

台风“达维”造成营口特大暴雨过程诊断分析

孙瑶¹, 崔修来¹, 马红旭², 牛星雅¹, 陈海涛¹, 廖晶晶³, 王东¹, 孙永联¹

(1. 辽宁省营口市气象局, 辽宁营口 115001; 2. 辽宁省气象局, 辽宁沈阳 110001; 3. 辽宁省葫芦岛市气象局, 辽宁葫芦岛 125001)

摘要 利用常规气象观测资料及卫星云图资料对台风“达维”影响营口地区造成出现特大暴雨的原因进行了诊断分析。结果表明, 2012年8月3~4日营口特大暴雨是受台风“达维”、副热带高压、高空槽3种天气系统共同影响。良好的水汽条件也是此次台风暴雨产生的重要条件之一, 低空急流作为纽带, 输送大量水汽, 暴雨过程中水汽通量散度辐合中心分别对应低空急流的左前方, 水汽通道的水汽输送由北向南, 水汽通量辐合区与暴雨区对应关系较好; 低层辐合、高层辐散为辽宁暴雨的产生提供动力条件; 暴雨发生在高能舌的顶部; 地面辐合线是对流云团发生发展的必要条件之一, 与强降水区有良好的对应关系。

关键词 “达维”; 营口; 特大暴雨; 原因; 诊断分析

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)22-07516-05

Diagnostic Analysis of Extreme Rainfall in Yingkou Caused by Typhoon Damrey

SUN Yao et al (Yingkou Meteorological Service, Yingkou, Liaoning 115001)

Abstract Using conventional meteorological observation data and satellite cloud imagery data, the extreme rainfall in Yingkou caused by typhoon Damrey was analyzed. The results showed that the maximum rainfall which occurred in Yingkou on August 3-4, 2012 was affected by the typhoon Damrey, the subtropical high and the upper trough three weather system affected together. One of the important conditions of the maximum rainfall is good moisture conditions. The low-level jet as a link provided lots of steam, the divergence of moisture flux convergence center in the maximum rainfall respectively corresponding to the left in front of the low-level jet, the water vapor channel is from north to south. The water vapor flux convergence zone and heavy rain area has good corresponding relation. Low-level convergence and upper-level divergence to produce power condition of Liaoning heavy rain. Heavy rain occurred in the top of the high energy. The ground convergence line is one of the necessary conditions of convective cloud cluster development, a good corresponding relation with the strong precipitation area.

Key words Damrey; Yingkou; Extreme rainfall; Causes; Diagnosis analysis

2012年第10号台风“达维”8月2日21:30前后在江苏省响水县陈家港镇沿海登陆。登陆后, “达维”穿山东越河北, 4日在渤海北部消失。台风“达维”在高纬度生成并西行进入黄海登陆我国, 历史上非常少见。1日“达维”进入日本西南部海面后强度持续增强, 特别是进入黄海以后中心风力加强至40 m/s, 而该台风七级风圈半径一直小于200 km。“达维”登陆是恰逢农历十五天文大潮期, 形成风雨潮三碰头的灾害性影响, 同时该台风登陆时强度将保持台风强度, 也是1949年以来登陆长江以北的最强台风。“达维”生成后, 7月28~30日回旋少动, 31日起开始加速, 并以30~40 km/h快速向西偏北方向移动和南面的“苏拉”形成双台风效应。随着“苏拉”和“达维”距离的接近, 双台风效应明显, 且2个台风差不多同时在我国华东沿海登陆, 这种情况以前非常少见。笔者从天气形势、动力热力条件、水汽条件和卫星云图对台风“达维”影响营口地区造成特大暴雨的原因进行分析, 特别是中小尺度^[1]的分析, 以期以后相似路径台风预报进行参考, 为政府防灾减灾决策提供有效信息, 最大程度减少灾害损失。

1 天气实况

受台风“达维”影响, 8月3日03:00~4日21:00营口地区出现大暴雨、局部特大暴雨天气过程(图1)。这次降雨过程主要有3个特点: ①降雨量大。4个国家基本气象站降水量分别为营口市171 mm、大石桥市250 mm、盖州市264 mm、熊岳191 mm; 67个区域自动气象和雨量站监测最大雨量出

现在黄土岭镇虎皮峪村, 降水量为398 mm, 其中22个区域自动雨量站降水量超过250 mm, 其余45个区域自动气象站降水量超过145 mm。②分布范围广。营口市全境普降大暴雨, 局部特大暴雨, 东部山区尤为严重。③持续时间长。这次降雨在8月3日03:00~4日21:00长达42 h。历史上辽宁省80%的暴雨过程在24 h内结束。此次降水过程是营口地区1975年以来降水量最大的一次, 为60年来所罕见。

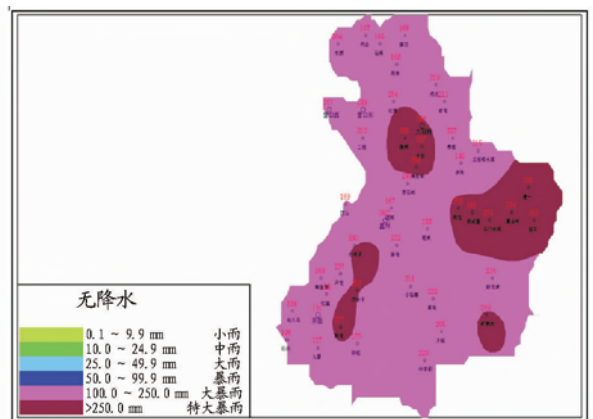


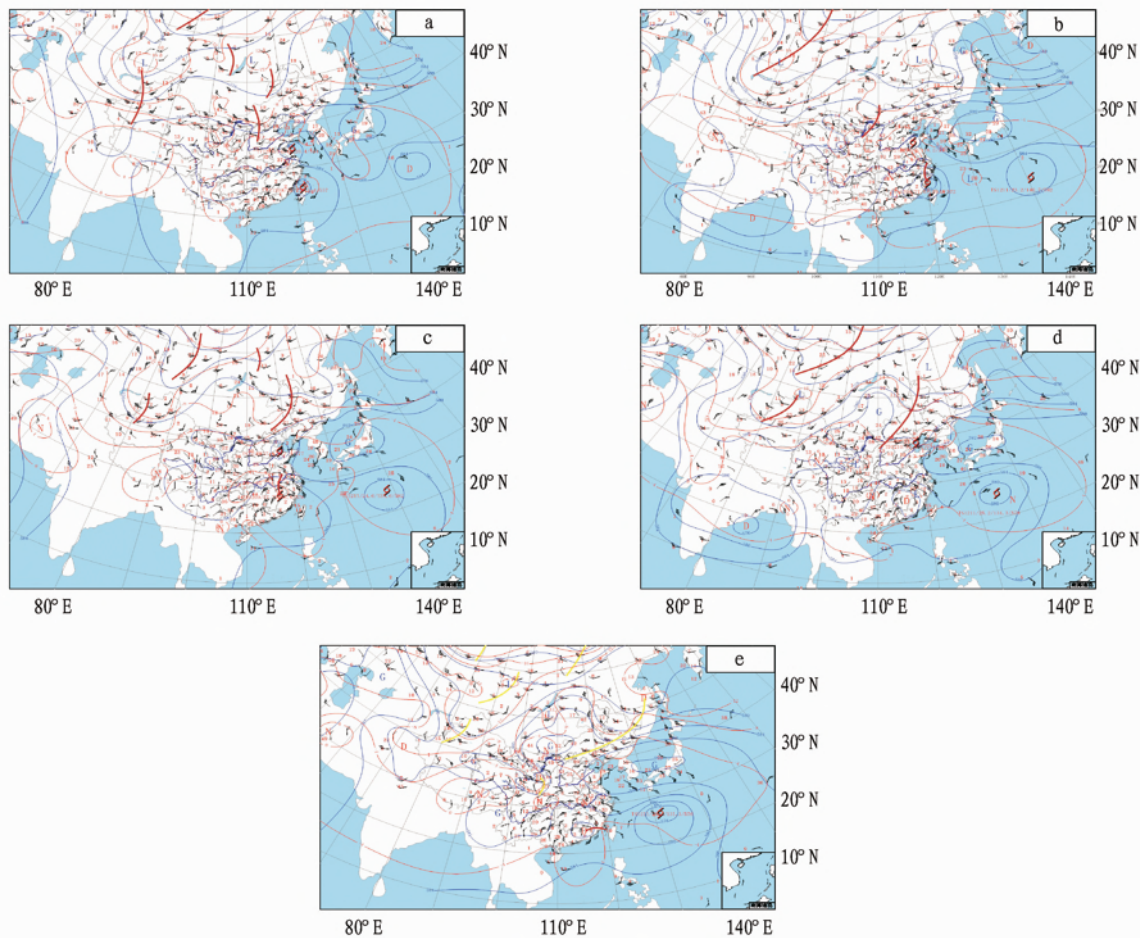
图1 2012年8月3日03:00~4日14:00营口地区降雨量分布

2 环流背景分析

2.1 500 hPa 形势 8月2日20:00~4日20:00 500 hPa高空图(图2), 2日20:00亚欧中高纬度环流为两槽两脊型, 巴尔克什湖到新疆北部为一低槽, 蒙古西部高压脊逐渐东移至贝加尔湖附近, 鄂霍次克海地区为一高压脊区, 两脊之间为宽广槽区, 以平直气流为主, 宽广槽区多短波槽脊活动, 营口地区处于槽后西南气流控制, 副热带高压中心位于日本岛中南部, 呈东西向块状分布, 营口地区位于副热带高压588 dag-

pm 线外围线以内控制,2 日 21:30 前后第 10 号台风“达维”在江苏省响水县陈家港镇沿海登陆继续向偏北方向移动,副高东退,588 dagpm 线西伸点至辽东半岛附近,营口地区受副高外围线控制,3 日 01:00 在江苏省北部减弱为强热带风暴,04:00 前后进入山东省境内,营口地区受其影响,降水开始,09:00 在山东省境内减弱为热带风暴,随后进入渤海西部海

面;4 日 08:00 在河北省东北部近海减弱为热带低压。3 日 08:00~4 日 08:00 副高稳定少动,台风沿副热带高压西侧北上气流引导下向北移动,带来大量的暖湿空气,营口地区处于槽前 16~22 m/s 的西南急流控制;4 日 20:00 副高西进北上,营口地区由副热带高压 588 dagpm 线以内偏西气流控制,此次强降水过程基本结束。



注:a.2 日 20:00;b.3 日 08:00;c.3 日 20:00;d.4 日 08:00;e.4 月 20:00。

图 2 2012 年 8 月 2 日 20:00~4 日 20:00 500 hPa 形势场

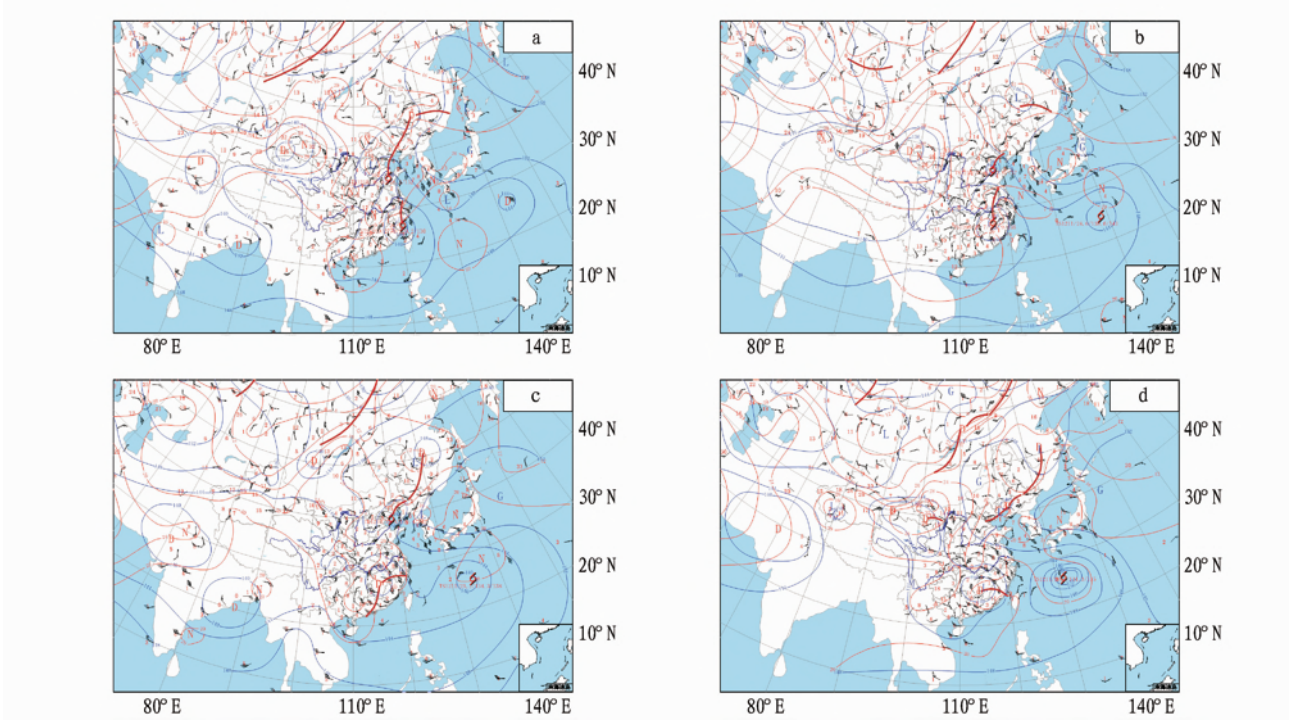
2.2 850 hPa 形势 由图 3 可见,3 日 08:00,850 hPa 沿副热带高压西侧有一条西南急流从山东半岛到大连,为“达维”提供了丰富的动力条件和水汽条件,渤海海面的加湿作用为“达维”提供了丰富的水汽和能量;3 日 08:00~4 日 20:00 渤海湾有一低涡切变,营口地区处于切变前部,台风北上,低空急流源源不断将能量、水汽向辽宁上空输送,合并槽东移南下冷空气与急流输送的暖湿空气在营口地区交汇,暴雨出现在低空急流顶部风速辐合区、冷暖空气交汇处。王达文等分析指出急流作为中低纬系统相互作用的一支纽带,向暴雨区输送水汽,与中纬度冷空气相互作用形成低层辐合,在暴雨区造成强对流不稳定条件,对中尺度扰动具有触发作用^[2-3]。

2.3 地面形势 台风“达维”穿山东北上进入河北,然后在渤海北部消失,营口地区逐渐受台风倒槽顶部影响(图 4)。从地面风场(图 5)可以看到,3 日 08:00,台风中心位于山东

中部,有强烈的辐合区;辽宁西北部为大片偏北气流,辽宁东南部为大片偏南气流,在营口地区形成风向的辐合,辐合线发展,强降水开始;14:00 辽宁东南部的偏南气流风速自东南向西北逐渐递减,在营口地区形成风速辐合之势,降水加强,强降水中心伴随辐合线的影响;20:00 辐合线有所东移,但仍然影响营口地区;4 日 14:00 辐合线东移至营口与丹东之间,强降雨区域进一步东移,此次降水过程也逐渐趋于结束。在天气尺度影响系统具备的条件下,地面中尺度辐合线的产生、发展以及强度和位移对强对流天气的发生时段、落区有很好的指示性^[4-5]。

3 物理量分析

3.1 动力条件 涡度和散度在一定程度上能反映大气的水平辐合辐散。低层辐合、高层辐散有利于垂直运动的发展,与强降水天气有较好的对应关系^[6]。从 8 月 3 日 08:00~4 日 20:00 500、850 hPa 涡度场(图 6)变化情况可以看出,对流



注:a.3 日 08:00;b.3 日 20:00;c.4 日 08:00;d.4 日 20:00。

图3 2012 年 8 月 3 日 08:00 ~4 月 20:00 850 hPa 高空形势场

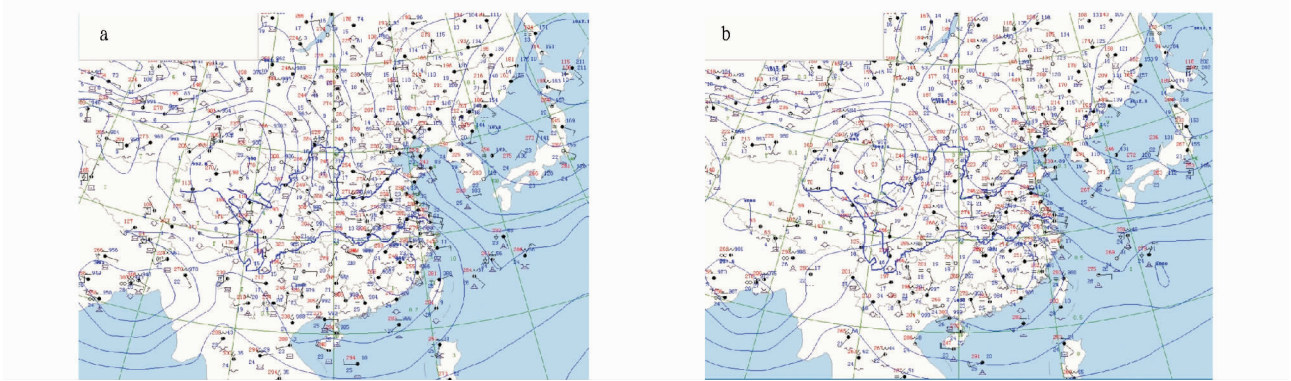


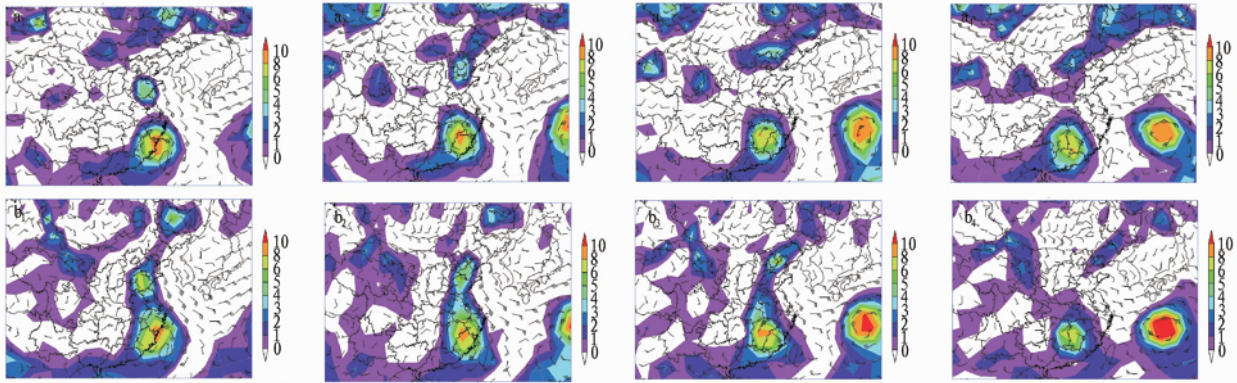
图4 2012 年 8 月 3 日 20:00(a)和 4 日 05:00(b)地面形势场



注:a.3 日 08:00;b.3 日 14:00;c.3 日 20:00;d.4 日 14:00。红色标记为营口地区。

图5 2012 年 8 月 3 日 08:00 ~4 日 14:00 地面风场

层中下层涡度均是增大的过程,随着气旋北上,500 和 850 hPa 正涡度中心由山东经渤海至辽宁西部地区移动。对应高空图,高空急流的出口区的左侧和入口区的右侧为正涡度平流区且有利于在对流层中低层的上升运动,因而有利于暴雨的发展。从 8 月 3 日 08:00 ~4 日 20:00 200 和 850 hPa 散度场上看,辽宁地区低层辐合、高层辐散也是很明显的,3 日 200 hPa 辽宁中部和西部地区形成一个正散度场中心,高层形成一个负散度场中心,850 hPa 辐合中心基本垂直向上的位置对应对流层高层 200 hPa 则为强的辐散中心,低层辐合、高层辐散有利于辽宁暴雨的产生。



注:a₁、b₁ 为 3 日 08:00;a₂、b₂ 为 3 日 20:00;a₃、b₃ 为 4 日 08:00;a₄、b₄ 为 4 日 20:00。

图 6 2012 年 8 月 3 日 08:00~4 日 20:00 500 hPa(a)和 850 hPa(b)涡度场

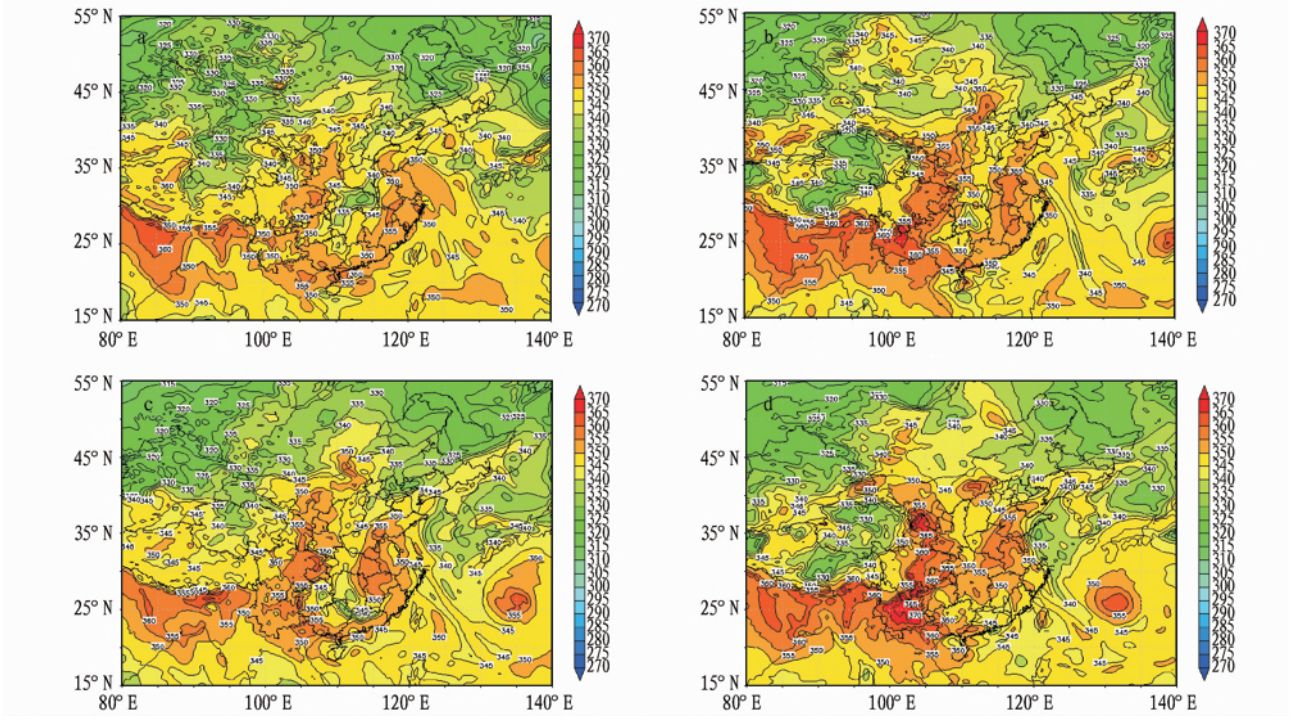
3.2 热力条件 假相当位温是表征大气温度、压力、湿度的综合特征量,它的分布反映了大气中能量的分布^[6]。由图 7 可见,前期辽宁中部和南部有暖湿舌,随着系统的移动和能量的积累,8 月 4 日 20:00 暖湿舌由西南向东北伸展,暴雨发生在暖湿舌的顶部。

3.3 水汽条件 强降水的发生不仅需要动力条件、热力条件,还需要有一定的水汽条件,良好的水汽条件是台风暴雨产生的重要条件之一^[7]。低空急流给营口地区带来源源不断的水汽,暴雨过程中水汽通量散度辐合中心分别对应低空急流的左前方,3 日 08:00 水汽通量散度最大负值区位于河北东部到山东东部一带(图 8a);3 日 20:00 最大负值区位于辽宁地区,水汽通道的水汽输送由北向南(图 8b);4 日 08:00 水汽通量散度负值中心明显加强(图 8c),达到较高值,这与云系的发展一致,水汽通量辐合区与暴雨区对应关系较好;

到 4 日 20:00,低层风速减小,急流消失,水汽通量明显减小(图 8d)。

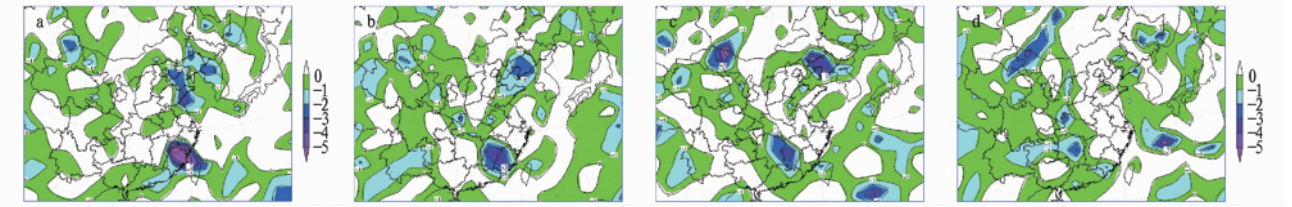
4 卫星云图分析

台风“达维”在洋面上台风眼结构明显,周围的螺旋云系清晰^[8]。8 月 2 日 21:30 前后在江苏省响水县陈家港镇沿海登陆。登陆后,由于降水消耗能量导致云系消弱以及地面摩擦作用的增强,“达维”云系开始减弱。3 日 04:00 “达维”外围云系已经开始影响辽宁南部地区,云图上可以清楚地看到“达维”螺旋云系逐渐消散(图 9a),其中一条螺旋云带已经影响南部地区,营口地区开始降水,3 日 09:00 辽宁大部分地区被“达维”外围云系所覆盖(图 9b);4 日 03:00“达维”外围云系逐渐北移减弱消散,营口地区开始脱离云系影响(图 9c)。



注:a.3 日 08:00;b.3 日 20:00;c.4 日 08:00;d.4 日 20:00。

图 7 2012 年 8 月 3 日 08:00~4 日 20:00 850 hPa 假相当位温



注:a.3日08:00;b.3日20:00;c.4日08:00;d.4日20:00。

图8 2012年8月3日08:00~4日20:00 850 hPa水汽通量散度场

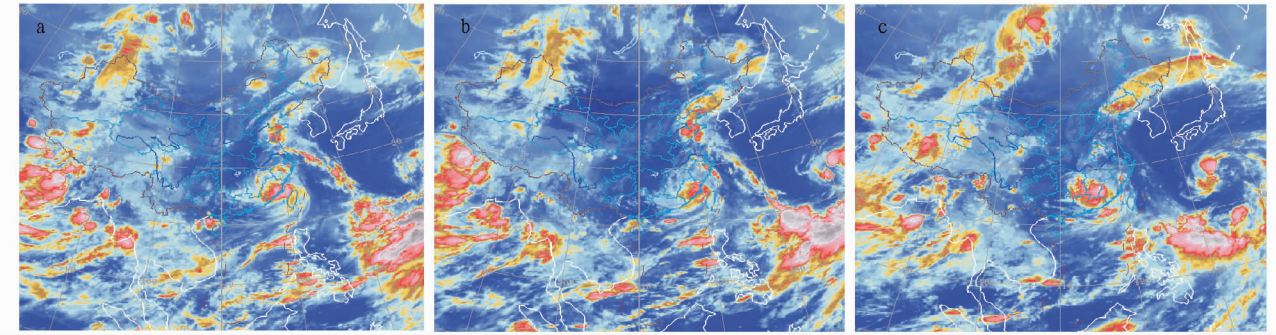


图9 2012年8月3日04:00(a)、09:00(b)和4日03:00(c)红外云图

5 小结与讨论

(1) 台风“达维”、副热带高压、高空槽3种天气系统相互配合时,是产生辽宁区域性大暴雨的必要条件。

(2) 良好的水汽条件是台风暴雨产生的重要条件之一,低空急流作为纽带,为此次营口特大暴雨提供了充足的水汽,这也是台风暴雨的明显特征之一。涡度和散度在一定程度上能反映大气的水平辐合辐散。低层辐合、高层辐散有利于垂直运动的发展,此次过程营口地区低层辐合、高层辐散也是很明显的,利于营口地区暴雨产生。假相当位温反映了大气中能量的分布,暴雨发生在暖湿舌的顶部。

(3) 地面辐合线的存在与维持加强了地面的辐合上升力量,与强降水区有良好的对应关系。强降水过程随着地面辐合线的发展而发展,随着地面辐合线的消失强降水过程也随

之结束。

参考文献

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文. 天气学原理与方法[M]. 3版. 北京:气象出版社,1992.
- [2] 王达文. 北上热带气旋分析与预报[M]. 北京:气象出版社,2001.
- [3] 袁子鹏,张立祥. 黄渤海登陆热带气旋活动的统计分析[J]. 气象,2005,31(6):39-42.
- [4] 刘跃红,司福意. 地面辐合线与强对流天气落区[C]//推进气象科技创新加快气象事业发展——中国气象学会2004年年会论文集(下册). 北京:气象出版社,2004.
- [5] 刘兵,陈晶晶,姚蓉. 湖南2010年6月19日大暴雨过程地面中尺度分析[J]. 贵州气象,2010(S2):78-82.
- [6] 吕美仲,侯志明,周毅. 动力气象学[M]. 北京:气象出版社,2004.
- [7] 盛永,陈艳秋. 0509号台风暴雨过程分析与暴雨灾害评估[J]. 气象与环境学报,2006,22(6):29-33.
- [8] 马岚,郑新江,罗敬宁. 9711号台风及伴生暴雨的卫星云图特征[J]. 国土资源遥感,1998(1):28-32.
- [9] 卢顺光,金争平,温秀凤,等. 叶用型沙棘育种研究[J]. 国际沙棘研究与开发,2003,1(2):17-22,47.
- [10] 张富,景亚安,李岩斌,等. 良种沙棘嫩枝扦插技术试验研究[J]. 国际沙棘研究与开发,2005,3(1):33-37.
- [11] 惠兴学,孔繁轼,张文臣,等. 大果无刺沙棘全光雾嫩枝扦插育苗技术研究[J]. 沙棘,1999,12(2):17-20.
- [12] 朱万芹,杨泽涛,张莉,等. 利用组织培养技术快速繁育沙棘苗的研究[J]. 沙棘,2002,15(3):39-40.
- [13] 张廊玉. 沙棘栽培管理[M]. 北京:气象出版社,1990:23-24.
- [14] 王春艳. 良种沙棘种植园高效栽培试验研究[J]. 国际沙棘研究与开发,2004,2(1):27-31.
- [15] 马明呈. 青海高寒干旱地区大果沙棘苗木繁殖及区域栽培技术试验[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [16] 黄河水利委员会沙棘办公室. 砭砂岩地区沙棘育种研究课题通过部级鉴定[J]. 沙棘,1997(2):35.
- [17] 温秀凤,卢顺光,金争平,等. 杂交子代与亲本群体沙棘叶有机酸、脂肪及其它常规成分含量及变化研究[J]. 国际沙棘研究与开发,2005,3(2):21-25.
- [18] 白玉明,史社裕,张成榆,等. 沙棘遗传改良及繁殖栽培研究进展[J]. 国际沙棘研究与开发,2009,6(2):31-35.
- [19] 黄铨. 中国沙棘育种研究进展[J]. 国际沙棘研究与开发,2006,4(4):25-29.
- [20] 韩玉兰. 永寿沙棘基地沙棘杂交试验研究简报[J]. 沙棘,1997,10(2):8-12.

(上接第7403页)