

# 近百年丹东气温变化特征分析

陈洪伟<sup>1</sup> 万丽岩<sup>2</sup> 杨诚<sup>1</sup>

(1. 丹东市气象局, 辽宁 丹东 118000; 2. 兴城市气象局, 辽宁 兴城 125100)

**摘要:**对1906—2005年丹东气温资料序列进行分析,得到近百年丹东气温变化特征。结果表明:在近百年丹东逐月平均气温变化趋势中,除夏季7月和8月呈线性递减趋势外,其他月份均呈线性递增趋势。在近百年丹东年代际和年际变化中,逐年代平均气温线性递增率为 $1.13\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ a}$ ,逐年演变过程中的年平均递增率为 $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。在各季的平均气温变化中,冬季(12月—翌年2月)线性增温最显著,平均线性递增率为 $0.30\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ;春季(3—5月)次之,线性增长率为 $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ;秋季(9—11月)平均气温线性增温最小,线性增长率为 $0.06\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ;夏季除6月几乎没有变化外,7—8月均呈递减趋势,整个夏季(6—8月)总线性增减率为 $0.03\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。近20 a线性增暖趋势异常显著,逐年线性递增趋势为 $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。

**关键词:**气温;变化特征;气候变暖;趋势分析

**中图分类号:**P468 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2008)02-0010-04

## 1 引言

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 政府间气候变化专门委员会)第3次气候变化评估报告指出:全球平均地表温度自1861年以来一直在增高,在过去140 a中全球平均气温升高了 $0.4\text{--}0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,达到了1000 a以来的最高值。全球大幅度气候变暖,必将导致生态环境的变化。生态环境的变化与生态安全密切相关,它必将对农业和生态系统产生深刻的影响。全球气候变暖已成为科学家和公众共同关心的环境问题。林学椿等<sup>[1]</sup>、王绍武<sup>[2]</sup>和丁一汇等<sup>[3]</sup>研究表明,我国东北地区的气候变化与全球气候变化基本一致,目前仍属于暖期。近一个世纪以来,北半球的气候明显变暖,我国许多城市的气温也有逐年上升的趋势,尤其是自20世纪90年代以来,我国北方的气候增暖明显,许多学者通过各种研究方法对这种气候变暖趋势进行研究<sup>[4-14]</sup>。本文根据近百年丹东的气温序列资料进行研究,分析得到近百年丹东气温变化特征。

## 2 资料与方法

选取沈阳区域气候中心提供的1906—2005年丹东逐月平均温度序列资料,对于缺测数据资料,沈阳区域气候中心已进行了差值计算续补;文中统计了丹东市月、季、年际和年代际平均温度的序列资料,以年际和年代际作为一个资料长度,采用Excel软件统计丹东月季年的气温变化及其演变规律,分析近百年丹东气温资料线性倾向和演变。

## 3 结果分析

### 3.1 逐年气温资料序列变化分析

#### 3.1.1 月平均气温

统计分析1906—2005年丹东逐月平均气温资料。从月平均气温变化曲线(图1)可知:冬季(12月

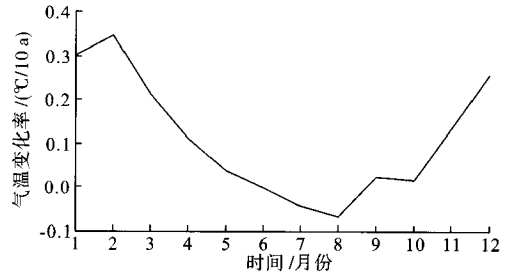


图1 1906—2005年丹东逐月气温变化率

—翌年2月)线性增温最显著;春季(3—5月)次之;秋季(9—11月)平均气温线性增温最小;夏季(6—8月)变化不大,其中7—8月呈弱递减趋势。

#### 3.1.2 春季平均气温

从图2可知,近百年丹东春季平均气温总体呈

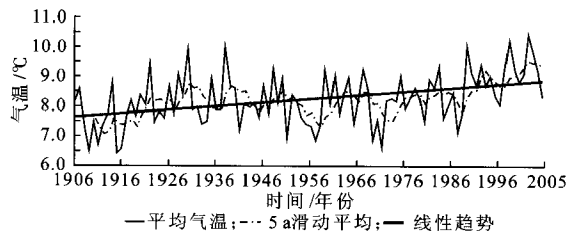


图2 1906—2005年丹东春季平均气温变化曲线

线性上升趋势,平均线性递增率为 $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。5 a

收稿日期:2007-11-29;修订日期:2008-01-17。

作者简介:陈洪伟,男,1969年生,在读研究生,高级工程师,主要从事气候变化方面的研究。

滑动平均趋势分析表明,20世纪初平均气温为最低,以后逐渐振荡上升;30年代和40年代为最高,以后逐渐振荡下降;50—80年代气温维持低值时期,气温处于低值振荡;自80年代末期开始,气温上升幅度不断加大,特别是自90年代之后气候变暖更为突出。近20 a 丹东春季平均气温多居高不下,平均线性递增率为 $0.55\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,多高值附近振荡,多次达到或超过建国以来的特高年。

### 3.1.3 夏季平均气温

从图3可知,近百年丹东夏季平均气温总体呈

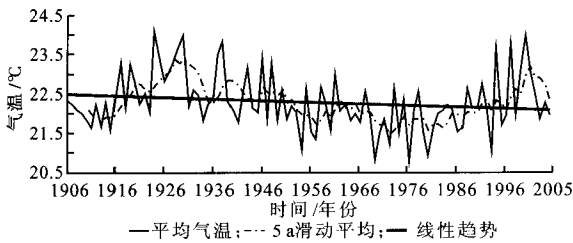


图3 1906—2005年丹东夏季平均气温变化曲线

线性递减趋势,平均线性递减率为 $0.03\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。5 a 滑动平均趋势分析表明,20世纪初平均气温最低,以后逐渐振荡上升;至30年代中期达到最高,以后逐渐下降。自50年代初气温处于低值振荡,至70年代气温达到低谷;80年代开始气温逐渐上升,特别是90年代中期开始升温幅度不断加大,气候变暖更为突出。近20 a 丹东夏季平均气温线性递增率为 $0.32\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,夏季平均气温多在高值附近振荡,多次达到自建国以来的特高年。

### 3.1.4 秋季平均气温

从图4可知,近百年丹东秋季平均气温总体呈

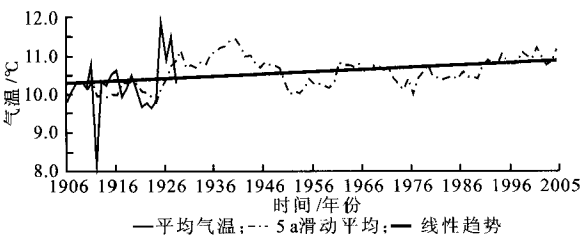


图4 1906—2005年丹东秋季平均气温变化曲线

线性上升趋势,平均线性递增率为 $0.06\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。5 a 滑动平均趋势分析表明,20世纪初至20年代平均气温较低,以后逐渐上升;30年代和40年代为最高,以后逐渐下降;50—80年代气温维持低值振荡时期;80年代末期开始气温不断大幅度上扬,90年代之后多次达到建国以来的特高值。近20 a 丹东秋季平均气温多次出现特高值,平均线性递增率为 $0.42\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,属于气温增幅较大的时期。

### 3.1.5 冬季平均气温

从图5可知,近百年丹东冬季平均气温总体呈

显著线性上升趋势,平均线性递增率为 $0.30\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,

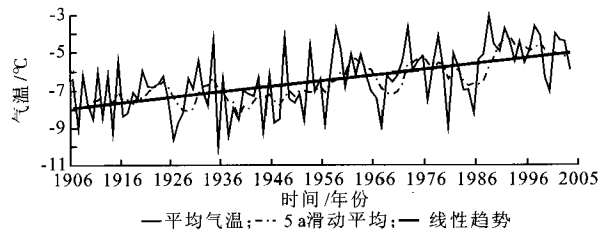


图5 1906—2005年丹东冬季平均气温变化曲线

10 a,是增温最显著的季节。5 a 滑动平均趋势分析表明,20世纪初平均气温较低,以后逐渐振荡上升;20年代和30年代达到较高,以后逐渐振荡下降;40年代和70年代气温处于逐渐低值上升时期,70年代和80年代出现2段低谷时期,80年代末期开始气温显著上升,特别是90年代以后气候变暖更为突出。近20 a 丹东冬季平均气温一直居高不下,虽然平均线性递增率为 $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,但平均气温整体多在高值附近振荡,多次达到或超过建国以来的特高年。

### 3.1.6 年际平均气温

从图6可知,近百年丹东年平均气温总体呈线

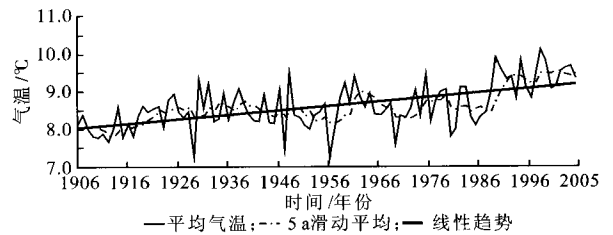


图6 1906—2005年丹东年际平均气温变化曲线

性上升趋势,平均线性递增率为 $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。分析5 a 线性滑动趋势表明,20世纪初年平均气温最低;20—30年代和60年代气温维持较高值,为气温高值期;70和80年代为气温低值期,气温维持在低值振荡;从80年代末期开始气温逐渐上升,幅度不断加大,特别是90年代以后气候变暖更为突出。近20 a 丹东年平均气温一直居高不下,平均线性递增率为 $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,年平均气温多在高值附近震荡,多次达到或超过建国以来的特高年。

## 3.2 气温资料逐年代序变化分析

### 3.2.1 春季平均气温

从图7可知,近年各年代春季平均气温变化

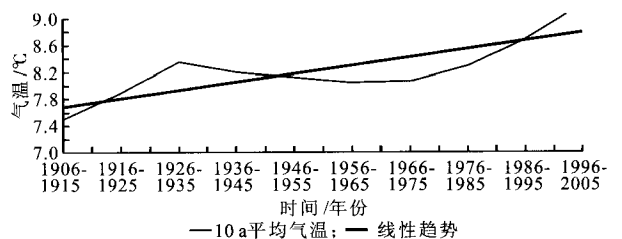


图7 1906—2005年丹东春季各年代平均气温变化曲线

曲线有 2 个递增趋势波动,平均线性递增率为  $0.73\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ a}$ ,从第 1 个 10 a(1906—1915 年)平均气温到第 3 个 10 a(1926—1935 年)平均气温变化是逐渐递增的,之后开始逐渐缓慢递减,到第 6 个 10 a(1956—1965 年)时平均气温达到最低值;之后开始第 2 个波动,到第 10 个 10 a(1996—2005 年)平均气温达到最高值,近 20 a 春季 10 a 平均气温为近百年丹东最高值,明显高于前 80 a,表明近 20 a 丹东春季 10 a 平均气温增温显著。

### 3.2.2 夏季平均气温

从图 8 可知,近百年丹东各年代夏季平均气温

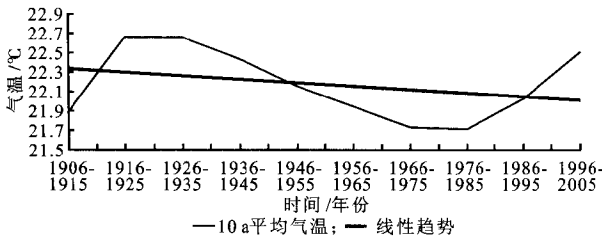


图 8 1906—2005 年丹东夏季各年代平均气温变化曲线

变化曲线呈递减趋势波动,平均线性递减率为  $0.71\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ a}$ ,从第 1 个 10 a(1906—1915 年)平均气温到第 2 个 10 a(1916—1925 年)平均气温变化呈显著递增;从第 3 个 10 a(1926—1935 年)之后逐渐递减,到第 8 个 10 a(1976—1985 年)平均气温达到最低值,之后开始第 2 个小波动上升,到第 10 个 10 a(1986—1995 年)平均气温达到较高值。近 20 a 夏季 10 a 平均气温是近百年丹东气象资料中 2 个过渡值,仅高于之前处于低谷的 20 a(1966—1985 年);近 20 a 丹东夏季 10 a 平均气温处于明显低值区,但较前面的低谷有一个递增趋势,递增率为  $0.32\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。

### 3.2.3 秋季平均气温

从图 9 可知,近百年丹东秋季各年代平均气温

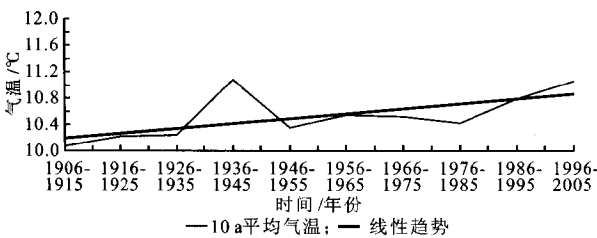


图 9 1906—2005 年丹东秋季各年代平均气温变化曲线

变化曲线有 2 个明显增暖时期,平均线性递减率为  $0.74\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ a}$ ,从第 3 个 10 a(1926—1935 年)平均气温到第 4 个 10 a(1936—1945 年)平均气温是显著递增的,之后又迅速递减到第 5 个 10 a(1946—1955 年)平均气温;从第 5 个 10 a(1946—1955 年)到第 8 个 10 a(1976—1985 年)平均气温处于稳定少动时期,之后开始第 2 个大幅度上升,到第 10 个 10 a

(1996—2005 年)平均气温达到较高值。近 20 a 秋季 10 a 平均气温是近百年丹东的显著递增时期,递增率为  $0.31\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,表明丹东气温处于非常增值期,是该季节近百年较高的一个递增趋势。

### 3.2.4 冬季平均气温

从图 10 可知,近百年丹东冬季 10 a 平均气温为

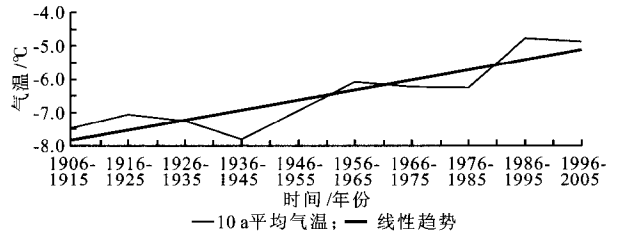


图 10 1906—2005 年丹东冬季各年代平均气温变化曲线

最显著递增季节,平均线性递增率为  $3.01\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ a}$ 。曲线有 3 个增暖波动,从第 1 个(1906—1915 年)到第 4 个(1936—1945 年)10 a 平均气温是一个波动周期;之后到第 8 个 10 a(1946—1955 年)又是一个波动周期;从第 8 个(1976—1985 年)到第 10 个(1996—2005 年)10 a 平均气温处于新一轮波动上升时期。近 20 a 冬季 10 a 平均气温是近百年丹东的最显著递增时期,递增率为  $0.69\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,表明近 20 a 丹东冬季 10 a 平均气温处于非常的增值期,是近百年最高的一个递增趋势。

### 3.2.5 年代际平均气温变化

根据 1906—2005 年丹东气温资料,将每个年代作为一个资料长度,分别统计逐年代的气温变化及其演变规律。分析 1906—2005 年每 10 a 平均气温变化曲线(图 11)表明,平均线性递增率为  $1.13\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ a}$ 。

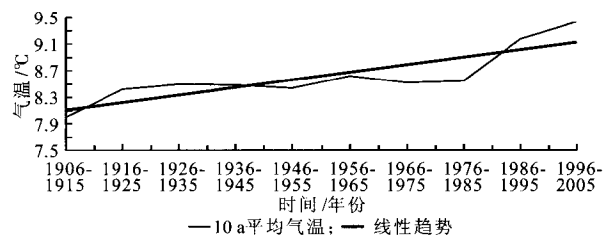


图 11 1906—2005 年丹东年代际平均气温变化曲线

100 a,前 8 个 10 a(1906—1985 年)平均气温变化不显著,只有较小的变化;最后 2 个 10 a(1986—2005 年)平均气温显著递增。近 20 a 线性增长率平均为  $0.45\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,表明近 20 a 丹东平均气温增温较为显著。

## 4 结论与讨论

(1)近百年丹东气候为线性递增趋势,冬春季的升温幅度大于夏秋季。除夏季呈线性递减趋势外,冬季平均气温的线性增温突出,是丹东气候变暖的

主要特征。

(2)在近百年丹东年代际和年际变化中,年代际平均气温线性递增率为  $1.13\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ a}$ ,逐年平均递增率为  $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。在各季节逐年平均气温变化中,冬季线性增温最为显著,平均线性递增率为  $0.30\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ;春季次之,线性增长率均为  $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ;秋季平均气温线性增温最小,线性增长率为  $0.06\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ;夏季除6月几乎没有变化外,7—8月均呈现递减趋势,夏季线性增减率为  $0.03\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。

(3)近20 a 丹东平均气温增幅最为显著,逐年平均气温线性递增率为  $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。即近50 a 东北地区的年平均气温以  $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$  的速率上升,春季气温上升最高,冬季次之<sup>[13]</sup>。丹东年平均气温增温幅度小于东北地区年平均气温的平均水平。近20多年来我国气温增暖为  $0.20\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ <sup>[14]</sup>,丹东增暖幅度比其要大。

(4)从近百年丹东气温演变表明,20世纪20—30年代最暖且四季气温均为同期较高值,50—80年代为偏冷季节,80年代以后低温年发生的概率越来越小,而高温年的概率越来越大,多次达到或超过建国以来的特高年。

(5)由于近20年来丹东城市人口增长,建筑物密度增大,工业飞速发展、排污量增加以及冬季燃煤取暖等造成的城市热岛效应,对气候变暖有一定的影响,是一个不可忽视的因素。

## 参考文献

[1] 林学椿,于淑秋.近40年我国气候趋势[J].气象,1990,16(10):16-21.

- [2] 王绍武.温室效应及其对气候影响的最新研究[J].气象,1990,16(10):3-9.
- [3] 丁一汇,戴晓苏.中国近百年来的温度变化[J].气象,1994,20(12):19-26.
- [4] 陈隆勋,朱文琴,王文,等.中国近45年来气候变化的研究[J].气象学报,1998,56(3):257-271.
- [5] 尤卫红,段旭,邓自旺.全国、中国及云南近百年气温变化的层次结构和突变特征[J].热带气象学报,1998,14(2):173-180.
- [6] 黄嘉佑.气候状态变化趋势与突变分析[J].气象,1995,21(7):54-57.
- [7] 李艳春,李艳芳.宁夏百年来的气候变化及突变分析[J].高原气象,2001,20(1):100-104.
- [8] Wu H, Hayes MJ, Weiss A, et al. An evaluation of the standardized precipitation index, the China-Z index and the statistical Z-Score[J]. International Journal of Climatology, 2001, 23(5): 745-758.
- [9] Wang ZW, Zhai PM, Zhang HT. Variation of drought over northern China during 1950-2000[J]. Journal of Geographical Sciences, 2003, 13(4): 480-487.
- [10] 高歌,李维京,张强.华北地区气候变化对水资源的影响及2003年水资源评估[J].气象,2003,29(8):26-30.
- [11] 金巍,曲岩,于秀丽,等.近50年营口降水量变化分析[J].辽宁气象,2004(3):4-5.
- [12] 金巍,曲岩,黄素文.近50年营口夏季降水异常年与前期海气环流特征分析[J].气象与环境学报,2006,22(1):17-20.
- [13] 吉奇,宋冀凤,刘辉.近50年东北地区温度降水变化特征分析.气象与环境学报[J],2006,22(5):1-5.
- [14] 左洪超,吕世华,胡隐樵.中国近50年气温及降水量的变化趋势分析[J].高原气象,2004,23(2):238-244.

## Characteristics of air temperature change in Dandong during recent 100 years

CHEN Hong-wei WAN Li-yan YANG Cheng

(1. Dandong Meteorological Bureau, Dandong 118000, China; 2. Xingcheng Meteorological Bureau, Xingcheng 125100, China)

**Abstract:** Based on air temperature data in Dandong from 1906 to 2005, the characteristics of air temperature changes were analyzed. The results indicate that monthly mean air temperatures in July and August are linearly increasing, while those in other months are linearly decreasing. The linear ratio of mean air temperature at inter-decadal level is about  $1.13\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ a}$ , and that at inter-annual level is about  $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ . The warming trend is the most obvious in winter (from December to February) with  $0.30\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ , followed in spring (from March to May) with  $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$  and in autumn (from September to November) with  $0.06\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ . In summer, mean air temperature changes are small in June, while decrease in July and August. The trend ratio of summer is about  $0.03\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ . The warming trend is abnormally significant during recent 20 years, and the trend ratio is about  $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ .

**Key words:** Air temperature; Change characteristics; Climate warming; Tendency analysis