

珠江三角洲突发性强风暴环境流场研究

李 鸿 洲

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文对1985年3月27日珠江三角洲一次灾害性强风暴过程,分析了GMS间隔为半小时的卫星资料,并对风暴发生前后连续三个时次的资料,进行尺度分离和诊断,得到了以下结果:(1)风暴的发生、发展非常迅猛,云团强烈的发展约为一小时;(2)尺度分离后的环境流场,表现出强风暴天气发生在低层中尺度辐合流场与高层中尺度辐散流场的叠加区内;(3)以 $\lambda_{\max}=1500\text{km}$ 为尺度特征的大气运动对非地转所引起的低层辐合和高层辐散起主导作用,这种散度场对触发强天气是极其重要的,而这种特征散度场是由于各层偏差风分布的某些不均匀性造成的。

关键词: 珠江三角洲; 强风暴; 环境流场.

一、前 言

1985年3月7日珠江三角洲出现了一次突发性强风暴过程,十数个县遭受雷雨大风、冰雹袭击,造成房屋倒塌,农禾损坏,冲毁堤坝、桥梁,人身伤亡等严重损失,在江面航行的船只出现险情。“红星 283”江轮在广东顺德县均安区的江面上翻沉,造成这一系列灾害天气的直接系统是一个发展迅猛的强超级单体,对这一天气过程已有过一些分析研究,陈立祥等深入分析了雷达回波及层结条件,还讨论了其可预报性问题。^[1]

本文搜集了每半小时的GMS卫星资料,并用带通($\lambda_{\max}=1500\text{km}$)滤波器^[1,2]分析诊断了此次天气过程的突发性和环流背景特征。

二、一个迅猛发展的对流云团

1985年日常业务预报用的GMS卫星云图只有间隔3小时,受资料的局限,只能得出此次突发性强风暴是05时的云团A'(位于珠江三角洲西部)发展而成的,而且云团在05-08时有爆发式的发展^[1]。分析间隔为半小时的GMS红外卫星云图,可清楚的看到此云团强烈发展的具体过程。比较图1左与右可以看出,云团在临近08时前获得爆发式的发展十分显著。影响珠江三角洲的对流云团并非05时云图上的云团A',它在05时的云图上尚未形成,而是05时云团A'前部于06:30新生的一个对流云团A,此云团至07时已明显发展增强,到07:30已成为完整的强对流云团A,影响珠江三角洲造成一系列灾害性天气的强对流系统,其生成、发展、增强过程,只历时一个多小时,显然用间隔3小时的卫星云图资料来追踪此过程是不可能的,只能用间隔一小时或更短的

1989年3月1日收到,6月19日收到修改稿。

1) 陈立祥等,1987,珠江三角洲的超级单体及其可预报性讨论,广州中心气象台1987年5月气象技术报告。

卫星观测来跟踪。

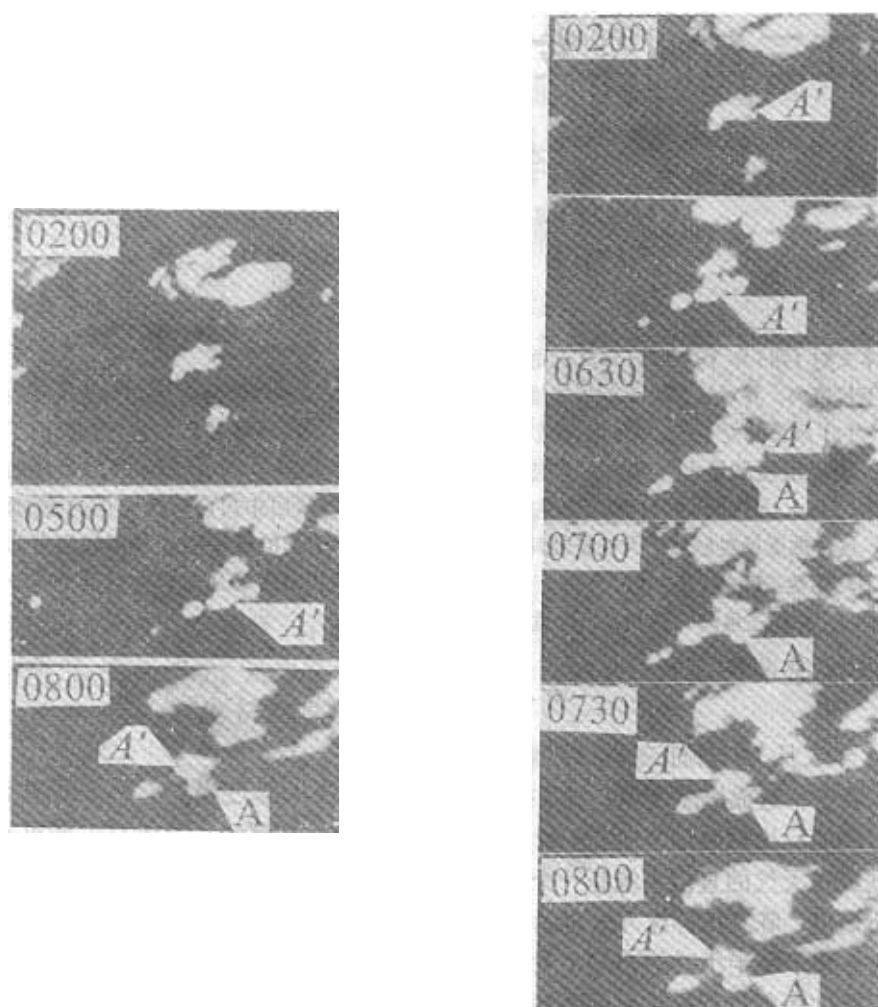


图1 1985年3月27日卫星云图的云团演变
(左) 间隔为3小时, (右) 间隔为半小时

三、产生此次强天气的环境流场条件

临近风暴发生时刻, 即27日08时, 已具备了强天气发生所需的层结条件, 陈立祥等已做了仔细的能量分析, 本文不多重复, 只着重讨论其环境气流特征。

(1) 此次强天气过程发生在副热带高压北侧与南支槽相互作用的形势及低空急流开始南退的过程中。临近强天气发生时, 即27日08时, 广州已由处于低空急流的右侧渐转变为处于其左侧的过程中。强天气发生在低空急流的左侧1-2纬距以内, 两个大风速中心间靠近后一个大风速中心的前部。它与高空急流的关系与中、高纬显著不同^[3], 它位于高空急流的南侧(右侧)3个纬距左右, 靠近前一个大风速中心的后部。强天气就发生在两支(高、低空两支)急流之间的某种环流背景条件下(如图2)。可以认为, 这里是具有有利于强天气生长的大尺度环境, 但其环流形势与一般模型相比, 还难以判断能

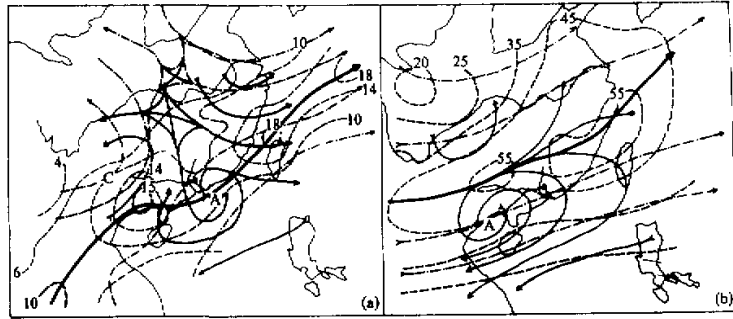


图2 1985年3月27日08时形势图

(a). 850hPa 层、(b). 200hPa 层.

粗实线：急流，断线：等风速线，点划线：实际风流线，细实线：中尺度流线，*为广州。

发生突发性强对流天气。

(2) 引用 $\lambda_{\max} = 1500\text{km}$ 的带通滤波器，对 26 日 20 时、27 日 08 时及 27 日 20 时风暴出现前后三个时次的 $\vec{V}$, H , T 场进行尺度分离。风暴环境特征在 27 日 08 时经带通滤波后的各主要要素场都有不同程度的反映，尤其是风场更为明显：

(一) 高层 (200, 300hPa) 为明显的反气旋曲率和辐散流场，低层 (700, 850hPa) 为反气旋后部气旋前部的辐合流场，将各层经尺度分离前后的流场叠合起来，可清晰的看到在大尺度环流背景中隐含着强天气发生的中尺度环境流场，这个中尺度环境流场如图 2，它与典型的强天气模型极为相似。图 3 为 850hPa, 200hPa 实测风经滤波后的形势图，由图可以清楚的看到珠江三角洲处在高空中尺度反气旋前部的辐散气流内，低空处于中尺度反气旋后部、气旋前部的辐合气流内。

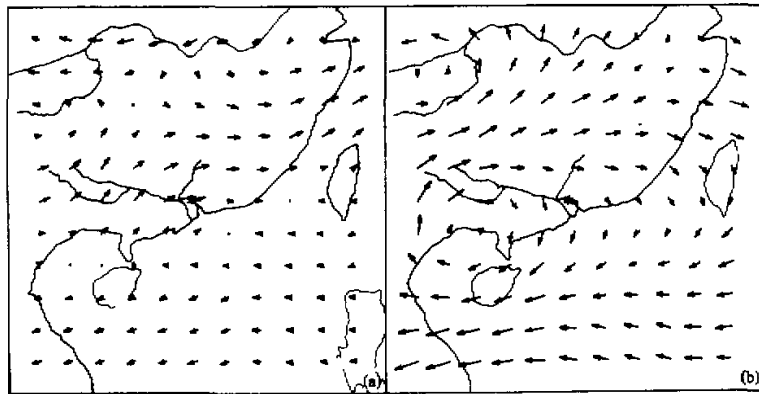


图3 1985年3月27日08时滤波后的实测风场

(a) 850hPa, (b) 200hPa, *为广州, 格点距为 150km

(二) 图 4 给出强天气发生前后散度场及其垂直廓线的变化。26 日 20 时 — 27 日 20 时沿 23°N 散度场的垂直分布，辐合、辐散区均有明显的自下而上向东倾斜的趋势(图4

左)。在此种散度结构特征形势下,强天气发生前 26 日 20 时低层辐散上层辐合,然而到强天气发生时刻(27 日 08 时)上层的辐合已由辐散区所替换,中低层为辐合。临近强天气发生时刻,散度垂直廓线与典型的强天气廓线相似(图 4 右)。强天气就发生在高层辐散区叠加到低层辐合区上空的过程中,同时高空辐散与低空辐合的叠合也是此次天气过程环境流场结构的一个特征。

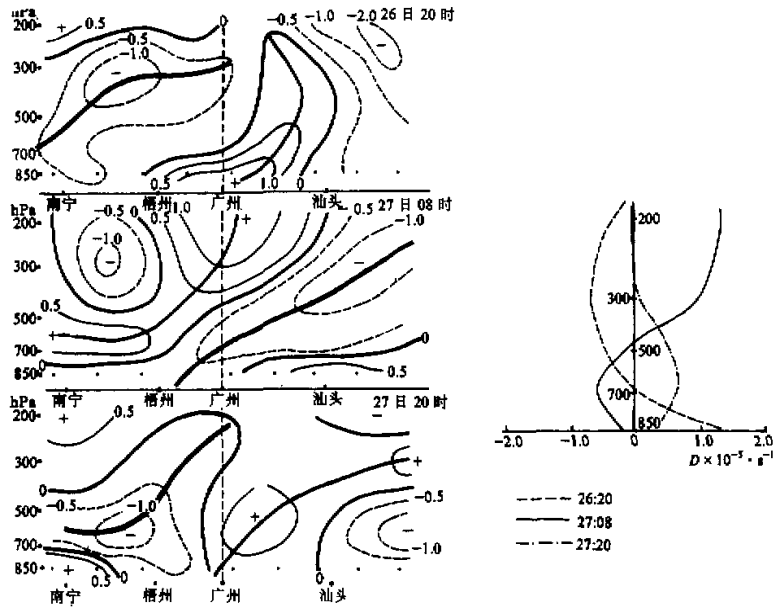


图 4 1985 年 3 月 26 日 20 时—27 日 20 时沿北纬 23 度散度垂直分布(左)及散度垂直廓线(右) 格距为 150km

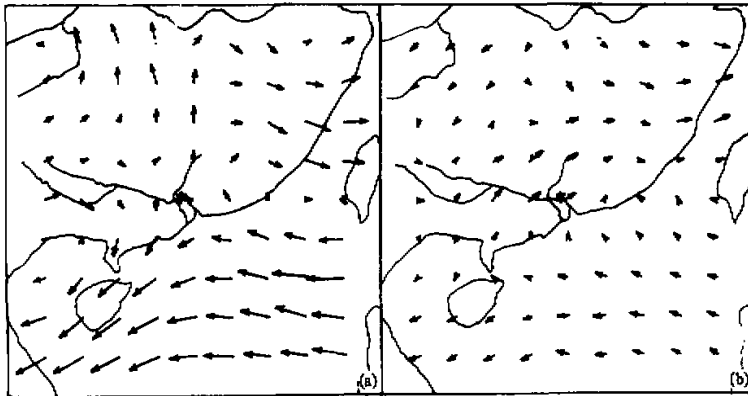


图 5 1985 年 3 月 27 日 08 时偏差风形势图
(a) 200hPa, (b) 700hPa. *为广州, 格点距为 150km.

(3) 尺度分离后的散度场形势与大尺度散度场形势大体相似, 数量级相当, 只是中心位置有所不同(图略), 这一结果表明以 $\lambda_{\max} = 1500\text{km}$ 为尺度特征的大气运动对产生辐散和辐合有重要贡献. 比较滤波后的风场与偏差风 ($\vec{V}' = \vec{V} - \vec{V}_{gs}$) 场(如图 3, 5 所示), 二者大体相似, 故带通滤波后的流场基本反映了大气中的非地转运动特征. 为了进一步揭示非地转风与散度的内在联系, 我们还分析了各层偏差风 (u' , v') 的分布, 总的结果是, 各层的偏差风与实侧风经尺度分离后的“ u ”, “ v ”为同一量级. 而且高层, 珠江三角洲强天气发生区的北侧 $u' > 0$ (超地转分量, 下同) 其南侧 $u' < 0$ (次地转分量); 在珠江三角洲强天气发生区的东北侧一定范围内 $v' > 0$, 其西南侧 $v' < 0$; (图 6 a). 低层, 珠江三角洲强天气区均处于 $u' > 0$ 及 $v' > 0$ 的区域内(图 6 b), 许多研究工作指出, 低层正偏差风(超地转)的存在, 对触发强天气的发生有重要作用^[4].

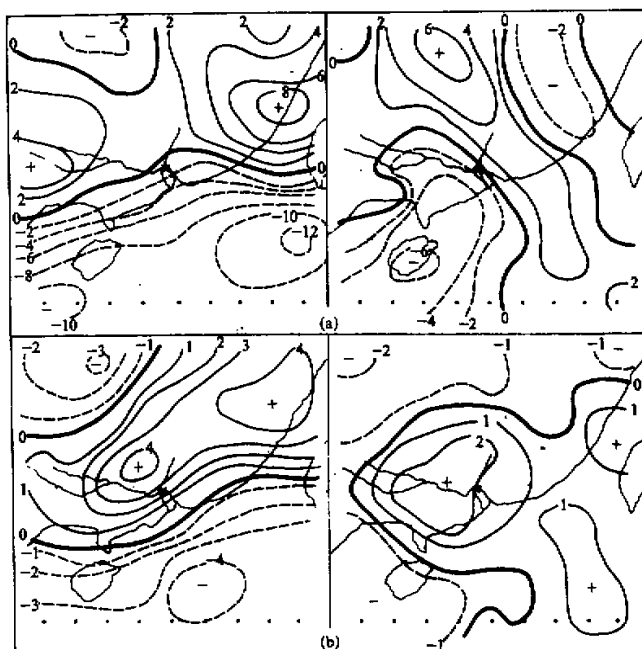


图 6 1985 年 3 月 27 日 08 时偏差风 u' , v' 分量分布形势图

(a) 200hPa u' (左)、 v' (右) 分布形势 (b) 700hPa u' (左)、 v' (右) 分布形势 *为广州, 格点距为 150km

经尺度分离后的 u' , v' 的这种分布形势直接决定了强天气区上空的辐散和反气旋流场以及低空的辐合, 而这种上空辐散及反气旋流场同低空辐合及气旋流场的存在, 则是惯性重力波发展的有利环境, 对触发此次强天气有极其重要的作用.

(4) 风暴上空经尺度分离后的环境气流, 有明显的规律性, 风暴发生在反气旋型的东—西风切变线附近. 东西风分界线有自下而上向北偏移的趋势, 且风暴沿 200hPa 层的东风分界线发展和传播.

四、结 语

(1) 发展迅猛的强风暴, 从对流云形成发展成为强大的强对流云团, 仅历时一小时,

以三小时为间隔的 GMS 卫星资料不能及时准确地显示其发展过程；

(2) 选择适当的带通滤波器，对常规资料进行尺度分离，分离后的环境流场清晰地反映出强风暴发生、发展在低层中尺度辐合流场与高层中尺度辐散流场叠加区内；

(3) 经尺度分离后的中尺度运动，对非地转所引起的低层辐合和高层辐散起主导作用，而这种特征散度场的形势，主要取决于偏差风分布的某种不均匀性，它对触发强风暴有极其重要的作用。

致谢：在工作过程中曾与张学洪同志进行过有益的讨论，刘苏红、蔡晓虹等协助计算，特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 徐元泰、丁一汇，1988，气象场的客观分析和中尺度滤波，大气科学，第12卷 3期，274—282。
- [2] 蔡则怡等，1988，带通滤波在华北降水预报中的应用，气象，第1期，23—27。
- [3] 李鸿洲，1987，暴雨和强对流天气的大尺度环流背景的几个问题，北方天气〈6〉，51—64。
- [4] 孙淑清等，1980，低空急流的不稳定性及其对暴雨的触发作用，大气科学，第4卷4期，327—337。

更 正

本刊14卷1期上“大气中的季节内振荡”一文有如下错误需作更正，并深表歉意。

1) 图1中横坐标的“40°S, 20, 0, 20, 40, 60, 80°N”标注，应依次改为“80°N, 60, 40, 20, 0, 20, 40°S”。

2) 33页倒数第16行——倒数第2行的正文应改为“南、北半球的中高纬度，特别是高纬度地区，有30—60天振荡的较大扰动动能，但在热带地区这种动能较小，由于在中纬度地区有最强平均风速，而热带地区平均风速很小，所以热带地区30—60天振荡能量虽比中纬度地区小，但同热带大气的平均动能比较起来却占重要地位；相反，中纬度地区这种动能所占比重却不特别重要。因此，30—60天振荡在高纬和热带地区的大气运动中是很重要的”。

3) 43页结语中第(1)点“...在赤道附近...表明这三个地区30—60天振荡比较强”，改为“在热带和高纬地区、相对那里的平均运动来讲，30—60天振荡更为重要。”