



南麂列岛

海洋自然保护区

浅海生态环境与渔业资源

Nanji Islands Marine Nature Reserve
Shallow Sea Ecological Environment and
Fishery Resources

俞存根 蔡厚才 刘录三 林岿璇 等/著



科学出版社

南麂列岛海洋自然保护区 浅海生态环境与渔业资源

俞存根 蔡厚才 刘录三 林岚璇 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分四章：第一章扼要介绍调查研究方法及内容；第二章主要阐述南麂列岛浅海生态环境，包括海洋水文、海水化学、沉积物、叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖动物、环境质量评价等；第三章主要介绍南麂列岛浅海渔业资源的种类组成、优势种、数量时空分布、渔业资源蕴藏量评估、生物多样性及其群落结构特征等；第四章主要阐述南麂列岛国家级海洋自然保护区渔业资源保护与合理开发利用的对策建议。最后为附图和附录，主要包括南麂列岛国家级海洋自然保护区功能区划图、南麂列岛浅海区部分渔业生物图片、浙江省南麂列岛国家级海洋自然保护区管理条例及其实施细则等。本书是一本全面介绍南麂列岛国家级海洋自然保护区浅海生态环境与渔业生物资源的著作，内容丰富，资料翔实。

本书可供有关海洋生态、渔业资源、海洋生物等专业的师生，有关科研院所的研究人员，海洋与渔业行政管理部门、海洋自然保护区管理机构等相关单位的工作人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

南麂列岛海洋自然保护区浅海生态环境与渔业资源/俞存根等著. — 北京：科学出版社, 2018.10

ISBN 978-7-03-059024-4

I. ①南… II. ①俞… III. ① 浅海—生态环境—平阳县 ② 浅海—海洋渔业—水产资源—平阳县 IV.① X145 ② S922.554

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 226510 号

责任编辑：朱 瑾 田明霞 / 责任校对：郑金红

责任印制：张 伟 / 封面设计：无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 10 月第 一 版 开本：720×1000 B5

2018 年 10 月第一次印刷 印张：18

字数：363 000

定价：188.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

本书获得浙江海洋大学学术著作出版基金和
南麂列岛国家级海洋自然保护区科研专项共同资助

项目组成员

渔业资源组组长：俞存根 蔡厚才 陈万东

渔业资源组成员：郑基 章飞军 林利

何贤保 李新 毕耜瑶

叶深 李德伟 夏陆军

谢旭 伍尔魏 倪孝品

曾贵侯 郭小雨

CHEIKH SARR

生态环境组组长：刘录三 林岿璇 蔡厚才

生态环境组成员：蔡文倩 朱延忠 王瑜

魏虎进 夏阳 扈培龙

汪星 周娟 陈万东

林利 倪孝品 曾贵侯

伍尔魏

后勤协调组组长：蔡厚才 杨加波 陈万东

后勤协调组成员：林岿璇 章飞军 郑基

陈志锋 谢秉伟

前 言

南麂列岛位于浙江省平阳县东南的东海大陆架上,由52个面积大于 500m^2 的岛屿和几十个明礁、暗礁所组成,岛屿岸线总长约为 75km 。南麂列岛国家海洋自然保护区是1990年9月经国务院批准建立的我国首批5个国家级海洋自然保护区之一,1998年12月又被列入联合国教科文组织世界生物圈保护区网络,成为我国最早加入该网络的海洋类型自然保护区。南麂列岛国家级海洋自然保护区范围为 $27^{\circ}24'30''\text{N}\sim 27^{\circ}30'00''\text{N}$ 、 $120^{\circ}56'30''\text{E}\sim 121^{\circ}08'30''\text{E}$,总面积为 201.06km^2 ,其中岛域面积为 11.13km^2 ,海域面积为 189.93km^2 ,海域面积约为岛域面积的17倍。它是一个以保护海洋生物多样性为目标,以海洋贝藻类、鸟类、野生水仙花及其生态环境为主要保护对象的典型海洋岛屿生态系统保护区。目前,该保护区划分为三级保护管理:核心区包括大山、上马鞍、下马鞍、破屿、小柴屿、后鹿山、部分大礁山及其附近海域,面积为 8.04km^2 ,约占总面积的4.0%,实行封闭式保护;缓冲区面积为 34.04km^2 ,约占总面积的16.9%,实行有重点的保护;实验区面积为 158.98km^2 ,约占总面积的79.1%,实行开发性保护。

南麂列岛国家级海洋自然保护区的海洋水文环境主要受台湾暖流与江浙沿岸流两大流系交替消长所控制,具有明显的季节变化,冬季主要受江浙沿岸流影响,夏季主要受台湾暖流影响。气候属亚热带海洋性季风气候区,冬暖夏凉,严寒期和酷暑期短。此外,保护区内众多的岛礁和岬角,使得该海域的上下层海水混合相当剧烈,根据许建平和杨士英(1992)的研究报道,该海域存在上升流且有终年存在的可能。独特的地理位置和自然环境造就了一个典型的海洋生态系统,由于海水水质肥沃,饵料生物丰富,水文和气候条件特殊,温度性质截然不同(暖水性、暖温性、冷水性)的海洋生物种类聚集于此,在保护区内栖息共存,促使南麂列岛国家级海洋自然保护区海洋生物种类繁多,区系组成复杂,生物多样性水平很高。根据蔡厚才等(2011)统计报道,南麂列岛国家级海洋自然保护区分布有贝类 427 种,大型底栖藻类 178 种,微小型藻类 459 类,鱼类 397 种,甲壳类 257 种,其他海洋生物 158 种,共计 1876 种。特别是贝类和藻类,不仅种类十分丰富(分布在保护区内的贝类和大型底栖藻类两者约占全国的 20%、浙江省的 80%),而且具有温带、热带两种温度性质和区系特征完全不同的种类相聚集的情况,并表现出明显的地域上“断裂分布”现象,是一些不同温度性质和生态类型种类在我国南北海域分布的分界线。根据尤仲杰等(1992)的调查结果,有 22

种贝类在我国沿海仅出现在南麂列岛，而根据曾呈奎和陆保仁（1985）及曾呈奎（2000）的报道，出现在南麂列岛国家级海洋自然保护区的黑叶马尾藻、头状马尾藻均属于褐藻新种，根据王树渤（1994）的报道，浙江褐茸藻为南麂海域发现的又一褐藻新种。随着调查的深入开展，新种、新记录种不断被发现，保护区的生物名录物种数量一直在增加，南麂列岛海域呈现出很好的生物多样性、代表性和稀缺性。可以说，南麂列岛国家级海洋自然保护区是我国主要海洋贝藻类的天然博物馆，是典型的海洋生物资源种质基因库和“南种北移、北种南移”的引种过渡驯化基地。

自 20 世纪以来，随着世界经济的高速发展、人口的急剧增长及对自然资源的需求以前所未有的速度增加，出现了全球范围的人口膨胀、资源枯竭和生态环境恶化等一系列问题，并对人类社会的可持续发展构成了极大的威胁。因此，自第二次世界大战以后，国际社会在发展经济的同时开始更加关注生物资源的合理利用与保护问题，并且在拯救珍稀濒危物种、防止自然资源的过度利用等方面做了大量的工作。例如，早在 1948 年就由联合国和法国政府创建了世界自然保护联盟（IUCN）；1961 年建立了世界野生生物基金会（World Wildlife Fund, WWF）（现为世界自然基金会）；1971 年由联合国教科文组织提出了著名的“人与生物圈计划”（Man and the Biosphere Programme, MAB）；1980 年，正式颁布了由 IUCN 等国际自然保护组织编制完成的《世界自然保护大纲》，该大纲提出了要把自然资源的有效保护与合理利用有机地结合起来的观点。在海洋生物多样性、主要优势种类的数量分布时空动态和特征及群落结构演替机制研究方面也备受世界各国广泛关注，自 20 世纪 60 年代以来，各种国际性的生态研究计划都关注着海洋生态系统。例如，20 世纪 60 年代实施的“国际生物学计划”（International Biological Program, IBP），主要目的是了解地球上各种不同的生态系统，其主要任务之一就是鼓励出版一系列生态学研究方法手册。在这些手册中，Holme 和 McIntyre（1970）撰写的手册专门针对海洋和河口生态系统的底栖动物，说明了 IBP 对河口生态系统的底栖亚系统及其生物群落研究的关注。70 年代开始的 MAB 研究计划，其主要内容是探讨生物圈及各种生态系统的结构和功能，研究人类活动所引起的生物圈及自然资源的变化。MAB 共有 14 个项目，其中第 6 项主要是研究人类活动对河口湾及海岸带的价值和资源的生态影响。1986 年，由国际科学联盟理事会（ICSU）、国际社会科学联盟理事会（ISSC）等国际科学协会与世界气象组织（WMO）、联合国环境规划署（UNEP）、联合国教科文组织（UNESCO）等联合国的有关机构发起并实施了一个国际全球变化研究计划。该计划分为四大部分：世界气候研究计划（WCRP）、国际地圈生物圈计划（IGBP）、国际全球环境变化人文因素计划（IHDP）、国际生物多样性计划（DIVERSITAS）。其中 IGBP 研究全球变化对全球生态系统（包括海洋生态系统）及其多样性的结构与功能的影响，

海洋生态过程对全球变化的响应或反馈等，并且出版了相应的研究报告。2000年，为了了解海洋生命的过去和现在，并预测其未来的发展趋势，一项规模庞大的国际海洋生物普查计划（Census of Marine Life, CoML）在全球范围内正式启动。这是一个在全球尺度上评估和解释海洋生物分布、丰度和多样性的国际计划，由美国斯隆基金会（Sloan Foundation）发起，有80多个国家和地区的科研人员参加，耗时10年完成了历史上第一次较全面的海洋生物普查。这次海洋生物普查项目取得了丰硕成果，2010年10月4日在伦敦发布了一份较为简明的海洋生物普查报告、3本汇集普查结果的大部头书籍和海洋生物分布图等辅助资料。此外，研究人员在10年里共发表了2600多篇学术文章，平均每1.5天就有一篇文章问世。科学家在此基础上建立了世界最大的海洋生物信息库，勾勒出了迄今最全面的海洋生物“全景图”。根据普查结果，海洋生物物种总计约有100万种，其中25万种是人类已认知或已命名的海洋生物物种。10年间，科学家共发现6000多种新物种，以甲壳类动物和软体动物居多，其中有1200种已认知或已命名，新发现待命名的物种约5000种。研究人员据此建立了“海洋生物地理信息系统”（OBIS），是迄今最大、最全面的海洋研究数据库。该数据库整合了世界各国800多个海洋数据库的内容，现在共有2800多万条海洋生物观察记录，并正以每年500万条新记录的速度在增长。据估计，其吸纳的全球总投资约为6.5亿美元。共有来自全球各地670个研究机构的2700多名科研人员参加普查，他们为此进行的远航次数超过540次，在海上度过的总时间超过9000天。中国海洋研究人员积极参加了本次普查并提供了中国海洋生物数据，中国科学院海洋研究所所长孙松任首届CoML中国委员会主席，中国在参加此次全球海洋生物普查的过程中，对过去几十年里收藏的海洋生物标本和相关记录进行了系统的鉴定和整理，发表了一批论文，出版了一批专著，中国已有记录和描述过的海洋生物物种约有2.23万种，占已认知全球海洋生物物种的1/10左右。

为了做好我国海洋自然资源和生态环境的保护工作，自20世纪60年代起，我国就开始着手海洋自然保护区的建设与管理，并于1963年在渤海划定了蛇岛自然保护区。到了20世纪80年代中后期，海洋自然保护区的建设与管理更是受到了我国政府领导及主管部门的高度重视，1988年6月28日，国务委员宋健给时任国家海洋局局长严宏谟的信中直接指示，“建议海洋局的同志研究一下中国18000km海岸线上有否必要建立几个保护区”，“海洋必须开发。但是，如果一点原始资源都不保护，结果可能全部破坏，后代就什么大自然也看不到了”。1988年7月开始，国家海洋局根据上述批示，组织全国沿海地方海洋管理部门及有关单位进行了海洋自然保护区选划的调研和论证工作，并于1989年5月向国务院申报了拟选的国家级海洋自然保护区的材料，1990年9月经国务院批准建立了昌黎黄金海岸、山口红树林生态、大洲岛海洋生态、三亚珊瑚礁、南麂列岛5个国家

级海洋自然保护区，并取得了良好的保护效果。例如，南麂列岛国家级海洋自然保护区的建立有效地保护了当地的海洋生物种质资源及其赖以生存的生态环境，并成为我国最早加入联合国教科文组织世界生物圈保护区网络的海洋类型自然保护区，在全球海洋生物多样性保护上确立了重要的地位，同时保护区的建立也有力地促进了当地海洋经济的发展，特别是海水生态养殖业和生态旅游出现了前所未有的发展速度。目前，南麂列岛已被列为全国科技兴海示范基地（1997年），连续两次被评为中国十大美丽海岛（2005年、2015年）之一，也是人们休闲旅游度假的胜地。

海洋自然保护区是推动海洋生态文明建设、优化海洋空间开发保护格局的重要抓手，在保护海洋生态系统、维护海洋生物多样性等方面具有不可替代的作用。进入21世纪以来，国家各有关部门和沿海地区各级人民政府努力贯彻执行《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国海域使用管理法》《中华人民共和国海岛保护法》等相关法律法规，认真履行海洋生态保护职责，不断推进海洋自然保护区建设，海洋自然保护区数量、保护面积不断增加，类型不断丰富，我国海洋自然保护区事业取得了显著的成就。截至2014年4月，全国建有各种类型海洋保护区249处（不含港澳台地区），其中，海洋自然保护区186处，海洋特别保护区63处，总保护海洋面积137 950.80km²，约占中国管辖海域面积的4.6%（曾江宁，2016）。

中国南部沿海人口和经济的快速增长已经导致沿海生境的退化，尽管已经采取了建设海洋自然保护区、海岸带综合管理等措施，但还是给具有国际意义的海洋生物多样性带来了威胁（俞永跃，2011）。随着南麂列岛知名度的不断提高，来岛上旅游的人数日益增多，保护区内人类开发与经济活动等外来影响也越来越严重，对南麂列岛及其附近海域生物资源与生态环境造成的压力已越来越大，在21世纪海洋开发大热潮中，保护区内的海洋开发活动有可能更加频繁，因此，必须进一步加大对自然保护的力度。面对保护和开发之间出现的各种日益尖锐的矛盾，正确处理和协调两者的关系已刻不容缓。在《中国21世纪议程》白皮书中也明确提出“在南麂列岛海洋自然保护区内开展保护和开发协调发展实验，建设人与生物圈保护区”这一要求。若要解决以上问题，一方面需要大量的生物资源及环境的本底资料和图件，建立一个信息量大、使用方便的生物资源及环境数据信息库；另一方面需要对生物资源开发利用现状及环境条件的变化状况进行跟踪调查与评价，及时掌握生物资源的种类组成、数量分布、生物多样性、群落结构及生物学和环境变化状况。

过去曾有不少专家学者对南麂列岛国家级海洋自然保护区的生物资源及环境做过调查研究，但是大多比较零星分散，相对比较全面的调查共有3次。1989年8月25日至9月5日曾由环保部门组织海洋、生物、地理、土壤、地质、环保和

规划等方面的专家对南麂列岛进行过一次多学科考察,掌握了保护区生物与环境的基本概况。1992年5月至1993年3月,曾由国家海洋局第二海洋研究所牵头,组织相关单位参与,进行了春、夏、秋、冬四季潮间带本底调查,取得了丰硕的研究成果,基本查清了该保护区潮间带底栖生物和环境质量的状况。2003年3月16日至20日、6月27日至7月4日,国家海洋局第二海洋研究所再次牵头,完成了浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区功能区调整科学考察。但是,对南麂列岛浅海生态环境与渔业生物资源的调查却是个空白,一直没有开展过系统的专业调查。

“南麂列岛国家级海洋自然保护区海洋生物资源与栖息环境调查及保护效果评估”项目为国家海洋局下达任务,项目执行时间为2012~2015年,主要任务与目标是开展南麂列岛潮间带贝藻类资源调查,了解南麂列岛国家级海洋自然保护区潮间带生物的种类组成、丰度和生物量组成等群落结构,生物多样性特点;开展南麂列岛浅海生物资源种类组成、数量分布及其群落结构特点调查,掌握鱼类、虾类、蟹类等的种类组成、数量分布、群落结构及优势种群动态;开展南麂列岛国家级海洋自然保护区生态环境调查与海流系统特征及变动规律研究;在此基础上,建立海洋生物资源及栖息环境数据库,提出南麂列岛国家级海洋自然保护区保护生物多样性措施及生物资源可持续利用对策,为科学管理保护区的海洋生物多样性及生态环境,合理利用保护区的生物资源,促进保护区社会与经济的可持续发展提供基础资料。

本项目研究任务分两大部分:一是浅海游泳生物资源和潮间带底栖生物资源调查,由浙江海洋大学、中国科学院海洋研究所和南麂列岛国家海洋自然保护区管理局共同负责实施;二是浅海生态环境调查,由中国环境科学研究院和南麂列岛国家海洋自然保护区管理局共同负责实施。浅海调查采用海上大面定点的方法。浅海游泳生物资源调查共设置25个调查站位(保护区内设置了20个站位,为了便于比较保护区内外的生物资源状况,在保护区外设置了5个站位),调查船租用“浙苍渔0942”号。浅海环境因子调查共设置28个调查站位,调查的环境因子包括水文要素、水质化学要素、沉积物化学要素、生物要素等。本著作不包括潮间带底栖生物资源调查内容。

先后参与浅海游泳生物资源和浅海生态环境调查与研究的人员共有31人(其中浙江海洋大学12人,南麂列岛国家海洋自然保护区管理局9人,中国环境科学研究院10人),经过项目组成员3年多的共同努力,已圆满完成外业调查及室内鉴定测量、数据处理、调查资料的整理分析工作,基本查明了南麂列岛国家级海洋自然保护区浅海区域的鱼类、虾类、蟹类等生物种类组成及优势种等;掌握了南麂列岛国家级海洋自然保护区鱼类、虾类、蟹类等生物的数量时空分布,绘制了不同生物类群及优势种的数量时空分布图;计算并分析了南麂列岛国家级海洋

自然保护区生物多样性、生物群落结构特点；利用定量方法评估了南麂列岛国家级海洋自然保护区生物资源密度及其资源量；掌握了浅海水温、盐度、水深、溶解氧、pH、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、硅酸盐、化学需氧量、石油类、总磷、总氮、重金属、叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖动物等生态环境状况；建立了南麂列岛国家级海洋自然保护区海洋生物资源及栖息环境数据库。

本著作主要由 2012~2015 年实施的国家海洋局下达的“南麂列岛国家级海洋自然保护区海洋生物资源与栖息环境调查及保护效果评估”项目部分调查资料编写而成，为了更加全面、直观地反映南麂列岛浅海区分布的渔业生物种类，丰富内容，在南麂列岛浅海区渔业生物图片中还结合采用了 2010~2011 年实施的浙江省海洋与渔业局下达的“南麂列岛岛礁鱼类资源调查及管理技术开发”项目调查所获得的渔业生物样品及其拍摄的照片。

本著作的完成是全体项目组成员共同努力的结晶，在海上调查过程中还得到了中国海监南麂列岛国家级海洋自然保护区支队“中国海监 7072”号艇、“浙苍渔 0942”号全体船员的大力支持，也得到了中国科学院海洋研究所等其他项目组成员的热心帮助，还有其他很多同事、同学和朋友都为本著作的完成做出了很大的贡献。在此一并致以谢意。

出版本著作的目的是为南麂列岛国家级海洋自然保护区乃至我国海洋保护区的建设、管理及可持续发展提供科学依据。由于作者的水平有限，书中难免存在一些不妥之处，敬请广大读者批评指正。

俞存根

2017 年 1 月 21 日于舟山

目 录

前言

第一章 调查研究方法及内容	1
第一节 调查时间、范围及其站位	1
一、调查时间	1
二、调查范围与站位	1
三、调查船、网工具与设备	1
第二节 调查内容及调查方法	4
一、调查内容	4
二、调查方法	4
第三节 数据处理及分析方法	5
一、相对重要性指数计算公式	5
二、优势度计算公式	5
三、生物多样性指数计算公式	5
四、群落结构分析计算公式	6
五、ABC 曲线	7
六、生物资源密度估算方法	7
第二章 浅海生态环境	9
第一节 海流	9
第二节 水文环境	11
一、水深	11
二、温度分布	11
三、盐度分布	11
四、浊度	12
第三节 海水化学	19
一、溶解氧	19
二、pH	22

三、氮	22
四、磷	33
五、硅酸盐	33
六、高锰酸盐指数	38
七、石油烃	38
第四节 沉积物	43
一、沉积物粒度	43
二、营养元素	43
三、重金属	44
第五节 叶绿素 a	47
第六节 浮游植物	49
一、种类组成	49
二、空间分布	54
第七节 浮游动物	64
一、种类组成	64
二、空间分布	78
第八节 大型底栖动物	87
一、种类组成	87
二、生物量和栖息密度	95
三、群落结构多变量分析	101
四、群落结构与环境因子的关系	106
五、与历史资料的比较	107
第九节 环境质量评价	107
一、浅海环境质量评价	107
二、生物评价	112
第三章 浅海渔业资源	135
第一节 种类组成及数量分布	135
一、渔获物组成	135
二、数量时空分布	163
第二节 群落结构及生物多样性	205
一、生物多样性	205
二、区系特征	209

三、生态群落.....	210
四、基本特征及评价.....	210
第三节 资源量评估.....	212
一、生物资源密度.....	212
二、资源量估算.....	226
三、重要生物种类的体重、体长分布.....	229
第四章 南麂列岛海洋自然保护区渔业资源保护与合理开发利用.....	232
一、合理调整产业结构, 积极推广生态养殖.....	233
二、切实加强生物资源和生态环境保护.....	234
三、积极推进海洋牧场建设和生态修复.....	235
四、进一步完善与健全实时观测网络系统及管理体系.....	235
五、进一步加强管护基础设施建设.....	236
六、进一步加强管理队伍建设, 走专管与群管相结合的路子.....	236
七、进一步加强生物资源及生态环境状况的科学调查与监测.....	236
八、进一步加大社会宣传及公众教育力度.....	237
参考文献.....	238
附图一 南麂列岛国家级海洋自然保护区功能区划图.....	243
附图二 南麂列岛浅海区部分渔业生物图片.....	244
附录一 浙江省南麂列岛国家级海洋自然保护区管理条例.....	259
附录二 浙江省南麂列岛国家级海洋自然保护区管理条例实施细则.....	264
附录三 浙江省人民代表大会常务委员会关于修改《浙江省南麂列岛国家级 海洋自然保护区管理条例》的决定.....	268
后记.....	271

第一章 调查研究方法及内容

第一节 调查时间、范围及其站位

一、调查时间

南麂列岛国家级海洋自然保护区浅海生态环境及渔业资源调查野外工作始于 2013 年 11 月，至 2014 年 9 月结束。其中浅海生态环境调查时间分别为 2013 年 11 月（秋季）、2014 年 2 月（冬季）、2014 年 5 月（春季）和 2014 年 8 月（夏季）。在浅海渔业资源的秋、冬、春、夏四季调查中，由于夏季的 8 月正值伏季休渔期，因此，4 个季度的调查时间设定为 2013 年 11 月（秋季）、2014 年 2 月（冬季）、2014 年 5 月（春季）和 2014 年 9 月（夏季）。

二、调查范围与站位

1. 浅海生态环境调查

调查范围为 $27^{\circ}24'29''\text{N}\sim 27^{\circ}30'00''\text{N}$ 、 $120^{\circ}56'31''\text{E}\sim 121^{\circ}08'28''\text{E}$ 。调查站位采用网格状设置，共设置 28 个站位，具体调查站位设置与地理坐标如图 1-1 和表 1-1 所示。

2. 浅海渔业资源调查

调查范围为 $27^{\circ}24'30''\text{N}\sim 27^{\circ}30'30''\text{N}$ 、 $120^{\circ}45'00''\text{E}\sim 121^{\circ}25'00''\text{E}$ 。调查站位采用网格状设置，在保护区内设置了 20 个站位，为了便于比较保护区内外的渔业生物资源状况，在保护区外设置了 5 个站位。具体调查站位设置与地理坐标如图 1-2 和表 1-2 所示，其中，1 号站、2 号站分布在保护区外的靠沿岸侧，水深小于 15m，23 号站、24 号站、25 号站分布在保护区外的靠外海侧，水深大于 45m，其他站位位于保护区范围内，水深分布在 15~45m。

三、调查船、网工具与设备

浅海渔业资源调查租用群众单拖网渔船，船号为“浙苍渔 0942”号，渔船主机功率为 202kW，网具规格分别为 750 目 $\times$ 150mm（2013 年 11 月）、750 目 $\times$ 80mm（2014

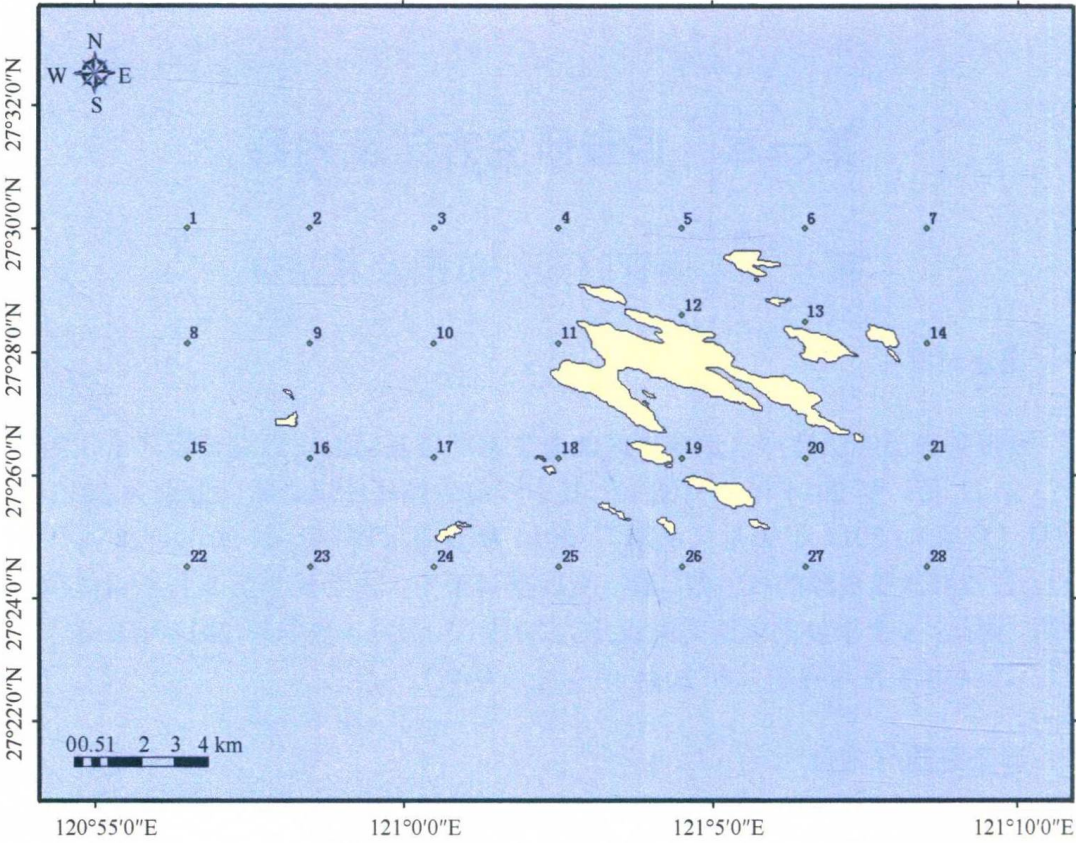


图 1-1 浅海生态环境调查采样站位图

表 1-1 浅海生态环境调查站位的经纬度分布

站位	纬度 (N)	经度 (E)	站位	纬度 (N)	经度 (E)
1	27°30'00"	120°56'31"	15	27°26'17"	120°56'31"
2	27°30'00"	120°58'30"	16	27°26'17"	120°58'30"
3	27°30'00"	121°00'29"	17	27°26'17"	121°00'29"
4	27°30'00"	121°02'31"	18	27°26'17"	121°02'31"
5	27°30'00"	121°04'30"	19	27°26'17"	121°04'30"
6	27°30'00"	121°06'29"	20	27°26'17"	121°06'29"
7	27°30'00"	121°08'28"	21	27°26'17"	121°08'28"
8	27°28'08"	120°56'31"	22	27°24'29"	120°56'31"
9	27°28'08"	120°58'30"	23	27°24'29"	120°58'30"
10	27°28'08"	121°00'29"	24	27°24'29"	121°00'29"
11	27°28'08"	121°02'31"	25	27°24'29"	121°02'31"
12	27°28'08"	121°04'30"	26	27°24'29"	121°04'30"
13	27°28'08"	121°06'29"	27	27°24'29"	121°06'29"
14	27°28'08"	121°08'28"	28	27°24'29"	121°08'28"

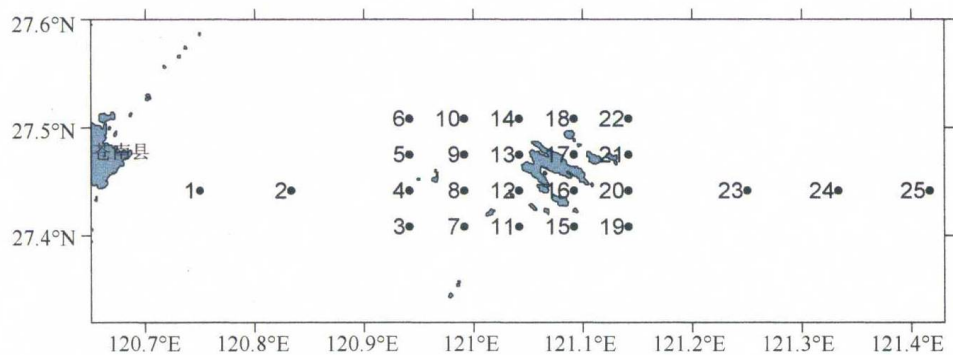


图 1-2 浅海渔业资源调查采样站位图

表 1-2 浅海渔业资源调查站位的经纬度分布

站位	纬度 (N)	经度 (E)	站位	纬度 (N)	经度 (E)
1	27°26'30"	120°45'00"	14	27°28'30"	121°02'30"
2	27°26'30"	120°50'00"	15	27°24'30"	121°05'30"
3	27°24'30"	120°56'30"	16	27°26'30"	121°05'30"
4	27°26'30"	120°56'30"	17	27°28'30"	121°05'30"
5	27°28'30"	120°56'30"	18	27°28'30"	121°05'30"
6	27°30'30"	120°56'30"	19	27°24'30"	121°08'30"
7	27°24'30"	120°59'30"	20	27°26'30"	121°08'30"
8	27°26'30"	120°59'30"	21	27°28'30"	121°08'30"
9	27°28'30"	120°59'30"	22	27°28'30"	121°08'30"
10	27°28'30"	120°59'30"	23	27°26'30"	121°15'00"
11	27°24'30"	121°02'30"	24	27°26'30"	121°20'00"
12	27°26'30"	121°02'30"	25	27°26'30"	121°25'00"
13	27°28'30"	121°02'30"			

年 2 月、2014 年 5 月、2014 年 9 月)。调查船上配备有雷达、卫星导航、探鱼仪(测深仪)等导航、定位及其他助航助渔设备。

浅海生态环境调查使用中国海监南麂列岛国家级海洋自然保护区支队“中国海监 7072”号艇。大型底栖动物定量采样调查使用开口面积为 0.1m² 的静力式采泥器。浮游植物利用浅水Ⅲ型浮游生物网(网口内径 37cm, 网口面积 0.1m², 筛绢网目孔径 77μm)自底至表垂直拖网采集。浮游动物使用浅水Ⅰ型浮游生物网(网口内径 50cm, 筛绢网目孔径约 505μm)由底至表垂直拖曳采集。水文环境要素调查使用 CTD 等仪器。

第二节 调查内容及调查方法

一、调查内容

1. 浅海生态环境调查

(1) 水文要素：水温、水深。

(2) 水质化学要素：盐度（底-表）、溶氧（底-表）、pH（底-表）、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、硅酸盐、化学需氧量、石油类。

(3) 沉积物化学要素：总磷、总氮、重金属（As^①、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg）、粒度。

(4) 生物要素：叶绿素 a（表层）、浮游植物、浮游动物、大型底栖动物。

2. 浅海渔业资源调查

(1) 浅海生物资源种类组成、数量分布及其群落结构特点研究：查明南麂列岛国家级海洋自然保护区海域鱼类、虾类、蟹类种类组成及优势种等。

(2) 浅海生物资源数量分布研究：掌握南麂列岛国家级海洋自然保护区海域鱼类、虾类、蟹类种类组成及优势种的数量时空分布，绘制不同生物类群及优势种的数量时空分布图。

(3) 浅海生物多样性及群落结构特征研究：计算并分析南麂列岛国家级海洋自然保护区海域生物多样性、生物群落结构特点。

(4) 浅海生物资源量评估：利用定量方法评估南麂列岛国家级海洋自然保护区海域生物资源密度及其资源量。

(5) 水文环境与海流系统特征研究：主要研究南麂列岛国家级海洋自然保护区的水温、盐度分布，同时，利用历史资料，分析其海流系统的分布及消长规律，探讨环境因子与生物群落结构之间的关系。

二、调查方法

1. 浅海生态环境调查

浅海生态环境现场调查的采样、观测方法均按照《海洋调查规范》（GB/T 12763—2007）进行。其中，底栖动物定量采样工作，每站位取 3 个重复样，通过 0.5mm 孔径的筛网冲洗后，生物样品用 75%乙醇保存。浮游植物和浮游动物每

① As 为类金属，但其具有金属性质，本书将其看作重金属。