




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

昆虫生态及预测预报

第四版

刘向东 主编



 中国农业出版社

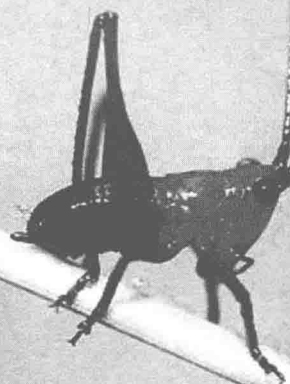
普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

昆虫生态及预测预报

第四版

刘向东 主编

中国农业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

昆虫生态及预测预报/刘向东主编.—4版.—北京:中国农业出版社,2016.7
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 978-7-109-21783-6

I. ①昆… II. ①刘… III. ①昆虫学—动物生态学—高等学校—教材②植物—病虫害—预测—高等学校—教材
IV. ①Q968.1②S431

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 167357 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 李国忠

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
1985 年 12 月第 1 版 2016 年 8 月第 4 版
2016 年 8 月第 4 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 25.5
字数: 605 千字
定价: 46.00 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

本书根据农业生产、害虫管理和预测预报等工作的实际需要，将生态学和预测学的基本原理与方法有机结合，组建了一门应用性强的交叉课程的教材体系。全书分上、下两篇，共10章。上篇为昆虫生态学部分，共7章，分别介绍昆虫个体、种群、群落和生态系统生态学，以及昆虫进化和化学生态学等内容，阐明了环境因子对昆虫个体的影响及昆虫对不良环境条件的适应对策、昆虫种群的空间分布与数量动态、昆虫种群的分化与物种进化、昆虫群落的结构与动态、昆虫与植物的化学联络与通信、生态系统的结构和功能、害虫的再猖獗与生态治理、生物多样性的保护和维持等昆虫生态学的基本原理。下篇为害虫预测预报部分，共3章，分别介绍害虫预测预报原理、害虫预测预报的生物学方法和害虫预测预报的数理统计方法，阐明了害虫发生期、发生量和危害损失的短期、中期和长期预测预报的多种实用方法和操作步骤，以及迁飞性害虫的异地预测方法等。

本书适合于植物保护学专业、森林保护学专业、昆虫学专业、生态学专业、测报学及农学等植物生产类专业应用，也可作为科研人员、植物保护工作者和病虫测报管理决策者的参考书。



第四版编写人员

主 编 刘向东 (南京农业大学)

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 星 (湖南农业大学)

王满困 (华中农业大学)

刘向东 (南京农业大学)

杨 广 (福建农林大学)

吴进才 (扬州大学)

汪四水 (苏州大学)

陆永跃 (华南农业大学)

蒋明星 (浙江大学)

翟保平 (南京农业大学)



第二版编写人员

主 编 张孝羲 (南京农业大学)

副主编 陈常铭 (湖南农业大学)

参 编 程遐年 (南京农业大学)

耿济国 (南京农业大学)

张国安 (华中农业大学)

费惠新 (南京农业大学)

审稿者 牟吉元 (山东农业大学)

程极益 (南京农业大学)



第三版编写人员

- 主 编 张孝羲 (南京农业大学)
副主编 翟保平 (南京农业大学)
参 编 牟吉元 (山东农业大学)
张国安 (华中农业大学)
刘向东 (南京农业大学)



第四版序

本书的第一版作为全国高等农业院校统编教材于1985年出版，第二和第三版相继于1997年和2002年出版。本书第三版已使用13余载，在此期间生态学有了不少进展。在本书的使用过程中，我们也收集到一些宝贵的意见，并发现了书中的一些文字错误。我们梳理了近20年的教学经验，并结合高等院校教育教学改革的新成果与新要求，发现本教材需要更新和完善，以体现生态学科的新发展和满足科研与生产的需要。为此，我们进行了第四版的修订工作。本次修订中遵循了“教材内容的科学性、先进性、系统性和适用性，教材结构体系的渐进性”原则，以介绍学科的基本理论和方法为主，结合生态学发展的新特点和趋势，深入浅出地阐明昆虫生态学的基本理论，并将这些理论顺理成章地用于害虫的预测预报实践中，以指导生产，形成了理论和实践融于一体的多学科交叉的特色教材。本版教材是全体编写人员，包括前面各版的编写者，以及其他许多研究者在内的集体智慧和劳动成果的结晶。前面各版主编和有的编写者虽已仙逝，但他们的精神与学识精髓将在本书中长存。

本次修订新增了昆虫种群分布的地统计学方法、昆虫化学生态学、害虫再猖獗与生态治理、害虫预测预报原理等章节，同时害虫预测预报数理统计方法一章增加了各方法的SAS统计软件的运行程序和重要结果的展示，以便读者理解和使用。在内容编排顺序上也做了一些调整，以做到知识点的前后连贯性和完整性。

本次修订全书仍分上、下两篇，共10章，前面7章为昆虫生态学，后3章为害虫预测预报学，以适应各校作为一门课或两门课开设的教材需要。绪论主要阐述生态学的定义及研究进展，由刘向东编写；第一章介绍昆虫个体生态学，第一节至第三节由陆永跃编写，第四节和第五节由刘向东编写；第二章介绍昆虫种群的空间分布，由刘向东编写；第三章介绍种群的数量动态，第一节和第三节由王星编写，第二节、第四节和第五节由刘向东编写；第四章介绍昆虫进化生态学，由蒋明星编写；第五章介绍昆虫群落生态学，第三节（五、六）和第四节由杨广编写，其他由刘向东编写；第六章介绍昆虫化学生态学，由王满困编写；第七章介绍生态系统生态学，第一节至第八节由吴进才编写，第九节由翟保平编写；第八章介绍害虫预测预报原理，由刘向东编写；第九章介绍害虫预测预报的生物学方法，由刘向东编写；第十章介绍害虫预测预报的数理统计学方法，由汪四水编写。全书由刘向东统稿。

我们要感谢前面各版的所有编写人员，感谢中国农业出版社的大力支持和理解，使得本次修订能顺利完成。同时要感谢为本书修订工作提供建议和文献参考的各位学者，由于篇幅有限，未能将他们的参考文献一一列出，在此谨致谢忱。

由于编者学识和水平有限，生态学内容涉及面广、推陈出新快，在修订工作中，难免疏忽和遗漏，也必然会存在一些不足，恳切期望广大读者理解并提出宝贵意见，以便进一步修订完善。

编者

2016年5月



第三版序

本教材是教育部“面向21世纪高等农林教育教学内容和课程体系改革计划”项目的成果。

本书的第一版作为全国农业院校统编教材于1985年出版，1988年曾获国家优秀教材奖。第二版于1995年完稿，1997年出版。完稿日期距今已达5年，出版后也已使用了3个周期。在此期间生态学已有不少进展，在使用中我们也收集到一些宝贵的意见，加上我们自身教学的感受，作了第三版的修订工作。本书修订中严格掌握本科教材的原则，以介绍学科的基本理论和方法为主，内容新而涉及面广，深入浅出，并注意与研究生教材的区别和衔接。第三版中还增加了有关生态学近代新进展的内容，如生物遗传与进化、协同进化、生物多样性和保护等新内容。

第三版全书仍分上、下两篇，共九章。前七章为生态学，后两章为害虫预测预报，以适应各校作为一门课或两门课开设的教材需要。

第一、二章仍为生态学的基本概念和个体生态学，分别介绍系统论、限制因子及生态平衡等基本理论及昆虫与生活环境间的关系。

第三章为种群生态学，为全书的重点，作了全面的修订，增加了实例，以便于教学。

第四章为种群的分化、新种形成及生物进化，除介绍种下类群的分化类型和规律外，加强了生物遗传与进化，以及协同进化（coevolution）的新理论与新材料。

第五、六章为群落生态学和生态系统学，分别介绍有关生物群落的特性和测定、分析方法；生态系统的结构、能量流、物质流和信息流，以及生态系统的相对平衡及其保护利用。两章的修订重点均为加强其实用性和应用性。

第七章为生物多样性及其保护，这是近代生态学应用的热点，也为本版新增加的章节和内容。主要介绍生物多样性的基本原理和方法，多样性保护的研究现状和发展。

第八章及第九章分别为害虫预测预报方法及数理统计预报方法。除介绍长、中、短期预测方法外，还尽量加入一些实际的计算实例。

第三版由张孝羲任主编，翟保平任副主编，参编人员有牟吉元、张国安和刘向东。我们要感谢前二版的参编人员和曾为本书再版工作参加部分工作和对本书修订提出宝贵意见的各位先生和女士。

由于编者学识、经验有限，在再版工作中，必然还存在某些错误和不足之处，恳切期望读者在使用过程中提出宝贵意见，以便修订。

编者

2001年9月



第二版序

《昆虫生态及预测预报》第一版作为全国农业院校试用教材于1985年出版。第一版参加编写人员有张孝羲（主编）、李运甃（副主编），还有陈常铭、廖顺源、耿济国、程遐年、张国安。1987年曾获国家教委优秀教材奖。第一版至今已经十年了。在此期间生态学已有不少进展，我们又收集了各方面的宝贵意见，加上我们自身教学的感受，作了第二版的修订工作。十分遗憾和深切悼念的是原副主编李运甃先生因病已于1985年不幸逝世，不能再参加第二版的修订工作。与第一版相比，本版的修订原则和特点有：

1. 全书分上、下两篇即昆虫生态学与害虫预测预报方法。既可供“昆虫生态及预测预报”课程使用，也可供“昆虫生态学”或“害虫预测预报原理和方法”两门课程使用。

2. 根据本科教材编写要求，加强了基础理论和方法的内容。尽量做到层次分明，与研究生课程在深度上有所区分。拓宽本科生知识面，在昆虫生态学中增加生态学的基本概念、理论、群落生态学、生态系统与系统分析、种型分化和生物地理学等内容。在写作上尽量做到少而精，从原来的62.1万字，缩减到42万字左右。

3. 注意与本科其他课程间的分工，避免重复。在上篇取消原第一章中昆虫几个生物学特性。个体生态学部分着重论述昆虫与环境条件间的关系和适应、调节机制。对种群生态学也作了某些精简。在下篇中，取消了生物统计方法及抽样技术等内容，以免与其他课程重复。

4. 根据近年来本学科的进展，在生态中增加了种群遗传学基本理论与概念、生物进化与适应、种下类群的分化等新内容。在预测预报方法中增加了中、长期预报方法。

第二版由张孝羲任主编，陈常铭任副主编，参编人员有程遐年、耿济国、张国安、费惠新。牟吉元教授和程极益教授为本书审稿者。我们还感谢曾为本书再版工作参加部分工作和对本书修订提出宝贵意见的各位先生。

由于编者学识、经验有限，在再版工作中，必然还存在某些错误和不足之处，恳切期望读者在使用过程中提出宝贵意见，以便修订。

编者

1995年12月



目录

第四版序

第二版序

第三版序

绪论	1
一、生态学的发展历程	1
二、生态学的发展特点	2
三、昆虫生态学及害虫预测预报学的发展	4
思考题	6

上篇 昆虫生态学

第一章 昆虫与环境的关系	8
第一节 昆虫环境的组成	8
一、环境的概念	8
二、环境因子的归类方法	9
三、环境因子与昆虫的关系	9
四、生物对生活环境的忍受律和最低定律	10
第二节 非生物环境因子对昆虫的影响	12
一、温度对昆虫的影响	12
二、湿度和降水对昆虫的影响	22
三、光在昆虫活动中的意义	27
四、风对昆虫的影响	29
五、昆虫所处的小气候	30
第三节 昆虫与土壤环境的关系	31
一、土壤温度对昆虫的影响	32
二、土壤水分对昆虫的影响	32
三、土壤空气对昆虫的影响	33
四、土壤的理化性状对昆虫的影响	34
第四节 昆虫与生物环境的关系	35
一、生物关系的类型	35
二、食物链和食物网	35

三、竞争关系	37
四、捕食关系	38
五、生物因素对昆虫的生态效应	41
第五节 昆虫对环境的适应	43
一、昆虫的休眠与滞育	43
二、昆虫的扩散与迁飞	49
三、昆虫的生物钟和学习行为	57
思考题	60
第二章 昆虫种群的空间分布	61
第一节 种群的基本特性与种群结构	61
一、种群的基本特性	61
二、种群的结构	63
第二节 种群的空间分布及其类型	66
一、种群空间分布的基本概念	66
二、种群空间分布的类型	66
第三节 昆虫种群空间分布的确定方法	67
一、频次分布法	67
二、分布指数法	71
三、地统计学法	76
第四节 昆虫种群空间分布的动态过程及应用	79
一、昆虫种群空间分布的动态与成因	79
二、昆虫种群空间分布的应用	80
第五节 异质种群	81
思考题	82
第三章 昆虫种群的数量动态	83
第一节 昆虫种群数量消长的表现	83
一、昆虫种群数量的地理消长	83
二、昆虫种群数量的季节消长	84
三、昆虫种群数量的年际动态	85
第二节 昆虫种群的生长型	86
一、昆虫种群数量变动的理论模型	86
二、昆虫种群的生长型	87
第三节 昆虫种群生命表	93
一、生命表的概念及作用	93
二、生命表的类型及基本形式	93
三、生命表的编制及数据的获取方法	97
四、生命表的分析与应用	100

第四节 种群的生态对策	110
一、生态对策的类型及其一般特征	110
二、栖境特性与生态对策的关系	112
三、生态对策与种群动态	113
四、生态对策与防治策略	114
第五节 种群数量平衡及其调节理论	115
一、生物学派	115
二、气候学派	116
三、综合学派	117
四、自动调节学派	117
五、自然调节的进化意义	117
思考题	118
第四章 昆虫进化生态学	119
第一节 昆虫种群遗传结构和遗传变异	119
一、昆虫种群遗传结构的形成	119
二、昆虫种群遗传结构和变异的影响因素	120
三、昆虫种群的多态性	122
第二节 昆虫种群的分化和生物型	123
一、昆虫种群的遗传分化	123
二、昆虫的生物型	123
第三节 生物的进化与适应	124
一、进化理论的历史发展过程	124
二、综合进化论	125
三、生物进化的机制	126
四、生物适应	132
五、生物进化论的争论	133
第四节 昆虫种群的进化	134
一、昆虫的生活史进化	134
二、昆虫与植物关系的进化	138
三、昆虫捕食关系的进化	139
四、寄生性昆虫与寄主关系的进化	140
五、昆虫与共生微生物关系的进化	141
第五节 昆虫的协同进化	142
一、昆虫和寄主植物间的协同进化	143
二、昆虫的共生性协同进化	144
思考题	148

第五章 昆虫群落生态学	149
第一节 群落的基本特性	149
一、物种的多样性	149
二、群落的结构和生长型	150
三、优势种和相对多度	150
四、群落的演替	150
五、群落是一个开放的系统	150
第二节 群落的结构	151
一、群落的垂直结构	151
二、群落的水平结构	152
三、群落的时间结构	153
四、群落的营养结构	154
第三节 群落的演替	156
一、演替的基本概念	156
二、群落演替的类别	157
三、群落演替的一般特征	157
四、顶极群落	158
五、昆虫群落演替案例	159
六、群落演替的影响因子	160
第四节 群落的多样性和稳定性	162
一、群落多样性的概念	162
二、群落物种多样性的影响因素	163
三、群落稳定性	166
第五节 群落特性的分析	167
一、群落的生境梯度及物种分布	167
二、群落的优势度	170
三、群落的优势集中性指数	171
四、群落的物种多样性	171
五、群落的均匀度	173
六、种间关联分析	174
七、群落间相似性的分析	176
思考题	178
第六章 昆虫化学生态学	179
第一节 化学生态学概述	179
一、化学生态学的形成背景	179
二、化学生态学的研究内容	180
三、化学生态学的意义	180

第二节 植物与植食性昆虫间的化学联系	181
一、植物的次生性代谢物	181
二、昆虫对寄主植物的选择及利用	182
三、植物的抗虫机制和化学防御对策	184
四、植物次生物质在昆虫和植物协同进化中的作用	186
第三节 昆虫信息素	187
一、昆虫信息素的种类	187
二、昆虫对信息素的行为反应	189
三、昆虫的社会性化学信息素	190
第四节 昆虫对化学信息物质的感受机理	190
一、昆虫的化学感受器	190
二、昆虫的化学感受机理	192
第五节 化学生态学与害虫综合治理	196
一、植物的化学抗性物质及天然杀虫剂	196
二、植物诱导抗性的应用	196
三、昆虫信息素的利用	197
思考题	199
第七章 生态系统生态学	200
第一节 生态系统的基本概念及农业生态系统的特点	200
一、生态系统的概念	200
二、生态系统的基本结构	201
三、生态系统的类别	203
四、农业生态系统的特点	203
第二节 生态系统中的能流	204
一、生态系统的能量来源	205
二、生态系统的能流模式	206
三、生态系统能流的转换效率	207
四、生态系统的能量和热力学定律	208
第三节 生态系统中的物质循环	209
一、生态系统中的水循环	209
二、生态系统中的气体型循环	211
三、生态系统中的沉积型循环	214
第四节 生态系统中的信息流	216
一、生态系统中的物理信息流	216
二、生态系统中的化学信息流	216
第五节 生态系统的相对平衡	218
一、生态平衡	218
二、生物多样性与生态系统稳定性	219

三、生态平衡的影响因素	219
第六节 害虫再猖獗	223
一、害虫猖獗与再猖獗的概念	223
二、诱导害虫再猖獗的药剂及害虫类群	223
三、害虫再猖獗机制	224
四、害虫再猖獗与抗药性的关系	225
五、种植制度与害虫猖獗的关系	226
第七节 害虫生态治理与生态工程	227
一、害虫的原始防治、化学防治、综合治理及生态治理	227
二、害虫生态治理的理论基础和原则	227
三、粮棉害虫生态治理实例	228
第八节 外来有害昆虫入侵的生态学机制	229
一、外来入侵害虫的生物学和生态学特性	229
二、外来入侵害虫与本地物种的互作关系	230
三、本地生态系统的可入侵性	231
第九节 生物多样性保护	232
一、生物多样性的生物地理格局	232
二、生物多样性的危机	233
三、生物多样性保护	235
四、生物多样性保护与可持续发展	239
思考题	244

下篇 害虫预测预报学

第八章 害虫预测预报原理	246
第一节 害虫预测的基本理论和步骤	246
一、害虫预测的基本理论	246
二、害虫预测的基本步骤	248
第二节 害虫预测预报中的抽样与种群密度估计	249
一、田间抽样技术	249
二、种群密度估计的调查方法	257
三、种群密度的估计	260
四、害虫预测预报数据中平均数的计算和使用	261
第三节 种群数量消长分析	264
一、种群基数及其估测方法	264
二、种群的出生率和增殖速率	265
三、种群的死亡率	267
四、种群的迁移率	267
第四节 种群暴发过程	268