

一次强对流风暴的新一代天气雷达特征分析

李晓霞,王有生,朱拥军,王小勇,奚立宗

(甘肃省气象局,甘肃 兰州 730020)

摘要:利用兰州皋兰山的 CINRAD/CC 多普勒天气雷达资料,对2005年5月30日15~19时发生在甘肃中部地区的一次强对流风暴进行了分析。引起此次强对流风暴的中尺度天气系统是飑线,飑线尾部位于甘肃中部的强雷暴区在15时生成,沿东南方向移动,在16时15分至17时03分多单体风暴加强合并为超级单体风暴,并呈现出人字型回波、带状回波特征。此次超级单体南边出现2条明显的出流边界,一条位于钩状回波的西南,一条位于钩状回波的东南。超级单体左前方的低层反射率因子呈现明显的倒“V”字型结构,最大的回波强度出现在有界弱回波区之上,其值 >70 dBZ,相应径向速度图呈现出成熟的中气旋特征,期间垂直液态水含量持续偏高,最大垂直累积液态水含量 >70 kg/m²,回波顶高达17~18 km,该风暴具有强烈超级单体风暴的典型特征。

关键词:多普勒天气雷达;超级单体;有界弱回波区;中气旋;垂直液态水含量

中图分类号:P458

文献标识码:A

引言

新一代天气雷达是目前全国布网建设的天气雷达,该雷达具有大发射功率、大动态范围、高灵敏度、多普勒测速功能和强地物对消能力,它不但提供准确可靠的数据产品,而且为预报人员提供丰富的具有明确预报意义的导出产品。随着越来越多的地区装备了新一代天气雷达,全国在整体上对强对流天气的监测和预警能力大大加强。雷达在强对流天气探测和预警方面的应用愈来愈受到重视并取得了诸多研究成果。郑媛媛等^[1]对发生在皖北地区的一次典型的超级单体风暴过程进行了详细的分析,揭示了超级单体的有界弱回波区、“V”字型缺口等结构特征;朱君鉴等^[2]对发生在山东东阿附近一次冰雹风暴发生、发展各阶段的反射率、平均径向速度等产品的演变过程以及风暴的中气旋特征进行了分析;廖玉芳等^[3]对在中国首次探测到了三体散射(TBSS)和龙卷式涡旋特征(TVS)的雷达回波特征进行了分析;伍志方^[4]详细分析了一次夏季飑线的环境背景、回波发展演变过程和多普勒特征。

2005年5月30日下午,一强对流风暴在甘肃

张掖以东以南各地,其中甘南、庆阳、定西、武威、平凉、临夏等市州的13个站出现了冰雹,这次冰雹天气范围之广,强度之大实属罕见。在13:30~18:30期间,定西市安定区所辖葛家岔、青岚、鲁家沟、石泉、李家堡、宁远、石峡湾、白碌等9个乡镇先后遭受罕见的特大冰雹灾害。这次冰雹天气强度大,密度高,持续时间长,造成9个乡镇45个村197个村民小组部分群众农作物及家庭财产损失严重。电力线路多处被打断,1名群众遭冰雹打断的低压电线触电身亡,受灾区80%的群众房屋瓦片全被打破,屋面顶部全部被破坏。

兰州新一代天气雷达架设在兰州南面的皋兰山顶($36^{\circ}0'36''N$, $103^{\circ}51'6''E$),雷达型号为CINRAD/CC,天线海拔高度2 189.6 m。该雷达观测到了这次冰雹强对流天气过程的发展演变过程及超级单体特征。本文对观测到的雷达产品进行详细分析,试图找出这些产品在冰雹预报中的应用规律以及黄土高原上冰雹风暴、超级单体的结构特征。目前利用CINRAD/CC观测到超级单体风暴也较少见。

收稿日期:2007-03-28;改回日期:2007-06-02

基金项目:中国气象局2006年预测减灾业务服务能力建设项目和甘肃省气象局课题资助

作者简介:李晓霞(1970-),河南巩义市人,硕士,高级工程师,主要从事天气预报和灾害性天气研究工作。E-mail:lxhappy@tom.com

1 环流形势背景和不稳定条件分析

1.1 环流形势背景

5月30日08~11时地面图上,甘肃河西走廊的民乐、山丹、民勤、永昌之间有一切变线,且沿东南方向移动;08时500 hPa天气图上,蒙古中部为一低涡,甘肃兰州以西处于蒙古低涡的底部、新疆脊前西北气流中,定西至甘肃陇南有一条NE—SW向的切变线,青藏高原上有短波槽发展东移。这是一次较典型的不同的平流型降雹形势,这种形势西北地区东部多强对流天气,回波常呈带状(飑线)或中尺度对流云团,多出现灾害性大雹且中心雨量较大^[5]。

1.2 卫星云图特征分析

飑线是一种带(线)状的中尺度对流系统,是非锋面的或狭窄的活跃雷暴带。它是一种深厚的对流

系统,其水平尺度通常为几百 km,典型生命期约6~12 h,远大于雷暴单体的生命期。它包括雷暴以及非对流(层状)的降水区。镶嵌在飑线中的强雷暴常常引起局地地面风向突变,风速骤增,气压跃升,温度剧降,并伴有雷暴天气,有时还出现冰雹、龙卷等灾害天气^[6]。

图1是30日15时至22时的红外云图,可以很清楚地看到引起这次强对流天气的中尺度天气系统是飑线,自蒙古中部经河套地区至甘肃中部,有数个雷暴单体侧向排列成有组织的东北—西南走向的线状回波带,持续时间约9 h,西北地区东部大范围的强对流天气是该飑线的一部分。

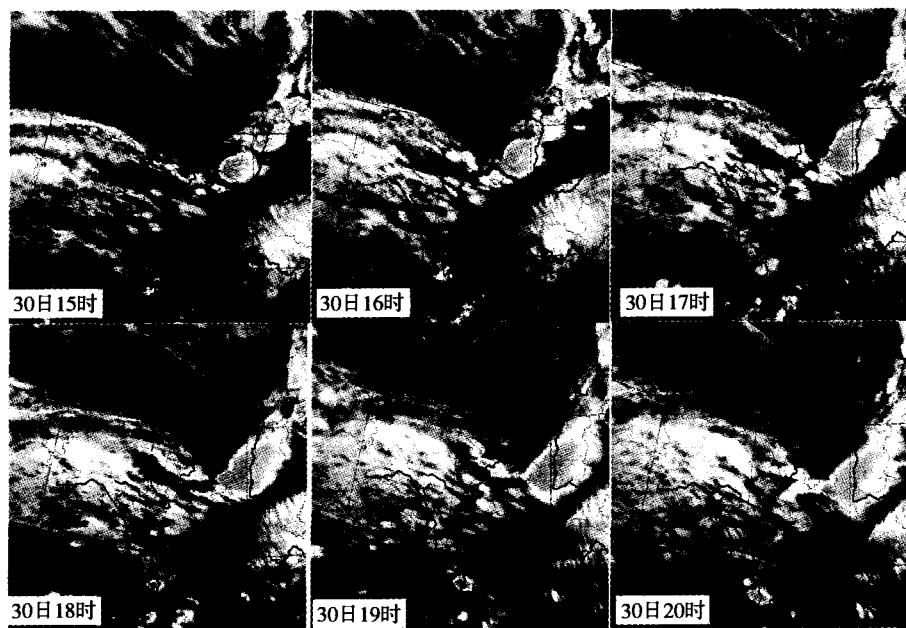


图1 5月30日15~20时西北地区东部红外云图演变图

Fig.1 The evolution of infrared cloud image in the east of Northwest China from 15:00 to 20:00 on May 30

1.3 不稳定条件分析

5月30日08时温度平流场(图略)显示,甘肃省河东地区低层(3 km以下)为暖平流,增温、增湿,高层(3~10 km)为深厚的冷平流,降温、降湿。说明08时层结已不稳定,为强雷暴的发生提供了有利条件。

$T-\ln P$ 图是一种预报强对流天气的重要工具,雷达此次观测到的区域在榆中、平凉、陇南3个探空站所围的区域内。图2为甘肃榆中和平凉2个

探空站的层结曲线图,给出了30日08时2个站的探空曲线和自地面绝热上升的气块的状态曲线。温度层结曲线和状态曲线在低层的交点处为自由对流高度,在高层的交点为平衡高度,位于自由对流高度和平衡高度之间的红色区域面积大小代表对流有效位能CAPE的数值。2个站都有红色区域面积,但面积较小;陇南站CAPE数值为零(图略)。08时单探空站的CAPE值难以判断下午发生强对流天气的强度,主要原因在于探空站的时空分辨率太低,其空

间间距约为 200 km ,时间间隔为 12 h ,而大气对流稳定度的时空变化很大,尤其是对大气对流稳定度有很大影响的水汽的时空变率也很大。Weckwerth 等^[7]指出,在大气边界层内滚轴状对流的上升和下沉区,虽然相隔只有 20 ~ 30 km ,但由于其湿度相差较大,相应的 CAPE 值可以相差很远。因此 08 时 CAPE 值判断强对流天气是不够的。

分析图 2 探空图上风的垂直变化,榆中站自地面向上到 700 hPa,西风逆转为西南风,风速变化不大。700 hPa 向上至 400 hPa,风向顺转为西北风,风速增大,400 hPa 以上风向逆转为西风,风速继续增

大。平凉站风速随高度持续增长,自地面向上至 400 hPa,风向从东北风顺转为西北风,400 hPa 以上逆转为西西南风。2 个探空站风场的配置说明大气在 400 hPa 以下有暖平流,在 400 hPa 至对流层有较强冷平流,有利于对流的进一步发展。统计分析表明^[8],环境水平风向风速垂直切变的大小往往和形成风暴的强弱密切相关。在给定湿度、不稳定性及抬升的深厚对流中,垂直风切变对对流性风暴影响最大,中等到强的垂直切变有利于风暴气流的发展,有利于形成强的对流风暴,如多单体风暴合并发展成超级单体风暴。

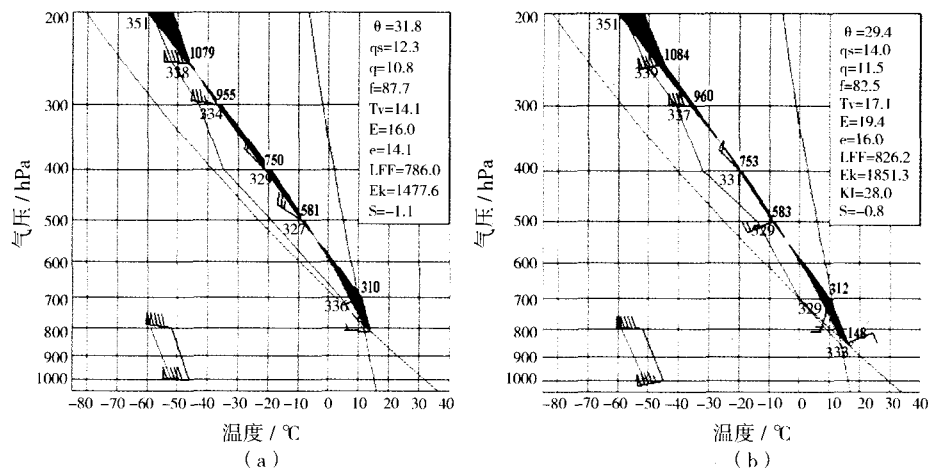


图 2 榆中站、平凉站热力稳定度分析
Fig. 2 The $T - \ln P$ diagrams on May 30, 2005 at Yuzhong (a) and Pingliang (b) station

2 多普勒雷达产品分析

2.1 雷达观测到的强对流风暴的移动路径发展演变特征

图 3 是根据雷达的连续扫描资料点出的风暴的位置、生消和移动路径。

图中圆点表示风暴中心回波最强的位置,相应标出了风暴发生的时间及 16 时 15 分、16 时 31 分、16 时 57 分 3 个时次 0.5°仰角的最大回波强度,图中很清楚地反映出这次强对流风暴的移动、发生、消亡情况。引起这次强对流天气的主要有 2 个风暴,其中又以风暴 1 发展最旺盛、持续时间最长,它是造成这次冰雹天气的主要中尺度天气系统。风暴 2 发生在风暴 1 发展最强盛的 16 时 26 分至 17 时 08 分,出现在风暴 1 移动方向的右前侧,与风暴 1 相比无论是强度还是范围都弱得多,最大回波强度在

45 ~ 50 dBZ 之间,风暴 1、2 都是沿东南方向移动。

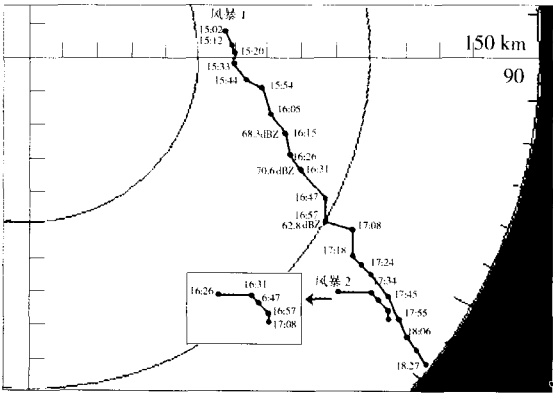


图 3 风暴移动路径图
Fig. 3 Storm track

风暴 1 在 15 时 02 分至 18 时 27 分 3 个多小时,经历了风暴初生阶段(15 时 02 分至 16 时 10 分)、发展旺盛阶段(16 时 15 分至 17 时 03 分)和逐渐消散阶段(17 时 08 分至 18 时 27 分)。下面详细分析这 3 个阶段雷达强度回波的发展变化特征(主要分析 0.5° 仰角)。

风暴初生阶段分为 3 个变化阶段,首先 15 时 02 分在方位 $80^\circ \sim 90^\circ$, 距离 50 ~ 100 km 处有一回波开始形成,中心强度仅为 43 dBZ。15 时 12 ~ 28 分,风

暴中有 2 个单体发展,对流发展十分迅速,强度 > 55 dBZ 的回波范围明显加大,中心强度分别达到 63.1 dBZ 和 61.7 dBZ。15 时 33 ~ 54 分,2 个对流单体合并加强为 1 个小型超级单体,中心强度始终 > 62.0 dBZ,在 15 时 44 分中心强度增强到 67.4 dBZ。16 时 00 分至 16 时 10 分,原小型超级单体减弱,但在其右前侧又有新的单体产生,风暴 1 主要有 3 个对流单体组成,中心强度都在 50 ~ 55 dBZ 之间。

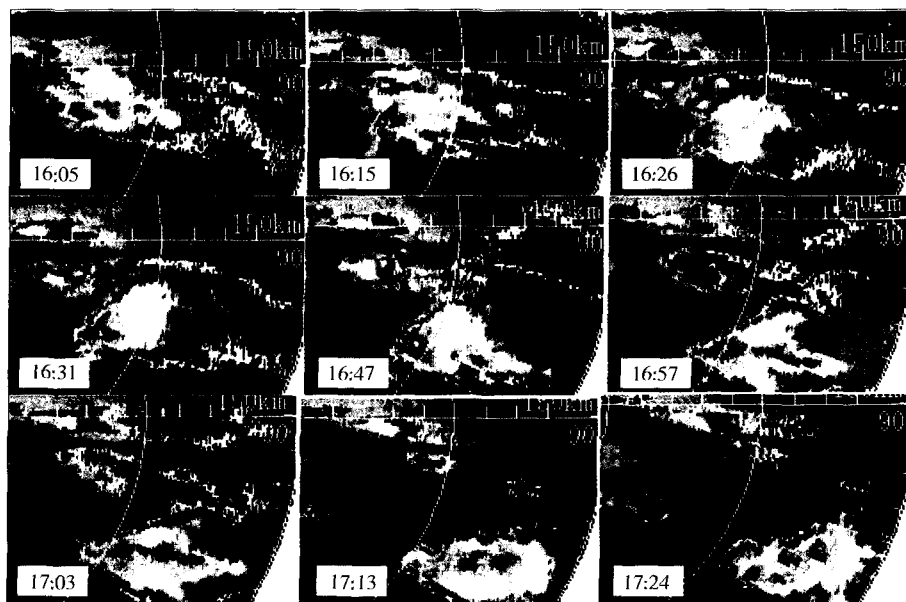


图 4 16 时 05 分至 17 时 24 分 0.5° 仰角不同时次的反射率因子演变图

Fig. 4 The evolution of the reflectivity on 0.5° elevation from 16:05 to 17:24

16 时 15 分至 17 时 03 分是风暴发展最旺盛阶段,也是天气变化最剧烈的阶段。图 4 是风暴发展旺盛阶段和部分消散阶段不同时次 0.5° 仰角的 PPI 图。16 时 15 ~ 47 分,风暴 1 中的多个单体合并发展,云体的合并意味着能量的集中,辐合上升范围扩大,多单体合并后,中心强度迅速增强,呈现出超级单体的特征,其中 16 时 15 分回波中心强度是 68.3 dBZ,16 时 31 分发展到最强,中心强度 > 70 dBZ,并呈现出明显的人字型特征,结构上具有前后侧“V”字型槽口、有界弱回波区等经典的超级单体特征,相应的径向速度图上有明显的入流上升区及旋转特征,风暴顶辐散也十分清楚。16 时 52 分至 17 时 03 分,超级单体减弱演变成长度约 70 ~ 80 km,宽度约

3 ~ 4 km 的带状回波区,中心最大强度均 > 60 dBZ,对流单体仍处于非超级单体的强风暴阶段。17 时 08 分至 18 时 27 分,回波从带状回波分裂为多单体回波,之后各单体逐渐减弱,并移出雷达监测范围。

2.2 雷达产品的垂直液态水含量(VIL)和回波顶(ET)的特征分析

新一代天气雷达除了提供较高灵敏度及较细分辨率的反射率因子、平均径向速度及谱宽数据外,还提供了丰富的分析产品,其中垂直液态水含量(VIL)和回波顶(ET)是用来判断回波对流强度的非常重要的参量。

VIL 表示将反射率因子数据转换成液态水值。CINRAD/SA 雷达系统的 VIL 算法假设垂直气柱里

所有反射率因子均由液态水造成,对气柱内的液态水含量求和,获得垂直累积液态水总量。覆盖半径是 230 km,分辨率为 4 km × 4 km。VIL 的计算方程为: $M = 3.44 \times 10^{-3} Z^{4/7}$, 其中 M 为液态水含量 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$), Z 为雷达反射因子 ($\text{mm}^6 \cdot \text{m}^{-3}$), VIL 值的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

回波顶(ET)是 16 个数据级别的产品,它是在 $\geq 18 \text{ dBZ}$ 反射率因子被探测到时,显示以最高仰角为基础的回波顶高度,此参数可用来识别风暴。

图 5 为 5 月 30 日 15 时 02 分至 18 时 27 分的垂直液态水含量、回波顶高及反射率因子的演变图。

分析本次风暴全过程 VIL 的最大值随时间的变化,发现 VIL 的最大值变化趋势与最大反射率因子基本一致,但起伏更为剧烈,VIL 达到最高值后迅速

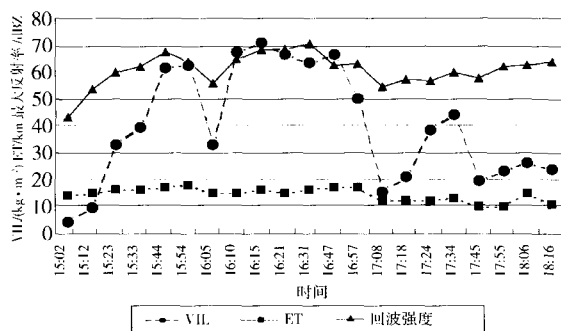


图 5 最大反射率、最大垂直积分液态含水量(VIL)和最高回波顶高值在冰雹云发展过程中的变化

Fig. 5 The variations of the maximum reflectivity, VIL and ET during the course

下降到最低值,说明风暴内部的对流十分旺盛,并有可能意味着降雹的出现和破坏性大风的产生^[8]。在整个风暴过程中,VIL 有 2 次跃增高值区,第 1 次在 15 时 54 分,是 2 个对流单体合并加强成小型对流超级单体时,VIL 值由 $39 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 增大到 $63 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$;第 2 次发生在超级单体形成持续的 16 时 15 分至 16 时 47 分,这次跃增,持续时间长,强度强,VIL 值始终 $> 63 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,在 16 时 15 分增大到 $70.8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,持续高的 VIL 值对识别超级单体有重要的指示意义。这 2 次跃增均发生在多单体风暴合并时,说明云体的合并使得能量迅速集中,合并后的云体强度更强、面积更大,产生的天气也更严重。VIL 如果远高于相应季节的对流单体的平均 VIL 值,则发生大冰雹的可能性很大,根据美国 Oklahoma 州的

统计^[8],5 月份对应于出现大冰雹的垂直累积液态含水量的阈值为 $55 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,6、7 和 8 月份的相应阈值为 $65 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。本次超级单体风暴 VIL 值在 16 时 15 分达到 $70.8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,这样大的值在西北的对流单体中是很少见的,表明风暴强度很强,降大冰雹的可能性很大。

回波顶高变化在 10 ~ 18 km 之间,ET 值 $> 16 \text{ km}$ 往往反射率因子值 $> 60 \text{ dBZ}$,在风暴的初生和发展阶段(15 时 12 分 ~ 16 时 57 分),ET 值始终稳定在 15 km 以上,最强出现在 15 时 54 分 ET 值达到 18 km,十分少见。虽然 ET 最大值与反射率因子最大值并不完全对应,但持续稳定的高 ET 值对判断风暴强弱仍有重要的指示意义。

3 对流风暴的超级单体特征分析

雷达气象学界将局地对流风暴划分为普通单体风暴、多单体风暴、超级单体风暴和飑线。作为局地对流风暴发展的一种最猛烈的形式,超级单体风暴一直吸引着气象学家的注意,大量观测事实表明,超级单体风暴大多由多单体风暴发展而来,且只有极少数多单体风暴能发展成超级单体风暴。Browning 和 Ludlam (1962) 指出,超级单体风暴作为一个强烈发展的对流单体特征除了其稳定状态外,一个重要的雷达回波特征是存在一个弱回波区 WER (Weak Echo Region) 或有界弱回波区 (Bounded Weak Echo Region),弱回波区或有界弱回波区代表上升气流区,由于上升气流强烈以至大的降水粒子无法进入其中造成的;随着 20 世纪 70 年代多普勒天气雷达在研究中的使用,超级单体风暴的旋转性特征被充分揭露出来^[9-11]。

3.1 超级单体的结构特征

2005 年 5 月 30 日下午发生在甘肃省的强对流风暴在 15:54 ~ 17:08 的 1 个多 h 内,对流发展十分旺盛,多普勒强度回波图上始终维持一个强大的单体,显现出超级单体回波特征,并显示出“人”字型、带状回波特点。

图 6 给出回波发展最强盛的 16 时 26 分和 31 分的 0.5° 、 1.5° 、 2.4° 、 3.4° 、 4.3° 5 个仰角的强度回波图和径向速度图。在 16 时 26 分和 16 时 31 分 2 个时次的 0.5° 、 1.5° 仰角的反射率因子图中显示出明显的前后侧“V”字型缺口及有界弱回波的典型超级单体特征。

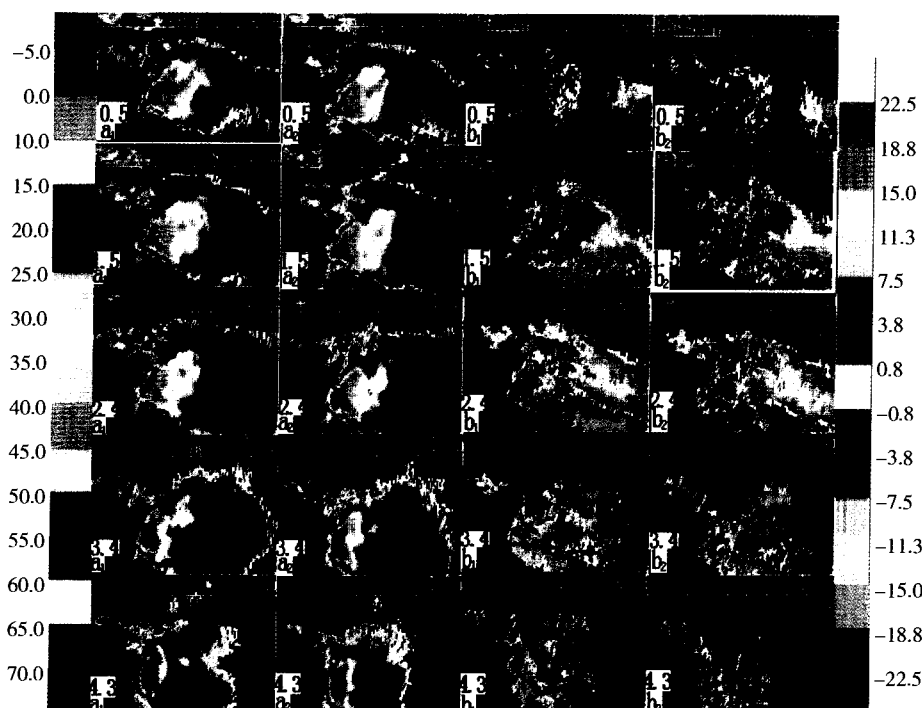


图6 2005年5月30日16时26分和16时31分 0.5° 、 1.5° 、 2.4° 、 3.4° 、 4.3° 仰角的反射率因子和径向速度分布
(图中 a_1 、 a_2 列为16时26分和16时31分的反射率因子图,单位:dBZ, b_1 、 b_2 列为16时26分
和16时31分的径向速度图,单位:m/s)

Fig. 6 The reflectivity and radial velocity maps on 0.5° 、 1.5° 、 2.4° 、 3.4° 、 4.3° at 16:26 and 16:31 on May 30, 2005
(column a_1 、 b_1 for the reflectivity and radial velocity maps at 16:26; column a_2 、 b_2 for the reflectivity and
radial velocity maps at 16:31)

16时31分 0.5° 仰角的反射率因子图上(a_2 列)显示了带有典型钩状回波的超级单体,最大的反射率因子位于钩状回波之上(北面),约为70.6 dBZ,在钩状回波的东南方向有一条西北—东南方向的入流边界,从速度图上看它向着雷达方向移动进入风暴有界弱回波区成为上升气流。另外与钩状回波的缺口相对应,在 0.5° 仰角的径向速度图上(b_2 列)是较强的以辐合为主的气旋式流场特征,正负速度差达到27 m/s,入流气流在此辐合上升,有利于风暴对流的进一步发展。 1.5° 和 2.4° 仰角的反射率因子图上仍显现出钩状回波特征,最大的反射率因子位于钩状回波之上(北面),约为63 dBZ和62 dBZ,另外在超级单体的左前侧呈现倒“V”型缺口的超级单体特征。在同一仰角的径向速度图上,钩状回波对应的气旋式辐合仍存在,虽然出现了

较严重的速度模糊,难以判断其强度,但仍能看出其以旋转为主的气旋特征。在 3.4° 和 4.3° 仰角的反射率因子图上,强回波中心位于有界弱回波区之上,最强回波中心约62 dBZ。反射率因子的轮廓进一步向东南方向扩展,展现出超级单体反射率因子自低向高向低层入流一侧倾斜的特征。与低层钩状回波的入流缺口相对应的闭合的有界弱回波区清晰可见,位置相对偏南,即有界弱回波区也是自低向高向低层入流一侧倾斜。相应的径向速度图上为强烈的辐散。

在16时15~31分时间内,在 0.5° 、 1.5° 、 2.4° 仰角上,超级单体东南侧下沉气流辐散造成的出流边界(阵风锋)清晰可见,同时在其西南侧下沉气流辐散构成出流边界的另一支(阵风锋),形成“人”字形的出流边界,而超级单体的暖湿入流来自“人”字

形的 2 支出流边界之间。

3.2 超级单体的中气旋特征

超级单体风暴与其它风暴本质的区别在于超级单体风暴与一个持久深厚的中气旋相联系。根据成熟中气旋的概念模型,在靠近地面附近的大气边界层内,中气旋的径向速度特征为辐合式气旋性旋转,再上面一些是纯粹的气旋性旋转,在中上层为气旋式旋转辐散,上层为纯粹辐散。本次超级单体在 16 时 15~36 分近 20 min 时间内,在径向速度图上呈现出了成熟中气旋特征。 0.5° 和 1.5° 仰角的径向速度特征基本为纯粹的气旋性旋转(图 6), 3.4° 仰角为气旋性辐散, 4.3° 仰角以强烈辐散为主,同时带有旋转特征,基本符合成熟中气旋的概念模型。

4 总结与讨论

这是一次较典型的平流型降雹形势,引起这次强对流风暴的中尺度天气系统是飑线,飑线尾部的强风暴于 15 时左右生成,沿东南方向移动,风暴历经单体风暴、多单体风暴等阶段,并在 16 时 15 分至 17 时 03 分多单体风暴加强合并为超级单体风暴,并呈现出人字型回波、带状回波特征。此次超级单体南边出现 2 条明显的出流边界(阵风锋),一条位于钩状回波的西南,一条位于钩状回波的东南。超级单体左前方的低层反射率因子呈现明显的倒“V”字型结构,最大的回波强度出现有界弱回波区之上,其值 >70 dBZ,相应径向速度图呈现出成熟的中气旋特征。

在整个风暴过程中,VIL 有 2 次跃增高值区,第 1 次为 2 个对流单体合并加强成小型对流超级单体时,VIL 值由 $39 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 增大到 $63 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$;第 2 次发生在超级单体形成持续时,VIL 值始终 $>63 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,在 16 时 15 分增大到 $70.8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,持续高的 VIL 值对识别超级单体有重要的指示意义。

分析回波顶高 ET 与反射率因子关系发现,ET 值 $>16 \text{ km}$ 时,反射率因子值往往 $>60 \text{ dBZ}$,在风暴

的初生和发展阶段(15 时 12 分至 16 时 57 分),ET 值始终稳定在 15 km 以上,最强出现在 15 时 54 分,ET 值达到 18 km ,对流十分强烈。

需要指出的是,由于观测站点稀疏,冰雹、大风等强对流天气的强度、时空分布等实况观测资料难以满足分析要求,许多强对流天气的雷达特征缺乏有效的实况资料支持。另外可能由于 C 波段雷达观测能力欠缺,在对中气旋的观测上不尽如意,使得本次分析仍存在一些不足,需在以后的工作中加强,进一步研究探讨。

致谢:本文得到中国气象局培训中心俞小鼎教授悉心指导,特此致谢。

参考文献:

- [1] 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(3):317-327.
- [2] 朱君鉴,刁季广,黄香韶,等.一次冰雹风暴的 CINRAD/SA 产品分析[J].应用气象学报,2004(5):579-589.
- [3] 廖玉芳,俞小鼎,郭庆.一次强对流系列风暴个例的多普勒雷达资料分析[J].应用气象学报,2003(4):656-662.
- [4] 伍志方. CINRAD/SA 新一代天气雷达观测夏季热带飑线的特征分析[J].气象,2003,29(3):38-40.
- [5] 白肇烨,徐国昌.中国西北天气[M].北京:气象出版社,1991. 281-299.
- [6] 张培昌,杜秉玉,戴铁丕,等.雷达气象学[M].北京:气象出版社,2001. 234-238.
- [7] weckwerth T M, Wilson J W, Wakimoto R M. Thermodynamic variability within the boundary layer due to horizontal convective rolls[J]. Mon Wea Rev, 1996(124):769-784.
- [8] 俞小鼎,姚秀萍,熊庭南,等.新一代天气雷达原理与应用讲义[M].北京:中国气象局培训中心,2004. 102-143.
- [9] Fujita T T. Analytical mesometeorology: A review, Severe Local Storms[J]. Meteor Monogr, 1963(27):77-125.
- [10] Brown R A. Twin tornado cyclones within a severe thunderstorm: Single Doppler radar observations[J]. Weatherwise, 1973(26):63-71.
- [11] Ray P S. Dual Doppler observation of a tornadic storm[J]. J Appl Meteor, 1975(14):1521-1530.

Analysis of New Generation Weather Radar Data for a Severe Convective Storm

LI Xiaoxia, WANG Yousheng, ZHU Yongjun, WANG Xiaoyong, XI Lizong

(Gansu Provincial Meteorological Bureau, Lanzhou 730020, China)

Abstract: A severe convective storm process occurred in the middle of Gansu province on May 30, 2005 was analyzed by using CIN-RAD/CC Doppler weather radar data. It is found that the main meso-scale system causing this severe convective storm was the squall line. The storm first appeared at 15:00, then moved to the southeast, and from 16:15 to 17:03 the multi-cell storm became more strongly and developed into the super-cell storm with the characteristics of vortex and zonal echoes. There were two obvious outflow boundaries observed in south of the supercell lying to the southwest and southeast of the hook echo of the storm, respectively. The shape of the low elevation reflectivity in the left front flank of the supercell was an inverted "V", the maximum of echo intensity appeared in the bounded weak echo zone with the value over 70 dBZ. The corresponding radial velocity maps showed a strong mature meso-cyclone feature. In this period the maximum vertical integrated liquid water (VIL) reached above 70 kg/m² and the height of echo top (ET) was 17-18 km. Hence, this storm presented the typical features of supercell storms.

Key words: Doppler weather radar; supercell; bounded weak echo zone; mesocyclone; vertical integrated liquid water content

~~~~~

(上接第 28 页)

## Characteristics of Wind Velocity, Humidity and Temperature Profiles near Surface Layer on a Cloudy Day in Spring in the Hinterland of Taklimakan Desert

LI Xiangyu<sup>1,2,3</sup>, HE Qing<sup>2</sup>, Ali Mamtimin<sup>2</sup>, LI Shuai<sup>2,3</sup>, LI Hongjun<sup>2</sup>, WU Xinping<sup>4</sup>

(1. Key Open Laboratory of Arid Climatic Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020, China;  
2. Institute of Desert Meteorology, CMA, Urumqi 830002, China; 3 College of Resources and Environmental Science,  
Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 4. Weather Station of Tazhong, Qiemo 841000, China)

**Abstract:** By using the latest data obtained from the 80 m observing tower for meteorological factors detecting in the hinterland of Taklimakan Desert, the evolution characteristics of the wind velocity, temperature and humidity profiles near the surface layer there on a cloudy day (April 2, 2006) were analyzed in detail, and these profiles were compared with those of the typical sunny day there. Results are as follows: (1) On cloudy day, the value of wind speed is increasing with height at night but its change doesn't obey the logarithmic law, it grows at a faster rate; in the daytime the wind speed is small, the distributions of wind velocity profiles above and below 10 m near the surface layer are rather different at each observational time; (2) Observed temperature profiles on cloudy day are classified into four types: radiation cooling at night, transition from night to daytime in early morning, insolation in the daytime, transition from daytime to night, respectively, they are similar to those of sunny day; (3) There is a minimum in specific humidity profiles, above the height where the minimum appears the specific humidity rises with height increase and appears a "moisture inversion" phenomenon, and below that height the specific humidity rises with height decrease.

**Key words:** Taklimakan Desert; meteorological element; specific humidity; inversion temperature; moisture inversion; inflection point