

文章编号:1673-8411 (2015) 01-0020-05

# 南极长城站气候特征及其趋势

李静锋<sup>1</sup>, 卞林根<sup>2</sup>, 丁卓铭<sup>3</sup>, 逯昌贵<sup>2</sup>

(1.广西南宁市气象局, 南宁, 530029; 2. 中国气象科学研究院; 3.国家海洋环境预报中心)

**摘要:**利用我国南极长城站 1985–2013 年地面气象观测要素,分析了气候特征及其变化趋势,将有助于我们对最近 30 年亚南极地区气候变化的认识。结果表明,年平均气温为  $-2.2^{\circ}\text{C}$ ,变化速率为  $0.07^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,呈升高趋势但不显著。年平均气压为 989.3hpa,呈下降趋势,速率为  $-0.19\text{hpa}/10\text{a}$ 。年平均相对湿度为 89%,变化速率为  $0.34\%/10\text{a}$ ,上升趋势不明显。年降水量为 539.3mm,变化速率为  $32.5\text{mm}/10\text{a}$ ,呈明显增加趋势。年平均风速为  $7.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,变化速率很小,盛行风向为西北和东南 2 个方向。

**关键词:**长城;气候;特征;趋势

中图分类号:P46

文献标识码:A

## The climatic features and trend of Antarctic Great Wall Station

Li Jingfeng<sup>1</sup> Bian Linggen<sup>2</sup> Ding ZhuoMing<sup>3</sup> Lu Changgui<sup>2</sup>

(1.Nanning Municipal Meteorological Service, Nanning, 530029; 2. Chinese Academy of Meteorological Sciences; 3. National Marine Environmental Forecasting Center)

**Abstract:** Using the Great Wall station 1985–2013 ground meteorological observations, analysis of the climate characteristics and variation will contribute to our understanding of climate change sub Antarctic area in recent 30 years. The results show that, the average annual temperature of  $-2.2^{\circ}\text{C}$ , with the change rate ( $0.07^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ), showed a slightly increasing trend. The annual average air pressure is 989.3hpa, with a downward trend ( $-0.19\text{hpa}/10\text{a}$ ). The annual average relative humidity is 89%, with the changing rate ( $0.34\%/10\text{a}$ ), and the trend was not obvious. Annual precipitation is 539.3mm and increased significantly with the changing rate being  $32.5\text{mm}/10\text{a}$ . The annual average wind speed is  $7.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , the rate of change is very small, and the prevailing wind directions are the northwest and Southeast.

**Key words:** the Great Wall Station; climate; features; trend

## 1 引言

长城站是我国在南极建立的第一个科学考察站,位于南极半岛的乔治王岛上( $62^{\circ}13'S, 58^{\circ}58'W$ )。1985 年建成后,于当年开展常规地面气象观测,已连续开展 30 年的观测。为我国研究南极在全球气候变化中的作用积累了丰富资料。1985–1996 年观测资料研究指出,长城站所在南极半岛地区具有典型的亚南极海洋性气候。主要特点是常年湿度大、阴天和降水日多,大风频繁,最高气温低于

$12^{\circ}\text{C}$ ,最低气温大于  $-30^{\circ}\text{C}$ <sup>[1]</sup>。南极是地球的“冷极”和“风极”。南极曾实测到地面最低气温为  $-89.2^{\circ}\text{C}$ ,实测的最大瞬时风速达  $96\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,是全球地面风速最大的地方。文献指出,南极半岛是南极气候变化的敏感区并在快速变暖<sup>[1]</sup>。由于不同研究所用资料的长度和南极资料的稀少,目前这一结论仍有争论。为更深入了解南极半岛地区的气候变化特征,本文利用南极长城站 1985–2013 年气象资料分析近 30 年来的气候特征和变化趋势,有助于评估南极半岛的气候变化。

收稿日期:2014-07-18

作者简介:李静锋(1977-),男,2013 年 12 月至 2014 年 12 月在南极长城站从事气象观测工作。

## 2 资料与方法

分析资料来自长城站 1985–2013 年的气温、本站气压、相对湿度、降水量、风向风速等气象观测数据。年平均值由以下数据求得: 根据每日 05、11、17、23 时(UTC)四次观测值求得日平均值, 各日平均值求得月平均值, 由此计算得出年平均值。年极值为该年出现的最大或最小值。长城站 1992 年前观测仪器设备为人工观测设备, 1992 年开始实现自动化观测。对以上数据进行年际间的分析比较, 采用线性回归方法分析未来的变化趋势,

## 3 结果与分析

### 3.1 气温

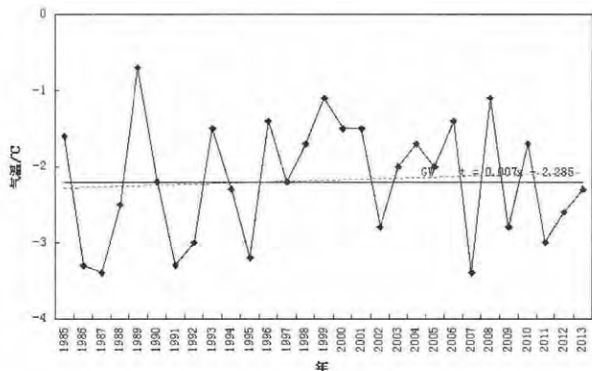


图 1 长城站 1985—2013 年平均气温的时间序列(折线)及变化趋势(虚线), 直线为平均值

图 1 给出了长城站 1985–2013 年年平均气温的时间序列。1985–2013 年长城站历年平均气温为  $-2.2^{\circ}\text{C}$ , 年平均最高气温为  $-0.7^{\circ}\text{C}$ , 出现在 1989 年; 最低为  $-3.4^{\circ}\text{C}$ , 出现在 1987 年和 2007 年。除 1989 年年平均气温大于  $-1.0^{\circ}\text{C}$  外, 其余年份均小于  $-1.0^{\circ}\text{C}$ 。年平均气温  $>-2^{\circ}\text{C}$  的年份有 12 年, 占 42%; 年平均气温  $\leq -2^{\circ}\text{C}$  的年份有 10 年, 占 34%; 年平均气温  $\leq -3^{\circ}\text{C}$  的年份有 7 年, 占 24%。  $\geq -2.2^{\circ}\text{C}$  历年平均温度的年份有 16 年, 占 55%, 即暖年比例大。1985–1994 年平均气温为  $-2.4^{\circ}\text{C}$ , 低于历年平均值; 1995–2004 年气温明显回暖, 平均气温为  $-1.9^{\circ}\text{C}$ , 仅 1995、2002 年气温低于年平均值; 2005–2013 年平均气温为  $-2.3^{\circ}\text{C}$ , 气温略低于历年平均气温。其周期性变化较明显, 出现两低一高的变化。

长城站 30 年平均气温升高约  $0.21^{\circ}\text{C}$ , 变化速率为  $0.07^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ , 有升温趋势, 但不明显。气温的变化与高、低压天气系统的影响关系密切。

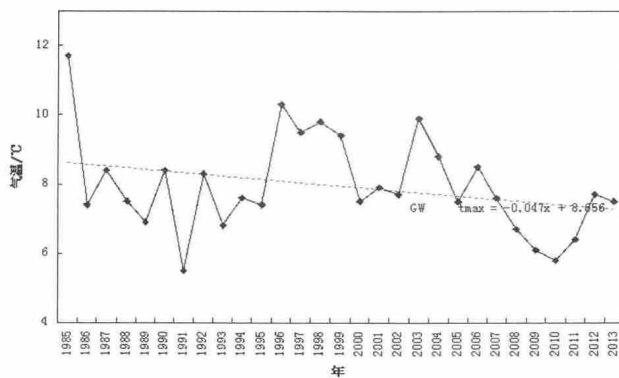


图 2 长城站 1985–2013 年年最高气温(菱形)、最低气温(方形)及变化趋势(虚线)

长城站 1985–2013 年历年最高气温的最大值为  $11.7^{\circ}\text{C}$ , 出现在 1985 年; 最小值为  $5.5^{\circ}\text{C}$ , 出现在 1991 年。图 2 给出了历年最高气温的时间序列。最高气温与年平均气温一样, 具有明显的周期性变化, 1995–2004 年明显偏高, 1985–1994 年、2005–2013 年则偏低。年最高气温变化速率为  $-0.47^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ , 30 年最高气温降低  $1.41^{\circ}\text{C}$ , 降温趋势明显。1985–2013 年历年最低气温的最小值为  $-27.7^{\circ}\text{C}$ , 出现在 1998 年; 历年最低气温的最大值为  $-14.0^{\circ}\text{C}$ , 出现在 1989 年。1999–2013 年, 年最低气温较之前年份变化平缓, 且要高于之前的年份。30 年最低气温升高了  $2.91^{\circ}\text{C}$ , 变化速率为  $0.97^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ , 升高趋势尤为明显。分析显示, 最低气温比最高气温变化大, 从九十年代末开始, 气温的变化趋于平缓, 而最高温度呈下降倾向, 最低气温呈升高趋势。其变化趋势表明长城站所在的乔治王岛变暖趋势不明显具有大尺度气候的变化特征。

### 3.2 气压

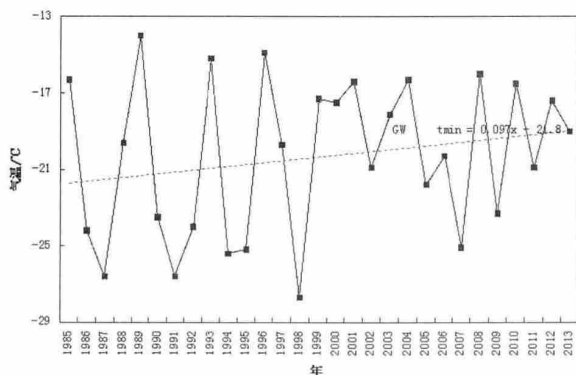


图 3 长城站 1985—2013 年平均本站气压的时间序列(折线)及变化趋势(虚线), 直线为平均值

图 3 给出了长城站 1985–2013 年年平均气压

的时间序列。1985—2013 年年平均气压为 989.3hpa, 最高值为 993.8hpa, 出现在 2000 年; 最低值为 986.3hpa, 出现在 1990 年。1985—1994 年平均气压为 989.3hpa, 与历年平均值持平; 1995—2004 年平均气压为 989.7hpa, 高于历年平均值; 2005—2013 年平均气压为 988.9hpa, 较历年平均值偏低, 即近年来气压处于缓慢下降的趋势, 变化速率为  $-0.19\text{hpa}/10\text{a}$ , 30 年本站气压降低 0.57hpa, 降低趋势不明显。这一趋势表明影响长城站的气旋可能增多。

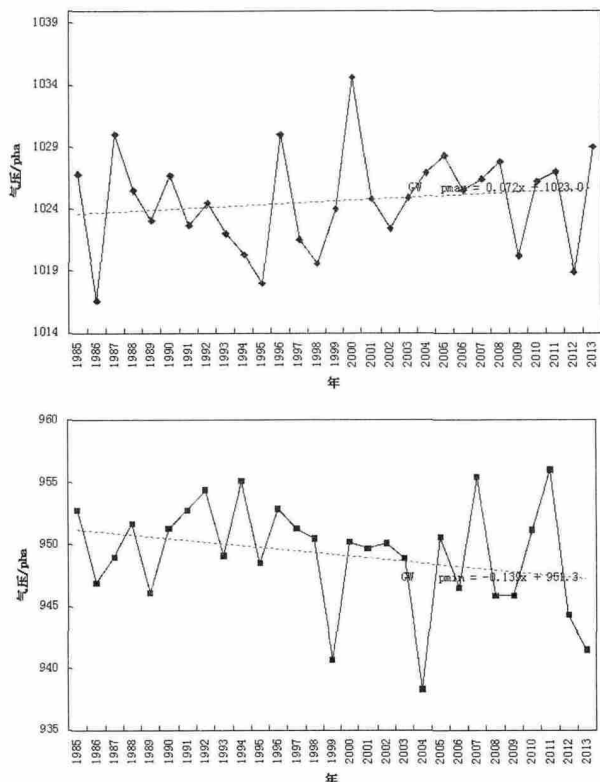


图4 长城站 1985—2013 年年最高本站气压 (菱形)、最低本站气压(方形)及变化趋势(虚线)

长城站 1985—2013 年历年最高气压的最大值为 1034.6hpa, 出现在 2000 年; 历年最高本站气压的最小值为 1016.6hpa, 出现在 1986 年。由图 4 看出, 长城站年最高气压呈现升高的趋势, 变化速率为  $0.72\text{hpa}/10\text{a}$ , 30 年最高本站气压升高 2.16hpa。1985—2013 年最低气压的最小值为 938.3hpa, 出现在 2004 年; 最大值为 955.4hpa, 出现在 2007 年。最低本站气压变化速率为  $-1.39\text{hpa}/10\text{a}$ , 30 年最低本站气压降低 4.17hpa。

### 3.3 相对湿度

图 5 给出长城站 1985—2013 年年平均相对湿度的时间序列。1985—2013 年年平均相对湿度为

89%, 最高值为 93%, 出现在 1993 年; 最低值为

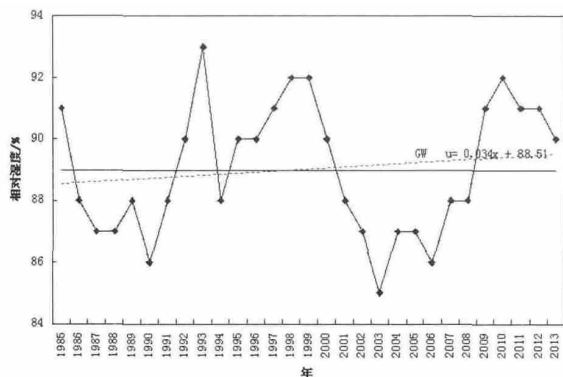


图5 长城站 1985—2013 年平均相对湿度的时间序列(折线)及变化趋势(虚线), 直线为平均值

85%, 出现在 2003 年。大于 89% 的年平均相对湿度的年份有 14 年, 占 48%。30 年升高了 1.02%, 变化速率为  $0.34\%/10\text{a}$ , 趋势不明显。相对湿度的变化与暖湿气流的影响有关。西北或偏北气流将低纬度的暖湿空气输送到长城站地区, 使湿度增大; 东南气流则产生大风降雪天气, 湿度也增大<sup>[3]</sup>。

### 3.4 降水

长城站 1985—2013 年年平均降水量为 539.3mm, 年最大值为 878.8mm, 出现在 2013 年; 最小值为 293.9mm, 出现在 1997 年, 年降水量的变率

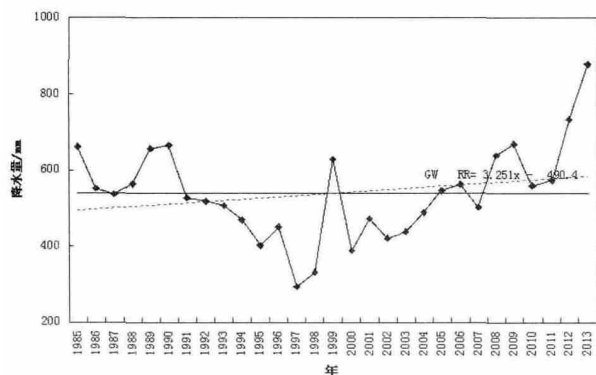


图6 长城站 1985—2013 年降水量的时间序列(折线)及变化趋势(虚线), 直线为平均值

较大, 最大值与最小值相差 3 倍之多。大于 539.3mm 的年降水量的年份有 14 年, 占 48%。降水量偏少的年份是由于气旋活动相对减少和高压系统增强, 晴好天气多。从 2003 年开始, 降水量逐年增多, 并呈现出稳定的变化趋势。由图 6 看出, 年降水量变化速率为  $32.5\text{mm}/10\text{a}$ , 30 年增多 97.5mm, 增多趋势异常明显, 2013 年年降水量首次突破了 800mm。降水量的增多, 主要原因是气旋增多, 尤其是受气旋偏南或

东南气流控制产生的暴风雪带来大量降水。

图 7 给出了长城站 1985–2013 年历年日降水量  $\geq 1.0\text{mm}$  日数的时间序列。历年日降水量  $\geq 1.0\text{mm}$  的日数最多的年份为 2013 年, 日数为 206d;

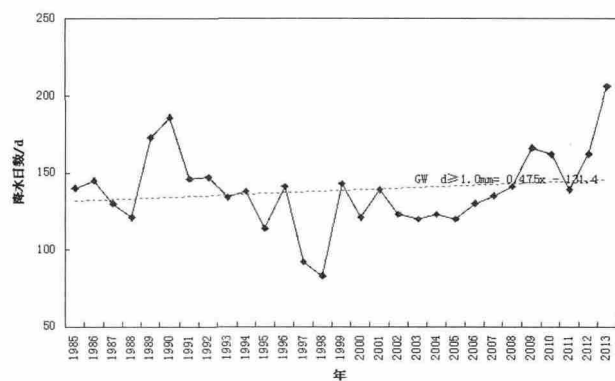


图 7 长城站 1985–2013 年日降水量大于  $1.0\text{mm}$  日数 (折线) 及变化趋势 (虚线)

最少的年份为 1998 年, 日数为 83d。2002 年后, 各年的降水日数变化趋势较为稳定, 且有逐年增多的趋势。2013 年  $\geq 1.0\text{mm}$  的日数达到了历史极值, 该年降水量也为建站以来的最大值。日降水量  $\geq 1.0\text{mm}$  日数变化速率分别为  $4.75\text{d}/10\text{a}$ , 30 年增加  $14.25\text{d}$ 。降水日数的多少与当年气旋的活动关系密切。

长城站历年最大日降水量为  $35.6\text{mm}$ , 出现在 1988 年; 最小降水量为  $10.5\text{mm}$ , 出现在 1994 年。历年日最大降水量  $\geq 20.0\text{mm}$  的年份有 13 年, 其中

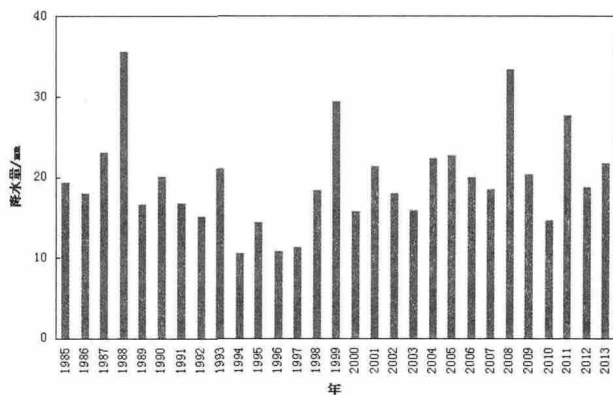


图 8 长城站 1985–2013 年年最大日降水量

1985–1994 年有 4 年, 1995–2004 年有 3 年, 2005–2013 年有 6 年。在长城站所在的乔治王岛, 由于四面临海, 产生降水的天气系统主要来自于气旋。近年年最大日降水量有稳定增多趋势, 这可能与气旋活动持续时间和强度增强有关。

### 3.5 风速和风向

长城站 1985–2013 年平均风速为  $7.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 变化速率为  $-0.10\text{ms}^{-1}/10\text{a}$ , 变化趋势不明显。年平均风速

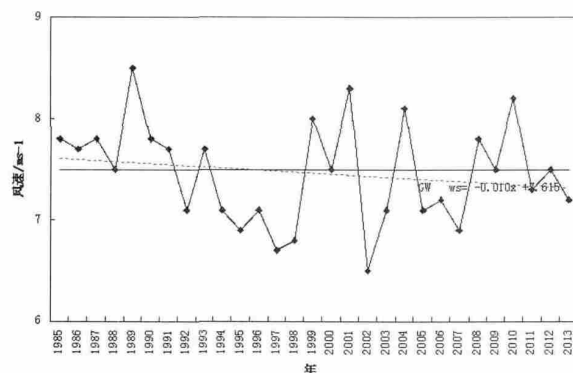


图 9 长城站 1985–2013 年平均风速的时间序列 (折线) 及变化趋势 (虚线), 直线为平均值

最大值为  $8.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 出现在 1989 年; 最小值为  $6.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 出现在 2002 年。大于  $7.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  的年份有 16 年, 占 55%。1985–1991 年连续七年风速值大于年平均值, 1992–1998 年六年风速值小于历年平均值。

长城站 1985–2013 年历年极大风速值最大值为  $38.0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 风力等级为十三级, 风向为 ESE, 出现在 2013 年; 最小值为  $25.7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 风力等级为十级, 风

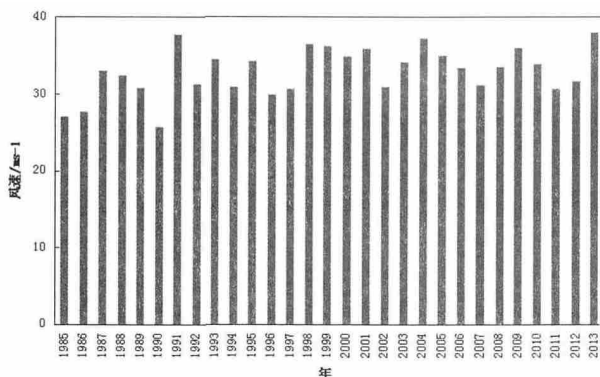


图 10 长城站 1985–2013 年历年极大风速值

向为 ESE, 出现在 1990 年。历年极大风速风力等级均在十级风以上, 年极大风速风力等级为十级的年份有 3 年 (1985、1986、1990 年), 风力等级为十一级的年份有 10 年, 风力等级为十二级的年份有 13 年, 风力等级为十三级的年份有 3 年 (1991、2004、2013 年)。由以上数据可知, 长城站历年极大风速等级以十二级为主, 占 45%, 其次为十一级大风, 占 34%。历年极大风速出现月份集中出现南极的冬季, 6–9 月份共 21 次, 占 72%; 最多月份为 9 月, 出现 7 次。历



年平均大风日数为 138 天,一年当中 38% 的天数出现  $\geq 17.0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  (风力八级) 的大风。长城站之所以产生风力等级如此大的风且出现次数频繁,主要原因是长城站受极地气旋影响频繁。根据统计,夏季每月侵入长城站气旋有 6–8 个,平均 3–4d 就有气旋侵入南极半岛乔治王岛地区。冬季每月 5–7 个,且强度比夏季大<sup>[6]</sup>。

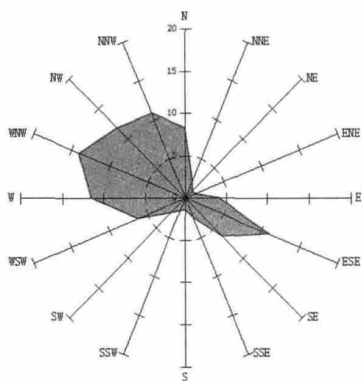


图 11 长城站 1985–2013 年风向频率 (单位: %)

由图 11 可以看出,影响长城站的盛行风向是 WNW 和 ESE,所占比例分别为 63% 和 18%。这两个方向也是极地气旋影响长城站的主要路径。1985–1994 年主导风向与 1985–2013 年相似,风向频率最大的是 WNW,接近 15%,方向 N 所占比例略低,而 WSW、ESE 比例要高;1995–2004 年主导风向发生了较大的变化,W 所占频率升至 14%,N 所占频率达到了 11%,而 ESE 频率降至 8%,主导风向 W–N 明显增强,该 10 年影响长城站的天气系统主要来自 W–N 方向;2005–2013 年主导风向仍为 WNW–N,但频率略有降低,ESE 方向频率增加,说明极地气旋从东南方向影响长城站的频率有所增加。

## 4 结论

(1) 长城站 1985–2013 年年平均气温为  $-2.2^{\circ}\text{C}$ , 平均气温变化速率为  $0.07^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ , 气温升高的倾向不明显。年极端最高气温呈现降低的趋势,年极端最低气温则呈现升高的趋势。

(2) 年平均气压为 989.3hpa, 变化速率为  $-0.19\text{hpa}/10\text{a}$ , 趋势不明显,最低值的变化趋势明显大于最高值的变化趋势。

(3) 年平均相对湿度为 89%, 变化速率为  $0.34\%/10\text{a}$ , 变化趋势不明显。由于长城站已属于高湿区域,因此相对湿度值升高有限,仍受气旋和高压系统活动影响。

(4) 年降水量为 539.3mm, 变化速率为  $32.5\text{mm}/10\text{a}$ , 增多趋势明显。1985–1994 年和 2005–2013 年平均降水量高于历年平均值,尤其是 2005–2013 年平均降水量高出历年平均值近 90.1mm,而 1995–2004 年平均降水量则低于历年平均值 107.6mm,年日降水量大于 1.0mm 的日数变化速率为  $4.75\text{d}/10\text{a}$ ,日数逐年增多,年最大日降水量也呈逐年增多趋势。

(5) 年平均风速为  $7.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 变化速率为  $-0.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}/10\text{a}$ , 变化趋势不明显。年极大风速均在十级风以上,并以十二级为主,占 45%,最大风力达到十三级。年极大风速对应的风向出现频率最高的是 ESE。影响长城站的天气系统来自西北和东南方向。

### 参考文献:

- [1] 陆龙骅,卞林根,效存德,等.近 20 年来中国极地大气科学研究进展 [J].气象学报, 2004, 62 (5): 672–691.
- [2] 黄耀荣,许淙,尹涛等.南极长城站气压场和风场分析 [J].极地研究, 2000, 12 (2): 129–136.
- [3] 胡胜利.南极长城站 20 年来天气温度及降水变化特征 [C].极地考察海洋气象论文集, 2008: 457–460.
- [4] 黄耀荣,许淙,张海影等.西南极长城站地区晴好天气研究 [C].极地考察海洋气象论文集, 2008: 356–262.
- [5] 张文义.南极长城站一次强降温天气过程分析 [C].极地考察海洋气象论文集, 2008: 308–311.
- [6] 胡胜利.长城站极地气旋与暴风雪天气 [C].极地考察海洋气象论文集, 2008: 444–447.
- [7] 中国气象局.地面气象观测规范 [M].北京:气象出版社, 2003: 48.