

牛乐田, 刘帆, 李春娥, 等. 陕西中西部一次区域性暴雨天气诊断分析 [J]. 陕西气象, 2015 (5): 33-37.
文章编号: 1006-4354 (2015) 05-0033-05

陕西中西部一次区域性暴雨天气诊断分析

牛乐田, 刘帆, 李春娥, 王英, 朱瑞杰
(咸阳市气象局, 陕西咸阳 712000)

摘 要: 利用常规观测资料、NCEP1°×1°再分析资料、FY-2E 卫星资料等, 对 2013 年 7 月 21—22 日发生在陕西中西部地区一次区域性暴雨天气过程进行诊断分析, 结果表明: 副热带高压、长波槽的稳定维持为此次区域性暴雨的形成提供了大尺度环流背景; 低涡切变、低空急流是暴雨产生的主要影响系统; 低层辐合、对流层顶强烈辐散是形成暴雨的主要动力因子; FY-2E 卫星 TBB 逐时演变与强降水有很好的对应关系, 造成强降水的对流云团具有明显的中尺度特征。

关键词: 区域性暴雨; 低空急流; 中尺度对流系统

中图分类号: P458 **文献标识码:** A

暴雨是我国主要的灾害性天气之一, 每年都发生因暴雨造成的不同程度的洪涝灾害。陕西地处青藏高原东北侧, 独特的地理结构导致局地性暴雨更容易产生地质灾害和洪涝灾害, 陕西气象工作者对此进入深入研究。张弘等^[1]研究发现青藏高原东北侧突发性暴雨必定伴有中尺度辐合系统; 王川等^[2]认为陕西夏季暴雨多与西太平洋副热带高压有关; 沈娇娇等^[3]研究发现高层辐散、低层辐合的有利配置加上旺盛深厚的垂直上升运动为暴雨发生发展提供动力抬升作用。

本文利用常规观测资料、NCEP1°×1°再分析资料及 FY-2E 卫星 TBB 资料, 对 2013 年 7 月 21—23 日陕西中西部的一次区域性暴雨天气过程进行诊断分析, 尝试找出盛夏期间陕西暴雨天气形成原因和发生机理, 以加深对此类暴雨的认识, 积累预报经验。

1 过程概况

2013 年 7 月 21—23 日陕西中西部出现一次区域性暴雨天气。降水集中时段为 21 日夜间至 22 日, 暴雨主要位于于陕北南部、关中西部和陕西南部。过程降水量陕北南部 100~200 mm, 延安局部

达 150 mm 以上, 其中富县 151.9 mm; 关中西部、陕西南部局地 50~100 mm。期间共出现 2 站次大暴雨 (富县为 111.4 mm; 武功为 141.0 mm), 18 站次暴雨。此次天气过程范围广、区域性强。全省因灾死亡 9 人, 直接经济损失 5.42 亿元。

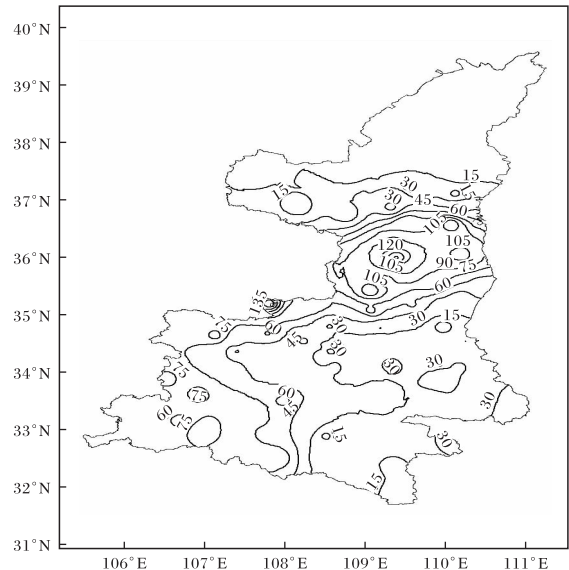


图 1 2013-07-21T08—23T08 陕西省过程降水量 (单位: mm)

2 环流形势演变和影响系统

2.1 500 hPa 环流形势

500 hPa 形势场上,暴雨前后欧亚大陆高纬度基本维持两槽一脊形势,贝加尔湖至中国东北之间有一冷涡,巴尔喀什湖与北疆之间有一冷涡,该冷涡底部不断有冷空气分裂东移,两冷涡之间有一弱脊存在。中低纬度高原上空多低值系统活动,副热带高压强盛,588 dagpm 线位于沿海,并稳定少动,584 dagpm 线控制大陆东南部大部地区。7月21日08时,北疆附近冷涡分裂出中纬度西风槽,该槽东移到内蒙古西部,槽线呈东北—西南向,其南北长度大于5个纬距,高原东南侧 $33^{\circ}\text{N}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 $98^{\circ}\text{E}\sim 100^{\circ}\text{E}$ 范围内有高原槽生成,584 dagpm 线位于陕西东南部。20时,西风槽东移至内蒙古中部至银川之间,位于 105°E 附近,高原槽移至甘肃东南部与四川北部之间,位于 $100^{\circ}\text{E}\sim 105^{\circ}\text{E}$,陕西处于槽前西南气流之中。22日08时(图2),中纬度西风槽和高原槽叠加成长波槽,副高584 dagpm 线西伸并有所南落,陕西中西部地区处于长波槽前及副高584 dagpm 线之间,长波槽在陕西维持时间超过12 h,20时,长波槽移出陕西,强降水天气结束。

2.2 影响系统

700 hPa 天气图上,21日20时(图略),南海—云南—四川—河套有一致的西南风发展,陕西上空西南风 $>8\text{ m/s}$,甘肃东南部与陕西西部之间有一东北—西南向切变线,宝鸡与咸阳西北部正处于切变左侧风速辐合区。22日08时,陕北南部与关中西部之间形成人字型切变线(图5),切变线两侧的东北风和西南风迅速增强,冷暖空气在陕西中西部交汇,切变线的东南侧出现 $>14\text{ m/s}$ 的西南急流(图2),陕西中西部处于低空急流轴左前侧2~3个纬距,14时,低空急流开始北抬减弱,陕西中西部强降水结束,可见,700 hPa 低空急流是此次区域性暴雨底层水汽及能量的输送带。

850 hPa 高空图上,21日20时(图略),强降水发生前陕西处于一致的偏东气流之中,22日08时,平凉—汉中—西安之间出现风向辐合,

随后,该辐合区东移北抬且范围扩大,20时东移出陕西,陕西强降水基本结束。

分析可见,副热带高压及长波槽稳定维持形成了有利于暴雨产生的大尺度环流背景,700 hPa 切变线及低空急流、850 hPa 中尺度辐合线等中小尺度系统接连出现造成了暴雨发生的直接影响系统。

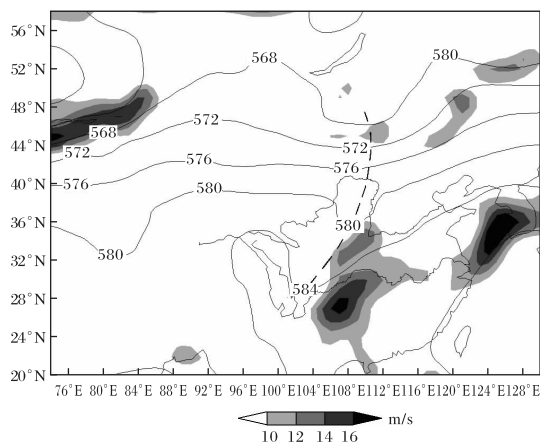


图2 2013-07-22T08 500 hPa 高度场(实线,单位为 dagpm)、槽线(点划线)及 700 hPa 风速(阴影区)

3 物理量诊断分析

3.1 能量条件

从 850 hPa θ_{se} 场可以发现(图略),21日08时,云南—四川—河套有一东北—西南向高能舌存在,此区域正好位于副高外围的暖湿气流中,从高原及华北分别有两路干冷空气向南扩散,在四川北部—陕西西南部交汇,陕西中南部位于高能舌右侧的能量锋区中,此时 θ_{se} 大值中心位于云南与四川交界处,陕西处于大值区外围等值线稀疏区,其 θ_{se} 值为 $75\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。20时,随副热带高压缓慢东退,上述大值中心略有东移,陕西中西部 θ_{se} 增强为 $85\sim 90^{\circ}\text{C}$ 。从 108°E θ_{se} 剖面图上可以看出,22日02时(图3),500 hPa 暴雨区($33^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$)上空南北两侧有 θ_{se} 低值中心,说明有干冷气团存在,两侧冷气团之间暴雨区上空为高能轴,200~600 hPa 有能量下传, $\Delta\theta_{se(500-850)} < -5^{\circ}\text{C}$,陕西中西部处于不稳定区域,有利于强降水的发生、维持。中层冷空气由北向南逐渐向暴雨

区上空入侵。14 时，暴雨区上空 600 hPa 以下 $\theta_{se}<60^{\circ}\text{C}$ ，随着 θ_{se} 值迅速降低，不稳定能量释放，强降水趋于结束。

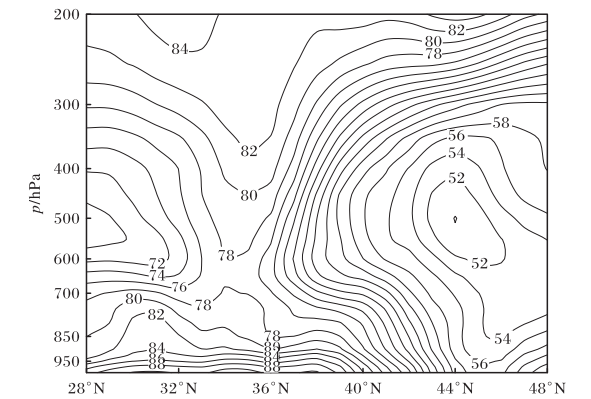


图3 2013-07-22T02 沿 108°E θ_{se} 剖面图 (单位为 $^{\circ}\text{C}$)

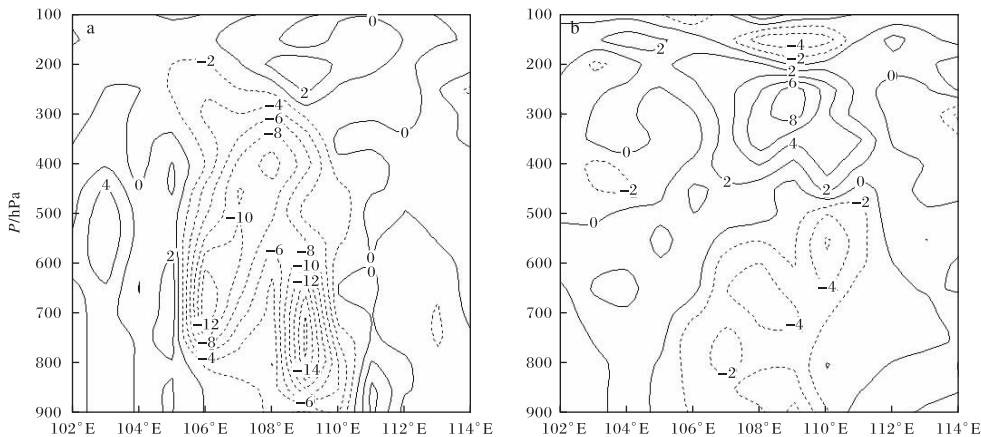


图4 2013-07-22T02 沿 35°N 的垂直速度 (a, 单位为 10^{-3}hPa/s)、散度 (b, 单位为 10^{-5}s^{-1}) 垂直剖面图

散中心仍然存在，且中心增强为 $8\times10^{-5}\text{s}^{-1}$ ，400 hPa 以下 $106^{\circ}\text{E}\sim110^{\circ}\text{E}$ 范围内出现辐合区。对流层顶强辐散中心较长时间维持，强烈的“抽吸作用”^[4]有利于深对流的发展。

3.3 水汽条件

21 日 20 时，850 hPa 水汽通量散度图上，在宝鸡东北部与咸阳西北部之间有弱的水汽辐合区存在，陕西中东部处于水汽通量辐散区中，随着西南气流进一步发展，上述水汽通量辐合区增强并有所东移，22 日 08 时 (图 5)，700 hPa 风场辐合区与水汽输送带有很好的对应关系，陕西中南部处于大范围水汽通量辐合区中，呈西南—东北走向。辐合中心值超过 $-7\times10^{-7}\text{g}/(\text{cm}^2\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ 。辐合中心的南北两侧分别有水汽通

3.2 动力条件

3.2.1 垂直速度场 21 日 20 时 (图略)，强降水发生阶段，陕西西部与甘肃南部 $106^{\circ}\text{E}\sim108^{\circ}\text{E}$ 上空有上升速度，700 hPa 至对流层顶有上升运动发展，强上升运动中心位于 500 hPa，中心值为 $-8\times10^{-3}\text{hPa/s}$ 。22 日 02 时 (图 4a)，强上升运动中心主要位于 $108^{\circ}\text{E}\sim110^{\circ}\text{E}$ 。上升运动高度有所降低，但强度迅速增大到 $-14\times10^{-3}\text{hPa/s}$ 。随着上升运动减弱东移，陕西中西部地区强降水逐渐结束。

3.2.2 散度场 21 日 20 时， $108^{\circ}\text{E}\sim110^{\circ}\text{E}$ 对流层顶 200 hPa 有大于 $6\times10^{-5}\text{s}^{-1}$ 的辐散中心存在，对流层中下层分别有弱的辐合、辐散中心。22 日 02 时 (图 4b)，位于对流层顶的强辐

量辐合区存在。随着低层切变东移北抬，22 日 14 时，水汽通量散度辐合区移至陕西东部与山

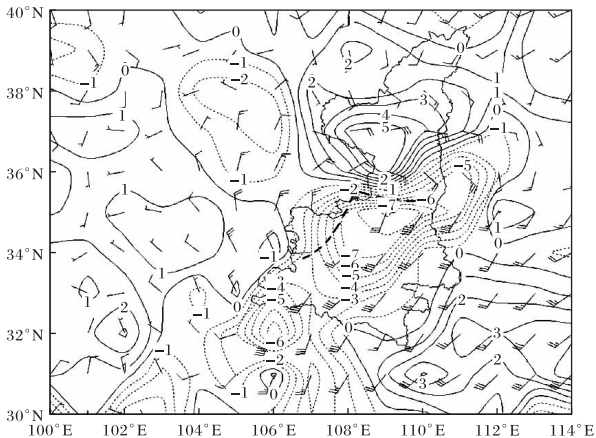


图5 2013-07-22T08 850 hPa 水汽通量 (单位为 $10^{-7}\text{g}/(\text{cm}^2\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$) 和 700 hPa 风场切变线 (点划线)

西交界处, 陕西中西部强降水结束。

4 卫星云图特征分析

分析 FY-2E 红外云图云顶亮温可以发现, 此次暴雨天气的发生发展伴有多个中尺度雷暴雨团的活动。利用每小时一次的 FY-2E 卫星云图资料, 取云顶亮温 $t_{BB} \leq -32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 云团为 MCSs (中尺度对流系统)^[5]。可以发现, 21 日夜间陕西西部局地出现的短时强降水是由小尺度对流云团引起, 22 日陕西中部地区强降水是由东移生成的低涡云团维持造成。

21 日 23 时 (图 6), 对应于低层东—西向切变线, 在宝鸡西部, 咸阳北部局地有小块对流云团生

成, 云体范围较小, 强度较弱。22 日 03 时, 小块对流云团维持在上述地区, 该地区对应时段出现短时强降水, 同时甘肃东南部生成大块对流云团, 云团主体已接近陕西边界。08 时, 随着副高东退南落, 低层低涡辐合东移加强, 陕西中西部出现多块对流云团, 其中心云团云顶亮温 $< -50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 云罩面积约 $4 \times 10^4\text{ km}^2$ 。11 时, 位于关中中西部的对流云团已东移北抬至铜川附近, 云团范围有所减小, 云团强度有所减弱, 降水也相应减弱。

可见, 暴雨是在 MCSs 形成发展的过程中产生的, 强降水出现在云顶亮温 TBB 低值中心, 最强降水出现在 MCSs 成熟期。

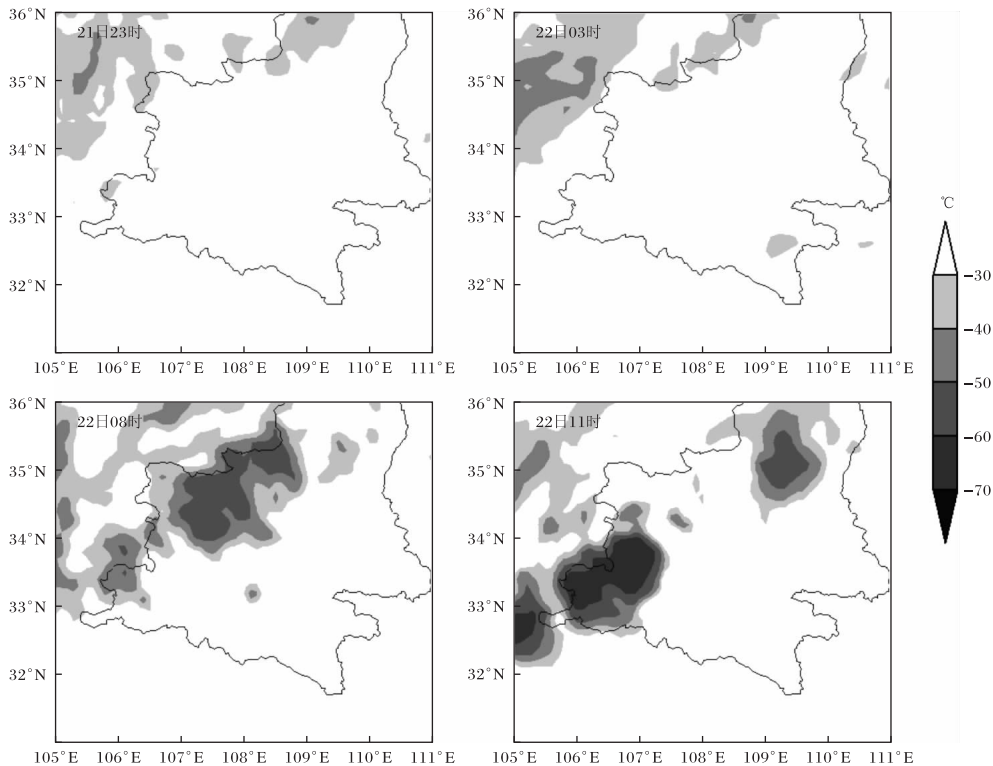


图 6 2013-05-21—22FY-2E 红外云图 TBB 图

5 小结

(1) 副热带高压、长波槽等大尺度天气系统的稳定维持是造成区域性暴雨的必要前提, 低层人字型切变、低涡辐合等天气尺度系统在稳定的长波型控制下较长时间维持, 是此次暴雨的主要影响系统, 低空急流则为暴雨发生、发展提供充足的水汽和能量, 暴雨区雨带走向与切变线走向基本一致、位于低空急流轴的左前方。

(2) 低层辐合、高层辐散的垂直结构及位势不稳定特征为暴雨区附近强烈上升运动的发展和维持提供了有利的结构和动力条件。

(3) 此次暴雨在酝酿、发展阶段, 有弱的水汽通量辐合, 随着水汽输送迅速增强, 降水也随之增强, 850 hPa 水汽通量辐合与暴雨落区有很好的对应关系。

(4) FY-2E TBB 逐时资料以其高时空分辨

赵磊, 华维, 王来荣, 等. 西北地区年平均地面最低温度特征分析 [J]. 陕西气象, 2015 (5): 37-40.

文章编号: 1006-4354 (2015) 05-0037-04

西北地区年平均地面最低温度特征分析

赵磊¹, 华维², 王来荣¹, 尹乃侠¹

(1. 麟游县气象局, 陕西麟游 710599; 2. 成都信息工程学院, 成都 610225)

摘 要: 利用西北地区 222 个测站 1951—2005 年共 55 年的地面最低温度观测资料, 采用主值函数法、小波分析和 Mann-Kendall 突变检验等方法, 分析西北地区年平均地面最低温度的时间演变趋势、空间分布特征及周期变化。结果表明: 西北地区年平均地面最低温度在青海高原、帕米尔高原、天山山脉和准格尔盆地东侧存在多个与海拔高度和纬度有关的闭合低中心。1951—2005 年西北地区地面温度总体呈上升趋势, 线性趋势率为 0.27 ℃/10 a。西北地区在高原地区年平均地面最低温度增长最慢, 河西走廊区域年平均地面最低温度增长最快。20 世纪 50 年代到 80 年代年平均地面最低温度较低, 1992—1993 年期间有明显的突变, 之后变暖趋势明显; 小波分析表明西北地区年平均地面最低温度存在准 28 a 的周期变化。

关键词: 西北地区; 地面最低温度; 时空特征; 小波分析; Mann-Kendall 方法

中图分类号: P423.3 **文献标识码:** A

中国西北地区地处干旱和半干旱的气候区, 部分地区年降水量不足 200 mm, 少数地区年降水量不足 50 mm, 近一半的土地面积范围在干旱或半干旱气候区, 其面积约占全国干旱和半干旱土地总面积的 85%。西北地区作为我国中纬度西风带的上游, 其近地层大气和地表的热变化对我国大部分地区的降水、沙尘等天气气候有着较大影响^[1-2]。目前, 对西北地区的降水和气温变化的研究^[3-6]较多, 但对地面最低温度的研究较少。本文利用西北地区 222 个测站共 55 年的地面最低温度观测资料, 分析西北地区年平均地

面最低温度的空间分布特征和时间演变趋势, 对正确认识西北地区气候变化特征、合理利用气候资源、趋利避害、防灾减灾、保护和改善当地生态环境等有重要意义。

1 资料和方法

选取西北地区绝大部分的站点, 遍及陕西、青海、甘肃、宁夏和新疆的西北五省区以及内蒙古西部共 222 个测站, 1951—2005 年逐日地面最低温度观测资料, 统计各站年平均地面最低温度及区域年平均最低温度, 并对个别站点个别时次的资料进行简单插补。采用 Mann-Kendall 方

收稿日期: 2014-12-25

作者简介: 赵磊 (1992—), 男, 汉族, 陕西眉县人, 学士, 技术员, 从事天气预报及研究。

率能够清楚的揭示引起区域性暴雨的中尺度对流系统的发生、发展。

参考文献:

[1] 杜继稳. 青藏高原东北侧突发性暴雨分析研究与应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2005: 59-63.
[2] 王川, 李萍云. 2010 年陕西两次区域性暴雨过程

对比分析 [J]. 陕西气象, 2011 (4): 12-16.
[3] 沈娇娇, 徐虹, 李建科, 等. 渭河流域 2011 年 9 月 16—19 日致洪暴雨诊断分析 [J]. 陕西气象, 2012 (5): 12-17.
[4] 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: 330-331.
[5] 寿绍文, 励申申, 姚秀萍. 中尺度天气学 [M]. 北京: 气象出版社, 2003: 121.