

201211号台风“海葵”近海路径和强度突然变化的成因分析

王雷¹, 许岳庭¹, 徐哲永², 陈梅汀²

(1.宁波市鄞州区气象局, 浙江 宁波 315194; 2.舟山市气象局, 浙江 舟山 316021)

摘要: 运用天气学和动力诊断方法, 结合卫星云图, 分析了1211号台风“海葵”在浙江近海移向突然变化、强度爆发性增强的原因。结果发现: 大陆暖高东移过程中脊线的转变, 西太平洋副高西伸加强北抬, 并与大陆暖高合并是促使“海葵”移向转变、移速加快的关键因素。“海葵”进入浙江近海时, 弱的环境风垂直切变、强烈的低层辐合和高层辐散、东风急流和西南气流水汽输送的加强、低层正涡度的输入是其得以爆发性增强的主要原因。台风爆发性增强时, 卫星云图上表现为: 台风环流螺旋度迅速加大, 结构密实, 有完整清晰的台风眼形成, 眼区范围缩小, 南北两条水汽输送通道建立, 水汽输入云带发展强烈, 以及台风水平尺度发展到最大等特征。

关键词: 台风“海葵”; 路径; 强度; 突然变化; 成因分析

中图分类号: P444 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2018)05-0093-11

1 引言

近年来, 随着数值预报模式、综合探测体系的不断进步和完善以及集合预报等的应用, 我国台风业务预报取得了长足的进步, 台风业务预报时效逐步延长, 预报准确率不断提高。据统计, 目前我国台风强度预报水平和路径预报准确率已经和国际先进水平基本相当^[1-2]。然而, 由于台风强度和强度变化的复杂性, 国内外有关台风强度预报的进展依然非常有限。另外, 在诸如台风路径突然转向、强度突然变化等有关台风异常活动的预测方面仍然面临许多困难和挑战^[1-4], 尤其是台风接近登陆的时候突然转向、强度突然加强, 这种情况往往会由于来不及防范而造成严重灾害。

2012年第11号台风“海葵”是近年来直接在浙江登陆的强台风, 在其所经之处, 造成了严重的风雨灾害。由于“海葵”近海移向突变、强度迅速增强, 造成的风雨影响巨大, 因而有必要对其进行分析研究。本文对“海葵”近海移向和强度突变成因做一分析, 期望能为以后的台风业务预报提供参

考。

2 资料和方法

2.1 资料来源

本文所用资料包括中央气象台日常业务中下发的台风路径及强度资料, NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research) 提供的分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ 的全球客观分析资料以及我国风云2E卫星的红外和水汽云图资料。

2.2 方法介绍

运用天气学方法, 从500 hPa环流形势着手对1211号台风“海葵”近海移向突然变化作了初步探讨。同时, 结合卫星云图分析和诊断分析方法, 着重对“海葵”强度变化的云图特征和动力条件、水汽输送等环境场条件进行分析和研究, 以揭示其近海爆发性增强的成因。

收稿日期: 2017-07-06; 修回日期: 2017-12-07。

基金项目: 宁波市鄞州区农业与社会发展项目(201596)。

作者简介: 王雷(1970-), 男, 高级工程师, 本科, 主要从事预测预报综合气象业务工作。E-mail: wangwl1232@sina.com

3 “海葵”的概况和特点

2012年第11号台风“海葵”(Haikui)于8月3日08时(北京时,下同)在西北太平洋洋面上生成,生成后稳定地朝西北或西北偏西方向移动,5日夜裡进入东海后,转向偏西方向,7日下午到达浙江南部近海后,转向西北移动,移速逐渐加快,强度迅速增强,于7日14时发展为强台风(中心气压950 hPa、中心风力42 m/s),8日03时20分在宁波象山鹤浦镇登陆,登陆时中心气压965 hPa,中心最大风力42 m/s(14级),之后移向内陆,强度逐渐减弱,9日20时减弱为热带低压,中央气象台停止编报。“海葵”近海移向突变、强度迅速增强是它的一大显著特点(见图1)。

4 台风“海葵”近海路径变化分析

4.1 台风“海葵”移动路径特征

“海葵”自生成至登陆前,路径上先后经历了西北(西北偏西)-偏西-西北的转换,按其移向和移速可以分为3个阶段。

第一阶段(3日08时—5日20时):西北或西北偏西移动,前期移速25~30 km/h,后期降为10~15 km/h。

第二阶段(5日20时—7日11时):偏西缓慢移动,移速10 km/h以下,部分时段停滞少动。

第三阶段(7日11时—登陆):转向西北移动,移速从10 km/h以下逐渐加大到20~25 km/h。

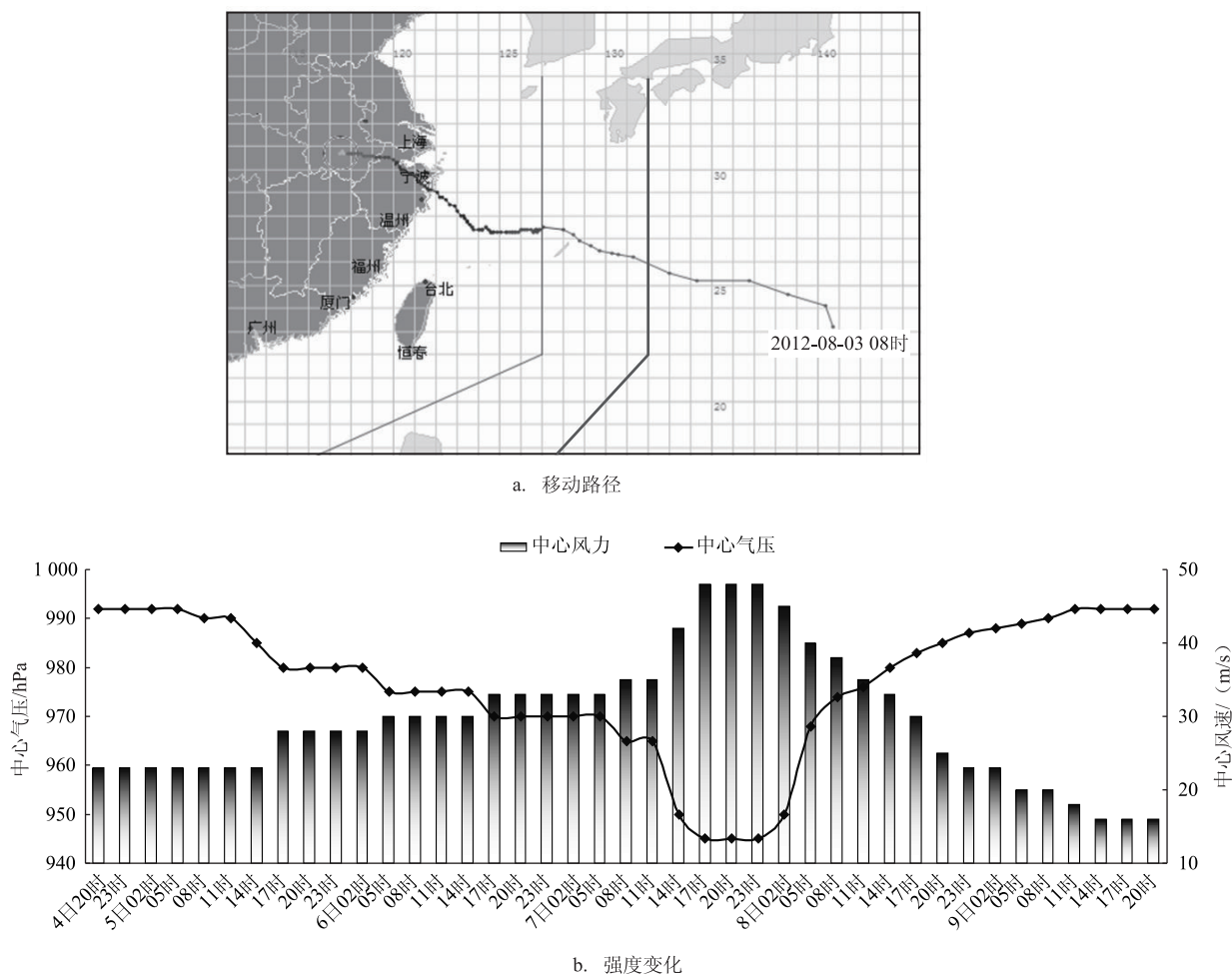


图1 台风“海葵”的基本信息

4.2 台风“海葵”近海移向突变分析

台风移动主要受引导气流所操纵,由于夏季500 hPa的引导气流与台风相关最好,是最佳引导层,因此就以500 hPa为例对“海葵”近海移向变化做一分析。

8月5日08时500 hPa图上(见图2a),100°E以东的东亚中高纬度地区呈一脊一槽形势,在贝加尔湖东侧是一暖性高压(以下简称大陆暖高),其东侧有一支呈NE-SW向的西风槽,位于库页岛至我国东北一带(以下简称东北低槽),西太平洋副热带高压比较强盛,“海葵”台风的北侧、东侧和南侧都是副热带高压控制区,尤其是北侧副高比较强大,此时“海葵”受其北侧副高外围偏东气流的引导稳定地朝偏西方向移动,移速较快。到了5日20时(见图2b),随着东北低槽东移南掉加深,“海葵”北侧的副高开始减弱,并在日本列岛附近断裂为东西两环副高,西环副高与东移的大陆暖高南北合并,东环副

高则逐渐东退南落。此时,“海葵”处于合并后的大陆暖高底部东风气流引导继续西行,移速变慢。

6日东环副高588线北缘进一步东移南落,使得其与大陆暖高完全脱离,“海葵”进入了其北部大陆暖高、东北部日本海低槽、东南部西太平洋副高、西南部9号台风“苏拉”残余低压所组成的鞍型场中(见图2c—d),西行速度进一步放缓,甚至停滞少动。

7日大陆暖高继续东移,由于日本上空低槽阻挡影响,使得大陆暖高北侧移速明显快于南侧,因此其脊线从6日的N-S向开始转为NE-SW向,在脊线转向的同时,大陆暖高588线逐渐向其东南侧的日本海一侧倾斜(见图2e—f)。与此同时,随着“海葵”缓慢西行,位于其东侧的西太平洋副高开始西伸加强北抬,其588线与大陆暖高向东南一侧倾斜的588线逐渐合并(见图2e—f),合并后的高压脊线呈NW-SE向,使得“海葵”受东南气流的引导加强,同时,由于“海葵”与其东北侧的高压之间气压梯度

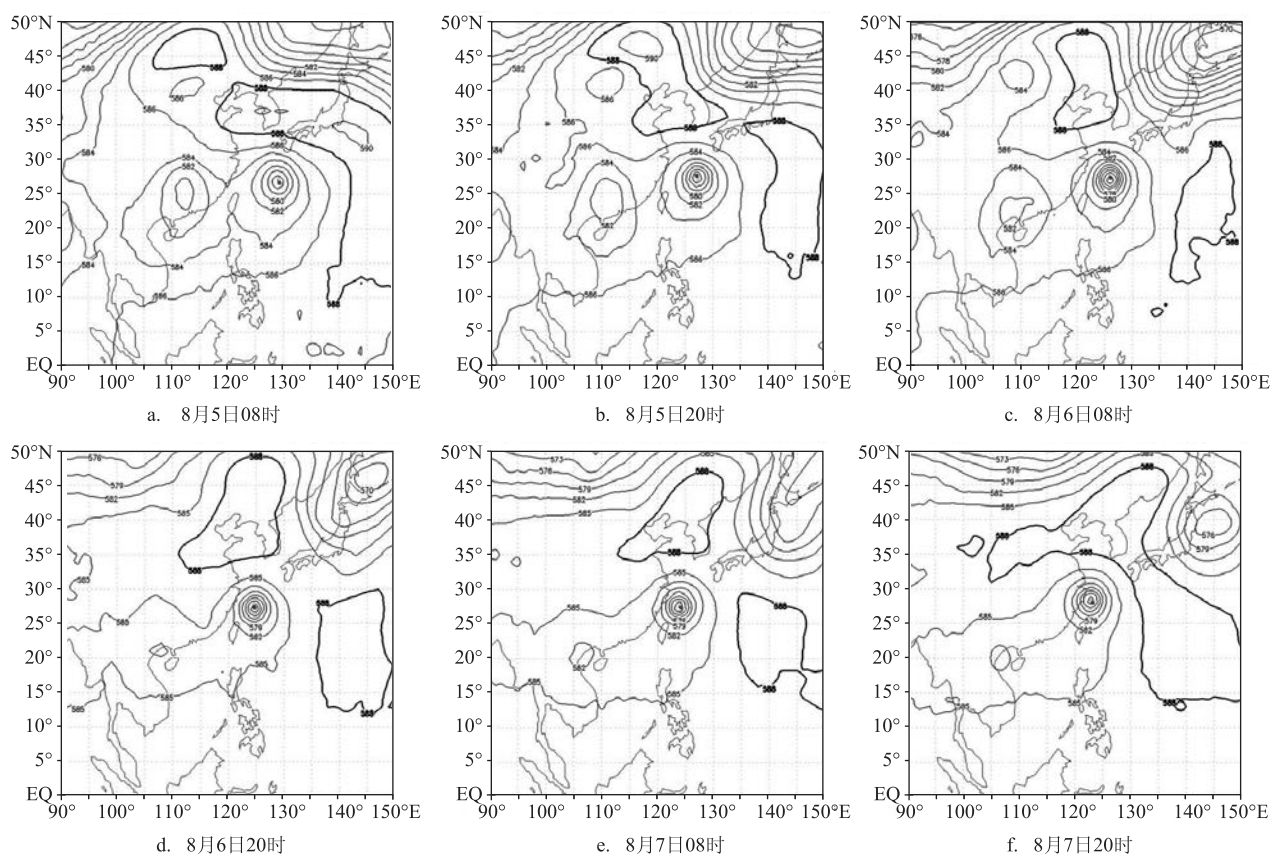


图2 500 hPa位势高度(单位:dagpm)

加大,于是“海葵”突然转向西北移动,移速加快。

综上所述,大陆暖高东移过程中脊线的转变,西太平洋副高西伸加强北抬,并与大陆暖高合并是促使“海葵”近海移向突变、移速加快的关键因素。此外,台风在移动过程中强度的增强,导致自身内力增强,也是有利于其转向西北移动的一个因素。

5 台风“海葵”近海强度突变分析

“海葵”在其生成后的3天内,强度变化不大,一直维持在热带风暴到强热带风暴的量级,直到6日17时才发展成为台风,在7日08时之前其24 h中心气压下降率维持在5~15 hPa。但7日11时起“海葵”快速加强,至7日14时已发展为强台风,11—17时6 h中心气压下降达20 hPa,近地面中心风速增加13 m/s,具有近海爆发性增强的特点,而且爆发性增强时间与其快速转向西北移动时间相吻合。之后在临近登陆前4h(7日23时—8日03时)中心气压又突然上升15 hPa,近地面中心风速下降6 m/s,但仍维持强台风强度(见图1),强度变化极为迅速,这是它的一个显著特点。

影响热带气旋强度变化的因子大致分为3类^[5-6]:一是环境气流的影响,如环境垂直风切变、西风槽、高低空急流等与台风环流的相互作用;二是下垫面的影响,如地形影响、海面温度和喷沫作用;三是热带气旋本身的内部结构变化,如对流的非对称分布等。“海葵”生成后,在其行进方向的洋面温度较高,基本维持在29℃以上,进入东海后,东海的水温降至27~28℃左右(图略)。显然,作为下垫面的海温条件不足以解释“海葵”近海爆发性增强的原因。以下从卫星云图特征和“海葵”所处的环境条件分析其近海爆发性增强的原因。

5.1 台风“海葵”卫星云图特征分析

台风结构的中尺度变化有4个重要量度参数需要参考,即台风眼的结构、台风的尺度、台风内核区辐合强度分布以及积云对流强度分布,而这种结构特征又是影响台风强度突变的重要因子。以下主要结合卫星云图,从台风眼的结构、台风的尺度和积云对流强度分布分析7日下午“海葵”近海强度急剧加强的原因。

7日11时红外云图上,“海葵”有两支输送带(见图3a),一支是来自于日本以南洋面上的宽广云带从台风的东北象限卷入其中,另一支来自于台湾以东洋面的狭长云带从台风的东南象限卷入其中,分别对应着东南气流和西南气流。台风北侧的这条云带延伸出羽毛状云砧纤维,可见该云带位于海上东南风急流当中。11—16时北侧输送云带中有中小尺度对流单体强烈发展,云带范围向北向东扩大,表明北侧输送云带正处于发展之中,而另一支西南气流输送云带在逐渐减弱变细,颜色变白(见图3b),表明主要是北侧的云带为“海葵”的强烈发展提供了输送水汽的通道。

12时前,台风眼壁组织不好,眼区较大,形状不规则,因此,尽管台风中心附近持续有强对流爆发,还是限制了其强度的提升,13时起,台风眼的北侧有积云对流强烈发展,范围扩大,并沿逆时针方向逐渐转向台风眼的西侧,台风环流的螺旋度迅速加大,原先较松散的结构变得密实,台风眼壁逐渐组织得更好,17时一个清晰的台风眼形成,眼区比11时前明显缩小,同时,由于高层卷云辐散的缘故,台风水平尺度也发展到最大(见图3c)。此时台风强度达到最强。

从水汽云图上分析,7日中午以前,台风在西进过程中,由于大陆高压的干空气从西侧侵入到台风环流内部(见图4a),因此其结构比较松散,强度发展受到限制,7日下午起,随着对流的持续爆发,台风云系范围不断扩大,其环流内部的干空气逐渐消散,20时前后其南侧的水汽输送带向南发展与南海的西南季风接上,其北侧的水汽输送带也达到了鼎盛时期(见图4b),此时,“海葵”螺旋结构发展得最好,强度最强。

5.2 影响台风“海葵”强度的环境条件分析

5.2.1 弱的环境风垂直切变

观测和诊断分析表明^[4,7-9],较小的环境风垂直切变,有利于热带气旋的维持和发展,是热带气旋加强的有利因素。Wong等^[10]数值模拟试验证实,当环境风垂直切变小至2 m/s时,对热带气旋强度发展的抑制作用明显减弱。赵滨^[11]的研究发现:高层(200~500 hPa)垂直风切变较低层(500~850 hPa)垂直风切变对热带气旋强度变化的影响更为明显,

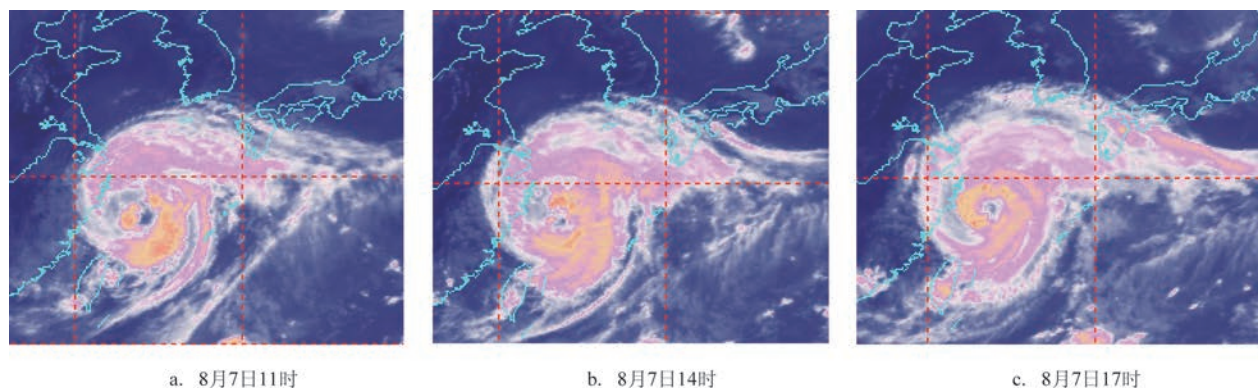


图3 FY2E 红外云图

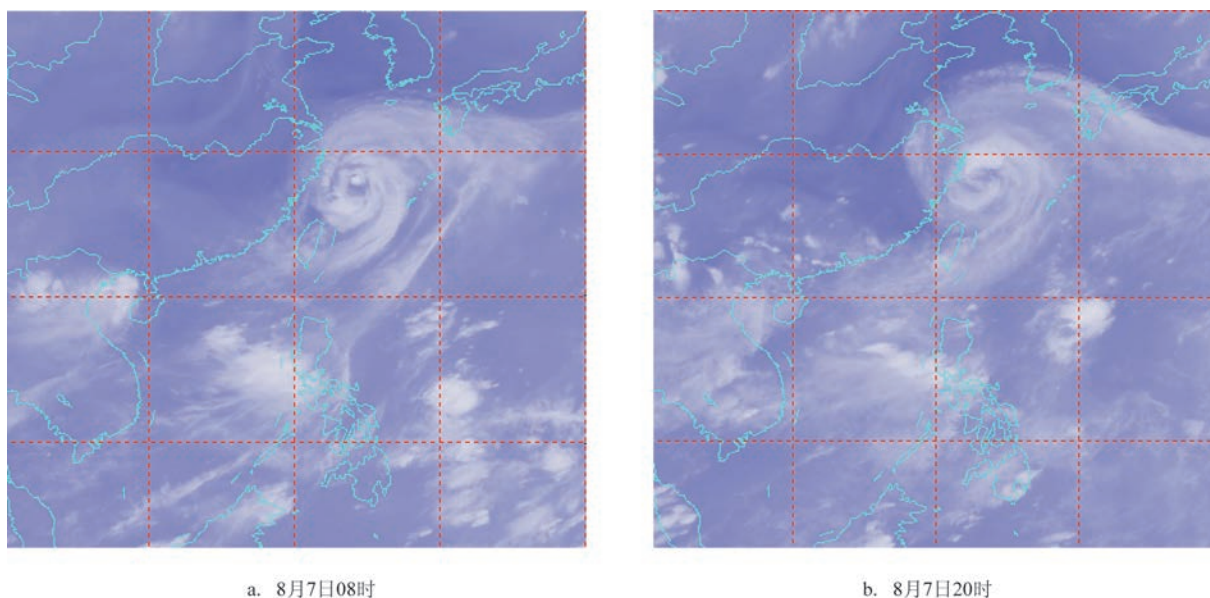


图4 FY2E 水汽云图

切变越弱越利于热带气旋强度的加强。

图5分别为8月5日08时、6日08时和7日08时沿台风中心的 uv 分量纬向剖面图,可以看到,上述3个时次台风中心及其东西两侧附近的 v 分量随高度几乎均呈直线分布,其高低空垂直切变为零,但 u 分量随高度变化有显著差异。5日08时(见图5a),在台风中心东侧高层500~300 hPa之间有一大于6 m/s的 u 分量中心,从该风速中心往上至200 hPa和往下至850 hPa各有3条呈东西向的 u 分量等值线(图中等值线间隔2 m/s),说明此时台风中心东侧附近高层(200~500 hPa)和低层(500~850 hPa)的垂直切变均在4 m/s左右。而台风中心往西到东经127°E之间的200~850 hPa高度范围内 u 分量等值线比较

稀疏,高层(200~500 hPa)和低层(500~850 hPa)的垂直切变基本小于2 m/s,这样的环境风垂直切变对“海葵”的发展加强是比较有利的,从5日08—17时“海葵”9 h中心气压下降了10 hPa(见图1)。

6日08时(见图5b),在台风中心西侧附近(自台风中心至东经123°E之间)的200~850 hPa高度范围内 u 分量等值线仍旧比较稀疏,其高低层垂直切变同5日08时接近。在台风中心至129°E之间的中高层依然有一 u 分量中心,中心风速大于8 m/s,高度较5日08时有所下降。从该风速中心往上至200 hPa和往下至850 hPa均有密集的东西向的 u 分量等值线,说明此时台风中心及其东侧附近高层和低层的垂直切变有了明显增大,高层(200~500 hPa)和

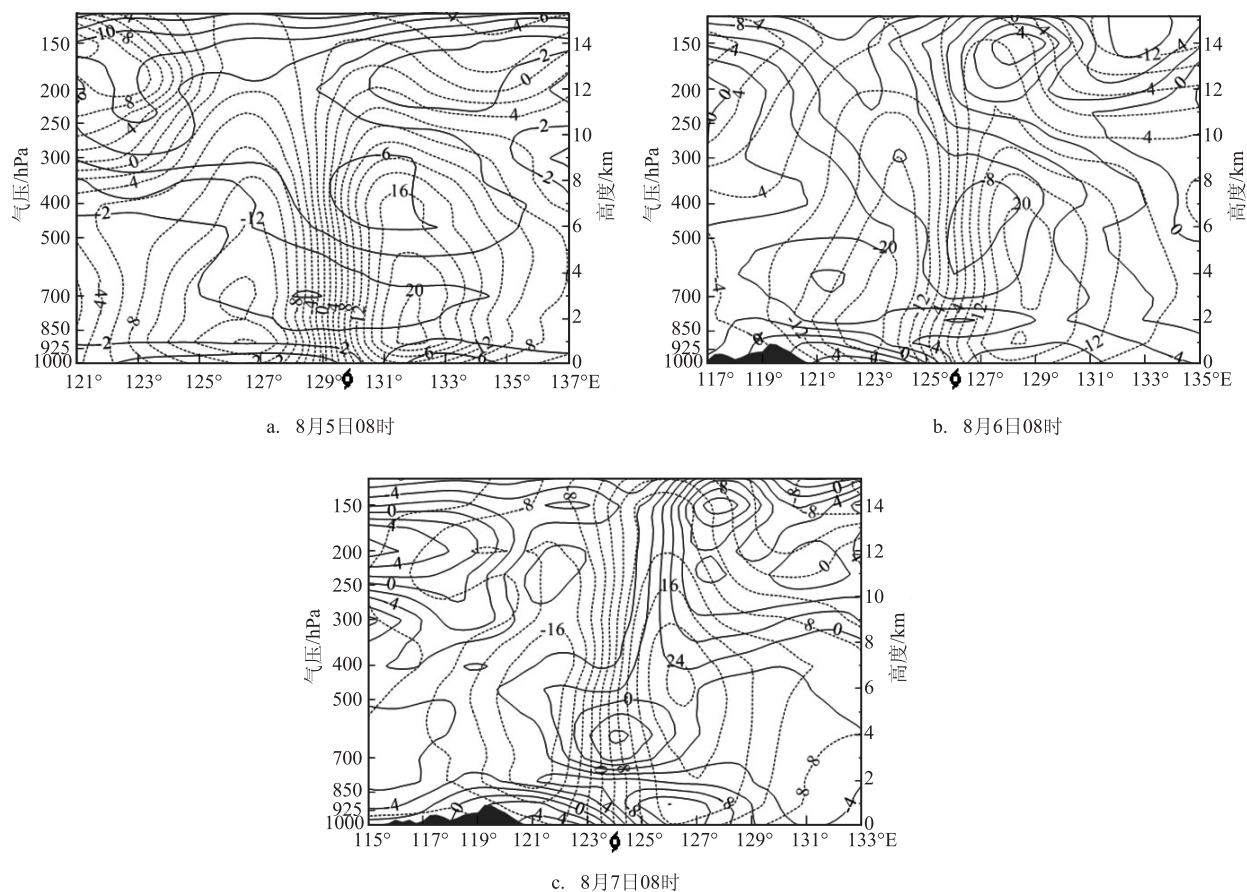


图5 沿台风中心纬向 u (实线) v (虚线)分量垂直剖面(单位:m/s)

低层(500~850 hPa)的垂直切变分别约在8~10 m/s和4~6 m/s左右,在这种情况下,“海葵”的强度发展受到了抑制,从6日08—17时“海葵”9 h中心气压仅下降了5 hPa(见图1)。

7日08时(见图5c),台风中心西侧附近(自台风中心至东经122°E之间)的高层垂直切变依然与前两天接近。而台风中心及其东侧附近上空高层的 u 分量等值线则从6日的东西向转为垂直方向,其垂直高度从500 hPa向上伸展到150 hPa附近,此时高层的垂直切变接近为0。另外,在台风中心上方的 u 分量风速中心高度进一步下降到500~700 hPa之间,并且在该高度范围内台风中心附近等风速线沿着 u 分量中心呈近似对称分布,说明台风中心附近的中层(500~700 hPa)垂直切变也接近于0。中高层垂直切变的大幅减小为“海葵”强烈发展创造了条件,从7日08—17时“海葵”9 h中心气压下降了20 hPa(见图1),达到其整个生命史中的最强强度。

5.2.2 强烈的低层辐合和高层辐散

低层辐合和高层辐散是热带气旋发生、发展必不可少的动力条件。在热带气旋区内,低层的辐合促使暖湿空气上升、对流云发展,暖心结构形成;而高层的辐散又促使低层的气压进一步降低,低层辐合上升和积云对流进一步加强。如此循环,热带气旋就得到不断的发展加强。

8月5日08时200 hPa图上(见图6a),由于“海葵”北部上空高压的存在,使得“海葵”向北流出通道受到明显抑制。到了6日08时(见图6b),该高压受到西风槽的影响,明显减弱南掉,“海葵”进入了东西两高之间的通道中,其东侧附近向北流出通道得以改善。至7日08时进入近海后(见图6c),随着“海葵”北侧西风槽的进一步东移,其上空向北流出通道得以充分打开,为其迅速发展提供了十分有利的条件。

从对应时刻沿台风中心的纬向散度和垂直速

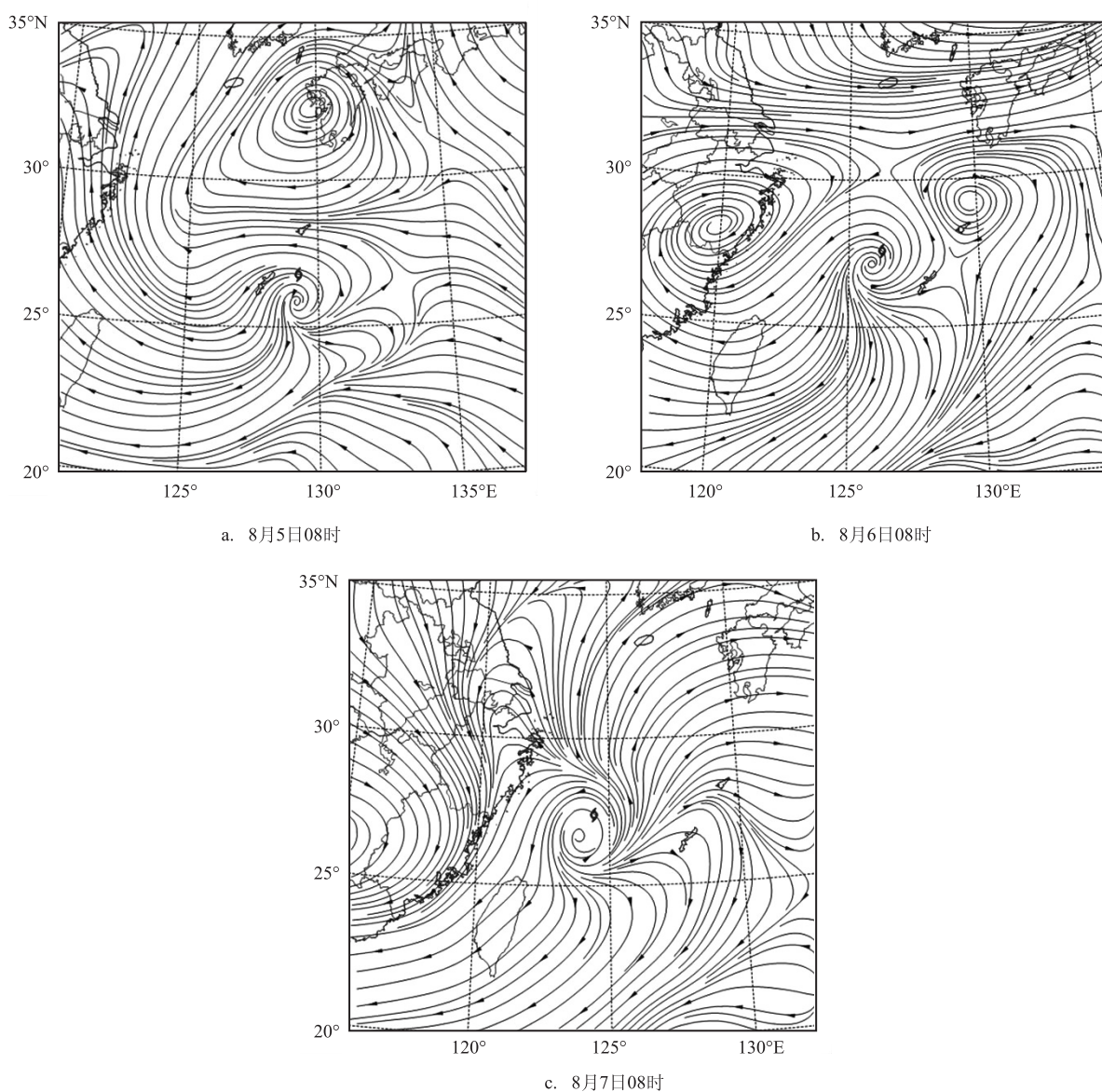


图6 200 hPa 流线

度剖面图分析,5日08时(见图7a),在台风中心西侧附近高空300 hPa以上,150 hPa以下,有一中心值为 $15 \times 10^{-6}/s$ 的高空辐散中心,对应的地面辐合中心为 $20 \times 10^{-6}/s$,此时,台风上空垂直速度中心值仅为 4×10^{-3} hPa/s,高度较低,位于对流层中下层,上升气流仅限于200 hPa以下。到了6日08时(见图7b),高空的辐散中心东移至台风中心上空,高度抬高至200~150 hPa之间,高空辐散值和地面的辐合中心值均加大到了 $40 \times 10^{-6}/s$ 左右,对应的台风上空垂直速度中心值增加到了 7×10^{-3} hPa/s,高度抬高至对流层中层,上升气流一直伸展到150 hPa以上,说明此

时台风较5日有了明显的加强。7日08时(见图7c),高层辐散中心进一步东移,中心值增加到 $50 \times 10^{-6}/s$,高度继续抬高至150 hPa附近,地面的辐合中心值和对流层中层的垂直速度中心分别增加到了 $50 \times 10^{-6}/s$ 和 11×10^{-3} hPa/s,上升气流则一直伸展到100 hPa以上。

可见,自8月5日至7日高层辐散和低层辐合以及垂直上升速度均有一个明显的加强过程,强烈的高层辐散和低层辐合大大促进了低层的上升运动,使得“海葵”台风在7日得以强烈发展。

5.2.3 水气的输送

持续充足的水汽供应是热带气旋维持和发展

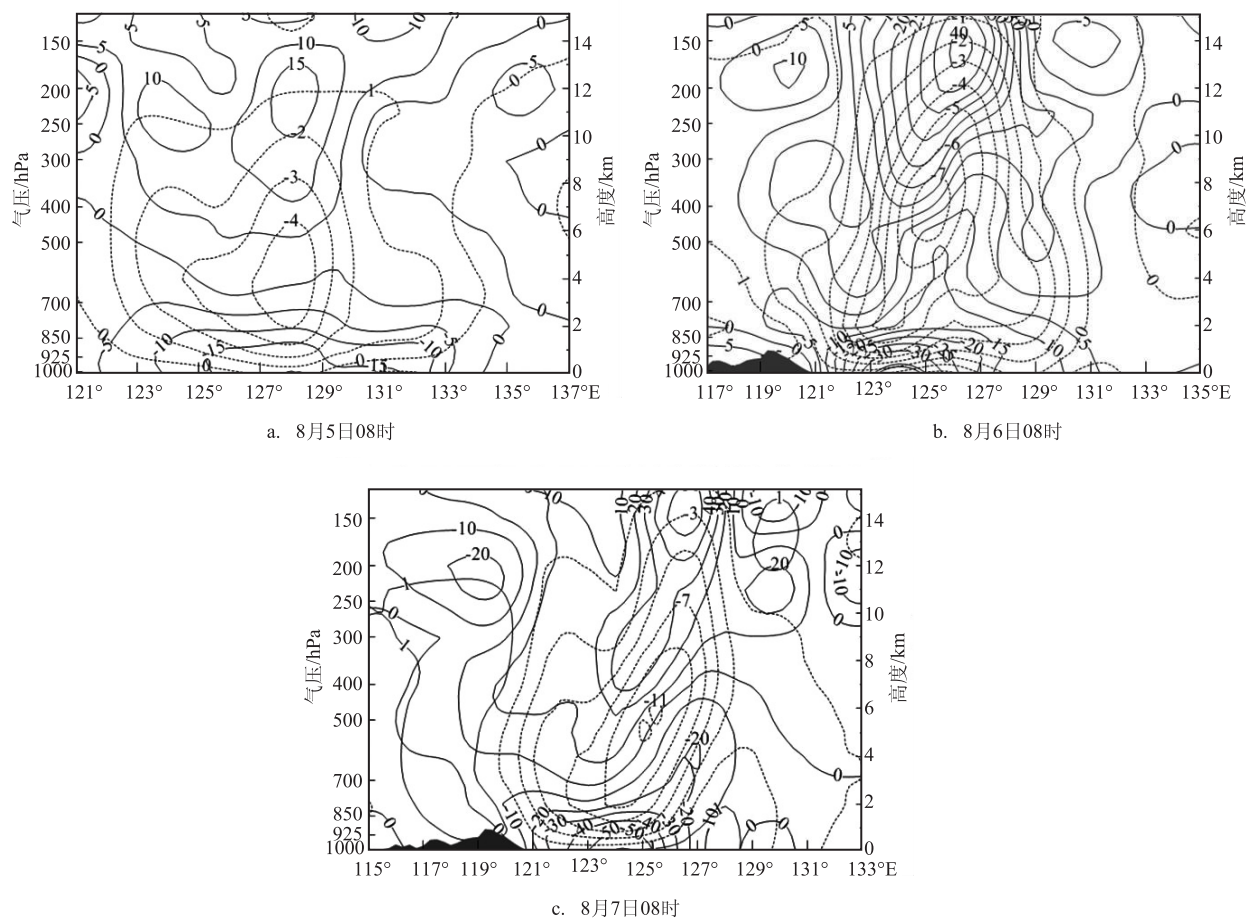


图7 沿台风中心纬向散度(实线,单位: $10^{-6}/s$)和垂直速度(虚线,单位: 10^{-3} hPa/s)垂直剖面
(图a和图b等值线间隔:散度为5,垂直速度为1,图c等值线间隔:散度为10,垂直速度为2)

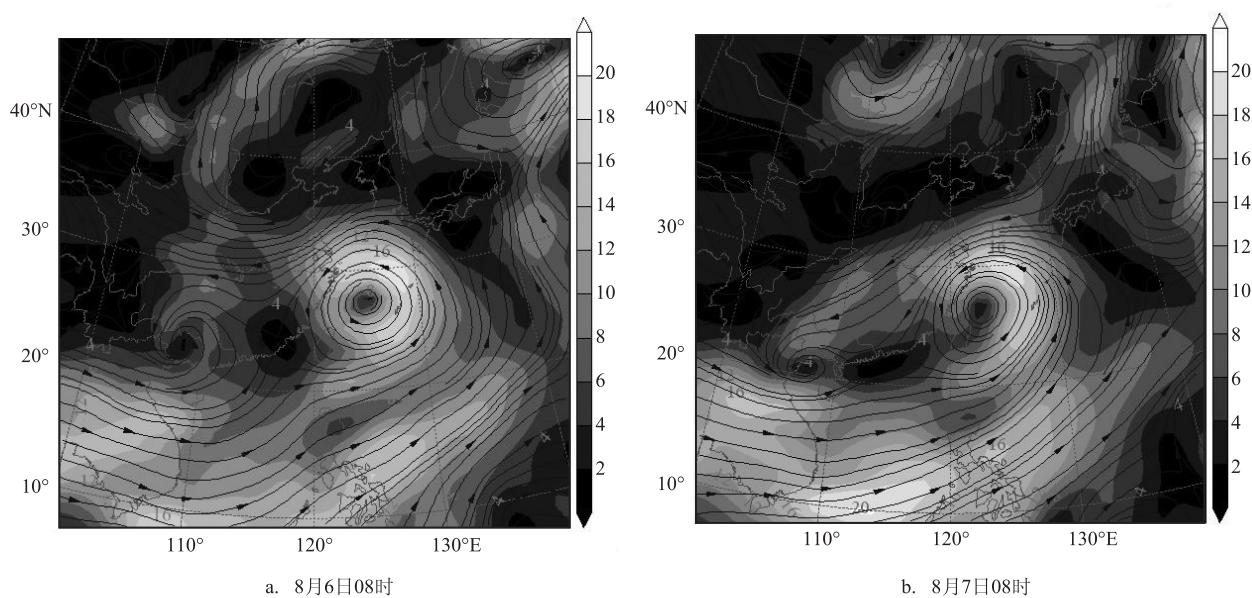


图8 850 hPa流线和风速(图中阴影部分,单位: m/s)

的一个重要条件,水汽输送通过上升运动在热带气旋的上空释放潜热,从而为热带气旋的发展提供能量。李英等^[12]、黄滢等^[13]和邓文君等^[8]、袁方超等^[14]等分别对登陆和近海加强热带气旋的研究发现,台风环流的水汽输入是热带气旋能够在陆地上长时间维持和近海加强的一个重要原因。

8月6日08时,由于对流层低层南海东北部是一高压脊,导致来自低纬的西南季风到达南海北部时位置相对偏南,西南季风只能经过菲律宾东部转向“海葵”东侧向其输送水汽(见图8a),而且水汽输送弱,较大的水汽辐合区集中在“海葵”中心的北

侧,这是由于大陆暖高底部的东风急流和副高西侧的东南急流辐合的结果,而“海葵”中心的南侧则是一块水汽辐散区,将台风环流与其南侧西南季风的水汽辐合区分隔开(见图9a)。7日随着大陆暖高的东移和西太平洋副高的西伸加强,东南气流得到加强,“海葵”中心北侧的水汽辐合较6日有了明显增强,7日8时中心辐合值达到了 $-4 \times 10^6 (\text{kg} \cdot \text{hPa}) / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$,而“海葵”中心的南侧仍旧是一块水汽辐散区,强度和范围大小与6日08时接近(见图9b)。可见,来自“海葵”北侧的东风和东南急流为“海葵”的水汽输送起到了关键作用。

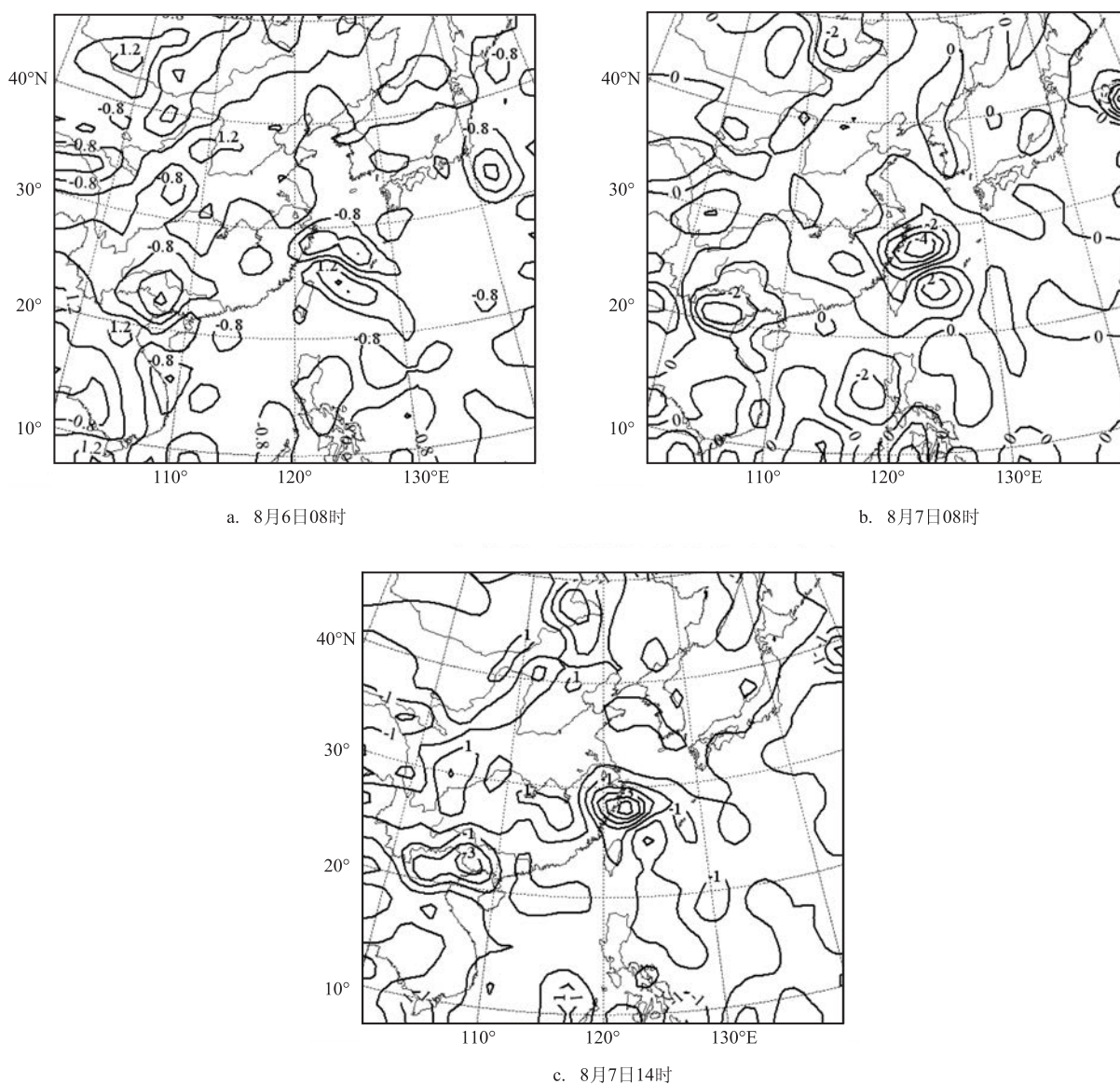


图9 850 hPa水汽通量散度(单位: $10^6 (\text{kg} \cdot \text{hPa}) / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$)

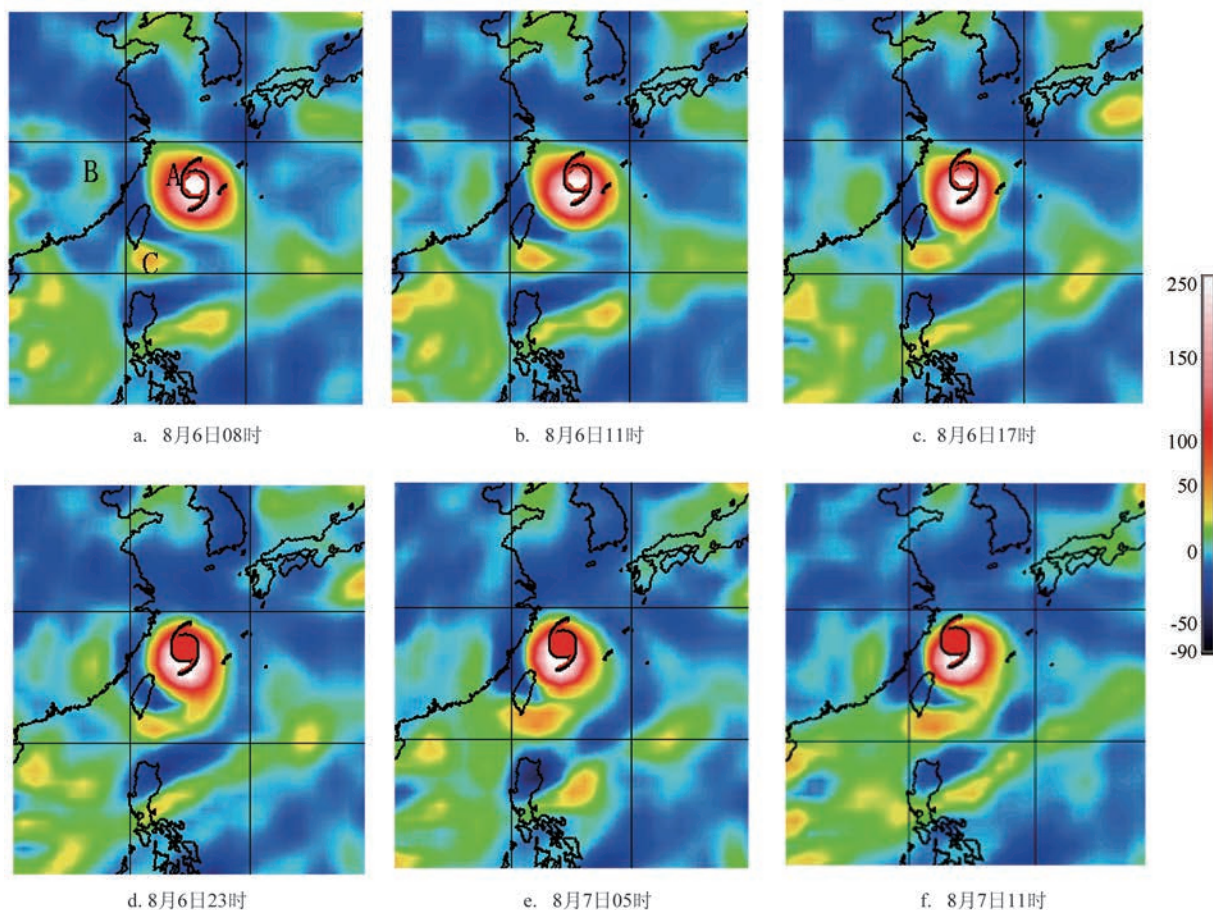


图10 850 hPa相对涡度(单位: $10^{-6}/s$)

与此同时,7日起南海东北部高压脊开始减弱,低纬西南季风增强,加上“苏拉”低压残体减弱(见图8b),为西南季风向“海葵”提供水汽输送创造了有利条件。表现在水汽通量散度场上,7日14时“海葵”中心南侧的水汽辐散区范围大大减小,强度减弱,并且“海葵”与其南侧西南季风的水汽辐合区打通,西南季风的水汽供应得以增强(见图9c)。正是得益于东风(东南风)急流的大量水汽输入和西南季风水汽输入的改善,“海葵”7日下午强度迅速增强。

5.2.4 低层正涡度的输入

热带气旋是环绕中心快速旋转的涡旋系统,系统的旋转程度又可用涡度来表示,当快速旋转时,涡度的值也大,热带气旋的强度也大;当旋转较慢时,涡度的值也小,热带气旋的强度也小,在一定程度上,涡度的变化可以反映强度的变化^[2]。

图10是6日08时—7日11时“海葵”台风的850 hPa相对涡度分布图。从图中可以看到,6日08时“海

葵”中心环流对应着一个大的正涡度区A,在A的西侧和南侧不远处分别有一个范围较小,强度较弱的正涡度B和C,11时起正涡度C逐渐向A靠近,同时,B和C的强度和范围均在增大,17时,A和C已连接在一起,表明有正涡度输入到“海葵”环流中,此时,“海葵”从强热带风暴发展到台风。23时,正涡度B和C连接并一起与A连接,7日05时,正涡度C明显强度加强,范围扩大,而且A、B和C一起与其西南侧的大片正涡度区相连接,但由于A和C的主体连接不好,此时“海葵”强度保持不变;7日11时,A和C主体完全连接在一起,此时,正是“海葵”强度迅速加强的时间,可见低层正涡度的输入是“海葵”近海强度迅速增强的一个重要原因。

6 结论

(1)“海葵”近海移向突变、强度迅速增强是它

的一大显著特点;

(2)大陆暖高东移过程中脊线的转变,西太平洋副高西伸加强北抬,并与大陆暖高合并是促使“海葵”近海移向突变、移速加快的关键因素;

(3)适宜的海温条件、弱的环境风垂直切变、强烈的低层辐合和高层辐散、水汽输送的加强、低层正涡度的输入是其得以近海爆发性增强的主要原因;

(4)台风爆发性增强时,卫星云图上表现为:台风环流螺旋度迅速加大,结构密实,有完整清晰的台风眼形成,眼区范围缩小,南北两条水汽输送通道建立,水汽输入云带发展强烈,以及台风水平尺度发展到最大等特征。

参考文献:

- [1]许映龙. 超强台风鲇鱼路径北翘预报分析[J]. 气象, 2011, 37(7): 821-826.
- [2]钱传海, 端义宏, 麻素红, 等. 我国台风业务现状及其关键技术[J]. 气象科技进展, 2012, 2(5): 36-43.
- [3]陈联寿, 孟智勇. 我国热带气旋研究十年进展[J]. 大气科学, 2001, 25(3): 420-431.
- [4]高拴柱, 吕心艳, 王海平, 等. 热带气旋莫兰蒂(1010)强度的观测研究和增强条件的诊断分析[J]. 气象, 2012, 38(7): 834-840.
- [5]端义宏, 余晖, 伍荣生. 热带气旋强度变化研究进展[J]. 气象学报, 2005, 63(5): 636-645.
- [6]胡姝, 孙立尹, 李英. 热带气旋结构和强度变化研究进展[J]. 气象与环境学报, 2014, 30(4): 91-98.
- [7]于玉斌, 陈联寿, 杨昌贤. 超强台风“桑美”(2006)近海急剧增强特征及机理分析[J]. 大气科学, 2008, 32(2): 405-416.
- [8]邓文君, 王蓉, 李茜希, 等. 1208号台风“韦森特”南海近海强度突增特征诊断分析[J]. 海洋预报, 2013, 30(5): 44-50.
- [9]刘家峻, 聂新旺, 梅娜, 等. 超强台风“威马逊”强度变化条件的诊断分析[J]. 海洋预报, 2016, 33(6): 51-56.
- [10]Wong M L M, Chan J C L. Tropical cyclone intensity in vertical wind shear[J]. Journal of the Atmospheric Sciences, 2004, 61(15): 1859-1876.
- [11]赵滨. 环境流场垂直切变对热带气旋强度变化影响的初步分析[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2005.
- [12]李英, 陈联寿, 徐祥德. 水汽输送影响登陆热带气旋维持和降水的数值试验[J]. 大气科学, 2005, 29(1): 91-98.
- [13]黄滢, 彭俊龙, 郭亮. 长时间维持和迅速减弱的华南登陆热带气旋对比分析[J]. 海洋预报, 2013, 30(2): 68-74.
- [14]袁方超, 邓兆青, 陈德文. 1010号台风“莫兰蒂”近海强度突增诊断分析[J]. 海洋预报, 2012, 29(4): 35-41.

Study on the cause of the sudden change in the path and strength of typhoon “Haikui”

WANG Lei¹, XU Yue-ting¹, XU Zhe-yong², CHEN Mei-ting²

(1. Yinzhou Meteorological Office, Ningbo 315194 China; 2. Zhoushan Meteorological Office, Zhoushan 316021 China)

Abstract: Using the synoptic analysis and dynamic diagnosis method, combined with the satellite image, the reason of the sudden change in direction and explosive intensification of “Haikui” offshore Zhejiang is analyzed. It is found that the transformation of the continental warm high ridge line during the eastern shift, reinforcing of the western Pacific subtropical high and its merger with continental warm high, are the key factors resulting in the direction change and speed up of “Haikui”. When “Haikui” entered Zhejiang offshore sea, the weak environment vertical wind shear, strong low-level convergence and high-level divergence, strengthening of water vapor transmission by easterly jet and southwest airflow, lower level positive vorticity input, were the main reasons for its explosive intensification. During the time of “Haikui” explosive intensification, the satellite images showed that the helicity of typhoon circulation was rapidly increasing, and the typhoon structure was dense and full with a complete clear typhoon eye formation and narrowing of the eye area. The two water vapor transmission channels were established in the north and south, the inputting water vapor cloud bands developed strongly, and the horizontal scale of the typhoon reached its maximum range.

Key words: typhoon “Haikui”; the path; strength; sudden change; cause analysis