

文章编号: 1007-4619(2003)05-0350-08

卫星遥感揭示的青藏高原上 MCS 活动特征及东移传播

过仲阳^{1,2}, 林 琿¹, 江吉喜³, 黄 笠³, 方兆宝¹

(1. 香港中文大学 地理系 地球信息科学联合实验室, 香港; 2. 华东师范大学 地理系, 上海 200062;

3. 中国气象局 国家卫星气象中心, 北京 100081)

摘 要: 利用 1998 年 6—8 月日本 GMS 红外辐射亮温(*T_{bb}*)资料,对高原上中尺度对流系统(MCS)的活动进行了自动追踪,得到了高原上夏季 MCS 的大小、强度、活动区域及生命史、形状特征。在此基础上,利用国家气象中心高分辨率有限区域分析预报系统(HLAFS)的数值分析格点值,研究了 MCS 的东移传播与其周围环境场物理量之间的关系,建立了 400 hPa 和 500 hPa 两个层次上有利于 MCS 移出高原的物理量场概略模型图。

关键词: 青藏高原;辐射亮温;中尺度对流系统;自动追踪

中图分类号: TP79/P407 **文献标识码:** A

1 引 言

近二十年来的研究表明,暴雨和雷雨大风、冰雹、龙卷风、短时倾盆大雨等强对流天气是在一定的天气尺度环流形势下,由中尺度对流系统(MCS)直接造成^[1-3]。MCS 的形成和发展,是由多种因子共同作用的结果,其中地形特征造成的动力和热力作用不可低估,尤其是像青藏高原这样的特殊大地形。令人遗憾的是,由于受常规气象观测资料时间、空间分辨率严重不足的制约,迄今对 MCS 形成、发展的机理和结构认识仍十分肤浅,严重影响了对 MCS 及其伴随的强天气的分析和预报。这是当今国际上灾害性天气研究中的一个共同的难题,在青藏高原上这个问题更为突出。

对长江流域暴雨的形成与青藏高原上对流云活动之间的关系已有大量的研究。如师春香等^[4]通过统计和分析 1998 年 6—8 月长江流域 4 个大暴雨时段中各自中尺度对流云团活动的一些主要特征指出,1998 年夏季长江流域发生的特大洪水是在特定的环流形势下,由 315 个中 β 尺度和中 α 尺度对流云团直接造成的;江吉喜等^[5]的研究则表明只有极少数 MCS 能够东移或传播出高原,但仍然是引起长江中下游地区暴雨的重要因素之一,且移出高原的 MCS 主要形成在高原东南部。此外,单寅等^[6]运用

1998—2000 年夏季青藏高原上 182 天的上、下午过境的极轨气象卫星 1km 分辨率资料对高原上 MCS 初生阶段的日频数、强度、日变化等特征进行了统计分析,得到了一些有意义的结果。然而,这些分析研究对 MCS 的确定以及 MCS 的移动追踪采用了人-机结合方式,其客观性较差,并且十分麻烦。

为了更加客观地揭示高原上 MCS 的特征及东移出高原的条件,研究运用计算机自动分析追踪方法,进一步探寻高原上夏季 MCS 的大小、强度、生命史、形状及分布特征。在此基础上,运用国家气象中心 HALFS 资料,采用数据挖掘技术,求解 MCS 东移传播出高原(105°E 以东)与其周边物理量场之间的关系,试图建立 400hPa 和 500hPa 两个层次上影响 MCS 移出高原的物理量场概略模型图,为提高长江中下游地区暴雨和强对流天气预报的准确率提供重要依据。

2 资料处理及其分析方法

本文所用资料为国家卫星气象中心反演的 1998 年 6—8 月日本 GMS 红外辐射亮温(*T_{bb}*)资料以及 HLAFS 资料。原始资料范围,*T_{bb}* 为 0°—50°N, 80°—150°E; HLAES 为 15°—64°N, 70°—145°E, 时间分辨率为 12 小时。由于 GMS *T_{bb}* 资料在高原上 80°E 以西误差较大,因此对高原上 MCS 研究范围为

收稿日期: 2002-11-01; 修订日期: 2003-03-25

基金项目: 国家重点基础研究发展计划规划“我国重大天气灾害的机理和预测理论研究项目”(G1998040908-03-05); 香港政府 The Ear-

marked Grant for Research 1999—2000“一种气象卫星数据挖掘及其应用智能系统的研究”。

作者简介: 过仲阳(1965—), 男, 上海市人, 华东师范大学副教授, 博士, 主要从事空间数据挖掘技术与应用的教学和科研。

27°—40°N, 80°—105°E, 其中 T_{bb} 的水平分辨率为 $0.5^\circ(\text{经}) \times 0.5^\circ(\text{纬})$, 时间分辨率为 1 小时, $HLAFS$ 的水平分辨率为 $1^\circ(\text{经}) \times 1^\circ(\text{纬})$ 。为了研究 MCS 与周边物理量场之间的关系, 选取的 $HLAFS$ 格点资料中高度 (H)、温度 (T)、涡度 (VOR)、散度 (DIV)、水汽通量散度 ($IFVQ$)、垂直速度 (W)、假相当位温 (θ_{se})、 K 指数、相对湿度 (RH) 共 9 个物理量。MCS 的定义, 根据国内外卫星云图分析研究结果, 规定为其云顶 $T_{bb} \leq -32^\circ\text{C}$, 并且相邻连续格点数 ≥ 3 个, 生命史在 3 小时以上。具体处理时, 首先自动追踪和提取每个 MCS 的各种参数和移动路径信息, 然后运用不同时次全部 9 个物理量场, 分别寻找 MCS 的移动路径与其周边环境场中物理量场之间的关系, 建立 MCS 移出高原的物理量场概略模型图。

对 MCS 的自动追踪, 采用 Arnaud 等提出的面积比法^[7], 基本做法是:

(1) 设在时刻 t_i 某个 MCS (C) 的面积为 A_i , 时刻 t_{i+1} 某个 MCS (C') 被该 MCS (C) 包含的面积为 A_{i+1} , 如果在这两个时刻它们的面积满足条件 $A_{i+1}/A_i > 0.5$, 那么就认为这两个 MCS 是同一个 MCS。否则时刻 t_{i+1} 作为 t_i 时刻时 MCS (C) 的消失时刻。

(2) 当有图像缺损时, MCS 的追踪按下述方法进行: 设时刻 t_i 和时刻 t_j 之间图像缺损个数为 n 个, 时刻 t_i 时某个 MCS (C) 的面积为 A_i , 若时刻 t_j 时某个 MCS (C') 与时刻 t_i 时的 MCS (C) 重叠的面积之比大于或等于 $A_i \times 0.5^{n+1}$, 则认为这两个 MCS 属于同一个 MCS, 否则取时刻 t_j 作为这个 MCS (C) 的消失时刻。

(3) 如果满足条件的两个 MCS 在时刻 t_i 时合并在一起, 那么 t_{i+1} 时刻的 MCS 就是这两个 MCS 中某一个(随机选取)的延续, 而另外一个 MCS 就作为

消失处理。

(4) 当一个 MCS 在时刻 t_i 分裂成两个或多个较小的 MCS 时, 那么就这些分裂出来的 MCS 中找一个与原来 MCS 叠加后面积最大的作为它的延续, 其它满足条件的则作为新的 MCS。

为了寻找 MCS 移出高原与周围环境场物理量关系的数据挖掘方法, 将在另一文中介绍, 这里只给出结果。

2 结果分析

2.1 MCS 的面积及其强度和生命史特征

在按上述定义自动追踪出的 MCS 基础上, 选取其中面积在 1000km^2 以上容易造成灾害的较大 MCS 的基本特征作了统计分析, 结果如表 1 所示。在 1998 年 6—8 月共 92 天中, 高原 ($27^\circ\text{—}40^\circ\text{N}$, $80^\circ\text{—}105^\circ\text{E}$) 上共出现 749 个 MCS, 其中 7 月与 8 月的 MCS 个数相近, 6 月稍少一些。它们的面积集中在 $10000\text{km}^2\text{—}1000000\text{km}^2$ 之间, 占总数的 95%, 而面积更大和更小的 MCS 各仅占总数的 1.9% 和 3.1%。此外, 比较 $T_{bb} \leq -32^\circ\text{C}$ 和 $T_{bb} \leq -54^\circ\text{C}$ 的平均面积, 前者是后者的 4—5 倍, 而它们的最大面积前者也是后者的 2—3 倍; 它们的云顶平均 T_{bb} 在 $-55\text{—}-58^\circ\text{C}$ 之间。这两项表明高原上 MCS 的对流云区中强对流部分所占比例较小, 大部分为一般性对流, 伴随的暴雨和对流性天气大多数不会太剧烈。MCS 的生命史平均在 8—9 个小时, 展示出它们主要受高原地形和热力因子影响, 后面还要进一步讨论这一点。至于极少数具有数日长生命史的 MCS, 是由于它们伴随出现在稳定少动的高原切变线和冷涡天气系统之中而形成的。

表 1 1998 年 6—8 月高原上不同大小 MCS 活动频数及强度特征

Table 1 Frequency and intensity features of MCS of different sizes over the Plateau from June to August 1998

月	MCS 个数	不同面积 MCS/个数· km^{-2}				面积/ $\times 10^2\text{km}^2$ $T_{bb} \leq -32^\circ\text{C}$		面积/ $\times 10^2\text{km}^2$ $T_{bb} \leq -54^\circ\text{C}$			MCS 生命史/h		MCS 中心最低 $T_{bb}/^\circ\text{C}$	
		$\geq 10^3$	$\geq 10^4$	$\geq 10^5$	$\geq 10^6$	平均	最大	平均	最大	最小	平均	最长	平均	最低
6	224	5	147	72	0	1268	9913	240	2650	13	8	138	-55	-82
7	261	9	159	86	7	1669	13525	424	5938	13	9	91	-58	-83
8	264	9	160	88	7	1663	17375	399	7375	13	9	65	-57	-81
Σ	749	23	466	246	14									

图 1 为 1998 年 6—8 月高原上 MCS 个数、中心 T_{bb} 平均最低和极端最低日变化曲线。需要说明的

是, 中心 T_{bb} 平均最低是指各个时刻中全部 MCS 的最低 T_{bb} 平均值, 极端最低是指在各个时刻的全部

MCS 中挑出 T_{bb} 最低的一个。

高原上 MCS 活动和对流强度有着显著的日变化特征(图 1)。它们出现的个数以下午后半段至次日凌晨(09—23UTC)为最多,每个时次达 70 个以上,

并且又以夜间达到峰值;上午至午后(03—08UTC)最少,其个数仅为二分之一。这充分展示了高原白天受热后使大气变得不稳定而造成夜间对流发展的重要热力特征。

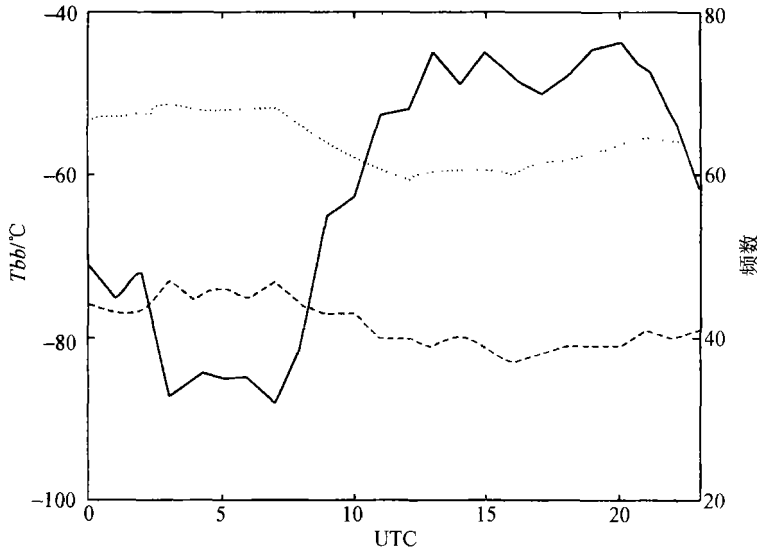


图 1 1998 年 6—8 月高原上 MCS 平均个数、中心 T_{bb} 平均最低和极端最低日变化曲线图

Fig.1 Daily variation of the average number of MCS, central average minimum T_{bb} value and minimum T_{bb} value over the Plateau from June to August 1998

它们的云顶平均最低和极端最低 T_{bb} 值,在高发期的夜间和低发期的白天各自分别相差不太大,仅为 -4 — -7°C ,但它们值均很低。也就是说,无论白天还是黑夜,高原上的对流云一旦发展起来,它们的强度就会很强。它们的水平尺度大小的日变化也十分显著, -32°C 和 -54°C 常伴有雷暴活动,云区面积在傍晚至前半夜(9—18UTC)很大,并且 20UTC 达到最大;上午很小,3UTC 为最小(图略)。由此可见, MCS 的云顶 T_{bb} 和面积的巨大日变化,也进一步反映了高原的热力和动力特征之重要作用。

2.2 MCS 初生阶段的形状

MCS 的初生机理至今还缺乏较深刻的认识,从而直接影响到强灾害天气的预报。但是一些研究认为它们初生阶段的形状与其成因及强度息息相关。为此对 MCS 初生阶段形状及其相应特征采用最小二乘法进行了追踪和分析,当云团拟合的长轴与短轴之比 ≥ 0.9 时定义它为圆形,当其比值 ≥ 0.7 但 < 0.9 时定义它为椭圆形,当其比值 < 0.7 时定义它为其它形状,并得到了表 2 中的统计结果。

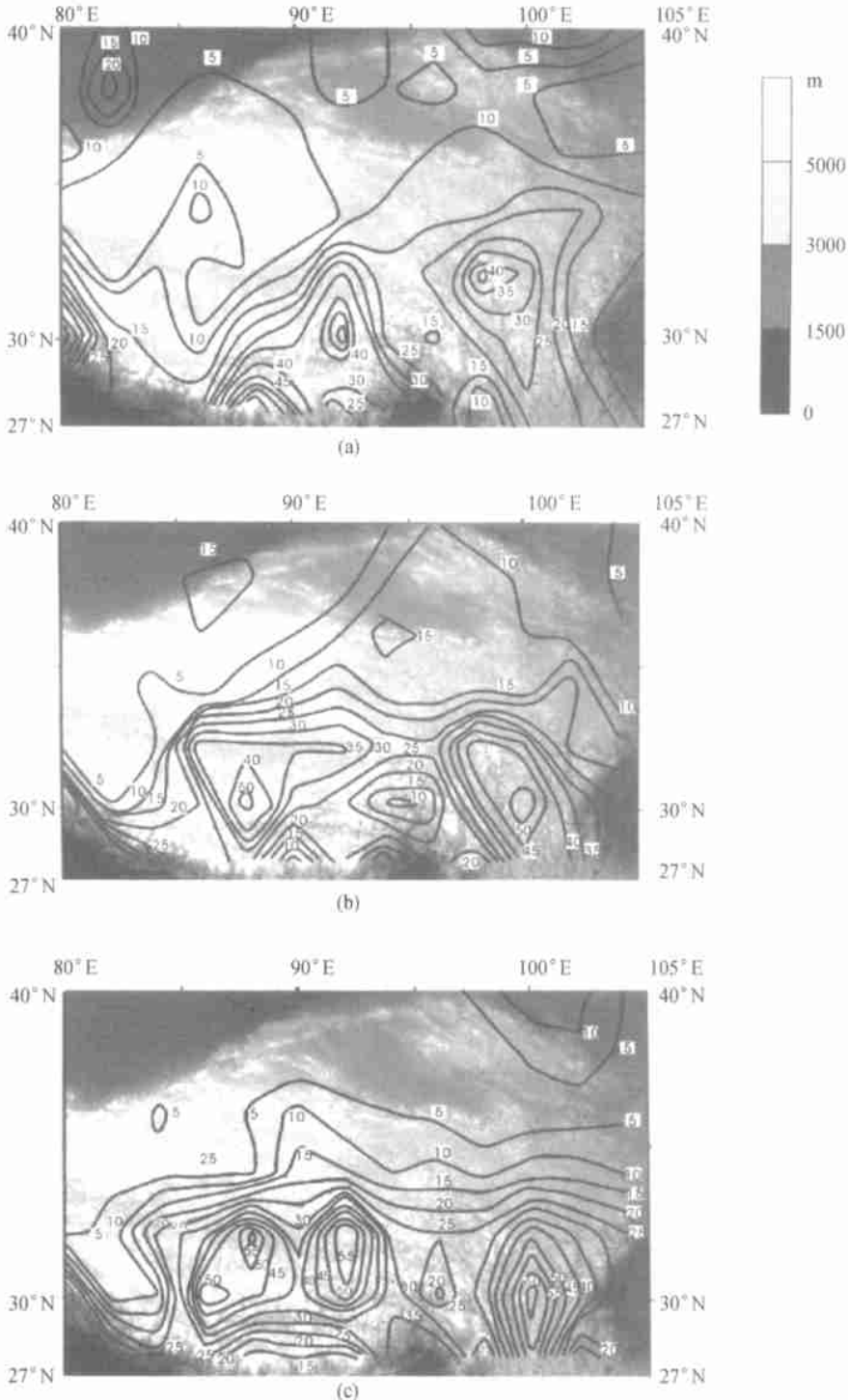
表 2 1998 年 6—8 月青藏高原上各类 MCS 初生阶段形状及强度特征

Table 2 Shape and intensity of MCS during their initial stage over the Plateau from June to August 1998

形 状	面积和 T_{bb} 不同时的 MCS 个数								平均最低 T_{bb}	频率/%	
	$\geq 10^3 \text{km}^2$		$\geq 10^4 \text{km}^2$		$\geq 10^5 \text{km}^2$		$\geq 10^6 \text{km}^2$			$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$	
	$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$	$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$	$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$	$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$	$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$	$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$	$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$	$\leq -32^{\circ}\text{C} \leq -54^{\circ}\text{C}$			
圆形	48	23	63	19	31	6	3	0	-53.2	19.4	12.1
椭圆形	0	3	127	39	59	14	5	0	-56.1	25.5	14.2
其它形状	33	155	249	96	128	41	3	0	-55.2	55.1	73.7
总和	81	181	439	154	218	61	11	0		100	100

由表 2 中可见,总体而言高原上 MCS 初生时以不规则形状占绝对优势,圆形和椭圆形的比例相近,后者略高于前者。具体而言,对云顶 Tbb 为 -32°C 一类,圆形和椭圆形分别占 19.4% 和 25.5%,其它形状则占了 55.1%;而在 -54°C 这一云顶层次上,圆形和椭圆形的总和仅占 26.3%,大部分为其它形状 (73.7%)。这个结果说明青藏高原上的大部分 MCS

是由于高原上的热力对流单体在西风带天气系统的作用或者南亚季风爬上高原后促使它们相互合并而发展起来的。从云顶的平均最低 Tbb 来看,椭圆形的最低,其它形状次之,圆形的最高。另一方面,由过去的研究得到的当云顶 $Tbb \leq -54^{\circ}\text{C}$ 时常伴有雷暴活动的结论,可以判断高原上的 MCS 在初生阶段一般都伴有雷暴活动的强对流天气。



(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>
图 2 1998 年 6—8 月青藏高原上 MCS 出现的频率及地理分布

Fig. 2 MCS frequency and geographic distribution over the Tibetan Plateau from June to August 1998

2.3 MCS 出现的频数及地理分析

高原上 MCS 活动频数及地理分布,为认识 MCS 形成和发展及对长江流域强降水影响可以提供重要线索,如图 2 所示。夏季高原上的 MCS 活动十分频繁,主要分布在 35°N 以南的南半部,并且主要集中在 33°N 以南地区,同时又以东南部和西南部为两个活动中心。它们的频数,从 6 月至 8 月依次增加。这些特征的成因,很可能与夏季风的活动和高原地表及地形特征密切相关。分析认为,高原东南部的 MCS 高频数中心很可能是由于夏季风沿横断山峡谷北涌辐合而形成;西南部高频数中心,是由孟加拉湾季风和阿拉伯海至印度季风爬上高原,加之那里地表多湖泊分布而产生。

2.4 MCS 的东移和传播路径

高原上 MCS 东移和传播出高原,与长江中下游地区、西南地区的暴雨和强对流等灾害性天气的产生密切相关。为此,对 1998 年 6—8 月高原上的 MCS 进行了自动追踪,且以东经 105°E 为高原东界,对移出高原的 MCS 又分为向东,东南,东北三个方面。

表 3 1998 年 6—8 月青藏高原上 MCS 向不同方向移动的个数

Table 3 The number of MCS in different directions in the Tibetan Plateau from June to August 1998

月	移动方向			
	未移出高原	向东	东南	东北
6	209	9	3	3
7	246	11	/	4
8	239	21	2	2
Σ	694	41	5	9

经统计分析得到(表 3);在上述的 749 个 MCS 中,移出高原的仅有 55 个,只占总数的 7.34%;在移出高原的 MCS 中,大部分为东移,占移出总数的 74.5%,而向东南和东北方向移动的 MCS 分别只占总数的 9.1%和 16.4%。具体到每个月而言,6 月份在移出高原的 MCS 中(图 3(a)),向东南和东北方向移动的 MCS 初生位置均位于 100°E 以西,其中绝大部分位于 95°E 以西(80%),且其移动路径较长。而向东移动的 MCS 除极个别以外,其初生位置均位于 100°E 与 105°E 之间,仅有一个 MCS 的移动路径较长,其余的相对较短,另外,该月移出高原的 MCS

初生位置大部分位于 36°N 以南。7 月份移出高原的 MCS,除一个向东移动的 MCS 的初生位置在 90°E 以西以外,其余大部分的初生位置在 100°E 附近,且移动路径较短(图 3(b))。8 月份 MCS 的移动路径特点与 7 月份类似(图 3(c)),不同之处是 7 月份移出高原的 MCS 初生位置在 36°N 以南,而 8 月份在纬度带上的分布较为均匀。

2.5 MCS 东移传播出高原的物理量场模型图

MCS 的移动和传播是一个十分复杂的问题,至今认识也很不足,对于常规气象观测资料稀少的地区更是这样。但是,近年来国内外研究已经表明, MCS 的移动和传播与其所在环境场的动力和热力场特征密切相关。为此,运用上述的 HLAFS 九种物理量场模型图,采用空间关联规则及决策树方法,对 400hPa 和 500hPa 这两个层上的物理量场和 MCS 东移传播之间的关系分别进行研究。得到:在 400hPa 上,移出高原且方向向东的 MCS 主要决定于高度场(H)、散度(DIV)和涡度(VOR)场;而在 500hPa 上,高度(H)和 K 指数场是影响 MCS 移出高原的主要因子。但是,高度场仍起着主导作用,也就是说 MCS 的移出和传播出高原主要受这两层上的气流引导。这里以 400hPa 上的高度(H)、散度(DIR)和涡度(VOR)场为例,说明 MCS 东移和传播出高原与这些物理量场的关系(图 4)。图中每一横排的三幅小图为一组,它代表着从 00 时起,未来 12、24 小时有利于 MCS 东移传播出高原的不同物理量场模型图,箭头所指为 MCS 移向。图中的等值线代表不同物理量,其说明在各小图右下侧;每幅小图的坐标设计是以 MCS 所在位置为中心,向南、向北和向东、向西各 5 个纬距和经距;图上方的标注依次为物理量名称、E(东移)、等压面高度、时间,括号中的 L 为 MCS 起始时所在经度,如 $L > 104$ 表示位于 104°E 以东、 105°E 以西, $102 < L < 104$ 则表示 MCS 位于 102°E 与 104°E 之间。图 4 中上排三幅图为高度场(实线)和散度场(虚线)叠加分析图, MCS 位于 $104^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ 之间。起始时(左图)位于辐散中心区($DIV \geq 4$)东南侧,而其东南部为辐合区,在随后 12h 中它向偏东方向移向其前方的辐合区。12h 后这种形势变化不大(中图), MCS 仍处于强辐散中心北侧附近,而其东南部的辐合区范围虽有所减小,但强度在加强, MCS 仍向东偏南移动(右图),并且与等高线走向出现了很大夹角。这表明

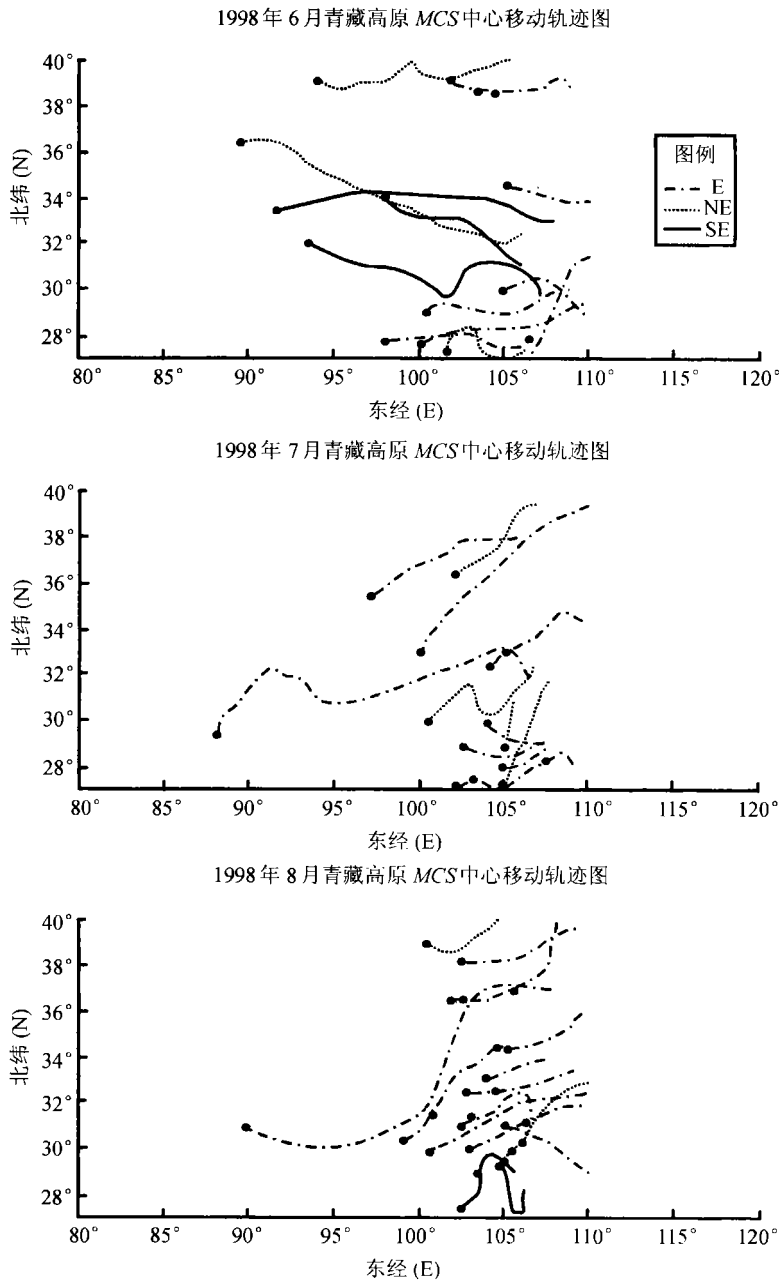


图 3 1998 年 6—8 月传播出高原的 MCS 移动路径图

Fig. 3 Movement routes of MCS moving out of the Tibetan Plateau from June to August 1998

MCS 向着前方和辐合区移动,但同时又主要受流场中气流的引导。图 4 中下排三个图为高度场(实线)和涡度场(虚线)叠加分析图, MCS 位于 102°—104°E 之间。起始时刻, MCS 位于西、东两个正负涡度中心之间的强涡度梯度区中(左图),等高线呈东西走向,正涡度平流很强,其后 MCS 沿着向东的强正涡度平流东移;12h 后高度场变化不大,涡度场变为大范围东西向正涡度区(中图),并且 MCS 仍处于较强的

正涡度平流区中,尽管等高线走向在逐渐变化, MCS 继续东移,并与等高线出现了较大交角(右图),这表明上一时次(12h)的正涡度平流起了重要作用,同时流场中的气流仍起着主导作用。

上述这个结果还表明,运用数值预报 HALFS 的这些物理量场预报值,可以直接预报 MCS 未来 12 小时和 24 小时是否能够东移传播出高原,从而为长江中下游地区的暴雨预报提供重要依据。

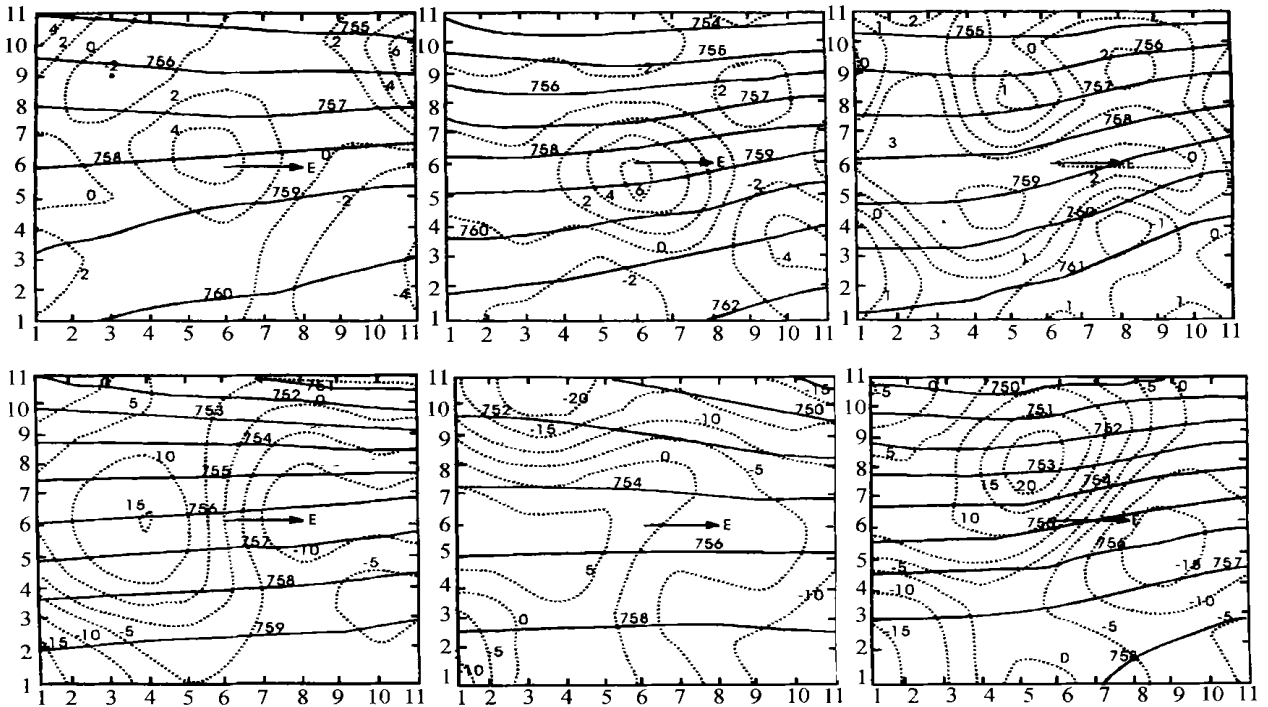


图 4 有利于 MCS 东移传播出高原的环境物理量场概略模型图

(上、下排三幅图各为 MCS 位于 104°E 以东和 $102^{\circ}\text{E}-104^{\circ}\text{E}$ 之间起始时(左)、12 小时后(中)、24 小时后(右)400 hPa 高度(实线)、散度(虚线)和高度、涡度场等值线图。)

Fig. 4 Favorable environmental physical field charts of influencing MCS movement out of the Plateau

3 结 语

通过对高原上 MCS 的自动追踪和分析,较全面客观定量地揭示出了夏季高原上 MCS 的种种特征,同时还找出了不同等压面上支配 MCS 东移传播出高原的物理量,并建立了各自的相关模型图。这些结果对认识高原上的 MCS 和长江流域及西南地区的强降水分析预报,减少灾害具有重要的现实意义。另外,本研究中采用数据挖掘方法寻找 MCS 移动和传播出高原与周边物理量场之间的关系是初次尝试,需要进一步开展采用不同方法建立确定的数学模型研究。与此同时,将已得到的 MCS 追踪方法、数据挖掘算法和成果,开发成适用于高原和全国其它地区的业务系统,是下一步工作和研究的重点。

致谢 林吉东在文稿修改中给予了大力帮助,特致谢意。

参考文献(References)

- [1] Schuur T J, S M Hunter, W D Rust, et al. Charge Structure of a Midlatitude Mesoscale Convective System [C]. 16th Conference on Severe Local Storms, Kananaskis, Alberta, Canada, Amer. Meteor. Soc., 1990, 663-668.
- [2] Garreaud, R D, Wallace J M. The Diurnal March of Convective Cloudiness over the Americas [J]. *Mon. Wea. Rev.*, 1997, **125**: 3157-3171.
- [3] Yu, C K, F Roux B F, Smull D P, Jorgensen et al. Airborne Doppler Observations of a Mountainous Convective System During MAP IOP5 [C]. 30th Conference on Radar Meteorology, Munich, Germany, Amer. Meteor. Soc., 2001, 530-532.
- [4] Shi C X, Jing J X, Fang Z Y. A Study on the Features of Severe Convective Cloud Clusters Causing Serious Flooding over Changjiang River Basin in 1998 [J]. *Climate and Environmental Research*, 2000, **5**(3): 279-286. [师春香, 江吉喜, 方宗义. 1998 长江大水期间对流云团活动特征研究 [J]. 气候与环境研究, 2000, **5**(3): 279-286.]
- [5] Jiang J X, Fan M. Convective Clouds and Mesoscale Systems over the Tibetan Plateau in Summer [J]. *Journal of Atmospheric Sciences*, 2002, **26**(2): 263-270. [江吉喜, 范梅珠. 夏季青藏高原上的对流云和中尺度对流系统 [J]. 大气科学, 2002, **26**(2): 263-270.]
- [6] Shan Y, Lin H, Jiang J. X, et al. The Features of MCS During Their Initiation over Tibetan Plateau in Summer [A]. The 22nd Asian Conference on Remote Sensing [C]. 2001. [单 寅, 林 瑛, 江吉喜等. 夏季青藏高原上中尺度对流系统初生阶段特征 [A]. 第 22 届新加坡亚洲遥感会议 [C]. 2001.]

[7] Arnaud, Yves, Michel Desbois, Joel Maizi. Automatic Tracking and characterization of African Convective Systems on Meteosat Pictures

[J]. *Journal of Applied Meteorology*, 1992, 31(5):443—453.

The Features of MCS and Their Eastward Moving and Propagation over the Tibetan Plateau

GUO Zhong-yang^{1,2}, LIN Hui¹, JIANG Ji-xi³, HUANG Qian³, FANG Zhao-bao¹

(1. Department of Geography & Joint Laboratory for GeoInformation Science, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, China;

2. Department of Geography, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

3. National Satellite Meteorological Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

Abstract: In this paper, Geostationary Meteorological Satellite (GMS) infrared blackbody temperature (T_{bb}) data from June to August 1998 are used to automatically track the activity of Mesoscale Convective Systems (MCS) over the Tibetan Plateau. Consequently, the features of MCS, such as area, intensity, life cycle, activity region and shape, are obtained. High Resolution Limited Area Analysis and Forecasting System (HLAFS) values provided by China National Satellite Meteorological Center are used to study the relationships between the MCS movement routes and their environmental physical field values, based on the distribution and movement routes of MCS over the Tibetan Plateau. Favorable environmental physical field charts of influencing MCS movement out of the Tibetan Plateau in different UTC are developed using spatial data mining techniques at levels of 400hPa and 500 hPa, respectively.

Key words: Tibetan Plateau; Mesoscale Convective Systems (MCS); Black-body Temperature (T_{bb}); Automatic Tracking