

1994 2

ATMOSPHERIC SCIENCE RESEARCH AND APPLICATION

大气科学研究与应用

上海市气象科学研究所编辑

气象出版社 出版

《大气科学研究与应用》首届编审委员会名单

主 编: 秦曾灏 副 主 编: 朱永禔 徐一鸣

委 员 (以姓氏笔划为序)

王达文	王全发	王善型	王馥棠	叶榕生	朱永禔
朱盛明	严济远	林元弼	周曾奎	费 亮	胡伯威
徐一鸣	徐国昌	徐裕华	栾宝储	唐新章	奚熙贤
秦曾灏	黄 炎	黄福均	鹿世瑾	曹钢锋	游景炎
潘云仙	潘根发	滕中林			

大气科学研究与应用

(七)

目 录

论 文

- 大气环流对冬季黑潮蛇动响应的数值研究..... 刘秦玉 徐启春 秦曾灏 (1)
西北太平洋热带气旋频数年际变化与热带甚低频振荡的关系... 林有任 贺芳芳 (8)
土壤—大气界面热通量和水汽通量的数值计算
..... 刘树华 黄子琛 刘立超 冯金朝 (14)
北半球风暴轴的维持特征 邓兴秀 孙照渤 叶正青 (23)
环境基流变化对热带气旋移动的影响 朱永提 程戴晖 (31)
1993 年 5—8 月大气低频振荡和低频天气图的应用..... 周曾奎 杨秋明 (37)
我国干旱、半干旱区短期气候变化及突变分析 李月洪 (43)

技术报告

- 大尺度环流波动与东海热带低压发展的关系 钟 元 金一鸣 (51)
一种动力诊断与综合分析结合的热带气旋降水预报方案 唐章敏 沈树勤 (59)
近 30 年上海地区气温变化趋势和城市化增暖效应 卢文芳 赵焜荧 (64)
气象因子与土壤盐分关系的探讨 汪治澜 吴元中 王承澍 俞双恩 (73)
西风带与副热带系统对热带气旋路径的影响
..... 顾润源 朱官忠 李振海 单 华 (79)
近海热带气旋路径和强度的气候分析 邱君瑞 唐卓越 贺芳芳 (85)
上海区域气象中心的计算机通信网络系统 黄 炎 钱平方 (93)

短 论

- 一次冷锋和热带气旋倒槽暴雨的卫星云图分析..... 杨露华 (100)
大面积高产养殖罗氏沼虾的放养、收捕适宜期预测方法
..... 张玉碧 焦长权 金生仁 蔡雪珍 (105)
各种小型蒸发器对比观测结果的分析..... 闵 骞 (108)
1988 年华北盛夏多雨期的环流特征 游景炎 (112)

综 述

- 气候影响评价方法评述..... 戴晓苏 (116)

书 评

- 中国近海气候..... 秦曾灏 (123)

简 讯

- 气候信息为公众服务 (50)
GOES-8 气象卫星投入运行 (92)
NWS 将使用 Vaisala 公司的探空仪 (104)
综合探测系统..... (111)
大西洋气候变化计划..... (122)
单发射机双站双多普勒雷达网的矢量风..... (124)

Atmospheric Science Research and Application

(VII)

Contents

Articles

- A Numerical Study on the Response of Atmospheric Circulation to the Kuroshio's
Meander in Winter Liu Qinyu Xu Qinchun Qin Zhenghao (1)
- The Relationship Between the Interannual Variations of Tropical Cyclone Frequency
in the Northwest Pacific and Very Low-Frequency Fluctuation of Atmosphere
in Tropics Lin Youren He Fangfang (8)
- Numerical Calculation of the Fluxes of Heat and Moisture at the Soil-Atmosphere
Interface Liu Shuhua Huang Zichen Liu Lichao Feng Jinzhao (14)
- The Characteristics of the Maintenance of Northern Hemisphere Storm-Track
..... Deng Xingxiu Sun Zhaobo Ye Zhengqin (23)
- Effect of Variation of Environmental Basic Flow on the Motion of Tropical Cyclone
..... Zhu Yongti Chen Daihui (31)
- The Application of Atmospheric LF Fluctuation and LF Weather Charts During the Period
of May to August 1993 Zhou Zhenkui Xiang Qiuming (37)
- Analysis on Short-Range Climate Trend and Abrupt Change in the Arid and Semi-Arid
Region of China Li Yuehong (43)

Technical Reports

- The Development of Tropical Depression Over the East China Sea Related
to Large Scale Waves Zhong Yuan Jin Yiming (51)
- A Dynamical Calculation-Diagnostic Decision Scheme for Predicting
Tropical Cyclone Rainfall Amount Tang Zhangmin Shen Shuging (59)
- The Temperature Trend and the Warm-Up Effect of Urbanization
For the Shanghai Area During the Last Thirty Years Lu Wenfang Zhao Kunying (64)
- A Study on the Relation Between Meteorological Factor and Soil Salt
..... Wang zhilan Wu yuanzhong Wang chengshu (73)
- The Influence of Westerlies and Subtropical System to the Track of Tropical Cyclones
..... Gu runyuan Zhu guanzhong Li zhenhai Shan hua (79)
- Climatic Analysis on the Track and Intensity of Offshore Tropical Cyclone
..... Qin Jiarui Tang zhuoyue He Fangfang (85)
- The Computer Communication Network System in Shanghai Regional
Meteorological Center Huang Yan Qian Pingfang (93)

Short Contributions

- An Analysis of Satellite images for Torrential Rain Caused by Cold Front and
TC Inverted Trough Yang Luhua (100)
- A Method for Predicting Suitable Period of Breeding and Catching Prawns
with High Production at Large Area Zhang Yubi Jiao Changquan Jin Shengren (105)
- The Analysis for Contrast Observations to Different Types of Small Evaporation Gauges
..... Min Qian (108)
- The Characteristics of Atmospheric Circulation During the Rainfall Period
of Midsummer in 1988 in Northern China You Jingyan (112)

Reviews

- The Review of Approaches to Climate Impact Assessment Dai Xiaosu (116)

Book Review

- "Climate of the China Seas" Qin Zenghao (123)

Information

- Dial an Expert (50)
- Weather Satellite Soars into Orbit (92)
- Data Correction Part of NWS Modernization (104)
- The Integrated Sounding System (111)
- The Atlantic Climate Change Program (122)
- Vector Winds from a Single-Doppler Radar Network (124)

大气环流对冬季黑潮蛇动响应的数值研究*

刘秦玉 徐启春

秦曾灏

(青岛海洋大学物理海洋研究所 青岛 266003) (上海台风研究所 上海 200030)

提 要

本文利用一个大气环流模式就大气环流对由黑潮蛇动引起的北太平洋冬季海温异常的响应,做了八个月的数值积分试验。结果表明,大气环流对北太平洋冬季黑潮蛇动的响应,在中纬度地区以30—60天周期和在低纬度地区以60—90天周期的低频波形式出现;中高纬度地区长波与超长波相互转化;海温异常强迫作用通过低频波列影响全球大气环流;同时也对夏季西太平洋副高及我国东部降水产生重要影响。

关键词 海温异常 大气环流 低频波 冬季黑潮

一、 引 言

多年来众多的国内外气象和海洋工作者致力于海洋对大气环流的影响研究,取得了一系列的成果。这些研究已经从统计观测事实,发展到利用全球大气环流模式(AGCM)来模拟海洋对大气环流的影响,尤其集中地研究了低纬度地区的El Nino和南方涛动现象。Pitcher (1988)^[1]利用AGCM研究中纬度地区海温异常对大气环流的影响指出,大气环流的响应场在北半球中纬度是太平洋/北美型(PNA)。Frankignoul (1985, 1988)^[2-5]使用AGCM研究中纬度和副热带地区海温异常对大气环流的影响后指出,在对流层上部模式异常的空间尺度与实际气候异常的空间尺度一致,模式异常的振幅则小于气候异常的振幅,模式异常场是相当正压的,而且在纬向波数为3—5时最强。同时,Palmer和Sun (1985)^[6]使用英国气象局的AGCM研究了北大西洋纽芬兰(Newfoundland)附近的海温异常对大气环流的影响,也得到了类似的结论。李崇银等^[7]研究了冬季黑潮增暖对我国东部汛期降水的影响指出,冬季黑潮海表温度(SST)正异常,会使华北及东北汛期降雨量偏多。

作为北太平洋的西惯性边界流,黑潮以流速强,流量大,流辐窄,流路远和深度深而著称,并具有高温、高盐的特点。因此它的变异不仅对东中国海,而且对整个北太平洋的水文状况都有重要的影响。黑潮蛇动是黑潮变异中周期最长的一种变异,它可被视

* 本文1993年7月19日收到,1994年1月30日收到修改稿。本工作属国家自然科学基金委资助项目(4880229)。

为西惯性边界流多重平衡态的反映^[8]。因此,将与黑潮蛇动相对应的海温异常场作为北太平洋海温异常的一种典型场,通过数值试验,分析北太平洋冬季海温异常对大气环流的影响,不仅有现实的天气、气候意义,而且对进一步揭示黑潮蛇动与大气环流相互作用的机制也将有重要的启迪。

二、数值试验

本文用作数值试验的大气模式是中国科学院大气物理研究所大气科学和地球物理流体动力学实验室(LASG)所设计的(IAP-AGCM)一个两层有限差分全球大气环流模式。模式采用C-网格,水平分辨率为 $4^{\circ} \times 5^{\circ}$ 。时间步长为7.5分,模式中既包含长、短波辐射,感热,潜热,边界层作用以及大尺度凝结和对流凝结降水,蒸发等物理过程,也包含地形的作用。它能较准确地模拟1月和7月的气候,比较成功地模拟了大气环流季节性突变和南方涛动以及季节内(30—60天)振荡等等。

黑潮是北太平洋中最重要的一支暖流,它的变异会引起整个北太平洋温度场的变异。黑潮蛇动的出现会对北太平洋海温分布有重要的影响。每当黑潮蛇动发生时,其持续时间,弯曲路径和流速既有相似之处,又有所差别。根据36年(1951—1986)逐月平均表层海温场资料以及在这36年中黑潮蛇动现象对应的171个月^[9]逐月平均SST资料,得到SST的月平均异常场在黑潮蛇动的171个月内的平均值,此SST月平均异常场(图1)反映了黑潮蛇动对北太平洋SST分布的影响。这种影响使得西北太平洋增温,东北太平洋降温。这是因为黑潮蛇动经常发生在北赤道流和黑潮主流都较强的时期^[10, 11],伴随黑潮这支强暖流从南向北,输送热量较多,导致西北太平洋出现SST正距平;与此同时加利福尼亚流流量也较大,阿拉斯加环流加强,使东太平洋出现SST负距平。

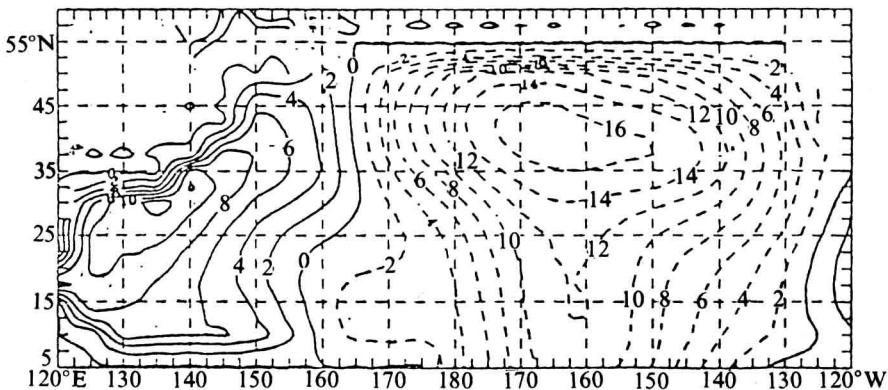


图1 黑潮蛇动所对应的表层海温SST异常分布图

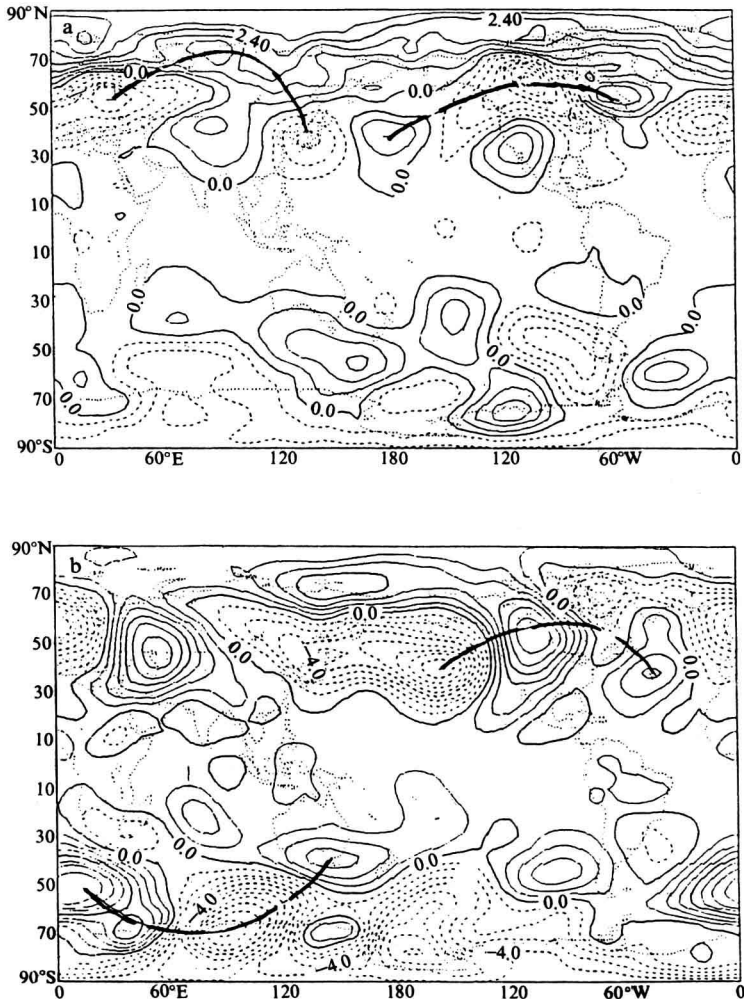
(图中等值线上标的数字单位为 0.1°C)

本试验采用IAP-AGCM 25年连续积分后第25年输出结果作为无海温异常强迫

作用时大气环流所对应的正常值, 此场记为 A 场。将 IAP-AGCM 中作为气候背景的海温场中 1、2、3 月海温场都分别与图 1 所示的异常场相加, 在只改变 1、2、3 月海温场而保持其它月份海温场不变的条件下, 重新利用 IAP-AGCM 进行从 1 月到 8 月的数值积分所得 500 hPa 形势场记为 B 场。此 B 场实际上是一种理想化的数值试验结果, 这种理想化试验所对应的现象是黑潮只在 1—3 月内发生蛇动, 4—8 月又恢复非蛇动状态。因此 $\Delta BA = B - A$ 就对应大气环流对冬季 (1—3 月) 黑潮蛇动所造成的北太平洋 SST 异常的响应场。下面通过分析 ΔBA 场的特征, 研究冬季黑潮蛇动对大气环流的影响。

三、结果分析

1. 冬季黑潮蛇动对大气环流的影响是以低频波列的形式出现。



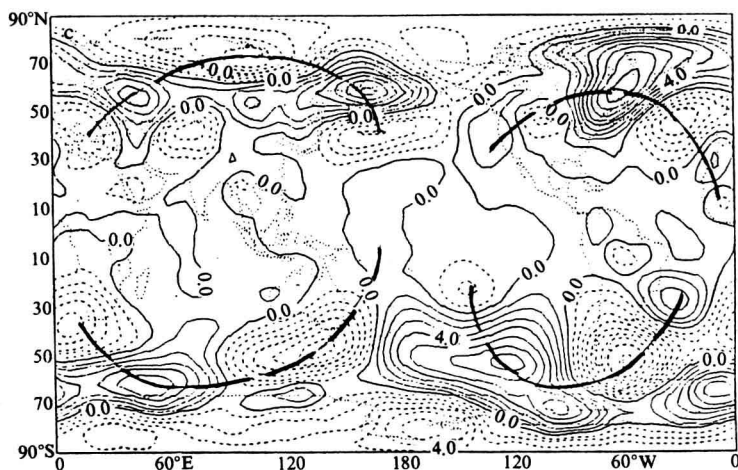


图 2 500 hPa 高度异常响应场月平均值

(a. 1 月 (等值线间隔为 0.6 位势什米) b. 4 月 (等值线间隔为 1.0 位势什米)

c. 8 月 (等值线间隔为 1.0 位势什米))

图 2a、b、c 分别表示 500 hPa 位势高度异常场在 1、4、8 月的分布。由图可见, 由于黑潮在 1—3 月的蛇动造成北太平洋 SST 东低西高型异常, 首先使北太平洋上空大气环流产生异常; 然后这种异常场又通过球面二维 Rossby 波^{〔12〕}以低频波列的形式传播到全球大气, 引起全球大气异常。模式数值积分在 1 月和 2 月时, 大气环流 500 hPa 响应场 ($\triangle BA$ 场) 在北半球表现为欧亚—太平洋型 (EAP) 和太平洋—北美型 (PNA; 3 月在北半球表现为太平洋—日本型 (PJ) (图略); 4 月基本上表现为 PNA 型和澳大利亚—南非型 (ASA)。特别在 8 月 500 hPa 位势高度响应场在东半球由 EAP 型和 ASA 型组成, 西半球以 PNA 型和环南美型 (RSA) 组成。这说明由冬季黑潮蛇动引起的北太平洋海温异常会对大气环流产生影响, 这种影响表现在 500 hPa 高度场上是以低频波列的形式出现。这种由外源强迫激发的低频波列是由大气环流本身的性质所确定的^{〔12〕}。

2. 响应场纬向波数的转化和低频振荡

表 1 列出了南北半球中、高纬度 500 hPa 位势高度响应场 $\triangle BA$ 在纬向波数的逐月分布。由此可见, 在 1—8 月中南、北半球的纬向波数不等, 长波与超长波相互转化。在北半球长波与超长波相互转化周期约为 6 个月, 而在南半球则约为 4 个月。这种表现为纬向波数的转化周期在南、北半球的差异, 主要由气候基本形态的差异所决定。

表 1 中、高纬度 500 hPa 位势高度响应场逐月纬向波数

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8
位 置								
北半球	3	4	2	2	1	2	2	3
南半球	2	2	2	3	2	3	3	2

南北半球中纬度 500 hPa 响应场低频振荡周期以 30—60 天为主(图略)。而赤道地区低频振荡的周期有明显的地域性: 在 30°E , 60°W 附近以 40 天周期振荡为主, 而在其它地区则多以季节振荡为主, 这与非洲和南美洲大陆位于赤道地区有关。

西北太平洋上空的黑潮蛇动引起的冬季海温异常, 使 7 月 500 hPa 位势高度出现正距平(图略), 有利于西太平洋副热带高压的西伸和加强。

3. 冬季黑潮地区海温和我国东部地区的降水关系

数值试验还表明在冬季黑潮蛇动期间, 在我国东部地区 850 hPa 散度出现负距平(图略), 表示在此地区低空有一辐合带, 上升运动加强。7 月对流凝结造成的降水在我国东北, 华北, 华东地区也有所增加(图略)。此数值试验结果与李崇银等人的数值试验结果相似^[7], 尽管在本文试验中所取的海表温度异常的范围和强度都与他们截然不同。因此本试验为冬季黑潮地区海温升高会引起夏季我国东部地区降水增加的诊断进一步提供了依据。

事实上, 根据历年长江中下游七个站(蚌埠, 合肥, 上海, 南京, 安庆, 九江, 武汉)的 6—8 月降水量平均值(图略), 在平均降水量超过 190 mm 的 10 年内(1954, 1956, 1969, 1975, 1980, 1982, 1987, 1989, 1991 年), 只有一年(1969 年)黑潮没有处于蛇动状态; 其余 9 年都与黑潮蛇动相对应。尤其是降水量特大超过 265 mm 的三个洪涝灾害年(1954, 1980, 1991 年), 都对应有黑潮蛇动在当年初冬季出现。当然, 洪涝并不完全单一地取决于黑潮是否在冬季发生蛇动, 但上述事实至少可以说明黑潮蛇动相对应的北太平洋海温异常的确对我国洪涝灾害有一定的影响。

四、 结 论

根据上述分析, 可以得到如下结论:

- (1) 冬季黑潮蛇动造成的北太平洋海温异常, 可以引起大气环流的季节内低频振荡。在中高纬度振荡周期为 30—60 天, 在赤道地区则以季节振荡为主。
- (2) 大气环流响应场在中高纬度常以几种典型的低频波列的形式出现。响应场的纬向波数随时间改变, 不同波数纬向波相互转化的周期在北半球约为 6 个月, 南半球约为 4 个月。
- (3) 冬季黑潮蛇动造成的海温异常会使夏季西太平洋副热带高压西伸, 我国东部地区降水量增多。

致谢: 中国科学院大气物理研究所 LASG 提供使用 IAP-AGCM; 李崇银, 袁重光研究员对本工作给予大力支持和帮助, 一并致以谢忱。

参考文献

- 〔1〕 Pitcher, E.J., M.L. Blackmon, G.T. Bates and S. Munoz, The effect of North Pacific Sea Surface Temperature Anomalies on the January Climate of a General Circulation Model, *J. A. S.* **45**, 2, 173-188, 1988.
- 〔2〕 Frankignoul, C. Sea surface temperature anomalies, planetary waves and air-sea feedback in the middle latitudes, *Rev. Geophys.* **23**, 357-390, 1985a.
- 〔3〕 Frankignoul, C. Multivariate analysis of sensitivity studies with atmospheric GCM's, Coupled Ocean-Atmosphere Models, *J.C.J. Nihoul. Ed., Elsevier*, 199-209, 1985b.
- 〔4〕 —, C. and Molin, A., Response of the GISS General Circulation Model to a Midlatitude Sea Surface Temperature Anomaly in the North Pacific, *J. Atmos. Sci.* **45**, 1, 95-108, 1988a.
- 〔5〕 —, C. and Molin, A., Analysis of the GISS GCM Response to a Subtropical Sea Surface Temperature Anomaly Using a Linear Model, **45**, 24, 3833-3845, 1988b.
- 〔6〕 Palmer, T.N. and Z. Sun, A Modelling and Observational Study of the relationship between Sea Surface Temperature in the North-West Atlantic and the Atmospheric General Circulation, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* **111**, 947-975, 1985.
- 〔7〕 李崇银, 龙振夏, 冬季黑潮增暖对我国东部汛期降水影响的数值模拟研究, 气候变化若干问题研究, 145-155, 科学出版社, 1992.
- 〔8〕 刘秦玉, 秦曾颢, Nonlinear Rossby Waves in the Inertial Boundary Current and their Possible Relation to the variability of the Kuroshio, *Oceanography of Asian Marginal Seas, ELSEVIER*, 49-61, 1991.
- 〔9〕 孙湘平, 袁启科, 王元培, 黑潮表层流路的分析, *海と空*, **64**, 3, 17-28, 1988.
- 〔10〕 管秉贤, 台湾以东及东海黑潮调查研究的主要动向和结果, *海洋学报*, **5**, 2, 133-145, 1983.
- 〔11〕 刘秦玉, 王建国, 徐启春, 北太平洋风海流季节变化的数值模拟, *青岛海洋大学学报*, **22**, 2, 1-12, 1992.
- 〔12〕 李崇银, 大气低频振荡, 气象出版社, 79-85, 1991.
- 〔13〕 许万猷, 毛天松, 徐启春, 黑潮对长江中下游夏季风影响过程的初步研究, *山东海洋学院学报*, **17**, 1, 26-33, 1987.
- 〔14〕 周静亚, 方文, 长江流域旱涝年份风场低频振荡特征及其与SST振荡之联系, 热带天气系统的发生发展海况的相互影响文集, 217-228, 北京大学出版社, 1990.
- 〔15〕 周静亚, 徐英, 长江流域旱涝年份海面温度分布及低频振荡的特征, 热带天气系统的发生发展海况的相互影响文集, 229-239, 北京大学出版社, 1990.

A NUMERICAL STUDY ON THE RESPONSE OF ATMOSPHERIC CIRCULATION TO THE KUROSHIO'S MEANDER IN WINTER

Liu Qinyu Xu Qinchun Qin Zhenghao

(Institute of Physical Oceanography, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266001)

Abstract

An eight-month numerical integration experiment with an atmospheric Circulation model was conducted to study the response of atmospheric circulation to the abnormal sea temperature in North Pacific in winter. The results indicate that the response atmospheric circulation to Kuroshio's meander in North Pacific in winter appears in the shape of low frequency wave with the duration of 30–60 days in midlatitudes and of 60–90 days in low latitudes. Long wave and super long wave is interchangeable in mid and high latitudes. The sea temperature abnormal forcing effects influence global atmospheric Circulation through low frequency waves, and also greatly affect west Pacific subtropical high in summer and the precipitation in East part of China.

西北太平洋热带气旋频数年际变化 与热带甚低频振荡的关系*

林有任 贺芳芳

(上海台风研究所 上海 200030)

提 要

本文根据 1949—1991 年的气象资料, 用谱分析方法, 讨论了西北太平洋热带气旋月频数时间序列在年际尺度低频域上的振荡特征及其与全球热带海洋大气系统“甚低频振荡”的关系。结果表明, 当置信水平取 95% 时, 西北太平洋热带气旋月频数时间序列在年际尺度的低频域上, 只有周期约 43 个月 (3.6 年) 的低频振荡是显著的。这一振荡与全球热带海洋大气系统“甚低频振荡”存在同相的低频耦合关系; 在热带甚低频振荡的高指数时期, 西北太平洋上生成的热带气旋频数偏多; 在低指数时期, 频数偏少。这一结果有助于西北太平洋热带气旋活动的长期预报。

关键词 热带气旋 月频数年际变化 热带甚低频振荡

一、 前 言

在西北太平洋上每年生成的热带气旋的频数差异甚大。1963 年气象卫星投入业务使用以后, 热带气旋监测的准确性显著提高, 西北太平洋热带气旋频数的年际变化, 显露出比较清楚的低频振荡特征 (见图 1)。

80 年代以来, 有不少人研究过西北太平洋热带气旋生成频数年际变化的原因。潘怡航^[1]、李崇银^[2]、董克勤^[3]等曾根据观测事实的统计分析, 认为赤道东太平洋的厄尔尼诺事件是影响西北太平洋台风活动的重要原因, 在厄尔尼诺年, 台风偏少, 在反厄尔尼诺年, 台风偏多。Ramage 等^[4]则持不同意见, 认为西北太平洋热带气旋频数与厄尔尼诺事件没有明显关系。Chan^[5]用谱分析方法发现: 西北太平洋热带风暴月频数与南方涛动指数 (SOI) 月均值时间序列, 两者周期为 36.6 个月的低频振荡有最大的凝聚值; 不过, 两者位相差达 110° (11.2 个月), 物理解释比较困难。八十年代末, 符淙斌、叶笃正^[6]提出“低纬度涛动”的概念, 把全球热带海洋和大气系统年际尺度的振荡现象, 统一在“热带甚低频振荡”的系统中。这个观点, 为西北太平洋热带气旋频数年际变化问题的研究, 提供了新的思路。

* 本文 1993 年 12 月 6 日收到。本文受国家自然科学基金资助 (项目号: 49070238)。

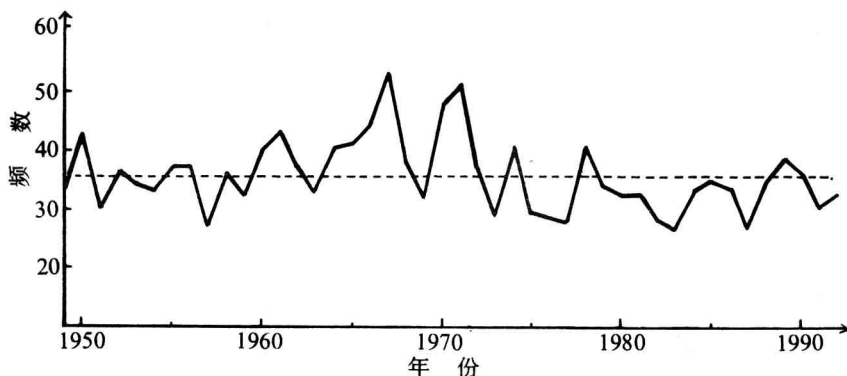


图1 1949—1992 年历年西北太平洋上生成的热带气旋频数图
(虚线是多年平均值)

为了进一步探讨西北太平洋热带气旋频数年际变化的原因, 本文利用近 43 年 (1949—1991) 的资料 (本文热带气旋资料均取自《台风年鉴》), 用谱分析方法, 再一次讨论西北太平洋热带气旋月频数时间序列在年际尺度低频域上的振荡特征及其与全球热带海洋大气系统“甚低频振荡”的关系。

二、西北太平洋热带气旋月频数的低频振荡

为了揭示西北太平洋热带气旋月频数时间序列在年际尺度低频域上的振荡特征, 对 1949—1991 年西北太平洋热带气旋月频数气候距平的时间序列 A_{ij} 作谱分析。 A_{ij} 的意义是

$$A_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_j \quad (i = 1, 2, \dots, 43 \text{ 年})$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{43} \sum_{i=1}^{43} x_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, 12 \text{ 月})$$

式中 x_{ij} 是 1949—1991 年西北太平洋上逐月生成的热带气旋频数, $\bar{x}_j$ 是 1—12 月各月热带气旋频数的气候平均值。

采用上述气候距平时间序列, 旨在滤去周期短于 12 个月的季节内振荡, 突出年际尺度的振荡, 并保证年际振荡的振幅不受明显削弱。

由于随机变量时间序列功率谱的计算方法及计算结果的显著性检验, 都与随机过程的性质有关, 所以本文首先用 Rao^[7] 提出的判据 $r_c = \frac{-1 + t_{\alpha} \sqrt{n-2}}{n-1}$ 判别 A_{ij} 随机过程的性质, 即当时间序列落后一个时刻的自相关系数 $r(1) > r_c$ 时, 为“红噪声”过程, 否则为“白噪声”过程。当信度 α 取 0.05 时, A_{ij} 的自相关系数 $r(1) = 0.106$ 显著大于 $r_c = 0.07$, 故属“红噪声”过程, 即其任一时刻的取值仅与其前一时刻的取值有关, 而与其它时刻无关。

用“红噪声”过程功率谱的间接算法^[8]计算 A_{ij} 的平滑功率谱, 当自相关系数最大时延 m 取 $N/6$ 时, 在年际尺度的低频域上, 不同周期的平滑功率谱密度估计值 $E(k)$ 如图 2 所示。

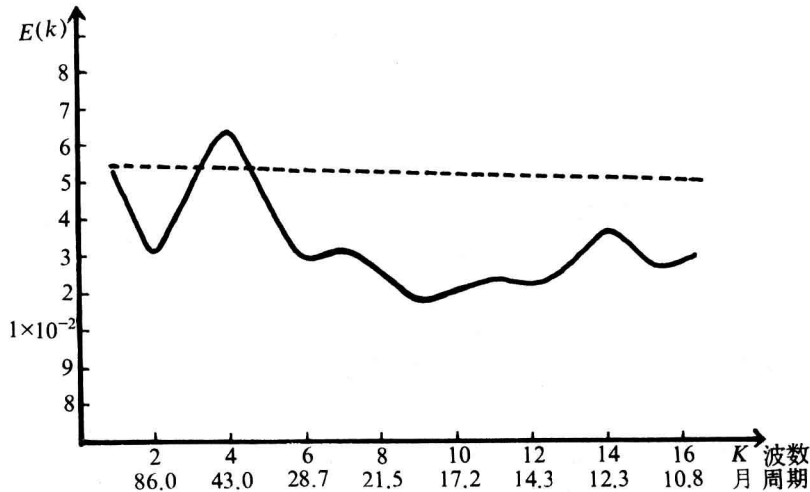


图 2 1949—1991 年西北太平洋热带气旋月频数气候距平时间序列的功率谱

(实线为平滑功率谱密度估计值; 虚线为信度 $\alpha=0.05$ 的“红噪声”谱密度上限)

由图 2 可见, 西北太平洋热带气旋月频数气候距平时间序列, 在年际尺度的低频域上, 其功率谱的主峰位于周期约 43 个月 (3.6 年)。用置信水平 $\alpha=0.05$ 的“红噪声”谱密度上限作显著性检验, 显然这一振荡周期是显著的, 而且在此低频域上只有这个周期是显著周期。Angell^[9] 和 Chan^[5] 在台风月频数序列中发现的准两年周期, 在热带气旋月频数时间序列中是不显著的。

上述结果表明, 1949—1991 年西北太平洋热带气旋月频数时间序列, 在年际尺度的低频域内, 振荡的显著周期约为 43 个月, 其信度为 95%。

三、西北太平洋热带气旋频数年际振荡与

全球热带甚低频振荡的关系

西北太平洋热带气旋, 绝大多数产生在西北太平洋副热带高压带南侧的热带辐合带区域, 热带辐合带位置和强度的年际变化, 对西北太平洋热带气旋的生成有显著影响。赤道太平洋海面温度的低频脉动, 导致沃克环流上升支位置的的东西振荡, 也直接影响西北太平洋热带气旋的生成。符、叶^[6] 提出的全球热带海洋大气系统甚低频振荡, 反映了全球热带三个主要的准永久性活动中心: 赤道低压带、南太平洋副高带和北太平洋副高带强度和位置年际变化的关系, 并且认为 ENSO 现象是两半球大气环流作用下, 低纬度海洋—大气系统的整体行为。因此, 全球热带海气系统的甚低频振荡, 与西北太平洋热带气旋的生成应存在密切关系。根据符、叶的研究, 全球热带甚低频振荡的显著周

期约为 40 个月, 它与西北太平洋热带气旋月频数时间序列低频振荡的显著周期相当一致。为了进一步探讨两者的关系, 本文把 1949—1991 年西北太平洋热带气旋月频数气候距平时间序列, 分别与全球热带甚低频振荡的主要成员—SOI 的时间序列, 以及另一成员—西北太平洋副高面积指数的时间序列, 作交叉谱分析, 并以 Rory^[10] 提出的凝聚临界值 $R_c (= \sqrt{1 - \frac{1}{\alpha^{v-1}}})$ 作凝聚显著性检验。

SOI 的资料取自美国气候分析中心 (CAC) 每月气候诊断公报, 它是经过标准化的塔希提和达尔文之间的气压差。

西北太平洋副高面积指数取自中央气象台长期科发表的资料。

交叉谱分析所得的凝聚谱和位相差谱, 如图 3、图 4 所示。

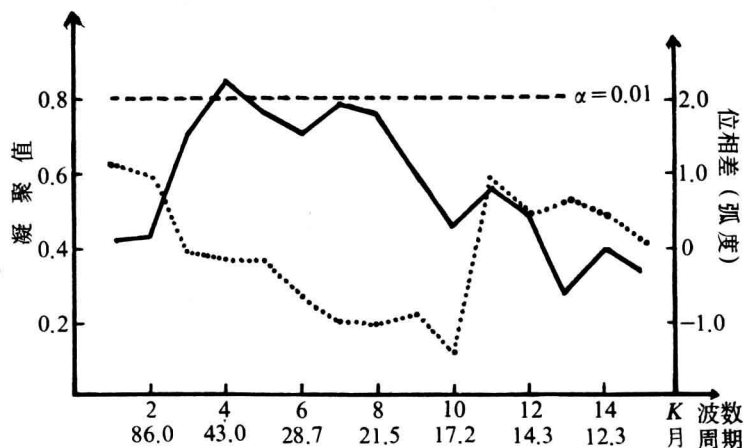


图 3 1949—1991 年西北太平洋热带气旋月频数气候距平时间序列与 SOI 时间序列的交叉谱

(实线为凝聚谱; 断线为 $\alpha=0.01$ 和 0.05 的凝聚临界值; 点线为位相差谱)

从图可见, 西北太平洋热带气旋月频数距平时间序列与 SOI 时间序列, 周期为 43 个月的振荡有最大的凝聚值, 数值达 0.84, 明显超过信度为 0.01 的凝聚临界值。位相差谱显示, 在此周期上, 两者的位相差为 -0.16 弧度, 基本上同位相。这一结果表明, 西北太平洋热带气旋月频数与全球热带甚低频振荡信号最强的 SOI 月均值两个时间序列, 在年际尺度的低频域上, 周期为 43 个月的振荡存在同相的耦合关系。

全球热带甚低频振荡的北翼是“北方涛动”, 西北太平洋热带气旋月频数距平时间序列与“北方涛动”主要成员—西北太平洋副高面积指数时间序列之间的交叉谱显示, 两者周期为 43 个月的振荡也有最大的凝聚值, 数值达 0.88, 明显超过信度为 0.01 的凝聚临界值。两者位相差为 0.31 弧度, 相当于副高面积指数的高值超前约两个月, 同振荡的周期相比较, 位相差是很小的。这个结果说明, 从“北方涛动”这一面来观察, 西北太平洋热带气旋月频数在年际尺度低频域上的振荡, 与全球热带海气系统的甚低频振荡之间, 也存在基本上是同相的耦合关系。

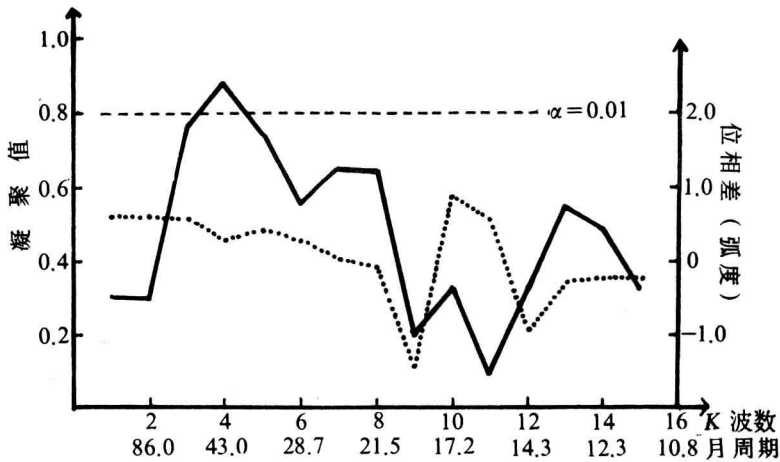


图4 1951—1991年西北太平洋热带气旋月频数气候距平时间序列
与西北太平洋副高面积指数时间序列的交叉谱
(说明同图3)

综合上述,西北太平洋热带气旋月频数时间序列年际尺度的低频振荡,与全球热带海气系统的甚低频振荡,两者之间存在同相的低频耦合关系。

从物理图象上看,在全球热带甚低频振荡的高指数时期,南北太平洋副热带高压带和赤道低压带的主体加强,信风加强;通过海气相互作用,赤道东太平洋冷水带强烈发展,并向西平流,导致沃克环流的上升分支西移到西太平洋^[11]。所以,在此时期,西北太平洋热带辐合带特别活跃,生成的热带气旋也就特别多。在振荡的低指数时期,南北太平洋副高带和赤道低压带的主体减弱,信风减弱,赤道西太平洋暖水向东扩散,赤道中东太平洋海水上翻减弱,导致中东太平洋海面温度升高,赤道主要对流区东移。所以,在振荡的低指数时期,西北太平洋热带辐合带减弱,生成的热带气旋数目也随之减少。

四、结 论

1、1949—1991年西北太平洋热带气旋月频数距平时间序列在年际尺度的低频域上存在周期为43个月的振荡现象。在此低频域上,只有这个振荡周期是显著的,其信度为95%。

2、西北太平洋热带气旋月频数时间序列年际尺度的低频振荡,与全球热带海洋大气系统的“甚低频振荡”之间,存在同相的低频耦合关系。在热带甚低频振荡的高指数时期,西北太平洋热带气旋频数偏多;在低指数时期,频数偏少。

参 考 文 献

- (1) 潘怡航, 赤道东太平洋热力状况对西太平洋台风发生频数的影响, 气象学报, **40**, 1, 24-34, 1982.
- (2) 李崇银, 厄·尼诺影响西太平洋台风活动的研究, 气象学报, **45**, 2, 229-235, 1987.
- (3) 董克勤等, 赤道东太平洋海温与西太平洋台风频数年际变化的关系, 海洋学报, **12**, 4, 1990.
- (4) Ramage, C.S., and A.M. Hori, Meteorological aspects of El Nino, *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 1827-1835, 1981.
- (5) Johnny C.L. Chan, Tropical cyclone activity in the Northwest Pacific in relation to the El Nino / Southern Oscillation phenomenon, *Mon. Wea. Rev.*, **113**, 599-606, 1985.
- (6) 符淙斌, 叶笃正, 低纬度涛动—全球热带的甚低频振荡现象, 大气科学, **3**, 3, 255-264, 1989.
- (7) Rao, K.N., C.J. George, P.E. Moray and N. K. Mchta, Spectral analysis of drought index (Palmar) for India, *Indian J. Met. Geophys.*, **24**, 287-310, 1973.
- (8) 黄嘉佑, 李黄, 气象中的谱分析, 气象出版社, 1984.
- (9) Angell, J.K., J. Korshover, and G.F. Cotton, Quasi-Biennial Variations in the "Centers of Action", *Mon. Wea. Rev.*, **97**, 867-872, 1969.
- (10) Rory, O.R., and Y. Thompson, Coherence significance levels, *J. Atmos. Sci.*, **36**, 2020-2021, 1979.
- (11) Julian, P.R., and R.M. Chervin, A study of the Southern Oscillation and Walker Circulation phenomenon, *Mon. Wea. Rev.*, **106**, 1433-1451, 1978.

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INTERANNUAL VARIATIONS OF TROPICAL CYCLONE FREQUENCY IN THE NORTHWEST PACIFIC AND VERY LOW-FREQUENCY FLUCTUATION OF ATMOSPHERE IN TROPICS

Lin Youren He Fangfang

(Shanghai Typhoon Institute, Shanghai, 200030)

Abstract

The interannual variations of tropical cyclone frequency in the Northwest Pacific (NWPAC) and their relationships with the very low-frequency fluctuation of the atmosphere in tropics were studied by using the method of spectral analyses. Cross-spectral analyses between the tropical cyclone activity and the very low-frequency fluctuation of the atmosphere in tropics show significant coherence in the spectral peak with a period of ~ 3.6 years, and the two series are almost in phase.