

赤道平流层准两年振荡 与华北南部夏季降水

李自强 马生春

(总参气象局, 北京 100081)

提 要

通过资料分析发现: 夏季 50 hPa QBO 的东、西风位相与华北南部降水及早涝状况的关系存在显著的阶段性, 并明显地受太阳活动 11 年周期的影响。分析表明, 50 年代以来, 太阳活动 11 年周期双周内, 平流层夏季 50 hPa QBO 西风位相年华北南部降水偏多, 东风位相年降水偏少; 反之, 在单周内东风位相年降水偏多, 西风位相年降水偏少。分析还表明, 平流层夏季 50 hPa QBO 纬向风强度自身的演变也存在显著的跃变过程, 在太阳活动 11 年周期单周内东风平均强度较双周显著增强。

关键词 平流层 准两年振荡 太阳活动 华北 夏季降水

引言

大量研究表明, 赤道平流层准两年振荡(以下简称 QBO) 不仅对全球平流层环流与环境(如 O_3 含量)有重要影响⁽¹⁾, 而且与对流层中高纬度和热带大气环流以及天气气候要素有密切关系⁽²⁾。

我们知道, 赤道平流层纬向风的 QBO 从一个位相到另一个位相的变化比较固定, 且能比较可靠地追踪和预报, 因此如果它与对流层天气气候要素有关, 则这些要素可提前几个月预报出来。

过去在讨论 QBO 与对流层大气环流和天气气候要素的关系时资料序列一般都不长, 例如, Mukherjee 等⁽³⁾通过分析 1971—1976 年 Thumba ($8^{\circ}31'N$, $76^{\circ}52'E$) 的风、温度和夏季降水量指出, 平流层低层 QBO 与印度夏季风降水有一定关系, QBO 强东风位相与弱季风相联系; 而弱东风位相或西风位相与强季风相伴随。但是, 最近他们用较长时间资料(1951—1982 年)所进行

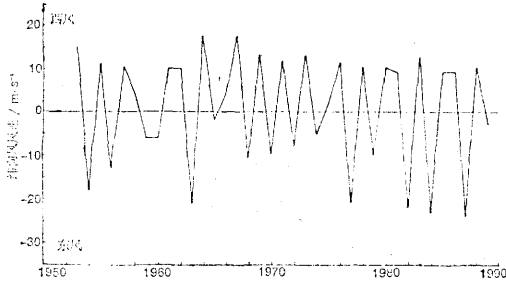
的分析表明⁽⁴⁾, 印度夏季风降水与 QBO 的关系并不显著。另一方面, 对流层天气气候要素的准两年振荡有时强, 有时弱, 广州年降水量的变化就是明显的例子, 50 年代的降水单年多、双年少, 但 60 年代这种关系就不突出了。Schove⁽⁵⁾(1971 年)认为这种现象和太阳活动 11 年周期有关, 并指出在太阳活动较强的 11 年周期内天气气候要素的准两年周期明显。这表明要确定 QBO 在长期天气预测中的可能用途, 还需要做大量工作。

本文通过资料分析研究了平流层夏季 50 hPa QBO 与华北南部夏季降水及早涝状况的关系, 并强调了太阳活动 11 年周期所起的作用。

1 资料和分析结果

本文利用德国柏林自由大学气象研究所获得的赤道附近 3 个站 50 hPa 月平均纬向风表示平流层 QBO, 表 1 给出赤道地区 3 个站 50 hPa 月平均纬向风资料的起止时间。由于赤道附近平流层东、西风位相的转换在全球范

围都进行得相当迅速⁽⁶⁾，不同站之间月平均纬向风相关均在0.95以上⁽⁷⁾，所以，尽管不同阶段用不同站的数据来代表，对平流层QBO东、西风位相的确定不会有大的影响。在此我们用6—8月平均50hPa纬向风表示夏季平流层QBO，更应没有问题。附图为6—8月平均50hPa纬向风的逐年演变图。可见，



附图 6—8月平均赤道地区50hPa纬向风 (m·s⁻¹)

平流层夏季赤道地区50hPa纬向风东、西风位相在逐年交替的同时，有6次连续两年夏季均为西风位相，有1次连续两年夏季为东风位相。另外，利用文献⁽⁸⁾中巴尔博亚(8.9°N, 79.6°W) 1951年1月至1952年12月50hPa纬向风资料，可确定1951、1952年夏季50hPa纬向风为东风位相。

表1 确定QBO所用资料

站名	纬度	经度	起止年月
坎顿岛	2.8°S	171.7°W	1953年1月—1967年8月
甘岛(马尔代夫)	0.7°S	73.2°E	1967年9月—1975年12月
新加坡	1.4°N	103.9°E	1976年1月—1989年12月

华北南部夏季降水用北京、天津、石家庄、太原4站6—8月平均降水距平百分率表示。为讨论方便，按降水距平百分率 $\geq 15\%$ 为偏涝， $\geq 25\%$ 为特涝， $\leq -15\%$ 为偏旱， $\leq -25\%$ 为特旱，其余年份为正常，对华北南部夏季降水进行分型。

1.1 平流层夏季50hPa QBO与华北南

部夏季旱涝

对完整的资料序列(1951—1989年)，从表2给出的统计结果可见：当平流层夏季50hPa QBO为东风位相时，华北南部夏季降水有5年偏涝，9年偏旱，4年正常；QBO为西风位相时，6年偏涝，4年偏旱，11年正常。若不考虑降水正常年份，假定50hPa QBO东风位相年偏涝，西风位相偏旱，则相关概率仅为0.38(9/24)；反之，若假定西风位相年偏涝，东风位相年偏旱，则相关概率也仅为0.62(15/24)，而对于特旱、特涝年份，50hPa QBO东风与西风位相几乎各占一半，可见对于完整的资料序列，从寻求线性关系的角度出发，平流层夏季50hPa QBO东、西风位相与华北南部夏季旱涝没有显著的关系，也即上述两者之间不存在明显的线性关系。

表2 1951年—1989年夏季50hPa QBO东、西风位相与华北南部夏季旱涝

QBO	偏涝(特涝)年	偏旱(特旱)年	正常年
东风	5 (5)	9 (6)	4
西风	6 (4)	4 (3)	11

1.2 平流层夏季50hPa QBO、太阳活动11年周期与华北南部夏季降水及早涝

表3给出太阳活动第18—22周各周内平流层夏季QBO东、西风位相与华北南部夏季降水的统计结果。由表3可见，第19周内50hPa QBO为东风位相时，华北南部降水偏多，东风位相年6—8月平均降水距平百分率为40%，50hPa QBO为西风位相时，降水偏少，平均降水距平百分率为-8%，这样从总体平均而言，50hPa QBO东风与西风位相年华北南部夏季降水差异显著。从逐年变化分析，华北南部5个偏涝年中有4年50hPa QBO为东风位相，2个偏旱年均位于QBO东风位相，因此，无论从总体平均还

表 3

太阳活动11年周期不同周内平流层夏季QBO与华北南部降水*

第18周(1951—1953)			第19周(1954—1964)			第20周(1965—1975)			第21周(1976—1986)			第22周(1987—1989)		
年份	AR/R	QBO	年份	AR/R	QBO	年份	AR/R	QBO	年份	AR/R	QBO	年份	AR/R	QBO
1953	19	W	1954	77	E	1969	28	W	1977	49	E	1988	30	W
1951	-39	E	1956	56	E	1973	26	W	1976	11	W	1989	-27	E
1952	-28	E	1959	53	E	1966	25	W	1978	10	W	1987	-18	E
			1963	27	E	1967	2	W	1979	7	E			
			1964	17	W	1971	-8	W	1985	2	W			
			1955	0	W	1970	-12	E	1982	-4	E			
			1961	-1	W	1975	-13	W	1981	-13	W			
			1960	-12	E	1974	-23	E	1986	-13	W			
			1958	-14	W	1965	-45	E	1984	-19	E			
			1957	-22	W	1968	-57	E	1983	-42	W			
			1962	-25	W	1972	-57	E	1980	-43	W			
总体	19	W		40	E		10	W		6	E		30	W
平均	-34	E		-8	W		-39	E		-13	W		-23	E

*表中AR/R为6—8月华北南部降水距平百分率(%), W、E分别表示QBO西风位相、东风位相。

是逐年变化分析均表明,第19周内平流层夏季50hPa QBO与华北南部夏季降水及早涝状况有显著的关系。

第20周内平流层夏季50hPa QBO与华北南部夏季降水及早涝状况的关系与第19周内完全相反。QBO为西风位相时降水偏多,平均降水距平百分率为10%,东风位相时降水偏少,平均降水距平百分率为-39%,可见总体平均50hPa QBO东风与西风位相年华北南部降水差异也很显著,并与第19周内的关系恰恰相反。从逐年变化分析,除去降水正常年份,3个偏涝年(特涝年)均为西风位相,4个偏旱年(3个特旱年)均为东风位相,因此,各年变化分析也表明,第20周内平流层夏季50hPa QBO与华北南部夏季旱涝具有显著的关系,并与第19周内的关系完全相反。

第21周内上述两者之间的关系与第20周近乎相反、与第19周则近乎相同。QBO为东风位相时降水偏多,平均降水距平百分率为6%,西风位相时降水偏少,平均降水距平百分率为-13%,这样总体平均QBO东风与西风位相年华北南部夏季降水差异也比较显著。从逐年变化分析,除去降水正常年份,1个偏涝年(特涝年)为东风位相,3个

偏旱年中有2年为西风位相,其中2个特旱年均均为西风位相,因此无论从总体平均还是逐年变化,50hPa QBO东、西风位相与华北南部夏季降水及早涝状况的关系均比较显著。值得指出的是,它们之间的关系虽不如第19、20周内显著,但这主要和华北南部降水自身罕见的持续性旱涝状况有关,其中1976—1979年4年降水均在多年平均值以上,1980—1984年5年降水却又均在多年平均值以下,且1980、1983年为特旱年,1984年为偏旱年。

第18周内虽然仅有3年资料(1951年以前没有QBO的观测资料),但1951—1953年3年中,1个西风位相年华北南部降水偏多,为偏涝年;而2个东风位相年降水均偏少,均为特旱年。第22周内1987—1989年3年中,1个西风位相年为特涝年,两个东风位相年均为偏旱年,其中1989年为特旱年,可见第18和第22周内QBO东、西风位相与华北南部夏季降水及早涝状况的关系也非常显著,并与第20周内的关系相同,而与第19周和第21周内的关系相反。

上述分析表明,50年代以来,太阳活动11年周期双周内,平流层夏季50hPa QBO西风位相年,华北南部夏季降水偏多,东风

位相年降水偏少；在单周内50hPa QBO西风位相年华北南部降水偏少，东风位相年降水偏多。这样根据上述关系，1951—1989年39年中，夏季50hPa QBO与华北南部夏季旱涝的相关概率可达0.92 (22/24)，其中若把1964年作为第20周的开始年，则相关概率可提高到0.96 (23/24)，值得指出的是，对于特旱、特涝情况相关概率为1 (18/18)，无一例外。

据最新资料，1990年夏季50hPa QBO为东风位相，而华北南部6—8月平均降水距平百分率为-13%，符合第22周内QBO为东风位相时华北南部夏季降水正常偏旱的结论。

从上述分析可得出：平流层夏季50hPa QBO与华北南部夏季降水及早涝状况的关系明显地受太阳活动11年周期的影响，它们之间的关系不是简单的线性关系，而是一种非线性响应。

1.3 平流层夏季50hPa QBO自身强度演变显著的跃变现象

从附图可见，夏季50hPa QBO自身强度的演变存在显著的跃变，并出现在60年代前期和70年代后期，其中以50hPa QBO东风平均强度的跃变最为明显，在第19、21周内东风平均强度分别为 -13 、 $-19\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，而在第20周内仅为 $-7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。50hPa QBO的纬向风强度在太阳活动11年周期中，单周和双周的跃变与夏季50hPa QBO的东、西风位相和华北南部降水及早涝的关系存在显著的阶段性有着某种联系，值得今后进一步研究。

2 结论与讨论

本文通过资料分析发现：

2.1 对于完整的时间序列，从寻求线性关系的角度出发，夏季50hPa QBO与华北南部旱涝无明显关系。

2.2 平流层夏季50hPa QBO与华北南部夏季降水及早涝状况的关系存在显著的阶段性，并明显地受太阳活动11年周期的影

响。50年代以来太阳活动11年周期双周内夏季50hPa QBO西风位相年华北南部夏季降水偏多、东风位相年降水偏少；反之，在单周内东风位相年降水偏多、西风位相年降水偏少。

2.3 平流层夏季50hPa QBO纬向风强度自身的演变存在显著的跃变，在太阳活动11年周期单周内东风平均强度较双周显著增强。这与夏季50hPa QBO和华北南部降水及早涝状况的关系存在显著的阶段性可能具有某种联系。

过去在研究平流层QBO和对流层大气环流及天气气候要素的关系时往往基于线性响应的认识，利用所得到的某种关系进行实际长期天气预测，效果往往不好。最近严中伟^[9、10]从气候跃变观点出发，指出北半球许多环流参数和气候状况在60年代期间普遍出现跃变，这反映了气候系统的非线性本质，应该说在不同的气候大变化时期内部某些现象之间的关联也可能出现跃变。本文仅揭示了平流层夏季QBO、太阳活动11年周期与华北南部夏季降水及早涝状况的关系存在显著阶段性这一事实，其相互联系的机制有待进一步研究。

参考文献

- 1 Holton, J.R. et al., The influence of equatorial quasi-biennial oscillation on the global circulation at 50 mb. *J.A.S.*, 37, 2200—2208, 1980.
- 2 Angell, J.K., et al., Quasi-biennial Variations in the "Centers of action". *Mon. Wea. Rev.*, 97, 867—872, 1969.
- 3 Mukherjee, B.K., et al., High-level Warmings, Winds and Indian summer monsoon. *Mon. Wea. Rev.*, 107, 1518—1528, 1979.
- 4 Mukherjee, B.K., et al., Quasi-biennial oscillation in stratospheric zonal wind and Indian summer monsoon. *Mon. Wea. Rev.*, 113, 1422—1424, 1985.
- 5 Schove, D.J., Biennial oscillations and solar cycles. *AD1490—1970. Weather*, 26, 201—209, 1971.
- 6 李崇银等. 准两年振荡的演变及 El Nino/南方涛动的影响. *科学通报*, 第17期, 1313—

- 1316, 1990.
- 7 Barnston, A.G. and Livezey, R.E.. A closer look at the effect of the 11-year solar cycle and quasi-biennial oscillation on northern hemisphere 700 mb height and extratropical north American surface temperature. *J. Climate*, 2, 1295—1313, 1989.
- 8 Venne, D.E., et al., An examination of possible solar cycle—QBO effects in the northern hemisphere troposphere. *J. Climate*, 3, 272—281, 1990.
- 9 严中伟等. 60年代北半球夏季气候跃变.(I. 海平面气压和500hPa高度变化). *中国科学B辑*, 第8期, 879—885, 1990年.
- 10 严中伟等. 60年代北半球夏季气候跃变(I. 降水和温度变化). *中国科学B辑*, 第1期, 97—103, 1990年.

Relationship between the Summer Precipitation in the South of North China

Li Ziqiang Ma Shengchun

(Meteorological Bureau, Headquarters of the General Staff, Beijing 100081)

Abstract

It is found that the relationship between the phase of 50 hPa QBO in summer season and the precipitation and drought/flood trend in the south of North China is featured with distinctive stages, and is notably affected by the 11-year solar cycle. For the period of 1951—1989, in the even-numbered 11-year solar cycle the positive anomaly occurs in the west phase of the 50 hPa QBO and negative anomaly occurs in the east phase of the QBO, while in the odd-numbered 11-year solar cycle the positive anomaly occurs in the east phase of the 50hPa QBO and negative anomaly occurs in the west phase of QBO. The evolution of QBO intensity at 50 hPa is analyzed, which shows the marked sudden change processes, and in the odd-numbered 11-year solar cycle the intensity of east zonal wind is stronger than that in the even-numbered cycles.

Key words: stratosphere quasi-biennial oscillation solar activity
North China summer precipitation