

# “96.8.8”福建成灾暴雨水汽图像特征分析

郑新江 卢乃锰 罗敬宁 刘爱鸣 林毅 周信禹

(国家卫星气象中心, 北京)

(福建省气象台, 福州)

## 摘 要

1996 年 8 月 8 日凌晨,福建省西部出现了局地特大暴雨,灾情严重。本文分析了暴雨发生的环流背景,以及产生暴雨的中尺度云团的水汽图像特征。发现暴雨云团发生在水汽图(6.7 $\mu$ m)上的干、湿区边界的湿区一侧。另外还进一步分析了边界的形成以及边界两侧的物理条件,为短时预报提供了新的思路。

关键词: 福建暴雨, 云团, 水汽图, 边界。

## 一、成灾暴雨的特点

1996 年 8 月 8 日凌晨至中午,福建省西部山区出现了暴雨到大暴雨。暴雨主要发生在龙岩地区(图 1),本次暴雨有以下特点。

### 1. 局地性强

从图 1 中可以看出,大于 100mm 降水的仅有 3 站(长汀、永定、上杭)。其中暴雨中心位于长汀,8 日 02~12 时雨量达 354.0mm。

### 2 暴雨发生时间短,雨量大

表 1 给出了主要降水测站一小时降水量值。从表中可以发现:永定站降水主要发生在 8 日早晨 05~06 时 2 个小时内,雨量达 116.9mm。上杭站降雨主要发生在 07~08 时 2 个小时内,降雨量达 128.1mm。长汀站在 06~12 时 6 个小时内降雨达 352.6mm。

### 3 成灾严重

特大暴雨引发山洪爆发,山体滑坡,农田受淹,房屋倒塌;其中福建省有 10 万多人受淹,242 人死亡,284 人失踪,直接经济损失 16 亿元。广东省梅州市有 38 万人受灾,死亡 42 人,直接经济损失 3.55 亿元。

另外,从下面的分析中还可以看到,造成暴雨的中尺度云团具有尺度小、发展迅速、生命

\* 本文于 1997 年 9 月收到。

史短的特点。

表 1 “96. 8. 8”主要降雨站逐时雨量(mm)

时次 测 站	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
大埔	23. 5	12. 8	5. 3	7. 5	7. 7	4. 0	3. 5	5. 6	4. 0	0. 5	0. 4
永定	6. 0	3. 0	1. 4	55. 7	61. 2	10. 5	10. 5	0	0	0	0
上杭	1. 3	2. 5	0. 2	1. 1	10. 6	86. 4	41. 7	9. 3	0	0	0
长汀	0	0	1. 2	0. 1	36. 0	68. 0	58. 0	47. 7	83. 6	31. 9	27. 2

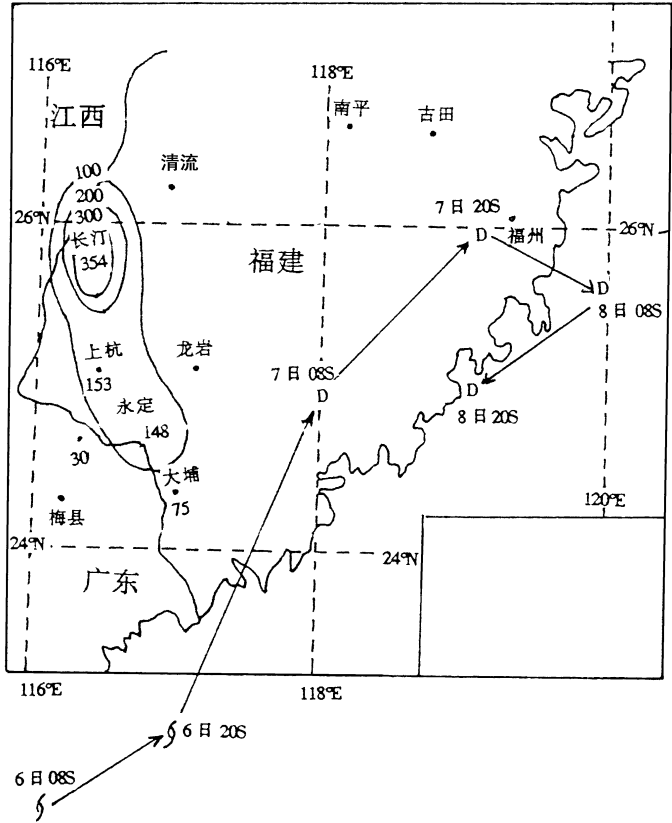


图 1 1996 年 8 月 8 日 02~ 12 时雨量图及 9610 号台风环流动态图

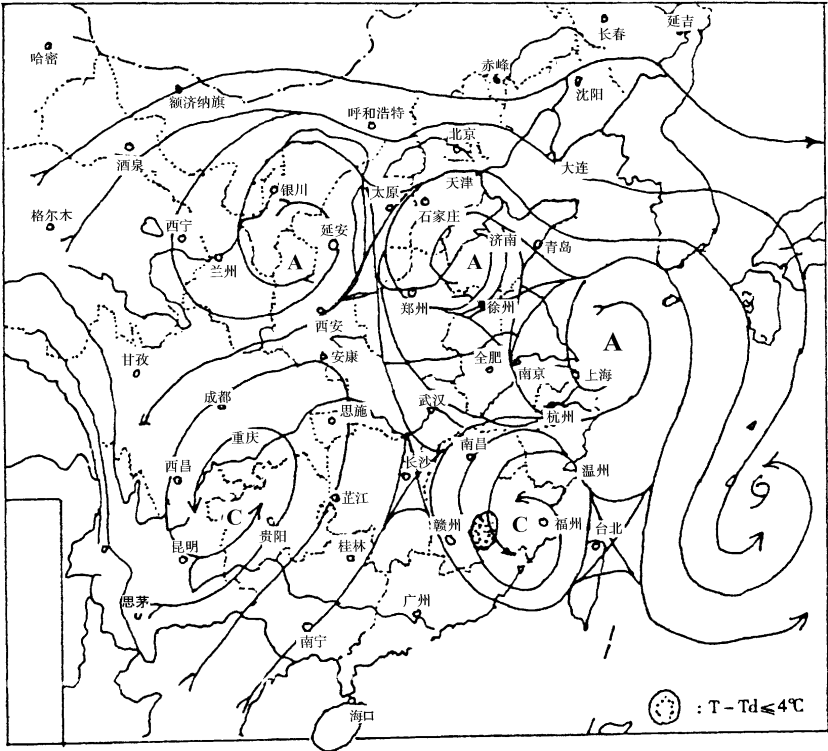


图 2 1996 年 8 月 7 日 20 时 500hPa 流场图

二、环流特征分析

这场成灾暴雨发生在 9610 号热带风暴减弱的低压环流移到闽南过程中。7 日夜間到 8 日凌晨,当低压环流移到福州地区(图 1),与其相对应的降水云区早已减弱消散,而在低压中心外围西偏南数百公里外,重新有对流云团发生、发展,产生特大暴雨。

分析 7 日 20 时(北京时,下同)500hPa 高空流场图发现(图 2):副热带高压位置偏北,中心位于黄海南部,热带辐合带位于 23°~ 25°N 之间,低压环流在辐合带西端活动。

此时,在低压的东北侧,副高在加强西伸,脊线呈西北到东南走向,在副高与低压环流之间是一支明显的东南气流;另外在低压环流的南侧是一支西南季风气流,这两支气流共同作用使低压环流稳定加强,反过来又为云团的发生、发展及暴雨产生提供了有利的动力与热力条件。

三、水汽图像特征分析

产生暴雨的直接天气系统是迅速发展的中尺度云团,在水汽图上有较好反映(图 3)。

6. 7μm 水汽图像能较好地反映出对流层中、高层的天气系统、水汽分配和干、湿区的边

界。而“边界”是水汽图的一种重要特征<sup>[1]</sup>。

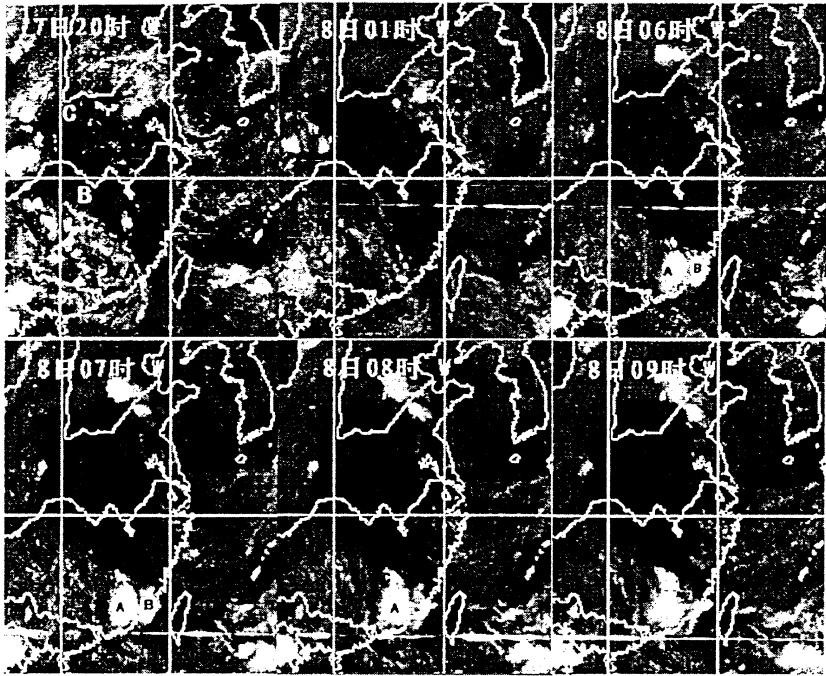


图3 6.7 $\mu$ m 水汽图像(GMS- 5)

在水汽图上,黑色调区域表示对流层中、上部非常干燥,深灰色调区域,表示对流层中、上部水汽较少,浅灰色调区域,表示对流层中、上部水汽含量大,而卷云、对流云等色调与红外云图色调一致,呈白色调。

分析图3:

(1)7日20时:从厦门沿海经福建有一条干边界存在(黑色调)宽度几十公里,甚至在长江中游至黄河中游表现的非常清楚(A、B、C)。在干边界的北侧与东侧为水汽较少的干区控制;而在这条干边界的南侧湿区,由于有云区与边界一侧湿区重合,表现为明显的弧状边界,呈浅灰到白色调。做位于干边界内厦门台的水汽垂直分布(T-Td)发现:从地面至700hPa为干区,700~600hPa为一薄湿区,再向上均为干区,干区最强的高度位于300hPa,此高度正位于6.7 $\mu$ m观测值权重函数的峰值附近(图略)。说明卫星水汽图上反映的这条干边界确实存在。

(2)8日01时:沿干边界湿区一侧有3个米粒大小的云团发生。

(3)8日06时:5个小时左右,对流云团已发展到相当规模,并出现向南的卷云羽,说明高空辐散较强。在同时刻的红外云图上(图略),A云团面积达到 $1.8 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,云顶最低温度-83℃。并造成永定县2小时116.9mm强降水(表1)。C云团面积达 $0.01 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,云顶最低温度-61℃。并造成长汀县1小时雨量达36.0mm。

(4)8日07时:A云团发展到最强,冷中心向偏北方向移动,使上杭县出现1小时86.4mm强降雨。C云团继续发展、少动,云顶温度下降到-64℃,使长汀县每小时雨量达

68. 0mm。

(5) 8 日 08 时: A 云团与 C 云团合并, C 云团迅速发展, 云团面积扩大 24 倍, 达到  $0.24 \times 10^4 \text{km}^2$ , 云顶温度下降到  $-68^\circ\text{C}$ , 使长汀县连续出现特大暴雨, 其中 10 时 1 个小时雨量就达 83.6mm(表 1)。

8 日 12 时以后, 云团开始减弱, 降水减少。

从上述分析看出, 云团生命史短, 约 12 个小时, 其中生命史最旺盛阶段 A 云团为 4 小时(05~08 时), C 云团由于与 A 云团发生合并, 最旺期生命史稍长达 7 个小时。B 云团大部分在海上, 无降水资料, 这里暂不分析。但在我们另一篇文章“用云图估计长汀暴雨”中发现, 与 B 云团相对应, 也有一降雨大值中心。

以上分析, 这种范围小, 时间短, 突发性强的暴雨预报难度很大, 但卫星监测是有效的。

四、干边界的形成及两侧物理条件分析

上节分析表明, 在暴雨发生前, 对流层中上层有一条宽几十公里, 长上千公里的干边界, 这条干边界的北侧为干区, 南侧为湿(云)区。而云团发生在干边界湿区一侧, 暴雨也发生在这一区。本节初步分析干边界的形成及干、湿区物理条件的差别。

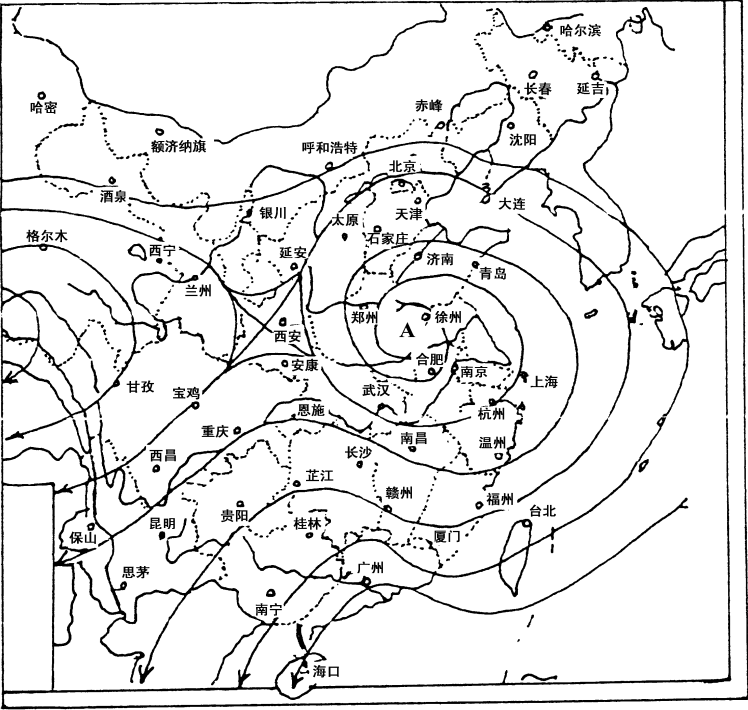


图 4 1996. 8. 8. 08 时 200hPa 流场分析图

图5 1996年8月7日20时散度场。  
a. 400hPa散度场(7日20时) b. 700hPa散度场(7日20时)

(2) 垂直环流分析

沿 7 日 20 时做 25°N 纬向垂直环流剖面图表明(图 6), 沿湿区所在的区域为深厚的上升运动区, 最大上升速度在 500hPa, 达 $-6.28 \times 10^{-5}/s$ , 以后这支上升气流在高层向西流去。

而内边界及其以北地区的高层(400hPa), 为下沉运动区, 如上所述是由高空南亚高压南侧偏东风下沉气流造成的。

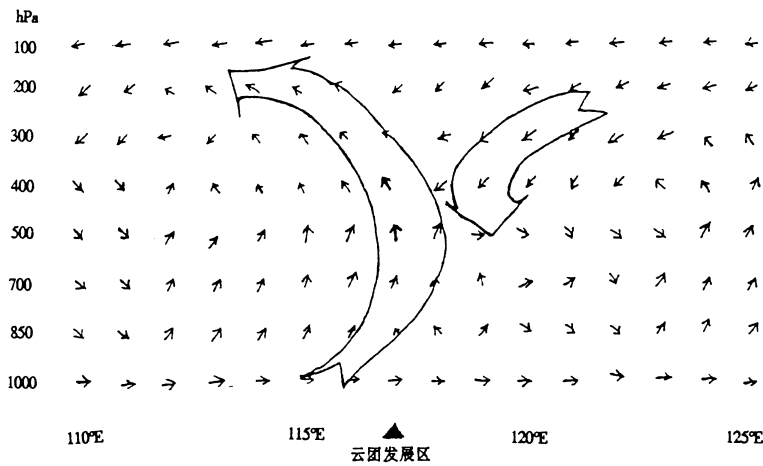


图 6 7 日 20 小时 25°N 垂直环流剖面图

以上分析表明: 沿内(干)边界两侧在热力与动力条件上均有差别, 而内(干)边界正处于不同物理条件场的水平与垂直梯度最大的地区, 对中尺度云团的发生发展及产生强降雨均有利。

五、地形作用

地形对暴雨的增幅作用是分析本次暴雨过程中不可忽视的问题。从图 1 中看到, 永定、上杭、长汀等县均位于向西南开口的喇叭地形区, 有关的雷达探测分析发现<sup>[4]</sup>; 汀江及永定河谷地带喇叭口地形是有利于西南和偏南移来的回波发展、合并加强的源地或发生源地。本次过程位于河谷周围地区的过程雨量均很小, 说明地形对于云团及降雨的重要性。条件所限, 这里不再多述。

六、小 结

通过以上分析, 得到以下几点意见供预报时参考:  
(1) 台风登陆、减弱后, 如有低压环流存在仍要保持警惕。例如 9017 号热带风暴减弱后的低压在福建省东部一个小镇曾造成几小时 670mm 降雨。

(2) 在水汽图像上, 应注意有无边界维持, 并应特别注意沿边界处有无云团发生。

(3) 要考虑云团合并、演变及地形作用。

这种尺度小、时效短、成灾重的特大暴雨应引起气象人员充分注意, 加强研究, 加深认识。但目前阶段更应加强卫星监测, 减少损失。

### 参 考 文 献

- [1] 威尔顿等, 水汽图像, 气象出版社, 59, 1994. 9。
- [2] 威尔顿等, 水汽图像, 气象出版社, 78, 1994. 9。
- [3] 郑新江等, 华北强天气图像特征分析, 应用气象学报, 1995. 1。
- [4] 廖义樟, 闽西 92421 暴雨成因分析, 福建气象, 1993. 1。