

1981—1983年黑潮弯曲和埃尔尼诺事件的个例分析

李坤平 李若钝 邹娥梅 曾宪模

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

摘 要

在统一考虑黑潮大弯曲和埃尔尼诺事件共同存在的条件下, 对水位、海水温度和风场进行了分析。结果发现, 1981年黑潮发生大弯曲和1982年出现的埃尔尼诺事件均与相应风场相配合, 热带风场变化不仅对黑潮变异有直接影响, 而且也是判断这次埃尔尼诺事件爆发的重要依据, 从而把1982—1983年的埃尔尼诺与1981—1984年的黑潮弯曲密切联系起来。

黑潮大弯曲和埃尔尼诺事件均为太平洋中的海洋异常现象, 这两大海洋现象时而交替发生, 时而单独发生, 不论谁发生在前或后, 它们都表现出各自影响的特征量, 只是影响的效果截然不同。但是, 人们在研究两大海洋时现象, 例如1981—1984年黑潮大弯曲和1982—1983年埃尔尼诺事件先后发生及共同存在时, 仅注意到1982—1983年的埃尔尼诺事件, 当然它属本世纪以来最强的一次。1982年12月和1983年6月东太平洋海温距平高达 4.0°C 和 $6-7^{\circ}\text{C}$ ^[1, 2]。这次埃尔尼诺过程不像以往的埃尔尼诺那样, 3—4月开始, 6—8月海温明显上升, 12月份达到峰值^[3]。它是在9月份之后海温才明显上升, 但在12月前后也达到峰值^[4]。再者, 这次埃尔尼诺过程的另一个特点是海温先在赤道太平洋中西部上升, 然后海温正距平自西向东传播^[4, 5]。但是, 人们却未注意到在这次埃尔尼诺过程之前, 黑潮大弯曲已经形成, 而黑潮形成弯曲时必有自己的相应风场, 这一风场也对埃尔尼诺事件的形成和发展产生影响。本文就是综合考虑黑潮大弯曲和埃尔尼诺事件共同存在的条件下大尺度海气相互作用问题。

本文所用的水位和海温资料由国家海洋局、国家气象局以及Wyrski^[6]提供, 全球热带($35^{\circ}\text{N}-35^{\circ}\text{S}$)纬向风资料系美国国家海洋大气局提供。

一、1981—1983年海平面的异常变化

黑潮大弯曲一般在春夏季发生, 埃尔尼诺事件大多在春季开始, 但是, 1981—1983年黑潮大弯曲和埃尔尼诺过程与以往大不相同, 黑潮大弯曲推迟到11月发生, 在黑潮大

弯曲形成前后，黑潮影响的特征量较为明显。由文献〔7〕的图2可看出，我国东南沿海海面出现异常变化（图1），1981年底到1982年初，这一区域海平面明显上升，东山到闸坡站之间的水位偏高40cm以上，西北太平洋区域维持着正距平海面（图2a、b），最高值达10cm以上。自1982年3月开始，北赤道流区域，由于短暂风场的变化，海平面开始降低，出现水位负距平值，随着时间推移，水位负距平范围逐渐扩大，使其整个西部和西北太平洋区域的高水位值区一分为二。西北太平洋及其邻近海域仍为水位正距平值，在赤道太平

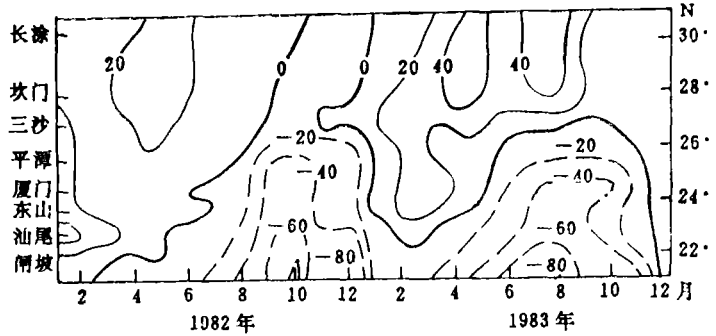


图1 1982—1983年我国东南沿岸水位时空变化
单位：cm，引自文献〔7〕

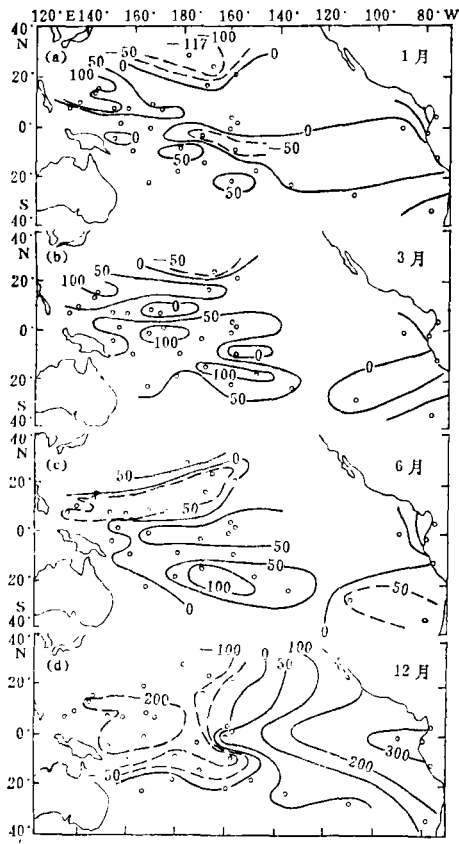


图2 1982年月平均水位与多年平均水位的偏差
单位：cm，引自文献〔7〕

洋的中西部也是水位变化的高值区，正距平值仍达10cm以上，而东南太平洋区为水位变化的低值区，负距平值达8cm以上（图2c）。这说明，海水在赤道中西太平洋区堆积，形成西高东低的类型，这就是埃尔尼诺事件发生之前，在赤道太平洋区所处的初始状况。正是由于黑潮弯曲在相应风场下产生的这一结果，它也必然影响和限制埃尔尼诺事件的产生和发展，使之1982年埃尔尼诺事件不是在春季出现，而是推迟到9月发生的重要原因。埃尔尼诺事件一旦出现，“憋足”的巨大能量爆发出来，加上初始状态的促进作用，使其过程迅速发展，水位急剧下降，到年底仍和通常的埃尔尼诺事件一样，海平面高低变化达到峰值，太平洋中西部和西北太平洋区域水位降到最低值，中国东南沿岸海平面下降60—80cm，西部太平洋区也下降10cm以上，而东太平洋区域海平面上升20cm以上（图2d）。整个太平洋海平面的这一变化与1982年初恰好相反，呈现东高西低型。这正是黑潮大弯曲和埃尔尼诺事件两者先后发生时，太平洋区域海平面的相应变化。

还必须指出，当两大海洋现象同时存在

时, 它们之间必然产生相互影响, 彼此制约, 并有相应的风场相配合, 这就是1982—1983年的厄尔尼诺过程不是持续的加强, 而是一度减弱, 然后加强直到结束, 这也可能正是厄尔尼诺过程延长的重要原因。

二、1981—1983年海水温度的变化

1982—1983年厄尔尼诺事件的另一特点是海温先在赤道中西太平洋上升, 然后海温正距平自西向东传播, 这与以往海温正距平自东向西传播方式不同^[4, 6]。要说明这一问题,

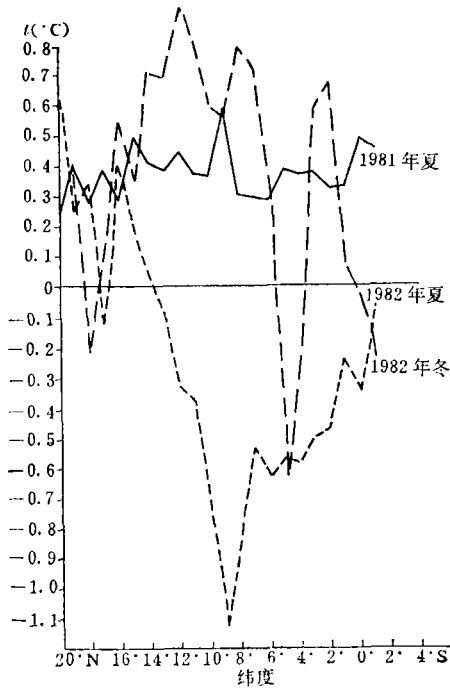


图3 137°断面1°S—20°N 30m水深水温距平变化

仍然也要涉及到1981年11月黑潮发生的大弯曲现象。众所周知, 黑潮是一支具有高温高盐特点的强大西边界流, 它源于我国台湾东南及巴士海峡区域, 它是北赤道流的延续体。因此, 北赤道流海区水温的高、低变化及流动情况将直接影响到延续体的流动状况以及海水温度变化。而热带西太平洋海洋上层热含量的变化正如林传兰^[8]所指出的, 在西太平洋15°N的剖面上, 海温距平正负相间变化, 而海温负距平的出现几乎均与厄尔尼诺事件相联系, 而黑潮大弯曲时为海温正距平值。从西太平洋高热含量的变化亦说明这一点, 在正常情况的夏季, 海温大于27°C的高热含量海区可扩展至20°N, 大于28°C海区在150°E以西可伸至18°N附近。在厄尔尼诺期间夏季, 海温为27°C的等值线达17°N附近, 而为28°C的等值线龟缩在5°—6°N。这表明, 在厄尔尼诺期间, 高热含量海区明显缩小。这一事实正好反映了北赤道流以及黑潮源地海域海水温度的明显差异。所以, 黑潮产生大弯曲时, 北赤道流海区水温高, 黑潮源地水温也升高, 黑潮携带大量高温高盐水流经东海, 使受黑潮影响的西北太平洋区域水温升高。当厄尔尼诺事件出现时, 北赤道流及黑潮源地海域水温降低, 使之西北太平洋海域水温下降。因此, 我们把北赤道流及其延续体作为一个整体考虑, 这样, 北赤道流及延续体海水温度的高、低变化不仅影响西北太平洋海区海水温度的变化, 而且与西太平洋海区海水温度变化关系密切。

1981年11月黑潮形成大弯曲前后, 北赤道流海区水温变化表现出高热含量的特征量, 1981年夏天, 在137°E断面30m深处, 海水温度升高, 水温正距平值有的高达0.5°C以上。1982年初, 海水温度升高更加明显, 水温正距平值接近1°C(图3), 这样北赤道流向北的分支(黑潮)流经东海, 使之该区域水温升高, 由黑潮流路上几个测站水

题, 仍然也要涉及到1981年11月黑潮发生的大弯曲现象。众所周知, 黑潮是一支具有高温高盐特点的强大西边界流, 它源于我国台湾东南及巴士海峡区域, 它是北赤道流的延续体。因此, 北赤道流海区水温的高、低变化及流动情况将直接影响到延续体的流动状况以及海水温度变化。而热带西太平洋海洋上层热含量的变化正如林传兰^[8]所指出的, 在西太平洋15°N的剖面上, 海温距平正负相间变化, 而海温负距平的出现几乎均与厄尔尼诺事件相联系, 而黑潮大弯曲时为海温正距平值。从西太平洋高热含量的变化亦说明这一点, 在正常情况的夏季, 海温大于27°C的高热含量海区可扩展至20°N, 大于28°C海区在150°E以西可伸至18°N附近。在厄尔尼诺期间夏季, 海温为27°C的等值线达17°N附近, 而为28°C的等值线龟缩在5°—6°N。这表明, 在厄尔尼诺期间, 高热含量海区明显缩小。这一事实正好反映了北赤道流以及黑潮源地海域海水温度的明显差异。所以, 黑潮产生大弯曲时, 北赤道流海区水温高, 黑潮源地水温也升高, 黑潮携带大量高温高盐水流经东海, 使受黑潮影响的西北太平洋区域水温升高。当厄尔尼诺事件出现时, 北赤道流及黑潮源地海域水温降低, 使之西北太平洋海域水温下降。因此, 我们把北赤道流及其延续体作为一个整体考虑, 这样, 北赤道流及延续体海水温度的高、低变化不仅影响西北太平洋海区海水温度的变化, 而且与西太平洋海区海水温度变化关系密切。

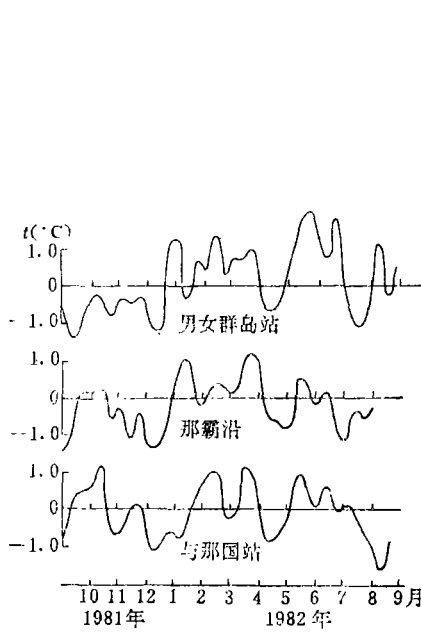


图4 海水温度旬距平变化

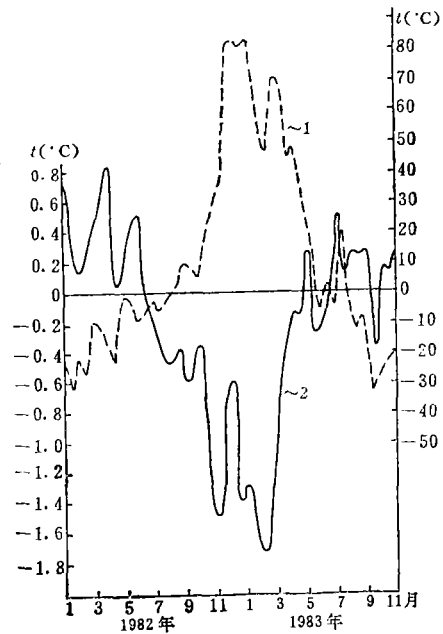


图5 东西太平洋海温距平变化

1 --- 东太平洋赤道(5°N—5°S, 90°—150°W)海温距平和曲线
2 —— 10°N, 150°E点水温距平曲线

温变化可看出, 水温正距平值达 1°C 以上, 且一直维持到上半年(图4)。而北赤道流向南的分支汇入北赤道逆流区, 比北赤道逆流高 1.0°C 以上的海水必然使该海区的水温升高, 再加上这一区域的风向变为相反方向的风向, 北赤道逆流区由于上升流导致的低水温开始回升, 赤道海区的高水温由 3° — 1°N 向南扩展, 使之热带西太平洋水温升高, 成为高水温区, 而东太平洋为低水温区, 这样, 它和海平面变化一样, 形成西高东低型, 这就是1982年厄尔尼诺事件发生之前海水温度的分布。这一高水温区也有相应的风场配合, 从而限制和推迟厄尔尼诺事件发生的时间, 而受到限制的厄尔尼诺事件一旦出现, 太平洋西部的水温正距平自西向东传播(图5)。

三、1981—1983年风场变化

通常情况下, 赤道(5°N — 5°S)印度洋-太平洋西侧, 由于受反沃克环流的影响, 低空常年盛行偏西风, 高空多吹偏东风, 中东太平洋区域, 由于受沃克环流影响, 低空常年盛行偏东风, 高空盛行偏西风^[9, 10]。若上述风场突然减弱, 甚至变为相反风向, 容易导致厄尔尼诺事件爆发。刘举平^[11]指出, 热带气旋涡度、副热带反气旋涡度和热带辐聚带的南移位置的极大值对应着厄尔尼诺时期, 三者从极大值同时大幅度衰减则对应着黑潮大弯曲发生时期。这表明, 两大海洋现象之间确实存在一定的内在关系, 但不存在因果关系, 因为实际的风场变化往往比较复杂, 各海区的风场变化也不完全一致, 所以不一定都

是埃尔尼诺事件先于黑潮弯曲发生, 1981—1983 年间黑潮弯曲及埃尔尼诺事件就是一个很好的例证。

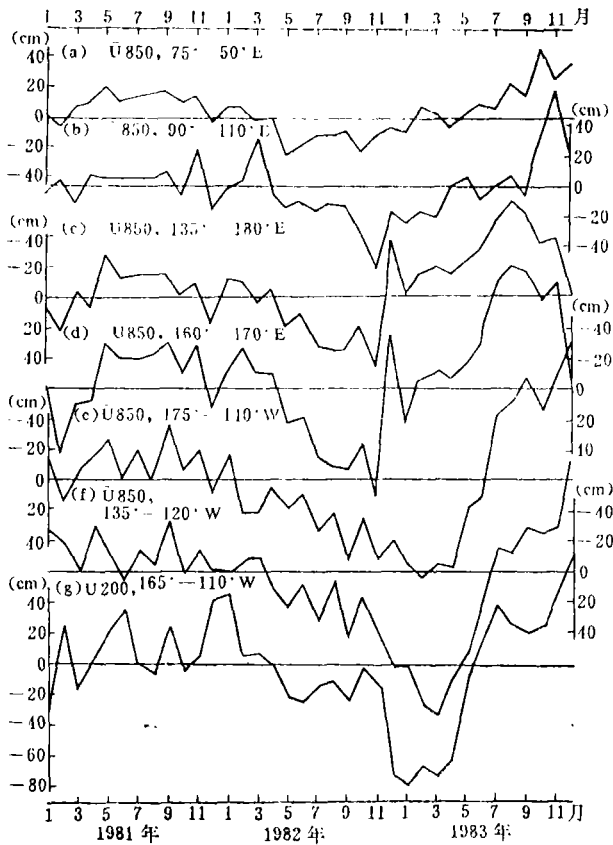


图 6 1981—1983 年赤道 ($5^{\circ}\text{N}-5^{\circ}\text{S}$) 逐月 850hPa、200hPa 各区纬向风 (\bar{U}) 变化图

由 1981—1983 年各月各代表性海区纬向风偏差 (与上年同期风速之差, 正值表示西风增强或东风减弱, 负值表示东风增强或西风减弱, 为简便下文分别称西风和东风, 为了看图及绘图方便, 图 6 及图 7 坐标的正负号不统一) 图看出, 在 1982 年春末夏初之前, 850hPa 赤道 ($5^{\circ}\text{N}-5^{\circ}\text{S}$) 印度洋-太平洋西侧 ($50^{\circ}-110^{\circ}\text{E}$) 多吹西风 (图 6a、b), 而中东太平洋海域 ($135^{\circ}\text{E}-120^{\circ}\text{W}$) 东风居多 (图 6c-f), 200hPa 与 850hPa 风向基本相反。在 1982 年春季以前, $5^{\circ}\text{N}-5^{\circ}\text{S}$ 、 $165^{\circ}-110^{\circ}\text{W}$ 海域 200hPa 一直是东风占优势 (图 6g)。以上事实表明, 1982 年春夏季之前, 印度洋—太平洋西侧为反沃克环流、太平洋为沃克环流控制, 赤道太平洋西部 135°E 正处于东西风的交汇区, 有利于水体向西太平洋堆

积及表层海水温度升高。

$10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$ 海域风场变化较为复杂, 从总的趋势来看, 大体与相应的赤道海区基本一致, 印度洋—太平洋西侧海区, 1982 年春季之前, 850hPa 以西风居多, 但在更日线以西太平洋海区与赤道海区则有所不同, 在 1981 年 8 月之前, 一直为持续的强西风 (图 7c、d), 1981 年 9 月转为以东风为主, 而更日线以东的海域, 1981 年 8 月之前一直是东风占优势。这样, 自 9 月份起, $10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$ 太平洋海区都吹刮偏东风, 这一风场的增强和持续, 有利于北赤道流速增强, 水体在西北太平洋堆积, 水位和水温皆增高, 而于 1981 年 11 月黑潮发生大弯曲。

赤道太平洋区域, 1982 年春至 1983 年夏季期间均属埃尔尼诺事件发生和维持的有利风场 (见图 6), 从风速急剧变化情况看, 这次埃尔尼诺事件理应在 1982 年春季发生, 此时 $10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$ 海区也出现了西风, 北赤道流区出现了相应水位负距平, 但这一西风维

持很短，很快又转为东风，这使得西北太平洋仍维持较长时间的高水位和高水温值。这种 $10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$ 区风场和相应赤道区风场不匹配，可能是这次埃尔尼诺事件推迟发生的重要原因。到 1982 年 8、9 月份再次出现较强西风时(图 7c、d)，才出现了本世纪最强的一次埃尔尼诺事件。这一事实表明，国内外学者仅用赤道太平洋风场变化作为“公认”的埃尔尼诺事件爆发的重要指标，显然是不够的，还需要考虑 $10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$ 太平洋海区风场的配合。正是这种风场的配合，把黑潮弯曲和埃尔尼诺事件联系起来。因此，只有把两大海洋

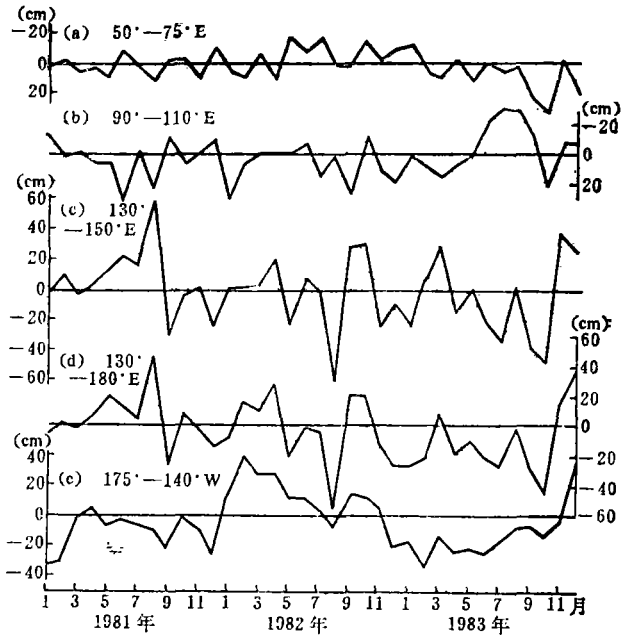


图7 1981—1983年 各月各区 850hPa $10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$ 月平均纬向风

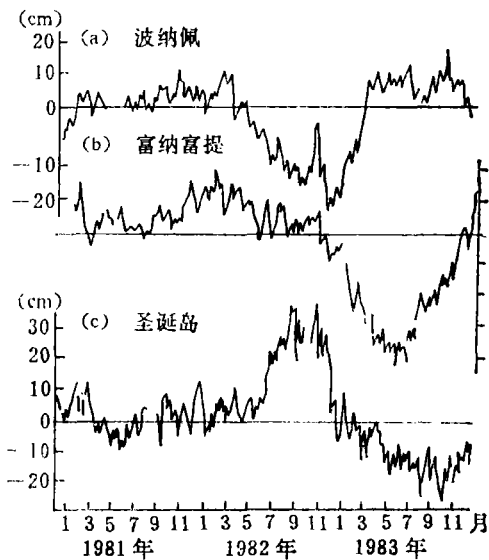


图8 日平均海平面变化¹⁾

需 2 个月左右^[12]。这正如许多学者所指出的^[6, 12]，在中东太平洋强西风影响下，在赤

过程视为一个统一的整体来考虑，才能够更好地揭示黑潮弯曲和埃尔尼诺事件的事实真相。这一事实还可从赤道中、东太平洋日平均海面变化(见图 8)¹⁾加以标明，由图可看出，赤道西太平洋波纳佩 ($6^{\circ}59'\text{N}$, $158^{\circ}14'\text{E}$) 及赤道中太平洋的富纳富提 ($8^{\circ}31'\text{S}$, $179^{\circ}21'\text{E}$) 的日平均海面，自 1982 年春季开始下降，但海面下降和东传的速度较慢，在下降过程中，1982 年 10 月左右有短暂的海面回升，这与上述风场变化也是吻合的。此间赤道区域全为西风控制，而夏季 $10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$ 太平洋区域是东风，它与上述海面回升相对应。这一日平均海面变化，直到 1983 年 7、8 月份才波及到太平洋中部的圣诞岛 ($1^{\circ}59'\text{N}$, $157^{\circ}29'\text{W}$) 一带，历时 3 个月之久，而通常从新几内亚到南美沿岸

1) 国家气象局长期天气预报研究总课题组，1982—1983 年埃尔尼诺期间太平洋水位变动，1987。

道两侧会有开尔文波产生,赤道太平洋海面的大幅度升降则是开尔文波存在的重要见证。它表明沿赤道有向东的海流存在,这也进一步证明了上述风场的配合。

四、结 束 语

上述分析结果表明,黑潮于1981年11月产生大弯曲,太平洋海平面及水温的分布和传播,1982—1983年埃尔尼诺事件的推迟,它们均有相应的风场配合。10°—20°N海区风场的变化不仅对黑潮大弯曲有直接影响,而且也是判断埃尔尼诺事件的重要依据,从而把黑潮弯曲和埃尔尼诺事件紧密联系起来。

参 考 文 献

- [1] Rasmusson, E.M. *et al.*, A warm episode in the eastern equatorial Pacific Ocean, *Tropical Ocean Atmosphere News Letter*, 1983, 16: 1—3.
- [2] Rasmusson, E.M. *et al.*, The equatorial Pacific atmosphere climate during 1982—1983, *Tropical Ocean-atmosphere News Letter*, 1983, 21: 2—3.
- [3] 臧恒范等,赤道太平洋水温对低纬度大气环流的影响, *海洋学报*, 6 (1984), 1: 16—24.
- [4] 王绍武,1982—1983年的厄尔尼诺与南方涛动(ENSO), *气象科技*, 1984, 3: 1—8.
- [5] 张启文等,1982—1983年埃尔尼诺现象与其他年埃尔尼诺现象的比较, *海洋学报*, 8 (1986), 4: 429—435.
- [6] Wyrtki, K., Monthly maps of sea level in the Pacific during the El Nino of 1982 and 1983, *Time Series of Ocean Measurements*, Vol. II, ICC Tech, Series No.30, UNESCO, Paris, 1985, 43—54.
- [7] 李立,中国东南沿岸海平面的异常与1982—1983年El Nino, *海洋与湖沼*, 20 (1989), 3: 292—296.
- [8] 林传兰,1964—1984年热带西太平洋海洋上层热含量的变化特征, *热带海洋*, 9 (1990), 2: 78—84.
- [9] 喻世华,热带天气学概论,气象出版社,1986, 25—43.
- [10] 武建平等,1986—1987年埃尔尼诺-南方涛动事件形成发展过程分析, *热带海洋*, 7 (1988), 4: 27—35.
- [11] 刘举平、符秉贤,黑潮弯曲与埃尔尼诺的关系初步探讨, *海洋学报*, 8 (1986), 5: 541—546.
- [12] A.E.吉尔著,张立政等译,大气-海洋动力学,海洋出版社,1988, 295—297, 342—344.