

Study on the Characteristics and Its Previous Affecting Factors of Winter Cold Air Activities in China

Zhiping Huang¹, Guangcheng Ren²

¹Hunan Meteorological Service Center, Changsha Hunan

²96631 Troops of PLA, Beijing

Email: hzp6712@sina.com

Received: Oct. 8th, 2015; accepted: Oct. 25th, 2015; published: Oct. 28th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Based on the observations of cold-air mass activity, air temperature records over nationwide of 160 stations, sea Surface pressure fields of north hemisphere, and the height fields at 500 hPa, as well as the related circulation indexes of the winter periods during 1951 to 2010, using the methods, such as composite analysis, differential analysis and correlation analysis, the possible links between cold-air activities and the other above data series are studied. The results show that the winter air temperatures in our country are closely related to the cold air activities. In addition, some atmospheric circulation indexes are found out, which are good indicators for winter cold air activities, and can be used as tools for forecasting winter cold air activities.

Keywords

Winter, Cold Air, Affecting Factors, Forecasting

我国冬季冷空气活动特征及前期影响因子分析

黄志萍¹, 任广成²

¹湖南省气象局气象服务中心, 湖南 长沙

²中国人民解放军96631部队, 北京

Email: hzp6712@sina.com

收稿日期: 2015年10月8日; 录用日期: 2015年10月25日; 发布日期: 2015年10月28日

摘要

本文利用1951~2010年冬季(12~2月)冷空气活动资料, 全国160站冬季气温资料, 北半球海平面气压场和500 hPa高度场及相关环流特征指数资料, 分析了冷空气活动特征及其与我国气温的关系, 并通过合成对比和差值计算及相关分析等方法, 找出了对冬季冷空气活动具有显著指示意义的大气环流因子, 为冷空气活动趋势预测提供依据。

关键词

冬季, 冷空气, 影响因子, 预报

1. 引言

冷空气和暖空气是从气温水平方向上的差别来定义的, 位于低温区的空气称为冷空气。北冰洋、西伯利亚是冷空气的发源地。冷空气过境会带来雨、雪等, 使温度陡然下降。每次冷空气入侵的强度有强有弱, 降温幅度有多有少。由于移动的路径不同, 受影响的区域也不同。根据强弱程度, 我国将冷空气分为五个等级: 弱冷空气、中等强度冷空气、较强冷空气、强冷空气和寒潮。

我国冬季风起源西伯利亚的冷高压, 当高压离开源地向南推进时, 在其东侧和南侧可产生很强的北风或东北风, 这就是冬季常见的冷空气活动。也就是说冷空气活动主要出现在冷高压的东部和南部。

冬季冷空气活动是我国最常见而又最重要的天气过程, 也是我国冬季最主要的天气气候灾害。冷空气活动所带来的大风降温甚至降水天气, 直接影响广大地区的工农业生产和人们的日常生活及部队行动。过去关于冷空气活动的研究很多[1]-[3], 但由于受资料条件的限制, 多存在资料年代短、分类粗和标准不统一的问题。本文试图利用国家气候中心统一整理的资料, 就冬季冷空气活动特征及其与我国气温的关系进行分析, 并重点讨论冷空气活动异常年份前期对流层中层和低层大气环流特征, 以期找出对冬季冷空气活动具有显著指示意义的大气环流因子。

2. 资料和方法

本文采用历年冬季冷空气活动次数资料, 全国160站冬季气温资料, 历年逐月北半球海平面气压场(网格: $5^\circ \times 10^\circ$)和北半球500 hPa高度场(网格: $5^\circ \times 10^\circ$)及相关环流特征指数资料。资料均由中国气象局国家气候中心提供。

统计分析影响我国的冬季冷空气活动次数, 确定异常年份。计算冬季冷空气活动次数与我国气温的相关分布, 并通过对冷空气活动异常年份前期各季北半球500 hPa高度场与海平面气压场进行合成对比和差值计算及相关分析, 找出影响我国冬季冷空气活动的大气环流因子, 为冷空气活动趋势预测提供依据。分析中所用各类资料的气候平均值, 为世界气象组织约定的1971~2000年的平均。

3. 冷空气活动特征

据统计, 自1951至2010年近60年来, 影响我国的冬季冷空气活动过程共474次, 平均每年7.9次。最多的年份达12次, 出现在1969年, 最少的年份仅3次, 出现在2007年, 最多年份与最少年份出现次数相差4倍。为便于分析, 我们把冷空气活动出现 ≥ 10 次的年份, 定为冷空气活动偏多年; 冷空气活动

出现 ≤ 6 次的年份, 定为冷空气活动偏少年。在近 60 年中, 冷空气活动偏多年共 11 年, 分别是 1952、1953、1954、1955、1956、1957、1960、1969、1975、1986 和 1993 年。偏少年为 12 年, 分别是 1961、1964、1973、1974、1979、1994、1998、1999、2001、2004、2006 和 2007 年。很显然, 这些异常年份分布极不均匀(图 1), 如 1952~1957 年连续 6 年冷空气活动偏多, 而 1994~2010 年的 17 年中竟没有出现冷空气活动偏多年。另外, 冷空气活动年代际变化特征也很明显, 但总的趋势是减少。上世纪 50 年代是冷空气活动明显偏多时期, 共出现 95 次, 有 7 个偏多年, 没有偏少年。60、70 和 80 年代为冷空气活动相对平稳时期, 出现次数分别为 82、81 和 85 次。其中 60 年代出现 1 个偏多年, 2 个偏少年; 70 年代出现 1 个偏多年, 3 个偏少年; 80 年代出现 1 个偏多年, 没有出现偏少年。90 年代冷空气活动转为明显偏少时期, 共出现 68 次, 其中 1 个偏多年, 3 个偏少年。进入本世纪第一个年代, 冷空气活动再度减少, 仅出现 63 次, 其中 4 个偏少年, 而没有出现偏多年。目前仍处于冷空气活动明显偏少时期。

4. 冷空气活动与我国气温的关系

计算分析冬季冷空气活动次数与全国 160 站冬季气温的相关分布(图略), 发现以负相关分布占绝对优势, 高负相关区主要集中在东北和华北地区, 此外, 新疆北部、西北地区东部、黄淮、江淮、华南地区东部也表现出较好的负相关, 相关较差的地区主要为西南、华南西部、新疆南部和西北地区中部。据统计, 全国 160 站中负相关系数通过 0.001 显著性水平检验的占 12%, 均出现在东北和华北地区。通过 0.01 显著性水平检验的占 31%, 通过 0.05 显著性水平检验的占 57%。相关系数未通过 0.05 显著性水平检验的, 即相关较差的共 69 站, 其中有 10 站为弱的正相关, 均出现在西南和华南西部地区。就是说冬季冷空气活动对我国绝大部分地区冬季气温具有显著影响, 冬季冷空气活动次数越多, 我国绝大部分地区气温越低, 尤其东北和华北地区尤为显著。反之, 冷空气活动次数越少, 我国绝大部分地区气温越高。

5. 前期 500 hPa 高度场影响因子分析

通过对冷空气活动异常年份前期各季北半球 500 hPa 高度场进行合成对比和差值计算及相关分析, 确定对我国冬季冷空气活动具有显著指示意义的北半球 500 hPa 大气环流因子。比较冷空气活动偏多年和偏少年前期各季北半球 500 hPa 高度累积距平合成与差值及相关分布, 发现以前期夏季北半球 500 hPa 高度差异最为显著且相关最好, 前期秋季次之, 春季最差。故重点分析前期夏季的情况。图 2、图 3 分别为 11 个冷空气活动偏多年和 12 个冷空气活动偏少年北半球 500 hPa 高度累积距平合成, 对比图 2 和图 3, 可以看出, 冷空气活动偏多年和偏少年 500 hPa 高度距平分布差异最显著的地区位于内蒙东部和华北向东经东北南部和朝鲜半岛 - 日本海 - 北太平洋中部一带, 冷空气活动偏多年表现为较强负距平带, 并有两个负距平中心, 一个位于北太平洋中部, 强度达 -19 dagpm , 另一个位于东北南部, 强度为 -13 dagpm 。冷空气活动偏少年情况完全相反, 表现为较强的正距平带, 存在两个正距平中心, 一个也位于北太平洋中部, 强度达 33 dagpm , 另一个也位于东北南部, 强度为 16 dagpm 。在相应的 11 个冷空气活动偏多年和 12 个冷空气活动偏少年北半球 500 hPa 高度平均距平差值分布(图 4)上, 该区域表现为明显的负异常, 北太平洋中部和东北南部为两个较强的负异常中心。在所对应的冬季冷空气活动次数与前期夏季北半球 500 hPa 高度相关分布(图略)上, 该区域为较好的负相关区, 北太平洋中部和东北南部为两个较好的负相关中心, 相关系数分别为 -0.54 和 -0.52 。上述分析说明, 冬季冷空气活动偏多年, 前期夏季内蒙东部和华北向东经东北南部和朝鲜半岛 - 日本海 - 北太平洋中部一带 500 hPa 高度场偏低, 尤其是北太平洋中部和东北南部地区高度场显著偏低。相反, 冬季冷空气活动偏少年, 前期夏季内蒙东部和华北向东经东北南部和朝鲜半岛 - 日本海 - 北太平洋中部一带 500 hPa 高度场偏高, 北太平洋中部和东北南部地区高度场显著偏高。事实上夏季北太平洋中部地区高度场的变化所反映的是北太平洋高压的强弱变化。为更

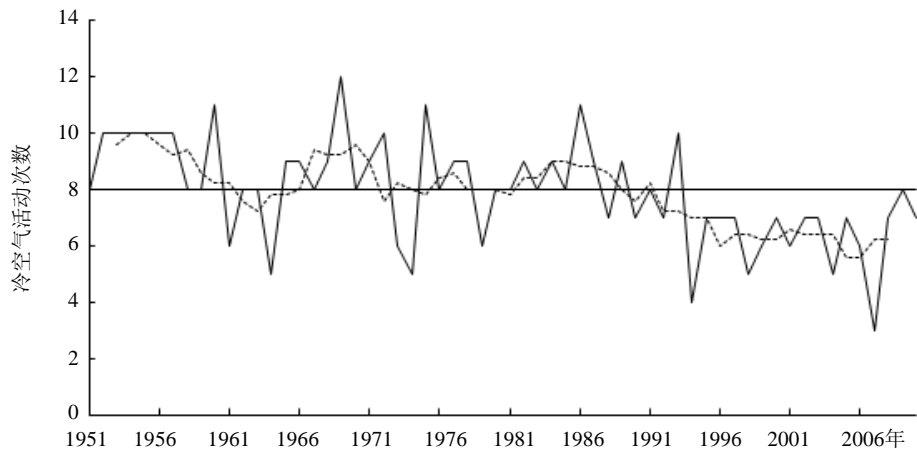


Figure 1. The cold air activities in winter and its 5-year running mean
图 1. 冬季冷空气活动次数及 5 年滑动平均变化曲线

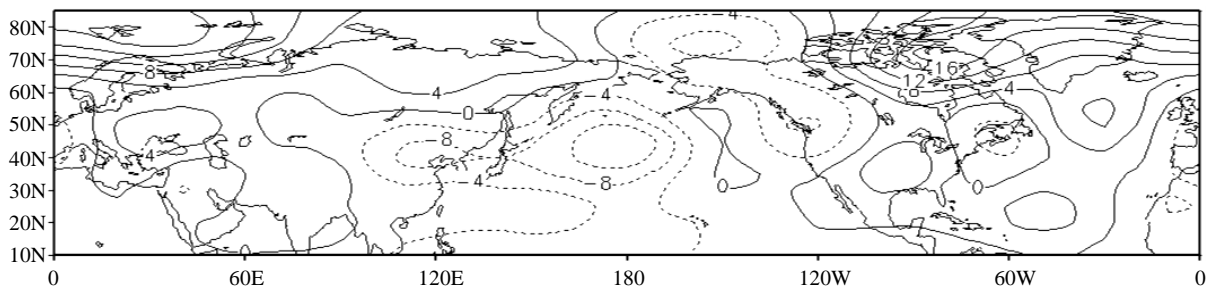


Figure 2. The composited anomaly height at 500 hPa in north hemisphere in the more cold air activity years
图 2. 冷空气活动偏多年北半球 500 hPa 高度累积距平合成

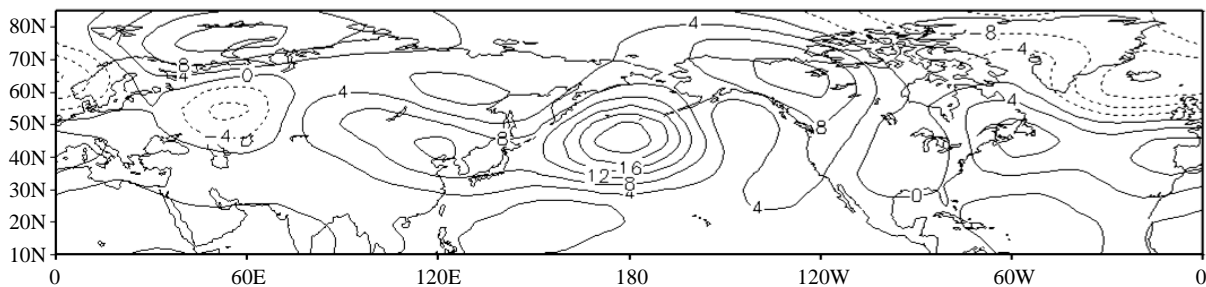


Figure 3. The composited anomaly height at 500 hPa in north hemisphere in the less cold air activity years
图 3. 冷空气活动偏少年北半球 500 hPa 高度累积距平合成

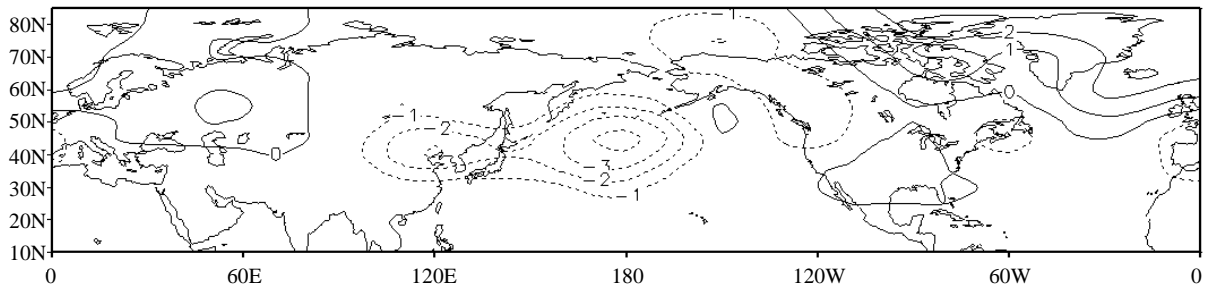


Figure 4. The mean anomaly height difference at 500 hPa between the more and the less cold air activity years
图 4. 冷空气活动偏多年和偏少年北半球 500 hPa 高度平均距平差值分布

客观的说明问题, 采用通常的做法[4]选择 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 $175^{\circ}\text{E}\sim 165^{\circ}\text{W}$ 范围 8 个格点 500 hPa 高度距平和作为北太平洋高压强度指数。用 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 $115^{\circ}\sim 135^{\circ}\text{E}$ 范围 5 格点 500 hPa 高度距平和来反映东北南部地区高度场的变化。计算表明, 冬季冷空气活动次数与前期夏季北太平洋高压强度指数和东北南部地区 500 hPa 高度距平和之间的相关系数分别为 -0.48 、 -0.47 , 均超过 0.001 显著性水平检验。就是说前期夏季北太平洋高压强弱变化和东北南部地区高度场变化均对冬季冷空气活动具有较好的预测指示意义。

分析还发现, 前期秋季北太平洋高压强弱变化对冬季冷空气活动仍具有一定的指示意义, 其间的相关系数为 -0.41 , 通过 0.001 显著性水平检验。但前期秋季东北南部地区高度场的变化对冬季冷空气活动不再具有任何指示意义。这可能与秋季是大气环流转换季节有关。对前期各月诸大气环流特征指数与冬季冷空气活动相关分析, 发现 6 月太平洋区极涡强度和 8 月太平洋副高面积指数与冬季冷空气活动次数关系较好, 相关系数分别为 0.48 、 -0.44 , 均通过 0.001 显著性水平检验。表明前期 6 月太平洋区极涡越强、8 月太平洋副高面积越小, 冬季冷空气活动越多。反之, 冬季冷空气活动越少。

6. 前期海平面气压场影响因子分析

采取与 500 hPa 高度场同样的分析方法, 寻找对我国冬季冷空气活动具有显著指示意义的北半球海平面气压场大气环流因子。结果发现, 与北半球 500 hPa 高度场类同, 也是以前期夏季北半球海平面气压场差异最为显著且相关最好, 前期秋季次之, 春季最差。就夏季而言, 冷空气活动偏多年和偏少年海平面气压距平分布差异最显著的地区, 整个北半球只有北太平洋中部地区。图 5 给出 11 个冷空气活动偏多年和 12 个冷空气活动偏少年前期夏季北半球海平面气压平均距平差值分布, 从图 5 可以看出, 在北太平洋中部地区为显著的负异常, 负异常中心为 -4 hPa。显然是冬季冷空气活动偏多年, 夏季北太平洋中部地区海平面气压场偏高, 北太平洋高压偏强。冬季冷空气活动偏少年, 夏季北太平洋中部地区海平面气压场偏低, 北太平洋高压偏弱。选用与 500 hPa 高度场同样的范围, 即 $35^{\circ}\text{N}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 $175^{\circ}\text{E}\sim 165^{\circ}\text{W}$ 范围 8 个格点海平面气压距平和作为大气低层北太平洋高压强度指数。计算得到, 冬季冷空气活动次数与前期夏季北太平洋高压强度指数之间的相关系数为 -0.41 , 通过 0.001 显著性水平检验。说明前期夏季大气低层北太平洋高压强弱变化对冬季冷空气活动也具有较好的预测指示意义。同理也对前期秋季北太平洋高压进行定义和计算, 发现冬季冷空气活动次数与前期秋季北太平洋高压强度指数之间的关系较差, 相关系数仅为 -0.32 , 通过 0.01 显著性水平检验。

7. 结论

1) 冬季冷空气活动年际和年代际变化特征明显, 上世纪 50 年代是冷空气活动明显偏多时期, 60、70 和 80 年代为冷空气活动相对平稳时期, 自 90 年代至今为冷空气活动明显偏少时期。

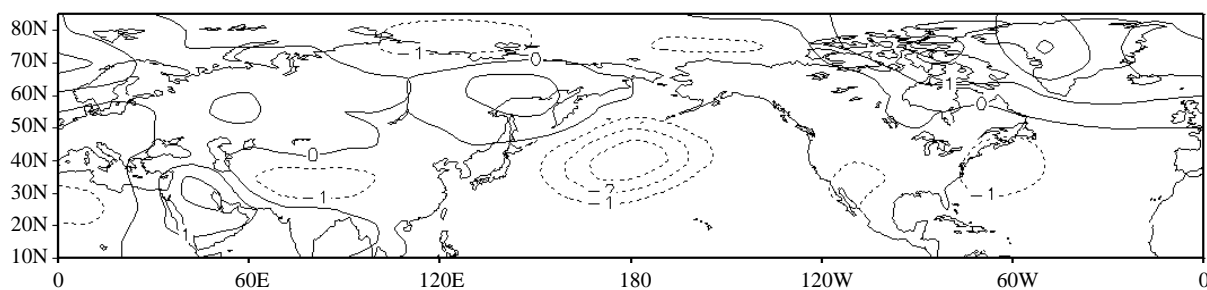


Figure 5. The mean anomaly sea pressure difference in previous winter in north hemisphere between the more and the less cold air activity years

图 5. 冷空气活动偏多年和偏少年前期夏季北半球海平面气压平均距平差值分布

2) 冬季冷空气活动次数与我国冬季气温存在很好的负相关关系, 尤其东北和华北地区相关更为显著。冷空气活动次数越多, 我国大部地区气温越低, 东北和华北地区尤为明显。反之, 冷空气活动次数越少, 我国大部地区气温越高。

3) 前期夏季北太平洋高压强度越强、东北南部地区高度场越高, 冬季冷空气活动次数越少。反之, 冷空气活动次数越多。前期 6 月太平洋区极涡越弱、8 月太平洋副高面积越大, 冬季冷空气活动易偏少。反之, 冬季冷空气活动易偏多。

4) 前期夏季大气低层北太平洋高压越强, 冬季冷空气活动次数越少。反之, 大气低层北太平洋高压越弱, 冬季冷空气活动次数越多。

参考文献 (References)

- [1] 仇永康, 李晓东, 仇永炎 (1992) 我国冷空气活动的特征及其与欧亚大陆积雪的关系. *应用气象学报*, **2**, 235-241.
- [2] 寿绍文, 励申申, 等编著 (1997) 中国主要天气过程的分析. 气象出版社, 北京.
- [3] 周庆满, 毕超 (1990) 秋末冬初强冷空气中长期预报尝试. 山东中长期天气预报研究文集. 气象出版社, 北京, 312-329.
- [4] 任广成, 令聪婧, 蔡开华 (2009) 华东冬季异常冷暖与大气环流和海温的关系. *气象科学*, **6**, 775-780.