

# 卫星云图在短时降水预报中的应用

刘正本 赵守春 孙献革

(安徽淮南气象台, 232007)

## 提 要

把卫星云图分析同数值预报产品及常规资料相结合,给出了淮南市短时降水预报指标,以提高卫星云图在短时预报中的可用性。

**关键词:** 云图 数值产品 短时预报

## 引 言

近年来,随着卫星云图接收设备在基层台站的逐渐普及,卫星云图成为地市台开展短时天气预报的重要工具。本文利用每小时一次的红外和可见光云图,结合数值天气分析和预报产品及常规资料,在制作 0~12 小时的短时预报方面做了一些详细分析和有益的探索。

## 1 天气尺度云系的外推

利用外推法预报天气系统的移动是天气分析和预报最常用的方法,由于天气系统在移动过程中不断发生变化,常使系统的外推发生较大误差。而卫星云图具有极好的时空连续性,且资料实时性较好,可以观测到天气系统在天气图间隔之间出现的迅速发展和变化,比用天气图外推更接近预报时段。

比较 08 时天气图上系统的位置和 8 时 30 分云图上云系的位置,再对照 16 时 30 分云图上云系的位置,就可以计算出系统移动的平均速度(纬距/小时),并以此推断系统未来 12 小时的影响及强度。

通过统计分析 16 时 30 分云图上云系的位置同本站夜间天气的关系发现,不同季节、不同的影响系统对应着不同的短时预报关键区。例如,沿淮地区 4~6 月主要受西风带系统影响,低槽、冷锋云系多出现在本站西北部关键区,低涡、切变线云系多出现在本站西部、西南部关键区,因此,4~6 月份 0~12 小时短时预报的关键区确定在淮南、开封、光化、大别山区到淮南一线范围内。

## 2 中尺度云团的分析

暴雨等强对流天气是天气尺度系统和中小尺度系统互相影响、共同作用的结果,而中小尺度系统往往是产生这类天气最直接的原因。因此,正确分析中尺度云团的活动是做好短时天气预报的关键。中尺度对流系统的移动与高空引导气流有一定的关系,在实际云图分析中,云团的移动和变化比较复杂,这与天气系统的发生、发展关系密切。中尺度系统与其它尺度系统之间的相互作用,目前还不十分清楚,但在一个地区,其活动往往具有一定规律。因此判断云团的移动,既要分析云图上的云型特点(边缘形状、最冷云顶位置等),又要分析当时地面、高空的大气特征,找出一些经验性预报指标,用以确定云团的移向、移速和生消变化。

## 3 云图资料同数值预报产品的综合分析

大尺度环流背景及物理量的分布是产生降水的基本条件,选择与预报时段相对应的数值预报产品,有助于推断云系未来的发展及变化。本文提到的物理量来自日本传真图。

### 3.1 500hPa 涡度 24 小时预报(图号: FUF502)

分析表明,云系及其演变与 500hPa 涡度场预报非常一致。Funk(1982 年)认为,由于 500hPa 涡度场代表着对流层中部的相对运动,因此既可以由云与上层气流的相关性,达到诊断目的,又可以用预报出的涡度场来预报云型的演变<sup>[1]</sup>。实际分析表明,正涡度平流区有利于对流云系的发展,而正涡度中心

与逗点云系有着非常好的对应关系,所以逗点云系有时又称为正涡度中心云系。

3.2 700hPa 垂直速度 24 小时预报(图号:FXFE782)和 700hPa $T-Td$  24 小时预报(图号:FXFE572)

P-VEL(垂直速度)反映了 700hPa 上的上升气流,预报指标为:小雨: $\omega < -5$ ,大~暴雨: $\omega < -20$ (注:日本传真图上用的单位为  $\text{hPa} \cdot \text{h}^{-1}$ ,标注数值扩大了 10 倍,这与我国一般使用的单位  $10^{-3} \times \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$  在数值上有一定差距)。 $T-Td$  不仅反映了 700hPa 上水气的饱和程度,有时还可作为能量分析的指标,饱和区相当于高能区, $T-Td$  锋区相当于能量锋区。晴雨预报的指标为  $6^\circ\text{C}$  线包围的区域,中雨以上为  $3^\circ\text{C}$  线包围的区域。

#### 3.4 A 指数

A 指数综合了大气层结稳定性和中低层水汽饱和两项指标,对降水指示性较好, $A > 10^\circ\text{C}$  对应于中等以上降水, $A > 17^\circ\text{C}$  对应于大~暴雨以上降水(A 指数由探空资料直接算得)。

#### 4 淮南台短时降水预报指标

我们将 12 小时内的降水分为 3 个等级:小~中雨( $0 \sim 9.9\text{mm}$ )、中~大雨( $10 \sim 29.9\text{mm}$ )、大~暴雨( $\geq 30\text{mm}$ )。

##### 4.1 大~暴雨降水指标

08 时 850、700hPa 长江及其以南有大片强西南气流,芷江、汉口西南风速  $\geq 12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  或 850 及 700hPa 淮河以南 2 纬距内有暖切,500hPa 槽前西南气流  $\geq 20\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,850hPa 长沙、安庆有  $\geq 12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  的西南急流。

FXFE782 图上, $\omega < -20$  线与 FXFE572 图上的  $T-Td$  准饱和线( $3^\circ\text{C}$ ) 在沿淮出现重合,本站处于正涡度平流区,A 指数  $\geq 17^\circ\text{C}$ 。

关键区内有白亮云图发展, $-60^\circ\text{C}$  的云顶温度等值线最长轴  $> 2/3$  纬距,有  $< -70^\circ\text{C}$  的峰值温度出现,且呈多中心分布。

图 1 为 1996 年 5 月 3 日 06 时 30 分的红外云图。低涡、切变线云系位于本站西南部,关键区内有一中尺度云团,云顶温度最低

为  $-63^\circ\text{C}$ ,其中  $-59^\circ\text{C}$  等值线包围的面积直径在 1 个纬距以上,同时天气图及物理量场指标均达到暴雨预报标准,结果 12 小时降水为  $36.9\text{mm}$ 。

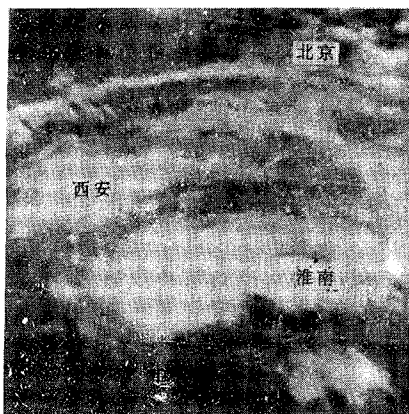


图 1 1996 年 5 月 3 日 06 时 30 分红外云图

图 2 为 1996 年 6 月 28 日 16 时 30 分的红外云图。低槽、冷锋云系位于本站西北部,关键区内小对流云团合并,发展迅速,云顶温度大部分在  $-60^\circ\text{C}$  以下,最冷云顶温度为  $-71^\circ\text{C}$ ,结果 12 小时本站降水  $38.1\text{mm}$ 。这是一次安徽全省性暴雨过程,其中沿淮、淮北为大暴雨,最冷云顶下游对应的阜阳、蒙城一线 24 小时雨量在  $150\text{mm}$  以上,其中阜南为  $173\text{mm}$ 。

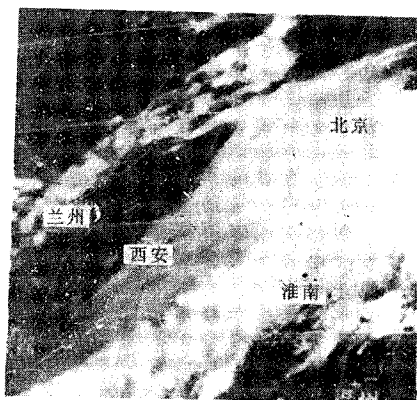


图 2 1996 年 6 月 28 日 16 时 30 分红外云图

## 4.2 中~大雨降水指标

08时500hPa为槽前西南气流,沿江江南至少有2站 $\geq 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,地面有冷锋配合,17时锋面未过本站或08时700hPa淮南以北5纬距内有低槽,850hPa上淮南以北1个纬距内有冷切变或淮南以南1个纬距内有暖切变;或08时700hPa本站2个纬距内有冷切变或暖切变。

日本数值预报图上,P-VEL处于 $\omega \leq -15$ 范围内, $T - T_d$ 处于 $3^\circ\text{C}$ 线范围内,A指数 $\geq 12^\circ\text{C}$ 。

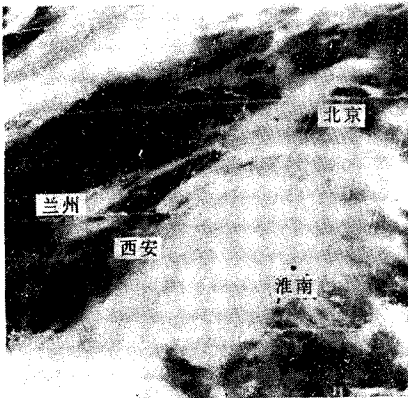


图3 1997年6月6日06时30分红外云图

关键区内, $-50^\circ\text{C}$ 温度等值线最长轴 $\geq 2/3$ 纬距, $< -60^\circ\text{C}$ 以上的云顶面积不大。图3为1997年6月6日06时30分的红外云图。关键区内为一相当于中 $\alpha$ 尺度的白亮云团, $-60^\circ\text{C}$ 等值线包围的面积直径在2~3个纬距,最冷云顶温度为 $-73^\circ\text{C}$ 。从云图上看,

已达到暴雨预报标准,但数值预报图对暴雨预报不利,在20时500hPa涡度24小时预报图上(图略),正涡度中心减弱东移明显,涡度平流由正变负(与前12小时比较,即与08时500hPa涡度36小时预报图比较),其它物理量图也出现相应的变化,这表明已维持了两天、东移缓慢的低涡云系将减弱东移。于是预报中~大雨,结果12小时降水16.5mm。

## 4.3 小~中雨降水指标

天气系统强度达不到上述指标,P-VEL为负值区, $T - T_d$ 处于 $6^\circ\text{C}$ 线范围内,A指数为正值。关键区内有云系发展,虽然各种亮度的云都有,但主要为 $< -50^\circ\text{C}$ 以下的云系,最冷云顶峰值所占比例极小。

## 5 结论

5.1 有经验的预报员虽然光凭云图就能大致确定所代表的天气系统,但云图本身不能揭示大气中正在进行的物理过程,需要用常规天气图资料对云图进行天气学解释,以便较准确地判断天气系统所处的位置和阶段,减少外推预报的盲目性。

5.2 云系结构同大气物理量场之间有着较好的对应关系,因此,云图资料结合数值分析的物理量产品进行综合分析,可提高云图在短时预报中的可用性。

## 参考文献

- 1 P. K. Rao等著. 许健民等译. 气象卫星系统、资料及其在环境中的应用. 北京:气象出版社,317-320.

# The Application of Satellite Image to the Very Short Term Precipitation Forecasting

Liu Zhengben Zhao Shouchun Sun Xiang

(Huainan Meteorological Station, Anhui Province 232007)

## Abstract

By the method of satellite image combining with NWP products and conventional data, the very short term precipitation forecasting indices of Huainan area are given.

**Key Words:** satellite image NWP products very-short range forecasting