

夏季长江中下游冷热、旱涝和东部近海台风活动 及其与 ENSO 关系的研究*

陈乾金 赵振国 王丽华

(国家气候中心, 北京 100081)

提 要

利用 1951~1995 年气温、降水和台风年鉴等资料, 在划分长江中下游冷、热夏年标准的基础上, 分别统计分析了我 国近海台风活动异常和季风雨型特征及其与 ENSO 的关系。指出, 冷夏年和热夏年我国东部近海台风活动差异显著; 与之相对应的季风雨型同样十分悬殊; 同时赤道太平洋海温 SSTA 场的配置亦迥然不同。最后给出了遥响应过程图像的物理概念模型。

关键词: 长江中下游 冷热夏 台风 季风雨型 ENSO

引 言

长江中下游位于我国中东部地区。天气实践活动表明, 我国夏季不同地区天气气候异常与该地区出现的冷热、旱涝变化的年际振荡关系密切。这从夏季我国东部地区发生的气候的研究中已有不少揭示。例如, 当夏季长江中下游发生涝时, 华北和华南易偏旱, 而当它出现旱时, 我国南、北方则易偏涝, 等等。尽管如此, 迄今为止对其中一些关系和规律尚未完全认识清楚, 还须进一步深入研究。本文利用 1951~1995 年台风年鉴、气温及降水等资料, 按国家气候中心短期气候预测室定义的“三类”雨型^[1]原则, 在划分长江中下游冷、热夏年标准的基础上, 分别统计分析了我 国近海台风活动异常和季风雨带特征以及与 ENSO 的关系等。结果表明, 长江中下游地区冷、热夏年, 影响我国东部近海台风活动有很大的差异, 即不但在其发生频数、强度、速度, 而且在路径等变化上均存在显著的不同。同时它所对应的夏季风雨型、ENSO 特征等也迥然不同。这些结果为进一步提高我国汛期天气气候监测和预测水平提供有益的气候参数指标。

1 资料选取和分析方法

选取汉口、宜昌、岳阳、长沙、九江、安庆、合肥、滁县、南京、常州、芜湖、六安、南通、上

* 本文由国家“九五”攻关项目“我国短期气候预测系统的研究”96-908-04-03-4 资助。本文为了叙述方便, 将热带风暴、强热带风暴、台风统称为台风。
1998-09-23 收到, 1998-12-22 收到再改稿。

海、杭州、宁波、景德镇、南昌、贵溪、屯溪 20 个站点 1951~1995 年夏季(7~8 月)平均气温 $\bar{T}_{7,8}$ 代表长江中下游夏季温度, 采用经验正交函数(EOF)方法对其距平场分析表明, 第一特征向量场 EOF_1 占总方差的 85% 以上(图略)。在展开区域内, 特征向量均为正值, 说明长江中下游夏季温度空间分布具有显著的一致性。特征向量大值中心主要位于长江下游的芜湖、南京、杭州和景德镇一带。计算该地区夏季温度 EOF_1 的时间系数 TT_1 与各站点的相关系数多在 0.80 以上, 其中芜湖、南京和杭州等地相关系数可达 0.90 以上。由于 EOF_1 反映了长江中下游流域温度整体变化趋势, 同时考虑到实际工作中便于应用, 即为了定量表征长江中下游冷、热夏的基本特征, 我们把第一特征向量大值中心的南京、芜湖、杭州和景德镇等站点平均 7~8 月的温度距平(ΔT)作为判别指标, 即定义: 当 $-1.0^\circ\text{C} < \Delta T \leq -0.5^\circ\text{C}$ 为冷夏年, $\Delta T \leq -1.0^\circ\text{C}$ 为强冷夏年; 当 $1.0^\circ\text{C} > \Delta T \geq 0.5^\circ\text{C}$ 为热夏年, $\Delta T \geq 1.0^\circ\text{C}$ 则为强热夏年, 得出 1951~1995 年所定义的冷夏年有: 1952、1954、1965、1972、1974、1980、1982、1986、1987、1989、1991、1993 年共 13 年; 热夏年有 1953、1959、1961、1964、1966、1967、1971、1973、1978、1990、1994 年共 11 年。

为了进行对比分析, 文中东部“近海”按文献[2]规定, 取 $125^\circ\text{E} \sim 117^\circ\text{E}$ 、 22°N 以北的我国东部沿海海域, 即主要为东海、黄海、渤海和部分南海偏北部海域; 台风强度变化等级是指热带气旋进入我国东部近海后 12 h 风速的变化, 即 $\Delta V_{12} \geq 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时称为台风突然加强或减弱, $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \leq \Delta V_{12} < 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时称为缓慢加强或减弱, $\Delta V_{12} < 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时则称为强度稳定少变或不变; 台风移速变化系指进入近海前 12 h 至移入后 18 h 内有出现移速加快或减慢现象(即移速增快、减慢均为 $\Delta V \geq 5 \text{ km/h}$), 若 $\Delta V < 5 \text{ km/h}$, 则视为台风移速少变或不变。

2 冷、热夏年近海台风活动与 ENSO 的关系

表 1 给出长江中下游冷、热夏与东部近海台风 6~9 月的活动频数。可以发现, 冷夏年和热夏年, 从西太平洋移入近海的台风有明显的差别。冷夏年(13 年)共 28 个台风活动, 平均每年 2.2 个, 除 1989 年偏多外, 其它年份大多为 1~2 个, 最少是 1993 年, 为 0 个; 而热夏年(11 年)共有 46 个台风活动, 平均每年约有 4.2 个, 几乎为冷夏年的两倍, 最多是 1994 年, 达 7 个, 除 1961、1971 年较少(各为 2 个)外, 其余年份多在 3~6 个之间。

表 1 长江中下游冷、热夏和近海台风活动及与 ENSO 的统计关系

冷夏年	1952	1954	1965	1968	1972	1974	1980	1982	1986	1987	1989	1991	1993	合计	平均
台风频数	2	1	2	1	3	3	1	2	3	3	5	2	0	28	2.2
ENSO 特征	EN _△	La	EN	EN	EN	NO	EN	EN	EN	EN _△	La	EN	EN	EN	EN 几率 10/13
热夏年	1953	1959	1961	1964	1966	1967	1971	1973	1978	1990	1994	合计	平均		
台风频数	4	4	2	3	5	3	2	4	6	6	7	46	4.2		
ENSO 特征	EN	La	NO	La	La	La	La	La	La	EN	La	La	La	La 几率 8/11	

注: EN、EN、EN 分别表示 ENSO 年、ENSO 次年和弱暖年; La 和 La 分别表示反 ENSO 年或弱冷年; NO 表示正常年; 1994 年春夏季出现短暂的反 ENSO 特征^[2], 秋冬季才发生 ENSO 事件。

表 2、3 是冷、热夏年台风强度变化的统计结果. 可以看出, 冷夏年近海台风最大风速多在 17.2~32.6 m/s 之间(18 个), 占台风总数的 64% 以上. 只有少数台风最大风速超过 32.6 m/s 以上, 占总数的 36%. 此外, 从外海进入近海的台风, 其强度多为减弱的, 约占总数的 54%, 其中突然减弱占 25%, 缓慢减弱占 29%. 少数为加强的, 约占总数的 18%, 其中突然加强仅有 7%. 其余多为强度不变或少变. 而热夏年近海台风最大风速多超过 32.6 m/s(31 个), 占台风总数的 67%, 仅有 15 个为热带风暴, 约占台风总数的 33%. 进入近海前后, 台风增强的比减弱的多. 其中持续增强的有 18 个, 占总数的 38%. 减弱的为 14 个, 约占 30%. 其余 30% 为台风强度不变或少变.

表 2 冷夏年中国东部近海台风变化特征

	强度特征			强度变化特征					移速变化特征		
	$T_1 + T_2$	T_1	T_2	↓	↘	→	↗	↑	+	0	-
合计(个)	28	18	10	2	3	8	8	7	6	7	15
13 年平均	2.2	1.4	0.8	0.2	0.2	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	1.2
百分率(%)		64	36	7	11	29	29	25	21	25	54

注: T_1 、 T_2 分别表示台风最大风速在 17.2~32.6 m/s 之间和大于 32.6 m/s, ↓、↘、→、↗、↑ 分别表示进入我国东部近海台风在 12 h 内突然加强、缓慢加强、少变或不变、缓慢减弱和突然减弱; +、0、- 分别表示台风移速加快、少变和减慢.

从表 2 和表 3 可知, 冷夏年和热夏年台风移入近海前后, 其移速也明显存在差异. 在冷夏年, 约有 54% 的台风移速趋于减慢, 仅有 21% 左右的台风移速趋于加快, 25% 左右的台风移速保持不变或少变(见表 2). 而热夏年约有 1/2 以上的台风移速将加快, 约有 39% 左右台风移速维持不变或少变, 仅有 11% 的台风移速趋于减慢(表 3).

表 3 热夏年中国东部近海台风变化特征

	强度特征			强度变化特征					移速变化特征		
	$T_1 + T_2$	T_1	T_2	↓	↘	→	↗	↑	+	0	-
合计(个)	46	15	31	11	7	14	7	7	23	18	5
11 年平均	4.2	1.4	2.8	1.0	0.8	1.3	0.8	0.8	2.1	1.6	0.5
百分率(%)		33	67	23	15	30	15	15	50	39	11

注: 表中符号说明同表 2.

图 1a、b 为冷、热夏(6~9 月)移入我国近海的台风多年出现频数($1^\circ \times 1^\circ$ 网格)分布及其主要路径特征. 可以看出冷、热夏年侵袭和影响我国东部近海的台风不但出现次数相差甚大, 而且其主要路径走向亦有较大不同. 冷夏年, 近海台风频数少, 且以转向路径类型居多, 登陆的少, 其路径及影响范围亦偏东(仅限于 117°E 以东地区). 而热夏年, 近海台风则频数高, 尤其东部南部海区为最, 其路径则以偏西的登陆居多, 影响内陆地区范围超过 117°E 以西到达 112°E 附近. 其次近海台风转向位置也较偏北偏西.

东部近海台风活动特征不但在冷、热夏年具有较大差异, 而且它们与赤道东太平洋的海温 SSTA 场的对应关系也呈现相反的特点(见表 1). 即 ENSO 特征为冷位相年时, 大多对应着热夏年和近海台风活动偏多, 路径偏西, 强度偏强, 移速偏快的特点. 表 1 表明,

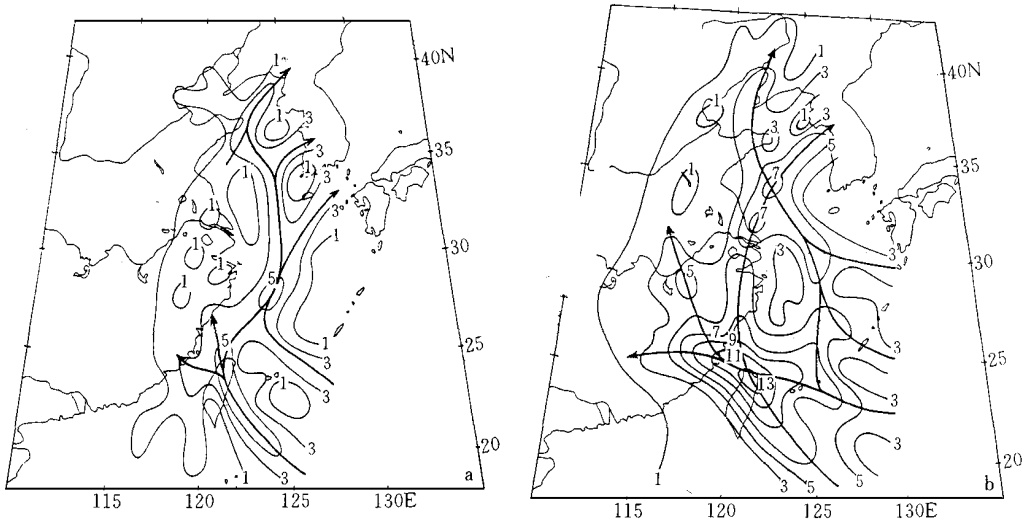


图1 冷(a)、热(b)夏年中国东部近海台风频数分布及其主要路径

ENSO 冷位相所占几率为 8/11(约为 73%)。而当 ENSO 特征为暖位相年时,我国东部近海台风活动特点则基本相反,其 ENSO 暖位相几率达 10/13(约为 77%)。这就是说,中东太平洋 SSTA 场特征是处于冷水年还是暖水年对我国东部近海台风活动有着十分显著的效应。

3 冷、热夏年季风雨带位置及其与 ENSO 事件的联系

由于我国中东部是显著的季风区,其下垫面热力状况是影响季风环流的重要因子,因此,它的季风雨带位置和强度与同期温度场的响应有着密切的关系。表 4 给出长江中下游冷、热夏年和我国东部地区雨型的对应关系。由表可见,冷夏年,我国东部地区季风雨带均为 2、3 类雨型,其中 3 类雨型约占 70% 左右。即在冷夏年,我国多雨带主要位于长江中下游地区,北方常表现为少雨或干旱;而热夏年,我国东部地区季风雨带全部为 1、2 类雨型占据,其中 1 类雨型占 72.7%。即长江中下游流域为少雨或干旱。

表 4 长江中下游冷、热夏年季风雨型与 ENSO 的统计关系

冷夏年	1952	1954	1965	1968	1972	1974	1980	1982	1986	1987	1989	1991	1993	3 类雨型 百分率
雨型特征	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	69.2%
ENSO 特征	EN _△	La	EN	EN	EN	NO	-EN	EN	EN	EN _△	La	EN	EN	EN 百分率 76.9%
热夏年	1953	1959	1961	1964	1966	1967	1971	1973	1978	1990	1994	1 类雨型 百分率		
雨型特征	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	72.7%		
ENSO 特征	EN	La	NO	La	La	La	La	La	La	EN	La	La 百分率 72.7%		

注: ENSO 特征符号说明同表 1。

长江中下游冷、热夏和季风雨带位置不但呈相反的对对应关系,而且二者与 ENSO 关系亦较为密切。即在冷夏年,长江中下游地区主要受 3 类雨型影响(表 4),此时热带太平洋海区多处于 ENSO 特征的暖位相时期,其概率约达 77%。而在热夏年则相反,即在长江中下游地区主要为 1 类雨型控制,其南、北方多呈现两支雨带,此时,中东太平洋赤道海域则多为冷水期制约,其概率超过 72% 以上(表 4)。

4 遥响应物理过程特征及概念模型

Webster^[4]在研究大气对 SSTA 的响应时指出, SSTA 对大气的影晌不是直接由感热输送引起,而是通过强迫大气产生对流并释放潜热而引起的。作为描述热带对流活动的 OLR,能较好地反映热带海区冷暖分布,表征海-气相互作用的重要指标。通过统计普查 1975 年以来的热带太平洋 OLR 距平分布表明,冷、热夏年赤道太平洋海域东-西两侧截然不同。冷夏年西太平洋暖池区大多为正 OLR 和赤道中东太平洋海区负 OLR 距平相对应,而热夏年则基本相反。显然 OLR 这种分布特征与 Lau^[5]对全球 OLR 揭示出的热带对流的偶极型振荡型式完全一致。与马乃孚等^[6]对热带海洋分析结果也是一致的。图 2 较好地反映了长江中下游夏季温度变化同热带 OLR 异常的同期相关分布的关系(置信水平为 95%,显著相关系数达 0.50 以上)。由图可见,热带太平洋海域有两对正、负显著相关

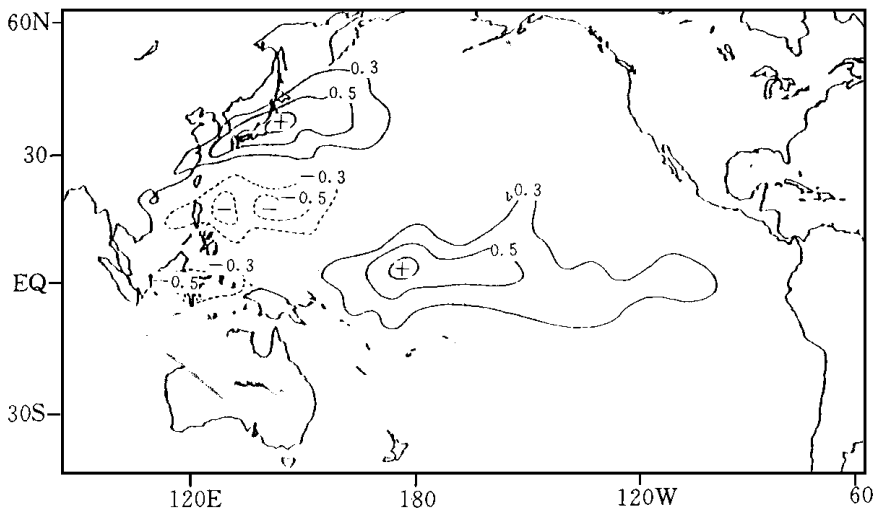


图 2 夏季长江中下游温度 EOF₁ 时间系数 TT_1 同热带 OLR 异常的同期相关分布区。一对是沿赤道分布位于中东太平洋 5°S ~ 5°N, 160°E ~ 150°W 和印度尼西亚 5° ~ 10°S, 100° ~ 115°E 附近。另一对是沿经向分布位于西太平洋 25° ~ 35°N, 110° ~ 140°E 和 15° ~ 20°N, 125° ~ 140°E 附近区域。两对热带对流偶极型振荡特征在海-气相互作用中所起的作用不同。沿赤道分布的一对反映的是 Walker 环流的强弱。经向一对分布则反映 ITCZ 和副热带高压的变化,即 ITCZ 偏强,副高偏北,雨带偏北,我国东部夏季以 1 类雨型影响为主,长江中下游梅雨锋弱,为热夏,此时,北上西行台风多;而 ITCZ 弱,副热带高压

偏南, 雨带偏南, 我国东部地区则以 3 类雨型影响居多, 长江中下游梅雨锋强, 为冷夏, 此时, 近海台风活动少. 两对热带对流活动偶极型振荡相互作用影响热带和副热带地区的大气环流, 尤其是沿赤道一对的热带对流活动年际振荡对经向一对的热带对流活动的季节内振荡有较大影响, 即主要通过 Walker 环流强弱变化达到影响我国的西太平洋副高一环强弱、南北振荡变化. 这就是两对偶极型对流活动相关区振荡的物理图像的本质. 根据这些基本原理, 我们大体可以得到物理概念模型(图 3).

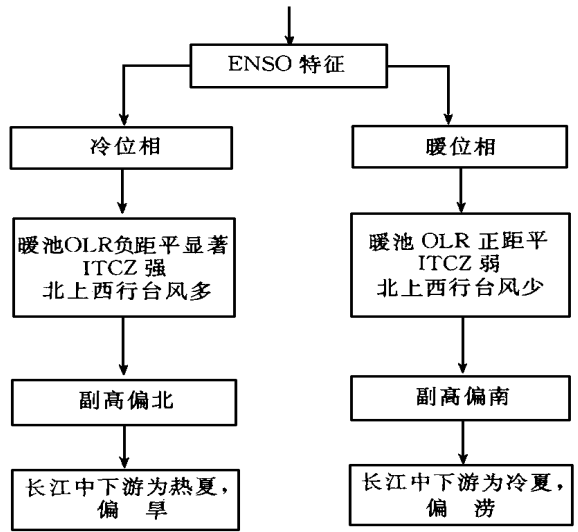


图 3 遥响应过程物理概念模型

5 结论和讨论

(1) 我国中东部的长江中下游地区, 冷夏年和热夏年近海台风活动差异显著. 冷夏年, 东部近海台风活动少, 强度弱, 移速缓慢, 登陆少转向多; 热夏年则相反.

(2) 冷夏年我国东部地区季风雨带均受 2、3 类雨型影响, 易出现洪涝. 其中 3 类雨型约占 70% 左右; 而热夏年, 季风雨带全部受 1、2 类雨型控制, 易出现干旱. 其中 1 类雨型占 72.7%. 显然, 起重要作用的下垫面热力状况也是影响东部季风环流的重要因子, 进而体现季风雨带位置和同期温度场的响应关系.

(3) 冷夏年长江中下游地区主要受 2、3 类雨型影响较多, 此时, 热带太平洋地区多发生 ENSO 事件或处于弱的暖位相时期, 造成西太平洋副高多偏南, 其概率约达 77%. 而热夏年则相反, 即长江中下游地区主要受 1 类雨型的影响, 中东太平洋地区此时则多为冷夏期, 造成西太平洋副高多偏北, 其概率超过 72%.

(4) 由于影响我国的天气气候除了热带太平洋 SSTA 场因子差异外, 还与西部高原地表属性及中高纬大气因子等密切相关. 因此, 在研究或预测我国夏季冷热、旱涝的年景时, 不但应注意低纬度海气作用, 还要十分注意其它因子尤其是起主导作用因子的影响, 在这一方面有待开展更多深入的工作.

参 考 文 献

- 1 廖荃荪, 赵振国. 我国东部夏季降水分布的季度预报方法. 应用气象学报, 1992, 3(增刊): 1 ~ 9.
- 2 陈乾金. 我国近海台风突然加强和眼结构变化及其与环流背景关系的统计研究. 海洋学报, 1996, 18(3): 121 ~ 122.
- 3 陶诗言. 1994 年东亚夏季风活动的异常与华南的特大洪涝灾害. 1994 年华南特大暴雨洪涝学术研讨会论文集. 北

- 京: 气象出版社, 1996. 1 ~ 5.
- 4 Webster P J. Seasonality in the local and remote atmospheric response to sea surface temperature anomalies. *J. Atmos. Sci.*, 1982, **39**: 41 ~ 52.
- 5 Lau K M, Chan P H. Short-term climate variability and atmospheric teleconnection from satellite - observed outgoing longwave radiation, part 1: Simultaneous relationships. *J. Atmos. Sci.*, 1983, **40**: 2735 ~ 2750.
- 6 马乃孚, 杨景勋. 长江中下游冷夏与海气相互作用. 海洋学报, 1994, **16**(1): 26 ~ 27.

STUDY ON THE FEATURES OF FLOOD/DROUGHT AND ACTIVITIES OF TYPHOONS OVER EAST CHINA SEA AND THEIR LINKAGE TO ENSO IN WARM/COOL SUMMERS

Chen Qianjin Zhao Zhenguo Wang Lihua

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

By using the data of temperature, precipitation and typhoon year book from 1951 to 1995, the warm and cool summers are defined and identified, and features of monsoon rainband distribution and the abnormal activities of typhoons over the East China Sea as well as their linkages to ENSO are statistically analyzed. The results show that the activities of typhoons and the monsoon rainband distribution in warm summers are very different from those of cool summers. Meanwhile, the SSTA over equatorial Pacific exhibits distinctively contrast during warm summers and cool summers. In addition, the physical concept model about the teleconnection is given.

Key words: The middle and lower reaches of the Yangtze River Warm summer Cool summer Typhoon Monsoon rainband ENSO