



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



白旭光 主编

# 储藏物害虫 与防治

(第二版)



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 储藏物害虫与防治

(第二版)

主 编 白旭光

编写人员 (以姓氏笔画为序)

王殿轩 白旭光 吕建华 周玉香

赵英杰 曹 阳 鲁玉杰



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，全书分为两篇：第一篇为“储藏物昆虫学”，讲述储藏物昆虫的形态学、分类学、生理学、生物学、行为学、生态学及重要的储藏物害虫；第二篇为“储藏物害虫综合治理”，讲述储藏物害虫的综合防治原理与技术，包括虫情检测、管理防治、检疫防治、物理防治、生物防治、化学防治原理、储粮保护剂与熏蒸剂的应用技术及杀虫剂的毒力与药效测定。两篇相互关联又自成体系，可以作为一门课程学习，也可各自独立讲授和学习。各章开头有本章内容提要，结尾有思考题和主要参考文献，便于学生自学和复习。

本教材即可作为食品科学与工程专业本科生的教材，也可作为植物保护、植物检疫、粮食、食品、物流、仓储等专业大、中专院校师生及相关行业技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

储藏物害虫与防治/白旭光主编. —2版. —北京: 科学出版社, 2008  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
ISBN 978-7-03-021448-5

I. 储… II. 白… III. 仓库害虫-防治-高等学校-教材 IV. S379.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 038393 号

责任编辑: 王国栋 周 辉/责任校对: 陈玉凤  
责任印制: 张克忠/封面设计: 耕者设计工作室

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>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2008 年 5 月第 二 版 印张: 28 1/2

2008 年 5 月第一次印刷 字数: 663 000

印数: 1—5 000

定价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

## 第二版前言

储藏物害虫是危及人类衣、食、住、行的重要害虫类群，其危害物包括粮食、食品、油料、畜产品、中药材、烟草、皮毛制品、木材、图书档案和动物标本等，经济意义十分重大。

《储藏物害虫与防治》作为河南工业大学的一部特色教材，于2002年在科学出版社出版了第一版。2006年，新版被教育部列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

为适应普通昆虫学和害虫综合治理理论与技术的发展，本教材在编写过程中广泛参考了国内外有关文献资料，编写内容充分反映了当代储藏物害虫与防治的新理论、新进展，吸纳了新的成果和经验。如在昆虫分类学中，反映了六足总纲的分类体系；增加了储藏物昆虫行为学的内容，并单独列为一章；将储藏物害虫综合整理策略单独列为一章；将第一版的储藏物害虫非化学防治一章划分为管理防治与害虫检测、物理防治和生物防治三章。

本教材按照储藏物害虫与防治课程80~100学时设定内容与篇幅，在教材体系构建方面，分为“储藏物昆虫学”和“储藏物害虫综合治理”两篇。两篇相互关联又自成体系，可以作为一门课程讲授，也可各自独立讲授。

本书的绪论、第一章、第二章、第十章由白旭光编写；第三章、第十三章由赵英杰编写；第四章由曹阳和鲁玉杰编写；第五章由鲁玉杰编写；第六章由王殿轩和吕建华编写；第七章由吕建华和周玉香编写；第八章、第十二章、第十四章由王殿轩编写；第九章由王殿轩和白旭光编写；第十一章由白旭光和吕建华编写；第十五章由曹阳和鲁玉杰编写；书中插图由白旭光和周玉香绘制；全书由白旭光统稿。

本教材的编写力求反映本学科当今国内外的最新进展，但由于编者水平和时间所限，书中难免有谬误和疏漏之处，恳请读者不吝指正，以便再版时修订。

编者

2007年11月于郑州

## 第一版前言

本教材是郑州工程学院组织编写的一部“特色优势教材”。《储藏物害虫与防治》是食品科学与工程专业本科生的教学用书，也可作为植物保护、植物检疫、粮食、食品、物流、仓储等专业大、中专院校师生的参考书，以及相关行业技术人员的参考书。

本书分为两编，第一编为“储藏物昆虫学”，讲述储藏物昆虫的形态、分类、生理、生物学、生态学及重要的储藏物害虫；第二编为“储藏物害虫综合治理”，讲述储藏物害虫的综合防治原理与技术，包括虫情检测、检疫防治、物理防治、化学防治原理、储粮保护剂与熏蒸剂的应用技术及杀虫剂的毒力与药效测定。两编相互关联又自成体系，可以作为一门课程讲授，也可各自独立讲授。

书中有关昆虫学的英文专业词，尽可能参照了全国科学技术名词审定委员会 2000 年公布的《昆虫学名词》。

本书的绪论、第一、第二、第七章由白旭光编写，第三章由赵英杰编写，第四、第十一章由曹阳编写，第五、第八、第十章由王殿轩编写，第九章由赵英杰和曹阳编写，第六章由王殿轩、曹阳、赵英杰、白旭光和周玉香共同编写；书中插图由周玉香和白旭光描绘与制作。书中插图除有注明外，其余为作者原图。

西南农业大学的李隆术教授和郑州工程学院的陆安邦教授仔细审阅了全部书稿，并提出了宝贵的修改意见，最后由白旭光统稿。

本教材的编写力求反映本学科当代国内外的最新进展。但由于编者水平所限，书中难免有谬误和疏漏之处，恳请读者不吝指正，使本教材逐渐臻于完善。

编者

2002 年 4 月于郑州

# 目 录

|       |   |
|-------|---|
| 第二版前言 |   |
| 第一版前言 |   |
| 绪论    | 1 |

## 第一篇 储藏物昆虫学

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第一章 储藏物昆虫的外部形态    | 7   |
| 第一节 昆虫体躯的分节、分段和体向 | 7   |
| 第二节 储藏物昆虫的头部      | 9   |
| 第三节 储藏物昆虫的胸部      | 15  |
| 第四节 储藏物昆虫的腹部      | 24  |
| 第五节 储藏物昆虫幼虫的形态    | 28  |
| 第二章 储藏物昆虫的分类学     | 37  |
| 第一节 昆虫分类的基本原理和方法  | 37  |
| 第二节 昆虫纲的分类        | 44  |
| 第三节 储藏物昆虫的分类      | 47  |
| 第三章 储藏物昆虫的生理学     | 86  |
| 第一节 体腔与各器官的相互位置   | 86  |
| 第二节 体壁及其生理        | 88  |
| 第三节 消化系统及其生理      | 95  |
| 第四节 呼吸系统及其生理      | 100 |
| 第五节 循环系统及其生理      | 106 |
| 第六节 排泄系统及其生理      | 110 |
| 第七节 神经系统与感觉器官     | 113 |
| 第八节 肌肉系统及其生理      | 123 |
| 第九节 内分泌与激素生理      | 126 |
| 第十节 生殖系统及其生理      | 130 |
| 第四章 储藏物昆虫的生物学     | 135 |
| 第一节 储藏物昆虫的生殖      | 135 |
| 第二节 储藏物昆虫的生长发育    | 138 |
| 第三节 成虫的生物学特性      | 144 |
| 第四节 储藏物昆虫的生活史     | 147 |
| 第五章 储藏物昆虫的行为学     | 151 |
| 第一节 昆虫的基本行为模式     | 151 |
| 第二节 昆虫的生殖行为与化学通讯  | 153 |
| 第三节 储藏物昆虫的食性与为害方式 | 159 |
| 第六章 储藏物昆虫的生态学     | 163 |
| 第一节 昆虫生态学的基本概念    | 163 |
| 第二节 储藏物昆虫与环境的关系   | 169 |

|                      |                  |     |
|----------------------|------------------|-----|
| 第三节                  | 储藏物昆虫的种群动态       | 190 |
| 第七章                  | 重要储藏物害虫          | 202 |
| 第一节                  | 检疫性害虫            | 202 |
| 第二节                  | 蛀食性害虫            | 214 |
| 第三节                  | 其他重要害虫           | 225 |
| <b>第二篇 储藏物害虫综合治理</b> |                  |     |
| 第八章                  | 储藏物害虫综合治理策略      | 249 |
| 第一节                  | 现代害虫防治策略提出的背景    | 249 |
| 第二节                  | 害虫综合治理(IPM)      | 250 |
| 第三节                  | 保粮方针和防治原则        | 254 |
| 第九章                  | 管理防治与害虫检测        | 257 |
| 第一节                  | 储藏物害虫的检疫防治       | 257 |
| 第二节                  | 储藏物害虫的预防         | 262 |
| 第三节                  | 害虫的检测            | 264 |
| 第十章                  | 物理防治             | 274 |
| 第一节                  | 温控防治             | 274 |
| 第二节                  | 气调防治             | 282 |
| 第三节                  | 器械防治             | 289 |
| 第四节                  | 电离辐射防治           | 293 |
| 第十一章                 | 生物防治             | 300 |
| 第一节                  | 生物防治的概念          | 300 |
| 第二节                  | 利用捕食性和寄生性天敌防治害虫  | 303 |
| 第三节                  | 利用病原体防治害虫        | 306 |
| 第四节                  | 广义的生物防治          | 311 |
| 第十二章                 | 化学防治的基本原理        | 324 |
| 第一节                  | 杀虫剂及化学防治的特点      | 324 |
| 第二节                  | 主要杀虫剂的杀虫机理       | 330 |
| 第三节                  | 杀虫剂的性质与药效的关系     | 332 |
| 第四节                  | 储藏物害虫对杀虫剂的敏感性    | 338 |
| 第五节                  | 储粮环境与杀虫剂发挥药效的关系  | 344 |
| 第六节                  | 杀虫剂的科学选用         | 352 |
| 第十三章                 | 储粮保护剂及其应用        | 356 |
| 第一节                  | 储粮保护剂的种类与特性      | 356 |
| 第二节                  | 空仓及器材用杀虫剂        | 371 |
| 第三节                  | 储粮保护剂的应用技术       | 373 |
| 第十四章                 | 储粮熏蒸剂及其应用        | 379 |
| 第一节                  | 常用熏蒸剂的种类与特性      | 379 |
| 第二节                  | 熏蒸剂的应用技术         | 400 |
| 第十五章                 | 杀虫剂的毒力与药效测定      | 420 |
| 第一节                  | 杀虫剂的毒力与药效测定的基本概念 | 420 |
| 第二节                  | 储粮害虫杀虫剂的毒力测定     | 425 |
| 第三节                  | 储粮杀虫剂的药效测定       | 445 |

# 绪 论

## 一、课程研究的对象和内容

本课程研究的对象主要是储藏物昆虫。

昆虫作为地球上的一类动物，具有漫长的进化历史、繁多的种类、庞大的数量和广泛的分布。

人类的出现仅有 200 万年左右的历史，而有翅昆虫的历史至少有 3.5 亿年。无翅亚纲昆虫可能有 4 亿年或更长的历史。昆虫是动物界物种最为繁盛的一个类群，以前认为昆虫只有 300 万~400 万种，但近年的研究表明，地球上的昆虫可能达 1000 万种左右。目前已被命名的昆虫在 100 万种左右，占动物界已知种类的 2/3 强，约占全球物种的一半。同种昆虫的个体数量有时可能很大，有些昆虫局部的种群数量可达数十万个个体，有时甚至上亿。它们几乎分布于地球的各个角落。

储藏物昆虫仅是整个昆虫纲的一小部分，它们通常栖息在我们人类的生活环境内，取食和危害人类的食物和其他储藏产品，与人类的生活密切相关。由于储藏物昆虫大多体小、色暗，而且活动隐蔽，人们常常忽略它们的存在。

本课程研究的内容分两大部分，即储藏物昆虫学和储藏物害虫综合治理。

储藏物昆虫学(stored product entomology)亦称仓库昆虫学或仓储昆虫学，是昆虫学的一个分支，从研究内容上属于应用昆虫学(applied entomology；又称经济昆虫学 economic entomology)的范畴，其研究内容包括：①储藏物昆虫的外部形态；②储藏物昆虫的分类学；③储藏物昆虫的生理学；④储藏物昆虫的生物学；⑤储藏物昆虫的行为学；⑥储藏物昆虫的生态学。

储藏物害虫综合治理(integrated pest management of stored product insects)是研究储藏物害虫防治原理与技术的科学，其主要内容包括：①储藏物害虫综合整理策略；②管理防治与害虫检测；③物理防治；④生物防治；⑤化学防治的基本原理；⑥储粮保护剂及其应用；⑦储粮熏蒸剂及其应用；⑧杀虫剂的毒力与药效测定。

## 二、储藏物害虫的概念

### (一) 储藏物昆虫和储藏物害虫的定义

储藏物昆虫(stored product insects)是指能适应储藏物环境，在干燥的储藏物内能正常生活、繁殖的一类昆虫。包括危害储藏物的有害昆虫，以及捕食、寄生这些害虫的天敌昆虫，前者称为储藏物害虫(stored product insect pests)。储藏物昆虫也称为仓库昆虫，简称“仓虫”。

广义的储藏物害虫(stored product pests)也称储藏物有害生物，除昆虫外还包括危害储藏物的螨类、鸟类、啮齿动物、微生物及其他节肢动物等。而习惯上所讲的储藏物



害虫主要包括昆虫和螨类。

储藏物昆虫生活的环境有别于其他农、林昆虫。所谓储藏物环境，是指储藏物流通的各个环节或场所，通常情况下是室内环境，如仓库、货栈、加工厂、商店以及人类居住的室内等。因此，从储藏物昆虫栖息的环境来看，储藏物昆虫又属于城市昆虫学(urban entomology)研究的范畴。

从储藏物昆虫的寄主来看，是停止生长的储藏物，而非田间生长中的作物或活体动物。同时这些储藏物含水量较低，是干燥的，而像收获后的新鲜水果和蔬菜等则不属于此处所指的储藏物之列。储藏物包括植物性、动物性物品，有时也包括某些金属材料及其成品和合成材料，因为这些物品偶尔也会受到储藏物害虫的威胁。

另外，真正意义上的储藏物昆虫必须能在储藏物内正常繁殖，即储藏物环境中必须有成虫、幼虫需要的食物。有些昆虫虽然出现于储藏物环境中，但由于缺乏必需的食物而不能繁殖，必须依靠自然界的食物进行繁殖。如豌豆象的成虫在产卵前取食了豌豆的花粉、花蜜或花瓣才能产卵，幼虫主要在生长中的豌豆内发育；还有一些昆虫的生活环境介于室内与室外之间，如仓潜、沙潜等，严格讲它们都不是真正的储藏物昆虫。但习惯上通常也将它们视为储藏物昆虫，亦有人称之为仓库寄居昆虫。

在所有储藏物中，最为重要和数量最大的是收获后的粮食，通常把危害储藏粮食及其产品的昆虫称为储粮害虫(stored grain insect pests)。因此，储粮害虫是储藏物害虫中主要的类群。有时储粮害虫和其他储藏物害虫并没有严格的界限，因为许多储粮害虫除了可以危害储粮外，同时也可以危害其他多种储藏物。

## (二) 储藏物害虫的经济意义

储藏物害虫与农业害虫重要的区别之一是它们危害的对象不同。农业害虫危害的对象是田间生长中的作物，直接后果是造成作物的减产；而储藏物害虫直接危害的是储藏物，而储藏物通常是农作物收获后的产品，是农作物的精华部分，它凝聚了大量的人类劳动，具有更高的价值。因此，从某种意义上讲，储藏物害虫的经济意义更为重大。

储藏物害虫造成的损失包括由害虫的取食的直接损失、被害虫危害造成的间接损失、由于商品生虫而引起的商品信誉损失以及对人们心理的不良影响等。

巨大的直接损失往往是把大量物品储藏在于害虫繁殖的环境下引起的。据估计，全世界每年因储藏物害虫造成的粮食、豆类、油料的损失约占总储存量的5%。随着人类社会的进步和科学技术的发展，许多储藏物害虫得到了较为有效的控制，但在发展中国家和热带地区储藏物害虫造成的损失仍然不可忽视。据有关部门调查，我国储藏中的粮食损失，国家粮库为0.2%；农户的储粮损失约为8%~10%，其中引起损失的主要因素之一是储粮害虫的危害。目前我国粮食的年产量在5亿吨左右，而半数以上的粮食储存在农户手中，因此储粮因虫害引起的损失仍是非常巨大的。

储藏物害虫引起的间接损失有时比直接损失更大。例如储粮害虫引起的粮食发热、霉变、品质下降；烟草甲在香烟、雪茄上的蛀孔；衣蛾在毛呢上的蛀孔。因为一支香烟只要穿了一两个孔，一件毛呢服装只要被一头害虫蛀穿，就不得不跌价处理，甚至完全失去使用价值。有时储藏物害虫污染的粮食和食品会引起人畜的疾病，损失就更大。

虫害引起的商品信誉的损失也是难以估价的。只要部分商品生虫，全部商品往往就无法销售；只要一种商品生虫，同一品牌的其余商品即使无虫，也会受到影响。一个国

家在对外贸易中发生了这样的问题，影响所及更难估计，不仅影响企业的信誉，甚至会影响到一个国家的信誉。

储藏物害虫对人们心理的不良影响往往很少引起人们的重视，事实上这一影响也是不容忽视的。随着人们生活质量的不断提高，人们对生活环境有了更高的要求。而储藏物害虫在我们的生活环境中无所不在，如在高级宾馆的房间、飞机、车船内常常可以见到蟑螂出没；在舒适的家庭房间内，不时会有蛾子在飞舞。虽然这些害虫有时不会造成明显的危害，但对人们的心理无疑会有不良的影响，成为人们一种额外的心理负担。

### 三、昆虫纲的基本特征及其在动物界的地位

#### (一) 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，以致最初人们把许多节肢动物、环节动物及棘皮动物等都列为昆虫。直到 1825 年，P. A. Latreille 设立了六足纲(Hexapoda)，才将“昆虫”定义规范为“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(图 0-1)。

- (1) 体躯由若干环节组成，这些环节集成头、胸、腹 3 个体段；
- (2) 头部是取食和感觉中心，具有口器和触角，通常还具有 1 对复眼；
- (3) 胸部是运动和支撑中心，具有 3 对足和不多于 2 对的翅；
- (4) 腹部是生殖和代谢的中心，其中包括着生殖系统和大部分内脏，无行走用的附肢。

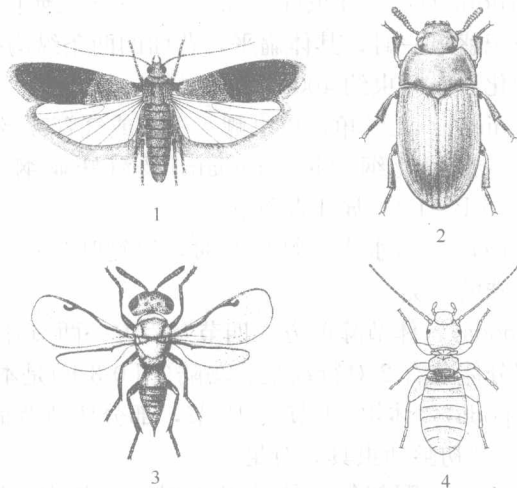


图 0-1 昆虫纲的部分代表

1. 蛾类；2. 甲虫；3. 寄生蜂；4. 书虱

昆虫在生长发育的过程中，通常要经过一系列的外部形态和内部结构的变化才能变成成熟的个体，即昆虫通常有变态。另外，还需要指出的是，并非所有在特定时期具有

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。

### (二) 昆虫纲在动物界的地位

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 0-2)。

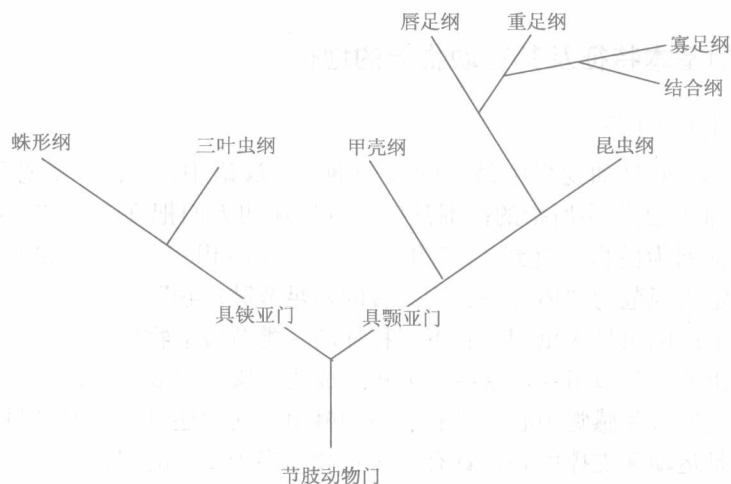


图 0-2 节肢动物门的系统发育关系

(1) 三叶虫纲 (Trilobita): 三叶虫(图 0-3 A)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 4000 余种。

(2) 蛛形纲(Arachnida): 无触角，以书鳃、书肺或气管呼吸。此纲包括 3 个亚纲：蛛形亚纲(Arachnoida)、肢口亚纲(Merostomata)及海蛛亚纲(Pycnogonida)。蜘蛛、蜱、螨、蝎、蜚等(图 0-3 B~D)均属于此纲。

(3) 甲壳纲(Crustacea): 多水生，触角 2 对，以鳃呼吸；如虾(图 0-3 E)、蟹等。它们是节肢动物门中特殊的一类。

(4) 重足纲(Diplopoda): 体节除前方三四节及后方一两节外，每一可见背板下由 2 节合并而成，所以大部分体节有 2 对行动足。马陆(图 0-3 F)是本纲的典型代表。

(5) 寡足纲(Paupoda): 体躯 11 节或 12 节，部分体节背面愈合，第三至第九节各有 1 对足(图 0-3 G)；其初龄幼虫具 3 对足。

(6) 唇足纲(Chilopoda): 胴部每一体节具 1 对足，其中，第一对足特化成毒爪，生殖孔位于体末第二节上；蜈蚣(图 0-3 H)、蚰蜒属于此纲。

(7) 结合纲(Symphyla): 状若蜈蚣，但第一对足不特化成毒爪，生殖孔位于体躯前端第四节上(图 0-3 I)。此纲动物每一体节上常具 1 对刺突和 1 对能翻缩的泡。

值得指出的是，关于节肢动物的起源、演化及分类等还没有统一的认识，如有的学

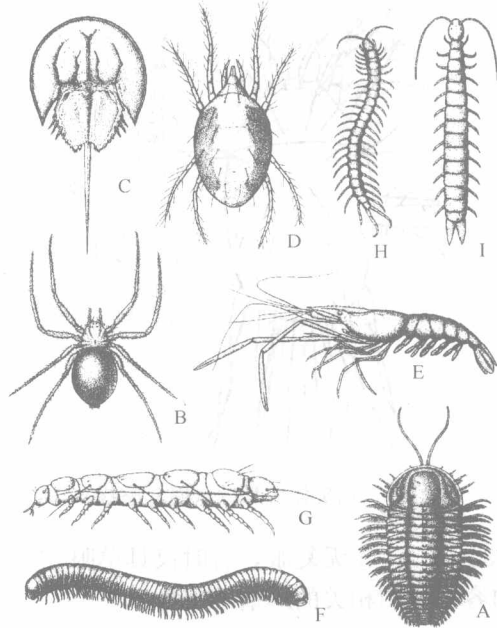


图 0-3 节肢动物门其他纲的代表

A. 三叶虫; B. 蜘蛛; C. 中国鲎; D. 螨; E. 虾; F. 马陆;  
G. 烛蛾; H. 蜈蚣; I. 么蚰

者把肢口亚纲作为独立的纲，有的学者把重足纲、寡足纲、唇足纲及结合纲均作为多足纲(Myriapoda)的亚纲等。

#### 四、储藏物螨类的基本特征

螨类(mites)从分类学上属于节肢动物门、蛛形纲。储藏物螨类(stored product mites)也是储藏物中重要的一类害虫，特别是在环境湿度较高时，常常大量发生，可引起储粮水分增加和局部发热。储藏物螨类由于个体较小，往往不易发觉，而且防治较为困难。

在储藏物中较常见、且危害较严重的主要是粉螨，粉螨属于蛛形纲的真螨目(Acariformes)粉螨亚目(Acaridides)粉螨总科(Acaroidea)。另外，在储藏物中还有一些营捕食或寄生生活的螨类，如肉食螨和蒲螨等。

螨类的体躯一般可分为颚体(gnathosoma)和躯体(idiosoma)两部分。颚体构成螨体的前端部分，其上生有螯肢和须肢。躯体位于颚体的后方，可再划分为生有4对足的足体和位于后端的末体两部分；生有前面两对足的是前足体，生有后面两对足的是后足体。在前足体和后足体之间，一般有清晰的横沟，以这条横沟为界，整个螨体可分为前后两个部分，前者称前半体，后者称后半体；前半体包括颚体和前足体，后半体包括后足体和末体(图 0-4)。

与昆虫相比，储藏物中的螨类个体微小，通常只有 0.5~1mm。此外，螨类与昆虫的形态区别还有以下几点：

①螨类整个体躯分节不明显，大体上可分为头胸部和腹部两个体段；②无翅；③成

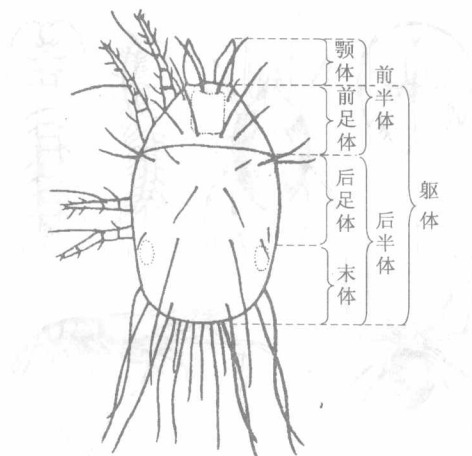


图 0-4 螨类体躯划分 (腐食酪螨)

螨具 4 对足(幼螨通常为 3 对足); ④无复眼, 有时仅具单眼。

有关储藏物螨类的内容可参阅相关的蜱螨学书籍。

### 思考题

1. 什么叫储藏物昆虫、储藏物害虫、储粮害虫?
2. 储藏物害虫有何经济意义?
3. 昆虫纲有哪些基本特征? 其在动物界的分类地位如何?
4. 如何区分昆虫和螨类?

### 主要参考文献

彩万志等. 2001. 普通昆虫学. 北京: 中国农业大学出版社

邓望喜. 1992. 城市昆虫学. 北京: 中国农业出版社

江西大学等. 1984. 中国农业螨类. 上海: 上海科学技术出版社

雷朝亮等. 2003. 普通昆虫学. 北京: 中国农业出版社

赵养昌. 1966. 中国仓库害虫. 北京: 科学出版社

郑州粮食学院. 1987. 储粮害虫防治. 北京: 中国商业出版社

郑州粮食学院等. 1986. 仓库昆虫学. 北京: 中国财政经济出版社

# 第一篇 储藏物昆虫学

## 第一章 储藏物昆虫的外部形态

### 本章提要：

- 昆虫体躯的一般构造
- 昆虫形态特征描述的常用术语
- 昆虫头部的基本形态及口器、触角和复眼等的构造和特征
- 昆虫胸部的基本形态及胸足、翅的构造和特征
- 昆虫腹部的基本形态及成虫外生殖器的构造和特征
- 储藏物鞘翅目和鳞翅目幼虫的形态特征

昆虫种类繁多，体躯构造复杂，是动物界中种类最多的一个类群。昆虫的种类不同，形态构造和生理功能也有差别，这是由于它们在历史演化过程中，长期适应各种不同的生活环境，引起新陈代谢和生理功能的改变，导致体躯构造发生变化。尽管如此，但其基本结构却是一致的，不同的变异类型，只不过是基本结构的特化。了解昆虫的形态结构，不仅是研究昆虫进化、系统分类和认识昆虫的重要依据，而且对于了解昆虫的发生环境、生活方式、习性特征和害虫防治，都具有重要的意义。

### 第一节 昆虫体躯的分节、分段和体向

#### 一、昆虫体躯的分节和分段

昆虫是左右对称的动物，体躯和其他节肢动物一样，由一系列连续的环节，即体节(segment)所组成。这些体节分别集成三个体段，称为头部、胸部和腹部。

一般认为昆虫的头部由6个胚胎环节愈合而来，但现代昆虫中大多已见不到分节的痕迹。昆虫的头部具有眼、触角及由头部附肢演变而成的口器，是昆虫的取食和感觉中心。

胸部由3节组成，每节有足1对，大多数类群在第二及第三节各有翅1对。所以胸部是昆虫的运动中心。

腹部由11节组成，无足。腹部第八、九、十节通常具有特化为交配或产卵的附肢。腹部是昆虫的生殖和代谢中心。

## 二、昆虫的体向

为描述虫体各部分的相对位置，以一定的体躯部分作为定向的基础，通常有下列术语(图 1-1)。

头向：与头部的方向一致，与体躯纵轴平行，又称为前。

尾向：与头部的方向相反，与体躯纵轴平行，又称为后。

侧向：向着身体侧面的方向，和身体纵轴垂直，分为左向和右向。

背向：向着身体背面的方向，又称为上。

腹向：向着身体腹面的方向，与背向相反，又称为下。

除了上述这些方向之外，在形态描述中也常用到下列部位及名称。

基部和端部：昆虫的附器和外长物，其靠近虫体的部分为基部，远离虫体的部分为端部；前胸背板的后方是近基部，前方是端部，而甲虫类的鞘翅则以靠近前胸的部分为基部，远离前胸的部分为端部。

外和内：昆虫的体部和附器，凡与体躯纵轴比较接近的一边称为内，与体躯纵轴较远的一边为外。

前缘和后缘：昆虫的体部和附器与体躯纵轴垂直的部分，离头部较近的一方为前缘，离头部较远的一方为后缘。

纵(或长)和横(或宽)：昆虫的体部和附器凡与体躯纵轴平行的称为纵或长，与体躯纵轴垂直的称为横或宽。

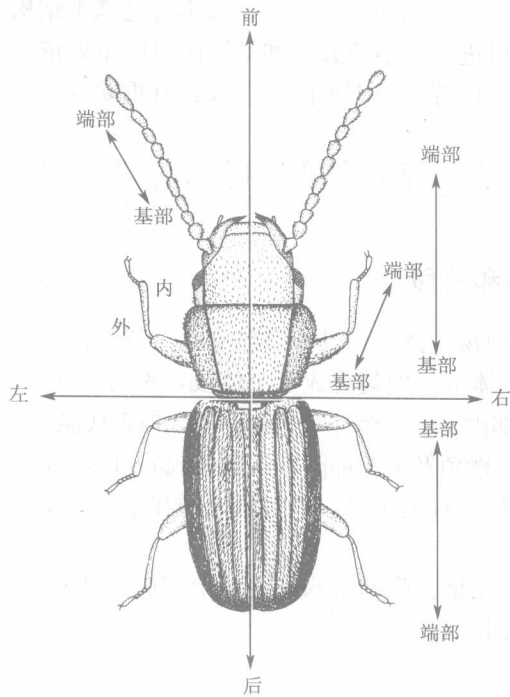


图 1-1 昆虫的体向

## 第二节 储藏物昆虫的头部

### 一、头壳的分区和头部的变化

头部(head)是虫体最前方的一个体段,一般认为由6个体节构成,但其分节现象仅在胚胎发育前期才能见到,至胚胎发育完成,各节已愈合成为一个完整的头壳。头壳的体壁由一些曲折的脊或沟增强加固。头部生有3对附肢演变而成的口器、1对复眼(有时还具有1~3个单眼)和1对触角,是取食和感觉中心。

昆虫的头壳是一个完整的、高度骨化的坚硬颅壳,一般呈圆形或椭圆形,通常是昆虫整个体躯中最为坚硬的部分。头部有两个孔,在头部前方的是口孔,其周围有口器;在头部后方的是后头孔,头部的神经、消化器官以及其他器官通过后头孔与胸部相连。

在昆虫形态研究中,常根据头部的陷线和由于体壁内褶而在表面形成的沟将昆虫头部分为若干区域(图1-2)。

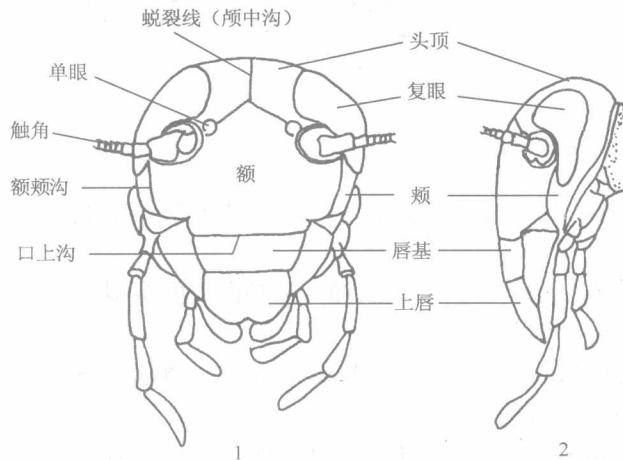


图1-2 蜚蠊的头部

1. 正面观; 2. 侧面观

**蜕裂线:**亦称头盖缝,是一条倒“Y”形的线,其中干称为冠缝,侧臂也称额缝。它是幼虫蜕皮时头壳裂开的地方,起自胸部或腹部的背中央,直达头部复眼间分叉成倒“Y”形。幼虫期很显著,不完全变态的成虫中有的还部分保留,而完全变态的成虫中则已消失。

头壳上沟的数目和位置,在各类昆虫中变化很大,最常见的有如下几条沟:

(1) 口上沟:也称额唇基沟,位于口器上方,两上颚基部前关节之间。此沟也有上拱呈“Λ”形的。它是额和唇基的分界线。

(2) 额颊沟:位于复眼下方至上颚基部之间,是额和颊的分界线。这条沟在储藏物昆虫中见于蜚蠊目和革翅目昆虫中,在其他昆虫中少见。

(3) 颅中沟:有些昆虫头部体壁沿着蜕裂线的中干内陷,表面形成的一条沟。由于其位置与蜕裂线中干重叠,很容易和蜕裂线中干混淆。但蜕裂线一般色浅,不同于具有



内脊的沟，而且大多数昆虫的颅中沟常伸过蜕裂线的分叉处。

根据上述的沟和线，可将昆虫的头部划分为以下几个部分：

(1) 额：是头部正面位于口上沟上方的一个完整的区域，如有蜕裂线时，则位于蜕裂线侧臂之间，额的两侧与额颊沟为界。触角和单眼位于额区。

(2) 唇基：位于额的下缘或前缘，即口上沟之下，上唇就悬挂在唇基的下方。

(3) 颊：是头的侧面部分，位于复眼之下，额颊沟之后，颊下沟或上颚基部之上的部分。

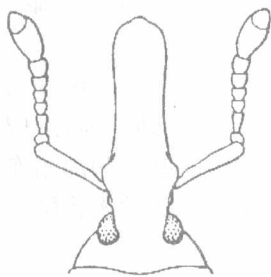


图 1-3 玉米象的头部  
(仿 Bousquet)

(4) 头顶：位于额之上，两复眼之间的背上方。

有时将颊和头顶合称为颅侧区，将额和唇基合称为额唇基区。

储藏物昆虫头部最易发生变化的是额唇基区。常见的一种形式是延长成象鼻状的“喙”，如象甲科的玉米象、米象和谷象(图 1-3)；有些种类稍有延长成较短的“吻”，如豆象科的绿豆象和豌豆象等。而鳞翅目的幼虫的额区变化为两个狭长的区域，称为“旁额片”，唇基上还有一条沟，将唇基分为前唇基和后唇基。

## 二、头部的型式

头部的型式简称头式。根据口器的着生位置和方向，昆虫的头式可分为下列 3 类(图 1-4)。

前口式(prognathous type)：头部平伸，颚端向前的头型。如锯谷盗科、扁谷盗科、拟步甲科、步甲科和谷盗科等。

下口式(hypognathous type)：头部与躯干垂直、颚端向下的头型。如长蠹科、豆象科、窃蠹科、蛛甲科和皮蠹科等。

后口式(opisthognathous type)：头部和口器斜向体躯后方的头型。口器静止时，紧贴于身体的腹面。此种类型多见于刺吸式口器的昆虫，如食虫蝽象，蜚蠊的头式也属此类。

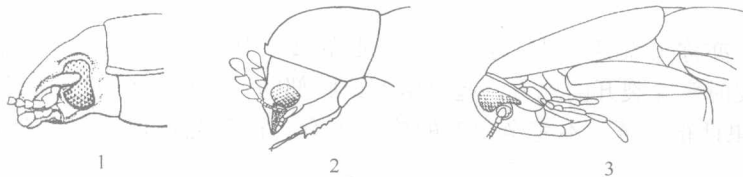


图 1-4 昆虫的头式  
1. 前口式(赤拟谷盗)；2. 下口式(谷蠹)；3. 后口式(美洲蜚蠊)  
(1. 仿 Bousquet)

昆虫的头部一般为圆形，但下口式则多为前后扁平；前口式则为上下扁平。

昆虫头式的不同，反映了取食方式的不同，这是昆虫对环境的适应。利用头式可区分昆虫大的类别，故在分类学上常有所用。