第一部分　基础理论

第一章　昆虫的外部形态识别

知识目标

□ 掌握昆虫纲的特征。

□ 掌握昆虫头部、胸部、腹部、体壁的构造。

□ 掌握触角、眼、口器、足、翅的基本结构及类型。

□ 了解昆虫外部构造与害虫防治的关系。

昆虫纲是动物界中最大的一个纲。科学意义上的昆虫是成虫期具有下列特征的一类节肢动物。

（1）体躯由若干环节组成，这些环节集合成头、胸、腹 3 个体段。

（2）头部是取食与感觉的中心，具有口器和触角，通常还有复眼及单眼。

（3）胸部是运动与支撑的中心，成虫阶段有 3 对足，一般还有 2 对翅。

（4）腹部是生殖与代谢的中心，其中包括生殖系统和大部分内脏，无行走用途的附肢。

昆虫在生长发育过程中，通常要经过一系列内部及外部形态的变化才能变成性成熟的个体。昆虫纲与近缘纲区别见表 1-1。

表 1-1　昆虫纲与近缘纲比较

纲	代表	体段	足	触角
蛛形纲	蜘蛛	头胸部和腹部	4 对	—
甲壳纲	龙虾	头胸部和腹部	至少 5 对	2 对
唇足纲	蜈蚣	头部和胴部	每节 1 对，第 1 对特化为毒爪	1 对
重足纲	马陆	头部和胴部	除前方 3、4 节及后方 1、2 节外，每节 2 对	1 对

昆虫纲	蝗虫	头、胸、腹	3 对	1 对

第一节　昆虫身体的一般构造

一、昆虫的大小

昆虫的体长是指自头部最前端到腹部末端的长度，不包括头部的触角、口器和腹末尾须及外生殖器等的长度。翅展是指翅展开时，两前翅翅尖之间的直线距离。

根据体长描述昆虫的大小常以大、中、小型或微型表示。

微型：2 mm 以下；

小型：3～14 mm；

中型：15～39 mm；

大型：40～99 mm；

巨型：100 mm 以上；

一般昆虫的体长在 5～30 mm，翅展在 15～50 mm。

二、昆虫的体形和体向

描述昆虫的体形时，常用细长、长形、圆形、椭圆形、半球形、扁平、侧扁等词语或以某一常见物体的形状来说明。

描述昆虫体向时，常对昆虫的各结构定位，常用的体向有前、后、背、腹、侧、左、右、内、外、基、端等。

三、昆虫的体躯

（一）体　躯

昆虫的体躯由一系列环节组成，每一个环节称为 1 个体节，体节间以节间膜相连。有些体节的侧面着生有成对和分节的附肢。为满足保护内脏和虫体运动的需要，昆虫的体壁常常硬化，形成骨片。昆虫的体节分别集合形成具有不同功能的 3 个体段，即头部、胸部和腹部。如蝗虫体躯的构造如图 1-1 所示。

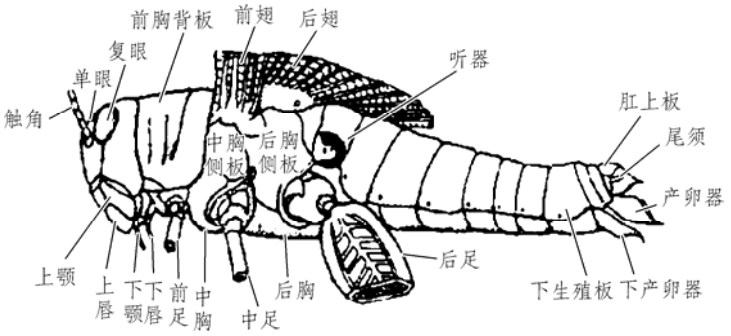

图 1-1　蝗虫体躯的构造

（二）体节的分区和构造

昆虫的体躯或各个体节一般为圆筒形，可按肢基的位置将其分为 4 个体面。两侧肢基着

生部分为侧面，肢基上面的部分称为背面，肢基下面的部分称腹面。

昆虫的体壁大部分骨化为骨板，形成外骨骼。体壁的骨化不仅具有保护作用，还可以供肌肉着生，成为重要的运动机械。各体节的骨化区，依其所在的体面分别命名为：背板、腹板和侧板。骨板常在适当的部分向里褶陷，称为沟；由沟可将骨板划分为若干小片，称为骨片；按骨片所在骨板，分别称为背片、腹片和侧片。

体壁沟下陷入部分呈脊状、板状者称内脊，成刺突或叉状者称内突，内脊与内突构成昆虫内骨骼。依其所在的部位和形状的不同，名称也各不相同，在头部的称为幕骨；在体躯背面的称为悬骨；在腹面的称为内刺突和叉突；侧面的称为侧内脊。在昆虫中所谓的缝是由相邻两骨片并接所留下的分界线。如图 1-2 所示。

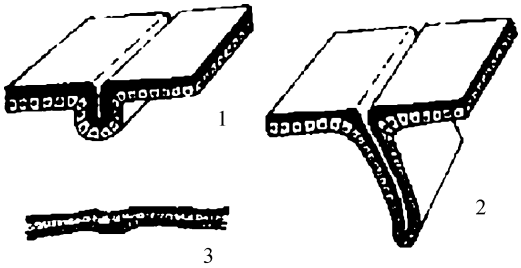

图 1-2　昆虫体壁上沟的三种类型

1—内脊；2—内突；3—缝

（三）昆虫体躯的分节方式

昆虫体躯的分节方式有两种（图 1-3），一种是初生分节，另一种是后生分节。

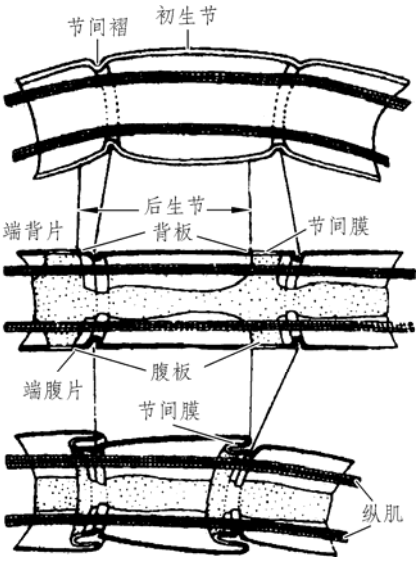

图 1-3　昆虫体躯的分节方式

1. 初生分节

一般昆虫的幼期体躯的分节是以体壁的环形凹陷划分的，节间凹陷称为节间褶，两节间褶之间的部分为一个体节，叫做初生节，这种分节方式称为初生分节。纵肌附着在节间褶上，

当纵肌收缩时，体节随之缩短；纵肌放松时，体节随之伸长。

2. 后生分节

昆虫成虫，体壁大多骨化，节间褶也骨化，节间褶向里突出形成内脊，供肌肉着生。在节间褶的前面有一狭条未骨化的膜质部分，叫作节间膜，节间膜为体节的分界线，这种分节方式叫作后生分节。以后生分节方式所形成的体节叫作后生节。随纵肌的张弛，前后体节的骨板以前套后的套叠方式，使虫体体躯缩短或伸长。

（四）昆虫的附肢

节肢动物具有成对分节的附肢。附肢的原始功能为运动器官，但在各类节肢动物中，已演化成不同功能的器官。例如昆虫头部的触角和口器，胸部的足和翅，腹部的外生殖器的一部分和尾须等。

第二节　昆虫的头部

头部是昆虫身体的第 1 个体段，由数个体节组成，头部着生用于取食的口器，具有感觉功能的 1 对触角、l 对复眼和 0～3 只单眼，故头部是昆虫感觉和取食的中心。

一、头壳的基本构造

昆虫的头部是由数个体节愈合而成的一个完整的头壳，昆虫的头壳是一个完整的高度骨化的硬壳，称为颅壳。

（一）头壳上的蜕裂线和沟

昆虫头壳上比较重要的线和沟有以下 8 条。

1. 蜕裂线

蜕裂线位于头部背面，一般呈倒“Y”形。其中干（又称冠缝）起自胸部背面中央，伸达头部复眼之间分叉成为两条侧臂（又称额缝）。幼虫脱皮时就沿着这条线先裂开，故称为蜕裂线。蜕裂线在幼虫期很显著；在不全变态类的昆虫成虫中，还有部分或全部留存的现象；而在全变态类的成虫中，则全部消失。

2. 沟

昆虫头壳上沟的数目和位置变化很大，常见的有以下几类（图 1-4、图 1-5）。

（1）额唇基沟：又称口上沟，位于口器上方，两个上颚基部前关节之间，即额区和唇基区的分界线。

（2）额颊沟：额颊沟位于复眼下方至上颚基部之间，是额区和颊区的分界线。此沟常见于直翅目和革翅目昆虫中。

（3）围眼沟：环绕复眼周围的体壁内陷形成的沟。

（4）颅中沟：在有些昆虫（主要为幼虫）的头壳上，沿蜕裂线的中干内陷成一深脊，外面留下的沟就叫颅中沟。

（5）后头沟：头后面环绕头孔的第 2 条拱形沟。后头沟的两端下达到上颚的后头节处。

（6）次后头沟：头后面环绕头孔的第 1 条拱形沟。

（7）颊下沟：颊下沟位于头部侧面的下方，是由额唇基沟到次后头沟之间的一条横沟。

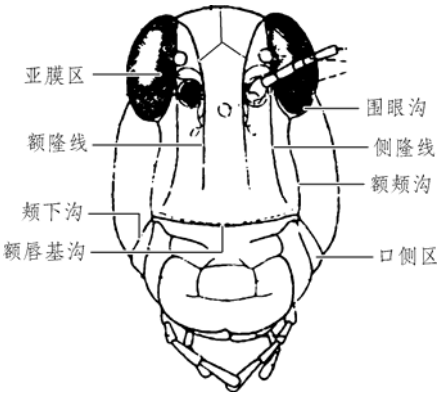

图 1-4　东亚飞蝗的头部前面观（模式图）

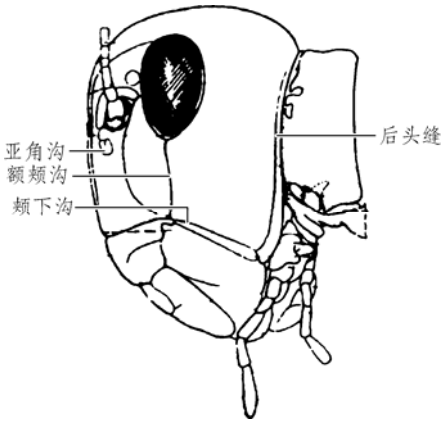

图 1-5　东亚飞蝗的头部侧面观（模式图）

（二）头壳的分区

根据昆虫头壳上的沟和线，可将头壳划分为若干区，各个区的形状和位置常随沟和线的变化而变动。通常可分为以下各区（图 1-6）：

（1）额区：位于头的正面，包括蜕裂线侧臂之下、两条额颊沟之间和额唇基沟之上的区域。单眼即着生在额区。

（2）唇基区：额唇基沟之下和上唇之间的一块方形骨片。某些昆虫的唇基上有一条唇基沟，将唇基分为后唇基和前唇基两部分。额区和唇基区合称为额唇基区。

（3）头顶：指额区之上、两复眼之间即头壳的背面部分，也称颅顶。

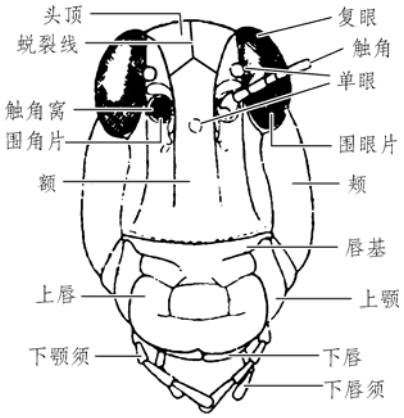

图 1-6　东亚飞蝗的头部前面观（模式图）

（4）颊区：为头的两侧面、包括复眼之下、额颊沟之后、后头沟之前、颊下沟之上的部分。颊区与头顶合起来又称颅侧区。

（5）颊下区：为颊下沟下面的狭小骨片。其下缘具有支接上颚的两个关节。

（6）后头区：后头沟与次后头沟之间的拱形骨片。

（7）次后头区：是后头区之后环绕头孔的拱形狭片。

二、头　式

由于昆虫的取食方式不同，其口器在头部的着生位置和方向也不同，据此将昆虫头部的型式（即头式）分为三种类型。

（1）下口式：口器向下，头的纵轴与虫体纵轴大致垂直，称为下口式。大多数取食植物茎、叶的昆虫（如蝗虫）和鳞翅目的大多数幼虫属此类型。该类型昆虫的取食方式比较原始。

（2）前口式：口器向前，头的纵轴与虫体纵轴成一钝角或近于平行，称为前口式。很多捕食性及钻蛀性昆虫属此类型。如步甲、潜叶蛾幼虫等。

（3）后口式：口器向后，头的纵轴与虫体纵轴成一锐角，称为后口式。常见于刺吸式口器昆虫，如蝉、蝽、蚜虫等。

三、头部的感觉器官

昆虫的主要感觉器官是触角、复眼和单眼。此外，在口器附肢和舌上也生有各种类型的感觉器。

（一）触　角

大多数昆虫都具有 1 对触角。触角一般着生在头部的额区，有的位于复眼之前，有的位于复眼之间。

1. 触角的基本构造和功能

触角的基部着生在一个圆形的膜质窝内，这个窝叫作触角窝。触角窝的周围有一圈很窄的环形骨片，称为围角片。围角片上有一小突起，称为支角突，它与触角的基部相支接，整个触角以支角突为关节，可以自由活动。

触角是分节的构造，由基部向端部通常可分为柄节、梗节和鞭节 3 部分。

柄节一般较粗大，与触角窝相连。梗节是触角的第 2 节，通常较短小，有些昆虫（如雄蚊）的触角在梗节上具有一种特殊的感觉器，称为江氏器。

梗节以后（不包括梗节）的端部各节，合称为鞭节，鞭节通常又可分为若干亚节，在各类昆虫中变化很大，但在同一种内，一般都有固定的数目。有些渐变态昆虫，在每次脱皮后亚节数目有增多的现象，到了成虫期亚节数目就不再发生变化。

2. 触角的类型

触角的变化主要发生在鞭节部分，其形状因种类不同而变化很大，大致可分为下列基本类型（图 1-7）。

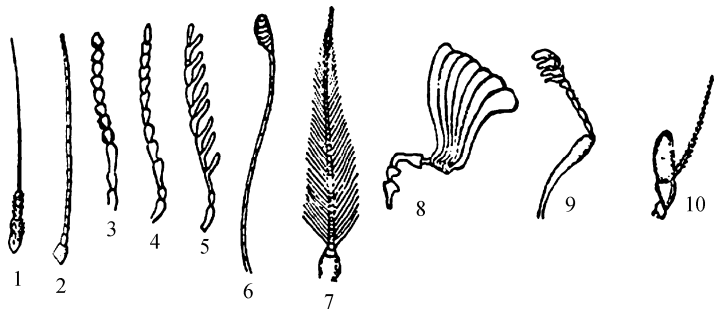

图 1-7　昆虫触角类型

1—刚毛状；2—丝状；3—串珠状；4—锯齿状；5—栉齿状；6—球杆状；7—羽毛状；8—鳃叶状；9—膝状；10—具芒状

（1）刚毛状：触角很短小，基部 1、2 节稍粗，鞭节纤细，类似刚毛，如蝉、蜻蜓等的触角。

（2）丝状或称线状：触角细长如丝，鞭节各亚节大致相同，向端部逐渐变细，如蝗虫、天牛等的触角。

（3）念珠状（或称串珠状）：触角各节大小相似，近于球形，整个触角形似一串念珠，如白蚁等的触角。

（4）锯齿状（或简称锯状）：鞭节的各亚节向一侧突出成三角形，整个触角形似锯条，如芫菁和叩头虫雄虫的触角。

（5）栉齿状（或称梳状）：鞭节各亚节向一侧突出成梳齿，形状如梳子，如绿豆象雄虫等的触角。

（6）羽状（又称双栉齿状）：鞭节各亚节向两侧突出成细枝状，形如羽毛，如大蚕蛾、家蚕蛾等的触角。

（7）膝状（又称肘状或曲肱状）：柄节特别长，梗节短小，鞭节由若干大小相似的亚节组成，基部柄节与鞭节之间呈膝状或肘状弯曲，如胡蜂、象甲等的触角。

（8）具芒状：触角短，一般为 3 节，端部一节膨大；其上有一刚毛状的构造，称为触角芒，芒上有时还有许多细毛，如蝇类的触角。

（9）环毛状：除触角的基部 2 节外，鞭节的各亚节环生的一圈细毛。愈靠近基部的细毛愈长，渐渐向端部逐减，如蚊类的触角。

（10）球杆状（或称棍棒状）：鞭节基部若干亚节细长如丝，端部数节渐膨大如球，如蝶类的触角。

（11）锤状：类似球杆状，但端部数节突然膨大，末端平截，形状如锤，如瓢甲等的触角。

（12）鳃叶状：是指鞭节的端部数节（3～7 节）延展成薄片状迭合在一起的部分，其状如鱼鳃，如金龟类的触角。

3. 触角的功能

触角的功能主要是嗅觉和触觉，有的也有听觉作用。在触角上有许多嗅觉器，使昆虫能嗅到各种化学物质从不同位置散发出来的气味，借以觅食、聚集、求偶和寻找适当的产卵场所等。

4. 了解昆虫触角的类型和功能在实践中的意义

鉴别昆虫的种类。触角的形状、分节数目、着生位置以及触角上感觉孔的数目和位置等随昆虫种类不同而有差异；因此触角常作为昆虫分类、鉴别昆虫雌雄的重要特征。

利用昆虫触角对某些化学物质有敏感的嗅觉功能，可用于害虫测报和防治。

（二）复眼和单眼

1. 复　眼

昆虫的成虫和不完全变态的若虫及稚虫一般都具有 1 对复眼。复眼位于头部的侧上方，大多数为圆形或卵圆形，也有的呈肾形（如天牛）。低等昆虫、穴居昆虫及寄生性昆虫的复眼

常退化或消失。另外，突眼蝇的复眼着生在头部两侧的柄状突起上。

复眼由若干个小眼组成，小眼的表面一般呈六角型。在各种昆虫中，小眼的形状、大小以及数目的差异很大。如某些介壳虫雄虫的复眼由少数几个圆形的小眼组成；而蛾蝶类的复眼由 12 000～17 000 个小眼组成；蜻蜓的小眼多达 28 000 个。小眼数目越多，复眼造像越清晰。昆虫的复眼能分辨运动着的物体。

2. 单　眼

可分为背单眼和侧单眼两类。

(1) 背单眼：一般把成虫和不完全变态的若虫和稚虫的单眼称为背单眼。大多数昆虫有 2～3 个，少数种类只有 1 个。背单眼着生于额区的上方，具有 3 个单眼的多排列成三角形。许多种类无背单眼。

(2) 侧单眼：全变态昆虫的幼虫具有侧单眼，位于头部的两侧，其数目为 1～7 对，因昆虫类群而异。如膜翅目的叶蜂只有 1 对；鳞翅目幼虫多具 6 对，常排列成弧形。

单眼只能辨别光的方向和强弱，而不能形成物像。背单眼具有增加复眼感受光线刺激的反应，某些昆虫的侧单眼能辨别光的颜色和近距离物体的移动。单眼的有无、数目和位置常被用作分类特征。

（三）口　器

口器是昆虫的取食器官，也称取食器。各种昆虫因食性和取食方式不同，形成了不同的口器类型。取食固体食物的为咀嚼式口器，取食液体食物的为吸收式口器。由于液体食物的来源不同，吸收式口器又分为吸食暴露在物体表面的液体物质的虹吸式口器和舐吸式口器，吸食植物体内的汁液或吸食动物体液和血液的刺吸式口器和锉吸式口器等。此外，还有兼食固体和液体两种食物的嚼吸式口器。

咀嚼式口器是最基本、最原始的类型，其他类型口器都是由咀嚼式口器演化而来的。

1. 口器类型

(1) 咀嚼式口器

咀嚼式口器的主要特点是具有坚硬而发达的上颚，用以咬碎食物，并把食物吞咽下去。它由上唇、上颚、下颚、下唇和舌 5 部分组成，其中上唇、上颚、下颚与下唇围成的空隙称为口前腔。舌在口前腔的中央，将口前腔分为前、后两部分，前面的部分称为食窦，前肠开口于此处，食物在此经咀嚼后送入前肠；后面部分称为唾窦，唾腺在此开口，唾液流出后，在口前腔与食物相混合。直翅目昆虫的口器最为典型（图 1-8）。

① 上唇：是悬于唇基前缘的一双层薄片，由唇基上唇沟与唇基分界，作为口器的上盖，可以防止食物外落。

② 上颚：位于上唇的后方，是由头部附肢演化而来的 1 对坚硬的锥状构造，用以磨碎食物。

③ 下颚：位于上颚的后方和下唇的前方，也是由头部的 1 对附肢演变而来，左右成对，可辅助取食。

④ 下唇：下唇位于下颚的后面、头孔的下方，构造与下颚相似，相当于 1 对下颚愈合而成，故又称第 2 下颚。具有托挡食物的作用。

⑤ 舌：位于头壳腹面中央。舌壁具有很密的毛带和感觉区，具味觉作用。舌有肌肉控制