is similar to North Pacific Oscillation (NPO). If the field has a positive-of-phase compared with the last winter (DJF), the weak persistence would be predicted. Conversely, the strong JJA cold vortex would be predicted. The key regions tested are located from middle-high latitudes over East Asia to the Aleutian Islands and corresponding subtropical areas, the Qinghai-Xizang Plateau close to Pakistan, the Chad Basin of North Africa and the Sahara etc. It follows from this that the NCVAEA persistent activities over middle-high latitudes of East Asia are important characteristics of the Northern Hemisphere general circulation in May and summer (JJA).

**Key words:** northeast cold vortex; teleconnection; general circulation