

昆虫学基础

[美] 理查得·J·埃尔津加 著

刘联仁 鄢章林 袁先文 张述华 译
陈倬文 校



四川科学技术出版社

昆虫学基础

[美] 理查得·J·埃尔津加 著

刘联仁 鄢章林 译
袁先文 张述华

陈倬文 校

四川科学技术出版社

1988年·成都

PDG

责任编辑：张 蓉 何 光
封面设计：吴向鸣

昆 虫 学 基 础

刘联仁 郅章林 译
袁先文 张述华
陈倬文 校

出版：四川科学技术出版社
印刷：四川省地震局印刷厂
发行：四川科学技术出版社
开本：787×1092毫米 1/32
印张：7.125
字数：160千
印数：1200册
版次：1989年12月第一版
印次：1989年12月第一次印刷
书号：ISBN7-5364-1547-8/Q·28
定价：2.20元

译者的话

本书是美国堪萨斯 (Kansas) 大学昆虫学系理查得·J·埃尔津加 (Richard.J.Elzinga) 所写的一本引论性的昆虫学大学课本。原书名为 **Fundamentals of Entomology** (《昆虫学基础》), 1978年出版。全书共分九章, 分别介绍了昆虫的内部结构与功能、生态学、生长发育与环境的影响、昆虫和植物及人类的关系、分类等方面的基础知识。把昆虫的多样性和生态系统对昆虫的影响, 紧缩成了昆虫的基本梗概是本书的主要特点。书中引用了许多新近的资料, 内容也很丰富, 另外还有插图300幅, 同时还附有昆虫标本的采集与制作方法, 是一本图文并茂的大学教材。本书很适合综合、农林牧医、师范等大专院校师生、昆虫学工作者、有关中专中学的生物教师和植保干部等参考学习。因此我们于1980年在《昆虫知识》第4期上作了介绍, 评介后不少读者来信要求我们尽早译出此书。在广大读者的鞭策与鼓舞下, 为学习研究外国比较好的教科书, 所以我们就翻译了此书。

本书是集体合译的, 由西昌农业专科学校植保教研组副教授刘联仁主持。翻译的具体分工是第一、二、三章是袁先文, 前言和第四、五、六章是鄢章林, 第七、八章是张述华, 目录、第九章、标本的采集与制作、专业术语表和全书统稿是刘联

仁。后又请本校外语教研组讲师陈倬文对全书进行了校阅。由于篇幅有限，书后所附参考文献和索引全部删去，插图也只保留了一部分。

本书的出版在四川省委和省政府有关领导同志的支持下，得到四川省科技顾问团办公室、西昌农业专科学校、四川省凉山彝族自治州西昌农科所、乐山市种子公司、四川省凉山彝族自治州农业学校的资助，同时还得到曾伯炎、唐美昭等同志的大力支持。在此，特向关心、鼓励、支持和资助过我们的单位、领导和有关同志表示衷心感谢！

由于我们的水平有限，加之又缺乏经验，书中的缺点错误在所难免，敬请读者批评指正！

译 者

1986年元月30日于四川西昌农业专科学校

前 言

昆虫为什么值得研究，原因是多方面的。一个主要原因是其种类繁多，形形色色，对其进行研究，可以多方面更深刻地认识自然，探索生物学上存在的问题。在已知的动物物种中，约有70—75%都是昆虫，在北美洲的墨西哥以北地区就发现了27目约600科的昆虫（Borror等，1970年）。有些昆虫生存于干燥的沙漠里，有的生存于高达80℃的高热中，有的生存在海拔6096米的高山之巔，有的又生存在热带雨林中，在北极低于-20℃的温度下仍有昆虫生存。第二个主要原因是：了解有关昆虫的生态系统，对增加粮食产量和增进人类健康具有重要意义。早在20世纪初期，许多昆虫学家就已关心到人类与昆虫之间的食物争夺问题。有的昆虫学家认为，人类要生存下去的话，防治昆虫势在必行。这种观点也许有点过激，但是，昆虫每年所消耗或者说糟蹋的作物及其产品，确实足以养活数百万食不裹腹的人们。再者，就是虫媒病害不仅威胁着人类的健康与文明，同时也限制了作物的茁壮成长与产量的提高。

五年前，在学生和教职员们的鼓励下，我写了这本引论课本，把昆虫的这种多样性和昆虫对生态系统的影响提炼成了基本纲要。开始部分介绍昆虫体内外的基本构造与功能，在此基础上进一步介绍昆虫的发育及其环境影响。分类一般只限于

目、科水平。最后介绍了昆虫、植物、人类三者之间的主要联系，但是，对防治的各个方面只作了简要讨论，因为这一专题在许多通行的教科书上都有详细的论述，而且，还因为杀虫剂的使用情形及其防治上的方法论目前都还处于不断变化之中。此外，书末还附有术语表供查阅。

谨此对帮助和鼓励我写作本书的许多学生、同事及我的家人表示感谢，对提供或允许使用插图和同事和朋友们表示谢忱。

本书献给探求昆虫基本策略知识的人们。

Richard J. Elzinga

目 录

第一章 节肢动物概述	1
一、体躯分段和分节.....	2
二、外骨骼.....	2
三、体积大小.....	4
四、物种的形成.....	5
五、节肢动物的五大纲.....	6
思考题.....	13
第二章 昆虫的外部形态	15
一、头部.....	15
二、胸部.....	26
三、腹部.....	34
四、尾须.....	35
思考题.....	37
第三章 昆虫的内部器官	39
一、消化系统.....	39
二、循环系统.....	44
三、呼吸系统.....	46
四、肌肉系统.....	49

五、排泄系统.....	52
六、神经系统.....	54
七、生殖系统.....	57
思考题.....	62
第四章 发育与分化	64
一、胚胎发育.....	64
二、胚后发育.....	66
三、内分泌系统.....	74
思考题.....	79
第五章 昆虫生态学	80
一、水生环境.....	80
二、陆生环境.....	87
三、种群动态.....	93
思考题.....	100
第六章 行为与习性	102
一、节律.....	103
二、觅食和开始取食.....	104
三、求偶与交配.....	105
四、产卵.....	107
五、定向.....	108
六、迁移.....	109
七、保护色.....	110
八、警戒色.....	112
九、拟态.....	114

思考题.....	116
第七章 从单居到社会性群集.....	117
一、等翅目（白蚁）.....	120
二、膜翅目（社会性黄蜂、蚂蚁、蜜蜂）.....	123
思考题.....	130
第八章 昆虫、植物和人类.....	131
一、有益方面.....	131
二、有害方面.....	139
三、昆虫防治.....	145
思考题.....	153
第九章 分类.....	154
一、弹尾目.....	163
二、缨尾目.....	163
三、蜉蝣目.....	164
四、蜻蜓目.....	165
五、直翅目.....	165
六、等翅目.....	167
七、革翅目.....	168
八、襀翅目.....	169
九、啮虫目.....	169
十、食毛目.....	170
十一、虱目.....	170
十二、缨翅目.....	171
十三、半翅目.....	172

十四、同翅目	174
十五、脉翅目	176
十六、鞘翅目	176
十七、膜翅目	180
十八、长翅目	184
十九、毛翅目	184
二十、鳞翅目	185
二十一、蚤目	189
二十二、双翅目	189
附 录	195
一、昆虫标本的采集与制作	195
二、专业术语汇集	203

第一章 节肢动物概述

常言道：“要了解一个人，你还得了解他的家族”。同样，要了解昆虫（昆虫学），至少还要具备有关其他动物尤其是节肢动物的粗略知识。节肢动物与其他许多无脊椎动物的不同之处有以下几个方面：

1. 外观上有体节和附肢
2. 有用于摄食的变形附肢
3. 体被几丁质外骨骼
4. 血腔取代了体腔
5. 无纤毛
6. 有腹神经索和背脑
7. 两侧对称

人们认为，节肢动物是起源于类环节动物祖先的，尽管尚无过渡类型来证明这一假说。节肢动物看来已出现了三条进化主线，这就是节肢动物的三个亚门：（1）具颚亚门——有发育完善的上颚；（2）具螯亚门——具有螯肢的节肢动物；（3）三叶虫亚门——仅存化石，从化石上看，它们显然没有一对附肢特化为摄食器官。

节肢动物在生物学上是最昌盛的动物类群之一，因为它们的栖息环境变化最大，运动类型多种多样，结构变异范围最广，食性最杂，种的数目最多。

一、体躯分段和分节

节肢动物的祖先无疑是两侧对称的，主要感觉器官位于体躯前端，以感觉前方景物。体躯由20或21个体节或节段组成，每一体节有一对短而类似于裂片的附肢，消化道两端开口，即肛门和口。

节肢动物在从原始型演化到现在各种不同的形状和结构的过程中，体躯分化形成了几个功能区，亦即体区，这叫做体躯分段。较原始的种类前6节演化为头部（感觉、摄食和调节中心），其余体节，也就是躯干则保留了包括运动在内的一般作用（蜈蚣和马陆）。较高级的种类前8节（蜘蛛）到前14节（蜥蜴）则高度变化而形成了头胸部（感觉、摄食，调节和运动中心），其余体节变成腹部，大部分附肢一般也随之退化，运动作用也消失了。其他的变异种类，如昆虫纲和甲壳纲动物，则出现三个体段，即头部（感觉、摄食和调节中心）、胸部（运动中心）和腹部。运动器官只着生于胸部或头胸部，长足发出的推进力只作用于很小的面上，因而减少了诸如蜈蚣运动时的那种起伏波动的倾向（Wells, 1968）。

二、外骨骼

动物的重要需求之一，是不能过快地吸收或散失水分，这往往是依靠产生粘膜或粘朊覆盖于体表来完成。节肢动物的体躯被外骨骼也就是体壁覆盖，体壁主要是由底膜、真皮层和外分泌层亦即表皮层所构成，表皮层在昆虫的干物重中所占的比

例高达二分之一。节肢动物表皮层的主要成分是几丁质，这也是其主要特点之一。几丁质是类似于纤维素的物质，属于含氮多糖化合物，颜色与丹宁相近，富于鞣韧性质。若在几丁质中掺入某种物质，就可形成节肢动物所特有的盔甲似的外壳。如果象昆虫纲或蛛形纲动物一样掺入骨蛋白所引起的硬化或鞣化过程，叫做骨化作用；象甲壳纲和重足纲动物一样掺入钙质，则称为钙化作用。

从表皮的横切面来看，最外层为上表皮，含类脂和多元酚，不透水。薄薄の上表皮以内是硬化的外表皮和具有鞣韧性的内表皮，骨化作用是发生于外表皮的。外表皮较厚，叫做骨片；而膜层主要是由内表皮构成；纵贯各层次的是孔道，这些孔道有助于上表皮部分的形成，除此之外，对它们的功能还了解得不多。

感觉器官是在体壁上发育形成的，许多感觉器官象毛发一样，叫做刚毛。大多数刚毛都是触觉感受器，用于感觉运动中接触到的东西，而有的已变成了各种各样的化学感受器（感应气味和味道）。其他的感觉器官有鼓膜器（听觉）、感温器和感光器（感光）。

躯体在体壁的遮蔽下，可免遭除强酸或强碱外的许多化学物质的危害，阻止水分出入，有效地保护躯体免受机械摩擦和损伤。体壁还是病原物入侵的屏障和某些废物的堆积场所，以及担负杠杆作用的肌肉系统着生的优良结构。这些都是体壁的优点。这种外骨骼体壁也有缺点，这就是气体交换方式、感觉器官接收信息的方式和生长方式都必须要有特殊的变化。已经形成的外骨骼对生长起着主要限制作用，因为这个外骨骼在脱去或称蜕皮之前，原生质的增加要受它的限制。脱皮期间，体

躯既容易遭受理化因素损伤，又损失了水分，因而，这期间存在着固有危险。新形成的外骨骼还必须比脱去的外骨骼大，也就是说，这个过程总是于己不利的。关于这些错综复杂，充满矛盾过程的实际机理，将于第四章讨论。

三、体积大小

人类本身似乎对自然界的高大动物很感兴趣，如恐龙、蟒蛇及哺乳类动物等，对它们的研究都先于中型动物和小型动物。同样，任何完备的教科书都要举出大型的、稀奇古怪的节肢动物作为例证。这些引作例证的动物也和其他许多动物一样，通常只能在化石的记录中才能找到，而现在已经灭绝了。巨大的节肢动物似乎是一种水蜘蛛，它酷似现代的蝎子，长达2米左右；另有一种庞大的蜻蜓化石，翅展有70多厘米长。与此相比较而言，现代尚存的许多中型节肢动物仍然还很壮观，诸如翅展32厘米的蛾子，长33厘米的竹节虫，长32厘米的大西洋龙虾，长27厘米的蜈蚣和长30厘米的马陆等。

然而，大多数节肢动物过去是小体型，现在仍然是小体型。既然在我们地球漫长而严酷的地质经历中生存至今的大多数动物类群通常都是小体型到中体型，那么，在较小的体躯身上一定存在着许多优越之处。概括说来，小体型的优点有：

1. 完成个体发育所需的能量少，时间短；
2. 只需少量能量即可维持个体和群体生存；
3. 易于找到保护地，避开天敌和恶劣环境条件的危害；
4. 广泛的生态环境可被开发利用；
5. 肌肉的作用效率很高，重力的影响很小；

6. 表面积与体积的比率大,可利用太阳辐射热使体温升高;

7. 极易随风任意飘散;

因为小体形动物表面积与体积的比率大,所以,主要缺点是容易失水。至于昆虫体积大小的利弊,将在以后各章中作详细探讨。

四、物种的形成

节肢动物的适应性很强,已经遍布水生和陆生环境。节肢动物门在海洋环境中的主要角色是三叶虫纲的动物,其次是甲壳纲动物;在陆生环境中的主要角色,则是昆虫纲和蛛形纲的动物。目前所知的动物物种形成的知识如图1所示。

门	节肢动物各纲	昆虫主要分目
* 节肢动物门... 842000	* 昆虫纲... 715000	* 鞘翅目... 290000
软体动物门... 100000	* 蛛形纲... 60000	鳞翅目... 114000
脊索动物门... 45000	甲壳纲... 50000	* 膜翅目... 112000
原生动物门... 30000	重足纲... 7500	* 双翅目... 86000
扁形动物门... 15000	唇足纲... 3000	同翅目... 33000
线虫门... 10000	其 他... 6500	半翅目... 25000
腔肠动物门... 9600		直翅目... 22500
棘皮动物门... 6000		其 他... 31500
海绵动物门... 4200		
外肛动物门... 4000		
其他无脊椎动物... 4000		

图1. 已知动物物种的大概数目。有些人估计昆虫种数在二千万以上,但很多表上列出的种数都较保守。星号(*)表示该类群还可能发现大量新种。

这些知识在很大程度上说明了节肢动物这一类群的多方面

的适应能力。在已知的动物物种中，有80%以上都是节肢动物，若所有的物种都被归到应归的类群中去的话，这个数目可能还会更大。地球上的植物物种仅有35万种，而节肢动物竟有80万种，相比之下，足见节肢动物的适应范围有多广了。

粗略地看，节肢动物有五个主要类群，即五大纲。每一纲中的各个物种在体躯分段、口器主要结构的起源、附肢的变化、生殖孔的位置、生活周期和呼吸器官等方面彼此都极为接近，而不同纲的动物则彼此相异。

五、节肢动物的五大纲

(一) 蛛形纲

此纲包括蜘蛛、蜱、螨、蝎子、假蝎子、长脚蜘蛛、鞭蝎子和日蜘蛛。特征是有螯肢和须肢，无触角，有4对足，分头胸部和腹部。除蜱和螨外，都特化为食肉动物。绝大多数为陆生。

螯肢（图2）被认为是第三体节的附肢，往往变成捕食器

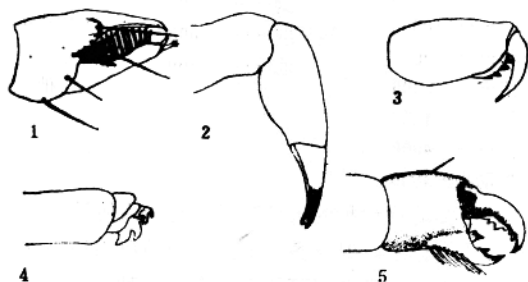


图2 蛛形纲动物螯肢的一些变态类型

1. 伪蝎目的螯肢 2. 盲蛛的螯肢 3. 蜘蛛的螯肢 4. 蜱的螯肢 5. 蝎子的螯肢