

南沙群岛及邻近海区晚 第四纪的微体生物与环境

LATE QUATERNARY MICROBIOTAS
AND ENVIRONMENT OF THE NANSHA
ISLANDS AND ADJACENT SEA

中国科学院南沙综合科学考察队

海洋出版社

南沙群岛及邻近海区晚 第四纪的微体生物与环境

LATE QUATERNARY MICROBIOTAS AND
ENVIRONMENT OF THE NANSHA
ISLANDS AND ADJACENT SEA

中国科学院南沙综合科学考察队

海 洋 出 版 社

1996 • 北京

内 容 提 要

本书是南沙海区近 10 年来综合科学考察中海洋微体生物的研究成果之一。首次对该海区进行包括有孔虫、介形类、放射虫、苔藓虫、腹足类、双壳类、硅藻、颗石藻、沟鞭藻及孢粉等 10 个门类生物群的综合系统研究。书中采用生态学和沉积学相结合的方法,全面分析南沙海区由上述门类所构成的生物群落、生态与沉积特征及其与环境关系,并深入探讨晚第四纪的地层层序、生物地层、微体生物群演替、特征事件、海平面变化和古海洋环境演变等。

书中内容丰富、材料翔实、分析合理、编排独特,可供广大地质与生物学科技人员和高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

南沙群岛及邻近海区晚第四纪的微体生物与环境/中国科学院南沙综合科学考察队编. —北京:海洋出版社,1996.6

ISBN 7-5027-4187-9

I. 南… II. 中… III. 南沙群岛-微体古生物学;古生态学-第四纪-综合考察-科技成果 IV. Q913.663

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 12002 号

责任编辑 赵士青

海洋出版社 出版发行

(100860 北京市复兴门外大街 1 号)

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月北京第 1 次印刷

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:14

字数:350 千字 印数:0 500 册

定价:30.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

《南沙群岛及邻近海区晚第四纪的微体生物与环境》编写人员名单

主 编 陈木宏 蔡慧梅 涂 霞 陆麟黄

编 委 陆 钧 冯伟民 郑 范 孙绍先
 钟石兰 孙学坤 沈才明

序 言

南沙群岛海区的地理位置、海洋特征、生物区系和地质背景都具有热带典型性与特殊性。这是由于它处于北半球赤道-热带区,是太平洋与印度洋的中介域;半封闭性的陆缘海由季风与通道状况决定海洋环流特征;该区生物繁盛、种类多样、群落典型,属印度-马来亚区的源地中心;由于是欧亚板块、印度洋板块和太平洋板块的交汇处,使其形成发育的地质背景与周围陆地环境紧密相关。无疑是当今地球科学前缘研究领域中的关键地区,开展南沙综合科学考察具有重大意义。

晚第四纪以来是地史时期中与人类生存和发展关系最为密切的一部分,研究这一特殊历史时期中的古环境与古海洋特征,探索其演化趋势,制定今后南沙发展规划具有重要科学意义。

微体生物是动植物中个体微小,具钙质、硅质或复杂有机质介壳、骨骼和外壁的一大类群,它们可成为化石,在沉积物或地层中储存着生态与沉积环境的各种信息。微体生物包括有孔虫、介形类、放射虫、苔藓虫、腹足类、双壳类、硅藻、颗石藻、沟鞭藻和孢粉。它们各具不同的生活习性、生态特征和分布规律,在海洋中构成独特的体系,整体上代表了环境特征的综合产物。

本书是“南沙群岛及其邻近海区晚第四纪微体生物群与环境变化”专题组的研究成果。作者们在详细、认真鉴定、统计和分析海底沉积表层和柱状样中各类群微体生物的种类与特征的基础上,结合其他有关分析测试手段,对南沙海区微体生物的现代面貌、古代特征和演变规律,以及与环境关系做了综合性的系统分析;探索了当前地球科学中的一些关键性问题,得到许多综合性的分析结果,也提出有创见性的观点和方法。

书中涉及的生物类群较多,可称为微体生物的“全家福”,信息量大,问题复杂,综合性强,分析难度高。面对具挑战性的难题,作者们表现了勇气和毅力,凝聚了他们的大量心血。现将成果展现在读者面前,请赐予指正!

中国科学院南沙综合科学考察队

“八五”国家专项负责人

陈清潮

1995.2.28

前 言

南沙群岛是我国神圣领土不可分割的一部分,自古以来我国劳动人民在这里进行生产活动,并留下遗迹和碑文可作为历史考证的证据。第二次世界大战日本投降后,就将其侵占的太平岛等移交给我国当时的政府,实行领土管理,并延续至今。

南沙群岛地处南海南部,地质历史上曾与我国西沙群岛等连接,后因南海在其形成发育过程中,由于扩张活动使南沙群岛南移到现代的地理位置,被中部海区所分割,与西沙群岛和中沙群岛形成南北对应的三大岛群。这些岛群的相似之处在于它们均主要发育在南海的陆坡上,形成的水下台阶同属Ⅰ类地貌单元。岛礁的发育和分布受南海构造断裂的影响和控制,具一定的地质走向特征。南海是欧亚板块、印度板块和太平洋板块的交汇处,三大板块的活动造成了南海的独特地质特征。研究南海的古海洋具有重要的地质意义和科学意义,而研究南沙群岛及其邻近海区的古环境及其演化是其中的组成部分。“将今论古”是地质科学中的一种必不可少的重要手段。因此,探索和分析南沙群岛海区中的现代微体生物的组成与分布特征,以及它们与现代海洋条件等因素的关系,是研究海区中的古海洋历程与特征的前提。

1984年开始,中国科学院南海海洋研究所组队到南沙群岛海区进行综合科学考察,得到了国家领导人的关怀与支持和中国科学院领导的高度重视,汇集了全国的各有关专业科技力量,组成中国科学院南沙综合科学考察队,并定为国家专项,从经费等各方面给予大力支持。10年来,考察队在负责人陈清潮教授的直接率领下,克服了重重困难,大家齐心协力,取得了一批批的重要成果。本书是对南沙综合科学考察中海洋微体生物研究的总结。

南沙综合科学考察中微体生物专题组由中科院南海海洋研究所和南京地质古生物研究所两个单位的人员组成,共开展10个门类生物的研究工作。“七五”期间各个门类分别已做了大量的单学科基础性工作,发表了一批论文。鉴于“七五”总结中评审专家提出在此基础之上应该开展深入的综合分析的建议,本专题组在“八五”工作开始时就形成撰写本书的设想,力图从整体上对南沙海区的微体生物进行全面综合研究。以此为目的,我们重新组织了包括柱状样和表层样的补充分析工作,并充分利用前期的分析资料,在此基础上进行分工编写。编写过程中,一改过去各门类单学科各自研究的思路,将10个门类(实际上基本包括了所有的海洋微体生物类型)的资料与信息作为一个整体,针对每一个问题从系统上综合分析各个不同地理和地貌单元中的微体生物群落,阐述它们与环境的关系,解释古海洋环境的特征并探讨南沙群岛海区晚第四纪以来的环境演化。应该说这是一种尝试性的探索,针对每一个问题要考虑到每个门类的信息存在,难度较大,工作量也大,同时课题实施的时间仓促,但全组人员全力以赴、按时完成了这项工作。然而,书中也存在一些问题。一方面是受各门类分析站位不统一和有些素材不协调的限制,另一方面各章节之间的衔接与设置也难于合理。

撰写工作的执笔分工是:陈木宏负责第一章的第一、二、三节,第四章的第二节和第五章的第一、二节,前言和结语;陆麟黄负责第二章的第一、五、六、七节和第四章的第六节;蔡慧梅负责第二章的第二、三、四节和第六章的第三节;冯伟民负责第三章的第一、四节;陆均负责第三章的第二、三节和第五章的第五节;涂霞和郑范负责第四章的第一、三、五节和第六章的第一、二、四节;孙绍先负责第四章的第四节;孙学坤负责第五章第三节;钟石兰负责第五章第四节;沈才明负责第六章第五节。本专著由陈木宏、蔡慧梅、涂霞和陆麟黄主编与统稿。郑范、徐红珊

协助打印稿件,周洁兰协助绘制部分图件。

参加各门类的样品分析和鉴定统计工作的有:涂霞、郑范(有孔类)、蔡慧梅(介形类)、余家桢、陆钧(硅藻)、钟石兰、陆钧(颗石藻)、唐领余、沈才明、孙绍先(孢粉)、陆麟黄(苔藓虫)、兰琇(双壳类)、余汶、冯伟民(腹足类)、何承全、孙学坤(沟鞭藻)和陈木宏(放射虫)。NS93-12-58柱由林怀兆做粒度分析,吴传芝分析碳酸钙含量,冠亚平测试碳、氧同位素,沈承德分析 ^{14}C 测年,王有强负责海上调查取样工作。

书稿完成后承蒙同济大学汪品先教授和北京大学李淑鸾教授在百忙之中审阅部分和全部稿件,给予指导并惠供许多建议,作者从中获益匪浅。限于时间和条件,一些问题仍未完全解决,恳请读者、专家给予批评指正。借此,向所有关心和帮助过本项工作的人们表示衷心感谢!

目 次

第一章 海洋环境概况	(1)
第一节 区域自然地理.....	(1)
第二节 海洋物理与海洋化学.....	(4)
第三节 海底地形地貌与沉积物类型.....	(8)
第二章 微体生物的区域特征	(13)
第一节 大陆架区生物群落.....	(13)
第二节 大陆坡区生物群落.....	(17)
第三节 海槽区生物群落.....	(23)
第四节 深海盆区生物群落.....	(25)
第五节 珊瑚礁(礁坪、泻湖、前坡)生物群落.....	(26)
第六节 生物组合特征.....	(30)
第七节 生物区系特征.....	(42)
第三章 现代微体生物生态与沉积	(46)
第一节 底栖生物的生态特征.....	(46)
第二节 浮游类群的沉积特征.....	(55)
第三节 微体生物群的类型和保存状态.....	(59)
第四节 埋藏与生态关系.....	(62)
第四章 微体生物与海洋环境	(69)
第一节 微体生物与水深关系.....	(69)
第二节 浮游类群与表层水.....	(83)
第三节 底栖类群与底层水.....	(94)
第四节 孢粉与海洋沉积环境.....	(104)
第五节 浮游类钙质壳体与碳酸盐溶解.....	(111)
第六节 某些壳体的化学元素特征.....	(116)
第五章 晚第四纪生物地层和生物相	(121)
第一节 沉积层层序特征.....	(121)
第二节 微体古生物带与生物地层划分.....	(126)
第三节 地层年代与氧同位素分析.....	(134)
第四节 综合地层特征的区域比较.....	(136)
第五节 微体古生物组合特征与生物相.....	(140)
第六章 晚第四纪微体生物群与环境演化	(147)
第一节 微体古生物群的演替.....	(147)
第二节 古海洋环境与古气候演变.....	(152)
第三节 海平面变化的环境特征.....	(175)
第四节 特征事件讨论.....	(185)

第五节 环境演化趋势.....	(192)
结 语.....	(197)
参考文献.....	(202)
Summary	(208)

Contents

Chapter 1	Modern Marine environments	(1)
	1. Physical geograpy	(1)
	2. Marine physics and chemistry	(4)
	3. Submarine geomorphology and sediment types	(8)
Chapter 2	Character of Mordern Microbiotas	(13)
	1. Shelf community	(13)
	2. Slope community	(17)
	3. Trough community	(23)
	4. Basin community	(25)
	5. Coral reef community	(26)
	6. Biological assemblages	(30)
	7. Microfauna and microflora	(42)
Chapter 3	Ecology and Sedimentology	(46)
	1. Ecological feature of benthos	(46)
	2. Sedimentary feature of plankton	(55)
	3. Kinds of microbiotas and their states of preservations	(59)
	4. Relationship between burial and ecology	(62)
Chapter 4	Microbiotas and Marine Environment	(69)
	1. Microbiotas in water column and depth	(69)
	2. Plankton and surface water mass	(83)
	3. Benthos and bottom water	(94)
	4. Palynologica distribution and sedimentary environment	(104)
	5. Carbonate dissolution	(111)
	6. Some characters of chemical elements in skeletons of bryozoa	(116)
Chapter 5	Late Quaternary Biostratigraphy and Biofacies	(121)
	1. Sedimentary sequence in the cores	(121)
	2. Biofacies zone and biostratigraphic classification	(126)
	3. Chronostratigraphy and oxygen isotope analysis	(134)
	4. Stratigraphic correlation	(136)
	5. Micropaleontological assemblage and biofacies	(140)
Chapter 6	Evolutions of Biocoense and Paleoenvironment	(147)
	1. Biocoense succession	(147)
	2. Paleooceanography and paleoclimate	(152)
	3. Sea level changing	(175)
	4. Characteristic events discussion	(185)
	5. Evolutionary tendency of the environment	(192)

Concluding Remarks	(197)
References	(202)
Summary	(208)

第一章 海洋环境概况*

第一节 区域自然地理

一、海区范围

南沙群岛是南海四大群岛中分布范围最广,岛礁数量最多,地貌类型最丰富的一个群岛。群岛周围遍布水下暗礁和暗滩。岛礁间海水深度变化较大,最深达 3 036m,构成一幅壮观、险峻而复杂的海底地形图。南沙群岛海区除了群岛周围的陆坡、陆架区外,还包括西北部的海盆。该海盆是南海中部海盆向西南延伸的一部分,水深最大超过 4 400m。在南沙群岛海区的东南缘发育有巴拉望海槽,其深度可达 3 200m。整个南沙群岛海区包括 $3^{\circ}30' \sim 11^{\circ}57'N$ 和 $108^{\circ}15' \sim 119^{\circ}00'E$,呈舌状从东北略向西南延伸,其中介于 $7^{\circ}33' \sim 12^{\circ}00'N$ 和 $112^{\circ}50' \sim 117^{\circ}40'E$ 之间的海域是未经精密测量的航海“危险地带”。(图 1.1.1)

二、周边环境

南沙群岛海区位于南海的南部。自东往西主要有巴拉望岛、加里曼丹岛、苏门答腊岛和马来半岛。这些岛屿均被海峡所分隔,海峡使南沙海区与外部相连通,故属半封闭性陆缘海。其东部通过民都洛海峡(水深 420m)、巴拉巴克海峡(水深小于 100m)和苏禄海相连,由塞腊散海峡(水深 50m)、卡里马塔海峡(水深小于 50m)和加斯帕海峡(水深小于 50m)南通爪哇海和马六甲海峡(水深小于 40m),西接印度洋。南沙海区的物质来源和海水特性受周边列岛和海域的影响,彼此间有较大的相互关系,其中与南海中部海区最紧密相关。

三、气候的分带与特征

有关南沙海区的自然区划问题,一些学者如中国科学院华南热带生物资源综合考察队(1963),Chia 等(1979),陈史坚(1982,1992),赵焕庭(1988,1992)先后作过研究与论述,总的认为南海主要划分为热带与赤道带,其界线约在 $6^{\circ} \sim 7^{\circ}N$ 之间。赵焕庭(1988)在研究华南海岸自然区划一文中还将热带海区三分为北、中、南 3 个亚带,其中南亚带与中亚带的界线约在 $12^{\circ} \sim 13^{\circ}N$ 之间。据此,南沙海区的南部属赤道热带,北部为热带区。

南沙群岛海区具有日照时间长,辐射强度大,终年温度高,湿度大,云量多,雨量多,海雾少等特征,由南向北呈梯度变化。本海区的气候季节性不明显,有“四季如夏”之称,属典型的热带

* 作者:陈木宏。

和赤道海洋类型。影响本海区气候变化的主要因素是5月下旬至9月期间的西南季风、11月至翌年4月中旬的东北季风和主要在6~10月期间的南海台风。由于受南路越赤道气流,热带

旋大风区与西南季风的相互作用和西路气流的加强作用等因素影响,使南沙海区形成西南季风潮的天气过程。越赤道气流源自大洋洲冷高压北缘较强的东南气流,在此过程中经巽他海峡直接进入本区转为西南向气流,并与热带气旋大风区的西南向气流连为一体而加强风力,当它们与来自马来半岛方向的西偏南气流汇合并与本区产生的西南季风气流叠加时,就出现明显的西南季风天气过程。在西南季风潮影响下,海区的气温呈下降趋势,云量增多,空气的温度和海表水的温度较稳定,但天气现象繁多和海况较为恶劣,出现大浪(林锡贵等,1991)。影响本海区的东北季风气流主要源自蒙古高压,在东路以偏东南下的强冷空气形式,通过台湾海峡和巴士海峡直下南沙。其次,从华南沿海南下的中路冷空气对本海区影响较强,仅涉及本区的北部。东北季风潮对本区的影响除略有降温和云量、雨量增多外,主要是引起本区风大、浪大、涌大和雷暴等天气复杂和海况恶劣的气象特征(林锡贵等,1991)。

四、动物区系特征

动物类群的分布反映了一定的自然地理环境,因此,动物类群的组合特征和分布区域范围代表了它们特定的生态与地理特征,是自然地理区划的重要依据。在海洋中,生物学家把各类动物主要区分为暖水型、温水型、冷水型和特殊区域型。Ekman(1953)在《海洋动物地理学》一书中对全世界各海洋中的动物群类型分布特征及动物地理区划做了讨论和归纳,认为世界海洋中动物种类多数属暖水区型,其中以热带动物群最丰富,含有最大的数量,并以暖水区的珊瑚类动物群为特征。他根据珊瑚的石芝属(*Fungia*)为代表的石芝科(*Fungiadae*)等的分布特征,将世界海洋的暖水区动物群划分为二大区系:印度-西太平洋区系和大西洋-东太平洋区系。石芝科共有5属46种,除一个种(*F. elegans*)发现于美洲西部外,其他各种均仅分布于印度-西太平洋区域。另又将印度-西太平洋区系进一步划分为6个亚区系:即印度-马来亚区、中太平洋岛屿亚区、夏威夷亚区、亚热带日本亚区、热带和亚热带澳大利亚亚区和印度洋亚区。其中印度-马来亚区是整个印度-西太平洋区系的中心,其动物群类型代表了整个区系的特征,其他5个亚区的动物群实际上是从这个中心扩散产生,并各有新补充和具有小区域的一些特点。Ekman(1953)还认为菲律宾和南中国海的沿岸动物群似乎应为印度-马来亚区的动物区系源地中心。印度-马来亚区的东北界线在琉球群岛的北部,有70种热带蟹类在该界线以北突然消失,而珊瑚礁的分布也仅限于该界线以南。据此说明,南沙群岛海区位于印度-西太平洋动物区系的中心,南沙群岛海区的动物群类型代表了典型的印度-西太平洋动物区系的特征。印度-西太平洋动物区系中的生物具有多样性和复杂性特点,各类型以及总的种类数量至今仍难以估计,但推测仅软体动物就约有6000种。据中国科学院南沙综合科学考察队调查的初步统计,在南沙群岛海区,已记录的种类超过3372种,其中包括浮游植物、原生动物、海绵动物、腔肠动物、苔藓虫动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、鱼类和异氧细菌及腐木真菌等。相信随着研究工作的深入开展,各门类已有的种类记录将会大大地被改写,许多新的区系特征也将被发现。

第二节 海洋物理与海洋化学

一、海水温度

地处热带-赤道区的南沙群岛海区,由于常年气候炎热,日照时间长,阳光辐射强度大,引起海水表层温度高,一般呈自北向南温度升高的趋势。但表层海水的分布也出现一些不均匀现象,主要受来自苏禄海水团、南部赤道流和邻近大陆河流以及降雨的影响。本区海水的表层水温最低月份在1月,该月最低值约 25°C ,出现于本海区的西北隅;而该月份的表层水温最大值为大于 27°C ,主要分布于本海区的东南部。表层水温的年最高值在8月,最高大于 29°C ,见于巴拉巴克海峡附近,该月份的表层水温最低值为小于 28.2°C ,局限于本海区的东北角,其余大部区域趋于一致,表层水温介于 $28.2\sim 29^{\circ}\text{C}$ 之间。全年其他各月的表层水温分布特征属于1月与8月特征间的过渡,等值线呈东北-西南向延伸。因此本海区表层海水温度的分布总趋势是西北部稍低,东南部相对较高。此外,本海区年际间的表层温度差和分布特征均有明显的不同,据邱章等(1989)研究1985年和1987年两个航次(分别于5月下旬至6月上旬和4月下旬至5月中旬)的实测资料表明,两个航次的表层水温分布差异性相当显著,1985年航次显示表层水温西部低于东部,但西南部水温显著偏高,而1987年航次几乎与1985年航次相反,东南部的表层水温低于西北部,其原因可能是受西南季风驱动下,源自南部海流和东部苏禄海水团在不同天气条件下对本区水系影响所造成。

南沙群岛海区海水温度的垂直变化与南海其他海区的垂直分布模式相类似,基本上可分为上均匀层、温跃层、渐变层和下均匀层。上均匀层是由于表层海水在强烈混合作用下形成的,其厚度分布不仅因区域而异,并且在同一季节的不同年份也有变化,一般最大下界深度接近60m,平均厚度为30~46m,比南海中部夏季多为20~30m的上均匀层厚度明显加大。温跃层的下界深度多出现在100—200m范围内,一般以温度梯度绝对值大于 $0.05^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 作为划分温跃层的标准。在温跃层中,温度变化可从 30°C 急剧降至 14°C 。渐变层位于温跃层之下,其下界一般在1000~1500m之间,该层中温度随深度而递减,平均温度约从 14°C 降至 4.4°C 或 2.85°C (在1500m深处)。渐变层以下为下均匀层,下均匀层中水温略有变化,甚至在2500m以深随深度缓慢回升,一般变化幅度很小(邱章等,1989,黄企洲等,1991)。

二、海水盐度

南沙群岛海区的表层海水盐度基本特征是分布均匀,变化规律明显。高值区主要见于巴拉巴克海峡西侧,影响范围较小。低值区的分布随季节而变化,每年形成一个循环过程,主要受来自低盐的赤道流和中南半岛湄公河河流的影响。1月份整个海区盐度普遍较高,低值区仅分布于本调查区西南部的外侧,盐度小于33的分布区在大纳土纳岛以南。2月份该低值区缩小,仅限于塞腊散海峡附近的加里曼丹岛沿岸,随后该低值区范围在西南陆架上缓慢扩大,并逐渐与本区西北侧湄公河口的低值区汇合。在8月份盐度为33的等值线明显呈舌形向西南方向展布,整个南部与西部陆架浅水区基本处于低盐度分布区。9月份低值区继续向东北方向扩展,于10月份分布范围最大,几乎占据 $9^{\circ}00'\text{N}$ 以南的整个海域。此后,低值区迅速向西南方向退缩。据中国科学院南沙综合科学考察队1985年与1987年航次的调查结果表明两个航次的表

层盐度总的分布趋势较为相似,南部低盐水在西南季风的作用下,明显北上影响着部分调查海区。1985年航次观测到的盐度值相对比1987年航次高,可能是因为在1985年航次调查期间西南季风不强,来自南通道的低盐水对本海区影响较弱,因而能保留其来自西太平洋相对高盐水的特征(邱章等,1989)。

本区海水盐度的垂直变化特征和南海其他海区一样,都与西太平洋海区的盐度垂直变化相似。一般自表层起都有一个平均厚度约为20m的上均匀层,其盐度值最低。上均匀层以下至100m深附近为正盐跃层。正盐跃层往下便出现盐度极大值,极大值一般大于34.50。通常位于150~200m深之间。此后,南沙海区的盐度随深度逐渐减小,至500m层左右出现盐度极小值,约为34.43;大致在500m层以深,盐度又随深度而缓慢增加,至2000m水深可增大到34.60,与紧靠南海的西太平洋相比,盐度极小值所在深度较西太平洋的为浅(邱章等,1989)。

三、水团特征

由于调查程度和实测资料的局限,本海区的水团特征及分布尚未十分明确。根据中国科学院南沙综合科学考察队的调查资料,邱章等(1989)采用T-S点聚图与模糊聚类方法,初步区分出本海区50m以浅表层水中的3种不同特性的水团,即南部赤道陆架水、混合水与南沙中央水。南部赤道陆架水源于爪哇海,在西南季风作用下,通过卡里马塔海峡和加斯帕海峡进入本海区,并受加里曼丹岛淡水的影响,盐度的水平梯度和垂直梯度相对较大,以高温低盐为主要特征,分布范围与季节相关。混合水团分为两部分,其一是苏禄海水经巴拉巴克海峡进入本海区后与本地水混合而成,这部分混合水在巴拉巴克海峡附近向西扩展,分布范围随季节发生变化,以盐度值较高为特征;其二是位于中南半岛东南附近的混合水,因受湄公河流携带的淡水与陆源物质特性的影响,该水体以温盐度较低等为特征,分布范围随季节而异。南沙中央水团分布于南沙海区的中北部,面积较大,是本海区的主要水团,性质介于本区的其他水团之间,温度和盐度均较稳定而均匀,该水团北邻南海中部,应与南海中央表层水团有共同的特性,或为南海中央表层水团的一部分。由于受本区地理位置、周围地形特征和气候条件等因素影响,使本区的表层水团具有上述独特的区域特点。

深层水团或水团的垂直分布特征代表了一个海区海水的基本特性。本海区深层水以上水体主要源自西太平洋的变性水,它与南海东北部、中部海区的水体来源一脉相承,具有共同的特征。据邱章等(1989)、黄企洲等(1991)和陈史坚等(1989)的分析研究结果,本区水团垂直分布的各层特征是:①表层水团。其范围自海面起至75m深止,该层水体以溶解氧含量高为特征。在垂直方向上包含两部分水体:上均匀层和部分跃层。上均匀层的温度值变化不大,均在28℃以上,水平方向的变化也大都超过1℃;但在跃层部分,由于受内波扰动和气旋式冷涡的影响,温度的水平变幅和垂直梯度都比较大。表层水可区分为来源不同的两个次级水:南沙表层水和苏禄海表层变性水。前者源于变性的西太平洋表层水,并掺杂着经马来半岛与加里曼丹岛之间海峡进入本区的爪哇海表层水;②次表层水团。位于75~300m深之间,主要由一个较为深厚的跃层水体所组成,温度由上界的20.4℃降至下界的11.4℃左右,最低可达10℃,故整个水层的平均温度垂直梯度超过0.04℃/m,接近深海温跃层强度0.05℃/m的标准。次表层水的主体是在本海区变性的西太平洋次表层水,其主要特征是高盐,盐度值普遍大于34.50,最大达34.606,极大值在125~200m水层中;③中层水团。其下界深度为1000m,位于渐变层中,其温度由11.4℃降至4.3℃左右。与次表层水相比,中层水以低盐为特征,一般为34.41~34.50,极小值出现于500m深处;④深层水团。其下界深度为2600m,该水团以低温高