



普通高等教育“十一五”国家级规划教材




普通高等教育农业部“十二五”规划教材

全国高等农林院校“十二五”规划教材

水生生物学

第二版

赵文主编

 中国农业出版社

内 容 简 介

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

水生生物学

第二版

赵文主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水生生物学/赵文主编. —2版. —北京: 中国农业出版社, 2015. 11

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-20948-0

I. ①水… II. ①赵… III. ①水生生物学—高等学校—教材 IV. ①Q17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 228936 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 曾丹霞

北京中新伟业印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2005 年 8 月第 1 版 2016 年 1 月第 2 版

2016 年 1 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 33.5

字数: 808 千字

定价: 54.50 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

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材。全书分6篇，主要介绍了水生生物的形态分类及生态特点，包括浮游植物（蓝藻、硅藻、金藻、黄藻、隐藻、甲藻、裸藻和绿藻），浮游动物（原生动物、轮虫、枝角类、桡足类、毛颚动物、被囊动物、腔肠动物、浮游软体动物、浮游多毛类、浮游幼虫），底栖动物（环节动物、底栖软体动物、其他甲壳动物、水生昆虫、棘皮动物等），水生大型植物（红藻、褐藻、轮藻和水生维管束植物）。此外还介绍了水产饵料生物的培养（增殖）和水生生物的研究方法。

本书可作为高等院校水产养殖、水生生物学、环境工程、环境科学等专业的教材，也可供从事相关专业的科技人员参考。

第二版编审人员名单



主 编 赵 文 (大连海洋大学)

副主编 (按姓名笔画排序)

王丽卿 (上海海洋大学)

王高学 (西北农林科技大学)

参 编 (按姓名笔画排序)

王晓清 (湖南农业大学)

刘 青 (大连海洋大学)

李志琼 (四川农业大学)

张树林 (天津农学院)

韩 英 (东北农业大学)

审 稿 何志辉 (大连海洋大学)

第一版编审人员名单



主 编 赵 文 (大连水产学院)

副主编(按姓名笔画排序)

王丽卿 (上海水产大学)

王高学 (西北农林科技大学)

参 编(按姓名笔画排序)

王晓清 (湖南农业大学)

刘 青 (大连水产学院)

李志琼 (四川农业大学)

张树林 (天津农学院)

韩 英 (东北农业大学)

审 稿 何志辉 (大连水产学院)

第二版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材，编写过程中尽可能贯彻起点高、目标清、内容新、形式活的原则，体现培养具有创新精神、实践能力和创业魄力的高素质人才的精神，以实现水产养殖专业技术人才的培养目标。本书章节安排符合由浅入深、由单一到综合、由简单到复杂的认识规律，兼具科学性、先进性，适应 21 世纪高校教学改革需要。本书为 2005 年版的修订版，未做大的改动。由于近年来分子生物学的飞速发展，水生生物的分类做了一些厘定。本书仍采用浮游植物、浮游动物、底栖动物和水生大型植物等生态分类体系。

本书除可作为高等院校水产养殖、水生生物学、环境工程专业的教材外，还可供相关专业科技人员参考。

全书分 6 篇，主要介绍了水生生物的形态分类及生态特点，包括浮游植物（蓝藻、硅藻、金藻、黄藻、隐藻、甲藻、裸藻和绿藻），浮游动物（原生动物、轮虫、枝角类、桡足类、毛颚动物、被囊动物、腔肠动物、浮游软体动物、浮游多毛类、浮游幼虫），底栖动物（环节动物、底栖软体动物、其他甲壳动物、水生昆虫、棘皮动物等），水生大型植物（红藻、褐藻、轮藻和水生维管束植物）。此外还介绍了水产饵料生物的培养（增殖）和水生生物的研究方法。

本书由赵文主编，王高学和王丽卿为副主编。共有 7 所高校参加编写。绪论，第一篇第一、七章，第二篇第二、五、六、七、八章，第四篇第一、二章，第五篇和第六篇第一、二、三章由赵文执笔；第二篇第一章，第三篇第一、四章由王高学执笔；第二篇第四章，第三篇第三章和第六篇第四章由王丽卿执笔；第三篇第二、五、六章由张树林执笔；第一篇第二、八章和第四篇的第三章由

李志琼执笔；第一篇第三、四、五章由刘青执笔；第一篇第六、九章由韩英执笔；第二篇第三章，第四篇第四章由王晓清执笔。最后由赵文统稿并做了大量修改和补充。

大连海洋大学何志辉教授在百忙之中对书稿进行了认真、仔细的审阅和修改，并提出很多建设性意见，在此谨致以最诚挚的谢意。

在本书编写过程中，得到各参编单位领导的大力支持。在统稿过程中，大连海洋大学孙静娴、刘俊鹏老师，研究生张琳、殷旭旺、霍元子等同志做了大量校勘、绘图工作。在此对领导和同志们的关心、支持和帮助表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，疏漏之处在所难免，希望广大读者批评指正。

编者

2014年6月

第一版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，编写过程中尽可能贯彻起点高、目标清、内容新、形式活的原则，体现培养具有创新精神、实践能力和创业魄力的高素质人才的精神，以实现水产养殖学专业技术人才的培养目标。本书章节安排符合由浅入深、由单一到综合、由简单到复杂的认识规律，兼具科学性、先进性，适应 21 世纪高校教学改革需要。2002 年李永函、赵文出版过一本《水产饵料生物学》，被很多院校相关专业采用。本书以此为基础，增加了近年来该领域的许多新进展，内容有所扩充。

本书除可作为高等院校水产养殖学、水生生物学、环境工程专业的教材外，还可供相关专业科技人员参考。

全书分 6 篇 33 章，主要介绍了水生生物的形态分类及生态特点，包括浮游植物（蓝藻、硅藻、金藻、黄藻、隐藻、甲藻、裸藻和绿藻），浮游动物（原生动物、轮虫、枝角类、桡足类、毛颚动物、被囊动物、腔肠动物、浮游软体动物、浮游多毛类、浮游幼虫），底栖动物（环节动物、底栖软体动物、其他甲壳动物、水生昆虫、棘皮动物等），水生大型植物（红藻、褐藻、轮藻和水生维管束植物）。此外还介绍了水产饵料生物的培养增殖和水生生物的研究方法。

本书由赵文教授主编，王高学和王丽卿为副主编。共有 7 所高校参加编写。绪论，第一篇第一、七章，第二篇第二、五、六、七、八章，第四篇第一、二章，第五篇和第六篇第一、二、三章由赵文执笔；第二篇第一章，第三篇第一、四章由王高学执笔；第二篇第四章，第三篇第三章和第六篇第四章由王丽卿执笔；第三篇第二、五、六章由张树林执笔；第一篇第二、八章和第四篇的第三章由李志琼执笔；第一篇第三、四、五章由刘青执笔；第一篇第六、九章由韩英执笔；第二篇第三章，第四篇第四章由王晓清执笔。最后由赵文统稿并做了大量修改和补充。

大连水产学院何志辉教授在百忙之中对书稿进行了认真、仔细的审阅和修

改,并提出很多建设性意见,在此谨致以最诚挚的谢意。

在本书编写过程中,得到各参编单位领导的大力支持。在统稿过程中,大连水产学院孙静娴、刘俊鹏老师,研究生张琳、殷旭旺、霍元子等同志做了大量校勘、绘图工作。在此对领导和同志们的关心、支持和帮助表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,疏漏之处在所难免,希望广大读者批评指正。

编者

2005年4月

目 录

第二版前言

第一版前言

绪论 1

第一篇 浮游植物

第一章 藻类概述 7

第一节 藻类的主要特征 7

第二节 藻类的形态构造 8

第三节 藻类的生殖方式 10

第四节 藻类的分类 13

第五节 藻类的生态分布和意义 14

复习思考题 16

第二章 蓝藻门 Cyanophyta 16

第一节 蓝藻的形态构造 16

第二节 蓝藻的生殖 18

第三节 蓝藻的分类 19

第四节 蓝藻的生态分布和意义 30

复习思考题 31

第三章 硅藻门 Bacillariophyta 31

第一节 硅藻的形态构造 31

第二节 硅藻的生殖 35

第三节 硅藻的分类 36

第四节 硅藻的生态分布和意义 61

复习思考题 62

第四章 金藻门 Chrysophyta 62

第一节 金藻的形态构造 62

第二节 金藻的生殖 62

第三节 金藻的分类 63

第四节 金藻的生态分布和意义 69

复习思考题	69
第五章 黄藻门 Xanthophyta	69
第一节 黄藻的形态构造	69
第二节 黄藻的生殖	70
第三节 黄藻的分类	70
第四节 黄藻的生态分布和意义	75
复习思考题	75
第六章 隐藻门 Cryptophyta	75
第一节 隐藻的形态构造	75
第二节 隐藻的生殖	76
第三节 隐藻的分类	76
第四节 隐藻的生态分布和意义	78
复习思考题	78
第七章 甲藻门 Pyrrophyta	78
第一节 甲藻的形态构造	78
第二节 甲藻的生殖	80
第三节 甲藻的分类	80
第四节 甲藻的生态分布和意义	91
复习思考题	92
第八章 裸藻门 Euglenophyta	92
第一节 裸藻的形态构造	92
第二节 裸藻的生殖	93
第三节 裸藻的分类	93
第四节 裸藻的生态分布和意义	99
复习思考题	99
第九章 绿藻门 Chlorophyta	100
第一节 绿藻的形态构造	100
第二节 绿藻的生殖	100
第三节 绿藻的分类	101
第四节 绿藻的生态分布和意义	125
复习思考题	126

第二篇 浮游动物

第一章 原生动物	127
第一节 原生动物的形态构造	128

第二节 原生动物的生理机能	131
第三节 原生动物的分类	137
第四节 原生动物的生态分布和意义	156
复习思考题	159
第二章 轮虫	159
第一节 轮虫的形态构造	160
第二节 轮虫的生长发育与生活史	163
第三节 轮虫的分类	165
第四节 轮虫的生态分布和意义	180
复习思考题	181
第三章 枝角类	181
第一节 枝角类的外部形态构造	181
第二节 枝角类的内部构造与功能	184
第三节 枝角类的生长、生殖、发育及其影响因素	186
第四节 枝角类的分类	189
第五节 枝角类的生态分布和意义	202
复习思考题	203
第四章 桡足类	203
第一节 桡足类的形态构造和生殖发育特点	204
第二节 桡足类的分类	210
第三节 桡足类的生态分布和意义	223
复习思考题	224
第五章 毛颚动物	224
第一节 毛颚动物的基本形态构造	225
第二节 毛颚动物的分类	228
第三节 毛颚动物的生态分布和意义	230
复习思考题	232
第六章 被囊动物	232
第一节 有尾纲	232
第二节 海樽纲	234
第三节 被囊动物的生态分布和意义	237
复习思考题	238
第七章 其他浮游动物	238
第一节 腔肠动物门 Coelenterata	238

第二节 浮游软体动物 Planktonic Mollusca	241
第三节 浮游多毛类 Plantonic Polychaeta	243
复习思考题	245
第八章 浮游幼虫	245
第一节 各类动物的浮游幼虫	246
第二节 浮游幼虫的生态特点	254
第三节 浮游幼虫的生物学	256
复习思考题	258
第三篇 底栖动物	
第一章 环节动物门 Annelida	259
第一节 多毛纲 Polychaeta	260
第二节 寡毛纲 Oligochaeta	274
复习思考题	279
第二章 软体动物门 Mollusca	280
第一节 腹足类 Gastropoda	280
第二节 双壳类 Bivalvia	293
第三节 头足纲 Cephalopoda	309
复习思考题	316
第三章 其他甲壳动物	317
第一节 无甲类 Anostraca	317
第二节 背甲类 Notostraca	320
第三节 贝甲类 Conchostraca	320
第四节 介形类 Ostracoda	321
第五节 糠虾类 Mysidacea	323
第六节 等足类 Isopoda	326
第七节 端足类 Amphipoda	328
第八节 磷虾类 Euphausiacea	331
第九节 口足类 Stomatopoda	334
第十节 十足类 Decapoda	337
第十一节 蔓足类 Cirripedia	361
复习思考题	365
第四章 水生昆虫	365
第一节 形态和功能	366
第二节 分类	370

复习思考题	397
第五章 棘皮动物门 Echinodermata	398
第一节 棘皮动物的基本特征	398
第二节 海百合纲 Crinoidea	399
第三节 海参纲 Holothuroidea	401
第四节 海星纲 Asteroidea	404
第五节 海胆纲 Echinoidea	407
第六节 蛇尾纲 Ophiuroidea	411
第七节 棘皮动物的经济意义	414
复习思考题	414
第六章 苔藓动物门 Bryozoa、腕足动物门 Brachiopoda 和帚虫动物门 Phoronida ..	414
第一节 苔藓动物门 Bryozoa	414
第二节 腕足动物门 Brachiopoda	417
第三节 帚虫动物门 Phoronida	419
复习思考题	421
第四篇 水生大型植物	
第一章 红藻门 Rhodophyta	422
第一节 红藻的形态构造	422
第二节 红藻的生殖	422
第三节 红藻的分类	423
第四节 红藻的生态分布和意义	425
复习思考题	425
第二章 褐藻门 Phaeophyta	425
第一节 褐藻的形态构造	425
第二节 褐藻的生殖	426
第三节 褐藻的分类	427
第四节 褐藻的生态分布和意义	429
复习思考题	430
第三章 轮藻门 Charophyta	430
第一节 轮藻的形态构造	430
第二节 轮藻的分类	431
第三节 轮藻的生态分布和意义	432
复习思考题	432

第四章 水生维管束植物	432
第一节 营养器官的形态学特征及对水环境的适应	432
第二节 繁殖	437
第三节 常见种类	439
第四节 生态分布和意义	457
复习思考题	459

第五篇 水产饵料生物的培养(增殖)

第一章 水产饵料生物的室内培养	460
第一节 藻类培养方法简介	460
第二节 浮游动物集约化培养简介	467
复习思考题	480
第二章 水产饵料生物的敞池增殖	480
第一节 浮游植物的敞池增殖	480
第二节 浮游动物的敞池增殖	484

第六篇 水生生物的研究方法

第一章 浮游植物采集定量方法	490
第一节 浮游植物生物量的测定	490
第二节 浮游植物叶绿素 a 含量的测定	498
第二章 浮游动物生物量的测定方法	500
第三章 底栖动物调查方法	507
第四章 水生维管束植物采集及定量方法	511
主要参考文献	517

绪 论

(一) 水生生物学的定义、内容和任务 水生生物学 (hydrobiology) 广义上说是研究水中生活的各种生物生命活动的规律和控制利用的科学, 范围十分广泛, 包括水生生物形态、分类、生理、生态、生化各个方面。20 世纪以来, 随着生态学的成长, 水生生物学在发展过程中不断充实生态学的内容和方向, 实质上已经成为水域生态学的同义词。但根据在水产高校教学计划中的地位和分工, 本课程则着重研究水产饵料生物的形态、分类、个体生态和渔业利用。

水产饵料生物包括浮游植物、浮游动物、底栖植物、底栖动物。在系统分类上主要属于藻类、水生维管束植物和无脊椎动物。为了兼顾学科的系统性和不同院校的需要, 本书内容中也包括一些非饵料生物。

水生生物学主要介绍水生生物的形态、分类和生态意义, 并以此来研究各种生物在分类系统中的地位, 掌握鉴别方法和步骤, 用来探讨生物的系统演化、地理分布、生物学和经济意义等。水生微生物学、鱼类学等目前都已发展为独立的学科或课程, 所以本门课程没有涉及这些内容。

学习水生生物学的目的就是掌握水生生物的形态、分类和生态方面的基础知识, 为保护水域生物多样性、发展水产养殖、合理利用渔业资源等打下坚实的基础。

(二) 水生生物学的发展简史 几乎任何天然水体都有生命存在, 人类在接触和利用海洋、湖川、池沼等各类水域的过程中逐渐发现和记录了水生生物的种类及其分布和生活史, 并对其生物学、生态学和控制利用研究逐步深入。亚里士多德最早系统地整理了生物学的知识, 建立了分类系统。18 世纪初, 就有一些科学家从事水生生物的形态与分类的研究。但首先注意的是鱼类和其他大型水生动物。而对小型生物的研究是在列文虎克 (1632—1723) 研制出显微镜后才开始的。列文虎克首先发现轮虫和一些单细胞生物。林奈 (C. Linnaeus) 的《自然系统》确定双名法, 给现代分类学奠定了基础。海洋探险促进了水生生物学的发展。早在 1815 年, Forbes 就用底拖网采集了海岸底栖生物并观察了其分带现象。1845 年穆勒 (J. Muller) 在德国沿海用浮游生物网采集浮游生物并进行浮游生物研究。1867 年德国人汉生 (Hensen) 率远征队去大西洋采集和调查浮游生物的种类和分布, 首先创用了“浮游生物 (plankton)”一词。1868 年穆勒首次用拖网在瑞士湖泊采到浮游生物并做了很多分类工作。1869 年瑞士学者佛列尔 (F. A. Forel, 1841—1912) 研究了日内瓦湖的底栖动物。早期在水生生物形态和分类研究中做过较多贡献的还有 Sars (1900)、Mayer (1910)、Schmidt (1935—1937)、Kofoid (1903)、Birge & Juday (1911—1922)、Ward & Whipple (1918) 等。

20 世纪以后, 水生生物学的研究重心逐渐转向生态和生理等方面, 但有关形态和分类的工作仍不断有报道。发达国家已出版了一系列本国水生动植物分类的专著或藻类志、动物志等。

近代, 随着西方工业的发展, 一些国外科学家来到中国, 研究我国的水生生物, 并发表