

# 东北地区中尺度对流复合体的卫星云图特征

谢静芳 王晓明

(吉林省气象台, 长春 130062)

## 提 要

通过10年(1983--1992年)卫星云图资料的分析,综合归纳了东北地区中尺度对流复合体(NMCC)的基本特征及其发展演变过程。由于受地理条件的影响,NMCC与美国大平原以及我国西北和华北平原上的MCC有明显差别,作为一类特殊的对流性天气系统,NMCC与一般中尺度对流云团特征有明显差异。

**关键词:** 东北地区 中尺度对流复合体 卫星云图特征

## 引 言

MCC作为一类特殊的天气系统,首先是在卫星云图上发现并根据云图特征定义和命名的<sup>[1]</sup>。MCC不仅频繁出现在美国中部的大平原,而且在我国的西北和华北地区夏季也经常出现<sup>[2][3]</sup>,这种云团甚至还出现在50°N以北的地区(图略)。在东北地区近几年突发性暴雨和冰雹等强对流天气研究中,也发现许多这类云团影响的例子<sup>[4][5]</sup>,它们的云图特征与美国的MCC十分相近,并造成区域甚至大范围突发性暴雨和冰雹等强对流天气。

由于各地的气候条件、地理特征有所差异,MCC的主要特征、大尺度环流背景特征及造成的强对流天气特征也都不同,尤其是东北地区地理纬度较高,热力和湿度条件相对较差,对MCC的发生频率、持续时间等都有较明显的影响。就平均状况而言,东北地区中尺度对流复合体(NMCC)不论是持续时间还是所造成的对流天气的强度均比美国MCC小,但其环流背景、天气特征以及系统的发展演变特征等都有许多与MCC相同或相近之处。由于NMCC所特有的明显区别于其它天气系统的特征,以及目前对其认识水平和预报能力十分有限,使NMCC成为一类特殊的天气系统,并逐渐引起人们的重视。

## 1 定义及标准

根据东北地区地理纬度较高,热力和水汽条件相对较差等特点,参照Maddox的

MCC定义,我们给出了NMCC的卫星云图特征及定义标准:

(1)在云图上出现的圆形或椭圆形孤立中尺度云团,强度强,云团外围的温度梯度大;

(2)发展和成熟阶段云顶温度 $T_c \leq -32^\circ\text{C}$ 的云区(在本文的增强云图上为黑色)呈圆形或椭圆形。发展阶段黑色云区面积 $\geq 5 \times 10^5 \text{km}^2$ ;成熟阶段黑色云区面积 $\geq 1 \times 10^6 \text{km}^2$ , $T_c \leq -52^\circ\text{C}$ 的云区(在本文的增强云图上为深灰色)面积 $\geq 5 \times 10^6 \text{km}^2$ 。

同时满足上述两个条件的云团,即为一个NMCC个例。10年中共有17个个例。

由于使用的云图资料间隔时间较长(3—6小时),因此未能详细考查NMCC云团的最大尺度、强度以及发展到一定强度所持续的时间,但初步分析表明:在NMCC的发展过程中,云团达到特定强度后所持续的时间比美国的MCC短,造成的对流天气强度也弱。

## 2. NMCC云团的类型

NMCC的发生发展特征与大尺度环境场和地形特征有很大关系,在相同背景下出现在同一地区的NMCC,其主要特征也较为相近。根据分布区域将NMCC分为三类:

### 2.1 北部类

成熟阶段云团位于44—50°N,主要影响黑龙江省和吉林省北部。云团最初生成于大兴安岭山脉的北部,移至东北平原北部后迅

速发展形成 NMCC。图 1 和图 2 给出了一个北部类 NMCC 发展和成熟阶段的卫星云图。1987 年 7 月 18 日 17 时,在该 NMCC 初生阶段,大兴安岭北部有大片新生对流云团,20 时对流云团东移发展形成一片强对流云区,虽然云团仍呈零散分布,但尺度和强度发展十分明显,并已趋于合并。位于中心的强对流云团 A 直径已超过 250km,  $T_c$  达  $-71^\circ\text{C}$  以下(图 1)。19 日 02 时,相隔仅 6 小时,在其下游相距 500km 处形成一个直径达 700km 的圆形强对流云团,黑云和深灰色云区面积分别达  $3.1 \times 10^6$  和  $2.4 \times 10^6 \text{km}^2$ (图 2)。这是一个十分典型的 NMCC。

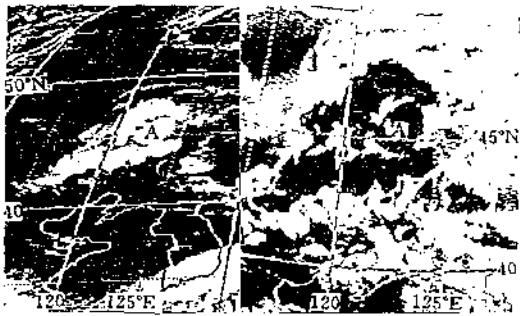


图 1 北部类 NMCC(A)发展阶段红外(左)和增强显示(右)云图特征(1987 年 7 月 18 日 20 时)

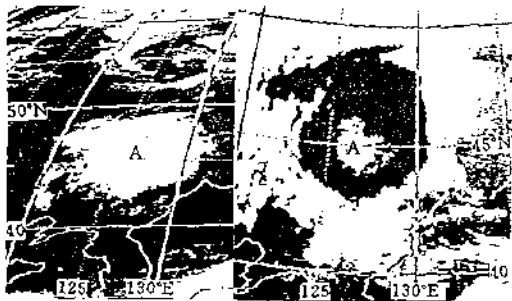


图 2 北部类 NMCC(A)成熟阶段红外(左)和增强显示(右)云图特征(1987 年 7 月 19 日 02 时)

## 2.2 中部类

发生在  $40^\circ\text{N}$ — $45^\circ\text{N}$  之间,主要影响辽宁省和吉林省南部,也有一部分影响吉林省中部地区。云团于傍晚前后初生于大兴安岭山

脉的中部或南部,20 时后开始迅速东移发展,在东北平原中部或南部形成 NMCC。图 3 为中部类 NMCC 发展和成熟阶段的红外云图特征,该 NMCC 尺度大、强度强,造成辽宁南部暴雨和冰雹。

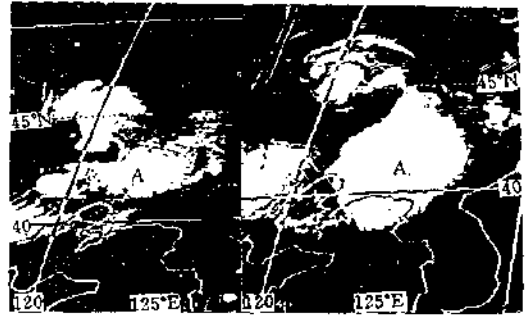


图 3 中部类 NMCC(A)发展(左,02 时)和成熟阶段(右,08 时)红外云图特征(1985 年 7 月 20 日)

## 2.3 南部类

云团初生源地在华北地区东北部,主要影响华北东部、渤海湾和朝鲜半岛北部,其中一部分可影响辽宁南部,极少影响吉林省。虽然 NMCC 的出现与副热带高压的演变有密切联系,但 NMCC 生成后,其发展、移动和消亡有特殊的规律,而受副热带高压走向、引导气流等影响较小,若不注意这一点,就会因判断失误而空报暴雨。

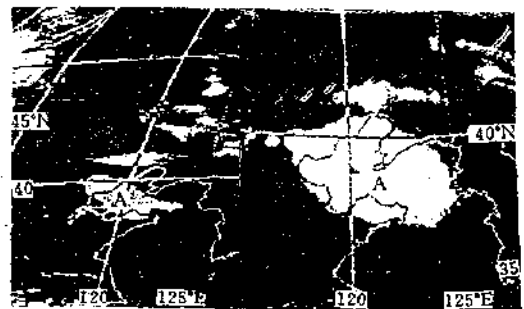


图 4 南部类 NMCC(A)发展(左,02 时)和成熟阶段(右,04 时)红外云图特征(1987 年 7 月 8 日)

## 3 NMCC 云团的统计特征

### 3.1 NMCC 的外观特征

NMCC 在卫星云图上表现为一个孤立

的圆形或椭圆形对流云团,其长轴的走向与地形影响、大尺度环境场、高空引导气流等因素有关。发展到最强盛阶段的NMCC通常为近似圆形,而其周围区域的对流云团则迅速减弱消散,使NMCC云团的孤立特征更加明显。

在不同的发展阶段,NMCC的外观特征也有很大不同。初生时为零散的弱对流云团,发展阶段为区域性的强对流云团,只有在成熟阶段,NMCC才表现出其特有的云图外观特征。这时,在红外云图上NMCC表现为尺度较大、结构密实、色调白亮的强对流云团,其周围基本为晴空少云区。在增强显示云图

上,NMCC云团边缘的温度梯度远大于一般中尺度对流云团,其中心强度也明显大于一般中尺度对流云团。

### 3.2 NMCC的尺度特征

成熟阶段的NMCC具有大尺度的强对流云区。附表给出了根据11个具有完整资料的NMCC个例成熟阶段的尺度统计特征。成熟阶段NMCC的黑云面积平均为 $1.93 \times 10^5 \text{km}^2$ ,超出Maddox的MCC标准<sup>[1]</sup>近一倍,深灰色云区面积平均为 $1.51 \times 10^5 \text{km}^2$ 超出MCC标准二倍。由于NMCC尺度大、强度高,常在短时间造成大范围强对流天气。

附表 成熟阶段NMCC的尺度/km特征统计表

尺度	黑色云区( $T_{CL} > -32 \sim -51 \text{C}$ )			深灰色云区( $T_{CL} \leq -52 \text{C}$ )		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均
短轴	350	600	418	250	500	358
长轴	400	750	577	300	700	509
面积( $10^5 \text{km}^2$ )	1.10	3.06	1.93	0.79	2.36	1.51

### 3.3 NMCC的发展演变特征

NMCC整个生命史过程(从初生至消散)一般只有15—20小时。由于生命史短、发展演变十分迅速,因此各发展阶段的云图特征具有很大差别。

初生阶段,在NMCC影响区上游有一片弱的、尺度较小的中尺度对流云团,NMCC就是由这些小云团发展形成的。

发展阶段,对流云团在东移过程中明显发展加强,云团发展区域相对集中,分散的云团在发展过程中趋于合并,但尚未形成单一的对流云团。这一阶段可出现局地强对流天气。

成熟阶段,不断发展的对流单体在高能区迅速发展合并形成单一的强对流云团,云团尺度和强度达到最大。在成熟阶段云团尺度、强度变化不大,位置少动,区域性甚至大范围强对流天气集中出现在这一阶段。

减弱消散阶段,云团强度迅速减弱,边缘开始发毛,其“团”状特征逐渐消失而演变为片絮状。随后,云团快速移出高能区,同时云系解体并很快消散。在该阶段初期,虽仍有降水,但强度已明显减弱,并很快结束。

个例分析结果表明,在NMCC形成前

12小时,其形成区就存在着与NMCC尺度相对应的高能区,该高能区强度和位置可稳定维持36小时以上。初生的对流云团移入该区后强烈发展形成NMCC,成熟阶段的NMCC稳定维持在高能区附近,移出该区后迅速减弱消失。从这一点上看,初生对流云团能否发展形成NMCC,以及在哪个区域形成NMCC,与大尺度环境场的条件,尤其是能量场的强度与分布有密切关系。

## 4 NMCC与一般中尺度对流云团特征<sup>[6]</sup>的主要差异

### 4.1 出现时间和频率不同

NMCC出现的频率比中尺度云团低,出现时间更集中。中尺度云团出现在6、7、8月,NMCC出现在6月下旬至7月。说明NMCC对水汽和热力条件的要求比一般对流云团更高。另外,中尺度对流云团可在一天的任何时间出现和发展,而NMCC只出现在夜间和早晨。

### 4.2 尺度、强度和发展演变特征不同

4.2.1 NMCC尺度大。多数中尺度对流云团的尺度为200—300km,而NMCC平均为450km。

4.2.2 NMCC强度高、边缘温度梯度大。中

尺度云团中心强度以深灰和浅灰色云层为主(占91%),而NMCC的中心强度以白色和浅灰色云层居多(80%),NMCC的强度明显大于一般中尺度对流云团;成熟阶段NMCC云团边缘的水平温度梯度通常为每10km 3—10°C,最大可达15°C以上。

4.2.3 NMCC发展演变快、强度变化大。这一特征主要表现在发展和消亡阶段。在发展阶段,通常6—8小时即可由零散分布的对流云团迅速发展合并为统一的对流复合体。消亡阶段,3—6小时内强对流云团即可解体消散。

#### 4.3 日变化特征明显不同

中尺度云团白天因日照、热力条件好而发展,夜间减弱。NMCC恰好相反,白天无任何发展加强的迹象,夜间(尤其是后半夜)突然强烈发展。分析其主要原因是白天高能区受强暖平流控制,其北部的切变或其西部的弱槽因后部冷空气较弱而使其南下(西移)受阻,扰动系统无法进入高能区。入夜后,暖空气势力减弱,同时谷风环流加强,促使高空扰动系统加速东移进入平原高能区,使原有的对流云团在不稳定区域内强烈发展,形成NMCC。

#### 4.4 影响系统不同

NMCC的形成与以往分析的影响东北地区的大尺度降水系统关系不明显,但与极地冷空气和副热带高压活动偏北有密切关系。NMCC的主要影响系统为大范围强不稳定区内的中尺度切变和弱的高空短波槽。而中尺度云团多数是在冷涡、切变、副热带高压

边缘等大尺度系统影响下,由中小尺度系统发展演变而来的。

#### 4.5 降水特征不同

中尺度对流云团以局地性和区域对流性天气为主,落区比较分散。NMCC主要为区域性和大范围强对流天气,影响范围大,落区集中。

### 5 小结

5.1 卫星云图观测事实及分析结果表明,在东北地区确实存在一类特殊的、与MCC极为相似的对流性天气系统——NMCC,它可造成暴雨、冰雹等强对流天气。NMCC的尺度、强度与MCC相当,但由于地理条件以及热力和湿度条件的差异,其发生频率、持续时间以及造成的对流天气强度小于MCC。

5.2 NMCC是由于不稳定区域内大范围强对流运动所形成的次天气尺度的强对流天气系统,在卫星云图上表现为孤立的圆形或椭圆形的对流云团。与一般中尺度对流云团相比,NMCC具有尺度大、强度强、发展演变迅速等特征,并在特定的区域和时间内生消。

#### 参考文献

- 1 Maddox R. A., Mesoscale Convective Complex Bull. Amer. Meteor. Soc., Vol. 61.
- 2 官凤山,中纬度中尺度对流复合体发生发展的环境场及云图特征分析,北方暴雨会议文集,1989.
- 3 陈乾,关于中尺度对流复合体的若干问题,气象科技,1984(3).
- 4 叶青等,一个中尺度对流复合体的环境场及降水特征分析,中国气象学会学术会议论文摘要(20号),1989.
- 5 谢世俊等,袭击辽东的一次中尺度对流复合体过程,中国气象学会学术会议论文摘要(20号),1989.
- 6 王晓明等,强对流天气的分析及短时预报,北京:气象出版社,1992:87—117.

## Features of Satellite Cloud Picture of Mesoscale Convective Complexes in Northeast China

Xie Jingfang Wang Xiaoming

(Jilin Province Meteorological Observatory, Changchun 130062)

#### Abstract

The essential features of mesoscale convective complex in Northeast China (NMCC) and its developing process were induced by analysing the satellite cloud pictures of ten years. Because of the effect of geographical conditions, NMCC is different from MCC in the Great Plain of the United States, northwest of China and North China. As a special convective weather system, there is marked difference between the feature of NMCC and that of the general mesoscale convective cloud clusters.

**Key Words:** mesoscale convective complex northeast China satellite cloud picture