

Insect

# 昆虫

[英] 劳伦斯·范得  
格·甲  
王悦卿  
飞思少儿产教研发中心

首席  
监制

精品  
科学馆



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONIC INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>



目击者家庭图书馆  
Eyewitness

# 昆虫





中美洲  
叩头虫



北印度金龟子



非洲白条绿  
花金龟子



印度白蜡虫

印度竹节虫



印度尼西亚鳃角类甲虫



印度尼西亚盾蟾象



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



欧洲黄色矿蜂

Insect

# 昆虫



北澳大利亚鹿角虫

[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



欧洲池塘丛蟋



南美洲叶甲虫



南美洲龟甲虫



中美洲天牛



非洲盾蝓象



澳大利亚青蜂



英国隐翅虫



印度尼西亚  
黄盾背橡蝓



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



印度宝石甲虫  
(吉丁虫)

#### 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



东非虎甲虫



菲律宾金龟子



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: 电子工业出版社  
出版发行: 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zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至  
dbqq@phei.com.cn。  
服务热线: (010) 88258888。



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。



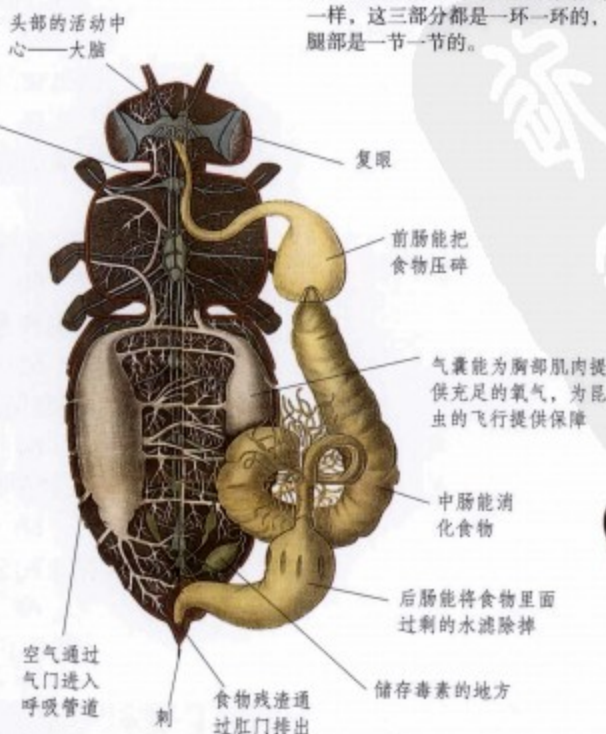
## 折叠的后翼

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。

## 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）。



## 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

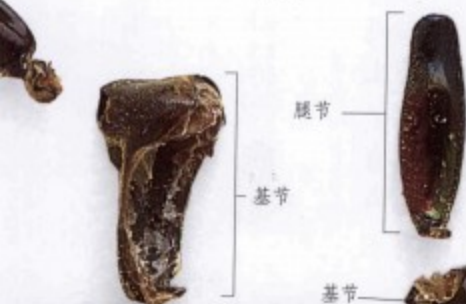
甲虫的前翅是一对坚硬的前翅。它们保护着甲虫的身体，而且一般都有着鲜艳的色彩。当甲虫飞行时，前翅就会向前展开。





## 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：连接着腿和胸的髌部；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。



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

## 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。

翅鞘

## 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。

## 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。

每只脚上都长有两个爪，可用来攀爬表面粗糙的物体

## 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。

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。

蠼螋

蠼螋

蠼螋属于革翅目，这类昆虫有着像橡皮一样的后翅。它们的前翅很短，后翅折叠在前翅下面。

臭虫

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，可用来刺穿和吸吮食物。

蝗虫

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。

飞蛾的成虫

飞蛾

这种昆虫属于鳞翅目，意思是形容它们的成虫寿命很短。它们的幼虫在水下生活、捕食。

苍蝇

苍蝇

苍蝇属于双翅目，但它们与其他双翅目昆虫不同，它们仅有一对翅膀。它们的后翅变成了一对细长的叫做平衡棒的平衡器官。

用来刺穿和吸吮食物的口器

这种翅膀有着坚硬的基部和柔软的顶部

竹节虫

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体和翅膀，这使得它们看上去色彩斑斓。

蛾





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。



溞

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。

触角

## 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、木虱和蜈蚣有更多的节腿，倍足纲节肢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。



蝎子

须肢变成了螯肢



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

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。

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。



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。

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市体最大的蜘蛛之一。在它们8条节腿的前面是一对像腿的附属肢体，叫做须肢，可起到触须的作用。它们在捕食时会用巨大的须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。



狼蛛

蜈蚣

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。



## 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

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

### 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带有带爪的腿，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。这个物种曾经被列入在原始昆虫之列，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，经过漫长的演化，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4000万年前很常见。

翅膀

脆弱的腿

### 早期的大蚊

大约3500万年前，在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。



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。



溺死的蜉蝣

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。



现在的蜉蝣



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。





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。



触角

眼睛

翅鞘保护着甲虫脆弱的后翅，后翅折叠在翅鞘的下面

腹部

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。



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

## 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内找到更好的食物。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。





### 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。



### 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。

鞘翅帮助甲虫起飞



完全展开的后翅开始上下振动

后翅收起，可以使甲虫飞行时身体保持较好的流线型

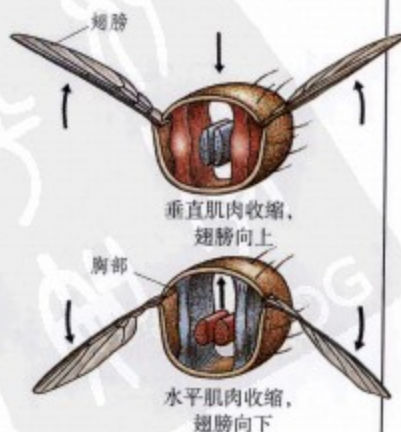
### 成功起飞

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。这是薄弱易损的器官，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。





#### 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。

## 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。

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。

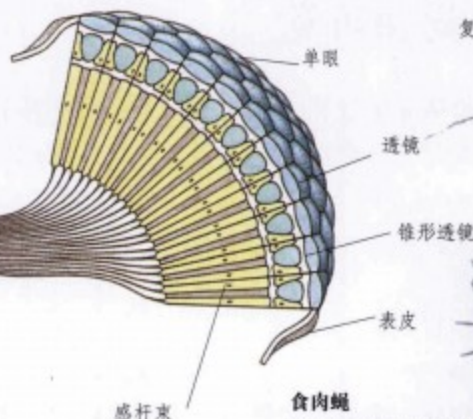
强有力的颚可用于来切断食物、建造蜂房



## 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。

信息通过视觉神经纤维传到大脑中



感杆束

## 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。

触角

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。



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？



# 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”

看这个酷似角的触角，它属于一种生活在印度的甲虫。这种甲虫的雄性和雌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。



每一根绒毛上都含有褶皱

球状“底座”和“接口”

## 显微镜下的触角

昆虫身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。这是皮囊幼虫

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。



放大了7倍的象鼻虫头部

尖锐的颚

棒尖布满了绒毛

弓形触角

用来在植物的种子和茎上打洞的喙

眼睛

嵌入胸部的头部转节

## 大鼻子象鼻虫

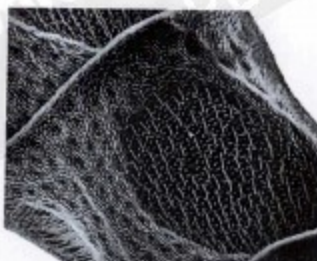
象鼻虫的喙长在眼睛的前面，喙很长，末端长有尖锐的颚，两侧长有弓形的触角。触角顶端布满绒毛，在象鼻虫用喙进食或者挖洞的时候，绒毛可以用来探测物体表面的状况。



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





### 良好的感觉

这是一只生活在尼日利亚中部的蟋蟀。它的触角很长，是我们见到过的触角和身体比例最大的一种昆虫。这样的感觉器官特别适合探测振动和空气流动，但并不像蛾的触角一样擅长探测气味。对蟋蟀来讲，触角就像盲人的拐杖一样重要。

翅膀下面用来感觉气味的“刷子”

### 香味“刷子”

有一种生活在南美洲的森林里的蝴蝶，它的前翅底部长有长长的绒毛。这些绒毛可以与后翅尖上的一块特殊的鳞片相摩擦。每个绒毛的基部有一个“8”字形的“底座”，所以它们能够像刷子一样立起或者放下。这把刷子摩擦着后翅的鳞片，香味就会传播开来，吸引雌性同类前来。



长长的触须可以在黑暗中收集食物。

敏感而精准的触角能帮助蟋蟀在黑暗中活动。

腹部顶端长有一对长长的“尾毛”，上面布满了具有感觉功能的绒毛

生活在洞里面的蟋蟀（实际大小）



触角的侧枝

眼睛

放大了4倍的天牛

### 天牛的鹿角

天牛的名字源于它那长长的触角。大多数昆虫的触角都是简单而且没有分支的，或者有很少的分支。但是这来自马来群岛的雄性天牛却与众不同。它的触角很长，而且有很多分支，每一个分支上都覆盖着细细的绒毛，这使得它的触角更加敏感。

像风扇扇一样的触角

放大了5倍的欧洲金龟子（大栗鳃角金龟）

眼睛



### 金龟子的“风扇”

像这只金龟一样，所有的圣甲虫都长着扇形的触角。当甲虫四处行走时，“扇翅”一般都是闭合的，当它们起飞的时候，它们就会张开，用来探测风向和空气中的气味。

触角分为很多节

放大了8倍的蟋蟀腿

耳朵

节

腿节



### 膝盖上的“耳朵”

蟋蟀和沙螽的前腿膝盖的正下方都长着一个突起。这是它们的“耳朵”，前腿的两侧还长着像鼓一样的薄膜，叫做鼓膜。正像人类的耳膜一样，鼓膜对振动很敏感。很多昆虫的鼓膜都长在身体里面。与其他昆虫不同的是，这种动物的腿在“耳朵”周围肿胀了起来。



## 腿部工作

对大多数生物来说，腿都是相当重要的部分。腿可用来行走、奔跑和跳跃。在昆虫世界里，腿的作用就更大了。蜜蜂的腿上长着“小刷子”和“小篮子”，用来采集和存放花粉。蝗虫可以用腿来“唱歌”，它们用后腿上的“小锉刀”摩擦前翅，发出鸣叫声。蟋蟀的耳朵就长在膝盖上，很多昆虫的腿变得适合战斗或者在交

配的时候用来抓住异性。一些水生昆虫则长着扁平的腿，腿上长着长长的绒毛，很像船桨；而另有一些昆虫身上则长着长得像高跷的腿，用来在水面上行走，而不会沉没。所有昆虫的腿都分为六节，四个主要部分。顶端是基节，连接着腿部和胸部；下面是腿节和胫节。胫节的末端是跗节，跗节上通常长着两个爪，有的昆虫的爪间还长着吸盘，可以让它们攀缘光滑的平面上。



用来清洁身体的腿

### 清洁身体用的腿

苍蝇身上布满了绒毛，而为了更好的飞行，苍蝇必须保持绒毛的清洁和顺滑。家蝇的爪间长有特殊吸盘，能使它们能倒挂在塑料薄膜之类的光滑表面上。



下潜

这是一只生活在沙漠中的蟋蟀，它的脚似螺旋状的推进器，这让它们可以在沙子中迅速地打洞，并在数秒钟之内垂直潜入到沙中。它们翅膀的末端卷曲着，就像一根弹簧，可以帮助它们从沙子里面钻出来。



后翅竖在身体上方

前腿张开，准备着陆

用来聚集空气的卷曲的前翅

### 着陆

会飞的昆虫必须解决着陆的安全问题。这只蝗虫（非洲沙漠蝗）在降落的时候会把腿伸展开，后翅竖起，前翅弯曲，从而罩住更多的空气，以减缓速度。就像鸟类和飞机一样，这种形状的翅膀能够使它们缓缓地着陆。在蝗科昆虫里面，蝗虫比较特别，它们经常改变它们的行为、习性，组成一个数达几十亿的群体一起迁徙。

### 准备起跳

蝗虫在起跳之前，把它后腿的胫节支在身体的重心处，胫节的顶端连接着大腿。强有力的肌肉突然收缩，蝗虫的腿马上会伸直，然后就跳到了空中。



跳跃的男孩

这四张照片是迈布里奇（1830-1903年）拍摄的。它展示了脊椎动物是如何通过一个动作就能起跳、着陆，再起跳的。昆虫的肌肉和关节没有那么复杂，所以它们两次跳跃之间必须休息一会。

昆虫翅膀上的斑点有利于它们在地面上隐蔽。



大腿

复眼

胫节





“小型鼯鼠”

螻蛄就像是小型鼯鼠，它们都有着扁平而有力的前腿，这是它们挖地洞的“铲子”。螻蛄的口器就像是一把剪刀。它们以植物的根为食，因此，它们是一种草坪害虫。

螻蛄的前腿扁平而有力，很像铲子，可用来挖洞

像剪刀一样的口器，可用来切断植物的根



#### 鼯鼠

虽然鼯鼠和螻蛄没有任何关系，但是它们却拥有很多相同的特征。比如，它们都长着一对像铲子一样可用来挖洞的前腿。这就是生物学上所说的“趋同进化”，也就是说，生活方式类似的动植物会进化出相似的生理结构。

锋利尖锐的前腿用来在进食时紧紧地抓住猎物



很多昆虫都长着用来抓握的腿。它们就像这只螳螂一样，在进食的时候，就用锋利尖锐的前腿紧紧地抓住猎物。不过，前腿还有着更加重要的作用，那就是在交配的时候紧紧地抓住自己的配偶，或者在与对手搏斗的时候当作武器使用。

前翅和后翅都充分的伸展开



腿也保持流线型

#### 跳跃途中

蝗虫跳到足够高后，就会把它的两对翅膀充分地打开，然后迅速地挥动，这样可以使它们跳得更远。然后后腿向后伸开，保持着流线型，而前腿则向前张开，为着陆做准备。

#### 隐藏在自己的腿后面

这只叶虫腿部长有附着物，无论是在颜色上还是外形上，都酷似树叶，这是它们的腿部的轮廓变得很不清晰，也就很难被捕食者发现了。



眼睛

触角

绿色和棕色掺杂在一起，外围轮廓也酷似树叶。

触角

胸部

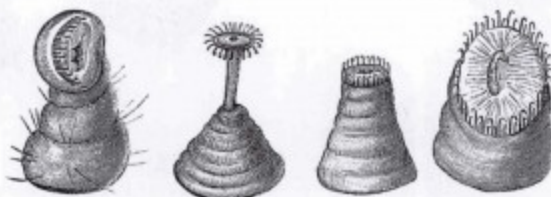
流线形的翅膀使蝗虫能跳得更高

腿缩在身体下方

#### 跳向高处

蝗虫的身体呈流线型，有效地减少了空气的阻力，所以它们可以跳得很高。跳向高处时，蝗虫就会闭合翅膀，将腿伸直，缩在身体下方。虽然蝗虫的肌肉很小，但与人类相比，在大小相同的情况下，蝗虫肌肉的力度是人类肌肉的1000倍。蝗虫一次最长可以跳50厘米，是它们身长的10倍。

腿上长着像树叶一样的附着物，很难看出腿的轮廓



#### 假腿

毛虫腹部的“腿”并不是真正的腿，而只是身体肌肉的延伸物，叫做腹足。腹足的顶端长着一圈绒毛。毛虫主要依靠腹足移动，而胸部的三对真正的腿只用来抓取食物。





草蚱蜢

这只草蚱蜢正在吞食花瓣。它用前腿抓住花朵，同时用它那大而有力的下颚咀嚼着花瓣。蚱蜢还会吃其他昆虫——甚至包括它们自己的后代。

## 口器与进食

昆虫祖先的头部长有三对颚。现代昆虫中会咀嚼的物种还完好地保留着第一对颚——下颚，而第二对颚——下颚片则变得很小了，主要用来辅助昆虫进食。第三对颚则结合在了一起，共同形成了下唇瓣。不过，对很多其他昆虫而言，针对不同的食物，这三对颚进化成了不同的口器——尖状嘴、长长的吸管或用于吸吮的海绵体。



跳蚤的叮咬

这幅古老的版画虽然不够精确，但是它很好地展示了跳蚤的口器——两对触须（感觉器官）围绕着一个强有力的吸管。

### 开始吃饭

例如这只玉带凤蝶幼虫，体型较大的毛虫总是会吃掉植物叶子的边缘部分。它们把叶子夹在两列腿之间，然后伸出它们的头，并用下颚朝着自己身体的方向咀嚼食物。被毛虫吃过的地方，一般都是半圆形的。



绿油油的柑橘叶子

开始行动

肛门处的尾足

头部

黑色和黄色的凸出物上长着锋利的毛刺，这可以阻止天敌捕食它们



### 正在进行

与其他昆虫一样，毛虫的胸部长着三对节腿。除此之外，它们的腹部还长着四对腹足，肛门处还长着一对尾足。这些额外的脚支撑着毛虫的身体。除了身体比较柔软以外，毛虫也和其他昆虫一样长着外骨骼。当身体要长大时，它就会蜕皮。



两小时后

肛门处的尾足

头部

真足

腹足

### 印度月蛾幼虫

印度月蛾的幼虫在吃掉叶子的边缘以后，就会将自己明显地暴露出来。当被捕食者（例如鸟）发现时，毛虫就会扭动身体，露出背部多刺的凸起物，防止自己成为捕食者的美食。





#### 蚂蚁和蚜虫

某些吸食植物汁液的小型昆虫（比如蚜虫）经常会和蚂蚁生活在一起。这些蚂蚁甚至还会为蚜虫建造一些小型遮挡物，使蚜虫能够躲避雨水和其他昆虫。蚜虫会分泌一种具有甜性的物质——蜜露，这些物质最终会变成乌黑的黏性物质，从而毁灭整个蚜虫群。而蚂蚁正好以蜜露为食，因此，如果要防治蚜虫，最好不要让蚂蚁攀爬到树上保护它们。



#### 吸血飞虫

这是一只虻虫，它长着长而尖锐的口器，就像是细针一样，可用来刺破皮肤。其余部分形成了一个吸管，用来吸食血液。这种昆虫能吸食人血，不过通常更可能是以吸食猴子的血液为生。和蚊子不同的是，被虻虫咬一口很痛，而且皮肤上会留下裂开的伤口。



#### 吃了一半

毛虫在叶子的正反面来回移动，首先把柔软多汁的部分吃掉。

6个小时后

#### 马上就吃完了

通常情况下，为了躲避捕食者，毛虫都在晚上进食。从卵里面孵化出来以后，毛虫要经过5次蜕皮才能变成蛹。

#### 美餐结束

8小时以后，叶子被吃光了，毛虫准备寻找另外一片叶子。再吃掉一些叶子以后，毛虫就准备进行最后一次蜕皮了。蜕皮之后，毛虫就会变成蛹，破蛹之后就会成为成虫。

当两个颚靠近的时候，“牙齿”就会把幼虫和其他甲虫切成两半

毛虫通过身体每节上的气门呼吸

长在胸部的真足

头部

用来警告捕食者的黑黄相间图案

4个小时后

复眼

海绵状的唇瓣是用来吸食液态食物的

#### 苍蝇的头部

家蝇和大苍蝇的口器很特别。它们的下颚和下颚片没有发育，而下唇瓣发育成了海绵状的结构，可用来吸食液态的食物。

#### 切断

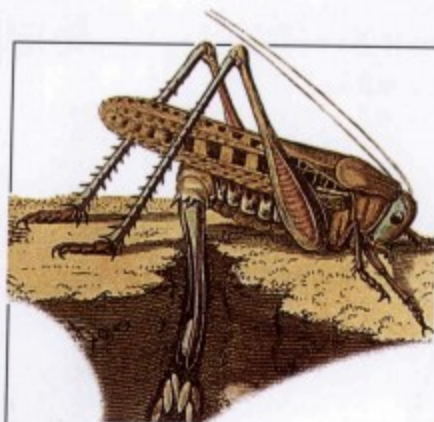
这是一只东非步行虫，它的下颚强壮有力，当两只颚靠近的时候，“牙齿”就会交合，就像一把剪刀。这种甲虫能够把幼虫切成两半，藏在土壤里和腐烂木头里的其他甲虫有时也会惨遭毒手。

#### 蝴蝶的头部

这个雕刻品向我们展示了蛾和蝴蝶的吸食管（或者叫做长鼻）是如何卷曲在头部下面的。与毛虫不同，蝴蝶的成虫没有下颚。它们的吸食管很长，是由一对下颚片进化而来的。



## 战斗中的甲虫



### 挖个深洞

蝗虫把成堆的卵产在草根的周围。而蜉蝣与蝗虫不同，它们会像这只草蟋蟀一样，用又长又直的产卵器在泥土里钻个洞，然后把它们的卵产在地下，接着把洞填满。它们接下来还会在洞口来回走几次，去掉痕迹，以掩蔽洞口的位

置。这些昆虫中，雄性昆虫一般都长有大型的角或者颚，这是它们用来和其他竞争者争夺交配和产卵的地方而战斗的武器——比如一截枯树枝。

天气比较温暖的时候，如果宿主比较健康，蜉蝣可以在一周之内可产下50个后代，而这些后代一周以后就会成熟。如果照这个速度繁殖下去的话，几周之后，世界上的蜉蝣就能漫过人的膝盖，但我们并没有看到这样的现象。

这是因为蜉蝣的食物有限，而且它们周围充满了饥饿的捕食者，这就限制了蜉蝣的数量。尽管如此，拥有几十亿只蝗虫的大型蝗群还是有可能会出现。有的昆虫以腐木为食，它们整日都在为食

看看这里谁是强者！

鹿角一样的颚

触角向外伸出，这样就能尽量多地获得另一只甲虫的信息

腿节

胫节

附节

胸部

坚硬的  
黑翅鞘

### 1 盯着对手

上图是两只生活在欧洲的雄性鹿角虫，它们的头上长着带有分支的“角”，这正是它们名字的由来。实际上，这些“角”是大型的颚，就像鹿角一样，主要用来战斗。黄昏的时候，雄性的鹿角虫就会占据有利位置，时刻准备为保护领地而战斗。







分节的附节

坚硬的后翅  
保护着里面  
脆弱的前翅  
和腹部

一只甲虫正  
用颚把它的  
对手夹住



卵囊

带着卵囊的  
雌性蝗螂

触角

雌性鹿角虫

与蝗虫一样，蝗螂也喜欢把卵产在一堆。不过，蝗虫的卵夹是用泥土做成的，而蝗螂会制作一种坚硬的，向钱包一样的东西——卵囊。每个卵囊里面产下紧靠在一起的两列卵。

用来抵御捕食者的多刺的腿

触角

很小的角

力量的比拼

在动物的世界里，为了提升地位和争夺领地，雄性之间的战斗是常有的事。这也是雄性攻击性本能的表现形式之一。

不长“角”

与雄性不同，雌性鹿角虫并没有大型的颚。这是因为在生活中，雌性和雄性的角色不同，它们不会卷入争夺产卵地的战斗中。雄性和雌性之间出现这种显著不同的现象叫做二态性。奇怪的是，小型雌性鹿角虫也没有用来战斗的大颚。这些小型不会战斗的雌性鹿角虫也许是由于食物不足而产生的。

眼部

触角

战斗达到高潮

用来寻找食物触须

像鹿角一样坚硬的颚

附节

胫节

2 战斗

当感到势均力敌时，防卫领地的甲虫就会和对手格斗。每只甲虫都试图用颚把对方夹到半空中，然后把对手扔下树枝就很简单了。

附节上的爪能帮助甲虫紧紧地抓住它所捍卫的树枝

被击败的甲虫仰面朝天地躺在地上

前腿断了

3 被击败

被击败的甲虫就会像这只甲虫一样仰面朝天地倒在地上，如果它受了伤，就只能等着被蚂蚁吃掉了。有时候，胜利一方的颚会在对手的翅鞘上留下一个洞，这将是致命的。



# 完全变态

“变态”的意思是“身体构造和外表发生变化”。高等昆虫有着一种叫做“完全变态”的复杂的生长过程。首先，卵孵化出幼虫（毛虫或者蛆），无论是在身体结构还是在外表上，幼虫都与它们将要变成的成虫完全不同。幼虫不断长大，经过几次蜕皮之后，就会形成蛹。此时它们的身体将会重组，最终变成长有翅膀的成虫。在这样的演变过程中，幼虫的主要任务是进食，而成虫则负责繁殖和寻找新的栖息地。属于完全变态的昆虫有：黄蜂、蜜蜂、蚂蚁、苍蝇、甲虫、蝴蝶、蛾、石蛾、跳蚤、草蜻蛉和蜉蝣等。但也有些特殊情况，有些甲虫的成虫和幼虫很相似；某些雌性山蛾并没有翅膀；还有些蝇类根本就没有成虫，因为它们的幼虫就能在体内产出更多的幼虫。



交配

墨西哥豆瓢虫是一种以植物为食的瓢虫。雌性和雄性样子很相似，它们交配很频繁。



卵

雌性的墨西哥豆瓢虫每次会产下大约50枚卵。它们把卵产在叶子的背面，因为这样更容易受到保护。每一枚卵的末端都粘在叶子上，竖立地立着。大约一周以后，卵就能孵化成幼虫。



幼虫从卵中爬出来



罩

## 1 卵的孵化

卵一直在发育，所以也需要呼吸。卵的顶端有一圈气孔，空气从这里进入卵的内部。卵在产下一周以后，幼虫就孵化出来了。顶部的罩就会破裂，或者被里面的幼虫啃开。



幼虫蜕的皮

蛹的新皮肤

幼虫身上长着长尖刺的旧表皮

蛹上长着短尖刺的新表皮

## 4 准备变化

当幼虫已经吃了足够多的食物后，它就会把自己粘在一片破损的网状叶子背面。幼虫的外皮开始脱落，然后形成一只具有一层柔软新表皮的蛹，并且迅速变硬。

正在进食的幼虫

## 吃植物的叶

无论是幼虫还是成虫，墨西哥豆瓢虫都以植物的叶子为食。它们只吃叶脉之间较嫩的部分，所以被它们吃过的叶子都呈网状，而且带有花边。



被幼虫吃过的带有花边且已枯死的叶子

## 5 休眠

蛹阶段通常又被称为“休眠期”。但是蛹身体内部每一个细胞都没有休息。所有的肌肉、神经和其他结构都在解体，组成新的肌肉和神经，形成新的身体。在这幅图里面，透过蛹多刺的新皮肤，我们可以看到甲虫成虫的翅鞘和胸部的第一节。



幼虫的表皮

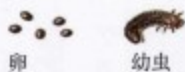
幼虫表皮破裂

头部首先露出

## 6 准备进食

薄薄的蛹壁从下面裂开，成虫从头部开始，慢慢地从蛹内挣脱出来。从蛹壁开始破裂到成虫脱离蛹壁，整个过程大约需要一个小时。





## 鹿角虫的发育

鹿角虫和其他圣甲虫的幼虫的身体一般呈“C”字形。雄性的蛹长着较大的角，而雌性不是这样，两者很容易区分。



成熟的幼虫



雄性的蛹



雌性的蛹



## 蝎蛉

与蚊狮一样，蝎蛉的成长过程也是完全变态的。上图向我们展示了一只幼虫和一只长有翅芽的蛹。



## 变形人

这是一幅由芭芭拉·骆豪士创作的油画，它描绘了卡夫卡的《变形记》里的一个场景。书中的主人公变成了一只昆虫。

这些红色的斑点是单眼组成的



## 2 孵化出幼虫

刚孵化出来的幼虫身上的刺比较软，头部两侧都长着三个红色的斑点。像成虫一样，幼虫没有复眼，这些红色斑点是单眼组成的。

## 3 第一顿饭

很多昆虫的幼虫在孵化出来以后，马上会调过头来吃掉自己的卵壳。因为卵壳含有丰富的营养物质。幼虫身体表面的尖刺会迅速变硬。



## 防御寄生虫

幼虫表皮上的刺很硬，尖锐而且分叉。所有以植物为食的瓢虫都长着这样的刺，而肉食性瓢虫都没有。这些尖刺能有效地保护幼虫，让它们不会轻易地被鸟类吞食，也能阻止寄生性昆虫在它们身上产卵。



## 7 没有斑点

新生成虫的身体是黄色的，而且没有斑点。

它们的翅鞘会马上变硬。在之后的两三个小时内，这只年轻的甲虫就会把鞘翅撑起来，让后翅展开，慢慢晾干。这是至关重要的，是甲虫飞行之前必须要做的工作。



幼虫的旧表皮仍然粘在叶子上

年轻的成虫

## 8 又一只害虫形成了

24小时以后，成虫的翅鞘上就会长出斑点来。不过，从黄色完全变成铜色需要7~10天的时间。100年前，这种瓢虫生活在墨西哥北部，以菜豆为食，它们繁衍得很慢。

而在1918年，它们无意中被引进了美国东部，并且迅速蔓延到了加拿大。如今，在北美洲和中美洲，这种瓢虫已经成为了一种分布很广的害虫。它们怕冷，所以它们无法在中部地区生活。



## 不完全变态

高等昆虫在生长过程中要经历完全变态——从幼虫到蛹，再到成虫——在这个过程中，它们的身体结构会发生急剧的变化。然而，那些比较低等的昆虫所经历的则是不完全变态，就是说若虫在外形上和成虫很像，只发生一系列缓慢的变化，就变成了成虫。

属于这一类的昆虫有蝗虫、蟑螂、白蚁、飞蝼蛄、蜻蜓和臭虫等。刚孵化出来的若虫身上没有翅膀，稍大一些后，它们的胸部就会长出翅芽，未成形的翅膀会从翅芽里发育出来。每蜕一次皮，翅芽就会长大一些，当若虫变成成虫时，翅膀也就形成了。某些昆虫的若虫生活在水下，只有当快变成成虫的时候，它们才会爬出水面。接下来我们以豆娘为例，介绍这一过程。



“爱心”

雌性豆娘会把精子传输到腹部下面一个靠近后腿的结构中。它用腹部的顶端拉住雌性豆娘的脖子，然后雌性豆娘就会伸出它的腹部来收集这些精子。有时候，它们会这样一前一后地飞行，形状看上去很像一颗“心”。雌性豆娘的头部位于“心”的底端，雌性豆娘的头部位于“心”的顶端。这种飞行方式也许会增加它们交配时的激情。



若虫进食

若虫长有“脸盖”，它们能通过抛出脸盖的方式来捕获食物。如图，这只若虫用脸盖捕获了一只水蚤。

年轻的若虫

不同的物种从若虫演变到成虫所经历的时间长短不一。有的只需要3个月，而有的则需要3年。若虫通常要蜕12次皮，年幼的若虫没有翅芽，而且身体基本上是透明的，这能让它们不容易被捕食者发现。



这只若虫损失了一片鳃（它本应该有三片鳃）



成熟的若虫

若虫长大后，身体颜色就会和周边环境融为一体，这样既能不被猎物察觉，又不会被捕食者（通常是鱼类）发现。从图中可以看出，翅芽从胸部一直延伸到腹部的前三节。



蜉蝣

雌性蜉蝣过着原始的群居生活。一般情况下，它们会挖一个洞来产卵。卵产下以后，蜉蝣会一直待在卵的旁边，保护它们。如果你故意把卵打散，它们会一个一个地捡回来。若虫孵化出来以后，蜉蝣还会跟它们待上一段时间，直到它们可以自力更生为止。

在水下呼吸

像鱼一样，蜻蜓和豆娘的若虫也用鳃呼吸——吸入氧气，呼出二氧化碳。不过和鱼不同，它们的鳃不是长在头部，而是长在尾巴上的三个扇形结构。至于这些鳃对若虫有多重要，我们还不很清楚，因为它们的鳃经常会被捕食者咬掉，而若虫也不会再重新长出新的鳃来。也许这些鳃只是用来转移攻击者的注意力的，从而保护它们的头部。







成熟的若虫顺着植物的茎爬出水面，准备蜕化为成虫

## 成虫现身

虽然豆娘的若虫生活在水下，但是透过成熟若虫的身体，我们可以清晰地看到成虫的身体结构。左图中这只若虫飞行用的肌肉和厚厚的胸部已经形成，不过身体和翅膀还有待进一步发育，脸盖也需要甩掉。若虫在水下就做好了进行这些变化的准备。它一旦爬出水面，就必须迅速地蜕变为成虫，飞到空中（整个过程大约需要两个小时），否则就会被其他动物吃掉。



### 1 爬出水面

若虫爬出水面以后，会把脚上的爪插入植物的茎中。它必须抓得很紧，因为在准备起飞之前，刚刚蜕化成功的成虫要在外壳上待上好几个小时。这只若虫的三片鳃都被捕食者咬掉了。翅芽和腹部之间出现了空隙，胸部开始充血、膨胀。

### 2 外壳裂开

血液不断地涌入胸部，随着压力的增大，胸部迅速的膨胀。然后外壳就突然从胸部后面裂开。成虫的头部开始从外壳上脱离出来。

### 3 挣脱外壳

成虫的头部已经成功地与外壳分离了。前腿也已经拔了出来。外壳仍然粘在茎杆上。皱巴巴的翅膀开始从翅芽里面挣脱出来。





蜻蜓若虫



蜻蜓成虫



## 蜻蜓

### 蜻蜓的不完全变态过程

跟豆娘很相似，只不过经历的时间要长一些。最大的蜻蜓从卵到成虫需要两到三年的时间。另外，蜻蜓若虫的尾部没有扇形的鳃，而是在腹部顶端的内部长着更复杂的鳃。鳃部不断有水流入和流出，也正是靠着这样的喷射推力，蜻蜓若虫才能够四处游动。蜻蜓的成虫比豆娘更活跃，它们在休息的时候总是把翅膀水平地展开着。

柔软而弯曲的前腿

触角

四个翅芽，  
每一个翅芽  
里面有一张  
翅膀

若虫的外壳仍然  
粘在茎秆上面

## 4 蜕壳中

身体的上半部分已经脱离了外壳。眼睛看上去已经变硬且能活动自如了。但是前腿仍然很柔软，而且弯曲着。四个翅芽（每个翅芽里面有一张翅膀）仍然很小，而且皱皱巴巴的。

前腿抓住茎秆，  
慢慢地把身体拉  
出外壳

胸部还未  
成型

翅膀还没  
有展开

若虫的外壳

## 5 开始抓握

成虫用前腿抓住茎秆上端，慢慢地把身体拉出外壳。胸部还没有成型。

胸部开始  
变长

随着血液的  
流入，翅膀  
开始变长

## 6 向上爬

胸部已经变得很长了，而且随着血液的流入，翅膀也逐渐展开、变长。由翅芽到布满网状脉纹的翅膀的变化是蜻蜓和豆娘在不完全变态过程中的一个重要特征。



## 豆娘

豆娘生活在有水的地方。它们长着两对布满网状脉纹的翅膀。休息的时候，翅膀笔直地立在身体的上面。我们介绍的这只豆娘是一只雌性的碧蓝色豆娘。一般来说，雄性豆娘和雌性豆娘的身体颜色完全不同。以这种豆娘为例，雌性豆娘的背部是黑色的，两侧是亮绿色的；而雄性豆娘的背部是蓝色的。

## 特写镜头

这是一只雄性豆娘成虫的特写图片。作为一个活跃的猎手，它的复眼很大。当它用强有力的口器撕扯猎物时，它的腿会并在口器的后面。

强有力的口器

复眼很大，有利于发现猎物

腿用来牢牢地抓住猎物

胸部仍在生长

两对翅膀很软很脆弱，很容易损坏

腹部也在慢慢地伸长

## 7 只剩下翅膀了

四张翅膀都完全展开了，不过仍然很软，极易损坏，而且颜色暗淡。胸部和腹部还在慢慢地长大。

若虫的外壳

翅膀已经可以用来飞行了

腹部变得更长、更细

液滴

## 8 准备起飞

当腹部长到足够长以后，顶端会排出一滴液体。这说明它是一只雌性豆娘。现在，尽管它的翅膀看上去还很柔弱，但它还是准备试飞。从爬出水面到现在，才过去两个小时。在几个小时之内，它身体仍然会保持着淡黄色。几天之后，身体才慢慢地变成常规颜色——背部黑色，两侧绿色。

成虫的翅膀上布满了网状的脉纹

黑点

## 9 雌性成虫

豆娘身体上鲜艳的颜色需要几天的时间才能形成。



# 甲虫

世界上至少有30万种甲虫。从雪山到灼热的沙漠，从陆地到泥泞的池塘，甲虫无处不在。甲虫以各种动植物为食，不管是鲜活的还是已经腐烂了的。同时，它们也是鸟类、蜥蜴和某些小型哺乳动物的食物。它们破坏庄稼，损毁粮仓，算是一种害虫。可是它们还能够吃掉那些腐烂了的动植物尸体，然后转化成营养物质排泄到土壤中。所有甲虫经历的都是完全变态。卵孵化出幼虫，经过一段时间（有的甲虫需要几年的时间）的进食和生长后就变成蛹，最终变为成虫。甲

虫的成虫有着“厚厚的装甲”，它们的前翅很硬，覆盖并保护着下面脆弱的后翅。甲虫的个头有大有小，最小的是真菌甲虫，它比针头还要小；最大的是巨人甲虫，

最长可达15厘米。

马来西亚蛙腿甲虫（雄性）



后翅酷似蛙腿



南美蛙腿甲虫

生活在叶子上

像上面两种一样，叶甲虫大多有着鲜艳的色彩。马来西亚蛙腿甲虫的后腿像是青蛙的腿，交配的时候，可用来抓住雌性的身体。南美蛙腿甲虫生活在南美洲，它们的吃、住都在植物的叶子上面。

这些象鼻虫有着宝石一样的色彩，使它们能够隐藏在鲜亮的绿叶之间

象鼻虫



用来防止被捕食者的毛状物



短花甲虫

鹿角虫

这是一种生活在非洲的雄性鹿角虫，它通体漆黑，颚强有力而多刺，可能是用来战斗的。



鹿角虫

步行虫

善于奔跑的腿



杀手甲虫

步行虫和虎甲虫是近亲，它们都善于猎杀体型较小的昆虫。上图左面是来自非洲的一种步行虫，它们不会飞，但可以快速地追赶猎物。右面是一种来自澳大利亚的虎甲虫，生活在光照充足的地方，善于奔跑和飞行。

虎甲虫

林氏象鼻虫



象鼻虫



毕式象鼻虫

图斑硬象鼻虫



达尔文甲虫

达尔文甲虫

据说英国自然学家查尔斯·达尔文搭乘英国皇家海军舰艇到巴西旅行时，就被这种雄性的鹿角虫（智利长牙蛾）咬了一口。这种甲虫的颚长而多刺，可用来攻击敌人或者与其他雄性甲虫搏斗。



# 天牛

天牛的成虫长着很长的触角。它们的幼虫以腐烂的木头为食。图中较大的一种生活在斐济的巨型天牛，由于幼虫缺乏食物，它们濒临灭绝。黄色的天牛生活在非洲，是一种可乐树的害虫；

雌性从嫩枝基部剥去一圈树皮，方便它的幼虫取食，而这只嫩枝则会枯死。还有一种生活在巴西的天牛，它们的腿上长着圆形的“刷子”，我们还不很清楚这个结构的用途，也许是用来吸引配偶的。

用来吸引雌性的圆形“刷子”

巴西天牛

磷甲虫

宝石甲虫

毛绒绒的“宝石”

大多数宝石甲虫的体色都很鲜亮，就像是珠宝一样。这只毛绒绒的甲虫来自非洲，它的背上有很多毛状物，能够用来收集花粉。当它停落在一朵花上的时候，捕食者根本看不出来。

所有的天牛都长着长长的分节的触角

长角牛甲虫 (Xixuthrus heros)

金甲虫

东南亚小型花金龟

蓝金龟

铜光叶甲

肖叶甲虫

巨爪虫

甲虫的颜色

甲虫并不都是黑色的。它们与像鸟和花朵一样五颜六色。白色、蓝色和金色的甲虫不常见，而金属绿和红色的甲虫却有很多。

模仿种子

这是一只来自澳大利亚西部的拟步甲。它生活在平地上，能伪装成一颗植物种子来躲避捕食者。

琴步甲

琴步甲

这种身体是扁平的甲虫（琴步甲）生活在印度尼西亚树木上的瘤状菌中。

滚粪球的甲虫

在配偶的帮助下，这只绿色的雌性圣甲虫正把牛粪球滚到附近的一个坑里面。这个坑是她之前挖好的，粪球滚到坑里以后，雌性会在里面产下卵。

欧洲萤火虫

发光

萤火虫也是一种甲虫。有些雌性萤火虫没有翅膀，它们的尾部能够通过发光来吸引雄性萤火虫。

红萤

这种雌性甲虫还被称为“三叶虫幼虫”，因为它看上去很像是现在已经绝迹了的三叶虫。

颈部

长颈鹿甲虫

无翅的雌性红萤

头部

眼睛

伸长脖子

马达加斯加长颈鹿甲虫只有雄性才长着长长的脖子，而马来群岛维象则无论是雌性还是雄性，头颈都很长。





我身上没有苍蝇！

电影《苍蝇归来》中的主人公变成了一只苍蝇。

## 苍蝇

苍蝇只有一对翅膀。而蝴蝶和蜻蜓等其他一些飞虫却长着两对翅膀。苍蝇的后翅进化成了鼓槌一样的结构——平衡棒，用来维持飞行过程中的平衡。苍蝇的复眼很大，脚上长着爪和吸盘，这使得它们能够在任何光滑的平面上行走。它们善于在空中“表演杂技”，比如倒挂在天花板上，倒着飞行以及围着一个点盘旋。从冰冷的极地到酷热的雨林，飞虫无处不在。有些飞虫能够给植物授粉，而有的却是危险的害虫，比如蚊子。

它们携带着细菌，会传播疟疾和昏睡症。所有蝇类昆虫都要经历完全变态。它们的幼虫大多滋生在腐烂的动植物遗体上，只有极少数物种仅在活着的动植物身上觅食。

没有翅膀

这只微小的蝙蝠蝇根本就没有翅膀。它们生活在蝙蝠的皮毛下面，以吸食蝙蝠的血液为生。幼虫从成虫体内产下时就已经成熟了，然后掉到地面上变成蛹。



欧洲大蚊



眼睛

柄眼蝇

眼对眼

这是一只来自新几内亚的雄性柄眼蝇。这种蝇会利用长长眼柄恐吓其他眼柄较短的雄性，眼柄者越长越占优势。



水虿



甲蝇

模仿甲虫

这只小蝇 (celyphus hyacinthus) 来自马来群岛，它看上去酷似一只甲虫。

绿皮肤

生活在南美洲的水虿身体是绿色的，这并不是因为它们反射太阳光引起的，而是因为它们的表皮里含有一种特殊的绿色素。

长腿大蚊

世界上大约有一万多种大蚊，而这种来自中国的大蚊科昆虫是最大体型的物种之一。最小的大蚊科物种 (Ctenophora ornata) 生活在欧洲。大蚊幼虫的皮肤很坚硬，所以它们又叫做“皮夹克”。它们生活在潮湿的地面上或者泥泞的溪流中，以植物的根为食。有些物种以草根为食，属于害虫。

用来保持平衡的平衡棒

世界上最大的大蚊



飞得最快的蝇类

这种南美苍蝇 (Pantophthalmus bellardii) 的幼虫喜欢在活树木上钻洞。而成虫的生活习性却鲜为人知，或许它们的成虫根本就不吃东西。

粪蝇



家蝇



粪蝇

左图是一只来自欧洲的粪蝇，它滋生在新鲜的牛粪上。家蝇也以动物的粪便为食，另外，它们也会滋生在腐烂的肉和蔬菜上面。如果食物没有放好的话，一旦被家蝇发现，它们就会飞到上面采食。疾病就是这样传播的。

吃肉的苍蝇

雌性嗜人瘤蝇会把卵产在蚊子的身上，当蚊子吸食人血的时候，卵就进入到了人体内，幼虫孵化出来以后的六周时间里，它们会一直待在人的皮肤下面，钻洞、取食。和家蝇一样，青蝇也是一种害虫。它们滋生在腐肉和死亡的动物身体上，而且会传播疾病。

嗜人瘤蝇



青蝇



眼睛上没有茎状物

这种非洲苍蝇 (clitodoca fenestralis) 是新几内亚柄眼蝇的近亲，不过它们的眼睛上没有茎状物，而且生活习性也鲜为人知。它们花哨的翅膀和红色的头部也许是用求偶的。







### 蜜蜂和狮子

《旧约全书》中写到，参孙见到一群蜜蜂围着—只腐烂的狮子尸体。事实上，他看到的并不是蜜蜂，而是黄黑相间的蜂蝇。蜂蝇看上去很像蜜蜂，它的幼虫生活在污水中。成虫以腐肉为食，正是它的这些特点，迷惑了圣经的作者，使他误认为蜜蜂生活在死亡的动物体内。



### 食肉的幼虫

这种蜂蝇生活在非洲，以花蜜为食。但是它们的幼虫却生活在黄蜂的巢内，以发育中的黄蜂幼虫为食。



### 苗条的身材

图中是一种蜂蝇（蜂蝇的一种），身体很苗条，像真正的蜜蜂一样，它们也以花蜜为食。而它们的幼虫却以活着的毛虫为食。



毛贼蝇



大翼蝇



垂饰腹蝇



小扁翅蝇

### 盗蝇

盗蝇是因为它们独特的生活习惯而得名的，它们总是潜伏在有利位置，袭击飞过其他昆虫。比如它们也许会栖息在蜂巢附近，杀死飞回蜂巢的蜜蜂。上图中这种体型较大的黑色物种（*Mallophora atra*）生活在南美洲，它们擅长伪装成木蜂。而长着羽毛状腿的物种（*Pegesimallus teratodes*）来自非洲。也许它会挥舞着它的腿吸引配偶前来。

用来吸食花蜜的长舌头

### 吃蜘蛛的蝇

这种蝇（*Lasius corvina*）的幼虫寄生在蜘蛛的体内。



### 吃花蜜的扁平昆虫

这种蝇（*Trichophthalma philippii*）生活在阿根廷，以花蜜为食。它的幼虫寄生在圣甲虫体内。



短而尖锐的口器



用来吸食花蜜的蜂状长舌



### 吃蜜蜂的蜂蝇

这种生活在欧洲的蜂蝇也以花蜜为食，经常会被误认为是大黄蜂。它们的幼虫寄生在蜜蜂的巢里，以发育中的蜜蜂幼虫为食。



这只蜜蝇（*Dioctria linearis*）正在享用它的猎物——一只刚被它抓住的姬蜂。



### “蝇状的诱饵”

渔夫们用羽毛和麻线做成如图这样的鱼钩。鱼钩浮在水中，鱼儿就会误以为它是一只掉进水里的昆虫。



### 寄蝇

世界上有成千上万种寄蝇。它们的幼虫也是寄生物，大多寄生在其他活着的昆虫体内。正因为如此，它们能够有效地控制害虫的数量。左边这种微黄色的寄蝇（*Paradejeeria rutiloides*）生活在美洲，以蛾类的毛虫为食；右边亮绿色的物种（*Formosia moneta*）生活在新几内亚，以圣甲虫的幼虫为食。



野食蚜蝇



黑带蜂蚜蝇

### 食蚜蝇

这种蝇能够一动不动地悬停在空中，然后迅速地飞走。速度之快，肉眼几乎无法看到。大多数食蚜蝇都是黑黄相间的，酷似蜜蜂或者黄蜂。其中一种体型最小的野食蚜蝇生活在欧洲，幼虫以蚜虫为食，很受园丁的欢迎。黑带蜂蚜蝇（*Volucella zonaria*）的幼虫喜欢在黄蜂的巢下觅食。



翅膀

腿

### 最大的蝇

这种生活在南美洲的拟食虫虻（*Mydas heros*）也许是世界上最大的蝇类昆虫。它的幼虫生活在蚂蚁的巢内，它们的食物是同样生活在蚁巢内以蚂蚁的生活垃圾为食的甲虫。



与蜜蜂类  
似的斑纹



### 是不是蜜蜂?

这种天蛾 (*hemaristitus*) 生活在欧洲, 对人类没有害处, 但人们经常会把它与有毒刺的蜜蜂混淆。

## 蝴蝶和蛾

世界上已知的蝴蝶和蛾大约有20万种。一般来说, 我们很难把蝴蝶和蛾分辨开来。不过, 通常情况下, 蝴蝶都有着鲜艳的色彩, 在白天或者傍晚飞行。而蛾的体色相对较暗, 大多在夜间飞行。大多数蝴蝶的触角都是棒状的, 而蛾类的触角大多是笔直的

或者羽毛状的; 蝴蝶休息的时候, 翅膀立在背部的上方。而蛾类则水平的展开, 罩着它们的身体。蝴蝶和蛾的成虫都会用它们长而卷曲的鼻子吸食液体。它们的身体表面都覆盖着“鳞片”, 所谓鳞片实际上是一些扁平而有些褶皱的毛状物。所有蝴蝶和蛾都经历完全变态, 幼虫的体色跟成虫完全不同。

杰玛蝶



带钩的触角



阿迈蝶

### 是蝴蝶还是蛾?

弄蝶是一类介于蝴蝶和蛾之间的物种。它们的触角很粗, 顶端呈钩状, 而不是棒状的。图中这两种来自秘鲁的弄蝶色彩很鲜艳, 而大多数弄蝶成虫都是褐色的。



蛱蝶

这只蛱蝶身上的深蓝色是由翅膀上的鳞片反射光线形成的。



羽状触角

### 尺蠖蛾

尺蠖蛾的幼虫叫做尺蠖。正如这只只生活在欧洲的夜间飞行的三带条尺蠖一样, 大多数尺蠖蛾都是淡绿色或者浅棕色的。而这种生活在东南亚的尺蠖 (*milonia welskei*) 体色非常鲜艳, 这表明它是在白天飞行的, 而且并不合鸟类的口味。



### 不要吃我!

在昆虫世界里, 红、黄、黑相间的物种一般都是有毒的。这只来自东南亚的环带锦斑蛾 (*Campylotes desgodinsi*) 在白天出没。它们的警告色能让它们逃过鸟类的捕食。



### 特殊的腿

有些蝴蝶的前腿是用来清洁眼睛的, 而不是用来行走的。



### 老妇蛾

老妇蛾 (*Mormo maura*) 生活在欧洲, 夜间出没。它们白天在树上休息, 土褐色的身体使得它们很容易隐蔽。



阿尔喀德蛾



眼点

羽状触角

### 尾巴末端

这是一只生活在非洲的月蛾 (*Argema mimosae*), 它的身体上长着眼点, 可用来转移捕食者的注意力, 保护脆弱的身体。当受到攻击时, 它长长的尾部会断开。在光照下, 绿色会很快褪掉。据说, 祖鲁族人曾经用它们银色的茧来做装饰品。

长尾巴一旦被抓住, 就会断开



日落蛾

### 燕蛾

燕蛾只生活在热带地区, 那里到处都是蝴蝶。像这只来自马达加斯加的日落蛾 (*chrysidia ripheus*) 一样, 很多燕蛾都在白天飞行, 而且它们大多善于长途迁徙。燕蛾翅膀上亮丽的色彩是鳞片反射太阳光形成的。右边这种来自新几内亚的蓝白色燕蛾 (*Aleides aurora*) 长着扇形的后翅。

像蒲扇一样的后翅





### 蝴蝶的翅膀

蝴蝶休息的时候，翅膀是立在背部上方的。



背面



正面

89号

上面这两只南美洲89号蝴蝶 (*Diaethria marchalii*) 实际上是一种蝴蝶的正反面——左边是背面，右边是正面。当鸟儿被它们翅膀上的蓝色斑点吸引过来的时候，89号蝴蝶会把翅膀闭合起来，马上就换了一种颜色，鸟儿就失去目标了。



散发香味的鳞片

### 吸引雌性的香味

这种生活在南美洲的彩蝶 (*Agrias claudina sardanapalus*) 以腐烂的水果为食。雄性翅膀上金黄色的鳞片散发着用来吸引雌性的香味。



翅膀上的鳞片很少，几乎是透明的

### 透明的翅膀

如这只生活在南美洲的紫弦眼蝶 (*Cithaerias esmeralda*)，某些蝶和蛾的翅膀是透明的，这使得它们很难被捕食者发现。



毛虫

蝶和蛾的卵将孵化成毛虫。

茧  
当毛虫发育完全后，就会变成蛹。破茧而出后，就变成了成虫。

### 生存受到威胁

这种眼镜燕尾蝶生活在印度尼西亚的雨林中，随着雨林的破坏，它们已经濒临灭绝了。



尾部特殊的形状可转移捕食者的注意力，保护头部

### 燕尾蝶

燕尾蝶是世界上最漂亮的蝴蝶。它们的后翅很特别，看上去很像是剪刀状的燕尾，末端都呈棒状。它们可以采用任何方式飞行，很难被捕捉到。



雄性鸟翼蝶

腹部



蛱蝶



金属色的斑纹

### 红色翅膀

红色滑翔机蝶 (*Cymothoe coccinata*) 的身体呈深红色，它们生活在西非的热带雨林里面，很难被发现。它们身体的底面是褐色的，就像一片枯叶。

### 鸟翼蝶

这种名叫金红鸟翼蝶 (*Ornithoptera croesus*) 得名于其雄性金色的外表。而它们的雌性是世界上最大的蝴蝶种类之一。它们大多在高大的树木上度过一生。随着雨林逐渐被破坏，鸟翼蝶的生存环境也受到了威胁。



雌性鸟翼蝶





#### 不需要雄性

如上图所示，很多蚜虫能够直接产下幼虫，属于单性生殖。

## 臭虫

英文单词“Bug”现在用来泛指所有昆虫，但其原本是特指臭虫科昆虫。臭虫科昆虫都长着可用来刺破食物和吸吮汁液的长而分节的吸管。其中包括以吸食池塘里其他昆虫的体液为生的仰泳蝽、水黾，吸食植物体液的蚜虫、介壳虫、盾蝽和光蝉，以及有些会吸血并在人群里传播可怕疾病的床虱和双斑粗股猎蝽。很多臭虫的前翅都很坚硬，基部和顶端比较细，两只前翅重叠在一起，保护着脆弱的薄膜状后翅。所有的臭虫都经历不完全变态，若虫跟成虫很像，只不过体型较小而且没有翅膀。

弯曲的喙



#### 猎蝽

猎蝽（如上面的 *Rhinocoris alluaudi*）会发出嘶嘶的声音。这种声音是它们弯曲的喙与身体下方锉刀一样的结构摩擦而产生的。



非洲沫蝉成虫

#### 吹泡虫

这些泡沫是吹泡虫分泌的，它能帮助吹泡虫保持身体湿润，以及避免被捕食。

#### 唾液如雨

上右图中的这只非洲沫蝉 (*Loeris* species) 在树上吐了很多唾液，唾液如雨一样落下。



#### 叶蝉

这种叶蝉以杜鹃花的叶子为食。其他种类的叶蝉大多是绿色的，它们以植物的叶子为食，比如玫瑰和棉花。



放大的床虱

#### 黑夜里的害虫

这种床虱 (*Cimex lectularius*) 属于小型吸血臭虫中的一种。它们大多生活在蝙蝠和鸟类的巢穴里。床虱都是吸血昆虫，而且它们可以几个月不吃东西。在温暖的环境下，比如温暖的卧室内，床虱就可以迅速地繁殖。

#### 地底下的珍珠

很多臭虫都没有翅膀，而且看上去不像昆虫。这些“地底下的珍珠”实际上是一种以植物的根为食的臭虫外壳。



珠蚧

#### 介壳虫

#### 吸食树液

雌性粉蚧、介壳虫和珠蚧都没有翅膀，它们的身体比蚜虫还要小。

粉蚧

也许是用  
来作战的  
多刺的腿



芫菁虫



角甲虱



用来防御  
鸟的刺  
半甲虱

#### 不寻常的植食昆虫

很多以植物为食的臭虫都有着古怪的外表，原因不得而知。有些长着特殊的腿，如左图中这只臭虫 (*Thasus acutangulus*) 的腿上就有很多刺；有的有着奇怪的外形 (*Hemikyptha marginata*) 或者独特的角 (*Ceratocoris horni*)。

#### 鸣叫的蝉

像这种生活在印度的蝉 (*Angamiana aetherea*) 一样，雄性蝉会用“歌声”来吸引雌性。蝉的幼虫生活在地下，以吸食植物根部的汁液为生。北美洲有一种蝉，它的幼虫要经过17年的时间才变成成虫。然后爬到树上，在生命中最后几周时间内“尽情地歌唱”。





猎蝽 (Centraspis species)



猎蝽(Platymers biguttata)正在吃一只螳螂



宽大的腿很  
适合游泳

翅膀交叠  
在一起

#### 美味的田鳖

田鳖分布在整个热带地区。它们生活在水下，以捕食蜗牛或者体型较小的青蛙和鱼类为生。在加利福尼亚，某些中餐里面就加有田鳖，别有一番滋味。



#### 闪烁的色彩

这只生活在中美洲的臭虫 (Phriectus quinquepartitus) 和上面提到的白蜡虫一样，在后翅上都长着鲜亮的彩斑，而且头部的形状都很奇特。也许这些闪烁的色彩是用来恐吓捕食者的。



猎蝽 (Gardena melanarthrum)

#### 致命的猎蝽

猎蝽都具有侵略性。Gardena melanarthrum 的腿又细又长，它们善于从蜘蛛网上偷取猎物。Centraspis 的身体比较结实，它们擅长攻击比较灵活的昆虫，比如千足虫。另外，生活在南美洲的锥猎蝽携带着查格斯氏病菌。



英国的一种植  
食昆虫 (Corizus  
huosciami)



#### 管状的口器

活着的臭虫的管状口器一般都是向下后方弯曲的。在这个粉红色的标本 (Lohita grandis) 中，为了方便观察，进食管被拉直了。这种臭虫以棉花和木槿的种子为食。



#### 改变食性

这只很像蛾的昆虫是一种姬缘蝽 (Derbe longitudinalis)。它们的身体很脆弱，而且生命周期与众不同：它们的幼虫以菌类为食，而成虫是一种植物害虫。



正在飞行的  
白蜡虫

也许是用来恐吓  
捕食者的眼点



#### 飞动的旗帜

这只以吸食汁液为生的缘蝽 (Bitta flavolineata) 腿上翻卷着“旗帜”，这也许是有利于分散捕食者的注意力。



鳄鱼  
眼睛

真正的眼睛

鳄鱼

#### 会飞的鳄鱼

这种白蜡虫头部的前端很像是一只鳄鱼头，我们可以清楚地看到牙齿、鼻孔和眼睛的轮廓。而它们真正的眼睛和触角却长在头部的后端。白蜡虫生活在树上，当它们趴在树枝上的时候，捕食者很难发现它们。事实上，它们头部的“灯笼”在晚上根本就不会亮。

后腿上的“旗帜”慢慢地挥舞着，用来分散捕食者的注意力，以保护躯体

“盾牌”盖  
住了翅膀



饰纹蝽



美丽蝽



盾蝽的成虫

盾蝽的若虫看  
上去很像成虫



丽盾蝽

#### 保护若虫

盾蝽身体的颜色多种多样，身体的形状和大小也不尽相同。有些雌性盾蝽总是待在若虫的周围，保护着它们。比如上左图中的这两种，很多盾蝽身体的颜色都很鲜艳。它们身上长着一个很大的“盾牌”，保护着折叠在下面的翅膀和脆弱的身体。



无论是花色还是体型，盾蝽都很像某些部落使用的盾牌。图中这个非洲的马赛人手里拿的就是这样的盾牌



# 蜂和蚁

蜂和蚁以及它们的近亲共同组成了世界上最大的昆虫种群之一。迄今为止，我们已发现的蜂和蚁大约有20万种，还有更多的物种正在不断地被人们认识。除了叶蜂之外，大多数蜂和蚁都长着细细的“腰”，很容易辨认。大多数雌蜂的腹部末端的产卵器都变成了用来自卫的螫刺。某些种类的蜂和蚁属于群居昆虫，它们生活在自己建造的巢穴里面，共同生活，抵御外敌。很早以前，人们就养蜜蜂来采蜜，也为复杂的蚂蚁群而着迷，但是我们对黄蜂却知之甚少，虽然它们对人类也很重要。很多黄蜂一生中要吃掉大量的农作物害虫。和蜜蜂一样，黄蜂也会为植物授粉，确保了我们水果和蔬菜的丰收。



**黄蜂腰**  
19世纪晚期，细细的蜂腰曾经是女士们的最爱。



雄蜂

## 树蜂

夏季的时候，树蜂中的工蜂会捕食农田里的毛虫来喂养它们的幼虫。秋季的时候，没有需要喂养的幼虫，它们就会飞进房子里面寻找糖类食品。



蜂王

是我们对黄蜂却知之甚少，虽然它们对人类也很重要。很多黄蜂一生中要吃掉大量的农作物害虫。和蜜蜂一样，黄蜂也会为植物授粉，确保了我们水果和蔬菜的丰收。



工蜂

螫刺能把可引起剧痛的毒素注射到受害者体内



## 螫刺

这是一张螫刺的放大图。蜜蜂或黄蜂的螫刺是由产卵器变来的。

## 大黄蜂



## 大黄蜂

大黄蜂是欧洲体型最大的黄蜂，它们的螫刺毒性很强。像树蜂一样，蜂王过冬以后，就在春天开始建造蜂巢。它的第一批卵孵化成工蜂，工蜂继续扩建蜂巢，喂养幼虫和蜂王。此后，蜂王就只负责产卵了。雄蜂和未来的蜂王总是一起出现的。



## 蜘蛛杀手

长毛蜘蛛鹰 (Pepsis heros) 是世界上体型最大的黄蜂。其中雌蜂能捕捉到大型蜘蛛，并用螫刺将其麻醉。然后把卵产到蜘蛛体内，并把蜘蛛推到一个小地洞里。当卵孵化出幼虫后，幼虫就有新鲜的蜘蛛肉吃了。



寄生蜂

## 寄生蜂

和蜜蜂不一样，很多蜂都不是群居昆虫，也不建造大型的蜂巢。左图中是一只体型较大的蓝色寄生蜂。它把卵产到兰蜂（下图）的蜂房里面，幼虫孵化出来以后，就会吃掉蜂巢里的食物，甚至是兰蜂的幼虫。



一种长舌花蜂

## 兰蜂



另一种长舌花蜂

## 香水制造者

南美洲的兰蜂被称为香水制造者。这是因为雌性兰蜂能够采集花里的一种物质，并将它转化成香味，用来吸引雄性。



## 最大的蜂

亚洲木蜂是世界上体型最大的蜂。它们能在腐烂的木头上打洞，然后在里面建造巢穴。一旦有入侵者骚扰它们的领地，它们就会群起而攻之。



## 熊蜂

与蜜蜂一样，熊蜂也是一种群居昆虫。它们广泛地分布在北半球的温带地区。这是一只山地熊蜂，它生活在地洞里，一般都在靠近越橘丛的地方。





长长的产卵器

### 在树上钻孔

姬蜂会把卵产到其他昆虫的体内，幼虫孵化出来以后，就会把昆虫吃掉。上图中是一种生活在欧洲的雌性黑背皱背姬蜂，它们的产卵器特别长。有的叶蜂会把卵产到木头里面，而姬蜂能够钻透木头，把卵产到叶蜂的蛹里面。令人惊奇的是，姬蜂总是能准确地找到蛹的位置。



雌蜂的产卵器很长



### 从里边开始吃

寄生蜂的幼虫寄生在天蛾毛虫的体内，现在就要破茧而出了。

### 长长的腹部 左边

这种雌性黄蜂 (*Pelecinus polyturator*) 的腹部又细又长，能够在腐烂的木头上打洞，然后把卵产到木头里的甲虫蛹体内。而雄蜂的体型却完全不同。



茧蜂的茧

棘钝姬蜂

茧



### 寄生黄蜂

一只毛虫里面也许存在很多茧蜂的幼虫。非洲皱茧蜂会把卵产到毛虫体内，当幼虫把毛虫的身体吃空以后，它们就在毛虫的表面结成了茧。

### 挑剔的黄蜂

很多种黄蜂都很挑剔，就像这只欧洲棘钝姬蜂一样，它们的幼虫只有在特定种类的蛾茧里才能发育。



### 蝴蝶杀手

这种黄蜂 (*Editha magnifica*) 很漂亮，它们生活在南美洲。善于攻击在地面上休息的蝴蝶群。一只黄蜂每次只攻击一只蝴蝶。用螫刺把蝴蝶麻醉以后，黄蜂会咬掉蝴蝶的翅膀，然后将其储存在地洞里。它们接下来会在地洞里产卵，幼虫孵化出来以后，就会吃掉蝴蝶，直到变成蛹。

这种大型的树蜂生活在斯堪的纳维亚半岛，是一种松树害虫



这种叶蜂 (*Chalinus imperialis*) 生活在非洲。它的幼虫以木头中的甲虫幼虫为食



这种来自欧洲的叶蜂 (*Cimbex femoratus*) 的幼虫以白桦树叶为食。



### 叶蜂

叶蜂 (锯蝇) 和其他黄蜂不同，它们没有典型的“蜂腰”。叶蜂的产卵器上长着锯齿状的刃，它们也因此得名。叶蜂把卵产到植物组织里面，它们的幼虫看上去很像是蛾的幼虫，以植物为食。有时候，幼虫会在植物的茎杆上打洞。与大多数昆虫不同，叶蜂广泛地分布在温带地区，而在热带地区却很少见。

## 蚂蚁

蚂蚁是群居昆虫，一个蚁群中的蚂蚁数量可以达到10万只。它们的下颚很有力，可以用来叮咬。有的蚂蚁还可以把蚁酸从腹部末端喷出来，洒到被它咬过的伤口上，使受害者更加疼痛。



### 捕猎黄蜂

这种生活在印度和婆罗洲地区的美丽的黄蜂 (叶齿金绿泥蜂, *Chlorion lobatum*) 很厉害，它们能够用螫刺蜇到藏在地洞里或者地面上的蟋蟀。孵化出的幼虫就以蟋蟀的躯体为食。

子弹蚁



### 最大的蚂蚁

生活在南美洲的子弹蚁是世界上最大的工蚁。它们分成小群居住在一起。不过和其他蚂蚁不同的是，它们捕食的时候是单独行动。



行军蚁的工蚁

### 行军蚁

这种非洲行军蚁 (*Dorylus nigricans*) 虽然是一种大型的群居昆虫，但是它们没有固定的巢穴。当蚁王产卵的时候，它们就会搭起温暖的“帐篷”，然后它们带着发育中的幼虫四处移动。它们会排成一个扇形，吃掉路上的任何东西。



雄性的行军蚁，也叫做“会飞的香肠”

### 会飞的香肠

雄性非洲行军蚁长有翅膀，它们的身体长而肥大，被称为“会飞的香肠”。



蚂蚁通过触觉和嗅觉来相互交流





迪斯尼公司的吉姆利蟋蟀是世界唯一的一只四脚蟋蟀！

## 其他昆虫

昆虫可分为五大类：甲虫、臭虫、蝇、蜂（包括蜂和蚁）和蝶（包括蝶和蛾）。

这五大类占了昆虫的3/4。除此之外，还有15小类。其中包括蟑螂、螳螂、蚁狮、蜻蜓、蝗虫和竹节虫。这些都是些

体型较大的昆虫，另外还有几种较小的昆虫，比如在干燥的食物中常见的书虱；生活在鲜花中的害虫——牧草虫；寄生在鸟儿身上的鸟虱；寄生在人和动物身上的跳蚤和吸虱。



斯蒂芬森岛上的沙蚤

这种沙蚤曾经在新西兰很常见，不过它们如今几乎快要灭绝了，仅在几个小岛上还有它们的踪迹。

斯蒂芬森岛上的沙蚤（新西兰沙蚤）



来自新几内亚巴布亚岛的宽眼虫

细长的节腿

竹节虫

竹节虫一般都是绿色或褐色的，而且都长着细长的腿和触角。它们白天时一动不动地挂在灌木丛或者树上，看上去就像是一根树枝，从而避免被捕食者发现。它们在晚上活动，以植物的叶子为食。雄性竹节虫大多都长着翅膀，而雌性一般都没有翅膀。

翅膀

来自新几内亚的斑海虫



触角

螳螂捕食

像竹节虫一样，螳螂的身体也是细长的。很多种螳螂的身体都是绿色或暗褐色的，这是一种保护色。螳螂以其他昆虫为食，它们的前腿很适合捕获猎物。

一种非洲螳螂（*Sibylla pretiosa*）



歌唱的技巧

雄性螳螂会用“唱歌”来吸引雌性。“歌声”是后腿与坚硬的前翅摩擦而发出的。这种淡绿色的非洲蝗虫（*Physemacris variolosa*）的腹部向外伸展，就像一个共鸣箱。而蟋蟀的“歌声”是通过两个前翅的摩擦发出的，比如这只来自马来西亚的蟋蟀（*Trachyzulpha fruhstorferi*）。

腿上的尖刺可使其免受攻击

强壮的后腿使跳蚤可以跳得很远

正在交配的跳蚤



跳蚤

跳蚤的成虫都以吸血为生。不同的跳蚤会吸食不同动物的血液。只有当很饥饿的时候，吸食动物血的跳蚤才会去吸食人血。跳蚤的幼虫是白色的，体型很小。幼虫不吸血，而是生活在鸟巢或者地毯中的腐败物中。成虫可以长时间不吃东西，不过当有食物从它身边经过的时候，它会迅速地跳上去。

这种颜色使蟋蟀能够隐藏在长满地衣的树枝上



蝗虫的腹部向外伸展，就像一个共鸣箱



豆娘的翅膀在休息时会立在身体上方，而蜻蜓的翅膀则永远是展开的

体型最大的豆娘

蜻蜓

生活在印度尼西亚的侏儒小蜻 (*Nannophy pygmaea*) 是已知的世界上最小的蜻蜓。

豆娘

大部分豆娘体型都很小，身体也比较脆弱，都有着比较鲜亮的色彩。这种哥斯达黎加的豆娘 (*Megaloprepus caeruleus*) 是世界上体型最大的豆娘。它们的若虫生活在腐烂木头聚集的水里。其他蜻蜓和豆娘的若虫也生活在水中，以捕食其他昆虫为生。

身体后拖着彩色飘带般的后翅，可分散捕食者的注意力，保护它们脆弱的身体

流苏草蛉

这种草蛉 (*Nemoptera sinuata*) 是蚊狮的近亲。它们生活在地中海地区，幼虫栖息在洞口的尘土中或石壁上。

一种蚊狮

(*Palpares libelluloides*)

颚

蚊狮幼虫

蚊狮

蚊狮是某种酷

似豆娘的四翅昆虫的幼虫。它们会在松软的沙子上挖一个漏斗状的小坑，然后钻到坑中，只露出两个大颚。一旦有蚂蚁跌入坑里面，蚊狮就会牢牢地抓住它，然后把它吸干。*Palpares libelluloides* 是一种生活在地中海地区、白天活动的蚊狮。

待在漏斗底部的蚊狮

头虱

这个怪物就是人头虱，它们经过了多次进化，能够牢牢地抓住毛发。头虱以人头上坏死的皮肤为食。

长有流苏状结构的幼虫

这种生活在地中海西部地区的昆虫 (*Libelloides coceajus*) 的成虫有着鲜亮的体色，并且善于飞行。它们的幼虫长有流苏状的结构，和蚊狮很像，不过它们不会打洞。

人头虱

生活在耳朵里的蠅虻

这种生活在澳大利亚的蠅虻 (*Titanolabis colosseus*) 是世界上体型最大的蠅虻。人们曾经误认为蠅虻会钻到人耳里，把人杀死。实际上蠅虻以植物和动物尸体为食。它们的前翅短小而呈黑色，后翅较长而且透明，折叠在前翅的下面。

最大的蠅虻

蟑螂

蟑螂几乎无处不在，无所不吃。有些蟑螂是一种家庭害虫，它们的身体是扁平的，使得它们可以藏身于墙壁的裂缝里，而不容易被驱赶出来。

这种蟑螂 (*Megaloblatta longipennis*) 是世界上体型最大的会飞的蟑螂

很多蟑螂都没有翅膀，比如这只就像这只亮绿色的多带蟑螂 (*Polyzosteria viridissima*)



# 昆虫和植物

3亿年前，地球上覆盖着大片的森林，这些森林后来形成了煤。那时候的昆虫种类很少。蜻蜓栖息在沼泽地中，而蝶、臭虫和甲虫还没有进化出来，而且也没有开花植物。随着开花植物的出现和植物种类的不断增加，一些新的昆虫物种开始出现了。有的昆虫能够给植物授粉，有的以植物的芽和种子为食，有的则以植物的叶子和果实为食。植物和昆虫的种类的进化几乎是携手并进的。除此之外，以腐殖质为食、将养分返还土壤的昆虫的出现也具有同等重要意义，除此之外，就数以捕食植食昆虫为生的肉食昆虫的出现了。



**花**  
很多花都靠昆虫来授粉。

潜叶虫幼虫会吃掉叶子上下表面之间的部分，这些黑线就是它们的排泄物，标明了它们行进的路线

## 干净的熊蜂

蜜蜂对植物有着重要意义。它们把花粉从一朵花携带到另一朵花，帮助植物授粉，植物才能结果。正因为如此，很多花的颜色都很鲜艳，而且散发着香味，以便吸引蜜蜂或者其他能授粉的昆虫。



雄蕊上的花粉

## 金黄色的花粉粘到它们的身上

当熊蜂用它那长长的舌头吸吮着蔷薇的花蜜时，花粉就会粘到它们毛绒绒的身体上面。



这些黄色的小颗粒就是花粉

成虫飞出时留下的洞



被潜叶虫吃过的绿叶

## 潜叶虫

这片叶子上弯曲的白道是潜叶虫（*Phytomyza vitalbiae*）留下的。它们的幼虫会吃掉叶子上下表面之间的部分，一边吃一边向前移动，这些黑线就是它们的排泄物，标明了它们行进的路线。这种昆虫对植物的伤害可能是致命性的。



## 钉子般的瘤状物

在澳大利亚，如果桉树上面生活着一些粉蚧，这棵桉树就会长一些虫瘿。这种虫瘿很短，中心成圆形，顶端有四个长长的角。雌性粉蚧的虫瘿经常长在雌性粉蚧的虫瘿上面。成熟的雌性没有翅膀，有翅的雌性通过两只角之间的小洞使雌性受精。



甲虫

新蜕变出来的成虫

虫瘿剖面图

## 甲虫造成的瘤状物

这种甲虫（*Sagra femorata*）的雌性在攀缘植物的茎内产卵。随着幼虫的发育，茎上的虫瘿会逐渐膨胀，直到幼虫蜕变为成虫。



## 紫杉木上的瘤状物

很多种植物都是瘿蚊的食物。它们会使得紫杉树的芽停止发育，形成一个包含着很多小叶的球状物。一个球里面只有一只瘿蚊的幼虫，当幼虫变为成虫以后，球状物里面的小叶就开始变黄。

紫杉木瘿



正常发育的紫杉树芽

## 橡树上的云石瘿

欧洲的橡树上面经常长有一种“石弹”。这是由某种单性生殖的雌性小瘿蜂 (*Andricus kollari*) 造成的。人们至今还没有完全掌握它们性别方面的知识。

橡树云石瘿

## 橡树上的樱桃

小瘿蜂在橡树的叶脉上产下卵后，就会形成一个樱桃状的虫瘿。虫瘿保护着里面的幼虫，并为幼虫提供食物。

新形成的虫瘿是白色的

## 开心果树上的瘤状物

在地中海地区，这种管状的虫瘿以一种蚜虫 (瘿绵蚜) 在开心果树上留下的。和其他蚜虫一样，这种蚜虫也是两代并存，生活在两株植物上。

开心果虫瘿

叶子



虫瘿

虫瘿里面的幼虫

未成熟的幼虫

成熟的幼虫

## 樱桃虫瘿

只有雌性的瘿蜂 (*Cynips quercusfolii*) 是在樱桃虫瘿中发育的。雌性成虫冬季在橡树芽上产卵；春天幼虫就开始发育。新产生的雄性和雌性交配以后，雌性还会在树上产下卵。

## 风玫瑰

几百年以前，波斯人认为这些粉红色苔藓状的虫瘿是风造成的，因此又把它叫做“风玫瑰”。

剖开的醋栗



玫瑰上的虫瘿

玫瑰上的虫瘿也叫做针褥瘿。春天，雌性瘿蜂在玫瑰花芽里产卵，每一个虫瘿里面都有很多幼虫，分别生活在独立的囊里面。

## 满“篮子”的花粉

当大蜜蜂身上的花粉越来越多时，它们就会用粉刷刷把花粉都刷进后腿上的“花粉篮”内，飞回蜂巢。家养的蜜蜂会把这些花粉和花蜜储存在蜂巢里，酿成蜂蜜。

## 安然无恙

有的毛虫会把一片叶子卷起来，然后用丝线捆住。这样它的蛹就能安然无恙的躺在里面了。

## 橡树上的醋栗

春天，雌性瘿蜂 (*Neuroterus quercusbaccarum*) 会在橡树花上产卵，形成醋栗状的虫瘿。每一个虫瘿里面包裹着一只幼虫。它们很快就会发育成新一代雄蜂和雌蜂。夏天，它们在完成交配后，雌性又会在橡树的叶子上产卵。围绕着卵就会形成一个个略带红色的扁平的虫瘿。春天的，虫瘿落到地面上，幼虫就会蜕化成雌性成虫，然后产下卵，发育成单性生殖的个体。

## 橡树上的苹果

橡树瘿是由一种无翅的雌性瘿蜂 (*Biorhiza pallida*) 在橡树芽上产卵后形成的苹果状虫瘿。由单性生殖而产生的幼虫发育成有翅的雄性和雌性成虫。它们交配以后，雌性瘿蜂就会在橡树的根上产卵。这种卵发育出的雌性是长翅的，它们得爬到橡树的芽上产卵，第二年橡树上就会再结出“苹果”。

橡树瘿

花粉都被刷进了后腿上的小篮子里







## 捉迷藏

树皮上的蛾蜡蝉

我只是一片树叶！

有的竹节虫可以伪装成树叶。拿上面这只为例，它不但翅膀看上去像是树叶，它的腿上也长着扁平的外沿，模糊了腿部的轮廓，很好地保护了自己。

昆虫是很多动物的食物。离开了昆虫，蝙蝠和近一半的鸟类都会饿死。昆虫还是青蛙、蜥蜴和短吻鳄、鼯鼠、狐狸和猴子的食物。很多昆虫以捕食其他昆虫为生，有些地区的人也吃昆虫。面对如此多的威胁，很多昆虫都有着特殊的颜色、体型以及模仿其他物体的能力。比如有的昆虫长着古怪或带有斑点的翅膀，与树皮的顏色一致；有的昆虫（比如叶虫和竹节虫）可以模仿成树叶或树枝，从而躲避捕食者的攻击——鸟儿和蜥蜴会把它当成一片树叶或者一段树枝而置之不理。



蛾蜡蝉



树皮虫

虽然热带地区生活着数百种蛾蜡蝉，但是我们对它们的生活习性却知之甚少。这是一种生活在中美洲的蛾蜡蝉（*Flatides dealbatus*），它趴在树干上，深褐色的体色使它很难被发现。有的蛾蜡蝉是透明的，而有的是褐色或者灰色的，这使得它们可以隐藏在长有地衣的树皮上。

### 模仿枯死的植物

枯黄的叶子变干以后仍然会悬在树枝上一段时间。这只生活在巴西的草蟋蟀（*Ommatoptera pictifolia*）很好地利用了这一特点，它一动不动地趴在树枝上，伪装成一片枯死的树叶，“叶脉”也清晰可见。即使是最敏锐的猎手也会被它蒙骗过去。



翅膀上的脉纹看上去就像是叶脉

触角水平地贴在树皮上

翅膀跟树皮融合在了一起

像剑一样的产卵器

边缘参差不齐的腿模糊了昆虫的轮廓，使它看上去更像是一片叶子

### 伪装成树皮

当这只来自印度的灰褐色的灌丛蟋蟀（*Sathrophyllia rugosa*）紧贴在一段树枝上的时候，它看上去就像是一块树皮。它的翅膀跟粗糙的树皮混在一起，看上去跟消失了一样。



### 树皮上的叩头虫

这张图片是在尼日利亚拍摄的。这只叩头虫（*Alaus species*）身上的白色斑点使它跟树皮上的白色地衣混在了一起。



### 改变轮廓

拟态一个很重要的方面就是让其他动物看不出自己的身体轮廓。像这只螳螂（*Gongylus gongylodes*）一样，很多昆虫的身体或者腿部都长着扁平的外沿，使它们身体轮廓变得模糊。



地衣是一种生长在树干或者树枝上的植物



#### 地衣天牛

天牛善于模仿周围环境中的事物，其中包括其他昆虫。这是一种马达加斯加天牛，它擅长藏身于长满地衣的树枝上面。如图所示，我们几乎看不出它在哪里。

灰色和白色的斑点使天牛完全隐藏在在地衣里面

天牛

地衣

树皮

翅膀闭合后，就跟树皮上的地衣颜色一样了

天牛

撤去伪装的梅里蛾

#### 竹节虫的拟态

如果竹节虫一动不动地待在树叶或者树枝上，你就几乎看不到它们。有些竹节虫或者叶虫会不时的左右摇摆，在捕食者的眼中，那只不过是一片随风飘动的树叶而已。从外表上看，竹节虫的卵很像是植物的种子。

来自澳大利亚的有翅的雌性幽灵竹节虫 (*Extatosoma tiaratum*)

新几内亚巴布亚岛上的多刺的绿仙女虫 (*Extatosoma calcarata*)

绿色的印度竹节虫成虫 (*Carausius morosus*)

短翅的雌性幽灵竹节虫 (*extatosoma tiaratum*)

竹节一样的绿腿

生活在印度尼西亚的粉红翅雌性竹节虫 (*Sipyloidea sipyilus*)



# 逃生本领

很多昆虫为了生存，就必须学会如何避免被其他动物吃掉。有的昆虫利用保护色或者拟态，隐藏在周围的环境中；而有的昆虫天敌很多，所以它们必须学会其他技巧来保护自己。长时间后，捕食动物就会对有毒性或者怪味的昆虫置之不理，而对长有螫刺或者会叮咬的昆虫更是避而远之。有的昆虫就利用了这一点，它们能伪装成有毒或者有螫刺的昆虫，捕食动物也就不会打它们的主意了。有些情况下，它们模仿得实在是太像了，甚至分不出是谁在模仿谁。其他昆虫还有其他保护自己的办法，比如显眼的尖刺、明艳的色彩、强有力的颚、强壮擅踢的腿。



模仿黄蜂的甲虫  
天牛的幼虫会在树干上打洞。

雄性天牛和雌性天牛交配以后，雌性把卵产在树干的表面。这个过程中，它们很容易被其他动物（比如鸟）吃掉。正因为如此，很多天牛都伪装成有毒或者长有螫刺的昆虫。乍一看，你很难把这只来自婆罗洲的天牛（*Nothopeus fasciatus*）跟它模仿的黄蜂（*Hemipepsis speculifer*）区别开来。



甲虫



模仿蚂蚁

很多小型昆虫长得很像蚂蚁，它们也会像蚂蚁一样走来走去。这种生活在非洲的步行虫（*Eccoptoptera cupricollis*）就善于模仿长着螫刺的天鹅绒蛾。

腿也很像蜘蛛的腿



模仿蜘蛛

有些昆虫还会模仿蜘蛛。这种生活在新几内亚的象鼻虫在树皮上走来走去，看上去就像是蜘蛛。不过与真正的蜘蛛不同的是，蜘蛛有八条腿，而它们只有六条。



模仿黄蜂

这种非洲天牛（*Nitocris patricia*）能以一种与众不同的方式来模仿黄蜂。它的前翅又细又长，当前翅收起来的时候，就形成了“黄蜂腰”。它模仿的黄蜂（*Paracollyria species*）会袭击茎杆上的甲虫幼虫。这种天牛可能会和黄蜂在同一个树干上飞行、休息。



甲虫



多毛的腿

小心“蜜蜂”！

有一类透翅蛾（*Melittia gloriosa*）看上去很像是黄蜂。不过，当它把多毛的腿靠在腹部时，它看上去又像一只大毛蜂。捕食动物害怕被毛蜂蜇到，就会避而远之。

这种蛾的翅膀很小，看上去像是大蜜蜂



像黄蜂一样黑白相间的斑纹

模仿大黄蜂

很多昆虫（如食蚜蝇）很像黄蜂。这种透翅蛾（*Sesia apiformis*）酷似大黄蜂，捕食动物就不会打它的主意了。



眼点

用来警告的眼点

就像这只蜡蝉（*Fulgora laternaria*）一样，很多昆虫的后翅上都长着奇特眼点。当它们休息的时候，眼点就会隐藏起来。不过，如果它们受到骚扰，它们会马上露出来，吓跑入侵者。鸟儿或许把它眼点当成了自己天敌（猫或者猫头鹰）的眼睛。



眼点看上去就像猫头鹰的大眼睛





### 化学枪

当投弹手甲虫 (*Brachinus crepitans*) 受到骚扰时, 它会把两种无害的化学物质混合起来, 从腹部末端喷出, 产生爆炸, 吓跑捕食者。

生活在厄瓜多尔南部的小型  
邮差蝶 (*Heliconius erato*)



### 草丛里的蛇

相对于善于模仿的昆虫, 有些毛虫则是头部很大。当受到骚扰时, 它们就会昂起头, 鼓起胸部, 使它们看上去像是一种小型毒蛇, 从而吓跑捕食者。比如这只来自巴西的毛虫 (*Leucorhamphus ornatus*)。



膨胀的胸部

假蛇眼

生活在巴西西部的小型  
邮差蝴蝶



### 循环模仿

就像是袖蝶一样, 某些蝴蝶 (特别是幼虫) 会以有毒的植物为食, 致使这些蝴蝶味道很不符合食虫鸟的胃口, 食虫鸟也就不会捕食它们了。某些物种会通过模仿其他物种的色泽图案来获得竞争优势, 但体色也会随着栖息地的不同而变化。这六只蝴蝶来自南美洲的三个不同的地方, 分属于两个物种。

生活在巴西南部的小型  
差蝶 (*Heliconius erato*)



生活在巴  
西西部的邮  
差蝶 (*Heliconius  
melpomene*)



生活在巴西南部的邮差蝶  
(*Heliconius melpomene*)



生活在厄瓜多尔南部的邮差蝶  
(*Heliconius melpomene*)



### 口器而非武器

这幅画上画的是一种生活在南美洲的蟋蟀。它那强大的尖刺和颚是用来协助进食的, 不过也起到威慑捕食者的作用。

细长的  
触角



多刺的后腿

它举起多刺的后腿, 企图吓跑或者重创捕食者

产卵器



### 1 预警的沙蠹

由于新西兰的野生动物中没有哺乳动物, 一种体型较大的蟋蟀——沙蠹成为了陆地上的霸主之一。它们的食性跟蝼蛄很相似。不过自从老鼠被引进到它们的栖息地之后, 这种大型昆虫已经快灭绝了, 只有一些小岛上还有它们的踪迹。

### 2 举起手来!

当受到骚扰的时候, 这种沙蠹就会把它的后腿举起来。多刺的后腿一旦反冲, 就会给对手造成重创。



飞螳螂  
成虫

## 水下世界

昆虫是在陆地上进化的，它们的呼吸系统适合从空气中吸入氧气。而生活在水中的昆虫就像鱼儿一样，必须学会从水里吸收氧气。蜻蜓和蝇类昆虫的幼虫生活在水中，而有翅膀的成虫则生活在陆地上。有的昆虫一生都待在水里，只有需要飞到新的水域的时候，成虫才离开水面。大部分水生昆虫都是捕食者。

### 滑冰

水龟还被称为“池塘滑冰者”，它们能在水面上跳跃，捕捉掉到水里的昆虫。

用来抓住猎物的  
四条前腿

像桨一样的后腿

用于吸吮食物的口器

眼睛

### 水面上的猎手

仰泳蜻蜓能在水下仰泳，它们以掉落到水中的其他昆虫为食。当仰泳蜻蜓需要到水面上换气时，它就会把腹部末端伸出水面，把空气存储到翅膀下面。这样一来，它在水下时就能够通过气门慢慢地吸收氧气了。

银色的胸膜包  
裹着全身

这些绒毛有  
助于它游泳

像钳子一样  
的前肢

### 飞碟虫

飞碟虫银色的底面看上去像曝过光的胶卷。其实那是一层胸膜，上面长着一些细小的绒毛。水中的氧气就是通过胸膜渗入它的体内的。

### 游泳的飞碟虫

飞碟虫的前腿很粗壮，可用来抓住猎物。如果你抓住它，它就会狠狠地咬你一口。

像钳子一样的  
前腿很粗壮

空气存储在  
翅膀下面

腿部边缘的这  
些流苏能够推  
动甲虫在水中  
行进。

### 水蝎

图中所展示的这只水蝎要比实际的小，它是于1700年由玛丽亚·玛丽安在苏里南绘制的。

鳃从水中  
吸收氧气

### 掠夺性的豆娘幼虫

豆娘的幼虫腹部顶端长有三条鳃状物，这是它们的呼吸器官。

### 石蚕（石蛾的幼虫）

很多石蛾（*Limnephilus species*）的幼虫会用丝做一个茧，然后把小石块，沙子或者植物茎秆粘在上面作为伪装和防护层。

植物碎片

石蚕

小石块

### 水甲虫

水甲虫的体型很大，它们以小鱼和其他昆虫为食。像仰泳蜻蜓一样，它把空气存储在翅膀下面，而且偶尔会从一个池塘飞到另外一个池塘。

分节的触角

用于抓握的强壮  
的前腿很

用于交配的像吸管  
一样的垫子

### 水生甲虫的蛹

水甲虫的幼虫爬出池塘，在湿润的泥土上挖洞，然后钻到里面变成蛹。蛹蜕变为成虫以后，还会在茧里面待上几个小时，直到翅膀变硬。







### 蜻蜓成虫

蜻蜓的色彩鲜艳，在阳光下还闪闪发光，很具有观赏性。它们盘旋在水面上方，时刻准备俯冲下去抓住猎物。

### 踱步

尺蠖的腿很长，它们总是在水面上慢慢地踱着步子，以溺死或者死亡了的昆虫为食。

长长的触角



用于呼吸空气的虹吸管

### 虹吸管

蚊子的幼虫没有腿，它们急速的扭动身体，蜿蜒前行。需要换气的时候，它们就会浮出水面，用腹部顶端的虹吸管吸收氧气。

它们晃动着“刷子”，使食物微粒飘进嘴里



### 水甲虫的幼虫

水甲虫幼虫的顎是管状的，消化液通过顎注入到猎物的体内，等猎物的身体被消化以后，幼虫就把它吸进嘴里。它们身体的尾部有虹吸管。

后腿就像是带有边饰的船桨



锋利的管状顎

蜻蜓的卵都粘在一起，依附在植物上，几天之后才会孵化出幼虫

被胶状物包裹着的卵

蜻蜓的若虫需要花两至三年的时间才能变为成虫。它们以小鱼和蝌蚪为食

蜻蜓幼虫没有外鳃

### 小型的仰泳蝽

小型的仰泳蝽生活在污水中。虽然它们是掠食性昆虫，但它们也吃腐烂的动植物。

锋利的钩



展开的脸盖

摇蚊很小，不咬人，经常成群地在水面上空飞行。它们的幼虫以细菌为食，对污水处理很有帮助。

摇蚊的幼虫

### 飞螳螂的若虫

飞螳螂的若虫以植物为食。腹部边缘有羽毛状的鳃，这是它们的呼吸器官。

脸盖

蜻蜓的若虫

羽毛状的鳃







#### 开始

黄蜂 (*Vespula vulgaris*) 的蜂王在开始建造蜂巢时，会先建造一个酒杯状的盖子，下面有四五个蜂房。然后在每个蜂房的底部产下一个卵。

固定蜂巢的柄

在旧包膜上建造新包膜

## 建造蜂巢

这些由黄蜂 (*Vespula vulgaris*) 建造的蜂巢最先总是由一只蜂王独自开建的。蜂王首先会咀嚼一些植物纤维，把蜂巢建成几个纸状包膜，然后把卵产在里面。它必须亲自把它的第一批卵抚养为成虫。这些成虫就是这个蜂巢的第一批工蜂，负责扩建蜂巢、搜寻食物。蜂王则留在蜂巢里继续产卵。每个春天，黄蜂都必须重新建巢。不过在新西兰部分地区，冬季比较温暖，德国黄蜂的巢可以留存好几年。



### 1 隔离层

蜂王建造了一些包膜，包裹着蜂巢。这些隔离层可以为幼虫遮风避雨。黄蜂蜂巢的入口建造在底部，这与某些热带地区的黄蜂不同。



蜂王在蜂房每一个单元的底部产下一个卵

#### 照看卵

卵孵化出来以后，蜂王必须为它们寻找足够食物（如毛虫）。另外它还要继续采集材料，扩建蜂巢。

### 3 警戒

目前，这个蜂巢的入口还很小。蜂王能够轻松地抵御其他昆虫的攻击，包括想把蜂巢据为己有的其他蜂王的骚扰。较小的入口还能维持蜂巢内的温度和湿度，给幼虫创造良好的发育环境。

### 2 白房子

这只蜂王发现了一块几乎全白的巢材。在喂养幼虫之余，蜂王会飞到这里咀嚼木质纤维，制成用来建造蜂巢的“纸张”。

发育中的幼虫



蜂王建造的纸状蜂房

#### 幼虫

每一个蜂房里只有一只幼虫，它们的食物是咀嚼过的营养丰富的昆虫及其幼虫，所以幼虫长得很快。蜂从幼虫到成虫的发育周期会根据温度的高低和食物的多少而变化。不过一般来说，大约是5周。



#### 建造墙壁

蜂王在建造蜂房的时候，它用触角测量包膜和蜂房的尺寸。



这种白色的包膜是由木纤维做成的。蜂王会咀嚼木纤维，混上唾液，将其制作成纸一样的材料

较小的入口可以很好地保护里面的幼虫，还可以控制蜂巢里的温度和湿度





蜂房底部的卵

正在发育的幼虫

在丝做成的盖子底下变成蛹

#### 盖上盖子的幼虫

幼虫发育到一定程度以后，就会在自己的蜂房上面织一个茧盖，然后在里面变成蛹。几天之后，第一批工蜂就出现了，它们开始扩建蜂巢。

#### 4 蜂巢开始变色

蜂巢里产生的第一批工蜂是很小的。它们从各地采集木纤维，蜂巢就开始出现不同的颜色和斑纹。我们经常会在篱笆桩表面发现一些黄蜂刮削木屑后留下的平行线。在蜂巢内部，为扩张蜂房的数量，工蜂会将旧的包膜撕下来。



#### 5 多少只黄蜂

一个较大的黄蜂的蜂巢直径可达45厘米。夏季，里面可居住多达500只成年黄蜂。从春天到冬天，一个蜂巢里面可能会繁育数以千计的黄蜂，它们一批一批地死去。一旦有的蜂房变空了，蜂王就把新的卵产在里面。



#### 横截面

这是一幅古老的图画，上面向我们展示了包膜是如何围绕着里面的蜂窝的。一个存在时间比较长的蜂巢大约包含四五个蜂房。



蜂巢上这些黑斑是误食了有毒木头的工蜂留下的



工蜂会从不同的木材上采集纤维，使蜂巢变得五颜六色。

#### 6 下一代

夏季，黄蜂会建造几个较大的蜂房。在蜂房中发育的幼虫会吃一些特殊的食物。这些体型较大的幼虫就会发育成雄蜂和蜂王。它们会飞出蜂巢，在空中交尾。受精的蜂王就会找一个安静的地方过冬。来年春天，它就要开始建造新蜂房了。



#### 地下的蜂房

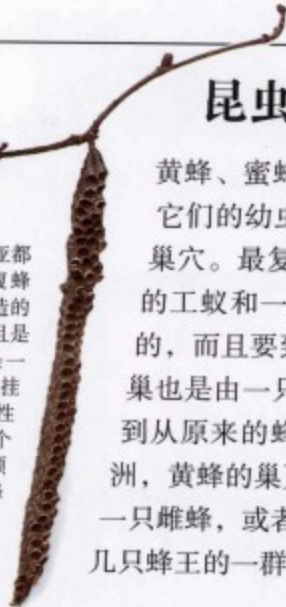
黄蜂经常在地底下建造蜂巢。随着蜂巢的扩大，工蜂需要不断地挖土，清理石块，来提供足够的空间。有时候，工蜂会在蜂巢入口处堆放一小堆石头。



# 昆虫建筑师

## 又长又细

在非洲和澳大利亚都曾出现过的铃腹蜂 (*Ropalidia*) 建造的巢穴很简陋, 而且是开放的。中心是一个柄状物, 上面挂着一些蜂房。雌性铃腹蜂会在每一个蜂房里产下一颗卵, 并抚养幼蜂长大。



## 开放的房子

这个蜂房是由生活在温带的长脚蜂 (*Poliste wasp*) 建造的。由于它是开放性的, 有时, 别的黄蜂会把建造者驱赶出去, 占据这个蜂巢。

树枝从这个孔里穿过

黄蜂、蜜蜂、蚂蚁、白蚁会建造很多种巢穴, 用来保护它们的幼虫。细腰蜂在泥土中打洞, 这是一种最简单的巢穴。最复杂的巢穴是白蚁的巢, 里面居住着数以百万的工蚁和一只蚁王。而黄蜂的巢开始是由一只蜂王建造的, 而且要到第一批工蜂出现, 蜂巢才会被扩建。蜜蜂的巢也是由一只蜂王开始建造, 与黄蜂不同的是, 蜂王会得到从原来的蜂巢里一起出来的工蜂帮助。在北美洲, 黄蜂的巢更是多种多样。建造者可能是一只雌蜂, 或者几组雌性黄蜂, 或者包含几只蜂王的一群雌性黄蜂。



叶子

垂直的蜂窝



## 合作

这种非洲黄蜂 (*Belanogaster Wasp*) 的蜂巢是暴露在外, 蜂房很长。起初, 蜂巢是由一只雌性黄蜂开始建造, 后续会有其他雌性加入。跟其他黄蜂不同, 这些雌性黄蜂并没有特殊的分工, 只不过其中一只产的卵比较多而已。

## 叶子上的蜂巢

这是一只由某种南美洲黄蜂 (*Protopolybia sedula*) 建造的蜂巢。它位于植物叶子之间, 由10个蜂房组成。像这样一个大型蜂巢可以容纳1万只黄蜂。



蜂巢壁主要是用坚硬的泥土建成的, 这些泥土是工蜂在溪流边采集来的

## 泥蜂巢

很多大型蜂巢都是由植物纤维建成的, 因为这样的蜂巢才能足够轻。但是有一种黄蜂 (*Polybia singularis*) 蜂巢的主要结构却是用泥做成的, 所以它很重, 必须悬挂在结实的树枝上面。

## 泥瓶

东方狭腹胡蜂 (*Stenogaster*) 建造的蜂巢很漂亮。蜂巢的外形像是一个花瓶, 是由泥土或泥土和植物纤维的混合物建成的。整个蜂巢都是由一只雌性狭腹胡蜂建造的。它会在里面产下两枚卵, 并喂养幼蜂, 然后把它们密封起来, 幼蜂在里面变成蛹。



这条竖直的裂缝是蜂巢的入口。这是这种黄蜂所特有的



### 纸做的圆锥体

南美黄蜂 (*Chartergus globiventris*) 的蜂巢曾经被人们采集到, 但几乎没人在自然状态下研究过它们。这种蜂巢是一个圆锥体, 底部有一个很小的入口。它们大小不等, 最小的长约5厘米, 宽3厘米; 而最大的长达100厘米, 宽约15厘米。大型蜂巢可以容纳数以千计的黄蜂, 包括好几个蜂王。蜂巢的大小似乎跟起初建造它的蜂群规模有关系, 不过关于这种黄蜂的生活习性还有待研究。

支撑蜂巢的树枝

入口

黄蜂的成虫把植物纤维咀嚼成胶状物质, 建成了蜂巢

每一层的中间都有一个孔, 方便黄蜂在上下层之间活动

蜂巢是由咀嚼过的植物纤维建成的

纸状的刺

入口

### 蜂巢的剖面图

上图是上方那个蜂巢的剖面图。黄蜂的成虫把植物纤维咀嚼成胶状物质, 用来建造蜂巢。里面有好几层蜂窝, 用来抚养幼蜂。每一层的中间都有一个孔, 方便黄蜂在上下层之间活动。新建的蜂窝加在蜂巢的底部, 外脸盖着一层新的包膜。



### 多刺的蜂巢

异腹胡蜂 (*Polybia scutellaris*) 是一种生活在阿根廷和巴西南部的黄蜂。它们经常把蜂巢建在屋檐下面。蜂巢是由咀嚼过的植物纤维建成的, 外脸盖着一层多刺的包膜。

### 树上的房子

这幅图中的蜂巢也是圆锥形的, 不过蜂巢的入口跟南美黄蜂 (*Polybia scutellaris*) 的蜂巢不同。这说明它是由另一种黄蜂建造的。

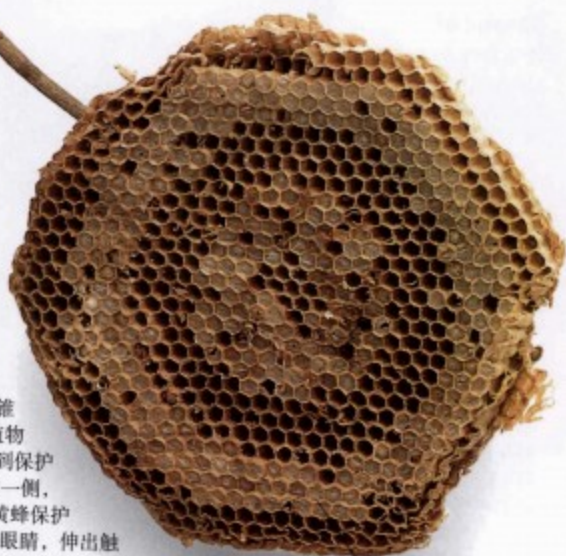




#### 保护家园

这种黄蜂 (*Apoica pallida*) 的巢穴很简  
易, 而且是开放性的。  
它的上表面是一个圆锥  
形的包膜, 也是由植物  
纤维制成的, 能起到保护  
作用。而在开放的一侧,  
有一排面向外的黄蜂保护  
着。它们瞪大着眼睛, 伸出触  
角, 时刻准备蛰伤入侵者。

多刺的外壳也是由植  
物纤维建成的



这些封闭的蜂房  
里住着发育中的  
幼蜂

蜂巢的入口

#### “鼓手的家”

这种简易的蜂巢是水平地建  
造在树枝上的, 只有一个  
蜂房, 外面有一个屋脊状  
的由植物纤维制成的包膜, 这  
种蜂巢是由一群黄蜂 (包含  
好几个蜂王) 建成的。这种  
金属蓝色的黄蜂 (*Sunoeca  
surinama*) 是南美洲最大的  
群居黄蜂之一。它们的螫刺  
很有力, 毒性也很强。它们  
一般都是安静地飞行, 然而  
一旦被激怒, 它们就会用力  
地敲打蜂巢的内壁, 发出警  
告的声音。

#### 可以过冬的蜂巢

某些南美黄蜂 (*Polybia  
scutellaris*) 的蜂巢已经  
存在30年了。它们蜂巢  
的包膜很厚, 表面上有  
很多刺, 保护着里面的  
黄蜂, 让它们得以度过  
寒冷的冬天。

向嘴一样的入口







### 树上的白蚁

很多品种的白蚁都把巢建在树里。蚁巢的其他部分建造在地面或者其他树里面，它们之间都是相通的。白蚁会用泥土粘成通道，架在蚁巢上；或者在木头里面和地下建造隧道。右图中展示的这些通道和隧道占地约有一公顷。

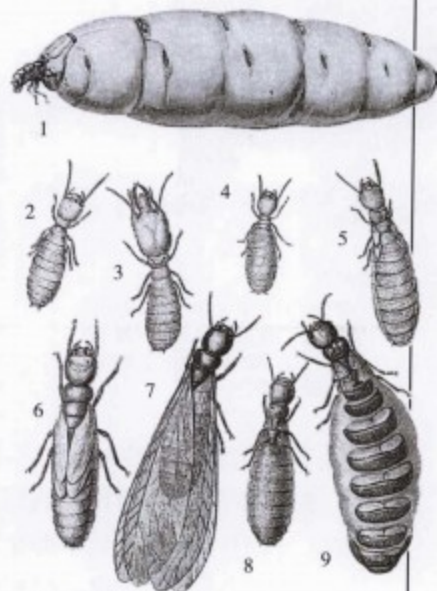
### 装有空调的城市

这个塔形的土堆实际上是西非大白蚁 (*Macrotermes bellicosus*) 建造的通风筒。蚁巢内的热气从这里散发出去。塔底是一个直径约3米的洞穴，里面含有育婴室、蚁后室以及真菌花园。在主洞穴的下面是很多10米或者更深的洞腔，白蚁就在这里取水。主洞穴的顶部有一个孔，白蚁们可以添加或者去除掉一些泥土，从而缩小或者扩大这个孔，从而控制气流的速度，使蚁巢内的温度波动不超过1℃。



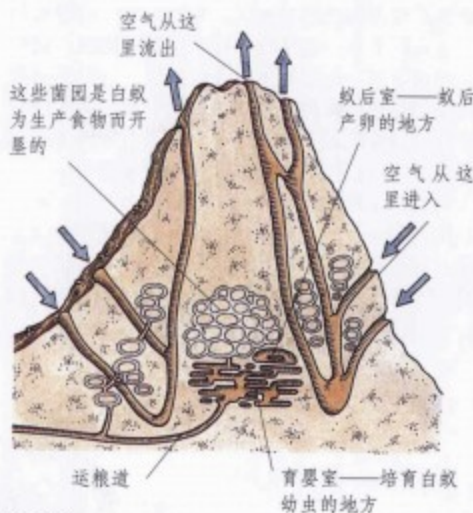
## 白蚁

最大、最复杂的巢当属白蚁的巢。以生活在西非大白蚁 (*Macrotermes bellicosus*) 建造的蚁巢 (下图) 为例，有些蚁巢可以容纳多达500万只白蚁，比新西兰的总人口数还多。而且这些蚁巢结构都很复杂，有着全套的空气调节系统。通常情况下，每一个蜂巢有一个蚁后，负责产卵，还有一个蚁王，负责给卵受精。在一个庞大的蚁巢内，蚁王和蚁后可以存活15年。蚁后在一生之中，每三秒钟就会产下一颗卵。它看上去就像是一根住在一间特殊房子里的小香肠，蚁巢内的工蚁不断地喂养着它。蚁巢内的通道四通八达，而且都由兵蚁保卫着。工蚁通过这些通道把食物运到蚁巢内。与蚂蚁不同的是，白蚁的工蚁和兵蚁有雌性也有雄性，而且它们只吃植物组织。有些品种的白蚁以鲜嫩的植物为食，有的以植物的种子为食。不过大多数白蚁都以腐烂的木头为食，或者“开垦一个花园”——种植一些特殊的菌类。



### 白蚁的分类

1)发育完全的大白蚁蚁后有着肥胖的腹部，而它的头部和胸部则被挤得很小；  
2)工蚁；3)兵蚁；4)幼蚁；5)短翅幼蚁；6)长翅幼蚁；7)雄蚁；8)年幼的雌蚁；9)产卵的雌蚁 (备注：交配以后，翅膀就消失了)。



### 白蚁巢内部

东非大白蚁 (*Macrotermes subhyalinus*) 和西非大白蚁 (*M. bellicosus*) 是近亲。虽然它们的巢有些不同，但是它们维持蚁巢内温度稳定的原理是一样的。

### 神秘的伞

在昆虫的研究过程中，总是充满了一个又一个的疑问。这是著名的非洲食土白蚁的伞状蚁巢。它大约有45厘米高。但是它们的功能是什么呢？蚁巢是从地下开始建造，然后突然出现几个圆柱体，每一个圆柱体上都有几个 (最多可达5个) “伞盖”。不过这些白蚁并不建造蚁后室。



这些柱体的建筑材料是一些混合了唾液粒的细小泥土颗粒





### 食蚁兽

食蚁兽以蚂蚁为食。它们长着强有力的爪子，能够轻松地挖开蚁巢和白蚁堆。它们的鼻子很长，能够伸到蚁巢的内部。

## 群居的蚂蚁

蚂蚁是一种群居昆虫，跟蜜蜂和黄蜂是近亲。大部分物种的蚂蚁都是以群体为单位生活和工作的，它们会建造复杂的蚁巢用来培育幼蚁。蚁巢开始是由一只蚁后独自建造的，所有卵都是蚁后产下的，蚁巢中没有蚁王。刚从老巢的蛹里蜕变出来的年轻蚁后是长有翅膀的，它马上会

跟长有翅膀的雄蚁交配，然后把精子存到体内，供其一生使用。然后蚁后会咬掉自己的翅膀，开始建造新的蚁巢。工蚁是雌性的，没有翅膀，而且不能生育。它们接替蚁后扩建蚁巢，还负责寻找食物，照顾卵和幼虫。蚂蚁的种类很多，有的是能单独行动的寄生蚂蚁；有的蚂蚁会抚养其他蚁巢中的工蚁作为奴隶；还有的蚁后会进入其他蚁巢里，说服里面的工蚁杀死原来的蚁后，从而占据这个蚁巢。



### 举重好手

蚂蚁可以举起比它自身重得多的物体。当蚁巢被破坏了以后，蚂蚁们会四处奔走，维修或重建蚁巢。它们首先会把卵移到蚁巢的深处。这

张图片中的白色物体不是一颗卵，而是一个即将成熟的蛹。



### 林蚁

林蚁生活在森林中，是一种非常重要的昆虫。一个较大的蚁群一天可以杀死数以千计的害虫。

一个较大的蚁巢能留存很多年，可以容纳10万只蚂蚁，包括好几只蚁后。1880年，林蚁成为德国亚琛地区第一种被法律保护的昆虫。

## “打伞”的切叶蚁

切叶蚁生活在美洲的热带地区。它们经常“打着太阳伞”，这实际上是一些植物的叶子和花的碎块。切叶蚁把它们切下来，运回蚁巢。在蚁巢里，它们还会把这些碎块切得更碎，用来培育一种它们赖以生存的真菌。切叶蚁通常把蚁巢建在地下，蚁巢有着特殊的空气调节系统，可以使其内的温度和湿度保持恒定。一个较大的蚁巢直径可长达几米，包括几个真菌园和一些独立的育婴室。一个蚁巢中的切叶蚁会消耗掉大量的叶子，这在它们的自然栖息地中没有什么，因为它们也是生态平衡的一部分。但是如果它们栖息到农田里面，它们就会破坏庄稼，造成严重的虫害。

叶子被切叶蚁带回了蚁巢。它们会把这些叶子切成碎片，用来养殖它们赖以生存的真菌

蚁巢内的切叶蚁会把叶子切成碎片，并用排泄物来给菌落施肥

只有在切叶蚁的悉心照料下，真菌才会旺盛地生长。一旦失去照料，真菌就会迅速死亡

切叶蚁把叶子的碎片放在蚁巢的入口处，负责照顾菌落的切叶蚁就会把它们拖进巢

切叶蚁原路返回，去采集更多的叶子

切叶蚁可以搬动两倍于它体型的叶子







#### 蜜罐蚁

世界上某些半沙漠地区生活着很多蚂蚁，为了在干旱的季节生存，它们都独立的进化出了很多显著的特征。雨季的时候，这些蚂蚁会采食水和花蜜来喂养一些工蚁。

这些工蚁就把多余的食物储存在嗉囊中，于是它们的腹部前端就会肿大起来。这些工蚁的身体太重了，所以它们不能四处走动，只能倒挂在蚁巢中，变成了有生命的储藏室。在漫长的旱季里，它们身上储存的食物就供其他蚂蚁进食。



#### 缝合

从非洲到澳大利亚的热带地区，生活着一种蚂蚁。它们会把一些较大的叶子缝合起来作为蚁巢。一行蚂蚁先把两片叶子拉近，当叶子的边缘靠在一起的时候，其他工蚁——每只工蚁都用颚夹着一只幼虫——用幼虫的唾液腺分泌出的丝把叶子缝合起来。建造完成的蚁巢看上去就是一个叶球。一旦蚁巢收到骚扰，里面成千上万的蚂蚁就会敲打树叶，发出警告的声音。这种蚂蚁咬伤对手的同时会把蚁酸泼洒到伤口上，使对手更加疼痛。



#### 颚和食物

蚂蚁的颚的形状跟它们的食物密切相关。

上图是一只树蚁的头部。它的颚结构简单，因为它们主要以柔软的昆虫和甘露为食。蚂蚁大多是掠食性动物，它们的颚细长而锋利；而有的蚂蚁是植食昆虫。收获蚁的颚扁平而宽大，无齿，适合压碎它们的食物——植物的种子。



两只蚂蚁用它们锋利的颚切下了一大块叶子

这些切叶蚁正在寻找可以切  
开并运回蚁巢的叶片

切叶蚁

#### “树叶长龙”

白天，切叶蚁会扛着成块的绿叶，在叶源和蚁巢之间排成一条长龙。有些工蚁会停下来鼓励身边不堪重负的同伴。有时候，一片叶子掉落了，其他切叶蚁马上会冲上去，把它举起来，然后由其中一只切叶蚁把这片叶子拖回蚁巢。

这些切叶蚁的“伞”实  
际上是成块的叶片和花瓣

#### 晴天工作者

切叶蚁不会在下雨的天气下采集叶子。如果突然下起了阵雨，它们会把叶子丢在巢外。这也许是因为潮湿的叶子会影响真菌的生长，威胁它们的食物来源。





### 忙碌的蜜蜂

这是一幅400年前的作品，画的是一只用稻草编织的蜂箱。几千年来，人们就一直用这种容器来养殖蜜蜂。蜜蜂会在蜂箱里建造它们的蜂房。

## 蜜蜂和蜂巢

很早以前，人们就学会了从蜜蜂的巢内采集蜂蜜。关于这方面最早的记录是一幅有9000年历史的西班牙壁画。画里面的人正从悬崖上的蜂巢中采集蜂蜜——世界上有的地方至今还延续着这种古老的方式。对古埃及陪葬品的研究显示，人类在2500年前就已经在养殖蜜蜂了，而不是仅仅靠偷取野生蜜蜂巢而获得蜂蜜。长久以来，人们养殖蜜蜂的方法都是固定不变的。而到了大约几百年前，人们培育出了一种温顺的蜜蜂，使蜂蜜的产量得到了大幅度提高。现代蜂巢中含有三种蜜蜂：蜂王——负责产卵，蜂王有时一天可以产下1000多颗卵；几百只雄蜂——它们的工作仅仅是跟新产生的蜂王交尾；雌性的工蜂——不能生育，负责蜂巢所有的工作，数量可达6万只。



### 蜂巢的底框

如图所示，蜂巢安置在蜂箱的底框。蜂蜜和花粉储存在蜂房上层，而幼蜂住在蜂房下层。如果一只蜜蜂发现了蜜源，它就会马上飞回蜂巢，并在蜂窝上跳一种特殊的“舞蹈”，告诉其他蜜蜂蜜源的远近及其与太阳的位置关系。在开阔的田野上，采蜜的蜜蜂会在蜜源和蜂箱之间会形成一条“蜜蜂线”，就像高速公路一样繁忙。

### 蜂群

一个蜜蜂群每年都会产生几只新蜂王。在新蜂王破茧而出之前，老蜂王和一半的工蜂就会成群地飞走，这种蜂群是很温顺的。上图中那人正在把蜂群召集到蜂箱中。第一个破茧而出的蜂王会把其他蛹杀死，从而占据蜂巢的统治地位。



较大的雄蜂蜂房

外面的封盖

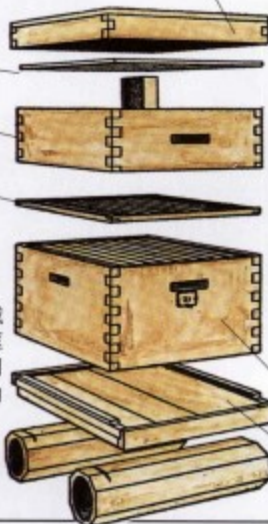
里面的封盖

浅槽

隔离蜂王的装置——带有狭缝的挡板，狭缝很小，蜂王无法穿过挡板到上层的蜂窝中去。

### 现代蜂箱

郎氏蜂箱是1851年在美国的费城被发明的。蜜蜂装在可拆卸的框架上；下面是育婴室；上面是用来存储花蜜和花粉的地方。育婴室上面有一个隔离蜂王的装置，防止蜂王到上面的蜂房中产卵。

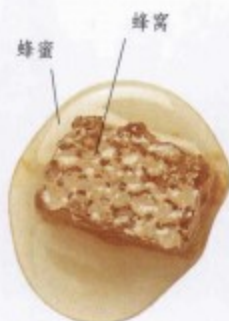


育婴室

底板上面有一个蜂房的入口

蜂房壁使用蜂蜡制成的。蜂蜡是工蜂的腹节处的腺体分泌的





蜂蜜

沾满蜂蜜的蜂房经常被当做珍品出售。



熊蜂

熊蜂是生活在北温带的一种多毛蜜蜂，体型较大，对很多农作物的授粉起着重要作用。它们把巢建造在某些小型哺乳动物的洞穴内，蜂巢的结构很不规则。



蜜蜂软冒

蜂群很温顺。在这张照片中，一个蜂群落在了一个人的头上。也许他把蜂王装在了一个小笼子里面，然后放到了自己的头上，所以才吸引这么多工蜂就会围拢过来。

封有蜡盖的白色蜂房里面储存着蜂蜜，用来喂养发育中的幼虫。也是养蜂人收集蜂蜜的地方

封有黄色盖子的蜂房里面储存着花粉

蜂房底部成“C”字形的幼虫

卵  
未成熟的幼虫

成熟的幼虫

蛹

#### 生命阶段

蜜蜂的成长要经历完全变态。卵孵化出幼虫，幼虫再变成蛹。年轻的工蜂负责照看它们。年长的工蜂则出巢去寻找食物。



新鲜化出的幼虫首先被喂食蜂王浆——工蜂分泌的一种特殊的唾液，然后被喂食蜂蜜



# 益虫和害虫

在现实生活中，昆虫跟人类的关系很密切。蜜蜂，苍蝇和蝴蝶能够为农作物授粉，从而保证果实丰收，种子形成。黄蜂和瓢虫会帮我们杀死以植物为食的毛虫和蚜虫。甲虫和蝇可以清理动物粪便和死亡的动植物躯体。昆虫还是很多动物的食物，而且在有的地方，人们也会吃肥胖多汁的毛虫和幼虫。蜜蜂为我们提供蜂蜜和蜂蜡；蛾的幼虫为我们提供丝；某些食用色素也是通过压榨甲虫制成的。但是只有昆虫成为一种麻烦或者威胁的时候，人们才会意识到昆虫的存在。很多昆虫能够在人、动物和植物之间传播疾病，而且世界上每年有15%的粮食被昆虫所破坏。

科罗拉多甲虫以马铃薯的叶子和芽为食，会造成马铃薯的死亡



## 科罗拉多甲虫

生活在美国落基山脉地区的科罗拉多甲虫 (*Leptinotarsa decemlineata*) 以植物叶子为食，原本并不是一种害虫。但自从1850年，该地居民引进了马铃薯以后，它们就喜欢上了这种新的食物。它们顺着马铃薯地向美国东部蔓延，沿途破坏了大量的农作物。在杀虫剂发明之前，科罗拉多甲虫是一种具有严重破坏性的害虫。

## 周期性的害虫

在印度，这种天牛 (*Hoplocerambyx spinicornis*) 会攻击将要死亡或者已经死亡的婆罗双树。它们的幼虫会在树干上钻出大而长的孔洞。有时候，如果它们的数量迅速增加，活着的婆罗双树也会成为攻击目标。情况严重的话，它们可以毁坏上百万棵树木，给森林造成毁灭性的破坏。

## 烟草甲虫

吸烟有害健康，不过烟草甲虫 (*Lasioderma serricorne*) 的幼虫可不管这些。虽然它们的成虫并不吃东西。烟草甲虫会藏身于塞满毛毯的沙发中。60年前，人们惯用的方法是将家具浸泡在汽油中能把甲虫驱赶出来。不过这种方法对人体的伤害太大了，尤其是在吸烟的时候。

## 胭脂虫丰收



## 天赐的染料

胭脂红是一种从压碎的介壳虫 (*Dactylopius coccus*) 身体中分离出的食用色素。这种昆虫原来生活在墨西哥，以仙人掌为食。现在，其他一些炎热干旱的地区也开始养殖这种介壳虫了。圣经中，上帝赐予以色列人的食物也许就是某种生活在桉树上的类似昆虫。



胭脂虫色素



## 毒标

这是一种生活在非洲的叶甲虫，它的蛹有剧毒。非洲的布希曼族人喜欢把这种毒抹在弓箭上来打猎。



蛀虫将一块木料蛀得千疮百孔



## 临终看护

以室内木料为食的蛀虫 (*Xestobium rufovillosum*) 是一种害虫，春天，成年蛀虫会用头部前端敲打着木头，发出声响，作为求偶的信号。人们迷信地把这种声音跟死亡联系在一起，所以蛀虫又叫做临终看护甲虫。不过，如果它们是通过这种方式向人们传达某种信息的话，这个信息就是：房子快要塌了！



蚱蜢

若虫



若虫



成虫



蚱蜢成虫长有翅膀，而若虫是没有翅膀的



蝗群

蝗虫在大部分时间内都是单独行动的，生活也很有规律。不过，它们有时候会形成蝗群，它们的身体结构和生活习性也会因此而发生很大变化。

### 房屋破坏者

有时，白蚁会吃掉房屋木料的内部组织，只留下刷有油漆的坚硬外壳。圣赫勒拿岛的门楣上曾经出现了一个28厘米宽的空洞。



不速之客

两位昆虫学家回忆起1920年访问亚历山大市时的情景。他们晚上没有睡觉，而是在捕捉臭虫。天亮以后，他们捉到了穿满70根大头针的臭虫，每个大头针上穿着10只臭虫。

### 成群的蝗虫

如果一个蝗群不受控制地繁衍，用不了几个月，它们的数量就会过亿。蝗群会吃掉飞行途中的所有可吃的植物，造成农作物颗粒无收。



谷类象鼻虫

### 甲虫乐园

赤拟谷盗虫是一种生活在面粉袋和粮仓中的害虫。壳内寄生了谷类象鼻虫幼虫的谷类种子就不能用来生产面粉了。

葡萄树上的虫瘿

赤拟谷盗虫



若虫成虫

### 传播疾病者

蚊子长有用于叮咬和吸吮的器官，以吸血为生。它们吸食了病人的血后又去吸食别人的血。这样就会在人群中传播一些疾病，比如黄热病和疟疾。



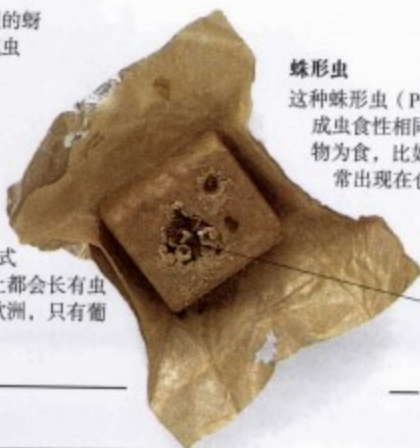
有翅的若虫成虫

### 葡萄藤上的害虫

葡萄根瘤蚜是一种葡萄害虫。它们在1860年蔓延到了欧洲。它们会在葡萄根上产卵，形成虫瘿。在此后的25年内，它们破坏了100万公顷的葡萄树。它们的繁衍方式错综复杂。在美国，葡萄树的叶子和根上都会长有虫瘿，这种蚜虫的生命周期为两年；而在欧洲，只有葡萄根部长有虫瘿。

### 蛛形虫

这种蛛形虫（*Pinus tectus*）的幼虫和成虫食性相同。它们都以干燥的食物为食，比如调料和谷类。它们经常出现在仓库里面。



蛛形虫正在啃食着一块干燥的木头

白蚁把木头里面柔软的部分吃掉了，只剩下了外层坚硬的部分





## 观察昆虫

欧洲人从300年前就开始收集和研究昆虫了。现在，欧洲大部分地区的昆虫都已经被人们认识，但我们却很难知道北美洲到底有多少种昆虫，更不用说科学家极少涉足的热带地区了。当今社会，我们收集昆虫主要是用来研究：昆虫在生态平衡中的作用；它们为鲜花和树木授粉的意义；哪些昆虫能够分解枯木和落叶？给新生的植物提供营养物质？一年有多少昆虫会被其他动物吃掉？除此之外，观察昆虫也是一种乐趣。这其实很简单，你只需要耐心、一个放大镜和一个照相机。通过研究这些生物的生活方式，我们就可以窥探自然界是如何运作的。



简·法布尔

法国自然学家简·法布尔撰写了很多关于昆虫的畅销书。



19世纪，人们对自然界产生了浓厚的兴趣。私人收集昆虫、植物和矿物成为一种时尚。这个雕刻品展示的是一个精致的叫做生态缸的玻璃缸，人们可以从其中观察到昆虫的生活。

氯仿瓶和瓶冒

喷嘴

提环

密封冒

装有象牙手柄的大头针

氯仿瓶

这个铜质容器里盛有氯仿，滴一滴到新捉住的昆虫身上，就能把它杀死。

象牙手柄

在塑料被发明之前，一些小器械都是用昂贵的材料制成的，比如黄铜和象牙。这个精致的透镜可以把昆虫放到一定的高度来观察。它是英国昆虫学家爱德华·梅丽克（1854-1938年）使用多年的仪器。

把昆虫放在透镜的前面，便于观察

防尘皮包

折叠式黄铜透镜

便携式透镜

放大镜是基本工具，以前用的大多是巨大的低倍放大镜，现在比较贵的放大镜能够放大10到25倍，而且可以折叠起来，揣到口袋里。

迷你型高倍透镜

软木

钉在软木上的昆虫

采集罐

昆虫学家把在户外捉到的昆虫用大头针钉在软木制作的采集罐中。图中是法国的一种采集罐。

田野日记

观察昆虫要做好详细的记录。这是英国昆虫学家查尔斯·杜博斯的日记，其中记录了他发现的昆虫，包括那些昆虫的手绘插图及其生活习性的详细描述。





剪刀状手柄

## 剪刀网

这是一种带有剪刀手柄的工具，前端是两片棉纱布做成的网。猛地一夹，就能捉住昆虫。

用来夹大头针的方形头

用来夹小型昆虫的小头

镊子

防止昆虫逃脱的细棉纱布

## 工具

细头镊子是用来夹小型昆虫的。相比之下，小钳子是用来固定大头针的。各种型号的针都能固定在金属手柄上，用来单独固定昆虫的腿或者触角。

盒子底部是一层白色的泡沫

## 现代塑料采集盒

塑料的一略优点就是它比金属轻，而且可以做成透明的。夜晚的时候，图中的设施可以用来捕捉被灯光吸引过来的蛾类昆虫。



## 现代的陷阱

马氏挂网可以捕捉到大量飞虫。一般来说，昆虫一旦飞到里面，就会顺着向上爬，钻进顶端的瓶子里面。不过也有些会掉落到地面上，然后爬走。

## 老式大头针盒



## 昆虫捕手

这副图是列奥米尔(R.A.F. De Reaumur)在1740年绘制的，图上身着宫廷服饰、带着假发的绅士们正在捕捉昆虫。他们所使用的网是帽状的。

## 标签

标签上的信息在一定程度上体现了昆虫科研价值的大小。信息包括：昆虫是在哪里？何时被捉到的？它们以什么为食？标签虽小，但要清晰。如图是一种小型叶蝉的标签。

标签

显微镜的玻璃片

用来固定小型昆虫的细针

## 昆虫针

根据昆虫的大小，昆虫针的大小也要相应调整。很小的昆虫可以粘到卡板上，或者固定在显微镜的玻璃片上，用来研究。

长而粗的大头针，用来固定体型较大的昆虫



## 小型昆虫

某些昆虫的体型很小，有的还不到1毫米，所以根本没法用大头针固定住它们。这样的昆虫一般都是存放在装有酒精的瓶子里。观察它们的时候，要把它们放到玻璃盘子里面或者显微镜的玻璃片上。

盛有酒精的玻璃盘

## 物种灭绝

近年来，由于人们对土地的过度利用，对森林的滥垦滥伐，世界自然环境受到了很大的破坏。结果，很多种昆虫都消失了——其中有些昆虫在被发现之前已经灭绝了。圣赫勒拿岛蠅螈原本只生活在南大西洋海域的岛上，不过科学家们已经有很长时间没有见到它们的踪迹了，估计已经灭绝了。

灭绝了的圣赫勒拿蠅螈





# 你知道吗？

## 昆虫世界的奥妙



蟑螂失去了头部以后，还能存活三个月的时间。



投弹手甲虫受到威胁的时候，会从腹部喷出炽热的液体，迷伤敌人的眼睛。这些液体是甲虫体内的化学反应所产生的，具有烟雾弹的作用。投弹手甲虫就可以趁机逃跑了。



人虱身体的颜色随着它栖息的头发颜色的不同而不同。



最高的昆虫巢穴高达12.8米，是由非洲白蚁所建造的。



最具有致命性的昆虫是沙漠蝗虫。这里说的致命不是说它们对人类的直接威胁，而是因为成群的沙漠蝗虫能够彻底损毁农作物。雨季过后，沙漠蝗虫就会形成蝗灾，它们将吞噬掉每一株植物，给当地人类和动物带来饥荒。



一个沙漠蝗虫群最多可能拥有400亿只蝗虫。它们会远程奔袭1036平方公里，每天吃掉4万吨植物——相当于人口为40万的城市一年的粮食。

一个男人从蝗群中安全地穿过



杀人蜂



白蚁的蚁后每秒钟就会产一颗卵，也就是说，一年产卵3000万颗。这样的繁殖速度只有一种可能，那就是蚁后的身体里面充满了卵巢。



从蚕茧中抽丝



杀人蜂是世界上最具致命性的昆虫之一。不过，杀人蜂并不是自然存在的物种。1956年，为了提高蜂蜜的产量，人们让非洲蜜蜂跟巴西当地的蜜蜂杂交。结果试验失败了，杂交出来的蜜蜂极具攻击性。虽然它们的体型跟普通的蜜蜂没什么区别，毒性也并没有变强，但是它们的攻击性却是普通蜜蜂的10倍。



天蛾的飞行速度可达53.6公里/小时。



蚕是一种蛾的幼虫，它的茧可以用来抽丝。蚕头部两侧各有一个腺体，蚕丝是一根连续的丝线，本质上是一种蛋白质。每个蚕茧的蚕丝长度不等，在300~900米之间。蚕农会将蚕茧放到沸水中煮一下，既可杀死里面的蛹，也方便抽取蚕丝。



嗅觉最灵敏的昆虫当属印度的月蛾。它们能够在11公里以外探测到配偶身上的信息素。

沙漠蝗虫的若虫





## 提问, 回答

**Q** 世界上总共有多少种昆虫?

**A** 至少有100万种, 比其他动物和植物物种的总数还要多。昆虫数量占动物总数的80%, 而蚁类和白蚁类昆虫各占10%。在昆虫的分类中, 甲虫的种类是最多的, 大约有125个家族, 30万种。据估算, 昆虫数量和人数的比值约为10亿比一。

**Q** 哪种昆虫最耐高温?

**A** 在冰岛的温泉中, 生活着一种叫做 *Scutella thermarum* 的昆虫。它们可以生活在48℃的环境中, 而大多数人是承受不了这么高的温度的。

**Q** 怎么防止被蚊虫叮咬?

**A** 可以在身上喷洒驱虫剂, 比如香柏、茶树、薰衣草或者香草的油性混合物。有人说吃蒜可以防蚊虫。这是有根据的。因为大蒜的气味能够扩散到血液中, 而很多昆虫都不喜欢这种味道。



吃大蒜可以  
防蚊虫

**Q** 昆虫最喜欢吃什么?

**A** 一般来说, 每一种昆虫都有它们特定的食物。而有的昆虫是不挑食的, 它们会吃掉遇到的任何东西, 包括木头、鞋油和纸张。

**Q** 昆虫能吃嘛?

**A** 很多昆虫都是可以吃的。而且富含营养物质。比如澳大利亚南威尔士的博工山中生活着一群土著人, 他们每年都会举行一次蛾类盛宴。这些蛾是在岩石的缝隙里找到的, 然后它们把蛾的头部去掉, 做成面糊, 在沙子上烤成馅饼。这些蛾类食品富含脂肪, 是当地土著人的美味佳肴。另外其他昆虫食品有: 油炸蚂蚱、烤蟋蟀, 还有幼虫做的面糊或酱。

**Q** 昆虫有大脑吗?

**A** 是的。例如一只蚂蚁的大脑包含有25万个脑细胞, 而人类的大脑包含100亿个脑细胞。也就是说, 一个拥有4万只蚂蚁的蚁群, 其总脑容量才与一个人的脑容量相当。

**Q** 已知的最大的蚁群是哪一种蚂蚁?

**A** 生活在日本海岸的石狩红蚁群是已知的最大的蚁群。据说里面包含100万多只蚁后和3.06亿只工蚁, 它们的巢穴在地下, 相互连通着。

蚁类昆虫占动物  
总量的10%

**Q** 哪种昆虫的身体最长?

**A** 身长最长的昆虫是一种步行竹节虫 (*Pharnacia kirbyi*)。该种昆虫的雌性体长可达36厘米。

**Q** 哪种昆虫最吵?

**A** 生活在欧洲的 *Breviana brevis* 是世界上吵的昆虫。在50厘米之内, 它可以产生106.7分贝的声音。鸣叫是昆虫的一种重要通信方式, 表示预警或者寻找配偶。

**Q** 世界上曾经生活过的最大的昆虫是什么?

**A** 世界上最大的昆虫是一种古昆虫——大尾蜻蜓。这种掠食性昆虫生活在距今2.5亿年前, 翅宽约为0.6米。

**Q** 哪种昆虫的生命周期最长?

**A** 自然生命周期约为17年的十七年蝉 (*Magicicada septendecim*) 还不能算是寿命最长的昆虫, 有些生活在木头中的甲虫幼虫可以存活45年。寿命最短的昆虫是家蝇, 仅仅17天。

**Q** 如何辨别白蚁和蚂蚁?

**A** 虽然白蚁跟蚂蚁长得很像, 但是它们也有很多不同之处。白蚁的触角是直的, 而且没有“腰”; 而蚂蚁体型较大, 触角是弓形的, 而且身体分为三节, 还有一个细腰。

### 昆虫之最

#### 跳高冠军

· 相对于其体型来说, 跳蚤是昆虫中的跳高冠军。如按比例计算, 相当于一个人跳7.5米高。

#### 最小的昆虫

· 生活在加勒比海瓜德罗普岛的缨翅赤眼蜂是世界上已知最小的昆虫, 体长仅有0.014厘米。

#### 最快的飞虫

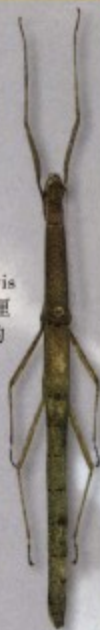
· 蜻蜓的飞行速度可达33公里/小时。

#### 翅膀振动频率最高的昆虫

· 在科学试验中, 蚊的翅膀振动频率可达每分钟5万次, 而蝴蝶每分钟只有200次。

#### 最重的昆虫

· 亚克提恩大兜虫体重可达70克。





# 昆虫的分类

现在已知世界上的昆虫超过了100万种，而有关专家估计总共会有1000万种。下面我们列出了主要的几种昆虫。

## 蝇、蚊、蚋

这一大类包括家蝇、吸血的蚊子等，约90万个物种。苍蝇的毛腿和口器上粘有病菌，可以传播疾病。

## 雄性大黄蜂



## 食蚜蝇



食蚜蝇经常被误当成黄蜂

## 会飞的蟑螂



## 蟑螂

蟑螂已经在这个世界上生活4亿年了，约有5500个物种。蟑螂是一种很强健的昆虫，奔跑速度可达3公里/小时。它们在夜间活动，还可以当做宠物。

## 臭虫

臭虫包括蚜虫、盾蝟象、蜱和水龟。世界上大约有6500种盾蝟象，它们身上长有特殊的腺体，可以喷出恶臭的液体。



## 盾蝟象

## 虱



## 蜜蜂和黄蜂

虽然蜜蜂和黄蜂都长着有毒的螫刺，但是它们对人类有着重要的意义。它们可以为花授粉，还可以吃掉农作物上的害虫。蜜蜂和黄蜂是群居昆虫，它们会成群地一起居住和工作。

## 竹节虫

竹节虫包含2500个物种，主要分布在热带地区。并不是所有的竹节虫都长着翅膀，而且它们经常被人们当作宠物来养。竹节虫的体色与周围植物的颜色相似，它们经常伪装成一段树枝。

## 竹节虫



## 虱

虱子不长翅膀，是一种寄生虫。它们在人和动物的体毛下产卵，以皮肤和血液为食。人虱分为三种：头虱、体虱和毛虱。



## 鹿角甲虫

## 甲虫

甲虫家族是最大的昆虫家族，约有350万个物种。包括无翅的萤火虫，蚀船虫（以木头为食的甲虫幼虫）以及园丁的朋友——以蚜虫为食的瓢虫。

## 蚂蚁



## 蚁

蚁的数量占动物总数的十分之一，是世界上数量最多的昆虫物种。蚁是群居昆虫，成群的生活在地下的蚁巢中。



## 燕尾蝶

## 蝶和蛾

蝶和蛾总共有300多万种，遍布在世界各地。但是随着森林覆盖率的减少和污染的日益加剧，很多种蝴蝶都濒临灭绝了。

这些蝶蛾用来转移捕食者的注意力，保护脆弱的身体





石蝇

### 石蝇

这种昆虫之所以叫做石蝇，是因为它们经常在石头上面休息。石蝇生活在水中，约有2000个物种。很多鱼类都喜欢吃石蝇，所以渔夫们常把鱼饵做成石蝇状，用来引鱼上钩。

### 螳螂

世界上约有1700种螳螂。大部分物种都生活在温带地区，以蜜蜂、甲虫和蝴蝶为食。有时甚至还会捕食小型的田鼠和鸟。雌性的螳螂腹部含有很多卵，无法起飞。在交配以后，雌性的螳螂会吃掉它的配偶。



螳螂

雌螳螂是体型最大的昆虫之一



蝎蛉

### 蝎蛉

蝎蛉仅有400个物种，生活在世界各地，体长约两厘米。雌性的尾部向上翘起，像是蝎子的尾巴，它们的名字正来源于此。不过蝎蛉的尾部没有毒，也不会蜇人。



跳蚤

### 跳蚤

跳蚤以吸血为生。一只跳蚤平均每天吸的血可以达到其自身重量的15倍。跳蚤一生中只有5%的时间是成虫，95%的时间是卵、幼虫或者蛹。成虫不吸血就无法产卵，甚至无法生存。



衣鱼

### 蛙虫

蛙虫约有600个物种，分布在世界各地。上图中的衣鱼体长仅有1厘米。蛙虫没有翅膀，以人类的生活垃圾为食。

### 蜻蜓

蜻蜓的颈强劲有力，它们用前腿捕捉猎物。蜻蜓还是一个古老的物种，比恐龙出现得还要早。它们长着两只大大的眼睛，视力很好。



蜻蜓

草蛉以其他昆虫为食

### 草蛉

草蛉的翅膀很精致，上面布满错综复杂的脉纹，约有6000个物种。为了躲避捕食者，它们的幼虫会藏在猎物的躯壳下面。



草蛉

### 蝗虫



### 蝗虫和蟋蟀

这一类昆虫包含17万个物种，其中包括令人头疼的沙漠蝗虫。蟋蟀的触角很长，北美的蟋蟀通常叫做“美洲大螞蚱”。

蓟马喜欢采食花朵



蓟马

### 蓟马

蓟马约有3000个物种，属于小型昆虫，体长仅有0.25厘米。它们生活在农田里，是一种害虫。在酷热的天气中，蓟马会成群在飞行，也被人们叫做“打雷虫”。



飞蛾姑

### 飞蛾姑

飞蛾姑是一种漂亮的昆虫，它们的身体很小巧，成虫的寿命很短。它们需要三年的时间才能由幼虫变为成虫。不过，几小时之后，它们就会死去。

飞蛾姑不能吃东西，很快就会死去



## 更多了解

要想增加对这个世界的了解，你无需亲身历险或者孤身深入不毛之地，而只需要去一趟自然历史博物馆就可以了。透过玻璃，你可以看到保存完好的昆虫标本或者活生生的昆虫。不过在家里你就可以完成一次很有趣的“探险”。从地毯和沙发上的小虫到在厨房里嗡嗡乱飞的苍蝇，昆虫无处不在。你还可以去花园或者当地的公园里看一看，肯定会有意外发现。



自然历史博物馆

自然历史博物馆是了解昆虫世界的好去处。上图是美国自然历史博物馆。里面陈列了古代和现代的各种昆虫，它们是昆虫学家多年收集的成果。

自然历史博物馆一角



自然历史展览

如果你去参观自然历史博物馆，那么你一般会是一个对昆虫感兴趣的人或者一个昆虫学家。无需跨出国门，你就可以看到世界各地不同物种的昆虫。你还可以关注一些有关环境或者历史主题的展览，里面有时会有昆虫展台，包含很多有意思的知识。

### 相关网站

- [www.insects.org](http://www.insects.org)  
昆虫馆：以图解的方式列举了许多很漂亮的昆虫。
- [www.bbc.co.uk/nature/wildfacts/](http://www.bbc.co.uk/nature/wildfacts/)  
这是BBC的一个数据库，你可以在这里搜索到各种昆虫。
- [www.nhm.ac.uk/nature-online/life](http://www.nhm.ac.uk/nature-online/life)  
这是伦敦自然历史博物馆的网站，包括一个昆虫长廊和一个昆虫网络摄像头。
- [www.butterfly-conservation.org/](http://www.butterfly-conservation.org/)  
你可以在这里面找到有关蝴蝶的很多知识。



很多昆虫都躲藏在石块、木头和枯叶的下面

### 乡下

乡下的昆虫物种很多。翻开任何一根木头，你都会发现一些忙碌的昆虫。如果你安静地待在草丛附近观察，你还会发现一些昆虫正在寻找花蜜呢。



## 可去之处

### 苏格兰 爱丁堡的爱丁堡昆虫世界

漫步在这个“热带雨林”里面，你可以停下来观察奇异的蝴蝶、丑陋的臭虫、还有忙碌的蚂蚁。

### 英国伦敦南肯斯頓自然历史博物馆

这里面展出了上百万种昆虫，另外还有视频播放和互动设施。

### 英国德文郡巴克法斯特雷斯的巴克法斯特休闲公园

这个公园里的野生生物殿堂里展出了世界各地的各种珍贵的蝴蝶，以及来自中美洲和南美洲的切叶蚁。

### 英格兰斯特拉特福德市的斯特拉特福德蝴蝶农场

这个农场里不只有各种稀有的蝴蝶，而且还有专门设有供幼虫成茧和蛹化的地方。另外，这里还生活着甲虫、竹节虫等其他昆虫。

### 英国牛津大学自然历史博物馆

这里的昆虫标本数量在英国排名第二，里面的昆虫参考书目多达1.5万册。

### 在家里

不论你是否曾看见过，每个人家里都有昆虫。特别是夏天的时候，昆虫很忙碌，你甚至可以看到成群结队的昆虫。在厨房里面，苍蝇嗡嗡地飞着，寻找剩饭剩菜。透过窗户，你可以看到花丛里的蜜蜂和蜜蜂。晚上的时候，蛾类昆虫围绕在有灯光的地方。还有一些昆虫很小，很难被发现，它们寄生在动物或者人的身上，或者躲藏在家具里面。

黏稠的食物残渣吸引了很多饥饿的昆虫前来采食

一只家蝇

苍蝇用腿和口器来辨别食物的味道

这种网可以捉住飞虫，而不至于弄坏它的身体，非常便于观察

捕蝶网

### 探索工具

在户外研究昆虫，你需要一些简易的工具。柔软的捕蝶网可以用来捕捉飞虫，而当你需要对昆虫做记录的时候，可以把昆虫暂时放在果酱瓶里。你还需要一个小铲子，用来挖开泥土，寻找生活在地下的昆虫。

放大镜用来观察微小的昆虫

放大镜

把你找到的昆虫的颜色和形状记录下来

记录本

在瓶盖上留一个小孔，保证昆虫的呼吸

果酱瓶

松土用的铲子



# 术语表



触角

红斑天牛

外骨骼

**角素** 组成昆虫外骨骼的坚硬物质。

**蝶蛹** 蝶或蛾的蛹。

**茧** 用来保护蛹的丝质封套。

**复眼** 有很多独立的单眼组成的眼睛。

**髌** 腿的基部结构，是腿和身体的连接部分。

**腹节** 昆虫身体的最后一节。

**触角** 头部两侧的感觉器官，功能较多，包括导航、味觉、“视觉”和听觉。

**附属肢体** 连接在昆虫身体上的其他肢体或者器官，比如触角。

**节肢动物** 一类身体分节、长有外骨骼的无脊椎动物，比如昆虫纲和蛛形纲生物。有些人把昆虫纲生物和蛛形纲生物混为一谈，其实不然。昆虫最明显的特征就是身体分为三节，长有三对节腿和一对触角。

**水生** 在水中成长或者生活（的生物）。

**益虫** 对人类有益的昆虫。有的昆虫帮助植物授粉；有的可以处理废物，促进循环；有的可以捕杀害虫，这些都是益虫。

**伪装** 昆虫为了躲避捕食者或者不被猎物发现，而采用的保护色和拟态。

**毛虫** 蛾、蝶或叶蜂的幼虫。

**尾毛** 成对的附属肢体，通常比较长。很多昆虫的腹节末端都长有尾毛。

**二态性** 同一个物种中具有不同的体型、颜色的两类个体。

**包膜** 黄蜂的蜂巢外面的保护结构。黄蜂的封套是由木纤维和唾液的混合物建成的。

**外骨骼** 包裹着昆虫身体的硬质结构，在节点处由管道相连。

**蛴螬 (grub)** 一种身体厚重的幼虫，胸部长有腿，头部发育的很好。外表很像鼻涕虫（蛞蝓）。

**无脊椎动物** 没有脊椎的动物。

**若虫** 不成熟的昆虫，一般与成虫的食性不同。幼虫一般要经历完全变态才能变为成虫。

**千足虫** 属于节肢动物，但不属于昆虫。

**蛆** 蝇类昆虫幼虫，没有腿，头部发育也不完全。

**上颚** 昆虫颚的第一部分。它在咀嚼类昆虫身上称锯齿状；在善于吸吮类昆虫身上呈针状；在叮咬类昆虫身上则形成了叮咬人的器官。

**小颚** 为某些昆虫所特有，属于颚的第二组成部分。

**中胸** 昆虫胸部的中间部分，长有中腿和前翅。

**变态** 昆虫从卵到成虫的一系列变化。经历不完全变态的昆虫随着身体的生长而逐渐变化；而经历完全变态的昆虫身体变化比较大，其中一个生命形态叫做“蛹”。一般来说，昆虫变为成虫以后身体就不会继续生长。

**后胸** 昆虫胸部的第三部分，长有后腿和第二对翅膀。有时候看上去像是腹部的一部分。

**蜕皮** 昆虫蜕掉外骨骼的过程。

**杂色** 长有不同颜色的表皮。

**花蜜** 花朵内部的液态糖性物质，是很多昆虫的食物。



**若虫** 不完全变态昆虫的幼体。若虫与成虫很相似，只是翅膀没有完全发育。一般来说，若虫和成虫的食性是相同的。

**单眼** 生长在幼虫身体侧面的一种结构简单的眼睛，它们只能探测到光线，却不能形成图像。

**卵囊** 生殖腺分泌物形成的一种包状结构，包裹着卵。蟑螂的卵囊呈钱包状，螳螂的卵囊呈海绵状。

**产卵器** 雌性昆虫身体上的管状结构，用来产卵。很多昆虫都会把产卵器隐藏起来。

燕尾蝶的幼虫





经历完全变态  
的蝴蝶



**须肢** 一种像腿一样的分节结构。须肢具有感觉功能，能够探测食物的味道。

**单性生殖** 由未受精卵发育成个体。

**寄生虫** 一类依靠其他生物为生的生物。它们从宿主身上取食，却不给予宿主任何回报。皮外寄生虫寄生在宿主体外，而体内寄生虫寄生在宿主体内。虱子属于皮外寄生虫。

**花粉** 花朵产生的含有精子的粉状物。昆虫被花儿的香味吸引过来，身上粘满花粉，然后再飞到别的花上，就帮助花完成了授粉。

**捕食者** 一类靠捕食其他昆虫为生的昆虫。

**吻** 延长的口器，通常指苍蝇的嘴，臭虫的喙或者蝴蝶和蛾的舌头，还包括某些长舌蜜蜂的口器。

**腹足** 昆虫幼虫腹部的腿，实质上不是腿。胸部的腿才是真正的腿。腹足一般指的是毛虫身体后半部分肉墩状的结构。

**前胸** 胸部的第一部分。

**蛹** 完全变态昆虫的一个生命形态，位于幼虫和成虫之间。

**蜂王蜂房** 蜂巢中的一个特殊蜂房，里面的卵将发育成蜂王。

**吻突** 喙状物，一般指尖锐的口器。

**食腐昆虫** 一类以动物粪便或者动植物遗体为食的昆虫。

**花粉带** 蜜蜂采集花粉的结构，包括腹部的花粉刷和腿上的花粉篮。

**节** 昆虫身体的划分单位。

**群居昆虫** 像蚂蚁和蜜蜂一样的昆虫，它们生活在一起，相互协作。

**兵蚁** 白蚁或蚂蚁巢中的一群个体。它们的头部较大，颈强壮有力。兵蚁既有雌性的，也有雄性的。它们的任务就是保护蚁巢，抵御外来入侵者。

**跗节** 腿部末端的节状附属肢体。

**胫节** 昆虫腿部的第四节。

**胸节** 昆虫身体的中间部分，与人类的胸部类似。其上长有真正的腿和翅膀，可分为三个部分：前胸、中胸和后胸。

**气管** 昆虫体内的一种管道，它们能把氧气运送到全身组织。

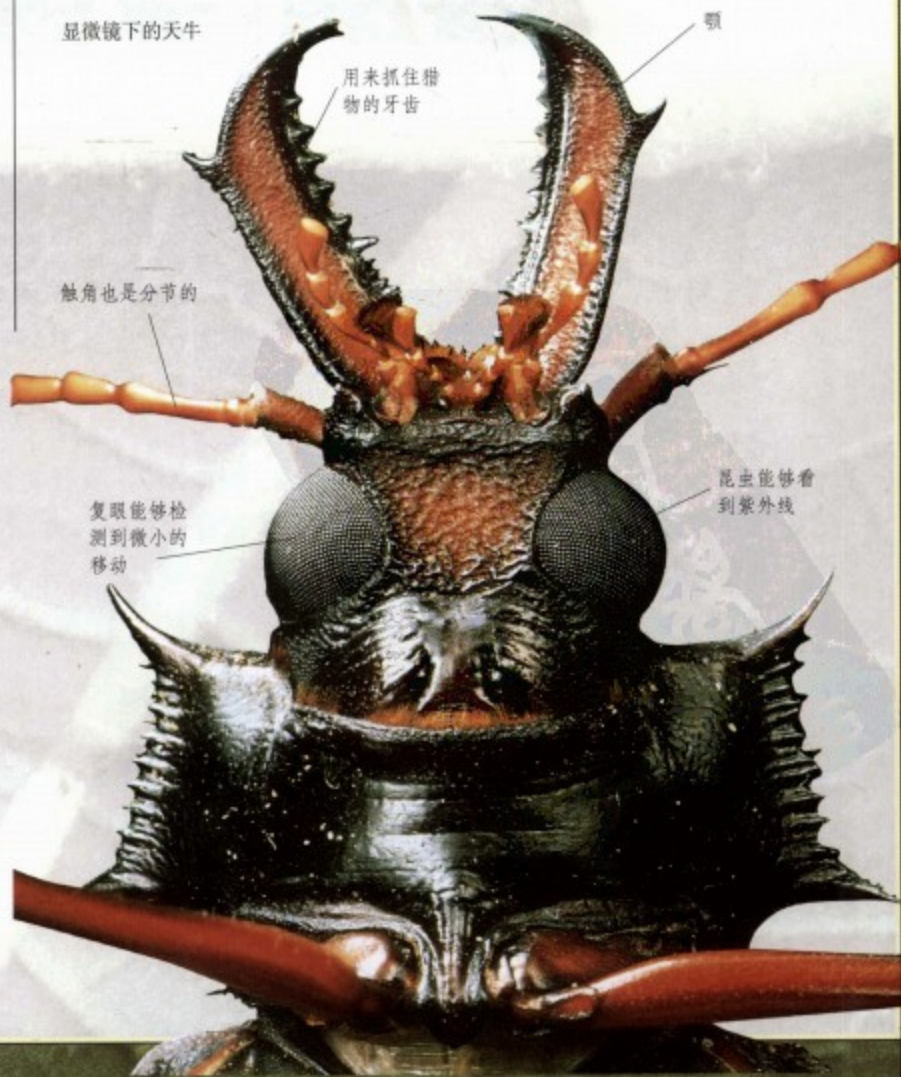
**苍蝇** 苍蝇只有一对翅膀，后翅进化成了平衡棒，用来保持飞行平衡；还可以测量风速。

**鼓膜** 昆虫身体上的一种结构，就像人类的耳膜。

**紫外线** 波长短于紫光的一种不可见射线，大部分哺乳动物看不到紫外线，而大部分昆虫都可以看到。

**工蜂/工蚁** 群居昆虫中的一类个体，它们不能生育，主要负责寻找食物。

显微镜下的天牛





# 昆虫

让我们成为昆虫世界的目击者吧，去认识这种地球上数量最多、适应性最强的生物的神秘世界。《目击者家庭图书馆》全系列130余册，行销全球90多个国家，40余种语言版本，取材于各国博物馆、珍贵私人收藏以及野外实地拍摄等第一手资料，是构建家庭图书馆的最佳选择。



## 观察

刚完成蜕变的豆娘成虫

## 发现

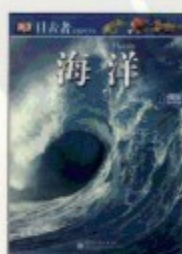
蝴蝶能用翅膀辨别气味

## 了解

如何辨识昆虫

天空、水中、地面甚至地下，昆虫无处不在。对我们人类而言，它们或有益，或有害，但从来都不曾远离我们的世界。本书以丰富的资料和精美的图片，对昆虫的生理结构、繁育、生活习性以及它们与人类的关系作了通俗、生动而全面的介绍。它老少皆宜，不仅能给予读者有益的知识，还能激发人们热爱大自然的情怀。

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员 王俊卿



新主题将陆续推出

合作媒体



飞思少儿产品研发中心总策划

飞思图书专区: <http://www.fecit.com.cn>



责任编辑: 郭晶

马灿

责任美编: 史光宇

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。



25.00元

ISBN 978-7-121-08722-6



9 787121 087226 >

定价: 125.00元 (全套5册)

上架指南 青少年科普读物