

跟生物学家去探索

斑斓昆虫

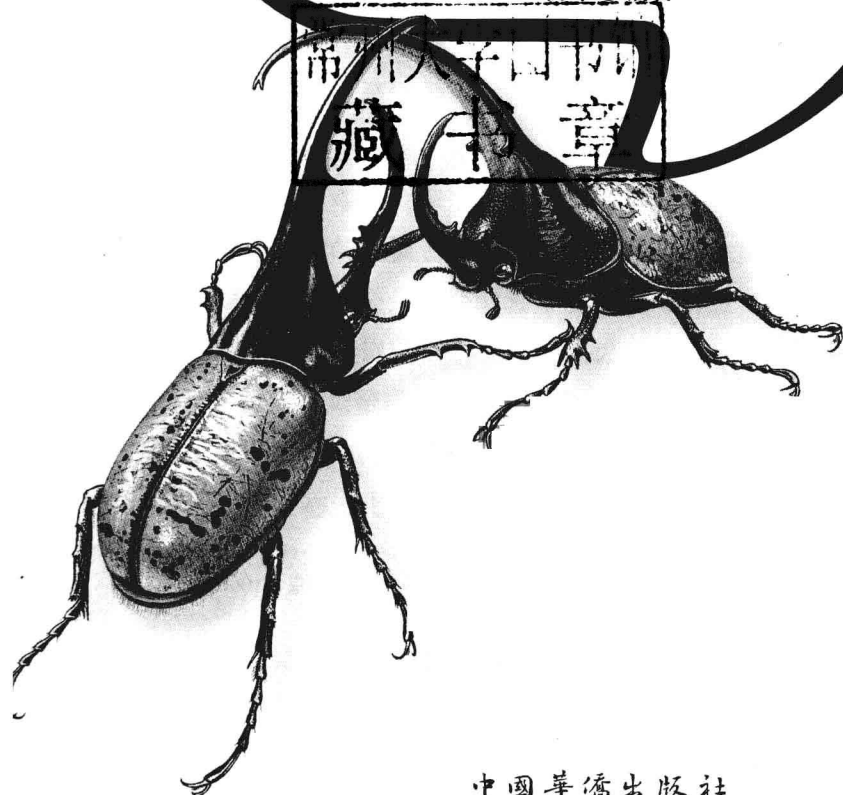
杨军◎编著

中国华侨出版社

|跟|生|物|学|家|去|探|索|

斑斓 昆虫

杨军◎编著



中国华侨出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

斑斓昆虫 / 杨军编著. — 北京: 中国华侨出版社, 2012.6

(跟生物学家去探索)

ISBN 978-7-5113-2434-4

I. ①斑… II. ①杨… III. ①昆虫 - 普及读物 IV. ①Q96-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第100607号

斑斓昆虫

编 著: 杨 军

出 版 人: 方 鸣

责任编辑: 文 涛

封面设计: 中英智业

文字编辑: 王 娜

美术编辑: 宇 枫

经 销: 新华书店

开 本: 710mm×990mm 1/16 印张: 14 字数: 185千字

印 刷: 北京德富泰印务有限公司

版 次: 2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5113-2434-4

定 价: 29.80 元

中国华侨出版社 北京市朝阳区静安里26号通成达大厦三层 邮编 100028

法律顾问: 陈鹰律师事务所

发 行 部: (010) 88859991 传 真: (010) 88877396

网 址: www.oveaschin.com

E-mail: oveaschin@sina.com

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换

前言

昆虫的历史之久、数量之多、分布面之广是其他动物所望尘莫及的，目前已知的昆虫种类近100万种，约占动物界已知种类的85%，然而，按最保守的估计，世界上至少应有300万种昆虫，也就是说还有约200万种昆虫有待我们去探索发现。

昆虫不仅种类多，而且有些昆虫的数量大得惊人：一个蚂蚁群可多达50万个个体；一棵树可拥有10万个蚜虫个体。昆虫的分布遍及整个地球，从赤道到两极，从河流到沙漠，上至世界之巅珠穆朗玛峰，下至数米深的土壤里，都有其存在。

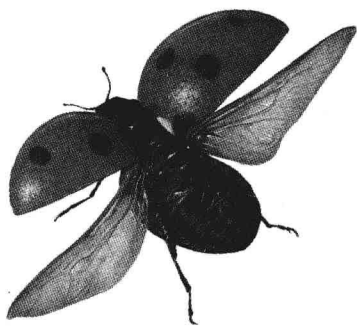
事实上，昆虫是地球至关重要的一部分，在生态系统动态发展过程中地位显要。它们分解死亡的植被、动物的尸体和粪便，大量的营养成分被它们处理并返还到土壤中。它们还是主要的食草动物和动物蛋白提供者。作为植物花朵的授粉员，它们也是植物繁衍过程中的关键环节。一个令人震惊的事实是：我们这个星球，没有人类照样存在，没有昆虫却不行！

另外，一些昆虫群体很值得我们探究。诸多具有社会性组织的昆虫同人类一样，都代表着生物进化了不起的成就，就群体的凝聚力、等级划分的精细度和个体的利他行为而言，它们充分展现了社会组织的极致水平。数以万计的胡蜂、蚂蚁、蜜蜂、白蚁，都是运用社群组织的力量来解决各种生态问题。

然而，尽管昆虫世界仍然兴旺发达，人类的活动已经逐渐影响到了昆虫的生存和发展，比如改变了多种昆虫的栖息地和生境等，这使得越来越多的昆虫种类灭绝或濒临灭绝。尽管昆虫中不乏对人类有害的物种，比如会将疾病传播

给人畜的虱子、跳蚤以及各种蝇类等等，但这些变化可能导致的严重后果，最终还是会使人自身受害。

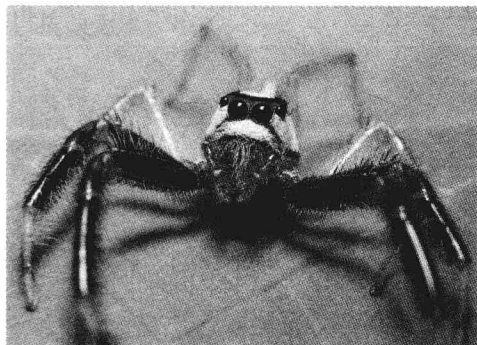
现在，人们越来越强烈地意识到，人类的生存依赖于对生物多样性的深刻理解和保护，人类只有与动植物相互协调才能实现可持续发展，而昆虫就为我们提供了一个完美的范本。本书内容涵盖了全球对昆虫的最新研究成果，并撷取了关于昆虫的专业刊物的精华。条理清晰、图文并茂地介绍昆虫的外形、色彩、自然栖息地、生命周期和生活习性等知识。将读者们带入了一个斑斓多彩、充满启迪的昆虫世界。



目 录

昆虫概述

外表皮的多种用途·····	1
自由呼吸·····	3
交配和变态·····	4
数据处理器·····	6
眼睛和化学受器 ·····	7
广阔的生活空间·····	8
吃光残余物 ·····	9



石蛎和衣鱼

石蛎 ·····	20
衣鱼、家衣鱼和其他·····	21

蜉蝣

朝生暮死的昆虫·····	23
连续地蜕皮·····	24
为后代而冲刺·····	27
环境污染的警钟·····	28

蜻蜓和螳

蜻蜓和螳·····	29
捕猎高手·····	33
为了交配而战斗·····	34
消失的栖息地·····	35

蟑螂

吃住在任何地方..... 37

用声音和气味求爱 38

非同一般的照顾..... 40

老练的生存者..... 40

白蚁

社区的建立 42

特殊的食物消化方法..... 43

御敌于家园外..... 44

好胃口的循环专家..... 46

螳螂

伪装大师..... 47

出乎意料的袭击者..... 49

保护弱小的子女..... 51

蠼 蠓

有钳子的小偷 52

细心的母亲..... 53

石 蝇

3个星期的成年生活 55

招徕伴侣..... 56

蟋 蟀

直翅膀的跳跃者..... 58

咀嚼式口器..... 62

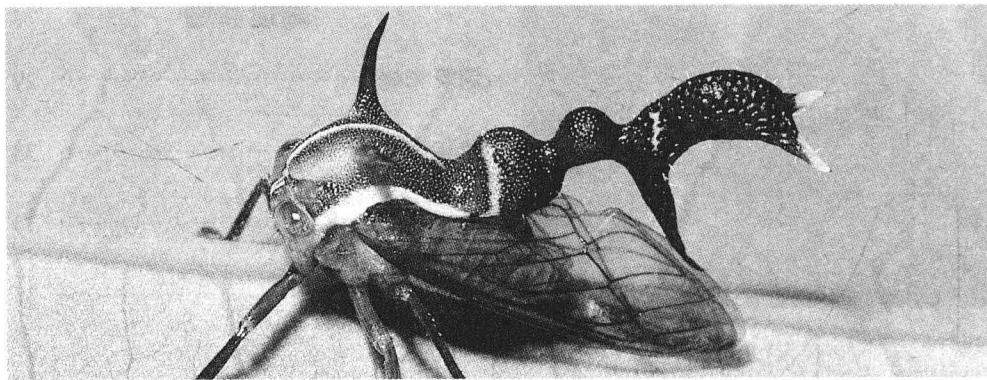
用声音求偶..... 62

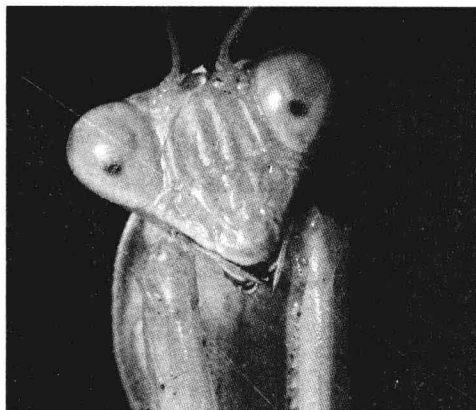
把卵藏起来..... 66

叶虫和竹节虫

夜间的食叶者 69

变色..... 70





鞘喙椿象·····	82
蚜虫和介壳虫·····	82
蝉和跳虫·····	88
螭·····	91

蛇蛉和泥蛉

蛇蛉·····	104
泥蛉·····	105

草蜻蛉

吃肉的幼虫·····	107
在夜晚飞翔的四翅昆虫·····	108

甲虫

30万种·····	110
贪婪的食客·····	115
求偶的信号·····	118
朋友和敌人·····	126

蜴蛉

苗条的食肉动物·····	131
偏爱凉爽潮湿的环境·····	132
用礼物求偶·····	132

用附肢模仿树叶·····	71
甩掉麻烦·····	72
交尾行为·····	72

书虱和足丝蚊

书虱·····	74
足丝蚊·····	75

寄生虱

以皮肤为家·····	77
把卵固定起来·····	79
处于危险中的虱子·····	80

臭虫

生理构造·····	81
两性·····	81

跳蚤

执著的吸血者 134

跳蚤是如何叮咬的..... 136

等候宿主..... 137

传播鼠疫..... 138

蝇

多种多样，从不离得太远..... 139

蛆和其他..... 142

采花的蝇..... 146

猎手和吸血者..... 149

依靠其他动物生活 150

食腐者 151

蝇群和求偶舞蹈..... 154

危机中的庄稼..... 158

石蚕蛾

毛茸茸的翅膀..... 163

在幼虫期的生活..... 164

蝴蝶和蛾

翅膀上的鳞片..... 167

毛虫和蝶蛹 171

越过植物的防线..... 174

保护卵..... 175

潜叶虫和拟态..... 178

飞舞的巨人 182

最美丽的昆虫..... 184

黄蜂、蚂蚁和蜜蜂

蜂腰是如何形成的 196

为卵钻洞..... 198

幼虫杀手..... 199

昆虫世界中的极权主义者..... 204

尾巴上的刺..... 208



昆虫概述

如果说要问哪个动物大类是这个地球上最辉煌的类群，那么这个称号应该属于昆虫。到目前为止，已发现的昆虫种类数目接近100万，可能还有几百万种在等着被人类发现——每年新发现的品种在7 000个左右。然而，在我们不断地发现新品种的同时，昆虫的种类也在不断减少，每年消失的数量超过我们发现的数量——这是它们的栖息地，尤其是热带森林日渐遭到破坏的结果。

昆虫分为小而无翅的无翅亚纲（石蛎和衣鱼）和有翅亚纲。有翅亚纲囊括了已知昆虫种类的99.9%，它们的翅膀都长在胸部的第二和第三节上，这两个体节通常融合，像个坚硬的小盒子，以承受飞行时产生的机械力。

对于昆虫的起源，有好几种不同的理论，但看起来它们似乎是从多足动物演化而来的，其直系祖先与综合虫类相似。除了外表皮，早期昆虫的主要特征包括体腔之外的口器（外口式）、下口式的头部（口器面朝下）、1对触角、基部才有的肌肉、6条附肢、至少5节体节——胸部至少有3节，腹部至少有11节腹板（有些长在一起了），雌性第8节腹板处、雄性第9节腹板处长有一个开放的生殖器（生

殖孔）。以上这些特征把昆虫和其他属于六足总纲的动物区分开了。

外表皮的多种用途

昆虫这一物种的成功和显著的多样性应归功于这样几个主要特点：能应付或经受住干燥；快速灵活的飞行，而且可以飞很长时间；包括变态在内的短暂的生命周期，高繁殖率；季节异常时顽强的生存能力。类似白蚁、蚂蚁、黄蜂和蜜蜂那样的社会化合作也是这些群体异常鼎盛的主要原因。

防水的外表皮和有阀气管的呼吸系统结合起来，使得昆虫们能够在陆地上大量繁殖。如此重要和功能多样的外表皮使昆虫充满这个世界，因此，昆虫的外表皮非一般的其他节肢

动物可比。它既可以变成坚硬的爪和颚，也可以变成柔软易弯曲的腿部关节、体节膜，以及昆虫体内气管系统的内层、前肠和后肠、生殖系统组成部分和皮肤腺体的排泄管。尽管昆虫的成长通常仅限于蜕皮后的很短时间内，但毛虫和其他柔软的幼虫们也能在两次蜕皮期之间长个，甚至有些成

虫也能变大：自在巢穴中被发现到工蚁首次喂食，白蚁蚁后的腹部能变长10倍。

千变万化的外表皮变成了纤毛、刚毛、外表面的鳞片（造就了蝴蝶多彩而优雅的翅膀）、蜜蜂的毛皮“外套”和甲虫的保护刺。外表皮的物质还形成了多样化的感官结构，包括眼

昆虫纲

已发现近100万种，分为2个亚纲，28目

无翅亚纲

石蛎（石蛎目）

衣鱼(缨尾目)

有翅亚纲（有翅的成虫，包括某些后来翅膀消失的种类）

古翼类（翅膀与身体成直角）

蜉蝣（蜉蝣目）

蜻蜓和螳（蜻蜓目）

新翅类（翅膀交叠在背上）

翅膀长在外部（外翅类）；变形不完全（半变态）：

蟑螂（蜚蠊目）

白蚁（等翅目）

螳螂（螳螂目）

蠨蛸（革翅目）

石蝇（襋翅目）

蟋蟀和蚱蜢（直翅目）

竹节虫和叶虫（竹节虫目）

书虱（啮虫目）

足丝蚁（纺足目）

缺翅虫（缺翅目）

蓟马（缨翅目）

寄生虱（虱目）

臭虫（半翅目）

翅膀长在内部（内翅类）；变形完全（全变态）：

蛇蛉（蛇蛉目）

泥蛉（广翅目）

草蜻蛉（脉翅目）

甲虫（鞘翅目）

捻翅虫（捻翅目）

蝎蛉（长翅目）

跳蚤（蚤目）

蝇（双翅目）

石蚕蛾（毛翅目）

蝴蝶和蛾（鳞翅目）

黄蜂、蚂蚁和蜜蜂(膜翅目)

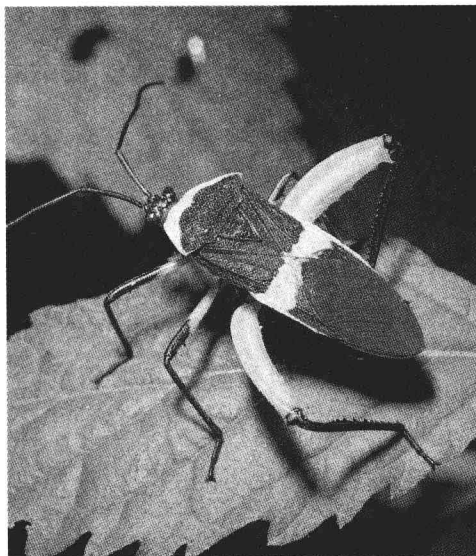
睛里的晶状体、耳部的鼓膜，以及为嗅觉和味觉服务的纤毛。

外表皮含有的一种特殊的蛋白质——节肢弹性蛋白，使外表皮既有弹性也有韧性，可为跳跃或扑扇翅膀储存和释放能量。此外，外表皮还演化出了内骨骼，尤其体现在大型昆虫身上，为顎部和肌肉提供了附着处，在体内还支撑着胸部的体壁，就连长长的、腱质状的内突也是由外表皮形成的，以便对跖节或爪进行遥控。

自由呼吸

像其他节肢动物一样，昆虫通过气门呼吸，气门与体内纵横交错的气管相通。昆虫大都有10对气门，沿体侧分布。每个气门都由一个小阀控制。主管道（气管）外延伸，成为更小的、一端封闭的微气管，直径不超过0.1毫米。微气管的终端会有一种液体，是从周围的组织中通过毛细作用吸进来的；当渗透压或酸碱值发生变化使得组织变活跃时，液体就会被吸到微气管的顶端。

气管系统既能应对飞行时大量氧气的需要，也能在静止状态时将水分的流失降低到最低值。飞行时，有些



◎跟所有的昆虫一样，来自阿根廷的这只生有警示性颜色的缘蝽有6条附肢，每条至少有5节，外形与大多数昆虫类似，但与多数陆生节肢动物不同的是，它长有翅膀。

昆虫每克体重每小时会消耗超过0.1公升氧气，这个新陈代谢率高于其他任何一种多细胞生物。昆虫胸部的气管和气囊非常丰富，翅膀运动的时候能自动进行气体交换，以蚱蜢为例，它每拍打一下翅膀就会引起约20毫升的气体交换。有些体型巨大的甲虫，其胸腔内还附生有两对巨大的气管以便飞行时输送空气——除了供氧之外还起降温的作用，就像冷气机一样。

水栖昆虫的气管系统也具有优良的性能，既能像鳃一样吸收溶于水的氧气，也可以在水面外呼吸。改良的

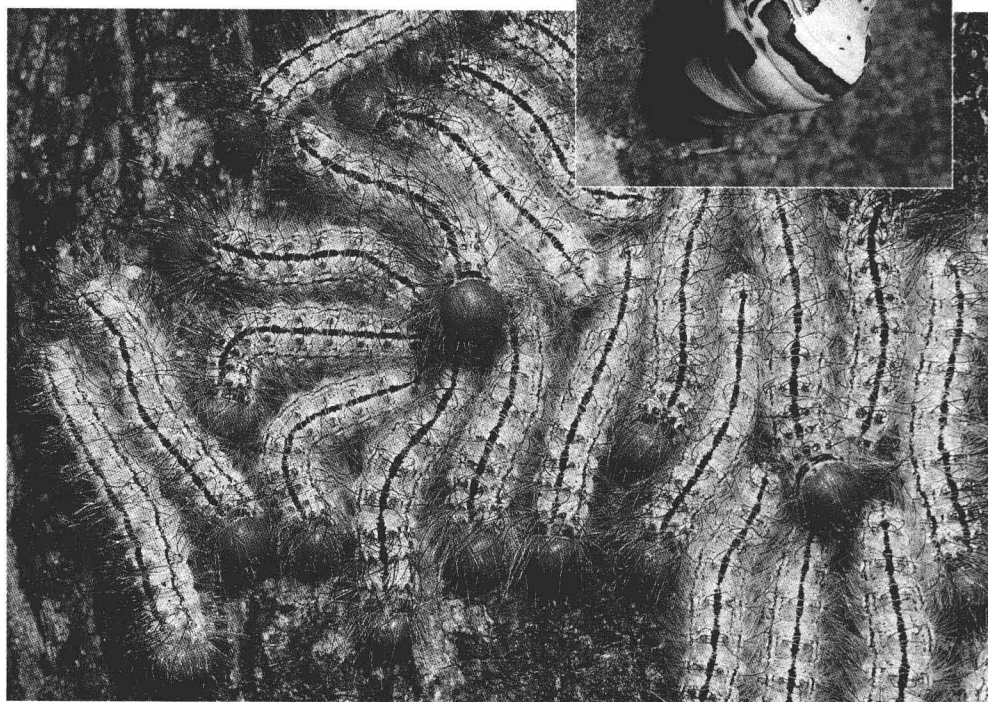
气管还起到如眼后的反光毯、声音共鸣器、隔热体，甚至类似某些淡水生物的浮力器的作用。

交配和变态

变态，包括完全变态和不完全变态，是绝大多数昆虫的特征。变态期间，成体主要担当分散和繁殖的角色，幼虫则处于发育和进食状态，这也意味着它们要在不同的环境中去找

寻更丰富的食物来源。

尽管有少数昆虫是孤雌生殖（无性生殖），但大多数还是两性生殖（有性生殖）。早期的陆生节肢动物都是由雄性把精囊产在体外，然后由雌性拣走。部分原始的六足纲动物如弹尾虫或双尾虫仍然在使用这种方法。现代的昆虫也有精囊，但雄性直



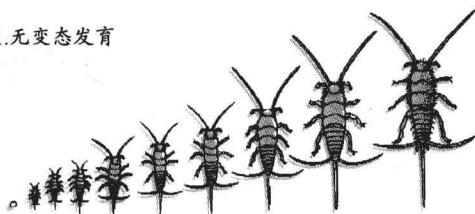
◎这些蛾类毛虫聚集在马达加斯加的一棵树上，它们属于比较高级的鳞翅目，为全变态发育。许多蛾类幼虫都在丝质的茧内化蛹。蝴蝶的蛹通常都被固定在某种坚固物质的基部，比如树干。右图中是一个燕尾蝶的蛹，头朝上地被几束丝固定住了。

接把精囊注入雌性体内，雌性要么一次性大量产卵，要么产数窝卵。有些雌性蟑螂卵被保留在体内，直到孵出一龄幼虫；雌性蛇蝇一次在体内孵化1只幼虫，直到这只幼虫完全成形并立刻化蛹。雌性蚕豆蚜产卵后，卵立即在体内开始发育，这种孤雌生殖和“套叠式”的生殖方式结合在一起，大大提高了繁殖率。

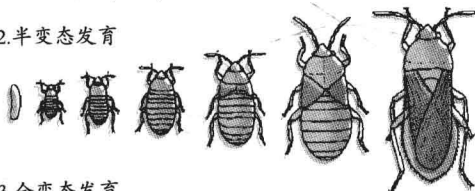
有些种类的昆虫在进食和产卵的地方交尾，比如粪蝇在粪便上、蛇蝇在哺乳动物体内、蜻蜓在水边。有些则在标志性地界与异性约会，比如山顶、矮树丛或树上。曾经有一次因为大批蚊群如浓烟般聚集在教堂塔顶上，结果引来了消防队员。东非的部分地区，上千万的湖蝇聚在一起，集合成一块块点心状，结果是被当地居民吃掉了。有许多种类，异性之间会彼此“召唤”着交尾。萤火虫会闪来闪去做灯火表演，蝉、蟋蟀和蚱蜢发出尖而高的声音，红毛窃蠹喜欢敲出它们独有的莫尔斯电码，许多蛾类则释放出信息素。

求爱行为在昆虫中很普遍，有着长期而复杂的一套程序。这套程序对于雄性确认雌性的“匹配度”来说，

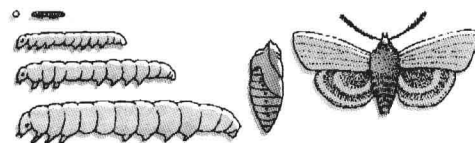
1.无变态发育



2.半变态发育

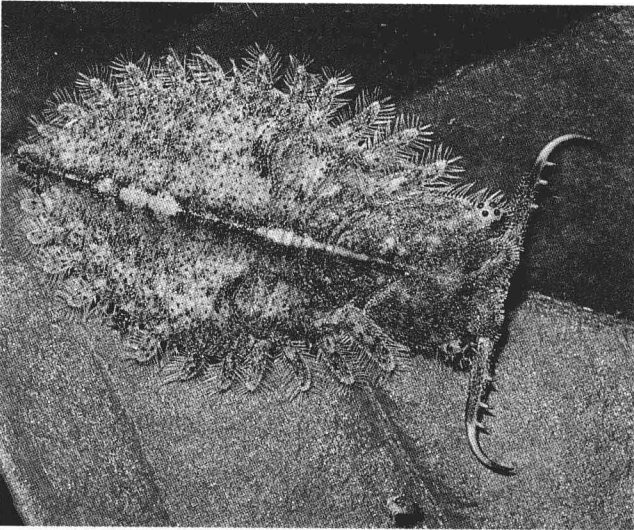


3.全变态发育



◎不同种类昆虫的幼虫变形次数（龄）不等，某些石蝇的幼虫会变形33次，而某些高等目昆虫普遍只变形5次。1. 无变态发育。典型代表是衣鱼，从一龄幼虫到成体，外形基本没有变化。2. 半变态发育。外翅类昆虫，如臭虫，其幼虫与成体有点像，只是很小且没有翅膀；一旦长成成体后，体外的翅膀就出现了。3. 全变态发育。比较高等的昆虫都会经过一个完全的变形，即幼虫在发育成成体前，会经过蛹的阶段。而幼虫与成体相比，外表、栖息地和饮食习性都大不相同。幼虫后期，翅芽在体内出现并发育（内翅）。

比确认种类和分辨性别更加重要。求爱的雄性也许展示它翅膀上或其他器官上夺目的色彩，或者它们会唱歌，或翩翩起舞，或者释放化学信息素。雄性之间有时会为了争夺雌性而大打出手，比如有些长有角的雄性甲虫，为了击败竞争对手，会将对手置于死地。在某些昆虫种类中，这种争端演



◎在所有全变态的昆虫中，脉翅目昆虫的幼虫和成虫在外形上差别很大。比如图中这只蚁蛉幼虫的身体非常扁平，没有翅膀，顎部巨大如镰刀状，但成虫的身体则很苗条，顎部很小，还长有翅膀。

变成了一种仪式，竞争者通过展示自己的体型和力量获胜，不需要动武。

有时候一只雄性昆虫会在交尾前看住某一只雌性昆虫作为交尾的对象，一直等到它准备好。交尾时雄性会把精子注入雌性体内，然后它仍会一直看守下去直到雌性产卵，以确认它的父权。这之后，雄性要么在雌性体内塞入一个塞子，要么注射一种化学物质，使雌性不会再对其他雄性构成吸引力。

数据处理器

昆虫的头部包括脑和咽下神经

节，二者均由3个或更多的原始神经节相互愈合而成。昆虫的胸腔和腹腔内也都有这种愈合的神经节。愈合的神经节使进入的信息更快地集中起来，减少了对神经元（神经细胞）数量的需求。

某些种类昆虫的脑部包含了不下百万个神经元，大多数（某些蝇类是97%左右）被用来分

析来自眼睛和触角的信息。脑的前部（前脑）有一对蘑菇状的部分包含了丰富的微小神经元，这个区域并非仅仅集成感官输入的信息，还负责发动某些行为模式。在蜜蜂和其他某些社会性昆虫体内，这对“蘑菇”还负责存储记忆，形态也远比那些独来独往的种类的要大。

昆虫的神经系统最令人惊讶之处在于能通过较少数量的神经元控制非常复杂的习性。神经元具有高度的专化性、特异性，结构复杂，上百个神经元与遍布半个神经节的树突一起形成了交感。

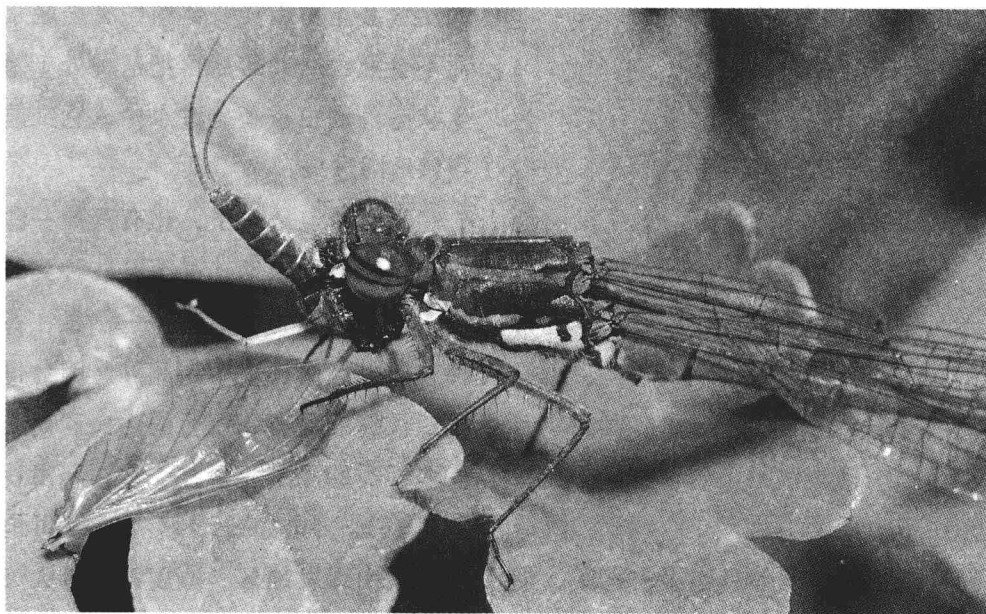
大多数感觉神经元与微小的表皮结构形成紧密的联系，即机械性刺激受器，靠此实现身体各项功能。这些受器包括纤毛、刚毛、可变形的冠状物（或钟形感觉器）和对声波敏感的鼓膜状物质。有些机械性刺激受器能对外表皮内的应力，或昆虫运动时抬起关节的拉伸力作出回应。

眼睛和化学受器

昆虫具有灵敏的视觉器官，可以分辨紫外线，而人眼是做不到这一点的。许多昆虫都是通过视觉确认食

物、交配、巢穴、产卵、敌人的方位的，也通过视觉去辨认邻居的方位。

昆虫的眼睛通常占据了头部的大部分面积，具有 360° 视角，能辨认颜色，精确度高（换句话说，就是对细节的解析度很高），可以在不同强度的光线下工作。许多种类的昆虫都能通过辨认偏振光定位，而其他有些则通过大量的单个小眼的视线交叠使看到的影像具有立体感，并能判断距离的远近。此外，大多数飞行昆虫在头顶部附近生有3个单眼，每个单眼里面都有一个晶状体，为昆虫在飞行时保



◎这只红色的豆娘又大又圆的眼睛占据了脑袋的大部分。它的眼睛能够看到非常真实的立体影像，并能准确判断距离，使它可以在飞翔状态中捕食其他昆虫。

持稳定提供了高灵敏度和快速反应系统。

对我们来说，更难的是去认识昆虫的嗅觉和味觉世界。昆虫还能感知地球的引力和磁场，以及温度和湿度。更有甚者，当视觉作为某些昆虫种类的基础感官系统时，有的则是化学受器在其感官系统中占据主要地位。化学受器主要集中在触角、口器和脚上，有些在产卵管（产卵器）上。昆虫可能用跗骨的受器品尝食物，或用触角上的感受器远距离闻食物的味道。有些种类的昆虫释放出的化学信息素即使浓度非常低，也能被另一些昆虫的触角感受到。

广阔的生活空间

成年昆虫的体长范围介于不到0.2毫米长的寄生蜂（比某些原生动物还要小）到某些超过30厘米长的竹节虫之间，最大型的昆虫体重可能达到70克。问题是，为什么现代昆虫再没有超过这个尺寸的呢？倒是3000多万年前出现过体形更大的种类。答案也许在于大型昆虫的生存空间都被兴旺的脊椎动物（比如鸟类）占据了。但其实正因为昆虫的体形受到限制，它

们的栖息地就不会太单一，生活方式也同样不会太单一。

外表皮上完美的防水层和气门阀使昆虫能在干燥的陆地上生活，包括极热和极冷的地区。比如蟋蟀能在降雪期也过得很活跃，而各种各样的甲虫和蟑螂占据了热带沙漠地区。很多昆虫通过冬眠和夏眠度过对它们不利的季节——有时以卵的状态或蛹期，有时以静止的幼虫或成虫状态。昆虫体内甘油的存在也能帮助它们抵御霜冻，当干燥的季节来临时，它们会躲到洞穴中去保持静止状态。非洲摇蚊的幼虫甚至可以让身体组织完全脱水而不会死亡，几年后再把这种处于隐生状态的幼虫重新放进水中，它又能很快地活过来。

蝇类，包括蚊子，还有其他一些目的昆虫的幼虫期，甚至某些种类的成年期，会变为次水生——栖息在各种各样的淡水环境中。此外，因为得益于快速的分布和短暂的生命周期，许多种类的昆虫非常善于开拓新出现的栖息地，比如日渐缩小的冰川地带、火山爆发地区、地震区或者火灾后的地区。