

金巍, 任国玉, 曲岩. 1961—2008年东北三省地面气压变化特征[J]. 高原气象, 2011, 30(6): 1661—1667

1961—2008年东北三省地面气压变化特征

金巍¹⁻², 任国玉³, 曲岩²

(1. 南京大学大气科学学院, 江苏南京 210093; 2. 辽宁省鞍山市气象局, 辽宁鞍山 114004;
3. 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: 利用1961—2008年逐月观测资料, 分析了东北三省年和季平均地面气压变化的时空特征。结果表明: (1) 整个时期东北三省年平均地面气压变化趋势不很明显, 1961—1990年呈递增趋势, 1991—2008年呈明显的递减趋势, 变化速率达 $-0.32 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 通过了0.05显著性水平检验; (2) 1961—2008年东北三省各季平均地面气压变化趋势存在差异, 春、秋季地面气压呈递减趋势, 夏、冬季呈递增趋势, 其中春、夏季均通过了0.05显著性水平检验; (3) 年平均地面气压的变化趋势也存在明显的空间差异, 其中辽宁大部、吉林和黑龙江西部一般呈递减趋势, 其余地区一般呈递增趋势。(4) 东北三省地面气压的变化与西伯利亚高压及研究区域的地面气温变化具有一定联系。

关键词: 东北; 地面气压; 地面气温; 气候变化

文章编号: 1000-0534(2011)06-1661-07 **中图分类号:** P468.0⁺22 **文献标识码:** A

1 引言

在全球和区域气候变化的研究中, 对地面气温、降水、风速、蒸发等要素的分析比较多, 也得到了大量的研究成果^[1-10], 但对地面或海平面气压的分析不多^[11-18]。Gillett et al^[11]发现, 1948—2005年北极、南极和北太平洋地区北半球冬季海平面气压存在下降趋势, 而副热带北大西洋、南欧和北非等地区的海平面气压有上升趋势。北半球中高纬度地带海平面气压的南北梯度增加, 中纬度西风环流增强。Gong et al^[12-13]指出, 20世纪后半叶冬季亚洲西伯利亚高压有明显减弱现象。这与东亚地区冬季地面气温上升、盛行西北气流减弱和冷空气活动减少的事实是一致的。这些变化一般发生在20世纪70年代中期以后, 可能是大尺度环流模态转变的反映^[14], 也可能代表了海平面气压对全球气候变暖的响应^[15-19]。

东北地区位于中纬度, 在北半球海平面气压变化的空间分布型中可能处于过渡地带。在过去的半个世纪中, 东北地区气候经历了明显的变化, 主要体现在地面气温显著上升, 冬季变暖尤其明显^[4]。研究东北地区地面气压的气候变化特点, 对于进一

步了解该区在大尺度海平面气压变化中的作用以及地面气温等气候要素变化与气压变化之间的联系, 从整体上认识区域气候变化的特征和机理, 具有重要意义。

本文选取具有代表性的57个测站1961—2008年月平均资料, 对东北三省地区年、季平均地面气压的空间异常结构和演变趋势进行诊断研究, 并讨论地面气压变化与气温变化及大尺度气候变化特征之间的联系。

2 研究区域和资料选取

研究区域为东北三省, 其西面为大兴安岭和内蒙古高原, 中西部为东北平原, 东部南北延伸着长白山脉, 与鄂霍次克海相距不远, 南临渤海和黄海, 东临日本海。东北三省冬季受蒙古高压控制, 寒冷干燥, 夏季主要受来自海洋和我国东南陆地的偏南气流影响, 温和湿润, 属于温带湿润、半湿润大陆性季风气候。

所用资料为中国气象局国家气象信息中心提供的东北三省76个测站1951—2008年逐月平均地面气压数据。为保证资料的一致性、均一性和完整性, 对资料中存在的起始观测时间不统一、站址迁

收稿日期: 2010-05-11; 改回日期: 2010-08-23

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划课题(2007BAC03A01, 2007BAC29B02)资助

作者简介: 金巍(1968—), 女, 辽宁新民人, 高级工程师, 主要从事短期天气预报和气候预测研究. E-mail: lnyk_jw@163.com

移和数据缺测等问题均做了一定的处理。所有选用测站资料序列的长度均为1961—2008年。剔除观测记录较短的测站资料,包括开始时间处于1961年以后的和20世纪70年代资料短缺的测站,以及由于多次迁站引起非均一性的测站资料。对个别缺测资料采用自然条件相似和具有高相关性的邻近测站资料,利用线性回归分析方法进行订补,获得连续的数据。有3个测站资料序列经过数据缺测订正,剔除了19条由于迁站以及资料长度过短等因素带来的不连续序列。对迁站次数少而且和相邻测站相关性较好的3个测站资料序列进行了均一化订正。均一化订正也是采用邻近测站资料通过线性回归分析方法进行的,最终选取研究区内57个测站逐月平均地面气压数据资料进行统计分析。

由于各站分布比较均匀,区域范围也比较小,在计算区域平均时间序列时,采用简单算术平均方法。对月、季节和年平均气压进行一次线性趋势拟合,得到线性变化趋势,并采用 t -检验方法检验趋势变化的显著性水平。季节划分:上一年12月至当年2月为冬季、3~5月为春季、6~8月为夏季、9~11月为秋季。年平均值为当年12个月值的

算术平均。

3 结果分析

3.1 地面气压时间变化特征

图1为东北三省年平均地面气压距平序列图。从图1中可看到,从1961—2008年,东北三省年平均地面气压整体的线性趋势变化不很明显,变化速率不足 $-0.01 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$;多项式拟合曲线表明,1990年之前地面气压有上升趋势,线性变化速率为 $0.18 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$;之后气压明显下降,线性变化速率为 $-0.32 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,通过了0.05显著性水平检验。因此,1961—2008年东北三省年

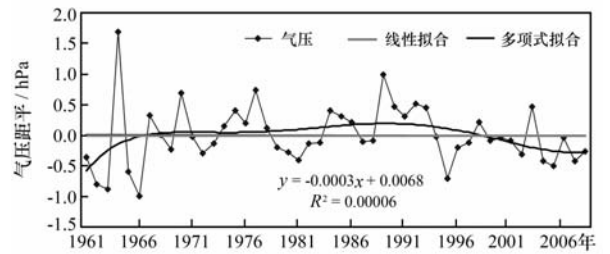


图1 1961—2008年东北三省年平均地面气压距平序列
Fig. 1 Anomaly of annual mean surface pressure in Northeast China during 1961—2008

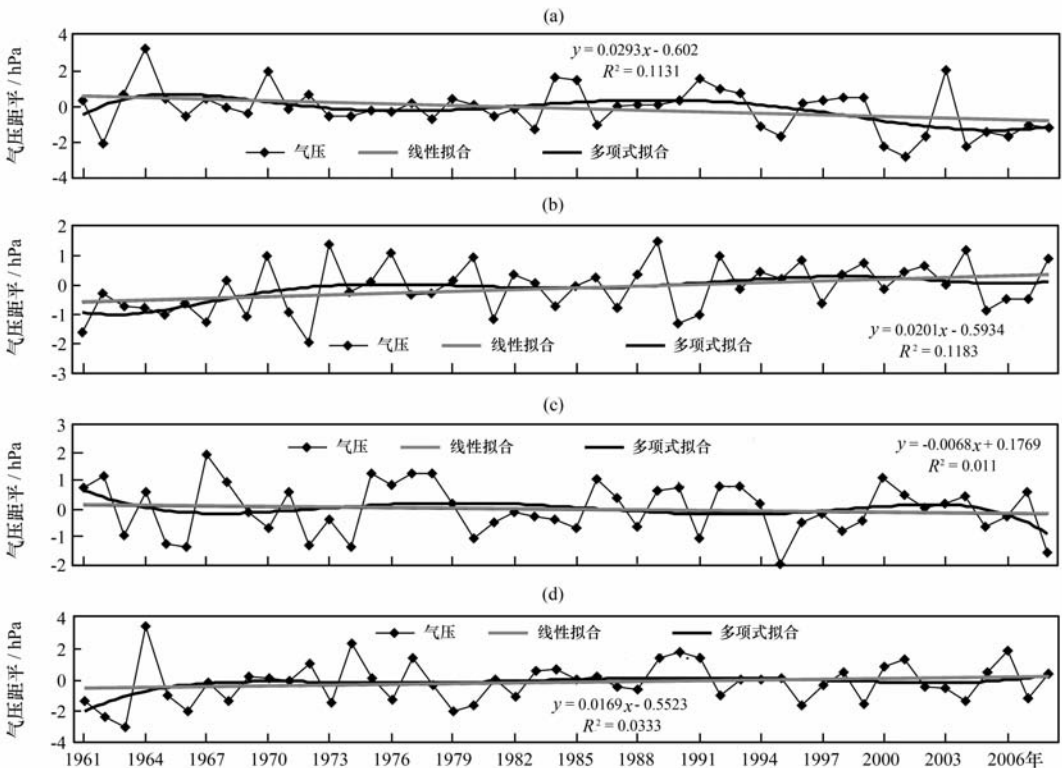


图2 东北三省各季平均地面气压距平变化

(a) 春季, (b) 夏季, (c) 秋季, (d) 冬季

Fig. 2 Anomaly of seasonal mean surface pressure in Northeast China during 1961—2008.

(a) spring, (b) summer, (c) autumn, (d) winter

平均地面气压变化呈现前期略微递增、后期明显递减的趋势。

图 2 为东北三省平均各季地面气压变化和线性变化速率图。从图 2 中可看到, 各季节变化呈不同趋势, 其中春、秋季呈递减趋势, 夏、冬季呈递增趋势。在整个分析时期, 春、秋季地面气压分别下降了 1.4 hPa 和 0.3 hPa, 夏、冬季分别上升了 1.0 hPa 和 0.8 hPa。春季气压下降趋势最为明显, 达到 $-0.29 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 通过了 0.05 显著性水平检验, 1991 年以后的下降趋势尤其明显; 秋季呈很弱的递减趋势, 未通过 0.05 显著性水平检验; 夏季上升趋势为 $0.20 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 通过了 0.05 显著性水平检验; 冬季上升趋势较夏季略弱, 为 $0.17 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 仅通过了 0.10 显著性水平检验。

从图 2a 中可看到, 春季平均地面气压呈振荡下行变化, 20 世纪 60 年代到 70 年代中期为第一个波动, 70 年代中期到 21 世纪初期为第二个波动, 60 年代中后期和 80 年代末到 90 年代初为峰值区, 从 90 年代开始气压下降幅度不断加大, 特别是 21 世纪气压减幅更为突出, 除 2003 年以外明显低于多年平均值。

从图 2b 中可看到, 夏季平均地面气压呈振荡上行变化, 20 世纪 60 年代到 80 年代中期为第一个波动, 80 年代中期到 21 世纪为第二个波动, 70 年代中后期和 90 年代中后期为峰值区, 从 90 年代开始气压负距平出现的次数有所增多, 但气压上升的总体趋势没有改变, 1961—2008 年全区夏季平均气压前期递增, 后期呈弱递减趋势。

从图 2c 中可看到, 秋季平均地面气压呈振荡下行变化, 20 世纪 60 年代初到中后期为第一个波动, 60 年代后期到 90 年代初期为第二个波动, 90 年代初期到 21 世纪为第三个波动, 60 年代初、70 年代后期到 80 年代初期和 21 世纪初期为峰值区 (图 2c)。1961—2008 年秋季平均气压变化趋势较弱, 但是进入 90 年代后出现了两次平均地面气压创历史极值年。

从图 2d 中可看到, 冬季平均地面气压呈弱振荡上行变化, 20 世纪 60 年代到 21 世纪初为一个宽的较为平直波动。1961—1990 年和 1991—2008 年地面气压均呈递增趋势, 前者通过了 0.05 显著性水平检验, 呈显著递增趋势, 后者呈弱递增趋势。

图 3 为 1961—2008 年不同时期东北三省各月平均地面气压线性变化速率图。从图 3 中可看到, 1961—2008 年间, 2~4 月和 10~11 月平均地面气

压呈递减趋势, 7~9 月、1 月和 12 月呈递增趋势, 其他月份变化较小。4 月平均地面气压递减趋势最为显著, 达到 $-0.59 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 通过了 0.01 显著性水平检验; 12 月递增趋势最显著, 为 $0.49 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 通过了 0.05 显著性水平检验; 8 月和 9 月的递增趋势也较明显, 均通过了 0.05 显著性水平检验。

从分段变化趋势 (图 3) 来看, 1961—1990 年期间 4 月和 10 月平均地面气压呈递减趋势, 其他月份均呈递增趋势; 4 月的递减趋势最为显著, 通过了 0.05 显著性水平检验; 7 月的递增趋势最为显著, 通过了 0.01 显著性水平检验。1991—2008 年 3~5 月、8 月、10~12 月呈递减趋势, 1~2 月、6 月、9 月呈递增趋势, 7 月变化较小; 其中 3 月的递减趋势最为显著, 通过了 0.05 显著性水平检验; 9 月的递增趋势最显著, 通过了 0.05 显著性水平检验。进入 20 世纪 90 年代以后大部分月份平均地面气压表现为递减趋势, 呈现显著递减的月份也比整个时期增多。

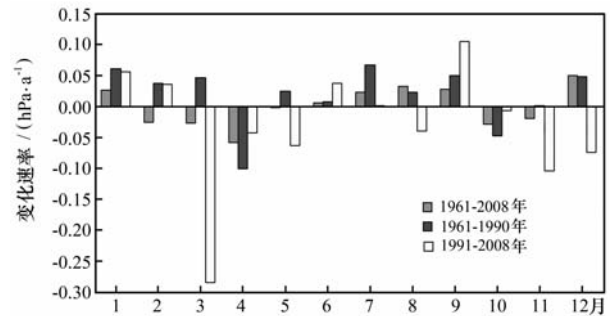


图 3 1961—2008 年不同时期东北三省月平均地面气压线性变化速率

Fig. 3 Linear trends of monthly mean surface pressure anomaly in Northeast China in different periods of 1961—2008

3.2 地面气压变化的空间特征

图 4 给出了 1961—2008 年各时段东北三省年平均地面气压的趋势分布和显著性检验结果。从图 4a 中可看到, 1961—2008 年期间, 除辽宁大部、吉林和黑龙江西部个别测站平均地面气压呈递减趋势外, 其他测站均呈递增趋势。辽宁中部的沈阳和鞍山递减趋势最显著, 分别达到 $-0.20 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 和 $-0.18 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 均通过了 0.01 显著性水平检验; 辽宁桓仁、彰武和营口的递减趋势也较明显, 通过了 0.05 显著性水平检验; 黑龙江海伦的递增趋势最显著, 达到 $0.31 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 通

过了 0.01 显著性水平检验；辽宁清原和黑龙江明水递增趋势也比较明显，通过了 0.05 显著性水平检验。从整体上来看，东北三省呈现出比较明显的南部递减、中部和北部递增的趋势。

从图 4b 中可以看到，全区范围内各测站均为

递增趋势，其中黑龙江中东部和辽宁中东部以及吉林西部地区的递增趋势较显著。黑龙江北林、虎林、佳木斯和吉林长岭、长春、白城、东岗，以及辽宁沈阳、岫岩、桓仁、宽甸和建平呈现显著的递增趋势，达到 $0.24 \sim 0.50 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ，均通过了

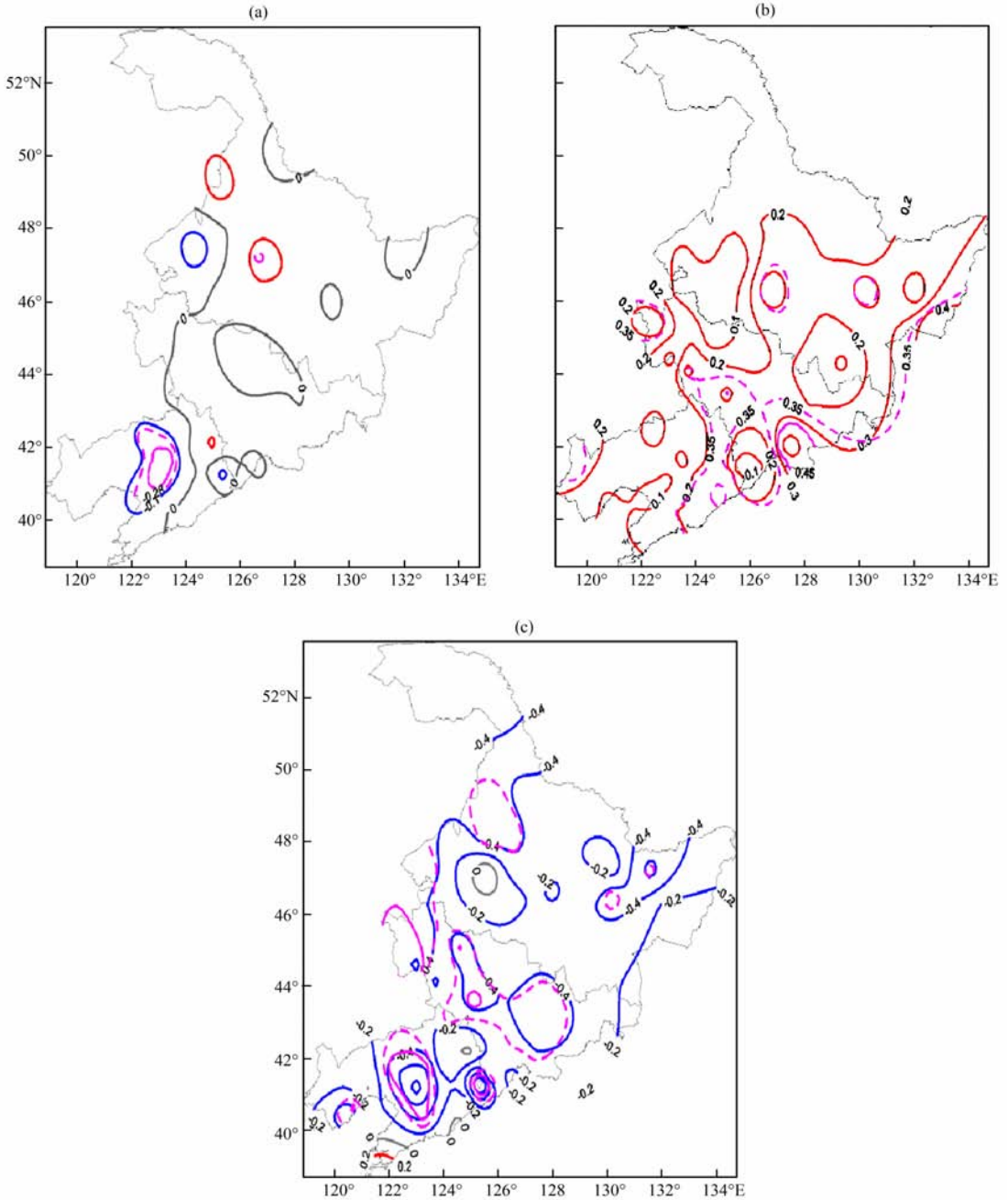


图 4 1961—2008 年不同时期东北三省年平均地面气压变化趋势(单位: $\text{hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$)

(a) 1961—2008 年, (b) 1961—1990 年, (c) 1991—2008 年, 红色表示递增、蓝色表示递减、灰色表示零线, 粉色虚线和实线分别表示通过了 0.05 和 0.01 显著性水平检验的区域

Fig. 4 Change trend of annual mean surface pressure of Northeast China in different periods of 1961—2008. (a) in 1961—2008, (b) in 1961—1990, (c) in 1991—2008. Red line indicates positive trend, blue line indicates negative trend, grey line indicates zero line, pink dashed and pink solid lines have passed the significant levels of 0.05 and 0.01, respectively

0.01 显著性水平检验; 黑龙江富锦、依兰、尚志、海伦和吉林集安、梅河口以及辽宁黑山呈较为显著的递增趋势, 变化速率在 $0.15 \sim 0.24 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 之间, 通过了 0.05 显著性水平检验。

从图 4c 中可清楚地看到, 1991—2008 年平均气压趋势分布较 1961—1990 年有显著不同, 除了辽宁沿海的大连递增趋势显著, 丹东、瓦房店、锦州以及抚顺和清原保持弱的递增趋势外, 东北三省其他区域均转为递减趋势。其中, 辽宁桓仁、鞍山和黑龙江富锦的递减趋势最为显著, 达到 $-0.68 \sim -1.29 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 均通过了 0.001 显著性水平检验; 吉林通榆和辽宁黑山的递减趋势也较显著, 为 $-0.56 \sim -0.64 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 通过了 0.01 显著性水平检验。辽宁沈阳、绥中和吉林长春、白城、敦化、前郭以及黑龙江北安、克山、爱辉、佳木斯、齐齐哈尔的递减趋势也较显著, 为 $-0.48 \sim -0.55 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 通过了 0.05 显著性水平检验。

4 讨论

上述分析表明, 1961—2008 年东北三省平均地面气压没有表现出一致的显著趋势性变化, 各区和各站的变化各有不同特征。这一气候变化特征与地面气温、风速等气候要素的长期趋势变化明显不同, 后者均表现出全区一致性的增加或减少趋势^[2, 4-5]。但是, 20 世纪 90 年代初以来东北的地面气压表现出全区范围较明显的一致下降趋势。这种相对显著的下降趋势在一定程度上与 Gillett et al^[11]发现的北半球中高纬地区海平面气压明显减少现象具有一致性。但是, 在整个分析时期东北三省的地面气压趋势变化并不明显, 可能与东北地区处于北半球大陆中纬度地面气压变化的过渡地带有关。

东北三省近 50 年的气候明显变暖, 冬季和近 30 余年变暖尤其明显^[2, 4]。为了解地面气压与气温之间的可能联系, 统计分析了 1961—2008 年不同时段东北三省年和季平均地面气温变化趋势, 结果如表 1 所示。由表 1 可见, 1961—2008 年、1961—1990 年和 1979—2008 年东北三省的年平均地面气温变化分别为 0.41, 0.29 和 $0.53 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 均通过了 0.05 显著性水平检验, 说明地面气温变暖明显, 1991 年以后尤其显著。各季节平均地面气温同样经历了显著上升, 最近 20 年来冬、春、秋季增暖特别显著, 夏季比较弱。1979—2008 年东

表 1 1961—2008 年不同时段东北三省年和季平均地面气温变化趋势(单位: $^{\circ}\text{C} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$)

Table 1 Change trends(unit: $^{\circ}\text{C} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$) of annual and seasonal mean surface air temperatures in Northeast China in different periods of 1961—2008

时段/年	春季	夏季	秋季	冬季	全年
1961—2008	0.41*	0.24*	0.32*	0.64*	0.41*
1961—1990	0.31	0.08	0.19	0.59*	0.29*
1979—2008	0.54*	0.37*	0.60*	0.60*	0.53*

注: * 表示通过了 0.05 显著性水平检验

北三省冬、春、秋季平均气温变化趋势分别为 $0.60, 0.54$ 和 $0.60 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 。

因此, 尽管整个分析时期东北三省年平均地面气压趋势变化不大, 但近 20 余年的明显下降却伴随着非常迅速的地面气温上升。整个分析时期和 1990 年以后地面气压的显著递减主要发生在春、秋季, 冬季平均气压虽然上升, 但上升趋势不明显, 从季节上来看, 一般也是同期地面气温上升明显。除夏季以外东北地面气压递减与气候变暖在其他季节更为明显的现象大体一致。地面气压和气温变化的这种耦合关系, 可能反映了在气候增暖情况下大气密度总体减小的趋势, 这可能与地面气压的日和季变化情况具有相似的机理。

东亚和我国东北地区的冬季风起源于西伯利亚高压。当单体高压离开源地向南爆发时, 在其东南侧可产生很强的偏北风和寒潮大风, 地面气温骤降, 引起东北地区地面气压升高^[20]。最近 50 年、特别是近 20 余年, 东北地区冬半年平均地面气压呈递减趋势, 反映了西伯利亚高压强度和影响不断减弱, 单体冷高压爆发频次减少^[12]。西伯利亚高压的变化不仅造成东北平均地面气压变弱, 而且更引起寒潮频次减少, 冬半年平均风速减小、平均气温偏高, 暖冬年份增多。至于为什么在西伯利亚高压减弱和气温上升最明显的冬季特别是 1 月份地面气压变化(下降)反而不显著, 仍需要进一步探讨。

5 结论

(1) 1961—2008 年东北三省年平均地面气压整体的趋势性变化不很明显; 1961—1990 年气压呈线性递增趋势, 变化速率达 $0.18 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$; 1991—2008 年气压呈明显的递减趋势, 变化速率达 $-0.32 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 。

(2) 1961—2008 年各季平均地面气压呈不同

变化趋势,春、秋季呈递减趋势,夏、冬季呈递增趋势。春季气压下降趋势明显,变化速率达 $-0.29 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$;夏季的上升趋势也较明显,递增速率为 $0.20 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 。

(3) 在1961—2008年中,东北三省月平均地面气压2~4月和10~11月呈递减趋势,7~9月、1月和12月呈递增趋势,其他月份变化较小;4月的递减趋势最显著,变化速率为 $-0.59 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$;12,8和9月的递增趋势也较明显。在1961—1990年期间,10个月的趋势为递增,仅有2个月是递减趋势。20世纪90年代以来,有7个月的气压为递减趋势,4个月为递增趋势,1个月变化较小。

(4) 1961—2008年期间,除辽宁大部以及吉林和黑龙江西部少数测站年平均地面气压呈递减趋势外,其他区域的测站一般呈递增趋势,具有南部递减、中部和北部递增的一般分布态势;1961—1990年东北三省年平均地面气压均为递增趋势,黑龙江中东部、辽宁中东部以及吉林西部地区的递增趋势较显著;1991—2008年除辽宁南部少数几个沿海城市和2个城郊测站仍维持较弱的递增趋势外,东北三省绝大多数测站呈递减趋势,其中辽宁中部和吉林中部的递减趋势最为显著。

(5) 东北三省冬半年平均地面气压变化可能与西伯利亚高压强度和爆发频次变化及其本地气温变化具有一定联系。

参考文献

- [1] IPCC. Climate Change 2007 — The Physical Science Basis [R]//Solomon S, Qin D, Manning M, et al, eds. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 996.
- [2] 任国玉, 初子莹, 周雅清, 等. 中国气温变化研究最新进展[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 701—716.
- [3] 翟盘茂, 潘晓华. 中国北方近50年温度和降水极端事件变化[J]. 地理学报, 2003, 58(增刊): 1—10.
- [4] 孙风华, 任国玉, 赵春雨, 等. 中国东北地区不同典型下垫面

- 的气温异常变化分析[J]. 地理科学, 2005, 25(2): 167—171.
- [5] 马柱国, 符宗斌, 任小波, 等. 中国北方年极端温度的变化趋势与区域增暖的联系[J]. 地理学报, 2003, 58(增刊): 11—20.
- [6] 张勇, 许吟隆, 董文杰. SRESB2情景下中国区域最高、最低气温及日较差变化分布特征初步分析[J]. 地球物理学报, 2007, 50(3): 714—723.
- [7] 金巍, 曲岩, 徐景文, 等. 营口和鞍山城市气候变化对比分析及原因探讨[J]. 气象与环境学报, 2008, 24(1): 44—47.
- [8] 卫捷, 杨辉, 孙淑清. 西太平洋副热带高压东西位置异常与华北夏季酷暑[J]. 气象学报, 2004, 62(3): 308—316.
- [9] 左洪超, 吕世华, 胡隐樵. 中国近50年气温及降水量的变化趋势[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 238—244.
- [10] Turner J, Colwell S R, Marshall G J. Antarctic climate change during the last 50 years[J]. Inter J Climat, 2005, 25: 279—294.
- [11] Gillett N P, Zwiers F W, Weaver A J. Detection of human influence on sea-level pressure[J]. Nature, 2003, 422(20): 292—294.
- [12] 龚道溢, 王绍武. 西伯利亚高压的长期变化及全球变暖可能影响的研究[J]. 地理学报, 1999, 54(2): 125—153.
- [13] 龚道溢, 朱锦红, 王绍武. 西伯利亚高压对亚洲大陆的气候影响分析[J]. 高原气象, 2002, 21(1): 8—14.
- [14] Cassou, Christophe, Terray L, et al. North Atlantic winter climate regimes: Spatial asymmetry, stationarity with time and oceanic forcing[J]. J Climate, 2004, 17(5): 1055—1068.
- [15] Gillett N P, Allan R J, Ansell T J. Detection of external influence on sea level pressure with a multi-model ensemble[J]. Geophys Res Lett, 2005, 32, L19714, doi: 10.1029/2005G1023640.
- [16] 王宝鉴, 黄玉霞, 何金海, 等. 东亚夏季风间水汽输送与西北干旱的关系[J]. 高原气象, 2004, 23(6): 912—918.
- [17] 黄荣辉, 徐予红, 周连童. 我国夏季降水的年代际变化及华北干旱化趋势[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 465—475.
- [18] 赵庆云, 李栋梁, 吴洪宝. 西北区东部近40年地面气温变化的分析[J]. 高原气象, 2006, 25(4): 643—650.
- [19] 王劲松, 陈发虎, 靳立亚, 等. 近100年来中东亚干旱区气候异常与海平面气压异常的关系[J]. 高原气象, 2008, 27(1): 84—95.
- [20] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法[M]. 北京: 气象出版社, 2007.

Change of Surface Pressure in Northeast China during 1961—2008

JIN Wei¹⁻², REN Guo-yu³, QU Yan²

(1. *College of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;*

2. *Anshan Meteorological Beurea, Anshan 114004, China;*

3. *Laboratory for Climate Studies/National Climate Center, CMA, Beijing 100081, China*)

Abstract: Monthly surface pressure data from 1961 to 2008 are used to study the temporal and spatial changes of surface pressure in three provinces (Liaoning, Jilin and Heilongjiang) of Northeast China. The results show that: (1) The trend of average surface pressure in three provinces of Northeast China is not significant during the whole analyzed period. However, there is an increasing trend in the period of 1961—1990 and a obvious decreasing trend in the period of 1991—2008 with the rate of $-0.32 \text{ hPa} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, which has passed the significant level of 0.05. (2) The trend of region average surface pressure has seasonal variations, with decreasing trends in spring and autumn, and increasing trends in summer and winter, but the trends in spring and summer have passed the significant level of 0.05. (3) The trend of annual mean surface pressure shows clearly regional differences. In most of Liaoning Province, Jilin Province and the west of Heilongjiang Province surface pressure have appeared a decreasing trend while the rest of the study region has experienced an increasing trend. The change of surface pressure in three provinces of Northeast China might have been related to the weakening of the Siberian High and the increasing of surface air temperature in the study region.

Key words: Northeast China; Surface pressure; Surface temperature; Climate change