

西北太平洋台风生成频次与南极涛动的关系

王会军 范可

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029; 云南大学大气科学系, 昆明 650091. E-mail: wanghj@mail.iap.ac.cn)

摘要 研究了西北太平洋台风生成频次(WNPTN)和南极涛动(AAO)的关系, 发现6~9月AAO和西北太平洋台风生成频次(WNPTN)具有显著的反相关关系(1949~1998年期间年际变化的相关系数为-0.48). 还分析了和AAO的变化相联系的热带西太平洋大气环流和海温的变化, 结果表明: 当AAO处于正位相时, 西北太平洋区纬向风的垂直切变幅度加大, 对流层低层为异常反气旋环流并且涡度异常为负值, 而高层为异常气旋环流并且涡度异常为正值, 海表温度降低, 这些变化均不利于台风生成和发展. 反之亦然.

关键词 西北太平洋台风 南极涛动 大气环流

台风是非常重要的天气现象, 对亚洲和太平洋区的很多国家和地区均有重要影响. Chan^[1]最近回顾了有关台风活动气候问题的研究进展. 很多研究都揭示了西北太平洋台风活动的频次、路经和ENSO的关系^[2~8], 并且提出了ENSO影响台风活动的一些机制, 如纬向风的垂直切变、海表温度(SST)、瓦克(Walker)环流、西北太平洋季风槽等等^[3,9,10]. Chan^[4]还揭示了热带风暴和台风活动与平流层准两年振荡的关系.

关于ENSO影响台风活动的研究, Saunders等^[11]指出ENSO的暖位相时有更多的台风生成, 然而这个结论和Lander^[6]的结论并不一致. 另一方面, Wang和Chan^[8]指出了ENSO与西北太平洋的西北区和东南区热带风暴频次的关系并不一样. Thompson和Lorenz^[12]研究了热带对纬向模(即南极涛动和北极涛动)的响应, 并指出两个半球的纬向模都和另外一个半球的副热带和热带大气相联系.

既然AAO和热带大气环流有密切关系, 那么AAO和台风活动到底是否有联系呢? 因此, 本文研究南极涛动和西北太平洋地区生成台风频次的关系问题. 关于南极涛动有两种定义^[13,14]. 这里我们用纬向平均的标准化海平面气压在40°S和60°S的差来定义^[15]. 本文重点研究年际变化, 因此在作相关分析中均扣除了线性趋势.

1 资料介绍

本工作使用的台风资料来自美国联合台风监测中心(JTWC)(时间为1945~2004年)^[16,17]. 海平面气压(SLP)资料是英国Hadley中心的5°×5°月平均资料

(1871~1998年)^[18]. 其他大气资料来自美国的国家环境预报中心和大气研究中心(1949~1998年), 垂直方向有17层, 水平分辨率为2.5°×2.5°, 使用的资料时间段为1949~1998年^[19]. 此外, 我们还使用了NOAA分析的海表温度资料^[20].

2 结果

图1我们首先给出了6~9月份(JJAS) AAO和全年西北太平洋台风数(WNPTN)1945~1998年的时间序列(图1). 扣除线性趋势后1949~1998年期间两者的相关系数为-0.48(相关的显著性水平为99%), 如果用Thompson和Wallace^[13]的AAO指数来计算, 则相关系数为-0.32(相关的显著性水平为95%). 我们使用的AAO指数和Thompson和Wallace^[13]定义的指数的相关系数为0.80, 所以用两个指数均可以得到AAO和WNPTN的显著的反相关关系.

很多工作都揭示了热带气旋活动和纬向风垂直切变幅度(MWS)的反相关关系, 大的MWS可以阻止热带气旋的产生或者减弱热带气旋的强度甚至使热带气旋消亡^[21]. 所以, 我们就分析一下AAO和WNPTN分别和JJAS 150 hPa和850 hPa之间的MWS的相关分布(图2), 图2(b)显示WNPTN确实和145°E以东的热带西太平洋区(A区)的MWS反相关, 在我国南海区(B区)也是反相关, 而在C和D区则是正相关; 而图2(a)给出的AAO和MWS的相关系数在A和B区则是正的, 在C和D区是负的, 这个分布特征几乎正好和图2(b)的相反. 因此, 图2很好地反映出了风切变所揭示的AAO和WNPTN的反相关关系.

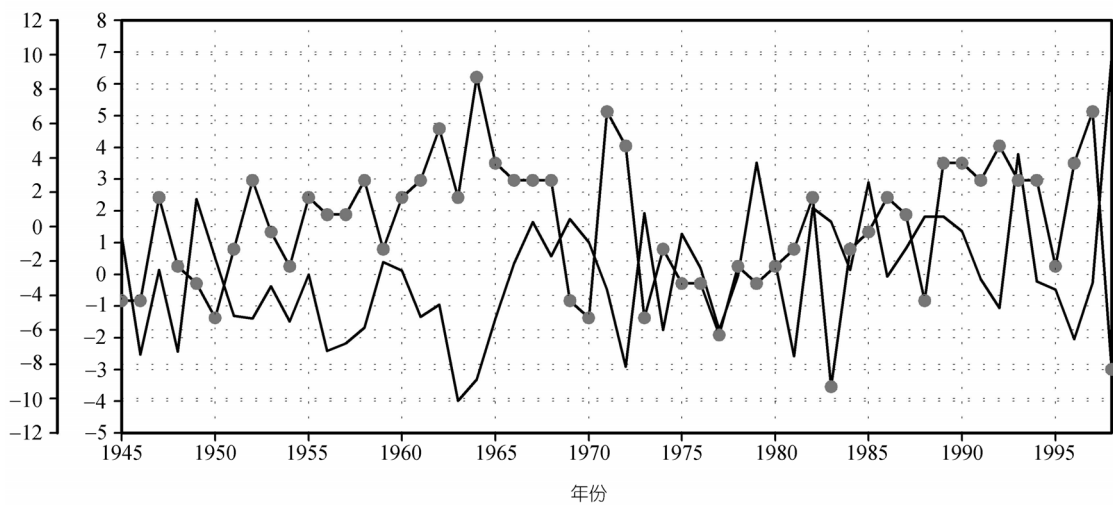


图 1 1945~1998 年 JJAS AAO(实线)和 WNPTN 时间序列(带点实线)

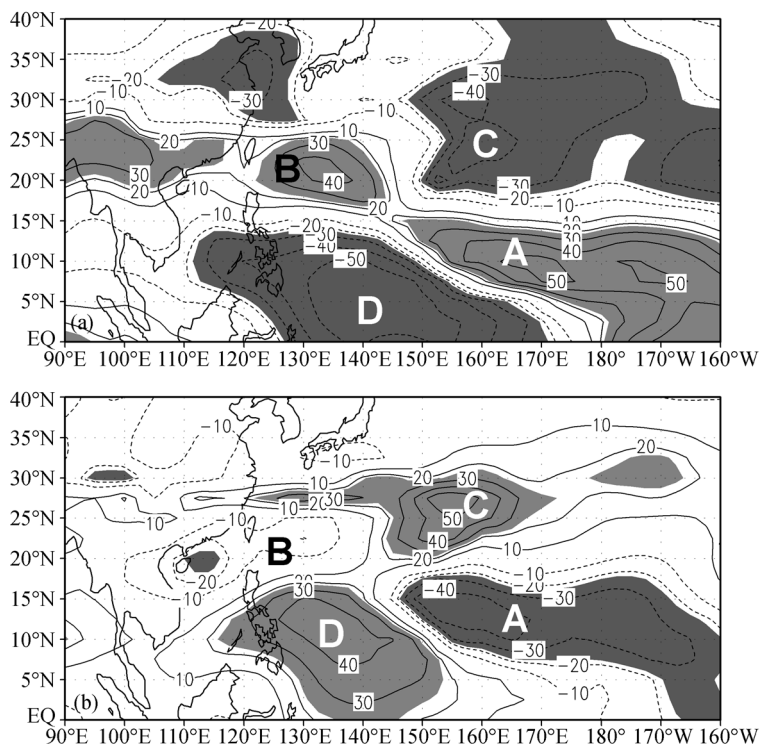


图 2 JJAS AAO (a)和 WNPTN (b)分别和 150 hPa 与 850 hPa 之间 MWS 的相关系数分布
阴影区表示信度超过 95%的区域

为了进一步考察大气低层环流的变异和南极涛动的关系,我们又分析了 925 hPa 涡度场. 图 3 给出了南极涛动指数 AAO 以及西北太平洋台风数 WNPTN 和该涡度场的相关系数分布. 可见,在赤道以北的西太平洋区,AAO 和涡度的相关系数是负值,而在其以北地区基

本上是正的相关系数. 这样的分布特征和 WNPTN 与涡度场的相关系数分布特征几乎正好相反,即在赤道以北的西太平洋地区台风数和涡度是正相关关系,而在其以北地区是反相关关系. 因此涡度场的相关分析进一步证实了 AAO 和 WNPTN 反相关关系的存在性.

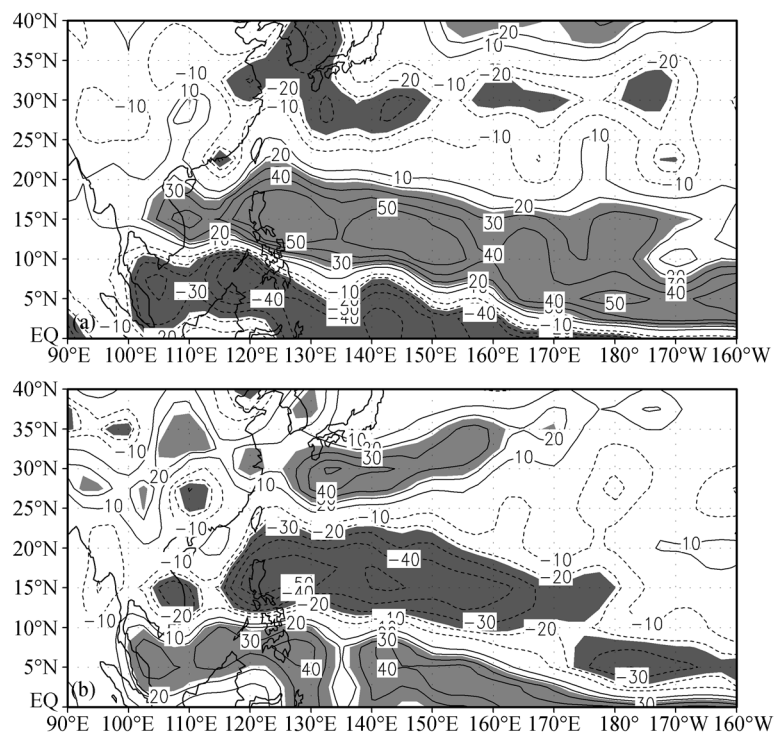


图3 JJAS AAO (a)和 WNPTN (b)分别和 925 hPa 涡度的相关系数分布
阴影区表示信度超过 95%的区域

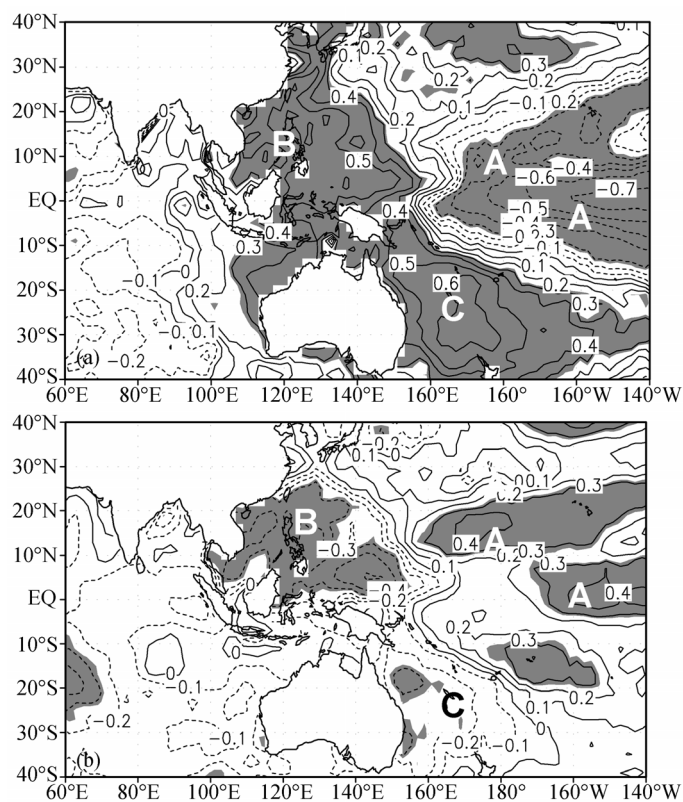


图4 JJAS AAO (a)和 WNPTN (b)分别和 SST 的相关系数分布
阴影区表示信度超过 95%的区域

海洋表面的温度是另外一个对于台风生成很重要的条件. 暖的上层海洋可以为台风生成提供必要的“热机”. 于是, 我们分析了 AAO 和 WNPTN 分别和 SST 的相关分布(图 4). 图 4(b)是 WNPTN 和 SST 的相关分布, 我们看到, 在 A 区为正相关. 而图 2(a)的 AAO 和 SST 的相关分布在 A 区是负的相关系数. 所以, 两者正好相反. 另外, AAO 和 WNPTN 与 SST 的相关系数在 B 区和 C 区也是相反的. 所以, 当 AAO 处于正位相时, 主要的台风生成区域的海温处于负异常状态, 因而不利于台风生成. 反之亦然.

下面, 我们来分析一下热带太平洋区域对流层高层和低层风场的变化特征来讨论为什么 AAO 会和热带的大气环流变化相关联. 我们选择了标准化 AAO 大于 0.5 的年份作为 AAO 的正异常组合, 把 AAO 小于 -0.5

的年份作为负异常组合. 为了把 ENSO 的可能影响排除, 在作组合分析时, 我们还分别扣去了 El Nino 年(1951, 1953, 1957, 1963, 1965, 1972, 1982, 1987, 1991, 1997)和 La Nina 年(1954, 1955, 1956, 1964, 1970, 1971, 1973, 1975, 1988, 1998). 图 5 给出了 JJAS 150 hPa 和 850 hPa 风场的组合差值分布, 结果表明, 在热带西太平洋 150 hPa 是异常气旋式环流, 在 850 hPa 是异常反气旋式环流, 因而不利于对流活动的发展, 从而也不利于台风的生成和发展. 并且, 阴影区显示的散度场的变化表明: 高层是异常辐合流场, 低层是异常辐散流场, 这也同样不利于台风的生成和发展.

已经有研究结果(例如文献[15])说明 AAO 是通过经向的遥相关波列和热带大气环流联系起来的, 正如图 5 所示, 确实存在着经向的遥相关波列. 另外,

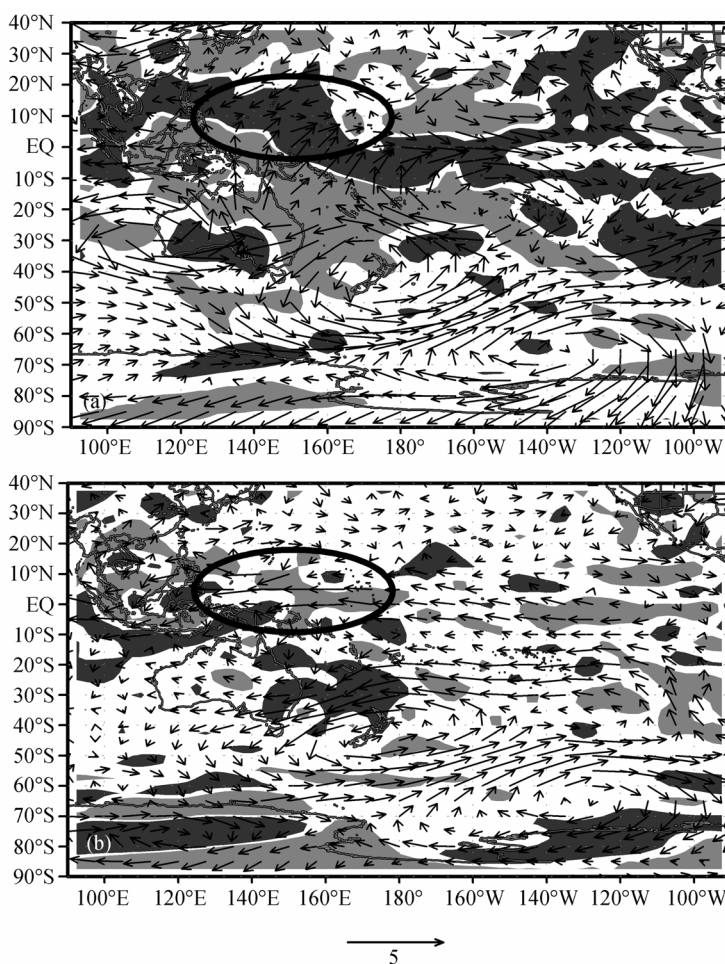


图 5 关于标准化 JJAS AAO 的 150 hPa(a)和 850 hPa (b)的组合差值分布

AAO 大于 0.5 的年份组合为正异常组合, AAO 小于 -0.5 的年份组合为副异常组合, 并扣除了 ENSO 年份(10 个 El Nino 年和 10 个 La Nina 年). 阴影区为散度绝对值大于 $2 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ 的区域

经向遥相关波列使得赤道西太平洋区的大气低层出现异常辐合而高层出现异常辐散流场,因而,对流活动异常加强.该赤道区对流的异常加强会通过准定常行星波^[22](称为东亚波列,或者太平洋-日本波列)的传播导致西北太平洋相反的对流活动异常,进而影响台风活动.

3 结语

本文研究了南极涛动和西北太平洋台风频次的关系,发现两者具有反相关关系.文章分析了产生这种关系的原因,结果表明,当AAO处于正位相时,纬向风切变幅度变大,海温变低,在对流层低层有异常反气旋式环流高层有异常气旋式环流存在,抑制对流活动的发展.这些变化都不利于台风的生成和发展.反过来,AAO处于负位相时则有利于台风的生成和发展.

研究还揭示,从南半球中高纬到赤道西太平洋区的遥相关波列可能是联系AAO和台风活动的一个关键纽带,它会使得赤道西太平洋区对流活动异常,进而影响到西北太平洋区的对流活动异常,从而影响台风活动.

致谢 本研究得到了国家自然科学基金(批准号:40631005,40620130113)以及中国科学院创新优秀团队计划的资助.

参 考 文 献

- Chan J C L. Interannual and interdecadal variations of tropical cyclone activity over the western North Pacific. *Meteorol Atmos Phys*, 2005, 89: 143—152[DOI]
- Camargo S J, Sobel A H. Western North Pacific tropical cyclone intensity and ENSO. *J Clim*, 2005, 18(15): 2996—3006[DOI]
- Chan J C L. Tropical Cyclone activity in the Northwest Pacific in relation to the El Niño/Southern Oscillation phenomenon. *Mon Wea Rev*, 1985, 113(4): 599—606[DOI]
- Chan J C L. Tropical cyclone activity in the Western North Pacific in relation to the stratospheric quasi-biennial oscillation. *Mon Wea Rev*, 1995, 123(8): 2567—2571[DOI]
- Chia H H, Ropelewski C F. The interannual variability in the genesis location of tropical cyclones in the Northwest Pacific. *J Clim*, 2002, 15(20): 2934—2944[DOI]
- Lander M A. An exploratory analysis of the relationship between tropical storm formation in the Western North Pacific and ENSO. *Mon Wea Rev*, 1994, 122(4): 636—651[DOI]
- Wu M C, Chang W L, Leung W M. Impacts of El Niño-Southern Oscillation events on tropical cyclone landfalling activity in the Western North Pacific. *J Clim*, 2004, 17(6): 1419—1428[DOI]
- Wang B, Chan J C L. How strong ENSO events affect tropical storm activity over the Western North Pacific. *J Clim*, 2002, 15(13): 1643—1658[DOI]
- Gray W M. Atlantic seasonal hurricane frequency: Part I: El Niño and 30 mb quasi-biennial oscillation influences. *Mon Wea Rev*, 1984, 112(9): 1649—1668[DOI]
- Jones C G, Thorncroft C D. The role of El Niño in Atlantic tropical cyclone activity. *Weather*, 1998, 53: 324—336
- Saunders M A, Chandler R E, Merchant C J, et al. Atlantic hurricanes and NW Pacific typhoons ENSO spatial impacts on occurrence and landfall. *Geophys Res Lett*, 2000, 27(8): 1147—1150, doi: 10.1029/1999GL010948[DOI]
- Thompson D W J, Lorenz D J. The signature of the annular modes in the tropical troposphere. *J Clim*, 2004, 17(22): 4330—4342[DOI]
- Thompson D W J, Wallace J M. Annular modes in the extratropical circulation: Part I: month-to-month variability. *J Clim*, 2000, 13(5): 1000—1016[DOI]
- Gong D Y, Wang S W. Definition of Antarctic Oscillation index. *Geophys Res Lett*, 1999, 26(4): 459—462[DOI]
- Wang H J, Fan K. Central-north China precipitation as reconstructed from the Qing dynasty: Signal of the Antarctic Atmospheric Oscillation. *Geophys Res Lett*, 2005, 32, L24705, doi:10.1029/2005GL024562[DOI]
- Jarvinen B R, Neumann C J, Davis M A S. A tropical cyclone data tape for the North Atlantic Basin, 1886—1983: Contents, limitations, and uses. NOAA Technical Memorandum NWS NHC 22, Coral Gables, Florida. 1984
- Landsea C W, Anderson C, Charles N, et al. The Atlantic hurricane database re-analysis project: Documentation for the 1851-1910 alterations and additions to the HURDAT database. In: Murname R J, Liu K B, Eds. *Hurricanes and Typhoons: Past, Present and Future*. New York: Columbia University Press, 2004. 177—221
- Basnett T A, Parker D E. Development of the Global Mean Sea Level Pressure Data Set GMSLP2. Hadley Centre Climate Research Technical Note CRTN 79, 1997
- Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalyses project. *Bull Am Meteorol Soc*, 1996, 77(3): 437—471[DOI]
- Reynolds R W, Rayner N A, Smith T M, et al. An improved in situ and satellite SST analysis for climate. *J Clim*, 2002, 15(13): 1609—1625[DOI]
- Gray W M. Global guide of the origin of tropical disturbances and storms. *Mon Wea Rev*, 1968, 96(10): 669—700
- Nitta T. Convective activities in tropical western Pacific and their impact on the Northern Hemisphere summer circulation. *J Meteor Soc Japan*, 1987, 65(3): 373—390

(2006-08-01 收稿, 2006-11-10 接受)