

1998 年盛夏嫩江、松花江流域暴雨 过程中尺度雨团特征

许秀红 王承伟

石定朴 徐宝祥

(黑龙江省气象中心, 哈尔滨 150030)

(中国气象科学院)

提 要

采用地面逐时降水、静止卫星红外云图和云顶黑体温度(TBB)等资料,分析了1998年8月上旬嫩江、松花江流域的两类不同中尺度雨团的云型和TBB特征,揭示出中尺度雨团对应的中尺度云团发生、发展、移动及消亡的特征。

关键词: 中尺度雨团 云型 TBB

引 言

1998年夏季,松花江、嫩江流域出现了超百年一遇的特大洪涝灾害。引起洪涝灾害的原因是由于该流域降水异常偏多,尤其是8月上旬。造成降水异常偏多的原因是由于东亚阻塞高压稳定,东北冷涡长期在蒙古和我国东北维持。从中尺度角度分析,暴雨的出现则与中尺度活动密切相关。

本文利用逐时地面降水、静止卫星红外云图和云顶黑体温度等资料,分析了1998年8月上旬的两类中尺度雨团($\geq 50\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$)活动及其红外云图和TBB特征,揭示出其发生、发展、移动及消亡的规律。

1 资料

本文采用黑龙江、吉林省和内蒙古自治区东部80个气象站逐时地面降水和GMS-5静止卫星红外云图以及云顶黑体温度(TBB, $0 \sim 50^\circ\text{N}$ 、 $80 \sim 150^\circ\text{E}$,分辨率为 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$)等资料。

2 中尺度雨团概况

2.1 中尺度雨团活动及分类

1998年8月1~12日,嫩江、松花江流域逐时降水 $\geq 5.0\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的站次总数为627。出现密集时段在2日01~04时、13~20

时(北京时,以下同)、3日15时~4日06时、5日01~23时、8日06时~9日04时、9日21时~11日08时。其中,仅受高空冷涡影响的2日01~04时、13~20时、3日15时~4日06时,降水维持时间较短,站点数较少,且具有明显的日变化,集中在午后至凌晨,定义其为第一类中尺度雨团;5日01~23时、8日06时~9日04时、9日21时~11日08时除受高空冷涡控制外,在冷涡东南方地面上有南来气旋北上,降水时间较长,站点数较多,日变化不明显,定义其为第二类中尺度雨团。两类中尺度雨团在位置、形态、强度、变化、移动等方面有明显的差别^[1]。

2.2 两类中尺度雨团特征

两类中尺度雨团的地面形势有明显的不同。第一类在地面天气图上,有时为弱低压区,有时为高低压的过渡区,甚至为弱的高压带;而第二类中尺度雨团,高空冷涡的东南方地面都有南来或西来气旋相配合,低压最终都在黑龙江省上空或附近锢囚。

分析中尺度扰动气压场和流场(略)可以发现,海平面扰动气压场的负值区中,中尺度雨团与扰动流场有比较好的对应关系。第一类中尺度雨团一般位于流场中心1个纬距以

内;第二类中尺度雨团位于流场中心和海平面扰动气压场的负中心及2个纬距以内,雨团的强度与维持时间比第一类都明显增强、增长。

在地面能量总温度场上^[2],第一类雨团与总温度的中心对应,总温度在55℃以上,总温度中心位于高空涡的西南或偏南方向,以逆时针方向逐渐减弱;第二类中尺度雨团总温度的强度、范围、维持时间与南来气旋的强度有关,中尺度雨区出现在总温度和南来气旋两中心重合处的偏北部,总温度大于45℃。

3 卫星云图特征分析

3.1 第一类中尺度雨团的红外云图特征

静止卫星长波红外云图能够反映此类中尺度雨团活动的明显日变化。中尺度云系一般在上午出现,随着地面的加热作用逐渐加强,下午至午夜发展至强盛阶段,凌晨逐渐消

失。

此类中尺度活动一般在绕冷涡移动的高空短波槽前形成,多数位于低涡中心的西南和东南方。中尺度云团在随着天气尺度云系移动的同时,绕低涡中心逆时针旋转,移动中逐渐加强或合并。通常在冷涡东南象限偏东方向上发展最旺盛,移速也较快。在继续向西北移到低涡北面时,速度变慢并减弱消失。

1日21时在低涡中心的前方产生云团A。23时A向东北方移动并迅速发展,同时有云团B出现。2日00时A向东北方向缓慢移动,有中尺度雨团产生,B云团面积明显扩大。01时A云团扩大并继续向东北方向移动,仍对应中尺度雨团,B也向东北方向移动。02时A、B云团合并,并对应中尺度雨团。04时云团转向西北移动,中尺度雨团消失。以后云团继续向西北移动逐渐减弱消失(图1)。

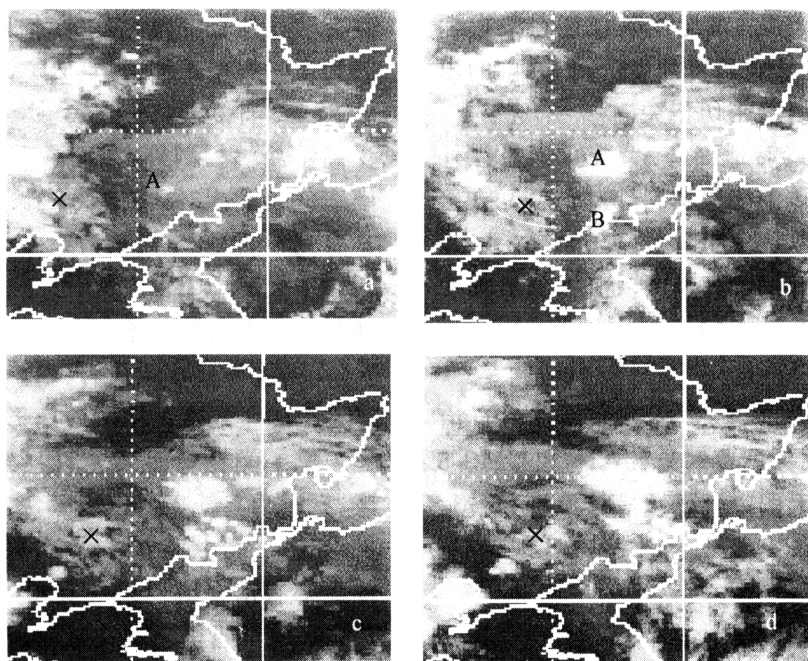


图1 1998年8月1日21时~2日04时红外云图

a为1日21时 b为2日00时 c为2日02时 d为2日04时

3.2 第二类中尺度雨团的红外云图特征

此类雨团中尺度活动更加强烈,锢囚阶

段更明显。接近锢囚时的中尺度雨团,首先发生在成熟云系中的逗点云里,位于暖锋云系的后侧(图 2a)。靠近锢囚点的冷锋附近也会有中尺度雨团发生。当有南来水汽补充时,锋面与南来雨区合并,或者有明显的冷锋、暖锋及锢囚锋锋生(图 2b)时,会造成范围较大的中尺度雨团。随着锢囚的发展,低压西北部的变形场云系中也会形成中尺度雨团(图 2c)。当锢囚进一步加深时,气旋性弯曲的云内部

有钩型云出现,钩型云的层状云中有明显的对流胞,钩型的尖部向涡旋中心前部旋转,绕涡旋中心成螺旋状,干空气进入环流中,螺旋云系继而断裂成几条对流云带的螺旋线,晴空区与“云街”交替出现,螺旋线绕涡旋中心逆时针旋转,移到北部逐渐消亡。此时钩状云内侧,螺旋状云及断裂的对流云带中都有可能出现中尺度雨团(图 2d)。

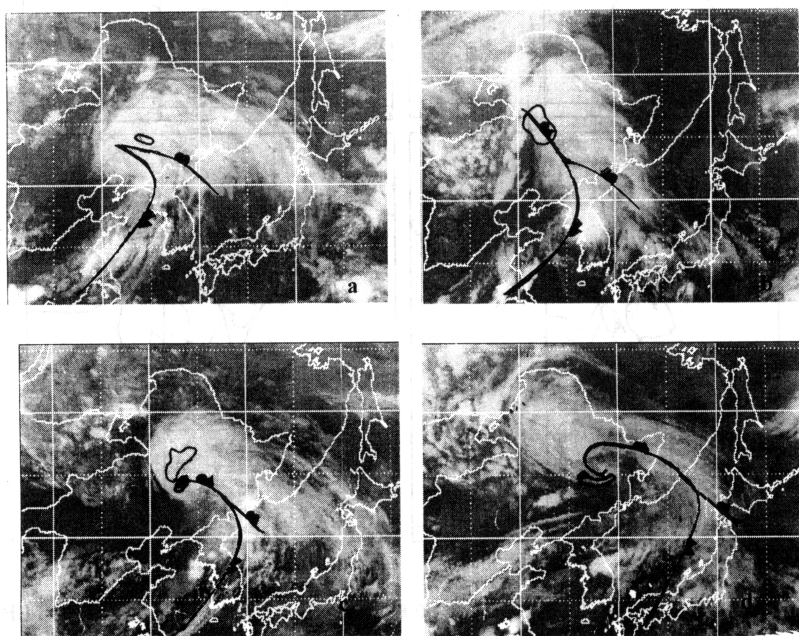


图2 1998年8月5日02时(a),10日17时(b),5日08时(c),19时(d)红外云图

4 中尺度雨团的云顶黑体温度分析

4.1 第一类中尺度雨团的云顶黑体温度分析

此类中尺度雨团对应的中尺度云团单体一般为椭圆或圆形,绕冷涡中心逆时针旋转,向等值线密集方向发展,雨团发生在中尺度云团边沿 TBB 等值线梯度大或云团合并的地方,与陶祖钰的分析结果类似^[3]。

图3是该类中尺度雨团 TBB 变化图。1日21时A云团产生,呈椭圆状。23时(22时图缺)A向东北方移动并迅速发展,达到中尺

度云团标准($TBB < -30^{\circ}\text{C}$),边缘等值线梯度大处产生降水,与此同时B云团产生。2日00时A向东北方向缓慢移动,面积继续扩大,中心 $< -40^{\circ}\text{C}$,东南边缘梯度大处出现 $6\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的中尺度雨团,B的面积明显扩大。01时A继续向东北方向移动, $< -40^{\circ}\text{C}$ 面积扩大,边缘梯度大处出现 $5\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $8\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 两个中尺度雨团,B达到中尺度标准并向东北方向移动。02时A、B合并,合并处产生 $6\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的降水。04时(03时图缺)合并后呈逗点状的中尺度云团向西北移动,

虽 $<-40^{\circ}\text{C}$ 面积达到最大,但边缘梯度减小,降水也相应减小。以后云团继续向西北移动,

扩大成NW~SE向带状,强度逐渐减弱,边缘的等值线更加稀疏,降水随之减弱。

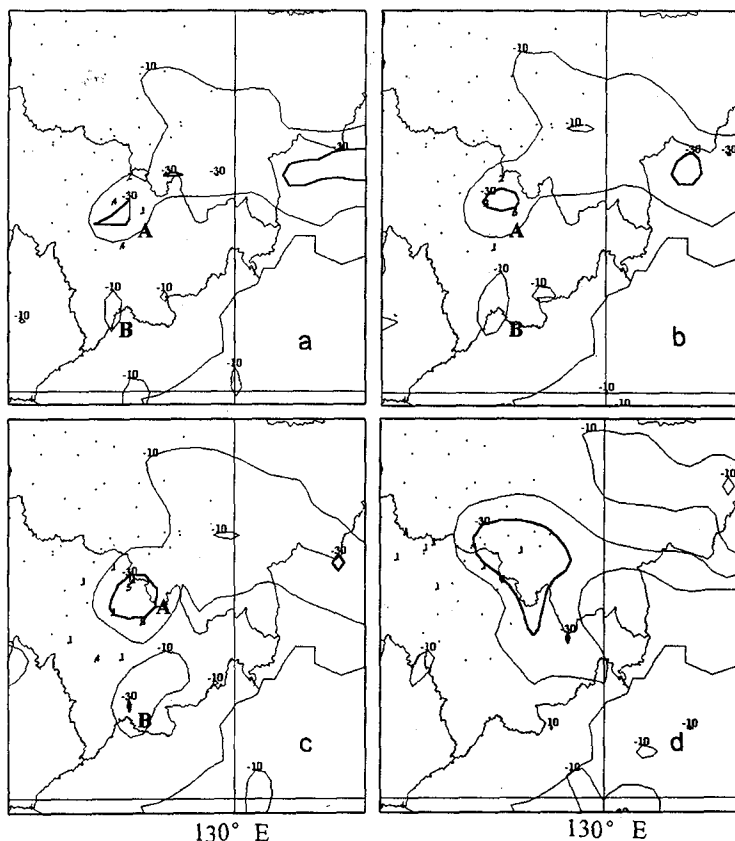


图3 1998年8月1日23时(a)、2日00时(b)、2日01时(c)、2日04时(d)TBB图

等值线间隔为 10°C ,外围等值线为 0°C ,加粗线为 -30°C ,正值数字为逐时降水量

4.2 第二类中尺度雨团云顶黑体温度分析

第二类中尺度雨团对应的中尺度云团与第一类相比,除发展减弱与TBB梯度有关外,有很大的不同。在地面气旋发展的各个阶段中尺度云团发生的情况有很大差异。一般来说,开始时经常在天气尺度逗点云系的冷锋一侧,锢囚后云系逗点头处中尺度特征明显。带状中尺度雨团发生在暖锋前部、锢囚锋前方、变形场云系中TBB等值线 $<-30^{\circ}\text{C}$ 的区域内,或发生在冷锋、锢囚锋附近及气旋锢囚成熟阶段的气旋内旋头处 $<-30^{\circ}\text{C}$ 的TBB边缘梯度大的地方。

图4为4日23时~5日23时的TBB等值线图。可看到4日23时南来气旋表现为大逗点状的天气尺度云系,覆盖吉林、辽宁、山东省东部等地区,云系内 $<-30^{\circ}\text{C}$ 范围与冷、暖锋走向一致,冷锋附近中尺度特征明显,包含数个圆或椭圆形的冷中心。5日02时气旋向西北方移动, $<-30^{\circ}\text{C}$ 等值线内的暖锋前部出现平行于暖锋的带状中尺度雨团。05时气旋锢囚继续向西北移动, $<-30^{\circ}\text{C}$ 的面积扩大,在锢囚锋前方的 $<-30^{\circ}\text{C}$ 等值线区域内出现平行于锢囚锋的带状中尺度雨团(6个站,最大降水 $12\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$),南部冷锋减

弱。08时锢囚气旋变形场云系中的 $<-30^{\circ}\text{C}$ 面积减小,强度增加, $<-40^{\circ}\text{C}$ 范围大致呈NE~SW向的椭圆状,出现 $<-50^{\circ}\text{C}$ 的冷中心, $<-30^{\circ}\text{C}$ 的区域内出现中尺度雨团(10个站,最大降水 $12\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$);另在锢囚点TBB等值线密集处,也出现中尺度雨团(4个站,最大降水 $14\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$)。11时气旋进一步锢囚,西北部的变形场 $<-50^{\circ}\text{C}$ 的冷中心消

失,边缘等值线变得稀疏,西南部逗点云系尖部内侧边缘等值线密集处出现中尺度雨团(6个站,最大降水 $11\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$)。14时锢囚气旋大致呈东西向的带状,变形场云系已明显减弱,在逗点云系尖部内侧TBB等值线密集处仍有中尺度雨团(8个站,最大降水 $16\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$),此种情况一直维持到20时。23时气旋减弱, $<-30^{\circ}\text{C}$ 范围消失降水减小。

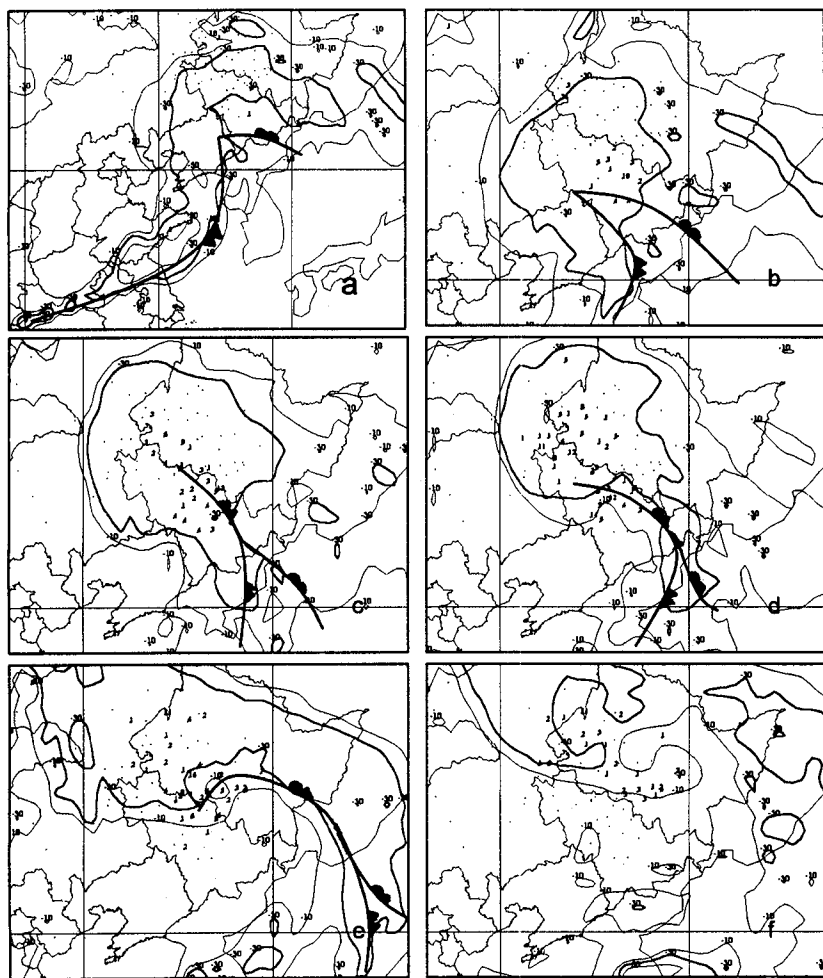


图4 1998年8月4日23时(a)、5日02时(b)、05时(c)、08时(d)、14时(e)、23时(f) TBB图(说明同图3)

需要指出的是,并不是每个锢囚气旋个例的各个位置都有中尺度雨团出现,如当有

明显的锋生时,中尺度雨团发生的可能性最大。

5 结论

通过分析 1998 年 8 月上旬的两类中尺度雨团的云型及其 TBB 特征,我们认为:

(1)单纯高空冷涡形势下的第一类中尺度雨团所对应的中尺度云团一般多表现为椭圆或圆形,绕冷涡中心逆时针方向移动,生消、合并,发展减弱与云团边缘 TBB 等值线的梯度有关,雨团一般发生在中尺度云团边缘 TBB 等值线梯度大或云团合并的地方。

(2)有地面低压的第二类中尺度雨团对应的中尺度云团的发展、减弱也与 TBB 梯度有关。但在地面气旋发展的各个阶段,中尺度云团发生的情况有很大的差异。一般来说,开始时经常在冷锋一侧,锢囚后云系逗点处中尺度特征明显。带状中尺度雨团发生在暖

锋前部、锢囚锋前方、变形场云系中 TBB 等值线 $< -30^{\circ}\text{C}$ 的区域内,或发生在冷锋、锢囚锋附近及气旋锢囚成熟阶段的逗点云系尖头内侧 $< -30^{\circ}\text{C}$ 的 TBB 边缘梯度大的地方。

东北冷涡控制下的中尺度活动有自己的独特之处,与一般温带气旋有很大的不同。本文仅对 1998 年盛夏的有限个例作了粗浅的分析,得出的结论还有待更多的个例进行深入的分析。

参考文献

- 1 许秀红等. 1998 年夏季松花江、嫩江流域大暴雨中尺度雨团活动分析. 黑龙江气象, 2000, 3.
- 2 雷雨顺. 能量天气学. 北京: 气象出版社, 1986.
- 3 陶祖钰等. 1995 年中国的中- α 尺度对流系统. 气象学报, 1998, 56(2).

The Features of Meso-scale Rain Clusters over Nenjiang and Songhuajiang in 1998

Xu Xiuhong Wang Chengwei

(Heilongjiang Meteorological Bureau, Harbin 150030)

Shi Dingpu Xu Baoxiang

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

Surface observation of hourly precipitation, infrared pictures of stationary satellite and TBB were used to discuss the feature of two cloud types of meso-scale rain cluster and TBB over the Nenjiang and Songhuajiang area in 1998. The conclusion shows the features of the meso-scale rain cluster generation, development, movement, and extinction.

Key Words: meso-scale rain cluster cloud type TBB