

博兴气象观测站迁移前后数据对比分析

宋敏 谷雨荷 韩贵香

博兴县气象局, 中国·山东 博兴 256500

摘要: 利用博兴国家基本气象站新旧址平行观测期间的气温、降水量、平均风速(2分钟)的日值、月值和年值,使用差值分析法、相对差值法以及风向相符率进行统计对比分析。结果表明新址气温各月均低于旧址,降水量新址较旧址偏少,风速新址比旧址偏大,风向相符率较小。使用旧址 2003—2022 年 20 年的气温、降水量、2 分钟平均风速和新址 2022—2023 年 2 年的同要素资料进行显著性检验。结果表明迁站对风速的影响较大,造成多个月份出现非均一性,但对降水、气温的影响相对较小。在以后使用该站气候资料时需要进行数据订正。

关键词: 博兴; 站址迁移; 数据差异分析; 均一性检验

Comparative Analysis of Meteorological Data Before and After the Relocation of Boxing Meteorological Observation Station

Min Song Yuhe Gu Guixiang Han

Boxing County Meteorological Bureau, Boxing, Shandong, 256500, China

Abstract: This study conducted a statistical comparative analysis using daily, monthly, and annual values of temperature, precipitation, and average wind speed (2-minute) from the parallel observation period at the old and new sites of the Boxing National Basic Meteorological Station. Methods including difference analysis, relative difference analysis, and wind direction consistency rate were employed. The results indicate that the monthly temperatures at the new site were consistently lower than those at the old site, precipitation at the new site was comparatively less, wind speeds at the new site were higher, and the wind direction consistency rate was relatively low. Significance tests were performed using 20 years of historical data (2003–2022) from the old site and two years of data (2022–2023) from the new site for temperature, precipitation, and 2-minute average wind speed. The results show that the station relocation had a significant impact on wind speed, leading to non-homogeneity in multiple months, while its effects on precipitation and temperature were relatively minor. Future use of climate data from this station will require data correction.

Keywords: Boxing; station relocation; data discrepancy analysis; homogeneity test

0 前言

气象观测记录必须具有代表性、准确性和比较性,同时气象资料还必须有连续性,准确、连续的气象观测资料是天气预报及气候预测的基础。由于台站在长期的运行过程中受站址迁移及站址周围环境变化等原因的影响,使得大多数长期的气候序列数据出现非均一性,不能代表当时发生的真实情况,影响了气候变化研究的质量。因此,新旧气象站址观测资料的差异以及台站迁移对数据均一性的影响研究对观测资料连续性、均一性评估有非常重要的意义。

博兴国家基本气象站(以下简称博兴站)于 2023 年 1 月 1 日由国家级一般站升级为基本站,其旧址始建于 1958 年。随着城市的发展,自 2000 年以后博兴站气象观测探测环境开始发生明显的变化,观测环境受到严重破坏,已经没有恢复的可能,近几年探测环境评估得分较低,探测环境已经不符合观测规范基本要求,2022 年气象台站被迫迁移,2023 年 1 月 1 日新址正式开始观测。新址位于旧址西北方向,

直线距离相差约 6600 米。新址观测场周围探测环境良好且周边不在城区建设发展规划内,能够长时间保持气象探测环境稳定。由于新旧站址所处探测环境的周边环境不同,可能导致新旧站址局地气候存在差异。文章通过对 2022 年对比观测期间的新旧址资料统计进行分析,并使用 SPSS 统计软件进行显著性 t 检验,以掌握迁站对各气象要素的影响,为新址气象资料的连续使用提供参考依据。

1 数据来源与方法介绍

1.1 数据来源

选取博兴国家基本气象站近 20a(2003—2022 年)旧址和新址 2a(2022—2023 年)连续观测的月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气温、月降水量、月平均风速(2 分钟)进行气候资料的连续性研究。同时,选取 2022 年新旧址日平均气温、日最高气温、日最低气温、日降水量、日平均风速(2 分钟)对比观测数据(日平均数据均采用 02 时、08 时、14 时、20 时定时观测北京时间 4 次平均值)。数据

由博兴县气象局提供, 经完整性检验及省级质量控制, 缺测率低于 0.1%, 符合研究要求。

1.2 统计方法

本文选取台站迁移前后的气温、风速等要素的日、月值和年值进行对比分析, 计算新旧站址的年月差值 (x_i) 和差值标准差 (σ) 来分析新旧站址观测数据的差异。统计方法采用中国气象局下发的《气象观测站新建迁移和撤销管理规定》文件中的计算公式包括以下几点。

1.2.1 差值

设 A_i 为旧址某要素第 i 次观测值, U_i 为相应时间新址自动站仪器观测值, 则第 i 次的差值为:

$$x_i = U_i - A_i$$

1.2.2 差值平均值

设对比观测次数为 n , 则差值的平均值 $\bar{x}$ 为:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

1.2.3 差值标准差

差值的标准差 σ 为:

$$\sigma = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

1.2.4 降水量累计相对差值

$$\bar{x}_R = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \times 100\%$$

1.2.5 风向相符率

只有观测风速大于 0.2m/s 时, 才能统计风向相符率。新址与旧址风向角度差小于 22.5° , 即认为两者相符。

$$\text{相符率} = \frac{\text{相符次数}}{\text{对比总次数}} \times 100\%$$

1.3 均一性检验方法

利用旧址近 20 年的观测要素数据月 (年) 平均值序列, 对新址平行观测期的月 (年) 平均值进行显著性检验。

假设 x_0 为平行观测期的某要素月 (年) 平均值, 假定样本容量为 n 月 (年), 这 n 年人工观测的相应要素月 (年) 平均值的样本序列为 $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$, 统计量 $t = \frac{x_0 - \bar{x}_n}{s_n} \left(\frac{n-1}{n+1} \right)^{1/2}$,

其中, $\bar{x}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, $s_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_n)^2}$ 在显著水平 α 为 0.05 (0.01), 自由度为 n 时, 当 $|t| > t_\alpha$, 则表示平均值 x_0 与其他年份平均值差异显著。

2 结果分析

2.1 新旧站址气温观测数据差异分析

2022 年新旧站址月平均气温差值统计见表 1。

表 1 2022 年新旧站址月平均气温差值统计

月	月平均气温		月最高气温		月最低气温	
	差值	差值 标准差	差值	差值 标准差	差值	差值 标准差
1 月	-1.3	0.6	-0.5	0.6	-2	1.2
2 月	-1.5	0.8	-0.5	0.2	-2.4	1.3
3 月	-0.8	0.5	-0.6	0.5	-1.5	1.5
4 月	-0.9	0.5	-0.6	0.3	-1.9	1.4
5 月	-1.4	0.7	-0.9	0.7	-2.2	1.8
6 月	-0.7	0.3	-0.8	0.5	-1.4	1.1
7 月	-0.8	0.5	-0.7	0.5	-1	0.6
8 月	-1	0.5	-0.7	0.6	-1.1	0.7
9 月	-1.7	0.8	-0.7	0.4	-2.5	1.2
10 月	-1.2	0.8	-0.5	0.3	-2	1.1
11 月	-1	0.5	-0.6	0.4	-1.5	1.0
12 月	-1.6	0.7	-0.5	0.2	-2.3	1.0

对新址和旧址平行观测期间日平均气温、日最高气温、日最低气温进行差值分析, 得出各月气温差值和差值标准差, 见表 1。从表 1 差值平均值可以看出, 博兴站新址气温各月均低于旧址, 其中 2 月、12 月、9 月平均气温相差较大, 差值在 $-1.5^\circ\text{C} \sim -1.7^\circ\text{C}$, 6 月份差值最小 -0.7°C ; 最高气温差值较小为 $-0.5^\circ\text{C} \sim -0.9^\circ\text{C}$, 其中 5 月份差值最大 -0.9°C , 1 月、2 月、10 月、12 月差值最小均为 -0.5°C ; 最低气温的差值最大为 $-1.0^\circ\text{C} \sim -2.5^\circ\text{C}$, 其中 9 月份差值最大 -2.5°C , 7 月份差值最小 -1.0°C 。新旧站址气温差值均为负值, 原因是新址周围环境空旷没有高大的建筑物, 下垫面硬化面积较小, 绿化面积较大, 受城市热岛效应影响比旧址要小的多, 从而出现新址气温较旧址气温偏低的现象。这个与 (韩海涛等, 2023) 研究结论一致。

从表 1 可以看出平均气温的差值标准差在 $0.3 \sim 0.8^\circ\text{C}$, 平均气温差值标准差最大值出现在 2 月、9 月、10 月均为 0.8°C ; 最高气温的差值标准差为 $0.2^\circ\text{C} \sim 0.7^\circ\text{C}$, 最高气温差值标准差最大值出现在 5 月为 0.7°C , 最高气温差值标准差最小值出现在 2 月和 12 月均为 0.2°C ; 最低气温的差值标准差为 $0.6^\circ\text{C} \sim 1.8^\circ\text{C}$, 最低气温差值标准差除 7 月 8 月外均偏差较大。总体而言, 新旧址的同期气温观测数据差值标准差对比: 最低气温 $>$ 平均气温 $>$ 最高气温, 最低气温除 7 月和 8 月外差值标准差偏差均较大。这与孔婷等研究的北疆气象站迁址气温均一性检验与订正结论是一致的。

2.2 降水量对比分析

通过计算新旧站月降水量差值和月累计降水量相对差值得出表 2。新旧址月降水量的差值在: $-76.8 \sim 45\text{mm}$, 新址有 7 个月的月降水量比旧址偏少。其中 8 月降水量偏少最多为 76.8mm , 有 4 个月新址的降水量比旧址偏多, 其中 7 月降水量偏多最多为 45mm 。新旧址的月降水量累计相对差值在 $-33.33\% \sim 37.76\%$, 其中累计降水量相对差值的绝对值超过 20% 有 2 月、6 月、7 月、8 月、9 月, 主要集中在 6~9

月（见表 2）。

新址年总降水量较旧址减少 93.6mm，主要集中于夏季（6~8 月）和秋季（9~10 月），这主要是因为夏季降水主要以对流性降水为主，降水的局地性比较强造成。

2.3 风向、风速差异分析

2 分钟平均风月平均值差统计表见表 3。

通过计算新旧址平行观测期间 2 分钟风向风速资料，可以得出新址的风速较旧址大，月平均差值在 0.3~1.0m/s，差值的标准差在 0.4~0.7m/s。分析原因主要是因为新址周围比较空旷没有高大的建筑物阻挡。从而造成风速比旧址要大。在以后使用风速资料时需进行订正。统计计算了新旧址每日 02 时、08 时、14 时、20 时 2 分钟风向，将两址风向差超过 23° 的风向定为不相符风向。计算发现新旧址的月风向相符率在 52.5%~69.3%，风向相符率不超过 70%。通过绘制新旧址风向玫瑰图可以看出新址的主导风向为 SSW，旧址的主导风向为 S。新旧址的风向存在较大的差异，在以后使用风向资料时需进行订正（见图 1）。

表 2 新旧站址月降水量差值统计表

月	新址月降水量（单位：mm）	旧址月降水量（单位：mm）	月降水量差值（单位：mm）	月降水量累计相对差值（单位：%）
1 月	2.4	2.8	-0.4	-14.29
2 月	0.2	0.3	-0.1	-33.33
3 月	32.2	27	5.2	19.26
4 月	14.2	16.7	-2.5	-14.97
5 月	7.6	7.40	0.2	2.70
6 月	93.7	126.9	-33.2	-26.16
7 月	269.1	224.1	45	20.08
8 月	193.8	270.6	-76.8	-28.38
9 月	19.7	14.3	5.4	37.76
10 月	201.3	235.0	-33.7	-14.34
11 月	25.2	27.9	-2.7	-9.68
12 月	0	0	0	0

表 3 2 分钟平均风月平均值差统计表

月份	2 分钟平均风速		2 分钟平均风向
	差	差值标准差	风向相符率（%）
1 月	0.7	0.4	69
2 月	0.8	0.4	61.6
3 月	1	0.7	68.5
4 月	0.7	0.4	68.3
5 月	0.7	0.4	69.3
6 月	0.5	0.5	52.5
7 月	0.4	0.6	55.6
8 月	0.3	0.4	61.3
9 月	0.3	0.5	54.2
10 月	0.6	0.6	67.7
11 月	0.7	0.7	57.7
12 月	0.7	0.5	64.5

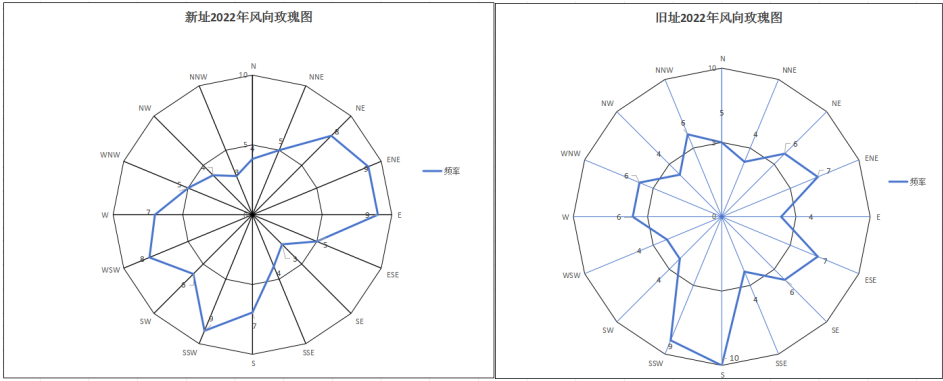


图 1 新旧址 2022 年风向玫瑰图

3 气候资料的均一性检验

利用旧址近 20a（2003—2022 年）的观测数据月平均气温序列、月降水量序列、月相对湿度序列、月平均风速序列，对新址（近 2a）的月平均气温、月降水量、月平均风速进行均一性检验分析。利用 SPSS 进行总体均值 T 统计量的计算，得出 T（|T 双尾临界值| < 2.086）检验结果统计表 4。从表 4 中可以看出月平均气温仅有 12 月份存在显著差异，其他月份和年的平均气温均一性都较好。月平最高气温的均一性均较好，没有出现显著性差异的月份。月平均最低气温的均一性除 12 月份存在显著差异以外，其他月年的均一性较好。月年降水量均一性较好。月平均风速的 3 月、6 月、7 月及年均存在显著性差异。

表 4 新旧址平均气温、降水量、风速的月年平均值的 T 检验统计量

月份	月平均气温	月平均最高气温	平均最低气温	月降水量	月平均风速
1 月	0.014	-0.856	1.144	0.478	-1.614
2 月	0.417	-0.038	1.231	1.274	-1.2
3 月	-1.359	-1.513	-0.746	-0.461	-2.485
4 月	-0.438	-0.143	-0.189	-0.007	-1.886
5 月	0.932	0.682	1.757	0.84	-1.241
6 月	-1.018	-1.473	1.014	0.388	-5.837
7 月	-0.519	-0.756	0.09	-0.179	-3.124
8 月	-0.098	-0.637	0.381	0.585	-1.192
9 月	-0.065	-1.395	1.341	0.9	-0.496
10 月	0.17	-0.33	1.829	-1.384	-0.574
11 月	-0.195	-0.488	0.49	-0.147	-1.935
12 月	2.987	1.639	3.877	-0.45	-1.468
年	0.115	-0.962	1.814	0.324	-7.007

注：显著性水平 $\alpha=0.05$ 的临界值为 2.086。

4 结语

- ①新址的月平均气温、月最低气温、月最高气温均低于旧址。
- ②月平最高气温的均一性均较好，其次是月平均气温和月平均最低气温的除 12 月份存在显著差异以外，其他月年的均一性较好。
- ③新址的降水量较旧址偏少，月年降水量均一性较好。
- ④新址的风速较旧址大，月平均风速的 3 月、6 月、7

月及年均存在显著性差异。
⑤新旧址的月风向相符率在 52.5%~69.3%。新旧址的风向存在较大的差异，建议对风速及风向数据进行订正后，再将其纳入长期气候序列分析。

参考文献：

[1] 中国气象局.地面气象自动观测规范[M].北京:气象出版社,2019.

[2] 杨萍,刘伟东,仲跻芹,等.北京地区自动气象站气温观测资料的质量评估[J].应用气象学报,2011,22(6):706-715.

[3] 李庆祥,刘小宁,张洪政,等.定点观测气候序列的均一性研究[J].气象科技,2003,31(1):3-11.

[4] 韩海涛,李仲龙,张鸿,等.甘肃省新旧气象站址观测资料对比及均一性分析[J].高原气象,2023,42(2)::506-514.

[5] 孔婷,胡义成,刘卫平,等.新疆气象站迁址气温均一性检验与订正[J].沙漠与绿洲气象,2021,15(5):116-122.

[6] 韩海涛,王雅萍,张瑾.中国西北地区台站迁移对气候资料均一性影响的研究进展[J].高原气象,2021,40(2):448-454.

[7] 张甜,王嘉佩,田守丽,等.重庆市巴南区气象观测站迁站前后气象资料均一性检测及订正[J].西南师范大学学报(自然科学版),2021,43(9):133-142.

[8] 石艳,严小冬,唐磊,等.安顺站气温资料的均一性检验[J].贵州气象,2009,33(4):3-5.

[9] 曹丽娟.地面气候资料均一性研究进展[J].气候变化研究进展,2011,7(2):12-135.

[10] 何冬燕,田红,邓伟涛.多种方法在年平均风速均一性检验中的效果对比[J].大气科学学报,2012,35(3):342-349.

[11] 邓静华,李蕾,陈汉烈,等.广宁县新旧气象站观测资料对比分析[J].广东气象,2020,42(5):27-30.

[12] 郭守生.互助站迁站前后气温序列均一性检验及订正[J].气象科技,2016,44(1):31-35.

[13] 路平平.牡丹江气象站迁站前后气象资料对比分析及均一性影响[J].黑龙江气象,2018,35(2):30-31.

[14] 李洋余.厦门站气温非均一性订正及其变化特征对比分析[J].地理科学,2010,30(5):796-801.

[15] 郝晓蕾.2018年菏泽新旧气象站各气象要素及周围环境对比分析[J].青海气象,2020(2):39-43.

作者简介：宋敏（1976-），女，本科，副研级高工，从事综合气象观测研究。