

弱窄带回波在分析和预报强对流天气中的应用^{*}

漆梁波¹ 陈春红¹ 刘强军²

1 上海中心气象台, 上海, 200030

2 山西晋城市气象局, 晋城, 048000

摘 要

灵敏的多普勒雷达经常能探测到弱窄带回波, 这些弱窄带回波一般对应于边界层的辐合线, 对弱窄带回波的仔细分析有利于及早做出强对流天气的临近预报以及对其发展变化作深入了解。文章结合发生在上海的 3 次强对流天气个例, 详细分析了弱窄带回波在分析和预报强对流天气中的作用, 得出以下结论: (1) 上游移动强回波的出流边界导致的弱窄带回波是大风预警的重要判断参考; (2) 在合适的层结状态和抬升条件下, 弱窄带回波会强烈发展, 并导致局地雷雨大风, 这类强对流天气的发展有两个比较重要的阶段: 弱窄带回波上初始回波的发展和回波跃增; (3) 下击暴流造成的地面出流在雷达回波上表现为近似圆弧的弱窄带回波, 这种弱窄带回波与其他雷达观测特征以及地面观测相结合, 有助于对产生下击暴流的对流云的发生发展过程进行细致分析。

关键词: 弱窄带回波, 强对流天气, 个例分析。

1 引 言

雷达上探测到的弱窄带回波(Narrow-Band Echo, 以下简称 NBE)一般都对应边界层的弱辐合线。在不同的天气形势下, 这些弱辐合线的演变与强对流天气的发生、发展、消亡是密切相关的。对 NBE 的仔细分析有利于及早做出强对流天气的临近预报以及对其发展变化作深入了解。相关的工作国外开展的非常多: Carbone 等^[1]描述了在美国堪萨斯州观测到的一个飚线的发生, 这个飚线是沿一条雷达能够识别的边界层辐合线传播的。Wilson 等^[2-3]的研究表明, 边界层辐合线的监测和特征识别是风暴发生、发展和消亡临近预报的关键所在。他们发现, 大多数风暴都起源于边界层辐合线附近, 在两条边界层辐合线的相交处, 如果大气垂直层结有利于对流发展, 则几乎肯定会有风暴在那里生成。如果边界层辐合线相交处本来就有风暴, 则该风暴会迅速发展。另外, 如果风暴相对于边界层辐合线的速度基本保持不变, 则风暴强度一般得以维持; 如果风暴相对于边界层辐合线的速度较大即风暴离开

边界层辐合线而去, 则往往表示风暴强度正在减弱。基于上述研究, 结合其他观测资料和临近预报技术, NCAR 甚至开发了一个综合的 0—1 h 临近预报系统 Auto-Nowcaster(ANC), 它的一个主要特点就是可以监测和识别边界层辐合线的位置, 通过边界层辐合线特征与风暴以及云特征信息的相互结合, 做出风暴发生、发展、维持和消亡的临近预报^[4]。

由于常规的非相干雷达一般不能探测到 NBE^[5], 所以 20 世纪 90 年代以前, 虽然中国的业务预报人员在工作中偶尔能观测到这种回波, 但对其进行细致分析的工作并不多。然而, 灵敏的多普勒雷达即使是在无云的情况下, 一般也能在一定距离内探测到 NBE^[5]。随着新一代高灵敏度多普勒雷达在中国的布网, 对 NBE 的观测研究成为可能。郑媛媛等^[6]在对一次超级单体风暴的多普勒雷达回波作分析时, 就发现该风暴曾产生两条出流边界(这种出流边界表现在雷达反射率回波上就是 NBE)。

本文结合密集的自动气象站(简称 AWS)、地面灾情汇报以及上海 WSR-88D 雷达等多种观测资料, 对 2003 年夏季发生在上海的 3 次强对流天气过

* 初稿时间: 2005 年 4 月 22 日; 修改稿时间: 2005 年 7 月 25 日。

资助课题: 上海市气象局科技开发项目(0306)。

作者简介: 漆梁波, 1971 年生, 男, 江西萍乡人, 博士, 高工, 主要从事天气预报技术的研究。E-mail: qlb1999@hotmail.com

程作深入分析,以探讨如何利用 NBE 来预报及分析强对流天气过程。

2 典型个例分析

2.1 与移动强回波有关的 NBE

上游移动强回波的出流边界导致的 NBE 是大风预警的重要判断参考。2003 年 7 月 22 日傍晚,上海多普勒雷达观测到一次由出流边界导致的局地大风,当日的组合反射率因子(以下简称 CR)回波演变情况见图 1。

从图 1 可见,在主回波带(17:31(北京时,下同)的图中用黑线圈出)前约 20 km 处,有一条平行移动的弱回波窄带,主回波带的最大回波强度为 50—55 dBz,而该回波窄带的最大回波强度仅为 15—20 dBz。主回波带以每小时约 40 km 的速度向偏东移动,而该弱回波带则以每小时约 50 km 的速度向东南移动。随着时间推移,主回波带继续东移,18 时之后,其中段和东段逐渐减弱,而 NBE 则逐渐远离主回波带,从开始时候的约 20 km(17:31)到后来两者之间的距离达到约 50 km(18:12)。NBE 的远离和主回波带的减弱相配合。在本个例中,主回波带移动很快,但以东移为主,并未经过市区(见 17:31 的图中用“u”标示的区域),但主回波带之前的 NBE 向东南移动,扫过市区,并产生了大风。图 2 是位于上海吴淞口的一个 AWS 当日观测到的温度、相对湿度、风向

及风速的变化,该自动站的具体位置在上海市区北部(图 1 中 17:37 图中“a”标注处)。对比图 1,可以确定 NBE 约在 17:40 经过自动站的位置,从图 2a 中看,在 17:40 之前,自动站的风速在 5 m/s 左右,17:40 突然变大到 15 m/s 以上,实际上,此时自动站测得瞬时最大风速为 16.6 m/s 的北风,可见该 NBE 是很容易带来灾害性后果的。另外,从风向及温度的变化看,17:40 前后,风向有很大的转变,从南风突然转为北风(图 2b),而温度也从 17:40 之前的 34 °C 骤降到 28 °C 左右(图 2c),这正说明了 17:40 左右,确实有主回波带的冷出流经过自动站。从相对湿度的变化看,也有一个从 60% 上升到 80% 的过程(图 2d)。除了风向突变,风速猛增,温度下降和相对湿度上升之外,自动站并没有测得降水的发生。前人的工作也指出^[5]:这种 NBE 主要反映由主回波的冷出流所激发的弧状云线,而这种弧状云线一般是不产生降水的。本个例的观测表明:即使主回波带(强回波带)不经过临近预报的目标区域,这种由出流边界导致的 NBE 也能产生灾害性的大风,特别是:(1)当主回波和 NBE 的移动比较迅速(本例中约为 40—50 km)和(2)两者之间的距离比较靠近时(本例中约为 20—30 km),这两点是利用 NBE 作大风临近预报的有力参考。当然,随着主回波的减弱和主回波与 NBE 的距离越来越远,NBE 将渐渐消失,给下游带来的阵风影响也会随之减弱。

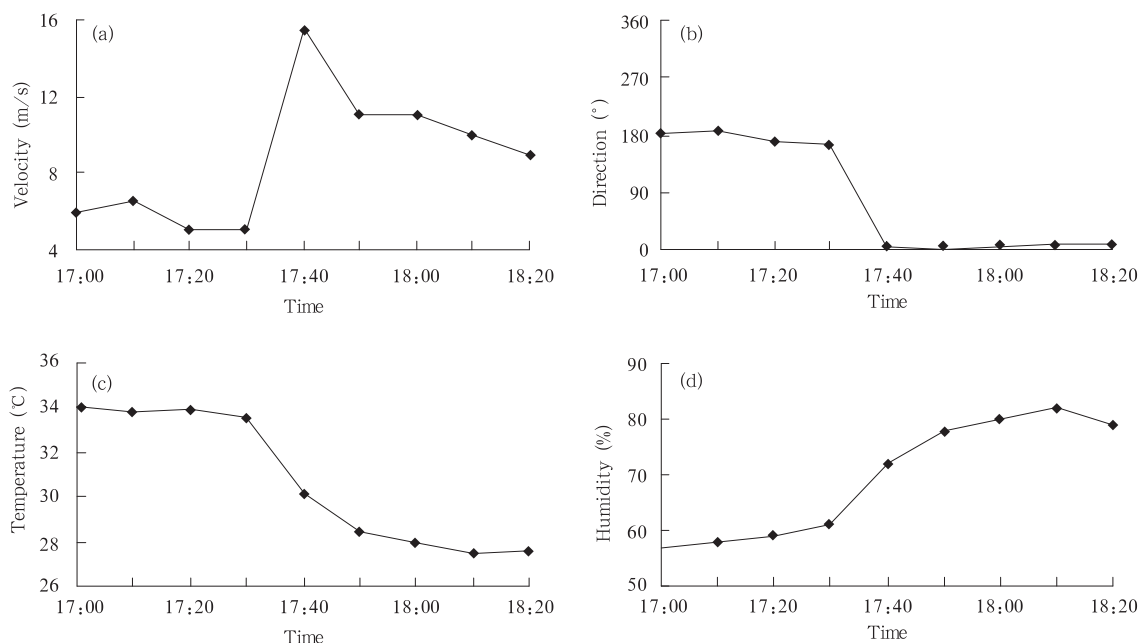


图 2 吴淞口 AWS 观测的风速(a)、风向(b)、温度(c)及湿度(d)的演变

Fig. 2 Evolution of velocity (a), wind direction (b), temperature (c) and humidity (d) recorded by Wusongkou AWS

2.2 导致强雷雨发生的 NBE

由于上海市三面环水,在夏季,海陆差异经常在午后导致陆地上局地的弱辐合线,这种辐合线可以与上游移动的切变线系统相结合,导致剧烈天气的发生^[7]。在多普勒雷达上,这种弱辐合线上的回波表现为缓慢移动的 NBE。在合适的层结状态和抬升条件下,这种 NBE 会强烈发展,并导致局地雷雨大风,而且由于这类强回波移动缓慢,容易造成集中降水。这类强对流天气的临近预报有可能出现以下两个征兆:(1) NBE 上有初始回波中心发展;(2) NBE 上回波顶高(以下简称 ET)和强回波中心的猛增。

2003 年 7 月 10 日傍晚前后,上海市区发生了一次局地雷雨大风天气。当日的天气形势和层结条件是有利于强天气发生:上海处于副热带高压北边缘,08 时的 K 指数为 32°C ,沙氏指数为 -4.5°C 。地面的风场也提供了有利的抬升条件,图 3 是当天下午 16 时(图 3a)和 17 时(图 3b)位于上海城区的 AWS 网所测得的地面风场,雷达站位置和雷达距离圈也叠加在图中。由于海陆差异,在市区北部(位于雷达站西北方向约 40—70 km 的地方)形成一条弱辐合带,以后强天气就沿着该辐合带所导致的 NBE 陆续发展。

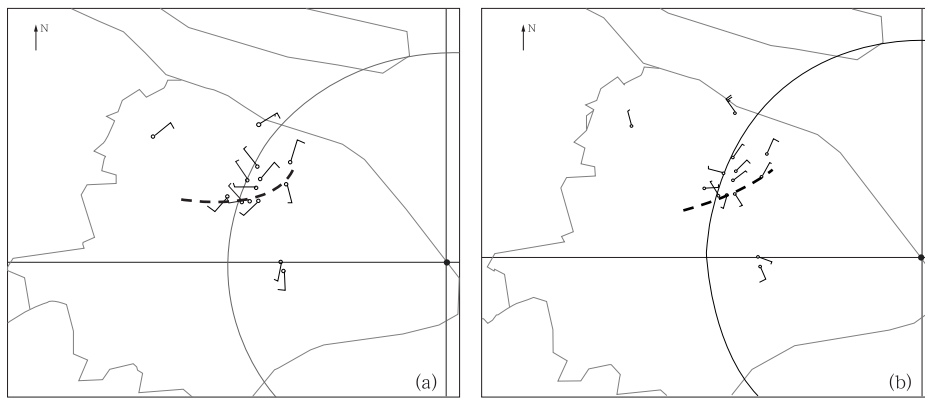


图 3 AWS 网测得的 2003 年 7 月 10 日下午地面辐合风场
(a. 16 时, b. 17 时; 虚线表示辐合线; 图中叠加了雷达站位置和距离圈, 雷达站位置见距离圈的圆心, 距离圈的间隔为 30 n mile, 约 56 km)

Fig. 3 The convergent wind field recorded by AWS in the afternoon of 10 July, 2003
(a. 16:00 Beijing Time, b. 17:00 Beijing Time; dashed line indicates a convergent line; the position of radar and range ring is overlaid on the image, the center of range ring is radar, the interval of range rings is 30 n mile, about 56 km)

当天下午的雷达回波发展过程大致从 17:44 开始(图 4),在上海市区黄浦江以西约 15 km 的地方(即雷达站西北方向约 30 n mile 处)有一条 NBE,并且在该 NBE 的组合反射率因子(CR)图上开始出现大于 25 dBz 的初始回波中心;17:49 时, NBE 上陆续又有几个弱回波中心生成;18:07 开始,各弱回波中心逐渐合并,产生一个较大的强回波中心,此时最大回波强度约 55 dBz,从 18:24 至 18:36,强回波中心突然猛烈发展,表现为最大回波强度从 55 dBz 上升到 69 dBz,最大回波高度从 12 km 上升到 15 km(图略),以后回波中心强度开始变小,回波开始进入减弱期。值得注意的是,地面的短时强降水(大于 20 mm/h)和地面大风(大于 14 m/s)的发生迟于

回波的猛烈发展期,到 19 时前后,地面才观测到强降水和大风。

NBE 在多普勒速度图上表现为一条弱的低层辐合带,但在本个例中,由于距离折叠的原因(离雷达径向的远处有强回波发展),大部分时次的速度辐合带都被折叠回波所遮盖,并不清晰(图略)。单从反射率因子回波的变化发展来看,此次强雷雨天气临近预报中有两个时刻非常重要:(1)17:49,此时沿着 NBE 上有 3 个回波中心在相继发展,从雷达观测实践和理论研究可知,积云回波合并是强对流风暴形成的主要形式之一^[5],而形成时间相近和距离合适的积云合并的可能性最大^[8]。一般而言, NBE 还对应边界层的辐合线,辐合线的存在更增加了强对流发生的几率,因

此,在 17:49,可以基本断定沿该 NBE 将有强对流天气发生,而这一时刻离最大回波强度出现的时间(18:36)提前约 50 min,离地面出现强降水和大风的时间(19 时左右)提前约 60—70 min。(2)18:36,此时 NBE 上的 3 个初始回波通过合并,逐渐变为 2 个较强的回波中心,而位于上风向的回波中心最强盛(当天本地盛吹西南风),这与前人的研究和观测是相符的:即在这种辐合线上的回波合并过程中,往往是上风向的回波得到加强^[5],上风向回波的最大回波强度由 18:24 的 55 dBz 增强到 69 dBz,最大回波高度由 12 km 猛升到 15 km,约 20 min 之后(19 时前后),该强回波中心所对应的地面自动站测得了短时强降水和大风。因此,在 18:36,回波中心的强盛发展是进行地面大风和短时强降水定点临近预报的重要指示。以往的观测和研究指出:回波跃增(表现为回波顶高(ET)的跃升以及回波中心强度的突然增加)是云中冰雹开始形成的重要标志,是识别冰雹云的先兆特征^[9-10]。在本次个例中,地面并未观测到冰雹,这可能与当日的零度层高度过高有关系。研究表明,有利于降雹的零度层高度约为 600 hPa^[11]。当日 08 时的零度层高度为 550 hPa,地面最高气温达到 35.7 °C,云中下落的冰雹在未降落到地面以前就可能已经融化和破碎了。尽管未有冰雹袭击地面,但大雨滴和强烈的下沉冷流也给地面带来了灾害性后果,当日的短时强降水和强风就使得地面的大片鸭棚倒塌。观测和数值模拟都表明,回波跃增其实是雷雨云向强雷雨云发展的标志,而强雷雨云并不仅仅限于导致地面降雹的冰雹云,本例和本文下节中分析的个例都没有地面降雹,但都有回波跃增的现象发生。回波跃增往往比地面强降水和强风的爆发要提前发生,这些观测征兆都能在多普勒雷达上清晰发现,因而对临近预报有较好的指导意义。

2.3 下击暴流导致的 NBE

强对流云在旺盛阶段和开始减弱的阶段都会在云底附近产生冷出流,而能够产生近地面破坏性的水平辐散出流称为下击暴流^[5]。根据破坏性水平出流的尺度又分为两类:宏下击暴流,其最大出流水平尺度超过 4 km;微下击暴流,最大出流水平尺度小于 4 km。下击暴流造成的地面出流在雷达回波上表现为近似圆弧的 NBE,这种 NBE 与其他雷达观测特征以及地面观测相结合,有助于对产生下击暴流的对流云进行细致分析。2003 年 8 月 2 日午后,上海市区就发生了一次原地生消的强对流回波,并产生了下击暴流,地面阵风强度达到 24.7 m/s,1 h 降水量达到 34.2 mm。

8 月是上海的盛夏季节,当日上海处在副热带高压的控制下,日照强烈,地面吹西南风,层结条件有利于强对流发生,当日 08 时的 K 指数为 27 °C,沙氏指数为 2.9 °C,对流有效位能值(CAPE)达到 2400 J/kg,热对流条件也非常好,最高气温达到 38.2 °C。上午 11:35 左右,局地的热对流开始产生,至 12:40 左右达到最强盛,以后开始减弱并导致地面破坏性大风,13:30 左右消散。

从组合反射率因子(CR)回波的演变(图 5)看,11:31 时,雷达扫描区域还没有回波生成,但到了 11:37,在黄浦江西侧的上海市区上空就已经有回波强度达到 40 dBz 的积云回波出现。此时,回波体主要还在中空发展,低仰角(0.5°,1.5°和 2.4°)的雷达 PPI 反射率因子图上还没有观测到初始回波,到仰角为 3.4°的 PPI 图上才看到初始回波(图略),根据雷达测高公式可知,初始回波在中空形成的高度约在 3.5 km 以上,回波顶高则已经达到 6 km 左右(图 6a)。以后回波开始快速发展,到 12:06,有两个相邻的回波单体发展(图略),最大回波强度达到 50 dBz(图 6b),

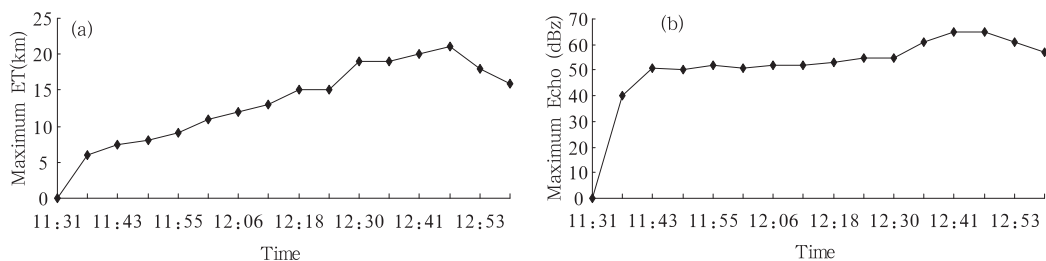


图 6 2003 年 8 月 2 日强对流个例的最大回波顶高(a)和最大反射率因子(b)随时间的演变

Fig. 6 The evolution of maximum echo top and maximum reflectivity for the severe convection on 2 August 2003

回约 12 km, 12:24 时, 初始回波波顶高附近已经有 4 个回波单体, 最大回波强度达到 55 dBz, 以后各回波单体开始合并, 强对流进入了旺盛发展阶段, 回波强度增强到 60 dBz 以上(12:41), 而回波顶高更是有明显的跃升, 从 12:24 的 15 km 猛升到 12:30 的 19 km (图 6a), 12:41 时, 回波发展到最强盛, 最大回波强度达到 65 dBz, 回波高度甚至达到 20 km。以后对流开始减弱。图 7 是强回波中心附近的两个 AWS 观测的风速及风向变化, 其中一个自动站位于回波强中心内的北部, 以下称为北测站(N-AWS), 另一个位于回波

强中心边缘的南侧, 以下称为南测站(S-AWS)。

从风向变化看(图 7b), 12:30 以前, 南测站和北测站的风速都不大, 在 5 m/s 左右, 但风向有比较大的差异, 南测站吹南风, 北测站吹北风, 揭示了回波发展初期, 近地面有明显的辐合场存在。12:40 时, 南测站变为吹北风, 而北测站变为吹南风, 显示地面风场开始辐散。此时, 北测站的风速开始明显增大, 达到 10 m/s 以上, 而南测站的风速变化不明显, 显示对流云在发展成熟的同时, 云中的下沉气流也开始增大, 并开始触及地面。南测站由于离回波中心较远, 风

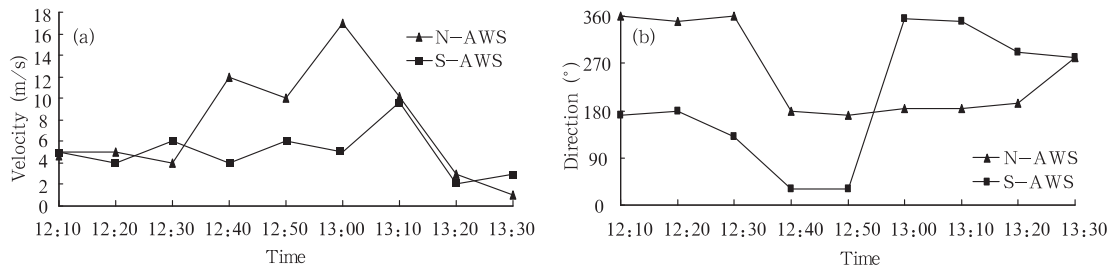


图 7 2003 年 8 月 2 日强对流个例中位于不同位置的 AWS 所观测的风速(a)、风向(b)演变
(N-AWS 表示位于回波中心北部的 AWS, S-AWS 表示位于回波中心南侧的 AWS)

Fig. 7 The evolution of velocity (a) and wind direction (b) recorded by AWS
in different position of the case on 2 August 2003

(N-AWS indicates the AWS at the north part of the echo, S-AWS indicates the AWS at the south side of the echo)

速的变化幅度不及离回波中心近的北测站。从 12:50 到 13 时, 北测站风速猛升, 达到 17 m/s 以上, 而实际上 12:56 观测到阵风为 24.7 m/s, 达到 10 级大风的标准, 可以认为云中的下沉冷流在 12:50 至 12:56 之间开始爆发。南测站由于离回波中心稍远, 风速增大发生在 13 时之后, 幅度也更小一些。结合回波的演变看(图 5), 12:53 时, 在靠近回波梯度密集(对流旺盛的云墙)一侧, 可以发现一条弧状 NBE, 这正反应了下沉冷流导致的出流边界, 到 12:59 时, 出流范围扩大, 这条 NBE 范围也扩大, 呈半圆弧状, 并开始远离主回波。

从 12:24 到 12:59 仰角 0.5° 的多普勒径向速度的演变(图 8)可以看出, 12:24 和 12:30 时, 对流云的低层有相对的 2 个正负速度区域, 距离雷达径向稍远的为负速度区域(朝向雷达), 两速度区域之间的零速度线与雷达径向有约 45° 的夹角, 依据多普勒雷达的测速原理和径向速度图像分析技术可知^[5]: 该地区为气旋性辐合区; 12:35 时, 正负速度区的中心值都有减弱, 正速度区(远离雷达)的值减弱更为明显, 表明气

旋性的辐合开始减弱; 到 12:41, 回波区又重新生成比较明显的 2 个正负速度区域, 只是此时距离雷达径向稍远的为正速度区域, 而且, 零速度线的取向也逐渐与雷达的距离圈方向一致, 这说明对流云低层已经被辐散气流所主导; 以后辐散气流继续增强, 到 12:59 时, 2 个速度区域基本沿雷达径向排列, 最大正速度中心和最大负速度中心的差值达到 80 n mile/h(约 40 m/s), 符合下击暴流的多普勒速度图特征^[5]。因此, 结合多普勒径向速度图以及前文所提到的地面观测结果(图 7, 风向辐散, 最大阵风达到 10 级), 可以认定发生了下击暴流, 及地时间在 12:40 前后, 当时也是回波发展最旺盛的时期, 而爆发的时间在 12:50 至 12:56 之间。图 9 是仰角为 0.5° 的反射率因子回波图, 很明显, 下击暴流造成的出流在靠近回波对流云墙的一侧更强, 先形成一个半圆形的 NBE(12:59), 以后慢慢扩散到回波的四周, 到 13:33, 下击暴流所导致的出流边界演变为一个直径约 40 km 的环状 NBE, 此时主回波已经基本消散。

综合上述分析可知: 本次午后的强热对流造成了

地面的下击暴流;形成下击暴流之前,对流回波有明显的跃增现象;而在回波发展最强盛阶段(12:30—12:40)下击暴流开始形成,下击暴流从及地(12:40)到爆发(12:56)的间隔大约有 10—15 min;地面出流造成的大风开始是在对流云墙的一侧发生,然后才向另一侧及四周发展,NBE 由弧线到半圆并最后形成环状的演变过程能很好地揭示这一特征。

3 结论与讨论

灵敏的多普勒雷达经常能探测到 NBE,这些 NBE 一般对应于边界层的辐合线。产生这些辐合线的原因有很多:可能是对流风暴的下沉冷出流所导致;也可能是局地环境或地形所导致的风向辐合线,例如海陆锋。NBE 与强对流天气的发生、发展及消亡有密切的关系,本文结合 3 次强对流天气个例,详细分析了 NBE 在分析和预报强对流天气中的作用,得到以下结论:

(1) 上游移动强回波的出流边界导致的 NBE 是大风预警的重要判断参考。即使强回波带不经过临近预报的目标区域,由其出流边界导致的 NBE 也能产生灾害性的大风,特别是当①强回波和 NBE 的移动比较迅速;②两者之间的距离比较靠近时。这两点是利用 NBE 作大风临近预报的重要参考。

(2) 在合适的层结状态和抬升条件下,NBE 会强烈发展,并导致局地雷雨大风,这种强回波往往移动缓慢,容易造成集中降水。这类强对流天气的临近预报要注意观察以下 2 个征兆:① NBE 上是否有初始回波中心发展;② 回波跃增,表现为回波顶高(ET)的跃升以及回波中心强度的突然增加,这种现象往往比地面强降水和地面大风的爆发要提前发生,这些观测征兆都能在多普勒雷达上清晰发现,因而对临近预报有很好的指导意义。

(3) NBE 与其他雷达观测特征以及地面观测相结合,有助于对强对流云的生命史进行细致分析。在本文的个例中,午后的强热对流造成了地面的下击暴流,而在下击暴流形成之前,对流回波有明显的跃增现象;回波发展到最强盛的阶段时,下击暴流也开始形成,从及地到爆发的间隔大约有 10—15 min;地面出流造成的大风开始是在对流云墙的一侧发生,然后才向另一侧及四周发展,NBE 由弧线到半圆并最后形成环状的演变过程能很好地揭示这一特征。

在对涉及 NBE 的几个典型个例作了详细分析后,也发现了一些观测事实及预报分析点,但对 NBE 的研究还有很多深入的工作需要进行。例如,迅速移动的 NBE 确实能造成地面大风,但观测经验也表明,移动的 NBE 有时会迅速减弱而不导致大风,这可能与下垫面和局地的大气状态不利于辐合线的发展有关,其中的内在机制还需要深入研究;局地的弱辐合线经常在上海地区出现,但并不是每次都会导致强对流天气的发生,什么样的层结条件和抬升条件能导致强对流的发生也需要更多的观测分析和模拟研究。

参考文献

- [1] Carbone R G, Coauthors. Convective Dynamics: Panel Report. Radar in Meteorology, Amer Meteor Soc, 1990. 391-400
- [2] Wilson J W, Mueller C K. Nowcast of thunderstorm initiation and evolution. Weather and Forecasting, 1993, 8: 113-131
- [3] Wilson J W, Roberts R, Mueller C. Sydney 2000 Forecast Demonstration Project: Convective storm nowcasting. Weather and Forecasting, 2004, 19: 131-150
- [4] 陈明轩, 俞小鼎, 谭晓光等. 对流天气临近预报技术的发展与研究进展. 应用气象学报, 2004, 15(6): 754-766
Chen Mingxuan, Yu Xiaoding, Tan Xiaoguang, et al. A brief review on the development of nowcasting for convective storms. Journal of Applied Meteorological Science (in Chinese), 2004, 15(2): 754-766
- [5] 张培昌, 杜秉玉, 戴铁丕. 雷达气象学. 北京:气象出版社, 2001. 511pp
Zhang Peichang, Du Bingyu, Dai Tiepei. Radar Meteorology. Beijing: China Meteorological Press, 2001. 511pp
- [6] 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. 气象学报, 2004, 62(3): 317-328
Zheng Yuanyuan, Yu Xiaoding, Fang Chong, et al. Analysis of a strong classic supercell storm with Doppler weather radar data. Acta Meteor Sinica(in Chinese), 2004, 62(3): 317-328
- [7] 漆梁波, 陈永林. 一次长江三角洲飑线的综合分析. 应用气象学报, 2004, 15(2): 162-173
Qi Liangbo, Chen Yonglin. Synthetic analysis of a squall in Yangtze River Delta. Journal of Applied Meteorological Science (in Chinese). 2004, 15(2): 162-173
- [8] 黄美元, 徐华英. 云和降水物理. 北京:科学出版社, 1999. 479pp
Hong Meiyuan, Xu Huaying. Cloud and Precipitation Physics. Beijing: Science Press, 1999. 479pp

- [9] 张鸿发, 龚乃虎, 贾伟等. 平凉地区强对流钩状回波特征的观测研究. 大气科学, 1997, 21(4):401-412
Zhang Hongfa, Gong Naihu, JiaWei, et al. Observational investigation of characteristics of severe convective hook echo in Pingliang Region. Acta Scientia Atmospherica Sinica, (in Chinese) 1997, 21(4): 401-412
- [10] 肖辉, 吴玉霞, 胡朝霞等. 旬邑地区冰雹云的早期识别及数值模拟. 高原气象, 2002, 21(2): 159-166
Xiao Hui, Wu Yuxia, Hu Zhaoxia, et al. Earlier identification and numerical simulation of hail storms occurring Xunyi Region. Plateau Meteorology (in Chinese), 2002, 21(2): 159-166
- [11] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文等. 天气学原理与方法. 北京: 气象出版社, 1992. 649pp
Zhu Qiangeng, Lin Jingrui, Shou Shaowen, et al. Physics and Methodology of Synoptics. Beijing, China Meteorological Press, 1992. 649pp

APPLICATION OF NARROW-BAND ECHO IN SEVERE WEATHER PREDICTION AND ANALYSIS

Qi Liangbo¹ Chen Chunhong¹ Liu Qiangjun²

1 Shanghai Meteorological Center, Shanghai 200030

2 Jincheng Meteorological office, Jincheng 048000

Abstract

High quality Doppler radar can always catch Narrow-Band Echo (short as NBE hereafter). Normally, NBE reflects the existence of boundary convergence line. Careful analysis on NBE can facilitate nowcasting of severe weather events and further understanding of their evolution. After detailed study on three cases concerning with NBE, it is concluded: (1) NBE triggered by fast moving echo in upstream is an important indication of disastrous wind; (2) NBE can develop into severe storm under proper conditions. There are often two stages during this kind of growing: the first is developing of initial echo, the second is snap growing of echo core; (3) Doppler radar reflects outflow of downburst as a nearly ringed NBE. Inside look on downburst can be obtained combining NBE with other data.

Key words: Narrow-Band Echo, Severe weather, Case study.