

2006 年川渝两次久旱转雨过程对比分析

汪 丽¹ 青 泉¹ 谢 娜² 徐琳娜¹

(1. 四川省气象台, 成都 610071; 2. 成都市气象台)

提 要: 利用 NCEP 再分析资料、T213 分析资料对解除 2006 年川渝特大高温伏旱的两次降温、降雨过程进行物理量诊断分析。结果表明:500hPa 环流形势发生转变, 高空冷平流及地面冷空气的入侵对暴雨的启动至关重要。低层偏南暖湿气流的加强及风速脉动对暴雨的发生发展有重要作用;850hPa 水汽辐合, 高层辐散及上升运动的加强与雨强和雨区有较好的对应关系。

关键词: 伏旱 暴雨 物理量场

A Comparison Analysis of Two Processes for Drouth Turning Heavy Rainfall in Sichuan and Chongqing, 2006

Wang Li¹ Qing Quan¹ Xie Na² Xu Linna¹

(1. Sichuan Meteorological Observatory, Chengdu 610071; 2. Chengdu Meteorological Office, Sichuan Province)

Abstract: Based on the NCEP reanalysis data and T213 data, the two typical heavy rainfall which occurred in Sichuan and Chongqing in summer, 2006 was analyzed. The result shows that the variation of 500hpa circulation, and the intrusion of cold advection at upper air and the cold air at low level are favorable to the occurrence of the heavy rainfall. On the other hand, the strengthen of the low level jet, wind speed pulsation are key to the heavy rainfall. The intensity and location of the heavy rainfall are related to the convergence of water vapour in 850hpa, divergence at high level and the strengthen of the ascending motion.

Key Words: drouth in summer heavy rainfall physical quantity field

引 言

2006 年盛夏,川渝地区的西部和东部分别遭受了 80~100 年一遇的特大高温热浪天气和特大伏旱,四川省先后有 125 县(市)发生了伏旱,主旱区分布在盆地东部、中部和南

部等地。有 81 县(市)早期在 30 天以上,其中中江、南充、遂宁达 70~71 天。

伏旱期间,盆地东部、南部和西北部降水量较常年同期偏少 6~9 成,省内其余地方普遍偏少 2~5 成;主旱区的连续无雨日数达 20 天以上;全省共 91 县(市)高温日数创有气象记录以来历史同期极值。由于伏旱发生

时间早、影响范围大、异常高温时间长,使大春作物的生长及人民生活受到了严重影响,四川省农作物受灾 206.7 多万公顷,绝收 31.1 万公顷,粮食减产 481.4 万吨,造成农业经济损失 79.6 亿元。截止 9 月 5 日,四川省有 1000 万人出现饮水困难,486 万人出现严重饮水困难,各大江河平均流量比 2005 年同期偏少 67%~99%。特大高温伏旱的解除是由两次明显降温、降雨过程造成的,第一次盆地西部、南部降了中到大雨,部分地区暴雨,使该地旱情得以缓解,但东部主旱区降温明显,降雨不大,雨量仅为小到中雨,个别地方为大雨或暴雨。而后川渝两地高温重现,盆东主旱区旱情加重;第二次盆地西部、北部 1—2 日降了小到中雨,局部大或暴雨,4 日主旱区降了大到暴雨,局部大暴雨,两地高温天气得到根本解除,旱情得到明显缓解。伏旱是西南地区最主要的气象灾害之一,其出现与大气环流的演变和季节变化密切相关,前人对此做了不少的研究^[1-7],包括伏旱出现的地域、地理特征、概率、伏旱的发生发展机理等,但这些研究中涉及久旱转雨过程的预报及分析较少。第一次降雨过程为何会出现西多东少? 第二次降雨过程为何会主旱区偏

大? 这两次过程的物理机制究竟有何差异? 通过以下物理量的诊断分析,力求找出它们的差异,以提高对这类重大转折性天气的预报能力。

1 环流形势及影响系统

第一次过程是 8 月 20—23 日(简称“8.20”)。过程前,500hPa 亚欧范围伊朗高压、青藏高原高压及西太平洋副热带高压强盛,连成一高压带,我国大部为 5880gpm 高压环流控制(图 1a),副热带锋区位于 41°N 以北,高纬为宽广的长波槽区,槽的南段位于甘、青、新三省交界处,随着长波槽东移南压及台风登陆西行,高压断裂(图 1b),槽底冷平流和地面冷空气于 20 日快速进入盆地,其后西副高再次西进,黄河以南地区再次被 588 线控制,川渝两地高温重现,盆东主旱区旱情加重。第二次是 9 月 1—4 日(简称“9.4”)。欧亚为两脊一槽,乌拉尔山和鄂霍茨克海为高脊,川渝为高压环流控制,巴尔克什湖为长波槽区,随着巴湖槽主体东移,锋区缓慢南压(图 1c),9 月 1 日 850hPa 河套小高压东南部偏北气流与盆地偏南风形成切变线,受其影

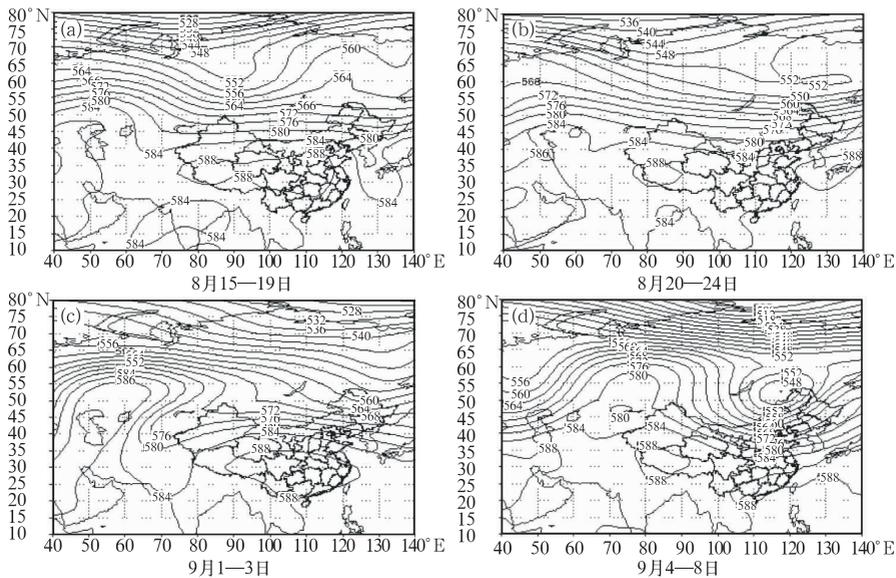


图 1 500hPa 平均环流

响,盆地北部、西部和南部开始降雨,到 3 日 20 时,500hPa 下槽及冷空气主体进入盆地(图 1d),触发盆地的不稳定能量,川渝两地发生 2006 年影响范围最广,强度最大的区域性暴雨天气过程,高温天气得到根本解除,降雨主要集中在主旱区,使肆虐川渝两地多月的特大伏旱得到缓解。所以说两次过程的共同点:一是降温降雨过程开始时,川渝两地 500hPa 均为 588 位势什米的高压环流控制,其后高度场逐渐下降,后期才出现了高压的断裂或西退;二是降雨前后,均无低空急流建立;三是前期盆地均处于高温、高能的不稳定层结状态;四是地面冷空气的入侵;尤其是前两点给预报增加了极大的难度和压力。

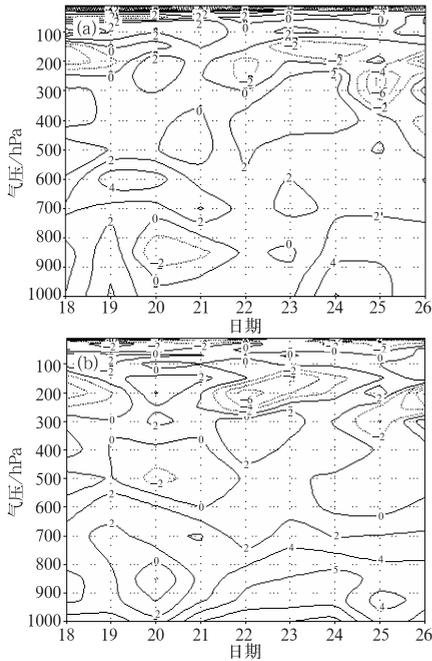


图 2 2006 年 8 月 18—26 日散度剖面图
单位: $10^{-6} \cdot s^{-1}$ a. 成都; b. 重庆

2 物理量分析

2.1 散度场特征

8 月 19 日,成都 300hPa 以下全部为辐散气流,在 600hPa 和 100hPa 分别有 $5, 6 \times 10^{-6} s^{-1}$ 的辐散大值中心,降雨开始时,

850hPa 20 日转为 $-3 \times 10^{-6} s^{-1}$ 的辐合气流,意味对流的发生不一定要有很深的辐合层,只要低层的辐合足够强,中高层有辐散,也会有利上升运动的发生发展。而重庆 850hPa 在 19—25 日基本为辐散气流,仅 20 日在 850hPa 有弱辐合,21 日后低层转强辐散气流,始终不利降水的发生。

2.2 能量条件

两次过程前大气层结都相当的不稳定(见表 1)。

表 1 成都、重庆、达州 $\Delta\theta_{se}(500hPa-850hPa)$ 值

$\Delta\theta_{se}(500-850)$	8 月 19 日	8 月 31 日
成都	-23	-11
重庆	-8	-17
达州	-16	-16

“8.20”西部比东部更不稳定,“9.4”东部比西部不稳定。

由 850 hPa 假相当位温图(图 3)可见:过程前盆地均处于高能状态,但 20—21 日盆地自西向东能量先后明显下降,“9.4”前盆地东部比西部能量高,且西部 1—2 日能量略有下降,3 日能量再次升高,4 日全盆地能量一致下降,也与盆地降雨时间很好对应。

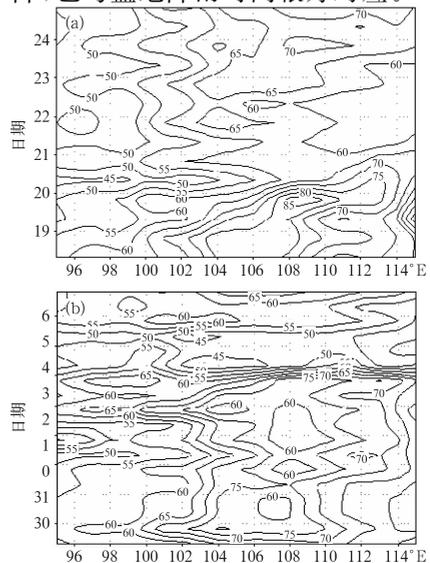


图 3 θ_{se} 沿 $30^{\circ}N$ 时间剖面图
a. 8 月 18—25 日; b. 8 月 29—9 月 7 日

2.3 垂直运动

由垂直速度剖面(图4),可看出,“8.20”高原东部到盆地西部对流上升运动发展较旺盛,其东西两侧则为下沉气流区,盆地东部位于两区交界处,不利对流的发展。“9.4”盆地30—31日为下沉气流,1日起转上升气流,且垂直上升运动在1日和4日最强,同时4日范围更宽,恰好与雨区范围和雨强对应较好。由单站垂直速度剖面(图略)分析,“8.20”成都高低层全为上升运动,而重庆700hPa以上为下沉气流,以下为弱上升气流,表明重庆的对流上升运动只到达了700hPa,不利降水。8月31日,重庆整层为下沉气流,成都700hPa以下为上升运动,以上为下沉气流;1日两地全部转为上升运动,而且随着对流活动的加强,垂直运动的最大值向上发展,因此“9.4”对流发展旺盛,强上升运动将低层暖湿气流抬升到高层,有利于不稳定能量释放,比“8.20”更有利降水。

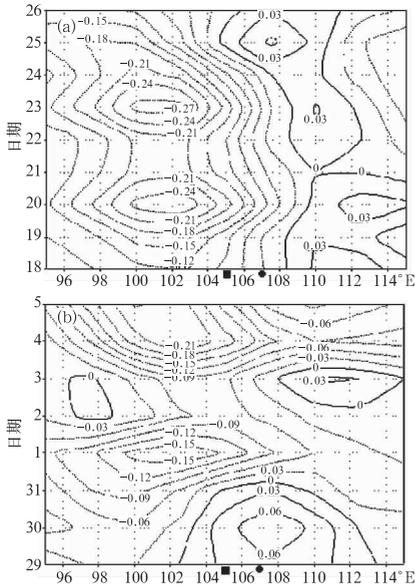


图4 沿29°N700hPa垂直速度时间剖面图(单位: $10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)
a. 8月18日—26日;b. 8月30日—9月7日

2.4 水汽条件

水汽对强降水的发生是非常重要的,没有

源源不断的水汽供应,就不可能有强降雨的产生,因此分析过程前后水汽的变化,对探讨降雨过程的发生、发展及其机制是十分重要的。

由850hPa水汽通量散度图(图5)知,8月19日盆地为水汽辐散,20—21日盆西有弱水汽辐合,而盆地东部则为辐散。所以“8.20”盆地西部的水汽条件比东部好,降雨也明显。“9.4”过程则不同,有西南气流将低纬海洋上的水汽、动量和热量源源输向暴雨区,水汽辐合比“8.20”明显偏强,且9月4日重庆开始降雨时,其中心值达到了 $-5 \times 10^{-10} \cdot \text{g} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。

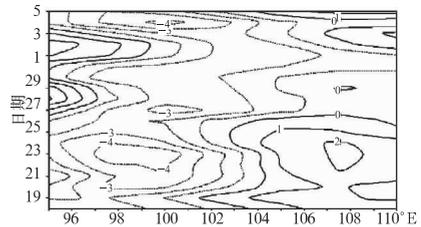


图5 2006年8月19日—9月5日
850hPa水汽通量散度(单位:
 $10^{-10} \cdot \text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

由单站垂直剖面(图略),过程前湿层大多在850hPa以下,随着对流活动的发展,低层暖湿空气向高层输送,湿层明显增厚。

2.5 风速脉动

急流被认为是给中纬度暴雨提供水汽和动量最重要的机制,但分析发现,两次过程均无低空急流建立。图6为南风分量垂直剖面图,可见在8月17—18日、8月29—30日、9月2—3日,有低层偏南风风速加大,风速脉动明显,加强了盆地水汽的输送与辐合。由850hPa 9月3日08时的实测高空资料也观测到在区域性暴雨前达州和重庆二站出现了 $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的西南风脉动。8月19日重庆(图6c)中层600~700 hPa转北风,意味有中层冷平流入侵,20日高低空均转北风,说明辐合带已经快速南压,此时重庆上空已经被冷气团控制,高低空流场配置不利对流发展,不利重庆降雨。而成都(图6a)500hPa以下为偏南暖湿气流,其上为偏北气流,形成下暖上冷的对流不稳定结构,风随高度顺转,加强垂

直上升运动,而低层的暖湿空气抬升达到凝结高度,潜热释放,又可进一步促进对流发展,“9.4”(图6b、d)亦同,均有利川渝两地降

水。分析200hPa高空急流(图略)证实,雨区基本位于高空急流入口区下方以南约10个纬度处,且“8.20”和“9.4”均对应较好。

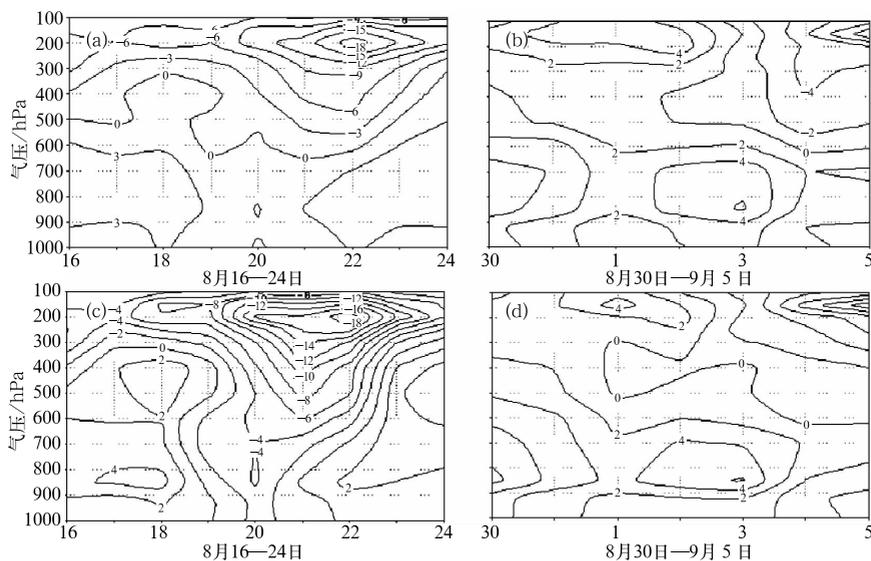


图6 川渝地区南风分量时间垂直剖面图(单位: $m \cdot s^{-1}$)
a. b. 成都, c. d. 重庆

3 小结和讨论

(1) 两次过程降雨开始时,川渝地区均为5880gpm高压控制,其后北部有低槽携带强冷平流东南移使高压产生断裂,盆地的水汽辐合由逐渐增强的西南和东南气流及低层偏南风速的脉动造成,高空冷平流及地面冷空气是暴雨天气的主要影响系统。关注垂直上升运动及辐合、辐散、风速脉动等物理量的变化及触发系统,通过仔细分析,这种久旱转雨的过程还是可以预报的。

(2) 两次降雨过程川渝地区均没有建立起南支低空急流,但只要有偏南风增强及风速的脉动,仍可加强盆地水汽的输送与辐合,使盆地产生区域性暴雨。如果有低空急流建立,降雨的强度将进一步加大。

(3) 两次降雨前川渝地区均具有高温高湿的不稳定能量,高空冷平流及地面冷空气是暴雨过程的触发系统。

(4) 两次过程的不同之处是:“8.20”降

雨过程的水汽辐合和上升运动区主要在盆地西部,而“9.4”暴雨过程川渝两地均处于水汽辐合和上升运动区。水汽辐合、辐散区的分布及上升下沉气流的位置和强度与雨势和雨强的对应关系较好,对暴雨的落区和强度预报有一定指示意义。

致谢:感谢成都信息工程学院李湘提供NCEP资料

参考文献

- [1] 徐裕华. 西南气候[M]. 北京:气象出版社,1991:246-258.
- [2] 四川省气象科学研究所. 四川干旱研究[M]. 成都,1981:8-28.
- [3] 丁一汇. 高等天气学[M]. 北京:气象出版社,2005:548-586.
- [4] 赵振国. 中国夏季旱涝及环境场[M]. 北京:气象出版社,1999:10-15,152-172.
- [5] 张芳华,杨克明,毛冬艳,等. 2005年6月湖南大暴雨过程的天气动力学诊断分析[J]. 气象,2006,32(3):78-85.
- [6] 李峰,张芳华,熊敏谔,等. 2005年“5.31”湖南暴雨过程触发维持机制[J]. 气象,2006,32(3):71-77.
- [7] 周秀骥主编. 海峡两岸及临近地区暴雨试验研究[M]. 北京:气象出版社,2000:200-300.