



目击者 家庭图书馆



Insect

# 昆虫

[英] 劳伦斯·芒得  
徐甲  
王俊卿

飞思少儿产品研发中心

著译审  
监制



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



目击者家庭图书馆  
Eyewitness

# 昆 虫





非洲白条绿  
花金龟子



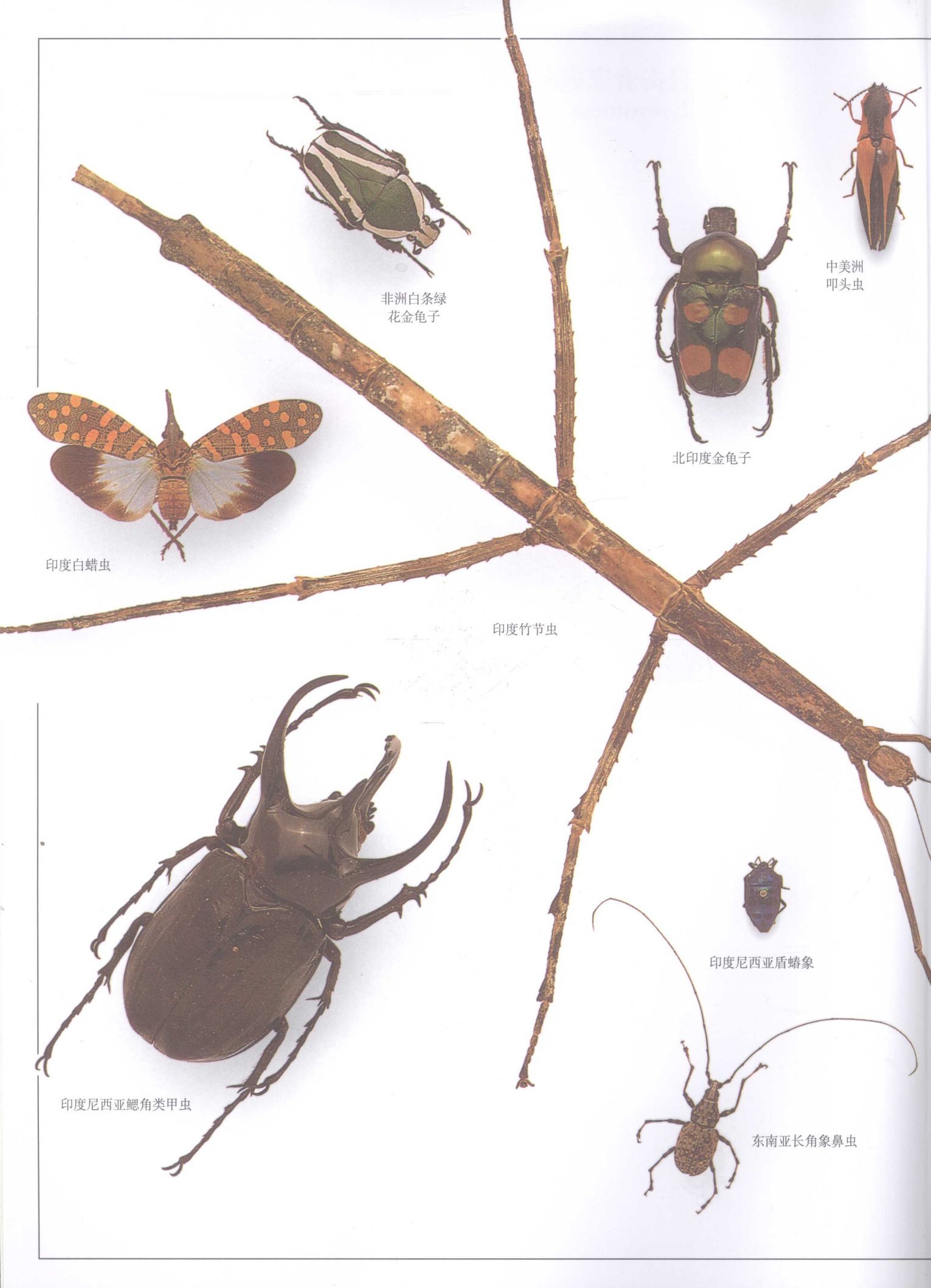
北印度金龟子



中美洲  
叩头虫



印度白蜡虫



印度竹节虫



印度尼西亚  
颚角类甲虫



印度尼西亚盾蜡象



东南亚长角象鼻虫

分布于世界各地的  
绿头苍蝇



目击者家庭图书馆  
Eyewitness

Insect



北澳大利亚鹿角虫

欧洲黄色矿蜂



# 昆虫

[英]劳伦斯·芒得 著 徐甲 译 王俊卿 审 飞思少儿产品研发中心 监制



欧洲池塘丛蛛



南美洲叶甲虫



南美洲龟甲虫



中美洲天牛



非洲盾蝻象



澳大利亚青蜂



英国隐翅虫



印度尼西亚  
黄盾背橡蝽



南美洲叶甲虫

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



南美洲蝴蝶

印度油茶  
宽盾蝽



中美洲蜣螂



南美洲蜣螂



欧洲越橘大黄蜂



LONDON, NEW YORK,  
MELBOURNE, MUNICH, and DELHI

Original Title: Eyewitness Insect Copyright  
Copyright © 1900, 2003, 2007 Dorling Kindersley  
Limited, London  
本书中文简体版专有出版权由Dorling Kindersley授予  
电子工业出版社。未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭  
本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2008-3649



欧洲树蜂



东非天牛

图书在版编目(CIP)数据

昆虫 / (英)芒得(Mound, L.)著; 徐甲译.—北京: 电子工业  
出版社, 2009.6  
(目击者家庭图书馆)  
书名原文: Insect  
ISBN 978-7-121-08722-6

I. 昆… II. ①芒…②徐… III. ①科学知识—青少年读物②昆虫  
学—青少年读物 IV. Z228.2 Q96-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第065196号



印度宝石甲虫  
(吉丁虫)



东非虎甲虫



巴西巨蚁

责任编辑: 郭晶 马灿  
印刷: 北京画中画印刷有限公司  
装订: 北京画中画印刷有限公司  
出版发行: 电子工业出版社  
北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036  
开本: 889×1194 1/16 印张: 22.5 字数: 576千字  
印次: 2009年6月第1次印刷  
定价: 125.00元(全套5册)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书  
店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。  
质量投诉请发邮件至zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至  
dbqq@phei.com.cn。  
服务热线: (010) 88258888。



菲律宾金龟子



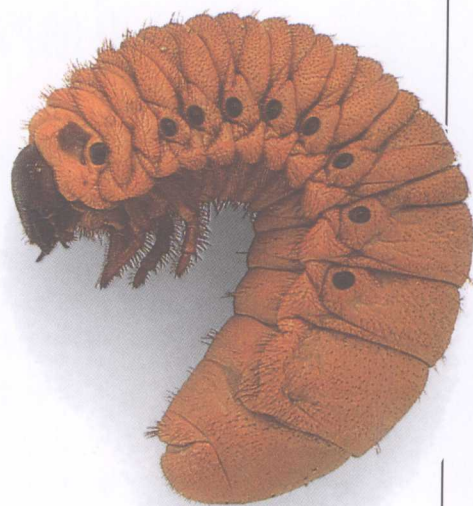
欧洲灰蛾



北澳大利亚金龟子

# 目 录

6
昆虫的身体构造
8
昆虫的定义
10
早期的昆虫
12
翅膀和飞行
14
昆虫的眼睛
16
触觉、嗅觉和听觉
18
腿部工作
20
口器与进食
22
战斗中的甲虫
24
完全变态
26
不完全变态
30
甲虫
32
苍蝇
34
蝴蝶和蛾
36
臭虫
38
蜂和蚁
40
其他昆虫
42
昆虫和植物
44
捉迷藏



金龟子幼虫——新几内亚

46
逃生本领
48
水下世界
50
建造蜂巢
52
昆虫建筑师
56
群居的蚂蚁
58
蜜蜂和蜂巢
60
益虫和害虫
62
观察昆虫
64
你知道吗?
66
昆虫的分类
68
更多了解
70
术语表

# 昆虫的身体构造

昆虫长有坚硬的外骨骼，所以它们成年以后就不再生长了。外骨骼主要是由坚韧的角素组成的。它覆盖着昆虫的整个身体，包括腿、脚、眼睛、触角甚至包括体内的气管。幼小的昆虫要想长大，就必须蜕掉所有这些外层物质，这种行为称为蜕皮。昆虫一生中要蜕好几次皮。它们首先会在原来坚硬的外骨骼下面生成一副比较柔软的新骨骼，然后吸进大量的空气，使身体膨胀，从而使外骨骼破裂，最终脱落。很多幼虫的形态与成虫相差甚远，不过它们也会蜕皮，最终变成蛹。



## 折叠的后翼

甲虫用后翼来飞行，后翼比较大，生长在翅鞘的下面，通常是折叠起来的。翅膀前沿到翅膀顶端的部分向后折叠；翅根部分也会折叠到翅鞘的下面。

这是一只来自南美洲的吉丁虫成虫。为了便于观察，我们将它的身体放大了三倍。它表现出了典型的昆虫身体构造，包括三部分——头部、胸部和腹部。与其他节肢动物一样，这三部分都是一环一环的，腿部是一节一节的。

## 腹部

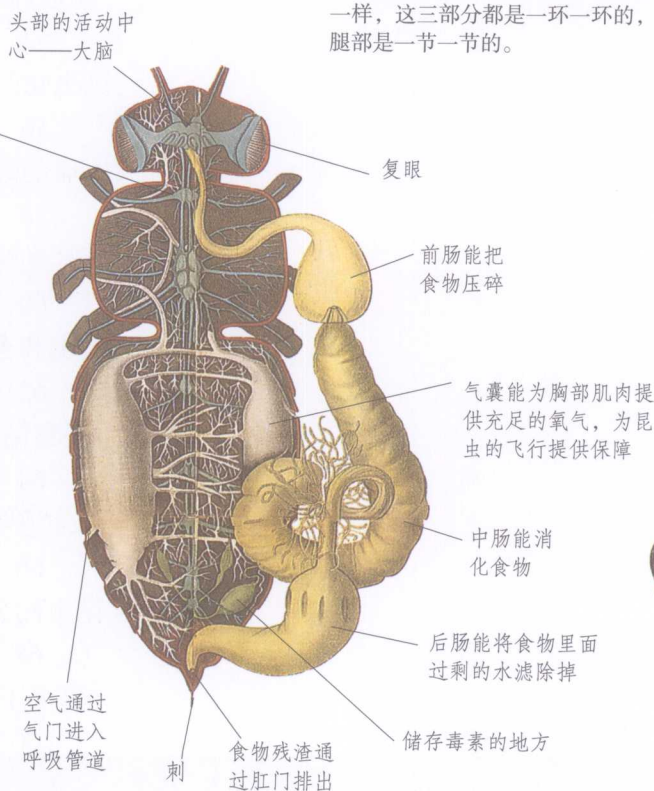
昆虫的腹部容纳着大部分身体器官——消化系统、心脏、性器官。与身体其他部分一样，昆虫腹部也覆盖着外骨骼。即便如此，昆虫的三部分依然相当灵活。昆虫身体表面覆盖着一薄层蜡状物，可以防止体内水分过度流失。

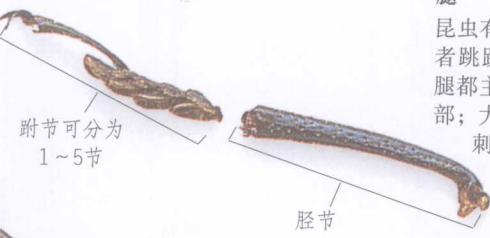
## 前翅

甲虫的前翅是一对坚硬翅鞘。它们保护着甲虫的身体，而且一般都有着鲜艳的色彩。当甲虫飞行时，前翅就会向前展开。

## 内部构造

此图向我们展示了工蜂身体的内部构造。从身体中部延伸出来的是其消化系统（黄色），这其实就是一条长的管道，分为前肠、中肠和后肠三部分；呼吸系统（白色）由网状的气管分支组成，从气门进入的空气就是经过它们到达身体的各个部分的；腹部的两个大气囊是为胸部用于飞行的肌肉提供氧气的；蜜蜂的心脏是一条细长的管子，它控制着血液流动于身体上半部分。除此之外，蜜蜂体内没有其他血管。血液从心脏出发，将营养物质带到其他器官；蜜蜂的神经系统（蓝色）比较低级，它由一条主神经及其上面大量的神经元或者神经中枢组成；头部的中心是昆虫的大脑；图中的绿色部分是雌性的生殖器官和储存毒素的地方（延伸到刺）。



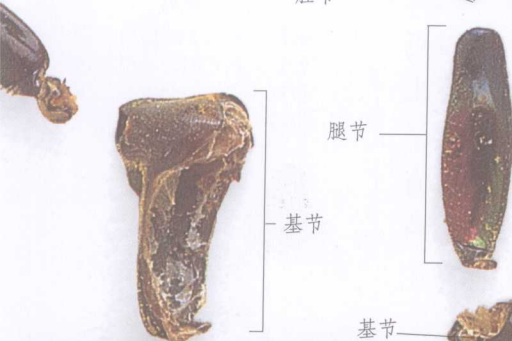


附节可分为1~5节

胫节

**腿**

昆虫有三对节腿，可以用来行走，奔跑或者跳跃，这取决于不同的物种。每一条腿都主要分为四部分：连接着腿和胸的髋部；大腿——有着有力的肌肉；长着一些刺的小腿；还有踝部，等同于人类的脚，分为1~5段，也包括两个爪，有的爪之间还有小吸盘，用来抓住光滑的表面。



腿节

基节

基节

胸部的第二节上长有一对翅膀，第三节上长有一双腿



后翅的前沿

翅鞘

**展开的后翅**

翅膀上面没有肌肉。翅鞘打开后，胸部肌肉就会拉动后翅的前端，让后翅自动展开。

**装甲**

坦克就像一只大型甲虫，它坚硬的外壳可保护它的内部不被敌人破坏。



**传送信息**

头部除了长有取食器官，还长有重要的感觉器官，比如复眼、触角和须肢。须肢附着在口器上，帮助昆虫辨别食物的味道和气味。

每只脚上都长有两个爪，可用来攀爬表面粗糙的物体

**触角**

昆虫触角的大小和形状不一。蟋蟀的触角又细又长，而某些苍蝇的触角则像短小的绒毛。不论外形如何，昆虫的触角都具有多种感觉功能，能够感知到事物的移动、振动和气味。

**复眼**

昆虫的眼睛之所以叫做复眼，是因为它们是由成百上千个单眼组成的。这些单眼使昆虫能够立刻觉察到周围任何方向的风吹草动。

复眼

前腿附着在胸部的第一节上

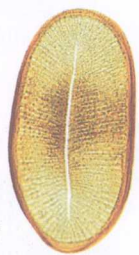
**胸部**

甲虫胸部分为三节。第一节上长有一双腿，第二节和第三节上分别长有一对翅膀和一双腿。第一节与第二、第三节分开得很明显。而后者紧紧连接着腹部。

分节的触角能够探测振动和气味

爪

昆虫可通过关闭气门来阻止空气进入，控制水分流失



**呼吸新鲜空气**

昆虫通过网状的气管呼吸，气管延伸到表皮，形成一些叫做气门的小孔。有些昆虫的每一节上都有一些气门，就像这只毛虫一样。在通常情况下，昆虫的活动量越大，气门的个数越少，这是因为气门可能会泄露体内的空气。



# 昆虫的定义

在整个动物王国里面，昆虫是最成功的生物。它们的适应性很强，生活在陆地上、空中以及水中。从灼热的沙漠和温泉到雪山顶部和冰冷的湖泊，昆虫无处不在。它们的体型较小，这使它们能够进入到狭小的空间，而且无需大量食物供养。与鱼类、爬行动物和鸟类这些脊椎动物不同的是，昆虫没有脊椎，属于无脊椎动物中的节肢动物。节肢动物的特点是长有外骨骼和一节一节的腿。与其他节肢动物相比，昆虫仅有六条腿。大部分的昆虫都长有翅膀，既可以用来逃生，也可以用来扩展觅食区域。迄今为止，我们知道的昆虫有100万多种，这只是昆虫家族的一部分，更多的物种还有待我们去认识。每一个物种都是一个庞大的家族，它们拥有相同的结构特征。



步行虫

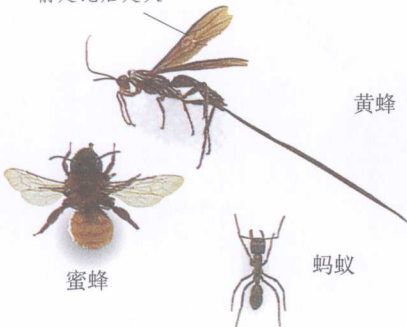


瓢虫

## 甲虫

甲虫属于鞘翅目，“鞘翅”的意思是“像护套一样的翅膀”。甲虫的前翅是鞘状的，这对鞘翅可闭合起来，保护甲虫脆弱的后翅和身体。

前翅比后翅大



黄蜂

蜜蜂

蚂蚁

## 黄蜂，蚂蚁和蜜蜂

所有黄蜂、蚂蚁和蜜蜂都属于膜翅目，“膜翅”的意思是“薄膜一样的翅膀”，也就是指这类昆虫具有两对带有脉纹的薄薄的翅膀。雄性的膜翅目昆虫比较特殊，因为它们是由未受精卵发育而来的。很多雌性的膜翅目昆虫则长有螫刺。

## 蟑螂

蟑螂是一种扁平的昆虫，它们的前翅很坚硬，并且交叠在一起。蟑螂的若虫体型较小，酷似成虫，不过没有翅膀。



用来刺穿和吮吸食物的口器

## 蜻蜓



## 蜻蜓和豆娘

这两种昆虫是近亲，同属于蜻蜓目。它们的颚比较大，很特别，适合在空中捕捉飞虫。它们的幼虫生活在水中，而且只有当快要变为成虫的时候才离开水里。

## 臭虫



这种翅膀有着坚硬的基部和柔软的顶部

## 臭虫

臭虫属于半翅目，这类昆虫只具有“半块翅膀”。这指的是很多体型较大的臭虫的翅膀基部坚硬，但翅尖柔软。臭虫的口器也是分节的，可用来刺穿和吮吸食物。

## 竹节虫

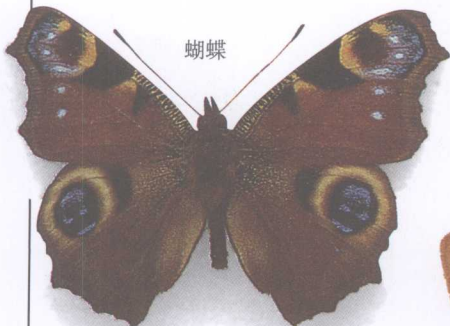


## 蝗虫



## 竹节虫

竹节虫的身体细长，它们静止不动的时候，很像它们的食物——嫩枝和叶子。



蝴蝶

## 蝴蝶和蛾

蝴蝶和蛾属于鳞翅目。顾名思义，这类昆虫的翅膀上长有鳞片，这些细小的鳞片覆盖着它们的身體和翅膀，这使得它们看上去色彩斑斓。



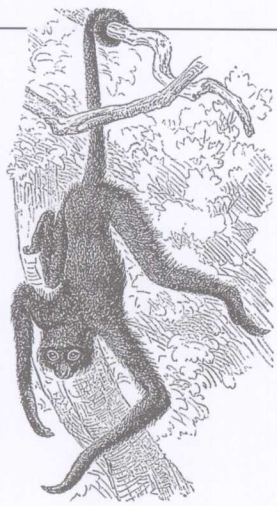
蛾

## 蠮螋

蠮螋属于革翅目，这类昆虫有着像皮革一样的后翅。它们的前翅很短，后翅折叠在前翅下面。

## 蟋蟀和蝗虫

这类昆虫属于直翅目，顾名思义，它们的翅膀是直的。它们的后腿强壮有力，可用来跳跃和发出声响。

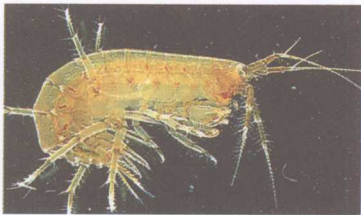


### 脊椎动物

猴子是脊椎动物，也就是说，它们长有脊椎。鸟类、鱼类、蜥蜴（爬行动物）、青蛙（两栖动物）和哺乳动物（比如说狗和人）都属于脊椎动物。它们用肺或者腮呼吸，在身体中心附近都长有一个心脏。没有一个脊椎动物长有六条腿，它们的身体也并不以节来划分。

## 这些不是昆虫

很多人都把其他节肢动物和昆虫混淆了。蜘蛛和蝎子不但有四对节腿，而且身体也由三部分组成，只不过它们的头部和胸部是结合在一起的。与昆虫不同的是，它们没有翅膀，没有触角。昆虫都有一对大大的复眼，而蜘蛛和蝎子却只有一些小小的单眼。螃蟹、对虾、木虱和蜈蚣长有更多的节腿，倍足纲动物的每一节上甚至长有两对节腿。相比之下，蚯蚓的身体虽然分为很多节，但是却没有腿，而且头部也不明显。鼻涕虫（蛞蝓）、蜗牛和海星的身体构造则完全不同，它们的身体并不以节来划分。

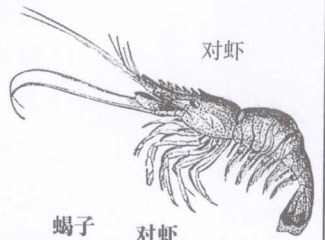


### 滩蚤

这种奇怪的生物外表上很像是昆虫，不过它们有10条腿，而不是6条。它们生活在潮湿的海滩上，遍布世界各地。受到打扰时，它们会用前面的两对腿跳开，跳跃距离十分惊人。



蝎子



对虾

### 蝎子

与其他蜘蛛类节肢动物（包括蜘蛛、扁虱）一样，蝎子长有4对节腿。这只生活在北非的蝎子用它那巨大的螯来捕食猎物，螯是由须肢进化而来的。

### 对虾

这种海洋生物长有外骨骼，有10只节腿——8只用来行走，两只用来捕食和防御。



### 蚯蚓

蚯蚓是由很多环状节组成的。与昆虫不同的是，它们没有腿，也没有坚硬的外壳。一般来说，很难判断出它的哪一端是头部。巨型的蚯蚓有两米长。

千足虫

头部

环状的节

每一节长有两对节腿

木虱

### 木虱

木虱和球潮虫是滩蚤的近亲。它们生活在阴冷的潮湿地带——石块底下或者木头里面，以腐烂的木头和叶子为食。当感到危险时，它们会滚成球状，缩紧身体，利用外层的鳞甲御敌。

触角

### 千足虫

千足虫的头部很容易就能看出来，因为和昆虫一样，它也长有一对触角。不过与昆虫不同的是，它的身体并不是分为三部分，而是分为很多节，每一节上都长有两对节腿。千足虫以植物为食，是花园里的害虫。

须肢可起到触须的作用

用来捕食的“毒爪”是由前腿演化而来的

### 蜘蛛

这种生活在斯里兰卡的狼蛛是世界上体型最大的蜘蛛之一。在它们8条节腿的前面是一对象腿的附属肢体，叫做须肢，可起到触须的作用。它们在捕食时会用巨大的颚把毒素注入到猎物的体内，将食物变成液态（对所有蜘蛛来说），然后吸吮进食。它们的腹部含有两对像鱼类鳃一样的书肺。书肺只有保持湿润，才能顺畅地呼吸。

### 蜈蚣

蜈蚣可不属于倍足纲动物，它们身体的每一节上仅长有一对节腿。蜈蚣生活在泥土里面，以泥土里的生物为食。它们用毒爪（一对带有毒腺的前腿）来捕获食物。人若是被一些体型较大的蜈蚣咬到，会感到很痛。

蜈蚣

颚

腿

狼蛛

# 早期的昆虫

3亿年前，长有翅膀的昆虫就开始在森林里面活动了，这些森林后来形成了煤。在早期的化石中，我们可以找到现在仍然存在的一些昆虫的身影，比如蜻蜓和蟑螂。不过，大部分古老的昆虫物种都不存在了，我们在化石中看到的只是现存物种的同类而已。某些远古种类的昆虫的翅膀很宽大(可长达70厘米)，而且不能折叠起来。这对它们来说是不利的，因为这使它们不能迅速地逃跑，只能成为捕猎者的活靶子。观察化石是研究昆虫演化的唯一途径。然而，由于昆虫通常都是娇小而脆弱的，它们的身体往往在被泥土、沉积物覆盖之前就已经腐烂了，难以形成化石。因此，现在的化石是极少的，我们还无法对昆虫的进化做出定论。

这块来自于英格兰南部的石灰石化石上面留有一只蛾翅膀的印迹



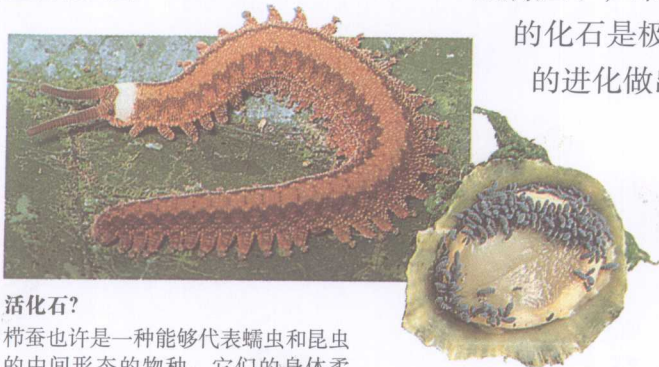
化石上的色彩

这只昆虫鳞片上的色素在化石的形成过程中并没有完全消失。在亿万年后今天，我们仍然可以看到部分颜色。



## 琥珀

几个世纪以来，琥珀一直被视为珍贵的宝石。上图中这块垂饰是由一块产于波罗的海的琥珀切割、打磨而成的，其中包裹着三种完全不同的飞虫。



## 活化石?

栉蚕也许是一种能够代表蠕虫和昆虫的中间形态的物种。它们的身体柔软，有着环状的节。不过它们同时长有像昆虫一样长有带爪的腿，以及与昆虫相似的心脏和呼吸系统。

## 跳虫

跳虫生活在潮湿的地方，遍布世界各地。很多跳虫的尾巴下面都有一个跳跃器官，它们以此得名。左图中帽贝底面的这种跳虫生活在海岸上。这个物种曾经被列在原始昆虫之列，现在被当成是一个独立的物种。



光足无刺蜂

## 琥珀是怎样形成的

4000万年前，地球上长满了松树，琥珀就是松树树脂的化石。树脂从树干的裂缝中渗出来，昆虫被它的甜味吸引过来，然后就被粘稠的树脂粘住并包裹了起来。天长日久，包裹着昆虫的树脂就会变硬，然后被埋入泥土中。亿万年后，它们又被冲刷进了大海，经过慢长的演化，就成了我们今天见到的琥珀。柯巴脂化石很像琥珀，不过它形成的时间要晚得多。



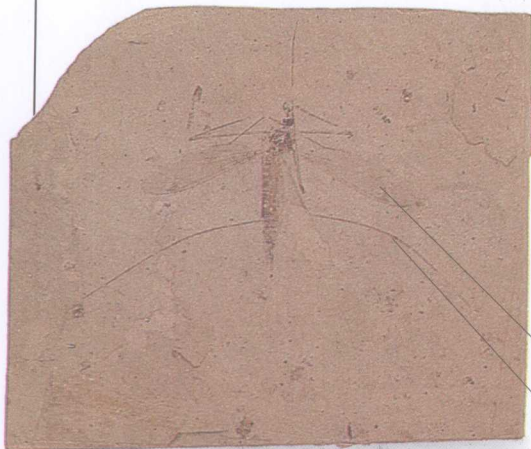
## 柯巴脂里面的蜜蜂

这是一块来自桑给巴尔岛(非洲东海岸附近的一座小岛)的柯巴脂化石，约有1000到100万年的历史了。放大以后，我们可以清楚地看到其中十分完好地保存着一只光足无刺蜂。它看上去很像是一只当代蜜蜂的标本。



粘稠的树脂

从这棵松树树干里面渗出的树脂，吸引来了大量的爬虫和飞虫。这些昆虫一旦落在上面，就会一直被困死在里面。这样的场景在4000万年以前很常见。



翅膀

脆弱的腿

## 早期的大蚊

大约3500万年以前，在现在的美国科罗拉多州地区，一只大蚊被困在了湖泊或者池塘底部的泥土中。当这些沉积物变成岩石的时候，这只昆虫的翅膀和腿的形态被完整地保存了下来。这个化石标本里面的昆虫和现在的大蚊很相似。柔弱的翅膀、长而纤细的腿完全适应早期美洲大陆的生活环境。



### 最老的蜻蜓

这块化石里面的翅膀属于迄今知道的最古老的蜻蜓。它是在英国德贝郡的博尔索弗煤矿地下700米的煤层中发现的。这只蜻蜓生活在距今3亿年前，翅膀展开时约有20厘米长，这要比我们将要介绍的所有现代昆虫的翅膀都要大。

断裂的翅膀

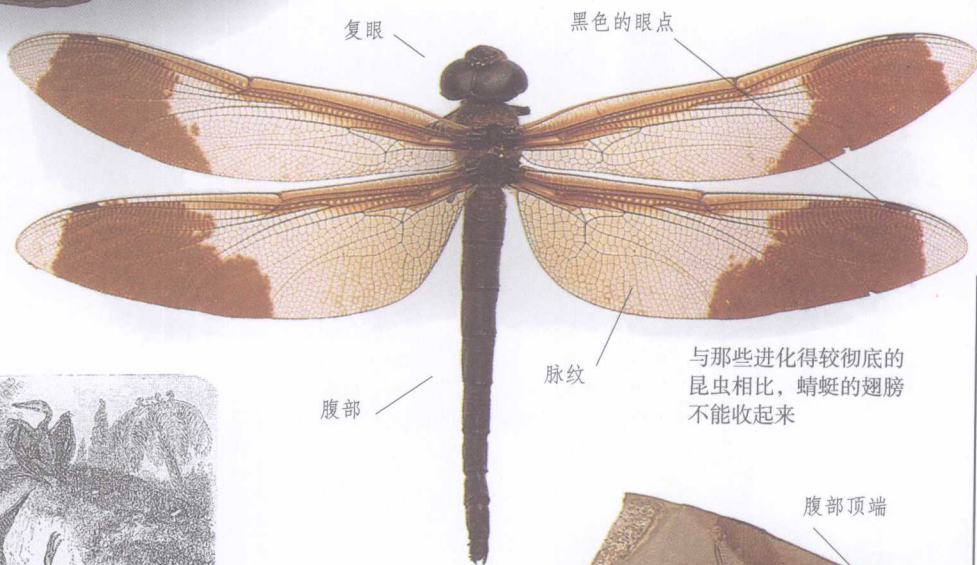


### 开花植物

开花植物直到一亿年前才开始出现。一方面，它们为昆虫提供了新的食物来源——花粉和花蜜。这使昆虫世界出现了空前的繁荣。另一方面，也正是由于很多昆虫的授粉，开花植物也达到了空前的繁荣。昆虫和植物的数量同时增长，这个过程叫做“协同进化”。

### 最大的蜻蜓

这只来自婆罗洲的蜻蜓属于最大的蜻蜓种类之一。它们仍然生活在当今世界。迄今所知道的最大蜻蜓出现在美国的某块化石标本中，它的翅膀有60厘米长。



复眼

黑色的眼点

腹部

脉纹

与那些进化得较彻底的昆虫相比，蜻蜓的翅膀不能收起来



### 蜻蜓的天敌

这幅古怪作品的创作者的想象超乎了生物学范畴。如今的蜻蜓轻巧灵活。化石表明，古代的蜻蜓跟现代的蜻蜓很相似，所以它们应该不会那么容易就成为翼龙的食物。



溺死的螻蛄

这块湖泊沉积物化石来自科罗拉多州的佛罗瑞，大约有3500万年的历史。这个时间段形成的化石较好，很好地保留了一些昆虫的原貌。这里面的昆虫大多都不生活在湖泊中——它们是不慎跌到水里而溺死的。



现在的螻蛄



腹部顶端

翅膀上的脉纹

变成石头

正像这块来自英格兰南部的化石标本一样，小型蜻蜓的化石比较常见。即使这个标本看上去缺少了一只翅膀，但我们仍然可以清楚地看到它翅膀上的脉纹。

# 翅膀和飞行

昆虫是最早会飞的生物。会飞使它们可以迅速逃离掠食动物的魔爪，也使它们能够在更广阔的区域找到更好的食物。另外，翅膀对昆虫寻找和吸引配偶也是极其重要的——鲜艳的色彩、特殊的气味或者振动产生的声音都能带来帮助。不过，我们还不知道翅膀的起源。某些早期无翅昆虫能用身体某些节上原始的翼状物从树上滑行下来，因此它们具有了其他昆虫没有的优势。慢慢地，其中两对翼状物在滑行时的作用越来越突出，就渐渐进化成了翅膀。迄今知道的最早会飞的昆虫与现在的蜻蜓很像，它们有两对不能收起来的翅膀。晚期出现的

昆虫，比如蝴蝶、黄蜂和甲虫，虽然它们的翅膀都不一样，但是它们的前翅和后翅连接在一个点上，这样就把原来的四个飞行平面减小到了两个。而苍蝇的后翅则完全退化了。

蚊子的翅膀



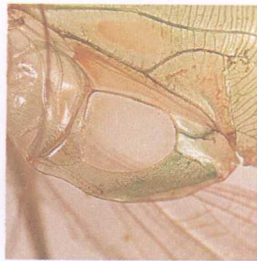
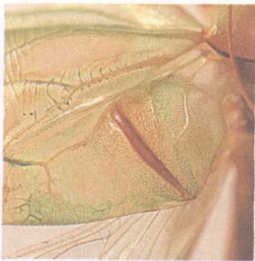
像流苏一样的脉纹

像流苏一样的脉纹

小型昆虫飞行比较困难。这只蚊子的翅膀有些不同，它的脉纹很像流苏，可像飞机机翼上的风板一样减少飞行的阻力。更小昆虫的翅膀会更狭长，具有更长的流苏型脉纹。

## 褶皱的翅膀

蝉成虫的翅膀比身体要大很多。不过刚刚蜕变出来的成虫的翅膀小而柔软，并且皱巴巴的。当血液进入到脉纹里面的时候，翅膀就会迅速展开。当它变硬以后，蝉就可以展翅而飞了。



## 蟋蟀的鸣叫

雄性的蟋蟀用它们特殊的前翅来发出鸣叫声。左边的前翅（上左图）上长有一个坚硬的“锉”，而右边的前翅（上右图）上长有一个“鼓”，两者摩擦，便能发出鸣叫声。雄性蟋蟀的鸣叫声可传播很远的距离，可用来吸引雌性。

## 起飞之前

正如飞机起飞之前一样，这只小金虫(大栗鳃角金龟)在起飞之前必须预热一下它的“发动机”。在飞到空中之前，甲虫的鞘翅会重复地一开一合，确保持续地飞行。比较常见的是，蛾在起飞前会快速地振动翅膀，用来预热它支持飞行的肌肉。



翅鞘保护着甲虫脆弱的后翅，后翅折叠在翅鞘的下面

腹部



触角展开，用来感受气流

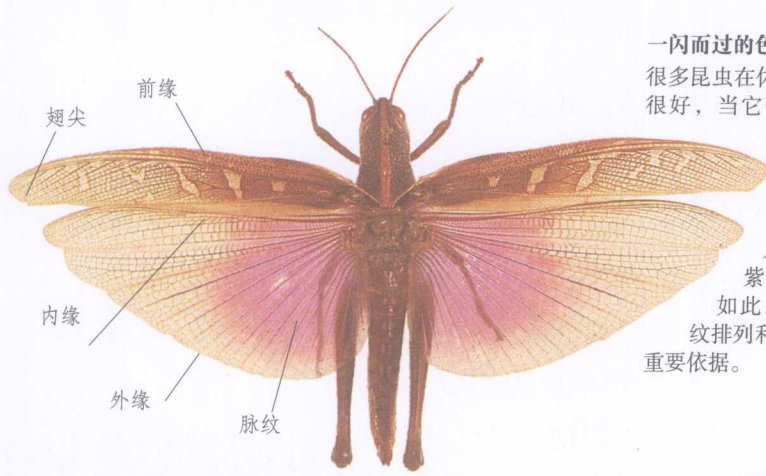
甲虫脚上的爪紧紧地抓住植物，准备起飞

## 展开翅膀

当甲虫准备起飞的时候，坚硬的鞘翅就会分开。触角这时候会展开，用来探测空气的流动。

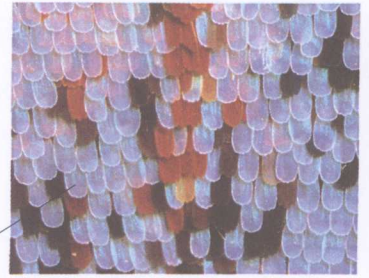
鞘翅开始打开

后翅折叠在鞘翅的下面



### 一闪而过的色彩

很多昆虫在休息的时候都伪装得很好，当它们受到打扰时，它们就会立刻飞到其他地方。在快速飞行时，翅膀上的色彩可以迷惑敌人。这只蝗虫的淡紫色翅膀的用途正是如此。昆虫翅膀上的脉纹排列和数量是辨别它们的重要依据。

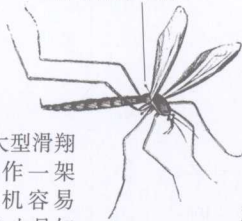


鳞片

### 多彩的鳞片

蝴蝶翅膀上有着重叠的鳞片，它们实际上是扁平而有褶皱的绒毛。它们形成的样式和色彩都很漂亮。有些昆虫的鳞片还带有一些特殊气味。

平衡棒的作用就是在飞行时保持平衡



### 平衡

制造一个大型滑翔机要比制作一架小型战斗机容易得多。昆虫也是如此。它们要在能够吹动树叶和树枝的风中飞行，就必须解决平衡性问题。苍蝇克服了这个问题，它们的后翅进化成了特殊的平衡器官，叫做平衡棒；这对苍蝇倒挂在天花板上可能也很重要。



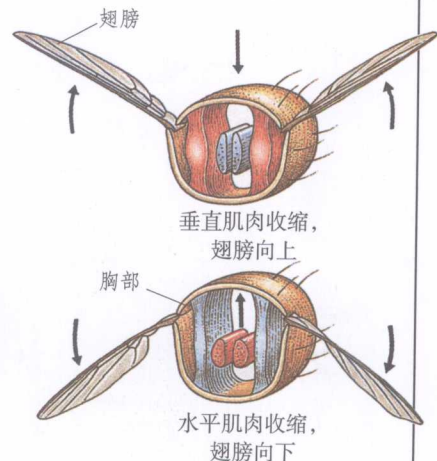
### 成功起飞

借助腿部的弹跳，小金虫腾空而起。飞行主要是靠后翅，不过根据空气动力学，在甲虫加速的时候，前翅的曲线对飞行也会有一定帮助。



### 飞向空中

鞘翅展开，为甲虫的飞行提供了动力，然后后翅会自动展开。这是薄而易损的器官，甲虫必须迅速做出反应。



### 挥动翅膀

振动翅膀的大部分动力来源于胸部的水平和垂直的肌肉。两种肌肉交替接触，胸部上下表面就会被迅速收缩、舒张，带动翅膀上下振动。其他肌肉用来调整翅膀的角度，决定飞行的方向。



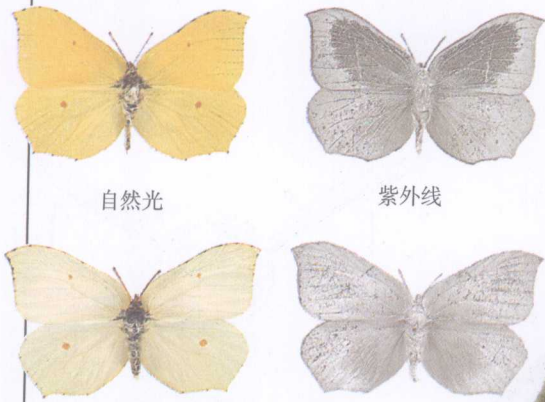
## 昆虫的眼睛

很难说颜色对生来就盲的人意味着什么。我们更难确定的是：颜色甚至光线，对昆虫意味着什么。昆虫的某些感觉要比人类敏感得多。有的昆虫可以嗅到极远处的特殊气味，有的可以探测到人类听不到的振动或者声响。但是我们不知道在昆虫的眼里，这个世界是个什么样子。众所周知，大型蜜蜂可以觉察到几米之外的人的移动。但它仅仅是看到一个移动的物体，还是能够分辨出移动的是一个人而不是一匹马呢？臭虫能够被紫外线和黄光吸引，但是它们对蓝光和红光却毫无反应，它们可以辨别出黑色和白色么？不同的昆虫在进化的过程中产生了不同的特征，用来解决不同的问题。黄昏的时候，人类根本看不清空中飞行的蚊子，而蜻蜓却可以轻而易举地捕捉到它们。然而，蜻蜓是看到了它们，还是觉察到了它们的声音和运动呢？关于昆虫的感觉，我们充满了与上述疑问类似的问题。

### 被光源吸引

夜晚，明亮的灯光会吸引很多昆虫前来。在夜间飞行的昆虫的眼睛似乎总是与月亮的自然光保持着一定的角度，用来指引它们的“航向”。人造光也会起到类似的作用；昆虫飞向灯光的时候，它们是沿着直线飞过去的，不过它们到了以后，就会围着灯一圈一圈地飞。

三只对光线很敏感的单眼



自然光

紫外线

### 美丽的谎言

昆虫能够看到人眼看不到的东西。上图是两只硫磺蝴蝶，左边的是在自然光下拍摄的，右边的是在紫外线下拍摄的。昆虫看到的可能不是有四个橘红色斑点的黄色蝴蝶，而是有着两大块深灰色斑块的灰色蝴蝶。靠昆虫授粉的植物也会用紫外线来吸引蜜蜂。花朵里面有花蜜的地方都有标志，而这些标志只能在紫外线下才能看到。

黄蜂头部长有很多具有感觉能力的绒毛，它们可以探测到周围环境中的特殊信息

分节的触角是用来探测气味的；在蜂巢的建造过程中，触角还可以用来测量蜂房的大小和形状

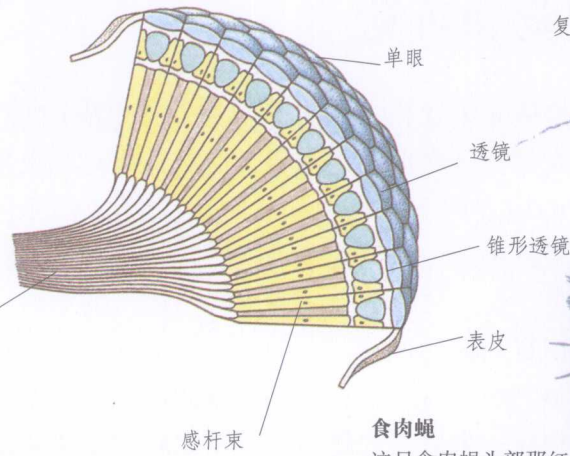
### 黄蜂的脸

典型的昆虫头部长有一对大大的复眼，在头部顶端还有三只单眼。这只黄蜂的复眼一只向下延伸到面颊，不过在长有触角的地方没有发育。分节的触角是重要的器官，它们不但可以探测气味，而且还可以测量出蜂巢里面每一个新建成的蜂房的大小和形状。有力的颚是黄蜂的“双手”和工具，它可以用来切断食物、挖掘材料、建造蜂巢。黄蜂身上鲜艳的黄色和黑色图样是一种警告色，用来告诉其他动物：它们是一种长有毒刺的昆虫。

强有力的颚可用来切断食物、建造蜂房

## 昆虫眼睛的内部

每只复眼都是由成百上千的单眼组成的，它们以六边形的方式拼在一起。每一个单眼的表面都有一个透镜，单眼内部还有一个透镜，成圆锥形。这样的结构可以把光线聚焦到一个中心构造——感杆束上，它对光线非常敏感，而且直接连接着视觉神经和大脑。



## 食肉蝇

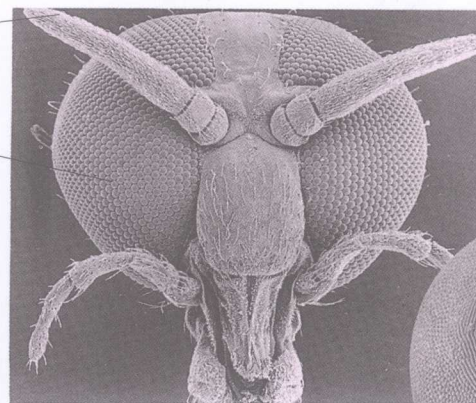
这只食肉蝇头部那红色的复眼是由成百上千个单眼组成的。我们不知道它到底能看到什么景象，但我们知道它对振动很敏感，哪怕是极微弱的移动。这就是它们很难被捕捉的原因。

具有感觉能力的绒毛对振动非常敏感



拼图

现在，人们已经普遍接受一个观点：由六边形复眼产生的图像是由很多像点组成的，就像上图中这朵拼出来的花朵。但是昆虫到底看到了什么图像呢？这还要看它的大脑是如何“翻译”这些信号的。

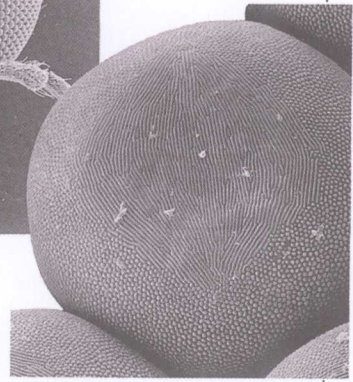


苍蝇的脚上长有吸盘一样的东西，这使它们能够倒挂在光滑的平面上

## 黑蝇的眼睛

这是一只生活在南美洲的吸血黑蝇，还不到两毫米长。

上图是用电子显微镜拍摄的头部。放大以后，我们可以看到由众多单眼构成的复眼，一直延伸到触角附近。右图是黑蝇复眼中的一个单眼，放大了4000倍。我们可以看到，每一个单眼的表面都是精雕细琢的，覆盖着细小的褶皱和柱状的突起。透过成百上千只单眼，黑蝇到底看到了什么呢？



信息通过视觉神经纤维传到大脑中

复眼

复眼

与昆虫身体的其他部位一样，复眼的表面也覆盖着表皮

触角有很多节组成

螳螂的触角通常都比这对触角长

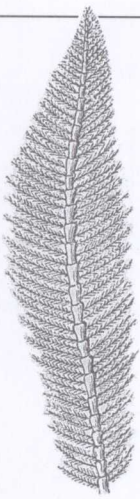


## 我盯着你呢

看一看螳螂的脸，你会觉得它一直都很警觉。组成复眼的单眼很小，一旦有物体移动，螳螂会迅速做出反应。它经常来回转动它的头部，那是在测量猎物的体型，估算攻击的距离。



# 触觉、嗅觉和听觉



羽状触角

这个酷似羽毛的器官是一只雄蛾的触角，它十分敏感。以中间的棒状物为中心，长有很多侧枝，这些侧枝被细小的绒毛覆盖着，这些绒毛都具有感觉功能。

很多昆虫仅仅是依靠嗅觉和味觉而生活在这个世界上的。眼睛是人类认识周围世界的窗户，大部分昆虫也长有眼睛，但是光线对昆虫来讲并不是多么重要。蚂蚁会在走过的地方留下特殊的化学物质，它们不断地相互接触，传递蚁巢中的气味。很多昆虫还会释放用于预警的化学物质，它们的同类会立刻对此做出反应。雌蛾会产生一种化学物质用来吸引远方的雄蛾。屎壳郎能在粪便被排出后的60秒内锁定粪便的位置。有的昆虫（比如树皮甲虫）会通过释放出一种化学物质来召集同类；有的昆虫（例如果蛆）在一个水果上产卵以后，就会释放出一种化学物质，告诉其他雌性果蛆不要在这个水果上产卵了。昆虫的世界里还充满了人类听不到的振动和声响。昆虫特有的“耳朵”能够感知到这些振动。蟋蟀的前腿、蝗虫和蝉的腹部上都长有这样的器官；有的昆虫还能通过腿和触角“听”到这些声响。



放大了5倍的羽角甲

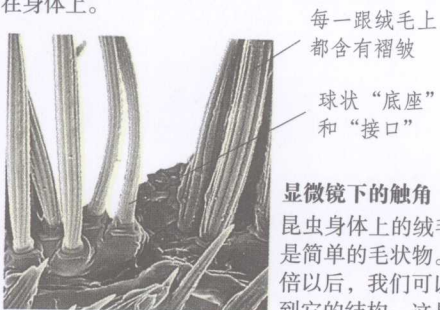
### 甲虫的“鹿角”

看这个酷似鹿角的触角，它属于一种生活在印度的甲虫。这种甲虫的雌性和雄性都长有这样的触角，我们还无法对此作出解释。通常情况下，上面的分支是收起来的，整个触角向后吸附在身体上。



### 大鼻子象鼻虫

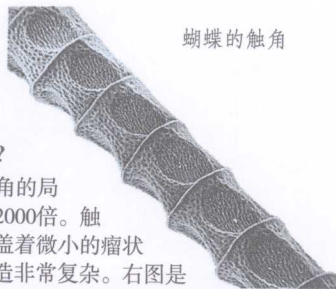
象鼻虫的喙长在眼睛的前面，喙很长，末端长有尖锐的颚，两侧长有弓形的触角。触角顶端布满绒毛，在象鼻虫用喙进食或者挖洞的时候，绒毛可以用来探测物体表面的状况。



### 显微镜下的触角

昆虫身体上的绒毛并不仅仅是简单的毛状物。放大1000倍以后，我们可以清楚地看到它的结构。这是皮蠹幼虫

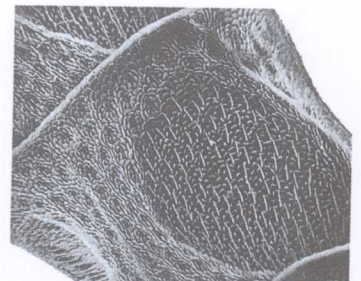
嘴部周围的绒毛，每一个绒毛都有球状的“底座”和“接口”，并且都是山脊形的。这些绒毛对振动非常敏感。



蝴蝶的触角

### 简单的触角

这是蝴蝶触角的局部，放大了2000倍。触角的表面覆盖着微小的瘤状物，实际构造非常复杂。右图是一部分表皮，我们可以看到上面密密麻麻的绒毛，这些绒毛对气味非常敏感。



放大了2000倍的蝴蝶触角