

文章编号: 1000-0534(2008)02-0415-07

# 冬季中高纬地区阻塞高压活动及其气候影响

季明霞<sup>1</sup>, 黄建平<sup>1</sup>, 王绍武<sup>2</sup>, 王鑫<sup>1</sup>,  
郑志海<sup>1</sup>, 葛艷铭<sup>1</sup>

(1. 兰州大学 大气科学学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 北京大学 物理学院大气科学系, 北京 100871)

**摘要:** 利用 1958—1996 年 NCEP 再分析 500 hPa 逐日高度场资料, 根据阻塞高压定义的客观标准, 对亚欧地区中高纬度冬季的阻塞高压进行了统计, 并进行了气候学分析。结果表明, 北半球冬季阻塞高压活动有很强的年际变化, 而且存在明显的地理差异。在此基础上, 本文还根据阻塞高压天气学指数, 建立了阻塞高压的气候学指数, 并用该阻塞高压气候学指数与温度、降水两个气候要素场进行了相关统计。

**关键词:** 冬季阻塞高压; 阻塞天气指数; 阻塞气候指数; 温度; 降水

**中图分类号:** P434 **文献标识码:** A

## 1 引言

阻塞高压是中高纬度地区特有的大气环流持续性异常现象。西风带长波槽脊在发展演变过程中, 往往会形成阻塞高压和切断低压, 这种切断系统出现后的大范围环流形势称之为“阻塞形势”<sup>[1]</sup>。“阻塞形势”的建立和崩溃常常伴随着一次大范围环流型的调整, 它的维持影响着大范围中期天气过程<sup>[2]</sup>, 特别是在冬季, 阻塞高压的崩溃经常在下游地区造成大范围的寒潮过程。我国气象学者对阻塞高压的研究中指出<sup>[3-4]</sup>, 乌拉尔山的阻塞高压的崩溃经常在东亚造成大范围的寒潮过程, 因此研究亚欧地区的阻塞高压有着非常重要的意义。

早在 20 世纪 40、50 年代就开始了阻塞高压活动的统计研究。Elliott 等<sup>[5]</sup>首先利用 40 年的地面资料作了阻塞高压的气候学研究, 随后 Rex<sup>[6]</sup>利用 13 年高空和地面资料研究了阻塞形势的统计特征。1982 年, 仪清菊<sup>[7]</sup>根据 1958—1973 年 15 个冬半年的历史天气图初步得到了冬季北半球阻塞高压的部分统计特征。90 年代, 赵汉光等<sup>[1]</sup>使用 17 年资料(1971—1988 年), 统计了北半球阻塞高压的

季节变化以及活动类型。张培忠等<sup>[8]</sup>利用 26 年资料(1965—1990 年)比较详细地给出了北半球阻塞高压的年际、季节变化, 冷暖年阻塞高压活动的差异以及对我国部分地区旱涝的影响。黄菲等<sup>[9]</sup>使用 1976—1999 年 24 年的资料得到了乌拉尔山及贝加尔湖地区夏季阻塞的活动情况及其与中国东部区域降水的相关意义。陈菊英等<sup>[10]</sup>利用 1998 年 6 月、7 月和 1999 年 6 月逐日的 500 hPa 高度场和乌拉尔山及附近地区的阻塞高压强度指数资料, 研究了乌拉尔山地区阻塞高压的逐日变化对长江中下游地区强暴雨过程的影响。2004 年, 李峰等<sup>[11]</sup>对近 30 年(1970—2001 年)夏季亚欧大陆中高纬度阻塞高压从时空分布及其阻塞高压源地几个方面进行了统计, 并给出了比较系统的统计特征。

本文使用 1958—1996 年 39 年 NCEP 再分析 500 hPa 逐日高度场资料, 根据客观的阻塞高压定义方法, 通过计算机检索, 统计出亚欧地区冬季中高纬度的阻塞高压活动情况。然后根据客观的阻塞高压指数(在文中也称之为阻塞高压天气学指数), 建立阻塞高压气候学指数, 并利用该气候指数初步探讨与其它气候要素(温度、降水)的关系, 并得到

收稿日期: 2006-07-06; 改回日期: 2007-03-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(40575036)资助

作者简介: 季明霞(1982—), 女, 内蒙古赤峰市人, 博士生, 主要从事气候学研究. E-mail: jimingxia1010@hotmail.com

了一些有意义的结果。

## 2 阻塞高压的定义

20世纪50年代以来,出现了很多定义阻塞高压的方法,大体可以分为两种:一种是通过查阅地面(或者500 hPa)的历史天气图得到的主观阻塞高压指数<sup>[6, 12]</sup>;另一种是通过计算500 hPa高度场的位势梯度(或者高度场距平)得到的客观阻塞高压指数<sup>[13-15]</sup>,两者的差别在于后者通过计算机检索,较前一种方法可以更方便地检索到阻塞高压的活动过程。本文采用的阻塞高压指数就是由Tibaldi等<sup>[14]</sup>定义的一种客观的阻高指数。为了便于讨论问题,这里给出简单的定义。首先计算每个经度500 hPa位势高度梯度GHGS和GHGN:

$$GHGS = \frac{Z(0) - Z(s)}{0 - s},$$

$$GHGN = \frac{Z(n) - Z(0)}{n - 0},$$

这里,  $n = 80^\circ N +$ ,  $0 = 60^\circ N +$ ,  $s = 40^\circ N +$ , 其中 分别等于  $-2.5^\circ, 0^\circ, 2.5^\circ$ 。

本文使用的再分析资料是2.5°的网格距,所以我们选择了纬度间隔为2.5°(TM定义的纬度间隔为4°)。如果一个特定经度满足下面两个条件:

$$GHGS > 0,$$

$$GHGN < -10 \text{ m/deg latitude},$$

则这一天被定义为出现“阻塞形势”,但要确定一个区域的阻塞高压,还要满足空间和时间连续性限制,也就是说,“阻塞形势”必须存在于3个或3个以上的邻近经度而且至少要持续5天。

本文采用NCAR/NCEP 1958—1996年500 hPa逐日位势高度场资料、地表面月平均温度资料以及1979—1996年月平均降水资料,水平分辨率为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。本文讨论的范围为亚欧地区 $50^\circ \sim 160^\circ E$ 。

## 3 阻塞高压活动的统计分析

### 3.1 区域阻塞高压活动的年际变化

本文将 $50^\circ \sim 160^\circ E$ 的亚洲区域及其高纬度的欧洲区域作为研究对象,在此统称为亚欧地区。并按照地理位置,将其划分为三个区域:乌拉尔山( $50^\circ \sim 80^\circ E$ )、贝加尔湖( $80^\circ \sim 120^\circ E$ )、鄂霍次克海( $120^\circ \sim 160^\circ E$ )。

图1给出了亚欧地区冬季中高纬度( $50^\circ \sim 70^\circ$

N)阻塞高压天数的年际变化,进行统计时,本文将中高纬度的5个纬圈( $50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ, 70^\circ N$ )的阻塞天数进行平均。从图中可以看到,亚欧地区冬季的阻塞高压活动最频繁出现在1984年,1968年次之,最少在1966年。从分区的结果来看,三个区域冬季的阻塞天数也有很大差异。冬季发生阻塞高压最多的区域是鄂霍次克海区域,多年来总的阻塞天数达到了493天,乌拉尔山为242天,贝加尔湖最少,只有136天。

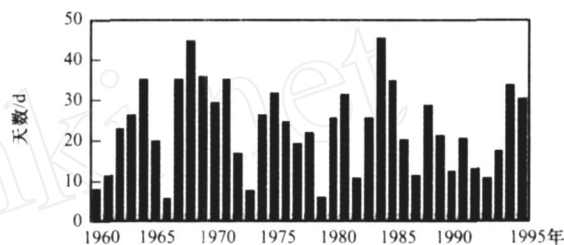


图1 亚欧地区冬季阻塞高压天数的年际变化

Fig. 1 Interannual change of blocking days over Eurasia in winter

### 3.2 区域阻塞高压活动随纬圈的变化

图2给出了冬季中高纬度三个区域的阻塞高压活动随纬圈( $50^\circ \sim 70^\circ N$ )的变化。由图可以看到,贝加尔湖和鄂霍次克海两个区域冬季的阻塞高压天数随纬圈的变化趋势相同,在较低的 $50^\circ N$ 纬圈都没有阻塞高压发生,并且阻塞高压天数随着纬度的增高而递增,在 $70^\circ N$ 纬圈达到最多,两个区域在 $70^\circ N$ 纬圈的阻塞天数分别为317天和1044天;只有乌拉尔山区域阻塞高压天数随纬度变化规律与其它两个区域不一致, $< 65^\circ N$ 的各个纬圈,阻塞高压的天数随纬度的增高而递增,在 $65^\circ N$ 纬圈冬季的阻塞高压活动最频繁,达到了367天, $70^\circ N$ 纬圈阻塞高压的天数却下降到209天,比 $65^\circ N$ 纬圈的阻塞高压天数少了158天。

### 3.3 区域阻塞高压活动的持续时间

图3给出了冬季中高纬度区域阻塞高压的持续时间的分布情况。由图可见,阻塞高压的持续时间有很大的区域性。乌拉尔山区域的阻塞高压持续时间分布比较集中, $< 12$ 天的过程占有阻塞高压次数的98%,还有2%的阻塞高压持续时间为18天。6天的过程所占的比例最大,约为总阻塞高压次数的29%。贝加尔湖区域的阻塞高压持续时间相对较短, $< 8$ 天的过程居多,占80%,阻塞持续时间为5天的最多,占31%。鄂霍次克海的阻塞

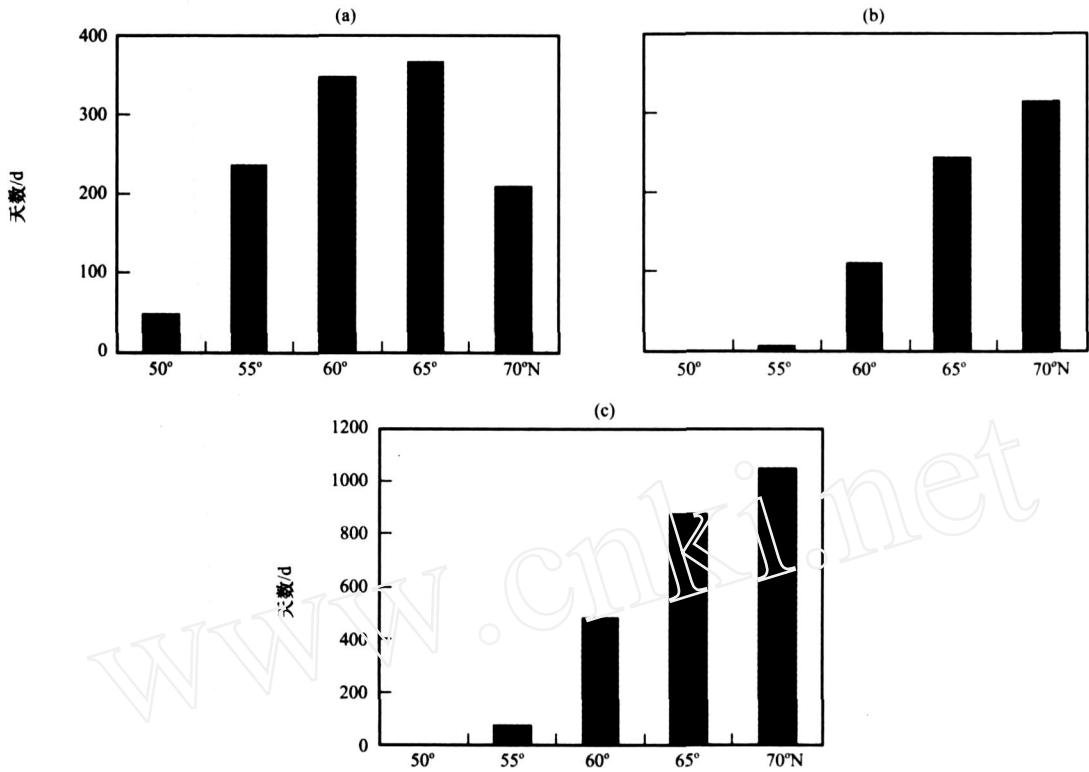


图 2 冬季中高纬度阻塞高压天数随纬圈的分布

(a) 乌拉尔山, (b) 贝加尔湖, (c) 鄂霍次克海

Fig. 2 Meridional distribution of blocking days in high-mid latitudes in winter

(a) Ural, (b) Baikal, (c) Okhotsk

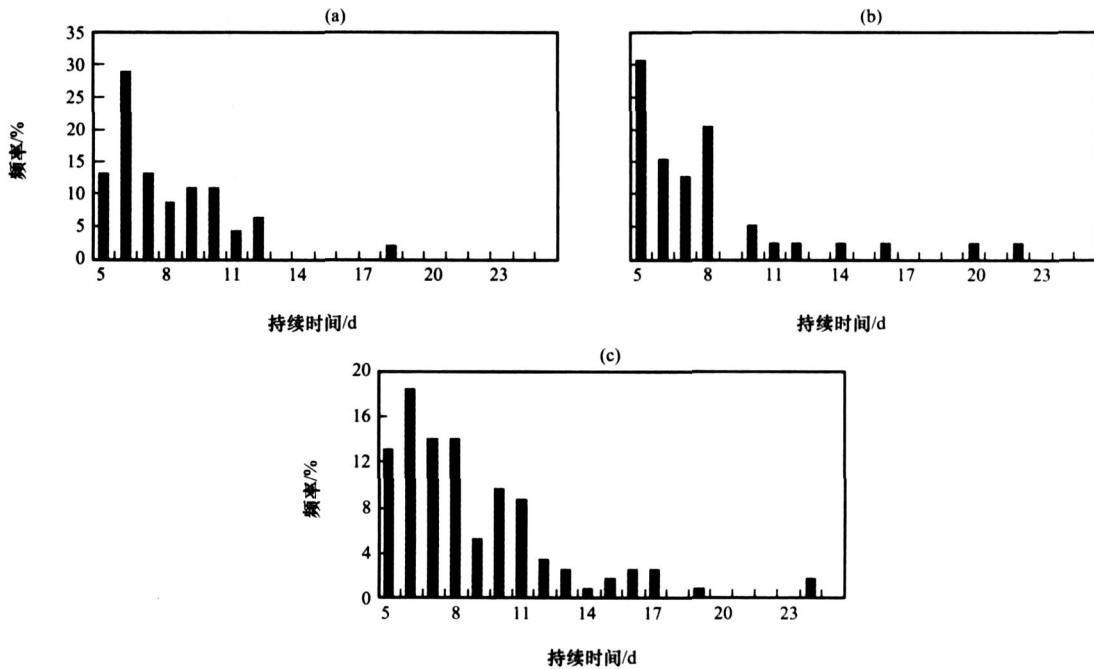


图 3 冬季中高纬度阻塞高压持续时间>5天的频率分布

其余说明同图 2

Fig. 3 Frequency distribution of blocking duration more than five days in high-mid

latitudes in winter. Others are the same as Fig. 2

高压持续时间分布比较均匀, < 20 天的范围内几乎都有分布, 6 天的过程相对较多, 占 18%, 持续时间最长的达到了 24 天。

## 4 阻塞高压活动的气候影响

### 4.1 阻塞高压活动的气候学指数

由上一节的讨论可知, 阻塞高压活动在不同区域和不同纬度都存在很大差异。本节利用前面计算得到的各区域阻塞高压天气学指数, 与 500 hPa 高度距平场作相关分布图, 找到相关系数的最大值区域, 用来建立区域阻塞高压气候学指数。阻塞高压天气学指数反映的是有阻塞高压发生时的状况, 而阻塞高压气候学指数相对于天气学指数的优势在于可以反映每一天气候要素的变化。

图 4 为区域阻塞高压天气学指数与 500 hPa 高度场的相关分布图。由图可以看出, 乌拉尔山(图 4a)、贝加尔湖(图 4b)和鄂霍次克海(图 4c)三个区

域在高纬度都是相关分布的正相关区域, 最大相关系数分别为 0.68, 0.58, 0.61, 均通过了 99% 的信度, 在正相关下方的低纬度区域是负相关。本文选取三个区域相关分布图中, 正相关中心的 9 个点, 用这 9 个点逐月 500 hPa 高度距平场的平均值作为这个区域的阻塞高压气候学指数。这样就建立了可以反映每一天气候要素变化的阻塞高压气候学指数, 图 4 用方框标出了计算阻塞高压气候学指数所选的具体区域。

### 4.2 阻塞高压与温度的相关分析

根据上一节得到的冬季阻塞高压气候学指数, 与冬季地表温度作相关统计分析得到图 5, 样本大小为  $38 \times 4 = 152$ , 99% 信度检验值为 0.25。图 5a 为乌拉尔山区域的阻塞高压指数与温度相关分布图。由图可看到, 在新地岛周围及其邻近海域为正相关区域, 最大相关系数为 0.59; 哈萨克斯坦、蒙古及中国北方大部分地区是负相关区域, 负相关

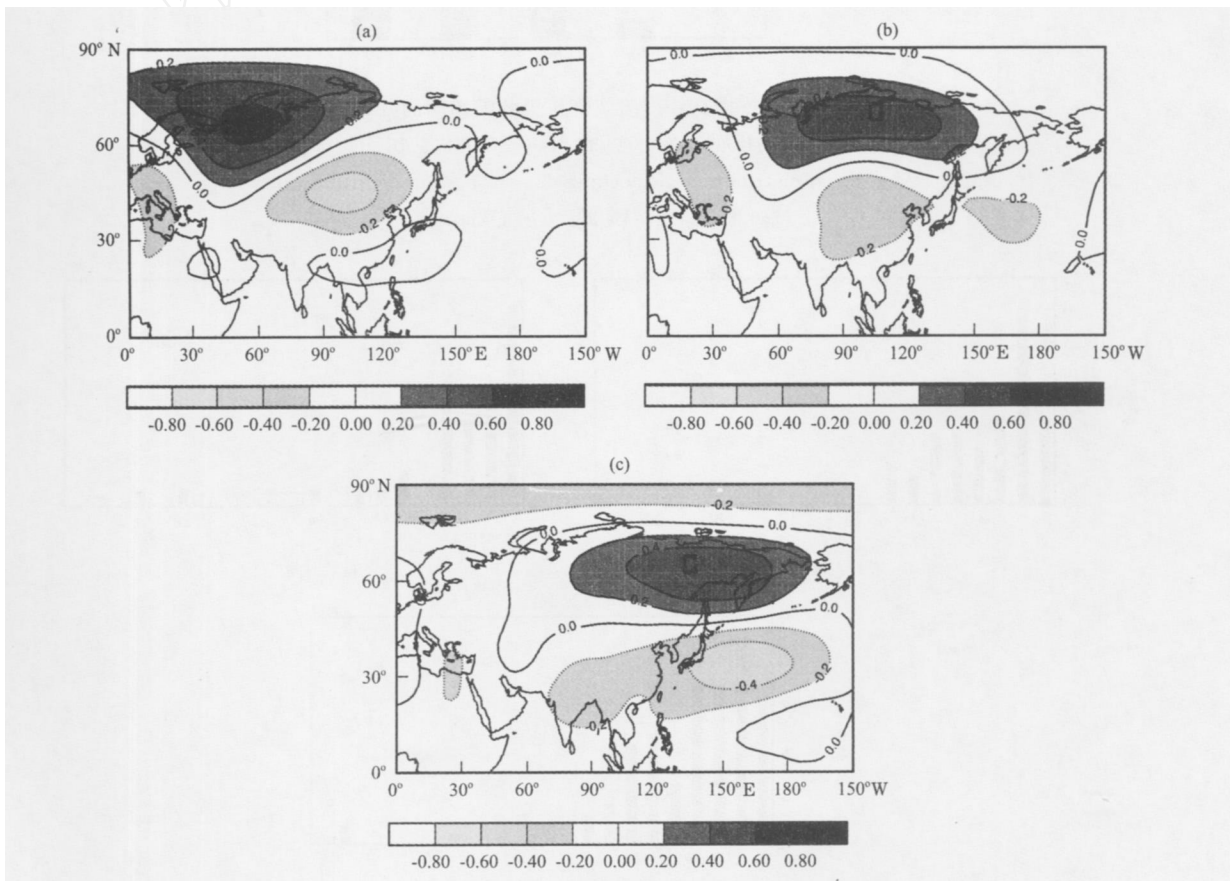


图 4 阻塞高压天气学指数与 500 hPa 高度场的相关分布

(a) 乌拉尔山, (b) 贝加尔湖, (c) 鄂霍次克海, 阴影区均为通过 99% 信度检验的区域

Fig. 4 Correlation between synoptic blocking index and 500 hPa height fields.

(a) Ural, (b) Baikal, (c) Okhotsk. Shaded areas have passed

the regions of confident level of 99 %

中心位于新疆北部和蒙古的西部地区，中心值达到 - 0.7。陈菊英等<sup>[16]</sup>的研究也表明，冬半年（11 月 ~ 1 月）除 1 月外，乌拉尔山区阻塞形势对我国大部分地区的同期月平均气温的影响是显著的。本文的研究结果也说明了这一点。图 5b 为贝加尔湖区域的阻塞高压指数与温度相关分布图。由图可以看到，在俄罗斯北部的高纬度地区及以北海域是正相关，中心位于北西伯利亚及泰梅尔半岛地区，最大值达到 0.74；日本、韩国和中国的华北及华南部分地区是负相关区域，中心位于中国的华北地区，中心值达到 - 0.48。图 5c 为鄂霍次克海区域的阻塞高压指数与温度相关分布图。由图可看到，俄罗斯东北部，包括鄂霍次克海、西伯利亚东部及北部海域均为正相关区域，中心位于鄂霍次克海北部大陆，中心值达到 0.75；负相关区域位于日本、韩国以及附近的太平洋海域，中心值为 - 0.48。

根据对图 5 的分析，三个区域的相关分布图都可以概括为“北正南负”的分布形势。冬季，当乌拉尔山有阻塞高压发生时，在新地岛周围及其邻近海

域温度会升高，而中国北方大部分地区、哈萨克斯坦及蒙古的温度则会下降；当贝加尔湖区域发生阻塞高压时，俄罗斯北部的高纬度地区温度会上升，日本、韩国、中国华北及华南地区温度则会下降；鄂霍次克海区域的阻塞高压造成温度升高的主要区域在俄罗斯东部，影响温度下降的主要区域是日本、韩国以及附近的太平洋海域，对中国影响不大。

### 4.3 阻塞高压与降水的相关分析

用三个区域冬季的阻塞高压气候学指数与冬季的降水量作相关分析，得到图 6，样本大小为 68 (17 × 4 = 68)，95 % 信度检验值为 0.23，99 % 信度检验值为 0.3。冬季乌拉尔山区域的阻塞高压与冬季降水的相关分布图显示 (图 6a)，在新地岛周围、北西伯利亚低地及北部岛屿为正相关，哈萨克斯坦、俄罗斯西部及挪威、瑞典一带为负相关，欧洲的一些南部国家，如罗马尼亚、保加利亚、瑞典等为负相关区域，整体表现为“正、负、正”的交叉分布形势。图 6b 为贝加尔湖区域的阻塞高压与降水的相关分

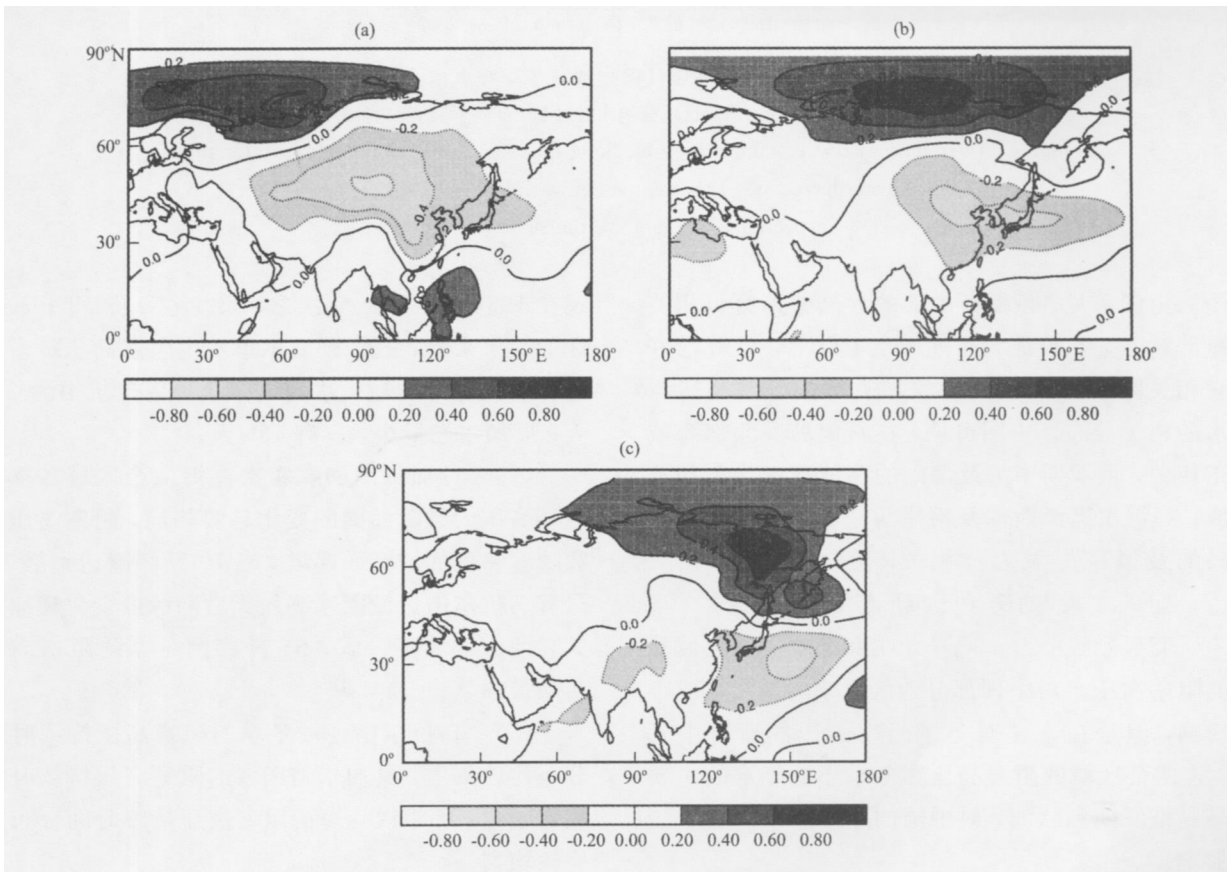


图 5 冬季阻塞高压气候指数与冬季温度相关分布

其余说明同图 4

Fig. 5 Correlation between climatology blocking index and temperature for winter time

Others are the same as Fig. 4

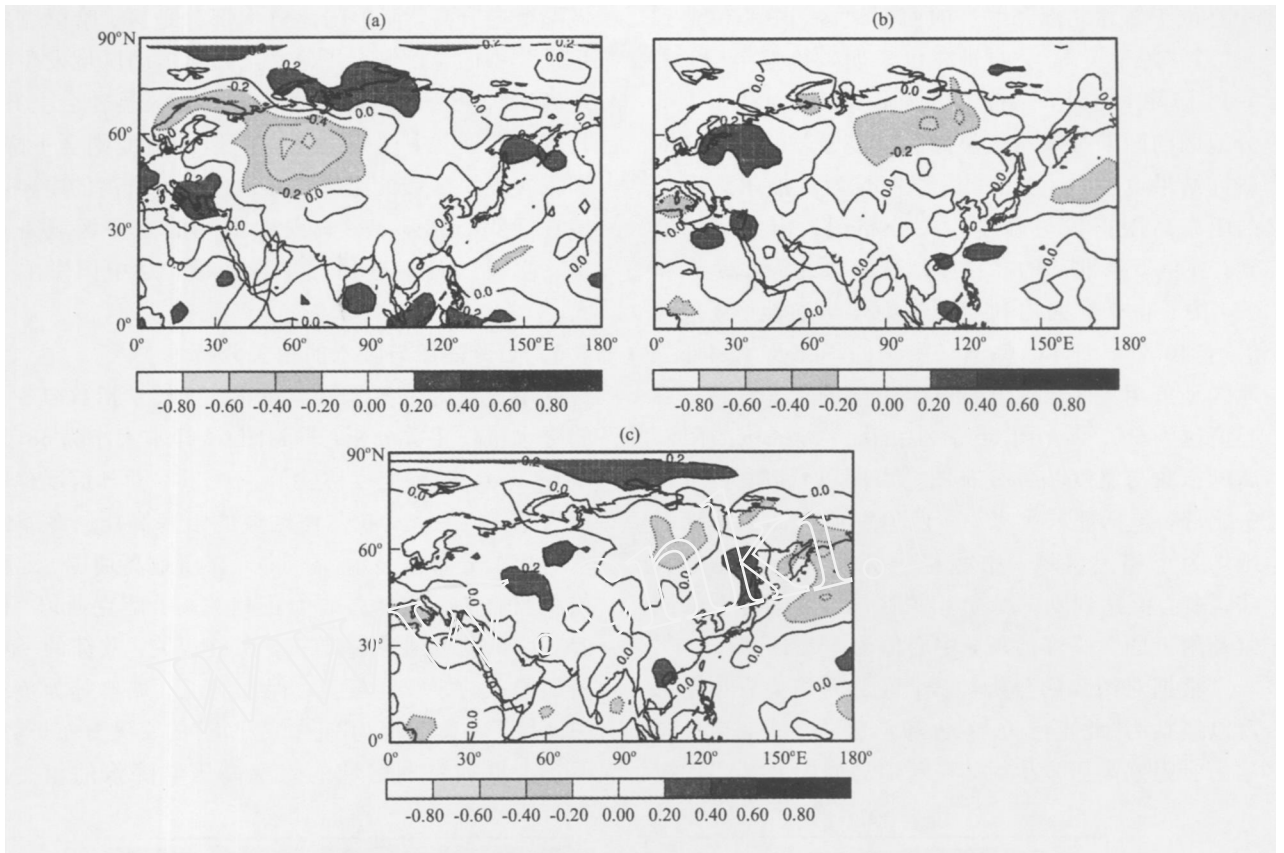


图 6 冬季阻塞高压气候指数与冬季降水相关分布

其余说明同图 4，图中阴影区域分别为通过 95% 与 99% 信度检验的区域

Fig. 6 Correlation between climatology blocking index and precipitation for winter time.

Shaded areas have passed the regions of confident level of 95%, 99%, respectively. Others are the same as Fig. 4

布图。由图可见，俄罗斯中部的大部分地区负相关最显著，相关系数最大可达 -0.4 以上，没有很好的正相关区域。图 6c 为鄂霍次克海的阻塞高压与降水的相关分布。由图可见，在新地岛及北部海域为正相关，俄罗斯中部及偏南的高原地区为负相关区域，鄂霍次克海西部及沿岸为正相关，俄罗斯东部岛屿及以南海域为负相关，整体构成了“正”、“负”、“正”、“负”的交叉分布形势。

研究显示<sup>[9-10, 17]</sup>，乌拉尔山和贝加尔湖区域夏季的阻塞高压会对中国部分地区夏季的降水造成很大影响，但是在本文对冬季阻塞高压的研究中发现，这两个区域的阻塞高压在冬季影响降水的主要区域是俄罗斯和欧洲，对中国的冬季降水没有直接的影响。

### 5 结论

根据上述分析，得到如下结论：

(1) 亚欧地区冬季的阻塞高压活动最频繁出

现在 1984 年，1968 年次之，最少在 1966 年；从分区的结果来看，三个区域冬季发生阻塞高压最多的是鄂霍次克海区域，达到 493 天；乌拉尔山为 242 天；贝加尔湖最少，只有 136 天。

(2) 贝加尔湖和鄂霍次克海两个区域冬季的阻塞高压天数随纬圈的变化趋势相同，阻塞高压天数随着纬度的增高而递增，在 70°N 纬圈达到最多；只有乌拉尔山区域阻塞高压天数随纬度变化规律与其它两个区域不一致，65°N 纬圈冬季的阻塞高压活动最频繁。

(3) 乌拉尔山区域冬季的阻塞高压持续时间分布比较集中，贝加尔湖区域的阻塞高压持续时间相对较短，鄂霍次克海的阻塞高压持续时间分布则比较均匀。

(4) 三个区域冬季阻塞高压气候学指数与温度的相关分布图都可以概括为“北正南负”的分布形势。当乌拉尔山有阻塞高压发生时，中国北方大部分地区、哈萨克斯坦及蒙古的温度会下降；贝加尔

湖区域发生阻塞高压会造成日本、韩国、中国华北及华南地区温度的下降; 鄂霍次克海区域的阻塞高压使温度下降的主要区域是日本、韩国以及附近海域。

(5) 乌拉尔山区域冬季的阻塞高压与降水的相关, 整体表现为“正、负、正”的交叉分布形势。贝加尔湖区域的阻塞高压与降水在俄罗斯中部负相关最显著。鄂霍次克海的阻塞高压与降水的相关分布表现为“正、负、正、负”的交叉分布形势。

致谢: 本文在撰写过程中, 谢志辉博士提出了许多宝贵意见, 在此表示感谢。

### 参考文献

- [1] 赵汉光, 陈雪珍. 北半球阻塞高压的统计分析[J]. 气象, 1990, 16(3): 3 - 7
- [2] 仇永炎. 中期天气预报[M]. 北京: 科学出版社, 1985
- [3] 叶笃正, 陶诗言, 朱抱真, 等. 北半球冬季阻塞形势的研究[M]. 北京: 科学出版社, 1962: 1 - 10
- [4] 周晓平. 亚洲中纬度区域阻塞形势的统计研究[J]. 气象学报, 1957, 28(1): 75 - 85
- [5] Elliot R D, T B Smith. A study of the effect of large blocking highs on the general circulation in the Northern Hemisphere westerlies[J]. J Meteor, 1949, 6: 67 - 85
- [6] Rex D F. Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate. Part I: An aerological study of blocking action[J]. Tellus, 1950, 2: 196 - 211
- [7] 仪清菊. 北半球阻高的某些统计特征[J]. 气象, 1982, 9(3): 11 - 13
- [8] 张培忠, 杨素兰. 阻塞高压活动的气候变化及其对中国某些地区旱涝的影响[J]. 气象学报, 1996, 54(5): 633 - 640
- [9] 黄菲, 姜治娜. 亚欧大陆阻塞高压的统计特征及其与中国东部夏季降水的关系[J]. 青岛海洋大学学报, 2002, 32(2): 186 - 192
- [10] 陈菊英, 王玉红, 王文. 1998 及 1999 年乌山阻高突变对长江中下游大暴雨过程的影响[J]. 高原气象, 2001, 20(4): 388 - 394
- [11] 李峰, 丁一汇. 近 30 年夏季亚欧大陆中高纬度阻塞高压的统计特征[J]. 气象学报, 2004, 62(3): 347 - 353
- [12] Treidl R A, E C Birch, P Sajecki. Blocking action in the Northern Hemisphere: A climatological study[J]. Atmosphere-Ocean, 1981, 19: 1 - 23
- [13] Lejen S H, H akland. Characteristics of northern hemisphere blocking as determined from long time series of observational data[J]. Tellus, 1983, 35A: 350 - 362
- [14] Tibaldi S F Molteni. On the operational predictability of blocking[J]. Tellus, 1990, 42A: 343 - 365
- [15] Dole R M, N D Gordon. Persistent anomalies of the extratropical northern hemisphere wintertime circulation: Geographical distribution and regional persistence characteristics[J]. Mon Wea Rev, 1983, 111: 1567 - 1586
- [16] 陈菊英, 章基嘉, 彭淑英. 乌拉尔山 500 hPa 平均阻塞对中国气温同期和滞后影响的研究[J]. 南京气象学院学报, 1991, 14(3): 489 - 496
- [17] 晁淑懿, 佟光. 东亚阻高与我国夏季暴雨[J]. 气象, 1991, 17(6): 12 - 17

## Winter Blocking Episodes and Impact on Climate over East Asia

JI Ming-xia<sup>1</sup>, HUANG Jian-ping<sup>1</sup>, WANG Shao-wu<sup>2</sup>, WANG Xin<sup>1</sup>,  
ZHENG Zhi-hai<sup>1</sup>, GE Jir-ming<sup>1</sup>

(1. College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

2. Department of Atmospheric Science, School of Physics, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** Using the NCEP/NCAR daily 500 hPa reanalysis data from 1958 to 1996, the synoptic blocking activity over East Asia is analyzed based on the synoptic definition of blocking. The results show that the winter blocking activity has obvious interannual variability, but such variation is different in various regions. The highest of blocking day occur in Okhotsk region and the least, in Baikal. In this paper, the climatology index of blocking is proposed according to synoptic index. The statistical relationship between climatology index and surface temperature, and precipitation are also studied.

**Key words:** Winter blocking; Synoptic blocking index; Climatology blocking index; Temperature; Precipitation