

# 一次台风外围特大暴雨的结构特征

李云川 张杏敏

周须文

(河北省人工影响天气办公室, 石家庄 050021)

(河北省气象科学研究所)

## 提 要

分析了1996年8月3~5日河北省西南部致洪暴雨最大时段的卫星云图、雷达回波、地面风场及 $\theta_{se}$ 场的分布特征。结果发现,中 $-\alpha$ 尺度云团中的中 $-\beta$ 和中 $-\gamma$ 尺度云团不仅可使降水增幅,而且可以直接引起强降水产生;另外湿中性结构有利于特大暴雨的产生和加强。

**关键词:** 台风外围 特大暴雨 中小尺度 结构特征

## 引 言

台风外围发生的特大暴雨是台风暴雨分析预报中的难点之一。这种强降水具有突发性、强度大的特点,且灾害严重,往往是中尺度天气系统迅速发展的结果。目前,人们对造成这类中尺度天气系统发生、发展的机制认识还很不够。

本文应用常规高空资料、T63模式、地面温压风和降水自记、雷达回波、卫星云图资料,对1996年8月3~5日发生在河北省西南部地区的台风外围特大暴雨(下称“96.8”特大暴雨)作了较细致的分析,发现湿中性结构有利于特大暴雨的产生和加强,同时也是中 $-\gamma$ 尺度和中 $-\beta$ 尺度系统的发展条件;通过雷达回波和卫星云图的分析得到了中 $-\alpha$ 尺度云团中镶嵌的中 $-\gamma$ 尺度云团和中 $-\beta$ 尺度云团,它们对应着最大暴雨中心。

## 1. 特大暴雨的特点

1996年8月3日21时~5日08时,河北省西南部地区连续两天降大暴雨到特大暴雨,特大暴雨主要集中在石家庄及以南、京广铁路以西的太行山区(图略)。这次降水的特点是既有稳定性降水,又有对流性降水。降

水的空间分布特点是:降水范围大,有多个暴雨中心。从卫星云图分析可知,这场特大暴雨是由三个中尺度强云团所造成。本文只阐述其中第二场暴雨,此暴雨云团于4日12时在郑州北部50km处生成,到21时消亡,历时9个小时,暴雨最强时段从16时到20时,并测站17~18时雨强达 $80\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ (图1)。降水期间伴有大风、雷电,最大瞬间风速 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

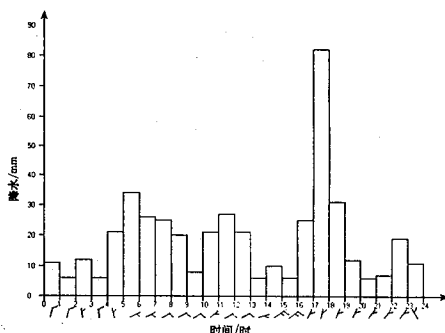


图1 1996年8月4日并径气象站降水量随时间的演变

## 2 台风外围不同尺度云团的发生发展

为了进一步了解台风外围特大暴雨过程

中不同尺度云团的发生、发展，我们分析了逐时卫星云图。图 2 给出了 4 日 12、15、18 时的三张 TBB 等值线分布图和 18 时的卫星云图，在图 2a 中，位于山西和河北之间的卫星云图中有许多大小不一的对流单体，该云团已趋于减弱消散阶段。在中- $\alpha$  尺度云团南边有一中- $\beta$  尺度云团(图 2 中箭头指示)。该云团此时位于郑州北部，直径为 50km 左右，云团虽小，但其云顶温度已达  $-60^{\circ}\text{C}$ ，表明该云团在初生阶段就很强。分析由 T63 模式得到的 500hPa 风场和温度场(图 3)发现，小云团正置 500hPa 偏南极大风速之中，这支偏南极大风速长度约为 500km 左右，宽约为 300km 左右，这是一支次天气尺度的对流层中层的强风带。在这个 500hPa 强上升运动区的上方是一个强辐散中心 ( $40 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$ ，4 日 20 时 200hPa)，850hPa (下方) 有一个  $-4 \times 10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$  的上升运动区，且配合  $250 \times 10^{-8} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  的水汽辐合中心，从 4 日 20 时水汽通量散度计算可清楚看到，高湿气流一支来自湖北和河南，另一支来自华东沿海<sup>[1]</sup>。

此极大的能量，致使小云团在短短 5 个小时中迅猛发展成为一个中- $\alpha$  尺度系统的强对流云团。峰峰测站于 13 时 56 分出现了雷暴、降水，14 时降水量仅为  $5.6 \text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ；15 时(图 2b)，该云团迅速发展成为 MCC<sup>[2]</sup>，它覆盖范围扩大(邯郸及邢台地区)、云顶增高、云团的结构变得很密实，在 TBB 图上显示云顶温度达  $-70^{\circ}\text{C}$ 。15~16 时邢台降水雨强达  $54.8 \text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ，15 时 29 分武安测站出现了  $18 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  的瞬时大风；随着云团继续发展增强，16 时 46 分丘县测站出现了  $20 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  的瞬时大风。18 时(图 2c)云团形状趋于椭圆形，直径也由图 2b 中的 200km 增大为 500km 的中- $\alpha$  尺度系统，且云的边界十分光滑。

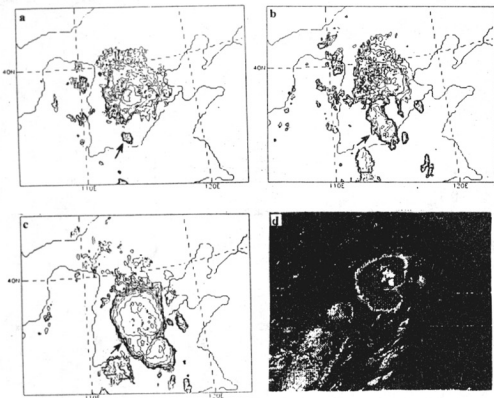


图 2 1996 年 8 月 4 日 TBB 等值线分布图和卫星云图  
 (a) 12 时 TBB (b) 15 时 TBB  
 (c) 18 时 TBB (d) 18 时红外云图

上述物理量场的分析表明：云团获得如

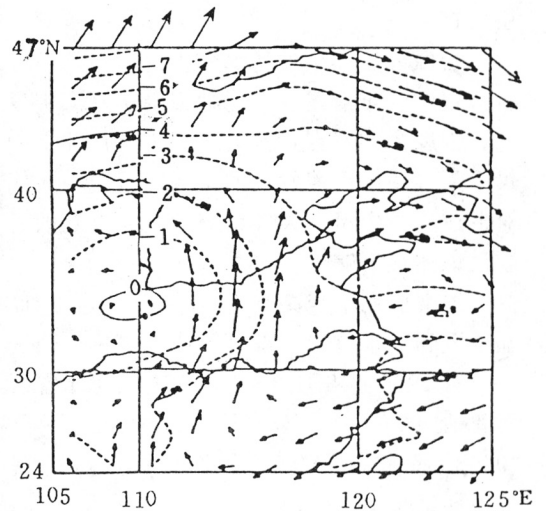


图 3 1996 年 8 月 4 日 14 时 500hPa 风场和温度场  
 (矢量：风场，虚线：等温线)

值得注意的是，这时在该云团内的西北部 and 南部分别镶嵌着一个中- $\gamma$  尺度的云团和一个中- $\beta$  尺度的云团(为清晰易辨，将图中- $\alpha$  云团中的强中心处理成为白色，如图 2d 所示)，TBB 图上显示云顶温度达  $-75^{\circ}\text{C}$ (图 2c)。我们将中- $\gamma$  系统所在位置与地面逐时降水强中心对照分析，发现了雨强达  $80 \text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$  的地方正好对应中- $\gamma$  尺度系统的云

团,与中- $\beta$ 尺度对应的雨强为  $46.5\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ,而中- $\alpha$ 尺度内的平均降水仅仅约为  $5\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ,雨强差异甚大。可以这样认为,同在一个大尺度上升气流之中,系统尺度越小,上升运动就越强,因而降水强度也就越大,这也许是暴雨增强的一个机制。从逐时雨量分析可知,此云团降水量大于  $25\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的维持时间为16时至20时。21时,强对流云团呈辐散状,降水强度随之而减小。

### 3 雷达回波与地面流场特征

图4是雨强达最大时刻的雷达回波图。从PPI资料(图4左)可见,测站被大于30dBz的较强回波所包围。在测站西部35km处有一圆形对流单体回波(图4左中a点)及正南方向40km处有一带状回波(图4左中b点),两者强度均达50dBz。测站西部的强回波中心的垂直剖面(图4右上)可见,强回波直径大约15km,是一个中- $\gamma$ 尺度对流云体,50dBz强回波和云顶的高度分别达到了6.5km和13km。测站南部的强带状回波的垂直剖面(图4右下)中,有一个中- $\beta$ 尺度对流云体,50dBz强回波和云顶的高度分别达

到了4.5km和12km。由17~18时的降水量分布(图5)可见,两个不同尺度的回波不但强回波的高度有明显的差异,而且降水量也存在着明显的差异,分别为  $80\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 和  $46.5\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 。由地面流场(图5)可知,风向辐合中心不是位于强降雨团中心,而是位于两个强降雨团之间。但井陘(雨强最大地区)存在着明显的风速辐合和风向切变(常规填图中每条风速羽代表  $4\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,图5中的每条风速羽代表  $2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,即图中风速较常规填图扩大了1倍),井陘本站为偏北风  $2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,而在井陘东北方向不到20km处的获鹿测站为东风  $4\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,北北东方向距井陘大约25km处的平山测站风速竟达  $10\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,且风向也为东北风。由此说明,风速的辐合和风向的切变给强降水提供了极好的动力条件,分别对应着图4左中强回波(a)和(b)。

在分析逐时次的地面流场中,我们还发现这样一个事实,当特大雨强出现后一小时,即18~20时的流场分析中(图略),井陘测站处均出现了辐合流场的中心。这一现象与降水所引起的凝结潜热的反馈作用有关<sup>[3]</sup>。

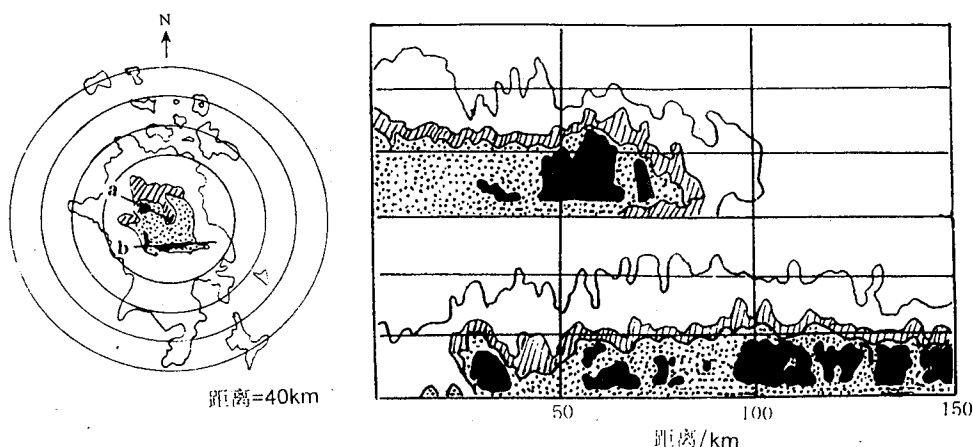


图4 1996年8月4日18时07分石家庄测站雷达回波素描图

白区: 20dBz, 斜线区: 30dBz, 点区: 40dBz, 黑区: 50dBz (左) PPI回波, (右) RHI回波



# Structural Characteristics of Very Heavy Rain Occurring in the Periphery of a Typhoon

Li Yunchuan Zhang Xingmin

(Hebei Provincial Weather Modification Office, Shijiazhuang 050021)

Zhou Xuwen

(Hebei Provincial Meteorological Science Institute, Shijiazhuang 050021)

## Abstract

The distribution characteristics of satellite picture, radar echo, surface wind field and  $\theta_{se}$  field were analyzed in order to investigate the very heavy rain occurred in the southwest of Hebei province in August 3~5, 1996. The results show that meso- $\beta$  and meso- $\gamma$  cloud clusters in meso- $\alpha$  are able to result in not only the precipitation enhancing but also the bursting of severe precipitation. In addition, the wet neutral structure is beneficial to the emerging and strengthening of very heavy rain.

**Key Words:** periphery of a typhoon very heavy rain meso-and-small scale structural characteristics