

文章编号: 1006-4354 (2007) 06-0022-04

陕西初夏两场区域性暴雨分析

陶建玲, 段桂兰, 刘瑞芳

(陕西省气象台, 西安 710014)

摘要: 利用常规气象观测资料和 NCEP/NCAR 每日 4 次全球再分析网格点资料, 对陕西初夏两场区域性暴雨发生前及发生时的主要影响系统及一些物理量场诊断分析, 结果表明: 初夏两场暴雨发生前气温普遍升高, 高温高湿利于能量聚集; 西风槽东移有弱冷空气冲击利于暴雨的产生; 各物理量也都有反应; 初夏暴雨虽然没有西太平洋副热带高压直接影响, 前期降水条件反映也不突出, 但易产生严重的洪涝灾害。

关键词: 初夏; 区域性暴雨; 物理量; 诊断分析

中图分类号: P426.634

文献标识码: A

初夏各地气温普遍升至 20 °C以上, 尤其在 6 月的前半月, 晴热少雨, 多阵性天气, 而此期间西太平洋副热带高压还未登上大陆, 出现区域性暴雨的机率较低。准确预报初夏天气, 利于做好“三夏”气象服务。本文利用常规气象观测资料和 NCEP/NCAR 每日 4 次全球再分析网格点资料, 对陕西 2002 年 6 月 8—9 日和 2006 年 6 月 2—3 日两场区域性暴雨发生前后的高空形势及物理量场对比分析, 为今后预报初夏大降水天气过程提供参考。

1 天气概况

2002 年 6 月 8—9 日, 位于青藏高原东侧的陕西及四川东北部出现一次大范围暴雨过程。仅陕西就出现 30 多县次暴雨, 陕南有 3 县 24 h 降

雨量超过 100 mm, 佛坪县达 186.9 mm。暴雨落区范围广、强度大, 强降水集中在秦岭腹地及秦岭南北坡, 主要造成山地滑坡、泥石流等地质灾害, 损失惨重。

2006 年 6 月 2—3 日, 陕西中部出现大范围的突发性暴雨过程。其中陕北南部 2 站、关中中部 13 站暴雨。这次降水过程出现的时间早, 范围大, 突发性强, 为历史同期少见, 暴雨落区集中在渭北旱塬及关中平原地区, 主要造成城市内涝。

2 大尺度环流背景

2.1 500 hPa 形势

2002 年 6 月 8 日暴雨前期, 500 hPa 欧亚中高纬度环流形势为两槽一脊型, 55°N 以北为一宽

收稿日期: 2007-05-29

作者简介: 陶建玲 (1972-), 女, 陕西长安人, 学士, 硕士生在读, 工程师, 从事天气预报服务和研究。

4.2 有弱回波的地方, 表明该处局地的大气环境有利于对流天气的发生。阵风锋在遇到前方的弱回波时产生了强对流天气, 表明在可预见的阵风锋将要移动经过的地区中存在弱对流的地方是短时临近预报、预警应重点关注的。

4.3 强对流移动到下游有利因素区域时, 应考虑其将要引起的强天气持续或更剧烈, 当有不利因素影响到强对流时应考虑强天气将减弱或结束。

4.4 连续两天都有三体散射回波出现, 是冰雹天

气短时临近预报、预警的一个重要依据。

参考文献:

- [1] 张杰. 中小尺度气象学 [M]. 北京: 气象出版社, 2006: 85-89.
- [2] 俞小鼎, 王迎春, 陈明轩, 等. 新一代天气雷达与强对流天气预警 [J]. 高原气象, 2005, 24 (3): 456-464.
- [3] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2006: 90-180.

广低压带, 在巴湖和贝湖附近各有一低槽, 河西至新疆为高压脊, 高原中东部受高压脊影响, 天气晴好、气温偏高。从 7 日 08 时开始, 环流形势发生调整, 新疆高脊东移至河套附近; 巴湖低槽东移到新疆一带; 贝湖附近的低槽东移南下到蒙古东部到东北一带形成长波槽。此时, 柴达木盆地至酒泉附近出现一低涡中心, 其底部的高原槽形成。

6月8日08时, 500 hPa 的环流形势已演变为两脊一槽型, 乌山—新疆附近为一高压脊, 我国东部地区也为高压脊, 原新疆冷槽侵入高原中部与高原槽合并, 在两高之间为低压槽区, 槽线位于 $100^{\circ}\text{E} \sim 105^{\circ}\text{E}$ 之间, 槽前西南气流在东移南下时明显加强。

2006年6月2—3日暴雨前期, 500 hPa 在贝湖附近有一冷涡, 不断有冷平流向南扩散, 巴湖南部有一弱槽维持, 河套上空为一弱脊控制。2日08时, 贝湖冷涡维持, 巴湖低槽东移到青海中部, 河套高脊东移, 在中纬度地区形成东高西低形势。2日20时, 贝湖冷涡后部南下冷空气与西风槽进入河套地区, 在陕西产生区域性暴雨。

因暴雨出现在6月初, 西太平洋副热带高压还未登上大陆, 因此, 两场区域性暴雨都是由西风槽东移影响而产生。

2.2 低层形势

2002年暴雨前期 700 hPa, 高原中部为一较大范围的暖性低涡, 蒙古有冷高压环流, 从6月7日开始, 高原西部高压逐渐形成并向东移动, 蒙古冷高压南下在我国东部形成大范围的高压区, 高原低涡在东西两高的夹挤下演变成南北向较深的低涡带, 沿高原东部在西南和西北地区分别为两个小低涡环流, 低涡前云贵高原到西北地区东部维持着西南暖湿气流。6月8日08时, 随着冷空气的侵入, 高原低涡加深东移, 低涡前南风加强、北伸形成偏南风急流, 与此同时, 我国东部建立了一个范围较大的南北向的阻塞高压, 东北和长江下游各有一个高压中心。

2006年暴雨前期, 贝湖东部有低涡, 高原中部也有一低涡, 河套北部和甘肃东部分别有一切变。6月2日08时, 贝湖低涡和高原低涡维持, 随

着低涡后部冷空气南下, 河套北部切变消失, 甘肃东部的切变东移到关中北部到陕南西部, 暴雨前期看不到高原东部有明显西南暖湿气流出现。2日20时, 高原低涡东移, 河西到陕西高度明显降低 $2 \sim 3 \text{ dagpm}$, 说明从西部有低值系统东移将影响陕西, 而在降雨前后仍没有明显的西南暖湿气流出现。只在暴雨出现前后 850 hPa 上延安以南到西安以北有一明显低压环流。

两场暴雨低层形势不同。2002年暴雨有明显的西南暖湿气流出现, 2006年暴雨只在低层出现切变和低压环流。

3 物理量场的诊断分析

暴雨发生期间物理量场反应明显: 中低空有大的正涡度中心则说明有辐合出现, 高空有辐散中心利于高空辐散产生, 低层辐合、高空辐散配置利于暴雨的发生发展; 强烈的上升运动利于强对流的发生和维持; 水汽的辐合为暴雨提供充沛的水汽来源。

3.1 涡度场分析

2002年6月8日08时, 陕西西南部有一正涡度中心, 北部还有一较大的正涡度中心; 20时, 西南正涡度中心东移到陕西中部, 北部的正涡度中心东移了大约6个经距; 9日08时, 形成一个位于 $24^{\circ}\text{N} \sim 44^{\circ}\text{N}, 100^{\circ}\text{E} \sim 110^{\circ}\text{E}$ 的正涡度带, 最大正涡度中心位于陕南一带。850~500 hPa 正涡度强度明显增大, 正涡度的增长, 说明有气旋性环流的生成和发展, 有利于对流的发展。暴雨过后, 陕西上空逐渐为负涡度中心覆盖。

2006年6月2日14时, 正涡度中心位于 $34^{\circ}\text{N}, 103^{\circ}\text{E}$ 附近, 在陇东到陕西西部; 20时正涡度中心东移到 105°E 附近; 3日02时稳定在 105°E 附近且略有北抬到 35°N 附近; 3日08时, 正涡度大值区东移到 114°E 以东。

两次暴雨的涡度场分布表明: 2002年的正涡度值偏小, 多为 $4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 2006年的正涡度最大达 $8 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$; 2002年的正涡度分布面积较大, 范围广, 南北跨越20个纬距, 2006年正涡度区集中, 范围小, 南北跨越小于6个纬距。

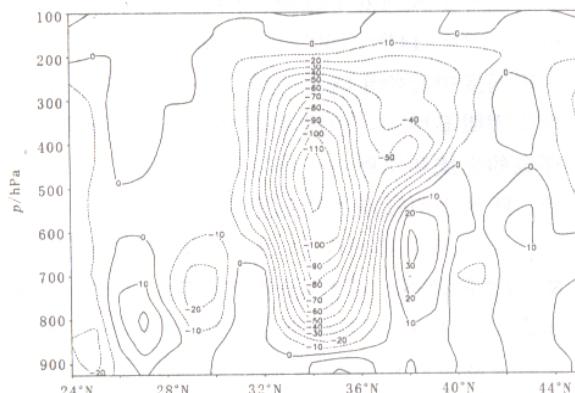
3.2 强烈的上升运动

3.2.1 沿 35°N 垂直速度剖面分析 2002年6

月 8 日 08 时，上升运动最高在 200 hPa 以下，最大上升运动层在 600 hPa 附近，且上升运动区在 108°E 以东；随着时间的推移，上升运动区向西移动，最大上升运动层也随之上升到 500 hPa 附近，暴雨期间上升运动区变宽，从 102°E~111°E，并且有 2 个最大上升运动层，104°E 上空最大上升运动层在 500 hPa，最大速度中心 -100×10^{-4} hPa/s，108°E 上空最大上升运动层在 600 hPa，最大速度中心 -110×10^{-4} hPa/s；暴雨过后，上升运动区减弱东移。

2006 年 6 月 2 日暴雨前期，上升运动大值区在 101°E~106°E，上升运动高度在 150 hPa 附近，上升运动最大层在 400 hPa，最大速度中心强度达 -150×10^{-4} hPa/s，位置略偏西；2 日 20 时，上升运动区明显东移 3~5 个经距，最大上升运动层下降到 500 hPa 附近，中心强度也减小到 -70×10^{-4} hPa/s；3 日 02 时，上升运动最大层又上升到 400 hPa，中心强度略有加强；暴雨过后，上升运动中心明显降低且强度减弱，后在 600 hPa 以下出现下沉气流。

3.2.2 沿 109°E 垂直速度剖面分析 2002 年 6



a. 2002-06-09T08

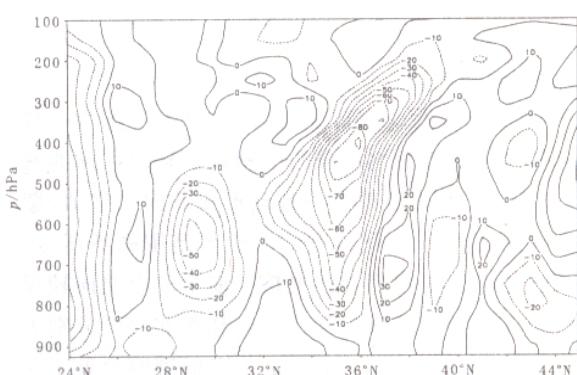
a. 2002-06-09T08

图 1 沿 109°E 垂直速度剖面图 (单位: 10^{-4} hPa/s)

可见，暴雨上空上升运动的强度 2002 年比 2006 年强；最大上升运动区 2002 年偏南、偏东且范围广，2006 年偏北、偏西，说明最大上升运动区与暴雨落区相关较好。

月 8 日 08 时，自南向北都处在上升运动区，最强上升运动区在 34°N~36°N，上升运动高度在 200 hPa 以上，最大上升运动层在 400 hPa 附近，在 40°N 以北有明显上升运动，上升运动高度在 200 hPa 附近，最大上升运动层偏低在 500 hPa 以下；暴雨期间（图 1a），上升运动区集中在 34°N~38°N，上升运动高度在 200 hPa，最大上升运动层在 500 hPa，中心强度达 -150×10^{-4} hPa/s；暴雨过后，上升运动区南移，强度也随之减弱，原暴雨区上空出现下沉气流区。

2006 年 6 月 2 日，暴雨前期，上升运动区在 36°N 附近，上升运动最高达 200 hPa，最大上升运动层在 400 hPa，强度较弱为 -40×10^{-4} hPa/s；6 月 2 日 20 时，上升运动区仍维持在 34°N~36°N 附近，上升运动最高上升到 100 hPa，最大上升运动层在 500 hPa，强度由 -40×10^{-4} hPa/s 增强到 -70×10^{-4} hPa/s；3 日 02 时（图 1b），上升运动区在 36°N 附近，最大上升运动层上升到 400 hPa，强度达 -90×10^{-4} hPa/s；3 日 08 时，上升运动强度有所减弱，之后，在其偏北地区出现下沉气流。



b. 2006-06-03T02

b. 2006-06-03T02

3.3 水汽条件分析

分析沿 109°E 水汽通量散度剖面图，2002 年 6 月 8 日 08 时，在 36°N 附近水汽辐合区较低，中纬度水汽辐合位置较高在 700 hPa 以上，中心在

600 hPa 附近; 14 时中低纬度有明显水汽辐合, 强中心在 700 hPa 以下; 20 时 35°N~44°N 水汽辐合在 700 hPa 以下, 强辐合中心在 850 hPa; 9 日 02 时, 强水汽辐合仍处在 700 hPa 以下, 且南压到 34°N~38°N; 9 日 08 时(图 2a)辐合仍在 600 hPa 以下, 之后辐合中心南移。

2006 年 6 月 2 日 14 时, 在 33°N 附近 850 hPa 以下有弱水汽辐合, 38°N 附近 400~300 hPa 有水汽辐合; 20 时 33°N 附近辐合区抬升到 700~600 hPa 且北上到 35°N, 600 hPa 以下 32°N~37°N 均处在水汽辐合区; 3 日 02 时(图 2b), 250 hPa 以下 32°N~40°N 基本处在水汽辐合区中, 且纬度越高辐合越强, 36°N 以北辐合高度在 500 hPa 以上, 34°N~36°N 辐合在 600 hPa 以下有两

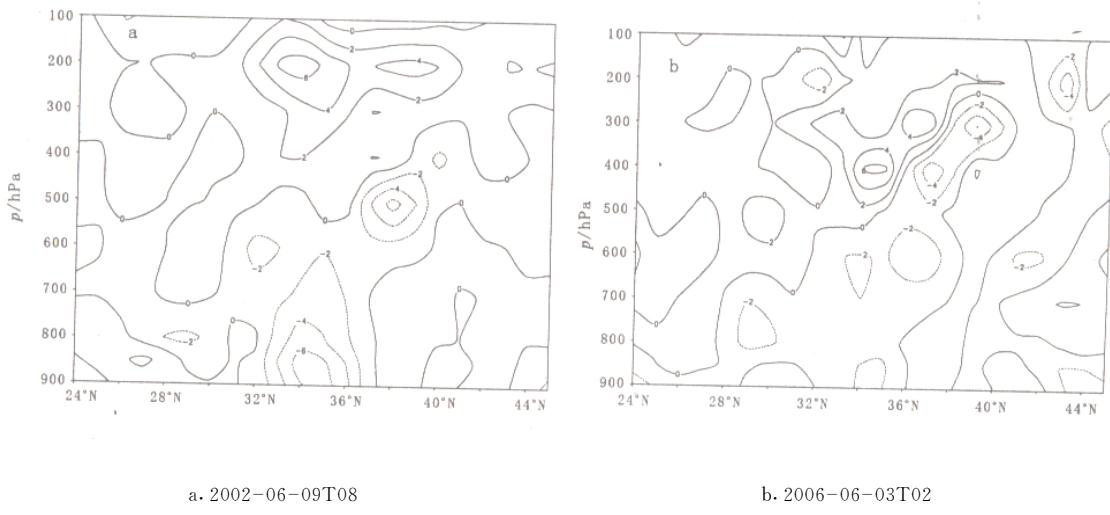
个水汽辐合区强度较弱, 一个在 500~700 hPa 之间, 另一个在 800 hPa 以下; 3 日 08 时, 水汽辐合仍在 400 hPa 附近且偏北。

分析可看出: 2002 年的水汽辐合区偏低在 700 hPa 以下, 且辐合较强; 2006 年强水汽辐合区偏高偏北, 与陕西暴雨区对应的水汽辐合区在 500 hPa 以下, 有两个辐合区且强度较弱。

4 结论

4.1 两场暴雨都是在西太平洋副热带高压还未登上大陆时, 前期持续较高温度, 说明在暴雨前期有能量聚集, 当有西风槽东移带来弱冷空气冲击时, 应关注当地可能出现因对流性天气产生的暴雨及其引发的地质灾害。

4.2 暴雨发生时, 低层有正涡度中心、高层有正



a. 2002-06-09T08

b. 2006-06-03T02

图 2 沿 109°E 水汽通量散度剖面图 (单位: $10^{-6} \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$)

散度中心配合, 高层辐散、低层辐合利于暴雨的发生发展。

4.3 两场暴雨在水汽来源上有高层和低层之分, 但无论高层还是低层有水汽输送, 都为暴雨提供水汽来源。

4.4 两场暴雨都有强烈的上升运动配合, 利于强对流的发展和维持, 利于暴雨的产生。

参考文献:

- [1] 张弘, 孙田文, 杜继稳, 等. 青藏高原东北侧突

性暴雨中尺度分析 [G] //杜继稳, 张弘, 梁生俊, 等. 青藏高原东北侧突发性暴雨分析研究与应用

- [2] 刘勇, 张科翔. 2002 年 6 月 8 日佛坪突发性特大暴雨天气过程分析 [G] //杜继稳, 张弘, 梁生俊, 等. 青藏高原东北侧突发性暴雨分析研究与应用. 北京: 气象出版社, 2005: 59~63.
- [3] 段桂兰, 陶建玲. 对 2000~2003 年陕西三场洪灾暴雨天气的对比分析 [J]. 灾害学, 2004, 19 (增刊): 24~28.