

吉林省 40 年来气温和降水的变化*

廉毅 安刚 王琪

(吉林省气象科学研究所, 长春 130062)

倪超玉 袭祝香

(吉林省气候中心, 长春 130062)

提 要

选用吉林省有代表性的 10 个测站, 用功率谱方法分析其 40 年来季节降水和气温趋势变化。结果表明, 吉林省气候短周期变化与东亚季风的年际振荡准 3.5 年(QTO)和准 2 年(QBO)周期基本是一致的。10 年际季节气温变化表明, 冬季较 50 年代明显变暖, 升温 2℃左右, 而夏季升温较弱, 但与 50~70 年代的夏季低温周期相比, 80 年代以来则进入一个相对暖的周期。夏季副热带季风进退对吉林省的夏季气温和降水影响很大。

关键词: 气温 降水 振荡周期

引 言

吉林省地处中纬度, 位于 $40^{\circ}45' \sim 46^{\circ}10'N$, 东有长白山与日本海毗邻, 总地势由东部海拔 2700 m 下降到西部大兴安岭脚下的 130 m, 其间为广大的松辽平原, 平原区与山区面积比率约为 1:1.5, 也是我国高度差较大的省份之一。吉林省位于我国东北区中部, 属大陆温带季风气候区^[1], 冬夏温差很大。董敏利用美国国家气象中心(NMC)的格点风资料对全球及热带平均环流研究表明^[2], 吉林省 850 和 1000 hPa 水平流场盛行风, 冬季为西北风, 夏季为西南风。陈隆勋等对于东亚季风气候年际振荡特征, 已做了专门论述, 并将这种气候振荡对吉林省的影响进行了抽样分析^[3]。本文选用了有代表性的白城、双辽、前郭、三岔河、四平 and 长春(代表中西部松辽平原区), 吉林、通化、松江和延吉(代表东南部山区)等 10 个测站, 用功率谱方法^[1]分析其 40 年左右季节降水总量和季节平均气温趋势变化, 并试图从观测入手分析吉林省气候低频振荡与东亚季风年际振荡的关联, 从而为深入了解吉林省气候变化规律提供一种途径, 亦便于与我国季风气候显著的省份进行比较, 使我国季风气候研究更细划一些。

* 吉林省科委 1995 年度重点课题资助项目。
1996-04-08 收到, 1996-06-26 收到修改稿。

1 降水季节总量的年际变化主要特征

1.1 夏季降水总量年际短周期振荡特征

从 10 个测站的夏季(6~8 月)降水总量功率谱分析,有 7 个站年际振荡以准 3.5 年(QTO)为主,其次是准 2 年(QBO),均通过 95% 信度检验,从图 1 可见,四平、长春、通化和延吉等 4 个站 QTO 是最显著的,余下的周期还有 5 年左右、准 2 年、7 年左右和 11 年左右.夏季降水总量是东亚季风最主要的特征量之一,吉林省上述 10 个站年际振荡周期与东亚季风年际振荡周期是相同的.

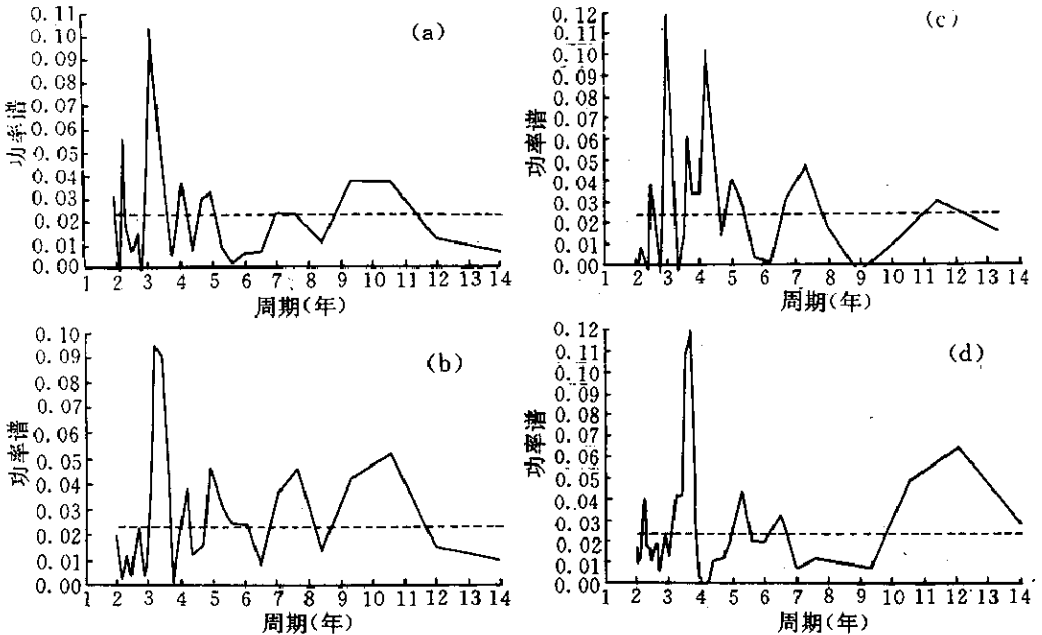


图 1 夏季降水总量功率谱(a)四平(b)长春(c)延吉(d)通化(实线为功率谱周期,虚线为通过 95% 信度检验值)

Fig. 1 Power spectrum of total precipitation in summer at (a) Siping (b) Changchun (c) Yanji, and (d) Tonghua (solid line; power spectrum, dashed line; 95% confidence)

1.2 冬季降水总量年际振荡特征

功率谱曲线表明吉林、通化、白城、延吉和双辽 QBO 最为显著.长春和四平也具有 QBO 特征,信度也通过 95%,但功率谱值较小,主周期则表现为 11 年(QEO). 10 个测站有 7 个测站功率谱信度通过 95%,它们亦仍有 QTO 特征,但功率谱值较小(图略).

1.3 春、秋季降水总量年际振荡特征

由 10 个站的春季和秋季降水总量的功率谱分析,可以得出 7 年和 11 年(QEO)振荡为主要周期的特征.

1.4 夏季降水总量 10 年际的变化特征

10 个测站夏季降水总量 10 年际的变化表明, 90 年代以来绝大多数站的降水量比 50 年代减少了 20~70 mm(见表 1). 70 年代和 90 年代前期均相对处于少雨期, 但 1994、1995 年两年夏季吉林省中南部某几个地区集中暴雨的强度却陡增, 仍然造成东辽河和第二松花江上游的洪涝灾害. 从图 2(a)可见, 以长春为代表的吉林省中部平原夏季降水总量的年际变化及时间序列拟合趋势表明, 70 年代前多雨年占主导地位; 而 70 年代和 90 年代少雨年占主导地位. 从图 2(b)可见, 以通化为代表的吉林省中南部长白山区夏季降水总量的年际变化及时间序列拟合趋势表明, 它与长春的情况基本一致, 但唯独 1995 年夏季降水总量剧增, 造成了建国以来罕见的集中暴雨洪峰灾害. 其成因是西北太平洋副高脊线北跳到 30°N 以北且持续了近二周的时间, 其后部辐合带较强的上升运动区与副热带季风暖湿气流(850 hPa 上 θ_{se} 值为 348 K)锋生区相叠置, 引发了吉林省中南部 4 场持续性和重复性大暴雨^[5]. 而位于吉林省西部的白城, 1995 年夏季降水量则陡降为 113 mm(见图 2(c)), 反映了 1995 年吉林省夏季降水时空分布差异是十分显著的.

表 1 吉林省 10 站 1951~1994 每 10 年夏季降水量(mm)

Table 1 Ten-year averaged summer rainfall(mm) of 10 stations in Jilin during 1951~1994

	1952~1960	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~1994	平均	90 s-50 s
白城	317	325	279	317	302	309	-15
前郭	* 346	314	282	326	350	318	4
三岔河	* 417	343	318	379	379	362	-38
四平	459	415	394	432	407	432	-52
双辽	* 364	320	288	333	353	326	-11
长春	430	416	355	421	407	405	-23
吉林	488	420	382	440	442	432	-46
通化	541	529	524	533	469	526	-72
延吉	* 288	327	305	338	293	314	5
松江	* * 435	399	393	413	413	404	-22

注: * 资料从 1954 年开始 ** 资料从 1959 年开始

1.5 东亚副热带季风对吉林省夏季降水的影响

陈隆勋等指出, 1979 年 6 月影响我国大陆的季风主要有两支, 一支是来自印度和孟加拉湾的西南季风, 另一支是副热带高压西侧转向的西南季风, 两支气流各附有一个 θ_{se} 大值带^[6]. 吉林省主要受副高西侧转向的西南季风影响, 选定 850 hPa 上 336~340 K 的 θ_{se} 作为影响吉林省副热带夏季风的前沿. 作了 1985 年 5~9 月沿 120°E 和 110°E 附近的 850 hPa 上二张 θ_{se} 候平均时空剖面图, 并与文献[2]所作的 1979 年 4~10 月沿着 110°E 850 hPa 候平均 θ_{se} 时空剖面图(图略)相比较发现, 1979 年吉林省夏季气温稍低且降水少, 而 1985 年吉林省夏季气温比 1979 年稍高, 大多数测站夏季降水是建国以来的极大值或次极大值年(见图 2). 另外还发现, 1979 年 336 K 线越过 40°N 有 1 候, 最北界到达 43°N, 而 1985 年 336 K 线越过 40°N 却有 11 个候, 最北界超过 43°N(图略). 1985 年沿 120°E 的剖面图(见图 3)表明, 336 K 线从 7 月第 2 候开始已明显进入吉林省境内, 接近长春南部 43°N 附近, 7 月第 5 候已越过长春并持续到 7 月第 6 候, 340 K 线在 7 月第 5 候到达吉林省南部(与沈阳同一个纬度). 1985 年 7 月第 2 候到 8 月第 2 候, 吉林省共降 5 场暴雨, 高值的 θ_{se} 为其输送了充沛的暖湿气流.

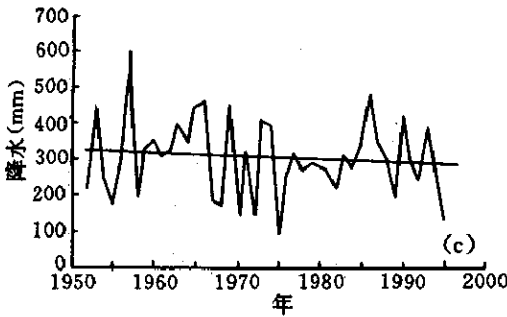
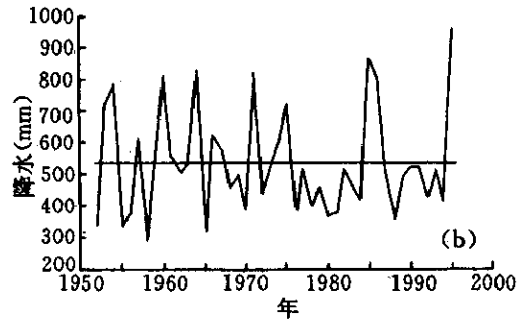
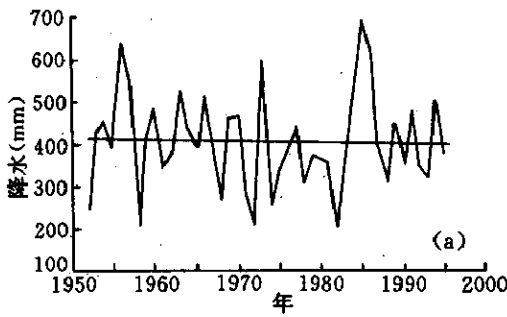


图2 夏季降水量年际变化曲线 (a) 长春 (b) 通化 (c) 白城 (实斜线为降水时间序列拟合)

Fig. 2 Interannual variation of precipitation in summer (a) Changchun (b) Tonghua (c) Baicheng (tilted line; fitting line)

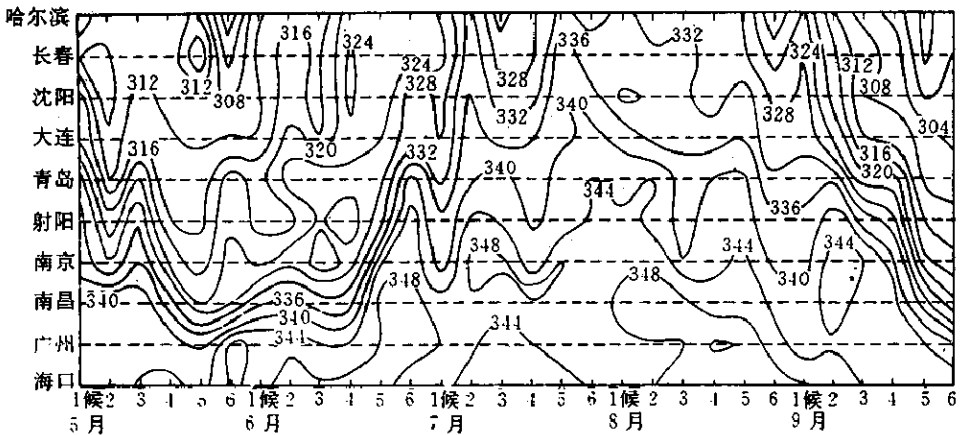


图3 1985年5~9月沿120°E附近850 hPa θ_{850} 候平均时空剖面图(细实线为等 θ_{850} 线, 间隔为4 K)

Fig. 3 Cross-section of 5-day averaged θ_{850} over 850 hPa along 120°E during May-September, 1985 (interval; 4 K)

另外, 还计算了1951~1980年各年夏季风强度指数 $SMI^{[6]}$ 与吉林省几个测站夏季降水相关系数. 结果表明, 四平和吉林2个测站相关系数0.43~0.44, 置信度均在95%以上; 长春、白城、通化和延吉相关系数为0.31~0.35, 置信度均在90%以上. 可以看

出夏季风强度指数 *SMI* 与吉林省的夏季降水相关较好。

2 冬夏季气温的年际变化主要特征

2.1 冬季升温明显, 夏季升温微弱

由10个测站40年左右季平均气温10年际变化(见表2和表3)可见, 1991~1994年冬季平均气温(12~2月)比50年代大都上升了2℃左右(除松江反而下降外, 因50年代资料短, 缺少可比性), 吉林省中西部平原地区大都比东部升温明显; 夏季平均气温1991~1994年同50年代相比上升幅度则小得多, 大都在0.5℃范围内(除西北部白城反而下降外)。夏季升温幅度比冬季约小3倍。从表2和图4(b)可知, 50~70年代夏季基本处于低温期, 30年中有12年是正距平, 18年是负距平, 而且低温极值年都出现在50~70年代中。自进入80年代以后, 相对为一个较暖期, 高温极值年均在其中。即使是低温年, 绝大多数距平值小于0.5℃, 吉林省中西部平原区基本上没有发生严重低温冷害灾害。

表2 吉林省10站1951~1994每10年夏季平均气温(℃)

Table 2 Ten-year averaged summer temperature(℃)of 10 stations in Jilin during 1951~1994

	1951~1960	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~1994	平均	90s-50s
白城	21.88	21.81	21.80	21.83	21.80	21.83	-0.08
前郭	21.61	21.90	22.02	22.18	22.21	21.98	0.60
三岔河	21.16	21.18	21.05	21.29	21.53	21.21	0.36
四平	22.01	22.11	21.95	22.22	22.63	22.12	0.63
双辽	22.30	22.32	22.18	22.27	22.51	22.29	0.21
长春	21.47	21.51	21.37	21.65	21.94	21.54	0.47
吉林	21.41	21.41	21.33	21.41	21.69	21.42	0.28
通化	20.69	20.68	20.58	20.73	20.83	20.68	0.14
延吉	20.04	20.21	20.08	19.98	20.36	20.10	0.32
松江	18.00	18.07	17.99	18.47	18.82	18.24	0.82

注: 前郭、三岔河资料从1954年开始, 松江资料从1959年开始

表3 吉林省10站1951~1994每10年冬季平均气温(℃)

Table 3 Ten-year averaged winter temperature(℃)of 10 stations in Jilin during 1951~1994

	1951~1960	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~1994	平均	90s-50s
白城	-14.78	-15.38	-14.74	-14.13	-12.83	-14.59	1.95
前郭	-15.19	-15.55	-14.54	-13.90	-11.61	-14.45	3.58
三岔河	-16.11	-16.78	-15.61	-15.35	-14.49	-15.81	1.62
四平	-13.00	-12.88	-11.63	-11.27	-10.36	-12.03	2.64
双辽	-12.90	-13.64	-12.66	-12.22	-11.29	-12.71	1.61
长春	-14.08	-14.46	-13.25	-12.77	-11.81	-13.48	2.27
吉林	-15.11	-15.76	-14.67	-14.78	-14.47	-15.03	0.64
通化	-13.67	-13.97	-12.32	-12.11	-10.51	-12.79	3.16
延吉	-12.21	-12.65	-12.03	-11.50	-10.34	-11.94	1.87
松江	-14.10	-16.49	-15.89	-15.52	-14.52	-15.70	-0.42

注: 前郭、三岔河资料从1954年开始, 松江资料从1959年开始

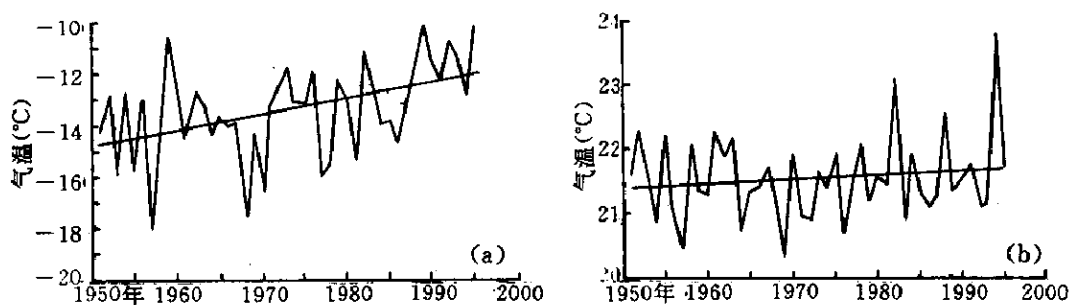


图4 长春冬、夏季平均气温年际变化曲线与时间序列拟合 (a) 冬季 (b) 夏季 (斜实线为时间序列拟合)

Fig. 4 Interannual variation of average temperature at Changchun in (a) winter and (b) summer (tilled line; fitting line)

2.2 长春和延吉两站的冬、夏季平均气温特征

从功率谱计算表明, 夏季平均气温以3年为主要振荡周期, 仍具有准3.5年(QTO)周期特征, 2~3年的短周期振荡也较明显, 5~6年为稍长周期振荡(见图5(a)(c)); 从

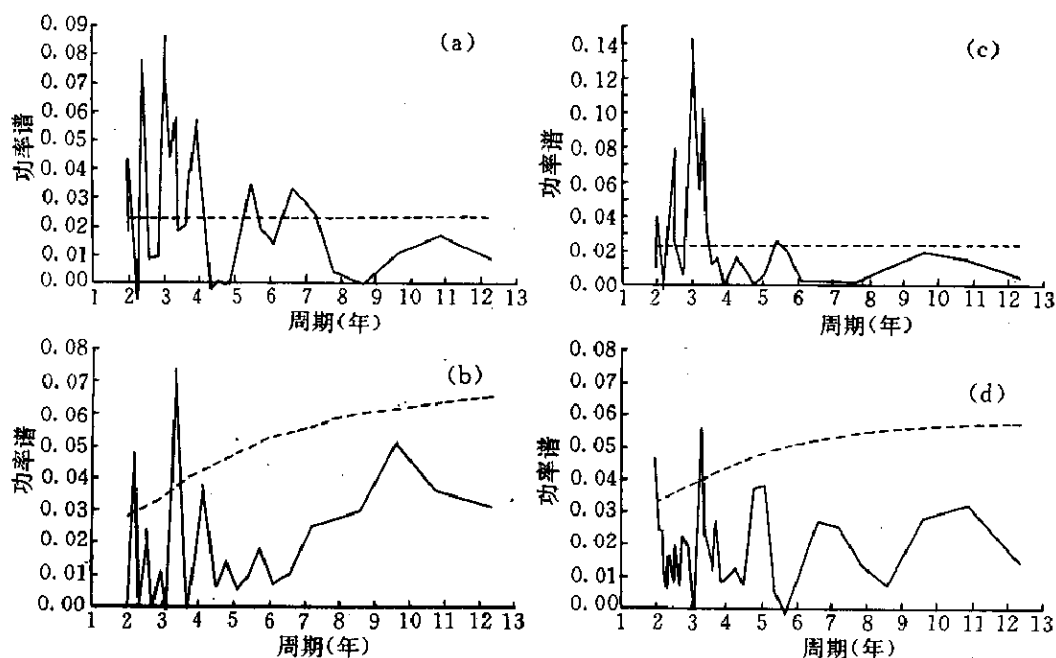


图5 长春和延吉夏季、冬季平均气温功率谱 (a) 长春夏季 (b) 长春冬季 (c) 延吉夏季 (d) 延吉冬季

Fig. 5 Power spectrum of average temperature at Changchun (a) summer (b) winter and at Yanji (c) summer (d) winter

图 5(b)(d)可见, 冬季均以 QTO 为主要年际振荡周期, QBO 亦较明显, 以上周期均通过 95% 信度检验.

3 结 论

(1) 以冬季气温、夏季降水作为季风显著的气候特征量的功率谱分析表明, 吉林省有代表性的 10 个测站均具有 QBO 和 QTO 特征, 冬季气温和夏季降水总量均以 QTO 为主要振荡周期, 其次是 QBO, 均通过 95% 以上的置信度检验, 与东亚季风年际振荡主要特征量是完全一致的. 它揭示了吉林省气候年际振荡周期主要受东亚季风影响, 也表征了大气中两种甚低频振荡 QTO 和 QBO 对吉林省气候变化趋势影响是很明显的.

(2) 近 40 年气候观测资料表明, 吉林省与北方各省一样, 冬季变暖较 50 年代明显, 升温约 2°C 左右. 而夏季升温较弱, 大都在 0.5°C 以内, 比冬季升温幅度约小 3 倍. 但与 50~70 年代的夏季低温周期相比, 80 年代以来则进入一个相对暖周期, 高温极值年均在其中. 到目前为止, 还未出现过全省大规模的严重的夏季低温冷害年, 为吉林省粮食增产提供了良好的气候背景.

(3) 近 40 年气候资料还表明, 吉林省夏季总降水量在 70 年代及进入 90 年代以来相对处于少雨期, 但 1994、1995 两年夏季出现集中暴雨的强度在松花江上游和东辽河却陡增, 仍造成第二松花江上游和东辽河的洪涝灾害, 也使吉林省降水在 1995 年南北分布差异十分显著. 经初步分析 1995 年的洪涝与西北太平洋副高脊线偏 30°N 以北并在经向的准双周期低频振荡有关.

(4) 吉林省夏季降水总量年际振荡主要原因之一, 是受夏季副高西侧转向的西南季风影响, 其主要标志是以 850 hPa 候平均图上 336 K 作为西南副热带季风的前沿, 入侵的纬度越北且时间维持长, 表明吉林省夏季易多雨(如 1985 年), 反之, 则降水少, 气温也不高(如 1979 年). 夏季风强度指数 *SMI* 与吉林省测站夏季降水总量相关较好.

参 考 文 献

- 1 周琳主编. 东北气候. 北京: 气象出版社, 1991. 246.
- 2 董 敏. 东亚季风的大尺度环流背景. 见: 陈隆勋等著. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991. 1~5.
- 3 陈隆勋, 朱乾根, 罗会邦, 等. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991. 211~212.
- 4 黄嘉佑, 李 黄. 气象中的谱分析. 北京: 气象出版社, 1984.
- 5 廉 毅, 孙 力, 高枫亭. 1995 年 7 月末至 8 月上旬吉林省丰满流域上游特大重复暴雨灾害成因初步分析. 长春: 吉林科学技术出版社, 1996.
- 6 陈隆勋, 朱乾根, 罗会邦, 等. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991. 171~175.

**VARIATIONS OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION
DURING THE LAST FORTY YEARS
IN JILIN PROVINCE**

Lian Yi An Gang Wang Qi

(Jilin Research Institute of Meteorological Science, Changchun 130062)

Ni Chaoyu Xi Zhuxiang

(Jilin Climatic Center, Changchun 130062)

Abstract

Using data set of ten representative stations in Jilin Province for 40 years and the power spectral method, the seasonal variations of precipitation and temperature were analysed, respectively. The results show that the period of a short-term climatic change in Jilin is almost consistent with that of the interannual oscillation of quasi-3.5-year (QTO) and quasi-biennial (QBO) of East Asia monsoon. Furthermore, it is found that the seasonal temperature got warm clearly about 2°C higher than that of the 1950s in winter, but weakly in summer. As compared with the low temperature period in summer from the 1950s to the 1970s, the temperature was a relative warm during the period of 1980s. Also, progression or retrogression of subtropical summer monsoon has a great effect on the temperature and precipitation of the summer in Jilin.

Key words: Temperature Precipitation Oscillation period