

赤道太平洋西风爆发事件的时空特征

庄 镇^{1,2,3}, 郑 建^{1,3,4}, 王法明^{1,2,3,4}

(1. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 中国科学院海洋环境与波动重点实验室, 山东 青岛 266071; 4. 青岛海洋科学与技术试点国家实验室 海洋动力过程与气候功能实验室, 山东 青岛 266237)

摘要: 赤道太平洋西风爆发事件(简称“西风事件”)对厄尔尼诺有重要的触发作用。基于 ERA-Interim 和 NCEP2(NCEP-DOE Reanalysis 2)风场资料以及 OI(NOAA OI SST V2 High Resolution Dataset)海表面温度资料, 本文对西风事件的时空特征进行了研究诊断, 并初步分析了 ENSO(EI Niño-Southern Oscillation)对西风事件的影响。结果显示, 西风事件发展初期主要集中在中西部太平洋, 季节性变化表现为冬春季较强, 夏秋季较弱。西风事件频次和强度都有一定的年际变化特征, 其中中太平洋西风事件的强度与 ENSO 信号的关系更紧密。当 Niño3.4 指数大于 1 °C 时, 西风事件的频次和强度与 ENSO 信号相关性好; 当 Niño3.4 指数小于 1 °C 时, 西风事件频次的随机性增加, 但其强度仍受到赤道中东太平洋海温异常信号的制约。

关键词: 西风爆发; 天气扰动; 厄尔尼诺; 海气相互作用

中图分类号: P47 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2022)05-0001-09

DOI: 10.11759/hyqx20170117003

西风事件是发生在热带的高频西风异常扰动。持续的西风异常可以产生下沉的海洋开尔文波, 从而触发和维持厄尔尼诺事件^[1]。如果西风事件减弱甚至消失, 厄尔尼诺事件就很难形成。例如, 2014 年厄尔尼诺事件没有成长起来, 很大程度上归因于当年弱的西风异常^[2-3]。由于厄尔尼诺会通过大气遥相关影响全球气候与天气异常, 因此研究西风事件有着重要科学意义。

目前, 关于西风事件并没有公认的严格标准, 已有的研究都是基于各自经验定义西风事件。从天气学的角度看, 台风、赤道外寒潮的入侵和大气季节内振荡都可以促使西风事件发生^[4-8]; 而从气候学的角度看, 西风事件的发生频次和强度则受到 EI Niño-Southern Oscillation(ENSO)信号的调制^[8-21]。例如, Eisenman 等^[9]发现, 厄尔尼诺事件期间, 随着暖池东边界向东扩展, 西风异常区域也随之向东移动。作为触发 ENSO 的随机天气扰动, 厘清西风事件如何受到气候年际变化信号的调控是其中研究的关键。针对这一科学问题, 本文将基于海洋大气再分析资料, 定义西风事件指数, 诊断热带太平洋西风异常的时空特征, 并探讨 ENSO 信号对西风事件的影响。

1 数据和方法

1.1 研究数据

西风事件属于高频的天气事件, 进行分析时需采用逐日风场资料。为保证统计结果的可靠性, 采用两套风场资料数据相互验证, 分别是 European Centre for Medium-Range Weather Forecas Reanalysis-Interim(以下简称 ERA-Interim)和 National Centers for Environmental Prediction Reanalysis II(以下简称 NCEP2)。ERA-Interim 数据分辨率是 2.5°×2.5°, NCEP2 数据分辨率是 1.875°×1.875°。风场数据的时间范围是 1979 年 1 月 1 日到 2015 年 12 月 31 日。海表面温度数据采用 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Optimum Interpolation (OI) 逐月数据, 时间范围是 1982 年 1 月到 2015 年 12 月。大气和海洋数

收稿日期: 2020-01-17; 修回日期: 2020-03-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(41776035); 山东省自然科学基金项目(ZR2021MD024)

[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41776035; Shandong Provincial Natural Science Foundation, No. ZR2021MD024]

作者简介: 庄镇(1991—), 山东济南人, 从事海气相互作用研究, E-mail: zhuangzhen1991@163.com; 王法明(1972—), 通信作者, 研究员, 山东潍坊人, 从事气候动力学、海气耦合等研究, E-mail: faming_wang@qdio.ac.cn

据均先减去气候平均态得到异常场后再做分析。需要注意的是，此时的异常风场既包含了大气自有的高频天气变化，也包含了低频大尺度海气耦合信号。这里，我们借鉴其他研究的做法，采用带通滤波提取 2~90 d 的高频信号，在该风场异常数据中识别西风事件。

1.2 西风事件的定义

西风事件由一系列的西风异常组成，它需要达到一定的空间尺度，才能促进海洋开尔文波的产生。目前，对于西风事件的定义存在较大分歧^[6-9]。我们将从个例分析入手，导出本文所用的西风事件定义。风场数据的预处理方法是在 2.5°S 与 2.5°N

之间取经向平均。该范围对应的是赤道海洋开尔文波的衰减半径，可保证影响赤道海洋开尔文波的风异常都涵盖在此研究区域内。图 1a 表示 2002 年纬向风异常随时间演变，其中黑色框对应图 1b 典型西风事件。图 1a 显示，西风异常往往集中出现，但其持续时间和纬向跨度却各有不同。对于持续天数多、作用范围广的一系列西风异常，需要给出具体标准定义西风事件。以 2002 年 5 月西风事件为例，其特征可归纳为纬向宽度大、持续时间长、空间移动不显著、并且具有一定的平均强度。因此，西风事件的具体定义依赖于时间、空间特征尺度的具体选取。

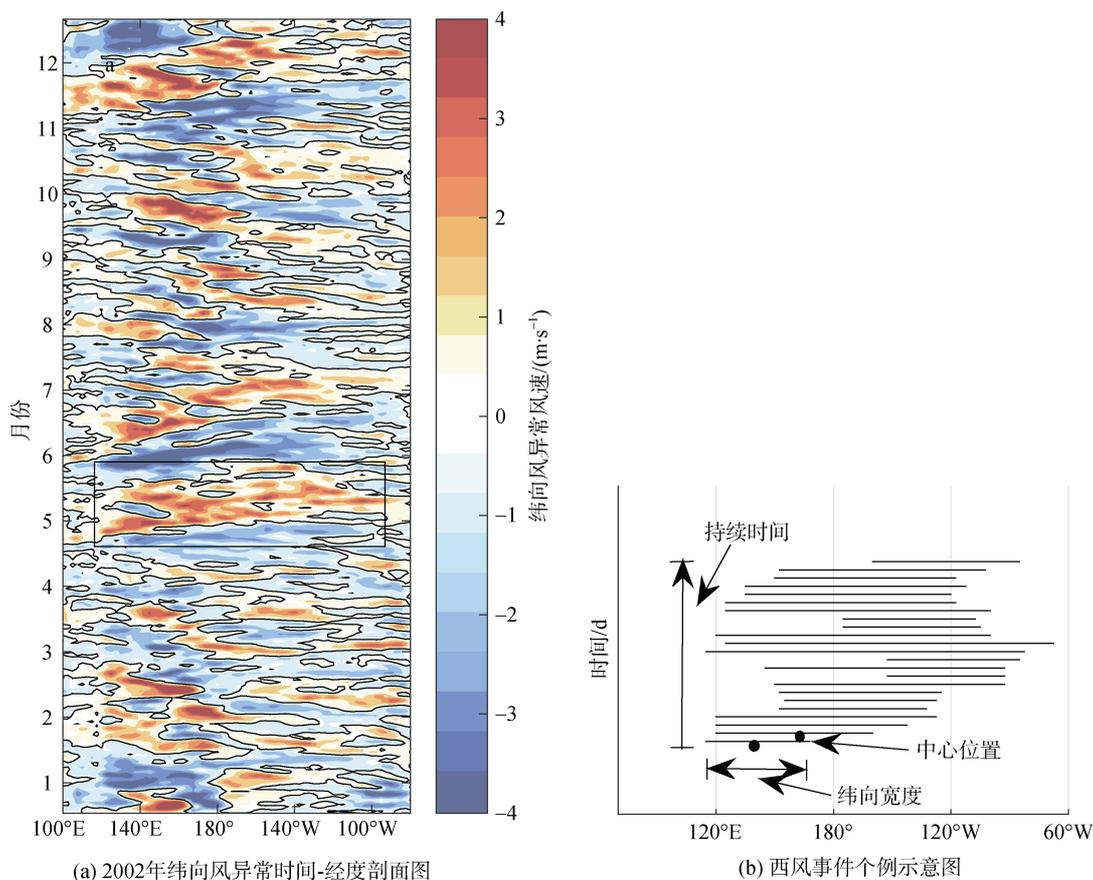


图 1 2002 年纬向风场异常(a), 5 月的西风事件个例(b)

Fig. 1 Zonal wind anomaly in the year 2002 (a) and westerly wind bursts in May 2002 (b)

图 2 显示西风事件个数与选取标准的关系。纬向宽度标准过小会将部分西风事件连在一起，难以区分；如果宽度过大会忽略部分西风事件，从而导致西风事件个数减少。图 2a 表明选取不同的持续时间，纬向宽度标准为 30°时可以区分出大部分的西风事件。从物理意义上讲，赤道大气开尔文波的空

间特征尺度为 30°左右，因此选择 30°作为西风事件纬向宽度的标准具有一定合理性。图 2b 表明，在不同的纬向宽度标准下，随着持续天数标准的增加，西风事件的个数都会呈现一定的下降趋势。鉴于大气开尔文波的特征时间尺度为一周左右，选择 5 d 作为西风事件持续天数的标准。另外，为避免同一

时间段而空间相隔甚远的西风事件发生混淆,需要确定西风事件中心纬向位移标准(即第 1 d 和第 2 d 西风事件中心位置的移动距离,图 1b 中两个圆圈的间隔)。图 2c 表明,如果西风事件中心位移标准

设置得较小,会导致西风事件个数较少,当位移标准逐渐增大时,西风事件个数逐渐稳定并趋近正常情况。从数据分布来看选择 60°作为中心位移的阈值较合适。

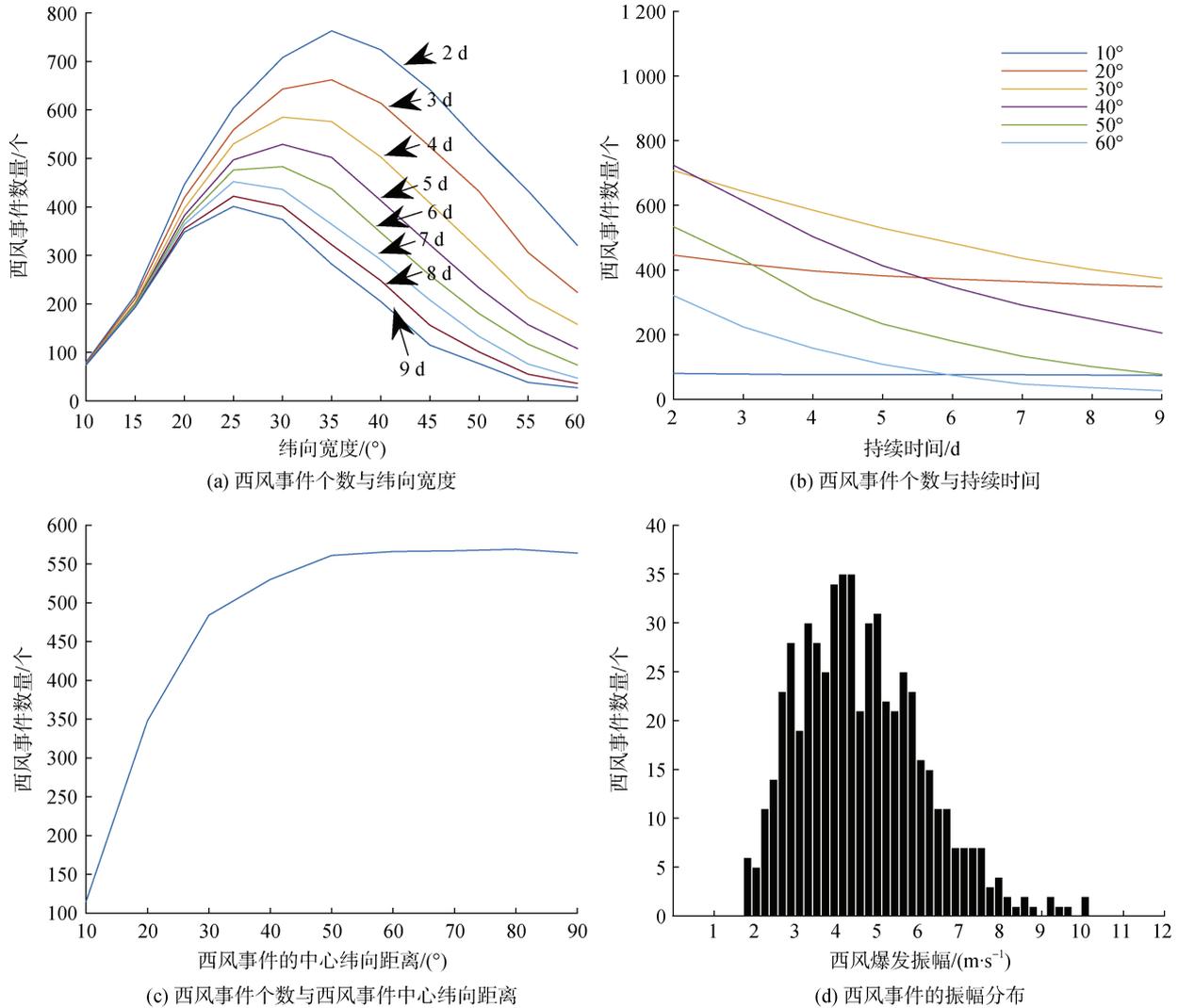


图 2 西风事件个数与纬向宽度标准的关系(a); 持续天数标准的关系(b); 纬向移动距离的关系(c); 随振幅的概率分布(d)
Fig. 2 Relationship between the number of westerly wind bursts and zonal wind criteria (a), duration criteria (b), zonal shift (c), and strength (d)

赤道海洋开尔文波东传速度约为 2 m/s, 因此可选取 3 m/s 作为西风事件强度的最低阈值。图 2d 也表明大部分西风事件振幅都大于 3 m/s。综上所述, 本文西风事件的标准是西风异常的纬向宽度大于 30°, 持续时间大于 5 d, 中心移动距离不超过 60°, 振幅大于 3 m/s。

2 西风事件的时空特征

根据上节的西风事件判定标准, 本节将对赤道太

平洋西风事件的时空特征进行诊断, 重点从纬向分布特征、季节变化和年际变化 3 个角度开展分析。下文主要采用 ERA-Interim 数据结果进行讨论(NCEP2 数据结果类似)。

2.1 西风事件的纬向分布

西风事件是一系列西风异常, 而西风异常方差的纬向分布则代表了天气噪声扰动的空间差异。图 3 表明, 西风异常方差集中在 140°E 附近, 与东风异常方差分布相似, 但是西风异常的方差要大于东风异

常。在西风事件识别的基础上,以事件初期的中心位置(见图 1b 圆点)来表征西风事件的纬向分布。图 4 显示西风事件主要集中在 140°E 和 160°W 两个区域附近。这与 Seiki 等^[6]西风事件分布在 140°E 附近和 170°E~160°W 之间的论断是一致的。由于西风异常的能量在 140°E 附近最大,因此西风事件也会在这个区域集中发生。而在 160°W 附近,西风事件的集中存在可能与 ENSO 信号有关(见 2.3 节)。综合前面的分析,赤道太平洋西风事件主要分布在太平洋中西部,作用中心分别位于 140°E 和 160°W 附近。

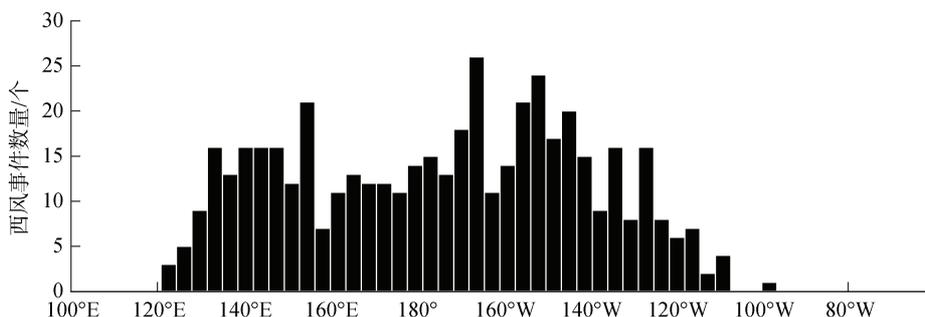


图 4 西风事件的纬向分布特征
Fig. 4 Zonal distributions of westerly wind bursts

2.2 西风事件的时间特征

西风事件在时间演化方向上除了随机性,也存在一定的规律性。例如,当热带大气季节内振荡(Madden-Julian Oscillation)为湿位相时,往往伴随着西风事件的产生^[10];而当 ENSO 为暖相位时,西风事件的数量增多^[8]。下文将从季节变化和年际变化两方面分析西风事件的时间特征。

2.2.1 西风事件的季节特征

基于前文对西风事件的识别,利用西风事件的累积天数代表西风事件的频率,西风事件中西风异常的平均值来代表西风事件的平均强度,将数据统一映射到 1 月—12 月的时间坐标上,以此来表征多年平均下西风事件的季节变化。图 5 给出西风事件在 1979 年 1 月 1 日到 2015 年 12 月 31 日期间累积的西风事件天数和西风事件平均强度。数据显示,冬季和春季西风事件爆发的频次较高,平均强度较大,主要集中在中西太平洋,与 Seiki 等^[6]研究结果一致。相比于冬季和春季,夏季和秋季西风事件的频率较低,而且其平均强度偏弱。其中,春季和夏季的西风事件对厄尔尼诺有触发作用,可以产生下沉开尔文波,将海温异常暖信号向东传递;而秋季和冬季的

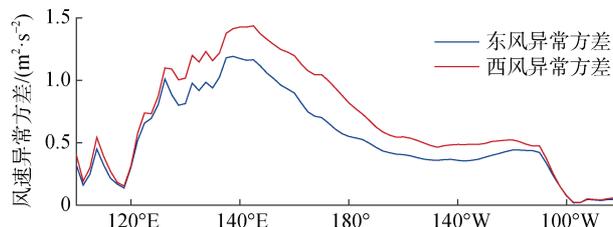


图 3 赤道太平洋西风异常和东风异常的纬向分布
Fig. 3 Zonal distribution of easterly and westerly anomalies in the equatorial Pacific

注:计算西风异常方差时,设东风异常为零;东风异常方差计算同理

西风事件则对应着 ENSO 信号盛期大尺度背景风场对天气事件的调制,使得大气涡动能从低频向高频串级^[13]。从西风事件的纬向分布来看,其季节性变化不明显,主要集中在 140°E~160°W。由上可知,西风事件在冬季和春季较强,夏季和秋季较弱。

2.2.2 西风事件的年际变化

与前面的季节变化一样,西风事件的年际变化也从频率和强度两个方面展开探讨。不同的是,将每月西风事件的累积天数定义为逐月西风事件天数(N)来表征西风事件的频率,每月西风事件的平均振幅定义为西风事件平均振幅(A)来表征西风事件的强度,生成各年各月的两条时间序列。为了更好的突出年际变化信号,上述两个指标均采用 6 个月滑动平均处理。其中,西风事件月平均振幅的计算是基于逐日资料,若 U'_{\max} 代表西风事件时每天最大西风异常值,每一个月具体的计算公式如下,

$$N = \sum f(t), \begin{cases} f(t) = 1, & \text{有西风事件} \\ f(t) = 0, & \text{无西风事件} \end{cases} \quad (1)$$

$$A = \frac{1}{N} \sum U'_{\max}, \text{若 } N = 0, A = 0, \quad (2)$$

求和计算的时间范围是从月初到月底。

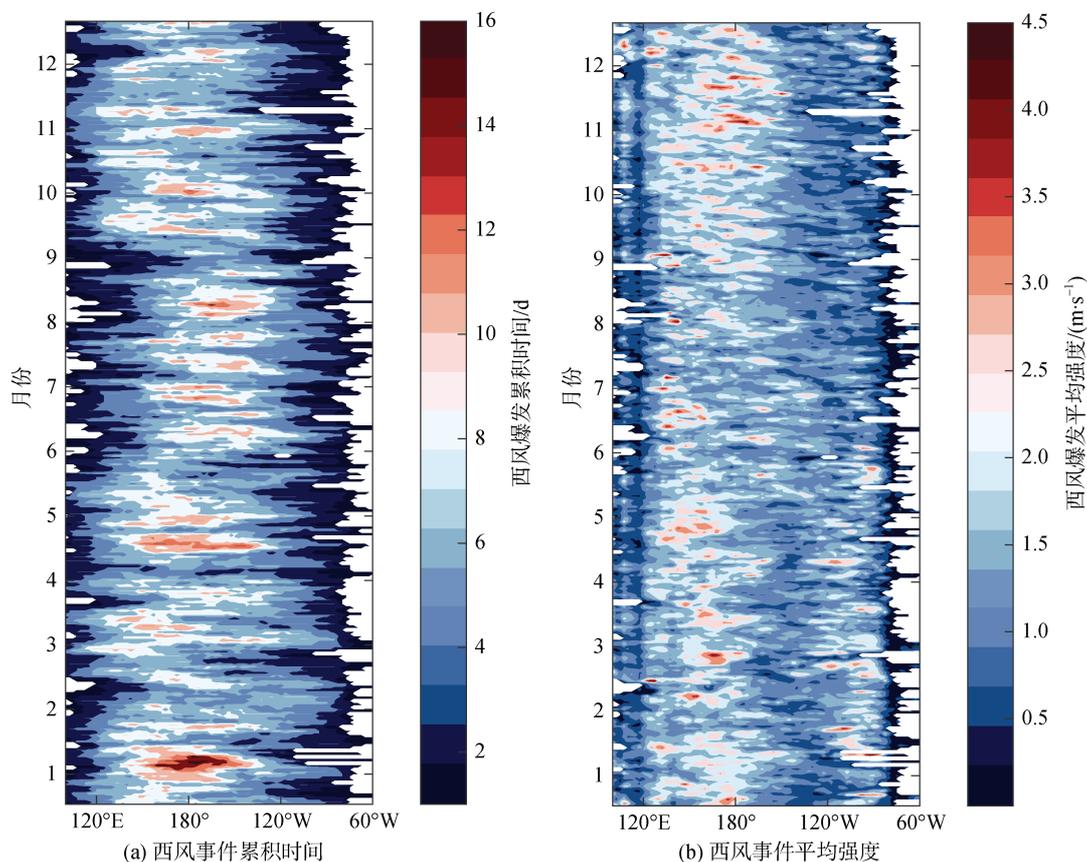


图 5 西风事件累积时间(a)和平均强度的时间-经度剖面图(b)

Fig. 5 Accumulation days (a) and the mean amplitude of westerly wind burst in time-longitude plots (b)

图 6a 显示在较强的厄尔尼诺年(1982/1983、1986/1987、1997/1998、2015/2016 年)前后,逐月西风事件天数都有先逐渐增加后减少的趋势;而在非厄尔尼诺年,逐月西风事件天数普遍偏少。这说明西风事件的发生频次与 ENSO 有一定的关联。图 7 功率谱存在通过 95%置信度检验的谱峰,说明西风事件发生频次有准 2 a 周期的变化。从西风事件的强度来看(图 6b),在厄尔尼诺年,平均振幅较大,最高可以达到 3 m/s;而在非厄尔尼诺年,逐月西风事件平均振幅则维持在较弱的水平。图 7b 功率谱分析结果也显示西风事件的强度存在类似 ENSO 的宽谱峰年际变化。总体来说,西风事件的频次和强度都存在一定的年际变化,而强度与 ENSO 信号的周期更吻合。

由前述分析可知,西风事件的概率、持续时间和纬向宽度等特征参数都隐含了一部分年际变化的信息^[9-10]。因此,厘清海表面温度异常对西风事件的调制关系,对于厄尔尼诺事件的模拟和预报都具有重要意义^[15-16]。下文将讨论西风事件的时空特征如何具体受 ENSO 信号的影响。

2.3 西风事件时空特征受 ENSO 信号的影响

以逐月纬向风异常的方差来表示西风事件的高频大气变化,研究西风事件时空特征受 ENSO 信号的影响时,ERA-Interim 和 NCEP2 的风场数据给出相似的结果,因此本节仅以 ERA-Interim 风场资料为例进行讨论。

以纬向风异常逐月方差为左场、逐月海表面温度异常为右场进行奇异值分解,第一模态累积解释协方差 56.6%,说明海面风场和温度异常场存在显著的空间相关。图 8b 显示影响高频纬向风场的海表面温度异常信号源于 ENSO,而图 8a 则表明与 ENSO 信号相关的纬向风高频变化主要集中在中太平洋地区。这种西风事件与 ENSO 信号的相干关系在不同的研究里都得到了证实^[4],说明它是热带海气耦合系统的一个固有特征。图 8c 时间系数表明,随着海表面温度异常的升高,纬向风异常的高频变化在逐渐增强。关于 ENSO 信号影响大气高频变化的物理机制,Seiki 等^[7]认为 ENSO 信号影响西风事件主要

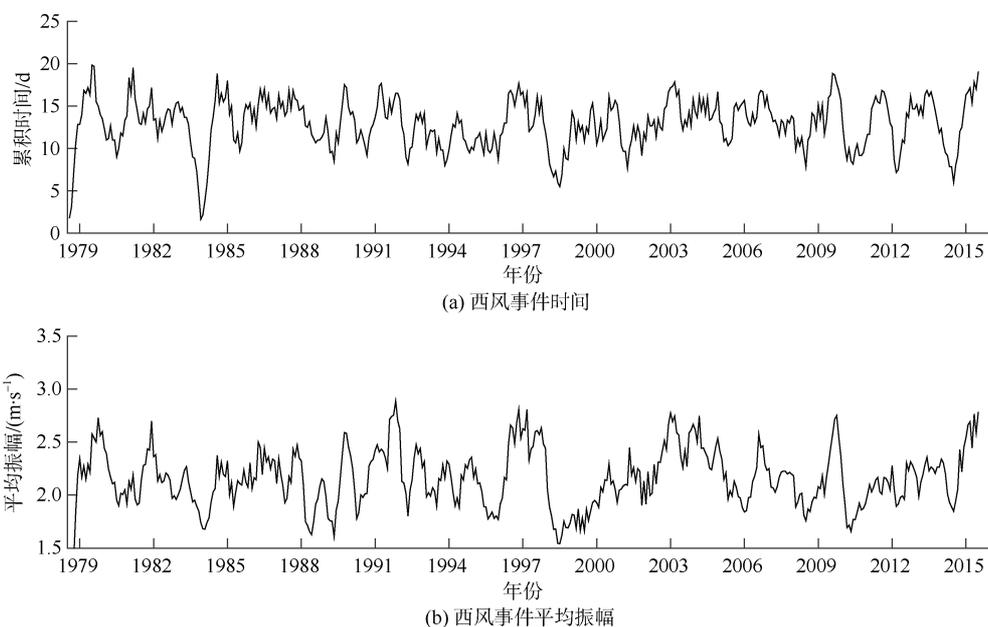


图 6 逐月西风事件时间(a)和逐月西风事件平均振幅(b)

Fig. 6 Interannual variability in monthly westerly wind burst in day numbers (a) and mean amplitude (b)

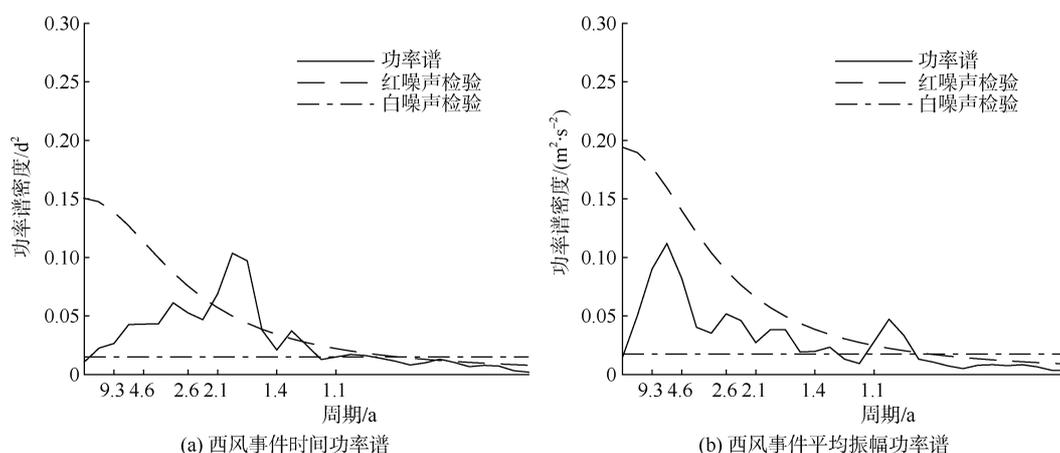


图 7 西风事件时间功率谱(a)和西风事件平均振幅功率谱(b)

Fig. 7 Power spectrum of westerly wind bursts according to day numbers (a) and mean amplitude (b)

通过改变背景风场的水平和垂直剪切从而实现涡动能从低频向高频的传递。对前文中西风事件的位置进行区分,可以看出厄尔尼诺期间的西风事件主要分布在太平洋中部;而非厄尔尼诺期间,西风事件在西太平洋地区更集中。综上所述,西风事件受到 ENSO 信号的影响,更多集中在中太平洋地区。

为进一步研究西风事件的年际变化与 ENSO 信号的关系,图 9 给出 Niño3.4 指数与逐月西风事件累积天数和平均振幅的散点图。其中 Niño3.4 指数表征 ENSO 信号,而西风事件年际变化则根据前

文逐月西风事件天数和西风事件平均振幅来判别。图 9 表明,随着 Niño3.4 指数的增加,逐月西风事件天数也逐渐增加,西风事件频率与 Niño3.4 指数的线性相关系数是 0.31。图 9a 中 Niño3.4 指数集中分布在非对称的冷暖区间 $-2\sim 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在 $-1\sim 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内,逐月西风事件天数与 Niño3.4 指数的相关性较弱,离散程度更高。而图 9b 表明逐月西风事件的平均振幅与 Niño3.4 指数的线性相关性更好,相关系数达 0.56。平均振幅与海表面温度的线性相关系数大,说明西风事件的强度更容易受到 ENSO 信号的调制作用。

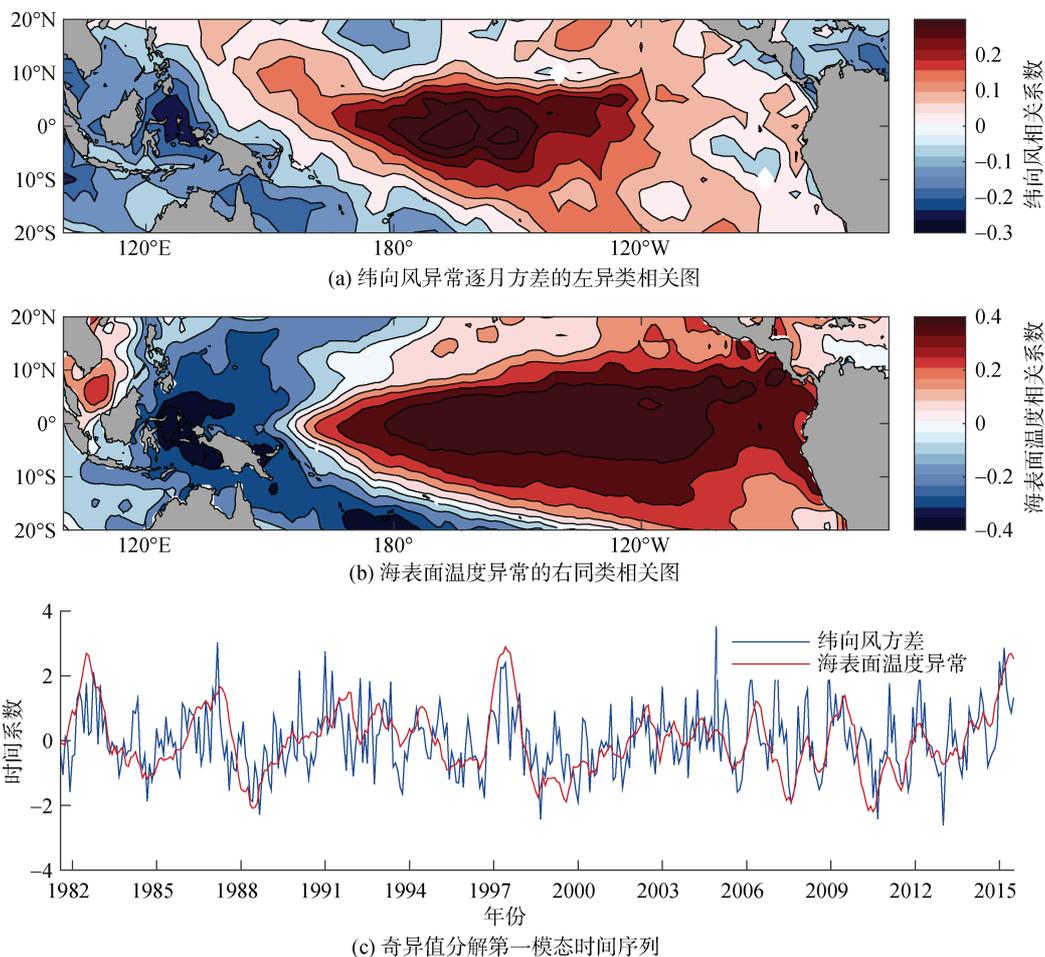


图 8 奇异值分解第一模态的纬向风(a), 海面温度(b), 时间系数(c)

Fig. 8 First singular value decomposition mode in tropical Pacific zonal winds (a), monthly SST (b), and time series (c)

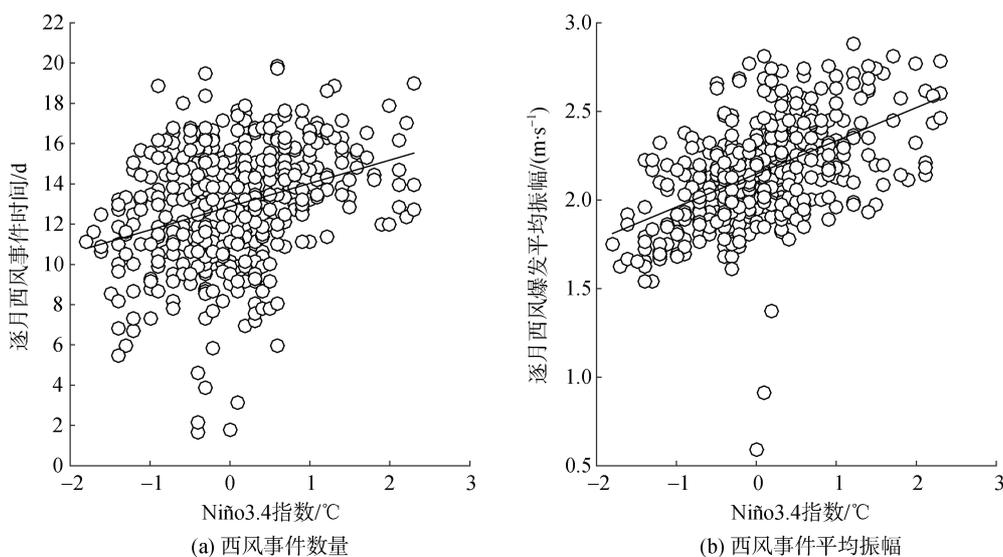


图 9 Niño3.4 指数与西风事件时间(a), 西风事件平均振幅关系的散点图(b)(振幅单位: m/s; Niño3.4 指数单位: °C)

Fig. 9 Scatter plots of Niño3.4 index and westerly wind burst in day numbers (a) and mean amplitude (b)

初步猜想 ENSO 信号影响西风事件需要达到一定的阈值: 当 Niño3.4 指数超过这个阈值, 大尺度海气耦合作用明显, 大气的低频能量可以持续向高频能量转移, 促使西风事件的爆发; 而当低于这个阈值, 低频能量向高频的转移不能持续, 使得西风事件随机发生, 但是其强度还是会受到能量传递的控制。具体来说, 当 Niño3.4 指数大于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 西风事件更易受到 ENSO 信号的影响, 而当 Niño3.4 指数处于 $-1\sim 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 西风事件的频率受 ENSO 信号的影响较小, 呈现很强的随机性, 但是西风事件强度受到一定的 ENSO 信号调控。

3 结论

本文利用 ERA-Interim 和 NCEP2 的逐日风场资料以及 OI 逐月海表面温度资料诊断了西风事件爆发的时空特征, 并探讨了 ENSO 信号对其发生频次和强度的影响, 得出以下初步结论:

1) 赤道太平洋西风事件集中在 140°E 和 160°W 附近。冬季和春季西风事件频率和平均强度较大, 夏季和秋季较小, 纬向宽度的季节变化不显著。

2) 西风事件存在明显的年际变化, 譬如厄尔尼诺期间, 中东太平洋海表面温度显著异常升高, 西风事件也相应的集中在此区域, 尤以中太平洋为主。当 Niño3.4 指数大于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 西风事件的频率和强度与 ENSO 信号的相干关系密切; 当 Niño3.4 指数小于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 西风事件频率的随机性增强, 但其强度仍能受 ENSO 信号调制。

需要说明的是, 本文西风事件时空特征受 ENSO 信号影响是统计结果, 其中利用带通滤波分离大尺度海气耦合信号和高频天气噪声的做法具有一定的局限性。在此基础上, 如果借助模式实验, 能更准确地区分 ENSO 信号对西风事件的影响, 揭示其物理机制。

参考文献:

[1] MCPHADEN M J, YU X R. Equatorial waves and the 1997–98 El Niño[J]. *Geophysical Research Letters*, 1999, 26(19): 2961-2964.

[2] 张超, 李双林. 为什么 2014 年没有发展成强 El Niño[J]. *科学通报*, 2015, 60(20): 1941-1951.
ZHANG Chao, LI Shuanglin. Why is the El Niño event during the 2014 winter not a strong one?[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2015, 60(20): 1941-1951.

[3] MENKES C E, LENGAINNE M, VIALARD J, et al.

About the role of Westerly Wind Events in the possible development of an El Niño in 2014[J]. *Geophysical Research Letters*, 2014, 41(18): 6476-6483.

[4] 吴增茂, 盛立芳, 张庆荣, 等. 热带西太平洋西风暴发的天气特征分析[J]. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 1993(S2): 79-88.
WU Zengmao, SHENG Lifang, ZHANG Qingrong, et al. Synoptic feature analysis during westerly wind burst over the tropical western pacific[J]. *Periodical of Ocean University of China*, 1993(S2): 79-88.

[5] 张祖强, 丁一汇, 赵宗慈. ENSO 发生前与发展初期赤道西太平洋西风异常的爆发问题[J]. *气象学报*, 2000, 58(1): 11-25.
ZHANG Zuqiang, DING Yihui, ZHAO Zongci. On the westerly wind burst in equatorial western Pacific during the onset and development phases of ENSO and before[J]. *Journal of Meteorological Research*, 2000, 58(1): 11-25.

[6] SEIKI A, TAKAYABU Y N. Westerly wind bursts and their relationship with intraseasonal variations and ENSO. Part I: Statistic[J]. *Monthly Weather Review*, 2007, 135(10): 3325-3345.

[7] SEIKI A, TAKAYABU Y N. Westerly wind bursts and their relationship with intraseasonal variations and ENSO. Part II: Energetics over the Western and Central Pacific[J]. *Monthly Weather Review*, 2007, 135(10): 3346-3361.

[8] VECCHI G A, HARRISON D E. Tropical Pacific sea surface temperature anomalies, El Niño, and equatorial westerly wind events[J]. *Journal of Climate*, 2000, 13(11): 1814-1830.

[9] EISENMAN I, YU L S, TZIPERMAN E. Westerly wind bursts: ENSO's tail rather than the dog?[J]. *Journal of Climate*, 2005, 18(24): 5224-5238.

[10] PUY M, VIALARD J, LENGAINNE M, et al. Modulation of equatorial Pacific westerly/easterly wind events by the Madden-Julian oscillation and convectively-coupled Rossby waves[J]. *Climate Dynamics*, 2016, 46(7/8): 2155-2178.

[11] KUG J, JIN F F, SOORAJ K P, et al. State-dependent atmospheric noise associated with ENSO[J]. *Geophysical Research Letters*, 2008, 35(5): 84-102.

[12] KUG J S, SOORAJ K P, LI T, et al. Precursors of the El Niño/La Niña onset and their interrelationship[J]. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 2010, 115: D05106.

[13] SOORAJ K P, KIM D, KUG J S, et al. Effects of the low-frequency zonal wind variation on the high frequency atmospheric variability over the tropics[J]. *Climate Dynamics*, 2009, 33(4): 495-507.

[14] TZIPERMAN E, YU L S. Quantifying the Dependence of Westerly Wind Bursts on the Large-Scale Tropical

- Pacific SST[J]. *Journal of Climate*, 2007, 20(12): 2760-2768.
- [15] GEBBIE G, TZIPERMAN E. Predictability of SST-modulated westerly wind bursts[J]. *Journal of Climate*, 2009, 22(14): 3894-3909.
- [16] LOPEZ H, KIRTMAN B P. WWBs, ENSO predictability, the spring barrier and extreme events[J]. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 2014, 119(17): 10114-10138.
- [17] GEBBIE G A, EISENMAN I, WITTENBERG A, et al. Modulation of westerly wind bursts by sea surface temperature: A semistochastic feedback for ENSO[J]. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2010, 64(9): 3281-3295.
- [18] MIYAMA T, HASEGAWA T. Impact of sea surface temperature on westerlies over the Western Pacific Warm Pool: Case study of an event in 2001/02[J]. *Scientific Online Letters on the Atmosphere Sola*, 2014, 10(1): 5-9.
- [19] HASEGAWA T, ANDO K, MIZUNO K, et al. Coastal upwelling along the north coast of Papua New Guinea and SST cooling over the Pacific warm pool: A case study for the 2002/03 El Niño event[J]. *Journal of Oceanography*, 2009, 65(6): 817-833.
- [20] YU L S, WELLER R A, LIU W T. Case analysis of a role of ENSO in regulating the generation of westerly wind bursts in the Western Equatorial Pacific[J]. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 2003, 108(4): 3128.
- [21] 陈幸荣, 王彰贵. 西风事件、次表层暖水东移与厄尔尼诺现象[J]. *海洋学报*, 2003, 25(1): 19-27.
CHEN Xingrong, WANG Zhanggui. Westerly anomaly. Eastward propagation of the subsurface temperature anomaly and El Niño event[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2003, 25(1): 19-27.

Spatio-temporal features of westerly wind bursts in the Equatorial Pacific

ZHUANG Zhen^{1, 2, 3}, ZHENG Jian^{1, 3, 4}, WANG Fa-ming^{1, 2, 3, 4}

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Key Laboratory of Ocean Circulation and Wave, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 4. Laboratory for Ocean and Climate Dynamics, Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology (Qingdao), Qingdao 266237, China)

Received: Jan. 17, 2020

Key words: westerly wind burst; weather disturbances; El Niño; air-sea interaction

Abstract: Westerly wind burst (WWB) is vital in triggering the El Niño event in the equatorial Pacific. Based on the wind from the ERA-Interim and NCEP2 reanalysis and sea surface temperature (SST) from the NOAA OI dataset, we first diagnose the characteristics of typical WWB events and investigate the coherence between WWBs and sea surface temperature anomalies in the equatorial Pacific. Our results show that WWB events mainly occur in the middle and west Pacific regions. Furthermore, WWBs exhibit a significant seasonal cycle with a strong amplitude; they frequently occur in spring and winter, and weaker ones occur in summer and autumn. Meanwhile, the frequency and amplitude of WWBs display a strong interannual signal, closely following the SST variability in the central equatorial Pacific. When the Niño 3.4 index is higher than one degree Celsius, WWB occurrence and amplitude are tightly correlated with SST anomalies. When the Niño 3.4 index is smaller than one degree, WWB events occur randomly, and the modulation of WWB amplitude by SST anomaly is weak but still detectable.

(本文编辑: 丛培秀)