

费增坪,王洪庆,张焱,等. 基于静止卫星红外云图的 MCS 自动识别与追踪. 应用气象学报, 2011, 22(1): 115-122.

# 基于静止卫星红外云图的 MCS 自动识别与追踪

费增坪<sup>1)\*</sup> 王洪庆<sup>2)</sup> 张焱<sup>2)</sup> 宋帅<sup>3)</sup> 刘家峻<sup>1)</sup> 郑永光<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> (中国人民解放军 61741 部队, 北京 100081) <sup>2)</sup> (北京大学物理学院大气科学系, 北京 100871)

<sup>3)</sup> (中国人民解放军 57015 部队, 北京 100081) <sup>4)</sup> (国家气象中心, 北京 100081)

## 摘 要

由于缺乏成熟的中尺度对流系统(MCS)自动追踪工具,使基于静止卫星红外云图的 MCS 研究的深度和广度受到制约。手工目测法识别追踪 MCS,工作量巨大且容易造成误差,无法用于长时间序列卫星云图的 MCS 普查。该文结合我国中尺度对流天气的特点,在重新定义 MCS 云团识别标准的基础上,给出了一种基于图像处理和时间序列分析技术的 MCS 自动识别、存储、追踪和时间序列特征统计方法。通过对 2003 年淮河大水期间连续时次卫星云图的 MCS 自动识别、追踪和特征统计,对该方法的应用效果进行了检验,结果表明:该方法不仅能对每个时次的 MCS 进行快速识别,同时也能对多时次的 MCS 进行有效追踪。

**关键词:** 卫星云图; MCS; 图像处理; 时间序列分析

## 引 言

暴雨、冰雹、雷雨大风和龙卷等灾害性天气经常是由中尺度对流系统(Mesoscale Convective System, MCS)造成的<sup>[1-7]</sup>。空间尺度为几十公里至一二百公里的强对流系统的监测和预警,一直是业务预报的一个难点。虽然新一代天气雷达可以有效监测这类系统,但要对大范围的中尺度天气系统进行全面、准确地深入分析,还存在雷达网协调运作和拼图上的技术难题(如时间上的同步性,资料的可比性,同波长干扰,盲区的存在等等)。卫星遥感资料具有观测范围广、时空分辨率高等特点,目前仍是强对流系统监测预警的主要数据源。

1980 年, Maddox 根据增强红外云图上云团的形状、尺度、生命期提出中尺度对流复合体 MCC(Mesoscale Convective Complexes)<sup>[2]</sup>定义。国内外学者对基于静止卫星红外云图的 MCS 做了较多的普查和个例研究,并根据天气的实况对 MCS 的判断标准做了更合理的修订<sup>[7-10]</sup>。由于没有成熟软件工具的支持, MCS 的识别与追踪主要依靠主观分析和定性判断,这种费时、费力且容易造成客观定量误差的手工目测法,制约了 MCS 普查研究的时间和空间尺度。

本文结合静止卫星云图的特点,依据修订的 MCS 判断标准,对 MCS 进行了定义。然后,利用图像处理和时序分析技术,给出了一种 MCS 的自动识别、存储、追踪以及时间序列特征统计方法(以下简称 MCS-IT)。最后,通过 2003 年淮河大暴雨期间的时间序列卫星云图,对该方法进行了试验和检验。试验结果表明: MCS-IT 方法可用于长时间序列卫星云图的 MCS 普查。

## 1 MCS 的自动识别、追踪研究进展

美国自 20 世纪 70 年代,对静止卫星云图中云团的移动做了大量研究,主要有 Fujita 等<sup>[11]</sup>利用电影动画胶片人为判断云团的移动。Smith<sup>[12]</sup>所研制的人机交互系统 MCIDAS (Man2Computer Interactive Data Access System) 通过在计算机屏幕上由操作员用光标指定云团中心,利用匹配相关系数求出云团的移动。Endlish 等<sup>[13]</sup>和 Hall 等<sup>[14]</sup>所研制的 SATS(SRI Automatic Tracking System)通过提取云团的特征量,用模式匹配技术追踪云团。Arking 等<sup>[15]</sup>对云团做傅立叶变换,使用傅立叶位相差来估计云团的移动。目前,国外在云团追踪方面以多颗卫星、多通道追踪方法的研究为主。

2010-01-10 收到, 2010-10-19 收到再改稿。

资助项目: 国家自然科学基金项目(40875019)

\* E-mail: fzping@gmail.com

国内在云团追踪方面的工作开展得比较晚,目前正处于试验开发阶段。王登炎<sup>[16]</sup>通过对红外卫星云图进行处理,再对 MCS 的边界廓线进行傅立叶展开,求得其形态特征。利用形态特征的保守性,得到 MCS 的移动矢量。以此对 MCS 的移动作外推预报结果表明,其准确率比目测判别要高。肖稳安等<sup>[17]</sup>利用增强红外卫星云图和逐时雨量观测资料,分析了中国大陆上 MCC 的降水强度、范围与 MCC 云区的亮度温度值、不同亮温区云面积、云区面积随时间的变化率之间的关系。指出在 MCC 生成到云发展至最强盛阶段之前,降水呈逐渐增加的趋势,最大降水出现在 $-53^{\circ}\text{C}$ 、云面积达到最大之前 1 h 左右和 MCC 中心最冷云顶面积达到最大的时候。白洁等<sup>[18]</sup>利用 GMS 红外云图对强对流云团进行了识别与追踪。

## 2 MCS 的自动识别

### 2.1 识别标准

1980 年, Maddox 运用美国堪萨斯州卫星服务站提供的 1978 年 3—9 月时间间隔为 30 min 的增强红外卫星图像资料进行普查<sup>[2]</sup>,发现并分类得出了 43 个穿越美国中部有组织的、准圆形且按 Orlandski 标准定义为  $\alpha$ -中尺度(250~2500 km,生命期 $\geq 6$  h)的对流性天气系统,并将这些基于增强红外云图的特殊类型的 MCS 定义为 MCC,且按其普查结果首次提出了 MCC 定义和普查标准(表 1)。

表 1 Maddox 的 MCC 定义<sup>[2]</sup>

Table 1 Definition of MCCs by Maddox<sup>[2]</sup>

项目	物理特征
尺度	① $T_{\text{BB}} \leq -32^{\circ}\text{C}$ 的连续冷云区面积 $> 100000 \text{ km}^2$ ② $T_{\text{BB}} \leq -52^{\circ}\text{C}$ 的连续冷云区面积 $> 50000 \text{ km}^2$
生成	第 1 次满足尺度定义①和②的时刻
生命期	满足尺度定义①和②的时间 $> 6 \text{ h}$
最大的空间范围	连续冷云罩( $T_{\text{BB}} \leq -32^{\circ}\text{C}$ )的最大面积
形状	在最大空间范围时椭圆率(短轴/长轴) $\geq 0.7$
消亡	尺度定义①和②不再满足的时刻

随后国内外学者对 MCC 做了较多详细的研究,并指出 Maddox 基于美国中部典型个例分析得到的 MCC 定义过于严格,从而对 MCC 定义做了修订<sup>[8-9]</sup>。近年来,国内外中尺度对流系统研究中已较少使用 MCC 这个名称,取而代之的是结合 Maddox 定义和 Orlandski 尺度分类标准<sup>[1]</sup>提出的更具普遍性的  $M_{\alpha}\text{CS}$ ( $\alpha$ -中尺度对流系统)<sup>[9,19]</sup>和  $M_{\beta}\text{CS}$ ( $\beta$ -

尺度对流系统)<sup>[9]</sup>。许多研究成果都结合了各国天气的实际情况对 Maddox 最初的 MCC 判断标准做了更合理的修订。我国研究者对  $M_{\alpha}\text{CS}$  的 6 条判断标准认识渐趋一致,即最小尺度采用  $T_{\text{BB}} \leq -32^{\circ}\text{C}$  冷云区的面积大于  $100000 \text{ km}^2$  或短轴大于 3 个纬距,连续冷云区达最大范围时的椭圆率(短轴/长轴)修改为不小于 0.5,并取消了持续时间的限制<sup>[9]</sup>。由于早期受计算机存储处理能力和卫星云图时间分辨率的限制,对  $M_{\beta}\text{CS}$  的研究相对较少。马禹等<sup>[9]</sup>初次提出的  $M_{\beta}\text{CS}$  普查中的最小尺度标准为  $T_{\text{BB}} \leq -32^{\circ}\text{C}$  冷云盖的短轴长度在 1.5~3.0 纬距之间。根据我国许多剧烈灾害性天气往往是由空间尺度几十公里至一二百公里的强对流系统( $\beta$ -中尺度对流系统)造成的实际情况,费增坪等<sup>[10]</sup>在分析了 MCS 普查标准修订的基础上,结合 Orlandski<sup>[1]</sup>的尺度分类标准,对  $M_{\beta}\text{CS}$  定义的最小尺度标准进行了修订,即  $T_{\text{BB}} \leq -32^{\circ}\text{C}$  的连续冷云盖的直径  $\geq 20 \text{ km}$ 。

参照 MCS 的定义标准,依据容易造成我国剧烈灾害性天气的强对流系统其云团的物理量特征,结合卫星资料的时空分辨率,本文的 MCS 识别与追踪判据定义如下:① 由对流云组成;②  $T_{\text{BB}} \leq -32^{\circ}\text{C}$  的冷云区面积  $\geq 10000 \text{ km}^2$ ;③  $T_{\text{BB}} \leq -52^{\circ}\text{C}$  的冷云区面积  $\geq 6400 \text{ km}^2$ ;④ 持续时间为 1 h 以上;⑤ 冷云区的形状呈圆形或椭圆形,最大尺度时的椭圆率  $\geq 0.5$ 。

根据定义标准上述判据中,本文所关心的 MCS 属于  $\beta$ -中尺度对流系统。

### 2.2 图像预处理

图像预处理中,采用了均值滤波和中值滤波方法消除尖状噪声干扰,便于后续的目标识别和特征提取过程。图 1a 是预处理后的图像(原始图像来自 2003 年 7 月 22 日 01:25(世界时,下同)的日本 GMS-5 卫星云图)。

均值滤波方法:用点  $(m, n)$  周围  $k \times k$  大小子窗口内的平均值代替点  $(m, n)$  的值  $f(m, n)$ 。

$$f(m, n) = \frac{1}{k \times k} \sum_{i=m-k/2}^{m+k/2} \sum_{j=n-k/2}^{n+k/2} f(i, j). \quad (1)$$

中值滤波方法:用点  $(m, n)$  周围  $k \times k$  大小子窗口内的中间值代替  $(m, n)$  点的值  $f(m, n)$ 。

$$f(m, n) = M\{f(i, j)\},$$

$$i = m - k/2, m - k/2 + 1, \dots, m + k/2;$$

$$j = n - k/2, n - k/2 + 1, \dots, n + k/2. \quad (2)$$

其中,  $M$  表示取数值序列  $f(i, j)$  的中值,  $f(i, j)$  是

点 $(i, j)$ 的亮温值,  $k$ 的取值范围是 3~5。

### 2.3 图像二值化

在预处理图像基础上, 实施图像二值化过程。

二值化阈值采用 MCS 判据中的  $-52^{\circ}\text{C}$ 。即低于阈值的像素点标记为 1, 其他标记为 0。图 1b 是二值化后的图像。

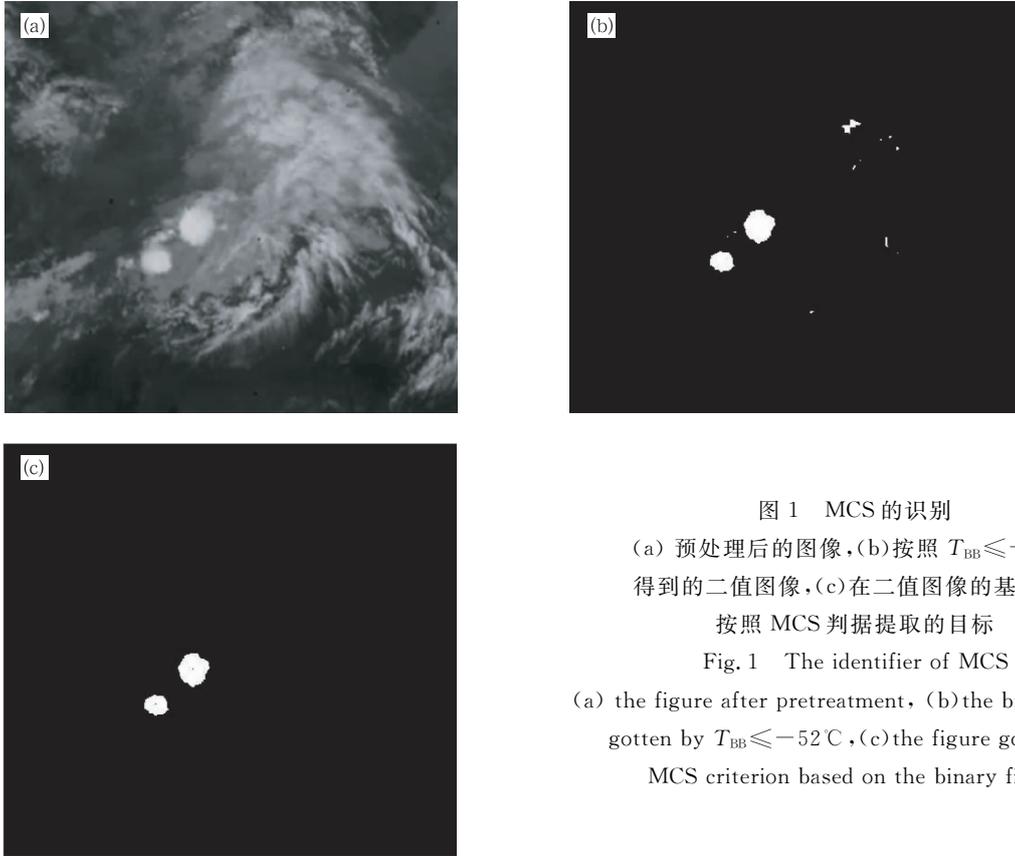


图 1 MCS 的识别

(a) 预处理后的图像, (b) 按照  $T_{\text{BB}} \leq -52^{\circ}\text{C}$  得到的二值图像, (c) 在二值图像的基础上, 按照 MCS 判据提取的目标

Fig. 1 The identifier of MCS

(a) the figure after pretreatment, (b) the binary figure gotten by  $T_{\text{BB}} \leq -52^{\circ}\text{C}$ , (c) the figure gotten by MCS criterion based on the binary figure

### 2.4 特征计算和 MCS 的提取

在二值图像基础上标识各个目标, 然后提取各个目标的边界点序列、中心点、质心点、面积、圆形率、平均亮温值等描述特征。根据前面的 MCS 判据, 去掉面积小于  $6400 \text{ km}^2$  或圆形率 (MCS 判据中, 椭圆率的一种近似表达) 小于 0.5 的目标, 剩余的目标为可能的 MCS 云团, 如图 1c 所示。

云区目标的描述特征计算方法如下:

① 边界点序列: 根据 8 向链码追踪获得云区边界点序列及其经纬度。

② 中心点: 中心点有几何中心点和质心点两种, 用于描述目标位置。

几何中心点的经纬度 $(X_1, Y_1)$ :

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \\ Y_1 &= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M y_i. \end{aligned} \quad (3)$$

质心点的经纬度 $(X_2, Y_2)$ :

$$\begin{aligned} X_2 &= \frac{1}{f_s} \sum_{i=1}^N x_i \times f(i), \\ Y_2 &= \frac{1}{f_s} \sum_{i=1}^N y_i \times f(i). \end{aligned} \quad (4)$$

其中,  $N$  为区域内点数,  $x_i$  和  $y_i$  为第  $i$  个点的经纬度,  $f(i)$  为第  $i$  个点的亮温值,  $f_s$  为区域亮温累加和, 即  $f_s = \sum_{i=1}^N f(i)$ 。

几何中心点和质心点都可以用于标识 MCS 的位置, 二者的偏差可以用于 MCS 质量偏移方向判断。如质心位于几何中心的右侧, 表明 MCS 的冷区偏向东侧, 即东侧温度低于西侧。

③ 面积: 云区的球面面积, 按照云区边界点构成的球面多边形计算得到。该特征可用于衡量云区的范围和强度。

④ 圆形率: 圆形率是在面积和周长基础上计算得到的, 用于描述云区形状的复杂程度, 其计算公式为  $e = (4\pi \times s)/l^2$ 。其中,  $e$  为圆形率,  $s$  为面积,  $l$

为周长。对于圆,半径为  $r$ ,面积为  $\pi r^2$ ,周长为  $2\pi r$ ,圆形率为 1。形状越复杂,其圆形率越小。

⑤ 平均亮温值:云区内平均亮温值  $f_a$  用于衡量 MCS 的强度,即  $f_a = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M f(i)$ 。

### 3 MCS 的自动追踪

#### 3.1 MCS 的四维存储结构

为了对 MCS 进行时间序列追踪,需要保存各个时间步的 MCS 识别结果。各个时间步可能包含多个 MCS,不同的时间步包含的 MCS 数量也可能

不同,因此 MCS 的存储是动态的四维空间结构。其基本存储结构如图 2 所示。

① 时间步结点(图 2 中的阴影框)用于存储各个时间步信息,其包含内容如下:该时间步的日期和时刻;指向该时间步第 1 个目标结点的指针(构成空间序列);指向下 1 个时间步的指针(构成时间序列)。

② 目标结点(图 2 中的非阴影框)存储各个目标的信息,其包含内容如下:边界点序列,中心位置,质心位置,面积,圆形率,平均亮温等特征;指向相同时间步的下 1 个目标的指针(构成空间序列);指向下 1 个时间步中相同目标的指针(构成时间序列)。

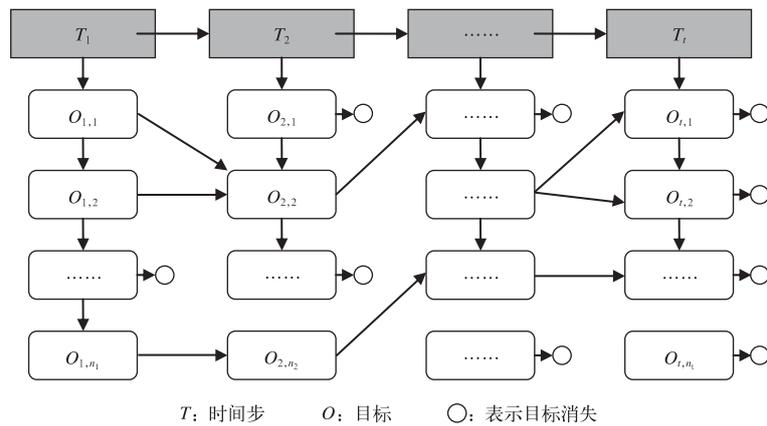


图 2 MCS 的四维存储结构

Fig. 2 The 4-D storage configuration of MCS

上述 MCS 的四维存储结构既包含了空间信息,又包含了时间信息,是典型的运动目标时间序列存储结构。

#### 3.2 自动追踪

自动追踪的目的是形成各个目标的时间序列,进而计算运动目标的位置移动以及面积、强度等特征的变化。

自动追踪的实现基础是上述四维空间存储结构,即通过构造各个目标的时间序列,形成指向下 1 个时间步中相同目标的指针。具体实现就是相邻时间步中的目标匹配。目标匹配原则包括:① 质心点位置变化不超过 50 m/s (1 h 最大移动距离不超过 180 km);② 面积变化不超过 5 km<sup>2</sup>/s(1 h 最大面积变化不超过 18000 km<sup>2</sup>);③ 强度变化不超过 0.001 °C/s(1 h 最大强度变化不超过 3.6 °C)。

如果相邻时间步中的两个目标满足上述关系,则认为是相同目标。存储结构中,前 1 个时间步的

目标时间指针指向后 1 个时间步的相同目标。

追踪后有可能出现两种特殊情况:一是前 1 个时间步中两个目标指向后 1 个时间步的 1 个目标;二是前 1 个时间步中的 1 个目标指向后 1 个时间步的两个目标。第 1 种情况为目标的合并,第 2 种情况为目标的分裂。

### 4 MCS 云团自动识别与追踪试验

试验中使用的卫星云图来自日本 GMS-5 静止气象卫星,时间范围为 2003 年 7 月 21—22 日淮河水大期间的连续 10 个时次。图 3 是 2003 年 7 月 21—22 日 6 个时次的 MCS 云团追踪图像。由图 3 可以看出:7 月 21 日 22:13(图 3a),共有 4 个云团具有 MCS 特征,但以 A,B 两个云团尺度最大。23:25(图 3b)两个小的云团不再符合 MCS 云团判断标准,A,B 两个 MCS 云团继续发展。云团 A 和云团

B 的面积增大,但云团 A 的强度(云团中的最小  $T_{BB}$  亮温值,下同)减弱,云团 B 的强度增强。7 月 22 日 01:25(图 3c)两个 MCS 云团继续向东北方向移动,但云团 A 在此刻面积达到最大,而强度持续减弱;而云团 B 在此刻强度达到最强,且面积持续增加。

02:01(图 3d),在云团 B 旁边又新生出 1 个较小的暴雨云团。此后(图 3e、图 3f),云团 A 面积和强度逐渐减小,云团 B 在面积达到最大后消散,云团 C 则逐渐开始发展。

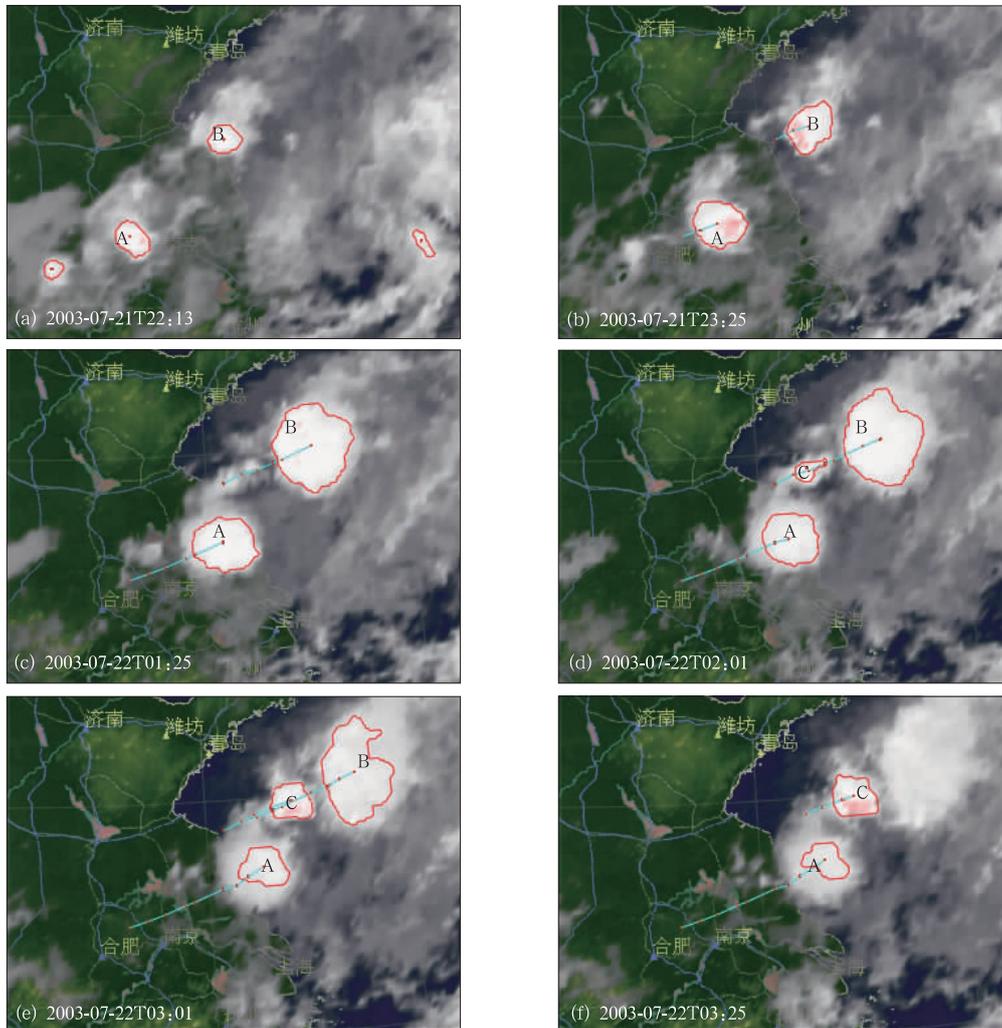


图 3 2003 年 7 月 21—22 日 MCS 云团的追踪

Fig. 3 The track of MCS cloud clusters from 21 July to 22 July in 2003

云团序列追踪完毕后,同时得到描述云团的特征数值时间序列。图 4 和图 5 分别是云团 A 和云团 B 的面积、强度特征变化曲线。由云团 A 和云团 B 的特征变化能够看到:云团 A、云团 B 是两个不同性质的 MCS。云团 A 在形成初期,强度已达到最大值(对应整个时间序列的最小  $T_{BB}$  值)。在随后移动过程中,其面积先增后减,但强度持续减弱。云团 B 的面积持续增加,但其强度则经历了先增后减的过程,一直到不再满足 MCS 判据为止。基于这些特征数值的时间序列,可以在今后的工作中更深入

地定量分析 MCS 的性质和特点。

上述试验结果表明:MCS-IT 方法不仅能对每个时次的 MCS 进行快速识别,同时也能对多时次的 MCS 进行有效追踪。这种自动识别与追踪方法与传统的目测分析方法相比,具有两个方面的明显优点:一是目标的识别与追踪可以保证客观性、量化,能有效避免目测法中因主观分析、定性判断而造成的误差;二是目标的自动识别与追踪快速、直观、便捷,这种高效率的特点有助于基于长时间序列卫星云图的 MCS 普查和定量分析。

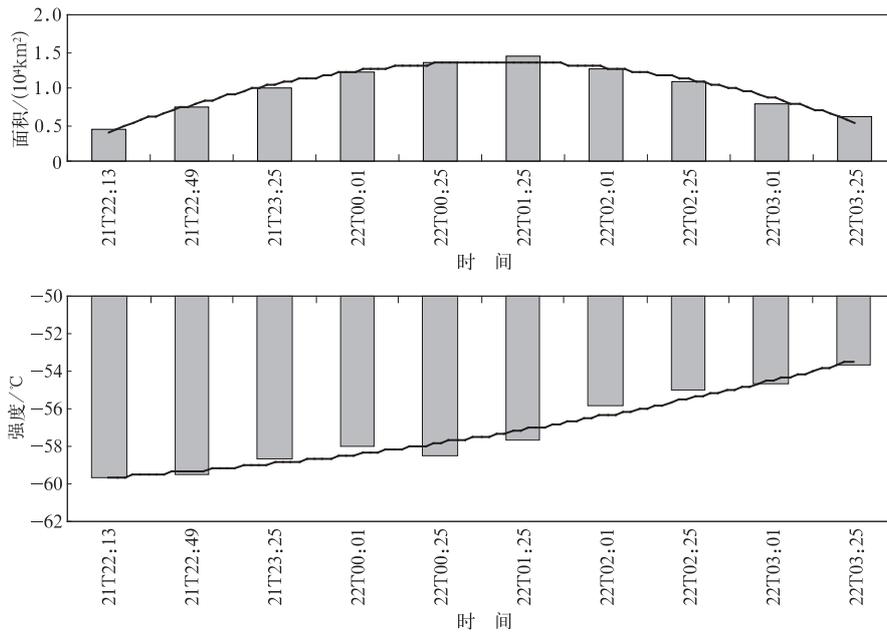


图 4 2003 年 7 月 21—22 日 MCS 云团 A 的追踪结果

Fig. 4 The track of MCS cloud cluster A from 21 July to 22 July in 2003

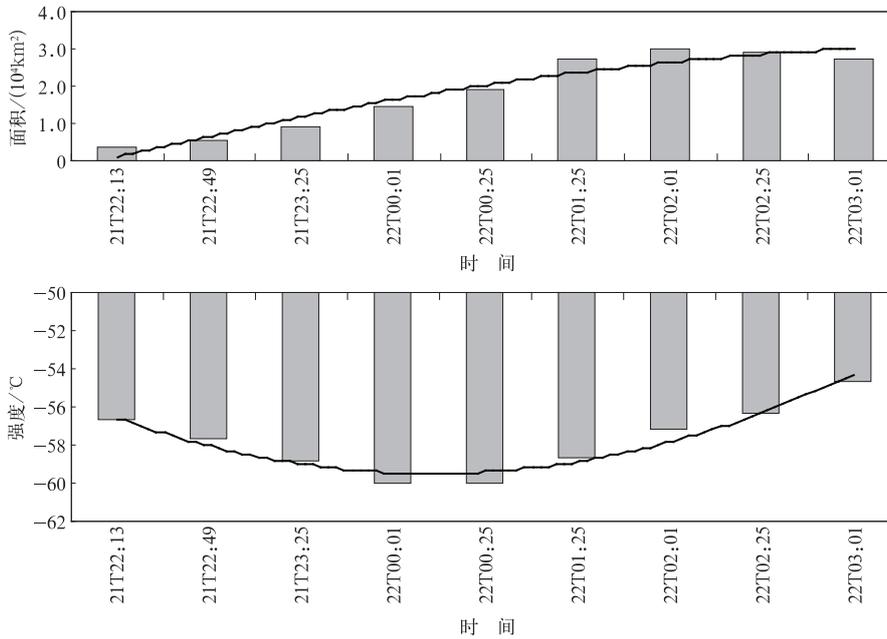


图 5 2003 年 7 月 21—22 日 MCS 云团 B 的追踪结果

Fig. 5 The track of MCS cloud cluster B from 21 July to 22 July in 2003

### 5 小 结

本文根据基于静止卫星红外云图 MCS 判断标准的修订,结合我国实际天气现象的特点和卫星云图资料的时空分辨率,对 MCS 云团的识别判据进

行了定义。

MCS 云团的自动识别与追踪过程中,首先对卫星云图进行图像预处理(均值滤波和中值滤波的方法消除尖状噪声干扰),然后二值化图像,通过目标标识和特征量提取的方法识别出 MCS 云团;基于 MCS 的四维空间存储结构对 MCS 进行时间序列追

踪,得到各个目标云团的时间序列,进而计算 MCS 云团的位置移动以及面积、强度等特征的变化。

通过 2003 年淮河大水期间 10 个连续时次卫星云图的试验,实现了对 MCS 云团的自动识别与追踪。这种方法不仅能有效避免目测法中因主观分析、定性判断而造成的误差,而且有助于基于长时间序列卫星云图的 MCS 普查和定量分析。

尽管 MCS-IT 方法在试验中取得了令人满意的结果,但在 MCS 分裂、合并的特殊情况下尚不能进行合理处理,这也是今后需要重点完善的。另外,该方法还需要更多资料的试验和检验。

### 参 考 文 献

- [1] Orlanski L A. A rational subdivision of scales for atmospheric processes. *Bull Amer Meteor Soc*, 1975, 56: 527-530.
- [2] Maddox R A. Mesoscale convective complexes. *Bull Amer Meteor Soc*, 1980, 61: 1374-1387.
- [3] Shibagaki Y, Yabanaka M D, Shimizu S, et al. Meso- $\beta$  to meso- $\gamma$ -scale wind circulations associated with precipitating clouds near Beiu front observed by the MU and meteorological radars. *Meteor Soc Jappan*, 2000, 78: 69-91.
- [4] 江吉喜. 一次特大沙尘暴成因的卫星云图分析. *应用气象学报*, 1995, 6(2): 177-184.
- [5] 何立富,陈涛,湛芸,等. 大气探测资料在中尺度暴雨中的分析和应用. *应用气象学报*, 2006, 17(增刊): 88-97.
- [6] 国家气象中心,国家卫星气象中心. 98 中国大洪水与天气预报. 北京:气象出版社,1999.
- [7] 费增坪,郑永光,张焱,等. 基于静止卫星红外云图的 MCS 普查研究进展及标准修订. *应用气象学报*, 2008, 19(1): 82-90.
- [8] Anderson C J, Arritt R W. Mesoscale convective complexes and persistent elongated convective systems over the United States during 1992 and 1993. *Mon Wea Rev*, 1998, 126: 578-599.
- [9] 马禹,王旭,陶祖钰. 中国及其邻近地区中尺度对流系统的普查和时空分布特征. *自然科学进展*, 1997, 7: 701-706.
- [10] 费增坪,郑永光,王洪庆. 2003 年淮河大水期间 MCS 的普查分析. *气象*, 2005, 31(13): 18-22.
- [11] Fujita T, Bradbnry D L, Murino C, et al. A Study of Mesoscale Cloud Motions Computed from ATS2 I and Terrestrial Photographs. SMRP Res Pap 71, University of Chicago, 1968: 25.
- [12] Smith E A. The McIDAS System. *IEEE Trans Geosci Electron GE-13*, 1975: 123-136.
- [13] Endlish R M, Wolf D E, Hall D J, et al. Use of a pattern recognition technique for determining cloud motions from sequences of satellite photographs. *J Appl Meteor*, 1971, 10: 105-117.
- [14] Hall D J, Endlish R M, Wolf D E, et al. Experiments in automatic cloud tracking using SMSGOES Data. *J Appl Meteor*, 1977, 16: 1219-1230.
- [15] Arking A, Robert C L, Rosenfield A. A furrier approach to cloud motion estimation. *J Appl Meteor*, 1978, 17: 735-744.
- [16] 王登炎. MCS 的形态特征和外推预报. *气象*, 2000, 26(8): 22-24.
- [17] 肖稳安,褚昭利,徐辉. 中尺度对流复合体的降水特征和预报. *南京气象学院学报*, 1995, 18(1): 107-112.
- [18] 白洁,王洪庆,陶祖钰. GMS 卫星红外云图强对流云团的识别与追踪. *热带气象学报*, 1997, 13(2): 158-167.
- [19] Zheng Yongguang, Tao Zuyu, Wang Hongqing, et al. Environment of meso- $\alpha$ -scale convective system development in yellow Sea region. *Progress in Natural Science*, 1999, 9(7): 842-848.

## MCS Identification and Tracking Based on Geo-satellite IR Images

Fei Zengping<sup>1)</sup> Wang Hongqing<sup>2)</sup> Zhang Yan<sup>2)</sup> Song Shuai<sup>3)</sup> Liu Jiajun<sup>1)</sup> Zheng Yongguang<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> (No. 61741 Troops of PLA, Beijing 100081)

<sup>2)</sup> (Department of Atmospheres Science, School of Physics, Peking University, Beijing 100871)

<sup>3)</sup> (No. 57015 Troops of PLA, Beijing 100081)

<sup>4)</sup> (National Meteorological Center, Beijing 100081)

### Abstract

MCS (mesoscale convection systems) are significant weather systems causing heavy rain, hail and other severe weather events. Many disastrous weathers are usually caused by strong convection systems of 10—200 kilometers, but they are very difficult to forecast in operation. Geostationary satellite infrared imagery with higher spatial and temporal resolution provides much practical information for identifying and tracking MCS automatically from a broader perspective. Many researches are implemented on MCS based on geostationary satellite infrared imagery, amending the MCS judgment standard according to the actual condition of the weather. However, the lack of mature auto-tracking software has limited the extensive surveying of MCS using geostationary satellite. Artificial method is too onerous and error prone.

An automatic method of identifying, saving, tracking and characteristics recording has been established based on imagery processing and time series analyzing. First, smooth sharp noise of the satellite image with mean filtering method and median filtering method. Then binary convert the preprocessed images, identify a MCS cloud regiment by marking and extracting the characteristic quantity, and get each target cloud regiment of time sequence. By computing the possible position, the target MCS, is checked if its characteristic matches with the stored information in area, strength, etc. Thus, the time sequence of the MCS cloud regiment is tracked automatically. The method is applied in MCS identifying, tracking automatically with characteristic statistics during the flood over Huaihe River in 2003, and the validation results show that this method has the ability of identifying MCS quickly each time, as well as tracking MCS of multi-time effectively.

**Key words:** satellite image; MCS; image processing; time sequence analysis