维普资讯 http://www.cqvip.com

第9卷第3期 黄 渤 海 海 洋 Vol.9 No.3
1991年 JOURNAL OF OCEANOGRAPHY OF HUANGHAI & BOHAI SEAS 1991

全球越赤道气流基本特征

李若钝 孙瑞本 曾宪模 李坤平
（国家海洋局第一海洋研究所，青岛）

曲 维 政
（青岛海洋大学，青岛）

摘 要

本文主要利用1973～1989年逐月全球热带200hPa及850hPa层经、纬向格点风及1980年以来1000，850,700,500，200，100，50hPa各层经纬向格点风，确定了热带对流层高、低（200，850hPa）层具有气候意义的越赤道气流通道，并分析了各越赤道气流通道强度的时、空变化特征。指出东半球比西半球越赤道气流强且稳定，季节变化也较明显。文章还指出，低层东半球向夏半球输送，高层夏半球向冬半球输送，且高、低层各相应通道强度变化趋势基本一致。高层与低层相比较，低层通道强且稳定，季节变化规律也较明显。文章还讨论了越赤道气流与大气环流系统的密切关系，指出各通道强度的年际变化是南、北两半球大尺度海-气相互作用的重要组成部分，是全球大气环流异常变化的重要信息。

关键词： 越赤道气流 越赤道气流通道 对流层顶 对流层低层

一、前 言

越赤道气流是南、北两半球大气质量、动量及热量交换的主要途径，更是两半球主要大气活动中心（冷、热源）相互作用、相互影响的重要内容。因此，国内、外气象学者曾进行了大量研究[1～3，5～6]，并取得了许多有益成果。但由于资料所限，也得到一些不完全一致的结论。例如，文献[6]强调了45°E（索马里）及150°E（新几内亚东岸）两条越赤道气流的存在及其对南海与西太平洋地区的影响，但却否定了在45～150°E之间还存在着其他的越赤道气流通道。

应当指出的是，资料序列的时段及长、短不同（文献[1～6]所采用的资料序列最长者为6a），得出不完全一致的结论，这是正常现象。本文主要利用1973年以来历年逐月全球热带200hPa及850hPa 5°×5°格点月平均经纬向风资料及1980年以来历年逐月全球热带1000，850，700，500，200，100，50hPa各标准层经、纬向格点风资料（源于欧洲中期数值天气预报中心及美国国家气象中心）对全球越赤道气流进行了统计与分析。并讨论了南、北两半球冷、热源及大气环流的关系，指出越赤道气流是南、北两半球大尺度海-气相互作用的重要成员，是研究海洋及大气环流异常变化不可忽视的重要因素。

承刘丽惠同志为本文绘图，致谢。
本文于1989年11月2日收到，修改稿于1991年1月24日收到。

二、几 点 说 明

1．正$\overline{V}$(S)值表示自南半球向北半球输送空气；负$\overline{V}$(N)值表示自北半球向南半球输送空气。

2．以赤道上某经度(范围)上的月平均$\overline{V}$值大于等于全赤道平均$\overline{V}$时，该经度(范围)称为越赤道气流通道，并以其中$\overline{V}$最大的经度命名该通道的名称，$\overline{V}$值的大小，即为相应的越赤道气流强度。

3．11月～翌年4月为北半球的冬半年，南半球的夏半年；5～10月为北半球的夏半年，南半球的冬半年。为了方便，下文将南、北半球的冬半年，统称为冬半球，夏半年统称为夏半球。

三、分 析 结 果

(一)$\overline{V}$值的垂直分布特征

计算结果表明，全球越赤道气流垂直分布的主要特征是，对流层下部大多以850～1000hPa(下文称低层)层较强，上部大多以200hPa(高层)层较强，而且上、下气流方向大多相反(图1)。

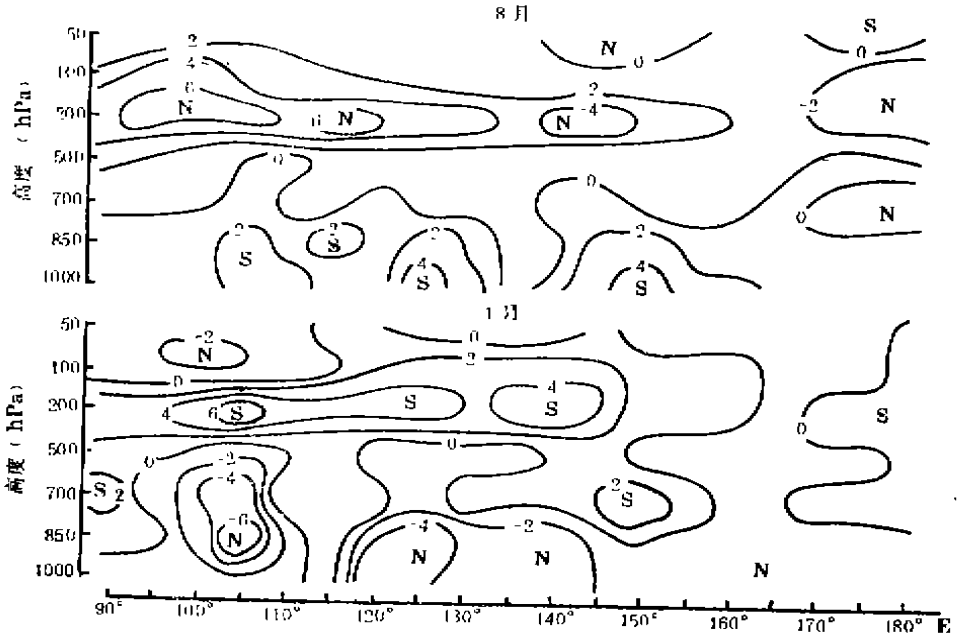

图1 1987年1(下)、8(上)月东半球赤道$\overline{V}$值的垂直剖面

(二)越赤道气流的季节变化

由表1及图2、图3可知，夏半年低层大多以正$\overline{V}$值为主，高层大多以负$\overline{V}$值为主，

表 1　东半球和西半球赤道累年月平均$\bar{V}$值年变化($m \cdot s^{-1}$)

高度	经度 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
850hPa	0～180°E	-0.7	-0.5	-0.2	0.3	0.6	0.9	0.9	0.9	0.5	0.3	-0.5	-0.6
	180°W～0°	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.0	-0.2
200hPa	0～180°E	1.1	1.4	0.7	0.5	-0.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.0	-0.6	-0.1	0.5
	180°W～0°	0.6	0.5	0.6	-0.1	-0.6	-0.8	-1.1	-1.1	-1.0	-0.6	0.0	0.6

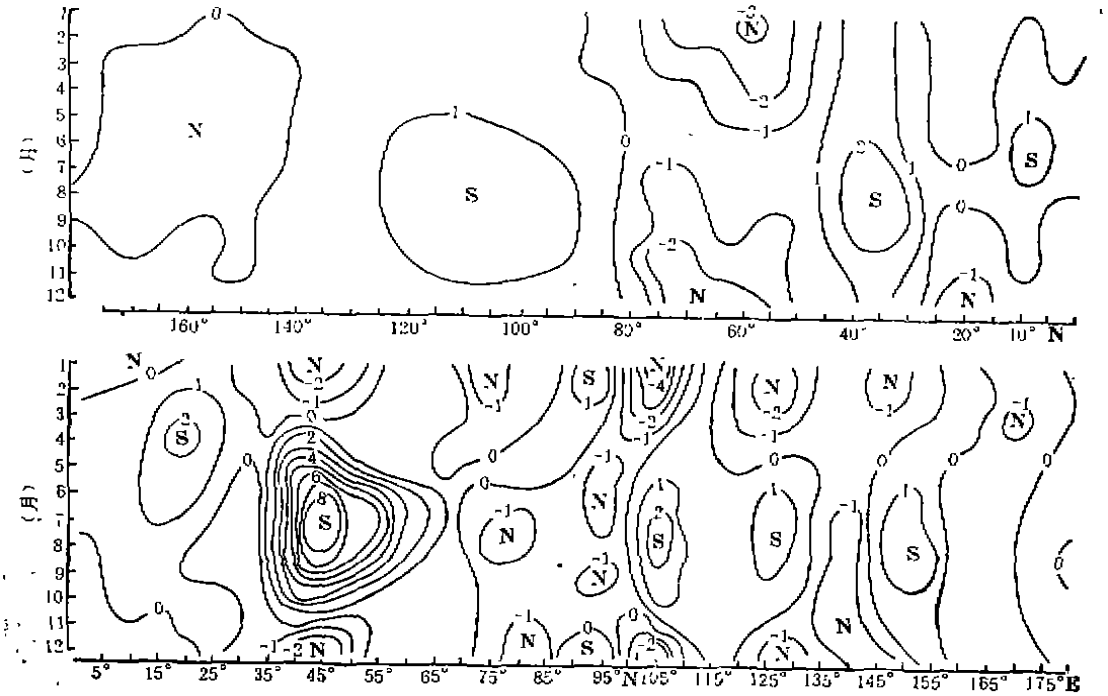

图2　850hPa东(下)、西(上)半球累年各月平均越赤道气流经向剖面图($m \cdot s^{-1}$)

冬半年低层大多为负，高层大多为正，西半球与东半球类似。上述事实表明，冬半球冷空气自低层输入夏半球，在夏半球受热上升后于高层(对流层上部)，返回冬半球，以补充和加强低层越赤道气流。

第二个特点是，东半球越赤道气流比西半球强，而且季节变化也明显，表明东半球南、北气流交换强，西半球弱。

第三个特点是，越赤道气流大多具有明显的季节变化。例如东半球低层45°E通道上的越赤道气流夏季为南向，冬季为北向；高层150°E通道盛夏北向气流甚强，冬季南向气流最强，过渡季节强度较弱(图2、图3)。有的通道位置也随季节而摆动。

表2、表3是根据图2、图3确定的主要越赤道气流通道。

由表2和表3可知，东半球低层有5条通道，夏半年为正$\bar{V}$值、冬半年为负$\bar{V}$值。其中最强的通道是45°E，人们通常称为索马里越赤道气流通道〔1～2，5～6〕。夏季(6～

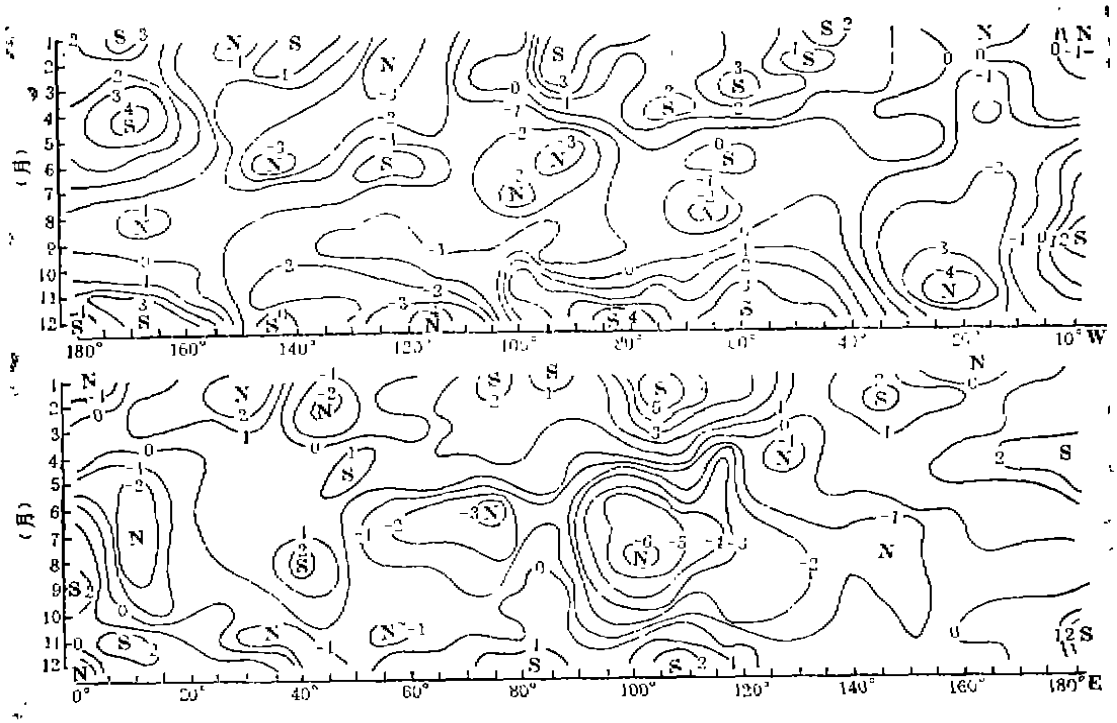

图3 200hPa东(下)、西(上)半球累年各月平均越赤道气流经向剖面图($m \cdot s^{-1}$)

表 2 850hPa越赤道气流通道、通道范围及其强度($\overline{V}$, $m \cdot s^{-1}$)

半球	位置	范围 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
东半球	45°E	40～65°E	-2.7	-1.8	-0.3	2.1	4.9	8.0	8.4	8.0	5.9	2.3	-0.4	-2.5
	105°E	105～110°E	-4.4	-3.6	-2.0	-0.2	0.9	1.6	2.2	2.4	1.8	1.3	-0.6	-3.4
	150°E	150～155°E	-1.0	-1.1	-0.7	0.3	0.9	1.1	1.8	1.8	1.4	0.9	0.6	-0.5
	20°E	15～20°E	0.2	1.0	1.4	2.0	1.7	1.5	0.9	0.3	-0.2	0.5	0.4	-0.2
	125°E	125°E	-2.0	-2.5	-1.8	-0.5	0.7	1.1	1.5	1.6	1.0	0.4	-0.1	-1.4
西半球	35°W	45～30°W	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.8	2.5	2.8	2.5	1.9	1.3	1.0
	100°W	135～85°W	0.2	0.5	0.3	0.3	0.8	1.0	1.2	1.2	1.5	1.9	0.9	0.4
	10°W	10～5°W	0.0	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.4	0.3	0.1	0.2	0.0	-0.5
	60°W	80～55°W	-3.0	-2.9	-2.4	-1.8	-1.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.9	-1.1	-1.6	-2.5
	25°W	25～20°W	-0.9	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	0.1	0.0	-0.3	-0.5	-0.7	-1.0
	165°W	165°W	-0.3	0.2	-0.8	-0.6	-0.7	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5

8月)越赤道气流强度最强为 8 $m \cdot s^{-1}$以上。冬季最强为105°E通道，月平均负值在3 $m \cdot s^{-1}$以上，最大为4.4$m \cdot s^{-1}$。

西半球赤道南、北空气交换较弱，尤其是高层。较明显的越赤道气流通道也有5

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 3　200hPa越赤道气流通道、通道范围及其强度($\overline{V}$，m·s^{-1})

半球	位置	范围	月份 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
东半球	150°E	90°～150°E	5.0	5.1	3.8	1.4	-2.1	-4.8	-4.4	-5.8	-4.1	-3.2	0.1	2.2
	75°E	55°～80°E	2.1	1.9	1.8	1.1	-0.6	-3.1	-3.5	-2.2	-1.2	0.3	0.2	1.4
	30°E	10°～35°E	2.7	2.8	1.1	0.8	0.1	0.3	0.7	0.7	-0.6	-0.2	-1.2	1.2
西半球	0°	0°	-1.3	-0.8	0.1	0.5	-1.5	0.2	1.6	1.7	2.1	1.7	0.7	-1.2
	20°W	20°～10°W	-0.2	-0.3	-1.7	-1.8	-0.4	-0.7	-1.3	-2.2	-2.1	-2.9	-4.7	-2.9
	170°W	155°E～160°W	3.1	1.6	3.7	4.2	2.9	1.6	-0.4	-1.1	-0.9	0.3	3.5	3.6
	60°W	80°～40°W	2.8	2.8	3.1	2.0	-0.5	0.2	-0.8	-1.2	0.2	2.3	3.3	3.8
	100°W	105°～90°W	-0.8	0.5	-0.4	-1.8	-0.8	-2.4	-3.2	-2.2	-0.5	2.1	2.3	1.4

条。其中35°W，100°W及10°W三条全年为正$\overline{V}$值；60°W及25°W两条全年为负$\overline{V}$值。此外，在160°E～145°W跨度占全球赤道四分之一的赤道上，越赤道气流均甚弱，且全年不改变符号。但有的年份却可见到异常大的$|\overline{V}|$值，而且这种现象常与全球大气及海洋的异常事件相联系(不属本文讨论范围，将在另文中讨论)。

200hPa位于对流层顶附近，由于受动力因子及海陆分布影响较小，越赤道气流通道较弱，且季节变化不太明显，但仍与低层有较好的对应关系。

东半球高层主要有5条越赤道气流通过。冬季多为正$\overline{V}$值，夏季多为负$\overline{V}$值。10°E，15°E，105°E三个负$\overline{V}$值通道与低层的20°E，45°E，105°E通道大体相对应。

55～150°E为一个最为宽广的冬半年正$\overline{V}$值，夏半年为负$\overline{V}$值区域，其主要通道在105°E附近，恰好与低层西太平洋最强的通道对应。105°E通道冬季最大正$\overline{V}$值为5.1 m·s^{-1}；夏季最大负$\overline{V}$值为5.8m·s^{-1}。

西半球高层越赤道气流通道不如东半球强，季节变化也不如东半球明显，越赤道气流通道强度往往随季节而变化。

(三)越赤道气流的环流背景

越赤道气流通道及其强度与大气环流背景及海陆分布有密切关系。(图4、图5)，下文仅以1月(代表冬季)、7月(代表夏季)进行讨论。

低层　冬季北半球热带为一系列的高气压所控制，北太平洋及大西洋均有副高单体存在，北美、北非和南亚大陆为冷性高压，其中以南亚冷高压势力最强。冬季南半球澳洲、非洲南部和南美洲为热低压，其中南美洲热低压为最强。低层东半球冬季越赤道气流与上述环流形势密切相关。首先，冬季最强的负$\overline{V}$值越赤道气流通道(105°E)以及西太平洋的其他几条负$\overline{V}$值通道都是南亚冷高压和澳大利亚热低压一对高、低气压系统的产物。冬季索马里越赤道气流之所以不如西太平洋越赤道气流强，就是因为北非冷高压与南印度洋热低压之间的气压梯度力较小，夏季恰好相反。南印度洋冷高压与北非热低压之间的气压梯度力为最大。所以，索马里越赤道气流强度为全球之最。西半球低层越

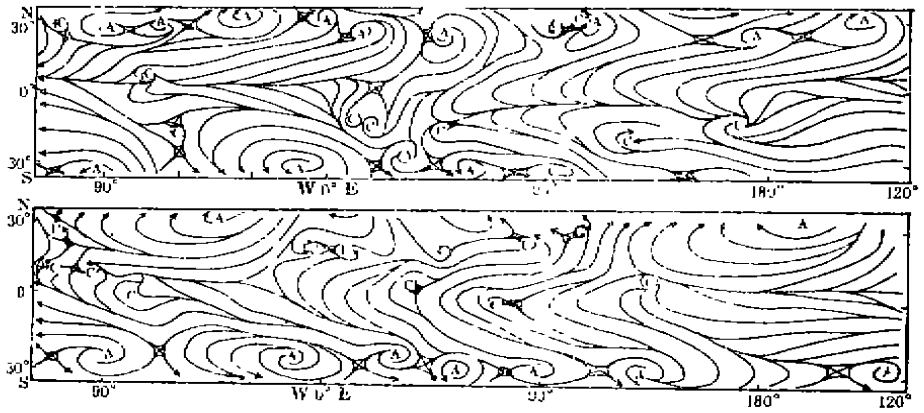

图4 全球热带1月(上)、7月(下)梯度风高度上的合成风流场

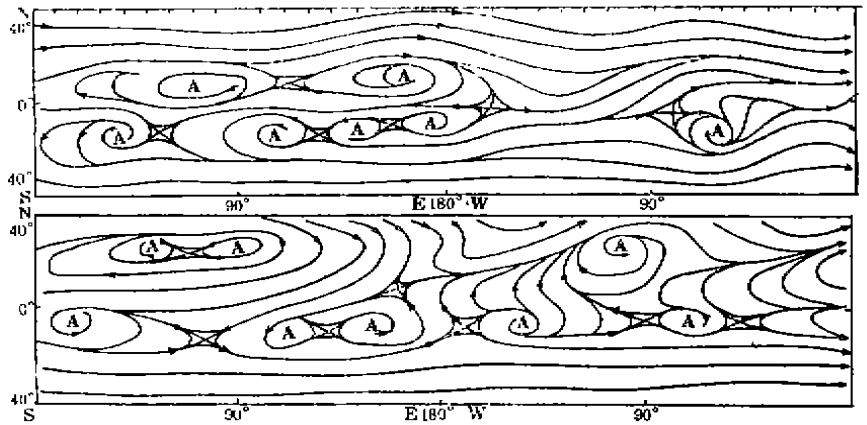

图5 全球热带1月(上)、7月(下)200hPa合成风流场

赤道气流方向的季节变化不明显。100°W通道一年四季均以南半球向北半球输送为主，显然与南太平洋副高稳定控制分不开(东南信风区)，其强度与副高位置的季节变化规律是吻合的。而60°W及35°W两通道全年分别以负、正$\overline{V}$值为主，分别和北美高压及南大西洋高压的终年控制有关。

高层 越赤道气流方向与低层基本相反。高层环流受海陆分布及地形影响较小，所以通道强度较弱，季节变化也不象低层那样有规律。

由图4、图5可知，高层赤道两侧为两串高压组成的高气压带所控制，夏季高压带离赤道较远，冬季高压带靠近赤道，因此，有的赤道地区随季节而盛行东北或东南风，还有的地区风速有明显的年变化，而风向却几乎无年变化。最引人注目的是，青藏高原—伊朗高原上空夏季为北半球最强、最醒目的高气压。

高层东半球夏季55～150°E自北向南的越赤道气流显然与青藏高原—伊朗高原之间的强大的高压南侧的东偏北气流相对应。冬季以正$\overline{V}$值为主，正好与西太平洋及印度洋两高压的季节变化有关。

高层西半球，夏季的105～90°W负$\overline{V}$值通道主要是受北美大陆高压南侧东北气流的

维普资讯 http://www.cqvip.com

影响而形成的。西半球冬季的170°W及60°W两条正$\bar{V}$值通道，正好座落在南太平洋西部及南美大陆高气压北侧的东南气流中，显然上述越赤道气流通道都与大气环流系统相关联。

（四）越赤道气流的年际变化

越赤道气流是南北两半球空气质量、热量，特别是动量交换的重要途径。各越赤道气流通道位置是较为固定的。但其强度却有很明显的年际变化。

表 4　东半球夏季(6～8月)平均越赤道气流强度的年际变化

高度 \ 经度 \ $\bar{V}$ \ 年份		1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
200hPa	95～105°E	-2.7	-3.6	-3.7	-4.5	-4.3	-3.7	-5.1	-4.6	-5.2	-6.6	-5.5	-6.5	-7.3	-6.8	-7.1	-3.3	-6.6
850hPa	45°E	3.7	3.1	7.6	6.6	6.7	5.7	9.6	11.6	10.1	9.5	10.1	9.7	9.0	10.5	8.8	8.3	9.7

不难设想，各个时期全球越赤道气流通道特别是强度的年际变化，实际上是南、北两半球高、低层冷、热源及高、低气压系统相互作用的结果。因此，越赤道气流通道强度的年际变化是南、北两半球大气环流异常信号强弱的标志(不属本文讨论范围，详略)。是大尺度海-气相互作用研究的重要因素。

结　　论

1．对流层下部夏季以自南半球向北半球输送为主，冬季自北半球向南半球输送为主。

东半球的主要通道有45°E，105°E，20°E，150°E，125°E五条。西半球越赤道气流年变化不太明显，全年以自南半球向北半球输送为主的通道有35°W和100°W两条；以自北半球向南半球输送为主的有60°W，25°W及150°W三条。

2．对流层上部越赤道气流与下部基本相反，夏季自北半球向南半球输送为主，冬季向北半球输送为主。季节变化也不如下部明显。东半球的通道有5条：即105°E，75°E，30°E，10°E，0°。西半球也有5条：20°W，170°W，60°W，100°W，65°W。

3．越赤道气流与大气环流系统有甚好的对应关系。越赤道气流的变化可以为人们提供南、北两半球大气环流异常变化的信息。

参 考 文 献

〔1〕陈隆勋等：夏季的季风环流，大气科学，3(1)，1979。
〔2〕陈干湘：夏季西太平洋越赤道气流的谱分析，大气科学，4(4)，1980：363～368。
〔3〕李曾中、倪允平：北半球夏季风时期越赤道气流通道的研究，大气科学，3(3)，1987：312～319。
〔4〕王作述、何诗秀：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，37(4)1979：67～78。
〔5〕Kubota, I.: Seasonal variation of energy sources in the earth surface layer and in the atmosphere over the Northern Nemisphere. *J. of the Met. Soc. of Japan*, 48, 1970:30～46.
〔6〕Krishnamurti, T. N., and H. N. Bhelme: Oscillations of a monsoon system, part 1, Observational aspects, *J. Atmos. Sci.*, 33, 1976:1937～1954.

The Major Characteristics of Global Air Current Across the Equator

Li Ruodun Sun Ruiben Zeng Xianmo Li Kunping
(*First Institute of Oceanography*, SOA, Qingdao)
Qu Weizheng
(*Qingdao Ocean University*, Qingdao)

Abstract

By using monthly meridional and zonal wind at grid point of 200hpa and 850hPa level in the global tropical ocean from 1973 to 1989, and at grid point of 1000, 850, 700, 500, 200, 100, 50hPa level from 1980 to 1989, in this paper, the higher and lower layer of troposphere (200, 850hPa) are considered climatically as air current passage across the equator, and the temporal and spatial variation characteristics of the strength for various air current passages across the equator are analyzed. The results show that the air current across the equator in the Eastern Hemisphere is stronger and more stable than that in the Western Hemisphere, and also has obvious seasonal variation. It is further pointed out that air current is transported from the winter hemisphere to the summer hemisphere in the lower layer, conversely from the summer hemisphere to the winter hemisphere in the higher layer, and also indicated the trends of passage intensity variations in the higher layer and lower layer are basically the same. Compared with the higher layer, the passage intensity in the lower layer is more stable and has more evident seasonal variation.

The close relationship between air current across the equator and air circulation system are discussed, the results indicate that the annual variations of the various passage intensities reflect the variations of large scale air-sea interactions in the Northern and Southern Hemisphere and is an important information about the global air circulation variability.

Key words: The air current across the equator The air current passage across the equator the lower layer of troposphere Statopause