

文章编号: 1006-4354 (2005) 02-0005-04

2003年9月19日陕西暴雨分析

高菊霞, 李建芳

(宝鸡市气象局, 陕西宝鸡 721006)

摘要: 从天气学、动力学、能量学角度, 对 2003-09-19 陕西出现的一次区域性暴雨过程, 分析了主要影响系统和物理量场及 Q 矢量分布的特征。这次暴雨主要受高原槽和低涡切变影响, 在散度场上具有明显的低层辐合、高层辐散的垂直结构, 且 Q 矢量辐合区与暴雨区相对应。可为暴雨的预报提供着眼点。

关键词: 暴雨; 低涡切变; 急流; 散度; Q 矢量

中图分类号: P458.121.1

文献标识码: A

1 降水概况

2003-09-19 陕西出现区域性暴雨。全省有 25 个站出现 50 mm 以上降水, 75 mm 以上降水有 5 站, 有两个暴雨中心, 分别位于汉中的西乡县和西安的户县, 雨量分别为 100 mm 和 90 mm, 暴雨导致渭河流域又一次出现洪峰。由图 1 可见, 这次暴雨为连续性降水, 暴雨是由长时间降雨累积所致。过程降雨强度平均约 5 mm/h, 19 日 00—02 时和 03—05 时降水强度较大, 雨强达 8~10 mm/h。此次暴雨具有秋季暴雨的特点。影响范围广, 降水历时长。

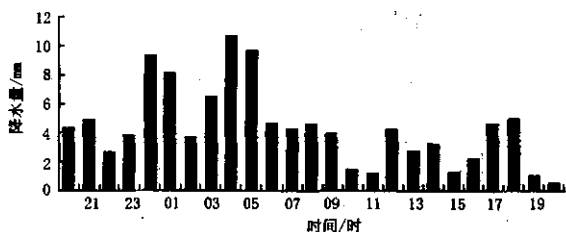


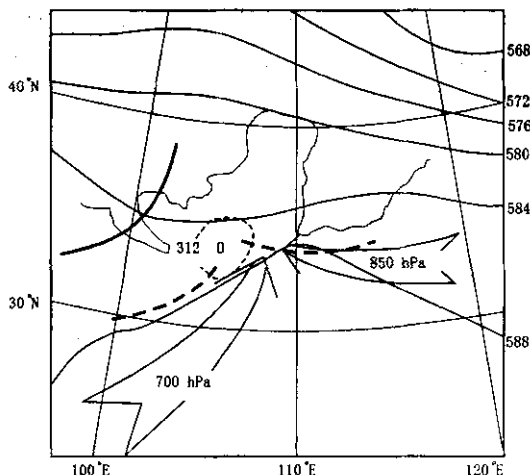
图 1 2003-09-19 西乡逐时降水量

2 主要影响系统

2.1 500 hPa 低槽和副热带高压

9 月 17 日 08 时 500 hPa 低槽位于巴湖—威海, 80°E 为一弱脊, 20 时低槽迅速东移至新疆。18 日 08 时在新疆加深, 同时高原上多小波动东移, 20

时新疆槽分裂小槽东南移, 与高原小波动合并, 槽后伴有较强冷平流, 使高原槽斜压性增强, 促使高原槽发展加深(见图 2), 19 日东移至 105°E。而 17 日西太平洋副热带高压西伸北抬, 18 日 588 dagpm 线位于南阳—商州—汉中, 并稳定少动, 副高边缘西南暖湿气流与高原槽前西南气流叠加, 向河套地区输送大量的水汽和不稳定能量, 18 日 20 时陕西周围各站 $t-t_d < 1$ °C, 汉中站达到饱和。



实线为 500 hPa 高度场; 虚线为 700 hPa 低涡;
粗实线为 500 hPa 槽线; 粗虚线为 700 hPa
切变线; 矢量箭头为急流

图 2 2003-09-18-20 高空综合图

收稿日期: 2004-12-10

作者简介: 高菊霞(1972-), 女, 陕西眉县人, 学士, 工程师, 主要从事天气预报工作。

2.2 700 hPa 低涡和“人”字型切变

9月17日08时在河套地区有一低涡切变,低涡中心位于合作,切变北段位于东胜—华家岭,切变南段位于高原东部,同时在阿拉善盟有一反气旋环流。20时低涡移至甘南,北段切变快速顺时针转动,南段切变稳定少动。18日08时兰州附近形成闭合的316 dagpm 小高压,20时高压范围扩大到整个河套,西安、平凉和兰州转为一致东风,北段切变南压至郑州—西安—天水,从而与低涡相伴形成了“人”字型切变(见图2)。19日低涡切变移动缓慢,大范围暴雨就产生在切变的南部。这种低涡与“人”字型切变,促使西北、东北、西南气流在陕西汇合上升,而兰州小高压有利陕西上空锋生辐合加强,是陕西暴雨常见天气形势之一。

2.3 低空急流和地面冷锋

9月18日晚到19日,700 hPa上自四川到关中有一支西南急流建立,风速为12 m/s。在850 hPa上也有低涡与切变存在,并且沿35°N有一支东风急流形成。两支低空急流(见图2)将大量的水汽向暴雨区输送,同时受切变阻挡,在暴雨区聚积,有利于辐合加强。地面冷空气从东西两路影响陕西,冷空气主力从华北扩散南下,西路冷空气沿河西东南移,18日20时在志丹—陇县—武都一带形成弱冷锋,冷锋过境时,降水强度加大。

3 物理量特征诊断分析

3.1 上升运动

9月18日20时新疆东部出现正涡度区,中心值达到 $4.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。随着500 hPa低槽东移加深,关中陕南有正涡度平流。与以前的秋季暴雨比较,涡度平流随高度增加明显,700~500 hPa由0增加到 $7 \times 10^{-10} \text{ m/s}^2$ 。在正涡度平流的作用下,低层减压,有利于低层强辐合产生。

从以前初夏、盛夏、秋季暴雨两个例分析中看到,暴雨区常会出现低层辐合、高层辐散,但对垂直结构的分析比较少。由沿108°E和34°N制作的19日08时散度场垂直剖面图可见(图3),在28~36°N,105~112°E范围内,散度场上具有低层辐合高层辐散的垂直结构,中心位于陕南。在700 hPa以下为辐合,850 hPa上最大达到 $-29 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,中心由北向南移动,与地面冷锋移动相一致。高层辐散主要在250~150 hPa,200 hPa上最大值达 $26 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,300~500 hPa为弱辐散层。在低层辐合、高层辐散的作用下促使二级环流建立,有利于上升运动产生维持。在T213垂直速度场上,18日700 hPa垂直速度最大,中心分别位于西安和安康西部,最大值分别为 $-49.6 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$ 和 $-55.5 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$,19日08时在500 hPa垂直速度最大,关中—陕南有 $< -40 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$ 高值区。

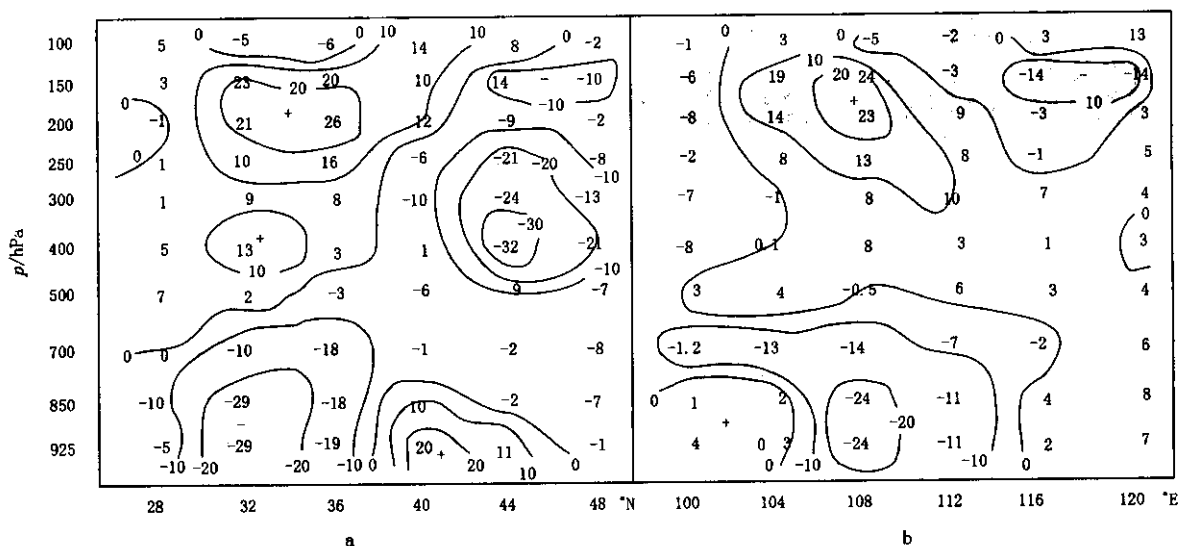


图3 2003-09-19-08散度场垂直剖面图(a.沿108°E; b.沿34°N)

3.2 水汽与能量

充沛的水汽是暴雨发生的必要条件, 在暴雨出现前陕西连续几天一直有大雾, 表明低层湿度较大。相对湿度场上, 19日08时关中陕南的相对湿度从地面到500 hPa, 均达到90%以上, 在暴雨区中心达到98%, 接近饱和。随着低空西南急流和东风急流的建立, 大量的水汽向暴雨区输送。在700~850 hPa有明显的正水汽通量, 中心值为 $111.3 \times 10^{-1} \text{g}/(\text{cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 。850 hPa水汽通量散度场上(图略), 暴雨区有明显的水汽辐合, 中心值达到 $-38 \times 10^{-7} \text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 。

9月06—16日, 副高活跃, 但陕西无降水出现, 气温持续上升, 前期能量积累明显。许多研究提到, 暴雨落区处在高能轴附近, 在 θ_{se} 场上, 17—19日关中陕南始终处在西南—东北向的高能舌中, 高能轴位于川北—关中东, 暴雨中心就在高能轴附近。在 K 指数 $^{\square}$ 场上, 16日关中以南有 $K > 40^\circ\text{C}$ 高能区, 高于本地暴雨能量指标, 17日高能区范围扩大, 18日在河套地区形成明显的“ Ω ”型能量场(见图4), 河套为高能区, 河西和华北为低能区, 符合陕西暴雨能量场特征。

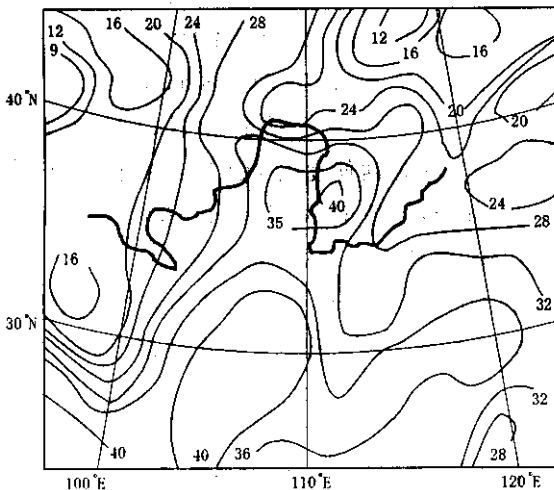


图4 2003-09-18-08K指数客观分析场

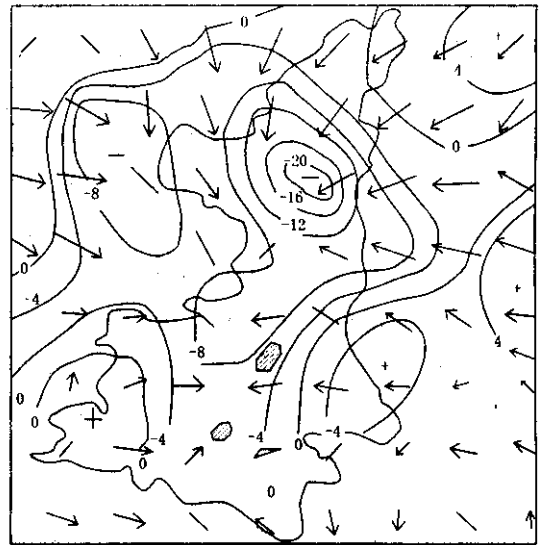
3.3 Q矢量场与暴雨落区

Q矢量场对垂直运动的诊断是一种科学有效的方法, 准地转Q矢量可以表示为:

$$Q_x = \frac{R}{P} \left(\frac{\partial U_g}{\partial X} \frac{\partial T}{\partial X} + \frac{\partial V_g}{\partial X} \frac{\partial T}{\partial y} \right)$$

$$Q_y = \frac{R}{P} \left(\frac{\partial U_g}{\partial y} \frac{\partial T}{\partial X} + \frac{\partial V_g}{\partial y} \frac{\partial T}{\partial y} \right)$$

将准地转强迫项表示成一个矢量的散度, 这个矢量称为Q矢量 $^{[2]}$, Q矢量散度表示产生上升运动强迫机制的强弱, Q矢量散度的大小正比于垂直运动 ω 大小, 即 $\nabla^2 \omega \propto -2 \nabla \cdot Q$ 。一些研究发现 $^{[3]}$, 暴雨区上空500 hPa常对应较强的Q矢量散度区, 最大暴雨中心与Q矢量负值强中心相匹配。此次暴雨Q矢量项对垂直运动激发作用明显, 由图5可见, 18日20时在500 hPa关中陕南出现明显Q矢量辐合区。在Q矢量散度场上负值区与上升运动区相对应, 中心值达 $-23 \times 10^{-16} \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-3}$ 。暴雨落区与500 hPa Q矢量辐合中心对应, 处在负散度区, 但与Q矢量强散度中心不对应。



箭头为Q矢量; 实线为Q矢量散度;
阴影区为暴雨中心

图5 2003-09-18-20 500 hPa Q矢量场
和Q矢量散度场

4 小结

- 4.1 高原槽的东移加深, 700 hPa低涡和“人”字型切变, 是这次暴雨的主要影响系统。
- 4.2 低空西南急流和东风急流的建立, 为暴雨提供了充沛的水汽和能量, 使陕西出现“ Ω ”型高能场。
- 4.3 涡度平流随高度增加, Q矢量辐合, 低层辐

文章编号: 1006-4354 (2005) 02-0008-04

咸阳市一次强对流暴雨天气分析

段昌辉, 吴宇华

(咸阳市气象局, 陕西咸阳 712000)

摘要:通过对 2004-08-10 咸阳地区强对流暴雨天气产生的大尺度形势场、能量场、卫星云图以及多普勒天气雷达产品等分析, 表明: 这次强对流暴雨发生在副高摆动西伸北抬、中高纬度低槽东移南压的大尺度背景下, 暴雨发生前期对流层中下层呈强烈的对流不稳定, 地面冷锋抬升是触发不稳定能量释放的主要因素。多普勒雷达观测表明强暴雨中心回波强度均在 50 dBz 以上, 云顶高度均在 10 km 左右。其中 06—07 时南部乾县、武功的暴雨是由典型的 β 中尺度系统直接影响造成的, 此 β 中尺度对流云团内部存在明显的中尺度气流辐合。强回波出现时 1 h 积累降水量图显示的数值与实测降水量相吻合。

关键词: 强对流; 暴雨; 多普勒雷达; 分析

中图分类号: P458.121.1

文献标识码: B

1 前期气候背景和雨情

2004 年 7 月咸阳市大部分县区降水均较常年偏少二到七成, 市区降水仅为 20 mm, 尤其是上旬平均气温较历年同期偏高 3℃, 中、下旬伏旱较为严重。8 月上旬前期, 气温持续上升, 大部分县区气温偏高, 使人感到闷热不适。8 月 10 日从 01 时开始, 咸阳市自北向南出现一次强雷雨天气, 降水量分布极不均匀, 大部分县区以小到中雨为主, 其中长武、武功、乾县出现短时暴雨。9 日 08—10 日 08 时长武县降水量为 58.3 mm, 主要集中在 02—03 时, 1 h 降水量 31.5 mm; 武功降水量为 54.2 mm, 1 h 降水 47.4 mm; 乾县降水量 54.0 mm, 1 h 降水量 36.7 mm, 降水主要集中在 06—07 时。据初步统计, 这次暴雨天气过程造

成咸阳 7 个县 42 个乡镇受灾, 受灾人口约 5 万人, 农作物受灾面积 1 万 km²。

2 高空天气形势场分析

副热带高压外围的暖湿西南气流向北部输送动量、热量和水汽, 遇有冷空气、切变线等辐合抬升, 就容易产生强对流性天气过程。8 月 7—9 日, 副高呈东西带状, 西脊点维持在 110°E 附近, 但南北摆动较大, 7 日 08 时 588 dagpm 线扩展到 35°N 左右, 8 日 08 时收缩至 32°N 以南, 9 日 08 时副高突然明显西伸北抬 (图 1), 西脊点 108°E, 588 dagpm 线北抬至 36°N 左右, 呈经向型分布, 陕西汉中、安康东南部处于副高外围西南气流中, 到 9 日 20 时副高继续西伸, 西脊点在 105°E 左右, 陕南东部为副高控制, 陕南西部至关中中部

收稿日期: 2004-10-08

作者简介: 段昌辉 (1968-), 男, 陕西武功人, 学士, 天气预报高工, 从事天气预报方法研究。

合、高层辐散垂直结构的形成, 有利于上升运动的产生和维持, 也是大范围强降水产生的关键。

4.4 暴雨区与 Q 矢量辐合区相对应, 处在负散度区, 至于暴雨落区与 500 hPa Q 矢量散度的关系, 以及最大暴雨中心是否与 Q 矢量负值强中心相匹配, 有待于深入研究。

参考文献:

- [1] 孟妙志. K 指数在暴雨分析预报中的应用 [J]. 气象, 2003, 29 (8): 2-3.
- [2] 周丽峰. Q 矢量理论在暴雨分析中的应用介绍 [J]. 陕西气象, 2003, (5): 12-14.
- [3] 中国气象局科教司. 省地气象台短期预报岗位培训教材 [M]. 北京: 气象出版社, 1998.