我国近海海洋综合调查与评价专项成果
“十一五”国家重点图书出版规划项目



SHANDONG JINHAI JINGJI SHENGWU ZIYUAN DIAOCHA YU PINGJIA

山东近海经济生物资源调查与评价

需要全本请访问 www.ertongbook.com

海洋出版社

内部资料
注意保存

山东近海经济生物资源调查与评价

海洋出版社
2010年4月

图书在版编目（CIP）数据

山东近海经济生物资源调查与评价/山东省海洋与渔业厅著. —北京：海洋出版社，2010.4
ISBN 978-7-5027-7701-2

Ⅰ.①山… Ⅱ.①山… Ⅲ.①近海-海洋生物资源—资源调查—山东省②近海—海洋生物资源—评价—山东省
Ⅳ.①P745

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 053554 号

责任编辑：刘丽霞
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
北京顺诚彩色印刷有限公司印刷
2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷
开本：889mm×1194mm 1/16 印张：27.75
字数：688 千字 定价：148.00 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

908专项领导小组组长　侯英民

分管专项工作的副组长　纪家苏

908专项办公室　丁志习　贺　光　潘秀莲

承担单位　山东省海洋水产研究所

协作单位　黄海水产研究所　烟台大学

项目任务负责人　杨建敏　吕振波

项目参加人员　杨建敏　吕振波　金显仕　邱盛尧　孙玉增
魏振华　王育红　杨秀兰　徐宗法　刘义豪
宋向军　张焕君　李　凡　刘爱英　张培超
马元庆　靳　洋　李显森　陈　伟　宋秀凯
高继庆　杨艳艳　汤宪春　张　宇

编写人员　吕振波　孙玉增　张焕君　李　凡　金显仕
邱盛尧　徐宗法　宋向军　王育红　李显森
杨秀兰　魏振华　刘义豪　杨建敏　刘爱英
张培超　马元庆

前言
Foreword

山东省位于黄河下游，濒临渤海和黄海，海岸线北起无棣县的大河口，南至日照市的绣针河，总长 3 024 km，占全国海岸线总长的 1/6。近海海域总面积约 170 000 km^2，其中 20 m 等深线以内的浅海面积为 29 000 km^2。沿岸有黄河等河流入注，低盐水体充沛，营养物质丰富。生物资源多样，分布洄游于东海、黄海、渤海的许多生物资源都在山东近海产卵和索饵或途经山东近海进行产卵、索饵、越冬。近海捕捞作业区有渤海湾南部渔场、莱州湾渔场、烟威渔场、石岛渔场、青海渔场、海州湾渔场、连青石渔场和大沙渔场等重要渔场。

生物资源是一种动态变化特征明显的可再生资源。由于人类的开发活动和全球环境的变化，海洋生物资源处在不断变化中。20 世纪 70 年代以来，山东渔业赖以生存的优质渔业对象至今大多已衰落，种群结构逐渐小型化、低龄化，短生命周期、低营养级的小型中上层鱼类、头足类和小型虾、蟹类取代了原有的大型优质经济种类。种群交替不断发生。因此，进行海洋生物资源调查，掌握生物资源的种类和数量、种群结构以及渔业生物学变化，评价现行的开发水平是否适宜，并在此基础上建立信息量大、使用方便的山东省海洋生物资源与栖息环境数据库，对科学管理山东省近海生物资源与确保山东省海洋渔业可持续发展是十分必要的。

鉴于上述需要，山东省“908”专项设置“山东省近海经济生物资源调查与评价”重要专题。由山东省海洋水产研究所、黄海水产研究所和烟台大学共同承担。参加专题调查与研究的人员主要有杨建敏、吕振波、金显仕、邱盛尧、孙玉增、魏振华等。

本次调查分春、秋两个航次进行，春季为 2006 年 5 月 15—31 日，秋季为 2006 年 10 月 14—27 日。山东近海经济生物资源调查与评价课题的调查海域范围为 34°—38°N、124°E 以西的山东近海海域、莱州湾及渤海湾南部海域。调查总航程 4 800 多海里，海上历时 30 余天，完成总调查站次 164 次，调查面积 173 553 km^2。本次调查采取经济生物资源与生物栖息环境同步调查的方式进行。租用渔船采用定点拖网取样对资源量进行评估，研究海洋经济生物的组成、数量、分布、结构及其动态变

需要全本请访问 www.ertongbook.com

化；在拖网调查同时，同步定点进行鱼卵与仔稚鱼、浮游植物、浮游动物、底栖生物、水温、盐度、酸碱度、溶解氧、化学耗氧量、亚硝酸盐、氨氮、硝酸盐、磷酸盐、硅酸盐、重金属离子和海洋沉积物等取样与观测，研究山东近海生物环境、非生物环境特征及对海洋经济生物影响变化。在海上调查的基础上，完成了全部样品的分析、数据处理和入库，获得大量基础数据。为了加强山东省重点渔场及三疣梭子蟹、口虾蛄、鹰爪虾、毛虾等主要渔获物的研究，分别在海阳、荣成、潍坊、滨州、日照建立5个监测点，监测时间为一个渔业捕捞周年。

经过课题组全体人员两年来的共同努力，主要在山东近海经济生物资源调查与评价的研究上取得以下几个方面进展：(1) 撰写了《山东近海经济生物资源调查与评价》；(2) 绘制了1:1 000 000～1:2 000 000比例尺的生物资源分布、鱼卵与仔稚鱼分布、生物环境、非生物环境等专业技术图件600份；(3) 建立了山东近海经济生物资源分布、组成、生物特征、生物环境、非生物环境等数据库；(4) 根据调查结果分析了山东近海鱼类和无脊椎动物生物群落结构的季节变化和不同水域间的空间变化，研究了包括体长、体重、年龄等生物群体结构特征，分析了生物资源量及其分布；(5) 分析评价了山东近海重要经济生物种类的资源分布、渔业现状及前景，运用扫海面积法和模型法对现存资源量进行评估；(6) 应用物种生物优势度指数（*IRI*）、丰富度指数（*D*）、物种多样度指数（*H′*）、物种均匀度指数（*J′*）研究了山东近海浮游生物、底栖生物、鱼类和无脊椎动物的生物群落多样性特征；(7) 根据同步调查结果，分析了山东近海产卵场鱼卵与仔稚鱼的种类组成、数量分布的季节变化和空间变化；(8) 通过生物资源动态变化及原因分析，对山东近海生物资源进行了综合评价；(9) 调查研究了山东近海温度、盐度等水文环境，酸碱度、溶解氧、化学耗氧量、亚硝酸盐、氨氮、硝酸盐、磷酸盐、硅酸盐、重金属离子等水化学环境，海洋沉积环境和浮游植物、浮游动物、底栖生物等生物环境，并对生物资源的栖息环境进行了综合评价；(10) 分析研究了山东近海生物资源可持续利用的管理措施，通过科学合理地开发利用近海经济生物资源及其生态环境并进行有效的管理，达到生物资源的可持续利用目的。

《山东近海经济生物资源调查与评价》包括“调查与研究方法”、“生物资源栖息环境”、“近海经济生物资源”、“近海主要经济生物资源特性及评价”、“生物资源可持续利用管理措施”等5个部分。“调查与研究方法”包括本次调查的海区、站位和调查时间，调查使用的船只、网具与仪器、调查方法、数据处理和评价方法；“生物资源栖息环境”

根据生物资源调查同时、同船、同点观测和采集的水文环境、水化学环境、海洋沉积环境、生物环境资料，对水温、盐度、酸碱度、溶解氧、化学耗氧量、亚硝酸盐、氨氮、硝酸盐、磷酸盐、硅酸盐、主要重金属离子、海洋沉积物化学、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵与仔稚鱼等的总体特征、季节变化和空间分布进行了系统的描述，综合评价了山东近海海洋环境的现状与质量；“近海经济生物资源”以“山东省近海经济生物资源调查与评价”调查结果为基础，对比历史资料对山东近海生物资源的群落结构、群落多样性特征、数量与分布等进行了详细的描述，并对生物资源现状及动态进行了综合评价；“近海主要经济生物资源特性及评价”对鳀、玉筋鱼、蓝点马鲛、太平洋褶柔鱼等山东近海的主要渔业生物资源的种群与洄游、资源分布、渔业生物学、资源量、渔业现状、开发前景等进行了系统描述，并进行了综合评价；“生物资源可持续利用管理措施”根据该课题对山东省近海经济生物资源及栖息环境调查分析评价成果，结合山东省渔业开发现状及出现的问题，提出可持续利用措施。这些措施主要有改变开发利用模式，增加海洋生物资源利用途径，加强海洋生态环境保护和污染治理，大力推进渔业资源修复行动计划，加强山东省海洋与渔业保护区建设，加强资源动态监测，强化渔业生产管理。

“山东省近海经济生物资源调查与评价”专项开展以来，始终得到山东省海洋与渔业厅及“908”专项办公室领导的关怀与支持，同时得到山东省海洋捕捞生产管理站、黄渤海渔政渔港监督管理局、日照市海洋与渔业局、滨州市海洋与渔业局、潍坊市海洋环境监测站、荣成明泰渔业公司、海阳市海洋与渔业局、荣成市海洋与渔业局、烟台市海洋与渔业局、东营市海洋与渔业局的大力支持与协助，在此一并致谢。

编　　者

2008 年 6 月 15 日于烟台

目次

CONTENTS

山东近海经济生物资源调查与评价

1 调查与研究方法 …… (1)
1.1 调查设计 …… (1)
1.2 调查船只与网具 …… (4)
1.3 调查与分析方法 …… (5)
1.4 质量保证体系 …… (8)
1.5 小结 …… (9)
2 生物资源栖息环境 …… (10)
2.1 水文环境 …… (10)
2.2 水化学环境 …… (23)
2.3 海洋沉积环境 …… (88)
2.4 生物环境 …… (90)
2.5 生态环境质量综合评价 …… (149)
2.6 小结 …… (163)
3 近海经济生物资源 …… (164)
3.1 种类组成 …… (167)
3.2 相对资源指数 …… (192)
3.3 优势种 …… (203)
3.4 底拖网渔获物多样性 …… (211)
3.5 资源量 …… (220)
3.6 鱼卵、仔稚鱼 …… (221)
3.7 渔业生物资源评价 …… (230)
3.8 小结 …… (239)
4 近海主要经济生物资源特性及评价 …… (240)
4.1 鳀 …… (240)
4.2 玉筋鱼 …… (251)
4.3 蓝点马鲛 …… (257)
4.4 太平洋褶柔鱼 …… (266)

4.5 口虾蛄 …… (274)
4.6 小黄鱼 …… (281)
4.7 银鲳 …… (289)
4.8 鲐 …… (298)
4.9 带鱼 …… (306)
4.10 海蜇 …… (315)
4.11 毛虾 …… (321)
4.12 三疣梭子蟹 …… (325)
4.13 黄鲫 …… (331)
4.14 青鳞小沙丁鱼 …… (339)
4.15 方氏云鳚 …… (345)
4.16 斑鰶 …… (350)
4.17 赤鼻棱鳀 …… (356)
4.18 鹰爪虾 …… (361)
4.19 脊腹褐虾 …… (368)
4.20 日本鳐鱼 …… (373)
4.21 白姑鱼 …… (380)
4.22 枪乌贼 …… (384)
4.23 中国明对虾 …… (391)
4.24 小结 …… (396)
5 生物资源可持续利用管理措施 …… (397)
5.1 改变开发利用模式,增加海洋生物资源利用途径 …… (397)
5.2 加强海洋生态环境保护与污染治理 …… (408)
5.3 大力推进渔业资源修复行动计划 …… (410)
5.4 加强山东省海洋与渔业保护区建设 …… (414)
5.5 加强资源动态监测,强化渔业生产管理和渔民生活保障体系 …… (415)
5.6 小结 …… (417)
参考文献 …… (418)
附录 种类名录 …… (420)
A.1 浮游植物种类名录 …… (420)
A.2 浮游动物种类名录 …… (424)
A.3 底栖生物种类名录 …… (426)
A.4 游泳动物种类名录 …… (431)

1 调查与研究方法

外业调查、样品分析、数据处理、资料分析、评价方法等均以“山东近海经济生物资源调查与评价”专项技术专家组专门制定的《山东近海经济生物资源调查与评价技术规程》和国家海洋局编写的“我国近海海洋综合调查与评价”专项的《海洋生物生态调查技术规程》、《海洋化学调查技术规程》、《海洋计量基础知识》为标准。

1.1 调查设计

1.1.1 调查海区

“山东近海经济生物资源调查与评价”专项的调查海域范围为34°—38°N之间、124°E以西的山东近海海域、莱州湾及渤海湾南部海域。

山东近海海域辽阔，生物资源及其栖息环境条件明显地存在着区域差异。因此，将整个调查海域分为莱州湾及渤海湾南部海域、山东半岛北部海域、山东半岛南部海域和海州湾海域，并进行对比分析。

（1）莱州湾及渤海湾南部海域，包括莱州湾渔场及渤海湾南部渔场，面积约27 000 km^2。

（2）山东半岛北部海域，包括烟威渔场，面积约24 013 km^2。

（3）山东半岛南部海域，包括石岛渔场、青海渔场，面积约44 699 km^2。

（4）海州湾海域，包括海州湾渔场和连青石渔场，面积约77 841 km^2。

1.1.2 站位设置

按照概率论均匀设站、重点加密的原则，在山东近海设立88个海洋经济生物资源调查站位（表1.1），同时设置与经济生物资源进行同步调查的水文环境、水化学环境、海洋沉积环境、生物环境调查站位30个（表1.2、图1.1）。

表1.1 山东近海经济生物资源调查站位经纬度

序号	站位	纬度/N	经度/E	序号	站位	纬度/N	经度/E
1	5051	38°10′	119°20′	45	8594	36°00′	122°00′
2	5151	38°10′	119°40′	46	8694	36°00′	122°30′
3	5251	38°10′	120°00′	47	8794	36°00′	123°00′
4	4934	38°00′	119°10′	48	8894	36°00′	123°30′
5	3794	38°00′	119°30′	49	8994	36°00′	124°00′
6	5183	38°00′	119°50′	50	9162	35°50′	120°30′
7	5274	38°00′	120°10′	51	9252	35°50′	120°50′
8	5084	37°50′	119°20′	52	9194	35°30′	120°30′

续表 1.1

序号	站位	纬度/N	经度/E	序号	站位	纬度/N	经度/E
9	6251	37°50′	119°40′	53	9282	35°40′	120°50′
10	6351	37°50′	120°00′	54	9294	35°30′	121°00′
11	6183	37°40′	119°10′	55	9394	35°30′	121°30′
12	6151	37°40′	119°30′	56	9494	35°30′	122°00′
13	6292	37°40′	119°50′	57	9594	35°30′	122°30′
14	7252	37°30′	119°20′	58	9694	35°30′	123°00′
15	6274	37°30′	119°40′	59	9794	35°30′	123°30′
16	7343	37°20′	119°30′	60	9894	35°30′	124°00′
17	5484	38°00′	121°20′	61	10162	35°20′	120°30′
18	5574	38°00′	121°40′	62	10252	35°20′	120°50′
19	5594	38°00′	122°00′	63	10194	35°00′	120°30′
20	5694	38°00′	122°30′	64	10284	35°00′	120°50′
21	5794	38°00′	123°00′	65	10294	35°00′	121°00′
22	5894	38°00′	123°30′	66	10394	35°00′	121°30′
23	5994	38°00′	124°00′	67	10494	35°00′	122°00′
24	6534	37°50′	121°30′	68	10594	35°00′	122°30′
25	6624	37°50′	121°50′	69	10694	35°00′	123°00′
26	6714	37°50′	122°10′	70	10794	35°00′	123°30′
27	6734	37°50′	122°30′	71	10894	35°00′	124°00′
28	6754	37°40′	122°20′	72	11134	34°50′	120°30′
29	6844	37°40′	122°40′	73	11254	34°40′	120°50′
30	6794	37°30′	122°30′	74	11194	34°30′	120°30′
31	6894	37°30′	123°00′	75	11294	34°30′	121°00′
32	6994	37°30′	123°30′	76	11394	34°30′	121°30′
33	7094	37°30′	124°00′	77	11494	34°30′	122°00′
34	7494	37°00′	123°00′	78	11594	34°30′	122°30′
35	7594	37°00′	123°30′	79	11694	34°30′	123°00′
36	7694	37°00′	124°00′	80	11794	34°30′	123°30′
37	7894	36°30′	122°00′	81	11894	34°30′	124°00′
38	7994	36°30′	122°30′	82	12054	34°10′	120°50′
39	8094	36°30′	123°00′	83	12194	34°00′	121°30′
40	8194	36°30′	123°30′	84	12294	34°00′	122°00′
41	8294	36°30′	124°00′	85	12394	34°00′	122°30′
42	8383	36°00′	120°40′	86	12494	34°00′	123°00′
43	8394	36°00′	121°00′	87	12594	34°00′	123°30′
44	8494	36°00′	121°30′	88	12694	34°00′	124°00′

需要全本请访问 www.ertongbook.com

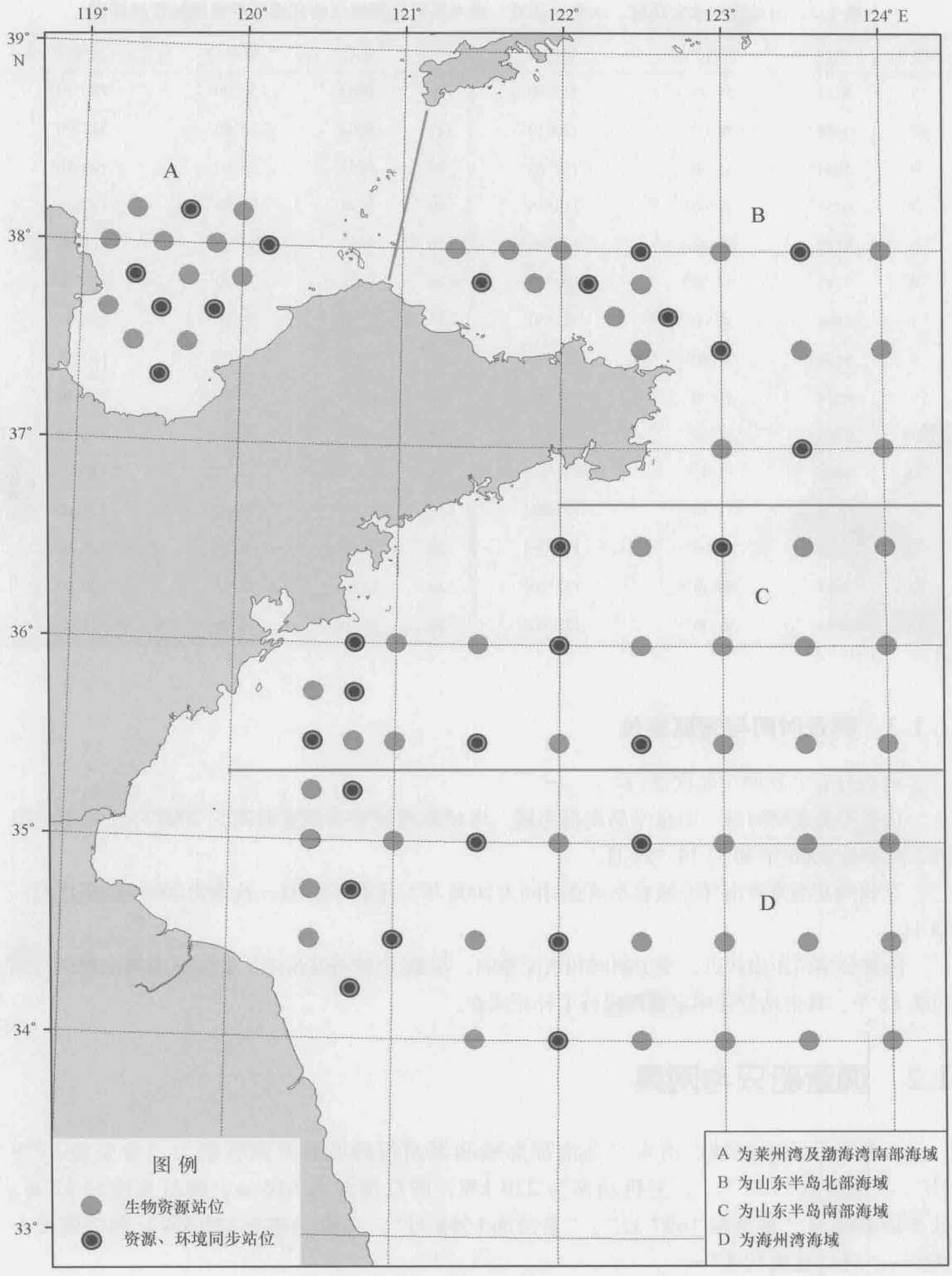


图 1.1　山东近海经济生物调查站位图

表 1.2　山东近海水文环境、水化学环境、海洋沉积环境和生物环境同步调查站位经纬度

序号	站位	纬度/N	经度/E	序号	站位	纬度/N	经度/E
1	5151	38°10′	119°40′	16	8383	36°00′	120°40′
2	5274	38°00′	120°10′	17	8594	36°00′	122°00′
3	5084	37°50′	119°20′	18	9252	35°50′	120°50′
4	6151	37°40′	119°30′	19	9194	35°30′	120°30′
5	6282	37°40′	119°50′	20	9394	35°30′	121°30′
6	7343	37°20′	119°30′	21	9594	35°30′	122°30′
7	5694	38°00′	122°30′	22	10252	35°20′	120°50′
8	5894	38°00′	123°30′	23	10194	35°00′	120°30′
9	6534	37°50′	121°30′	24	10394	35°00′	121°30′
10	6714	37°50′	122°10′	25	10594	35.00	122.50
11	6844	37°40′	122°40′	26	11254	34.75	120.75
12	6894	37°30′	123°00′	27	11294	34.50	121.00
13	7594	37°00′	123°30′	28	11494	34.50	122.00
14	7894	36°30′	122°00′	29	12054	34.25	120.75
15	8094	36°30′	123°00′	30	12294	34.00	122.00

1.1.3　调查时间与完成站位

调查分春、秋两个航次进行。

山东半岛北部海域、山东半岛南部海域、海州湾海域春季调查时间为 2006 年 5 月 15—31 日，秋季为 2006 年 10 月 14—27 日。

莱州湾及渤海湾南部海域春季调查时间为 2006 年 5 月 23—26 日，秋季为 2006 年 10 月 23—28 日。

因部分站位距岸较近，受定制网和水深影响，在 88 个调查站位中，实际完成的拖网调查站位为 82 个，其余站位采用定置网进行了补充调查。

1.2　调查船只与网具

山东半岛北部海域、山东半岛南部海域和海州湾海域春季调查船为“鲁荣渔 2729 号”、“鲁荣渔 2730 号”，主机功率为 220 kW，网口周长为 616 m，网口宽度约 42 m。秋季调查船为“鲁荣渔 1697 号”、“鲁荣渔 1698 号”，主机功率为 330 kW，网口周长为 708 m，网口宽度约 47 m。

莱州湾及渤海湾南部海域调查船为“鲁烟开渔 1185 号”、“鲁烟开渔 1186 号”，主机功率为 136 kW，网口周长为 109.6 m，网口宽度约 22.6 m。

1.3 调查与分析方法

1.3.1 生物栖息环境

1.3.1.1 调查项目及方法

环境调查分4个专项（水文环境、水化学环境、海洋沉积环境和生物环境）进行专项调查研究。调查项目包括水温、盐度、溶解氧、酸碱度、活性磷酸盐、硅酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、化学耗氧量、重金属离子（铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）、海洋沉积物（石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）、浮游植物、浮游动物和底栖生物等。

温度、盐度测定水层为表、底层，采用多功能水质仪现场分析法。

海水化学测定水层为表、底层，用采水器采集水样。溶解氧测定采用碘量法，酸碱度测定采用pH计法，活性磷酸盐测定采用磷钼蓝分光光度法，硅酸盐测定采用硅钼黄法，硝酸盐测定采用锌镉还原比色法，亚硝酸盐测定采用奈乙二胺分光光度法，氨氮测定采用次溴酸盐氧化法，砷和汞测定采用原子荧光法，铜、铅、镉、铬、锌测定采用火焰原子吸收分光光度法。

海洋沉积物采用箱式采泥器取样。石油类测定采用紫外分光光度法，砷和汞测定采用原子荧光法，铜、铅、镉、铬、锌测定采用火焰原子吸收分光光度法。

浮游生物调查采用浅水Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型浮游生物网，自海底垂直拖到水面，样品用5%福尔马林溶液固定保存。

底栖生物调查采用箱式采泥器与阿氏拖网取样。采泥调查采用取样面积为0.1 m^2的QNC5－1型箱式拉力采泥器，每站平行取样3次，以供底栖生物定量分析。阿氏拖网调查采用的网具规格为网口直径1.5 m，囊网网目0.8 cm，首先根据探鱼仪测定的水深，网绠长度放到水深的3倍，拖速2 kn左右，每站拖曳时间为10 min，记录上下网的经纬度。样品保存采用75%的酒精。

1.3.1.2 数据处理与评价

数据处理与分析借助计算机进行。采样记录和样品分析数据经整理、核对后录入。调查数据在使用计算机程序进行初步处理分析后主要运用电子表格进行计算和分析。各种平面分布图的绘制使用ArcGIS软件包及Surfer软件包。

水质评价、多样性分析方法及公式如下。

1）水质评价

水质评价因子主要采用单因子指数法进行质量评价，其计算公式如下：

$$I_i = C_i / C_s \tag{1.1}$$

式中：I_i——单因子评价指数；

C_i——测定值；

C_s——相应海水的标准值。

海水营养水平采用有机污染程度A值、综合质量指数NQI值和富营养化指数（或营养状

态指数）E 值等参数进行评价。

各参数计算公式如下：

$$A = COD_i/COD_s + IN_i/IN_s + IP_i/IP_s - DO_i/DO_s \tag{1.2}$$

$$E = (COD \times DIN \times IP)/4\,500 \times 10^6 \tag{1.3}$$

$$NQI = COD_i/COD_s + DIN_i/DIN_s + IP_i/IP_s \tag{1.4}$$

式中：COD_i、IN_i、IP_i、DO_i——实测浓度；

COD_s、IN_s、IP_s、DO_s——水质评价标准；

COD_s、DIN_s、IP_s和 DO_s分别为 2 mg/L、0.20 mg/L、0.015 mg/L 和 6 mg/L。

2）生物多样性特征分析

生物多样性特征分析主要采用生物优势度指数、物种丰富度指数、物种多样度指数和物种均匀度指数等几种指数。

生物优势度指数是从各种类在数量、重量中所占比例和出现频率 3 个方面进行优势度的综合评价，判断其在群落中的重要程度，即：

$$IRI = (N + W)F \tag{1.5}$$

式中：IRI——相对重要性指数；

N——在数量中所占的比例；

W——在重量中所占的比例；

F——出现频率。

物种丰富度指数（Margalef，1958）为：

$$D = (S - 1)/\log_2 N \tag{1.6}$$

式中：D——物种丰富度指数；

S——种类总数；

N——生物总个体数。

物种多样度指数系根据各个种类所占比例进行分析（Shannon - Wiener），即：

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \log_2 P_i \tag{1.7}$$

式中：H'——物种多样度指数；

S——样品中的种类总数；

P_i——i 种的总个体数与总个体数的比值。

物种均匀度指数（Pielou）：

$$J' = H'/\log_2 S \tag{1.8}$$

式中：J'——物种均匀度指数；

H'——物种多样度指数；

S——种类数。

1.3.2 经济生物资源

1.3.2.1 调查取样方法

作业方式采用疏目拖网取样，每站拖网时间为 1 h。拖网速度控制在 3 kn 左右，拖速

均匀。

获取的渔获物首先分类，按照品种记录渔获物的重量和数量，同时测量渔获品种的体长、体重范围；生物学测定采用随机取样法收集各种类的样品，每个品种每次取样 50 ~ 100 尾，不足 50 尾全取，分析其体长、体重、胃饱满度、性腺成熟度等生物学特性。

鱼卵与仔稚鱼调查采用浮游生物网水平匀速拖取，拖速 2 kn，每站水平拖取 10 min。网采样品均用 10% 的福尔马林溶液浸泡保存。

1.3.2.2 生物资源评估方法

生物资源评估采用扫海面积法和模型法两种方法进行。

1）扫海面积法

基本原理是通过拖网时网具扫过的单位面积内捕获的鱼类等的数量，计算单位面积内的资源量。公式如下：

$$B = A \times D/(p \times a) \tag{1.9}$$

式中：B——现存资源量；

A——调查海域渔场总面积；

D——相对资源密度，即平均渔获量；

a——网次扫海面积；

p——网具捕获率。

捕获率表示网具对鱼类等的捕捞效率，在网具规格选定的情况下，它主要取决于不同鱼类对网具的反应。各种鱼类的生态习性不同，对网具的反应也不一样。在本专题研究中，根据鱼类的不同生态习性，考虑到网具特点，同时根据各海域的实际情况，将网具的捕获率大体上分为如下 3 类。

（1）中上层鱼类和头足类：莱州湾及渤海南部海域取 0.3，山东半岛近岸和海州湾海域取 0.55。

（2）近底层鱼类和虾类：莱州湾及渤海南部海域取 0.5，山东半岛近岸和海州湾海域取 0.35。

（3）底层鱼类和蟹类：莱州湾及渤海南部海域取 0.8，山东半岛近岸和海州湾海域取 0.25。

2）模型法

模型法假设鱼类资源密度符合某种可用模型描述的分布，利用调查数据进行模型拟合，确定模型参数，然后利用建立的模型进行资源评估。在模型法中，Δ - 分布是一种应用较为广泛的模型。

Δ - 分布是一种包括零值的对数正态分布，其非零值部分符合对数正态分布，即非零值的自然对数值符合正态分布。Δ - 分布模型是 Aitchison 等在 Finney 提出的对数正态模型基础上发展提出的，Smith 和 Pennington 对其在渔业资源评估中的应用进行了大量研究。其基本方法如下所述。

设 ρ_i 为第 i 站的资源密度，当 ρ_i 不为零时，按 $y_i = \ln(\rho_i)$ 进行自然对数转换。Δ - 分布的

均值（ρ，即平均资源密度的估算值）及 var（ρ）的最小方差无偏估计量的估算公式分别为：

$$\rho = \frac{m}{n} \cdot \exp(\bar{y}) \cdot g_m(s^2/2) \tag{1.10}$$

$$\mathrm{var}(\rho) = \frac{m}{n} \cdot \exp(2\bar{y}) \cdot \left\{ g_m\left(\frac{s^2}{2}\right) - \left(\frac{m-1}{n-1}\right) \cdot g_m\left(\frac{m-2}{m-1} \cdot s^2\right) \right\} \tag{1.11}$$

式中：n——调查站位总数；

m——渔获量为非零值的站位数；

$\bar{y}$——y_i的样本均值；

s^2——y_i的样本方差；

g_m（t）——$\bar{y}$ 和 s^2的函数，其计算公式为：

$$g_m(t) = 1 + \frac{m-1}{m} \cdot t + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(m-1)^{2j-1}}{m^j \cdot (m+1) \cdot (m+3) \cdots (m+2j-3)} \times \frac{t^j}{j!} \tag{1.12}$$

式（1.12）为一超几何分布函数；随着 j 值的增大，g_m（t）逐步趋近一渐近值。

资源密度的95%置信区间为：

$$\rho_{95\%CI} = \rho \pm 2[\mathrm{var}(\rho)]^{1/2} \tag{1.13}$$

1.4 质量保证体系

1.4.1 执行标准

山东省海洋水产研究所有关检验室已通过国家计量认证（CMA）。为完成专题预期目标，满足技术指标要求，对运行的整个过程和涉及的各个方面将进行有效的质量控制，将按照质量管理体系文件，对项目的策划、实施全过程、人员、设备等进行质量控制，并针对专题特点完善安全管理、不合格样品控制和预防措施等规章制度。

1.4.2 工作环境控制和试验、作业条件

在调查过程中，保证作业船只具备在作业海区航行的所有有效证书和与陆上联系的通讯设备；辅助设备能满足同船作业的所有要素或专业要求；电源能充分满足实施作业中各种调查设备的需要；续航能力满足调查航次要求；并有足够的空间安放所有调查设备并确认互相不干扰；有足够的生活设施和空间保证作业人员正常工作和休息。选择良好天气作业，确保获取完整、连续、良好的资料。实验室环境条件要满足设备和现场分析要素的要求。

1.4.3 外业调查过程控制措施

技术负责人在作业前组织业务人员编写详细的工作实施计划；在所有工作开展前，明确技术要求，布置各阶段的具体任务，落实具体岗位职责；在作业过程中，作业人员严格按工作计划、调查规范、规程实施。外业的原始记录及时、清晰、整洁、客观并条理清楚，并对过程的各环节进行控制，确保外业原始记录的客观、准确；外业工作结束后，首先由外业技术总负责人组织技术人员根据不同情况，对获得的外业原始资料和样品按规定要求审查。

需要全本请访问 www.ertongbook.com