

1994/1995 年 ENSO 事件的诊断分析

周琴芳 翟盘茂

(国家气候中心, 北京 100081)

提 要

根据热带大气海洋状况的监测资料, 诊断分析了 1994/1995 年 ENSO 事件发生的特殊气候背景, “事件”的发生发展过程和特点, 及其对世界天气气候的影响。为热带海-气相互作用和 ENSO 事件的理论研究、模拟和预测提供较详细的观测资料和分析事实。

关键词: ENSO 监测 诊断分析 气候背景

1 1994/1995 年 ENSO 事件概况

1994/1995 年 ENSO 事件是继 1991/1992、1993 年 ENSO 事件后发生的又一次新的过程, 它于 1994 年初夏形成, 发展很快, 10 月进入成熟期, 12 月达到最盛期, 1995 年 1 月开始迅速衰减, 3 月表征 ENSO 事件的各项大气、海洋指标已接近正常或达到正常, ENSO 事件基本结束。根据对这次事件中大气、海洋异常状况各参数的监测和分析, 这次 ENSO 事件强度属于中等; 其发生发展的特征过程大致分为四个阶段。

1.1 酝酿阶段(1994 年 3—5 月)

这次 ENSO 事件首先是从热带太平洋大气环流风场发生变化开始的。1994 年 1—2 月, 赤道太平洋地区东风异常加强, 大于 $2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的东风距平持续控制了赤道中太平洋和秘鲁西部近海地区(见图 1)。海表风应力有利于将海表暖水向西输送。3—4 月, 暖水已在西太平洋日界线以西堆积, 408m 以上赤道地区热储量在该地区已表现为正距平(见图 2)。斜温层开始增厚, 赤道地区海温 20°C 等温线的深度也由前期的负距平转变为正距平(见图 3)。伴随着日界线以西海温明

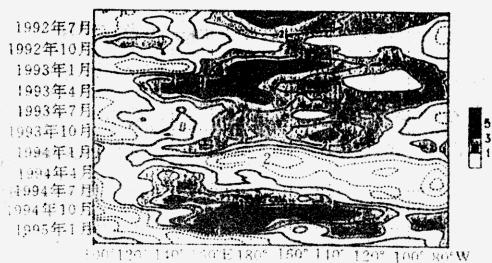


图 1 赤道太平洋 850hPa 纬向风距平的时间-经度剖面图

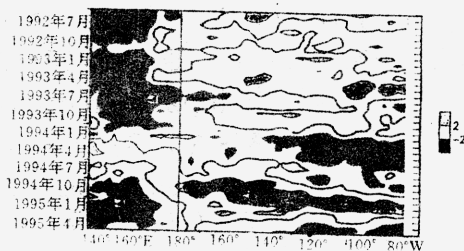


图 2 赤道太平洋(5°N—5°S)408m 以上海水热储量距平的时间-经度剖面图

单位: $10^{-2}\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

显增暖, 赤道中太平洋出现大于 1°C 的海温正距平中心(图 4a)。与此相一致, Walker 环

流上升支开始东移,南方涛动指数由2月份的一0.3(接近正常)急剧下降到4月份的一2.2。赤道中太平洋对流活动中心(射出长波辐射(OLR)负距平中心)由印度尼西亚地区向东移动接近 160°E 处(图5)。4月下旬至5月,赤道太平洋地区东风突然减退,中、西太平洋地区出现西风距平,海表暖水迅速向东输送, $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ 的海温正距平控制了 135°W 以西的赤道太平洋地区,由图6可见,5月大气、海洋主要指标均已表明一次新的 ENSO 事件形成。

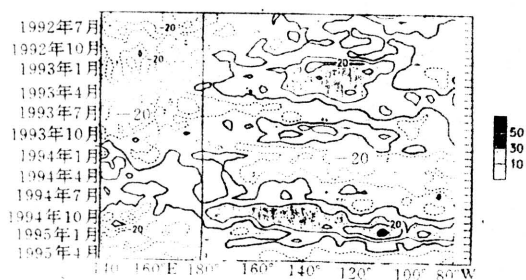


图3 赤道太平洋(5°N — 5°S) 20°C 等温线深度距平的时间-经度剖面图
单位:m

1.2 发生发展阶段(1994年6—9月)

在此时期,赤道信风继续衰弱,赤道西太平洋对流层低层西风距平不断加强,中心强度已超过 $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (见图1)。同时西风距平(大于 $2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)向东扩展达 140°W 以西地区。相应地,对流层高层(200hPa)西风不断衰减,东风距平加强。Walker环流上升支继续向东位移,中太平洋对流活动明显加强,赤道地区射出长波辐射(OLR)距平时间经度剖面图(图5)表明:OLR负距平中心东移已越过 160°E ,抵达日界线附近,中心强度由5月份的一 $15\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 发展到9月份的一 $45\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 。热带太平洋海平面气压距平持续西高东低异常型,南方涛动指数持续强负指数(一2.2)。与热带大气环流异常相一致,西太平洋海温明显下降,暖水继续迅速东传, $> 1.0^{\circ}\text{C}$ 的海温正距平逐步控制了热带东太平

洋大部地区,赤道中太平洋开始出现接近 2°C 的增暖中心(图4b)。同时,赤道西太平洋斜温层深度减小并出现负距平,而日界线至 125°W 地区的斜温层则明显加深(10多米)。在此期间,西太平洋副热带高压持续偏强,热带地区如澳大利亚、印度尼西亚、南非和巴西等 ENSO 敏感区干旱严重。

1.3 成熟阶段(1994年10—12月)

1994年10—12月 ENSO 事件发展进入盛期,12月达到顶峰。在此期间,对流层低层西风距平继续加强并扩展到几乎整个赤道太平洋地区,赤道中太平洋日界线附近出现超过 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西风距平中心。12月份赤道西太平洋还观测到了真正的西风。在对流层高层赤道太平洋地区东风也进一步加强,12月出现超过 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的东风距平。暖水中心继续加强东移,10月中太平洋出现大于 2°C 的最大增暖中心,12月份大于 2°C 的海温距平已扩展到赤道太平洋 170° — 130°W 之间,并在 160°W 附近出现高于 3°C 的最大增暖中心(图4c)。此期间,赤道西太平洋斜温层深度已比正常减少20m,而东太平洋斜温层深度显著增厚,在 110°W 处出现大于30m的最大正距平中心(图3),相应地东太平洋海平面高度较正常高出10—20cm。南方涛动指数持续9个月低于-1.0。中太平洋对流活动异常加强,OLR负距平中心已东移到日界线以东,中心值低于 $-60\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

1.4 衰减阶段(1995年1—3月)

1994年12月底开始, ENSO 事件进入衰减期,1995年1—3月衰减迅速。首先表现在对流层低层风场上,赤道中、西太平洋东风明显加强。1—2月西风距平已从 120°W 向西退缩到日界线以西的赤道地区,强度减弱到低于 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。3月,赤道太平洋大部地区东风已接近正常。赤道暖风加强致使赤道太平洋斜温层深度的坡度加大,尤其是东太平洋斜温层深度迅速减小,3月份已接近正常或转变为负距平。这是这次 ENSO 事件迅速减

退的最主要原因。与此同时,日界线以东太平洋大部地区海温距平大幅度下降,1994年12月大于 1.0°C 的海温正距平区到2月底在东太平洋已大部接近正常或略低于正常。赤道地区大于 1°C 的海温正距平区3月已缩小到日界线附近的中太平洋地区。赤道东太平洋冷舌出现并迅速发展,沿赤道冷舌已西伸到 135°E 地区,秘鲁西海岸已出现低于 -1.0°C 的海温距平(图4d),东太平洋赤道冷水区海温指数(NINO C区)已从12月份的1.3下

降到3月份0.1,赤道太平洋海温距平场形势开始出现1991/1992,1993年两次 ENSO 事件结束时的状况。相应地,赤道中太平洋对流活动在此期间明显减弱并西移至印度尼西亚一带,澳大利亚、印度尼西亚等干旱地区开始普降大到暴雨,使得该地区持续已久的严重干旱得到缓和。南方涛动指数从1994年夏季的最低值(-2.2)不断上升,3月已达正常值(0.2)。大气、海洋大部指标都表明 ENSO 事件于3月份基本结束。

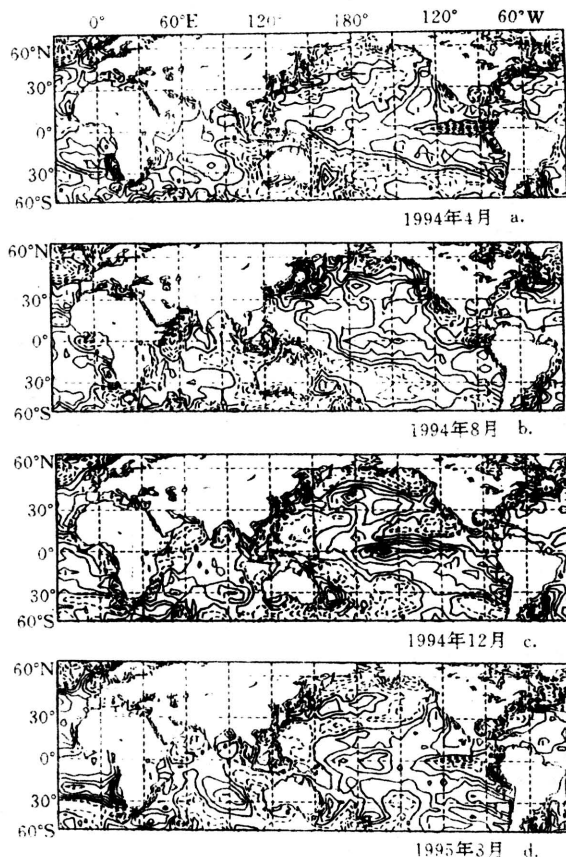


图4 海表温度距平

单位: $^{\circ}\text{C}$

2 1994/1995 年 ENSO 事件特征

2.1 1994/1995 年 ENSO 事件发生的特殊气候背景

1994/1995 年 ENSO 事件发生的气候背景是特殊的,主要表现为:

2.1.1 80 年代以来热带太平洋出现明显的海温增暖倾向,强 ENSO 频繁发生。50—70 年代的 30 年间只发生两次强 ENSO (1957/1958, 1972/1973), 而 80 年代以来的 10 年间连续发生了 3 次强 ENSO 事件,其中 1982/

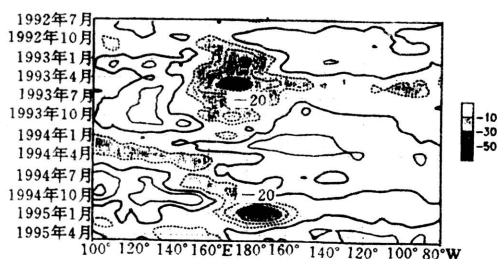


图5 赤道太平洋(5°N—5°S)射出长波辐射距平的时间-经度剖面图

单位: $W \cdot m^{-2}$

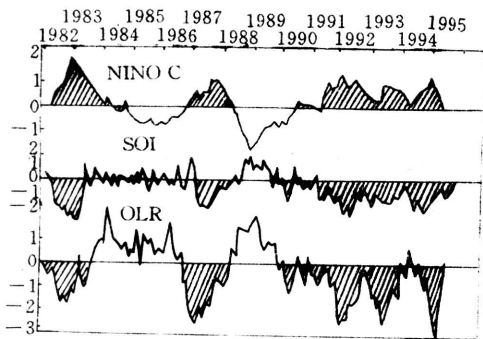


图6 赤道太平洋(0—10°S, 180°—90°W)海温指数序列(上)、南方涛动指数序列(中)及赤道太平洋(5°N—5°S, 160°E—160°W)射出长波辐射序列

1983年 ENSO 是近半个世纪以来最强的一次, 1986/1987 和 1991/1992 年 ENSO 事件则分别是次强和第三位。强 ENSO 发生频率之高, 增暖强度之大是近半个世纪以来未有的。

2.1.2 90 年代以来, 热带大气海洋长期持续异常状况, ENSO 事件发生周期大为缩短。通常 ENSO 事件持续 12 个月左右, 平均间隔 3—4 年。然而自 1990 年 2 月至今, 热带中太平洋持续增温 ($\Delta SST > 0.5^\circ C$) 长达 5 年之久, 热带南太平洋海平面气压持续西高东低异常型, 南方涛动 5 个月滑动平均指数持续负指数自 1990 年 10 月至今已达 4 年多时间, 中太平洋地区对流活动较常年加强, 对流活跃也持续了 4 年多时间(见图 6)。这些表

明: 在最近的 5 年多时间中, 热带太平洋大气海洋持续异常, 始终呈现 ENSO 循环中暖位相的特征, 并且其振幅表现出类似于年周期变化特征的 3 次明显的振荡, 发生了 1991/1992, 1993, 1994/1995 年 3 次 ENSO 过程。这种异常特征在历史上是十分罕见的。历史上也曾发生过几次持久的厄尔尼诺现象, 例如 1939—1942, 1911—1913, 1878—1880 和 1854—1856⁽⁵⁾。相比之下, 这次暖位相持续时间是最大的。

2.2 1994/1995 年 ENSO 事件特点

1994/1995 年 ENSO 事件不仅是发生在热带大气海洋持续异常的特殊气候条件下, 而且其本身也有明显的特点。

2.2.1 根据对近 45 年发生的 ENSO 事件各项特征参数的统计结果, 我们发现 50—70 年代发生的 ENSO 事件绝大多数属于东部型, 即海温增暖首先发生在南美秘鲁西部近海, 然后暖水中心由东向西传播到赤道东、中太平洋地区。而 80 年代以来 ENSO 事件发生均属西部型(与东部型式相反)。进一步分析发现, 西部型 ENSO 发生的季节、持续时间与东部型有明显的差异, 一般东部型多始发于春夏季, 持续时间长度平均约 12 个月, 50—80 年代发生的西部型均始发于秋季, 持续时间平均超过 5 个月。海温最大增暖的峰值多发生在第二年, 例如 1982/1983 年和 1986/1987 年 ENSO 事件的最大海温增暖分别发生在 1983 年 2 月和 1987 年 10 月。1994/1995 年 ENSO 事件属于西部型, 发生于初夏, 较 90 年代前西部型 ENSO 事件的发生时间提前一个季节, 并且在当年秋冬季达到成熟期, 12 月出现海温增暖峰值, 隆冬已迅速衰减, 持续时间仅 10 个月。

2.2.2 1994/1995 年 ENSO 事件虽然发生在近半个世纪连续出现的 3 次最强 ENSO 事件(1982/1983, 1986/1987, 1991/1992)之

后,持续时间较短,但其反映事件特征的某些参数指标却很强烈。事件进入成熟期后,太平洋东部秘鲁近海海平面高度上升 20cm,这与 1982/1983 年 ENSO 事件中达到的高度值 (21cm) 非常接近。同时,中太平洋日界线附近西风异常加强,最大西风距平超过 $10\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,其强度仅次于 1982/1983 和 1991/1992 年(大于 $12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)。与此相应,赤道中太平洋对流异常活跃,日界线赤道附近 OLR 最大负距平中心低于 $-75\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,其强度超过 1986/1987 和 1991/1992 年,与 1982/1983 年 ENSO 事件相当,并且赤道中太平洋 OLR 指数值 12 月份达 -2.9 ,这是 OLR 指数有纪录(1974 年)以来的最低值。这些参数的强信息,使得 1994/1995 年副热带和热带地区与 ENSO 事件相应的气候异常很明显。

2.2.3 1994/1995 年 ENSO 期间,热带太平洋以外海温距平型表现出明显的反厄尔尼诺型特征。根据对过去 40 年海温场的聚类分析,在厄尔尼诺事件发展阶段,海温距平场分布是:赤道中、东太平洋海温异常增暖呈正距平($>0.5^\circ\text{C}$),西北太平洋海温下降为负距平。同时,赤道印度洋海温也表现为与东太平洋海温变化同步的增暖型,主要增温区位于西印度洋赤道及其以北地区和澳大利亚西部近海。1994/1995 年 ENSO 期间,海温距平型分布与过去有很大不同,主要表现为西北太平洋 $30^\circ\text{--}45^\circ\text{N}$ 西风漂流区海温明显增高,最大增暖中心值超过 2.0°C (见 1994 年 7 月—1995 年 1 月气候监测公报)。而过去以 1982/1983 年 ENSO 为例,该区海温则异常冷,负距平中心低于 -2.0°C 。1994 年 ENSO 期间,印度洋海温下降表现与东太平洋增暖反位相的变化,特别是西印度洋赤道以北地区和澳大利亚西部海域,海温负距平最大中心值低于 -2.0°C ,而 1982/1983 年期间,上述区域明显增暖,最大正距平中心值大于

2.0°C 。这表明 1982/1983 年太平洋、印度洋海温距平型完全与厄尔尼诺型特征相符(1986/1987 年 ENSO 亦同),而 1994/1995 年 ENSO 期间,西北太平洋和印度洋的海温距平分布却表现为反厄尔尼诺型的特征。1994 年北半球中高纬环流和气候异常(特别是东亚地区)的某些特征很可能与上述反厄尔尼诺型特征有关。例如西北太平洋副热带高压异常偏北偏强,盛夏中国南北方出现两条雨带等与反厄尔尼诺型相联系的气候类型。

3 1994/1995 年 ENSO 事件的气候影响

1994/1995 年 ENSO 事件对气候的影响是明显的,与过去 ENSO 事件的气候影响有所不同的是:这次 ENSO 事件的气候影响中既包含有自身特点所造成的影响,又包含有自 1991 年以来长 ENSO 的持续影响。与这次 ENSO 有关的主要的气候异常表现为:

3.1 北半球盛夏高温酷暑、冬季偏暖

夏季,高温热浪席卷了东亚、欧洲至北美大陆的大片地区。日本、韩国、中国、波兰等国若干测站盛夏高温为近几十年乃至上百年一遇。中国浙江大部、安徽南部、四川东部最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 的天数达 40—50 天。日本全国大约有一半测站打破了平均气温的最高纪录。印度和巴基斯坦一些地区的气温超过 50°C ,致使 200 多人丧生。美国 6 月平均气温达 22°C ,是 61 年来同期之最。在冬季,北半球中高纬地区气温持续偏高,异常状况仅次于 1990—1991 年冬季。1995 年 1 月,西伯利亚地区大部气温偏高 $4\text{--}12^\circ\text{C}$,2 月又显著偏高 $4\text{--}16^\circ\text{C}$,其范围几乎覆盖了 40°N 以北的欧亚大陆,许多地区月平均气温打破了历史纪录。1994/1995 年冬天中国则经历了连续第 9 个暖冬年。美国从 1994 年 11 月到 1995 年 1 月,北部和东部地区创高温纪录超过 250 个,其中 11 月平均气温是近 300 年有记录以来

的最高值。

3.2 严重干旱

ENSO 期间由于受对流活动区位移的影响,1994 年印度尼西亚、巴西大部 and 南非发生了严重干旱。巴西的马托格罗索州 1—9 月出现本世纪同期的最少降水,圣保罗州一些测站 105 天无降水。酷旱致使几个州丛林火灾频发。澳大利亚经历的严重干旱则是近世纪历史罕见的,由于受长 ENSO 现象的影响,东部昆士兰州和新南威尔士州的干旱实际已持续了 4 年之久。至 12 月份,新南威尔士州干旱面积已达全州的 94%。干旱已严重地影响了澳大利亚的农业产量。另外,中国中部、日本、韩国夏季严重干旱均为近几十年来少见。

3.3 暴雨频繁、洪涝灾害严重

1994 年春季,美国中西部大雨成灾,夏、秋季东南平原暴风雨频繁,降水较常年偏多 3 成—1 倍,局部 2 倍。入冬以来,加利福尼亚州连续大雨如注,洪涝严重,1995 年 1 月一些地区又降特大暴雨,引发了近十年来最严重的洪水灾害,经济损失高达 13 亿美元,为

该州历史同期水患损失最重的一次。1994 年中国南部和北部、印度与巴基斯坦大部和中南半岛部分地区季风雨季暴雨频繁,洪涝灾害严重。其中中国两广、湘、赣、浙等省发生 1949 年以来最大洪水。据统计 1994 年雨季因洪涝造成的死亡人数印度和巴基斯坦至少有 1049 人,中国达千余人;汛期洪涝造成的直接经济损失中国达千亿元,远远超过 1991 年涝害的损失。

4 结束语

1994/1995 年 ENSO 是自 1991 年以来长 ENSO 事件中的一次新的过程,其特殊的气候背景和特点以及可能产生的持续性气候影响,对 ENSO 理论和预测的研究提出了许多新的课题,因而加强对 ENSO 的监测和进一步深入的诊断分析是十分有意义的。

参考文献

- 1 史久恩等.厄尔尼诺现象与我国夏季降水、气温的关系.气象,1982,8(4).
- 2 庄丽莉.1994 年世界气候概况.气象,1994,21(4).
- 3 月气候监测公报.国家气候中心,1—57 期.
- 4 气候诊断公报.美国气候分析中心. No. 91/1—No. 94/4.

Diagnostic Analysis for 1994/1995 ENSO Event

Zhou Qinfang Zhai Panmao

(National Climate Center, Beijing, 100081)

Abstract

Based on the monitoring data for tropical atmospheric and oceanic features, the special climate background for the occurrence of 1994/1995 ENSO event was diagnostically analyzed. Meanwhile, the process and characteristics for the onset and development of the ENSO event and its impacts on the world weather and climate conditions were also discussed. These results provided detail observed and analyzed facts for the researches on tropical ocean-atmosphere interaction, and also the theory, modeling and prediction for ENSO event.

Key Words: ENSO monitoring diagnosis climate background