

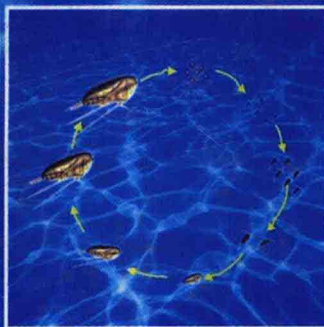
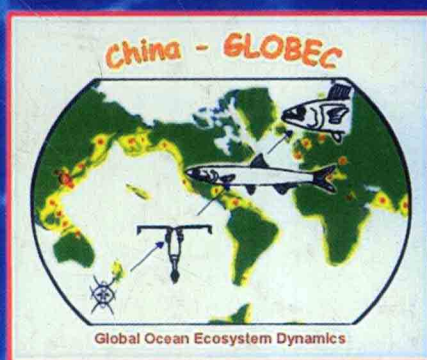
中国海洋生态系统 动力学研究

III 东、黄海生态系统资源与环境图集

Study on Ecosystem Dynamics in Coastal Ocean

III Atlas of Resources and Environment of East China Sea and Yellow Sea

唐启升 主编



科学出版社
www.sciencepress.com

国家重点基础研究专项经费资助

中国海洋生态系统动力学研究

III 东、黄海生态系统资源与环境图集

Study on Ecosystem Dynamics in Coastal Ocean

III Atlas of the Resources and Environment in the East
China Sea and the Yellow Sea Ecosystem

唐启升 主编

科学出版社

北 京

GS(2004)357号

内 容 简 介

本图集是《中国海洋生态系统动力学研究》系列专著之三,是国家重点基础研究发展规划项目“东、黄海生态系统动力学与生物资源可持续利用”的海上现场调查成果集。全书在黄、东海多学科交叉综合调查以及重点断面调查研究基础上,绘制了涵盖物理海洋学、海洋化学、生物海洋学、资源生态学等方面包括春、秋两季的平面分布图和11个断面的垂直分布图,共计400幅。

本图集不仅为促进项目内的多学科交叉研究提供了生态动力学研究的基础资料,同时也为从事海洋科学、渔业科学、生态科学以及全球变化领域研究的科技人员、管理人员、高校师生及其他有关人员了解东、黄海生态系统资源与环境状况提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国海洋生态系统动力学研究:东、黄海生态系统资源
与环境图集/唐启升主编. —北京:科学出版社,2004

ISBN 7-03-013670-5

I. 中… II. 唐… III. ①东海 - 生态系统 - 图集
②黄海 - 生态系统 - 图集 IV. Q178.53-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第056151号

责任编辑:彭胜潮 责任印制:钱玉芬

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>

西安煤航地图制印公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004年9月第一次印刷 印张:27

印数:1—1 000

定价:300.00元

《东、黄海生态系统资源与环境图集》

编 委 会

科学顾问：苏纪兰

主 编：唐启升

副主编：金显仕 黄大吉

成 员：（按姓氏笔画排列）

王 荣 孙 松 肖 天 张 经 张志南
林以安 金显仕 赵宪勇 唐启升 黄大吉
魏 皓 黄邦钦 董礼先

Editorial Board

Scientific adviser: Su Jilan

Editor-in-chief: Tang Qisheng

Associate editors-in-chief: Jin Xianshi, Huang Daji

Editors : (in alphabetical order)

Dong Lixian, Huang Bangqin, Huang Daji,
Lin Yian, Sun Song, Wang Rong, Wei Hao,
Xiao Tian, Zhang Jing, Zhang Zhinan,
Zhao Xianyong

前 言

海洋生态系统动力学是海洋科学与渔业科学交叉发展起来的新兴学科领域。20 世纪 90 年代初以来,这一新学科领域的发展受到普遍重视。1991 年,在国际海洋研究科学委员会(SCOR)和联合国政府间海洋学委员会(IOC)等国际主要海洋科学组织的推动下,筹划了“全球海洋生态系统动力学研究计划(GLOBal ocean ECosystems dynamics, GLOBEC)”,并成立了 GLOBEC 科学指导委员会。1995 年 GLOBEC 被遴选为“国际地圈生物圈计划(IGBP)”的核心计划,1997 年公布了《GLOBEC 科学计划》,1999 年公布了《GLOBEC 实施计划》,2003 年 GLOBEC 被确定为新世纪前 10 年全球变化研究中(IGBP II)海洋两大科学计划之一,使海洋生态系统动力学研究成为当今跨学科研究的国际前沿领域,是全球变化研究的一个重要组成部分。

东、黄海拥有世界海洋最为宽阔的陆架,总面积约为 $1.2 \times 10^6 \text{km}^2$,其中东海平均水深是 370m,黄海平均水深是 44m。该海域地理环境独特,西有长江等河流携入大量陆源物质,东南受黑潮暖流的强烈影响,同时又承受东亚季风的交替作用,其生物区系属北太平洋区东亚亚区和印度-西太平洋区中日亚区,生物多样性丰富,优势种明显,食物网结构复杂,生物资源蕴藏量大,孕育了数个高产的渔场,是我国海洋渔业资源的主要供给地。该海域既具有半封闭系统的特点,又有开放系统的内涵,科学问题突出,是国内外地球科学和生命科学极为关注的海洋交叉综合研究区域。1999 年国家科技部国家重点基础研究发展规划项目“东、黄海生态系统动力学与生物资源可持续利用”(G19990437)正式启动。该项目本着“围绕我国社会、经济和科技自身发展中的重大科学问题”、“瞄准科学前沿,体现学科交叉与综合,探索科学基本规律,促进创新”和“在国际科学前沿占有一席之地”的原则,进一

步发展我国近海生态系统动力学研究,使我国海洋生态系统动力学研究进入区域性大研究计划的水平。项目围绕①资源关键种能量流动与转换;②浮游动物种群的补充;③生源要素循环与更新;④关键物理过程的生态作用;⑤水层与底栖系统耦合;⑥微食物环的贡献等 6 个关键科学问题,从东、黄海关键物理过程对生物生产的影响机理、生源要素循环与更新机制、基础生产过程与浮游动物的调控作用和食物网营养动力学与资源优势种交替机制等 4 个方面开展研究。研究内容包括物理海洋、海洋化学、生物海洋和资源生态等 4 个学科。海上现场取样调查是本项目获取研究资料的重要组成部分,因此进行了大量海上调查工作,包括专题调查和多学科整体调查两部分。本图集所有资料只包括 2000 年秋季和 2001 年春季在黄、东海进行的多学科整体调查研究成果,涵盖了物理海洋、海洋化学、初级生产力、浮游生物、底栖生物、渔业资源等方面的大面分布状况,共计 400 幅图。本图集的出版是海洋调查资料共享的体现,能够有力地促进项目内多学科的交叉研究,也可为从事海洋科学和渔业科学研究的科研人员提供参考。农业部中国水产科学研究院黄海水产研究所、国家海洋局第二海洋研究所、中国科学院海洋研究所、教育部中国海洋大学等 6 个单位、近 50 位科技人员参加了本图集资料海上调查与资料分析工作。本图集是参加“东、黄海生态系统动力学与生物资源可持续利用”项目的一项集体研究成果,参与海上资料观测的主要人员有张经、赵宪勇、肖天、金显仕、魏皓、林以安、张光涛、张立人、高生泉、王克等。“北斗”号和“东方红 2”号两艘调查船全体人员协助海上调查资料的采集,课题负责人组织完成了各课题有关的资料分析和数据处理工作;另外孟田湘、孙珊、张涛等负责本图集的绘制和出版工作。在此表示感谢。

编 者

2004 年 2 月 8 日

PREFACE

Global ocean ecosystems dynamics (GLOBEC) is a new multi-disciplinary subject developed from ocean and fishery sciences. It has been attached importance to the development of the new research field in the world since the 1990s. GLOBEC was Initiated by the Scientific Committee on Oceanographic Research (SCOR) and Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) in 1991, and the Scientific Steering Committee was established then. GLOBEC was chosen as a core element of the International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) in 1995. The “GLOBEC Science Plan” and the “GLOBEC Implementation Plan” were promulgated in 1997 and 1999, respectively, and GLOBEC was regarded as one of the two oceanic science programmes within global change studies (IGBP II) for the first ten years in the new century. Therefore, the GLOBEC study has stood in the international forefront of multi-disciplinary subjects, and is an important part of the study of global change at present.

The East China Sea and the Yellow Sea have the widest continental shelf in the world, with an area of $1.2 \times 10^6 \text{ km}^2$, of which the mean depth is 370m in the East China Sea and 44m in the Yellow Sea. The geographic environment is unique, characterized by many rivers carrying huge land-based materials at the west [e.g. the Changjiang (Yangtze) River]. This area is also highly influenced by the Kuroshio Current from southeast, and receives alternating effect of the East Asia monsoon. The biological zonation belongs to sub-east Asia zone in the north Pacific zone and sub-Sino-Japan zone in the India-western Pacific zone. The ecosystem is characterized by high biodiversity, distinct dominant species, complex food web structure, and rich living resources, giving rise to several highly productive fishing grounds, where has been main area for marine fishery resources. The area possesses both the characteristics of a semi-enclosed system and the meaning of open-system, with prominent scientific questions, has been paid high attention from geoscience and life science for the integrated multi-disciplinary study in domestic and abroad. In 1999, the programme of “Ecosystem Dynamics and Sustainable Utilization of Resources in the East China Sea and the Yellow Sea (EYSEC)” has been approved by the Ministry of Science and Technology of China as a National Key Basic Research and Development Plan in China. This programme will further develop China coastal sea GLOBEC study, and promote the research level according to the principles of “emphasizing major scientific

questions under social, economic and scientific development in China, focusing scientific forefront, incarnating multi-discipline and integration, and probing into scientific basic law, advancing innovation”.

The EYSEC aims at the following six key scientific issues: 1) energy flow and conversion of key resource species, 2) recruitment of key zooplankton population, 3) cycling and regeneration of biogenic element, 4) ecological effect of key physical processes, 5) pelagic and benthic coupling, and 6) microbial loops contribution to main food web. The scientific objectives are to determine the impacts of key physical processes on biological production, the cycling and regeneration mechanisms of biogenic element, the basic production processes and zooplankton role in the ecosystem, and the food web trophodynamics and shift in dominant species. The study includes physical oceanography, chemical oceanography, biological oceanography, and living resources. Field survey is an essential component to obtain *in situ* data for the programme, therefore, many surveys have been carried out, including specific topic surveys and holistic surveys. The information contained in this atlas was only obtained from the holistic surveys in autumn 2000 and spring 2001, comprising the large-scale distributions of physical oceanography, chemical oceanography, primary production, phytoplankton, benthos, fishery resources, with a total of 400 figures. The publication of this atlas represents a sharing mode in marine survey data, can promote integrated study of multi-disciplinary subjects, and may also be an up to date reference to scientists who are engaged in marine science research.

Six institutions, including about 50 scientists have been involved in the data collection and analysis for the atlas. The major institutions are Yellow Sea Fisheries Research Institute of the Ministry of Agriculture, Second Institute of Oceanography of State Oceanic Administration, Institute of Oceanology of Chinese Academy of Sciences, and Ocean University of China. This atlas is a collective research achievement of the programme. The main scientists who participated in the observation on board included Zhang Jing, Zhao Xianrong, Xiao Tian, Jin Xianshi, Wei Hao, Lin Yian, Zhang Guangtao, Zhang Liren, Gao Shengquan, and Wang Ke et al. The press and figure drawing with computer were done by Meng Tianxiang, Sun Shan, and Zhang Tao et al. Thanks are given to all crew members on board R/V “Bei Dou” and “Dong Fang Hong No. 2” for help during surveys.

Feb. 8, 2004

技术说明

本图集是根据在东、黄海进行的两个航次多学科整体调查以及在东海 PN 断面调查结果的基础上完成,包括物理海洋、海洋化学、初级生产力、浮游生物、底栖生物、鱼卵仔鱼及主要渔业生物资源等方面的内容。

2000 年秋季和 2001 年春季大面海上调查任务由“北斗”号科学调查船完成,覆盖范围为 $36^{\circ} 00' \sim 25^{\circ} 45' \text{ N}$, $120^{\circ} 00' \sim 127^{\circ} 31' \text{ E}$, 包括 A 至 J 10 个断面(见图 1、图 2 和表 1)。“北斗”号科学调查船于 1983 年在挪威建成下水,是具有世界先进水平的生物资源专业调查船,设有仪器室、水文环境实验室、渔业生物资源实验室等。船长 56.2m,宽 12.5m,1165t,主机功率 1654kW,最大航速 14.4 节。船上安装的现代化渔业资源声学评估仪器为回声探测-积分系统:SIMRAD EK500/38 kHz。

PN 断面分别于 2000 年 10 月、2001 年 5 月和 2002 年 10 月进行了 3 个航次调查(见图 3、表 2),调查项目包括营养盐和悬浮体。本项调查由“东方红 2”号科学调查船完成,该船 1996 年正式投入使用,设有水文、气象、物理、化学、生物、地质、地球物理、遥感、航海、计算机等 15 个实验室。船长 96m,宽 15m,3235t,主机功率 $2 \times 1600\text{kW}$,最大航速 18 节。

1. 生物资源取样设备有变水层拖网和底层拖网。变水层拖网网目 916 目 $\times 40\text{ cm}$,拉直长 366.4m,网口高度 $18 \times 24\text{ m}$,拖速 3.0~3.5 海里/小时。底层取样网为仿制挪威进口网,网目 836 目 $\times 20\text{ cm}$,拖速 3.0 节左右,网口高度根据水深和曳纲长度一般变动在 6.1~8.3m,宽度一般变动在 24.5~25.9m。

(1) 底拖网生物资源密度分布为底拖网每小时的捕获量。

(2) 生物资源声学评估生物量分布是根据声学映像和声学积分值,结合拖网渔获物组成的计算结果。

2. 在“北斗”号船上,环境调查与生物资源调查同步进行。物理海洋、海洋化学和生物环境作业规范和技术标准采用国标(GB12763.1-7-91),其中:

(1) 温度和盐度采用 CTD 观测。

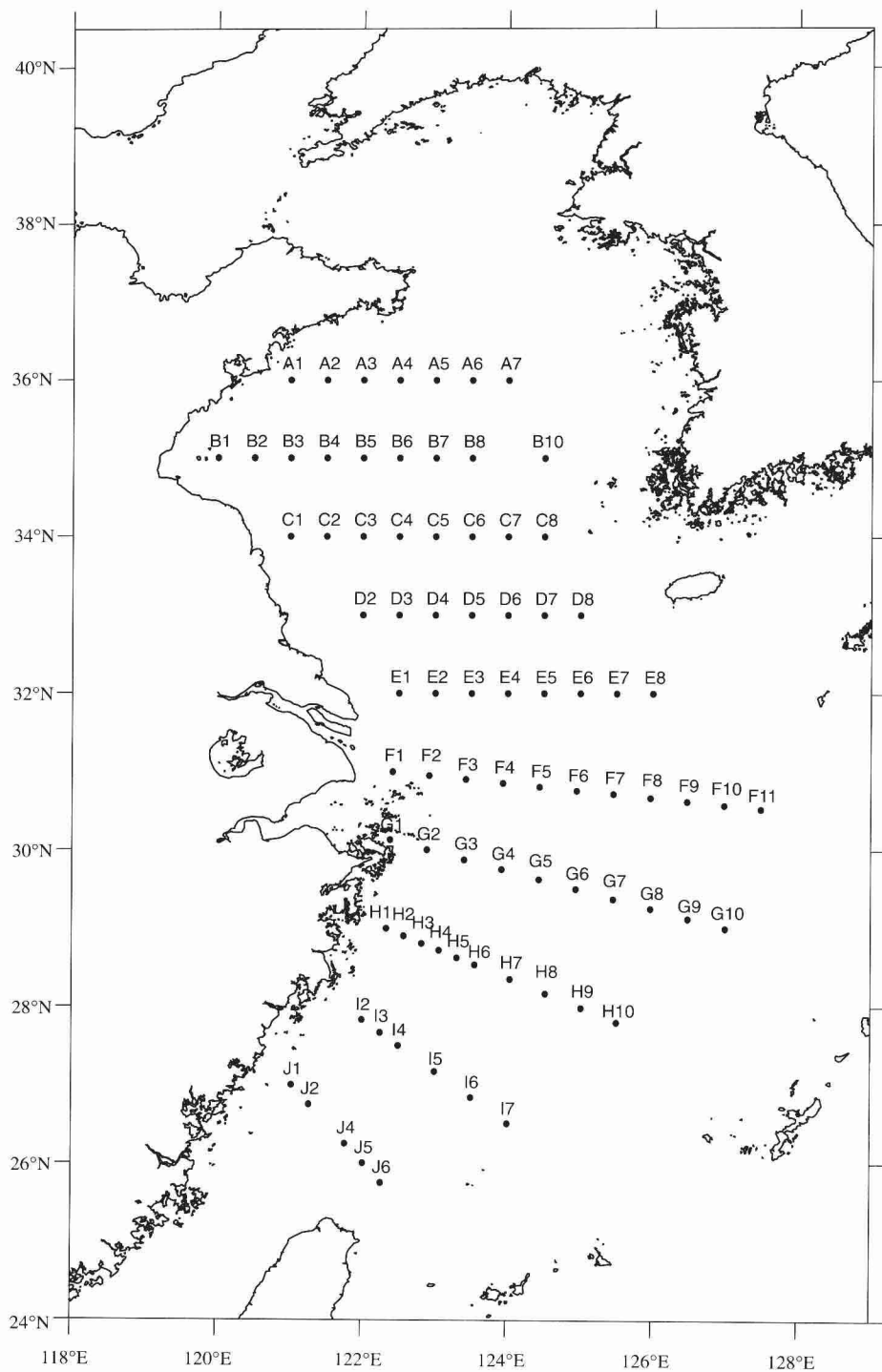


图1 2000年10月大面及断面A—J调查站位

Figure 1 Survey stations in sections A—J in October, 2000

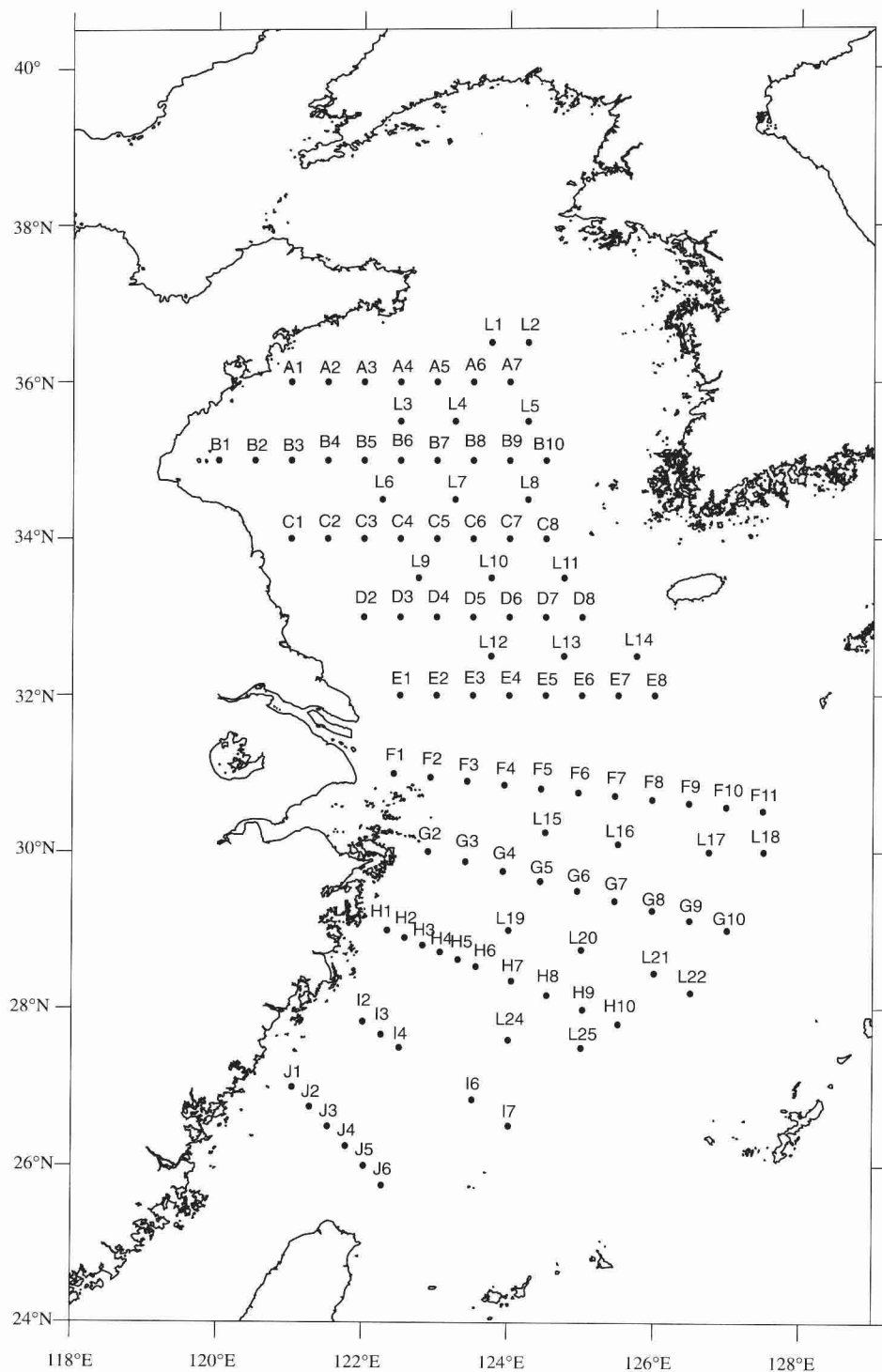


图2 2001年4月大面及断面A—J调查站位

Figure 2 Survey stations in sections A—J in April, 2001

表 1 大面及断面 A—J 调查站位

Table1 Survey stations in sections A—J

站号	经度 (E)	纬度 (N)	站号	经度 (E)	纬度 (N)	站号	经度 (E)	纬度 (N)
A1	121° 00'	36° 00'	E5	124° 30'	32° 00'	I3	122° 15'	27° 40'
A2	121° 30'	36° 00'	E6	125° 00'	32° 00'	I4	122° 30'	27° 30'
A3	122° 00'	36° 00'	E7	125° 30'	32° 00'	I5	123° 00'	27° 10'
A4	122° 30'	36° 00'	E8	126° 00'	32° 00'	I6	123° 30'	26° 50'
A5	123° 00'	36° 00'	F1	122° 25'	31° 00'	I7	124° 01'	26° 30'
A6	123° 30'	36° 00'	F2	122° 55'	30° 57'	J1	121° 02'	27° 00'
A7	124° 00'	36° 00'	F3	123° 26'	30° 54'	J2	121° 17'	26° 45'
B1	120° 00'	35° 00'	F4	123° 56'	30° 51'	J3	121° 31'	26° 30'
B2	120° 30'	35° 00'	F5	124° 26'	30° 48'	J4	121° 46'	26° 15'
B3	121° 00'	35° 00'	F6	124° 57'	30° 46'	J5	122° 01'	26° 00'
B4	121° 30'	35° 00'	F7	125° 27'	30° 43'	J6	122° 16'	25° 45'
B5	122° 00'	35° 00'	F8	125° 58'	30° 40'	L1	123° 45'	36° 30'
B6	122° 30'	35° 00'	F9	126° 28'	30° 37'	L2	124° 15'	36° 30'
B7	123° 00'	35° 00'	F10	126° 59'	30° 34'	L3	122° 30'	35° 30'
B8	123° 30'	35° 00'	F11	127° 29'	30° 32'	L4	123° 15'	35° 30'
B9	124° 00'	35° 00'	G1	122° 23'	30° 08'	L5	124° 15'	35° 30'
B10	124° 30'	35° 00'	G2	122° 53'	30° 00'	L6	122° 15'	34° 30'
C1	121° 00'	34° 00'	G3	123° 24'	29° 53'	L7	123° 15'	34° 30'
C2	121° 30'	34° 00'	G4	123° 55'	29° 45'	L8	124° 15'	34° 30'
C3	122° 00'	34° 00'	G5	124° 26'	29° 38'	L9	122° 45'	33° 30'
C4	122° 30'	34° 00'	G6	124° 57'	29° 30'	L10	123° 45'	33° 30'
C5	123° 00'	34° 00'	G7	125° 27'	29° 22'	L11	124° 45'	33° 30'
C6	123° 30'	34° 00'	G8	125° 58'	29° 15'	L12	123° 45'	32° 30'
C7	124° 00'	34° 00'	G9	126° 29'	29° 07'	L13	124° 45'	32° 30'
C8	124° 30'	34° 00'	G10	127° 00'	29° 00'	L14	125° 45'	32° 30'
D2	122° 00'	33° 00'	H1	122° 20'	29° 00'	L15	124° 30'	30° 15'
D3	122° 30'	33° 00'	H2	122° 34'	28° 54'	L16	125° 30'	30° 06'
D4	123° 00'	33° 00'	H3	122° 49'	28° 49'	L17	126° 45'	30° 00'
D5	123° 30'	33° 00'	H4	123° 04'	28° 43'	L18	127° 30'	30° 00'
D6	124° 00'	33° 00'	H5	123° 18'	28° 38'	L19	124° 00'	29° 00'
D7	124° 30'	33° 00'	H6	123° 33'	28° 32'	L20	125° 00'	28° 45'
D8	125° 00'	33° 00'	H7	124° 02'	28° 21'	L21	126° 00'	28° 27'
E1	122° 30'	32° 00'	H8	124° 32'	28° 10'	L22	126° 30'	28° 12'
E2	123° 00'	32° 00'	H9	125° 01'	27° 59'	L24	124° 00'	27° 36'
E3	123° 30'	32° 00'	H10	125° 30'	27° 48'	L25	125° 00'	27° 30'
E4	124° 00'	32° 00'	I2	122° 00'	27° 50'			

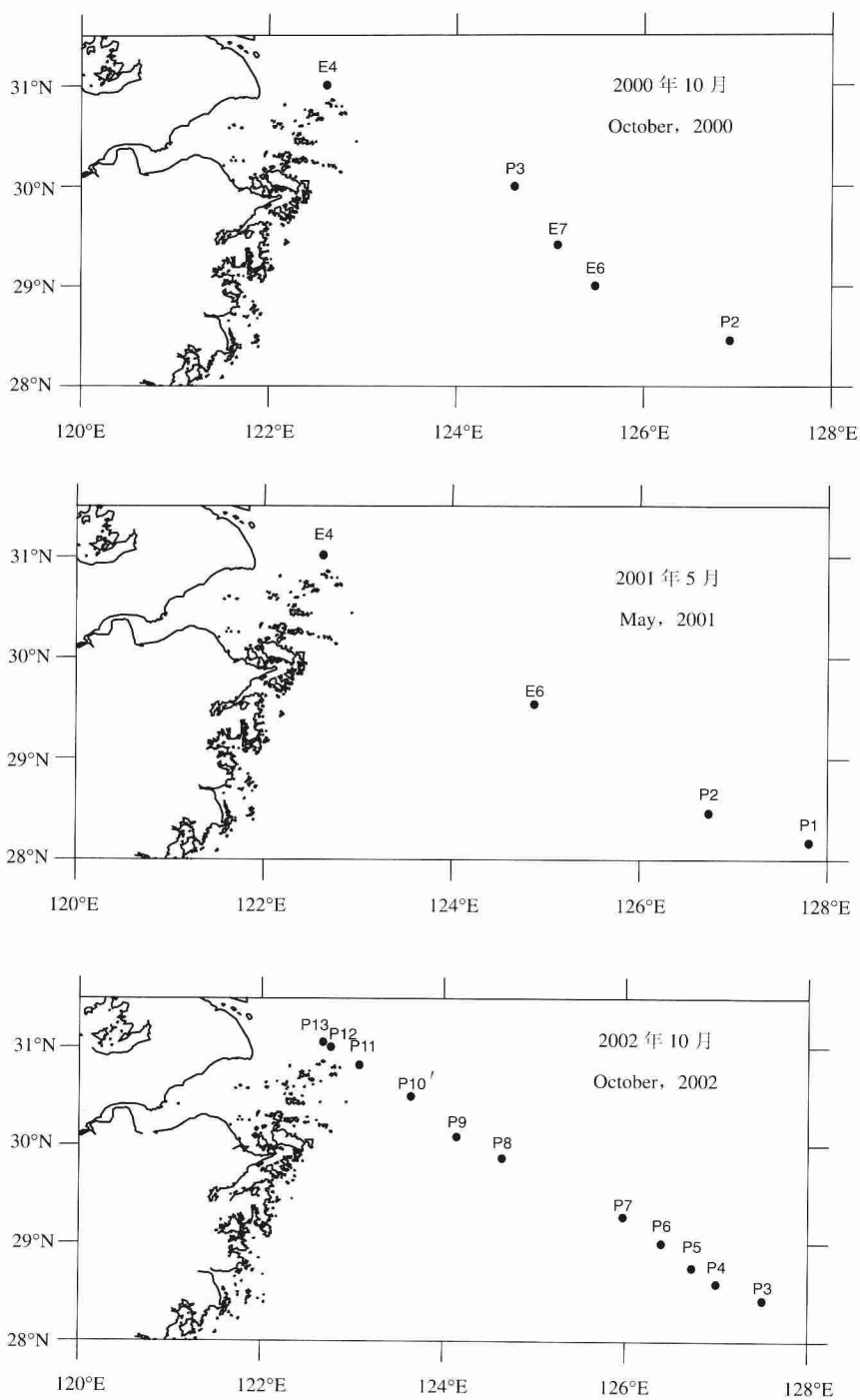


图 3 PN 断面调查站位图
Figure 3 Survey stations in section PN

表 2 PN 断面调查站位

Table 2 Survey stations in section PN

站号	经度 (E)	纬度 (N)	站号	经度 (E)	纬度 (N)
2000 年 10 月 October, 2000			2002 年 10 月 October, 2002		
E4	122° 37'	31° 00'	P3	127° 21'	28° 25'
E6	125° 29'	29° 30'	P4	126° 51'	28° 35'
E7	125° 05'	29° 25'	P5	126° 35'	28° 45'
P2	126° 55'	28° 27'	P6	126° 15'	29° 00'
P3	124° 37'	30° 00'	P7	125° 50'	29° 16'
2001 年 5 月 May, 2001			P8	124° 30'	29° 52'
P1	127° 48'	28° 10'	P9	124° 00'	30° 05'
P2	126° 44'	28° 28'	P10	123° 30'	30° 30'
E4	122° 38'	31° 01'	P11	122° 56'	30° 49'
E6	124° 53'	29° 32'	P12	122° 37'	31° 00'
			P13	122° 32'	31° 03'

(2) 浮游植物采集网具为小型周第网，筛绢孔径 0.077 mm。

(3) 浮游动物采集网具为大型浮游生物网，筛绢孔径 0.507 mm。

(4) 鱼卵仔鱼采集网具为大型浮游生物网，表层水平拖网 10 分钟，拖速 3 海里左右，所捕获的鱼卵或仔稚鱼个数。

(5) 底栖大型、小型动物海上取样用的采泥器为改进型 Ohara- Gray 箱式取样器。大型底栖动物海上分选用的网筛孔径为 0.5mm，小型底栖动物取分样用的有机玻璃管，内径 2.6cm；室内分选孔径上限为 0.5mm，下限为 0.05mm。沉积物叶绿素 a 和脱镁叶绿素用的是荧光法。沉积物粒度分析用的是湿选法 (>0.063mm) 和沉降法 (<0.063mm)。

目 录

一、物理海洋	1
1. 温度	2
2. 盐度	16
二、化学海洋	31
1. 溶解无机氮	32
2. 氨盐	47
3. 硝酸盐	62
4. 亚硝酸盐	77
5. 磷酸盐	92
6. 硅酸盐	107
7. 总溶解氮	122
8. 总氮	128
9. 总溶解磷	134
10. 总磷	140
11. 溶解甲烷	146
三、悬浮体和沉积物	149
1. 悬浮体	150
2. 沉积物	155
四、生物海洋	159
(一) 叶绿素和浮游植物	160
1. 叶绿素	160
2. 浮游植物总量	164
3. 小型浮游植物	168
4. 微型浮游植物	172
5. 微微型浮游植物	176
6. 蓝细菌	180
7. 异养细菌	191
(二) 浮游动物	202
1. 浮游动物总量	202
2. 中华哲水蚤	204

3. 鞭毛虫	206
4. 小齿海樽	208
5. 精致真刺水蚤	210
6. 太平洋磷虾	212
7. 中华假磷虾	214
8. 真刺唇角水蚤	216
9. 五角水母	218
10. 长尾住囊虫	220
11. 拟长腹剑水蚤	222
12. 箭虫	224
13. 细长脚蛾	230
14. 普通波水蚤	232
(三) 底栖生物	234
1. 小型生物总量	234
2. 大型底栖动物总量	242
3. 沉积物叶绿素	246
4. 多毛类	255
5. 甲壳动物	261
6. 棘皮动物	267
7. 软体动物	273
(四) 鱼卵、仔稚鱼	279
1. 鱼卵	279
2. 仔稚鱼	289
五、生物资源	295
(一) 底拖网评估	296
1. 渔业生物总量	296
2. 主要鱼类	310
3. 主要无脊椎动物	352
(二) 声学评估	366
1. 渔业生物总量	366
2. 主要鱼类	368
3. 主要无脊椎动物	395

CONTENTS

1. Physical Oceanography	1
1.1 Temperature	2
1.2 Salinity	16
2. Chemical Oceanography	31
2.1 Dissolved inorganic nitrogen	32
2.2 Ammonia	47
2.3 Nitrate	62
2.4 Nitrite	77
2.5 Phosphate	92
2.6 Silicate	107
2.7 Total dissolved nitrogen	122
2.8 Total nitrogen	128
2.9 Total dissolved phosphorus	134
2.10 Total phosphorus	140
2.11 Dissolved methane	146
3. Suspended Sediment and Sediment	149
3.1 Suspended sediment	150
3.2 Sediment	155
4. Biological Oceanography	159
I Chlorophyll a and Phytoplankton	160
4.1.1 Chlorophyll a	160
4.1.2 Total phytoplankton	164
4.1.3 Micro-phytoplankton	168
4.1.4 Nano-phytoplankton	172
4.1.5 Pico-phytoplankton	176
4.1.6 Cyanobacteria	180
4.1.7 Heterotrophic bacteria	191
II Zooplankton	202
4.2.1 Total zooplankton	202
4.2.2 <i>Calanus sinicus</i>	204
4.2.3 Flagellate	206
4.2.4 <i>Doliolum denticulatum</i>	208
4.2.5 <i>Euchaeta concinna</i>	210
4.2.6 <i>Euphausia pacifica</i>	212