

覃卫坚,党国花.热带季节内振荡与影响广西的热带气旋生成发展的联系[J].气象研究与应用,2020,41(1):1-5.

Qin Weijian, Dang Guohua. The relationship between Madden-Julian Oscillation and the development of tropical cyclone in Guangxi[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2020, 41(1): 1-5.

热带季节内振荡与影响广西的热带气旋生成发展的联系

覃卫坚¹, 党国花²

(1.广西壮族自治区气候中心, 南宁 530022; 2.河池市气象局, 广西 河池 547000)

摘要: 利用 1978–2013 年美国 NOAA 逐候 MJO 指数和中国气象局上海台风研究所热带气旋资料, 研究了 MJO 与影响广西热带气旋发生发展的联系。结果表明, 当 MJO 处于非洲大陆和西印度洋时, 热带气旋生成区域上空为异常东风带; 而当 MJO 处于西太平洋时, 热带气旋生成区域北侧为东风异常带、南侧为西风异常带, 有利于季风槽或气旋性环流加强, 导致影响广西热带气旋频数偏多。当 MJO 处于东印度洋时, 南海上空风场存在明显的向南分量, 热带气旋生成数少、位置偏南; 而当 MJO 处于东太平洋时, 热带西太平洋对流受到抑制, 导致影响广西热带气旋偏少。

关键词: MJO; 热带气旋; 广西

中图分类号: P466

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2020.1.01

引言

热带季节内振荡(Madden-Julian Oscillation, 简称:MJO)是出现在热带地区 30–60d 周期主要向东传播的振荡, 对西太平洋热带气旋生成有重要的影响。当 MJO 位于西太平洋时, 西太平洋出现热带气旋数量最多, 当 MJO 位于海洋性大陆时, 西太平洋出现热带气旋最少^[1–7]。MJO 与 Rossby 波、重力波等不同尺度波型组合更有利于台风个数偏多^[8–12]。MJO 影响着热带气旋的发展和移动, 如 Feng et al.^[13]研究指出热带气旋常生成在向东移动的 MJO 湿位相中, 伴随 MJO 向东传播, 热带气旋生成位置也随之向东移动; 何洁琳等^[14]研究指出 MJO 位于印尼群岛东部和西太平洋东部时, 西北太平洋台风容易群发, 强对流位于非洲和印度洋西部时, 台风发展受到抑制; Ling et al.^[15]研究了 MJO 对南海台风的影响, 指出当 MJO 向北移动时, 南海台风就会向北移动, 当副热带高压位置偏东(西)时, 南海北部 MJO 对流增强(减弱), 有利于台风生成地的引导气流使台风向

东(西)移动。影响广西的热带气旋频数偏多需要两个条件: 首先热带海洋地区生成的热带气旋数量多, 其次还需要向西的引导气流。因此, 广西具有与其他地区不同的特征。目前还罕见有关影响广西的热带气旋生成与 MJO 联系的研究。本文利用合成方法分析了当热带气旋初次生成并开始编号时, MJO 所处位相以及风场和高度场分布特征, 探索 MJO 对影响广西的热带气旋生成发展的可能影响, 为开展影响广西的热带气旋气候预测提供参考。

1 资料与方法

1978–2013 年美国国家海洋和大气管理局(NOAA)气候预测中心(CPC)提供的逐候 MJO 指数(获取网址: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_mjo_index/proj_norm_order.ascii), 10 个不同的位置(分别位于 20°E、70°E、80°E、100°E、120°E、140°E、160°E、120°W、40°W、10°W)代表了 10 个位相, 分别为第 1 位相、第 2 位相、第 3 位相……第 1–7 位相处于东半球, 第 8–10 位相处于

收稿日期: 2020-01-30

基金项目: 广西自然科学基金(2019GXNSFAA245048)

作者简介: 覃卫坚(1971–), 男, 广西上林县人, 正研级高工, 主要从事气候预测方法研究。E-mail: qinweijian2008@126.com

西半球。

1978–2013 年中国气象局上海台风研究所的热带气旋路径数据 (获取网址: http://tcdata.typhoon.org.cn/zjljsjj_zlhq.html)。根据广西气象业务规定, 当热带气旋进入 19°N 以北, 112°E 以西区域, 就定义该气旋为影响广西的热带气旋。依据中国气象局上海台风研究所的热带气旋历史数据, 1978–2013 年期间影响广西的热带气旋数量共有 160 个。

很多研究表明, 风垂直切变对西北太平洋和南海台风生成发展起到非常重要的作用, 风垂直切变越大, 大气越不稳定, 更有利于热带气旋的生成。定义风垂直切变为 200hPa 纬向风速减 850hPa 纬向风速^[16–18], 风的垂直切变公式原为:

$$S = \sqrt{(U_{200} - U_{850})^2 + (V_{200} - V_{850})^2} \quad (1)$$

其中 U_{200} 和 U_{850} 分别表示 200hPa 和 850hPa 等压面上的纬向风速; V_{200} 和 V_{850} 分别表示 200hPa 和 850hPa 等压面上的经向风速。因为经向风速 V 的值比纬向风速 U 值小得多, 所以实际应用时取简略公式^[16–18]:

$$S = U_{200} - U_{850} \quad (2)$$

2 热带气旋生成时 MJO 所处位相分布特征

统计了 1978–2013 年 160 个影响广西热带气旋初次生成并开始编号时 MJO 所处的位相, 图 1 给出了这些热带气旋生成时 MJO 所处位相次数距平值。从图可见, 当热带气旋生成时 MJO 所处位相次数从非洲大陆到大西洋中部的分布呈现“双峰型”特征: MJO 处于第 1 位相次数偏多, 在第 2 位相达到第一峰值, 之后减少, 第 3 位相最少, 之后迅速增多, 第 6 位相达到最多, 之后逐渐减少。热带气旋生成时 MJO 处于第 1、2 位相 (非洲大陆到西印度洋) 和第

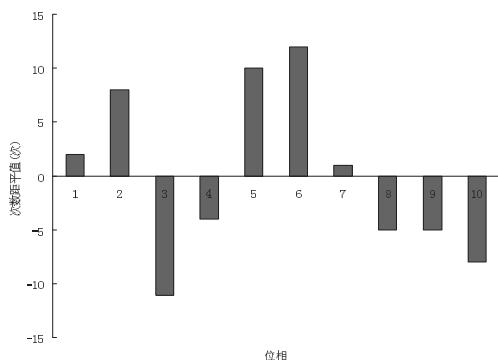


图 1 影响广西热带气旋生成时 MJO 所处位相的次数距平值

5、6、7 位相 (西太平洋) 的次数偏多, 而处于第 3、4 位相 (东印度洋) 和第 8、9、10 位相 (东太平洋到南美洲及大西洋中部) 次数偏少。可见当 MJO 处于非洲大陆到西印度洋和西太平洋时最有利于影响广西热带气旋生成, 而处于东印度洋、东太平洋到南美洲和大西洋中部时, 不利于影响广西热带气旋的生成。

3 热带气旋生成时 MJO 所处不同位相的环流特征

图 2 给出了影响广西速热带气旋生成时 MJO 所处各位相的环流分布, 图 2a 和图 2b 分别为影响广西热带气旋生成时 MJO 处于非洲大陆和西印度洋的 500hPa 高度场, 印缅槽偏弱, 副热带高压西伸到台湾附近, 副热带高压南侧边沿有利于南海和菲律宾以东洋面热带气旋生成, 在副热带高压东南气流引导下, 导致影响广西热带气旋偏多。图 2c 和图 2d 给出了影响广西热带气旋生成时 MJO 处于东印度洋的 500hPa 高度场, 从图可见, MJO 位于苏门答腊岛附近时印缅槽偏强, 副热带高压西伸到台湾海峡, 副高南北侧边沿间距宽, 588dagpm 等值线南侧延伸到菲律宾以东洋面, 不利于影响广西热带气旋生成。图 2e、图 2f 和图 2g 给出了影响广西热带气旋生成时 MJO 处于西太平洋的 500hPa 高度场, 从图可见, 印缅槽偏强, 当 MJO 处于 120°E 、 140°E 时, 热带西太平洋对流活跃, 副热带高压西伸到台湾附近, 在副热带高压南侧气流引导下, 有利于热带气旋向广西移动, 导致影响广西热带气旋异常偏多; 而当 MJO 处于 160°E 时副热带高压面积异常偏小, 位置明显偏东, 不利于热带气旋向广西移动, 但热带西太平洋对流扰动活跃, 影响广西热带气旋生成数接近正常。图 2h 给出了广西热带气旋生成时 MJO 处于东太平洋的 500hPa 高度场, 副热带高压位置偏东, 缺乏副热带高压南侧引导气流的作用, 东太平洋对流活跃, 而使热带西太平洋对流受到抑制, 热带气旋生成较少, 导致影响广西热带气旋频数偏少。

4 热带气旋生成时 MJO 所处不同位相的风场及不稳定特征

图 3a 和图 3b 分别给出了 MJO 位于第 1 位相 (非洲大陆) 和第 2 位相 (西印度洋) 时热带气旋生成地点、 850hPa 距平风场以及风垂直切变。如图所示, 在这两个位相生成热带气旋均在 18 个以上, 不同的是第 1 位相在西太平洋生成热带气旋个数多于在南

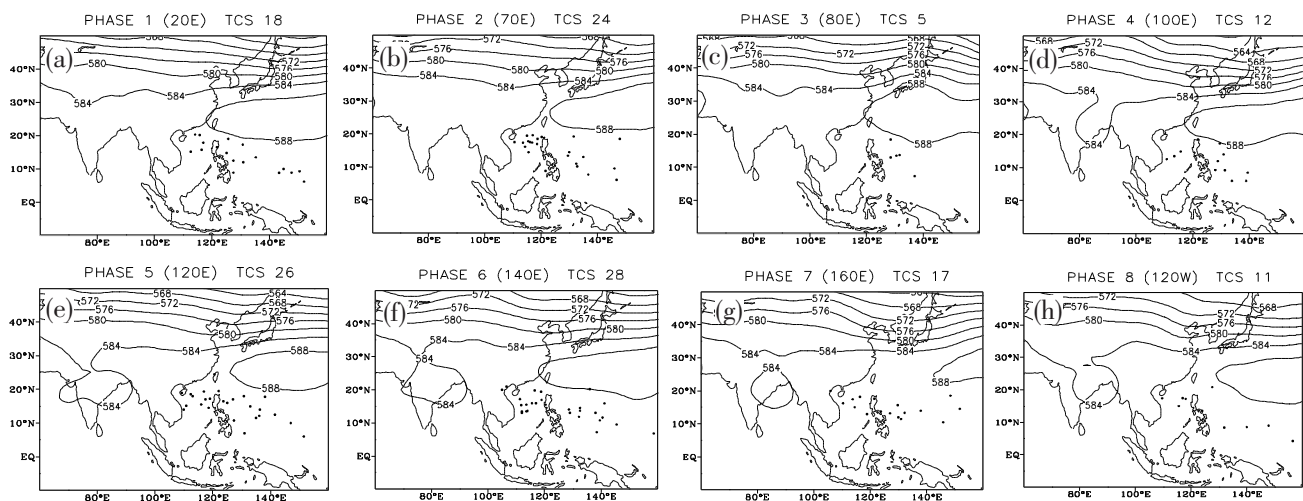


图2 影响广西热带气旋生成的位置(黑圆点)及其 MJO 所处位相 500hPa 高度场
(单位: dagpm; a: 第 1 位相; b: 第 2 位相……h: 第 8 位相)

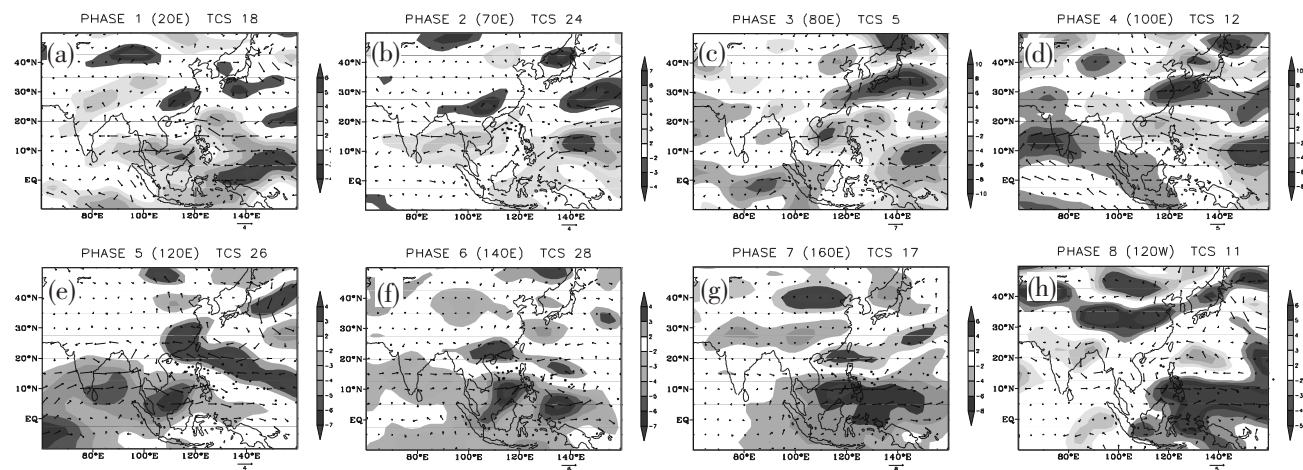


图3 影响广西热带气旋生成的位置(黑圆点)及其 MJO 所处位相、风垂直切变(阴影, 单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)、
850hPa 距平风场(单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) (a: 第 1 位相; b: 第 2 位相……; h: 第 8 位相)

海生成的个数,而第 2 位相在南海生成的个数多于在西太平洋生成的个数;两个位相具有相似的环流特征,从 850hPa 风场来看,热带气旋生成区域为异常东风带中,非常有利于热带气旋向广西移动;因此当 MJO 位于第 1、2 位相时,影响广西热带气旋生成频数偏多。图 3c 和图 3d 分别给出了 MJO 位于第 3 位相(印度洋东部)和第 4 位相(海洋性大陆西部)时热带气旋生成地点、850hPa 风场以及风垂直切变,从南海北部和菲律宾以东洋面上空纬向风垂直切变为正距平,造成 MJO 在这两个位相时热带气旋生成的个数偏少,热带气旋多生成于西太平洋区域,在南海生成的个数少;南海北部、菲律宾以东洋面以及西太平洋低纬度地区为 850hPa 异常东风,当 MJO 位于第 3 位相时南海上空风场有明显的向南分量,不利于热带气旋向广西移动;当 MJO 位于第 3、4 位相时,热带

气旋多生成于异常东风带的南侧和纬向风垂直切变正距平区里,生成频数偏少、位置偏南,不利于热带气旋向广西移动;因此当 MJO 位于印度洋东部和海洋性大陆西部时,影响广西热带气旋频数偏少。

图 3e、图 3f 和图 3g 分别给出了 MJO 位于第 5 位相(海洋性大陆东部)、第 6 位相和第 7 位相(西太平洋)时热带气旋生成地点、850hPa 距平风场以及风垂直切变,这三个位相生成的热带气旋分别为 26、28、17 个,个数较其它位相偏多。热带气旋生成区域位于 850hPa 东风和西风距平带之间区域,北面为东风异常带,南面为西风异常带,即南海南部以及海洋性大陆地区为西风异常,有利于季风槽或气旋性环流加强,使热带气旋生成频数偏多;南海南部以及海洋性大陆地区风垂直切变为负距平,有利于热带气旋生成,这种东风异常的环流有利于引导热带气旋

西行影响广西,使影响广西热带气旋频数偏多。MJO 位于第 8 位相(东太平洋)时,热带气旋生成的位置比较偏东,数量偏少;南海到西太平洋低纬度地区 850hPa 距平风场为一个气旋性环流,南海上空存在明显的向南分量,不利于热带气旋向广西移动;台湾和菲律宾以东洋面上空为纬向风垂直切变为正距平,不利于热带气旋生成;因此影响广西热带气旋生成频数偏少(图 3h)。

5 结论和讨论

通过分析影响广西热带气旋生成时 MJO 所处位相及环流、风场特征,揭示了 MJO 对广西热带气旋生成发展的可能影响,结论如下:

(1)当 MJO 处于非洲大陆和西印度洋时,热带气旋生成区域为异常东风带,非常有利于热带气旋向广西移动,导致影响广西热带气旋偏多。

(2)当 MJO 处于东印度洋时,副热带高压西伸到台湾海峡,588dagpm 等值线南侧延伸到菲律宾以东洋面,南海上空风场有明显的向南分量,热带气旋多生成于异常东风带的南侧、生成频数偏少、位置偏南,不利于热带气旋向广西移动,导致影响广西热带气旋偏少。

(3)当 MJO 处于西太平洋时,热带气旋生成区域北面为异常东风带,南面为异常西风带,有利于季风槽或气旋性环流加强,热带西太平洋对流扰动活跃,副热带高压西伸到台湾附近,在副热带高压东南气流引导下,导致影响广西热带气旋偏多。

(4)当 MJO 处于东太平洋时,副热带高压位置偏东,热带西太平洋对流受到抑制,导致影响广西热带气旋频数偏少。

通过分析影响广西热带气旋生成同期 MJO、环流、风场的特征,得到了它们之间存在的对应关系,为利用 MJO 信号来预测影响广西热带气旋提供参考。但前期 MJO 对热带气旋生成的影响,以及同期各层气流特征还有待更进一步的研究。

参考文献:

[1] 陈光华,黄荣辉.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[J].大气科学,2009,33(2): 205-214.

[2] 田华,李崇银,杨辉.大气季节内振荡与对西北太平洋台风生成数的影响研究[J].热带气象学报,2010,26(3): 283-292.

[3] Zhang C.Madden-Julian Oscillation:bridging weather and

climate[J].Bulletin of the American Meteorological Society, 2013,94:1849-1870.

- [4] Klotzbach P J.The Madden-Julian Oscillation's impacts on worldwide tropical cyclone activity[J].Journal of Climate, 2014,27:2317-2330.
- [5] Zhao H, Yoshida R and Raga G B.Impact of the Madden-Julian Oscillation on western north Pacific tropical cyclogenesis associated with large-scale patterns[J]. Journal of Applied Meteorology and Climatology,2015,54:1413-1429.
- [6] Shu S and Zhang F.Influence of equatorial waves on the genesis of super typhoon Haiyan (2013)[J]. Journal of the Atmospheric Sciences, 2015,72: 4591-4613.
- [7] Kim H and Seo K.Cluster analysis of tropical cyclone tracks over the western north Pacific using a self-organizing map [J]. Journal of Climate, 2016,29: 3731-3751.
- [8] Schreck C J, Molinari J and Mohr K I.Attributing tropical cyclogenesis to equatorial waves in the western north Pacific[J].Journal of the Atmospheric Sciences, 2011,68: 195-209.
- [9] Wu L, Ni Z, Duan J, et al.Sudden tropical cyclone track changes over the western north Pacific: a composite study [J].Monthly Weather Review, 2013,141: 2597-2610.
- [10] Chen G and Chou C.Joint contribution of multiple equatorial waves to tropical cyclogenesis over the western north Pacific[J]. Monthly Weather Review,2014,142: 79-93.
- [11] Schreck C J. Kelvin waves and tropical cyclogenesis: a global survey [J]. Monthly Weather Review, 2015,143: 3996-4011.
- [12] Park M, Kim H, Ho C, et al. Tropical cyclone Mekkhala's (2008)formation over the south China sea: mesoscale, synoptic-scale, and large-scale contributions[J]. Monthly Weather Review, 2015,143: 88-110.
- [13] Feng X, Wu R, Chen J, et al. Factors for interannual variations of september-october rainfall in Hainan, China [J].Journal of Climate,2013,26:8962-8978.
- [14] 何洁琳,段安民,黄永森.西北太平洋热带气旋群发与 MJO 的关系[J].气象科技进展,2013,3(3):46-51.
- [15] Ling Z, Wang Y and Wang G.Impact of intraseasonal oscillations on the activity of tropical cyclones in summer over the South China Sea. Part I: local tropical cyclones [J]. Journal of Climate, 2016,29:855-868.
- [16] Ha Y and Zhong Z. Decadal change in tropical cyclone activity over the South China Sea around 2002/03 [J]. Journal of Climate, 2015,28: 5935-5950.
- [17] Schenkel B A. A climatology of multiple tropical cyclone events[J]. Journal of Climate, 2016,29: 4861-4883.
- [18] 王慧,丁一汇,何金海.西北太平洋夏季风的变化对台风生成的影响[J].气象学报,2006,64(3):345-355.

Relationship between Madden–Julian Oscillation and the development of tropical cyclone in Guangxi

Qin Weijian¹, Dang Guohua²

(1.Guangxi Climate Center, Nanning 530022; 2.Hechi Meteorological Service, Hechi Guangxi 547000)

Abstract: Using the NOAA climatic MJO index from 1978 to 2013 and tropical cyclone data from the Shanghai Typhoon Institute of the China Meteorological Administration, the role of MJO in affecting the occurrence and development of tropical cyclones in Guangxi was studied. The results showed that when MJO was located in the African and the western Indian Ocean, over the tropical cyclone generation area was anomalous easterly zone. When MJO was in the Western Pacific Ocean, the east wind anomaly zone was in the north and the west wind anomaly zone was in the south of the tropical cyclone generation area, which was conducive to the enhancement of monsoon trough or cyclonic circulation, resulting in more tropical cyclones affecting Guangxi. When MJO was in the East Indian Ocean, there was an obvious southward component in the wind field over the South China Sea, and the number of tropical cyclones was less and the position was south; while when MJO was in the East Pacific Ocean, the convection in the tropical West Pacific Ocean was restrained, which resulted in less tropical cyclones in Guangxi.

Key words: Madden–Julian Oscillation; tropical cyclone; Guangxi