

文章编号: 1006-4354 (2003) 05-01-04

# 陕西 2 次暴雨过程的能量和湿位涡分析

宁志谦, 梁生俊

(陕西省气象台, 陕西西安 710015)

**摘 要:** 用  $T_{106}$  资料分析了 2000-07-12 和 2000-10-10 暴雨过程的能量和湿位涡, 结果表明: 副高西北侧西南风急流配合有低涡时, 对流层低层对流不稳定, 强降水发生在该不稳定区内, 配合有较强冷空气入侵时, 降水落区在  $\theta_{sc}$  锋区和靠近暖湿区一侧。低层  $MPV_1$  的负值区代表了强辐合上升区及对流性不稳定区, 强降水落区在其负值轴附近, 当北方有较强冷空气东移南下时, 降水落区位于  $MPV_1$  正负交界处靠近暖区一侧。 $MPV_2$  高正值区代表了低层斜压不稳定和强的水平风垂直切变, 降水落区在高正值区附近, 当有冷空气南侵时, 落区位于正中心北部和负中心南部。

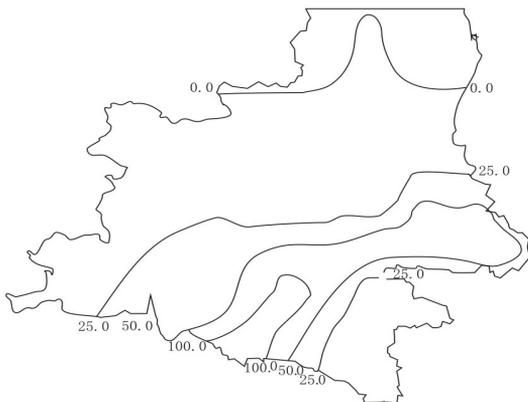
**关键词:** 湿位涡 ( $MPV$ );  $\theta_{sc}$ ; 副高; 东风急流; 冷空气

**中图分类号:** P458.1

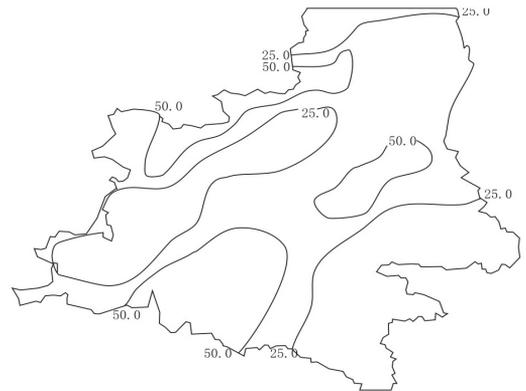
**文献标识码:** B

2000-07-11—14, 受副热带高压影响, 陕西南部出现 16 站暴雨, 造成重大人员伤亡和财产损失, 降水主要出现在 12 日 08 时到 20 时, 20 时 24 h 降水量有 6 站大雨, 10 站暴雨, 其中镇巴和汉阴降水量分别为 166.1 mm、103.1 mm (图 1a),

特点是降水强度大、落区集中, 主要在陕南中东部地区, 位于副高边缘上。2000-10-10—11, 受西北路较强冷空气与副热带高压共同影响, 陕西 11 日 08 时 24 h 降水量有大雨 34 站, 暴雨 19 站 (图 1b), 其特点是降水强度大、面积广, 有 2 个强降



a. 2000-07-12-20



b. 2000-10-11-08

图 1 陕西延安以南地区 24 h 降水量分布

水落区: 1 个位于陕北西南部—关中西部, 处于地面冷锋位置, 另 1 个位于陕南西部—关中东东部地区, 处于副高西北侧 584 dagpm 线位置。

## 1 环流形势

### 1.1 7 月 12 日 08 时高空形势

7 月 12 日 08 时 500 hPa 图上副高 588

收稿日期: 2003-06-30

作者简介: 宁志谦 (1969-), 男, 陕西礼泉人, 学士, 工程师, 主要从事短期天气分析和预报工作。

dagpm 线西伸到 22°N、109°E 附近,中心强度 592 dagpm,河套北部地区有闭合高压,高压底部为偏东风气流,在西宁附近和关中东部到郑州附近分别有一个低涡,并伴有横切变线维持于西宁、西安到郑州一线。700 hPa 河套北部向西到酒泉为一致的东南风急流,延安风速为 10 m/s,云贵高原—陕南为强的西南风急流,其中安康风速达 20 m/s,在两股急流之间平凉—西安北—郑州为横切变线,兰州、平凉和武都之间有低涡形成。

### 1.2 10月10日08时高空形势

10日08时500 hPa图上冷空气中心位于贝湖附近,中心强度 $-36^{\circ}\text{C}$ ,槽线位于贝湖—乌兰巴托—乌鲁木齐之间,大槽底部 40°N 附近存在强西风急流和高空锋区,急流最大风速 26 m/s,哈密与太原之间有一 $-16^{\circ}\text{C}$ 锋区。副高 588 dagpm 线西伸到长沙,中心强度 590 dagpm。700 hPa 河套北部为一小高压,其底部太原—延安—兰州是一支弱的东风气流,西安—汉中—武都之间形成低涡并伴有一条东北—西南向切变线。地面冷空气前锋位于河西,锋前已有小股弱冷空气南下到河套地区,并在该地区 35°N 附近形成弱冷锋,从四川盆地到陕南为一倒槽。

前者是副高边缘有低涡配合的一次暴雨过程,后者则是一次西北路冷空气东移南下与副高共同作用产生的一次暴雨过程。都有副高、低涡、西南急流、东风急流和切变线等天气系统,副高外围的西南风急流为大降水提供了充足的水汽和不安定能量,河套北部小高压底部的东风急流阻挡了水汽向北运动,有利于垂直运动的发展及水汽与能量在暴雨区附近的堆积,小高压东部的东北风引导北方冷空气南下,使大气不稳定性加大,有利于对流运动的发生和发展。

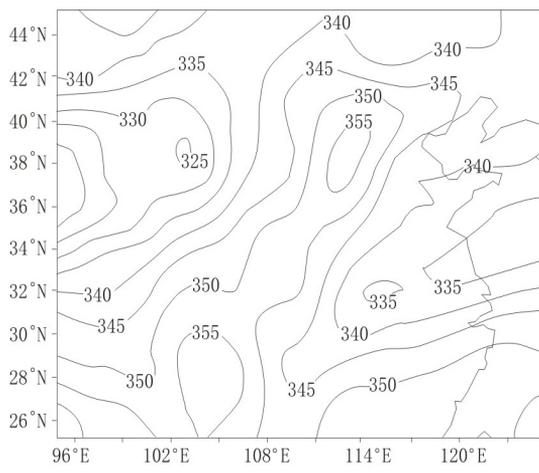
## 2 能量场分析

### 2.1 $\theta_{\text{se}}$ 水平分布

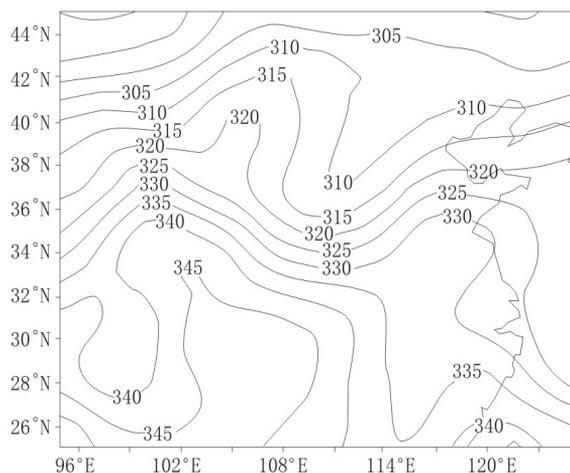
7月11日20时850 hPa  $\theta_{\text{se}}$ (图2a)在河套南部有东北—西南向  $\theta_{\text{se}}$  高值轴,对应副高外围的高温高湿气流,陕西暴雨发生在高能轴上。10月10日20时850 hPa  $\theta_{\text{se}}$ (图2b),冷空气主体在河西上游地区,受冷锋前小股南下冷空气影响,在河套东北部形成低值区,35°N 附近有  $\theta_{\text{se}}$  锋区,强降水发生在该锋区靠近暖空气一侧。

### 2.2 $\theta_{\text{se}}$ 垂直分布

分析7月11日20时温度露点差,从云贵高原到河套南部地区的低层至对流层中层基本达到



a. 2000-07-11-20



b. 2000-10-10-20

图2 850 hPa  $\theta_{\text{se}}$ 分布(单位: K)

饱和。在  $\theta_{\text{se}}$  沿 33°N 剖面图上,700 hPa 以下 105°E 到 110°E 之间为对流不稳定区;10月10日20时  $\theta_{\text{se}}$  沿 34°N 剖面图上 107°E 到 110°E 之间、600 hPa 以下为对流稳定性区,说明此次降水主要为稳定性降水。另外在10日20时  $\theta_{\text{se}}$  沿 108°E 剖面

图上,400~850 hPa 之间存在向北后倾的锋区结构,在850 hPa图上,冷空气前锋位于34°N附近,对比10日08时地面图,该冷空气为主冷锋前位于关中地区的弱冷空气前沿。在冷空气锋面南侧是弱的对流不稳定区。

比较 2 次过程  $\theta_{se}$  分布, 前者低层为高能区且对流不稳定, 强降水发生在该区域内, 为对流性降水; 后者则以冷空气影响为主, 仅在冷锋南侧暖区中存在弱对流不稳定, 强降水集中在  $\theta_{se}$  锋区上靠近暖空气一侧, 主要表现为稳定性降水。

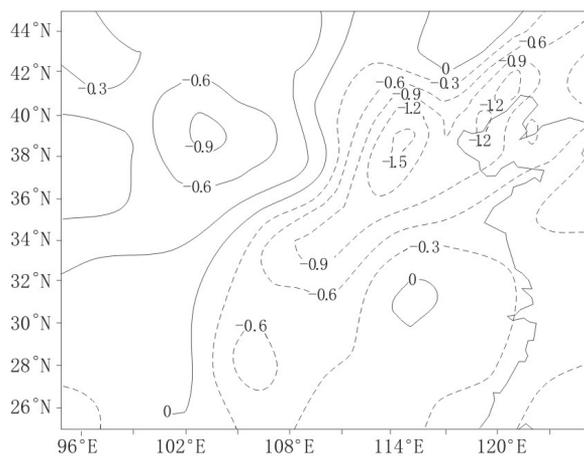
### 3 湿位涡 ( $MPV$ ) 分析

湿位涡是综合表征大气动力状态和热力状态的物理量<sup>[1]</sup>, 对湿绝热、无摩擦大气遵循湿位涡守恒。这种守恒给出了大气动力性能和热力性能之间相互依赖、相互制约的关系, 其垂直分量 ( $MPV_1$ ) 和水平分量 ( $MPV_2$ ) 的大小和正负号与大气稳定度、湿斜压性、风速辐合和水平风垂直切变的大小及其相互配置有关。

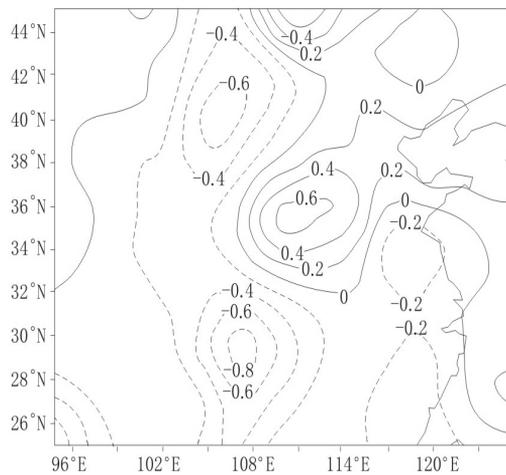
#### 3.1 $MPV_1$ 分析

当低层有垂直涡度发展并且对流不稳定时  $MPV_1 < 0$ <sup>[1]</sup>。分析 7 月 11 日 20 时 850 hPa 环流形势, 副高西北侧关中、陕南地区为强的西南风急流, 急流左侧有垂直涡度发展且对流不稳定, 与

此配置相对应, 850 hPa 上  $MPV_1$  (图 3a) 从河套东侧到关中、陕南为大负值区, 强降水发生, 陕西省在  $MPV_1$  负值轴线位置上, 陕南中东部为小于  $-0.6$  PVU 的负值区域。10 月 10 日 20 时在 850 hPa 上  $MPV_1$  (图 3b) 在河套东部为正值区, 其西南侧为大的负值区域, 强降水位于高低系统交界位置上, 这说明强降水不一定都发生在  $MPV_1$  的负值区内, 当低层有冷空气南压, 并伴有西南急流加强北上时,  $MPV_1$  在干冷空气一侧由于层结稳定表现为正值, 在暖湿空气一侧由于层结不稳定表现为负值, 降水发生在  $MPV_1$  正负交界位置。7 月 11 日 20 时沿  $33^\circ\text{N}$ 、 $34^\circ\text{N}$  剖面图上 650 hPa 以下  $107^\circ\text{E}$  到  $112^\circ\text{E}$  之间  $MPV_1$  为大负值区, 中心强度  $-1.1$  PVU; 10 月 10 日 20 时  $MPV_1$  沿  $108^\circ\text{E}$  剖面图上,  $32^\circ\text{N}$  以南 600 hPa 以下  $MPV_1$  为负值区, 在  $32\sim 40^\circ\text{N}$ 、850 hPa~600 hPa 之间则为正值区,  $MPV_1$  的这种垂直分布与前边的分析结果是一致的。



a. 2000-07-11-20



b. 2000-10-10-20

图 3 850 hPa  $MPV_1$  分布 (1 PVU =  $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ )

#### 3.2 $MPV_2$ 分析

吴国雄的研究表明<sup>[1]</sup>, 对流层低层急流的加强和湿斜压性的增大, 均可导致  $MPV_2$  大、垂直涡度发展。低层大的  $MPV_2$  的变化, 代表了低急流、暖湿空气和垂直涡度的变化。

7 月 12 日 20 时 700 hPa 上  $MPV_2$  (图略) 沿副高西北侧边沿在  $35^\circ\text{N}$  南部为一东西向高值区, 中心值达 0.8 PVU, 陕南大降水位于此高值区内, 这说明此处有强低空急流和湿斜压性; 10

月 10 日 20 时 700 hPa 上  $MPV_2$  (图略) 则在河套地区  $35^\circ\text{N}$  以南地区为正值区, 中心值 0.8 PVU, 处于冷空气前部的弱对流不稳定区内和 700 hPa 的西南急流中, 在该正值区北部为  $MPV_2$  负值区, 中心强度  $-2.4$  PVU, 该区是受冷空气控制的对流稳定区, 强降水发生在负值区南部和正值区北部的位上, 对应地面冷锋附近位置。

### 4 小结

4.1 2 次暴雨过程均发生于副高西北侧, 7 月 12

文章编号: 1006-4354 (2003) 05-04-04

# 陕北地区雹暴与多单体传播特征

雷 崇 典

(延安市气象局, 陕西延安 716000)

**摘 要:** 采用了 Schmid, Houze, Schiesser 与 Fovell 左移雹暴和右移雹暴的定义, 利用 2001—2002 年延安、洛川 711 雷达回波资料, 结合天气、气候资料, 对陕北地区雹暴特征进行了研究, 陕北雹暴大多由多单体系列组成, 新老单体不断再生消亡, 向最适合新单体生成的方向传播移动。左移雹暴较右移雹暴尺度小, 移动速度慢, 降雹时段也明显不同。雹暴是在中低层有利的次天气尺度条件下形成并在中小尺度环境影响下产生的, 强雹暴是在 500 hPa 西北气流引导下传播的。

**关键词:** 左移雹暴; 右移雹暴; 环境风; 雷达回波特征

**中图分类号:** P458.2

**文献标识码:** A

在 20 世纪 90 年代前期, Schmid, Houze, Schiesser 与 Fovell 等利用 Grossversush VI 期间积累的资料, 对瑞士雹暴特点进行了研究, 得到了引人注目的成果, 例如 Schmid 等以及 Houze 等的成果, 其中尤以“在瑞士, 左移雹暴数目和右移雹暴数目相近”的统计结果引人注目, 并使人们对左移雹暴的研究加以重视。陕北是我国雹暴发生率较高地区之一, 仅延安地区每年受强雹暴袭击平均在 10 次左右。利用 2001—2002 年延安、洛川 711 雷达回波资料, 结合天气、气候资

料, 研究与雹暴云关系密切的中小尺度回波系统, 对致灾降雹的临近预报具有一定的指导意义。

## 1 移动雹暴的定义

采用 Schmid, Houze, Schiesser 与 Fovell 对瑞士中部左移和右移雹暴的定义, 将地面到 6 km 间的垂直风切变定义为平均风切变。用 500 hPa 风矢量来代替平均环境风。当雷达回波的移动方向偏向 500 hPa 风矢的左侧时, 定义为左移强雹暴; 反之, 则为右移强雹暴。由于强雹暴的回波具有不对称特征, 强中心与反射率梯度最大值靠

**收稿日期:** 2003-04-28

**作者简介:** 雷崇典 (1963-), 男, 陕西合阳人, 工程师, 从事天气预报、强对流天气分析和研究工作。

日暴雨过程冷空气较弱, 副高西北侧西南风急流配合低涡产生降水, 而 10 月 10 日暴雨过程有较强冷空气南侵。西南风急流为降水提供了充足的水汽条件和不稳定能量, 河套地区小高压底部东风急流对能量和水汽的堆积、对流运动的发生和发展有重要作用。

4.2 7 月 12 日暴雨过程, 对流层低层为对流不稳定, 强降水发生在该不稳定区内; 10 月 10 日配合有较强冷空气入侵, 降水落区在  $\theta_w$  锋区和靠近暖湿区一侧。

4.3 湿位涡垂直分量 ( $MPV_1$ ) 的正负号取决于大气层结的动力和热力配置。低层  $MPV_1$  的负值

区代表了强的辐合上升区及对流性不稳定区, 强降水落区在其负值轴附近; 当北方有较强冷空气东移南下时, 冷锋后低层大气对流稳定, 降水落区位于  $MPV_1$  正负交界处靠近暖区一侧。

4.4 湿位涡水平分量 ( $MPV_2$ ) 与水平风速垂直切变及层结的湿斜压性有关, 高正值区代表了低层斜压不稳定和强的水平风垂直切变, 降水落区在高正值区附近, 当有冷空气南侵时, 降水落区位于正中心北部和负中心南部。

## 参考文献:

- [1] 吴国雄, 蔡雅萍, 唐晓菁. 湿位涡与倾斜涡度发展 [J]. 气象学报, 1995, 53 (4): 385-405.