

# 用云团强中心附近最大亮温梯度区判别强降水

胡 波 杜惠良 肖 云

(浙江省气象局气象台, 杭州 310017)

**摘要** 用 1996~2001 年 5~7 月 GMS 红外云图资料,分析了 GMS 红外云图云顶温度与对应的地面雨量站的 1 h 雨量的关系,结果表明云团降水最强的区域既不是出现在云顶温度最低的区域,也不是出现在云顶温度梯度最大的区域,而是出现在云团强中心附近的云顶最大温度梯度区移动方向大约 4 个像素的地方。同时采用回归分析方法统计了云团最强降水与最低云顶亮温和发展率等因子的关系,然后根据云团强中心附近的最大亮温梯度区的移动来估计云团未来 1 h 强降水可能的强度与落区。

**关键词** 红外云图 云团 强降水

## 引言

气象卫星探测技术的不断提高,使气象卫星云图在识别天气系统、监测和预报暴雨及台风灾害性天气方面发挥无与伦比的作用。气象卫星云图为短时天气预报的降水定量估计提供了重要途径。国内在这方面展开了大量的研究,李培军等<sup>[1]</sup>提出了冷云区持续时间估计法、红外亮温法,并考虑了梯度、发展率因子。方竹军<sup>[2]</sup>等研讨了面平均雨强与云覆盖率、云顶表面亮温的标准偏差、云覆盖率随时间变化率三者之间的关系。这些研究结果都对定性降水估算有很好的参考价值,但对定量降水估算有待进一步研究。本文试图给出新的强降水落区影响因子,进一步提高定点、定量的短时降水预报。

## 1 一次短时暴雨两个例分析

2004 年 7 月 6 日 14:00~15:00(北京时,下同)浙江义乌市有一次短时暴雨过程,FY-2 红外云图显示,7 月 6 日 13:00 降水云团在浙江兰溪生成后,迅速发展,并往东北方向移动。图 1 为 2004 年 7 月 6 日 14:02 FY-2 红外云图,为了清楚的揭示云顶低温的位置与层次结构,图中只显示温度低于  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的亮温分布情况。由图可见浦江处于温度最低的区域

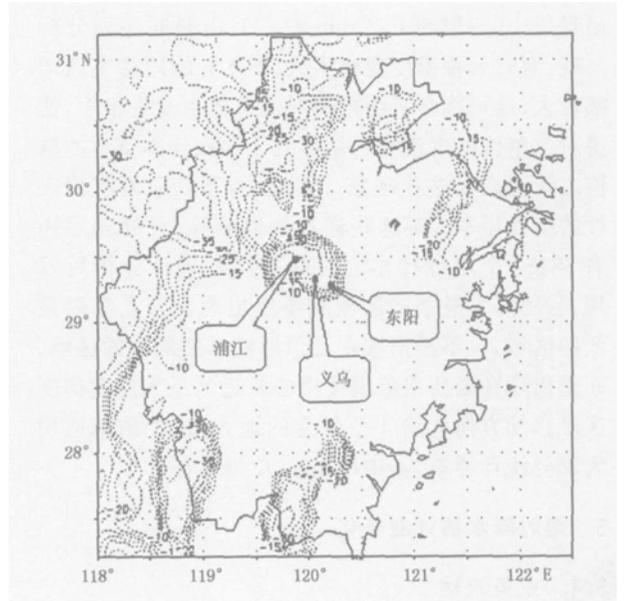


图 1 2004 年 7 月 6 日 14:02(北京时) FY-2 卫星红外亮温分布( $^{\circ}\text{C}$ )

附近(小于  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),东阳处于温度梯度最大的区域附近,而义乌则在两者之间,假如仅考虑红外亮温、梯度、发展率等因子,则降水最大区域应该在浦江地区或东阳地区附近,而实际上,最大降水在义乌地区,14:00~15:00 自动站 1 h 观测雨量分别为:义乌(21.7 mm)、东阳(4.2 mm)、浦江(0.9 mm)。由

浙江省科技厅重点项目“浙江省暴雨预报系统研究”和浙江省气象局项目“利用卫星云图判别 5~7 月强降水研究”资助

作者简介:胡波,男,1975 年生,硕士,工程师,主要从事短时预报研究,Email:hubook12@163.com

收稿日期:2004 年 6 月 6 日;定稿日期:2004 年 8 月 4 日

2004年7月6日13:59温州多普勒雷达回波(基本反射率)图(图略)可以清楚地看到降水回波强度最强的区域就在义乌地区,强度在45 dBz左右,而浦江与东阳地区的回波强度却只有25 dBz左右。可见,云团强降水落区不完全取决于红外亮温、梯度、发展率等因子,还应该与其他因子有关。研究表明,这次强降水云团向东北方向移动,义乌位于云团最低温度中心附近的云顶最大温度梯度区移向大约4个像素的地方,最强降水区与最低温度中心附近的云顶最大温度梯度区移向有关。

## 2 云团强降水落区

对1996~2001年5~7月浙江省降水过程的GMS红外云图云顶温度与对应的地面雨量站1 h雨量进行统计分析。当云顶温度大于0℃时,1 h雨量很小(一般在0.2 mm左右),由时间序列分析发现,有时云顶温度变化不大,而1 h的雨量突然增幅较大,这可能是云团内部对流单体生命史很短,使得对流单体的生消有时恰好处于两次样本资料的取值之间而造成这种现象。因此,为了获取具有代表性的统计样本,对这些样本加以删除,经处理后还有58157个统计样本。对这些样本统计分析后发现,云团降水最强的区域既不是出现在云顶温度最低的区域,也不是出现在云顶温度梯度最大的区域,而是出现在云团最低温度中心附近的最大温度梯度区域移动方向大约4个像素的地方,这个结果适用大部分统计样本,击中率高达72%左右。

## 3 短时降水估计业务化

### 3.1 业务流程

对58157个统计样本,采用回归统计分析,得出1 h雨量的统计关系式为:

$$R = 43.633 - 0.134T + 0.25\Delta T \quad (1)$$

式中 $R$ 为1 h雨量,单位为mm, $T$ 为云团强中心云顶温度, $\Delta T$ 为云团强中心1 h云顶温度差,单位为绝对温度。由于降水最强的区域位于最低亮温中心附近温度梯度最大区移向的第4个像素点附近,强降水落区的移动因子为:

$$V_x = (V + 4)\sin\theta \quad (2)$$

$$V_y = (V + 4)\cos\theta \quad (3)$$

$V$ 为云团最低亮温中心附近温度梯度最大区域的移速,根据连续2张云图,由1 h雨强的统计关系式

做出降水云团的未来1 h最大可能雨强,然后根据移速( $V_x, V_y$ ),以云团强中心附近区域最大温度梯度区为目标,估计出未来0~3 h强降水强度与落区。具体业务流程如图2所示。

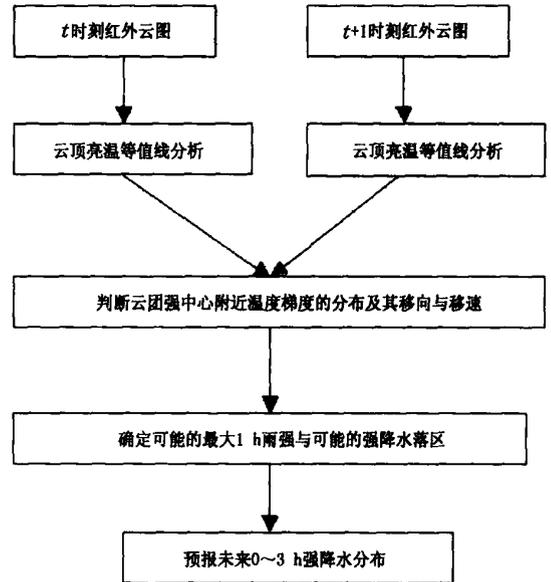


图2 预报流程

### 3.2 预报个例分析

用本系统对2004年7月12日20:00浙江北部一个降水云团进行短时降水预报。图3为2004年7月12日20:02 FY-2卫星红外云图(处理同图1),根据前一时刻卫星红外云图(图略)可知云团向东移动,移速大约为0.5个经度,图中标出了近中心最大温度梯度区,根据降水最强的区域位于近中心云顶温度梯度最大的区域移向的第4个像素点附近的预报原则,正方形标出了未来1 h可能的强降水区域,考虑到强降水云团生命史只有几个小时,且该云团强中心温度没有变化,未来降水云团可能处于衰减期,故绍兴地区的降水应该多于上虞地区降水。降水强度用式(1)得到,这里 $T = 233\text{ K}$ , $\Delta T = 0\text{ K}$ ,计算得到云团最强降水强度为12.41 mm,自动站20:00~21:00观测雨量绍兴为11.8 mm,是这个时次云团最大降水,上虞为4.9 mm,预报结果比较符合实际。

## 4 真实性检验

应用本预报系统对2004年浙江省梅汛期(6月15日至7月11日)主要降水过程进行真实性检验,

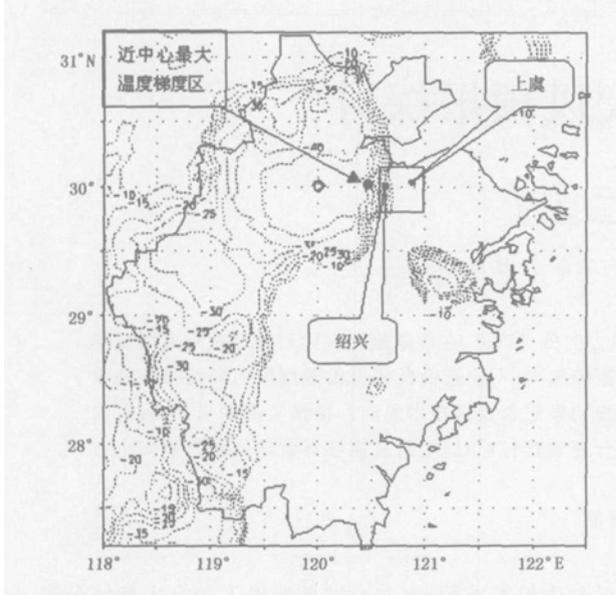


图 3 2004 年 7 月 12 日 20:02(北京时间) FY-2 卫星  
红外亮温分布(°C)及可能的强降水落区

共对 27 站次暴雨过程进行试报,试验表明,报对 19 站次,漏报 8 站次,空报 6 站次,准确率为 56%,具

有较好的应用效果。

## 5 结论

(1) 利用红外云图判别强降水落区不仅要考虑红外亮温、梯度、发展率等因子,还必须考虑云团强中心附近的最大亮温梯度区域的移动。

(2) 云团降水最强的区域出现在云团最低温度中心附近的最大温度梯度区域移向大约 4 个像素的地方。

(3) 真实性检验结果表明本系统具有较好的应用价值。

## 参考文献

- 1 李培军,郭洪涛,黄建国,等. 利用 GMS 卫星资料进行强对流降水估计. 解放军理工大学学报(自然科学版), 2004, 5(1): 88 - 92
- 2 方竹君,肖稳安,汤达章. 利用红外卫星云图资料估计降水量方法的研究. 南京气象学院学报, 1998, 21(2): 278 - 284

# Identification of Heavy Rain with Movement of Maximum Temperature Gradient Zone around Cloud Cluster Center

Hu Bo Du Huiliang Xiao Yun

(Zhejiang Provincial Meteorological Office, Hangzhou 310017)

**Abstract:** Using GMS infrared image data between May and July from 1996 to 2001, the relationship between temperature and the corresponding station's precipitation was analyzed. The results show the maximum rainfall did not occur at areas where the cloud-top temperature was the lowest or the cloud-top temperature gradient was the largest, but occurred at about four pixels ahead of the area with the largest temperature gradient around the lowest-temperature centers of cloud clusters. Meanwhile, using the regression method, an analysis was made of the relationship between factors such as the cloud top minimum temperature, development rate and heavy rainfall. Then based on the movement of area with the largest temperature gradient around the strong low-temperature center of cloud clusters, the possible precipitation intensity and distribution in one hour can be estimated.

**Key words:** infrared image, cloud cluster, heavy rain