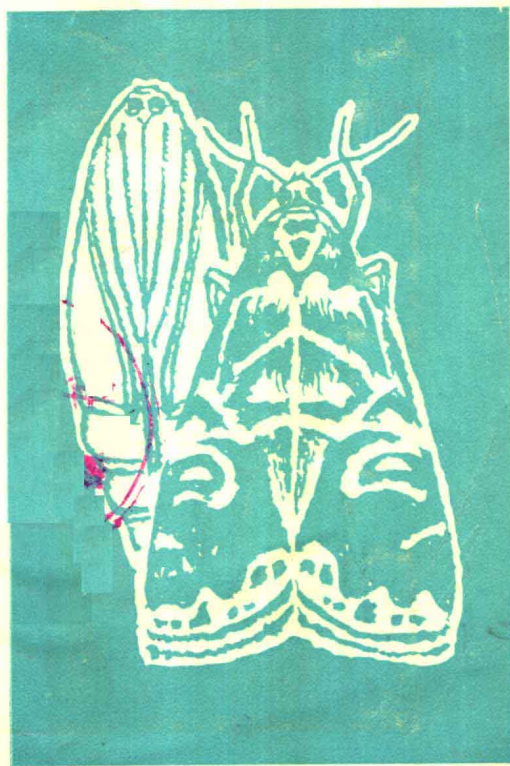


科学种田丛书

农业昆虫知识及应用

陆自强 编著



4
21
科学技术出版社

封面设计 朱仰慈

科学种田丛书

农业昆虫知识及应用

陆自强 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏溧水印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.625 字数 121,000

1983年8月第1版 1983年8月第1次印刷

印数 1—21,000

统一书号: 16119·468 定价: (科三) 0.47 元



引 言

世界上动物种类浩如烟海, 已知的约有 150 万种, 其中昆虫约有一百多万种, 占动物总数的三分之二, 它们与人类有非常密切的关系。

农业昆虫是指与农业生产有关的一些昆虫。为害农作物的昆虫有一万多种, 重要的约三千种, 其中水稻害虫三百多种, 棉花害虫七百五十多种, 玉米害虫三百五十种, 果树害虫一千种以上, 仓库害虫三百多种, 它们给人类带来的经济损失十分严重。如蝗虫, 自公元前 707 年到 1935 年, 见诸我国史籍之重大蝗害就有八百多次, 差不多每三年发生一次, 飞蝗发生时, “遮天蔽日”, “草木皆尽”, 为害惨状怵目惊心。螟虫是水稻上常年发生的害虫, 轻害年平均损失 5%, 重害年则可达 30%, 每年损失稻谷达百亿斤。棉花、果树的损失率一般

均达 15~20% 左右,不少昆虫除了直接为害作物外,还传播病害,在已知 249 种植物病毒病中,仅蚜虫传播的就有 159 种,飞虱、叶蝉能传播水稻、玉米、小麦的病毒病。棉花蕾铃期害虫的为害,会促使烂铃加重,这些害虫因传播病害给生产带来的恶果,远比它们本身为害造成的损失大得多。

农业昆虫中也有大量有益的昆虫。昆虫是作物授粉的媒介者,大约有 85% 的植物是虫媒花,蜂、蝇、蛾、蝶等都是带翅膀的“媒人”,它们对提高作物的产量,增强作物的生活力起了很大作用。紫胶、白蜡、洋红是多种工业的重要原料,这些是介壳虫、蚜虫的产物。有些昆虫如蝉、蟋蟀、蝼蛄、斑蝥等还可入药。

在昆虫中大约有 31% 的种类是以捕食或寄生于其他昆虫为生的,它们大部分是农业害虫的天敌,是我们“灭虫保苗”的天然同盟军。因此,在实践过程中,为了确定合适的防治措施,首先要掌握自然规律,正确辨认益虫与害虫种类,进一步控制与利用昆虫,达到“有害不害,有益更益”的目的。为此农业工作者和农民都必须懂得一些昆虫知识,而本书出版的目的也正在于此,即为大家提供了一定的方便。当然,本书不可能包罗万象把昆虫知识作全面阐述,仅将与害虫鉴别、预测预报、综合防治密切有关的方面作扼要介绍,以供读者参考应用。

目 录

引言	1
1 农业昆虫的外表特征	1
一、节肢动物与农业昆虫	1
二、昆虫体躯结构	2
(一)头部	2
(二)胸部	7
(三)腹部	9
三、昆虫的外生殖器	11
2 昆虫的体壁和内部器官	13
一、体壁的构造与功能	13
二、内部器官与杀虫剂的毒杀机制	15
(一)消化系统与排泄系统	16
(二)循环系统	17
(三)呼吸系统	18
(四)神经系统	20
(五)生殖系统	22
三、昆虫的肌肉	24
3 昆虫的行为与感觉器官	27
一、昆虫行为及其生理学基础	27
二、生理节律	28
三、昆虫的感觉器	30
(一)感触器	30
(二)听觉器	31

(三)感光器	31
(四)感化器	34
四、外激素及其在实践上的意义	36

4 繁殖方式与生长发育	39
一、昆虫的繁殖方式	39
(一)有性生殖(两性生殖)	39
(二)无性生殖(单性生殖)	40
二、昆虫的生长与发育	42
(一)胚胎发育	42
(二)胚后发育——脱皮与生长	43
三、昆虫的激素	46

5 农业昆虫与生态系统	49
一、昆虫与环境	49
(一)非生物因子	49
(二)生物因子	51
二、农业昆虫与农业生态系	58
三、昆虫的休眠与滞育	59
(一)休眠	59
(二)滞育	60

6 昆虫的扩散与迁飞	63
一、昆虫的扩散	63
二、昆虫的迁飞	64
(一)迁飞类型	65
(二)迁飞与环境	65
(三)迁飞的时间	66
(四)迁飞的机制	66

(五) 迁飞与气象	66
7 农业昆虫的分类及其意义	69
一、为什么要学些分类知识	69
二、昆虫是怎样分类的	70
三、农业昆虫主要目特征简述	71
(一) 无翅亚纲	72
(二) 有翅亚纲	72
四、昆虫分类的新动向	76
8 农业昆虫的调查方法	78
一、昆虫在田间分布类型	78
(一) 随机分布型 (潘松分布)	79
(二) 核心分布型	79
(三) 嵌纹分布型	79
二、田间取样的概念与方法	80
(一) 随机取样	80
(二) 典型抽样	82
(三) 顺序抽样	82
三、怎样正确预定调查的取样数	83
9 调查数据的整理与分析	88
一、测定值的表征数及其特点	88
(一) 常用代表值	88
(二) 平均数、百分率的标准误差	96
二、样本间差异的显著性检验	97
(一) t 检验法	97
(二) 方差分析	100
(三) 新复极差测验 (LSR 法)	104

10	预测预报与数理统计	107
	一、测报方法	108
	(一)期距法(历期推算法)	108
	(二)物候预测法	108
	(三)诱集法	108
	二、数理统计	109
	(一)经验公式的建立	109
	(二)相关回归分析法在测报上的应用	114
	(三)综合距平相关预测	123
	三、有效积温与害虫发生期预测	125
11	昆虫的种群动态与生命表	129
	一、昆虫的种群特征	129
	(一)种群的密度与种群的增长	129
	(二)种群的年龄结构与种群的生存曲线	132
	(三)种群的遗传结构	133
	二、昆虫的生命表	136
	(一)意义	136
	(二)生命表的组建方法	136
	(三)生命表的分析与应用	138
12	害虫的综合防治	145
	一、为什么要开展综合防治	145
	二、怎样开展综合防治	146
	(一)概念	146
	(二)措施与作用	146
	(三)综合防治中的几个问题	148

13

昆虫标本的采集制作与保存 153

一、怎样采集昆虫标本 153

(一)主要昆虫类群的栖境 153

(二)采集标本的时间 154

(三)工具与方法 154

二、昆虫标本的制作 156

(一)软化 156

(二)插针与展翅 157

(三)标签 158

(四)昆虫的浸制 159

三、微小昆虫和螨类的采集、保存及玻片标片的制作 159

四、昆虫透明固体标本的制作 160

(一)有机玻璃包埋 161

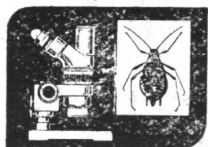
(二)尿醛树脂单体包埋 161

附表

1. t 值表 163

2. 5%及 1% F 值 165

3. *Duncan's* 新复极差测验 5%和 1% SSR 值表 169



农业昆虫的外表特征

一、节肢动物与农业昆虫

与农作物关系密切的动物，大部分是无脊椎动物，其中以节肢动物门种类最多，软体动物门和圆形动物门中也有少数(如蜗牛、蛞蝓、线虫)，节肢动物门中又以昆虫纲为最重要。

蛛形纲中不少动物是有益的，但蜱螨类是重要农业害虫；多足纲的马陆有时也为害作物；多足纲的蜈蚣则是昆虫的天敌。

节肢动物门是动物界中最大的一个门，而昆虫纲是节肢动物门中最大的一纲，节肢动物的共同特征是：具有分节的体躯和附肢，体两侧对称，体表由含有几丁质的外骨骼包被，体腔就是血腔，中枢神经系统在腹面（但脑在消化道

之上)。

昆虫是一类具气管的小型节肢动物，其成虫都具有下列特征。

(1) 体躯分成头、胸、腹三个明显体段。头部着生一对分节的触角，一对复眼和一至三个单眼。

(2) 胸部分前、中、后胸三节，各节有足一对，中、后胸一般各有一对翅。

(3) 身体两侧有气门。

掌握以上特点，就很容易把昆虫和其他动物区别开来。但是，各种昆虫由于生活环境不同，外形结构上也相应会有变化，如小麦吸浆虫后翅退化成平衡棒；稻飞虱因营养条件不同而有长、短翅型的变化；蝼蛄为了适应地下生活，前翅很小，前足呈耙状，体光滑呈流线型等等。因此，我们要掌握昆虫的共性与个性，从特殊性中掌握它们的普遍性。

二、昆虫体躯结构

昆虫分头、胸、腹三个体段，不同体段上分别着生不同的附肢，执行不同的功能(图1)。

(一) 头部

昆虫的头部是取食和感觉中心，昆虫为了保护它的指挥生命活动的中心——脑，以及为了取食的需要，头部一般比较坚硬，并且有许多沟，沟内有相应的内脊，圆弧形的头壳加上纵横交错的沟脊，具有强大的抗压能力。

昆虫头部前面的最上方为头顶，其下为额或颊面，两者以“人”形的蜕裂线为界(沿线体壁不发达，幼虫脱皮时很容易裂开；全变态类昆虫，成虫不具蜕裂线)。额下是唇基，联结着上唇，复眼以下，额两侧称颊(图2)。了解这些构造和名称对于鉴别昆虫，掌握形态特征有一定的用处。

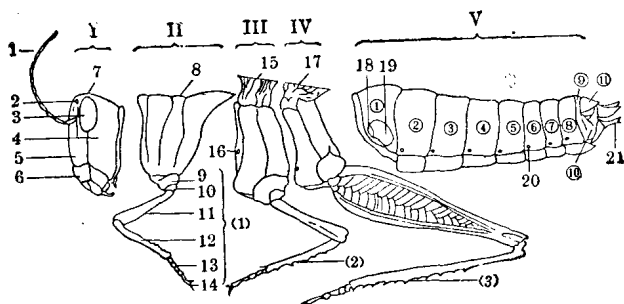


图 1 昆虫的体躯分段及其附肢

- I. 头部 1. 触角 2. 单眼 3. 复眼 4. 颊 5. 额
6. 唇基 7. 头顶
- II~IV. 胸部 8. 前胸 9. 基节 10. 转节 11. 腿节 12. 胫节
13. 跗节 14. 前跗节 15. 中胸 16. 气门 17. 后胸
(1)前足 (2)中足 (3)后足
- V. 腹部 18. 听器 19. 鼓膜 20. 气门 21. 产卵器
①~⑩腹节

1. 昆虫的触角 触角着生在额区两复眼之间,是主要感觉器官,在寻找食物和配偶上起嗅觉、触觉和听觉的作用。昆虫在幼期,触角比较小,到了成虫期为了寻找食料与配偶,触角就非常发达。

触角是一对分节构造,由柄节、梗节和鞭节三个部分组成(图3)。柄节是最基部的一节,通常短而粗大,梗节是基部的第二节,鞭节是梗节以后的部分,变化最大,一般由许多小节组成。柄节、梗节直接受肌肉控制,而鞭节的活动受血压的调

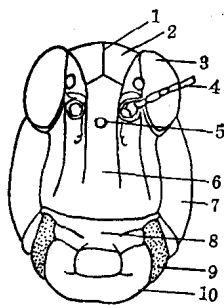


图 2 蝗虫头部正面观

1. 裂线 2. 头顶
3. 复眼 4. 触角
5. 单眼 6. 额
7. 颊 8. 唇基
9. 上唇 10. 下唇

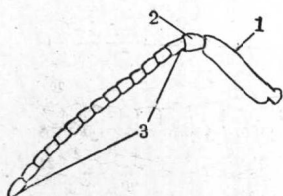


图3 触角的模式图

1. 柄节 2. 梗节 3. 鞭节

节，直接受环境中某些物理因素，如气味、湿度、声波等刺激而调谐它的方向。

触角上着生为数众多的各种感觉器，如蜜蜂的触角经超微结构研究表明：它具有几种不同类型的感觉器，不同的

感觉器执行着不同的功能(图4)。

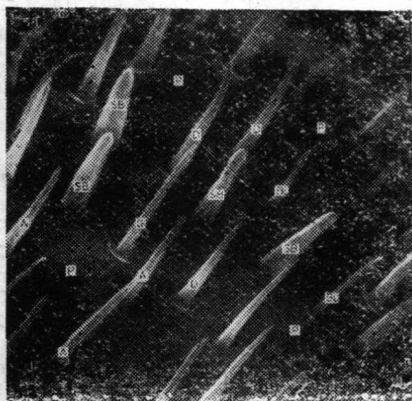


图4 蜜蜂(工蜂)触角上的各种感觉器

P——感觉盘，触角上的主要感觉器，每个感觉盘有5~35个嗅觉接收细胞。

SB——感觉锥，具有许多特殊的嗅觉细胞。

BL——感觉毛，机械接触感受器。

D——感觉毛，味觉感受器。

A——感觉毛，具有另外一些特殊功能的嗅觉器。

昆虫触角的形状、着生位置、分节的数目变化很大(图5)。如蝶类触角是棍棒状，金龟子触角是鳃叶状，小地老虎雌蛾是丝状，雄蛾是双栉齿状；叶蝉触角着生复眼之间，飞虱则

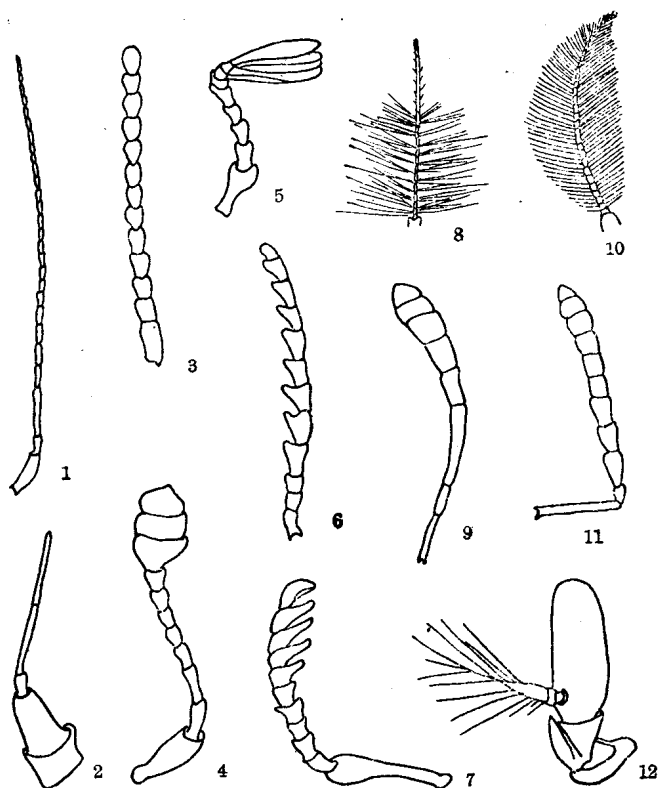


图 5 昆虫触角的类型

1. 丝形 2. 鬃形 3. 念珠形 4. 锤形 5. 鳃形 6. 锯齿形
7. 栉齿形 8. 轮毛形 9. 棒形 10. 羽形 11. 膝形 12. 具芒形

着生于复眼之下；蟪象的触角五节，盲蟪、缘蟪则为四节等等。因此，我们可以此作为区别昆虫种类，鉴别不同性别的一个依据。

2. 口器类型与害虫防治的关系 口器是昆虫的取食器

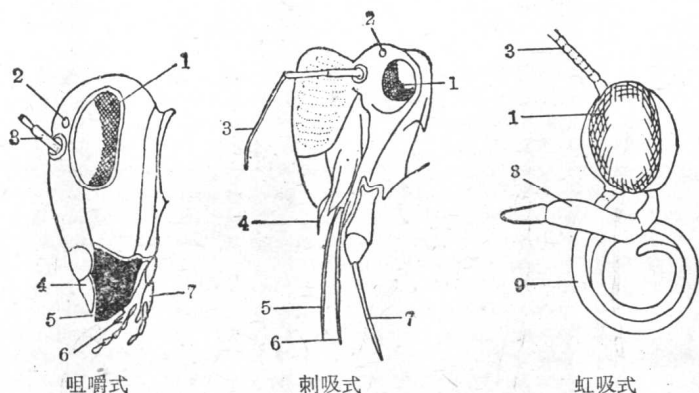


图 6 昆虫口器的类型

1. 复眼 2. 单眼 3. 触角 4. 上唇 5. 上颚
6. 下颚 7. 下唇 8. 下唇须 9. 口喙

官,昆虫食性复杂,取食方法也不一样,因此,形成了各种不同的类型(图6)。但万变不离其宗,它们都是由一种基本结构演变而来。咀嚼式口器是最基本的类型,它具有两对类似高等动物牙齿的上颚、下颚(前者有切断和磨碾食物的作用,后者的作用是辅助取食),上唇、下唇分别在口器上下,中间还有一个专管品味的舌头,这种口器多半取食作物叶片或钻蛀植株,咬断幼苗,如蝗虫、蝼蛄及蝶蛾类的幼虫。

蚜虫、稻飞虱、蟥象等是刺吸式口器,以吸食作物汁液营生。这种口器由咀嚼口器演化而来,下唇变成管状的喙,上唇很小,覆在喙的基部,上、下颚特化成一支中空的吸针,平时藏在喙里,取食时伸出。昆虫从食固体食物进化为吸食液汁,大大扩大了食物范围,在一般情况下,植物不会因失去部分汁液而夭折,因此,可以确保昆虫的食源。刺吸口器昆虫为害后,作物外表通常不会残缺破损,但会出现褪绿斑痕,叶片卷缩,

枯萎等症狀。這類昆蟲有的還能帶毒傳病，為害性很大。

蝶、蛾類成蟲口器具有由下顎演變成的一根細長、能卷曲伸展的口喙，下唇片狀，有一對分節的須，其他部分退化。這類口器只能吸食花蜜、果汁，故稱為虹吸式口器。

昆蟲口器類型不同，取食方法各各有別。因此，藥劑治蟲，農藥種類的選擇要做到“對症下藥”。防治咀嚼式口器的害蟲，常採用胃毒劑農藥，用噴粉、噴霧、撒毒餌等方法，使農藥和食物一起被昆蟲吞入，經消化道再滲入血淋巴，引起中毒致死。由昆蟲口腔入侵致病的微生物農藥，如殺螟桿菌、病毒等，也可用同樣方法處理，均能收到良好的殺蟲效果。防治刺吸式口器的害蟲，以內吸性藥劑（如1059，樂果等）效果最好，用種子處理、塗莖、毒土、蘸秧、藥劑深施、噴霧等方法，將這類藥劑施於作物的任何部位，都能吸收運轉到作物體內各部位，昆蟲刺吸植物體液後就會中毒致死。病毒、細菌等生物農藥，對這類害蟲防效較差，但寄生性強，並能穿透昆蟲體壁的白僵菌、綠僵菌仍能克敵制勝。防治虹吸式口器害蟲，對藥劑沒有特殊的要求，只要把農藥拌在糖液里，就可誘殺這類害蟲。必須指出，一些新興農藥，常具有觸殺、胃毒、內吸、熏殺等多種作用，因此一般不受口器類型的限制，應用範圍比較廣泛。

（二）胸部

胸部是昆蟲體軀的第二個體段，是昆蟲的運動中心，所以胸部體節內着生強大的肌肉，以支配翅和足的运动。為了支撐運動，胸部的殼一般都會比較堅硬的，它的構造可以分為四個面，在背面的叫背板，左右兩側的稱側板，腹面的為腹板。胸部由三個體節組成，即前胸、中胸和後胸，每一胸節的側腹面，各着生足一對，依次稱為前足，中足和後足，在中胸與後胸的背側方各着生翅一對，在中胸的稱前翅，在後胸的稱後翅。

1. 翅 昆虫的翅一般呈三角形，具有三条边缘和三个角。翅的前沿称为前缘，后沿称为后缘，外沿称为外缘，前缘与后缘所形成的角称基角，前缘与外缘所形成的角称顶角，外缘与后缘所形成的角称臀角。

翅的主要功用是飞行，为觅食、求偶和避敌提供了方便，扩大了昆虫的活动分布范围，对昆虫的生活具有重大意义。翅的发生与昆虫进化密切相关，一些原始的低等昆虫是无翅的，蜻蜓、蜉蝣目昆虫，虽然具翅，但不能自由屈折，静止时也不能覆盖在身体上，只有进化程度比较高的昆虫，在翅基部具有精巧的折叠机构(翅基片具有不同的腋片)，这样更进一步增强了扩散、避敌、保护的能力，所以这一类昆虫在地球上数量众多，是主要的昆虫类群。

翅的构造与质地，各类昆虫变异很大，一般以后翅作为主要飞行器官的昆虫，后翅较大，前翅则常硬化，在昆虫栖息时起着保护后翅的作用，如金龟子、天牛的前翅硬化成坚硬不透明的角质鞘(称为鞘翅)；蝗虫、螽斯的前翅，特化成皮革质(称为革翅)；蟒象的前翅，基部大半硬化为革质，翅端一部分仍为膜质(称为半鞘翅)；另外一些昆虫的主要飞行器官是前翅，后翅则较退化，后翅常以连锁器挂在前翅上，以与前翅协同动作，如蜂类的翅(膜质透明，称为膜翅)；蝶、蛾类的翅(在膜质翅面覆盖鳞片，称为鳞翅)；蓟马的翅(翅缘着生长的缨状毛，称为缨翅)；蝇、蚊类的翅更为特别，它们的后翅退化成很小的棒状，称为平衡棒，平衡棒除在昆虫飞行时起平衡的作用外，还具有感应声波的功能。昆虫翅的构造与质地，是昆虫分类上的重要依据。

2. 足 昆虫的足有基节、转节、腿节、胫节、跗节(常分成1~5节小节)五个部分，在跗节末端有前跗节(一般成虫缺)、