

## 铁岭市近 45 年气候变化特征分析

刘 敏<sup>1,2</sup> 张耀存<sup>1</sup> 周 昕<sup>2</sup> 张 菁<sup>3</sup>

(1. 南京大学大气科学系, 210093; 2. 辽宁省铁岭市气象局; 3. 辽宁省沈阳市气象局)

**提 要:** 利用线性倾向率、滑动平均等方法, 对铁岭市 1960—2004 年间 4 个气象观测站的月平均气温、降水量、平均最高气温、平均最低气温以及初终霜、无霜期、积温、透雨等资料进行分析, 结果发现铁岭市近 45 年气候变化特点为温度呈上升、降水略减少的趋势, 特别是近 15 年, 气温增暖幅度加大, 降水春夏两季减少明显; 但各季增温幅度差异较大, 对气候变暖贡献最大的是冬季, 平均最低气温升温幅度明显高于平均最高气温, 气温日较差变小; 初霜拖后、终霜提前及无霜期延长, 积温明显增多, 透雨偏晚频率增大, 极端气候事件出现的几率增大。

**关键词:** 气候变化 平均气温 降水 极端气候事件

## Climatic Change Features of Tieling, Liaoning Province in Recent 45 Years

Liu Min<sup>1,2</sup> Zhang Yaocun<sup>1</sup> Zhou Xin<sup>2</sup> Zhang Jing<sup>3</sup>

(1. Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University, 210093;

2. Tieling Meteorological Office, Liaoning Province; 3. Shenyang Meteorological Office, Liaoning Province)

**Abstract:** The monthly mean temperature, precipitation, mean maximum and minimum temperature, first/latest frost, frost-free season, accumulated temperature and soaking rain in four weather stations of Tieling during 1960—2004 are analyzed by using of linear trend analysis and moving mean methods. The results show that the temperature has an obvious warm tendency and the precipitation has a decrease tendency in Tieling during recent 45 years. Specifically, in recent 15 years, the rising range of temperature increases, and precipitation reduces obviously in spring and summer. There is also an evident difference in the changes in

four seasons. The warm trend is evident in winter, the rising range of the mean minimum temperature is more evident than the mean maximum temperature, and the daily range of temperature decreases. The first frost is delayed, the latest frost is ahead, as a result, the frost-free period prolongs, and the accumulated temperature obviously increases, the late soaking rain and the extreme climate events occur frequently.

**Key Words:** climatic change mean temperature precipitation extreme climate events

## 引言

自20世纪80年代以来,气候变化成为全球关注的热点问题,尤其是在全球气候日趋异常的情况下,极端气候事件导致洪涝、干旱等气象灾害频繁发生,人们对天气、气候越来越关注。许多专家对我国的气候变化进行研究,王绍武<sup>[1]</sup>研究发现近百年来全球气候变化的主要特征是变暖,我国的气温变化与全球大体相同,却并不总是一致。我国东北、华北及新疆的变暖可能与北半球一致,但长江流域气温反而有所下降。研究还表明,全球变暖主要发生在夜间,即最低气温的上升幅度高于最高气温,平均夜间增温 $0.8^{\circ}\text{C}$ ,而白天仅增暖 $0.28^{\circ}\text{C}$ <sup>[2]</sup>。同时区域性气候变化也引起人们的普遍关注,60年代以来,辽宁省年平均气温以 $0.28^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 增长率在增加<sup>[3]</sup>;50年代降水最多,以后有所减少<sup>[4]</sup>。为了进一步揭示铁岭市的气候变化规律,特别是近15年的气候变化特点,本文利用线性倾向率、滑动平均等方法,从观测事实出发,对铁岭市的气候变化特点进行分析,对深入了解铁岭气候变化规律及成因有十分重要的意义。

## 1 资料与方法

选用铁岭市的4个气象观测站的气象资料,时段为1960—2004年,气象要素有平均气温、降水、平均最高气温、平均最低气

温、春季(4—5月)第一场大于等于10mm的降水(以下简称透雨)、初终霜、无霜期、 $0^{\circ}\text{C}$ 积温、大于等于 $30^{\circ}\text{C}$ 日数。四季划分:3—5月为春季、6—8月为夏季、9—11月为秋季、12—2月为冬季。以1961—2000年的气象要素平均值为气候值。

统计方法:1)趋势分析采用线性倾向率。2)做出全市年及各季各要素的历史曲线及5年滑动平均。3)每10年进行阶段性分析。

## 2 平均气温变化特征

全区年平均气温经历了冷暖两个时期,即以1988年为界,前期偏冷,之后为偏暖期(见图1a)。偏冷期负距平的频率为77.8%,且1969年为年平均气温最低点。自1988年起铁岭市气候突然急剧变暖,1998年达到了1960年以来的最高值,2002年次之。从每10a分段对比分析可以看出,20世纪60、70年代偏冷,80年代接近气候值,是冷暖期的过渡带,90年代以后偏暖,近15年平均气温较60年代上升约 $1.01^{\circ}\text{C}$ 。对于各季的气温变化,变幅最大的是冬季,平均气温上升了 $2.0^{\circ}\text{C}$ ,其次是春、夏、秋三季分别为 $1.15^{\circ}\text{C}$ 、 $0.35^{\circ}\text{C}$ 、 $0.31^{\circ}\text{C}$ 。近15a来不仅冬季平均气温增暖,就是春、夏、秋季的平均气温也呈增暖趋势,导致年平均气温急剧变暖,年平均气温以 $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速度上升,冬季为 $0.62^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,春季为 $0.28^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,夏季为 $0.15^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,秋季

变化最小为  $0.10^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。对于 80 年代末期及以后的增暖,贡献最大的是冬季和春季。

### 3 降水变化特征

铁岭市年降水具有明显的年代际变化趋势(见图 1b)。峰值期出现在 60 年代中期至 70 年代中期、80 年代中期及 90 年代中期,70 年代后期至 80 年代初、80 年代末至 90 年代初及 90 年代末至 21 世纪初为枯水期。80 年代以后,降水波动明显加剧,以 4~5a 的短周期旱涝交替演变为主要特征,大旱、大涝的年份明显增加,如 1986、1994、1995、1998 年是洪涝年,而近 15 年

中有 6 年发生了较为严重的干旱,尤其是 1999—2002 年持续 4a 降水偏少,为 1960 年以来最严重的干旱时段,体现了气候变化的剧烈性。对于各季降水,进入 90 年代以来,春、夏、秋三季降水有所减少,而冬季有增加趋势。从每 10a 阶段对比分析,近 15 年较 60 年代相比年降水量减少了 55mm,春季降水量减少了 14mm。90 年代以来,铁岭市春季降水转为明显的少雨时段,14a 中 11a 降水为负距平,其中有 6a 为严重干旱年<sup>[5]</sup>、2 年干旱年。从线性倾向率可以看出,年降水量以  $-15.16\text{mm}/10\text{a}$  的速度减少,夏季以  $-9.24\text{mm}/10\text{a}$  的速度减少,春季以  $-5.57\text{mm}/10\text{a}$  的速度减少。

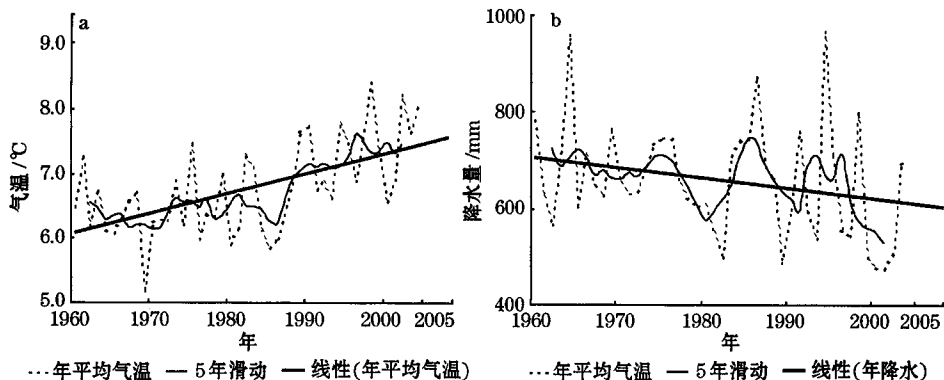


图 1 铁岭市年平均气温 (a) 和年降水 (b) 及 5 年滑动、线性趋势

### 4 平均最高和最低气温变化特征

年平均最高气温整体呈上升趋势,60—70 年代平均最高气温为偏低趋势,80 年代接近气候值,近 15 年呈偏高趋势,特别是 1988 年以后升温明显,近 15 年比 60 年代平均最高气温偏高了  $0.7^{\circ}\text{C}$  (见图 2a)。除 1991、2000 年略低于常年,其它 15 年均均为偏暖年份。2001 年平均最高气温达到了 1960 年以来的最高值。从四季变化曲线看,冬季变幅最大,冬季平均最高气温自 1987

年以来持续偏高,至 1999 年已是连续第 13 个偏暖年份,且 2001 年冬季平均最高气温达到了 1960 年以来的最高值。近 15 年比 60 年代冬季平均最高气温升高了  $1.7^{\circ}\text{C}$ ,其次是春、夏两季升高了  $0.7^{\circ}\text{C}$ 、 $0.4^{\circ}\text{C}$ ,秋季平均最高气温变化比较平稳,以振幅  $0.2^{\circ}\text{C}$  上下波动。从线性倾向率看,年平均最高气温以  $0.17^{\circ}\text{C}/10\text{a}$  速度上升,其中冬季大于年倾向率为  $0.41^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ;春、夏季倾向率小于年倾向率,秋季倾向率最小,为  $0.04^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。表明平均最高气温冬季增温幅度最大,秋季增温幅度最小。

年平均最低气温整体也是上升趋势,以80年代后期为界,可分为冷、暖两个阶段,前段为冷期,后段为暖期(见图2b)。60年代至80年代中期,一直处于偏冷阶段,80年代后期逐渐上升,特别是1988年以来急剧增暖,近15年较60年代上升了 $1.5^{\circ}\text{C}$ ,1988—1999年连续12年持续偏暖,90年代出现了三个高峰年。对四季而言,变幅最大的是冬季,其次是春、秋、夏季,近15年

与60年代平均最低气温相比,冬季升高了 $2.8^{\circ}\text{C}$ ,其次是春、秋、夏季,分别为 $1.8^{\circ}\text{C}$ 、 $0.8^{\circ}\text{C}$ 、 $0.7^{\circ}\text{C}$ ,夏季平均最低气温变化振幅最小。从线性倾向率看,年平均最低气温以 $0.46^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 速度上升,冬、春两季大于年倾向率,分别为 $0.80^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.56^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ;秋、夏两季小于年倾向率,分别为 $0.27^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

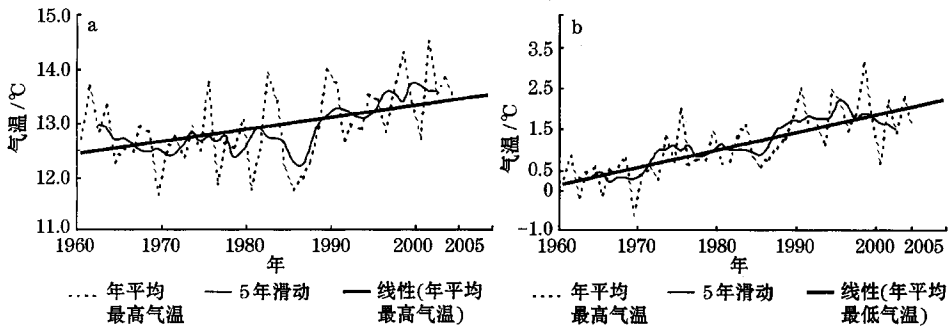


图2 铁岭市平均最高气温(a)和平均最低气温(b)及线性趋势

## 5 春季透雨变化特征

春季第一场透雨直接关系到春耕生产的顺利与否,对合理安排作物布局,确定作物最佳播种期具有指导作用。铁岭地区透雨平均出现日期为4月23日,最早出现日期为1982年4月2日,1996、2001年2年无透雨。透雨出现日期具有阶段性变化的特点,其中20世纪60年代呈波动变化,70年代至80年代初在明显的偏早期,80年代末以来透雨出现日期呈现偏晚趋势,多出现在4月下旬至5月下旬(见图3a)。如果把透雨出现在4月上旬定为透雨偏早,5月1日以后定为透雨偏晚,4月中下旬定为透雨正常,那么,透雨偏早年份有14a,正常年份为15a,偏晚年份有15a,1989年以来16a中偏晚的年份有9a,频率明显增加。

## 6 积温和无霜期变化特征

积温是农作物与品种特性的重要指标之一,了解当地各界限温度积温特征,可为引种与品种推广提供科学依据。铁岭市稳定通过各界限温度的初日提前,终日拖后,积温增多。以 $0^{\circ}\text{C}$ 积温为例,整体变化有比较显著的线性上升趋势(图3b),20世纪90年代以前呈波动变化,90年代以来积温明显增多,近15年均值比60年代增加 $116.0^{\circ}\text{C}$ ,初日提前4d,终日拖后1d。 $0^{\circ}\text{C}$ 积温的日数总体也呈上升趋势(图略),近15年 $0^{\circ}\text{C}$ 积温的日数较60年代增加3d。无霜期的长短制约着作物品种生态类型,近15年初霜日平均为10月1日,比60年代拖后了8d。终霜日平均为4月28日,比60年代提前了8d。无霜期为154d,比60年代

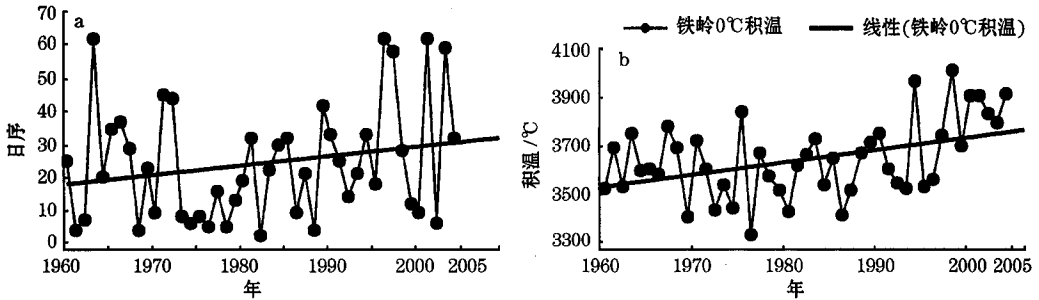


图3 铁岭市春季透雨 (a) 和  $0^{\circ}\text{C}$  积温 (b) 历史曲线及线性趋势

日序以4月1日为1

延长了14d。无霜期延长的显著趋势,使得铁岭市生长季延长,低温冷害减轻,使主栽作物品种由早熟型转向中晚熟型。

## 7 极端气候事件频率变化特征

### 7.1 高温

近15年来,各地极端最高气温屡破纪录,1994年6月8日各地最高气温均创历史极值,其中铁岭县最高值为 $37.6^{\circ}\text{C}$ 。2000年7月8—9日,除铁岭县最高气温平1994年的极值,其他三站均破历史极值,昌图县最高气温为 $36.5^{\circ}\text{C}$ 。2001年6月3—4日,开原市、西丰县再创历史新高,最高气温分别为 $37.1^{\circ}\text{C}$ 、 $36.7^{\circ}\text{C}$ 。最高气温大于等于 $30^{\circ}\text{C}$ 日数呈增多趋势,60年代平均为25d,70年代为19d,80年代为21d,近15年为28d。1997、2000、2001年大于等于 $30^{\circ}\text{C}$ 日数分别为53d、56d、50d,由于连续高温少雨,造成严重初夏旱灾,作物减产。

### 7.2 干旱

80年代以来,降水阶段性明显,干旱频率增大。1982、1989、1997、2000、2001年均发生了严重的干旱灾害,尤其是2000、

2001年出现了历史上少见的连续干旱,2000年夏季降水仅为196.6mm,为历史同期最少值。2001—2004年连续4a春季降水异常偏少,2001年为历史同期最少值,加之4—5月无透雨,对作物产量造成严重影响。

### 7.3 洪涝

80年代以后,降水以多雨突发(2a)、少雨持续(4—5a)的短周期旱涝交替为主要特征,近15年暴雨日数较气候值多0.3d,并且1994年达6d,洪涝灾害的频率明显高于60、70年代。1985—1986、1994—1995年由于降水持续偏多,造成了大面积的农田被浸泡。

## 8 总结

近45年来铁岭市年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温均呈上升趋势,特别是近15a增暖幅度更加明显。近15年年平均气温较60年代升高了 $1.01^{\circ}\text{C}$ ,年平均最高气温上升了 $0.7^{\circ}\text{C}$ ,年平均最低气温上升了 $1.5^{\circ}\text{C}$ 。各季气温趋势变化与年的变化一致,但各季增温幅度差异较大,对气候变暖贡献最大的是冬季。平均最低气温升温幅度为平均最高气温的2.1倍,气温日较差

变小。

铁岭市近 45 年降水总趋势减少, 70 年代后期至 80 年代初期降水明显减少, 80 年代中期降水增加, 80 年代末至 90 年代初期降水减少, 90 年代中期降水增加, 1999 年以来降水又趋于减少。80 年代以后, 降水波动明显加剧, 旱涝灾害明显增多。

铁岭市近 15 年气候变化的主要特点为: 气温偏高、降水略有下降、透雨偏晚频率增大、积温增多、初霜拖后、终霜提前、无霜期增长、极端气候事件频率增大。气候变化给农业生产带来的影响利弊兼有, 应根据其变化规律, 趋利避害合理利用气候资源, 促进地方经济的可持续发展。

## 参考文献

- 1 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究 [J]. 气象学报, 1994, 52 (3): 261-273.
- 2 Karl T R et al. Asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature [J]. Bull. Amer. Meteor. Soc., 1993, 74 (6): 1007-1023.
- 3 戴廷仁. 近 42 年辽宁气温变化分析 [J]. 辽宁气象, 2003, 1: 6-7.
- 4 赵春雨, 张运福, 李晶等. 辽宁省近 48 年气候变化研究 [M]. 东北地区夏季低温与旱涝预测系统研究. 北京: 气象出版社, 2000. 6-13.
- 5 柳晓放, 李辑. 辽宁省春季降水历史演变特征分析及对农业生产影响对策研究 [G]. 东北地区夏季低温与旱涝预测系统研究. 北京: 气象出版社, 2000. 215-219.