

# 东北冷涡的时空分布特征及其 与东亚大型环流系统之间的关系

孙力 郑秀雅 王琪\*

(吉林省气象科学研究所, 长春 130061)

## 提 要

文章用35年(1956—1990)资料,对东北冷涡的时空分布特征,及其与东亚大型环流系统之间的关系做了研究,发现东北冷涡的出现不仅在时间上有相对的集中期,在地理分布上有着明显的密集性,并且东亚地区阻塞高压的异常发展及位置变化、西太平洋副高的强度及位置变化等对东北冷涡的形成和发展均具有至关重要的影响。

**关键词:**东北冷涡;气候学特征。

研究表明东北冷涡是影响我国东北地区的主要天气系统之一,然而目前我们对它的活动规律,发生发展的物理机制尚未充分地认识和掌握,这方面的研究也不深入系统,业务预报能力还不高。本文利用35年(1956—1990年)资料对东北冷涡的时空分布特征,及其与东亚大气环流系统的关系等方面做了探讨,得到了一些有意义的结果。

## 1 东北冷涡的时空分布特征

本文所定义的东北冷涡为符合下述条件的一次天气过程:①在500hPa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 $35^{\circ}$ — $60^{\circ}$ N,  $115^{\circ}$ — $145^{\circ}$ E范围内;③冷涡在上述区域内的生命史至少为三天或三天以上。

并且我们还定义出现在 $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$ N,  $40^{\circ}$ — $50^{\circ}$ N以及 $35^{\circ}$ — $40^{\circ}$ N的东北冷涡为北涡,中涡和南涡。当冷涡中心某时次的500hPa高度值较上一时次有所降低时,则称此东北冷涡在该时次是一个发展的冷涡。

1993年3月18日收到,1993年5月30日收到修改稿。

\* 闫永凯、黄秀娟、齐凤茹、谢今范和吴宪军同志做了部分工作。

### 1.1 东北冷涡的时间分布特征

统计分析 35 年(1956—1990 年)每年各月(4—10 月)东北冷涡出现的天数(表略)发现;35 年中 4 至 10 月,东北冷涡总共出现了 2750 天,占该期总天数的 37%,特别是夏季(6—8 月),受冷涡影响的天数达 1364 天,占该期总天数的 42%,因此可以说东北冷涡是影响东北地区一个重要天气系统.各月冷涡发生过程的次数统计表明(表略),35 年中 4—10 月共有 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,春季(4—5 月)次之,为 3.85 天,秋季(9—10 月)是 3.73 天为最短,即东北冷涡有一定的准静止性.例如 1990 年 6 月 4 日开始的东北冷涡过程一直持续到 6 月 17 日,达 14 天之久.

东北冷涡的发生还有着明显的年际变化和月季变化(图 1a、b),由图 1a 可看出,①冷涡的出现具有较大的年际变率.平均来说,东北冷涡每年(4—10 月,以下同)可出现 80 天左右,其中最多可达 114 天,最少为 44 天,最大变差为 70 天,总年际变率可达 15 天.②具有明显的阶段性.35 年中总共出现了 3 次明显多冷涡阶段和 2 次明显偏少阶段.③具有较长的持续性.其中 80 年代初到 80 年代中后期冷涡持续偏少长达 7 年,而几个偏多阶段也长达 4—5 年之久.④具有明显的低频变化.东北冷涡的多少具有 8—9 年左右的低频变化周期,特别以中涡的变化最为明显,谱估计值达到 0.001 以上的红噪音信度.⑤东北冷涡主要以中涡和北涡的形式出现,南涡很少.并且平均来说中涡和北涡呈反相关分布.⑥从 35 年冷涡总的变化趋势来看,以 1956—1985 年这 30 年的时间里,东北冷涡的出现是减少的,这个结果与这一时期我国北方地面气旋发生频数的变化正好相反<sup>[1]</sup>,而与文献[2]和[3]谈到的关于东亚和北美地面气旋生成频数的变化相一致.在这 30 年中中涡变化却是比较平稳的,并没有减少的迹象存在.而北涡的逐渐减少是明显的.1986 年以后,东北冷涡活动又呈上升趋势.

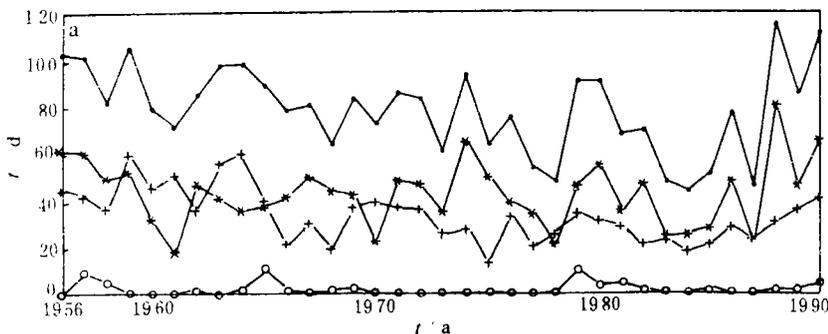


图 1a 1956—1990 年历年东北冷涡出现天数的变化曲线

—·— 线为总冷涡变化,--\*-- 线为中涡变化,---+--- 线为北涡变化,—○— 线为南涡变化.

图 1b 表明东北冷涡的发生主要出现在春末夏初(5、6 和 7 月),这与江淮流域的梅雨季节几乎是同步的.其中,以 6 月份为最多,月平均出现冷涡 15.1 天.7 月和 5 月次之,月平均出现冷涡 12.5 天.其余依次是 8 月、9 月、4 月和 10 月,月平均出现冷涡分别是 11.3 天、11 天、8.6 天和 7.4 天.北涡、中涡和南涡的出现也有着较大的月际差别.4 月、9 月和

10月北涡与中涡出现的可能性大致相同,北涡天数超过中涡天数一般只出现在盛夏的8月份左右,而在春末夏初(5、6和7月),中涡出现的天数要远远超过北涡,并且南涡一般也只出现在这个季节。

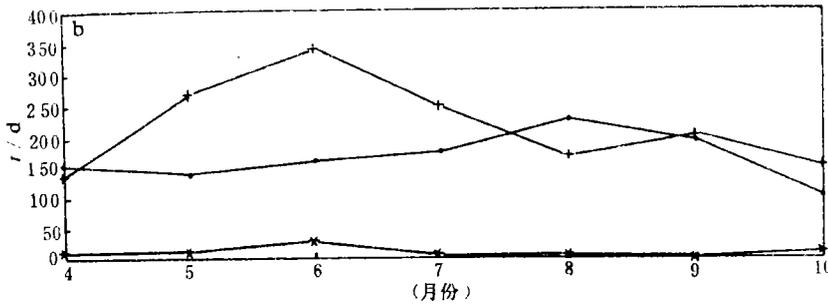


图1b 35年(1956--1990年)东北冷涡出现天数的月际变化。  
(—+—线表示中涡,--o--线表示北涡,--\*—线表示南涡。)

### 1.2 东北冷涡的空间分布特征

我们以 2.5×2.5 经纬距网格为面积单位统计得出 35 年(1956--1990 年)各月(4--10 月)东北冷涡出现天数的地理分布(图 2)。发现共有两个东北冷涡出现的密集区,一个出现在大兴安岭背风坡东北平原的北端,密集区最大轴线贯穿整个东北平原。另一个出现在三江平原(黑龙江、松花江和乌苏里江)的低洼地上空。说明虽然东北冷涡是一个高空冷性涡旋,但其发展变化与东北地区的大地形分布也有着十分密切的关系。并且前者还与东北低压经常生成的地理位置有一定的联系<sup>[2]</sup>,即位于东北低压生成密集区的北端。发展的东北冷涡受地形分布的影响更为明显。一般来说,它们只集中在东北平原和三江平原,另外在日本海西部也有一个大值中心形成,这说明它还与下垫面的变化(海陆差异)有关,即东北冷涡东移出海后有再发展加强的可能性。

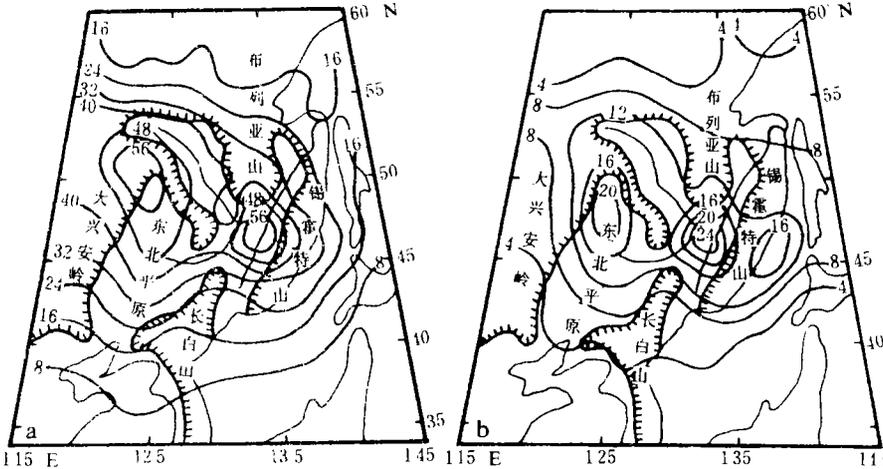


图2a 1956--1990年东北冷涡活动频数的地理分布(锯齿线以外为地形高度大于500米的区域)

图2b 1956--1990年发展的东北冷涡活动频数的地理分布(说明同图2a)

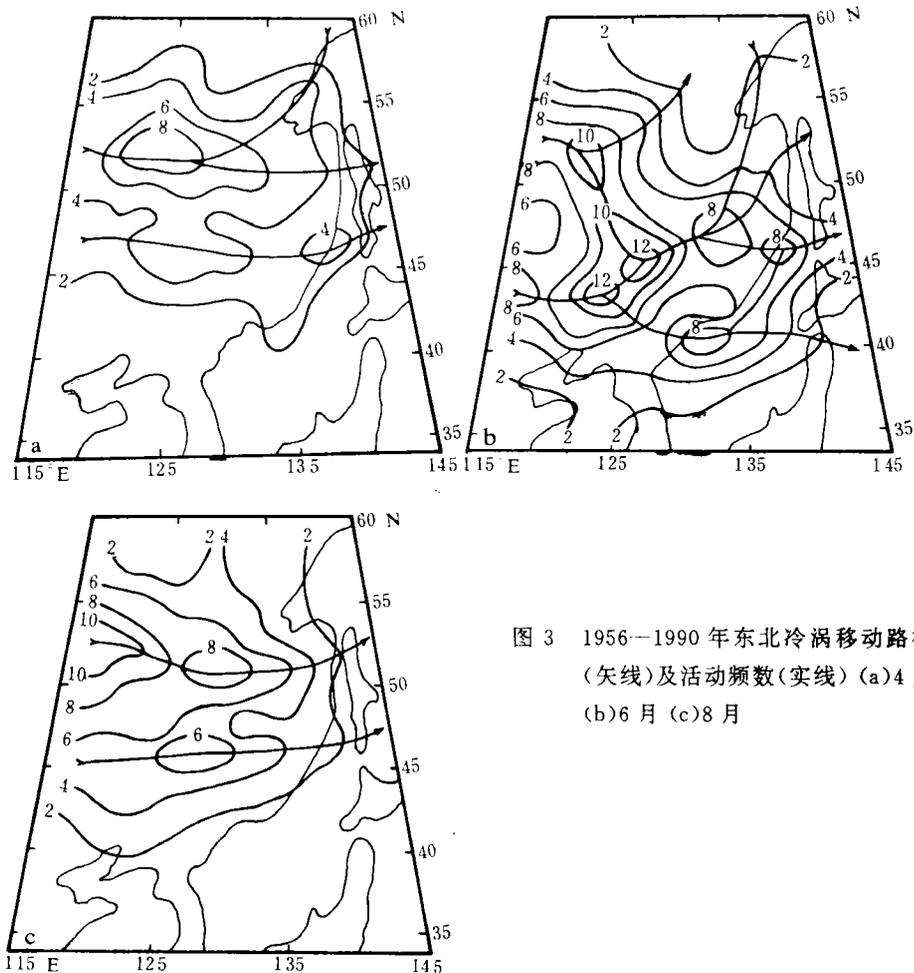


图3 1956—1990年东北冷涡移动路径(矢线)及活动频数(实线)(a)4月(b)6月(c)8月

东北冷涡的空间分布及其活动路径在不同季节也表现出了较大的差异,初春(4月份,见图3a)主要的冷涡密集区出现在东北平原的北部,大约位于 $52^{\circ}\text{N}$ 左右,且呈纬向分布.另一个主要的密集区位于东北平原的中部和西北日本海沿岸.冷涡活动的路径主要有三条,即西北路径、偏西路径和超极地路径.到了春末夏初(以6月为例,见图3b),主要的东北冷涡活动高频区的南北摆动达到了最南端,大约在 $43^{\circ}\text{N}$ 附近,并且此密集区主要呈经向分布,与东北地区大的地形走向相一致.进入盛夏以后(以8月为例,见图3c),东北冷涡分布的主要密集区逐渐北移到了最北端,大约在 $52^{\circ}\text{N}$ 左右,次要的高频区仍在 $47^{\circ}\text{N}$ 附近维持.冷涡活动路径与初春4月份的情况相类似,所不同的是此时沿超极地路径活动的冷涡很少.

从图4可以看出,东北冷涡活动的最大密集带从4月份开始逐渐向南移动,6月份达到最南端,这时也是冷涡活动的最强盛期.而后,这一高频区缓慢北移,进入盛夏之后(8月为例),这一冷涡活动的高频轴线出现了一次不连续北跳,一下就移到大约 $52^{\circ}\text{N}$ 左右,并在此一直维持到10月以后.值得注意的是,冷涡活动密集区这一显著变化是与盛夏副高大幅度北进、江淮梅雨期结束几乎是同步进行的.

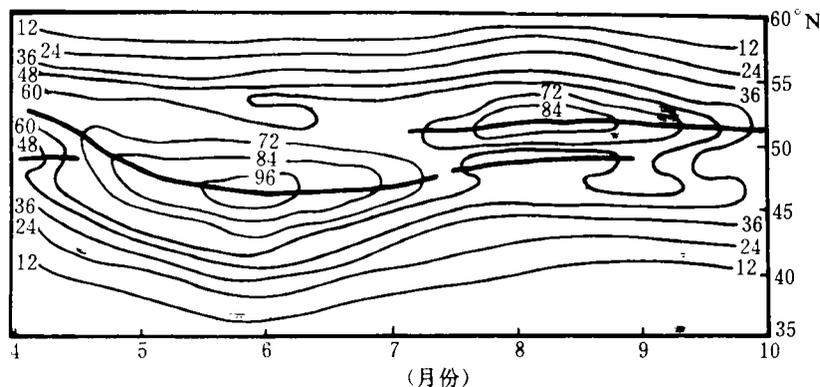


图 4 1956—1990 年各月(4—10 月)东北冷涡活动频数的纬向分布

## 2 东北冷涡与东亚大型环流系统之间的关系

### 2.1 东亚阻高对东北冷涡的影响

从 35 年(1956—1990 年)资料中发现,大约有 77%的东北冷涡与东亚地区阻塞高压的发展变化有关,并且这一类冷涡的持续时间也比一般冷涡的生命周期平均长 2.1 天。

图 5(上、下)表示 35 年来东北冷涡各月发生频数与北半球 500hPa 高度场的同期相关系数分布。从图中我们看到,无论是春、夏还是秋季(9、10 月份图略),东北冷涡的发生频数一般主要与贝加尔湖以东地区的高度场呈正相关分布,表明该地区有高压脊异常发展而形成稳定的阻塞形势时(500hPa 高度距平场表现为明显的正距平区),则我国东北地区容易有冷涡形成。不过随着季节的变化以及冷涡出现位置的不同,东亚阻高对其影响的方式也有一定差异。首先我们可以看出,东亚阻高对中涡形成和发展的影响远比北涡明显得多。各月中涡出现频数与东亚地区高度距平的最大正相关值一般可达 0.52—0.65,信度超过 0.001。而北涡时,此值只有 0.34—0.44,只能达到 0.05 的信度标准。就是说东亚阻高对东北冷涡形成的作用主要体现在对中涡的影响上。而且一般情况下影响中涡的东

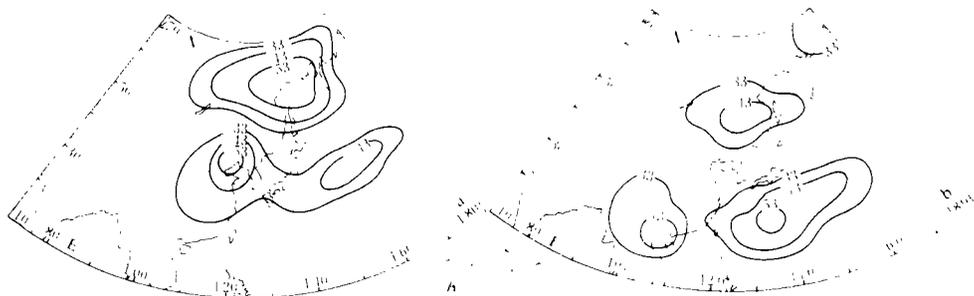


图 5 上 5 月份中涡(a)、北涡(b)发生频数与北半球 500hPa 高度场的同期相关系数分布 (等值线数值 33,43,53 分别是在 35 个样本条件下通过 0.05,0.01 和 0.001 信度标准的数值。图中相关系数已被扩大了 100 倍。)

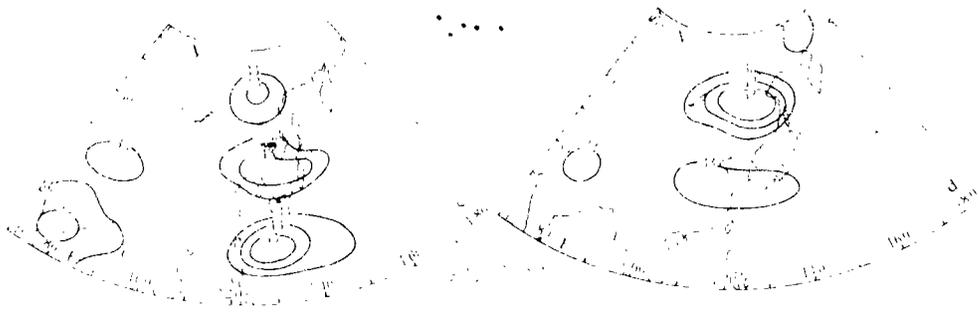


图5下 7月份中涡(c)、北涡(d)发生频数与北半球500hPa高度场的同期相关系数分布  
(其它同上图)

亚阻高相对来说比较偏西和偏南。我们还发现,随着季节的不同,影响中涡的东亚阻高其位置存在着明显的东西向振荡。春季(5月为例)此东亚阻高位置相对偏东,主要位于鄂霍茨克海附近,进入夏季(7、8月份)逐渐向西移动到了雅库茨克一带,入秋以后又缓慢东移,到10月份(图略)此东亚阻高的位置与5月份大致相同。而影响北涡的东亚阻高这种东西向的振荡就不甚明显。

## 2.2 西太平洋副热带高压对东北冷涡的影响

由图5还表现出,无论是何季节副热带高压与东北冷涡之间都有着十分密切的相关,说明副热带高压对东北冷涡形成的影响是不可忽视的。并且这种影响主要表现在副高出现的位置不同,则东北冷涡出现的位置也不同。一般来说,副高偏南时,则形成中涡的可能性较大,而副高偏北时,则北涡出现的机会增多。例如对于中涡来说,5月、7月(6、8、9、10月图略)在平均副高脊线(5、7、8月平均副高脊线位置分别是 $17^{\circ}$ 、 $25^{\circ}$ 、 $28^{\circ}\text{N}$ )的南侧均是明显的正相关区(5月份平均副高脊线的北侧是负相关区),最大相关系数分别可达0.47(信度超过0.01)、0.55(信度超过0.001)、和0.38(信度超过0.05)。相反,对于北涡而言,上述月份在平均副高脊线的北侧一般是正相关区,且最大相关系数均可超过0.05—0.001的信度标准,即若副高偏北,则北涡的活动明显加强。

## 3 结 论

(1) 东北冷涡的出现在时间上有较大的年际变率和月季变化;较长的持续性和阶段性;明显的集中期和低频变化。1956—1985年的30年中,东北冷涡在一定程度上的减少主要是由北涡活动下降造成的,而对东北地区影响最大的中涡变化不大。1986年以后,东北冷涡活动又呈上升趋势。

(2) 东北冷涡的地理分布有着明显的密集性。一般来说,无论是一般的冷涡还是发展的冷涡都倾向于出现在东北平原和三江平原这样地势较低的区域。即明显地受到东北地区地形分布的影响,特别是一部分发展的冷涡还与下垫面的变化(海陆分布差异)有关,并且更容易出现在相对较低的纬度上。当然,东北冷涡的这种空间分布还与季节变化有关。

(3)东北冷涡的活动频数和位置变化在东亚地区 500hPa 高度场上具有明显的相关结构. 东亚地区阻塞高压的异常发展及其位置变化,西太平洋副高的强度及位置变化等对东北冷涡的形成和发展均具有至关重要的影响.

### 参 考 文 献

- 1 林明智,吕灿九. 我国北方气旋的天气气候分析. 气象,1992,18(15):20-25.
- 2 Chen,Kuo,Zhang and Bai. Synoptic Climatology of Cyclogenesis over East Asia,1958-1987. *Mon. Wea. Rev.*, 1991,119(6):1407-1418.
- 3 Whittaker L. M. and Horn L. H. Geographical and Seasonal distribution of North America Cyclogenesis. 1958-1977. *Mon. Wea. Rev.*, 1981,109:2312-2322.

## THE CLIMATOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NORTHEAST COLD VORTEX IN CHINA

Sun Li Zheng Xiuya Wang Qi

(*Meteorological Institute of Jilin Province, Changchun 130061*)

### Abstract

A climatological analysis of spatial and temporal distribution of the northeast cold vortex in China during the period 1956-1990 and their relationship with the general circulation over East Asia is presented based on Beijing Meteorological Center's historical weather map. The results show: The frequency of northeast cold vortex has significant continuity, interannual variability, inter-monthly change and the low-frequency variation. And they trend to appear in the regions of low-lying land generally, such as Northeast Plain and Three-River Plain, especially the developing northeast cold vortex also relates to the contrast of ocean-land distribution. The variations of the frequency and location of the northeast cold vortex are characterized by a teleconnection structure at 500 hPa in East Asia. The effective factors are mainly concerned with the location and intensity of the blocking over East Asia and subtropical high.

**Key words:** Northeast cold vortex; Climatological characteristics.