

我国南方地区的中尺度对流复合体*

项续康 江吉喜

(国家卫星气象中心,北京 100081)

提 要

根据日本 GMS 资料和部分常规资料,对我国南方地区春末夏初的 10 个中尺度对流复合体(MCCs)做了分析.它们的基本特征与美国 MCC 相近.它们主要活动在夜间,一般在山地背风一侧斜坡上或坡底附近形成;并在对流层中低层中低纬度地区几个天气系统的迭加处获得发展;向东偏南方向移动,与 700~500hPa 之间的平均气流方向大体一致.冷云罩面积约为 $1.4 \times 10^5 \text{km}^2$,比美洲的($2 \sim 3 \times 10^5 \text{km}^2$)略小;持续时间为 12 小时左右,比美洲的(10 小时)稍长.云区形状呈椭圆形,但偏心率 ≥ 0.6 .云顶最低温度一般在 -86°C 以下,出现在冷云罩面积达到最大之前 4~6 小时.

关键词:中国南方;中尺度对流复合体;冷云罩.

1 引 言

自从 1980 年 Maddox^[1]提出中尺度对流复合体(MCC)概念以来, MCC 的研究得到了气象工作者的充分注意.发现美国中西部许多地区暖季中的大量降水,是由这种长生命史的对流系统产生的. Johnston 等还发现 MCC 可以使对流层中的气流发生重大改变.此外,还有一些研究者对我国南海、大西洋、澳洲、中南美洲等地的 MCCs 或类似系统也做了较深入的研究.最近, Miller 和 Fritsch^[2]运用 1983~1985 年期间 3 小时间隔的 GMS 增强显示红外云图,对西太平洋地区 MCCs 的气候学特征做了研究,并且与美洲 MCCs 的特征进行较详细的比较.我国研究人员自 80 年代中期以来,也对我国大陆上的 MCC 和 MCS 进行了一些研究^[3],发现它们是我国春夏季的重要降水系统.但是,由于受 GMS 增强显示红外云图时间分辨率较低和非 MB 增强方式的限制,对 MCC 的研究多为个例分析.1989 年以后,1 小时间隔的 GMS 数字展宽资料和微机处理技术的迅速发展,使得对 MCC 的较深入研究成为可能.

近几年来,我们收集了一些有关中尺度云团的每小时 GMS 数字展宽红外云图资料.

1993-07-19 收到,1993-10-04 收到修改稿.

* 本工作由“85-906-08-05”课题资助.

从中挑选出了 10 个 MCCs. 在微机系统上对每个 MCC 做 MB 增强显示处理,同时还进行一系列计算及综合分析,从中探讨它们的共同特性. 另外,还从天气学角度,对这些 MCCs 的形成、发展和移动等特征,做一些简要分析.

2 MCC 的定义和资料

众所周知, Maddox 关于 MCC 的定义包括 6 条标准. 但是,近年来一些研究者对其中有的标准提出了异议. 例如, Augustine 和 Howard^[4]认为很少有 -52°C 冷云罩面积达到 Maddox 标准时,而 -32°C 冷云罩面积达不到标准的情况,因此可以去掉 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积的限制. Cotton 等^[5]在 MCC 的合成研究中,也成功地应用了这个限制较少的条件. Miller 和 Fritsch 在西太平洋地区的 MCCs 研究(1991)中,因受日本 GMS 红外云图增强显示方法的限制,既没有考虑 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积,同时还用 $\leq -56^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积代替 Maddox 标准中 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积标准. 根据我国南方(30°N 以南)地区 MCC 的形状特征,本研究中将冷云罩最大范围时偏心率由原标准中的 ≥ 0.7 改为 ≥ 0.6 ,其它 5 条标准完全与 Maddox 的相同.

过去的许多研究还指出, MCC 的标准仅在世界上一小部分出现深对流的地方才能得到满足的这一事实,清楚地表明有 MCC 出现的地方必定有其特定的地理条件和环境流场. 本研究中的 10 个 MCCs 是随意选取的,并且分布在 4 年之中,因此尚不能用作气候分析,然而,正由于它们是随机选取的,并且共有 10 个,因此它们又基本上可以代表我国南方地区春末夏初深对流活动的特征. 在这种前提下,一方面可以对我国南方地区 MCCs 的主要特征作出概括,另一方面也可以将它们同美洲的 MCC 作比较分析,从而为全球地区的 MCC 研究提供部分事实.

3 我国南方 MCC 的简况和特征

这 10 个 MCCs 分别出现在 1989 年(2 个)、1991 年(2 个)、1992 年(5 个)和 1993 年(1 个),分布在 5 月(2 个)、6 月(1 个)、7 月上旬(6 个)和中旬(1 个). 对每个 MCC 的有关因子作了计算和统计,得到表 1 中的结果.

3.1 生命史和持续时间

生命史为从开始出现中- β 对流云团到系统消散为止的这段时间,而持续时间指的是从满足 MCC 的条件起到因减弱而不满足为止的时间间隔.

这 10 个 MCCs 的生命史和持续时间大体与美洲 MCCs 相近,尤其明显的是它们活动在夜间(表 1). 前期中- β 对流云团,有 80% 是在北京时(以下均为北京时)15~22 时之间生成和发展,平均生命史为 18 小时左右,其中最长达 22 小时,最短的也有 11 小时. 它们中的绝大多数(90%)在 18 时至次日凌晨 05 时之间发展成 MCC,并且大多数(70%)在 07~14 时之间消散;平均持续时间长达 12.6 小时,比美洲的(10 小时左右)略长,并且最长的达 18 小时,最短的为 9 小时.

表 1 10 个 MCCs 的简况和一些统计特征

序号	起止时间	生命史 (h)	MCC 持续时间(h)	$\leq -32^{\circ}\text{C}$ 面积($\times 10^4\text{km}^2$)			$\leq -52^{\circ}\text{C}$ 面积($\times 10^4\text{km}^2$)			中心最低温度($^{\circ}\text{C}$)		
				平均	最大	出现时间	平均	最大	出现时间	平均	最低	出现时间
1	1989年7月 9日22时~ 10日18时	21	10日01时 ~18时 (18)	19	24	08	11	16	05	-80.1	-86.7	06
2	1989年7月 16日15时~ 17日08时	18	16日19时 ~17日08时 (14)	26	36	02	15	28	00	-83.5	-91.3	19
3	1991年6月 29日21时~ 30日07时	11	29日22时 ~30日07时 (10)	18	23	03	12	16	04	-83.6	-88.9	01
4	1991年7月 5日21时~ 6日12时	16	6日00时 ~12时 (13)	23	34	07	16	22	08	-79.1	-82.6	05、06
5	1992年5月 16日15时~ 17日07时	17	16日18时 ~17日05时 (12)	26	35	04	15	20	01	-73.8	-78.9	19、20
6	1992年7月 3日16时~ 4日13时	22	4日04时 ~12时 (9)	20	26	08	11	16	08	-79.6	-86.7	03、05
7	1992年7月 4日01时~ 15时	15	4日05时 ~13时 (9)	20	22	09	14	20	08	-78.6	-80.7	05 07~10
8	1992年7月 4日16时~ 5日11时	20	4日21时 ~5日10时 (14)	35	59	05	19	32	04	-85.0	-91.3	23
9	1992年7月 6日07时~ 7日01时	19	6日12时 ~7日00时 (13)	27	37	20	16	25	20	-83.9	-91.3	16
10	1993年5月 1日19时~ 2日16时	22	2日00时 ~14时 (15)	30	54	15	13	20	09	-72.6	-84.6	06
平均		18.1	12.7	25	35	06	14	21	05	-80.0	-86.3	01

注:(h)为小时数;时间均为地方时(北京时)。

3.2 冷云罩的大小和最低温度

在 Maddox 的 MCC 定义中,要求 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积必须 $\geq 1 \times 10^5\text{km}^2$,并且 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积必须 $\geq 5 \times 10^4\text{km}^2$ 。本文研究的 10 个 MCCs, $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩的平均面积为 $2.5 \times 10^5\text{km}^2$,平均最大面积为 $3.5 \times 10^5\text{km}^2$ 。极端最大为 $5.9 \times 10^5\text{km}^2$ 。最大冷云罩出现时间主要集中在 20 时至次日 05 时(6 个),07~09 时(3 个)两个时段中,即在初始中- β 对流云团形成之后 5 小时左右发展起来。 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 的冷云罩面积平均值为 $14 \times 10^4\text{km}^2$,平均最大为 $21 \times 10^4\text{km}^2$,最大值为 $32 \times 10^4\text{km}^2$;出现时间与 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩出现时间相近,其中有一些还早 1~2 小时达到 MCC 定义中规定的大小。由此可见,这两种冷云罩的平均面积分别是上述 MCC 定义中规定面积的 5~6 倍,这表明我国南方地区 MCC 冷云罩也是相当大的。但是, $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积比美洲的($2 \sim 3 \times 10^5\text{km}^2$)要小一些。

冷云罩中的最低温度,10 个 MCCs 的平均值为 -80°C ,最低值达 -85°C ,最暖的也有 -72.6°C 。极端最低值为 -91.3°C ,最暖的为 -78.9°C 。由此可见,MCC 中的对流非常强盛。冷云罩中的最低温度,90%以上出现在 19 时至次日 10 时之间,而 70%的又出现在 06 时之前,平均时间在 01 时左右,这也表明这种对流系统主要在夜间发展。

另外, $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 和 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 的冷云罩面积变化及最低温度变化之间的相互关系也有着显著特征. 以表中 5 号 MCC 为例, 如图 1 所示, 两种冷云罩面积大小变化的趋势相似, 即在下午 15 时至 19 时前后出现了强烈发展, 每小时面积递增 1~2 倍; 傍晚时经历 1~2 小时的少变后, 于 20 时前后开始快速扩展, 直至次日凌晨 01~02 时二种面积分别达到最大. 之后, $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积缓慢减小, 而 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积则迅速减小, 并于 08 时前后分别消散. 另外, 这两种冷云罩的面积在下午 17 时之前的发生阶段中相差甚小, 表明云团边界温度梯度很大; 但在其后的迅速发展中二者之差迅速加大; 到次日 05 时前后它们之差成为最大, 边界温度梯度也达到最小. MCC 中两个冷云罩面积的上述变化和它们在不同发展阶段的面积之差所反映的边界温度梯度大小, 对分析和预报有着很好的指示作用.

在图 1 中还看到云顶最低温度出现在两个冷云罩达到最大面积之前 5~6 小时, 这表明 MCC 发展阶段后期对流已开始减弱, 对应的天气现象也应开始减弱.

图 2 是 8 号 MCC 的两个冷云罩面积及云顶最低温度的变化曲线. 它的种种现象与 5 号 MCC 的基本相似.

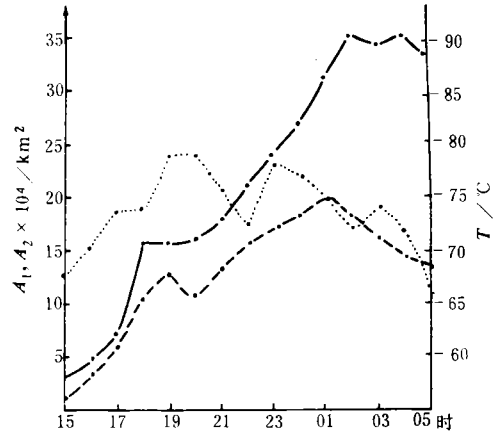


图 1 1991 年 5 月 16 日~17 日 5 号 MCC 的两个冷云罩面积 (A_1 ($\leq -32^{\circ}\text{C}$, 实线), A_2 ($\leq -52^{\circ}\text{C}$, 虚线)) 及云顶最低温度 (T (点线)) 变化曲线图 (北京时)

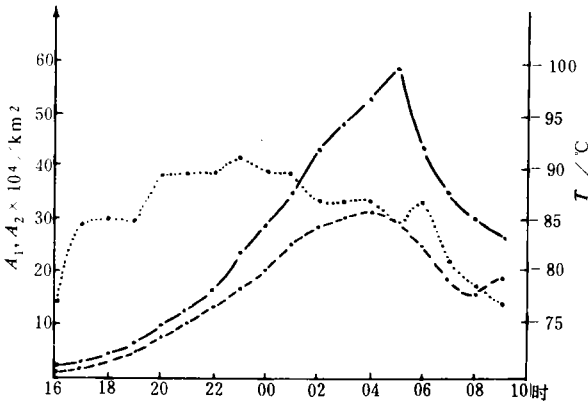


图 2 1992 年 7 月 4~5 日 8 号 MCC 的两个冷云罩面积 (A_1 ($\leq -32^{\circ}\text{C}$, 实线), A_2 ($\leq -52^{\circ}\text{C}$, 虚线)) 及云顶最低温度 (T (点线)) 变化曲线图 (北京时)

3.3 MCC 发展过程可分成四个阶段

发生阶段: 从开始出现中- β 对流云团起到满足 MCC 的条件为止, 称为 MCC 的发生阶段.

发展阶段: 自满足 MCC 条件起, 进入发展阶段, 此时期云顶温度不断下降, 冷云罩的面积也不断扩大. 当云顶最低温度降到最低点时发展阶段结束.

成熟阶段:进入成熟阶段后,云顶最低温度将缓慢地上升.但此时冷云罩的面积还在扩大.当 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积发展到顶点时,系统开始进入消散阶段.

消散阶段:此阶段内系统减弱,云顶逐渐降低,冷云罩面积迅速缩小,或分裂成数片.

从表 1 中可以算出上述 10 例 MCC 过程四个阶段进入的时间,其中发展阶段持续时间的平均值为 2.8 小时,有 2 次为 0,即满足 MCC 条件的时间和云顶最低温度出现时间是同时的.成熟阶段持续时间的平均值为 4.6 小时,最长为 9 小时.

3.4 生成源地和移动路径

这 10 个 MCCs 前期的对流云团生成源地相当集中(图 3),有 8 个形成在 $25^{\circ}\sim 31^{\circ}\text{N}$ 、 $103^{\circ}\sim 108^{\circ}\text{E}$ 的小区域中.其原因可能与地形有着密切关系.这个地区位于青藏高原东侧的斜坡上和坡底附近(如四川盆地),恰好是高原的背风坡一侧.另外两个 MCCs 的生成源地

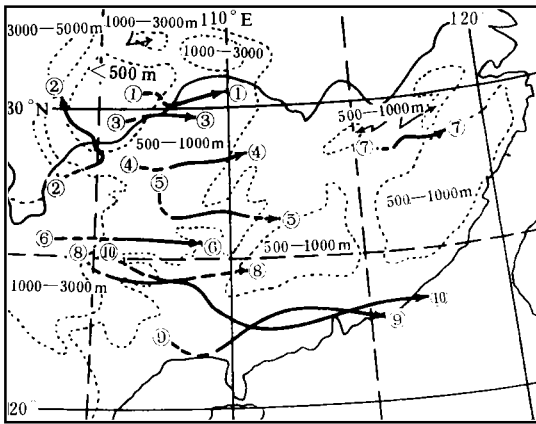


图 3 10 个 MCC 移动路径和我国南方地区地形高度素描简图
(带圈数字为 MCCs 序号,点线为地形高度线,其内部数字为海拔高度)

也类似,7 号形成在 500~1000m 小型山地的东侧背风坡,9 号形成在云贵高原东南侧的坡底附近.这与 Velasco 和 Fritsch (1987) 得到的这种系统趋于形成在山脉背风坡的结果一致.它们的减弱和消亡也与地形有着密切关系,它们中有 7 个在移动中遇到较高山地后减弱消亡,有 2 个(9 和 10 号)是从广东东部沿海移入海洋后,下垫面的温度显著变低而造成它们消亡;4 号是较长时间移动在 500~1000m 的高地上,最后消失在此高地的东部边缘处.

它们的移动路径,绝大多数为向东偏南方向移动.其主要原因,是因为春末夏初西南季风活跃,我国南方地区的对流层低层盛行 WSW 气流;与此同时,对流层中层不断有短波槽移经青藏高原后向东传播.在这两种系统的共同引导下,MCC 及其前期的小对流云团经历一段短时间的向东南方向移动后转为向偏东方向移动.经初步统计,这种移动方向大体与 700~500hPa 之间的平均气流方向相近.但是,2 号 MCC 的移动路径特殊.开始阶段,它沿着青藏高原东南端斜坡向东北方向移动,抵达四川盆地的南部边缘;而后它再沿着四川盆地的西南部边缘向西北方向移动,最后在爬坡中减弱消亡.形成这种特殊路径的主要原因,是该 MCC 在发展中出现明显的向后传播现象,即在 MCC 的西北部不断地有新的强对流发展,从而构成了向西北方向移动的现象.

3.5 MCC 的形成和发展模型图

MCC 的形成和发展是在对流层中低层特定有利的天气形势下出现的. 方宗义(1986)在研究我国长江流域中间尺度云团发展的大尺度云型特征时,曾概括出了模型图^[6],如图4所示. 中间尺度云团发生在静止锋切变线的西端、西南季风云系的东北端和沿青藏高原北缘向东移动的高空槽云系的前方处,在交点处有利于中间尺度云团发生. 在此基础上,我们进一步做了有利于 MCC 形成和发展的综合模型图(图4). 图中双线方框为有利于 MCC 生成的区域. 活跃的西南季风云系自西南方伸入,并伴随有高温高湿的舌状 θ_e 带; $12\sim 16\text{m/s}$ 的西南风低空急流伸抵该区的东南侧;该区位于近东西走向的切变线的西端,并常伴有低涡. 500hPa 上,移经青藏高原的短波槽伴随的盾状云区移入方框的西北部. 在对流层上部的 200hPa 上,有时还在方框内西侧出现副热带急流分支现象. MCC 的形成和发展,就出现在对流层中低层这种多个系统的迭加处,辐合很强. 高层有较强的辐散区相对应. 这种形势实质上反映了中低纬度系统和对流层高低层系统的相互作用.

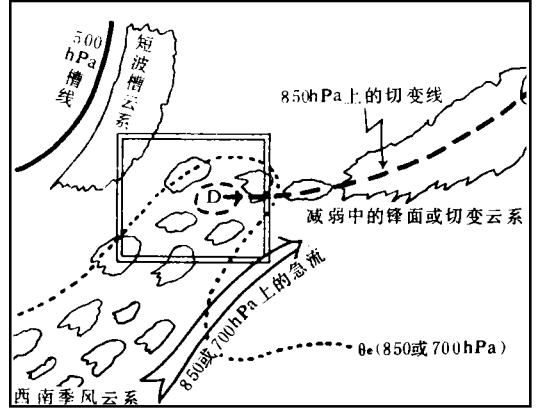


图4 有利于 MCC 形成和发展的综合模型图(图中
双实线方框为 MCC 的有利发展区)

4 MCC 的降水特征

4.1 强降水主要产生于 MCC 的成熟阶段

MCC 所产生的天气和 MCC 的各发展阶段密切相关. 在 MCC 的发生发展阶段,降水量相对小一些,但强对流天气主要发生在这两个阶段内. 美国的 MCC 在此阶段内经常产生龙卷风,例如 1980 年 6 月 4 日产生于美国 Nebraska, Grand Island 的 MCC,在此阶段内连续产生了 7 个龙卷风^[7]. 我国的 MCC 在此两阶段内多产生强雷雨和冰雹,暴雨主要发生在 MCC 的成熟阶段,例如 1992 年 5 月 16~17 日产生于贵州省南部的 5 号 MCC,于 16 日 15 时开始生成,18 时满足 MCC 条件进入发展阶段. 自生成中- β 尺度云团起在安顺~三穗一线产生雷雨,于 17 时 51 分~18 时 36 分在安顺产生冰雹(最大冰雹直径为 30mm),局地降水量也较大(最大为 19.0mm/h). 但在 20 时以后,系统进入成熟阶段(参见图 1),大暴雨在多处产生. 独山、罗甸、融安、桂林、柳州和蒙山等地,自西北向东南,先后产生了大于 20mm/h 的暴雨. 其中独山,20~21 时降水量为 45.3mm . 桂林,17 日 00~01 时降水量为 62.2mm . 17 日 04 时 30 分后 $\leq -32^\circ\text{C}$ 冷云罩面积开始迅速下降,在消散初期,降水稍大,但很快减弱.

4.2 降水强度和 MCC 内部结构有密切关系

首先在 MCC 的生成和发展阶段内,经常发生 2~3 个云团的合并现象,在合并过程中,可产生很强的辐合上升,从而产生暴雨。例如 1989 年 7 月 9~10 日产生于四川东部的 MCC(1 号),在发生阶段后期产生两云团合并,武胜 2 小时降水 65.4mm。其次,在 MCC 的成熟阶段,经常在主云团后部产生新的云团,此处多有西南暖湿平流供应,产生大~暴雨,而且有向后传播的特征。

5 卫星观测实例

本文介绍 1992 年 7 月 4~5 日的 MCC(图 5)的观测实例,经过 MB 增强处理^[4],展示 MCC 在卫星云图上的一些主要特征。

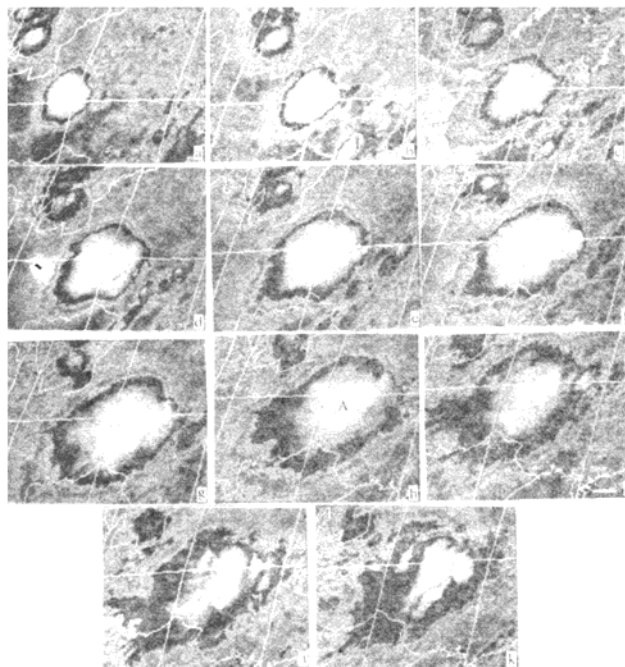


图 5 1992 年 7 月 4~5 日 8 号 MCC 的 GMS 系列 MB 增强显示云图:(a)4 日 19 时(b)20 时(c)21 时(d)22 时(e)23 时(f)5 日 00 时(g)01 时(h)02 时(i)03 时(j)04 时(k)05 时(北京时间)

这个 MCC 前期的对流单体,4 日 15 时前后形成于 25°N , 104°E 附近高 1500m 左右的山坡东缘(图 3 中 8 号 MCC). 不久它的 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 和 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 两个冷云罩面积分别达到 12000km^2 和 9760km^2 . 云顶最低温度迅速下降,17 时 30 分, $T_{\min} = -84.6^{\circ}\text{C}$. 之后它又继续迅速发展,到 19 时, $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积达到了 MCC 的标准,约为 $5.3 \times 10^4\text{km}^2$, 形状为准圆形;但 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积尚未达到标准,仅为 $6 \times 10^4\text{km}^2$. 2 小时后的 21 时,这两个冷云罩的面积均已超过了 MCC 定义中的标准,形状进一步变圆. 系统进入发展阶段. 以后它在缓慢东移中继续发展. 23 时,云顶最低温度达到最低点,系统开始步入成熟阶段. 在系统的发生和发展阶段,降水量较小,仅融安和蒙山有 $4 \sim 5\text{mm/h}$ 降水. 进入成熟阶段后,降水迅速增强. 5 日 00~01 时,桂林降水量为 29.8mm/h ;融安,5 日 1~4 时降水量为 $80.7\text{mm}/3\text{h}$,最大为 45.5mm/h . 5 日 04~05 时,两个面积先后达到了最大范围,系统进入消散阶段. 在此阶段开始的 2 个小时,桂林仍有 $38.9\text{mm}/2\text{h}$ 降水,但很快趋于减弱. 从 04 时起,系统中心最冷部分的云区已开始分裂,并向条状发展,逐渐减弱成 SW~NE 向的带状云系.

值得注意的是:7 月 5 日 01 时起,在系统的冷云区的西北方位有新生对流云团产生,02 时最强(见图 5(h)中的 A 云团). 就是这个云团造成融安 2~3 时的 45.5mm/h 的降水. 使得系统降水有后退现象.

6 小结和讨论

通过对我国南方地区 1989 年、1991~1993 年春末夏初 10 个 MCCs 的分析,得到:

(1) 它们的生命史和持续时间大体与美洲 MCC 的相近,它们前期的对流单体绝大多数在下午后期至傍晚前后生成并出现典型发展,夜间发展成 MCC,次日上午消散,平均生命史为 18 小时左右,比美洲的(10 小时左右)略长.

(2) 冷云罩($\leq -52^{\circ}\text{C}$)面积平均为 $1.4 \times 10^5\text{km}^2$,比美洲的($2 \sim 3 \times 10^5\text{km}^2$)略小;云形的椭圆离心率 ≥ 0.6 ,比美洲的(≥ 0.7)略小.

(3) 它们前期的对流单体多形成在高原或山地背风坡一侧,而其发展出现在对流层中低层中低纬度地区多个系统相互作用处,高层有时还有急流分支形成的辐散区对应.

(4) 它们的移动路径,绝大多数向东偏南方向移动,与 $700 \sim 500\text{hPa}$ 层中的平均气流方向大体一致.

(5) 云顶最低温度普遍在 -80°C 以下,平均值达 -86.3°C . 每个 MCC 中云顶最低温度出现的时间,一般比冷云罩达到最大面积的时间早 $4 \sim 6$ 小时.

(6) 大多数 MCCs 的 $\leq -52^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积比 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积早 $1 \sim 2$ 小时达到 MCC 定义中规定的标准. 因此,若在 MCC 定义中去掉 $\leq -32^{\circ}\text{C}$ 冷云罩面积条件,那么就涉及到 MCC 定义中的“持续时间”条件,从而把生命史较短而未达到标准的也算入了 MCC 之中.

(7) MCC 的生命期分为四个阶段:发生阶段;发展阶段;成熟阶段和消散阶段. 在发生和发展阶段降水量较小,以强对流天气为主. 暴雨主要产生于成熟阶段.

致谢:张其松编制了卫星资料处理和计算软件.方宗义审阅了初稿.在此一并表示衷心谢意.

参 考 文 献

- 1 Maddox R A. Mesoscale convective complexes. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 1980, **61**: 1374~1387.
- 2 Miller D T and Fritsch J M. Mesoscale convective complexes in the western Pacific region. *Mon. Wea. Rev.*, 1991, **119**: 2978~2992.
- 3 江吉喜,叶惠明.我国南方地区中- α 尺度对流云团的研究.中国气象科学研究院院刊,1986,1(2):132~141.
- 4 Augustine J A and Howard K W. Mesoscale convective complexes over the United States during 1985. *Mon. Wea. Rev.*, 1988, **116**: 685~701.
- 5 McAnelly R L and Cotton W R. The precipitation life cycle of mesoscale convective complexes over United States. *Mon. Wea. Rev.*, 1989, **117**: 784~808.
- 6 方宗义.夏季长江流域中间尺度云团的研究.大气科学进展,1986,2(3):334~340.
- 7 Fujita T Theodore. Mesoscale aspects of convective storms. IAMAP Symposium. 25~28 August, 1981.
- 8 NESDIS. The GOES User's Guide. 1983, 7~39.

MESOSCALE CONVECTIVE COMPLEXES OVER THE SOUTHERN CHINA MAINLAND

Xiang Xukang Jiang Jixi

(National Satellite Meteorology Center, Beijing 100081)

Abstract

Ten mesoscale convective complexes (MCCs) over the southern China mainland during late spring and early summer were computed and analysed using GMS S-VISSR data and conventional data. The results show that they are nocturnal and initiate at slope or near slope bottom of plateau or mountains leeward, and develop at the special favorable area where several synoptic systems from low-and midlatitude are merging or interacting with each other. They move toward east by south and tend to the mean flow in 700~500hPa layer. The cold-cloud-shield is about $1.4 \times 10^5 \text{km}^2$, which is smaller than that of MCC in the America ($2 \sim 3 \times 10^5 \text{km}^2$), but it lasts for about 12 hours while the American shield about 10 hours. The eccentricity of cloud shape (≥ 0.6) is slightly smaller than that in the America (≥ 0.7). The minimum temperature of cloud top is generally colder than -86°C , which appears 4~6 hours earlier than the time of the maximum cold-cloud-shield extent.

Key words: The southern China mainland; Mesoscale convective complexes (MCCs); Cold-cloud-shield.