

文章编号: 1006-4354 (2004) 04-0006-05

一次暴雨过程垂直结构特征分析

李社宏, 胡淑兰

(渭南市气象局, 陕西渭南 714000)

摘要:应用 NCAR/NCEP 再分析资料和垂直剖面图方法, 对 2003-08-28—29 出现在陕西关中的区域性暴雨天气过程的物理量空间分布诊断分析, 揭示暴雨过程的垂直结构特征。结果表明, 低层东北气流为暴雨形成提供了动力抬升和聚集水汽的作用, 暴雨过程中低空西南急流不明显, 水汽的垂直输送强烈。上升运动发展旺盛, 达到 100 hPa, 最大上升气流出现在 700~500 hPa 之间。低层辐合中心位于 850 hPa, 高层辐散中心位于 400 hPa。低层正涡度中心位于 850~700 hPa 之间, 高层负涡度中心位于 150 hPa。涡度、散度和垂直速度场的大(小)值区的几何形状与暴雨区分布基本一致。

关键词:暴雨; 垂直结构; 特征分析

中图分类号: P458.1

文献标识码: B

2003-08-28—29, 陕西关中地区出现了连续性区域性暴雨, 2 d 内共出现暴雨和大暴雨 35 站次。本文应用 NCAR/NCEP 再分析资料, 着重探讨一些与暴雨有关的物理量在空间的垂直分布特征, 希望能对西北东部地区盛夏暴雨天气系统的垂直结构和演变有一些了解。

1 环流特征和主要影响系统

1.1 500 hPa 高空环流特征

这次暴雨过程发生在欧亚中高纬度两槽一脊的大环流背景下, 两个长波槽分别位于 40°E 和 130°E 附近, 乌拉尔地区有一阻塞高压维持, 这是我国夏季洪涝天气产生的典型环流特征之一。在阻高前部, 巴湖至新疆北部有一横槽, 槽前 35~45°N 之间气流较平直, 并不断分裂下滑短波槽, 携带着冷空气向东南方向移动。与中高纬形势相对应, 中低纬地区副高强盛, 呈纬向分布, 且稳定少动, 588 dagpm 北沿位于 34°N, 西伸脊点位于 105°E, 副高西北侧的西南气流把水汽和能量不断向降水地区输送, 暴雨区位于副高西北侧(图 1a)。

1.2 低空环流特征

28 日 08 时对流层低层 700 hPa (图 1b) 上,

副高强盛稳定, 蒙古西部有小高压, 平凉—兰州地区存在低涡环流, 并带有“人”字型切变。随着低涡环流的发展东移, 产生了大范围强降水, 暴雨落区与“人”字型切变走向基本一致, 并偏向暖区一侧。在地面图上(图略), 蒙古—贝湖有一冷高压, 四川为暖低压控制, 锋区位于陕西北部, 随着锋区的缓慢南压, 产生大范围暴雨。

2 流场的空间结构分析

2.1 流场的纬向垂直剖面分析

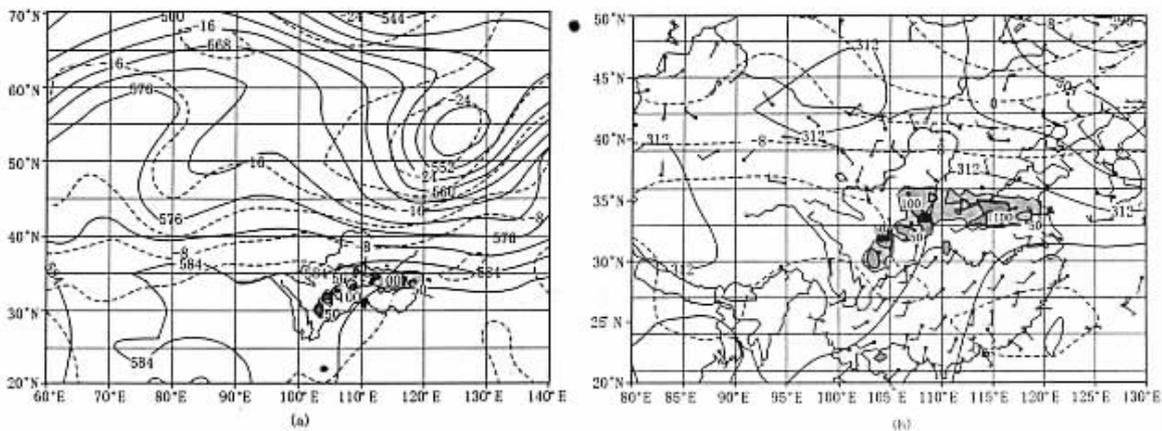
利用 NCEP 再分析资料和 GrADS 对暴雨过程进行诊断分析, 进而认识这场暴雨过程的垂直结构特征。从 28 日 20 时 35°N 纬向流场垂直剖面(图 2)上可以看出, 在对流层低层, 有一支东风气流在向西运动的过程中不断向上爬升。在 120°E 处, 东风气流集中在 850 hPa 以下, 到 104°E, 东风气流已向上扩展到接近 500 hPa, 再向上则转为偏西气流, 暴雨主要发生在东风气流爬升最陡的地方。在 110~115°E、500~600 hPa 之间有一个大于 6 m/s 的南风分量大值中心, 此中心与 500 hPa 副高西北侧的偏南气流相对应。

2.2 流场的经向垂直剖面分析

在经向流场垂直剖面(图 3)中, 南北两支气

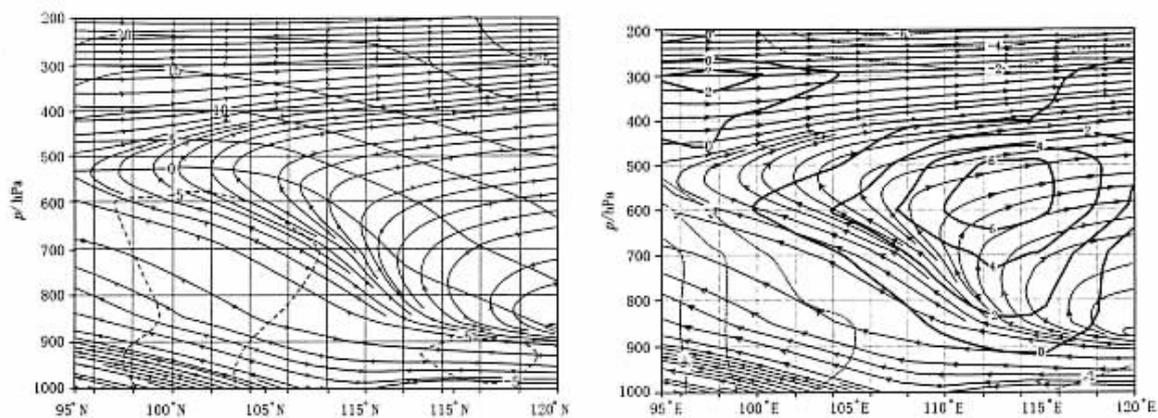
收稿日期: 2004-04-02

作者简介: 李社宏 (1969-), 男, 陕西周至人, 高级工程师, 从事天气预报技术研究工作。



实线为等高线，虚线为等温线，阴影部分为 08-28-08-30-08 雨量分布

图 1 2003-08-28-08 500 hPa 形势图 (a) 和 700 hPa 形势图 (b)



(a) 叠加了 u 分量等值线 (单位: m/s)

(b) 叠加了 v 分量等值线 (单位: m/s)

图 2 2003-08-28-20 风场沿 35°N 纬向流线垂直剖面

流在近地层交汇于 34°N 处，并产生了强烈的上升运动，这正是秦岭北麓的位置。辐合线随高度增加向北倾斜，辐合线以南为深厚的南风气流，其大值中心出现在 $850\sim 700$ hPa。上升气流沿辐合线上升到 300 hPa 时，与高空北风合并，向南流动，并在 31°N 上空形成一个气旋性次级涡旋。低层偏南气流为暴雨区输送了大量水汽，上升气流将水汽沿垂直辐合线南侧向上输送。辐合线北侧的偏北气流，一方面起到了动力抬升作用，另一方面起到了阻挡扩散、聚集水汽的作用。暴雨区位于强上升气流下方。

3 动力条件的空间结构分析

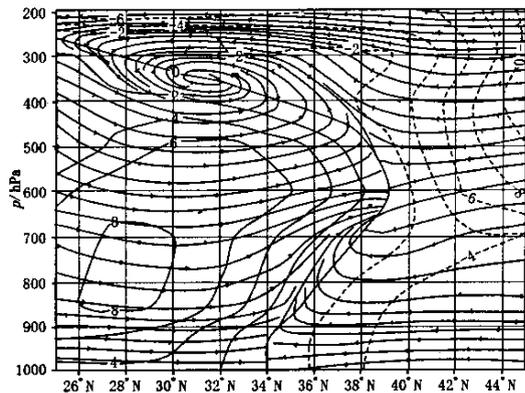
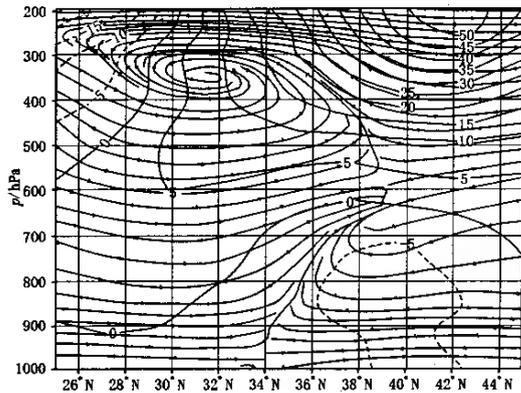
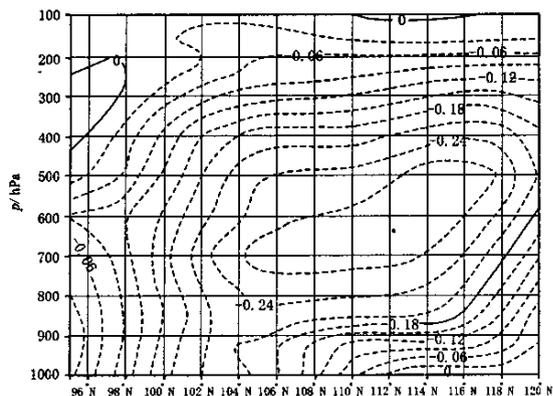
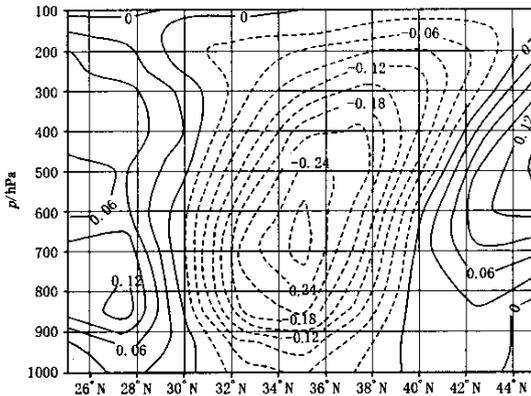
3.1 垂直速度

将 28 日 20 时、29 日 02 时、29 日 08 时 3 个

时次的平均垂直速度，分别沿 35°N 和 110°E 作做纬向和经向垂直速度的垂直剖面 (图 4)。可以看出，这次暴雨过程的垂直运动发展非常旺盛，暴雨区上空 100 hPa 以下的整层大气皆为上升气流，最大上升气流出现在 $700\sim 500$ hPa，上升速度为 -0.27×10^{-2} hPa/s。最大上升气流区的几何形状呈现出东西长、南北窄的带状分布，与暴雨落区的几何形状基本一致。

3.2 散度

图 5 是 29 日 08 时散度场的纬向和经向垂直剖面。可以看出，散度与暴雨落区有很好的对应关系。低层辐合中心位于 850 hPa，散度达到 -1.5×10^{-5} s^{-1} ，高层辐散中心位于 400 hPa，形成了低层辐合高层辐散的有利于降水产生的散度场

(a) 叠加了 v 分量等值线 (单位: m/s)(b) 叠加了 u 分量等值线 (单位: m/s)图3 2003-08-28-20 风场沿 110°E 经向流线垂直剖面(a) 沿纬度 35°N 垂直剖面图(b) 沿经度 110°E 垂直剖面图图4 垂直速度垂直分布剖面图 (单位: 10^{-2} hPa/s)

结构。暴雨区呈东西带状分布,散度场亦具有东西带状分布特征。

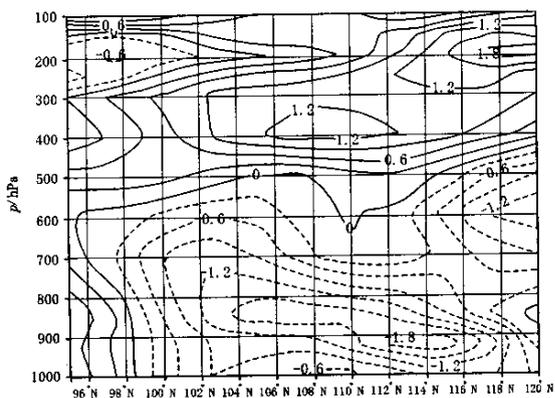
3.3 涡度

图6是28日20时涡度垂直分布剖面。在暴雨区上空,500 hPa以下为正涡度区,最大中心值大于 $1.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,位于850~700 hPa之间。正涡度中心上空是较强的负涡度区,中心位于150 hPa,达 $-5.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。这种搭配也有利于形成低层辐合高层辐散的有利降水形势。相比较而言,高空负涡度的绝对值更大一些。

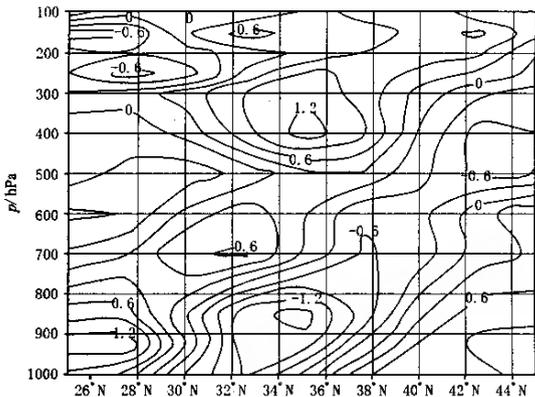
4 水汽条件的空间结构分析

充足的水汽供应是暴雨产生的首要条件。暴雨发生前的28日08时,700 hPa四川盆地到关中有一支偏南暖湿气流,最大风速为12 m/s, T

$-T_d \leq 2^{\circ}\text{C}$ 。偏南暖湿气流不断向暴雨区上空输送暖湿空气,为暴雨的产生提供了充足的水汽。在整个降水过程中,这支偏南气流一直维持,但风速不大,一般小于12 m/s。低空西南风急流是引起中国暴雨的主要天气系统之一[1],但引起这次暴雨的低空西南风急流并不明显,甚至没有达到12 m/s的低空急流标准。从水汽输送和流场经向剖面上可以看出(图7),这次暴雨过程水汽的垂直输送十分明显,上升气流区与垂直方向上的湿舌区有着非常好的对应关系。湿舌从低到高向北倾斜,说明水汽主要来自低空南侧。强烈的水汽垂直输送,使暴雨区上空的水汽不断堆积,水汽在凝结过程中释放出大量凝结潜热,潜热加热又进一步促进空气向上运动,形成了对流发展的正

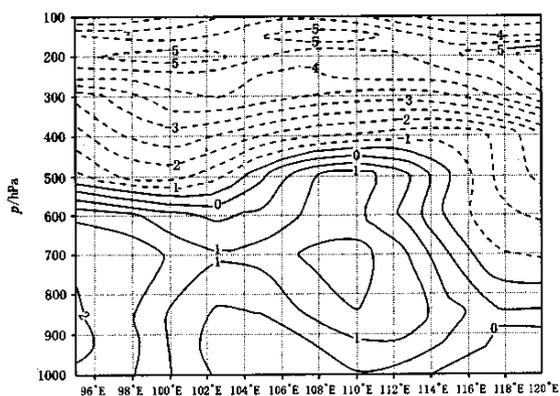


(a) 沿纬度 35°N 垂直剖面图

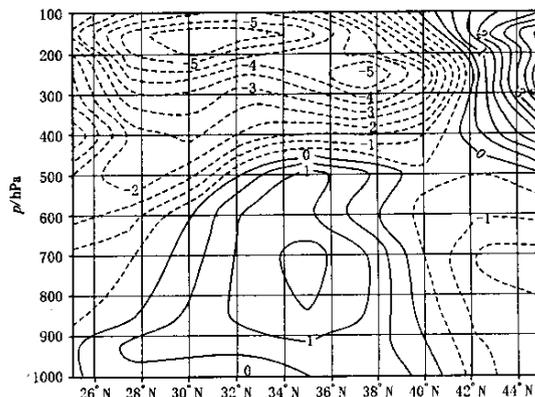


(b) 沿经度 110°E 垂直剖面图

图 5 2003-08-29-08 散度垂直分布剖面图 (单位: $10^{-5} s^{-1}$)

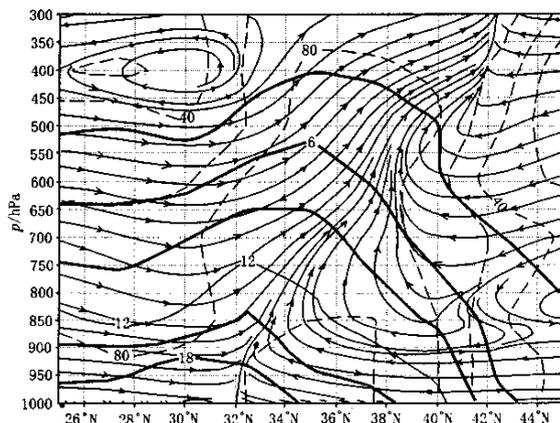


(a) 沿纬度 35°N 垂直剖面图



(b) 沿经度 110°E 垂直剖面图

图 6 2003-08-28-20 涡度垂直分布剖面图 (单位: $10^{-5} s^{-1}$)



粗实线: 比湿/(g/kg); 虚线: 相对湿度/%

图 7 2003-08-29-08 水汽输送和流场经向(110°E)剖面图

反馈机制。强烈的对流不稳定是这次暴雨的显著特点之一。从高、低空 θ_{se} 在暴雨发生前后的变化上可明显表现出来。暴雨发生前的 27 日 20 时, 西安站的 $\theta_{se(850-500)}$ 为 $9^{\circ}C$, 到暴雨发生后的 29 日 20 时, 下降为 $-15.0^{\circ}C$ 。可见, 暴雨发生前后, 大气层结经历了一个从不稳定到稳定的转换过程。

5 小结

5.1 由于 NCEP 再分析资料具有要素内容丰富、连续性好、采用通用的 NC 格式、可通过 Internet 方便获取等优点, 可用其方便快捷准确对重要天气过程分析研究。但是, 由于其分辨率低, 仅为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$, 直接用来分析大尺度系统尚可, 用来分析中小尺度天气, 有些力不从心。对中小尺度系统, 应结合实况资料, 进一步加工。

文章编号: 1006-4354 (2004) 05-0010-03

延安市森林火险天气分级预报方法

孙智辉, 苏长年, 尹盟毅

(延安市气象局, 陕西延安 716000)

摘要:通过对延安市 1989—2002 年森林火灾资料的综合分析, 发现当地火灾多发生在 2—4 月, 火灾多发时段为每日 12—14 时, 火灾类型多为地表火, 引起火灾原因多为人为原因, 占 95% 以上。分析森林火灾对应的气象资料, 总结出以连续无降水日数、最高气温、最小相对湿度三要素建立的分级火险天气预报方法。业务试运行表明: 该方法对高危火险天气有较好的预报效果, 对林业部门森林防火指挥有一定参考价值。

关键词:延安; 森林火险; 分级预报; 方法

中图分类号: S429

文献标识码: A

延安市位于黄河中游, 黄土高原沟壑区, 目前有林地面积 184.65 万 hm^2 , 森林覆盖率为 42.9%。防火工作逐步向有林护林、无林护草的方向发展, 防火任务越来越艰巨。在每年的冬春时节, 全市降水稀少, 气候干燥, 风沙天气多, 是森林防火的关键时段, 火灾时有发生, 使国家财产受到损失。火灾的发生、蔓延、强度、受灾面

积与气象条件密切相关, 因此建立根据气象要素影响的火险天气预报方法十分必要。

1 资料

延安市森林防火指挥部办公室提供的 1989—2002 年的全市 13 县区森林火灾发生日期、时间、地理位置、受灾面积资料。对应分析 13 a 森林火灾出现时段 (10 月—次年 7 月) 的逐

收稿日期: 2004-06-18

作者简介: 孙智辉 (1967-), 男, 陕西延安人, 工程师, 主要从事遥感与应用气象研究。

5.2 暴雨区上空低层长时间维持一东北气流, 与西南气流在雨区上空形成对峙, 东北气流在暴雨形成过程中发挥了动力抬升和聚集水汽的双重作用。

5.3 本次暴雨过程的低空西南急流并不明显, 水汽的水平输送不够集中, 但水汽的垂直输送却十分明显。

5.4 本次暴雨过程的垂直运动发展非常旺盛, 上升气流达到了 100 hPa, 最大上升气流出现在 700~500 hPa 之间。低层辐合中心位于 850 hPa, 高层辐散中心位于 400 hPa。低层正涡度中心位于 850~700 hPa 之间, 高层负涡度中心位于 150 hPa。涡度、散度和垂直速度场的大 (小) 值区的几何形状与暴雨区分布基本一致。

参考文献:

[1] 陶诗言, 赵思雄, 周小平, 等. 天气学和天气预报

的研究进展 [J]. 大气科学, 2003, (4): 451-467.

[2] 高守亭, 赵思雄, 周小平, 等. 次天气尺度及中尺度暴雨系统研究进展 [J]. 大气科学, 2003, (4): 618-627.

[3] 王智, 翟国庆, 高坤, 等. 长江中游一次 β 中尺度低涡的数值模拟 [J]. 气象学报, 2003, (1): 66-77.

[4] 贝耐芳, 赵思雄, 高守亭. 1998 年“二度梅”期间武汉—黄石突发性暴雨的模拟研究 [J]. 大气科学, 2003, (3): 399-418.

[5] 王智, 高坤, 翟国庆. 一次与西南低涡相联系的低空急流的数值研究 [J]. 大气科学, 2003, (1): 75-85.

[6] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文. 天气学原理和方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000.