

# Comparative Analysis on Wind Data of Transfer of Panzhou Meteorological

Xuda Wang<sup>1</sup>, Yanmei Zhang<sup>2</sup>, Guiqiong Li<sup>1</sup>, Lin Hu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Panzhou Meteorology Bureau, Panzhou Guizhou

<sup>2</sup>Guizhou Province Observatory, Guiyang Guizhou

<sup>3</sup>Meteorological Bureau of Dushan, Dushan Guizhou

Email: 1054621517@qq.com

Received: Oct. 15<sup>th</sup>, 2019; accepted: Oct. 30<sup>th</sup>, 2019; published: Nov. 6<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

By using the daily wind speed observation data from 1987 to 2018 in the old and new Panzhou meteorological station, gale days, average wind speed and wind direction frequency of annual maximum wind speed in new and old Panzhou stations were analyzed. The results show that the number of gale days in the old and new Panzhou stations is decreasing, the number of gale days in the 16 years before relocation is only 200 days, the number of gale days in the 16 years after relocation is increasing obviously, and the number of gale days reaches 366 days; the average wind speed of the old and new Panzhou stations in every year and season is also decreasing, especially in spring. The main wind speed is NE, ENE and SW; the maximum wind speed is SW, SSW, S and SW. The annual average wind speed of the new station changed abruptly in 1992 and 1998, and a sudden break occurred in the old station in 2013.

## Keywords

Panzhou, the Wind Speed, the Direction of the Wind, Comparison and Analysis

---

# 盘州市气象站迁站前后风资料对比分析

王旭达<sup>1</sup>, 张艳梅<sup>2</sup>, 李贵琼<sup>1</sup>, 胡林<sup>3</sup>

<sup>1</sup>贵州省盘州市气象局, 贵州 盘州

<sup>2</sup>贵州省气象台, 贵州 贵阳

<sup>3</sup>贵州省独山县气象局, 贵州 独山

Email: 1054621517@qq.com

收稿日期: 2019年10月15日; 录用日期: 2019年10月30日; 发布日期: 2019年11月6日

## 摘要

利用盘州市气象站1987~2002 (旧站址)和2003~2018年(新站址)的逐日风速观测资料,分析盘州市新旧站址的大风日数变化、平均风速变化及年最大风速的风向频率等特征。结果表明:盘州市新旧站址大风日数均呈下降趋势,但迁站前16年的大风日数仅为200天,迁站后16年大风日数明显增加,大风日数达366天;新旧站址年、各季节平均风速也呈下降的趋势,其中春季的平均风速减少明显;旧站址最大风速主要为东北风(NE)、东北偏东风(ENE)、西南风(SW);新站址最大风速主要为西南风(SW)、西南偏南风(SSW)、南风(S)、西南风(SW);旧站址年平均风速在1992年和1998年发生了突变,新站址在2013年发生了一次突变。

## 关键词

盘州市, 风速, 风向, 对比分析

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

盘州市位于云贵交界处,全市地势西北高,东部及南部较低,境内海拔在735~2865米之间,因特殊的地理位置而形成明显的季风气候。随着全球气候变暖、可再生能源缺乏、世界能源消耗巨大、环境污染等因素,使得新能源的开发进入热点。风能由于清洁、环保作为重要的可再生气候资源,已经也成为了世界上各类学者研究的重点[1] [2] [3] [4] [5]。利用盘州市新旧站的逐日风资料来分析盘州市大风日数变化、年、季平均风速变化以及年最大风速的风向频率等特征,为进一步研究风速变化规律以及充分利用风能资源提供参考依据。

## 2. 研究资料与方法

所用的资料为盘州市新、旧站址气象站1987~2018年逐日风资料。分析了盘州市新旧站址大风日数年际变化,采用滑动 $t$ 检验趋势分析、Mann-Kendall突变检测来分析其风速的变化特征,以及通过风向频率来分析盘州市最大风速经常出现的的风向。季节划分标准:春季(3~5月)、夏季(6~8月)、秋季(9~11月)、冬季(12~次年2月)。

### 2.1. Mann-Kendall 突变检测风速的突变

Mann-Kendall 检验法最初是由 H.B. Mann 和 M.K. Kendall 提出并适用于气象、水文等非正态分布检验的一种方法[6] [7],利用 Mann-Kendall 检验法将盘州市1987~2018年的平均风速进行显著性检验,具体检验方法如下:

对于具有  $n$  个样本量的时间序列  $x$ , 构造一秩序:

$$S_k = \sum_{i=1}^k r_i, \quad k = 2, 3, \dots, n$$

其中:

$$r_i = \begin{cases} +1, & \text{当 } x_i > x_j \\ 0, & \text{当 } x_i \leq x_j \end{cases} \quad j = 1, 2, \dots, i$$

可知，秩序列  $s_k$  是第  $i$  时间的数值大于  $j$  时间数值的个数的累计值。即假定  $x$  序列相对独立，得下统计量：

$$UF_k = \frac{[s_k - E(s_k)]}{\sqrt{\text{var}(s_k)}}, k = 1, 2, \dots, n$$

式中  $UF_1 = 0$ ， $E(s_k)$  是  $s_k$  的均值， $\text{var}(s_k)$  是  $s_k$  的方差，在每个  $x$  相对独立且相同连续分布下通过公式：

$$\begin{cases} E(s_k) = \frac{k(k-1)}{4} \\ \text{var}(s_k) = \frac{k(k-1)(2k+5)}{72} \end{cases} \quad k = 2, 3, \dots, n$$

$UF_i$  就是标准正态分布，通过显著性检验，若  $|UF_i| > U_a$ ，可以说明盘州市的年平均风速存在着明显的趋势变化，根据上式，将时间序列  $x$  从后往前，逆序  $x_n, x_{n-1}, \dots, x_1$ ，再次计算，并且使得出  $UB_k = -UF_k (k = n, n-1, \dots, 1)$ ， $UB_1 = 0$ ，通过两次的运算便可得到突变的时间定格在哪一年。

### 2.2. 线性倾向法检验

对气象要素进行连续性分析，通过时间序列来分析气象要素随时间序列发生的趋势变化，再通过显著性检验，得出显著性水平，具体检验方法如下：

$$X_i = a + bt_i, i = 1, 2, \dots, n$$

回归系数  $b$  的符号表示风速的变量  $x$  的倾向趋势。当  $b > 0$ ，可说明风速的变化随时间  $t$  的增加呈上升趋势；反之，风速的变化呈下降趋势。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 盘州市新旧站址大风日数年际变化对比分析

从图 1 盘州市新旧站址大风日数的年际变化对比分析可以看出，盘州市新旧站址出现大风的频率均有下降的趋势，旧站址大风出现频率的气候倾向率为  $-1.038$  次/a，新站址大风日数的气候倾向率为  $-1.9$  次/a。旧站址的 16 年内出现的大风日数仅为 200 天，年平均出现大风日数为 12.5 天，新站址的 16 年里出现的大风日数达 366 天，年平均出现大风日数为 22.8 天，表明盘州市新站址出现大风日数明显增加。

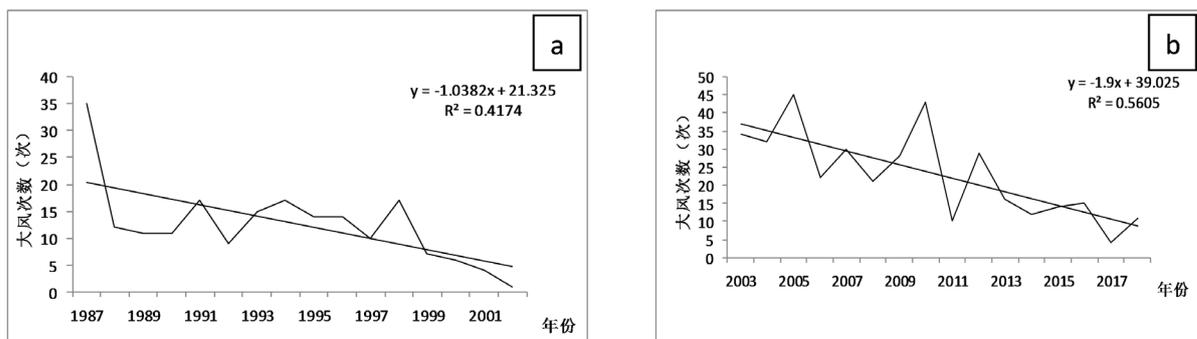


Figure 1. Contrastive analysis of gale days in Panzhou new station from 1987 to 2002 (a) and old station from 2003 to 2018 (b)  
图 1. 盘州市新站址 1987 年~2002 年(a)及旧迁站 2003~2018 年址(b)大风日数对比分析

### 3.2. 盘州市新旧站址平均风速变化对比分析

利用线性倾向法分别对盘州市新旧站址风速的年平均变化和风速随季节变化进行分析(图 2), 可以看出, 盘州市旧站址的年平均风速的气候倾向率为  $0.331 \text{ s}/10\text{a}$ , 表明盘州市的年平均风速有减小的趋势。当显著性水平  $\alpha=0.05$  时,  $r_a=0.468$ , 盘州市年平均风速  $R^2=0.3414$ , 即  $r=0.5842$ , 可知  $r>r_a$ , 说明盘州市旧站址年平均风速随时间变化的相关系数达到了  $0.05$  水平, 相关系数显著。新站址的年平均风速的气候倾向率为  $-0.546 \text{ s}/10\text{a}$ , 年平均风速也有减小的趋势; 旧站址的年平均风速  $R^2=0.7037$ ,  $r=0.8389$ , 可知  $r>r_a$ , 说明盘州市新站址年平均风速随时间变化的相关系数也达到了  $0.05$  水平, 相关系数显著。分析表明盘州市迁站前后年平均风速  $32\text{a}$  来均呈下降的趋势, 盘州市新站平均风速大于旧站平均风速。

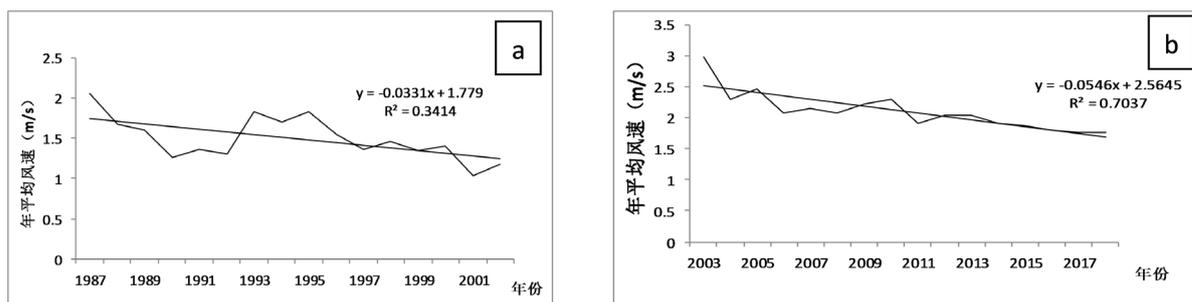


Figure 2. The annual average wind speed change trend of the old station (a) in Panzhou from 1987 to 2002 and the new station (b) from 2003 to 2018

图 2. 盘州市旧站址 1987 年~2002 年(a)及新迁站 2003~2018 年(b)大风日数对比分析

### 3.3. 盘州市新旧站址平均风速的季节变化对比分析

图 3(a)为盘州市旧站址的季平均风速线性变化趋势图, 从图中可以看出, 新站址的各季平均风速均呈减少趋势, 春季、夏季、冬季和秋季平均风速的气候倾向率分别为  $-0.0067 \text{ s}/\text{a}$ 、 $-0.034 \text{ s}/\text{a}$ 、 $-0.008 \text{ s}/\text{a}$  和  $-0.025 \text{ s}/\text{a}$ , 其中春季的平均风速减少最为明显, 冬季、夏季和秋季减小的趋势不明显。从图 3(b)可以看出, 新站址的各季平均风速也呈减少趋势, 气候倾向率分别为  $-0.079 \text{ s}/\text{a}$ 、 $-0.048 \text{ s}/\text{a}$ 、 $-0.023 \text{ s}/\text{a}$  和  $-0.063 \text{ s}/\text{a}$ , 可知迁站后  $16\text{a}$  春季减少最为明显, 冬季的平均风速减少趋势次之, 秋季的平均风速相对于其他季节较小。由图 3 还可以看出新旧站址春季的平均风速最大, 冬季的平均风速次之, 夏季和秋季的平均风速较为平稳, 减小的趋势也不明显, 通过迁站前后的季平均风速对比分析, 可知盘州市近  $32\text{a}$  的季平均风速也呈减少的趋势。

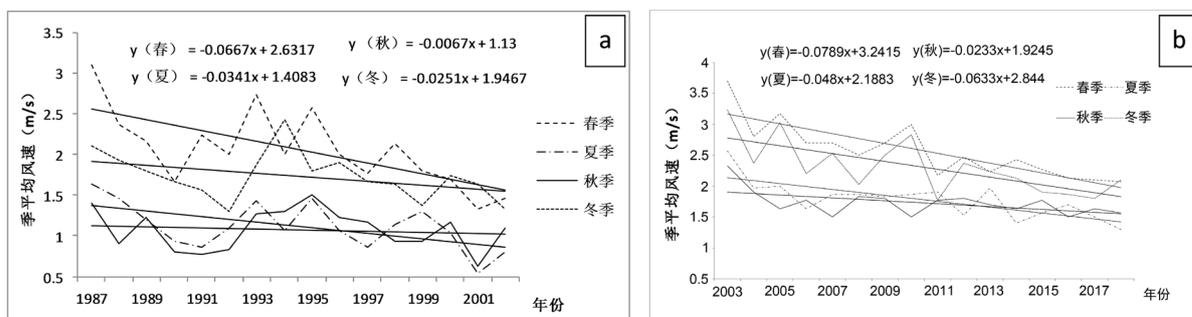


Figure 3. Linear trend change of monsoon mean wind speed in Panzhou old station (a) from 1987 to 2002 and new station (b) from 2003 to 2018

图 3. 盘州市 1987 年~2002 年旧站址(a)和 2003~2018 年新站址(b)季平均风速线性趋势变化

### 3.4. 最大风速的风向频率特征对比分析

统计盘州市 1987~2018 年盘州市新旧站址的最大风速所在风向的分布规律[8], 根据图 4 新旧站址的最大风速风向玫瑰图可以看出, 旧站址最大风速主要常出现在东北风(NE)、东北偏东风(ENE)、西南风(SW)这三个方位上, 其中出现次数最多的方向为东南方向(NE)。而新站址的 16 年里盘州市最大风速主要为西南风(SW)、西南偏南风(SSW)、偏南风(S), 其中出现次数最多的西南风(SW), 说明盘州市最大风速出现的风向因地理位置的不同而发生了一定的变化。

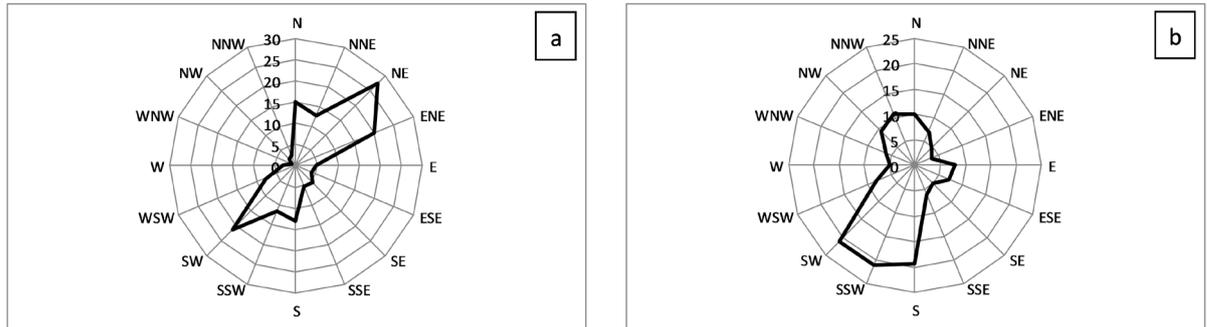


Figure 4. Rose Charts of maximum wind speed frequency in Panzhou old station (a) from 1987 to 2002 and new station (b) from 2003 to 2018

图 4. 盘州市 1987 年~2002 年旧站址(a)和 2003~2018 年新站址(b)盘州市最大风速频率玫瑰图

### 3.5. 盘州市新旧站址的平均风速的突变分析

通过 Mann-Kendall 法对 1987~2018 年盘州市新旧站址年平均风速序列进行分析(图 5), 给出显著性水平  $\alpha = 0.05$ , 可以看出  $UF < 0$ , 可以得出盘州市旧站址 16 年的平均风速呈减少趋势(图 5(a)), 1992 年~1996 年下降趋势明显, 并且在 1992 年和 1998 年也发生了突变。当曲线  $UF = UB$  时, 出现三个交点, 交点前后均位于信度线之内, 所以旧站址的年平均风速突变明显。而新站址的 M-K 曲线图(图 5(b))可以看出  $UF < 0$  并呈下降的趋势, 得出盘州市近 16 年的平均风速也呈减少趋势, 在 2010 年以后,  $UF$  曲线超出了下临值, 可知盘州市年平均风速从 2010 年以后下降趋势明显, 当曲线  $UF = UB$  时, 可知盘州市年平均风速在 2013 年发生了一次突变, 因交点前后位于信度线之外, 所以盘州年平均风速突变的并不明显。新旧站址两次突变分析进一步说明了盘州市的年平均风速迁站前后均呈下降的趋势。

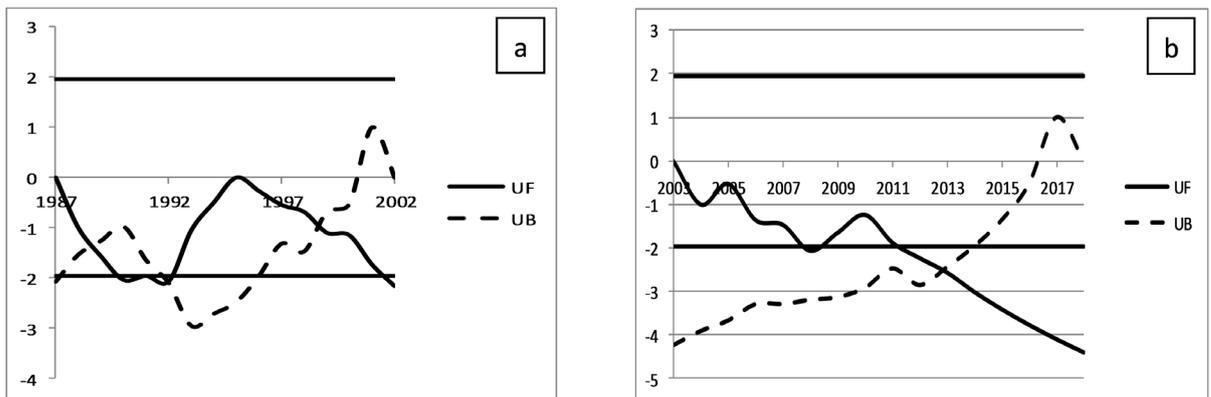


Figure 5. Mann-Kendall curves of old station site (a) from 1987 to 2002 and new station site (b) from 2003 to 2018 in Panzhou

图 5. 盘州市 1987 年~2002 年旧站址(a)和 2003~2018 年新站址(b)的 Mann-Kendall 曲线

## 4. 环境对气象要素的影响讨论及主要结论

### 4.1. 环境对风资料的影响讨论

盘州市气象站始建于 1937 年, 属于国家基准气象站, 位于东经 104°39', 北纬 25°47'N, 海拔高度 1490.0 米; 由于城市发展需要, 2003 年 1 月随县城整体搬迁至盘州市红果镇环湖路, 东经 104°28', 北纬 25°43', 海拔高度 1800.0 米。随着探测环境发生了变化, 台站的搬迁对风资料有较大的影响。通常随着海拔高度的增加风速逐渐增大, 新站址的海拔高度高于旧站址 310 米, 且新站周边障碍物较少, 因此迁站后平均风速增大和大风日增多。迁站前 1987 年到 2002 年年平均风速为 1.49 m/s, 迁站后 2003 年到 2018 年年平均风速为 2.1 m/s, 迁站后平均风速明显增大。大风日数也明显增多, 旧站址的 16 年出现的大风日数仅为 200 天, 新站址盘州市出现大风日数明显增加, 16 年出现的大风日数达 366 天。迁站后新站址的最大风速的方位也发生了改变, 主要以偏南风为主, 出现最多的风为西南风。由于西南大风主要是由于热低压发展影响。杨静[9]指出西南热低压的主要初生源地在云南, 是一个局地性很强的天气系统, 午后发展加强, 热低压的南侧午后经常出现瞬时偏南大风。新站位置的经度(104°39'E)和旧站(104°28')来看, 新站的地理位置更偏西, 接近云南, 是否就是出现西南大风的主要原因, 还需要待进一步研究。

### 4.2. 主要结论

1) 盘州市新旧站址的各季平均风速均呈减少趋势, 旧站址春季的平均风速减少最为明显, 冬季、夏季和秋季减小的趋势不明显; 新站址 16a 春季的平均风速最大, 其次是冬季, 夏季和秋季的平均风速相对于春冬两季较小。盘州市新旧站址春季的平均风速最大, 冬季的平均风速次之, 夏季和秋季的平均风速较为平稳, 减小的趋势也不明显。

2) 盘州市旧站址最大风速主要常出现在东北风(NE)、东北偏东风(ENE)、西南风(SW)这三个方向上, 其中出现次数最多的方向为东南(NE)方向。而新站址的 16 年里盘州市最大风速主要出现在西南风(SW)、西南偏南风(SSW)、偏南风(S)这三个方向上, 其中出现次数最多的方向为西南(SW)方向, 说明盘州市最大风速出现的风向因地理位置的不同而发生了一定的变化。

3) 盘州市 1987~2018 年, 盘州市年平均风速有下降的趋势, 从 2010 年以后下降趋势明显, 并分别在 1992 年、1998 年和 2013 年发生过一次风速突变, 在 1998 年风速突变明显。

## 基金项目

贵州省气象局气象科技开放研究基金“贵州省大风特征及其天气学概念模型研究”[黔气科合KF(2016)15号]项目资助。

## 参考文献

- [1] 李泽椿, 朱荣, 何晓风, 等. 风能资源评估技术方法研究[J]. 气象学报, 2007, 65(5): 708-715.
- [2] 谢任波, 舒国勇, 晏理华, 等. 近 40a 铜仁地区雨量和雨日的变化特征[J]. 贵州气象, 2011(4): 29-31.
- [3] 王旭达, 张艳梅, 陈海涛. 贵州省盘县近 50 a 降水特征分析[J]. 贵州气象, 2016(6): 37-41.
- [4] 李悦佳, 贺新光, 卢希安, 谭子芳. 1960-2015 年长江流域风速的时空变化特征[J]. 热带地理, 2018, 38(5): 660-667.
- [5] 易志学, 徐德志. 1957-2010 年黎平县气候变化特征分析[J]. 贵州气象, 2012(4): 27-29.
- [6] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 第 2 版. 北京: 气象出版社, 2007: 63-66.
- [7] Sheng, Y., Pilon, P. and Cavadias, G. (2002) Power of the Mann-Kendall and Spearman's Rho Tests for Detecting

Monotonic Trends in Hydrological Series. *Journal of Hydrology*, **259**, 256-270.

- [8] 李志坤, 张风丽, 王国军, 等. 北京市 1993-2011 年风速变化与下垫面粗糙特性关系研究[J]. 测绘通报, 2017(12): 29-32.
- [9] 杨静, 汪超, 雷云, 等. 春季西南热低压的发生发展及结构特征[J]. 气象, 2013, 39(2): 146-155.