

近 50 年南海西沙地区的气候变化特征研究

柳艳菊, 闫俊岳, 宋艳玲

(中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081)

摘要: 采用西沙台站 1958~2005 年基本气象观测资料, 系统分析西沙地区近 50 a 来主要气象要素(温度、降水、风速、日照和云量)变化特征。结果表明, 近 50 a 来年均地面气温增暖幅度约 1.0°C, 增温速率 0.19°C/(10 a), 与全国平均的增温率接近。四季的平均气温也都呈上升趋势, 其中冬季和春季的上升趋势最明显, 秋季次之, 夏季的变化最小。降水的波动性很大, 年降水量变化趋势不明显, 四季中只有春季降水呈明显增加趋势。地面风速主要呈减小的趋势, 特别是在近 30 a 年平均风速比常年值明显偏小。四季风速均减小, 尤其在秋、冬季。年日照时数、总云量均呈显著下降趋势, 而低云量略有增加。

关键词: 气温; 降水量; 风速; 日照; 气候变化

中图分类号: P467 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2008)06-0804-05

近百年来, 地球气候正经历着一次以全球气候变暖为主要特征的显著变化^[1]。近年来特殊生态系统、特殊地域对全球变化, 特别是对气候变化的响应问题已成为科学界热点, 而区域气候变化的研究也成为全球气候研究的优先领域^[2~10]。南海是亚洲大陆东南最大的西太平洋边缘海, 也是全球气候变化的敏感区之一^[11]。近年来关于海洋生态动力学研究已经成为当今海洋科学跨学科研究的国际前沿领域。研究表明, 南海是一个庞大而复杂的生态系统, 不但自身的形成和发育有着独特的规律, 也与气候现象和全球气候变化密切相关^[11]。随着对中国近海生态过程和资源开发的研究, 近海气候的研究再次受到人们的关注。目前, 南海海域观测资料稀少, 使得对该地的气候特征研究受到很大限制^[11, 12]。西沙永兴岛(112°E, 16°N)位于南海西北部广阔的海面上, 面积 2.10 km², 平均海拔高度 5 m, 西沙气象台是南海海域现有常规业务观测站中最主要的海洋岛屿站之一, 也是西沙地区唯一具有较长时间序列历史资料的常规气象测站, 因而对反映西沙地区的气候变化具有一定的代表性。本文根据西沙台站的(1958~2005 年)长序列观测资料对南海西沙地区的主要气象要素(温度、降水、风速、日照和云量等)进行了全面分析研究, 以期充分认识近 50 a 来南海西沙地

区的气候变化规律, 了解该区域对全球气候变化的响应程度, 为充分认识全球变暖背景下南海的生态系统变化以及为开发、利用南海的生物资源提供可靠的背景依据。

1 资料和分析方法

本文主要使用了近 50 a(1958~2005)西沙台站逐月平均的温度、降水、风速、日照、蒸发量以及云量等观测资料, 除日照和蒸发资料外, 中国气象局信息中心对其它资料进行了质量控制。作为对比研究, 还使用了中国近海(1951~2005)13 个主要台站(营口、大连、塘沽、青岛、上海、温州、福州、厦门、基隆、恒春、澎湖、广州、涠洲)的降水量资料。气候变化趋势分析采用线性倾向估计法, 并采用 T 检验对线性趋势进行了信度检验^[15]。气候变化阶段性分析采用 5 a 滑动平均。本文中 4 季划分春季为 3~5 月, 夏季为 6~8 月, 秋季为 9~11 月, 冬季为 12 月至次年 2 月。

2 气候变化趋势分析结果

西沙处于南海的西部, 多年平均的年平均气温为 26.29°C, 年降水量为 1451 mm, 年平均风速为 4.7 m/s, 年平均相对湿度为 81%, 年日照时数为 2819.1 h 是典型的海洋性季风气候。

收稿日期: 2008-02-08 修订日期: 2008-06-15

基金项目: 国家自然科学基金(40531006和 40576012)、国家科技支撑计划“全球环境变化应对技术研究与示范”项目 01 课题“气候变化的检测和预估技术研究”(2007BAC03A01)、“973”计划(2006CB403604)资助。

作者简介: 柳艳菊(1972-), 女, 山西文水人, 副研究员, 主要研究方向为气候变化与季风研究。E-mail: liuyan@cm a.gov.cn

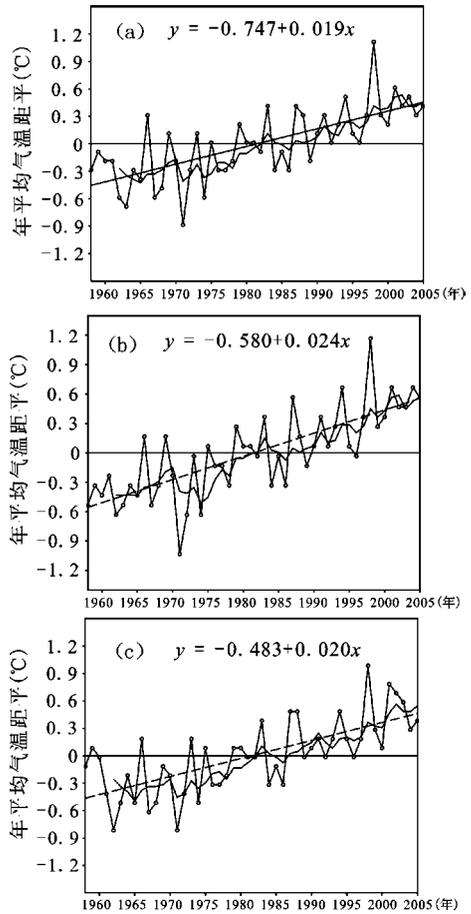
2 1 温度变化

由图 1a可以看出西沙地区温度呈明显上升趋势, 线性趋势系数为 $0.19\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ a}$, 比全国同期平均增温速率 ($0.22\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ a}$ 略低)^[16, 17], 年平均温度的变化幅度为 $-1.0\sim 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。计算温度距平与时间序列之间的相关系数为 0.699 , 显著性检验表明这种上升趋势在 $\alpha = 0.001$ 的水平上是显著的。阶段性分析表明: 1980年以前基本上以温度负距平为主, 1980年以后温度主要为正距平并呈上升趋势。1980年以前, 只有 4 a (1968, 1969, 1973, 1982年) 平均温度距平值为正, 且其绝对值很小, 不超过 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 而以后却出现了大约 17个偏暖年份, 而且温暖的程度也越来越大, 其中 1998年温度正距平达到 50 a来最大, 超过 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 成为该地历史以来最暖年。同时该年 ENSO信号最强, 南海季风强度较弱, 这说明西沙地区气温的年际变化十分明显, 并与季风、ENSO 以及全球变暖的大背景密切相关。图 1b, c为年平均最高气温和最低气温的变化趋势, 可以看出平均最高和最低气温都具有明显的上升趋势, 而且这种上升趋势在为 $\alpha = 0.001$ 的水平上是显著的。与年平均气温的变化相似, 平均最高和最低气温同样也是在 1980年以前基本上以温度负距平为主, 1980年以后温度表现为正距平并呈上升趋势。此外, 发现平均最高气温的升温幅度要比平均气温和平均最低气温大, 因此平均气温的升高受最高气温的影响更显著。

1958~ 2005年四季的平均气温都呈显著的上升趋势(图略), 其中冬季和春季的上升趋势最明显而且其增暖速率也较为接近, 分别为 $0.22\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ a}$ 秋季次之, 与年平均气温的变化速率较为接近, 为 $0.18\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ a}$ 夏季的变化最小, 变化速率为 $0.15\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ a}$ 。

2 2 降水量变化

西沙是中国降水变率最大的地区之一, 由于其地处开阔海洋上, 其变率甚至超过了中国近海变率(表 1), 这主要是因为西沙的降水受台风影响较大, 一次台风过程降水量可以达到 $300\sim 500\text{ mm}$, 而没有台风影响的年份, 降水量很小。从图 2可以看出降水的波动性很大, 其线性趋势不显著。根据 5 a滑动平均曲线, 近 50 a可分为 5个阶段: 20世纪 50~ 60年代降水量 (-104.69 mm)较多年平均略偏少, 70~ 80年代降水量 (139.92 mm)是一个明显增加的阶段, 并出现了两个降水量最多的年份



空心的圆圈为距平; 实线为 5 a 滑动平均; 虚线为线性趋势线

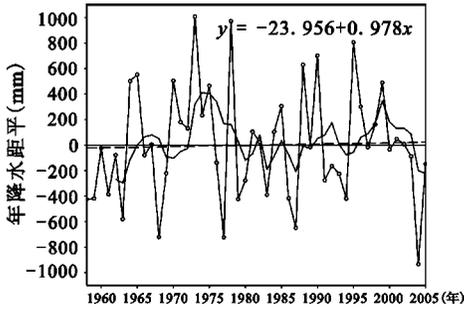
图 1 西沙年平均气温 (a)、平均最高气温 (b)和最低气温 (c)距平的变化趋势

Fig 1 Time series and linear trends of annual mean temperature (a), mean maximum (b) and minimum (c) temperature anomalies over Xisha Island

表 1 一些测站夏季 (6~ 8月)月及年的降水变率
Table 1 Variability of yearly and seasonal precipitation at some stations

站	6月	7月	8月	年
营口	44	44	43	17
大连	57	45	52	23
塘沽	61	43	41	26
青岛	61	43	44	25
上海	31	55	57	14
温州	32	54	47	18
福州	36	62	48	13
厦门	40	68	57	20
基隆	45	76	53	12
恒春	33	55	53	26
澎湖	54	67	81	21
广州	31	37	41	17
涠洲	34	47	41	15
西沙	59	81	45	27

1973和 1978年, 这两年降水量超过了多年平均近 1 000 mm。20 世纪 80~ 90 年代降水 (- 12 35 mm) 接近或略偏少于平均水平, 90 年代以后降水量 (90 53 mm) 再次表现为增加的趋势, 只是在近几年 (2003~ 2005) 又开始显著减少, 特别是在 2004 年降水量 (为 517 mm) 较常年值减少了 933 mm。



空心圆圈线为距平; 实线为 5 年滑动平均; 虚线为线性趋势线
图 2 年降水量距平的时间演变曲线 (mm)

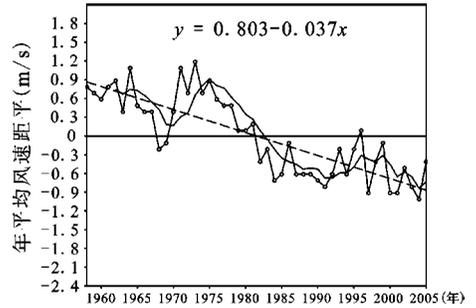
Fig 2 Temporal change of annual precipitation anomaly

对季节平均的降水分析表明 (图略), 春季降水呈明显增加趋势, 特别是从 1990 年代末到 21 世纪初的这些年, 降水量表现为明显的正距平, 较常年偏多 20~ 80 mm。夏、秋、冬三个季节的降水变化趋势不是很明显。在最近 10 a 夏和秋季降水呈略有减少趋势, 冬季降水呈略有增加的趋势。

2.3 地面风速的变化

近 50 a 西沙年平均风速主要表现为明显的下降趋势 (图 3a), 检验表明在 $\alpha = 0.001$ 显著水平上这种下降趋势是显著的, 西沙年平均风速的减少速率明显比全国平均水平强。平均风速在 1968 年以前主要表现为正距平, 但有明显的减少趋势, 从 1969 年开始风速显著增强, 较高的风速维持到 70 年代中期。自 1975 年开始, 年平均风速呈现十分明显的持续性下降趋势, 并从 1982 年开始年平均风速转变为负距平, 此后一直维持这种负距平的形势, 说明该地区的风速近 30 a 一直在减小。四季风速变化也都呈显著减小趋势, 并且都通过了 $\alpha = 0.001$ 的显著性检验。对比四季风速的线性趋势系数 (图略) 发现, 除春季外, 其它三个季节的风速都是在 20 世纪 70 年中后期开始减弱, 其中秋季和冬季的减弱速率明显比春季和夏季风速的变化强, 春季风速变化最缓慢。需要说明的是 1980 年代后由于建房、栽树等原因致使西沙气象台周围的环境

受到很大的影响, 风速也逐渐减小, 因此根据台站的地理位置当夏季为南风、西南风时, 局地影响相对要小, 所以资料代表性也最好。总体看西沙地区风速减弱的这种变化与亚洲季风的变化趋势一致^[18]。



空心圆圈线为距平; 实线为 5 a 滑动平均; 虚线为线性趋势线
图 3 年平均风速距平的时间演变曲线

Fig 3 Temporal change of annual mean wind speed anomaly

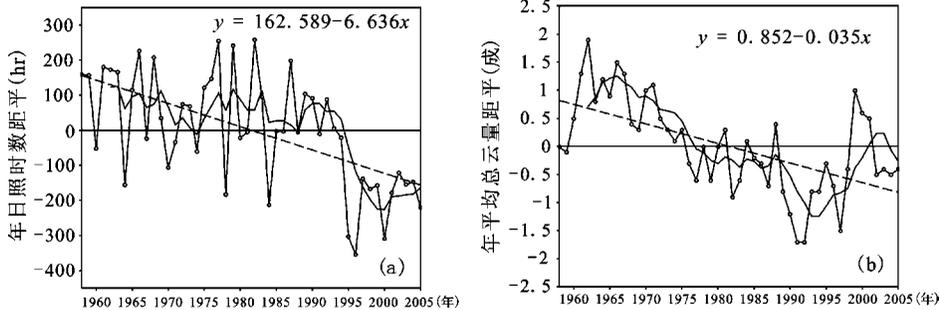
2.4 日照和云量的变化

1958~ 2005 年期间年日照时数具有明显的下降趋势, 其变化速率为 $-66.36 \text{ h}/10 \text{ a}$, 明显强于全国平均水平 ($-37.6 \text{ h}/10 \text{ a}$) (图 4a), 相关系数为 -0.580 经检验表明在 $\alpha = 0.001$ 水平上这种下降趋势是显著的。从 1993 1994 年开始这种下降趋势表现得更加突然、更加剧烈, 在以后的时间里年日照时数迅速地转变负距平, 特别是在 1996 年达到有记录以来的最低值, 较多年平均少 350 h, 以后虽然有略回升迹象, 但仍然要小于多年平均值, 是明显的负距平。四季日照时数均表现出明显的减少趋势, 其中秋、冬季的减少速率明显比春、夏季要强 (图略)。

1958~ 2005 年期间总云量也呈明显减少趋势, 总云量的减少速率为 $(0.3 \sim 0.4) \text{ 成}/10 \text{ a}$ 。显著性检验表明, 相关系数为 -0.584 说明西沙地区总云量的这种减少趋势在 $\alpha = 0.001$ 的水平上是显著的。20 世纪 70 年代中期以来, 总云量表现为明显的负距平 (图 4b)。刘洪利等的研究也表明 1983~ 1993 年间南海北部地区的总云量有减少的趋势^[19], 因此结合本文的研究结果近 50 a 来整个南海海域的总云量可能有减少的趋势。与总云量的变化相比, 低云量的变化趋势表现出相反的上升趋势, 但这种上升趋势并不显著 (图略)。从滑动平均的结果看, 从 60 年代中至 70 年代末, 低云量相对较多, 只有个别年份外低云量较常年值多 1.5~

2成左右。70年代末到90年代末相当长的一段时间内低云量相对偏少,表现为明显的负距平,特别是1991、1997年比常年少0.7~0.8成。根据前面的分析可以推断气溶胶及其伴随的轻雾和低云可

能是影响西沙地区日照时间变化的主导因素。目前,云的地面常规观测主观任意性比较大,资料的非均一性问题很突出^[16],因此对云的气候及气候变化特征的研究还有待进一步深入。



空心圆圈线为距平;实线为5 a滑动平均;虚线为线性趋势线

图4 年日照时数(a)和年平均总云量(b)距平的时间演变曲线

Fig 4 Temporal change of annual sunshine duration and total cloud amount

3 结论和讨论

通过对近50 a南海西沙地区的气候变化特征分析表明,西沙地区的天气气候明显地受到了全球变暖的影响,这一结论与中国近海和邻近海的气候变化基本一致^[20]。

1) 近50 a来西沙地区年平均地面气温变暖幅度约为1.0℃,增温速率接近0.19℃/10 a,比全球或半球同期平均增温速率明显偏高。四季的平均气温也都呈上升趋势,其中冬季和春季的上升趋势最明显,秋季次之,夏季的变化最小。年平均最高和最低气温及四季平均最高和最低气温也都表现出明显的上升趋势,这种明显的上升趋势同样也是在冬季表现得最明显,而夏季最小。

2) 降水的波动性很大,近50 a西沙年降水略有增加趋势,但增加的趋势很不明显。值得注意的是,在近几年(2003~2005)又开始显著减少,表现为明显的负距平。四季中只有春季降水呈明显增加趋势,其它季节降水的变化趋势不明显。

3) 近50 a西沙风速主要呈减小的趋势,特别是在近30 a年平均风速明显比常年值偏小。四季风速均减小,尤其在冬、秋季。西沙地区风速的减小与亚洲冬、夏季风的减弱有直接关系。

4) 近50 a来西沙地区的年日照时数、总云量等气候要素均呈显著下降趋势,而低云量有所增加。关于中国东部地区日照时间和明显减少的原因,任国玉等认为主要是由于人为气溶胶影响^[16]。

大气中气溶胶含量的增加引起日照时数减少,太阳辐射减弱,低层云和雾日增多。

致谢:谨向海南省气象局监测网络处表示衷心的感谢,感谢他们为本文提出宝贵建议。

参考文献:

- [1] IPCC. Summary for Policymakers of Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [2] 叶笃正,符棕斌,董文杰,等. 全球变化科学领域的若干研究进展[J]. 大气科学, 2003, 27(4): 435~450.
- [3] 何云玲,张一平,杨小波. 中国内陆热带地区近40年气候变化特征[J]. 地理科学, 2007, 27(4): 499~505.
- [4] 郭志梅,缪启龙,李雄. 中国北方地区近50年来气温变化特征的研究[J]. 地理科学, 2005, 25(4): 448~454.
- [5] 唐蕴,王浩,严登华. 近50年来东北地区降水的时空分异研究[J]. 地理科学, 2005, 25(2): 172~176.
- [6] 靳利亚,符娇兰,陈发虎. 近44年来中国西北降水量变化的区域差异以及对全球变暖的响应[J]. 地理科学, 2005, 25(5): 567~572.
- [7] 张耀存,张录军. 东北气候和生态过渡区近50年来降水和温度概率分布特征变化[J]. 地理科学, 2005, 25(5): 561~566.
- [8] 袁玉江,魏文寿,穆桂金. 天山山区近40年秋季气候变化特征与南北边疆比较[J]. 地理科学, 2004, 24(6): 674~679.
- [9] 房巧敏,龚道溢,毛睿. 中国近46年来冬半年日降水变化特征分析[J]. 2007, 27(5): 711~717.
- [10] 袁淑杰,缪启龙,谷晓平,等. 中国云贵高原喀斯特地区春旱特征分析[J]. 2007, 27(6): 796~800.

- [11] Lau K. M. and Yang S. Remote forcing of summer time U. S. droughts and floods by the Asian monsoon [J]. WCRP/GEWEX News 2000 **10**(2): 5- 6
- [12] 黄良民. 南海典型生态系统与生物资源研究战略思考 [C] // 苏纪兰. 南海环境与资源基础研究前瞻. 北京: 海洋出版社, 2001: 60~ 67
- [13] 林爱兰. 西沙群岛基本气候特征分析 [J]. 广东气象, 1997, (4): 17~ 18
- [14] 文日凤, 张祥玉. 南海南部海区气候要素的变化与分布特征 [J]. 海洋预报, 2001, **18**(1): 48~ 58
- [15] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术 [M]. 北京: 气象出版社, 1999: 43~ 47
- [16] 任国玉, 郭 军, 徐铭志, 等. 近 50 年中国地面气候变化基本特征 [J]. 气象学报, 2005, **63**(6): 942~ 956
- [17] 王遵娅, 丁一汇, 何金海, 等. 近 50 年来中国气候变化特征的再分析 [J]. 气象学报, 2004, **62**(2): 228~ 236
- [18] Wang H uijun. Theweakening of the Asian monsoon circulation after the end of 1970's [J]. Adv Atmos Sci, 2001, **18**(3): 376~ 386
- [19] 刘洪利, 朱文琴, 宜树花, 等. 中国地区云的气候特征分析 [J]. 气象学报, 2006, **61**(4): 465~ 473
- [20] 蔡裕硕, 陈际龙, 黄荣辉. 我国近海和邻近海的海洋环境对最近全球气候变化的响应 [J]. 大气科学, 2006, **30**(5): 1019~ 1033

Features of Climate Change over the X ishan Island over the South China Sea in Recent 50 years

LIU Yan-ju, YAN Jun-yue, SONG Yang-ling

(Laboratory for Climate Studies, China Meteorological Administration, Beijing 100081)

Abstract In this paper, the features of climate change over X ishan in recent 50 years have been systematically examined by using the basic meteorological data in 1958- 2005. The results showed that annual mean surface temperature rose by about 1. 0 °C, with a warming rate of approximately 0. 19°C / (10 a), which is close to the average value of whole country. The seasonal mean temperature was also on the rise, with the most obvious ascending trend in winter and spring. The annual precipitation had a big fluctuation and no significant trend was seen. For seasonal precipitation, only spring had obvious linear ascending trend. The surface wind speed had a significant trend to decrease, especially in recent 30 years the annual mean wind speed was smaller than the normal year. The wind speed in four seasons also had significant decrease, especially in autumn and winter. Also, the annual sunshine duration, total cloud amount took an significant decreasing trend, while the low cloud amount had a bit increase.

Key words temperature, precipitation, wind speed, sunshine, cloud, climate change