

## 东半球跨赤道气流季节变化的研究\*

徐建军 周顺武 王盘兴

(南京气象学院, 210044)

跨赤道气流作为季风环流系统的组成部分, 一直被气象工作者所重视。Findlater(1969)<sup>[1]</sup>第一次证实了夏半年索马里急流的存在, 陈于湘<sup>[2]</sup>得出夏季季风区有 105°E 和 150°E 两支跨赤道气流, 冯颖竹等人<sup>[3]</sup>确定出索马里急流、印度尼西亚气流、青藏高原所在经度上的中低空向南气流以及印度尼西亚高空向南气流的存在, 李曾中<sup>[4]</sup>也得到了类似的结果。由以上研究可以看出, 他们的许多结论是一致的, 但是, 这些研究大多数是局限于夏半年以及某些层次上, 而对季风系统全年的季节变化以及在整个对流层垂直剖面上的季节演变却研究得很少。基于以上的思想, 本文利用 1979 年 1 月到 1987 年 12 月美国国家气象中心 6 层月平均风场资料, 分析出东半球跨赤道气流的季节变化。

### 1. 资料和方法

本文利用了 1979 年 1 月到 1987 年 12 月美国国家气象中心月平均风场资料, 共有 6 层, 分别为 200, 300, 500, 700, 850, 1000 hPa, 这部分资料具有时间长、层次多、新又可靠的优点。为了清楚地了解跨赤道气流各层次的演变特征, 对资料作了如下处理: 以气压层  $P=0$ , 经向风  $V=0$  为顶层边界条件, 取  $\Delta P=50$  hPa 为间隔, 对 6 层资料进行线性插值, 得到 21 层的分析资料。

### 2. 跨赤道气流的季节变化

从图 1 可以看出以下变化特征。在冬季 (如图 1 a), 30°E 以东 700 hPa 以下和 200 hPa 附近有单一的自北向南的跨赤道气流 ( $V<0$ ), 主要的质量输送通道位于对流层下部的 45°E, 80°E, 105°E, 125°E 和 150°E 附近。其中印度尼西亚(105°E)的跨赤道气流的经向风速为 -6.2 m/s, 是几支跨赤道气流中最强的。这时索马里地区很显然还只是一支向南的气流, 它比印尼的向南气流要弱。在 700hPa 附近有几支 1 m/s 左右的自南向北的跨赤道气流, 非洲大陆西部上空 (5°E) 也存在一支相对较强的向南的跨赤道气流。对流层中层跨赤道气流活动很弱。

在春季(图 1 b), 跨赤道气流的方向和输送通道发生了较大的变化。对流层上层(200 hPa)的输送作用大为加强, 跨赤道气流方向是自南向北的( $V>0$ ), 其中心位置为 105°E, 140°E 和 15°E, 最强的风速达 4.4 m/s。这时对流层下层的索马里地区开始出现了向北的气流, 其风速为 2.5 m/s, 印度尼西亚西部也出现了一支向北的跨赤道气流。对流层中层的跨赤道气流较冬季活跃。

在夏季(图 1 c), 强大的自南向北的跨赤道气流在对流层下层形成, 最强区位于 850 hPa 上。冬季的几支向南的跨赤道气流通道除 80°E 以外都成为向北的气流通道, 这时索马里地区的跨赤道气流发展到全年中最强盛的时期, 也是几支跨赤道气流通道中最强的一支, 其风速达到 12.2 m/s。在印度南部地区具有一支显著的向南的跨赤道气流, 这是赤道反气旋的典型表现。在对流层的中上层除西太平洋上空的部分地区以外都有向南的跨赤道气流, 其中以 200 hPa 上的 100°E 和 15°E 附近的通道最强。

在秋季(图 1 d), 对流层下层的跨赤道气流的中心位置上抬, 索马里急流中心抬升到 700 hPa 附近, 但其强度显著的减弱, 其余的几支通道除 105°E 的一支以外, 几乎消失, 印度南部地区受赤道反气旋影响的向南跨赤道气流增强, 其风速达 4.2 m/s。强大的输送集中到对流层的上层(200 hPa), 其

\* 本文于 1990 年 7 月 26 日收到, 同年 10 月 26 日收到修改稿。该文是国家气象局季风研究基金和国家自然科学基金联合资助课题。

方向为单一的向南气流, 中心位置位于  $95^{\circ}\text{E}$  附近。

综上所述, 我们可以发现, 冬夏季主要的跨赤道气流通道位于对流层下层, 其方向在冬季向南, 夏季向北。冬季印尼气流最强, 夏季索马里急流最强。在过渡季节的春秋两季, 跨赤道气流的主要通道移向对流层的上层, 春季方向向北, 秋季向南。对流层中层的跨赤道气流活动春秋比冬夏强。

很显然, 跨赤道气流最显著的季节变化位于对流层的下层(850 hPa)和对流层上层(200 hPa)。为了更进一步了解高低层跨赤道气流在全年中的连续性季节变化特征, 分别对 850 hPa 和 200 hPa 赤道上  $V$  分量作时间剖面图分析(见图 2)。

如图 2 所示, 在低层(850 hPa), 冬半年(11 月—3 月)表现出明显的向南的跨赤道气流, 在夏半年(4 月—10 月)却是一致的向北的气流。南北风方向转换的时间为 3 月中旬和 11 月初。

必须注意这种冬夏季跨赤道气流方向性变化在印度半岛南部附近地区( $80^{\circ}\text{—}90^{\circ}\text{E}$ ) 几乎和其它地区是相反的, 冬半年向北, 夏半年向南, 与索马里急流成对出现, 这充分显示出赤道反气旋在季风环流系统中的重要性。另外, 跨赤道气流的 4 支主要通道, 即  $45^{\circ}\text{E}$ ,  $105^{\circ}\text{E}$ ,  $125^{\circ}\text{E}$  和  $150^{\circ}\text{E}$ , 它们的位置几乎是常年不变的, 其中索马里急流的强度在夏半年比其它三支强大得多, 持续的时间也较长。由此可见, 索马里急流是南北半球夏季大气环流系统相互作用中最重要的一环。

在对流层上层(200 hPa, 图 2 b), 除非洲东部沿海上空( $40^{\circ}\text{—}60^{\circ}\text{E}$ ) 的狭窄地区具有相反的季节变化以外, 其它地区在 2—6 月具有一致的向北的跨赤道气流, 而 7—12 月以及 1 月具有一致的向南的跨赤道气流。其南北风方向的转换时间为 1 月和 6 月。可以说, 南北风方向的转换高层滞后低层大约 3 个月。其主要的通道位于印度尼西亚上空( $95^{\circ}\text{—}105^{\circ}\text{E}$ ) 和非洲西部地区( $10^{\circ}\text{—}20^{\circ}\text{E}$ ), 不过两个季节的位置相差 10 个经度左右。另外, 必须说明的非洲东部( $40^{\circ}\text{—}60^{\circ}\text{E}$ ) 出现的相反的季节变化是

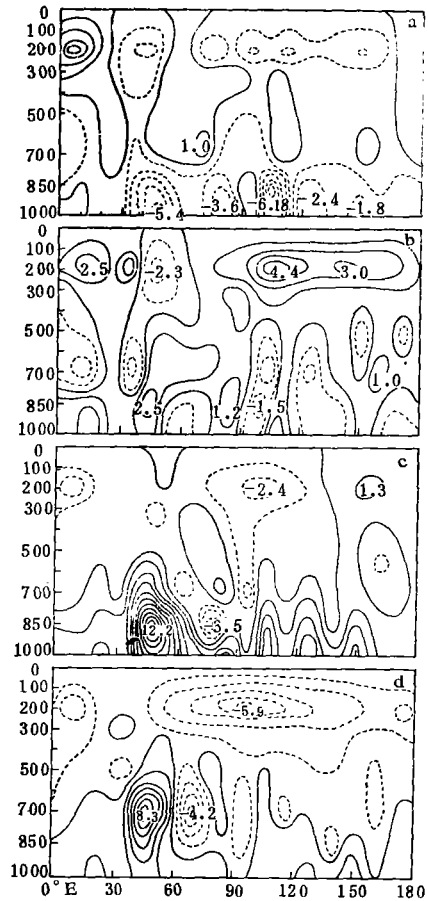


图 1 东半球赤道垂直剖面上多年平均  $V$  分量  
(a, b, c, d 分别为 1, 4, 7, 10 月; 单位  $\text{m/s}$ )

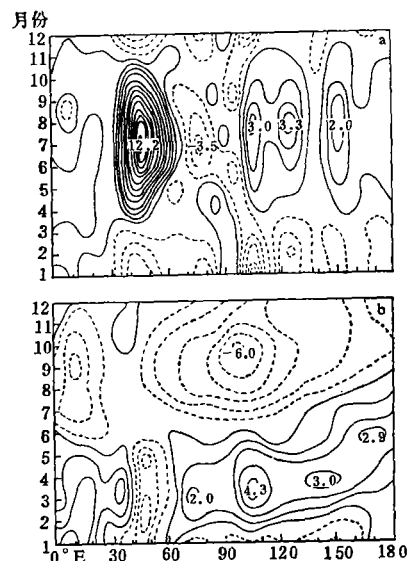


图 2 跨赤道气流月季时间剖面图  
(a. 850 hPa, b. 200 hPa; 单位:  $\text{m/s}$ )

可能和低层的赤道反气旋的辐散作用有关,使高层出现了赤道气旋的环流特征。

由上可知,虽然高层跨赤道气流转换时间较低层滞后3个月左右,但其季节转换是显著的,跨赤道气流的方向性转换是一个非常重要的季风现象。另外,还可以发现,低层跨赤道气流主要通道位置和热带海陆分布存在着密切的关系,4支通道分别位于非洲海岸、印度半岛、马来半岛和菲律宾半岛的东南部,其中以非洲大陆的影响最为突出,因此,索马里急流最强大,这一点同Krishnamurti<sup>[5]</sup>通过数值试验指出的索马里急流形成与地形有关的认识是相吻合的。

### 3. 结 论

1) 东半球跨赤道气流具有明显的季节变化,冬夏季跨赤道气流的输送集中在对流层的下部,有4支主要的通道,即 $45^{\circ}\text{E}$ ,  $105^{\circ}\text{E}$ ,  $125^{\circ}\text{E}$ 和 $150^{\circ}\text{E}$ ,其方向在冬季向南,夏季向北。春秋季节跨赤道气流的输送集中在对流层的上层,有两支主要的通道,即 $95^{\circ}\text{E}$ — $105^{\circ}\text{E}$ 和 $5^{\circ}\text{E}$ — $15^{\circ}\text{E}$ ,方向春季向北,秋季向南。

2) 东半球下层跨赤道气流的4支主要通道,其中以索马里急流最强,印度尼西亚跨赤道向北气流次之,它们位置稳定,即使在异常年也不能破坏这种格局,南北风方向转换时间,在低层为3月和11月。上层的跨赤道气流的两支通道是不稳定的,南北风转换时间为6月和1月,比低层的南北风转换推迟了3个月左右。

### 参 考 文 献

- [1] Findlater, J., A major low-level air currents near the Indian Ocean during the northern summer, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **95**, 2, 362—380, 1969.
- [2] 陈于湘, 夏季西太平洋越赤道气流的谱分析, *大气科学*, **4**, 4, 363—368, 1980.
- [3] 冯颖竹、王盘兴、章基嘉, 东半球主要的跨赤道气流季节变化及其与南亚、东亚季风爆发的关系, *南京气象学院学报*, **7**, 1, 92—98, 1984.
- [4] 李曾中、楼光平, 北半球夏季风时期东半球越赤道气流通道的研究, *大气科学*, **11**, 3, 313—319, 1987.
- [5] Krishnamurti, T. n., *et al.*, Numerical simulation of the Somali jet, *J. Atmos. sci.*, **33**, 2350—2362, 1972.

## SEASONAL VARIATION OF CROSS EQUATORIAL FLOW OVER THE EAST HEMISPHERE

Xu Jianjun Zhou Shunwu Wang Panxing  
(*Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing, 210044*)

### Abstract

In this paper, the seasonal variation of cross equatorial flow over the east hemisphere is analyzed by using six level monthly mean wind data from January 1979 to December 1987. The results are as follows: the maximum of the absolute magnitude of the cross equatorial flow does exist at lower level of troposphere in winter and summer but at higher level of troposphere in spring and fall. The cross equatorial flow propagates southward in winter and fall but northward in summer and spring. The time when the propagating direction of the meridional wind component at equator changes is March and November at lower level but June and January at higher level.