

南海溶解氧的年际变化与 El Niño

柯东胜

(国家海洋局南海分局, 广州, 510300)

提要 依据 1975—1984 年南海北部断面调查资料, 对南海溶解氧的年际变化进行了分析, 结果表明, 南海溶解氧大致具有 3—4 年的变化周期, 而这种变化周期与 El Niño 的振荡周期相一致。还发现, 南海溶解氧在 El Niño 年的表现为低氧, 与低温、低盐等相应; 而介于两次 El Niño 年之间则为高氧, 与高温、高盐等相应。作者对这一反常现象作了初步分析。

海水中的溶解氧是海洋化学基本要素之一, 在描述海洋水团特性, 分析海洋环流以及判断上升流, 研究海洋生物化学等方面都具有重要的参考价值。因此, 海水中溶解氧的分布及其变化过程历来受到海洋化学家们的重视, 并在这方面做了大量的工作^[1,2,4,6]。作者普查了大量的海洋学文献(1960 年以来)后发现, 在迄今为止的这些研究中的绝大多数学者都将注意力集中在海水中溶解氧的极值研究, 而论及溶解氧的年际变化、探讨其长周期变化规律以及与 El Niño 关系的文献至今尚未见报道。

本文利用 1975—1984 年断面调查资料, 追踪分析了南海溶解氧的年际变化状况, 并着重讨论了其在年际变化过程中同温、盐等海洋环境要素和 El Niño 的关系。

一、资料的处理与年际等氧线的确定

所有调查资料均按“海洋调查规范”¹⁾进行整理, 各层平均值采用算术平均法处理, 距平值采用 5 点滑动平均计算。

根据溶解氧在表层(10m)、中层(150m)和底层的含量以及其在年平均和 10 年平均分布图的分布状况, 以图 1、图 3 分别表示表层、底层溶解氧之年际变化关系, 以此来考察各层溶解氧的年际变化规律。

二、各层溶解氧年际变化分析

1. 表层

表层溶解氧的年际变化状况见图 1。1980, 1983 两年的表层溶解氧位于 10 年平均线以南, 一直扩展到 113°E, 19°N 以外海域, 为历年来南海调查中表层氧含量最高的年份。而 1976, 1981 年则相对偏北, 表明这两年的高氧范围仅限于 50m 等深线以内, 为历年来南海调查中表层氧含量较低的年份。1978, 1982 年的表层高氧分布则较特殊, 出现以珠江口为界, 等氧线呈互为反向分布。1978 年的等氧线从海南岛东南往珠江口方向伸延至

1) 国家海洋局, 1975。海洋调查规范。

收稿日期: 1988 年 11 月 3 日。

大亚湾,表明该年的高氧范围仅限于等氧线以内的珠江口以西大部分海域;1982年的等氧线则从东沙群岛以北呈S状向珠江口正南面垂向伸延至 113°E , 19°N 附近。余下各年的高氧范围均在100m等深线(处于10年平均线)以内,并大都在50—100m等深线处波动。上述情况说明,除1980,1983年表层高氧含量范围较大(称之为表层高氧年),1976,1981年为表层高氧含量范围较小(称之为表层低氧年),大多数年份的高氧含量范围都在50—100m等深线以内波动。

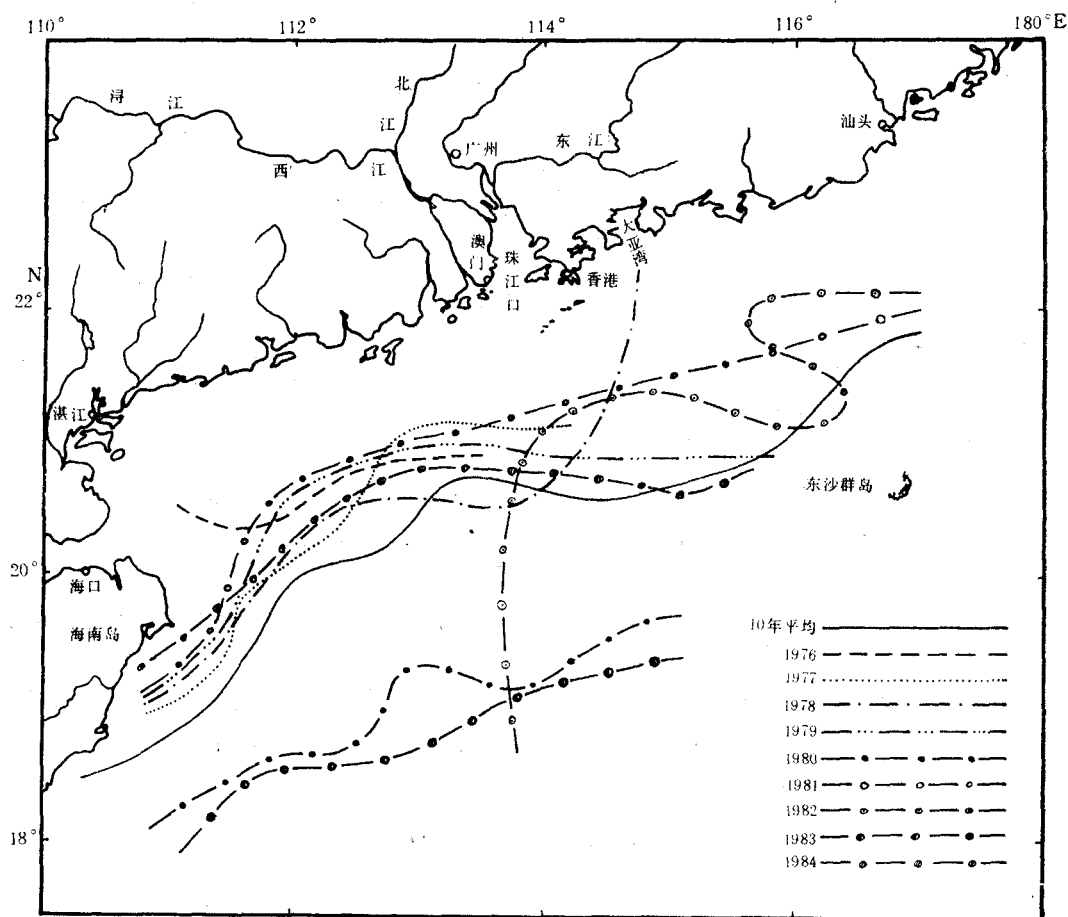


图1 表层溶解氧的年际变化(等氧线年平均为 4.8ml/L)

Fig. 1 Annual variation of dissolved oxygen in surface layer

1980年表层溶解氧的年变化表明,从仲秋开始至翌年仲春为氧含量较高的季节,沿岸在 $5.2\text{—}5.6\text{ml/L}$ 以上,往外也在 $4.8\text{—}5.2\text{ml/L}$ 之间。该年氧含量较高的2月和10月,除在沿岸和海外出现几个小于 5.2ml/L 的区域外,整个海区均在 5.2ml/L 以上(见图2),

就是在春末至秋初氧含量较低的季节,沿岸区和外海氧含量也在 4.4—4.8 ml/L 之间。

1983 年表层氧含量的年变化表明,除 8, 10 两月沿岸在 4.8—5.2ml/L、外海在 4.4—4.8ml/L 外,2,4,6 及 12 月份,50m 等深线以内氧含量在 5.2—5.6ml/L 以上;其中 2,4 两月的近岸达 5.6ml/L,尤其珠江口以西至湛江港沿岸则高达 6.0ml/L;外海的氧含量也在 4.8ml/L 以上。该年氧含最高的 6 月,除在沿岸和外海出现一些范围较小且其含量又低于 5.2ml/L 的区域外,整个海区均在 5.2—5.6ml/L 之间,见图 2。

在 1976 及 1981 年,表层氧含量较低。1976 年由于资料不全(缺珠江口以东资料),因而图中的等氧线也仅限于珠江口以西海区,未能真正反映该年整个海区氧含量的实际水平,仅作参考(下同)。1981 年的表层溶解氧的年变化表明,从春末至仲秋氧含量较低,除珠江口及其两侧受江河富氧水影响氧含量稍高(>4.8ml/L)外,其余海区均在 4.8ml/L 以下(见图 2);而秋末至仲春(11—4 月)氧含量稍高,50m 等线以内氧含量在 4.8ml/L 以上,该等深线以外氧含量在 4.4ml/L 左右。

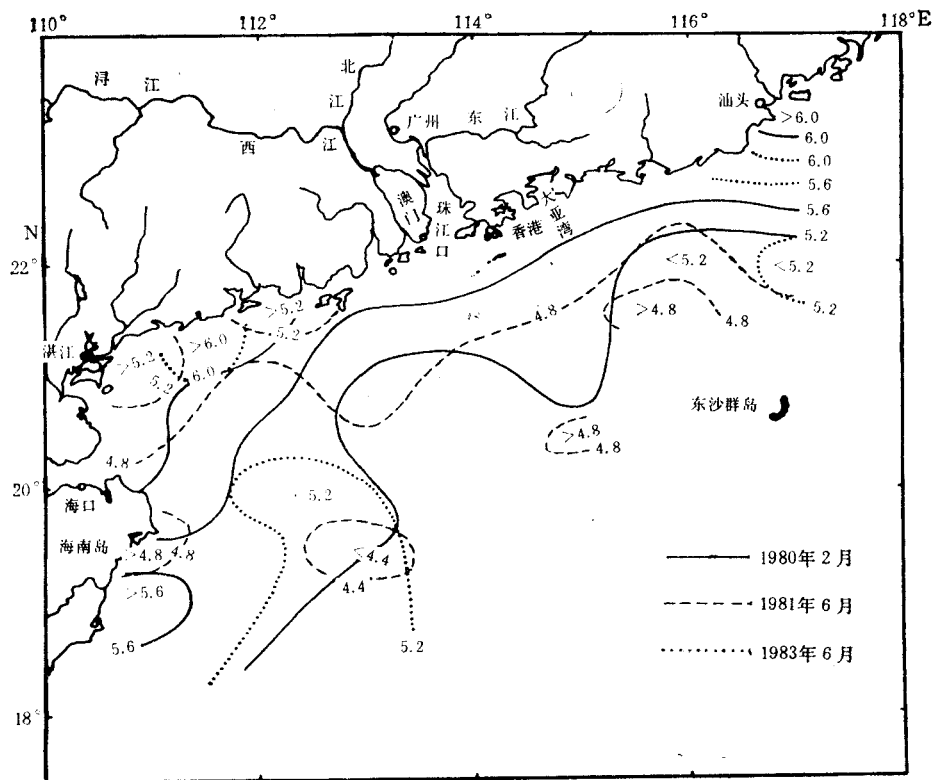


图 2 各年表层溶解氧的平面分布 (ml/L)

Fig. 2 Horizontal distributions of dissolved oxygen in surface layer

在 1978 及 1982 年,表层溶解氧分布较特殊。其形成的主要原因,除 1978 年因资料不全(缺珠江口以东资料)难以分析外,1982 年则可能为两方面因素,一是当年 10 月由于受台风影响,观测时间不一致,使该月表层溶解氧以珠江口为界,明显地划分出珠江口以西呈高氧(>5.4ml/L)、以东偏低(<4.8ml/L)。影响 1982 年分布特殊的两个因素对

该年的平均等氧线分布或许产生一定的影响,但作者认为更重要的是以当年出现的本世纪以来最强的 El Niño 南方涛动事件的影响有关。

2. 中层

中层水溶解氧的年际变化状况基本与表层相似(图略)。1982年等氧线偏北(氧含量偏低),而1980,1983年等氧线偏南,其余各年的等氧线则位于低氧年(1982)和高氧年(1980,1983)之间。

3. 底层

底层溶解氧的年际变化状况见图3。与表层相似,1980,1983年的等氧线相对偏南,4.4ml/L的等氧线范围扩展到约100m等深线处;而1976及1981年等氧线相对偏北,为底层氧含量较低的年份。

底层氧含量较高的1980年,除在夏季氧含量偏低,沿岸和外海在2.8—3.6ml/L之间

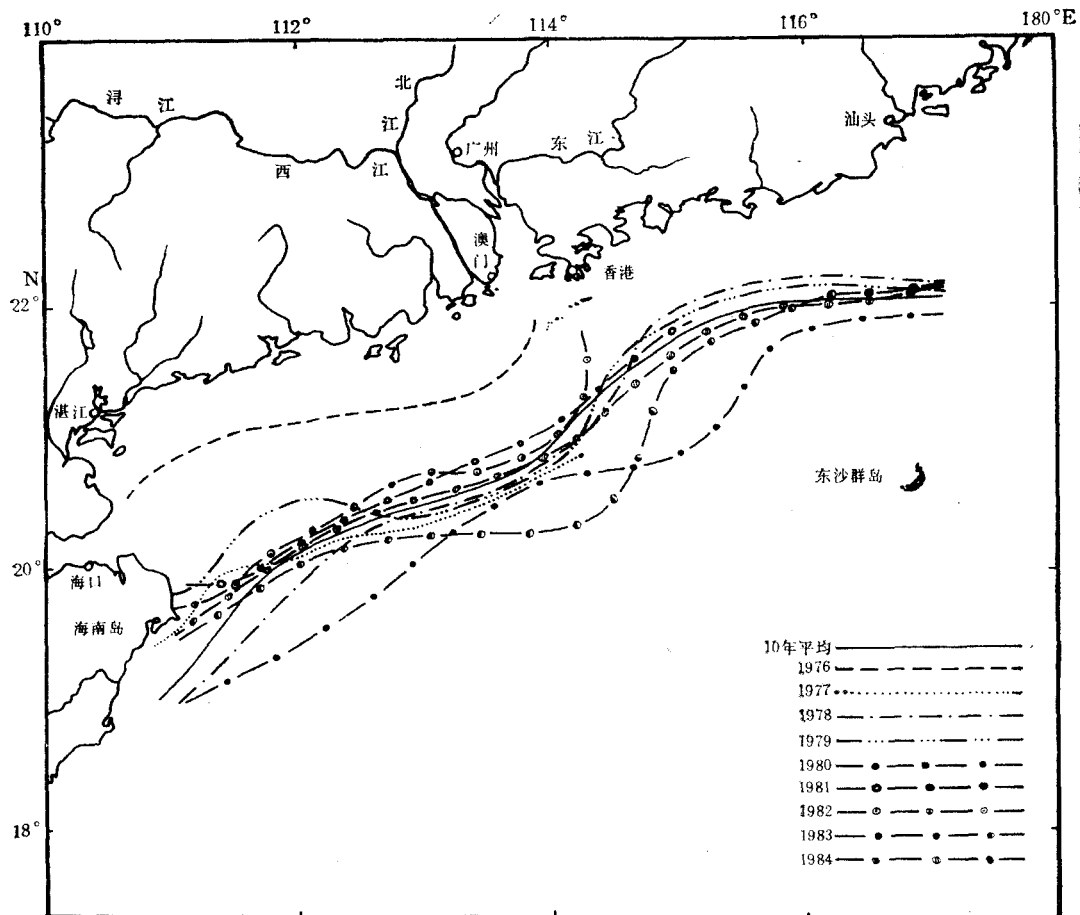


图3 底层溶解氧的年际变化

Fig. 3 Annual variation of dissolved oxygen in bottom layer

(等氧线年平均为 4.4ml/L)

外, 其余海域均在 4.4ml/L 左右。秋冬和春季氧含量较高, 100m 等深线以内氧含量在 4.8ml/L 以上; 沿岸区则在 5.2—5.6ml/L 之间。氧含量最高的 2 月, 100m 等深线以内氧含量在 5.2ml/L 以上; 沿岸区则高达 5.6ml/L。1983 年从仲春到仲秋, 100m 等深线以内氧含量为 4.4ml/L 左右; 沿岸区则在 4.8ml/L 以上。在 12, 2 两月, 100m 等深线以内氧含量在 4.8ml/L 以上; 沿岸区则在 5.2—5.6ml/L 之间; 外海也在 4.0ml/L 左右。

三、距平年际变化分析

为准确反映南海溶解氧年际变化的一般规律, 本文还对 10 年来溶解氧的距平值作了计算, 并在此基础上绘制了 1975—1984 年溶解氧距平演变曲线图 (见图 4), 其变化趋势与平面年际变化情况基本吻合。这表明南海溶解氧的年际变化比较显著。

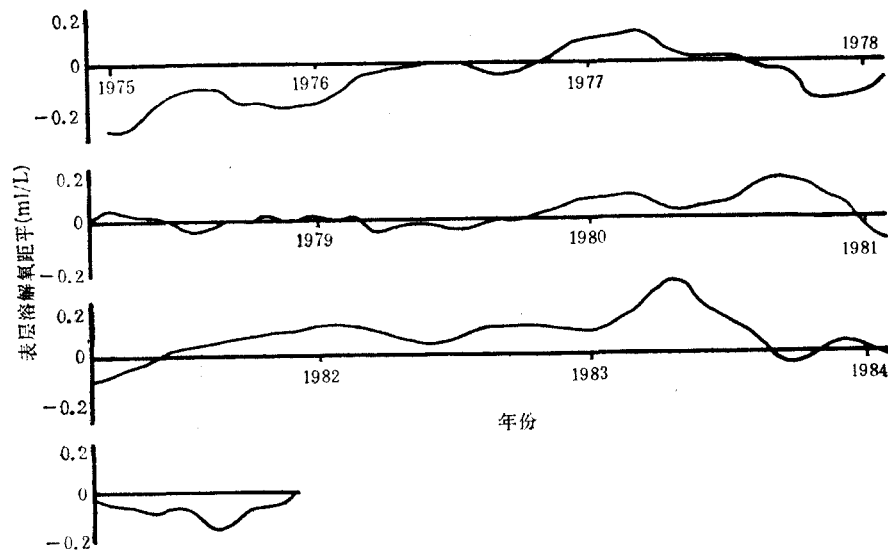


图 4 表层溶解氧距平演变曲线 (1975—1984)

Fig. 4 Successive anomalous curve of dissolved oxygen in surface layer (from 1975 to 1984)

通过平面及距平两种不同方法而得出结果大致相同的年际变化分析, 我们发现, 南海溶解氧的多年变幅有如下规律: 大约在 3—4 年出现一次较大的抬升 (高氧) 或下降 (低氧) 过程。以图 4 为例, 10 年内出现的三次抬升期分别为: 从 1976 年 10 月开始至 1977 年 3 月, 达最大值 (为 +0.14), 系第一次抬升期; 从 1979 年 8 月开始至 1980 年 10 月, 达最大值 (为 +0.18), 系第二次抬升期; 从 1981 年 6 月开始至 1983 年 5 月, 达最大值 (+0.33), 系第三次抬升期。出现的三次下降过程分别为: 1977 年 1 月出现至 1977 年 11 月降至最小值 (-0.10), 系第一次下降期; 1980 年 12 月出现至 1981 年 2 月, 降至最小值 (-0.09), 系第二次下降期; 自 1983 年 4 月出现于当年的 9 月, 降至最小值 (-0.10), 系第三次下降期。

四、南海溶解氧的年际变化与 El Niño

El Niño 作为一个大尺度海气事件的出现,它与整个太平洋上的海洋环境变化密切相关。尤其是 1982 年出现的被称为本世纪以来最强的 El Niño 南方涛动事件,则是一种全球性的海洋-大气现象,并在赤道太平洋增温现象极为明显,其最暖水逐渐向东推进。

南海北部属太平洋的邻近海域,受 El Niño 事件的影响当不可避免。在 10 年 (1975—1984) 的断面调查期间,刚好经历了两个 El Niño (1976, 1982) 年,从所得资料看,1976 年由于资料不全,只作参考。从溶解氧的年际变化可知,两次 El Niño 事件在本调查海区的响应都比较明显。根据南海北部 (1975—1984) 温、盐、溶解氧、pH 值、水色、透明度和定位站气温等海洋环境要素,以及海流资料等的距平年际变化趋势的综合分析,得出了比较一致的结论¹⁾,即在 El Niño 事件发生的当年 (1976, 1982), 在本调查海区的温、盐、溶解氧、pH 等值偏低,透明度变小,水色偏高,温、盐跃层增至最大,黑潮南海分支及南海暖流流轴的平均位置移到调查海区的最南面,流量降至最弱。这与 Saiki 的 El Niño 事件发生时东海 PN 剖面黑潮流量也是减弱的结论^[1]相一致。而在非 El Niño 年,黑潮南海分支及南海暖流的主轴位置偏北,整个调查海区为高温、高盐水所控制,溶解氧、pH 等值也偏高,透明度增大,水色偏低,温、盐跃层较弱。

在 El Niño 事件发生的 1982 年,印度夏季发生干旱,导致西南季风减弱。1982 年南海北部沿海海表温度在冬季及春初普遍偏低,在 1.0—2.5℃ (见表 1)。这与冬前海温偏高,冬季冷空气偏强,路径偏西、偏南有关。沿岸区,表层盐度也明显偏低,在 3—6‰ 之间 (见表 2)。温、盐明显偏低的主要原因可能为两方面因素所造成: 一方面是在沿岸区由于雨量偏多,入海径流明显增大;另一方面,来源于南海深层低温、低氧水沿着陆架海底爬升的不断补充,致使整个南海北部在 El Niño 年被低温、低盐和低氧水所控制,其它环境要素也相应偏低。上述现象与 El Niño 年夏季,闽浙沿岸表层盐度普遍出现低盐,反之

表 1 各月表层海温(℃)距平^①

Tab. 1 Anomalous of monthly surface seawater temperature

月份		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
粤东	云澳	0.9	1.6	1.6	0.3	-0.8	-1.4	0.7	0.3	-0.2	-0.6	-0.1
	遮浪	0.9	1.2	0.4	0.2	-1.0	-1.8	0.2	0.3	0.6	-0.3	1.3
粤西	闸坡	0.9	1.2	-1.7	-1.6	-1.2	-2.4	-0.8	-0.8	0.6	0.8	1.4
北部湾	涠洲	1.0	1.7	-1.0	-1.9	-1.4	-2.5	-2.1	-0.8	0.2	0.8	0.9
	莺歌海	1.1	1.5	-0.3	-1.3	0.2	-0.6	-1.3	0.0	0.2	0.3	0.8

① 陈特固等, 1984。1982—1983 厄尔尼诺事件时南海气象水文变异若干特点。南海海洋科技, 3: 9—15。

1) 国家海洋局南海分局, 1988。南海北部海域十年水文调查研究报告。

表 2 各月表层盐度距平

Tab. 2 Anomalous of monthly surface salinity

月 份		11	12	1	2	3	4	5	6	7
粤东	云澳	1.25	0.45	-0.70	-1.85	-3.42	-6.23	-1.15	-0.56	0.50
	遮浪	0.56	0.95	0.0	-1.62	-3.32	-3.43	-1.50	-1.41	0.28
粤西	闸坡	-0.31	-0.98	-0.60	-1.59	-6.01	-4.33	-2.88	-0.71	1.35
北部湾	涠洲	-0.44	-0.65	-0.53	-0.35	-0.67	-2.14	-2.18	-1.29	-0.88
	莺歌海	-0.54	-0.51	-0.59	-0.38	-0.36	-1.07	-0.31	0.06	0.32

在非 El Niño 年夏季普遍出现增盐^[3]是一致的。由此可见, El Niño 作为一个大尺度海气事件的出现, 它对南海北部海洋环境的影响也是相当明显的。

此外, 从 1975—1984 年溶解氧在平面年际变化图上等氧线的南北向摆动、在距平年际变化图上距平值的正负交替出现的次数基本一致也可发现, 南海溶解氧约有 3—4 年出现一次较大的抬升(高氧)和下降(低氧)现象, 即其年际变化表现为大致具有 3—4 年变化周期的特点, 而这种变化周期恰好与黑潮南海分支及南海暖流主轴位置的南北向摆动, 以及太平洋上大尺度海气系统的振荡周期相一致, 即 El Niño 大致具有 3—4 年的周期。

五、结 语

1. 南海溶解氧在 10 年的长周期变化过程中, 以 1980, 1983 年高氧含量范围最大, 而以 1976, 1981 年高氧含量范围较小。

2. 在 10 年中, 南海溶解氧约有 3—4 年出现一次较大的抬升(高氧)和下降(低氧)现象, 即其年际变化表现为具有 3—4 年变化周期的特点, 而这种变化周期恰好与黑潮南海分支和南海暖流主轴位置的南北向摆动, 以及太平洋上大尺度海气系统的振荡周期相一致, 即 El Niño 大致具有 3—4 年的变化周期。

3. 南海溶解氧, 在 El Niño 年表现为低氧并且与低温、低盐、低 pH 值等相应; 而在非 El Niño 年则表现为高氧并且与高温、高盐、高 pH 值等相应。上述环境要素在 El Niño 年的反常现象, 作者认为除了与大陆气温偏低、降雨量增大有关外, 可能更重要的是由于南海深层低温、低氧水等的涌升和爬坡现象的影响所致。由此可见, El Niño 作为一个大尺度海气事件的出现, 它对南海北部海洋环境的影响也是非常明显的。

参 考 文 献

- [1] 顾宏堪, 1980. 黄海溶解氧垂直分布最大值. 海洋学报 2(2): 70—78.
- [2] 刁焕祥、姜传贤、陆家平, 1984. 南海溶解氧垂直分布最大值. 海洋学报 6(6): 770—780.
- [3] 何发祥, 1988. 厄尔尼诺现象和闽浙沿岸夏季表层盐度值的变异. 海洋湖沼通报 2: 9—15.
- [4] Ichiye, T., 1954. On the distribution of oxygen and their seasonal variation in the adjacent sea of Japan. *Oceanogr. Mag.* 6: 20.
- [5] Rasmusson, E. and T. Carpenter, 1982. variations in the tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the southern oscillation El Niño. *Mon. Wea. Rev.* 110: 354—384.

- [6] Red, J. L. Jr., 1962. Distribution of dissolved oxygen in the summer thermocline. *J. Mar. Res.* 20(2): 138—148.

RELATIONSHIP OF THE YEARLY VARIATION OF THE DISSOLVED OXYGEN IN THE SOUTH CHINA SEA AND THE EL NIÑO

Ke Dongsheng

(South China Sea Division of SOA, Guangzhou, 510300)

ABSTRACT

This paper analyses the annual variation of the dissolved oxygen in the South China Sea on the basis of the investigated profile data from 1975 to 1984 in the north South China Sea. The oxygen content is the biggest in 1980 and 1983, the smallest in 1981. The periodical variation of 3—4 years coincides with the oscillation period of El Niño. Further more within the El Niño period, the dissolved oxygen is low in the South China Sea, so are the temperature and salinity etc. This abnormal phenomenon is related to the increase of the precipitation on the coastal areas. The continual supplement of the deep layer water, which is of low temperature, and low oxygen content, along the continental shelf might be another key factor.