

文章编号: 1000-0534(2008)02-0433-07

# 河北城市化和观测环境改变对地面风速 观测资料序列的影响

刘学锋<sup>1-2</sup>, 江滢<sup>2</sup>, 任国玉<sup>2</sup>, 梁秀慧<sup>1</sup>, 张成伟<sup>1</sup>

(1. 河北省气候中心, 河北 石家庄 050021;

2. 中国气象局气候研究开放实验室/国家气候中心, 北京 100081)

**摘要:** 选用河北省 143 个气象台站 1975—2004 年 10 m 高年平均风速资料, 以及 1990 年和 2000 年人口普查资料, 根据人口增长、台站迁移、仪器高度变化、台站微观环境变化等影响地面风速变化的台站历史信息, 把所有气象台站分为 4 类, 并分别对其进行比较分析。结果表明: 河北省绝大多数台站风速变化呈减小趋势; 城市化进程、台站观测环境等因素均在不同程度上对地面平均风速变化趋势产生了影响, 其中台站所在城镇城市化程度是风速减小趋势不可忽略的原因, 其影响程度约在 1/4 左右; 台站观测环境因素中观测场附近微观环境变化对风速减小趋势具有重要影响, 超过了区域背景风速减小趋势。台站观测环境因素对风速资料序列均一性的影响也不容忽视, 至少有 1/3 的平均风速序列非均一性断点是由观测环境变化产生的。

**关键词:** 河北省; 城市化; 观测环境; 风速变化; 气候变化; 风能资源

**中图分类号:** P463.3 **文献标识码:** A

## 1 引言

风是重要的气候要素之一, 它不但可以反映大气环流的特征, 也是衡量区域风能资源的基本指标。风能资源开发均需要风速的统计数据。我国已积累了长时间风速观测数据, 为风能资源评价提供了宝贵数据。但是, 我国风的观测仪器在近 40 年间发生过重大变化, 城市化程度、台站迁移、台站观测环境等均发生了重大变化, 其对近地面风速变化趋势究竟产生多大影响, 是目前许多学者关注的问题。

年平均风速序列的年际振动很小, 检验由于台站迁移、周围环境改变等引起的序列不均匀性相对容易。近年来, 许多学者<sup>[1-13]</sup>对风速的变化特征及趋势进行了研究。任国玉等<sup>[1]</sup>发现: 近 50 年来我国大部分地面台站观测的平均风速呈明显下降趋势, 一些地区下降幅度可达  $0.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (10\text{a})^{-1}$ ; 彭珍等<sup>[2]</sup>在对北京边界层风场结构的研究中指出:

1997—2003 年北京夏季平均风速呈明显的逐年递减趋势, 而且距离地表越近递减趋势越显著。在最新一次风能资源评价和普查中, 应用气象站距地 10 m 高观测风速进行统计计算, 发现河北省气象站年平均风速也呈明显的减小趋势。

那么, 致使平均风速减小的原因到底是什么? 在诸多可能的影响因素中, 究竟哪些因素起着主导作用? 这些问题都需要进一步研究和探讨。本文应用河北省各气象台站 10 m 高风速观测资料, 结合历史沿革记录以及气象站所在地城市化情况, 试图区分和判别引起近几十年风速不同变化趋势的原因, 为深入了解与风速变化有关的气候学问题提供基础, 也为未来风能资源开发和规划提供科学依据。

## 2 资料及其处理方法

本文选用河北省(不包括北京市)143 个气象台站的 10 m 高年平均风速资料作为基础资料; 应用

收稿日期: 2008-03-20; 改回日期: 2008-11-30

基金项目: 中国气象局气候研究开放实验室项目“河北地区城市化对边界层风速变化影响研究(LCS-2006-05)”; 中国气象局气象新技术推广项目“观测环境和仪器变化对地面观测资料的影响评估(CMA TG2008Z12)”; 国家自然科学基金项目(40575039)共同资助

作者简介: 刘学锋(1963—), 男, 河北唐山人, 高级工程师, 主要从事气候变化、沙尘天气研究。E-mail: lxfhbqhx@sina.com

1990年第四次全国人口普查资料和2000年第五次全国人口普查资料中人口增长情况作为城市化指标;利用台站历史沿革记录中影响风速变化的相关因素作为台站观测环境变化的度量指标。

测风仪器的变更对资料的均一性具有非常重要的影响<sup>[14]</sup>。可确认的人为风速序列突变点(断点)多与测风仪器型号变更有关。1971—1975年河北省测风仪器陆续由维尔德型转换为EL电接风型,2004年以后又由EL电接风型转换为自动站仪器测风。两次仪器的换型,由于测风感应器原理不同,造成测风数据存在一定的系统偏差。因此,本文选取1975—2004年作为风速变化的研究时段。所用143个气象台站中有些站点个别年份的资料缺测,在使用前应用相邻测站资料和比值订正法对其进行了插补订正。

河北省部分测站所在城镇城市化显著。城市化对测站地面风速记录的影响可能是风速下降趋势不可忽略的原因。城市化程度的度量指标较多,应用气象站所在城镇人口的变化情况能够较好地表征城市化发展情况,因为人口数量的增多会相应带来城市建城区面积扩大、建筑物变高以及基础设施建设投入增加。本文分别收集了1982年、1990年、2000年第三、四、五次全国人口普查资料,但由于第三次人口普查资料中没有气象站所在城镇人口数据,因此选用第四、五次人口普查资料中的人口变化情况作为城市化发展的度量指标。

其他影响风速变化的可能因素还包括:台站迁移、仪器高度变化、台站微观环境变化(建筑物、树木及其他影响观测环境的要素,以下统称台站微观环境变化)、观测时间变更、统计方法变化、观测员随机误差等,其中台站迁移、仪器高度变化、台站微观环境变化尤其重要<sup>[15]</sup>。因此,本文收集了相关历史信息,建立了各台站历史沿革数据库,并分析了这些人因素对台站风速观测资料的影响。

### 3 研究方法和指标

本文采用最小二乘法计算年平均风速气候变化速率<sup>[16]</sup>,即计算样本与时间的线性回归系数:

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (t_i, y_i) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n t_i)^2}, \quad (1)$$

式中,  $y_i$  为各要素时间序列,  $t_i$  为时间 ( $t_i = 1, 2, \dots$ ),  $n = 30$ 。称  $10 \times$  为气候变化速率,单位为

$\text{m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (10\text{a})^{-1}$ 。

利用如下方法区分气象台站所在地的城市化程度:

$$p = \frac{M - m}{m} \times 100\%, \quad (2)$$

式中,  $M$ ,  $m$  分别为第五次、第四次人口普查资料中各气象站所在城镇常住人口数,  $p$  为1990—2000年之间人口增长量。当  $p \leq 50\%$  时认为城市化程度较小,  $p > 50\%$  时认为城市化程度较大。但对于人口基数  $> 30$  万以上人口的气象站所在11个地级市,不论人口增长率多少,均作为城市化程度较大的台站处理。

按照上述指标划分,河北省城市化程度较小的台站有44个,城市化程度较大的台站有99个,分别占台站总数的30.8%和69.2%。

在台站环境变化指标中综合考虑了台站迁移、仪器高度变化、台站微观环境变化3个因素。具体而言,在台站迁移超过50m时,认为台站发生过1次迁站,并且认为台站微观环境也发生了相应变化;仪器高度增高(降低)超过2m时,认为仪器高度发生了变化;按照《地面观测规范》对观测场环境条件的要求,凡是在气象报表备注栏中对周围建筑物、树木及其他影响观测环境的要素有详细记录时,均认为台站微观环境发生了变化,并进一步区分出在原有站址或台站迁移后所引起的微观环境改变情况。

根据这些衡量指标,将台站环境变化分为两种类型:一是观测环境变化小的台站,即上述3项指标中没有发生变化或变化不明显(台站没有发生迁移或迁移  $< 50$  m, 仪器高度没有发生变化或高度变化  $< 2$  m, 台站微观环境在1975—2004年期间没有发生变化的记载)的台站,共计33个,占台站总数的23.1%;二是环境变化大的台站,是指3项指标变化程度较大或其中1个或2个因素变化程度较大的台站(未包括在第一类台站中的站点),共计110个,占台站总数的76.9%。

综合考虑城市化程度和台站观测环境变化情况,进一步将所有台站分为以下4种类型(图1)。

A类:城市化程度小、台站环境变化也小。这类台站地面风速观测资料序列受人为因素影响不大,可近似认为台站的地面风速变化趋势代表区域背景风速变化速率,包括9个台站。

B类:城市化程度小、台站环境变化大。这类台站地面风速观测资料序列受到局地环境变化影

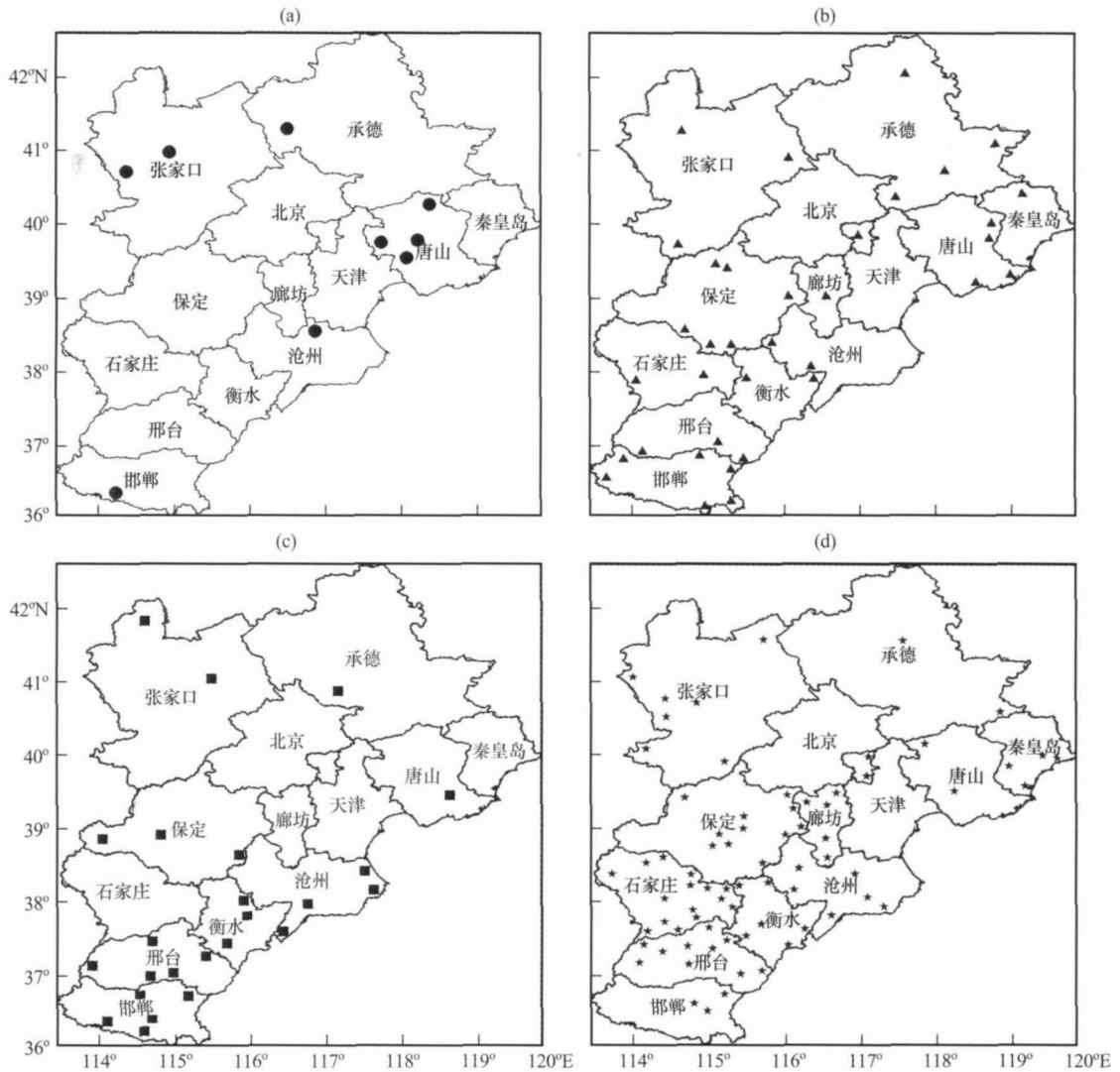


图 1 河北省城市化及环境变化情况 4 类台站站点分布

(a) A 类, (b) B 类, (c) C 类, (d) D 类

Fig. 1 Location for four group stations in urbanization and environment change in Hebei province. (a) A group, (b) B group, (c) C group, (d) D group

响，地面风速变化趋势是区域背景变化与台站环境变化共同影响的结果，包括 35 个台站。

C 类：城市化程度大、台站环境变化小。这类台站地面风速观测资料序列受到城市化的影响，地面风速变化趋势是由于区域背景气候变化与城市化共同影响造成的，包括 24 个台站。

D 类：城市化程度大、台站环境变化大。这类台站地面风速观测资料序列受到最强的局地人为因素影响，地面风速变化趋势反映了区域背景气候变化与各种人为因素的综合影响，包括 75 个台站。

采用 Mann — Kendall 非参数统计方法<sup>[17]</sup>检验风速序列中的突变点。根据计算结果，绘制  $UF_k$  和  $UB_k$  曲线图。若  $UF_k$  和  $UB_k$  的值  $> 0$ ，则表明序列

呈上升趋势， $< 0$  则表明呈下降趋势。超过显著性  $\alpha = 0.05$  的临界线的范围确定为出现突变的时间区域，其交点对应的时刻可看作是突变开始的时间。

### 4 结果及其分析

图 2 为河北省 143 个气象台站地面年平均风速的变化趋势，河北省各站风速变化速率差别很大，在  $0.245 \sim -0.733 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (10\text{a})^{-1}$  之间。趋势为负值(风速减小)共计 135 个台站，占总台站数 94.4%，可见绝大部分台站的年平均风速呈现减小趋势，其中通过 0.05 显著性水平检验的有 106 个，没有通过的台站有 29 个(表 1)；趋势为正值(风速增大)只有 8 个，仅占 5.6%，其中无极站是唯一的

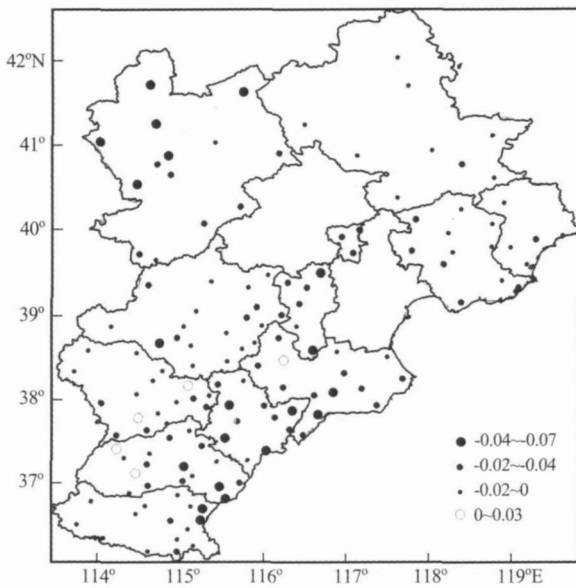


图 2 河北省年平均风速变化速率空间分布  
(单位:  $m \cdot s^{-1} \cdot (10a)^{-1}$ )

Fig. 2 Spatial distribution of rates of annual mean wind speed change for different stations in Hebei.  
Unit:  $m \cdot s^{-1} \cdot (10a)^{-1}$

表 1 年平均风速变化趋势通过显著性检验  
( $\alpha = 0.05$ )的台站个数

台站类别	风速减少(135个)		风速增加(8个)	
	通过	未通过	通过	未通过
检验情况	通过	未通过	通过	未通过
台站个数	106	29	1	7
百分比/%	74.1	20.3	0.7	4.9

风速增加趋势通过显著性检验的台站, 主要是因为该站在 1996 年有 1 次向西南迁站 3500 m 的经历, 而且 1997 年 9 月 14 日仪器高度又由 11.5 m 升高到 19.4 m。其余 7 个风速呈增加趋势的台站, 望都站是仪器高度升高引起的, 其他均为台站迁至相对开阔地点造成的。从区域空间分布来看, 风速变化趋势的地理分布呈现大小交错特征, 但一般地势平坦的东南部平原地区和西北坝上地区风速下降更明显。

按照 4 类台站分别计算了河北省平均的风速变化趋势(表 2)。在此 4 类台站中, A 类台站的风速减少趋势最小, C 类台站其次; 而 B 类台站的减少趋势最大, D 类台站的风速减少也较明显。

A 类台站可近似地认为代表区域背景风速变化, 其值为  $-0.167 m \cdot s^{-1} \cdot (10a)^{-1}$ , 在 4 类台站

表 2 各类台站年平均风速变化速率  
Table 2 Rates of change of annual mean wind speed for different groups of stations

台站类别	A 类	B 类	C 类	D 类	合计 / 平均
台站个数占总数百分比	9 (6.3%)	35 (24.5%)	24 (16.8%)	75 (52.4%)	143 (100%)
变化速率/ [ $m \cdot s^{-1} \cdot (10a)^{-1}$ ]	-0.167*	-0.252*	-0.218*	-0.227*	-0.228*

注: \*通过了 0.01 显著性检验

中变化趋势最小。B 类台站与 A 类台站风速趋势之差, 可近似认为代表 B 类台站观测环境改变引起的风速变化, 其值为  $-0.085 m \cdot s^{-1} \cdot (10a)^{-1}$ , 其对全部风速变化的贡献率为 33.7% (图 3); C 类台站与 A 类台站之差, 可近似认为是 C 类台站城市化影响造成的风速变化, 其值为  $-0.051 m \cdot s^{-1} \cdot (10a)^{-1}$ , 其贡献率为 23.4%。台站观测环境变化和城市化因素对地面风速观测记录的影响均比较明显, 前者大于后者。分别对比 A 和 B 类、C 和 D 类风速趋势发现, 在城市化影响一定的情况下, 观测环境变化大的台站年平均风速减小程度也大。

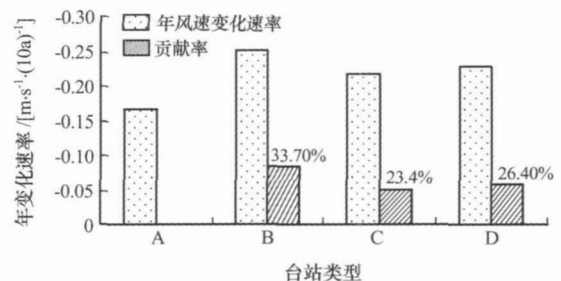


图 3 各类台站风速变化速率和各人为因素改变相对贡献率

Fig. 3 Change rates of of annual mean wind speed and the contribution of human factors for different groups of stations

在台站观测环境变化的定义中, 台站迁移(一般由城镇内向外迁移)、仪器高度变化(由低向高增加) 2 个因素是使风速呈现增大趋势的因子, 而台站微观环境变化(建筑物、树木及其他影响观测场的环境要素)通常是使风速呈现减小趋势的因子。在各个台站中, 每个因子所起的作用不一样, 致使地面风速变化趋势也不同。进一步分析 B、D 类台站风速变化趋势(表 3)发现, 在微观环境因素发生变化时, 风速减少趋势最明显, 明显大于同类台站

表 3 B、D 类台站不同观测环境变化情况下年平均风速变化趋势  
Table 3 Annual mean wind speed changes under different scenarios of observation environment variation for group B and D stations

台站类别		B 类台站			
影响因素	微观环境变化	仪器高度变化	台站迁移	3 个因素均变化	
台站个数	11	7	11	6	
变化速率	- 0.361 *	- 0.222 *	- 0.225 *	- 0.136 *	
台站类别		D 类台站			
影响因素	微观环境变化	仪器高度变化	台站迁移	3 个因素均变化	
台站个数	13	11	32	19	
变化速率	- 0.333 *	- 0.178 *	- 0.237 *	- 0.164 *	

注: \*通过了 0.01 显著性水平检验

表 4 不同类型台站年平均风速变化趋势的分布  
Table 4 Trend distributions of annual mean wind speed change for different groups of stations

量级 /[m · s <sup>-1</sup> · (10a) <sup>-1</sup> ]	< - 0.5	- 0.5 ~ - 0.4	- 0.4 ~ - 0.3	- 0.3 ~ - 0.2	- 0.2 ~ - 0.1	- 0.1 ~ 0.0	> 0.0
A 类	-	-	1	3	3	2	-
	-	-	11.1 %	33.3 %	33.3 %	22.2 %	-
B 类	2	4	7	6	9	5	2
	5.7 %	11.4 %	20.0 %	17.1 %	25.7 %	14.3 %	5.7 %
C 类	-	2	4	3	14	1	-
	-	8.3 %	16.7 %	12.5 %	58.3 %	4.2 %	-
D 类	4	8	14	13	19	11	6
	5.3 %	10.7 %	18.7 %	17.3 %	25.3 %	14.7 %	8 %

中的其余 3 种情况, 比 A 类台站风速变化趋势 (- 0.167 m · s<sup>-1</sup> · (10a)<sup>-1</sup>) 高出 1 倍以上。说明台站微观环境的变化对风速变化趋势的影响举足轻重, 可与台站记录的区域背景变化趋势相当。

B、D 类台站中, 在 3 个因素同时发生变化时, 风速减小趋势最小, 不足微观环境变化引起风速变化趋势的一半。这是因为台站迁移、仪器高度变化均将导致观测的地面平均风速增大, 在一定程度上减弱了风速减少的趋势。在台站历史沿革记录中, 此类台站采用了向城市外迁移、仪器高度加高等措施, 以尽量避免受城市化、微观环境变化因素的影响。虽然这种做法在一定程度上具有减轻风速观测受人为因素影响的作用, 但也在地面风速观测资料序列中引入了新的非均一性。在以仪器高度变化为主或台站迁移为主的情况下, 地面平均风速都呈增大趋势, 但并不能完全抵消前期或后期由于其他因素(城市化、台站微观环境、区域背景变化等)影响

所引起的风速减小趋势。因此, 3 个因素影响同时存在时, 其平均风速变化趋势一般介于中间。

从各类台站地面平均风速变化趋势值的分布中可以看出(表 4), 各类台站的分布比较分散, 尤其是 B、D 类台站, 这可能和多种因素影响有关, 包括不同类型台站样本数量的影响, 但观测环境变化似乎使得出现风速变化趋势极端值的可能性增加。

对河北省 143 个台站年平均风速变化趋势(包括正和负趋势)进行显著性水平检验, 没有通过 0.05 显著性水平检验的台站共 36 个, 分属各类别台站之中, 其中 A、B、C、D 类台站中分别有 3, 6, 7, 20 个台站。其中一些台站风速减少趋势不明显是由于受人干预比较小, 另一些台站则是由于台站迁移、仪器高度加高等人为因素干扰观测到的风速加大, 部分抵消了背景风场变化、城市化、台站微观环境变化所造成的风速降低趋势。

各种人为因素影响中, 有的是通过突然改变观

测方式或场地附近微观环境造成的。这种突然变化不仅引起趋势值的改变,同时也造成了资料序列的非均一性断点。为了进一步分析造成观测记录数据的这种突变型非均一性断点,运用 M - K 曲线对全部台站的地面年平均风速资料序列进行了检验,共检验出 208 个突变点。在利用站史信息对这些断点进行认真核对后,发现其中 37 个断点是由于台站周围微观环境改变所引起,占总数的 17.8%; 8 个是由于 EL 型测风杆距地高度的变化(均为升高)引起的,占总数的 3.8%; 15 个是由于台站迁移引起的(一般是由城内向城外迁移),占总数的 7.2%。三者合计 60 个断点,占所查总断点数的 28.8%。其余断点(共计 148 个,占总数的 71.2%)未能从站史描述资料中找出对应的原因。没有找到原因的断点有一些可能也是微观环境变化等人为因素引起的,但由于缺乏详尽的站史信息,目前无法确认。因此,确认人为因素造成的资料序列不连续点仍然是一个重大挑战。

## 5 结论与讨论

应用河北省 143 个气象台站 10 m 高风速观测资料,结合台站历史沿革信息以及气象台所在地城市化情况,对不同类型台站近地面年平均风速变化趋势及其人为因素影响进行了分析,得到以下结论:

(1) 河北省绝大多数台站 10 m 高风速呈现减小趋势,但各台站减小幅度并不相同。区域背景风速变化、城市化进程、台站观测环境变化等因素均在不同程度上对地面风速变化趋势有影响。

(2) 气象台站所在城镇的城市化程度是致使风速减小的不可忽略的原因,其对总风速减少趋势的贡献约在四分之一左右;在台站观测环境变化因素中,观测场附近微观环境改变对风速减小趋势具有重要影响,其贡献甚至超过了区域背景风速变化趋势。

(3) 城市化对地面风速变化趋势的影响是一个渐进过程,而台站观测环境变化因素对风速资料序列的趋势和均一性均有明显影响,在各类台站由于观测环境改变产生的断点中,仅有三分之一左右可以确认为观测环境变化等人为因素引起。

以上只对近地面平均风速变化趋势的人为影响进行了初步探讨。各种人为活动造成近地面平均风速变化的原因非常复杂,许多问题还需要今后进一步研究。例如,如何更精确地反映台站所在地的城

市化进程,是一个非常值得探讨的问题。本文应用气象台所在城镇 10 年间人口增长是否超过 50% 作为城市化高低度量指标,还需要根据更新的人口等资料进行详细评价。在人口增长 < 50% 的情况下,城镇不一定就没有发展。目前的 A 类台站风速变化趋势平均值,不一定最好地代表了区域背景变化趋势。此外,台站观测环境变化因素中 3 个要素的不同条件组合情况,以及迁站次数的多少、迁站距离的远近、仪器高度变化程度、微观环境变化中楼房、树木的高低及其距离观测场的远近等,都会对地面风速资料序列产生不同程度的影响,需要将来进行深入探讨。

致谢: 范增禄、秦莉、李元华、田国强、刘莉等同志参加了资料整理和统计工作,在此表示衷心感谢。

## 参考文献

- [1] 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): 948 - 952
- [2] 彭珍, 胡非. 北京城市化进程对边界层风场结构影响的研究[J]. 地球物理学报, 2006, 49(6): 729 - 732
- [3] Dupont E, L Menut, J Carissimo, et al. Comparision between the atmospheric boundary layer in paris and its rural suburbs during the ECLAP experiment [J]. Atm Enviroment, 1999, 33: 979 - 994
- [4] 李倩, 刘辉志, 胡非, 等. 大风天气下北京城市边界层阵风结构特征[J]. 中国科学院研究生院学报, 2004, 21(1): 40 - 44
- [5] 王毅荣, 张存杰. 河西走廊风速变化及风能资源研究[J]. 高原气象, 2006, 25(6): 1197 - 1201
- [6] 李振朝, 韦志刚, 高荣. 50 年河西绿洲地面风的时空变化特征[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 259 - 263
- [7] 何晓风, 蒋维楣, 郭文利, 等. 城镇规划布局对边界层结构影响的数值试验[J]. 高原气象, 2007, 26(2): 363 - 372
- [8] 奥银焕, 吕世华, 陈玉春. 河西地区不同下垫面边界层特征分析[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 215 - 219
- [9] 卞林根, 程彦杰, 王欣, 等. 北京大气边界层中风和温度廓线的观测研究[J]. 应用气象学报, 2002, 13(特刊): 13 - 25
- [10] 李振山, 张琦峰, 包慧娟. 我国北方典型沙漠化地区近 30a 风速变化特征[J]. 中国沙漠, 2006, 26(1): 20 - 25
- [11] 周立波, 邹捍, 马舒坡, 等. 南亚夏季风对珠穆朗玛峰北坡地面风场的影响[J]. 高原气象, 2007, 26(6): 1173 - 1186
- [12] 周立波, 邹捍, 马舒坡, 等. 珠峰北坡绒布河谷地面风场变化的比较研究[J]. 高原气象, 26(6): 1191 - 1198
- [13] 邹捍, 李鹏, 朱金焕, 等. HEST2007 珠峰北坡风廓线观测研究[J]. 高原气象, 2007, 26(6): 1199 - 1207
- [14] 刘小宁. 我国 40 年年平均风速均一性检验[J]. 应用气象学报, 2000, 11(1): 27 - 34
- [15] 吴增祥. 气象台站历史沿革信息及其对观测资料序列均一性影响的初步分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(4): 461 - 467

[16] 施能, 陈家其, 屠其璞. 中国近百年来的 4 个年代际的气候变化特征[J]. 气象学报, 1995, 55(4): 431 - 439

[17] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999

## Effect of Urbanization and Observation Environment Change on Wind Speed Trend in Hebei Province, China

LIU Xue-feng<sup>1-2</sup>, JIANG Ying<sup>2</sup>, REN Guo-yu<sup>2</sup>,  
LIANG Xiur-hui<sup>1</sup>, ZHANG Cheng-wei<sup>1</sup>

(1. Hebei Climate Center, Shijiazhuang 050021, China;

2. Laboratory for Climate Studies, China Meteorological Administration, National Climate Center, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Applying a data set of annual mean surface wind speed from 143 stations for 1975—2004 period and census data Hebei Province in 1990 and 2000, the effects of urbanization and observational environment change on long-term wind speed trends in Hebei Province are analyzed. Based on the records of population growth, the station relocation, change of instrumental height, microscopic environmental variation near observational stations, the stations are classified to 4 groups, and a comparative analysis is made to identify the different effects of the human factors. Results show significant decreasing trends of annual mean surface wind speed for most of the stations in the region. The urbanization and changes in observational environment have significantly influenced the trends of annual mean wind speed. The urbanization of cities or towns near the stations is one of important factors, which leads to the obvious slowdown of wind speed for approximately 25% stations. The micro environmental variation immediately around stations even has a larger effect on the decrease of wind speed, which generally surpasses the regional baseline wind speed change. It is noted that, although the regional baseline wind speed has decreased, the urbanization and observational environment change have made a larger contribution to the observed slowdown of surface wind speed in the study region. We also find that some in-homogeneities of wind speed data have been caused by the the observation environmental changes.

**Key words:** Hebei Province; Urbanization; Observational environment; Surface wind speed change; Climatic change; Wind energy resource