

Wonderful World of Insects



趣味

昆虫

仪态万千的昆虫形态，奇特
多样的昆虫生物学和行为学
特征，讲述了昆虫的
“衣、食、住、行”
昆虫的繁衍和
信息交流.....



但建国 陈菊培 编著

 中国农业出版社

趣味昆虫



但建国 陈菊培 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

趣味昆虫/但建国, 陈菊培编著. —北京: 中国农业出版社, 2008. 6

ISBN 978-7-109-12680-0

I. 趣… II. ①但…②陈… III. 昆虫—普及读物 IV. Q96-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 076218 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 卫洁 李红枫

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月北京第 1 次印刷

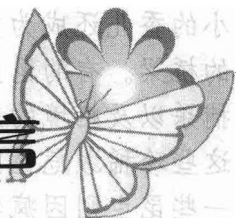
开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 8.125

字数: 203 千字

定价: 15.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前言



昆虫是地球上种类最多的动物类群。4 亿年以来，斗转星移，沧桑巨变，有多少生物难逃灭绝的命运，但是，在地球所经历的种种浩劫中，昆虫却能大难不死，经久不衰。人们不禁要问，是何种神奇的力量使昆虫保持着持久的繁荣昌盛，继续“主宰”着我们这个星球？让我们一起走进昆虫的世界，去领略它们的风采和奇特的本领。

小小昆虫体型完美，构造特异，“五脏”俱全，它们身披各式衣裳，乔装打扮，用各式各样的“嘴”吃遍万物。多数昆虫居无定所，风餐露宿，但是有些种类能以巢为家，享受着家庭般的温暖生活，无论长久还是短暂，其乐融融。昆虫足行天下，畅游水域，灵巧的翅膀让它们搏击长空，拓展疆域，展示其惊异的飞行技能。昆虫繁殖力强，生殖方式多种多样，繁殖过程离奇有趣、花样百出。昆虫能攻善守，骗术高明，身怀逃逸绝技和多样的化学武器，御敌避害，各显神通。昆虫拥有高效的多元化通讯手段，使种内成员间的联系，以及与其他物种之间的交流顺畅无阻。昆虫适应能力超强，能因势善变，以相应的生态对策全方位地应对各种环境因子的变化。昆虫充当了人类文化载体的角色，给人美的享受和好奇心的满足，同时也是人类财富和创造力的源泉。小

小的蚕儿还成为文化使者，架起了东西方文化相互交融的桥梁。有的昆虫因美丽和奇特惨遭人类的毒手，过度捕杀以及栖境的恶化和萎缩，使它们走向了崩溃的边缘，这些珍稀濒危昆虫期盼人类的手下留情和悉心呵护。另一些昆虫则因疯狂的增长和极强的破坏力，成为人类的可怕竞争对手。曾几何时，人类满怀“人定胜天”的豪情，企图用自己创造出来的化学武器——杀虫剂，来扫除一切害人虫，人虫之战旷日持久，声势浩大。令人遗憾的是，最终的赢家几乎全是这些经历了几亿年洗礼的神奇小精灵。然而，昆虫与人类的关系远非“或敌或友”那样简单。无数的昆虫恪守其职，默默无闻地辛勤劳作，维系着整个地球生态系统的健康运行。为了全人类的可持续发展，人们必须学会如何与昆虫打交道，树立“天人合一”的理念，走“人虫和谐共处”之路才是上策。

自2006年9月，作者在海南大学开设了“趣味昆虫”这门全校公共选修课。本书以该课程讲义为蓝本，融知识性和趣味性于一体，采用新颖的编排形式，将昆虫的奇妙世界展现在读者面前。因时间仓促，书中恐有错漏之处，恳请读者批评指正。

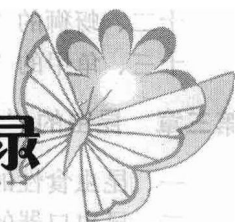
本书的出版得到了两方面的经费支持：一是海南大学博士启动资金；二是海南大学环境与植物保护学院2008年度重点学科建设费。在此一并致谢！

编著者

2008年4月

于海口市海甸岛

目 录



第一章 昆虫的特征	1
一、昆虫的外部特征	1
二、昆虫的内部特征	4
三、昆虫的种类特征	9
四、昆虫的时间特征	14
五、昆虫的空间特征	17
六、昆虫的数量特征	19
七、昆虫繁荣昌盛的原因	20
第二章 昆虫的“衣”	22
一、昆虫的“弃衣”	22
二、蝴蝶的“彩衣”	25
三、衣鱼的“灰衫”	29
四、甲虫的“白长袍”	30
五、蓑蛾的“蓑衣”	32
六、衣蛾的“夹克衫”	33
七、石蚕的“石衣”	35
八、沫蝉的“泡泡衣”	37
九、蛾蜡蝉的“羽绒衣”	38
十、粉蚧的“防水衣”	39
十一、负子蝥的“亲子衣”	39

十二、蚜狮的“迷彩衣”	41
十三、龟甲的“罩衫”	41
第三章 昆虫的“食”	43
一、昆虫食性的多样性	43
二、昆虫口器的多样性	46
三、昆虫食性与食物的消化	50
四、白蚁和蚂蚁的食性与共生关系	52
五、昆虫的食量	57
六、昆虫奇特的取食活动	58
第四章 昆虫的“住”	64
一、社会性昆虫的巢	64
二、昆虫的“窝”	78
三、昆虫的虫瘿	83
四、昆虫临时性的“家”	85
第五章 昆虫的“行”	88
一、昆虫的行走	88
二、昆虫的飞行	102
第六章 昆虫的繁殖	111
一、昆虫的生殖方式	111
二、昆虫的两性生殖	113
三、昆虫的繁殖力	122
第七章 昆虫的防御	124
一、昆虫的色彩防御	124
二、昆虫的伪装	126
三、昆虫的拟态	126

四、昆虫的机械防御	130
五、昆虫的化学防御	132
六、昆虫的行为防御	137
七、社会性昆虫的防御	139
第八章 昆虫的信息交流	141
一、昆虫的触觉通讯	141
二、昆虫的视觉通讯	144
三、昆虫的声通讯	152
四、昆虫的化学通讯	161
第九章 昆虫与环境	169
一、环境对昆虫的影响	169
二、昆虫对环境的适应	183
三、昆虫在生态系统中的地位与作用	192
第十章 珍稀濒危昆虫和奇特昆虫	197
一、珍稀濒危昆虫	197
二、奇特昆虫	210
第十一章 昆虫与人类	220
一、有害昆虫	220
二、有益昆虫	224
三、昆虫与人类文化	236
主要参考文献	244

[第一章]

昆虫的特征

何为昆虫?“昆”为“众多”之意,“虫”乃小型动物。所谓昆虫(insects)是指隶属于节肢动物门昆虫纲的所有动物,即身体分为头、胸、腹的六足节肢动物。它们在外部形态和内部结构上有许多的相似之处。昆虫具有历史悠久、种类繁多、数量大和分布广的特点,是地球上最兴旺发达的动物类群。

一、昆虫的外部特征

凡是昆虫,都具有以下形态特征(图1-1):身体的环节分别集合组成头、胸、腹3个体段。头部是感觉和取食中心,具有

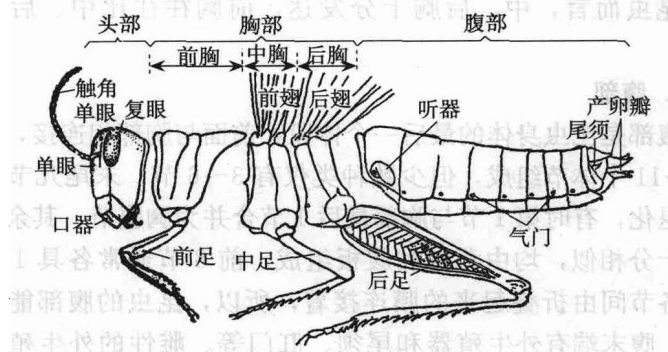


图1-1 昆虫的特征图(蝗虫体躯侧面观)

口器（嘴）和 1 对触角，通常还有复眼及单眼。胸部是运动中心，具 3 对足，一般还有 2 对翅。腹部是生殖与代谢中心，其中包含着生殖器和大部分内脏。昆虫在生长发育过程中要经过一系列内部及外部形态上的变化，才能转变为成虫，这种体态上的改变称为变态。

1. 头部

头部是昆虫身体最前面的一个体段，由几个体节愈合而成，外壁坚硬。头的上前方有 1 对触角，下方是口器（嘴），两侧通常有 1 对大的复眼，头顶常有 1~3 个小的单眼。这些器官的形态因昆虫种类不同而有所变化。例如，触角有线状、念珠状、锯齿状、梳状、羽状、棒状、锤状、鳃叶状、膝状、环毛状、刚毛状和具芒状等类型。

2. 胸部

胸部是昆虫身体上紧接在头部后面的体段，借着能伸缩的膜与头部相连，由前胸、中胸和后胸 3 个体节组成。各节均由 1 块背板、1 块腹板和 2 块侧板组成。每一胸节在腹侧有 1 对足，分别称为前足、中足和后足，在中胸和后胸背板的外侧缘各着生有 1 对翅。为适应足和翅的运动，胸节需承受强大的牵引力，所以，胸节骨板的骨化程度高，而且节间相接紧密。对有翅昆虫而言，中、后胸十分发达，前胸往往比中、后胸小得多。

3. 腹部

腹部是昆虫身体的最后一个体段，前面与胸部相连接，一般由 9~11 个体节组成，但少数种类仅有 3~6 节，末尾几节常合并或退化，有时第 1 节与胸部最后 1 节合并为胸腹节，其余各节构造十分相似，均由背板和腹板组成。前 8 节通常各具 1 对气门。各节间由折叠起来的膜连接着，所以，昆虫的腹部能自由伸缩。腹末端有外生殖器和尾须、肛门等。雌性的外生殖器统称为产卵器，雄性的外生殖器统称为交配器。雄性外生殖器的

构造特征是鉴定近缘种类的重要依据。尾须通常是 1 对须状的突起，为第 11 腹节的附肢。尾须上常有许多感觉毛，是感觉器官。有的昆虫在尾须间还有 1 条中尾丝，由第 11 腹节背板延伸而成。

4. 昆虫的变态

根据各虫态体节数的变化、虫态的分化和翅的发生过程等特征，可将昆虫的变态分为五种主要类型：①增节变态：为原尾虫特有，是昆虫中最原始的一类变态，其特点是，从幼虫期到成虫期，腹部的体节数逐渐增加。初孵化时腹部只有 9 节，以后逐渐增至 12 节。第 12 节是尾节，所增加的 3 节均由第 8 腹节增生而来。②表变态：初孵幼体已基本具备成虫的特征。在胚后发育过程中，仅是个体增大，性器官成熟，触角和尾须节数增多，鳞片及刚毛增长等，同时成虫仍继续蜕皮。这类变态见于跳虫类、铗尾虫和衣鱼类昆虫。③原变态：为蜉蝣类昆虫特有，是有翅昆虫中最原始的变态类型，其主要特点是，从幼体转变为真正的成虫要经过一个亚成虫期。亚成虫期很短暂，亚成虫外形与成虫相似，性已发育成熟，翅也展开，并能飞翔，但体色浅，足较短，多呈静止状态。④不全变态：个体发育经历卵、幼体和成虫 3 个阶段，翅在幼体的体外发育，成虫特征随着幼体的生长发育而逐渐显现，其幼体通常称为若虫，如椿象、蝗虫、螳螂等许多昆虫（图 1-2A）。⑤全变态：个体发育经历卵、幼体、蛹和成虫 4 个阶段，翅在幼体的体内发育，这类昆虫的幼体称为幼虫，如甲虫、蚂蚁、蝴蝶等许多昆虫（图 1-2B）。

5. 昆虫与近亲的区别

日常生活用语“虫子”并不全指昆虫，因为人们常常把跟昆虫有近亲关系的小动物也称为“虫子”。所以，有些不属于昆虫的小动物往往被误认为昆虫。事实上，这些小动物在形态特征上同昆虫有明显的区别（表 1-1）。

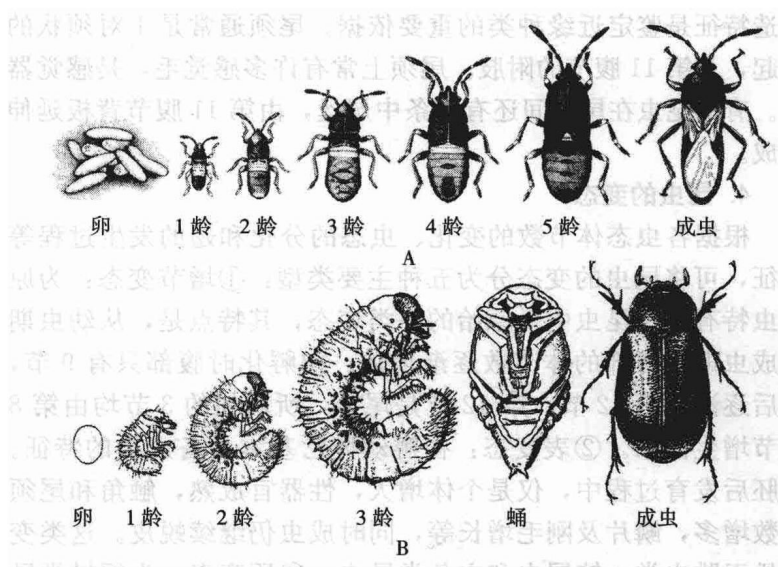


图 1-2 昆虫变态的两种主要类型

A. 不全变态 B. 全变态

表 1-1 昆虫与其近亲的形态特征对比

类别	形态特征	代表性种类
昆虫纲	头部、胸部和腹部。触角 1 对。3 对足。有翅或无翅	蝗虫、蝴蝶等
甲壳纲	头胸部和腹部。触角 2 对。5 对足。无翅	虾、蟹等
蛛形纲	头胸部和腹部。1 对螯肢，1 对足须，4 对足。无翅	蜘蛛、蝎子等
多足纲	头部和胸腹部。触角 1 对。每体节有 1~2 对附肢。无翅	马陆、蜈蚣等

二、昆虫的内部特征

昆虫躯体内有各种各样的器官和组织，它们构成了肌肉、消化、排泄、循环、呼吸、神经和生殖等系统（图 1-3）。各系统除了执行自己的特殊功能外，还相互配合完成昆虫个体的生命活动和种族繁衍。正所谓，昆虫虽小，“五脏”俱全。

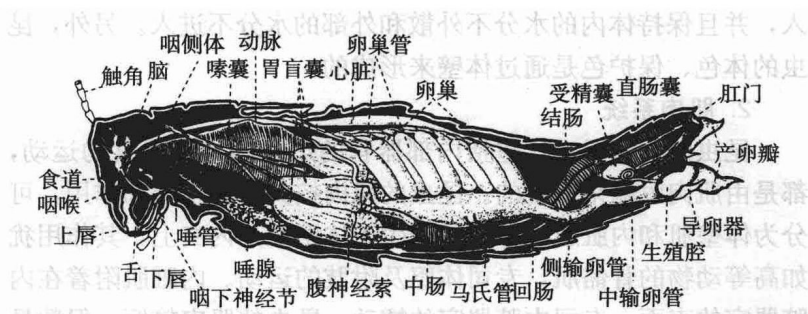


图 1-3 昆虫的内部器官 (仿 Matheson)

1. 体壁

昆虫体躯的外面为含有几丁质的躯壳，称之为体壁。昆虫的体壁大部分骨化为骨板，这些骨板形成外骨骼，维持着昆虫的体形。体节之间存在着未骨化的、柔软的节间膜，从而增加昆虫体躯的活动性。骨板有一些皱褶，并内陷形成内脊或内突，这些内脊和内突构成了昆虫的内骨骼。运动的肌肉着生在内骨骼上，所以，昆虫是典型的“骨包肉”。

昆虫体壁的构造比较复杂，可分为 3 个主要层次，由外向内依次为表皮层、皮细胞层和底膜。表皮层是皮细胞层分泌的非细胞性物质。体壁的许多特性，如坚硬性、弹性、不透水性等，都是表皮层表现出的特性。表皮层可进一步分为外层的上表皮（由外向里依次为护蜡层、蜡层和角质精层），含有骨蛋白、色深且坚硬的外表皮，以及含有几丁质和蛋白质复合体的内表皮。皮细胞层是一个连续的单细胞层，有较活泼的分泌机能，其分泌活动随蜕皮的进程而起着周期性的变化。皮细胞特化还可形成昆虫体表的外长物（如刚毛、鳞片、刺、距），以及各种感觉器官和陷入体内的各种腺体。底膜是紧贴在皮细胞层下的一层薄膜，由血细胞分泌形成，主要成分为中性黏多糖，它起着隔离皮细胞层与血腔的作用。

体壁是昆虫的保护器官，免受外来微生物和其他物质的侵

入，并且保持体内的水分不外散和外部的水分不进入。另外，昆虫的体色、保护色是通过体壁来形成的。

2. 肌肉系统

昆虫的一切运动，包括内部器官的运动和外部器官的运动，都是由肌肉收缩来实现的。昆虫的肌肉按其着生部位和作用，可分为体壁肌和内脏肌。体壁肌着生于体壁及其内突上，其作用犹如高等动物的骨骼肌，专司体躯及附肢的运动。内脏肌附着在内脏器官的表面，专司内脏器官的蠕动。昆虫的肌肉较短，但数量比较多，如蝗虫有 900 条肌肉，蛾类和蝶类幼虫的肌肉多达 4 000 余条，而人只有 792 条。

昆虫通过肌肉系统来维持其基本形态，通过肌肉的收缩来实现昆虫的一切活动和行为。昆虫的飞行肌可以极快的速度收缩，且能持续较长时间，其翅振频率可高达每秒 1 000 次。昆虫能表现出很大的力量，例如，蜜蜂可携带与其体重相等的花粉，跳蚤可跃起超出体长 40 倍的高度。

3. 消化系统

昆虫的消化系统包括一条自口到肛门、贯穿于体腔中央的消化道，以及与消化有关的唾液腺。昆虫的消化道可分为前肠、中肠和后肠 3 个部分。在前、中肠之间有贲门瓣，用以调节食物进入中肠的量。在中、后肠之间有幽门瓣，控制食物残渣排入后肠。前肠具有摄食、磨碎和暂时贮藏食物的功能。中肠又叫“胃”，是分泌各种消化酶、消化食物及吸收营养物质的主要部位。后肠除了排除食物残渣和代谢废物外，还有吸回水分和无机盐类、调节血液渗透压和离子平衡的功能。由于取食方式的差异和食物种类的不同，各种昆虫的消化道常发生不同程度的变异。

4. 排泄系统

昆虫的排泄系统包括各种排泄器官和组织，如体壁、气管系统、消化道、马氏管、脂肪体及围心细胞等。马氏管是最主要的排泄器官，为细长的管状物，着生于中、后肠交界处，其基端开

口于中肠和后肠的交界处，末端封闭，游离于血腔内的血淋巴中。除蚜虫等少数昆虫没有马氏管外，绝大多数昆虫都具有数目不等的马氏管。例如；介壳虫仅有 2 条，有的蝗虫多达 200 条。一般马氏管的数目与其长度成反比，即马氏管数目多的，一般都比较短，而数目少的则比较长。

昆虫排泄系统的主要功能是排除体内的代谢废物（如二氧化碳、水、含氮化合物以及无机盐类的结晶体等），以调节体内水分和无机盐的平衡，维持血液一定的渗透压和化学成分，保证各内脏器官和组织进行正常的生理活动。

5. 循环系统

昆虫的循环系统主要包括一条背血管及辅搏器。背血管是昆虫的主要搏动器官，可分为前端的动脉和后部的心脏两部分。昆虫的血液兼有哺乳动物的血液及其淋巴液的特点，因此又称“血淋巴”。但是，昆虫的血液不含血红素，无携氧功能。昆虫的循环系统是开放式的，没有哺乳动物那样与体腔完全分离的网管系统。昆虫的血腔就是整个体腔，所有的内脏器官都浸浴在血液中。这种开放式循环方式的主要特点是血压低、血量大，并随着取食和生理状态的不同，其血液的组成变化很大。

循环系统的主要功能是运输养料、激素和代谢废物，维持正常生理所需的血压、渗透压、pH 和离子平衡，参与中间代谢，清除解离的组织碎片，修补伤口，对侵染物产生免疫反应，以及飞行时调节体温等。

6. 呼吸系统

昆虫缺少高等动物的肺器官，其呼吸系统是由气门和气管系统组成。气管系统包括一系列的气管、支气管和伸入到组织和细胞中的微气管，以及由气管特化而来的气囊。气管在组织学上虽然构造简单，但在虫体内的分布却非常发达，是一种高效率呼吸机构。它可将氧直接输送到呼吸组织中，从而弥补了昆虫血液不能携带氧的缺陷。

昆虫的呼吸过程和一般动物相同，包括两个不可分割的环节：一是外呼吸，指昆虫通过呼吸器官与外界环境之间进行气体交换，即吸入氧气和排出二氧化碳，是一个物理过程，主要依靠扩散作用；二是内呼吸，指利用吸入的氧气，氧化分解体内的能源物质，产生高能化合物——ATP（三磷酸腺苷），是一个化学过程。对飞行肌和一些耗氧量大的组织，仅靠被动的扩散无法满足其供氧需求，昆虫还得依赖于主动的通风作用。通风方式有两种：其一是气管本身的伸缩性，收缩时气管容量可减少 30%；其二是气囊的收缩和膨胀，血液或身体弯曲所产生的压力使气囊收缩，身体伸直或压力减少时，气囊则膨胀。

7. 神经系统

昆虫的神经系统除脑以外，主要是由一系列神经节组成的腹神经索。该系统由中枢神经系统、交感神经系统和外周神经系统三部分组成。中枢神经系统是昆虫神经脉冲和内分泌的控制中心；交感神经系统主要控制消化道、气门和背血管；外周神经系统是由感觉神经元和运动神经元的神经纤维组成的神经网络，主要分布在软体幼虫的体表。

昆虫的神经系统联系着体壁表面和体内各式各样的感受器和反应器，由感受器接受刺激，引起电位改变，产生冲动，再由神经细胞产生激应，将冲动传导到肌肉、腺体等反应器，引起肌肉的收缩和腺体的分泌活动。

8. 生殖系统

昆虫的生殖系统是繁殖后代、延续种族的器官。该系统包括外生殖器和内生殖器两个部分。外生殖器用以完成雌、雄虫的交配和受精作用。内生殖器主要包括生殖腺和附腺（如卵巢、睾丸、输卵管及输精管等），以及各种管道（如中输卵管、阴道及射精管等），其作用是产生成熟的精子和卵细胞。当雌、雄虫交配时，雄虫排出的精子贮存在雌虫的受精囊中，成熟的卵子在排出阴道时受精，变成受精卵。

三、昆虫的种类特征

1. 昆虫的种类数

昆虫是地球上种类最丰富的动物类群。全世界的昆虫可能有1 000万种,但是,目前已被认知的昆虫种类仅100多万种,占已知动物种类的 $2/3 \sim 3/4$ 。现在世界上每年大约发表1 000个昆虫新种。我国幅员辽阔,自然条件复杂,是全球昆虫种类最多的国家之一。一般来说,我国的昆虫种类占全世界的 $1/10$ 。迄今为止,我国已定名的昆虫只有5万多种。可见,我国还有非常多的昆虫新种等待人们去发现和命名。

2. 昆虫的命名

按照《国际动物命名法规》规定,昆虫的科学名称采用林奈的双名法命名,即一种昆虫的学名由属名和种名2个拉丁化的文字组成,在种名之后通常还附上定名人的姓,如家蚕的学名为 *Bombyx mori* Linnaeus。

昆虫学名的书写格式有如下要求:①顺序:属名+种名+定名人的姓。②大小写:属名和定名人的姓第1个字母均为大写,种名第1个字母小写。③正斜体:属名和种名为斜体,定名人的姓为正体。④定名人的姓有时可略写,例如,林奈 Linnaeus 可略写为“L.”。⑤当某一种的属名被修订或种名被更改时,原定名人的姓氏要加圆括号,以便查对,如三化螟 *Scirpophaga incertulas* (Walker) 由原来的 *Schoenobius* 属移到了 *Scirpophaga* 属。⑥若是亚种,则采用三名法,即将亚种名直接放在种名之后,其书写格式同种名。例如,东亚飞蝗的学名为 *Locusta migratoria manilensis* (Meyen)。

科学上采用最早发表的学名,这叫做“优先权”。一种昆虫只能有一个学名。凡后人将该种昆虫定为别的学名的,应作为“异名”而不被采用。同样一个学名,只能用于一种昆虫,如果