

2017年7月14日鄂东局地风雹过程成因分析

童红梅¹, 赵熙², 卫文芳¹, 刘怡³

(1. 湖北省黄石市气象局, 湖北黄石 435002; 2. 民航山东空管分局气象台, 山东济南 430074; 3. 四川省崇州市气象局, 四川崇州 611230)

摘要 从天气系统、物理量场、回波特征等方面对2017年7月14日鄂东发生的一次局地强对流风雹过程进行分析, 结果发现, 此次风雹天气是在副高外围高温高湿的不稳定环境下, 低层水汽辐合、干层侵入和地面辐合共同触发生成单体对流风暴, 对流风暴的雷达回波表现出明显的后向传播特征。从预报角度来看, 根据EC等数值预报产品分析14日风场白天潜势条件较好, 尤其在17:00, 预报场在鄂东地区报出一个明显的水汽辐合区, 具备了触发强对流的条件。

关键词 风雹; 天气形势; 物理量场; 回波特征

中图分类号 S165 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)07-0133-05

Analysis on the Causes of Local Hailstorm Process in Eastern Hubei Province on July 14, 2017

TONG Hong-mei¹, ZHAO Xi², WEI Wen-fang¹ et al (1. Huangshi City Meteorological Bureau, Huangshi, Hubei 435002; 2. Meteorological Station of Civil Aviation Shandong Branch, Jinan, Shandong 430074)

Abstract From the aspects of weather system, physical field, echo characteristics and so on, a strong local convective hailstorm process occurred in eastern Hubei Province on July 14, 2017 was analyzed. The results showed that the hail weather was triggered by the convergence of low-level water vapor, dry-layer intrusion and ground convergence in the unstable environment of the subtropical high-temperature and high-humidity environment. The radar echo of convective storm showed obvious backward propagation characteristics. From a forecast point of view, according to EC and other numerical forecast product analysis on the 14th daytime wind conditions were better daytime potential conditions, especially at 17:00, the forecast field in the eastern Hubei Province reported a significant water vapor convergence zone with the conditions to trigger strong convection.

Key words Hailstorm; Weather situation; Physical field; Echo characteristics

湖北是强对流天气多发区, 而鄂东地区更是强对流天气的多发区。鄂东地区位于幕阜山和大别山之间, 受其特殊的地形影响, 夏季强对流天气多发, 常受雷雨、大风、冰雹等强对流天气的影响。许多学者对雹暴、下击暴流、飚线等灾害性天气进行了深入研究, 并取得了一定的成果^[1-3]。侯淑梅等^[4]普查了2005—2012年济南多普勒天气雷达资料, 挑取了61个后向发展雷暴个例, 分析了后向发展雷暴的气候特征和雷达回波特征; 俞小鼎等^[5]分析指出对于一个 β 中尺度对流系统, 其雷达回波的移动向量是平流和传播的合成。笔者从天气系统、物理量场、回波特征等方面对2017年7月14日鄂东发生的一次局地强对流风雹过程进行分析总结, 以期与同类型天气过程的预报预警提供科学依据^[6-8]。

1 天气实况

2017年7月14日午后到傍晚鄂东局部出现强对流天气, 浠水、蕲春、罗田、英山、黄石等地出现7~10级阵风, 最大风速达28.7 m/s(11级), 出现在罗田跨马墩(图1); 局部雨量20.0~50.0 mm(图2), 最大累积雨量106.7 mm, 出现在浠水三角山, 最大小时雨强58.8 mm出现在浠水策湖; 并伴有雷电和冰雹。其中16:30—19:00, 浠水策湖国家湿地公园管理处遭受风雹灾害, 过程累积雨量102.8 mm, 阵风7~8级, 17:53—18:06出现冰雹, 冰雹最大直径2~3 cm, 造成3200人受灾, 转移安置26人, 损坏房屋(基本为楼顶隔热层或楼梯间屋顶轻微受损)22间, 农业、渔业、电力设施等均有不同程度的损失, 累计经济损失116万元。

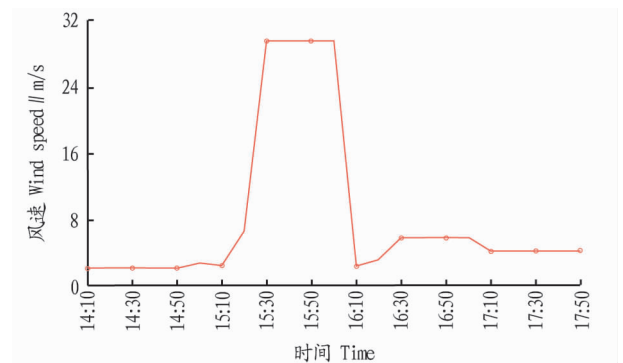
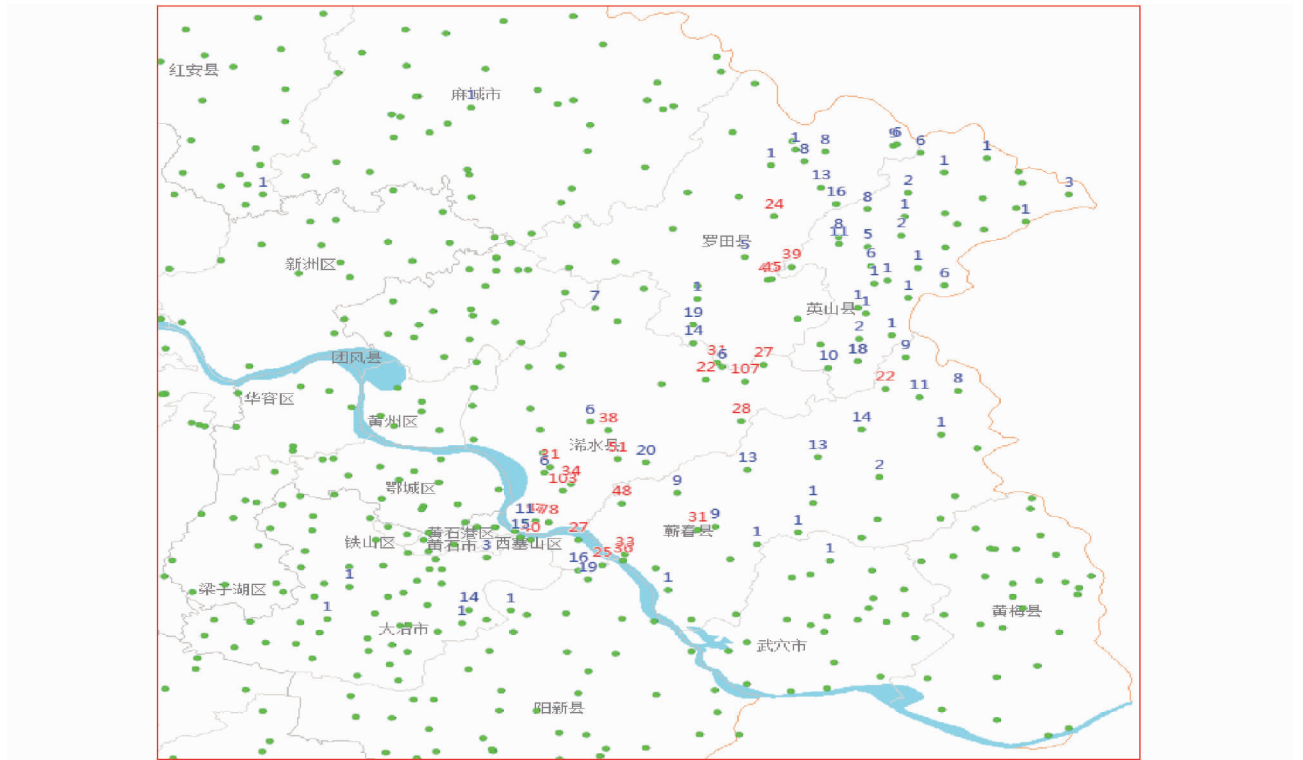


图1 2017年7月14日14:00—18:00罗田跨马墩极大风速
Fig. 1 Great wind speed in Luotian Kuama pier during 14:00-18:00 on July 14, 2017

2 天气系统

7月14日高纬度维持两槽一脊形势, 中纬度受青藏高压和太平洋副热带高压共同控制, 在这2个高压之间有切变, 副热带高压588 dagpm线13日08:00—14日08:00缓慢东退, 14日08:00—15日08:00略北抬, 北抬位置稳定位于鄂东南地区(图3)。

从500 hPa来看, 14日08:00(图4a), 青藏高压和副热带高压之间切变位于河南至四川一线, 湖北省位于槽前西南气流中, 无急流; 对应700、850、925 hPa有明显切变, 从山东延伸至四川境内, 其中850、925 hPa西南急流强盛, 位于鄂东地区, 均达18 m/s。到14日20:00(图4b), 青藏高压加强, 副热带高压西进, 导致两高之间切变变陡, 对应700、850、925 hPa有明显切变, 位置从山东向西南伸展至贵州, 以暖式切变为主。随着两高之间切变收窄, 850、925 hPa西南急流明显减弱, 850 hPa减至14 m/s, 925 hPa减至12 m/s, 但位置



注:蓝色表示累积降雨量 < 20 mm;红色表示累积降雨量 ≥ 20 mm

Note: Blue indicates cumulative rainfall less than 20 mm; red indicates cumulative rainfall not less than 20 mm

图2 2017年7月14日14:00—23:00黄冈地区、黄石地区累积降雨量

Fig.2 Cumulative rainfall in Huanggang area and Huangshi area during 14:00 – 23:00 on July 26, 2017

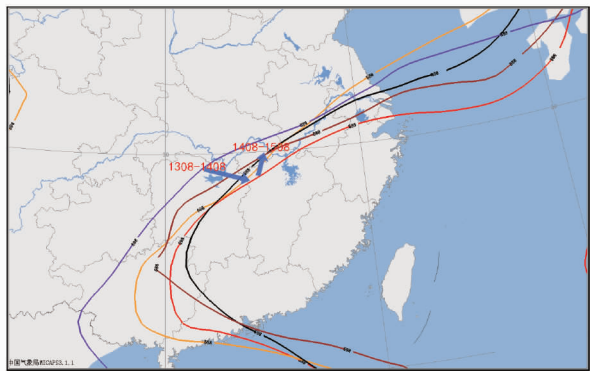


图3 2017年7月13日08:00—15日08:00 588 dagpm线移动路径

Fig.3 Movement path of 588 dagpm line from July 13 08:00 to July 15 08:00 in 2017

稳定维持在鄂东地区。

从地面图(图5)来看,14日湖北省受低压暖倒槽控制,午后鄂东地区升温快,最高气温达 36 ℃ 以上,局部超过 39 ℃。

3 物理量场分析

3.1 动力条件 从环流形势分析可知,14日浠水位于副热带高压外围的西南气流中,且处于低空急流轴附近,超低空急流强盛。从区域自动站风场来看,16:30左右随着浠水境内多单体带状回波的生成,策湖附近的风力加强至 12 m/s,吹一致的东北风;17:55左右策湖东北侧的王烈湾站风向由东北转为西南(图6),且风力加强至 10 m/s,形成强烈的风向风速辐合,同时附近的区域自动站也出现明显的风向风速辐合。倒槽在风场上表现为风向风速辐合,动力辐合抬升是

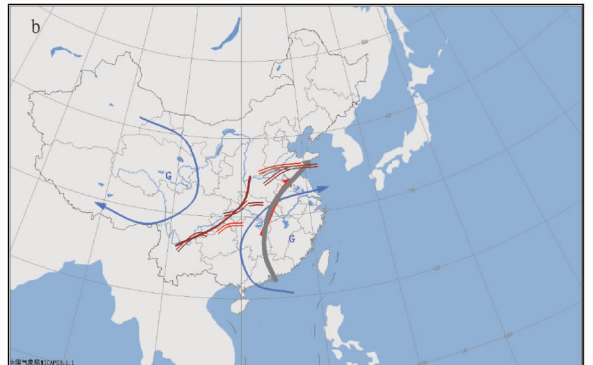
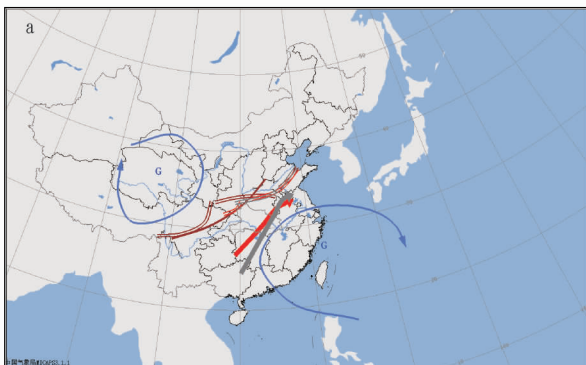


图4 2017年7月14日08:00(a)和20:00(b)高低空配置

Fig.4 High-altitude and low-altitude configuration at 08:00(a) and 20:00(b) on July 14, 2017

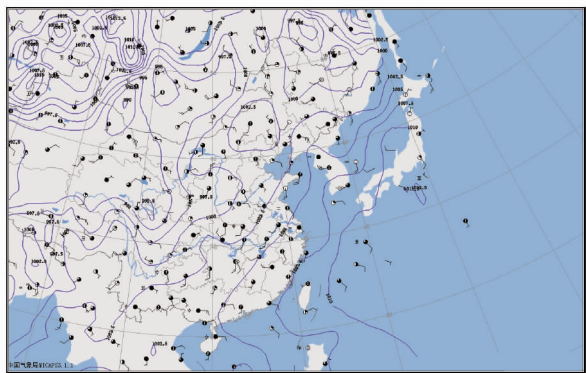


图 5 2017 年 7 月 14 日 17:00 地面形势

Fig. 5 Ground situation at 17:00 on July 14, 2017

产生后向发展雷暴的重要因素。

3.2 水汽条件 14 日 14:00 鄂东地区 850 hPa 比湿达 14 g/kg 以上,受湿舌控制;露点温度在 16 °C 以上,大气可降水量达 70.0 mm 以上。说明低层水汽充沛,且存在水汽的辐合区,持续到 20:00 以后,有利于短时强降水的发生,也是后向发展雷暴产生的机制。

3.3 不稳定条件 14 日鄂东北地区 CAPE 值在 1 400 J/kg 以上,K 指数在 37 °C 以上。从垂直运动来看,鄂东地区 500 hPa 为辐散下沉气流,500 hPa 以下为辐合上升运动区,这

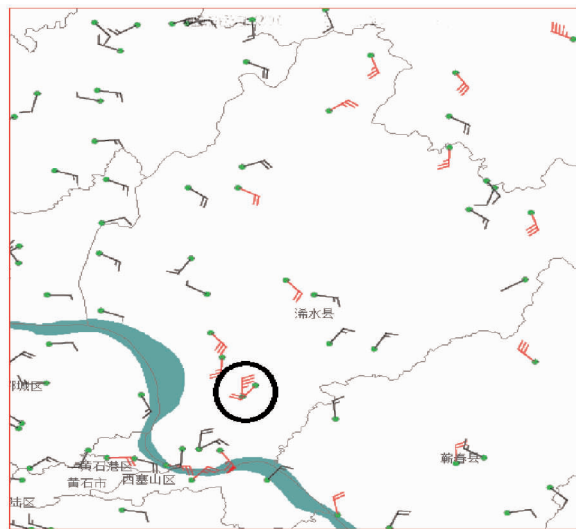


图 6 2017 年 7 月 14 日 17:55 浠水区域站风场

Fig. 6 Wind field of Xishui regional station at 17:55 on July 14, 2017

样的高层辐散低层辐合配置有利于对流发展。从探空图(图 7)来看,14 日 08:00 武汉站 CAPE 值为 1 533 J/kg,K 指数为 37 °C,说明鄂东地区上空存在可观的不稳定能量。同时,可看到 600 hPa 以下有干层入侵,有利于雷暴大风形成。

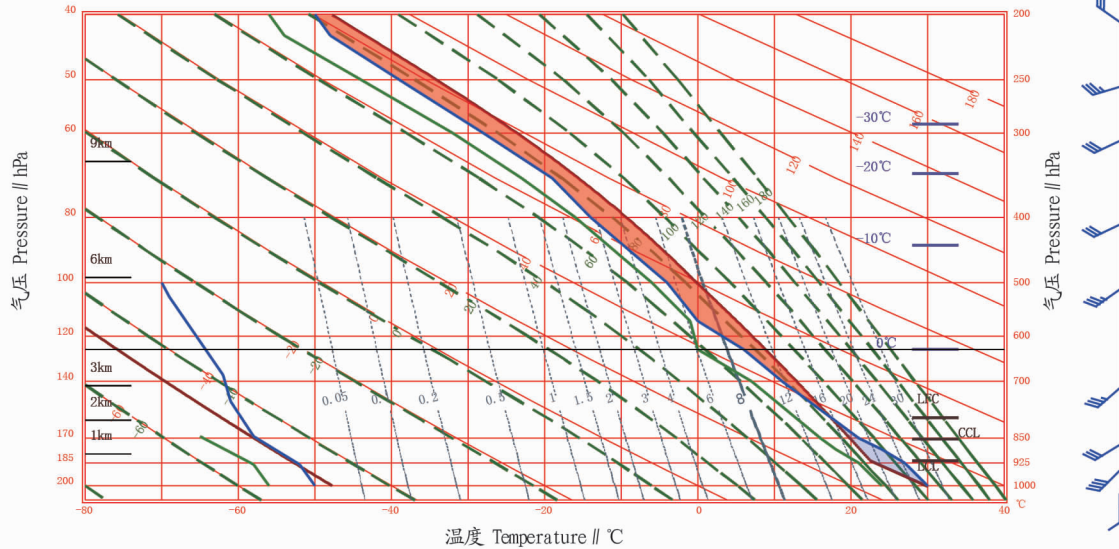


图 7 2017 年 7 月 14 日 08:00 武汉站探空图

Fig. 7 Sounding map in Wuhan station at 08:00 on July 14, 2017

4 回波特征

14 日 14:00 鄂东北回波开始发展,一直到 16:00 表现出明显的后向传播,回波向东北方向移动,但新生的回波逐渐向西南方向扩展。15:00—16:00 在浠水北部和罗田出现 19.7 m/s 以上大风,从浠水北部的雷达剖面来看,15:18 强回波中心在 6 km,至 15:24 强回波中心已下降至 4 km,因此浠水北部大风则对应明显的强回波中心迅速下降(图 8);从反射率因子分析(图 9),15:40 罗田境内的强回波出现断裂,罗田大风与后侧入流急流、回波断裂带有关。

浠水南部形成的回波在 14 日 16:30 左右发展成东北—

西南向多单体带状回波。17:14 开始浠水中东部回波开始表现出弓形回波(图 10a),发展至 17:58 浠水南部回波显著加强,表现出明显的弓形回波特征(图 10b),弓形回波加强对应 17:50 黄石江北农场出现 26.6 m/s 大风。从 17:58 反射率因子图还可以清晰地看到回波后侧的入流缺口。

分析 14 日 18:00 策湖超级单体风暴的雷达剖面图(图 11)可知,位于策湖附近的风暴单体在 18:00 回波发展高度达 14 km,最强反射率因子达 60 dBz,50 dBz 以上强回波扩展至 12 km,而从图 7 可知鄂东地区 -20 °C 层高度为 8.5 km,强回波伸展高度已远远超过 -20 °C 层高度,出现冰雹的可

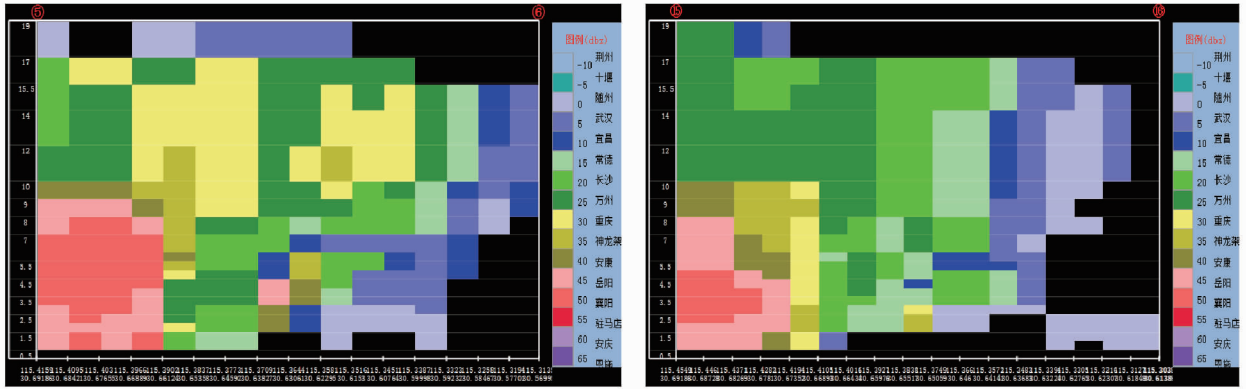


图8 2017年7月14日15:18(a)和15:24(b)黄石—溪水反射率因子剖面

Fig.8 Reflectivity factor profile in Huangshi - Xishui at 15:18 (a) and 15:24 (b) on July 14, 2017

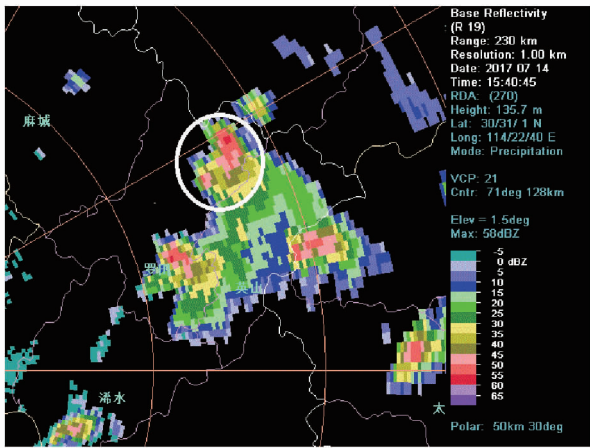


图9 2017年7月14日15:40反射率因子

Fig.9 Reflectance factor at 15:40 on July 14, 2017

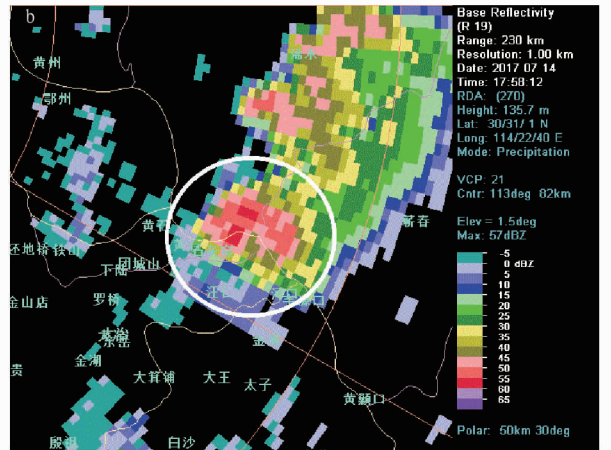
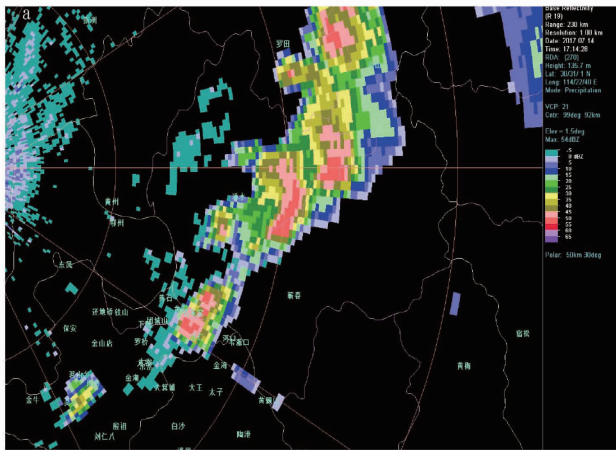


图10 2017年7月14日17:14(a)和17:58(b)反射率因子

Fig.10 Reflectivity factor at 17:14 (a) and 17:58 (b) on July 14, 2017

5.1 12 h 潜势预报 据最新预报资料分析,14日仍受青藏高原高压和副热带高压之间切变影响,湖北省位于槽前西南气流控制,午后随着两高之间切变收窄,鄂东地区低空急流加强,处于急流轴附近(图13);地面图上,湖北省受低压倒槽控制,地面辐合易触发强对流。综合考虑,鄂东地区14日白天有强对流天气。

结合鄂东地区午后CAPE值增加至2000 J/kg,且据温度预报,午后鄂东地区最高气温达35℃以上,局部超过

37℃,不稳定能量充沛;同时鄂东地区湿度较高,可降水量较大,午后Td达16℃以上,局地超过18℃,比湿达13 k/kg,鄂东北超过15 k/kg,强对流天气类型以雷暴和短时强降水为主。

特别注意,鄂东地区14日17:00预报水汽辐合明显发展加强,从08:00探空看又有干层入侵,考虑出现雷暴大风和冰雹的可能性较大。

5 预报思路

综上所述,此次浠水风雹天气是在副高外围高温高湿的不稳定环境下,低层水汽辐合、干层侵入和地面辐合共同触发形成多单体对流风暴,对流风暴的雷达回波表现出明显的后向传播特征。此次过程的预报思路如下。

5.2 6 h 临近预报 14日13:30左右在浠水南部生成一个

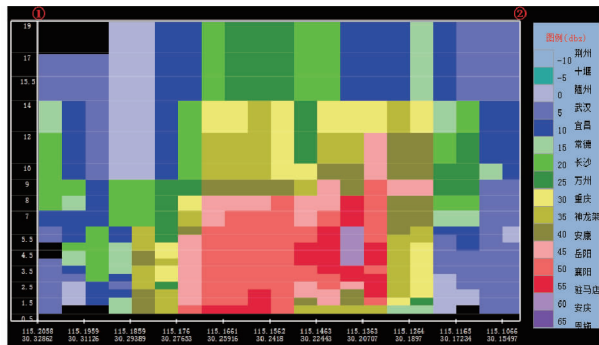


图 11 2017 年 7 月 14 日 18:00 策湖附近超级风暴单体剖面

Fig. 11 Super storm single profile near Cehu at 18:00 on July 14, 2017

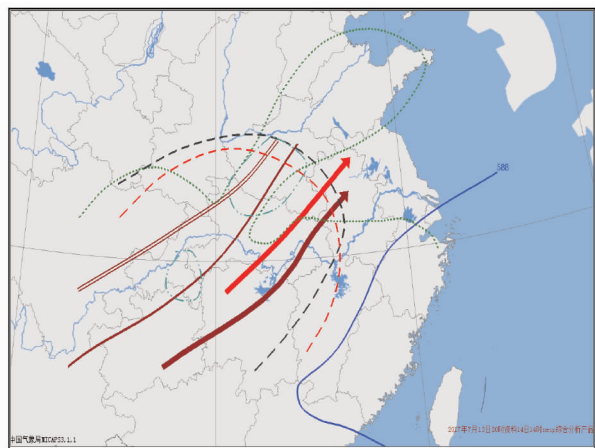


图 13 2017 年 7 月 14 日 NECP 预报场分析

Fig. 13 NECP forecast field analysis on July 14, 2017

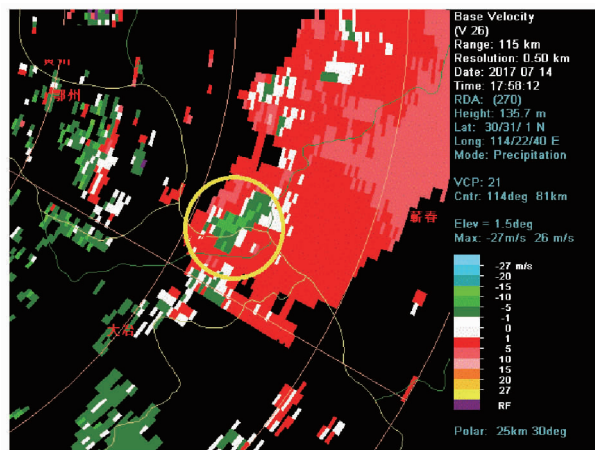


图 12 2017 年 7 月 14 日 17:58 径向速度

Fig. 12 Radial velocity at 17:58 on July 14, 2017

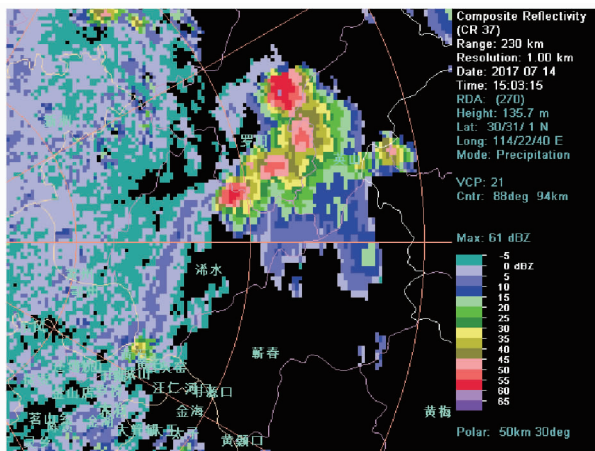


图 14 2017 年 7 月 14 日 15:03 组合反射率因子

Fig. 14 Combined reflectance factor at 15:03 on July 14, 2017

对流单体,向东北方向移去,随着回波的移动发展,14:30 左右出现降水,且 10 min 雨量达到 6.6 mm,15:00 左右罗田南部出现 16 m/s 的大风,且后向传播造成 15:03 在浠水南部已经开始形成回波(图 14)。根据 14 日白天鄂东地区有利的对流条件,以及雷达回波表现出的明显后向传播特征,结合 14 日 17:00 预报水汽辐合加强等特征,预计未来 6 h 黄石、浠水、罗田、英山、蕲春会受影响,有短时强降水和雷暴大风。因 15:00 45 dBZ 以上强回波已发展至 10 km,且在不断发展加强,考虑伴有冰雹。

6 结论

从天气系统、物理量场、回波特征等方面对 2017 年 7 月 14 日鄂东发生的一次局地强对流风电过程进行分析,结果发现,此次强对流天气是在副高外围高温高湿的不稳定环境下,低层水汽辐合、干层侵入和地面辐合共同触发生成多单体对流风暴,对流风暴的雷达回波表现出明显的后向传播特征。从预报角度来看,根据 EC 等数值预报产品分析 14 日白天潜势条件较好,尤其在 17:00,预报场在鄂东地区报出一个明显的水汽辐合区,具备了触发强对流的条件。从临近预报

预警分析来看,在 14 日 15:00 左右,实况已出现降水和 16 m/s 的大风,且雷达回波表现出后向传播的特征,具备发布预警的条件。鉴于此次对流过程强度较强,损失较大,分析其形成原因,希望对此类天气过程预报预警有所帮助。

参考文献

- [1] 王俊,俞小鼎,邵庆国,等. 一次强烈雷暴的三维结构和形成机制的单、双多普勒雷达分析[J]. 大气科学, 2011, 35(2): 247-258.
- [2] 朱君鉴,刁秀广,曲军,等. 4.28 临沂强对流灾害性大风多普勒天气雷达产品分析[J]. 气象, 2008, 34(12): 21-26.
- [3] 刁秀广,朱君鉴,刘志红. 三次超级单体风暴雷达产品特征及气流结构差异性分析[J]. 气象学报, 2009, 67(1): 133-146.
- [4] 侯淑梅,俞小鼎,张少林,等. 后向发展雷暴的雷达回波特征及预报指标[C]//第 31 届中国气象学会年会. 北京:中国气象学会, 2014.
- [5] 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, 2007: 95.
- [6] 王秀明,俞小鼎,朱禾. NCEP 再分析资料在强对流环境分析中的应用[J]. 应用气象学报, 2012, 23(2): 139-146.
- [7] 王秀明,俞小鼎,周小刚. 雷暴潜势预报中几个基本问题的讨论[J]. 气象, 2014, 40(4): 389-399.
- [8] 俞小鼎,周小刚,王秀明. 雷暴与强对流临近天气预报技术进展[J]. 气象学报, 2012, 70(3): 311-337.