



ZHOUSHAN FISHING GROUND FISHERY ECOLOGY

舟山渔场 渔业生态学

俞存根 等 著



科学出版社

舟山渔场渔业生态学

俞存根 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书研究了舟山渔场及邻近海域的海洋水文环境、海洋化学环境、海洋初级生产力分布规律及特点,浮游动物、鱼类、虾类、蟹类、头足类及虾蛄的种类组成及时空分布特征;估算了渔业资源的密度;梳理了62种生物种类的食性及食物关系。同时,结合历史上的调查资料,分析了舟山渔场及邻近海域的渔业资源群落结构的演替规律以及舟山渔场、渔期的变迁,提出了舟山渔场生态环境修复和渔业资源保护行动方案。

本书可供有关海洋生态、海洋渔业、海洋生物等专业的师生及相关科研院所的研究人员、相关行政管理部门的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

舟山渔场渔业生态学/俞存根等著. —北京:科学出版社,2011.11

ISBN 978-7-03-032655-3

I. ①舟… II. ①俞… III. ①鱼类-动物生态学-舟山市 IV. ①S931.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第222717号

责任编辑:胡 凯 龚 勳/责任校对:陈玉凤

责任印制:赵 博/封面设计:王 浩

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>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年11月第 1 版 开本:B5 (720×1000)

2011年11月第一次印刷 印张:16 3/4

印数:1-1 500 字数:330 000

定价:55.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

本书获得浙江海洋学院学术著作出版基金资助

课题组成员名单

课题组组长：俞存根

课题组成员：曾江宁 郑基 陈小庆 郭远明 王迎宾
韩志强 侯伟芬 严旭光 宁平 覃涛

执笔人员名单

俞存根 陈小庆 郭远明 侯伟芬 王迎宾 曹美兰

前 言

舟山渔场位处长江、钱塘江、甬江等河流的入海交汇区，周围散布着的上千个大大小小的岛屿，独特的地理和水环境条件，造就了我国最大的渔场，曾经是我国渔业资源最丰富、生产力水平最高的渔场之一。这里水质肥沃、饵料生物丰富、水文环境适宜，为多种经济鱼类、虾类、蟹类以及各种水生生物繁殖、索饵、生长、越冬的生活栖息地，素有“东海鱼仓”之称。其中，大黄鱼、小黄鱼、带鱼、乌贼为舟山渔场捕捞产量最多的资源群体，被称为“四大渔产”，曾占海洋捕捞总产量的70%~80%。舟山渔场曾经是浙江海洋渔业经济繁荣和发展的命脉，然而，由于各种因素的影响，曾经辉煌一时的舟山渔场已今非昔比，风光不再。生态环境和渔业资源都已发生了一系列令人担忧的变化，明显影响了海洋产业的可持续发展，主要表现为：

1. 经过几十年大规模、超强度的酷渔滥捕，使得舟山渔场的许多传统渔业资源遭到不同程度的破坏，出现主要捕捞对象替代频繁、生物品种明显减少、渔业资源量不断下降的现象。传统的“四大渔产”中，除带鱼、小黄鱼尚能维持一定产量以外，其他已几近枯竭。

2. 低值鱼类以及虾蟹类、水母类数量增加，替代了原来的优质资源。经济价值高的、个体大的、年龄结构复杂的和在生态系统中营养层次高的类群逐渐被经济价值低的、个体小的、年龄结构简单的和营养层次低的类群所替代。渔获个体愈来愈小，资源质量不断下降。

3. 底拖网、桁杆拖虾网作业等反复拖刮海底，导致海底呈现荒漠化，严重破坏了乌贼等传统渔业资源产卵繁殖的生态环境、鱼类生境不良。

4. 舟山渔场地处长江口和杭州湾，长江和钱塘江等河流携带大量的陆源物质进入海洋，污染物质比几十年前大幅度增加，大大超过了海洋自净能力；海水养殖业发展造成的富营养化程度日益加重，赤潮频发，致使舟山渔场水域环境质量急剧恶化，破坏了各种经济水生生物的产卵场和育肥场的生态环境，造成其幼体不能正常发育、生长，直接影响渔业资源再生能力。

5. 全球气候变暖改变了舟山渔场物理海洋学条件，正在使渔场的饵料环境产生缓慢变化。据徐兆礼等（2003）研究结果，舟山渔场及邻近海域的中华哲水蚤丰度和浮游动物总丰度有逐年下降的趋势。由于浮游动物是中上层鱼类如鳀、鲐鲷鱼及底层鱼类如大黄鱼、小黄鱼和带鱼等鱼类仔幼鱼的饵料，这些经济鱼类每年春季要从外海越冬场向近海做生殖洄游，并往往在浮游动物密集区形成产卵

渔场,因此,浮游动物的种类数以及丰度的变化,也将对渔业资源构成一定的影响。

同时,海洋具有巨大的动物蛋白生产潜力,21世纪是开发利用海洋资源的世纪。随着陆地耕地面积减少和人口数量的增加,持续健康地开发利用海洋渔业资源和保护海洋生态环境、从海洋里获得更多更好的动物蛋白食品,不仅对促进国民经济持续发展有不可忽视的推动作用,也是21世纪人类食品安全的重要保证。因此,探讨人类干扰和环境变化对生物资源的影响机制、寻找应对措施已成为重要科学问题。运用现代科学技术手段,积极推进增殖放流计划,走耕海牧渔的农牧化道路,修复海洋生态环境,防止优良渔场生态环境和渔业资源进一步恶化,保护和恢复渔业资源已成为当务之急,也是把浙江省建设成为海洋经济强省的需要。

而不论是要实施海洋生态环境修复行动,还是要开展增殖放流,或是要管理好渔业资源,都一定要作出很大的努力,首先把舟山渔场以及邻近海域生态系统视为一个有机的整体,研究舟山渔场生态系统的结构、功能及时空演变规律。定量分析生态环境和生物资源关键过程的变化规律,人类干扰、环流变化和环境污染三大因素对渔业资源的影响。即搞清舟山渔场生态环境在全球气候变暖影响下,环流系统的改变;在人口增长、工农业、养殖业发展造成的污染等影响下,水文、理化因子的变化;在人类的过度开发利用和生态环境恶化的情况下,渔业资源结构变化特点和优势种演替规律。预测它们的动态变化,解明舟山渔场渔业资源关键种和重要种的能量流动与收支特征,解析生物资源补充机制以及需要采取的一系列对策措施等等。例如,全球变暖和海水水质污染到底给舟山渔场环境的海流、水文理化因子、基础饵料数量带来多大的影响?主要资源种类的食物关系、优势种种群演替对整个生态系统中的生物资源生产的影响如何?海洋生物资源的变化,除人为因素外,有多少与环境变动有关?富营养化及其环境污染的影响有多大?其生态效应如何?各种海洋工程对舟山渔场生态系统生物资源的形成所起作用如何?等等。

我国较系统的海洋渔业资源调查工作始于20世纪50年代末期的全国海洋普查。通过普查,对我国海洋生物资源的种类、分布及其洄游有了比较全面的了解,如在浙江近海基本掌握了主要捕捞对象及其渔业资源概况、渔场水文及生态环境状况,完成了《浙江近海渔业资源调查报告》(浙江省水产资源调查委员会,1964);60年代到70年代末期,又相继对一些重要渔业资源种类进行了专项调查,并根据调查结果进行了资源和渔情预报;80年代到90年代主要进行了“渤海增殖生态基础调查”、“东海北部及毗邻海区绿鳍马面鲀等底层鱼类资源调查与探捕”等;90年代末期开展的我国专属经济区和大陆架勘测专项中进行了“海洋生物资源补充调查及资源评价”等,并出版了《东海大陆架生物资源与环境》

(郑元甲等, 2003)、《中国专属经济区海洋生物资源与栖息环境》(唐启升, 2006)。这些调查为渔业生产和渔业管理提供了重要的科学依据。

但这些研究除了 20 世纪 50 年代末期和 90 年代末期这两次之外, 多数情况下过分注重单鱼种种类的调查研究, 缺乏学科间的有机交叉与综合, 因而缺乏对生态系统的全面认识, 难以达到预期效果。在渔业资源普遍衰退, 未开发资源越来越少的情况下, 渔业资源的研究方向已从单鱼种转向多鱼种、群落和生态系统方面的研究, 从探索 and 预报新渔场、新品种转向资源的合理开发和养护, 为渔业资源的持续利用服务。这方面我们与渔业发达国家相比还较落后, 与产业发展和管理需要还存在很大差距。

舟山渔场, 南起 $29^{\circ}30'N$ 、北至 $31^{\circ}N$, 西自长江口和杭州湾沿岸、东至 $125^{\circ}E$ 。舟山渔场大部分海域位处在机轮拖网禁渔区线以内, 因此, 对于舟山渔场的渔业资源以及生态环境, 除了 20 世纪 50 年代末开展的全国海洋普查对其有过较全面的调查之外, 长期来一直缺乏系统调查。曾开展的一些调查研究工作, 也多是集中在机轮拖网禁渔区线以外的外侧海域。为了适应海洋渔业不断发展以及海洋生态环境改善与修复的需要, 2006 年浙江省科技厅下达了“舟山渔场生态系统关键过程及修复技术研究”课题, 课题合同编号为 2006C23051, 课题执行时间为 2006 年 4 月~2010 年 10 月。同时, 在 2006 年受国家海洋局第二海洋研究所委托, 开展“ST04 区块水体环境调查与研究——游泳动物调查”任务, 课题执行时间为 2006 年 8 月~2008 年 12 月, 课题研究任务具体由浙江海洋学院组织实施。目的是摸清典型生态系统——舟山渔场的家底, 查明舟山渔场及其邻近海域渔业资源群落结构特点与优势种群演替规律、变化趋势; 查明舟山渔场及其邻近海域浮游动物种类组成、数量分布及其群落结构特点; 解明浮游动物的变化对舟山渔场渔业资源优势种变化的影响机制, 主要生物资源种类(关键种和重要种类)的食性及其食物关系; 摸清舟山渔场及其邻近海域海流系统, 水文理化因子及其他环境污染物质的分布特征、季节差异以及对浮游动物、渔业资源可能发生的作用; 并提出治理、修复舟山渔场生态环境的行动方案。为改善舟山渔场生态环境, 建设海洋牧场、人工鱼礁渔场, 建立可持续发展的海洋生态系统及科学合理的渔业管理体系提供科学依据。

本课题的研究工作, 采取历史资料分析—海上调查与现场试验—海上实际应用相结合的系统研究方法。一方面进行海上大面定点专业综合调查, 调查内容包括游泳动物、浮游动物、海洋水文环境因子、理化因子等; 另一方面利用 20 世纪 60 年代初全国海洋普查所得的该海域的资料、20 世纪 80 年代中后期开展虾类资源调查以及 90 年代末期进行“东海虾蟹类资源调查”研究的资料, 来综合分析研究舟山渔场生态系统的演替规律以及今后的发展趋势。在定海区长白乡孙海尔船长及全体船员、浙江省舟山海洋生态环境监测站的大力协助配合下, 经过

课题组 5 年时间的共同努力，圆满完成海上调查任务，调查资料的整理也已完成，并提出治理、修复舟山渔场生态环境的行动方案。

本著作的完成和出版，是全体课题组成员共同努力的结果。在本课题的研究过程中，浮游动物的种类分类鉴定得到了浙江省舟山海洋生态环境监测站胡颖琰副研究员、黄备副研究员、王婕妤助理研究员的大力协助和支持；渔业资源调查及渔获物分析得到了张庆生副研究员，江新琴、卢占辉同学的大力帮助；海洋化学因子分析上得到了浙江省海洋水产研究所金彩杏高级工程师的大力协助和支持；调查的仪器设备得到了唐静亮教授级高级工程师的大力支持；在海上调查过程中还得到了浙定渔 11132 号船长孙海尔和全体船员的大力支持；在课题后期工作中郑献之同学也做了不少工作。在此一并致以谢意。

限于作者的水平有限，书中难免还存在一些疏漏与不足之处，敬请读者批评指正。

作 者

2011 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 调查研究方法和内容	1
1.1 海上试捕调查	1
1.1.1 调查时间	1
1.1.2 调查范围与站位	1
1.1.3 调查船、网工具与设备	2
1.1.4 调查内容	2
1.1.5 调查方法	3
1.1.6 调查样品分析	4
1.1.7 数据分析方法	4
1.2 历史资料收集整理以及受损生态系统修复技术调查研究	5
1.3 调查研究内容	5
第 2 章 舟山渔场的地理及生态环境特点	6
2.1 地理环境	6
2.2 气候特征及气象灾害特征	6
2.2.1 气候特征	7
2.2.2 气象灾害特征	9
2.3 海流与水团	12
第 3 章 渔场海洋水文	14
3.1 水温	14
3.1.1 水平分布	14
3.1.2 垂直分布	19
3.2 盐度	20
3.2.1 水平分布	20
3.2.2 垂直分布	25
第 4 章 初级生产力	26
4.1 叶绿素 a	26
4.2 初级生产力	32
第 5 章 海洋化学	33
5.1 pH	33

5.1.1	平面分布	33
5.1.2	季节变化	35
5.2	悬浮物	35
5.2.1	平面分布	35
5.2.2	季节变化	37
5.3	化学需氧量	37
5.3.1	平面分布	37
5.3.2	季节变化	39
5.4	油类	40
5.4.1	平面分布	40
5.4.2	季节变化	41
5.5	氨氮	42
5.5.1	平面分布	42
5.5.2	季节变化	44
5.6	亚硝酸盐	44
5.6.1	平面分布	44
5.6.2	季节变化	46
5.7	硝酸氮	46
5.7.1	平面分布	46
5.7.2	季节变化	48
5.8	无机氮	48
5.8.1	平面分布	48
5.8.2	季节变化	50
5.9	溶解态氮	50
5.9.1	平面分布	50
5.9.2	季节变化	52
5.10	总氮	52
5.10.1	平面分布	52
5.10.2	季节变化	54
5.11	磷酸盐	54
5.11.1	平面分布	54
5.11.2	季节变化	56
5.12	溶解态磷	56
5.12.1	平面分布	56
5.12.2	季节变化	58

5.13 总磷	59
5.13.1 平面分布	59
5.13.2 季节变化	60
5.14 硅酸盐	61
5.14.1 平面分布	61
5.14.2 季节变化	63
5.15 铜	63
5.15.1 平面分布	63
5.15.2 季节变化	65
5.16 锌	65
5.16.1 平面分布	65
5.16.2 季节变化	67
5.17 铅	67
5.17.1 平面分布	67
5.17.2 季节变化	69
5.18 镉	69
5.18.1 平面分布	69
5.18.2 季节变化	71
5.19 汞	71
5.19.1 平面分布	71
5.19.2 季节变化	73
5.20 砷	73
5.20.1 平面分布	73
5.20.2 季节变化	75
5.21 OCPs 和 PCBs	75
第6章 浮游动物	77
6.1 种类组成	77
6.2 优势种	84
6.3 丰度	85
6.3.1 季节变化	85
6.3.2 水平分布	85
6.4 主要优势种的丰度分布及季节变化	87
6.4.1 中华哲水蚤	87
6.4.2 精致真刺水蚤	89
6.4.3 百陶箭虫	91

6.4.4 肥胖箭虫	93
6.5 生态群落结构及生物多样性	94
6.5.1 生态群落	94
6.5.2 生物多样性	96
第7章 渔业资源种类组成、数量分布及生物多样性	100
7.1 渔业资源种类组成	100
7.2 渔业资源数量分布	111
7.2.1 季节变化	111
7.2.2 时空分布	111
7.3 鱼类资源	115
7.3.1 种类组成	115
7.3.2 数量分布	128
7.3.3 生物多样性	132
7.3.4 讨论	135
7.4 虾类资源	137
7.4.1 种类组成	137
7.4.2 数量分布	141
7.4.3 生物多样性	144
7.4.4 讨论	147
7.5 蟹类资源	148
7.5.1 种类组成	148
7.5.2 数量分布	151
7.5.3 生物多样性	155
7.5.4 讨论	159
7.6 头足类资源	161
7.6.1 种类组成	161
7.6.2 数量分布	164
7.6.3 讨论	166
7.7 虾蛄资源	167
7.7.1 种类组成	167
7.7.2 数量分布	168
第8章 主要经济种类的数量分布	173
8.1 细点圆趾蟹	173
8.2 三疣梭子蟹	176
8.3 葛氏长臂虾	178

8.4	中华管鞭虾	180
8.5	鹰爪虾	183
8.6	戴氏赤虾	185
8.7	细巧仿对虾	187
8.8	哈氏仿对虾	190
8.9	须赤虾	192
8.10	安氏白虾.....	195
8.11	口虾蛄.....	197
8.12	日本红娘鱼.....	199
8.13	海鳗.....	201
8.14	小黄鱼.....	203
8.15	龙头鱼.....	205
8.16	带鱼.....	208
8.17	长蛸.....	210
8.18	短蛸.....	212
第9章	主要鱼类的食性及食物关系.....	215
9.1	食性	215
9.2	食物关系	222
第10章	舟山渔场开发过程及渔业资源利用状况	224
10.1	主要作业渔场及其变化.....	224
10.2	生产渔汛及其变化.....	227
10.3	渔业资源数量的变化.....	231
10.4	渔业资源群落结构的演变.....	233
第11章	渔业资源密度估算	237
11.1	估算方法.....	237
11.2	估算结果.....	237
11.2.1	现存渔业资源密度	237
11.2.2	主要经济鱼类资源密度	237
11.2.3	主要经济头足类资源密度	238
11.2.4	主要经济虾蟹类资源密度	239
11.2.5	主要虾蛄类资源密度	239
第12章	舟山渔场渔业资源特点及存在的问题	241
12.1	生物资源特点.....	241
12.2	存在的问题.....	242

第 13 章 舟山渔场生态环境修复和渔业资源保护行动方案	243
13.1 全面实施舟山渔场环境污染整治工程.....	244
13.2 进一步推进舟山渔场生态系统保护及渔业主要恢复工程.....	245
13.3 进一步完善与健全海洋环境监测与管理系统，为舟山渔场生态环境 修复保驾护航.....	246
参考文献.....	248

第 1 章 调查研究方法和内容

1.1 海上试捕调查

1.1.1 调查时间

按课题实施计划要求,于 2006 年 8 月 16~25 日、2007 年 1 月 21~31 日、4 月 28~5 月 17 日、11 月 7~17 日,共完成了春、夏、秋、冬四个季度海上专业调查,4 个航次海上调查累计作业天数 47 天,累计航程约 4500 海里。

1.1.2 调查范围与站位

调查范围为 $29^{\circ}30' \sim 32^{\circ}00'N$, $127^{\circ}00'E$ 以西海域,包括机轮拖网禁渔区线以内的渔场,共设 37 个渔业资源调查站位。为了比较舟山渔场及长江口渔场与东海外海渔场的渔业资源种类的区别,在 $31^{\circ}00'N$ 线上设计一个调查取样断面,调查站位延伸至 $127^{\circ}00'E$ (如图 1-1)。同时,在舟山渔场及对舟山渔场生态环

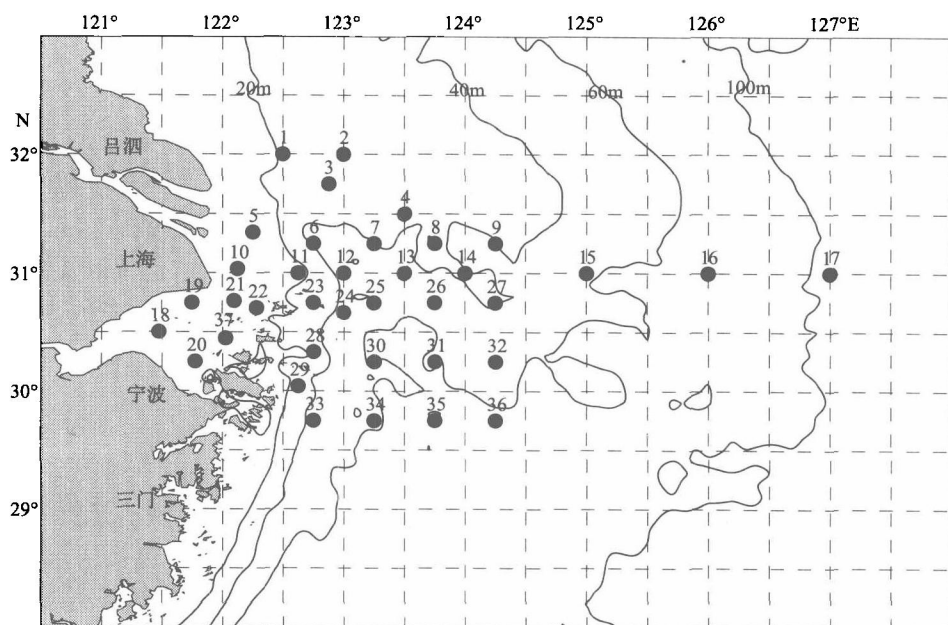


图 1-1 舟山渔场及邻近海域渔业资源调查站位图

境影响较大的长江口、杭州湾共选择 20 个调查站位兼作浮游动物、海洋化学因子、油类及重金属调查 (如图 1-2)。

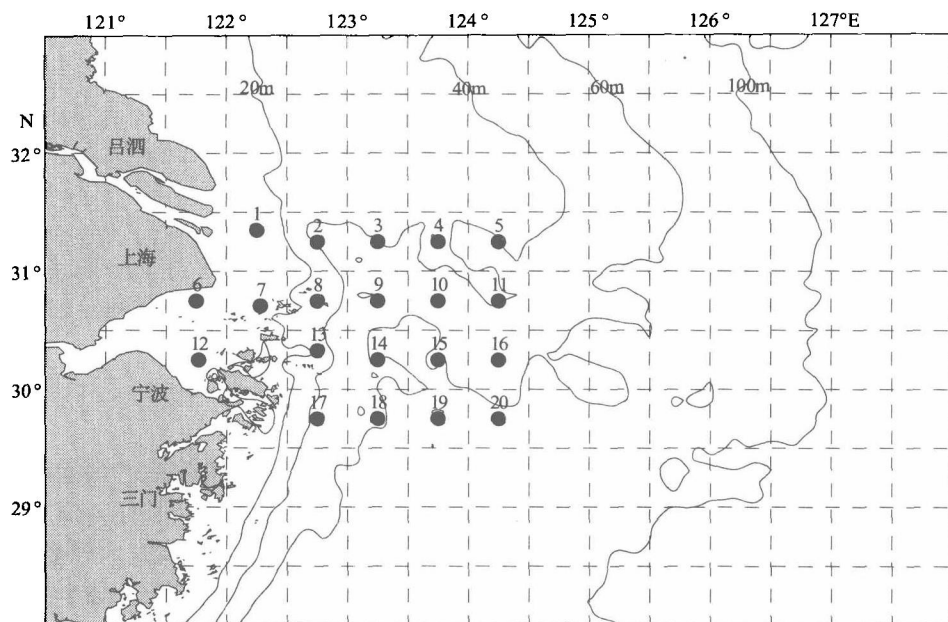


图 1-2 舟山渔场及邻近海域浮游动物及海洋化学因子调查站位图

1.1.3 调查船、网工具与设备

调查船是租用群众桁杆拖网生产船, 船名为浙定渔 11132 号, 主机功率为 184kW (275HP), 吨位为 100t, 使用网具为桁杆拖虾网, 桁杆长度为 30m, 囊袋为 7 只。船上配备有卫导、探鱼仪 (测深仪)、对讲机等导航、定位以及其他助渔机械设备。浮游动物调查的样品采集使用浅水 I 型浮游生物网 (口径 50cm、筛绢 CQ14、孔径 0.505mm)。渔场水文环境要素调查采集使用 CTD 仪器, 现场观测调查海域的水深、水温、盐度和叶绿素 a 等。

1.1.4 调查内容

调查内容有渔业资源 (主要包括底层经济鱼类、虾类、蟹类及头足类等)、浮游动物、海洋水文 (包括水温、盐度、水深等)、海洋化学 (包括溶解氧、pH、碱度、悬浮物、溶解态氮、溶解态磷、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、活性硅酸盐, 总有机碳、总氮、总磷)、油类及重金属 (包括铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷) 等。

1.1.5 调查方法

海上专业定点调查贯彻“一船多用、综合调查”的方针，海洋水文、海洋化学、海洋生物与生态要求同船、同步调查。出海调查的每一个航次都有 1~3 名课题组里科研人员随船出海，船上的技术工作都由课题组成员负责完成。游泳动物（渔业资源）调查是在每一个调查站位用桁杆拖网拖曳约 1h，拖速约为 2kn。调查方法按《海洋调查规范》（GB12763.6-1991）进行。捕捞所获的渔获物先进行随机取样，每次取样品约重 2.0kg，装入样品袋，然后按鱼类、虾类、蟹类等称重，并做好渔捞记录。样品袋号码记入渔捞记录中，由于群众生产调查船上设备简陋，样品分析测定工作难以进行，因此将全部渔获物取样品放在船舱里低温冰鲜保存，带回实验室内分析测定。4 个航次共取得了 144 个有效网次的渔捞记录，内容包括调查位置（经纬度）、起放网时间、水深、总产量、主要渔获品种及其产量等。采集了 144 袋渔获物样品。

浮游动物调查的样品采集使用浅水 I 型浮游生物网，自海底至海面垂直拖曳采集。起网后对浮游生物网进行冲洗，冲洗水从浮游生物网外喷射，将浓缩有浮游生物的样品水装入取样瓶；关好底网套，再对浮游生物网进行一次重复冲洗，将浓缩有浮游生物的样品水再装入原取样瓶，样品采集和标本处理也按照《海洋调查规范》（GB12763.6-1991）进行。所获标本经 5% 福尔马林溶液固定后，带回实验室进行分类、鉴定和计数。4 个航次选择了 20 个站位共采集了 77 个浮游动物样品。

海洋水文调查使用表层水温计、CTD 仪器，4 个航次都对 37 个调查站位用 CTD 仪器，从表层到底层，实施了表层以每隔 1m 水层的渔场水温、盐度和叶绿素 a 等数据的采集，即在每一个桁杆拖网站位取得了一大批水温、盐度和叶绿素 a 等资料。

海洋化学因子及水质状况共设 23 个项目，采样和分析测定方法按《海洋监测规范》（GB17378.4-1998）进行（个别项目注明的例外），具体见表 1-1。

表 1-1 水质监测项目及分析方法

监测项目	监测方法	监测项目	监测方法
pH ¹	pH 计法	总磷	过硫酸钾氧化法
悬浮物	重量法	硅酸盐	硅钼黄法
COD	碱性高锰酸钾法	铜	原子吸收光度法
油类	紫外分光光度法	锌	原子吸收光度法
氨氮	次溴酸盐氧化法	铅	原子吸收光度法
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	镉	原子吸收光度法