

# 中国水产养殖学

Aquaculture in China

刘焕亮 黄樟翰 主编



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 中国水产养殖学 Aquaculture in China

刘焕亮 黄樟翰 主编

Liu Huanliang Huang Zhanghan

大连水产学院 学术专著基金资助出版  
中国水产科学研究院珠江水产研究所

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是我国水产养殖学科领域中的第一部涵盖淡水养殖与海水养殖,动物养殖与植物栽培并举,理论与实践紧密结合的综合性著作,具有明显的特色。

全书共分 10 章,运用综合比较的撰写方式,全面系统地论述了新中国成立以来,特别是 20 世纪 80 年代以后,水产养殖业的发展、成就和经验,水产品营养价值,养殖水域生态环境,水产动物育种,水产动物营养与饲料,鱼类、虾蟹类、贝类和其他经济动物(腔肠动物、棘皮动物、两栖动物、爬行动物)的养殖,藻类养殖,以及水产养殖病害防治。

本书由长期从事水产养殖研究和水产高等教育的近 30 名专家撰写而成,其中 8 名是水产动物与藻类养殖及其病害防治的知名教授。全书是各位作者多年研究成果的总结,较完整地反映了水产养殖科学研究与养殖生产关键技术的新成果和新技术。

本书可供水产养殖科技人员,水产养殖专业师生以及水产养殖企、事业单位人员和水产行政管理人员等参考,也可作为水产学科研究生教材和水产养殖学科对外学术交流的材料。

### 图书在版编目(CIP)数据

中国水产养殖学=Aquaculture in China/刘焕亮,黄樟翰主编. —北京:科学出版社, 2008

ISBN 978-7-03-019703-0

I. 中… II. ①刘…②黄… III. 水产养殖-中国 IV. S96

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 128651 号

责任编辑:李秀伟 王 静 莫结胜 李久进/责任校对:钟 洋

责任印制:钱玉芬/封面设计:福瑞来书装

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>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2008 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 1 月第一次印刷 印张:76

印数:1—1 500 字数:1 746 000

定价:178.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

## 主 编 简 介



刘焕亮，山东省蓬莱人，汉族，1933年生，毕业于山东大学水产养殖专业。大连水产学院教授，原院长，农业部及辽宁省水产养殖重点学科带头人，中国水产学会“池塘养殖专业委员会”原主任及“淡水养殖分会”顾问。1992年享受国务院特殊津贴。

从事高等院校水产教学、科研和行政领导工作近50年，曾主持国家教育部（原国家教委）、农业部大型科研和教研课题多项，1993~2005年获国家级高等教育教学成果一等奖1项、二等奖1项和辽宁省一等奖3项，获国家教委科技进步奖二、三等奖各1项，全国优秀科技图书一等奖1项；主编及参编著作7部，公开发表高等教育教学研究论文20余篇、科技论文50余篇；1995年和2003年分别获大连市优秀科技工作者和全国水产优秀科技工作者荣誉称号。

Liu Huanliang, Han nationality, born in Penglai, Shandong province in 1933, graduated from aquaculture department of Shandong University, is a professor of Dalian Fisheries University now. He was the previous president of the Dalian Fisheries University, the academic chief of the key major of aquaculture in Ministry of Agriculture of the People's Republic of China and Liaoning province, the previous director of the committee of Pond Aquaculture, China Fisheries Society, the consultant for the Committee of Freshwater Aquaculture, China Fisheries Society and the gainer of nation's special allowance since 1992.

Prof. Liu, 50 years-experienced with aquaculture related higher education, research work and administrative leader, held a number of research and education projects subsidized by the Ministry of Education and the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. He acquired the National Higher Education Award grade 1 once, the National Higher Education Award grade 2 once, and the Provincial Higher Education Award grade 1 three times; he also acquired award grade 2 once and award grade 3 once for the National Sciences Advancement of Ministry of Education of the People's Republic of China and award grade 1 of the Nation's Excellent Publication once from 1993 to 2005. He has been the chief editor and editor for 7 books, published more than 20 papers on higher educational research and more than 50 papers on scientific research, and obtained the reputation of the excellent scholar of Dalian and the excellent scholar of China in 1995 and 2003, respectively.

# 主 编 简 介



黄樟翰，广东省顺德人，汉族，1955年生。中国水产科学研究院珠江水产研究所研究员，水产养殖与营养研究室主任，广东省政治协商委员会第八、九届委员，中国水产科学研究院第五届学术委员会委员，中国水产学会第六、七届理事及淡水养殖分会副主任。2001年享受国务院特殊津贴。

从事水产养殖科学研究工作30余年，曾主持农业部和广东省科研课题多项，获广东省科技进步奖二、三等奖各1项，农业部科技进步奖三等奖1项，中国水产科学研究院科技进步奖二、三等奖各1项；出版著作2部，发表论文30余篇；2002年和2005年分别荣获全国农业科普先进工作者和农业部农业科技先进个人荣誉称号。

Huang Zhangan, Han nationality, born in Shunde, Guangdong province in 1955, is a researcher of Zhujiang Fisheries Institute, the director of aquaculture and nutrition laboratory, the commissioner of 8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> Guangdong People's Political Consultative Conference, the commissioner of 5<sup>th</sup> academic committee of China Fisheries Institution, the director and the key commissioner of freshwater division of 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> China Fisheries Society, and the gainer of nation's special allowance since 2001.

Prof. Huang, 30 years-experienced with aquaculture research work, held many research projects subsidized by the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China and Guangdong Province. He gained award grade 2 once and award grade 3 once for the Guangdong Sciences Advancement, award grade 3 once for the Sciences Advancement of Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, and award grade 2 once and award grade 3 once for the Sciences Advancement of Chinese Academy of Fishery Sciences. He has been the editor for 2 books, published more than 30 research papers, and obtained the reputation of the excellent scholar of National Agriculture Sciences Popularization and the excellent scientific and technological individual of Ministry of Agriculture of the People's Republic of China in 2002 and 2005, respectively.

# 《中国水产养殖学》编委会名单

## 主编

刘焕亮 黄樟翰

## 编委 (以姓氏笔画为序)

王如才 王克行 任泽林 刘焕亮 吴仲庆 吴超元 俞开康 黄樟翰

## 审稿人

刘建康 (中国科学院院士 中国科学院水生生物研究所)

李爱杰 (教授 中国海洋大学)

孟庆显 (教授 中国海洋大学)

谢刚 (研究员 中国水产科学研究院珠江水产研究所)

## 撰著者名单 (以姓氏笔画为序)

马家好 (讲师 厦门利洋水产科技有限公司)

王如才 (教授 博导 中国海洋大学)

王克行 (教授 中国海洋大学)

王昭萍 (教授 中国海洋大学)

史为良 (教授 大连水产学院)

伍龙畅 (高级讲师 广东省水产学校)

任泽林 (研究员 中国农业科学院饲料研究所)

许璞 (研究员 江苏省海洋水产研究所)

刘建国 (研究员 中国科学院海洋研究所)

刘焕亮 (教授 原院长 大连水产学院)

孙大江 (研究员 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所)

李大鹏 (研究员 中国科学院海洋研究所)

李鲁晶 (高级工程师 山东省海洋水产厅渔业技术推广站)

吴仲庆 (教授 集美大学)

吴超元 (研究员 博导 原副所长 中国科学院海洋研究所)

张泽宇 (教授 副院长 大连水产学院)

张剑诚 (高级工程师 大连太平洋海珍品有限公司)

**陈介康** (研究员 辽宁省海洋水产研究院)

周文豪 (副研究员 中国农业科学院饲料研究所)

周志刚 (教授 博导 上海水产大学)

侯和胜 (教授 辽宁师范大学)

俞开康 (教授 中国海洋大学)

徐君卓 (研究员 所长 浙江省海洋水产研究所)

黄晓航 (研究员 国家海洋局第一海洋研究所)

黄樟翰 (研究员 中国水产科学研究院珠江水产研究所)

隋锡林 (研究员 辽宁省海洋水产研究院)

潘鲁青 (教授 中国海洋大学)

缪国荣 (教授 中国海洋大学)

## 序

我国水产养殖业，尤其是淡水养殖历史悠久，经验丰富，产量高，特色鲜明，闻名世界；海水养殖业发展迅速，2006年产量已占淡、海水养殖总产量的40.22%。目前，中国已成为世界上水产养殖业最发达的国家。

新中国成立以来，我国淡、海水养殖学科取得系列成果，生产技术有许多重大突破。撰著出版一部反映当代水产养殖水平的综合性学术著作，对推动我国水产养殖业发展、科技进步及国际间学术交流都具有积极的现实作用及一定的历史意义。

《中国水产养殖学》是我国水产养殖学科领域的第一部涵盖淡水养殖与海水养殖，动物养殖与植物栽培并举，理论与实践紧密结合的大型综合性著作，采取综合与比较的撰写方式，具有明显的特色和创新性。该书的主要编著者都是我国水产养殖界长期从事水产高等教育和水产科学研究的知名专家教授，具有较高的学术水平和丰富的写作经验。该著作是作者长期从事水产科学研究的积累，也是对新中国成立以来特别是近20余年来我国水产养殖科学技术创新和发展的总结，基本反映了我国水产养殖科学研究和生产技术的先进水平，在水产养殖生产、科技发展、人才培养、经营与管理及国内外学术交流诸方面具有广泛和重要的应用价值。

作为一名长期从事鱼类学和淡水生态学研究的老科技工作者，我殷切期望该书的出版对培养水产科技人才、进行学术交流，以及推动我国水产养殖业的进一步发展，都能发挥积极的作用。

中国科学院资深院士

中国科学院水生生物研究所名誉所长

刘建康

2007年8月于武汉

## Preface

Aquaculture industry in China, especially freshwater aquaculture, has a very long history, and is well-known worldwide for its abundant experiences, high production and obvious characteristics. Meanwhile, the mariculture, accounting for 40.22% of the total production (freshwater and seawater) in 2006, is developed extensively and intensively in recent years. China is the most flourishing country on aquaculture in the world.

Since the foundation of the People's Republic of China, tremendous progress has been achieved to the aquaculture sciences, as well as a series of technical innovations were applied. In this context, a book which can reflect the current status of China's aquaculture is of great significance for not only the development of this industry but also the international academic exchange.

*Aquaculture in China* is the first comprehensive publication covering the species in freshwater and seawater, aquatic animals and plants, which combines the theories and practice closely, adopts the writing style of comparison and combination, it has obvious features and creativity. The major authors of this book are well-known professors devoting in the education and research works of the aquaculture field. They are admitted by their outstanding academic attainments and valuable experience of scientific writing. This book is the authors' long-term knowledge accumulation, as well as a summary of the innovation and development of China's aquaculture industry since the foundation of the People's Republic of China, especially the recent 20 years. Standing at the frontier of the China's aquaculture sciences, it would play the pivotal and multiple roles on the aquaculture production and management, scientific personal training and academic exchange at domestic and international.

Being a senior scientist of ichthyology and freshwater ecology, I wish that this publication further facilitate the development of the nation's aquaculture industry.

Liu Jiankang

Senior Academician of the Chinese Academy of Sciences

Honor head of Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences

Wuhan, August 2007

# 前 言

1998年8月,《中国现代科学全书》编委会提议编撰一部水产养殖学专著,总结新中国成立以来我国水产养殖经验和科技成就。这一建议得到资深专家的热烈支持,年末成立了《中国水产养殖学》编委会,在有关单位领导及同仁的大力支持下,参编人员持续奋战9年完成了本书的编著任务。在科学出版社的通力合作下,《中国水产养殖学》终于与广大读者见面了。

我国水产养殖的历史悠久,经验丰富,特色鲜明,发展迅速,驰名中外。2006年我国渔业总产量达5290.40万t,居世界首位,水产养殖产量为3593.95万t,占总产量的67.93%,自1988年以来,持续19年超过捕捞产量。新中国成立之后特别是20世纪80年代以来,我国的水产养殖业与水产业出现了持续、健康、快速发展的新局面,取得了许多举世瞩目的科技成果。本书从科学技术和生产经验两方面总结和反映了我国水产养殖业的新成果和新技术,希望为21世纪我国全面建设小康社会和创新型国家,发展水产养殖业及培养人才贡献我们的微薄之力。

本书以辩证唯物主义、历史唯物主义以及科学发展观为指导思想,在内容范围及结构体系上,突破海、淡水养殖界限,以我国水产业及其养殖业建设和发展的经验及科技成就,养殖水域生态环境,水产动物育种,水产动物营养与饲料,鱼类、虾蟹类、贝类、其他经济动物(腔肠动物、棘皮动物、两栖动物、爬行动物)养殖,藻类养殖,以及水产养殖病害防治为主要内容,建立水产养殖学新体系;在技术路线上,贯彻理论与实际相结合的原则,运用综合比较的编著方式,系统阐述了水产养殖应用基础理论和养殖生产关键技术,正确处理共性和个性的辩证关系;在养殖基础理论方面,注重养殖对象的生物学特点;在养殖技术方面,注重于关键技术,将各类养殖设施和养殖技术的共性内容放在最早出现的章节中介绍。

编委会成员分别担任全书和各章的组织、撰写、汇总、修改和校阅工作;28名参编者署名于各有关章节的文后。

王吉桥教授、赵文教授和姜志强教授协助进行部分资料收集和书稿的完善工作,在此表示感谢。

由于编著者水平有限,书中难免有不足乃至错误之处,敬请读者批评指正。

对资助本书出版的大连水产学院、中国水产科学研究院珠江水产研究所,致以衷心感谢。

刘焕亮

2007年4月于大连

## Foreword

In order to summarize the experiences and scientific achievements of China's aquaculture industry since the foundation of the People's Republic of China, the suggestion to publish a book was advocated by the editorial committee of *Encyclopedia of China modern sciences* in August 1998, which was warmly welcomed by many senior scientists in the aquaculture field, and an editorial committee for *Aquaculture in China* was organized at the end of that year. After 9-year efforts by all involved authors, and under the sincere supports from both the leaders and colleagues of the related institution, the *Aquaculture in China* was eventually presented to our readers by Science Press.

Aquaculture of China has a very long history, featured abundant experiences, rapid development and obvious characteristics. The total fishery production reached 52.9040 million tons in 2006, ranking the top one in the world, within which the aquaculture production reached 35.9395 million tons accounted for 67.93%, keeping over the capture production for 19 years since 1988.

Since the foundation of the People's Republic of China, especially since 1980s, both aquaculture industry and fishery industry stepped into a new stage of sustainable, healthy and speedy development, and obtained considerable scientific achievements. These new theoretical or applicable findings could be summarized and presented through a publication as this book. Hopefully, it could contribute to the nation's aquaculture industry and personnel building, and benefit the establishment of a well-being and creative country.

This book was written under the instruction of dialectic materialism, historical materialism and scientific developmental viewpoint, and the conventional system of freshwater and seawater aquaculture was broken through by the composition and organization. The new system is built upon the scientific achievements and applicable experiences in the development of aquaculture and fishery industry, ecology in aquaculture waters, aquatic animal breeding, feed and nutrition in aquatic animals, culture of fish, crustacean, shellfish, algae and other economic animals (coelenterates, echinoderms, amphibians and reptiles), and disease control. The editorial features of this book are on the basis of both theory and practice, with which the basic theories and key techniques of aquaculture was elucidated systematically in a style of comparison and combination, while the dialectic relationship between individuality and commonness is well solved. The biological characteristics of the cultured species are highlighted theoretically; the key techniques are emphasized in the practical application, the commonness of various culture facilities and techniques are introduced when they appear first time in the con-

text.

Members of the editor committee are responsible for organization, composition, revision and correction of each appointed chapter with their names (total 28) listed behind.

Thank professor Wang Jiqiao, professor Zhao Wen and professor Jiang Zhiqiang for their supportive works on the material collection and critical reading of the manuscript.

We are grateful to, Dalian Fisheries University and Zhujiang Fisheries Institution, China Academy of Fishery Sciences.

We are pleased to accept the readers' suggestion and comments on the mistakes and shortcomings in this book.

Liu Huanliang

Dalian, April 2007

# 目 录

## 序

## 前言

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第一章 绪论                        | 1  |
| 第一节 水产养殖业与水产养殖学               | 1  |
| 第二节 水产品的营养价值                  | 2  |
| 一、主要水产经济动植物的一般营养成分            | 2  |
| 二、主要水产经济动植物的氨基酸组成与特点          | 3  |
| 三、主要水产经济动植物的脂肪酸含量与组成特点        | 5  |
| 四、主要水产经济动植物的胆固醇含量             | 7  |
| 第三节 水产养殖业在国民经济中的地位和作用         | 8  |
| 一、改善人类食物营养结构,提高人民健康水平         | 8  |
| 二、优化农业产业结构,合理开发利用国土资源         | 8  |
| 三、广开生产门路,增加农民收入               | 8  |
| 四、增加国家财政收入,为社会主义现代化建设积累资金     | 9  |
| 五、促进与水产养殖业有关的产业发展,推动相关学科的科技进步 | 9  |
| 第四节 我国水产养殖的自然资源条件             | 9  |
| 一、养殖水域广阔且潜力大                  | 9  |
| 二、养殖种类丰富且具特色                  | 10 |
| 三、气候条件优越,有利于养殖生物的生长发育         | 10 |
| 第五节 水产养殖业的发展                  | 10 |
| 一、水产养殖业简史                     | 10 |
| 二、水产业及其养殖业的发展                 | 11 |
| 三、水产业及其养殖业建设与发展的基本经验          | 13 |
| 第六节 水产养殖科技成就与展望               | 17 |
| 一、科技成就                        | 17 |
| 二、展望                          | 24 |
| 主要参考文献                        | 25 |
| 第二章 我国养殖水域生态环境                | 27 |
| 第一节 概述                        | 27 |
| 第二节 内陆养殖水域生态环境                | 28 |
| 一、内陆水域渔业分区                    | 28 |
| 二、水域自然环境条件与渔业关系               | 34 |
| 三、河流生态环境                      | 35 |
| 四、淡水湖泊生态环境                    | 44 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 五、水库生态环境·····           | 54  |
| 六、淡水池塘生态环境·····         | 61  |
| 七、盐湖生态环境与卤虫资源·····      | 65  |
| 八、盐碱地池塘生态环境·····        | 72  |
| 第三节 河口湾生态环境·····        | 76  |
| 一、概况·····               | 76  |
| 二、生态环境·····             | 76  |
| 第四节 浅海、滩涂生态环境·····      | 78  |
| 一、概况·····               | 78  |
| 二、生态环境·····             | 81  |
| 主要参考文献·····             | 90  |
| <b>第三章 水产动物育种</b> ····· | 92  |
| 第一节 概述·····             | 92  |
| 第二节 种质资源的保护·····        | 99  |
| 一、群体大小的保护·····          | 100 |
| 二、群体遗传结构的保护·····        | 101 |
| 三、种质纯洁性的保护·····         | 103 |
| 四、种质资源的合理利用·····        | 104 |
| 第三节 选择育种·····           | 106 |
| 一、选择育种的性状指标·····        | 106 |
| 二、质量性状的选择·····          | 108 |
| 三、数量性状的选择·····          | 109 |
| 四、选择育种的方法·····          | 109 |
| 五、选择育种的几项准则·····        | 111 |
| 六、选择育种的应用·····          | 112 |
| 第四节 杂交育种·····           | 113 |
| 一、杂交育种的原理·····          | 113 |
| 二、杂交育种的方法·····          | 113 |
| 三、杂交育种的关键技术·····        | 117 |
| 四、杂交育种的程序与准则·····       | 119 |
| 五、杂交育种的应用与成果·····       | 121 |
| 第五节 水产生物多倍体育种·····      | 123 |
| 一、多倍体育种原理·····          | 124 |
| 二、多倍体的人工诱导方法与研究成果·····  | 124 |
| 三、多倍体的鉴定·····           | 127 |
| 四、多倍体育种的应用及前景·····      | 128 |
| 第六节 雌核生殖和雄核生殖·····      | 129 |
| 一、雌核生殖·····             | 129 |
| 二、雄核生殖·····             | 133 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第七节 性别控制 .....           | 135 |
| 一、水产动物性别控制的意义 .....      | 135 |
| 二、性别决定及其控制原理 .....       | 135 |
| 三、水产动物性别控制的途径与技术要点 ..... | 136 |
| 四、性别控制的应用与前景 .....       | 139 |
| 第八节 育种的生物技术 .....        | 139 |
| 一、细胞核移植技术 .....          | 139 |
| 二、细胞和组织培养技术 .....        | 144 |
| 三、细胞融合技术 .....           | 149 |
| 四、核酸诱导技术 .....           | 153 |
| 五、重组 DNA 技术 .....        | 157 |
| 第九节 综合育种 .....           | 166 |
| 一、建鲤的综合育种技术路线 .....      | 166 |
| 二、高寒鲤的综合育种技术路线 .....     | 167 |
| 三、颖鲤的综合育种技术路线 .....      | 167 |
| 第十节 水产生物引种 .....         | 168 |
| 一、概述 .....               | 168 |
| 二、引种的条件 .....            | 169 |
| 三、引种的实施 .....            | 170 |
| 四、引种工作的教训 .....          | 173 |
| 第十一节 水产动物育种展望 .....      | 174 |
| 一、水产动物育种的特点 .....        | 174 |
| 二、水产动物育种工作的趋势 .....      | 175 |
| 主要参考文献 .....             | 176 |
| 第四章 水产动物营养与饲料 .....      | 184 |
| 第一节 概述 .....             | 184 |
| 一、发展概况 .....             | 184 |
| 二、营养研究与饲料业的展望 .....      | 186 |
| 三、水产动物营养、饲料与畜禽的异同 .....  | 187 |
| 第二节 水产动物的营养需求 .....      | 189 |
| 一、蛋白质和氨基酸的需要量 .....      | 189 |
| 二、脂类和必需脂肪酸的需要量 .....     | 198 |
| 三、碳水化合物的需要量 .....        | 202 |
| 四、矿物盐的需要量与缺乏症 .....      | 206 |
| 五、维生素的需要 .....           | 211 |
| 第三节 水产动物能量需求 .....       | 215 |
| 一、能量的分类与需要量 .....        | 215 |
| 二、能量收支 .....             | 217 |
| 第四节 饲料营养研究方法 .....       | 219 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 一、饲料营养价值与评价 .....          | 219 |
| 二、试验水槽中的饲养研究 .....         | 222 |
| 三、试验饲料 .....               | 226 |
| 四、饲养试验方法 .....             | 231 |
| 五、试验结果的整理和分析 .....         | 232 |
| 第五节 饲料添加剂 .....            | 233 |
| 一、概述 .....                 | 233 |
| 二、营养性添加剂 .....             | 235 |
| 三、改善饲料质量的添加剂 .....         | 247 |
| 第六节 饲料原料与抗营养因子及外源毒素 .....  | 257 |
| 一、饲料原料的种类及其特性 .....        | 257 |
| 二、抗营养因子 .....              | 261 |
| 三、外源性毒素 .....              | 265 |
| 第七节 配合饲料配制原理与技术 .....      | 267 |
| 一、概述 .....                 | 267 |
| 二、配合饲料配方设计 .....           | 269 |
| 三、不同类型配合饲料的主要差异和适宜规格 ..... | 269 |
| 第八节 配合饲料的质量管理与评价 .....     | 271 |
| 一、饲料质量管理体系 .....           | 271 |
| 二、配合饲料的储藏保管 .....          | 272 |
| 三、水产配合饲料质量的评定方法 .....      | 274 |
| 主要参考文献 .....               | 275 |
| <b>第五章 鱼类养殖</b> .....      | 285 |
| 第一节 概述 .....               | 285 |
| 一、发展概况 .....               | 285 |
| 二、科技成就 .....               | 288 |
| 第二节 主要养殖鱼类生物学 .....        | 289 |
| 一、养殖种类及其自然分布 .....         | 289 |
| 二、栖息习性与对环境条件的适应 .....      | 317 |
| 三、摄食 .....                 | 327 |
| 四、生长 .....                 | 338 |
| 五、繁殖 .....                 | 343 |
| 第三节 主要养殖鱼类的人工繁殖 .....      | 350 |
| 一、人工繁殖生物学原理 .....          | 351 |
| 二、人工繁殖生物学技术 .....          | 377 |
| 第四节 鱼苗鱼种培育 .....           | 397 |
| 一、主要养殖鱼类鱼苗、鱼种的生物学特征 .....  | 397 |
| 二、天然鱼苗的捕捞 .....            | 418 |
| 三、鱼苗培育 .....               | 421 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 四、鱼种培育 .....                 | 434 |
| 五、鱼苗鱼种运输 .....               | 438 |
| 六、北方地区鱼类冰下安全越冬 .....         | 440 |
| 第五节 食用鱼养殖 .....              | 443 |
| 一、静水池塘养殖 .....               | 443 |
| 二、流水池塘养鱼 .....               | 463 |
| 第六节 低洼盐碱地池塘养鱼 .....          | 465 |
| 一、概述 .....                   | 465 |
| 二、低洼盐碱地鱼塘台田生态工程 .....        | 467 |
| 三、低洼盐碱地池塘鱼类养殖的关键技术 .....     | 467 |
| 第七节 稻田养鱼 .....               | 468 |
| 一、概述 .....                   | 468 |
| 二、养鱼稻田的生态环境与稻鱼双丰收的原理分析 ..... | 470 |
| 三、稻田养鱼方式及基本设施 .....          | 472 |
| 四、水稻栽培与水产动物养殖的关键技术 .....     | 473 |
| 五、稻田养鱼过程管理的综合技术 .....        | 475 |
| 第八节 综合养鱼 .....               | 478 |
| 一、概述 .....                   | 478 |
| 二、综合养鱼的生态学原理和意义 .....        | 479 |
| 三、综合养鱼的主要类型 .....            | 481 |
| 第九节 鳊鲮养殖 .....               | 486 |
| 一、概述 .....                   | 486 |
| 二、生物学特点 .....                | 488 |
| 三、鳊鲮苗的捕捞、暂养和运输 .....         | 492 |
| 四、鳊鲮养殖场建设的技术要点 .....         | 493 |
| 五、苗种培育 .....                 | 494 |
| 六、食用鳊鲮饲养 .....               | 497 |
| 第十节 鲢鳙养殖 .....               | 500 |
| 一、概述 .....                   | 500 |
| 二、生物学特点 .....                | 501 |
| 三、养殖场的建设与养殖设施 .....          | 501 |
| 四、人工繁殖 .....                 | 505 |
| 五、苗种培育 .....                 | 510 |
| 六、当年鱼饲养 .....                | 512 |
| 七、食用鱼饲养 .....                | 515 |
| 八、鲢鳙网箱养殖 .....               | 516 |
| 第十一节 工厂化养鱼 .....             | 516 |
| 一、概述 .....                   | 516 |
| 二、封闭式循环流水养殖工程设施与技术要点 .....   | 520 |