

1991年梅雨锋云系的中尺度分析

项续康 马 岚 王大昌

(国家卫星气象中心,北京 100081)

提 要

根据数字展宽云图和常规资料分析得到,1991年梅雨期江淮地区大暴雨大多是由中尺度云团产生的。它主要是:低涡暖切云团和冷切(冷锋)云团。它们的大多数是中- β 尺度云团,平均维持时间为5-6小时,平均最低云顶温度为 -69°C 左右。低涡暖切云团产生于低涡中心东侧,低空急流轴的左前方。而冷切云团产生于梅雨锋云系的尾部与西南季风交汇处。

另外,分析了云团云顶温度与降水的关系,发现产生 $\geq 5\text{mm/h}$ 降水的云团,其中75%的云团云顶温度小于或等于 -64°C 。

关键词:中尺度云团;低涡暖切;冷切;最低云顶温度。

1 引 言

江淮梅雨锋云系是层状云和积状云团的共生系统,其中强降水与云团的有组织活动密切相关^[1]。1991年梅雨期江淮梅雨锋云系维持时间长,中尺度云团活动频繁。本文将1991年梅雨期第三阶段(6月29日—7月12日)产生的云团进行了分类,对每类云团分析了产生源地,探讨了云团的尺度和发生发展特征。分析的重点放在梅雨期第三阶段的后期(7月5—12日)。

2 资料处理

(1)我们主要使用了GMS每小时数字展宽红外云图。对红外云图做了彩色分隔增强和MB曲线增强。

(2)使用每小时红外亮度温度资料,计算每半个经纬距网格内象素点亮度温度平均值。并找出每半个经纬距网格内最低亮度温度值。把上述二值打印成图表。范围是 25°N — 35°N , 105°E — 125°E 。

(3)降水量资料,除7月5—7日江苏、安徽两省有基本站和气候站每小时降水量资料外,其他时间,其他地区仅有基本站的每小时降水量资料。

3 中尺度云团分析

首先使用上述二种半个经纬距网格数值资料, 结合 GMS 红外增强图, 确定各云团位置(云团条件是: 最低云顶温度 $\leq -60^{\circ}\text{C}$, 维持时间 2 小时以上), 追踪每个云团的移动轨迹, 从而确定各云团的产生地, 发展状况, 移动路径, 速度和消失地点等。

1991 年梅雨期第三阶段中尺度云团频繁产生, 异常活跃, 7 月 5—11 日共产生中尺度云团 99 个, 按过程及云团特征, 将云团分成四类: 黔湘对流云团, 低涡暖切云团, 冷切(冷锋)云团和静止锋云团。

3.1 黔湘对流云团

此类云团是梅雨锋云系和西南季风云系相互作用形成的, 位于梅雨锋云系尾部, 和西



图 1 1991 年 6 月 29 日 17:03GMT GMS-4 红外 MB 增强云图

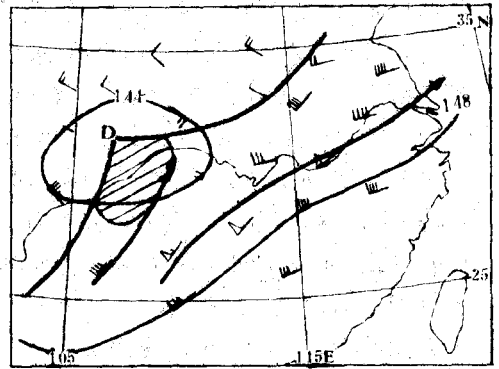


图 2 1991 年 6 月 30 日 00GMT 850hPa 形势图(矢线为低空急流轴线位置, 斜线为黔湘对流云团活动区)

南季风交汇处(见图 1), 在 850hPa 形势图上, 此类云团位于西南低涡东南象限, 暖性切变以南, 低空急流的左前方(见图 2)。这里低空有强烈的辐合和潮湿不稳定, 是此类云团生成的源地。

此类云团多具胞状结构属强对流系统, 在 1991 年梅雨期第三阶段, 此类云团共出现 12 个。除 1 个在川南, 2 个在湖南外, 其他 9 个均在贵州省境内。其中 4 个属中- α 尺度, 最低云顶温度 $\leq -80^{\circ}\text{C}$, 其余 8 个属中- β 尺度, 12 个云团平均最低云顶温度为 -75°C , 平均维持时间为 9.4 小时, 大多在傍晚产生, 入夜增强, 天亮以后迅速消散。

3.2 低涡暖切云团

在梅雨期第三阶段, 北方有多次冷空气南下(低槽 2 次; 华北冷涡 6 次), 由于低空西南风急流一直维持强盛, 冷暖空气相互作用, 在 850hPa 高度上, 在河南驻马店到沿海射阳之间, 多次形成低涡(尺度较西南低涡要小一些), 这种低涡在 850hPa 上最明显, 后期

在沿海生成气旋波。

以7月5日09GMT—6日15GMT850hPa为例,如图3所示,6日00GMT,低涡中心位于驻马店附近,自低涡中心向东伸出一东西走向暖性切变。切变南边有很强的低空西南风急流,最强风速可达 36ms^{-1} ,而北部自海上来的偏东风也较强,为 $8-10\text{ms}^{-1}$ 。暖切上,尤其是靠近低涡中心处,有很强的辐合。在200hPa高度上,高空急流轴线位于河套南部到山东半岛一线。低空低涡处于急流风速最大中心的南部,属于高空辐散区中。

在云图上,低涡连同冷暖切变系统表现为气旋波型(见图4),自低涡中心向东的东西向云带为暖切云带,向西南伸出的是冷切云带。由图4可知,低涡暖切云带中不断有中尺度云团有组织地发生发展^[2]。7月5日23:32GMT暖切云带西南部嵌有7—8个中-β尺度云团,低涡中心东侧云团(B_6)云顶最高,最低云顶温度为 -70.82C 。这里是低涡暖切云团生成的源地(图3上的斜线区)。6日00:34GMT, B_6 云团东移减弱,在此源地又有 B_{10} 云团生成。6日07:34GMT, B_{10} 东移后,又有 B_{13} 云团生成,此时地面生成气旋波,气旋中心位于五河和盱眙之间, B_{13} 云团在气旋波中心附近,而 B_{10} 在东边暖切上。以后又有 B_{15} 和 B_{16} 生成。图5为此过程各云团轨迹图,此过程在阜南—蚌埠—五河—盱眙—建湖—射阳一线产生大于150mm降水,最大在五河,为209.8mm/14h降水。

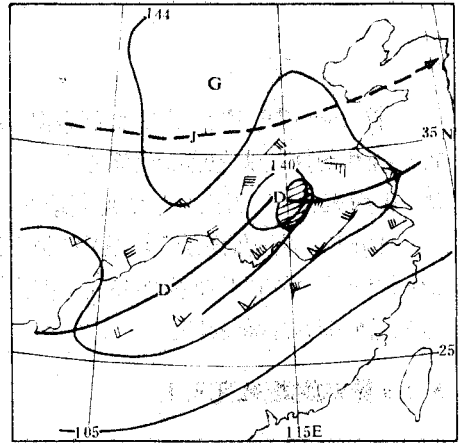


图3 1991年7月6日00GMT 850hPa形势图(实线为低空急流轴线,虚线为200hPa急流轴线,斜线区为云团产生源地)

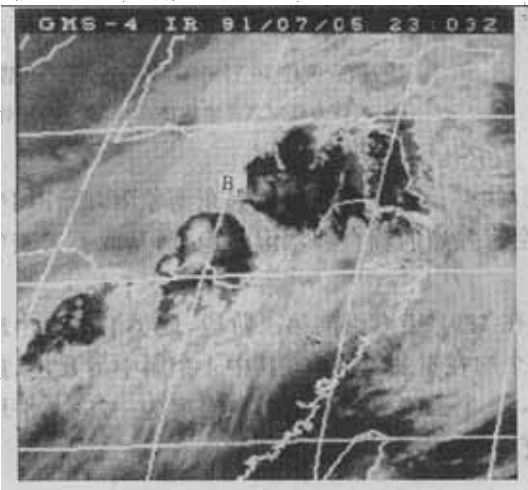


图4 1991年7月5日23:32GMT GMS-4红外MB增强云图

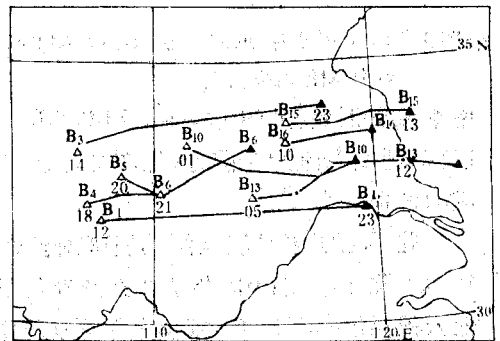


图5 低涡暖切B过程云团轨迹图(7月5日09GMT—6日15GMT)(△为云团生成地 ▲为云团消失地, B_{xx} 为云团编号,下面数字为时间)

在梅雨期第三阶段,有六次低涡暖切过程,限于资料,主要分析了其中五次过程。这类云团出现有 36 个,绝大多数属于中- β 尺度。平均维持时间为 5.8 小时,平均最低云顶温度为 -69.6°C 。无上冲云顶。

我们统计了云团产生地的分布,发现:大多数是在皖苏两省境内产生的(有 25 个,占 69%)、巢湖及其西北、淮河以南地区最为密集,有 14 个,占 39%。此地区多湖泊,且三面环山(即大别山、黄山和张八岭及定远附近的山脉),且大别山和黄山之间,自鄱阳湖向北,顺长江河谷的通道,有利于偏南风暖湿平流贯入,此种地形有利于云团产生。低涡暖切云团多在夜间产生,11—22GMT 产生的云团占 75%,尤其是后半夜,16—22GMT 产生的云团占 56%。低涡暖切云团基本是向东移动的。移动速度一般为 40—50km/h。新生云团在老云团的后部产生,故形成慢速传播。

这六个低涡暖切过程都引起了暴雨,暴雨带位于苏皖境内 32.5°N — 33.5°N 之间,最大降水中心大多在高邮、里下河地区。

3.3 冷切(冷锋)云团

冷切(冷锋)云带呈 NE—SW 走向,对应着中低空一条冷锋式切变。在梅雨期第三阶段,北方冷空气频繁南下,势力有强有弱,但 30°N 以南的西南暖湿平流一直维持强势,在冷切云带中都嵌有中尺度云团。带来强的降水。

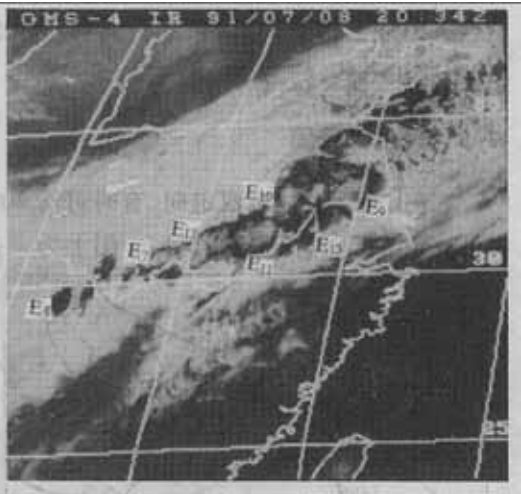
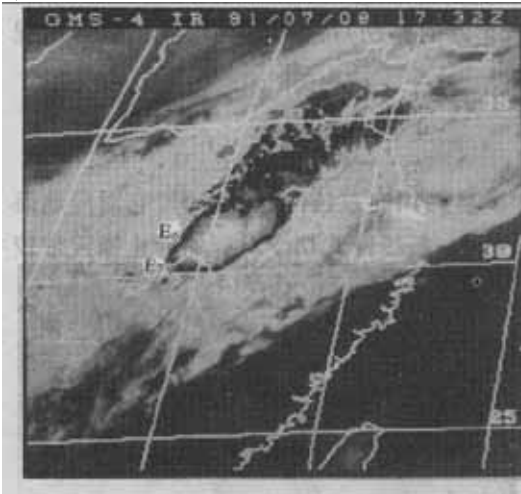


图 6 1991 年 7 月 8 日 17:32GMT GMS—4 红外 MB 增强云图

图 7 1991 年 7 月 8 日 20:34GMT GMS—4 红外 MB 增强云图

1991 年 7 月 8 日 17GMT—9 日 08GMT 是一次冷切云带中云团的发生发展过程。在云图上北方的斜压叶状云系与江淮切变线云系相互作用,使得在两个云带的会合处——鄂东皖南地区生成一个中- α 尺度云团 E_6 (见图 6),最低云顶温度为 -77.2°C ,形成 2 小时后,在 E_6 的东北侧新生中- β 尺度云团 E_9 ,在其西南方生成 E_7 和 E_8 云团,又 2 小时后 E_6 分裂为 E_{10} 、 E_{11} 、 E_{12} 和 E_{13} ,连同 E_7 、 E_8 、 E_9 一起,组成气旋式云带(见图 7),其中 E_9 、 E_{10} 和 E_{13} 组成东西向的低涡暖切云带,而 E_7 、 E_8 、 E_{11} 和 E_{12} 组成 NE—SW 走向的冷切云带。

冷切云带建立以后,新生云团的源地位于云带西南端尾部,此外西南季风供给丰富的

水汽,在此次E过程中,在云带尾部先后生成的云团有E₇、E₈、E₁₅、E₁₈和E₁₉等。这些云团生成后,东移增强,使云带长时间维持活跃状态,带来强的降水。图8清楚地显示出这一现象,这些云团先后都经过武汉、麻城一带,给这一地区带来大暴雨,麻城降雨量为267mm/24h,武汉为219mm/24h。

在我们分析的五个冷切过程中,符合条件的云团为42个,大多属于中-β尺度,平均维持时间仅为4.95小时,≤5小时的有30个(占71%),平均最低云顶温度为69℃,基本上无上冲云顶。

冷切过程云团主要产生于滁县、合肥—麻城—武汉、嘉鱼—狭长地带,占60%,最密集区在以麻城为中心的湖北东部地区,占24%。此处三面环山,南面洞庭湖、洪湖的两旁也是山脉,西南暖湿气流自此夹道北上,使鄂东地区利于气团生成。

此类云团多在后半夜生成,17—24GMT期间生成的云团有30个,占71%。云团生成后,大致顺云带走向,向东北方向移(自235°向55°方向移动),移动速度较低涡暖切过程云团要快一些,约为50km/h。

3.4 静止锋云团

静止锋云带呈东西走向,有时可沿30°—32°N自四川向东延伸直到沿海。它对应地面一条静止锋,850hPa到700hPa图上为一条切变线,一般暖锋式切变对应的静止锋云带较

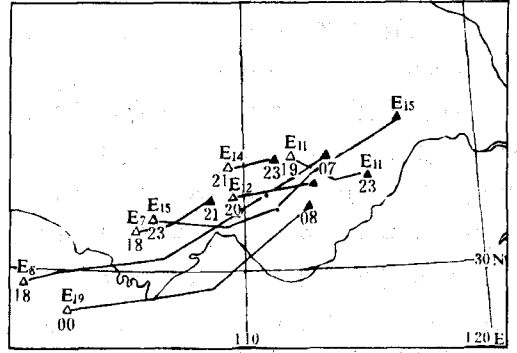


图8 冷切过程E云团轨迹图(Δ为云团生成地 ▲ 表明云团消失 Exx为云团编号,下面数字为时间)

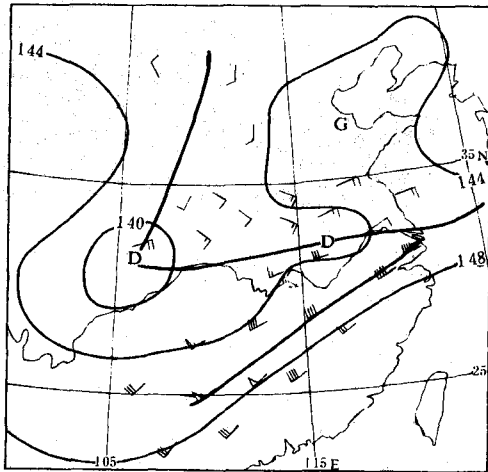


图9 1991年7月5日00GMT850hPa形势图(细实线为等高线,粗实线为槽线切变线,矢线为低空急流轴线)



图10 1991年7月5日01:34GMT GMS-4 红外云图

强。例如,在 1991 年 7 月 5 日 00GMT 850hPa 图上(见图 9),东西向的暖性切变上风切变很强,切变线的北部是将入海的华北高压南部的偏东风,风速为 $6-8\text{ms}^{-1}$,而切变线南部低空西南风急流较强,为 $14-16\text{ms}^{-1}$,在静止锋云带上云团发展激烈(图 10)。自川鄂交界到沿海有 6 个云团 $A_1\sim A_6$ 是东西排列,其中 A_2 和 A_3 云团,对应 850hPa 图上的一个低涡,最低云顶温度为 -70.8°C ,造成皖南大暴雨,广德 1 小时降水 48.9mm/h ,黄山受地形影响,2 小时降水 107.9mm (7 月 5 日 02—04GMT)。

4 云团云顶温度与降雨的关系

我们统计了产生大于 5mm/h 雨量的台站所在的半经纬距网格内最低云顶温度的分布情况。1991 年 7 月 5—6 日安徽、江苏两省各台站产生 5mm/h 以上降水的共 533 个站次。对各站次找出所在半经纬距网格的最低云顶温度,例如,云顶最低温度为 -64°C 的有 113 次……。如此得到一张最低云顶温度的分布情况,如图 11 所示。 $>-48^\circ\text{C}$ 的次数很少,自 -48°C 起开始上升,在 -64°C 处曲线陡然上升,最低云顶温度 $\leq -64^\circ\text{C}$ 的有 399 站

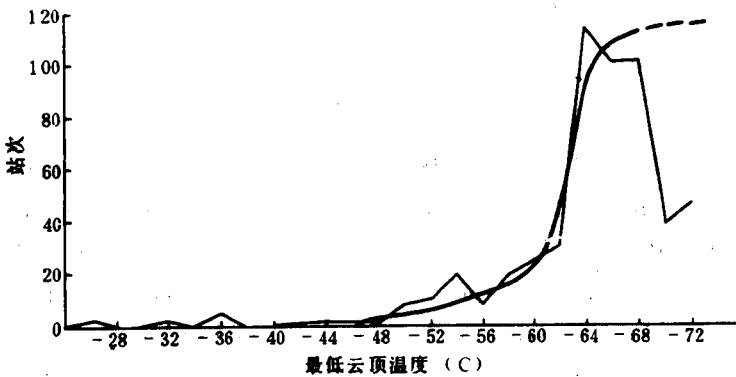


图 11 降水 $\geq 5\text{mm/h}$ 台站对应所在半经纬距网格内最低云顶温度分布图
(粗平滑曲线是平均曲线)

次,占 75%。我们可绘出一条平均情况的平滑曲线(见图中粗实线)。 $\leq -70^\circ\text{C}$ 时次数减少,不能说其降水机率减小。

5 总 结

1991 年梅雨期第三阶段暴雨强度大,维持时间长,在这期间产生大量的中尺度云团,大的降水和这些中尺度系统密切联系,这些云团绝大多数属中- β 尺度,平均维持时间为 5 小时,平均云顶温度为 -69°C ,仅有少数有上冲云顶,一般云顶在对流层顶附近或以下。

在 850hPa 图上,梅雨锋切变线对应一个正涡度带,由于强劲的低空西南风急流与北方南下冷空气的相互作用,使得切变线上某些部位产生正涡度的集中,而有低涡。低涡的东侧,低空急流的左前方是中尺度云团产生的源地,这些云团不断产生和东移的有组织的

活动,造成了暴雨带。从地理环境分析,巢湖及其西北的多湖泊和鄂东盆地有利于云团的产生。

致谢:此项工作得到陶诗言教授的有益帮助,谨表感谢。

参 考 文 献

- 1 张丙辰,章震越等.长江中下游梅雨锋暴雨的研究,第五章.梅雨锋内中- β 尺度扰动.北京:气象出版社.1990. 109—139.
- 2 Ninomiya, K, T. Akiyama and M. Ikama. Evolution and fine structure of a long-lived meso- α -scale convective system in Baiu frontal zone. *J. Met. Soc. Japan*. 1988, **66**:331—371.

THE MESOSCALE ANALYSIS OF THE MEI-YU FRONT CLOUD SYSTEM IN 1991

Xiang Xukang Ma Lan Wang Dachang
(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

According to the analysis of the GMS digital stretched cloud image and conventional precipitation data, it shows that storm and heavy rainfall in the Changjiang-Huaihe River valley during the Mei-yu period of 1991 is mainly produced by mesoscale cloud clusters. They are: vortex-warm front shear cloud clusters and cold front shear cloud clusters. Most of them are meso- β scale cloud clusters. The mean life time is 5—6 hours and the mean minimum cloud top temperature is -69°C . It is seen that the vortex-warm front shear cloud clusters are created on the eastern side of the vortex center and in the left front of low level jet axis, while the cold front cloud clusters are located in the confluence site of the rear of Mei-yu front cloud system with the southwest monsoon.

In addition, the relationship between cloud cluster top temperature and precipitation are estimated. It is found that the top temperature of 75% of cloud cluster with rainfall of 5mm/h and over is -64°C or down.

Key words: Mesoscale cloud cluster; Vortex—warm front shear; Cold front shear; Minimum cloud top temperature.