




全国高等农林院校“十一五”规划教材

池塘 养鱼学

CHITANG YANGYUXUE

李家乐 主编

 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

池塘养鱼学

李家乐 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

池塘养鱼学/李家乐主编. —北京: 中国农业出版社, 2011. 3

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-15277-9

I. ①池… II. ①李… III. ①池塘养殖: 鱼类养殖—高等学校—教材 IV. ①S964.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 244801 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 100125)

策划编辑 曾丹霞

文字编辑 曾丹霞

北京机工印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 23.25

字数: 413 千字

定价: 36.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是全国高等农林院校“十一五”规划教材。全书共 9 章，比较全面系统地阐述了池塘养鱼的基本原理和应用技术，包括主要养殖鱼类的生物学、池塘养殖环境、主要养殖鱼类人工繁殖、鱼苗鱼种的培育、食用鱼的饲养、综合养鱼、活鱼运输、鱼类越冬等内容。

本书可作为高等农林院校水产养殖专业本科生的教材，也可供从事水产养殖学、水生生物学等方面推广研究的专业技术人员参考。

主 编 李家乐

副主编 王吉桥

李明云

编 者 (按姓名笔画排序)

王吉桥 (大连海洋大学)

尹海富 (东北农业大学)

吉 红 (西北农林科技大学)

朱春华 (广东海洋大学)

李应森 (上海海洋大学)

李明云 (宁波大学)

李家乐 (上海海洋大学)

夏艳洁 (吉林农业大学)

黄辨非 (长江大学)

樊启学 (华中农业大学)

审 稿 谭玉钧 (上海海洋大学)

刘焕亮 (大连海洋大学)

前 言

池塘养鱼在我国有悠久的历史，是我国的传统产业，是我国水产品生产的主要途径。池塘养鱼在保护生态环境、促进经济发展、改善人民生活中有着重要作用。改革开放三十年来，我国池塘养鱼的基础理论和应用技术迅速提高，使我国池塘养鱼技术一直居于世界之首，为我国成为世界第一水产大国做出了重要贡献。为了系统地总结池塘养鱼的经验，特别是近十年来的科技成果，更好地培养池塘养鱼人才，在前人工作的基础上，我们组织编写了这本《池塘养鱼学》教材。

本书系统地阐述了池塘养鱼的基本原理与应用技术，着重反映了我国池塘养鱼技术的具有先进水平的科技成果以及在国际上的重要地位，并注意反映本学科的国内外研究进展及动向，以保持本书的先进性与完整性。另外，本书的撰稿人都是各学校池塘养鱼学或相近课程的主讲教师，有丰富的教学经验，书稿内容与撰稿人所从事的教学改革、科学研究紧密结合，有的撰稿人还是该领域有成就的专家，在科研上作出了杰出贡献。他们的参与使本书增色不少。

本书由本人任主编，王吉桥、李明云任副主编。具体编写分工如下：李家乐编写第一章，王吉桥编写第二章，吉红编写第三章，李明云和樊启学编写第四章，朱春华编写第五章，李应森和李家乐编写第六章，尹海富编写第七章，黄辨非编写第八章，夏艳洁编写第九章，最后由本人统稿、定稿。我们的合作是真诚和愉快的。我

对我的恩师谭玉钧教授怀有特别深厚的感情，是他指引我踏入水产养殖学科的殿堂。他全力支持、鼓励我承担这本教材的编写任务，他不顾年老多病，积极参与本书的大纲制定和初稿审阅。同时，我也要感谢原大连水产学院院长刘焕亮教授，他以一贯严谨的治学态度，逐字逐句看完了这本书稿，并提出了很多宝贵的修改意见。

中国农业出版社在本书出版过程中给予我们不少帮助。另外，在本书撰写过程中，还得到了各位编者所在学校的领导、同事和研究生的热忱关心、多方支持和大力协助，在此一并致以诚挚的谢意。

撰写《池塘养鱼学》这样一本教材，对我们来说是一项既光荣又艰巨的任务，尽管我们为此尽了很大努力，但由于水平有限，书中难免会有欠妥之处，恳请广大读者批评指正。

李家乐

2010年12月于上海海洋大学

目 录

前言

第一章 绪论	1
一、池塘养鱼学	1
二、新中国成立前我国池塘养鱼简史	2
三、新中国成立后我国池塘养鱼的发展历史	3
四、我国池塘养鱼取得的成就	6
五、我国池塘养鱼的特色	10
六、我国池塘养鱼的发展趋势	12
复习思考题	13
主要参考文献	14
第二章 主要养殖鱼类的生物学	15
第一节 形态特征	15
一、鲤形目主要养殖鱼类	15
二、鲈形目主要养殖鱼类	18
三、鲉形目主要养殖鱼类	23
四、鲑形目主要养殖鱼类	24
五、鲷形目主要养殖鱼类	25
六、鲆形目主要养殖鱼类	27
七、鲹形目主要养殖鱼类	27
八、鲑形目主要养殖鱼类	28
九、鲟形目主要养殖鱼类	29
十、其他目所属的主要养殖鱼类	30
第二节 食性	31
一、滤食性鱼类	31
二、捕食性鱼类	39
第三节 生长	43
一、鱼类的生长特点	43

二、几种主要养殖鱼类的生长特点	43
第四节 繁殖	55
一、产浮性卵鱼类的繁殖生物学	56
二、产漂流性卵鱼类的繁殖生物学	58
三、产沉性卵鱼类的繁殖生物学	61
四、产黏性卵鱼类的繁殖生物学	63
第五节 栖息习性	66
一、栖息水层和场所	66
二、对环境条件的适应	68
复习思考题	76
主要参考文献	77
第三章 池塘养殖环境	80
第一节 池塘的非生物环境	80
一、池水的物理性质	80
二、池水的化学性质	84
第二节 池塘的生物环境	94
一、浮游生物	94
二、底栖动物	100
三、高等水生植物	101
四、附生藻类	101
五、微生物	102
第三节 池塘环境调控	103
一、池塘水质调控	103
二、池塘底质调控	110
复习思考题	113
主要参考文献	113
第四章 主要养殖鱼类人工繁殖	116
第一节 鱼类人工繁殖的生物学	116
一、卵细胞发育和卵巢的分期	116
二、精子发育和精巢的分期	119
三、性腺发育周期与生殖力	120
四、性腺发育与环境条件	122

第二节 亲鱼的选择与培育	125
一、亲鱼培育池的条件与清整	125
二、亲鱼的选择与运输	126
三、亲鱼培育	130
四、亲鱼提前产卵的意义和措施	133
第三节 人工催产与受精	135
一、催产的基本原理	135
二、人工催产前的准备	137
三、人工催产的季节	144
四、催情亲鱼的选择与配组	145
五、催情剂的注射	147
六、效应时间	153
七、产卵	155
第四节 人工孵化与管理	159
一、胚胎发育	160
二、人工孵化前准备	163
三、孵化的环境条件	164
四、孵化的操作与管理	167
五、受精率、孵化率和出苗率的计算	170
复习思考题	171
主要参考文献	172
第五章 鱼苗、鱼种的培育	174
第一节 鱼苗、鱼种的生物学	174
一、鱼苗、鱼种的分期及形态	174
二、鱼苗、鱼种的食性与摄食	176
三、鱼苗、鱼种的生长	186
四、鱼苗的质量鉴别	191
第二节 鱼苗的培育	192
一、静水土池塘鱼苗培育	193
二、室内水泥池鱼苗培育	204
第三节 鱼种的培育	211
一、室外土池塘培育鱼种	212
二、室内水泥池培育鱼种	218

三、网箱培育鱼种	219
复习思考题	220
主要参考文献	220
第六章 食用鱼的饲养	224
第一节 食用鱼养殖概述	224
一、食用鱼养殖的技术经济考核指标	224
二、养殖周期	225
第二节 池塘准备	227
一、池塘条件	227
二、池塘改造	230
三、池塘的平整	230
四、盐碱地鱼池水质特点及其改造	231
第三节 鱼种放养	232
一、鱼种规格	233
二、鱼种来源	233
三、鱼种放养时间	234
第四节 混养搭配和放养密度	234
一、混养的优点	234
二、混养的生物学基础——主要养殖鱼类之间的关系	235
三、确定主养鱼类和配养鱼类	237
四、混养类型及生产模式	238
五、放养模式设计	244
六、放养密度	245
第五节 轮捕轮放与套养鱼种	246
一、轮捕轮放的作用	246
二、轮捕轮放的条件	247
三、轮捕轮放的方法	248
四、套养鱼种	248
第六节 施肥与投饲	250
一、池塘施肥	250
二、投饲	252
第七节 日常管理	255
一、池塘管理的基本要求	255

二、池塘管理的基本内容	257
三、池塘水质调控	257
第八节 “八字精养法”综述	268
复习思考题	270
主要参考文献	270
第七章 综合养鱼	273
第一节 综合养鱼的原理	274
一、综合养鱼的生物学原理	274
二、综合养鱼的特点	274
三、综合养鱼的意义	276
第二节 综合养鱼的模式	278
一、鱼-渔综合经营模式	278
二、渔-农综合经营模式	278
三、渔-牧综合经营模式	284
四、渔-畜-农综合经营模式	289
五、基塘体系	291
六、多层次综合利用养殖模式	292
第三节 稻田养鱼	295
一、稻田养鱼的历史和现状	296
二、稻鱼共生理论	298
三、稻田养鱼技术	300
复习思考题	310
主要参考文献	310
第八章 活鱼运输	312
第一节 影响运输存活率的因素	312
一、溶解氧	312
二、水温	314
三、其他理化因子	315
四、鱼的体质	316
第二节 运输工具和运输前的准备	317
一、运输工具	317
二、运输前的准备	321

第三节 运输方法	322
一、密封式运输	322
二、开放式运输	324
三、无水湿法运输	327
四、麻醉运输	328
五、低温无水运输	330
六、模拟保活运输	331
复习思考题	332
主要参考文献	332
第九章 鱼类越冬	333
第一节 越冬期池塘环境条件的特点	333
一、水文和物理状况	333
二、气体状况	335
三、pH	338
四、营养盐类	338
五、底质	338
六、生物状况	339
第二节 鱼类在越冬期的生理状况	340
第三节 鱼类安全越冬技术	343
一、越冬池塘的选择及处理	343
二、越冬鱼的选择及消毒处理	344
三、鱼类越冬期的管理	344
第四节 鱼类在越冬期死亡的原因	348
一、鱼类在越冬期死亡的原因	348
二、鱼类在越冬期死亡事例原因分析及采取的措施	349
第五节 生物增氧技术	354
一、生物增氧概念	354
二、生物增氧技术	355
复习思考题	357
主要参考文献	357

第一章 绪 论

我国现有淡水池塘水面 214.5 万 hm^2 ，约占内陆养殖面积的 43%，但由于池塘面积较小，有利于人工控制水体环境条件，科学管理，容易实行精养，因此池塘养鱼在我国已经成为淡水养殖业的一个重要组成部分。改革开放以来，沿海、盐碱地区池塘养殖面积和产量提高很快。2008 年我国水产养殖总产量达 3 412.82 万 t，其中池塘养殖 1 600.87 万 t，占水产养殖总产量的 46.91%，约占世界水产养殖产量的 32.84%。因此池塘养鱼在我国整个水产养殖产业，乃至世界水产养殖业中均占有举足轻重的地位。

美国著名农业和生态学者莱斯特·布朗曾经在 1994 年以一本《谁来养活中国》震动了中国和世界。2008 年 7 月，他来到中国，在接受《环球时报》记者采访时指出，改革开放三十年中国对世界的最大贡献是计划生育和淡水渔业。布朗先生这里所说的淡水渔业主要指池塘养鱼。

一、池塘养鱼学

池塘养鱼学是一门主要运用养殖鱼类的生活习性、生长和繁殖等知识研究鱼类在池塘条件下进行养殖的自然科学。池塘养鱼学以研究养殖对象的生态、生理、个体发育和群体生长为基础，以人工小水体为前提，在人工控制的条件下，研究经济鱼类的人工繁殖、苗种培育、养殖技术等。其目的是保护和合理开发我国人工小水体的环境，提高单位面积鱼产量和经济效益，为人类提供优质的鱼体蛋白质。从学科性质来说，它是一门应用科学，除了自身的系统性和理论性外，还具有很强的实践性。

池塘鱼类养殖包括四个阶段：亲鱼经过人工繁殖取得鱼苗；鱼苗经过数十天至数月培育成鱼种；鱼种经过数月或 1~3 年养成食用鱼；食用鱼经挑选培育成供繁殖用的亲鱼。池塘养鱼则完整地包括上述四个生产阶段。

从发展历史看，池塘养鱼业，其水体数量多、分布广，生产规模灵活，产量高，养殖战线短、风险小、投资少、收效快，经济效益显著。在长期的实践过程中，池塘养鱼已形成一整套完整而成熟的技术体系和管理体系。我国的池塘养鱼业，无论在养鱼历史、养殖技术，还是在养殖面积、单位面积产量和养

殖总产量等方面早已闻名于世。

池塘养鱼学的基础是水生物学、鱼类学、鱼类生态学、鱼类生理学、水环境化学等学科，它们的互相渗透、互相交融成为池塘养鱼学的学科基础。池塘养鱼学还与鱼类营养与饵料、鱼类病害防治、鱼类育种学以及养殖工程、水产养殖企业管理等学科密切交叉。只有综合应用这些学科，才能发展我国的池塘养鱼学。

二、新中国成立前我国池塘养鱼简史

我国是世界上开展池塘养鱼最早的国家，养鱼历史悠久、技术精湛。依据殷墟出土的甲骨卜辞，有“贞其雨，在圃鱼”，“在圃鱼，十一月”等文字，证明我国殷商时代即开始在池塘中养鱼，距今已有 3 000 多年。

早在公元前 460 年左右的春秋战国时代，我国池塘养鱼史上的始祖范蠡就著有《养鱼经》，成为世界上最早的一部养鱼著作。《养鱼经》对鲤养殖场的池塘条件、人工控制下的鲤繁殖方法、养鱼的密度以及捕鱼的时间与数量等重要生产环节都有明确的叙述，可以看出当时我国池塘养鲤业已经积累了丰富而宝贵的经验。书中还特别强调了养鱼的经济收益，指出“治生之法有五，水畜第一”，可见很早以前我国劳动人民就已经知道池塘养鱼是一项投资小、收益大的生产行业。

在公元前 206 年至公元 220 年的汉代，养鲤业更加普遍盛行，除在池塘中养殖外，还发展到较大水体中养殖。例如，《史记》中载有“水居千石鱼陂”，以及《西京杂记》、班固《前汉书》的《武帝本纪》、《三辅故事》中都记载了在长安昆明池等开展养鱼的史实。

在公元 618—907 年的唐代，一方面由于生产力的发展，人们已不满足于单一鱼类的养殖，扩大养殖种类，开发其他鱼类的饲养已成为必然趋势；另一方面，由于唐代帝王姓李，李与鲤同音，认为“鲤”是皇族的象征，以鲤为食，有失皇姓尊严，法律禁止人民捕食鲤。在这两种因素的促进下，发展了草鱼、青鱼、鲢、鳙的饲养。从单一养殖种类转到多种鱼类混养，是我国池塘养鱼历史上的一个重大转折，使我国的池塘养鱼业跨进了一个新的发展阶段。

在公元 960—1279 年的宋朝，长江和珠江张捕的草鱼、青鱼、鲢、鳙的鱼苗运输到各地进行饲养已很发达。据周密的《癸辛杂记》记载，从长江张捕的鱼苗已运销到江西、福建和浙江等地。这证明从唐朝到宋朝的五百多年间，鱼苗的张捕、运输和饲养已经相当发达，池塘养鱼地区也相当辽阔。

在公元 1368—1644 年的明朝，我国的池塘养鱼业有了很大进展，养鱼技术更全面，生产经验更丰富、更细致、更系统。此期，黄省曾的《养鱼经》和

徐光启的《农政全书》，对养鱼的全过程，包括鱼池的构造、放养密度、混养、轮养、投饵施肥、鱼病防治等均有详细的论述，对饲养草鱼、青鱼、鲢、鳙的方法记载得更为完整。这时，我国的池塘养鱼已从粗养逐步向精养发展。

在此阶段，沿海咸淡水养殖开始发展，特别是对沿海池塘饲养鲷已有明确的记述。

在公元 1644—1911 年的清朝，在屈大均的《广东新语》中，对鱼苗的生产季节、鱼苗习性、鱼苗的过筛分类方法和运输，都有较详细的记载。

我国的池塘养鱼业虽然历史悠久，技术精湛，但在 1949 年前，由于帝国主义的侵略和封建主义、官僚资本主义的腐朽没落与压迫剥削，池塘养鱼没有得到应有的发展。

三、新中国成立后我国池塘养鱼的发展历史

新中国成立后，我国池塘养鱼业得到了蓬勃的发展，大体经历了以下五个时期。

1949—1957 年，这是三年恢复和第一个五年计划时期。在此期间，渔区进行了民主改革，解除了旧的生产关系对发展池塘养鱼业的束缚，大大激发了渔民养鱼生产的积极性，使池塘养鱼业得到了迅速的恢复和发展。1957 年，淡水鱼总产量达到 118 万 t，比 1950 年 36.6 万 t 增长了两倍多，比 20 世纪上半叶最高水平 1936 年的 50 万 t 增长了一倍多。

1958—1965 年，这是渔业发展方针上的争论时期。在此期间，我国池塘养鱼业在理论和技术上完成了两件大事：一是 1958 年家鱼人工繁殖试验成功，为我国池塘养鱼业的大发展奠定了扎实的基础；二是总结渔民群众丰富的池塘养鱼经验，将其概括为“水、种、饵、混、密、轮、防、管”八个技术关键，简称“八字精养法”，并将其上升到理论，从而建立起我国池塘养鱼完整的技术体系。这两件大事为我国池塘养鱼产业的发展发挥了重要作用。与此同时，在渔业发展总方针上，展开了“养捕之争”的全国性讨论，最终确定了我国渔业采取“养捕并举”的方针，从而开始改变以往以捕为主的渔业方针和管理体制。1959 年，我国淡水鱼总产量达到 123 万 t，创造了当时历史上的最高纪录。

1966—1976 年，这是我国池塘养鱼业的徘徊时期。受当时“左倾”政治思潮的影响，养鱼生产徘徊不前。1976 年，全国淡水鱼总产只有 105.6 万 t，比 1959 年减产 14.14%。在这 10 年中，虽然我国淡水鱼类产量一直徘徊在 100 万 t 左右，但广大水产养殖工作者还是努力克服困难，积极发展池塘养鱼生产。渔区连家渔船陆上定居，落实池塘养鱼基地，改捕捞为养殖，扭转了淡

水渔区酷鱼滥捕、破坏水产资源的现象。同时，为了解决城市人民吃鱼难问题，对全国有条件的大中城市进行城郊池塘养鱼基地建设，推动了城郊池塘养鱼业的发展。

1977年到20世纪末，这是我国池塘养鱼业高速发展的时期。特别是1978年以来，随着我国实行改革开放政策，农村逐步落实各项经济政策，调整了生产关系和农业产业结构，使农村经济向专业化、商品化、现代化转变。根据农村经济的改革和渔业生产发展的要求，发展渔业的方针也相应地做了一系列的调整。例如，我国渔业发展的总方针调整为“以养为主，养殖、捕捞、加工并举，因地制宜，各有侧重”；后来又具体化为“大力发展海、淡水养殖业，保护、增殖和合理利用近海资源，积极发展外海、远洋渔业，狠抓流通和加工，强化法制管理”；在水产品经营上，取消派购计划，开放水产品市场，搞活经营方式，实行多渠道的竞争经营等政策。这些根本性的措施大大地调动了广大生产者对池塘养鱼的积极性，使池塘养殖面积扩大，养殖对象由近20种发展到100多种。特别是我国海水鱼类的集约化养殖，从无到有，从小到大，迅猛发展。因此，全国池塘养鱼的单位面积产量普遍上升，使海、淡水养殖总产量大幅度增长。详见表1-1。

表 1-1 我国水产品产量与结构分析 (10⁴t)

时间	总产量	海洋捕捞	海水养殖	淡水捕捞	淡水养殖	养殖总产量	养殖产量/ 总产量
1976	507.42	346.58	52.03	34.74	74.07	126.10	24.85%
1977	539.46	354.66	74.11	33.86	76.83	150.94	27.98%
1978	536.61	349.12	78.66	32.60	76.23	154.89	28.86%
1979	459.19	307.79	72.78	33.29	81.33	154.11	33.56%
1980	517.35	312.21	77.75	37.24	90.15	167.90	32.45%
1981	529.04	307.93	80.17	39.53	101.41	181.58	34.32%
1982	590.24	343.92	86.57	39.03	120.72	207.29	35.12%
1983	624.63	341.03	95.39	45.39	142.82	238.21	38.14%
1984	707.98	366.88	111.74	48.25	181.11	292.85	41.36%
1985	801.69	389.86	124.65	52.26	237.92	362.57	45.23%
1986	935.76	432.21	150.08	58.32	295.15	445.23	47.58%
1987	1 091.93	486.30	192.61	64.61	348.41	541.02	49.55%
1988	1 225.32	514.30	249.29	71.98	389.75	639.04	52.15%
1989	1 332.58	559.04	275.73	80.78	417.03	692.76	51.99%