

# 近 40 年中国气候生长期的变化\*

徐铭志 任国玉

(国家气候中心, 北京 100081)

## 摘 要

利用中国 642 个站点 1961 ~ 2000 年的逐日平均气温记录, 分析研究了 1961 ~ 2000 年气候生长期的变化趋势。结果表明, 在近 40 年中, 气候生长期在全国范围平均增加了 6.6 天, 北方地区平均增加 10.2 天, 南方地区平均增加 4.2 天, 青藏高原增加最多, 达到 18.2 天。20 世纪 90 年代是气候生长期增加最大, 增长最明显的时期, 1998 年是近 40 年气候生长期最长的年份。对气候生长期变化趋势空间分布特点的进一步分析表明, 华北和青藏高原北部是气候生长期增加最大, 增长最明显的地区, 尤其以河北省和青海西北部最为显著。南方各省份除了四川西北、云贵高原、安徽、江苏外, 其它地区的气候生长期变化趋势不明显。  
关键词: 全球变暖 气候生长期 趋势变化 中国

## 引 言

20 世纪全球气候变暖已经是不争的事实。IPCC 第一工作组的报告认为, 全球平均温度在 20 世纪期间增加了  $0.4 \sim 0.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在仪器记录时期, 20 世纪 90 年代很可能是最暖的 10 年, 1998 年很可能是最暖的 1 年<sup>[1]</sup>。温度升高引起的地球环境的变化改变了全球许多地方的物候现象<sup>[2~7]</sup>。

IPCC 综合报告认为, 在北半球, 特别是在高纬度地区, 生长期在过去的 40 年中每 10 年大约变长 1 到 4 天<sup>[8]</sup>。Menzel 等人利用 1959 ~ 1993 年国际物候花园 (IPG) 里观察到的资料得出欧洲的生长期增长了 10.8 天, 他们的物候模式还显示这就是由温度升高引起的<sup>[5]</sup>; Myneni 等人利用 1981 ~ 1991 年的卫星资料, 估计北半球的生长期提前了  $8 \pm 3$  天, 延迟了  $4 \pm 2$  天<sup>[6]</sup>。国内的一些学者对这些问题也予以了关注, 从不同角度对我国的气候和物候变化进行了研究<sup>[9~17]</sup>, 但系统分析我国生长期变化的研究还很少。本文尝试从界限温度起讫时间的角度入手, 采用我国系统的地面观测记录, 对中国大陆 1961 ~ 2000 年的气候生长期变化趋势进行研究。这项研究将有助于进一步分析我国陆地生态系统对于全球气候变化的响应及其未来演化趋势。

## 1 方法和资料

影响植物生长期的因素很多, 温度是其中的一个关键因子。本文按照在农业气候分

\* 国家“十五”科技攻关课题: 全球与中国气候变化的检测和预测(2001 BA611 B-01) 资助。

2002-07-17 收到, 2003-08-20 收到修改稿。

析中经常使用的界限温度,采用气候生长期来研究中国过去 40 年植物生长期的变化情况。理论上讲,气候生长期应针对不同作物对温度的特殊要求进行确定;这里,结合我国的种植制度和现实状况,主要研究日平均气温稳定通过  $0^{\circ}\text{C}$  的气候生长期。气候生长期的始日定义为 5 日滑动平均气温  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  的日期,终日定义为 5 日滑动平均气温  $< 0^{\circ}\text{C}$  的日期。气候生长期以天数表示。

资料来源于中国气象局国家气象中心资料室提供的全国 726 个测站的逐日平均气温记录。为了保证资料的均一性,剔出了存在缺测问题以及时间覆盖不够的测站,统一选取了 642 个站点 1961 ~ 2000 年的逐日平均气温记录,进行统计分析(图 1)。

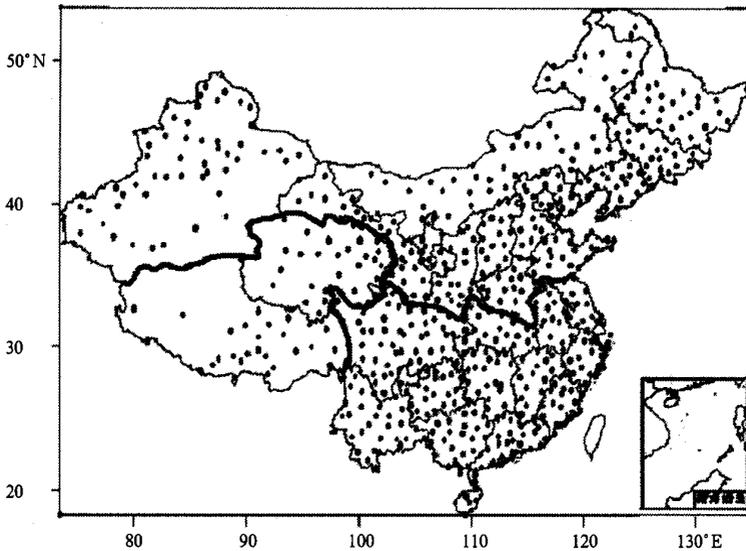


图 1 站点分布与区域划分

按照上述定义,计算了 642 个站点 1961 ~ 2000 年的逐年气候生长期,再将 642 个站的气候生长期按年对应进行算术平均,得出中国 1961 ~ 2000 年的逐年气候生长期,绘制出中国 1961 ~ 2000 年气候生长期的变化图,并作了一次线性趋势拟合。为了更清楚的反映气候生长期的年际和年代际变化特点,分别计算了 1961 ~ 2000 年期间全国以及北方、南方和青藏高原逐年气候生长期的距平,并绘制成图。由于中国地域广阔,为了揭示区域差异,按区域自然地理特点和行政单元把全国分成青藏高原(青海和西藏)、北方(秦岭与淮河以北省区)和南方(秦岭与淮河以南省区)3 大区域(图 1),然后按上述相似方法分别对各区域气候生长期进行了计算和分析。

此外,为了描述气候生长期变化的空间特征,利用参考文献[18][19]的方法,分别计算了 642 个站点 40 年(1961 ~ 2000 年)的气候生长期的趋势系数,并绘制了等值线分布图。

## 2 结果及其分析

图 2 给出了中国 1961 ~ 2000 年期间全国以及北方、南方和青藏高原气候生长期的逐

年变化及其线性趋势。

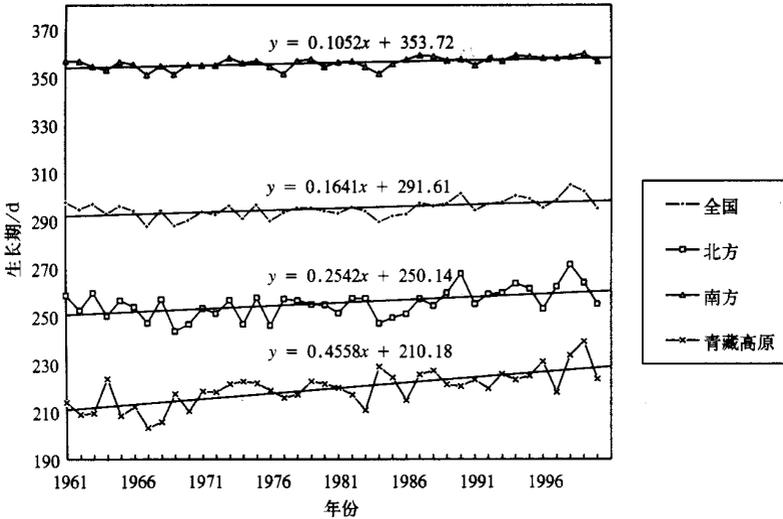


图2 中国1961~2000年气候生长期变化

可见,从1961~2000年,无论是全国范围,还是在各大区域内,中国的气候生长期都有较为明显的增加趋势。一次线性趋势拟合所得的变化倾向率全国为0.1641,北方、南方和青藏高原分别为0.2542、0.1052、0.4558。因此,在40年中,气候生长期在全国范围增加了6.6天,北方地区增加了10.2天,南方地区增加了4.2天,在青藏高原则增加了18.2天。显然,在高纬度地区的北方和高海拔的青藏高原,气候生长期的增加更为明显,青藏高原是40年来气候生长期增加最快的地区。

图3分别给出了中国1961~2000年期间全国以及北方、南方和青藏高原逐年气候生长期的距平。

可见,从年际和年代际变化特点看,20世纪60年代,全国的气候生长期呈缩短趋势,各个地区的最小值均出现在60年代末;70年代初,全国气候生长期都有明显增加,恢复到多年平均水平;但随后的变化,各地区间稍有不同,其中南方地区和青藏高原在整个70年代,气候生长期相对比较稳定,围绕多年平均上下波动,而全国和北方地区在70年代初期回升到多年平均后,气候生长期又有了明显的缩短趋势,到70年代中后期才恢复到多年平均水平;80年代以后,除在80年代中期有一个明显的缩短外,气候生长期总体上呈现上升趋势,特别是从80年代中后期一直到20世纪末,除个别年份,气候生长期的增长都非常显著;但到2000年,气候生长期似乎又有缩短的趋势。

在各个地区,气候生长期的极值出现的时间也比较一致或接近。全国气候生长期的极大值和极小值分别出现在1998年和1967年;北方地区气候生长期的极大值和极小值分别出现在1998年和1969年;南方地区和青藏高原的气候生长期的极大值和极小值都分别出现在1999年和1967年。

虽然从全国和各个地区看气候生长期的年际和年代际变化趋势是一致的,但变化的

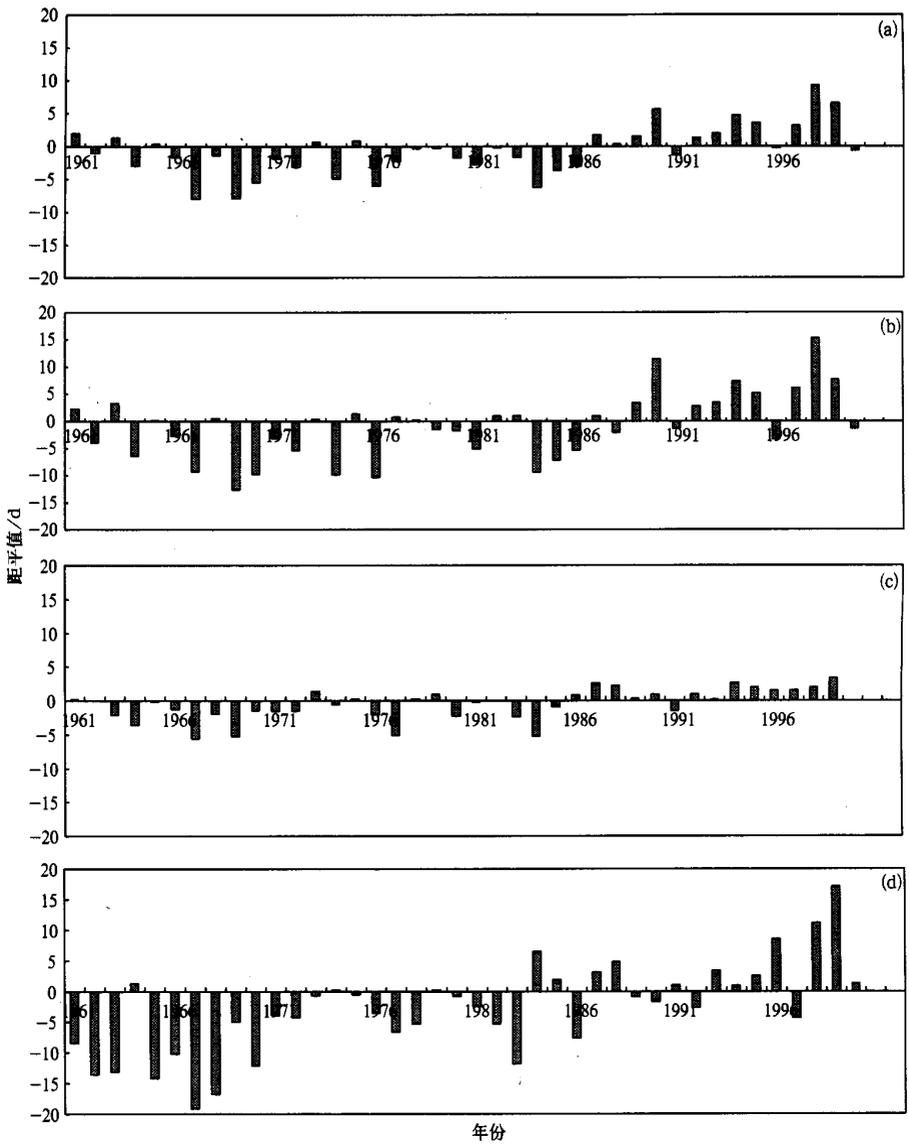


图 3 逐年气候生长期距平(1961 ~ 2000 年)  
 (a) 全国 ,(b) 北方 ,(c) 南方 ,(d) 青藏高原

程度还是存在很大差异。在北方和青藏高原,气候生长期的变化幅度比南方要大得多,其中青藏高原是变化幅度最大的地区,气候生长期的最长与最短年相差 36 天,北方地区极端值变幅也可达 28 天。

图 4 表示近 40 年气候生长期的趋势系数等值线。在 40 年中,除新疆西北部和青海、四川、甘肃三省交界附近等局部地区出现零趋势和负趋势外,全国其它地区均为正趋势。北方地区和青藏高原的变化趋势大于南方地区。在北方,除吉林近海、甘肃西北、新疆西北、青海东南和内蒙古的局部地区外,其它地区的趋势系数都在 0.2 以上,在东北、华北、

西北、青藏高原上更是出现了趋势系数大于 0.3 的广大地区,其中青海西北、新疆东南、河北和山东的气候生长期趋势系数超过了 0.4。在南方各省份,除与高原接壤的四川西北及苏北、皖北外,其它地区的变化趋势都很小,其中浙江南部、江西南部、四川东部,以及福建、广东、广西、贵州、云南等地变化趋势尤其不明显。出现这种情况除了南方温度增暖幅度确实较小外,主要是和这些地区日平均气温常年都在  $0^{\circ}\text{C}$  以上有关本文定义的气候生长期难以恰当地表现其随时间的演化有关。在云南和贵州交界处,有趋势系数高于 0.2,甚至大于 0.3 的地区,这应与云贵高原的海拔高度较大有关。

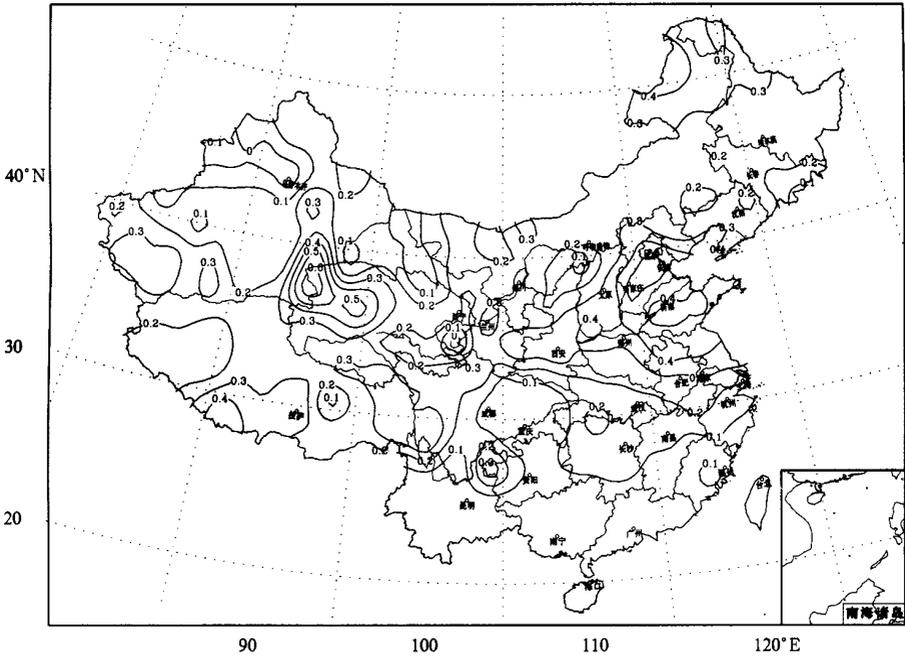


图 4 中国 1961 ~ 2000 年气候生长期趋势系数等值线

### 3 讨论和结论

在 1961 ~ 2000 年的 40 年中,全国平均气候生长期增加了 6.6 天,其中南方地区增加 4.2 天,北方地区增加 10.2 天,青藏高原地区则增加了 18.2 天。

IPCC TAR 第二工作组报告提到的有关生长期变化的研究成果<sup>[20]</sup>,不同程度的与本文的计算结果接近。其中,除了青藏高原地区稍大以外,我国全国和南方、北方分区的气候生长期的增长范围都在 IPCC 给出的北半球生长期变幅之内(1.2 ~ 3.6 d/10a);我国北方地区的气候生长期的变化情况和欧洲的极为相似;由于美国没有给出具体的生长期的变化天数,所以不好与其比较。

20 世纪 90 年代是我国气候生长期增长最明显的时期,1998 年是我国 1961 ~ 2000 年中气候生长期最长的年份。这也和 IPCC TAR 第一工作组报告中认为的 20 世纪 90 年代

很可能是近 140 年中最暖的 10 年,1998 年很可能是最暖的 1 年的结论<sup>[1]</sup>相吻合。

从气候生长期变化趋势的地区差异看,我国北方地区和青藏高原增加趋势明显,这和近 40~50 年地面气温增温速率的空间分布特点也是一致的<sup>[21]</sup>。全国气候生长期的变化趋势和北方地区的更为相似。这应与北方地区站点多(312 个)、变化也大(10.2 天),而南方地区站点虽较多(271 个)、变化却小(4.2 天),青藏高原变化虽大(18.2 天)、站点却比较少(59 个)的事实有关。

本文对气候生长期变化特点和趋势的分析是初步的,今后还需要改进和完善。首先,气象观测站点的分布还存在着不均匀性,特别是在我国西北和青藏高原地区,观测站的密度还比较稀;在站点分布不是很均匀的情况下,应该采用内插到格点上的资料进行全国或区域平均,但本文只是采用对区域内所有站点进行算术平均的方法。其次,许多气象台站在 1961~2000 年期间曾有过迁址,部分站点存在着观测方法的变化,造成资料序列的不连续性,也会对计算的气候生长期变化产生一定影响,需要今后研究中予以考虑。最后,我国北方和青藏高原地区现有台站中的城市站均不同程度存在城市热岛效应增强问题;已有的研究成果指出城市化对气温变化的影响主要是对大城市,而且主要集中在冬季和春季<sup>[22]</sup>,城市化对上海气温的影响约为  $0.20\text{ }^{\circ}\text{C}/29\text{ a}$ <sup>[23]</sup>,对北京气温的影响约为  $0.21\text{ }^{\circ}\text{C}/33\text{ a}$ <sup>[24]</sup>,所以本文给出的气候生长期变化趋势估计很可能偏高了;但本研究没有给出确切的城市热岛影响量值。根据以下三方面的情况:①气候生长期的定义——气候生长期是以天数表示,它的长短实际上主要取决于春季和秋季,②计算方法上做了 5 天平滑,③所选站点绝大多数是中小城市,我们估计热岛效应影响的量级可能不会很大。

尽管存在上述问题,今后还需要深入研究,但我们对资料时空分布的非均一性问题进行了初步考虑,保证了观测台站时空覆盖的相对一致性,所计算的气候生长期变化同前人的研究成果具有可比性,其总体特点或趋势基本上是可信的。这一研究对于进一步分析我国农业、林业和生态环境系统对全球气候变化的响应具有实际意义。

致谢:叶殿秀、陈军明、邹旭凯、刘艳、孙霞、黄辉为本文的完成提供了诸多帮助,在此一并感谢。

## 参 考 文 献

- 1 Houghton J T, Ding Y, Griggs D J, et al. Climate Change 2001: the Scientific Basis. United States of America: Cambridge University Press, 2001. 881.
- 2 Brown J L, Li S, Bhagabati N. Long-term trend toward earlier breeding in an American bird: a response to global warming? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1999, **96**: 5565~5569.
- 3 Crick H Q P, Sparks T H. Climate change related to egg-laying trends. *Nature*, 1999, **399**: 423~424.
- 4 Crick H Q P, Dudley C, Glue D E, et al. UK birds are laying eggs earlier. *Nature*, 1997, **388**: 526.
- 5 Menzel A, Fabian P. Growing season extended in Europe. *Nature*, 1999, **397**: 659.
- 6 Myneni R B, Keeling C D, Tucker C J, et al. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 - 1991. *Nature*, 1997, **386**: 698~702.
- 7 Walther G R, Post E, Convey P, et al. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 2002, **416**: 389~395.
- 8 Watson R T, Albritton D L, Barker T, et al. Climate Change 2001 - Synthesis Report. United States of America: Cambridge University Press, 2001. 46.

- 9 张翼. 中国活动积温对气候变暖的响应. 地理学报, 1994, 49(1): 27~36.
- 10 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来温度变化. 气象, 1994, 20(12): 19~26.
- 11 周自江, 王颖. 中国近 46 年冬季气温序列变化的研究. 南京气象学院学报, 2000, 23(1): 106~112.
- 12 张厚理. 我国种植制度对全球气候变化响应的有关问题, I 气候变化对我国种植制度的影响. 中国农业气象, 2000, 21(1): 9~13.
- 13 赵茂盛, 符凉斌. 应用遥感数据研究中国植被生态系统与气候的关系. 地理学报, 2001, 56(3): 287~296.
- 14 向波, 缪启龙, 高庆先. 青藏高原气候变化与植被指数的关系研究. 四川气象, 2001, 21(1): 29~36.
- 15 陈效速, 张福春. 近 50 年北京春季物候的变化及其对气候变化的响应. 中国农业气象, 2001, 22(1): 1~5.
- 16 张核真, 马玉才. 西藏地区近四十年积温变化的动态分析. 西藏科技, 2000, (4): 58.
- 17 沙万英, 邵雪梅, 黄玫. 20 世纪 80 年代以来中国的气候变暖及其对自然区域界线的影响. 中国科学(D), 2002, 32(4): 317~326.
- 18 施能, 陈家其, 屠其璞. 中国近 100 年来 4 个年代际气候变化特征. 气象学报, 1995, 53(4): 431~439.
- 19 任国玉, 吴虹, 陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征. 应用气象学报, 2000, 11(3): 322~330.
- 20 McCarthy J J, Canziani O F, Leary N A, et al. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. United States of America: Cambridge University Press, 2001. 246~247.
- 21 王绍武, 董光荣. 中国西部环境特征及其演变. 见秦大河主编. 中国西部环境演变评估(第一卷). 北京: 科学出版社, 2002. 29~70.
- 22 赵宗慈. 近 39 年中国的气温变化与城市化影响. 气象, 1991, 17(4): 14~16.
- 23 葛向东, 赵咏梅. 城市化对上海的增温效应. 云南地理环境研究, 1999, 11(1): 44~50.
- 24 陈沈斌, 潘莉卿. 城市化对北京平均气温的影响. 地理学报, 1997, 52(1): 27~36.

## CHANGE IN GROWING SEASON OVER CHINA: 1961—2000

Xu Mingzhi Ren Guoyu

(National Climate Center, Beijing 100081)

### Abstract

Using daily temperature data at 642 stations in China mainland from 1961 to 2000, the decadal variation and change trend in temperature-defined growing season over the past 40 years were analyzed. The growing season increased 6.6 days in China as a whole, 10.2 days in the northern China, and 4.2 days in the southern China. The largest increase in growing season, 18.2 days for the period, occurred in the Qinghai-Xizang Plateau. The most rapid increasing of growing season was in the 1990s, and 1998 is likely to be a year with the longest growing season in past 40 years.

**Key words:** Global warming Growing season Change trend China mainland