

夏季西北太平洋和南中国海台风生成 与前期冬春主要环境条件的关系^{* 1}

肖子牛^{1,2} 梁红丽³ 李崇银¹
XIAO Ziniu^{1,2} LIANG Hongli³ LI Chongyin¹

1. 中国科学院大气物理研究所, 北京, 100029

2. 国家气候中心, 北京, 100081

3. 云南省气象局, 昆明, 650034

1. *Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing 100029, China*

2. *National Climate Center, CMA, Beijing 100081, China*

3. *Yunnan Meteorological Bureau, Kunming 650034, China*

2006-09-06 收稿, 2007-10-13 改回.

Xiao Ziniu, Liang Hongli, Li Chongyin. 2009. The relationship between the summer typhoon genesis over the western North Pacific and South China Sea and the main climatic conditions in the preceding winter to spring. *Acta Meteorologica Sinica*, 67(1):90-99

Abstract Based on the NCEP/NCAR reanalysis monthly data, OLR data and tropical cyclone data from *Typhoon Annual* and *Tropical Cyclone Annual* edited by China Meteorological Administration, the relationship between the climatic conditions and the number of tropical cyclones that engender over the western North Pacific and South China Sea in summer was studied. The tropical cyclones that we investigate usually occur with maximum sustained winds of equal or greater than 17 m/s, and may be categorized as Tropical Storm, Severe Tropical Storm and Typhoon. We simply call them Typhoon in this paper. Firstly, characteristics and differences of the climatic background between the years with more typhoons and those with less typhoons have been compared. The results show that the summer typhoon produce has a close relationship with SST and ITCZ anomalies in the preceding winter and spring. With a La Nina like SSTA pattern in the preceding winter and spring, the ITCZ migrates northwest ward and is enhanced around 160°E in the central equatorial Pacific. The Pacific ITCZ is more vigorous and its location is more north than usual, especially in typhoon genesis region in the western Pacific Ocean. The background is propitious to have a more typhoon summer. On the other hand, an El Niño like SSTA pattern in the preceding winter will be accompanied with weaker ITCZ activities, and its location is more south over the western equatorial Pacific Ocean from the preceding winter to spring. It is propitious to have a less typhoon summer. In the more typhoon year, the warm SSTA over the western Pacific in the preceding winter provides a favorable and important background condition to the typhoon produce in the following summer. It enhances the convergence in the troposphere and increases the water vapor supply over warm SSTA regions. In the following spring, disturbances from the tropical ITCZ play a more important role. When the ITCZ moves northward in spring, anomalous convergence will appear over warm SSTA region and inspire the positive feedback between the large scale moisture flux at low levels and the latent heat release in the atmosphere, which is conducive to the typhoon occurrence in summer. Conversely, if a cold SSTA maintains over the western North Pacific during the preceding winter and spring, it impairs the convergence in the troposphere and decreases the water vapor supply over the cold SSTA region, which will bring on weaker ITCZ activities and the disturbances are lacking in the following spring. This results in a smaller number of summer typhoons.

Key words Summer typhoons, Preceding winter and spring, ITCZ, SST anomaly

* 课题资助: 国家 973 项目 (2006CB403600)。

作者简介: 肖子牛, 主要从事气候和气候变化研究。E-mail: xiaozn@cma.gov.cn

摘要 利用 NCEP/NCAR 月平均再分析资料、OLR 资料和中国气象局编辑的《台风年鉴》及《热带气旋年鉴》资料,对西北太平洋和南中国海夏季中心附近的平均风力达 8 级(17 m/s)或以上的热带气旋(含热带风暴、强热带风暴和台风,以下统称台风)生成频数与气候背景的关系进行了研究分析。对台风生成多寡的气候背景差异和特征进行比较表明,前期冬春季海温和赤道辐合带的异常与夏季台风生成有密切的关系。前期冬春季在类似于 La Nina 型海温距平分布背景下,从冬至夏在赤道中太平洋 160°E 附近的 ITCZ 有一个向西北方向加强北抬的过程,太平洋 ITCZ 的活动偏北偏强,赤道太平洋有异常活跃的 ITCZ 向西太平洋台风主要源地推进,有利于后期夏季台风的生成;相反,前期冬春季在类似于 El Niño 型海温距平分布背景下,赤道西太平洋 ITCZ 偏弱偏南,不利于后期夏季的台风生成。在夏季多台风年,前期冬季西太平洋暖海温异常为后期台风的发展提供了重要的有利背景,在暖海温的持续作用下,对流层的风场辐合异常增强,增加了暖海温区的水汽供应。到了前期春季,热带辐合带的扰动扮演了更为重要的角色。随着赤道辐合带的北移,附加的异常辐合位于暖海温区时,会激发出低空大尺度水汽辐合与自由大气中潜热释放之间的正反馈,有利于后期台风的生成。当前期冬季至春季西北太平洋海温持续异常偏冷时,对流层的风场为辐散异常,减少了冷海温区的水汽供应,导致赤道辐合带不活跃,缺乏必要扰动,夏季台风生成偏少。

关键词 夏季台风, 前期冬春季, 热带辐合带, 异常海温

中图法分类号 P457.8

1 引言

热带气旋是影响中国的主要灾害性天气系统之一,其破坏力极强,活动过程中常伴有狂风、暴雨、巨浪、风暴潮等灾害,会对所经过地区的生命财产造成巨大损失。例如,2004 年夏季影响中国的台风活动频繁,8 月 12 日在浙江温岭登陆的“云娜”台风,造成 1800 多万人受灾,农作物受灾面积约 74 万 hm^2 ,直接经济损失达 201 亿元。在全球几大热带气旋生成区中,西北太平洋是热带气旋发生频率最高(占全球总发生数的 1/3 以上)、强度最强(约有一半以上的热带气旋发展成台风)的一个海区(裘国庆等,1995;Andreas, et al,1998)。而登陆或影响中国的热带气旋主要来自西北太平洋和南中国海,因此,研究夏秋季西北太平洋和南中国海热带气旋的生成与前期气候背景的关系,对夏秋季热带气旋的预测具有重要意义。

在一段时间(如月、季、年)内热带气旋生成的频数,不仅有其自身的变化规律,而且还受大范围海-气气候背景的影响。一般说来,热带气旋的形成要先有一个扰动存在(陈联寿等,1979)。谢安等(1987)的研究指出,台风这种天气尺度的扰动与大尺度环流之间存在着非线性的相互作用,OLR 低频振荡的强对流位相,可能为台风的生成和发展提供有利的环境条件;而且 OLR 低频振荡的强度与台风的多少和台风强度也有一定的相关。Ding 等(1981)从观测分析发现,西北太平洋 ITCZ 的强度和位置对该区域台风的形成有重要影响。同时,热

带气旋的异常活动与海水温度的异常变化(ENSO)密切相关(李崇银,1987),SSTA 正异常区的对流层低层风场辐合的异常增强是联结台风生成异常和 SSTA 的主要机制(吴国雄,1992)。也有研究表明,El Niño 年影响中国的热带气旋数较少,但强度较大,La Nina 年则相反(林惠娟等,2004)。端义宏等(2002)分析了西北太平洋热带气旋强度变化特征,指出 20 世纪 80 年代后其强度变幅有增大的趋势。吴迪生等(2003)的研究则表明,赤道西太平洋暖池次表层水温变化对西北太平洋热带气旋形成的时间、强度和数量有影响。许金镜(1998)分析了西北太平洋赤道附近海温与中国东南沿海台风的关系。结果表明,西北太平洋赤道附近海流区的海表温度不仅在同期具有高(低)与台风多(少)呈正相关关系,而且在前期存在着预测的先兆,特别是秋冬两季(冬半年)更加明显,具有较好的隔季相关关系。孙颖等(2002)分析了 1998 和 1999 年热带气旋发现,季风槽的异常偏西及在盛夏的异常偏北会导致热带气旋异常偏少,位置偏西偏北。王慧等(2006)研究了西北太平洋夏季风特征及其季风槽结构对台风生成的影响。而祝从文等(2004)则研究了 MJO 活动对生成在西北太平洋的热带气旋的影响。针对 1998 年西北太平洋台风异常偏少的情况,李曾中等(2004)的研究进一步确认了跨赤道气流的强弱对台风生成的影响。另外,对流层风速垂直切变的大小(即所谓“对流通风条件”)也与台风的生成有一定关系,如果垂直切变小,有利于初始扰动迅速发展成热带气旋,反之则不利于热带气旋的形成(Li Chongy-

in, 1984; 钱维宏, 2004)。此外, 基于台风汛期(7—9月)及前期秋冬季大气环流、OLR 和海表温度场的不同特征, “九五”期间还建立了影响上海及华东地区热带气旋频数的预测概念模型(雷小途, 1998; 蒋乐怡等, 1998): 前期秋冬季节东亚冬季风偏强、东亚 500 hPa 高度距平从北到南呈“+ - +”(“- + -”)型、 20° — 45° N 为正(负)距平, 盛行经(纬)向环流、正(负)距平中心在中国沿海槽区, 冷空气势力偏强(偏弱), 冷涌活动偏强(偏弱)、热带西太平洋对流活动偏强(偏弱), 通过海洋暖 Kelvin 波东传, 冷 Rossby 波西传, 前期秋冬季节起西北太平洋 SST 偏高(偏低)、赤道中东太平洋 SST 偏低(偏高)、使 Walker 环流、Hadley 环流减弱(增强), 有利于(不利于)西北太平洋热带气旋的生成, 热带辐合带偏南(北)且不活跃(活跃), 引起西太平洋副高脊线位置偏南(偏北), 影响华东地区热带气旋频数偏少(偏多)。

“九五”期间对 7—9 月热带气旋频数的预测提出了概念模型, 在讨论热带气旋频数与前期气候背景关系时, 重点关注的是前期秋冬季节的不同特征。我们通过分析发现, 热带气旋频数与同期的大气环境有更直接的关系, 而海洋环境有相当的持续特征, 因此热带气旋频数可能与同期和近期的大气海洋环境会有更好的关系。夏季 6—8 月是中国主汛期, 因此该时期台风的预测预警也更为重要。本文着重分析讨论了夏季(6—8 月)西北太平洋和南中国海热带气旋生成频次与同期和前期冬春季主要环境条件的关系。由于秋季也是热带气旋仅次于夏季的一个多发季(夏季占 44.64%, 秋季占 40.35%)(李崇银, 1987; 何敏等, 1999), 并且登陆中国的热带气旋也最多(周俊华等, 2002), 我们也分析了秋季(9—11 月)西北太平洋和南中国海的热带气旋频数与前期夏季气象环境的关系, 限于篇幅将另文讨论。

2 资料的选取

本文所用的 NCEP/NCAR 再分析资料为: 1948—2004 年的月平均纬向、经向风和垂直速度资料, 格距为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$; 1950—1999 年海温距平月平均资料, 格距为 $2^{\circ} \times 2^{\circ}$; NOAA 的 OLR 资料, 本文只选取 1982—2004 年 23 a 进行研究, 格距为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。

1949—2004 年的台风资料取自《台风年鉴》和

《热带气旋年鉴》, 需要说明的是, 本文所谓台风是指中心附近的平均风力达 8 级(17 m/s)或以上的热带气旋(按照 1989 年开始实行的新规定, 含热带风暴、强热带风暴和台风)。

由于我们主要研究季节尺度的长期天气气候特征, 本文中的冬季、春季、夏季、秋季分别以 12 月—次年 2 月的平均、3—5 月平均、6—8 月和 9—11 月平均值来代表。

3 夏季台风生成频数的年际与年代际变化特征

图 1 为 1949—2004 年夏季西太平洋和南中国海台风生成频数标准化资料的年际变化曲线和 5 a 滑动平均曲线。分析发现, 夏季西太平洋和南中国海台风生成具有年代际变化特征, 即 20 世纪 50 年代初期至 70 年代中期, 台风明显偏多, 1975 年以后台风相对偏少, 这与夏季西太平洋地区热带海温在 20 世纪 70 年代中期以来出现了年代际的变暖现象有关(张庆云等, 2003), 但年际变化大, 其中台风最多的是 1994 年(19 个), 最少为 1998 年(4 个)。为了使下面的讨论更具代表性, 我们定义标准化后的台风生成频数为台风频数指数 I , 即 $I = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$,

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (\text{式中 } X_i \text{ 为}$$

台风频数序列, \bar{X} 为平均值, S 为标准差)。定义台

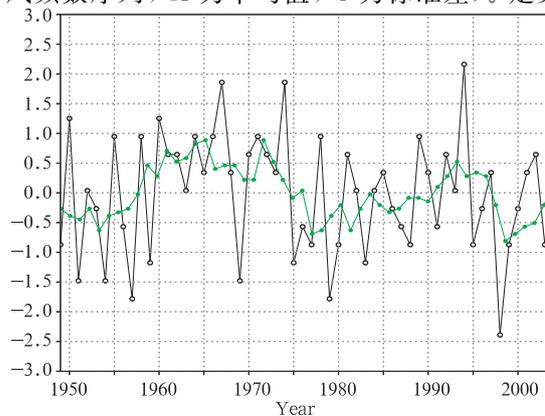


图 1 1949—2004 年夏季台风生成频数标准化序列的年际变化曲线(实线)和 5 a 滑动平均曲线(虚线)

Fig. 1 Interannual variations of the standardized frequency of summer typhoon genesis during the period 1949—2004 (The dashed curve represents a smoothed trend after a 5-year running mean)

风频数指数 $I > 1$ 为夏季多台风年, $I < -1$ 为少台风年。依据此定义, 在 1949—2004 年共有 6 个多台风年和 9 个少台风年, 多台风年为 1950、1960、1967、1974、1994、2004 年, 少台风年则为 1951、1954、1957、1959、1969、1975、1979、1983、1998 年。

4 夏季台风生成多寡年同前期气候背景的关系分析

由于本文研究的主要目的是要为夏季台风预测提供一些有益的依据, 因此我们重点找寻夏季多台风年和少台风年的前期冬季和春季, 在台风形成的动力和热力条件上的一些差异, 从而认识有利或不利台风生成的前期环境和条件。

4.1 夏季台风生成多寡年的前期冬春季海温异常场对比

图 2 给出了夏季多台风年与少台风年前期冬季和春季的海温月平均距平合成场。从图中可见, 对

应多台风年, 在前期冬季(图 2a), 西太平洋热带风暴主要源地海温有高于 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的正距平, 而赤道中东太平洋则为大片的呈带状分布的显著负距平, 小于 $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的中心主要位于赤道东太平洋。到了前期春季(图 2c), 西太平洋的正距平区向北太平洋中部地区扩展, 高于 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的正距平中心也东移到北太平洋中部地区, 此时赤道中东太平洋仍维持显著负距平。多台风年所对应的前期海温距平分布形势与 La Nina 的海温距平分布形势相似。相反, 对应少台风年, 在前期冬季(图 2b), 西太平洋和北太平洋中部地区为负海温距平区, 而赤道中东太平洋则有较强的正距平。前期春季(图 2d), 西太平洋热带风暴主要源地东侧的海温进一步降低, 赤道中东太平洋的正距平与冬季相比减弱。少台风年对应的海温距平分布形势与 El Nino 的海温距平分布形势相似。这些结果与已有的研究成果非常相似(李崇银, 1987)。

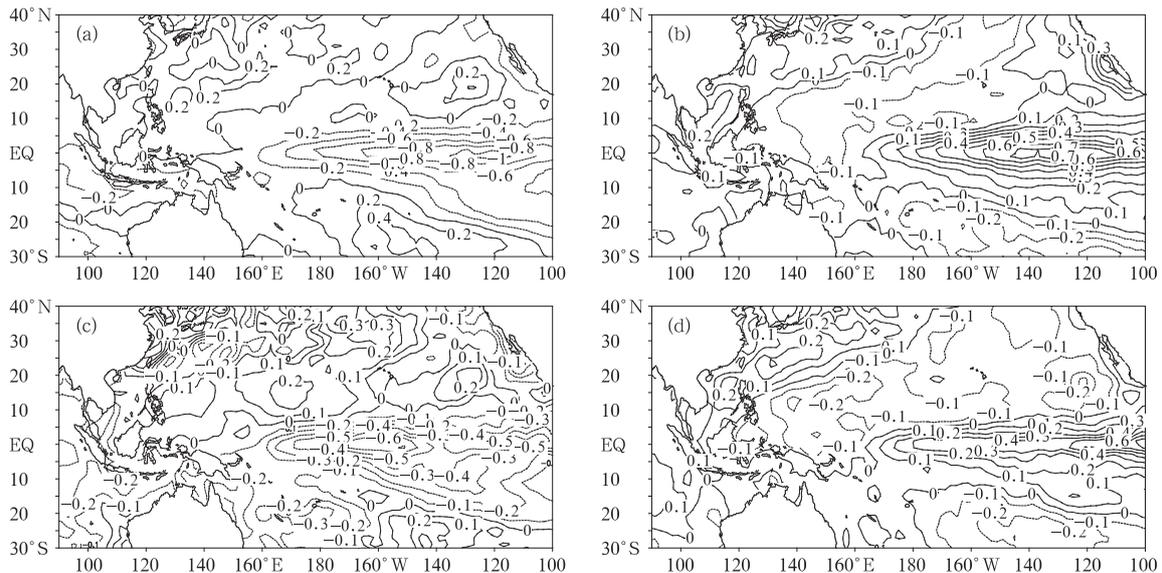


图 2 夏季多台风年(a,c)和少台风年(b,d)的前期冬季(a,b)和春季(c,d)太平洋海水温平均距平合成场($^{\circ}\text{C}$)

Fig. 2 The composite SSTA ($^{\circ}\text{C}$) field over Pacific in the preceding winter (a, b), and spring (c, d) for the more (a, c) and less (b, d) summer typhoon years

4.2 夏季台风生成多寡年的前期冬春季赤道辐合带异常对比分析

图 3 给出了多台风年与少台风年前期冬季和春季的 OLR 月平均距平合成场。由图可见, 多台风年和少台风年冬春季 OLR 场的异常分布有明显

的差异。对应多台风年, 在前期冬季(图 3a), 从南海经赤道西太平洋到 5°N 以北的东太平洋地区均为负距平, 小于 -12 W/m^2 的最大负距平中心位于赤道中太平洋 160°E 附近, 说明此时已有较活跃的 ITCZ 在赤道中太平洋活动; 西北太平洋有一个

-3 W/m²的负距平区。在前期春季(图 3c), 赤道中太平洋 160°E 附近的负距平中心已加深到 -15 W/m², 并且向西北方向扩展至 10°N 附近的西太平洋地区, 表明赤道辐合带已加强北移。到了夏季(图略), 西太平洋 10°N 附近地区的强对流区进一步北移至 15°N 附近, 此位置恰好对应西太平洋台风的主要源地。相反, 对应少台风年, 前期冬季

和春季(图 3b、3d), 热带西太平洋为强的 OLR 正距平, 表明赤道辐合带偏弱偏南。

综合以上分析, 多台风年, 从冬至夏在赤道中太平洋 160°E 附近的 ITCZ 有一个向西北方向加强北抬的过程, 太平洋 ITCZ 的活动偏北偏强; 相反, 少台风年的前期至同期, 热带西太平洋 ITCZ 的活动却偏南偏弱。

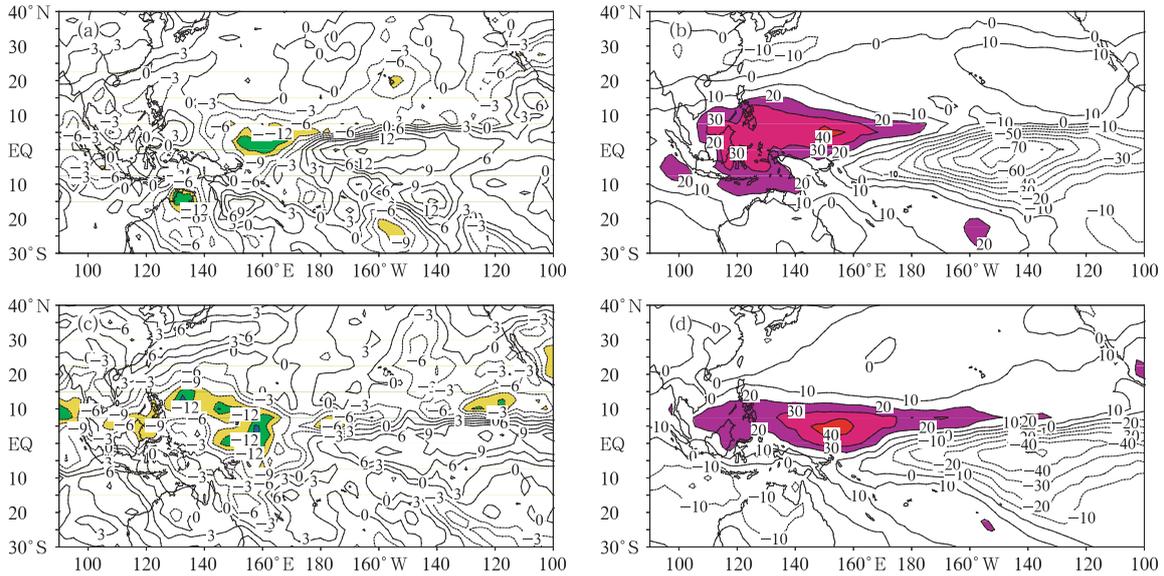


图 3 夏季多台风年(a、c)和少台风年(b、d)前期冬季(a、b)和春季(c、d)OLR 平均距平合成场(W/m²)

Fig. 3 As in Fig. 2 except for OLR field(W/m²)

同时, 我们也对夏季西太平洋和南中国海台风频数与前期冬春季 ITCZ 活动的对应关系进行相关普查, 相关分析表明, 前期冬季(图 4a) 10°S—10°N、135°—165°E 太平洋地区为显著负相关, 赤道东太

平洋为显著正相关。到了春季(图 4b), 太平洋西部至中部的负相关区向两侧扩展, 而赤道东太平洋的显著正相关区则迅速收缩。到了夏季(图略)随着 ITCZ 向北推进, 赤道太平洋西部至中部的负相关区

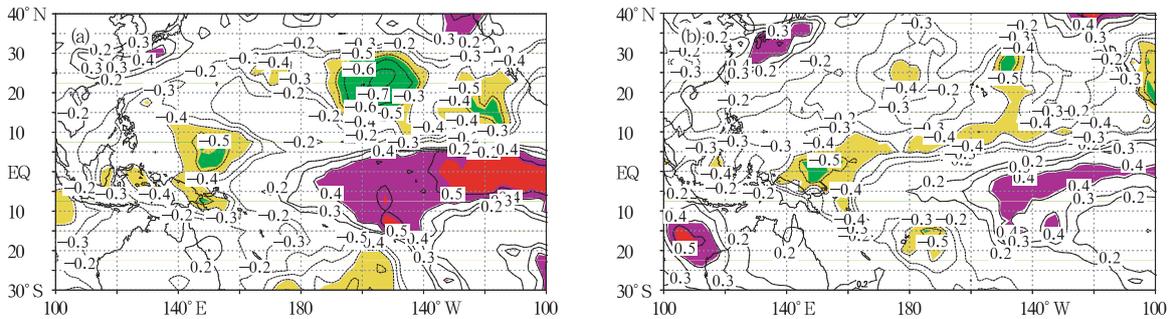


图 4 夏季台风频数与前期冬季(a)和春季(b)OLR 的相关系数分布

(浅色阴影通过 95% 信度检验, 深色阴影通过 99% 信度检验)

Fig. 4 Distribution of the correlation coefficient between the summer typhoon genesis frequency and OLR in the preceding winter (a) and spring (b)

(the lightly shaded area passed the 95% confidence test; while the darkly shaded area passed the 99% confidence test)

也向西北方向移至 15°N 附近的西北太平洋地区,此时南海也出现了一个显著负相关区。这里的相关分析与前面的合成分析结果是一致的。

综合以上分析结果,前期冬春季在类似于 La Nina 型海温距平分布背景下,赤道太平洋有异常活跃的 ITCZ 向西太平洋台风主要源地推进,有利于后期夏季台风的生成;相反,前期冬春季在类似于 El Niño 型海温距平分布背景下,赤道西太平洋 ITCZ 偏弱偏南,不利于后期夏季的台风生成。

5 前期海温和 ITCZ 对台风生成条件的影响

通过以上的分析我们知道,夏季台风多寡所对应的前期冬春季气候背景有明显的差异。那么前期海温和 ITCZ 对夏季台风生成条件的影响怎样?在不同时期,是海温与 ITCZ 共同作用影响台风生成,还是某一个方面扮演着更为重要角色?结合夏季多台风年与少台风年对应的前期冬、春季 $5^{\circ}\text{--}20^{\circ}\text{N}$ 纬圈平均高度-经度环流剖面图(垂直速度 ω 放大 100

倍,图 5)和垂直速度异常(放大 100 倍)剖面图(图 6),我们对以上问题进行一些探讨。

由图 5 可见,多台风年前期冬季和春季 $120^{\circ}\text{E--}120^{\circ}\text{W}$ 太平洋地区的异常上升气流与西北太平洋持续的暖海温相对应; 120°W 以东的异常下沉气流则与赤道东太平洋持续冷海温相对应。从对应的垂直速度异常剖面图(图 6a)上可以更明显地看出,值得注意的是,此时赤道中太平洋 160°E 附近, ITCZ 台风多年对应前期冬季 $5^{\circ}\text{--}20^{\circ}\text{N}$ 纬圈内最强的上升运动(大于 1 m/s 异常)位于 130°E 附近。对照图 2a,此时在 $(15^{\circ}\text{N}, 130^{\circ}\text{E})$ 附近地区有一大于 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 暖异常区,同时在图 3a 上,有一个小于 -3 W/m^2 的 OLR 中心与此相配合。因此,在多台风年前期冬季,一方面大气大尺度低层流场在暖 SSTA 区辐合,增加了暖 SSTA 区的水汽供应,为后期台风的生成提供了重要的有利背景场;另一方面,此时开始出现弱的 ITCZ 扰动,从而在暖海温异常区附加了异常低层辐合。对应前期春季,最强的上升运动区

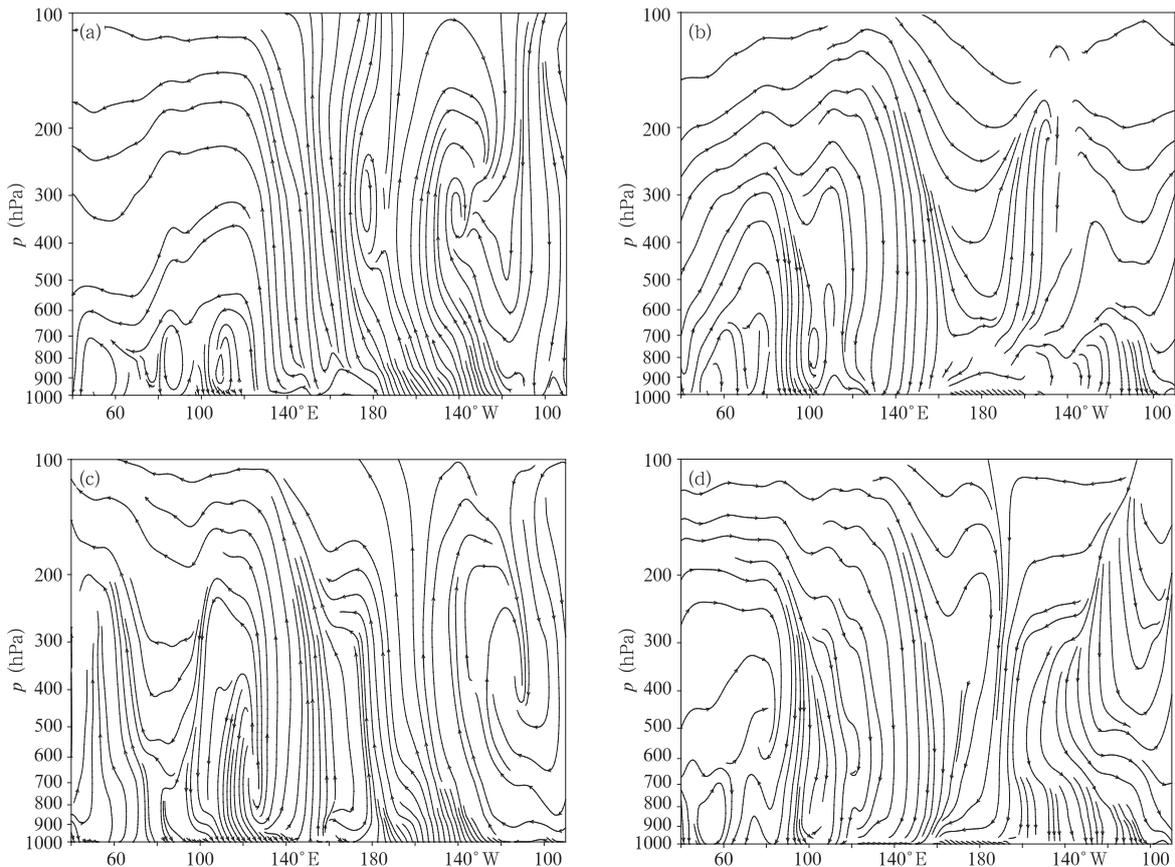


图 5 夏季台风多年(a,c)与少年(b,d)前期冬季(a,b)、春季(c,d) $5^{\circ}\text{--}20^{\circ}\text{N}$ 纬圈平均经度-高度环流剖面
Fig. 5 As in Fig. 2 except for longitude-altitude sections of the u and w winds averaged between $5^{\circ}\text{--}20^{\circ}\text{N}$

略微东移至 140°E 附近, 而 120°E — 150°E 正是西太平洋台风源地。对应对流层低层有强辐合, 高层有强辐散。分析其原因发现, 此时在西太平洋台风主要源地仍维持异常暖海温, 海温最暖的、高于 0.2°C 的正距平中心东移到北太平洋中部地区。加强并且向西北方向扩展至 10°N 附近的西太平洋地区。ITCZ 的北移, 将加强低空大尺度水汽辐合与自由大气中潜热释放之间的正反馈。因此, 前期春季与前期冬季不同的是, 热带辐合带的扰动扮演了更为重要的角色。

对应少台风年, 在前期冬季(图 5b), 西太平洋为异常下沉气流与冷海温异常相对应, 到了春季(图 5d)随着西太平洋冷异常的加强, 异常下沉气流向东扩展至东太平洋。垂直速度异常剖面图(图 6b、6d)上, 最强的异常下沉气流出现在 140°E — 150°E , 到了春季则略西移至 140°E 附近, 并且强度增强。由于大气大尺度低层流场在冷海温区辐散, 减少负 SS-TA 区的水汽供应, 此时在冷海温持续作用下, 导致热带辐合带偏南偏弱、缺乏必要扰动, 夏季西太平洋台风主要源区的台风生成频数减少。

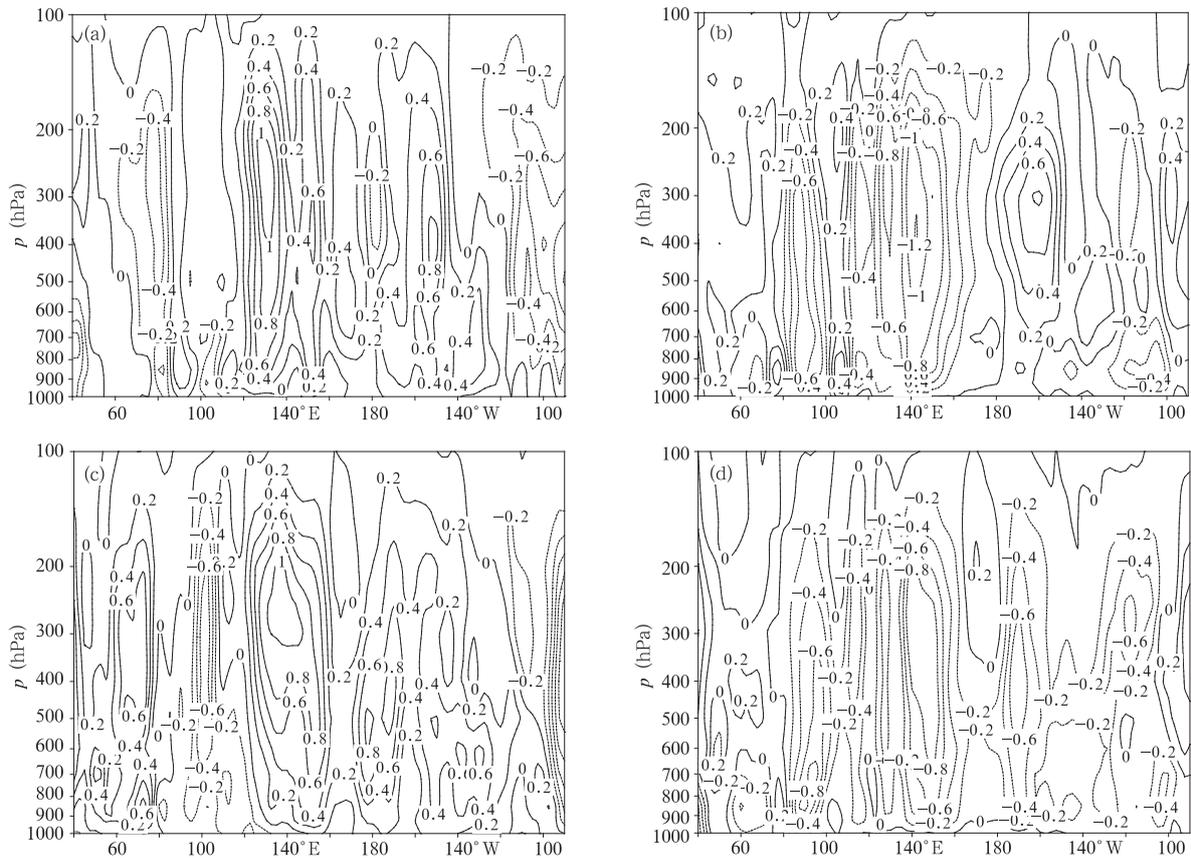


图 6 夏季台风多年(a、c)与少年(b、d)的前期冬季(a、b)、春季(c、d) 5° — 20°N 纬圈平均垂直速度剖面

Fig. 6 As in Fig. 5 except for mean vertical velocity

综合以上分析, 对应夏季多台风年, 前期冬季西太平洋暖海温异常为后期台风的发展提供了重要的有利背景, 在暖海温的持续作用下, 对流层的风场辐合异常增强, 增加了暖海温区的水汽供应。到了前期春季, 随着赤道辐合带的北移, 附加的异常辐合位于暖海温区时, 增强低空大尺度水汽辐合与自由大气中潜热释放之间的正反馈, 有利于台风的生成。当前期冬季至春季西北太平洋海温持续异常偏冷

时, 对流层的风场为辐散异常, 减少了冷海温区的水汽供应, 加之赤道辐合带不活跃, 缺乏必要扰动, 夏季台风生成偏少。

6 2004 年前冬至夏季 ITCZ 和海温场与夏季台风生成的关系

2004 年台风个数较常年偏多, 共生成 30 个热带风暴, 其中有 20 个发展成为台风, 占生成总数的

66.67%,比例高于常年(占61.7%),其中夏季台风生成16个,是1949年以来台风频数第3多的年份。同时,风暴持续时间普遍较长,持续时间超过5d的热带风暴有18个,占总数的60.0%;其中有5个风暴的持续时间超过10d。生成源地也偏东,120°—150°E有20个热带风暴,生成频数略大于常年平均值,而150°E以东的热带风暴生成频数也大于常年平均值。通过前面的讨论我们知道,前期冬春季热带辐合带的异常活跃对夏季西太平洋和南中国海台风生成偏多,其对2004年夏季台风频数的预测是否也具有指示意义呢?下面我们对此进行讨论。

图7a—7c分别是2004年前期冬季、次年春季和夏季的OLR距平合成场。由图可见,前冬在赤道西太平洋有中心值小于 -10 W/m^2 的OLR异常,即有较强的ITCZ活动;前期春季,赤道西太平

洋160°E附近的ITCZ进一步增强且向西北方向扩展至菲律宾群岛以东洋面,中心值小于 -25 W/m^2 ;夏季,ITCZ向中太平洋发展,15°N附近在120°E—180°为一宽广的东西向辐合带。值得注意的是,从冬至夏在赤道150°E以西洋面上都有ITCZ活动且向北加强发展,这些正是2004年热带风暴频数大于常年平均值的重要背景条件。图7d—f分别是2004年前期冬季、次年春季和夏季的海温距平合成场。从图可以清晰地看到,从冬至夏,热带太平洋海温异常偏暖,为热带气旋的发展提供了很好的热力条件。

因此,前冬至夏季西太平洋ITCZ和海温场的特征显示,2004年是一个台风活跃的年份,会有较多的热带风暴在西太平洋和南中国海生成,诊断结论与观测事实相符。

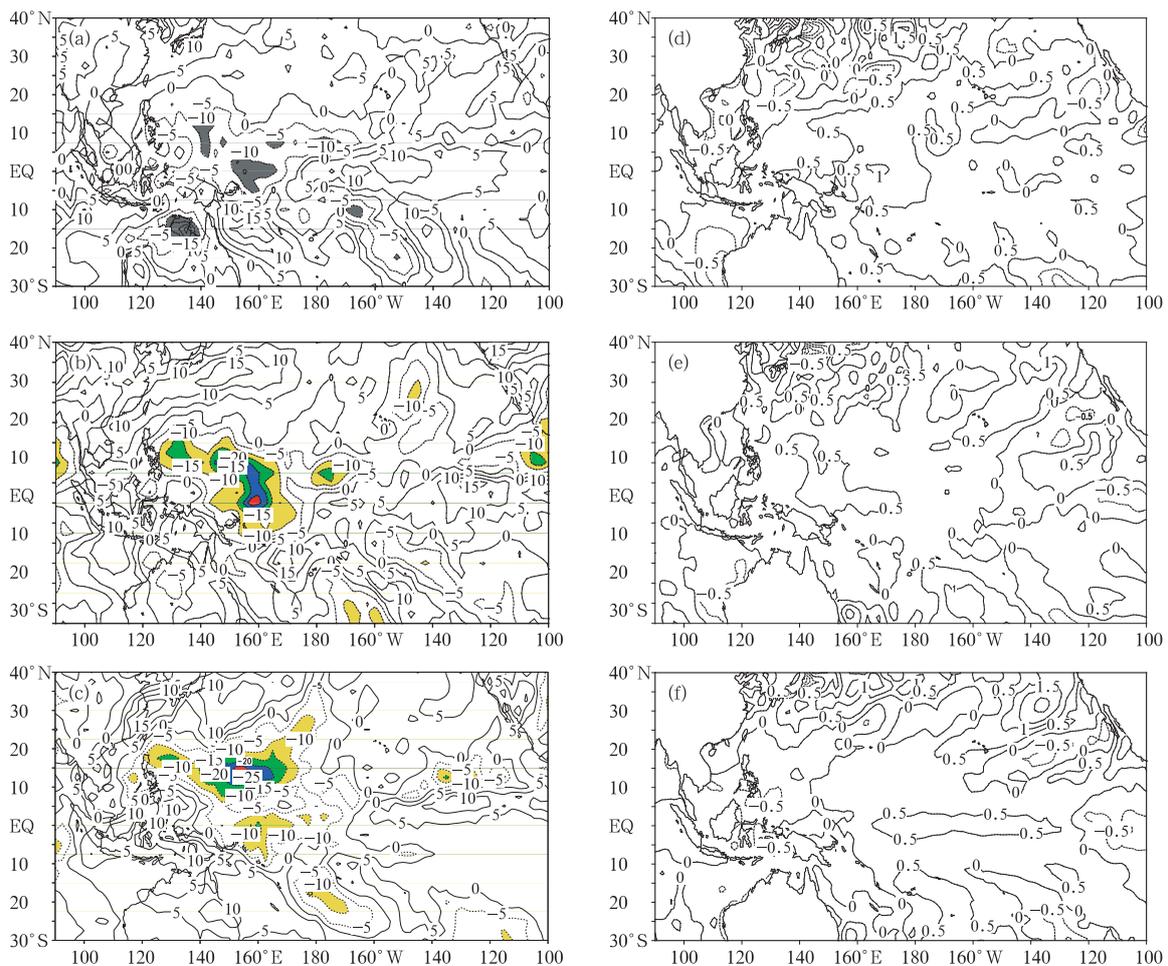


图7 2004年前冬和春、夏的OLR距平场(a—c,单位: W/m^2)及海温距平场(d—f,单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 7 The anomalous OLR field (a—c, unit: W/m^2) and SSTA field (d—f, unit: $^{\circ}\text{C}$) in the winter of 2003—2004 (a, d), and spring (b, e) and summer (c, f) of 2004

7 结 论

对西太平洋和南中国海台风生成多寡年的同期气候背景进行对比和相关分析,其结果表明,在夏季多台风年和少台风年,台风形成的热力、动力和水汽辐合等条件有显著差异。本文也进一步探讨了前期冬春季海温与赤道辐合带的异常与夏季台风生成的关系,可以得到以下一些初步的结果:

(1) 夏季西太平洋和南中国海台风频数具有年代际变化特征,20世纪50年代初期至70年代中期,台风明显偏多;1975年以后台风相对偏少,但其间台风频数的年际变化较大。

(2) 前期冬春季海温和赤道辐合带的异常与夏季台风生成有密切的关系。前期冬季西太平洋异常的暖海温为后期台风的发展提供了重要的有利背景,在暖海温的持续作用下,对流层风场辐合异常增强,增加了暖区的水汽供应。到了前期春季,随着热带辐合带的北移,附加的异常辐合位于暖海温区时,将增强低空大尺度水汽辐合与自由大气中潜热释放之间的正反馈,有利于后期台风的生成。当前期冬春季西北太平洋海温持续异常偏冷时,对流层风场为辐散异常,减少了冷区的水汽供应;加之赤道辐合带不活跃,缺乏必要扰动,夏季台风生成偏少。

(3) 前期冬春季西太平洋海温异常和热带辐合带的活动异常对夏季台风频数都有明显影响,而海温异常影响的持续性更长,热带辐合带的影响主要在春夏季。上述两个基本因素的影响又以它们的恰当配合为最显著。当赤道辐合带活跃、且偏北,又出现在暖海温的背景上,会导致夏季台风数明显偏多;当赤道辐合带不活跃、且偏南,又出现在冷海温的背景上,会导致夏季台风数明显偏少。

(4) 2004年前期冬春季西北太平洋海温也较常年偏高,热带辐合带异常活跃,它们是导致2004年台风偏多的主要原因,与合成分析结果一致。

在分析夏季台风多寡年与前期气候背景的关系时,本文着重讨论了海温和热带辐合带两个方面,在不同的年份也许还有其他的一些影响因子,有关的问题还有待于深入地探讨。另外,虽然西北太平洋热带气旋强度已表明存在月际、年际和年代际的变化特征(陈联寿等,1979),但强台风的出现特征,以及与环境条件的关系,还是很值得深入研究的问题。

References

- Andreas H Fink, Peter Speth. 1998. Tropical cyclones. *Geoph Meteor*, 482-493
- Chen Lianshou, Ding Yihui. 1979. The Introduction on the Typhoon over the West Pacific Ocean (in Chinese). Beijing: China Science Press, 491pp
- Ding Y H, Reiter E R. 1981. Some conditions influencing the variability in typhoon formation over the west Pacific Ocean. *Arch Meteor Geophys Bioklim*, A30:327-342
- Duan Yihong, Yu Hui. 2002. A statistical analysis on intensity change of tropical cyclone over northwestern Pacific. *Acta Meteor Sinica*(in Chinese), 60(6):680-687
- He Min, Song Wenling, Chen Xingfang. 1999. Typhoon activity in the northwest Pacific in relation to El Nino/La Nina events. *J Tropical Meteor* (in Chinese), 15(1):17-25
- Jiang Leyi, Deng Zhihao. 1998. The analyses on the frequency anomaly of the tropical cyclone over East China and the characteristics of atmospheric general circulation. *Study Application Atmos Sci*(in Chinese), 1:29-35
- Lei Xiaotu. 1998. Advances of the study on predication for the frequency of tropical cyclones and the operational prediction skill level. *Study Application Atmos Sci*(in Chinese), 1:196-202
- Li Chongyin. 1984. On the CISK with shearing basic current. *Adv Atmos Sci*, 1(2): 256-262
- Li Chongyin. 1987. A study on the influence of El Niño upon typhoon action over Western Pacific. *Acta Meteor Sinica* (in Chinese), 45(2):229-236
- Li Zhengzhong, Cheng Minghu, Yang Zhengbin. 2004. Analyses of the annual frequency anomalies of typhoons and hurricanes in 1998. *J Tropical Meteor*(in Chinese), 20(2):161-166
- Lin Huijuan, Zhang Yaochun. 2004. Climatic features of the tropical cyclone influencing China and its relationship with the sea surface temperature in the Pacific Ocean. *J Tropical Meteor* (in Chinese), 20(2):218-224
- Qian Weihong. 2004. Tropical cyclone weather//*Synoptic Meteorology* (in Chinese). Beijing: Beijing University Press, 218-219
- Qiu Guoqing, Fang Weimo. 1999. The Guidance to the Tropical Cyclone Prediction (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press, 235pp
- Sun Ying, Ding Yuhui. 2002. Anomalous activity of tropical cyclone over the western North Pacific and the related large-scale circulation features during 1998 and 1999. *Acta Meteor Sinica* (in Chinese), 60(5):527-537
- Wang Hui, Ding Yihui, He Jinhai. 2006. Influence of western north Pacific summer monsoon changes on typhoon genesis. *Acta Meteor Sinica* (in Chinese), 64(3): 345-356
- Wu Disheng, Bai Yiping, Zhang Hongmei. 2003. The influence of variation of subsurface ocean temperature in the equatorial

- western Pacific warm pool on tropical cyclones. *J Tropical Meteor (in Chinese)*, 19(3):253-259
- Wu Guoxiong. 1992. Tropical storm formulation in response to sea surface temperature anomaly. *Scientia Atmospherica Sinica (in Chinese)*, 16(3):322-332
- Xie An, Ye Qian. 1987. Primary discussion on the relationship between the OLR low-frequency oscillation and typhoon activities over western Pacific Ocean. *Meteor Mon (in Chinese)*, 13(10):8-13
- Xu Jinjing. Primary analysis of relation between SST of West Pacific near equator and typhoon along southeast China. *J Oceanography Taiwan Strait (in Chinese)*, 1998, 17(3):278-281
- Zhang Qingyun, Peng Jingbei. 2003. Interannual and interdecadal variations of east Asian summer circulation and its impact on the landing typhoon frequency over China during summer. *Chinese J Atmos Sci (in Chinese)*, 27(1):97-106
- Zhou Junhua, Shi Peijun, Chen Xuewen. 2002. Spatio-temporal variability of tropical cyclone activities in the western North Pacific from 1949 to 1999. *J Natural Disaster (in Chinese)*, 11(3):44-49
- Zhu Congwen, Nakazawa T, Li Jianping. 2004. Modulation of tropical depression/cyclone over the Indian-Western Pacific Oceans by Madden-Julian oscillation. *Acta Meteor Sinica (in Chinese)*, 62(1): 42-50
- 附中文参考文献**
- 陈联寿, 丁一汇. 1979. 西太平洋台风概论. 北京: 科学出版社, 491pp
- 端义宏, 余晖. 2002. 西北太平洋热带气旋强度变化的统计特征. *气象学报*, 60(6):680-687
- 雷小途. 1998. 热带气旋频数预测的研究进展和业务预测水平. *大气科学研究与应用*, (1):196-202
- 何敏, 宋文玲, 陈兴芳. 1999. 厄尔尼诺和反厄尔尼诺事件与西北太平洋台风活动. *热带气象学报*, 15(1):17-25
- 蒋乐怡, 邓之灏. 1998. 华东地区热带气旋频数异常与大气环流及海温特征的分析. *大气科学研究与应用*, (1):29-35
- 李崇银. 1987. 厄尔尼诺影响西太平洋台风活动的研究. *气象学报*, 45(2):229-236
- 李曾中, 程明虎, 杨振斌等. 2004. 1998年台风与飓风异常成因分析. *热带气象学报*, 20(2):161-166
- 林惠娟, 张耀存. 2004. 影响我国热带气旋活动的气候特征及其与太平洋海温的关系. *热带气象学报*, 20(2):218-224
- 钱维宏. 2004. *热带气旋天气//天气学*. 北京: 北京大学出版社, 218-219
- 裘国庆, 方维模等. 1995. *全球热带气旋预报指南*. 北京: 气象出版社, 235pp
- 孙颖, 丁一汇. 2002. 1998和1999年西北太平洋热带气旋的异常特征及其大尺度条件. *气象学报*, 60(5):527-537
- 王慧, 丁一汇, 何金海. 2006. 西北太平洋夏季风的变化对台风生成的影响. *气象学报*, 64(3):345-356
- 吴迪生, 白毅平, 张红梅等. 2003. 赤道西太平洋暖池次表层水温变化对热带气旋的影响. *热带气象学报*, 19(3):253-259
- 吴国雄. 1992. 海温异常对台风形成的影响. *大气科学*, 16(3):322-332
- 谢安, 叶谦. 1987. OLR低频振荡与西太平洋台风活动的探讨. *气象*, 13(10):8-13
- 许金镜. 1998. 西太平洋赤道附近海温与中国东南沿海台风关系的初步分析. *台湾海峡*, 17(3):278-281
- 张庆云, 彭京备. 2003. 夏季东亚环流年际和年代际变化对登陆中国台风的影响. *大气科学*, 27(1):97-106
- 周俊华, 史培军, 陈学文. 2002. 1949—1999年西北太平洋热带气旋活动时空分异研究. *自然灾害学报*, 11(3):44-49
- 祝从文, Tetsuo Nakazawa, 李建平. 2004. 大气季节内振荡对印度洋-西太平洋地区热带低压/气旋生成的影响. *气象学报*, 62(1):42-50