



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

中国水虻总科志

Stratiomyoidea of China

杨定 张婷婷 李竹 著

YANG Ding ZHANG Tingting LI Zhu



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

中国水虻总科志

Stratiomyoidea of China

杨 定 张婷婷 李 竹 著

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

水虻总科包括木虻科和水虻科两个科,是双翅目短角亚目中比较原始的类群。水虻科是较大的类群,全世界已知 3 000 余种;而木虻科种类稀少,仅 138 种。水虻总科分布广泛,大部分幼虫腐食性,可以用于处理禽畜粪便,并可作为动物饲料添加剂以及提取生物柴油,具有较高的经济价值;少部分植食性幼虫是重要的农业害虫。

本志分为总论和各论两大部分。总论部分包括研究简史、材料与方法、形态特征、生物学及经济意义、地理分布等内容,力求介绍木虻科和水虻科研究的最新进展。各论部分系统记述我国木虻科和水虻科共计 58 属 383 种(包括 38 新种),其中木虻科 3 属 37 种,水虻科 55 属 346 种;编制属和种检索表,提供 305 幅插图和 124 图版。书末附参考文献和英文摘要。本志可供从事昆虫学教学和研究、植物保护、森林保护以及生物防治工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国水虻总科志/杨定,张婷婷,李竹著.—北京:中国农业大学出版社,2014.6

ISBN 978-7-5655-0927-8

I. ①中… II. ①杨…②张…③李… III. ①水虻总科-昆虫志-中国 IV. ①Q969.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 055603 号

书 名 中国水虻总科志

作 者 杨 定 张婷婷 李 竹 著

策划编辑 潘晓丽

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

规 格 787×1092 16 开本 47.25 印张 1 175 千字 插页 62

定 价 208.00 元

责任编辑 潘晓丽

责任校对 王晓凤 陈 莹

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

STRATIOMYOIDEA OF CHINA

YANG Ding ZHANG Tingting LI Zhu

China Agricultural University Press
Beijing

前 言

水虻总科 Stratiomyoidea 包括木虻科 Xylomyidae 和水虻科 Stratiomyidae 2 个科,是双翅目 Diptera 短角亚目 Brachycera 中比较原始的类群。它们是联系双翅目长角亚目与短角亚目的关键类群之一,具有比较重要的系统地位。水虻科全世界已知 12 亚科 382 属 3 000 余种;而木虻科种类稀少,全世界已知 5 属 138 种。水虻总科分布广泛,全世界各个动物地理区系均有分布;成虫陆生,幼虫陆生或水生。大部分种类幼虫腐食性;国内外养殖水虻用于处理禽畜粪便,而收获的幼虫是优良的动物饲料添加剂,其还可用于提取生物柴油,具有较高的经济价值。少部分种类幼虫植食性,可危害水稻、甘蔗、油棕等粮食和经济作物。因此,开展水虻总科昆虫的系统分类和系统发育研究,对开展其多样性的保护及其利用研究以及探讨虻类昆虫的起源和演化均有重要的意义。

本书第一作者从 1989 年开始与杨集昆教授合作进行我国水虻总科的分类研究工作,1991—1994 年接受日本文部省研究生奖学金的资助在日本鹿儿岛大学永富昭教授指导下完成有关中国低等虻类系统分类的博士论文,水虻总科为其博士论文的部分内容;第二作者近期在中国农业大学完成中国水虻总科系统分类的博士论文;第三作者近几年主要研究水虻亚科。

本书在前人研究工作的基础上对我国水虻总科昆虫的区系分类进行了系统性的总结,分为总论和各论两大部分。总论部分包括研究简史、材料与方法、形态特征、生物学及经济意义、地理分布等内容,力求介绍木虻科和水虻科最新的研究进展。各论部分系统记述我国木虻科和水虻科共计 58 属 383 种,其中木虻科 3 属 37 种,水虻科 55 属 346 种(包括 9 新记录属 24 新记录种 38 新种),编制亚科、属和种检索表,并提供整体和局部的鉴别特征图或照片。本书编写所用标本主要来源于中国农业大学昆虫博物馆多年的采集收藏,以及国内兄弟单位送来鉴定或我们借阅的一些水虻总科标本。对于少数缺乏标本的种,根据前人的描述和图进行整理。

在研究过程中,日本的 A. Nagatomi 教授、K. Kusigemati 教授和 T. Saigusa 教授,俄罗斯的 E. P. Nartshuk 教授,南非的 B. R. Stuckenberg 研究员,意大利的 C. Leonardi 博士和 F. Mason 研究员,奥地利的 R. Contreras-Lichtenberg 博士,美国的 D. W. Webb 博士、N. E. Woodley 博士和 M. Hauser 博士,捷克的 R. Rozkošný 教授,澳大利亚的 G. Daniels 博士等提供及惠赠宝贵文献资料或交换标本。在野外考察过程中,河南省农业科学院申效诚研究员,浙

江农林大学吴鸿教授和王义平教授,云南农业大学李强教授,华南农业大学许再福教授、王敏教授和刘经贤副研究员,贵州大学李子忠教授、金道超教授和杨茂发教授,南京师范大学蒋国芳教授,广西师范大学周善义教授,湖南省林业厅徐永新研究员,国家林业局森林病虫害防治总站盛茂领教授,西北农林科技大学张雅林教授和冯纪年教授,河北大学任国栋教授和王新谱教授,沈阳师范大学薛万琦教授、王明福教授和张春田教授,东北林业大学韩辉林教授,内蒙古师范大学能乃扎布教授和白晓拴副教授,中国农业科学院草原研究所王宁女士,宁夏农林科学院植物保护研究所张蓉研究员,长江大学李传仁教授等提供了大力支持和帮助。在标本借阅过程中,得到中国科学院动物研究所史永善研究员、汪兴鉴研究员、杨星科研究员、乔格侠研究员、陈军研究员、张莉莉副研究员和刘虹女士,浙江大学何俊华教授和陈学新教授,南开大学郑乐怡教授、刘国卿教授和卜文俊教授,中山大学庞虹教授,西北农林科技大学王应伦教授,沈阳师范大学薛万琦教授和张春田教授,西南林业大学欧晓红教授,上海昆虫博物馆章伟年研究员、殷海生研究员、刘宪伟研究员和朱卫兵副研究员,贵州省林业科学研究院杨再华副研究员等大力支持和帮助。浙江农林大学吴鸿教授、华南农业大学许再福教授、国家林业局森林病虫害防治总站盛茂领教授等曾赠送标本。本书的编写还得到中国农业大学李法圣先生、王心丽教授、彩万志教授、刘志琦教授、徐志强副教授等的支持和鼓励,以及实验室研究生董慧、张魁艳、姚刚、王国全、刘启飞、刘晓艳、李彦、王俊潮、王丽华、张晓、康泽辉、杨秀帅、李虎、罗心宇等的协助;还得到山东农业大学邓思伟、逯永清、张守科,北京猛禽救助中心周蕾女士和沈阳师范大学史静耸的协助。姚刚、李彦、李虎、计云、吴超、雷波、刘晔、宋海天、李超、张巍巍、严莹、余之舟、赵俊军和朱笑愚拍摄并提供了生态照片。

作者在此对上述国内外同行的大力支持和帮助一并表示衷心的感谢。最后,本书第一作者特别感谢业师杨集昆教授和永富昭教授在研究过程中长期的指导和关怀鼓励。

有关水虻总科的研究先后得到国家自然科学基金(30225009)、科学技术部科技基础性工作专项重点项目(2012FY111100)、国家科技基础条件平台项目(2005DKA21402)、北京市新世纪百千万人才工程经费资助项目的资助。本次的出版工作得到了国家出版基金项目的支持和资助。

本书所涉及的内容范围广泛,由于作者的水平有限,书中可能存在缺点和不足之处,敬请读者给予批评指正。

作 者

2013年12月26日于北京

目 录

总论	1
一、研究简史	1
1. 世界水虻总科研究概况	1
2. 中国水虻总科研究概况	3
3. 水虻总科分类系统沿革	4
二、材料与方法	5
1. 材料	5
2. 方法	5
三、形态特征	7
1. 成虫	7
2. 幼期	21
四、生物学及经济意义	23
1. 生物学	23
2. 经济意义	26
五、地理分布	27
1. 世界水虻总科的分布	27
2. 中国水虻总科的分布	60
各论	73
一、木虻科 Xylomyidae Verrall, 1901	73
1. 丽木虻属 <i>Formosolva</i> James, 1939	74
2. 粗腿木虻属 <i>Solva</i> Walker, 1859	79
3. 木虻属 <i>Xylomya</i> Rondani, 1861	112
二、水虻科 Stratiomyidae Latreille, 1802	132
(一) 柱角水虻亚科 Beridinae Westwood, 1838	133
4. 星水虻属 <i>Actina</i> Meigen, 1804	134
5. 距水虻属 <i>Allognosta</i> Osten-Sacken, 1883	160

6. 异长角水虻属 <i>Aspartimas</i> Woodley, 1995	200
7. 柱角水虻属 <i>Beris</i> Latreille, 1802	201
8. 离眼水虻属 <i>Chorisops</i> Rondani, 1856	227
9. 长角水虻属 <i>Spartimas</i> Enderlein, 1921	239
(二) 鞍腹水虻亚科 <i>Clitellariinae</i> Brauer, 1882	244
10. 隐水虻属 <i>Adoxomyia</i> Kertész, 1907	245
11. 安水虻属 <i>Anoamyia</i> Lindner, 1935(中国新记录属)	247
12. 毛面水虻属 <i>Campeprosopa</i> Macquart, 1850	250
13. 鞍腹水虻属 <i>Clitellaria</i> Meigen, 1803	252
14. 长鞭水虻属 <i>Cyphomyia</i> Wiedemann, 1819	274
15. 优多水虻属 <i>Eudmeta</i> Wiedemann, 1830	278
16. 黑水虻属 <i>Nigritomyia</i> Bigot, 1877	282
17. 红水虻属 <i>Ruba</i> Walker, 1859(中国新记录属)	288
(三) 扁角水虻亚科 <i>Hermetiinae</i> Loew, 1862	292
18. 扁角水虻属 <i>Hermetia</i> Latreille, 1804	292
(四) 线角水虻亚科 <i>Nemotelinae</i> Kertész, 1912	300
19. 线角水虻属 <i>Nemotelus</i> Geoffroy, 1762	301
(五) 厚腹水虻亚科 <i>Pachygastrinae</i> Loew, 1856	315
20. 肾角水虻属 <i>Abiomyia</i> Kertész, 1914	317
21. 华美水虻属 <i>Abrosiomyia</i> Kertész, 1914	321
22. 助水虻属 <i>Aidomyia</i> Kertész, 1916	324
23. 绒毛水虻属 <i>Aulana</i> Walker, 1864	324
24. 折翅水虻属 <i>Camptopteromyia</i> de Meijere, 1914(中国新记录属)	325
25. 离水虻属 <i>Cechorismenus</i> Kertész, 1916	330
26. 箱腹水虻属 <i>Cibotogaster</i> Enderlein, 1914	330
27. 等额水虻属 <i>Craspedometopon</i> Kertész, 1909	332
28. 库水虻属 <i>Culcua</i> Walker, 1856	338
29. 寡毛水虻属 <i>Evaza</i> Walker, 1856	350
30. 伽巴水虻属 <i>Gabaza</i> Walker, 1858	363
31. 角盾水虻属 <i>Gnorismomyia</i> Kertész, 1914	370
32. 科洛曼水虻属 <i>Kolomania</i> Pleske, 1924	370
33. 边水虻属 <i>Lenomyia</i> Kertész, 1916	372
34. 冠毛水虻属 <i>Lophoteles</i> Loew, 1858(中国新记录属)	373
35. 单刺水虻属 <i>Monacanthomyia</i> Brunetti, 1912	375
36. 鼻水虻属 <i>Nasimyia</i> Yang et Yang, 2010	376
37. 亚离水虻属 <i>Paracechorismenus</i> Kertész, 1916	382
38. 亚拟蜂水虻属 <i>Parastratiosphecomyia</i> Brunetti, 1923	382
39. 革水虻属 <i>Pegadomyia</i> Kertész, 1916	386
40. 异瘦腹水虻属 <i>Pseudomeristomerinx</i> Hollis, 1963(中国新记录属)	387

41. 枝角水虻属 <i>Ptilocera</i> Wiedemann, 1820(中国新记录属)	391
42. 锥角水虻属 <i>Raphanocera</i> Pleske, 1922(中国新记录属)	398
43. 多毛水虻属 <i>Rosapha</i> Walker, 1859	400
44. 拟蜂水虻属 <i>Stratiosphecomyia</i> Brunetti, 1913(中国新记录属)	406
45. 带芒水虻属 <i>Tinda</i> Walker, 1859(中国新记录属)	407
(六) 瘦腹水虻亚科 <i>Sarginae</i> Walker, 1834	410
46. 红头水虻属 <i>Cephalochrysa</i> Kertész, 1912	411
47. 绿水虻属 <i>Chloromyia</i> Duncan, 1837	413
48. 台湾水虻属 <i>Formosargus</i> James, 1939	416
49. 小丽水虻属 <i>Microchrysa</i> Loew, 1855	417
50. 指突水虻属 <i>Ptecticus</i> Loew, 1855	425
51. 瘦腹水虻属 <i>Sargus</i> Fabricius, 1798	448
(七) 水虻亚科 <i>Stratiomyinae</i> Latreille, 1802	471
52. 诺斯水虻属 <i>Nothomyia</i> Loew, 1869	471
53. 短角水虻属 <i>Odontomyia</i> Meigen, 1803	474
54. 脉水虻属 <i>Oplodontha</i> Rondani, 1863	494
55. 盾刺水虻属 <i>Oxycera</i> Meigen, 1803	501
56. 丽额水虻属 <i>Prosopochrysa</i> de Meijere, 1907	524
57. 对斑水虻属 <i>Rhaphiocerina</i> Lindner, 1936	525
58. 水虻属 <i>Stratiomys</i> Geoffroy, 1762	526
参考文献	550
英文摘要	618
附表一 木虻科在中国各行政区的分布	695
附表二 水虻科在中国各行政区的分布	697
附表三 木虻科在中国各动物地理区的分布	713
附表四 水虻科在中国各动物地理区的分布	715
中名索引	731
学名索引	738
图版	745

总 论

一、研究简史

水虻科(Stratiomyidae)是双翅目(Diptera)短角亚目(Brachycera)中较大的一个科,全世界已知 3 000 余种。科名拉丁文的希腊词源 Strati-意为好战的,英文名 Soldierfly 和德文名 Waffnenfliegen 均为“战虻”的意思,但该种昆虫大部分为腐食性,成虫主要食花蜜,并无攻击性,有此名可能是因为常见的水虻科昆虫如水虻属 *Stratiomys* 体型粗壮,腹部有黑黄相间的条纹,容易让人误认为蜜蜂或牛虻,再如常见的金黄指突水虻 *Ptecticus aurifer* 体型较大,腹部纺锤形,体型类似有攻击性的胡蜂。水虻科的日文名为みずあぶ(mi zu a bu)意为“水(みず)虻(あぶ)”,取其常见种幼虫水生,成虫多在水边活动之意,中文名沿用此名而来。由于水虻科昆虫极常见,体型大而体色艳丽,早在林奈时代之前人们就对其有了认识。木虻科(Xylomyidae)是一个很小的科,全世界已知 138 种。其拉丁名的希腊词源 Xylo-意指木,英文名 wood soldierfly,也体现了它与水虻的关系,其成虫常在林地发现,而幼虫则生活在树皮,捕食性或腐食性。

1. 世界水虻总科研究概况

世界水虻总科昆虫的研究历史大致分为 3 个阶段:启蒙阶段、发展阶段和繁荣阶段。

(1) 启蒙阶段(1758—1882)

在本阶段水虻科分类系统初步建立,大量的种类被记述。

林奈(1758)在《自然系统》第十版中描述了水虻科最早的 6 个种:*Musca chamaeleon*、*M.*

cupraria、*M. hydroleon*、*M. microleon*、*M. patherium*、*M. polita*,但它们都被放在了广义的蝇属*Musca*中,这些种名至今仍有效。在该书第十二版发表时,林奈(1767)又记述了4个种,其中3个至今仍有效。同一时期 Geoffroy (1762)记述了3个种,其中1种为有效种:*Nemotelus uliginosus*,他提出了本属最早的两个属名:*Stratiomys*和*Nemotelus*,前者后来被 Latreille (1802)作为模式属建立了水虻科 Stratiomyidae。但当时 Geoffroy 并未指定模式种, Latreille 分别指定 *Musca chamaeleon* 为 *Stratiomys* 属的模式种, *Musca patherium* 为 *Nemotelus* 属的模式种。Macquart (1838)认为 Geoffroy 的属名不合法,而提出应用 *Stratiomyia* 来代替,这个名称得到了 Pleske、Kertész、Brunetti 和 Lindner 等的支持,但 Loew、Westwood、Egger、Brauer、Zetterstedt、Schiner 和 Verrall 等却认为应该保持早已长期沿用的属名,这一争议一直到 1957 年国际动物学命名委员会 (ICZN) 发出决议才得以解决, ICZN 的第 441 号决议裁定 Geoffroy 1762 年提出的双翅目 5 个属名有效,第 442 号决议裁定 *Stratiomys* Geoffroy, 1762 有效,模式种为 *Musca chamaeleon*。Scopoli (1763)描述了 5 个种,其中 4 种有效。Fabricius (1775—1805)描述了古北界 15 种水虻,其中 9 个为有效种。Harris (1776)记述了欧洲 10 种,并配了彩图。此期间还有 Forster (1771)、Schrank (1781, 1803)、Fourcroy (1785)、Rossi (1790, 1794) 和 Panzer (1798) 也做了大量工作。

19 世纪开始出现了许多专门或主要研究双翅目的昆虫学家,他们对双翅目昆虫开展了许多研究,并对前人的工作做了总结和修正。代表人物有 Meigen、Zetterstedt、Loew 和 Walker。Meigen (1803—1838)描述了 54 种水虻,其中 17 种至今仍有效,其在 1800 年提出了一些新属名,但未被采用,并造成了属名的混乱,直到 ICZN 的 678 号决议裁定废弃其于 1800 年提出的属名,这个混乱才得以解决。Zetterstedt (1838—1859)研究了 52 种水虻,描述了 10 个新种,5 个至今仍有效。Loew (1845—1873)对水虻科 7 个属进行了系统研究,他将自己的新种与前人的文献描述比较,还与自己收集的大量相关标本进行比较,讨论分类要点和它们之间的亲缘关系。Walker (1848—1859)研究了大英博物馆收藏的大量标本,对世界范围内的水虻进行了研究,为除欧洲以外的地区,尤其是东洋界和非洲界的水虻研究奠定了基础。

木虻科最早出现的种是 Meigen 1804 年描述的 *Xylophagus maculatus*,但该种最初被放置在食木虻科 Xylophagidae 中。最早的属应为木虻属 *Xylomya*,该属最初为 Meigen (1820)建立的 *Subula* 属,但该属后来被证实已经被 Schumacher 1817 年发表的新腹足目笋螺科的一个属所占用,因此 Rondani 1861 年发表的文章中为其赋予了一个新属名 *Xylomya*。

(2) 发展阶段 (1883—1938)

本阶段出现了综述性的研究专著及地区性的研究报道。

Bezzi (1903)首先完成了古北界水虻科名录。Pleske (1899, 1902)对古北界的 *Stratiomys*、*Lasiopa* 和 *Adoxomyia* 属进行了总结。同时 Bezzi (1902—1908)、Lundbeck (1907)、Verrall (1909)也做了大量工作。Kertész (1909—1923)发表了第一部世界水虻专著 *Vorarbeiten zu einer Monographie der Notacanthen*,对许多属进行了世界性总结。Enderlein (1914—1938)对东洋界和新北界水虻的研究起了重要作用。Pleske (1921—1926)的研究工作大多以检索表的形式发表,描述了一大批亚洲的种类。Lindner (1936—1938)发表了古北界双翅目 (*Die Fliegen der palaearktischen Region*) 第 18 分册水虻科,这是水虻科研究的重要著作,他在书中对古北界包括少数北非种类做了系统总结,对后人的研究工作提供了极大的便利。

Brunetti 1920 年出版的印度动物志 (*The Fauna of British India, including Ceylon and Burma*) 和 1923 年完成的东洋界水虻科重新修订 (*Second revision of the Oriental Stratiomyidae*) 是研究东洋界水虻的最重要和最完整的文献。

木虻科最初是被放置在水虻科中的, 许多昆虫学家在研究水虻的同时也对木虻做了很多研究。Brunetti (1907, 1920, 1923) 对东洋界的木虻做了研究, 发表了 5 个新种, 但他是将其作为水虻科的一个亚科 *Xylomyinae*。Pleske (1925, 1928) 和 Lindner (1936—1938) 研究了古北界的木虻。

(3) 繁荣阶段 (1939 年至今)

本阶段水虻各区系的名录相继完成, 并完成了世界名录, 不仅发表了大量新种, 系统学研究也更深入, 出现了使用分子生物学手段的研究。

早期的分类学家并不重视外生殖器结构的变化, 种类差异描述简单, 仅配有少量的图, 对后人的研究和鉴定造成了一定的困难。而 20 世纪中叶以来, 分类学家越来越多地重视外生殖器的结构变化, 在文献中也配备了详尽的图谱。Dušek 和 Rozkošný (1963—1975)、Rozkošný (1973, 1981, 1982, 1983)、Krivosheina (1965, 1975, 1976) 等对古北界主要是欧洲的种类做了大量的总结工作。Rozkošný (1982, 1983) 出版的两卷 *A Biosystematic Study of the European Stratiomyidae (Diptera)* 是研究欧洲水虻的最具影响力的著作。James 毕生从事水虻科的研究 (1932—1982), 总共发表了 100 多篇水虻相关的文章, 完成了北美洲、南美洲以及中美洲地区水虻的系统研究, 并且对非洲、太平洋地区、东南亚地区、日本和中国等地的水虻进行了研究。Nagatomi (1975, 1977, 1978, 1990) 对日本的水虻做了系统的分类和研究。而俄罗斯远东地区水虻的研究主要是由 Nartshuk 进行的。Woodley (1987, 1989, 1997) 和 Mason (1997) 对非洲界的水虻进行了大量研究。Rozkošný 和 Kovac (1994—2003)、Rozkošný 和 Hauser (1998, 2001) 对东洋界主要是东南亚地区水虻的部分属进行了研究。2001 年, Woodley 总结整理了前人所做的各个区系的水虻名录以及自己的研究 (James, 1973, 1975, 1980b; Rozkošný 和 Nartshuk, 1998; Woodley, 1989), 出版了《水虻科世界名录》[*A World Catalog of the Stratiomyidae (Insecta: Diptera)*], 并在 2011 年出版了修订和勘误的增补本 *A World Catalog of the Stratiomyidae (Insecta: Diptera): A Supplement with Revisionary Notes and Errata*。Woodley 也十分重视系统发育的研究。Brammer 和 Dohlen (2007) 发表了基于分子生物学证据的水虻科进化史的研究论文。

初期, 木虻科的分类依然很混乱, James (1939, 1951, 1965) 发表了一系列的新属种, 但在 1965 年的《北美双翅目名录》中已将其单独作为一个科来对待。Steyskal (1947)、Webb (1984) 对新北界, Frey (1960) 对古北界和东南亚地区, Nagatomi 和 Tanaka (1971) 对日本, Krivosheina (1972) 对俄罗斯, Rozkošný (1973) 对欧洲, Daniels (1976) 对澳洲, Papavero 和 Artigas (1991) 对新热带界的木虻进行了研究。2011 年, Woodley 出版了《木虻科世界名录》[*A Catalog of the World Xylomyidea (Insecta: Diptera)*]。

2. 中国水虻总科研究概况

中国水虻科的第一个种是 Walker (1849) 以福州的一头雌虫命名的 *Sargus tenebrifer*, 后

来由 Wulp(1885)归入 *Ptecticus* 属中,但 Rozkošný 和 Kovac(2000)则认为它应该是 *Ptecticus japonicus* 的异名。Walker(1849, 1854, 1855, 1859)研究了大英博物馆收藏的中国标本。Kertész(1908)记述了中国 4 属 17 种。Kertész(1909—1923)记述了我国台湾的一些种类。Pleske(1901, 1925, 1926)描述了中国的一批新种。Lindner(1933)报道了中国的 12 个种,其中包括 1 个新种。Séguy(1934)记述了中国 1 新种。Ôuchi 在上海科学研究所(Shanghai Science Institute)工作期间对华东地区的水虻进行了系统研究,报道了 14 属 21 种,其中包括 7 个新种。Lindner(1936—1938)报道了中国 11 属 31 种。胡经甫(1939)的中国昆虫名录中记述了水虻科 21 属 71 种。James(1939, 1941)也研究了中国的水虻。Nagatomi 和 Miyatake(1965)、Nagatomi(1975)对 Ôuchi(1938, 1940)的工作进行了证实。陈刚(1989)的硕士论文对瘦腹水虻亚科 Sarginae 和厚腹水虻亚科 Pachygastrinae 进行了总结,并与杨集昆先生在《西南武陵山地区昆虫》上发表了 1 个新种。杨定(1992, 1993, 1995)对中国的柱角水虻亚科 Beridinae、鞍腹水虻属 *Clitellaria*、盾刺水虻属 *Oxycera* 和短角水虻属 *Odontomyia* 进行了系统总结。近年来李竹、张婷婷、杨再华等也在国内外期刊上陆续发表了一些新属新种。

中国的水虻科之前没有人研究过,只有杨定和 Nagatomi(1993)对中国的水虻科进行了全面系统的研究,共发表了 25 个新种。

3. 水虻总科分类系统沿革

水虻总科(Stratiomyoidea)包括水虻科(Stratiomyidae)、木虻科(Xylomyidae)和大虻科(Pantophthalmidae, 仅 22 种,全分布于新热带界)。Woodley(1989)研究发现它们的幼虫形态结构相似,蛹为围蛹,蛹壳由末龄幼虫的外皮形成,这些幼期的形态结构与短角亚目其他科的形态结构明显不同,认为水虻科和木虻科为姐妹群。Sinclair(1992)研究了幼虫口器结构,认为大虻科(Pantophthalmidae)与水虻科+木虻科为姐妹群关系, Sinclair 等(1994)用雄性生殖器结构进一步证明了这种关系。Wiegmann 等(2003)使用了 28 S rDNA 建立系统发育树,结果也进一步证明了水虻总科包括水虻科、木虻科和大虻科,水虻科与木虻科为姐妹群,二者一起又与大虻科呈姐妹群关系。

在水虻科的分类系统中, Westwood(1840)建立了“Beridae”,包括 *Beris*、*Subula* 和 *Actina* 3 属,但他并没有提出亚科的概念,而 Loew(1856, 1860)则第一次使用了水虻科亚科的概念,提出了 Beridinen、Sarginae、Hermetiinae、Odonotomyinae 和 Pachygastrinae 5 个亚科。Schiner(1860, 1862, 1867)使用了同样的分类系统,但用 Stratiomyinae 代替 Odonotomyinae,并使用 Beridinae 这个亚科名。Brauer(1882)又建立了一个新亚科 Clitellarinae,至此,水虻科的 6 亚科系统形成。Kertész(1909)在此基础上又增加了 Analoxerinae、Raphiocerinae 和 Antissinae 三个亚科,形成了 9 亚科系统。而 Brunetti(1920)则使用了 Pachygastrinae、Clitellarinae、Stratiomyinae、Sarginae、Beridinae、Xylomyinae 这样的 6 亚科系统, Hermetiinae 的种被放在了 Clitellarinae 中,而 Xylomyinae 则包括了现在木虻科的部分种。McFadden(1967)根据幼虫形态对分类系统做出了重要的调整,将 Nemotelinae 从 Clitellarinae 中分出,并将 Oxycerini 放入 Stratiomyinae 中。Rozkošný(1998)在古北界双翅目手册中综合前人的研究(James, 1981; Nagatomi 和 Iwata, 1981; Woodley, 1986, 1989; Rozkošný 和 Nartshuk, 1988; Nagatomi, 1989)将水虻科分为了 13 个亚科,分别是: Parhadrestiinae、Chiromyzinae、

Beridinae, Antissinae, Hermetiinae, Pachygasterinae, Clitellariinae, Nemotelinae, Chrysochlorinae, Sarginae, Rhabdiocerinae, Prosopochrysiniae 和 Stratiomyinae。2001 年 Woodley 出版的《水虻科世界名录》[*A World Catalog of the Stratiomyidae* (Insecta: Diptera)] 中认为 Prosopochrysiniae 的亚科地位不成立, 应归入 Stratiomyinae 中作为一个族 Prosopochrysinini。本文采用了 Woodley 世界名录中的分类系统。

木虻科(Xylomyidae)很长一段时间都放在水虻科中, 一直以来它的分类关系非常混乱, Nagatomi 和 Tanaka(1971)认为 *Xylomya* 为 *Solva* 的异名, 他们还认为应该用 Solvidae 作为木虻科的科名而不是 Xylomyidae, 但这一观点没有被广泛认同。James(1939)建立了丽木虻属 *Formosolva*, 但 Woodley(2012)出版的《木虻科世界名录》(*A Catalog of the World Xylomyidae*)中则认为它其实属于粗腿木虻属 *Solva*。本书仍采用刺角木虻属 *Arthropeina* (1 种, 仅分布于巴西)、弯脉木虻属 *Coenomyiodes* (1 种, 仅分布于印度和尼泊尔)、丽木虻属 *Formosolva*、粗腿木虻属 *Solva*、木虻属 *Xylomya* 的 5 属分类系统。

二、材料与方法

1. 材料

本书研究所用标本主要来源于中国农业大学昆虫博物馆馆藏标本, 主要包括杨集昆先生和李法圣先生采集来自全国各地的标本, 实验室成员近年来在全国各地采集的标本以及中国农业大学昆虫分类组其他实验室成员在各地采集的标本。同时, 作者还检视了中国科学院动物研究所国家动物博物馆昆虫标本分馆、中国科学院上海昆虫博物馆、浙江大学、西南林业大学等国内重要研究机构的馆藏标本。此外华南农业大学刘经贤副研究员、国家林业局森林病虫害防治总站研究中心盛茂领教授、沈阳师范大学张春田教授惠赠了部分研究标本。

2. 方法

(1) 标本采集

水虻科和木虻科昆虫主要使用扫网的方式进行采集。由于幼虫大部分为腐食性, 少部分为水生, 并且成虫喜欢停留在叶片上, 因此在腐殖质、低矮灌木、水流边缘的植物上进行扫网可以采集到大量标本。有时水虻科昆虫也栖息于较高的位置, 因此在亚林冠层扫网也能采集到大量标本。

使用马氏网和黄盘诱集也是有效的采集水虻科成虫的方法, 但是使用此方法采集到的瘦腹水虻亚科 Sarginae 的标本数量较大, 而其他亚科的标本数量很少。

水虻科昆虫大部分不具有趋光性, 仅瘦腹水虻亚科 Sarginae 的部分种类具有趋光性, 因此使用灯诱的方式采集到的标本数量也很少。

作者所研究的标本主要为野外扫网获得。

(2) 标本制作

干制标本, 体型较大(通常大于 5.0 mm)的标本采用直接针插, 展翅, 自然风干 48 h, 而体型较小的标本(通常小于 5.0 mm)的标本粘于三角纸片上。采用马氏网和黄盘诱集的标本保存于 75% 的乙醇中。

(3) 标本观察

水虻科昆虫体型体色差异较大, 外观形态变化多样。大部分类群雄虫为接眼式或较靠近, 而雌虫为离眼式。木虻科昆虫体型通常较大, 因此大型的水虻科昆虫和木虻科昆虫可以用肉眼直接区分属及雌雄, 再使用 Zeiss 光学解剖镜进行进一步观察。体型较小的水虻科昆虫则直接使用 Zeiss 光学解剖镜进行观察。

(4) 标本测量和记述

对每头标本的标签信息做详细记录, 详细记述所有种类的外部形态特征, 并对标本进行测量, 但是由于标本保存状态及个体差异, 测量值仅作参考。

本文中所使用的量度的测量标准如下:

①体长: 从头部最前端(若有颜突则包括颜突)至腹部最末端(不包括因交尾、产卵而伸出的长度)的长度。

②翅长: 从翅基部至端部的长度。

③触角柄节长度: 柄节基部至端缘的最大值。

④触角梗节长度: 梗节内侧基部至端缘的最大值。

⑤触角鞭节长度: 鞭节基部至端缘的最大值。若鞭节顶端着生细长的鬃状触角芒, 则此长度不包括触角芒的长度。

⑥触角各节长比: 柄节长: 梗节长: 鞭节长: 触角芒长(若触角芒为细长鬃状则包含此项)。

(5) 标本拍照

使用佳能 450D 或 5D II 相机从整体、局部(头、翅)两方面多角度进行外部形态特征的拍摄, 利用 Adobe Photoshop CS 软件进行清晰度处理, 以 TIFF 或 JPG 格式保存。

(6) 标本解剖

若标本长度大于等于 3.0 mm, 解剖时保留腹部第 1~4 节; 若标本长度小于 3.0 mm, 解剖时取下后半部腹部。具体方法为:

①回软: 干制标本回软 24~48 h。液浸标本不需要此步骤。

②剥离: 在光学解剖镜下用角膜剪剪下腹部相应部分。

③浸泡: 将剪下的腹部置于分析纯的乳酸中, 根据骨化程度强弱, 180℃ 加热 10~30 min。

④漂洗: 待腹部大部分肌肉和脂肪溶解后取出, 用清水小心漂洗, 并将其置于单凹载玻片上的甘油中, 以待观察。

⑤雄性外生殖器解剖: 如需绘制外生殖器图, 需将外生殖器从腹部末端剥离。水虻总科的

部分亚科的腹部仅可见 5 节,第 6 节之后的各节套叠在一起,解剖时须将解剖针从切口的前部伸入将后面各节推出。生殖基节与第 9 背板在基部两侧以膜质相连,可使用解剖针将膜质部分挑断,二者可完全分离。

⑥保存:由于外生殖器较小,观察绘图结束后,通常保存于装有甘油的 PCR 管中。

(7)特征绘图

在光学解剖镜下,摆好所需的合适角度,用九宫格绘制各种形态和特征图,最后用硫酸纸覆墨,或扫描草图后在电脑中用 Adobe Photoshop CS 软件完成终稿。

(8)标本保存

标本解剖观察绘图后,干制标本的生殖器放入装有甘油的 PCR 管中,插于标本下方;液浸标本的生殖器,放入装有酒精的小玻璃管中,并与另外一个装有虫体的小玻璃管放在稍大的玻管中密封保存。已解剖和用于绘图的标本加有标签标明。本文所有观察标本的保存单位均以单位缩写写在采集信息后注明,保存单位全称见表 1。

表 1 研究标本收藏单位

缩写	收藏单位
CAU	China Agricultural University, Beijing, China 中国农业大学昆虫博物馆,北京
IZCAS	Institute of Zoology, China Academy of Sciences, Beijing, China 中国科学院动物研究所国家动物博物馆昆虫标本分馆,北京
SEMCAS	Shanghai Entomological Museum, China Academy of Sciences, Shanghai, China 中国科学院上海昆虫博物馆,上海
ZJU	Zhejiang University, Hangzhou 浙江大学,杭州

三、形态特征

1. 成虫 (图 1、图 2;图版 4~20)

水虻总科昆虫体小到大型(2.0~25.0 mm),通常背腹扁平。体型粗壮或瘦长,有时腹部第 1~3 节细缩成柄状,为拟蜂形态。体底色通常为黑色或黄色,有时具强烈的金属绿色、蓝色、紫色、褐色反光,身体有时还具有黄色、白色、蓝色、绿色的斑纹,通常可以作为区分属种的特征。水虻总科昆虫体表无鬃,仅被柔软的毛或粉。

(1)头部(head)(图 3)

头部通常与胸部等宽,有时会略宽于或窄于胸部。水虻科昆虫头部背面观球形或半球形,

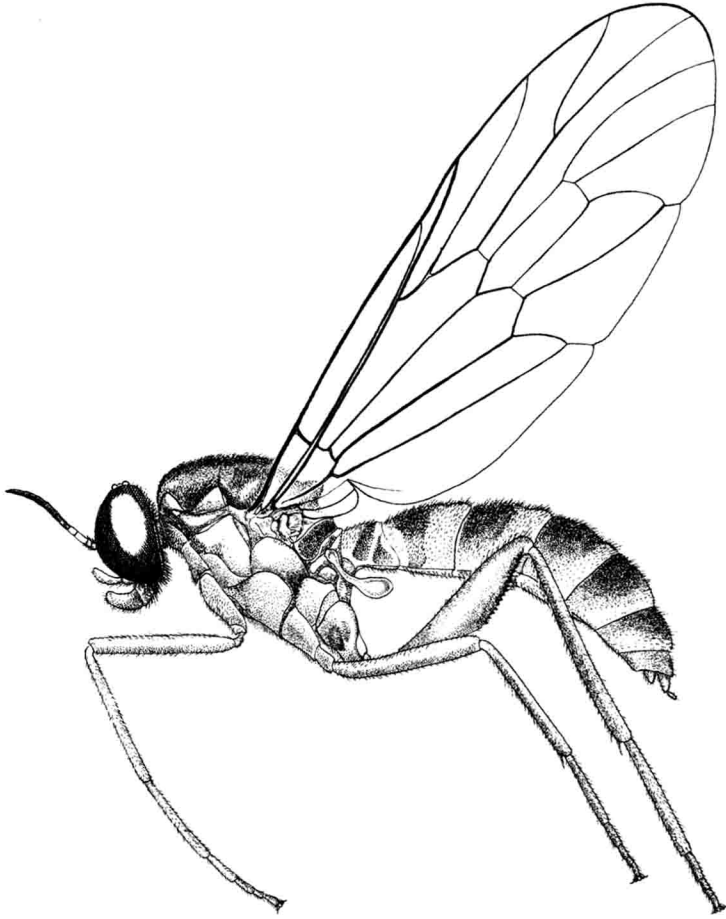


图 1 长角粗腿木虻 *Solva tigrina* Yang et Nagatomi

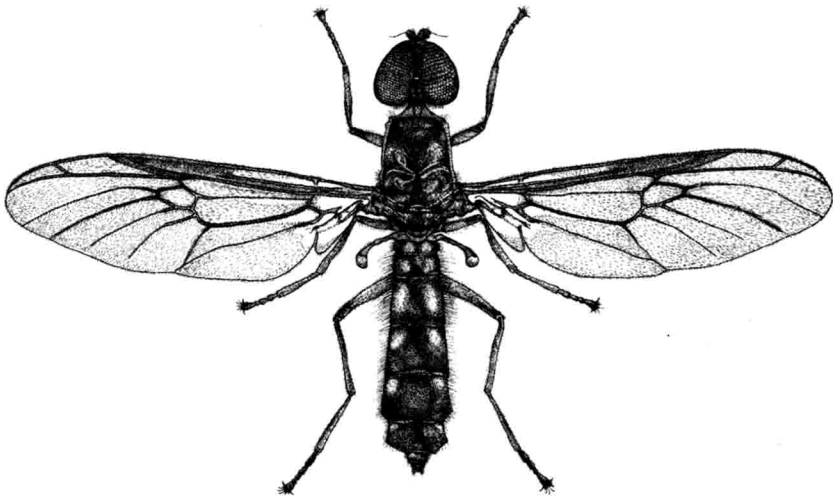


图 2 红斑瘦腹水虻 *Sargus mactans* Walker