

# 华南暴雨试验 IOP-6 期间 6 月 9 日长乐地区强降水 风场结构的初步分析\*

姜海燕 葛润生 朱晓燕

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

## 提 要

华南暴雨第六次加强观测期间(IOP-6), 1998年6月9日在福建长乐地区出现了一次局地性的强降水过程. 该文应用单多普勒天气雷达资料及其风场反演结果对此次过程进行了初步分析, 从多普勒雷达反演的风场结构看, 这次过程与出现在3~5 km 高度上的风切变有关, 在低层雷达回波图像上出现中尺度气旋波的结构, 强降水是气旋波活动的结果.

关键词: 暴雨 多普勒天气雷达 风场结构

## 1 1998年6月9日长乐地区降水特征及雷达回波演变

1998年5~6月海峡两岸及临近地区暴雨试验进行了7次加密观测, 加密观测期间试验区内的多普勒天气雷达获取了较密集的观测资料, 提供了降水区内多普勒风场和降水回波强度的演变信息, 有助于了解天气过程的演变.

1998年6月8日08:00(北京时, 下同)到11日08:00, 出现在广东、福建两省的降水过程范围较广, 分布不均匀, 福建省的降水主要出现在北部和中部地区. 长乐站位于福建省中东部地区, 其过程降水总量为75 mm, 但在其临近地区出现了过程降水总量超过200 mm. 图1是在本文着重分析的时段(6月9日15:00~22:00)内, 长乐附近9个雨量站的

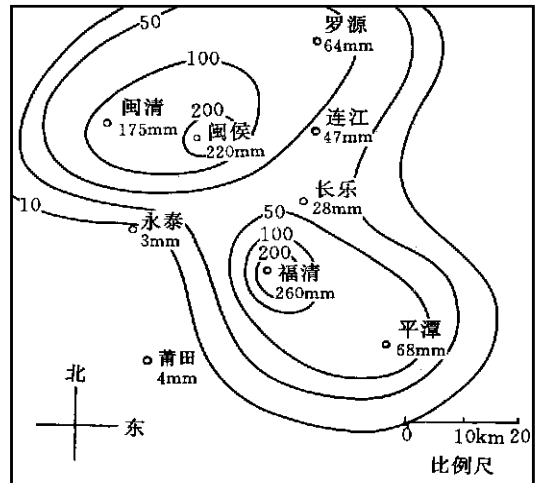


图1 1998年6月9日15:00~22:00长乐附近雨量分析

7 h 雨量分布图. 在长乐西北约30 km 处的闽侯和西南约20 km 处的福清降水量比较大,

\* 本文由“95-专-03”及“我国重大天气灾害的形成机理和预测理论研究”项目资助.

7 h 雨量分别为 220 mm、260 mm。这次强降水范围较小,持续时间短,主要出现在 20: 00 前后,所在的区域处于长乐多普勒天气雷达最佳探测范围内。

从天气图分析,6月8~11日的降水是一次在 500 hPa 西风槽前的不稳定形势下,锋面低槽、切变线、西南急流南移到广东、福建共同作用产生的锋面降水过程。

从雷达回波图的连续演变分析得出,出现在长乐附近的强降水主要是局地的对流性降水;在6月8日08:00到11日08:00降水过程中,出现了多次对流单体及中尺度辐合带的生成、发展、消散及再生过程。其中最强的一次强降水出现在6月9日16:00~21:00,此过程大约持续了5 h。对流系统发展的高度大约在7~8 km左右,由于低层充足的水汽供应,造成了较强的降水。

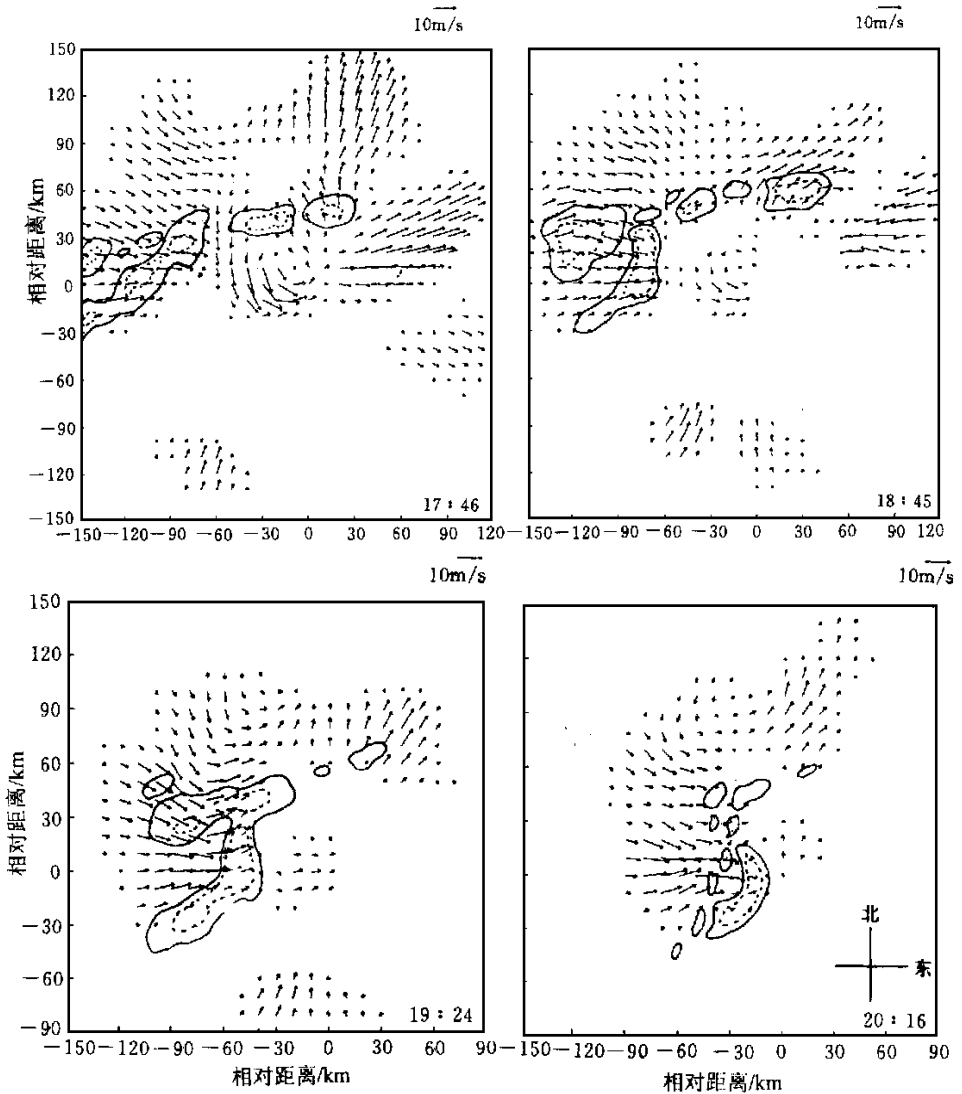


图2 1998年6月9日17:00~20:00长乐站多普勒雷达回波以及反演的低空风场演变图  
(---35dBZ, — 25dBZ)

图 2 是 6 月 9 日 17: 00~ 20: 00 四个时次的长乐地区雷达回波以及反演的低空风场演变图, 从图中可见带状回波上一次明显的中尺度气旋波的活动过程. 17: 46 本站西北部有一接近东西走向的回波带, 其南方又有一条与其相连的东北- 西南走向的短带回波, 中心强度 45 dBZ, 整个回波范围不到 100 km. 18: 45 回波整体向东南移近本站, 南方的短带回波明显加强, 与原南北走向的回波带构成明显的人字形结构, 是中尺度气旋波的主要特征. 18: 00 至 19: 00 已有降水发生. 到 19: 24 原南北走向的回波带有所减弱且范围变小, 而南方的短带回波继续加强, 在长乐西北部的闽侯和闽清及西南部的福清造成降水. 20: 16 整个回波体范围缩小(约 50 km) 并接近本站, 但中心回波强度仍为 45 dBZ, 雨量资料表明 20: 00 的降水量最强, 20: 00~ 22: 00 均有降水发生.

## 2 VAD 风廓线分析

应用 1998 年 6 月 9 日 10: 00~ 22: 00 长乐站的多普勒天气雷达资料进行 VAD 反演, 得到垂直风廓线随时间的演变(图 3). 由图可见, 3 km 以下基本是偏西和偏西南风. 在 12: 00 以后, 1~ 2 km 的低层基本上是风随高度的顺时针旋转, 表明低层有暖平流; 而在 3~ 4 km 的高度层上, 基本是风随高度的逆时针旋转, 表明此层有冷平流. 上层冷下层暖, 有利于对流的形成.

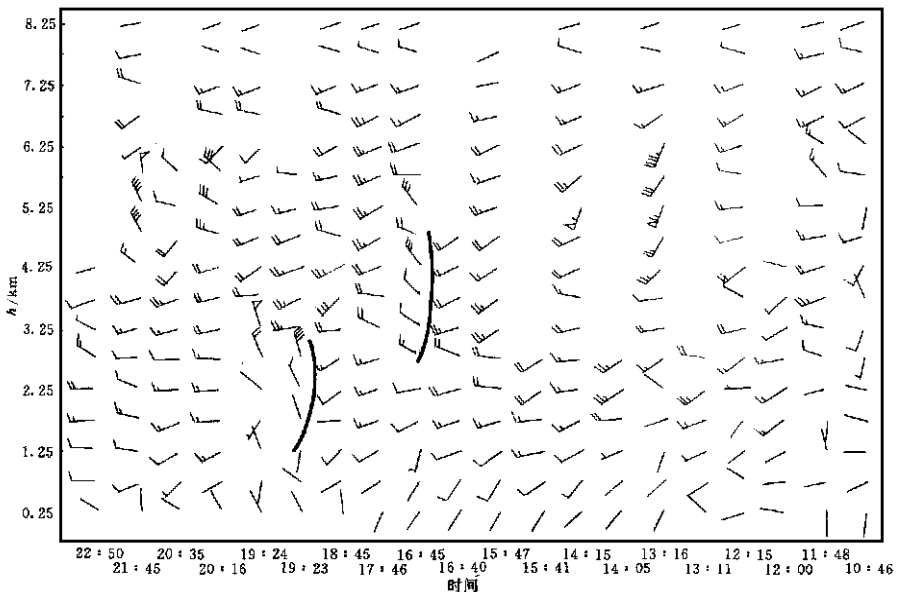


图 3 1998 年 6 月 9 日 10: 00~ 22: 00 长乐站 VAD 垂直风廓线

与本次降水有直接关系的是图 3 中 16: 00 左右和 19: 00 左右的两次风切变. 16: 00 左右的风切变发生在 3~ 5.5 km 高度层上, 随着时间的推移, 到 19: 00 有降水发生时, 风切变出现在 2~ 3 km 高度层上, 尤其是 3 km 左右风向由偏西转为偏北的切变最强, 表明此次过程主要由中层系统所引发.

### 3 涡度-散度方法反演的二维风场分析

为了获得降水时段的低空风场结构,应用涡度-散度反演方法对6月9日17:46、18:45、19:24、20:16长乐站的多普勒雷达资料进行反演,得到近地层二维水平风场与强度回波等值线叠加图(图2)。从图2可以看出这次对流单体发展过程中气流的变化情况以及与强回波的恰当配置。17:46低层二维风场表现为明显的两支气流:一支较强的偏西南气流,另一支较弱的偏西气流。偏西气流位于东北-西南走向的短带回波内部。此时这块单体刚刚生成,但其内部气流已表现出弱的辐合特征,其背景风场为气旋性结构。18:45单体内部仍有西南气流发展,但主要还是逐渐加强的偏西气流。此时新生的对流单体已加强,且在回波前沿有较强的风速辐合,预示着回波将继续发展。19:23这块单体已表现出明显的中尺度气旋波结构,发展旺盛,内部气流出现明显的气旋性弯曲,既有偏西风,又有偏西北及偏西南风,风向和风速的辐合都很强。此时已有降水发生。至20:16回波范围缩小,而强度不变,风场辐合最强处即为雷达回波最强处,此时降水也最强。

### 4 三维风场分析

为了更细致地分析降水时段的风场结构,选取降水最强的时次(19:24和20:16)的三维立体扫描VOL资料进行三维风场反演,得到距地面1 km、2 km、3 km、4 km、5 km、6 km、7 km高度的7层等高面(CAPPI)上的三维风场结构(图4a、图4b)。图中箭头表示水平分量,不同的颜色表示不同的垂直速度。三维风场结构可以更清晰地反映出降水时段气流的情况。从图4可见,较强的辐合上升主要出现在3 km、4 km和5 km的CAPPI上,尤其在5 km的CAPPI上系统发展最强。

图4右下角的两张小图为5 km的CAPPI上两条红线交点所在点的垂直剖面上的二维风场图,纵坐标为高度。上面一张为沿东西向所做的垂直剖面,横坐标表示东西方向;下面一张是沿南北向所做的垂直剖面,横坐标表示南北方向。从东西向的剖面图上可见此点附近明显的偏东、偏西两支气流的辐合抬升,3~5 km尤为明显。从南北向的垂直剖面图上可见整层的偏北气流,4 km以上则有明显的上升运动。

由二维、三维风场结构分析,我们可以得出结论,此次对流单体影响长乐地区主要与3~5 km高的中层系统有关。

### 5 结束语

(1) 华南暴雨试验的加密观测为研究华南前汛期暴雨提供了不可多得的资料。长乐地区1998年6月9日的暴雨过程,是在500 hPa西风槽前的不稳定形势下,锋面低槽、切变线、西南急流南移到广东、福建共同作用下产生的,主要是对流性降水,在华南前汛期暴雨中具有一定的代表性。对这次过程的流场结构进行细致分析,有助于对华南前汛期暴雨过程的机理的认识。

(2) 通过对长乐地区 1998 年 6 月 9 日强降水过程的气流结构的分析, 可以认为华南前汛期有些暴雨过程与出现在 3~5 km 高度上的风切变有关, 在低层雷达回波图像上出现中尺度气旋波的结构, 强降水是气旋波活动的结果.

(3) 本文应用单多普勒天气雷达反演技术, 处理 PPI、VOL 资料, 得到暴雨云体内部的二维和三维流场结构, 这是分析云体气流结构及其演变的有力工具.

致谢: 在本文完成过程中, 与灾害性天气研究中心的薛秋芳高工进行了有益的讨论, 在此表示感谢.

### 参 考 文 献

- 1 梁建茵, 吴尚森. 夏季广东降水异常变化与夏季风. 热带气象学报, 1999, 2(1): 38~47.
- 2 姜海燕, 葛润生. 一种新的单部多普勒雷达反演技术. 应用气象学报, 1997, 8(2): 219~223.
- 3 王东峰. 单多普勒天气雷达三维风场反演技术的研究: [硕士论文]. 北京: 中国气象科学研究院, 1998.

## PRELIMINARY ANALYSIS ON THE FLOW STRUCTURE OF HEAVY PRECIPITATION ON JUNE 9 IN CHANGLE AREA DURING HUAMEX

Jiang Haiyan Ge Runsheng Zhu Xiaoyan  
(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

### Abstract

During the sixth intensive observation of HUAMEX (IOP-6), a local heavy precipitation happened on June 9, 1998 in the Changle area of Fujian Province. The process is analyzed preliminarily by using single-Doppler weather radar data and retrieved results of the wind field. From the structure of the wind field retrieved from Doppler radar data, we can see that this precipitation was related to the wind shear on the 3-5 km height and was resulted from the activity of a mesoscale cyclone wave which can be identified on the radar echo images.

**Key words** Torrential rainfall Doppler weather radar Flow structure