

# ENSO 事件对我国天气气候的影响

刘永强 丁一汇

(中国气象科学研究院,北京,100081)

## 提 要

从东亚环流、旱涝、台风活动和东北夏季低温等方面总结了 ENSO 对我国天气气候影响的观测结果和可能的物理机制,并讨论了与之有关的问题。通过总结和讨论期望对 ENSO 的影响及预报价值有一个总的评估。

## 一、引 言

ENSO 事件对我国天气气候影响的系统性研究始于本世纪 80 年代。在此以前,受 Namias<sup>[1]</sup>、Bjerknes<sup>[2]</sup>等人思想的启发,我国学者对太平洋地区海温与我国天气气候异常之间的关系及物理过程进行了一些探索。到了 80 年代,南方涛动异常减弱和赤道东太平洋海温异常增暖现象(ENSO)已成为大气科学研究领域一个新的焦点,尤其是 1982—1983 年出现了本世纪以来最强的一次 ENSO 事件,同时全球(包括我国在内)出现了持续性大范围气候异常,这大大推动了 ENSO 对我国天气气候影响的研究。

70 年代和 80 年代早期的研究主要是分析 ENSO 事件发生和演变的特征和对东亚环流及我国天气气候影响的观测事实(一些学者曾对有关工作进行过总结,如文献[3—6])。这些研究一方面指出 ENSO 与我国旱涝、台风活动异常和东北地区夏季低温等严重气候灾害有密切的联系,另一方面也表明,ENSO 的影响是十分复杂的。为此,近几年对 ENSO 的影响进行了更为全面、细致的观测研究,并在此基础上提出了物理机制的一些初步设想。

本文首先从东亚环流、我国旱涝、台风活动和东北夏季低温等几方面,对我国近几年关于 ENSO 对我国天气气候异常影响的研究结果进行总结,试图对其有一个较为系统的认识,然后讨论影响的可能机制及有关问题。

## 二、ENSO 对东亚环流的影响

我国的旱涝、台风活动异常、东北夏季低温等灾害主要受西北太平洋副热带高压、东亚夏季风和中纬度西风带系统等的控制,因而 ENSO 对东亚环流的影响主要集中在这几个大气系统的变化。

许多研究表明,西北太平洋副高的年际变化与 ENSO 关系密切。一方面,两者均存在着周期约 3.5 年的振荡,且副高变化滞后约 3—6 个月<sup>[7]</sup>;另一方面,ENSO 爆发及其前后,副高的位置和强度明显不同。符淙斌等指出<sup>[8]</sup>,当赤道太平洋海温升高后约 1—2 季度,西太平洋副高加强并西伸;反之,当海温降低后 1—2 季度,副高减弱东退。根据 1954—1987 年夏季 500hPa 等压面西太平洋副高强度(以面积指数表示)距平和西伸程度的逐年分布(图 1),他们认为大多数 ENSO 爆发年副高偏弱、偏东,而大多数 ENSO 出现的次年副高偏强、偏西。臧恒范等也发现,赤道东太平洋海温发生异常时,将促使西太平洋副高面积和西伸脊点发生急剧变化,3 个月后影响达到最盛<sup>[9]</sup>。一些研究还表明,ENSO 对副高的南北位置也有影响<sup>[9,10]</sup>。李崇银曾比较了 ENSO 年与反 ENSO 年 7—9 月西北太平洋 500hPa 高度场之间的差异<sup>[10]</sup>,发现约 30°N 以北为大范围剧烈减高区,约 10°—30°N 之间为弱增高区。这意味着 ENSO 年副高位置偏南。与此相对应,ITCZ 的位置也偏南。

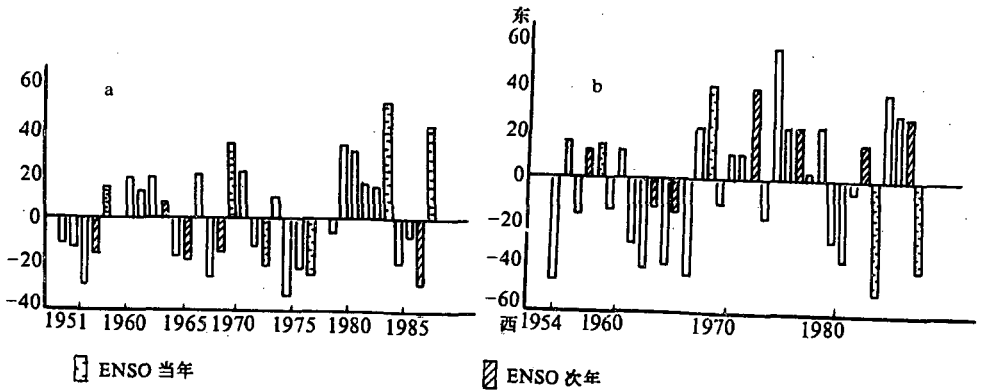


图 1 夏季副高强度距平(a)和西伸程度(b)的逐年变化(1954—1987)(引自文献[8])。

ENSO 爆发后,西北太平洋副高减弱东退,因而东南支气流减弱。在印度洋,根据陈烈庭<sup>[11]</sup>的研究,当太平洋海温距平出现东正西负的变化(ENSO)时,印度洋通常为西正东负的海温距平异常,这使印度热低压减弱,从而西南支气流也减弱。至于越赤道偏南气流则由于澳大利亚冷高压的加强而增强。图 2 为热带印度洋至太平洋海温距平为 ENSO 型和反 ENSO 型分布时 6 月对流层高、低层合成流场的距平图,从中可以看出三支气流变化的特征。

60 年代,Bjerknes<sup>[2]</sup>提出了赤道太平洋海温与 Walker 环流、Hadley 环流之间相互联系的设想,这同时也将热带海洋热状况与西风带系统的变化联系起来。潘怡航<sup>[12]</sup>指出,如果赤道东太平洋海水变暖,则大气由于洋面向上感热输送增加而增暖,这样会加大中、低纬度大气之间的斜压性,从而使西风带加强。符淙斌等指出<sup>[13]</sup>,Walker 环流和太平洋地区平均 Hadley 环流强度变化之间是相互制约的。当赤道东太平洋增暖时,纬圈平面的 Walker 环流减弱,而经圈面上的 Hadley 环流加强,从而增加了向极地方向的热量输送。Hadley 环流加强后,定常涡旋向极经向动量输送加强,中纬度西风加强。在东亚地区,由于热带海洋是相对负变温区,因而副高减弱,并向东向南收缩,而中纬度地区西风带位置南压<sup>[10]</sup>。

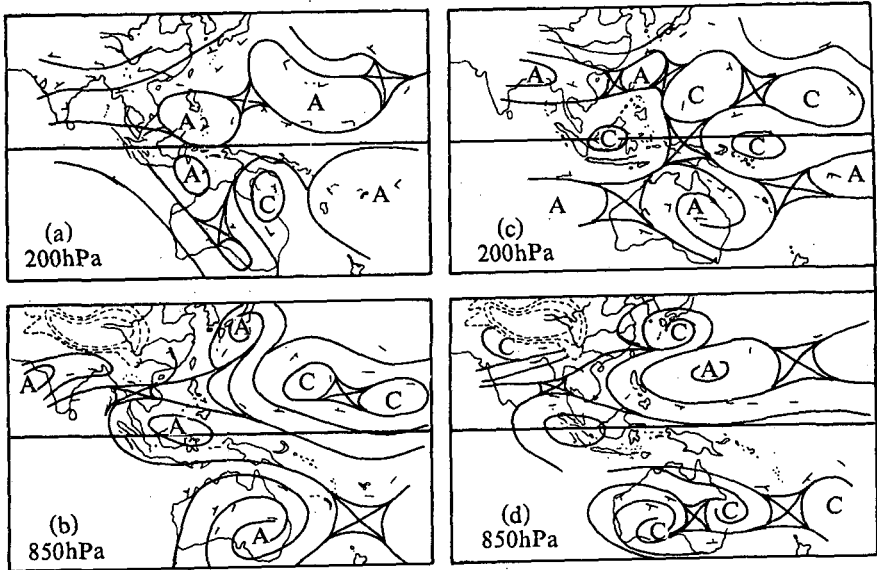


图 2 热带印度洋至太平洋海温距平为 ENSO 型(a 和 b)和反 ENSO 型(c 和 d)时 6 月 850hPa 和 200hPa 合成流场距平图(引自文献[11])

### 三、ENSO 与我国旱、涝灾害的关系

大量的观测结果表明,我国降水变化也存在着与 ENSO 类似的准 3.5 年周期振荡<sup>[14]</sup>, 并且 ENSO 事件通常伴随着我国降水的大范围异常。早期研究得到的一个结论是, ENSO 事件通常使我国东部夏季风降水减少。陈烈庭<sup>[15]</sup>认为我国长江中下游地区汛期降水变化与前期 1—5 月赤道东太平洋海温的变化呈负相关。符淙斌等<sup>[8]</sup>认为 ENSO 对我国降水的影响与对印度夏季风降水的影响类似,即 ENSO 使东亚夏季风减弱,从而中国东部和印度降水呈类似的偏少趋势。一些研究结果表明华北地区降水变化与长江中下游地区类似。赵宗慈<sup>[16]</sup>统计了近 500 年来 ENSO 事件与华北和西北降水的关系,发现 ENSO 年这些地区易发生春旱。Li<sup>[17]</sup>的分析表明,1950 年以来的 13 个 ENSO 年中,约 77% 的年份华北汛期降水减少,距平均值为 -13.4%; 7 个反 ENSO 年中约 71% 的年份降水增加,距平均值为 9.6%。Wang 和 Li<sup>[18]</sup>也指出, ENSO 年华北半干旱区降水量呈减少趋势。华南地区是夏季风的过渡带,且受许多大气系统的影响,因而与 ENSO 的关系较为复杂,且似乎不如长江和华北地区那么明显<sup>[18]</sup>。

关于 ENSO 对我国降水影响的特征,除了上述研究揭示的相关性外,还有另外一个方面,就是这种影响的复杂性(或不确定性)。这主要表现在以下几个方面。首先,不同地理区域降水对 ENSO 的响应可能有所差异。张先恭等<sup>[20]</sup>将我国汛期(6—8 月)降水异常分为三种类型。Ⅰ是黄河流域及其以北地区多雨,长江以南地区也是相对的多雨区,而长江与黄河之间的江淮地区少雨;Ⅱ是黄河与长江之间多雨,黄河以北和长江以南少雨;Ⅲ是长

江沿岸及以南地区多雨,淮河以北少雨。他们统计了 50 年代以来 7 次 ENSO 事件和 6 次反 ENSO 事件降水的类型(见表 1)。发现 ENSO 年和反 ENSO 年分别以 II 型(5 次)和 I 型(3 次)为主。这一结果表明 ENSO 年长江与黄河之间多雨的可能性较大,其它地区少雨的可能性较大;反 ENSO 年的情形几乎相反。

表 1 厄尔尼诺年、反厄尔尼诺年与中国夏季三类雨型(引自文献[20])

厄尔尼诺年	当年	次年	反厄尔尼诺年	当年	次年
1957—1958	II 类	I 类	1955—1956	III 类	II 类
1963—1964	II 类	I 类	1964—1965	I 类	II 类
1965—1966	II 类	I 类	1967—1968	I 类	III 类
1969—1970	III 类	III 类	1970—1971	III 类	II 类
1972—1973	II 类	I 类	1973—1974	I 类	III 类
1976—1977	I 类	I 类	1975—1976	II 类	I 类
1982—1983	II 类	III 类			

其次,降水的变化与 ENSO 发展的阶段有关。符淙斌等指出<sup>[8]</sup>, ENSO 次年长江中下游地区,汛期降水与 ENSO 爆发年相反,即出现多雨的可能性较大。统计 1900 年以来的旱涝指数,他们发现 ENSO 爆发年的次年多雨的概率是少雨概率的 3.5 倍。张先恭等<sup>[20]</sup>、陈菊英<sup>[21]</sup>的分析也表明 ENSO 爆发年和次年降水异常明显不同。Huang 等<sup>[22]</sup>将 ENSO 过程分为发展和减弱两个阶段,发现在发展阶段,我国长江与黄河之间、东北地区等汛期降水明显增加,而华北、长江以南部分地区降水明显减少。到了减弱阶段,江淮流域汛期降水明显减少,长江以南沿江地区、东北和西北部分地区降水明显增加。

再者,根据海温异常增暖的强度以及开始的地点、时间和持续时间的长短,可将 ENSO 分为不同的类型,而不同类型的影响会有所不同。根据 Zhao 等的分析<sup>[23]</sup>,对于海温冬秋季明显增暖型的 ENSO 事件,无论是 ENSO 当年还是次年,长江中下游地区梅雨均以偏多为主;对于春夏季明显增暖型的 ENSO 事件则均以偏少为主。

#### 四、ENSO 对台风活动的影响

在 80 年代,人们开始注意到赤道东太平洋海温与西太平洋及南海台风频数之间的相互联系。一些研究表明,赤道东太平洋海面增暖时,西太平洋台风会减少。例如,潘怡航的统计结果表明<sup>[24]</sup>,它们的变化之间呈负相关,且台风活动滞后三个月的负相关值最高,达到 -0.39。李崇银<sup>[10]</sup>统计了多次 ENSO 和反 ENSO 年台风频数,结果表明, ENSO 年台风通常偏少,反 ENSO 年偏多,两者关系密切(见表 2)。

表 2 西太平洋台风活动与厄尔尼诺(引自文献[10])

各类台风数	多年平均	厄尔尼诺年平均	反厄尔尼诺年平均
西太平洋(包括南海)台风总数	24.3	21.4	26.2
进入南海的西太平洋台风数	6.9	4.9	8.7
在南海生成的台风数	3.4	2.0	4.1
登陆中国大陆的台风数	6.2	5.2	7.4

也有一些 ENSO 事件(如 1972—1973 年 ENSO)期间西太平洋台风数增多。为了更全

面地了解 ENSO 的影响,一些研究进一步分析了 ENSO 年不同海区或 ENSO 不同发展阶段台风频数变化的规律。Dong<sup>[25]</sup>比较了 ENSO 当年与前、后一年之间的差异后指出, ENSO 当年 120°—160°E 形成的台风较 ENSO 前、后一年减少; 120°E 以西的南海区域只比后一年明显减少, 而并不比前一年有明显的减少; 160°E 以东地区台风反比前、后一年增加。这一结果意味着 ENSO 对西太平洋和南海台风活动的影响主要表现在台风生成区位置的变化, 而不是频数的变化, ENSO 年台风生成位置偏东, 反 ENSO 年则偏西。

台风路径的变化主要受副热带高压的控制。根据以往的研究, 副高位置偏东、偏弱时, 台风易折向北; 反之, 易西进或在我国登陆。如前所述, ENSO 年副高偏东偏弱, 因此台风在我国登陆数偏少<sup>[10]</sup>。研究还表明, ENSO 年台风出现复杂路径的可能性也减少<sup>[26]</sup>。

### 五、ENSO 与东北地区夏季低温冷害的关系

我国东北地区夏季低温冷害是指该地区 6—8 月地面平均气温距平低于  $-0.5^{\circ}\text{C}$  的现象, 距平值低于  $-0.8^{\circ}\text{C}$  时则为严重低温冷害<sup>[27]</sup>。低温冷害是影响我国东北地区农业生产的主要自然灾害。

我国从 70 年代末开始对东北夏季低温冷害的成因进行系统的研究。在对这一现象和全球气温变化特征进行广泛分析的过程中, 发现了东北地区夏季气温与赤道东太平洋温度变化之间的一些联系。东北低温科研协作组<sup>[28]</sup>统计了 1951—1978 年逐月赤道太平洋东部地区 ( $10^{\circ}\text{S}$ — $10^{\circ}\text{N}$ ,  $180^{\circ}$ — $80^{\circ}\text{W}$ ) 海温变化幅度超过  $1^{\circ}\text{C}$  时东北气温的距平值, 发现东北地区夏季气温一般与上一年海温变化存在正相关, 与当年同期海温变化呈反相关。符淙斌等<sup>[29]</sup>在分析 70 年代全球地面气温的变化时, 发现位于赤道东太平洋的温度最大变率中心与我国东北地区气温变化有明显的反相关(海温变化超前 1—2 个月)。

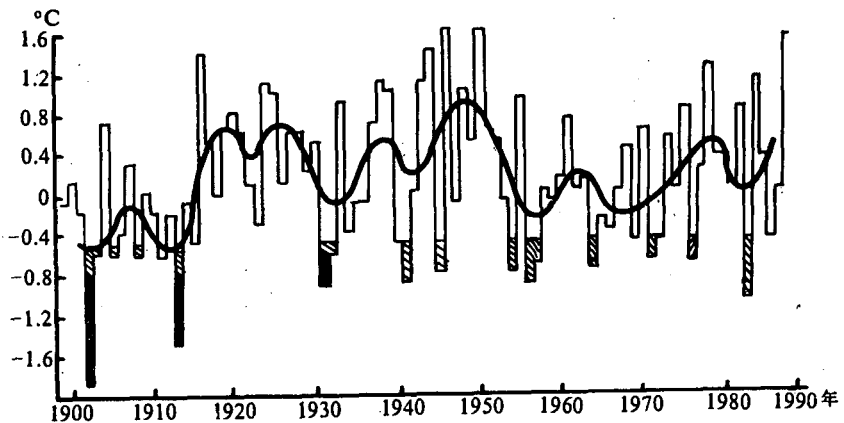


图 3 东亚地区夏季(6—8月)气温距平(斜线区及阴影区为低温及严重低温)(引自文献[27])

此后,对东北冷害与 ENSO 的关系进行了专门的研究。刘育生等<sup>[30]</sup>认为东北夏季气温变化具有与 ENSO 事件类似的准 3.5 年周期振荡。一些工作根据更早年代的资料研究

了两者之间的关系。林学椿等<sup>[31]</sup>比较了1910年以来东北夏季温度变化与赤道东太平洋海温变化之间的关系,发现两者均可划分为5个冷、暖阶段,并且冷、暖位相正好相反;东北气温变化落后于海温的变化,其中滞后10年的相关系数最大(达到0.75,超过0.001的信度)。此外,在寒冷气候期,低温冷害发生的频率高,范围大。王绍武<sup>[27]</sup>在分析1899—1988年我国东北、苏联远东、日本北部和朝鲜夏季平均气温距平(相对于1951—1980年平均值)时发现,90年中出现低温22次(其中严重低温9次),频率约每4年1次。不过低温冷害出现的时间非常不均匀。1902—1915年低温频率高达50%,而1916—1930年只出现了一次。值得注意的是,22次低温冷害中有13次出现在ENSO年,6次出现在ENSO次年,3次出现在ENSO前一年,只有一次(1908年)与ENSO无明显关系(图3)。

## 六、ENSO影响的可能机制

在上述观测研究的基础上,提出了ENSO影响物理机制的一些设想。

一种观点认为,低纬西北太平洋热源和环流系统的东西位移在一定程度上控制着我国天气气候的年际变化。符淙斌等<sup>[8]</sup>分析了1982—1983年ENSO事件的整个过程,认为在ENSO发展阶段(1982年底达到最盛),赤道暖池向东扩展,最强对流区随之东移;而在ENSO后期,赤道暖池及赤道强对流区西退至平均位置。由于西北太平洋副热带高压受强对流区的影响,因而也呈类似的东移和西退变化。在ENSO爆发年(发展阶段),随着副高的东退,东亚夏季风减弱,因而长江流域汛期降水减少,ENSO次年(减弱阶段)情形则相反。

赤道对流活动中心和副高的东西移动也可解释台风活动的一些特征<sup>[10,25]</sup>。ENSO爆发年,由于对流活动中心及副高东移,台风生成区也随之东移,因而正常年份台风主要生成区(菲律宾东部和关岛附近洋面及南海)的台风频数减少,同时登陆数也减少;到了ENSO次年,台风生成区又西移至正常位置。

从波动及遥相关的角度也对ENSO的影响作了一些解释。黄荣辉认为<sup>[32]</sup>,西北太平洋副热带高压的强迫可能与赤道对流区热力强迫产生的准定常行星波的特征联系在一起。在ENSO年,西太平洋海温偏低,对流活动较弱,因而热源较弱,它所激发的向偏北方向传播的准定常行星波也较弱,这又将使得西北太平洋副高变弱,并导致长江流域汛期降水的增加。

热带海洋热力状况异常也可通过中高纬度环流状况的变化影响我国天气气候。Li<sup>[17]</sup>认为ENSO爆发后,西北太平洋副高减弱东退,东亚中纬度500hPa为负变高,这使得原位于日本上空的脊大为减弱。由于这个脊的稳定维持是华北降水的基本条件之一,因而上述变化使得ENSO年华北降水减少。此外,在ENSO年夏季,由于东亚西风带南压,中纬度出现槽加深趋势,从而增加了冷空气活动的机会,我国东北地区以及整个东部地区易出现低温现象<sup>[17]</sup>。

## 七、问题及讨论

1. 近年来的研究表明,我国天气气候年际变化中确实存在较强的 ENSO 信号。不过,通过观测得到的一些“关联”是初步的,有时可能有不一致的地方。最明显的例子是一些研究关于 ENSO 当年夏季长江中下游地区降水异常的结果几乎相反(如文献[8, 21])。许多因素能够导致这些差异的产生。这里我们提出两个可能的因素<sup>[33]</sup>。图 4 为 ENSO 当年和次年夏季降水相对异常百分率。粗实线为零线,细实、虚线分别为负值和正值,间隔为 10%;斜线和交叉线分别表示信度达到 0.1 和 0.05 的区域。从中可以看出:(1) ENSO 当年和次年夏季长江中下游(包括江淮和江南地区)降水异常的信度都不高(大部分地区没有达到 0.1 信度)。因此,如果研究中选取的 ENSO 样本和降水资料有所不同,所得结果就可能有所差异(甚至相反)。(2) 无论是 ENSO 当年还是次年,长江中下游地区降水异常的分布大致以长江为界;江南和江淮之间几乎相反。因此,将长江中下游地区作为一个整体考虑与分别讨论江淮和江南的降水异常也有可能得出不同(甚至相反)的结果。

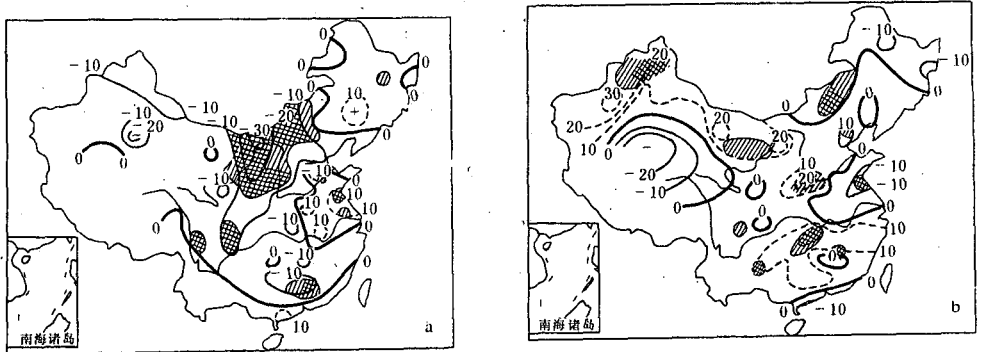


图 4 ENSO 当年(a)和次年(b)夏季降水异常百分率分布  
(斜线和交叉线分别为达到 0.1 和 0.05 信度的区域)

2. ENSO 是高于气候噪音水平的最强的海洋和大气年际变化的信息之一<sup>[5]</sup>。从上述 ENSO 影响的研究结果可以认为,根据赤道东太平洋海温,预测我国天气气候的长期变化是一条可行的途径。不过,在实际预测时,下面一些问题尚需考虑。首先,除部分地区外,全国多数地区 ENSO 影响的信度并不十分显著<sup>[33]</sup>,因而仅根据 ENSO 信号似难以较准确地预测这些地区降水异常。其次,有必要进一步探索其它预报线索。最近的分析<sup>[33]</sup>表明, ENSO 当年秋季至次年春季东北低温比夏季低温更显著,因而预报的统计意义更大; ENSO 当年冬季低温最显著的信号不在东北,而在华北和江淮区域;因而后一地区寒冬对于预兆 ENSO 的出现也许是更为理想的指标;降水和温度异常几乎相反的季节变化趋势也可成为预报线索之一。再者, ENSO 事件的预测对于我国天气气候异常的预测有着重要意义。目前国内已对影响因子进行了一些探索(如文献[34]);如果进一步发展具有一定物理基础、同时结构不十分复杂的海、气耦合模式(如文献[35]),相信对 ENSO 及我国天气气候年际变化的预测有积极的意义。

3. 目前已提出了 ENSO 影响可能机制的一些设想,这对理解观测结果及进行预测是十分有益的。不过,与观测研究相比,这方面的研究较为薄弱。此外,ENSO 与东亚环流及我国天气气候异常相互联系的另一个方面,即环流及天气气候异常对 ENSO 形成和发展过程的影响及先兆作用的研究虽然更为困难,但十分重要。这方面已有一些研究工作(如文献[34,36])。如果从相互作用的角度研究两者之间的联系,相信对全面、深入地了解 ENSO 的影响是有益的。

致谢:谨对 Mark A. Cane 教授和赵宗慈同志的有益建议和意见表示谢意。

### 参 考 文 献

- [1] Namias, J., Large scale air-sea interactions over the North Pacific from summer 1962 through subsequent winter, *J. G. R.*, 68(22), 6171—6186, 1963.
- [2] Bjerknes, J., A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature, *Tellus*, 16(4), 820—829, 1966.
- [3] 李麦村、陈烈庭、林学椿,海温异常影响长期天气过程研究的进展, *大气科学*, 3(3), 247—255, 1979年.
- [4] 王绍武、赵宗慈,厄尔尼诺、南方涛动与瓦克环流, *气象科技*, 2期, 20—28, 1984年.
- [5] 符淙斌,厄尔尼诺/南方涛动现象与年际气候变化, *大气科学*, 11(2), 209—220, 1987年.
- [6] 林朴炎、林佩云,近年来海温和长期天气过程关系的研究, *气象科技*, 2期, 6—14, 1989年.
- [7] 中国科学院地理所长期组,热带海洋对副热带高压长期变化的影响, *科学通报*, 22(7), 313—317, 1977年.
- [8] 符淙斌、腾星林,我国夏季的气候异常与厄尔尼诺/南方涛动现象的关系, *大气科学(特刊)*, 133—141, 1988年.
- [9] 臧恒范、王绍武,赤道东太平洋水温对低纬大气环流的影响, *海洋学报*, 6, 16—24, 1984年.
- [10] 李崇银,厄尔尼诺影响西太平洋台风活动的研究, *气象学报*, 45(2), 229—236, 1987年.
- [11] 陈烈庭,热带印度洋—太平洋海温纬向异常及其对亚洲夏季风的影响, *大气科学(特刊)*, 142—148, 1988年.
- [12] 潘怡航,赤道东太平洋海温异常对东亚上空西风带强度影响的诊断分析, *气象学报*, 39(1), 98—109, 1981年.
- [13] 符淙斌、孙翠霞、张金枝,赤道海温异常与大气的垂直环流圈, *大气科学*, 3(1), 50—57, 1979年.
- [14] 莫如平,中国降水、气温的年际振荡及其与厄尔尼诺的联系, *海洋学报*, 11(2), 143—149, 1989年.
- [15] 陈烈庭,东太平洋赤道地区海温异常对热带大气环流及我国汛期降水的影响, *大气科学*, 1(1), 1—12, 1977年.
- [16] 赵宗慈,黄河流域旱涝物理成因模拟与分析, *应用气象学报*, 1(4), 415—421, 1990年.
- [17] Li Chongyin, On interaction between anomalous circulation/climate in East Asia and El Nino event, in "Climate Change Dynamics and Modelling"(Eds. Zeng Qingcun et al.), China Meteor. Press, 101—126, 1990.
- [18] Wang, W. C. and K. R. Li, Precipitation fluctuation over semiarid region in Northern China and the relationship with El-Nino/Southern Oscillation, *J. Clim.*, 3(7), 369—383, 1990.
- [19] 徐蕾如、邓良焱, ENSO 与亚洲中低纬若干海气因子的遥相关及与华南降水的关系, *热带气象*, 5(3), 235—243, 1989年.
- [20] 张先恭、赵汉光, 1986—1987年的厄尔尼诺及其对中国夏季雨带和温度的影响, *气象*, 14(4), 3—7, 1988年.
- [21] 陈菊英, 中国春夏降水与厄尔尼诺的互相关分析及对 1986—1987年厄尔尼诺的预测效果检验, 长期天气预报论文集, 气象出版社, 174—183, 1990年.
- [22] Huang Ronghui and Wu Yifang, The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanism, Proceedings in Japan-U. S. Workshop on the ENSO Phenomenon, Tokyo, 1987.
- [23] Zhao Hanguang, Zhang Xiangong and Ding Yijui, ElNino and the anomalous Climate in China, *Acta Meteor. Sinica*, 3(4), 471—481, 1989.
- [24] 潘怡航,赤道东太平洋热力状况对西太平洋台风发生频数的影响, *气象学报*, 40(1), 24—34, 1982年.
- [25] Dong K., El Nino and tropical cyclone frequency in the Pacific, *Australia Meteor. Magazine*, 36(4), 219—225, 1988.
- [26] 林春辉,南海和西北太平洋台风异常路径频数及其与厄尔尼诺现象关系的分析, *热带气象*, 4(1), 46—52, 1988



- 年。
- [27] 王绍武, 当前气候变化及其演变趋势, 旱涝气候研究进展, 气象出版社, 1—9, 1990 年。
- [28] 东北低温科研协作组, 东北地区冷夏热夏长期预报的初步研究, 气象学报, 37(3), 44—58, 1979 年。
- [29] 符淙斌等, 七十年代全球地面气温场的初步研究(二), 大气科学, 6(4), 405—412, 1982 年。
- [30] 刘育生、智景和、周珍华, 东北夏季气温的周期变化规律及低温的群发性, 东北夏季低温长期预报文集, 气象出版社, 17—21, 1983 年。
- [31] 林学椿、张先恭, 东北夏季气候振动及其环流特征, 气象科学研究院院刊, 2(2), 202—207, 1987 年。
- [32] 黄荣辉、李维京, 夏季热带西太平洋上空的热源异常对东亚上空副热带高压的影响及其物理机制, 大气科学(特刊), 107—116, 1988 年。
- [33] 刘永强, 丁一汇, ENSO 对我国季节降水和温度的影响及对目前 ENSO 影响研究结果有关问题的看法, 1992 年(已提交“大气科学”)。
- [34] 李崇银、陈于湘、袁重光, El Nino 事件发生的一个重要原因—东亚寒潮的频繁活动, 大气科学(特刊), 125—132, 1988 年。
- [35] Cane M. A., S. E. Zebiak and S. C. Dolan, Experimental forecasts of El Nino, *Nature*, 321, 827—832, 1986.
- [36] Chen Longjun, Yan Jinghua and Wang Gu, Evolutional features of interannual low-frequency oscillations and their relation to occurrence of El Nino, *Acta Meteor. Sinica*, 3(3), 352—365, 1989.

## INFLUENCE OF ENSO EVENTS ON WEATHER AND CLIMATE OF CHINA

Liu Yongqiang      Ding Yihui

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing, 100081)

### Abstract

The review summarizes observational results as well as possible physical mechanisms of relationships between ENSO events and anomalous circulation in East Asia, drought/flood, anomalous typhoon activities and cool summer in China. Some problems associated to the studies on the ENSO influence are discussed as well. It is expected to present a basic appraisal of the ENSO influence and its significance for practical prediction of weather and climate anomalies in China.