

西北太平洋热带气旋的年际和年代际变化及其与 南亚高压的关系*

张艳霞 钱永甫

(南京大学大气科学系,南京 210093)

王谦谦

(南京气象学院大气科学系,南京 210044)

摘 要

利用1949~1996年48年西北太平洋热带气旋(TC)的年个数资料和1958~1997年40年南亚高压(SAH)特征参数的月平均资料,讨论了西北太平洋TC年个数的年际、年代际变化、年个数周期和周期能量等特点及其与SAH特征参数的关系和异常TC年前期SAH环流场和100 hPa高度场的特征。结果表明,西北太平洋TC具有明显的年际和年代际变化,前期SAH对当年TC频数有一定影响,SAH中心位置偏北、偏西,中心强度偏弱时,当年TC偏多,反之,当年TC偏少。

关键词:西北太平洋 热带气旋(TC) 南亚高压(SAH) 年际年代际变化

引 言

热带气旋(以下简称为TC),是破坏力最强的气象灾害之一。而西北太平洋是全球范围内TC活动最频繁的海域,因此对西北太平洋TC进行分析很有意义。以前,许多学者已经对西北太平洋TC活动的气候学特征^[1~3]及其运动路径和其结构对移动路径的影响等方面^[4~7]都做过大量的研究。对大尺度环流和TC活动间的关系也做过一些研究:叶英、董波^[8]分析了副热带高压、西风带环流、青藏高原指数和南方涛动指数的变化,揭示西北太平洋TC活动的气候变化规律与大气环流特征量的相互关系;吴达铭^[9]讨论了副热带西风急流、副热带高压的活动位置及黑潮等大尺度环流与台风频率变化的关系;马德贞等^[10]对北半球极涡位置、东亚西风强度指数及南半球大气环流变化特征与台风活动的关系也做了很多分析。

以前的工作主要研究TC的气候学特征等,对大尺度环流与TC活动的关系也有一些研究,但主要讨论的是中、下层大尺度环流与TC之间的关系,对更高层的大尺度环流如南亚高压(SAH)与TC之间的关系研究不多,而SAH是北半球100 hPa等压面上最强大、最稳定的系统,对我国夏季降水影响很大。张琼^[11]利用SVD方法,分析了100 hPa

* 国家自然科学基金“南亚高压和亚洲季风相互作用及其机理研究”(40175021)和“江淮梅雨年际和年代际变化规律及其机制研究”(40233037)联合资助。

2002-06-05收到,2003-07-24收到修改稿。

高度场对我国夏季降水的影响,黄燕燕^[12]及钱永甫^[13]等也分析了 SAH 对我国夏季华北和长江流域旱涝的影响。众所周知,我国夏季旱涝受 TC 活动影响很大,既然 SAH 与旱涝关系密切,则 TC 与 SAH 和 100 hPa 环流形势之间必定也存在某种联系。因此,本文从高层的大尺度环流研究其前期的特征对当年西北太平洋 TC 频数的影响。西北太平洋范围定为 0°~55°N,105°E~180°,根据国家气象局关于“采用国际热带气旋名称和等级标准”的通知,按热带气旋中心附近地面最大风速划分为台风、强热带风暴、热带风暴、热带低压四个等级,本文所讨论的 TC 是指所有发生在西北太平洋的 TC。

1 资料和方法

利用 1949~1996 年 48 年 TC 年个数资料和 1958~1997 年 40 年 SAH 特征参数及 100 hPa 高度场和风场的 NCEP/NCAR 资料。采用小波分解方法分析 TC 年个数的周期及其周期能量,用相关法确定 SAH 和 TC 频数的时滞关系。

2 结果分析

2.1 TC 频数及周期

图 1 是 1949~1996 年共 48 年 TC 的年个数。从图 1 可见,TC 发生的频率差异较大,多则超过 50 个,少则小于 20 个,平均年个数约为 35 个。60 年代中期到 70 年代初期 TC 发生的频率较高,这与穆海振等^[2]讨论的 1949~1995 年西太平洋 TC 活动的频数是一致的。从 11 年滑动平均也可以看出,TC 在 60 年代中后期、70 年代初期有上升趋势。

图 2 是用小波分解方法得到的 TC 年个数周期(a)和其对应的周期能量(b)。从

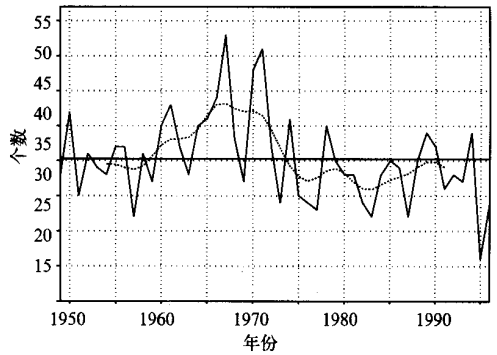


图 1 TC 年个数

(图中实线表示 TC 年个数,虚线表示 TC 年个数的 11 年滑动平均,直线表示多年平均的 TC 个数)

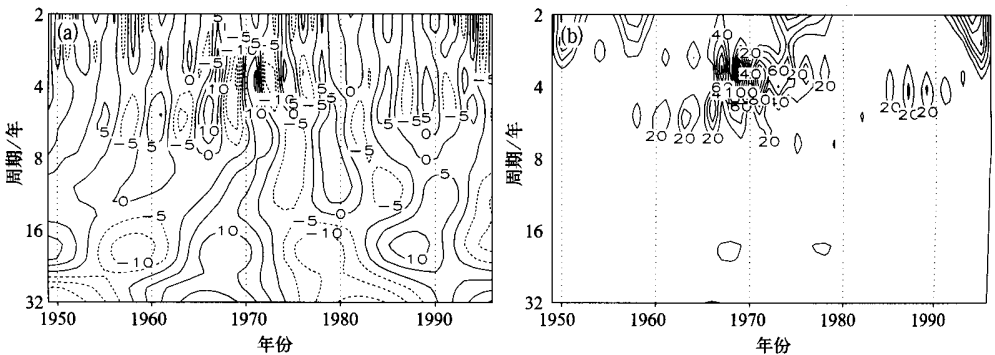


图 2 TC 年个数周期(a),TC 周期能量(b)

TC 年个数图(2a)可见, TC 年个数存在约 30~31、19~20 年的长周期, 5~6、3~4 年的短周期, 3~4 年的短周期集中在 TC 多发年。从年个数周期对应的周期能量图(2b)可见, 3~4 年的短周期能量较显著, 而滤波后 20 年和 30 年左右的长周期较显著(图略)。通过以上分析可知, TC 的年个数存在约 30 年和 20 年的长周期, 对应的周期能量较大, TC 年个数也存在 3~4 年的短周期, 其周期能量集中在 TC 多发期。

2.2 TC 频数与 SAH 特征参数及 100 hPa 高度场的相关分析

以往研究大多都是从天气学的观点考虑 TC 发生, 本文则从气候学的角度考虑影响 TC 发生的大尺度因子, 因此本节研究 TC 的年际及年代际变化与 100 hPa 大尺度系统的联系。

2.2.1 TC 频数与 SAH 特征参数的相关分析

SAH 的特征参数包括 SAH 的中心强度、纬度和经度, 本文所指的高压的中心强度是张琼^[14]定义的强度(I), 即西风分量为零的高压脊线上最大位势高度值, 最大位势高度值所在的纬度和经度就是高压的中心纬度和中心经度。图 3 表示前一年、当年和后一年 SAH 中心强度与当年 TC 频数的相关。

从图 3 可见, 前一年 10 月到当年 4 月(O-A)的 SAH 中心强度对当年的 TC 频数影响较大, TC 频数对当年 9 月到第二年 5 月(S-M)的 SAH 中心强度影响也较大, 其中前期 1 月 SAH 中心强度对当年 TC 频数影响最大, TC 频数对后期 11 月 SAH 中心强度影响最大, 都呈显著的负相关; 从经度和纬度的相关(图略)可见, SAH 的经度和纬度与 TC 的频数相关不显著, 但在上述时间段中, SAH 经度与 TC 频数呈负相关, 而纬度与 TC 频数呈正相关。通过分析可以发现, SAH 中心强度的影响显著于其他两个参数。

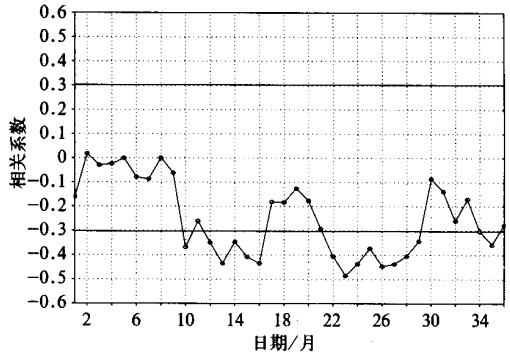


图 3 前一年、当年和后一年 SAH 中心强度与当年 TC 频数的相关分析

(图中的两条直线表示通过 95% 信度检验的相关系数临界值, 横坐标表示月: 前一年 1 月到后一年 12 月)

2.2.2 TC 频数与 100 hPa 高度场的相关分析

在 100 hPa 高度场上可能还存在着比高压中心更明显的相关区, 因此, 对前一年、当年和后一年 100 hPa 高度场与当年 TC 频数也做了时滞相关分析。结果表明, 在前期(O-A)和后期(S-M)的 100 hPa 高度场上, 除 SAH 中心与 TC 频数的相关较显著外, 还有其它相关较显著的区域。就以前期 1 月和后期 11 月的 100 hPa 高度场与当年 TC 频数的相关分析为例, 在前期 1 月 100 hPa 高度场与 TC 频数的相关图(4a)上, 除 SAH 中心与 TC 频数的负相关显著外, 15°N 以南相关系数都超过 -0.4(置信度 $\alpha=0.01$)。同样, 在后期 11 月 100 hPa 高度场与 TC 频数相关图(4b)上, 除 TC 频数与后期 11 月 SAH 中心的负相关较显著外, 35°N 以南相关系数都超过 -0.4, 而 15°N 以南达 -0.5, 有的甚至达 -0.6。

从上述前期和后期 100 hPa 高度场与 TC 频数的相关分析可见, 整个低纬热带地区

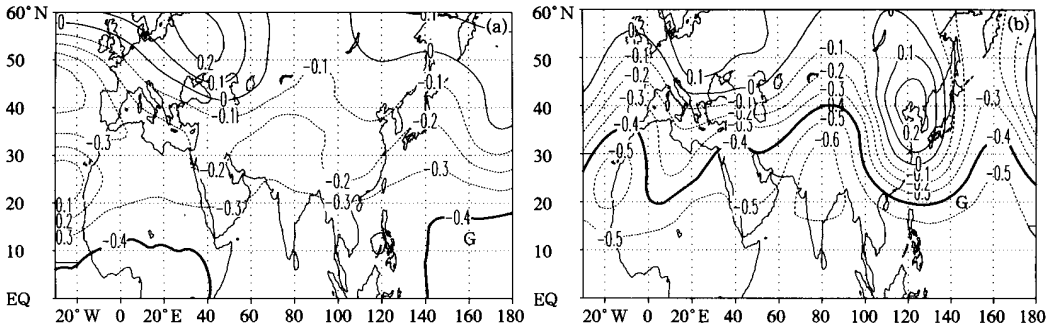


图 4 100 hPa 高度场与 TC 频数的相关分析

(a) 当年 1 月和 (b) 当年 11 月的相关场

(图中 G 表示 SAH 中心平均位置,粗线以下部分表示相关系数超过 -0.4)

的负相关都较好,而 SAH 中心在各月都位于高相关区内。100 hPa 高度场与 TC 的这种大面积相关,正好说明两者相关关系的稳定性,并隐含着某种相互作用机制,有待今后进一步研究。

2.3 异常 TC 年和 SAH 的关系

以上分析表明,前期(1 月) SAH 中心强度与 TC 频数的关系最为密切。为了进一步讨论两者之间的关系,挑出相关比较好且符合前期(1 月) SAH 强弱年(指 SAH 中心强度距平大于或小于零)的 100 hPa 高度场和环流场以及异常 TC 年(指 TC 频数的绝对值大于 0.5 倍方差)进行分析。表 1、表 2 分别表示上述定义的异常 TC 年和前期 SAH 强弱年。

从表 1 可见,TC 多发年有 12 年,少发年有 13 年。而从表 2 可见,对应 TC 多发年有 8 年 1 月的 SAH 偏弱,占 2/3。在 TC 少发年中,当年 1 月 SAH 偏强有 8 年(占 8/13)。可见,在 TC 异常年中,SAH 的中心强度异常大多符合相关律。

表 1 异常 TC 年份

TC 多发年	1960、1961、1964、1965、1966、1967、1970、1971、1974、1978、1989、1994
TC 少发年	1959、1969、1973、1975、1976、1977、1982、1983、1987、1991、1993、1995、1996

表 2 SAH 强、弱年份

当年 1 月	弱年	1960、1964、1965、1966、1967、1970、1971、1974
	强年	1959、1973、1982、1983、1987、1991、1993、1995

对异常 TC 年前期符合相关律的多年(见表 2) SAH 环流场和 100 hPa 高度场进行合成。图 5 是异常 TC 年 1 月 SAH 环流和 100 hPa 高度的偏差场(指异常 TC 年的场减去正常 TC 年的场)。从偏差场图来看,在环流场(图 5a、b)上,多 TC 年前期 1 月 SAH 环流场呈反时针旋转,而少 TC 年则相反,说明多 TC 年前期 SAH 中心强度偏弱,少 TC 年则偏强;在高度场(图 5c、d)上,多 TC 年在热带和副热带地区为负距平,少 TC 年则为正距平,说明多 TC 年前期的 100 hPa 高度场偏弱,少 TC 年相反。

由此可见,前期 SAH 不同的环流特征和 100 hPa 高度场的不同形势会影响当年 TC

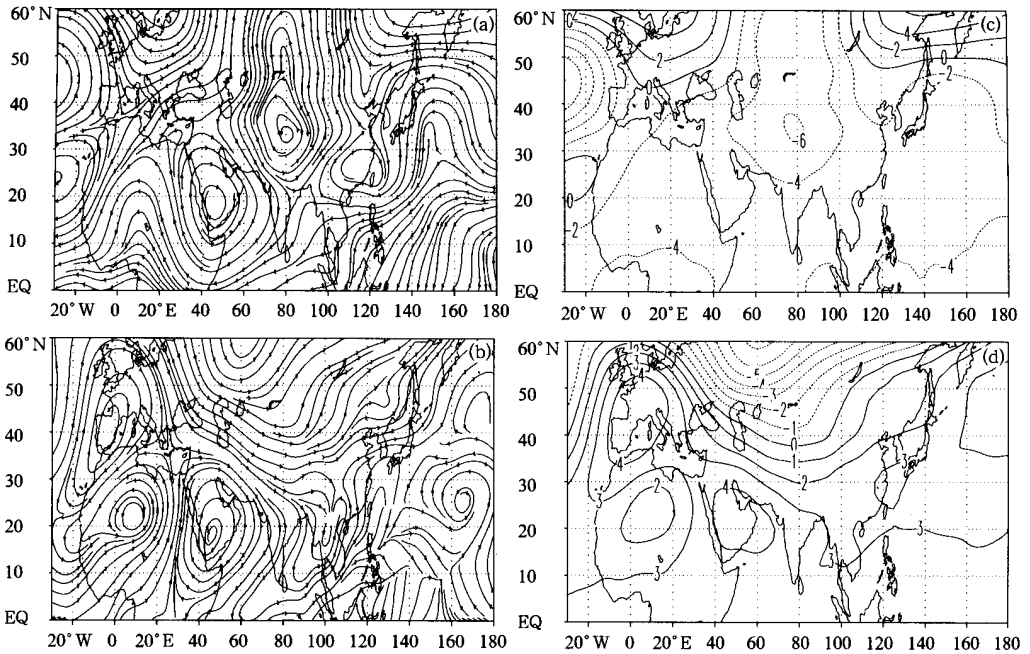


图5 异常 TC 年前期 1 月 SAH 环流和 100 hPa 高度的偏差场

(a) 多 TC 年和 (b) 少 TC 年环流偏差场, (c) 多 TC 年和 (d) 少 TC 年高度偏差场

(图中 G 表示异常 TC 年 SAH 的中心平均位置, 高度场单位: dagpm)

频数, 前期 SAH 的中心偏西、偏北, 环流场偏弱及 100 hPa 高度场偏低时, 当年 TC 偏多, 少 TC 年则相反, 这与前期 SAH 特征参数及 100 hPa 高度场和当年 TC 频数的相关分析是一致的。

以上举例分析了相关最好的单个月 SAH 和 100 hPa 高度场与 TC 的关系, 以下从最佳相关时段进一步研究它们之间的关系。

2.4 异常 TC 年前期 SAH 的相关时段分析

相关时段的挑选方法是先选出相关系数在临界值附近的连续几个月的 SAH 中心强度, 第一个月的相关系数用自身的中心强度与 TC 频数求相关, 第二个月的相关系数用前两个月的中心强度平均值与 TC 频数求相关, 依次类推。先求出各月或几个月 SAH 平均强度与 TC 频数的相关系数, 然后挑出相关最好的时间段。表 3 是按相关时段挑选的方

表 3 前期 (O A) SAH 平均强度与当年 TC 频数的相关

	10	11	12	01	02	03	04
10	- 0.369	- 0.312	- 0.350	- 0.516	- 0.473	- 0.464	- 0.461
11		- 0.260	- 0.336	- 0.512	- 0.459	- 0.450	- 0.451
12			- 0.349	- 0.493	- 0.431	- 0.430	- 0.437
01				- 0.435	- 0.385	- 0.405	- 0.422
02					- 0.346	- 0.396	- 0.421
03						- 0.409	- 0.432
04							- 0.434

法得到的前期(O-A)SAH强度与当年TC频数的相关。

从表3可以看出,TC频数与各时间段的SAH中心强度呈显著负相关,而且时间段的相关比单个月的相关显著,最好的相关时段是前一年10月到当年1月(O-J),达 -0.516 。

选取SAH中心强度与TC频数最显著的相关时段(O-J),进行100 hPa高度场与TC频数的相关分析。如图6所示,在相关时段的平均高度场上,除SAH中心与TC频数的相关达 -0.5 (置信度 $\alpha=0.01$),比单个月的相关显著外,40°N以南相关系数都超过 -0.4 ,有的甚至达 -0.6 ,显著区域范围也明显大于单个月(见图4a)。

同样选取前期(O-J)SAH的环流场和100 hPa高度场为相关时段,进一步考虑前期SAH对当年TC频数的影响。分析结论与前期单个月SAH环流场和100 hPa高度场对TC频数的影响是一致的。

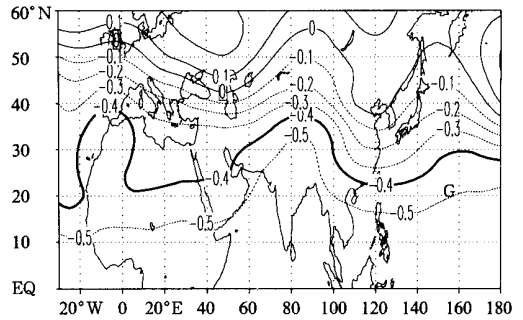


图6 100 hPa高度场与TC频数的相关时段(O-J)分析

(图中G表示相关时段的SAH中心平均位置,粗线以下部分表示相关系数超过 -0.4)

3 结 论

(1) TC频数存在约30年和20年长周期,5年和3年的短周期,有相应的周期能量。

(2) 前期SAH的特征参数都影响当年TC发生的频率。前期SAH中心位置偏西、偏北,中心强度偏弱时,当年的TC偏多,反之,当年的TC偏少,且强度的影响显著于其它两个参数。

(3) 前期(O-J)平均SAH中心强度和100 hPa高度场与TC频数的相关比单个月的好,且100 hPa高度场上显著区域范围比单个月的大。

参 考 文 献

- 1 陈敏,郑永光,陶祖钰.近50年(1949~1996)西北太平洋热带气旋气候特征的再分析.热带气象学报,1999,15(1):10~16.
- 2 穆海振,屠其璞.1949~1995年西太平洋热带气旋活动的气候学特征.南京气象学院学报,2000,23(3):81~86.
- 3 阎俊岳,张秀芝,李江龙.135°E以西西北太平洋热带气旋迅速加强的气候特征.热带气象学报,1997,13(4):297~305.
- 4 田永祥,赵远东.热带气旋强度影响其移动的物理机制.南京气象学院学报,1997,20(1):11~17.
- 5 陈联寿,徐祥德,解以扬,等.台风异常及其外区热力不稳定非对称结构的影响效应.大气科学,1997,21(1):83~90.
- 6 蒋贤安,朱永提.9414号热带气旋移动路径异常影响因子的数值研究.应用气象学报,1998,9(1):38~47.
- 7 田永祥,赵远东,江燕如.热带气旋的水平尺度对其移动的影响.南京气象学院学报,1998,21(3):411~417.
- 8 叶英,董波.西北太平洋热带气旋活动的年代际变化.气象,1998,24(7):29~34.
- 9 吴达铭.西北太平洋热带气旋强度突变的分布特征.大气科学,1997,21(2):191~198.

- 10 马德贞,林玉成,鲍媛媛.大型环流演变与台风生成预报.气象,2000,26(12):31~35.
- 11 张琼.南亚高压的演变规律.机制及其对区域气候的影响:[博士论文].南京:南京大学大气科学系,1999.
- 12 黄燕燕,钱永甫.长江流域.华北典型旱涝年降水特征与南亚高压的关系分析.高原气象,待发表.
- 13 钱永甫,张琼,张学洪.南亚高压与我国盛夏气候异常.南京大学学报(自然科学),2002,38(3):295~307.

THE INTERANNUAL AND INTERDECADAL VARIATIONS OF TROPICAL CYCLONES IN THE NORTH WEST PACIFIC AND ITS RELATIONSHIP WITH THE SOUTH ASIA HIGH

Zhang Yanxia Qian Yongfu

(*Department of Atmospheric Science, Nanjing University, Nanjing 210093*)

Wang Qianqian

(*Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044*)

Abstract

By use of annual numbers of the Tropical Cyclone (TC) in 48 years (1949 — 1996) and monthly mean characteristic parameters of the South Asia High (SAH) in 40 years (1958 — 1997) , the features of interannual and interdecadal variations as well as the period and period energy of the annual TC numbers are analyzed. Furthermore , the relationships between the annual TC numbers and the characteristic parameters of SAH are depicted , and the features of the SAH circulation and the 100 hPa height field in prior time in TC abnormal years are also composed and discussed. The results show that the TC numbers in Northwest Pacific have obvious interannual and interdecadal variations , and that the SAH in prior time has a certain influence on the TC frequency in a year. When the center of the SAH goes more westward and northward , and its center intensity is weaker , the TC numbers in the year would be more , and *vice versa* .

Key words : Northwest Pacific Tropical cyclone South Asia High Interannual and interdecadal variation