



渔具渔法

选择性

孙满昌 主编

 中国农业出版社

封面设计：田 雨

ISBN 7-109-09276-3



9 787109 092761 >

定价：30.00 元

11666

渔

具

渔

法

选择性

孙满昌 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

渔具渔法选择性/孙满昌主编. —北京: 中国农业出版社, 2004.10

ISBN 7-109-09276-3

I. 渔... II. 孙... III. 渔具选择性 IV. S972

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 094397 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 李文宾

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 19.75

字数: 353 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

渔具的选择性即渔具对目标种类的选择捕捞能力和对非目标鱼种误捕的防范能力,正在受到广泛的关注,成为现代海洋渔业持续发展的一项重要研究课题。

20世纪70年代以前,世界海洋渔业资源丰富,人们对渔具的研究侧重于提高产量、产值,资源的浪费相当可观;80年代,海洋渔业资源出现明显的衰退迹象,人们对渔具的研究在追求产量、产值的同时,逐步转向为了保护资源,防止兼捕、误捕珍稀名贵和脆弱种群及海洋野生动物(如海龟、海豚、鲸类甚至海鸟等)而开展渔具的选择性研究;90年代,海洋渔业资源进一步衰退,不少品种消失,种群减少,渔业持续发展最重要的物质基础受到严重威胁,由此人们不得不把渔具选择性的研究与资源养护、立法和管理相结合,确保渔业持续发展,保障人类粮食安全。

世界许多学者对渔具选择性研究进行了大量卓有成效的工作,取得了许多重要成果,使这一研究领域成为世界渔业持续发展的一个重要分支。现在,几乎所有的临海国家在渔业法中都将渔具作业方式、渔具规格,特别是最小网目尺寸列入法律管理状态;很多国家对捕捞品种、捕捞对象规格、兼捕比例也做出了明确规定;美国等国家还对用于捕虾的拖网规定必须装置防止误捕海龟设备,否则虾产品不能投放市场;联合国大会上做出决议,从1993年1月1日起,各大洋都禁止从事大型流网作业;为防止误捕海鸟,一些区域还对底层延绳钓的沉降速度要求作了规定。

作者从20世纪80年代起,关注渔具选择性研究,收集和整理相关信息,并将海洋渔业的教学和科研工作结合,从事渔具选择性研究。20年来,先后参与东海区拖网渔具尺寸的选择性、桁拖网渔具选择性、光诱鱿鱼钓渔具选择性、定置张网渔具选择性等多方面的试验和探索,旨在对渔具选择性的研究从理论和实践的结合上阐明问题,为海洋渔业科学和技术发展服务。作者的研究结果已发表于多篇学术论文、教材和教学参考资料中,也反映在指导的几位研究生的学位论文中。但迄今为止,我国尚无一本比较完善的专著,这便是作者撰写《渔具渔法选择性》一书的初衷,供渔业同行参考。

渔具选择性是一个新兴的渔业研究领域,内容涉及渔具理论和捕鱼技术、

◇ 渔具渔法选择性

渔具工艺、数理统计、鱼类学、渔业经济和渔业法规等众多方面。作为初次尝试，本书归纳为以下几个部分：

渔具选择性的基本概念；渔获的兼捕和处理；拖网渔具的选择性；刺网渔具的选择性；其他渔具的选择性；尺寸选择性研究的其他方面；渔具选择性装置；兼捕、抛弃渔获释放的成活率；渔具选择性的经济分析。

由于作者水平有限，书中不当甚至是错漏之处在所难免，敬请读者谅解，欢迎业内人士批评指正。

本书在撰写过程中，承蒙上海水产大学周应祺教授、乐美龙教授、季星辉教授、陈蓝荪副教授，东海水产研究所王明彦研究员等审阅，在此表示深切感谢。

本书的出版得到上海市重点学科（捕捞学）建设项目的经费支持，亦表示感谢！

作 者
2004年7月



目 录

绪论	1
一、生态型渔具渔法研究的必要性	1
二、主要研究内容	2
三、国内外生态型渔具渔法研究的进展	4
四、开展生态型渔具渔法研究的主要措施	5
第一章 世界渔业的兼捕、抛弃渔获物问题	8
第一节 世界渔业兼捕概述	8
一、世界渔业兼捕、抛弃渔获总量	8
二、世界渔业中兼捕、抛弃渔获物问题的凸现	9
第二节 兼捕、抛弃渔获物问题中的术语及其定义	10
第三节 引起兼捕、抛弃的原因以及兼捕、抛弃的分类	14
一、抛弃渔获物的原因与分类	14
二、兼捕的分类原则	16
第四节 世界渔业兼捕、抛弃渔获的估计量	18
一、世界各地地区的主要渔业兼捕、抛弃渔获量	18
二、不同种类的兼捕、抛弃渔获量	19
三、特定渔业的抛弃问题	21
四、特定渔具的抛弃率	23
五、海洋动物的兼捕问题	25
第五节 兼捕、抛弃渔获的影响	26
一、生物学、生态学影响	26
二、兼捕、抛弃的经济影响	30
三、社会文化影响	30
第六节 减少兼捕、抛弃渔获的管理措施	31
一、法规与规范	31
二、解决兼捕、抛弃问题的措施	32

第七节 世界渔业中一些典型的兼捕问题	36
一、金枪鱼—海豚问题	36
二、虾与海龟问题	37
三、虾拖网渔业中的渔获抛弃问题	38
四、刺网与鲸类	38
五、拖网与鲸目动物	39
六、大洋大型流网作业	39
七、延绳钓与海鸟	40
八、东北太平洋的底层鱼类渔业	40
第二章 渔具渔法选择性基本概念	42
第一节 渔具选择性的定义	42
一、渔具选择性的定义	42
二、选择率的定义	43
三、选择性曲线的定义	44
第二节 渔具选择性的表示方法	46
一、主要的选择性指标	46
二、主选择曲线	49
第三节 选择性方程	50
一、选择性方程	50
二、选择性曲线之间的关系	51
三、选择性估算的基本方法	52
第三章 拖网渔具网囊网目选择性	53
第一节 拖网渔具概述	53
第二节 鱼类对拖网渔具的行为反应	54
第三节 拖网渔具网囊网目选择性的特点及其数学表达	57
一、拖网渔具网囊网目选择性的特点	57
二、拖网渔具选择性及选择率曲线的数学表达式	57
三、拖网渔具选择性及选择率曲线的非参数表达	61
第四节 拖网渔具网目选择性的试验方法	62
一、拖网渔具(过滤性渔具)网囊网目选择性研究的 试验方法	62
二、网目大小的测量方法	68

第五节 拖网渔具网目选择性的估算方法	70
一、采用最大体周估算选择率的方法	71
二、藤石的几何法	72
三、Tokai 和 Kitahara 的方法	75
四、利用鱼体截面和网目形状适合度估算选择率的方法	79
五、正态概率纸上的直线化作图方法	80
六、套网法选择性曲线的最小二乘法求解以及线性 回归的方法	82
七、Pope 等 (1975) 对比试验法的数据解析方法	83
八、套网试验法的极大似然估计法	85
九、SELECT 模型	88
十、采用多项参数模型估算	102
十一、非参数化选择性曲线的确定	105
第六节 确定拖网渔具网囊最小网目的方法	106
第四章 刺网渔具选择性	109
第一节 刺网渔具概述	109
第二节 刺网渔具的渔获方式和选择性曲线特点	111
一、刺网渔具的渔获方式	111
二、刺网渔具的选择性特点及其选择曲线的形状	113
第三节 影响刺网渔具选择性的因素	115
一、刺网渔具的结构特征值和网具参数	116
二、作业参数	121
三、鱼体体形	122
四、其他因素	123
第四节 刺网渔具选择性模型的函数表示方法	124
一、单峰概率分布的选择性曲线	124
二、多峰概率分布的选择性曲线	128
第五节 刺网渔具选择性的估算	129
一、几何形态法 (从体周测量值推算)	129
二、从渔获的体长分布表示选择性曲线	133
三、使用死亡率来估算刺网渔具的选择性	134
四、直接估算法	134
五、间接估算法	137

第五章 其他渔具的选择性	161
第一节 概述	161
第二节 钓渔具的选择性	162
一、影响钓渔具选择性的因素	163
二、用于选择性研究和资源调查研究的钓渔具设计	165
三、延绳钓渔具钩钩尺寸选择性研究	166
四、钓具选择性研究中作业时间的影响	169
第三节 笼壶、陷阱渔具的选择性研究	170
第六章 渔具选择性研究中的其他方面	173
第一节 不同取样比例时的选择性估算	173
一、取样方法和渔获数据的处理	173
二、不同取样比例时的选择性研究	173
第二节 选择性的网次间差异的影响	176
一、简介	176
二、联合网次中的网次间差异估算	177
三、混合影响模型	178
第三节 选择性装置的尺寸选择性分析	187
一、接触概率模型	187
二、使用 SELECT 模型解释选择性装置的选择性能	189
三、SELECT 对于套网法的看法	191
第七章 渔具选择性装置以及选择性渔法	192
第一节 概述	192
第二节 拖网渔具选择性装置	194
一、虾拖网选择性装置	194
二、捕鱼拖网中的选择性装置	211
三、改善拖网网囊选择性的网囊设计	216
第三节 其他渔具中的选择性装置	217
一、刺网渔具的选择性装置	217
二、围网渔具中的兼捕减少装置	219
三、延绳钓渔具中的选择性装置及选择性渔法	222
四、定置网具的选择性装置	227

五、陷阱和笼壶类渔具中的选择性装置	228
第四节 兼捕减少装置的设计框架	230
一、在虾拖网渔业中采用 BRD 的考虑	231
二、BRD 的设计开发框架	232
第八章 鱼类抛弃死亡和渔获逃逸死亡	238
第一节 概述	238
一、抛弃死亡	238
二、逃逸死亡	239
三、对抛弃死亡和逃逸死亡的一些思考	240
第二节 抛弃死亡、逃逸死亡研究的方法	241
一、实际作业环境下观察	242
二、标志放流法	242
三、实验室环境下的观察研究	243
四、模型化的研究方法	245
第三节 影响抛弃死亡、逃逸死亡的因素	245
一、鱼类特性	245
二、渔具的影响	247
三、环境因子	247
四、相互作用共同影响	249
五、延迟死亡	250
第九章 渔具选择性的经济学	252
第一节 渔具选择性和抛弃的关系	252
一、在未管理渔业中的抛弃	253
二、在有管理政策的渔业中的抛弃和渔具选择率	257
第二节 混合渔业中基于 TAC 的渔具选择性	259
一、基本模型	259
二、“总计”TAC 制度下的渔具选择性水平的选择	261
三、“独立”TAC 制度下选择性水平的选择	264
四、两种 TAC 之间的比较	268
第三节 兼捕减少装置的经济分析	268
一、模型基础	269
二、兼捕减少装置经济均衡模型	269

◇ 渔具渔法选择性

三、兼捕鱼种的可持续产量曲线及种群均衡曲线	270
四、经济分析	272
附录 I 拖网渔具网囊网目选择性曲线估算解法	274
附录 II 刺网渔具网目选择性曲线估算解法	281
参考文献	291



绪 论

——生态型渔具渔法研究

一、生态型渔具渔法研究的必要性

资源的开发、渔业的发展是建立在自然资源、自然环境基础上的。无论是哪一种渔业，它都会对资源和环境造成一定的影响，当这种影响超出了资源或环境承受能力的时候，可持续发展的问题就会凸现出来。

世界渔业发展的黄金期是在第二次世界大战以后，即 20 世纪 40 年代中期至 70 年代。一方面，在二战期间渔业受到严重破坏使渔业资源得到了保护；另一方面，科学技术的突飞猛进促使了先进渔具和渔法的产生。在过去很长时间，大多数渔业的开发都是建立在技术和经济学基础上，而生态学家无论是在渔业开发还是在渔业管理中都没有广泛地参与。50 年代中期以后，各国的渔业资源学家开发了许多定量模型推动渔业开发和资源评估，正是这些模型成为了近 50 年来渔业管理的基础。但美中不足的是，这些模型大多是单种类模型，对其中许多模型的控制机理是简单的最佳效果选择或最小捕捞尺寸的确定。如果让生态学家也来推荐一种渔获方法，那么，这种带生态观念的渔具渔法必定有别于现在我们所使用的渔具渔法。

生态学家和市场的冲突还反映在对目标鱼种的选择上。如果资源品种是多样性的，生态学家可能推荐开发生物链中较为低层的种类。发达国家的市场需要金枪鱼、箭鱼、鲨鱼以及其他高等的捕食种类，并为这些种类开出了很高的价格。捕捞这些种类的渔具可能经常会兼捕到其他大型的、生物链位置较高的、寿命较长的种类，甚至还会误捕海洋哺乳类、海龟、海鸟或无脊椎动物。

我们的渔业历来以追求经济效益和技术合理为目标，很少顾及社会效益和生态效益，这势必带来很多不利影响。世界上没有一种渔具具有完全选择能力，渔获过程中，就会捕获到不能满足社会经济和海洋生态环境要求的渔获，因此，就有兼捕和抛弃渔获问题。据 FAO（1994 年）估计，全球渔业中每年抛弃的渔获在 1 790 万 t 到 3 950 万 t 之间，一个更为合理的估计约为 2 700 万 t 左右，而目标渔获重量为 7 700 万 t 左右，如此之多的抛弃大大浪费了渔业资

源,商业捕捞因而受到广泛谴责;这种浪费虽然不是全部,却毫无疑问促成了今天的资源衰退,全球范围内很多渔业资源在短短的几十年甚至是几年之内被消耗殆尽;资源衰退造成了生态学上特别是生物多样性的变化,其影响和后果十分巨大;渔具作业对海洋环境也造成了不小的负面影响,特别是底拖网,不但破坏了底层鱼类的栖息环境的生态,而且抛弃的渔获也造成了海洋营养平衡的失衡,这些影响短期内无法复原。毫无疑问,这种基于“先破坏”基础的渔业所带来的后果是长期的和有代价的。实现渔业的可持续发展,就必须改变渔业传统方式,实现合理的生态型捕捞。

我国是世界上渔业产量最高的国家,但是,21世纪我们的海洋渔业却面临前所未有的困境,这是不注重生态效益留下的苦果。近海渔业资源衰竭,传统的经济鱼类如大黄鱼资源濒临灭绝,有一些经济鱼类也很难形成渔汛,如东海区的小黄鱼、带鱼等,即使是一些处于食物链位置较低的种类,如鲢鱼、玉筋鱼等,资源也明显下降;近海海洋环境已经恶化:有些地方在经济发展的同时只重视经济效益而忽视社会效益和生态效益,最终造成了“先开发,后治理”的被动局面,典型的例子就是海水养殖业的发展,由于初期没有很好地研究,造成了现在大多数近海养殖场水质恶化,赤潮频发;海洋底质环境破坏:很多种类因为栖息环境的改变导致生物资源难以繁衍恢复,如我国东海的虾拖网作业,在20多年的大规模发展以后,不但虾资源明显减少,也造成了东海局部海底的“荒漠化”。

海洋渔业中的兼捕问题正在受到广泛重视,许多国家正在通过立法途径,以最小网目、兼捕比率和渔具渔法的某些特定限制加以控制,但这一问题至今仍在很大程度上普遍存在。

生态型渔具渔法的研究和发展是渔业持续发展中的一个重要组成部分,必须加大力度加以实施,以杜绝我们留给后人的只是一块面积意义上的海洋。

二、主要研究内容

生态型捕捞是一项系统工程,包括渔业科学多方面领域,主要研究内容包括:

(一) 渔具选择性研究

渔具选择性的研究是生态型渔具渔法研究中最主要的方面。通常渔具的兼捕可分为两类:一类是品种的兼捕,另一类是同一种类不同个体大小的兼捕。相应地渔具选择性研究也分为两个研究方向,即:网目选择性研究和渔具选择性装置研究。

1. 最小网目尺寸 控制渔具最小网目尺寸是释放小个体目标渔获的常用

方法。当前,我国的海洋渔业中,经济幼鱼的捕获问题十分严重,据统计,我国近海拖网(包括虾拖网)、张网(包括帆张网等各种定置渔具)、流刺网和蟹笼等作业中,幼鱼、幼蟹、幼虾的比例相当高,有时甚至占50%以上,因此,最小网目尺寸的研究有现实意义。在这一研究中,最具实际意义的是对各种渔具的集鱼部的最小网目尺寸,如底层拖网、张网,也要对无取鱼部的刺网渔具的网目大小,笼壶类渔具的网目、开口大小等进行研究。

2. 选择性装置 在多种鱼类共栖的水域,非目标鱼种类的渔获在所难免,选择性研究的重点往往不是最小网目,而是使用选择性装置进行分隔。选择性装置是利用不同种类鱼类的生理、生态和行为差异而设计的分隔装置,这类研究在国外已经十分普遍,我国渔具也有类似成果,如在虾拖网中用分隔装置,取得良好的鱼虾分隔效果,有利于释放幼鱼。

(二) 抛弃、逃逸、延迟死亡的研究

1. 渔获物被抛弃后的死亡率 如果渔获物被抛弃的死亡率较低,那么,捕捞对渔业资源的破坏相对较小,反之亦然。实际上,被抛弃的死亡率往往是很高的,但目前不能进行明确的定量分析。抛弃后渔获物的死亡率的研究可以通过不同的实验进行,例如在实验室条件下、实际的渔船实验、标志放流等,国外也有一些相关的研究,我们可以借鉴,但是我们应该考虑中国的实际情况,针对性地进行抛弃死亡的研究。

2. 逃逸死亡率 从渔具中逃逸的鱼死亡率可能低于抛弃渔获物,但可能受到某种程度的伤害。在很多情况下,鱼类在很多作业的渔具内受到水流压迫与渔具本身或进入渔具的杂质发生接触,鱼体因而可能受到伤害。这种伤害很多时候也许不是致命的,但会在以后的生活中对其生长、繁殖以及躲避敌害的能力产生不同程度的影响,逃逸死亡率的研究是生态型渔具研究中一个不可缺少的组成部分。

3. 影响死亡率的因素 无论渔获对象的抛弃死亡率或逃逸死亡率都与海洋环境因子有关,如果将这方面的研究与渔具选择性或选择装置研究结合起来,就有可能形成更为合理的生态型渔具和相应的捕捞方法。

(三) 选择性渔法的研究

生态型渔具的研究必须与生态型捕捞方法研究(或者说是选择性渔法)相结合。特定的渔法往往是针对特定的渔业、特定的渔具以及特定的捕捞对象,这方面的研究往往具有一定的特色。不同的渔业甚至是同一渔具的不同网次都应存在差异,如过滤性渔具的起网方法、拖曳时间、分隔渔获的方法以及减少逃逸或抛弃鱼类死亡等,这方面的研究应该与渔业管理措施如禁渔期、禁渔区制度等相结合。

(四) 鱼类行为的研究

鱼类行为学是生态型渔具渔法研究的基础。没有这方面的基础知识, 我们的研究也只能是“盲人摸象”, 不能从生态学的角度去把握。鱼类行为的研究包括鱼类对声音、光照等外界环境因子的行为变化的基础研究, 也包括鱼类在网具影响范围内的行为, 如鱼类在拖网中的行为方式等。

三、国内外生态型渔具渔法研究的进展

在资源尚未充分或过度开发的情况下, 大多数国家的渔业发展战略为首先开发渔场、资源。用高效渔具进行捕捞生产过程中, 人们很快发现了很多资源的生物学、生理学以至生态学方面的变化, 引发了许多学者从事渔业生物学、生态学的研究。例如, 对兼捕问题的关注始于大洋性作业方式对海豚等生物造成的捕捞死亡以及虾拖网渔具的大量抛弃渔获。为了解决这些兼捕问题, 研究人员开始了生态型渔具(选择性渔具)的研究, 如在一些渔业中制定最小网目、强制使用海龟释放装置等。渔具的选择性研究最早可追溯到 19 世纪末期, 现在渔具选择性的研究已经形成了一个独立、完善的体系, 并得到了迅猛的发展, 许多研究渔具选择性的方法借助于高效的电子计算机得以实现, 如 SELECT 模型、混合影响模型等。现在开发的选择性研究方法大多是借助于复杂的数学或工程模型, 通过计算机编程解决的。在这段时间里, 各国和各渔业组织进行了大量的商业性渔业的选择性研究, 如对太平洋狭鳕、北海鲱类的渔具选择性研究(主要是最小网目的制定以及分隔装置的使用), 为今后的相关渔业开发积累了丰富的理论基础。澳大利亚、美国等国还开展了广泛的选择性装置的实验研究, 如澳大利亚北部捕虾渔业中的多种减少兼捕装置(BRD), 如方形网目的使用、Nordmøre 栅、RES(辐射状逃逸装置)、TED(海龟释放装置)等, 给世界各国的选择性研究提供了实践依据。现在还有很多学者开始对这些选择性装置进行理论探索, 以提高渔获物的释放或分隔能力。

对鱼类从渔具中逃逸后的死亡以及抛弃死亡的研究也是生态型渔具渔法研究的重要内容。许多渔业较为发达的国家都投入了很大的财力物力进行这方面的研究, 尤其在 20 世纪后期, 他们采用了不同的实验方法, 如标志放流、实验条件下的饲养等, 对一些特定渔业中特定的渔具的逃逸死亡和抛弃死亡进行了深入的研究, 不仅研究了死亡的情况, 还对死亡的原因做了一定的实验分析, 如很多学者对太平洋拟庸鲽的逃逸死亡以及死亡压迫因素进行了系统的分析, 在此基础上, 建立了可以通过测量一定的捕捞压迫或自然条件压迫因素进行死亡率估算的模型。

许多国家和国际组织还进行了更大范围内的相关研究, 如鱼类行为学、生

态型渔具渔法的经济效应研究等。

相对国外的研究,我国在生态型渔具渔法方面的研究则显得较少,这主要是科研力量和经费问题所造成的。但是,即使在这样不利的条件下,我国的科研工作人员还是利用有限的力量对我国近海主要作业方式的大多数渔具进行了选择性研究。如20世纪70年代,我国有关水产研究机构曾对吕泗渔场的鲳鱼流刺网、黄海的鲈鱼流刺网等最小网目尺寸进行过专项研究;80年代,以东海水产研究所为主,黄海水产研究所、上海水产大学、各海洋渔业公司参加,开展了底拖网选择性研究;90年代,有关科研单位分别对帆张网、南海底拖网、东海捕虾桁拖网的网囊网目选择性进行了广泛的研究;上海水产大学在90年代在桁拖网中试用了分隔网片,取得了良好的结果;近来,上海水产大学对东海区的小型张网渔具的网目选择性进行研究等,这些研究为今后深入研究提供了丰富经验和奠定了扎实理论基础。

但是,我们在生态型渔具渔法方面的研究与发达国家的差距还是相当大的。这是由于我们的试验研究大多局限于实用性很强的渔具,缺乏基础性的理论研究;而且采用的试验方法、研究方法都是借鉴其他国家的经验;另外,选择性的观念还没有被广大渔民和生产者所接受,研究的结论很少被运用于生产实践中。

四、开展生态型渔具渔法研究的主要措施

生态型渔具渔法的研究是一项具有深远意义的系统工程,如何开展卓有成效的生态型渔具渔法研究是摆在我们面前的一个重要课题。从我国的实际情况出发,结合国外的经验,可以从以下几个方面着手:

(一) 提高生态型渔具渔法意识

生态型渔具渔法在国外已被广大的渔民所接受,因为他们在使用了此类渔具渔法后,经济效益损失并不大,有时甚至更好。但在我国,由于渔民的文化水平普遍不高,加之传统的“小农”作业思想的存在,一直阻碍生态型渔具渔法使用发展。对生态型渔具渔法的错误认识,导致渔民抵触这一事物。如何利用有效的强制性法规加上启发性的再教育去改变这一局面,将是所有渔业研究机构和政府需要长期共同关注的问题。

当然,除了要提高渔民生态型渔具渔法认识外,还应加强科研人员的“生态学”意识。我国的渔业科研人员往往“重效益,轻生态”、“重开发,轻管理”,这也给生态型渔具渔法研究带来了很多不利的影响。从这个角度来看,生态型渔具渔法的研究更是任重道远,而这种意识的转变也是一个长期的过程。