

# 倉庫昆蟲學

鄭州糧食學院

儲糧害蟲防治教研室

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 绪论.....                   | 1  |
| 节肢动物特征.....               | 1  |
| 仓库昆虫及仓库昆虫学.....           | 4  |
| 仓库的起源与来源.....             | 5  |
| 第一章 外部形态及其功能.....         | 7  |
| 第一节 仓虫体躯的一般构造.....        | 8  |
| 第二节 头部.....               | 9  |
| 第三节 胸部.....               | 26 |
| 第二章 幼虫外部形态.....           | 54 |
| 第一节 鞘翅目仓虫幼虫.....          | 55 |
| 第二节 鳞翅目仓虫幼虫.....          | 58 |
| 第三章 体壁.....               | 65 |
| 第一节 体壁的构造、化学组成及其生理功能..... | 65 |
| 第二节 体壁的衍生物.....           | 73 |
| 第四章 内部解剖与生理.....          | 83 |
| 第一节 体腔和内部器官的位置.....       | 84 |
| 第二节 肌肉系统.....             | 87 |
| 第三节 消化系统.....             | 96 |

|     |              |     |
|-----|--------------|-----|
| 第四节 | 呼吸系统         | 111 |
| 第五节 | 循环系统         | 130 |
| 第六节 | 排泄系统         | 137 |
| 第七节 | 神经系统和感觉系统    | 144 |
| 第八节 | 昆虫激素         | 163 |
| 第九节 | 生殖系统         | 176 |
| 第五章 | 个体发育与生长      | 185 |
| 第一节 | 储粮昆虫的生殖方法    | 185 |
| 第二节 | 胚胎发育         | 188 |
| 第三节 | 成虫的生物学特性     | 200 |
| 第四节 | 储粮昆虫的生活史     | 204 |
| 第五节 | 储粮昆虫的习性      | 208 |
| 第六章 | 仓虫与生活环境      | 211 |
| 第一节 | 研究仓虫生境的意义与任务 | 212 |
| 第二节 | 温度           | 216 |
| 第三节 | 湿度           | 233 |
| 第四节 | 食物因子         | 238 |
| 第五节 | 储粮生态体系       | 243 |
| 第七章 | 仓库昆虫分类       | 251 |
| 第一节 | 概述           | 251 |

|     |                      |     |
|-----|----------------------|-----|
| 第二节 | 仓库昆虫的分目.....         | 259 |
| 第八章 | 主要储粮害虫.....          | 307 |
| 第一节 | 缨尾目 Thysaura.....    | 307 |
| 第二节 | 蜚蠊目 Blattaria.....   | 308 |
| 第三节 | 等翅目 Isoptera.....    | 312 |
| 第四节 | 啮虫目 Psocoptera.....  | 315 |
| 第五节 | 鳞翅目 Lepidoptera..... | 316 |
| 第六节 | 鞘翅目 Coleoptera.....  | 342 |

## 绪 论

古人把所有的动物，通称之为虫。有文字记载时，把有脚的叫虫，无脚的叫豸。大约自近2000年来，虫的函义在科学上只用在一定范围内的动物，并且在虫的前面加上个昆字。这说明昆虫是动物中数量最大，种群最多的类群，在动物界占有相当的地位。

所有的昆虫是组成节肢动物门 (Arthropoda) 下的一个纲——昆虫纲 (Insecta 或 Hexapoda)。而昆虫体躯的形态构造与其它各门动物的形态构造显然不同，唯独和节肢动物不仅具有很多共同特征，又具有不同于节肢动物门下其它纲的特征，因之人们常认为昆虫与节肢动物起源于同一祖先 (图绪1)。

图绪1 节肢动物分类系统树 (仿周尧图)

### 节肢动物特征

节肢动物的体躯是由一系列体节组成的。身体左右对称；整个体躯被有含几丁质的外骨骼；有些体节上具有成对的分节附肢；体腔就是血腔；心脏在消化道的背面；中枢神经系统 (包括一个位于头内消化道背面的脑和一条由一系列成对神经节组成的神经索)，位于消化道的腹面 (图绪2)。

## 图绪2 昆虫的纵切面图解

示体躯的分段和内部器官的相互位置（右边的唾腺和边面的卵巢已取去）（仿管致和）

昆虫纲的特征是（参阅图绪3）：

1. 体躯明显地可分为头、胸、腹三个体段。
2. 头部是感觉和取食的中心，具有一个口器、一对触角和一对复眼，有的还有单眼。
3. 胸部是运动的中心，具有3对足，一般还有2对翅或一对翅。
4. 腹部是生殖的中心，其中包含着生殖系统和大部分内脏器官。生殖孔开口于其末端。
5. 从卵孵化出来的昆虫，在生长发育中要经过体态上的变化（变态）才能变为性成熟的昆虫。

## 图绪3 昆虫体躯的基本构造图解（仿 Snodgrass）

在节肢动物门中，与仓库昆虫有密切关系的两个纲（蛛形纲、唇足纲），现作简略介绍如下，使与昆虫易于区别。

蛛形纲（Arachnida），体躯分头胸部和腹部两个体段；头部不明显，无触角，有四对行动足，以肺或气管呼吸。常见的有蜘蛛、拟蝎、蟬、螨等（图绪4）。

#### 图绪4 蛛形纲的若干代表

A、蜘蛛 B、蟬 C、拟蝎

（取自管致和等仿各作者）（仿忻介六）

唇足纲（Chilopoda），体躯分头部和胴部两个体段。有一对触角，每一体节上有一对行动足，第一对足特化成鄂状的毒爪。生殖孔位于体躯末后第二节上，以气管呼吸。常见的有蜈蚣、钱串子等（图绪5）。

#### 图绪5 唇足纲代表

A、蜈蚣 B、钱串子

（仿Eidmann·管致和）

## 仓库昆虫与仓库昆虫学

世界上已知名的动物150万种以上，节肢动物占有所有动物的68%左右，昆虫占节肢动物的90%以上。据胡经甫编的中国昆虫名录记载，我国已发现的昆虫有20,096种，实际上远远超过此数。

这样庞大种群的昆虫中，既有大量的害虫，也有少数种的益虫。它们与人类的关系非常密切。不仅遍及所有农田、菜园、果园、森林、苗圃等经济植物生长的地方，还潜藏在仓库、厂房、堆货栈等农副产品储存的场所，为害粮棉、蔬、果、竹木、储粮、油料、中药材、土特产和日杂品等，乃至池塘、牧场、城镇居民、农村社员们的家里，到处都能见到有害的昆虫在危害。因此，人们不得不要研究、了解它，并进一步去防治害虫或利用益虫，从而促进了昆虫学的发展。

仓库昆虫仅是昆虫纲的极小部分，据姚康教授最近编著的仓虫名录记载，全世界上已知名的达533种。我国已定名的仓虫171种，其中分布较广的为57种，造成危害引起严重损失的有28种。

仓库昆虫是指生活在仓库、加工厂里为害动植物的储藏物，或仓、厂建筑、包装器材、仓储与运输工具及设备的害虫和捕食、寄生在这类害虫的天敌昆虫的总称。前者又称仓库害虫或储藏物害虫，简称仓虫。

专门以仓虫为研究对象的科学叫仓库昆虫学。仓库昆虫学是由昆虫学发展起来的一门独立的分枝学科。其任务首先是识别鉴定仓库昆虫的种类，研究掌握它们的生命活动规律，从而提出有效地防

治措施，以达到防止其发生，或一旦发生了也能及时地将其歼灭，使各类储藏物品在储藏、加工、销售过程中的数量与质量最大限度的减少损失；为维护人民健康，保护我国的农业资源，促进国际贸易的发展，为我们的社会主义祖国繁荣富强作出贡献。

本学科的主要内容包括仓库昆虫的成虫、幼虫外部形态、体壁及内部器官与生理、个体发育与生长、仓虫与其生活环境、仓库昆虫的分类、常见的重要仓库害虫等八章必备的基础知识和基本理论等内容。要做到有效地防治必须依靠了解仓库昆虫的个体与群体生长发育的正确生物学和它的生命活动，各器官生理机能，以及它能适应环境的正确生态要求，而形态分类又是种类鉴定的基础，也是研究昆虫生物学等方面的第一步，如果忽视种类的鉴定和生物学等任何一方面的内容，就不可能做到真正的有效防治。

仓库昆虫学是在生产实践中发展起来的一门学科，实践性非常强。学习时一定要到实践中去学，认真调查研究，重视科学实验和生产实习，做到从实践中来，上升到理论，再回到实践中去，循环往返反复实践，才能真正做到“有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”。

### 仓虫的起源与来源

在根本没有仓库的原始社会以前，仓虫肯定和其它昆虫一样，是在野外生活的。有的摄取各类植物的根、茎、叶、花果和种子，有的吃动物尸体、毛皮与鸟巢穴内的动物质，有的生活在树皮和落叶下营半捕食或腐食生活，有的专啗捕食或寄生于一类昆虫的个体而生活。因而无仓虫之可言。

随着人类社会的进步与发展，遂将可以利用的动、植物各个部分，搬到仓库里储存起来，于是这类昆虫就被带到仓库里来了。而仓库的环境条件比野外的环境条件优越和稳定得多，更不需到处寻找食物，经过长期世代代的适应和演变的结果，遂形成为今日所谓的仓虫。所以说，仓虫的起源是指昆虫的演变和进化过程，它与生物学特性有关，是个理论问题。

由此看来，仓虫多起源于生活在接近仓库环境条件的种类，因为仓库里食料丰富，但其贮藏物要求干燥，而各种植物种子、树皮、鸟巢很接近于仓库环境，所以生活在这类环境的虫种，一旦进入到仓库，容易适应或容易变得适应于仓库条件下生活。而环境条件，则主要包括食物、温度、湿度和水分等。

适应与否的重要的关键是食性与抗干性，通过这两个关，它们就取得了演变为仓虫的基础。在食性上，有略有改变的如皮蠹科、郭公虫科、谷盗科、扁甲科、锯谷盗科、拟步甲科等某些种群；有没有改变的如米象、玉米象、各种豆象和麦蛾等。有的改变很剧烈，如长蠹科、窃蠹科的昆虫种群，一般为木蠹性的，但是谷蠹、竹蠹、药材甲、烟草甲都能摄取非木质性的贮藏物资，白斑蛛、澳洲蛛甲在寻找化蛹场所时为害木质结构，大谷盗幼虫常钻入柱子内，这些仓虫可能是从木蠹性害虫演化而来的。在环境因素上，主要是抗干性的改变。演变快慢差别很大。但无论如何，演变的历史一般要追溯到比人类的历史更早的时期。例如公元前2500年的埃及国王陵墓中发现的谷象、杂拟谷盗和公元前1570年的埃及国王陵墓里发现的药材甲、烟草甲、裸蛛甲等，跟现在同样的种没有区别。看来鼠类或其他能贮粮的动物的洞穴，都可能是仓虫的起源场所。

来源不同于起源，它是指仓虫原始发生场所。如人为的来源、田间来源、自然来源等三个方面。除自然来源与起源有一定关系外，其余都靠外力的帮助而进入仓库，与传播有关，也和防治有关。所以是个应用问题。

## 第一章 外部形态及其功能

仓虫是昆虫纲的一部分，而昆虫纲是节肢动物门最大的一个纲，也是动物界中最大的一个纲。由于它们起源于节肢动物门，所以它与节肢动物门中其它各纲的基本结构相同而又各异。因自然环境条件不断的改变，引起新陈代谢的变化，机能的改变，必然导致其形态结构和生活习性也要不断地发生变异，从而引起强烈的分化，结果各自形成自己的独立系统。这不仅说明形态和功能之间的不可分割的有机联系，也说明了外部形态和生理机能之间存在着既统一又矛盾的辩证关系。

尽管昆虫在形态结构上有着千变万化，但“万变不离其宗”。这无非是某种基本形式长期演变的结果。找出昆虫形态结构的同源关系就是研究形态学的重要任务之一。研究昆虫形态学的另一项重要任务是要以整体的概念来分析局部构造的功能和成因。由于昆虫的每个构造赖以生存的必要条件，所以昆虫身体各个构造之间，不论其外形或功能之间，也都存在着不可分割的相互依赖关系。因而研究昆虫形态学也必然导致对昆虫生物学特性的分析。

由上得知，昆虫的种群分化必然与外部形态的变化相关联；昆虫形态学 (Morphology) 的发展，从来就是同昆虫分类学 (systematica) 的发展互为因果的。当前的分类学依据仍然离不开外部形

悉。诚然，单纯用外部形态，而忽略了生物学 (Biology)，生态学 (Ecology) 的观察，分类也是搞不好的。本课程学习外部形态就是要为仓库昆虫分类和生物学打基础。基础越固，更有助于防治害虫工作的开展。

## 第一节 仓虫体躯的一般构造

仓虫通常是微小或中等大小的个体。但其各个器官的构造与其它类大形昆虫一样，一应俱全。包裹在整个体躯外的皮肤 (体壁) 是由一系列连续的环，即体节 (somite) 组成的。各体节的形态因种群不同而不同，大致为圆筒形、扁圆形；有些体节具有成对并分节的附肢 (limbs或artus)，左右对称；而相邻的体节以节间膜 (intersgmental) 相连接。成虫的体壁 (integument) 大部分形成硬化区，它是由一系列的外骨片 (sclerites) 构成的，这种体壁的硬化现象，称为骨化 (sclerotization)，体壁的骨化和连接而相邻体节的节间膜，既具有保护作用，又是重要的运动机械，致使包裹于虫体的体壁不致变成僵硬的外壳，而能活动自如。

仓库昆虫和其他类昆虫一样，整个体躯可明显地划分为三个体段 (tagmata)，分别称为头部 (caput)、胸部 (thorax) 及腹部 (abdomen) (图 1-1)。组成头部的体节已经愈合不分，与分节有关的附肢特化组成口器 (mouth parts 或 trophi) 和感觉器官。胸部由三个体节组成，分别称为前胸 (Prothorax)、中胸 (mesothorax) 和后胸 (metathorax)。通常中、后胸节紧密连接，不能自由活动。三胸节各具一对分节的附肢 (artus)。即三对胸足 (thracic feet)，依次称前足 (fore legs)、中足

图 1-1

1.头部 2.前胸 3.中胸 4.后胸 5.腹部 6.触角  
7.前足 8.中足 9.后足 10.前翅 11.后翅 12.口器

图 1-1 长角谷盗拆离图 (李宗良绘)

(middle legs), 后足 (hind legs)。大多数仓虫的中、后胸各有一对从背侧伸出的翅 (Wings), 也有无翅或具退化的翅。腹部通常由 11 个体节组成, 附肢大都已经消失, 生殖孔开口于其身体末端。用气管呼吸。

## 第二节 头 部

仓虫的头部是其体躯的第一体段, 是取食和感觉的中心。因而除由三对附肢演变而成的口器外, 神经中枢与主要的感觉器官都着生在头部上面。所以昆虫的头壳通常长得比较坚硬, 能承受外界的压力和强大的肌肉牵引。

### 一、头部分区

现代仓虫的头壳 (head capsule) 上已见不到划分体节的痕迹, 所以其头部究竟由多少体节组合而成, 这个问题只能从胚胎学和比较解剖学上找论据推断。因取材不同和对一些现象各有不同的见解, 就产生了有三节、四节、五节、六节、七节等不同的学说, 其中以四节说与六节说为较多的学者所接受。后来 Imms 的教科书也都按六节

说介绍。但到目前为止，头部究竟由几个体节组成，仍然是个未获得彻底地解决的问题。

仓虫的头壳一般很坚硬（鞘翅目仓虫）或比较坚硬（鳞翅目仓虫）。它是由头部骨片愈合而成的盒状壳，有椭圆形或圆形，前后或上下扁平，也有自其额部延长成喙状的。头壳以颈膜（Cervaria）和胸部相连接。在相连接之处为一圆孔，称后头孔（occipital foramen），内部器官都从这里进入头壳中。关于头壳分区问题，由于昆虫头部的体节已愈合，尤其在比较高等的鞘翅目（Coleoptera）仓虫更不易找出明显的界限，但在较低等的蜚蠊目（Blattariae）中还可根据残存的蛻裂线和一系列的后生沟将其划分为额（frons）、头顶（vertex）、唇基（Clypeus）、颊（genae）和后头（occiput）等区域（图 1-2、3、4）。

图 1-2 东方蜚蠊头部正面观

图 1-3 东方蜚蠊 头部侧面观

仿 H. H. Соколов-Катков

图 1-4 东方蜚蠊头部后面观 仿同前

(一)额 是头前的块状骨片，位于蛻裂线侧臂之下和额唇基沟之上，两侧与额颊沟为界。单眼就着生额区。

(二)唇基 位于额的下缘或前缘，是突出在额唇基沟的骨片，上唇就悬挂在唇基的下方。如唇基上有沟 (Clypeal suture) 存在，则与额相接的部分为后唇基 (postclypeus)，与上唇相接的部分为前唇基 (anteclypeus)。

(三)颊与头顶 两者合称颞侧区。前面以额颊沟，后面以后头沟为界。复眼就着生在颞侧区的侧上方。复眼以下为颊，复眼以上为头顶 (或颞顶)。

(四)后头与次后头 二者是头后围绕后头孔的区域，即两条马蹄形的窄骨片。后头沟与次后头沟之间的一条叫后头，次后头沟后面的部分叫次后头 (postocciput)。后头的下端较宽，并位于颊的后面，通常称为后颊 (postgena)，其余部分仍叫后头。但后颊与后头之间并无明显的分界线。次后头的后面与颈膜相连。

(五)围眼片与围角片 (antennal sclerit)，分别为围绕复眼及触角的狭窄骨片。

上唇和舌也是头壳上的构造，为方便起见，将在口器部分叙述。

## 二、蛻裂线与沟

蛻裂线 (Ecdysial line) 通常是一条倒“Y”形的线 (曾称头盖缝), 它的主干 (曾称冠缝) 起自头部背中央, 伸到两复眼间分叉成两条侧臂 (曾称额缝)。幼虫, 若虫脱皮时, 就沿着此线裂开的, 故称脱裂线。因为沿着这条线的体壁的外表皮不发达, 所以颜色较浅, 当虫体内液压加大时, 很容易裂开 (图1-5)。

图1-5 蜚蠊 沿脱裂线裂开状  
(取自昆虫学通论第29页)

前面提到较高等的鞘翅目成虫都没有这种蛻裂线, 仅在较低等的非翅目昆虫中还存在着蛻裂线和几条主要的明显沟。

(一) 额唇基沟 (Frontoclypeal sulcus) 又称口上沟, 通常是一条较深的横沟, 位于两上颚前关节之间, 是额和唇基的分界线 (图1-2)。

(二) 额颊沟 (Frontogenal sulcus) 是一条从复眼或触角向下伸到上颚基部的纵沟, 是额与颊的分界线 (曾称角下缝或眼下缝)。额颊沟在昆虫中并不普遍存在, 仅在蜚蠊目与革翅目中常见。

(三) 额中沟 (Epicranial sulcus) 是指某些昆虫 (主要是幼虫) 的头壳上沿蛻裂线的主干向内陷成一内脊, 外面留下的就是额中沟。额中沟的颜色深, 不象蛻裂线色浅, 而且额中沟向下伸过蛻裂线

的分叉点(参见第二章),故易区别。

(四)围眼沟(Ocular sulcus)指头壳壁围绕复眼的内折线沟。在内形成一环状的围眼脊,又称围眼片(Ocular sclerite),它具有保护复眼内部构造作用。这在鞘翅目仓虫尤为发达,有时可作为分类的依据。

(五)后头沟(Occipital sulcus)是头后部环绕后头孔(Occipital foramen)的第二条拱形沟,两端下达上颚的后关节处。这是仓虫中蜚蠊目独有的沟。

(六)次后头沟(Postoccipital sulcus)是后头部环绕头孔的第一条拱形沟。

(七)颊下沟(Subgenal sulcus)在头壳的下侧方,是沿头壳的下缘,由额唇基沟到次后头沟之间的一条沟(图1-3)。其内脊的功能在于加强头壳下缘以承受上颚强大肌肉的牵引力。仓虫中只有蜚蠊目才有。

### 三、头部的内骨骼

仓虫活动时,首先跟周围环境接触的是头部,口器也着生在头部,是取食与感觉的中心。随着长期地适应和演变,使其头壳变得坚硬结实。特别是甲虫类的头部更是如此。其头壳的坚固,不仅是由于形成头壳的体壁骨化程度强,还有多条后生沟的内脊,以及由于头壳里面支撑着特殊的内骨骼(endoskeleton)故能承受口器强大肌肉的牵引力和保护脑等器官。

仓虫的所谓内骨骼,就是常在其头壳的适当位置,体壁内陷形成较坚韧的幕骨(tenterium)(图1-6),所以它的来源仍和外骨骼一样,同高等动物的内骨骼完全是两回事。