

近百年我国的异常暖冬与冷冬*

龚道溢 王绍武

(北京大学地球物理系, 北京 100871)

摘要 根据1951年以来160站观测资料对我国冬季气温进行了EOF分析,发现全国绝大部分区域的冬温变化有很好的一致性,因此,冬季平均气温能较好反映全国的整体变化特征,用全国气温等级图资料订正了1910年至1950年全国平均气温,用北京和上海2站的平均气温订正了1880年至1919年平均气温,对1880年以来的全国平均冬季气温序列取10a一遇标准,确认出近118a中共有13次异常暖冬和10次异常冷冬,还分析了西伯利亚高压和全球性的温度变化对我国冬温变化和异常的影响。

关键词 中国; 暖冬; 冷冬; 气候异常

冬季气温的冷暖变化对我国工农业生产及人们的日常生活都有不同程度的影响。1960、1970年代频繁发生的冷冬以及1980年代以来的连续暖冬给大家留下了深刻的印象,也吸引了许多研究者对此进行分析。不过以往的研究多侧重暖冬或冷冬之中的某一个,如果全面考虑,有利于我们更好认识我国冬季气温异常的规律及机制。而且以前的研究所用资料也多局限于1950年代以来,本文同时对近百年来我国的冷冬与暖冬进行研究,并对造成气温异常的可能影响因子进行分析。不过,冷冬与暖冬是否可以称为异常,以及异常的程度如何,需要一个定量的标准。世界气象组织把距平达到两倍标准差(2σ)的事件称为异常。如果取这个标准,其概率相当于大约44a一遇(如果是正态分布),则暖冬与冷冬的频次太少,这里取大约10a一遇为标准,约相当于距平达到 $\pm 1.3\sigma$ 。在近百年时间中,异常的暖冬与冷冬大致各有10次左右。

1 异常冷冬与暖冬

要确认近百年来我国的异常冷冬和暖冬,首先必须要有长的气温序列。但是,覆盖面完整、序列连续的观测气温资料只是从1951年才开始有的,往前只有1910年以来的全国气温等级图资料^[1],再往前则只有1880年以来的上海和北京的观测记录了。要根据这些有限的记录来分析近百年来全国各区域的冬季气温异常是不现实的。那么是否可以用这些资料来代表全国的冬季平均气温,进而分析全国平均气温的异常冷暖呢?许多研究表明,我国各地冬季气温的变化有很大的一致性。图1是根据1951年以来160个测站气温距平计算的EOF第一特征向量的分布。很显然,除了西南极少数站点外,全国绝大部分地区气温的变化有相同的性

* 自然科学基金(49635190)和“短期气候预测系统的研究”(96-908-01)资助。

收稿日期 1999_03_06

质和趋势。而且第一特征向量可以解释整个气温场方差的几乎一半，达到 49%。所以，全国平均冬季气温是可以很好代表全国范围的气温变化及其异常的。

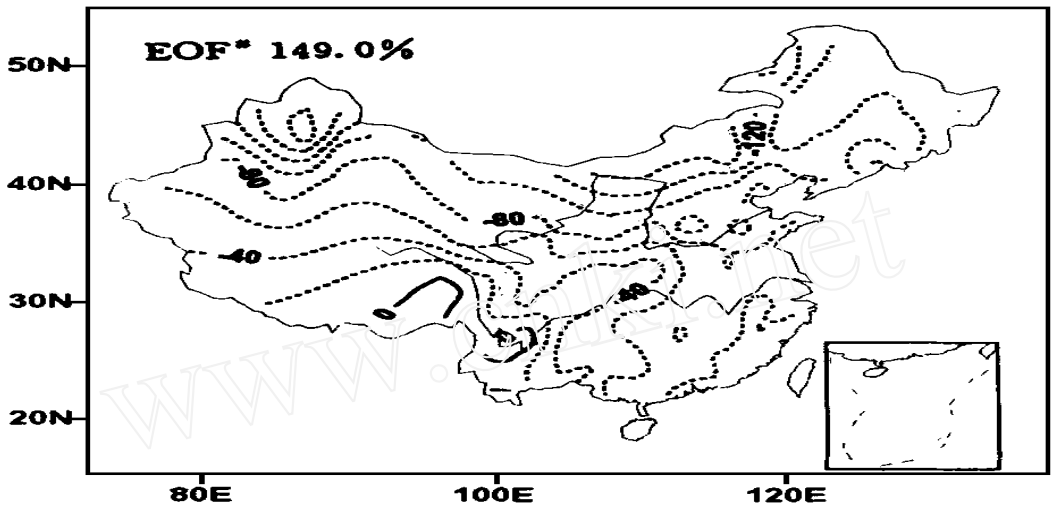


图 1 我国冬季气温距平的 EOF 第一特征向量

因此，本文只对全国平均气温进行分析。1951 年以来的冬季平均气温由 160 站平均得到。根据 1951 年到 1997 年冬季的资料分析发现，在这 47 a 中 160 站平均气温与全国平均气温等级，及 160 站平均气温与上海、北京 2 站的平均气温间的相关系数分别高达 0.98 和 0.92 (表 1)，从图 2

表 1 各气温资料间的相关系数 (1951~1997 年，共 47 a)

| | 160 站平均 | 气温等级 | 上海气温 | 北京气温 | 上海、北京平均 |
|---------|---------|------|------|------|---------|
| 160 站平均 | 1.00 | 0.98 | 0.83 | 0.81 | 0.92 |
| 气温等级 | | 1.00 | 0.84 | 0.75 | 0.88 |
| 上海气温 | | | 1.00 | 0.60 | 0.87 |
| 北京气温 | | | | 1.00 | 0.92 |
| 上海、北京平均 | | | | | 1.00 |

中也可以看出序列间相同时段的变化是非常相似的。所以考虑用全国平均气温等级和上海、北京气温来续补全国平均气温。具体做法是，根据 1951~1997 年的共同时段，分别建立全国平均气温和全国平均气温等级及全国平均气温和北京、上海 2 站平均气温的线性回归关系，再对 1951 年以前的全国平均气温进行续补。即对 1910~1950 年，由 $y = 1.342x + 0.033$ 续补， y 为全国平均气温， x 为全国平均气温等级；对 1880~1919 年，由 $y = 0.795x - 0.026$ 续补， y 为全国平均气温， x 为北京、上海 2 站平均气温。这样就得到了 1880 年以来的全国平均冬季气温序列 (图 3)。

对整个气温序列重新计算距平及标准差，得 $\sigma = 0.87$ 。再根据 $\pm 1.3\sigma = \pm 1.14$ 的标准来判断异常的冷冬与暖冬。图 3 中异常冷冬与暖冬分别以黑色和阴影表示。整个序列 118 a 中 (1880~1997 年)，共有异常暖冬 13 个，根据温度距平大小依次为：1940 (1.83)*，1948 (1.83)*，1945 (1.70)*，1978 (1.61)，1986 (1.54)，1915 (1.43)，1934 (1.43)，1997 (1.34)，1990 (1.29)，1994 (1.28)，1992 (1.25)，1996 (1.20)，1938 (1.16)。

异常冷冬有 10 个, 依次为: 1892 (- 2.08)^{*}, 1967 (- 1.95)^{*}, 1944 (- 1.93)^{*}, 1935 (- 1.93)^{*}, 1956 (- 1.80)^{*}, 1884 (- 1.68), 1954 (- 1.55), 1976 (- 1.54), 1885 (- 1.25), 1894 (- 1.21)。括号中数字为气温距平值, * 表示距平达到或超过 $\pm 2\sigma$, 1940 年代表是 1940/1941 冬季, 下同。

异常暖冬和冷冬的出现有很大的群发性。近百年来冷冬主要集中在 1880~ 1890 年代, 从 1930 年到 1970 年则每 10 a 一次冷冬, 其中 1950 年代有 2 次。而异常暖冬主要集中在 1930~ 1940 年代和 1980~ 1990 年代; 特别是从 1986 年开始到 1997 年, 已经出现了 12 个连续的暖冬, 其中达到标准的异常暖冬就有 6 个。不过, 距平超过 2σ 强度最大的 3 次异常暖冬都集中在 1940 年代。我国冬季气温的这些异常变化, 可能与大气环流及全球气温变化的大背景等因素有关, 这在下节还要讨论。

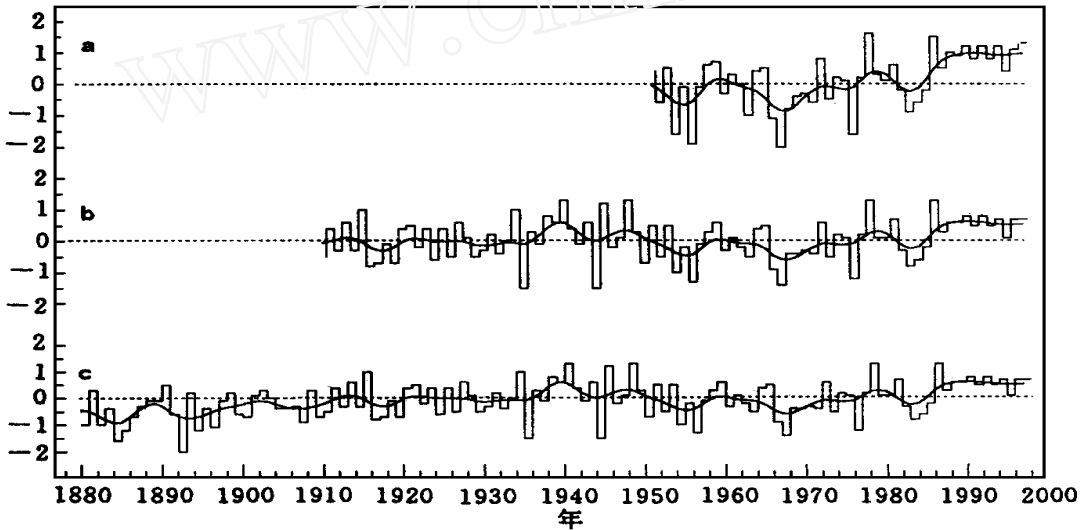


图 2 冬季平均气温距平 (对 1961/1962~ 1990/1991 年冬)
(a: 160 站平均; b: 由全国平均气温等级换算; c: 上海和北京两站平均)

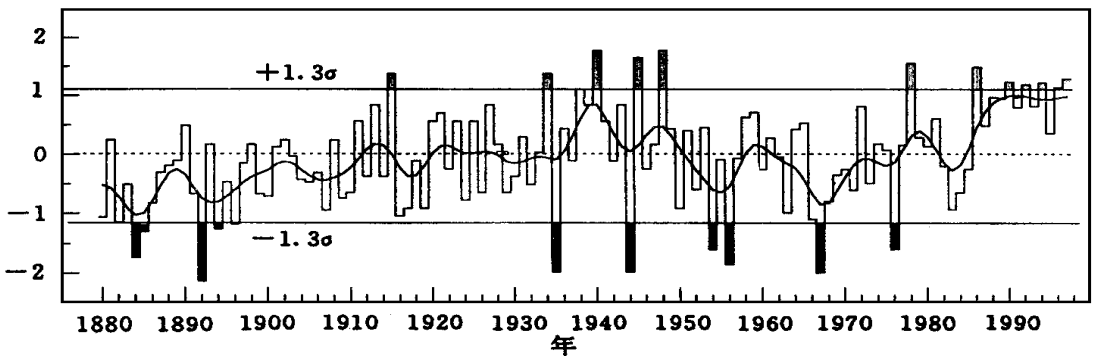


图 3 1880 年以来的我国冬季平均气温序列
(黑色部分表示异常冷冬年, 阴影部分表示异常暖冬年)

2 影响暖冬和冷冬的因子

本节主要分析大气环流因子和全球冬季气温变化对我国暖冬和冷冬的影响。西伯利亚高压是最重要的近地面环流因子，这是大家很早就注意到了的^[2,3,4]。图4是根据1951年以来资料计算的我国冬季平均气温与北半球海平面气压的相关系数分布，最大的相关中心位于亚洲大陆腹地，显著区域大致与冬季多年平均的西伯利亚高压的中心相吻合。相关高值区由西伯利亚高压中心向南到达我国东部的华中及江南部分地区，而且，负的相关区覆盖了我国大部分地区。这些都证明，西伯利亚高压强时，冬季风强，冷空气活动也强，而频繁、强烈的冷空气的不断南侵，造成我国冬季气温的急剧下降，而且涉及面很广，影响所及，包括了我国大陆的绝大部分地区，所以易于出现冷冬。反之，当西伯利亚高压弱时，冬季风弱，冷空气活动也弱，则我国冬季气温将会偏高，易于出现暖冬。

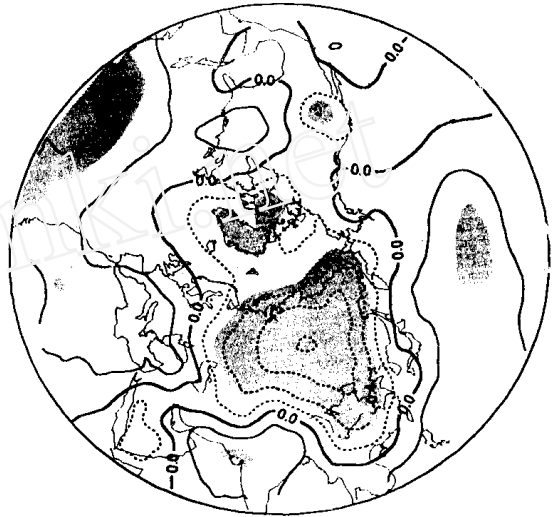


图4 我国冬季平均气温与同期北半球海平面气压的相关系数
(1951~1997, 阴影区为达到95%信度的地区)

另外，全球气温变化的大背景必然也会对区域气候产生影响。1951年到1997年期间，全球平均冬季气温与我国气温的相关系数为0.56，超过了95%信度水平。在全国160站中也有43%左右的台站气温与全球气温的正相关系数达到95%信度水平。因此，我国冬季气温也受全球性的温度波动的影响。例如1980年代以来的连续暖冬，就很可能与近期的全球变暖有密切关系。

不过到目前为止，许多有关西伯利亚高压及全球气温的变化对我国冬温影响的分析，都还是定性的。那么，西伯利亚高压及全球气温的变化对我国冬季气温及冷、暖异常的影响在量上究竟有多大呢？二者各自的影响分别又有多大比重呢？

对于第一个问题，可以用线性多元回归方法，利用西伯利亚高压强度指数和全球冬季（北半球冬季，即12~2月）平均气温序列，来对我国冬季气温进行拟合。不过西伯利亚高压强度指数资料只到1994/1995年冬天，所以拟合时对全球及我国冬季气温也都只取到1994年，从1880到1994年共115a^[6]。

分别用西伯利亚高压强度和全球冬季平均气温单独来进行拟合，前者可以拟合我国冬温方差的25.4%，后者也可拟合我国冬温方差的24.3%。从效果来看，前者拟合的我国冬温的低频波动较为明显，而后者拟合的长期趋势更为突出。同时考虑两者进行拟合，则复相关系数 $c=0.658$ ，即可以解释近百年来我国冬温方差的43.3%。

当然，西伯利亚高压强度与全球平均冬季气温之间也可能存在联系，它们二者之间并不独立。如1960~1970年代，全球气温就比较偏低，此时西伯利亚高压强度偏强；在1980年代

到 1990 年代, 全球气温持续偏高, 此时西伯利亚高压强度也异常偏弱。根据多元回归理论, 可以将二者的独立方差贡献分开。如果将我国冬季平均气温、西伯利亚高压强度和全球平均冬季气温首先都进行标准化, 再计算西伯利亚高压强度和全球平均冬季气温对我国冬季平均气温的多元回归系数 b_1 (为 - 0.44) 和 b_2 (为 0.43), 及各自的相关系数 r_1 (为 - 0.50) 和 r_2 (为 0.49), 则总的解释方差 c^2 (为 0.433) 可以分解成: $c^2 = r_1 b_1 + r_2 b_2$ 。其中 $r_1 b_1$ (为 0.222) 和 $r_2 b_2$ (为 0.211) 分别是西伯利亚高压强度和全球平均冬季气温对我国冬季平均气温方差的独立贡献。因此, 在解释近百年来我国冬季平均气温方差的 43.3% 中, 西伯利亚高压强度占 22.2%, 全球平均冬季气温占 21.1%。

不过从效果来看, 多元线性回归拟合的 1930 年代~ 1940 年代的暖期比实际值明显偏低, 1920 年代前后气温则比实际值偏高。拟合的异常暖冬和冷冬的也有较大差别, 对异常冷冬的拟合效果很好, 10 个冷冬中只有 1976 年稍差一些; 对 1980 年代以来的异常暖冬的拟合较好, 对 1940 年代的异常暖冬也能基本拟合出来, 只是强度偏弱, 1915 年、1978 年和 1938 年的异常暖冬则拟合得有些勉强。有些年份拟合的气温与实际的气温还有较大的差距, 如 1982 年就是一个十分突出的例子, 拟合的 1982/1983 年冬季气温比实际值高出 1.6。这些都说明, 尽管用西伯利亚高压强度和全球冬季平均气温能解释我国冬季气温的很大一部分方差, 也能拟合出大部分的异常暖冬和冷冬, 但并不是所有的气温异常都能得到很好解释。除了西伯利亚高压及全球性的温度变化外, 还有其它的因子影响着我国冬季气温的变化和异常, 如东亚大槽的活动、火山活动等, 有些时段或年份, 这些因子影响的比重可能更为突出一些。

3 结论

如果取 10 a 一遇为标准, 则 1880 年至 1997 年的 118 个冬季中, 根据我国气温距平大小可以划分出 13 个异常暖冬年和 10 个异常冷冬年。根据强弱 13 个异常暖冬年分别是: 1940、1948、1945、1978、1986、1915、1934、1997、1990、1994、1992、1996 和 1938, 10 个异常冷冬年依次为: 1892、1967、1944、1935、1956、1884、1954、1976、1885 和 1894。

西伯利亚高压和全球性的温度变化对我国冬季气温有较大的影响, 用西伯利亚高压强度和全球冬季平均气温分别能解释我国冬季气温方差的 22.2% 和 21.1%, 二者合起来能说明近百年来我国冬季气温变化方差 43.3%。

但是, 并不是所有的我国冬季气温的异常都能用西伯利亚高压强度和全球冬季平均气温的变化得到解释, 这说明除了西伯利亚高压及全球性的温度变化外, 还有其它的因子 (如东亚大槽的活动、火山活动等) 影响着我国冬季气温的变化和异常, 究竟还有哪些因子及这些因子的影响有多大等问题都还有待进一步的研究。

参 考 文 献

- 1 中国气象科学研究院, 中央气象台. 中国气温等级图 (1911~ 1980). 北京: 气象出版社, 1984, 443
- 2 王绍武. 东亚大气活动中心的多年变化与我国的气候振动. 气象学报, 1962 (32): 20~ 36
- 3 朱乾根, 施能, 吴朝晖, 等. 近百年北半球冬季大气活动中心的长期变化及其与中国气候变化的关系. 气象学报, 1997 (55): 750~ 758
- 4 郭其蕴. 中国气候变化与东亚季风. 见: 施雅风主编. 中国历史气候变化. 济南: 山东科学技术出版社, 1996, 468~ 483
- 5 龚道溢, 王绍武. 西伯利亚高压的长期变化及全球变暖可能影响的研究. 地理学报, 1999, 54 (2): 125~ 133

ABNORMAL WARM AND COLD WINTERS IN
CHINA DURING THE PAST CENTURY

Gong Daoyi and Wang Shaowu

(Department of Geophysics, Beijing University, Beijing 100871)

Abstract Based on the winter temperature data of 160 stations in China, the EOF analysis is carried out. Results show the coherence of the spatial pattern over most China very clear. Therefore, the averaged winter temperature of China can reflect the characteristics of the change reasonably. The mean winter temperature time series from 1880 to 1997 is established. The standard of 1.3σ is chosen. If the temperature anomaly is above or equal to $+1.3\sigma$, the winter will be classified as an anomalous cold winter. Two factors that may affect the winter temperature: the Siberian High and global mean winter temperature. Linear regression method is applied to estimate the contribution of those two factors to the winter temperature anomalies of China. During the past century, about 43.3% of winter temperature variance can be accounted by the Siberian High and global mean winter temperature, and the percentage of variance explained by Siberian High is 22.2%, by global mean winter temperature is 21.1% respectively.

Key words China, abnormal, warm, cold, winter