

## 中国近海蛾螺科系统分类学研究现状与展望

## Status and prospects of the systematics of Buccinidae (Gastropoda, Neogastropoda) in China coasts

张树乾<sup>1,2</sup>, 张素萍<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

中图分类号: Q959.212 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2014)01-0102-05  
doi: 10.11759/hyxx20130131001

## 1 蛾螺科简介

蛾螺科(Buccinidae)隶属于软体动物门(Mollusca), 腹足纲(Gastropoda), 新腹足目(Neogastropoda)。蛾螺科种类个体从小到大, 小的壳长不足 10 mm, 而大的可达 150 mm。贝壳多呈卵圆形或纺锤形, 壳质通常坚硬, 表面常被有壳皮或具短的绒毛。壳面较平滑或具螺肋、纵肋和结节突起; 缝合线(Suture)深或浅; 前水管沟(Siphonal canal)有的稍长, 有的宽短。壳口大或狭窄, 外唇(Outer lip)简单或厚; 内唇(Inner lip)平滑或具褶皱。厣(Operculum)角质, 通常为黄色、棕色或黑色, 核位于中央、前端或外侧边缘。

软体部分瘦长且螺旋, 头部具有两个圆锥形、扁平的触角, 眼位于触角基部外侧。口内含有长圆柱形、具有环纹的吻。齿式为 1:1:1, 中央齿具 3~7 个齿尖, 侧齿通常具 2~3 个齿尖。栉状鳃两个, 细长、大小不等。足相当宽大, 前端呈截形。

蛾螺科种类较多, 绝大多数种类都生活在海洋中。该类群分布广泛, 从热带地区到南北两极、从淡水<sup>[1]</sup>(仅 *Clea* 种类)到海水、从潮间带至水深 2000 m 的深海带甚至热液口, 都有它们的踪迹。本科动物主要栖息于岩石、珊瑚礁、泥砂和软泥质海底。生活在寒温带和深海区的种类其个体通常比生活在热带和浅水区的种类个体要大, 而且贝壳更厚一些。

蛾螺为肉食性螺类, 其中有些种类主动捕食猎物, 另一些为腐食性种类。它们的猎物包括海胆、蠕虫、甲壳类以及双壳类动物, 甚至包括一些小鱼。蛾螺具有很强的化学感应能力。当水流经水管进入外套膜中时, 外套膜中的嗅检器可以敏锐地感觉到几米之外的猎物。蛾螺具有很发达的吻, 其长度可达身

体长度的两倍。在它们口腔的前端底部, 具有成排的锉刀状结构, 称为齿舌, 用来切断或磨碎食物。有些种类的齿舌可以刺穿双壳类或藤壶的钙质外壳, 然后用足部分泌的物质进一步将外壳软化, 用吻和水管伸入猎物内, 食其肉。

蛾螺科的化石种最早出现于下白垩纪时期, 是新腹足目家族中最古老的一个类群<sup>[2]</sup>, 与其他肉食性的前鳃类一样, 蛾螺科被认为是在高纬度的温带海域完成进化的<sup>[3]</sup>。尽管从新生代时期, 前鳃类的大部分科、属已经开始在热带海域占有主导地位, 但大多数的蛾螺科种类仍生活在高纬度海域, 并在第三纪中新世开始分化出越来越多的种类<sup>[4]</sup>。经过漫长的适应辐射, 蛾螺科动物如今已经进化为最为成功的腹足类之一。Taylor<sup>[5]</sup>认为, 蛾螺科在高纬度以及深海进化成功的原因主要在于其广阔的栖息地和广泛的食性。到目前为止, 全世界共发现报道大约 150 属或亚属, 近 1500 种。我国已发现和报道大约 60 种左右<sup>[6]</sup>, 分布范围南至南沙群岛, 北至黄渤海。

## 2 蛾螺科的分类现状和问题

有关蛾螺科分类研究已经有很长的历史了, 早在 1815 年, Rafinesque<sup>[7]</sup>就建立了蛾螺科。但直到现在, 蛾螺科分类还没有统一, 甚至在每个分类阶元上都存在混乱和争议。Harasewych<sup>[8]</sup>认为, 由于

收稿日期: 2013-05-08; 收回日期: 2013-08-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(41376167); 山东省科技发展计划项目(2012GHY11537)

作者简介: 张树乾(1984-), 男, 河北石家庄人, 博士研究生, 主要从事海洋贝类分类学研究, 电话: 0532-82898773, E-mail: zsqtaxon@yahoo.com.cn; 张素萍, 通信作者, 研究员, E-mail: museum@qdio.ac.cn

蛾螺科分类的复杂性,有接近 200 个种在分类上是不明确的。自 20 世纪出现文献记载以来,尽管有一些地区性的修订,如 Ponder<sup>[9-10]</sup>对澳大利亚的 *Penion* 和 *Engina* 的种类进行了修订和讨论;Habe 等<sup>[11]</sup>在 1972 年根据齿舌的形态,对生活在北太平洋海区的蛾螺科进行了修订。Bouchet 等<sup>[12]</sup>对东北太平洋的深水蛾螺 *Buccinidae(sensu Wenz, 1943)*进行了修订。后来, Bouchet 和 Waren 等<sup>[13]</sup>对热带深水蛾螺种类进行了综述。Fraussen 等<sup>[14]</sup>对菲律宾中部的 *Phos* 和 *Antillophos* 种类进行了讨论和修订。Watters<sup>[15]</sup>对西大西洋的 *Anna*, *Antillophos*, *Bailya*, *Caducifer*, *Monostiolum* 以及 *Paviphos* 种类进行了修订。但到目前为止,对蛾螺科还没有一个全球性的修订。Ponder<sup>[16]</sup>在 1973 年把蛾螺科分为 4 个亚科: *Buccininae*, *Pisaniinae*, *Fasciolarinae* 和 *Nassariinae*。这 4 个亚科通常被看作为四个独立的科, Ponder 和 Warén<sup>[17]</sup>1988 年认为,并没有充分可靠的特征可以把它们分到科的水平上。但传统上把 *Buccininae* 和 *Pisaniinae* 归入蛾螺科,而 *Fasciolarinae* 和 *Nassariinae* 被看做两个独立的科。Bouchet 和 Rocroi<sup>[18]</sup>于 2005 年将蛾螺科分为 6 个亚科,分别是 *Buccininae*、*Beringiinae*、*Busyconinae*、*Donovaniinae*、*Pisaniinae* 和 *Siphonaliinae*, 共包括 152 个属,这个分类系统被国内外学者广泛采用。

对于广泛分布于世界海域的蛾螺科,近年来,世界范围内仍有大量的新物种以及新属被不断报道<sup>[19-21]</sup>。但与国际同类研究相比,中国对蛾螺科分类研究,起步较晚,且缺乏系统的分类研究,多为零星报道,且种类鉴定和描述存在诸多错误和混乱,对其区系和生物学等相关研究更是少见。张玺和齐钟彦<sup>[22]</sup>主编的《中国动物志》(海产软体动物)中记述蛾螺科 2 种;张玺等<sup>[23]</sup>1975 年报道了采自西沙群岛的蛾螺科 9 种;齐钟彦等<sup>[24]</sup>在《中国动物图谱》(第二册)中记录蛾螺科 15 种;齐钟彦等在《黄渤海的软体动物》一书记载了产自我国北部沿海的蛾螺科动物共 10 种;齐钟彦<sup>[25]</sup>在《中国经济软体动物》一书中,报道了我国蛾螺科 4 种;巫文隆<sup>[26]</sup>在其编写的《宜兰贝类研究图志》中,记录了台湾宜兰地区的蛾螺科 20 种;赵汝翼等<sup>[27]</sup>在《大连海产软体动物志》中报道了 6 种蛾螺;张素萍<sup>[28]</sup>在 2008 年编写的《中国海洋贝类图鉴》一书中,记述了我国蛾螺科 15 种;张素萍<sup>[6]</sup>2008 年在刘瑞玉主编的《中国海洋生物名录》中收录中国沿海分布的蛾螺科动物共计 13 属, 55 种;李凤兰

等<sup>[29]</sup>对中国近海的唇齿螺属(*Engina*)和甲虫螺属(*Cantharus*)做了初步的系统研究,记述了蛾螺科 14 种。此外,大陆的一些地域性的生态报告等文献中也有对蛾螺科的零星报道。

蛾螺科分类到目前为止主要还是依靠贝壳以及厖的形态特征。由于贝壳表面的雕刻、颜色以及厖的形态易受到环境因素的影响,存在较大的不稳定性<sup>[12]</sup>,再加上相似种类的趋同进化,使得蛾螺科种类的贝壳趋于简单化,因此并不能提供足够的可辨别特征,所以单纯依靠这贝壳及厖的形态进行分类常常会导致分类上的错误和混乱。由于标本材料尤其是软体部分不易保存,目前仍然把贝壳的形态特征作为蛾螺科分类的主要依据,但软体部分的解剖结构已经越来越受到分类学家的重视。

关于蛾螺科种类解剖结构的报道相对较少,而且主要集中在一些浅水种<sup>[10, 30-35]</sup>。Lus<sup>[36]</sup>对深海蛾螺类的消化系统进行了解剖观察。Harasewych<sup>[8]</sup>对 *Manaria fusiformis* 的雌雄生殖系统进行了解剖和描述。Medinskaya<sup>[37]</sup>对新腹足类的 5 科 12 种进行了解剖,比较和描述了它们的胃的结构特征。Kantor<sup>[38]</sup>对蛾螺总科的 5 科 15 种做了解剖,比较了它们胃的结构,他认为,胃的解剖特征不仅能反映螺类的食性,更能反映它们的亲缘进化关系。Kosyan<sup>[39]</sup>通过解剖,观察比较了 *Colinae* 亚科六个属的消化道结构。Kosyan 等<sup>[40]</sup>解剖了采自于俄罗斯远东地区北太平洋海域的 *Colinae* 亚科的 38 种贝壳特征相似的蛾螺,通过观察贝壳特征、软体结构、外套膜结构、生殖系统结构以及消化系统的形态特征,试图建立一套完整的形态学分类标准。目前,尽管一些学者开始把生殖系统末端的结构作为某些种类如 *Neptunea*、*Buccinum* 的分类依据,把软体部分的解剖结构作为对 *Volutopsiinae* 种类修订的基础,但是解剖结构包括齿舌,到现在还没有广泛应用到蛾螺科分类上。

### 3 分子生物学技术在蛾螺科系统发育学上的应用

由于蛾螺科动物分布广泛,生境复杂,而不同的栖息环境使得不同个体的外部形态产生差异,再加上长期的趋同进化和趋异进化,也可能导致不同的种具有相似的外形,而相同的种具有不同的外形,所以简单地以外部形态特征为依据对蛾螺科进行分类容易受到主观因素的干扰和影响,难以得到可信的结果。因此,亟需一个准确、有效的手段来解决这

个问题。随着现代生物学的发展,分子系统学走进了人们的视野。分子系统学是通过生物大分子的异同分析,来计算和推测生物类群间系统发生关系的科学。到目前为止,越来越多的学者开始利用分子生物学手段来解决蛾螺科种内和种间关系。Endo 等<sup>[41]</sup>通过对比 *Buccinum* 种类的线粒体 DNA 序列认为可以将 *Buccinum* 分为 5 个类群。Hayashi 等<sup>[42]</sup>用分子学方法对蛾螺科做了系统发育研究。Iguchi 等<sup>[43]</sup>2007 年用线粒体 16S rRNA 对生活在日本周边深海不同区域的 *Buccinum* 种类进行了系统发育分析,对种内种间关系进行了讨论。Iguchi 等<sup>[44]</sup>通过扩增 16S rDNA,用 PCR-RFLP 方法和 AseI 限制性内切酶对具有同域性且形态特征非常相似的 *Buccinum striatissimum* 和 *B. tenuissimum* 进行了区分。Nakano 等<sup>[45]</sup>2010 年分别用线粒体 COI 和 16S rRNA 片段,对 *Neptunea* 种类做了系统发育研究。Shirai 等<sup>[46]</sup>对生活在日本深海的 3 个种族,包括 *Neptunea*、*Buccinum tsubai* 和 *B. striatissimum* 以及一些相关种,用 16S rDNA 序列做了分子分类以及地理分布方面的研究。在我国也开展了蛾螺科的分子生物学研究,董长永<sup>[47]</sup>分别利用 18S rRNA、28S rRNA、COI 基因的部分序列对辽宁、山东、福建沿海蛾螺科 5 个属 10 个种进行了系统发育分析。相对于经典的形态分类学研究,分子系统学的研究对象本身就是遗传信息的载体,含有大量的遗传信息,并且趋同效应弱,因而其结论更具有可比性和客观性。由于分子系统学的这些特点,其在各种生物类群中得到了广泛的应用。总的说来,迄今分子系统学的研究所得到的系统进化关系的结果,大多和经典的形态研究结果相吻合,但是,在有些情况下,它得出的结果和形态学研究结果却并不一致<sup>[48]</sup>。因此,行之有效的办法就是将经典的形态学与分子系统学结合起来,各取所长,从宏观水平到微观水平上对螺类进行比对分析,这样可为蛾螺科分类提供可靠的手段。

#### 4 中国蛾螺科系统分类学研究展望

中国海域从北至南包括渤海、黄海、东海和南海。海岸线北至鸭绿海蚀海岸,南至北仑河口,总长达到  $1.8 \times 10^7$  m,跨越 38 个纬度(3~41°N),3 个气候带,覆盖温带、亚热带直到热带海区。海底地形地貌复杂,包括有陆架、陆坡、以及数千米深海盆或海槽、海山等;潮汐类型复杂,有全日潮、半日潮和混合潮。在黄海中部有特殊的冷水团、东海沿岸流,台湾

暖流和黑潮暖流分支和南海暖流等<sup>[49]</sup>。复杂的海地地貌以及海水的物理化学性质,产生许多特殊的“小生境”,导致物种的极度分化,使其成为生物多样性高、区系组成复杂和群落类型多样的生态系统。

基于中国复杂的海洋环境,肯定还有很多未知的属、种等待我们去发现,相关的属、种也亟需进行系统的分类研究和修订。与周边国家如日本、菲律宾以及俄罗斯等国相比,我国对蛾螺科分类的研究还远远处于落后状态。据记载,世界已知蛾螺科动物约 1 500 种,而目前中国沿海已报道的蛾螺为 60 种左右,大约是世界种类的 1/25。显然,我国沿海还有大量的蛾螺科新种和新记录种尚待发现和记录。鉴于蛾螺科在底栖生物链乃至整个海洋生物链中都发挥着很重要的作用,调查其物种多样性及生活习性,探索其进化历程,对于海洋生态文明建设都具有十分重要的意义。采用传统的形态分类学与分子生物学技术相结合的方法,对中国海域分布的蛾螺科进行系统的分类学和动物地理学研究,完善蛾螺科分类系统,澄清一些混淆种,修订同物异名和错误种名,并发现新种和新记录种,可为该类群动物的系统演化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] Strong E E, Gargominy O, Ponder W F, et al. Global diversity of Gastropods (Gastropoda: Mollusca) in freshwater[J]. *Hydrobiologia*, 2008, 595: 149-166.
- [2] Taylor J D, Morris N J, Taylor C N. Food specialization and the evolution of predatory prosobranch gastropods[J]. *Palaeontology*, 1980, 23(2): 375-409.
- [3] Sohl N F. Cretaceous gastropods: contrasts between Tethys and the temperate provinces[J]. *Journal of Paleontology*, 1987, 61(6): 1085-1111.
- [4] Taylor J D, Morris N J, Taylor C N. Food specialization and the evolution of predatory prosobranch gastropods[J]. *Palaeontology*, 1980, 23(2): 375-409.
- [5] Taylor J D. The diet of *Buccinum undatum* and *Neptunea antiqua* (Gastropoda: Buccinidae)[J]. *Journal of Conchology*, 1978, 29(6): 309-318.
- [6] 张素萍. 软体动物门、腹足纲[M]//刘瑞玉. 中国海洋生物名录. 北京: 科学出版社, 2008: 525-527.
- [7] Rafinesque G S. Analyse de la nature ou tableau de l'univers et des corps organisés[M]. Palerme, 1815, :

- 223.
- [8] Harasewych M G. Studies on Bathyal and Abyssal Buccinidae (Gastropoda: Neogastropoda): 1. *Metula fusiformis* Clench & Aguayo, 1941[J]. Nautilus, 1990, 104(4): 120-129.
- [9] Ponder W F. Notes on some Australian species and genera of the family Buccinidae (Neogastropoda)[J]. Journal of the Malacological Society of Australia, 1972, 2(3): 249-265.
- [10] Ponder W F. A review of the Australian species of *Penion* Fischer (Neogastropoda: Buccinidae)[J]. Journal of the Malacological Society of Australia, 1973, 2(4): 401-428.
- [11] Habe T, Sato J. A classification of the family Buccinidae from the North Pacific[J]. Japanese Society of Systematic Zoology, 1972, 8: 1-8.
- [12] Bouchet P, Waren A. Mollusca Gastropoda: Taxonomical notes on tropical deep water Buccinidae with descriptions of new taxa[J]. Museum National. d'Histoire Naturelle, 1996, 133: 457-499.
- [13] Bouchet P, Waren A. Mollusca Gastropoda: Taxonomical notes on tropical deep water Buccinidae with descriptions of new taxa[J]. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, 1986, 133:457-499, pis. 1-18.
- [14] Fraussen K, Poppe G T. Revision of *Phos* and *Antillophos* (Buccinidae) from the central Philippines[J]. Visaya, 2005, 1(5): 76-115.
- [15] Watters G T. A revision of the western Atlantic Ocean genera *Anna*, *Antillophos*, *Bailya*, *Caducifer*, *Monostiolium*, and *Parviphos*, with description of a new genus, *Dianthiphos*, and notes on *Engina* and *Hesperisternia* (Gastropoda: Buccinidae: Pisaniinae) and *Cumia* (Columbariidae)[J]. Nautilus, 2009, 123(4): 225-275.
- [16] Ponder W F. The origin and evolution of the Neogastropoda[J]. Malacologia, 1973, 12(2): 295-338.
- [17] Ponder W F, Warén A. Classification of the Caenogastropoda and Heterostropho- A list of the family-group names and higher taxa[J]. Malacological Review Supplements, 1988, (4): 288-328.
- [18] Bouchet P, Rocroi J P. Classification and nomenclator of gastropod families[J]. Malacologia, 2005, 47(1-2): 1-397.
- [19] Fraussen K. Deep water *Nassaria* (Gastropoda : Buccinidae) from Banda and Arafura Seas[J]. Novapex, 2006, 7(2-3): 31-46.
- [20] Garcia E F. Four new buccinid species (Gastropoda: Buccinidae) from the western Atlantic[J]. Novapex, 2008, 9(4): 141-148
- [21] Kantor Y I, Pastorino G. An unusual new genus and a new species of Buccinulidae (Neogastropoda) from the Magellanic Province[J]. Nautilus, 2009, 123(2): 49-52.
- [22] 张玺, 齐钟彦. 中国动物志·海产软体动物[M]. 北京: 科学出版社, 1962.
- [23] 张玺, 齐钟彦, 等. 西沙群岛软体动物前鳃类名录 [C]. 中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊(10). 北京: 科学出版社, 1975: 122.
- [24] 齐钟彦, 马绣同. 中国动物图谱·软体动物第二册 [M]. 北京: 科学出版社, 1983: 94-95.
- [25] 齐钟彦. 中国经济软体动物[M]. 北京: 农业出版社, 1998: 101.
- [26] 巫文隆, 简士杰. 宜兰贝类研究图志[M]. 台湾: 中国台湾行政院农业委员会林务局, 2006.
- [27] 赵汝翼, 程济民, 赵大东. 大连海产软体动物志[M]. 北京: 海洋出版社, 1982.
- [28] 张素萍. 中国海洋贝类图鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 2008.
- [29] 李凤兰, 林民玉. 中国近海蛾螺科的初步研究 1.唇齿螺属及甲虫螺属[C]. 中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊(42). 北京: 科学出版社, 2000: 108-115.
- [30] Dakin W J. *Buccinum* (The whelk)[J]. Proceedings and Transactions of the Biological Society, 1912, 26: 253-367.
- [31] Colikov A N. Gastropod mollusks of the genus *Neptunea* Bolten. Fauna of the U.S.S.R. mollusks 5(1)[M]. Akademia Nauk: Leningrad, 1963: 219.
- [32] Golikov A N. Buccinidae of the World Ocean. Fauna of the U.S.S.R. mollusks 5(2)[M]. Akademia Nauk: Leningrad, 1980: 508 .
- [33] Kosuge S. On the transfer of "*Phymorhynchus?*" *tenuis* Okutani, 1966 to the family Buccinidae[J]. Venus, 1967, 25(2): 59-64.
- [34] Lus V Y. New species of *Tacita* (Prosobranchia, Buccinidae) with wide distribution in the north-western

- part of Pacific Ocean[J]. Proceedings of the Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, 1981, 115: 140-154
- [35] Kantor Y I. Gastropods of the subfamily Volutopsiinae of the World Ocean[M]. Nauka, Moscow, 1990: 180.
- [36] Lus V J. Morphology of the digestive system of the family Buccinidae (Prosobranchia, Neogastropoda)[C]. Starobogatov Ya I, Golikov A N, Likharev I M. Molluscs Results and Perspectives of Investigation(7-11). Eighth Meeting on the Investigation of Molluscs. Abstracts of Communications. Leningrad: USSR Acad Sci, Zoological Institute, 1987: 223-225.
- [37] Medinskaya A I. Anatomy of the stomach of some Neogastropoda from the offshore zone of the Japan Sea[J]. Ruthenica, 1993, 3(1): 17-24.
- [38] Kantor Y I. Comparative anatomy of the stomach of Buccinoidea (Neogastropoda)[J]. Journal of Molluscan Studies, 2002, 69: 203-220.
- [39] Kosyan A R. Morphological features, ecology and distribution of poorly studied molluscan genera of the Colinae subfamily (Gastropoda, Buccinidae) from the Far Eastern Seas of Russia[J]. Oceanology, 2007, 47(4): 531-536.
- [40] Kosyan A R, Kantor Y I. Phylogenetic analysis of the subfamily Colinae (Neogastropoda: Buccinidae) based on morphological characters[J]. Nautilus, 2009, 123(3): 83-94.
- [41] Endo M, Ozawa T. Phylogenetic analysis of *Buccinum* and *Neptunea* inferred from mtDNA sequences[C]. Abstract with Programs of the 150th Regular Meeting of the Palaeontological Society of Japan, 2001: 45.
- [42] Hayashi S. The molecular phylogeny of the Buccinidae (Caenogastropoda: Neogastropoda) as inferred from the complete mitochondrial 16S rRNA gene sequences of selected representatives[J]. Molluscan Research, 2005, 25: 85-98.
- [43] Iguchi A, Ito H, Ueno M, et al. Molecular phylogeny of the deep-sea *Buccinum* species (Gastropoda: Buccinidae) around Japan: Inter- and intraspecific relationships inferred from mitochondrial 16S rRNA sequences[J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2007, 44: 1342-1345.
- [44] Iguchi A, Ueno M, Maeda T, et al. Molecular-based method to distinguish sympatric deep-sea whelks, *Buccinum striatissimum* and *Buccinum tenuissimum* in the Sea of Japan[J]. Plankton Benthos Res, 2008, 3(2): 101-103.
- [45] Nakano T, Kurihara Y, Miyoshi H, et al. Molecular phylogeny of *Neptunea* (Gastropoda: Buccinidae) inferred from mitochondrial DNA sequences, with description of a new species[J]. Venus, 2010, 68(3-4): 121-137.
- [46] Shirai S M, Hirose T, Goto T, et al. Three predominant species groups of deep-sea whelks (Gastropoda: Buccinidae) in the Sea of Japan: their molecular taxonomy and geographic distribution[J]. Plankton Benthos Res, 2010, 5(1): 17-30.
- [47] 董长永, 侯林, 隋娜, 等. 中国沿海蛾螺科 5 属 10 种 28S rRNA 基因的系统学分析[J]. 动物学报, 2008, 54(5): 814-821.
- [48] 谢强, 卜文俊, 李新正, 等. 有关节肢动物系统发生若干问题的研究进展[J]. 动物分类学报, 2002, 27(3): 417-427.
- [49] 陈清潮. 中国海洋生物多样性的现状和展望[J]. 生物多样性, 1997, 5(2): 142-146.

(本文编辑: 梁德海)