

- physiology in honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 2005, **36**: 255~ 277.
- 35 Amdam G. V., Norberg K., Omholt S. W., *et al.* Higher vitellogenin concentrations in honey bee workers may be an adaptation to life in temperate climates. *Insect. Soc.*, 2005, **52** (4): 316~ 319
- 36 Amdam G. V., Norberg K., Page R. E. J., *et al.* Down regulation of vitellogenin gene activity increases the gustatory responsiveness of honey bee workers (*Apis mellifera*). *Behav. Brain Res.*, 2006, **169** (2): 201~ 205
- 37 Nelson C., Mindy I., Kate E., *et al.* The gene vitellogenin has multiple coordinating effects on social organization. *PLoS Biol.*, 2007, **5** (3): 673~ 677.
- 38 Robinson G. E., Vargo E. L. Juvenile hormone in adult eusocial Hymenoptera: gonadotropin and behavioral pacemaker. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 1997, **35** (4): 559~ 583
- 39 Finch C. E., Ruvkun G. The genetics of aging. *Annu. Rev. Genom. Hum. Genet.*, 2001, **2**: 435~ 462.
- 40 Flatt T., Tu M. P., Tatar M. Hormonal pleiotropy and the juvenile hormone regulation of *Drosophila* development and life history. *BioEssays*, 2005, **27** (10): 999~ 1 010.
- 41 Tatar M., Kopelman A., Epstein P., *et al.* A mutant *Drosophila* insulin receptor homolog that extends life span and impairs neuroendocrine function. *Science*, 2001, **292**(4): 107~ 110
- 42 Tu M. P., Yin C. M., Tatar M. Mutations in insulin signaling pathway alter juvenile hormone synthesis in *Drosophila melanogaster*. *Gen. Comp. Endoc.*, 2005, **142**(3): 347~ 356
- 43 Page R. J., Peng C. S. Aging and development in social insects with emphasis on the honey bee, *Apis mellifera*. *Exper. Gerontol.*, 2001, **36** (4): 695~ 711.
- 44 Robinson G. E., Christina M., Grozinger N. M., *et al.* Pheromone-mediated gene expression in the honey bee brain. Published online before print October 22, 2003, 10.1073/pnas.2335884100, 14 519~ 14 525
- 45 Seehuus S. C., Norberg K., Gimsa U., *et al.* Reproductive protein protects functionally sterile honey bee workers from oxidative stress. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2006, **103** (4): 962~ 967.
- 46 Hartfelder K., Engels W. Social insect polymorphism: hormonal regulation of plasticity in development and reproduction in the honeybee. *Curr. Top. Dev. Biol.*, 1998, **40** (1): 45~ 77.
- 47 Fahrbach S. E., Gray T., Robinson G. E. Volume changes in the mushroom bodies of adult honey bee queens. *Neurobiol. Learn. Mem.*, 1995, **63**(2): 181~ 191.
- 48 Miguel C., Rodrigo A., Gene E. R., *et al.* Vitellogenin, juvenile hormone, insulin signaling, and queen honey bee longevity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2007, **104** (17): 7 128~ 7 133.
- 49 Omholt S.W. Hormonal control of the yolk precursor vitellogenin regulates immune function and longevity in honeybees. *Exper. Gerontol.*, 2004, **39**(5): 767~ 773.
- 50 Grozinger C. M., Fan Y. L., Hoover S. E. R., *et al.* Genome wide analysis reveals differences in brain gene expression patterns associated with caste and reproductive status in honey bees (*Apis mellifera*). *Mol. Ecol.*, 2007, **16**(22): 4 837~ 4 848.

锹甲的头部形态及常用分类特征*

万霞¹ 崔俊芝² 杨星科^{2**}

(1. 安徽大学生命科学学院 合肥 230039; 2 中国科学院动物研究所 北京 100101)

Head morphology and taxonomic characters of Lucanidae. WAN Xia¹, CUI Jun-Zhi², YANG Xing-Ke^{2**} (1. School of Life Sciences, Anhui University, Hefei 230039, China; 2 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract The morphological variety is highly complicated in Lucanidae, the various head is especially complex, which has caused numerous diagnosis confusions. It is necessary to study the head more. In this paper, we introduced the head morphology of Lucanidae, compared mandible, labrum, maxilla, eye and antenna morphologically in typical species and genera, and discussed taxonomic values of these structures.

* 科技部科技基础性工作专项 (No. 2006 FY120100) 资助。

** 通讯作者, E-mail: yangxk@ioz.ac.cn

收稿日期: 2008-09-07, 修回日期: 2009-03-03

Key words Coleoptera, Lucanidae, head morphology, taxonomic characters.

摘要 锹甲的外部形态纷繁多样,头部形态尤其复杂并导致种类鉴定混乱,有必要对其深入研究。文章介绍锹甲的头部形态,并以代表性属种为例,比较与讨论上颚、上唇、下颚和下唇、复眼、触角等常用分类特征及其分类学意义。

关键词 鞘翅目, 锹甲科, 头部形态, 分类特征

锹甲科 Lucanidae 隶属鞘翅目 Coleoptera 金龟总科 Scarabaeoidea, 世界已知 1 800 多种, 中国已知 266 种(均含亚种, 作者统计至 2008 年)。早在 1460 年, 锹甲就已受到人类的关注^[1], 这不仅因锹甲体色艳丽, 体型俊美, 体大易辨(多数种类体长 15~100 mm), 更因其外形复杂有趣。但复杂的形态尤其是头部形态差异显著, 也给种类鉴定带来诸多困扰。为更准确进行种类鉴定及适应国内锹甲赏玩、收藏及相关科普工作的日益兴起, 本文对锹甲的头部形态及常用分类特征及其分类学意义作了初步探讨, 以期为更全面的认识这类昆虫提供一些参考。

1 锹甲头部的分区及变化

锹甲的头部同昆虫纲的许多其它类群一样, 在长期演化过程中, 出现了一系列的变化^[1]与适应。锹甲科中, 上唇缝(labral suture)通常将上唇(labrum)与头部其它部分分开, 唇基(clypeus)、额(frons)、头顶(vertex)的分区, 从外部形态上是相当模糊的, 仅能从内部肌肉及与之相连的幕骨片去区分。根据 Holloway (2007)的意见, 额是指从上颚基部到眼后缘的水平方向, 额后部分为头顶; 唇基区则用“颚间凸(intermandibular projection)”来指代, 颚间凸指“额与上唇间出现的任一形式的体壁延长或凸出”。但目前不同锹甲研究者对额、唇基分区的理解不同, “颚间凸”概念尚没被广泛使用, 且 Holloway 定义的额有时也包括部分唇基, 或可被定义为额唇基区(frontoclypeal region)^[2]。总的来看, 锹甲头部分区还需进一步研究, 常见锹甲头部形态及分区如图 I : 1~ 2 所示。

头部各分区的变化也形成了锹甲科分类研

究中用到的重要特征。不同属间, 额、头顶的变化显著, 如锹甲属 *Lucanus* 的头顶具宽大的、形状各异的盔饰(封 3 彩版 X, 图 I : 1), 环锹甲属 *Cyclommatus* 的头顶近方形而较平坦(封 3 彩版 X, 图 I : 15)、前锹甲属 *Prosopocoilus* 的多数种类有 2 个几乎对称的三角形隆起(封 3 彩版 X, 图 I : 1)。但在同属不同种间, 这些变化的分类意义就不如上颚等特征显著, 但也可作为种类鉴别时的参考特征。

2 锹甲头部常用分类特征

锹甲头部常用分类特征实际就是成虫的口腔器、触角及复眼等器官在不同属、种间的形态区别, 其在同种不同性别或同种雄性不同个体中也呈稳定的差异, 从而呈现雌雄二型(sexual dimorphism)和雄性二型现象(male dimorphism)。上颚在这些特征中最直观, 雄性上颚通常长而强壮, 多占到体长的 1/4~ 1/2, 并附繁复的发达大齿(tooth)和密集小齿(denticle), 雌性上颚短小, 不超过头长, 仅具少数几个小齿。上颚特化是雌雄二型现象在锹甲科中的经典体现(图 II : 1~ 3 所示)。同种锹甲不同雄性的上颚及其它头部特征也呈一定变化, 具发达上颚的雄性, 其头顶的各种刺突、隆起或凹陷愈明显, 并随上颚渐变至不发达而趋不明显, 呈现出雄性二型现象。进化生物学中常提到“大型雄性(major male)和小型雄性(minor male)”。前者体型较大, 上颚发达, 通过与其它雄性厮杀以保护领地及获得雌性的交配权; 后者体型较小, 上颚不发达, 它们常避开直接打斗, 采取偷袭策略以接近雌性与之交配^[3~ 6]。但在锹甲分类学中, 对同种锹甲的雄性上颚则使用另外的概念(见下文所述)。

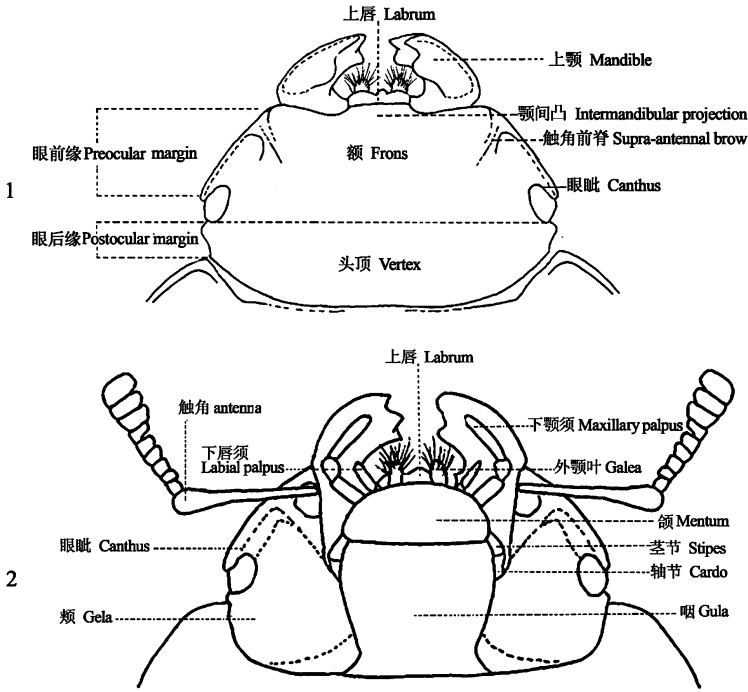


图1 锹甲头部

1. 正面观及分区 2. 腹面观 (仿 Holloway^[2])

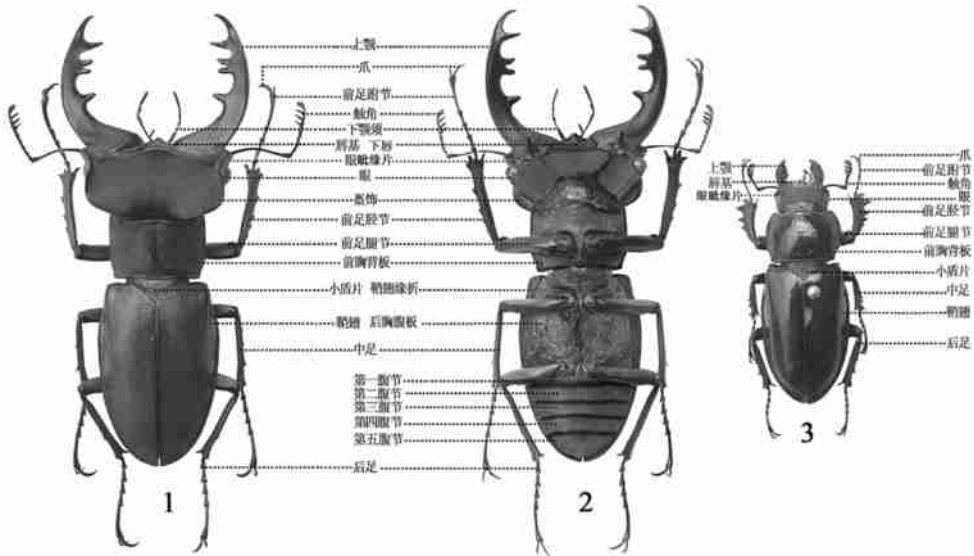


图2 锹甲的雌雄二型现象, 并示各部分形态特征的中文名称

1. 雄性成虫的正面观 2. 雄性成虫的腹面观 3. 雌性成虫的正面观

2.1 上颚

具奇特的上颚是锹甲科的典型及重要特征之一。幼虫期的上颚用于啃咬各种朽木或腐殖质土壤; 在成虫期, 雄性的上颚多异常发达, 被

认为主要用于求偶争斗中的武器或在交配时帮助抓持雌性; 雌性的上颚多短阔, 被认为用于刺破树皮以帮助吸食汁液或协助产卵。上颚也是锹甲分类学研究中最常用的重要的分类特征。

上颚的长短、弯曲、粗壮程度、上颚上齿的大小、多少、形状、位置、端部是否分叉、分叉的大小都可用作属、种的鉴别特征。

雄性上颚: 锹甲的雄性上颚多变。通常, 具最大上颚的雄性个体最大, 具最小上颚的雄性个体最小; 而最大上颚与最小上颚之间的渐变也与虫体大小呈正相关(封3彩版 X, 图 III 1~4)。根据 Leuthner^[7] 和 Didier & S guy^[8], 常将雄性上颚分为以下 4 种类型:

大颚型(teleodont) (封3彩版 X, 图 I : 1, 6, 11, 15 所示): 指的是雄性锹甲中具有最发达、最长上颚的个体类型。通常大颚型在上颚基部、中部、端部具显著的大齿及数目不等的小齿, 大颚型的上颚被用作种的鉴别特征。

中颚型(mesodont) (封3彩版 X, 图 I : 2; 7, 12, 16 所示): 中颚型指比大颚型稍短的上颚, 通常也具基齿、中齿、端齿及小齿; 但这些齿一般较大颚型个体上的小而数目相对减少。

强颚型(amphiodont) (封3彩版 X, 图 I : 3, 8 所示): 指的是介于中颚型与小颚型之间的颚型, 多短小, 基、中、齿及装饰性的小齿也有出现, 呈渐变状态。但有些种类无这种颚型, 如图 II 所示的栉盾锹甲 *Aegus taurus* 和多齿环锹甲 *Cydommatus multidentatus*。

小颚型(priodont) (封3图彩版 X, 图 I : 4, 9, 13, 17 所示): 通常指雄性个体中具最退化、最短小上颚的个体类型, 多平直而短小, 基、中、端齿多消失。

大颚型个体的上颚特征具稳定的种间区别, 中、强颚型(若存在)个体的上颚特征同大颚型个体间具可辨别的、渐变的特征变化, 较易区分; 容易混淆的小颚型雄性, 如在刀锹甲属 *Dorcus* (狭义)、盾锹甲属 *Aegus* 等属中, 同属不同种间小颚型雄性的区分相当困难。目前, 只能运用雄性外生殖器特征来解决由此引起的种类混淆。有必要明确的是, 分类学中按上述 4 种颚型来描述锹甲雄性, 而不同于进化生物学家所提的“大、小型雄性”的概念。

雌性上颚: 通常在雌雄二型现象显著的属中, 雌性上颚与雄性上颚表现出巨大的差异, 如

锹甲属 *Lucanus*、前锹甲属 *Proscopoius*、盾锹甲属 *Aegus* 等; 但奥锹甲属 *Odontolabis*、新锹甲属 *Neolucanus* 的一些种类, 大颚型的上颚与雌性的差别巨大, 而小颚型的雄性上颚却与雌性相差甚小(图 I : 9, 10)。作者的研究结果表明, 在锹甲科的任意属中, 仅根据外部形态区分不同种间的雌性个体都是比较困难的。因此, 综合分析标本采集地点、进行大量的标本检视与观察及积累丰富的分类鉴定经验是当前解决这个问题的综合途径。

2.2 上唇

上唇的分类学价值在于区分不同种时具有一定意义。如锹甲属 *Lucanus* 中, 有的种类上唇呈三角形或方形, 有些种类甚至延伸呈长鼻状且在端部分叉或形成角突(封3彩版 X, 图 II : 1~4); 盾锹甲属 *Aegus* 中, 有的种类上唇宽大平直, 有的种类上唇短小而中部凹陷(封3彩版 X, 图 II : 5~8)。但通常, 上唇只是作为种类鉴定的一个辅助特征且只能用于大颚型、强颚型雄性个体中, 中小颚型雄性及雌性中不具分类价值。

2.3 下颚及下唇

锹甲科中, 下颚及下唇也是雌雄二型现象发生的部位, 同种锹甲雌性下颚的外颚叶端部比雄性多 1 个锐钩状齿, 下唇也更宽钝。同种锹甲中, 一方面, 雄性的下颚、下唇能随着个体大小、上颚尺寸的渐变而变化, 既同上颚的多型现象呈正相关; 另一方面, 雄性下唇的结构、下颚须、下颚各部分的结构及形状稳定不变, 保持了相当高的种内一致性(图 III 7~12, 13~18 所示)。因此, 下颚及下唇可作为分种的参考特征。

不同属间, 下颚及下唇的差异较大, 可作分属的特征(图 IV : 1~6 所示)。

2.4 复眼

锹甲的复眼通常为圆形, 向外突出。但由于眼眦(canthus)的存在, 使得锹甲的复眼具有不同的特点。眼眦指的是“一个类似琥珀质地的凸出物, 从眼前方区域插入眼的前部”^[10]。眼眦的存在与否, 使复眼具有如下特点:

复眼完整 (图 V: 1~ 2) 眼无眼眦, 如拟锹甲属 *Sinodendron*、璃锹甲属 *Platyecrus*、角锹甲属 *Ceruchus*、纹锹甲属 *Aesalus*。

复眼不完全分开(图 V: 3~ 4) 眼眦长不超过眼的直径; 绝大部分锹甲如此, 如柱锹甲属 *Prismognathus* 约占眼直径的 1/3; 凸锹甲属 *Noseolucanus* 的眼眦约占眼直径的 1/2。

复眼分裂 (图 V: 5~ 6) 眼眦超过眼的直径长度, 完全嵌入眼内, 将眼分成上下两部分, 如眦锹甲属 *Penichrolucanus*、礞锹甲属 *Nigidius*、狭

锹甲属 *Figulus* 等。

复眼是否完整、分裂或不完全分开在同一属中是稳定不变的, 可以作为分属的特征。在一些属中, 眼眦同头的前缘端部、眼前侧缘向外拓展的部分相连并相接, 形成不同形状的眼眦缘片(Laminae), 如新锹甲属 *Neolucanus*、柱锹甲属 *Prismognathus*, 眼眦缘片同上颚的多型现象呈正相关, 适用于大颚型雄性间的比较, 中小颚及雌性间该特征不甚显著。

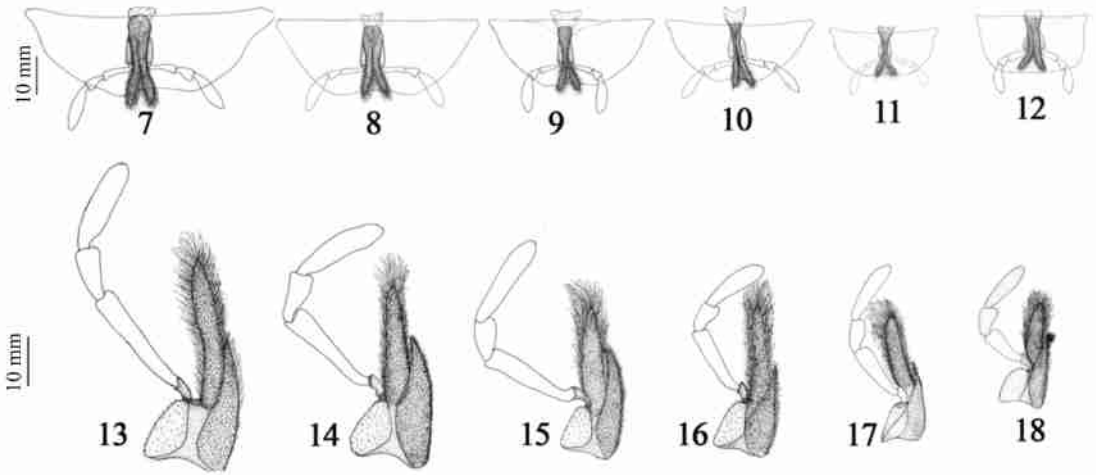


图 III 黄褐前锹甲 *Prosopocoilus blanchardi* 的下唇与下颚

1~ 6. 成虫的雌雄二型及雄性多型现象: 1~ 5. ♂, 6. ♀ (见封3彩版 X, 图 III), 7~ 12 雌雄成虫的下唇: 7~ 11. ♂下唇, 12 ♀下唇 13~ 18. 雌雄成虫的下颚: 13~ 17. ♂下颚, 18 ♀下颚

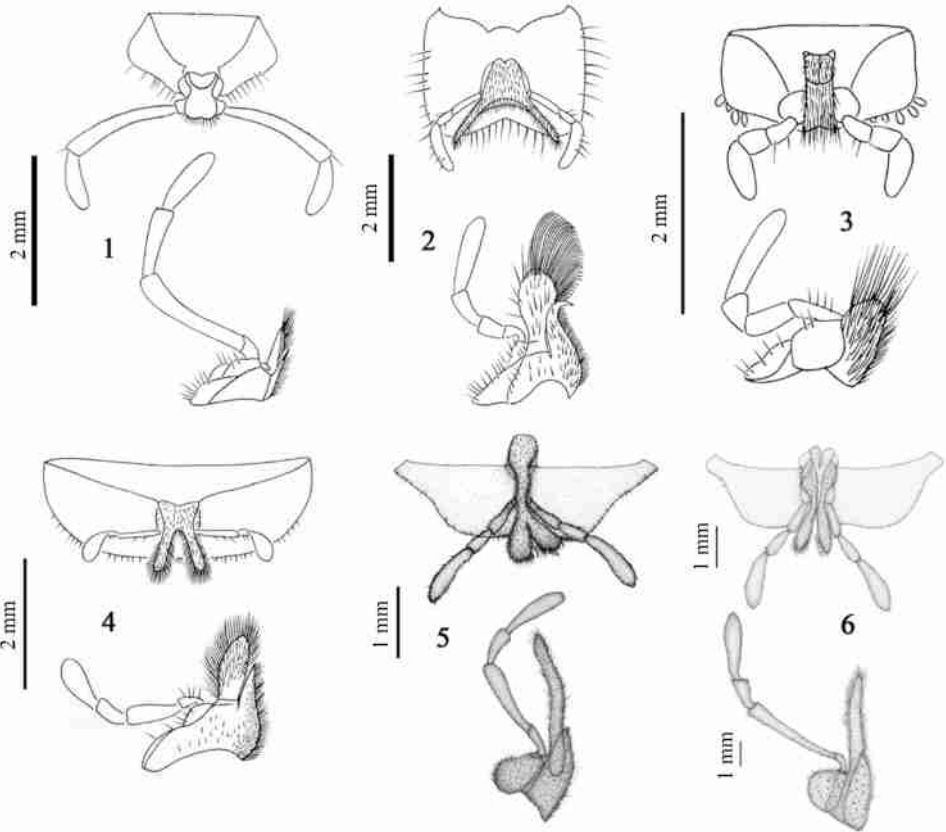
2.5 触角

绝大多数锹甲的触角呈典型的膝状, 也有部分属的触角不呈典型的膝状, 如拟锹甲属 *Sinodendron*、纹锹甲属 *Aesalus*、角锹甲属 *Ceruchus* 的触角都为此类型。触角是比较稳定不变的特征, 不同属间差异显著, 可用作分属的依据。通常, 同属不同种、同一种雌雄之间触角变化很小, 如都为 10 节, 基节长直或弯曲; 鳃片部分多为 3 节。但是, 在一些属中, 鳃片会发生变化, 如六节锹甲属 *Hexarthrius*, 异锹甲属 *Pseudolucanus* 的鳃片为 5 节或 6 节。异锹甲属 *Pseudolucanus* 的触角鳃片部分比较特别, 3~ 6 节不等, 变化显著, 可以作为区分种的特征, 如阿坦异锹甲 *Pseudolucanus atratus* 的触角鳃片 4

节, 依博异锹甲 *Pseudolucanus ibericus* 的鳃片 5 节; 芭莎异锹甲 *Pseudolucanus barbarossa* 的鳃片 6 节。常见的锹甲触角形态如图 VI: 1~ 12 所示。

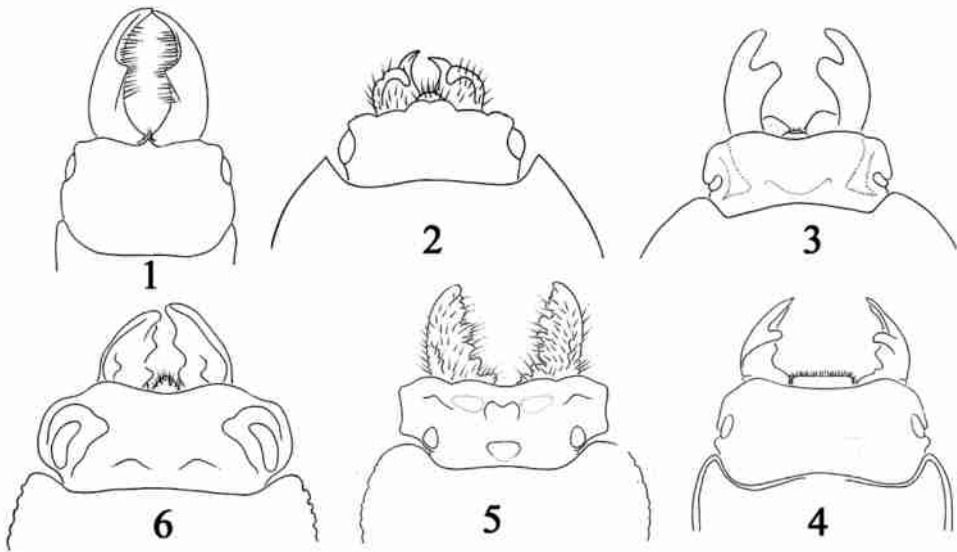
3 结语

锹甲科中, 90% 的属和 95% 的种同时具显著的雌雄二型和雄性二型现象^[12], 给分类学研究带来很大的困难。但头部形态的变化及由此形成的特征差异给分类学提供了很好的依据, 在日常鉴定中具有重要意义。通常, 大颚型、强颚型雄性个体的头部形态特征可用于种类的鉴定, 而中颚型、小颚型雄性的头部形态特征只能作为种类鉴定时的参考特征, 尤其是遇



图IV 不同属雄性锹甲的下唇与下颚

1. 角锹甲属 *Ceruchus chrysomecina* 2. 狭锹甲属 *Figulus regularis* 3. 纹锹甲属 *Aesalus saratocides* 4. 刀锹甲属 *Dorcus parallelipipedus*
 5. 柱锹甲属 *Prismognathus dauricus* 6. 锹甲属 *Lucanus cervus* (1~4 比例尺 2 mm, 仿 Holloway^[9] 5~6 比例尺 1 mm)



图V 锹甲复眼与眼眦的类型

- 1~2. 复眼完整, 眼无眼眦 3~4. 复眼不完全分开 5~6. 复眼分裂

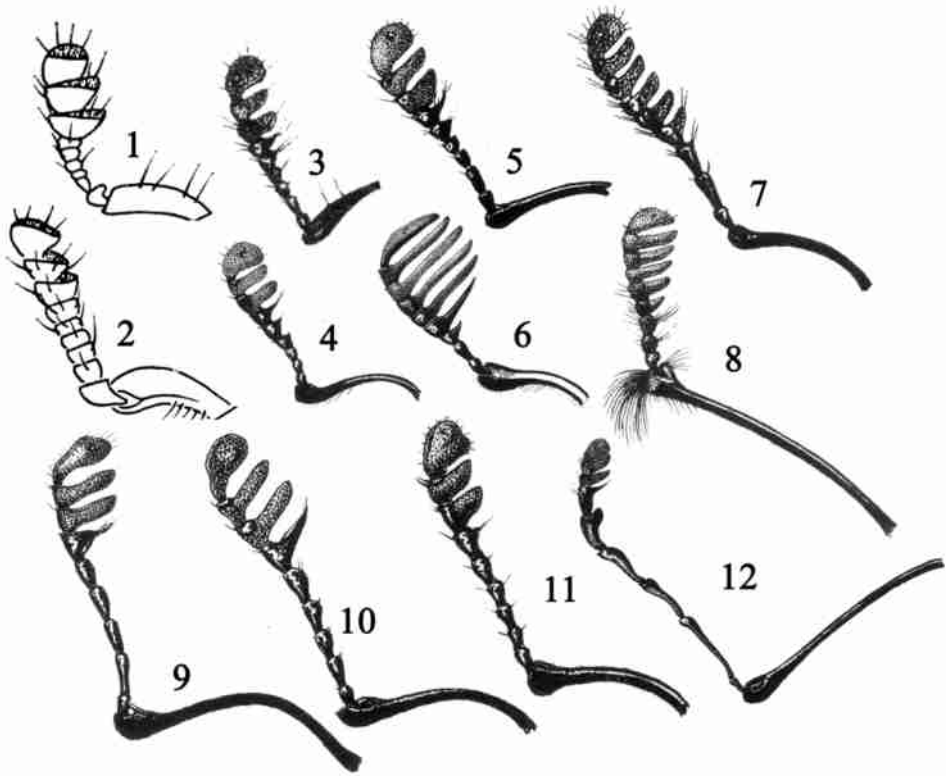


图 VI 锹甲科常见的触角(雄性)类型

1. 纹锹甲属 *Aesalus* 2. 狭锹甲属 *Figulus* 3. 盾锹甲属 *Aegus* 4. 柱锹甲属 *Prismoganthsu* 5. 奥锹甲属 *Odontolabis* 6. 异锹甲属 *Pseudolucanus* 7. 六节锹甲属 *Hexarthrus* 8. 长牙锹甲属 *Chiasognathus* 9. 环锹甲属 *Cydommatus* 10. 锹甲属 *Lucanus* 11. 前锹甲属 *Prospocoilus* 12. 奇角锹甲属 *Cantharolethrus* 1~2. 仿 Holloway (1960) 3~12. 仿 Didier & S guy (1952)^[11]。

到同属内的这样的雄性个体时,快速而准确的鉴定出其分类地位是相当不易的,需要丰富的鉴定经验及数量较多的标本比照。但是,也不是所有的锹甲头部形态特征都具分类学意义,如碾锹甲属 *Nigidius*、颞锹甲属 *Nigidionus* 及新锹甲属 *Neolucanus*、锹甲属 *Odontolabis* 中的大部分种类,前胸背板和鞘翅特征的种间差异比头部特征更为显著。总的来说,尽管锹甲是深受喜爱的观赏昆虫,但由于形态多变,使其种类鉴定仍存在不少困难,分类学研究水平总体薄弱。有关中国锹甲的分类学研究更因起步晚而存在着诸多问题。相信开展锹甲科形态学的相关研究,确定更适用于其种类鉴定的形态特征,将有助于改善长期困扰锹甲分类学研究的混乱局面,从而更好地认识这类有趣的昆虫。

参 考 文 献

1. Sprecher E., Taroni G. *Lucanus Cervus Depictus*. Edizione G. Taroni, Como, Italy, 2004. 10.
2. Holloway B. A. *Lucanidae (Insecta: Coleoptera)*. Fauna of New Zealand, 61. Manaaki Whenua Press, Lincoln, Canterbury, New Zealand. 2007. 18~19.
3. Eberhard W. G. Beetle horn dimorphism: making the best of a bad lot. *Am. Nat.*, 1982, **119**(3): 420~426.
4. Goldsmith S. K. The mating system and alternative reproductive behaviors of *Dendrobias mandibularis*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1987, **20**(2): 111~115.
5. Emlen D. J. Alternative reproductive tactics and male dimorphism in the horned beetle *Onthophagus acuminatus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1997, **41**(5): 335~341.
6. Moczek A. P., Emlen D. J. Male horn dimorphism in the scarab beetle, *Onthophagus taurus*: do alternative reproductive tactics favour alternative phenotypes? *Anim. Behav.*, 2000, **59**(2): 459~466.
7. Leuthner F. A. Monograph of the Odontolabini, a subdivision of

the Coleopterous family Lucanidae. *Trans. Zool. Soc. Lond.*, 1885, **11**(11):385- 491, 19 pl.

8 Didier R., S guy E. Catalogue illustr des Lucanides du Globe. Texte. E. *Encycl. Ent.*, 1953, (A) **27**: 1~ 223, 136 figs.

9 Holloway B. A. Taxonomy and phylogeny in the Lucanidae. *Rec. Dom. Mus.*, 1960, **3**(4):321~ 365, 108 figs.

10 Holloway B. A. Further studies on generic relationships in Lucanidae with special reference to the outlar canthus. *N. Z. J. Sci.*, 1969, **12**(4): 958~ 977.

11 Didier R., S guy E. Catalogue illustr des Lucanides du Globe. Atlas. *Encycl. Ent.*, 1952, (A) **28**: 112 pls.

12 Kawano K. Sexual dimorphism and the making of oversized male charaters in beetles. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 2006, **99** (2): 327~ 341.

2010 年部分生物、农林类学术期刊联合征订表

刊物名称	邮发代号	刊期	年价(元)	网址	E-mail
大豆科学	14-95	双月刊	60	http://dtkx.periodicals.net.cn/gyjs.asp?ID=4606693	dadoukx@sina.com
动物学研究	64-20	双月刊	150	www.zoores.ac.cn	zoores@mail.kiz.ac.cn
动物学杂志	2-422	双月刊	210	http://dwxz.ioz.ac.cn	journal@ioz.ac.cn
激光生物学报	42-194	双月刊	120	www.jgswxb.net	jgswxb@hnnu.edu.cn
菌物学报	2-499	双月刊	480	http://journals.im.ac.cn/jwxtcf	jwxt@im.ac.cn
昆虫学报	2-153	月刊	420	www.insect.org.cn	kccb@ioz.ac.cn
昆虫知识	2-151	双月刊	150	www.ent-bull.com.cn	entom@ioz.ac.cn
林业科学	82-6	月刊	300	www.linyekexue.net	linyky@forestry.ac.cn
人类学学报	2-384	季刊	100	www.ivpp.ac.cn	acta@ivpp.ac.cn
山地农业生物学报	66-66	双月	100	http://web.gzu.edu.cn/joufjouf	Sd.xb@163.com
生命科学	4-628	月刊	360	www.lifescience.net.cn	cbis@sibs.ac.cn
生物工程学报	82-13	月刊	780	http://journals.im.ac.cn/cjbcf	cjb@im.ac.cn
生物技术通报	18-92	月刊	300	http://swjstb.periodicals.net.cn/gyjs.asp?ID=4615630biot@caas.net.cn	biotech@mail.caas.net.cn
生物技术通讯	82-196	双月	150	http://swtx.chinajournal.net.cn	swtx@263.net
生物信息学	14-14	季刊	48	xxsv.chinajournal.net.cn	cjbioinformatics@yahoo.cn
微生物学报	2-504	月刊	660	http://journals.im.ac.cn/actamicrocf	actamicro@im.ac.cn
微生物学通报	2-817	月刊	576	http://journals.im.ac.cn/wswxtbcf	tonghao@im.ac.cn
武汉植物学研究	38-103	双月刊	180	http://whzxyj.cn	editor@rose.whiob.ac.cn
畜牧兽医学报	82-453	月刊	240	www.xmsyxb.com	xmsyxb@263.net
遗传	2-810	月刊	600	www.dinagene.cn	yez@genetics.ac.cn
遗传学报	2-819	月刊	600	www.genetgenomics.org	jgg@genetics.ac.cn
营养学报	6-22	双月刊	108	http://yyxx.chinajournal.net.cn	yyxx@chinajournal.net.cn
云南植物研究	64-11	双月刊	150	http://journal.kib.ac.cn	bianji@mail.kib.ac.cn
植物遗传资源学报	82-643	双月刊	120	www.zwyczy.cn	Zwyczyxb2003@sina.com
中国农业科学(中文版)	2-138	半月刊	1188	www.ChinaAgriSci.com	zgnykx@mail.caas.net.cn
中国农业科学(英文版)	2-851	月刊	432	www.ChinaAgriSci.com	zgnykx@mail.caas.net.cn
中国实验动物学报	2-748	双月刊	120	www.calas.org.cn	A67761337@126.com
中国生物工程杂志	82-673	月刊	960	www.biotech.ac.cn	biotech@mail.las.ac.cn
中国生态农业学报	82-973	双月刊	210	www.ecoagri.ac.cn	editor@sziam.ac.cn
中国水产科学	18-250	双月刊	180	www.fishsci china.com	zgsckx@cafs.ac.cn
中国水稻科学	32-94	双月刊	90	www.ricesci.cn	cjrs@263.net
作物学报	82-336	月刊	600	www.chinacrops.org/zwx	xbzw@chinajournal.net.cn

图版 X 万霞等：锹甲的头部形态及常用分类特征（正文见 P807）



图 I 锹甲科上颚的雌雄二型及雄性多型现象 1-5. 狭冠锹甲 *Lucanus angusticornis* 1-4. ♂上颚 5. ♀上颚 6-10. 中华奥锹甲 *Odontolabis sinensis* 6-9. ♂上颚 10. ♀上颚 11-14. 牯盾锹甲 *Aegus taurus* 11-13. ♂上颚 14. ♀上颚 16-18. 多齿环锹甲 *Cyclommatus multidentatus* 16-17. ♂上颚 18. ♀上颚

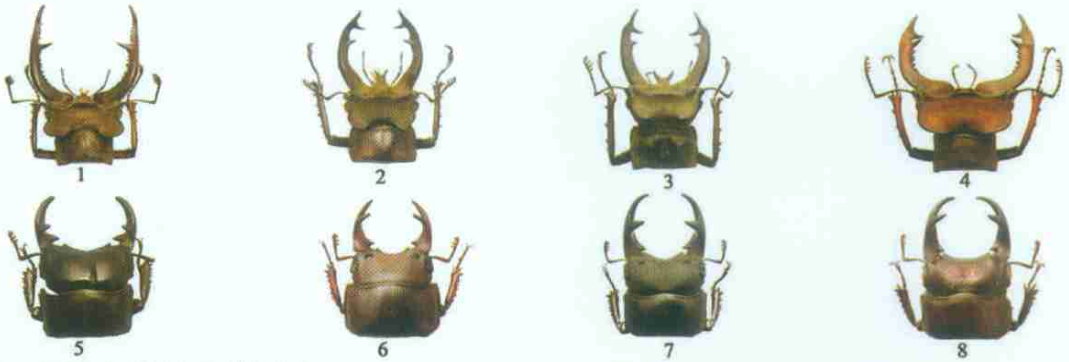


图 II 同属不同种类锹甲的雄性上唇 1-4. 锹甲属 *Lucanus* 不同种类的上唇 1. 布努诺锹甲 *L. brivoi* 2. 福仁锹甲 *L. fryi* 3. 新月锹甲 *L. lunifer* 4. 福运锹甲 *L. fortunei* 5-8. 盾锹甲属 *Aegus* 不同种类的上唇 5. 阔头盾锹甲 *A. melli* 6. 库氏盾锹甲 *A. coomani* 7. 二齿盾锹甲 *A. bidens* 8. 牯角盾锹甲 *A. taurus*



图 III 黄褐前锹甲 *Prosopocoilus blanchardi* 的下唇与下颚

1-6. 成虫的雌雄二型及雄性多型现象