

文章编号:1004-9045(2008)03-0213-06

“07.7”鄂东南强对流天气的多普勒雷达资料分析

肖艳姣¹, 李中华², 张端禹¹, 龙利民³

(1. 中国气象局武汉暴雨研究所, 武汉 430074; 2. 湖北气象信息与技术保障中心, 武汉 430074;

3. 武汉中心气象台, 武汉 430074)

摘要: 利用武汉多普勒天气雷达资料, 对 2007 年 7 月 27 日发生在武汉及其周边部分地区的一次强对流天气过程, 特别是引起武汉、洪湖的冰雹和地面大风灾害的 2 个强风暴(A、B)进行了详细分析, 得到如下结论: (1)这次强对流天气的主要天气背景是, 副热带高压西侧强烈的西南气流诱发了中小尺度扰动, 强的低层垂直风切变, 大的垂直不稳定, 低层较干和中高层更干的水汽条件。(2)产生灾害性天气的对流系统最初是一条近乎南北向的断续型对流带, 强风暴 A 和 B 在其成熟阶段都有低层弱回波和中高层悬垂回波结构, 最大回波强度均大于 60 dBz; 风暴 A 在其崩溃阶段, 近地面径向速度迅速增大, 随其北移, 造成武汉市黄陂区大风灾害; 风暴 B 在平均径向速度图上存在明显的中层气流辐合(MARC), 是即将出现地面强辐散风的标识。(3)强回波中心高度迅速降低是地面灾害性天气发生的标识, VIL 密度比 VIL 本身更能反映风暴的强度, 特别是当因雷达扫描策略的影响导致探测不到风暴顶或风暴底时。(4)在用冰雹探测算法(HDA)探测冰雹时, 要注意修改可调参数, 特别是 0 和 -20 环境温度的高度, 这样才能大大降低冰雹误报率。

关键词: 强对流天气; 冰雹; 下击暴流; 多普勒天气雷达

中图分类号: P458.1¹ 文献标识码: A

1 引言

强对流天气是指雷暴、冰雹、龙卷、雷雨大风和飏线等剧烈的天气现象, 属于中小尺度天气系统, 通过常规观测网很难捕捉到。自 20 世纪 50 年代雷达技术开始被用于天气监测以来, 天气雷达以其精细的时空分辨率、及时准确的遥感探测能力成为研究中小尺度强对流天气的重要探测手段^[1]。我国是暴雨、冰雹、龙卷、飏线等中尺度灾害性天气多发地区^[2-3], 对这些灾害性天气发生发展的监测和预警预报服务十分重要。我国自 1998 年以来开始布设新一代天气雷达网, 气象工作者依靠丰富的新一代天气雷达产品, 极大地加深了对下击暴流、龙卷、冰雹、飏线等天气现象的理解和认识^[4-10], 强对流天气的预警能力不断增强^[11]。

2007 年 7 月 27 日 19—21 时武汉市自南向北先后出现雷雨大风天气(以下简称“07.7”鄂东南强对流天气), 其中该市武昌城区和汉口局部地区出现罕见冰雹, 其直径最大为 2 cm。这次强对流天气给武汉市电力、交通、园林、商业和建筑等部门都造成巨大损失。城区大面积停电, 部分地区交通严重堵塞, 多处路段大树被吹倒, 武汉天河机场风速达到 29 m·s⁻¹, 13 个进出港航班受影响, 20 架次途经京广航路的航班被迫绕开武汉空域。同时, 雷雨、大风等恶劣天气, 造成

武汉市南郊的江夏区、北郊的黄陂区以及洪湖市部分乡镇房屋倒塌、人员伤亡、农作物减产等。其中, 黄陂区损失最重, 因灾死亡 7 人, 紧急转移安置灾民 1 634 人, 倒塌、损坏房屋共 3 200 多间; 洪湖市部分乡镇电力中断数十小时; 嘉鱼县一座变电站因灾起火, 导致全县 8 个乡镇停电。本文主要使用武汉多普勒天气雷达资料分析讨论了造成此次鄂东南强对流天气的雷达回波演变过程, 重点分析其强风暴单体特征, 以期为区域强对流天气的临近预报提供一些参考依据。

2 大尺度环流背景分析

从 2007 年 7 月 27 日 08 时、20 时 850 hPa 到 500 hPa 天气图上可见(图略), 呈狭长带状的西南风急流从湖北中部穿过。500 hPa 天气图上, 27 日 08 时, 西太平洋副热带高压 588 dagpm 线控制鄂东地区, 宜昌、武汉、安庆站的位势高度分别为 583、586、589 dagpm; 当天 20 时, 副热带高压中心稍微北抬, 宜昌、武汉、安庆站的位势高度分别变为 585、585、590 dagpm, 此时宜昌与武汉之间已无位势高度差, 而武汉与安庆之间位势高度差增大, 说明副热带高压西侧强烈的西南气流诱发了中小尺度扰动, “07.7”鄂东南强对流天气就发生在副热带高压外围西南急流右侧的武汉至安庆之间。

收稿日期: 2008-06-16; 定稿日期: 2008-07-28

基金项目: 武汉区域气象中心科技发展基金课题(QY-Z-200706)、武汉暴雨研究所基本科研业务费专项(0602)共同资助

作者简介: 肖艳姣, 女, 1971 年生, 副研究员, 主要从事雷达资料处理与应用研究。E-mail: yanjiao.xiao@163.com

从 27 日 08 时汉口探空站温度对数压力 (T-lnP) 图上可见(图略), 从地面到 700 hPa, 风随高度顺转, 500—300 hPa 之间, 风随高度逆转, 说明低层有暖平流、高层有冷平流; 到 20 时, 风随高度顺转的高度升至 500 hPa, 有利于大气对流不稳定形成, 20 时的 CAPE 相比 08 时的明显增大。08 时汉口站 1000 hPa 的温度露点差为 4, 925—700 hPa 层温度露点差在 8~11 之间; 700—400 hPa 层温度露点差相对较大, 其中 500 hPa 层温度露点差高达 32。这种近地层较湿、低层较干、中高层更干的水汽条件对冰雹等强对流天气形成十分有利。在给定湿度、不稳定性和抬升条件的情况下, 垂直风切变的大小对形成风暴的强弱影响最大。20 时汉口探空站 850 hPa 以下垂直风切变很大, 平均达 $7.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$, 850 hPa 以上垂直风切变较小, 地面到 700 hPa 之间的水平风垂直切变为 $3.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$, 属中等强度的垂直风切变, 有利于风暴的加强和发展。

3 雷达回波演变特征

从 7 月 27 日 15:30 左右开始, 在雷达站南侧距雷达不同距离处陆续有对流单体生成(图 1a), 并逐渐发

展北上, 最后形成一条近乎南北向的断续型对流带。从 17:55 开始, 有新单体在对流带中部西侧生成(图 1b 中蓝色圆圈处), 逐小时地面自动气象站资料显示, 18 时该处存在一条短的辐合线(图略)。新生单体迅速发展, 形成东北—西南向对流短带向北移动, 并于 18:19 与其东侧的单体相遇(图 1c 中蓝色圆圈处)。之后, 该对流短带发展北上, 19:02 对流带北侧有单体 A 新生(图 1d 中蓝色圆圈处)并迅速发展, 其后侧的对流短带逐渐减弱消散。19:38 单体 A 的回波强度达到最强(63 dBz)(图 1e 中蓝色圆圈处), 对应武汉的冰雹、大风等灾害性天气。强对流天气影响武汉之后, 多单体风暴逐渐调整为西北—东南向, 并向北稍偏东方向快速移动(图 1f), 对应武汉市黄陂区灾害性大风天气。原对流带前段向北稍偏东方向移动, 并逐渐减弱消散; 后段在演变中向北稍偏西方向移动, 19:38 在该回波团西侧有新单体 B 生成(图 1e 中红色圆圈处), 并迅速发展后向北稍偏西方向移动, 而先前的回波团逐渐减弱消散, 雷达站西南方出现大片超折射回波(图略), 说明雨后大气湿度随高度迅速降低。20:32 单体 B 的回波强度达到最强(63 dBz)(图 1f 中红色圆圈处), 对应嘉鱼与洪湖东北部分乡镇冰雹、大风等灾害性天气。

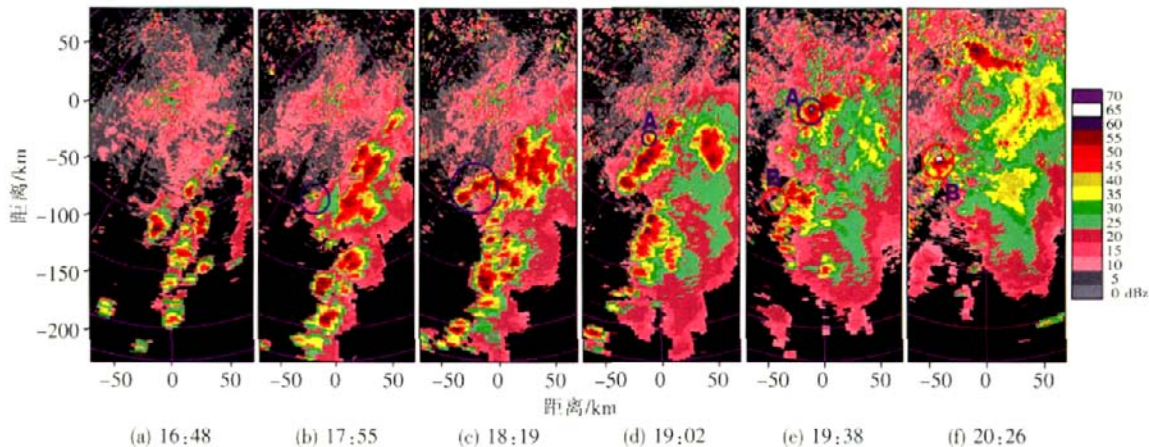


图 1 2007 年 7 月 27 日 15 时 30 分至 20 时 32 分不同时刻雷达回波演变

4 强风暴单体特征分析

在 '07.7' 鄂东南强对流天气过程中, 出现了多个风暴生消。但其中 2 个强风暴引起冰雹和下击暴流等灾害性天气, 一是影响武汉的强风暴 A(图 1e), 二是影响嘉鱼和洪湖东北部分乡镇的强风暴 B(图 1f)。对这 2 个强风暴的若干特征分析如下。

4.1 强风暴路径和回波结构演变

CINRAD-SA 雷达中的一个重要算法是风暴单体识别与跟踪算法(SCIT)^[12]。识别算法首先要在雷达径向上寻找大的反射率因子区(风暴段), 然后基于各仰角的所有风暴段在二维锥面上寻找大的反射率因子区

(风暴分量), 最后对所有风暴分量进行垂直相关。识别出风暴单体后, 还要计算有关风暴特征参数, 如风暴位置、最大反射率因子及其对应高度、风暴顶高、风暴底高以及基于单体的垂直积分液态水含量等。基于风暴识别产品, 对强风暴 A、B 的生消路径和回波特征随时间演变作如下分析。

图 2 给出了强风暴 A、B 的生消路径, 武汉雷达所在位置坐标为(0, 0)。强风暴 A 的生消时间为 27 日 19:02 至 20:02, 其平均移动速度为 $51.3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; 强风暴 B 的生消时间为 27 日 19:44 至 21:03, 平均移动速度为 $49.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。这 2 个强风暴的移动方向几乎均是由南至北。

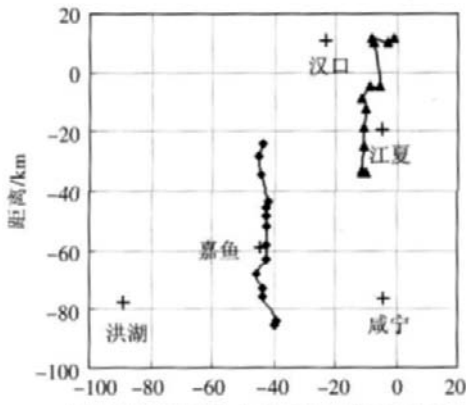


图 2 “07.7”鄂东南强对流天气过程中的强风暴 A、B 的消路径

图 3 给出了 27 日 19 时 02—51 分强风暴 A 沿其前进方向的反射率因子垂直剖面图(图 3a)和径向速度垂直剖面图(图 3b), 剖面起点为风暴的后侧, 终点为风暴的前侧。风暴 A 的初始回波高度较高, 强中心强度较强、高度较高(图 3a₁ 中蓝色圆圈处)。然后, 回波迅速

向上、向下发展, 19:26 强回波中心高度达到最高。之后, 强回波中心高度开始下降, 到 19:38 最强回波中心触及地面, 最大回波强度达到 63 dBz(图 3a₄), 这说明此时冰雹降落到地面。此后, 回波强度开始减弱 (图 3a₅)。从图 3a₁、a₂、a₃ 中可见, 风暴 A 前侧低层都存在弱回波区, 说明有很强的入流上升气流存在。从图 3b₁、b₂、b₃ 中可见, 从风暴前侧低层向风暴后侧方向有斜升的远离雷达的径向速度区, 且随着风暴的发展, 远离雷达的径向速度区的斜升坡度和高度越来越大, 径向速度值也越来越大, 说明有一支发展的上升气流从风暴前侧低层向风暴内部斜升。19:26 当强回波中心高度达到最高时, 斜升的上升气流也达到最大。随着强回波中心高度迅速下降, 靠近地面的正径向速度迅速增加, 还出现了速度模糊(图 3b₅), 最大径向速度值达到 35~41 m·s⁻¹。这种很大的近地面正径向速度区继续向北移动, 造成黄浦区灾害性大风天气。

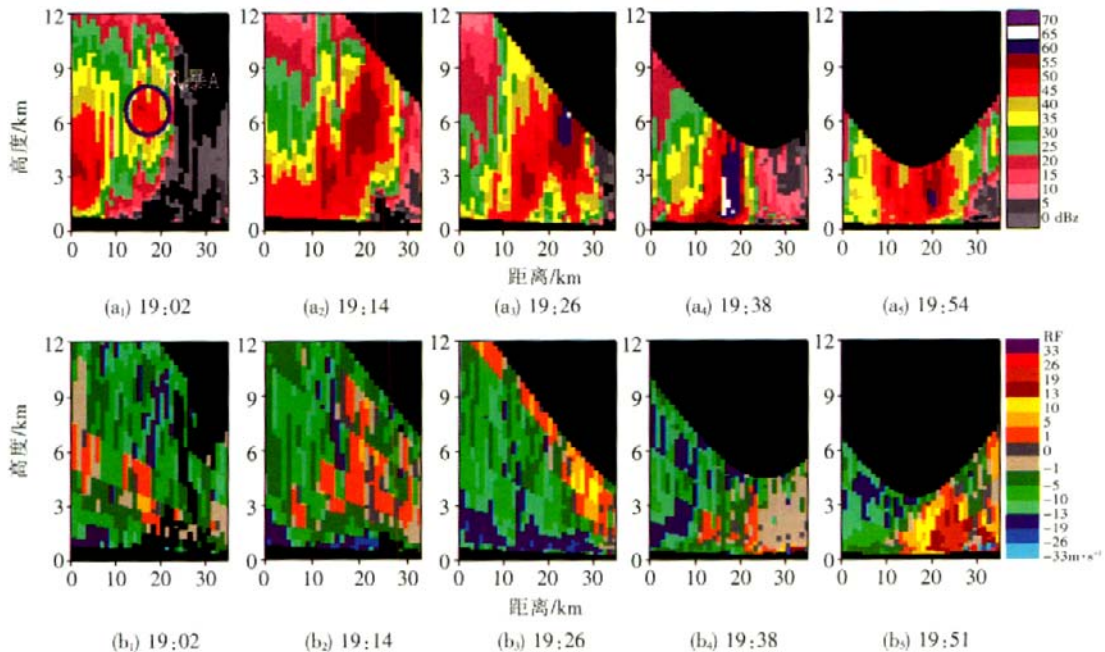


图 3 “07.7”鄂东南强对流天气过程中的强风暴 A 沿其前进方向的反射率因子和径向速度垂直剖面图

图 4 给出了 27 日 19:56 至 20:57 强风暴 B 沿其前进方向的反射率因子垂直剖面图(图 4a)和径向速度垂直剖面图(图 4b), 剖面起点为风暴的后侧, 终点为风暴的前侧。风暴 B 生成后迅速向上、向下发展(图 4a₁、a₂), 20 时 26—32 分强回波中心高度达到最高, 强度最强(图 4a₃), 之后强回波中心高度迅速下降(图 4a₄), 到 20:57 强回波中心接近地面。从图 4a₂、a₃ 中可见, 风暴 B 前侧低层均存在弱回波区, 中高层有悬垂回波结构, 说明有强上升气流存在。从图 4a₄ 中可见, 风暴 B 的后侧中低层存在无回波区, 说明后侧有很强的下沉气流。从图 4b₁、b₂、b₃ 中可见, 20 时 14—26 分风暴 B 内存在明显的中层气流辐合(MARC), 它由从前向后的强上升

气流和后侧入流急流之间的过渡区构成, 是预示地面大风的标识。20 时 32—38 分 0.5 仰角的相对风暴平均径向速度图上, 对应强风暴 B 的地方出现明显的具有辐散特征的极大正负速度对, 两个速度中心连线与雷达径向一致, 距离 4 km, 最大正负速度绝对值之和达 35 m·s⁻¹ 左右(图略), 相当于散度值 1.7×10⁻² s⁻¹。通常, 对流层中层(3~7 km)强辐合与近地面强外流气流有关, 且近地面最强外流气流(下击暴流)的位置一般在中层最强辐合中心的下方。从图 4b₄、b₅ 中也可看到近地面的辐散特征。在预报业务中, 如果在雷达探测到地面强辐散特征之后再发布地面大风(下击暴流)警报就为时已晚, 通常把探测到云底之上的强辐合作为地

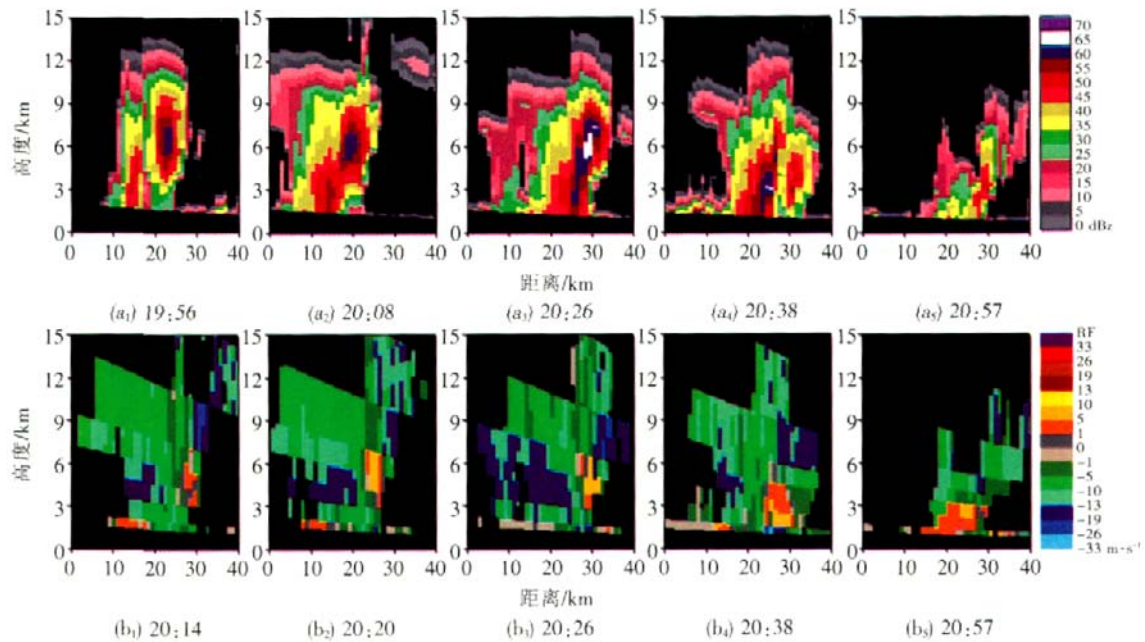


图 4 “07.7”鄂东南强对流天气过程中的强风暴 B 沿其前进方向的反射率因子和径向速度垂直剖面图

面大风(下击暴流)发生的前兆,对 MARC 的研究表明^[4],利用 MARC 预报地面大风的提前时间大约 10~30 min。

4.2 强风暴特征参数演变

图 5 给出了强风暴 A 的基于单体的垂直积分液

态水含量(M_{VIL})、最大反射率因子(Z_M)、风暴底高(H_B)、风暴顶高(H_T)、最强回波高度(H_{2M})和基于单体的垂直积分液态水含量密度(D_{VIL})等特征参数随时间的演变情况。

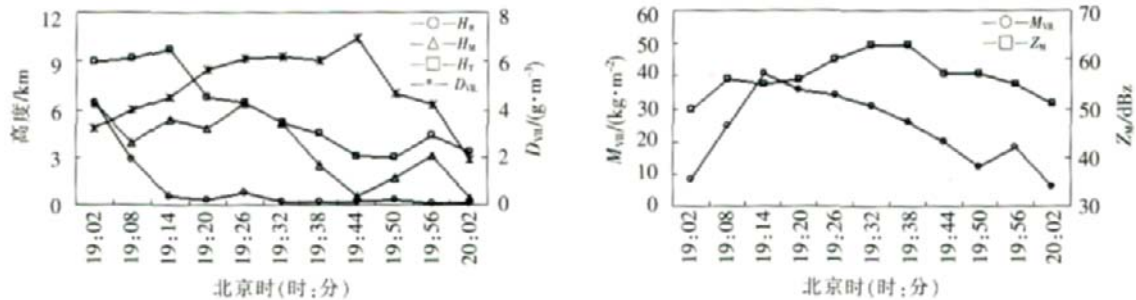


图 5 “07.7”鄂东南强对流天气过程中强风暴 A 的有关特征参数随时间的变化

从图 5 中可看出,强风暴 A 的 Z_M 在其生命史中间(19:32)达到最大(63 dBZ),但 M_{VIL} 和 H_T 在 19:14 达到最大后逐渐减小, M_{VIL} 在其整个生命中都未超过 VIL 冰雹预警指标($45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$)^[6],这是因为风暴 A 离雷达越来越远以致雷达探测不到风暴上部所致,因而 M_{VIL} 和 H_T 都不可靠。虽然 M_{VIL} 值补偿了对于强烈倾斜的风暴来说偏低的基于格点的 VIL 值,但 M_{VIL} 值与基于格点的 VIL 值一样还与风暴距离雷达远近有关,此外与气团的季节性变化也有关^[14]。因此,即使不考虑风暴的倾斜程度,对于离雷达远近不同或季节不同的风暴来说,用于冰雹预警的 VIL 和 M_{VIL} 指标都不一样。有鉴于此,计算了 M_{VIL} 与雷达探测到的风暴厚度(风暴顶高与风暴底高之差)之比 D_{VIL} 。结果表明, D_{VIL} 随时间变化趋势与 Z_M 的较为一致(图 5),这说明在因雷达本身扫描策略原因而导致雷达探测不到真实风暴顶或风暴底时,用 D_{VIL} 比 M_{VIL} 更能指示风暴的强度^[14]。19 时

26—44 分,强风暴 A 的 D_{VIL} 大于 $6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。从图 5 中还可看到 H_{2M} 在 19:26 达到最大(6.4 km),且在 19:26、19:32 两个时次与 H_T 一样高,这也是雷达探测不到真实风暴顶的原因之一。之后, H_{2M} 迅速降低,到 19:44 达到最低(0.6 km), H_{2M} 从最高点快速下降到近地面这段时间往往是地面灾害性天气发生时段。

图 6 给出了强风暴 B 的 M_{VIL} 、 Z_M 、 H_B 、 H_T 、 H_{2M} 和 D_{VIL} 等特征参数随时间的演变情况。风暴 B 在移动过程中距雷达站约 45~90 km,雷达能探测到风暴顶,其 M_{VIL} 与 Z_M 随时间演变的趋势一致。20 时 26~32 分, M_{VIL} 超过 $45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, Z_M 超过 60 dBZ, D_{VIL} 在 20:26、20:38 两个时次超过均 $6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

从图 6 中还可看出,风暴 B 的 Z_M 和 H_{2M} 在 20:26 达到最大, M_{VIL} 和 H_T 在 20:32 都达到最高,之后从 20:32 至 20:44 迅速减小,其迅速减小的过程也是地面灾害性天气发生时段。

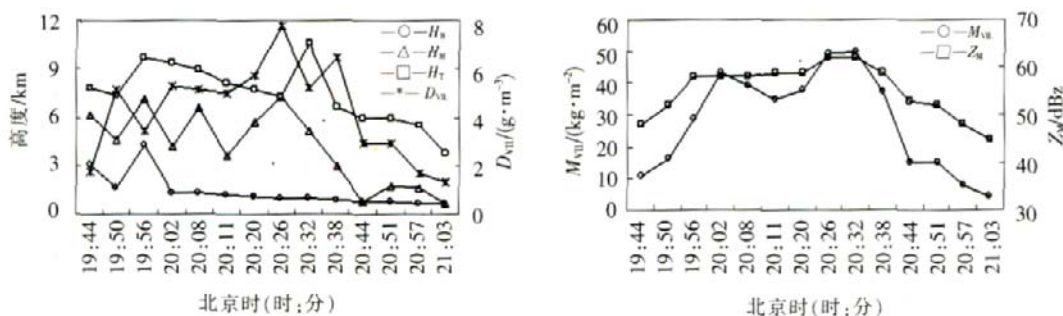


图 6 “07.7”鄂东南强对流天气过程中强风暴 B 的有关特征参数随时间的变化

4.3 强风暴的冰雹属性

大量研究表明,冰雹增长只发生在温度小于 0℃,且大冰雹的增长大都发生在-20℃或更低的温度^[15-17]。美国 WSR-88D 雷达系统中的冰雹探测算法(HDA)^[18]就采用了 45 dBZ 的反射率因子的伸展高度与 0℃和-20℃环境温度所在高度的关系来计算冰雹概率,该算法与风暴单体识别和跟踪算法(SCIT)相联系,可以探测强风暴产生任何尺度的冰雹和直径大于 10 mm 的强冰雹的概率,给出最大预期冰雹尺寸的预报。我国新一代天气雷达也采用了这种冰雹探测算法,得到一些冰雹属性。该算法有 4 个输入参数是可以修改的,即定义雨和冰雹反射率因子转换区的反射率因子高低阈值 Z_U 和 Z_L ,以及 0℃和-20℃环境温度分别所在高度 H_0 、 H_{m20} 。 Z_L 、 Z_U 、 H_0 、 H_{m20} 这 4 个阈值的缺省值分别为 40 dBZ、50 dBZ、3.2 km、6.2 km。如果不对这几个阈值进行修改(特别是 H_0 、 H_{m20}),那么,在夏季武汉的 CINRAD-SA 雷达的 HDA 就会出现大量空报。为此,根据观测经验,把 Z_L 、 Z_U 的值分别修改为 45 dBZ、55 dBZ,意为把 45 dBZ 以下的当成雨,55 dBZ 以上的当成冰雹,二者之间的当成雨与冰雹的过渡区。根据对 7 月 27 日 08 时汉口站探空资料的分析,得出 H_0 、 H_{m20} 分别为 4.5 km、8.2 km。

通过修改参数,在 27 日 19—21 时,HDA 算法只探测到强风暴 A 和强风暴 B 的冰雹概率及强冰雹概率大于 60%。表 1 给出了强风暴 A、B 的若干冰雹属性,其

表 1 “07.7”鄂东南强对流天气过程中强风暴 A、B 的冰雹属性

强风暴	时间/(时:分)	方位/斜距/(°/km)	冰雹概率/%	强冰雹概率/%	预期最大冰雹直径/cm
A	19:20	203/28	20	0	0.7
	19:26	210/21	100	70	4.0
	19:32	220/16	80	70	4.2
	19:38	233/14	0	0	0.0
B	20:20	215/71	60	20	1.7
	20:26	219/67	100	80	3.1
	20:32	221/64	70	40	2.4
	20:38	223/62	0	0	0.5

中冰雹概率以 10%为间隔给出,小于 10%的赋值为零。

从表 1 中可看出,强风暴 A 在 19:26 和 19:32 两个时次冰雹概率、强冰雹概率均大于 70%;强风暴 B 在 20:20、20:26、20:32 三个时次冰雹概率大于 60%,但仅 20:26 的强冰雹概率较大。这与前面分析的强风暴三维结构演变特征是吻合的。

5 结论

本文主要利用武汉新一代天气雷达资料对 2007 年 7 月 27 日发生在武汉及其周边部分地区的强对流天气过程,特别是引起冰雹、地面大风等灾害性天气的 2 个强风暴进行了详细分析,得到如下几点结论。

(1) “07.7”鄂东南强对流天气发生西太平洋副热带高压外围西南急流右侧的武汉与安庆之间。其主要天气背景包括:副热带高压西侧强烈的西南气流诱发的中小尺度扰动;中等强度的垂直风切变;强的垂直不稳定;近地层较湿、低层较干、中高层更干的水汽条件。

(2) 产生“07.7”鄂东南强对流灾害性天气的对流系统最初是一条近乎南北向的断续型对流带,在随后的演变中,强风暴 A、B 分别在其北段前侧和南段西侧生成。强风暴 A、B 在其成熟阶段都有低层弱回波和中高层悬垂回波结构,最大回波强度都大于 60 dBZ,在这种回波结构特征下,应及时发布冰雹警报。风暴 B 在径向速度图上还存在明显的中层气流辐合(MARC),雷达探测到 MARC 18 min 后,0.5 仰角的相对风暴平均径向速度图上出现明显的强辐散特征,最大正负速度绝对值之和达 35 m·s⁻¹左右,相当于散度值 1.7×10⁻²s⁻¹,强的 MARC 常被作为地面大风(下击暴流)发生的前兆。

(3) 强回波中心高度迅速降低是地面灾害性天气发生的标识, D_{vil} 比 M_{vil} 更能反映风暴强度,特别是在由于雷达扫描策略原因导致探测不到风暴顶或风暴底时。

(4) 在用冰雹探测算法 HDA 预报冰雹时,要注意修改可调参数,特别是 0℃和-20℃环境温度的高度,这可减少冰雹误报率。使用修改了参数的 HDA 算法在 27 日 19—21 时只探测到强风暴 A、B 的冰雹概

率大于 60%。其中, 强风暴 A 在 19:26、19:32 的冰雹概率大于 80%, 强风暴 B 在 20:20、20:26、20:32 三个时次的冰雹概率大于 60%。

参考文献:

- [1] 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, 2005: 1-20.
- [2] 阮均石. 气象灾害十讲[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 588-598.
- [3] 王秀荣, 毛卫星, 郭进修. 2004 年主汛期我国强对流天气灾害统计特征[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(1): 27-30.
- [4] 郑媛媛, 俞小鼎, 方翀, 等. 一次典型超级单体风暴的多普勒天气雷达观测分析[J]. 气象学报, 2004, 62(3): 317-328.
- [5] 俞小鼎, 郑媛媛, 张爱民, 等. 安徽一次强烈龙卷的多普勒天气雷达分析[J]. 高原气象, 2006, 25(5): 914-924.
- [6] 郭艳, 应冬梅, 刘冬梅. 江西“4.12”降雹过程的多普勒雷达资料分析[J]. 气象, 2006, 31(11): 47-51.
- [7] 崔讲学, 张家国, 王仁乔, 等. 武汉一次下击暴流天气的成因分析[J]. 暴雨灾害, 2007, 26(4): 369-371.
- [8] 姚建群, 戴建华, 姚祖庆. 一次强飚线的成因及维持和加强机制分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(6): 746-753.
- [9] 龙利民, 陈亮, 江航东, 等. 副热带高压外围西北侧一次强对流天气的雷达回波特征[J]. 暴雨灾害, 2007, 26(1): 68-72.
- [10] 张腾飞, 段旭, 鲁亚斌, 等. 云南一次强对流冰雹过程的环流及雷达回波特征分析[J]. 高原气象, 2006, 25(3): 531-538.
- [11] 俞小鼎. 新一代天气雷达对局地强风暴的改善[J]. 气象, 2006, 30(8): 3-26.
- [12] Johnson J T, MacKeen P L, Witt A, et al. The storm cell identification and tracking (SCIT) algorithm: An enhanced WSR-88D algorithm [J]. Wea Forecasting, 1998: 13: 263-276.
- [13] Schmocher G K, Przybylinski R W, Lin Y J. Forecasting the initial onset of damaging downburst winds associated with a mesoscale convective system (MCS) using the mid-altitude radial convergence (MARC) signature [C]. Preprints 15th Conference on Weather Analysis and Forecasting. Norfolk, Amer Meteor Soc, 1996: 306-311.
- [14] Amburn S A, Wolf P L. VIL density as a hail indicator [J]. Wea Forecasting, 1997, 12: 473-478.
- [15] Browning K A. The structure and mechanisms of hailstorms Hail: a review of hail science and hail suppression [C] // Meteor Monogr. Amer Meteor Soc, 1977: 1-43.
- [16] Nelson S P. The influence of storm flow structure on hail growth [J]. J Atmos Sci, 1983, 40: 1965-1983.
- [17] Miller L J, Tuttle J D, Knight C A. Airflow and hail growth in a severe northern High Plains supercell [J]. J Atmos Sci, 1988, 45: 736-762.
- [18] Witt A, Elits M D, Stumpf G J, et al. An enhanced hail detection algorithm for the WSR-88D [J]. Wea Forecasting 1998, 13: 286-303.

Analysis of "07.7" Severe Convective Events in Southeastern Hubei Province with China New Generation Weather Radar Data

XIAO Yan-jiao¹, LI Zhong-hua², ZHANG Duan-yu¹, LONG Li-min³

(1. Institute of Heavy Rain, China Meteorological Administration, Wuhan 430074;

2. Meteorological Information and Technology Support Center of Hubei Province, Wuhan 430074;

3. Wuhan Central Meteorological Observatory, Wuhan 430074)

Abstract: Based on the Wuhan Doppler weather radar data, the severe convective storms, especially two hailstorms A and B, occurred in southeastern Hubei Province on 27 July 2007 are analyzed in detail. As for the synoptic background, meso-scale disturbance led by the southwest jet located in the western to the west-pacific sub-tropic high pressure and the differential temperature advection between lower- and upper-troposphere are quite important to the formation and development of convective instability, the lower troposphere is a little dry with strong vertical wind shear, while the mid and upper troposphere is drier. The initial convective system is a discontinuous convective belt. In the maturity period of hailstorm A (B), which causes the Wuhan hail and gale (the Honghu hail and downburst), there are weak echo regions in low layer and overhang echo structures in mid-upper layer. The maximal reflectivities of hailstorm A and B are more than 60 dBz. When hailstorm A collapses, the radial velocity away from radar increases rapidly and reaches 35-40 m/s, and the hailstorm moves toward the north and leads to Huangpi gale. From 20:14 to 20:26, a significant mid level convergence appears in radial velocity images of hailstorm B. At 20:32, the downburst hits the ground. The continued descending of reflectivity core of severe convective storm indicates that ground disaster will occur on hand. Vertically Integrated Liquid Water Density can describe storm strength more appropriate than Vertically Integrated Liquid Water, especially when radar can not detect storm bottom and top due to the influence of radar scan strategy. In order to decrease the rate of false hail warning, it's very important to modify adaptive parameter, especially the height of the 0 and -20 environmental temperature in using Hail Detect Algorithm (HDA).

Key words: Severe convective storm; Hail; Downburst; China new generation Doppler weather radar