

青藏高原夏季中尺度强对流系统的时空分布*

江吉喜 项续康 范梅珠

(国家卫星气象中心, 北京 100081)

提 要

利用1994年6~8月GMS-4红外展宽数字资料, 统计和分析了青藏高原上293个中尺度强对流系统(s-MCS)的活动. 结果表明, 它们在高原上活动频繁, 并且其生命史、水平尺度及强度具有较典型的中- β 尺度系统特征; 它们的形成和发展主要是由于地形热力效应; 它们的移动方向与500~200 hPa间的平均气流方向大体一致, 并且极少移出高原.

关键词: 青藏高原; 中尺度强对流系统; 时空分布.

引 言

青藏高原的特殊地形和夏季的热力作用引起高原夏季强对流系统的活动早已引起了人们的注意. Flohn^[1]强调了高原东南部地区的巨大积雨云烟囱效应. 叶笃正等^[2]讨论了夏季高原上的强对流活动对该地区平均环流维持的作用.

高原地区常规气象观测站十分稀少, 有关该地区云分析的工作不多. 钱正安等^[3]曾利用Tiros-N的可见光云图, 统计和分析了1979年夏季高原地区对流云的时空分布特征. 朱福康等^[4]根据1979年青藏高原气象科学实验期间, 高原上6个热源观测站的云量和云状观测资料, 对云, 尤其是对流云的月际和日际变化及地理分布与高原雨季的关系作了分析.

本文利用GMS-4的时空高分辨率展宽数字资料, 普查和统计分析了1994年6~8月期间青藏高原上293个中尺度强对流系统(s-MCS)的初生源地、移动路径和时空特征.

1 资料处理和分析方法

把云顶亮温 $T_{BB} \leq -50^\circ\text{C}$ 、生命史 ≥ 3 h 的中尺度对流系统, 定义为 s-MCS.

在普查1994年6~8月逐日逐时GMS-4红外云图的基础上, 挑选出19天中285 h有s-MCS活动的红外数字展宽资料并作了处理, 其中6月份8天共139 h, 7月份5天共

* 本研究得到高原试验研究预研项目的部分资助.
1995-09-28 收到, 1996-01-30 收到修改稿.

70 h, 8月份6天共76 h. 分析了每个象素点的 T_{BB} 值等值线, 确定 293 个 s-MCS. 然后对它们的初生源地、移动路径、生命史和强度及其随时间变化等特征进行了统计和分析. 图 1 为一个分析时次的实例, 图中每一个粗曲线闭合圈(云顶 $T_{BB} = -50^\circ\text{C}$) 均为一个 s-MCS, 圈内的 T_{BB} 等值线向内依次为 -60°C 、 -70°C 和 -80°C . 从图中可见, 高原上 s-MCS 十分活跃, 它们的面积和对流强度等均有很大差别, 并且小 s-MCS 远比大 s-MCS 的个数多.

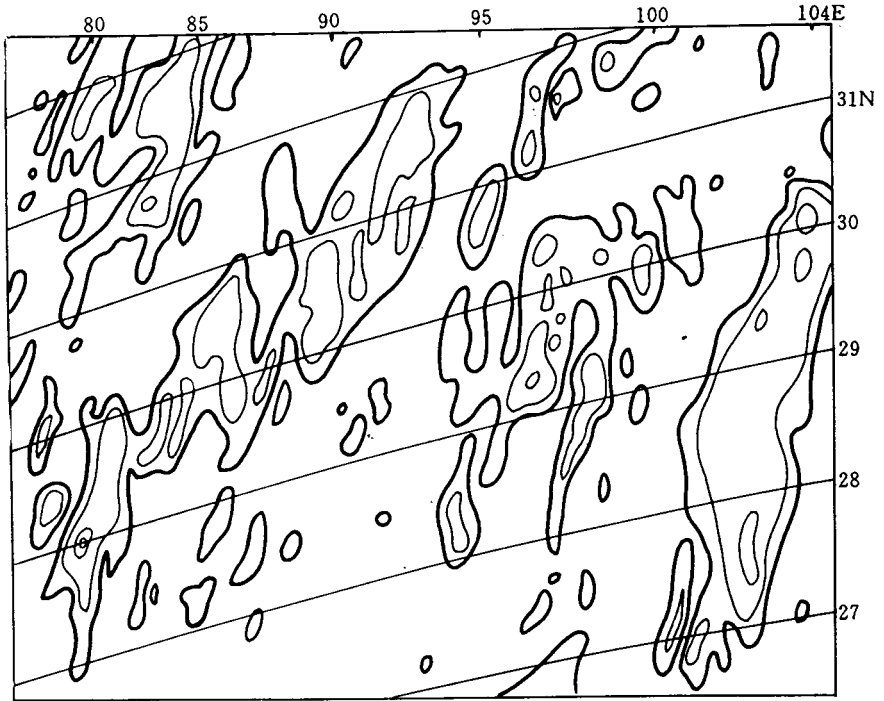


图 1 1994 年 7 月 23 日 15:23(地方时, 下同)青藏高原上 s-MCS 云顶 T_{BB} 素描图(闭合圈内等值线间隔 -10°C)

Fig. 1 An example of T_{BB} contour at the cloud top of s-MCS over Tibetan Plateau at 15:23 LST 23 July 1994 (interval: -10°C)

2 主要结果

2.1 s-MCS 生成源地和移动路径

6~8月青藏高原上共生成 293 个 s-MCS, 分布在高原上, 但主要集中在高原中东部地区, 其中以 $30^\circ\sim 33^\circ\text{N}$ 、 $88^\circ\sim 93^\circ\text{E}$ 为主要多发区. 各月中它们的发生数和源地存在着一定的差别. 6月共生成 98 个, 源地主要集中在 90°E 以东; 7月最多, 共生成 110 个, 源地分散; 80°E 以东、 35°N 以南的高原上均有 s-MCS 生成; 8月最少, 只有 85 个, 生成源地与 7月相似.

s-MCS 移动路径主要为自西向东移动, 6月和 8月比较典型. 但在 7月份, 93°E 以

东的 s-MCS 大部分生成后向偏南和西南方向移动(图 2). 初步分析认为, s-MCS 的这种移动路径, 大体上与 300~200 hPa 之间的基本气流方向一致, 这可能是由于这种深对流伸展高度较高的缘故, 也即是受夏季青藏高原上 200 hPa 高压活动的影响.

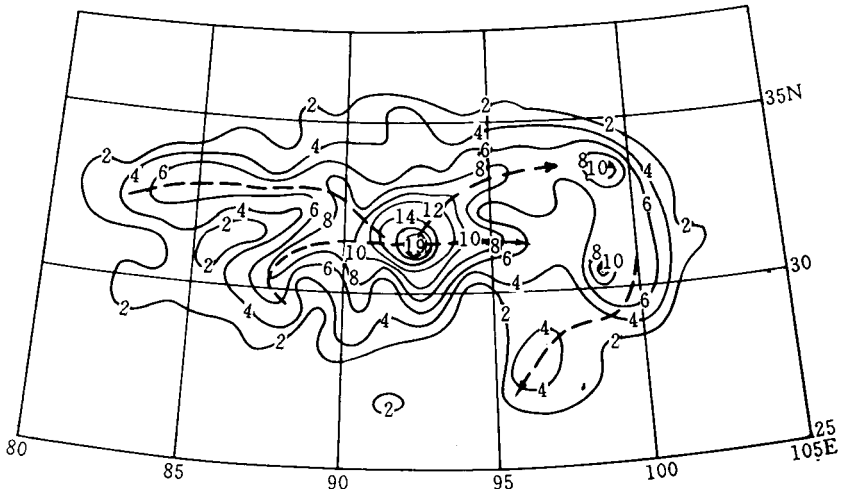


图 2 1994 年 6~8 月青藏高原上 s-MCS 移动路径图(等值线为 s-MCS 个数)

Fig. 2 The tracks of s-MCS over Tibetan Plateau from June through August 1994(isogram; the number of s-MCS)

2.2 s-MCS 的生命史、日变化和形状特征

s-MCS 的生命史表现出较强的中- β 尺度特征(图 3). 在全部 293 个 s-MCS 中, 生命史为 3~9 h 的个例数占总数的 90.4%, 其中 3~6 h 的占 67.2%, 3~4 h 的占 39.6%, 极少数长生命史(≥ 15 h)的是由于出现多次传播和合并形成的.

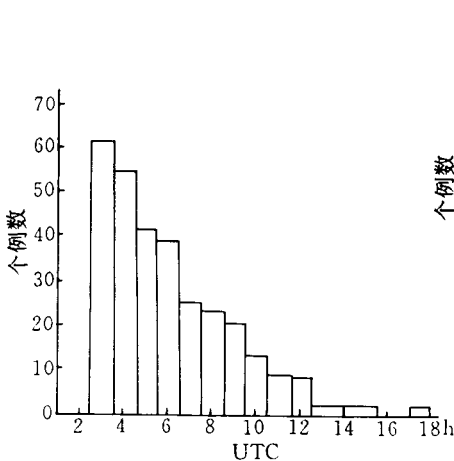


图 3 s-MCS 生命史频数图

Fig. 3 The frequency of s-MCS life cycle

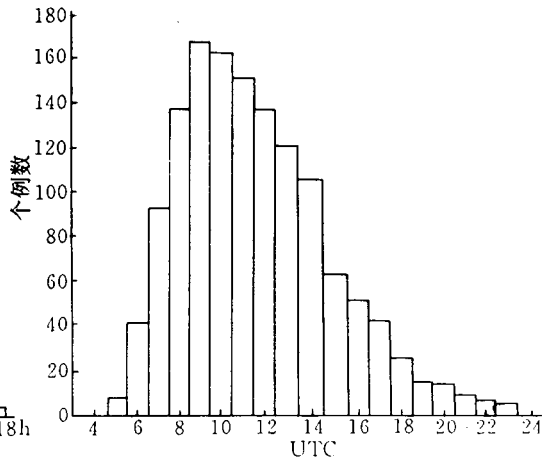


图 4 s-MCS 个数日变化分布图

Fig. 4 The distribution of s-MCS number diurnal variation

s-MCS 在一日中的活动时段有明显的日变化特征(图 4). 在 293 个 s-MCS 中, 活动在 13~20 LST 的个例数占总数的 94.8%, 其中 15~17 LST 的占 36%, 15~16 LST 的占 25%. s-MCS 的这种日变化特征, 表明它们的活动主要受高原特殊地形的热力影响. s-MCS 一旦出现, 如果受到外来系统的影响就会强烈发展, 可以达到中- α 尺度.

它们的形状多为准圆形和椭圆状, 约占总数的 80%, 长条状和不规则状占 20% 以上.

2.3 s-MCS 的强度特征

以 s-MCS 的面积和云顶亮温(T_{BB})来讨论它的强度. 在 293 个 s-MCS 中, 平均面积为 2500~12500 km² 的个例数占总数的 83%, 而 2500~7500 km² 的占 65%, 其中又以 5000 km² 的个例居多(占 27%); >50000 km² 的仅占 3%, 它们往往是由多个 s-MCS 合并形成的. 与此同时, 还统计分析了每个 s-MCS 生命史中的最大面积特征, 最大面积为 5000~17500 km² 的个例数占总数的 74%, >50000 km² 的只占 6%. 由此可见, 青藏高原上的 s-MCS 属于中- β 尺度的对流系统.

s-MCS 云顶平均 T_{BB} 为 -50~-72°C 的个例数占总数的 85%, 其中 -61~-69°C 的占 64%. 云顶最低 T_{BB} 为 -64~-74°C 的个例数占总数的 75%, 而 $T_{BB} \leq -74$ °C 的占 12%, ≤ -80 °C 的占 5%(图 5). 可见 s-MCS 尽管水平尺度较小, 但对流却十分旺盛.

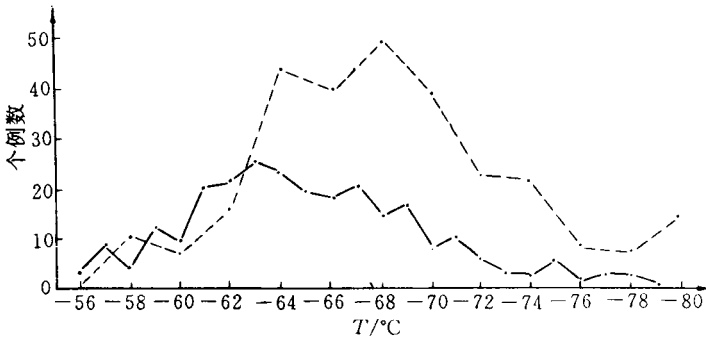


图 5 s-MCS 云顶平均 T_{BB} (实线)和最低 T_{BB} (虚线)频数图

Fig. 5 Frequencies of averaged T_{BB} (solid line) and minimum T_{BB} (dashed line) at cloud top of s-MCS

2.4 s-MCS 最大强度日变化特征

用 s-MCS 的最大面积和云顶最低 T_{BB} 代表 s-MCS 最大强度, 讨论它的日变化特征(图 6). s-MCS 的最大面积出现在 14~22 LST 的个例数占总数的 89%, 其中出现在 15~19 LST 的个例数占 64.5%. 云顶最低 T_{BB} 出现在 13~20 LST 的个例数占总数的 90.4%, 其中 14~18 LST 的个例数占 70.6%. 1 h 的最大变温值多为 -4~-8°C, 并且主要集中出现在 12~18 LST, 其中以 14 LST 最为显著. 由此不难看出: s-MCS 的最大强度主要出现在午后至傍晚, 并且最大面积滞后于云顶最低 T_{BB} 1 h 左右出现, 这充分证明了高原的地形热力作用, 以及它们先在垂直方向上出现强烈发展和其后在水平方向上强烈膨胀之特征.

3 讨 论

通过 1994 年 6~8 月青藏高原上 s-MCS 的初步统计分析, 可以看到以下几个重要事实:

(1) 在 3 个月中一共出现了 293 个 s-MCS, 平均每月近 100 个, 同时它们又集中出现在这段时间中近 21% 的日子里, 并且日平均数在 15 个以上, 可见 s-MCS 的活动相当频繁和相当集中, 其原因除高原的特殊地形以外, 其它原因还须进一步探讨。

(2) s-MCS 生命史一般为 3~9 h, 其中主要为 3~6 h. 云顶平均面积一般为 2500~12500 km², 属中- β 尺度. 极少数 s-MCS 与环境场中其它系统相互作用, 可以发展成中- α 尺度系统。

(3) s-MCS 一般活动在午后至傍晚, 并且最大强度主要出现在 14~19 LST, 表明它们主要受高原地形的热力影响, 这与高原以东的云、贵、川出现的中尺度对流复合体 (MCC) 有很大不同。

(4) s-MCS 的移动路径与 300~200 hPa 上平均气流的方向大体一致, 并且一般减弱和消散在高原东部边缘附近. 极少数移出高原的 s-MCS, 其强度一般也很弱。

(5) s-MCS 造成的降水多为阵性, 有的还伴有雷电现象出现. 由于高原上测站过于稀少, 难以分析出它们的降水特征. 因此, 利用卫星资料估计这类系统的降水十分必要。

致谢: 本研究得到许健民研究员负责的研究专题的部分资助, 同时得到朱福康研究员的指导, 特此一并表示谢意。

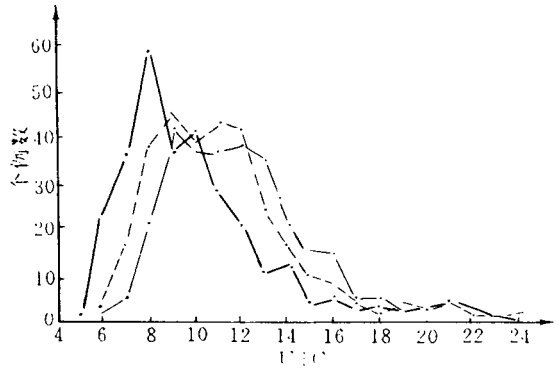


图 6 s-MCS 最大强度日变化特征图(细实线、虚线及粗实线分别代表云顶最大面积、最低 T_{BB} 及 T_{BB} 1 h 变化在一日中的演变)

Fig. 6 The diurnal variation of maximum intensity of s-MCS at cloud top (solid, dashed and heavy lines represent maximum area, minimum T_{BB} and hourly variation in one day, respectively)

参 考 文 献

- 1 Flohn H. Contribution to a meteorology of the Tibetan High lands. Atmos. Sci. Paper, No. 130, Colorado State Univ. Fort Collins, 1968.
- 2 叶笃正, 高山禧, 等. 青藏高原气象学. 北京: 科学出版社, 1979. 1~278.
- 3 钱正安, 张世敏, 单扶民. 1979 年夏季高原地区对流云的分析. 青藏高原气象科学实验文集(一). 北京: 科学出版社, 1984. 245~257.
- 4 朱福康, 陆龙骅, 张清芬. 青藏高原上空云的初步分析. 气象, 1985, 11(11): 11~14.

THE SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTIONS OF SEVERE MESOSCALE CONVECTIVE SYSTEMS OVER TIBETAN PLATEAU IN SUMMER

Jiang Jixi Xiang Xukang Fan Meizhu

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

By using GMS-4 hourly IR stretched digital data from June through August 1991, all 293 severe Mesoscale Convective Systems (s-MCSs) Over Tibetan Plateau were investigated and analysed. The results show that those s-MCSs had larger frequency and more typical features of meso- β scale system in its life cycle, size and intensity; their initiation and development was mainly derived from the thermotopographic effect; their movement basically consorted with the mean flow between 300 and 200 hPa, and few of them moved away from Tibetan Plateau.

Key words: Tibetan Plateau; Severe Mesoscale Convective System (s-MCS); Spatial and temporal scales.