

邹立尧, 国世友, 王冀, 等. 1961—2004年黑龙江省近地层风速变化趋势分析[J]. 气象, 2010, 36(10): 67-71.

1961—2004年黑龙江省近地层风速变化趋势分析^{*}

邹立尧^{1,2} 国世友³ 王冀⁴ 韩照宇⁵

1 南京信息工程大学, 南京 210044

2 中国气象局培训中心, 北京 100081

3 黑龙江省气象台, 哈尔滨 150030

4 北京市气候中心, 北京 100089

5 山西省气象科学研究所, 太原 030002

提 要: 利用1961—2004年地面风速资料, 分析了黑龙江省近地层风速变化趋势特征, 并对比了国家气象站与农垦气象站风速变化的异同, 最后探讨了黑龙江省近地层风速对气候变暖、人类活动的响应。结果表明: (1) 近44年来, 除极少数测站外, 黑龙江省大部分地区年和四季风速呈现显著减小趋势; 春季平均风速减小最大, 为 $1.74 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; 冬季次之, 为 $1.40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; 秋季较小, 为 $1.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; 夏季最小, 为 $0.99 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。(2) 国家气象站与农垦气象站风速均呈现减小趋势, 但农垦气象站减小幅度小于国家气象站, 这可能与1978年以来黑龙江省城市化进程加快有关。(3) 黑龙江省近地层风速的减小与气候变暖和人类对土地利用方式的改变有一定关系。

关键词: 风速, 线性趋势, 土地利用

Variation Trends of the Surface Wind Speed in Heilongjiang Province from 1961 to 2004

ZOU Liyao^{1,2} GUO Shiyu³ WANG Ji⁴ HAN Zhaoyu⁵

1 Nanjing University of Information Sciences & Technology, Nanjing 210044

2 Training Center of China Meteorological Administration, Beijing 100081

3 Meteorological Observatory of Heilongjiang Province, Harbin 150030

4 Beijing Regional Climate Center, Beijing 100089

5 Shanxi Meteorological Institute, Taiyuan 030002

Abstract: Based on the surface wind speed, and the area of arable land data from 1961 to 2004 in Heilongjiang Province, the spatial distribution and seasonal variation of the characteristics of wind speed variation in Heilongjiang Province are analyzed. The results show that in the past 44 years, over most parts of Heilongjiang Province, the wind speed has been reduced significantly. In Heilongjiang Province the annual mean wind speed is reduced by $1.35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. In different seasons, the mean wind speed is decreased differently. The largest decrease of mean wind speed is $1.74 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ in spring, followed by $1.40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ in winter, and then $1.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ in autumn, finally the smallest $0.99 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ in summer. Wind speeds at national weather stations decrease more than agricultural weather stations in the Sanjiang Plain. These differences in wind speed changes may be caused by different land use patterns. On the other hand, the increasing temperature, artificial large-area surface property changes in the atmospheric environment in Heilongjiang Province are the reasons for reduced surface wind speeds.

Key words: wind speed, linear trends, land use

* 国家科技基础条件平台项目“气象科学数据共享试点”(2005DKA31700-08-04)和中国气象局气象新技术推广项目(CMATG2008M12)共同资助

2009年4月29日收稿; 2010年6月4日收修定稿

作者简介: 邹立尧, 主要从事气候和气候变化研究. E-mail: zouliyao1964@yahoo.cn

引言

随着全球变暖趋势越来越明显,气候变化已成为一个备受关注的问题。科学家们从农牧业、森林及其他自然生态系统、水资源、海岸带、社会经济及其他领域捕捉到大量气候变化响应的事实。众所周知,近地层风速的变化趋势对诸多社会行业的影响较大,如工业保险、海岸侵蚀、森林灾害,海-陆-气相互作用等等^[1],另外,现今我国风能发电进入实质性开发阶段,已经把风能发电开发列为“十五”和“十一五”规划,为了更好地进行风能资源利用规划,了解风速的变化特征是非常必要的。

李艳等^[2]对中国近地层风能资源变化进行了研究,1960—1999年中国年和四季的平均风速、风能密度均显著减弱,在20世纪70年代中前期之后出现显著的持续下降趋势。王遵娅等^[3]对中国气候变化研究表明,1951—2000年中国风速显著减小,全国平均风速约减小了16%;四季风速均大幅减小,尤其表现在冬、春季。但至今为止对我国重要商品粮基地和生态功能区的黑龙江省风速变化趋势进行详细研究还比较少,因此研究黑龙江省风速变化趋势特征有助于加深我们对该区域气候变化的理解。

1 资料与方法

选用的1961—2004年黑龙江省63个国家气象站和17个农垦气象站逐月风速、气温资料来源于黑龙江省气象科学数据共享服务网(<http://www.climate.hl.cn>)。黑龙江省耕地面积资料来源于中国种植业信息网(<http://zzys.agri.gov.cn>)。

对于国家气象站(农垦气象站)缺测的风速选用距离其最近的1个国家气象站(农垦气象站)资料,使用一元线性回归方法进行插补,然后建立80个测站年(1—12月)及春季(3—5月)、夏季(6—8月)、秋季(9—10月)、冬季(11月至次年2月)平均风速时间序列。

风速变化研究必须建立在可靠的资料基础上,有研究表明^[4-5],大部分台站风速存在序列的不均一性,这样在研究过程中会产生虚假的风速变化。因此,在进行风速变化分析之前,对风速资料做均一性检查是非常必要的。这里采用标准正态检验(SNHT)方法,显著水平取0.01,对80个测站年平均风速进行均一性检验,最终有20个站风速通过检验(图1),用这20个站资料分析黑龙江省近地层风

速变化趋势。



图1 年平均风速通过均一性检验的站点
Fig. 1 The distribution of stations with the annual mean wind speed through the homogeneity test

风速变化趋势的性质和幅度用趋势系数、变化速率^[6-7]来表示,并利用时间与变量之间的相关系数对变化趋势进行显著性检验。

2 黑龙江省风速变化趋势

2.1 风速变化趋势分布特征

图2给出了1961—2004年黑龙江省风速的趋势系数空间分布。全省范围内,年平均风速为一致的减小趋势(图2a),除五营站趋势系数较小,没有通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验外,其他地区趋势系数低于 -0.6 ,减小趋势显著(显著性水平0.01),其中黑龙江省东南部及黑河站、呼玛站年平均风速趋势系数更是小于 -0.8 ,甚至低于 -0.9 。

除了漠河、五营外,其他测站四季风速均呈显著减小趋势(图2),春季、秋季和冬季显著性水平达0.001,夏季达0.01。漠河站四季都是减小的趋势,但仅冬季比较显著,显著性水平达0.001,其他三个季节变化趋势并不明显。五营各个季节风速变化趋势不明显,春季、秋季表现减小趋势,夏季、冬季则表现为增加趋势。

总体上看,黑龙江省除漠河站和五营站风速变化趋势不显著外,其他测站年和四季风速均呈现显著的减小趋势。

2.2 风速变化时间特征

1961—2004年黑龙江省年平均风速减小趋势非常明显,风速减小速率达 $0.308 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}/10\text{a}$,44年平均风速减小了 $1.35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,减小主要从1970年代开始(图3a)。

黑龙江省各季平均风速也呈显著的减小趋势,并且显著性达到了0.001,但减小幅度不同。在44

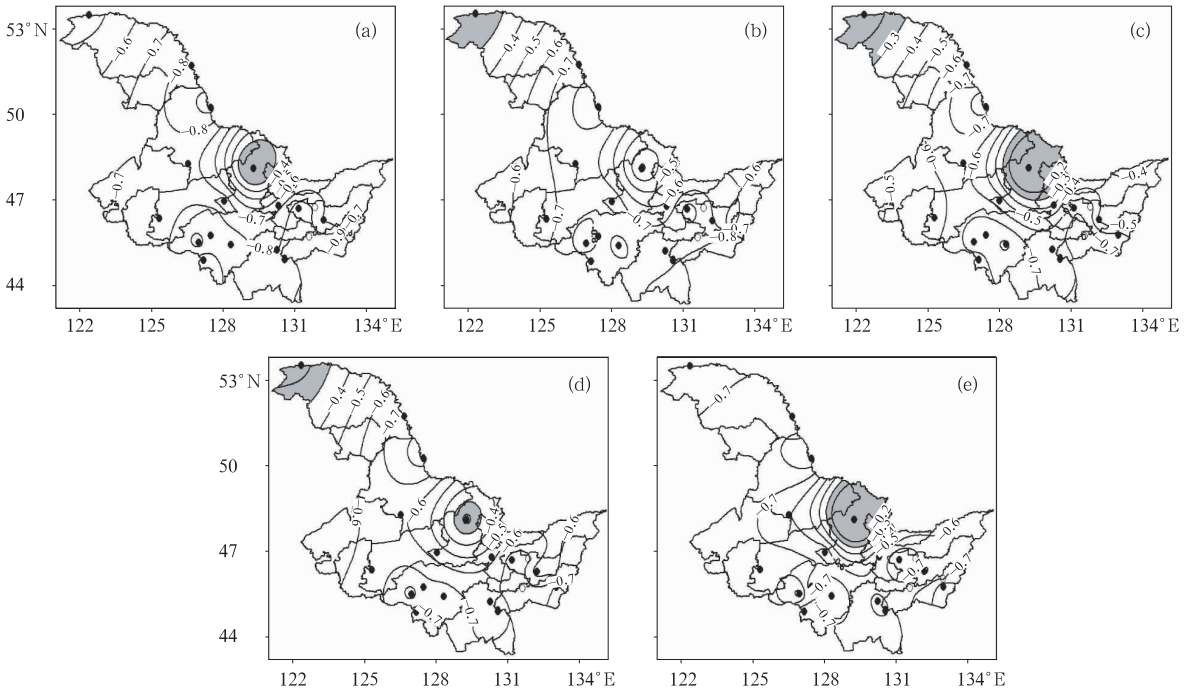


图 2 1961—2004 年黑龙江省年及四季平均风速变化趋势分布
 (a)年;(b)春季;(c)夏季;(d)秋季;(e)冬季;阴影区表示显著性水平未达到 0.05
 Fig. 2 The variation trend distributions of annual and seasonal mean wind speeds in Heilongjiang Province from 1961 to 2004 for
 (a) annual, (b) spring, (c) summer, (d) autumn, and (e) winter

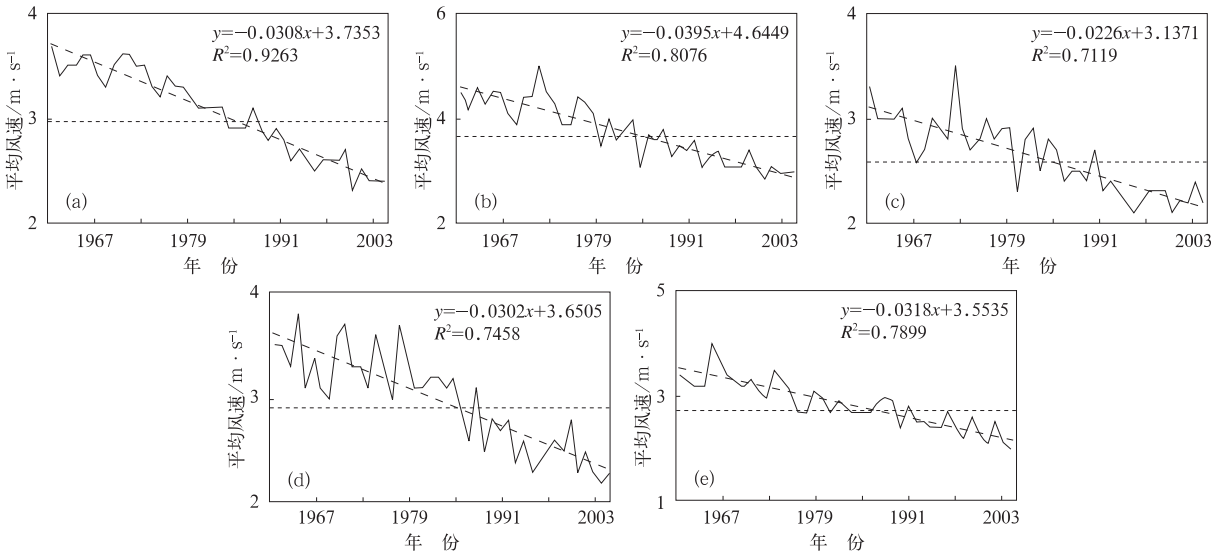


图 3 1961—2004 年黑龙江省年及四季风速变化
 (a)年;(b)春季;(c)夏季;(d)秋季;(e)冬季
 Fig. 3 The variation curves of annual and seasonal mean wind speeds in Heilongjiang Province from 1961 to 2004 for
 (a) annual, (b) spring, (c) summer, (d) autumn, and (e) winter

年中,黑龙江省春季平均风速减小幅度最大,为 $1.74 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;其次是冬季和秋季,分别为 $1.40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $1.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;夏季风速减少最小,为 $0.99 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。从年代际变化来看,夏季和秋季变化相似,从 20 世纪 80 年代开始呈现大幅的减小趋势,而春季、冬季出现大幅的减小趋势的时间早于夏季和秋季,即春季从 20 世纪 70 年代、冬季从 20 世纪 60 年代中期

开始。

2.3 国家气象站与农垦气象站风速变化差异

气象观测站址的选定必须注意观测资料的准确性、代表性、比较性,国家气象站建站时大都位于城市的郊区。随着城市建设范围扩展,原来的农村郊区变为城区。城市是高密集的钢筋混凝土建筑集

群的构建体,下垫面粗糙度大于农村。而农垦气象站远离大中城市,受城市化影响较小,对比分析两类测站风速有益于了解城市化对风速变化的影响。

有 3 个农垦气象站(友谊、八五四、八五五)年风速通过均一性检验,用这 3 个站风速的平均代表农垦气象站风速,将距离农垦站较近的集贤、宝清、虎林 3 个国家气象站风速的平均作为国家气象站风速。国家气象站与农垦气象站年及各季平均风速均呈显著减小趋势(图 4),都达到 $\alpha=0.05$ 显著水平,

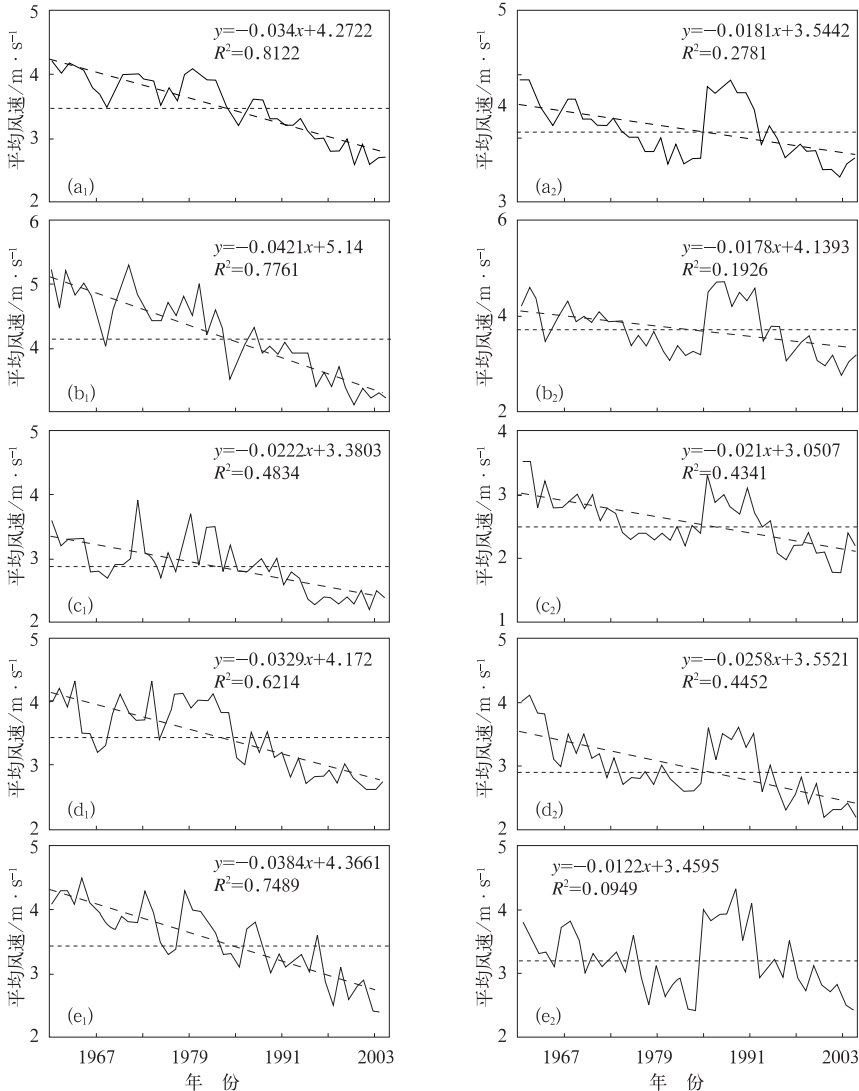


图 4 1961—2004 年国家气象站(左)与农垦气象站(右)年和四季风速变化
(a)年;(b)春季;(c)夏季;(d)秋季;(e)冬季

Fig. 4 The variation curves of annual and seasonal mean wind speeds at national weather stations (left panel) and agricultural weather stations (right panel) from 1961 to 2004 for (a) annual, (b) spring, (c) summer, (d) autumn, and (e) winter

3 黑龙江省风速变化对气候变暖、人类活动的响应

黑龙江省风速的变化是在全球变暖的大背景下

并且国家气象站减小趋势比农垦气象站更明显,减小幅度大于农垦气象站,春季和冬季二者相差最大,达 $0.24 \sim 0.26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} / 10 \text{ a}$ 。

虽然 1961—2004 年国家气象站与农垦气象站年和各季风速总体变化趋势一致,但二者阶段变化并不完全相同。无论年还是四季风速变化,二者差别最大时段均在 20 世纪 80 年代中后期,农垦气象站表现为风速大幅增大,而国家气象站风速则维持减小小趋势。

发生的,近百年来人类正在经历以气候变暖为主要特征的全球变化^[8],可以认为黑龙江省风速的减小是对气候变暖的一种响应。

由图 5a 1961—2004 年黑龙江省 20 个测站年平均气温变化曲线可以看出,黑龙江省在 44 年中表

现为显著的增暖趋势,尤其是 20 世纪 70 年代以后持续上升,这与黑龙江省 70 年代开始的风速显著减小有很好的—致关系。

土地利用变化是全球环境变化的重要方面,是人类活动影响自然环境程度的重要反映。人类在黑龙江省的活动更多地体现在改变土地利用方式上,大面积天然湿地被用于城乡建设及农业耕作,改变了大气运动下边界的地表属性,影响地-气系统能量

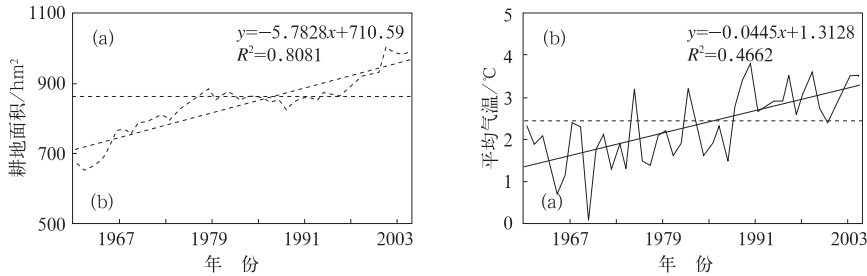


图 5 1961—2004 年黑龙江省年气温(a)和耕地面积(b)变化
Fig. 5 The variation curves of annual mean temperature (a) and arable land (b) in Heilongjiang Province from 1961 to 2004

1978 年改革开放以后,黑龙江省城市化步伐加快,1949 年城镇人口仅为 245 万,1978 年为 1123 万,而到了 2004 年则达到了 2014.5 万^[9-10]。城市建设的高速发展,气象观测站四周环境遭到破坏,对风速观测记录的“三性”造成严重的影响。城市化必然会对自然气候信号产生严重的干扰,城市建设规模逐年扩大,楼群发展很快,高楼林立,造成大气下垫面粗糙度增加,使得风速记录值逐渐减小^[11-15]。农垦气象站远离大城市,受城市化影响要小,这可能是农垦气象站风速减小幅度小于国家气象站的原因之一。

4 结 论

(1) 从 1961—2004 年黑龙江省年和四季风速空间变化趋势来看,除少数测站外,其他测站均表现为显著的减小趋势。就时间变化而言,春季风速减小最明显,其次是冬季,秋季较小,夏季最小。

(2) 1961—2004 年国家气象站与农垦气象站年和四季风速均呈显著减小趋势,但国家气象站减小幅度大于农垦气象站,其中春季和冬季二者相差最大,这种差异可能与 1978 年以来的黑龙江省城市化进程加快有关。

(3) 1961 年以后黑龙江省风速显著减小与气候变暖、下垫面利用方式的改变有关,说明气候变暖及湿地面积减少、耕地面积增加均有利于黑龙江省风速的减小。

参考文献

[1] 刘苏峡. 气候变化研究更应注重风速变化. [交换、辐射平衡和水分平衡等过程,从而导致区域性风速状况变化。以耕地面积为例,1961—2004 年黑龙江省耕地面积呈显著增加趋势\(图 5b\),到 2004 年耕地面积已达 1961 年的 1.5 倍。1961—2004 年黑龙江省年风速与耕地面积相关系数高达 -0.69,显著性水平 0.001,表明 1961—2004 年黑龙江省年风速与耕地面积在年际变化上呈很好的负相关关系,即耕地面积增加,风速减小。](http://scien-</p>
</div>
<div data-bbox=)

cenet.cn/htmlpaper/200811131050494854073.html.

- [2] 李艳,王元,汤剑平. 中国近地层风能资源的时空变化特征[J]. 南京大学学报(自然科学),2007,43(3):280-291.
- [3] 王遵娅,丁一汇,何金海,等. 近 50 年来中国气候变化特征的再分析[J]. 气象学报,2004,62(2):228-236.
- [4] 吴利红,骆月珍,孙莉莉. 浙江省近 34 年年平均风速序列均—性检验研究[J]. 气象科技,2008,36(5):661-665.
- [5] 刘小宁. 我国 40 年年平均风速的均—性检验[J]. 应用气象学报,2000,11(1):27-34.
- [6] 任国玉,徐铭志,初子莹. 近 54 年中国地面气温变化[J]. 应用气象学报,2005,10(4):717-727.
- [7] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社,1999:69-72.
- [8] Houghton J T, Ding Y, Griggs D J, et al. Climate Change 2001: The Scientific Basic. IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2001.
- [9] 张盛学,田永圻,曾庆云. 黑龙江省地理[M]. 哈尔滨:黑龙江教育出版社,1987:222-246.
- [10] 王艳,白雪. 黑龙江省城市化进程与经济发展协调性分析[J]. 经济研究导刊,2007,9(2):128-130.
- [11] 杨德保,王武功,王玉玺. 兰州城市气候变化及热岛效应分析[J]. 兰州大学学报(自然科学版),1994,30(4):161-167.
- [12] 吴震. 南京风速记录变化的探讨[J]. 气象,1997,23(2):56-57.
- [13] 徐巧真,吴建河,韩相斌,等. 濮阳近 50a 风速变化特征及突变分析[J]. 气象与环境科学,2007,30(增刊):63-65.
- [14] 曾侠,钱光明,潘蔚娟. 珠江三角洲城市群城市热岛效应初步研究[J]. 气象,2004,30(10):12-16.
- [15] 胡文志,梁延刚,雷惠雯,等. 香港城市与郊区气候差异分析[J]. 气象,2009,35(2):71-79.
- [16] 司鹏,李庆祥,李伟. 城市化进程对中国东北部气温增暖的贡献检测[J]. 气象,2010,36(2):13-21.