

●天气和气候

赤道低平流层纬向风垂直切变与对流层环流及东亚季风的关系

庞昕¹, 王志刚², 刘勇军¹

(1. 商丘市气象局, 河南 商丘 476000; 2. 许昌市气象局, 河南 许昌 461000)

摘要: 在以赤道低平流层纬向风垂直切变为依据划分平流层 QBO 位相的基础上, 讨论了赤道低平流层纬向风 QBO 与对流层环流及东亚季风的关系。结果表明: 强冬季风和弱夏季风对应着赤道低平流层纬向风的东风切变位相, 强夏季风和弱冬季风对应着赤道低平流层西风切变位相, 赤道低平流层纬向风 QBO 对对流层环流有一定影响, 冬春季平流层与对流层的相互作用比夏秋季节明显。

关键词: 平流层纬向风; 垂直切变; 对流层环流; 季风

中图分类号: P434⁺.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-6372(2003)03-0010-02

引言

许多天气现象都表明, 对流层与平流层的关系是密切的, 如平流层的准两年周期振荡 (QBO, 下同) 可以影响到对流层的年际变化; 平流层爆发性增温也可以影响到对流层的高纬地区; 平流层季节转换的迟早与对流层环流转换有一定的联系等。20 世纪 80 年代以来, 一些研究得出季风系统的年际变化也有 QBO^[1,2], 由此开始了季风的年际振荡与平流层 QBO 关系的研究^[3]。

在平流层, 年际变化最典型的例子是赤道低平流层纬向风的准两年振荡。以往大都依据某一层的风向将 QBO 划分为东风位相和西风位相, 由于依据不同, QBO 的位相划分常常是不一样的。由于 10 hPa 和 70 hPa 是研究者普遍接受的低平流层 QBO 的上下边界, 因此取 10 hPa 和 70 hPa 上沿赤道平均的纬向风标准化距平之差 $\Delta \bar{u}_{10} - \Delta \bar{u}_{70}$ 作为划分 QBO 位相的物理量, 将 QBO 划分为西风切变位相 ($\Delta \bar{u}_{10} - \Delta \bar{u}_{70} > 0$) 和东风切变位相 ($\Delta \bar{u}_{10} - \Delta \bar{u}_{70} < 0$), 在此基础上讨论对流层环流及东亚季风与低平流层 QBO 位相的关系。

1 赤道低平流层纬向风 QBO 与东亚季风的关系

季风是大气环流季节变化的某些特性在局部地区的特殊表现。长期以来关于季风的研究一般只是局限于对流层。20 世纪 80 年代以来一些研究得出季风也有准两年振荡, 因此很自然就考虑到季风的准两年振荡是否与低平流层 QBO 有联系的问题。东亚季风是一个相对独立的子季风环流系统, 也是影响中国天气的一个主要系统。本文利用文献[3]提供的冬、夏季风强度指数来讨论东亚季风与赤道低平流层 QBO 位相关系。这里定义冬季风指数距平为正时为强冬季风, 夏季风指数距平为正时为弱夏季风; 冬季风指数距平为负时为弱冬季风, 夏季风指数距平为负时为强夏季风。图 1 和图 2 分别是冬、夏季风指数距平的年际变化曲线。图中下部用字母

E、W 标出了冬、夏季风指数距平峰(谷)值年份所对应同期赤道低平流层纬向风的东、西风切变位相(定义 12~2 月 3 个月中至少有 2 个月为东风或西风切变位相, 则该年冬季为东风或西风切变位相年, 6~8 月 3 个月中至少有 2 个月为东风或西风切变位相, 该年夏季为东风或西风切变位相年)。

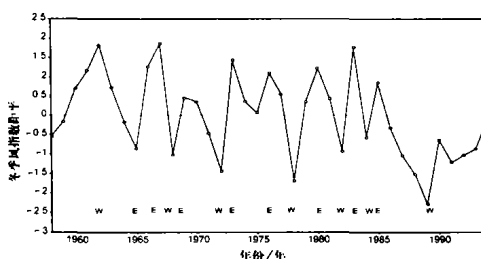


图 1 冬季风指数距平的年际变化

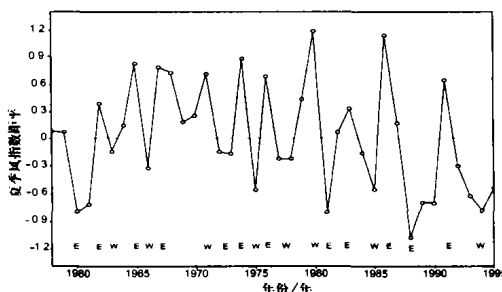


图 2 夏季风指数距平的年际变化

统计得到: 1958~1995 年有 18 个强冬季风年, 其中有 10 次对应赤道低平流层东风切变位相; 而出现的 19 次弱冬季风年中有 12 次对应赤道低平流层西风切变位相。由图 1 可看出, 8 个强冬季风指数距平峰值年中有 7 次对应东风切变位相, 7 个弱冬季风指数距平谷值年中有 6 次对应西风切变位相, 即强冬季风年对应着赤道低平流层的东风切变位相年, 弱冬季风年对应着赤道低平流层西风切变位相年。

在 1958~1995 年的夏季风年中, 有 19 个弱夏季风年, 其中有 12 次对应东风切变位相; 而出现的 19 个强夏季风年中有 11 次对应西风切变位相。由图 2 可看出, 10 个弱夏季风峰值年中有 8 次对应东风切变位相年, 10 个强夏季风谷值年

收稿日期: 2003-02-15

作者简介: 庞昕 (1968-), 女, 河南商丘人, 硕士, 工程师, 从事天气预报分析与研究工作。

中有 6 次对应东风切变位相,即弱夏季风年对应赤道低平流层纬向风的东风切变位相,强夏季风年对应赤道低平流层纬向风的西风切变位相。

文献[3]将热带大气在对流层顶附近等压面的变化及气温度的变化同平流层低层纬向风垂直切变联系起来,认为赤道低平流层纬向风为西风切变时,赤道地区对流层上层有异常上升运动,从而导致 Hadley 环流加强, Hadley 环流的异常加强,使得夏季风偏强,西太平洋副高位置偏北;相反,对于赤道低平流层纬向风为东风切变位相时,赤道地区对流层上层有异常下沉运动,从而导致 Hadley 环流减弱, Hadley 环流的异常减弱,使得夏季风偏弱,西太平洋位置偏南。

2 赤道低平流层纬向风垂直切变与北半球大气环流的关系

2.1 赤道低平流层垂直切变与北半球对流层大气环流的关系

定义冬、夏、春、秋四季中每一季的 3 个月均对应于赤道低平流层纬向风为东、西风切变,则该季为东、西风切变位相下的冬、夏、春、秋季。

从冬、夏、春、秋四季对应于赤道低平流层西风切变位相与东风切变位相下的 500 hPa 高度差值图(图略)可看出:冬季在赤道低平流层西风切变位相下,北半球 500 hPa 高度距平图为正、负相间的 3 波型;夏季在赤道低平流层西风切变位相下,日本岛以北到美国阿达加斯加为负距平区,欧洲到亚洲的低纬度地区为正距平区,亚欧地区低纬西风环流加强;春季在赤道低平流层西风切变位相下,太平洋为正距平区,欧洲为正距平区,俄罗斯远东地区到格陵兰和美国的阿达加斯加为负距平区,亚欧大陆盛行经向环流;秋季在赤道低平流层西风切变位相下,亚洲和格陵兰为高值区,西太平洋中高纬、欧洲和北美为低值区,北半球为 3 波型。

2.2 冬、夏季东、西风切变位相相互转换过程中的对流层大气环流形势

挑选出前面讨论的弱夏季风对应的东风切变位相,而上一年强的夏季风对应的是西风切变位相的 7 个样本,其前期冬春季则是西风切变位相向东风切变位相转换的过渡时期;同样挑选出强夏季风对应的西风切变位相,而上一年弱的夏季风对应的东风切变位相的 5 个样本,其前期冬春季则是东风切变位相向西风切变位相转换的过渡时期。

由一年的强夏季风(西风切变位相)转为下一年的弱夏季风(东风切变位相)的冬季 12 月 500 hPa 高度距平合成图(图略)可以看出:由西风切变位相向东风切变位相转变过程

中,高纬到极区为大片负距平区,中、低纬度为正距平区;由东风切变位相向西风切变位相转变过程则与其相反,在高纬度到极区为较强的正距平区,东亚的低纬度地区为弱的正距平区,中纬度地区为负距平区。说明当 12 月处在由赤道低平流层西风切变位相向东风切变位相转变过程时,40°N 以北西风环流加强,以南西风环流减弱。当 12 月处在由东风切变位相向西风切变位相转变过程中时,除东亚地区外,40°N 以北西风环流较常年偏弱,以南西风环流较常年偏强。

同样做了冬季由西(东)风切变位相向东(西)风切变位相转变过程的前期夏秋季节 500 hPa 高度距平场变化形势。由上一年的东风切变位相(西风切变位相)转为下一年的西风切变位相(东风切变位相)的 6 月份 500 hPa 高度距平合成图(图略)可以看出,无论是由强冬季风转为弱冬季风,还是由弱冬季风转为强冬季风,在俄罗斯远东到亚洲及北美均为负距平区,欧洲为正距平区。

上面分析说明:在冬春季节平流层与对流层的相互作用要比夏秋季节明显。由定长波垂直传播理论可知,在冬春季节,平流层基本气流为西风,波数为 1~2 的定长波能从对流层传播到平流层。夏秋季节,平流层基本气流为东风,定长波不能向上传播到平流层。文献[4]在研究北半球 50 hPa 平均环流的特征时也指出平流层以 1~2 波为主,中、高纬度对流层与平流层之间冬季比夏季有着更明显的相互作用。

3 结 论

① 赤道低平流层纬向风的垂直切变有明显的准两年周期,它的位相与东亚冬、夏季风有一定的对应关系。赤道低平流层为东风切变位相时,对应弱夏季风和强冬季风;赤道低平流层为西风切变位相时,对应强夏季风和弱冬季风。

② 赤道低平流层纬向风 QBO 对对流层环流有一定影响,冬春季平流层与对流层的相互作用要比夏秋季节明显。

参考文献:

- [1] Pascal Terary. Space-time structure of monsoon interannual variability. *J. Climate*, 1995, 8(11): 2595-2619.
- [2] 施能,朱乾根. 1873-1995 年东亚冬、夏季风强度指数[J]. 气象科技, 2000, 28(3): 14-18.
- [3] Gray, W. M., J. D. Sheaffer and J. A. Knaff. Influence of the stratospheric QBO on ENSO variability. *J. Meteor. Japan*, 1992, 70(5): 975-994.
- [4] 瞿章,张海俊,贺慧霞. 北半球 50hPa 平均环流的若干特征及其与 500hPa 的某些关联[J]. 高原气象, 1990, 9(4): 424-431.

Relationship Between Vertical Shear of Zonal Wind in Equatorial Lower Stratosphere and Troposphere Circulation, Monsoon

PANG Xin¹, WANG Zhi-gang², LIU Yong-jun¹

(1. The Shangqiu Meteorological Bureau, Shangqiu 476000, China; 2. The Xuchang Meteorological Bureau, Xuchang 461000, China)

Abstract: Base on the standard of the vertical shear of zonal wind of low stratosphere the quasi biennial oscillation(QBO), it's relation with the vertical shear of zone wind in equatorial lower stratosphere and troposphere circulation, monsoon are analyzed. Results show that: The east (west) shear phase of the zonal wind in equatorial lower stratosphere is equivalent to the robust (weak) winter - monsoon and weak (robust) summer - monsoon, the circulation in troposphere may also be influenced by lower tropical stratospheric zonal wind QBO to a certain extend, and the influence is more in winter - spring than in summer - autumn.

Key Words: Zonal wind in stratosphere; Vertical shear; Troposphere circulation; Monsoon