

黄丽娜, 高建芸, 孙健, 等. 2013. 西北太平洋台风累积动能气候异常特征分析. 气象, 39(8): 995-1003.

# 西北太平洋台风累积动能气候异常特征分析<sup>\*1</sup>

黄丽娜<sup>1</sup> 高建芸<sup>2</sup> 孙 健<sup>1</sup> 武锦霖<sup>3</sup>

1 福建省莆田市气象局, 莆田 351100

2 福建省气候中心, 福州 350001

3 福建省莆田市秀屿区气象局, 莆田 351100

**提 要:** 应用美国联合台风警报中心(JTWC)提供的热带气旋数据、NCEP 再分析资料和英国 Hadly 中心海表温度资料, 分析了年台风累积动能(ACE)异常年气候特征及气候背景。结果表明: 年台风累积动能有明显的年际和年代际变化; ACE 异常年份由于季风槽东伸的经度、越赤道气流通道和强度以及副热带高压位置的显著差异, 造成台风频数、强度和生命史的差异; 当 5—8 月赤道中东太平洋海温为正距平、西南太平洋海温负距平时, 通过异常沃克环流和局部哈得来环流的下沉支向西北太平洋输送跨赤道南风, 导致该年西北太平洋 ACE 增多, 反之该年 ACE 减少。

**关键词:** 台风累积动能, 台风频数, 异常, 气候背景

**中图分类号:** P458

**文献标志码:** A

**doi:** 10. 7519/j. issn. 1000-0526. 2013. 08. 006

## Abnormal Climatic Features of Accumulated Cyclone Energy over the Northwest Pacific

HUANG Lina<sup>1</sup> GAO Jianyun<sup>2</sup> SUN Jian<sup>1</sup> WU Jinlin<sup>3</sup>

1 Putian Meteorological Bureau of Fujian, Putian 351100

2 Fujian Climate Center, Fuzhou 350001

3 Xiuyu Meteorological Station of Fujian, Putian 351100

**Abstract:** Based on JTWC tropical cyclone data, NCEP reanalysis data and Hadly Center SST data, the abnormal year's climatic features and background for accumulated cyclone energy (ACE) over the Northwest Pacific are analyzed. The results show that ACE has significant interannual and interdecadal variations. In the abnormal years of ACE, due to the notable difference of the longitude that the eastern flow from monsoon trough reaches, the passageway and intensity difference of cross-equatorial flows, and the location difference of subtropical high, the frequency, intensity and the persistence of typhoons are different. The abnormality of ACE is closely connected with tropical Pacific SSTA in May—August. When SST anomaly at equatorial central and eastern Pacific is positive and that of Southwest Pacific is negative, as a result of favorable cross-equatorial southern flow provided by downflow branches of abnormal Walker and Hadley Circulations, the year's ACE tends to be positively abnormal. Otherwise, ACE tends to be negatively abnormal.

**Key words:** accumulated cyclone energy (ACE), typhoon number, abnormal, climate background

\* 福建省科技计划重点项目(2011Y0008)、福建省气象局开放式气象科学研究基金项目(2010K05)和国家自然科学基金重大研究计划培育项目(90915002)共同资助

2012 年 3 月 1 日收稿; 2012 年 12 月 25 日收修定稿

第一作者: 黄丽娜, 主要从事短期气候预测研究. Email: lenah@163. com

## 引 言

西北太平洋是全球台风生成最频繁的区域,我国是受西北太平洋台风影响最严重的国家之一,台风气候规律的研究是气象学界经久不衰的课题,人们一般以台风生成频数来描述西北太平洋台风活动情况并开展对它的气候规律及其影响因素的研究,研究结果显示:台风频数的年际变化复杂,季风槽、赤道辐合带位置和强弱、ENSO 事件、大气准两年振荡、大气季节内振荡、沃克环流、哈得来环流等可以对台风频数产生直接或间接的影响(陈联寿,1979;雷小途等,2002;陈瑞闪;黄勇等,2009;申松林等,2010;徐良炎等,2005;孙秀荣等,2003;李崇银等,2012;张庆云等,2003;高建芸等,2011b;郑文荣等,2009)。

近年来,在台风短期预报方面开展了较多的研究,包括路径预报研究(余锦华等,2012;涂小萍等,2010)、强度预报研究及现状思考(许映龙等,2010)。对台风的气候预测研究,主要有:依据西北太平洋台风频数的影响因子,建立预测模型,开展对台风频数异常的预测工作,在近几年的西北太平洋台风预测中表现出了良好的预测技巧。然而,台风灾害是强度和持续时间共同作用的结果,由于台风累积动能(Accumulated Cyclone Energy,简称 ACE)能较准确地表现出台风强度和持续时间,以动能释放的观点表现出台风活动的程度(邱品竣等,2006),所以,找出台风累积动能与环境场的关系,分析异常年环境场特征,不但有助于更深入地了解环境场对台风活动的影响,也可能以模拟出来的环境场推演台风活动,得到间接的台风气候预测产品。本文研究的目的是以台风累积动能为量化的台风活动指标,分析西北太平洋台风活动异常年的气候特征及气候背景场特点,为将来定量预估台风灾害提供思路。

## 1 资料来源

(1) 台风位置、每 6 小时 1 次近中心最大风速值资料选自美国联合台风警报中心(JTWC)提供的 1945—2010 年西北太平洋最佳热带气旋路径数据,本文研究的台风指强度达热带风暴以上的热带气旋。

(2) 1948—2010 年 NCEP 月平均再分析资料,

水平分辨率  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。

(3) 太平洋海温数据选自英国气象局 Hadly 中心(www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadisst),水平分辨率  $1.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ 。

(4) 海温预测数据来自 www.cpc.ncep.noaa.gov/products 网站。

台风累积动能(ACE):以 6 h 一次定位的近中心最大风速的平方和计算单个台风累积动能,年内各个台风累积动能的总和即年台风累积动能。值得注意的是,由于 ACE 与热带气旋的强度(近中心最大风速)有关,而由于观测手段的变化,强度的观测数据会受一定影响,从而影响到累积动能的值。

## 2 台风累积动能年际和年代际异常特征

统计 1945—2010 年西北太平洋年台风累积动能和年台风频数变化见图 1,由图 1 可以看出 ACE 存在明显的年际和年代际变化。

取距平超过标准差的年份做为年际异常年,可以得到 11 个异常多年和 9 个异常少年,ACE 最大的年份和最小的年份相差可以达 449(单位:  $10^4 \text{ kn}^2$ ,  $1 \text{ km} \approx 0.514 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,下同);1945—1997 年 ACE 有明显的年代际变化,有两个少能期和两个多能期,1998 年以后总体上为少能期,滑动  $T$  检验结果见表 1。由表 1 可见,年 ACE 在 1952—1997 年

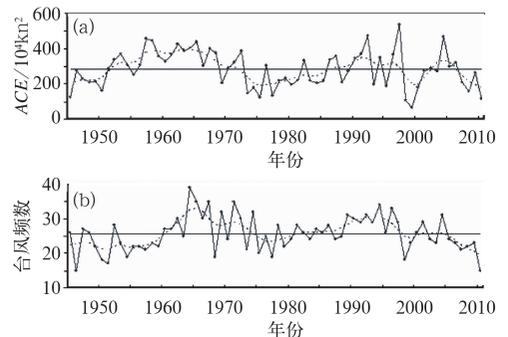


图 1 1945—2010 年台风累积动能和台风频数的年变化

(a) ACE, (b) 台风频数

(虚线为九点二次平滑,横线为 65 年平均值)

Fig. 1 The annual variation of Accumulated Cyclone Energy and typhoon number from 1945 to 2010

(a) ACE, (b) typhoon number

(dashed line is for 9-point secondary smooth curve, horizontal line for the average of 65 years)

表 1 ACE 年代际统计 (单位:  $10^4 \text{ kn}^2$ )Table 1 The interdecadal statistics of ACE (unit:  $10^4 \text{ kn}^2$ )

少能期/年	平均值	少转多 $T$ 值	多能期/年	平均值	多转少 $T$ 值
1945—1951	213.7	-5.2	1952—1972	355.0	6.33
1973—1985	208.8	-3.65	1986—1997	332.5	11.91(2.57)
1998—2001	156.3	-3.07	2002—2006	329.9	2.88
2007—2010	186.9				
(1998—2010)	(232.5)				
平均值	199.4(219.2)			344.6	

注: 括号内为 1998—2010 年统计数值

期间的每个阶段维持在 12 a 以上,但 1998 年以后阶段性变化包含两种频率,既有 4~5 a 的周期变化,又有 10 a 以上的年代际变化。按 1998 年以后 4~5 a 的周期变化规律,2012—2013 年可能由少能期转为多能期,按 1952 年以后 15 a 左右年代际变化规律,2012—2013 年也将由少能期转为多能期。结合申松林等(2010)的研究可以推测,2013—2020 年可能既是台风频数偏多阶段,也是台风累积动能偏多阶段,台风灾害防御将是气象决策服务的重中之重。

比较 ACE 与台风频数的年际和年代际变化曲线可以看出,两者的年际变化基本一致,计算显示两者的相关系数达 0.46,但 20% 以上的距平同号率仅 34%。年 ACE 的年际变化幅度比台风频数的年际变化幅度大得多,年 ACE 距平百分率最大可达 83%,年频数距平百分率最大却只有 52%,不仅如此,有些年份频数为负距平,ACE 却为正距平,有些年份频数为正距平,ACE 为负距平。

### 3 ACE 异常年气候背景分析

#### 3.1 异常年台风强度和生命史分析

前面已经提到,尽管年 ACE 与年台风频数有很好的正相关性,但有的年份频数偏多,ACE 偏少,

有的年份频数偏少,ACE 偏多,这是由于年 ACE 指数包含的信息不止台风频数,还包括台风强度和生命史两方面信息。比如:1957 年台风频数为 21 个,较常年平均偏少 5 个。这一年近中心最大风速  $>65 \text{ kn}$  的台风个数有 18 个,比常年平均多 2 个,强度达超强台风(最大风速  $>135 \text{ kn}$ )的个数有 8 个,比常年平均多 4 个。另一方面,该年每个台风平均生命史为 184 h,超出平均值 53%。正是由于 1957 年台风强度偏强且生命史偏长,导致该年 ACE 比常年多 51.7%。

由于 1948 年以前无 NCEP 数据,下面选取 1948 年以后距平超过标准差的年份作为异常年,分析 ACE 异常年台风中心强度和生命史的差异及 ACE 差异的主要海域(见表 2 和表 3)。由表 2 可见,ACE 异常多的年份  $V_{\max} > 65 \text{ kn}$  的台风个数是 ACE 少年的 1.9 倍, $V_{\max} > 65 \text{ kn}$  台风的生命史是 ACE 少年的 1.3 倍。由表 3 可见,两者差异最显著的海域在  $130^\circ \sim 150^\circ \text{E}$  范围内,其次在  $120^\circ \sim 130^\circ \text{E}$  和  $150^\circ \sim 160^\circ \text{E}$  两个海域也有较明显的差异。

#### 3.2 西北太平洋季风槽

西北太平洋季风槽是热带辐合带的一部分,内部对流活动频繁,它是低层气旋性扰动的涡源,Harr 等(1995)研究指出,西北太平洋季风槽活跃与不活跃型分别对应热带气旋的活跃与不活跃阶

表 2 ACE 异常年累积动能平均、台风强度及生命史比较

Table 2 The comparison of accumulated energy mean, typhoon intensity and persistence in the abnormal years of ACE

年份	ACE 少				ACE 多					
	1950	1973	1975	1977	1957	1958	1962	1965	1972	1991
	1998	1999	2008	2010	1992	1994	1996	1997	2004	
年平均 ACE			126					428		
$V_{\max} > 65 \text{ kn}$ 台风个数			11.1					20.8		
$V_{\max} > 65 \text{ kn}$ 的台风平均生命史(小时)			152					200		

表 3 异常年各海域 ACE 平均值比较 (单位:  $10^4 \text{ kn}^2$ )Table 3 The comparison of ACE means of sea areas in abnormal years (unit:  $10^4 \text{ kn}^2$ )

	110°~120°E	120°~130°E	130°~140°E	140°~150°E	150°~160°E	160°~170°E	170°~180°
少年	22.2	46.2	32.7	15.4	5.6	2.0	0.6
多年	25.1	99.9	123.5	91.9	51.0	22.2	7.0

段,它对台风累积动能是否有同样的作用?为此,对 ACE 异常年 850 hPa 纬向风距平做合成分析,比较 ACE 多年和少年季风槽的差异,结果显示:ACE 多年和少年纬向风差异以 6—10 月最显著:ACE 异常偏多年季风槽东伸至 160°E 附近,ACE 偏少年季风槽东伸至 130°E 附近,两者相差约 30 个经度(见图 2b 和 2c)。纬向风距平差异最显著的区域在 130°~150°E,多年和少年在这区域纬向风速相差  $2\sim 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,根据 3.1 分析,异常年 ACE 差异主要在 130°E 以东,以 130°~150°E 范围差异最显著,这与季风槽差异最显著的区域相吻合。由年 ACE 与当年 6—10 月 850 hPa 纬向风的相关系数(图 2c)可以看出年 ACE 与 130°E 以东季风槽强度呈正相关,相

关系数通过 0.05 显著检验。季风槽位置偏东引起台风累积动能偏多原因有两个:其一,季风槽偏东的年份,台风生成的海区范围较常年偏大,130°E 以东生成台风的概率加大,季风槽与其北面的东风之间 ( $5^\circ\sim 20^\circ\text{N}$ 、 $130^\circ\sim 160^\circ\text{E}$ ) 有强的纬向风径向切变 ( $-\partial u/\partial y > 0$ ) 和纬向风辐合 ( $\partial u/\partial y < 0$ ),有利于这一范围内热带气旋频数的增多,当季风槽明显东伸且强度偏强时,可能出现群发性热带气旋(高建芸等,2010;2011a)。而 150°E 以东生成的台风往西或西北移动时会有较长的生命史,从年台风总频数和生命史两方面导致该年 ACE 值偏多;其二,当西北太平洋处于西风位相时,沿赤道西传的混合罗斯贝重力波在热带西北太平洋季风槽区域通过纬向风辐

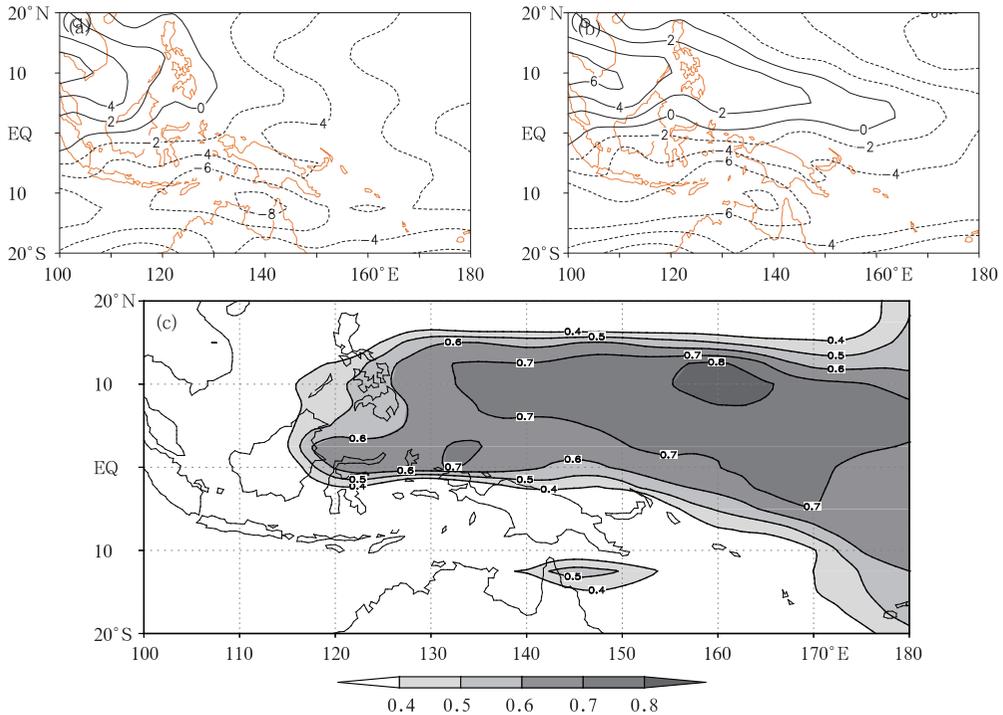


图 2 年 ACE 与 6—10 月 850 hPa  $u$  分量相关系数及异常年合成图  
(a) ACE 少年合成图, (b) ACE 多年合成图(单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), (c) 相关系数  
(阴影区为通过 0.05 显著性水平检验区)

Fig. 2 Correlations between annual ACE and  $u$ -wind in June–October and their composites in abnormal years

(a) low ACE years' composite, (b) high ACE years' composite, (c) correlations  
[units in (a) and (b):  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , shaded in (c) for more than 0.01 significance level]

合项( $\partial u/\partial x < 0$ )和切变项( $-\partial u/\partial y > 0$ )易于将正压动能向波数较多、波长较短的热带气旋动能转移(Webster et al, 1988; 陈光华等, 2009)。

### 3.3 越赤道气流

众所周知,北半球夏季期间正是南半球的冬季,由于南半球冬半年的冷涡比北半球冬半年的冷涡要强得多,致使南半球的越赤道气流比北半球的越赤道气流强。南半球强的越赤道气流有利于单个台风加强和年台风频数的增多,ACE 异常多年和少年越赤道气流有何不同? 哪些通道不同? 图 3 给出了 6—10 月 850 hPa  $v$  分量距平的纬向分布,可以看出: ACE 偏多年  $v$  分量距平代数值大于 ACE 偏少年的范围在  $100^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$ , ACE 偏多年南风正距平通道在  $100^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$ 、 $128^{\circ}\sim 138^{\circ}\text{E}$  和  $145^{\circ}\sim 155^{\circ}\text{E}$ 。  $100^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$  通道由于海域小,台风难以发展,所以,这个区域的越赤道气流对 ACE 的贡献不显著。  $128^{\circ}\sim 138^{\circ}\text{E}$  和  $145^{\circ}\sim 155^{\circ}\text{E}$  两个通道偏强的经向风正距平与 ACE 差异最显著的区域( $130^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ )相对应,结合图 2 中 ACE 偏多年季风槽东伸的位置

可以知道,  $143^{\circ}\sim 155^{\circ}\text{E}$  区域内强的越赤道气流在地转偏向力作用下引起季风槽南侧的西风加强东伸,使季风槽内辐合上升运动加强,进而引起这个区域 ACE 增加。

### 3.4 西北太平洋副热带高压

西北太平洋副热带高压对台风的生成和发展有直接的影响, 申松林等(2010)研究表明台风频数处于偏多的年代际背景下,副高偏弱、面积偏小、脊线位置偏东,但台风频数年际异常年副高的面积差异不大,那么,副高对 ACE 年际变化的影响是否也不大? 图 4 给出了年 ACE 与 500 hPa 高度场的相关系数及 ACE 异常年的合成图。由图 4 可见,年 ACE 与  $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $120^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$  范围内位势高度呈显著负相关; ACE 偏多年 586 dagpm 等值线的范围伸展至  $110^{\circ}\text{E}$  附近, ACE 偏少年只伸至  $115^{\circ}\text{E}$  附近。由于  $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $120^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$  区域位势高度偏弱时,副高边缘将往偏东偏北方向移,所以图 4b 的显著负相关区比图 4a 中的副高边缘偏东偏北。根据图 4a, ACE 偏少年台风的主要生成源地( $10^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ )被副高控制, ACE 偏多年在这一区域却处在副高边缘。在副高边缘有强的季风槽

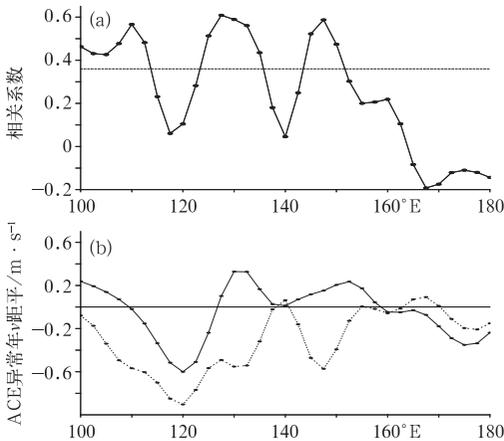


图 3 年 ACE 与 850 hPa 赤道平均( $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$ )经向风相关系数及其异常年距平合成 (a)相关系数(横虚线为 0.05 显著性水平), (b)异常年合成(实线:ACE 多年, 虚线:ACE 少年,单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

Fig. 3 Correlations between annual ACE and average  $v$ -wind ( $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$ ) at 850 hPa in June—October and their composites in abnormal years (a) correlations (dashed horizontal line: is 0.05 significace level), (b) composites for abnormal years (solid line: high ACE years, dashed line: low ACE years, unit:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

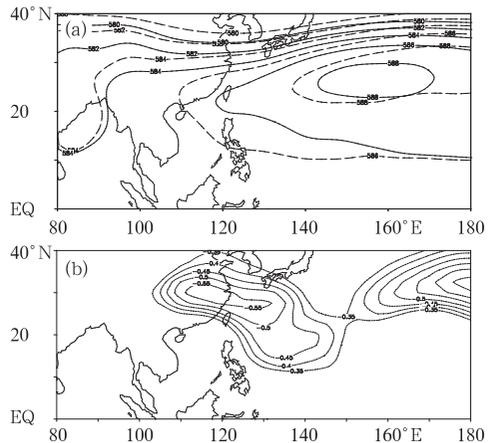


图 4 年 ACE 与 6—10 月 500 hPa 高度场相关系数及其异常年合成 (a)异常年合成(实线:ACE 多年,虚线:ACE 少年, 单位: dagpm); (b)相关系数

Fig. 4 Correlations between annual ACE and height fields at 500 hPa in June—October and their composites in abnormal years (a) composites, (b) correlations [solid line in (a): high ACE years, dashed line: low ACE years, unit: dagpm]

配合时,可造成对流活动加强,利于 ACE 增多。副热带高压西端偏东偏北的年份,利于夏季季风槽偏北或东伸(高建芸等,2011a;2011b),根据 3.2 分析,季风槽偏北偏东利于 ACE 增多。

### 3.5 太平洋表层海温

台风的形成与发展与洋面上的海温密切相关,西太平洋暖池状态也直接或间接影响西北太平洋台风频数(Chan,2000;Wang et al,2002;Gao et al,2011a;2011b),Gao 等(2011a;2011b)认为,当冬春季暖池和西风漂流区的海温为正距平,赤道中东太平洋为负距平时,南海季风槽增强;当冬春季( $10^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}/160^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{W}$ )区域的海温为正距平,冬季台湾以东洋面的海温为负距平时,若  $150^{\circ}\text{E}$  越赤道气流增强,有利于西北太平洋季风槽向东伸展,西北太平洋季风槽东段强度增强,生成于南海—西北太平洋季风槽内热带气旋频数增多。根据黄丽娜等(2009)研究,当 5—8 月赤道中东太平洋海温呈正距平时,西北太平洋台风年累积动能呈正距平。由于台风频数与 ACE 指数有较强的相关性,黄丽娜等(2009)和黄勇等(2009)、Gao 等(2011b)研究的研究结果为什么不一致?这是因为,年台风频数偏多只是 ACE 指数偏大的一个因素。另一方面,太平洋海温对西北太平洋台风频数和 ACE 的影响滞后时间不一样。下面分析热带太平洋海温与 ACE 的具体关系。对 ACE 异常年做海温累计距平合成,从前一年 10 月开始滑动平均,统计海温距平差异最显著的季节和海域,结果显示:ACE 异常多年和异常少年太平洋海温距平差异最显著的季节在当年 5—8 月,差异最显著的区域在赤道东太平洋和西南太平洋,ACE 异常少年在  $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$ 、 $170^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{W}$  为负距平,在  $5^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{S}$ 、 $150^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$  为正距平,ACE 异常多年正好相反(图 5)。由图 5 还可以看出,ACE 少年西北太平洋海温为正距平,ACE 多年为弱的负距平。暖洋面的蒸发是热带气旋的主要水汽来源,夏季西北太平洋表层温度偏低的年份 ACE 指数似乎不应该偏强。其实,在 TC 活跃季节(6—9 月),西北太平洋海域的 SST 常年保持在  $28^{\circ}\text{C}$  以上,使得 TC 活动的下垫面热力条件在西北太平洋基本得到满足(龚振淞,2011),因此西北太平洋海域的 SST 异常不是 ACE 异常的主要决定因素。由太平

洋海温与 ACE 的距平相关系数也可以看出年 ACE 距平值与赤道中东太平洋海温距平呈正相关,与西南太平洋海温距平呈负相关,两处的相关系数均通过 0.05 的显著性检验。

当 5—8 月赤道东太平洋海温正异常、西南太平洋海温为负异常时,下垫面作用使沃克环流呈现低层下沉辐散中心位于西太平洋地区并偏向于南半球,辐合中心位于东太平洋并对称于赤道;高层辐合中心也位于西太平洋地区,辐合中心相对于辐散中心也偏向于南半球。这种速度分布不对称性产生低层跨赤道南风,提供该年台风活动所需要的额外水汽来源。西南太平洋负距平时,局部哈得来环流距平在南半球热带地区为下沉气流,引发近地面跨赤道南风,进一步提供台风活动的水汽,低层及近地面的跨赤道南风将南半球水汽往西北太平洋地区输送,增强该季节台风累积动能(见图 7 ACE 异常年高低空水平散度合成图和图 8 异常沃克环流示意图)。

## 4 ACE 的短期气候预测试验

鉴于 ACE 与太平洋海温关系密切,目前可以很方便获取海温的模式预测产品,以下尝试用 5—8 月海温异常情况做年 ACE 短期气候预测。

根据 [www.cpc.ncep.noaa.gov/products](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products) 网站提供的海温距平预测资料对 2006—2010 年 ACE 异常情况做定性预测。根据图 9a 和 9b 可以知道,模式预测的 2010 年 5—8 月赤道东太平洋海温为负距平、西南太平洋海温为正距平,因此,预测 2010 年台风累积动能可能为异常少年,实况 2010 年 ACE 异常少。2006—2010 年预测情况见表 4,由表 4 可以看出:用 5—8 月预测的海温异常情况预测当年 ACE 可以取得较好效果;对 2006—2010 年的 4 个距平显著的年份均做出正确的预测。进一步统计发现,海温异常对年台风频数的影响滞后 6 个月左右,由于时滞太长,用预测的冬春季海温情况做年台风频数预测结果就不尽如意。

## 5 结论

通过以上分析,得出以下结论:

(1) 年 ACE 有明显的年际和年代际分布,

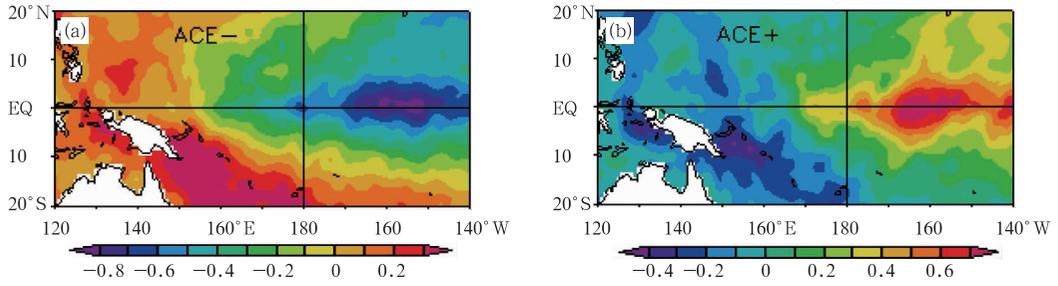


图 5 ACE 异常年太平洋 5—8 月海温累计距平合成  
(a)异常少年, (b)异常多年 (单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

Fig. 5 The composite of accumulated SSTA in abnormal years of ACE in May—August  
(a) low ACE years, (b) high ACE years (unit:  $^{\circ}\text{C}$ )

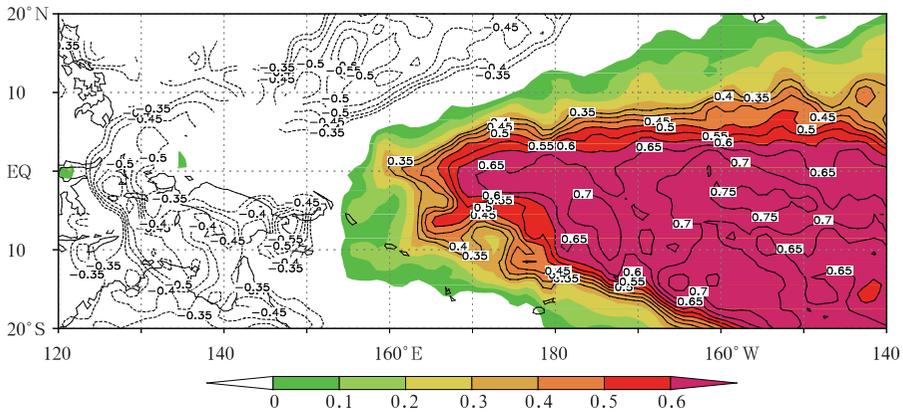


图 6 ACE 与 5—8 月太平洋海温距平相关系数

Fig. 6 Correlation coefficient between annual ACE and SSTA in Pacific Ocean during May—August

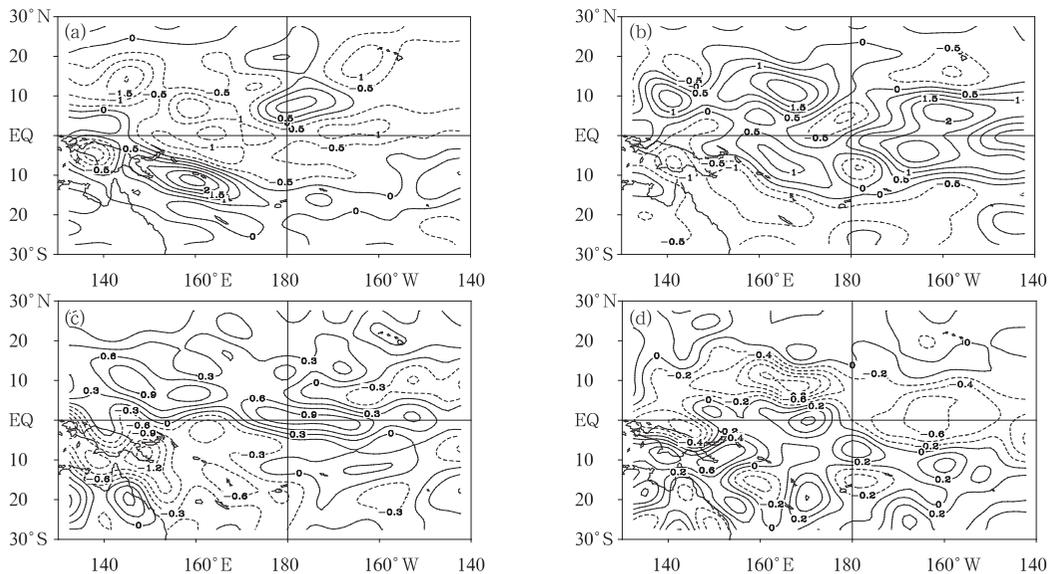


图 7 ACE 异常年高低空水平散度 (单位:  $10^{-6} \text{ s}^{-1}$ )

(a) ACE 少年 150 hPa, (b) ACE 多年 150 hPa 散度, (c) ACE 少年 925 hPa, (d) ACE 多年 925 hPa(实线  $>0$ , 虚线  $<0$ )

Fig. 7 The horizontal divergence in abnormal years of ACE (unit:  $10^{-6} \text{ s}^{-1}$ )

(a) low ACE years at 150 hPa, (b) high ACE years at 150 hPa, (c) low ACE years at 925 hPa, (d) high ACE years at 925 hPa (solid line for positive and dashed line for negative)

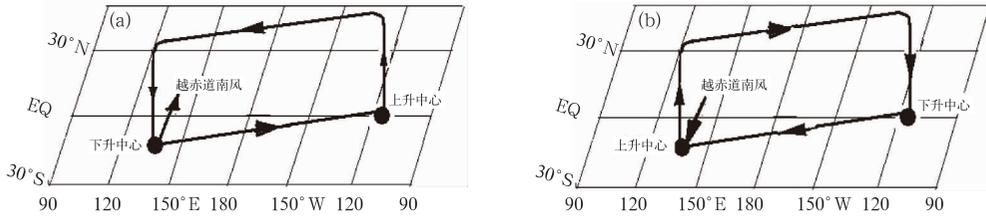


图 8 异常沃克环流示意图

(a) ACE 多年, (b) ACE 少年

Fig. 8 Schematic diagram of abnormal Walker circulations

(a) high ACE years, (b) low ACE years

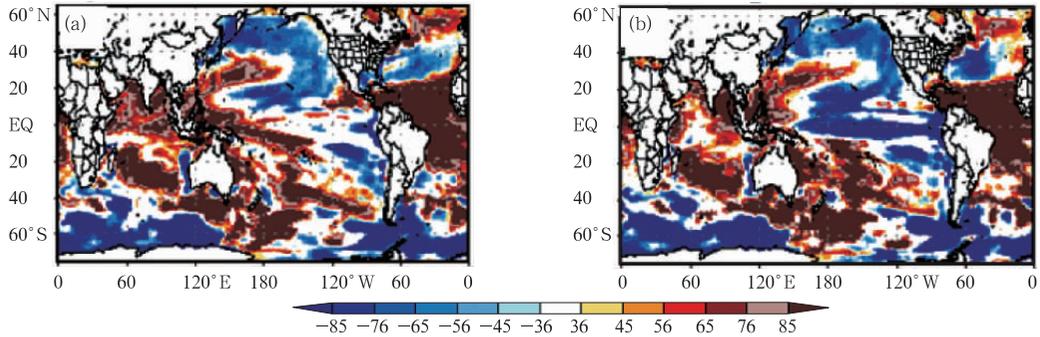


图 9 NOAA 网站海温距平预测图示例

(a) 2010 年 4 月起报, (b) 2010 年 5 月起报

Fig. 9 Forecast products of SSTA from NOAA

The forecasts made beginning from (a) April 2010, (b) May 2010

表 4 2006—2010 年海温距平与 ACE 异常预测 (单位:  $10^4 \text{ kn}^2$ )

Table 4 Forecasts of SSTA and the abnormality for ACE in 2006—2010 (unit:  $10^4 \text{ kn}^2$ )

起止年月	赤道东太平洋	西南太平洋	预测结论	实况
200605—200608	正	负	动能大	353
200705—200708	负	正	动能小	208
200805—200808	负	正	动能小	159
200905—200908	无异常	正	无异常	267
201005—201008	负	正	偏小	116

注: ACE 年平均 282。

1952—1972 年、1986—1997 年为多能期, 1973—1985 年、1998 年至目前为少能期, 未来几年可能转为多能期。

(2) ACE 偏多年夏季季风槽和越赤道气流偏强, 台风主要源地处于副高南侧的季风槽内, 致使台风强度偏强, 生命史偏长,  $150^\circ\text{E}$  以东台风生成频数偏多; ACE 偏少年夏季季风槽偏弱,  $128^\circ\sim 158^\circ\text{E}$  的越赤道气流偏弱, 台风主要源地为副高控制, 导致台风强度偏弱、生命史偏短。

(3) 5—8 月赤道中东太平洋和西南太平洋海温异常可影响 ACE 的异常。ACE 异常多年 5—8 月赤道东太平洋海温为正距平、西南太平洋为负距平, ACE 负异常年正好相反。海温异常通过异常沃克环流和局部哈得来环流引起越赤道气流偏强或偏弱, 使该年 ACE 偏多或偏少。

(4) 预测试验表明, 太平洋海温对 ACE 具有一定的预报技巧。

参考文献

陈光华, 黄荣辉. 2009. 西北太平洋低频振荡对热带气旋生成的动力作用及其物理机制. 大气科学, 33(2): 205-214.  
 陈联寿. 1979. 西北太平洋台风概论. 北京: 科学出版社, 100.  
 陈瑞闪. 台风. 福州: 福建科技出版社, 35-39, 42.  
 高建芸, 吕心艳, 张秀芝, 等. 2010a. 南海-西北太平洋季风槽中热带气旋群发的研究 I. 热带气旋群发的基本特征. 海洋学报, 32(6): 68-71.  
 高建芸, 吕心艳, 张秀芝, 等. 2011b. 南海-西北太平洋季风槽中热带气旋群发的研究 II. 影响机制研究. 海洋学报, 33(5): 29-36.  
 高建芸, 余锦华. 2011. 南海-西太平洋季风槽强度变化的特征及其与热带气旋活动的关系. 热带气象学报, 27(1): 68-72.  
 龚振淤. 2011. 2008 年西北太平洋热带气旋活动异常特征及成因分

- 析. 热带气象学报, 27(1):202-208.
- 黄丽娜, 林笑茹, 曾华, 等. 2009. 西北太平洋台风累积动能的气候特征. 气象, 35(9):45-50.
- 黄勇, 李崇银, 王颖. 2009. 西北太平洋热带气旋频数变化特征及其与海表温度关系的进一步研究. 热带气象学报, 25(3):274-277.
- 雷小途, 陈联寿. 2002. 西北太平洋热带气旋活动规律和纬度分布特征. 应用气象学报, 13(2):219-223.
- 李崇银, 潘静, 田华, 等. 2012. 西北太平洋台风活动与大气季节内振荡. 气象, 38(1):1-16.
- 邱品竣, 余嘉裕. 2006. 西北太平洋地区台风活跃度分析: 活跃年与不活跃年比较. 大气科学(台湾), (3):201-241.
- 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):65-69.
- 孙秀荣, 端义宏. 2003. 夏季风与西北太平洋热带气旋频数关系的初步分析. 大气科学, 27(1):67-74.
- 涂小萍, 许映龙. 2010. 基于 ECMWF 海平面气压场的热带气旋路径预报效果检验. 气象, 36(3):107-111.
- 徐良炎, 高歌. 2005. 近 50 年台风变化特征及灾害年景评估. 气象, 31(3):41-45.
- 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):43-49.
- 余锦华, 唐家翔, 戴雨茜, 等. 2012. 我国台风路径业务预报误差及成因分析. 气象, 38(6):695-700.
- 张庆云, 彭金备. 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.
- 郑文荣, 李江南. 2009. 西北太平洋超强台风时空分布特征及其成因. 海洋预报, 26(04):21.
- Chan J C L. 2000. Tropical cyclone activity over the western north Pacific associated with El Nino and La Nina events. J Climate, 13, 1960-1972.
- Gao Jianyun, Tim Li. 2011a. Factors controlling multiple tropical cyclone events in the western North Pacific. Mon Wea Rev, 139, 885-894.
- Gao Jianyun, Yu Jinghua, Zhang Xiuzhi, et al. 2011b. Variation features of the monsoon trough intensity in the South China Sea-western North Pacific and its effects upon tropical cyclone. J Tropical Meteor, 7(4):210-219.
- Harr P A, Elsberry R L. 1995. Large-scale circulation variability over the tropical western North Pacific. Part II: Persistence and transition characteristics. Mon Wea Rev, 123(5):1247-1248.
- Wang Bin, Chan Johnny C L. 2002. How strong ENSO events affect tropical storm activity over the western North Pacific. J Climate, 15, 1643-1658.
- Webster P J, Chang H R. 1988. Energy accumulation and emanation region at low latitudes: Impacts of a zonally varying basic state. Atmos Sci, 45:803-829.