维普资讯 http://www.cqvip.com

第27卷 第6期 气 象 科 学 Vol. 27, No. 6
2007年12月 SCIENTIA METEOROLOGICA SINICA Dec., 2007

与ENSO有关和无关年江、淮旱涝可能成因研究

赵 亮[1,2] 邹 力[3] 王恩华[4]
(1 中国气象局气候研究开放实验室,北京 100081) (2 南京信息工程大学,南京 210044)
(3 解放军理工大学气象学院,南京 211101) (4 二炮96162部队气象台,江西赣州 341401)

摘 要 利用Niño 3指数,把ENSO循环不同位相的夏季划分为四类并进行聚类分析,发现El Niño发展期和La Niña衰减期可以聚为一类;El Niño衰减期和La Niña发展期可以聚为一类。而后经过比较分析,考虑ENSO循环对江、淮地区降水的不同影响,定义了新的东亚副热带夏季风强度指数。并利用该指数研究了夏季风异常和ENSO循环与江、淮地区夏季降水年际变化的关系和成因。结果发现,ENSO年,淮河和长江中下游地区夏季降水的年际变化是ENSO和夏季风共同作用的结果。ENSO的不同位相对雨带的南北位置有重要影响,夏季风异常主要对雨量的偏多偏少起重要作用。而与ENSO无关的年份,易出现强夏季风,这种年份长江和淮河地区经常是一致的干旱。

关键词 东亚夏季风 El Niño La Niña 聚类分析 季风指数
分类号 P426.616 **文献标识码** A

引 言

近年来,气候的异常变化越来越引起各国政府和科学界的广泛关注。El Niño/Southern Oscillation (ENSO)和季风的研究是气候异常中的两个重要课题[1]。许多旱涝灾害都与ENSO事件和季风异常有密切关系[2]。

一般认为,东亚季风主要是东西和南北海陆之间热力差异形成的。强夏季风年海陆热力差异大,长江流域降水偏少;弱夏季风年相反。我国大部分地区特别是东部地区受东亚季风影响很大,同时这一地区对ENSO循环的响应也很敏感,这方面中国学者作了很多重要的研究[3]。信忠保等人研究表明,ENSO事件和淮河流域降水异常有明显的相关性[4]。黄荣辉等[5]和张人禾等[6]都指出东亚夏季风降水异常可能与ENSO循环的不同阶段有关。近来,黄荣辉和周连童[7]和陈文[8]的研究指出,一个ENSO事件的发展阶段,洪水经常发生在江淮流域、韩国和日本西南部,干旱常发生在华北。相反,一个ENSO事件的衰退期,干旱经常发生在江淮流域、韩国和日本,而华北地区夏季风降水常常偏多或趋于正常,长江以南常常发生洪涝灾害。那么夏季风异常和ENSO循环的不同阶段有什么关系,它们对中国夏季降水的作用如何,这些问题值得进一步研究。

另外,为什么在ENSO事件的同一阶段,有的年份发生干旱,有的年份却洪涝呢? 比如,同处于ENSO事件的衰减期,1958、1977、1992年发生干旱,而1980、1983、1993、1998年却是涝年,是否有其它因素影响了夏季降水,看来有必要对ENSO事件的不同阶段作进一步考察。为了研究需要,本文定义了一个修正的东亚副热带夏季风强度指数(I_{EASM}),试图从ENSO事件的各个阶段出发,揭示ENSO循环不同位相和东亚夏季风异常的关系和它们对我国江、淮地区夏季降水的作用。

1 资料、方法和预处理

1.1 资料

本文使用了NCAR/NCEP月平均再分析的海表温度(SST)场和风场资料(1948—2000年),以及中国

收稿日期:2005-03-09;**修改稿日期**:2006-04-12
第一作者简介:赵 亮(1978-),男,太原,博士研究生,主要从事东亚季风的研究

维普资讯 http://www.cqvip.com

160 个台站(1951—2000 年)的降水资料。采用了聚类分析、合成分析和相关分析的方法。

1.2 事件选择和划分

为了考察 ENSO 和东亚夏季风对我国夏季降水的影响,我们考虑把各年夏季风按处于 ENSO 循环的不同阶段进行划分。本文选用 Niño 3 区海表温度距平(SSTA)的变化(图略)表征 ENSO 事件随时间的演变。目前,对 ENSO 事件的定义尚无统一的标准,为了研究需要,本文对 ENSO 事件这样定义:对 Niño 3 区(5 °S～5 °N,150～90 °W)海表温度距平求区域平均(定义为 Niño 3 指数),其正值超过 0.5 ℃并持续 6 个月以上(允许其中有一个月未达 0.5 ℃),为一次 El Niño 事件;其负值小于－0.4 ℃,并持续 6 个月以上(允许其中有一个月未达－0.4 ℃),为一次 La Niña 事件。之所以这样定义,主要是考虑 1951 年以来 Niño 3 区 SSTA 的正值月份多于负值月份,即"SSTA 并没有严格服从以均值为 0 的正态分布"[10]。仿照臧恒范和王绍武[11]的做法,求出 La Niña 事件的阈值大约为－0.4 ℃。这样共确定了 13 次 El Niño 事件,10 次 La Niña 事件。

然后,以 ENSO 事件极值出现的月份为临界,选出 SSTA 维持在 0 ℃以上的 El Niño 发展期与衰减期的夏季,和 SSTA 维持在 0 ℃以下的 La Niña 发展期与衰减期的夏季共四类 39 a,剩余的 11 a 称为 ENSO 无关年(见表 1)。

表 1　ENSO 位相和各年的对应关系(1951—2000)

Table 1　Corresponding years of ENSO different phases(1951—2000)

El Niño 发展期(共 15 a)	1951 1953 1957 1963 1965 1968 1969 1972 1976 1979 1982 1986 1987 1991 1997
El Niño 衰减期(共 8 a)	1958 1977 1980 1983 1992 1993 1995 1998
La Niña 发展期(共 9 a)	1954 1955 1964 1967 1970 1973 1975 1988 1999
La Niña 衰减期(共 7 a)	1956 1971 1974 1985 1989 1996 2000
ENSO 无关年(共 11 a)	1952 1959 1960 1961 1962 1966 1978 1981 1984 1990 1994

1.3 多雨少雨的定义标准

为后面的研究需要,需对淮河和长江中下游地区定义多雨少雨的区域旱涝指标。取淮河地区(31～35 °N,110 °E 以东)14 个站,和长江中下游地区(27～31 °N,110 °E 以东)16 个站,求出淮河地区和长江中下游地区 50 a 降水标准差分别为 σ=36.1 mm,σ=47.9 mm。定义±0.4 σ 为多雨少雨年的临界值,其间的为正常年。那么淮河和长江中下游地区多雨少雨年的降水距平临界值分别为±14.4 mm 和±19.1 mm。

2 ENSO 不同位相对江、淮地区夏季降水的影响

下面先将这五类年份分别进行合成,再利用夏季降水量资料,用系统聚类法中的最短距离法,进行聚类分析。由于淮河流域和长江中下游地处副热带季风区,既是梅雨锋活动最频繁的区域,很可能也是东亚地区对 ENSO 循环不同位相最敏感的区域,而且聚类分析的过程中,也发现选用这一区域分类的效果最明显。因此选用淮河流域和长江中下游地区(25～35 °N,110 °E 以东)为研究区域。计算五类样本两两距离的对称阵 $D^{(0)}$(表略),得到第一次聚类的最小元素为 134.25,其次为 137.53,两者非常接近,几乎可以同时合并。这样第一次聚类把 G_2 和 G_3 并为一类,第二次聚类把 G_1 和 G_4 并为一类。显然,聚类分析的结果表明,El Niño 发展期(G_1)和 La Niña 衰减期(G_4)可以合为一类(共 22 a),本文称为 ENSO 发展期;El Niño 衰减期(G_2)和 La Niña 发展期(G_3)可以合为一类(共 17 a),本文称为 ENSO 衰减期;ENSO 无关年自成一类。图 1 和表 2 分别为它们各自的夏季(6—8 月)降水距平合成图和淮河、长江中下游的区域平均降水距平。

可以看出,ENSO 发展期的夏季,淮河流域易多雨,长江中下游易少雨;而 ENSO 衰减期的夏季,淮河流域易正常偏少,长江中下游易多雨。这与黄荣辉和周连童[7]和陈文[8]的研究结果是基本一致的,与信忠宝等[4]的结论有所区别。但可以肯定的是,聚类分析的结果反映了江、淮流域夏季降水对 ENSO 不同位相的不同响应。另外,值得注意的是,ENSO 无关的年份,淮河和长江流域都普遍少雨。

维普资讯 http://www.cqvip.com

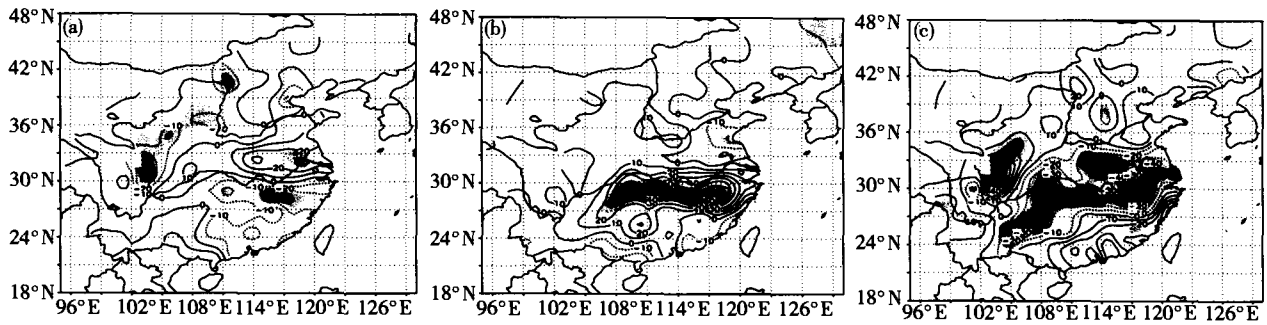


图1 ENSO循环不同阶段中国夏季(6—8月)降水异常的合成分布(单位:mm/月)
(a)ENSO发展期(共22 a) (b)ENSO衰减期(共17 a) (c)ENSO无关年(共11 a)
(深、浅阴影区分别表示降水异常的t检验超过95%、90%信度的区域)

Fig. 1 The composite distributions of China summer (Jun. —Aug.) precipitation anomalies during the different phases of the ENSO cycle (units:mm/ month)(Precipitation anomalies in the dark and light shaded areas are respectively above 95% and 90% confidence level)
(a) developing phase of ENSO(total 22 years) (b) decaying phase of ENSO(total 17 years)
(c) The period unrelated with ENSO(total 11 years)

表2 ENSO不同位相区域平均降水距平和多雨少雨情况(单位:mm)

Table 2 Regional mean precipitation anomalies and their definitions during different ENSO phases

ENSO对应位相	淮河地区临界:14.4 mm	长江中下游临界:19.1 mm
发展期(22 a)	16.0 多雨	−20.8 少雨
衰减期(17 a)	−3.8 正常偏少	31.9 多雨
无关年(11 a)	−26.2 少雨	−23.3 少雨

3 夏季风异常和ENSO不同位相对江、淮地区夏季降水的影响

3.1 夏季风指数的比较与修正

为了考虑季风的影响,本文需要采用季风指数来区分强弱季风年。近年来,不少学者用不同的方法定义了一些新的季风指数。Wang 等[12]用区域(20～30 °N,110～140 °E)与区域(30～40 °N,110～140 °E)的850 hPa南风分量的距平差来定义东亚季风指数(EAMI)。这一指数考虑了东亚副热带季风经向分量的变化。黄刚和严中伟[13]用一种与动力因子有关的EAP指数(I_{EAP})来描述东亚夏季风年际变化,Li Jianping 和 Zeng Qingcun[14]提出了一种统一的动力季风指数(DNS),这种指数基于风场标准化季节变率的显著性。这些指数在表征东亚夏季风方面都有较好的效果。

为了进一步验证聚类分析的结果,从Wang的指数(EAMI)(结合EAP指数和DNS指数)中选取发生在El Niño发展期和La Niña衰减期的强夏季风(SSM)5个个例(1963,1972,1974,1982,1986),和发生在El Niño衰减期和La Niña发展期的弱夏季风(WSM)8个个例(1954,1955,1977,1980,1983,1993,1995,1998),分别进行合成分析(图2)。

从图中可以清楚地看到,ENSO发展期的夏季,即使是强夏季风年(图2a),淮河流域雨水并不少,甚至反而偏多一些,而长江中下游尤其是长江中游及其以南地区降水严重偏少;相反,ENSO衰减期的夏季,即使是弱夏季风年(图2b),淮河流域降水也并不多,趋于正常,而长江中下游地区降水明显偏多。显然,这和聚类分析的结果非常一致。但却说明夏季风指数在ENSO对淮河流域的表征效果似乎并不好,而对长江中下游地区的旱涝情况表征得很好。对其他指数进行类似分析,仍可得到类似的结果。若只用夏季风异常来解释这些年份淮河流域降水的多寡,显然不合适,但用聚类分析的结果来解释就比较顺理成章了。

看来,ENSO循环不同位相对中国不同地区确有不同影响,甚至相差很大,所以定义东亚副热带季风指数时,应考虑到ENSO的影响。为了便于研究淮河、长江流域夏季降水与夏季风强度的关系,且考虑到淮河

维普资讯 http://www.cqvip.com

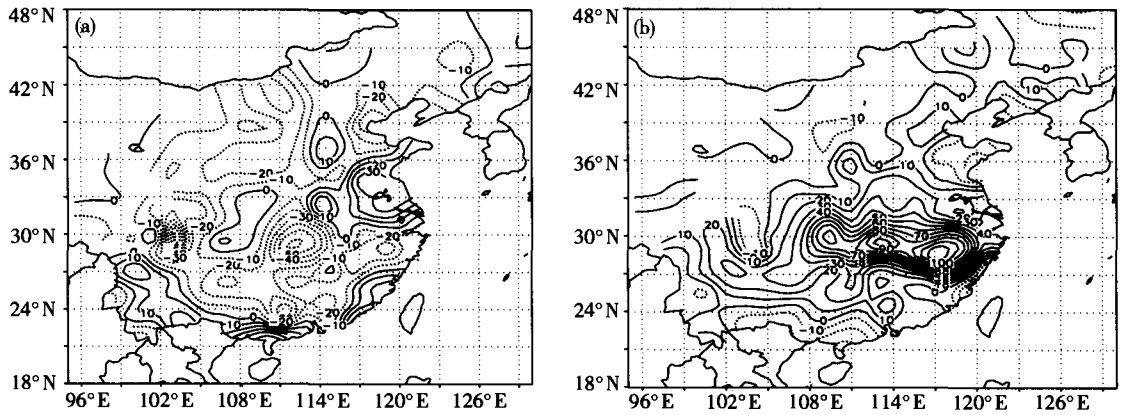


图 2　ENSO 循环不同阶段中国夏季(6—8 月)降水距平合成(单位:mm/月)
(a) ENSO 发展期的强夏季风年; (b) ENSO 衰减期的弱夏季风年

Fig. 2　The composite distribution of China summer (Jun. —Aug.) precipitation anomalies during the different phases of the ENSO cycle (units : mm/month)
(a) strong summer monsoon(SSM) during developing phase of ENSO (b) weak summer monsoon(WSM) during decaying phase of ENSO

流域和长江中下游地区是副热带梅雨锋活动最频繁的区域,将 Wang[12] 等的夏季风指数作适当修正,应用于这一地区。用区域 1(30～34 °N,110～127.5 °E)与区域 2(26～30 °N,110～127.5 °E)6—8 月平均的 850 hPa 经向风的差,定义为新的东亚副热带夏季风指数(I_{EASM})。

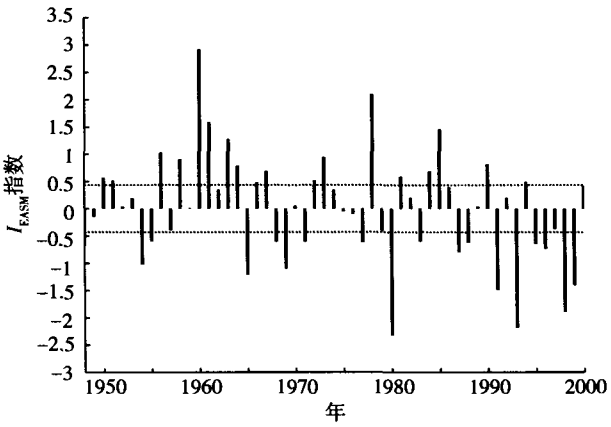


图 3　I_{EASM}指数的年际变化(1948—2000 年)
(横坐标为年,纵坐标为标准化后的数值)

Fig. 3　Interannual variation of I_{EASM}(1948—2000)
(The abscissa and ordinate denote time(year) and standardized values of I_{EASM})

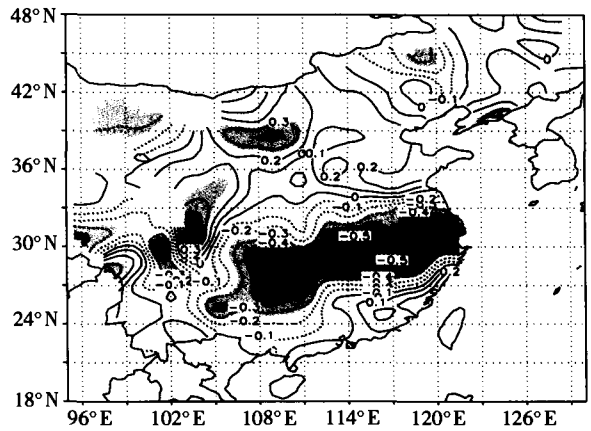


图 4　I_{EASM}指数与我国 160 站夏季降水同期相关分布,深、浅阴影区分别表示通过 0.01(| R |$_{0.01}$=0.35)、0.05(| R |$_{0.05}$=0.27)显著性检验的区域

Fig. 4　Contemporaneous correlation between I_{EASM} and summer precipitation of 160 stations in China(The dark and light shaded areas have respectively a level of significance <0.01(| R |$_{0.01}$=0.35) and 0.05(| R |$_{0.05}$=0.27)

图 3 是用 NCEP/NCAR 的 1948—2000 年再分析资料求得的东亚副热带夏季风指数(I_{EASM})的年际变化(已经过标准化处理),并定义大于等于 σ=0.43 的年份为强夏季风年,小于 σ=0.43 的年份为弱夏季风年。结合历史资料,可以发现,1960,1961,1966,1967,1972,1978,1981,1984,1985 年等严重旱灾都对应强季风年;而 1954,1955,1965,1969,1980,1983,1987,1991,1993,1996,1998 年等严重洪涝都对应弱季风年。可见,新的东亚副热带季风指数 I_{EASM} 对江、淮流域的旱涝情况表征得很好。

图 4 是该指数与我国 160 站夏季降水的同期相关分布。显著相关区主要位于长江和淮河流域,大部分能通过 95%的信度检验,因而该指数对江淮流域夏季降水异常有很好的对应。

3.2　夏季风异常在 ENSO 循环不同阶段对江、淮地区夏季降水的影响

第 2 节的分析突出了江、淮地区降水对 ENSO 循环不同阶段的响应,本节应用上一节定义的东亚副热带夏季风指数,考察强弱东亚夏季风在 ENSO 循环不同阶段对这一地区降水所起的作用,将 I_{EASM} 指数确定

维普资讯 http://www.cqvip.com

的强弱夏季风年按与ENSO的关系分为以下五类(见表3)

表3 与ENSO有关和无关的各类强弱夏季风年(1951—2000年)

Table 3 Corresponding SSM and WSM years of ENSO different phases(1951—2000)

	ENSO发展期	ENSO衰减期	与ENSO无关年
强夏季风	1951 1956 1963 1972 1985	1958 1964 1967 1973	1960 1961 1966 1978 1981 1990
弱夏季风	1965 1968 1969 1971 1987 1991 1996	1954 1955 1977 1980 1983 1988 1993 1995 1998 1999	无

由上表可知,ENSO发展期,既可有强夏季风出现,又可有弱夏季风出现,这与陈文等[8]的研究不太一致;ENSO衰减期,也既可有强夏季风出现,又可有弱夏季风,只是强夏季风出现的频率较少;而与ENSO无关的年份易出现强夏季风,未发现弱夏季风个例。

图5给出了各类合成的夏季降水场异常分布。由图5a、b可以看出,同是ENSO发展期,却一旱一涝。图a反映旱年,干旱区在长江中下游及以南地区,t检验超过了95%的信度,而淮河流域降水却偏多;图b反映涝年,多雨区在淮河流域,大部分通过了95%的信度检验,长江中下游降水趋于正常或略偏少。

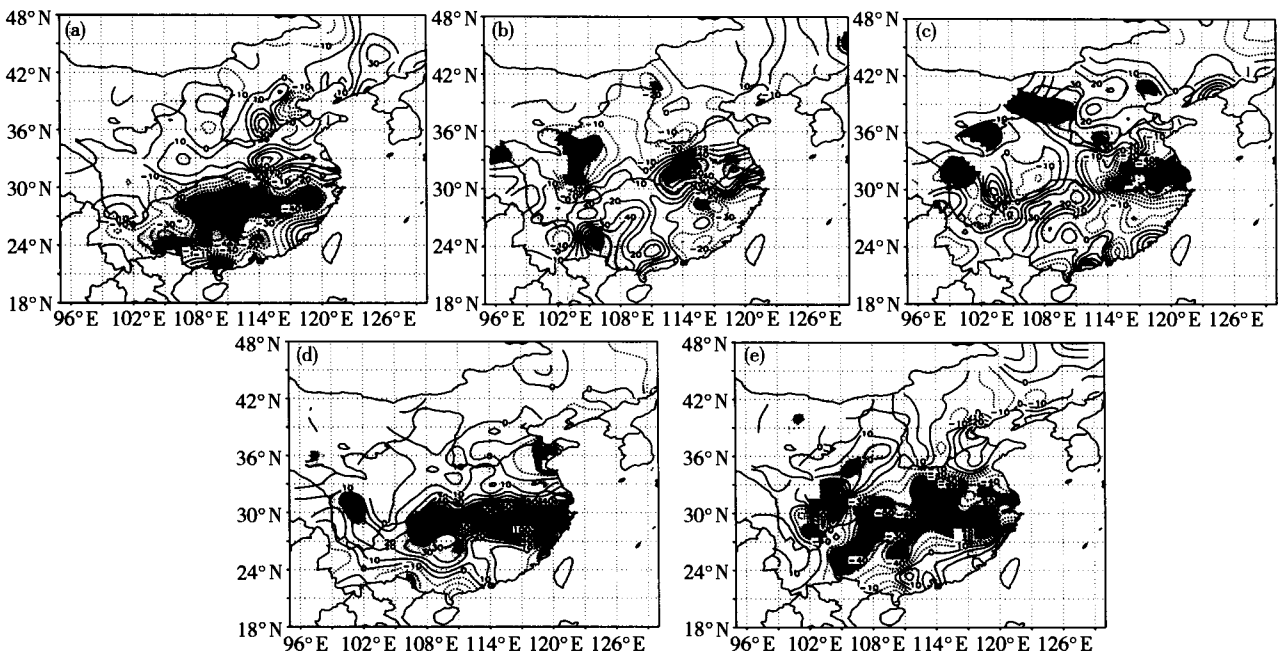


图5 ENSO发展期强(a)弱(b)夏季风、ENSO衰减期强(c)弱(d)夏季风和与ENSO无关年强(e)夏季风年夏季(6—8月)降水异常合成分布(单位:mm/月)(深、浅阴影区分别表示降水异常的t检验超过95%、90%信度的区域)

Fig. 5 The composite distributions of China summer (Jun. —Aug.) precipitation anomalies during different phases of ENSO(units:mm/month) SSM(a) and WSM(b) during the developing phase of ENSO; SSM(c) and WSM(d) during the decaying phase of ENSO; SSM(e) during the years unrelated with ENSO (Values in the dark and light shaded areas are respectively above 95% and 90% confidence level)

由图5c、d可以看出,同是ENSO衰减期,亦一旱一涝。图c是旱年,旱区在长江下游及江淮地区,t检验超过了95%的信度;而图d是明显的涝年,长江中下游及两湖地区降水严重偏多,且t检验超过了95%的信度,而淮河流域降水只是略偏多。图5e则是与ENSO无关的强夏季风年,淮河和长江流域降水都大面积偏少。

表4给出与图5对应的5类年份区域降水异常值,为了更清楚的看出其中规律,把多雨少雨的临界值提高,以$\pm 0.618\sigma$为多雨少雨的临界,其间的为正常年,则淮河地区临界值为22.3 mm,长江中下游为29.6 mm。(注意:两者的临界值不同)从表4也可以清楚地看出,江、淮流域的夏季降水与强弱夏季风和ENSO循环不

维普资讯 http://www.cqvip.com

同位相的关系：多雨年(用加粗字体表示)易发生在 ENSO 发展期且弱夏季风的淮河地区和 ENSO 衰减期且弱夏季风的长江中下游地区；少雨年(用加粗字体表示)易出现在 ENSO 发展期且强夏季风的长江中下游地区、ENSO 衰减期且强夏季风的淮河地区和 ENSO 无关年的江、淮地区。

表 4　在不同 ENSO 位相和夏季风异常年淮河和长江中下游地区夏季降水异常值及旱涝判别

Fig. 4　Summer precipitation anomalies and judgments for drought and flood over the Yangtze and Huaihe Valleys during different ENSO phases and summer monsoon anomalies years

	ENSO 发展期		ENSO 衰减期		ENSO 无关年	
	淮河地区	长江地区	淮河地区	长江地区	淮河地区	长江地区
强夏季风	17.8 正常(图 a)	−38.5 少雨	−24.4 少雨(图 c)	−28.5 正常	−35.8 少雨(图 e)	−42.9 少雨
弱夏季风	28.3 多雨(图 b)	−1.8 正常	8.5 正常(图 d)	63.9 多雨	无个例	

4　环流特征分析

下面对 ENSO 循环不同阶段和夏季风异常影响江淮流域降水的机制作初步分析，图 6 给出了表 3 的五类年份夏季(6—8 月)所对应的 850 hPa 风场距平合成分布。

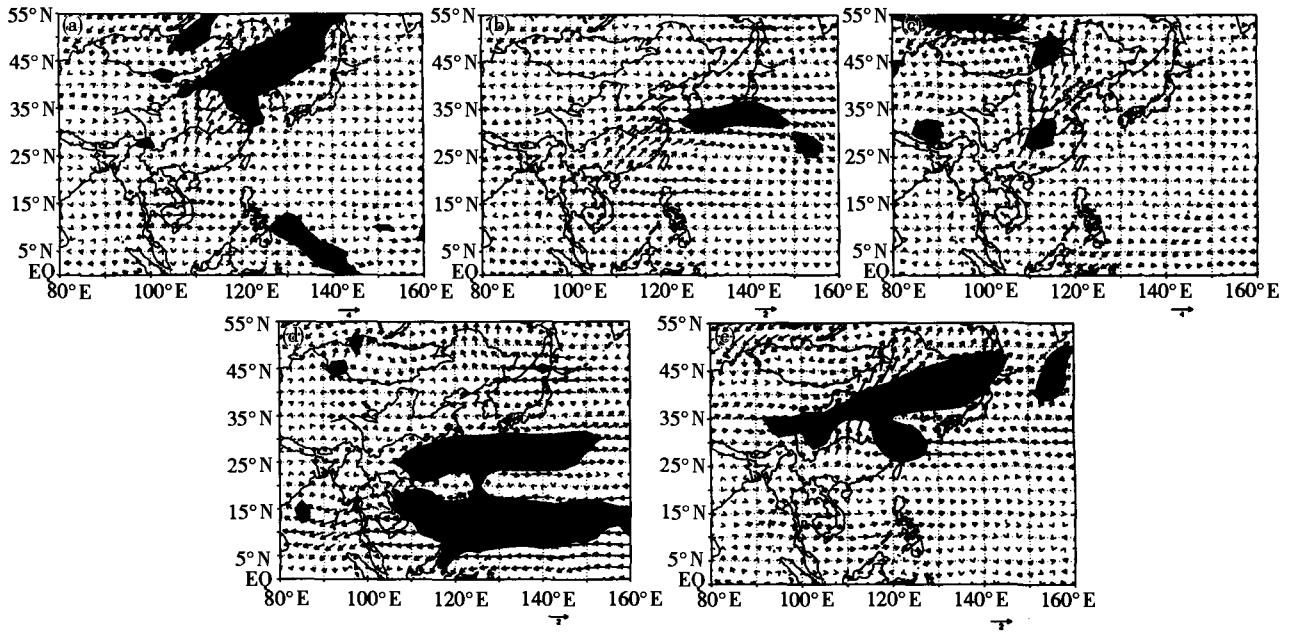


图 6　各类合成的夏季(6—8 月)850 hPa 风场异常分布，说明同图 5
(阴影区表示风场异常的 F 检验超过 95%信度的区域，做法参见文献[15])

Fig. 6　The composite distributions of each sort of summer(Jun. —Aug.) 850 hPa wind anomalies
(the same illustration as Fig. 5, values in the dark shaded areas above 95% confidence level, for F test the reader is referred to [15])

由图 6a、b 可以看出，同是 ENSO 发展期，却有两种差别很大的环流形势。图 6a 中，东亚地区有两个反气旋距平环流，一个环流中心在长江中下游上空，显然不利于这里降雨，另一个在日本东南洋面。这反映西太副高被分裂为两个中心，都位于 30 °N 附近，显然比常年偏北，另外，长江中下游以偏东风距平为主，长江以北的广大地区有明显的偏南风距平，这验证了竺可桢先生“东南风主旱”[16]的论断。这种形势总体上不利于东亚地区降水，西太副高控制我国东部的大部分地区，东亚大陆偏暖，陆、海间热力差异加大，反映出强夏季风的特征。图 6b 中，长江中下游的偏东风被强的西南风距平取代。(25 °N, 130 °E)附近是强大的反气旋距平环流，这使得西南气流异常强盛，说明副高明显偏西，略偏南，这与祝从文等[17]得出的弱季风时副高的变化基本一致。淮河流域位于副高北部，加上汇入的印度西南季风，水汽十分充足，易于形成降水。还可以

维普资讯 http://www.cqvip.com

发现图6a中风矢量的经向性明显，而图6b中风矢量趋于纬向。

图6c、d反映了同是ENSO衰减期的两类年份对应的850 hPa风场距平合成，可以发现它们也有很大区别。图6c中，反气旋距平环流出现在黄海附近，比图6a中的反气旋距平环流更偏北偏东，也说明东亚地区副高偏北偏东，它控制了我国淮河流域和长江下游地区，使这里以东南风距平为主，使该地区易发生干旱。中部地区有明显的西南风距平，这与降水场上中部地区降水并不少相一致。图6d中，强的西南风距平控制了长江中下游地区，且t检验超过了95%的信度，有利于这里形成降水，但西南风距平未达到淮河流域。(20 °N,135 °E)附近有一强大的反气旋距平环流，说明副高明显偏西，偏南，这有利于雨带南移。也可以看出图6c风矢量处于趋于经向，图6d则趋于纬向。

图6e与图6a、c有相似之处，但其副高更偏北偏东，偏东风距平控制范围更大。江淮地区是副热带季风距平环流的辐散地带[18]。

总之，图6a、c、e总体上有许多相似之处，反映出强夏季风的特征，其风矢量的经向性很明显，且中纬度都盛行偏东风。西太副高都偏东偏北，且按6a、c、e的顺序副高依次更偏东偏北，东风控制区依次扩大，使得干旱的地区由长江以南扩大到长江以南和淮河流域的广大地区。而图6b、d中风矢量的纬向性都很显著，中纬度都盛行偏西风。西太副高都明显偏西偏南，这使得西南气流异常强盛，有利于降水形成，反映出弱夏季风特征。而且，图6d中副高比图6b中更偏南，西南风距平控制长江中下游地区，使这里易涝。

表5 ENSO循环不同阶段强弱夏季风对江、淮流域夏季降水的影响(0:正常降水，1:降水偏多，-1:降水偏少)

Table 5 Influence of ENSO phases and summer monsoon on summer precipitation over the Yangtze and Huaihe Valleys (0: normal, 1: above normal, -1: below normal)

分类	ENSO发展期		ENSO衰减期		ENSO无关年	
	淮河流域	长江流域	淮河流域	长江流域	淮河流域	长江流域
强夏季风	0	-1	-1	0	-1	-1
弱夏季风	1	0	0	1	无个例	

5 结 论

(1) ENSO发展(衰减)期，淮河流域易多(少)雨，长江中下游易少(多)雨。

(2) ENSO发展(衰减)期，既可能出现强夏季风，也可能出现弱夏季风。与ENSO无关的年份，易出现强夏季风，而且这样的年份长江和淮河地区经常是一致的干旱。

(3) 江、淮流域的夏季降水是强弱夏季风和ENSO循环不同位相共同作用的结果。ENSO年，雨带的南北位置与ENSO的不同位相有密切关系，夏季风异常主要对雨量的偏多偏少起重要作用；而与ENSO无关的年份，夏季风的强弱对这两地的降水起到了至关重要的作用。它们之间的关系可以简单地用表5表示。对短期气候预测有一定的预报意义。

维普资讯 http://www.cqvip.com

参 考 文 献

[1] 许武成，马劲松，王文. 关于 ENSO 事件及其对中国气候影响研究的综述. 气象科学，2005，25(2)：212-220.

[2] 张俊，施能，封国林，等. 1948—2001 年全球旱、涝变化和 ENSO 关系. 气象科学，2006，26(5)：478-483.

[3] 郭丽娜，施能，朱兴明，等. 东南亚地区年际降水变化及其与 ENSO 的关系. 南京气象学院学报，2006，29(1)：88-93.

[4] 信忠保，谢志仁. ENSO 事件对淮河流域降水的影响. 气象科学，2005，25(4)：346-354.

[5] Huang Ronghui，Wu Yifang. The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanisms. Adv. Atmos. Sci.，1989，6：21-32.

[6] Zhang Renhe，A Sumi，M Kimoto. Impact of El Niño on the East Asian monsoon：A diagnostic study of the 86/87 and 91/92 events. J. Meteor. Soc. Japan，1996，74：49-62.

[7] 黄荣辉，周连童. 我国重大气候灾害特征形成机理和预测研究. 自然灾害学报，2002，11(1)：1-9.

[8] 陈文. El Niño 和 La Niña 事件对东亚冬、夏季风循环的影响. 大气科学，2002，26(5)：595-610.

[9] 陈谋国. 统计天气预报原理和方法. 南京：空军气象学院，1997：391.

[10] 李晓燕，翟盘茂. ENSO 事件指数与指标研究. 气象学报，2000，58(1)：102-109.

[11] 臧恒范，王绍武. 1854—1987 年期间的厄尔尼诺与反厄尔尼诺事件. 海洋学报，1991，13(1)：26-34.

[12] Wang Yafei，Wang Bin，Jai-Ho Oh. Impact of preceding El Niño on the East Asian summer atmosphere circulation. J. Meteor. Soc. Japan，2001，79：575-589.

[13] 黄刚，严中伟. 东亚夏季风环流异常指数及其年际变化. 科学通报，1999，44(4)：421-424.

[14] Li Jianping，Zeng Qingchun. A unified monsoon index. Geophys. Res. Lett.，2002，29：1151-1154.

[15] 施能，顾骏强，黄先香，等. 合成风场的统计检验和蒙特卡洛检验. 大气科学，2004，28(6)：950-956.

[16] 竺可桢. 东南季风与中国之雨量. 地理学报，1934(创刊号)：1-28.

[17] 祝从文，何金海，吴国雄. 东亚季风指数及其与大尺度热力环流年际变化关系. 气象学报，2000，58(4)：391-402.

[18] 王慧，王谦谦. 近 49 年来淮河流域降水异常及其环流特征. 气象科学，2002，22(2)：149-158.

STUDY ON CAUSES OF DROUGHT AND FLOOD OVER THE HUAIHE AND MID-LOWER YANGTZE VALLEYS DURING THE SUMMERS WITH AND WITHOUT ENSO

Zhao Liang[1,2]　**Zou Li**[3]　**Wang Enhua**[4]

(1 *Laboratory for Climate Studies，China Meteorological Administration，Beijing* 100081)

(2 *Nanjing University of Information Science & Technology，Nanjing* 210044)

(3 *Institute of Meteorology，PLA University of Science & Engineering，Nanjing* 211101)

(4 96162 *Army Meteorological Observatory of PLA Second Artillery，Jiangxi Ganzhou* 341401)

Abstract　By using Niño 3 index，the summers during the different phases of the ENSO cycle are divided into four types. Then based on the summer rainfall data of the Huaihe and mid-lower Yangtze valleys，using the cluster analysis method，we find that the developing(decaying) phase of El Niño and the decaying(developing) phase of La Niña belong to the same type. Then according to the different influences of the ENSO cycle on the rainfall over the Huaihe and mid-lower Yangtze valleys，a new East Asian subtropical summer monsoon index is developed. And by using of the index，it is found that during an ENSO period the interannual variation of the summer rainfall in the two regions is due to the interaction between the ENSO cycle and the summer monsoon. The ENSO cycle enables the rainband's position to change through influencing the range of the East Asian summer monsoon anomalies，however，the strength of the East Asian summer monsoon mainly changes the rainfall over the two regions. However，during the years without ENSO，it is the strength of the East Asian summer monsoon that mainly determines the rainfall in the two regions

Key words　East Asian summer monsoon　El Niño　La Niña　Cluster analysis　Monsoon index