

全球温度变化对我国降水的影响^{*}

张素琴 任振球 李松勤

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

该文计算了1951—1991年我国160个站年降水量与全球气温的交叉谱,得到在10—30年周期上我国降水量与全球温度变化的正、负相关区可分为界线分明的几个区,其中最明显的分界线位于我国半干旱区的中轴附近.在此线以北和以西的西北、内蒙和东北北部,降水量与全球温度呈同步演变趋势;在此线以南和以东的大部分地区,降水量与全球温度变化趋势相反.上述分界线恰好是我国盛夏夏季风的平均北界,表明我国降水分布对全球温度变化的响应与东亚夏季风的强弱变化有关.

关键词:全球温度;中国降水;交叉谱.

1 引 言

政府间气候变化专门委员会提出的气候变化科学评估报告指出^[1],从1980年到1989年间,全球气温线性趋势的增温率为 0.5°C .随着大气中 CO_2 含量的增加,一些气候模式计算预示,今后40年全球气温仍将继续上升.在全球变暖的大背景下,各地的干湿变化趋势如何?降水量是增加还是减少,是出现暖湿、冷干型,还是暖干、冷湿型,这对各国农业生产和国民经济将有重大的影响.一些气候模拟结果,表明全球气候的变暖,全球大部分地区的降水将有所增加,而中纬度地区的降水将减少,出现干旱化趋势.一些学者利用局部地区的温度与降水进行分析,得到气温升高则降水减少,即出现暖干、冷湿的结论.我们认为,在研究气候冷暖变化与干湿变化的关系时,如果用同一地区的温度与降水进行分析,必然会得到暖干、冷湿的结果.应当用全球气温与各地降水进行相关分析,从中找出全球温度变化时我国出现干旱或湿润的区域性变化趋势,以便为我国各地需要采取的相应对策提供确切依据.

全球气温变化必然引起季风带的移动,这对季风盛行区、季风边缘地区以及季风通常难以到达的干燥地区的降水状况所产生的影响将有所不同.我国处于季风区,因此,我国

1993年4月10日收到,1993年7月13日收到修改稿.

*“八五”国家913—02课题资助.

各地降水分布对全球增湿的响应可能有其明显的特征.

鉴于上述考虑,本文利用近 40 年来较为稠密的我国各地降水资料,着重分析当前全球温度变化对我国各地干湿趋势变化的影响及其物理联系.

2 资料处理和计算方法

本文采用全国 160 个站 1951—1991 年共 41 年的降水年总量和全球温度距平^[2]资料,首先进行 3 年滑动平均处理,以消除 3 年以下的高频振动,然后进行交叉谱分析^[3].

利用最大熵谱的突出分辨能力的特性,先对序列进行最大熵谱分析*,经滑动最大波数计算,在不同最大波数中,取最大谱值所对应的最大波数作为计算交叉谱的最大后延.

3 我国 160 站降水与全球温度变化的关系

考察全国 160 个站的年降水量与全球温度变化的关系,分析它们的协谱(反映两个时间序列在某一频率上的同位相相关程度),取 0—3 波低频段(相当于 10 年至 30 年左右的长周期)协谱符号基本一致的站进行点绘.有些站 0—3 波协谱的符号不一致,如果其中 0—1 波的谱值很高而其它波的谱值较低时,则以 0—1 波的符号点绘,如果各波谱值都不高,则该站不参加点绘.根据协谱符号的正、负,得到我国各站降水量与全球温度的正、负相关可划分为界线分明的几个区(见图 1).

其中,最明显的分界线是从长春—呼和浩特—兰州—昌都—一线,这一线正好位于我国半干旱区的中轴附近.在此线以北和以西的西北、内蒙至东北北部(简称北方区),降水的长趋势变化与全球温度变化为同位相正相关.正相关系数最大区在大兴安岭和乌鲁木齐附近.该区在全球增暖时降水增多,全球变冷时降水减少,即为暖-湿、冷-干型;相反,在此线以南和以东地区,以山东为中心的华北中、南部,东北南部(简称华北区)和以贵州为中心的长江以南大部地区(简称南方区),其降水量与全球温度变化趋势相反,即当全球变暖时降水量减少,全球变冷时降水量增多,为暖-干、冷-湿型.另外,长江中下游干流区、四川部分地区和东南沿海小范围地区的降水量与全球温度为相同变化趋势.以上结果,与陈隆勋等^[5]的部分结论相类似.

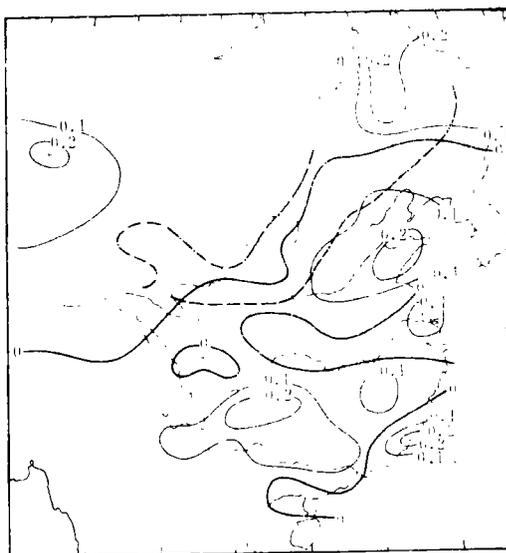


图 1 我国年降水量与全球温度在低频段的同位相相关(粗实线为正、负协谱分界线;细实线为等协谱线;虚线和点断线分别为现今的半干旱边界和荒漠边界^[4])

* 陈新强、张素琴. 时间序列多种谱分析程序包及熵谱分析的改进,油印本,1988.

图 2 给出图 1 中协谱值最大中心的嫩江、贵阳和潍坊的降水量与全球温度的交叉谱。由图可见,嫩江降水与全球温度在 0--4 波的低频段上,协谱和正交谱(反映在某一频率上两个序列相差 90°时的交叉相关关系)均为正值,协谱值明显高于正交谱值,表明两个序列在这一频段上有较好的同位相正相关,即在 7--28 年的长周期段上,嫩江降水量与全球温度呈同步演变趋势。在 1--4 波上,凝聚值达到或接近 0.05 的信度检验,表明这种关系

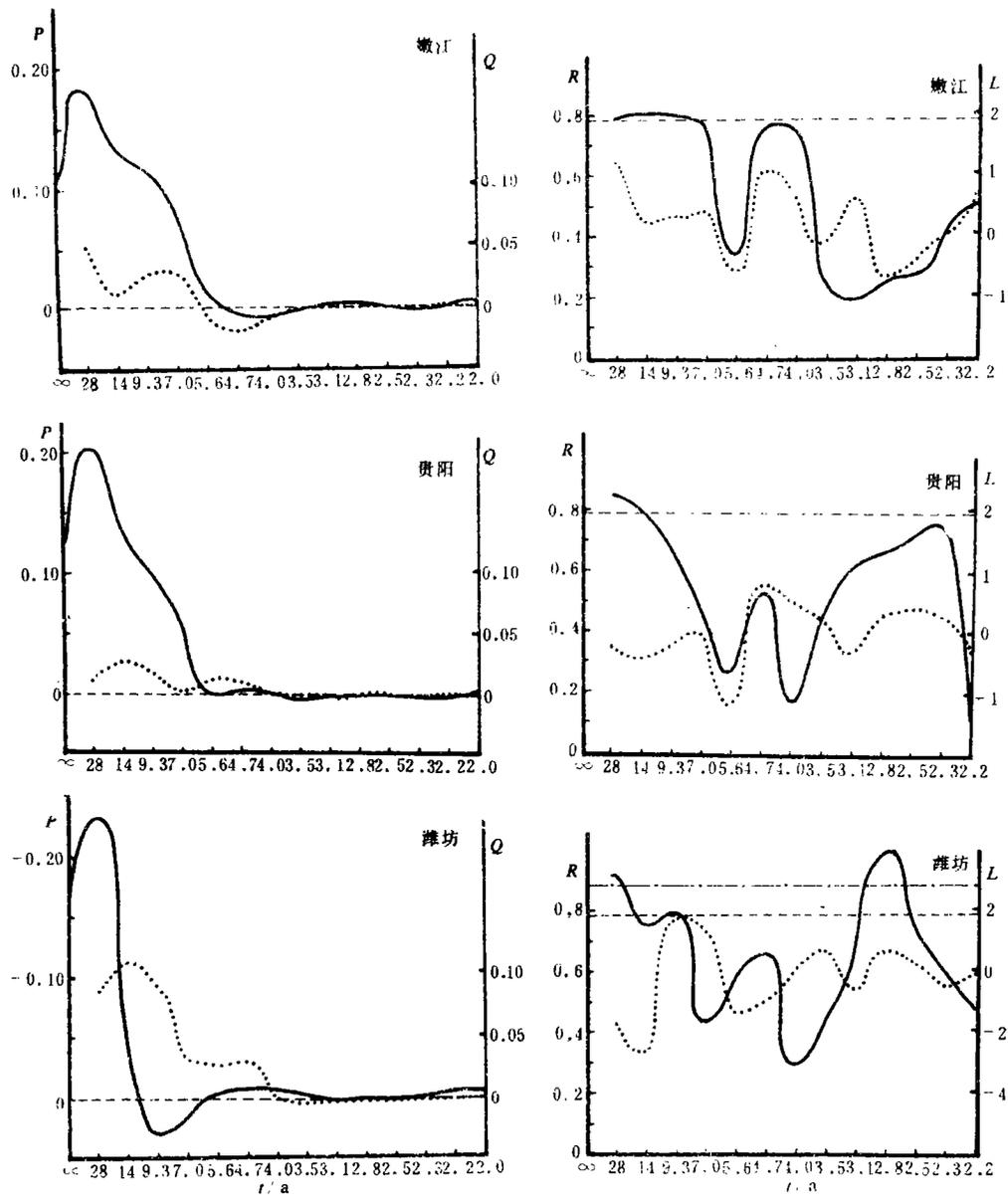


图 2 各区中心降水与全球温度的交叉谱 (左图:实线为协谱(P),点线为正交谱(Q).右图:实线为凝聚谱(R),点线为落后长度谱(L),虚线和点断线分别表示信度为 0.05 和 0.01 的凝聚检验谱)

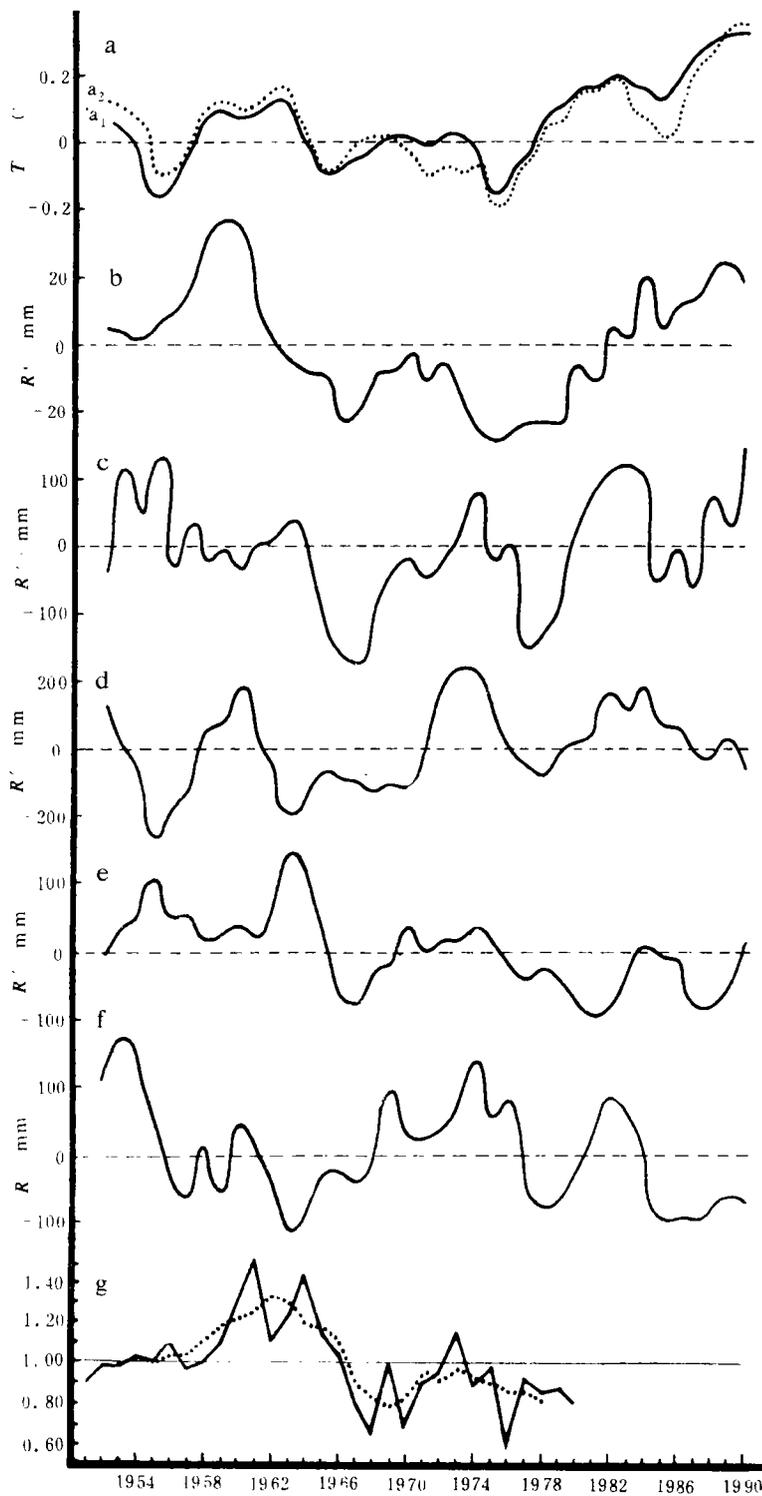


图3 各区平均降水量距平(R')与全球温度距平(T')及东亚季风指数的关系

是显著的. 贵阳的降水与全球温度在 0—4 波上则为同位相的负相关, 在 14—28 年的周期上, 凝聚值达到信度为 0.05 的显著性检验. 潍坊降水与全球温度在 0—1 波上协谱(负值)比正交谱(正值)明显, 在 2—6 波上则正交谱大于协谱. 表明在 28 年周期上两者以同位相负相关为主, 在 4.7—14 年周期上则有 90°位相差的正相关. 其凝聚值在 28 年和 9.3 年分别超过 0.01 和 0.05 的信度检验. 可见以上关系是显著的.

我们又计算了图 1 中协谱符号相同的各个区所包括的各站年降水量距平的平均时间序列, 并与全球温度和北半球温度(各序列均作 3 年滑动平均处理)作了比较, 如图 3 所示. 其中(a)温度距平(a_1 和 a_2 分别为全球温度和北半球温度距平), (b)北方区(包括 41 站), (c)长江中下游干流区(14 站), (d)东南沿海区(9 站), (e)华北区(33 站), (f)南方区(39 站), (g)东亚季风强度指数(点线为 5 年滑动平均).

由图 3 可以看到, 曲线 b 与 a 呈相当好的同步演变关系, 在 50 年代末至 60 年代初、70 年代末至 90 年代初, 全球温度为增暖期, 相应北方区为多雨时段; 50 年代中期、60 年代中期和 70 年代中期, 全球温度为 10 年尺度的低温时段, 相应北方区为少雨期; 80 年代中期在增暖期中有一相对弱的降温时段, 北方区的降水也出现多雨期中的少雨阶段. 长江中下游干流区(c)和东南沿海(d)的平均降水量与全球温度的演变趋势也基本相同. 华北区的平均降水量(e)与全球温度呈相反的趋势演变. 在全球温度的低值段, 50 年代中期、60 年代中期及 70 年代中期, 华北区为多雨时段, 80 年代中期少雨阶段中的相对多雨期也与北半球相对弱的降温时段相对应. 南方区的平均降水量(f)与全球温度也基本上呈反位相的变化.

综上所述, 全球温度变化与我国各地降水趋势不仅正、负相关区是成片出现的, 而且其分布特征相当清晰. 在我国西北、内蒙至东北北部的夏季风边缘地区, 即在平均的半干旱带中轴以北以西, 当全球变暖时降水同步增加, 变冷时降水同步减少. 而在半干旱带以南以东—夏季风盛行的湿润区, 除了长江中下游干流区和东南沿海等区域外, 大部分地区在全球变暖时降水减少, 全球变冷时降水增多.

4 全球温度变化对我国降水影响的讨论

由图 1 可见, 降水类型最明显的分界线是从长春至昌都一线, 在此线以北和以西的广大地区, 为暖-湿、冷-干型; 此线以南和以东的我国东部地区, 除范围较小的长江中下游干流区和东南沿海外, 为暖-干、冷-湿型. 降水的这种宏观分布类型, 与我国季风气候的性质以及季风活动的强弱变化有关.

高由禧等^[6]指出的以盛夏极锋最北位置为标志的我国夏季风的北界, 与图 1 中的荒漠区边界相一致. 而上述长春至昌都的降水类型分界线, 正处在我国半干旱区的中轴附近, 与高由禧等^[6]指出的我国 7—8 月极锋频率最大和次大带的平均位置大体吻合. 郭其蕴^[7]用海陆气压梯度表征季风强度, 建立了 1951—1980 年东亚夏季风的强度指数序列(图 3g). 由图 3 可以看到, 在全球变暖时期(50 年代末至 60 年代初), 东亚夏季风加强, 长春至昌都一线以北和以西的北方区降水增多, 此线以南和以东的大部分地区(华北区和南方区)降水减少; 反之, 在全球变冷时期(60 年代后期至 70 年代中期), 东亚夏季风减弱,

我国北方区降水减少,华北区和南方区降水有所增加,且后者大多较全球降温略有滞后.表明全球温度变化主要是通过夏季风的强弱而影响我国降水的布局.由此可以认为,全球温度的增暖,引起东亚地区夏季风增强(海陆温差加大),使夏季风的边界(冷暖空气辐合的锋区)向北,向内陆伸展,导致我国北方区降水增多.而本来就处在半干旱区南界附近的华北中、南部和东北南部地区,在其通常的雨季,夏季风边界在该区停留的时间可能缩短,而受副高控制的时间增加,从而引起这个地区降水减少.南方区在全球增暖时,可能由于冷空气势力较弱,到达我国南方的机会减少,由冷暖空气交绥造成的强降水减少,造成南方区降水趋势的减弱,反之,当全球温度下降时,随着夏季风的减弱,夏季风边界收缩,导致我国北方区降水减少.而华北区可能由于夏季风边界上极锋在该地停留时间增加导致降水增加.南方区的降水也会因为冷空气到达南方的机会增加而增加.

我们又对夏季(5—9月)和冬季(12—2月)的降水量与全球温度的关系进行了分析.结果表明,夏季的降水量与全球温度关系的分布特征与年降水量相似,而冬季的降水量分布特征则与年降水量基本相反(图略).冬季阿勒泰和大兴安岭地区降水与全球温度的负相关尤其明显,即暖与干、冷与湿相伴.表明北方区冬季风性质降水较为明显.

5 小 结

通过对41年来我国160个站年降水量与全球温度之间的交叉谱分析,得到在未来全球变暖(或变冷)的情况下我国降水的长周期演变状况:以我国半干旱区的中轴为界,在此线以北、以西的西北、内蒙和东北北部,降水量与全球温度为同步演变趋势,即为暖-湿、冷-干型;在此线以南和以东,除长江中下游干流区和东南沿海小范围区域之外,大部分地区降水量与全球温度变化趋势相反,为暖-干、冷-湿型.

我国降水的此种宏观分布对全球温度变化的响应与东亚夏季风的强弱变化有关.

参 考 文 献

- 1 WMO & UNEP Intergovernment Panel on Climate Change, 1990, Climate Change, The IPCC Scientific Assessment, New York: Cambridge University Press, 1990.
- 2 Houghton J. T., Callander B. A. and Varney S. K., Eds. Climate Change, 1992, The Supplementary Report to The IPCC Scientific Assessment. University of Cambridge Press, 1992. PP 200.
- 3 黄嘉佑、李黄. 气象中的谱分析. 北京:气象出版社, 1984, 96—117.
- 4 安芷生、吴锡浩、卢演涛等. 最近18000年中国古环境变迁. 自然科学进展——国家重点实验室通讯(试刊2), 1990, 167—173.
- 5 陈隆勋、邵永宁、张清芬等. 近四十年我国气候变化的初步分析. 应用气象学报, 1991, 2(2): 164—174.
- 6 高由禧等. 东亚季风的若干问题. 北京:科学出版社, 1963. 49—53.
- 7 郭其蕴. 东亚夏季风强度指数及其变化的分析. 地理学报, 1983, 38(1): 207—216.

THE INFLUENCE OF FLUCTUATION OF GLOBAL TEMPERATURE ON PRECIPITATION IN CHINA

Zhang Suqin Ren Zhenqiu Li Songqin
(*Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081*)

Abstract

The cross spectrum of precipitation in 160 stations of China and global temperature during 1951—1991 are calculated in the paper. It is found that there exists boundary lines which divide it into several areas, which is marked with positive or negative correlations between precipitation and global temperature. Among these lines, the most remarkable one locates exactly near the central axis of semi-arid region of China. North and west of the line; Northwest China, inner Mongolian and north part of Northeast China, the fluctuation of precipitation is synchronous with global temperature. South and east of the line, there exists negative correlation between precipitation and global temperature. The above demarcation line is just the mean northern boundary of summer monsoon in mid-summer in China. It indicates that the response of precipitation distribution in China to global temperature has relevance to intensity fluctuation of summer monsoon in East Asia.

Key words: Global temperature; Precipitation in China; Cross spectra.