

送源源不断的水汽。

文章编号: 1006-4354 (2003) 02-0015-03

2002-08-05 突发性暴雨天气过程分析

孟妙志, 高菊霞, 王仲文

(宝鸡市气象局, 陕西宝鸡 721006)

摘 要: 利用 T₂₁₃、HLAFS 物理量场资料, 对 2002-08-05 陕西省突发性暴雨进行诊断分析, 发现暴雨区具有高能量、位势不稳定很深厚的环境场, 850 hPa 沿 35°N 纬向辐合线为此次强降水提供动力条件和水汽, 台风北上加强了 35°N 附近的扰动和水汽输送, 西风急流引导冷空气南下, 共同促发了不稳定能量的集中释放。用 K 指数指标对这次强降水的短时预报效果较好。

关键词: 副热带高压; 台风; 急流; K 指数; 突发性暴雨

中图分类号: P458.1

文献标识码: B

2002-08-05T15:00—24:00, 陕西省关中、陕南自东向西出现了强对流暴雨。全省有 9 站雨水量在 38 mm 以上, 其中 5 站达 50 mm 以上, 各站降水主要集中于 1~2 h。暴雨中心位于宝鸡地区, 太白县和宝鸡县 3 h 降水量分别为 83.6 和 81.7 mm, 1 h 最大降雨量 48 mm。这次暴雨历时短、强度大, 局地性强, 是典型的突发性暴雨^[1], 暴雨发生前青藏高原东北侧无明显的低值系统, 副高在河套分裂为两个单体、南海台风登陆深入内地, 历史上与此次过程极相似的是陕西省 1994-08-05 的强对流暴雨。降水前 12~24 h, 中低空没有偏南气流和低值辐合系统配合是这类暴雨预报的难点。

1 天气形势演变

2002 年 7 月底到 8 月初, 在 500 hPa 图上副高脊线沿 35°N 逐日西伸, 与高原高压连通, 8 月 2 日副高最强, 西安—郑州形成 592 dgpm 高压中心。陕西受副高控制, 关中、陕南持续高温高湿天气, 4 日宝鸡市日最高气温达 38.4℃, 水汽压 26.1 hPa。5 日 08 时 500 hPa 形势发生调整 (图 1), 副高主体东退到东海, 高原、华西分别有残留的 588 dgpm 闭合单体, 陕西处于槽后偏北气流中; 蒙古高脊前, 呼和浩特附近为西北急流区,

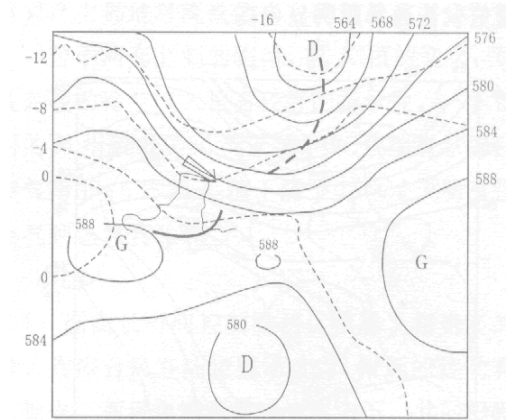


图 1 2002-08-05-08 500 hPa 天气形势图

(实线为高度场, 虚线为温度场)

粗实线为槽线, 粗虚线为地面冷锋, 箭头为急流位置)

配合有 -8℃冷温槽直落河套北部 (对应在临河有 -7℃变温中心); 南海台风“北冕”在广东登陆, 热低压北界达到 30°N, 其外围偏东风与北方高压前部偏北气流汇合于 35°N 附近, 这有利于东南沿海水汽输送到陕西。由于西北急流引导冷空气快速进入河套地区, 原在蒙古 48°N 一线地面冷锋, 5 日 08 时南压到银川—济南。副高分裂东退、台风登陆、锋区南压为这次强对流天气的发生提供了有利的环流场, 但中低空高原东侧, 无低值系统, 700、850 hPa 为弱偏东北气流, 给降

收稿日期: 2002-11-18

作者简介: 孟妙志 (1964-), 女, 甘肃平凉人, 学士, 工程师, 主要从事天气预报工作。

水产生的空间、强度带来不确定性。

2 物理量场分析

2.1 θ_{se} 分析

4—5日,从850~500 hPa河套地区 θ_{se} 高能轴由南北向转为沿35°N附近东西向,5日08时850 hPa θ_{se} 图上(图2),延安以北有较强的能量锋区。关中、陕南处于 $\theta_{se} \geq 84^\circ\text{C}$ 的高能区中,汉中、达县为90°C高能中心,高能轴在汉中—西安—运城一线,宝鸡位于高能轴的左侧附近。在 $\Delta\theta_{se(500-850)}$ 场上,陇东、川陕、山西 $\Delta\theta_{se}$ 均小于0°C,为大片位势不稳定区,位势不稳定中心在汉中, $\Delta\theta_{se(500-850)}$ 为-24°C,且 $\Delta\theta_{se(500-700)} = -10^\circ\text{C}$, $\Delta\theta_{se(300-700)} < 0^\circ\text{C}$,西安这3项均为负值,由此可见,关中、陕南的位势不稳定很深厚且很强,能量值较普通暴雨明显偏高。

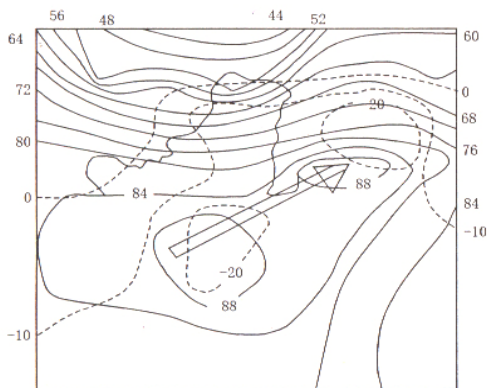


图2 2002-08-05-08 850 hPa θ_{se} 和 $\Delta\theta_{se}$ 叠加图
(单位: °C) 箭头为高能轴

2.2 水汽和动力条件分析

5日08时图上,850~500 hPa河套盛行偏北风,川陕无明显偏南气流,看起来无水汽通道,850、700 hPa仅平凉、汉中、安康、达县4站 $T - T_d \leq 4^\circ\text{C}$,湿区零散且狭小,这也是此次大降水预报的一个难点。但分析水汽通量散度场可见,在850 hPa以35°N为轴,从东海伸到河套有一个水汽辐合带,中心在运城附近,为 $-10 \times 10^{-5} \text{g}/(\text{hPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s})$,受偏东风影响,关中有负水汽通量散度平流,为强降水提供水汽。5日20时,水汽辐合中心移到关中上空。

分析5日08时850 hPa流场(图3)可见,沿

35°N附近关中—山西南部有一辐合线,此辐合线到20时一直维持,且南部有台风外围偏南气流汇入加强,对应850 hPa散度场上的辐合带、辐合中心与同时次水汽辐合带、辐合中心重叠,散度中心值为 $-10 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ 。暴雨区就在此辐合线附近,由此可见,850 hPa辐合为此次强降水提供动力条件和水汽输送。

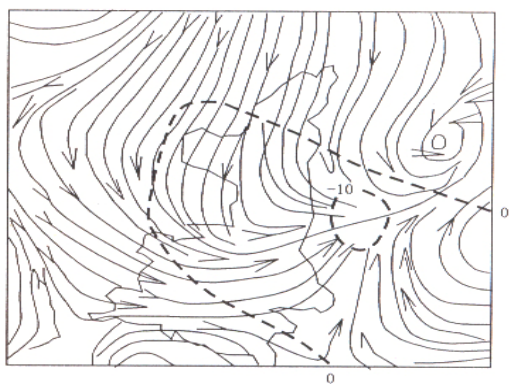


图3 2002-08-05-08 850 hPa流场和水汽通量散度
(单位: $10^{-5} \text{g}/(\text{hPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s})$) 叠加图

2.3 西北急流和台风作用

降水前,在天气图上能引起预报员警惕的是呼和浩特附近6站的西北急流。4—5日从850~300 hPa,均为西北急流,急流层次深厚、维持时间长。它不但带来强冷平流,且陕西省正好处于高空急流的右后侧,而5日300 hPa散度场,河套北部到北京有一个 $10 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ 的辐散中心,这是高空辐散利于低层辐合发展的配置。

南海台风与陕西大降水遥相关。这次降水发生于台风低压由115°E、23°N北移至114°E、27°N期间,相对应在850 hPa,5日08时沿35°N附近是 $< 4 \text{m/s}$ 的东北风, $T - T_d \geq 6^\circ\text{C}$,20时,变为10 m/s以上的台风低压北侧的东东南风, $T - T_d < 4^\circ\text{C}$,湿区从30°N北抬到35°N。台风使沿35°N附近辐合维持加强,并促使水汽辐合移入陕西关中,对暴雨产生起间接作用。

3 云图分析

在卫星云图上,5日08时,冷锋沿线银川、济南分别有对流云系形成,并逐渐向南、向西分别移动到延安南部、河南。14时两云团在山西趋于

合并, 随后, 云团很快向西发展加强。同时, 六盘山南端、秦岭西端开始形成局地性小对流云团。17 时左右, 西进的云团主体与秦岭西端的对流云合并, 云顶温度 TBB 达 -80°C , 宝鸡太白受其影响, 合并后的云团继续向北发展与南下的六盘山云团又一次合并, 中心在宝鸡县上空, 云顶温度也达 -80°C 。受秦岭阻挡, 21 时主体云系南移向商洛, 宝鸡降水减弱。在宝鸡对流云团 TBB 达 -80°C 较少见, 其降水强度之大也少见。分析 5 日 14、17、20 时地面图, 宝鸡与秦岭间在流场上存在中小尺度气旋, 沿关中的偏东风, 与六盘山南下的冷空气在秦岭北侧形成辐合区, 这正是强对流在此发展加强的原因之一。

4 本地 K 指数降水模式套用

$$K = [T_{850} - T_{500}] + T_{d850} - [T - T_d]_{700}$$

K 指数是反映中低层稳定度和湿度条件的综合指标。

$$E = - \int_p \Delta T \cdot R_d \cdot \text{Ln}P$$

E 是不稳定大气中可供气块做垂直运动的潜在能量^[2]。 $E > 0$ 是真潜在不稳定, 正值愈大不稳定性愈强。宝鸡 K 指数强降水指标为: 当地面有冷锋过境, 宝鸡在 $K \geq 36^{\circ}\text{C}$ 的高能区内, 达县有 $K \geq 36^{\circ}\text{C}$ 的高能中心时, 有中雨以上降水; 当此高能中心在汉中时, 强降水中心在宝鸡, 且当宝鸡以南 3 站, 有 E 大于 0 时, 宝鸡有可能产生暴雨。

由图 4 可见, 1—6 日河套地区的 K 指数均 $\geq 30^{\circ}\text{C}$, 2—4 日本站南部有一个 $K \geq 36^{\circ}\text{C}$ 的高能区, 5 日 $K \geq 36^{\circ}\text{C}$ 的高能区伸到平凉—延安, 宝鸡在此高能区内; 高能中心 4 日在重庆和达县, 5 日移到汉中, K 指数为 43°C ; 且 5 日重庆、达县、汉中 E 均大于 0, 汉中 E 达 2199 J/kg , 是正值中心。汉中 $SI = -4.2$, 是 SI 的负值中心。由此可见, 虽然天气图上没有明显偏南气流, 但在能量剖面图上, 却直观的显示出有能量自南向北输送且聚集。中低层大气中关中、陕南已积聚了足够大的能量, 处于极度不稳定的状态, 并且宝鸡以南还存在较大的潜在不稳定能量。5 日 08 时冷锋已进入陕西, 临河、银川间有 20°C 以上的锋区。据此可判断冷锋过境时宝鸡将可能产生暴雨。

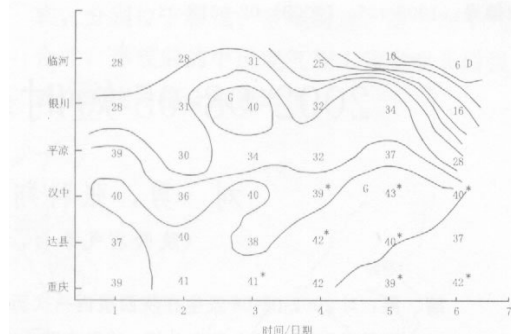


图 4 2002-08-01—06-08 时 K 指数时间剖面图
(等值线间隔: 4°C , * 表示 E 为正值)

6 日本站以北 K 指数已降到 30°C 以下, 而汉中 K 指数仍达 40°C , 冷空气受秦岭阻挡, 汉中 5 日只产生局地对流性降水, 能量没有充分释放。

位于河套北侧的临河, 其 K 值的变化, 对偏北路径的冷空气入侵有较好的指示性。4—5 日临河的 K 指数由 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 连续下降, 说明有系统性冷空气南下, 5 日其 K 值下降了 15°C , 说明有强冷空气到达河套北部。

5 小结

5.1 副高长时间控制陕西, 积累了相当高的能量; 南海台风登陆加强了 35°N 附近的扰动和水汽输送, 西风急流引导冷空气南下, 共同促发了不稳定能量的集中释放。

5.2 这次突发性暴雨, 中低空无明显的偏南气流和低值辐合系统, 但借助 T_{213} 、HLAFS 物理量场分析有水汽输送、动力辐合存在。

5.3 对流云团沿冷锋向西传播, 与局地对流合并, 形成 TBB 达 -80°C 的对流云团产生了暴雨, 地面中小尺度辐合对宝鸡强降水起重要作用。

5.4 K 指数对这类强降水预报有指标意义, 而临河 K 指数变化对冷空气入侵有指示性。

参考文献:

- [1] 杜继稳, 张弘, 孙伟, 等. 关于突发性暴雨初步研究 [J]. 灾害学, 2002, (1).
- [2] 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. 225.