



南沙群岛 空间融合信息分析与示警

—— 群礁发育 军事区位 警示系统

高俊国 刘宝银 著



海军出版社

南沙群岛空间融合信息分析与示警

——群礁发育 军事区位 警示系统

高俊国 刘宝银 著

海洋出版社

2009年·北京

内 容 简 介

本书基于我国的海疆与海权,对南沙群岛来自多源的空间信息进行融合分析,旨在就辽阔的南沙海域中,我国固有的40余个岛礁被他国非法侵占的态势,从岛礁区位、地质地理背景,图文并茂地逐一列述了近200个岛、洲、礁、滩所表现的自然发育特征及其空间分布规律,同时予以量化,并阐述了建立我国海岛国家权益的监测警示系统的依据,以及基于GIS海岛警示系统的设计要点。

本书可供国家策略、外交、军事、国土、海洋、地质、地理、测绘、遥感、航海、水产与军事院校等专业和部门相关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

南沙群岛空间融合信息分析与示警:群礁发育、军事
区位、警示系统/高俊国,刘宝银著. —北京:海洋出版
社,2009.3

ISBN 978-7-5027-7308-3

I. 南… II. ①高…②刘… III. 南沙群岛—地理信息系
统 IV. P722.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第023134号

责任编辑:王 溪

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2009年3月第1版 2009年3月北京第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:11.25

字数:288千字 定价:80.00元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

科学的航船驶向海洋的彼岸，
需要几代人不懈的努力，师长睿见
与学生智能的协力，方能在浩瀚的
海洋里，划出令人记忆的航迹。

——作者自题

前 言

在我国神圣而辽阔的海洋国土上,千姿百态的南沙群岛,散布在南海南部。其丰富的资源与战略区位优势为世人所瞩目。

《联合国海洋法公约》的生效,鉴于岛屿属有领海和专属经济区,使远海岛屿的战略和经济价值大大提高。国家间为争夺海洋资源,往往在岛屿归属上的斗争焦点日益凸显。

南沙群岛其战略地位源于特殊的地理位置和主权归属。岛礁的归属之争,并非全系历史遗留问题。至今,他国非法侵占我国的岛礁如:

菲律宾侵占了中业岛、北子岛、费信岛、马欢岛、西月岛、南钥岛、双黄沙洲和司令礁等 8 个以上岛礁;

越南先后侵占了南子岛、鸿庥岛、南威岛、景宏岛、敦谦沙洲、安波沙洲、染青沙洲、中礁、西礁、东礁、毕生礁、大现礁、柏礁、无乜礁、日积礁、六门礁、南华礁、舶兰礁、奈罗礁、鬼喊礁、琼礁、蓬勃堡礁、广雅滩、万安滩与西卫滩等 30 个以上岛礁;

马来西亚于 1979 年在其公布的一份地图中,竟将曾母暗沙和南安礁等划入其大陆架之内,到目前侵占了弹丸礁、光星仔礁和南海礁等 3 个以上岛礁。

特别是南沙群岛周边一些国家在非法侵占的数十个岛礁上,修机场、建港口、构筑军事设施,并不时骚扰中国人民在该区的正常生产与科学考察等活动。

全国人大常委会 1996 年批准了《联合国海洋法公约》的决定,我国陆续公布实施了《中华人民共和国领海及毗连区法》、《中华人民共和国专属经济区和大陆架法》、《中华人民共和国海域使用管理法》、《中华人民共和国海上交通安全法》、《中华人民共和国测绘法》、《中华人民共和国渔业法》、《中华人民共和国矿产资源法》等法律制度,构成了中国海洋政治、法律地位之经纬。

南沙群岛的大片险恶的礁区被称为“危险地带”,岛、洲、礁、滩总计达 200 余个,其中环礁 61 座,台礁 23 座,塔礁 20 座,水下生物礁滩 5 座,另有 4 座礁丘等。20 余年我国进行了南沙群岛及其邻近海域综合考察与研究,获取了多学科的丰富成果。

南沙岛礁从其地理区位、战略价值、地质地理基础、自然发育特征、人工设

施,以及来自空间信息抑或其他通道信息,均表明了对岛礁的多源信息进行融合、处理、提取和量化,建立相应的信息系统,方能对每一个岛礁基本特征与现势性阐述出新内容、新认识,以及确认岛礁的警示度等。但就本书所涉及的岛礁经纬度地理位置,在此应予以说明的是,鉴于岛礁的形态各异,难以归算所有岛礁的同一标准位置的地理经纬度。

笔者长期致力于海岛的深入调研与海洋遥感信息应用研究,以及目标科学体系细化及其信息系统建设。在遵循常规研究坚实基础的同时,捕捉前沿信息,运用新手段、新方法是历史赋予我们的使命,维护国家权益也是一个公民义不容辞的责任。

在撰写和出版本书过程中,得到了夏东兴、吴桑云、刘永志以及杨刚、陈勇、田梓文等给予的热情支持,并进行了有益的讨论,提出了富有建设性的意见。对此,笔者一并表示衷心谢意!

限于作者知识水平与资料关系,书中错误之处,请读者不吝批评指正!

高俊国(E-mail:gaojunguo@fio.org.cn)

刘宝银(E-mail:hyliuby@sina.com)

2008年初夏于青岛

国家海洋局第一海洋研究所

目 次

第一章 绪 论	(1)
第一节 南沙海域地质地貌基础	(1)
第二节 南沙群岛区域自然条件	(6)
第三节 海岛对国家发展海权的战略意义	(12)
第四节 我国的海疆、海权与海岛	(17)
第二章 珊瑚礁信息特征与计量	(21)
第一节 珊瑚岛礁遥感信息的时空属性和地学规律	(21)
第二节 珊瑚礁体计量与数据特征	(27)
第三章 南沙群岛珊瑚岛礁空间分布规律	(31)
第一节 珊瑚岛礁分类体系	(31)
第二节 环礁表观特征	(33)
第三节 南沙群岛环礁空间分布区位	(35)
第四章 南沙群岛危险地带三大群礁空间遥感融合信息分析	(39)
第一节 危险地带内道明群礁	(39)
第二节 危险地带内郑和群礁	(44)
第三节 危险地带内九章群礁	(55)
第五章 南沙群岛危险地带北部与西部空间遥感融合信息分析	(71)
第一节 危险地带北部岛礁	(71)
第二节 危险地带西部岛礁	(90)
第六章 南沙群岛危险地带东北部与东部空间遥感融合信息分析	(104)
第一节 危险地带东北部岛礁	(104)
第二节 危险地带东部岛礁	(122)
第七章 南沙群岛危险地带中南部与南部空间遥感融合信息分析	(135)
第一节 南沙群岛中南部岛礁	(135)
第二节 危险地带外南部礁滩	(153)
第八章 建立海岛警示系统	(160)
第一节 概 述	(160)
第二节 海岛国家权益的监测警示依据与特点	(160)
第三节 基于 GIS 的区域性海岛警示信息系统设计	(163)
主要参考文献	(166)
附 录	(168)

第一章 绪 论

第一节 南沙海域地质地貌基础

1. 南海海域概述

南海位于 $23^{\circ}37' \sim 3^{\circ}00'N$; $99^{\circ}10' \sim 122^{\circ}10'E$ 范围内。南北纵跨约 1 080 n mile, 东西横越近 540 n mile。整个海域面积约 350 万 km^2 , 其平均水深为 1 212 m, 最深处为 5 559 m。

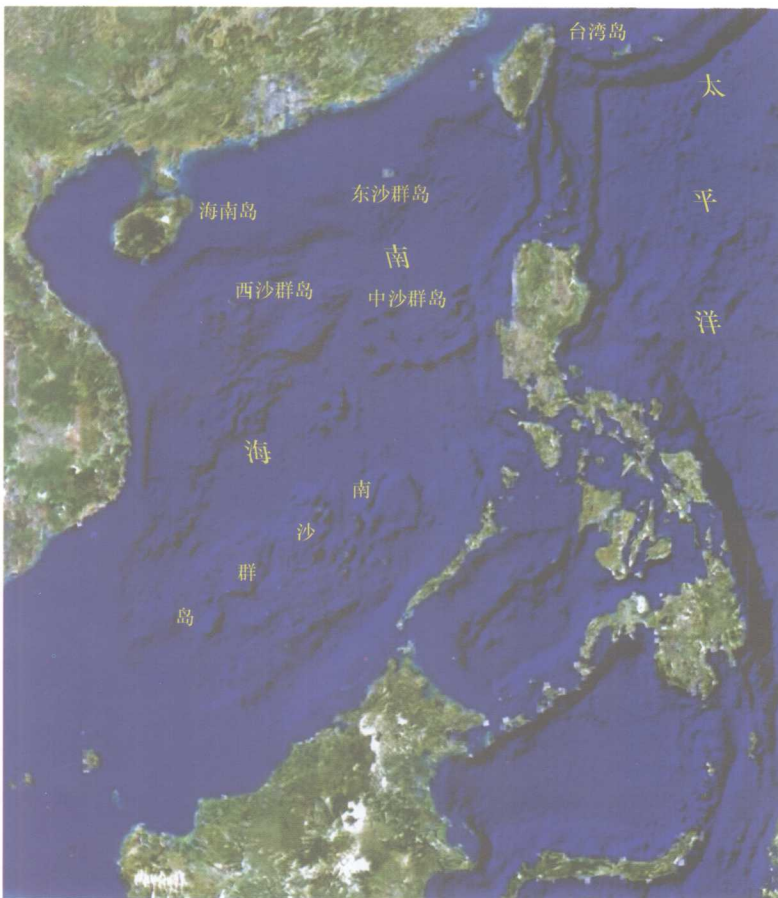


图 1.1 南海区域卫星遥感信息图示

南沙群岛、西沙群岛、中沙群岛与东沙群岛是我国南海诸岛的主要组成部分,自古以来就是我国的神圣领土。我国人民最早发现这些岛、洲、礁、滩,对这些岛礁实行管辖和行使主权。中华人民共和国成立后,我国政府继续对这些群岛及其海域行使主权。1959年3月24日在西沙群岛的永兴岛设置“西沙群岛、南沙群岛、中沙群岛办事处”。1988年海南建省,将这些岛礁及其海域划归海南省管辖。我国国务院于2007年11月批准设立的三沙市系县级市,管辖海南省下的西沙、南沙、中沙三个群岛,面积260万 km^2 ,隶属海南省。

战略地位 南海与南海诸岛的战略地位尤为重要,特别是南沙群岛及附近海域,与马六甲海峡仅一水之隔,地处太平洋与印度洋之间要冲。在国际航海线上,我国与东南亚、南亚、西亚、非洲以及欧洲等地来往的交通均经过南海诸岛海域;在国际航空交通上,很多航线亦都经过南海上空。

地质地貌 南海主要以大陆架、大陆坡和中央海盆三个部分呈环状分布。南海海盆在长期的地壳演变中,造成深海海盆。中央海盆位于南海中部偏东,大体呈扁的菱形,海底地势东北高、西南低。大陆架沿大陆边缘和岛弧分别以不同的坡度倾向海盆中。大陆坡分为东、南、西、北四个区,南海诸岛就是在海盆隆起的台阶上形成的。其中,南沙群岛形成于南海陆坡区的南沙台阶上,共有大小岛礁200多个,一般按照它们在海面上下的位置分为五类:岛、沙洲、暗礁、暗沙、暗滩等,其中灰沙岛上植被茂盛,岛屿周围广阔的海面上有丰富的海洋食料,吸引着大批的鸟类在这里繁衍生息。

2. 南沙海域地质地貌基础

(1) 地质基础

南海南部为我国分布最广,岛礁最多的一个群岛。它北起雄南礁,南至曾母暗沙附近浅滩,东从海马滩,西到万安滩,计200余个岛、洲、礁、滩。南北宽达550 km,东西长650 km,总面积约80万 km^2 ,约占我国南海海域面积的1/3。

南海的地质构造十分复杂,从整体上来看,其海底呈一菱形的巨大盆地,称为南海海盆。海盆因受多次地壳运动的作用,形成了许多深大断裂,南海诸岛的形成就由这种升降构造支配着。其中南沙群岛形成于南沙隆起带上,隆起带间的断陷带,则形成深水的海槽地形,如南沙与巴拉望岛之间的南沙海槽等。

南沙隆起带在海盆的南部,范围包括海盆南部大陆架与大陆坡。这一带并有多级水下台阶,其中在水深1700 m的第三级台阶上发育了南沙群岛的大部分岛礁。该群岛跨过四个地貌与地质构造单元。

① 南部的曾母暗沙与南、北康暗沙位于北巽他大陆架东北部,构造上系西北加里曼丹地槽的一部分。这里是油、气积聚的远景区,部分地区在南沙群岛范围内。

② 东部的舰长礁、指向礁、都护暗沙与保卫暗沙等,在南沙海槽西北坡,隔南沙海槽与加里曼丹岛、巴拉望岛相望。该海槽呈NE—SW向,长750 km,水深2500~2900 m,最深为3475 m。

③ 礼乐滩、双子群礁以北,渚碧礁、永暑礁与日积礁一线之西北,系南海中央深海盆地。

④ 南沙群岛大部分处于多山的海底高原,大小海山顶部发育着各类珊瑚礁,并大都形

成环礁,个别的是台礁。南沙地块属大陆型地壳,基部深达 1 800 ~ 2 000 m,基底主要由花岗岩、片麻岩等组成。喜马拉雅造山运动时,发生了褶皱、断裂与火山爆发,最强烈的褶皱伴随基底隆起,形成一系列 NE—SW 走向的脊(Emrey,1972)。还有一些 E—W 向、S—N 向和 NW 向的断裂。

南沙群岛主要有两条海底构造脊,一为与南沙海槽相平行的礼乐滩—安渡滩—北康暗沙构造脊;另一为永暑礁—南威岛—万安滩一带的海底构造脊。并成为南沙海底高原和深海盆的分界。

总之,南海海底扩张的时代大约在 3200 万 ~ 1700 万年前的中渐新世至早中新世。在南海海底扩张的末期,中央盆地四周陆地也相继下沉,因而,南海珊瑚岛礁随着陆地下沉,便开始了它的发育历史,处在壳下沉速度与珊瑚生长速度相当时,珊瑚礁逐向上加厚。当珊瑚的生长赶不上地壳下沉速度时,它则成为沉溺型珊瑚礁。

在距今 300 万 ~ 1.2 万年前第四纪的更新世,全球气候变冷,海面与气温的降低,珊瑚礁的生长受到抑制。但在第四纪全新世开始至今,全球气候转暖,海面逐上升到现在高度,使之珊瑚生长旺盛。所以,冰期以后是珊瑚礁迅速增长与珊瑚岛礁的发育时代。

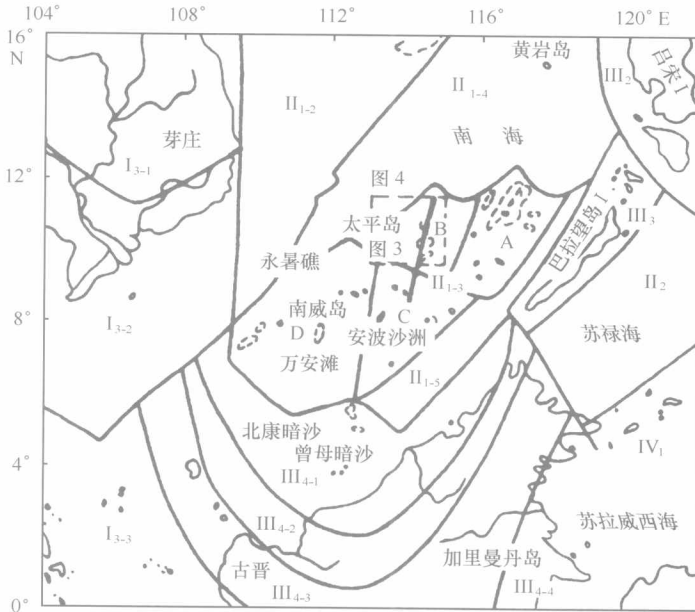


图 1.2 南海构造区划略图^[34]

(2) 南沙群岛海域地形及其分异

南沙海域地形包括有大陆架、大陆坡与深海海盆等复杂的地形。其中,南沙群岛西起 109°57'E 的万安滩,东迄 117°50'E 的海马滩,北从 11°55'N 的雄南礁,南至 3°58'N 的曾母暗沙,东西长 916 km,南北宽 897 km,海域面积达 $82.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

南沙群岛东部的地形大体走向呈 NE—NNE,东南部有水深达 2 900 m 的 NE—SW 走向的南沙海槽,而海槽东侧陆坡呈 NE—NNE 向延伸,坡度陡,形态单一,而其西侧系台阶地形,水深达 2 000 m 以上,成为岛、洲、礁、滩的基座。并在台地上发育有诸多的海山与海丘

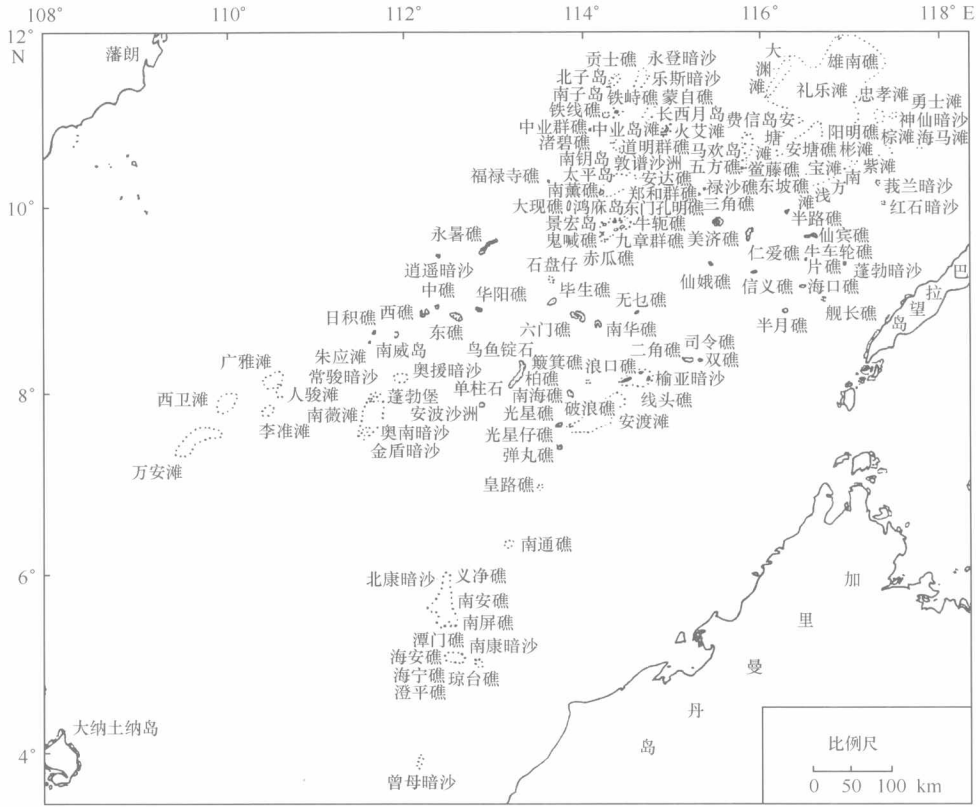


图 1.3 南沙群岛主要岛礁分布^[2]

群,以及山间小盆地。

南沙群岛海域南部为水深达 250 ~ 300 m 的大陆架与地形复杂的大陆坡,水深自 WS—EN 方向逐渐加大。而该海域的大陆架处在北巽他大陆架北缘,曾母暗沙、南康暗沙群与北康暗沙群等,均发育在平坦地形上。研究表明,南沙大陆坡约以 111°30'E 为界,分为东西两段,西段大部分地形平缓而坡度变化较为均匀,但东段地形变换较为复杂,分布有较多的海山与海丘。

地形分带性与岛礁区域分异 南沙海域地形从南向北逐级下降为三级台阶,即大陆架、大陆坡与深海盆三大地形单元与内大陆架、外大陆架、上陆坡、中陆坡以及下陆坡等近 7 个次一级地形单元。

其中,大陆坡为南沙海域主要地貌单元,分布在南海西南部与南海大陆架外,呈 NE 走向延伸达 1 200 km,NW 向幅宽 500 km 之多,水深从 150 m 降至 3 800 m,并以南沙台阶为主导,作为南沙基底的海底高原置于深海平原之上近 2 000 ~ 2 500 m,依其深度与地形变化特点,这里数十条断裂特别发育,其中呈 NW 向、NE 向断裂为主。上述断裂对海槽与海谷的发育有着重要的作用,而海谷与海槽将南沙台阶进行了纵横切割。槽谷间的海山与近海面的岛、洲、礁、滩相间分布的地形极为复杂。

南沙台阶 其范围包括水深在 1 500 ~ 2 000 m 的整个中陆坡,基本呈 NE—SW 向长达

780 km 展布, NW 向宽近 400 km。其上除众多海山、礁盘与槽谷外,到处为基本平缓的地形。

南沙台阶上发育有珊瑚岛、沙洲、台礁与多种类型环礁,以及深浅不一的暗礁、暗滩、暗沙与海山等,且纵横交错的槽谷分布其间。岛、洲、礁、滩的地理分布,大体呈中北群、中南群、东群与西群等四大群,形成了南沙群岛地貌景观的主体。

槽谷 槽谷作为中陆坡的纵横交错的大型负地貌,在海域呈 NE、NW 与 SN 断裂发育的基础上演化而成,例如:南华水道槽谷与中央水道槽谷等。

群礁水下地形特征 南沙环礁大部分基本遵循发育的共同规律,如:

郑和群礁 该环礁呈 NE—SW 走向,由水深不规则的数个浅滩与若干个露出的礁脉围绕的潟湖所形成。长 59.37 km,宽 18.44 km,中部最宽处为 21.50 km,面积 712.80 km²,礁盘为 2247 km²,潟湖面积 535.28 km²。

潟湖湖底地形特征具有水深为 50~80 m,但边缘很浅。湖中有 10 m 以浅的珊瑚礁丘 20 余个,湖底沉积物为薄层珊瑚沙与有孔虫类沙,湖盆被一湖底隆起分开为东西两部分,东西湖盆间以狭窄水道相通;以细粒砂—中粗砂为主的粗沉积物,湖底较平坦,北侧点礁较多,南侧则较少。

礁盘外水下地形特征为环礁从超过 750~1 000 m 以上的深海耸起,200 m 等深线紧贴环礁外缘,向海坡度很陡,距礁缘水平距离不到 500 m 处,水深从近 20 m 下降至 200 m。该环礁向海坡坡度变化,表现为 200 m 水深以内,随离礁缘距离的增大而增大。在水深 50 m 处,向海坡坡度以该环礁的北、西北、西与东南侧为大;而在 100 m 处,向海坡坡度最大者达 63°以上,小者也近 26°,北部礁前向海坡平缓至 14.0°~18.4°。而环礁的东北与西南侧,向海坡坡度很小;在西南侧向海坡坡度相对平缓,水深及至 100 m 处,向海坡坡度也不过 18°43' [2,14,27,29,40]。

(3) 南沙群岛海底地貌

南沙群岛海域的海底地形特点系由南向北大致呈 3 级阶梯地形。顺序为水深 150 m 以浅的南海南部大陆架;其次是水深 1 500~4 000 m, NW 向宽达 500~520 km, NE 向长约 1 000 km, 并包括 1 500~2 500 m 的南沙台阶,台阶上耸立着众多的珊瑚岛礁,礁间为深切的槽谷。巨大的槽谷共有 4 条:其一,南沙群岛东南侧的南沙海槽,走向呈 NE—SW,全长约 675 km,宽达 160 km,水深为 2 800~2 900 m;其二,位于南沙群岛中部的南华水道海谷,呈 NW—SE 走向,从永暑礁东北端起向东南交汇于南沙海槽,长 300 km,宽约 100 km,深达 2 500 m 以上;其三,为中央水道海谷,呈 NNE—SSW 走向,几乎垂直于南华水道,大致沿东经 115°经线纵穿南沙群岛北部,从礼乐滩西北面起长达 300 km,宽约 100 km,深至 3 000 m;其四,我国有人称之为华阳水道海谷,呈 NNE—SSW 走向,几乎垂直于南华水道,大致沿东经 113°经线,从永暑礁东北端起向西南,长达 200 km,宽约 60 km,深为 2 500 m。

在台阶面两边的折线之上为水深约 150~2 500 m 的上陆坡并紧接陆架,但在折线之下为水深约 2 500~4 000 m 的下陆坡,并下连深海平原;再次是水深达 4 000 m 左右的南海中央海盆深海平原。从本区向东北至马尼拉海沟水深约达 5 377 m,向东南与其相距 1 672 m 的加里曼丹岛北岸高达 4 101 m 的基纳巴卢山之间,地势差竟达 9 478 m。又如从双子群礁向西北水平距离 32 km 处,地势高差则达 4 000 m。

南沙群岛位于海底高原,并高出深海平原 1 500 ~ 2 500 m。据统计,陆架、陆坡和深海盆地分别占南沙海底面积的 17.2%、77.6% 和 5.2%。该群岛海底崎岖不平,虽然礁盘上水深不大,但在礁盘外水深急剧增大,有的达数百米乃至千米之上。

众多的岛礁分布方位很不均衡,分为东、西、南三群,东群只有几个礁滩,南群全系暗礁和暗沙,而西群则很密布。若以北纬 9° 为界,该界的东北部岛礁较其西南部为多,有双子群礁、中业群礁、道明群礁、郑和群礁、九章群礁等,以及其他的岛、洲、礁、滩。根据现有资料统计,南沙岛、洲、礁、滩达 200 余个;其中岛屿 14 个,沙洲 6 个,暗礁 113 个,暗沙 35 个,暗滩 21 个。这些岛和沙洲的总面积不超过 2 km²,且地势低平,其中面积最大的太平岛仅 0.43 km²;海拔最高的鸿麻岛约 6.2 m。岛屿和沙洲的周围为珊瑚礁所环绕。

3. 表层沉积物类型及分区

南海南部陆架地形宽阔而平坦,坡度一般为 1'30",呈现水下 20 m、42 ~ 47 m、55 ~ 60 m 等几个阶地。我国的北康暗沙群、南康暗沙群与曾母暗沙群等近 20 余个暗沙和暗礁分布在陆架上。据调查,陆架表层沉积物类型主要为陆源粉砂—砂、生物碎屑砂与珊瑚礁等,外陆架多为陆源的古海滨浅海残留砂沉积。

南海南部的上陆坡沿南沙海槽南侧平行展布,走向 NE,达长 1 200 km。与陆架接合的上部主要为陆源砂—粉砂沉积,间有珊瑚礁堆积。南沙台阶上的海山、暗礁、明礁、沙洲和岛屿,均系现代珊瑚礁堆积。槽谷与南沙台阶面上为生物源半深海—深海钙质泥,而下陆坡为生物源深海硅质泥。

在南沙群岛的北侧,水深达 4 000 ~ 4 500 m 的深海平原上,散布有十余座海山与海岭,由晚中新世和上新世玄武岩构成,并附有古生物礁。深海表层沉积为生物源—陆源的深海黏土,主要有褐色黏土、泥质粉砂、放射虫软泥和有孔虫软泥等类型。

第二节 南沙群岛区域自然条件

1. 气象气候

南沙海域地处低纬度,位于亚洲东南部季风盛行地带,属季风热带气候与赤道气候。终年炎热,四季为夏,并有与之相应的诸种自然条件。

云量 该海域平均总云量为 7 成,7 月至翌年 1 月云量较多,各月总云量为 7 ~ 8 成,其中以 12 月最多为 8 成,4 月最少,平均总云量为 3 成左右,全月 40% ~ 56% 为晴天,而阴天不到 9%。年平均低云量约 5 成。

6 ~ 12 月平均总云量 6 ~ 7 成,6 ~ 9 月多阴天,出现率达 35% ~ 50%;10 月至翌年 1 月,南沙南部海域阴天出现率为 30% ~ 40%。

低云量,年平均为 2 ~ 6 成之间;2 ~ 5 月份在 4 成以下,尤以 4 月最少,仅为 2 ~ 3 成,其他各月都在 4 成以上。

5 ~ 6 月平均总云量为 6.2 成,但在福禄寺礁和南乐暗沙附近海域为多云量区,平均云量大于 8 成,而在九章群礁附近海域为 6 ~ 7 成。中业群礁和柏礁附近海域为少云量区,平

均云量小于4成。5~6月平均低云量为3成。

积雨云以5~7月较多,出现频率为15%以上。1~3月最少,出现频率小于10%,其中2月份只有7%,其他月份出现频率为10%~15%,但在九章群礁附近海域5~6月份出现频率达83%。

云底高度小于300m的低云以6~12月较多,出现频率为25%~30%;1~5月出现频率为15%~20%,其中4月最低,为15%左右。

气温 该海域因临近赤道,阳光充足,终年高温,气温年变幅较小,冬夏相差不大,南、北气温的差异也不大,年温差仅为2~3℃。年平均气温27~28℃,4、5月最热,平均气温为29℃;1月最冷,平均气温为26.8℃,年较差仅2.2℃。1、2月气温最低为22℃。35℃以上的高温日数年平均为7.5天,其中一半集中在5月份。5、6月份气温水平分布九章群礁附近海域最高,平均气温超过29℃,但在信义礁和永暑礁附近海域则低于28℃,而其他海域平均气温在28~29℃之间。具有代表性的太平岛为27.5℃,南威岛为27.7℃。5月通常是28.8℃,极端最高温出现在5月底,高达36℃,如太平岛为26.1℃,南威岛为26.5℃;最冷的1月份为18~19℃,但极端最低气温,在太平岛是22.4℃,而南威岛则是21.1℃。月平均气温在25~28℃之间。

降水 南沙群岛雨量充沛,因受季候风乃至台风的影响,旱雨季分明,6~11月为雨季,12月至翌年5月为旱季。其中6~10月,月降水量达90mm以上,而6、9两月为高峰期;其他各月在40mm以下为旱季;全年降水日约为170天,年平均降水量为1500~2500mm;2、4月降水较少,5月以后降水渐增,月降水量达100mm以上。10~12月因受台风影响,月降水量可达200mm以上。

在北纬6°以南海域的年降水量在2800mm以上,各月降水量较均匀;无明显旱、雨季之分,属热带雨林气候。

降水为暴雨性质时,对礁岩的溶蚀,沙岛珊瑚沙的冲蚀有一定的影响。

雷暴 南沙海域雷暴出现率以6~7月份较多,1~3月份则少,2月基本没有。但6~7月,群岛东南偏南部海域雷暴较多,并常在夜间出现,出现率可达1%以上。

湿度 南沙海域因降水、蒸发和浪花飞溅的影响下,其空气湿润,相对湿度比较大。最低月份为78%,最高月份为85%,各月大都超过80%,年平均为82%,而4、5月份为81%。

雾与能见度 该海域出现雾极少,能见度一般良好。北部海域年平均为1天左右。3、11两个月几乎无雾,其他月份少雾;仅1、4、5与12月份在巴拉望岛至加里曼丹西北部近海有雾,出现率仅1%左右。

浓雾多见于晨夕,持续时间很短。

达5n mile以上的能见度,各月出现率均在90%左右;小于5n mile的能见度出现率很小,1~6月份低于2%,7~12月份约为2%~4%。

据太平岛资料分析,因雾和降水造成小于0.5n mile的能见度,年平均约1.1天,最多2天,月最多2天。出现在3~5月和10~11月,持续时间不超过6h。

6~12月常在夜间出现0.5~2n mile的低能见度,出现频率6~12月为4.0%~6.1%,1~5月小于2%。大于2n mile的良好能见度,出现频率1~5月为98.5%~99.8%,6~12月为93.9%~96.0%。但在5~6月,大于5n mile的良好能见度出现频率

超过 95%。

风 该海域主要盛行东北风和西南风。10 月至翌年 4 月为北至东北风,5~9 月为南至西南风。11 月至翌年 4 月为东北季风期,6~9 月为西南季风期,5 月和 10 月为季风转换期。2 月的东北季风期最稳定,以后逐减弱,5 月中、下旬东北季风转变为西南季风;8 月的西南季风最强盛,9 月开始减弱,10 月下旬至 11 月上旬西南季风转变为东北季风。

在该海域 6 级以上的大风年平均日数为 166.7 天。各月大风日数 1、8 和 12 月在 20 天以上,2、6、7、9 和 11 月在 10~20 天,3、4、5 和 10 月小于 10 天。但在 12 月则可达 24.3 天,而 4 月最少仅 2.7 天。大风主要集中在两个时期,即 11 月至翌年 2 月东北季风期和 6~9 月的西南季风期。3~5 月和 10 月季风转换期的大风日数很少,5~6 月以小于 6 级为主。各月最大风力均达 8 级或 8 级以上。

据统计,该海域 ≤ 10 m/s 的小风每年 3、4、5、9 和 10 月均有 5 天以上过程出现;15 天以上的小风过程出现在 2~7 月和 9~10 月;3、4、5 和 10 月可出现 25 天以上的小风过程。整个月只出现小风的月份为 4、5 两个月。两个月以上的小风过程出现在 3~5 月和 4~6 月,最长达 69 天。下半年的小风过程较短,最长达 37 天,出现在 9 月中旬至 10 月下旬。过程最早始于 2 月 8 日,多数开始于 3 月上旬。

热带气旋 据近 40 年的资料统计,热带气旋中心经过该海域的次数和强度,年平均为 2 个,年最多达 6 个,年最少为 0。达到热带风暴强度以上的年平均为 0.9 个,年最多 3 个,有将近一半的年份无热带风暴经过该海域。台风中心经过该海域的次数较少,仅有 11 次,年最多为 2 个。

该海域以每年 10~12 月出现 15 m/s 以上强度的热带气旋最多,占全年总数的 73.7%。因此,10~12 月为该海域热带风暴较多的季节。热带风暴与台风的个数分别占年总个数的 87.5% 和 90.9%,其中 10、11 月最多达 2 个。1、2、3、6 和 8 月海域无热带风暴活动,4、5、7 和 9 月热带风暴活动甚少,各月仅 1 个,就此,风速一般为 35 m/s 左右,而最大风速可达 80 m/s。台风约有 81.8% 出现在 10~11 月,余之多出现在 5 月和 12 月,其中 11 月出现最多,占总数的 54.5%。

2. 珊瑚礁岛的动力环境

造礁石珊瑚的生长环境十分严格,需要温暖的海水、足够的光照、适中的海水盐度、充足的氧气、海水要透明度大而清澈、并有坚硬的基底等条件。已如所知,南海完全具有造礁石珊瑚生长的自然条件,已知种类达 200 多以上,就此分述如下:

水温 南沙近海地处热带,受强烈日辐射,因此水温高,均匀层厚度大,而跃层强度则小。月平均表层水温最低值在 1、2 月份,通常为 26℃ 左右;最高水温在 5、6 月份,为 29~30℃。而岛礁区内,最高水温 31.33℃。如西月岛附近海域,年平均水温为 27.8℃,最高为 5 月的 29.4℃,最低为 1 月的 26.0℃;又如南威岛附近,年平均水温为 27.9℃,最高为 5 月的 29.3℃,最低为 1 月的 26.4℃。

水温的水平分布特点,在冬季南部较北部高约 1℃;夏季整个海域水温升高,各处分布基本一致;其他季节水平方向差异较小。水温的季节变化幅度,表层为 1~2℃;150~300 m 为 1℃ 左右;500 m 层小于 0.5℃;但在 1000 m 层以下变化不明显。

南沙海域表层至 30 m 水温变化不大,水深 30~50 m 内的近表层,有一垂直较均匀的高

温低盐水。自均匀层以下,水温随深度递降较快,50 m层水温,3~5月为26~27℃,6~8月为25~27℃;120 m层水温,以3月为最低,16.7~21.1℃,6月为最高,23.3~26.7℃。在均匀层以下到200 m深为一温跃层区,其强度为0.10~0.30℃/m,厚度为80~125 m,顶深20~75 m之间。

夏季,岛礁区表、底层水温相差不大,通常表层日平均水温达30.0℃,20 m层水温为29.4℃,底层水温则是29.0℃。但是,由于南、北康暗沙与曾母暗沙,因靠近加里曼丹岛北岸,该岛上的卡普阿斯山脉阻碍了季风流通,曾母暗沙西南处,年平均表层水温为28.3℃。

全年最热月的海温出现在5月份,曾母暗沙大致同南威岛,为29.3℃。而其最冷月则在2月。

风向、风力和波浪 如前所述,南沙海域有明显的季风特点,季风期明显。5~9月为西南季风期,11月至翌年3月为东北季风期,4月和10月为季风转换期;4、5月份无台风活动时,系风力最小的时期,通常为2~3级左右;4月风向多为东北,5月多东风;6月以后西南风向较稳定,4~5级风出现率达50%,2~3级风则达34%;10月渐转为东北风,风力小,2~3级风出现率达48%,4~5级占39%;11月至翌年1月,东北季风稳定,以4~5级为主;据报南沙最大风出现在11月,达35 m/s,次大出现在6月,为32 m/s,各月平均风速5~10 m/s。

台风出现在9~12月,多集中在11月,一般风速为35 m/s,最大达80 m/s。

南沙海域的海浪主要受季风的影响,特点是海浪大,且涌浪大于风浪。每年11月至翌年3月的东北季风时期,以频率大于40%的东北浪为主,最大波高出现在11月和1月,波高约为9.5 m;月平均浪高,风浪大于1.1 m,12月份最大可达1.8 m;而涌浪则大于1.6 m,进入11~12月最大到2.4 m。其平均周期,风浪为3~4 s,涌浪为7~8 s。40%以上的大浪频率在12月至翌年1月,而40%~70%的大涌频率在10月至翌年2月;波高最大达9.5 m;4~5月份浪向分散,为全年涌浪最少月份,月平均波高1 m多。

每年6~9月的西南季风时期,风浪的波向盛行S—SW向浪,其风浪频率为40%~50%,波高较东北季风时期为小,略高于涌浪频率。最大波高出现在8、9月份,达7.5 m;月平均波高,风浪是1.0~1.3 m,涌浪是1.5~1.9 m。最大波高为7.5 m,出现在8、9月份台风期间,历史上最大波高为11 m与15 m,从3月下旬到5月下旬海浪较小;4月和10月为风浪转换月份,波向频率分布较分散。平均周期,风浪为3~4 s,涌浪约为7 s;大浪频率为20%,大涌频率为30%~40%。

对7°~11°N,111°~115°E范围内的10年气象船舶报资料,进行统计计算,分8个风向,并得出逐月各级风速下的平均波高,而出现6级大风时,波高比蒲氏风力表要小,其结果与海域环境和大风浪中观测记录较少有关。

综上区域所述,表明了南海珊瑚群岛的涌浪之大,可对礁盘上珊瑚碎屑的发育、珊瑚礁岛的形成有重要的影响。而台风的影响也是如此,它可翻转礁体巨块,打断珊瑚枝体,为礁盘滩堤和岛屿砾滩堆积的主要动力。恒定强浪送来了较多的浮游生物,并使较多的氧气溶于水中,这对珊瑚的发育很有利。

盐度 南沙群岛近海的盐度变化具有大洋的特性,并主要受季风影响,东北季风期的盐度高于西南季风期的盐度,且年变幅不大。特点是,盐度大,跃层强度弱,季节变化小。

表层盐度的变化范围为 32.70 ~ 34.00, 季节变化幅度仅为 1 左右。变化总趋势是冬、春季高于夏、秋季, 北部高于南部, 深水区高于陆架区。2 月份盐度为 32.50 ~ 33.30, 等盐线向北延伸, 南低北高, 中央低东西高; 8 月盐度为 32.50 ~ 33.30, 略呈东高西低, 中央高于南北; 33.00 的等盐线, 由湄公河口伸至双子群礁附近; 盐度大于 33.20 的地区, 由海马滩向西南伸至安渡滩和南薇滩一带。南、北康暗沙和曾母暗沙的表层盐度分布, 大致由东北向西南递减, 年中变化 31.00 ~ 33.00 之间。在夏季曾母暗沙盐度为 31.50, 其他海域为 33.25 ~ 33.81。季节变化幅度为 1.00 左右, 而个别点位略大。

由表层到底层, 盐度的垂直梯度以 30 ~ 100 m 间比较大, 通常水深 60 m 处, 盐度超过 34.00;

在 100 ~ 200 m 处, 则出现了盐度极大值为 34.60 左右, 再向深处, 随深度逐降低; 从 2 500 m 以下直至海底, 盐度大于 34.60, 且终年不变。

盐度的均匀层厚度, 通常为 20 ~ 30 m, 最深达 50 m 左右。均匀层下为跃层区, 跃层的强度为 0.01 ~ 0.02/m, 季节变化不大, 在春末秋初最强时可达 0.03/m。跃层的顶界为 20 ~ 75 m, 厚度为 25 ~ 50 m。下界深度达 91 m, 个别处有时出现第二跃层。

密度 南沙海域海水密度的值三个分布特点: 变化小, 强度弱, 厚度大。

海域表层密度变化范围在 20.5 ~ 22.0 之间, 各季度相差不明显, 水平差异也不大。全年以 3 月最大, 5 月最小, 约为 20.1 ~ 20.5。冬、春季表层密度水平分布的总趋势为北部高于南部, 相差 1.0 左右。密度的季节变化幅度, 表层为 0.07 ~ 0.26, 水深 200 m 以下, 则小于 0.10。

密度均匀层的厚度, 一般为 20 ~ 50 m, 个别处大于 50 m, 季节变化不大。

均匀层以下为跃层区, 跃层的强度为 0.03 ~ 0.04/m, 最强时可达 0.05/m。而跃层的厚度较大, 通常为 75 ~ 125 m 之间。

水色、透明度 南沙海域水色高, 呈天蓝色, 且透明度大, 季节变化小。

区域透明度的特点是, 1 ~ 3 月份群岛西部大于 30 m, 东部小于 26 m; 而 4 ~ 6 月份则相反, 西部透明度明显减小, 东部相对还高些; 但在 5 月份, 透明度则达到 35 ~ 40 m; 7 ~ 9 月份, 西南部小于 18 m, 东北部大于 24 m; 进入 10 ~ 12 月份, 各处透明度分布较均匀, 通常为 28 m, 最大处的透明度达 47 m 之多。

研究表明, 南沙海域水温高、盐度正常、透明度大等自然环境基本条件很有利于珊瑚生长发育。

潮汐 该海域潮汐主要受太平洋潮波的影响, 日潮不等现象显著。不正规日潮范围大, 分布在深水区 and 海域西部的陆架区; 日潮范围次之, 分布在 8°N 以南, 108°E 以东至加里曼丹岛之间的海域。

该海域潮差较小, 陆架的潮差大于外海域, 东部深水区的潮差属大洋性质。平均潮差东部深水区为 0.5 m, 西部为 1.0 m; 最大潮差东部深水区为 1.0 ~ 2.0 m, 西部为 2 m; 最大可能潮差东部深水区为 2 ~ 3 m, 西部 3 ~ 4 m, 理论最大可能潮差约为 2.75 m。如双子群礁回归潮的平均高高潮间隙为 21 h 19 d, 潮高 1.66 m, 平均低低潮间隙 05 h 16 d, 潮高 0.45 m; 分点潮平均高潮间隙为 10 h 17 d, 潮高 1.24 m, 平均低潮间隙为 04 h 04 d, 潮高 0.90 m, 平均海面 3.23 m。

岛礁区内潮差各处不尽相同, 据日本水路部记载, 南沙群岛平均潮差 0.6 ~ 1.5 m; 而据