

热带海温异常与天气系统的若干统计事实

罗 树 森

(国家气象局气象科学研究所, 北京)

海气问题是长期天气预报研究的重要领域。近30年来, 东太平洋赤道冷水带发生7次厄尔尼诺现象后, 引起全球大气环流的反常, 造成大范围的旱涝、严寒、酷暑, 成为各国气象和海洋学家所关注的大问题。本文主要目的是揭示热带海气新的长期振荡事实, 寻找它们与厄尔尼诺现象之间的相互关系。

一、热带海洋的主要特征

我们运用美国国家气候中心1946—1978年全球 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 经纬度网格点月平均海表面温度(以下简称海温)资料, 每幅图有2594个网格点。参照全球平均海流图^[1], 将热带海洋划分为9个主要海流区, 并用该海流区所有网格点的月平均海温距平平均值来表征该海域内海温的平均状况。这9个主要海流区按下列范围确定。

- A. 北太平洋赤道暖流区: $15^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$, $150^{\circ}\text{E}-150^{\circ}\text{W}$.
- B. 北太平洋赤道逆流区: 5°N , $150^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{W}$.
- C. 南太平洋赤道暖流区: $5^{\circ}-10^{\circ}\text{S}$, $150^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$.
- D. 东太平洋赤道冷水带: 5°S , $180^{\circ}\text{E}-80^{\circ}\text{W}$.
- E. 北印度洋季风暖流区: $5^{\circ}-10^{\circ}\text{N}$, $50^{\circ}-90^{\circ}\text{E}$.
- F. 南印度洋赤道暖流区: $10^{\circ}-15^{\circ}\text{S}$, $55^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$.
- G. 北大西洋赤道暖流区: $15^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$, $30^{\circ}-50^{\circ}\text{W}$.
- H. 圭亚那暖流区: $5^{\circ}-10^{\circ}\text{N}$, $45^{\circ}-60^{\circ}\text{W}$.
- I. 南大西洋赤道暖流区: $0^{\circ}-5^{\circ}\text{S}$, $20^{\circ}-45^{\circ}\text{W}$.

上述各海流区仅指明各海流所跨越的大致范围。本文侧重讨论各海区海温变化特点, 以便了解热带海洋各海流区海温变化概况。对海温和气象资料进行功率谱计算时, 最大后延系数取该资料长度的 $1/3$ 。功率谱红噪音定义为置信度95%的红噪音谱密度值, 5%、1%置信度临界相关系数分别是0.1779、0.2324。

东太平洋赤道冷水带与北太平洋赤道暖流区、北大西洋赤道暖流区、北印度洋季风暖流区、北太平洋赤道逆流区、圭亚那暖流区、南太平洋赤道暖流区、南印度洋赤道暖流区的月平均海温距平平均值的相关系数值分别为0.18、0.24、0.48、0.48、0.31、0.27、0.24。任意两个热带海流区之间月平均海温距平平均值的相关系数一般都超过0.20。这些

事实表明全球热带各洋流区之间月平均海温存在着显著的正相关（表1）。

表1 1961—1978年全球热带各洋流区间海温月距平平均值的相关系数值和后延月数

不同洋流区	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1.00		0.29(5)	0.18(6)					
B		1.00	0.43(0)	0.48(0)	0.41(0)	0.29(0)	0.48(0)	0.59(0)	0.39(0)
C	0.29(5)	0.43(0)	1.00	0.27(0)	0.36(0)	0.20(0)	0.30(0)	0.49(0)	0.23(0)
D	0.18(6)	0.48(0)	0.27(0)	1.00	0.48(0)	0.24(0)	0.24(0)	0.31(0)	0.31(0)
E		0.41(0)	0.36(0)	0.48(0)	1.00	0.29(0)	0.35(0)	0.42(0)	0.23(0)
F		0.29(0)	0.20(0)	0.24(0)	0.29(0)	1.00		0.36(0)	0.29(0)
G		0.48(0)	0.30(0)	0.24(0)	0.35(0)		1.00	0.32(0)	0.24(0)
H		0.59(0)	0.49(0)	0.31(0)	0.42(0)	0.36(0)	0.32(0)	1.00	0.43(0)
I		0.39(0)	0.23(0)		0.23(0)	0.29(0)	0.24(0)	0.43(0)	1.00

• 括号内的数字为后延月数。

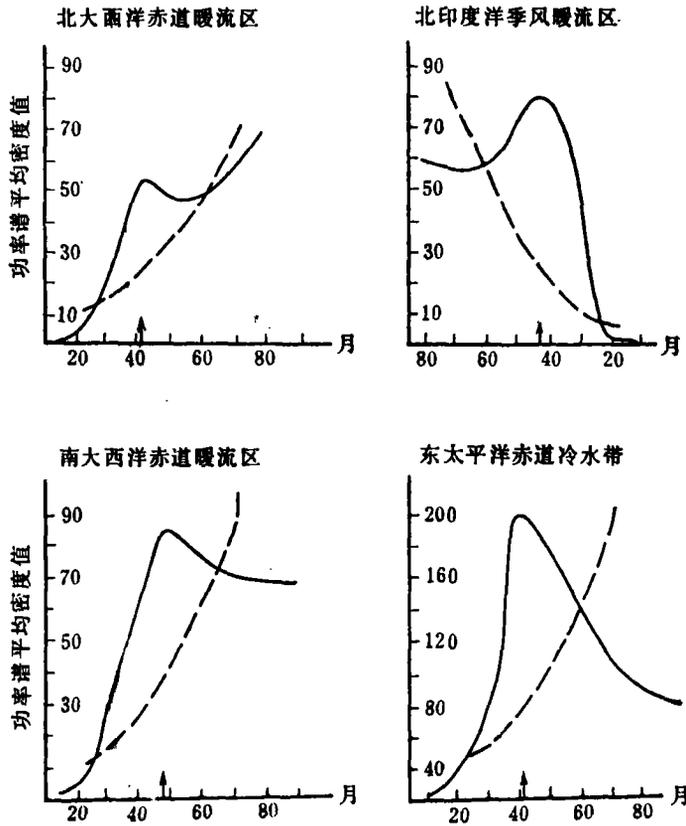


图1 4个主要洋流区月平均海温距平平均值功率谱平均密度值

北大西洋赤道暖流区、南大西洋赤道暖流区、北印度洋季风暖流区、东太平洋赤道冷水带海温分别存在着40.8、48.8、41.7、41.0个月的周期，它们都有准3年振荡现象（图1）。

近30年来，1957、1963、1969、1972、1976、1982年东太平洋赤道冷水带里发生了厄尔尼诺现象。这些年份，热带各洋流区海温月距平平均值都为正值。其中1957、1963、1969、1972年南印度洋赤道暖流区增温最明显，海温月距平最大平均值分别是1.50℃、0.99℃、1.02℃、0.92℃。1965、1976年南大西洋、北大西洋赤道暖流区海温月距平最大平均值分别为0.73℃和1.33℃。与此相反，1955、1964、1968、1971、1973、1975年都是冷水年，急剧的降温分别出现在南印度洋赤道暖流区、南太平洋赤道暖流区、圭亚那暖流区（出现两次）、北印度洋季风暖流区、北太平洋赤道暖流区，它们的海温月距平最低平均值分别是-0.65℃、-1.72℃、-0.99℃、-0.91℃、-0.86℃、-1.67℃。

二、飓风、热带风暴活动与厄尔尼诺现象

1949—1978年西北、西南太平洋台风（大于、等于17.2米/秒）月频数^[2]，1966—1979年东北太平洋飓风（大于、等于64节）月频数^[2]，1891—1970年北印度洋热带风暴（大于、等于34节）和飓风（大于、等于48节）月频数^[3]，1949—1979年北大西洋飓风（大

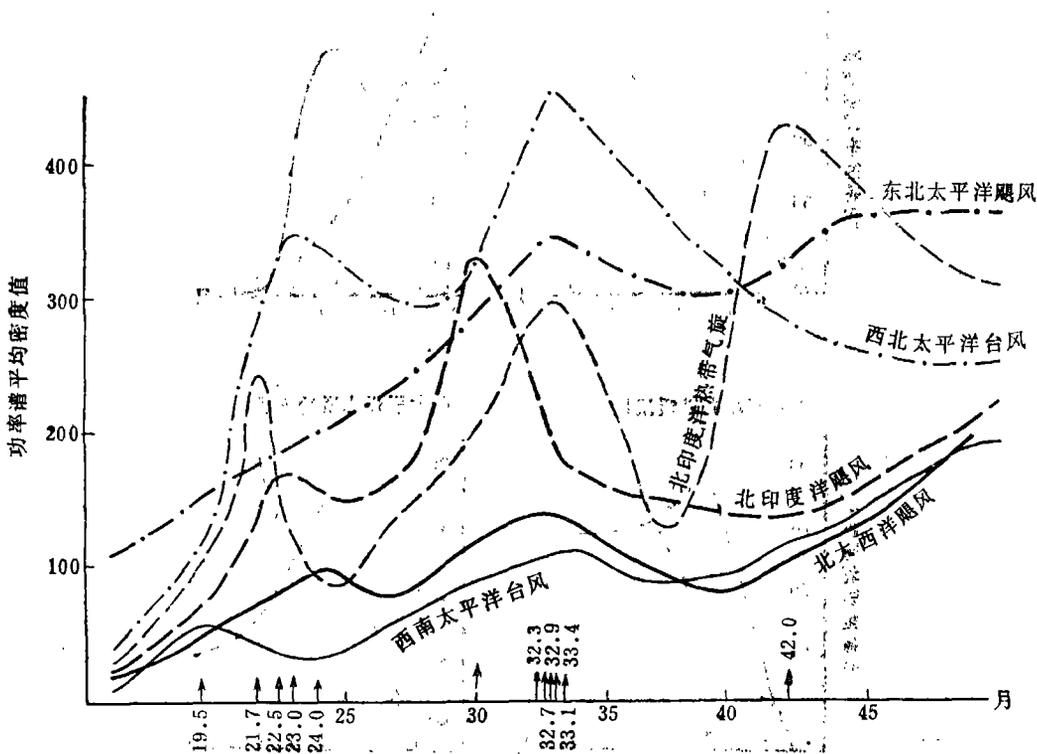


图2 全球热带海洋上飓风（台风）和热带风暴月频数的功率谱平均密度值

于、等于64节)月频数^[1], 分别是32.7、33.4、32.7、33.1、30.0、32.3个月的周期(见图2)。全球热带风暴和飓风活动都有显著的准3年振荡现象。1951—1978年西北与西南太平洋台风月频数的相关系数是0.21。1966—1979年西北太平洋台风与东北太平洋热带风暴月频数的相关系数为0.28。1951—1978年西南太平洋台风与北大西洋飓风月频数的相关系数是-0.19。1966—1978年北大西洋与东北太平洋飓风月频数的相关系数值为-0.32。1951—1970年北大西洋飓风与北印度洋热带风暴月频数的相关系数值是0.19。

1980年潘怡航曾指出, 东太平洋赤道冷水带月平均海温与西北太平洋台风发生频率负相关显著^[5]。1949—1978年东太平洋赤道冷水带海温月距平平均值与西北、西南太平洋台风月频数的相关系数值分别为-0.25、-0.37。1966—1978年东太平洋赤道冷水带海温月距平平均值与东北太平洋飓风和热带风暴月频数的相关系数值分别为-0.29、-0.23。相反, 1949—1978年东太平洋赤道冷水带海温月距平平均值与北大西洋飓风月频数的相关系数值为0.19; 1949—1970年东太平洋赤道冷水带海温月距平平均值与北印度洋飓风和热带风暴月频数的相关系数值分别是0.20、0.18。1972年11月东太平洋赤道冷水带海温月距平和为49.4°C。1973年西北、西南、东北太平洋, 北大西洋飓风(台风)年频数的距平值分别为-1.3、-2.5、-2.8、0.9。相反, 1968年西北、西南、东北太平洋, 北大西洋台风(飓风)年频数距平值分别为2.7、0.5、4.2和-1.1。

三、副热带高压与埃尔尼诺现象

中国科学院地理研究所和陈烈庭分别于1977年和1983年指出, 东太平洋赤道冷水带月平均海温和太平洋副热带高压面积指数均有3.5年周期, 东太平洋赤道冷水带月平均海温对500百帕太平洋副高特征指数变化的影响冬季最大, 夏季较小^[6, 7]。计算了1951—1981

表2 1955—1978年热带各洋流区海温月距平平均值与副热带高压的特征指数相关系数值

热带各洋流区	副热带高压面积月指数			500百帕西太平洋副高强度月指数
	100百帕北半球	500百帕北半球	500百帕西太平洋	
A		0.18		
B	0.24	0.38	0.35	0.26
C	0.38	0.37	0.44	0.34
D	0.25	0.28	0.29	0.25
E	0.42	0.41	0.47	0.38
F	0.32	0.30	0.36	0.32
G	0.40	0.34	0.34	0.28
H	0.29	0.27	0.29	0.25
I	0.29	0.25	0.42	0.38

年500百帕北半球和西太平洋副高面积指数(大于、等于588位势什米),1956—1976年100百帕北半球高压面积月指数(大于、等于1656位势什米)分别有29.3、42.6、39.0个月的振荡周期。这些结果与他们的看法一致,1956—1976年100百帕与500百帕副热带高压月面积指数的相关系数值为0.9。

1965—1978年全球热带各洋流区海温月距平平均值与100百帕北半球高压月面积指数500百帕北半球和西太平洋副高月面积指数的相关系数值为0.18—0.47。1965—1978年全球热带各洋流区海温月距平平均值与500百帕西太平洋副高月强度指数的相关系数值为0.25—0.38。热带各洋流区海温与副热带高压天气系统的面积和强度特征指数有着显著的正相关。1972年出现了埃尔尼诺现象,1973年8月西太平洋副高面积和强度指数的距平值分别为5和12。1973年7月100百帕北半球高压面积指数距平值为6。相反,1968年是冷水平年,1968年8月500百帕西太平洋副高面积和强度指数距平值分别为-1和-5。

四、热带太平洋云、风、气温与埃尔尼诺现象

从所周知,新加坡50百帕月平均纬向风和气温都有26个月的周期。西北、西南太平洋热带辐合带多云区月面积指数和东南太平洋少云区月面积指数分别为21.8、20.6、23.5个月周期^[8,9]。1965—1978年北太平洋赤道逆流区、南大西洋赤道暖流区、东太平洋赤道冷水带海温月距平平均值与50百帕新加坡月平均纬向风和气温的相关系数值是-0.21—-0.42。除北印度洋季风暖流区和东太平洋赤道冷水带以外,1965—1978年热带各洋流区海温月距平平均值与东南太平洋少云区月面积指数的相关系数值为-0.21—-0.47。1965—1978年南太平洋赤道暖流区海温月距平平均值与后延两个月西南太平洋热带辐合带多云区月面积指数的相关系数值为-0.18。1972年是埃尔尼诺年,1973年1月新加坡50百帕月平均纬向风和气温距平值分别为-18.8米/秒和-6.4℃。1973年2月西北、西南太平洋热带辐合带多云区、东南太平洋少云区月面积指数距平值分别是-23、-59、-47。反之,1968年3月新加坡50百帕月平均纬向风和气温距平值分别为7.9米/秒和0.5℃。1968年西北(9月)、西南(11月)太平洋热带辐合带多云区、东南太平洋少云区(3月)月面积指数距平值分别为31、22、88。

在埃尔尼诺年,东太平洋赤道冷水带和秘鲁寒流区增温,太平洋海温的纬向梯度减弱,哈得莱环流加强,沃克环流变弱,西太平洋上升气流支和东太平洋下沉气流支均减弱,西太平洋上空云量减少,东太平洋上空云量增多,其结果是西北西南太平洋热带辐合带多云区范围缩小,东南太平洋少云区面积变小。随着哈得莱环流的加强,携带更多热量和动量从热带海洋向副热带和西风带地区输送,促使北半球太平洋副高加强、其面积扩大,太平洋热带辐合带活动减弱,位置偏南,引起太平洋上空热带风暴、台风(飓风)年频数减少。热带海温异常造成热带大气环流的反常,它们密切关联、相互影响,彼此制约构成热带海气复杂统一有机体,其奥秘尚未被人类所认识,有待于不断地去探索。

参 考 文 献

- [1] Итенберг И.М., 1—2 Физическая карта мира, главное и картографий, Атлас Мира, МВД СССР, Москва, 1954.
- [2] Gunther E.B., Eastern North Pacific tropical cyclones 1979, *Mariner's Weather Log*, 24 (1980), 3: 174—182.
- [3] Das, P.K. and K.N.Rao, *et al.*, *Tracks of storms and depressions in the bay of Bengal and the Arabian Sea 1877—1970*, India Meteorological Department, New Delhi, January 1979.
- [4] Neumann, C.J. and G.W.Cry, *et al.*, *Tropical cyclones of the North Atlantic Ocean 1871—1980*, National Hurricane Center and National Climatic Center, Miami, Florida, July 1981.
- [5] 潘怡航, 赤道东太平洋海面温度与西太平洋台风发生频率的遥相关, 科学通报, 25 (1980), 21: 987—989.
- [6] 陈烈庭, 太平洋赤道海温与500百帕副高特征指数的影响, 科学通报, 28 (1983), 16: 990—994.
- [7] 中国科学院地理研究所, 热带海洋对副热带高压长期变化的影响, 科学通报, 22 (1977), 7: 313—317.
- [8] Luo Shusen, The quasi-biennial oscillation, *First International Conference on Southern Hemisphere Meteorology*, Sao Jose Dos Campos, Brazil, 1983, 310—311.
- [9] 罗树森, 准两年振荡, 气象学报, 41 (1983), 2: 242—248.