

# 暴雨云团的中尺度扰动特征

李 玉 兰

(中国科学院大气物理研究所)

## 提 要

本文利用高空常规资料,格距为150km,取 $\lambda_{\max} = 1500\text{km}$ 的带通滤波器对长江三角洲地区的暴雨云团所处的环境场(包括风场,高度场和温度场)进行尺度分离,讨论中尺度扰动场与暴雨云团的关系。

### 一、前 言

我国对暴雨云团与中尺度系统的关系研究较少,大多数侧重于大尺度环境场的条件。原因之一,是资料条件的限制,因此,在现有资料的基础上,有的作者(1)(2),1,2)将常规高空资料利用带通滤波器进行尺度分离来讨论对流云团与中尺度扰动的关系。而且一般只考虑流场。本文参考文献(3)试图将风场、高度场和温度场进行客观分析得到大尺度环境场,然后通过滤波器提取中尺度扰动场。以便进一步了解这些场中的扰动系统的作用。没有加密观测资料,在天气图上是分析不出与对流云团相对应的中尺度扰动系统的,而这些对流云团又与大尺度环境场密切相关。因此,大尺度和中尺度系统的相互作用,对暴雨云团的发生、发展是十分重要的。我们挑选了发生在长江三角洲4个暴雨云团的例子(即1983年6月24—25日两个暴雨云团,1985年6月22日一个暴雨云团和1986年7月11日一个暴雨云团)进行了分析。本文对暴雨云团的定义是在长江三角洲地区内有一次云团活动(不论尺度多大)且

在该地区内6小时最大降水量达到25mm以上的云团,统称之为暴雨云团。

### 二、中尺度扰动场与暴雨云团的关系

带通滤波后的流场最明显的特征是与环境流场的差异很大。特别是在对流层中下层差异更大。出现中尺度气旋性环流(反气旋性环流)或点源辐合(点源辐散),辐合线等等。这些中尺度扰动的水平尺度为 $10^2 - 10^3\text{km}$ ,一般来讲比暴雨云团尺度大。属中- $\alpha$ 尺度扰动,暴雨云团有的与中尺度扰动中心相对应,有的则位于扰动中心的某一侧。暴雨云团所需要的低空辐合与中尺度扰动系统的活动有着密切的关系。下面我们以前1986年7月11日暴雨云团为例来进一步讨论这个问题。该云团产生在11日03时(世界时,下同),18时结束(东移入海),06时暴雨云团达到最强,云顶温度低于 $-71^\circ\text{C}$ 。其水平尺度达到500km多(图1中的B),造成长江三角洲一带的强降水过程,6小时大于25mm的降水区达200多公里,其最大降水量为77mm。从6小时雨量图分析看出,雨区明显的东移。因暴雨云团范围较大,海上无降水记录,因此降水范围难以准确的判断。该暴雨云团的发生、发展与8607号台风倒槽及中纬度西风带高空槽相联系。高空槽深厚,垂直伸展至200hPa,暴雨云团产生在对流层中

- 1) 党人庆,万志强等,中尺度云团地面要素场的带通滤波,卫星气象,1986年度年会材料。
- 2) 陈乾,盛夏华中尺度 $\alpha$ 类对流云团的局地气象条件,气象科研报告,夏季中国副热带地区中尺度 $\alpha$ 类对流云团研究专辑,1983年。

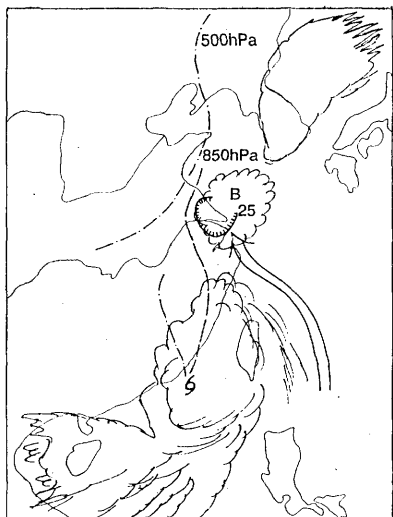


图1 1986年7月11日06时素描云图

图中点划线和断线分别为00时500和850hPa槽线，双箭头表示东南低空急流，5为台风中心位置，锯齿线表示6小时降水大于25mm区

低层高空槽的底部，台风倒槽的北端，在该地区分析不出与暴雨云团相对应的中尺度系统，但从滤波后的流场很清楚的看到中尺度扰动系统的存在。图2a给出700hPa大尺度环境场，从我国的台湾一直到沿海地区为大范围的偏南气流，这支气流与河套以东的偏北气流在长江三角洲以北地区汇合，然后向东北方向流出直至朝鲜半岛，暴雨云团产生在两支气流汇合处偏南气流一侧。经过滤波后的中尺度扰动场（图2b），与图2a相比较有很大的差异，在图2b中可以看到一些中- $\alpha$ 尺度扰动的存在，图中的反气旋环流 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 和气旋环流C以及台风环流T均表现非常清楚。与暴雨云团相联系的气旋性环流C，它位于蚌埠和南京之间，水平尺度约500km左右。追踪前12小时（即10日12时，图略），发现在蚌埠西北部约160km的地方，在偏北和偏南两支气流汇合处附近出现中尺度气旋性环流扰动系统，并以12小时300km的速度向东南方向移动，11日00时到达蚌埠之南附近，1000—850hPa有同样的结果。从整个对流层低层（1000—700hPa）来看，

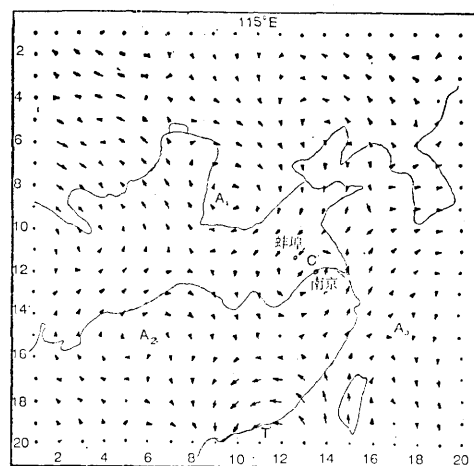
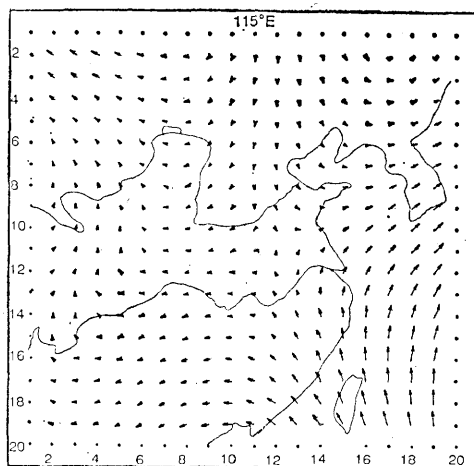


图2 1986年7月11日00时700hPa大尺度环境场（上）和扰动场（下）  
网格距为150km

与暴雨云团相联系的中尺度扰动中心随高度向西倾斜，而在500hPa上长江三角洲地区只表现出辐合线的结构，并无气旋性环流表现。说明中- $\alpha$ 尺度气旋性环流系统并不深厚。在对流层高层（图3a）一支强大的西北气流经河套直驱长江三角洲以南地区，一支向东南方向流出，另一支向东北方向流出，在长江三角洲上游地区形成辐散流场。这种流场对暴雨云团的发生、发展提供了有利的辐散条件。经过滤波后的流场（图3b），在长江三角洲以北地区，黄河下游至朝鲜半岛分离出一对中尺度气旋和反气旋环流（C、

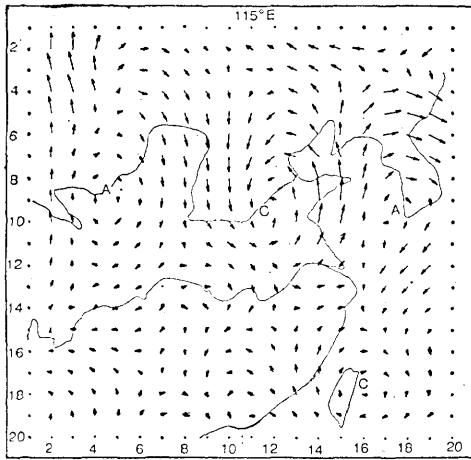
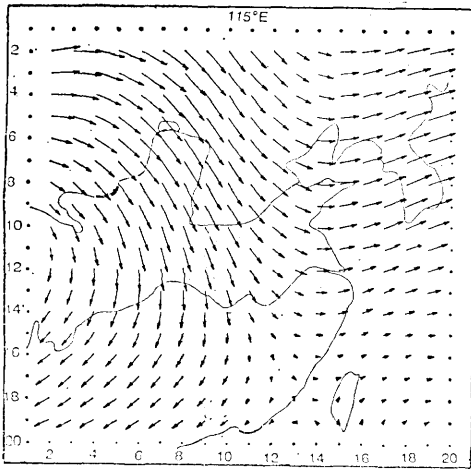


图3 1986年7月11日00时200hPa大尺度环境场(上)和中尺度扰动场(下)

Λ), 暴雨云团产生在这对扰动的南边。100hPa和200hPa有同样的结果, 这里不再叙述。从上述分析结果表明: 在大尺度长波系统里可以分离出中尺度扰动系统, 这些扰动可以向东传播, 扰动的东传促使暴雨云团加强。有的例子中尺度扰动在长江三角洲附近生成, 与暴雨云团是同时的, 例如1983年6月24日一例。这些中尺度扰动系统在天气图中是无法分析出来的, 尤其是在对流层底层, 它将有助于对对流云团的活动特征、结构等进一步的分析研究。

### 三、高度偏差的特征

滤波后的高度场出现明显正负偏差的分

布, 在暴雨云团发生地区, 对流层中高层以正偏差为主, 其中心强度随高度增加, 4个例子均是如此。其尺度均较大。正偏差的出现主要由于南亚高压加强东伸, 暴雨云团处于南亚高压的东北边缘, 从4个例子分析情况来看, 正偏差中心强度在对流层中层(500hPa)大于+8gpm, 有的例子达到+32gpm。对流层上层正偏差中心强度最强的可以达到+50gpm。主要出现在100hPa上。下面我们以1985年6月22日的个例加以说明, 该例暴雨云团03时产生, 09时达到最强, 12时减弱消失。6小时最大降水量为50mm。图4给出该例850—100hPa长江三角洲

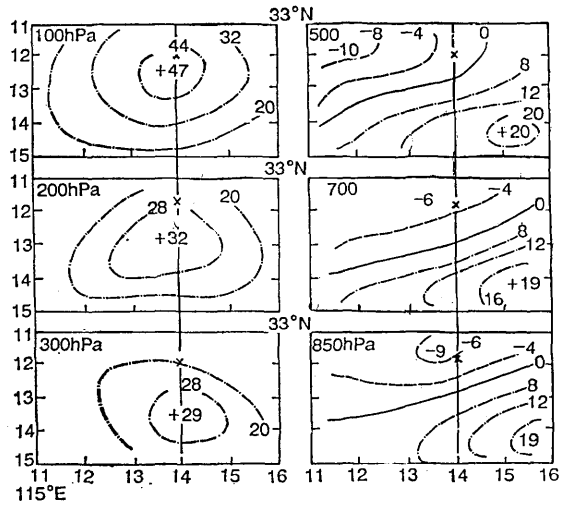


图4 1985年6月22日长江三角洲地区850—100hPa的高度偏差(gpm)  
×表示暴雨云团的中心位置

地区高度偏差的垂直分布, 图中纵坐标是纬度网格数11—15个格点, 第11格点为33°N, 格距为150km, 横坐标是经度网格数11—16个格点, 第11个格点处为115°E, 向东每格距为150km。从图中我们很清楚的看到高度偏差在垂直方向上的变化。300—100hPa在暴雨云团中心南侧附近地区有一个闭合正偏差中心, 其中心强度随高度增强。300hPa上为29gpm, 200hPa上为32gpm, 到100hPa上已达到47gpm。在4个例子中其强度居第二

位。1983年6月24日00时一例，正偏差强度在100hPa上达到50gpm。由此看出，暴雨云团上空(300—100hPa)存在着强大的中尺度高压系统。500hPa以下高值系统偏于暴雨云团东侧，在暴雨云团产生地则以负偏差为主，也就是中尺度低值系统，尤其在850hPa上出现一个中心强度为-9gpm的中尺度低值系统，而近地面层(1000hPa,图略)，系统比较零乱，暴雨云团往往产生在正负偏差之间。上述分析说明了滤波后的高度场同样可以反映出系统的一些中尺度特征。

那么这种正负偏差的分布特征与风场中的中尺度扰动环流的关系又是如何呢？发现两者之间基本上是一致的。中尺度反气旋环流中心有可能与正偏差中心相一致，也有可能与正偏差区相一致。反之，中尺度气旋有可能与负偏差中心相一致，也有可能与负偏差区相一致。比较图2b和图5,很清楚地看到

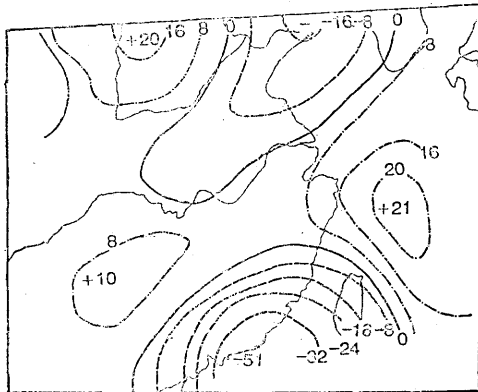


图5 1986年7月11日00时滤波后的700hPa高度偏差(gpm)

滤波后的流场和高度场的关系。在图5中高度偏差中心最大值20gpm, 10gpm和21gpm分别对应图2b中的 $A_1$ ,  $A_2$ 和 $A_3$ 。-51gpm对应台风环流“T”,而与暴雨云团相联系的中尺度扰动环流C则对应长江三角洲以北至辽东半岛的低压槽区。但有一个值得注意的问题，在对流层上层高度偏差中心与暴雨云团

的对应关系似乎更好。如图6中的37gpm和

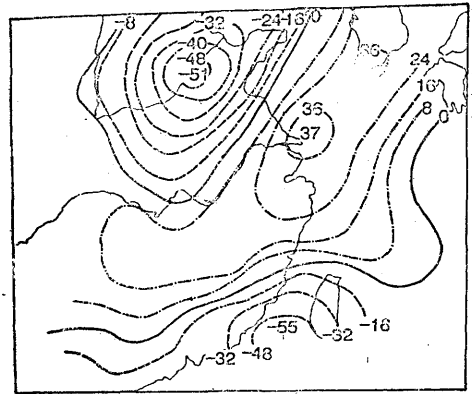


图6 1986年7月11日00时滤波后的200hPa高度偏差(gpm)

36gpm两个高度偏差中心，前者与暴雨云团相一致，后者与图3b中的 $A_1$ 相对应。因此，滤波后的流场、高度场与暴雨云团之间的关系是值得进一步的深入研究，以便更好地深入了解暴雨云团的中尺度特征和垂直结构等。

关于滤波后的温度场，出现正负偏差是相当弱的，不超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，与暴雨云团无固定的对应关系。在这里不作讨论，这个问题有待今后进一步的研究。

#### 四、结论

通过以上分析得出以下几点认识：

1. 用高空常规观测资料进行带通滤波分析，可以得到中尺度扰动系统，这些扰动系统在天气图上是无法分析出来的。它们与暴雨云团的发生、发展有着密切的关系。
2. 与暴雨云团相联系的中尺度扰动系统属中- $\alpha$ 尺度，一般比暴雨云团尺度大。在对流层中低层扰动可以自西向东传播，有的扰动中心随高度向西倾斜。
3. 在暴雨云团上空，对流层上层出现明显的中尺度高压和辐散流出，而中低层则出现明显的中尺度低压和辐合流入。
4. 可以通过卫星云图资料配合常规资料进行尺度分离，进一步了解暴雨云团所处的大尺度环境场与中尺度系统的相互作用及其

垂直结构，由于我们例子不多，有待进一步的研究，是有实际意义的。

### 参 考 文 献

- [1] Maddox, R. A., An objective technique for separating macro-scale and meso-scale features in meteorological data. *Mon. Wea. Rev.* Vol. 108, p. 1108, 1980.

- [2] Li Yulan et al, The research on the meso-scale convective complex (MCC) over the mainland China, Annual Report of Institute of Atmospheric Academia Sinica, 1990. Vol. 9. No.1. p.44.

- [3] 徐元泰、丁一汇，气象场的客观分析和中尺度滤波，*大气科学*，第12卷，第3期，p.274。

## Characteristics of the meso-scale disturbance of the heavy rain cloud cluster

Li Yulan

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

### Abstract

In this paper, wind field, height field and temperature field of heavy rain cloud cluster over Yangtze River Delta Region have been explored by bandpass filter techniques with the maximum response wave length fo 1500km and the grid length of 150km, using the conventional meteorological data (1000-100hPa). The relationship between the meso-scale disturbance field and the heavy rain cloud cluster has also been discussed.