

农业昆虫学

第一分册

农业昆虫学基础

(植保专业)

广东农林学院

植保系昆虫学教研组编

1974.2.

农业昆虫学

序 言

遵照毛主席关于“教育要革命”“教材要彻底改革”的指示，在学院党委、系党总支的领导下，自1970年开始，经过两年多来教育革命的实践，并吸取各兄弟院校教改的经验，我们初步编写出这本“农业昆虫学”作为植物保护专业农业昆虫学课程的试用教材。

“农业昆虫学”教材分成三册。第一册为“农业昆虫学基础”，内容包括有昆虫外部形态、昆虫体壁、内部器官及其机能，昆虫的生殖与发育以及昆虫各目的一般认识等。第二册为“昆虫的分类与农业害虫的识别”，内容比较详细地介绍与农业害虫有密切关系的“目”、“科”以及一些重要农业害虫的分类特征，并附有这些重要“科”和害虫的检索表。第三册为“主要农作物害虫的发生与防治”，结合本省地区特点，着重介绍粮、油、果树、蔬菜及其它经济作物等重要害虫种类的发生规律和防治。至于农业昆虫与环境因子的关系以及这些因子在测报与防治上的应用，将加以专题的形式讨论和补充。“农业害虫生物防治”则另编写为一门独立的教材，以适应当前生产和今后教学的需要。

“农业昆虫学”教材中编写的次序，我们是从教材的系统性和方便于学员阅读及掌握这门课程内容出发的。为着使教学和生产结合得更紧密，在教学实践中，根据农作物生长季节及害虫发生的情况，将农业昆虫基础及分类部分与防治有机地联系起来，既从照顾系统性，又灵活地结合现场进行讲授，更能加深对害虫的认识。

在编写“农业昆虫学”教材的过程中，我们力求在内容上能反映出实践性、科学性和先进性，但由于编写者政治思想和业务水平不高，缺点和错误一定不少，希望同志们批评指正。

广东农林学院 植保系

昆虫学教研组

一九七三年九月

农业昆虫学
第一分册：农业昆虫学基础

目 录

第一章 昆虫的外部形态	1 — 1
一、昆虫体躯的一般构造	1 — 1
二、昆虫的头部	1 — 3
三、昆虫的胸部	1 — 20
四、昆虫的腹部	1 — 30
第二章 昆虫的体壁、内部器官及其机能	2 — 1
昆虫的体壁	2 — 1
昆虫内部器官的位置	2 — 19
消化系统	2 — 21
昆虫的营养	2 — 37
神经系统和内分泌系统	2 — 47
昆虫的呼吸	2 — 70
循环系统	2 — 88
排泄系统	2 — 97
昆虫内生殖系统及机能	2 — 102
昆虫的感觉和行为	2 — 119
第三章 昆虫的发育和繁殖	3 — 1
一、三化螟的个体发育过程	3 — 1
二、昆虫的发育方式	3 — 15
三、昆虫的繁殖方式	3 — 27
第四章 昆虫分类——目的概述	4 — 1

一, 昆虫綱的分目	4 — 3
二 昆虫各目概說	4 — 13

第一章 昆虫的外部形态

昆虫属于节肢动物门昆虫纲，它是动物界中种类最多、分布最广的一类小动物。昆虫由于它的生活环境各种各样，其外形在长期的适应过程中，也发生了一系列的变化。尽管变化很大，但是它们的基本结构是一致的，各种不同的类型，只不过是基本结构的特殊性，在这一章，我们只简单的说明昆虫体躯外部结构的共同性，作为认识昆虫、了解昆虫外部结构与其生活习性的相互联系。从而为防治害虫打下必要的基础。

一、昆虫体躯的一般构造

昆虫就是节肢动物，也就是说，它们的体躯和附肢体都是分节的。昆虫的体躯由18—20个原始的体节组成。成虫整个体躯一般可明显的分为头、胸、腹三段；头部具有口器和一对触角，并具有一对复眼和1—3个单眼；胸部由个体节构成，具有三对胸足，一般还有两对翅；腹部大多由9个以上的体节所组成，末端数节除具有交尾及产卵用的外生殖器官外，还有尾须一对（图1）。

昆虫和其它一些节肢类动物都不具有高等动物的内骨骼系统。为了支持身体和供肌肉着生，它们体躯的最外面一层组织——体壁多已硬化成胍壳，构成所谓“外骨骼”系统（图2）。体壁并不是一个僵硬的外壳，在相邻二体节间未经胍化（硬化的膜质带——节间膜，就能够使昆虫的身体自由伸缩运动。

昆虫和其它节肢动物的区别，主要在于体躯划分的界限以及附肢特化的形式。如与昆虫很相近似的农作物红蜘蛛——红蜘蛛，属于蛛形纲，这一纲和昆虫的区别，就是它的体躯不像昆虫有界限分明的头、胸、腹三部分，而只分为头胸部和腹部，无触角及翅，并具有二对口器附肢及四对足（成虫）。

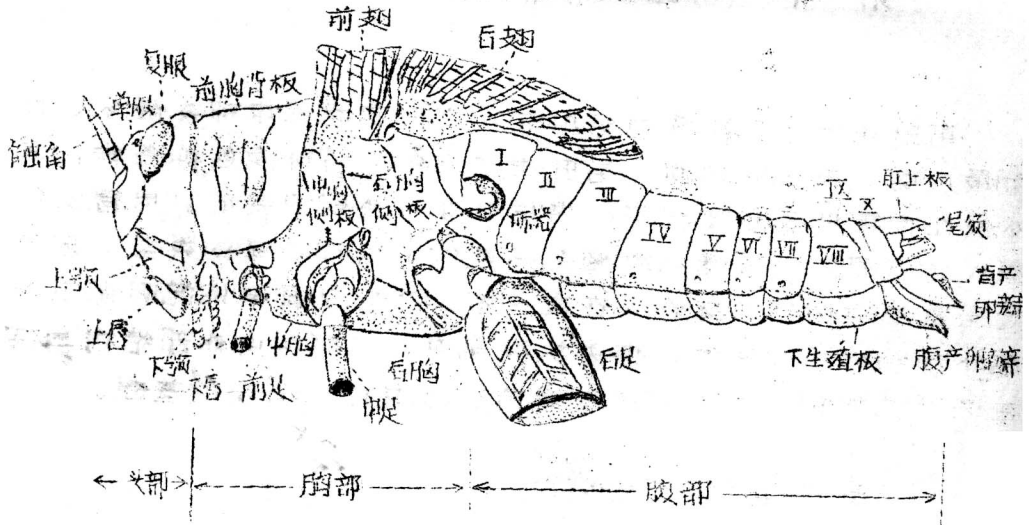


图1 蝗虫体躯的结构 (背面)

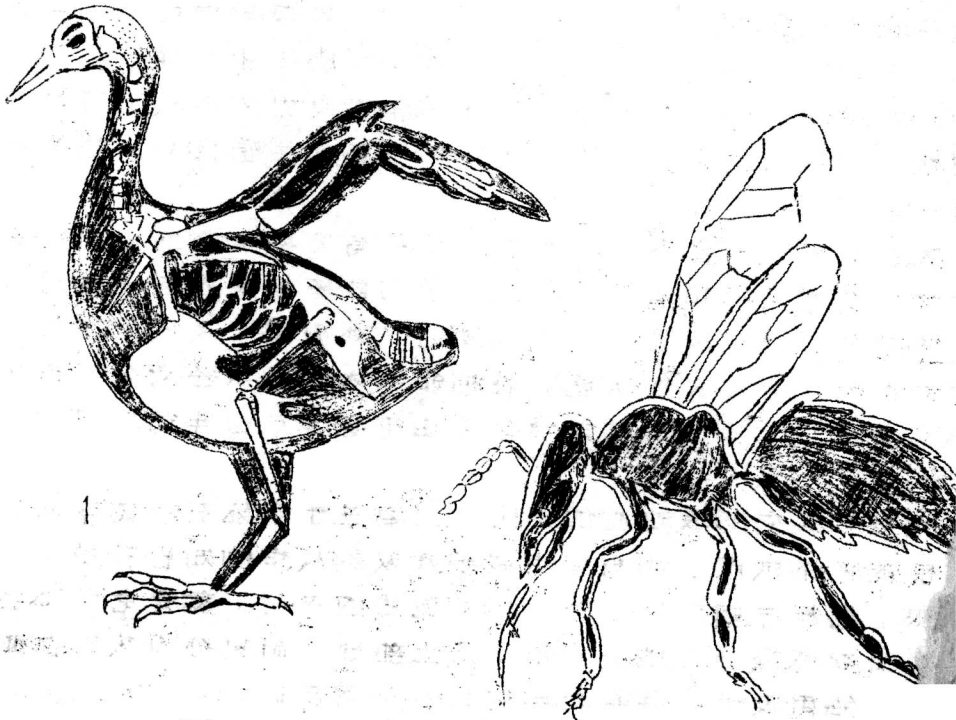


图2. 外骨骼与内骨骼的比较

1. 鸽的内骨骼

2. 蜜蜂的外骨骼

二、昆虫的头

昆虫的头位于身体的最前端，并以略收缩的颈与胸部相连。头部由几个体节愈合而成，在胚胎中，还可以看到分节的痕迹。经过不少人的研究，大多认为它不是由一个，便是由两个体节构成的。头部的壳坚硬，形成一个头壳，其上面着生感觉器官（触角、复眼和单眼）和口器。对感觉和取食的中心。头壳后面有一个圆孔，称为后头孔。昆虫的部份内部器官经此孔进入头内。

(一) 头部的分区

昆虫的头由蜕裂线和一些“沟”（缝）划分成若干区域。蜕裂线（头盖缝、头颅缝）位于头的正中央，通常为一“八”形的浅色线。是昆虫幼虫在蜕皮时头壳裂开的地方，所以在成虫期多已消失，只有不全变态的昆虫，到成虫时还全部或部分地保留着此线。“沟”是体壁向内陷折而成的，内陷的部分叫做“脊”，表面凹下的槽则称为“沟”。它的作用是供给肌肉着生和增强头壳的硬度。头壳上“沟”位置，各种昆虫虽有很大的变化，但也有一些“沟”是比较固定的，它们将头壳划分成下列几个主要区域（图3）。了解这些分区的名称，对于鉴别昆虫，掌握形态特征有一定的意义。现以蝗虫为例说明昆虫头部分区：

(1) 额唇基区——这一区是头壳的前面部分，包括额区和唇基（图3：1）两者由口上沟（额唇基缝）划分，口上沟以上的部分称为额，单眼位于额区，若具3个单眼时，则排成一三角形。口上沟以下的一横方形骨片称为唇基，唇基还可划分成前唇基和后唇基两部分（如半翅目和同翅目昆虫）。唇基下方连接着上唇。

(2) 颅侧区——头壳的侧面和顶部合称颅侧区（图3：2），从后头沟为其界限。复眼在这区内。顶部两复眼间的地方称颅顶（头顶）；两侧复眼以下称颊。颅顶与颊并无明显的分界。

(3). 后头区及次后头区——这是指即后面围绕着头头孔周围的=个拱形骨片(图3:3)。这是一个骨片都很窄,靠近后头孔的=右即次后头,第=个拱形骨片即后头区。通常把后头部分称为后头,后头的上方则称为后头区。但二者并非有明确分界的构造。实际上,一个虫体是不存在次后头,只有后头区。在头区上其=个大=个=个=个,即=个=个=个=个。

(4). 颞下区——颞下区侧面下缘常具有一沟(颞下沟),沟下方的一条狭形骨片,称为颞下区(图3:2)。此区边缘具有支持口器(上颚、下颚)的关节点。

(5). 上唇——上唇为附着在唇基下缘的一快能活动的薄片(图3:1)。上唇是双层的构造;外壁骨化,内壁膜质,其中央厚而有毛的部分称为内唇。内唇上具有味觉的感觉器官。

(6). 舌——舌为一囊状构造,着生在头壳的腹面,由体壁突起而成(图3:4)。舌和上唇以及唇基共同构成昆虫的摄食构造。

(7). 唇基——唇基为一块扁而宽的骨片,着生在头壳的腹面,由体壁突起而成(图3:5)。唇基和上唇、舌、下唇共同构成昆虫的摄食构造。

(8). 下唇——下唇为一块扁而宽的骨片,着生在头壳的腹面,由体壁突起而成(图3:6)。下唇和上唇、舌、唇基共同构成昆虫的摄食构造。

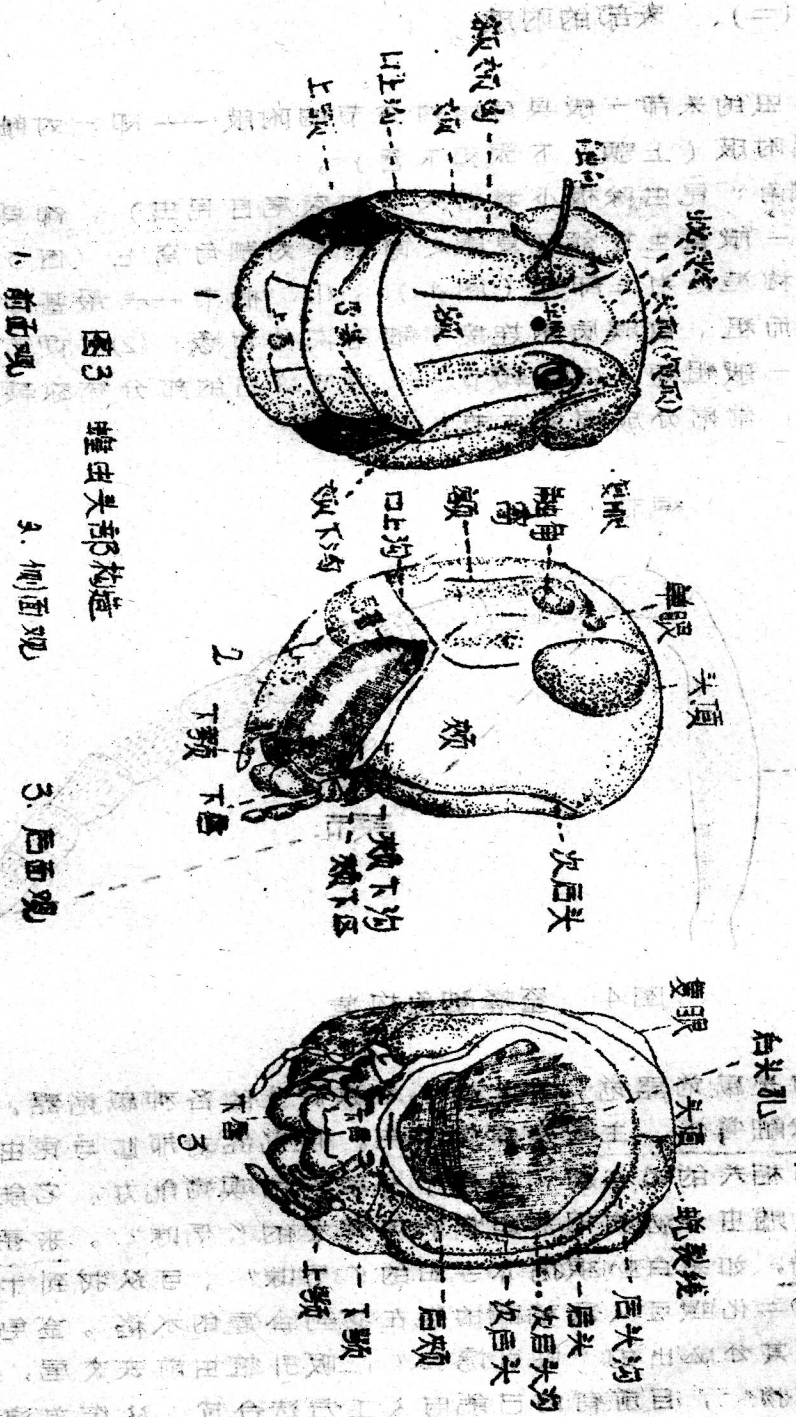


图3 蝇虫头部构造

1. 前面观

2. 侧面观

3. 后面观

(二)、头部的附肢

昆虫的头部一般具有四对分节的附肢——即一对触角和三口器附肢（上颚，下颚和下唇）。

触角：昆虫除极少数种类（如原尾目昆虫），都具有一对触角，一般着生在额区复眼之间的一对触角窝上（图3），它的基本构造分为三部分（图4）：(1)、柄节——最基部的一节，通常短而粗，由膜质圈连接于触角窝的边缘；(2)、梗节——第二节，一般粗短；(3)、鞭节——梗节以后的部分统称鞭节，变化很大，常常分成很多亚节。

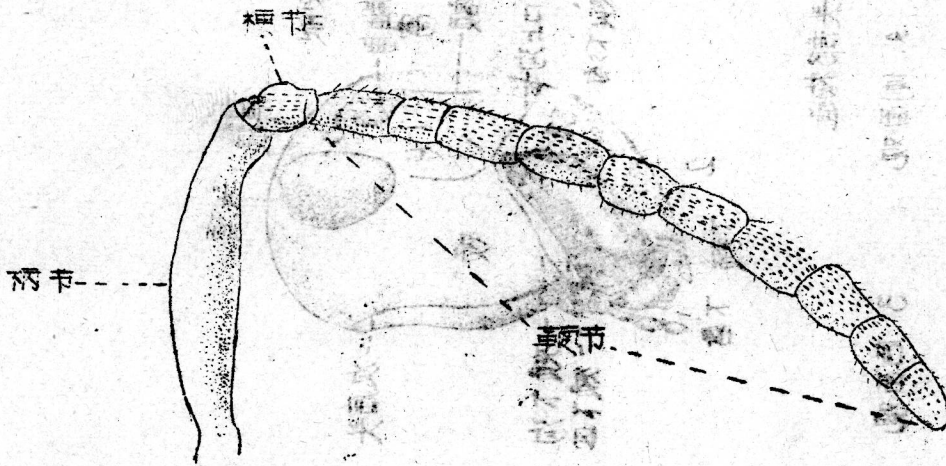


图4 蜜蜂触角构造

触角是感觉器官，其上着生有极多的各种感觉器。它的功能，除触觉外，主要是嗅觉作用。嗅觉器对那些与昆虫生命活动密切相关的化合物，具有十分敏锐的嗅觉能力，它能够根据食物及雌虫分泌物的某些物质所挥发的“气味”。来寻找食物和配偶。如菜白蚧根据桉子油的“气味”，可以找到十字花科植物，二化螟可以根据水稻的存在找到合适的水稻。金龟子的雌虫利用其分泌出的“性引诱物”，吸引雄虫前来交尾，这些“性引诱物”，目前有的已能用人工方法合成，以作为消灭害虫的一种方法。

昆虫触角的形状大小，不但因种类而异，甚至同一种类，雌虫和雄虫的触角也不相同（如许多蛾类和甲虫），故常可根据触角的形状来鉴别昆虫的种类和区别两性。^{昆虫触角主要作嗅觉和味觉作用，}此外，尚有少数昆虫的触角具有其它的功用，如雄性无菁的触角在交配时用从抱握雌虫等。

触角的形状很多，常见的有下列几种（图5）

(1)、丝状：触角细长，圆筒形，除基部二、三节略大外，其余各节粗细大致相等，如蝗虫。

(2)、刚毛状：短小如刚毛，基部1—2节较粗，愈到末端愈细，如叶蝉、蜻蜓等。

(3)、念珠状：各节为圆球形、大小相似，如白蚁等。

(4)、锯齿状：各节的上角向一边伸出似锯齿，如叩头虫和许多甲虫。

(5)、栉齿状：除基部第1—2节外，其余各节向一边或二边（双栉齿状或羽毛状）伸出成细枝状，形似梳齿或鸟羽，如某些甲虫的触角。双栉齿状特别见于雌性蛾类。

(6)、环毛状：除基部两节外，大部分其它各节具有一圈细毛，愈近基部的细毛愈大，如雄蚊触角。

(7)、球杆状：触角近端部数节逐渐膨大，状如棒球杆，如瓢虫。

(8)、锤状：类似球杆状，但端部数节突然膨大，状如一锤状物，如某些甲虫的触角。

(9)、鳃叶状：由锤状触角转化而来，末端数节延展成片状，常互迭在一起，如金龟子。

(10)、膝状：触角的柄节特长，梗节较小，鞭节由若干大小相仿的亚节组成，它与柄节同弯曲如膝状。如蜜蜂。

(11)、具芒触角：触角短，柄节与梗节成圆筒形，鞭节为刚毛状，着生于柄节基部，有时刚毛上还有许多细毛，如蝇类。

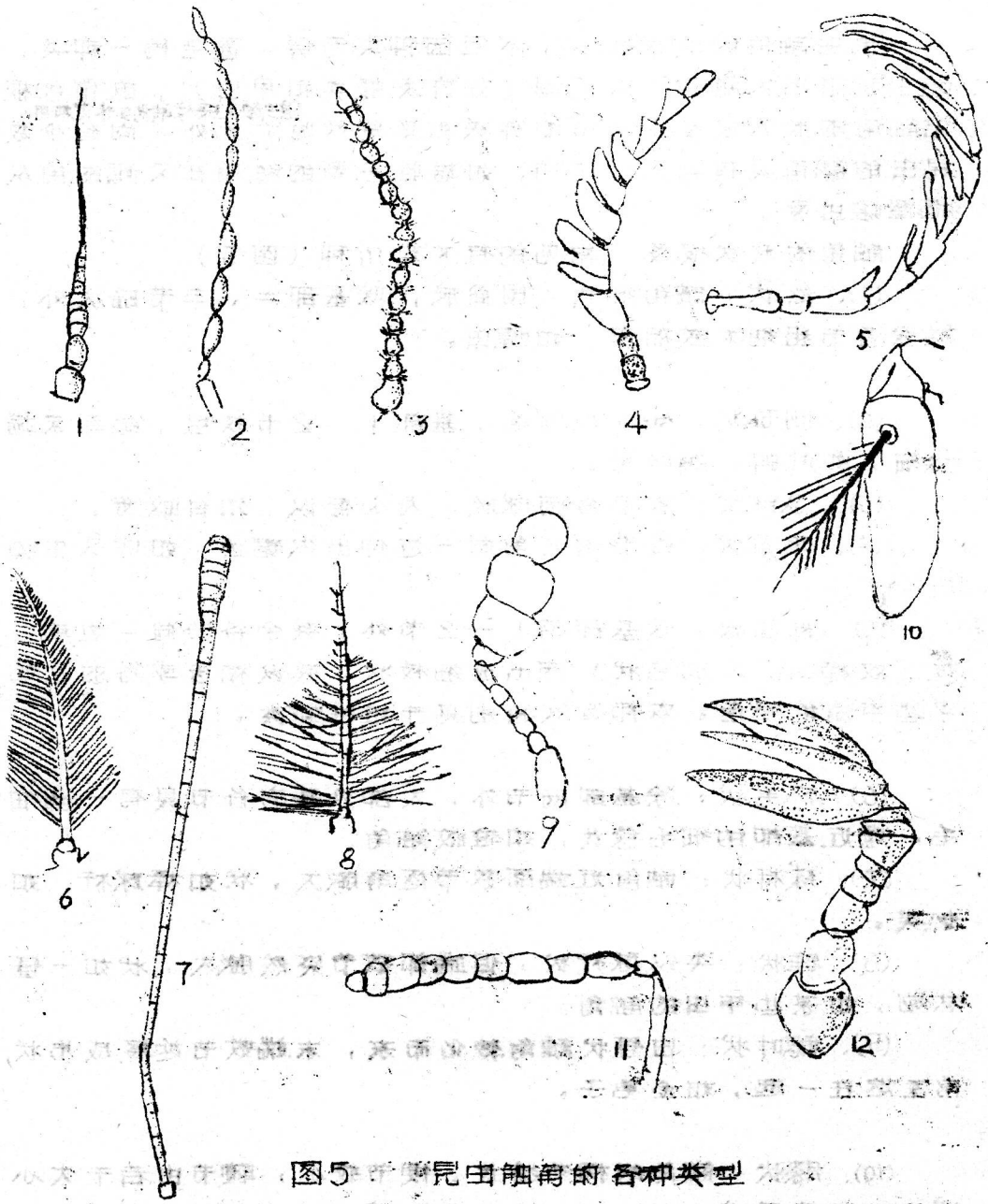


图5 各种昆虫触角的各类型

- 1. 刚毛状 (叶蝉)
- 2. 丝状 (蝗虫)
- 3. 念珠状 (白蚁)
- 4. 锯齿状 (无菁)
- 5. 带齿状 (甲虫, Pyrochroid)
- 6. 双带齿状 (毒蛾雄虫)
- 7. 球杆状 (菜白蚱)
- 8. 环毛状 (雄蚊)
- 9. 鞭状 (甲虫, Dermestes)
- 10. 具芒触角 (金蝇)
- 11. 膝状 (小蜂)
- 12. 鳃叶状 (金龟子)

口器：昆虫的口器是由大壳的上唇、舌和头部三对口器附肢（上颚、下颚、下唇）组合成的摄食机构。由于昆虫食性的复杂及取食方式的不同，口器的构造也发生很大的变化而形成各种类型。昆虫口器类型虽多，但都是由一种最基本的口器结构——咀嚼式口器演变而来的，一般将昆虫的口器分为咀嚼式口器和吸收式口器两大类型，了解昆虫口器结构及其为害的特点，对鉴别昆虫种类和进行害虫化学防治，具有重大的意义。

(1) 咀嚼式口器：这种口器是昆虫最原始的口器，它以动植物的组织或其它固体物质为食，如蝗虫，蝼蛄，蟋蟀等直翅目昆虫和鞘翅目昆虫。

咀嚼式口器包括五个部分（图6），除大壳的上唇及舌外，还有三对附肢——即上颚，下颚和下唇。上唇（图6:1），是头部前方的一块骨片，覆盖着口器的上面。上颚（图6:3,4），位于上唇之后，是一对坚硬而不分节的块状构造，每一上颚由二个关节连接在大壳的侧下缘，上颚的部有棱形的磨区（臼叶），用以磨碎食物，端部有齿状的刃区（齿叶），用以切断食物。下颚（图6:5,6），在上颚之后，左右成对，下颚分为五部分：连接于大壳，形状略似三角状的一节，称为轴节，其端部与茎节相接，茎节末端着生二个叶片——内侧的一片为内颚叶片（茎节），坚硬而有锐利的齿，可帮助咀嚼食物。在外侧具有多数感觉毛，形似匙状的一片，称为外颚叶（叶节），它可以把握食物。茎节中部还有一个通常分为5节的下颚须，用以感触食物。下唇（图6:7），位于下颚的后面，构造与下颚相似，但它是由组成口器的第三对附肢愈合成为片，所以不成对。它也分为五个部分：基部和大壳相连的一片称为后颊（相当于下颚的轴节）。后颊又常分为亚颊和颊两部分。其余的部分称为前颊（相当于下颚的茎节）。前颊末端有两对瓣状物——中间的一对为中唇舌（相当于下颚的内颚叶），外侧的一对为侧唇舌（相当于下颚的外颚叶）。前颊两侧各有一对通常分为3节的下唇须，下唇的主要作用为感触食物。舌（图6:8,9），为袋状的构造，悬于口腔中央，在基部有唾液的开口，唾液由此流出和食物混和。

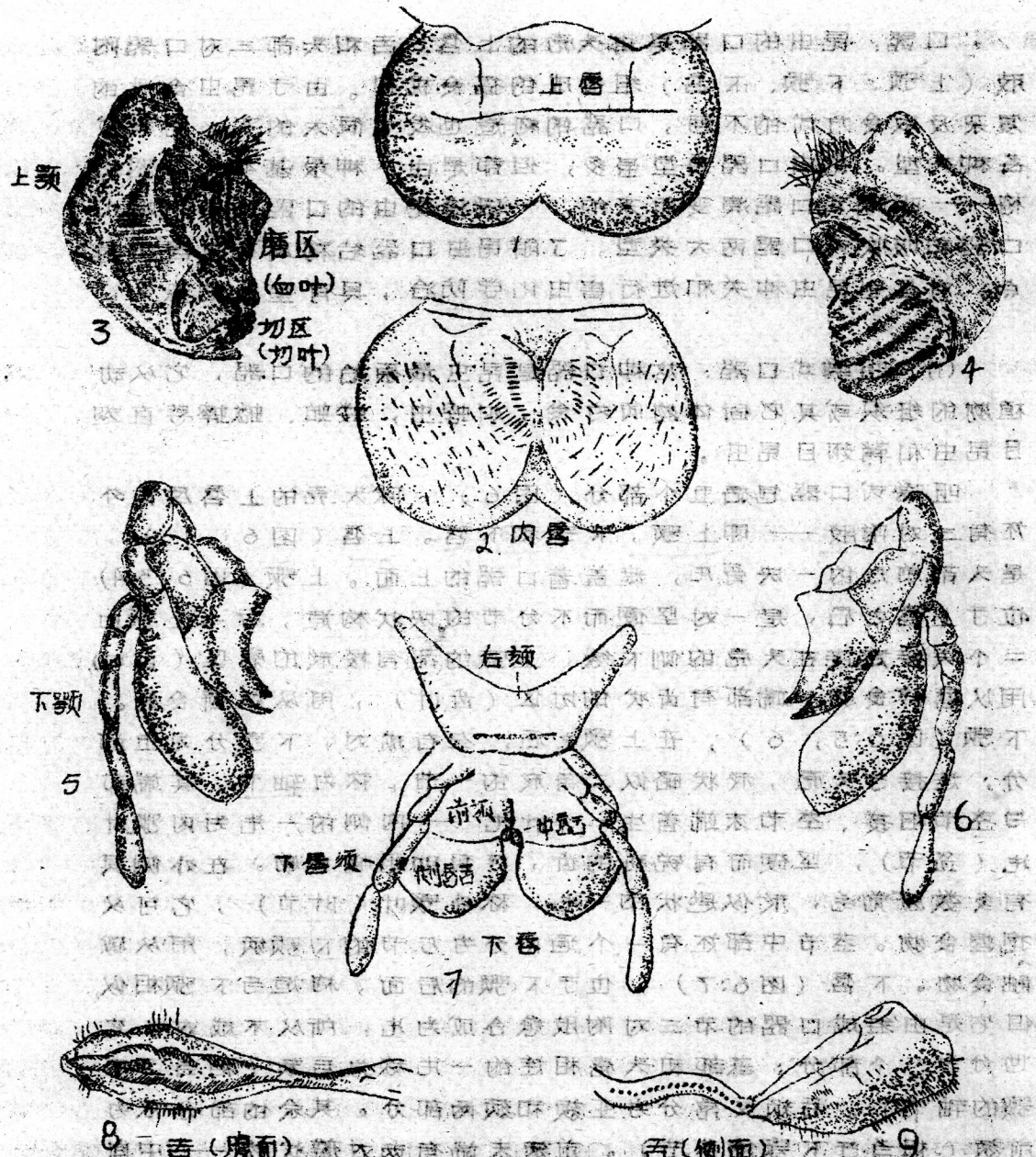


图6 咀嚼式口器构造(蝗虫)

8-舌(腹面)

9-舌(侧面)



图7 蝗虫口器(咀嚼式)各组成部分围成的腔及食物的进口。

咀嚼式口器的各个组成部分共同围成一个空腔，称为口前腔，舌着生于口腔中央，舌和上唇间的空隙，称为食管，为土颈活动的地方。食物在食管中经过充分咀嚼后，被送入消化道。(图7)

(2) 吸收式口器：这类口器由咀嚼式口器演化来的，以植物汁液或动物的体液为食，如蚊、蝉、蚜虫等。吸收式口器各组成部分的构造与咀嚼式口器比较，有着很大的变化，其主要不同点在于：口器的上颌和下颌（上唇、下唇和下唇）退化，但由于多次期适应取食多样化的结果，这类口器的构造也相应特化为下列几种型式。

刺吸式口器，能刺入动物或植物的组织吸取血液及组织液，如蚊、跳蚤、体虱以及蝉、蚜虫、蚜虫、介壳虫等(图8:6,7)。这类口器的特点是：①、上颌和下颌延长成极细的口针；②、下唇延长成喙；③、前肠前端(食管和咽喉的一部分)形成强有力

力的抽吸机构。兹以蝉为例，详细说明刺吸植物汁液的本类口器的构造与取食情况。

蝉的口器（图8-1）从外表看是一条管状而分为3节的喙，喙是由下唇延长而成，下唇须已消失，沿着喙的背面有一条纵沟，称舌槽，内藏上颚和下颚转化成的两对细长口针（图8:3），两上颚口针比较粗硬，尖端有倒刺，包被于下颚口针的外面，为主要的刺入工具。两下颚口针的内壁有两个槽，两根下颚口针彼此嵌合后，形成一个孔道，前面一个孔道连着咽喉称食物道；后面一个孔道和唾腺相连的称为唾液道（涎道）。下颚口针相当于咀嚼式口器中下颚的内颚叶，外颚叶已退化，下颚须则已消失。上唇变为三角形的小片，复盖在喙的基部（图8:1）。舌隐藏于口针基部（图8:5），很小，外面看不见。

蝉在取食时，必须把口针插入植物组织中，靠着食物道的毛细管作用以及前肠前端（食管）强大肌肉的抽吸作用，把液体食物沿着食物道吸进消化道。刺入时，借口针基部肌肉的作用，先由两上颚口针交替刺入，当两上颚口针深度相等时，下颚口针即跟着插入，如此逐次深入寄主组织（图9）。由于4口针互相嵌持，所以上下滑动时，不会分离。上颚口针端部的倒刺，用来固定其已刺入组织内的位置，这样肌肉收缩时，口针才不会倒退。喙是不能进入组织内的，随着口针的深入，喙向后层折，使头部接近食物面。

吮吸式口器，以家蝇为代表，这类口器包括一个粗而短的喙（图10:1），喙的大部分是肉质的，可以自由伸缩，不用时摺贴于头的下面。

喙本身是由下唇转化而来，内藏着一根扁平的舌，上面盖着一片剑状的上唇，在上唇和舌之间就是食物道。喙的末端具有一对连在一起的富有弹性的肾形的唇瓣，两唇瓣间有一个跟食物道相通的裂口，就是食物的进口。唇瓣腹面横列着很多很小的环沟（图10:2），这些环沟都能通达食物的进口。这类昆虫就用唇瓣来吮食物体表面的汁液，或吐出唾液润湿食物而后吸食其可溶或悬浮物质。

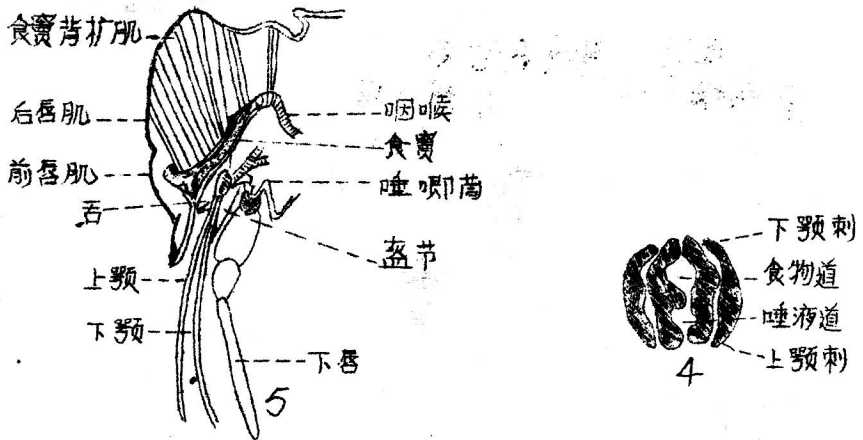
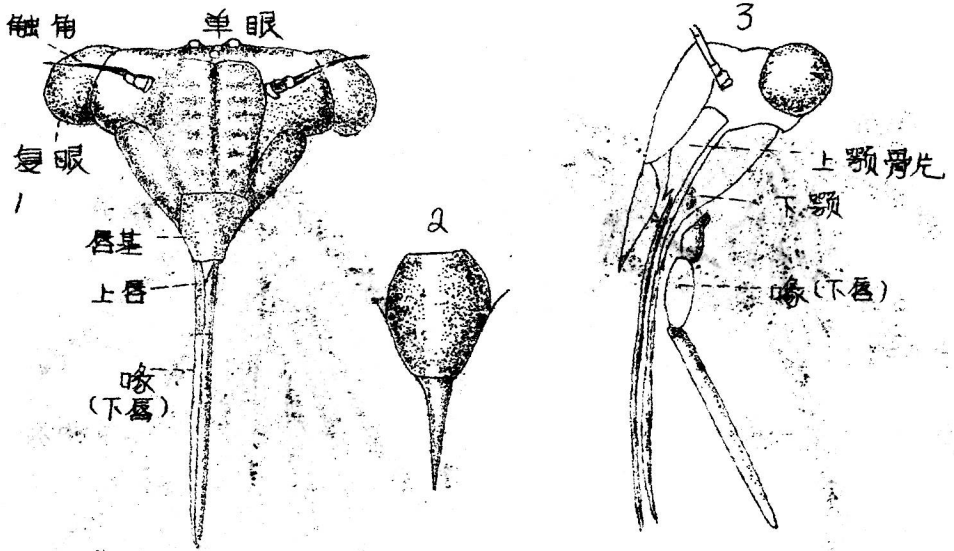


图8 蚱蝉的口器(刺)吸式

- 1. 头的正面
- 2. 唇基和上唇
- 3. 头的侧面
- 4. 喙的横切
- 5. 头部侧面纵切