

口足目系统分类学研究进展

Progress on the systematics of Stomatopoda (Crustacea: Malacostraca)

程 娇, 王永良, 沙忠利

(中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071)

中图分类号: Q959.223 文献标识码: A
doi: 10.11759/hykyx20150121001

文章编号: 1000-3096(2015)12-0173-05

口足目 Stomatopoda 隶属甲壳动物亚门 Crustacea 软甲纲 Malacostraca 掠虾亚纲 Hoplocarida。掠虾亚纲是软甲纲三个亚纲中形态构造最为特殊的一个类群, 仅含口足目 1 目, 现生种超过 450 种, 分隶于 7 总科 17 科^[1]。口足类在世界各大海域广泛分布, 但主要分布于热带和亚热带水域, 其中在印度-西太平洋热带海域种类最为丰富^[1]。口足类是十分重要的海洋底栖甲壳动物, 在海洋底栖生物和海岸软泥沙底质群落食物链中占据重要地位。口足类的栖息环境广泛, 多数物种穴居于浅海泥沙底内, 也有少数种类栖息于陆坡深海。口足类营洞穴生活, 其生境多样性致使该类群的物种分化和多样性程度很高。由于口足类的体躯分节格局和附肢结构以及生态习性与软甲纲其它类群(如十足类、叶虾类)显著不同, 特别是它有着与真软甲类 Eumalacostraca 全部类群完全不同的 5 对颚足、3 对步足的基本结构, 因而受到了甲壳动物学家的重视。

自 20 世纪 90 年代以来, 由于近海主要经济鱼类资源的持续衰退, 促使作业结构调整, 发展了以虾蟹类和虾蛄类等底栖性种类为主捕对象的桁杆拖虾作业^[2], 口足类作为资源量大、经济价值较高的渔业资源逐渐被利用, 特别是渤、黄、东海沿岸海域的口虾蛄 *Oratosquilla oratoria* (De Haan, 1844), 在浅海拖网的渔获物中数量显著^[3-5]。虾蛄已成为当地重要水产产品, 加之自身的美味与营养价值, 使其价值倍增, 越来越受到市场的青睐。

1 口足目的系统分类学研究历史

对于广分布于世界海域的口足类, 新物种以及新属的研究及报道一直不曾间断。最早, Brooks^[6]在

“Challenger”环球考察报告中记录了 8 种口足类。Kemp^[7]1913 年报道了世界范围内分布的 139 种口足类, 其中 98 种分布于印度-西太平洋。当时记录的口足类现生物种仅有 1 科—虾蛄科 Squillidae, 包括 7 属, 都是在 19 世纪及之前建立的。Hansen^[8]1926 年报道了印尼附近海域分布的 31 种口足类, 并建立 1 新属 *Coronidopsis*。Chace^[9]1951 年记述了 1 科 8 属 178 种口足类。至 1954 年, 全世界口足类共记录有 1 科 8 属 180 种, 其中 110 种分布于印度-太平洋, 70 种分布于其他各海域^[10]。随后, Moosa^[11-14]全面研究了印尼、新加坡和印度-太平洋海域的口足类, 发现了不少新的种属和新科, 并在 2000 年报道了南中国海的口足类共计 4 总科 13 科 52 属 120 种, 范围包括泰国湾、越南、加里曼丹和中国南海^[15]。Ahyong^[16-22]和 Ahyong 等^[23-27]研究了泰国、印尼、菲律宾、澳大利亚等海区的口足类, 共描述了 3 新属 21 新种。

从 20 世纪 60 年代开始, 口足类的分类研究开始了一个新的跃进, 口足类的分类也被作了很大的修订。科学家们发现, 已有的 8 个属实际各自包含了形态和演化上亲缘关系截然不同的类群, 开始了属级单元的修订。Serène^[28]首先将 *Pseudosquilla* 属中的 *Pseudosquilla cerisii* (Raux, 1828) 分出, 建立新属 *Pseudosquillopsis*。随后, Manning 对口足类进行了全面修订, 他首先将 *Pseudosquilla* 和 *Lysiosquilla* 两个

收稿日期: 2015-01-21; 修回日期: 2015-03-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(31401955)

作者简介: 程娇(1986-), 女, 山东烟台人, 助理研究员, 博士, 研究方向为海洋甲壳动物分类与系统发育研究, 电话: 0532-82898682, E-mail: jcheng@qdio.ac.cn; 沙忠利, 通信作者, 副研究员, 主要从事海洋甲壳动物系统分类学及生物多样性研究, 电话: 0532-82898682, E-mail: shazl@qdio.ac.cn

属的物种分开并进行重新描述,建立了6个新属^[29]。在 Manning 之前,仅虾蛄科被承认是顶级类群。Manning^[30]主要依据幼体、颚足及尾节的形态特征描述了4科37属,其中包括8个新属。1980年, Manning^[31]根据已有的研究结果建立了6个新科,按系统分类将它们归之于4个新建的总科之中:深虾蛄总科 Bathysquilloidea,指虾蛄总科 Goncdactyloidea, 琴虾蛄总科 Lysiosquilloidea 和虾蛄总科 Squilloidea。1993年, Manning 等^[32]又建立了一总科,红虾蛄总科 Erythrosquilloidea。1995年 Manning^[33]在全面总结印度-西太平洋和越南海域的口足类时,又建立了4新科,至此全世界记录的口足类共有5总科19科109属。随后, Ahyong 等^[34]采用支序分类法对口足类的形态学特征进行聚类分析,将宽虾蛄科 Eurysquillidae 和仿虾蛄科 Parasquillidae 从指虾蛄总科中划分出来,并建立了2个新的总科:宽虾蛄总科 Eurysquilloidea 和仿虾蛄总科 Parasquilloidea,至此口足类共有7总科17科。

口足目在甲壳动物软甲纲中的系统地位一直存在争议,主要围绕着口足目所属的掠虾类 Hoplocarids 是否应并入真软甲亚纲 Eumalacostraca,还是作为一个单独的亚纲—掠虾亚纲 Hoplocarida,与真软甲亚纲和叶虾亚纲 Phyllocarida 并列。早期的研究学者依据口足类的虾相形态而将其置于真软甲类下的掠虾部^[35-36],而 Bowman 等^[37]将掠虾总目 Superorder Hoplocarida,口足目 Stomatopoda 从真软甲亚纲内提出,建立了掠虾亚纲。Kunze^[38-39]从形态功能上进行了研究,认为掠虾类是从叶虾形祖先进化而来,应该与真软甲类分开。Schram^[40]提出掠虾类和真软甲类为姐妹类群,但是他将不属于软甲类的一些类群都归入叶足纲(Phyllopod)。随后,对化石类群的支序分类学研究^[41-42]以及对现生种类的分子系统学研究^[43-44]均支持这一分类系统的划分。然而, Brusca 等^[45]持不同意见,仍将掠虾类置于真软甲亚纲之中,为总目等级。Richter 等^[46]开展了软甲类形态特征的支序分析,结果认为虽然口足类与真软甲亚纲中其他类群有着显著的形态差异,但它仍属于真软甲亚纲且与其他分类单元为姐妹群关系,支持 Brusca 的观点。目前被广泛接受的观点是口足目所属的掠虾类为软甲纲内的一个单独的亚纲,与真软甲亚纲及叶虾亚纲并列^[47-48]。由此可见,对口足类动物的研究是理解软甲类动物系统发育中的关键一环。

2 口足目的系统分类学研究进展及存在的问题

虽然对口足类的分类做了很多的研究工作,但有关口足类的分类系统仍存在着很多争议。在不同学者所拟定的分类系统中,指虾蛄总科分类地位以及科级阶元的划分一直存在争议。Ahyong^[49]研究发现指虾蛄总科处于较为进化的分支,与红虾蛄总科+琴虾蛄总科类群构成姐妹群; Hof^[41]根据形态学研究,指出指虾蛄总科位于系统树的基部位置; Ahyong 等^[34]的研究结果支持 Hof^[41]所得出的结论,并得出指虾蛄总科为复系类群,将属于“矛刺式”(spearer)类群的宽虾蛄科和仿虾蛄科从指虾蛄总科中划分出来,两者与虾蛄总科亲缘关系较近。而 Schram 等^[50]修正了这一分类系统,将宽虾蛄科和仿虾蛄科归入虾蛄总科,但在这一分类系统饱受争议^[51-53]。Ahyong^[51]对口足目中最大的虾蛄总科的支序分析也发现这一分类系统存在一定的问题,并指出虾蛄科属间的关系不明确, *Squilla* 属与 *Oratosquilla* 属并非单系类群,且 *Oratosquilla* 属和 *Quollastria* 属的分类地位也难以确定。由此可见,口足类的分类系统仍需进一步研究和完善。

尽管有关口足类的形态分类研究较多,但对于此类甲壳动物的系统发育研究开展较少。早在1886年, Brooks^[6]对当时发现的8个属的系统发育关系进行了研究。此后, Ahyong^[49]、 Hof^[41]以及 Ahyong 等^[34]也相继报道了口足类科级阶元间关系的分支系统学研究结果,但关于现生口足类最原始的顶级总科(crown group)的归属问题仍存在争议。先前的形态学研究发现深虾蛄总科的尾节形态特征是介于已灭绝的古虾蛄科与现生口足类之间的过渡类型,从而将其作为口足类最原始的顶级总科^[33]。Ahyong^[49]认为虾蛄总科是较深虾蛄总科原始的类群,并根据这一结果提出了“锤击式”(smasher)类群起源于“矛刺式”(spearers)类群的假设。 Hof^[41]研究发现指虾蛄总科位于现生口足类系统发育树的基部位置。 Ahyong 等^[34]运用支序分类方法提供了比较全面的口足类系统发育的形态学分析,结果支持 Hof^[41]的结论,即指虾蛄总科是最原始的顶级总科且包括大多数“锤击式”类群,并假设现生口足类是同时朝两个方向进化的。据此假设可以推断,指虾蛄总科发育了强大的擅于锤击的掠肢,更适合于捕食硬底质和珊瑚礁等环境中常见的软体动物和蟹类,而其他类群则进化

成较为现代的类群,其“矛刺式”掠肢得到最大发展,占据了软质泥沙底环境^[34]。

随着分子生物学技术的发展,科学家对物种分类的依据已从宏观上的形态发展到了微观上的分子,系统发育研究也随之进入分子层次。口足类的相关研究较少,且由于取样上的制约,并未对口足类全部类群进行系统的研究,而且分子系统学研究结论与形态学研究结果存在明显的分歧,对口足类分类系统所做的修订也十分有限^[52-54]。Ahyong 等^[52]对口足目 3 总科 9 科 19 种开展了分子系统学研究,研究结果支持虾蛄总科和琴虾蛄总科的单系性,但许多关键分支的分类地位不明确。Porter 等^[53]基于 4 种基因片段,对口足目 4 总科 10 科 49 种的系统发育关系进行了研究,其结果不完全支持前人基于形态特征的分类假设,建议 Hemisquillidae 与 Pseudosquillidae 两科从指虾蛄总科中划分出来,并建立两个总科。Barber 等^[54]利用线粒体 COI 基因片段探讨了指虾蛄科及指虾蛄总科代表性物种间的亲缘关系,其研究结果并不能很好地解决指虾蛄科内部各属级阶元之间的系统发育关系,如不能确定 *Gonodactylus* 属、*Gonodactylinus* 属及 *Gonodactylus* 属是否分别代表不同的分类单元,还是应该合并为 *Gonodactylus* 属,这与形态分类结果不一致。

3 我国口足目的分类研究现状与展望

关于中国海域口足类的研究可追溯到 19 世纪, Miers^[55]在 1880 年报道了采自台湾的新种 *Chloridella rotundicauda*; Schmitt^[56]报道了采自中国海的口足类共 22 种,其中包括 1 新种; Manning 等^[57]报道了采自台湾芳虾蛄属 *Faughnia* 的 3 个种,包括 1 新种; Ahyong 等^[58]在 1999 年对中国珠江口的口足类进行了调查,报道了 9 种虾蛄;另外一些外国学者也曾零星地报道了台湾海域附近的口足类^[59-60]; Ahyong 等^[48]出版了台湾虾蛄志,记录了台湾海域的口足类 5 总科 9 科 28 属 63 种,其中 32 种为台湾的新纪录或首次正式纪录。中国学者对口足类的分类研究起步较晚,并无系统的分类研究,仅有一些零散的记载。刘瑞玉^[61]首次报道了中国海的口足类 11 种;刘瑞玉^[62]报道了西沙群岛口足类 7 种;刘瑞玉等^[63-64]报道了南海口足类虾蛄科 1 新属 4 新种;董聿茂等^[65]发表了采自东海的口足类 22 种;孙秀敏等^[66-67]报道了北京自然博物馆馆藏口足类 45 种,包括指虾蛄总科、琴虾蛄总科和虾蛄总科;孙秀敏等^[68]报道了南沙群岛原虾蛄科及假虾蛄科的 1 新属 2 新种;刘瑞玉等^[69]

在第四届国际甲壳动物学会上报道了中国海口足类增至 101 种;王永良等^[70]在《中国海洋生物名录》一书中给出了中国海域口足类名录,共计 6 总科 12 科 42 属 104 种。在中国台湾省也有几位学者进行了口足类的研究,如 Lee 等^[71]报道了产自台湾海域的口足类 21 种;廖运志等^[72]报道了采自台湾附近海域的口足类 53 种。除上述零星的和地区性的报道外,对中国海的口足类至今尚未进行完整的系统分类研究和系统演化分析,并与国际同行研究存在较大差异。

我们通过检视中国科学院海洋生物标本馆馆藏口足类标本,发现口足类的属内种间鉴别特征有的极为相似,成体和幼体间的性状存在很大的差异,因此仅依靠传统的形态分类方法很难对近缘种和疑难种进行准确的鉴定。例如,在小口虾蛄属中无刺小口虾蛄 *Oratosquilla inornata* (Tate, 1883)、前刺小口虾蛄 *O. perpensa* (Kemp, 1911) 和异形小口虾蛄 *O. anomala* (Tweedie, 1935) 彼此间外部形态非常相近,仅通过局部刺的有无或额角长宽比例来区分;东方虾蛄属 *Quollastria* 中的屈足东方虾蛄 *Q. gonypetes* (Kemp, 1911) 和细长东方虾蛄 *Q. subtilis* (Manning, 1978) 二种形态近似,不同之处仅在于前者第 5 腹节中央脊外侧具 1 对方形黑斑,后者黑斑为三角形。有时由于观察对象的个体差异,使得上述物种的界定极其困难,因此其物种的归属及其有效性还有待于进一步研究。

综上所述,中国海口足类动物区系具有丰富的物种多样性,但我国口足类的系统分类研究相对较少,缺乏全面系统的整理和分类。目前所掌握的标本信息还不能反映中国海域的实际物种数,尤其是对珊瑚礁环境的调查与研究还远远不够,因此对该类甲壳动物的进一步的调查与分类研究肯定会有新纪录种或新种被发现。对我国口足目的分类研究,将依据中国科学院海洋生物标本馆丰富的馆藏标本,以及进一步的资源调查,加强与国际同行的联系合作,采用传统形态分类学和现代分子系统学相结合的研究方法,对我国海域分布的口足类进行系统的分类学研究 and 动物地理学研究,以期查清中国海口足类的种类组成,发现并描述新种,探讨其系统演化关系;完善口足目的分类系统,澄清混淆种、近似种和疑难种的分类地位,为以后物种的准确鉴定提供信息;揭示隐存种并厘定有效物种,阐明中国海口足类多样性水平,摸清我国各海区种类组成、区系特点和资源状况。研究结果可为该类群动物的资源保护、开发利用及中国海洋生物多样性研究提供基础资料

和重要的科学依据。

参考文献:

- [1] Ah Yong S T. Revision of the Australian stomatopod Crustacea[J]. Records of the Australian Museum, 2001, 26(Sup): 1-326.
- [2] 俞存根, 宋海棠, 姚光展. 东海大陆架海域蟹类资源量的评估[J]. 水产学报, 2004, 28(1): 41-46.
- [3] 盛福利, 曾晓起, 薛莹. 青岛近海口虾蛄的繁殖及摄食习性研究[J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39(3): 326-332.
- [4] 谷德贤, 刘茂利. 天津海域口虾蛄群体结构及资源量分析[J]. 河北渔业, 2011, 8: 24-26.
- [5] 俞存根, 陈全震, 陈小庆, 等. 舟山渔场及邻近海域虾蛄类的种类组成和数量分布[J]. 大连海洋大学学报, 2011, 26(2): 153-156.
- [6] Brooks W K. Report on the Stomatopoda collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-76[M]. London: The Voyage of the H.M.S. Challenger, 1886: 1-116.
- [7] Kemp S. An account of the Crustacea Stomatopoda of the Indo-Pacific region, based on the collection in the Indian Museum[J]. Memoirs of the Indian Museum, 1913, 4: 1-217.
- [8] Hansen H J. The Stomatopoda of the Siboga Expedition[J]. Siboga-Expeditie monographie, 1926, 35: 1-48.
- [9] Chace FA. The number of species of decapod and stomatopod Crustacea[J]. Journal of the Washington Academy of Sciences, 1951, 41(11): 370-372.
- [10] Serène R. Observations biologiques sur les stomatopodes[M]. Paris: Mémoires de L'Institut Océanographique de Nhatrang, 1954: 1-93.
- [11] Moosa M K. Type specimens of Crustacea formerly in the National Museum Singapore[J]. Journal of Singapore Natural Academia Science, 1973, 3: 142-149.
- [12] Moosa M K. Notes on stomatopod Crustacea from Seribu Islands and adjacent waters with a description of a new species[J]. Marine Research in Indonesia, 1975, 15: 1-20.
- [13] Moosa M K. *Faughnia serenei*, new species, a stomatopod from the South China Sea[J]. Journal of Crustacean Biology, 1982, 2: 600-604.
- [14] Moosa M K. Some stomatopods (Crustacea: Stomatopoda) from Japanese waters, with description of a new species[J]. Bulletin of the National Science Museum, 1989, 15: 223-229.
- [15] Moosa M K. Marine biodiversity of the South China Sea: a checklist of stomatopod Crustacea[J]. Raffles Bulletin of Zoology, 2000, 8: 405-457.
- [16] Ah Yong S T. *Oratosquilla septemdentata* n. sp. (Crustacea: Stomatopoda: Squillidae), a new species of deep water stomatopod from Halmahera, Indonesia[J]. Records of the Australian Museum, 1994, 46(1): 1-4.
- [17] Ah Yong S T. A new species of *Manningia* (Crustacea: Stomatopoda) from Irian Jaya, Indonesia, with remarks on the genus[J]. Raffles Bulletin of Zoology, 1997, 45: 327-333.
- [18] Ah Yong S T. Review of *Neoanchisquilla* Moosa, 1991 and *Neclorida* Manning, 1995 (Crustacea: Stomatopoda: Squilloidea), with descriptions of two new species of *Neoanchisquilla* from the Indian Ocean[J]. Records of the Australian Museum, 1998, 50: 217-229.
- [19] Ah Yong S T. *Raysquilla manningi*, a new genus and species of stomatopod from the Australian Northwest Shelf[J]. Journal of Crustacean Biology, 2000, 20: 37-41.
- [20] Ah Yong S T. A new species and new records of Stomatopoda from Hawaii[J]. Crustaceana, 2002, 75: 827-840.
- [21] Ah Yong S T. New species and new records of stomatopod Crustacea from the Philippines[J]. Zootaxa, 2004, 793: 1-28.
- [22] Ah Yong S T. A new species of *Carinosquilla* (Crustacea, Stomatopoda, Squillidae) from the Seychelles with a cladistic analysis of the genus[J]. Zoosystema, 2006, 28: 307-314.
- [23] Ah Yong S T, Chan T Y, Liao Y J. A new stomatopod (Crustacea: Malacostraca) of the genus *Harpisquilla* Holthuis 1964, from Taiwan and Australia[J]. Proceedings of the Biological Society of Washington, 1998, 111: 929-935.
- [24] Ah Yong S T, Manning R B. Two new species of *Erugosquilla* from the Indo-West Pacific (Crustacea: Stomatopoda: Squillidae)[J]. Proceedings of the Biological Society of Washington, 1998, 111: 653-662.
- [25] Ah Yong S T, Chan T Y, Liao Y J. *Oratosquillina manningi*, a new species of stomatopod from Taiwan and Australia[J]. Journal of Crustacea Biology, 2000, 20: 42-47.
- [26] Ah Yong S T, Randall J E. *Lysiosquillina lisa* a new species of mantis shrimp from the Indo-West Pacific (Stomatopoda: Lysiosquillidae)[J]. Journal of South Asian Natural History, 2001, 5: 135-140.
- [27] Ah Yong S T, Chan T Y. A new species of *Oratosquillina* Manning, 1995 (Crustacea: Stomatopoda: Squillidae) from the Indo-West Pacific region with a key to the genus[J]. Zootaxa, 2008, 1775: 61-68.
- [28] Serène R. Revision du genre *Pseudosquilla* (Stomatopoda) et definition de genres nouveaux[J]. Bulletin de l'Institut océanographique, 1962, 1241: 1-27.
- [29] Manning R B. Preliminary revision of the genera *Pseudosquilla* and *Lysiosquilla* with descriptions of six new genera[J]. Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean, 1963, 13: 308-328.
- [30] Manning R B. A revision of the family Squillidae (Crustacea, Stomatopoda), with the description of eight new genera[J]. Bulletin of Marine Science, 1968, 18: 105-142.
- [31] Manning R B. The superfamilies, families, and genera of recent stomatopod Crustacea, with diagnoses of six new families[J]. Proceedings of the Biological Society of Washington, 1980, 93: 362-372.
- [32] Manning R B, Camp D K. Erythroscilloidea, a new superfamily, and Tetrasquillidae, a new family of stomatopod crustaceans[J]. Proceedings of the Biological Society of Washington, 1993, 106: 85-91.
- [33] Manning R B. Stomatopod Crustacea of Vietnam: the legacy of Raoul Serène[M]. Kumamoto: The Carcinological Society of Japan, 1995: 1-339.
- [34] Ah Yong S T, Harling C. The phylogeny of the Stomatopoda Crustacea[J]. Australian Journal of Zoology, 2000, 48: 607-642.

- [35] Burnett B R, Hessler R R. Thoracic epipodites in the Stomatopoda (Crustacea): a phylogenetic consideration[J]. Journal of Zoology, 1973, 169: 381-392.
- [36] Hessler R R. A defense of the caridoid facies: wherein the early evolution of the Eumalacostraca is discussed[J]. Crustacean Issues, 1983, 1: 145-164.
- [37] Bowman T E, Abele L G. Classification of the recent Crustacea[C]// Abele L G. Systematics, the fossil record, and biogeography (Vol.1). New York: Bliss Academic Press, 1982: 1-27.
- [38] Kunze J C. The functional morphology of stomatopod Crustacea[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 1981, 292: 255-328.
- [39] Kunze J C. Stomatopoda and the evolution of the Hoplocarida[J]. Crustacean Issues, 1983, 1: 165-188.
- [40] Schram F R. Crustacea[M]. Oxford: Oxford University Press, 1986: 1-606.
- [41] Hof C H J. Fossil stomatopods (Crustacea: Malacostraca) and their phylogenetic impact[J]. Journal of Natural History, 1998, 32: 1567-1576.
- [42] Wills M A. A phylogeny of recent and fossil Crustacea derived from morphological characters[C]//Fortey R A, Thomas R H. Arthropod relationships (Special Volume series 55). London: Chapman and Hall, 1998: 189-209.
- [43] Spears T, Abele L G. Crustacean phylogeny inferred from 18SrDNA[C]// Fortey R A, Thomas R H. Arthropod relationships (Special Volume series 55). London: Chapman and Hall, 1998: 169-187.
- [44] Spears T, Abele L G. The phylogenetic relationships of crustaceans with foliaceous limbs: an 18S rDNA study of Branchiopoda, Cephalocarida, and Phyllocarida[J]. Journal of Crustacean Biology, 1999, 19: 825-843.
- [45] Brusca R C, Brusca G J. Invertebrates [M]. Sunderland: Sinauer Associates, 1990: 1-922.
- [46] Richter S, Scholtz G. Phylogenetic analysis of the Malacostraca (Crustacea)[J]. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 2001, 39: 113-136.
- [47] Martin J W, Davis G E. An update classification of the recent Crustacea[M]. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, 2001: 1-124.
- [48] Ah Yong S T, Chan T Y, Liao Y J. A catalog of the mantis shrimps (Stomatopoda) of Taiwan[M]. Keelung: National Taiwan Ocean University, 2008: 1-190.
- [49] Ah Yong S T. A phylogenetic analysis of the Stomatopoda (Crustacea: Malacostraca)[J]. Journal of Crustacean Biology, 1997, 17: 695-715.
- [50] Schram F R, Müller H G. Catalog and bibliography of the fossil and recent Stomatopoda[M]. Leiden: Backhuys Publishers, 2004: 1-264.
- [51] Ah Yong S T. Phylogenetic analysis of the Squilloidea (Crustacea: Stomatopoda)[J]. Invertebrate Systematics, 2005, 19: 189-208.
- [52] Ah Yong S T, Jarman S N. Stomatopod interrelationships: preliminary results based on analysis of three molecular loci[J]. Arthropod Systematics and Phylogeny, 2009, 67: 91-98.
- [53] Porter M L, Zhang Y, Desai S, et al. Evolution of anatomical and physiological specialization in the compound eyes of stomatopod crustaceans[J]. The Journal of Experimental Biology, 2010, 213: 3473-3486.
- [54] Barber P H, Erdmann M V. Molecular systematics of the Gonodactylidae (Stomatopoda) using mitochondrial cytochrome oxidase (Subunit 1) DNA sequence data[J]. Journal of Crustacean Biology, 2000, 20: 20-36.
- [55] Miers E J. On the Squillidae[J]. Annals and Magazine of Natural History, 1880, 5: 1-30, 108-127.
- [56] Schmitt W L. Chinese Stomatopoda collected by S.F. Light[J]. Lingnan Science Journal, 1931, 8: 127-155, pls. 16-19.
- [57] Manning R B, Chan T Y. The Genus *Faughnia* from Taiwan, with the description of a new species (Stomatopoda: Parasquillidae)[J]. Journal of Crustacean Biology, 1997, 17(3): 546-554.
- [58] Ah Yong S T, Chu K H, Chan T Y, et al. Stomatopoda of the Zhujiang Estuary between Hong Kong and Macau[J]. Crustaceana, 1999, 72(1): 37-54.
- [59] Balss H. Ostasiatische Stomatopoden[C]//Doflein F. Beiträge zur Naturgeschichte Ostasiens. Munich: University of Michigan Library, 1910, 2(sup): 1-11.
- [60] Komai T. Stomatopoda of Japan and adjacent localities[J]. Memoirs of the College of Science, Kyoto Imperial University, Series B, 1927, 3(3): 307-354.
- [61] Liu J Y. On some species of *Squilla* (Crustacea Stomatopoda) from China coasts: contributions from the Institute of Zoology[J]. National Academy of Peiping, 1949, 5: 27-47.
- [62] 刘瑞玉. 西沙群岛口足类(甲壳纲)初步报告[J]. 海洋科学集刊, 1975, 10: 183-197.
- [63] 刘瑞玉, 王永良. 南海口足类(甲壳纲)一新属二新种[J]. 海洋与湖沼, 1978, 9(1): 89-94.
- [64] 刘瑞玉, 王永良. 南海虾蛄科及猛虾蛄科(甲壳动物口足目)二新种[J]. 海洋与湖沼, 1998, 29(6): 588-596.
- [65] 董聿茂, 陈永寿, 黄立强. 中国东海口足类(甲壳纲)报告[J]. 东海海洋, 1983, 7: 82-94.
- [66] 孙秀敏, 王京蓉, 杨思谅. 北京自然博物馆馆藏虾蛄类(一) 虾蛄科[J]. 北京自然博物馆研究报告, 1997, 56: 15-38.
- [67] 孙秀敏, 王京蓉, 杨思谅. 北京自然博物馆馆藏虾蛄类(二)指虾蛄总科、琴虾蛄总科、虾蛄总科[J]. 北京自然博物馆研究报告, 1998, 57: 1-36.
- [68] 孙秀敏, 杨思谅. 南沙群岛口足类(甲壳纲)初步研究 I: 原虾蛄科(Protosquillidae)、假虾蛄科(Pseudosquillidae)[J]. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物分类区系和生物地理研究, 1998, 3: 143-155.
- [69] Liu J Y, Wang Y L. The stomatopod fauna of the China seas[C]//Schram FR, von Pauwel Klein JC. Crustaceans and the biodiversity crisis: proceedings of the fourth international crustacean congress. Amsterdam: Taylor & Francis, 1999, 1: 569-582.
- [70] 王永良, 刘瑞玉. 口足目[C]//刘瑞玉. 中国海洋生物名录. 北京: 科学出版社, 2008: 654-660.
- [71] Lee S C, Wu S K. The stomatopod Crustacea of Taiwan[J]. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, 1966, 5: 41-58.
- [72] 廖运志. 台湾产甲壳口足目之分类研究[D]. 基隆: 台湾海洋大学, 1997.

(本文编辑: 李晓燕)