

1980—1989 年全球 1000 hPa 高度距平 3—5 年尺度演变

吴仁广 陈烈庭

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

提 要

80年代发生了两次较强的 El Nino 事件。本文利用 ECMWF 的月平均资料, 分析了 1980—1989 年期间 1000 hPa 高度距平 3—5 年尺度的全球演变特征。发现了南北半球主要正负距平的演变既有驻波特征, 又有传播波特征。南半球正负距平的变化与南方涛动相联系, 而北半球正负距平的变化与北方涛动相联系。二者既互相独立, 又互相配合。它们在 80 年代两次 ENSO 过程的演变中都起着重要作用。特别是 1982/1983 和 1986/1987 年 El Nino 事件发生前, 分别有明显负距平沿南、北太平洋副热带自西部移向东部, 使南、北方涛动减弱。它们的共同作用造成了赤道中东太平洋地区海水的大范围异常增暖。这两次 ENSO 过程的一个显著差别是, 第一次过程中南、北太平洋正负距平的变化较为一致, 南、北方涛动的配合较好; 而第二次过程中, 它们之间的位相差异常明显。这可能是 1982/1983 年 El Nino 较强, 而 1986/1987 年赤道中东太平洋地区海温正距平维持较长时间的一个重要原因。文中还对两次过程中构成南、北方涛动的正负距平的来源、移动及相互间的配合进行了详细分析。

关键词: 高度距平; 3—5 年周期; 南方涛动; 北方涛动。

一、引 言

近年来, 随着研究的不断深入, 人们越来越注意 ENSO 现象的全球特征, 尤其是热带太平洋以外地区的 ENSO 信号。Barnett^[1]利用复 EOF 方法, 分析了海平面气压距平的变化, 发现 ENSO 信号首先出现于印度—中亚地区, 然后沿南太平洋副热带向东传播。并用合成分析作了证实^[2]。Yasunari^[3]用合成方法分析了 1964—1979 年期间 ENSO 循环各个位相一些要素的全球演变特征, 结果也表明存在海平面气压距平自欧亚大陆南下到印度洋和澳大利亚, 然后沿南太平洋副热带东传的现象。Krishnamurti 等^[4]分析了 1961—1976 年期间发生的几次 ENSO 过程中构成南方涛动的海平面气压距平的来源和移动, 也取得同样的结果。但他指出, 构成南方涛动的正负气压距平既有来自北半球亚洲大陆, 也有来自南半球中高纬度南极大陆附近的。这说明, 不同时期的 ENSO 过程, 其气压距平的来源可能不同; 不同 ENSO 过程中, 相应的大气环流异常的演变也可能具有不同特征。然而应该指出的是, 以上研究都忽视了北太平洋自西向东

1993 年 4 月 8 日收到, 1993 年 6 月 18 日收到修改稿。

传播的气压距平。实际上,在他们的海平面气压距平演变图上可以看到正、负距平沿北太平洋副热带的东传。这种北太平洋东、西部的正、负气压距平是陈烈庭等^[5]提出的北方涛动的组成部分。最近,陈烈庭等^[6]分析了 1980—1988 年赤道中东太平洋海温距平与全球 1000 hPa 高度距平相关场的演变。结果表明,在南印度洋中高纬度和亚洲大陆分别有一个明显的正负相关区相继地向低纬度传播,到达澳大利亚—南太平洋西部副热带和北太平洋西部副热带后,分别沿南、北太平洋副热带和热带向东传播。南半球的明显相关区与南方涛动有关,北半球的明显相关区与北方涛动相联系,它们均与 El Nino 现象密切联系^[6, 7]。鉴于不同 ENSO 过程中,大气环流异常的演变往往有不同特点,因此有必要对这两次过程分别进行分析,以揭示其可能存在的差异。

本文利用 ECMWF 资料,拟对 80 年代发生的两次 ENSO 过程中全球 1000 hPa 高度距平 3—5 年周期的演变作较详细分析,目的在于分析这两次过程中大气环流异常的演变特征和它们之间的差异,以及与以前 ENSO 过程的差别。

二、资料处理和 3—5 年周期变化的相对方差分布

本文所用 ECMWF 全球 1000 hPa 高度月平均资料(由中国科学院大气物理研究所资料中心提供)。我们使用 $5^\circ \times 5^\circ$ 网格。资料处理方法是在求得月平均 1000 hPa 高度的距平场后,对其进行纬向谐波分析,取其纬向平均和前四个谐波分量(Krishnamurti 等^[3]取前三个谐波分量),然后再作 30—60 月的时间带通滤波。Krishnamurti 等^[3]指出了谐波分析和时间带通滤波的必要性,它既可去掉与低频变化无关的小尺度特征及可能存在的资料误差,又可反映与 ENSO 有关的大尺度特征。谐波分析后的距平变化方差百分比分布表明,绝大部分地区的相对方差在 80—120% 之间。这说明,作上述谐波分析后的距平场在相当程度上保持了原场的大尺度特征。

由图 1 可见,热带太平洋西部—印度尼西亚—澳大利亚北部和菲律宾附近地区相对方差最大,达到 40% 以上,中心超过 50%。其次,沿北太平洋副热带一直到北美西岸

有一个西南西—东北东走向极大带,相对方差在 35% 以上,并且有一高值舌由北美西岸向西北方伸到阿留申地区。南太平洋中东部副热带的相对方差也较大,中心达到 40% 以上。南极也是相对方差较大地区,中心近 40%。在南印度洋中纬度地区,相对方差亦达到 30% 以上,并且该高值区往东北方向与热带西太平洋—印度尼西亚地区的高值区相连,往西则伸到南非南侧。此外,格陵兰南侧、格陵

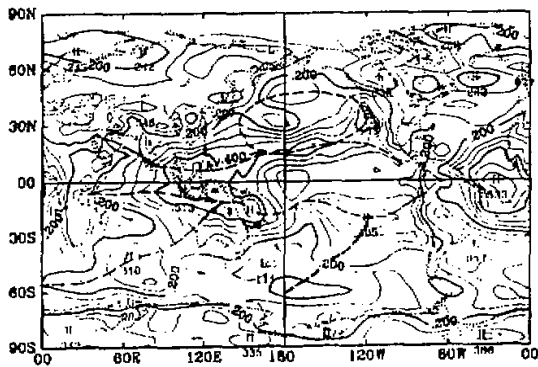


图 1 1000 hPa 高度距平 3—5 年周期变化的相对方差分布

兰北部—北欧各有一个相对方差较大区。这些相对方差大的地区,说明 3—5 年周期变化占有很大分量。在下面的分析中,我们将会看到,这些地区正是正、负距平活动较频繁的地区。

三、两次 ENSO 过程 1000 hPa 高度距平演变特征

南方涛动是由南太平洋东部和澳大利亚的一对正负距平组成的。类似地,北方涛动是由北太平洋东、西部的一对正负距平组成。组成南、北方涛动的正、负距平的传播、停留和发展造成了南、北方涛动的位相和强度的变化。它们都与 El Nino 现象相联系^[6,7]。下面我们对 80 年代两次 ENSO 过程中南、北半球 1000 hPa 高度距平 3—5 年尺度的演变特征分别进行分析。为了减少图的数量并保持距平演变的连续性,我们取经时间带通滤波后的高度距平的季节平均图(图 2)来讨论。

1. 1982 / 1983 ENSO 过程

我们从 1982 年秋季开始来分析这次过程中 1000 hPa 高度距平的演变(见图 2a)特征。此时,北太平洋东、西部分别为负距平和正距平,即北方涛动处于负位相(NO^-)阶段。南太平洋东部和南印度洋—澳大利亚分别为负距平和正距平,南方涛动也处于负位相(SO^-)阶段。这也正是赤道中东太平洋地区出现大范围海温正异常时期^[8]。下面我们分别追踪这些南、北方涛动的正、负距平区的来源和去向。

1) 北方涛动 / El Nino

北太平洋东部的负距平可以清楚地追溯到北太平洋西部(1981 年春)。再往前,还可追寻到北太平洋北部(1980 年,图略)。也有一部分来自北印度洋东移的负距平(1980 年夏秋,图略)和小部分来自亚洲大陆中部向东亚沿岸输送的负距平(1980 年秋,图略)。北太平洋西部的正距平同样可以追踪到北太平洋北部(1982 年春)及北太平洋东部(1981 年春)。同负距平相似,正距平也有来自北印度洋的贡献(1982 年春)和自亚洲大陆中部向东亚沿岸的输送(1982 年春)。1981 年春,当正距平还处于北太平洋东部时,北太平洋西部为负距平,北太平洋距平分布型式与 1982 年秋季正好相反,北方涛动处于正位相(NO^+)阶段。因此,从 1981 年春到 1982 年秋,北太平洋的距平分布经历了一次由北方涛动正位相(NO^+)到北方涛动负位相(NO^-)的转变。在此期间,当负距平在自西向东移动过程中到达北太平洋中部副热带时(1982 年春),北太平洋的距平分布呈南负北正型式,这相当于所谓北太平洋涛动的负位相(NPO^-)阶段。

1982 年秋季以后,北太平洋东部负距平开始向西北伸展和移动,1983 年夏季中心位于北太平洋北部。尔后,中心强度减弱,同时向北太平洋西部输送。1984 年夏(图略),负距平中心已位于北太平洋西部。而原在北太平洋西部的正距平沿副热带移到东部(1984 年春)。到 1984 年秋(见图 2b),北太平洋的距平分布回到东正西负的北方涛动正位相(NO^+)。因此,从 1982 年秋到 1984 年秋,北太平洋的距平分布又经历了一次明显的位相转变,从 NO^- 转变回到 NO^+ 。在此过程中,当正距平自西向东移到北太平洋中部副热带时(1983 年秋),北太平洋的距平分布呈南正北负型式,相当于北太平洋涛动的正位相(NPO^+)阶段。

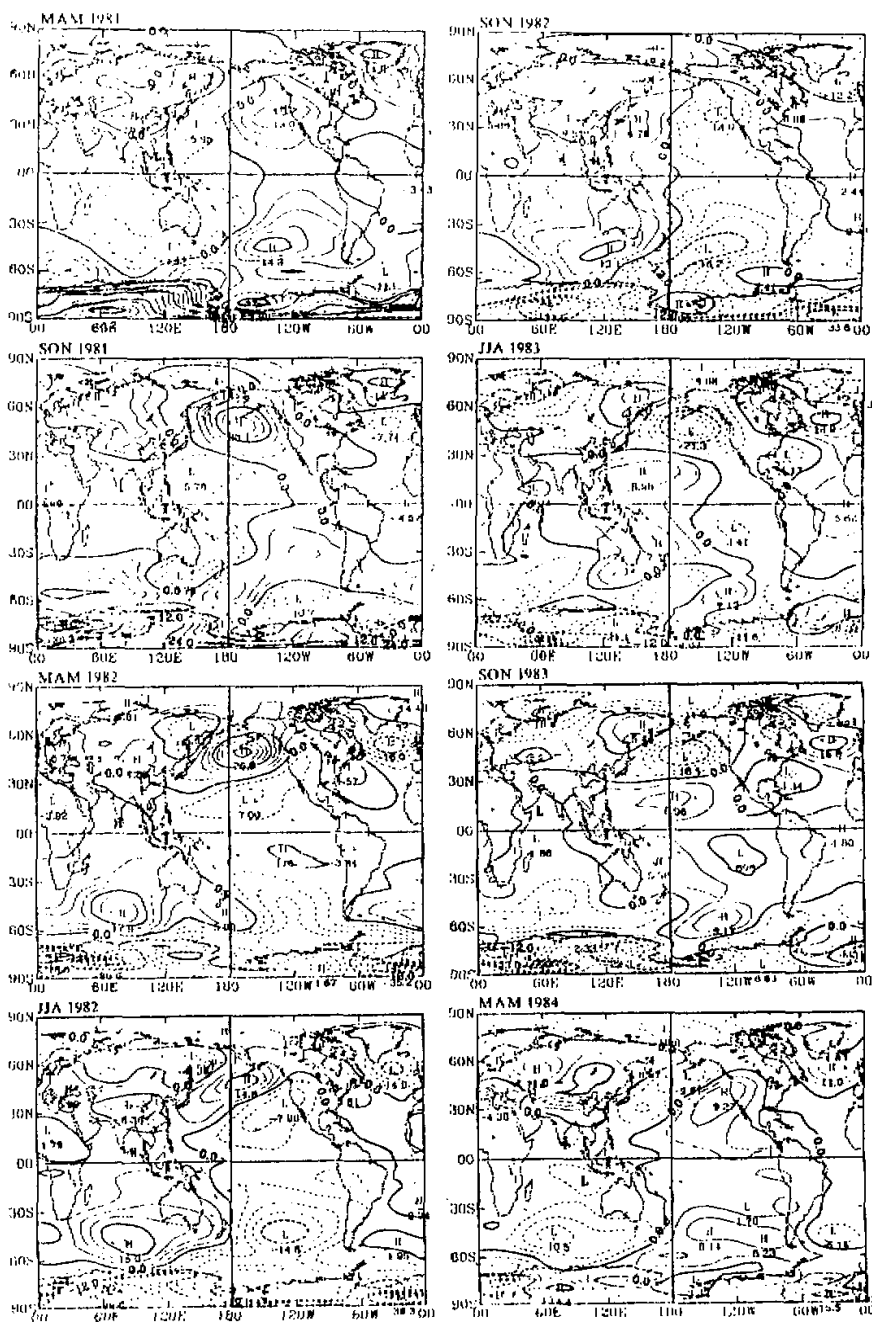


图 2 1000 hPa 高度距平的演变

(a) 1981—1984

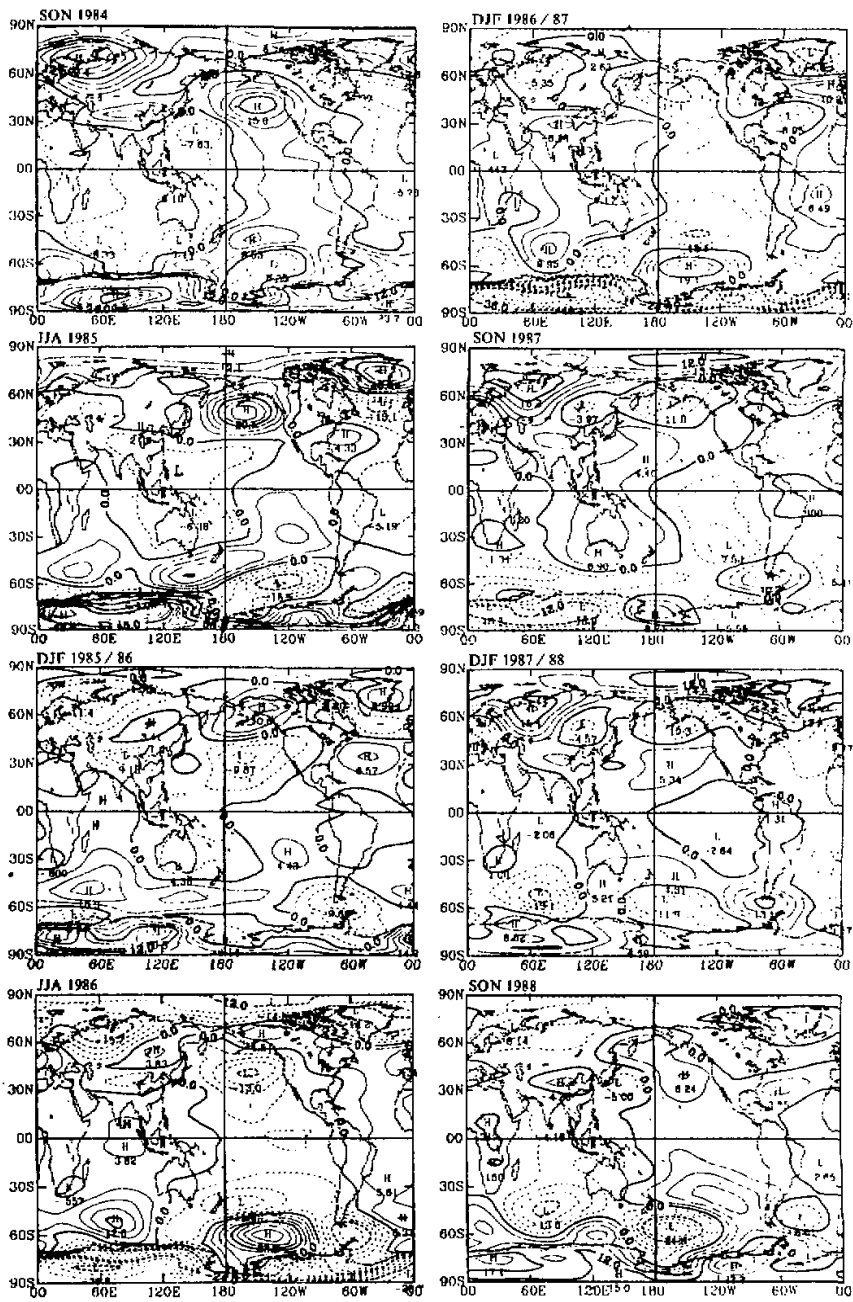


图 2 1000 hPa 高度距平的演变
(b) 1984—1988

上述 1000 hPa 高度距平的演变说明, 从 1981 年春到 1984 年秋, 正负距平均绕北太平洋逆时针走了一圈。北太平洋的距平分布从 NO^+ 开始, 经历了 NPO^- 、 NO^- 、 NPO^+ , 最后又回到 NO^+ , 整个过程历时近 4 年。这不仅说明北方涛动和北太平洋涛动有 3—5 年尺度变化, 而且还说明它们之间是相互联系、相互转换的, 它们分别属于一个过程中的不同位相或阶段。在上述过程中, 北太平洋西部距平除来自北部外, 北印度洋形成后发展东移的距平亦有相当贡献。此外, 还有小部分来自亚洲大陆。距平在北太平洋西部停留一段时间后沿副热带东移, 到达东部后亦停留一段时间再向北部移动。因此, 正、负距平的演变既有传播波特征, 又有驻波特征。

2) 南方涛动 / El Nino

南太平洋中东部的负距平一部分来自南太平洋西南部, 另一部分则可追踪到南印度洋中高纬。它们在澳大利亚合并后东移。南印度洋—澳大利亚地区的正距平也同样可追溯到南印度洋西南部—南非南侧 (1982 年春)。类似地, 南太平洋西南部的正距平也有贡献 (1981 年秋)。1981 年春, 当南太平洋中东部为正距平时, 南印度洋—澳大利亚地区为负距平, 上述地区的距平分布与 1982 年秋正好相反, 呈南方涛动的正位相 (SO^+)。因此, 从 1981 年春到 1982 年秋, 南印度洋—南太平洋地区的距平分布经历了一次由南方涛动的正位相 (SO^+) 到负位相 (SO^-) 的转变。

对距平变化更详细地分析还可看到, 当南太平洋东部由正距平向负距平转变时, 自热带大西洋亦有负距平经美洲西移, 其强度渐渐增大。1982 年夏, 位于美洲秘鲁沿岸, 中心距平达 4 位势米以上。在热带出现这样大的距平是可观的, 它对于南太平洋东部和南美沿岸热带地区距平的转变可能有不可忽视的作用。也许它对南美沿岸的增暖起着重要作用。1980 年 (图略), 当南太平洋东部向正距平转变时, 亦同样有来自热带大西洋的正距平西移到热带太平洋东部。

1983 年春 (图略), 南太平洋中东部负距平分裂成两个中心, 一个维持在东部副热带, 并渐渐减弱消失; 另一个移到新西兰东南侧, 1983 年夏减弱西移后并入南印度洋。1983 年秋, 在发生上述变化同时, 原位于南印度洋—澳大利亚的正距平东移到南太平洋东部, 1984 年春并与自南太平洋东部中高纬度形成发展后北移的正距平合并。同时, 亦有正距平自热带大西洋经美洲西移到南太平洋东部副热带。到 1984 年秋 (见图 2b), 上述地区的距平分布已转变成东正西负的类型, 即又回到南方涛动正位相 (SO^+) 阶段。因此, 从 1982 年秋到 1984 年秋, 南印度洋—南太平洋地区的距平分布经历了由 SO^- 到 SO^+ 的位相转变。

上述 1000 hPa 高度距平的演变说明, 从 1981 年春到 1984 年秋的近 4 年时间里, 南印度洋—南太平洋地区的距平分布经历了一次由 SO^+ 到 SO^- , 再回到 SO^+ 的过程。过程中, 构成南方涛动的正、负距平主要来自西南印度洋, 小部分来自南太平洋南部。正、负距平在澳大利亚附近停留一段时间后, 沿副热带迅速东传到中东太平洋, 在那儿与南太平洋中高纬度形成发展后北移的距平合并, 并分裂成两部分。一部分在东部副热带维持直至减弱消失, 另一个则移到新西兰南侧。

2. 1986 / 1987 ENSO 过程

从 1986 / 1987 年冬季的距平分布来看 (见图 2b), 北太平洋东部和北部为负距

平, 而北太平洋西部—北印度洋为正距平, 北太平洋的距平分布处于北方涛动负位相 (NO^-) 阶段。南太平洋中东部为负距平, 而南印度洋—澳大利亚为正距平, 距平分布亦相当于南方涛动负位相 (SO^-)。此时, 赤道中东太平洋地区大范围异常增暖开始出现^[9]。同样, 上述正、负距平的源地可追踪如下:

1) 北方涛动 / El Nino

北太平洋东部的负距平与前相同, 可以追溯到北太平洋西部, 1984 年秋, 并且也可往前追踪到北太平洋北部 (1983 年夏秋)。类似地, 有一部分负距平来自北印度洋发展东移 (1983 年秋—1984 年春), 并且这一部分的作用似乎比在第一次过程中更大。同样也有亚洲大陆中部负距平的作用 (1983 年夏秋)。而北太平洋西部的正距平主要来自北印度洋 (1985 年)。前面已经指出, 1984 年秋北太平洋地区的距平分布呈北方涛动的正位相 (NO^+), 与 1986/1987 年冬正好相反。因此, 从 1984 年秋到 1986/1987 年冬, 北太平洋地区的距平分布重又经历了一次 NO^+ 到 NO^- 的位相变化。这一位相变化过程中, 当负距平由西部移到中部副热带时 (1985/1986 年冬), 北太平洋北部为负距平, 即北太平洋地区的距平分布处于北太平洋涛动的负位相 (NPO^-) 阶段。

1987 年秋季, 北太平洋西部正距平又开始沿副热带东传。到 1987/1988 年冬, 正距平已传到中部副热带。而此时, 负距平已北缩到阿留申地区, 北太平洋地区的距平分布呈北太平洋涛动的正位相 (NPO^+) 型式。尔后, 阿留申地区的负距平减弱移到北美北部, 而正距平北移。到 1988 年秋, 正距平控制北太平洋东部和北部。此时, 由于自北印度洋发展东移 (为主) 和北太平洋西部发展的负距平作用, 北太平洋西部又转变为负距平, 北太平洋距平分布又呈北方涛动的正位相 (NO^+) 型式。因此, 从 1986/1987 年冬到 1988 年秋, 北太平洋的距平分布又经历了一次从 NO^- 到 NO^+ 的变化。其间包含了 NPO^+ 。

从上述高度距平演变可见, 从 1984 年秋到 1988 年秋的 4 年左右时间内, 北太平洋地区的距平分布与前一次过程一样, 经历了由 NO^+ 、 NPO^- 、 NO^- 、 NPO^+ , 再回到 NO^+ 的过程。这又一次说明了北方涛动和北太平洋涛动具有 3—5 年尺度的变化及它们之间的联系。这次过程中, 负距平亦绕北太平洋逆时针走了一圈。但正距平不同, 主要来自北印度洋发展后东移到北太平洋西部。

2) 南方涛动 / El Nino

南太平洋中东部的负距平 (小部分来自热带大西洋西移) 往回可追溯到澳大利亚地区 (1985 年夏), 再往回可追寻到南印度洋西部热带 (1983 年夏秋—1984 年春) 和南印度洋西南部—南非南侧 (1983 年夏), 还有小部分来自西南太平洋西移到南印度洋 (1983 年夏秋)。南印度洋—澳大利亚地区正距平的来源类似。前面已说明, 1984 年秋上述地区的距平分布相当于南方涛动正位相 (SO^+)。因此, 从 1984 年秋到 1986/1987 年冬, 南印度洋—南太平洋地区的距平分布经历了一次由 SO^+ 到 SO^- 的位相变化。

1986/1987 年冬季以后, 南太平洋中东部负距平除小部分分裂出来移到澳大利亚南侧减弱外, 其主体一边缓慢东移, 一边渐渐减弱。到 1987/1988 年冬, 负距平已很弱。在负距平东移同时, 澳大利亚地区正距平也开始减弱, 并于 1987/1988 年冬迅速东传。到 1988 年秋, 正距平 (小部分来自热带大西洋西移) 控制太平洋中东部。而从南印度洋东传的负距平, 1987/1988 年冬开始重新控制澳大利亚地区。因此, 从

1986/1987 年冬到 1988 年秋, 南印度洋—南太平洋地区的距平分布又由 SO^- 回到了 SO^+ 。

上述分析说明, 从 1984 年秋到 1988 年秋的大约 4 年时间内, 南印度洋—南太平洋地区的距平分布又经历了一次由 SO^+ 到 SO^- , 再回到 SO^+ 的变化过程。这次过程中, 构成南方涛动的正、负距平, 除了来自西南印度洋外, 自热带印度洋发展东移的距平有着重要作用。还有小部分来自西南太平洋。正负距平在澳大利亚附近停留一段时间后迅速东传到新西兰东侧, 尔后缓慢东移, 并在东部渐渐减弱。

四、两次 ENSO 过程的一致性和差异

从上述距平演变分析可见, 两次过程中, 南、北太平洋的正负距平都具有沿副热带自西部向东部传播这一共同特征。这在经度—时间剖面图上非常清楚。图 3a、b 分别给出了沿 20° — 30° S 和 20° — 30° N 平均的 1000 hPa 高度距平的经度—时间剖面图。可以清楚地看到, 在印度洋—太平洋地区, 正、负距平一次次自西向东传播, 并且太平洋东部与印度洋—太平洋西部的距平变化具有反相特点, 即高度距平变化既有传播波特征, 又有驻波特征。Yasunari^[3]也曾指出上述二种特征的存在。不过, 在他的分析中, 南半球副热带以传播特征较突出, 北半球副热带以驻波特征为主。而在本文中, 北半球副热带以传播为主, 南半球副热带二种特征似乎同样明显。

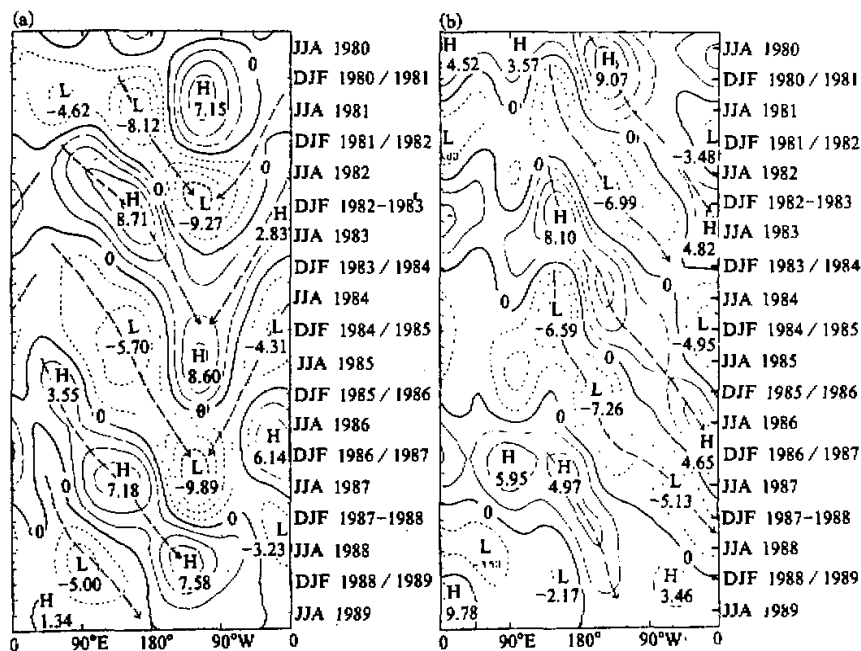


图 3 经谱波分析和 30—60 月时间带滤波后 1000 hPa 高度距平平均经度—时间剖面图

(a) 20° — 30° S; (b) 20° — 30° N

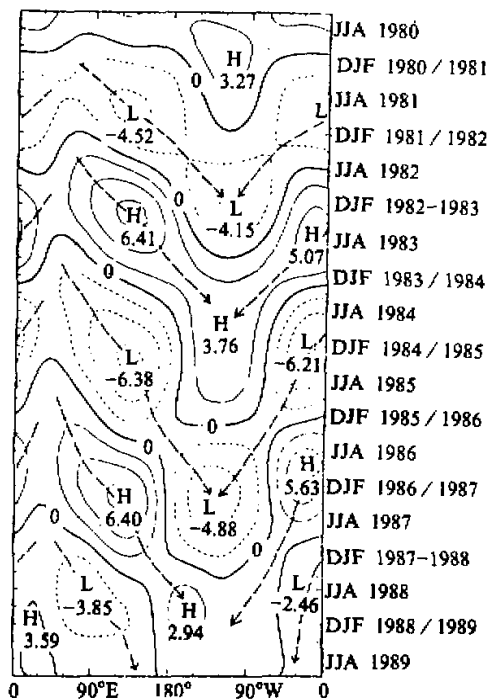


图 4 经谱波分析和 30—60 月时间带滤波后 10°S — 10°N 平均 1000 hPa 高度距平经度—时间剖面图

外, 值得注意的是距平自太平洋西部沿副热带向东传播的开始时间、东传快慢和到达东部时间的配合亦有较大差别。由于与赤道中东太平洋海水大范围异常增暖相联系的是 NO^- 和 SO^- , 为节省篇幅, 这里只讨论负距平的情况。

在第一次过程中, 南、北半球相比较, 北太平洋西部和澳大利亚附近地区负距平的形成、停留时间基本一致。虽然北太平洋西部负距平开始东传时间略早, 但由于南太平洋负距平东传较快, 南、北太平洋东部明显负距平出现时间相差不多。总的来看, 这次过程, 南、北太平洋负距平从在西部形成、停留、东传到在东部出现各个阶段都可以说是比较一致的。根据金祖辉等^[10]的分析, 当南、北方涛动同时处于负位相时, 它们对赤道中东太平洋地区异常增暖的作用在时间上较为一致, 此时, 异常增暖通常也较强, 因此, 上述南、北太平洋较为一致的高度距平变化可能是 1982/1983 年 El Nino 较强的一个重要原因。

在第二次过程中, 北太平洋负距平开始自西部东传时间较早、较快, 而南半球负距平在澳大利亚附近停留较长时间、开始东传较晚, 并且负距平沿副热带东移也较慢, 使得负距平中心到达南太平洋东部时间较晚, 维持时间较长。因此, 第二次过程, 南、北太平洋负距平的配合不如第一次过程好, 南、北方涛动的位相差异较明显。这可能是

从上述剖面图还可看到, 两次过程都存在正、负距平自热带大西洋向东太平洋的西传现象。这在热带地区尤为清楚。图 4 为 10°N — 10°S 平均的 1000 hPa 高度距平经度—时间剖面图。它清楚地显示出, 在正、负距平自太平洋西部向东部传播的同时, 亦有同号距平自热带大西洋向西传播到太平洋东部, 并且其强度与从热带太平洋西部东传的距平相当。这说明, 来自热带大西洋距平的作用可能不容忽视。从图还可看到, 印度洋—太平洋地区东传的距平和太平洋—南美地区西传的距平最早开始于印度洋西部—南非地区。当它们传到东太平洋时, 两者合并, 然后减弱。因此, 在热带, 印度洋西部—南非地区距平变化最早 (相当于“源”), 而东太平洋地区距平变化最晚 (相当于“汇”)。

但是, 两次 ENSO 过程也有其明显的差异。除前面指出的南、北方涛动的正、负距平的来源不尽相同

1986/1987 年的 El Nino 不如 1982/1983 年的强, 而维持时间较长的原因。

以前关于 ENSO 过程的分析都指出了距平沿热带和副热带自西向东传播特征。80 年代发生的两次 ENSO 过程也类似。但以前的工作对于沿北太平洋副热带东传距平的作用讨论较少或忽视了它们的作用。本文分析说明, 80 年代的两次 ENSO 过程中, 北太平洋正、负距平的传播不仅明显存在, 而且其强度与南太平洋的相当。

在以前的各次 ENSO 过程中, 正、负距平的来源存在较大差别。有的来自欧亚大陆, 经南亚南下到南印度洋和澳大利亚, 尔后东传^[1,3,4]。有的来自南极大陆附近地区^[4]。本文分析说明, 在 80 年代两次 ENSO 过程中, 构成南方涛动的正、负距平既有来自南印度洋中高纬度的, 也有热带印度洋发展东移的。而构成北方涛动的正、负距平既有来自北太平洋北部和亚洲大陆的, 也有北印度洋发展东移的。这说明, 不同 ENSO 过程, 正、负距平的来源可能不同。

此外, 以前的分析均忽视了自热带大西洋西移的距平。本文分析说明, 它对太平洋东部正负距平转换的作用可能不容忽视, 特别是在 1982/1983 的 ENSO 过程中。也许它与南美沿岸地区的增暖有较大关系。

五、小 结

本文利用经谐波分析和 30—60 月时间带通滤波后的 ECMWF 资料, 分析了 80 年代发生的两次 ENSO 过程中 1000 hPa 高度距平 3—5 年尺度的演变特征。主要结果如下:

(1) 南、北方涛动的正负距平均存在沿副热带自西向东传播现象, 其演变既有驻波特征, 又有传播波特征。

(2) 北方涛动和北太平洋涛动 3—5 年周期的变化有密切的关系。它们之间互相联系、互相转换, 其极端状况分别属于 ENSO 循环的 El Nino 和 La Nina 阶段和其间的过渡阶段。在互相转换过程中, 北方涛动和北太平洋涛动正、负距平的强度随之变化。

(3) 南、北方涛动的正负距平的主要源地, 对于不同 El Nino 事件不尽相同。1982/1983 过程中, 北太平洋正负距平来自于北太平洋北部、北印度洋和亚洲大陆。南太平洋正负距平主要来自西南印度洋。1986/1987 过程中, 北太平洋负距平来源与 1982/1983 过程相同, 但正距平主要来自北印度洋。南太平洋的正负距平除了来自西南印度洋外, 来自热带印度洋的距平起着重要作用。

(4) 自热带大西洋西移的正、负距平对太平洋东部距平的转换也有重要作用。

(5) 1982/1983 年的 El Nino 较强而 1986/1987 年的 El Nino 维持时间较长的原因可能是由于前者南、北方涛动之间的配合较好; 而后者南、北方涛动之间的位相差异相对较明显。

参 考 文 献

- [1] Barnett, T. P., 1985, Variation in near-global sea level pressure, *J. Atmos. Sci.*, **42**, 478—501.
- [2] Barnett, T. P., 1988, Variation in near-global sea level pressure: Another view, *J. Climate*, **1**, 225—230.

- [3] Yasunari, T., 1987, Global structure of El Nino / Southern Oscillation, Part II: Time evolution, *J. Met. Soc. Japan*, **65**, 81—102.
- [4] Krishnamurti, T. N., S. H. Chu and W. Iglesias, 1986, On the sea level pressure of the Southern Oscillation, *Arch. Met. Geoph. Biocl., Ser. A*, **34**, 385—425.
- [5] 陈烈庭、詹志强, 1984, 北太平洋西部气压距平的遥相关, *科学通报*, **29**, No.8, 481—483.
- [6] Chen Lieting and Fan Zhen, 1993, The Southern Oscillation / Northern Oscillation cycle associated with the sea surface temperature in the equatorial Pacific, *Adv. Atmos. Sci.*, **10**, No.3, 353—364.
- [7] 陈烈庭, 1984, 北方涛动与赤道太平洋海温和降水, *科学通报*, 1984, **29**, No.19, 1190—1192.
- [8] Rasmusson, E. M., and T. M. Wallace, 1983, Meteorological aspects of the El Nino / Southern Oscillation, *Science*, **222**, 1195—1202.
- [9] Lander, M. A., 1989, A comparative analysis of the 1987 ENSO event, *Trop. Ocean—Atmos. Newsletter*, No.49, 3—6.
- [10] 金祖辉、陈烈庭, 1992, 北方涛动和南方涛动与太平洋海温关系的对比分析, *海洋学报*, **14**, No.4, 19—27.

3—5 Year Time Scale Evolution of Global 1000 hPa Height Anomaly during 1980—1989

Wu Renguang and Chen Lieting

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract

The characteristics of 3—5 year time scale evolution of global 1000 hPa height anomaly from 1980 through 1989 are investigated. It is found that the main positive and negative anomalies in the Southern Hemisphere and Northern Hemisphere have both standing-type and propagating-type characteristics. The anomalies in the Southern Hemisphere are associated with the Southern Oscillation and those in the Northern Hemisphere are related to the Northern Oscillation. The Southern Oscillation and Northern Oscillation are not only independent, but also cooperating. They play important roles in the evolution of the two ENSO cycles during the 1980's. Especially, when the negative anomalies move from the western to eastern Pacific along the subtropics of the South and North Pacific, the Southern and the Northern Oscillations are weakened, and broadscale warming occurs in equatorial middle and eastern Pacific on account of their coherent effects. A significant difference between these two ENSO cycles is that in the first cycle, the progress of the positive and negative height anomalies in the South and North Pacific are relatively consistent, and the collaboration of the Southern and the Northern Oscillation is better, while in the second cycle, there are obvious phase differences between them. This may be an important cause to stronger 1982 / 1983 El Nino, while the positive SST anomaly is maintained for longer time in the equatorial middle and eastern Pacific during 1986 / 1987 El Nino. The origins, movements and their cooperation of the positive and negative height anomalies of the Southern and Northern Oscillation in these two ENSO cycles are analyzed in detail.

Key words: height anomaly; 3—5 year time scale; Southern Oscillation; Northern Oscillation.