

利用水汽图象分析中尺度云团

郑新江

李献洲

(国家卫星气象中心, 北京 100081) (广东省气象局, 广州 510080)

提 要

利用 NOAA 卫星提供的水汽图($6.7\mu\text{m}$), 配合 GMS 云图、多普勒雷达照片, 分析了中尺度暴雨云团发生的位置、演变及其结构, 最后给出了有关方法的预报框图。

关键词: 水汽图 卫星 雷达 云团

前 言

$6.7\mu\text{m}$ 水汽图象是一种有效的遥感资料, 可以直观地反映大气中、上层水汽分布、输送等信息, 为研究产生暴雨的中尺度云团发生、发展提供了新的资料和方法。

本文利用 12 小时间隔的 NOAA 水汽图象($6.7\mu\text{m}$) 配合 GMS 云图和多普勒雷达资料, 分析了中尺度云团发生、演变以及结构等特征, 并给出了预报框图, 供广大气象工作者在利用 GMS-5 水汽图象分析和预报天气时参考。

1 华南中尺度暴雨云团的个例分析

1993 年 6 月 14 日, 广西、广东等地出现了一次暴雨与强对流天气过程, 其中广西的苍梧(15 时 40 分, $18\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 270°)、梧州(15 时 45 分, $19\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 220°)和广东省的封开(16 时 00 分, $21\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 220°)出现了雷雨大风, 而广东省中部产生了大到暴雨(例如清远、从化等地雨量超过 50mm, 图略)。

利用水汽图象和静止卫星图象, 可以分析造成此次强烈天气的中尺度云团发生、演变过程。

在水汽图上, 较湿、较冷的区域表现为较亮(白)的色调; 而较干、较暖的区域表现为较暗(黑)的色调。

在 6 月 12 日 14 时 51 分(北京时, 下同)的水汽图上(图 1a), 我国西南地区受一支由

孟加拉湾至中南半岛移来的热带水汽舌控制(图中 M、M'), 这支水汽舌的西北侧边界呈反气旋式弯曲。另外, 一条近于条状的水汽舌位于河套西北方至高原中部(图 1a 中 N—N')。

这两支水汽舌的色调分布不均匀, 似羽毛状。

24 个小时后(图 1b, 13 日 14 时 40 分), 热带水汽舌(MM')移动缓慢, 而自河套经高原中部东移的水汽舌移动较快, 两者逐渐靠近。

14 日 03 时 03 分(图 1c)的水汽图上, 由中纬度移来的水汽舌(NN')南段已经完成了与热带水汽舌(MM')合并, 并在合并区出现水汽高浓度区(图 1c 中 k 处), 同时刻的 GMS 红外云图可以发现, 这里是中尺度暴雨云团生成的区域。另外, 热带水汽舌(MM')的西北侧边界此时也逐渐变为气旋式弯曲, 而舌西北方的干区(黑色调区)也明显加强南压。

分析连续的 GMS 云图, 可以了解此次过程的中尺度云团演变特征(图略): 14 日 08 时, 广西的大瑶山区(24°N , 110°E)有云团发生, 云顶低于 -80°C 的范围较小, 分为两块, 以后云团不断发展, 云顶低于 -80°C 的强对流云区也明显发展; 而且云团移动较快, 14—15 时开始影响梧州。



图1 NOAA水汽图象

a: 12日14时51分; b: 13日14时40分;
c: 14日03时03分

配合综合天气形势与要素分析,可以发现水汽图象不仅可以提供潜在的中尺度系统发生区,而且还能提供产生强天气系统必须有的强迫机制^[1]。

6月13日08时(图略),副高中心位于广东上空,暴雨区(华南)处在高空强辐散控制下。此时,中层副高也明显发展,588线已扩展到中印半岛,孟加拉湾有热低压发展,并从高原东部到孟加拉湾有南支槽东移,槽前与副高西侧之间的西南季风从孟加拉湾经中

印半岛向东北方伸展,并形成中空急流,由这支季风携带的深厚水汽也影响到我国南方,与水汽图上的热带水汽舌(MM')有较好的对应关系。而且水汽舌位于低层 θ_{se} 高值区范围内(图略)。

以上分析表明,热带舌常常代表水汽相对深厚、空气团相对不稳定的地区。另外水汽舌(NN')与中纬度高空槽有较好对应关系。

这种不同纬度水汽舌靠近或相交而引起的雷暴,可能与高、低空强迫机制的耦合有关^[1]。

2 华北中尺度暴雨云团的分析

2.1 形成云团的水汽图象分型

利用1991—1993年共37个时次水汽图象普查华北夏季强天气过程,归纳出产生云团的4种基本类型(图2)。

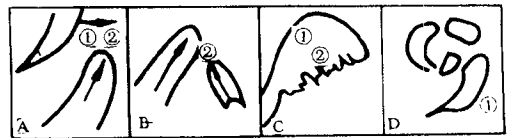


图2 华北中尺度云团形成分类

①区代表以冰雹、雷雨大风为主的对流风暴区;
②区代表以暴雨为主的对流性降水区

A类:来自中纬度的水汽舌与来自热带的水汽舌靠近或相交,在交汇处可产生中尺度云团,类似上面华南的例子。其中在交汇处北部以对流风暴为主(①处);南部以暴雨为主(②处),占7/37。

B类:来自热带的西南水汽舌与来自东南海面的水汽舌相汇,生成的云团以暴雨为主,占8/37,下面将给出典型个例分析。

C类:有时,单独来自热带地区的水汽舌也可产生云团,此种类型,在舌的北部以冰雹天气为主(①处);而舌的南部以暴雨为主,占4/37。

D类:当水汽舌呈涡旋状分布时,在其尾部与干区交汇处可产生飚线云团,以冰雹、大风和局地暴雨为主,占10/37。

另外,还有 8/37 的不规则型,需要进行深入分析。

2.2 典型个例分析

1992 年 8 月 1—2 日是一次典型的 B 类云团类型。在 1992 年 8 月 1 日 19 时 01 分 (GMT)水汽图(图 3a 素描)上,华北南部受两支不同的水汽舌控制,其中来自西南方的水汽舌位于河套西部;来自东海、黄海的水汽舌影响到河套地区,10 小时后,在河套地区有云团生成(图略)。并造成河北、北京等地大到暴雨。

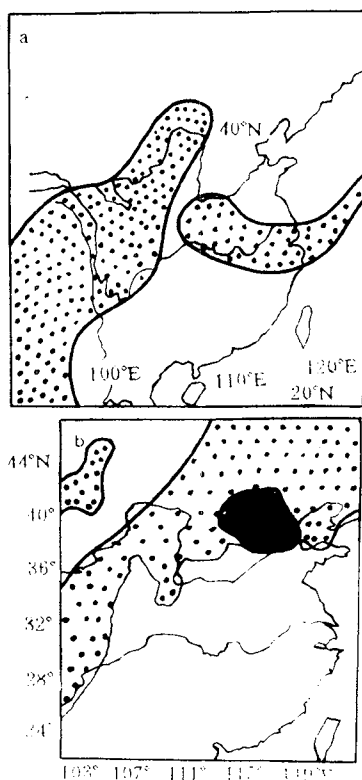


图3 1992 年 8 月 1 日 19 时 01 分 (GMT, 下同) 6.7 μ m 水汽素描图(a)和 2 日 19 时 33 分云图素描(b)

利用加密的云图与降水资料分析后发现,云团生命期的不同时段与雨量有较好对应关系。

2 日 15 时左右(图略),云团影响北京南部,大兴县 1 小时雨量为 39.1mm。

2 日 19 时(图 3b,素描云图),云团达到成熟期,对流云区范围迅速发展,地面降水明显加强,如大兴县 1 小时雨量达 81.2mm。

2 日 22 时以后(图略),云团进入减弱阶段,虽然总的云区面积仍维持很大,但冷云顶区则明显变小,地面降水开始减弱,如通县 1 小时雨量为 17.7mm。

配合多普勒雷达资料¹⁾,可以分析不同时段云团内部结构(图 4),为强降水的临近预报提供依据。

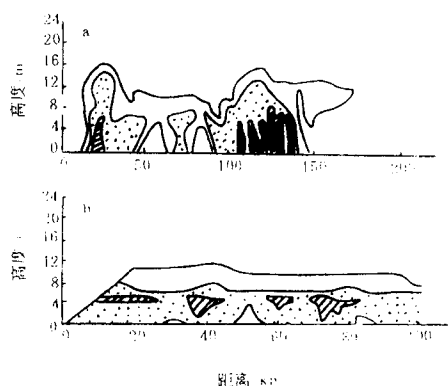


图4 1992 年 8 月 2 日雷达图象素描
a:19 时 54 分 b:21 时 49 分

在处于成熟阶段云团内部,小尺度对流活动非常活跃(图 4a),雷达观测到 6 个对流单体活动,云系主要由对流云和层状云混合组成,雨量也较大,而在云团减弱时段(图 4b),云团内部对流活动减弱,云系以层状云和残留的卷云砧为主,雨量明显减小。

3 漏斗形卫星预报框图

以上分析了水汽图象、卫星云图和雷达资料在监测中尺度云团形成中的应用。这里把上面的思路,并参考有关工作^[1],概括成漏斗形预报框图(图 5),供参考使用。

卫星预报图的一个主要成份是水汽舌,它是热带和中纬度间全球尺度的纽带,是产生强天气的能量和水汽来源;对天气尺度而言,水汽、红外、可见光云图能探测有利于上

1) 由陈进强同志提供

升运动的水汽环境,它在大气中为对流的发生准备了条件;对中尺度而言,红外和可见光云图用来确定外流边界和短波,可确定中尺度云团发生位置以及移动和演变情况。对风暴尺度而言,红外云图、可见光云图可以分析

中尺度对流系统的移动和传播,雷达图象分析云团内部小尺度结构及降水性质,并可用于确定未来0—3小时内强天气移动方向和强度变化,降水落区等。

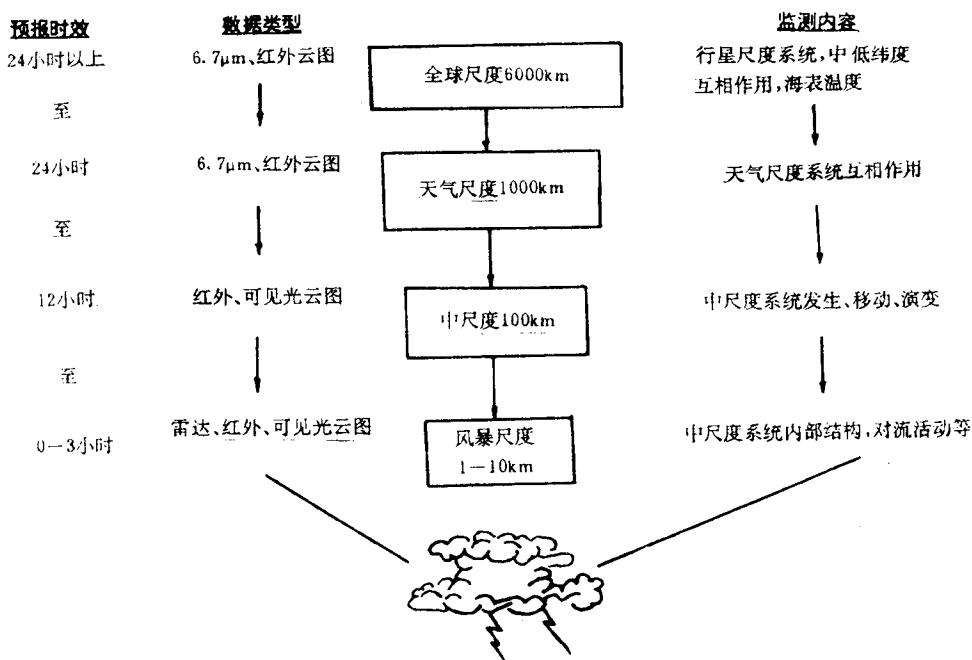


图5 锥形卫星预报图

4 结束语

本工作表明,利用多种卫星遥感资料可以对中尺度云团进行有效监测,提高暴雨预报准确率。目前GMS-5已经播发水汽资料,本文可供参考。

水汽图的解释要比红外与可见光云图复杂,因为它受大气中水汽含量、水汽垂直分

布、温度等要素的影响,需要继续做大量深入研究。

致谢:感谢赵亚民(河北省气象局)给予本文的支持。

参考文献

- 1 Roderick A. Scofield. 水汽羽、势能轴与强对流性降雨. 气象科技, 1993, 3.

MCC-Analysis using NOAA Water Vapor Images

Zheng Xinjiang

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Li Xianzhou

(Guangdong Meteorological Bureau, Guangzhou 510080)

Abstract

The location, development and structure of mesoscale cloud burst cluster are analysed, using water vapour images from NOAA, as well as GMS cloud charts and Doppler radar data. The forecasting method is given.

Key Words: water vapor image GMS cloud chart Doppler radar data MCC