

一次阵风锋触发的局地强冰雹天气过程分析

毕旭¹, 刘勇², 李强¹

(1. 榆林市气象局, 陕西榆林 719000; 2. 陕西省气象台, 西安 710014)

摘要: 利用常规观测资料、诊断分析资料和榆林多普勒雷达 (CB) 资料, 分析 2006 年 7 月 12 日发生在陕北北部的一次强冰雹天气过程, 结果表明: 阵风锋移动到有利的环境场中和中高空尺度扰动叠加触发了强对流; 强雷暴中三体散射和旁瓣回波特征明显; 阵风锋附近径向速度场辐合特征明显。

关键词: 阵风锋; 触发; 冰雹; 三体散射; 旁瓣回波; 中尺度扰动;

中图分类号: P458.1212

文献标识码: B

通常, 阵风锋位于雷达强回波的前方, 表现为一条窄带回波, 呈弧状。国外研究表明, 阵风锋附近存在着明显的辐合运动, 可以产生准静态风暴。客观分析表明沿阵风锋单体的地面辐合量值超过 $3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, 目前国内对阵风锋形态特征的分析研究逐渐增多^[1-4], 但对阵风锋与其它系统的相互作用产生强对流天气的研究还比较少。因此加强这方面的工作很有必要。2006 年 7 月 12 日 21 时 (北京时, 下同) 左右, 地处陕北北部的榆林市榆阳区三个乡镇遭受大冰雹袭击, 在受灾地了解到, 冰雹直径在 20 mm 以上, 直接经济损失达千万元。利用榆林多普勒雷达 (CB) 资料、常规观测资料对这次局地强冰雹天气进行分析, 得出了一些有益的结论。

1 天气形势

7 月 12 日 08 时 500 hPa 高空图 (图略) 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, 陕北地区处于两个弱脊之间的低值系统底部。700 hPa 偏南风伸展到陕北南部 37°N 附近, 中心风速 $\geq 6 \text{ m/s}$ 。850 hPa $\geq 4 \text{ m/s}$ 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 $\geq 48 \text{ m/s}$ 。20 时高空大环流形势基本没有明显变化。

7 月 12 日 08 时冰雹发生区沙氏指数在 $-2 \sim -1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间, K 指数值为 $28 \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。20 时冰雹发生区沙氏指数在 $-2 \sim 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间, K 指数值为 $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。表明 12 日环流形势和稳定度条件有利于局地对流天气的发生。

2 雷达回波分析

2.1 反射率因子

2.1.1 阵风锋和中尺度扰动的回波特征分析 7 月 12 日 12:05 雷达组合反射率因子 (CR) 图 (图略) 上, 西北部出现一条东西向长约 100 km 的强回波带, 其产生的下沉气流形成一条阵风锋向正南雷达站方向移动。15:56 阵风锋 (见 13 页图 1a 中 A 所示白线上方) 移动到距雷达约 65 km 处, 东西向长约 125 km。阵风锋向南移动过程中移动速度逐渐减小, 18:20—18:26 之间移过雷达站。18:52 前阵风锋在移动过程中没有触发产生强对流。

14:43 雷达西南方有分散的弱回波生成, 分散弱回波整体呈东西向带状 (见图 1b 中 B 所示白线上方) 排列, 长约 120 km, B 缓慢自西向东移动, 长度逐渐增加。18:14 (图 1b) A 和 B 逐渐靠拢。18:20 后, B 西部迅速沿逆时针方向旋转约 30°, 逆转部分整体呈弧状排列, 将逆转的弱回波带表示为 C, 移动速度较 B 移动速度快且移

收稿日期: 2010-07-08

作者简介: 毕旭 (1974—), 男, 陕西米脂人, 学士, 高级工程师, 从事短期天气预报和短时临近预警研究。

向东南方向。18:52 B 和 A 的西部交汇在一起, B 移动过程中最大反射率因子始终 ≤ 45 dBZ。19:04 C 和 B 与阵风锋 A 交汇处也开始交汇在一起, 交汇处(见图 1c 中 D 所指)的弱回波迅速增强, 出现 ≥ 45 dBZ 的回波。19:34 (图 1c) 沿阵风锋线上 B、C 和阵风锋交汇处的回波迅速增强, 并且出现 ≥ 55 dBZ 的强回波(见图 1c 中棕色椭圆内)。C 整体长约 200 km, 从形态特征分析其为一个中尺度扰动。此后 B、C 回波总面积较前明显减少, 除与阵风锋交汇处外, C 移动过程中, 回波反射率因子始终 ≤ 40 dBZ。21:29 (图 1d) 弱回波带 B、C 完全消失。B 和 C 与阵风锋交汇处先后分裂出 4 个对流单体(见图 1d 中 1~4 所指)。

2.1.2 各单体的反射率因子特征 20:10 开始单体 2 伴随有三体散射回波出现($2.4^{\circ}\sim 4.3^{\circ}$ 仰角), 并一直维持到 22:53 后消失; 20:22 单体 2 伴随有旁瓣回波出现; 20:52 单体 2 中 $4.3^{\circ}\sim 14.6^{\circ}$ 仰角图上三体散射(见 13 页图 2 中白色单箭头所指)和旁瓣回波(见图 2 中白色双箭头所指)十分明显; 之后单体 2 中旁瓣回波消失。灾害性天气主要是由单体 2 产生的。

20:10—21:35 单体 1 中一直有三体散射伴随(见图 2a、b 中黄色箭头所指), 单体 1 在移动过程中没有旁瓣回波出现。单体 3、4 中最大反射率因子 ≥ 60 dBZ, 始终没有三体散射回波或旁瓣回波出现, 且发展高度较低。

2.1.3 中尺度扰动再分析 分析弱回波带 B、C 在各仰角反射率因子图上的表现: C 回波海拔高度最低出现在 2.9 km, 最高出现在 9.7 km, 回波主要集中在 5.0~9.0 km 之间; B 回波主要集中在海拔高度 2.5~6.0 km 之间。各仰角径向速度图上 C 在移动过程中速度先逐渐增大, 后逐渐减小, 海拔 6.3 km 以上最大移动速度 > 27 m/s, 海拔 6.3 km 以下最大移动速度约 15 m/s 左右。

综合 2.1 节所述: 表明 C 为中高层的中尺度扰动, 在没有其它系统配合下其在环境场中产生的对流较弱。B 为中低空高湿水汽饱和区域, 仅有以层状云为主的弱回波。当阵风锋移动到高湿区(和 B 交汇后), 在中高层中尺度扰动配合下(和 C 交汇)产生了强对流, 即阵风锋低层的强迫动力

抬升在有利的环境场中, 与中高空尺度扰动叠加触发产生了强对流天气。

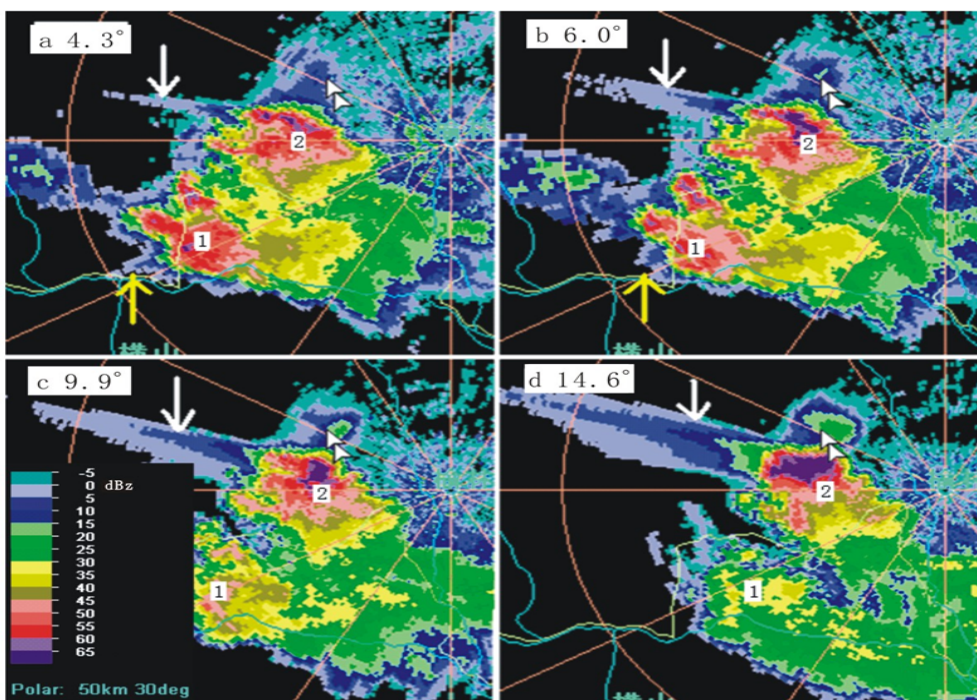
2.2 径向速度

7 月 12 日径向速度图(0.5° 仰角)上, 09:23 前海拔 1.7 km 以下维持西南风。15:02 阵风锋最大移动速度 ≥ 10 m/s, 16:38 最大移动速度 < 10 m/s, 18:26 前后移过雷达站时移速约 6 m/s, 表明阵风锋向南移动过程中移动速度逐渐减小。17:14 反射率因子 0.5° 和 1.5° 仰角图上阵风锋位于雷达站北边(见 14 页图 3a、c 中白色线上方)。 0.5° 仰角速度图上, 阵风锋东段北边(见图 3b 白色双箭头上)为大范围的径向速度 ≤ -5 m/s 的区域, 其中有径向速度 ≤ -10 m/s 的区域, 东段南边为大范围的径向速度 ≥ -3 m/s 的区域; 1.5° 仰角速度图上阵风锋两侧径向速度分布特征与 0.5° 仰角的相同, 但径向速度 ≤ -5 m/s 的区域和 ≤ -10 m/s 的区域范围较 0.5° 仰角小。 0.5° 和 1.5° 仰角速度图上阵风锋西段北边为大范围径向速度 ≤ -1 m/s 的区域, 西段南边为大范围的径向速度 ≥ 0 m/s 的区域; 表明阵风锋附近有较强的辐合存在。19:40 反射率因子 0.5° (见 14 页图 4a)和 1.5° (图 4c)仰角图上阵风锋移动到雷达站南边, 速度图上 0.5° 和 1.5° 仰角阵风锋东段(见图 4b、d 白色双箭头右边)北边为径向速度 ≥ -3 m/s 的区域, 东段南边为径向速度 ≤ -5 m/s 的区域; 阵风锋西段(见图 4b、d 白色双箭头左边)北边为径向速度 ≥ 5 m/s 和 ≥ 10 m/s 的区域, 西段南边为径向速度 ≤ -5 m/s 和 ≤ -1 m/s 的区域, 阵风锋附近辐合仍然较强。

综上所述: 触发强对流前后阵风锋附近一直存在较强的辐合。

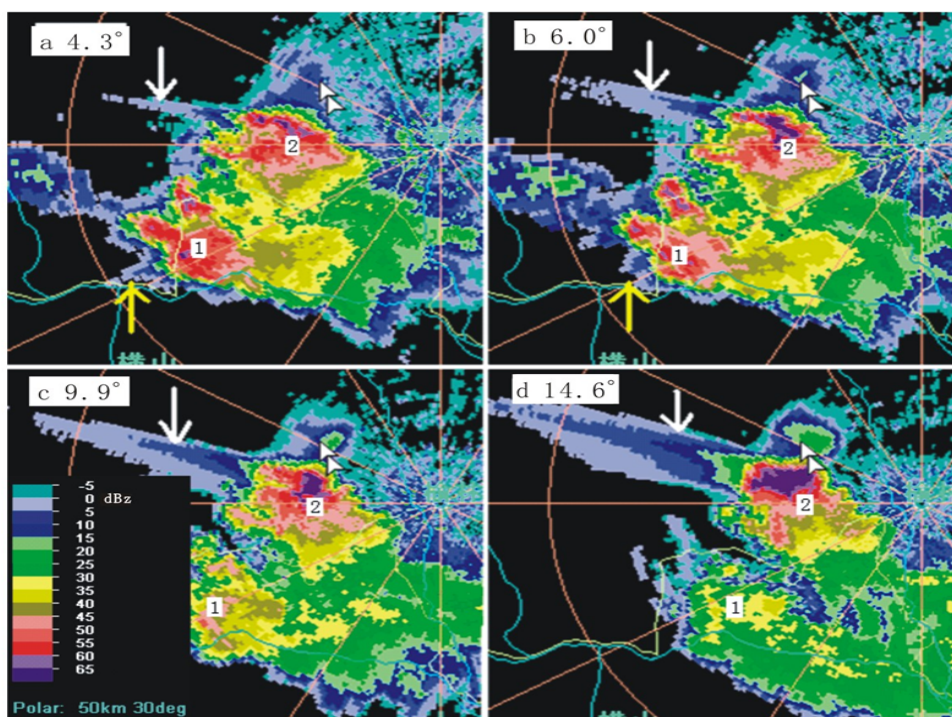
3 小结

阵风锋附近风场辐合特征明显。阵风锋在移动到有利的环境场后, 阵风锋附近低层的动力强迫辐合抬升作用和中高层中尺度系统扰动叠加触发产生了强对流天气, 最终产生了较强的局地灾害。回波中三体散射和旁瓣回波特征明显, 具有典型的强对流天气特征。



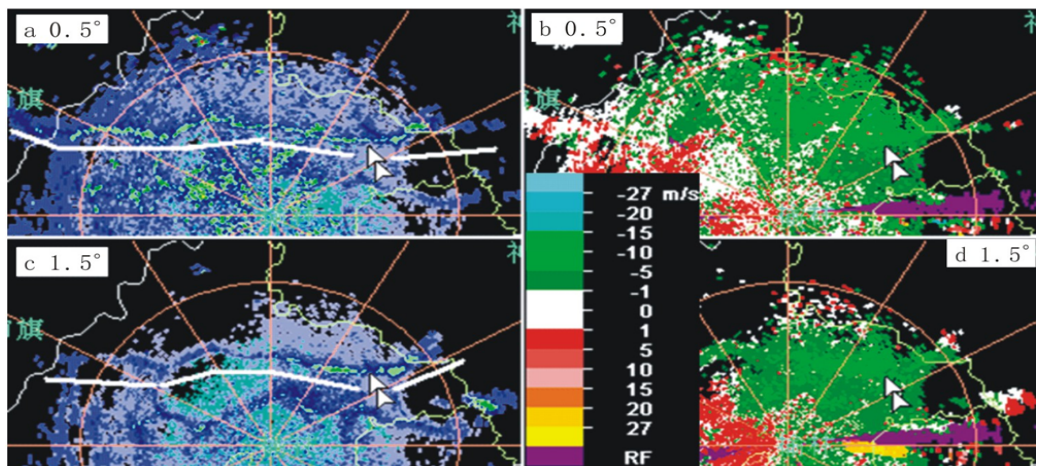
A 为阵风锋；B、C 为弱回波带；D 为 B、C 和阵风锋交汇处；棕色椭圆内为强回波；1~4 为对流单体

图 1 2006-07-12 榆林多普勒雷达组合反射率因子图（距离每圈间距 50 km，下同）



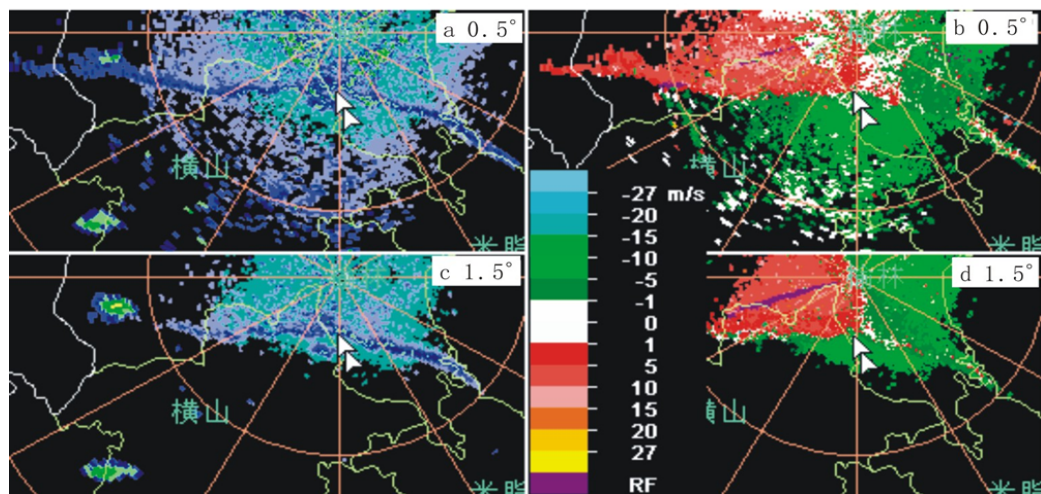
1~2 为对流单体 1、2；单箭头所指为三体散射；白色双箭头为旁瓣回波

图 2 2006-07-12T20: 52 榆林多普勒雷达不同仰角反射率因子图



a、c 为反射率因子；b、d 为径向速度；白线上方为阵风锋；白色双箭头所示为同一位置

图 3 2006-07-12T17: 14 榆林多普勒雷达不同仰角雷达图



a、c 为反射率因子；b、d 为径向速度；白色双箭头所示为同一位置

图 4 2006-07-12T19: 40 榆林多普勒雷达不同仰角雷达图

参考文献：

- [1] 刘勇, 王楠, 刘黎平. 陕西两次阵风锋的多普勒雷达和自动气象站资料分析[J]. 高原气象, 2007, 26 (2): 380-387.
- [2] 张一平, 牛叔贞, 席世平, 等. 雷暴外流边界与郑州强对流天气[J]. 气象, 2005, 31 (8): 54-56.

- [3] 俞小鼎, 张爱民, 郑媛媛, 等. 一次系列下击暴流事件的多普勒天气雷达分析[J]. 应用气象学报, 2006, 17 (4): 384-393.
- [4] 刘娟, 宋子忠, 李金城. 一次强雹暴系统及其阵风锋的雷达回波研究[J]. 气象, 1995, 22 (1): 1317.