

中国斑芫菁后翅形态比较

杨玉霞, 任国栋*

(河北大学生命科学学院, 河北保定 071002)

摘要: 选取中国斑芫菁属 11 个代表种, 对比分析了它们的后翅形态特征; 以苹斑芫菁 *Mylabris calida* Pallas, 1782 为模式, 探讨了斑芫菁属后翅的翅脉名称, 并对其性状进行了描述。研究结果将斑芫菁属翅脉归纳为 3 种类型: 1) 南方型: 东洋种, 翅深褐色, 各脉粗大, 骨化程度高, 皱褶多而明显; 2) 高原型: 青藏高原特有种, 翅乳白色, 半透明, 仅前缘和 MP_{1+2} 形成明显的大翅室, 余脉淡而不显, 骨化程度低; 3) 北方型: 为以上两种类型的中间过渡, 古北种, 翅褐色, 各脉清晰, 中度骨化。根据研究结果, 初步探讨了斑芫菁属翅脉的形态进化。

关键词: 鞘翅目; 芫菁科; 斑芫菁属; 后翅翅脉; 比较形态学; 中国

中图分类号: Q964 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2007)04-0429-06

Hind-wing morphology of *Mylabris* Fabricius (Coleoptera: Meloidae) from China

YANG Yu-Xia, REN Guo-Dong* (College of Life Sciences, Hebei University, Baoding, Hebei 071002, China)

Abstract: We selected 11 representative species of *Mylabris* Fabricius from China, analyzed and compared their hind-wings, and described their morphological characteristics by taking *M. calida* Pallas, 1782 as the mode. As a result, the venations of *Mylabris* Fabricius were tentatively classified into three types as follows: Southern type, represented by Oriental species, wing dark brown with a lot of folds, veins stout and highly sclerotic; Plateau type, represented by Qingzang Plateau endemic species, wing ivory-white and semitransparent, only the large cell enclosed by costal margin and MP_{1+2} obvious; and Northern type, as the transition between the former two types, represented by Palearctic species, wing brown, veins clear and moderately sclerotic. At last, the vein morphological evolution of the genus was discussed.

Key words: Coleoptera; Meloidae; *Mylabris*; hind-wing venation; comparative morphology; China

后翅是鞘翅目昆虫重要的飞行器官, 对物种的分布和扩散起着十分重要的作用。在鞘翅目昆虫的进化中, 后翅具有特定的共同起源和复杂的分化机制, 其翅脉具有广泛的同源性状。由于受到鞘翅的良好保护, 后翅翅脉的特征相对比较稳定, 但在不同级别的分类阶元中表现出很大差异。通常在高级阶元中, 翅脉变化十分显著, 其脉相通常用于类间鉴别, 而在属、种级分类阶元中相对稳定, 它常常用于推断种系发生。因此, 后翅脉相及其特征在探讨鞘翅目昆虫的系统发育关系中具有非常重要的作用。

鞘翅目昆虫的后翅折叠形式十分复杂。翅的折叠不可避免地影响到脉相的形成。其翅端折叠程度

大, 从而导致了这部分翅脉的极度退化; 相反, 由于没有太多的皱褶, 臀区翅脉相对完整 (Crowson, 1981)。每类甲虫都有其独特的翅脉分布型式和折叠方式, 从而形成了多种多样的后翅脉相。Cockerelle 和 Harris (1925) 对芫菁科 30 个属的翅脉进行了简单描述, 绘制了其中 15 个属的特征图, 但他们依据古生物学来研究现代属的后翅特征, 这样的阐述不够实际, 也没有概括出属的系统发育关系。Kemper (1923) 对欧洲一些芫菁种的后翅进行了研究, 结果发现了同样的后翅图, 但他弄错了翅的折叠, 混淆了后翅翅脉的位置。Kaszal (1959) 对 69 属 90 种芫菁的后翅翅脉进行了系统发育关系分析, 据

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (30570209, 30630010); 河北省动物学重点学科资助项目

作者简介: 杨玉霞, 女, 1982 年生, 硕士研究生, 研究方向昆虫系统学, E-mail: yuxia0305@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence, Tel.: 0312-5977061; E-mail: gdren@mail.hbu.edu.cn

收稿日期 Received: 2006-09-03; 接受日期 Accepted: 2006-11-16

此建立了 8 新属和 1 新亚属,提出了著名的 3 亚科 10 族的新分类系统,其中,仅涉及 1 种斑芫菁,即四点斑芫菁 *Mylabris quadripunctata* Linnaeus。上述学者的工作为深化芫菁翅脉研究提供了重要的参考,其方法也适用于芫菁科其余种类及其他鞘翅目科级单元后翅的系统发育研究。本研究选择中国斑芫菁属作为研究对象,旨在丰富该类群的研究资料。

斑芫菁属是芫菁科的 1 个大属,全世界已知 170 种和亚种(Bologna, 2005),分布于古北区中部和南部,以及向东洋区的过渡地带(Bologna and Pinto,

2002)。本文根据中国斑芫菁属分布格局,分别选取各区常见的 3~5 种代表种,对其后翅进行了比较形态学研究,并据此初步阐述了其形态适应性和进化性的关系,报道如下。

1 材料与方法

由河北大学博物馆收藏的中国斑芫菁标本中选取 11 种作为代表种(表 1),观察并记录其后翅的形态特征。

表 1 中国斑芫菁属代表种及其信息

Table 1 Representatives and informations of *Mylabris* Fabricius from China

| 物种 Species | 性别 Sex | 产地 Locality | 采集日期 Collection date |
|--|-----------|--------------------------------------|-------------------------|
| 高原斑芫菁 <i>M. przewalskyi</i> Dokht., 1887 | ♂ | 西藏江孜宗山 Gyangzè, Xizang | 2. vii. 2002 |
| 长角斑芫菁 <i>M. longiventris</i> Blair, 1927 | ♂ | 西藏萨嘎 Saga, Xizang | 9. vii. 2004 |
| 拟高原斑芫菁 <i>M. hingstoni</i> Blair, 1927 | ♂ | 西藏隆孜 Lhünzè, Xizang | 27. vi. 2004 |
| 小斑芫菁 <i>M. splendidula</i> Pallas, 1782 | ♂ | 甘肃肃南 Sunan, Gansu | 27-28. vii. 2004 |
| 丽斑芫菁 <i>M. speciosa</i> Pallas, 1782 | ♂ | 河北涿鹿杨家坪 Yangjiaping, Zhuolu, Hebei | 4-12. vii. 2004 |
| 蒙古斑芫菁 <i>M. mongolica</i> Dokht., 1887 | ♂ | 内蒙古苏尼特 Sunid, Neimenggu | 8. vi. 1994 |
| 苹斑芫菁 <i>M. calida</i> Pallas, 1782 | ♂ | 陕西延安枣园 Zaoyuan, Yan'an, Shaanxi | 24. vi. 2006 |
| 腋斑芫菁 <i>M. axillaris</i> Billberg, 1813 | ♂ | 河北张北 Zhangbei, Hebei | 7-8. vii. 2004 |
| 眼斑芫菁 <i>M. cichoriæ</i> Linnaeus, 1757) | ♂ | 云南云县漫湾 Manwan, Yunxian, Yunnan | 14. vii. 2005 |
| 大斑芫菁 <i>M. phalerata</i> (Pallas, 1781) | ♂ | 西藏察隅 Zayti, Xizang | 12. vii. 2005 |
| 多毛斑芫菁 <i>M. hirta</i> Tan, 1992 | ♂ | 河南商城金岗台 Jingangtai, Shancheng, Henan | 22-23. vii. 2005 |

后翅翅脉的命名,主要参考 Comstock 和 Needham (1898, 1899), Snodgrass (1935), Kukalova-Peck 和 Lawrence (1993, 2004) 等学者的研究成果;同时,参照近年来,我国学者在一些鞘翅目类群上进行的该方面研究,所取得的初步成果(王文凯, 2000; 葛斯琴等, 2003; 刘杉杉等, 2005)。以苹斑芫菁 *Mylabris calida* Pallas 的后翅为代表,采用 Kukalova-Peck 和 Lawrence (2004) 的命名系统,根据主脉和翅褶的关系,将翅分为 6 区,对翅脉特征进行了描述。

2 结果与分析

2.1 折叠方式

斑芫菁飞行时,翅展约为鞘翅的 1.5 倍长,膜质,易损(图 1);静止时折叠于鞘翅之下。

斑芫菁的后翅折叠方式(图 2, 3)与拟步甲科相同(滑会然, 2006),主要发生在端部和臀部:

端部折叠经过 2 步得以实现:先沿褶线向内和向下折叠,即 RA 脉端部向下部分与 r4 脉对折(图 4, 5),然后再向内对折 1 次(图 6, 7),这一部分被划分为端区(AF);同时,在三角形大翅室中的 2 条



图 1 苹斑芫菁 *Mylabris calida* Pallas 自然展翅图(♂)

Fig. 1 Unfolding pattern of *Mylabris calida* Pallas in natural state (♂)

径褶作皱褶运动,形成径区(RF);径区端部较为弱化的三角区域为中心区(CF)。

臀部折叠较为简单,沿臀褶向上折叠一次(图 8, 9),形成臀区(AF*)。臀褶和 MP1+2 脉之间的区域为中区(MF)。

此外,翅基部肩角部位,由不甚明显的肩褶划分成肩区(HF)。

2.2 翅脉特征

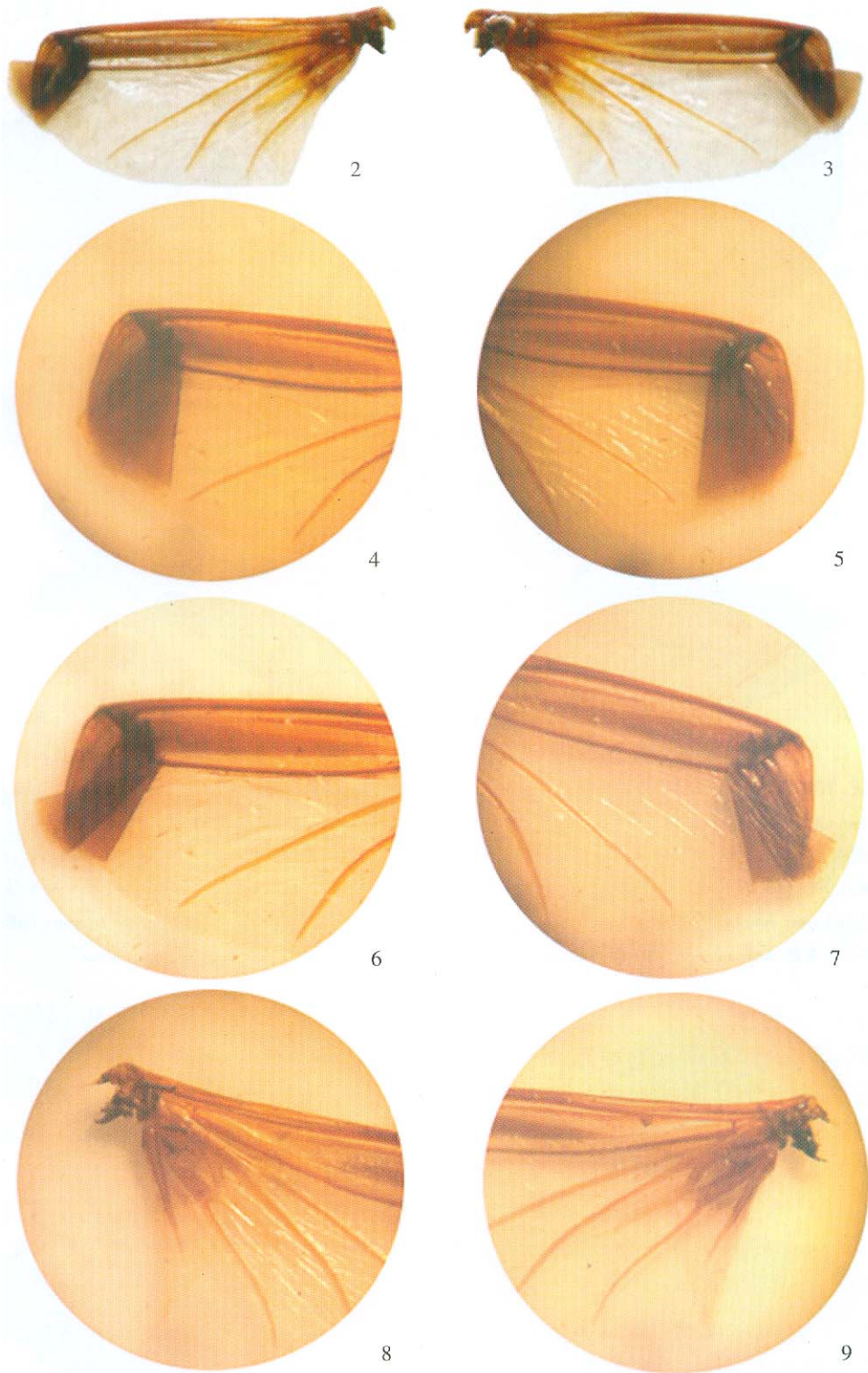


图 2~9 苹斑芜菁 *Mylabris calida* Pallas 后翅折叠图(♂ 左,背面观;右,腹面观)

Figs. 2-9 Folding pattern of hind-wing of *Mylabris calida* Pallas (♂) (left, dorsal view; right, ventral view)

2~3: 整体图 Whole; 4~5: 端部第 1 次折叠 First folding in apex; 6~7: 端部第 2 次折叠 Second folding in apex; 8~9: 臀部折叠 Folding in anal filed.

(1) 肩区 (humeral field): 缘脉 C 短、粗, 前亚前 缘脉 ScA 与前者近等长; 二者在肩区之后共同构成

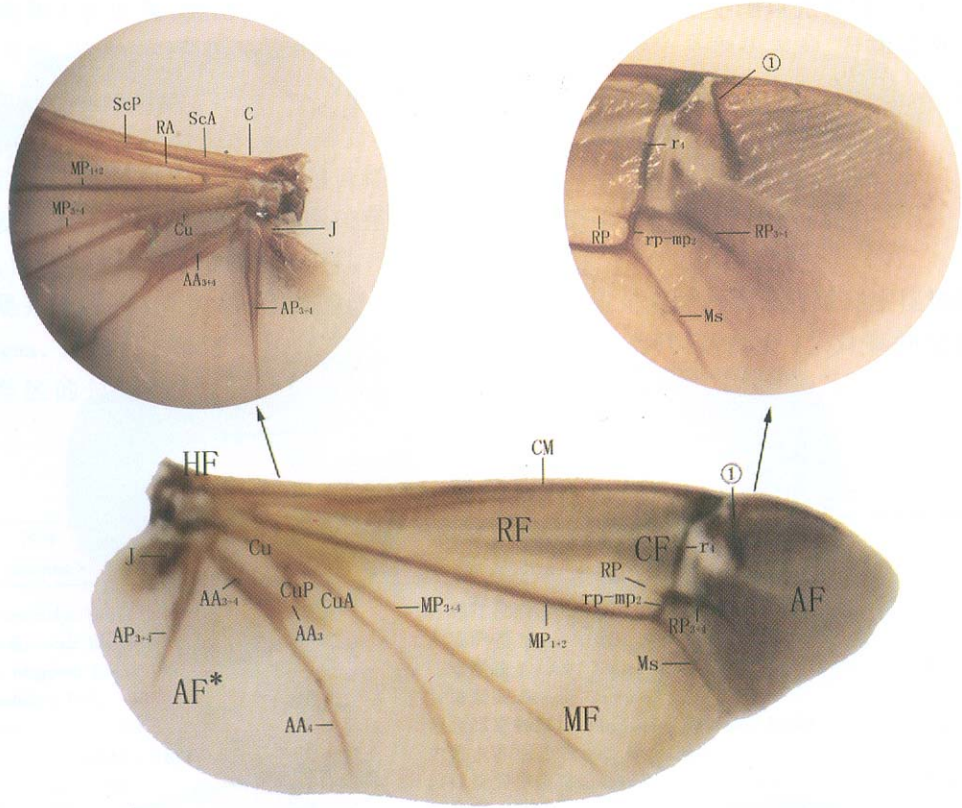


图 10 苹斑芫菁 *Mylabris calida* Pallas 后翅示意图(♂)(基部,左上;端部,右上)

Fig. 10 Schematic hind-wing venation of *Mylabris calida* Pallas (♂) (base, left above; apex, right above)

HF: 肩区 Humeral field; RF: 径区 Radial field; CF: 中心区 Central field; AF: 端区 Apical field; MF: 中区 Medial field; AF*: 臀区 Anal field; CM: 前缘 Costal margin; C: 缘脉 Costa; ScA: 前亚前缘脉 Subcostal anterior; ScP: 后亚前缘脉 Subcostal posterior; RA: 前径脉 Radius anterior; RP: 后径脉 Radius posterior; RP₃₊₄: 后径分脉 RP branches; r₁: 径横脉 Radical cross-veins; MP: 后中脉 Medial posterior; Ms: 中距 Medial spur; rp-mp₂: 中肘横脉 Medio-cubital cross-vein; Cu: 肘脉 Cubitus; CuA: 前肘脉 Cubitus anterior; CuP: 后肘脉 Cubitus posterior; AA: 前臀脉 Anal anterior; AP: 后臀脉 Anal posterior; J: 轭脉 Jugals; ①: 几丁质面 Chitinous plane.

翅前缘 (CM)。

(2) 径区 (radial field): 后亚前缘脉 ScP 在近基半部与 ScA 脉明显分离, 之后紧贴于其下; 前径脉 RA 很长, 其基部较细, 向端部变得粗壮, 骨化程度增高, 粗壮, 位于 ScP 脉之下, 端部未形成径室 (radical cell)。

(3) 中心区 (central field): 后径脉 RP 短, 径横脉 r₃ 消失, 径横脉 r₄ 与 RA 脉前端向下弯曲部分相连成钝角; 径中横脉 rp-mp₂ 与 r₄ 脉成一条直线, 共同界定三角形大翅室的端缘。

(4) 端区 (apical field): 后径分脉 RP₃₊₄ 长未达翅缘, 与 RP 脉相对成一条直线, 并与 rp-mp₂ 脉相交; 高度骨化前缘及其向中部延展部分形成“V 型”几丁质面 (chitinous plane), 向下骨化部分末端未达 RP₃₊₄ 脉。

(5) 中区 (medial field): 后中分脉 MP₁₊₂ 粗壮,

骨化程度高, 中突脉/中距 Ms 同等程度骨化, 长达翅缘; 后中分脉 MP₃₊₄, 长而不分叉, 端部几乎达翅缘, 中度骨化; 前肘脉 CuA 向翅端延伸, 前臀分脉 AA₁₊₂ 消失, 后肘脉 CuP 和 AA₃ 脉近基部均分叉, 并相交成翅室。

(6) 臀区 (anal field): 后臀分脉 AP₁₊₂ 消失, AP₃₊₄ 脉骨化程度较 AA 脉高, 端部接近翅缘; 存在轭脉 J, 短, 中度骨化。

此外, MP₁₊₂ 脉, Cu 脉和 AA₃₊₄ 脉翅脉基部被较长深毛。

2.3 后翅变化类型

通过观察总结所选取的 11 种斑芫菁后翅翅脉特征 (图 10 ~ 20) 和其分布特点, 可以将其归纳为以下 3 种类型:

(1) 南方型 (Southern type): 东洋种, 翅深褐色, 皱褶多而明显, 各脉粗大, 骨化程度高。如眼斑芫菁

(图 18) 大班芫菁(图 19) 和多毛斑芫菁(图 20)。中国东洋区分布的种类属于这种类型, 虽然翅的形状, 大小和颜色主要决定于基因, 但后翅颜色与发育温度或光周期有关, 南方温度高, 光周期长, 故颜色深; 还可能由于生境中食物丰富, 体中至大型, 形态结构要求协调发育, 所以翅脉发达, 以带动庞大的身体飞行和觅食。

(2) 高原型(Plateau type): 青藏高原特有种, 翅乳白色, 半透明, 仅前缘和 MP_{1+2} 脉构成的大翅室明

显, 余脉淡而不显, 骨化程度低。如高原斑芫菁(图 11), 长角斑芫菁(图 12) 和拟高原斑芫菁(图 13)。该类型的种类仅分布于青藏高原, 可能由于高寒多风, 不利于飞行而使翅脉弱化。

(3) 北方型(Northern type): 古北种, 翅褐色, 各脉清晰, 中度骨化。如莘斑芫菁(图 10) 小斑芫菁(图 14) 丽斑芫菁(图 15) 蒙古斑芫菁(图 16) 和腋斑芫菁(图 17)。该类型为以上两类型的中间过渡类型, 通常体小至中型, 可以做短距离飞行。

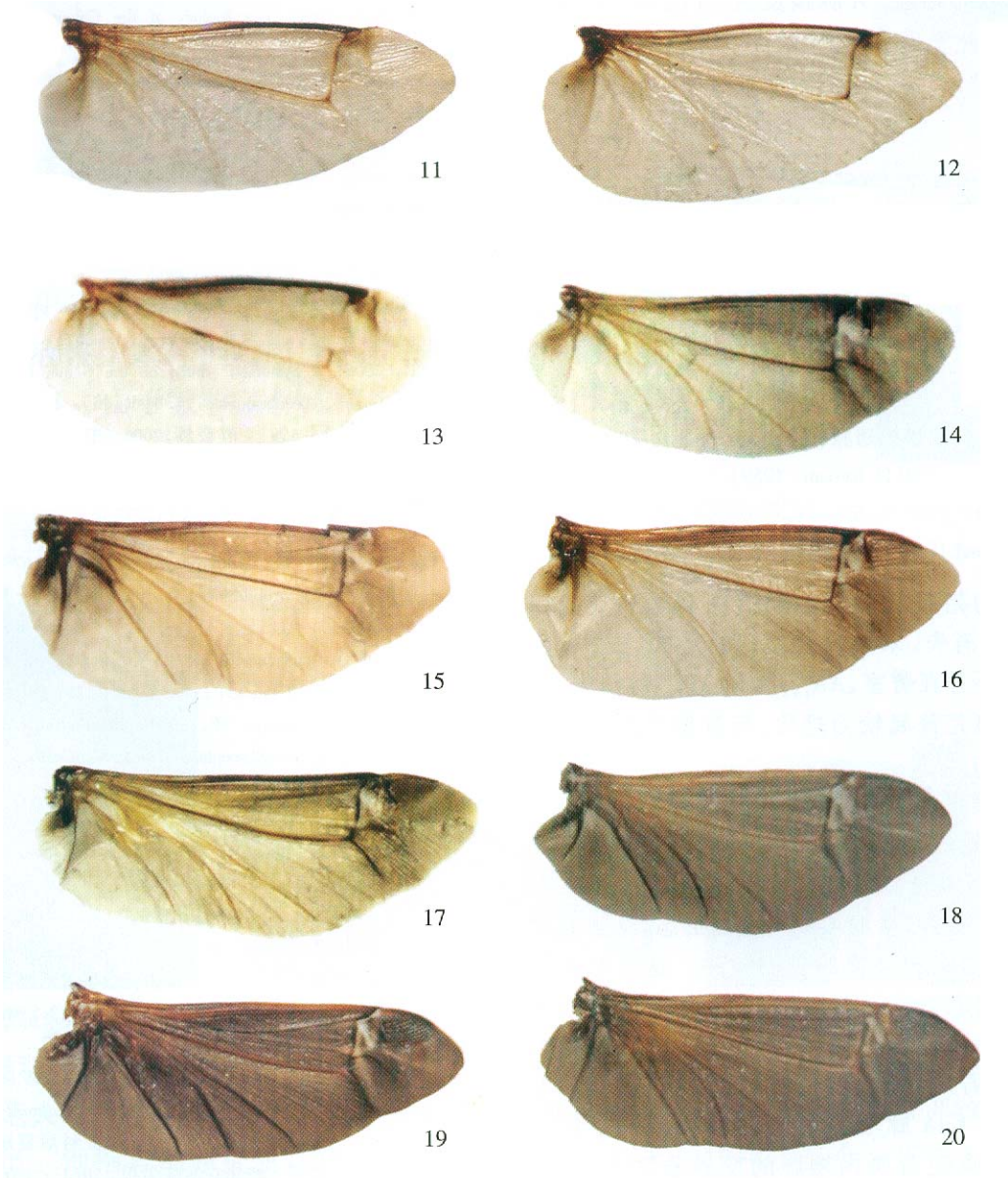


图 11~20 斑芫菁 *Mylabris* Fabricius 后翅特征图

Figs. 11-20 Hind-wing of *Mylabris* Fabricius, 1775

11: 高原斑芫菁 *M. przewalskyi* Dokht.; 12: 长角斑芫菁 *M. hingstoni* Blair; 13: 拟高原斑芫菁 *M. longiventris* Blair; 14: 小斑芫菁 *M. splendidula* Pallas; 15: 丽斑芫菁 *M. speciosa* Pallas; 16: 蒙古斑芫菁 *M. mongolica* Dokht.; 17: 腋斑芫菁 *M. axillaris* Billberg; 18: 眼斑芫菁 *M. cichorii* (Linnaeus); 19: 大班芫菁 *M. phalerata* (Pallas); 20: 多毛斑芫菁 *M. hirta* Tan.

3 讨论

鞘翅目的后翅翅脉通常被分为 6 种基本类型(杨星科, 1999)即长扁甲型、肉食甲型、萤甲型、隐翅虫型、藻食甲型和纓翅甲型。Ganglbauer(1903)和 Handlirsch(1906, 1908)提出了相同的芫菁科昆虫的后翅原始假想脉相图(图 21),表明芫菁科的翅脉属于萤甲型,以 M 脉(即 RP 脉)退化,但在端部与 Cu 脉(即 MP_{1+2} 脉)相连;A 脉很发达,有径室和臀室为明显特征,在此类群中,径室缺失。与其他异附节类的后翅相比较,芫菁科的后翅明显缩短并特化,翅脉较为简单。

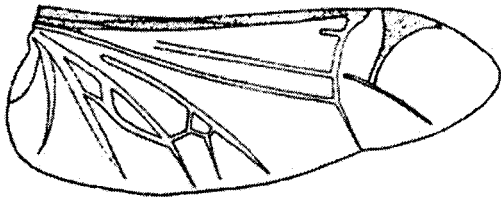


图 21 芫菁科的假想翅脉(Ganglbauer and Handlirsch)
(引自 Kaszab, 1959)

Fig. 21 Hypothetical hind-wing venation of Meloidae
(Ganglbauer and Handlirsch)(Adapted from Kaszab, 1959)

与原始芫菁翅脉脉相比(图 21),斑芫菁翅脉简单, r_3 脉消失,未形成径室,RP 脉短,AA 脉简单,少分叉,不存在臀室, AA_{1+2} 脉和 AP_{1+2} 脉消失,这些特征表明斑芫菁属较为进化,与其他形态学研究结果是一致的。

本研究表明,南方型、高原型和北方型斑芫菁种类的后翅,在翅的颜色、翅脉的粗细和骨化程度上存在明显的差异,由于处在不同的生活环境条件下,需要不同的适应行为,从而形成特定的形态,这很好地说明了形态、功能和环境的有机统一。这些对研究斑芫菁区系组成也有一定参考价值。而各脉的相对长度差异不明显,只有个别种类较为进化,如拟高原斑芫菁, r_4 脉消失, AP_{3+4} 脉极度缩短,几乎与 J 脉等长, AA_{3+4} 脉和 CuA 脉端部远未达翅缘。从图 10 ~ 20 可以看出,斑芫菁属内翅脉的变异非常小,不适合用于种级分类,这也支持了 Kaszab(1959)提出的芫菁科的翅脉在族级以上分类单元才具有分类意义的观点。

参考文献(References)

- beetles (Coleoptera, Meloidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37: 306–311.
- Bologna MA, Pinto JD, 2002. The Old World genera of Meloidae (Coleoptera): a key and synopsis. *Journal of Natural History*, 36: 2 013–2 102.
- Cockerell TDA, Harris RC, 1925. The wings of the meloid beetles. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 38: 25–32, Pl. 1.
- Comstock JH, Needham JG, 1898. The wings of Insects. *The American Naturalist*, 32: 81–89, 117–126, 573–582, 845–860.
- Comstock JH, Needham JG, 1899. The wings of Insects. *The American Naturalist*, 33: 42–48, 81–89, 231–257, 413–422, 560–565, 769–777, 903–911.
- Crownson RA, 1981. *The Biology of the Coleoptera*. Academic Press, London. 820 pp.
- Ganglbauer L, 1903. Systematisch-koleopteologische Studien. *München, Kol. Zeit.*, 1: 271–319.
- Ge SQ, Yang XK, Wang SY, Li WZ, Cui JZ, 2003. Comparative morphology of hind-wing venation of Chrysomelinae. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 28(3): 374–380. [葛斯琴, 杨星科, 王书永, 李文柱, 崔俊芝, 2003. 叶甲亚科后翅比较形态学研究. *动物分类学报*, 28(3): 374–380]
- Handlirsch A, 1906, 1908. Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. I–II. Leipzig.
- Hua HR, 2006. A Systematic Study on the Genus *Promethis* from China (Coleoptera, Tenebrionidae, Cnodalonini). MSc Dissertation, Hebei University. 1–199. [滑会然, 2006. 中国大轴甲属系统学研究(鞘翅目: 拟步甲科). 河北大学硕士学位论文. 1–199]
- Kaszab Z, 1959. Phylogenetische beziehungen des flügelgeäders Meloiden (Coleoptera), nebst beschreibung neuer gattungen und arten. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 5: 67–114.
- Kempers KJW, 1923. Abbildungen von Flügelgeäder der Koleopteren. *Ent. Mitt.*, 12: 71–115.
- Kukulova-Peck J, Lawrence JF, 1993. Evolution of the hind wing in Coleoptera. *The Canadian Entomologist*, 125: 181–258.
- Kukulova-Peck J, Lawrence JF, 2004. Relationships among coleopteran suborders and major neopteran lineages: Evidence from hind wing characters. *European Journal of Entomology*, 101(1): 95–144.
- Liu SS, Ren GD, 2005. A primary study on hind-wings of the genus *Uloma* from China. In: Ren GD, Zhang RZ, Shi FM eds. *Classification and Diversity of Insects in China*. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press. 125–128. [刘杉杉, 任国栋, 2005. 中国齿甲属 *Uloma* 后翅的比较形态学研究. 见: 任国栋, 张润志, 石福明 主编. *昆虫分类与多样性*. 北京: 中国农业科学技术出版社. 125–128]
- Snodgrass ER, 1935. *Principles of Insect Morphology*. McGraw Hill Book, New York and London. 667 pp.
- Wang WK, 2000. The taxonomic significance of the hind-wing venation characters in Lamiinae. *Journal of Hubei Agricultural College*, 20(2): 120–125. [王文凯, 2000. 沟胫天牛亚科后翅翅脉特征在系统分类学上的意义. *湖北农学院学报*, 20(2): 120–125]
- Yang XK, 1999. Coleoptera. In: Zheng LY, Gui H eds. *Insect Classification*. Nanjing: Nanjing Normal University Press. 565–584. [杨星科, 1999. 鞘翅目. 见: 郑乐怡, 归鸿 主编. *昆虫分类学(下)*. 南京: 南京师范大学出版社. 565–584]

(责任编辑: 袁德成)