



# 一次强对流天气过程的卫星云图分析

张伟廉

(空军第七研究所)

## 提 要

使用半小时间隔的卫星资料和“华东中尺度天气试验”的资料，讨论了一次飑线形成过程的云型演变，生消移动过程和可能的触发机制。通过讨论可以看到，在时间间隔为3小时或半小时的卫星云图上，从云系发展演变出发的分析研究，能够比较清楚地看到飑线的形成过程和组成的细微结构，以及它们生成、发展、移动的种种型式。这对于强对流天气短时监测预报有一定指导意义。

## 一、引言

在“华东中尺度天气试验”期间，出现了一次较严重的强对流天气过程，它是在高空冷涡后部，相继产生的数条飑线组成的飑线群由北方南下，影响华东地区的一次比较典型的冷涡飑线天气过程。它于1982年6月17日影响山东南部、江苏及安徽北部地区，持续两天，到6月19日结束。受飑线的影响，出现了大范围的大风、冰雹和雷暴天气，如安徽灵璧最大风速达35米/秒，江苏睢宁降雹时间达半小时，江苏铜山的冰雹直径达6厘米。

本文应用了GMS-2 3小时一次的红外和可见光云图，6小时一次的增强红外云图，17—20时GMS-2的每半小时一次的红外云图，以及TIROS-N极轨卫星云图等资料。并结合“华东中尺度天气试验”的每小时中尺度地面区域天气图和加密的高空测风、探空资料以及常规气象资料等，进行了卫星云图的中尺度分析，得到了一些新的认识。

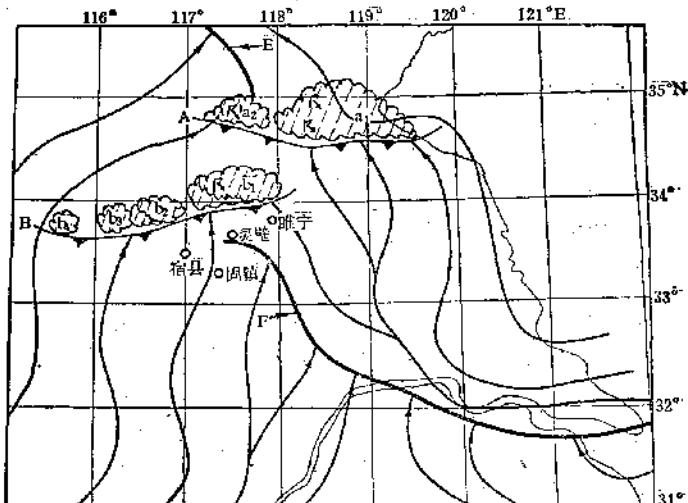


图1 1982年6月17日17时的中尺度地面分析及云区  
细实线为流线，粗实线F为切变线，E为干线

## 二、大尺度天气形势

高空500毫巴图上，位于贝加尔湖地区的切断冷涡缓慢向东南移动，17日到达河北北部，700毫巴以上各层的冷槽均已移过华东地区，槽后不断有冷空气南下。850毫巴上冷槽过后，由于西部有暖脊沿四川北部大

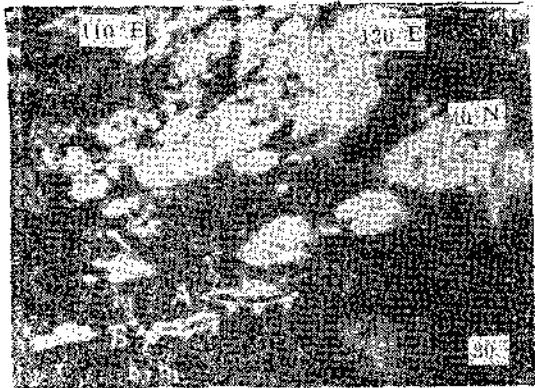


图2 1982年6月17日17时区域放大的可见光云图

巴山东伸，使南侵河北的冷涡轴向，由南北向转成西北东南向，暖脊前部暖平流侵入华东地区，低层江苏、山东东部处于入海高压后部，来自海上的暖湿气流，形成沿海地区强逆温层下的低云。就在这种上干冷下暖湿，层结极不稳定的形势下，华东地区连续两天（17、18日）出现了强对流天气。19日冷涡东移，天气过程结束。

### 三、中尺度天气系统活动的卫星云图分析

从过程第一天（6月17日）下午到第二天凌晨，冷涡后部产生的飑线中，共有四条影响到华东地区，下面就其中的第1、第2条飑线A和B（图1）的产生和演变作如下分析。

#### 1. 飑线A的生成与发展

17日08、11时的可见光云图上（图略）， $40^{\circ}\text{N}$ 以北的华北、内蒙地区为冷涡云系，山东和华东沿海高压后部的回流低云，深入大陆 $117^{\circ}\text{E}$ 附近。

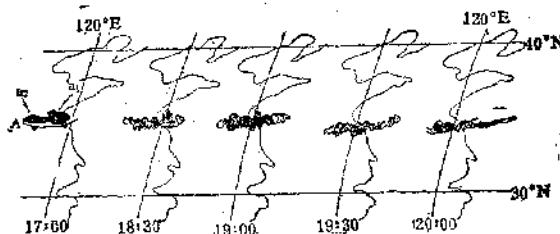


图3 1982年6月17日17—20时A飑线云团的演变素描图

在14时的云图上，华北冷涡云系中有大片对流云发展，并向 $40^{\circ}\text{N}$ 以南扩展。华东沿海的低云已消散，除少量的碎积云外，我国东部的 $30\text{—}35^{\circ}\text{N}$ 基本为晴空少云天气。与此同时，在沂蒙山区出现一个小亮点，表示有强对流发展。

15时中尺度地面图上，江苏和山东交界处的郯城（约 $34.5^{\circ}\text{N}$ 、 $118.4^{\circ}\text{E}$ ）首先出现雷暴。到16时发展为包括临沂、临沭、郯城、苍山等地大约 $50\times 50$ 平方公里范围的雷暴天气区。飑线A已形成。到17时飑线A达到成熟阶段（图1）。

从区域放大的17时可见光云图（图2）上，可以看到飑线A由 $a_1$ 和 $a_2$ 两部分云系组成。 $a_1$ 云系中的多纹理结构和明显暗影，清晰地表明其内部多处有旺盛的对流发展。 $a_1$ 位于A的东半部，约占A的 $2/3$ ，是A的主体； $a_2$ 位于A的西半部，占A的 $1/3$ ，由四个以上正在发展着的强对流云（面积为 $a_1$ 中强对流云的 $1/4\text{—}1/3$ ）组成，这些强对流云四周光滑，云体可以分辨。

从17日17—20时的红外云图（图3）可以看出，随着时间的推移， $a_1$ 内的强对流云区已合并为雷暴云团，东移入海并减弱，与此同时， $a_2$ 也经历了相同的变化过程，由对流云区发展成雷暴云区，尔后合并为雷暴云团，东传与 $a_1$ 合并为一整体。在20时的增强红外云图上（图4）， $a_1$ ， $a_2$ 仍分别有两个强中心，

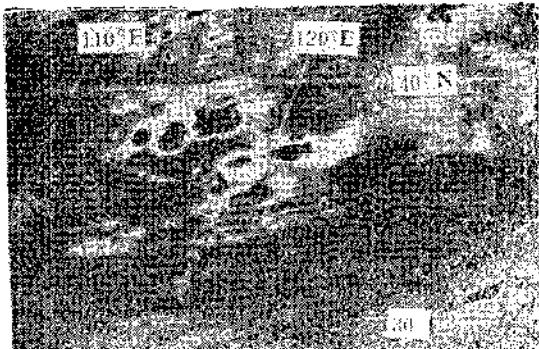


图4 1982年6月17日20时增强红外云图

$a_1$ 在东部，面积为 $a_2$ 的 $1/5$ ，最高云顶平均温度为 $\sim -53^{\circ}\text{C}$ 左右； $a_2$ 面积较大，最高云顶平均温度达 $-61^{\circ}\text{C}$ 左右。这种温度的配置，也表

明对流云是西生东消不断向东传播。A作为整体同时又向南缓慢移动。而在每小时中尺度地面图上，只能分析出A的向南移动。由于其东部没有测站提供天气报告，只能从卫星云图上看到雷暴向东传播的信息。

从21时、22时中尺度地面天气报告可以看到，A在缓慢南移过程中明显减弱，成片雷暴天气区已消失，只有零星雷暴天气。23时地面图上已经没有飑线和飑线天气。

24时的卫星云图上，仅能看到A的残留云系，A的生命史从15时至23时，历时8个小时左右。

## 2. 飑线B的生成与发展

飑线B于17日17时生成（见图1、2）。它由 $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$ 三部分雷暴云和正在发展着的对流云 $b_4$ 组成。各雷暴云之间为对流云，相应17时中尺度地面天气图上，从徐州东南方的睢宁向西到徐州西南方的永城的 $200 \times 40$ 平方公里范围为雷暴天气区（见图1）。由于这时的地面流场为一致的西南气流，在中尺度地面图上难以确定B的具体位置，极易因分析的失误导致预报的失败。

17—20时飑线B迅速发展（图5）。 $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$ 雷暴云结合为雷暴云团，同时，B的西部又不断新生对流云（如 $b_4$ ），发展为雷暴云，与东部的雷暴云团连接、合并，迅速向东传播。整个云体范围不断扩大并缓慢南移。18时30分至19时30分，B有一小部分浓白云体和暗影配合形成穿透性对流云，表明雷暴云团在该处进一步发展增强。相应时间的天气报告表明，B南移经宿县、灵璧、固镇、睢宁等地时，突然出现有冰雹、大风等严重灾害性天气（灵璧最大风速达35米/秒）。其

原因是B南移过程中与地面切变线相遇，在交点附近产生天气的强烈发展（见图1）。B向东发展迅速，19时30分以后，已与A平行，B北缘云系几乎与A南缘云系相连接（中间有云隙，在卫星云图上仍能分辨为两条云带）。20时以后，B渐趋减弱，在增强红外云图（图4）上，它只有两个较小的强中心，东部的对流中心较西部的强。从以上连续的云图演变表明，B向东传播的方式与A不同，它是西部新生的对流云并入东部雷暴云团并使之加强，似后浪推前浪般的向东移动。B的两个强中心所对应的最高云顶平均温度均为 $-53^{\circ}\text{C}$ 左右。20时以后，B的西部不再有新生的对流云补充和合并，21时地面天气图上已没有B飑线，它的生命史为从16时至20时，前后历时4个小时左右。

这次过程的第二天（6月18日），飑线的产生及其影响的位置比前一天偏东、偏北。18日午后到夜间，在 $33-35^{\circ}\text{N}$ 间的苏北沿海及其以北地区出现了三条飑线，现就位置最南的一条（A'）飑线的产生和演变分析如下。

18日08时、11时卫星云图上， $30^{\circ}\text{N}$ 以北的华东沿海地区的云系为17日减弱的飑线天气的残余云系——零星的中低云。14时发展成淡积云、浓积云等对流云系。15、16时的天气报告还没有强对流天气。

16时以后，苏北沿海的兴化、建湖、大丰、宝应等地相继出现雷暴天气。17时的红外云图（图6）上，从山东沿海到苏北沿海 $33-35^{\circ}\text{N}$ 之间，由南往北平排着多条飑线，A'是位置最南的一条飑线，它的云系由 $a_1'$ 、 $a_2'$ 两部分组成。其中 $a_1'$ 的对流云量最多，所占

范围较大，且在对流云中夹杂有清晰白亮的雷暴云； $a_2'$ 由对流云和少量的雷暴云组成。

从17—20时的红外云图（图7）上可以看到，17时初生的飑线A'至18时30分已到成熟阶段， $a_1'$ 和 $a_2'$ 合并为一整体，形成雷暴云团。云体迅速向南北扩展，北至盐城、阜宁，南达东台都有雷暴天气

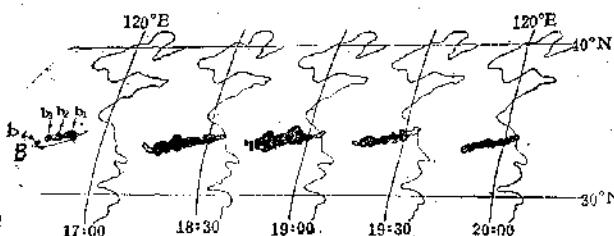


图5. 1982年6月17日17—20时B飑线云团的演变素描图

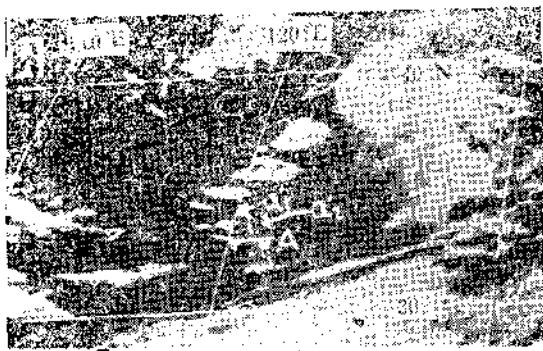


图 6 1982年6月18日17时红外云图

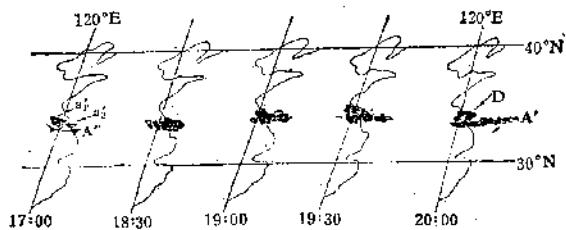


图 7 1982年6月18日17—20时A'飑线  
云团的演变素描图

报告。19时在A'的雷暴云团中，能清晰地分辨出几部分强对流云区，A'南端及西北端的雷暴云密实白亮，整体云系与18时30分相比，有伸长变窄的趋势。19时30分A'东段迅速东伸，其西北端较强部分有从母体分离的迹象，A'整体缓慢南移，雷暴天气影响到江苏高邮等地。20时A'东西向迅速拉长，南北向收缩，成为一条狭长云带，对流云区强弱相间形成一线，西北端部分已脱离A'母体发展成新的雷暴云。20时以后，A'在缓慢南移过程中于21时左右减弱消失。其生命史从16时至21时，历时约5个小时。

#### 四、中尺度对流天气触发机制的分析

在6月17日上午的云图上，苏北沿海有一片低云深入内陆，这是地面入海高压后部偏东气流形成的回流低云。泗阳、阜阳、盐城、泗县、高邮、东台、盱眙等站的探空，都有逆温层存在。逆温层以上为中、高空的干冷空气，其下为暖湿气流。逆温层以下的碎层云，云顶约在800—1500米。午后低层碎云逐渐消散，形成了多

低云地区和少低云地区地面明显的受热不均，就在低云区边缘，温度和湿度不连续，形成了一条“干线”（图8）。另外，17日上午华东入海高压后部的弱辐合区内，存在的一条南北向切变线，逐渐转为西北东南向。午后，新形成的干线与原切变线的北段相会合，使原切变线获得新生，在地面温度梯度

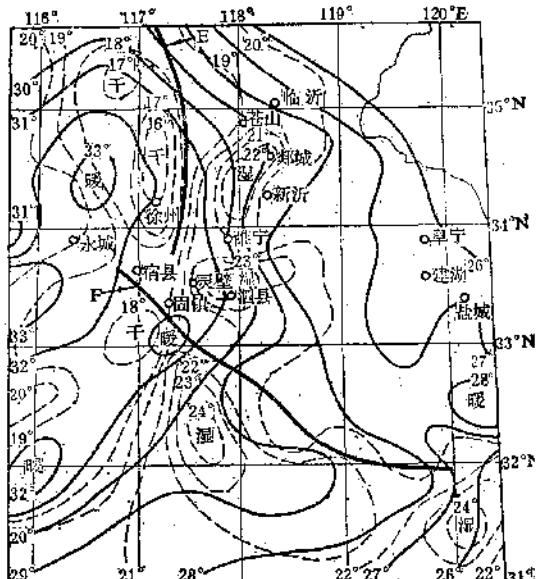


图 8 1982年6月17日13时中尺度地面温  
度、湿度分布图

细实线为等温线(℃)，虚线为等露点线(℃)，粗实线  
E为干线，F为切变线

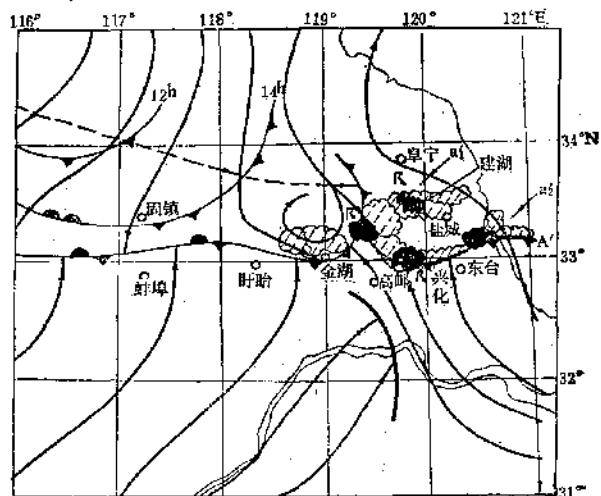


图 9 1982年6月18日17时中尺度地面天气图

和湿度大值的中心附近，首先发生雷暴天气，形成了飑线。

6月18日中尺度地面天气图上，上午在河南东南部（高空冷涡后部）有一条明显的东西向切变线向东南方向移动。当时在切变线附近没有对流天气现象。当切变线移至 $33^{\circ}\text{N}$ 附近时，受西南气流的阻挡逐渐静止，而切变线的东北端继续东移。切变线东北端移至 $119^{\circ}\text{E}$ 附近时，与高压后部原有的东

西向切变线相遇，在其附近出现了对流云和雷暴云（图9），形成为飑线。

从以上叙述的强对流天气的触发过程，可以看出，干线与切变线相会合及新切变线与原有切变线的相遇，都能触发强对流天气，形成中尺度对流天气系统。

## 五、结束语

1. 雷暴云团猛烈的发展，在卫星云图上

往往表现为两个云团或两种云系的互相叠加。

2. 跑线的形成过程，在卫星云图上的表现是首先出现对流性小云块，然后发展成雷暴云块，再由雷暴云块合并成为雷暴云团。在中尺度地面天气图上，则为雷暴高压和跑线的形成。

3. 在时间间隔为半小时或3小时的卫星云图上，从云系的发展演变出发的分析研究，

能够比较清楚地看到飑线的形成过程和组成的细微结构，以及它们生成、发展、移动的种种型式。这对于强对流天气短时监测预报有一定指导意义。但在实际工作中，卫星云图必须和1小时间隔的中尺度地面天气图及天气实况、危险天气警报等结合起来使用，这样才能弥补卫星资料只有3小时一次的不足。