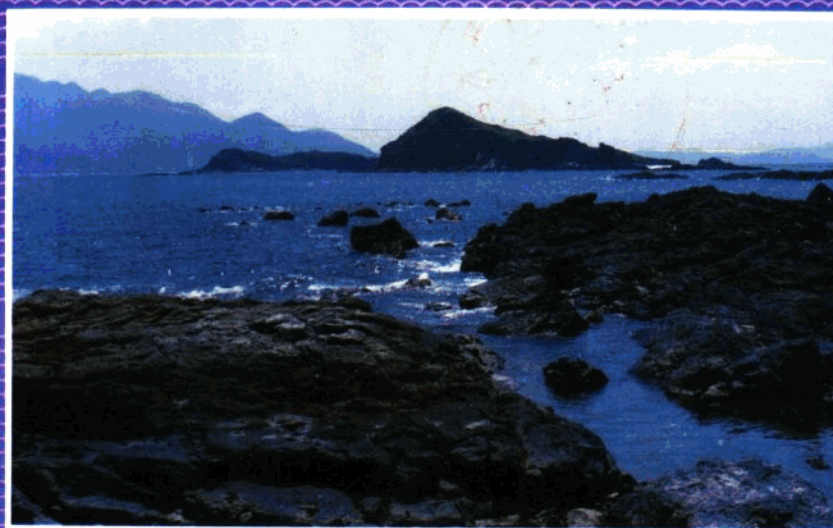


· 广东海岛资源综合调查 ·



广东省海岛资源综合调查大队
广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室

广东海岛 调查研究 文集 (Ⅱ)



主 编:余勉余

副主编:马应良 林幸青
徐国旋 范信平
李志忠

前 言

1988年3月,国家科委、国家计委、国家海洋局、农业部、总参谋部以(88)国科发办字133号文,下达了开展全国海岛资源综合调查和开发试验的任务。据此,广东省人民政府粤府办(1989)43号文,部署了广东省海岛资源综合调查工作。实施广东省海岛调查任务的调查大队,由国家海洋局南海分局、广州地理研究所、中国水产科学研究院南海水产研究所、中国科学院华南植物研究所、广东省土壤研究所、广东省气象局、广东省地质矿产局、中国科学院南海海洋研究所、广东省地图出版社等单位的专业人员组成,下设:气候、海洋水文、海洋化学、海洋环境质量、海洋生物、地质、地貌与第四纪地质、土地利用、土壤、植被林业、社会经济、遥感、制图等专业组及综合组。1989年8月,在广东省汕头市海域拉开全省海岛调查外业工作的序幕,至1991年11月全省海岛调查外业工作基本结束。在内业分析完成后,调查大队按国家下达任务的要求,提交综合报告及专业报告等各项成果。

《广东海岛调查研究文集》的出版,目的是为调查大队广大专业人员提供学术交流园地,鼓励专业人员对各专业调查结果作进一步的分析研究,鼓励反映不同观点的对自然条件及资源评价、开发建议等的学术讨论。希望通过出版《广东海岛调查研究文集》,有助于深化海岛调查成果,有助于制定海岛开发及管理决策,增强社会效益。

《广东海岛调查研究文集》分Ⅰ、Ⅱ辑出版。第Ⅰ辑编入红海湾、大亚湾、珠江口海岛的研究论文,第Ⅱ辑编入粤西海岛的研究论文。

编 者

1992年9月

目 录

1. 粤西沿岸海区中的表层 AOU 和海—气间的氧交换	李绪录(1)
2. 闸坡站表层水温的长周期变化及其对厄尔尼诺现象响应的探讨	钮智旺(10)
3. 湛江港口门附近海区现代沉积研究	叶春池(15)
4. 雷州湾沙岛(障壁岛)的发育	朱袁智(25)
5. 广东沿海岛屿海滩的发育	王文介(33)
6. 广东省海岛丘陵土壤颗粒组成特点	梁永葵(39)
7. 滨海沙土的成土过程初探	梁永葵(48)
8. 广东省海涂资源开发与土壤环境	梁永葵(57)
9. 粤西海岛岸滩珊瑚砾屑与水下旅游资源开发	钟晋樑(64)
10. 广东沿海主要的浮游植物优势种	李永振(72)
11. 广东沿海角毛藻属的研究	李永振(83)
12. 粤西海岛海域头足类的区系和数量分布	郭金富(94)
13. 广东海岛海域杜氏枪乌贼的数量分布和主要生物学特征	郭金富(103)
14. 川山群岛蔓足类的研究	张汉华(111)
15. 粤西海岛周围海域毛蚶属贝类分布研究	李茂照 吴进锋 余勉余(116)
16. 粤西海岛周围海域栉江珧分布特征	吴进锋 李茂照 余勉余(121)
17. 广东海岛主要经济海藻及其分布的研究	

.....	吴进锋 蒋福康(126)
18. 川山群岛海藻资源的研究	 蒋福康 吴进锋(137)
19. 粤西海区海岛植被和林业的开发利用设想	 陈树培 曹洪麟 陈炳辉 邓义(142)
20. 开发利用海岛资源,建立海岛林、果、牧生态系统	 曹洪麟 陈树培(149)
21. 要重视做好粤西海区开发岛屿的环境建设	 邓义(154)
22. 川山群岛滩涂养殖资源开发研究	 蒋福康 余勉余 李茂照 吴进锋 张汉华(159)
23. 关于沿海岛礁开发利用和保护问题	 刘 军(165)
24. 湛江港龙腾水道的开发利用研究	 黄方 于宾 叶春池 郑晓菲 马应良(169)
25. 论湛江海区台风风暴潮灾害及防御对策	 李志忠(181)
26. 湛江—茂名海区岛屿特点浅析	 范信平(185)
27. 下川岛大农业特点及发展构想	 梁健雄(192)
28. 从南三岛等开发存在的问题论海岛的开发原则和南三岛开发方向	 陈朝辉(200)
29. 论海陵岛开发利用方向和重点	 王儒胜(206)
30. 海陵岛旅游资源与开发	 黄远略(212)
31. 川山群岛旅游资源及开发	 陈升忠(217)
32. 关于大型科研调查项目档案管理中的几个问题	 曾杏芬(223)

CONTENTS

1. Surface AOU and Sea-air Oxygen Interchange in the Western Guangdong Coastal Waters	Li Xulu(1)
2. A Study on the Long Periodic Variation of the Sea Surface Water Temperature and Its Res-ponse to the EL-Nino	Niu Zhiwang(10)
3. A Study on the Modern Sediments in the Sea Area near Zhanjiang Harbour Mouth	Ye Chunchi(15)
4. The Development of Sand Islands(Barrier Islands)in the Leizhou Bay	Zhu Yuanzhi(25)
5. The Development of Beaches of Islands off Guangdong Coast	Wang Wenjie(33)
6. The Characteristics of Soil Particle Composition in Hilly Region of Islands in Guangdong Province	Liang Yongen(39)
7. A Preliminary Study on Formation Processes of the Seashore Sandy Soil	Liang Yongen(48)
8. The Development of Beaches resources and Its Soil Enviroment of Guangdong Province	Liang Yongen(57)
9. The Coral Detritus of Beaches of Islands and Underwater Tourist Resources Exploitation in West Guangdong	Zhong Jinlian(64)
10. Dominant Species of the Main Phytoplankton in Waters of Guangdong Coast	Li Yongzhen(72)
11. A Study on Genus <i>Chaetoceros</i> Ehrenbers in Waters of Guangdong Coast	Li Yongzhen(83)
12. Fauna and Quantity Distribution of <i>Cephalopods</i> in Waters Around Islands of Western Guangdong Coast	Guo Jinfu(94)
13. The Quantity Distribution and Main Biological Characteristics of <i>Loligo duvaucelii</i> Orbigny in Waters Surrounding Islands of Guangdong Province	Guo Jinfu(103)
14. A Study on <i>Cirripedia</i> in Waters Around Chuanshan Archipelago	Zhang Hanhua(111)
15. A Study on the Distribution of <i>Scapharca</i> Mollusc in Waters Surrounding Islands in the West of Guangdong Province	Li Maozhao, Wu Jinfeng, Yu Mianyu(116)
16. Te Distributive Characteristics of <i>Pinna(Atrina) Pectinata</i> in Waters Around Islands in the West of Guangdong Province	Wu Jinfeng, Li Maozhao, Yu Mianyu(121)
17. A Study on the Main Economical Seaweeds and Their Distribution in Waters Around the Islands of Guangdong Province	Wu Jinfeng, Jian Fukang(126)
18. A Study on the Seaweeds Resources in Waters Around Chuanshan Archipelago	

- Jian Fukang, Wu Jinfeng(137)
19. A Suggestion on Development and Utilization of Islands Vegetation and Forestry in
Western Coast of Guangdong Province
..... Chen Shupe, Cao Honglin, Chen Binghui, Deng Yi(142)
20. Exploit and Utilize Natural Resources of Islands, Establish Forestry, Orchard,
Grazing Ecosystem in Islands Cao Honglin, Chen Shupe(149)
21. Must Conscientiously Undertake Environmental Construction of Developing
Islands in the Western Sea Area of Guangdong Province Deng Yi(154)
22. A Study on Exploitation of Beaches Culture Resources in Chaunshan Archipelago
..... Jian Fukang, Yu Mianyu, Li Maozhao, Wu Jinfeng, Zhan Hanhua(159)
23. On Exploitation, Utilization and Protection of the Islands and Reefs off the Coast
..... Liu Jun(165)
24. A Study on Development and Utilization of Longteng Waterway in Zhanjiang
Harbour Huang Fang, Yu Bin, Ye Chunchi, Zheng Xiaofei, Ma Yingliang(169)
25. On the Calamity of Storm and Surge on Zhanjiang Sea Area and the Protective
Countermeasure Li Zhizhong(181)
26. A Preliminary Analysis of Islands Characteristics in Zhanjiang—Maoming Sea Area
..... Fan Xinpeng(185)
27. The Agriculture Characteristics in Xiachuan Island and its Development Idea
..... Liang Jianxiong(192)
28. On the Principles of Development of Islands and the Development Direction of
Nansan Island According to Some Problems in its Development Chen Zhaoxue(200)
29. On the Direction and Stress of Development and Utilization of Hailing Island
..... Wang Rusheng(206)
30. The Tourist Resources and Their Exploitation in Hailing Island
..... Huang Yuanlue(212)
31. The Tourist Resources and Their Exploitation in Chuanshan Archipelago
..... Chen Shengzhong(217)
32. About Some Problems in the Records Management of Large Science Research
Investigation Zeng Xingfen(223)

粤西沿岸海区中的表层 AOU 和海—气间的氧交换

李 绪 录

(国家海洋局南海分局, 广州, 510300)

摘 要:本文依据 1991 年春、秋季两个航次 37 个站的海洋学综合调查资料, 求出粤西沿岸海区中的表层表观耗氧量 (AOU) 和海—气间的氧交换速率 (r), 描述它们的分布变化特征, 并初步探讨它们与环境要素之间的关系。在春季, 整个调查海区的表层水都处于表观产氧状态并以 $4.8 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 左右的速率向大气中释放氧气, 而且近外海水体中的表观产氧量和氧的释放速率都比近岸水体中的高。在秋季, 湛江—茂区段的表层水中氧的总收支基本上接近于平衡; 海陵岛区段的大部分区域处于表观产氧状态并向大气中释放氧气, 但表观产氧量和释放速率相当低; 川山群岛区段表层水的表观产氧量仍相当高, 氧的释放速率也相当大, 显然是大量的浮游植物发生光合作用所致。

关键词:海—气间氧交换, AOU, 粤西沿岸海区

引 言

海—气间的氧交换是海—气相互作用中的重要过程之一。它取决于大气中氧分压和海水中氧分压之间的平衡, 既能控制表层海水中的氧含量, 也能反映出海洋中溶解氧的收支状况。这一平衡是一个相当复杂的过程, 不但受到大气中氧分压的制约, 而且与海水中的温度、盐度、生物过程、化学过程和物理过程密切相关。总而言之, 当大气中的氧分压大于海水中的氧分压时, 大气中的氧气便会通过海表面溶入海水中; 相反则海水中的氧气便会逸出海表面进入大气中。粤西沿岸海区是一个气候变化较为明显的海域。在增温季节, 随着水体对氧的溶解力不断降低, 表层水中的氧会过饱和而逸出海面; 在降温季节, 随着水体对氧的溶解力不断增大, 海水会吸收大气中的氧并逐渐积累起来。而海水中的光合作用和自然耗氧作用则会使海—气间氧的交换速率和方向发生变化。本文主要依据国家海洋局的“海监—72”号和“海监—74”号海洋监测调查船于 1991 年 3 月 15~30 日 (代表春季) 和 10 月 12~29 日 (代表秋季) 在粤西沿岸海区进行的两个航次 28 个大面测站和 9 个周日连续测站的海洋学综合调查资料, 计算出调查海区中表层测样的表观耗氧量和海—气间的氧交换速率, 描述和分析它们的分布变化特征, 并初步探讨

它们与环境要素之间的关系。图 1 表示调查站位。

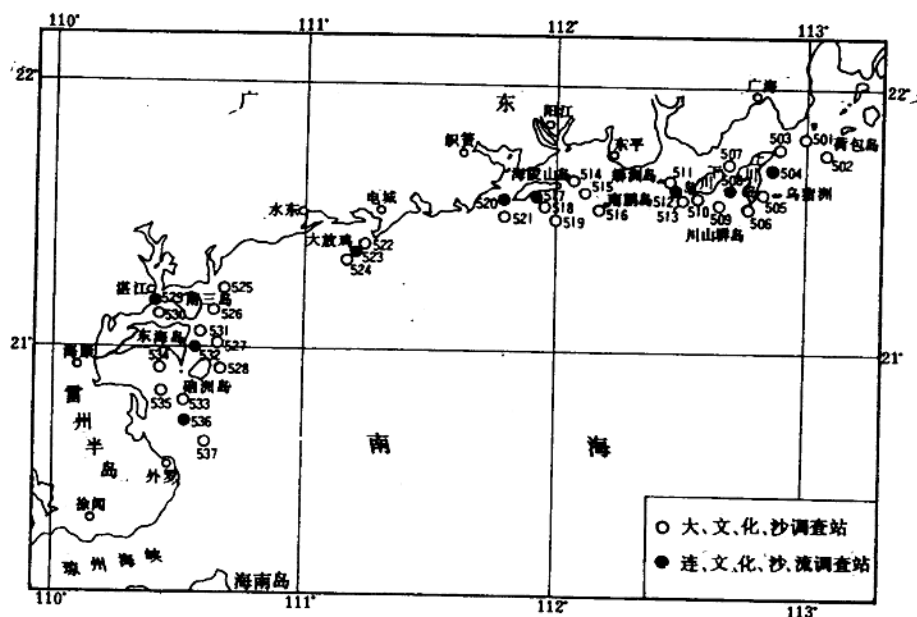


图 1 粤西海岛调查站位图

1. 方法

1.1 观测

海水样品用 1000ml 铜质颠倒采水器采集并在船上实验室进行现场分析。每个大面测站随船到站即采样，而周日连续测站是每隔 2h 或 4h 取一次水样。溶解氧由 Winkler 碘量滴定法测定，精密度为 $\pm 0.04\text{mg/l}$ 。其它环境要素（包括温度、盐度、pH 和四项营养盐）的观测方法参见文献 [1]。

1.2 计算

海水中氧的饱和含量 (O_2') 由下式确定：

$$O_2' (\text{mg/l}) = 14.161 - 0.3943t + 7.714 \times 10^{-3}t^2 - 6.46 \times 10^{-5}t^3 \\ - s(8.41 \times 10^{-2} - 2.56 \times 10^{-3}t + 3.74 \times 10^{-5}t^2), \quad (1)$$

式中 t 和 s 分别为水样的实测温度 ($^{\circ}\text{C}$) 和盐度。由实测氧含量 (O_2) 和氧饱和量便可求出表观耗氧量 (AOU)：

$$\text{AOU} (\text{mg/l}) = O_2' - O_2. \quad (2)$$

AOU 为正时，表示大气中的氧气将会通过海表面溶入海水中；AOU 为负时，则表示海

水中的氧气将会逸出海表面进入大气中。

海—气间的氧交换速率 (r) 由 Adeney (1928) 的模式求得^[2], 即:

$$r [\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})] = 9.6 \times 10^{-6} (t + 36) \text{ AOU}, \quad (3)$$

式中 t 也是水样的实测温度 ($^{\circ}\text{C}$)。当 r 为正时, 表示氧气从大气溶入海水中的速率; 当 r 为负时, 表示氧气从海水中释出进入大气的速率。

AOU 和 r 各自与环境要素之间的线性相关系数依据线性最小二乘法求出。然而, 有必要说明的是, 为了避免一些可能是严重的实验偶然误差给分析结果带来不合理的影响, 作者在微型计算机中建立了一个“滤波器”, 对实测数组进行检测处理, 并滤掉被认为是“严重”偶然误差的约为总数点 5% 的数据。

2. 结果

调查结果表明, 粤西沿岸海区的水化学环境是良好的。春季温度、盐度的变化范围分别为 $19.14 \sim 25.25^{\circ}\text{C}$ 和 $28.80 \sim 32.74$, 平均为 21.02°C 和 31.12 ; 秋季温度、盐度的变化范围分别为 $25.11 \sim 28.78^{\circ}\text{C}$ 和 $26.03 \sim 34.04$, 平均为 27.07°C 和 30.10 。两个航次观测到的氧含量、氧饱和度和 pH 值的变化范围分别为 $3.45 \sim 9.12\text{mg}$, $1.54\% \sim 123\%$ 和 $7.91 \sim 8.33$; 除了秋季下川岛南部沿岸区域的底层水有潜在贫氧现象外, 它们都符合国家规定的一类海水的水质标准^[3]。春、秋季活性硅酸盐含量的变化范围分别为 $0.5 \sim 32.5$ 和 $0.0 \sim 70.7 \mu\text{mol/l}$, 平均为 7.2 和 $12.8 \mu\text{mol}$, 基本上能维持各种硅藻的正常繁殖生长。活性磷酸盐含量的变化范围为 $0.00 \sim 2.30$ 和 $0.03 \sim 4.11 \mu\text{mol/l}$, 平均为 0.41 和 $0.88 \mu\text{mol/l}$, 一般也能满足各类浮游植物的正常生长。无机氮的含量则较低, 春、秋季硝酸盐与亚硝酸盐的含量和的平均值分别为 1.68 和 $3.03 \mu\text{mol/l}$, 可能是浮游植物生长的限制因子。下面主要依据计算结果, 分析调查海区中的表层 AOU 和海—气间的氧交换速率及其与环境要素之间的关系。

2.1 表层 AOU

图 2 和图 3 分别表示春、秋季川山群岛海区、海陵岛海区和湛江(江)一茂(名)海区中表层 AOU 的水平分布。由图中可见, 春季三个海区中的表层 AOU 都为负值, 表明表层水中处于表观产氧状态, 即光合作用的增氧速率大于自然耗氧速率。在川山群岛海区, 表层表观产氧量呈东高西低的分布趋势, AOU 的变化范围为 $-1.70 \sim -0.56 \text{mg/l}$, 平均为 -0.93mg/l 。在海陵岛海区, 表层表观产氧量呈南高北低的分布趋势, AOU 的变化范围为 $-1.39 \sim -0.49 \text{mg/l}$, 平均为 -1.04mg/l 。在湛江—茂名海区, 表层表观产氧量呈外海高近岸低的分布趋势, AOU 的变化范围为 $-1.26 \sim -0.11 \text{mg/l}$, 平均为 -0.76mg/l 。由此可见, 春季的表层表观产氧量在海陵岛区段较高, 而在湛江—茂名区段较低; 而且在调查海区中的大部分区域都呈外海高近岸低的分布趋势。

秋季, 粤西沿岸大部分区域的表层 AOU 也为负值。在川山群岛海区, 除了在东北部

的大襟岛和小襟岛一带及西南部小部分地区处于表观耗氧状态外,其它区域都处于表观产氧状态,特别是在上川岛的东部和南部沿岸区域(其表层表观产氧量甚至高于春季);表层 AOU 的变化范围为 $-1.84 \sim 0.31 \text{mg/l}$,平均为 -0.69mg/l 。在海陵岛海区,除了海陵岛东南沿岸的小部分地区处于表观耗氧状态外,其它区域也处于表观产氧状态,但产、耗氧量都较低;表层 AOU 的变化范围为 $-0.48 \sim 0.05 \text{mg/l}$,平均为 -0.19mg/l 。在湛江一茂海区的东海岛以南(包括硃洲岛周围)的区域基本上处于表观耗氧状态,而在其以北的区域则处于表观产氧状态,但产、耗氧量都相当低;表层 AOU 的变化范围为 $-0.48 \sim 0.19 \text{mg/l}$,平均为 -0.05mg/l 。由此可见,秋季调查海区的表层表观产氧量从东到西有逐渐降低的趋势。

2.2 海—气间的氧交换速率(r)

春、秋季粤西沿岸三个海区中海—气间的氧交换速率的水平分布变化表示于图 4 和图 5 中。在春季,与 AOU 负值相对应,三个海区中的 r 值也都是负值,即表层海水中的氧气以一定的速率释出进入空气中。在川山群岛海区,氧的释出速率呈东大西小的分布趋势, r 值的变化范围为 $-9.0 \times 10^{-4} \sim -3.0 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,平均为 $-5.0 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。在海陵岛海区,氧的释出速率明显呈南大北小的分布趋势, r 值的变化范围为 $-7.6 \times 10^{-4} \sim -2.8 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,平均为 $-5.8 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。在湛江一茂海区,氧的释出速率明显呈外海大近岸小的分布趋势, r 值的变化范围为 $-7.0 \times 10^{-4} \sim -0.5 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,平均为 $-4.3 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。由此可见,春季粤西沿岸海区中近外海的氧释出速率比近岸的大,与表层表观产氧量的分布趋势完全相同。

在秋季,调查海区中大部分区域的 r 值也都为负值,表层水主要处于放氧状态。在川山群岛海区,除了在东北部的大襟岛和小襟岛一带及西南角的小部分地区会吸收大气中的氧气外,其它区域都向大气中释放氧气,特别是在上川岛的东部沿岸区域,氧的释放速率高达 $11.0 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$; r 值的变化范围为 $-11.2 \times 10^{-4} \sim 1.9 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,平均为 $-4.2 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。在海陵岛海区,除了海陵岛东南沿岸的小部分地区处于吸氧状态外,其它大部分区域也都向大气中放氧,但氧的交换速率较低; r 值的变化范围为 $-2.9 \times 10^{-4} \sim 0.3 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,平均为 $-1.1 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。在湛江一茂海区的东海岛以南的区域基本上处于吸氧状态,而在其以北的区域则处于放氧状态,但氧的交换速率相当低; r 值的变化范围为 $-2.8 \times 10^{-4} \sim 1.1 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,平均为 $-0.3 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。由此可见,秋季调查海区中表层水氧的释放速率也呈从东到西逐渐降低的趋势。

2.3 AOU 和 r 与其它环境要素之间的关系

依据两个航次的调查资料,由最小二乘法求出的春、秋季粤西沿岸海区中的表层 AOU 和海—气间的氧交换速率 r 与其它环境要素之间的线性相关系数分别列于表 1 和表 2 中。从表中可以看到,AOU 和 r 各自与其它环境要素之间的线性相关系数十分相近。

表 1 表层 AOU 与其它环境要素之间的线性相关系数

季节与海区	测样个数	S	T	pH	OO ₄ -P	SiO ₃ -Si	NO ₃ -N	NO ₂ -N	
春季	川山群岛海区	31	0.09	-0.22	-0.38	-0.59	0.10	0.06	0.24
	海陵岛海区	21	-0.58	0.44	0.02	0.03	0.63	0.67	0.53
	湛江—茂岛海区	42	-0.60	0.25	-0.21	0.17	0.48	0.02	-0.47
	粤西整个海区	94	-0.45	0.30	-0.29	-0.10	0.48	0.02	0.00
秋季	川山群岛海区	31	-0.07	-0.12	-0.64	0.05	-0.28	-0.22	0.47
	海陵岛海区	21	-0.01	-0.20	-0.24	0.11	0.84	-0.18	0.21
	湛江—茂岛海区	43	-0.02	-0.11	0.09	-0.19	-0.42	-0.06	-0.04
	粤西整个海区	95	-0.09	0.50	-0.33	0.04	-0.39	-0.38	0.21

表 2 海—气间氧的交换系数与其它环境要素之间的线性相关系数

季节与海区	测样个数	S	T	pH	PO ₄ -P	SiO ₃ -Si	NO ₃ -N	NO ₂ -N	
春季	川山群岛海区	31	0.10	-0.23	-0.38	-0.59	0.10	0.04	0.23
	海陵岛海区	21	-0.57	0.42	0.02	0.03	0.63	0.66	0.54
	湛江—茂岛海区	42	-0.59	0.21	-0.20	0.20	0.47	0.02	-0.46
	粤西整个海区	94	-0.45	0.26	-0.27	-0.09	0.47	0.04	0.02
秋季	川山群岛海区	31	-0.07	-0.13	-0.63	0.05	-0.28	-0.22	0.47
	海陵岛海区	21	-0.01	-0.20	-0.24	0.11	0.84	-0.18	0.21
	湛江—茂岛海区	43	-0.02	-0.11	0.09	-0.19	-0.42	-0.07	-0.04
	粤西整个海区	95	-0.09	-0.50	-0.33	0.04	-0.39	-0.38	0.21

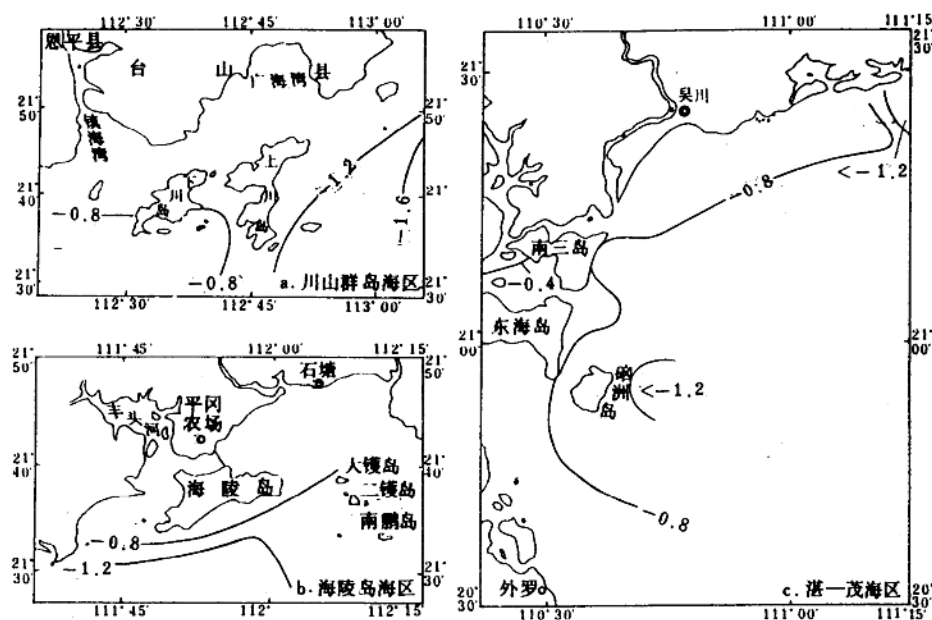


图2 春季粤西沿岸海区中表层 AOU(mg/l)的水平分布

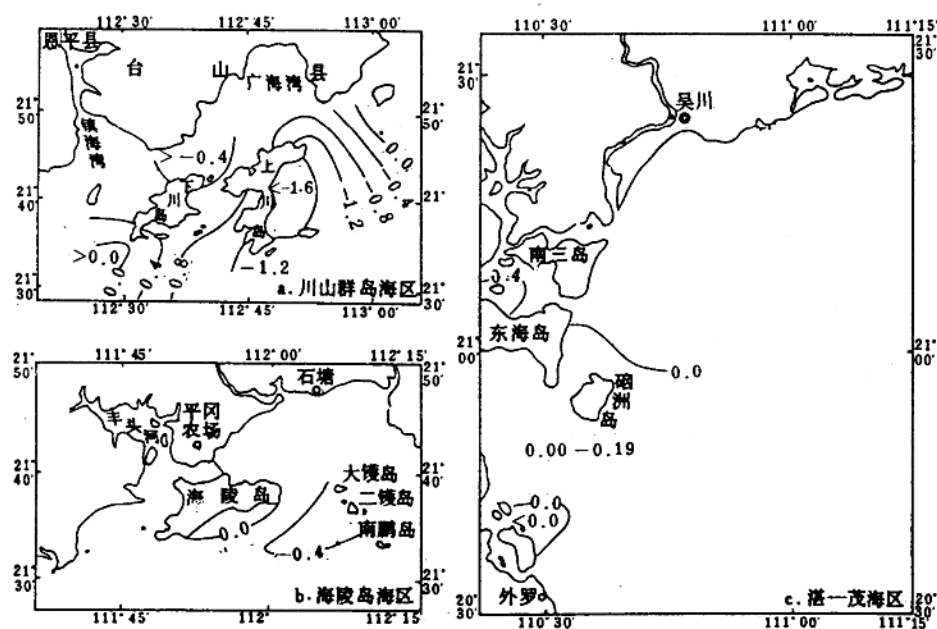


图3 秋季粤西沿岸海区中表层 AOU(mg/l)的水平分布

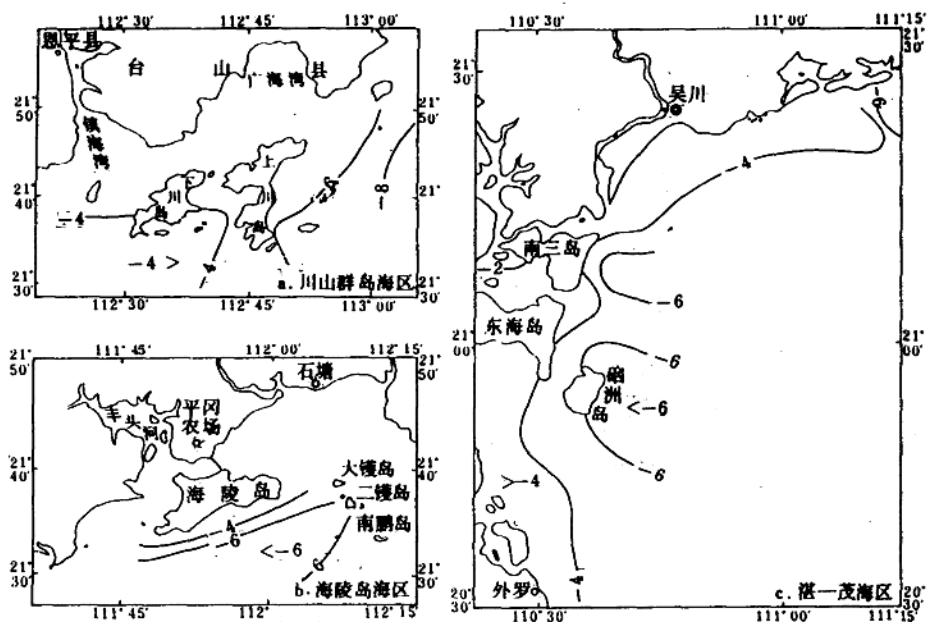


图 4 春季粤西沿岸海区中海—气间氧交换系数 $r[10^{-4}\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})]$ 的水平分布

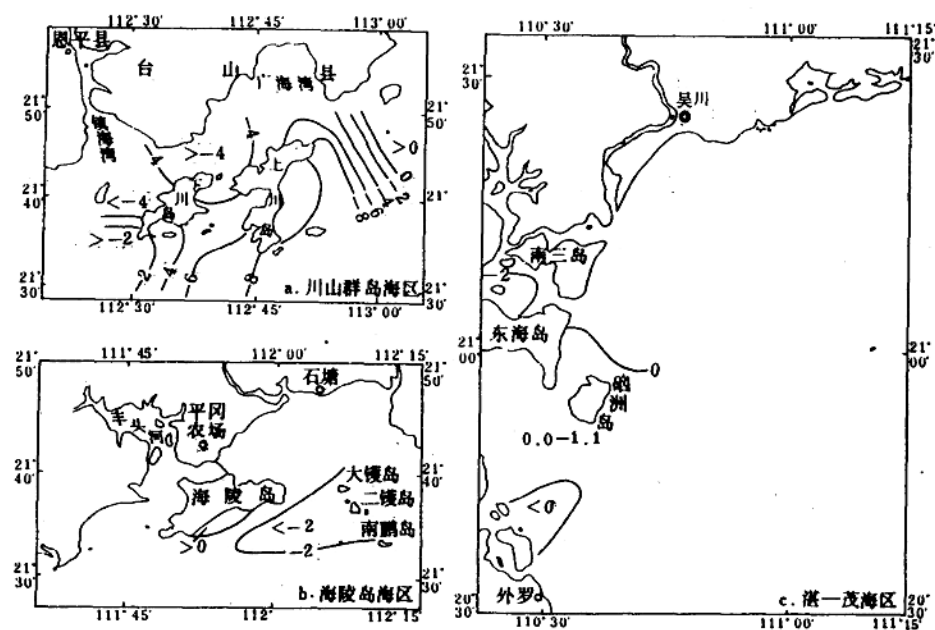


图 5 秋季粤西沿岸海区中海—气间氧交换系数 $r[10^{-4}\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})]$ 的水平分布

春季:在川山群岛海区,AOU和 r 与pH之间略呈负相关,与活性磷酸盐之间呈显著的负相关,而与其它要素之间的线性相关性都较差。在海陵岛海区,AOU和 r 与盐度之间呈显著的负相关,与温度、活性硅酸盐、硝酸盐和亚硝酸盐之间都呈显著的正相关,但与pH和活性磷酸盐之间不存在明显的线性关系。在湛江一茂海区,AOU和 r 与盐度和亚硝酸盐之间呈较好的负相关,与活性硅酸盐之间呈较好的正相关,而与其它要素之间的线性相关性都较差。整个粤西沿岸海区的AOU和 r 与盐度之间呈较好的负相关,与活性硅酸盐之间呈较好的正相关,而与其它要素之间不存在明显的线性相关。

秋季:在川山群岛海区,AOU和 r 与pH之间呈显著的负相关,与活性硅酸盐之间也略呈负相关,与亚硝酸盐之间则呈较好的正相关,而与其它要素之间不存在明显的线性相关。在海陵岛海区,AOU和 r 除了与活性硅酸盐之间呈显著的正相关外,其它线性相关系数的绝对值都小于0.24。在湛江一茂海区,AOU和 r 仅与活性硅酸盐之间略呈负相关,其它线性相关系数的绝对值也都很小(<0.19)。在整个粤西沿岸海区,AOU和 r 与温度、pH、活性硅酸盐和硝酸盐之间都呈较好的负相关,而与盐度、活性磷盐和亚硝酸盐之间不存在明显的线性相关。

3. 讨论与结论

3.1 春季粤西沿岸海区的表层AOU和 r 值的变化范围分别为 $-1.70 \sim -0.11 \text{ mg/l}$ 和 $-9.0 \times 10^{-4} \sim -0.5 \times 10^{-4} \text{ mg/(cm}^2 \cdot \text{min)}$,平均为 -0.88 mg/l 和 $-4.8 \times 10^{-4} \text{ mg/(cm}^2 \cdot \text{min)}$ 。由此可见,春季整个海区的表层水都处于表观产氧状态并向大气中释放氧气,而且表观产氧量和释放速率都相当大。这是多种因子共同作用的结果:一是春季海水中的浮游植物生长旺盛,光合作用强,实际产氧量高;二是水温仍较低,不利于有机质的分解,海水中的自然耗氧速率可能低;三是随着气温的不断回升,水体正处于增温期,对氧的溶解力下降。

3.2 秋季调查海区的表层AOU和 r 值的变化范围分别为 $-1.84 \sim 0.31 \text{ mg/l}$ 和 $-11.2 \times 10^{-4} \sim 1.9 \times 10^{-4} \text{ mg/(cm}^2 \cdot \text{min)}$,平均 -0.30 mg/l 和 $-1.9 \times 10^{-4} \text{ mg/(cm}^2 \cdot \text{min)}$ 。在湛江一茂海区,表层AOU和 r 的平均值分别为 -0.05 mg/l 和 $-0.3 \times 10^{-4} \text{ mg/(cm}^2 \cdot \text{min)}$,与氧的测量精密度引起的计算误差相近,这表明该区段的表层水中氧的总收支基本上接近于平衡,即光合作用所产生的氧量基本上抵消了自然耗氧量和由于温度降低水体对氧的溶解力增强所需的氧。在海陵岛海区,除了小部分区域处于表观耗氧状态并从大气中吸收氧气外,大部分区域仍处于表观产氧状态并向大气中释放氧气,但与春季相比,表观产氧量和释放速率要小得多。在川山群岛海区,表层AOU和 r 的平均值分别为 -0.69 mg/l 和 $-4.2 \times 10^{-4} \text{ mg/(cm}^2 \cdot \text{min)}$,这表明该区段的表层水仍主要以较大的速率向大气中释放氧气。秋季的水温相当高(27°C 左右),一般具有较高的潜在自然耗氧速率,而且随着气温的降低,水体对氧的溶解力会不断增强,为什么川山群岛海区还具有如此高的表观产氧速率?这可能是由于秋季该海区中生长着大量的浮游植物并发生强的光合作用所致。

3.3 春季调查海区表层水中的表观产氧量和氧的释放速率基本上都呈外海高近岸低的分布趋势,一方面可能表明近岸水体中的自然耗氧速率比外海水体中的高,即可能含

有较高的有机质;另一方面也可能表明外海水体中的光合作用比近岸水体中的强,即可能含有较高的浮游植物量,因为该季的线性相关分析表明 AOU 和 r 与温度之间的相关性并不显著(说明不同区域的增温速率的差别不大)。

3.4 调查海区各区段的表层 AOU 和 r 除了在春季多数一致与盐度之间呈负相关和与活性硅酸盐之间呈正相关外,与其它要素之间的线性相关都不一致或者几乎不存在线性相关。这表明粤西沿岸海区中各种环境要素对表层 AOU 和 r 的影响机理非常复杂,有待以后进一步进行深入研究。

参 考 文 献

- [1] 李绪录. 大亚湾中营养盐的平衡状态及其与环境要素的关系. 广东海岛调查研究文集 (I). 广州: 广东科技出版社, 1992. 1~9.
- [2] 林建平. 用溶解氧数据计算浙江沿岸上升流流速. 海洋科学, 1985, 9(1): 24~28.
- [3] 陈先芬. 模糊聚类分析在海洋环境质量评价中的应用. 海洋调查, 1987, (1): 10~15.

闸坡站表层水温的长周期变化及其对厄尔尼诺现象响应的探讨

钮智旺

(南海海洋监测中心, 广州, 510300)

摘 要: 本文对海陵岛闸坡海洋水文测站 ($21^{\circ}35'N$, $115^{\circ}50'E$) 1960~1987 年间的海水表层温度旬平均资料, 进行水温功率谱分析, 并对该资料进行年平均矩平统计分析。结果表明, 在这 28 年间, 闸坡站的表层水温, 存在着一个显著的准 7 年变化周期, 并有 4 次与东太平洋出现的强厄尔尼诺现象相对应的过程。

关键词: 功率谱, 厄尔尼诺现象, 长周期变化

通常, 海洋水文要素的变化, 是由多种频率振动叠加的结果。功率谱分析方法是揭示这些要素的周期性变化规律的有力手段之一。如每 3~7 年不等发生一次的厄尔尼诺 (EL-Nino) 现象, 就是一种周期性变化过程。它一旦发生, 就意味着赤道东太平洋南美沿岸海区的表面温度 (简称 SST) 比正常年份的高, 继而发生全球性气候反常。这种现象越来越受到人们的重视。它的发生周期有缩短的趋势。广大海洋、气象研究学者已把赤道东太平洋沿岸海区的 SST 异常作为厄尔尼诺现象发生的重要标志^{[4][5]}。

对于厄尔尼诺现象的发生过程, 海洋学家和气象学家一致的看法是, 在正常年份, 赤道附近南美沿岸海区的海水温度最低, 且分别朝西和北升高, 而且是由信风所维持。当东南信风减弱时, 南美沿岸附近的海水向南流去, 使南美沿岸的上升流减弱, 海面升温。同时, 由于赤道附近的信风减弱, 使南向海流加强。这样, 西部太平洋温暖的赤道表层水就加速向东太平洋流去。在赤道开尔文 (Kelvin) 波向东传播的作用下, 使东边区域的海水增暖, 水温变得异常地高。这时南美外海便形成了所谓的厄尔尼诺现象。

不同的海区, 由于地理环境和局部气候等因素的不同, 对厄尔尼诺现象的响应程度必有差异。我国广东省西部沿岸 (简称粤西沿岸) 海区, 远离东太平洋, 在厄尔尼诺发生期间, 其 SST 是否也存在着相应的异常升高呢? 它的反应如何呢? 这是本文探讨的内容。为使讨论方便, 现将粤西沿岸 (用闸坡站代表) 的 SST, 在厄尔尼诺现象发生期间持续数月、甚至十几个月的正矩平 (一般矩平值大于 $0.50^{\circ}C$) 水温称为粤西沿岸暖水现象。