



面向 21 世纪 课程 教材
Textbook Series for 21st Century

普通昆虫学

彩万志 庞雄飞 花保楨 梁广文 宋敦伦 编著



中国农业大学出版社

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

普通昆虫学

彩万志 庞雄飞
花保祯 梁广文 编著
宋敦伦

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通昆虫学/彩万志等编著. —北京:中国农业大学出版社,2001.7

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-81066-329-1/Q · 259

I. 普… II. 彩… III. 昆虫学-高等学校-教材 IV. Q96

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 04936 号

责任编辑:赵玉琴

封面设计:郑 川

出版 中国农业大学出版社

经销 新华书店

印刷 涿州市星河印刷厂

版次 2001 年 7 月第 1 版

印次 2001 年 7 月第 1 次印刷

开本 16 印张 32.25 千字 596

规格 787×980

印数 1~5 050

定价 38.00 元

图书如有质量问题本社负责调换

社址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100094

电话 010-62892633 网址 www.cau.edu.cn

中华农业科教基金资助图书

中华农业科教基金会简介

中华农业科教基金会经中国人民银行批准,民政部注册登记,于1995年12月20日成立。基金会得到国家科委、中国人民银行、民政部、农业部等部委的大力支持,得到国内外企业界、知名人士的积极响应。基金会归口农业部管理,接受中国人民银行和民政部监督。

中华农业科教基金会的宗旨是:通过广泛吸收国内外和社会各方面的资金,用以支持中国农业科教事业,补充国家主渠道对农业科技的投入,以加快实施“科教兴农”战略。

中华农业科教基金会的任务是:发展农业科教事业,推动农业科技进步,提高农业劳动者素质,促进中国农业发展和农村经济繁荣。基金会资助农业基础研究、应用研究、试验示范、成果推广和农业科教前沿重大课题的研究;资助有突出贡献和有发展潜力的中青年农业科技人才;资助优秀农业科技著作的出版;奖励在中国农业科教事业中做出重要贡献的个人。

中华农业科教基金会将根据政府制定的农村经济发展规划,定期公布资助方向。资助项目的遴选实行“公开申请,专家评审,民主公正,择优资助”原则。基金会建立严格的筹资、管理和使用制度,公正、合理、规范、科学、有效地使用农业科教基金,向捐赠者公开收支账目,接受监督。

中华农业科教基金会热忱欢迎国内外企业、社团、各界人士向本基金会捐赠资金,本基金会可根据捐赠者的意愿,设立名人基金、专项基金等。

前 言

《普通昆虫学》是植保专业本科生昆虫学入门教学用书,是该专业最重要的教材之一。在 20 世纪中,我国的普通昆虫学教材从无到有,从模仿和翻译外国教材到形成自己的体系,经历了曲折的过程,溶入了我国几代老一辈昆虫学家的心血。

近 20 年来,分子生物学、发育遗传学、行为学等学科飞速发展,信息技术、生物技术广泛应用于昆虫学领域,对昆虫学的研究产生了很大的影响。新成果、新理论、新见解不断涌现,就连昆虫纲的基本特征也面临着挑战;一些昆虫学教科书已显不足。

在“中华农业科教基金”和教育部“面向 21 世纪课程教材”建设委员会的支持下,作者在全面总结过去几十年我国昆虫学教学经验与教训,深入研究国内外的相关教材,较全面地搜集普通昆虫学各分支学科的进展,分析 21 世纪昆虫学发展的趋势;据此制定较为合理的教材范围与深度。努力使该教材既保持传统教科书的基本内容,又具有现代性与前瞻性。各章节尽量既简短又内容丰富,每篇后面还附有国内外重要参考文献 30~100 篇,以利于学生充分利用相关文献去学习有关内容。本教材是国家教育部面向 21 世纪教学内容和课程体系改革 04-13 项目研究成果。

本书的第一、第二、第四篇由中国农业大学彩万志博士执笔,第三篇由中国农业大学宋敦伦同志编写,第五篇由西北农林科技大学花保桢教授撰作,第六篇由华南农业大学庞雄飞院士及梁广文教授著述;西北农林科技大学周尧教授、华南农业大学庞雄飞院士、南开大学郑乐怡教授、中国农业大学杨集昆



教授和陈合明教授审阅了初稿的有关章节,及时指出了初稿的不妥之处;最后,由彩万志统稿。

编者的目标是使本书能在内容与形式上满足我国高等农业院校 2001—2010 年间对该类教材的需求,至少也要保证在最近 3~5 年内不落后或不明显落后于昆虫科学的发展。我们殷切盼望使用本教材的同道们能坦率指出有关问题并提出建议,以便再版时修订。

在编写过程中,我们得到全国高等农业院校教学指导委员会植物保护学科组谢联辉院士、王金生、赵志模等教授的关怀与鼓励,得到中国农业大学教务处处长李绍华教授的支持;牛鑫伟同志为部分插图复墨;谨此铭谢。

编 者

2001 年 5 月

目 录

第一篇 绪 论

第一章 昆虫的多样性	(3)
第一节 昆虫纲的基本特征	(3)
第二节 昆虫纲在动物界中的地位	(4)
第三节 昆虫的多样性	(7)
第二章 昆虫与人类的关系	(10)
第一节 昆虫的有害方面	(10)
第二节 昆虫的有益方面	(12)
第三章 昆虫学简史	(15)
第一节 世界昆虫学简史	(15)
第二节 中国昆虫学简史	(16)
第四章 昆虫学的内容与范围	(20)
第一节 昆虫学的分支	(20)
第二节 学习昆虫学及普通昆虫学的目的与意义	(21)
参考文献	(22)

第二篇 昆虫的外部形态

第五章 昆虫体躯的一般构造	(27)
第一节 昆虫的大小、形状与体向	(27)
第二节 昆虫的体躯	(29)
第六章 昆虫的头部及颈部	(33)
第一节 头部的分节	(33)
第二节 头壳的基本构造	(34)
第三节 头部的感觉器官	(37)
第四节 口器	(42)
第五节 头部的变化与适应	(53)
第六节 昆虫的颈部	(55)



第七章 昆虫的胸部	(57)
第一节 胸部的基本构造	(57)
第二节 胸部的内骨骼	(61)
第三节 胸足的构造与类型	(62)
第四节 翅	(66)
第八章 昆虫的腹部	(80)
第一节 腹部的基本结构	(80)
第二节 外生殖器及锁钥学说	(82)
第三节 昆虫腹节的非生殖性附肢	(86)
参考文献	(89)
 第三篇 昆虫的内部解剖和生理	
第九章 昆虫内部器官的位置	(93)
第十章 体壁	(95)
第一节 体壁的构造	(95)
第二节 表皮的化学成分	(98)
第三节 脱皮	(100)
第四节 昆虫体壁的色彩	(102)
第五节 表皮的通透性	(103)
第十一章 昆虫的消化系统	(106)
第一节 消化道的一般构造和机能	(106)
第二节 各类昆虫消化道的变异	(112)
第三节 消化与吸收	(114)
第四节 昆虫的营养生理	(118)
第五节 择食过程及其影响因子	(120)
第十二章 昆虫的循环系统	(122)
第一节 循环系统的构造	(122)
第二节 血液的组成和物理性状	(124)
第三节 血液的功能	(127)
第四节 心脏的搏动与血液循环	(129)
第十三章 昆虫的排泄器官及其生理	(132)
第一节 马氏管及其排泄机能	(132)
第二节 直肠及其排泄生理	(136)



第三节 其他排泄器官.....	(138)
第十四章 昆虫的呼吸系统.....	(140)
第一节 气管系统.....	(140)
第二节 昆虫的呼吸方式.....	(145)
第三节 气管系统的呼吸机制和控制.....	(147)
第四节 能量代谢和能源物质的相互转化.....	(149)
第十五章 昆虫的肌肉系统.....	(152)
第一节 昆虫肌肉的主要类型.....	(152)
第二节 肌肉的组织结构.....	(153)
第三节 肌肉的收缩机制.....	(155)
第四节 肌肉收缩的调控.....	(156)
第十六章 昆虫的神经系统.....	(160)
第一节 神经系统的基本构造.....	(160)
第二节 昆虫的中枢神经系统的结构和功能.....	(163)
第三节 昆虫的交感神经和周缘神经系统.....	(165)
第四节 神经系统的电活动.....	(167)
第五节 杀虫剂对神经系统的影响.....	(169)
第十七章 昆虫的感觉器官.....	(171)
第一节 感受器的结构.....	(171)
第二节 昆虫感觉器感受刺激的机制.....	(173)
第三节 昆虫的感触器或机械感受器.....	(173)
第四节 听觉器.....	(174)
第五节 昆虫的化学感受器.....	(175)
第六节 昆虫的视觉器.....	(177)
第七节 昆虫的温、湿度感觉器.....	(181)
第十八章 昆虫的生殖系统.....	(183)
第一节 雌性生殖器官.....	(183)
第二节 雄性生殖器官.....	(186)
第三节 昆虫的交配和授精.....	(188)
第十九章 昆虫的激素和外激素.....	(190)
第一节 内分泌细胞和器官.....	(190)
第二节 昆虫激素.....	(193)
第三节 激素的作用过程.....	(196)



第四节 激素对变态的调节·····	(197)
第五节 昆虫的外激素·····	(198)
参考文献·····	(199)

第四篇 昆虫的生物学

第二十章 昆虫的生殖方法·····	(203)
第一节 昆虫的性别·····	(203)
第二节 昆虫的生殖方法·····	(207)
第二十一章 昆虫的胚前发育·····	(212)
第一节 卵·····	(212)
第二节 精子·····	(216)
第二十二章 胚胎发育·····	(221)
第一节 胚胎发育的过程·····	(221)
第二节 胚胎发育的遗传背景·····	(228)
第二十三章 昆虫的胚后发育·····	(231)
第一节 昆虫的变态·····	(231)
第二节 胚后发育的过程·····	(235)
第二十四章 昆虫的生活史·····	(243)
第一节 昆虫的生命周期·····	(243)
第二节 昆虫的生活史·····	(244)
第二十五章 昆虫的习性与行为·····	(250)
第一节 昆虫的主要习性与行为·····	(250)
第二节 昆虫行为产生的机制·····	(263)
参考文献·····	(265)

第五篇 昆虫的分类

第二十六章 昆虫分类学的基本原理·····	(269)
第一节 分类学概述·····	(269)
第二节 分类特征·····	(271)
第三节 命名法·····	(271)
第四节 昆虫分类主要学派简介·····	(274)
第二十七章 六足总纲的系统发育·····	(279)
第二十八章 昆虫纲的分类·····	(284)



第一节	原尾目 Protura	(284)
第二节	弹尾目 Collembola	(285)
第三节	双尾目 Diplura	(285)
第四节	石蛎目 Archeognatha	(286)
第五节	缨尾目 Thysanura	(287)
第六节	蜉蝣目 Ephemeroptera	(287)
第七节	蜻蜓目 Odonata	(289)
第八节	蜚蠊目 Blattaria	(290)
第九节	螳螂目 Mantodea	(291)
第十节	等翅目 Isoptera	(291)
第十一节	直翅目 Orthoptera	(293)
第十二节	蜥目 Phasmatodea	(298)
第十三节	革翅目 Dermaptera	(299)
第十四节	蚤蠊目 Grylloblattodea	(300)
第十五节	纺足目 Embioptera	(301)
第十六节	襁翅目 Plecoptera	(302)
第十七节	缺翅目 Zoraptera	(303)
第十八节	啮虫目 Psocoptera	(304)
第十九节	食毛目 Mallophaga	(305)
第二十节	虱目 Anoplura	(306)
第二十一节	缨翅目 Thysanoptera	(306)
第二十二节	同翅目 Homoptera	(310)
第二十三节	半翅目 Hemiptera	(318)
第二十四节	广翅目 Megaloptera	(327)
第二十五节	蛇蛉目 Raphidioptera	(328)
第二十六节	脉翅目 Neuroptera	(328)
第二十七节	鞘翅目 Coleoptera	(330)
第二十八节	捻翅目 Strepsiptera	(343)
第二十九节	长翅目 Mecoptera	(344)
第三十节	双翅目 Diptera	(345)
第三十一节	蚤目 Siphonaptera	(353)
第三十二节	毛翅目 Trichoptera	(354)
第三十三节	鳞翅目 Lepidoptera	(355)



第三十四节 膜翅目 Hymenoptera	(372)
参考文献	(382)

第六篇 昆虫生态学

第二十九章 生态学概述	(387)
第一节 生态学的定义	(387)
第二节 生态学的研究对象与分支	(387)
第三节 学习昆虫生态学的意义	(389)
第三十章 昆虫与环境	(390)
第一节 环境与生态因子	(390)
第二节 气候因子	(391)
第三节 生物因子	(412)
第四节 土壤因子	(424)
第五节 昆虫的地理分布	(427)
第三十一章 昆虫的种群与种群系统	(438)
第一节 有关种群数量动态的特征	(439)
第二节 种群结构特征	(442)
第三节 种群的增长模型	(443)
第四节 昆虫的空间分布特征	(445)
第五节 昆虫种群系统	(446)
第三十二章 昆虫生命表与种群动态数学模型	(448)
第一节 概述	(448)
第二节 特定时间生命表	(449)
第三节 特定年龄生命表	(455)
第四节 昆虫种群动态数学模型	(467)
第三十三章 生态系统和农业生态系统	(473)
第一节 生态系统	(473)
第二节 农业生态系统	(480)
第三节 害虫种群的管理	(484)
参考文献	(501)

第 一 篇

绪 论

昆虫是动物界中最大的一个类群,无论是个体数量、生物量、种数与基因数,它们在生物多样性中都占有十分重要的地位。昆虫与人类的关系复杂而密切,有些昆虫给人类造成深重的灾难,有些种类给人类提供了丰富的资源。昆虫学就是人类在长期认识自然与改造自然的历史过程中形成的一门以昆虫为研究对象的学科。学习与研究昆虫学的目的在于了解昆虫生命活动的固有规律并利用所得的知识造福人类。21 世纪中,人类面临着许多难题,对昆虫学的发展既是挑战,也是机遇。持续地保护与利用昆虫多样性,是昆虫学家们责无旁贷的重任。

第一章 昆虫的多样性

第一节 昆虫纲的基本特征

昆虫纲 Insecta 是动物界中最大的一个纲。在汉语中，“昆”的意思之一是“众多”、“庞大”；而“虫”字所指的范围甚广，刘安、董仲舒的“五虫说”和《大戴礼·易本命》中“虫”为所有动物的总称。1890年，方旭在《虫荟》一书中把“羽、毛、昆、鳞、介”5类动物中的219种小动物归为“昆虫”类，“昆虫”一词才具有近代概念。

西方语言中，“昆虫”(entoma 和 insect,前者源于希腊语,后者源于拉丁语)最早包括的范围也很广。1602年,U. Aldrovandi 所写的《昆虫类动物》(De animalibus insectis)中“昆虫”包括了节肢动物、环节动物、棘皮动物等;1758年,林奈(Carl von Linné, 或 Carolus Linnaeus)在其巨著《自然系统》(Systema naturae)第10版中所命名的昆虫纲 Insecta 里尚包括有蛛形纲、唇足纲等节肢动物。1825年,P. A. Latreille 设立六足纲 Hexapoda,才将“昆虫”规范为体分头、胸、腹的六足节肢动物。

科学意义上的昆虫是成虫期具有下列特征的一类节肢动物。

- (1) 体躯由若干环节组成,这些环节集合成头、胸、腹3个体段(图1-1)。
- (2) 头部是取食与感觉的中心,具有口器和触角,通常还有复眼及单眼。
- (3) 胸部是运动与支撑的中心,成虫阶段具有3对足,一般还有2对翅。
- (4) 腹部是生殖与代谢的中心,其中包括着生殖系统和大部分内脏,无行走用的附肢。

昆虫在生长发育过程中,通常要经过一系列内部及外部形态的变化才能变成性成熟的个体(详见第四篇)。另外,还需要指出的是,并非所有在特定时期内具有3对足的动物都是昆虫,如一些蛛形纲、倍足纲和寡足纲的初龄幼虫就具有3对足。

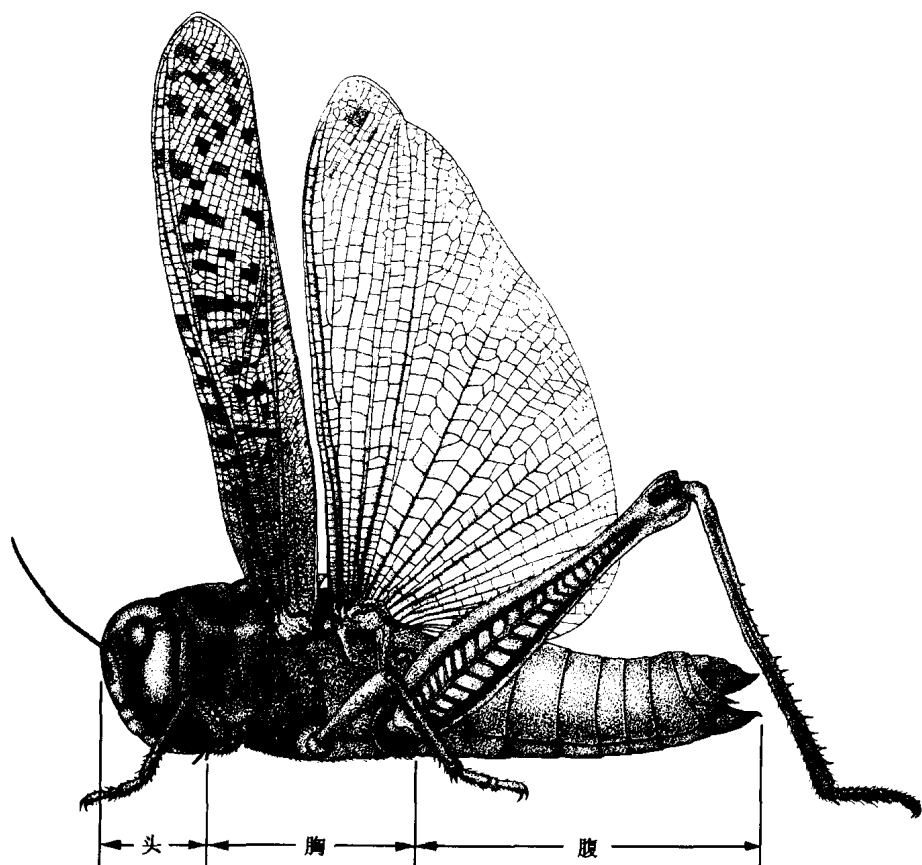


图 1-1 东亚飞蝗 *Locusta migratoria manilensis* (Meyen), 示昆虫的基本构造 (彩万志图)

第二节 昆虫纲在动物界中的地位

按照新近的分类系统,动物界 Animalia 可以分为 33 个门,昆虫纲属于节肢动物门 Arthropoda。大多数学者认为原始的节肢动物是从类似环节动物的蠕虫演化而来。在漫长的进化过程中,原始节肢动物逐渐形成两大分支,即具铗亚门 Chelicerata 与具颚亚门 Mandibulata。前者包括三叶虫纲、蛛形纲,后者包括甲壳纲、唇足纲、寡足纲、重足纲、结合纲及昆虫纲(图 1-2)。

1. 三叶虫纲 Trilobita 三叶虫(图 1-3A)是一类灭绝了的最原始的海栖节肢动物,曾于寒武纪和奥陶纪盛极一时;其体扁平,背面的两条纵沟把身体分为 3 部分,故名三叶虫。目前,已知化石三叶虫约 4 000 余种。