

1961~2005 年南宁灾害性天气气候事件的变化*

Changes in Disastrous Weather Climate Events in Nanning During 1961~2005

陈业国¹, 农孟松¹, 陈思蓉²

CHEN Ye-guo¹, NONG Meng-song¹, CHEN Si-rong²

(1. 广西区气象台, 广西南宁 530022; 2. 广西区气候中心, 广西南宁 530022)

(1. Guangxi Meteorological Observatory, Nanning, Guangxi, 530022, China; 2. Guangxi Climate Center, Nanning, Guangxi, 530022, China)

摘要: 利用 1961~2005 年南宁市最高、最低和平均温度资料, 分析近 50a 来南宁市的气温变化特征, 通过气候变暖前后灾害性天气气候事件的对比, 分析南宁市灾害性天气气候事件的变化规律。结果表明, 1961~2005 年南宁市年平均气温增温趋势明显, 温度变率为 0.3 C/10a, 各季节平均气温均呈上升趋势, 秋季增温最明显, 冬季次之, 夏季位居第三, 春季增温最小。年平均最高气温呈较弱的增暖, 变率为 0.13 C/10a, 而年平均最低气温的增暖趋势比年平均最高气温明显, 为 0.36 C/10a。年平均日较差的变化则呈递减的趋势, 变率为 -0.23 C/10a。在全球气候增暖和城市化快速发展的过程中, 南宁市的灾害性天气气候事件发生了明显的变化: 极端强降水有增加趋势, 高温天气明显增多, 持续高温天气加剧, 雷暴和大风日数明显减少, 春季低温阴雨天气减少。南宁市灾害性天气气候事件变化的原因可能与全球气候变暖有关, 城市化可能是造成南宁市灾害性天气气候事件变化的主要原因。

关键词: 灾害性天气 气候变暖 频率 城市化

中图分类号: P467 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9164(2009)03-0353-04

Abstract: Based on Nanning's temperature observations from 1961 to 2005, time series of temperature were represented with average, maximum and minimum temperatures. By using the statistical method, changes in temperature for Nanning were studied, and by contrasting the frequency and intensity during different periods before and after climate warming, change characteristics of disastrous weather and climate events were discussed. The results show that annual average temperature of Nanning from 1961 to 2005 increased obviously with the rate of change of 0.3 C/10a. The seasonal average temperatures have a trend of increasing in the sequence of autumn, winter, summer and spring. The annual maximum temperatures have slight increasing with the rate of change of 0.13 C/10a. The annual minimum temperatures increased with a more remarkable rate of change of 0.36 C/10a. The annual diurnal range decreased with the rate of change of -0.23 C/10a. Under the global warming and the rapid development of urbanization of Nanning, the trend of extreme precipitation events is increasing. The high temperature days and continuous high temperature events have obviously increased, while the annual number of thunderstorm and strong wind days has decreased, and the low temperature with rainy events have decreased. Changes in disastrous weather climate events in Nanning seem to be related to the global warming, however, urbanization of Nanning will probably be the main reason.

Key words: disastrous weather and climate events, climate warming, frequency, urbanization

近百年来, 全球气候变暖成为公认的事实^[1~4], 特别是近 10 年以来, 气候变暖背景下的极端值和极端事件的变化引起广泛的关注。Kart 等^[5]研究表明,

在过去的几十年中极端低温事件发生的频率有减少的趋势。马柱国等^[6]认为, 增温趋势与极端最低温度发生的频率的减少及年最低气温的升高密切相关。任国玉等^[2]研究发现, 在中国发生的与温度相关的极端气候事件强度和频率一般呈降低趋势或稳定态势, 与低温相关的极端事件强度和频率明显减弱。与高温相关的极端事件强度和频率没有明显增强, 全国范围内的地面平均气温趋向温和, 极端冷暖事件在减少。郑

收稿日期: 2009-03-05

作者简介: 陈业国(1974-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事天气预报与研究。

* 广西自然科学基金项目(桂科攻 0632006-1D 和桂科攻 0816006-9)联合资助。

广芬等^[7]认为,在全球气候变暖的大背景下,宁夏秋季降水有下降趋势,冬季降水存在上升趋势;宁夏气候有变干的趋势。在全球气候增暖背景下,南宁气候也发生了明显的变化。李艳兰等^[8]分析了南宁近50年来气温、降水、日照时数、风速等气象要素的变化特征,结果发现南宁市年平均气温呈明显的上升趋势,1986年以来升温最明显,随着气候变暖,寒冻害明显减少,高温天气有增多的趋势;年降水量的长期变化趋势不明显,但年际变化较大;年降水日数有减少的趋势, $\geq 25\text{mm}$ 和 $\geq 50\text{mm}$ 的强降水日数呈微弱的增加趋势;年日照时数、年平均风速、大风日数呈明显减少的趋势。我们利用南宁市1961~2005年最高、最低和平均温度资料,建立季、年气候要素变化序列,分析近45年来南宁市气温变化特征。通过变暖前后灾害性天气次数和强度变化的对比,研究在气候变暖和城市化背景下南宁灾害性天气气候事件的变化规律,为政府提高防灾能力、减轻极端天气气候事件的影响以及制定防御对策提供科学的依据。

1 资料与分析方法

分析使用的温度、降水、雷暴和大风等资料均来自广西气象档案馆提供的整编资料,年限为1961~2005年。在分析不同温度序列对比时,采用标准化处理方法,即对温度数据同时进行中心化处理和压缩处理,消除季节的差异和气候变化的影响,使不同年或季度之间的温度数据具有可比性。具体方法为:设某一要素序列资料为一个时间序列 X ,表示为 X_1, X_2, \dots, X_n ,计算出 X 的平均值 $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ 和均方差

$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$,最后得到标准化的数据 $X^* = \frac{X - \bar{X}}{S}$ 。距平 X' 可以表示为 $X' = X - \bar{X}$ 。温度变率的计算采取最小二乘法进行估计,该方法是用标准化后的气温序列对时间序列进行线性拟合,得到线性回归方程,线性回归方程的斜率为10即得到趋势倾向率,即称为温度变率。

2 南宁市气候变暖的特征

2.1 增温趋势明显

由图1可知,近45年里南宁市年平均气温增温趋势明显,温度变率为 $0.3\text{C}/10\text{a}$,比全国近54a平均气温的变率 $0.25\text{C}/10\text{a}$ 略高,与王明洁等^[9]得出的深圳市平均温度变率 $0.31\text{C}/10\text{a}$ 基本一致。

2.2 各季节温度变化趋势

从季节来看,南宁市各季节平均气温均呈上升趋势

势,但是增幅不同。秋季增温最明显,温度变率为 $0.33\text{C}/10\text{a}$,冬季增温次之,温度变率为 $0.29\text{C}/10\text{a}$,夏季温度变率为 $0.22\text{C}/10\text{a}$,春季温度变率为 $0.17\text{C}/10\text{a}$ 。南宁市的秋冬季节增温明显,这可能与南宁市的热岛效应有关。因为城市化和下垫面的改变,近地面气象要素也发生变化,导致一年四季不同程度的增温^[10]。

2.3 年平均最高气温和最低气温的变化

近45年来南宁市年平均最高气温和年平均最低气温均有上升的趋势(图2),其中年平均最高气温呈较弱的增暖(图2(a)),变率为 $0.13\text{C}/10\text{a}$,而年平均最低气温的增暖趋势比年平均最高气温明显(图2

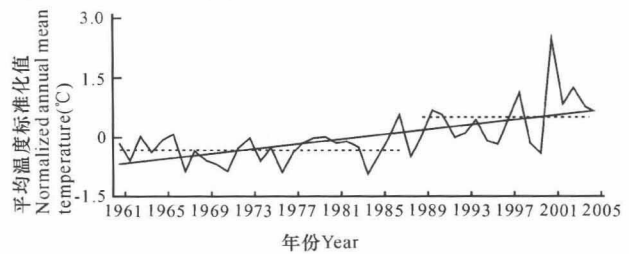


图1 南宁市1961~2005年平均温度标准化时间序列

Fig. 1 Time series of normalized annual mean temperature in Nanning during 1961~2005

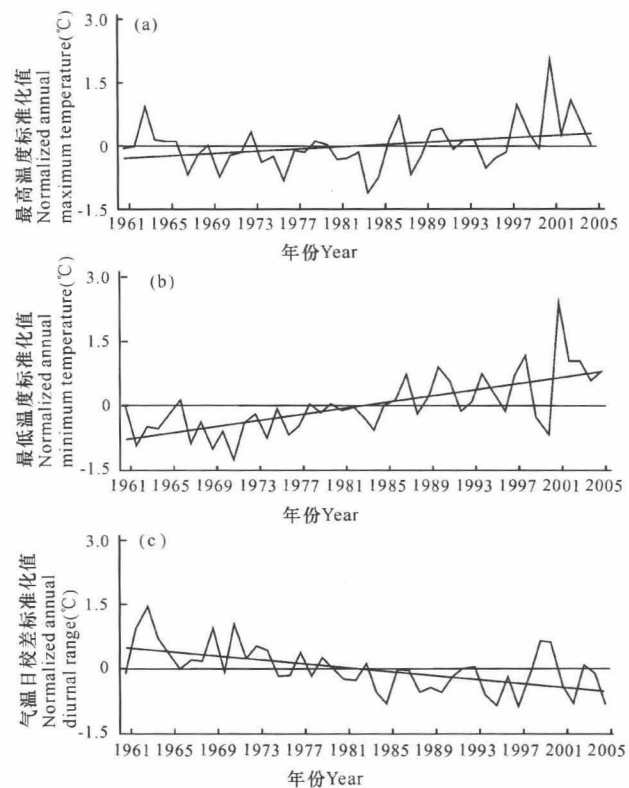


图2 南宁市1961~2005年最高气温(a)、年最低气温(b)和日较差(c)标准化时间序列

Fig. 2 Time series of normalized annual maximum temperature(a), minimum temperature(b) and diurnal range(c) in Nanning during 1961~2005

(b)), 为 $0.36\text{ C}/10\text{a}$ 。年平均日较差的变化则呈递减的趋势(图 2(c)), 变率为 $-0.23\text{ C}/10\text{a}$ 。

3 灾害性天气气候事件的变化

从图 1 的南宁市 1961~2005 年平均温度标准化时间序列分析, 20 世纪 80 年代后期, 南宁市的平均气温升温特别明显。1988 年以前气温距平大部分为负值, 气温距平平均为 -0.3 C , 而 1988 年以后大部分气温距平为正值, 气温距平平均为 0.5 C 。因此, 以 1988 年为分界线, 统计 1988 年前后灾害性天气气候事件发生的次数和强度, 分析变暖前后南宁市灾害性天气气候事件的变化。

3.1 极端强降水的变化

据统计, 南宁市 1961~2005 年发生暴雨($\geq 50\text{mm}$)共 202 次, 平均每年发生 4.49 次。其中 1961~1988 年共 138 次, 4.9 次/年, 1989~2005 年共 68 次, 4 次/年。从年平均来看, 气候变暖后暴雨发生次数略有减少, 但是变化并不明显, 气候变暖前后仅差 0.9 次/年。从南宁市发生大暴雨($\geq 100\text{mm}$)的情况来看, 1961~2005 年共发生 25 次, 平均每年 0.56 次, 其中 1961~1988 年共 12 次, 0.43 次/年, 1989~2005 年共 13 次, 0.76 次/年。每年发生大暴雨以上的极端降水次数略有增加, 而 2001 年后的近 5 年里共发生 5 次大暴雨以上的极端降水, 平均每年 1 次, 明显高于 45a 的平均值。最大的日降水量发生在 1974 年 7 月 23 日, 为 284.5mm, 达到特大暴雨量级。

3.2 高温明显增多, 持续高温加剧

按照中国气象局的标准, 日极端最高气温 $\geq 35\text{ C}$ 的天气为高温天气, 持续高温天气指连续 3d 以上的高温天气过程。1961~2000 年南宁市的高温日数为 719d, 2001~2005 年为 120d。1961~1988 年高温日数为 469d, 平均每年 16.75d, 1989~2005 年高温日数为 370d, 平均每年 21.76d, 气候变暖后的高温日数明显比变暖前多。高温日数 $\geq 3\text{d}$ 的 1961~2000 年出现 30 次, 平均每年 1.07 次, 1989~2005 年出现 25 次, 平均每年 1.47 次, 这表明气候变暖后南宁市的持续高温天气明显加剧。持续的高温天气往往给工农业和交通运输以及人们日常生活带来严重影响。

3.3 雷暴和大风日数明显减少

南宁市属于多雷暴和大风天气多发区^[8]。由图 3 可以看出, 南宁市每年发生的雷暴和大风天气天数具有逐年减少的趋势。1961~1988 年南宁市共出现雷暴天气 2497d, 平均每年 89.2d, 1989~2005 年共出现雷暴天气 1008 天, 平均每年 59.3d, 变暖前后对比, 年平均减少 30d, 表明变暖后雷暴日数明显减少。

1961~2005 年南宁市有 114d 出现大风($\geq 17\text{m/s}$), 其中 1961~1988 年有 93d, 3.3d/a, 1989~2005 年有 21d, 1.2d/a, 这表明变暖后大风日数也明显减少。

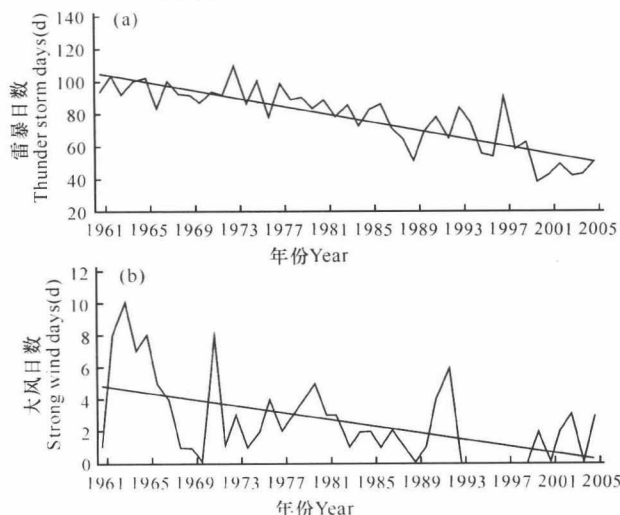


图 3 南宁市 1961~2005 年雷暴(a)和大风(b)日数

Fig. 3 Thunderstorm (a) and strong wind (b) days in Nanning during 1961~2005

3.4 春季低温阴雨天气减少

根据中国气象局针对华南地区低温阴雨天气标准, 南宁市 1961~2005 年春季低温阴雨日数共 554d, 平均 12.3d/a, 其中 1961~1988 年春季低温阴雨日数共 395d, 平均 14.1d/a, 1989~2005 年 159d, 9.4d/a。由此可知, 变暖后春季低温阴雨日数明显减少, 比变暖前减少 4.7d/a, 这与任国玉等^[2]研究得出的结果: 与低温相关的极端事件强度和频率明显减弱, 相一致。

4 灾害性天气气候事件变化的可能原因

4.1 与全球气候变暖有关

全球气候变暖造成大气环流的变化, 其局地效应改变了区域气候^[1]。灾害性天气气候事件的变化可能与全球气候变暖存在一定的联系。气温明显上升必将导致与温度相关的灾害性天气发生变化, 本文分析表明南宁市与高温相联系的灾害性天气增多, 而与低温相关的灾害性天气减少。另外, 气温增高将加剧地表水分的蒸发, 导致大气中的水分含量增多, 为维持蒸发过程的平衡, 降水将增长, 暴雨出现的几率增大。降水率的加强, 又会引起大气潜热的释放增加, 继而可能影响到雷暴、大风和冰雹等中小尺度极端天气事件的发生^[11]。另一方面, 大气变暖和水分增多后, 大气循环加剧, 导致大气环流发生调整, 影响风暴以及冷空气的活动, 从而影响大风频数。

4.2 城市化可能是主要原因

影响区域气候变化的因子非常复杂, 人类活动可

能已经成为其中重要的因子。人类活动主要是通过人为引起温室气体的浓度和各种气溶胶含量的变化以及土地利用和土地覆盖变化来实现的。有研究表明,土地利用和覆盖变化改变了植被的分布,并通过改变地面反照率、土地湿度、地表粗糙度等地表属性影响地—气系统能量交换等过程,进而引起地表气温和湿度状况的变化,并通过云量及局地对流活动而导致区域性降水变化^[12]。气溶胶含量增多、空气污染物增加可引起局地低云量增多、城市大气降水量改变、能见度降低、城市雾增多等^[12]。

改革开放后,南宁的城市建设得到不断地发展,特别是1992年南宁被列为全国对外开放城市后,开始了大规模的城市建设。城区面积由20世纪80年代初期的68km²扩大至2006年的152km²^[13],城区面积增加了2倍多,土地覆盖也发生明显的变化。南宁市城市化进程的加快,必然对南宁市局地气候产生影响,从而使南宁市灾害性天气气候事件发生变化,而且可能是造成其变化的主要原因。

当然,灾害性天气气候事件的变化比较复杂,影响其发生变化的还有其它因子,南宁市灾害性天气气候事件变化的规律有待进一步研究探讨。

5 结论

(1)1961~2005年南宁市年平均气温增温趋势明显,温度变率为0.3℃/10a,比全国近54a平均气温的变率0.25℃/10a略高。各季节平均气温均呈上升趋势,但是增幅不同。秋季增温最明显,冬季增温次之,夏季增温位居第三,春季增温最小。年平均最高气温呈较弱的增暖,变率为0.13℃/10a,而年平均最低气温的增暖趋势比年平均最高气温明显,为0.36℃/10a。年平均日较差的变化则呈递减的趋势,变率为-0.23℃/10a。

(2)南宁市灾害性天气气候事件的变化为:极端强降水有增加趋势,高温明显增多,持续高温加剧,雷暴和大风日数明显减少,春季低温阴雨天气减少。

(3)南宁市灾害性天气气候事件变化的原因可能与全球气候变暖有关,全球气候变暖造成大气环流变化,其局地效应改变了区域气候。灾害性天气气候事件的变化可能与全球气候变暖存在一定的联系。城市化可能是造成南宁市灾害性天气气候事件变化的主要原因,影响区域气候变化的因子非常复杂,但是人

类活动可能已经成为其中重要的因子。

在全球气候变暖和南宁市城市快速发展过程中,南宁市灾害性天气气候事件发生了明显的变化,必将对南宁市的生态系统产生重要的影响。因此,我们必须开展气候变化研究工作,建立南宁市应对气候变化的生态环境影响系统,为政府提高防灾能力、减轻极端天气气候事件的影响以及制定防御对策提供科学的依据。

参考文献:

- [1] 秦大河,任贾文.气候系统和气候变化[M]//秦大河,丁一汇,苏纪兰,等.中国气候与环境演变.上卷.北京:科学出版社,2005:52-54.
- [2] 任国玉,初子莹,周雅清,等.中国气温变化研究最新进展[J].气候与环境研究,2005,10(4):703-713.
- [3] 白爱娟,翟盘茂.中国近百年气候变化的自然原因讨论[J].气象科学,2007,27(5):584-590.
- [4] 裴洪芹,郭丽娜,张可欣,等.气候变暖对临沂农业的影响[J].气象科学,2007,27(b12):121-126.
- [5] Karl T R, Knight R W, Plummer N. Trends in high-frequency climate variability in the twentieth century[J]. Nature, 1995, 377: 217-220.
- [6] 任国玉,符宗斌,任小波,等.中国北方极端温度的变化趋势与区域增暖的联系[J].地理学报,2003,58(增刊): 11-20.
- [7] 郑广芬,陈晓光,孙银川,等.宁夏气温、降水、蒸发的变化及其对气候变暖的响应[J].气象科学,2006,26(4): 412-421.
- [8] 李艳兰,何慧,黄雪松.南宁地区近50年气候变化特征[J].广西大学学报:自然科学版,2007,32(2):159-162.
- [9] 王明洁,张小丽,朱小雅,等.1953~2005年深圳灾害性天气气候事件的变化[J].气候变化研究进展,2007,3(6):350-355.
- [10] 凌颖,黄海洪.南宁市城市热岛效应特征分析[J].广西气象,2003,24(3):25-27.
- [11] Trenberth K E. Atmospheric moisture residence times and cycling: implication for rainfall rates with climate change[J]. Climate Change, 1998, 39: 667-694.
- [12] 陈业国,农孟松.2003~2006年南宁市热岛强度变化特征[J].气候变化研究进展,2009,5(1):35-38.
- [13] 南宁市统计局.南宁统计年鉴[M].北京:统计出版社,2006.

(责任编辑:邓大玉)