

王彦,于莉莉,李艳伟,等. 边界层辐合线对强对流系统形成和发展的作用. 应用气象学报,2011,22(6):724-731.

边界层辐合线对强对流系统形成和发展的作用

王彦^{1)2)*} 于莉莉¹⁾ 李艳伟³⁾ 朱男男¹⁾ 高留喜⁴⁾

¹⁾(天津市气象台,天津 300074) ²⁾(中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室,北京 100081)

³⁾(南京信息工程大学,南京 210044) ⁴⁾(山东省气象台,济南 250031)

摘 要

应用天津 CINRAD/SA 雷达探测到的边界层辐合线信息,对 2008—2009 年 6—9 月发生在天津地区的边界层辐合线进行了统计分析,与 2002—2007 年海风锋触发形成的局地强对流天气分析相结合,研究表明:天津地区边界层辐合线的雷达低仰角基本反射率因子产品的回波特征一般表现为弱的窄带回波,回波强度仅为 15~25 dBZ,宽度一般为 3~10 km。在合适的层结状态和水汽条件下,这些边界层辐合线的演变和碰撞与强对流天气的发生、发展密切相关。单一边界层辐合线一般不能形成大范围的雷暴天气;两条以上边界层辐合线之间碰撞,一般在碰撞交叉处能够形成强对流天气。若已存在强对流天气,则强对流天气将加强。

关键词: 边界层辐合线; 强对流天气; 雷达回波特征; 海风锋; 阵风锋

引 言

多普勒天气雷达经常能够探测到弱窄带回波,这些弱窄带回波一般对应的是边界层辐合线。在合适的层结状态和水汽条件下,这些边界层辐合线的演变与强对流天气形成、发展和消亡密切相关。对于边界层辐合线的分析和各种规律的认识有利于及早做出强对流天气的临近预报。关于边界层辐合线与强对流天气形成的演变规律,国外已开展了许多相关的研究工作,且已取得许多成果,其中 Carbone 等^[1]分析了美国堪萨斯州多普勒天气雷达探测到的由边界层辐合线触发形成飑线的天气个例。Wilson 等^[2]应用若干美国天气个例统计分析边界层辐合线之间不同角度和不同方式的碰撞与强对流天气的形成密切相关,分析表明:如果大气层结有利于对流的发展,强对流容易形成在边界层辐合线之间的碰撞交叉处;边界层辐合线的存在使雷暴加强。基于一系列研究,并且结合其他观测资料和相关临近预报技术,还研制了强对流天气的临近预警平台。

国内也有很多学者做过相关研究^[3-8],如刘黎平等^[7]给出了应用多普勒天气雷达资料如何识别边界层辐合线的方法,漆梁波等^[8]应用上海天气雷达和自动气象站资料分析了弱窄带回波在强对流天气中的应用,以上相关研究在短时临近预报中具有一定应用价值。

但是,如何应用边界层辐合线的演变特征分析其对强对流天气形成和发展作用的研究还不多见。常规雷达由于探测能力等条件的限制,一般探测不到边界层辐合线,所以在多普勒天气雷达建立之前,预报员对边界层辐合线认识不多,但随着多普勒天气雷达的建设,即使在晴朗的天气状况下,多普勒天气雷达一般也能在一定距离内探测到边界层辐合线。随着雷达探测个例的增加,对边界层辐合线的观测研究已成为可能^[9-16]。

天津地处渤海湾西部,受海风锋影响很大。其中于恩洪、陈彬等^[17-19]应用 5 次野外观测试验资料对渤海湾海风锋进行研究,表明渤海湾海风锋对强对流天气有触发作用。

本文主要应用天津多普勒天气雷达资料,对

2011-03-16 收到,2011-08-26 收到再改稿。

资助项目:国家自然科学基金项目(40975026),中国气象局关键技术集成与应用项目(CMAGJ2011M04),中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室开放基金(2009LASW-B04),公益性行业(气象)科研专项(GYHY200706004)

* E-mail:swallownx@sina.com

2008—2009年6—9月发生在天津地区的边界层辐合线天气个例进行统计分析,同时结合2002—2007年渤海湾海风锋触发形成的强对流天气相关的典型天气个例,探讨如何应用边界层辐合线的演变特征分析强对流天气的形成和发展。

1 资料

本文分析资料选自2008—2009年6—9月天津多普勒天气雷达(CINRAD/SA)探测到的100天海风锋天气个例;2002—2007年同部雷达探测到的14次典型海风锋触发形成的强对流天气个例。这些资料主要来自天津雷达采用VCP21模式获取低仰角(0.5° 或 1.5°)的基本反射率因子产品。

另外,还选取天津上述时段相应的自动气象站逐时观测资料,主要应用了气温、风向和风速变化特征;并结合应用北京850 hPa以上探空资料构成新的诊断资料。

2 边界层辐合线的多普勒天气雷达基本特征

Wilson等^[2]指出,所谓边界层辐合线可以是天气尺度的冷锋或露点锋,也可以是中尺度的海风锋,还包括雷暴前沿的阵风锋(出流边界)等。

多普勒天气雷达具有以下特征一般被认为是边界层辐合线:雷达基本反射率因子回波产品中的低仰角(0.5° 或 1.5°)中均表现为弱的窄带回波,回波强度仅为15~25 dBZ,回波宽度一般为3~10 km,长度随着天气背景场的变化而变化。这种多普勒天气雷达探测到的边界层辐合线结合当地自动气象站气象要素变化特征,可将边界层辐合线分为3类:海风锋、阵风锋和局地地形引起的辐合线。

阵风锋和海风锋在多普勒天气雷达产品中的特征都表现为弱窄带回波(边界层辐合线),具有以下相同点:①两者在 0.5° 或 1.5° 仰角的PPI雷达基本反射率因子产品特征中均表现为强度为15~25 dBZ,宽度一般为3~10 km的弱窄带回波;②两者与其他弱窄带回波呈一定角度碰撞时,在合适的层结状态和水汽条件下,在碰撞交叉处,能够形成强对流天气。但两者又有不同之处:①两者带来的气象要素变化有差异,海风锋经过时,气温降低,湿度增加,风向一般由偏北风或者西南风转为东南风;而阵风锋经过时,它的显著特征是风速突增、气温骤降

和湿度降低;②移动路径有所不同,海风锋形成后,一般平行于渤海湾向内陆缓慢推进,而阵风锋基本与雷暴主体的移动方向一致;③两者形成的机制有差异,海风锋是由于海陆温差不同形成的,而阵风锋是雷暴的下沉气流到达地面向四周扩散气流的前缘带^[18]。

3 渤海湾海风锋特征与强对流天气

3.1 渤海湾海风锋基本特征

渤海湾海风锋一般是在晴朗的天气情况下,地面形势处于鞍形场中,或者在均压场的控制下,容易被雷达探测到,对于低仰角(0.5° 或 1.5°)的基本反射率因子产品,渤海湾海风锋的前沿表现为强度弱、基本平行于渤海湾、移动缓慢的窄带回波,强度一般仅维持在15~25 dBZ,长度约为100~300 km,移动速度约为15 km/h,抬高仰角,窄带回波则减弱消失;对于低仰角(0.5° 或 1.5°)的基本速度产品,海风锋前沿常表现为非常窄的零速度带。

当海风锋经过时,自动气象站风向一般由偏北风或者西南风转为东南风;气温呈降低趋势,降低幅度由海风锋的强度决定,同时湿度呈上升趋势。

对比雷达资料和自动气象站资料发现,两种资料获取海风锋的起始生消时间有所不同:它们探测到的海风锋起始时间基本同步,但消失时间不同,雷达探测海风锋的消失时间早于自动气象站资料显示的消失时间。这时由于雷达波束随距离的增加而增高,不能探测到低层的海风锋信息,而自动气象站仍能继续探测海风锋。

3.2 2008—2009年渤海湾海风锋统计特征

2009年6—9月天津多普勒天气雷达探测到44个渤海湾海风锋个例,其中6月观测到9次海风锋(图1a),7月17次(图1b),8月16次(图1c),9月探测到2次海风锋天气个例(图1d)。另外,分析2009年6—9月资料表明:有8次强对流天气的形成与渤海湾海风锋密切关系。

2008年6—9月天津多普勒天气雷达共获得海风锋天气个例56次,其中6月观测到17次海风锋,7月18次,8月19次,9月只探测到2次海风锋的天气个例。其中,6月1日—7月19日有25次海风锋,频率较稀疏,7月20日—8月15日有23次海风锋的活动,8月16日—9月15日只出现8次海风锋。

分析 2008—2009 年海风锋的活动规律可知,海风锋在每日形成的时间不同,其中最早形成时间为 09:30(北京时,下同),最晚在 16:00。海风锋维持时间长短也各有不同,其中最长维持时间约 6.5 h,最短仅有 1 h(2008 年 6 月 25 日)。另外,海风锋伸展到内陆的距离一般为 70~80 km,最远能推至 120 km;它的伸展最高一般约为 1.5 km。对比分析表明:从海风锋日数分布特征看,2009 年共探测到 44 次海风锋活动日,与 2008 年相比减少了 12 次。从逐月的分布情况看,2009 年 6 月共探测到 9 次海

风锋,与 2008 年同期 17 次海风锋日数相比,少了 8 次海风锋的活动;2009 年 7 月共探测 17 次海风锋的活动,基本与 2008 年同期持平;2009 年 8 月共探测到 16 次海风锋,2008 年同期探测到 19 次;2008 年 9 月和 2009 年 9 月均只探测到 2 次。另外,探测渤海湾海风锋形成和维持时间的特征与 2008 年基本相同。此外,2009 年 6—9 月海风锋触发形成了 8 次强对流天气,而 2008 年同期海风锋触发形成了 17 次强对流天气。

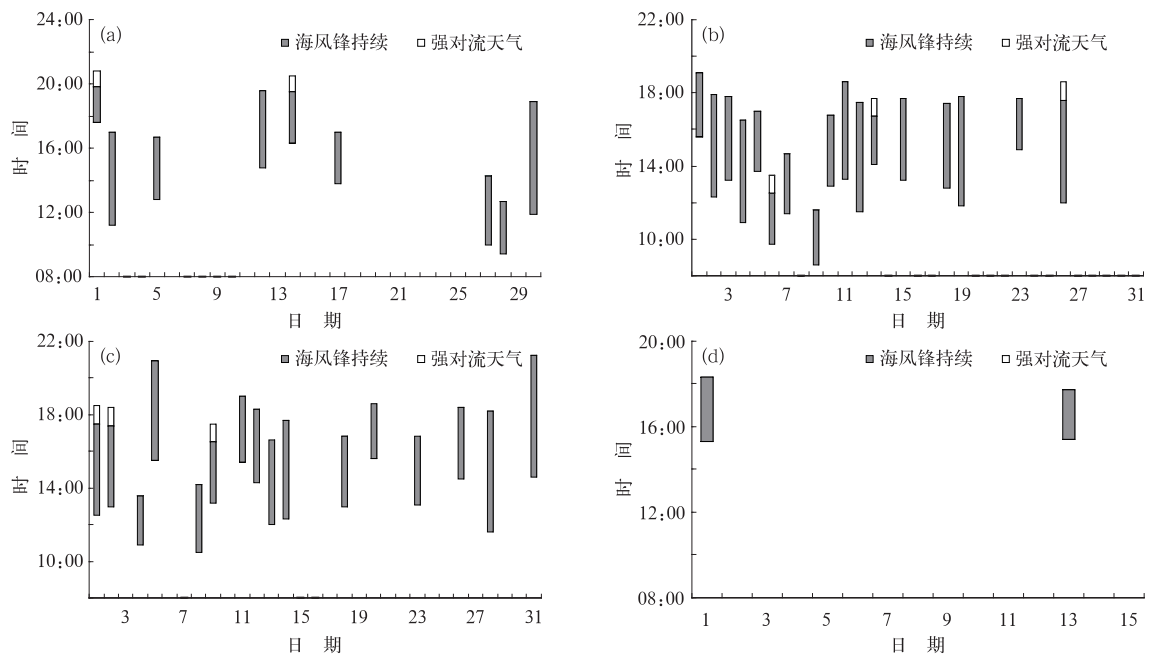


图 1 2009 年 6 月(a)、7 月(b)、8 月(c)和 9 月(d)渤海湾海风锋与强对流天气形成统计特征

Fig. 1 Statistics of interrelation between characteristics of sea breeze fronts and thunderstorms in Bohai Bay from Jun to Sep in 2009 (a)Jun, (b)Jul, (c)Aug, (d)Sep

3.3 渤海湾海风锋与强对流天气

3.3.1 海风锋影响特征

多普勒天气雷达产品完整监测了 2010 年 7 月 4 日渤海湾海风锋形成演变过程的特征(如图 2 所示)。0.5°仰角的基本反射率因子产品,14:00 沿渤海湾形成了平行于海岸线的弱窄带回波,回波强度仅有 15~20 dBZ(如图 2a 中红色箭头所示);回波形成后缓慢向内陆推进,至 16:30 窄带回波移到宁河经北辰至西青一线(如图 2b 中红色箭头所示),回波强度保持不变,继续维持在 15~20 dBZ,宽度不足 10 km,长度维持约 150 km,高度在 1.5 km 以内;17:30 海风锋继续向内陆推进,强度降至 5~

10 dBZ,以后回波逐渐消失。海风锋消失有两个可能原因:一个是海风锋真实的减弱消失,还可能是雷达波束随距离增加而增高导致低层海风锋信息探测不到。根据文献[13],渤海湾海风锋向内陆伸展距离一般为 70 km,而此时海风锋距渤海约 50 km。整个过程海风锋移动速度非常缓慢,基本维持在 10~15 km/h。0.5°仰角的基本速度产品中海风锋表现为准静止的零速度窄带回波,缓慢向内陆推进。

应用自动气象站资料分析海风锋的演变特征,海风锋经过后有气温下降和风向的转变。如塘沽自动气象站观测显示 09:00—12:00 为偏北风,最大风速为 3.3 m/s;并且气温持续升高,12:00 气温升至

33.8℃。13:00 气温继续升至 34.5℃,这时风向转为东风,风速达 2 m/s。但 14:00 风速已转为东南风 3 m/s,尽管天空保持晴朗,气温还是降至 34.1℃。东丽气象站位于塘沽偏西方向约 30 km,记录到 16:00 气温随之下降,从 15:00 的 35.8℃下降到了 16:00 的 35.0℃,风向由偏北风转为东南风,即 16:00 海风锋经过东丽气象站,其他气象站在海风锋经过后也有同样的特点。

这表明多普勒天气雷达能够探测渤海湾海风锋,并且单一海风锋仅能改变气温和风向等气象要素特征,一般不能形成大范围的雷暴天气,这与于恩

洪等的研究结果^[17]相吻合。在雷达低仰角基本反射率因子产品中,渤海湾海风锋的特征是平行于渤海湾的、弱的窄带回波,回波强度仅维持在 15~20 dBZ,回波高度一般在 1.5 km 以内。在低仰角的基本速度产品中,海风锋表现为非常窄的零速度区。配合自动气象站资料分析,渤海湾海风锋经过时气象要素有变化:风向的转变和气温的降低。风向一般由西南风或者偏北风转为东南风;气温降低,降温的幅度和东南风的风速有关,东南风的风速越大,降温幅度越明显。

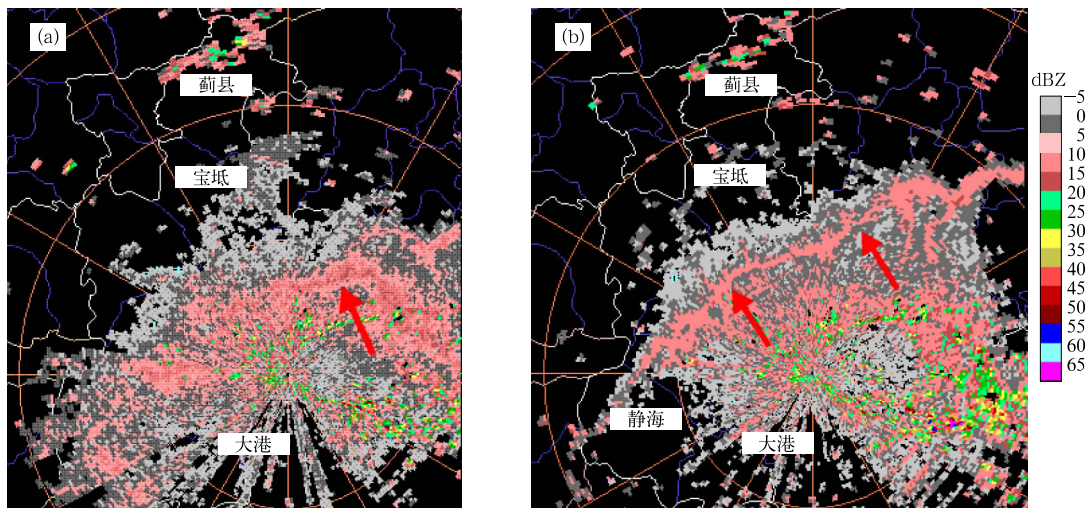


图2 2010年7月4日14:00(a)和16:30(b)海风锋0.5°仰角基本反射率因子(相邻圈距离为50 km)

Fig. 2 0.5° PPI base reflectivity image on 4 Jul 2010

(the interval between adjacent circles is 50 km) (a)14:00, (b)16:30

3.3.2 海风锋触发形成的强对流天气

分析 2008—2009 年 6—9 月海风锋触发形成的强对流天气(图 1),以及分析 2002—2007 年典型海风锋触发形成的强对流天气(表 1),得出以下规律:单一海风锋一般不能形成大范围的雷暴天气;但是,若渤海湾海风锋与来自不同方向的边界层辐合线碰撞,碰撞的方式不同,产生的结果也有所不同:若边界层辐合线来源于东北方向,与渤海湾海风锋相互碰撞(呈 45°),一定在碰撞的交叉处,有新的雷暴形成,这个研究结果与 Wilson^[2]是一致的。若是两条或多条海风锋追赶碰撞时,一般没有强对流天气形成;若是两条边界层辐合线(不同性质的)平行碰撞时,情况较为复杂,有时强对流加强,有时强对流

减弱,则与该日的天气背景条件有密切关系,需进一步研究。

另外,分析上述海风锋触发强对流天气过程的物理量特征,初步分析表明:出现强对流天气时,一般是地面气温梯度较大的地方,500 hPa 与 850 hPa 的气温差值大于 28℃的区域里,并且 0~3 km 高度范围内垂直风切变大于 3 m/s。统计分析还表明:出现强对流天气时,K 指数大于 28℃的比例占 77.3%,其中 K 指数增长较快,6 h K 指数的增幅在 4℃以上的比例为 64.3%;对流有效位能大于 500 J/kg 的比例占 67%,其中 6 h 对流有效位能变化大于 609 J/kg 的比例占 50%,0~3 km 高度范围内垂直风切变大于 3 m/s 的比例占 78%。

表1 2002—2007年渤海湾海风锋与其他边界层辐合线碰撞触发形成强对流天气统计

Table 1 Statistics of the initiation of thunderstorms triggered by the collision between sea breeze fronts and boundary layer convergence lines from 2002 to 2007

海风锋个例编号	碰撞时间	有无强对流天气	碰撞地点	边界层辐合线路径
1	15:00	雷暴形成	天津宁河	东北
2	17:00	雷暴加强	天津宝坻	东北
3	13:30	雷暴形成	天津宁河	东北
4	17:30	雷暴形成	天津蓟县	西南
5	17:30	雷暴加强	天津蓟县	西北
6	19:00	雷暴减弱	天津市区	西北
7	17:36	无	天津武清	西北
8	16:00	无	天津北辰	东南
9	16:00	无	市区天津	东南
10	14:49	无	天津武清	准静止
11	13:30	无	天津北辰	西北
12	15:00	无	天津东丽	东南
13	20:00	雷暴加强	天津宝坻	西北
14	16:00	雷暴加强	天津宝坻	西北

4 阵风锋与强对流天气

阵风锋在雷达低仰角基本反射率因子产品中常表现为雷暴主体前部的一条弱窄带回波。对于 0.5° 仰角 PPI 产品,阵风锋表现为强回波主体前部的一条弱窄带回波,一般呈弧状,强度维持在 15~25 dBZ,宽度约为 3~7 km,长度范围为 30~100 km,与回波主体保持最远距离约 50 km,生命史约为 1~3 h。 1.5° 以上的高仰角 PPI 产品中,阵风锋探测不到。阵风锋一般产生于强回波的强盛阶段。

4.1 2008—2009 年阵风锋统计特征

2008 年天津地区阵风锋的雷达基本反射率因子产品有如下统计特征(图 3a):2008 年天津地区共有 11 次阵风锋的活动,阵风锋主要出现在 7—9 月,其中 7 月出现 4 次,8 月出现 4 次,9 月出现 3 次。出现的时间段主要在下午到夜间,其中 08:00—

12:00 出现阵风锋的仅有 1 次,占 9%;12:00—20:00 出现的比例最高,占 64%;20:00—24:00 出现阵风锋占 27%。阵风锋最长维持时间为 4 h,其维持时间长短与回波主体的强弱有关系,主体回波越强,阵风锋的维持时间也越长。通过分析这 11 次阵风锋的形成特点,其中有 3 次带状回波形成阵风锋,路径来源都是西北方向;另外 8 次均为局地对流风暴形成的阵风锋,局地对流风暴的路径来源具有多样性,有来自西北方向,来自东北方向,还有从南部移入天津。

2009 年天津地区阵风锋的雷达基本反射率因子产品有如下统计特征(图 3b):2009 年天津地区共有 9 次阵风锋活动,阵风锋主要出现在 6—8 月,其中 6 月出现 2 次,7 月出现 5 次,8 月出现 2 次。阵风锋出现的时间段主要在下午到夜间,其中 08:00—12:00 出现阵风锋的仅有 1 次,占 11%;12:00—20:00 出现的比例最高,共 8 次,占 89%;20:00—24:00 没有阵风锋出现。阵风锋最长维持时间为 4 h。

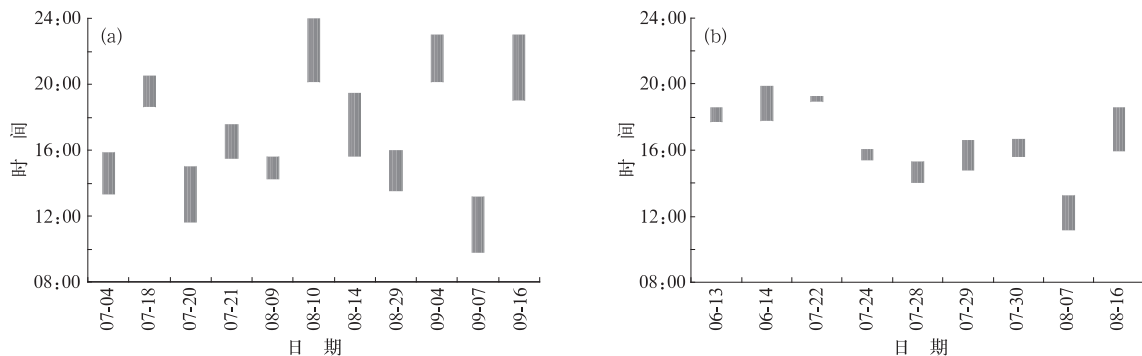


图3 2008年(a)、2009年(b)天津多普勒天气雷达探测阵风锋天气个例统计

Fig. 3 The total number of gust front detected by Doppler radar in Tianjin in 2008(a) and 2009(b)

4.2 阵风锋触发形成的强对流天气

下面以2010年7月31日天气个例为例分析阵风锋触发形成的强对流天气特征。受副热带高压和高空低涡的共同影响,12:00—14:00天津地区自西北向东南陆续出现局地强对流天气。这种局地强对流天气的形成提醒预报员注意到这类天气的发生发展特点,这次局地强对流天气是阵风锋和海风锋之间相互碰撞,在碰撞周围处,形成局地的强对流天气。

0.5°仰角的雷达基本反射率因子产品演变特征见图4。12:00西北方向的强回波主体在向东南移动过程中,形成一条阵风锋(图4a蓝色箭头),阵风锋逐渐向东南移动,同时宁河附近有一条海风锋在活动(图4a红色箭头),12:40阵风锋和海风锋在宁河周围相遇后立即有强对流天气形成(图4b红色箭头)。上述雷达资料分析表明:阵风锋和海风锋之间碰撞,在碰撞周围处,有强对流天气形成。

中尺度天气分析能够较好地反映不同层次天气系统的叠加和配置特征。经过前期天气系统的调整

和变化,08:00天津地区处于西风带中的偏南气流中,风速由前日20:00的8 m/s增大到14 m/s;700 hPa温度露点差形成了小于4℃的湿区内部;850 hPa不但有密集的等温度露点线,还存在有明显的风切变,且500 hPa与850 hPa的气温差值为28℃。这种形势为本次降水提供了充分的动力条件。

分析这次天气过程的天气背景和物理参数特征表明:其中强对流天气产生前K指数变化较快,6 h变量达到6℃,并且K指数最高达到32℃,这意味着大气越暖,水汽越充分,层结越不稳定。从对流有效位能的时间演变和水平分布情况来看,2010年7月31日08:00为3800 J/kg,12:00迅速增加到4800 J/kg,同时形成强对流天气区域对流有效位能中心值最大达到5100 J/kg,显著高于其他区域;与之相对应的对流抑制能量处于显著低值区内,08:00对流抑制能量为25 J/kg,12:00又降低到5 J/kg,同时形成强对流天气区域位于较大的对流有效位能和抑制能量较低的共同区域里。

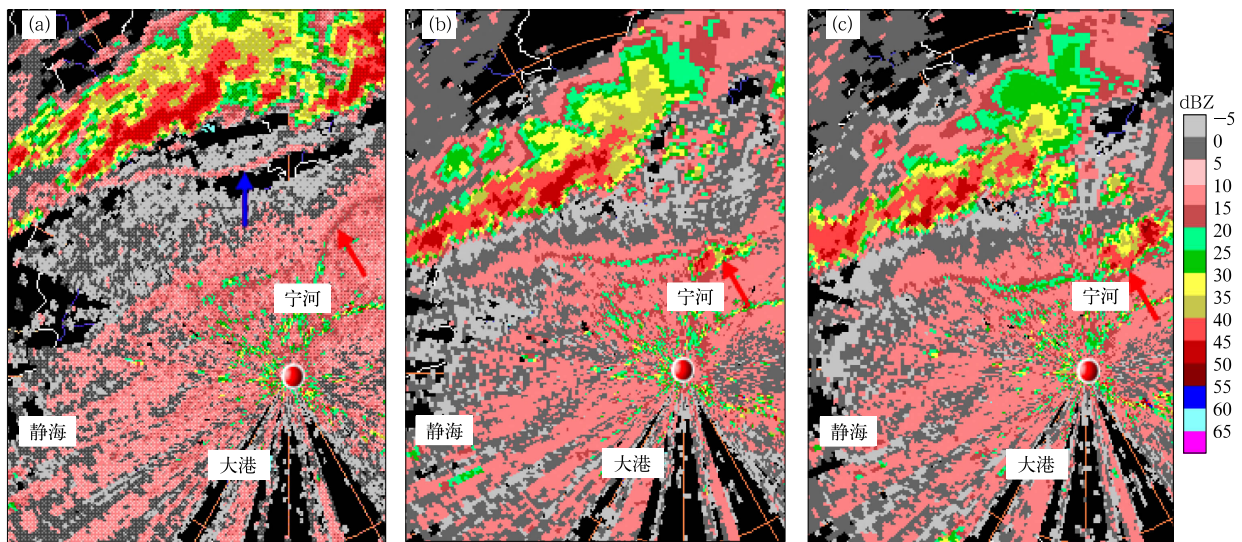


图4 2010年7月31日12:00(a)、12:40(b)和13:00(c)

0.5°仰角的雷达基本反射率因子产品(相邻圈距离为50 km)

Fig. 4 0.5° PPI base reflectivity evolution on 31 Jul 2010

(the interval between adjacent circles is 50 km) (a)12:00, (b)12:40, (c)13:00

5 小结

1) 天津地区边界层辐合线的雷达回波特征表现为弱的窄带回波,雷达基本反射率因子仅有15~

25 dBZ,宽度一般为3~10 km,包括渤海湾的海风锋、阵风锋和局地地形引起的辐合线。在不同的天气形势下,这些边界层辐合线的演变和碰撞与强对流天气的发生发展密切相关。

2) 单一边界层辐合线一般不能形成大范围的

雷暴天气,两条以上边界层辐合线之间碰撞,一般在碰撞交叉处形成强对流天气。若已存在强对流天气,强对流天气将加强。

3) 阵风锋和海风锋的相互碰撞,在碰撞交叉处,有强对流天气形成。

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. *Wea Forecasting*,1993,8:113-131.
- [3] 王改利,刘黎平,阮征. 多普勒雷达资料在暴雨临近预报中的应用. *应用气象学报*,2007,18(4):389-394.
- [4] 江源,刘黎平,庄薇. 多普勒地物回波特征及其识别方法改进. *应用气象学报*,2009,20(2):204-210.
- [5] 王红艳,刘黎平,王改利,等. 多普勒天气雷达三维数字组网系统开发及应用. *应用气象学报*,2009,20(2):215-220.
- [6] 王楠,刘黎平. 利用多普勒雷达资料识别低空风切变和辐合线方法研究. *应用气象学报*,2007,18(3):315-320.
- [7] 刘黎平,邵爱梅,葛润生,等. 一次混合云暴雨过程风场中尺度结构的双多普勒雷达观测研究. *大气科学*,2004,28(2):278-283.
- [8] 漆梁波,陈春红,刘强军. 弱窄带回波在分析和预报强对流天气中的应用. *气象学报*,2006,64(1):112-120.
- [9] 俞小鼎,郑媛媛,张爱明,等. 安徽一次强烈龙卷的多普勒天气雷达分析. *高原气象*,2006,25(5):915-923.
- [10] 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. *高原气象*,2007,26(2):380-388.
- [11] 李国翠,郭卫红,王丽荣,等. 阵风锋在短时大风预报中的应用. *气象*,2006,32(8):36-41.
- [12] 王彦,李胜山,王庆元,等. 渤海湾海风锋雷达产品特征. *气象*,2006,32(12):46-50.
- [13] 卢焕珍,赵玉洁,俞小鼎,等. 雷达观测的渤海湾海陆风辐合线与自动站资料的对比分析. *气象*,2008,34(9):57-63.
- [14] 王彦,吕江津,王庆元,等. 一次雷暴大风的中尺度结构特征分析. *气象*,2006,32(2):32-36.
- [15] 杨波,孙继松,魏东. 北京奥运会期间的中尺度天气系统研究. *应用气象学报*,2010,21(2):165-170.
- [16] 盛春岩,史茜,高守亭,等. 一次冷锋过境后的海风三维结构数值模拟. *应用气象学报*,2010,21(2):189-195.
- [17] 于恩洪,陈彬. 渤海湾西部海陆风的空间结构. *气象学报*,1987,45(3):379-381.
- [18] 陈彬,于恩洪. 渤海湾西部海陆风的天气气候特征. *海洋通报*,1989,8(1):23-27.
- [19] 于恩洪,陈彬. 海风中尺度系统及其与天气尺度的叠加. *天津气象*,1994(3):7-10.
- [20] 张培昌,杜秉玉,戴铁丕. 雷达气象学. 北京:气象出版社,2001:330-402.

The Role of Boundary Layer Convergence Line in Initiation of Severe Weather Events

Wang Yan¹⁾²⁾ Yu Lili¹⁾ Li Yanwei³⁾ Zhu Nannan¹⁾ Gao Liuxi⁴⁾

¹⁾ (Tianjin Municipal Meteorological Observatory, Tianjin 300074)

²⁾ (Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

³⁾ (Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044)

⁴⁾ (Shandong Provincial Meteorological Observatory, Jinan 250031)

Abstract

CINRAD/SA Doppler Weather Radar can always detect weak and narrow echoes. Generally, those echoes can be closely associated with boundary layer convergence line, the feature and evolution of which may indicate the initiation of severe weather events. The data detected by Doppler radar from June to September of 2008 and 2009 in Tianjin areas, and the data on the events of sea breeze fronts from 2002 to 2007 are statistically analyzed. It shows that radar echo of boundary layer convergence line is also weak and thin, the intensity of echoes is 15—25 dBZ, and the width of echoes is 3—10 km. Boundary layer convergence line may be divided into three types, including sea breeze front, gust front and thin line due to special weather conditions. Single boundary layer convergence line may form isolated thunderstorm with favorable situation with moderate impact. The collision between boundary layer convergence lines can trigger

thunderstorms or enhance the existing thunderstorms to be more severe.

56 and 44 sea breeze front cases are observed by radar in 2008 and 2009 respectively. The total number of 25 events of the initiation of severe weather events is closely associated with sea breeze front, including 17 events in 2008 and 8 events in 2009. The formation times of sea breeze front are different, the earliest time is 09:30, while the latest is 16:00. The sea breeze front's maintenance time is also of different length, the longest maintenance time is 6.5 hours, and the shortest is only 1 hour. The general distance that sea breeze front extends to the interior is 70—80 km, and the farthest distance reaches 120 km, with the height of 1.5 km in general. Those provide important information on the initiation of thunderstorms for nowcasts.

11 and 9 gust front cases are observed by radar during the observation period in 2008 and 2009 respectively. The maintenance time of gust fronts are inhomogeneous, with the longest maintenance time of 4.0 hours. Collision between sea breeze front and gust front can trigger thunderstorms. The boundary layer convergence lines due to local conditions will be discussed in future research.

Analysis on the AWS data in Tianjin area combined with the data of Beijing sounding above 850 hPa indicates that thunderstorms are more likely to occur in the region with large temperature gradient, the temperature difference between 850 hPa and 500 hPa may reach 28°C.

Key words: boundary layer convergence line; the initiation of severe weather events; radar echo features; sea breeze front; gust front

欢迎订阅《应用气象学报》

《应用气象学报》是由中国气象科学研究院、国家气象中心、国家卫星气象中心、国家气候中心、国家气象信息中心和中国气象局气象探测中心联合主办的大气科学理论与应用研究的综合性学术期刊。《应用气象学报》将向您提供有关我国大气科学领域内研究和应用成果的最新论文、资料、方法等大量信息,内容包括气象预报、卫星气象、农业气象、海洋气象、航空气象、环境气象、人工影响天气、应用气象、大气探测、遥感技术以及计算机应用技术等学科;还将向您介绍国内外现代科技的新理论与新技术在大气科学中应用的研究论文及信息。主要栏目有论著、短论、综合评述、业务系统、学术论坛、研究简报、书刊评介等。本刊被《中文核心期刊总览》确认为大气科学(气象学)类核心期刊,并已首批入选“中国科学引文数据库”(CSCD),中国科学技术期刊文摘(CSTA)国家数据库(英文版)收录的刊源名单,并被美国气象学会“气象与地球天体物理学文摘”(MGA)和美国国际科学应用协会(SAIC)以及中国科学文摘(英文版)等多种文摘摘录。本刊还首批入选“中国学术期刊(光盘版)”、“万方数据——数字化期刊群”和“中文科技期刊数据库”。《应用气象学报》面向广大的气象科研、业务技术人员、在校有关专业的研究生、大专院校师生等专业人员。

《应用气象学报》为双月刊,逢双月出版,可以随时汇款订阅或购买(户名:中国气象科学研究院,账号:11001028600056086013,开户行:建行北京白石桥支行)。2012年6期(每期定价30.00元),总订价180.00元(含邮资)。

订阅地址:北京市中关村南大街46号中国气象科学研究院《应用气象学报》编辑部;邮政编码:100081。

联系电话:(010)68407086,68408638。网址:qk.cams.cma.gov.cn。

E-mail: yyqxxb@cams.cma.gov.cn, yyqxxb@163.com。