

# 长江中游地区对流云团的卫星云图 统计特征和预报流程

陈渭民

## 提 要

本文使用1979—1986年6—8月中旬的静止卫星云图资料，统计分析了影响A、B区对流云团的初生位置、移动、持续时间、云团与天气尺度云系的关系等，提出了作0—6小时暴雨预报的流程。

长江中游地区是我国暴雨多发区之一。利用卫星云图分析该地区的暴雨已有许多研究<sup>[1,2]</sup>，这些工作主要是针对某些个例或某一年的云团进行分析。由于影响该地区的暴雨可以是较大尺度的云团，也可以是尺度较小的对流云团进入该地造成的，为此，本文以1979—1986年6—8月中旬的静止卫星云图，辅以常规天气资料，对影响A、B区大于1个纬距的对流云团逐个跟踪，确定云团的位置、大小和强度，从而得出云团的初生位置、移动、持续时间、形成方式和演变特征等，为做好该地区的暴雨预报提供一些依据，并提出一个暴雨预报流程。

### 一、统计结果和分析

#### 1. 对流云团的初生位置

从卫星云图上查清云团的初生位置，对深入理解云团的生成机制、发展条件和活动规律，以及暴雨预报都有重要意义。为此统计了1979—1986年6—8月中旬影响长江中游地区(A、B区)大于1个纬距的对流云团的初生位置，结果如图1。从图中可见，6、7、8三个月云团初生位置的分布基本类似，表现有两个高值区，一是湖北西部的巫山地区、神农架以及四川东部地区，另一个是湖北东部地区，显然云团与地形有密切关系。此外云团初生位置高值轴的走向与长江的走向十分一致。另外，在7月，湖北中南部地区生成云团的数目也很高；而在8月份，初生云团主要位于27—32°N的范围内。

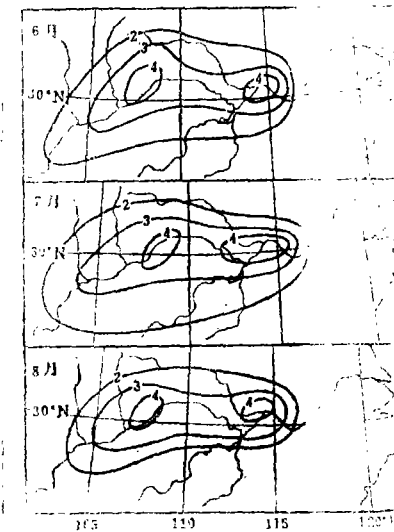


图1 1979—1986年6、7、8三个月云团初生位置分布图

#### 2. 对流云团的移动

决定云团移动的因素很多，它不仅与云团所在

的天气系统、高低空流场，且与地形，云团本身的特性等有关。统计发现，一些生命短、尺度小的云团很难分析其动向；而与天气尺度云系相联的尺度大和生命长的云团常表现有规律的运动。图 2 给出了 20 个云团的移动路径。对较有规律的 223 个云团统计发现移动路径有如下几类：（1）东行类，这类出现 60 次，占总数的 29.6%，是云团的重要移动路径，常发生于高空盛行纬向气流，副热带高压呈东西向带状分布的情况下。统计得出，沿静止锋及冷锋的有 40 次，沿高空槽的有 20 次。（2）东北行类，出现 66 次，占总数的 30%，它发生于东北-西南走向的静止锋云带内或振幅较大的高空槽前的西南气流内。（3）东南行类，出现 34 次，占总数的 15.2%，它一般发生于副高较弱或减弱东退，云团西北上空有强西北气流的情况下。在卫星云图上，云团处在冷锋云系尾部或高空槽前盾状卷云的西南端。（4）多次转折类，出现 27 次，占总数的 12.1%。统计发现，四川盆地云团不仅路径短，而且出现多次曲折，移至巫山大多便消失；进入江汉平原的云团不仅路径长而且移动较规则。除上述几种路径外，云团还有北上、西南行、西北行等路径，但较少，大部出现在山区。

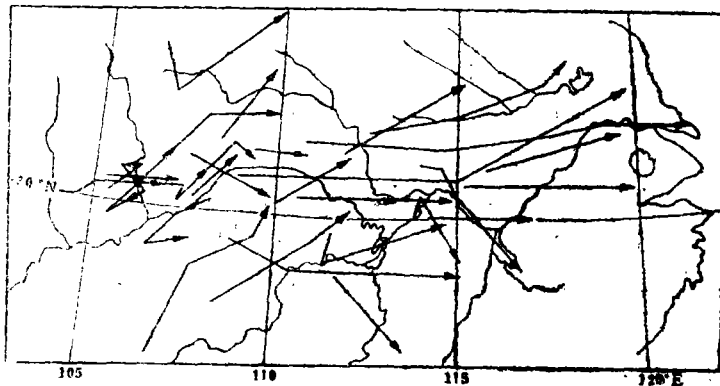


图 2 云团的移动路径

云团的移动速度一般较复杂，即使对同一路径，其移速时快时慢，为方便起见，取其平均速度为云团的移速。结果得出：中等移速（0.33—0.65 经度/小时），出现 38 次；快速移动（0.7—1 经度/小时），出现 24 次；慢速移动（0.1—0.25 经度/小时）出现 90 次。准静止的有 18 次。

### 3. 对流云团的持续时间

云团持续时间是决定暴雨降水量的重要因子。一般而言，云团生存的时间越长，其产生的降水量越大。对影响该地区云团持续时间的统计结果如表 1。从表中见到，1—2 纬距云团的持续时间大部分集中在 1—6 小时内；2—4 纬距的在 6—12 小时居多；而大于 4 纬距的生命较长，一般在 12—18 小时，有的达 24 小时以上。

### 4. 云团的生成方式

统计发现云团的生成方式主要有以下几类：（1）单个对流云团发展型，最初表现为一个小而明亮的对流云团，随云内对流发展形成一个云团；（2）多对流云团复合

表1 云团尺度与其生存时间的关系

云团数目 云团大小	小时						
	1—6	6—12	12—18	18—24	24—32	32—38	>38
1—2 纬距	277	85	8	1	0	0	0
2—4 纬距	63	139	35	7	2	0	0
>4 纬距	0	30	35	12	7	0	0

型,先表现为一群小而明亮的对流云团,以后这些云团相互合并,形成一个大的云团;(3)云团更替发展型,常表现为先存在一个正在消亡的云团,在其前缘或后界出现小对流单体,随着云团的消亡,新单体发展成云团,替换原来的云团;(4)云团扩展发展型,表现为一个发展旺盛的云团内亮区向东北方扩展,而原位置上云区减弱,并形成一个新的云团;(5)云团与小单体碰合型,最初有一较大云团,周围有小的对流单体,随云团和小单体的发展,进而合并为一个更大的云团。(6)多层云区内云团的发展型,其形成过程为在一片稠密的多层云区内有对流发展,随云内对流发展,云区缩小成一个云团。

#### 5. 对流云团与天气尺度云系间的关系

产生长江中游地区云团的天气系统主要有:静止锋、冷锋、高空槽、台风、高空槽+冷锋等,表2给出了相应这些天气系统的云团数目。从表中可见,在6、7月静止锋+冷锋等,表2给出了相应这些天气系统的云团数目。从表中可见,在6、7月静止锋云带上云团数目最多,其次是冷锋,但是到8月份,由于静止锋与冷锋活动减少,云团数减少;而由于局地加热和台风影响,这时由这两种作用生成的云团数明显增多。另外,在6、7月份,由于高空槽与静止锋云系叠加,低涡云系生成的云团数也不少。

表2 相应各天气尺度云系上的云团数

月份	云团数 大小(纬距)	天气系统										
		静止锋	冷锋	高空槽	南支槽	低涡	台风	局地	高空槽+冷锋	高空槽+静止锋	冷+静止锋	
6	1—2	47	11	10	1	5	0	2	1	12	4	
	2—4	24	13	7	1	5	0	6	2	15	0	
	>4	6	8	3	0	3	0	0	0	4	0	
7	1—2	72	26	9	1	4	1	19	2	11	0	
	2—4	58	21	14	1	6	4	7	1	10	2	
	>4	10	6	3	0	4	2	1	0	1	0	
8	1—2	24	13	6	0	0	3	17	1	1	0	
	2—4	18	9	8	0	0	6	17	3	0	0	
	>4	0	4	1	0	0	1	3	0	0	0	

#### 6. 云团数随年、月的变化

在长江中游地区,因影响的天气系统和局地加热随月份而异,所以云团数随月份而变。表3给出了云团数与月份的关系,可见7月份云团数最多,6月份次之,8月份最

少。另外，7月份持续时间较长的云团数也较其它两个月要多。表4给出了1979—1986年(1984年云图不齐，未统计)间云团的数目，可看到1980年云团数目最多，1986年较少。

表3 云团数随月的变化

月份	云团数 大小(纬距)	小时					
		1—6	6—12	12—18	18—24	24—32	32—38
6	1—2	62	14	0	0	0	0
	2—4	39	35	9	3	0	0
	>4	0	9	11	3	0	0
7	1—2	100	30	5	0	0	0
	2—4	23	36	11	2	1	0
	>4	0	9	14	5	4	0
8	1—2	48	11	1	0	0	0
	2—4	8	22	7	2	0	0
	>4	0	2	4	1	1	0

表4 云团数的年变化

云团数 大小(纬距)	年						
	1979	1980	1981	1982	1983	1985	1986
1—2	54	57	52	59	55	52	41
2—4	37	77	25	29	23	32	23
>4	23	19	12	8	5	6	10
总计	114	153	89	96	83	90	74

7. 云团大小与降水的关系

统计1979—1983年6—8月中旬的312个云团大小与恩施、宜昌两站24小时降水关系如表5，可看到，大小为1—2纬距的云团其降水大多小于60毫米，少数可在60毫米

表5 云团大小与24小时降水量的关系

云团数	24小时降水量(毫米)								
	5—20	20—40	40—60	60—80	80—100	100—150	150—200	>200	
云团大小 (纬距)	1—2	85	63	23	10	5	4	1	0
	2—3	2	11	34	8	5	7	1	2
	3—4	0	0	5	9	3	7	4	1
	>4	0	0	2	3	5	3	3	1

以上，甚至100毫米以上。大小为2—3纬距的云团，多数可降水40—60毫米；而大于3—4纬距的云团，降水至少为40—60毫米。总的趋势是云团越大，降水量越大。

## 二、暴雨预报(0—6小时)流程

根据1979—1986年6—8月中旬的静止卫星云图资料,分析了云团与各种天气系统的关系,云团发生发展的云图指标,云团本身的演变特征,从而归纳出长江中游A、B区0—6小时暴雨预报的卫星云图预报流程,具体如下:

第一步

开始

分析影响A、B区的天气系统

由卫星云图分析影响A、B区天气系统的云系特征

1. 定出两个时刻云图上锋面位置,确定其移向、移速,外推估计锋面云系未来0—6小时是否影响A、B区。
2. 确定云图上的高空槽、低涡云系,估计其移动关系的移动,外推未来0—6小时云系是否影响A、B区。
3. 在云图上确定副高与A、B区的相对位置。
4. 分析是否有高空急流云系影响A、B区。

第二步

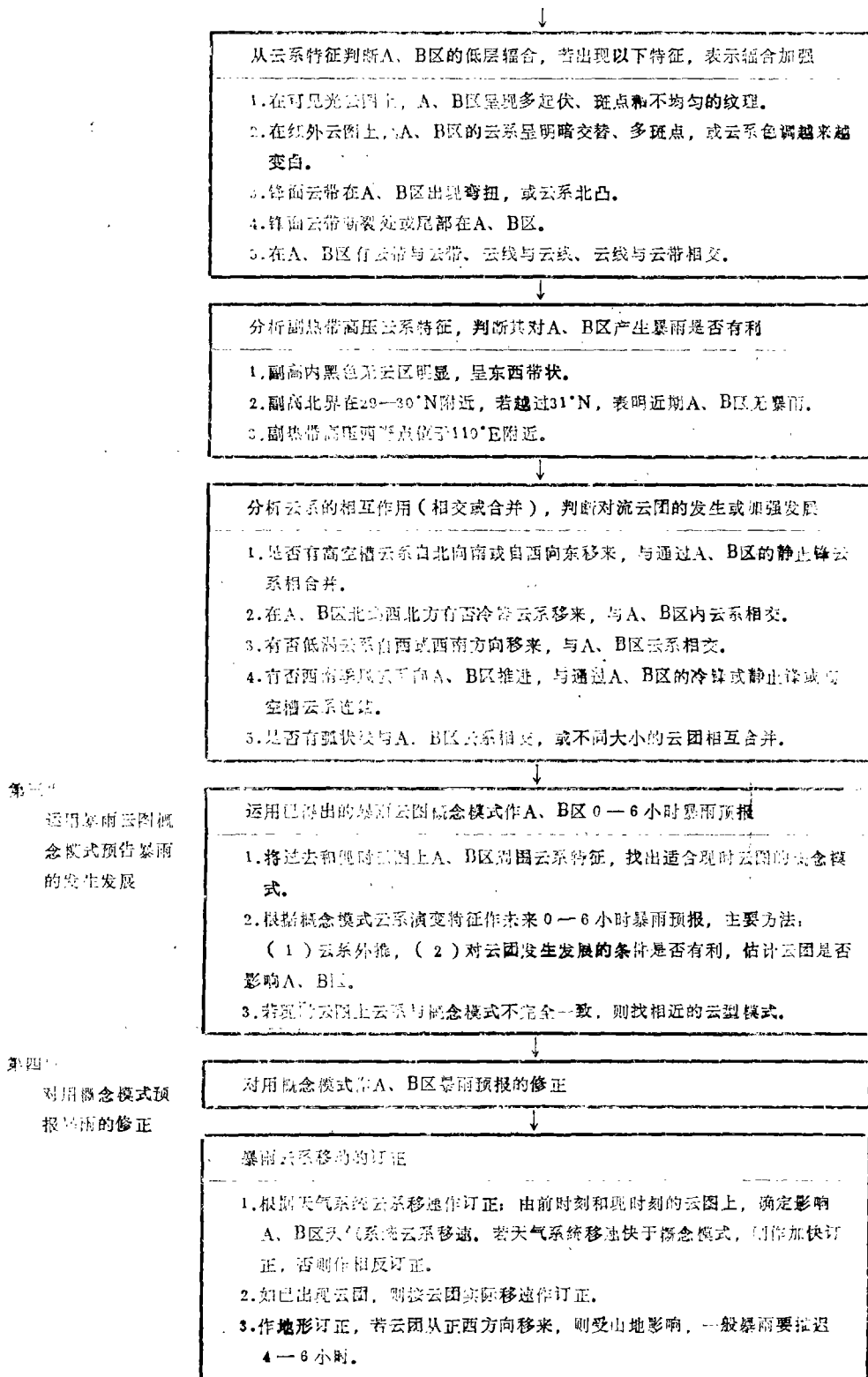
分析A、B区的环境云场,是否有利于暴雨的发生发展

由云图分析水汽条件是否有利

1. 在A、B区及附近地区(110—114°E, 30—31°N)是否存在中低云夹板,云区扩大,色调变白。
2. 在青藏高原南侧是否存在大片西南季风云系,且向北推进到90°E,向东推进到110°E以东地区,甚至接近和到达A、B区。
3. 西南季风云系的走向是否 $\sim 45^\circ$ 。
4. 是否有热带云团、或减弱的台风云系流入A、B区。
5. 通过A、B区的锋面云带是否是东北—西南走向,其东段与热带云系相连接。

分析A、B区周围的卷云特征,判断高空辐散

1. 在A、B区的西北侧出现卷云区,如其有如下特征表示高空有辐散,有利于暴雨发生。
  - (1) 卷云区的反气旋弯曲越来越明显。
  - (2) 卷云区左界光滑,或卷云区内出现光滑的卷云线。
  - (3) 卷云区面积显著扩大。
  - (4) 卷云区北界或有卷云线自北向南移。
  - (5) 卷云线越往北越长。
2. 在A、B区的南或东南侧出现自东北向西南伸展的卷云线(羽)。
3. 在A、B区南侧和北侧同时出现向西和向东伸出的卷云线。



4. 若高空槽云系后有明显冷空气侵入, 则云团加速向东南移。
5. 由云图确定地面辐合线(云系最白的轴线), 云团应沿辐合线上云增密方向移动。
6. 如果西太平洋上台风进入南海, 云团移速减慢。

#### 影响A、B区云团发生发展的订正

主要考虑下面因素

1. 云团的生成方式。
2. 中低云区增厚或扩大是否与模式一致。
3. A、B区及周围卷云辐散比模式更明显。
4. A、B区南侧出现狭长的西南季风云系。
5. A、B区云系多起伏是否明显。

#### 应用常规气象资料判断云团发展

1. 高层200百帕, A、B区上空为反气旋环流控制。
2. 中层500百帕上, A、B区处在槽前正涡度平流区。
3. 低层700百帕上, 出现强西南气流, 指向A、B区, A、B区处在暖切变线上。
4. 低层湿舌指向A、B区。

#### 第五步 分析云团特征

#### 确定云团的位置、阶段和移动

1. 确定云团的位置  
以云团最白区的几何中心为云团位置。
2. 确定云团的阶段
  - (1) 初生: 边界光滑、色调明亮、呈块状, 尺度 $< 1$ 纬距;
  - (2) 发展: 云体增大, 大于1纬距, 色调明亮, 边界整齐;
  - (3) 成熟: 云体四周出现云砧, 色调略减, 尺度最大;
  - (4) 消亡: 结构松散、色调变暗, 以卷云为主。
3. 云团的移动  
由过去和现时刻位置求移向、移速。

#### 云团寿命的估计

1.  $> 6$ 小时云团生命特点
  - (1) 云区直径在2纬距以上;
  - (2) 云区呈涡旋状;
  - (3) 多单体复合成的云团;
  - (4) 云团处于锋面云系尾部;
  - (5) 与天气系统相联的云团;
  - (6) 与大片多皱纹中低云相联的云团。
2.  $< 6$ 小时云团的特征
  - (1) 由局地加热, 且小于2纬距的云团;
  - (2) 不利环境, 如水汽差、风切变大。

估计云团进入 A、B 区

$$\text{估计方程: } y_0 = 0.7509 + 0.3909x_1 - 0.2057x_2 + 0.1586x_3$$

式中  $y_0$  是云团 0—6 小时进入 A、B 区的几率;  $x_1 = 1/L$ ,  $L$  是云团与 A、B 区的距离;  $x_2$  是云团尺度因子, 纬距为单位;  $x_3$  是云团发展阶段因子, 发展取 2, 成熟取 1。

$y_0$  方程的复相关系数为 0.604。

# STATISTICAL CHARACTERISTICS AND FORECASTING FLOW OF CONVECTIVE CLOUD CLUSTERS IN THE SATELLITE PICTURES OVER THE MIDDLE REACHES OF THE CHANGJIANG RIVER

Chen Weimin

## ABSTRACT

By use of the geostationary satellite pictures in June-August, 1979—1986, the formation, initial location, track and duration of convective cloud clusters over the middle reaches of the Changjiang River, on the one hand, and the relationship between the cloud clusters and the synoptic-scale cloud system, on the other, are statistically analyzed. The 0—6 hr rainstorm forecasting flow diagram is suggested.