

中 国 · 现 代 科 学 全 书 · 农 学

CHINESE ENCYCLOPAEDIC SERIES OF MODERN SCIENCES ● AGRONOMY

● 黄锡昌 著

捕 捞 学

FISHING TECHNOLOGY

重 庆 出 版 社

中国现代科学全书·农学

捕 捞 学

重 庆 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

捕捞学/黄锡昌著,—重庆:重庆出版社,2000.12

(中国现代科学全书)

ISBN 7—5366—5108—2

I. 捕… II. 黄… III. 捕捞学 IV. S97

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 58165 号

中国现代科学全书·农学

捕 捞 学

黄锡昌 著

出版·发行/重庆出版社

经销/新华书店

印刷/北京兴谷印刷厂

开本/850×1168 毫米 1/32

印张/14.875

字数/370 千字

印数 1—3,000 册

版本/2001 年 1 月北京第 1 版

2001 年 1 月第 1 次印刷

网址:<http://www.cesms.com.cn>

电话:64851686

书号:ISBN 7—5366—5108—2/S·80

定价:26.00 元

出版声明/版权所有,翻印必究。

前言

我国海岸线曲折而漫长,沿海岛屿众多,海域面积广阔;内陆水域的江、湖、池塘、水库星罗棋布,具有丰富的渔业资源。我国劳动人民创造了各种渔具、渔法,捕捞历史悠久,渔业源远流长,内涵丰富,对世界渔业的发展和中华民族的生存和发展,起过巨大的作用。社会在前进,科学在进步,资源在变化,一些新的渔具、渔法不断创造和应用,为人们的生活和营养水平的提高,创造了更好的物质基础。随着人民生活 and 营养水平的不断增长,对含有高蛋白、低脂肪、低热量和多风味的海、淡水水产品需求量日益增多,对水产捕捞业的要求将更为迫切。

当今世界面临陆地资源、人口和环境三大矛盾的进一步突出,极大地增加了人类对海洋资源的需求。人类的出路在海洋,因为海洋里有着丰富的资源,是食品、能源、原材料和生产、生活空间的战略性开发基地。1992年联合国环境和发展大会通过的《21世纪议程》指出:海洋是全球生命系统的基本组成部分,是保证人类可持续发展的重要财富。而海洋渔业资源的开发,离不开水产捕捞学和水产捕捞业的发展,这是必然的规律。

《捕捞学》系统地介绍了我国水产捕捞业现状和捕捞历史沿革,捕捞学研究范围、分类,渔具力学、渔具模型试验,以及刺网、围网、拖网、地拉网、张网、敷网、陷阱、钓渔具、筍壶、抄网、掩网、耙刺共12类渔具的捕鱼原理、现状和发展趋势、渔具结构、设计理论和捕鱼技术。同时对20世纪捕捞学在国内外的发展进行了回顾和总结,并对21世纪捕捞学的发展进行了预测。本书的撰写和出版,为繁荣和发展我国水产捕捞学,为增进我国与世界有关国家之

间的科学文化交流服务。由于编者水平有限,书中难免存在不当之处,欢迎读者批评指正。

黄锡昌

1999年10月于上海

目 录

前言	1
第一章 捕捞学概述	1
第一节 捕捞业现状和捕捞学含义	1
第二节 捕捞学的研究范围	3
第三节 捕捞学的分类	10
第二章 捕捞学的起源及历史沿革	14
第一节 灿烂辉煌的中国早期捕捞业	14
第二节 中国现代渔业的诞生和捕捞学科的建立	20
第三章 渔具分类和渔具图	23
第一节 渔具分类	23
第二节 渔具图	29
第四章 渔具力学	42
第一节 渔具构件的水动力	42
第二节 柔索的计算和应用	77
第三节 渔具力学模拟法	85
第五章 渔具模型试验	99
第一节 渔具模型试验概述	99
第二节 相似原理和相似定律(或准则)	102

第三节	渔具模型试验的相似准则·····	106
第四节	渔具模型试验·····	115
第六章	刺网渔具·····	125
第一节	刺网渔具的捕鱼原理和分类·····	125
第二节	刺网类渔具的现状和发展趋势·····	129
第三节	刺网渔具的结构和装配·····	131
第四节	刺网设计理论·····	134
第五节	刺网捕鱼技术·····	146
第七章	围网渔具·····	152
第一节	围网渔具的捕鱼原理和分类·····	152
第二节	围网渔具的现状和发展趋势·····	155
第三节	围网的结构和装配·····	158
第四节	围网设计理论·····	168
第五节	围网捕鱼技术·····	192
第八章	拖网渔具·····	216
第一节	拖网渔具的捕鱼原理和分类·····	216
第二节	拖网渔具的现状和发展趋势·····	222
第三节	拖网的结构和装配·····	224
第四节	拖网设计理论·····	232
第五节	拖网捕鱼技术·····	273
第六节	主要拖网渔业·····	292
第九章	中层拖网和深水拖网·····	299
第一节	中层拖网和深水拖网的发展概况·····	299
第二节	中层拖网网具结构·····	302

第三节	中层拖网捕鱼技术·····	310
第四节	深水拖网主要设备和网具结构·····	315
第五节	深水拖网捕鱼技术·····	321
第十章	地拉网渔具·····	324
第一节	地拉网渔具的捕鱼原理和分类·····	324
第二节	地拉网类渔具的现状和发展趋向·····	327
第三节	地拉网渔具的结构和装配·····	328
第四节	地拉网设计理论·····	331
第五节	地拉网捕鱼技术·····	334
第十一章	张网渔具·····	340
第一节	张网渔具的捕鱼原理和分类·····	340
第二节	张网渔具现状和发展趋势·····	346
第三节	张网的结构和装配·····	347
第四节	张网设计理论·····	353
第五节	张网捕鱼技术·····	357
第六节	水库拦、赶、刺、张联合渔法·····	360
第十二章	敷网渔具·····	368
第一节	敷网渔具的捕鱼原理和分类·····	368
第二节	敷网渔具的现状和发展趋势·····	370
第三节	敷网渔具的结构和捕鱼技术·····	371
第十三章	陷阱类渔具·····	376
第一节	陷阱类渔具的捕鱼原理和分类·····	376
第二节	陷阱类渔具现状和发展趋势·····	378
第三节	陷阱类渔具的结构和捕捞技术·····	379

第十四章 钓渔具	387
第一节 钓具的捕鱼原理和分类.....	387
第二节 钓渔具的现状和发展趋势.....	390
第三节 钓具的结构和装配.....	391
第四节 钓具设计理论.....	398
第五节 钓具的捕鱼技术.....	401
第六节 主要钓渔业.....	409
第十五章 笼壶类渔具	422
第一节 笼壶类渔具的捕鱼原理和分类.....	422
第二节 笼壶类渔具现状和发展趋势.....	424
第三节 笼壶类渔具的结构和捕鱼技术.....	426
第十六章 抄网类、掩罩类和耙刺类渔具	426
第一节 抄网类渔具.....	434
第二节 掩罩类渔具.....	434
第三节 耙刺类渔具.....	436
第四节 抄网类、掩罩类和耙刺类渔具的现状和发展 趋势.....	441
第十七章 20 世纪捕捞学在国内外的发展和 21 世纪发展 预测	447
第一节 20 世纪捕捞学在中国的发展	448
第二节 20 世纪捕捞学在国外的发展	456
第三节 21 世纪捕捞学发展的预测	461

主要参考文献

第一章 捕捞学概述

第一节 捕捞业现状和捕捞学含义

在全世界范围内,海洋水域面积就占整个地球面积的 70.6%,尚不包内陆水域的面积,无论海洋和内陆水域里,均蕴藏着丰富而品种繁多的水产品。根据联合国粮农组织(FAO)统计,1995 年全世界水产品总产量为 $11.23 \times 10^7 \text{t}$,其中海洋捕捞产量 $8.4 \times 10^7 \text{t}$,内陆水域捕捞产量 $0.7 \times 10^7 \text{t}$ 。

中国水域辽阔,东部和南部面临渤海、黄海、东海和南海,海岸线长 18000km,岛屿 5000 多个。海域总面积 $4.727 \times 10^6 \text{km}^2$,其中水深 200m 以内的大陆架面积约有 $1.50 \times 10^6 \text{km}^2$ 。沿海海底平坦,海岸线曲折,河流众多,浮游生物丰富,因而形成了许多渔场。内陆水域包括江湖、水库、池塘等面积为 $0.267 \times 10^6 \text{km}^2$ 。

中国的水产资源种类繁多,仅鱼类有 3000 多种,虾类 300 多种,蟹类 600 多种,头足类 90 多种等。1990 年我国水产品总产量达 $1.237 \times 10^7 \text{t}$,其中海洋捕捞产量 $5.5 \times 10^6 \text{t}$ 。从此以后我国水产品总产量跃居世界第一位,并延续至今。1998 年我国水产品总产量达到 $3.90665 \times 10^7 \text{t}$ (此数减去 $1.0412 \times 10^6 \text{t}$ 海藻类后的 $3.80253 \times 10^7 \text{t}$,可与联合国 FAO 统计接轨),其中海洋捕捞 $1.49668 \times 10^7 \text{t}$,内陆水域捕捞 $2.2802 \times 10^6 \text{t}$ 。成为名副其实的世界渔业大国。

我国早在原始群时期,我们的祖先就开始打猎和捕鱼,自 4000 年前的夏代,不仅内陆水域的捕捞活动已非常发达,同时开始捕捞海鱼。而采用机动船在海洋捕鱼,则始于 1905 年。由于较长时期受到帝国主义的侵渔,国内反动统治压迫和战乱破坏等因

素,到全国解放前夕,机动渔船不仅数量少,性能差,而且多数从日本购来的废旧渔船,75%船舶吨位在 50t 以下,航速约 6~7kn 左右,平均单船年产量约 200t 左右。

中华人民共和国成立初期,约达 200 余万人的沿海渔民,虽然物质技术条件很差,但由于经过民主改革和社会主义改造,生产积极性十分高涨,因此生产得到迅速恢复和发展。1950 年,全国海洋捕捞产量 0.536×10^6 t,1952 年为 1.0×10^6 t,1955 年为 1.549×10^6 t,1957 年达到 1.814×10^6 t,比 1950 年增长 2.38 倍。在此期间,我国的渔轮由 1950 年的 191 艘,到 1957 年发展到 456 艘。机帆船由 1953 年的 14 艘,发展到 1957 年的 1029 艘,非机动渔船由 1950 年的 78030 艘,发展到 135187 艘。

1951 年全国内陆水域捕捞产量超过了历史最高水平达 0.518×10^6 t。1957 年产量又增至 0.614×10^6 t,占淡水渔业(包括养殖)总产量的 52%。

捕捞业特别是海洋捕捞业的发展,带动了造船、渔业机械、渔具材料、水产品加工、冷冻等相关工业的发展和渔港建设。目前我国沿海已建成大型渔业基地十余处,中、小型渔港百余处,渔港多具备船舶修造、冷藏、鱼品加工、运输、供油等设备。

1984 年 6 月,以东海水产研究所的调查船“东方”号为前导,与沪渔 801、沪渔 802 一对拖网渔船组成了远洋渔业试捕调查船队,首次开赴鄂霍次克海渔场进行试捕调查。1985 年 3 月,由中国水产联合总公司组建的我国第一支远洋渔业船队(共 13 艘渔船组成),开赴大西洋西非海域,揭开了我国远洋渔业发展的新篇章;以后其他单位派船至北太平洋等海域进行远洋生产,并得到迅速的发展;这是我国海洋捕捞业发展的新阶段。目前我国远洋渔业生产经营活动已遍及世界三大洋的 30 多个国家和地区,在国外建立了 60 多个独资、合资和合作经营企业,共派出各类渔船有 1300 多艘,年渔获量达 0.8×10^6 t,发展前景良好,是我国海洋捕捞业新

的成长事业。

水产捕捞学,是根据捕捞对象种类、数量及其分布习性和渔场、环境(底质、地貌、水文、气象等)特点,研究、设计捕捞工具(渔具)和捕捞技术(渔法),达到捕捞目的综合性学科,是水产科学的重要分支学科。从广义的范围来看,随着水产动物的生态学和行为学的发展,环境科学不断完善,渔船大型化、自动化程度的加强,电子助渔、助航仪器设备的更新和发展,自动控制和电脑技术的日益广泛应用,水产捕捞学已从研究、设计渔具和渔法,发展到渔具、渔法结合上述学科的发展,成为一门综合性范围更广泛的学科。因此,水产捕捞学在前苏联等国家称为工业捕鱼学;在日本等国也划为工学部范畴。

第二节 捕捞学的研究范围

根据水产捕捞学的含义和具体内容,捕捞学的主要研究范围面较广,同时涉及基础学科也较多,其基础学科为鱼类生态学、水产资源学、水文学、水声学、流体力学、材料力学、渔具力学、电子学、机械工程学、渔船构造和航海学等。捕捞学的主要研究范围如下:

一、渔具材料和工艺学的研究

渔具材料和工艺学是研究渔具材料的结构和性能,渔具装配的工艺及其有关计算的一门学科。在捕捞学研究范围内,主要是合理选择设计、制造渔具的材料,并正确地运用各项工艺技能装配渔具,以延长渔具的使用期限,提高渔具的渔获效率。而渔具材料本质的结构和制造,则有专门的学科进行研究,非捕捞学研究的重点,但对某些渔具材料的质量和性能指标和要求,则应是水产捕捞学所研究的重要内容。

渔具材料品种很多,主要有网线、网片、绳索、浮子和沉子及其他属具等,特别是网线、网片和绳索,是渔具材料中最重要的组成部分。不同类型的渔具,根据其捕鱼原理和工作条件,对材料性能各有不同重点要求。例如,刺网是敷设在鱼类活动的通道上,鱼被刺缠于网衣上而捕获。因此要求刺网渔具设计中,在鱼类被刺缠之前,网具要不易被鱼的视觉和侧线器官发觉为前提,为此制作刺网的网材料要求颜色和水色相近,并尽可能细而软,有足够的强度,以承受被刺缠鱼的挣扎力,要有适当的伸长和弹性,以保持良好的网结牢度和网目尺寸的稳定性。围网是快速围捕集群性鱼类的渔具,网具规格特别大,有的围网长度有 2000m,重约 20t,围网操作时,要求网具快速下沉包围鱼群,快速绞收底环纲而封闭网底,这是围网捕鱼取得成功的关键。因此在围网设计中,选用具有沉降速度快、强度高、水阻力小、滤水性好、价廉的网材料。拖网是移动式随船拖曳的渔具,底层拖网为适应作业中经常与海底摩擦和承受冲击载荷的特点,因此在底拖网设计中,选用具有强度高、耐磨、滤水性好、价廉的网材料。

各类渔具渔获效果的好坏,除了设计时选用的渔具材料是否恰当是关键外,还与渔具的制造工艺和装配技术密切相关。例如,编织网片的质量、网片剪裁与缝合的正确度,网衣与纲索间的缩结合理性等,都能影响网具在作业过程中的形态及受力的均匀性。为确保网具装配的正确性,在实施各项工艺之前,进行有关工艺设计和计算是必不可少的。有时还可进一步改进材料的结构和制造工艺,达到降低成本,减少劳动强度,提高捕捞效率。例如围网网片由有结节网改用无结节网;拖网渔具的菱形网目有的改用六角形网目等。

在网片的染色或着色,以及网片的定型处理研究和工艺上,也是渔具材料和工艺学研究的热点之一。例如锦纶 6 单丝是刺网的主要材料,其性能的优劣直接影响到流刺网的渔获率。近年来,人

们不仅重视锦纶 6 单丝的物理机械性能,而且对其透明度、色泽等渔用性能越来越关注。实践证明,有色单丝的渔用性能优于本(白)色丝。染色丝能提高渔获率,但容易退色,采用原液着色锦纶 6 单丝的改革后,着色牢度高,不会褪色,能明显提高刺网的渔获率。

近年来,聚合物共混改性技术发展迅速,对渔用合成纤维改性试验也较多,例如高强度经纶渔用绳索材料,就是依据多元高聚合物共混改性原理,进行新材料配方设计研制而成,新材料性能明显优于常用的乙纶绳索。也有改变加工成型技术,改变聚合物的内部聚态结构,提高分子排列的有序性,从而提高材料的抗拉伸性能等,例如高强度渔用聚乙烯网线和绳索,均比常用的聚乙烯产品提高 30% 左右。应用上述新材料于拖网网具上,其结果不仅可以减小相同网型拖网网具的作业阻力,降低作业能耗;而且可以在相同渔船拖力的情况下,扩大网具的主尺度,增加扫海面积,提高捕捞渔获率。总之,渔具材料和工艺学的研究和改进的内容较多,其效果直接影响捕捞结果和经济效益,从过去到现在这些研究工作主要由捕捞学科的科技人员负责完成。

二、渔具、渔法基础理论的研究

实践经验证明,合理的、科学的渔具、渔法设计和应用,都离不开渔具、渔法基础理论研究的科学依据。渔具、渔法基础理论研究主要应包括渔具力学和捕捞对象(水产动物如鱼类、虾类等)的生态、行为学两大部分。

渔具力学是研究渔具构件(网线、纲索、网片等)、渔具周围的流态,各种参数对升、阻力的影响,渔具形状和作用力之间的关系科学。主要通过实验、力学分析后建立数学方程组利用电子计算机进行数值计算,求得各部分形状和张力等。目前经常应用静水或动水水池,风洞等实验设备,对网线、网片、纲索、浮子、网板等构件实物或模型,有关渔具的模型进行试验,从而获得有关的参

数、作用力以及形状观察等重要数据和形态。也有应用力学模拟的方法分析研究问题,有的直接在海上实测渔具构件和渔具的受力,或观察其形态等,它为改进渔具结构、降低阻力、改善滤水性能、节约能耗,扩大渔具的捕捞性能,合理选用材料和结构形式等方面,提供了科学依据。由于渔具中有很大部分是用网线、绳索、网片等柔性体构成,在外力的作用下产生位移和变形,同时作用在渔具上的外力,随着作业地区的条件(水深、底质、潮流等),以及船舶在不同工况条件的作用力又是多变因子等关系,有关渔具力学研究深度,渔具模型试验准则和方法,均有待进一步深化研究。海上实测和观察设备、仪表虽较过去有所改善,但与研究要求尚有较大差距,亦直接影响了精度和效果,亦需有待进一步完善和深入。

在渔具、渔法基础理论研究中,另一方面主要是研究捕捞对象对渔具的反应,以及捕捞对象本身的生态、行为活动,有些学者称此为“鱼类行动学”。在目前的条件下,要搞清楚一种或几种鱼类的生态和行为活动则非易事。鉴于鱼类对渔具和物体反应的重要性,使研究设计的渔具,能适应被捕对象的活动要求,则必可获得较好的捕捞效果。我国劳动人民早就注意到鱼类的行动与季节、气候和捕捞的关系。明李时珍记述:“石首鱼(即大、小黄鱼)每岁四月,来自海洋,绵亘数里,其鸣如雷,渔人以竹筒探水底,闻其声乃下网截流取之”;“勒(即鲮)鱼出自东南海中,以四月至,渔人设网候之,听水有声,则鱼至矣”。据此,足见古时劳动人民对鱼类的生态习性已有相当的了解,并应用于生产之中。随着人们对水产动物的生态、行为学的发展,以及水下观察和实验室内基础实验的深入,对它们的视觉、游泳能力、听觉和触觉,以及趋光、趋电、趋流、趋固性的产生定向行为反应特性的研究,为渔具、渔法的设计和改革,创造了更好的科学依据。例如利用一些鱼类(如鲈、鲡、秋刀鱼、柔鱼等鱼类和头足类等)的趋光性,设计了光诱围网、光诱舷提网、光诱鱿鱼钓等;又如近年来得到迅速发展的大网目拖网或绳

子拖网,它就是在鱼类行动研究成果的基础上发展起来的。人们通过各种观察和试验,发现鱼群在拖网前部网衣处,没有直接穿刺逃逸行为,特别是在较大宽广的网口前面部位,鱼类与网具保持一定的距离活动,待鱼群驱入较狭窄处的网身、网囊部位时,才会产生直接穿刺逃逸行为。为此人们逐步扩大了拖网前部的网目尺寸,减少网具阻力,扩大网口面积,提高了拖网的捕捞效果。目前我国近海底层拖网的前部网目尺寸,已由 100mm 左右扩大为 3~10m 左右;中层拖网前部网目尺寸由 1.6m 扩大至 20m 以上,使网口网目的拉紧周长由 500m 扩大至 1300m,大大提高了捕捞效果。

渔具、渔法基础理论研究的内容繁多,研究难度又较大,目前的研究设备和仪器简陋和短缺,研究经费投入又很少,直接影响研究工作的深入发展,相信今后必将有所改观。

三、渔具、渔法的设计和研究

渔具、渔法的设计和研究,是捕捞学的最重要组成部分,本书将作重点叙述。它是根据捕捞对象的基本习性和捕捞水域环境条件,设计和研究其捕捞工具和捕捞技术的综合性学科。随着水产经济动物(如鱼类、甲壳类、头足类等)的生态、行为学的发展,水域环境科学的不断完善,机械化、自动化以及电脑技术的日益广泛应用。渔具、渔法的设计研究,已从渔具力学研究,发展到渔具渔法与捕捞对象生态、行为学相结合,与高科技相联系,从而使捕鱼技术已从一般的操作发展至选择性捕捞、瞄准捕捞和自动化捕捞方向发展。

人们在开发水产资源的生产实践过程中,为捕捞栖息于不同水域环境中各种水产经济动物中,创造了形式多种多样、生产规模大小不一,结构简单或复杂,以千百计的渔具、渔法。随着科学技术的发展,人们创造了从水深较浅一直到水深数千米的深海大洋,

都能捕捞这些水域里的经济鱼类、甲壳类,软体动物的螺、贝、乌贼、柔鱼,棘皮动物和腔肠动物的各种海参、海胆、海蜇等等。但是也应该在渔具、渔法的设计研究中,充分重视渔业资源的合理利用和持续发展,既要提高捕捞效率,又要合理利用渔业资源。在我国和世界上,过去由于过度捕捞某些水产经济动物,造成这些资源的衰退甚至枯竭的事屡见不鲜。例如小黄鱼、大黄鱼、带鱼和乌贼,是我国著名的四大海鲜产品,目前除带鱼尚保持一定的产量外,其他的不能正常地形成渔汛,产量显著下降。渔获物组成日益趋向小型化、低级化和低营养层次化。又如海洋中的鲸鱼,由于过去较长期的滥捕,数量显著减少,现已作为世界禁捕对象。

渔具、渔法的设计研究,还与使用渔船和侦察、捕捞仪器设备改革相联系,远洋深海捕捞业的发展,渔船和装备现代化、大型化是关键,这些设备的创造和完善,都是由于新的渔具、渔法的产生和要求而发展的。因此,渔具、渔法的设计研究中,应该提出渔船设计要求,以及侦察鱼情和捕捞设备、仪器等要求,供有关专业的技术人员研究和创造。

四、渔业资源、渔场、渔期和环境条件的研究

在广阔的水域里,有着丰富的渔业资源,但是这些水域里并非到处都有可供捕捞的鱼群或其他水产动物。因为它们并不是均匀地分布于各个水域,而是由于它们本身的生物学特性和受外界环境因素的影响,而呈现出不同的分布状态。因而,有的水域鱼类或其他经济水产动物比较密集,有的比较稀疏;有的水域具有开发利用价值,有的则不具备有这种价值。凡经济鱼类或其他经济水产动物比较集中,且可以利用捕捞工具进行作业,具有开发利用价值的水域称为渔场。在渔场中可以完成一定的较高产量的时期称为渔期或渔汛。根据不同的捕捞对象,有大黄鱼汛,带鱼汛等。同一渔汛又可根据其数量大小、持续时间长短分为初汛,旺汛、末汛三