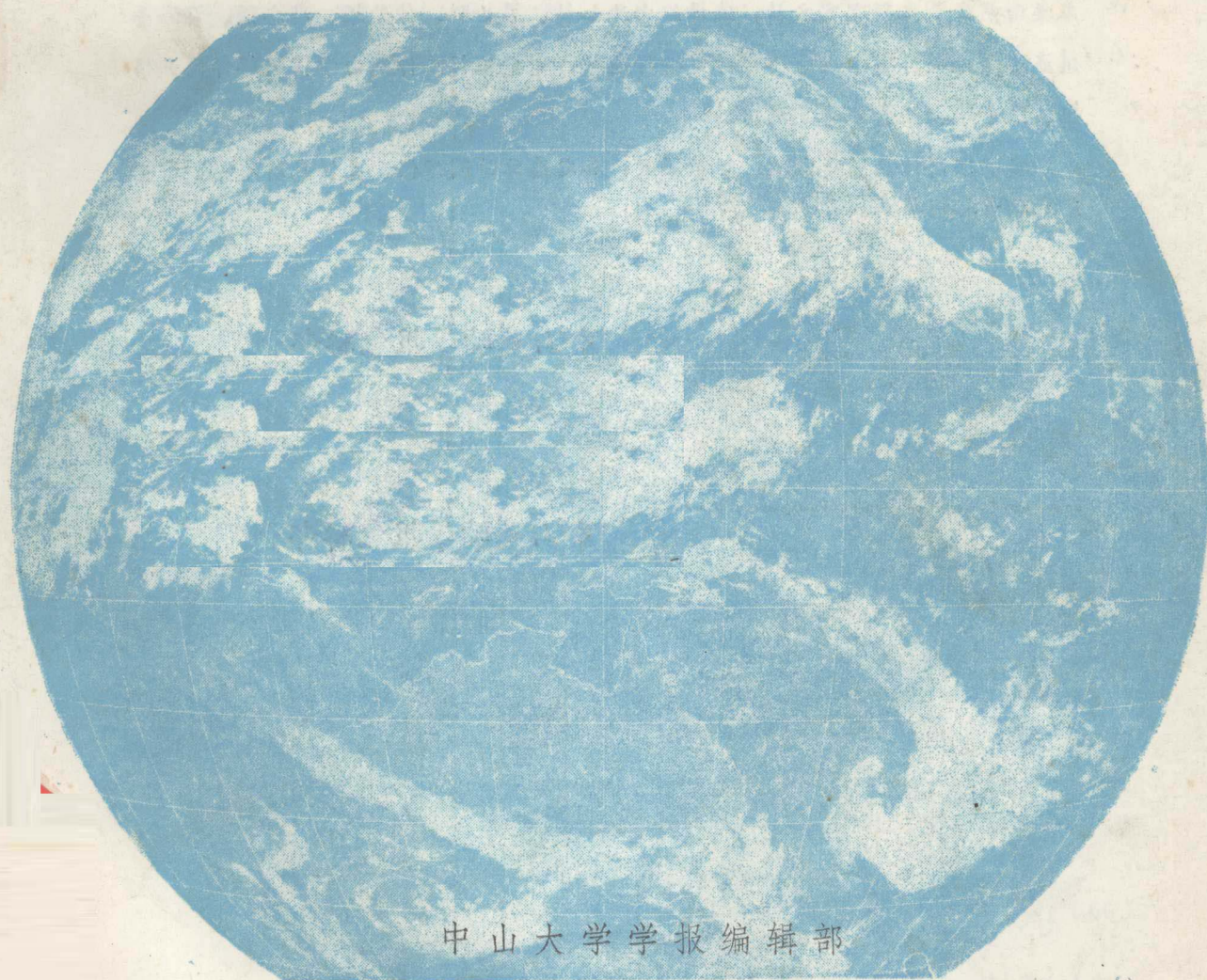


中山大学学报(自然科学)译丛〔1〕

热带气象译文集

中山大学热带气象研究室主译



中山大学学报编辑部

1982年10月



编 者 的 話

我们怀着崇敬的心情，热烈祝贺党的十二大的胜利召开。这本译文集就是全体编译工作者献给党的寸草心意。

本译文集得到本校科研处的资助，气象学系领导及部分教师给予了大力支持；本集由热带气象研究室主持，选译组由沈如桂、梁必骐、仲荣根、冯志强、贺海晏组成，并由冯、贺二人对全部译文进行通校；审定编辑工作则由学报编辑部的尹锡组、陈曼华、兰崇钰等完成。

我们编辑译丛还是初次，经验不足，加之选编时间短促，差错在所难免，希望广大读者批评指正。

中山大学学报编辑部

1982年9月



目 录

前言	陈世训 (1)
夏季低空季风环流	<i>John A. Young</i> [沈如桂 译] (2)
北半球中纬度环流与夏季季风环流的相互作用	<i>H.S. Bedi et al.</i> [尤丽钰 译] (7)
南半球环流和季风环流的相互作用	<i>Daniel Cadet</i> [尤丽钰 译] (11)
西藏对流层环流与印度夏季季风的变动	<i>M. G. Hamilton</i> [仲荣根 译] (16)
季风试验资料所揭示的有关影响印度季风开始的半球间相互作用的一些特点	(印) <i>D. R. Sikka et al.</i> [徐淑爱 译] (20)
亚洲夏季风的一种新见解	<i>P. R. Pisharoty</i> [彭金泉 译] (24)
850毫巴印度夏季风流型的主要经验波型	<i>Jon Ahlquist</i> [仲荣根 译] (27)
1970—1979年西南季风前和开始阶段的某些特征	<i>R. K. Datta et al.</i> [沈雪苹 译] (32)
不均匀加热对季风爆发的灵敏性试验	<i>T. N. Krishnamurti and Y. Ramanathan</i> [沈如桂 译] (36)
地形和热源对夏季季风的作用	<i>P. K. Das and H. S. Bedi</i> [张正恒 译] (55)
1973年印度——苏联季风实验期间印度地区季风环流的动能收支	<i>S. S. Singh et al.</i> [贺海晏 译] (59)
冬季和夏季季风期间藕合和未藕合的大气——海洋环流模式试验	<i>W.M. Washington and G.A. Meehl</i> [沈如桂 译] (65)
夏季季风试验观测资料对印度地区风场客观分析的影响	<i>S. Rajamani et al.</i> [杨平章 译] (69)
印度洋季风地区近水面层大气扰动交换的一些特征	<i>A. E. Golovin</i> [王有芝 译] (73)

北印度洋上季节尺度的海——气相互作用和印度季风雨以及气

- 旋路径的初步研究..... *P. V. Joseph* [仲荣根 译] (76)
- 上游效应和季风扰动的形成
..... *T. N. Krishnamurti et al.* [吴池胜 译] (86)
- 与季风低压相连的对流云复合系统的高层对流层特征
..... *E. G. Astling et al.* [沈如桂 译] (93)
- 夏季季风试验期间孟加拉湾季风低压的观测分析
..... *T. Nitta and K. Masuda* [王有芝 高绍凤 译] (97)
- 1979年7月3—8日的季风低压的诊断分析
..... *F. Sanders* [贺海晏 译] (108)
- 夏季季风试验附加风资料对两类原始方程正压模式预报1979年6—8月
季风低压的影响..... *D. R. Sikka et al.* [刘祝江 译] (112)
- 热带气候和天气..... *Herbert Riehl* [陈世训 译] (116)
- 发展完好的索马里急流的结构..... *N. E. La Seur* [仲荣根 译] (121)
- 大洋中部热带辐合带的结构..... *M. A. Estogue* [黄伟峰 译] (124)
- 热带地区上部对流层的波动 第1部分:波数——频率区域的动力分析
..... *A. Zangvil, M. Yanai* [贺海晏 译] (129)

{前}

{言}

按纬度来说, 热带范围定为南北纬 30° 之间的地区, 面积约占全球的一半, 其中大部份为海洋。热带地区是全球大气运动的主要能量源地, 一年中有大量的热量和水分由这里向中、高纬度输送, 这说明中高纬度环流和低纬度环流是密切相关的。中高纬度的天气分析和预报, 特别是时效较长的天气预报, 必须考虑来自低纬度环流的影响。随着现代新技术的应用, 如电子计算机、雷达、气象火箭和人造卫星等, 近年来, 观测资料有了迅速的增加, 热带气象学的研究也有较大的进展。例如对热带地区进行过多次大规模的气象考察和实验, 对于热带大气环流、季风、热带波动、热带云团、台风和热带辐合带、热带数值天气预报等方面都有不少研究成果。1982年2月世界气象组织确定热带气象学研究规划中有四个主要方向, 即热带气旋及其相联系的风暴波动、季风、半干燥地区和热带干旱气象学、热带扰动及其相联系的降水等。季风就是上述四个重要课题之一。

热带季风区是全球最潮湿、能源最集中的区域。我国 30°N 以南(大致为长江以南)的华东、华南、西南地区为世界著名的季风区之一。这些地区夏季降水和夏季季风活动有着密切关系。七十年代以来开展了多次世界性的季风试验, 我国气象工作者对于古老的季风问题提高了认识, 正在组织力量对我国季风的特性积极开展研究。

为了促进对热带气象学的研究, 我们组织翻译了一批国外的论文, 重点放在季风方面, 以供读者参考, 籍以了解国外有关季风和热带气象问题研究的主要成果和动向。本期除译自近年发表在各国气象杂志上的论文及专著外, 均取自“International Conference on Early Results of FGGE and Large-scale Aspects of its Monsoon Experiments 1979. Florida 1981”。

为了有助于我们研究工作的开展, 这一工作今后将继续进行。由于水平所限, 译文中可能有不少错误, 请批评指正。

陈世训

1982年8月

夏季低空季风环流

John A. Young

(美国威斯康星大学)

摘 要

本文利用由印度洋上地球静止卫星得到的风场,定量地计算了季风试验期间900毫巴上夏季季风气流的运动学和动力学特性。平均气流的一些结果与以前预期的一致,其中包括:(1)阿拉伯海上空气流的辐合辐散;(2)阿拉伯海上空赤道以北可能产生惯性不稳定的区域;(3)绝对涡度非守恒性;(4)赤道地区气压场具有数值小但很重要的气压梯度;(5)赤道附近大约10度的范围内准地转条件不满足。本文用逐日、5天平均和月平均图以及空间—时间剖面图(Hovmöller)型检验了风场的各种变化。尽管一些天气系统能被跟踪到,跨赤道风场的动力学关系一般还是不明显的,因而需要作仔细的研究。

一、引 言

在1979年,印度洋上地球静止同步卫星提供了罕见的大面积的云风踪迹,特别是在5—6月的夏季风月份更是如此,我们威斯康星大学的研究组做出了高低层逐日风场[图集1],此图绘出一个非常好的平均和瞬时环流系统的图像。积云群的覆盖在低层特别好,尽管云顶部有所不同,这些“云风”看来是代表了900毫巴附近的大尺度气流。现在我们还在利用这个内插到 $2^\circ \times 2^\circ$ 的网格上的II—b资料序列继续进行研究。本文准备介绍有关低层平均气流的运动学和动力学的研究结果以及突变的抽样加以论述。

二、平均气流运动学

了解平均气流轮廓的最好方法是考察7月平均低层气流(图1),图中明显的系统有马斯克林反气旋,东南信风,南半球的“赤道南部槽”以及已建立的北半球西南季风气流,这支气流在索马里有一个极大值(在孟加拉湾有一个次大值)。5月份的平均气流(图略)与7月份的差异在于阿拉伯海上空为一个弱反气旋气流,跨赤道气流风速最大值只为7月数值的一半,东南信风稍弱些并更近于纬向。

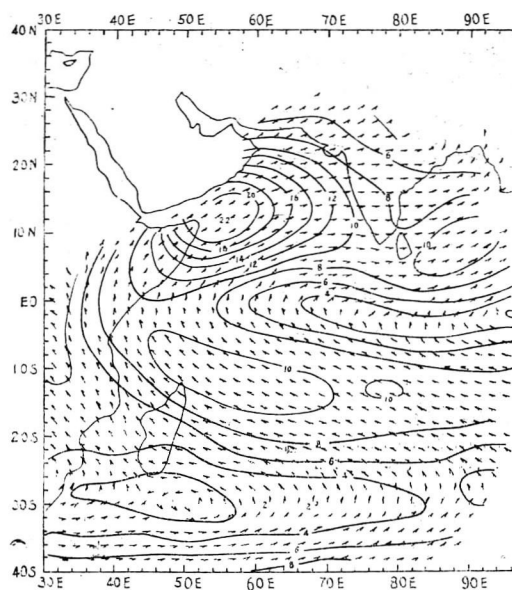


图1 900毫巴附近7月平均季风气流,是由大约20,000个云风资料计算得到。实线是等风速线(米·秒⁻¹)间隔为2米/秒,气流方向由单位长的风矢方向表示

我们再回过头来讨论7月份气流。绝对涡度(图2a)具有预期的、由“旋转”气流产生的强的负值相对涡度分布,这支气流由阿拉伯海中部扩展到12°S以南。两半球的气流跨越赤道时沿着平均轨迹线绝对涡度增加。因而,虽然某些简单的正压模式成功地描述了类似的气流活动,但我们看到绝对涡度并不是守恒的。十分明显,辐合辐散引起这些不守恒,虽然在东非附近摩擦作用也是造成不守恒的因子之一。

强环流使绝对涡度零线移到北半球,根据简单的局地(与时间有关)的非地转扰动理论,在这条零线和赤道之间的地区可能存在惯性不稳定。图2b所表示的是等增长率参数线(定义见图例说明,负值为不稳定,正值为稳定)。增长率最大值表明,适中的e—折时间为30小时,这相当于一轨迹在不稳定区内维持的近似时间。确切的动力学结果并不清楚,因为平均气流本身是惯性加速的;这需要作进一步的理论研究。

最后,我们作了平均辐散场,但未在本文列出。在南半球大部份地区辐散均是微弱的(小于 2×10^{-6} 秒⁻¹),在东南信风的北缘存在数值相似的弱辐合。赤道以北,在大约65°E以西出现明显的辐散;这主要是由于进入索马里急流和外缘使气流加速而引起速度辐散所造成的,其最大值为 10×10^{-6} 秒⁻¹。下游的速度辐合产生数值大到 -6×10^{-6} 秒⁻¹的辐合,但紧靠赤道处,辐合值较小(尽管气流汇合)。

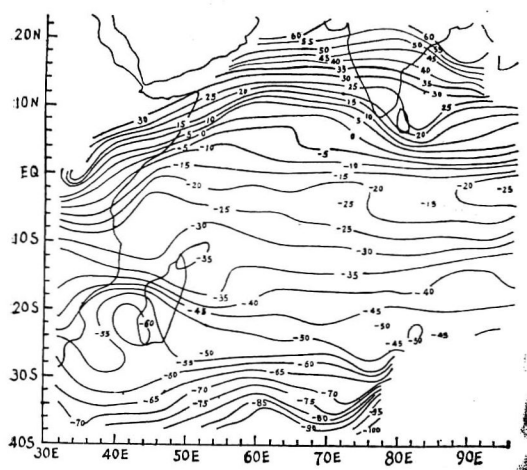
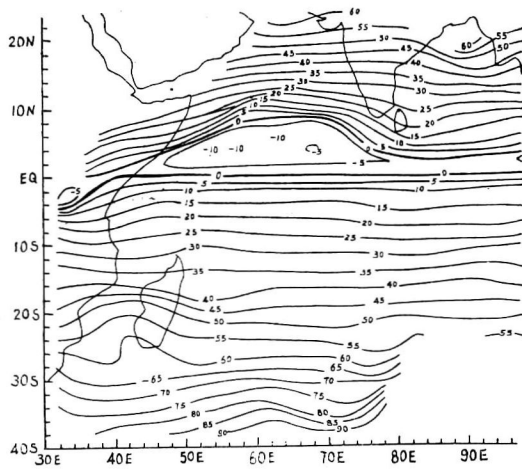


图2 (a) 是图1所示的7月平均气流的绝对涡度分布。单位为 10^{-6} 秒



(b) 等惯性不稳定度增长率参数线, 定义为 $\pm (\text{绝对涡度}) \times (f \times \text{绝对涡度})^{1/2}$, 单位为 10^{-6} 秒 $^{-1}$

三、时间演变

长期以来, 许多研究工作者研究了偏离平均环流的演变特性, 内容涉及从长期变化、“中断”、天气系统到两个半球间的可能影响等问题。这次季风试验的资料看来能够用于确定其中某些特性。根据J.Stout的计算, 图3表明从中纬度到赤道, 均方差是减少的。十分有趣的是, 最明显的极小值出现在涡旋强风区的内侧。次大值出现在南半球赤道槽东部的弱平均风区。我们未发现越赤道或沿非洲海岸有显著变化的痕迹。

我们做了五天平均环流图的样本序列, 以说明10天或更长周期的变化。引言中列举的图可作个别天气系统的逐日跟踪。在风示踪区(到 90°E 或更东)内, 从5月11日持续到22日, 显示了一个生命期长、气旋性明显的环流。这个系统似乎是Rao所鉴别的5月5日的“孪生”环流的南半球那一环的延续[图集2], 这个系统在5月12—15日间以 $4^{\circ}/\text{天}$ 的速度向西移动, 其相对涡度振幅大于 40×10^{-6}

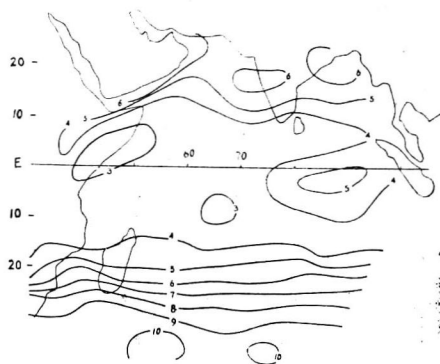


图3 对900毫巴上已建立的平均季风气流(6月19日—7月31日)的均方根矢量风偏差。单位: 米·秒 $^{-1}$

秒⁻¹，此时期还与一定云型相连。5月14日，其南边出现了一个信风局地最大值。5月15日以后，此系统不断减弱，云型也消失，该环流系统所到达的纬度在15°S（5月17日）到4°S（5月22日）之间，未曾越过赤道。

最后，我们注意到，关于越赤道而传播的演变问题仍然需要做大量观测和理论工作。〔图集1〕的初步检查表明无这方面的明显例子。一个例外可能是阿拉伯海上空的“爆发”过程：索马里急流在6月8日达到其中等强度（意味着某些局地强迫作用），并且在6月15日到达最强，大约在二天之后越赤道气流达到其正常强度，此时有一股寒潮越过20°S，为了建立纬度间时间上联系的模型，可能需要作理论研究。同时，关于分析各种风场变量Hovmöller型的空间——时间剖面图的使用问题的研究正在进行。迄今已做了约50个这种图，本文将介绍其中一些。

四、平均气流强迫力动力学

若900毫巴摩擦力 $\vec{F}$ 已知，则只需要风的历史资料就足以能够根据运动方程计算气压梯度力 $\vec{P}$ 。由于人们已经知道，对于未受扰动的信风气流900毫巴上摩擦力远小于地面摩擦力，则大项 $\vec{P}$ 可作为一个由余项计算出来，这比用相反的计算方法来得好。

利用 $\vec{F}$ 的曳力公式，我们求得了 $\vec{P}$ 场：在南半球西风带和阿拉伯海西北部为极大值，东南信风的向极侧有一个次大值。 $\vec{P}$ 的方向和地转气流方向相同，但在赤道附近比后者具有更强的向东分量。 $\vec{P}$ 的辐散部分可用松弛法对900毫巴位势场进行计算（图4）。计算结果和其他研究者得到的地面气压场在特征上十分相似。可以预料，用更高分辨率格点所得的结果平滑性会较差，而且在65°E附近跨赤道的南北向等值线会更明显。图5表示计算得到的平均季风气流越赤道时各力的变化状态。从南半球（20°S）开始，信风气流近似是地转的，移向赤道时，加速度增加（赤道上基本是向心的）而柯氏力和气压梯度力减小；从赤道向下游沿气流加速度是正的（急流中心之前），而后是负的（急流中心之后），同时其数值减小；最大摩擦力估计在急流中心。我们曾单独计算了Rossby数 R_o ，结果表明 R_o 在7°S和9°N间超过0.5，所以气流是很不平衡的。雷诺数 Re 在赤道达峰值，而在急流中心最小，而埃克曼数在赤道亦达峰值，但向极地逐渐减小。

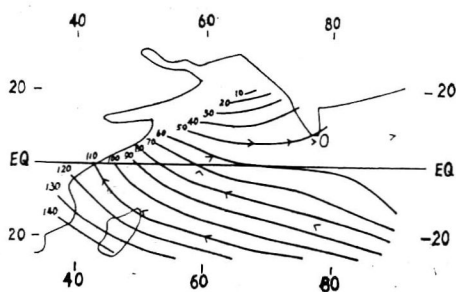


图4 由云风资料计算得到的季风建立阶段900毫巴平均位势场的平滑估计

最后，我们讨论了整个地理区域的动力学分区，其结果表现出明显平行于赤道的带状特性，具有一个几个纬度宽的各力平衡区，平衡属准旋衡性的。

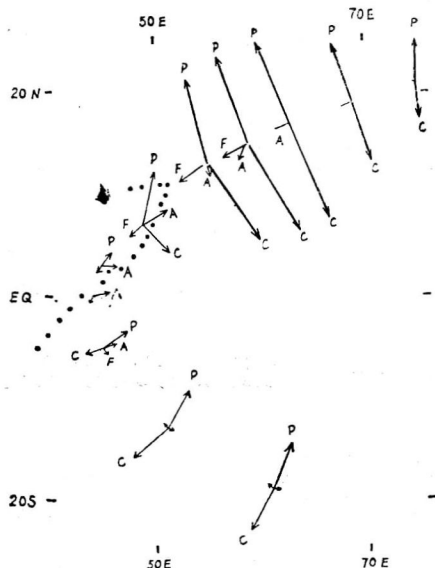


图5 沿通过索马里急流的一条跨赤道轨迹，各点计算得到的运动方程各项大小， $\vec{A}$ 为加速度， $\vec{C}$ 为柯氏力， $\vec{P}$ 为气压梯度力， $\vec{F}$ 为摩擦力，所有力均对单位质量而言

五、结 语

以上结果说明静止卫星测得的云风作为Ⅱ—b资料序列是有研究价值的，即使在同化到Ⅲ—b型式之前也是如此。他们是广大热带海洋地区主要的风资料，并在印度洋上看来具有许多运动学和动力学特征。这使我们可深入了解季风的机制并提供数值模拟试验的试验场。

沈如桂译 尤丽钰校

北半球中纬度环流与夏季季风 环流的相互作用

H. S. Bedi, H. S. Billa and N. Mookerjee

(印度气象局)

越过中亚的中纬度大气环流系统对季风气流及其降水具有重要影响,喜马拉雅山脉阻止这种中纬度系统进入季风区的对流层低层。因此,中纬度系统对季风气流的影响主要限于对流层中高层。中纬度气流和季风气流相互作用的动力表现可以通过季风区北界的动量和热量的经向交换。本文目的在于研究1977年(强季风年)和1979年(弱季风年)两个对比年份的季风季节中,在 20° — 120° E经度范围内通过 35° — 40° N纬度带的上述交换。对此两年我们都取6月21日至8月20日作为研究时期,这个时期正是印度全国正常的季风活跃时期。本文研究的基本参数是500毫巴和300毫巴面上的位势高度场、温度场和风场,需要的地方还参考每日天气图和逐日、逐周的雨量记录。

根据这些资料,我们计算了各个经度上的逐日涡动动量输送($U'V'$)和涡动热量输送($T'V'$)。然后得出每个基本变量和涡动输送量的时间(上述两个月)平均。还对这两年季风季节作了由平均经向环流引起的动量输送的时间平均($\overline{U\overline{V}}$)。对 35° N和 40° N纬度带的值进行了平均,以便得到此纬度带的平均值。

图1表示1977和1979两年各种参数时间平均值的经向分布,其重要特征是:

(1) 这两年之间,除了温度值实际上并未表现有任何不同之处外,所有其他变量都表示出有重要的不同,最大的不同是纬向风和涡动动量输送。

(2) 以下的强季风季节(1977)和弱季风季节(1979)的不同特征是值得注意的:

1. 强季风季节两层的纬向西风气流均比弱季风季节的强。

2. 强季风时期向北输送的涡动动量小于弱季风季节,在500毫巴上尤其明显。这种差异主要出现在 70° E附近以西地区,而在此经度以东的上述两年中的差异则相当小。而且,差异在500毫巴层比在300毫巴层更为清楚。300毫巴上,在 100° E附近以东地区这种分布有所不同,其原因虽不十分清楚,但看来与该地区上空的副热带高压脊线的走向和位置有关。1977年,在西面的经度上,两层的经向风强度和涡

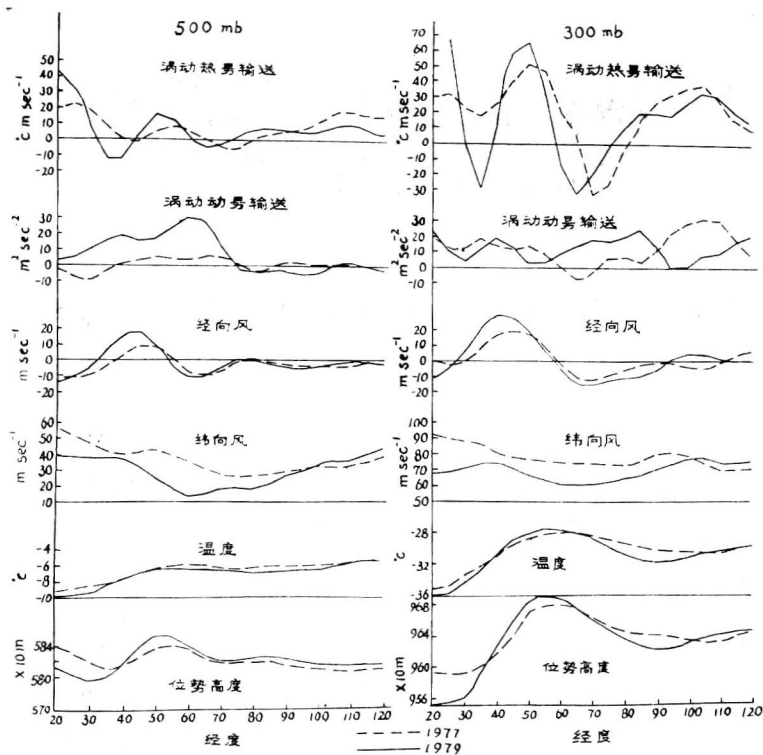


图1 各参数时间平均值的经向分布

动热量输送强度也比较弱。

3. 表1表示由平均经向环流引起的对流层中层向南的动量输送和高层向北的输送, 强季风年(1977)比弱季风年(1979)强。

图2和图3分别表示500毫巴纬向风分量和经向风分量的逐日变化。

从1979年7月最后一周至8月中旬在50°—90°E经度上为持续的东风时期, 这是由于约45°N以北该经度范围上的阻塞高压脊的存在所致, 这与印度季风中断流型以及随后的弱季风相联系。在经向流场方面, 35°—40°E之间的槽在天气图上与温带系统的向南延伸相联结, 1977年仅限于季风早期出现, 然而在1979年, 此槽实际上延续到整个季风期, 沿60°—65°E附近的脊也是1977年比1979年的弱。

表1 由平均经向环流引起的动量输送
(单位: 米² 秒⁻²)

年	层 次	
	500毫巴	300毫巴
1977	-47.9	50.6
1979	-26.4	41.6

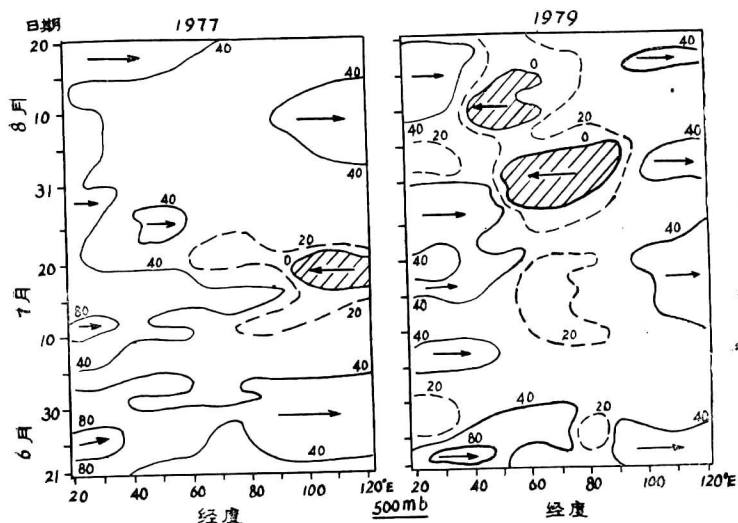


图2 500毫巴纬向风分量的时间变化（阴影区表示东风气流）

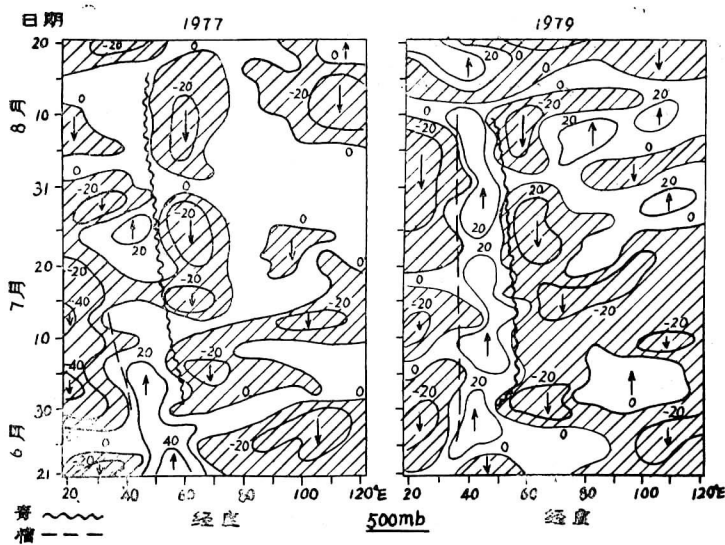


图3 500毫巴经向风分量的时间变化（阴影区表示北风气流）

图4和图5分别表示500毫巴涡动动量输送和热量输送的逐日变化。在1977年，约在 40°E 以西的区域7—8月期间涡动动量主要为向南输送，然而1979年，这些经度上向北和向南的输送时期近乎等间隔地交替出现。在 40° — 70°E 经度范围内，向北的动量输送1979年比1977年要明显。向北的热量涡动输送也是1979年比1977年多，特别是中部和西部尤其如此（图5）。

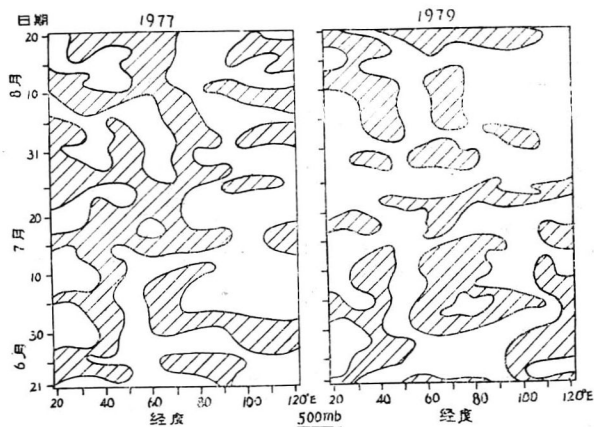


图4 500毫巴涡动动量输送的时间变化（阴影区表示向南输送）

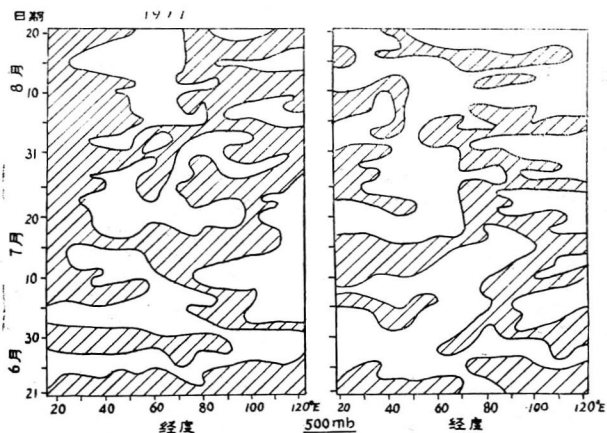


图5 500毫巴涡动热量输送的时间变化（阴影区表示向南输送）

根据以上的观测事实，就两个相对的季风季节而论，我们得出结论：

（1）季风活动与对流层中高层中纬度西风带的强度有关，强季风与强西风带相关联，而弱季风则与弱西风带相关联。

（2）在弱季风时期，中纬度移动性西风系统更为活跃，因此，1977年的涡动动量和热量的向北输送比1979年弱。强季风的一个特征好象是，从季风区输入中纬度的动量和热量较小，或者甚至反向输送，即涡动动量从中纬度向南输送到季风区。季风季节期间，受向南延伸的温带系统支配的 70°E 附近以西地区，中纬度和季风区之间的涡动动量和热量的输送过程是很活跃的。

（3）季风区北部的平均经向环流强季风年比弱季风年更强。

以上得出的初步结论，还需更多年份的分析予以证实。

尤丽钰译 沈如桂校

南半球环流和季风环流的相互作用

Daniel Cadet

(佛罗里达州立大学气象系)

引言

夏季风期间,索马里低空急流把空气向北输送到印度,它的强度具有两周左右的振荡周期(Findlater, 1969)(Krishnamurti 和 Bhalme, 1976)。近来,一些科学家讨论了这种振荡与南半球中纬度环流的关系,一些不同的观测研究 (Findlater 1969; Hart等, 1978; Cadet和Desbois, 1981)以及理论研究(Bannon, 1979)指出这些振荡是由南半球中纬度环流与季风系统的相互作用而造成的。由于各种力作用结果的季风潮以及季风间歇可以沿急流移动,因此,在急流南界上的合成强迫力是重要的。因为索马里急流是输送水汽越过赤道到达印度的主要运输线(Cadet和Reverdin, 1981),所以急流上的季风潮和季风间歇可能与印度季风的活 动 有 关。因此, Findlater(1969)发现印度西海岸降水量与低层赤道风强度之 间 有 相 关 关 系。

本文介绍了一个有关南半球中纬度环流和季风系统相互作用的某些研究结果,这个研究工作是根据1979年5—7月850mb面上资料作出的。研究表明,相互作用是存在的,季风潮能够沿急流轴传播到阿拉伯海。然而,有证据表明,还有影响这种形成季风潮的相互作用的另一种因素。

资 料

本研究所用资料是由 Krishnamurti等(1979, 1980)在佛罗里达州立大学计算出的1979年5—7月850mb上的逐日格点风场。范围自 30°E 到 150°E 和 30°S 到 40°N ,网格距 2° 。

为了研究季风潮沿急流的传播,必须确定一个与急流相连的坐标系。我们定义一个 s, n, t 曲线坐标系, s 沿急流轴, n 垂直于急流轴, t 为时间(图1)。我们作了两类研究。在第一类研究中,在整个期间各急流是定常的,可用一条二次曲线来拟合,此外,沿急流计算各等距点的与急流轴相切和相垂直的风分量。急流的始点位

于 22°S 附近,其经度为 40°E (莫桑比克海峡的急流源)或 60°E (马斯克林群岛附近的急流源)或到 30°E (更东的急流源)。急流的终点位于 80°E ,纬度约 20°N 。对于第二类研究,我们确定了逐日的急流轴。在一个实例中,急流轴始点位于 18°S ,经度位于马达加斯加以东。在另一个实例中,急流源被认为是在莫桑比克海峡。图2给出了两天不同的急流位置的例子。

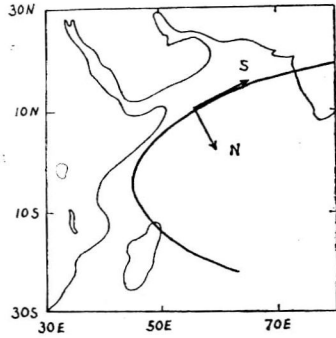


图1 5—7月急流平均位置图
曲线坐标系上各点分别由与急流轴相切和相垂直的单位矢量S或N所确定

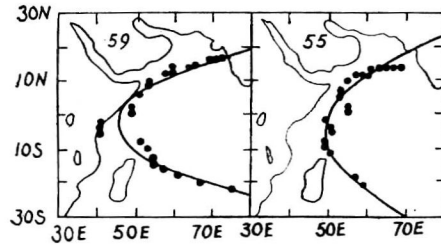


图2 6月24日和6月28日两天的急流位置图

天气学分析

在 30°S 附近,低层大气是以高、低压的向东传播为特征的。这种传播因南非和马达加斯加的存在而受到干扰。莫桑比克海峡的经向气流以及马达加斯加以东的信风都受到这些系统的影响,图3a和3b分别给出了莫桑比克海峡北部和北马达加斯加以东的经向风分量(平均值在9以上)。在两条曲线上,变动是明显的,并能注意到出现在图3a上的一些极大值几天之后在图3b上出现,因此,当一个高压系统位于南非和一个低压系统位于马达加斯加的东南方时,则有一支强的向北气流进入到莫桑比克海峡,而马达加斯加以东的东南信风看上去比通常的要弱。在这些高低压系统向东传播的地方,即当低压位于南非,高压位于马达加斯加的东南方时,莫桑比

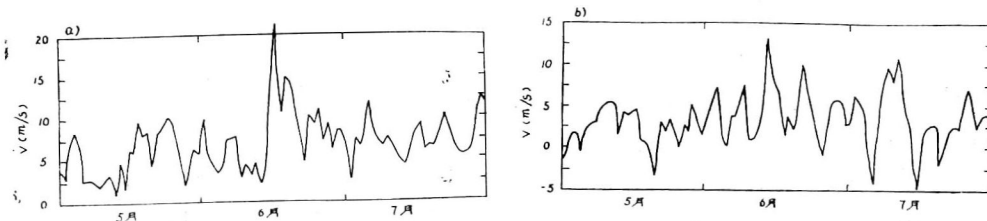


图3 两个地点的经向风分量,曲线表示9个格点的平均值

a: 北马达加斯加以东

b: 莫桑比克海峡北部

克海峡的气流很弱，而马达加斯加以东的东南信风很强。图4a和4b给出了这两种情况的合成风场(图4a是根据8天的资料综合的，而图4b是根据11天的资料综合的)。

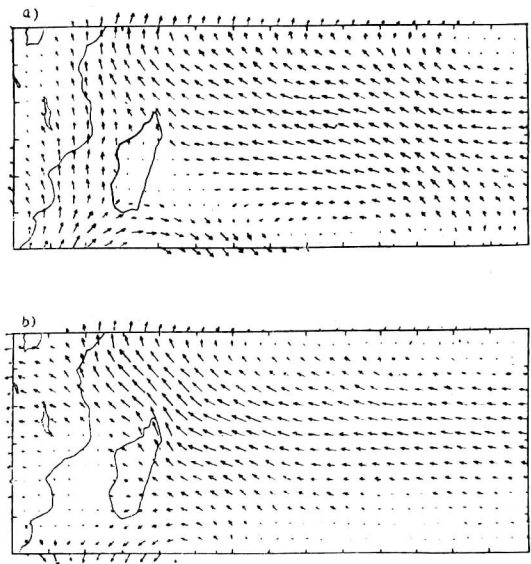


图4 南半球850mb的合成风场
a: 莫桑比克海峡的强越赤道气流(由8天合成)
b: 马达加斯加以东的强气流(由11天合成)

功率谱分析

对莫桑比克海峡和马斯克林群岛附近的经向风分量进行了滞后相关波谱分析。经向风分量以约为7天的基本周期而振荡，这正是南半球中纬度系统的时间尺度。对上述各例中平行于急流轴的风分量在沿急流轴各点上也用同样的方法进行分析，并点出了功率谱 $F \cdot P(f)$ 的曲线坐标-频率剖面图，图5给出了沿一条源于马达加斯加以东的瞬时急流轴的功率谱分析的例子。南半球系统在急流南部的影响是明显的：最大功率约为6—7天左右，当沿急流轴向北前进时，这种影响消失了(赤道附近的第60点处)，此时最大功率转移到较长的周期，一般为大于10天。可以发现，赤道以北地区谱的功率比赤道

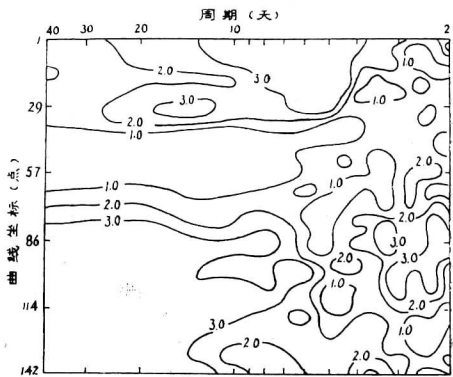


图5 平行于急流轴风分量的功率谱曲线坐标-频率剖面图。整个期间急流是定常的，急流源于马斯克林群岛附近