

中国海洋腹足类分类学研究进展

——纪念中国科学院海洋研究所建所 70 周年

张素萍^{1,2}, 张树乾^{1,2}

(1. 中国科学院海洋研究所 海洋生物分类与系统演化实验室, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院海洋大科学研究中心, 山东 青岛 266071)

摘要: 中国科学院海洋研究所建所 70 年来, 在海洋贝类分类学研究领域取得了长足发展与进步, 做出一系列开创性研究成果。本文综述了建所以来我所海洋腹足类分类学研究方面的主要进展, 概述了取得的主要科研成果, 分析了现代腹足类分类学研究的发展趋势以及面临的挑战, 并对今后的发展提出了相应对策和建议。

关键词: 中国海; 海洋腹足类; 分类学; 进展

中图分类号: Q959.212

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2020)07-0071-08

DOI: 10.11759/hyxx20200222001

腹足纲(Gastropoda)是软体动物门(Mollusca)中种类最多的一个类群, 目前已报道的种类接近 10 万种, 其中约有 73 000 种生活在海洋中^[1]。该类群由于种类多、数量大, 且很多种类具有较高的食用、医用和观赏价值, 因而与人类的生活息息相关。随着时代的发展, 人类与海洋腹足纲的关系日益密切, 这种关系不断提高着人们对海洋腹足类的认知水平, 而作为基础学科的海洋腹足纲分类学研究, 在认知、保护和利用的过程中发挥着不可替代的作用。海洋腹足纲分类学研究的首要任务是对海洋中生活的不同腹足纲种类进行准确鉴定、命名, 并根据各级分类阶元(目、科、属、种)间的亲缘关系对其做出系统地排列。其结果可为相关研究如水产养殖、生态学、分子生物学、海洋生物资源保护与利用等提供可靠的物种信息和科学依据。中国关于海洋腹足纲的分类学研究已有上百年的积累, 且取得了一系列重要的科研成果。在此过程中, 中国科学院海洋研究所作为我国海洋贝类分类学研究的主导力量扮演着十分重要的角色。因此, 对其研究工作概述可总体上反映出中国海腹足纲的分类研究历程。基于此, 作者对建所 70 年以来, 几代人对我国海洋腹足纲分类学的研究成果与进展进行总结, 对其研究历史进行概述, 指出了一些亟待解决的科学问题并提出了相应对策, 以期为中国海腹足纲的相关后续研究提供参考和借鉴。

一、研究进展

我国人民在数千年前就开始认识、利用海洋腹足类, 但长期以来对其认知较为朴素, 一些古籍中关于形态的描述也较为简单, 并未形成系统、科学的认知体系。直到 18 世纪, 一些国外的商人或传教士来到中国, 他们采集了很多海洋贝类标本带回国内并交由各个科研单位进行分类学研究, 发现和报道了大量的产自中国的腹足类新种, 其模式标本也被收藏在不同国家的标本馆或博物馆中^[2-3]。

我国关于中国海腹足纲分类学的研究起步较晚。直到 20 世纪 20 年代, 中国科学社、北平研究院动物研究所、静生生物调查所等相继成立, 为我国的近代贝类学研究提供了科研机构和工作场所, 一些早期贝类分类学者, 如秉志、金叔初、阎敦建和张玺, 对中国一些海域的腹足类开展了初步的采集和分类学研究, 对其种类组成和区系特点进行了探索性的调查, 取得了一些开创性的成果。但受限于当时的科研条件和环境, 很多工作并没有全面系统地展开, 相关研究也长期停滞不前^[3]。

1950 年 8 月 1 日, 中国科学院水生生物研究所

收稿日期: 2020-02-22; 修回日期: 2020-03-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(31750002; 41606167)

[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 31750002, No. 41606167.]

作者简介: 张素萍(1955-), 女, 山东定陶人, 研究员, 主要从事海洋贝类分类学研究, E-mail: museum@qdio.ac.cn

海洋生物研究室在青岛成立。之后,组建了以张玺为组长,齐钟彦、李洁民、马绣同、楼子康、王祯瑞、林光宇、刘月英等为主要成员的贝类研究小组,从此开展了有组织的中国贝类学研究,当时的研究主要以海洋贝类分类、区系、形态和生态学等方面为主。此后,中国的海洋科学研究进入了蓬勃发展时期,作为海洋科学研究的重要组成部分,海洋腹足类分类学也迎来了飞速发展的时期,取得了一系列重要的研究进展。作者根据研究特点的不同,将这些研究进展分为两个阶段:

第一阶段:1950年至1999年

中国的贝类研究团队在张玺和齐钟彦教授的带领下,全面系统地开展了我国海洋软体动物区系调查与分类学研究,开展了多次大规模的软体动物资源调查。1950—1953年,开展了中国北方主要是辽宁、河北、山东、江苏北部沿海的调查采集工作;1957—1960年,张玺担任中苏海洋生物调查团中方团长,领导了在青岛、塘沽、大连、舟山、湛江和海南岛的调查,特别是对海南岛的调查规模最大,前后做了春、夏季及秋、冬季两次调查,获得了丰富的贝类标本和相关资料,推动和发展了我国的潮间带生物学研究。接下来他们又在全国各海区进行广泛地贝类资源调查和采集工作,包括有组织地进行了大规模的全国海洋综合调查(1958—1960)、中越北部湾联合调查(1959—1960, 1962)等。在对中国海域进行的多次海洋贝类调查采集中,获取了大量的标本和较为齐全的地理分布等信息资料。通过对标本的鉴定和区系分析,张玺等^[4]首次把我国的软体动物分布分为三个不同的区系:长江口以北的黄渤海区为暖温带动物区系;长江口以南大陆近海和台湾西北部至海南岛北部为亚热带动物区系;台湾东南岸、海南岛南部及其以南海区为热带动物区系。它们分别属于北太平洋温带区东亚区、中国—日本亚区以及印尼—马来亚区。之后又开展了东海大陆架调查(1975—1981)、中国科学院海洋研究所西沙群岛海洋生物调查(1975—1980)、中国科学院南沙群岛海洋生物调查(1985, 1987—2000)等,调查范围北至鸭绿江口、南至南沙群岛。通过这些调查和研究,获得了大量的海洋腹足类标本和本底资料,初步摸清了中国海腹足纲的种类组成和区系特点,发表了百余篇有影响的贝类学研究论文和十余部专著^[5],研究成果涉及腹足纲鲍科、笠贝科、帽贝科、钥孔蛾科、马

蹄螺科、蝶螺科、滨螺科、凤螺科、宝贝科、玉螺科、鹑螺总科、骨螺科、榧螺科、笔螺科、塔螺科和腹足纲后鳃类等类群。代表性的论文有:中国近海宝贝科的研究^[6];西沙宝贝总科新记录^[7];东海大陆架宝贝总科两个罕见种的发现^[8];中国近海梭螺科的研究^[9];中国近海发脊螺科软体动物^[10];中国近海冠螺科的研究^[11];中国近海蛙螺科的研究^[12];中国近海鹑螺科的研究^[13];中国近海榧螺科的研究^[14];中国近海骨螺科的研究^[15-17];中国近海浮游软体动物的研究^[18];中国近海鲍科的研究^[19];中国海钥孔蛾科的研究^[20-21];中国海兔科的研究^[22];西沙群岛潮间带的后鳃类软体动物^[23];露齿螺科一新属、新种^[24];中国沿海片鳃科(后鳃类)的研究^[25];中国近海肋脊笔螺科的研究^[26];中国近海玉螺科的研究^[27],等等。代表性的专著有《中国北部海产经济软体动物》^[28]、《贝类学纲要》^[29]、《中国经济动物志·海产软体动物》^[30]、《中国动物图谱·软体动物 第1-4册》^[31-34]、《黄渤海的软体动物》^[35]、《中国经济软体动物》^[36]、《中国动物志·软体动物门·头足纲》^[37]、《中国动物志·腹足纲·宝贝总科》^[38]、《中国动物志·后鳃亚纲·头楯目》^[39]。同时,培养了一批高水平的贝类学研究人才。这一时期的研究极大推动了海洋腹足类分类学在中国的发展,先后报道的中国海腹足纲动物上千种,记录了一批中国新记录种,发现的新种近200种,使得中国一举成为海洋腹足纲物种多样性最为丰富的国家之一^[40]。相关研究也带动了其他学科的快速发展,为贝类的水产养殖学、生态学、分子生物学、海洋生物多样性研究及资源保护和利用提供了极为丰富的基础资料。

第二阶段:2000年至2020年

通过几十年的研究和探索,已经初步摸清了中国各海区海洋腹足纲的种类组成和区系特点,取得了一系列的研究成果。但同国外同类研究相比,我国对于海洋腹足纲的分类研究仍然存在着差距与不足。早期的分类学研究主要是在光学显微镜下对贝壳的外部形态进行观察,在此基础上对各种类进行鉴定和描述。由于腹足纲种类的贝壳性状简单、鉴别特征较少,在不同的环境中存在一定的种内变异,且一些细微的显微结构,如胚壳、雕刻和齿舌等,无法在光学显微镜下观察清楚。加之当时可供参考的文献资料不足,因此导致诸多鉴定错误、同物异名等混乱现象。此外,很多论文和著作中的插图全部为人

工绘制的墨线图,黑白图版常模糊不清,等等,这些问题也为后续的物种鉴定带来了困扰和混乱。

进入新世纪以来,我国的海洋腹足纲分类学研究进入了一个全新的时代。主要体现在以下几个方面:1)设备和研究手段提升:在光学显微镜的基础上,引入扫描电子显微镜(SEM),可以对腹足类的细微特征如胚壳和齿舌进行微米级的观察,极大地明确了各种类之间的分类界限。例如:田莹等^[41]对黄渤海6种蛾螺的齿舌进行了电镜扫描观察,为后来蛾螺科的分类提供了科学依据;杨静文和张素萍^[42]利用扫描电镜对中国海织纹螺科2属22种的齿舌进行了观察对比,发现中央齿和侧齿的形态、附属板的有无可以作为区分不同种的有效特征;张树乾和张素萍^[43]对中国近海蛾螺科动物16属21种的齿舌进行了扫描电镜观察,发现其齿舌形态结构包括形状、排列方式以及齿尖数目可以作为蛾螺科种类的分类依据之一,从而将各属、种区分开来。2)标本照片:随着数码相机的应用,彩色照片取代了之前的黑白线条图,形态特征更加清晰、易于辨认。例如,张素萍和张树乾^[44]对历年来中国贝类分类学家发表的海洋腹足纲新种模式标本的彩色照片、标本的相关信息(如大小,采集地,采集时间)以及原始文献进行了整理发表,对于研究太平洋特别是西北太平洋海洋腹足纲具有重要的参考价值。在此期间先后出版了以彩色图版为主的专著:如《Seashells of China》^[45],《中国海洋贝类图鉴》^[46],《中国宝贝科图鉴》^[47],《黄渤海软体动物图志》^[48]等多部图文并茂,集科学性、系统性和观赏性为一体的贝类图谱。此外,这一时期出版的《中国动物志》,鹑螺总科^[49];玉螺总科和凤螺总科^[50];芋螺科^[51]等,也在提供传统墨线图的基础上,对具有代表性的部分种类或全部种类进行了数码相机拍照。3)文献资料:随着国际互联网的发展,很多之前难以获取的老旧文献已可在网上进行查阅和下载;一些重要类群的标本特别是模式标本,也可以通过网络查到物种形态描述、采集信息和数码照片,可以通过国际交流快速进行标本交换与互借。

随着分类学研究的不断深入,这一时期最显著的特点是分子生物学技术在海洋腹足纲分类学的应用和发展。分子标记技术已成为研究生物亲缘关系和系统演化的有效手段,也是物种鉴定和检测生物多样性的可靠标记。对一些传统形态学无法准确鉴定或区分的相似种或疑难种,可以通过比对相关的

基因片段进行区分,澄清混淆种和疑难种,揭示隐存种,从而更加明确地区分不同种类以及反映各物种之间的亲缘关系。例如:陈志云和张素萍^[52]利用线粒体16S rRNA对中国海织纹螺科的系统演化关系进行了分析;张树乾和张素萍^[53]利用18种蛾螺总科动物的COI基因序列对中国海蛾螺科进行了科上和科内水平的分子系统学分析等。与此同时,国内其他一些高校及科研院所也涌现出了一些较高水平的研究成果,这些研究基于多基因联合或线粒体基因组分析,对中国海腹足纲的不同类群进行了研究^[54-55]。可以说,分子生物学在分类上的应用,极大地弥补了传统形态学的不足,使得物种界限更加明确,各类群之间的系统演化关系更加清晰。

利用形态学与分子生物学相结合的方法,近年来,先后在中国海发现了一些新种和新记录种,如:在海南陵水湾浅海区发现了织纹螺科1新种^[56];在东海海底的海豚头骨上发现小笠螺科1新种^[57];在广西涠洲岛海域发现丽口螺科1新种^[58];在黄海^[59]和南海^[60]发现玉螺科5新种;报道了中国近海蛾螺科(Buccinidae)7个新种,1个新记录属和5个新记录种^[51-64];蟹守螺科(Cerithiidae)2个新记录种^[65];中国海织纹螺属4个新种,6个新记录种^[66-68];中国海爱尔螺亚科9个新记录^[69],等等,这一时期共报道中国近海40个新种和80余个中国新记录种。

以往,中国海洋腹足纲的分类学研究主要集中在潮间带和近海浅水区,极少涉及深海区域。虽然中国科学院海洋研究所曾在南海和东海的冲绳海槽附近海底利用底栖拖网采集了一些深海腹足纲种类,但效果并不理想,采集到的腹足纲种类很少。随着科学技术的不断发展,近年来我国的海洋研究已由近海大步迈向深海,深海探测器如“蛟龙号”载人深潜器的研制成功,标志着我国在深海探测技术方面的重大突破。2014年以来,中国科学院海洋研究所在中国科学院A类战略性先导科技专项“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”的资助下,利用新一代科考船“科学”号,搭载“发现”号水下探测器,对冲绳海槽热液区、南海冷泉区、马努斯热液区以及马里亚纳海沟附近的海山区进行了10余次综合性科学考察,采集到大量的腹足类标本。中国科学院海洋研究所贝类研究团队不断引入新技术和新方法,对这些深海采集的腹足纲标本进行了深入细致地分类学研究。其中在调查的5个海山区中,共鉴定出腹足类50余种,发表SCI论文3篇,记述了

翁戎螺科 1 新种^[70]、瓣口螺科 1 新种^[71]；在马里亚纳和卡罗琳海山区发现 2 个新种，利用整合分类学方法，在对贝壳形态、解剖特征和齿舌形态的研究的基础上，结合线粒体基因 COI、16S rRNA 和核基因 28S rRNA，发现这两个种与马蹄螺科的其他亚科存在明显差异，因此建立了 1 新亚科——肋马蹄螺亚科^[72]；在热液/冷泉区共鉴定出腹足类 30 余种(该数目超过全球热液/冷泉区已知种类的 1/10)，发表 SCI 论文 7 篇，记述 1 新属、7 个新种^[73-78]。通过以上研究，初步摸清了这些特殊环境中腹足类的种类组成和分布特点，为实现我国‘进入深海、认识深海、探查深海、开发深海’的目标提供了基础资料和科学依据。

中国科学院海洋研究所是我国海洋贝类分类学研究的主导力量，也是目前国内仅存的保留着从事海洋生物分类学研究的科研单位。70 年来，通过几代人的潜心研究与共同努力，贝类分类学研究取得了丰硕的科研成果，共报道中国海腹足纲动物 3 000 余种，先后发表在国内外有广泛影响的贝类学研究论文数百篇，出版专著数十部。其中“八五”至“十三五”期间，主持编研了《中国动物志》软体动物门共 15 部。近些年来，在国家自然科学基金、科技部基础性工作专项、中科院生物多样性委员会、中国科学院知识创新工程项目资助下，全面系统地开展了我国海洋软体动物区系调查与分类学研究，利用现代分子分类学与传统形态分类学相结合的方法，完成了中国海腹足类一些重要经济类群的分类与动物地理学研究，解决了一些近似种和疑难种的准确鉴定问题，澄清过去存在的种间或种内的混乱现象，探讨了其系统演化关系。

二、存在的问题及应对措施

总体来说，当前我国对于海洋腹足类的分类学研究正处于快速发展和上升阶段，在发展过程中也面临着一些亟待解决的问题。随着研究技术的不断发展和研究手段的不断丰富，传统的形态学研究显然已无法满足学科的发展需求，因此亟需将形态学、解剖学和分子生物学等紧密、有机地整合起来，准确地对各种类进行鉴定，探讨相关类群的分类地位和系统演化关系，从而为后续的相关研究提供更为准确、可靠的研究方法和技术手段。此外，近年来，海洋腹足类的基因组学、转录组学等研究在我国已形成趋势，但对一些科、属、种的分类鉴定基因的研究工作仍与国际研究存在着较大差距，尤其是在一些

高级阶元的划分上还缺乏独创性，使用的分类系统也往往是“跟着别人走”。因此，我们亟需在形态分类学的基础上，对相关物种进行基因序列测定，通过比较不同种类不同个体之间的基因序列异同，筛选出可以明确鉴定到种的分子标记；同时寻找相对有效、保守的基因，用于对高级阶元的划分。此外，国外一些研究已经利用三维重构等方法对海洋腹足类的内部结构如生殖系统、消化系统、循环系统等进行细致的观察研究，从而为分类学研究提供更加准确的信息支撑。然而，我国在这一方面的研究还比较欠缺。因此，我们亟待加强研究方法和技术创新，以便更好地提高我国腹足类分类的整体实力和科研水平。

另一方面，从近海到深海、从区域性研究到全球性研究已经成为国际研究的总体趋势。然而，我国关于海洋腹足纲的分类学研究以前主要集中在中国的潮间带和浅海区域，缺乏对深海种类以及全球种类的系统认识。例如，中国海的腹足类区系在世界范围内到底处于什么样的位置？近海种类和深海种类之间存在着怎样的系统演化关系？海洋腹足类是如何在全球尺度上进行扩散和分化的？等等。目前我国在这些方面的研究还远远不足。解答这些问题须从世界海洋的角度进行系统分析，通过加强国际合作交流，进行多学科、跨领域的交叉融合，从不同角度阐述腹足纲的物种多样性与区系特点、扩散与分化进程以及不同维度间的系统演化关系。此外，深海腹足类对特殊生境的适应性机制以及对相关特殊功能基因的开发与利用等也是目前重要的研究发展方向。

中国的贝类学分类研究曾一度走向低谷，人才短缺、青黄不接现象十分明显。但近年来，国家加大了对分类学研究的支持力度，研究经费也在逐年增长，中国的贝类分类学研究又得到逐步的恢复和发展。年轻的贝类学人才正在逐步成长起来，每年都取得一些研究成果，不断报道一些中国新记录种，并发现一些新种。从长远计，对贝类分类学的发展提出如下建议：1) 建立一个稳定的、有较强创新能力的人才队伍；2) 有持续稳定的经费支持；3) 研究设施设备的改进与升级；4) 各级领导对分类学研究的重视与关注。

参考文献：

- [1] Geiger D L. Marine gastropoda[C]//Sturm F, Pearce T A, Valdés A. The mollusks: a guide to their study, collection, and preservation. American Malacological Society, 2006, 295-312.
- [2] Zhang J L, Zhang S Q, Xu F S, et al. Introduction to the

- history of malacology in China[J]. The Bulletin of the Russian Far East Malacological Society, 2014, 18: 107-119.
- [3] 齐钟彦. 底栖无脊椎动物的分类区系研究[J]. 海洋科学, 1979, 3(S1): 66-69.
Qi Zhongyan. Taxonomy and fauna of marine benthic invertebrates[J]. Marine Sciences, 1979, 3(S1): 66-69.
- [4] 张玺, 齐钟彦, 张福绥, 等. 中国海软体动物区系区划的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1963, 5(2): 124-138.
Tchang Si, Qi Zhongyan, Zhang Fusui, et al. A preliminary study of the demarcation of marine molluscan faunal regions of China and its adjacent waters[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1963, 5(2): 124-138.
- [5] 马绣同, 谢玉坎, 黄宝玉, 等. 中国贝类论著名录[M]. 北京: 海洋出版社, 1991: 1-165.
Ma Xiutong, Xie Yukan, Huang Baoyu, et al. Malacological catalogue in China[M]. Beijing: Ocean Press, 1991: 1-165.
- [6] 马绣同. 中国近海宝贝科的研究[J]. 动物学报, 1962, 14(增刊): 1-30.
Ma Xiutong. Study on species of Cypraeidae off the China coasts[J]. Current Zoology, 1962, 14(S): 1-30.
- [7] 马绣同. 西沙群岛宝贝总科的新记录[J]. 海洋科学集刊, 1979, 15: 93-98.
Ma Xiutong. Some new records of Cypraeacea (Prosobranchia) of Xisha Islands, Guangdong Province, China[J]. Studia Marina Sinica, 1979, 15: 93-98.
- [8] 马绣同. 东海大陆架宝贝总科两个罕见种的发现[J]. 海洋科学集刊, 1982, 19: 83-85.
Ma Xiuting. Two rare species of superfamily Cypraeacea collected from continental shelf of the East China Sea[J]. Studia Marina Sinica, 1982, 19: 83-85.
- [9] 马绣同. 中国近海梭螺科的研究 I. 钝梭螺亚科和一新种[C]//中国贝类学会: 贝类学论文集, 1986, 2: 10-18.
Ma Xiutong. Study on species of Ovulidae off the China coasts I. Subfamily Volvinae and one new species[C]//Chinese Society of Malacology: Transactions of the Chinese Society of Malacology, 1986, 2: 10-18.
- [10] 马绣同. 中国近海发脊螺科软体动物[J]. 海洋科学集刊, 1987, 28: 169-173.
Ma Xiutong. Notes on Chinese species of Trichotropoda (Gastropoda, Mollusca)[J]. Studia Marina Sinica, 1987, 28: 169-173.
- [11] 齐钟彦, 马绣同. 中国近海冠螺科的研究[J]. 海洋科学集刊, 1980, 16: 83-96.
Qi Zhongyan, Ma Xiutong. Studies on Chinese species of Cassidae (Mollusca, Gastropoda)[J]. Studia Marina Sinica, 1980, 16: 83-96.
- [12] 齐钟彦, 马绣同. 中国近海蛙螺科的研究[C]//中国贝类学会: 贝类学论文集, 1983, 1: 12-22.
Qi Zhongyan, Ma Xiutong. Studies on Chinese species of Bursidae (Mollusca, Gastropoda)[C]//Chinese Society of Malacology: Transactions of the Chinese Society of Malacology, 1983, 1: 12-22.
- [13] 齐钟彦, 马绣同. 中国近海鹑螺科的研究[J]. 海洋科学集刊, 1984, 23: 131-141.
Qi Zhongyan, Ma Xiutong. Studies on the family Tonniidae (Prosobranchia, Gastropoda) of China[J]. Studia Marina Sinica, 1984, 23: 131-141.
- [14] 楼子康. 中国近海榧螺科的研究[J]. 海洋科学集刊, 1965, 7: 1-14.
Lou Zikang. Studies on the family Olividae (Prosobranchia, Gastropoda) of China[J]. Studia Marina Sinica, 1965, 7: 1-14.
- [15] 张福绥. 中国近海骨螺科的研究 I. 骨螺属、翼螺属及棘螺属[J]. 海洋科学集刊, 1965, 8: 11-26.
Zhang Fusui. Studies on the species of Muricidae off the China coast I. *Murex*, *Pterynotus* and *Chicoreus*[J]. Studia Marina Sinica, 1965, 8: 11-26.
- [16] 张福绥. 中国近海骨螺科的研究 II. 核果螺属[J]. 海洋科学集刊, 1976, 11: 333-351.
Zhang Fusui. Studies on species of Muricidae off the China coasts II. *Genus Drupa*[J]. Studia Marina Sinica, 1976, 11: 333-351.
- [17] 张福绥. 中国近海骨螺科的研究 III. 红螺属[J]. 海洋科学集刊, 1980, 16: 113-123.
Zhang Fusui. Studies on species of Muricidae off the China coast III. *Rapana*[J]. Studia Marina Sinica, 1980, 16: 113-123.
- [18] 张福绥. 中国近海的浮游软体动物 I. 翼足类、异足类及海蜗牛的分类研究[J]. 海洋科学集刊, 1964, 5: 125-226.
Zhang Fusui. The pelagic molluscs off the China coast I. A systematic study of Pteropoda (Opisthobranchia), Heteropoda (Prosobranchia) and Janthinidae (Ptenoglossa, Prosobranchia)[J]. Studia Marina Sinica, 1964, 5: 125-226.
- [19] 吕端华. 中国近海鲍科的研究[J]. 海洋科学集刊, 1978, 13: 83-93.
Lü Duanhua. A study of the Haliotidae from the coast of China[J]. Studia Marina Sinica, 1978, 13: 83-93.
- [20] 吕端华. 近海钥孔蛾科的初步研究[C]//中国贝类学会: 贝类学论文集, 1983, 1: 208-209.
Lü Duanhua. Preliminary study on Chinese species of Fissurellidae[C]//Chinese Society of Malacology: Transactions of the Chinese Society of Malacology, 1983, 1: 208-209.
- [21] 吕端华. 钥孔蛾科二新种[C]//中国贝类学会: 贝类学论文集, 1986, 2: 19-22.
Lü Duanhua. Two new species of Fissurellidae (Mollusca: Archaeogastropoda)[C]//Chinese Society of Malacology: Transactions of the Chinese Society of Malacology, 1986, 2: 19-22.

- [22] 张玺, 林光宇. 中国海兔科的研究[J]. 海洋科学集刊, 1964, 5: 1-25.
Tchang Si, Lin Guangyu. A study on Aplysidae from China coast[J]. *Studia Marina Sinica*, 1964, 5: 1-25.
- [23] 林光宇. 西沙群岛潮间带的后鳃类软体动物[J]. 海洋科学集刊, 1975, 10: 141-154.
Lin Guangyu. Opisthobranchia from the inter-tidal zone of Xisha Islands, Guangdong Province, China[J]. *Studia Marina Sinica*, 1975, 10: 141-154.
- [24] 林光宇. 露齿螺科一新属新种[J]. 海洋与湖沼, 1980, 11(3): 263-266.
Lin Guangyu. A new genus and species of Ringiculiidae[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1980, 11(3): 263-266.
- [25] 林光宇. 中国沿海片鳃科(后鳃类)的研究[J]. 海洋科学集刊, 1981, 18: 181-205.
Lin Guangyu. A study of the family Arminidae (Opisthobranchia) of China coast[J]. *Studia Marina Sinica*, 1981, 18: 181-205.
- [26] 张素萍. 中国近海肋脊螺科的研究 I[J]. 海洋科学集刊, 1997, 38: 181-189.
Zhang Suping. Studies on the family Costellariidae in Chinese coastal waters[J]. *Studia Marina Sinica*, 1997, 38: 181-189.
- [27] 张素萍, 马绣同. 中国近海玉螺科的研究 II. 窦螺亚科[J]. 海洋科学集刊, 1997, 39: 1-6.
Zhang Suping, Ma Xiutong. Study on Naticidae species off the China coast II. Subfamily Sininae[J]. *Studia Marina Sinica*, 1997, 39: 1-6.
- [28] 张玺, 齐钟彦, 李洁民. 中国北部海产经济软体动物[M]. 北京: 科学出版社, 1955, 1-98.
Tchang Si, Qi Zhongyan, Li Jiemin. Economic Marine Mollusca in Northern China[M]. Beijing: Science Press, 1955, 1-98.
- [29] 张玺, 齐钟彦. 贝类学纲要[M]. 北京: 科学出版社, 1961: 1-387.
Tchang Si, Qi Zhongyan. Compendium of Conchology[M]. Beijing: Science Press, 1961: 1-387.
- [30] 张玺, 齐钟彦, 李浩民, 等. 中国经济动物志·海产软体动物[M]. 北京: 科学出版社, 1962: 1-246.
Tchang Si, Qi Zhongyan, Li Haomin, et al. Economic Fauna Sinica: Marine Mollusks[M]. Beijing: Science Press, 1962: 1-246.
- [31] 张玺, 齐钟彦, 楼子康, 等. 中国动物图谱, 软体动物, 第一册[M]. 北京: 科学出版社, 1964: 1-84.
Tchang Si, Qi Zhongyan, Lou Zikang, et al. Illustrations of Animals in China-Mollusks I[M]. Beijing: Science Press, 1964: 1-84.
- [32] 齐钟彦, 马绣同, 楼子康, 等. 中国动物图谱, 软体动物, 第二册[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 1-150.
Qi Zhongyan, Ma Xiutong, Lou Zikang, et al. Illustrations of Animals in China-Mollusks II[M]. Beijing: Science Press, 1983: 1-150.
- [33] 齐钟彦, 林光宇, 张福绥, 等. 中国动物图谱, 软体动物, 第三册[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 1-97.
Qi Zhongyan, Lin Guangyu, Zhang Fusui, et al. Illustrations of Animals in China-Mollusks III[M]. Beijing: Science Press, 1983: 1-97.
- [34] 齐钟彦, 马绣同, 刘月英, 等. 中国动物图谱, 软体动物, 第四册[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 1-115.
Qi Zhongyan, Ma Xiutong, Liu Yueying, et al. Illustrations of Animals in China-Mollusks IV[M]. Beijing: Science Press, 1985: 1-115.
- [35] 齐钟彦, 马绣同, 王祯瑞, 等. 黄渤海的软体动物[M]. 北京: 农业出版社, 1989: 1-309.
Qi Zhongyan, Ma Xiutong, Wang Zhenrui, et al. Mollusca of Huanghai and Bohai[M]. Beijing: Agricultural Press, 1989: 1-309.
- [36] 齐钟彦. 中国经济软体动物[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 1-325.
Qi Zhongyan. Economic Molluscan of China[M]. Beijing: Agricultural Press, 1998: 1-325.
- [37] 董正之. 中国动物志·软体动物门·头足纲[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 1-201.
Dong Zhengzhi. Fauna Sinica: Phylum Mollusca Class Cephalopode[M]. Beijing: Science Press, 1987: 1-201.
- [38] 马绣同. 中国动物志·软体动物门·腹足纲·中腹足目·宝贝总科[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 1-283.
Ma Xiutong. Fauna Sinica: Phylum Mollusca Class Gastropoda Order Mesogastropoda Superfamily Cypraea-cea[M]. Beijing: Science Press, 1997: 1-283.
- [39] 林光宇. 中国动物志·软体动物门·腹足纲·后鳃亚纲·头楯目[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 1-246.
Lin Guangyu. Fauna Sinica: Phylum Mollusca Class Gastropoda Subclass Opisthobranchia Order Cephalaspidea[M]. Beijing: Science Press, 1997: 1-246.
- [40] 张素萍. 软体动物——腹足纲[C]//刘瑞玉. 中国海洋生物名录. 北京: 科学出版社, 2008: 462-547.
Zhang Suping. Mollusca——Gastropoda[C]//Liu Ruiyu. Checklist of marine Biota of China Seas. Beijing: Science press, 2008: 462-547.
- [41] 田莹, 张素萍, 常亚青. 黄渤海区蛾螺的齿舌研究[J]. 海洋科学, 2009, 33(10): 54-58.
Tian Ying, Zhang Suping, Chang Yaqing. The radulas research of Buccinidae from the Yellow Sea and Bohai Sea[J]. *Marine Sciences*, 2009, 33(10): 54-58.
- [42] Yang J W, Zhang S P. The radular morphology of Nassariidae (Gastropoda: Caenogastropoda) from China[J]. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2011, 29(5): 1023-1032.
- [43] 张树乾, 张素萍. 中国近海蛾螺科(Gastropoda: Buccinidae)种类齿舌的扫描电镜观察[J]. 海洋与湖沼, 2016, 47(2): 414-421.
Zhang Shuqian, Zhang Suping. SEM study on radulae

- of Chinese Marine Buccinids (Gastropoda: Buccinidae)[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2016, 47(2): 414-421.
- [44] 张素萍, 张树乾. 中国科学院海洋生物标本馆馆藏海产腹足纲模式标本[J]. *贝壳与贝壳学*, 2015, 1(4): 3-19.
Zhang Suping, Zhang Shuqian. Types of Marine Gastropods deposited in the Marine Biological Museum, Chinese Academy of Sciences[J]. *Shell Discoveries*, 2015, 1(4): 3-19.
- [45] Qi Z Y. *Seashells of China*[M]. Beijing: China Ocean Press, 2004: 1-418.
- [46] 张素萍. 中国海洋贝类图鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 2008: 1-383.
Zhang Suping. *Atlas of Marine Mollusks in China*[M]. Beijing: Ocean Press, 2008: 1-383.
- [47] 张素萍, 尉鹏. 中国宝贝总科图鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 2013: 1-362.
Zhang Suping, Wei Peng. *Cowries and Their Relatives of China*[M]. Beijing: Ocean Press, 2013: 1-362.
- [48] 张素萍, 张均龙, 陈志云, 等. 黄渤海软体动物图志[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 1-421.
Zhang Suping, Zhang Junlong, Chen, Zhiyun, et al. *Mollusks of the Yellow Sea and Bohai Sea*[M]. Beijing: Science Press, 2016: 1-421.
- [49] 张素萍, 马绣同. 中国动物志·软体动物门·腹足纲·鹑螺总科[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 1-244.
Zhang Suping, Ma Xiutong. *Fauna Sinica: Mollusca Gastropoda Superfamily Tonnacea*[M]. Beijing: Science Press, 2001: 1-244.
- [50] 张素萍. 中国动物志·软体动物门·腹足纲·凤螺总科玉螺总科[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 1-317.
Zhang Suping. *Fauna Sinica: Mollusca Gastropoda Strombacea and Naticacea*[M]. Beijing: Science Press, 2016: 1-317.
- [51] 李凤兰, 林民玉. 中国动物志·软体动物门·腹足纲·芋螺科[M]. 北京: 科学出版社, 2016, 1-286.
Li Fenglan, Lin Minyu. *Fauna Sinica: Mollusca Gastropoda Conidae*[M]. Beijing: Science Press, 2016, 1-286.
- [52] 陈志云, 张素萍. 基于 16S rRNA 基因序列对织纹螺属的分子系统学分析[J]. *动物分类学报*, 2012, 37(3): 467-472.
Chen Zhiyun, Zhang Suping. Molecular phylogeny of *Nassarius* (Gastropoda, Nassariidae) based on 16S rRNA gene sequences[J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 37(3): 467-472.
- [53] 张树乾, 张素萍. 基于线粒体 COI 基因序列对中国海蛾螺科的分子系统学分析[J]. *海洋学报*, 2017, 39(2): 86-95.
Zhang Shuqian, Zhang Suping. Molecular phylogeny of Buccinidae (Gastropoda, Neogastropoda) from China Seas based on COI gene sequences[J]. *Haiyangxuebao*, 2017, 39(2): 86-95.
- [54] Zou S M, Li Q, Kong L F. Additional gene data and increased sampling give new insights into the phylogenetic relationships of Neogastropoda, within the caenogastropod phylogenetic framework[J]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2011, 61: 425-435.
- [55] Yang Y, Li Q, Kong L F, Yu H. Mitogenomic phylogeny of *Nassarius* (Gastropoda: Neogastropoda)[J]. *Zoologica Scripta*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/zsc.12343>.
- [56] Zhang S Q, Zhang S P, Li H T. *Nassarius maxiutongi*, a new species of Nassariidae (Mollusca, Neogastropoda) from the south China Sea[J]. *Journal of Conchology*, 2019, 43(3): 297-302.
- [57] Zhang S Q, Zhang S P. *Cocculina delphinicola* sp. nov., a new cocculinid species from whale bone in the East China Sea (Gastropoda: Cocculiniformia)[J]. *Zootaxa*, 2018, 4455(1): 189-195.
- [58] Zhang J L, Zhang S P. A new species of *Calliostoma* (Gastropoda: Calliostomatidae) from Weizhou Island, South China Sea[J]. *The Nautilus*, 2018, 132(2): 58-64.
- [59] Zhang S P, Wei P. Three new species of Genus *Cryptonatica* (Gastropoda, Naticidae) from Huanghai Sea Cold Water Mass[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2010, 29 (1): 52-57.
- [60] 张素萍. 南海玉螺科两新种记述[J]. *海洋与湖沼*, 2009, 40(6): 808-812.
Zhang Suping. Two new species of Naticidae (Mollusca, Gastropoda) from South China Sea[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2009, 40(6): 808-812.
- [61] 张树乾, 张均龙, 张素萍. 东海蛾螺科(软体动物: 腹足纲)一新记录属和一新记录种[J]. *海洋与湖沼*, 2015, 46(2): 295-297.
Zhang Shuqian, Zhang Junlong, Zhang Suping. New records of a genus and a species of Buccinidae (Mollusca: Gastropoda) from East China Sea[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2015, 46(2): 295-297.
- [62] 张树乾, 张素萍. 东海蛾螺科(Buccinidae) 三新记录种及一种名修订[J]. *海洋学报*, 2018, 40(2): 127-130.
Zhang Shuqian, Zhang Suping. Three new records of *Antillophos* (Gastropoda: Buccinidae) from the East China Sea, with revision of a species name[J]. *Haiyangxuebao*, 2018, 40(2): 127-130.
- [63] 张树乾, 张素萍, 王洋. 东海蛾螺属二新记录种(腹足纲, 蛾螺科)[J]. *海洋与湖沼*, 2018, 49(1): 96-98.
Zhang Shuqian, Zhang Suping, Wang Yang. Two new records of *Buccinum* (Gastropoda, Buccinidae) from the East China Sea[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2018, 49(1): 96-98.
- [64] Zhang S Q, Zhang S P. Three species of *Siphonalia* Adams, 1863(Gastropoda: Buccinidae) from China seas, with descriptions of two new species[J]. *Journal of Oceanology and Limnology*, 2018, 36(6): 2333-2336.

- [65] 孙启梦, 张树乾, 张素萍. 中国近海蟹守螺科 (Cerithiidae) 两新纪录种及常见种名修订[J]. 海洋与湖沼, 2014, 45(4): 902-906.
Sun Qimeng, Zhang Shuqian, Zhang Suping. Two new records and revision of the common names of family Cerithiidae from China Seas[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2014, 45(4): 902-906.
- [66] 张素萍. 中国海织纹螺属 *Nassarius* (腹足纲, 织纹螺科) 两新纪录种[J]. 海洋与湖沼, 2013, 44(3): 814-816.
Zhang Suping. Two new records of *Nassarius* (Gastropoda, Nassariidae) from China Sea[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2013, 44(3): 814-816.
- [67] 张素萍. 南海织纹螺属三新纪录(腹足纲, 织纹螺科)[J]. 动物分类学报, 2009, 34(4): 954-956.
Zhang Suping. Three new records of *Nassarius* from South China Sea (Gastropoda, Nassariidae)[J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2009, 34(4): 954-956.
- [68] Zhang Suping, 2013. A new species of *Nassarius* (Gastropoda: Nassariidae) from the Western Pacific Ocean[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 31(2): 431-434.
- [69] 张素萍. 中国近海爱尔螺亚科九新记录(腹足纲: 骨螺科)[J]. 海洋与湖沼, 2007, 38(6): 542-548.
Zhang Suping. On nine new record species of Ergalataxinae (Gastropoda, Muricidae) from China coast[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2007, 38(6): 542-548.
- [70] Zhang S P, Zhang S Q, Wei P. *Bayerotrochus delicatus*, a new species of pleurotomariid from Yap Seamount, Western Pacific, near Palau (Gastropoda: Pleurotomariidae)[J]. Zootaxa, 2016, 4161 (2): 252-260.
- [71] Zhang S Q, Zhang S P. Two deep-sea *Calliotropis* species from Western Pacific, with description of a new species (Gastropoda: Calliotropidae)[J]. The Nautilus, 2018, 132(1): 13-18.
- [72] Zhang S Q, Zhang J L, Zhang S P. Integrative taxonomy reveals new taxa of Trochidae (Gastropoda: Vetigastropoda) from seamounts in the tropical western Pacific[J]. Deep-sea Research I, 2020, 159: 103234. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2020.103234>.
- [73] Zhang S Q, Zhang J L, Zhang S P. A new species of *Bathymacra* (Gastropoda: Pectinodontidae) from methane seep area in the South China Sea[J]. The Nautilus, 2016, 130(1): 1-4.
- [74] Zhang S Q, Zhang S P. A new genus and species of Neomphalidae from a hydrothermal vent of the Manus Back-Arc Basin, western Pacific (Gastropoda: Neomphalina)[J]. The Nautilus, 2017, 131(1): 76-85.
- [75] Zhang S Q, Zhang S P. Description of *Pyropelta elongata* sp. nov. (Gastropoda, Pyropeltidae) from a methane seep area in the South China Sea[J]. American Malacological Bulletin, 2017, 35(1): 51-54.
- [76] Zhang S Q, Zhang S P. A new species of the genus *Phymorhynchus* (Neogastropoda: Raphitomidae) from a hydrothermal vent in the Manus Back-Arc Basin[J]. Zootaxa, 2017, 4300(3): 441-444.
- [77] Zhang S Q, Zhang S P. Two new species of *Margarites* (Gastropoda: Margaritidae) from hydrothermal vent areas, Western Pacific[J]. Zootaxa, 2017, 4299(3): 441-450.
- [78] Zhang S Q, Zhang S P. *Bathymacra becki*, a new species of pectinodontid limpet (Gastropoda: Pectinodontidae) from the hydrothermal vent of Manus Back-Arc Basin[J]. The Nautilus, 2017, 131(4): 217-225.

Research progress in gastropod taxonomy in China

ZHANG Su-ping^{1, 2}, ZHANG Shu-qian^{1, 2}

(1. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Center for Ocean Mega-Science, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Feb. 22, 2020

Key words: China seas; marine gastropods; taxonomy; research progress

Abstract: Since the establishment of the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, in 1950, substantial progress has been made in the field of marine gastropod taxonomy and a series of original research results has been achieved. This paper presents a review of the major progress; summarizes the main scientific achievements, analyzed the challenges and prospects of modern gastropod taxonomy studies in China as well as some corresponding countermeasures; and provides suggestions for future study.

(本文编辑: 赵卫红)