

节肢动物门 (Arthropoda)

1 一般特征

节肢动物为动物界第一大类群,亦是原口动物中最为进化的类群。节肢动物虫体异律分节(heteronomous segmentation)。各体节结构和功能发生分化,节数因种类而不同。相似的体节又多组合在一起,形成虫体不同部分。总之,体节的分化和组合,提高了节肢动物对不同生境的适应能力。节肢动物躯体第一节称为顶节(acron),最后一节称为尾节(telson),其腹部或末端有肛门。顶节和尾节非胚胎分节形成的,故并不是真正的体节。二者之间才是真正意义上的体节。

节肢动物体被坚硬厚实的外骨骼,其主要成分为几丁质(chitin)和蛋白质。组成外骨骼的物质是其内层的一层上皮细胞分泌的。外骨骼一旦形成,遂不能生长。因此,节肢动物有蜕皮(moulting)现象。蜕皮时,上皮细胞脱离旧外骨骼,产生新外骨骼,并分泌蜕皮液(moulting fluid)于二者之间。蜕皮液中有几丁质酶和蛋白酶,可分解旧外骨骼。旧外骨骼逐渐变薄并破裂。虫体由裂缝处钻出并膨胀。柔软的新外骨骼随之扩张,完成虫体的生长。过一段时间后,新外骨骼变硬,生长停止。外骨骼主要司支持和保护,亦是肌肉的附着点。此外,外骨骼有效地防止水分的丢失,其上的各种突起可司感觉。

节肢动物有发达的附肢。附肢通过关节于本体相连,其内有发达的肌肉。附肢本身亦分节,故称节肢(arthropodium)。节肢往往具有不同的结构,以执行不同的功能,如形成口器、触角、外生殖器、适于不同运动方式的足、呼吸器官等。

节肢动物肌肉系统发达。肌纤维集合为肌肉束,其两端附着于外骨骼,以调整和放大肌肉运动,增强效能。节肢动物的肌肉束多成对排列,相互拮抗,使躯干或附肢得以向不同方位运动。每个体节的躯干肌包括一对背纵肌和一对腹纵肌,前者收缩使躯体向上弯曲,后者收缩使躯体向下弯曲。每只附肢一般有三对附肢肌,使之得以前后、上下、内外运动。

节肢动物的真体腔退化,形成生殖管腔、排泄管和围心腔。在胚胎发育过程中,围心腔壁消失,围心腔和假体腔混合,形成混合体腔(mixocoel)。混合体腔内充满血液,故称血腔(haemocoel)。节肢动物的心脏呈管状,向前发出一条短动脉。短动脉伸入头部,末端开口。血液经心脏和短动脉,进入血腔。身体各部分的组织直接浸沐于血液中。而后血液经心脏上的心孔回到心脏。此外,肠道直接浸润在血液中,养分可经过肠壁直接进入血液。总之,节肢动物的循环系统为开管式。

节肢动物呼吸器官多样。水生种类有体壁外突形成的鳃,一些小型水生种类通过体表进行气体交换。陆生种类则以气管(trachea)呼吸。气管是体壁内陷形成的,其外端通过气门与外界相通,其内端不断分

27 支，伸入组织间，直接和细胞接触。由此，陆生节肢动物组织可直接与外界进行气体交换。气管是动物界
28 最为高效的呼吸器官。除鳃和气管外，节肢动物的呼吸器官还包括书肺、书鳃、足鳃、气管鳃等。

29 节肢动物运动能力强，代谢兴旺，排泄器官发达。节肢动物的排泄器官主要有两种类型。其一是与后
30 肾管同源的绿腺 (green gland)，包括腺基部和膀胱。含氮废物通过渗透进入腺基部，而后进入膀胱部，经
31 排泄孔排出。另一种为马氏管 (Malpighian tube)，系从中肠和后肠之间发出的多条细管。马氏管浸沐于
32 血腔，可收集血液中的代谢废物，使之通过后肠，随粪便一同排出。

33 节肢动物有发达的捕食、摄食、碎食结构。部分种类有发达的中肠突出物，司储存养料。还有部分种
34 类肠道周围有大量脂肪细胞。大部分节肢动物有六个直肠垫 (rectal papillae)，可从食物残渣中回收水分。
35 这些结构于节肢动物强大的运动能力和较高的代谢效率相适应。

36 节肢动物运动能力的增强伴随着神经系统和感觉器官的复杂化。节肢动物的神经系统呈链状结构，但
37 部分前后相邻的神经节常愈合为大的神经团。其感觉器官相当复杂，司平衡、触觉、视觉、味觉、嗅觉、
38 听觉的器官俱全。眼有单眼和复眼之分。雌雄异体异形，常为体内受精，部分种类可营孤雌生殖。

39 2 节肢动物的分类

40 2.1 螯肢亚门 (Chelicerata)

41 躯体分为头胸部和腹部。头胸部每个体节各有一对足，另有一对螯肢和一对脚须，分别位于口器前后。
42 螯肢一般分二到三节，末节有爪。大部分种类的螯肢有毒腺，司捕食和防御。脚须可司感觉。但雄性蜘蛛
43 脚须演化为交配器，蝎类脚须演化为大钳，以捕捉猎物。腹部附肢或退化，或演化为吐丝板（蜘蛛）或鳃
44 （鲎）。

45 螯肢动物大多以动植物汁液为食，鲜有摄取固体食物者。其消化道较窄。排泄器官为绿腺和马氏管。
46 循环系统为开管式，部分小型种类无循环系统。神经系统呈链状，体表有司感觉的刚毛和其它化学感受器。
47 水生种类有复眼和单眼，陆生种类一般仅有单眼。雌雄异体，生殖腺位于腹部消化管腹侧，其左右各伸出
48 一生殖管，汇合后经生殖孔开口于腹部腹侧。有交配行为，体内或体外受精。水生种类间接发育，陆生种
49 类直接发育。

50 螯肢动物呼吸器官多样。水生种类腹部附肢演化为鳃。陆生种类和呼吸器官包括书肺和气管，二者可
51 并存。书肺是虫体腹部腹侧体表内陷形成的，呈书页状。页间空腔汇合后经书肺孔与外界连通，页内与血
52 腔相连。螯肢动物的气管起源于书肺，非体壁内陷形成。一些小型种类由体表呼吸。

53 2.1.1 肢口纲 (Merostomata)

54 大多为化石种。今存四种：东方鲎 (*Tachypleus tridentatus*)、南方鲎 (*Tachypleus gigas*)、圆尾鲎
55 (*Carcinoscorpius rotundicauda*)、美洲鲎 (*Limulus polyphemus*)。浅海生。

56 头胸部背甲宽阔，呈马蹄形，上有单眼、复眼各一对。六对附肢。第一对为螯肢，三节，短小。第二

57 至第五对为步足，六节，末端钳状。第六对分七节，末端特化，适挖掘、步行。雄性第二对附肢末端钩状。
58 第二至第六对附肢基部列于口两侧。第五对步足之后有一唇状瓣（chilarium）。

59 腹部背面坚硬，六角形，两侧有缺刻和短刺。尾部有长大尾剑（telson）。腹部不分节，第一对附肢
60 愈合形成生殖盾（genital operculum）遮盖生殖孔。其后五对附肢内缘愈合，彼此重叠似书页，是为书鳃
61 （book gill）。

62 2.1.2 蛛形纲（Arachnida）

63 头胸部除螯肢和脚须，另有四对步足。腹部无附肢，或形成书肺。

64 蝎目（Scorpionida）头胸部短小，背面中央有一对大单眼，两侧有小单眼。螯肢小而向前。脚须发达，
65 末端钳状。腹部分前腹和后腹。前腹宽短，七节，第一节腹面有生殖孔，第二节腹面有司感觉的栉状器
66 （pectines），第三至六节各有一对缝状呼吸孔。后腹狭长，五节，可向背面弯曲。末节为毒刺。以书肺呼
67 吸。常见品种如东亚钳蝎（*Buthus martensi*）。

68 蜘蛛目（Araneae）头胸部和腹部之间有细柄。头胸部有隆起背甲，前方有单眼。螯肢两节，基部短
69 粗，末端有爪，爪尖有毒腺开口。脚须六节，细长，基部位于口两侧，其内缘有刚毛、细齿以撕碎猎物。雄
70 性脚须末端膨大为交配器。腹部膨大，多不分节。腹面前部正中有附肢形成的生殖板，盖住下方生殖孔。
71 生至板两侧为裂缝状书肺孔。腹面后部正中有气门，气门后有二至三对纺织突，源自腹部附肢。腹腔后部
72 有丝腺，开口于纺织突，以吐丝结网。常见品种如大腹园蛛（*Araneus ventricosus*）、拉土蛛（*Lactouchia*
73 *spp.*）、水蛛（*Argyronecta aquatica*）、蝇虎（*Plexippus spp.*）、黑寡妇（*Latrodectus mactaus*）、穴居狼蛛
74 （*Lycosa singoriensis*）。

75 蜱螨目（Acarina）包括螨（mites）、蜱（ticks）两类。头胸部和腹部合并。以气管或体壁呼吸。如人
76 疥螨（*Sarcoptes scabie*）、柑桔叶螨（*Panonychus citri*）、全沟蜱（*Ixodes persulcatus*）。

77 2.2 甲壳亚门（Crustacea）

78 甲壳动物体节较多，其中头节和胸节愈合为头胸部。原第六体节背面上皮层褶皱向后延申，包裹头胸
79 部的背侧，其外层上皮细胞分泌的外骨骼形成头胸甲（carapace）。腹部有六个体节，腹部末端另有尾节。
80 虾类腹部发达，蟹类腹部退化并向前曲折，俗称蟹脐。甲壳动物头部第一节有一对复眼。除头部第一节和
81 腹部最后一节外，其余各体节一般均有一对附肢。甲壳动物的附肢结构、功能多样，可司感觉、摄食、咀
82 嚼、运动、生殖、呼吸等。

83 小型甲壳动物的消化系统比较简单，而大型物种有复杂的消化系统。一般来说，甲壳动物的消化道分
84 为前肠、中肠、后肠。前肠包括短小的食道和膨大的胃。部分物质胃内面有角质膜，可研磨食物。中肠长
85 短不一，有管道与发达的消化腺相接。后肠直通肛门。

86 大型甲壳动物以位于头胸甲下两侧的鳃呼吸，虾类附肢基部突起形成的足鳃（podobranchia）亦司呼
87 吸。亦有发达的肌肉系统和完整的开管式循环系统。小型种类多无呼吸器官和循环系统，或者循环系统不

88 完整，只有心脏，无血管。甲壳动物的排泄器官为绿腺和鳃。

89 低等甲壳动物的神经系统呈梯形。高等种类神经节愈合明显，有脑和食管下神经节。感觉器官发达，
90 有眼、嗅毛、触毛、平衡囊等。其眼自外到内分别为角膜、晶状体、视小网膜、色素细胞和视神经。平衡
91 囊为高等甲壳动物特有，虾类尤其发达，一般为第一对触角基部凹陷形成的囊，囊低有触毛。触毛基部与
92 双极感觉细胞的一极相连。这些感觉细胞另一极束集入脑。触毛顶部黏着大量细小的平衡石（statolith）。
93 平衡石可为自身分泌物，亦可为外界泥沙。动物运动时，触毛承受来自平衡石的压力改变，这种刺激经双
94 极感觉细胞入脑，使动物得以感知自身体位。

95 甲壳动物具有内分泌系统（endocrine system），以调节生殖、发育、蜕皮等生理活动。一般雌雄异体，
96 生殖腺经生殖管道，开口于生殖孔。甲壳动物一般营两性生殖。交配时，雄性排出由输精管上皮细胞分泌
97 的物质包裹精子形成的精荚（spermatophore）。精荚经生殖孔进入雌性体内。卵子成熟后，精荚破裂，释
98 放精子，完成体内受精。甲壳动物多有抱卵行为，即产下的受精卵黏附于雌性附肢，直至孵化。甲壳动物
99 为间接发育，幼体形态多样。

100 2.2.1 鳃足纲（Branchiopoda）

101 多淡水生小型品种。胸部附肢扁平，可调节渗透压。腹部多无附肢，体末端多有尾叉如水蚤（*Daphnia*
102 *spp.*）、卤虫（*Artemia spp.*）、鲎虫（*Apus spp.*）。

103 2.2.2 腭足纲（Maxillopoda）

104 多海生，体短。胸、腹体节不超过十节。腹无附肢，成体有中眼。如剑水蚤（*Cyclops spp.*）、藤壶
105 （*Balanus spp.*）、鲤虱（*Argulus spp.*）、蟹奴（*Sacculina spp.*）。

106 2.2.3 软甲纲（Malacostraca）

107 体节数保守：头六节，胸八节，腹六节，尾一节。仅少数品种例外。背甲覆盖胸节不等。雌雄异体。雄性
108 生殖孔在第六胸节，雌性生殖孔在第八胸节。大多水生。常见虾蟹皆属此纲，如对虾（*Penaeus orientalis*）、
109 螯虾（*Cambarus*）、河虾（*Macrobrachium nipponensis*）、三疣梭子蟹（*Portunus trituberculatus*）、寄居
110 蟹（*Diogenes spp.*）、中华绒螯蟹（*Eriocheir sinensis*）。陆生品种如平甲虫（*Armadillidium vulgare*）、鼠
111 妇（*Porcellio spp.*）。

112 2.2.4 五口纲（Pentastomida）

113 全部寄生于脊椎动物的肺和鼻腔，寄主多为爬行动物。仅分头和躯干。头部有五个突起，突起前端吻
114 状，着生有口。头部附肢两对，不分节。附肢末端有爪，钩附宿主。躯干长形，表面有环。有假体腔，无
115 呼吸、循环、排泄系统。如舌形虫（*Linguatula serrata*）。

116 2.3 六足亚门 (Hexapoda)

117 六足动物有二十个体节，分为头、胸、腹三部分。头部为顶节和前六个体节愈合形成，外骨骼愈合为
118 头壳 (head capsul)。第一、第三体节附肢退化，第二体节的附肢形成形态功能各异的触角。头部第四、
119 五、六体节的附肢参与形成口器，包括一对大颚、一对小颚和一片下唇。此外，口器还包括上唇和舌。随
120 着食性不同，六足动物口器形态多样。

121 胸部有三个体节，称为前、中、后胸节。各胸节相互愈合，不能自由活动，但彼此界限可辨。其上的
122 三对附肢演变为三对足。足的形态、功能多样。此外，中、后胸节分别有一对前翅和一对后翅。翅源于胸
123 节左右侧面的扁平褶突，称为翅芽 (wing pad)。在发育过程中，翅芽上下两侧的上皮逐渐愈合、退化，形
124 成仅有两层角质膜的翅。翅内有高度角质化的翅脉 (vein)，其内中空，起支持作用，亦是气管、血管、神
125 经出入翅的通路。不同物种的翅形态功能不一，可司飞行、保护、平衡等。

126 腹部包括十个体节和尾节，但成虫尾节多退化。腹部体节中，仅末三节常彼此愈合，余者彼此游离。
127 第十一节有附肢发育形成的尾须，第八、九节常有附肢形成外生殖器 (genitalia)。第一至第八腹节两侧各
128 有一个气门，内通气管。

129 六足动物躯体最外层为体壁 (integument)，仅一层皮细胞，源于外胚层。皮细胞内层为血细胞分泌
130 的底膜，外层为皮细胞分泌的表皮层，包括外骨骼和外骨骼表面的蜡层。蜡层系皮细胞在蜕皮前分泌，而
131 后扩散到虫体表面的，可防止水分流失。

132 六足动物的循环系统为开管式，呼吸器官为气管，消化道分为前肠、中肠、后肠。中肠源于内胚层，
133 肠壁的肌肉内环外纵。中肠壁细胞向肠腔内分泌几丁质等物质，形成肠壁内层的围食膜，司保护，营养物
134 质可渗透通过围食膜。前肠和后肠为外胚层内陷形成，内衬角质层，在蜕皮时脱落。其肌肉层内纵外环。

135 六足动物的排泄器官为马氏管，系消化道伸出的盲管，仅一层细胞和外层的底膜，由外胚层发育而来。
136 马氏管底膜外有肌肉组织，管腔内侧细胞生微绒毛。呼吸器官为外胚层内陷形成的气管。

137 六足动物的中枢神经系统包括脑、食管下神经节和腹神经链。头部前三个体节的神经节愈合形成脑，
138 位于食管上方；后三个体节的神经节愈合为食管下神经节；二者通过一对围食管神经相连。腹神经链包括
139 左右两个愈合的神经干 (nerve trunk)，其上的神经节发出神经。六足动物的感觉器官发达，触角司感觉、
140 嗅觉；口器上有味觉感受器；触角基部、前足或第一腹节有听觉感受器；虫体有司触觉的触毛；头部有单
141 眼和复眼。

142 六足动物雌雄异体，其生殖系统包括腹部末端几个体节的附肢形成的外生殖器和内胚层形成的内生
143 殖器官。内生殖器官包括生殖腺和生殖管道。六足动物可营两性生殖或孤雌生殖。部分物种存在多胚生殖，
144 即一个受精卵形成多个胚胎。其发育过程一般存在变态 (metamorphosis)，幼虫和成虫形态差异显著。完
145 全变态 (complete metamorphosis) 的物种，其生活史包括卵 (egg)、幼虫 (larva)、蛹 (pupa)、成虫
146 (adult) 四个阶段，幼虫和成虫差异极大。不完全变态 (incomplete metamorphosis) 的物种生活史仅卵、
147 幼虫、成虫三个阶段。幼虫多无翅，体型较小，其余特征与成虫相同。

148 六足动物有休眠 (dormancy) 和滞育 (diapause) 现象，以应对不良环境。此时虫体停止摄食、运动、

149 生长、繁殖等活动，新陈代谢下降到最低水平。休眠是直接由环境引起的，环境条件恢复正常，休眠遂终
150 止。滞育是在环境条件恶化之前，由某些信号引起的。其终止需要一定的物理或化学刺激。此外，部分物
151 种有多态现象 (polymorphism)，即同一物种同一性别的不同个体的形态结构存在明显差异，在社会性昆
152 虫 (social insect) 中表现最为明显。

153 2.3.1 内颚纲 (Entognatha)

154 原始无翅类群。口器基部隐于头壳内，上颚仅一个关节和头壳相连。触角节内多有肌肉。马氏管不发
155 达。腹部有附肢痕迹。如绿圆跳虫 (*Sminthurus viridis*)。

156 2.3.2 昆虫纲 (Insecta)

157 口器完全伸出头壳，上颚有两个关节。触角各节内无肌肉。

158 缨尾目体长扁，体表有鳞。触角丝状，复眼不发达，无翅。腹部十一节，有侧刺突二至八对。腹部末
159 端有一对分节的长尾须和一源自背板的中尾须。如栉衣鱼 (*Ctenolepisma villosa*)。

160 蜉蝣目 (Ephemeroptera) 虫体细长柔弱。成虫口器退化。翅三角形，透明膜质，两对，静息时竖立
161 于背面。腹末一对长尾须，部分品种有中尾丝。幼虫淡水生，咀嚼式口器。腹部两侧有气管鳃，腹末一对
162 长尾须，一中尾丝。幼虫羽化后为亚成虫 (subimago)，不活泼，需再蜕皮一次方为成虫。

163 等翅目 (Isoptera)，俗称白蚁 (termites)。念珠状触角，咀嚼式口器，无翅。社会性生活。在一定季
164 节产生有翅繁殖蚁。前后翅相似，狭长，透明膜质，静息时平放于背面。有一对短尾须。渐变态。如大白
165 蚁 (*Macrotermes spp.*)。

166 直翅目 (Orthoptera) 为中大型昆虫。丝状触角，前胸背板大。前翅为革质覆翅，后翅膜质透明扇状。
167 后足为跳跃足。尾须短而不分节。渐变态。如东亚飞蝗 (*Locusta migratoria*)、中华蚱蜢 (*Acrida chinensis*)、
168 北京油葫芦 (*Teleogryllus emma*)、单刺蝼蛄 (*Gryllotalpa unispina*)。

169 半翅目 (Hemiptera)，口器刺吸式，无尾须，渐变态。同翅亚目 (Homoptera) 触角刚毛状，前后翅均
170 为膜质，静息时成屋脊状放置背面，口器自前足基部之间伸出。部分品种雄性腹部第一节腹面有发声器。
171 如黑蚱 (*Cryptotympana atrata*)、棉蚜 (*Aphis gossipii*)、灰飞虱 (*Laodeopax striatella*)、介壳虫。异翅亚
172 目 (Heteroptera) 俗称椿，前翅为半鞘翅，静息时覆盖膜质后翅。口器自头前端伸出。后足基部有臭腺。
173 如荔枝椿 (*Tessaratomia papillosa*)、温带臭虫 (*Cimex lectularius*)、红带猎椿 (*Triatoma rubrofasciata*)、
174 蝎椿 (*Nepa chinensis*)。

175 鞘翅目 (Coleoptera) 俗称甲虫。前翅为鞘翅，左右翅相与于中线。后翅膜质。部分缺后翅品种，鞘
176 翅在中线处愈合。无尾须，全变态。如金星步甲 (*Calosoma maderae*)、龙虱 (*Cybister spp.*)、谷斑皮蠹
177 (*Trogoderma granarium*)、黄粉虫 (*Tenebrio molitor*)。

178 双翅目 (Diptera) 触角丝状，刺吸式或舐吸式口器。雄性两复眼常并接，雌性则分开。前翅膜质，后翅
179 退化为平衡棒，部分寄生种类无翅。全变态，幼虫无足。如库蚊 (*Culex*)、伊蚊 (*Iedes*)、按蚊 (*Anopheles*)、

180 家蝇 (*Musca domestica*)、斑黑带食蚜蝇 (*Episyrphus balteatus*)。

181 鳞翅目 (Lepidoptera) 俗称蝶、蛾。成虫口器或虹吸式，或退化，少数为咀嚼式。两对膜翅，上覆鳞
182 片、毛。完全变态。幼虫口器咀嚼式，三对胸足。另有五对腹足，位于第三至第六腹节和第十腹节。体内
183 有丝腺，吐丝作茧。蝶触角棒状，静息时翅竖立，大多无茧。如柑桔凤蝶 (*Papilio xuthus*)、菜粉蝶 (*Pieri*
184 *rapae*)。蛾触角丝状或双栉状，静息时翅平方于背面或呈屋脊状，多有茧。如棉铃虫 (*Heliothis armigera*)、
185 松毛虫 (*Dendrolimus spp.*)、家蚕 (*Bombyx mori*)、柞蚕 (*Antheraea pernyi*)。

186 膜翅目 (Hymenoptera) 俗称蜂、蚁。触角丝状、膝状或锤状，口器咀嚼式或嚼吸式。翅膜质，前翅大。
187 后翅前缘有一列小钩连接前翅后缘。腹部第一节并入胸部。完全变态。如蜜蜂 (*Apis spp.*)、熊蜂 (*Bombus*
188 *spp.*)、胡蜂 (*Vespa spp.*)、红火蚁 (*Solenopsis invicta*)。

189 2.4 多足亚门 (Myriapoda)

190 体节分化程度不高。前六个体节愈合形成头部，保留三至四对附肢。第一体节的附肢演化为触角。躯
191 干分节，每一节上生一至二对步足。呼吸器官为气管，心脏细长，贯穿虫体。链状神经系统，异体受精，
192 有求偶行为。体表无蜡层，故其生境一般较为湿润。

193 2.4.1 唇足纲 (Chilopoda)

194 俗称蜈蚣。第一对足粗大，末端为爪，有毒腺开口。生殖孔位于倒数第二节腹面中央。如少棘蜈蚣
195 (*Scolopendra mutilans*)、多棘蜈蚣 (*Scolopendra multidans*)、蚰蜒 (*Thereuopoda spp.*)。

196 2.4.2 倍足纲 (Diplopoda)

197 俗称马路。体多圆筒形，触角短。第一小颚愈合为颚片，第二小颚消失。躯干前四节为胸部，第一节
198 无足。其后的体节是由胚胎期的两个体节合并而成的，每节两对足，两对气门，两对心孔，两对腹神经节。
199 生殖孔为于躯干第三节腹面。如雅丽酸带马路 (*Oxidus gracilis*)。

200 2.4.3 综合纲

201 无眼，三对口器。第二小颚愈合为下唇。躯干十四节，前十二节各一对足，第十三节有一对纺织突，
202 末节卵圆形，有一对感觉毛。生殖孔在第四节躯干腹面中央。如么蚣 (*Scolopendrella spp.*)