

李靚, 胡啸, 王小光, 等. 2016. 2014年8月西北太平洋和南海无TC生成之原因分析. 气象, 42(11): 1325-1334.

2014年8月西北太平洋和南海无TC 生成之原因分析^{*}

李 靚^{1,2} 胡 啸² 王小光² 康志明³

1 南京信息工程大学公共管理学院, 南京 210044

2 中国气象局公共气象服务中心, 北京 100081

3 国家气象中心, 北京 100081

提 要: 利用常规气象观测资料、NCEP/NCAR $1^\circ \times 1^\circ$ 的月平均再分析资料、NOAA 卫星观测的 OLR 资料和中国气象局台风年鉴资料, 对 2014 年 8 月西北太平洋和南海无 TC 生成的原因进行了诊断分析, 结果表明: 极地冷空气南侵, 造成 8 月上中旬副热带高压偏东偏南, 下旬冷空气减弱, 副热带高压偏西偏南, 致使副热带高压南侧偏东信风与赤道西风的汇合区位置异常偏南; 马斯克林高压偏弱, 导致索马里急流和东印度洋赤道气流也弱, 印度半岛中低层季风低压或季风槽极其不活跃。澳大利亚高压路径偏东或偏西和势力偏弱, 则南海南部赤道气流亦弱。8 月上中旬台风主要源地的海表温度明显偏低, 不能酿成低层高温高湿的大气; 月内西北太平洋和南海大气的对流活动很弱, 层结较稳定、风速垂直切变大, 均不利于 TC 发生发展。在南海到菲律宾以东洋面低层为弱的正涡度区和负散度区, 有辐合上升运动, 但垂直速度很小, 不能满足 TC 尺度的环流发生和发展; 南亚高压和副高南侧东风扰动造成对流层高层为弱上升区, 不能形成高空辐散机制, 不利于上升气流维持和加强。故此, 8 月在异常偏南的 ITCZ 中生成的 4 个热带扰动最终均未能发展成台风。

关键词: TC, 环流形势特征, 季风低压, OLR, ITCZ

中图分类号: P444

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2016.11.004

Cause Analysis on the Lack of Tropical Cyclone's Generation in the Northwest Pacific and South China Sea in August 2014

LI Liang^{1,2} HU Xiao² WANG Xiaoguang² KANG Zhiming³

1 School of Public Administration, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

2 Public Meteorological Service Centre, CMA, Beijing 100081

3 National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: Based on the conventional meteorological observation data, NCEP/NCAR $1^\circ \times 1^\circ$ monthly mean reanalysis data, the outgoing long-wave radiation (OLR) data observed by the NOAA satellite and the data from the Typhoon Yearbook of China Meteorological Administration, this paper analyzed the causes for the no generation of tropical cyclones (TCs) in the northwestern Pacific and South China Sea (SCS) in August 2014. The results show that the invading of the polar cold air led to the further eastward and southward movement of the subtropical high in northwestern Pacific during the first twenty days in August. In the last ten days the cold air became weaker, then the subtropical high moved westward and southward, driving the convergence zone between the easterly trade wind in the south side of the subtropical high and the equatorial westerly to be located abnormally further southward than normal. The weaker Mascarene high caused the Somali jet and the cross-equatorial flow over the eastern Indian Ocean to get weakened,

^{*} 国家自然科学基金面上项目(41575104)资助

2015年6月15日收稿; 2016年8月17日收修定稿

第一作者: 李靚, 主要从事短期天气预报技术研究. Email: 405924978@qq.com

and the low- and mid-level monsoon depression or monsoon trough over the Indian Peninsula to be extremely inactive. Additionally, along with the weaker Australian high and its position deviation, the cross-equatorial flow over the southern SCS became weaker too. The SST of the tropical cyclone genesis was much lower than normal during the first dekad of August, so the warm and moist air in the area with lower SST could not form. In addition, the weak convection in the northwestern Pacific and SCS, the stable atmosphere and large vertical wind shear were unfavorable for the generation and development of tropical cyclone. In the lower level over the ocean between SCS and the east of Philippines, there was positive vorticity and negative divergence, but the convergence was not strong enough for the formation or development of TC. The weak updraft at the high-level troposphere caused by the South Asia high and the easterly disturbance south to the subtropical high could not accomplish the upper-level divergence process, being difficult to support the maintenance and intensification of the upward flow. Hence, the four tropical disturbances in the abnormally southward ITCZ did not develop into tropical cyclones.

Key words: tropical cyclone (TC), circulation characteristics, monsoon depression, outgoing long-wave radiation (OLR), intertropical convergence zone (ITCZ)

引 言

夏秋季在热带海洋上经常产生一种强烈涡旋,通称热带气旋(TC,以下简称台风),对西北太平洋、南海和孟加拉湾影响最大,而西北太平洋又是全球台风发生频数最高海域。在亚洲我国是受台风袭击最多的国家,从海南岛到辽东半岛这个广阔沿海地区均在台风袭击范围之内;我国内陆的大部省(区、市)也都受到深入内陆的台风袭击。当台风移近大陆和登陆后,可带来狂风暴雨及风暴潮灾害,严重的可酿成巨灾。像近年强台风云娜、强热带风暴碧利斯、超强台风龙王和桑美等均造成人民生命财产巨大损失。如“桑美”给浙闽交界沿海地区带来毁灭性的破坏,大量进港避风的渔船损坏沉没,数百人罹难,是1996年以来登陆台风中因大风造成伤亡最惨重的一个台风,直接经济损失达196.58亿元。因此,探讨台风的基本特征,进而准确预报台风一直是大气科学中的重要课题。

近些年来,在台风研究和预报上取得了明显进展,对台风形成原因、演变过程、内部结构、强度变化、移动路径和数值模拟以及预报等方面都取得了不少有益成果。研究认为:对于台风的预报和预警,路径预报是基础,只有在路径预报准确条件下,人们才可能对强风暴雨和风暴潮发生的地点做出准确的判断,才能有效地采用趋利避害的措施,减少损失(伍荣生,2007)。强度是决定台风潜在灾害影响力的重要因子,而强度变化是台风研究中另一关键问

题。台风强度变化成果主要包括台风发生发展和最大强度;行星涡度梯度、环境均匀流、垂直切变以及台风外流与环境流的相互作用对台风强度的影响和物理机制(端义宏等,2005)。目前,我国已初步建成了以气象卫星、多普勒天气雷达、地面自动气象观测站为基础的对台风进行全方位监测的综合探测体系,促使我国台风数值预报模式和技术得到极大发展(许映龙等,2010;占瑞芬,2009;袁金南等,1997;周文友等,2012;智协飞等,2015;He et al,2015),大大提高了我国台风业务的预报能力。如2012年台风24 h平均路径预报误差首次低于100 km,2013年减小到82 km(张玲等,2014)。但台风研究领域还存在许多尚待探讨的问题,像路径异常、强度突变的台风预报问题;近几年气象界热烈争论的在全球变暖的背景下,台风活动将会出现怎样变化的问题;很早就受到气象学者高度关注的台风生成问题。由于海洋观测资料稀少,该问题成为TC研究领域中最为困难和最具挑战性的课题。多年来,气象学者对台风发生发展的条件进行了许多研究,得到不少关于台风发生发展的环境条件和判据,主要研究针对环境场特征、大尺度天气过程和卫星云图分析等方面(Kasahara,1954;Yanai,1961;范惠君等,1974;曹晓岗等,2012;李崇银,1983;刘裕禄等,2009)。虽然台风发生发展的理论目前尚不成熟,但在台风发生的条件中,其中有四个大家看法是一致的,这些条件是:在低空原先要有一个扰动存在;暖的洋面;生成位置在 5° 以外;在整个对流层风速垂直切变要小(陈联寿等,1979)。近些年来,随着探测手段和数值

模拟条件的改善和提高,气象学者从不同的时空尺度上对台风生成机理做了大量探索,已取得了许多重要的成果。张庆红等(2008)详细综述了近 50 年来国内外 TC 生成的气候背景场、扰动源、触发机制和西北太平洋 TC 生成特点以及我国 TC 生成研究现状。张文龙等(2013)对 TC 生成的环境条件、大尺度扰动源、重要物理机制和 TC 生成期的定义等方面,较系统总结了国内外关于 TC 生成相关研究的主要进展,特别是近年来关于 TC 生成过程中多尺度相互作用的研究新成果。他们均提出当前 TC 生成中亟需研究的一些科学问题,认为研究台风的生成规律具有重要意义,也是近年气象学研究的热点之一,并指出台风生成的不少条件至今尚未有完全一致的看法,因此,台风的生成问题仍需进一步探讨。

2014 年 8 月在西北太平洋和南海没有一个 TC 形成,开创了历史上 8 月无 TC 生成的先例。本文利用常规气象观测资料、NCEP/NCAR $1^\circ \times 1^\circ$ 的月平均再分析资料、NOAA 卫星观测的 OLR 资料和中国气象局台风年鉴资料,对 2014 年 8 月西北太平洋和南海无 TC 生成的原因进行了诊断分析,讨论中高纬环流形势演变对低纬环流、西太平洋副热带高压的影响,进而影响 TC 的形成;同时探讨季风环流、SST、OLR、越赤道气流等低纬天气系统和气象因子与 TC 形成的关系,揭示低纬海洋上无 TC 发生的天气学条件,为今后预报 TC 发生发展提供一些有参考价值的信息。

1 2014 年 8 月西北太平洋和南海台风活动概况

从 1951—2014 年逐月西北太平洋和南海台风生成及登陆我国频数图(图 1)可看出,64 年逐月中平均 7、8、9、10 月 4 个月 TC 发生频数较多,分别为 4.03、5.65、5.03 和 3.81 个,其他月份均在 2.8 个及以下,尤以 8 月 5.65 个为最多,表明盛夏 8 月是濒临我国低纬海洋上台风生成最多的月份。而在我国沿海登陆较多台风是在 7、8、9 月 3 个月,登陆个数分别是 1.88、1.89、1.77 个,在这 64 年中的 8 月只有 1983、2010、2014 年无台风登陆我国。由此可见,每年 8 月是低纬海洋上台风活动最为频繁,也是台风登陆我国、影响最为严重的月份。

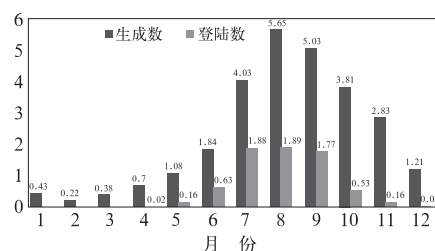


图 1 1951—2014 年逐月西北太平洋和南海台风生成及登陆我国频数

Fig. 1 The monthly frequency of TC's generation in the northwestern Pacific and South China Sea, and its landing in China during 1951—2014

但 2014 年 8 月却出现了异常情况,该年 7 月 29 日上午在菲律宾以东洋面上分别生成 1411 号超强台风夏浪和 1412 号强热带风暴娜基莉。此后,从 7 月 30 日至 9 月 6 日共 39 d 在西北太平洋和南海再也没有台风发生,开创了 8 月无台风形成的气象纪录。“夏浪”生成后西北行,于 8 月 10 日凌晨登陆日本四国高知县沿海,然后转向东北方向移去。“娜基莉”生成后偏北移,并在近海转向,减弱为热带低压。1413 号超强台风吉纳维芙是 8 月 7 日从东北太平洋移进西北太平洋后西北移,于 12 日早上在日本国以东洋面变成热低压。值得一提的是 8 月 28 日上午在北部湾海面上生成一热带低压,中心最大风力有 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,仅 4 h 后就在越南海防市和太平市交界沿海登陆。这 4 个 TC 8 月在西北太平洋或南海短暂活动过,但就其生成而言,“夏浪”和“娜基莉”均生成于 7 月,“吉纳维芙”是源于东太平洋,北部湾生成的是热带低压。由此,2014 年 8 月西北太平洋和南海没有一个中心风力达到 8 级的热带风暴形成,故也没有 TC 在我国沿海登陆。

2 2014 年 8 月低纬海洋上无 TC 生成的原因分析

2.1 中高纬环流形势变化对副高的影响

从 2014 年 8 月北半球 500 hPa 月平均位势高度(图 2a)及距平图(图 2b)上可看到,8 月北半球 500 hPa 极涡一分为二,两个中心分别位于西伯利亚以北的喀拉海和加拿大北部的斯沃德鲁普群岛,尤以亚洲西北部沿岸的极涡强盛,有一 12 dagpm 距

平中心与之对应,加拿大北部的极涡较弱。在乌拉尔山到西西伯利亚平原为一高压脊区,对应 4 dagpm 距平区,表明此高压脊较强。从亚洲西北部强极涡中不断有冷空气沿脊前南下侵入我国。致使西北太平洋副热带高压(以下简称副高)脊线位于

25°N、西脊点在 120°E 附近,较之多(9 个)台风生成的 2004 年 8 月副高脊线在 31°N,西脊点在 135°E,位置明显偏南 6 个纬度、偏西 15 个经度,且日本国东南部的副高持续偏强,配合有中心 >3 dagpm 正距平区;带状副高的南界在 12°N 附近。

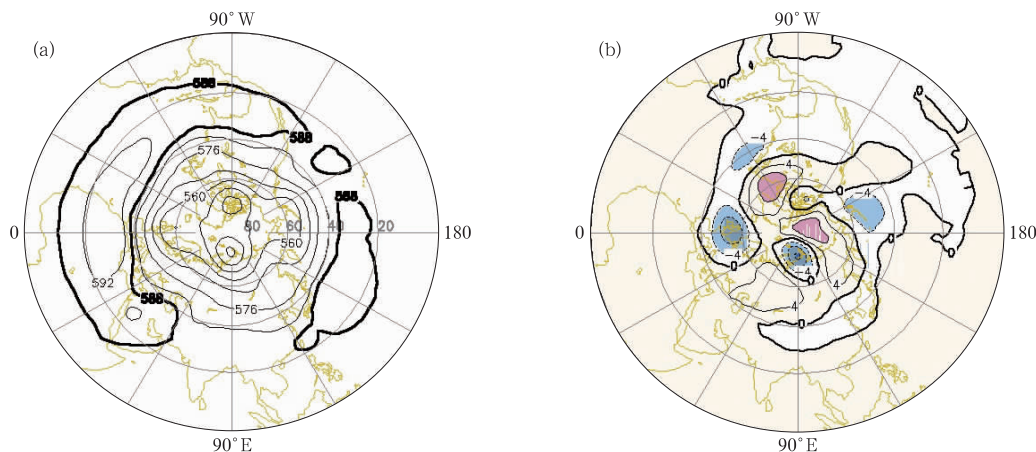


图 2 2014 年 8 月北半球 500 hPa 月平均位势高度(a)及距平(b)(单位: dagpm)

Fig. 2 Monthly average geopotential height (a) and the anomaly (b) at 500 hPa over the Northern Hemisphere in August 2014 (unit: dagpm)

月内西风带环流和天气系统对副高的影响具体可分成 1—5 日、6—10 日、11—17 日和 18—31 日共 4 个时段:1—5 日,在 500 hPa 上欧亚中高纬度为一脊一槽经向环流型,贝加尔湖到我国东北地区较强冷涡中的强冷空气南下及与从东海、黄海转向的“娜基莉”均阻止副高西伸加强,两环块状副高在日本国以东洋面上空。6—10 日,欧亚中高纬环流调整为两槽两脊经向型,巴尔喀什湖附近新建一长波槽,此槽东移向南加深,促使上述冷涡减弱成低槽并向北收缩,槽后的正变高并进副高中,副高短暂西伸加强,但低槽中冷空气和“夏浪”环流的作用,副高又东退到日本国以东洋面上。11 日后,低槽明显减弱东移,槽后高压脊中的正变高并到副高中,副高从日本国东部于 15 日伸至中南半岛东部达最西。此后,巴尔喀什湖附近又有一低槽发展,导致上述减弱的低槽重新发展,槽中冷空气使副高东退到东海以东洋面上。18—31 日,欧亚中高纬环流变成纬向型,副高一直西伸到我国西南地区东部,脊线位于 25°N 附近、南界在 14°N,位置明显偏南。综述,17 日前副高主体在日本国以东洋面上空,有西伸加强的短时变化;18—20 日其位于菲律宾以东洋面,20 日以后副高主体分布在我国江南、华南、南海及以东洋

面,但位置明显偏南偏西、强度偏强。月内副高活动状况与多台风的 2004 年 8 月以及申松林等(2010)研究西北太平洋台风频数年际和年代际异常多的副高位置偏北偏东、强度偏弱结果相反,则不利于西北太平洋和南海的 TC 发生发展。

台风的发生频数和发展强弱、发展方式等都与副高活动有关。在副高脊线以南流行偏东信风,在西太平洋上这支气流强而多变,其东西进退和南北扩展对台风发生发展有重要影响。这种影响是通过 ITCZ 变化来体现的。ITCZ 是南北两半球信风气流形成的辐合区,它可分为多台风发生(2004 年)的季风槽和少台风的信风槽不同特征两类。季风槽是西南季风与偏东信风之间的辐合区,主要出现在南亚、东南亚和西太平洋,是西太平洋和南海大多数台风的发源地。2004 年 8 月北半球季风槽显著北进和发展,它穿过阿拉伯半岛南部、经南亚北部、南海北部到西太平洋,呈西北—东南走向,在印度半岛最北。位于 15°~22°N、120°~150°E 菲律宾以东的季风槽最为活跃,由于南北半球气流的强烈相互作用,在季风槽区水平切变大的地方出现一些气旋性涡旋环流,相应有大面积云团,在卫星云图上常有一条东西向的稠密云带,台风最易从辐合区云带北缘的热

带扰动发展而成,并且常有几个扰动同时或相继发展成台风,9 个台风就发生在这里。然而,2014 年 8 月上中旬,因副高主体偏东偏强,在太平洋中东部是由来自两半球的东北和东南信风组成的信风槽,这是一种不活跃的辐合区,其中发生的台风很少。由于在西太平洋地区中低层的副高南侧盛行一支东北信风,而西南季风较弱,只限于中南半岛一带,它与副高南侧的东风辐合区位于南海,辐合区即弱又偏西,没有台风产生;而在菲律宾以东地区赤道附近为一支来自西半球的弱信风气流(东北和东南风)间的汇合线(图 3),辐合区中云系面积很小,分布散乱,它们的卷云砧在高空东风影响下向西或西南方扩展。陈联寿等(1979)指出此类型台风多由东风波或高空冷涡发展而成。而此间中低层无东风波和高层无高空冷涡活动,故此也没有 TC 发生。8 月下旬,因强大副高位置偏西、偏南,阻挡了弱的热带季风向东、向北涌进,赤道西风与副高南侧偏东风只在南海至菲律宾东南部洋面上 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$ 之间建立一季风槽,这与多台风季风槽的东端伸至 155°E 以东相差甚远;说明此季风槽水平尺度很小,且槽区位置南、范围狭窄、东西两支流气流弱、水平切变小,不利于 TC 产生。而在 27 日副高西南侧和南亚的偏南气流加强,促使南海西南部海面上新生一热带云团,并移进北部湾,强度有所加强,因时空条件受限,仅几个小时,该云团消亡。促成 2014 年 8 月西北太平洋和南海无 TC 发生。

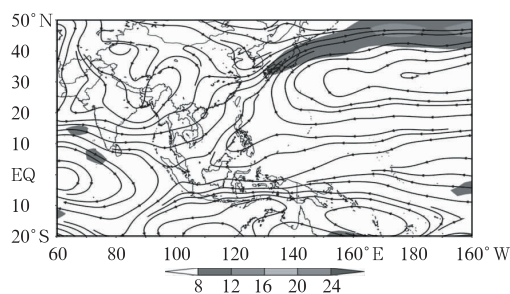


图 3 2014 年 8 月 700 hPa 流线图

Fig. 3 Monthly averaged stream line diagram at 700 hPa in August 2014

相比之下,季风槽是由西南季风与偏东风形成,槽中风速甚小,但有明显的气旋性切变,辐合区中有许多大范围的云系和云团。其中一些具有螺旋结构,热带扰动活跃,多台风生成。信风槽由东北信风和东南信风形成,主要表现为一条气流辐合渐近线,气旋性切变不明显,槽中云系比较稀疏,信风逆

温抑制对流云发展,热带扰动不活跃,台风发生甚少或无台风发生。

2.2 西南季风对热带气旋形成的影响

每年 7—9 月西北太平洋和南海台风发生最多,这与该地区季风槽活跃密切相关。常年 8 月季风槽位于喜马拉雅山南面,槽西东端在巴基斯坦和孟加拉湾北部,季风低压大多向西或西北方向移动。槽南端的西南低空急流分裂后,北支从副高西侧进入我国大陆;南支沿季风小槽进入南海,与副高南侧的偏东风形成 ITCZ,槽中云系发展形成台风。而 2014 年 8 月印度次大陆中低层季风槽极其不活跃。1—10 日,在 500 hPa 上季风低压环流位于印度半岛中部到巴基斯坦南部一带,于 3 日在喜马拉雅山南部建立一 584 dagpm 闭合环流中心,4 日环流中心有所加强。此后,中心环流减弱消失,而低压中心西移至印度西北部,其南侧的西风沿副高西侧向东北方推进到我国长江流域一带,南海到菲律宾以东洋面被西进副高南侧的偏东风所占据,不能建立 ITCZ,故无台风发生。11—20 日,500 hPa 上季风槽消失后,在 700 和 850 hPa 上印度半岛仍然存在季风槽,低槽中心在喜马拉雅山南部,槽前的西南气流和偏西气流同我国长江中下游地区北部的东风形成的切变辐合区在江南、华南一带。11—13 日,南海南部越赤道气流在 $115^{\circ}\sim 125^{\circ}\text{E}$ 向北推进,但强度较弱,与南落副高南侧的偏东风之间在菲律宾以东洋面上形成一扰动,该扰动在西移中由于无强西南气流的热量和动量向扰动中输送,其在 16—17 日穿过菲律宾时减弱消失,未能形成风暴。20 日以后,副高西伸控制南海和西北太平洋,其南界在 10°N 附近;印度半岛和阿拉伯海一带季风变化不大,并 21 日在 500 hPa 上该地区建立一闭合环流季风槽,于 25 日原地减弱消失。值得一提的是,20 日开始,南海南部越赤道气流有一次明显加强过程,850 hPa 上西南风速为 $6\sim 8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,与位置偏西偏南副高南侧的偏东风之间在南海到菲律宾东南部建立一弱 ITCZ,在辐合区中先后生成 3 个热带扰动,只有 28 日上午北部湾的热带低压中心风力达 $16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,未形成风暴,另两个热带扰动都在西行中减弱消失。

南亚夏季西南季风活动与索马里低空急流和源于澳大利亚高压的越赤道气流有密切关系。从 700 hPa 沿赤道经向风距平时间剖面图(图 4)显示,

索马里急流大约在 $40^{\circ}\sim 65^{\circ}\text{E}$ 附近,东印度洋越赤道气流在 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{E}$ 附近,南海南部越赤道气流在 $100^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 附近越过赤道。由于 2014 年 8 月位于 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{S}$ 、 $40^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{E}$ 马斯克林高压较常年同期偏弱,500 hPa 上对应有一 $-6\sim -2$ dagpm 负距平区,与其关联的索马里急流因此也不太强盛,正距平达 $2\sim 4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,但基本上没有向东传送现象。东印度洋越赤道气流也很弱,对应的是 $-8\sim -2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的负距平;南海南部出现了 3 次越赤道气流,有 $1\sim 4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 正距平与之相伴,表明这支气流也很弱。主要是与之相关的澳大利亚高压虽较常年强度偏强,500 hPa 上相应的正距平中心达 12 dagpm,但是冷高压的分裂高压北移路径偏东或偏西(图 5),且强度也偏弱,导致南海南部越赤道气流弱。越赤

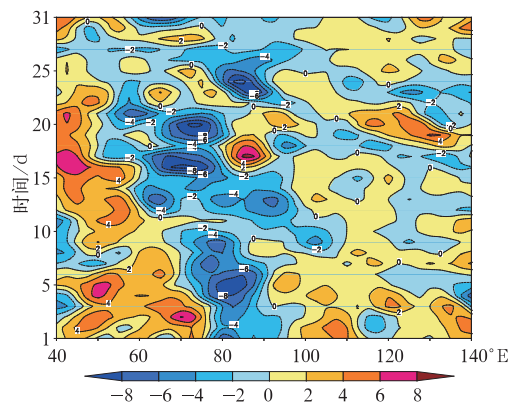


图 4 2014 年 8 月 700 hPa 沿赤道经向风距平时间剖面(单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Fig. 4 Time section chart of the equatorial meridional wind anomaly at 700 hPa in August 2014 (unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

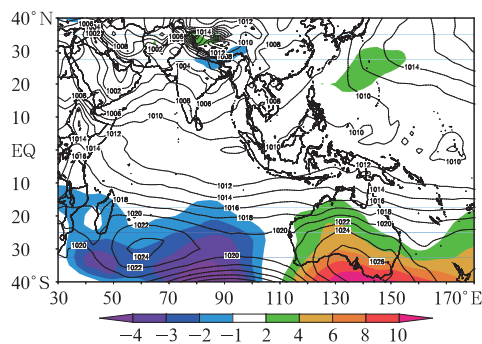


图 5 2014 年 8 月海平面气压和距平场(单位: hPa)

Fig. 5 Monthly average sea level pressure and the anomaly in August 2014 (unit: hPa)

道气流是 TC 生成的一种扰动源,是一种触发机制。其加强可引起季风槽南侧的西风加强东伸,使槽中辐合上升气流增强而导致台风发生。2014 年 8 月南亚西南季风异常不活跃,不能与偏东信风建立明显 ITCZ,致使西太平洋和南海基本上无热带扰动或低压生成而发展为台风。

2.3 海温对热带气旋发生的影响

Palmen(1948)指出,在广阔的热带洋面上较高的海水温度是台风形成的一个必要条件,分析北太平洋平均海温与台风发生频率的关系可知,台风几乎都发生在 $>26.6^{\circ}\text{C}$ 的高温海区。这种海面主要是能造成低层有高温、高湿的大气,在热带洋面上对流层低层的温度和水汽含量决定海面海水的温度;海水温度愈高,通过海气交换过程使低层空气温度愈高,湿度增大也愈显著。这种低层高温、高湿的空气是位势不稳定的。低空的温度沿湿绝热线上升至十几千米高度始终都比四周空气要暖,这样才能维持台风的暖心结构和垂直环流。

近些年观测和实践表明,当海面温度 $\text{SST}>26\sim 27^{\circ}\text{C}$ 才有台风发生的可能,当 $\text{SST}>29\sim 30^{\circ}\text{C}$,只要其他环流条件具备,该高温海区就非常有可能发生台风(喻世华等,1986)。2014 年 8 月 1—17 日,有 3 股较强冷空气南侵,造成西北太平洋和南海海面温度明显偏低。由海温距平图可知(图略),除中太平洋偏南洋面水温为正距平外,其他洋面水温均为负距平,最大月海温距平中心值 $<-1.2^{\circ}\text{C}$ 位于菲律宾以东洋面(图 6),表明 2014 年 8 月台风主要源地的海表温度比常年同期偏低。此间,南海大部、台湾到菲律宾中北部的以东洋面海水温度 $<29^{\circ}\text{C}$,并有部分 $<28^{\circ}\text{C}$ 的海域。依据于 $\text{SST}>29\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的海域很有可能发生台风,显然,台风主要源地的海温 $<29\sim 30^{\circ}\text{C}$,这种水温不够高的海面不能酿成低层高温高湿的大气,不利于 TC 的形成。18—31 日,副高主体分布在我国江南、华南、南海到日本国及其以东洋面上空,该区域海表水温有所回升;从 8 月 18—31 日海温距平图(图略)上可见,台湾以东到菲律宾以东洋面的正距平值为 $0.4\sim 0.8^{\circ}\text{C}$,升温较为明显。南海和西北太平洋大部海温在 $29\sim 30^{\circ}\text{C}$,满足台风形成的海温条件,但台风发生不是单个条件作用的结果,像副高位置明显偏南、偏西、热带季风不活跃及季风槽极弱等环流系统条件均不具备台风形成所需条件,从而也没有 TC 发生。

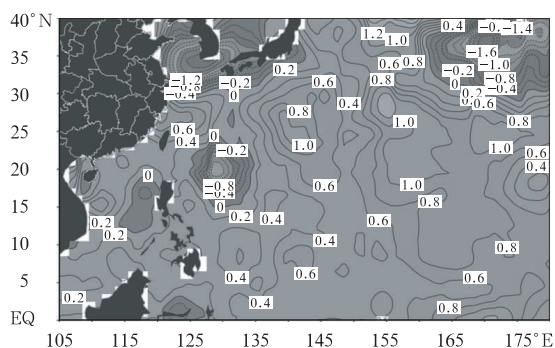


图 6 2014 年 8 月西北太平洋和南海海温距平(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 6 The sea surface temperature anomalies over the northwestern Pacific and South China Sea in August 2014 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

台风的形成最重要特征是在高层为暖心结构, 高层加热主要靠凝结潜热的释放, 是由对流云特别是积雨云造成, 要使积云对流发生需要有高的海温和大气层结不稳定的热力条件。OLR 是卫星探测

到的地气系统的外向长波辐射, 它能很好地反映热带大气中对流发展强度和大尺度垂直运动, 能揭示季风涌、热带辐合区和副高主体的变化。以 $250 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 所包围的区域作为西太副高区域(姚秀萍等, 2003)。从 2014 年 8 月 $110^{\circ} \sim 180^{\circ}\text{E}$ OLR 图(图 7a)上可看出, 这年 8 月西太副高主体平均位置在西太平洋 155°E 以东地区, 主体太偏东不利于台风形成。从对应的 OLR 月距平图(图 7b)上可知, 从南海直到西太平洋 OLR 月距平均为正值, 对应副高主体最大正距平值达 $30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, 说明日本国东南部洋面上的副高强度偏强。 155°E 以西洋面上 OLR 月距平正值大都在 $5 \sim 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, 表明南海和西太平洋上大气的对流活动很弱, 这不仅反映了西南季风和热带辐合区极其不活跃, 大气层结较为稳定; 同时也揭示了赤道东太平洋海温持续正距平(图 6), 海温的正异常会引起西太平洋纬向沃克环流负异常, 这对该海域的对流活动造成抑制, 使得热带辐合区对流活动减弱, 不利于台风发生发展。

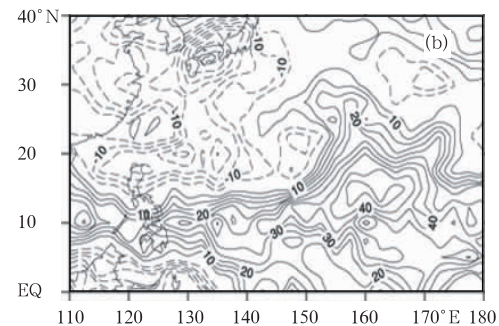
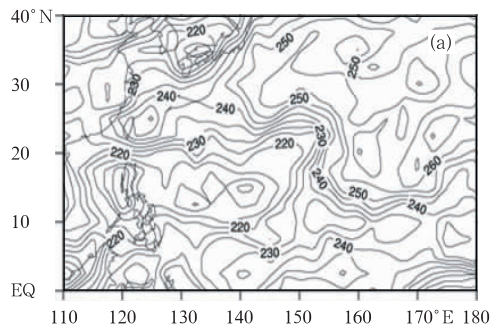


图 7 2014 年 8 月 $110^{\circ} \sim 180^{\circ}\text{E}$ 平均 OLR(a) 及距平(b)分布图(单位: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

Fig. 7 Monthly average OLR (a) and the anomaly (b) over the area of $0^{\circ} \sim 40^{\circ}\text{N}$ and $110^{\circ} \sim 180^{\circ}\text{E}$ in August 2014 (unit: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

2.4 风垂直切变的影响

对流层风速垂直切变对热带风暴发生发展的影响很大, 也是影响风暴发展的一个主要因子。有研究(李英等, 2004)认为垂直切变能决定由积云产生的对流层中上层加热会不会集中而形成明显的暖心。这也表示扰动周围的通风条件。如果风速切变很大, 通风就很显著, 这使得在对流层中由积雨云释放的凝结潜热迅速的离开扰动区上空向四周平流出去, 这时热量便不能在对流层中上层集中。如果切变小, 通风条件不良, 则对流层上下空气相对运动很

小, 有凝结释放的热量始终加热同一空气柱而可很快地形成暖心结构。对流层垂直切变小, 也就是基本气流的斜压性小, 即台风在近于正压的环境中发展。

分析表明, 月平均纬向风速切变的分布与台风的发生关系密切, 大多数台风发生、发展在 850 和 200 hPa 之间平均纬向风速差 $< 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的切变区中。在南海和西北太平洋上热带扰动发展成台风相对集中在 4 个海区(陈联寿等, 1979)。即(1)南海中北部海面: 8 月台风主要生成在 15°N 以北南海北部海面。(2)菲律宾群岛以东和琉球群岛附近海面:

7—8 月台风产生在菲律宾的吕宋岛附近海面到琉球群岛附近海面。(3) 马里亚纳群岛附近海面: 8 月, 该群岛四周海面都有台风形成。(4) 马绍尔群岛附近海面: 8 月这一带海面很少有台风发生。从 2014 年 8 月东亚中低纬 200~850 hPa 的平均经纬向合成风速切变图(图 8)中可见, 8 月整个南海到菲律宾以东洋面上空 200~850 hPa 之间平均经纬向风速差均 $>10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 大值区并从南海东北部经巴士海峡、我国台湾省向东北方向伸展到琉球群岛附近海面上空, 南海到菲律宾以东大部洋面上空的月平均经纬向风速差均 $>12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 表明这里的风速垂直切变较大, 不利于台风的发生。而该年 8 月, 因西太副高位置较常年明显偏南 5 个纬度、偏西 10 个经度, 且日本国东南部洋面上的副高持续偏强, 带状副高的南界在 12°N 附近。故此, 日本国东南部 $145^\circ \sim 170^\circ \text{E}$ 广阔洋面(涵盖马里亚纳群岛和马绍尔群岛附近海面)上空, 从低层到高层盛行一支偏东气流, 对流层风速垂直切变很小, 其值在 $2 \sim 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 满足对流层风速垂直切变小的台风形成条件。但是, 台风发生需要低层有持续的质量、动量和水汽的输入, 大气边界层中原有的热带扰动提供了这个条件, 而 8 月, 西北太平洋低纬度副高南侧整层为一致的偏东气流, 热带低层基本没有热带扰动, 即缺少台风胚胎, 台风无法形成。

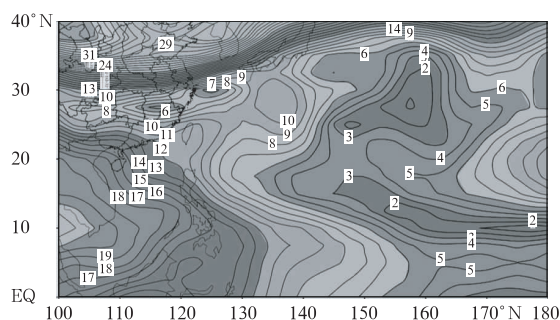


图 8 2014 年 8 月西北太平洋和南海
200~850 hPa 平均 UV 风速垂直
切变(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 8 Average vertical wind shear in
200—850 hPa over the northwestern Pacific
and South China Sea in
August 2014 (unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

2.5 动力条件的影响

台风是出现在热带海洋上一种天气尺度的有组织的对流系统。要使得对流活动不断发生, 低层要

有暖湿空气、位势不稳定的层结和低空辐合或上升运动。因此, 台风只能形成在暖洋面上的低层正涡度的辐合区中。低层涡度场对台风发生发展尤为重要, 因强对流的主要动力作用是低层风场的辐合作用。

从 2014 年 8 月沿台风源地中心 15°N 纬向 925 hPa 涡度时间剖面图(图 9a)上可看出, 在 1—6 日南海到菲律宾以东的 145°E 洋面 925 hPa 上为正涡度区, 南海正涡度值为 $1 \sim 2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 是南海北部的切变线所致。菲律宾以东洋面的低层涡度范围较大, 强度 $\geq 4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 其对应着台风夏浪。7—15 日, 副高西伸与大陆高压连体, 导致南海到 145°E 洋面的低层出现 $-2 \sim -1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 负涡度区; 而在 145° 以东受偏东信风影响出现强度不足 $1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 分散的正涡度区。11 日, 副高南侧东风和越赤道气流汇合加强, 在副高西南侧的 145°E 附近形成一低压扰动, 11—17 日, 对应向西北行进的弱低压环流出现 3 个正涡度中心, 其值均在 $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 强度较弱, 范围也很小。这与 Zehr(1992)研究西北太平洋生成的 52 个 TC 指出, TC 开始生成, 低层局地最大涡度迅速增加, 必须达到一定量级才能导致 TC 生成。此低压扰动的涡度无发展过程且与发展成闭合的热带气旋涡度值为 $5 \sim 10 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 相差甚多(丁一汇, 1991), 故不足以促使低压扰动发展成风暴。18—21 日, 强大副高控制南海和西北太平洋, 大部是负涡度区。8 月下旬, 南海到菲律宾东南洋面建立了弱 ITCZ, 20 和 21 日在 145°E 及 126°E 附近各生成一个热带扰动, 范围不大、强度为 $1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 正涡度区与之配合, 因正涡度值小, 表明风场辐合太弱, 这两个扰动仅存不到 48 h 即消失。27 日, 西伸至长江以南副高西南侧的东南气流与中南半岛南部加强的西南气流汇集, 在海南岛东南部海面上形成一热带扰动, 扰动移进北部湾发展为热低压, 相伴有中心值为 $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 正涡度区, 也因低层辐合抬升运动太弱, 再加上时空条件不利, 该低压也未发展成风暴。另外, 从 925 hPa 8 月平均涡度图(图略)上可知, 南海有一东北—西南向的正涡度区, 菲律宾以东 $10^\circ \sim 17^\circ \text{N}$, $125^\circ \text{E} \sim 180^\circ$ 也有一东西向正涡度区, 但两区涡度值为 $(0.3 \sim 0.6) \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 太小, 只能形成尺度很小的积云对流, 不能满足热带气旋尺度的环流发生和发展。

由 8 月沿 15°N 纬向 925 hPa 散度时间剖面图(图 9b)可见, 散度分布与涡度较为吻合, 同台风夏

浪、11 日生成的低压扰动、20 和 21 日形成的热带扰动以及 27 日南海的热带低压对应海域,在 925 hPa 上均出现散度负值区,除“夏浪”的散度中心值 $\geq -1.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 外,其余值均 $\leq 0.6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。表明辐合抬升运动很弱,不利于初始扰动发生发展。925

hPa 8 月平均散度图显示的结果(图略)与月平均涡度较为相似,在南海以及菲律宾以东 $5^{\circ} \sim 17^{\circ} \text{N}$ 、 $125^{\circ} \text{E} \sim 180^{\circ}$ 范围内为负散度区,表明这里是上升运动区,但负散度值在 $(-0.3 \sim -0.1) \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,强度太弱,不利于对流运动发生发展。

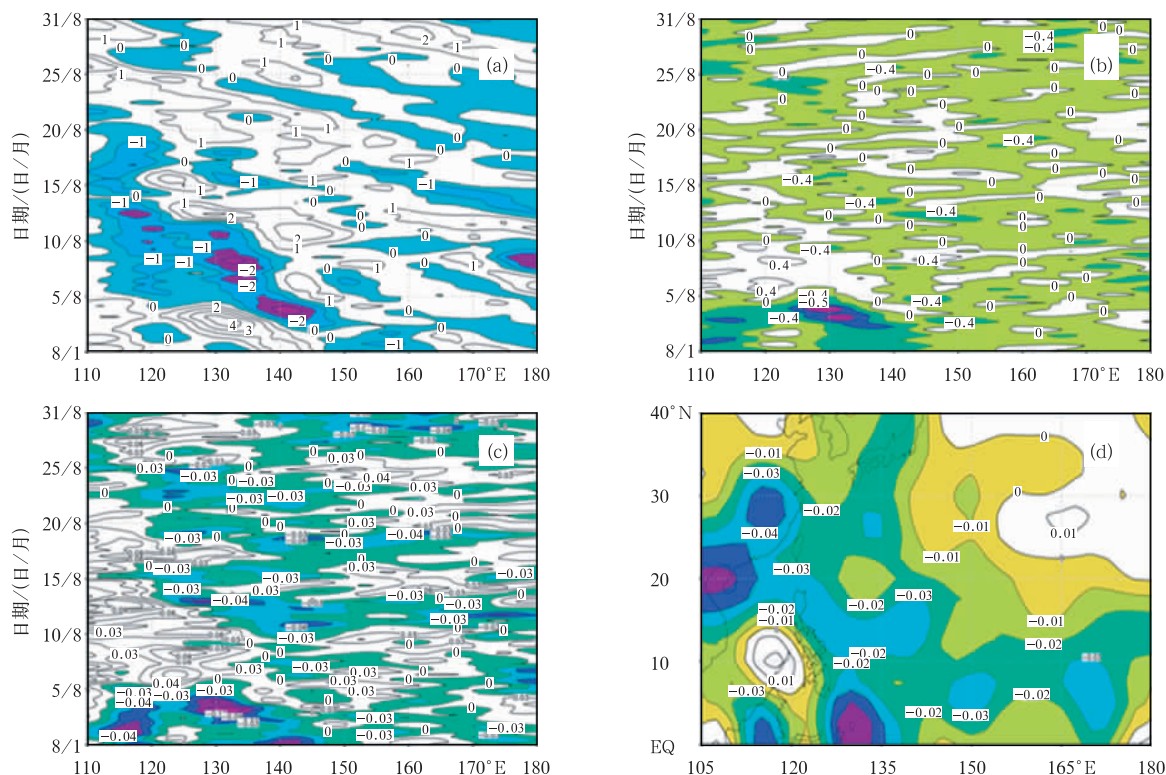


图 9 2014 年 8 月沿台风源地中心 15°N 纬向 925 hPa 涡度(a, 单位: 10^{-5} s^{-1})、散度(b, 单位: 10^{-5} s^{-1})和垂直速度时间剖面(c, 单位: $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$)及西北太平洋和南海 200 hPa 8 月平均垂直速度场(d, 单位: $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 9 Time section charts of vorticity (a, unit: 10^{-5} s^{-1}), divergence (b, unit: 10^{-5} s^{-1}) and vertical velocity (c, unit: $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$) along 15°N at 925 hPa, and the monthly average vertical velocity at 200 hPa over the northwestern Pacific and South China Sea (d, unit: $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$) in August 2014

8 月沿 15°N 纬向 925 hPa 垂直速度如图 9c 所示,1—6 日“夏浪”台风最大垂直速度中心值 $> 0.12 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。11—17 日,与弱低压环流对应也出现 3 个上升运动中心,其值分别为 -0.06 、 -0.09 、 $-0.03 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。8 月下旬,与 20、21 日两个热带扰动匹配的垂直上升运动中心强度都为 $-0.06 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$;27 日,南海西部的垂直上升速度中心值为 $-0.06 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$,与南海的热带低压对应。从 925 hPa 月平均垂直速度图(图略)上可见,南海北部和菲律宾以东 $5^{\circ} \sim 15^{\circ} \text{N}$ 、 $125^{\circ} \text{E} \sim 180^{\circ}$ 范围内,垂直速度值为 $-0.01 \sim 0.02 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$,很小,揭示该区上升运动极弱,不利于台风的形成。许多观测事实证明,当地面扰动处于高空辐散区下方,可使其气压

下降,形成垂直环流,并发展成台风。而从 2014 年 8 月 200 hPa 平均垂直速度场(图 9d)来看,西北太平洋和南海 20°N 以南区域垂直速度是 $-0.03 \sim -0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 的负值区,表明此低纬度海洋上高空有气流上升运动的辐合区,显然,不利于台风发生。其因是南亚高压强度偏强、位置偏东;西太副高位置偏南,西脊点偏东。副高南侧的东风气流向西流与南亚高压南侧偏东气流汇合,在西北太平洋到南海建立一支东风气流(图略),时常会产生扰动而形成弱辐合区,无高空辐散机制,不利于上升气流维持和加强,从而,低层扰动不能生成台风。总之,台风最重要特征是高层为暖心结构,此结构是靠凝结潜热的释放,主要由积云对流所造成。积云对流是

联系台风上下层流场的主要机制。它把洋面或低层的能量源源不断地输送给高空。要使积云对流发生,需有一定的热力和动力条件。热力条件是高海温和大气层结位势不稳定。动力条件是有利于气旋性涡旋产生的地球的旋转作用和低空或摩擦层要有正涡度区,从而产生上升运动,促使不稳定能量释放,积云发展。因8月南海和西北太平洋上出现的4个热带扰动周围气流太弱,不利于气旋性涡度发展,不能产生较强的垂直上升运动来激发积云对流的发生,故此,2014年8月西北太平洋和南海无TC形成。

3 结 论

通过对2014年8月西北太平洋和南海无TC发生的天气学条件进行了诊断分析,得到如下结论:

(1)2014年7月30日至9月6日共39d西北太平洋和南海没有中心风力 ≥ 8 级的热带气旋生成,开创了8月无台风形成的气象纪录。西西伯利亚高压脊较强,引导极地冷空气南侵,导致8月上中旬副高偏东偏南,下旬冷空气南下势力减弱,副高偏西偏南,致使副高南侧偏东信风与赤道西风的汇合区在菲律宾以南 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$,且辐合区狭窄、强度弱,不利于台风形成。

(2)该年8月马斯克林高压偏弱。致使索马里急流也较弱并基本不向东传递以及东印度洋越赤道气流很弱。促使印度次大陆中低层季风低压或季风槽极其不活跃。又因澳大利亚高压南移路径偏东或偏西和势力偏弱,导致南海南部越赤道气流弱,南海南部共出现3次越赤道气流,和偏东信风之间在南海到菲律宾东南部建立ITCZ,在辐合区中生成了4个热带扰动,但终因西南季风不活跃、ITCZ和扰动太弱,未能发展成台风。

(3)本月上中旬台风主要源地的海表温度比常年同期明显偏低,这种水温不够高的海面不能酿成低层高温、高湿的大气。月内西北太平洋和南海大气的对流活动很弱,层结较稳定,低层垂直运动弱以及风速垂直切变大,均不利于TC形成。

(4)本月在南海和菲律宾以东洋面低层为弱的正涡度区和负散度区,表明有辐合上升运动,但垂直速度很小,不能满足TC尺度的环流发生和发展;同时,对流层高层也为弱上升区,是南亚高压和副高南侧东风扰动所致,没有高空辐散机制,不能形成抽吸效应,不利于上升气流维持和加强,低层扰动不能形

成台风。

参考文献

- 曹晓岗,王慧,漆梁波. 2012. 台风珍珠和鲇鱼北折路径对比分析. 气象, 38(7): 841-847.
- 陈联寿,丁一汇. 1979. 西太平洋台风概论. 北京: 科学出版社, 103-109, 12-15.
- 丁一汇. 1991. 高等天气学. 北京: 气象出版社, 352-374.
- 端义宏,余辉,伍荣生. 2005. 热带气旋强度变化研究进展. 气象学报, 63(5): 636-645.
- 范惠君,丁一汇. 1974. 南海台风的卫星云图特征和发生发展时的一些特点. 夏季西太平洋热带天气系统的研究(中国科学院大气物理研究所刊集第2号). 北京: 科学出版社.
- 李崇银. 1983. 环境流场对台风发生发展的影响. 气象学报, 41(3): 275-283.
- 李英,陈联寿. 2004. 登陆热带气旋长久维持与迅速消亡的大尺度环流特征. 气象学报, 62(2): 167-179.
- 刘裕禄,方祥生,金飞胜,等. 2009. 台风凤凰形成发展过程中对流凝结潜热和感热的作用. 气象, 35(12): 51-57.
- 申松林,江静. 2010. 西北太平洋台风频数异常年的气候背景分析. 气象, 36(5): 64-70.
- 伍荣生. 2007. 台风研究中的一些科学问题. 南京大学学报(自然科学), 43(6): 567-571.
- 许映龙,张玲,高拴柱. 2010. 我国台风预报业务的现状及思考. 气象, 36(7): 43-46.
- 姚秀萍,于玉斌,刘还珠. 2005. 2003年淮河流域异常降水期间副热带高压的特征. 热带气象学报, 21(4): 393-401.
- 袁金南,王国民. 1997. 关于台风非对称结构与台风路径的数值分析. 热带气象学报, 13(3): 208-216.
- 喻世华,陆胜元. 1986. 热带天气学概论. 北京: 气象出版社, 153-173.
- 占瑞芳,汤杰,余晖. 2010. 2009年西北太平洋热带气旋定位和业务预报精度评定. 气象, 36(10): 114-121.
- 张玲,许映龙,黄奕武. 2014. 1330号台风海燕强烈发展和快速移动原因分析. 气象, 40(12): 1464-1480.
- 张庆红,郭春蕊. 2008. 热带气旋生成机制的研究进展. 海洋学报, 30(4): 1-11.
- 张文龙,崔晓鹏. 2013. 热带气旋生成问题研究综述. 热带气象学报, 29(2): 337-346.
- 智协飞,孙晶,周文友. 2015. 2009年夏季西太平洋台风的集合预报和多模式集成预报试验. 大气科学学报, 38(5): 633-640.
- 周文友,智协飞. 2012. 2009年夏季西太平洋台风路径和强度的多模式集合预报. 气象科学, 32(5): 492-499.
- He C F, Zhi X F, You Q L, et al. 2015. Multi-model ensemble forecasts of tropical cyclones in 2010 and 2011 based on the Kalman filter method. Meteor Atmos Physics, 127(4): 467-479.
- Kasahara A. 1954. Supplementary notes on the formation and the schematic structure of typhoons. J Meteor Soc Japan, 32(2): 31-51.
- Palmen E. 1948. On the formation and structure of tropical hurricanes. Geophysica, 3(1): 26-38.
- Yanai M. 1961. A detailed analysis of typhoon formation. J Meteor Soc Japan, 39(4): 187-214.
- Zehr R M. 1992. Tropical cyclogenesis in the Western North Pacific. NOAA Tech Rep. NESDIS 61, 1992: 181.