

ENSO 现象和火山爆发对 我国东部雨带的影响*

徐 群

(江苏省气象科学研究所)

提 要

ENSO 现象对夏季我国天气有重要影响。当南方涛动(SO)偏弱并出现 ENSO 现象时,通过增强的 Hadley 环流的作用,它一般会使夏季西太平洋副高偏强西伸,同时,副高脊线和北侧的季风雨带位置除受到南方涛动指数(SOI)影响外,还受到平流层火山云影响即以晴空太阳直接辐射量(S)为表征的作用。由于 S 有显著年际振荡,我国盛夏季风雨带的位置可以有相当的差异。根据分析,作了1983、1987年夏季多雨的预报。

一、引 言

近年来出现的 ENSO 现象对全球天气气候的异常有相当的影响。对我国影响最大的是夏季风雨带的位置,这在很大程度上决定于夏季西太平洋副高的活动特征。因此,人们自然联想到 ENSO 现象对夏季西太平洋副高活动的作用会怎样影响着夏季我国季风雨带的异常。作者(1987)曾指出,初夏西太平洋副高活动以及长江中下游入梅迟早不仅受到前冬 SO 的影响,还和前冬寒潮区——南海区海温距平有关^[1]。本文除分析夏季西太平洋副高与前期南方涛动指数(SOI)的联系外,着重研究盛夏西太平洋副高——季风雨带位置与前期 ENSO 活动的关系,还发现了平流层火山云的重要影响。

二、前期各月 SOI 与夏季西太平洋副高强度的联系

对上年1月以来各月、每双月 SOI^{[1]②}与如下的东亚夏季副热带高压各指数分别计算了相关值。

(1)夏季各月西太平洋副高面积指数(指500hPa 月平均图上110°E—180°处 ≥ 588 位势什米的格点数): A 。

(2)盛夏(7—8月)南亚高压面积指数(指100hPa 月平均图上在东半球 ≥ 1676 位势什米的格点数): $H_{(7-8)}$ 。

本文1988年7月7日收到,8月5日收到修改稿。

* 本工作属国家气象局“长期天气预报理论、方法和资料库的建立”研究课题成果之一。

1) 这里采用美国气候分析中心(CAC)的 SOI 资料。

自表1可见,从上年夏到当年春,各月 SOI 与随后夏季各月西太平洋副高面积指数(A)有显著负相关。首先是6月西太平洋副高面积指数(A_6),它和上年6月至当年4月连续11个月的 SOI 均有信度达到0.05的负相关,其次是 $A_{(6-8)}$,其最高相关(R_M)出现于当年2—3月间,这说明2—3月的 SOI 能隔一个季度显著影响夏季西太平洋副高的强度 $A_{(6-8)}$ 。盛夏100hPa 南亚高压面积指数也和上年夏至当年春大多数月的 SOI 有显著负相关。

表1 前期各月 SOI 与夏季各月西太平洋副高——南亚高压面积指数的后延相关*

副高指数	前期 SOI 的持续显著 (达到0.05信度)负相关时期	达到各种信度的负相关月数			最高相关值(R_M)及其出现月份	
		0.001	0.01	0.05	(R_M)	月份
A_6	上年6月—4月	5	9	11	-0.64	1—2月
A_7	上年9月—3月	0	1	5	-0.45	2月
A_8	上年8月—3月	1	2	5	-0.59	3月
$A_{(6-8)}$	上年8月—4月	1	7	8	-0.63	2—3月
$H_{(7-8)}$	上年6月—3月	0	5	9	-0.57	上年6月

* A 的资料取自1951—1984年, H 的资料取自1956—1984年。

这种长期持续的负相关表明:(1) SOI 距平本身具有长期的持续性,尤其在上年夏至次年春^[2]。(2) SOI 新的距平稳定出现后,它本身及相应出现的赤道中—东太平洋海温距平不仅会维持相当时间,且会长期影响赤道太平洋的 Hadley 环流强度及其相应释放出的加热中低纬大气的热量,并通过如下方式影响夏季西太平洋副高强度。

作者(1987)曾指出,1—2月中太平洋海面水温经向(0—45°N)梯度 ΔT (反映中太平洋 Hadley 环流强度)和同期及随后春夏各月北半球中、低纬500hPa、100hPa 高度场均存在持续的大范围高正相关^[3]。这可理解为冬季中太平洋 Hadley 环流强度距平操纵的所释放潜热多少有可能在中低纬大气中长期储存,从而影响春夏中低纬高度距平^[3]。由于大气环流异常在月高度场上所显示出的正压性^[4],副热带大范围正(负)高度距平即反映了该处大气蕴含的热量有增长(减少)的趋势。

这样,在冬春出现 ENSO 事件后,夏季西太平洋副高以及盛夏100hPa 层南亚高压均偏强。偏强且西伸的西太平洋副高会导致我国西南夏季风偏强,和北下的冷空气相交锋,常在我国东部形成稳定的季风雨带,我国易出现大范围旱涝异常。但这种季风雨带的位置受西太平洋副高脊线位置影响,在各个 ENSO 年有很大差异,这给长期预报工作者带来了难题。问题是当冬春季 SOI 出现显著低值时,我们如何判断未来盛夏我国东部的旱涝分布趋势。

三、盛夏西太平洋副高和我国东部季风雨带位置年际变化的成因分析

作者(1986)曾指出,晚春南方涛动指数 $SO(S)^{1)}$ 与盛夏西太平洋副高脊线位置及其南侧586位势什米线纬度均有显著的负相关^[5]。近36年(1951—1986)SOI 与盛夏西太平洋

1) 这是赤道中—东太平洋(6°N—10°S,130°—90°W)海面水温距平所反映的南方涛动指数。

副高脊线纬度有 +0.36 的相关(达到 0.05 信度)。下列 12 个晚春 SOI 低值年(4—6 月 SOI 之和 ≤ -1.3) 是: 1951、1953、1957、1958、1965、1966、1969、1972、1977、1980、1982 和 1983 年, 绝大多数属于已知的 ENSO 年, 它们的西太平洋副高脊线及北侧的季风雨带位置仍可分为截然不同的两大类: (A) 以 1953、1966 年为代表的盛夏西太平洋副高——季风雨带偏北类(图 1)。(B) 以 1980、1983 年为代表的盛夏西太平洋副高——季风雨带偏南类(雨带中心在长江中、下游), 见图 2。

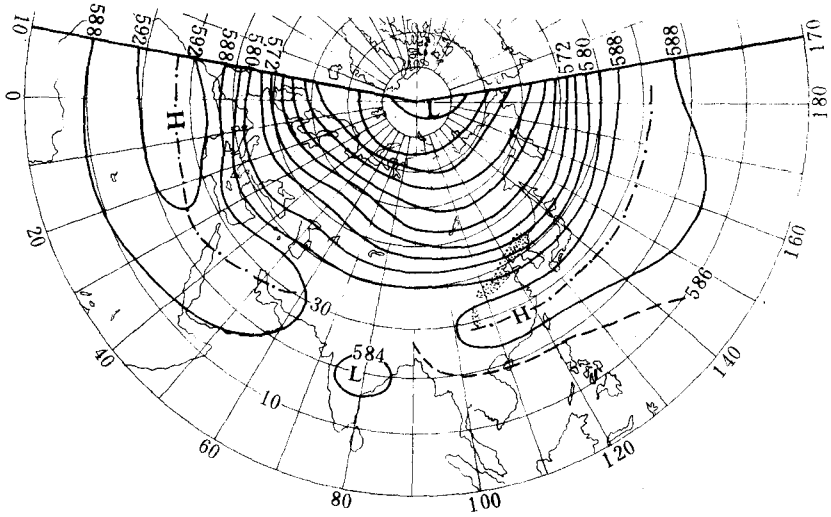


图1 ENSO 年盛夏(7—8月)西太平洋副高及季风雨带偏北类
(1953、1966年平均)的500hPa 月平均高度场
虚线为西太平洋副高南侧的586线,虚点线为高压脊线,碎点密集区为主要雨带所在

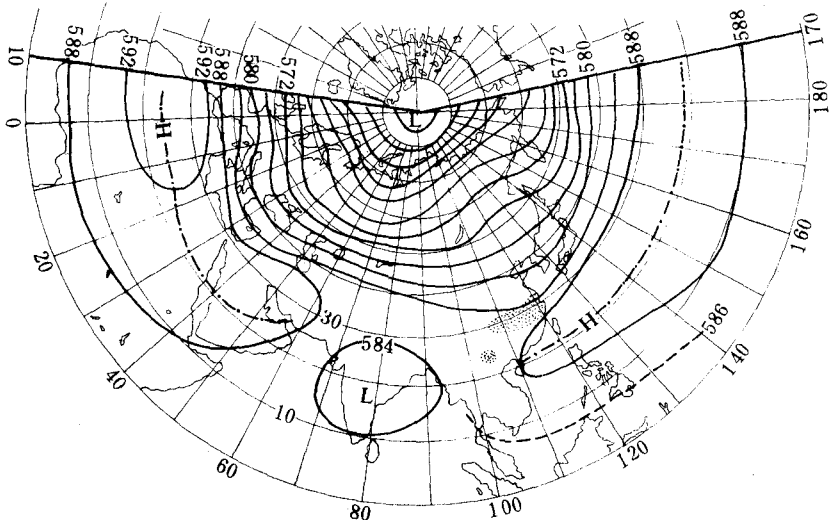


图2 ENSO 年盛夏(7—8月)西太平洋副高及季风雨带偏南类
(1980、1983年平均)的500hPa 月平均高度场(说明同图1)

图1显示出五十至六十年代常见的盛夏环流形势,主要季风雨带位于东北南部——华北中南部和川西;而图2的盛夏环流类似常年初夏梅雨型,因此属反常的盛夏形势;西太平洋副高脊线比图1上的偏南7个纬距左右,其北侧的季风雨带南移至江淮流域,华北干旱,而华南地区也因缺少台风活动而偏旱。

在 ENSO 盛行年,我国盛夏季风雨雨量距平可以出现如此相反的配置,这表明除 ENSO 影响外,还有其它因子影响着盛夏西太平洋副高脊线以及我国季风雨带的位置。

作者(1986)曾指出,平流层火山云通过减弱北半球大陆的加热作用有促使盛夏西太平洋副高脊线以及我国东部季风雨带偏南的趋势^[6]。Handler(1985)及作者(1987)还分别指出,大火山爆发后随着太阳直接辐射的趋向减弱,SOI 常显著下降以至出现 ENSO 现象^[7-8]。不仅在 El-Chichon 火山(1982年4月初)爆发后紧接出现强 ENSO 现象,在 Krakatoa(1883)、Santa Maria(1902)和 Agung(1963)等大火山爆发后一年内,赤道中—东太平洋冷水域均出现海温异常升高现象^[9]。这说明至少有一部分 ENSO 现象的出现是和大火山爆发——太阳直接辐射的显著减少有关联。因此,从长期天气过程演变的角度看,我们可将 SOI 与晴空太阳直接辐射距平(ΔS)作为两个因子来考虑,它们共同影响着盛夏西太平洋副高的南北位置,其关系如下:即(a)有(无)火山云影响使晴空太阳直接辐射 S (不)明显减少,它常影响着(b)晚春(4—5月)SOI 偏弱(强),而(a)与(b)的共同作用导致盛夏西太平洋副高及其北侧季风雨带偏南(北),及影响夏季台风活动偏少(多)。它们的相关值参见表2。

表2 两个因子与盛夏(7—8月)西太平洋副高三参数的相关值 R

R	脊线纬度(L)	K_n	南侧586线纬度(L')	资料年度
4—6月 SOI	+0.36 -----	+0.25	+0.33 -----	1951—1986
S	+0.42 -----	+0.55 -----	+0.35	1961—1986

(下标有实线和折线的相关值分别达到 0.01 和 0.05 信度)

其中 K_n 为 7—8 月西太平洋副高在 110—130°E 处的脊线纬度 $\geq 26^\circ N$ 的候数, S 为我国东部五站两季(冬+夏)晴空太阳直接辐射量^[10]。 $S-K_n$ 的同年相关值为 0.55(参见图 3),而夏季 S 与同年 K_n 的相关则达 +0.57(接近 0.001 信度);这说明加热东亚大陆的 S 在一定程度上影响着盛夏西太平洋副高的北进程度。

作者将前述 12 个晚春 SOI 低值年分为两类:

(A)未明显受到火山云影响的年份:1951、1953、1957、1958、1966、1969、1972 和 1977 年共 8 年(见图 3)。

(B)受火山云影响,我国东部太阳直接辐射显著偏低年(相对于多年即 1961—1980 年平均, $S \leq -4\%$):1965、1980、1982 和 1983 年共 4 年(图 3)。

从图 3(其中 S_n 为北半球中纬 20 站晴空太阳直接辐射年距平百分率^[11]; E 为 ENSO 年)和表 3 可见,同样在晚春出现 SOI 低值,当年盛夏西太平洋副高的南北位置可有相当大的差异。如果当年 S 受火山云影响出现显著偏低(即 B 类),则如前所述,在两个因子共同作用下,盛夏西太平洋副高——我国东部季风雨带显著偏南(华北少雨,江淮多雨);反之,如 A 类,仅有晚春 ENSO 的作用,尚不足以使盛夏西太平洋副高南北位置出现显著异

常。

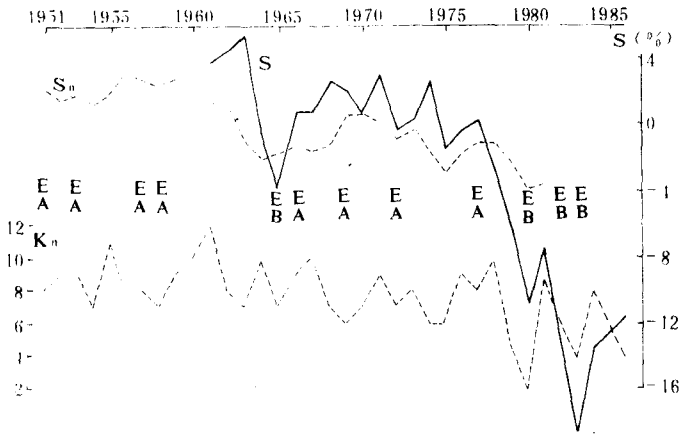


图3 两种晚春 SOI 低值年的分布与 S, S_n, K_n 年际变化的联系

表3 两类晚春 SOI 低值年盛夏西太平洋副高三参数的对比

参数	A 类								B 类				A 类 平均	B 类 平均	A、B 类 平均之差	达到 信度
	1951	1953	1957	1958	1966	1969	1972	1977	1965	1980	1982	1983				
K_n	8	9	8	7	9	6	7	8	7	2	6	4	7.8	4.8	3	0.001
$L(^{\circ}N)$	27.5	28.0	27.5	25.5	28.0	25.5	28.0	25.0	25.0	23.0	25.0	22.0	26.9	23.8	3.1	0.001
$L'(^{\circ}N)$	15.5	18.5	19.0	16.5	17.5	12.5	22.5	16.5	17.5	9.5	14.5	8.0	17.3	12.4	4.9	0.05

(表中 L 和 L' 分别为西太平洋副高脊线和南侧 586 线的纬度)

这种差异也反映于冬季 SOI 低值年之间,在近 36 年中,12—3 月 SOI 总和 ≤ -28 者计有 6 年:1953、1958、1973、1966、1978 和 1983 年。其中,除深受 El-Chichon (1982) 火山云影响的 1983 年盛夏西太平洋副高偏南外,其它 5 个冬季 SOI 低值年,其后的盛夏西太平洋副高均偏北,出现江淮少雨,华北多雨型。

值得注意的是近 36 年中,受火山云影响使 $S \leq -4\%$ 者共有 9 年(1965、1979—1986),其中大多数年晚春 SOI 也相应出现了低值,如前所述,两种因子叠加的影响使盛夏西太平洋副高及其季风雨带偏南;但有两年(1981、1985)晚春 SOI 却比常年偏强,紧接着皆出现盛夏西太平洋副高偏北,台风频繁侵袭我国的现象,该两年盛夏我国东部季风雨带偏北,江淮流域少雨,其中 1985 年盛夏因台风侵袭,东北地区出现严重雨涝。这说明即使存在着火山云的显著影响,如晚春开始出现偏强的 SOI,盛夏西太平洋副高仍会偏北,但偏东^[5];此种副热带流型会有利于西太平洋台风活动的增强^[5]。这和晚春出现 ENSO 现象时,盛夏西太平洋副高偏南,台风活动显著减少的关系^[5,12]成明显对照,从而也进一步肯定至少有二个气候因子在共同操纵着盛夏西太平洋副高及我国东部季风雨带的南北位置,晚春 SOI 的强弱对盛夏西太平洋副高的南北位置也起着一定的作用。

四、1987年汛期长期预报实践检验

根据上述思路,作者曾在1983年春准确预报出当年夏季长江中下游的大范围雨涝趋势^[13]。1987年冬春又出现 ENSO 现象,作者发现1986—1987年冬我国东部晴空太阳直接辐射比常年(1961—1980年平均)偏少14%。这表明由 El-Chichon(1982年4月)火山爆发形成于平流层中的火山云在滞留数年之久开始缓慢减弱之时,由于1985年末 Ruiz(4.9°N, 75.3°W), Kliuchevckoi(56.2°N, 160.8°E)等火山爆发,1986年开始火山云有再度增强的现象^[14]。

在考虑了上述的火山云和 ENSO 两种因子的作用下,作者估计1987年盛夏西太平洋副高虽偏强西伸但仍然显著偏南,季风雨带将维持于长江中下游和淮河流域一带。为此,作者在3月底至4月中曾作出两次夏季旱涝趋势预报,预报夏季长江中下游将出现大范围雨涝,淮河流域雨量也偏多,华北大范围降水偏少,侵袭我国的台风活动也偏少。这些都和实况基本相符。

五、结 语

前期冬春南方涛动(SO)对夏季北半球热带、副热带环流有重要影响。当冬春出现 ENSO 现象,夏季西太平洋副高偏强西伸,盛夏南亚高压也偏强。但盛夏西太平洋副高及其北侧季风雨带的南北位置还受到晚春 SOI 和多年我国东部晴空太阳直接辐射量的共同制约。当出现强火山爆发,平流层火山云能显著减弱大范围太阳直接辐射时,此作用和晚春异常偏低的 SOI 影响相结合将迫使盛夏偏强西伸的西太平洋副高显著偏南,我国东部季风雨带也偏南并稳定于江淮流域,华北则偏旱,侵袭我国的台风活动也显著减少。如无上述两因子的共同影响,任一因子的单独作用尚不足以产生此种盛夏我国季风的异常现象。

根据上述论点,作者曾在1983和1987两年春季分别报出当年夏季江淮流域的雨涝趋势。

这说明 ENSO 现象一方面通过赤道中太平洋 Hadley 环流的增强,有加强夏季西太平洋副高的作用,另一方面由于 Walker 环流减弱且其上升分支东移,使得夏季西太平洋 ITCZ 明显减弱,这对盛夏西太平洋副高的南北位置也有一定的潜在影响。如果加热东亚大陆的太阳辐射再受到火山云影响出现明显减弱,则上述两种影响相叠加即可迫使盛夏西太平洋副高显著南移,从而使我国东部季风雨带发生异常南移现象。

致谢: 陈玉石同志参加本文的资料计算工作, 作者谨在此致以谢意。

参 考 文 献

- [1] 徐群, 热带气象, 4, 2, 174—184, 1988.
- [2] Wright, P. B., *Bulletin. A. M. S.*, 66, 4, 398—412, 1985.
- [3] Xu Qun, An interannual teleconnection between the Southern Oscillation of last June and the summer rainy trend in central China, Proceedings of Second WMO Workshop on the Diagnosis and Prediction of Monthly and Seasonal Variation over the Globe (Toulouse, June 1987).
- [4] 丑纪范, 长期数值天气预报, 201—204, 气象出版社, 1986年.
- [5] 徐群, 科学通报, 30, 20, 1567—1569, 1986.
- [6] 徐群, 气象学报, 44, 4, 426—432, 1986.
- [7] Handler, P., Proceeding of Third Conference on Climate Variations and Symposium on Contemporary Climate, 1850—2100, 182—183, *A. M. S.*, 1985.
- [8] Xu Qun., Atmospheric Radiation Progress and Prospects, Proceedings of the BIRS, ed. ; Kuo—Nan Liou and Zhou Xiuji, Science Press, Beijing, 207—212, 1987.
- [9] Angell, J. K and J. Korshover, *J. C. A. M.*, 24, 9, 937—951, 1985.
- [10] 徐群, 地球物理学报, 28, 6, 558—568, 1985.
- [11] Логинов, В. Ф., З. И. Пивованю и Е. Г. Кравчук., *Метеор. и Гидро.*, 8, 55—60, 1983.
- [12] 李崇银, 科学通报, 30, 14, 1087—1089, 1985.
- [13] 徐群, 自然杂志, 8, 8, 569—594, 1985.
- [14] Pearson, E. W. et al., *Geophysical Research Letters*, 15, 1, 24—27, 1988.

THE INFLUENCE OF ENSO AND VOLCANIC ERUPTION ON SUMMER MONSOON RAIN BELTS IN THE EASTERN CHINA

Xu Qun

(*Jiangsu Research Institute of Meteorological Science*)

Abstract

ENSO event occurring in winter—spring greatly influence the following summer weather of China. When the Southern Oscillation (SO) in winter—spring is weaker and accompanied with ENSO, it will lead the west Pacific high (WPH) in the following summer to strengthen and extend westward through the action of enhanced Hadley cell located in mid—equatorial Pacific. And the location of the ridge line of WPH in mid summer (July—August) and the monsoon rain belt in eastern China in the northern side of WPH are controlled by two factors—both the preceding SOI in late spring and the direct solar radiation (S) of clear sky indicating the stratospheric volcanic dust content. Owing to the significant annual variation of S , the difference of location of the monsoon rain belt in eastern China in mid summer will be considerable during the ENSO periods. Based on this analysis, the seasonal forecast for the summer rainy tendency in the middle—lower valley of Changjiang river and Huaihe river in 1987 (ENSO year) has been made.