

影响山东热带气旋活动的气候特征与太平洋海温的关系

高晓梅¹, 江静², 王孝卿¹, 袁俊鹏², 杨静², 崔建云¹

(1. 山东省潍坊市气象局, 山东 潍坊 261011; 2. 南京大学大气科学系, 江苏 南京 210093)

摘要:利用 1949~2003 年热带气旋年鉴资料, 对 55 年来影响山东热带气旋(TC)活动的气候特征与太平洋海温的关系进行了分析。结果表明:(1)在厄尔尼诺年, 影响山东的 TC 频数较常年明显偏少。厄尔尼诺次年 TC 频数较常年稍有增加; 拉尼娜年影响山东的 TC 频数较常年显著偏多, 增加明显的月份主要是 8 月和 9 月, 拉尼娜次年, 影响山东 TC 频数偏少。厄尔尼诺事件强度越大, 影响山东的 TC 频数越少;(2)影响山东的 TC 数和菲律宾以东洋面的海温呈正相关, 并具有很好的持续性。影响山东的 TC 多年, 赤道中东太平洋有较强的负距平区, 影响山东的 TC 少年, 赤道中东太平洋为正距平区;(3)厄尔尼诺年, 影响山东的 TC 强度偏强。拉尼娜年, 影响山东的 TC 强度明显偏弱。影响山东的 TC 强度厄尔尼诺年要比拉尼娜年强很多;(4)影响山东 TC 偏强年在赤道中东太平洋有较强的正距平区, 影响山东 TC 偏弱年在赤道中东太平洋地区有较强的负距平。综上说明赤道中东太平洋的海温高低对影响山东的 TC 频数和强度有较好的指示作用。

关键词:热带气旋; 频数; 强度; 太平洋海温

中图分类号:P 444 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-0239(2009)02-0044-13

1 引言

地球约有 70% 的表面被海水覆盖。海洋是到达地球表面的太阳辐射的主要接收者, 是地球上最大的水体, 不仅水量多, 热容量大, 而且传热方式多, 太阳辐射可到达不太深的水层。因此, 海洋是一个巨大的热量存储器和温度调节器, 又是大气水汽的主要源地, 所以海洋热量状况的异常变化必将引起大气环流的异常变化。大量事实表明, 低纬度大气各种尺度运动都受到海气相互作用的影响。热带气旋(TC)的异常活动与热带大尺度环流的异常变化密切相关。由于海水温度是大气环流异常变化的重要物理因子之一, 因此它必然会对 TC 的异常活动产生重大影响。

自 20 世纪 50 年代以来, 人们已经注意到太平洋海温(SST)与 TC 的加强及其路径之间存在正相关^[1]以及 TC 强度变化与其路径上下垫面温度变化之间的关系^[2-4]。秦曾灏等^[5]认为 SST 及其空间分布与 TC 有着非常密切的关系, TC 强度对 SST 的响应时间一般为十余小时, TC 过境可使 TC 中心附近海洋混合层加深及海表温度降低。TC 对海洋的影响在其

收稿日期: 2008-04-08

作者简介: 高晓梅(1974-), 女, 高级工程师, 主要从事天气预报工作。

过境后可持续7~10天。陈联寿等^[6]指出南海TC发生数峰值出现在9月可能与9月南海地区季风开始衰退而海温较高有关。

ENSO是热带海洋和大气中的异常现象,也是全球海气相互作用的强烈信号。IPCC第3次评估报告^[7]指出,比较过去的100年,自20世纪70年代中期以来,ENSO暖事件发生更加频繁、持续时间更长、强度更强。Lander^[8]指出,ENSO事件对西北太平洋TC的发生地点和发展产生影响。也就是在ElNino(LaNina)事件期间,TC的生成趋势是向东(西)移动。潘怡航、李崇银、董克勤等^[9~11]分析了赤道东太平洋海温与西北太平洋台风的相关关系,指出厄尔尼诺年台风活动减少,反厄尔尼诺台风活动增加,并对厄尔尼诺影响西北太平洋台风活动作了定性解释。陈兴芳等^[12]还分析了厄尔尼诺和反厄尔尼诺年与台风生成位置和强度的关系。何敏等^[13](1999)分析了ENSO事件与西北太平洋

TC活动的关系,指出厄尔尼诺年TC活动减少,拉尼娜年TC活动增加。而且TC活动与ENSO事件的起始和终止时间及其强度有关。

在监测、预报ElNino和LaNina事件时,主要是根据热带太平洋海表温度距平(SSTA)资料,取某一海域海表温度距平SSTA的平均值为指数,当该海域平均海表温度距平超过某一规定的阈值(临界值)时,就定义为一次ENSO事件。通常赤道中、东太平洋被划分为4个ENSO监测区,因Nino 3区(5°S~5°N, 150°~90°W)涵盖了赤道中东太平洋的大部海域,其ElNino信号最为突出,通常用这一海区的海表温度距平SSTA指数来判定ElNino和LaNina的发生与结束。我国海洋环境预报中心是用Nino 3区指数来监测和预测ElNino。基于此,本文将Nino 3区的海表温度SST连续6个月以上高于(低于)正常0.5℃的年份定为厄尔尼诺年(拉尼娜年)。依此标准,在1949~2003年的55年中,可以得到15个^[14]厄尔尼诺年,即1951、1957、1958、1963、1965、1969、1972、1976、1982、1983、1987、1991、1992、1997、1998年。19个拉尼娜年,即1954、1955、1956、1961、1962、1964、1967、1968、1970、1971、1973、1974、1975、1978、1985、1988、1989、1995、1999年。本文根据影响山东TC活动的气候特征与太平洋海温的关系,揭示了太平洋海温对TC活动存在影响的事实,并对其机理进行探讨,以期得出一些具体的结论。

2 资料

文中所用的TC资料根据中国气象局组织整编的《台风年鉴》和《热带气旋年鉴》资料^[15, 16]中统计得出,选取时间为1949~2003年共55年。统计影响山东TC的频数、中心最低气压和中心附近最大风速等资料。影响山东的TC是指能够引起山东5个测站以上有5mm以上降水,或者引起山东5个测站以上出现6级以上大风的TC。海温资料取自Hadley中心提供的1949~2003年全球大气逐月海表层温度资料(1°×1°),并将其处理为逐年海表层温度资料,分析范围包括100°E~90°W、10°S~60°N的陆地及海洋区域。

3 影响山东热带气旋频数与海温的关系

3.1 影响山东的TC数与海温的相关关系

TC经常在低纬地区暖洋面上生成，且都是由热带扰动发展起来的，但热带扰动并不都能发展成TC。TC的发生发展需要一定的条件，其中之一为热力条件，一般需要海面水温在26~27℃以上。因此，研究影响山东TC活动与海温(SST)关系是非常必要的。

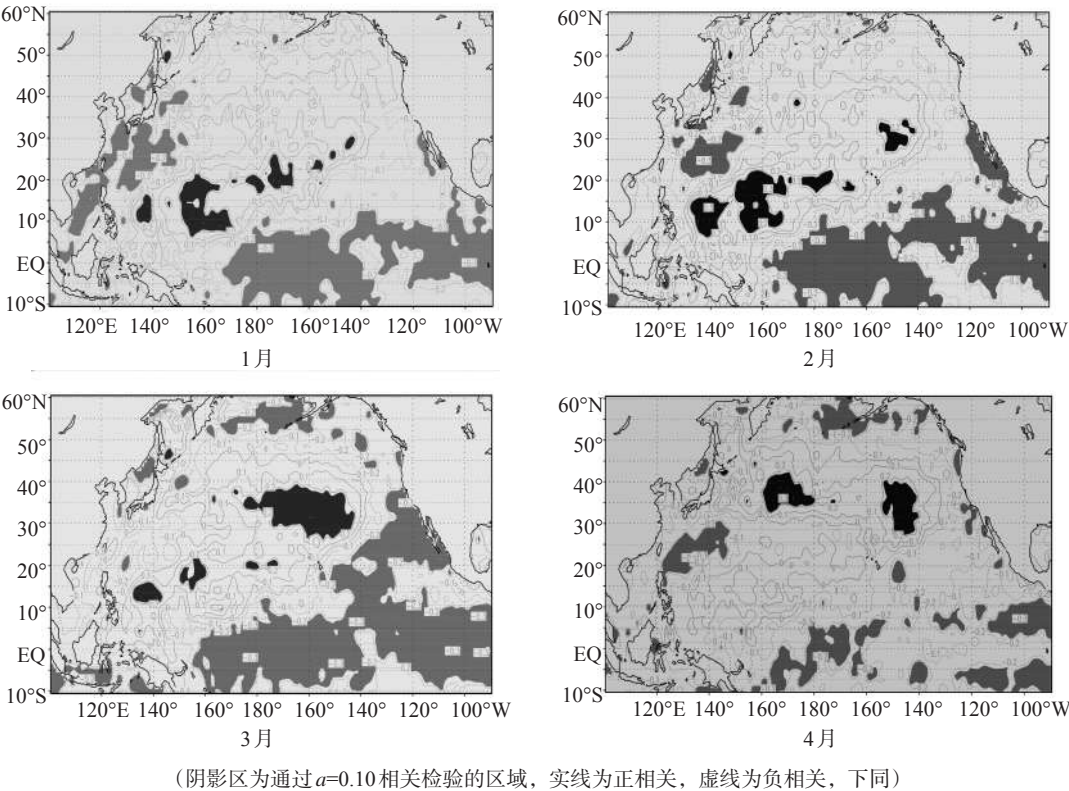


图1 1949~2003年影响山东的TC数与各月海温的相关系数分布

图1给出了1949~2003年影响山东的TC数与各月海温的相关系数分布，分析发现，在太平洋地区相关较好的区域分别是南海、赤道中东太平洋的负相关区和北太平洋中部海区、菲律宾以东洋面的正相关区，并具有较好的相关持续性。

根据文献[17]统计，影响山东的TC，绝大多数来自菲律宾以东洋面。TC影响山东降水前3~5天，其中心都已进入15°N以北、135°E以西及菲律宾以东洋面上。海温的高低、分布与TC的生成发展密切相关。由图1给出的相关系数分布可以看到，影响山东的TC数和菲律宾以东洋面的海温呈正相关，并具有很好的持续性。这说明菲律宾以东洋面海温偏高时，影响山东的TC数偏多。

3.2 赤道中东太平洋海温异常与影响山东热带气旋频数的关系

下面将分析厄尔尼诺年、拉尼娜年TC的活动特征,探讨赤道中东太平洋海温异常对影响山东TC频数的影响。表1为在1949~2003年间影响山东TC的月、年平均频数,从表1可以看出,1949~2003年55年来影响山东的TC共88个,平均每年为1.6个。而厄尔尼诺年当年平均每年为1.2个,比多年平均明显偏少,次年平均每年为1.64个,比多年平均略多些;拉尼娜年当年平均每年为1.74个,比多年平均多,相比厄尔尼诺年要更多些,次年平均每年为1.36个,和多年平均相比偏少较多。

表1 1949~2003年间影响山东TC的平均频数(单位:个)

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	年平均
55年平均	0.018	0.036	0.418	0.727	0.227	0.018	0.018	1.6
厄尔尼诺当年	0.000	0.000	0.333	0.533	0.267	0.000	0.067	1.2
厄尔尼诺次年	0.000	0.091	0.364	0.818	0.364	0.000	0.000	1.64
拉尼娜当年	0.053	0.053	0.316	0.737	0.368	0.053	0.000	1.74
拉尼娜次年	0.000	0.091	0.364	0.545	0.273	0.000	0.091	1.36

由表1还可以看出,厄尔尼诺年当年各月(除9月、11月)出现频数均较常年同期偏少,厄尔尼诺年次年的各月TC频数比常年同期相比有所增加,拉尼娜年当年各月出现频数均较常年同期偏多,频数的增加8、9月份最明显,拉尼娜次年各月出现的频数与常年相比有增有减。从以上分析发现,在厄尔尼诺年,影响山东的TC频数较常年明显偏少。而厄尔尼诺次年TC频数较常年稍有增加;拉尼娜年影响山东的TC频数较常年显著增加,增加明显的月份主要是8月和9月,而拉尼娜次年影响山东的TC频数较常年却有显著减弱。这与厄尔尼诺年的情况正好相反。这可能因为TC发生在西太平洋热带地区,而这个区域的海温变化与发生厄尔尼诺现象的赤道东太平洋地区相反。另外,由于赤道东太平洋海温变化会影响西太平洋副高的变化。何敏等^[18]研究了TC发生发展的环流条件,西太平洋副高强度等在厄尔尼诺年与拉尼娜年有明显差别。

在1949~2003年的55年中,Nino 3区海表温度SST距平峰值最大的3次出现在1997~1998、1982~1983、1972年,分别为3.67℃、3.30℃、2.42℃,与此相应,在这5个年份中,只有1982年为多TC年,平均为1.4个,低于常年平均值。由此可知,厄尔尼诺事件强度越大,影响山东TC越少。

从上述资料可以看到,有的拉尼娜年单独出现,有的则连续出现(称为拉尼娜相邻年),本文把单独出现的拉尼娜年的次年和最后一次出现的拉尼娜相邻年次年都称为拉尼娜次年。表3为1949~2003年55年中出现的11个拉尼娜次年影响山东TC数。从表3可以看出,只有1990年为多TC年,其余都不是多TC年,符合率只有1/11(9%)。由此可以说明,在拉尼娜次年,影响山东的TC频数偏少。

表2 拉尼娜次年影响山东 TC 频数(单位:个)

拉尼娜年	拉尼娜次年	频数/个	拉尼娜年	拉尼娜次年	频数/个
1956	1957	1	1978	1979	1
1962	1963	1	1985	1986	1
1964	1965	2	1989	1990	3
1968	1969	1	1995	1996	0
1971	1972	2	1999	2000	2
1975	1976	1			

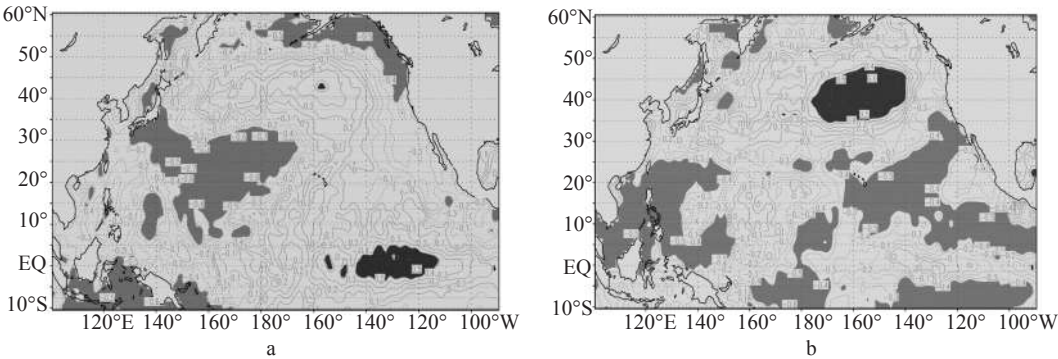


图2 厄尔尼诺年(a)、拉尼娜年(b)海温与频数的相关系数分布

图2给出了厄尔尼诺年、拉尼娜年与当年海温的相关系数分布，分析发现厄尔尼诺年影响山东的TC频数与当年海温在赤道东太平洋区为正相关，西北太平洋、赤道西太平洋为负相关。说明在厄尔尼诺年赤道东太平洋区海温越高，影响山东的TC频数越多。这与前面结论不太一致。不一致的原因较多，例如何敏^[13]等指出厄尔尼诺、拉尼娜事件对台风活动频数的影响与厄尔尼诺、拉尼娜事件的强弱、起始和终止时间、台风生成的区域有关。Gray^[19]对全球的TC活动作了系统的研究，在分析大西洋飓风活动的同时，也给出了西北太平洋台风频数的对比统计，指出厄尔尼诺年的西太平洋台风频数并不比其前、后一年明显偏少，厄尔尼诺年对台风频数的影响与台风生成的区域有关。Ramage等^[20]、Chan^[21]和韦有暹^[22]也有相似的结论。

从图2还可以看出，在拉尼娜年影响山东的TC频数在西太平洋暖池、赤道东太平洋区为负相关，北太平洋中部为正相关。说明在拉尼娜年赤道东太平洋海温越低，影响山东TC频数越多。这与前面拉尼娜年影响山东TC频数偏多的结论是非常吻合的。

3.3 TC 频数异常偏多年海温与偏少年海温的关系

本文对影响山东的TC频数异常偏多(少)年的太平洋海温进行了合成分析。TC频数异常偏多或偏少，用异常度C^[23]表示：

$$C = \frac{Y - Y_p}{\delta_Y}, \quad Y_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i, \quad \delta_Y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_p)^2} \tag{1}$$

式中 Y 为某年TC特征量, Y_p 为TC特征量平均值, δy 为标准差。定义: $C \geq 1$ 为台风频数异常偏多, $C \leq -1$ 为异常偏少。对1949~2003年55年中影响山东TC的年频数作了如下处理(如图3所示), 按照上述标准得到了12个多TC年, 即1952、1956、1959、1960、1961、1962、1971、1982、1984、1985、1990、1994年, 8个少TC年, 即1958、1968、1988、1993、1995、1996、1998、2003年。

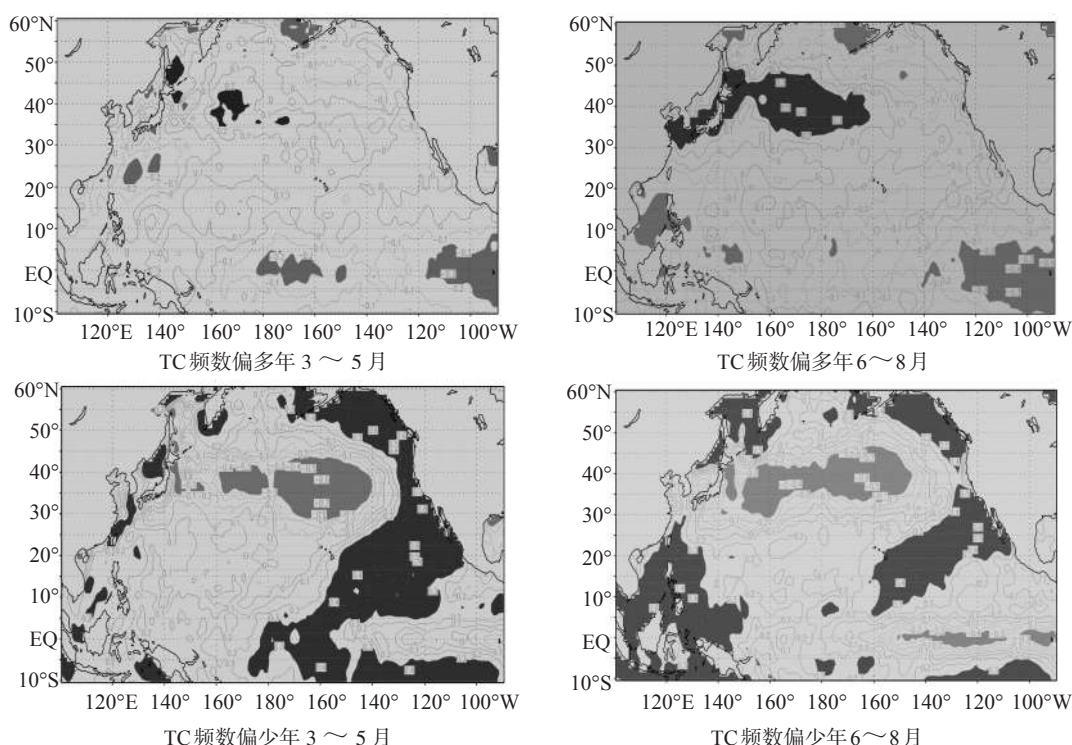
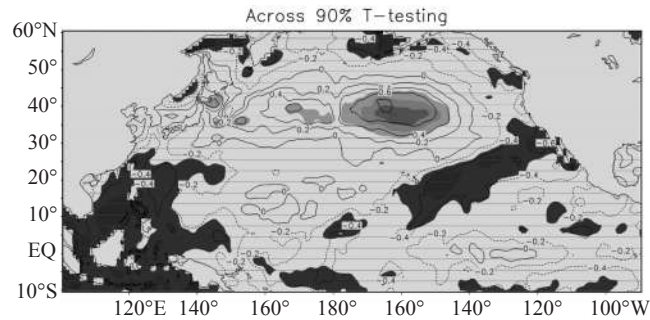


图3 影响山东TC多年和少年春季(3~5月)和夏季(6~8月)合成的海温距平(单位:℃)

图3分别给出了影响山东TC多年和少年春季(3~5月)和夏季(6~8月)合成的海温距平场。分析发现影响山东的TC多年, 春季到夏季赤道中东太平洋和西太平洋西部地区有较强的负距平区, 北太平洋中部地区、日本海南部地区为正距平区。这说明在影响山东TC多年份里, 赤道中东太平洋海温比常年海温偏低。而在影响山东TC少的年份里, 春季和夏季赤道中东太平洋、北美太平洋沿岸地区、西太平洋暖池有较强的正距平, 北太平洋中部地区、日本海南部区则为负距平区。即在影响山东TC少年份里, 赤道中东太平洋海温比常年海温偏高。这与前面结论刚好吻合, 这也说明了赤道中东太平洋的海温较强影响着影响山东的TC频数。由上可知, 影响山东的TC多年海温距平分布形势和少年分布形势是相反的。

图4是影响山东TC频数异常偏多年的太平洋海温与异常偏少年太平洋海温的合成分析图。图中阴影区为异常偏多年与异常偏少年的海温通过 $t_a(a=0.10)=1.734$ 显著性检验的区域。从图中可以看出, 中太平洋北部为通过显著性检验的正距平区, 即中太平洋北部

的海温多年高于少年；南海、西太平洋暖池和东太平洋为通过显著性检验的负距平区，即菲律宾海、南海、西太平洋暖池和东太平洋的海温多年要低于少年。这说明了影响山东TC频数异常偏多年里，中太平洋北部对应的海温异常偏高；影响山东TC频数异常偏少年里，南海、西太平洋暖池和东太平洋对应的海温异常偏高。这与上面结论是一致的。



(阴影区为通过 $\alpha = 0.10$ 显著性检验的区域。实线为正距平，虚线为负距平，单位：℃，下同)

图4 影响山东TC频数异常偏多年与偏少年的太平洋海温差值图

4 影响山东热带气旋强度与海温的关系

4.1 影响山东的TC强度与海温的相关关系

图5给出了1949~2003年影响山东的TC中心最低气压与各月海温的相关系数分布，

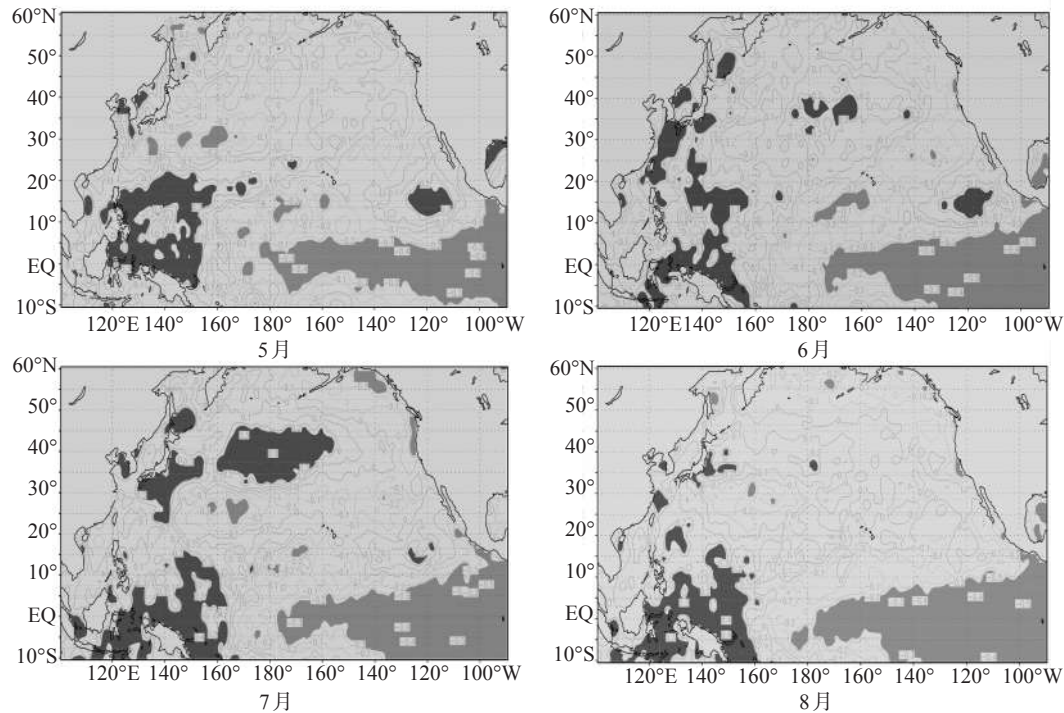


图5 1949~2003年影响山东的TC中心最低气压与各月海温的相关系数分布

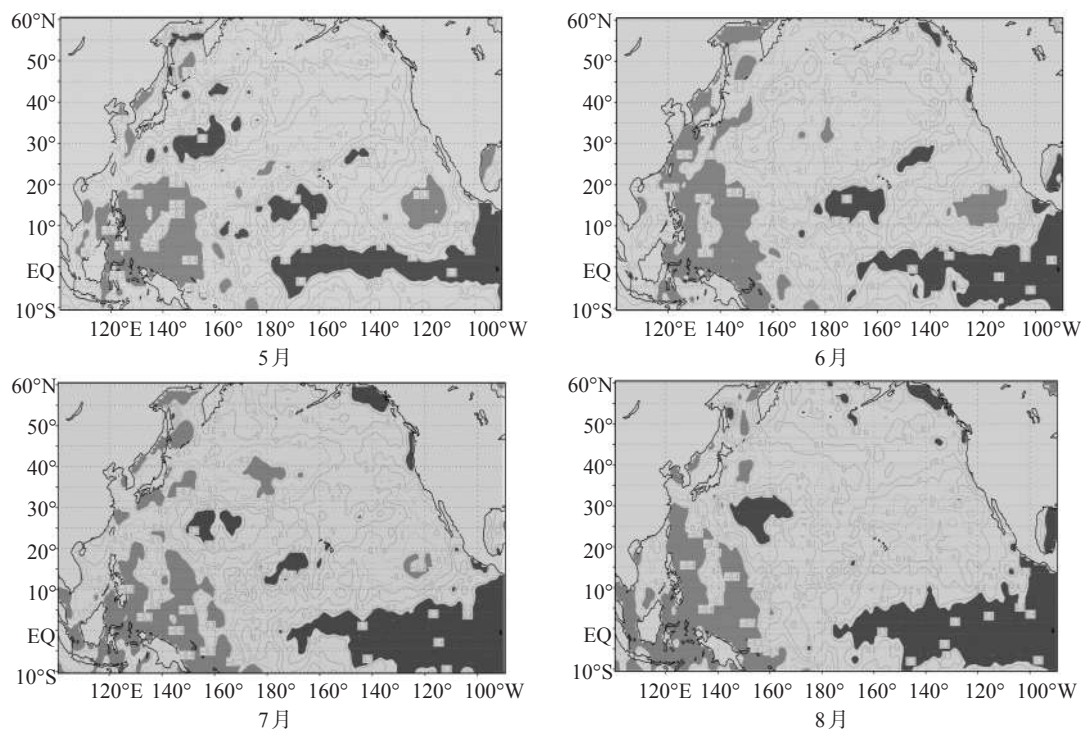


图6 1949~2003年影响山东的TC中心附近最大风速与各月海温的相关系数分布

分析发现，在太平洋地区相关较好的区域分别是西太平洋低纬度地区的正相关区和赤道中东太平洋的负相关区，并具有较好的相关持续性。

图6给出了1949~2003年影响山东的TC中心附近最大风速与各月海温的相关系数分布。从图中可以看出，西太平洋低纬度地区为通过显著性检验的负相关区，赤道中东太平洋为通过显著性检验的正相关区。这和图6是一致的，因为中心最低气压越小，中心附近最大风速越大，TC强度越大。综合图6和图7可以看出，西太平洋低纬度地区的海温越低，影响山东的TC强度越大；赤道中东太平洋海温越高，影响山东的TC强度越大，这也说明了在厄尔尼诺年，影响山东的TC强度要更强些。这正符合前面的实际结论，即赤道中东太平洋的海温对影响山东的TC强度有较强影响。

4.2 赤道中东太平洋海温异常与影响山东热带气旋的关系

下面将分析厄尔尼诺年、拉尼娜年TC的强度特征，探讨赤道中东太平洋海温异常对影响山东TC强度的影响。TC的强度是以TC中心附近最大风速和中心最低海平面气压为依据的。近中心最大风速值愈大，中心最低气压值愈小，则TC愈强。分析1949~2003年15个厄尔尼诺年份中影响山东TC强度的分布特征发现(见表4)，15个厄尔尼诺年中共有18个TC影响山东，有13个TC的中心最低气压值 $\leq 940\text{hPa}$ ，占总数的72%，中心最低气压值最小为876hPa,也是55年中影响山东TC最小的中心最低气压值；有11个TC的中心附近最大风速 $\geq 60\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，占总数的61%，中心附近最大风速值最大为 $90\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，只比55

年中影响山东 TC 最大风速极大值小 $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。由此可见，在厄尔尼诺年，影响山东的 TC 强度偏强。

表 3 厄尔尼诺年影响山东 TC 强度分布

中心最低气压 P/hPa	TC 频数/个	最大风速 $V/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	TC 频数/个
$P\leq 900$	3	$V\geq 90$	1
$900<P\leq 920$	7	$90>V\geq 75$	4
$920<P\leq 940$	3	$75>V\geq 60$	6
$940<P\leq 960$	0	$60>V\geq 45$	3
$960<P\leq 980$	5	$45>V\geq 30$	4

分析 1949~2003 年 19 个拉尼娜年份中影响山东 TC 强度的分布特征可以看出(表 5)，19 个拉尼娜年中共有 33 个 TC 影响山东，有 21 个 TC 的中心最低气压值 $\geq 940\text{hPa}$ ，占总数的 64%，中心最低气压值最大为 999hPa ，也是 55 年中影响山东 TC 最大的中心最低气压值；有 20 个 TC 的中心附近最大风速值 $\leq 45\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，占总数的 61%，中心附近最大风速最弱为 $15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，只比 55 年中影响山东 TC 最大风速极小值大 $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。由上述分析看出，在拉尼娜年，影响山东的 TC 强度明显偏弱。这与厄尔尼诺年的情况刚好相反。

表 4 拉尼娜年影响山东 TC 强度分布

中心气压 P/hPa	TC 频数/个	最大风速 $V/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	TC 频数/个
$P\geq 980$	12	$V\leq 30$	10
$980>P\geq 960$	7	$30<V\leq 45$	10
$960>P\geq 940$	2	$45<V\leq 60$	2
$940>P\geq 920$	4	$60<V\leq 75$	8
$920>P\geq 900$	8	$75<V\leq 90$	3

表 5 为 1949~2003 年中厄尔尼诺年、拉尼娜年和多年平均 TC 强度平均值比较。从表 6 看出，厄尔尼诺年平均中心最低气压值为 924.9hPa ，比多年平均(946.8Pa)低很多，拉尼娜年为 959.5hPa ，则比多年平均高，相比厄尔尼诺年要高 34.6hPa 。再从中心附近最大风速来看，厄尔尼诺年中心附近最大风速平均值为 $61.4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，比多年平均($51.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)大 $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右，拉尼娜年为 $45.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，比多年平均($51.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)小，比厄尔尼诺年要小 $15.7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。由此可见，影响山东的 TC 强度厄尔尼诺年要比拉尼娜年强很多。

表 5 厄尔尼诺年、拉尼娜年与多年平均强度比较

	中心最低气压均值/hPa	中心附近最大风速均值/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
多年平均	946.8	51.0
厄尔尼诺年	924.9	61.4
拉尼娜年	959.5	45.7

4.3 强度异常偏强年海温与偏弱年海温的关系

本文对影响山东的 TC 强度异常偏强(弱)年的太平洋海温进行了合成分析。在此，依然用异常度 C 表示。因为中心最低气压值越小，中心附近最大风速值越大，TC 越强，即

中心气压值和风速值成反比,基于此,我们将中心气压值和风速值分别标准化,然后将风速的标准化值与负的中心气压的标准化值相加后加权平均,得到一综合的异常度 C 。定义 C 平均 ≥ 1 为TC强度异常强, C 平均 ≤ -1 为异常弱。对1949~2003年55年中影响山东TC的中心最低气压和中心附近最大风速作了如下处理(见图10),按照上述标准得到了6个TC强度异常偏强年,即1951、1953、1957、1969、1977、1983年,8个TC强度异常偏弱年,即1950、1970、1974、1984、1985、1989、1991、1999年。

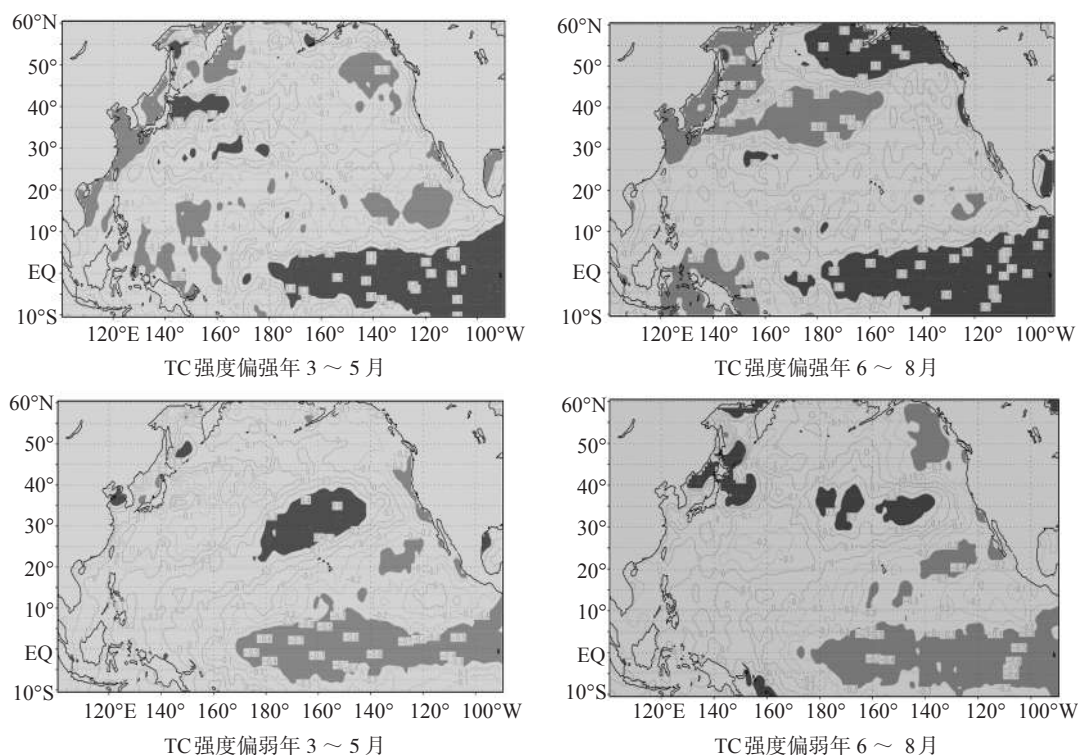


图7 影响山东TC偏强年和偏弱年春季(3~5月)和夏季(6~8月)合成的海温距平(单位:℃)

图7分别给出了影响山东TC偏强年和偏弱年春季(3~5月)和夏季(6~8月)合成的海温距平场,分析发现影响山东的TC偏强年,春季到夏季在赤道中东太平洋和日本海东南部有较强的正距平区,在赤道西太平洋、南海、黄海、渤海、日本海西部地区为负距平区。这说明在影响山东TC偏强年份里,赤道中东太平洋海温要比常年海温偏高,黄海、南海、渤海、日本海西部离山东较近海域的海温要比常年海温偏低。而在影响山东TC偏弱的年份里,春季和夏季在赤道中东太平洋地区有较强的负距平,在中太平洋地区、黄海、朝鲜半岛南部、日本海附近则为正距平区。这说明在影响山东TC偏弱年份里,赤道中东太平洋海温要比常年海温偏低,黄海、朝鲜半岛南部、日本海附近海域的海温要比常年海温偏高。这与前面影响山东TC偏强年份的结论刚好相反,这也可以作为一个指标即用上述海域的海温高低来预测影响山东TC的强弱程度。

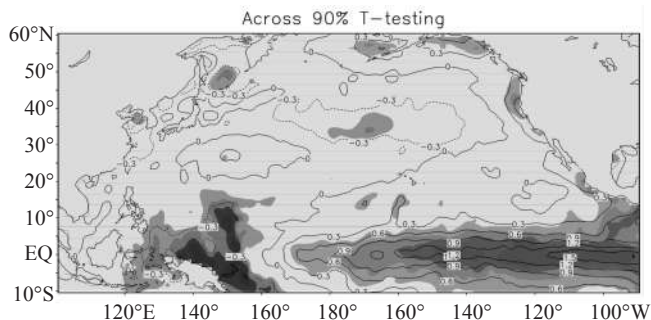


图8 影响山东TC强度异常偏强年与偏弱年的太平洋海温差值图

图8是影响山东TC强度异常偏强年的太平洋海温与异常偏弱年的太平洋海温的合成分析图。图中阴影区为偏强年与偏弱年的海温通过 $t_a(a=0.10)=1.782$ 显著性检验的区域。从图中可以看出，在赤道中东太平洋、北美西海岸为通过显著性检验的正距平区，在赤道西太平洋、中太平洋、黄海、朝鲜半岛南部海域为通过显著性检验的负距平区。即赤道中东太平洋、北美西海岸海温偏强年要高于偏弱年，而在赤道西太平洋、中太平洋、黄海、朝鲜半岛南部海域的海温偏强年要低于偏弱年。这也说明了影响山东TC强度异常偏强时，赤道中东太平洋对应的海温异常偏高；影响山东TC强度异常偏弱时，赤道西太平洋、中太平洋、黄海、朝鲜半岛南部对应的海温异常偏高。

5 结论

本文通过对太平洋海温与影响山东TC资料的分析，得到以下几点结论：

(1) 在厄尔尼诺年，影响山东的TC频数较常年明显偏少。厄尔尼诺次年TC频数较常年稍有增加；拉尼娜当年影响山东的TC频数较常年显著偏多，增加明显的月份主要是8月和9月。拉尼娜次年，影响山东TC频数偏少。厄尔尼诺事件强度越大，影响山东TC频数越少。厄尔尼诺事件的结束时间若超过5月1日，那么次年影响山东TC频数偏少。

(2) 影响山东的TC数与各月海温在太平洋地区相关较好的区域分别是在南海、赤道中东太平洋的负相关区和北太平洋中部海区、菲律宾以东洋面的正相关区，并具有较好的相关持续性。影响山东的TC多年，赤道中东太平洋有较强的负距平区，影响山东的TC少年，赤道中东太平洋有较强的正距平区。

(3) 在厄尔尼诺年，影响山东的TC强度偏强。在拉尼娜年，影响山东的TC强度明显偏弱。影响山东的TC强度厄尔尼诺年要比拉尼娜年强很多。

(4) 影响山东的TC强度与各月海温在西太平洋低纬度地区为负相关区，赤道中东太平洋为为正相关区。厄尔尼诺年影响山东的TC强度与当年海温在赤道中东太平洋区、南海为正相关，中太平洋北部地区为负相关。拉尼娜年在赤道西太平洋区、赤道东太平洋北部为正相关，在中太平洋地区为负相关。影响山东TC偏强年在赤道中东太平洋和日本海东南部有较强的正距平区，在赤道西太平洋、南海、黄海、渤海、日本海西部地区

为负距平区。影响山东 TC 偏弱年, 在赤道中东太平洋地区有较强的负距平, 在中太平洋地区、黄海、朝鲜半岛南部、日本海附近则为正距平区。这可以说明上述海域的海温高低对影响山东的 TC 强度有较好的指示作用。

参考文献:

- [1] FISHER E L. Hurricane and the sea-surface temperature field[J]. Jour Meteor, 1958,15: 328-333.
- [2] PERLROTH L. Relationship of central pressure of hurricane Esther 1961 and the sea-surface temperature field[J]. Tellus, 1962,14: 403-408.
- [3] PERLROTH L. Hurricane behavior as related to oceanographic environmental condition[J]. Ibid, 1967,19: 258-268.
- [4] PERLROTH L. Effects of oceanographic media on equatorial Atlantic hurricane[J]. Ibid, 1969,21: 230-244.
- [5] 秦曾灏, 端义宏. 我国热带气旋强度变化研究的新进展[A]. 全国热带气旋科学讨论会论文集[C]. 北京: 气象出版社. 2001. 25-30.
- [6] 陈联寿, 丁一汇. 西太平洋台风概论[M]. 北京: 科学出版社出版. 1979: 404-405.
- [7] KOCHER Bethany, ELSNER J B. Global tropical cyclone activity: a link to the north atlantic oscillation[C]. 24 Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology. 2000, 23-24.
- [8] LANDER Mark A. The tropical cyclone distribution in the western North Pacific during the El Nino-La Nina swing of 1997-1999: Extraordinary interannual changes[C]. Florida: American Meteorological Society, 2000: 179-180.
- [9] 潘怡航. 赤道东太平洋海洋表面温度与西太平洋台风发生频率的遥相关[J]. 科学通报, 1980,21: 997-989.
- [10] 李崇银. 厄尼诺影响西太平洋台风活动的研究[J]. 气象学报, 1987, 45: 229-235.
- [11] 董克勤, 齐树芬. 赤道东太平洋海温与西太平洋台风频数年际变化的关系[J]. 海洋学报, 1990,12(4): 509-509.
- [12] 陈兴芳, 晁淑懿. 台风活动与厄尼诺年的环流背景[J]. 气象科学, 1989,9(3): 168-176.
- [13] 何敏, 宋文玲, 陈兴芳. 厄尔尼诺和反厄尔尼诺事件与西北太平洋台风活动[J]. 热带气象学报, 1999, 15(1): 17-25.
- [14] 冯利华. 中国登陆热带气旋与太平洋海表温度的关系[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 209-214.
- [15] 中国气象局. 台风年鉴(1949~1988年)[Z]. 北京: 气象出版社, 1949-1988.
- [16] 中国气象局. 热带气旋年鉴(1989~2006年)[Z]. 北京: 气象出版社, 1989-2003.
- [17] 曹刚锋, 张善君, 朱官忠等. 山东天气分析与预报[M]. 北京: 气象出版社. 1988: 65-68.
- [18] He Min, Song Wenling, Chen Xingfang. Typhoon activity in the events. Journal of Tropical Meteorology, 1999, 15(1): 17-25. (何敏, 宋文玲, 陈兴芳. 厄尔尼诺和反厄尔尼诺事件与西北太平洋台风活动[J]. 热带气象学报, 1999, 15(1): 17-25).
- [19] Gray W M. Atlantic seasonal hurricane Frequency. Part I: EL Nino and 30mb quasi-bicennial oscillation influences. Mon Wea Reza. 1984, 112: 1649-1668.
- [20] Ramage C S, Hori A M. Meteorological aspects of EL Nino. Mon Wea Reza. 1981. 109: 1827-1835.
- [21] Chan J C L. 1985: Tropical cyclone activity in the northwest Pacific in relation to the EL Nino/Southern oscillation phenomenon. Mon Wea Reza. 1985. 113: 599-606.
- [22] 韦有暹. 赤道东太平洋海表水温异常与西北太平洋台风活动. 见: 台风会议文集(1985). 北京: 气象出版社. 1987: 320-333.
- [23] 周学鸣, 魏应植, 吴陈锋. 夏季西太平洋台风频数异常与 ENSO 事件的关系及大气环流异常特征[J]. 热带气象学报, 2006, 22(1): 34-40.

Relationship between climatic characteristics of tropical cyclones activities influencing Shandong province and sea surface temperature in the Pacific

GAO Xiao-mei¹, JIANG Jing², WANG Xiao-qing¹, YUAN Jun-peng², YANG Jing², CUI Jian-yun¹

(1. Weifang Meteorological Bureau, Shandong 261011 China; 2. Nanjing University, Nanjing, 210093 China)

Abstract: Based on tropical cyclone yearbook data from 1949 to 2003, relationship between climate characteristics of tropical cyclone (TC) activities influencing Shandong Province and sea surface temperature in the Pacific is analyzed. Some results are introduced as follows: (1) There are less frequencies of TC influencing Shandong Province in El Nino years and more frequencies in the next year of El Nino years. By contrary, there are more frequencies in La Nina years and less frequencies in the next year of La Nina years, August and September are the main months for the increasing of TC frequency in La Nina years; the greater the intensity of El Nino event, the less the frequencies of TC influencing Shandong Province. (2) There exists positive correlation between the TC numbers influencing Shandong Province and the SST anomalies in the East ocean of Philippines with high persistence. In the years of more TC influencing Shandong Province, the sea surface temperature in the central and eastern equatorial Pacific shows positive anomaly, in the years of less TC things are inverse; (3) There are stronger intensity of TC influencing Shandong Province in El Nino years and weaker intensity in La Nina years. In other words, there are stronger intensity of TC influencing Shandong Province in El Nino years than that of TC in La Nina years; (4) In the years of stronger TC influencing Shandong Province, the sea surface temperature in the central and eastern equatorial Pacific appears in the positive anomaly, while in the years of weaker TC the sea surface temperature shows negative anomaly. Above all, it indicates that the sea surface temperature in the central and eastern equatorial Pacific has instructive effect on the frequency and intensity of TC influencing Shandong Province.

Keywords: tropical cyclone; frequency; intensity; sea surface temperature in the Pacific