

文章编号: 1006-4354 (2006) 04-0013-03

# 秦巴山区一次连续暴雨过程诊断分析

郭大梅<sup>1</sup>, 张 弘<sup>1</sup>, 方建刚<sup>1</sup>, 宁志谦<sup>2</sup>

(1. 陕西省气象台, 西安 710014; 2. 安康市气象局, 陕西安康 725000)

**摘 要:** 利用 T213 客观分析资料对 2005-07-05—06 陕南大暴雨天气进行诊断分析, 结果表明: 西风带弱冷空气与副高外围西南暖湿气流交汇触发对流; 低层低空急流为大暴雨提供了充沛的水汽并输送大量的潜热能, 300 hPa 高空急流和 700 hPa 低空急流耦合产生的次级环流为大暴雨提供了持续的上升运动。

**关键词:** 暴雨; 急流; 诊断分析; 秦巴山区

**中图分类号:** P458.121.1

**文献标识码:** B

2005-07-02—08 陕南秦巴山区出现连续性的暴雨天气, 其中镇巴 2—8 日降雨总量达 433 mm, 4—6 日连续 3 d 大暴雨, 突破历史记录。7 月 5 日 08 时—6 日 08 时, 镇巴、石泉、汉阴 24 h 超过 100 mm, 最大是镇巴达 142 mm。大暴雨引起了山洪爆发、河水泛滥、泥石流等多种自然灾害, 给当地人民生命财产和当地经济发展造成严重损失。对这次连续暴雨过程进行诊断分析, 试图揭示暴雨的天气学成因。

## 1 环流形势特征

大暴雨前期, 4 日 20 时 500 hPa 环流形势图上(图略), 东亚中高纬地区呈一槽一脊型, 我国东北至日本海附近为一低槽, 新疆地区为一高脊。副热带高压控制我国南方地区, 588 dagpm 线的西脊点在 106°E 附近, 脊线在 24°N。584 dagpm 线在宁强—商州一线。大暴雨发生时, 5 日 08 时(如图 1), 东北至日本海槽加深东移, 副热带高压缓慢西进, 588 dagpm 线的西脊点达 105°E 附近, 584 dagpm 线北抬 1 个纬距。中纬度短波槽引导冷空气在东移中与副热带高压外围西南气流交汇于秦巴山区, 并在该区域形成强降水天气。

## 2 物理量诊断分析

### 2.1 能量分析

4 日 20 时从四川盆地到关中、陕南 850~300

hPa 各层为高能区, 说明暴雨区上空有较高的潜热能。特别是低层(850~700 hPa)陕南南部地区  $\theta_{se} \geq 353$  K, 表明大气低层已聚集了大量的潜

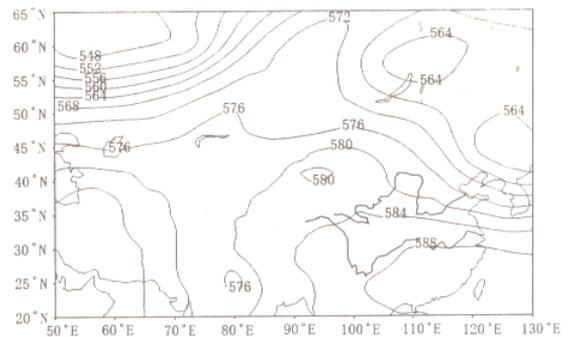


图 1 2005-07-05-08 500 hPa 环流形势图

热能。850 hPa  $\theta_{se}$  场(图 2)中, 陕南南部、重庆及四川东部有  $\geq 355$  K 的闭合高能中心。陕南南部到甘肃东南部为一能量锋区, 大暴雨区发生在能量锋的前方。从位势稳定度来看,  $\Delta\theta_{se(500-850)}$  场(图略)有  $< -10$  K 的闭合中心, 表明在这次大暴雨过程中热力作用起到了主导作用。

### 2.2 涡度场散度场分析

4 日 20 时, 沿 108°E 的涡度垂直剖面图(图略)表明, 秦巴山区中低层涡度值在 0 线附近, 秦巴山以北至陕北北部为正涡度区, 涡度值为  $2 \times$

收稿日期: 2006-02-03

作者简介: 郭大梅 (1978-), 女, 江苏徐州人, 硕士, 助工, 从事天气预报。

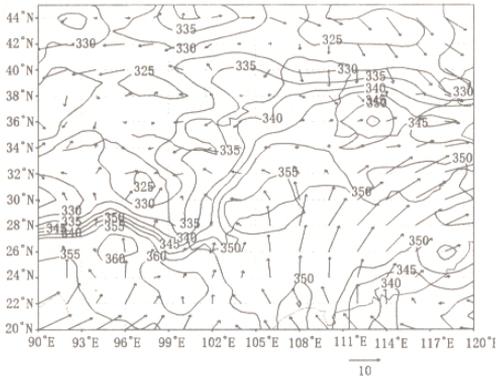


图2 2005-07-04-20 850 hPa 风场  
(单位: m/s) 与  $\theta_{se}$  场 (单位: K)

$10^{-5} s^{-1}$ 。随着高空低槽的东南移, 5日08时, 暴雨区附近850 hPa有  $3 \times 10^{-5} s^{-1}$  的正涡度中心。低层涡度的增加有利于对流发展。

4日20时秦巴山区850~750 hPa散度场辐合较弱, 有  $-1 \times 10^{-5} s^{-1}$  辐合中心, 5日08时(图3)秦巴山区辐合加强, 850~600 hPa为辐合区, 最强辐合在850 hPa, 有  $-2.5 \times 10^{-5} s^{-1}$  的辐合中心, 500~100 hPa为辐散区。低层辐合, 高层辐散的垂直结构也有利于对流的发展。

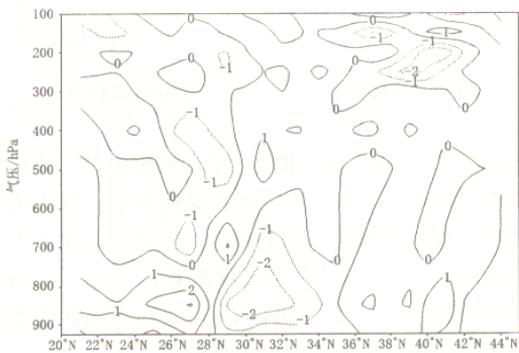


图3 2005-07-05-08沿108°E经向  
散度剖面图 (单位:  $10^{-5} s^{-1}$ )

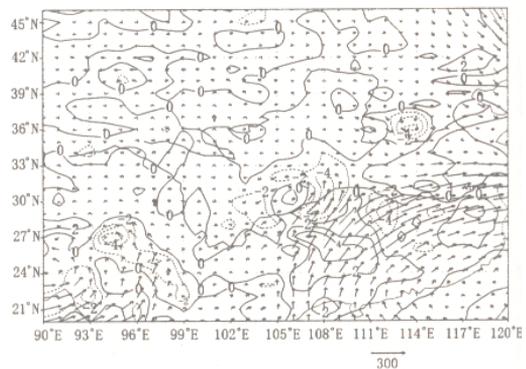
## 2.3 低空急流和水汽条件分析

2.3.1 低空急流 低空急流是中纬度暴雨提供水汽最重要的机制<sup>[1]</sup>。4日20时, 700 hPa从四川盆地到陕西的关中陕南上空有低空急流维持, 最

大风速达16 m/s。5日08时暴雨强盛期, 700 hPa仍维持低空急流, 但强度减弱南退。陕南南部位于700 hPa急流的左前方, 低空急流为雨区输送了大量的水汽, 增加了暴雨区的潜热能, 促使大暴雨得以产生和维持。

2.3.2 水汽条件 暴雨过程水汽主要来源于南海及孟加拉湾, 水汽通量轴(图4)位于云南—贵州—秦巴山—一线, 850 hPa最大中心位于贵州一带, 中心值达  $260 g / (cm \cdot hPa \cdot s)$ , 700 hPa有两个最大中心, 分别位于云南、贵州一带, 中心值分别为130、 $100 g / (cm \cdot hPa \cdot s)$ , 暴雨区水汽通量850 hPa有  $40 \sim 60 g / (cm \cdot hPa \cdot s)$ , 700 hPa有  $60 \sim 80 g / (cm \cdot hPa \cdot s)$ 。850 hPa偏南风 and 700 hPa的低空急流为雨区输送了充足的水汽。

从各层的水汽通量散度可以看出, 大暴雨前, 大暴雨上空及附近存在水汽辐合, 5日08时, 700 hPa水汽通量散度秦巴山区为水汽辐合区, 有  $-1 \times 10^{-7} g / (cm^2 \cdot hPa \cdot s)$  辐合中心, 850 hPa水汽通量散度(图4), 秦巴山区为强辐合区, 量值比700 hPa大得多, 为  $-4 \times 10^{-7} g / (cm^2 \cdot hPa \cdot s)$ , 这可能与秦巴山复杂的地形有关, 由于技术和资料原因不作进一步的讨论。



箭头为水汽通量, 等值线为水汽通量散度  
图4 2005-07-05-08 850 hPa水汽通量散度  
(单位:  $10^{-7} g / (cm^2 \cdot hPa \cdot s)$ ) 及水汽通量叠加图  
(单位:  $g / (cm \cdot hPa \cdot s)$ )

## 2.4 上升运动

大暴雨产生的动力特征之一是强烈上升运

动<sup>[2]</sup>, 对流发展强盛, 与暴雨对应的深对流常常可以发展到 300 hPa。对流层低层辐合、高层辐散是强对流形成和维持的主要机制<sup>[3]</sup>。分析 7 月 5 日 08 时高低空急流 (图 5), 秦巴山地区位于 700 hPa 低空急流轴的左前侧辐合区和 300 hPa 高空急流入口区右侧辐散区, 低空强辐合区与高空强辐散区重叠时, 对流得以强烈发展。大量研究表明, 高低空急流耦合产生的上升支流对强降水的维持有重要作用。为了分析次级环流, 采用  $v$  和  $\omega$  的矢量合成分析纬向环流。由于  $\omega$  负值为上升运动, 正值为下沉运动且量级远小于  $v$ , 故把  $\omega \times (-1000)$  合成得到纬向环流, 纬向环流与垂直速度叠加得到图 6。沿 108°E 垂直速度剖面图表明, 5 日 08 时在 700 hPa 急流轴左前侧 32°N 附近有一上升运动区, 上升运动伸展到 200 hPa, 在 700~500 hPa, 有  $-2 \times 10^{-3}$  hPa/s 上升运动中心, 而在上升运动区向南 5 个纬距、向北 9 个纬距处, 分别存在一个下沉运动区。反映暴雨期间由高低空急流耦合形成的垂直环流。由于两个独立的次级环流的上升支重合在一起, 这种高低空急流耦合产生的次级环流有使暴雨区上升运动得以维持的动力机制。同时, 上升气流也触发潜在热能释放。

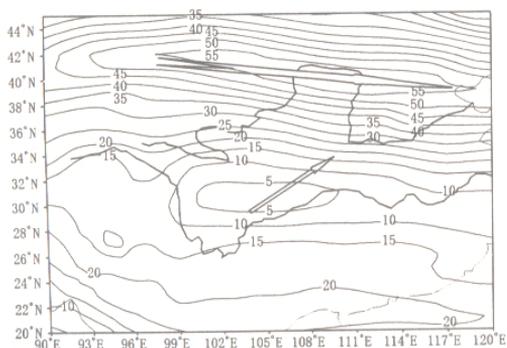


图 5 2005-07-05-08 高低空急流位置图  
细实线为 200 hPa 全风速, 单位: m/s; 粗箭头为 200 hPa 急流轴; 较细的箭头为 700 hPa 的低空急流轴

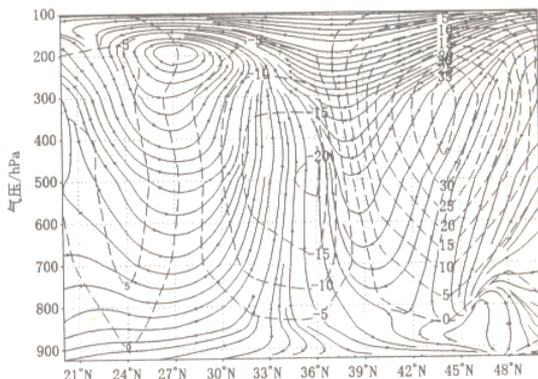


图 6 2005-07-05-08 沿 108°E 将  $v$  (单位: m/s)、 $\omega$  (单位:  $1.0 \times 10^{-4}$  hPa/s) 的矢量合成得到的纬向环流与垂直速度剖面图叠加  
实线带箭头为流线; 虚线为垂直速度

### 3 小结

3.1 这次大暴雨是在副高外围西南暖湿气流与 500 hPa 西风槽后的弱冷空气东移在陕南南部交汇造成的, 同时 500 hPa 弱冷空气与低空急流提供的暖湿气流在垂直方向上叠加, 形成位势不稳定, 有利于对流的发展。

3.2 850 hPa 上的偏南风水汽辐合及 700 hPa 上的低空急流为大暴雨的产生提供了充足的水汽和潜热能。

3.3 300 hPa 高空急流入口区右侧的高空辐散叠加在 700 hPa 低空急流的左前侧, 高低空急流耦合所产生的次级环流, 有利于暴雨区上空高层辐散, 低层辐合的动力机制的维持, 秦巴山地区位于次级环流上升支区域, 上升运动促使低层暖湿空气抬升, 从而释放不稳定能量, 有利于暴雨的发生。

#### 参考文献:

[1] 丁一汇. 高等天气学 [M]. 北京: 气象出版社, 2005: 443-452.  
[2] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理与方法 [M]. 北京: 气象出版社, 1992: 321-322.  
[3] 张弘, 孙伟. 2003 年陕西持续性暴雨成因分析 [J]. 灾害学, 2004, 19 (3): 55-61.