

QBO 的变化特征及其与广西气候变化的关系^①

李耀先 涂方旭 李秀存 覃峥嵘

(广西壮族自治区气象局, 南宁 530022)

提 要

利用平流层月矢量平均纬向风资料, 分析了平流层风场的准两年振荡(QBO)的演变特征, 找出 QBO 与广西气候变化的一些关系。

关键词: QBO 气候变化 平流层 风场

QBO(quasi-biennial oscillation)即准两年振荡, 是 60 年代发现的赤道附近地区平流层低层风场的一种周期变化现象。以后, 我国许多学者研究了 QBO 现象、气候要素的准两年周期及 QBO 对气候变化的影响^[1~4]。我们在研究广西气候变化的过程中, 也发现了气候要素的准两年周期较普遍。根据李崇银提供的平流层纬向风资料^[1], 我们用正弦波模型及相关方法, 研究了 QBO 现象的变化特征及其与广西气候变化的关系。

1 资料说明

李崇银先生提供的平流层月矢量平均纬向风资料正值为西风, 负值为东风。数值单位为 $0.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。高度分别为 70hPa(约 18km 高空)、50hPa、40hPa、30hPa、20hPa、15hPa、10hPa(约 30km 高空)等 7 层。前 6 层资料年代为 1953 年 1 月~1991 年 12 月; 10hPa 层资料年代为 1956 年 1 月~1991 年 12 月。因此, 除 10hPa 为 432 个月外, 其余各层均为 468 个月。当分析相关关系时, 用逐月资料。除 10hPa 的样本容量为 37 年外, 其余各层为 39 年。

2 QBO 的演变特征

60 年代初, 人们发现赤道平流层的风场和温度场具有显著的周期性变化, 这个周期

为 23~29 个月^[4]。一系列的研究认为振荡周期平均为 26~27 个月, 振荡现象一般由 30km 高空(10hPa)向下传播, 且在传播过程中振幅基本不变, 但是到了 23km 以下, 其振幅迅速减弱, 振幅的下传速度为每月 1km ^[1]。

2.1 正弦波模型简介

设时间序列 $x_i(t=1, 2, \dots, n)$ 可以表示为:

$$x_i = B_0 + \sum B_i \sin \frac{2\pi}{\tau_i}(t - t_i) \quad (1)$$

式中, B_0 为常数, τ_i 、 B_i 和 t_i ($i=1, 2, \dots$) 分别对应周期波的周期长度、振幅和初位相点。模型求法可参考文献[5]。对于 QBO 问题, 因主要研究一个周期, 则模型简化为

$$x_i = A + B \sin \frac{2\pi}{\tau}(t - t_0) \quad (2)$$

对于搜集得到的平流层各层月矢量平均纬向风资料, 分别求得周期 τ 、振幅 B 和初位相点 t_0 , 即可了解 QBO 的变化特征。

采用最小二乘法和数值解法, 求得 10hPa, $\dots$, 70hPa 7 层风场的 τ 、 B 及 t_0 , 列于表 1。表 1 中周期长度 τ 的单位为月, 振幅 B 的单位为 $0.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 初位相点 t_0 以 1953 年 1 月为起点, 用 1 表示, 0 则表示 1952 年 12 月, -1 表示 1952 年 11 月, $\dots$, 余类推。表中的相关系数 r 为周期分量与原资料的相关系

^① 广西自然科学基金资助项目-桂科目 9617025 号

数。10hPa 相关系数大可能与样本小一些(为432,少36个月资料)有一定关系。

表1 各等压面月矢量平均纬向风的准两年周期

等压面 /hPa	周期长度 τ /月	振幅 $B/0.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	初位相点 t_0	相关系数 r
10	28.3	175.07	-17.6	0.6713
15	28.2	180.18	-14.4	0.6600
20	28.1	176.72	-11.8	0.6554
30	28.1	166.08	-8.9	0.6655
40	28.1	143.95	-6.0	0.6474
50	28.1	116.48	-4.2	0.6430
70	28.2	55.41	-2.3	0.5930

根据表1的计算结果,可以初步得到如下结论:

QBO 的周期各层平均为 28.1~28.3 个月,约 2.3~2.4 年,且各层较接近。

QBO 的振幅,以 15hPa(28km 高空)最强,为 $18.0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。振幅由高层向低层逐渐减弱,最弱的 70hPa,振幅仅 $5.54\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。其特点是 10hPa~20hPa 之间,变化不大。从 30hPa 开始向低层加速减小。

QBO 的初位相点,从高层向低层增大。反映出周期振荡从高层向低层传递的特征。

表2 广西冬季降水量与平流层西风分量的相关系数

等压面/hPa	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
10	-0.23	-0.14	-0.12	-0.08	-0.06	0.05	0.13	0.22	0.24	0.33	0.44	0.47	0.39	0.31
15	-0.30	-0.30	-0.30	-0.24	-0.17	-0.11	-0.08	0.04	0.06	0.09	0.20	0.33	0.34	0.33
20	-0.32	-0.32	-0.33	-0.35	-0.30	-0.18	-0.10	-0.07	-0.06	-0.02	0.07	0.22	0.31	0.30
30	-0.20	-0.20	-0.24	-0.27	-0.32	-0.29	-0.22	-0.10	-0.08	-0.07	-0.05	-0.01	0.24	0.24
40	0.02	-0.08	-0.06	-0.15	-0.25	-0.30	-0.33	-0.33	-0.20	-0.15	-0.06	-0.07	0.03	0.11
50	0.10	0.10	0.01	-0.06	-0.16	-0.27	-0.31	-0.31	-0.31	-0.21	-0.13	-0.06	-0.07	-0.08
70	0.14	0.21	0.18	0.24	-0.01	-0.12	-0.26	-0.29	-0.31	-0.38	-0.35	-0.07	-0.17	-0.29

从表2可以看出,广西冬季降水量与平流层高层(10hPa~20hPa)同期纬向风具有正相关关系,表示平流层高层西风期时,广西冬季降水量偏多的可能性较大;东风期时,广西冬季降水量偏少的可能较大。其中12月10hPa 纬向风相关最明显,相关系数 0.47,置信概率可达 0.99。从有纬向风资料的 1956

由 10hPa 为 -17.6 到 70hPa 的 -2.3,可以推测振动下传的速度约 800 米/月。

QBO 周期分量与原序列的相关系数很大,为 0.59~0.67 之间,由于样本容量为 432~468,相关之显著可想而知。

3 QBO 与广西气候变化的一些关系

用正弦波模型对广西降水量序列分析时发现,不论是年序列,还是各季序列,2~3 年的周期都普遍存在。只是有的序列 2~3 年周期位次靠前,有的序列 2~3 年周期位次偏后。对广西气温序列也有类似情况。由此自然可以联想到,QBO 与广西气温、降水量等气候变化可能有某种关系。我们计算了广西全区的气温和降水量月、季、年序列与平流层各层各月平均纬向风的相关系数,发现平流层纬向风与广西一些气候序列的相关比较显著。

表2 是广西冬季降水量序列与平流层各层纬向风的相关系数。1月~11月是前期相关,12月~2月是同期相关。

~1991 年看,12 月纬向风 $>15.0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,广西冬季降水量均超过 100mm,其中广西冬季降水量最多的 4 年,12 月 10hPa 纬向风均 $\geq 15.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (1982 年 12 月纬向风 $15.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,降水量 292.5mm;1984 年 12 月纬向风 $20.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,降水量 206.4mm;1989 年 12 月纬向风 $21.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,降水量 249.6mm;

(下转封三)

(上接第 30 页)

1991 年 12 月纬向风 $20.9\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 降水量 235.8mm)。相反, 广西冬季降水量最少的 4 年, 12 月 10hPa 纬向风均 $\leq -13.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (1964 年 12 月纬向风 $-40.5\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 降水量 88.5mm ; 1976 年 12 月纬向风 $-14.2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 降水量 85.5mm ; 1985 年 12 月纬向风 $-20.7\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 降水量 81.5mm ; 1986 年 12 月纬向风 $-13.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 降水量 79.1mm)。

从表 2 还可以看出, 广西冬季降水量与平流层前期纬向风之间的关系以反相关为主, 而且相关期随高度不同而不同。与低层的相关时间较接近, 与高层相关的时间提前较多。例如 70hPa, 以 10 月相关最显著, 相关系数为 -0.38 , 10 月离冬季开始为 2 个月。20hPa, 以 4 月相关最显著, 相关系数为 -0.35 , 4 月离冬

季开始为 8 个月。

此外, 平流层纬向风与广西其它一些降水量序列, 例如 1、2、3 月降水量序列相关也较明显; 与广西某些月气温序列, 也有一定的关系。

参考文献

- 1 李崇银, 龙振夏. 准两年振荡及其对东亚大气环流和气候的影响. 大气科学, 1992, 16(2): 167~175.
- 2 赵汉光. 我国降水量振荡周期特征的初步分析. 大气科学, 1986, 10(4): 426~430.
- 3 黄嘉佑. 准两年周期振荡在我国月降水量中的表现. 大气科学, 1988, 12(3): 267~273.
- 4 朱乾根, 智协巨. 中国降水准两年周期变化. 大气科学, 1991, 14(3): 261~267.
- 5 涂方旭, 胡圣立, 梁振海. 用最大熵谱方法分析气候序列的周期. 广西科学, 1994, 1(3): 58~61.

The Relationship between QBO Fluctuation and Climatic Variation in Guangxi

Li Yaoxian Tu Fangxu Li Xiucun Tan Zhengrong

(Guangxi Zhuang Autonomous Region Meteorological Bureau, Nanning 530022)

Abstract

Based on the data of monthly mean wind vector field in the stratosphere, an analysis of variation characteristics of quasi-biennial oscillation (QBO) of longitudinal wind was made. It is revealed the relationship between QBO fluctuation and climatic variation in Guangxi province.

Key Words: QBO climatic variation stratosphere wind field