

孙蕾,伏晓慧,张金柱.迁站和仪器更换对阿拉山口风速资料的影响分析[J].沙漠与绿洲气象,2014,8(2):65-69.
doi:10.3969/j.issn.1002-0799.2014.02.009

迁站和仪器更换对阿拉山口风速资料的影响分析

孙蕾¹,伏晓慧²,张金柱¹

(1.阿拉山口气象局,新疆 阿拉山口 833418;2.乌鲁木齐市气象局,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:风是一个对测点环境变化较为敏感的气象要素,测站迁站、环境变化、仪器更换等因素均会导致风速序列的非均一性,从而使一地风资料缺乏真实性和可信度。阿拉山口是我国一个著名风门,并且阿拉山口站经历过多次迁站和仪器更换,因此对阿拉山口风资料的均一性检验很有必要,本文利用 M-K 突变检验法、标准差以及方差显著差异分析等方法对阿拉山口风速序列进行均一性检验,得出:阿拉山口站 54 a 平均风速序列在 2004 年发生突变,突变后风速大幅减小。2001 年的迁站没有造成风速突变,且经过检验新、旧站风速资料可以合并统计;2004 年更换自动测风仪所测风速比人工站大,与 2004 年后风速突然减小相反;阿拉山口站与周边对比站风速变化曲线在 2004 年后是反相的,分析可知风速突变的原因不是由仪器更换、气候变化直接导致,经调查分析与 2004—2005 年阿拉山口地区在气象站上风方大面积种植防风林带有关。

关键词:风速资料;均一性检验;阿拉山口

中图分类号:P412.16

文献标识码:B

文章编号:1002-0799(2014)02-0065-05

气候资料能客观、科学地反映当时当地天气状况和当地气候特征,由于气象台站站址的搬迁、仪器的更换及其他特殊原因都会造成气象资料序列的非均一性,不能准确反应当地气候特征^[1]。均一的风速序列是当地输电线路设计及风能资源等项目开发利用、评估的基础^[2],阿拉山口的气候特征就是大风多,近年来多家风电企业在阿拉山口建大型风力发电机群,因此对阿拉山口风资料的均一性、代表性、连续性检验很有必要。阿拉山口站 1957 年建站,到 2010 年 54 a 中共经历过 5 次迁站,前 4 次迁站均在原址附近艾比湖畔,海拔高度变动较小,环境及地貌相似,最后一次迁站是在 2001 年,距原观测场约 1.7 km 且海拔高度高出 51.3 m,处于坡地,环境变化较大,本文选 2001 年迁站来分析对风资料的影

响。阿拉山口站 1993 年测风仪由 EL 型更换为 EN 型,EL 和 EN 型测风仪室外感应部分的原理和材质相同,只是室内的显示结构不同,所以不对其进行分析,2004 年安装了 ZQZ-C II 型自动测风仪,其材质和工作原理与人工站 EN 型的完全不同,所以选 2004 年自动与人工测风仪对比观测资料分析仪器变更对测站风资料的影响。对阿拉山口站风资料的连续性、代表性、比较性分析时所选对比站是精河站,因精河站处在阿拉山口站下游、垂直距离在 100 km 以内且属同一个天气影响区,并且精河站探测环境一直保持较好,只是 1961 和 1962 年在原观测场附近作小幅变动后再没有迁移过^[3]。另外博乐、温泉、精河 3 站都是 2004 年安装了 ZQZ-C II 型自动站,且距阿拉山口垂直距离都在 200 km 以内,通过阿拉山口与以上三站近 30 a 风速序列比较,得到 2004 年仪器更换后各站风速变化特征。

1 资料

按照《地面气象观测规范》规定^[4]:阿拉山口站 2001 年迁站时,对新、旧站 2000 年 7、10 月和 2001

收稿日期:2013-02-22;修回日期:2013-05-17

基金项目:国家自然科学基金面上项目(41075050);科技部公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006012);国家科技支撑计划项目(2012BAC23B01)共同资助。

作者简介:孙蕾(1979-),女,工程师,主要从事基础业务工作。

E-mail:79440303@qq.com

年1月3个月进行对比观测,所以选上述3个月日平均风速对比观测资料。选取2004年1—12月自动站与人工站各月平均风速和极大风速平行对比观测资料,以及阿拉山口站和精河站1957—2010年平均风速资料,博乐、温泉站1981—2010年平均风速资料。

2 阿拉山口 54 a 风速序列特征分析

2.1 年平均风速序列 M-K 突变检验结果

气候突变是指在较短时间内由一种相对较为稳定的气候状态,过渡到另一种气候状态的变化,它是气候系统非线性性质的一种表现^[9]。分析阿拉山口年平均风速有无突变现象不仅对弄清风异常的长期变化规律非常重要,而且为预测未来的风变化趋势提供参考背景。

本文采用 Mann-Kendall 法(简称 M-K 方法)是一种非参数统计检验方法,来判断气候序列是否发生突变^[6],即在 M-K 突变检测图中,如果 c_1 和 c_2 在临界值 1.96($\alpha=0.05$)之间有一个显著的交点,且 c_1 上升超过 1.96,或 c_2 下降低于 -1.96,则认为序列产生了突变,并且这个交点就是突变的开始点,反之,则认为没有产生突变。使用此方法对阿拉山口站风速序列进行突变检验,由图 1 可看到 c_1 和 c_2 的交点在 ± 1.96 的置信区间,且曲线 c_1 向正方向变化, c_2 向负方向变化,由此得到阿拉山口 54 a 平均风速发生突变,突变点是 c_1 和 c_2 的交点即 2004 年,事实上也是 2004 年以后阿拉山口年平均风速在迅速大幅减小,突变前年平均风速 5.9 m/s,突变后年平均风速 4.5 m/s。用同法分析对比站精河 54 a 平均风速则没有发生突变(图略)。

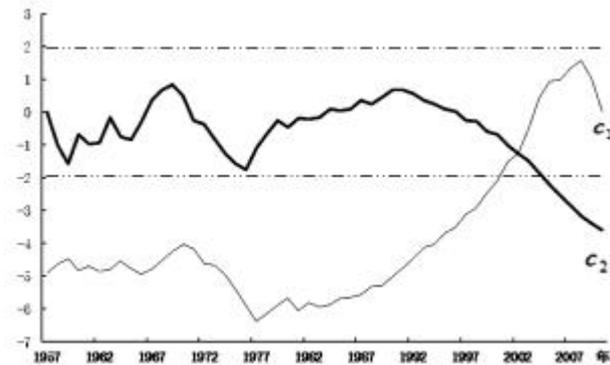


图 1 阿拉山口 1957—2010 年平均风速 M-K 检测曲线

2.2 年平均风速序列的连续性、代表性分析

气象要素观测资料的代表性、准确性、比较性

决定其适用范围和使用价值^[7]。本文利用阿拉山口 1957—2010 年风速累年均值统计,计算年平均风速在该时期内的标准差,对该时期以标准差为置信区间,考查 1957—2010 年间各年风速均值(年值)以及累年均值是否在上述相应的置信区间内,用其结果分析阿拉山口年平均风速的连续性^[8]。另外利用精河站同期对应的年平均风速资料作相同统计、序列分析,两站相互比较来考察阿拉山口站年平均风速资料的比较性和代表性。

标准差计算方法如下:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (1)$$

式中, s 为标准差, n 为资料总年数, x_i 为历年值, \bar{x} 为多年(1957—2010 年)平均值。通过计算可以得到阿拉山口 54 a 平均风速均值为 5.9 m/s,标准差为 0.6 m/s,那么标准差区间就是 5.3~6.5 m/s 之间。从图 2a 中可以看到 54 a 中阿拉山口站是 1957 年和 2004—2010 年不在其标准差区间内,连续累 5 a 均值线是 2004—2010 年不在标准差区间内,说明阿拉山口站风速资料 2004 年以前连续性、代表性较好。从图 2a 和 2b 比较可以看到阿拉山口和精河年平均风速连续累 5 a 均值线在 2003 年之前波形变化基本相似,2003 年之后精河站年平均风速开始持

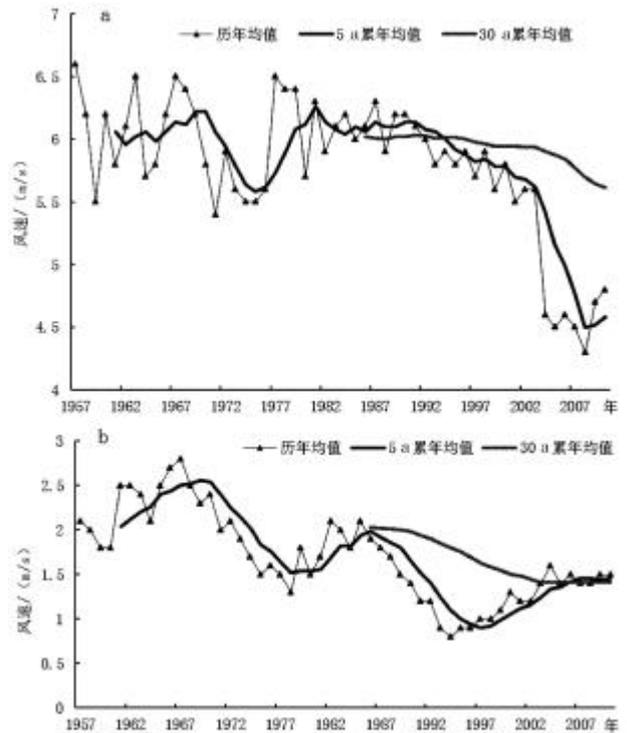


图 2 1957—2010 年阿拉山口(a)、精河站(b) 风速均值序列变化分析

续上升,而阿拉山口站在持续下降,由此得出阿拉山口站2003年以前比较性较好。

3 迁站对阿拉山口风速资料的影响分析

3.1 新、旧测站风速方差是否有显著差异分析

利用风速方差显著差异分析和风速均值的差异显著性检验来分析2001年迁站对阿拉山口风资料的影响。

在气象变量中,年、月、旬、日平均风速,定时风速、都接近正态分布,对于来自两个相互独立的正态总体,假定:第1个样本系从均值为 \bar{x} ,方差为 σ_1^2 的正态总体中随机取出,第2个样本取自另一个类似的总体,相应均值、方差分别为 \bar{y} 、 σ_2^2 ,取统计量

$$F = \frac{S_{n_1}^2}{S_{n_2}^2},$$

其中

$$S_{n_1}^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, S_{n_2}^2 = \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, \quad (2)$$

显然当F很大或很小时,说明 σ_1^2 与 σ_2^2 有差异,如F值均落在接受区间内,即认为新、旧测站两地风速方差无显著差异,反之亦然^[9]。利用上述方法对新、旧测站2000年7、10月以及2001年1月日平均风速进行计算,结果见表1,F值均落在接受区间内,即认为两地风速方差无显著差异。

表1 2001年迁站新、旧站对比观测资料方差显著差异分析结果

| | $S_{n_1}^2$ | $S_{n_2}^2$ | F | 接受区间(F'_a, F''_a) |
|----------|-------------|-------------|------|-----------------------|
| 2000年7月 | 4.767 | 5.823 | 0.81 | (0.54, 1.84) |
| 2000年10月 | 8.748 | 7.164 | 1.22 | (0.54, 1.84) |
| 2001年1月 | 8.33 | 7.83 | 1.06 | (0.54, 1.84) |

3.2 新、旧测站风速均值的差异显著性检验

因新、旧站风速方差无显著差异,可以进一步利用两站风速均值的差异显著性检验分析,得到新、旧测站风速资料能否合并统计,方法是:对于来自新、旧测站两个相互独立的正态总体 $X \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$, $Y \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$, σ_1^2 与 σ_2^2 未知但相等,若检验 $H_0: \mu_1 = \mu_2$,

构造统计量:

$$T = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{(n_1 - 1)S_{n_1}^2 + (n_2 - 1)S_{n_2}^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}, \quad (3)$$

从数学上可以证明统计量T服从 $n_1 + n_2 - 2$ 个自由度的t分布,如果 $|T| > t_\alpha$,则认为两个总体的平均数

“有显著性差异”,两个样本不能合并统计,反之则两个样本“无显著性差异”可以合并统计^[9]。

利用以上方法对新、旧站日平均风速对比观测值进行检验分析,得出:2000年7月日平均风速 $T = 0.397$,2000年10月 $T = 1.25$,2001年1月 $T = 0.263$,当给定信度0.05时,查 $t_\alpha = 2.000$,显然上述T值均小于2.000,表明两组观测资料无显著差异,新、旧站风速资料可以合并统计。

综合以上分析得出:新、旧站风速方差无显著差异,两地观测资料可以合并统计,迁站没有对阿拉山口站风速的连续性造成影响。

4 仪器变更对阿拉山口风速的影响分析

4.1 自动站与人工站各月平均风速的对比差值分析

阿拉山口站2004年安装了ZQZ-C II型自动站,其测风仪采用低惯性轻金属的风传感器,具有惯性小、启动快、感应灵敏的特点,其材质、采集数据原理和人工站EN型的完全不同^{[10]26-36}。从表2可以看出2004年自动站比人工站所测年平均风速大0.4 m/s。整个冬季(12—2月)自动站与人工站月平均风速相差不大,初步分析冬季是阿拉山口站全年最寒冷、湿度较大、霜、雾形成最多的季节,所以导致风感应器易结霜再加上降雪等原因致使自动站风感应器较轻、惯性小等特点受影响较大,所测风速减小。

表2 阿拉山口2004年自动站和人工站各月平均风速差值/(m/s)

| | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 年平均 |
|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 自动 | 2.8 | 3.4 | 5.3 | 6.5 | 5.8 | 6.4 | 6.0 | 4.9 | 5.4 | 4.3 | 4.5 | 4.3 | 4.9 |
| 人工 | 3.2 | 3.4 | 4.8 | 5.6 | 5.1 | 5.6 | 5.4 | 4.4 | 4.8 | 4.0 | 4.4 | 4.2 | 4.5 |
| 差值 | -0.4 | 0.0 | 0.5 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.4 |

4.2 自动站与人工站极大风速的对比差值分析

从表3中可以看到自动与人工极大风速差值只有1月份是负值,自动和人工在风速越大时差值越大,说明自动站对极大风的感应比人工站灵敏。对2004年4、10月(大风较多月)自动站与人工站极大风向、风速进行评估^{[10]133-142},极大风速的误差标准差分别是1.42和1.36,月一致率分别是80%和87%,月粗差率是0.0%,极大风向符合率分别是57%和52%。

通过以上对比分析得出:自动站比人工站所测的年平均风速大,除1月外其它各月自动站所测月平均风速和极大风速均比人工站大,与2004年之后

表3 2004年各月自动站与人工站极大风速差值
/(m/s)

| 月份 | 自动站极大 | | 人工站极大 | | 差值 |
|----|-------|------|-------|------|------|
| | 风向 | 风速 | 风向 | 风速 | |
| 1 | NW | 24.1 | NW | 26.9 | -2.8 |
| 2 | NNW | 26.2 | NW | 22.9 | 3.3 |
| 3 | NW | 32.3 | NW | 26.5 | 5.8 |
| 4 | NNW | 33.3 | NW | 28.5 | 4.8 |
| 5 | NW | 30.9 | NNW | 26.3 | 4.6 |
| 6 | NNW | 29.4 | W | 27.5 | 1.9 |
| 7 | NNW | 29.3 | NNW | 25.8 | 3.5 |
| 8 | NNW | 27.8 | WNW | 25.8 | 2.0 |
| 9 | NNW | 33.9 | NW | 31.7 | 2.2 |
| 10 | NW | 31.6 | NNW | 27.7 | 3.9 |
| 11 | NNW | 26.4 | NW | 25.4 | 1.0 |
| 12 | NW | 25.3 | NW | 23.3 | 2.0 |

阿拉山口年平均风速迅速减小相反,说明,自动站的更换不是造成年平均风速序列突变的直接原因。

5 与邻近其它3站年平均风速的对比分析

从图3可以看到与阿拉山口站相邻的博乐、温泉、精河3站在2004年以前年平均风速图的波形基本一致,但在2004年后其它3站年平均风速值都在增大,而阿拉山口站2004年后年平均风速则迅速大幅减少,波形与其它3站反相。说明阿拉山口站年平均风速值从2004年开始与周边对比站变化不一致。也就是说,阿拉山口年平均风速迅速减小并不是大范围气候变化的结果。

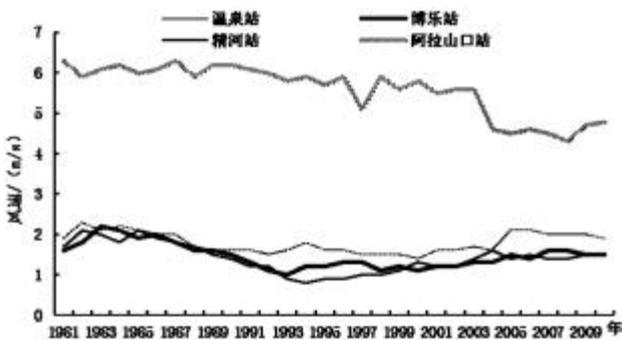


图3 阿拉山口站与博乐、温泉、精河站
1981—2010年平均风速

6 阿拉山口站2004年风速突变原因的初步分析

阿拉山口2001年迁到现址时,仅在正西方向约1 km处有口岸委大楼一幢(5层),2004年之前测站

周围没有新建楼房及成片林带。2004年开始阿拉山口管委会在气象站上风方(西北方向)种植了多条东西和南北向交错的榆树林防风带^[11],呈网格状,总面积约6.1 hm²,2005年又继续向西北方向沿边境线种植防风林约20 hm²。阿拉山口整个地势是西北高东南低的坡地,全年盛行西北风,气象站正好处在疏松结构林带背风坡。根据朱廷瞿的研究结论:在坡地林带的背风面有较大范围的弱风区,疏松结构和透风结构林带背风面的弱风区则更大,坡地背风坡因气流下沉辐散,风速减弱,因此防风范围远大于迎风坡^[12]。由此可知,处在疏松结构榆树林防护带背风坡的阿拉山口站2004年后风速的大幅度减小与大面积种植防护林有关。

7 小结和讨论

阿拉山口站1957—2010年54 a平均风速序列在2004年发生突变,突变后平均风速迅速减小。2001年迁站没有造成风速的突变,且经过检验新、旧站风速方差无显著差异,两地风速资料可以合并统计;2004年阿拉山口站更换自动站测风仪所测风速比人工站大,风速的突然变小不是仪器更换直接造成;从阿拉山口站与周边台站风速序列对比中发现其它站都在2004年后风速变大,只有阿拉山口站是迅速减小的,风速的突然变小也不是单一由气候变化直接造成。进一步调查分析发现风速突变与2004—2005年阿拉山口地区在气象站西北方向大面积种植防护林带有关,其它原因有待进一步探究。

致谢:衷心感谢新疆气象信息中心王秋香老师的指导和帮助。

参考文献:

- [1] 秦榕,何亚平,尚卫红,等.新疆气象台站迁移及其对气候变化分析的影响[J].新疆气象,2006,29(4):16-18.
- [2] 吴利红,骆月珍,孙莉莉.浙江近34年年平均风速序列均一性检验研究[J].气象科技,2008,36(5):661-665.
- [3] 新疆维吾尔自治区基层气象台站简史[M].北京:气象出版社,2011:186-190.
- [4] 地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,2003:8.
- [5] 庄晓翠,唐秀,阿志肯.气候变化与北疆北部2000年特大雪灾的必然性及预测[J].新疆气象,2006,29(4):9-12.
- [6] 黄艳,裴江文,羊兴.喀什地区1961—2005年降水变化特征[J].沙漠与绿洲气象,2009,3(3):31-34.
- [7] 周成霞,吴兴洋,潘徐燕.铜仁国家基本站气象要素代表性、连续性分析[J].贵州气象,2010,34(2):20-22.
- [8] 周昊楠,陈晓燕,王秋香.昌吉站迁站对温压降水要素影响的分析[J].沙漠与绿洲气象,2010,5(4):40-43.

- [9] 李又君,梁国坚,杨士恩,等.气象站迁站前后气温同期观测资料对比[J].气象科技,2010,38(5):599-604.
- [10] 自动气象站原理与测量方法 [M]. 北京:气象出版社,2004:26-36,133-142.
- [11] 阿拉山口腾飞的十五年 [M]. 乌鲁木齐:新疆出版社,2006.
- [12] 胡毅,李萍,杨建功,等.应用气象学[M].北京:气象出版社,2005:104-111.

Influence of Station and Instruments Change on Wind Speed Data in Alashankou

SUN Lei¹, FU Xiaohui², ZHANG Jinzhu¹

(1.Alashankou Meteorological Bureau, Bole 833418, China;
2.Urumqi Meteorological Bureau, Urumqi 830002, China)

Abstract Alashankou is a famous gale gate and the station has been moved many times as well as instruments has been changed many times. To check consistency of wind data in Alashankou area is very necessary. In this article M-K mutation and standard deviation methods with significant variations analysis method on Alashankou wind data for its' speed sequence was used. The conclusion is as follows. The variation of 54 years annual average wind speed showed catastrophe in 2004, then sharply decreased in Alashankou meteorological station. After test, it showed that the new and the old wind data can be statistically combined so that the station relocation did not cause wind speed catastrophe. The wind speed data measured by new installed automatic wind detecting instrument in 2004 was larger than the manual measurement. This increase was opposite to the sudden decrease in 2004. The variation curve of wind speed in Alashankou meteorological station was opposite to that of adjacent comparable station. The investigation showed the catastrophe was not directly caused by instrument replacement or climate change, it related to the large area shelter belt planted in the upwind direction of Alashankou meteorological station during 2004-2005.

Key words wind speed data; consistency tests; Alashankou