



南沙群岛及其邻近海区 综合调查研究报告(一)

下 卷

中国科学院南沙综合科学考察队

科学出版社

南沙群岛及其邻近海区 综合调查研究报告(一)

下 卷

中国科学院南沙综合科学考察队

科学出版社

1989

内 容 简 介

本书是 1984—1987 年中国科学院南沙综合科学考察队对南沙群岛及其邻近海区综合调查研究的第一批成果。

全书分上、下两卷。上卷阐述南沙海区东北部的环礁、南部海区地质-地球物理特征及油气远景,下卷探讨南沙海区海洋环境。书中引用的资料绝大部分来自实际调查,因此对今后开发南沙提供了很有价值的科学依据。

本书可供国防、航运、水产、地质和海洋等部门领导和科技人员,以及有关高校师生参考。

南沙群岛及其邻近海区综合调查报告(一)

下 卷

中国科学院南沙综合科学考察队

责任编辑 赵徐懿

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1989 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1989 年 9 月第一次印刷 印张: 33 1/2 插页: 16

印数: 0001—1 800 字数: 780 000

ISBN 7-03-001454-5/P·272

定价: 32.20 元

限国内发行

前言

南沙群岛是南海诸岛中最南的一群岛屿，它是我国神圣领土不可分割的一个组成部分，是我们祖先最早发现、最早开发经营、最早管辖的海上疆土之一，经长期积累丰富生产经验和航海知识，留传至今的《水路簿》就是重要证据之一。第二次世界大战中胜利收复南沙后，我国大陆和台湾省有关部门和学者，持续不断地对南沙进行了不少工作。为了进一步探索南沙的形成、演化、资源和环境，为建设南沙和保卫南沙作出应有的贡献，在中国科学院南海海洋研究所组织的 1984—1986 年对南沙调查研究的基础上，1987 年 3 月经国务院批准，由中国科学院牵头，汇同国家各部委有关单位组成南沙综合科学考察队，继续对南沙的环境和资源进行调查研究。

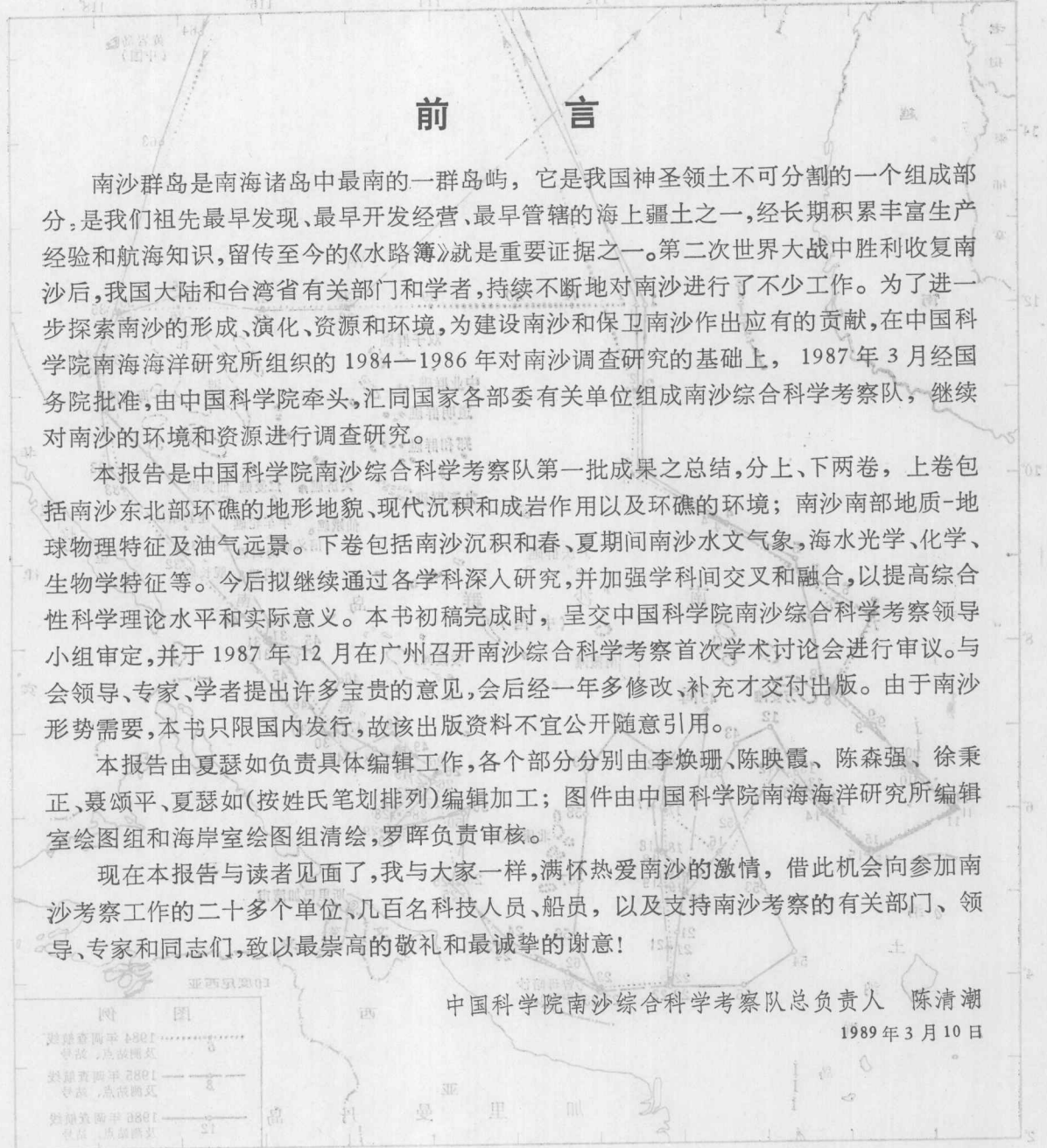
本报告是中国科学院南沙综合科学考察队第一批成果之总结，分上、下两卷，上卷包括南沙东北部环礁的地形地貌、现代沉积和成岩作用以及环礁的环境；南沙南部地质-地球物理特征及油气远景。下卷包括南沙沉积和春、夏期间南沙水文气象，海水光学、化学、生物学特征等。今后拟继续通过各学科深入研究，并加强学科间交叉和融合，以提高综合性科学理论水平和实际意义。本书初稿完成时，呈交中国科学院南沙综合科学考察领导小组审定，并于 1987 年 12 月在广州召开南沙综合科学考察首次学术讨论会进行审议。与会领导、专家、学者提出许多宝贵的意见，会后经一年多修改、补充才交付出版。由于南沙形势需要，本书只限国内发行，故该出版资料不宜公开随意引用。

本报告由夏瑟如负责具体编辑工作，各个部分分别由李焕珊、陈映霞、陈森强、徐秉正、聂颂平、夏瑟如（按姓氏笔划排列）编辑加工；图件由中国科学院南海海洋研究所编辑室绘图组和海岸室绘图组清绘，罗晖负责审核。

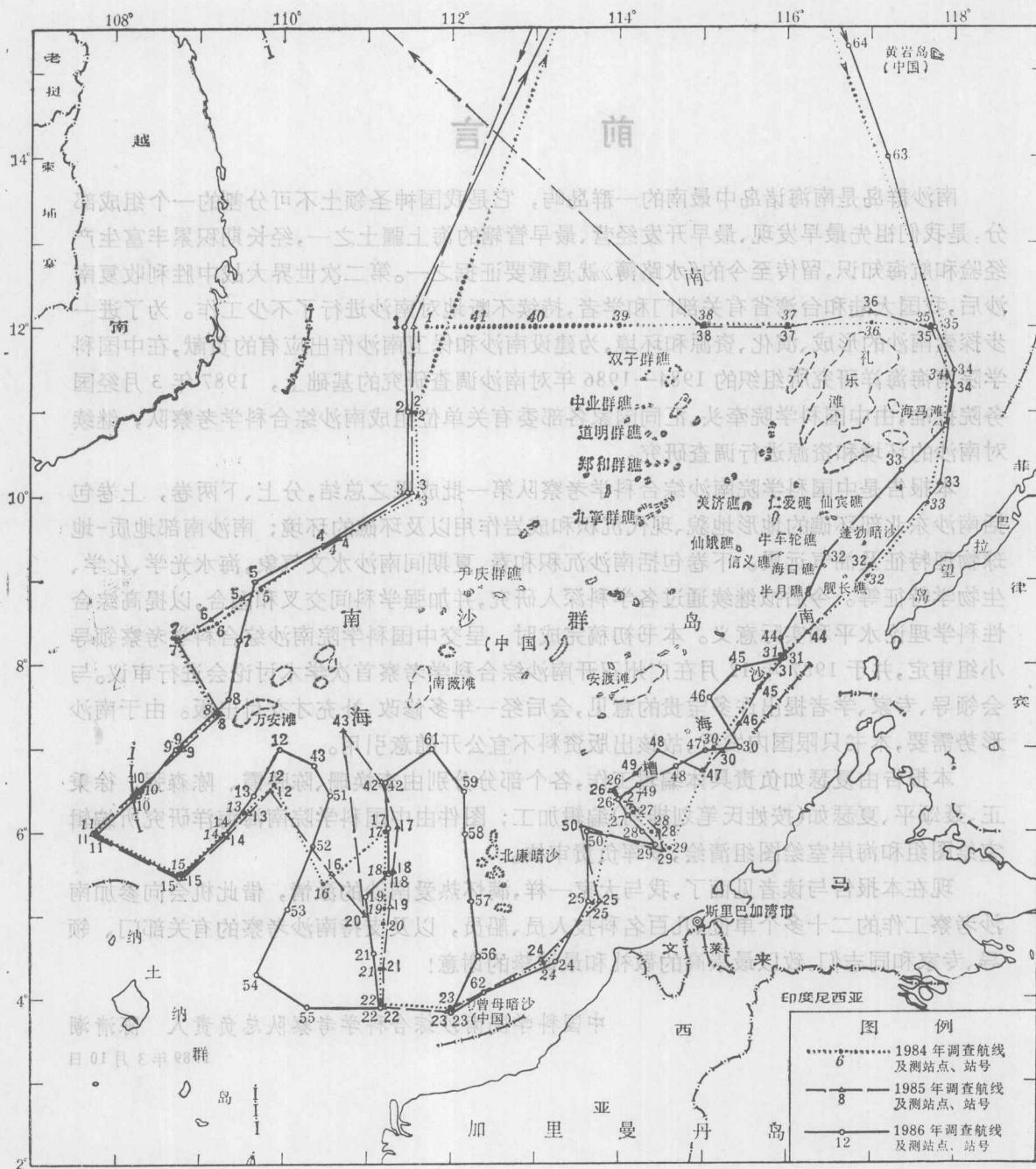
现在本报告与读者见面了，我与大家一样，满怀热爱南沙的激情，借此机会向参加南沙考察工作的二十多个单位、几百名科技人员、船员，以及支持南沙考察的有关部门、领导、专家和同志们，致以最崇高的敬礼和最诚挚的谢意！

中国科学院南沙综合科学考察队总负责人 陈清潮

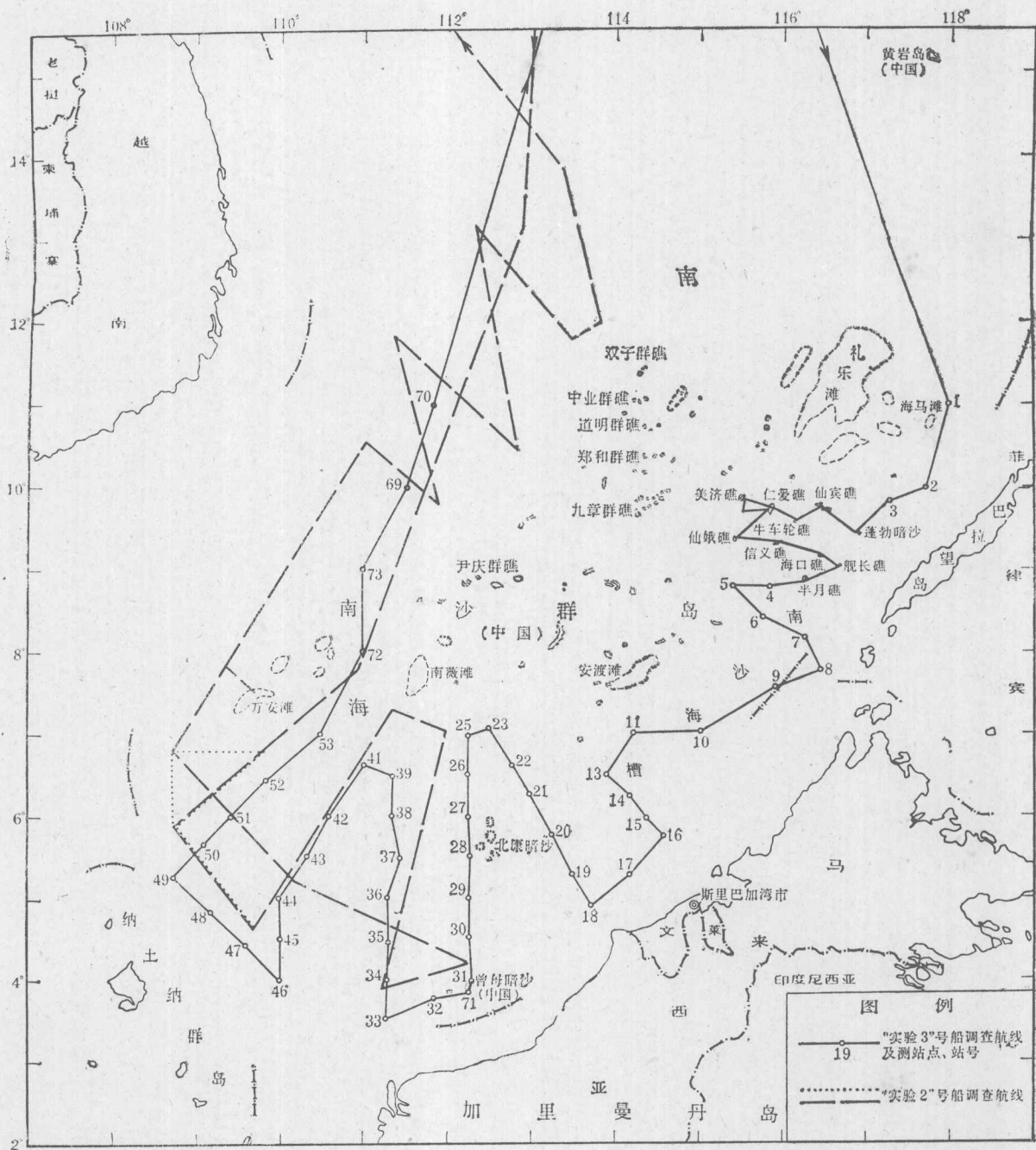
1989 年 3 月 10 日



图例
● 考察点
○ 岛礁
— 航线
— 边界
— 水深
— 海底地形
— 海底地质
— 海底生物
— 海底矿产
— 海底能源
— 海底环境
— 海底资源
— 海底利用
— 海底保护
— 海底开发
— 海底建设
— 海底管理
— 海底立法
— 海底执法
— 海底司法
— 海底行政
— 海底立法
— 海底执法
— 海底司法
— 海底行政



南沙群岛及其邻近海区综合调查总站位图(1984-1986年)



南沙群岛及其邻近海区综合调查总站位图(1987年)

目 录

(上 卷)

前言

第一部分 南沙海区东北部的环礁

一、环礁间“危险地带”的航行	1
二、环礁的地形与地貌	12
(一) 环礁地形测绘	12
(二) 用陆地卫星像片分析环礁形态	20
(三) 用“MSS”卫星像片分析礁滩水下地形	25
(四) 环礁地貌	28
三、环礁的现代沉积和成岩作用	42
(一) 环礁地貌——沉积相带划分	42
(二) 各相带碎屑沉积物的粒度分析	45
(三) 环礁沉积物的生物组分	49
(四) 造礁珊瑚的成长率	55
(五) 碎屑沉积物的矿物成分	57
(六) 环礁沉积物的元素地球化学特征	62
(七) 成岩作用	76
(八) 沉积物的生物组分、矿物成分和化学成分的综合反映	78
四、潟湖的水化学特征	80
五、潟湖化学环境质量状况	84
六、潟湖的浮游生物	88
(一) 光合色素	88
(二) 浮游植物	93
(三) 浮游动物	99
七、环礁的某些底栖生物	100
(一) 造礁珊瑚	100
(二) 半月礁的集沙群海藻	104
八、环礁的鱼类	106

第二部分 南沙海区地质-地球物理特征及油气远景

一、区域地质构造概况	116
二、区域地球物理场特征	123
三、地球物理调查概况	131
四、MX-200B 型卫星导航系统的定位及其平差处理	137

五、海区地形	142
六、重力场的特征及地质-地球物理解释	150
(一) 重力数据的处理方法	150
(二) 重力场的特征	152
(三) 重力异常的地质-地球物理解释	156
七、磁场特征及地质-地球物理解释	161
(一) 磁测资料的数据处理	161
(二) 地磁场及磁异常的-般特征	172
(三) 磁异常分区及地质-地球物理解释	175
八、地震资料的解释及曾母盆地的构造格局	180
(一) 地震资料处理概况	180
(二) 地震波特征及其地质属性	182
(三) 地震解释剖面 and 沉积等厚图	187
(四) 曾母盆地的构造特征及分区	195
(五) 渐新世以来曾母盆地的演化	198
九、地热特征	199
十、地幔流应力场和上地幔结构	202
十一、构造特征及构造单元划分	215
十二、构造演化	225
十三、曾母盆地东部沉降历史及油气生成潜力的初步分析	232
十四、南沙西南新构造运动与灾害性地质	239
十五、曾母盆地地质-地球物理综合分析及其含油气特征	245
(一) 盆地的基底	245
(二) 盆地的盖层	262
(三) 盆地的边界及盆地类型	268
(四) 盆地的含油气特征	270
(下 卷)	
第三部分 南沙海区海洋环境	
一、水文气象	295
(一) 天气概况和气象特征	295
(二) 不同天气状况下海-气交换通量的分析	304
(三) 多年月平均表层水温距平序列的分析: 离散谱模型	312
(四) 中值滤波方法在 CTD 资料处理中的应用	323
(五) 温盐度分布及水团的初步分析	334
(六) 上层水热力状况	352
(七) 海流概况	362
(八) 潮汐潮流概况	370
(九) 海浪统计与频谱特征	378
二、海洋化学	390
(一) 水化学环境	390

(二) 溶解氧垂直分布的最大值	395
(三) 海水中二氧化碳体系	402
(四) 化学环境质量状况	407
(五) 海水中某些放射性核素的测定	416
(六) 海水中氢同位素的组成	420
三、海洋物理学	424
(一) 海水光学参数	424
(二) 海底的声学物理特性	434
四、海洋沉积	443
(一) 底质类型	443
(二) 南部陆架东北缘浅层结构	449
(三) 柱样土的物理力学性质	453
(四) 粘土矿物及其分布	457
(五) 云母类矿物层间钾探讨	464
(六) 双壳类动物群	467
(七) 全新世腹足类	472
(八) 全新世环口目苔藓虫	473
(九) 孢子花粉	481
(十) 南沙海槽微体生物化石	511
(十一) 生物遗壳的沉积作用	530
(十二) 铀系法测年	540
(十三) 氧同位素测定	544
(十四) 锶同位素测定	548
(十五) 铅同位素与源岩地质年龄	552
(十六) 沉积物稀土元素地球化学	560
(十七) 南沙海槽沉积元素地球化学特征	568
(十八) 沉积地球化学若干问题	585
(十九) 现代沉积的有机质特征	590
(二十) 现代沉积的生物标记化合物	606
(二十一) 南沙海槽晚期第四纪沉积相与古环境	621
五、海洋生物	629
(一) 沉积物中的异养细菌	629
(二) 浮游生物	639
(三) 自游生物	707
(四) 底栖生物	742
(五) 沉积生物	774

第三部分 南沙海区海洋环境

一、水文气象

(一) 天气概况和气象特征*

南沙海区位于南海的近赤道低纬地区,各种尺度的热带环流系统非常活跃。它与整个南海成为东亚大气运动的热量和水汽的重要源地之一。南沙及周围海区的大气环流系统和天气系统对南海以及我国华南天气有十分重要的影响。但是由于观测资料的缺乏,有关影响南沙海区的天气过程和环流系统活动的认识,主要是根据有关东南亚季风气象学和热带气象学方面的文献(陶诗言等,1984;梁必骐,1985;Ramage, 1971)得到的。这些文献报道和研究成果,大多数以冬、夏两个典型季风期间天气和环流系统的结构特点为重点,对于冬、夏之交的季风转换季节则较少涉及。1985—1987年4—6月份的三个航次考察期间,对南沙群岛及其邻近海区进行了海洋水文气象观测,取得了这个海区的一些中小尺度天气系统的实测资料。本文拟将这些资料和同期天气图结合起来,对考察期间影响南沙海区的天气类型和环流形势作一概略分析。

1.4—6月的天气概况

利用1985—1987年南沙海区三次综合考察所取得的气象资料,首先绘制成4—6月逐旬风频图(3.1.1.1)。由图3.1.1.1清楚地看到:4月下旬以东北风为主,5月风向逐渐开始作顺时针偏转,5月中、下旬开始有西南风出现,但仍以东南风为主,直至6月上旬则以西南季风为主。结合天气图资料,可以大体确定南沙海区的东北季风结束于5月初,而西南季风则大约在5月末或6月初开始,比印度的西南季风开始日期稍后。

其次利用1985年5—6月和1987年4—5月(1986年4—5月略)考察期间获得的风向风速绘成逐时变化曲线图3.1.1.2—3.1.1.5,结合天气图和其他一些天气特征,得出南沙4—6月的天气过程分成五种类型:1)冷空气影响型;2)冷空气间歇型;3)冬—夏季风过渡型;4)西南季风潮型;5)西南季风间歇型。

(1) 冷空气影响型

南沙海区吹东北风(第一象限),过程平均风速 6 m/s 以上,阵风风力可达6—7级;海区南端云系稍多,偶尔有阵性降水,而大部海区少云,晴热。这种类型天气的主要环流特征是:在500 hPa高空,北半球的太平洋副热带高压控制着包括南沙在内的整个南海,其脊线稳定在南海中部。850 hPa低空南沙海区处于副热带高压环流系统之中,只有海区南端的曾母暗沙有时可能处于低空副热带高压环流南缘的东风气流之中。在地面上,北

* 作者:张庆荣、王昭正、林锡贵、蔡亲炳。

書戶文本一

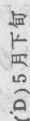
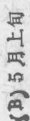
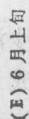
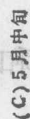


图 3.1.1.1 4—6 月逐旬风速

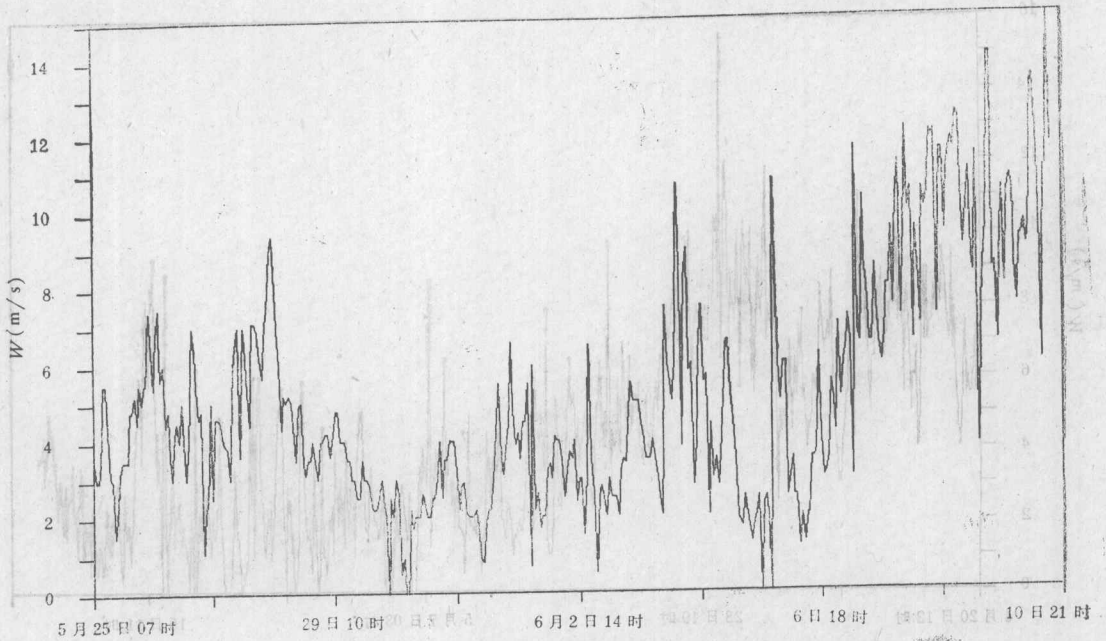


图 3.1.1.2 1985 年 5—6 月风速逐时变化曲线

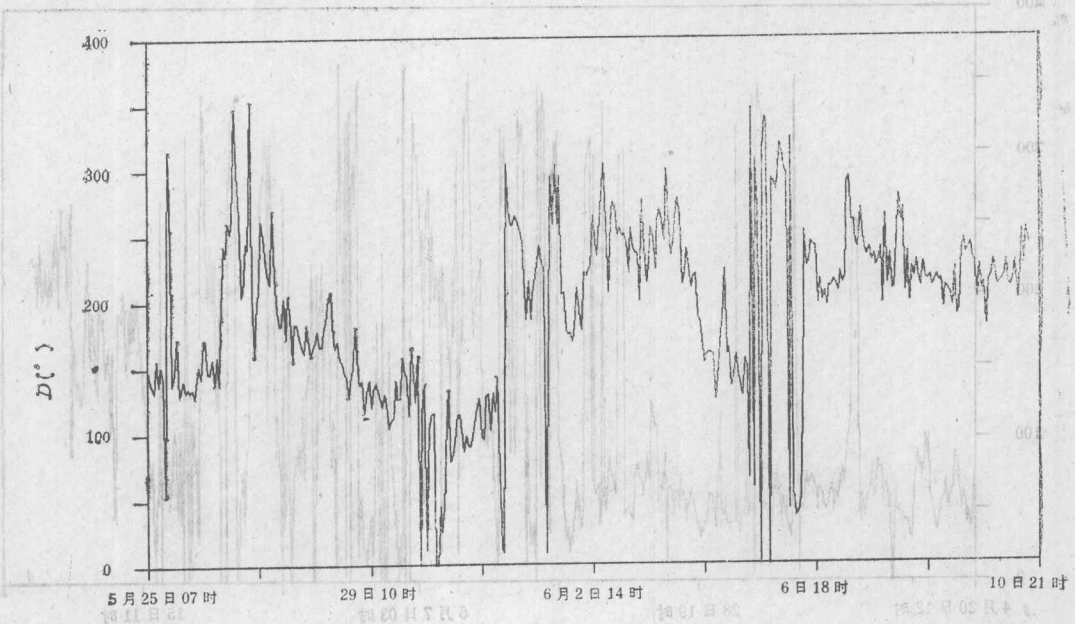


图 3.1.1.3 1985 年 5—6 月风向逐时变化曲线

半球有明显的冷空气活动,静止锋位于华南沿海,而南沙海区则处于两半球高压系统之间的弱低压带,北半球的冷空气贴海面扩散南下影响南沙海区,如图 3.1.1.6 和 3.1.1.7 所示;但由于高空副热带高压的控制以及南下冷空气的变性,所以当冷空气影响时,南沙绝大部分海区除了风场的明显变化外,其余天气现象并不明显,只有位于南端的曾母暗沙偶当处于副热带高压的南沿东风气流之中,而低空又受到某种原因造成的赤道辐合带略为北抬

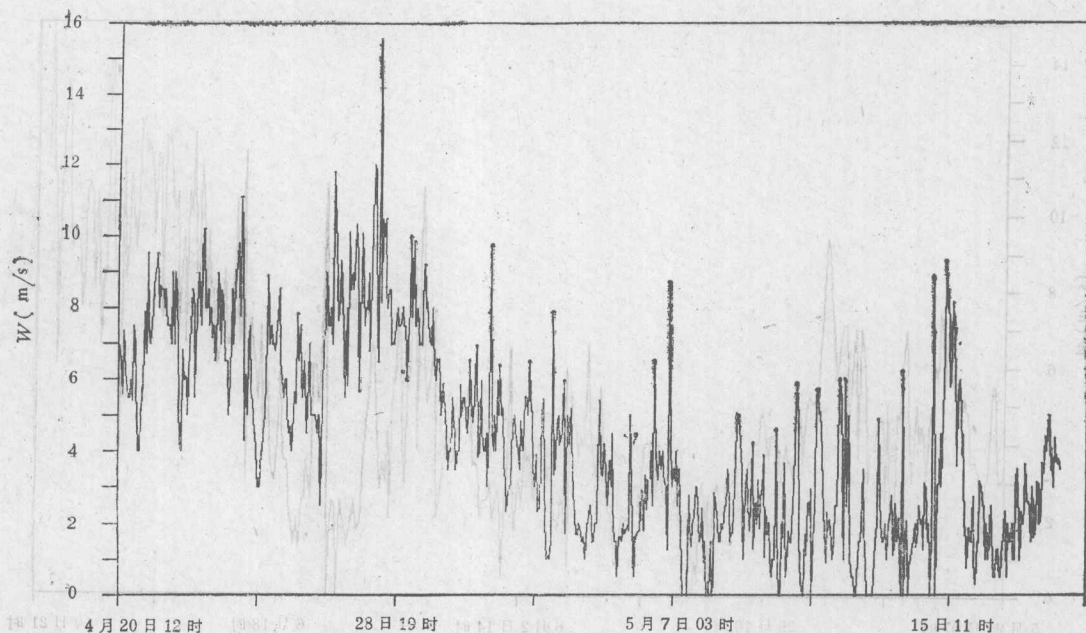


图 3.1.1.4 1987 年 4—5 月风速逐时变化曲线

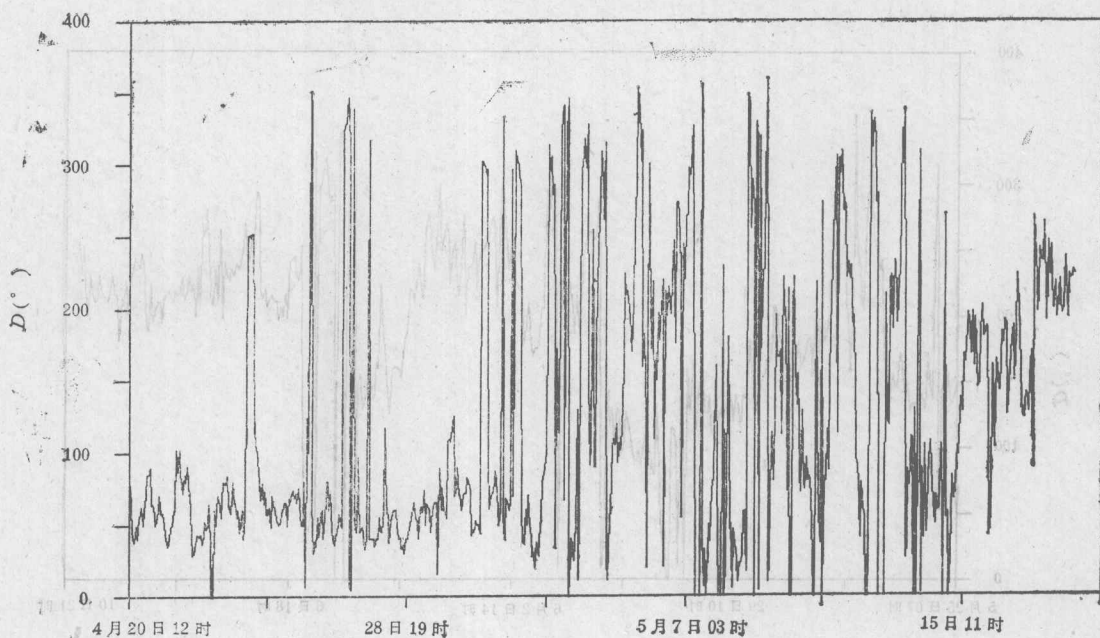


图 3.1.1.5 1987 年 4—5 月风向逐时变化曲线

的影响时,会有阵性降水发生。

(2) 冷空气间歇型 在东北季风影响时段内,东北风短时减弱,海区风速 $\leq 3 \text{ m/s}$,有时静风。与上述冷空气影响型的天气相比,冷空气间歇型天气的高空环流稳定少变,而地面上北半球的冷空气活动出现短时间歇或中止,这主要表现在华南静止锋减弱或消失,无冷空气扩散到南沙

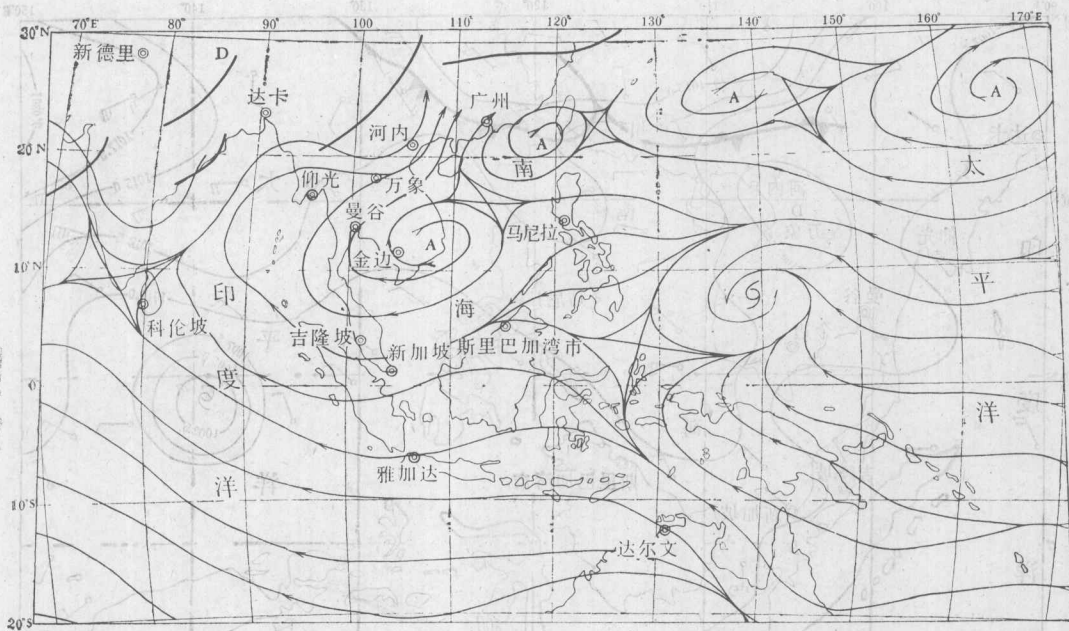


图 3.1.1.6 1986 年 4 月 28 日 08 时海洋 850 hPa 流线图

海区。

(3) 冬—夏季风过渡型

出现在东北季风(冬季风)基本结束至西南季风(夏季风)开始出现之前的过渡季节。此时南沙海区的海面风向开始逐日作顺时针偏转。平均风速 3 m/s 左右。在这一过渡天气的前期,本海区晴热少云,后期云量自北逐渐增多,除了南端海区有时偶尔有阵雨外,其余大部分地区和大部分时间仍无降水发生。这种天气类型的主要环流特征是:原稳定控制南海的副热带高压自低空开始由下而上逐渐减弱,环流南端的偏东气流自南向北逐渐扩大,当南半球偶有冷空气越过赤道时,赤道辐合带会增强北抬从而影响南沙的南部海区,造成阵性降水。但是,在实际分析中,这种类型的天气往往难以与冷空气间歇型的天气相区别,因为二者的海面风况都是风速较弱而风向多变,所以常把二者都归为冷空气间歇型。

(4) 西南季风潮型

在我们观察的天气分析中,西南季风潮的定义是:海面吹西南风,平均风速 6 m/s 以上,阵风风力可超过 10 m/s ,云系较多,阴天为主,伴有雷阵雨等天气现象。季风潮天气的主要环流特征是:在上述过渡期后,北半球太平洋副热带高压进一步减弱并缓慢减弱;第一次季风潮后,副热带高压又会加强西伸,但脊线位置已明显北跳,整个南沙高空都处于副热带高压南部边沿的偏东风气流之中;地面及低空大多数是由于南半球有较弱的冷空气爆发,冷空气越过赤道后形成的西南气流补充到印度低压系统中,使印度低压加强并向东南扩展,以致其东南沿的西南气流影响整个南沙海区。如图 3.1.1.8 和 3.1.1.9 所示。

(5) 西南季风间歇型

西南季风潮过后,风力减弱,风向多变,风速大多数为 3 m/s 左右,晴天少云为主。

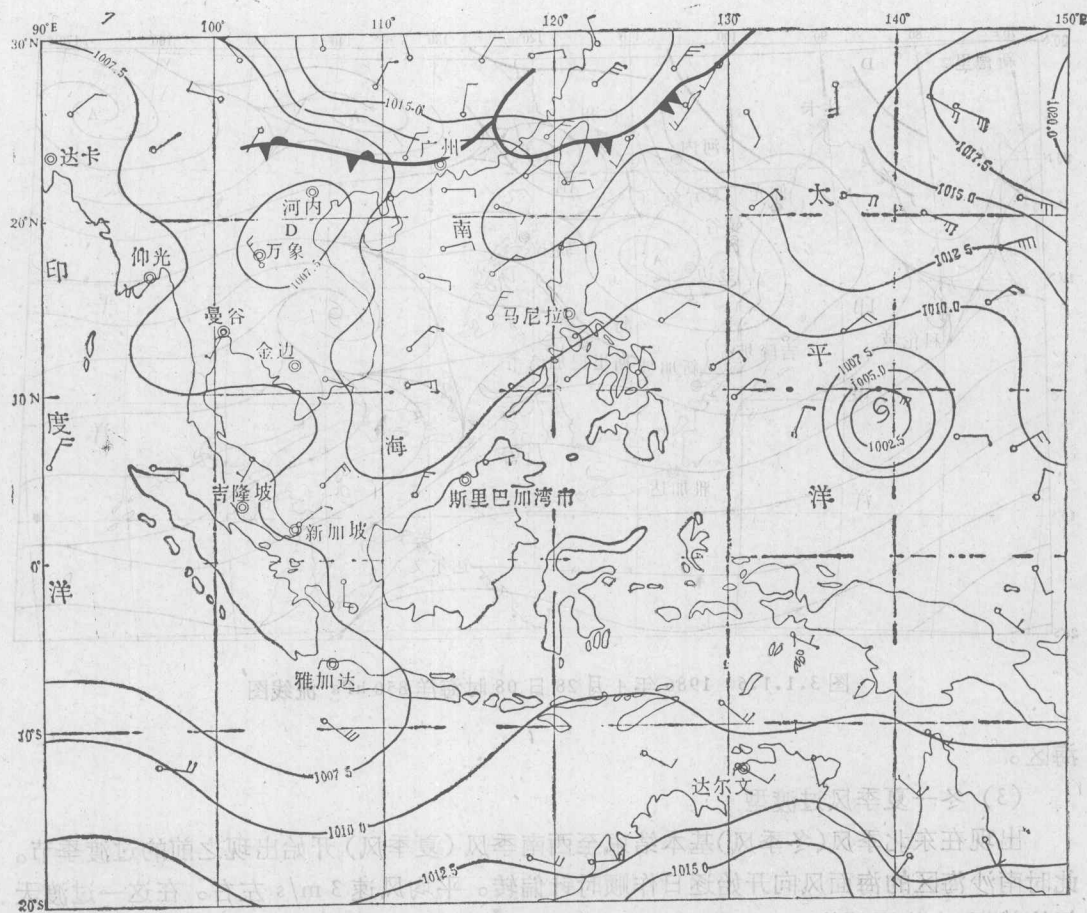


图 3.1.1.7 1986 年 4 月 28 日 08 时热带海洋地面天气图

D 为低压中心

与此天气类型相应的环流形势的主要特征是：北半球副热带高压加强西伸，南半球冷空气减弱甚至中止；低层的印度低压减弱，从而使伸向南沙海区的外围西南气流随之减弱或回缩。

2. 考察期间气象要素的特征

(1) 各气象要素的平均值

将三个航次调查期间所获得的各要素的平均值如表 3.1.1.1 所示。由表 3.1.1.1 看出：1987 年 4—5 月的平均气温较高，而 1986 年 4—5 月的平均气温较低。其原因主要是 1987 年 4—5 月调查期间太平洋副热带高压稳定少变，加之冷空气影响不到南沙，天气晴朗少云，太阳辐射较强烈；反之，1986 年 4—5 月调查时间比 1987 年提早 10 天结束，冷空气比较活跃、频繁的缘故。1987 年考察期间的气压平均值高于 1985 年，考察期间反映了 1987 年 4—5 月间副热带高压稳定少变，1985 年 5—6 月的后期则受西南季风潮影响。在三个航次的考察中，平均海面温度都高于平均气温，表明在这三个时段内都是海洋向大气输送热量。

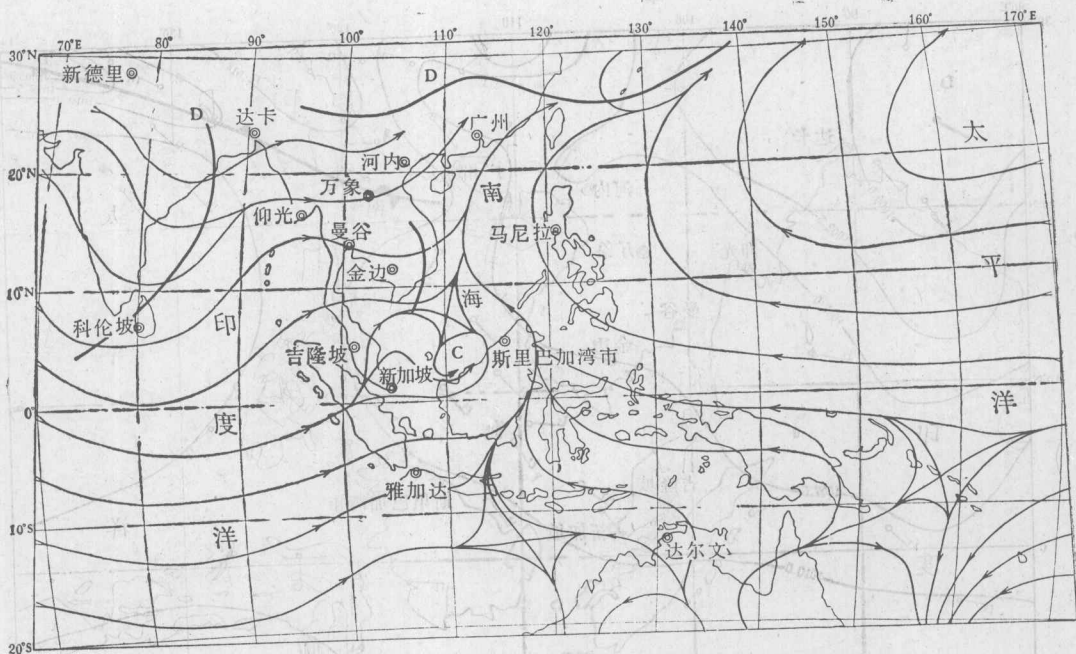


图 3.1.1.8 1985 年 6 月 4 日 08 时海洋 850 hPa 流线图

D——低压中心；C——流线图上的涡旋中心

表 3.1.1.1 1985—1987 年南沙考察期间的各要素平均值

要素 时间	气温 (°C)	海温 (°C)	湿度 (hPa)	露点 (°C)	盐度	风速 (m/s)	气压 (hPa)
1985.5—6	29.0	29.9	31.3	24.8	32.87	5.0	1008.7
1986.4—5	28.8	29.2	31.1	24.7	33.16	4.2	1009.3
1987.4—5	29.1	29.6	30.6	24.4	33.54	4.4	1011.6

(2) 平均日变化特征

1) 气压和风平均日变化: 三个航次的气压 (P) 和风速 (W) 平均日变化如图 3.1.1.10 所示。a. 气压平均日变化曲线呈双峰型曲线。双峰分别出现在 10 时和 23 时, 而双谷则分别出现在凌晨 4 时和 17 时; 峰谷之差为 2.5 hPa。南沙海区气压平均日变化的这种规律比在南海东北部更为明显。b. 风速平均日变化小, 可看做是微振动, 其起伏没有显著的规律性。

2) 气温、绝对湿度和相对湿度平均日变化: 气温 (T)、绝对湿度 (E) 和相对湿度 (U) 的平均日变化如图 3.1.1.11 所示。气温的日变化呈单波状, 高值出现在午后 14 时前后, 低值出现在凌晨 6 时前后, 平均日较差为 1.0°C。绝对湿度平均日变化不明显, 主要因为热带海洋上的水汽充足。反之, 相对湿度的平均日变化较明显, 如同气温一样呈单峰型, 高值出现在 3 时至 6 时, 低值出现在 15 时; 这是由于早晨气温较低, 从而饱和水汽压较低, 故相对湿度较大, 而低值出现的原因则与此相反。相对湿度的日较差约为 10%。

3) 海面温度和盐度的平均日变化: 海面温度 (SST) 和盐度 (S) 的平均日变化如图 3.1.1.12 所示。由图 3.1.1.12 可以看出: 开阔海洋的表层盐度没有明显的日变化, 或者

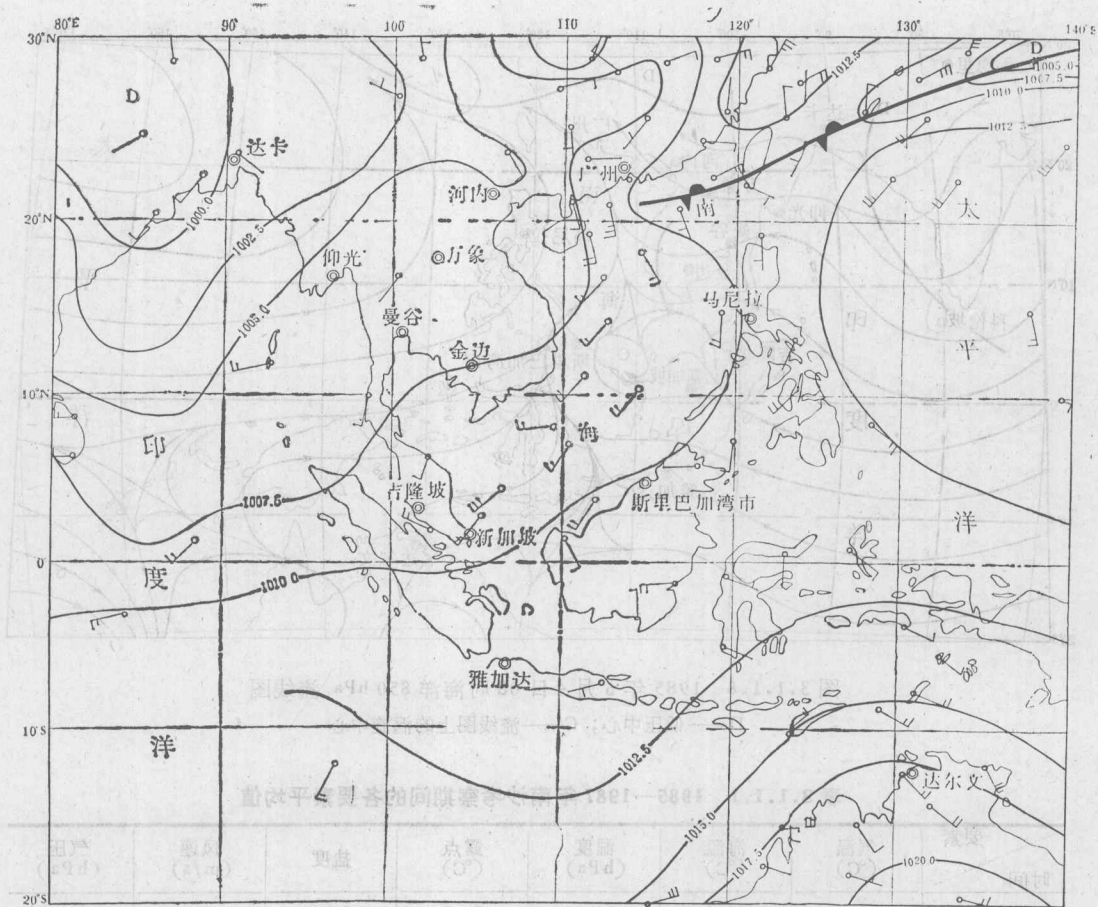


图 3.1.1.9 1985 年 6 月 4 日 08 时热带地面海洋天气图

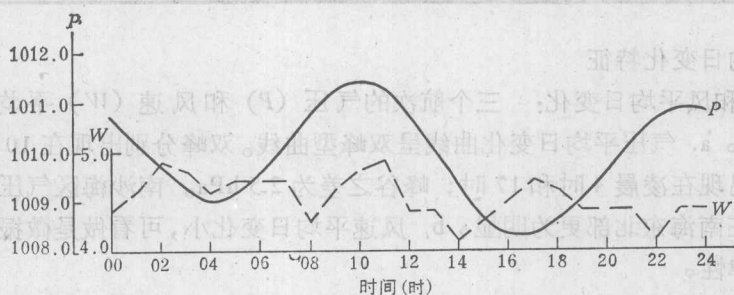


图 3.1.1.10 4—6 月气压和风速平均日变化

P 的单位为 hPa, W 的单位为 m/s

说平均日变化规律不明显。这是因为开阔海区表层盐度水平梯度小, 局部盐度变化的平流效应微弱的缘故。反之, 海表温度则有明显且同期起伏; 高值区出现在 17 时前后, 低值出现在凌晨 6 时前后, 这与太阳辐射直接相关, 并与气温的平均日变化规律类似, 但日较差较小, 仅 0.7°C 左右。

(3) 风频统计特征