

文章编号: 1006-4354 (2007) 06-0019-04

# 陕北连续两天局地强冰雹天气过程 多普勒雷达特征分析

张小军, 宋兰萍, 刘晓莉  
(榆林市气象局, 陕西榆林 719000)

**摘 要:** 利用榆林多普勒雷达资料对 2006 年 07 月 12—13 日连续两天局地强冰雹天气分析, 结果表明: 7 月 12 日阵风锋在移动过程中的强迫抬升作用触发对流, 地面附近的偏东气流为强对流的发展和维持起到了积极作用; 7 月 13 日地面温度升高本地湍流触发局地强对流天气; 三体散射是强冰雹天气预报、预警的特征之一。

**关键词:** 冰雹; 阵风锋; 三体散射

**中图分类号:** P428.64

**文献标识码:** B

2006 年 7 月 12 日 21 时 (北京时, 下同) 前后, 陕西北部的榆林市榆阳区牛家梁、芹河、巴拉素 3 乡镇遭到冰雹袭击, 在牛家梁受灾地了解到, 冰雹杏般大 (直径 20 mm 以上)。13 日 13:15—35, 马合、小纪汗 2 乡镇遭受百年不遇的大冰雹袭击, 据当地农民反映, 冰雹有拳头般大小, 持续时间近 20 min 左右。利用榆林多普勒雷达资料和物理量诊断资料对 2006 年 07 月 12 日—13 日连续 2 d 局地强冰雹天气分析, 为短时临近天气预报、预警提供有益的参考。

## 1 天气形势演变

2006 年 7 月 12 日 08 时 500 hPa 高空图上, 贝湖到巴湖为一横槽, 新疆为一弱脊, 我国东部沿海到东北地区为一弱脊, 588 dagpm 线西伸至 113°E 附近, 陕北北部地区处于两个弱脊之间的

低值系统底部。700 hPa 河套地区偏南气流伸展到 37°N 以北, 中心风速  $\geq 6$  m/s。850 hPa  $\geq 4$  m/s 的偏南风伸展到陕北北部。300 hPa 偏西急流位于北纬 40°N 附近, 中心风速  $\geq 48$  m/s。20 时高空大环流形势没有显著变化。

13 日 08 时 500 hPa 我国东部沿海的弱脊略微东移, 青藏高原迅速有低值系统发展, 高原东部偏南气流向北伸展到北纬 38°N 以北, 中心风速  $\geq 8$  m/s。700 hPa 整个河套地区为偏南气流, 中心风速  $\geq 8$  m/s。850 hPa 陕北北部有一东北—西南向切变线生成, 切变线以南为风速  $\geq 4$  m/s 的偏南气流。20 时 500 hPa 和 700 hPa 的偏南气流略有加强, 700 hPa 中心风速  $\geq 10$  m/s。850 hPa 偏南气流被从长江入海口到宁夏中部的偏东气流取代, 偏东气流中心风速  $\geq 8$  m/s。

收稿日期: 2007-07-18

作者简介: 张小军 (1973-), 男, 陕西榆林榆阳区人, 本科, 助工, 从事雷达观测工作。

## 参考文献:

- [1] 刘子臣. 陕西中尺度系统及短时天气预报 [M]. 北京: 气象出版社, 1998: 54-108.
- [2] 肖稳安. 华北一次冷涡爬线天气的 GMS 云图分析 [G]//北方灾害性天气文集编委会. 北方灾害性天气文集. 北京: 气象出版社, 1981: 103-107.
- [3] 陈渭民. 卫星气象学 [M]. 北京: 气象出版社, 2003: 249-264.
- [4] 侯建忠, 孙伟, 杜继稳. 青藏高原东北侧一次中尺度对流复合体的环境流场及动力分析 [J]. 高原气象, 2005, 24 (5): 805-810.
- [5] 湘中中小尺度系统试验基地暴雨组. 中尺度暴雨分析和预报 [M]. 北京: 气象出版社, 2003: 159-167.

## 2 物理量诊断分析

### 2.1 水汽条件

7月12日08时水汽通量分布显示:500 hPa及以下各层水汽通量值为 $3\sim 5\text{ g}/(\text{cm}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ ,水汽输送较小。13日08时各层水汽输送没有明显变化。

12日08时陕北北部850 hPa水汽通量散度值 $(-7\sim -3)\times 10^{-7}\text{ g}/(\text{cm}^2\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ ,700 hPa水汽通量散度值 $\geq 6\times 10^{-7}\text{ g}/(\text{cm}^2\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ ,500 hPa和400 hPa水汽通量散度值 $(-6\sim -2)\times 10^{-7}\text{ g}/(\text{cm}^2\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ ;13日08时冰雹发生区500 hPa及以下各层水汽通量散度值 $(-7\sim -3)\times 10^{-7}\text{ g}/(\text{cm}^2\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})$ ,表明中低层水汽辐合较12日加强。

### 2.2 稳定度条件

7月12日08时冰雹发生区沙氏指数 $S$ 为 $-2\sim -1^\circ\text{C}$ , $K$ 指数为 $28\sim 30^\circ\text{C}$ 。20时冰雹发生区 $S$ 为 $0\sim 2^\circ\text{C}$ , $K$ 指数为 $30^\circ\text{C}$ 左右。表明12日稳定度条件有利于局地对流天气的发生。

13日08时冰雹发生区 $S$ 为 $-2\sim -1^\circ\text{C}$ , $K$ 指数为 $30\sim 32^\circ\text{C}$ 。不稳定条件较12日更加有利于对流天气的发生。

## 3 雷达回波演变分析

### 3.1 12日雷达回波演变

榆林多普勒雷达资料显示,08时开始组合反射率因子图上雷达西部有零星的弱回波出现,此后回波面积逐渐增加;11:59开始雷达方位 $330^\circ\sim 360^\circ$ 、距离雷达190 km以外出现 $\geq 45\text{ dBz}$ 的回波;13:31北部回波呈带状分布,东西向长约250 km,其中有 $\geq 65\text{ dBz}$ 的强回波,回波带向东移动过程中略微南压;15:02在回波带的南部出现一条阵风锋(见图1a中白色线A上方)向南移动,移动速度约 $10\text{ m/s}$ ,海拔最高约2.8 km,向南移动过程中移动速度逐渐减小,高度下降,在18:20—18:26之间移过雷达站。

14:01后雷达方位 $210^\circ\sim 300^\circ$ 范围内有零星弱回波生成,并缓慢向东移动,此后弱回波面积逐渐增大;17:26弱回波呈东西向带状分布(见图1a中白色线B上方),长约220 km;18:58前弱回波带中没有出现 $\geq 45\text{ dBz}$ 的回波,此前阵风

锋在向南移动过程中没有触发<sup>[1-3]</sup>任何 $\geq 35\text{ dBz}$ 的回波,南移阵风锋逐渐和向东移动的弱回波带相交;19:10(图1a)相交处出现 $\geq 45\text{ dBz}$ 的回波(图1a中白色箭头1所指);19:28出现 $\geq 50\text{ dBz}$ 的强回波;19:58出现 $\geq 60\text{ dBz}$ 的强回波;20:16时强回波伴随有三体散射回波出现;20:40强回波分裂为两个强对流单体1、2(图1b中1、2所指),单体1、2中最大反射率因子 $\geq 65\text{ dBz}$ ,分裂出来的单体2向东偏北方向移动,单体1沿阵风锋线方向移动;21:04单体1再次分裂出一个单体3(图1b中3所指),单体2中三体散射(图1b中白色箭头所指)一直维持到22:35后消失。单体3中 $\geq 60\text{ dBz}$ 强回波维持到21:29,之后单体3迅速减弱,21:53时单体3中最大反射率因子 $\leq 35\text{ dBz}$ 。单体1中21:47后 $\geq 60\text{ dBz}$ 强回波消失,21:53 $\geq 45\text{ dBz}$ 的回波消失。单体1、2在移动过程中产生了冰雹天气,单体2产生的冰雹较大、造成灾害较重。

径向速度图上,19:04海拔2.1 km以下为风向约 $60^\circ$ 的偏东气流,海拔1.2~2.1 km的风速 $\geq 10\text{ m/s}$ ;之后海拔2.1 km以下的偏东风风向逐渐顺转,19:16时顺转为约 $90^\circ$ 的东风,海拔1.2~2.1 km的风速 $\geq 10\text{ m/s}$ ;19:23后海拔1.2~2.1 km的风速 $\geq 10\text{ m/s}$ 的偏东急流消失,但海拔2.1 km以下仍然维持偏东风;22:05海拔2.0 km以下风向由偏东风顺转为2.0 km以上的偏南风;22:11后2.0 km以上的偏南风逐渐下传;23:05偏南风下传到1.4 km以下。表明低层偏东气流为阵风锋移过后遭到破坏的低层环境恢复起到了积极作用,是强对流天气维持较长时间的另一重要原因。

### 3.2 13日雷达回波演变

组合反射率因子图上,08:00时距雷达200 km范围内有大范围的反射率 $\leq 35\text{ dBz}$ 的弱回波存在,弱回波移动速度非常缓慢,此后弱回波当中有分散的回波迅速发展;10:59(图2a)开始在大范围的弱回波当中有零星的 $\geq 45\text{ dBz}$ 的回波(见图2a中白色箭头所指)出现;11:05有 $\geq 50\text{ dBz}$ 的强回波出现;11:11 $\geq 50\text{ dBz}$ 的强回波当中有 $\geq 65\text{ dBz}$ 的强回波出现,表明对流发展迅

速, 此后 $\geq 50$  dBZ 的强回波迅速增多, 陆续有 $\geq 65$  dBZ 强回波; 12: 35 有 8 处 $\geq 60$  dBZ 的强回波(图 2b)。强回波均表现为单体, 几乎在原地发展, 位于榆阳区境内西北部的单体(图 2b 中白色箭头) 3.4°~9.9°仰角的反射率因子图上有三体散射回波出现; 此后该单体缓慢向东南方向移动, 面积逐渐增大; 12: 41 在海拔 10.8 km 高处(9.9°

仰角) 有 $\geq 65$  dBZ 的强回波, 表明该单体中对流非常旺盛; 13: 00 在海拔 12.4 km 高处(14.6°仰角) 有 $\geq 55$  dBZ 的强回波; 13: 12 海拔 11.7 km 高处出现 $\geq 65$  dBZ 的强回波; 三体散射回波直到 14: 25 后消失, 表明该单体的强对流维持了较长时间; 14: 06 后该单体 $\geq 60$  dBZ 的强回波面积逐渐减少; 16: 37 单体中 $\geq 60$  dBZ 的强回波消失。

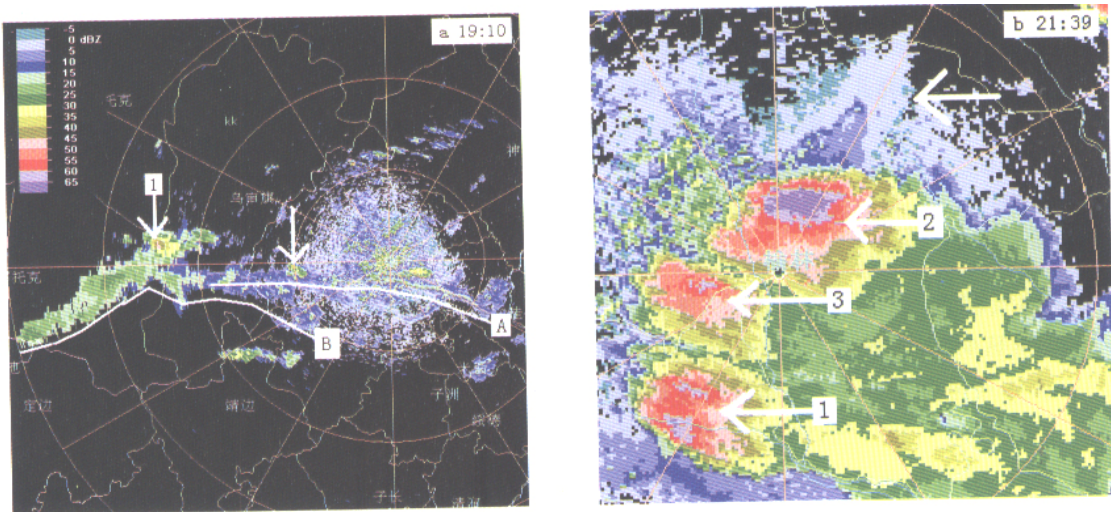


图 1 榆林多普勒雷达 2006-07-12 组合反射率因子图

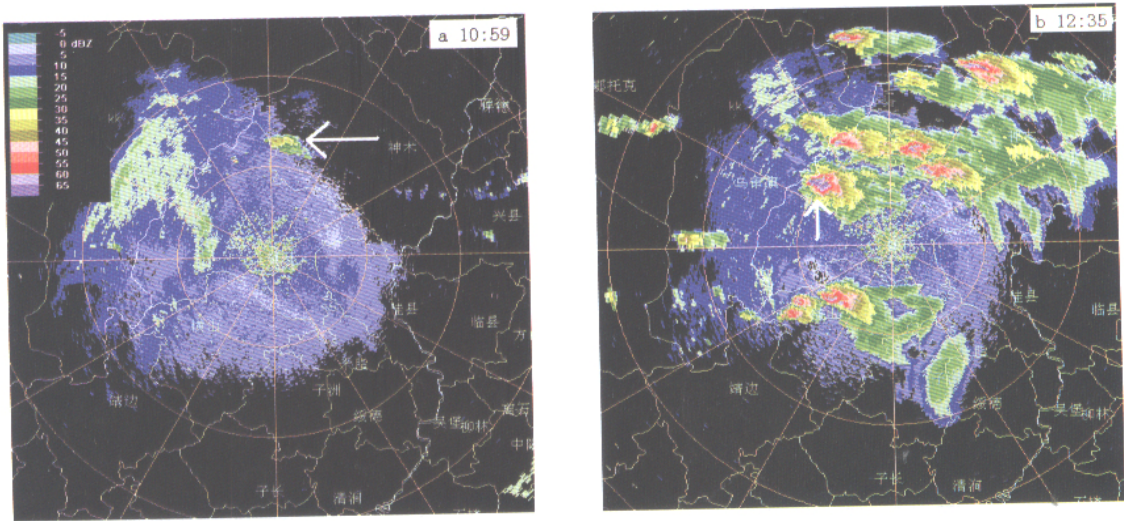


图 2 榆林多普勒雷达 2006-07-13 组合反射率因子图

4 结论与讨论

4.1 12 日在阵风锋的附近辐合运动作用下触发了强对流天气。13 日的动力条件有利于对流天气

的发生, 在没有外在系统配合下, 当地面温度升高后强对流即产生了, 表明在动力条件有利的情况下地面的热力作用引起的湍流即可触发强对流天气。

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℃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, 熊延南, 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.