

20世纪80年代以来黑龙江气候变暖的初步分析*

潘华盛 张桂华 徐南平

(黑龙江省气象台, 哈尔滨 150030)

摘要 利用观测资料, 分析了黑龙江 120 年以来气候变暖的特征。研究指出, 20 世纪 80 年代以来, 全球气候变暖已成为人们关注的焦点, 黑龙江地处中高纬气温明显变暖, 近 120 年来年平均气温上升 1.4°C ; 冬春季升幅最大为 1.8°C , 气温突变在 1990 年前后。从年、季平均气温变化趋势与全国及北半球、全球气温变化的比较得出, 年、冬季我国增暖中心在黑龙江, 春季在内蒙古北部及黑龙江, 夏秋增暖不明显, 但仍有上升趋势。20 世纪 50~70 年代黑龙江及全国各大区域普遍增暖不明显, 80 年代黑龙江增暖幅度开始增大, 三北(东北、华北、西北)地区次之。90 年代黑龙江增暖更加显著, 而全国及其他区域上升已达到 80 年代北方增温幅度。研究还指出黑龙江气温与北半球、全球气温变化趋势基本一致, 尤其 80 年代至今气温都有显著的上升。

关键词: 黑龙江; 气候变暖; 时空变化

1 引言

气候变化问题已成为一个全球环境问题, 越来越引起世界各国政府和人民的关注与重视。全球变暖是目前气候变化的一个主要论题。根据近 100 多年全球气温资料的分析, 全球地面温度已升高 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。其中 11 个最暖年份发生在 20 世纪 80 年代中期以后^[1~4]。随着全球变暖趋势的进一步加剧, 天气和气候极端事件也大大增加。全球变暖导致干旱、洪涝、风暴、热浪、暴雨、龙卷风等频繁发生, 对人类社会构成极大威胁。据有关部门报道, 我国 1990~2000 年因干旱、洪涝、冻害等气象灾害累计损失达 13 265.1 亿元, 占国内生产总值的 3.55%。黑龙江省是全国变暖的大值区之一, 因而近年来所发生的极端天气气候事件日渐增多, 诸如 1991、1994 年的严重洪涝和 1998 年嫩江、松花江超百年一遇的特大洪水; 1997 年及 2000~2001 年大面积严重干旱和水资源严重短缺, 森林火灾频繁发生; 1985、1994 年台风暴雨和 1998 年连续冷涡暴雨, 给人民生命财产、国民经济造成巨大损失。气候变暖还对黑龙江省的环境、生态、林业、农业、水利、航运、旅游等造成很大影响^[5~7]。气候变暖不外乎是由于人类活动增加, 工业化进程加快, CO_2 过量排放, 温室气体大量增多所致; 因此, 限制温室气体过量排放, 整治环境, 研究气候变暖已成为各国科学家的热门课题, 我国气候专家在这

2002-08-05 收到, 2003-06-09 收到再改稿

* 国家科技部项目 99011 “气候变暖对黑龙江省农作物结构调整及对策研究”资助

方面做了大量研究^[8~10]。气候变暖,不同地域变化程度不同,黑龙江省地处中高纬地区,是气候变化的敏感区,因此研究气候变暖及制定对策有着重要意义。本文主要从黑龙江变暖的事实,突变时间,与全球、北半球、全国区域的气温变化关系来揭示黑龙江气候变化的时空特点。所用资料均来自国家气候中心和黑龙江省气象台,其中哈尔滨 1900 年前的气温资料用符拉迪沃斯托克的气温插补^[11]。

2 黑龙江省近百年气温变化特点

2.1 全年及四季气温变化特点

将全省年季气温进行 EOF (经验正交函数) 展开,取第一特征向量占总方差 77% 以上,表明全省气温具有一致性特点,用哈尔滨气温变化完全可以代表全省气温变化。取哈尔滨气温序列时间 1881~2000 年,采用 10 年滑动平均及 30 年平均进行比较,结果见表 1。在 120 年间哈尔滨年平均气温上升 1.4℃,冬、春季基本一致上升 1.8℃为升幅最大,其次夏季上升 1.0℃,秋季上升 0.5℃,但近 60 年夏秋气温变化不大。

表 1 哈尔滨年、季平均温度℃

年 份	年	春	夏	秋	冬
1881~1910	2.8	4.2	20.4	4.3	-17.6
1911~1940	3.3	4.6	21.5	4.5	-17.6
1941~1970	3.7	5.1	21.3	4.9	-16.9
1971~1999	4.2	6.0	21.4	4.8	-15.8
(1971~1999) - (1881~1910)	1.4	1.8	1.0	0.5	1.8

2.2 哈尔滨气温突变特点

采用 t 检验对哈尔滨年平均及春夏秋冬气温进行 10 年滑动检验,取 $|t_{\alpha=0.01}|=3.2$,做年平均逐年 t 值变化曲线 (图 1)。由图 1 可见 1897 年有一次强升温,1990 年也有一次强升温时段,均已超过显著水平;尤其后一次升温较前一次年平均气温约高 1.7℃左右,可见不是自然变率而是气候变暖所致。从春季平均气温 t 检验来看 (图

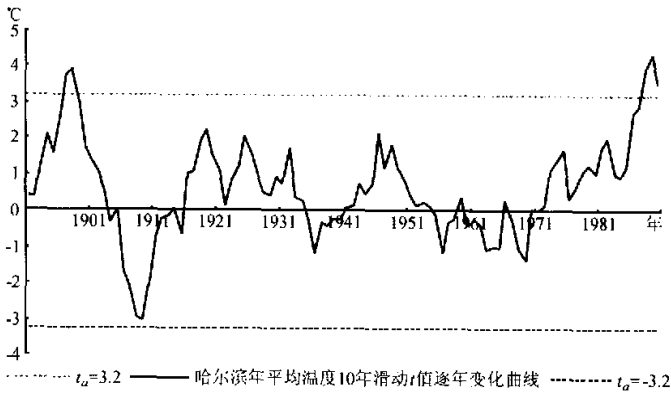


图 1 哈尔滨 1881~1999 年年平均气温 10 年滑动 t 值变化 (取 $|t_{\alpha}|=3.2$)

略), 在 1899 年有一次短暂的升温超过显著水平, 而其他不显著。但我们从中看出春季气温存在明显的 20 年左右振荡周期。从夏季平均气温 t 检验来看 (图略), 1915 年前后有明显的突变时段。1948、1972、1990 年有升温但未通过检验, 而且一次比一次升温减少。从秋季气温变化来看 (图略), 如果按 $|t_{\alpha=0.01}| = 3.0$ 有 3 次突变, 分别在 1893、1925 和 1989 年, 而且从 20 世纪 80 年代以后升温远超过前两次上升幅度, 有变暖趋势。从冬季气温来看 (图略), 几乎与年平均气温突变时段完全一致。

3 50 年代以来年平均气温变化特点

做全国 160 站年平均气温 (1981~2000 年) — (1951~1980 年) 差值 (图 2)。由图 2 所见, 最大变暖区为黑龙江省平均升高 1.1°C , 内蒙古次之升高 0.9°C ; 升高 $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 的省份有辽宁、吉林、河北、山西、陕西、宁夏、甘肃、新疆, 即三北地区; 最大升温中心在黑龙江呼玛和新疆塔城, 分别上升了 1.6°C 和 1.4°C 。另外在四川东部、湖北西部稍有变冷, 幅度不大, 在 $-0.1\sim -0.5^{\circ}\text{C}$ 之间。全国其他地区大都增温在 $0.1\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间。可见 20 世纪 80 年代以来全国总的平均气温呈上升趋势。

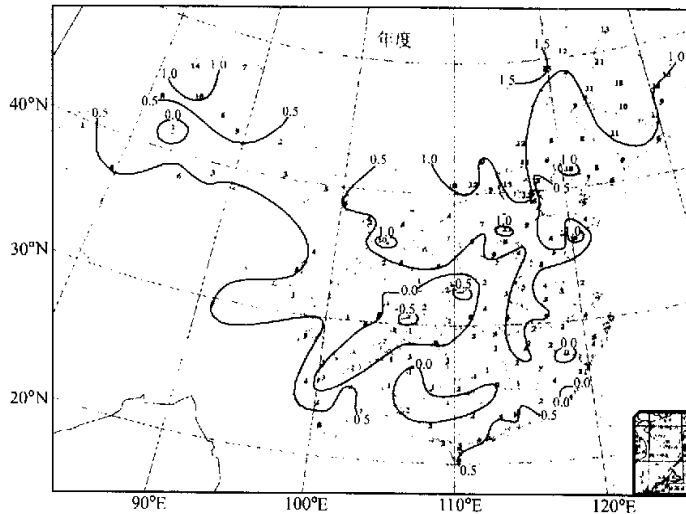


图 2 全国年平均气温 (1981~2000 年) — (1951~1980 年) 差值分布 (单位: 10^{-1}°C)

4 20 世纪 80 年代以来四季气温变化关系

4.1 20 世纪 80 年代以来冬季气温变化关系

同样对冬季 (11~2 月) 20 世纪 80 年代后与 80 年代前 30 年冬季气温进行差值比较 (图 3)。由图 3 可见其增温的空间分布形势基本同 80 年代后的年增温形势, 但增温的区域和幅度有较大增加。在幅度上基本较年增加 0.5°C , 增温在 1.0°C 以上仍然为

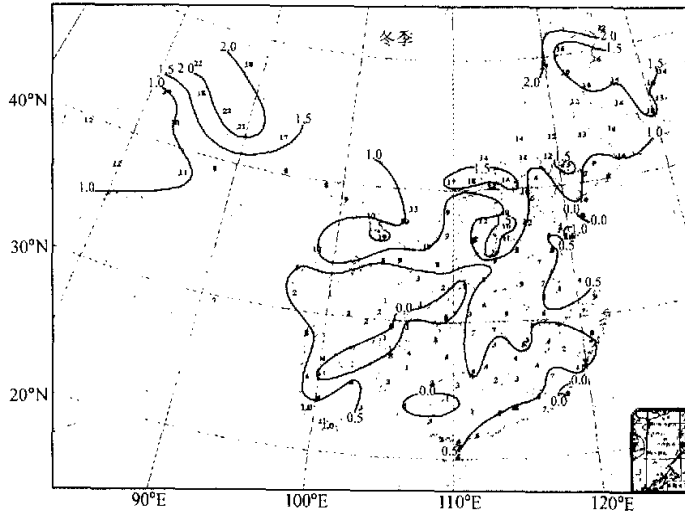


图3 全国冬季(11~2月)平均气温(1981~2000年)-(1951~1980年)差值分布(单位: 10^{-1}°C)

三北地区, 增温在 1.5°C 以上分布在黑龙江、内蒙古北部、新疆北部, 最大增温中心为 2.2°C 在黑龙江的呼玛、新疆的塔城和乌鲁木齐。 $0.0\sim-0.4^{\circ}\text{C}$ 的降温区域只是在四川东部的狭窄区域, 较年降温区收缩很多。全国其他地区大都增温在 $0.0\sim1.0^{\circ}\text{C}$ 之间, 实际上增温的幅度由北向南是递减的, 基本是 $-\Delta t/\Delta n=0.5^{\circ}\text{C}/10$ 纬度, 即每 10° 纬距降低 0.5°C 。

4.2 20 世纪 80 年代以来春季气温变化特点

同样对春季(3~5月)20世纪80年代后与80年代前30年春季气温差值比较(图4)。由图4可见, $>1.0^{\circ}\text{C}$ 的主要增温区分布在内蒙古北部、黑龙江、吉林、辽宁、河北和新疆西北部; 最大增温中心在内蒙古北部海拉尔(2.0°C), 其次是图里河(1.7°C)、呼玛(1.6°C)。降温区域($0.0\sim-0.5^{\circ}\text{C}$)较冬季范围扩大, 其分布在四川、贵州、云南北部和广西北部。另外华东、华北和河南、湖北东部增温也在 0.5°C 以上, 其他区域增温在 $0.1\sim0.5^{\circ}\text{C}$ 之间。从全国变化形势来看, 增温的幅度由东北向西南是递减的, $-\Delta t/\Delta n=0.5^{\circ}\text{C}/5$ 纬度。

4.3 20 世纪 80 年代以来夏季气温变化特点

同样做夏季(6~8月)20世纪80年代后与80年代前夏季气温变化差值比较(图5)。由图5所见全国增温不明显, 幅度较冬季大大减小。增温 $0.5\sim0.9^{\circ}\text{C}$ 的区域分布在黑龙江、吉林中部、辽宁西部、内蒙古中部和河北省。降温区域在中国中部, 其中包括山东南部、河南、陕西南部、四川东部、贵州东部、湖南、江西北部、浙江西部、湖北、安徽、江苏和新疆大部等地; 最大降温中心在湖北西部, 降温 1.2°C 。其他地区增温在 $0.0\sim0.5^{\circ}\text{C}$ 之间, 变化不大。因此从全国范围来讲温度升降幅度不大, 北部稍有升温南部略有降温。黑龙江升温基本在 0.5°C 左右, 同辽宁、吉林、华北区北部相同。

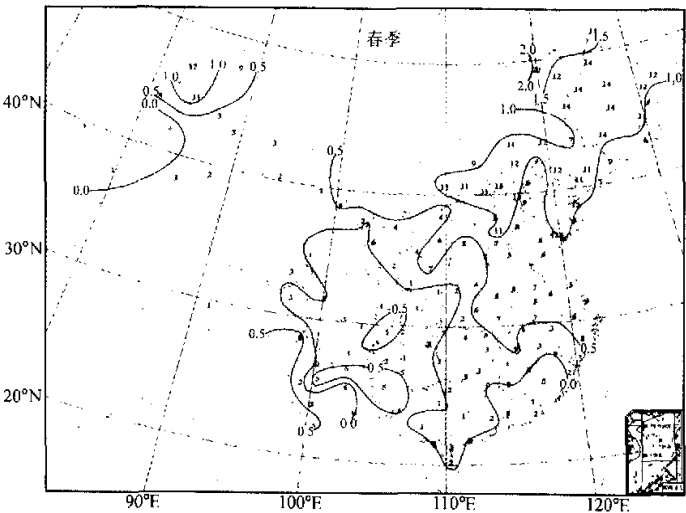


图4 全国春季(3~5月)平均气温(1981~2000年)-(1951~1980年)差值分布(单位: 10^{-1}°C)

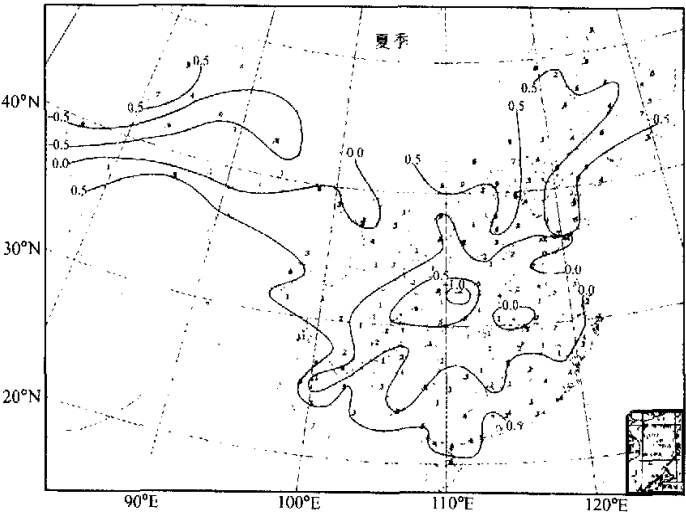


图5 全国夏季(6~8月)平均气温(1981~2000年)-(1951~1980年)差值分布(单位: 10^{-1}°C)

4.4 20世纪80年代以来秋季气温及变化特点

同样做秋季(9~10月)20世纪80年代后与80年代前秋季气温变化差值比较(图6)。由图6可见全国除四川东部、贵州大部、湖北西部、湖南大部、广西西部、新疆西南部及东部略有降温外,全国大部分地区略有升温,幅度在 $0.0\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间。升温超过 1.0°C 的只有内蒙古的呼和浩特、河北的张家口、北京、以及新疆的塔城和乌苏。黑龙江升温不明显在 $0.3\sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 之间,不如辽宁、吉林、华北区上升幅度大。

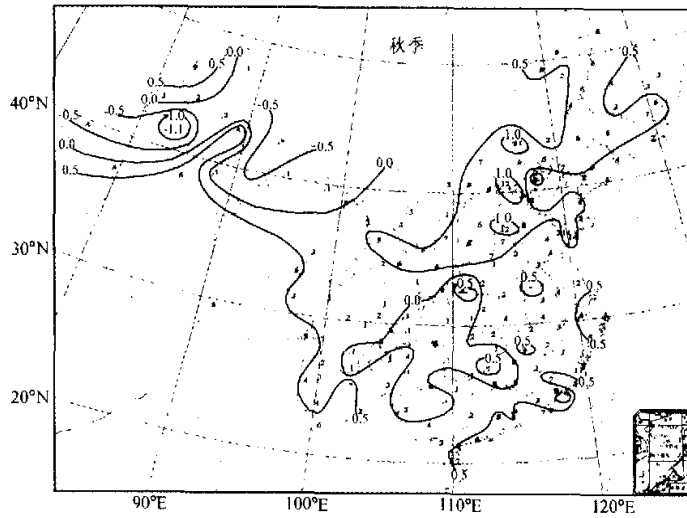


图 6 全国秋季(9~10月)平均气温(1981~2000年) - (1951~1980年)差值分布(单位: 10^{-1}°C)

5 黑龙江省气温与全球、北半球的变化关系

做 1881~1995 年哈尔滨年平均温度 10 年滑动变化与北半球平均气温的 10 年滑动值, 全球年平均 1880~1994 年的 10 年滑动平均(图略)。可见哈尔滨以及北半球和全球气温基本在 1881~1925 年为冷期, 1902 年前后有一短时期回暖, 哈尔滨气温上升幅度大大超过北半球和全球。1926 年以后, 哈尔滨基本处在气温上升期的暖时段里, 在此段时期内 1931~1940 年为稍暖时期, 而北半球和全球气温处在偏暖时期是近 120 年来第二个温暖时期。1941~1945 年哈尔滨有一个短时段的冷期, 而北半球和全球气温处在暖期的降温期, 但温度仍然偏高。1947 年后~1967 年哈尔滨开始进入第二个温暖期, 气温高于常年 0.4°C , 北半球和全球气温处在由暖转冷期, 而且降至负距平以下。1968~1977 年哈尔滨处在相对冷期中, 此期从 1951 年高温后气温开始下降至 1967 年, 而此段北半球和全球气温也处在下降冷期中, 较常年偏低。从 1978 年后至 1994 年哈尔滨以及北半球和全球同处在高温的时段里, 哈尔滨在 1982~1994 年期间气温较常年提高 $0.8\sim 0.9^{\circ}\text{C}$, 处在第三个最温暖时期, 北半球提高 0.3°C , 全球提高 0.4°C ; 特别是 1991 年后 10 年哈尔滨上升 2.2°C , 1998 年更达 6.1°C , 创下历史极值。因此, 1980 年以来哈尔滨年平均气温为全球增暖幅度较大城市之一。

6 50 年以来黑龙江省与全国及其北、中、南部气温变化的比较

为更好的比较黑龙江与全国及其区域气温变化, 同样用全国 160 站气温资料, 将黑龙江省 9 个站气温平均与北部区(包括黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、

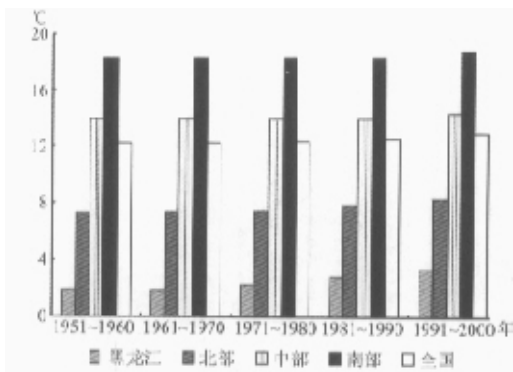


图7 黑龙江和中国北部、中部、南部以及全国 10 年平均气温变化 (1951~2000 年)

陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆等 11 个省区), 中部区 (包括山东、江苏、安徽、河南、湖北、四川、西藏等 7 个省区), 南部区 (包括浙江、福建、广东、江西、湖南、广西、贵州、云南等 8 个省区), 即基本是黄河以北为北区, 长江以北黄河以南为中部和长江以南为南区, 依次做每 10 年年平均气温变化直方图 (图 7)。由图 7 可见黑龙江在 20 世纪 50、60、70 年代气温基本无大的变化, 80 年代气温明显上升, 由 50、60 年代平均 1.9 °C 上升至 2.8 °C, 90 年代上升至 3.3 °C, 50 年来增幅 1.4 °C。50~70 年

代北部、中部、南部区及全国气温基本无变化, 80 年代北部上升 0.4 °C, 全国上升 0.2 °C, 中部、南部无变化。90 年代北、中、南部及全国均上升 0.4 °C。因此来说 90 年代全国气温普遍上升, 黑龙江上升幅度略高于其他地区。比较 50 年代以来上升幅度, 除黑龙江外, 其次为北部区上升 1.0 °C, 中部和南部仅上升 0.4 °C。

7 小结

事实表明黑龙江在近 120 年气温变化过程中, 20 世纪 80 年代以来是最暖时期, 上升幅度达 1.4 °C, 而且 80 年代以来无论是年、冬、春季都成为全国增暖中心, 此间又与北半球全球气温变化同步。是自然变率还是人类活动影响, 或是两者叠加, 这是我们所要研究的问题。今后在相当长时期内气温还会继续上升, 摆在我们面前的是如何治理环境, 限制温室气体排放, 统一规划等问题。

参 考 文 献

- 1 符凉斌、黄燕, 亚洲的全球变化问题, 气候与环境研究, 1996, 2 (1), 97~112.
- 2 Houghton, J. 著 (英), 全球变暖, 戴晓苏、石广玉、董敏、耿全震译, 北京: 气象出版社, 2001.
- 3 林而达、李玉娥, 全球气候变化和温室气体清单编制方法, 北京: 气象出版社, 1998.
- 4 中国气候变化国别研究组, 中国气候变化国别研究, 北京: 清华大学出版社, 2000.
- 5 林而达、张厚瑞、王京华, 全球气候变化对中国农业影响的模拟, 北京: 中国农业科技出版社, 1997.
- 6 张水勤、缪启龙, 气候变化对区域经济的影响及其对策研究, 自然灾害学报, 2001, 10 (2), 121~126.
- 7 潘华盛、张桂华等, El Nino 和西伯利亚高压对黑龙江省气候变暖的影响, 自然灾害学报, 2001, 10 (4), 234~239.
- 8 龚道溢, 气候变暖与我国夏季风险, 自然灾害学报, 1995, 4 (2), 11~15.
- 9 陈起英、俞永强、郭裕福、张学洪, 温室效应引起的东亚区域变化, 气候与环境研究, 1996, 2 (1), 113~123.
- 10 王明星, 关于温室气体浓度变化及其引起的气候变化的几个问题, 气候与环境研究, 2000, 5 (3), 329~

332.

- 11 邹立尧, 符拉迪沃斯托克的气温资料的订正, 黑龙江气象, 1995, (4), 15~17.

A Preliminary Analysis of Climate Warming in Heilongjiang Province Since the 1980s

Pan Huasheng, Zhang Guihua, and Xu Nanping

(*Meteorological Center of Heilongjiang Province, Harbin 150030*)

Abstract Using observed data, the climate warming in Heilongjiang Province since the year of 1881 has been analyzed. Results show that the Heilongjiang Province climate has changed to warm since the 1980s, the mean annual temperature rised by 1.4 °C. The temperature break occurred about in 1990. Comparing the annual and the four season's average temperature change tendency of Heilongjiang Province with that of China, the Northern Hemisphere and global, we concluded that the warmest center of the year and winter located in Heilongjiang Province and the warmest center of spring located in north Inner Mongolia and Heilongjiang Province; but temperature departure in summer and autumn was not obviously, yet, it had increasing tendency. Actually, in nearly fifty years, the temperature in Heilongjiang Province and most part of China did not rise obviously from the 1950s to the 1970s, but the temperature of Heilongjiang Province raised obviously in the 1980s and became much warmer in the 1990s.

Key words: Heilongjiang Province; climate warming; spatiotemporal change