

北半球夏季风时期东半球越赤道 气流通道的研究

李曾中 楼光平

(国家气象局气象科学研究院)

提 要

本文利用1974—1979六年的格点风资料,分析了北半球夏季风期间(6—9月)东半球对
流层低层及高空的越赤道气流通道。指出在该地区低空具有气候意义的仅有 45°E 、 105°E 、
 150°E 及 70°E 四条通道。高空则存在两条主要的自北向南越赤道气流通道: 100°E 及 60° —
 70°E 。根据连续方程,计算了1979年6—8月850、700、500、300、250及200hPa各层的垂直
速度 ω ,指出在东半球存在两支主要的季风经圈环流。

一、引 言

越赤道气流是全球大气环流的重要组成部份,更是两半球间天气系统相互作用的重要
内容之一。因此,越赤道气流的研究一直为各国气象学者所重视。Simpson, G. (1921)^[1]
在研究印度地区西南季风时,首次注意到印度洋低空越赤道气流的存在,并把它与亚洲大
陆的低压和南印度洋上高压的存在相联系。李宪之(1936)^[2]最早指出澳大利亚寒潮爆
发后,冷空气可越过赤道,有利于在北半球低纬洋面上形成台风。陈锡璋等(1958)^[3]利
用赤道天气图,作西北太平洋台风生成预报,取得一定效果。近年由于卫星及其他观测手
段的提高,越赤道气流的研究有了更多的进展。Findlater (1969)^[4]发现的索马里急流,
就是一个突出的例证。对索马里急流以东的越赤道气流通道,也有不少人做过研究,但由
于资料所限,各说不一。例如,王作述等(1979)^[5]强调了非洲东岸(45°E)及新几内亚东
岸(150°E)越赤道气流对南海及西北太平洋地区的影响,却否定在 45°E 到 150°E 特别
是在 110° — 140°E 之间存在着其他重要越赤道气流通道。另一些作者(1976)^[6]却强调在
加里曼丹到苏拉威西之间的 115° — 125°E 地区,经常有气流穿越赤道,转向为西南气流,
影响西北太平洋台风及ITCZ的活动。陈于湘(1980)^[7]利用1976年6—9月资料进行
谱分析,得到的夏季西太平洋越赤道气流通道有两个:一个在 105°E 附近,另一个在
 150°E 附近。李曾中(1981)^[8]利用美国国家气象中心(N. M. C.)发布的格点风资料,
指出在 45°E 以东还存在着 70°E 、 90°E 、 105°E 、 130°E 、 150°E 及 175°E 等六个越赤道
气流通道,并指出 45°E 通道与其东各通道越赤道气流的相互叠加,是造成赤道西风爆发

1985年2月27日收到,11月25日收到再改稿。

性东进并在西北太平洋地区生成一系列台风的主要原因。黄土松等^[9]、章基嘉等^[10]利用 FGGE 资料,也得到了类似的结果。

然而,由于以上研究的各作者所取时段或资料不同,特别是所用资料时间过短,因而许多结果并不一致,同时代表性和说服力也较小。本文利用 1974—1979 共六年夏季风时期(6—9月)美国国家气象中心的格点风资料,并辅以其他常规资料,统计分析了印度洋及西太平洋地区对流层低层及高空的越赤道气流通道,并对它们的年际、月际变化,以及与之相联系的东半球两支主要经圈季风环流,进行了初步的分析。

二、低空越赤道气流主要通道

根据以前的研究^[8,10,11],夏季风期间自南向北的越赤道气流主要发生在 1500 米上下的低空,而在高空 200hPa 附近则存在着自北向南,方向相反的越赤道气流。因此,我们首先统计了 1975—1979 共五年 6—9 月 850hPa 面上南风分量随各经度的平均分布值(如图 1 最下图所示)。从图可以看出,6—9 月东半球低空南风越赤道气流的通道,按强弱排列分别位于 45°E、105°E、150°E 及 70°E。其中以索马里急流处南风风速最强,达 6.84 米/秒;其次为 105°E,平均南风值为 1.92 米/秒;再次为 150°E 的 1.64 米/秒,70°E 的 1.46 米/秒。其他几个峰值都在平均值 1.27 米/秒以下。因此,我们认为夏季东半球具有气候意义的低空越赤道气流通道有四个,即 45°E、105°E、150°E 和 70°E。应该指出,130°E

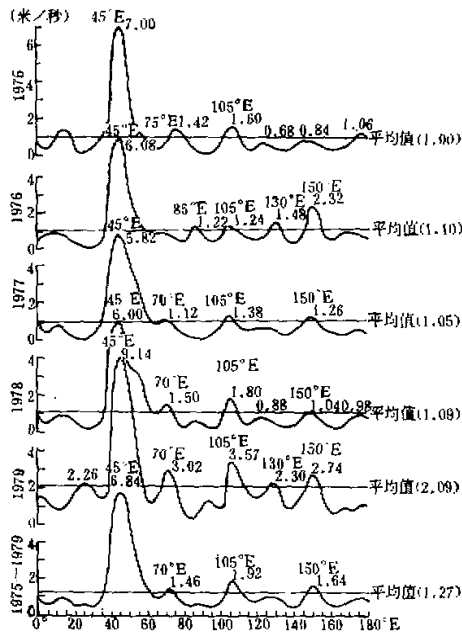


图 1 各年(1975—1979年)6—9月 850hPa 各经度越赤道气流 V_z (即南风分量)与五年平均值之比较

上的平均风速虽然小于各经度平均值,但有时也会成为非常重要的通道,这一点在以后还会提到。

1. 越赤道气流的年际变化

图 1 给出 1975—1979 各年越赤道气流通道的分布情况。

(1) 45°E 通道南风值都远远高于各年其他各通道最大南风值,且 45°E 与 105°E 越赤道气流通道各年位置稳定少变,其值均超过各年各经度的平均南风值。 150°E 通道位置也较稳定,只有 1975 年落在 145°E 处。 70°E 通道位置在 70°E — 85°E 之间变化,但五年中有四年是在 70°E 附近。

(2) 各通道越赤道气流的平均强度,各年也有所不同,除索马里急流各年均均为最强外,一般 105°E 通道南风气流次强。强度变化幅度较大的是 150°E 通道,五年中有两年低于当年各经度平均值。

(3) 除了以上四个较稳定的通道外, 130°E 附近常常也出现较强的越赤道气流,特别是 1976、1979 年更为突出。

1979 年的越赤道气流特别强劲,其平均值比其他各年约大一倍左右。这是否与 1979 年正值 FGGE 时期,观测密度加大有关,是今后应进一步研究的问题。

2. 越赤道气流的月际变化

图 2 给出 1975—1979 年 850hPa 上六、七、八、九各月越赤道气流随经度的分布。从图可以看出:

(1) 45°E 、 105°E 及 150°E 三个越赤道气流通道的位置各月稳定少变,其值均高于当月各经度的平均值。

(2) 除 45°E 通道最强外,各月均为 105°E 次强,再次为 150°E 通道,而 70°E 通道相

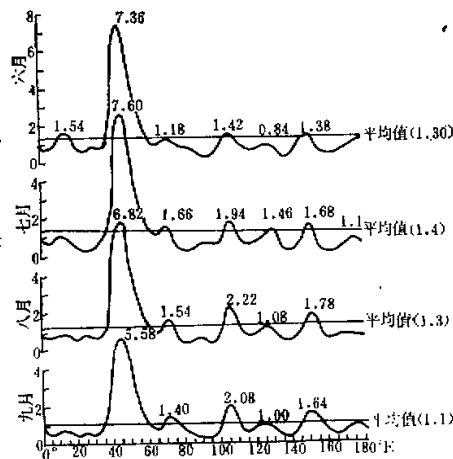


图 2 1975—1979 年 850hPa 六、七、八、九各月越赤道气流随经度的分布

对较弱。在 120°E — 130°E 之间,也常常出现峰值。

(3) 从六月到七月,各经度的越赤道气流是增强的,七月以后,变化趋势不甚一致。在印度洋地区的通道 (45°E 、 70°E),七月以后平均强度减弱,并且一直维持减弱的趋势,而太平洋地区通道 (105°E 、 150°E),七月以后继续保持增强趋势,直到八月以后,才开始减弱。

三、高空自北向南越赤道气流主要通道

在夏季风期间,与低层向北越赤道气流相对应,高空常有自北向南越赤道气流出现。

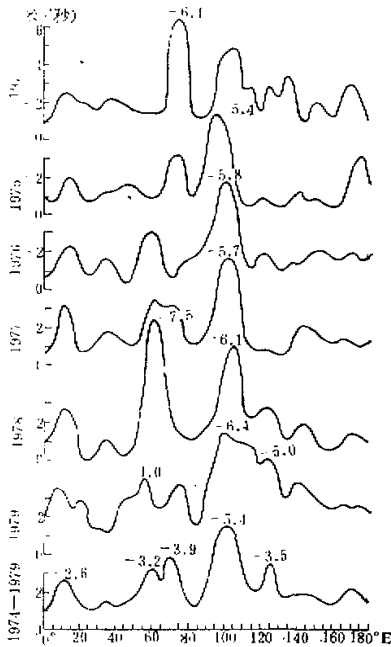


图3 各年(1974—1979年)6—9月
200hPa 各经度越赤道气流 V_z (北风分量)
与六年平均值之比较

为了考察这些高空自北向南越赤道气流的通道,我们制作了1974—1979年6—8月200hPa赤道上北风分量(V_z)平均值随经度的分布图(图3最下图)。十分清楚,在 100°E 附近有一支远大于其他各通道的越赤道气流,其值达 -5.4 米/秒。 60°E — 70°E 之间,是一个较宽的通道,其值达 -3.9 米/秒。另外, 125°E 处还有一个范围较窄但也较强的通道。为了考察它们之间的差异,我们在图3中还给出了1974—1979年各年6—8月200hPa赤道上高空平均向南越赤道气流随经度的分布。从图中可以看到:

(1) 高空自北向南质量输送的主要地段,集中在 55°E — 110°E 之间,其中尤以 100°E 附近为最。其次,在 60°E — 75°E 之间存在另一个峰值。

(2) 向南越赤道气流通道位置各年稍有变动。东部通道在 95°E — 105°E 之间摆动,而 70°E 附近的峰值主要在 55°E 到 75°E 之间振荡。

(3) 最强向南越赤道气流通道各年有所差异。1975、1976、1977年均以 95°E — 100°E 通道最强,而1974及1978年则分别以 75°E 及 60°E 处偏北气流最强。1979年则以自 95°E 至 130°E 大片地区都存在较强的向南越赤道气流而显得十分突出。所有这些,都是两半球各天气系统相互作用年际变化的反映。

四、东半球两支主要经圈环流

以上对高、低空越赤道气流通道的分析表明,在东半球,南、北两半球之间质量的交换

主要集中在 40° — 110° E 之间。在这一地区必然存在着较为完善的经圈环流。为此, 我们根据连续方程计算了 1979 年六、七、八 3 个月逐候 850、700、500、300、250、200hPa 六层的垂直速度, 然后对六、七、八 3 个月进行平均, 做出沿 45° E、 105° E 两个经度的剖面, 得到两张经圈环流图如图 4 所示。很明显, 105° E 是一个典型的东亚季风环流圈 (见图 4a), 即: 在赤道以北地区是大面积的上升区, 特别是从 15° N 到 33° N 之间的低空, 盛行偏南风, 此即季风盛行区。赤道以南则以下沉气流为主。 45° E 剖面上 (图 4b), 在北半球还有一个环流圈, 在两个环流圈之间的上升区 (15° — 20° N), 正是季风槽的位置。而且低空自南向北的越赤道气流十分强大, 而高空 200hPa 上偏北气流较弱。这是因为 45° E 低空气流越过赤道后转向, 在北半球上升后主要部份在 60° — 70° E 之间返回南半球之故。

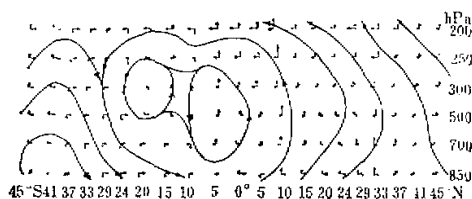


图 4a 沿 105° E 经圈环流剖面图

1979 年六、七、八月平均, 铅直方向矢量表示上升速度 ω 大小及方向,
水平方向矢量表示南北风分量 V 的大小及方向

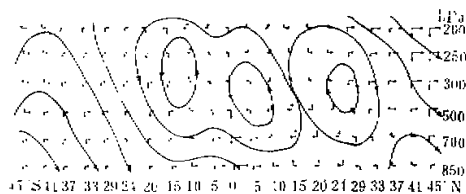


图 4b 沿 45° E 经圈环流剖面图

说明同图 4a

通过以上对高、低空越赤道气流通道的分析和经圈环流的计算, 我们可以得出下面的环流模型: 印度洋上有一支环流圈, 也即印度季风环流圈。气流从马斯克林高压出发向西北方向运行, 在 45° E 处越过赤道, 形成著名的索马里急流, 然后再穿过阿拉伯海, 在科氏力作用下向东北方向运行, 直抵印度大陆。并在印度中、北部地区汇入亚洲大陆热低压环流后, 辐合上升, 在高空 200hPa 西亚高压 (有时为南亚高压) 外围形成它的一支辐散气流, 向西南方向扩散, 于 60° — 70° E 之间穿过赤道, 返回南印度洋地区上空时, 下沉补偿南印度洋地面高压质量辐散所造成的损失。另一支是东亚季风环流圈。低空气流在澳大利亚冷高压作用下, 自南半球中纬地区向西北方向运行, 于 105° E 附近穿过赤道, 在南海北部及其以北地区上升, 在高空进入南亚高压东南方, 然后向西南方向返回, 于 100° E 处穿越赤道, 再向东南方向折向南半球中、低纬度地区下沉, 构成东亚季风环流圈。两支经向季风环流圈中高、低空越赤道气流与高、低层大气活动中心位置配置示意图如图 5 所示。

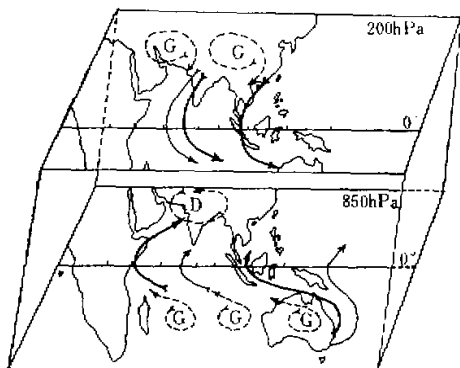


图5 两支经向季风环流圈里高、低空越赤道气流与高、低层大气活动中心位置配置示意图

五、结 论

综上所述,北半球夏季风时期(6—9月),东半球越赤道气流通道以及与其相联系的经向环流系统特征,可初步总结如下:

(1) 根据1975—1979年6—9月850hPa资料的统计,夏季风期间低空自南向北越赤道气流主要通道,按其强弱顺序有以下四条,即:45°E通道;105°E通道;150°E通道;70°E通道。它们都大于沿赤道各经度的平均值。45°E、105°E两通道各年平均位置稳定少变,其他各通道平均位置分别在70—75°E、145—150°E之间振荡。

(2) 从年际变化及月际变化来看,低空45°E通道远大于其他各通道值,1979年各通道值又远大于其他各年相应之通道值。1979年越赤道气流特强的原因及其可能对我国天气产生的影响,是一个值得进一步澄清与研究的问题。

(3) 根据1974—1979年6—8月资料,高空200hPa自55°E至110°E一带,盛行自北向南的越赤道气流,其主要通道有以下两条:①100°E通道,其逐年位置在95—105°E之间摆动,其值远高于其他诸通道值;②60—70°E通道,其值比100°E通道小甚多,但在有些年份(如1974、1978年)甚至可超过100°E通道值(见图3),其各年位置在55—75°E之间振荡。以上两通道是夏季风期间北半球大气质量向南半球回送的主要通道。

(4) 根据以上各点,并经过实际计算、分析,夏季风期间东半球存在着两支主要的经圈环流:一支低空从45°E流向北半球,高空在60—70°E之间又回到南半球,我们可称之为印度季风环流圈;另一支低空自105°E处流向北半球,高空从100°E处回流到南半球,形成另一支东亚季风环流圈。这与陈隆勋最近的工作结果^[1]是相一致的。

致谢:本文初稿完成后,陶诗言先生曾提出宝贵意见,作者在此特表谢意。

参 考 文 献

- [1] Simpson, G., 1921, The Southwest Monsoon. *Q. J. R. Met. Soc.*, **47**, 151—172.

- [2] Li Sjan-Zsi, 1936, Untersuchungen Über Taifune, Veröffentlichungen des Meteorologischen Instituts der Universität Berlin, Band 1, Heft 5. (中文摘译见中国近代科学论丛刊, 气象学, 119—145 页, 李宪之, 1955, 台风的研究, 科学出版社)
- [3] 陈锡璋等, 1958, 太平洋台风的发生发展和赤道天气图的应用, 天气月刊, 11 月号.
- [4] Findlater, J., 1969, A major low-level air current near the Indian Ocean during the northern summer, *Quart. J. R. Met. Soc.* Vol. 95, p. 362—380.
- [5] 王作述、何诗秀, 1979, 南海至西太平洋一带夏季低空越赤道气流和季风的初步研究, 气象学报, Vol. 37, No. 4.
- [6] 中国科学院大气物理研究所热带气象研究组, 1976, 南半球气流对南海和北太平洋西部地区热带环流的影响, 大气科学, 第 2 期.
- [7] 陈于湘, 1980, 夏季西太平洋越赤道气流的谱分析, 大气科学, Vol. 4, No. 4.
- [8] 李曾中, 西北太平洋地区赤道西风的爆发性东进与台风活动, 1982 年热带环流和系统学术会议论文集, 海洋出版社.
- [9] 黄士松、汤明敏, 夏季印度洋至西太平洋地区跨赤道气流与赤道西风变动的一些特征及其与副高和台风活动的联系, 1982 年热带环流和系统学术会议论文集, 海洋出版社.
- [10] 章基嘉、王盘兴、冯颖竹, 东半球主要跨赤道气流的季节变化及其与南亚、东亚季风爆发的关系, 1982 年全国热带夏季风学术会议论文集, 云南人民出版社.
- [11] 王兴东、陶诗言, 1984, 西太平洋越赤道气流的初步研究, 海洋学报, Vol. 6, No. 2.
- [12] 李曾中, 对 1981 年台风形成、发展与赤道西风关系的初步分析, 1983 年台风会议文集, 上海科技出版社.
- [13] 陈隆勋, 1984, 东亚季风环流系统的结构及其中期变动, 海洋学报, Vol. 6, No. 6.

A STUDY ON THE PASSAGES OF CROSS-EQUATORIAL CURRENT DURING THE SOUTHERN MONSOON

Li Zengzhong Lou Guangping

(Academy of Meteorological Science, State Meteorological Administration)

Abstract

In this paper, we have made a preliminary study on the passages of cross-equatorial current at the lower and upper troposphere over the Indian Ocean and the north-west Pacific Ocean during the southern monsoon (from June to September). The grid wind and other data used in this study are from 1974 to 1979.

At the sametime, the average vertical velocity of every 5 days at 850, 700, 500, 300 and 200 hPa levels during June-August in 1979, have been calculated by means of the continuity equation. It is obvious that there are two monsoon cells of latitudinal circulation. The results are as follows:

1. The principle southern wind component passages at the lower troposphere over the equator of the Eastern Hemisphere are along (1) 45°E; (2) 105°E; (3) 150°E; (4) 70°E. The values of southern wind component along these passages are larger than the average value of 0—180°E.
2. There are two main passages in which the currents cross over the Equator from Northern Hemisphere to Southern Hemisphere at the 200 hPa level.
3. There are two closed latitudinal circulations which are obviously associated with the principle passages over the same region. One of them is located at the region between 45—70°E, the other is near 100—105°E.