

孟加拉湾低压造成云南强降水的中尺度分析

何 华 许美玲 孙绩华

(云南省气象台, 昆明 650034)

提 要

通过对 1981~1991 年春秋两季孟加拉湾低压影响云南强降水的 16 个个例的 TBB 资料进行等值线分析及云顶温度梯度、云降水效率的计算和对中- α 尺度对流系统进行了尺度及结构分析、对云顶温度、温度梯度、地理区域与降水关系的分析, 给出了一些孟加拉湾低压影响云南并造成强降水时的云图特征量与降水的相互关系。

关键词: 孟加拉湾低压 中尺度对流系统 降水

引 言

孟加拉湾低压是造成云南春、秋两季强降水的重要系统之一, 对孟加拉湾低压影响云南时的中尺度对流系统的时空分布尚无研究, 有必要对孟加拉湾低压影响云南并造成强降水时的中尺度对流系统的结构特征及云图特征量进行分析。TBB 资料在中低纬度地区不仅能定量地展示云系的强度及分布特征, 而且 TBB 场能更好地揭示某一时段中系统强度和活动特征, 同时 TBB 等值线方法能较细致的揭示中- α 尺度对流系统的形成过程, 且云与降水的关系比天气尺度环流系统与降水的关系更密切而直接。本文通过对 1981~1991 年春、秋两季孟加拉湾低压影响云南并造成强降水的 16 个个例的 TBB 资料进行等值线分析及云顶温度梯度、云降水效率的计算, 并绘制出 $TBB \leq -32^\circ\text{C}$ 冷云盖温度等值线图, 按照陶祖钰^[1]对 MaCS 定义标准, 对系统进行尺度及结构分析, 同时也对云顶温度与降水、温度梯度与降水、地理区域与降水、云顶温度与温度梯度之间的关系进行了分析, 定性地给出一些孟加拉湾低压影响云南时的云图特征量与降水的相互关系; 这项工作不仅为利用卫星云图资料估计孟加拉湾低压影响云南时的降水量奠定了基础, 同

时也对造成云南暴雨的中尺度对流系统的结构有了初步认识。

1 资料及个例确定

取 1981~1991 年 4~5 月、10~11 月 $10^\circ \sim 35^\circ\text{N}$ 、 $80^\circ \sim 115^\circ\text{E}$ 范围内 $1^\circ \times 1^\circ$ 经纬度、时间间隔为 3 小时的 GMS 红外云图的云顶黑体辐射温度 TBB 资料、GMS 卫星的增强红外云图及相应时间内云南省 125 个站点逐日雨量资料。规定: 在云图上, 孟加拉湾海域 ($10^\circ \sim 20^\circ\text{N}$ 、 $80^\circ \sim 95^\circ\text{E}$) 出现结构完整的气旋性云系, 则定义为一次孟加拉湾低压; 用时间间隔为 3 小时一张的 TBB 等值线图对孟加拉湾低压云团进行跟踪, 当孟加拉湾低压云团移入本省 ($22^\circ \sim 28^\circ\text{N}$ 、 $98^\circ \sim 106^\circ\text{E}$) 范围内时, 记为一次孟加拉湾低压影响云南的个例。普查结果有 25 次孟加拉湾低压影响云南的个例, 本文着重讨论对云南造成大范围强降水的 16 个个例。

2 中- α 尺度对流系统

中- α 尺度对流系统 (MaCS) 是造成本省强降水的主要系统之一, 陶祖钰^[1]将其定义为: 红外云图上具有圆形或椭圆形冷云盖的对流系统, 其 -32°C 冷云盖的短轴长度达到 3.0 纬距, 椭圆率 (短轴和长轴之比) 达到 0.5 的对流系统, 对它的维持时间的长短未作限

制, 3.0 纬距直径的正圆形面积为 87092km², 以下讨论均用此标准。

文献[2]指出 TBB 等值线分析方法能较细致地揭示 MaCS 的形成过程, 按照 TBB 等值线分析方法对 16 个孟加拉湾低压个例的 TBB 资料进行分析, 并绘制出 -32℃、-52℃冷云盖温度等值线图。图 1 是 1986 年 10 月 9~10 日孟加拉湾低压影响云南并造成连续两天全省性暴雨天气过程的 A、B 两个 MaCS 形成过程。由图 1 可见, 9 日 17 时(世界时, 下同)对流单体 A 发展成一个尺度较大的对流系统, 虽然 -32℃冷云盖面积已大于 87092km², 但形状与典型的 MaCS 相差

甚远; 20~23 时, 对流单体 A 的 -32℃冷云盖具有椭圆形状, 短轴为 4.0 纬距, 长轴 8.1 纬距, 椭圆率为 0.5, 已达到 MaCS 标准; 10 日 02 时, A 趋于消散, 而此时又有一对流单体 B 在发展, 尽管具有椭圆形状, 但 -32℃冷云盖面积达不到标准。08~11 时, 对流单体 B 短轴为 3.0 纬距, 长轴 6.1 纬距, 椭圆率为 0.5, -32℃冷云盖具有椭圆形状, 已达到 MaCS 标准。15 时, B 的 -32℃冷云盖面积在减小, 已达不到 MaCS 标准。这两次 MaCS 生存时间为 6 小时, 形状接近椭圆形, 短轴在 3.0~4.0 纬距之间, 椭圆率为 0.5, 云顶最低温度在 -56℃以下。

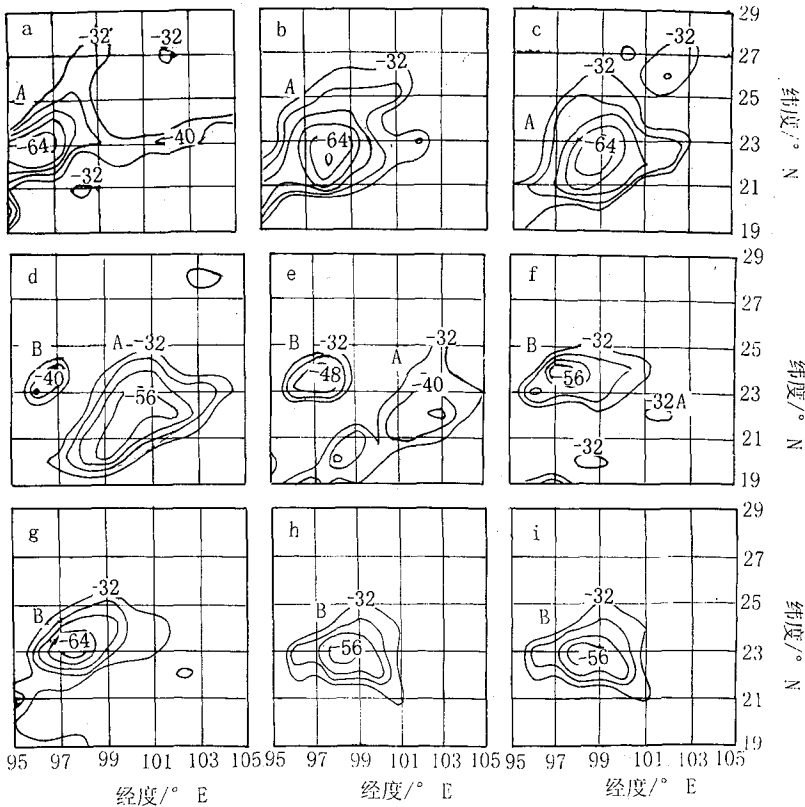


图 1 1986 年 10 月 9~10 日 TBB ≤ -32℃冷云盖温度等值线(间隔为 8)

a 代表 9 日 14 时, i 代表 10 月 15 时, 其余图均间隔 3 小时

16 个个例中就有 9 次的 -32℃冷云盖面积达到陶祖钰对 MaCS 定义的标准(这 9

次均造成全省性暴雨天气过程), 平均短轴为 3.4 纬距, 椭圆率在 0.5~0.6 之间, 维持时

间大约在6~9小时(指-32℃冷云盖达到MaCS标准的时间),形状接近椭圆形,可见云南MaCS的短轴及椭圆率比陶祖钰等定义的MaCS要大;由于一个短轴长度达到或超过3.0纬距的椭圆形的面积大于相同直径的正圆形面积,故云南的MaCS的-32℃冷云盖面积为100000km²,相当于一个直径为356km,即3.2纬距的圆面积。

3 云顶温度与降水

云顶温度是反映云团降水强弱最重要的云图特征量,TBB值越小对流活动越强。图2

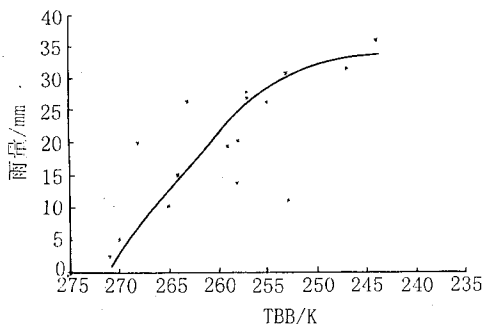


图2 云南范围内TBB平均值与平均雨量关系是孟加拉湾低压影响云南并造成强降水的16个个例的云顶温度与降水的关系图,由图2可见,降水量的大值与云顶温度的低值相对应,降水量的小值与云顶温度的高值相对应,全省日平均雨量随云顶温度的降低而增

大。

4 温度梯度与降水

温度梯度是除云顶温度之外另一个与降水量密切相关的云图特征量,它反映了云团内部的对流活跃程度。温度梯度大,说明云顶的纹理丰富起伏剧烈,一般在对流云团的低空入流区,楔状云团的前沿都会呈现出较大的温度梯度。本文采用文献[3]温度梯度表达式计算3°×3°窗口的云顶温度梯度,其表达式为:

$$G = \{ [T_{i+1,j} - T_{i-1,j}]^2 + [T_{i,j+1} - T_{i,j-1}]^2 \}^{1/2}$$

式中, T 为温度, i, j 为象素坐标。

图3为1986年10月9~10日云南省范围内云顶温度梯度与降水量的关系图,从图3中可以看到这样一种趋势:在弱降水区,当温度梯度增大时相应的雨量也增大,表明对流云的降水量与云团的云顶温度梯度呈正比;但在强降水区,当雨量增大时,云团的云顶温度梯度却在减小,说明很强的降水更容易发生在云顶比较平坦的区域,这是由于在成熟的对流云团中,卷云的覆盖使得云团云顶纹理平淡,云顶温度梯度减小,而最强的降水却容易发生在这里。

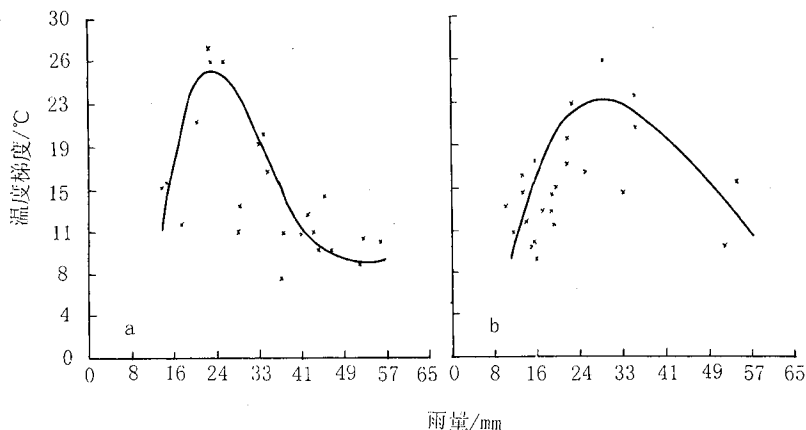


图3 1986年10月9日(a)和10日(b)24~27°N、99~104°E 温度梯度与降水关系

5 云顶温度与温度梯度

图4给出了1981年5月19日云顶温度与温度梯度的关系曲线图,从图中可以看到,云顶温度较低的区域云顶温度梯度较小,而云顶温度较高的区域云顶温度梯度较大,这和上面得出的结论是一致的,即云顶温度的低值区对应于云顶温度梯度的小值区及强降水区。

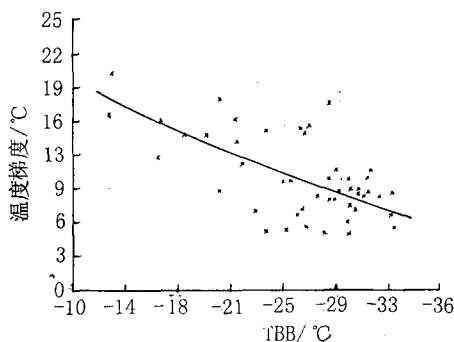


图4 1981年5月19日日平均TBB值与日平均温度梯度

6 地理区域与降水

众所周知,不同地理区域的降水特征差异较大,从云图估计降水的角度看这种差异有两种表现形式,一种是由于云分布的差异带来的降水量分布的差异,另一种是由于云团本身降水效率的差异所带来的降水量的差异。就利用卫星云图估计降水而言,我们更关心后者。在云南有时有些地方的降水云团不需要发展得十分旺盛就可以产生很强的降水,而另一些地方的降水云团尽管发展得非常旺盛,但降水却并不很大,说明云的降水效率存在较强的地域性。由文献[4]可知,在中低纬地区TBB在 $0\sim-9^{\circ}\text{C}$ 时为一般对流云活动区, $\text{TBB}<-10^{\circ}\text{C}$ 区为对流云活动区,并且TBB越小对流越活跃。孟加拉湾低压影响

云南时,云的降水效率具有较强的区域分布特性,滇西及滇西南云的降水效率最高,滇东北云的降水效率最低(图略)。总的来说,南部的降水效率高于北部、西部高于东部。当利用云顶温度进行降水估算时,必须考虑云的降水效率的地域差异这一因素。

7 结论

由上述分析可知,孟加拉湾低压造成云南全省性暴雨天气过程时的中尺度对流系统属于中- α 尺度对流系统,即MaCS,其 -32°C 冷云盖的短轴为3.4纬距,椭圆率在 $0.5\sim 0.6$ 之间,维持时间约8小时左右,云顶最低温度在 -56°C 以下,形状接近椭圆形。云顶温度、温度梯度与降水均有一定的对应关系,在弱降水区,降水量随温度梯度的增加而增大,但在强降水区,雨量增大时温度梯度却在减小,一般说来,最强的降水区域既是温度梯度的小值区又是云顶温度的低值区;孟加拉湾低压影响云南时,云的降水效率具有较强的区域分布特性,滇西及滇西南云的降水效率最高,滇东北云的降水效率最低,总的来说,南部的降水效率高于北部、西部高于东部;在利用卫星云图资料估计孟加拉湾低压对云南的降水量时,除考虑云顶温度、温度梯度外,还必须考虑不同区域降水特性存在差异这一因素。

参考文献

- 1 陶祖钰等. 1995年中国的中- α 尺度对流系统. 气象学报, 1998, 56(2): 166~177.
- 2 石定朴等. 中尺度对流系统红外云图云顶黑体温度的分析. 气象学报, 1996, 54(5): 600~611.
- 3 卢乃锰等. 强对流降水云团的云图特征分析. 应用气象学报, 1997, 8(3): 269~275.
- 4 江吉喜等. 我国南方持续性暴雨成因的TBB场分析. 气象, 1998, 24(11): 26~31.

A Mesoscale Analysis of Heavy Rainfall in Yunnan Caused by the Bengal Bay Depression

He Hua Xu Meiling Sun Jihua

(Yunnan Meteorological Observatory, Kunming 650034)

Abstract

By using of the TBB data of 16 cases during 1981--1991, the influence of Bengal Bay depression on the heavy rainfall in Yunnan province was analysed. The isotherm, temperature gradient of cloud top, and the effectiveness of cloud precipitation were calculated. The structure and cloud images of the mesoscale convective system causing heavy rainfall were also analysed. The relationship of the cloud image characters of the depression and heavy rainfall in Yunnan was described.

Key Words: Bengal Bay depression mesoscale convective system heavy rainfall cloud image