

渭河上游一次致洪暴雨过程诊断分析^{*}

胡淑兰¹, 李社宏², 杜继稳²

(1. 渭河流域气象预警中心, 陕西 渭南 714000; 2. 陕西省气象局, 陕西 西安 710015)

摘要: 应用天气学原理和方法, 对1996年7月26~28日甘肃东部(渭河上游)暴雨过程的天气形势和物理量场的详细分析, 结果表明, 这次致洪暴雨的发生与低层能量的积累、700 hPa低涡切变和低空急流的形成有直接关系。

关键词: 致洪暴雨; 诊断分析; 渭河上游

中图分类号: P426.62 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)01-0051-04

致洪暴雨是一种严重的灾害性天气, 它所造成的灾害大多范围广, 损失重。渭河流域致洪暴雨通常指流域内发生区域性暴雨或大暴雨, 并且有洪涝灾害发生。文献[1~4]中分析了渭河流域致洪暴雨的特征和分类, 总结归纳了天气学模型, 并对严重洪灾天气环流演变进行了研究。渭河流域致洪暴雨共分成四种类型: 即上游暴雨型、连阴雨暴雨型、本区域暴雨型、上游暴雨叠加本地暴雨型。本文分析的暴雨属于渭河上游暴雨类型。近年来, 暴雨洪涝灾害所造成的损失日趋严重, 已经引起各级政府部门的高度重视。因此, 我们有必要对渭河流域内出现的致洪暴雨个例进行详细分析, 寻找其形成的可能机制, 以期提高对这类暴雨的认识能力, 同时为提高致洪暴雨预报能力打下基础。

1 天气实况、灾情简述

1996年7月26~28日甘肃东部的平凉和庆阳地区共有11站次降了暴雨, 其中有4站次达到大暴雨, 过程总量最大中心在镇源, 降雨量223 mm, 次大中心在平凉。降雨强度最大在平凉, 24 h最大降水量166.9 mm。降雨主要集中在两个时段, 分别出现在26日08时~26日14时和27日08时~28日08时, 受降雨时间、强度和降水中心落区(主要在泾河、马莲河上游)的影响, 致使山洪爆发, 泾河洪水暴涨, 汇入渭河后, 造成渭河发生严重洪水灾害。据统计, 泾河沿岸仅陇县、千阳

及宝鸡县就有24个乡镇受灾, 4人死亡, 农作物受灾9 860 hm², 成灾6 820 hm², 绝收3 640 hm², 减产11 363 t, 直接冲走7 212 t, 房屋倒塌557间, 毁坏2 400间, 损失1.02亿元; 甘肃镇原县有12个乡镇遭暴雨袭击, 2 800户进水, 受灾1.25万人, 死亡5人, 失踪3人, 摧毁桥梁、道路多处, 直接经济损失216万元; 沿渭河、泾河10县市, 渭河大堤全面临水共有26.46万人受灾, 农作物绝收2.13万hm², 减产损失3.48万t, 损坏堤防37.79 km, 护岸16处, 损坏水文站5个, 损失达2.74亿元。这次暴雨造成的损失严重, 直接经济损失达2.96亿元。

2 天气形势演变和影响系统分析

暴雨前期7月25日08时500 hPa亚欧图上, 中高纬地区为两高一低形势, 一个为西太平洋副热带高压, 高压脊线30°N, 西伸脊点102°E, 另一个是南亚高压, 东伸脊点85°N, 巴尔喀什湖以南地区, 在巴尔喀什湖以东为低压带。26日08时E、W两高压向低压带伸展, 并有明显加强, 高原东部到西北东部西南暖湿气流加强, 降水明显增强, 另外, 从巴湖以北冷涡中有冷空气分裂补充到新疆地区使河西有锋生产生。26~27日台风从台湾南部西移北上到达福建中部, 27日08时(图1)低槽东移, 副高减弱东退, 其外围的西南气流与台风登陆后的热低压北侧偏东风汇合, 形成一股东南水汽输送带。

^{*} 收稿日期: 2007-05-27

基金项目: 陕西省2006年科技计划项目资助(2006K08-G12)

作者简介: 胡淑兰(1967-), 女, 吉林松原人, 高级工程师, 从事天气预报和科研工作. E-mail: hushulan2712@sina.com

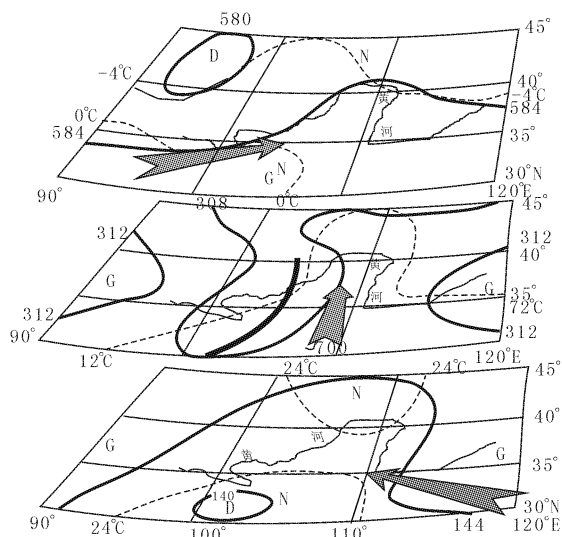


图1 1996年7月27日08时

500~850 hPa 环流形势及影响系统综合图

(注: 细实线——经纬线, 粗实线——等高线,
虚线——等温线, 加粗实线——切变线, 箭头——急流)

700 hPa 7月25日青海中部向北至甘肃交界地带及四川中西部分别有一低涡, 26日08时随大陆高压加强东伸两低涡同时向暴雨区移动, 合并后强度加强, 形成一“人”字型切变, 20时兰州—延安河套小高压与副高打通合并北抬, 切变向南摆动到兰州—宝鸡南部, 切变附近风场气旋性曲率增大, 涡前西南暖湿气流增大, 辐合上升运动加强, 降水增大。27日08时台风登陆北上过程中强度加强, 副高减弱东退, 其外围暖湿气流和台风低压北侧东风合并, 形成一股自东南沿海指向西北东部的东南水汽输送带。随着大陆高压加强东伸, 台风低压北上加强, 两高间的低值系统范围变窄, 强度加强, 迫使低涡切变前部的西南气流和东南气流同时加强, 低涡切变北抬东段北移至庆阳, 随着降水的产生凝结潜热释放量增加, 加速

西南气流增强, 涡前形成一较强的低空急流, 最大风速达 20 m/s, 并且低空急流直接穿过暴雨区。说明低涡切变和低空急流的形成对暴雨具有重要作用, 同时降水对低空急流的维持和加强也具有明显的反馈作用。

850 hPa 26日08时高原东部暖平流加强, 暖中心在甘肃东南部到四川中东部, 来自南海的偏南气流穿过高能区同时将其向暴雨区输送, 使得暴雨区能量聚集量不断增加。20时台风低压与副高间的东南气流加强形成低空急流并指向暴雨区, 中心最大风速 20 m/s, 27日08时急流所经区域风速增大, $T - T_d$ 明显减小, 这说明急流不但源源不断的向暴雨区输送大量的水汽和能量, 而且输送的量远远超过高层。这同文献[5]中分析的低层水汽和能量的输送对暴雨的作用远大于中高层的结论是一致的。

3 水汽条件分析

3.1 850 hPa 比湿场

26日20时高原东部处在高湿区内, 低空急流穿过高湿区, 并将水汽源源不断的向北输送。27日08时500 hPa 比湿值达 6 g/kg, 700 hPa 比湿值达 11~12 g/kg, 850 hPa (图2) 比湿值达 16~17 g/kg, 分析表明中层以下暴雨区都处在高湿舌内, 比湿值大, 而且湿层深厚。

3.2 水汽通量和水汽通量散度

27日08时暴雨区水汽通量(图略)处于高值区, 27日08时500 hPa 水汽通量散度图(图3), 可以看出甘肃东部(暴雨区)水汽通量散度均为大片的负值区, 500 hPa 以下各层的水汽通量散度也具有类似的分布, 这种分布为暴雨的产生提供了有利的水汽条件。

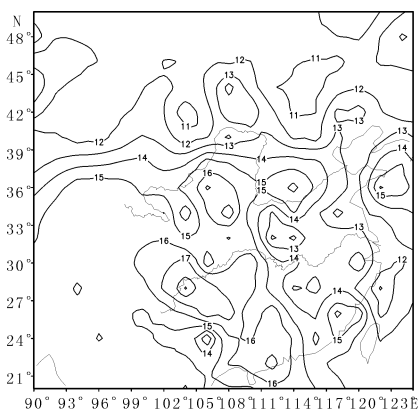


图2 1996年7月27日08时850 hPa 比湿场

(单位: g/kg)

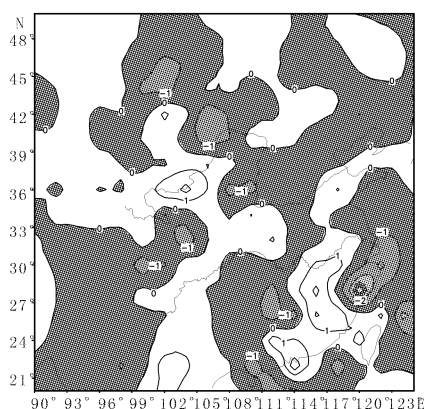


图3 1996年7月27日08时500 hPa 水汽通量散度图

(单位: $10^{-7} \text{ g}/(\text{s} \cdot \text{hPa} \cdot \text{cm}^2)$)

4 热力(能量)条件分析

4.1 假相当位温 θ_{se}

7月26日500~850 hPa高原东部均为高能区,甘肃东部能量高度集中,在26日20时~27日08时达到最大,最大值为 $\theta_{se500+700+850} \geq 245^\circ\text{C}$,850 hPa在暴雨区及以南有“ Ω ”型的高能中心存在(图4), $\theta_{se} > 90^\circ\text{C}$,偏SE风急流正好穿过此大值区向暴雨区继续输送能量。与一般暴雨^[5]相比 θ_{se} 量值明显偏高。

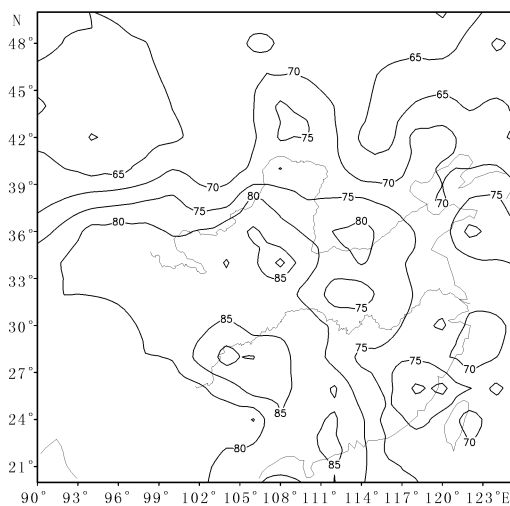


图4 1996年7月27日08时850 hPa θ_{se} 分布图
(单位: $^\circ\text{C}$)

4.2 位势稳定度 $\Delta\theta_{se}$

26日20时, $\Delta\theta_{se(500\sim700)}$ 和 $\Delta\theta_{se(500\sim850)}$ 均为负值,在 $-5\sim0^\circ\text{C}$ 之间,说明中低层具备位势不稳定条件;27日08时 $\Delta\theta_{se(500\sim700)}$ 和 $\Delta\theta_{se(500\sim850)}$ 负值明显增大, $\Delta\theta_{se(500\sim850)} \leq -10^\circ\text{C}$,降水开始强,位势不稳定程度明显增大时对强降水有一定的指示性。

5 动力条件分析

5.1 涡度、散度场

7月27日08时暴雨区300 hPa涡度为 $-1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,500 hPa以下均为正涡度(图5),最大值为 $4\sim5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,出现在500 hPa;700 hPa向暴雨区有较强的正涡度平流,4个经度内有4~5条涡度等值线,涡度梯度较大,有利于低层系统的生成、发展,随着正涡度中心移向暴雨区,降水增强。28日08时高层反气旋环流减弱,强降水结束。

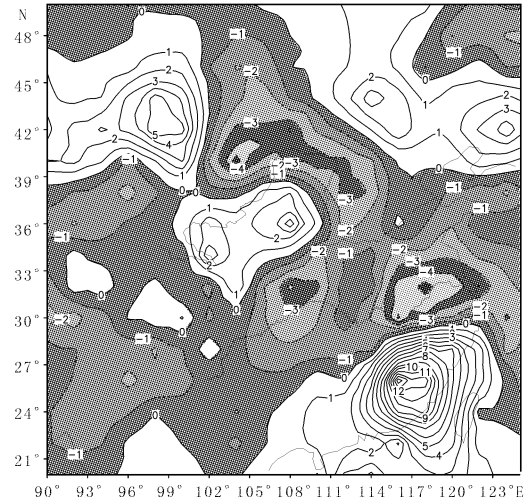


图5 1996年7月27日08时500 hPa涡度场
(单位: 10^{-5} s^{-1})

26日20时,暴雨区300~850 hPa散度均为负值,最大值为 $-3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,出现在300 hPa,27日08时500~850 hPa负值明显增大,300 hPa散度转为正值,数值为 $3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,暴雨区附近等值线较密集,高层辐散低层辐合作用加强,对气流的抽吸作用加强,有利降水增强。

5.2 垂直速度场

7月26日20时暴雨区300 hPa以下垂直速度均为负值,整层为上升运动,最大上升速度在700 hPa,数值达 $-2 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,27日08时垂直速度增大,最大上升速度在500 hPa层,数值达 $-4 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ (图6),随着强降水的产生,最大上升速度高度层抬高,速度增大,降水增强,28日08时最大上升速度减小,最大上升速度所在高度层下降,降水强度减小。

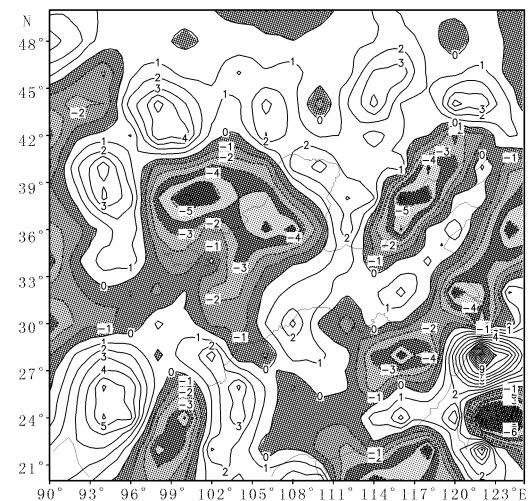


图6 1996年7月27日08时500 hPa垂直速度
(单位: 10^{-3} hPa/s)

5.4 高层风矢量和流场

26 日 08 时 300 hPa 图上(图 7), 在 $35 \sim 38^\circ\text{N}$ 有一支 $12 \sim 20 \text{ m/s}$ 的 SE—NW 向强等风速带, 其右侧即暴雨区上空风速较小, 这支强风速带对暴雨的作用相当高空急流, 使高层存在和维持较强的辐散, 和暴雨区对应很好, 说明高层强等风速带的出现对暴雨具有一定的引导和指示作用。850

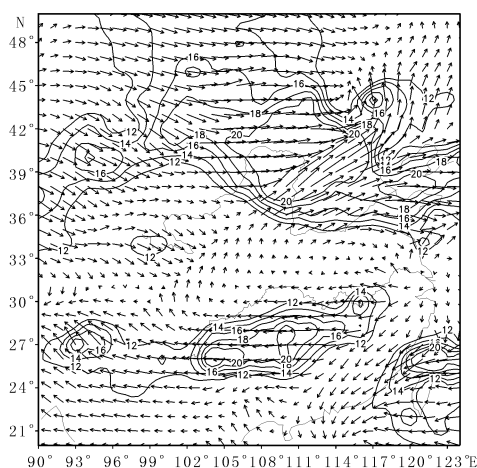


图 7 1996 年 07 月 26 日 08 时 300 hPa 强等风速线

hPa 流场上(图 8), 从 SE 方向有一股较强气流流向暴雨区输送, 这有利于水汽和能量向暴雨区上空聚集。27 日 08 时 850 hPa 西北地区东南部的偏南风加强低空急流形成, 降水强度开始增强; 低空急流为暴雨的发生、发展提供了充足的水汽和能量条件, 并且它是暴雨产生的动力触发机制^[6]和维持的重要原因。

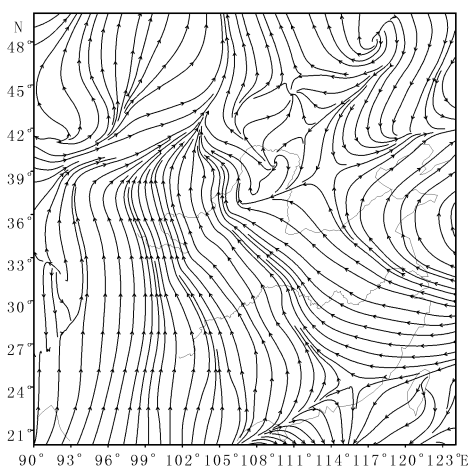


图 8 1996 年 07 月 26 日 08 时 850 hPa 流场

6 小结

(1) 此次致洪暴雨是在有利的东高西低形势下产生的, 属典型的大降水形势。

(2) 从动力、热力、水汽等方面对几种物理量场进行详细分析, 暴雨区上空具备产生暴雨的条件。

(3) 暴雨中心落在 700 hPa “人”字型低涡切变的右前方或暖式切变的北侧, 辐合上升运动最强的区域。

(4) 500 hPa 冷槽前西南暖湿气流、700 hPa 低涡切变以及穿过暴雨区的低空急流共同作用激发了暴雨区聚集大量能量的释放。

参考文献:

- [1] 王旭仙, 孙一民, 杜继稳, 等. 渭河流域洪水灾害特征分析[J]. 灾害学, 2003, 18(1): 42-47.
- [2] 王旭仙, 胡淑兰, 吕俊杰, 等. 渭河流域严重洪涝灾害的天气学分析[J]. 西北大学学报, 2002, 32(S0): 191-195.
- [3] 吕俊杰, 王旭仙, 胡淑兰, 等. 渭河流域严重洪涝灾害的环流演变分析[J]. 灾害学, 2006, 21(6): 436-441.
- [4] 李社宏, 胡淑兰, 王旭仙, 等. 渭河流域致洪暴雨的天气学分析[J]. 西北大学学报, 2007, 37(1): 145-148.
- [5] 孙伟. 陕南一次突发性暴雨天气过程分析[J]. 陕西气象, 2002, (5): 1-4.
- [6] 陈静, 李川, 谌贵珣. 低空急流在四川 9.18 大暴雨中的触发作用[J]. 气象, 2002, 28(8): 24-29.

Diagnostic Analysis of a Flood Rainstorm Process in the Upper Weihe River

Hu Shulan¹, Li Shehong² and Du Jiwen²

(1. Meteorological Warning Centre of Weihe Basin, Weinan 714000, China;

2. Meteorological Administration of Shaanxi Province, Xi'an 710015, China)

Abstract: Using synoptic theory and methods, the weather situation and physical variable fields of the rainstorm process of 26-28 July, 1996 over eastern Gansu (upper Weihe River) are analyzed. The results show that the flood rainstorm is closely related with lower level energy accumulation, a low-vortex shear line and the low-level jet on 700 hPa.

Key words: flood rainstorm; diagnostic analysis; upper Weihe River