

1979年5—7月东半球跨赤道气流的 季节变化及其与南亚、东亚 季风爆发的关系

冯颖竹 王盘兴 章基嘉

提 要

本文通过对全球大气研究计划第一次试验(FGGE)期间东半球五层(100、200、500、700、1000毫巴)等压面风场资料的分析得出:南北半球质量交换主要是通过一些位置基本固定的跨赤道气流进行的。在季风区,跨赤道向北输送气流集中在对流层下部,其中主要的两支是索马里急流和印度尼西亚气流;跨赤道向南气流集中分布在对流层中上部,其中主要的一支是印度尼西亚高空的向南气流;此外,在青藏高原所在经度的赤道中低空,存在一支明显的跨赤道向南气流。

对上述主要跨赤道气流的研究表明,它们均随季节变化而加强。两支跨赤道向北气流的明显加强较印度季风爆发和长江中下游梅雨开始提早一候。

一、引 言

南北半球的相互作用是一个早已引起各国气象学家注意的问题。现代气象学关于南北半球相互作用问题的研究是基于对一系列物理量(质量、水汽、热量、角动量、能量等)的跨赤道输送场的分析之上的。其中,质量的跨赤道输送在诸物理量的跨赤道输送中处于特别重要的地位,首先受到较多的注意。这方面开创性的工作由G·Simpson^[1]于1921年作出。五十年代,杨鉴初^[2]计算了北半球大气总质量的月际变化,由此估计出由冬至夏、由夏至冬空气质量从一半球到另一个半球的输送总量为 10^{13} 吨。其中由冬至夏质量从北半球跨赤道向南半球输送,由夏至冬质量从南半球跨赤道向北半球输送。这些工作对认识南北半球相互作用无疑有着重要的意义。但是,在当时的条件下,不可能对质量交换的具体方式作进一步的讨论。

六十年代起,随着低纬观测资料的积累,已有可能从大气环流的细节上研究质量交换的具体方式。1969月,Findlater^[3]首先证实了夏半年,在非洲东海岸存在一支跨赤

道向北输送质量的低空急流, 这就是著名的索马里急流。近年来, 国内对印度洋和西太平洋赤道上的跨赤道气流输送提出了若干研究报告^[4], 对南北半球质量交换及其与中国天气的关系进行了讨论。这些讨论对于认识南北半球质量交换及其作用有着积极的意义。但由于所用的资料及研究角度的不同, 对质量输送中究竟存在哪几支作用较大的气流, 意见并不一致。

最近, 气象学家们对跨赤道气流进行了更细致的研究。M. Kanamitsu and T. N. Krishnamuti^[5]用赤道 200 毫巴层上的经向风的时间—纬向剖面图对旱年和正常年夏季的跨赤道气流进行了个例对比, 指出了两者的差异。不过它们的工作只是就高空某个层次进行的, 因此不可能揭露跨赤道气流的全貌。

我们认为, 由于系统的低纬资料的积累至今还很欠缺, 对跨赤道气流的空间分布和时间演变特征作出明确的结论为时尚早, 有必要利用最近获得的资料对这些问题作深入的分析和研究。

本文采用 FGGE 中 MONEX 时期 1979 年 5—7 月, $35^{\circ}\text{S}—35^{\circ}\text{N}$, $0—180^{\circ}\text{E}$, 经、纬向格距均为 5° 的五层(分别为 100、200、500、700、1000 毫巴)逐日 08 时的风速资料, 求出了它们的逐候平均值, 并在此基础上研究了 5—7 月发生在东半球赤道剖面上的南北半球质量交换, 给出了满足一定强度和稳定性要求的跨赤道质量输送气流; 研究了这些跨赤道气流输送强度随季节的变化。所得结果基本上反映了 1979 年 6 月突变前后, 世界季风区域上南北半球质量交换的时空特点。

二、1979 年 5—7 月跨赤道气流的平均状况

(一) 净输送的垂直分布特点

为了对 5—7 月南北半球质量交换的背景有所了解, 制作了赤道剖面上 5、6、7 月和 5—7 月东半球平均经向风的垂直分布图(图 1)。图中 100、200、500、700、1000 毫巴层上

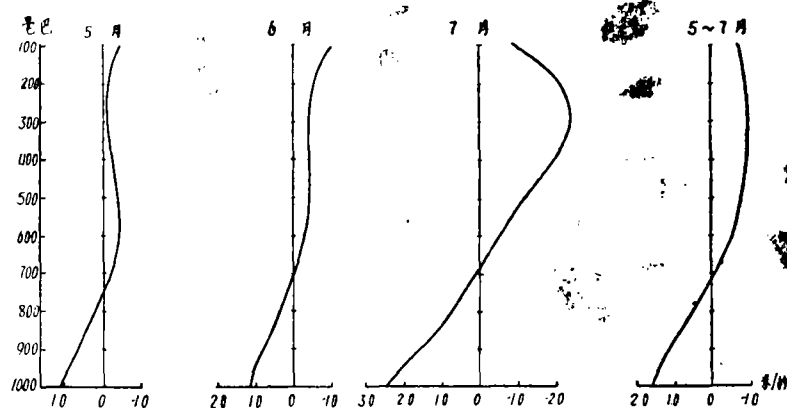


图 1 5、6、7 月和 5—7 月东半球平均经向风的垂直分布图

的值是用原始资料直接求得的, 300、400、600、800、900 毫巴层上的值是通过二次样条插值求得的(下同)。

由图 1 可以看出, 5—7 月东半球赤道剖面上的质量交换有如下特点:

1. 以 700 毫巴为界, 对流层下部平均有跨赤道向北输送, 对流层中上部平均有跨赤道向南输送。

2. 东半球的净输送由北向南, 且随着北半球夏季的到来, 净输送增大。

以上特点与文献[2]推出的这个季节的穿越整个赤道剖面的净输送方向和强度的季节变化趋势基本一致; 而其净输送量级较文献[2]估计的要大, 这可能是样条插值计算所提供的低层向北输送过小, 从而导致对向南净输送的夸大所致。

(二) 跨赤道气流的空间分布

制作了东半球赤道剖面上 1979 年 5—7 月平均南北风分量 $\bar{v}$ 的分布图(图略)以及此期间的候平均经向风 $\bar{v} > 0$ 的发生频率 γ 图(图略), 从强度和稳定度两个方面出发, 规定同时满足下述指标的气流被定义为跨赤道气流:

a. 强度: $|\bar{v}| > |\bar{v}_s|$, $\bar{v}$ 为候平均经向风速, $\bar{V}_s$ 为图 1 给出的各层半球平均经向风速。

b. 稳定性: $\gamma \geq 14/18$ (为跨赤道向北气流) 或 $\gamma \leq 5/18$ (为跨赤道向南气流)。

由此, 得到了 1979 年 5—7 月东半球跨赤道气流的空间分布图(图 2)。

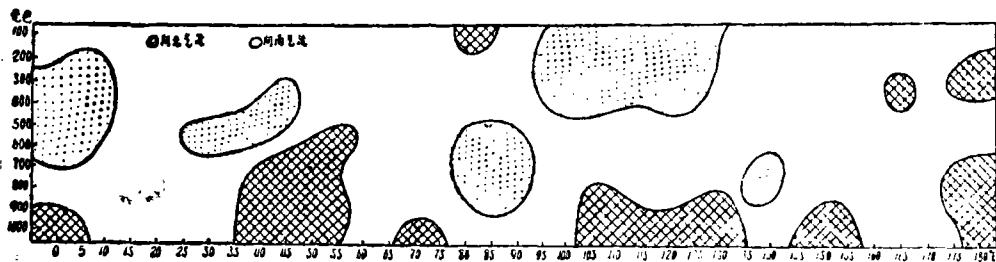


图 2 东半球跨赤道气流分布图

图 2 清楚给出:

1. 低层(700 毫巴以下)是跨赤道向北气流集中的区域。在整个东半球, 共有六支向北的跨赤道气流散布在赤道垂直剖面上, 它们分别位于非洲西海岸(0—5°E)、非洲东海岸(40—50°E)、印度洋中部(70—75°E)、印度尼西亚(105—130°E)、赤道西太平洋(145—155°E)、太平洋中部(175—180°E)。在这些跨赤道向北气流中, 非洲东海岸的索马里急流无论强度(5—7 月平均经向风最大值达 8.0 米/秒)或延伸高度(700 毫巴以上)都明显大于其它各支跨赤道气流。此外, 印度尼西亚气流按其强度仅次于索马里急流, 而其水平宽度则明显较前者宽。与这两支向北气流相比, 其它向北气流都是次要的。

2. 中高层(700 毫巴以上)主要为跨赤道向南气流集中的区域, 在整个东半球共有三支向南气流, 它们分别位于非洲西海岸(0—15°E)、非洲东海岸(25—50°E)和印度尼西亚(90—130°E)上空, 其中以印度尼西亚上空的向南气流范围最大、势力最强。

3. 值得注意的是, 在青藏高原所在经度的赤道上, 存在一支势力强、范围大而又相当稳定的中低空(700 毫巴附近, 75—90°E)向南气流, 在 5—7 月 $\bar{v}$ 剖面图上, 其中心最大经向风速达 4.3 米/秒。

至此, 我们可以明确的指出: 1979 年 5—7 月, 东半球主要存在四支跨赤道气流, 它

们是：a.索马里急流(低空、向北)；b.印度尼西亚气流(低空、向北)；c.青藏高原经度上的中低空向南气流；d.印度尼西亚高空的向南气流。称这四支气流为主要跨赤道气流。下面将讨论其季节变化。

(三) 主要跨赤道气流与水平流场的关系

上述跨赤道气流的存在和位置与水平流场的分布是一致的。对5—7月各等压面层平均流场的研究*发现：

索马里急流和青藏高原经度上的中低空向南气流与中心在赤道印度洋西部的夏季型赤道缓冲系统^[6]的稳定存在密切相连，它们分别是这个系统西侧的向北气流和东侧的向南气流。而与低层印度尼西亚向北气流对应的是源于澳洲冷高的向北半球热带辐合带辐合的气流。高层的向南气流则是南亚高压东侧的东北气流的跨赤道向南输送分量。

三、跨赤道气流的季节变化

比较1979年5月和7月东半球赤道剖面上 $\bar{v}$ 的分布图(图3.a、图3.b)，可以看出：

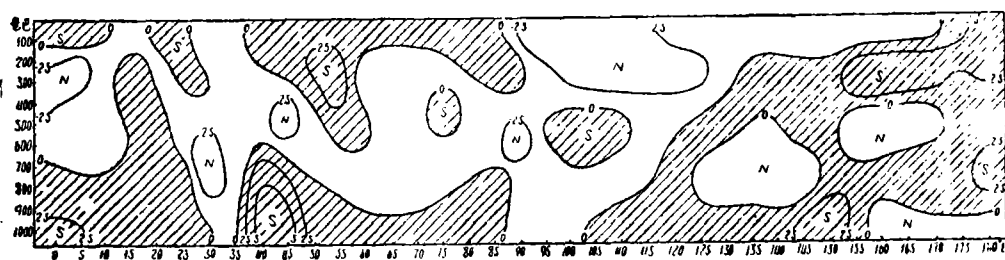
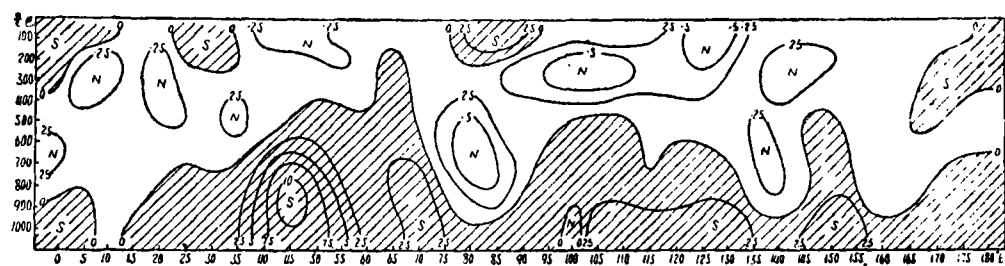
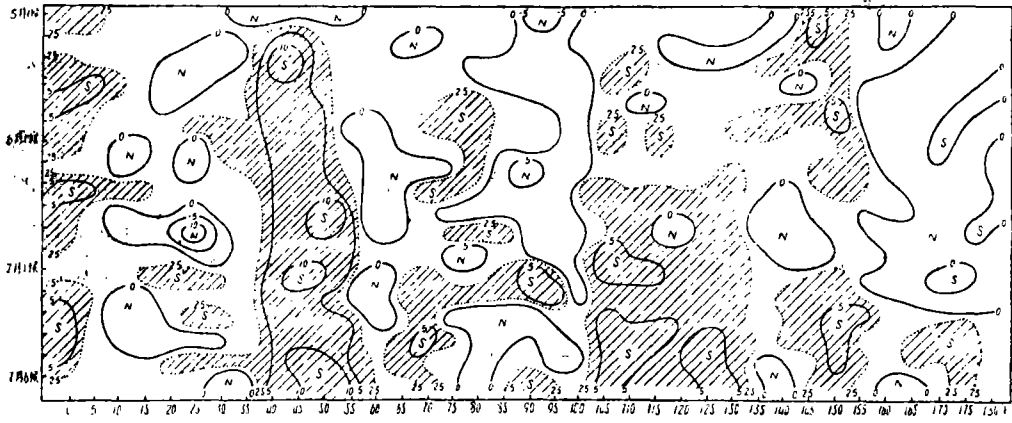


图 3. a 赤道纬圈剖面上 5 月 $\bar{v}$ 分布图



1. 索马里急流和印度尼西亚气流的季节变化

由图4.a可见, 在6月第3候, 印度尼西亚上空的气流发生了明显的变化, 在105—



出,这支气流的强度存在准周期振荡。随着这支气流的一次增强,索列里急流也发生一次相应的增强,且700毫巴印度尼西亚上空也出现了向北气流。这现象可以用700毫巴特定经度(45°E, 85°E, 100°E)上的 $\bar{v}$ 随时间的变化曲线显示(图略)

4.由200毫巴时间—纬向 $\bar{v}$ 分布图(图略)可知,印度尼西亚高空的向南气流在6月第4候明显向东扩展了20个经度,强度也有所增强,且在以后继续拓宽和加强。到了7月末,以青藏高原所在经度为中心建立起一条控制整个印度洋和印度尼西亚上空的宽达120个经度、强度较强的向南输送带,达到一年中向南输送的盛期。

综上所述,1979年5—7月东半球主要跨赤道气流在低纬环流发生由冬至夏的季节转换前后,都发生了明显的拓宽和加强。

四、跨赤道气流的季节变化与南亚、东亚季风爆发的关系

对1979年5—7月亚洲低纬环流和天气的研究^[7],*指出,1979年6月第4候,南亚高压移上了高原,低纬环流发生了由冬入夏的季节转换。与此同时,在南亚有印度西南季风的爆发,在东亚有我国长江中下游梅雨的开始。

值得注意的是,索马里急流的加强和印度尼西亚气流的稳定建立较印度西南季风爆发和我国长江中下游梅雨开始提早一候。若能证明这种联系的普遍存在,则对研究印度雨季和我国梅雨期水汽来源问题,以及印度雨季开始和我国长江中下游地区入梅的中期预报,会有重要的意义。还由于低空跨赤道向北输送气流的建立和加强较整个季风区低纬典型夏季形势的确立提早一候。因此,它们对于追踪低纬环流季节转换的“开关”所在,也可能是有意义的。

五、结 语

对1979年5—7月赤道剖面上候平均经向风分量 $\bar{v}$ 的研究,得到了东半球赤道剖面上的跨赤道气流的时空分布,从中确定出四支主重的跨赤道气流,它们是:索马里急流(低空、向北)、印度尼西亚气流(低空、向北)、青藏高原所在经度上的中低空向南气流和印度尼西亚高空的向南气流。研究了这四支气流与水平流场上天气系统的关系;研究了它们随时间演变的特点及这些气流相互间的联系;初步探讨了跨赤道气流的季节变化与南亚、东亚季风爆发的关系。其中特别有意义的是发现跨赤道向北气流的加强要较南亚和东亚季风爆发早一候,也要较季风区低纬环流的夏季型建立早一候。

致谢:程兆云、陈松军、潘旭光同志参加了本文的资料整理工作,作者表示衷心的感谢。

* 南京气象学院实习台,一九七九年季节转换的基本特点(未发表)。

参 考 文 献

- [1] Simpson, G. The Southwest monsoon, Q. J. R. Met. Soc. 47, 151—172, 1921.
- [2] 杨肇初, 北半球大气质量的平均月际变化, 气象学报, 第27卷第1期, 1956.
- [3] Findlater, J. A major low Level air Current over the India Ocean During the Northern Summer, Q. J. R. Met. Soc. 95, 362—380, 1969.
- [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, 第37卷第4期, 1979.
- [5] Kanamitsu, M. and Krishnamurti, T. N. Northern Summer Tropical Circulation During Drought and Normal Rainfall Months, Mon. Wea. Rev. 105, 331—47, 1977, 12.
- [6] [美] 阿特金森著, 中国科学院大气物理研究所译, 热带天气预告手册, 上海人民出版社, 1974, 9.
- [7] 章基嘉、王益兴、孙照渤、陈松军, 低纬大气环流的季节转换及青藏高原加热作用的天气统计学分析, 南京气象学院学报, 1983, 第1期.