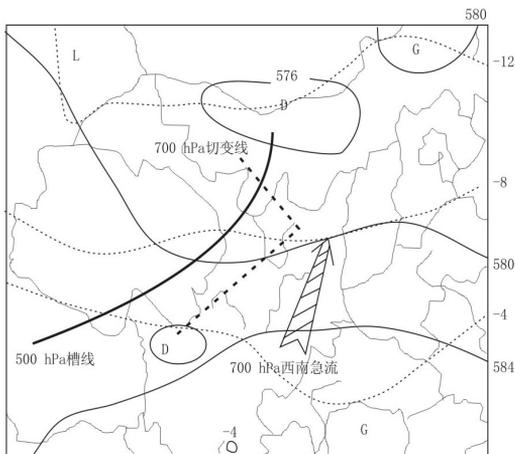


玉树—浪卡子, 槽后有强的冷平流, 西北风风向与等温线几乎垂直, 冷空气明显, 有利于槽的进一步加深。20 时, 105°E 偏南风发展强盛, 对低槽产生明显阻挡作用, 使其向偏北方向移动并收缩, 四川到河套的低槽受阻以后与高原冷空气共同作用, 逐渐加深, 在高原南侧从孟加拉湾到西藏发展成—明显低槽, 温度槽发展到四川北部, 槽后冷平流维持。

19 日 08 时 700 hPa 图上低涡位于青海到四川北部一带, 中心位于 95°E, 30°N, 河套中部形成一个西北—东南、西南—东北的人字型切变, 高原上有较强的冷空气入侵, 在青海北部—甘肃西部有—7°C 的变温, 说明低涡切变的斜压性强, 有利于低涡切变的进一步发展维持^[1], 孟加拉湾到陕西东南部有一个 312 dagpm 的高压脊, 高脊后部西南风与低涡前部大于 12 m/s 的西南暖湿急流打通, 槽前建立一支从孟加拉湾—四川—河套的西南急流, 为大降水区输送了大量的水汽和不稳定能量, 大降水发生在西南急流左侧, 此次暴雨的水汽来源为孟加拉湾 (图 2)。



实线—500 hPa 等高线; 虚线—500 hPa 等温线

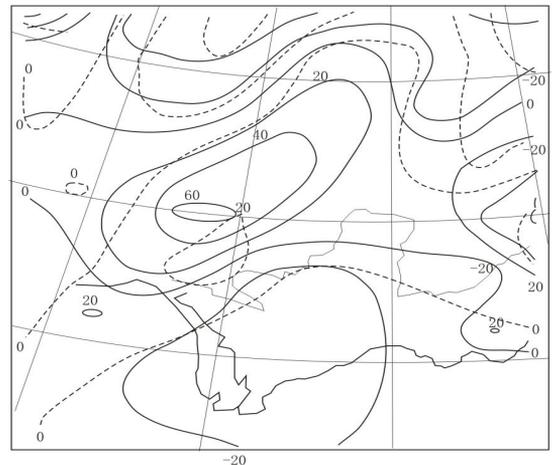
图 2 2004-08-19-08 各层系统配置图

3 物理量特征分析

3.1 涡度和散度特征

19 日 08 时 300 hPa 上, 在 95~100°E、40°N 有 $6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 的正涡度中心, 到 20 日 20 时正涡度加强为 $8 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 范围扩大, 移动到 107°

E, 40°N, 中心值达 $4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 陕西省的 35°N 以北均处在 $4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1} \sim 6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 范围内。对应 500 hPa 上, 19 日 08 时蒙古中部到河套有— $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 正涡度区, 随着高空槽和低涡切变的东移, 19 日 20 时陕西省西部处在 $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 的区域内, 暴雨开始时, 低涡切变与正涡度中心位置一致, 轴向为南—北向, 与暴雨有很好的对应关系, 说明暴雨区有气旋辐合^[2] (图 3)。散度场分析, 19 日 08 时 200 hPa 上, 在河套西部的 100°E、36°N 有 $3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 的辐散中心, 300 hPa 有 $5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 辐散中心, 低层 500 hPa 有— $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 的辐合中心, 说明高层有强辐散、低层辐合明显, 这样高层强辐散、低层强辐合为暴雨产生提供了有利的动力条件 (图 4)。



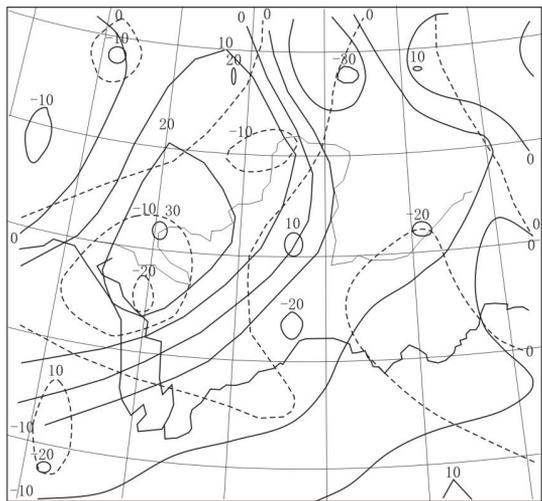
实线—300 hPa 涡度; 虚线—500 hPa 涡度

图 3 2004-08-19-08 300 hPa、500 hPa 涡度

(单位: 10^{-6} s^{-1}) 配置图

3.2 能量场特征

K 指数是反映中低层稳定性和湿度条件的综合指标。暴雨与自川北伸到陕西的 $K > 36^\circ\text{C}$ 高能区有较好的对应关系^[3]。河套地区 K 值为 36°C , 中心值高达 40°C , 中心位于河套以西的青海东部, 高能区由四川盆地随着高空槽前西南气流建立北伸, 能量自南向北输送, 甘肃东部到陕西西部聚集了足够的不稳定能量, 处于不稳定状态, 具备了产生大降水的能量特征。



实线—200 hPa 散度；虚线—500 hPa 散度

图4 2004-08-19-08 200 hPa、500 hPa 散度

(单位: 10^{-6} s^{-1}) 配置图

3.3 水汽通量散度分析

暴雨发生前19日08时,水汽辐合在四川盆地到青海,700 hPa和850 hPa分别形成 $-10 \times 10^{-8} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 的中心,19日20时水汽辐合东移至四川北部至陕西西部、甘肃南部,700 hPa和850 hPa在陕南南部到四川北部上空有一个 $-20 \times 10^{-8} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 中心,范围向北扩大,陕西西部被700 hPa和850 hPa $-10 \times 10^{-8} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 覆盖,陕南西部被850 hPa

$-20 \times 10^{-8} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 覆盖,较强的水汽辐合,从孟加拉湾到河套形成了向北伸展的湿舌,为暴雨发生提供了充沛的水汽和能量。

4 小结

4.1 此次暴雨发生在“东高西低”的有利大降水产生的环流形势下。

4.2 高原槽与新疆冷空气结合东移出高原,华北高压脊稳定少动,西南低空急流建立发展北伸,低涡切变加强且稳定少动是此次暴雨的直接影响系统。

4.3 高层强辐散和低层强辐合促使了垂直运动的发展和维持,为暴雨提供了动力条件,暴雨与 $K > 36^\circ \text{C}$ 高能区自川北伸到陕西有较好的对应关系。

4.4 700 hPa西南低空暖湿急流是暴雨的主要水汽和能量输送系统,孟加拉湾是此次暴雨的水汽和能量的来源,暴雨区有强烈的水汽辐合。

参考文献:

- [1] 张元箴. 天气学教程 [M]. 北京: 气象出版社, 1992.
- [2] 梁生俊, 宁志谦. 陕西历史最早暴雨成因初步分析 [J]. 陕西气象, 2004, (4): 6-9.
- [3] 孟妙志. K 指数在暴雨分析预报中的应用 [J]. 气象, 2003, 29 (8): 1.

一次自动站数据质量的对比分析

中国气象局规定若出现人工器测与自动气象站观测深层地温的差值 $\geq 0.5^\circ \text{C}$ 时,确属自动气象站传感器故障的,应及时排除,并报告上级业务管理部门。若不能及时处理,应恢复相应要素的人工观测。观测员要根据当时和前次天气变化情况判断,不要造成记录失真。例如:延安气象站2004年人工与自动站40 cm地温差值一年内在 $-0.0 \sim -0.2^\circ \text{C}$ 之间,属正常范围,但在2004-12-21—2005-01-17差值在 $-0.6 \sim -1.7 \sim -0.6^\circ \text{C}$ 之间变化,当时对人工和自动站仪器严格检查没有发现异常,并及时报告陕西省气象

装备中心,要求更换40 cm地温自动站芯片,更换后记录没有变化。为保证记录的连续性,增加了人工观测次数,并连续跟踪,直到1月18日发现记录稳定在正常变化的范围内,所以此记录属正常,可以应用。通过分析认为其原因为:(1)与12月21—25日的降雪有直接关系,此次雪深达5 cm,一直维持到月底,且降水量为2.2 mm,经过几天的渗透对土壤的温度有一定影响;(2)人工与自动仪器的安装相距50 cm,所在地的土壤性质和疏松程度不同;(3)观测时间不一致。

(罗琳,李桂萍)