

ENSO 期间中国沿岸海区月平均水位 和月平均表面水温的变化特征*

刘赞沛 王一支 管瑾勋
(国家海洋局第一海洋研究所)

关键词 年际变化, 表面水温和水位距平, 厄尔尼诺与南方涛动, 赤道急流, 潜流

提要 本文根据 1960—1987 年我国沿岸有关测站月平均水位和海面水温资料, 分析和讨论了它们的年际变化以及近期 7 次 ENSO 事件对我国沿岸表面水温和水位的影响及其机制。

ENSO 事件的一个重要特征是, 在 ENSO 期间, 热带东、西太平洋的水位和表面水温异常, 即东热带太平洋出现高水位和高表面水温, 而热带太平洋西部出现低水位。在通常情况下, 由于东南信风驱动的南赤道流向西流动, 暖水在西太平洋堆积, 海面东西存在坡度。按照 Wyrtki 的分析, 在典型的 ENSO 事件前, 在中、西热带太平洋往往有持续一年以上强度很大的信风, 使南赤道流加强, 暖水在西太平洋堆积, 因而东、西海面坡度加大。当信风减弱时, 产生的赤道开尔文波使堆积在西太平洋的暖水回流。这暖水东移使赤道海区海洋和大气的一系列变化和不稳定的海气相互作用发生。此时, 在赤道西太平洋出现西风异常, 它驱动一个向东的赤道急流。同时, 南、北赤道逆流加强。暖水大量东移引起海洋和大气各要素异常逐渐增大, 最后导致 ENSO 的发生。在此期间, 大洋西岸水位异常低, 而东岸表面水温升高, 海面升高。有关东岸赤道附近高水位扰动以内开尔文波的形式向极地传播, 在理论上已有过不少的研究^[3,2], 但有关太平洋西岸这一工作刚刚开始^[1,2]。本文首先从资料分析着手, 对这一问题进行探讨。

一、资 料

我们搜集了 1960—1987 年我国沿岸各站的月平均水位和表面水温资料以及其它要素的资料(图 1), 外海的月平均水位资料是由 Wyrtki 博士提供的。在资料处理过程中, 首先计算出各站非 ENSO 年的水位多年月平均值, 再用实测各月平均水位减去相应月的多年月平均值组成水位距平或年际时间序列, 并对此序列作三个月的滑动平均, 以消除短期波动。但对于表面水温, 所用的多年月平均值包含 ENSO 年和非 ENSO 年的资料。

二、年 际 变 化

1. 水位

为了考察事件对我国沿岸水位的影响, 我们绘制了我国沿岸各站水位距平年际变化曲线,(图 2, 其中包括 Truk 岛 $7^{\circ}27'N, 151^{\circ}51'E$) 正如图 2 所示, 沿岸各站的低水位事件与大洋 Truk 岛的低水位事件一一对应, 特别是厦门

* 陈则多 研究员, 李坤平 副研究员 审阅了本文初稿, 张洪暖 同志参加了部分绘图工作, 谨致感谢。

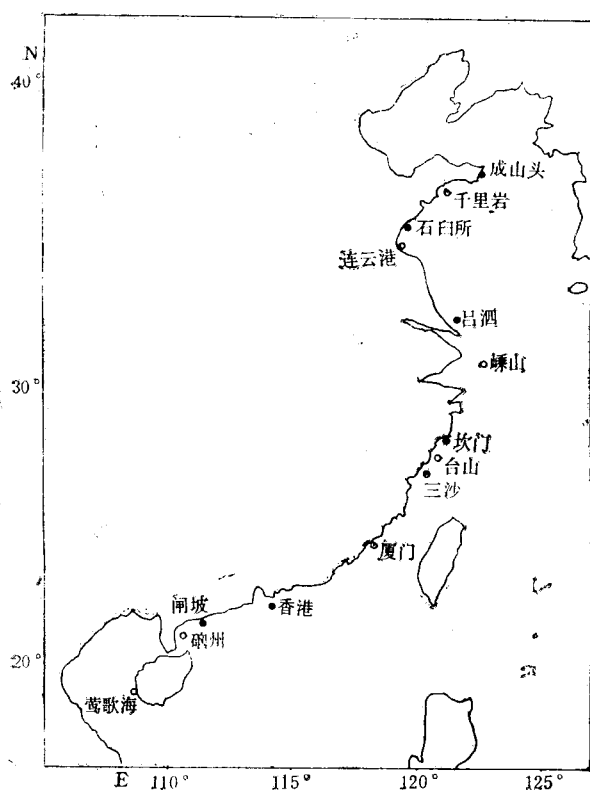


图1 中国沿岸站位图

Fig. 1 Station locations in the China coast

和香港两站。这就表明, ENSO 事件(Truk 岛的
的低水位)也可以从我国沿岸各站水位距平的

年际变化曲线上反映出来。它们分别是 1963 年, 1965 年, 1969 年, 1972 年, 1976 年和 1982 年, 这与一般文献公认的 ENSO 事件出现的年份一致。一般来说, 我国沿岸各站的低水位事件落后于 Truk 岛事件时间约 2—3 个月, 但各站之间的低水位, 其位相关系并不规则。由图可见, ENSO 事件对坎门以北各站影响较小, 特别在 1982 年事件期间明显可见。表 1 是水位距平的平均标准偏差与总变化的标准偏差之比, 由此表可看出, 随着纬度降低, 年际变化逐渐增大。另一值得注意的是, 在 1979—1980 年期间各站水位距平曲线上均出现一个低谷, 虽然在一般的文献中, 人们认为 1979 年没出现 ENSO 事件, 但在热带西太平洋却有着许多 ENSO 事件的特征。只是这些特征未向东部太平洋发展(见 S. G. H. Philander, 1983)。

由图 3 可知, 1982 年事件是最强的一次 ENSO 事件, 它对我国沿岸水位的影响是大的。由图可见, 香港站的水位距平曲线与 Truk 岛的相似, Truk 岛和香港站的最大正距平分别是在 1981 年 12 月和 1982 年的 5 月。Truk 岛于 1982 年 11 月达到最低

表 1 表面水温与水位月距平标准方差 (s_2) 与总变化的标准方差 (s_1)Tab. 1 Mean and standard deviation of SST and sea level anomalies (s_2) and standard deviations of total variations (s_1)

| 站号 | 纬度(N) | 表面水温(°C) | | | 站号 | 纬度(N) | 水位(mm) | | s_2/s_1 |
|-----|--------|----------|-------|-----------|-----|--------|--------|-------|-----------|
| | | s_1 | s_2 | s_2/s_1 | | | s_1 | s_2 | |
| 成山头 | 37°24' | 7.48 | 0.88 | 0.12 | 石臼所 | 35°23' | 165 | 38 | 0.23 |
| 千里岩 | 36°16' | 7.88 | 0.77 | 0.10 | 吕泗 | 32°08' | 147 | 39 | 0.26 |
| 连云港 | 35° | 8.75 | 0.70 | 0.08 | 坎门 | 28°05' | 115 | 42 | 0.36 |
| 嵎山 | 30°42' | 5.89 | 0.72 | 0.12 | 三沙 | 27° | 110 | 34 | 0.31 |
| 长涂 | 28°27' | 6.55 | 0.67 | 0.10 | 厦门 | 24°27' | 119 | 50 | 0.42 |
| 台山 | 27° | 6.09 | 0.68 | 0.11 | 香港 | 22°17' | 111 | 54 | 0.49 |
| 厦门 | 24°27' | 5.58 | 0.65 | 0.12 | 南澳 | 21°35' | 114 | 43 | 0.38 |
| 南澳 | 21° | 4.63 | 0.76 | 0.16 | | | | | |
| 莺歌海 | 18°30' | 2.88 | 0.82 | 0.28 | | | | | |

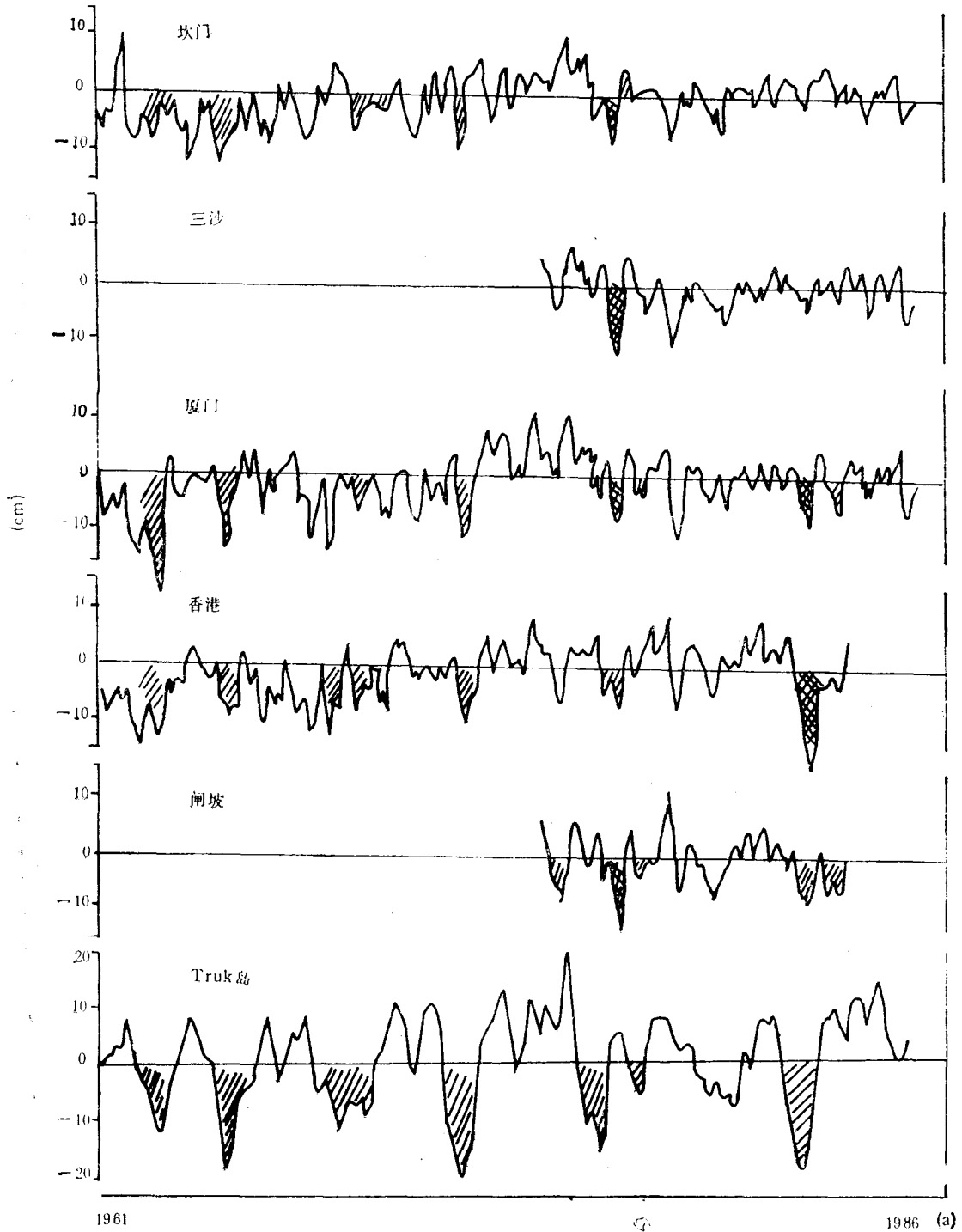


图 2 中国沿岸各站月平均水位距平时间序列(1962—1985)(石臼所、吕泗站略)
 Fig. 2 The time series of the anomalies of monthly mean sea level at the coastal stations of China (1962—1985)

值为-20cm, 而香港站则是在同年的 12 月具有最大负距平为 -17cm, 闸坡于 1982 年 11 月

达最低值, 比常年低 9cm, 厦门是 11 月达最低值, 比常年低 8cm, 但坎门和三沙站较小, 仅比

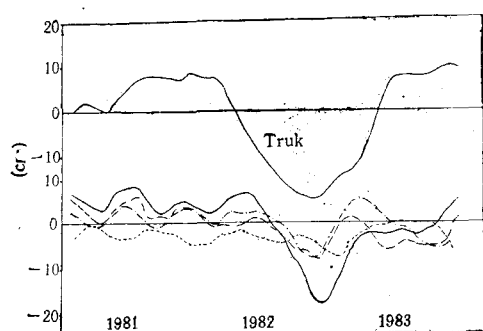


图3 中国沿岸各站和 Truk 岛 1981—1983 年月平均水位距平 (cm)

Fig. 3 Monthly mean sea level anomalies of 1981—1983 at the coastal stations of China and Truk Island (cm)

常年低 3—4cm, 沿岸各站出现负距平的时间大约落后于 Truk 岛 3 个月。

2. 沿岸表面水温

虽然沿岸表面水温距平变化比水位距平变化复杂, 但与 ENSO 相关的水温距平年际变化仍然清楚可见(图 4), 在各次 ENSO 事件中它均出现较大的距平值, 例如 1963 年事件中, 连云港以北黄海沿岸区, 水温距平曲线上出现一峰一谷, 但嵎山以南各站却只有两个峰(即正距平), 在 1965 年事件中, 沿岸各站表面水温比常年偏高较大, 均在 2°C 左右。1968—1969 年事件中, 除莺歌海外, 大部分沿岸站, 表面水温均出现偏低, 最大偏低超过 -2°C, 且有两个低谷存在。在 1972 年事件中, 各站偏高占优势, 碓州站偏高 2.8°C, 但 1976—1977 年事件中, 台山以北沿岸区表面水温偏低占优势, 而台山以南的沿岸区表面水温既存在偏高亦存在偏低。在 1982 年事件中表面水温普遍存在偏高, 但偏高不大。1986—1987 年事件中, 自 1986 年 12 月至 1987 年 4 月, 表面水温偏高, 4 月开始出现偏低(见图 3)。

总之, 从上述分析我们可以看到: 在 ENSO 期间我国沿岸水位出现较大偏低, 特别是厦门以南各站, 其低水位与 ENSO 事件一一对应, 且 ENSO 对它们的影响较大。而自厦门站往北至坎门沿岸海区所受影响较小。吕泗以北的

黄海沿岸区所受影响更小。

各次事件对表面水温的影响比较复杂。不同事件有不同形式的影响, 但基本上有两种情况, 其一, 在一次事件中海表面水温既出现偏高又出现偏低。其二, 在一次事件中海表面水温仅出现偏高或偏低。在我们讨论的 7 次事件中表面水温仅有两次以偏低占优势, (1969 年, 1976 年)。这种情况可能与西北太平洋副热带高压的变化有关。在 ENSO 开始阶段, 由于副高向东南移动, 因此引起我国低、中纬沿岸海区气温降低, 从而使我国沿岸海区表面水温降低。另一原因则是在事件期间, 热带西太平洋大量暖水东移, 其海水热含量大量减小, 因而我国沿岸海区上空的大气从那里得到的热量减少, 故此引起我国沿岸海区表面水温降低。在其它事件中, 沿岸表面水温出现较大偏高的原因有待进一步研究。

三、1986—1987 年事件

根据 1986 年, 1987 年和 1988 年中美热带西太平洋的联合考察, 1986—1987 年为又一次 ENSO 事件, 此事件开始时间大约在 1986 年 9 月。图 5, 图 6 是我国沿岸水位距平和表面水温距平纬度-时间(月)分布图。由图可看到, 此次事件对我国沿岸表面水温和水位有明显的影。在我们考察的整个海区, 从 1986 年 9 月, 水位明显下降, 出现负距平, 至 10 月达最大值, 但历时很短, 同年 11 月至 1987 年 1 月水位距平恢复到零, 从 2 月份开始, 东海和南海沿岸区又出现较大负距平, 且负距平区不断向北扩展。到 1987 年 3 月和 4 月, 南部区域出现较大负距平, 最后至 1987 年 8 月, 负距平区一直扩展到考察区域的北部, 并在 30°N 以南沿岸区出现较大负距平。由图可见事件初期, 即 1986 年 12 月—1987 年 3 月或 4 月, 台山站以南水温比常年偏高 2°C 以上, 但北部海区稍低, 紧接着全区出现负距平。这一情况与 1968—1969 年事件有点相似。

此外, 我们选取 1986 年 12 月和 1987 年 1

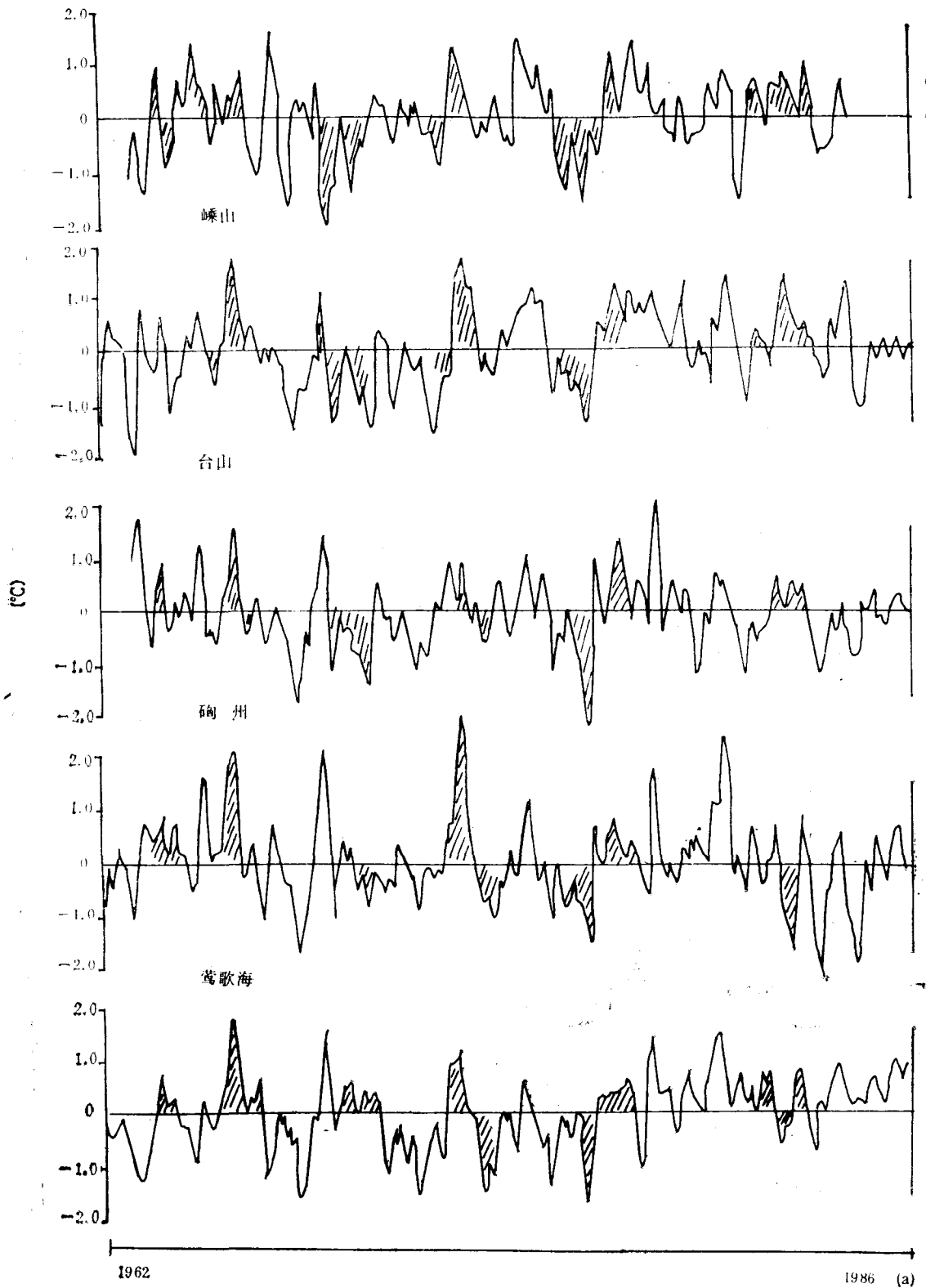


图 4 中国沿岸各站月平均表面水温距平时间序列(1962—1986年)(其中成山头、千里岩、厦门、长涂等
各站略去)

Fig. 4 The time series of the anomalies of monthly mean SST at the coastal stations
of China (1962—1986)

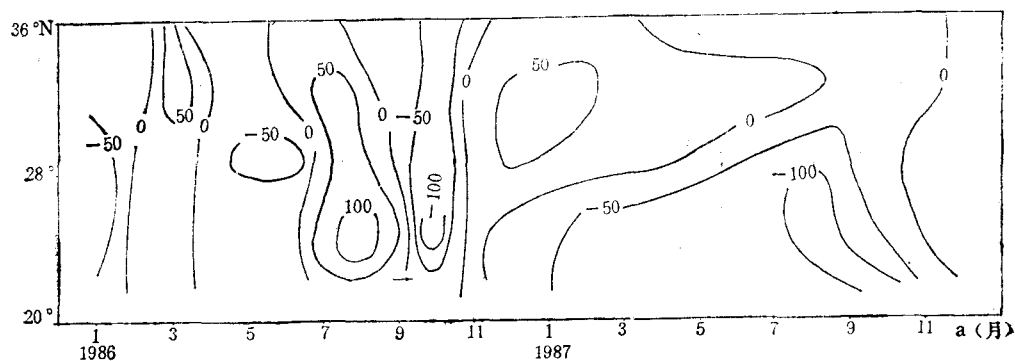


图5 中国沿岸水位距平纬度-时间分布图 (mm)

Fig. 5 The latitude-time distribution of sea level anomalies of the China coast (mm)

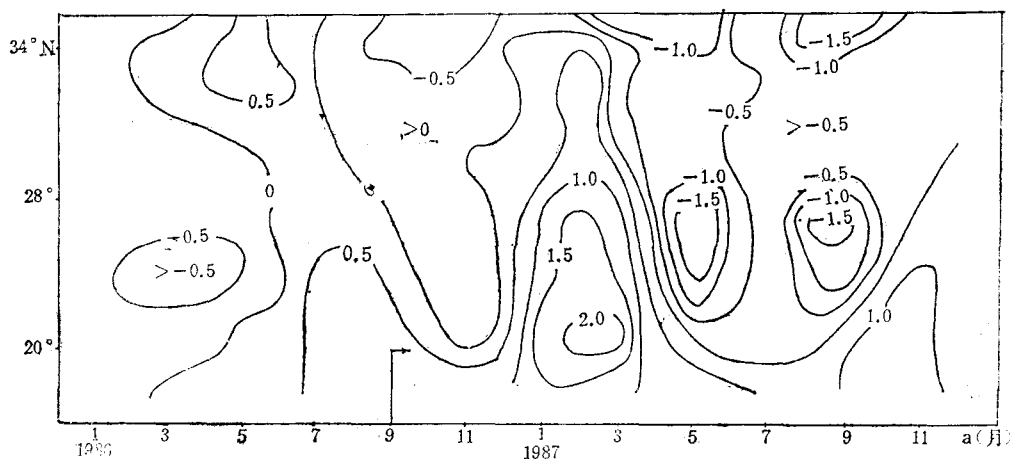


图6 中国沿岸表面水温距平纬度-时间分布图(°C)

Fig. 6 The latitude-time distribution of SST anomalies of the China coast (°C)

月(图7, 8)太平洋水位距平分布图。由图7可见,赤道从北整个热带西太平洋为负距平区。同时在中国的南海和东海大部分地区均受到其影响。由图8可看到,赤道西太平洋低纬的低水位扰动沿着太平洋西岸向北扩展,这与我们的分析一致。这种水位负距平向北推移可能与ENSO期间赤道西太平洋暖水大量流失有关。

四、结论和讨论

由以上分析,我们得出如下结论:

1. 表面水温偏高多发生在 ENSO 事件期间的冬季,如 1963 年,1965 年,1969 年,1973 年,1982 年和 1986 年的冬季。

2. 在统计的多数事件中,我国沿岸区表面

水温偏高占优势,仅有两次偏低占优势。

3. ENSO 事件对沿岸表面水温的影响基本上具有两种形式,其一,在一次事件中,表面水温既有偏高又有偏低;其二,在一次事件中或者只出现偏高,或者只出现偏低。这一情况的出现可能与不同事件所引起我国中、低纬度的气候变化不同有关。这一问题将另文讨论。

ENSO 对我国沿岸水位的影响,主要是引起沿岸水位比常年偏低较大,并且水位负距平是由南向北不断地扩展。除此之外,事件对厦门以南的沿岸海区影响最大。

在 ENSO 期间影响我国沿岸水位的主要因素有三个:首先是 ENSO 引起我国气候异常对水位所产生的影响,其中包括气压、风的变

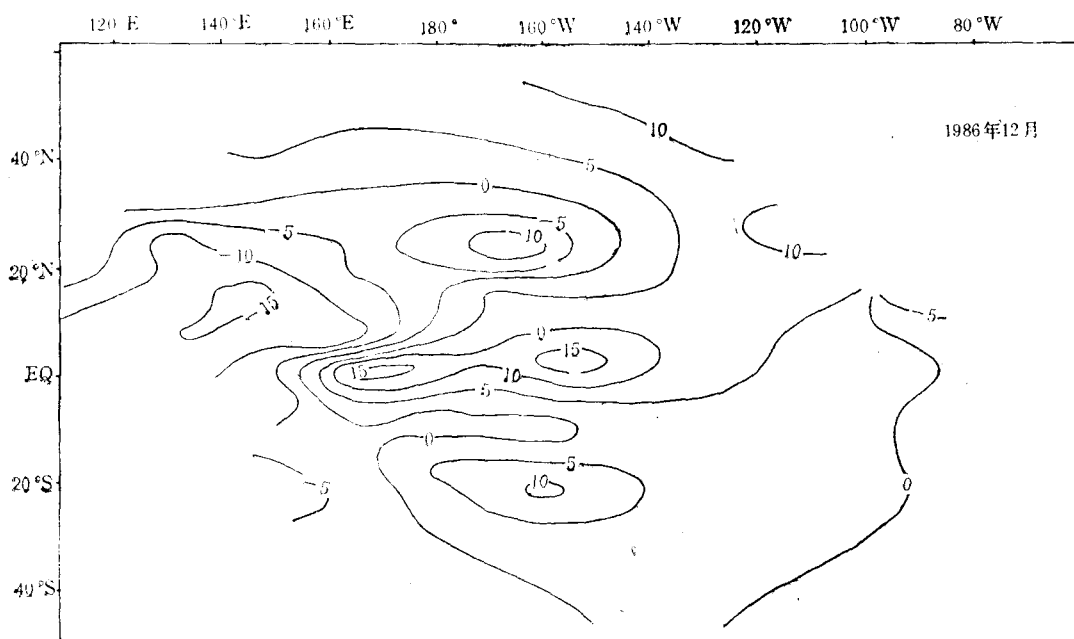


图 7 月平均水位与 1975—1981 年多年月平均水位的偏差 (引自 SOC)

Fig. 7 Deviation of the Dec. 1986 sea level from the 1975 to 1981 mean sea levels in centimeter (after SOC)

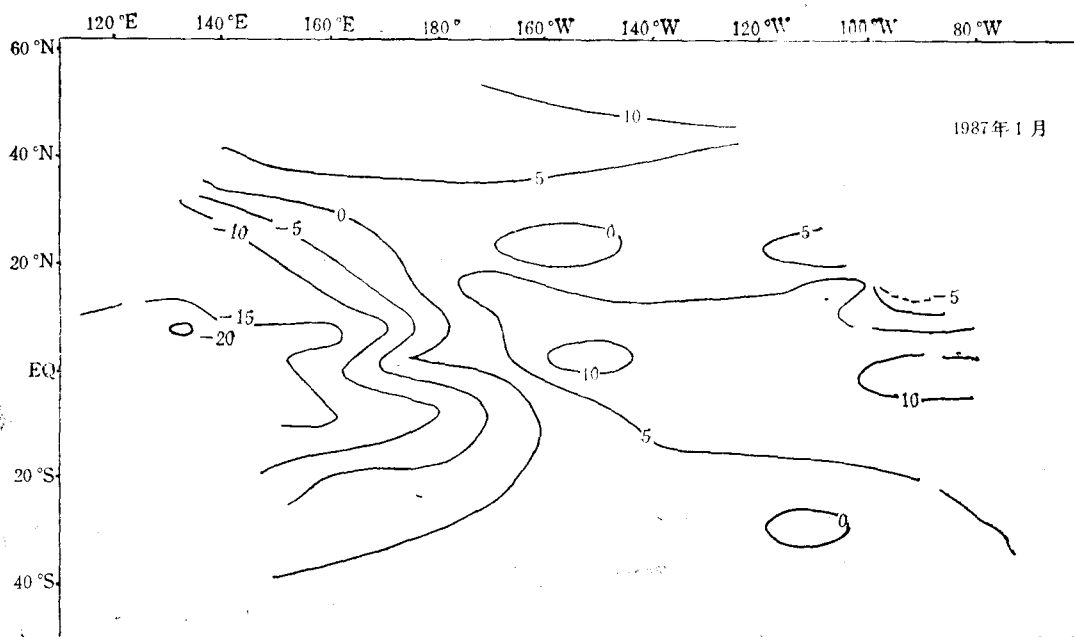


图 8 月平均水位与 1975—1981 年多年平均水位的偏差 (引自 SOC)

Fig. 8 Deviation fo the Jan. 1987 sea level from the 1975 to 1981 mean sea levels in centimeter (after SOC)

化以及气温的变化。气压的年际变化除个别站外,总的来说在我国沿岸区变化不大,多数台站

气压距平的平均标准偏差小于或等于 1mbar,而在 ENSO 期间大都出现负距平,因此对水位

的影响只能使其升高。对于表面水温来说,我们将水位距平纬度-时间分布与表面水温距平纬度-时间分布图对照,发现表面水温偏低与水位偏低并没有很好的对应关系,这说明表面水温对水位的影响不大。风的变化,特别是沿岸风的变化对沿岸水位的影响是大的。我们预计,当我国沿岸海区处于北太平洋副高边缘时,西南风加强,沿岸水位能有大的降低。这也可能就是厦门以南沿岸区水位有较大的偏低的原因之一。除气象因子外,还有波动的影响,但从理论上讲,在北半球的大洋西岸,无论是开尔文波还是陆架波,它们均是自北向南传播,因而看来近赤道的低水位扰动不可能沿西岸向北传播,所以波动理论不能解释这一现象。除了上述两个因子外,海洋本身环流的变化也是一个重要因子。我们知道,在 ENSO 期间赤道太平洋存在一向东传播的赤道开尔文波,同时,在近赤道区还有一个强大的东向急流。正如 1986 年事件中观测的海流,在 165°E 断面从 7°N 至 6°S 的宽度上有一强大的东向流,其中心速度超过 1m/s,厚度近 120m。如此强大的东向输送,必

然使西太平洋近赤道区大量失水,因此从水量平衡的观点来看,这些水量流失将由热带西太平洋赤道以外南、北的水来补充,特别是北部的水,因而引起我国海区水位大幅度降低。因此我们认为这可能是引起我国沿岸区,特别是南海沿岸水位较大幅度降低的主要原因之一。

参 考 文 献

- [1] 于克俊, 1985. 中国东部近海沿岸平均海面变化的分析. *海洋与湖沼* 16(2): 127—137.
- [2] 李立, 1987. 我国东南沿岸海面对埃尔尼诺的响应. *台湾海峡* 6(2): 132—138.
- [3] Enfield, D. B., and J. S. Allen, 1980. On the structure and dynamics of monthly mean sea level anomalies along the Pacific coast of North and South America. *J. phy. Oceanogr.* (10): 557—578.
- [4] Philander, S. G. H. et. al, 1983. Unstable air-sea interaction in the tropics. *J. Atmos. Sci.* 41(4): 612.
- [5] Smith, R. L., 1978. Poleward propagating perturbations in currents and sea levels along the peruvian coast. *J. Geophys. Res.* (83): 6083—6092.
- [6] Wyrski, K., 1977. Sea level during the 1972 El Niño. *J. phy. Oceanogr.* (7): 779—787.

THE FEATURES IN THE VARIABILITY OF MONTHLY MEAN SEA LEVEL AND SEA SURFACE TEMPERATURE IN THE COASTAL AREA OF CHINA DURING ENSO EVENTS

Liu Zanpei, Wang Yizhi and Guan Jinxun
(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao)

Key Words: Interannual variation, The anomaly of SST and sea level, El Niño/Southern Oscillation, Equatorial jet, Undercurrent

Abstract

The 1960—1987 interannual variation of monthly mean sea level and sea surface temperature (SST) in the coastal area of China were analysed on the basis of data gathered by related stations. This paper focuses on the influence of the seven recent ENSO events on the sea level and SST in the area and the mechanism of the influence, especially of the 1982—1983 and the 1986—1987 events.